

バングラデシュ人民共和国

バングラデシュ石炭火力発電会社

バングラデシュ国  
マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業  
(フェーズ2) 準備調査  
ファイナルレポート

2022年1月

独立行政法人

国際協力機構 (JICA)

東電設計株式会社

南ア

JR(P)

22-006

## Executive Summary

### 調査目的

バングラデシュ国マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業（フェーズ2）準備調査（以下、本事業）について、当該事業の目的、概要、事業費、実施スケジュール、実施（調達・施工）方法、事業実施体制、運営・維持管理体制、環境および社会面の配慮等、我が国有償資金協力事業として実施するための審査に必要な調査を行うことを目的とし、日本政府の指示に基づき実施するものである。

### 調査対象地域

本事業の対象地域は、当国の首都ダッカから南東約280kmに位置するチョットグラム管区コックスパザール県マタバリ地区である。

### 本事業の必要性

本事業は、急増する当国の電力需要に対応し、経済性の高い石炭を利用したエネルギー源の多様化を図るという当国電力セクターの政策に沿ったものであり、本事業の必要性および優位性は、以下の観点からも確認されている。

- ・ 安定した電力供給の必要性
- ・ エネルギー源の多様化の必要性
- ・ 石炭火力発電開発計画（2021年6月27日付）およびNDCs（2021年8月26日付）との整合性

### 最新技術の検討

近年、加速する地球温暖化対策として、再生可能エネルギーの増加や石炭火力発電の削減の方向に舵が切られている。このような状況に対応するため、本事業では、可能な限り高い負荷変動率を実現し、かつ、可能な限り低い最低安定負荷を実現できる技術（Flexible Load Technology）を適用する。この技術の導入により、将来の可変的な再生可能エネルギーの導入においても、より円滑な負荷調整が可能となる。

### 概念設計

本事業の超々臨界石炭火力発電所（3/4号機）および関連設備は、1/2号機に隣接して建設する計画とする。3/4号機は1/2号機と同等の高効率発電設備として計画し、また環境性能や将来の再生可能エネルギー普及をにらんだ電力系統安定化に寄与する機能などについては、さらなる向上を考慮する。

また、本事業はマタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業の拡張事業であり、1/2号機事業で建設された設備の一部は本事業の共通設備としても使用されることとなるため、事業全体（1～4号機）の発電原価は1/2号機事業と比較して低くなる。

1/2号機事業と同様、超々臨界石炭火力発電所、単機容量は発電端で600MW、基数は2基とする。したがって、本事業の規模は600MW x 2 = 1,200MWとする。

### 主要設備

本事業の主要機器は以下の通りであり、1/2号機事業とはほぼ同様である。

- ・ ボイラおよび補機
- ・ 石炭供給設備（アンローダは1/2号機と共用）
- ・ 石炭および灰処理設備
- ・ 蒸気タービンおよび補機
- ・ 発電設備補機（脱塩装置、純水装置、排水処理設備、循環水供給系統、圧縮空気供給系統、消火設備等）
- ・ 電気設備

- ・ 計測・制御装置
- ・ 土木工事・建築建屋（灰捨て場、石炭／軽油荷揚げ棧橋は1/2号機と共用）

### 環境設備（SO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub> およびばいじんの低減装置）

環境負荷低減に貢献し、当国の排出基準に適合させるとともに、IFC/WB EHS ガイドラインを考慮し、SO<sub>x</sub> 低減装置には「石灰石膏法」、NO<sub>x</sub> 低減装置には「SCR（選択触媒還元）法」、ばいじん低減装置には「電気集塵機」を適用する。

3/4号機の煙突出口排出濃度は以下のように計画する。

SO <sub>x</sub> :	200 mg/Nm <sup>3</sup>
NO <sub>x</sub> :	62 mg/Nm <sup>3</sup> (as NO <sub>2</sub> )
ばいじん :	25 mg/Nm <sup>3</sup>
いずれも	(ref. O <sub>2</sub> = 6% dry base)

### 石炭供給設備および灰処理設備

本事業の石炭供給設備は、1/2号機事業の増設事業であることを考慮し、石炭荷揚棧橋および石炭荷揚設備は1/2号機と共用とする。なお、貯炭場と石炭供給設備の設計思想、容量および機器構成は1/2号機事業と同じとする。

3/4号機の定格出力比を考慮した場合に必要な石炭は、性能炭で3,972,952 ton/year、設計炭（低熱量炭）で4,351,384 ton/yearを輸入する計画とする。

灰処理設備の設計思想は1/2号機と同じとする。灰処理設備は、クリンカ灰処理設備、フライアッシュ処理設備、灰リサイクル設備から構成され、フライアッシュの再利用・販売を考慮し、輸送設備、貯蔵設備、船積設備も考慮する。

3/4号機から生成される年間灰量は、243,343ton/year (170,170 m<sup>3</sup>/year)である。

### 灰捨て場

灰捨て場は、1/2号機事業で建設される。1/2号機の運転開始後、まずは1<sup>st</sup> Ash Pondに灰を積み上げていく計画である。1<sup>st</sup> Ash Pondは、少なくとも5年間の灰捨て場運用を賄える容積として計画されている。1<sup>st</sup> Ash Pondが満杯となった後は、残りの灰捨て場エリアに灰を積み上げていく計画である。そのため、1<sup>st</sup> Ash Pondと残りの灰捨て場エリアの間には仕切り壁が設置されており、灰捨て場の総容量は26,569,000m<sup>3</sup>である。

発電設備からの灰の排出量と降雨量をもとにし検討した結果、1<sup>st</sup> Ash Pondは1/2号機から排出される灰を12.5年受け入れ可能であり、すべての灰捨て場では発電設備（1～4号機）から排出される灰を36.9年受け入れ可能であることを確認した。

### 冷却水供給系統

本事業の冷却水供給系統の設計思想、容量および機器構成は1/2号機事業と同じとする。

3/4号機に必要な海水取水量は約179,455ton/h、蒸気タービン復水器冷却水量は約170,400ton/h、ボイラ補給水量（純水）は約20ton/hである。環境問題への配慮から蒸気タービン復水器冷却水に地下水は使用しない。

### 水処理装置および排水処理設備

本事業の水処理装置の設計思想および機器構成は1/2号機事業と同じとする。ただし、3/4号機の脱硫設備は1/2号機と比較し、海水脱硫方式から石灰石膏方式に変更するため、脱塩装置の容量が増加することは考慮する必要がある。

本事業の排水処理設備の設計思想および機器構成は1/2号機事業と同じとする。ただし、脱硫設備の変更に伴い、本装置からの排水を考慮する必要がある。

### 電気設備

本事業の電気設備の設計思想、容量および機器構成は1/2号機事業と同じとする。発電機からの出力電圧は、発電機昇圧変圧器により400kVに昇圧され、400kV開閉所経由で系統に送電される。

改造費と使用頻度を検討した結果、1/2号機との電源盤母線連絡回線は計画しないこととする。

### 計測・制御装置

本事業の計装制御システムの設計思想および機器構成は1/2号機事業と同じとする。ただし、1/2号機と3/4号機の運転状態を相互に監視できるように、DCS（分散型制御システム）を連携させる必要があり、そのためには1/2号機のDCSの改修が必要となる。

### 配置計画および敷地造成

本事業の建設予定地は、1/2号機北側にあるマタバリ石炭火力発電所内の特定された場所で計画する。貯炭場、主要設備の配置は、可能な限り1/2号機事業と同じとする。本事業の建設予定地は1/2号機事業より狭いが、脱硫設備を石灰石膏方式に変更し、脱硝設備を追加した場合でも、限られた建設予定地で必要な設備を全て設置することは可能である。

敷地造成の設計思想は1/2号機事業と同じとする。発電設備エリア：MSL+10.0m、貯炭場エリア：MSL+5.0mで計画する。

### 送電系統

マタバリ石炭火力発電所（1～4号機）からの総発電量は2,400MW（発電機端）で計画されている。発電された電力は発電所内の開閉所経由で400kV送電系統に送電される。通常状態（N-0）の400kV送電線の運用では、発電された電力の全てを送電するための十分な容量がある。

一方、Madunaghat変電所とBashkhali変電所間の400kV送電線に事故が発生した場合は（N-1）、S.Alamの発電設備2基を停止させMadunaghat変電所とBashkhali変電所間の400kV送電線への過負荷を防止する必要がある。

PGCBはマタバリ石炭火力発電所の北側に400/230/132kV変電所を新設する計画があり、当該変電所建設後は400kV送電線に事故が発生した場合において、過負荷の問題は解消される見込みである。

### 施工方法

本事業の敷地造成・地盤改良の設計思想、施工方法は1/2号機事業と同じとする。また、機器設置工事の手順も、基本的には1/2号機事業と同様とする。

主要機器を含む資機材の輸送は、海外および国内から調達する計画である。ただし、マタバリ地区周辺のマタバリ港アクセス道路を含む開発計画が遅延した場合は、ほぼ全ての資機材は海上輸送で搬入されることとなる。本事業の資機材は、1/2号機事業で建設される重量物物揚棧橋ならびに仮設棧橋から荷揚げされることとなる。

本事業の資機材置場は、3/4号機の発電設備エリアおよび灰捨て場で計画する。

### 事業実施スケジュール

事業実施想定スケジュールでは、3号機が2030年7月、4号機が2031年1月に運転開始される予定である。当該スケジュールは、JICAアプレイザルミッション時に最終決定される。

### コンサルティング・サービス

コンサルティング・サービスの提供業務（TOR）内容には、本事業において必要な全てのCPGCBLへの技術提供・支援の実行を包含する。

- ・ 設備：発電設備及び発電設備と共にプラントを構成する関連補助設備と付随装置を含んだ設備
- ・ 期間：入札準備（基本設計を含む）、入札、入札評価、機器調達、建設・据付工事、瑕疵通知

TORは、JICAより提供された「円借款事業におけるコンサルタントTOR作成ガイド」にしたがい準備される。

### 事業実施・維持管理体制

本事業の実施機関は、1/2号機事業を実施中のCPGCBL（Coal Power Generation Company）

---

Bangladesh Limited) である。CPGCBL は建設期間中、PIU (Project Implementation Unit) を設置する予定であり、建設期間終了後は、PIU メンバーは O&M メンバーに移行する計画である。本事業の PIU 及び発電所要員員の能力開発は、人材雇用ならびにトレーニング計画の適切な実施により達成可能である。

### **環境社会配慮**

3/4 号機は 1/2 号機と同じ敷地内にあるため、土地の取得はない。JICA は実施機関に対して、より厳しい国際基準 (IFC/WB EHS Guidelines 2007) を遵守させるために NOx 低減装置に SCR を採用するよう要請した結果、実施機関は環境負荷低減対策として、大気汚染物質の排出を削減するために脱硫装置、SCR、電気集塵機を設置することに同意している。また、超々臨界圧発電技術の導入により、CO2 排出量を可能な限り削減することが期待される。

発電設備の建設段階および運転段階では、実施機関は環境管理計画および環境モニタリング計画にしたがって周辺環境の監視を行う予定である。

### **事業費**

「秘匿性の高い情報が含まれるため、掲載いたしません。」

### **事業評価**

「秘匿性の高い情報が含まれるため、掲載いたしません。」

### **事業実施方法**

本事業では、実施機関／コンサルタントが発電所建設の仕様を決定する一方、請負業者が事業の詳細設計と現場での建設工事を実施する。したがって、上記義務が記載されている JICA SBD Design Build または FIDIC Yellow Book が、採用される契約条件として相応しいと考える。

コンサルタント選定の為のショート・リスト作成に当たっては、「円借款事業のためのコンサルタント雇用ガイドライン」第 3.04 条に則って行うものとする。

請負業者の選定は、1) PQ (Pre-qualification) 条件の設定と 2) ICB following PQ 方式に則って実施される。

### **結論**

必要性、技術、事業評価、環境社会配慮等の様々な観点から検討した結果、本事業は実現可能であることが確認され、早急に本事業を進めることを推奨する。

目次

第1章 序論.....	1-1
1.1 調査の背景.....	1-1
1.2 調査の目的と範囲.....	1-2
1.2.1 調査の目的.....	1-2
1.2.2 調査の範囲.....	1-2
1.3 調査工程.....	1-3
1.4 調査の実施体制.....	1-3
1.5 調査の要員計画.....	1-7
第2章 本事業の背景および必要性.....	2-1
2.1 経済概況.....	2-1
2.2 電力・エネルギー政策と気候変動政策.....	2-3
2.2.1 第8次5か年計画における電力・エネルギー政策.....	2-4
2.2.2 電力・エネルギー政策.....	2-7
2.2.3 再生可能エネルギー政策と気候変動政策.....	2-7
2.3 電源開発の現況・見通し.....	2-16
2.3.1 最新の電力需要.....	2-16
2.3.2 当国の電源計画.....	2-22
2.3.3 再生可能エネルギー計画.....	2-26
2.3.4 電力局で検討中の太陽光導入計画.....	2-29
2.3.5 風力発電のポテンシャル.....	2-32
2.3.6 再生可能エネルギー導入に関する制約.....	2-33
2.3.7 電力局による太陽光発電導入計画（National Solar Energy Roadmap, 2021-2041 (draft)）と 風力発電を反映した場合の電源計画の考察.....	2-34
2.3.8 再生可能エネルギー導入に伴う既設型発電機の必要性和諸課題.....	2-48
2.4 代替案の検討（ゼロオプションを含む）.....	2-50
2.5 結論.....	2-60
第3章 エネルギー・電力セクターの概要.....	3-1
3.1 エネルギー・電力セクターの体制.....	3-1
3.1.1 電力・エネルギー・鉱物資源省（Ministry of Power, Energy and Mineral Resources: MoPEMR） .....	3-2
3.1.2 バングラデシュエネルギー規制委員会（Bangladesh Energy Regulatory Commission: BEREC） .....	3-4
3.1.3 エネルギーセクターの概要.....	3-4
3.1.4 電力セクターの概要.....	3-9
3.2 エネルギーセクターの現状.....	3-18
3.2.1 天然ガス.....	3-20
3.2.2 石炭.....	3-27
3.2.3 石油.....	3-30
3.2.4 省エネ促進政策および実施状況.....	3-33
3.3 電力セクターの現状.....	3-34
3.3.1 発電原価.....	3-34
3.3.2 財務状況.....	3-36
3.3.3 停電発生状況.....	3-40
3.4 他ドナーの支援状況.....	3-42
3.4.1 主な支援国、支援機関.....	3-42
3.4.2 各機関の支援内容.....	3-42
3.4.3 各国からの主な支援.....	3-47

---

第4章 石炭火力の導入と低・脱炭素の両立に向けた技術検討	4-1
4.1 世界の石炭火力を取り巻く環境変化	4-1
4.2 3/4号機の運用方針プラン	4-4
4.2.1 時代のニーズに応える3/4号機の運用方針	4-4
4.2.2 Flex-USC (USC with flexible load technology) の機能	4-5
4.3 電力系統安定化への取り組み	4-7
4.3.1 電力系統安定化を実現させるエネルギーベストミックス	4-7
4.3.2 電力系統安定化を実現させるエネルギーベストミックス	4-7
4.3.3 Flex-USC を適用することで増やすことができる再生可能エネルギー量	4-8
4.3.4 ドイツにおける石炭火力による負荷調整	4-9
4.3.5 日本における石炭火力による負荷調整力	4-10
4.3.6 火力発電プラントの部分負荷における熱効率	4-12
4.3.7 風力発電による負荷変動	4-12
4.3.8 太陽光発電による負荷変動	4-13
4.3.9 日本における石炭火力の負荷運用	4-13
4.3.10 世界主要国の停電時間の比較	4-15
4.3.11 日本とインドの周波数変動の比較	4-16
4.3.12 所内単独運転 (FCB)	4-17
4.3.13 時代のニーズに適応する Flex-USC の運用	4-19
4.3.14 HP/LP タービンバイパス弁の納入実績	4-20
4.4 脱炭素への取り組み	4-21
4.4.1 JERA Zero emission 2050	4-21
4.4.2 アンモニア混焼による3/4号機のCO <sub>2</sub> 削減量	4-21
4.4.3 アンモニア混焼を実現させるためのボイラ改造範囲	4-22
4.4.4 アンモニア混焼を実現させるためのアンモニア燃料供給設備	4-23
4.4.5 バイオマス混焼とアンモニア混焼の比較	4-24
4.5 SC (Super Critical) / USC (Ultra Super Critical) の取り組み	4-25
4.5.1 高効率化の歴史	4-25
4.5.2 SC/USC の蒸気条件の変遷	4-26
4.5.3 日本における石炭焚き SC/USC の歴史	4-28
4.5.4 ASEAN 諸国における主な USC 納入プラント	4-29
4.5.5 世界主要国の USC への取り組み	4-30
4.5.6 世界主要国の A-USC への技術開発	4-30
4.6 世界の石炭火力への動向	4-32
4.6.1 日米欧の石炭火力への動向	4-32
4.6.2 欧州各国の動向	4-33
4.6.3 米国の動向	4-34
4.6.4 ASEAN 諸国の動向	4-35
4.7 アジア主要国の既設石炭火力への取り組み	4-39
4.7.1 インドネシア	4-39
4.7.2 ベトナム	4-39
4.7.3 フィリピン	4-39
4.7.4 モンゴル	4-40
4.7.5 既設石炭火力への Flex-USC の適用案	4-40
4.8 当国への CCS 適用可能性	4-41
4.8.1 CO <sub>2</sub> 回収貯留の方法	4-41
4.8.2 CO <sub>2</sub> 回収の方法	4-42
4.8.3 CO <sub>2</sub> 回収技術 (アミン化学吸収法)	4-43
4.8.4 CO <sub>2</sub> 回収装置の設置事例 (Sask Power in Canada)	4-43
4.8.5 帯水層での CO <sub>2</sub> 貯留の可能性	4-44

4.8.6	世界の CO2 貯留資源評価 .....	4-45
4.8.7	オーストラリアにおける CCS のポテンシャル .....	4-45
4.8.8	3/4 号機で CCS を実現させるための課題 .....	4-46
第 5 章	発電所建設予定地周辺の概況 .....	5-1
5.1	環境の概況 .....	5-1
5.1.1	大気質（添付資料 5.1.1 参照） .....	5-5
5.1.2	騒音・振動（添付資料 5.2 参照） .....	5-9
5.1.3	悪臭（添付資料 5.1.3 参照） .....	5-9
5.1.4	水質（添付資料 5.1.4 参照） .....	5-9
5.1.5	水象 .....	5-15
5.1.6	土壌（添付資料 5.1.6 参照） .....	5-37
5.1.7	地象 .....	5-37
5.2	動植物の概況 .....	5-47
5.2.1	サイト周辺の自然環境ならびに環境保護区 .....	5-47
5.2.2	環境モニタリング活動 .....	5-49
5.2.3	動植物調査 .....	5-71
5.3	社会環境の概況 .....	5-81
5.3.1	社会経済に関する基本情報 .....	5-81
5.3.2	社会環境の現況 .....	5-90
第 6 章	系統解析 .....	6-1
6.1	概要 .....	6-1
6.1.1	潮流解析 .....	6-1
6.1.2	事故電流解析 .....	6-1
6.1.3	安定度解析 .....	6-1
6.1.4	結論 .....	6-1
6.2	潮流解析 .....	6-1
6.2.1	潮流解析の検討条件 .....	6-1
6.2.2	基本ケースでの潮流解析結果 .....	6-4
6.2.3	他のケースでの潮流解析 .....	6-12
6.3	事故電流解析 .....	6-23
6.3.1	事故電流解析の検討条件 .....	6-23
6.3.2	事故電流解析結果 .....	6-23
6.4	安定度解析 .....	6-25
6.4.1	安定度解析の検討条件 .....	6-25
6.4.2	安定度解析結果 .....	6-32
6.4.3	安定度向上方策 .....	6-37
第 7 章	計画概要 .....	7-1
7.1	目的 .....	7-1
7.2	主要施設・設備 .....	7-1
7.2.1	全体計画および実施方法 .....	7-1
7.2.2	構内配置概念計画 .....	7-1
7.2.3	プラントタイプおよび規模、単機容量 .....	7-4
7.2.4	EPC コントラクターが実施する業務 .....	7-4
7.3	燃料調達計画 .....	7-10
7.3.1	石炭の種類 .....	7-10
7.3.2	世界の石炭可採埋蔵量 .....	7-11
7.3.3	世界の石炭需要 .....	7-12
7.3.4	世界の石炭生産量 .....	7-12
7.3.5	石炭輸出国 .....	7-14
7.3.6	石炭輸入国 .....	7-14



7.3.7 石炭仕様.....	7-15
7.3.8 石炭価格.....	7-16
7.3.9 石炭輸送、積出港、海上ルート、航海日数.....	7-20
第 8 章 設備設計.....	8-1
8.1 発電設備の概要.....	8-1
8.1.1 設計方針.....	8-1
8.2 プラントシステムの基本検討.....	8-9
8.2.1 単機容量選定.....	8-9
8.2.2 蒸気サイクルの候補.....	8-10
8.2.3 主要部材の材質.....	8-10
8.2.4 冷却方式.....	8-12
8.3 発電所設計の基本条件.....	8-12
8.3.1 設計条件（PQ 要件）.....	8-12
8.3.2 想定プラント性能.....	8-12
8.3.3 適用規格.....	8-12
8.3.4 配置計画.....	8-12
8.3.5 環境要求事項.....	8-15
8.3.6 ボイラおよび付属設備.....	8-15
8.3.7 蒸気タービンおよび付属設備.....	8-17
8.3.8 用水処理設備.....	8-24
8.3.9 排水処理設備.....	8-28
8.3.10 排ガス処理設備.....	8-30
8.3.11 各代替案比較のまとめ.....	8-42
8.3.12 燃料供給設備.....	8-45
8.3.13 灰処理設備.....	8-57
8.3.14 消火設備.....	8-64
8.3.15 所内および制御用空気圧縮設備.....	8-67
8.3.16 化学分析室.....	8-74
8.3.17 クレーン・昇降装置.....	8-79
8.3.18 修理工場および倉庫.....	8-83
8.3.19 発電機.....	8-86
8.3.20 電気設備.....	8-87
8.3.21 制御監視装置.....	8-91
8.3.22 発電所敷地高および土木・建築設備.....	8-92
第 9 章 施工方法.....	9-1
9.1 概要.....	9-1
9.2 土木工事.....	9-1
9.2.1 敷地造成.....	9-1
9.3 機器据付工事.....	9-5
9.3.1 タービンの組立概要.....	9-5
9.3.2 コンデンサの組立概要.....	9-5
9.3.3 ボイラの組立概要.....	9-6
9.4 輸送計画.....	9-7
第 10 章 事業実施スケジュール.....	10-1
10.1 概要.....	10-1
10.2 実施計画.....	10-1
10.2.1 プロジェクト DPP (Development Project Proposal) 策定・申請・承認.....	10-1
10.2.2 コンサルタント選定.....	10-1
10.2.3 建設工事前（Phase I）.....	10-1
10.2.4 建設工事（Phase II）.....	10-1

10.2.5 長期メンテナンス契約（LTSA (Long Term Service Agreement)）	10-2
10.3 事業実施想定スケジュール	10-2
10.4 工期短縮提案	10-5
10.4.1 随意契約実施の可能性	10-5
第 11 章 コンサルティング・サービスの実施計画案	11-1
11.1 提供業務（TOR）	11-1
11.2 「コンサルタント雇用ガイドライン」（2012年4月）に基づく必要な記載事項（Required of JICA）	11-1
11.3 提供業務の規模（MM）	11-1
11.3.1 業務の規模	11-1
11.3.2 コンサルタントのための必要条件（基準）	11-1
11.4 コストブレイクダウン	11-1
第 12 章 事業実施・維持管理体制	12-1
12.1 事業実施体制	12-1
12.1.1 本事業に関係する各機関の機能と本事業における役割	12-1
12.1.2 実施機関および部局、維持管理・運営機関および部局	12-1
12.1.3 実施機関および主要な関係機関の財務状況の分析	12-1
12.1.4 実施機関および主要な関係機関の組織構造・人員体制	12-1
12.1.5 実施機関および主要な関係機関の技術的能力	12-5
12.1.6 維持管理費用とその収入源	12-5
12.2 事業実施機関（部局：PIU）	12-5
12.2.1 PIU メンバー構成	12-5
12.2.2 事業実施機関のメンバー構成を達成するための人員雇用計画	12-7
12.2.3 外部から人を雇用する場合の TOR・選定方法・選考資格・給与水準	12-7
12.2.4 事業実施機関のトレーニング計画の策定	12-7
12.3 運転・維持管理部局（発電所）	12-8
12.3.1 発電所のメンバー構成	12-8
12.3.2 発電所のメンバー構成を達成するための人員雇用計画	12-11
12.3.3 外部から人を雇用する場合の TOR・選定方法・選考資格・給与水準	12-11
12.3.4 運転・維持幹部局（発電所）のトレーニング計画の策定	12-12
12.4 情報管理	12-16
12.4.1 情報発信	12-16
12.4.2 維持管理活動へのフィードバック：Performance Management System の導入	12-16
12.4.3 外部への情報発信	12-18
12.5 O&M 費用	12-18
第 13 章 環境社会配慮調査	13-1
13.1 当国における環境社会配慮の制度と組織	13-1
13.1.1 当国における環境社会配慮に関する法令・制度	13-1
13.1.2 環境基準・規制等	13-6
13.1.3 関係機関の概要	13-14
13.1.4 用地取得・住民移転制度	13-15
13.1.5 EIA 制度に係る JICA 環境ガイドラインと当国法制度の比較と対応	13-17
13.2 スコーピングと自然環境および社会環境調査の TOR	13-19
13.2.1 スコーピング結果	13-19
13.2.2 TOR	13-23
13.3 環境社会配慮調査結果	13-28
13.3.1 大気質	13-28
13.3.2 騒音・振動（5.1.2 騒音・振動、添付資料 5.1.2 参照）	13-28
13.3.3 悪臭（5.1.3 悪臭、添付資料 5.1.3 参照）	13-28
13.3.4 水質（5.1.4 水質、添付資料 5.1.4 参照）	13-28

13.3.5	水象（5.1.5 水象、添付資料 5.1.5 参照）	13-29
13.3.6	土壌（5.1.6 土壌、添付資料 5.1.6 参照）	13-29
13.3.7	地象	13-29
13.3.8	動植物相	13-29
13.3.9	社会配慮調査結果	13-30
13.4	環境社会配慮への影響評価	13-33
13.5	温室効果ガス削減効果の推計	13-75
13.6	環境管理計画	13-79
13.7	モニタリング計画	13-96
13.8	環境社会への影響評価結果の要約	13-106
13.9	ステークホルダー協議	13-113
13.9.1	第1フェーズでのステークホルダー協議	13-113
13.9.2	第2フェーズでのステークホルダー協議	13-122
13.9.3	フォーカスグループディスカッション（FGD）・ミックsgループディスカッション（MGD）	13-126
13.10	環境等に係る許認可取得スケジュールの検討（添付資料 13.10）	13-141
13.11	その他	13-141
13.11.1	チェックリスト	13-141
13.11.2	モニタリング・フォーム	13-153
第14章	事業費	14-1
14.1	1/2号機事業でのEPCコントラクターとの契約金額	14-1
14.2	環境省の石炭焼きUSCプラント建設単価指標	14-1
14.3	事業費	14-1
14.3.1	基本条件	14-1
14.3.2	事業費試算結果	14-1
第15章	事業評価	15-1
15.1	経済財務分析	15-1
15.1.1	分析枠組み	15-1
15.1.2	内部収益率	15-1
15.1.3	経済分析と財務分析の相違	15-1
15.1.4	経済分析と財務分析の共通パラメータ	15-1
15.1.5	経済分析	15-1
15.1.6	財務分析	15-1
15.2	事業財務管理分析	15-1
15.2.1	事業採算性分析	15-1
15.2.2	発電原価の検討	15-1
15.3	均等化発電原価の推計	15-1
15.4	定性的事業効果	15-1
15.5	評価指標の設定	15-3
第16章	事業実施方法	16-1
16.1	調達方法の検討	16-1
16.1.1	当国における類似事業の調達事情	16-1
16.1.2	入札方法、契約条件の設定	16-1
16.1.3	コンサルタントの選定方法	16-2
16.1.4	施工業者の選定方針	16-4
16.1.5	契約マネジメント	16-4
16.2	リスク分析	16-5
16.2.1	リスクの把握	16-5
16.2.2	リスクの分析	16-5
16.3	ジェンダー主流化の方策に係る検討	16-16

16.3.1 エネルギー・電力分野における法制度、政策、方針等におけるジェンダー関連事項 .....	16-16
16.3.2 他ドナーのエネルギー分野の支援におけるジェンダー視点の導入状況 .....	16-16
16.3.3 建設工事における女性の雇用を促進する方策 .....	16-16
16.3.4 実施機関の職員やオペレーターの男女比や女性職員や技術者・オペレーターの活躍促進の方策 .....	16-17

添付資料

第 5 章	発電所建設予定地周辺の概況
第 12 章	事業実施・維持管理体制
第 13 章	環境社会配慮調査
第 14 章	事業費
第 15 章	事業評価

表目次

表 1.3-1	調査工程.....	1-3
表 1.4-1	担当業務.....	1-4
表 2.2-1	電力・エネルギー、および気候変動に関する政策、計画.....	2-4
表 2.2-2	INDC2015 で示された貢献.....	2-9
表 2.2-3	2030 年までのセクター別温室効果ガス排出削減予測.....	2-9
表 2.2-4	条件付き寄与を実現するための可能な緩和措置.....	2-10
表 2.2-5	NDC2021 の GHG 排出削減目標.....	2-13
表 2.2-6	電力局から環境局（DoE）に提出された石炭火力開発案件（左側の数値）と 2021 年 6 月時点の BPDB 策定の電源計画（右側の数値）、および当国政府が発表した石炭火力開 発計画（下段のキャンセル分）.....	2-14
表 2.2-7	電力局が決定した石炭火力開発中止方針.....	2-15
表 2.2-8	NDC2021 における電力セクターの緩和策.....	2-15
表 2.3-1	年間最大電力の動向と各マスタープラン想定との比較.....	2-21
表 2.3-2	各種最新情報を合成した 2041 年までの需給バランス（再生可能エネルギー除き） .....	2-24
表 2.3-3	当国政府による石炭火力開発プロジェクトの見直し.....	2-26
表 2.3-4	Revisiting PSMP2016 の 2030 年までの再生可能エネルギーの導入計画.....	2-27
表 2.3-5	最新の 2030 年までの再生可能エネルギーの導入計画（日本語版のみ）.....	2-27
表 2.3-6	2020 年 12 月 31 日現在の再生可能エネルギー導入量とタリフ（日本語版のみ）..... .....	2-27
表 2.3-7	最新の 2026 年までの再生可能エネルギーの個別導入計画（日本語版のみ）.....	2-28
表 2.3-8	PV 導入シナリオ：BAU (Low Case).....	2-30
表 2.3-9	PV 導入シナリオ：Medium Case.....	2-31
表 2.3-10	PV 導入シナリオ：High Case.....	2-32
表 2.3-11	再生可能エネルギー導入による火力発電設備導入の再評価.....	2-45
表 2.3-12	12 時から点灯ピークに変化させる火力発電出力.....	2-46
表 2.3-13	日本における調整力メニュー.....	2-47
表 2.3-14	当国に必要な調整力の試算.....	2-47
表 2.3-15	インバータ発電機の増加に伴い発生する問題.....	2-48
表 2.4-1	平均風速別の設備利用率.....	2-54
表 2.4-2	発電技術別投資コスト.....	2-57
表 2.4-3	発電技術別メンテナンスコスト.....	2-57
表 2.4-4	発電方式の検討.....	2-57
表 2.4-5	代替案比較.....	2-60
表 3.1-1	TGTDCL の株式保有状況（2020 年 6 月 30 日時点）.....	3-6
表 3.1-2	BPDB への石炭販売価格.....	3-8
表 3.1-3	BPC 傘下の事業運営会社の株式保有状況.....	3-9
表 3.1-4	PGCB の株の保有比率（2018 年度末と 2019 年度末）.....	3-11
表 3.1-5	DESCO の株の保有比率（2019 年度末）.....	3-11
表 3.1-6	CPGCBL の電源開発計画.....	3-15
表 3.2-1	各電源開発シナリオの「3E」評価結果.....	3-19
表 3.2-2	ガス生産状況.....	3-21
表 3.2-3	天然ガス埋蔵量.....	3-22
表 3.2-4	天然ガスの現状（2020 年）.....	3-23
表 3.2-5	天然ガス生産とセクター別消費量.....	3-23
表 3.2-6	セクター別ガス需要予測.....	3-25
表 3.2-7	燃料別発電単価.....	3-27

表 3.2-8	当国炭の品質.....	3-28
表 3.2-9	石炭生産実績（Metric ton）.....	3-28
表 3.2-10	石炭需要と供給予測.....	3-28
表 3.2-11	石油セクターの概況（2018年～2019年）.....	3-30
表 3.2-12	過去8年間BPC石油製品売上実績.....	3-31
表 3.2-13	セクター別石油消費量（2018年～2019年）.....	3-31
表 3.3-1	BPDBの2019-2020年度の営業収支他.....	3-37
表 3.4-1	各国、各機関からの借入残高.....	3-42
表 3.4-2	各支援機関からの過去5年間の支援実績.....	3-42
表 3.4-3	世界銀行の実績.....	3-43
表 3.4-4	アジア開発銀行の実績.....	3-44
表 3.4-5	イスラム開発銀行の実績.....	3-46
表 3.4-6	アジアインフラ投資銀行の実績.....	3-46
表 4.2-1	Flex-USCとUSCの比較.....	4-5
表 4.3-1	最低負荷運用実績.....	4-11
表 4.3-2	日本におけるインバータ付ミルの納入実績.....	4-14
表 4.3-3	100%負荷からのFCB機能納入実績表.....	4-20
表 4.4-1	バイオマス混焼とアンモニア混焼の比較.....	4-24
表 4.5-1	国内石炭焚きSC/USCプラント一覧.....	4-28
表 4.5-2	海外石炭焚きSC/USCプラント一覧.....	4-29
表 5.1-1	Cox's Bazarの気象（2012年～2020年）.....	5-6
表 5.1-2	Kutubdiaの気象（2020年）.....	5-7
表 5.1-3	事業計画地の気象（2020年）（気象モデル）.....	5-8
表 5.1-4	濁度分析結果.....	5-35
表 5.1-5	表層および底層における浮遊物量.....	5-36
表 5.1-6	ボーリング調査.....	5-40
表 5.2-1	1/2号機で実施されている環境モニタリング報告書（抜粋）.....	5-50
表 5.2-2	植生調査で設定したトランクセクトライン概況.....	5-71
表 5.2-3	動物調査で設定したトランクセクトライン概況.....	5-72
表 5.2-4	渡り鳥（Spoon-billed Sandpiper）観測調査概要.....	5-74
表 5.2-5	本動植物調査で確認された希少種一覧.....	5-79
表 5.3-1	1/2号機事業における用地取得以前におけるマタバリ島内ユニオンの社会経済指標.....	5-83
表 5.3-2	1/2号機事業における用地取得の内訳.....	5-84
表 5.3-3	1/2号機事業における用地取得の補償内容（2021年8月時点）.....	5-91
表 5.3-4	これまでに実施された職業および技術訓練プログラム.....	5-92
表 5.3-5	1/2号機事業のモニタリング調査の一環での住民協議の開催状況.....	5-93
表 5.3-6	1/2号機事業のモニタリング調査における住民協議での意見の概要と実施機関の対応状況の確認.....	5-94
表 5.3-7	被影響住民の収入源.....	5-104
表 5.3-8	被影響世帯の2021年と2013年の世帯月収の比較.....	5-104
表 5.3-9	被影響世帯の現在の住居構造を用地取得前の国勢調査時の住宅構造の比較.....	5-105
表 5.3-10	上水源（被影響住民267世帯の現状と2011年国勢調査時の比較）.....	5-105
表 5.3-11	トイレの形式（被影響住民267世帯の現状と2013年当時の比較）.....	5-105
表 5.3-12	電化（被影響住民267世帯の現状と2011年国勢調査時の比較）.....	5-106
表 6.2-1	Matarbari, Banshkhali および Moheshkhali 地区の電源開発計画.....	6-2
表 6.2-2	ピーク負荷時の発電機出力.....	6-2
表 6.2-3	オフピーク負荷時の発電機出力.....	6-2
表 6.2-4	計画段階での運転電圧範囲.....	6-3
表 6.2-5	Banshkhali 変電所の発電機脱落時に予測される周波数低下計算のための条件.....	6-12

表 6.3-1	事故電流解析における検討条件.....	6-23
表 6.3-2	事故電流解析における検討条件.....	6-23
表 6.3-3	230kV 及び 400kV 母線の事故電流計算結果.....	6-24
表 6.3-4	132kV 母線の事故電流上位 10 地点.....	6-25
表 6.4-1	マタバリ火力発電機の発電機定数.....	6-25
表 6.4-2	励磁機定数.....	6-26
表 6.4-3	PSS 定数-1.....	6-26
表 6.4-4	PSS 定数-2.....	6-27
表 6.4-5	ガバナ定数.....	6-27
表 6.4-6	火力機の発電機定数.....	6-28
表 6.4-7	水力機の発電機定数.....	6-28
表 6.4-8	励磁機定数.....	6-29
表 6.4-9	ガスタービンのガバナ定数.....	6-29
表 6.4-10	水力機のガバナ定数.....	6-29
表 6.4-11	その他発電機のガバナ定数.....	6-30
表 6.4-12	安定度検討のためのシミュレーションシーケンス.....	6-30
表 6.4-13	ピーク負荷時の安定度計算結果.....	6-32
表 6.4-14	オフピーク負荷時の安定度計算結果.....	6-36
表 6.4-15	オフピーク負荷時の安定度計算結果.....	6-38
表 7.3-1	世界の石炭可採埋蔵量.....	7-11
表 7.3-2	世界の石炭生産量.....	7-13
表 7.3-3	石炭輸出量上位国.....	7-14
表 7.3-4	石炭輸入量上位国.....	7-14
表 7.3-5	性能炭および設計炭仕様.....	7-15
表 7.3-6	当国での輸入炭価格想定 (USD/ton) .....	7-19
表 7.3-7	インドネシア、豪州の主要港からの航海日数の試算.....	7-20
表 8.1-1	想定される各負荷の総合熱効率（高位発熱量 HHV／低位発熱量 LHV）と所内率 ..	8-2
表 8.1-2	発電設備の運用性能（1/2 号機と 3/4 号機計画の比較）.....	8-4
表 8.1-3	脱硫方式（石灰石・石膏法と海水脱硫法）の比較（600MW）.....	8-5
表 8.2-1	単機容量比較結果.....	8-10
表 8.2-2	USC と IGCC の比較結果.....	8-10
表 8.3-1	ボイラ設計基準.....	8-16
表 8.3-2	ボイラおよび付帯設備の仕様.....	8-17
表 8.3-3	TC と CC 軸構成の比較.....	8-20
表 8.3-4	蒸気タービンおよび付帯設備の仕様.....	8-22
表 8.3-5	貫流ボイラのボイラ給水処理.....	8-24
表 8.3-6	各海水淡水化装置の比較.....	8-25
表 8.3-7	EP 出口（FGD 入口）の排ガス性状.....	8-32
表 8.3-8	当国国内で稼働中のセメント工場の設置容量.....	8-35
表 8.3-9	天然石膏の性状（参考）.....	8-36
表 8.3-10	アンモニア消費量算定条件.....	8-38
表 8.3-11	アンモニア消費量.....	8-39
表 8.3-12	アンモニアの受入方法の検討.....	8-39
表 8.3-13	各代替案比較のまとめ.....	8-43
表 8.3-14	1/2 号機の主な貯運炭設備.....	8-45
表 8.3-15	揚炭計画計算条件.....	8-48
表 8.3-16	クリンカ（ボトム）アッシュ処理システム比較検討.....	8-59
表 8.3-17	フライアッシュ処理システム比較検討.....	8-61
表 8.3-18	灰輸送方式（サイロから棧橋近くのサイロまで）.....	8-62

表 8.3-19	圧縮空気システムの設計上の検討事項（x, y, z は入札者が決定するサービスファクタ）	8-74
表 8.3-20	日常的な分析装置	8-76
表 8.3-21	高度な化学分析のための装置	8-78
表 8.3-22	細菌学的・環境的分析のための装置	8-78
表 8.3-23	オイルテスト用機器	8-78
表 8.3-24	クレーン・昇降装置	8-79
表 8.3-25	発電機仕様概要	8-86
表 8.3-26	発電機固定子冷却方式比較	8-86
表 8.3-27	1/2号機水素発生装置の共用検討	8-86
表 8.3-28	1/2号機との電源盤母線連絡回線の検討	8-90
表 8.3-29	沿岸域の設計高潮高さ	8-94
表 8.3-30	建築設備設計概要	8-95
表 8.3-31	土木設備設計概要	8-95
表 8.3-32	各種取水方式の分類および適用比較表	8-99
表 8.3-33	各種放水方式の分類および適用比較表	8-103
表 8.3-34	灰と HCS System の体積	8-108
表 8.3-35	道路の分類	8-113
表 9.4-1	主要機器一覧表（参考）	9-8
表 12.4-1	情報データの種類	12-17
表 13.1-1	環境社会配慮に係る法令、政策	13-1
表 13.1-2	当国が批准する国際条約等	13-2
表 13.1-3	当国の大気質基準（ECR, 2005年改正）	13-6
表 13.1-4	当国の工業施設における排ガス排出基準（ECR, 1997）	13-7
表 13.1-5	当国の工業ボイラ排気の排出基準（ECR, 1997）	13-7
表 13.1-6	当国の石炭火力発電所における排ガス基準（参考：IFC/WB EHS ガイドライン（火力発電所；2008、2017 draft））	13-8
表 13.1-7	当国の水質環境基準（表流水）（ECR, 1997）	13-8
表 13.1-8	当国の飲料水基準	13-9
表 13.1-9	当国の排水基準（ECR, 1997）	13-10
表 13.1-10	当国における騒音基準（ECR, 1997）	13-11
表 13.1-11	当国の自然保護区、環境規制地域の区分	13-12
表 13.1-12	自然保護区および環境規制地域の一覧	13-12
表 13.1-13	環境保全地区の一覧	13-13
表 13.1-14	用地取得・住民移転に係る JICA 環境ガイドラインと当国法制度の比較	13-15
表 13.1-15	EIA 制度に係る JICA 環境ガイドラインと当国法制度の比較と対応	13-17
表 13.2-1	本プロジェクトに係るスコーピング	13-19
表 13.2-2	調査項目、方法、予測評価および対策	13-23
表 13.4-1	事業計画地周辺での他プロジェクト	13-34
表 13.4-2	Beaufort 風力階級	13-35
表 13.4-3	風速 6m/s 以上の出現率	13-36
表 13.4-4	沿道付近の窒素酸化物濃度（ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）	13-38
表 13.4-5	沿道付近の浮遊粒子状物質濃度（ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）	13-39
表 13.4-6	主な建設機械の騒音レベル	13-41
表 13.4-7	道路交通による等価騒音レベル（ $L_{Aeq}$ ）の推定値	13-45
表 13.4-8	工場に対する振動の基準（参考：日本）	13-46
表 13.4-9	道路振動レベルの推定値	13-46
表 13.4-10	排出ガス中の大気汚染物質濃度と基準値	13-50
表 13.4-11	排出諸元	13-51
表 13.4-12	排ガス中の FPM2.5, CPM	13-53



表 13.4-13	石炭中の水銀含有量.....	13-53
表 13.4-14	排煙処理設備による水銀の除去.....	13-54
表 13.4-15	排ガス中の水銀濃度（3/4号機）.....	13-55
表 13.4-16	排ガス諸元（水銀）.....	13-55
表 13.4-17	大気汚染物質の影響.....	13-59
表 13.4-18	大気汚染物質の拡散結果.....	13-60
表 13.4-19	有害物質（Hg）の拡散結果.....	13-61
表 13.4-20	大気汚染物質の拡散結果（特殊気象条件）（3/4号機）.....	13-61
表 13.4-21	沿道付近の大気汚染物質濃度（ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）.....	13-62
表 13.4-22	温排水の諸元.....	13-63
表 13.4-23	主な装置の騒音レベル.....	13-69
表 13.4-24	道路交通による等価騒音レベル（ $L_{Aeq}$ ）の推定値.....	13-71
表 13.4-25	道路振動レベルの推定値.....	13-72
表 13.5-1	工事に伴う $\text{CO}_2$ 排出量.....	13-75
表 13.5-2	当国の GHG 排出量（電力セクター：2030年）.....	13-76
表 13.5-3	当国の GHG 排出量（電力セクター：2030年）.....	13-76
表 13.5-4	INDC、NDCs で求める電力セクターにおける緩和措置.....	13-76
表 13.5-5	当国の石炭火力発電に係るエネルギーバランス.....	13-77
表 13.5-6	3/4号機の $\text{CO}_2$ 排出原単位.....	13-78
表 13.5-7	3/4号機の $\text{CO}_2$ 排出量.....	13-79
表 13.6-1	環境管理計画.....	13-83
表 13.7-1	環境モニタリング計画.....	13-97
表 13.8-1	環境社会への影響評価結果の要約.....	13-106
表 13.9-1	マタバリ地区における FGD と MGD（スコーピング段階）.....	13-126
表 13.9-2	ドルガタ地区における FGD と MGD（スコーピング段階）.....	13-128
表 13.9-3	マタバリ地区の浸水地域での FGD.....	13-128
表 13.9-4	マタバリ地区における FGD と MGD（影響評価段階）.....	13-130
表 13.9-5	ドルガタ地区における FGD と MGD（影響評価段階）.....	13-130
表 13.9-6	マタバリ地区の FGD、MGD の意見概要（スコーピング段階）.....	13-132
表 13.9-7	ドルガタ地区の FGD、MGD の意見概要（スコーピング段階）.....	13-134
表 13.9-8	マタバリ地区の浸水地域の FGD の意見／期待.....	13-136
表 13.9-9	マタバリ地区の FGD、MGD の意見概要（影響評価段階）.....	13-137
表 13.9-10	ドルガタ地区の FGD、MGD の意見概要（影響評価段階）.....	13-139
表 13.10-1	許認可取得スケジュール.....	13-141
表 13.11-1	環境チェックリスト（火力発電）.....	13-142
表 16.2-1	リスク管理シート（プロジェクト稼働前）.....	16-7
表 16.2-2	リスク管理シート（プロジェクト稼働後）.....	16-12

図目次

図 1.2-1	調査対象地域.....	1-2
図 1.2-2	本事業の対象設備と 1/2 号機事業設備の概略配置.....	1-2
図 1.4-1	調査実施体制.....	1-3
図 1.5-1	調査要員計画.....	1-7
図 2.1-1	実質 GDP 成長率の推移.....	2-1
図 2.1-2	経済成長と CO2 排出の関係.....	2-2
図 2.2-1	2011 年から 2030 年までの GHG 排出量 (MtCO <sub>2e</sub> ) の予測.....	2-9
図 2.2-2	NDC-NAP 実施体制のガバナンス体制図.....	2-11
図 2.3-1	月間最大需要実績と月間平均気温、月間平均最高温度.....	2-16
図 2.3-2	各年の月間平均最高気温と月間最大需要実績の相関.....	2-17
図 2.3-3	月平均最高気温を平年値で気温補正した後の需要実績.....	2-17
図 2.3-4	当国におけるロックダウンや Covid-19 感染拡大による需要減少推定値.....	2-18
図 2.3-5	平年気温補正後の需要から導き出した、需要増加の同月前年比.....	2-19
図 2.3-6	国民一人当たりの電力消費量 (kWh).....	2-20
図 2.3-7	PSMP2016 および Revisiting PSMP2016 の需要想定と実績需要 (気温補正後) の比較.....	2-21
図 2.3-8	PSMP2016 と Revisiting PSMP2016 による需要想定 (省エネ対策込み) の比較.....	2-22
図 2.3-9	2041 年度までの供給力と需要 (3 パターン) および予備率の推移.....	2-23
図 2.3-10	2020 年以降に開発・廃止される電源量および総設備容量.....	2-24
図 2.3-11	燃料別電源ポートフォリオ供給力の推移.....	2-25
図 2.3-12	燃料別電源ポートフォリオ比率の推移.....	2-25
図 2.3-13	PV 導入シナリオ : BAU (Low Case).....	2-30
図 2.3-14	PV 導入シナリオ : Medium Case.....	2-31
図 2.3-15	PV 導入シナリオ : High Case.....	2-32
図 2.3-16	当国の風況.....	2-33
図 2.3-17	再生可能エネルギー導入を反映した電源ポートフォリオ比率.....	2-34
図 2.3-18	検討で使用する太陽光出力.....	2-36
図 2.3-19	検討で使用する風力出力.....	2-36
図 2.3-20	2030 年ピーク需要時期の需給バランス.....	2-37
図 2.3-21	2030 年オフピーク時期 (平日) の需給バランス.....	2-38
図 2.3-22	2030 年オフピーク時期 (休日) の需給バランス.....	2-38
図 2.3-23	2030 年ピーク時期における蓄電設備を活用した週間需給運用.....	2-39
図 2.3-24	2030 年オフピーク時期における蓄電設備を活用した週間需給運用.....	2-40
図 2.3-25	2041 年ピーク需要時期の需給バランス.....	2-40
図 2.3-26	2041 年オフピーク時期 (平日) の需給バランス.....	2-41
図 2.3-27	2041 年オフピーク時期 (休日) の需給バランス.....	2-42
図 2.3-28	2041 年ピーク時期における蓄電設備を活用した週間需給運用.....	2-42
図 2.3-29	2041 年オフピーク時期における蓄電設備を活用した週間需給運用.....	2-43
図 2.3-30	TEPCO エリアにおける日間最大残余需要と PV 最大出力の相関 (2020 年 8 月).....	2-45
図 2.3-31	蓄電設備の導入がない場合とある場合の電源構成比.....	2-46
図 2.4-1	Global horizontal solar irradiation in Bangladesh.....	2-51
図 2.4-2	太陽光発電に必要な敷地面積.....	2-52
図 2.4-3	風力発電設備.....	2-53
図 2.4-4	風力発電に必要な敷地面積.....	2-55
図 2.4-5	On- and offshore wind energy generation potential in Bangladesh.....	2-56
図 2.4-6	日本の住宅用太陽光発電システムの平均価格.....	2-56

図 2.4-7	電力用一次エネルギー消費量の状況（2017年）	2-59
図 3.1-1	MoPEMR の組織図	3-2
図 3.1-2	Petrobangla 傘下の事業運営会社	3-5
図 3.1-3	ガス輸送管網と配ガス会社エリア	3-7
図 3.1-4	BPC 傘下の事業運営会社	3-9
図 3.1-5	MoPEMR 以下、電力部門の体系図	3-11
図 3.1-6	発電事業者別の発電設備容量と比率（2020年6月30日時点）	3-13
図 3.1-7	発電事業者別の発電電力量と比率（2019-20年度）	3-13
図 3.1-8	IPP の燃料別発電設備容量と発電電力量（2019-20年度）	3-15
図 3.1-9	都市部配電会社の供給エリアと BREB が監督する PBS の供給エリア	3-16
図 3.2-1	一次エネルギー供給シェア	3-18
図 3.2-2	エネルギー需要予想（省エネケース）	3-18
図 3.2-3	一次エネルギー供給予想	3-19
図 3.2-4	カテゴリ別ガス消費割合（2018年～2019年）	3-24
図 3.2-5	2030年までの天然ガス需要と供給予測	3-25
図 3.2-6	アジア諸国の石炭火力運転開発状況	3-27
図 3.2-7	今後の石炭供給予想	3-29
図 3.2-8	セクター別石油消費量（2018年～2019年）	3-31
図 3.2-9	エネルギーバランス（2016年度）	3-33
図 3.3-1	2016-2020年度にかけての発電単価の推移（Tk/kWh）	3-35
図 3.3-2	2016-2020年度にかけての発電電力量比率の推移（%）	3-36
図 3.3-3	BPDB の 2019-20年度の営業収支他	3-36
図 3.3-4	2009-10年度から 2019-20年度までの営業収支	3-38
図 3.3-5	発電単価と配電会社への卸価格、およびその差（Tk/kWh）	3-39
図 3.3-6	配電会社別の卸電力販売量（2019-20年度）	3-39
図 3.3-7	各配電会社の電圧階級別の卸電力単価（Tk/kWh）の推移	3-40
図 3.3-8	各国、TEPCO および当国の配電会社における一軒当たりの平均停電時間（年間）の比較	3-41
図 3.3-9	各国、TEPCO および当国の配電会社における一軒当たりの平均停電回数（年間）の比較	3-41
図 4.1-1	パリ協定および世界主要国の温室効果ガス削減目標	4-1
図 4.1-2	世界を取り巻く火力発電に対するニーズの変遷	4-3
図 4.2-1	時代のニーズに応える 3/4 号機の運用	4-4
図 4.3-1	電力系統安定化を実現させるエネルギーベストミックス	4-7
図 4.3-2	再生可能エネルギーと火力発電は相互補完関係	4-7
図 4.3-3	Flex-USC を適用することで増やすことができる再生可能エネルギー量	4-8
図 4.3-4	ドイツにおける負荷変化の実績（2018年1月）	4-9
図 4.3-5	ドイツの石炭火力の運用実績	4-10
図 4.3-6	日本における石炭火力の運用実績	4-10
図 4.3-7	Flex-USC と Base load USC の負荷変化率と最低負荷	4-11
図 4.3-8	火力発電プラントの部分負荷における熱効率	4-12
図 4.3-9	風力発電による負荷変動	4-12
図 4.3-10	太陽光発電による負荷変動	4-13
図 4.3-11	日本における石炭火力の負荷運用	4-13
図 4.3-12	ミルの台数制御とインバータ制御の比較	4-14
図 4.3-13	世界主要国の停電時間の比較	4-15
図 4.3-14	日本とインドの周波数変動の比較	4-16
図 4.3-15	所内単独運転（FCB）	4-17
図 4.3-16	FCB 時のプラント挙動	4-18
図 4.3-17	時代のニーズに適応する Flex-USC の運用	4-19

図 4.4-1	JERA Zero Emission 2050.....	4-21
図 4.4-2	アンモニア混焼による 3/4 号機の CO <sub>2</sub> 削減量.....	4-21
図 4.4-3	アンモニア混焼を実現させるためのボイラ改造範囲.....	4-22
図 4.4-4	アンモニア混焼を実現させるためのアンモニア燃料供給設備.....	4-23
図 4.5-1	日本の火力発電熱効率の歴史.....	4-25
図 4.5-2	国内石炭焚き SC/USC の主蒸気圧力の変遷.....	4-26
図 4.5-3	国内石炭焚き SC/USC の主蒸気温度の変遷.....	4-27
図 4.5-4	国内石炭焚き SC/USC の再熱蒸気温度の変遷.....	4-27
図 4.5-5	USC ボイラの輸出実績.....	4-30
図 4.5-6	日本、欧州、米国における A-USC 開発の歴史.....	4-30
図 4.6-1	世界の石炭火力への動向.....	4-32
図 4.6-2	世界の地域別石炭火力の動向.....	4-33
図 4.6-3	欧州各国の石炭火力の動向.....	4-33
図 4.6-4	米国における燃料別電源の動向.....	4-34
図 4.6-5	ASEAN 諸国（全体）の燃料別電源の予測.....	4-35
図 4.6-6	ASEAN 主要国の石炭火力の動向予測.....	4-35
図 4.6-7	ASEAN 諸国とインドのエネルギーバランスの比較（2015 年）.....	4-36
図 4.7-1	アジア主要国の既設石炭火力への取り組み.....	4-39
図 4.7-2	既設石炭火力への Flex-USC 機能の適用案.....	4-40
図 4.8-1	CO <sub>2</sub> 回収および貯留の方法.....	4-41
図 4.8-2	CO <sub>2</sub> 回収の方法.....	4-42
図 4.8-3	CO <sub>2</sub> 回収技術（アミン化学吸収法）.....	4-43
図 4.8-4	回収装置の設置必要スペース.....	4-43
図 4.8-5	海底の CO <sub>2</sub> 貯留層（Gton 級）.....	4-44
図 4.8-6	世界の CO <sub>2</sub> 貯留量評価.....	4-45
図 4.8-7	オーストラリアにおける CCS のポテンシャル.....	4-45
図 5.1-1	本事業建設予定地の至近の状況.....	5-2
図 5.1-2	測候所の位置.....	5-5
図 5.1-3	風配図.....	5-8
図 5.1-4	底質調査実施地点.....	5-12
図 5.1-5	砂分布の構成比（乾季）.....	5-13
図 5.1-6	砂分布の構成比（雨季）.....	5-13
図 5.1-7	Visher (1969)に基づく堆積物の粒度分布と輸送形態（乾季）.....	5-14
図 5.1-8	Visher (1969)に基づく堆積物の粒度分布と輸送形態（雨季）.....	5-14
図 5.1-9	深浅測量調査横断図.....	5-16
図 5.1-10	水深コンター.....	5-17
図 5.1-11	潮位の調査地点.....	5-18
図 5.1-12	3 地点の潮位変動.....	5-19
図 5.1-13	3 地点の潮位変動（雨季）.....	5-20
図 5.1-14	波浪および風況の調査地点.....	5-21
図 5.1-15	3 地点の波高分布（乾季）.....	5-22
図 5.1-16	3 地点の波向分布（乾季）.....	5-23
図 5.1-17	調査地点 WC-01 における波浪と風況の比較（乾季）.....	5-24
図 5.1-18	調査地点 WC-02 における波浪と風況の比較（乾季）.....	5-24
図 5.1-19	調査地点 WC-03 における波浪と風況の比較（乾季）.....	5-25
図 5.1-20	3 地点の波高分布（雨季）.....	5-26
図 5.1-21	3 地点の波向分布（雨季）.....	5-27
図 5.1-22	調査地点 WC-01 における波浪と風況の比較（雨季）.....	5-28
図 5.1-23	調査地点 WC-02 における波浪と風況の比較（雨季）.....	5-28
図 5.1-24	調査地点 WC-03 における波浪と風況の比較（雨季）.....	5-29

図 5.1-25	3 地点の流速分布（乾季）	5-30
図 5.1-26	3 地点の流向分布（乾季）	5-31
図 5.1-27	3 地点の流速分布（雨季）	5-32
図 5.1-28	3 地点の流向分布（雨季）	5-33
図 5.1-29	透視度分析	5-35
図 5.1-30	表層および底層における浮遊物量分布	5-36
図 5.1-31	事業地北側における地形測量結果および地形コンター	5-38
図 5.1-32	地表標高 0.25m 以上の地形コンター	5-38
図 5.1-33	地表標高 0m 以下の地形コンター	5-39
図 5.1-34	ボーリング調査位置図	5-40
図 5.1-35	当国の地震帯	5-41
図 5.1-36	地盤区分	5-41
図 5.1-37	構造物重要度係数 I	5-42
図 5.1-38	建築物の目的別カテゴリ	5-43
図 5.1-39	応答減衰係数 R	5-44
図 5.1-40	地盤区分毎に算出した正規加速度応答スペクトル Cs	5-46
図 5.2-1	チョットグラム南部およびコックスバザール周辺における自然保護区	5-47
図 5.2-2	Sonadia 島 ECA	5-48
図 5.2-3	事業対象地周辺のウミガメ産卵地および渡り鳥飛来地	5-49
図 5.2-4	環境モニタリングサンプリング地点	5-50
図 5.2-5	コヘリア運河、ベンガル湾魚種調査地域	5-51
図 5.2-6	環境モニタリング（底生動物、2017 年 10 月～2021 年 1 月）	5-53
図 5.2-7	環境モニタリング（植物プランクトン、コヘリア運河、2017 年 10 月～2021 年 1 月）	5-54
図 5.2-8	環境モニタリング（植物プランクトン、ベンガル湾沿岸部、2017 年 10 月～2021 年 1 月）	5-54
図 5.2-9	環境モニタリング（動物プランクトン、コヘリア運河、2017 年 10 月～2021 年 1 月）	5-55
図 5.2-10	環境モニタリング（動物プランクトン、ベンガル湾沿岸部、2017 年 10 月～2021 年 1 月）	5-55
図 5.2-11	環境モニタリング（上陸ウミガメ個体数および営巣数、ベンガル湾海浜部、2018 年～2020 年）	5-56
図 5.2-12	環境モニタリング（コヘリア運河およびベンガル湾海浜部での捕獲魚種重量および種類、2018 年～2021 年）	5-56
図 5.2-13	環境モニタリング（水質 pH、コヘリア運河、2017 年 10 月～2021 年 1 月）	5-57
図 5.2-14	環境モニタリング（水質 DO、コヘリア運河、2017 年 10 月～2021 年 1 月）	5-57
図 5.2-15	環境モニタリング（水質 COD、コヘリア運河、2017 年 10 月～2021 年 1 月）	5-58
図 5.2-16	環境モニタリング（水質 TSS、コヘリア運河、2017 年 10 月～2021 年 1 月）	5-58
図 5.2-17	環境モニタリング（水質 pH、ベンガル湾沿岸部、2017 年 10 月～2019 年 1 月、その 1）	5-59
図 5.2-18	環境モニタリング（水質 pH、ベンガル湾沿岸部、2019 年 2 月～2020 年 1 月、その 2）	5-60
図 5.2-19	環境モニタリング（水質 pH、ベンガル湾沿岸部、2020 年 2 月～2021 年 1 月、その 3）	5-61
図 5.2-20	環境モニタリング（水質 DO、ベンガル湾沿岸部、2017 年 10 月～2019 年 1 月、その 1）	5-62
図 5.2-21	環境モニタリング（水質 DO、ベンガル湾沿岸部、2019 年 2 月～2020 年 1 月、その 2）	5-63
図 5.2-22	環境モニタリング（水質 DO、ベンガル湾沿岸部、2020 年 2 月～2021 年 1 月、その 3）	5-63

の3)	5-64
図 5.2-23 環境モニタリング（水質 COD、ベンガル湾沿岸部、2017年10月～2019年1月、その1）	5-65
図 5.2-24 環境モニタリング（水質 COD、ベンガル湾沿岸部、2019年2月～2020年1月、その2）	5-66
図 5.2-25 環境モニタリング（水質 COD、ベンガル湾沿岸部、2020年2月～2021年1月、その3）	5-67
図 5.2-26 環境モニタリング（水質 TSS、ベンガル湾沿岸部、2017年10月～2019年1月、その1）	5-68
図 5.2-27 環境モニタリング（水質 TSS、ベンガル湾沿岸部、2019年2月～2020年1月、その2）	5-69
図 5.2-28 環境モニタリング（水質 TSS、ベンガル湾沿岸部、2020年2月～2021年1月、その3）	5-70
図 5.2-29 植生調査トランクセクタライン位置図	5-72
図 5.2-30 動物調査トランクセクタライン位置図（事業計画値周辺）	5-73
図 5.2-31 動物調査トランクセクタライン位置図（ソナディア島 ECA 周辺）	5-73
図 5.2-32 渡り鳥（Spoon-billed Sandpiper 等）観測調査地点	5-74
図 5.2-33 調査対象区域における植生分布	5-75
図 5.2-34 調査対象区域にスナドリネコ（Fishing Cat: EN（バングラデシュ）、VU（国際））足跡確認位置（その1）	5-77
図 5.2-35 調査対象区域にスナドリネコ（Fishing Cat: EN（バングラデシュ）、VU（国際））足跡確認位置（その2）	5-77
図 5.2-36 調査対象区域にカワゴンドウ（EN、絶滅危惧種）、シナウスイロイルカ（VU、絶滅危急種）確認位置	5-79
図 5.3-1 モヘシュカリ郡の行政区画	5-82
図 5.3-2 サイト周辺および近隣の土地利用（1/2号機事業用地取得以前：2012年）	5-85
図 5.3-3 1/2号機事業における用地取得後の土地利用区分（事業地から半径15km以内）	5-86
図 5.3-4 海域の漁場区分	5-88
図 5.3-5 ベンガル湾の漁場	5-89
図 5.3-6 事業地域周辺の漁場	5-89
図 5.3-7 1/2号機事業による被影響世帯へのアンケートおよびインタビュー調査の対象範囲	5-103
図 5.3-8 事業地の東に接するタウンシップ計画のイメージパス	5-108
図 6.2-1 2030年断面の基本系統構成	6-3
図 6.2-2 N-0状態での潮流計算結果	6-5
図 6.2-3 Matarbari 発電所～Banshkhali 発電所間の送電線1回線停止(N-1状態)の潮流計算結果	6-7
図 6.2-4 Banshkhali 発電所～Madunaghat 変電所間の送電線1回線停止(N-1状態)の潮流計算結果	6-9
図 6.2-5 Banshkhali 発電所～Madunaghat 変電所間の送電線1回線停止(N-1状態)で、送電線過負荷対策として Banshkhali 発電所をトリップさせた場合の潮流計算結果	6-11
図 6.2-6 Matarbari(N)変電所ありの場合の系統構成	6-13
図 6.2-7 N-0状態での潮流計算結果	6-14
図 6.2-8 Matarbari 発電所～Matarbari (N) 変電所間の送電線1回線停止(N-1状態)の潮流計算結果	6-16
図 6.2-9 Banshkhali 発電所～Madunaghat 変電所間の送電線1回線停止(N-1状態)の潮流計算結果	6-18
図 6.2-10 N-0状態でのオフピーク時潮流計算結果	6-20
図 6.2-11 Banshkhali 発電所～Madunaghat 変電所間の送電線1回線停止(N-1状態)の潮流計	

算結果.....	6-22
図 6.4-1 安定度解析での事故点.....	6-31
図 6.4-2 Case 004 での発電機位相角: BANSHKHALI～ MADUNAGHAT 間送電線の MADUNAGHAT 端事故で 0.08 秒後に事故除去.....	6-33
図 6.4-3 Case 004 での発電機有効電力: BANSHKHALI～ MADUNAGHAT 間送電線の MADUNAGHAT 端事故で 0.08 秒後に事故除去.....	6-33
図 6.4-4 Case 004 での発電機無効電力: BANSHKHALI～ MADUNAGHAT 間送電線の MADUNAGHAT 端事故で 0.08 秒後に事故除去.....	6-34
図 6.4-5 Case 005 の発電機位相角: BANSHKHALI～ MADUNAGHAT 間送電線の MADUNAGHAT 端事故で 0.07 秒後に事故除去.....	6-34
図 6.4-6 Case 005 の発電機有効電力: BANSHKHALI～ MADUNAGHAT 間送電線の MADUNAGHAT 端事故で 0.07 秒後に事故除去.....	6-35
図 6.4-7 Case 005 の発電機無効電力: BANSHKHALI～ MADUNAGHAT 間送電線の MADUNAGHAT 端事故で 0.07 秒後に事故除去.....	6-35
図 6.4-8 Case 104 の発電機位相角: BANSHKHALI～ MADUNAGHAT 間送電線の MADUNAGHAT 端事故で 0.08 秒後に事故除去.....	6-36
図 6.4-9 Case 104 の発電機有効電力: BANSHKHALI～ MADUNAGHAT 間送電線の MADUNAGHAT 端事故で 0.08 秒後に事故除去.....	6-37
図 6.4-10 Case 104 の発電機無効電力: BANSHKHALI～ MADUNAGHAT 間送電線の MADUNAGHAT 端事故で 0.08 秒後に事故除去.....	6-37
図 6.4-11 Case 004 での発電機位相角: BANSHKHALI～ MADUNAGHAT 間送電線の MADUNAGHAT 端事故で 0.08 秒後に事故除去、Matarbari 3/4 号機の発電機慣性定数が大 きい場合.....	6-38
図 6.4-12 Case 004 での発電機有効電力: BANSHKHALI～ MADUNAGHAT 間送電線の MADUNAGHAT 端事故で 0.08 秒後に事故除去、Matarbari 3/4 号機の発電機慣性定数が大 きい場合.....	6-39
図 6.4-13 Case 004 での発電機無効電力: BANSHKHALI～ MADUNAGHAT 間送電線の MADUNAGHAT 端事故で 0.08 秒後に事故除去、Matarbari 3/4 号機の発電機慣性定数が大 きい場合.....	6-39
図 7.2-1 マタバリ石炭火力発電所全体配置図.....	7-2
図 7.2-2 3/4 号機構内配置計画図.....	7-3
図 7.3-1 石炭の種類.....	7-10
図 7.3-2 世界の石炭需要予測.....	7-12
図 7.3-3 石炭価格動向.....	7-16
図 7.3-4 石炭価格予測.....	7-17
図 7.3-5 豪州ニューキャッスル港での発熱量 6,000kcal/kg の石炭 FOB 価格推移.....	7-17
図 7.3-6 図 7.3-5 から 2008 年 1 月～10 月のデータを除いた回帰直線.....	7-18
図 7.3-7 豪州ニューキャッスル港での石炭 FOB 価格をベースにし、インドネシアから性能 炭を輸入した場合の High Case、Base Case の FOB 価格予想.....	7-18
図 7.3-8 インドネシア・東カリマンタン島からの海上ルート.....	7-21
図 7.3-9 豪州からの海上ルート.....	7-21
図 8.1-1 モル比と脱硝率、SV 値の関係.....	8-7
図 8.3-1 3/4 号機構内配置計画図.....	8-13
図 8.3-2 ボイラおよび付属設備の構成図.....	8-15
図 8.3-3 蒸気タービンおよび付属設備の構成図.....	8-18
図 8.3-4 タンデム・コンパウンド軸構成.....	8-19
図 8.3-5 クロス・コンパウンド軸構成.....	8-19
図 8.3-6 復水器飽和温度と出入口海水温度との関係.....	8-21
図 8.3-7 逆浸透の原理.....	8-24
図 8.3-8 用水処理設備概念系統図.....	8-27

図 8.3-9	排水処理設備概念系統.....	8-29
図 8.3-10	排煙脱硫装置系統図.....	8-31
図 8.3-11	実用化触媒の種類、利点と欠点の比較.....	8-37
図 8.3-12	アンモニア供給設備の基本システム.....	8-38
図 8.3-13	排ガス温度と脱硝率の関係.....	8-40
図 8.3-14	排ガス温度と脱硝率の関係.....	8-41
図 8.3-15	NH <sub>3</sub> / NO <sub>x</sub> モル比と脱硝率の関係.....	8-42
図 8.3-16	1/2 号機貯運炭設備配置図.....	8-46
図 8.3-17	3/4 号機設備向け分岐点詳細図.....	8-47
図 8.3-18	作業時間イメージ.....	8-49
図 8.3-19	貯炭量推移予想（供給山元が 30 日すべて停止した場合）.....	8-51
図 8.3-20	貯蔵量増減想定.....	8-52
図 8.3-21	Transfer Tower - 04 の立面図.....	8-54
図 8.3-22	想定される 3/4 号機貯炭場の配置図.....	8-56
図 8.3-23	石炭灰の発生個所と比率.....	8-57
図 8.3-24	灰処理設備.....	8-58
図 8.3-25	灰貯蔵設備.....	8-63
図 8.3-26	灰船積装置.....	8-63
図 8.3-27	電源供給設備の単線結線図.....	8-88
図 8.3-28	本事業地の敷地高さの概念図.....	8-93
図 8.3-29	高潮に関する危険地域.....	8-94
図 8.3-30	冷却水設備の全体像.....	8-98
図 8.3-31	ポンプ室の概略図および概略寸法.....	8-100
図 8.3-32	埋設パイプの標準断面図.....	8-101
図 8.3-33	放水路の標準埋設断面図（ボックスカルバート）.....	8-102
図 8.3-34	放水路の標準埋設断面図（パイプ）.....	8-102
図 8.3-35	物揚棧橋 位置図.....	8-104
図 8.3-36	物揚棧橋 平面図.....	8-105
図 8.3-37	物揚棧橋 断面図.....	8-105
図 8.3-38	灰捨て場 概要全体図.....	8-106
図 8.3-39	灰捨て場の処理能力算出モデル.....	8-107
図 8.3-40	1 <sup>st</sup> Ash Pond 灰処分積み上げ計算結果.....	8-109
図 8.3-41	灰捨て場の運用想定 - 案 1.....	8-112
図 8.3-42	灰捨て場の運用想定 - 案 2.....	8-113
図 8.3-43	道路舗装 基本構成.....	8-114
図 8.3-44	雨水排水システム 排出口の想定位置図.....	8-115
図 9.2-1	本事業地の敷地造成概念図.....	9-1
図 9.2-2	DMM 位置図.....	9-2
図 9.2-3	DMM 参考写真.....	9-3
図 9.2-4	PVD&PHD 参考写真.....	9-4
図 9.2-5	圧密促進工法の概念図.....	9-4
図 9.4-1	陸上輸送ルート図.....	9-7
図 9.4-2	物揚棧橋位置図.....	9-10
図 9.4-3	物揚棧橋の利用状況.....	9-12
図 9.4-4	資機材置場および搬入道路の位置.....	9-13
図 10.3-1	事業実施想定スケジュール.....	10-4
図 12.1-1	CPGCBL 本社の組織構造・人員体制.....	12-2
図 12.1-2	PGCB の組織構造・人員体制.....	12-3
図 12.1-3	BPDB の体制図.....	12-4
図 12.2-1	マタバリフェーズ 2 プロジェクトの PIU 体制表（3/4 号機）.....	12-6



☒ 12.3-1	CPGCBL マタバリ火力発電所（フェーズ1）体制図	12-9
☒ 12.3-2	CPGCBL マタバリ火力発電所（フェーズ2）増員体制図	12-10
☒ 12.4-1	発電所ネットワークのイメージ	12-17
☒ 13.1-1	環境許可証（ECC）取得フロー	13-3
☒ 13.1-2	EIA 実施プロセスのフローチャート	13-4
☒ 13.1-3	事業地最寄りの自然保護区の位置	13-14
☒ 13.4-1	建設工事の粉じんの距離減衰	13-35
☒ 13.4-2	風配図	13-37
☒ 13.4-3	道路基本設計	13-38
☒ 13.4-4	事業計画地内での工事中の排水対策例（1/2号機事業）	13-39
☒ 13.4-5	事業計画地内での油類や化学物質の保管例（1/2号機事業）	13-40
☒ 13.4-6	騒音レベルの距離減衰	13-42
☒ 13.4-7	到達騒音レベル（1/2号機供用時、3/4号機工事中）	13-44
☒ 13.4-8	振動レベルの距離減衰	13-45
☒ 13.4-9	燃焼別排ガス中のPM2.5/TSP（PM）	13-52
☒ 13.4-10	業種別排ガス中のPM2.5, CPM	13-52
☒ 13.4-11	排煙処理設備過程による水銀の除去	13-54
☒ 13.4-12	風配図（2018-2020）	13-56
☒ 13.4-13	事業計画地周辺の地形	13-56
☒ 13.4-14	ダウンウォッシュ（煙突）の概要	13-57
☒ 13.4-15	ダウンウォッシュ（建物）の概要	13-58
☒ 13.4-16	逆転層の概要	13-58
☒ 13.4-17	貯炭場の概要	13-62
☒ 13.4-18	灰捨て場の概要	13-62
☒ 13.4-19	夏季（雨季）における流向・流速ベクトルおよび温排水による水温の変化【1/2号機および3/4号機供用時】	13-64
☒ 13.4-20	冬季（乾季）における流向・流速ベクトルおよび温排水による水温の変化【1/2号機および3/4号機供用時】	13-65
☒ 13.4-21	排水フロー	13-66
☒ 13.4-22	石炭灰処分場の地下浸透防止対策	13-66
☒ 13.4-23	石炭灰処分場の処分方法	13-67
☒ 13.4-24	石炭灰処分場の地下浸透防止対策	13-67
☒ 13.4-25	到達騒音レベル（1/2号機供用時、3/4号機供用時）	13-71
☒ 13.6-1	環境管理ならびにモニタリングの実地体制（工事中）	13-80
☒ 13.6-2	環境管理ならびにモニタリングの実地体制（供用時）	13-82
☒ 13.9-1	マタバリ地区とドルガタ地区におけるFGD、MGDの実施場所（スコーピング段階、マタバリの浸水被害地区）	13-129
☒ 13.9-2	マタバリ地区とドルガタ地区におけるFGD、MGDの実施場所（影響評価段階）	13-131

略語表

Abbreviation	Full Name
ADB	Asian Development Bank
AERMOD	AMS/EPA Regulatory Model
AFOLU	Agriculture, Forestry and Other Land Use
AIS	Air Insulated Switchgear
AMS	Advanced Monitoring System
APSCL	Ashuganji Power Station Company Limited
ASME	American Society of Mechanical Engineers
AVT	All Volatile Treatment
BAPEX	Bangladesh Petroleum Exploration and Production Company Limited
BAU	Business as usual
BCCSAP	Bangladesh Climate Change Strategy Action Plan
BCMCL	Barapukuria Coal Mine Company Limited
BCPCL	Bangladesh-China Power Company Limited
BCU	Building Control Unit
BERC	Bangladesh Energy Regulatory Commission
BFP	Boiler Feed Pump
BGFCL	Bangladesh Gas Fields Company Limited
BIFPC	Bangladesh-India Friendship Power Company Pvt Ltd
BMD	Bureau of Mineral Development
BNRS	Bangladesh National REDD + Strategy
BOD	Biochemical Oxygen Demand
BP	British Petroleum
BPDB	Bangladesh Power Development Board
BPI	Bangladesh Petroleum Institute
BPMI	Bangladesh Power Management Institute
BREB	Bangladesh Rural Electrification Board
BRT	Bus Rapid Transit
BWDB	Bangladesh Water Development Board
CC	Cross Compound
CCAC	Climate and Clean Air Coalition
CCPP	Combined Cycle Power Plant
CCR	Central Control Room
CCS	Carbon Capture and Storage
CCU	Carbon Capture and Utilization
CDM	Clean Development Mechanism
CEI	Chief Electric Inspector
CFL/LED	Compact Fluorescent / Light Emitting Diode
CIF	Cost Insurance and Freight
CMC	China National Machinery Import & Export (Group) Corporation
CNG	Compressed Natural Gas

CO2	Carbon Dioxide
COD	Chemical Oxygen Demand
COD	Commercial Operation Date
Covid-19	Coronavirus disease 2019
CP	Condensate Pump
CPGCBL	Coal Power Generation Company of Bangladesh Limited
CPM	Condensable Particular Matter
CTT	Coal Transshipment Terminal
CVF	Climate Vulnerable Forum
CWP	Circulating Water Pump
CWT	Combined Water Treatment
DC	Duputy Commissioner
DCS	Distributed Control System
DE	Department of Explosive
D-EHC	Digital Electro Hydraulic Controller
DESCO	Dhaka Electric Supply Company Limited
DFR	Draft final report
DG	Director General
DO	Dissolved Oxygen
DoE	Department of Environment
DoF	Department of Forest
DPDC	Dhaka Power Distribution Company Limited
DPP	Development Project Proposal
ECA	Ecologically Critical Area
ECA	The Bangladesh Environmental Conservation Act
ECC	Environmental Clearance Certificate
ECF	Extended Fund Facility
ECR	Environmental Conservation Rules
EDCF	Economic Development Cooperation Fund
EEBL	Excelerate Energy Bangladesh Limited
EGCB	Electricity Generation Company of Bangladesh
EHS	Environment, Health and Safety
EIA	Environmental Impact Assessment: EIA
EMP	Environmental Management Plan
EMU	Environmental Management Unit
EPRC	Energy and Power Research Council
ERD	European Report on Development
ERL	Effects Range-Low
ERM	Effects Range-Median
ESC	Environmental and Social Considerations
ESP	Electrostatic Precipitator
ETP	Effluent Treatment Plant
EU	European Union
FAC	Final Acceptance Certificate

FAO	Fishery and aquaculture country profile
FCB	Fast Cut Back
FDF	Forced Draft Fan
FGD	Flue Gas Desulfurization
FI	Fouling Index
FIDIC	International Federation of Consulting Engineers
FIT	Feed-in Tariff
FOB	Free on Board
FPM	Filterable Particular Matter
FRL	Forest Reference Level
FS	Feasibility Study
FSRU	Floating Storage and Regasification Unit
GAH	Gas Air Heater
GAR	Gross as received
GCB	Gas Circuit Breaker
GDP	Gross Domestic Product
GHG	Greenhouse Gas
GR	Game Reserve
GRC	Grievance Redness Committee
GSB	Geological Survey of Bangladesh
GSMP	Gas Sector Master Plan
GSUT	Generator Step-up Transformer
HCFC	Hydro chloro fluoro carbon
HDPE	High Density Polyethylene
HEI	Heat Exchange Institute
HFC	Hydro fluoro carbon
HFO	Heavy Fuel Oil
HHV	Higher Heating Value
HP	High Pressure
HSD	High Speed Diesel
ICS	Improved Cooking Stoves
ICT	Information and Communication Technology
IDA	International Development Association
IDCOL	Infrastructure Development Company Limited
IEA	International Energy Agency
IEE	Initial Environmental Examination
IFC	International Finance Corporation
IGCC	Integrated Coal Gasification Combined Cycle
IMF	International Monetary Fund
INDC	Intended Nationally Determined Contributions
IOC	International Major Oil Company
IP	Intermediate Pressure
IPB	Isolated Phase Bus
IPP	Independent Power Producer

ISO	International Organization for Standardization
JICA	Japan International Cooperation Agency
JIS	Japanese Industrial Standards
JVT	Joint Valuation Team
KOICA	Korea International Cooperation Agency
KPI	Key Performance Indicator
LA	Loan Agreement
LARAP	Land Acquisition and Resettlement Action Plan
LCD	Liquid Crystal Display
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
LGED	Local Government Engineering Department
LHV	Lower Heating Value
LNG	Liquefied Natural Gas
LP	Low Pressure
LPG	Liquefied Petroleum Gas
MIS	Management Information System
MM	Man-Month
MM5	The Fifth-Generation NCAR/Penn State Mesoscale Model
MoEF	Ministry of Environment and Forest
MoEFCC	Ministry of Environment, Forest and Climate Change
MoL	Ministry of Land
MoPEMR	Ministry of Power, Energy & Mineral Resources
MoU	Memorandum of Understanding
MRT	Mass Rapid Transit
MSF	Multi Stage Flash
MSPA	Maste Sales and Purchase Agreement
MVC	Mechanical Vapor Compression
NAP	National Action Plan
NAR	Net as received
NCAR	National Center for Atmospheric Research
NDC	Nationally Determined Contributions
NEDO	New Energy and Industrial Technology Development Organization
NEP	National Energy Policy
NFI	National Forest Inventory
NFMS	National Forest Monitoring System
NFPA	National Fire Protection Association
NLDC	National Load Dispatch Center
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
NOC	No Objection Certificate
NO <sub>x</sub>	Nitrogen Oxide
NP	National Park
NPSH	Net Positive Suction Head
NTPC	National Thermal Power Corporation
NTU	Nephelometric Turbidity Unit

NWPGCL	North West Power Generation Company Limited
NWT	Neutral Water Treatment
O2	Oxygen
ODA	Official Development Assistance
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
OEM	Original Equipment Manufacturer
OLTC	On-Load Tap Changer
ONAF	Oil Natural Air Forced
ONAN	Oil Natural Air Natural
ONGC	Oil and Natural Gas Corp
OTI	Oman Trading International Ltd.
p.a.	per annum
PAF	Primary Air Fan
PBS	Palli Bidyut Samity
PGCB	Power Grid Company of Bangladesh
PIU	Project Implementation Unit
PM	Particulate Matter
PMO	Prime Minister's Office
PO	Partner Organization
PP2041	Perspective Plan of Bangladesh
PPA	Power Purchase Agreement
PQ	Pre-qualification
PSC	Product Sharing Contract
PSC	Public Service Commission
PSMP2016	Power Sector Master Plan 2016
PV	Photovoltaics
PVAT	Property Valuation Advisory Team
REB	Rural Electrification Board
RF	Reserved Forest
RHD	Roads and Highways Deptment
RO	Reverse Osmosis
RPCL	Rural Power Company Limited
RPO	Renewable Purchase Obligation
SAIDI	System Average Interruption Duration Index
SAIFI	System Average Interruption Frequency Index
SAT	Station Auxiliary Transformer
SC	Site Clearance
SC	Super Critical
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition
SCF	Standard Conversion Factor
SCR	Selective Catalytic Reduction
SCS	Station Control System
SDI	Silt Density Index
SGFL	Sylhet Gas Fields Limited

SHS	Solar Home System
SIPPs	Small Independent Power Producers
SLCPs	Short Lived Climate Pollutants
SMEs	Small and Medium Enterprises
SOFC	Solid Oxide Fuel Cell
SO <sub>x</sub>	Sulfur Oxide
SPA	Sales and Purchase Agreement
SPM	Suspended Particulate Matter
SREDA	Sustainable and Renewable Energy Development Authority
SS	Suspended Solid
TC	Tandem Compound
TDS	Total Dissolved Solids
TOR	Terms of Reference
TSO	Transmission System Operator
TSP	Total Suspended Particles
TSS	Total Suspended Solids
UAT	Unit Auxiliary Transformer
UNEP	United Nations Environment Programme
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
UNO	Upazila Nirbahi Officer: Upazila Executive Officer
USC	Ultra Super Critical
UV	Ultraviolet
V20	Vulnerable Twenty
WB	World Bank
WS	Wildlife Sanctuary
WZPDCL	West Zone Power Distribution Company Limited

単位表

Abbreviation	Full Name
%	percent
µg/kg	microgram per kilogram
Abbreviation	Full Name
bar	bar
BCF	billion cubic feet
cm <sup>3</sup> /L	cubic centimeter per liter
dB	decibel
GWh	gigawatt hours
ha	hectare
Hz	hertz
kcal/h	kilocalorie per hour
kcal/kg	kilocalorie per kilogram
kcal/kg °C	kilocalorie per kilogram degree celsius
kg/h	kilogram per hour
kg/m <sup>3</sup>	kilogram per cubic meter
km	kilometer
km/h	kilometer per hour
km <sup>2</sup>	square kilometer
kPa (abs)	kilopascal (absolute)
kV	kilovolt
kVA	kilovolt ampere
kW	kilowatt
kWh	kilowatt hour
kWh/m <sup>2</sup>	kilowatt hour per square meter
kWh/m <sup>3</sup>	kilowatt hour per cubic meter
L/h	liter per hour
L/kWh	liter per kilowatt hour
m	meter
m/s	meter per second
m <sup>3</sup>	cubic meter
m <sup>3</sup> /min	cubic meter per minute
m <sup>3</sup> /s	cubic meter per second
m <sup>3</sup> /year	cubic meter per year
mcf/ton	million cubic feet per ton
mg/L	milligram per liter
mg/Nm <sup>3</sup>	milligram per normal cubic meter
ml	milliliter
mm	millimeter
mmscfd	million standard cubic feet per day
MPa (g)	megapascal (gauge)



mS/m	millisiemens per meter
MTPA	million tonnes per annum
MW	megawatt
MWh/m <sup>2</sup>	megawatt hour per square meter
MWh/y	megawatt hour per year
Nm <sup>3</sup> /h	normal cubic meter per hour
°C	degree celsius
ppb	parts per billion
ppm	parts per million
ppt	parts per thousands
rpm	revolutions per minute
t	ton
t/h	ton per hour
t/y	ton per year
TCF	trillion cubic feet
TJ/t	terajoule per ton
Tk/kWh	taka per kilowatt hour
toe	tonne of oil equivalent
ton/day	ton per day
ton/year	ton per year
µg/l	microgram per liter
µm	micrometer

## 第1章 序論

### 1.1 調査の背景

バングラデシュ人民共和国では、近年の安定した経済成長や工業化の進展により電力需要が急増しており、Revisiting PSMP 2016 の Low Case (Without EE&C)では、2021年から10年間に亘り年率約10.2%<sup>1</sup>の電力需要の増加が見込まれている。一方、発電の72%<sup>2</sup>を依存する国内産天然ガスの産出量は頭打ちとなり、2018年からはLNGの輸入が開始された。一つのエネルギー源（ガス）に過度に依存した状態は、燃料供給や関連設備に何らかの問題が発生した際に、エネルギー源の供給途絶、それに伴う燃料不足による電力供給力不足や燃料供給コストの高騰というエネルギー安全保障上の課題が懸念される。そのため、エネルギー安全保障上、エネルギー源の多様化を進める必要がある。

当国の「第8次5か年計画」では、これまでの第6次5か年計画と第7次5か年計画の電力・エネルギー政策の成功事例を引続き継続するほか、新たに次の4点において戦略を強化している。

- Power System Master Plan 2016 の更新
- 再生可能エネルギー導入の強化
- 電力とエネルギーセクターの財務体質改善
- 省エネルギーと発電機の熱効率向上

かかる状況の中、当国では有償資金協力「マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業」（2014年LA調印）を通して、マタバリ地区における定格出力約1,200MWの高効率の超々臨界圧石炭火力発電所（1/2号機）および関連施設、送電線等の建設を支援している。（以下、「1/2号機事業」という。）

「マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業（フェーズ2）」（以下、「本事業」という。）は、先行する「マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業」の拡張フェーズとして、定格出力約1,200MWの高効率の超々臨界圧石炭火力発電所（3/4号機）および関連施設を建設することにより、当国において急増する電力需要への対応、および経済性に優れた石炭を用いることでエネルギー源の多様化に対応するものであり、2021年6月にBPDBが策定した最新の電源開発計画ならびに2021年6月27日に当国政府が発表した石炭火力開発方針とも合致する。

---

<sup>1</sup> Low Case (With EE&C)の場合の年率は約8.0%

<sup>2</sup> BPDB Annual Report 2019-2020 より

---

## 1.2 調査の目的と範囲

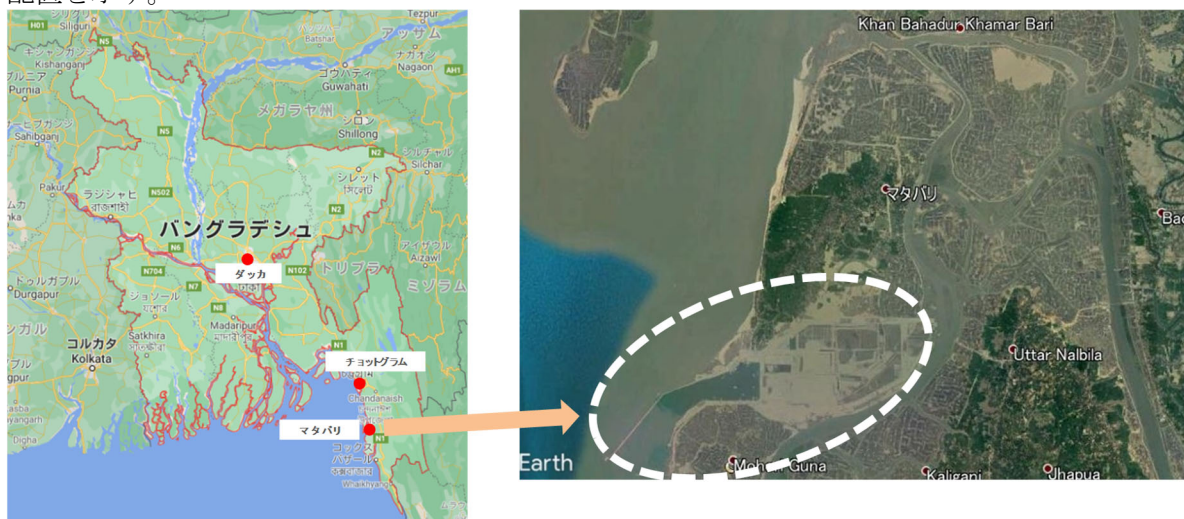
### 1.2.1 調査の目的

当国政府から累次にわたり支援要請があった本事業について、当該事業の目的、概要、事業費、実施スケジュール、実施（調達・施工）方法、事業実施体制、運営・維持管理体制、環境および社会面の配慮等、我が国有償資金協力事業として実施するための審査に必要な調査を行うことを目的とし、日本政府の指示に基づき実施するものである。

### 1.2.2 調査の範囲

図 1.2-1 に本調査の対象地域を示す。主たる調査対象地域は、当国の首都ダッカから南東約 280km に位置するチョットグラム管区コックスバザール県マタバリ地区である。

図 1.2-2 に現時点で想定される「マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業」全体の発電設備概略配置を示す。



出典：左図は Google Map、右図は Google Earth をもとに調査団作成

図 1.2-1 調査対象地域



出典：Google Earth をもとに調査団作成

図 1.2-2 本事業の対象設備と 1/2 号機事業設備の概略配置

### 1.3 調査工程

本調査は2020年9月25日より開始し、2021年12月中旬に終了する。本調査の調査工程を表1.3-1に示す。

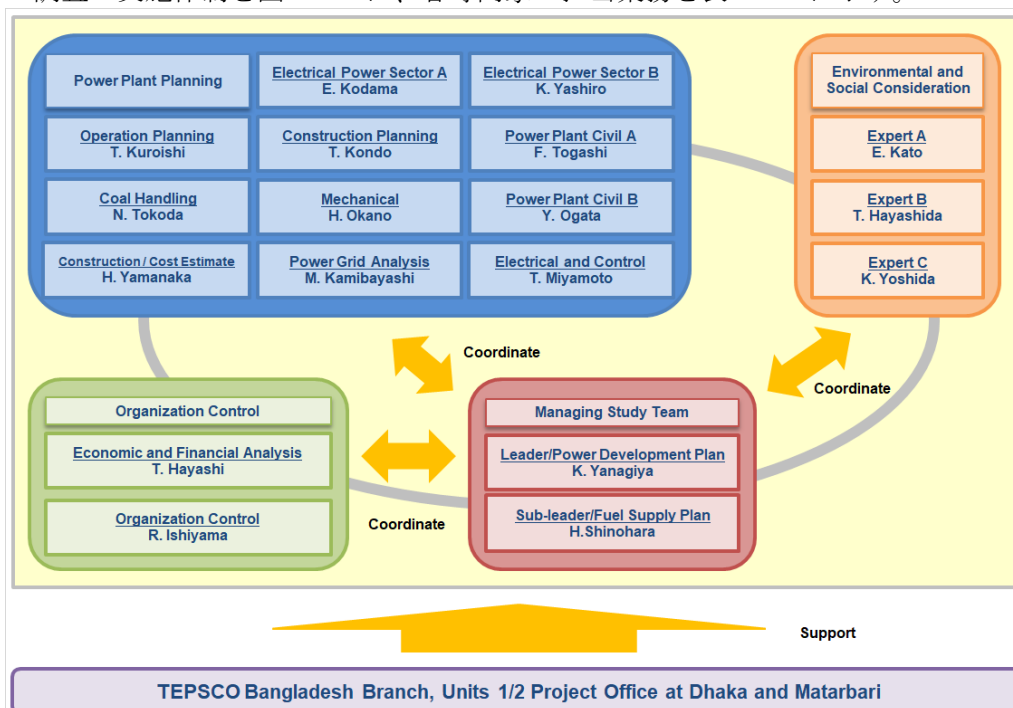
表 1.3-1 調査工程

	2020年				2021年												
	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
FS調査	[Green bar across all months]																
JICA調査団 現地渡航予定		▲ IC/R															
現地再委託 (1)自然条件調査				[Blue bar]		[Blue bar]		[Blue bar]									
(2)環境社会調査						[Blue bar]					[Blue bar]						
(3)ステークホルダー協議						[Blue bar]				[Blue bar]		[Blue bar]					
助言委員会		▲ 案件概要 説明	▲ WG SC案	▲ 助言確定											▲ WG DF/R		
EIA作成作業 及び承認手続き													▲ DF/R				▲ 承認手続き

出典：調査団作成

### 1.4 調査の実施体制

調査の実施体制を図1.4-1に、各専門家の担当業務を表1.4-1に示す。



出典：調査団作成

図 1.4-1 調査実施体制

表 1.4-1 担当業務

氏名	担当業務
柳谷 桂太郎 (Keitaro YANAGIYA)	業務主任者として、下記の業務を担当し、業務全体の取り纏めおよび連絡調整等を行う。 (1) 調査全体の総括と団員の指導・業務進捗管理 (2) JICA、「バ」国側、国際機関等との連絡・協議 (3) 調査業務全般の管理・指導と団員の安全管理 (4) 事業実施スケジュールの検討総括 (5) コンサルティング・サービスの実施計画案の策定 (6) 環境社会配慮に係る調査総括 (7) DPP の申請支援 (8) JICA ミッションへの同行および対応
篠原 洋 (Hiroshi SHINOHARA)	副業務主任者として、下記の業務を担当し、業務全体の取り纏めおよび連絡調整等を行う。 (1) 調査全体の総括と団員の指導・業務進捗管理補佐 (2) JICA、「バ」国側、国際機関等との連絡・協議補佐 (3) 調査業務全般の管理・指導と団員の安全管理補佐 (4) コンサルティング・サービスの実施計画案の策定補佐 (5) 燃料計画に関する業務 (6) JICA ミッションへの同行および対応
児玉 悦治 (Etsuji KODAMA)	電力セクター分析に関する下記の業務を担当する。 (1) エネルギー、電力セクターや気候変動に係る上位計画、戦略の内容およびその実施状況 (2) 本事業に関連するエネルギーセクターの現状 (3) 本事業に関連する気候変動対策の現状 (4) 他ドナーの支援状況
屋代 和重 (Kazushige YASHIRO)	電力セクター分析に関する下記の業務を担当する。 (1) 本事業に関連する電力セクターの現状 (2) 石炭火力の最新動向
黒石 卓司 (Takashi KUROISHI)	火力運用計画に関する下記の業務を担当する。 (1) 関連資料・情報の収集・分析 (2) 環境負荷低減に係る検討 (3) 本事業の計画概要作成 (4) 事業実施・維持管理体制 (5) 事業の概略事業費の積算
近藤 朋之 (Tomoyuki KONDO)	火力建設計画に関する下記の業務を担当する。 (1) 関連資料・情報の収集・分析 (2) 環境負荷低減に係る検討 (3) 本事業の計画概要作成 (4) 設備設計 (5) 施工方法の検討 (6) 事業の概略事業費の積算 (7) 事業費等のドナー比較 (8) 事業実施方法の策定
富樫 文弥 (Fumiya TOGASHI)	電力土木に関する下記の業務を担当する。 (1) 関連資料・情報の収集・分析 (2) 自然条件調査

氏名	担当業務
	(3) 本事業の計画概要作成 (4) 設備設計 (5) 施工方法の検討 (6) 事業の概略事業費の積算 (7) 事業費等のドナー比較 (8) 事業実施方法の策定
緒方 ゆり (Yuri OGATA)	電力土木に関する下記の業務を担当する。 (1) 関連資料・情報の収集・分析 (2) 自然条件調査 (3) 本事業の計画概要作成 (4) 設備設計 (5) 施工方法の検討 (6) 環境社会配慮に係る調査
床田 直人 (Naoto TOKODA)	石炭関連設備に関する下記の業務を担当する。 (1) 関連資料・情報の収集・分析 (2) 本事業の計画概要作成 (3) 設備設計 (4) 施工方法の検討 (5) 事業の概略事業費の積算 (6) 事業費等のドナー比較 (7) 事業実施方法の策定
岡野 秀之 (Hideyuki OKANO)	機械設備に関する下記の業務を担当する。 (1) 関連資料・情報の収集・分析 (2) 本事業の計画概要作成 (3) 設備設計 (4) 施工方法の検討 (5) 事業の概略事業費の積算 (6) 事業費等のドナー比較 (7) 事業実施方法の策定
宮本 達也 (Tatsuya MIYAMOTO)	電気・制御設備に関する下記の業務を担当する。 (1) 関連資料・情報の収集・分析 (2) 事業対象系統および既存設備の現状調査 (3) 本事業の計画概要作成 (4) 設備設計 (5) 施工方法の検討 (6) 事業の概略事業費の積算 (7) 事業費等のドナー比較 (8) 事業実施方法の策定
小深田 徹 (Toru KOBUKATA) →山中 浩孝 (Hirotaka YAMANAKA)	施工計画／積算に関する下記の業務を担当する。 (1) 関連資料・情報の収集・分析 (2) 本事業の計画概要作成 (3) 施工方法の検討 (4) 事業実施スケジュールの検討 (5) 事業の概略事業費の積算 (6) 事業費等のドナー比較 (7) 事業実施方法の策定
林 俊行 (Toshiyuki HAYASHI)	経済財務分析に関する下記の業務を担当する。 (1) 関連資料・情報の収集・分析 (2) 事業実施・維持管理体制

氏名	担当業務
	<ul style="list-style-type: none"> <li>(3) 事業の概略事業費の積算</li> <li>(4) 事業費等のドナー比較</li> <li>(5) 事業実施方法の策定</li> <li>(6) 事業の評価に係る検討</li> </ul>
上林 亮 (Makoto KAMIBAYASHI)	系統解析に関する下記の業務を担当する。 <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 関連資料・情報の収集・分析</li> <li>(2) 事業対象系統および既存設備の現状調査</li> <li>(3) 本事業の計画概要作成</li> </ul>
石山 隆二 (Ryuji ISHIYAMA)	組織体制に関する下記の業務を担当する。 <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 事業対象系統および既存設備の現状調査</li> <li>(2) 事業実施スケジュールの検討</li> <li>(3) 事業実施・維持管理体制</li> <li>(4) 事業の概略事業費の積算</li> <li>(5) ジェンダー主流化の方策に係る検討</li> </ul>
加藤 栄一 (Eiichi KATO)	環境配慮に関する下記の業務を担当する。 <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 関連資料・情報の収集・分析</li> <li>(2) 自然条件調査（汚染対策）</li> <li>(3) 本事業の計画概要作成</li> <li>(4) 施工方法の検討</li> <li>(5) 事業実施スケジュールの検討</li> <li>(6) 環境社会配慮に係る調査（汚染対策）</li> <li>(7) JICA ミッションへの同行および対応</li> </ul>
林田 貴範 (Takanori HAYASHIDA)	環境配慮に関する下記の業務を担当する。 <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 関連資料・情報の収集・分析</li> <li>(2) 自然条件調査（自然環境）</li> <li>(3) 本事業の計画概要作成</li> <li>(4) 施工方法の検討</li> <li>(5) 事業実施スケジュールの検討</li> <li>(6) 環境社会配慮に係る調査（自然環境）</li> </ul>
吉田 和広 (Kazuhiro YOSHIDA)	社会配慮に関する下記の業務を担当する。 <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 関連資料・情報の収集・分析</li> <li>(2) 自然条件調査</li> <li>(3) 本事業の計画概要作成</li> <li>(4) 施工方法の検討</li> <li>(5) 事業実施スケジュールの検討</li> <li>(6) 環境社会配慮に係る調査（社会環境）</li> </ul>

出典：調査団作成

বাংলাদেশ国マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業（フェーズ2）準備調査  
ファイナルレポート

1.5 調査の要員計画

調査の要員計画を図 1.5-1 に示す。

担当業務	氏名	所属先	2020年度												2021年度												人・月		現地	国内	
			9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年度(現地)		合計										
															2020	2021															
業務主任者/火力発電計画	柳谷桂太郎	東電設計																	50						0.00	1.00	1.00				
副業務主任者/燃料計画	篠原洋	東電設計									30	30							50						0.00	3.00	3.00				
電力セクター分析A	児玉悦治	東電設計																						0.00	0.00	0.00					
電力セクター分析B	歴代和重	東電設計(東電 ハワーグワット)									27													0.00	0.90	0.90					
火力運用計画	黒石卓司	東電設計										27												0.00	0.90	0.90					
火力建設計画	近藤朋之	東電設計																						0.00	0.00	0.00					
電力土木A	富樫文弥	東電設計																						0.00	0.00	0.00					
電力土木B	緒方ゆり	東電設計																						0.00	0.00	0.00					
石炭関連設備	床田直人	東電設計																						0.00	0.00	0.00					
機械設備	岡野秀之	東電設計																						0.00	0.00	0.00					
電気制御設備	宮本達也	東電設計																						0.00	0.00	0.00					
施工計画/精算	山中浩孝	東電設計																						0.00	0.00	0.00					
経済財務分析	林俊行	東電設計(個人 事業主)																						0.00	0.00	0.00					
系統解析	上林亮	東電設計										27												0.00	0.90	0.90					
組織体制	石山隆二	東電設計																						0.00	0.00	0.00					
環境社会配慮A	加藤栄一	東電設計																						0.00	1.00	1.00					
環境社会配慮B	林田貴範	東電設計(国際 開発センター)																						0.00	0.00	0.00					
環境社会配慮C	吉田和広	東電設計(ハ で)																						0.00	0.00	0.00					
現地業務小計																											0.00	7.70	7.70		
担当業務	氏名	所属先	2020年度												2021年度												人・月		現地	国内	
9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年度(国内)		合計													
												2020	2021																		
業務主任者/火力発電計画	柳谷桂太郎	東電設計	15														40								0.75	2.00		2.75			
副業務主任者/燃料計画	篠原洋	東電設計	20								10														1.00	0.50		1.50			
電力セクター分析A	児玉悦治	東電設計	8								28													0.40	1.40		1.80				
電力セクター分析B	歴代和重	東電設計(東電 ハワーグワット)	20								22													1.00	1.10		2.10				
火力運用計画	黒石卓司	東電設計	15								12													0.75	0.60		1.35				
火力建設計画	近藤朋之	東電設計	15								30													0.75	1.50		2.25				
電力土木A	富樫文弥	東電設計	10								30													0.75	1.50		2.25				
電力土木B	緒方ゆり	東電設計	15								30													0.75	1.50		2.25				
石炭関連設備	床田直人	東電設計	15								30													0.75	1.50		2.25				
機械設備	岡野秀之	東電設計	10								30													0.50	1.50		2.00				
電気制御設備	宮本達也	東電設計	10								20													0.50	1.00		1.50				
施工計画/精算	山中浩孝	東電設計	10								20													0.50	1.00		1.50				
経済財務分析	林俊行	東電設計(個人 事業主)	15								35													0.75	1.75		2.50				
系統解析	上林亮	東電設計	10								12													0.50	0.60		1.10				
組織体制	石山隆二	東電設計															20							0.00	1.00		1.00				
環境社会配慮A	加藤栄一	東電設計	10								50													0.50	2.50		3.00				
環境社会配慮B	林田貴範	東電設計(国際 開発センター)	15								25													0.75	1.25		2.00				
環境社会配慮C	吉田和広	東電設計(ハ で)	25								40													1.25	2.00		3.25				
国内作業小計																											11.90	24.20		36.10	
報告書等提出時期 (△と報告書名により表示)			△インセプションレポート						△プログレス・レポート						△ドラフト・ファイナル・レポート																
			★ 環境助言委員会 (全体会合: 案件概要説明)						★ 環境助言委員会 (全体会合: DF/R)						★ 環境助言委員会 (全体会合: DF/R)																
合計																											11.90	31.90	7.70	36.10	43.80

凡例  
 : 現地調査  
 : 国内作業

出典：調査団  
 図 1.5-1 調査要員計画



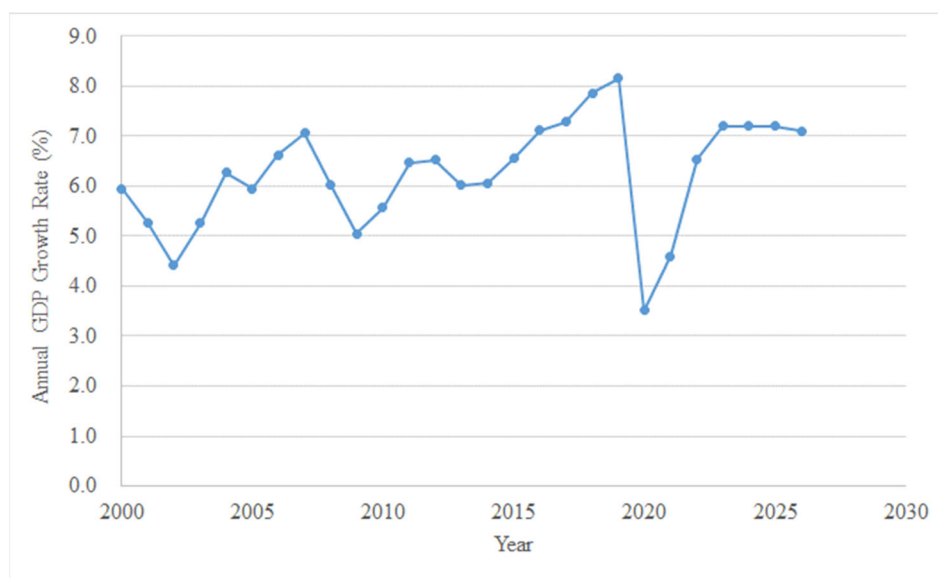
## 第2章 本事業の背景および必要性

### 2.1 経済概況

当国の経済は2000年以降、平均約6%以上の高い経済成長を維持している。

図 2.1-1 に1999/2000年度～2020/2021年度までの当国の実質 GDP 成長率の推移を示す。

Covid-19 の影響を受け、2019/2020年度の GDP 成長率は国際通貨基金（International Monetary Fund: IMF）によると3.5%であり、前年度より低下している。しかし、2020/2021年度で4.6%、2021/2022年度には6.5%まで回復し、その後も7%台の高い成長率が持続すると予測されている。

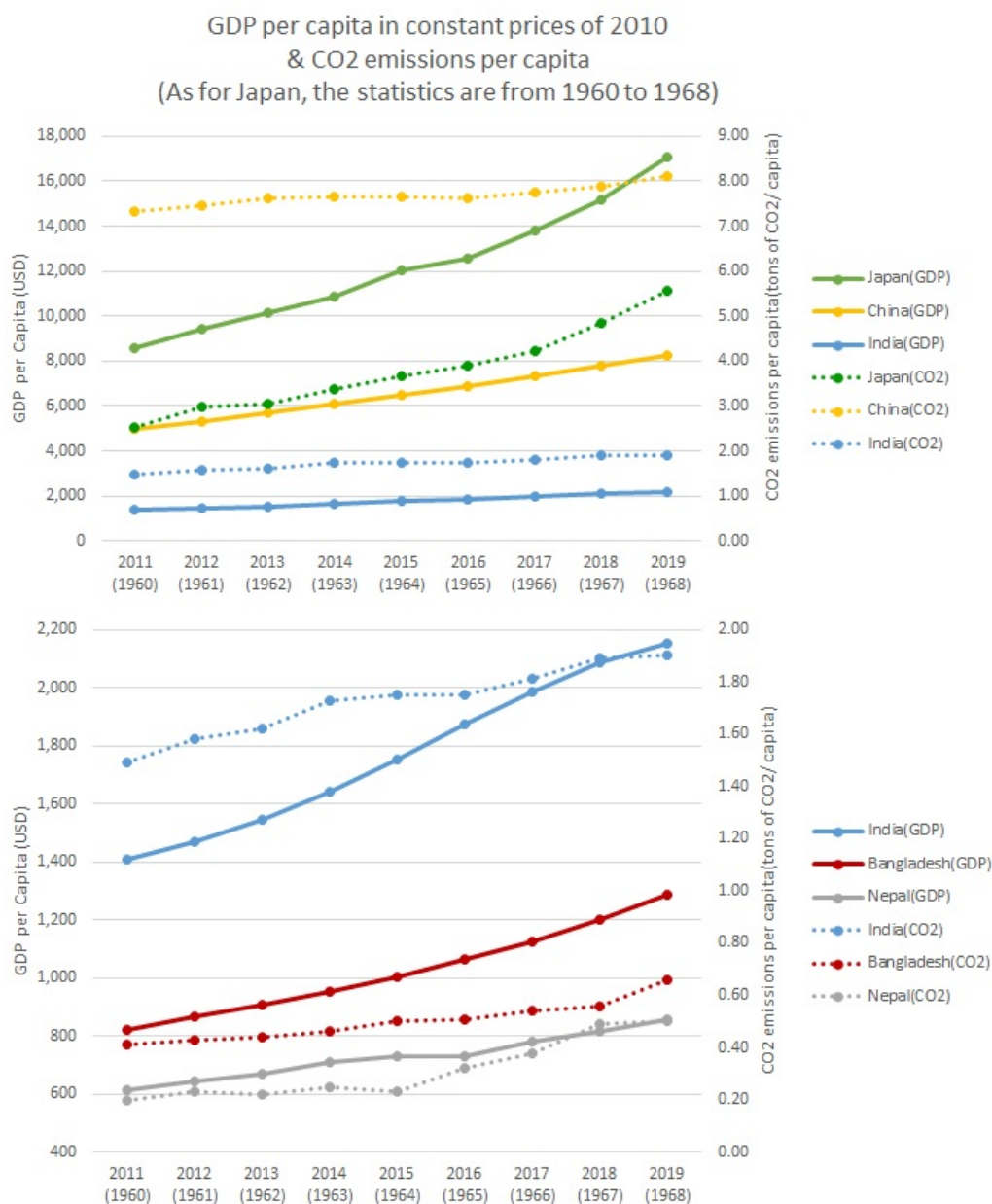


出典：国際通貨基金（2021年10月）

図 2.1-1 実質 GDP 成長率の推移

経済成長が CO2 排出に及ぼす影響を示したのが図 2.1-2 であり、2011年から2019年までの当国と日本<sup>1</sup>および経済発展中である中国とインド、周辺国のネパールの、一人あたりの GDP（2020年基準の実質値）と一人あたりの CO2 排出量を表している。いずれの国も、経済成長によって CO2 の排出量も増加しており、経済成長を達成しつつ CO2 排出量を削減することが課題である。

<sup>1</sup> 日本については、高度経済成長期間中の1960年から1968年のデータである。



出典：World Development Indicators (WDI), World Bank website から調査団作成

図 2.1-2 経済成長と CO2 排出の関係

## 2.2 電力・エネルギー政策と気候変動政策

当国の電力・エネルギー戦略は、気候変動対策と密接に連係して策定されている。当国は気候変動の影響を受けやすい国土であり、気温上昇による海面上昇、降雨量の増加、河川の氾濫などによる地域住民や自然環境、農業に与える影響が大きい。当国は早くから環境問題に取り組んでおり、1992年に気候変動枠組条約（United Nations Framework Convention on Climate Change: UNFCCC）に署名し、1994年に批准している。2005年には気候変動の適応プログラムである National Adaptation Program of Action (NAPA) を UNFCCC に提出した。2006年にはアワミリーグが、マニフェストである Vision2021 を発表し、その中で気候変動に配慮した電源計画の大綱を示し、2012年に長期国家計画である Perspective Plan of Bangladesh 2010-2021 (PP2021) が策定された。中期計画である5か年計画に具体的な戦略が落とし込まれ、第7次5か年計画から気候変動適合策が反映された。PP2021では産業の発展と電化率の向上に注力したため、単価の高い発電が増加したことから、2020年3月に発表された Perspective Plan of Bangladesh 2021-2041 (PP2041) では、エネルギーコストの低減と再生可能エネルギー導入を、エネルギー・電力セクターの戦略としている。2020年12月には、PP2041の戦略に基づいて、第8次5か年計画が発表された。

気候変動対策では、2015年9月に Intended Nationally Determined Contributions 2015 (INDC2015) が UNFCCC に提出され、2020年12月には Nationally Determined Contributions 2020 (Interim) (NDC2020)、2021年8月には Nationally Determined Contributions (NDCs) 2021 Bangladesh (Updated) (NDC2021) が提出されている。NDC2020では、緩和措置を確実に実施するための取り組みを紹介しており、NDC2021では、新たな数値目標と具体的な緩和策が示されている。

表 2.2-1 に、電力・エネルギー、および気候変動に関する政策、計画等を示す。

表 2.2-1 電力・エネルギー、および気候変動に関する政策、計画

国家計画	MoPEMR	気候変動
1995年1月 第4次5か年計画 1998年3月 第5次5か年計画	1996年 National Energy Policy (NEP) 発行 2004年5月 National Energy Policy 改訂 2005年11月 National Energy Policy 改訂	1994 United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)批准  2005年11月 National Adaptation Program of Action (NAPA) 提出
2006年 Vision2021	2006年 Gas Sector Master Plan 2006 2008年12月 Renewable Energy Policy 発行 (Power Division)	2009年6月 NAPA 改訂 2009年9月 Bangladesh Climate Change Strategy Action Plan (BCCSAP)認可
2011年7月 第6次5か年計画	2011年2月 Power System Master Plan 2010 2012年12月 Sustainable and Renewable Energy Development Authority (SREDA)設立	
2012年4月 Perspective Plan of Bangladesh (PP2021)	2012年 Development of Sustainable Renewable Energy Generation (SREPGen) Project 始動 (SREDA supported by UNDP)	
2015年12月 第7次5か年計画	2015年3月 Energy Efficiency & Conservation Master Plan up to 2030 2016年9月 Power System Master Plan 2016 2018年2月 Gas Sector Master Plan 2017 2018年11月 Revisiting PSMP 2016	2015年9月 Intended Nationally Determined Contributions 2015 (INDC2015)提出  2018年 Roadmap and Action Plan for Implementing Bangladesh NDC 策定 2018年9月 Bangladesh Delta Plan 2100 発行 (General Economics Division)
2020年3月 Perspective Plan of Bangladesh (PP2041)		
2020年12月 第8次5か年計画	2020年12月 National Solar Energy Roadmap, 2021-2041(Draft) 策定 (SREDA)	2020年12月 Nationally Determined Contributions2020(Interim) (NDC2020)提出  2021年8月 Nationally Determined Contributions (NDCs) Bangladesh (Updated) (NDC2021)提出

出典：調査団作成

2.2.1 第8次5か年計画における電力・エネルギー政策

これまで第6次5か年計画と第7次5か年計画では、社会基盤開発が最優先事項とされてきた。電力、エネルギー政策については、増大するエネルギー需要に対して、現状の主要一次エネルギーである国産天然ガスが減少し、エネルギーの供給力不足が懸念されていることから、その不足分を輸入のガス、石炭、石油で賄い、国産のガス、石炭と最適配分することで、安価で安定したエネルギー供給を実現することが目標となっている。この目標の下で、電力・エネルギーセクター開発が実施され、特に近年、電力セクターでは著しい発展を遂げ、エネルギーセクターではLNGや石炭の輸入による一次エネルギーの分散化も開始された。第8次5か年計画では、これまでの成功事例を引き続き継続するほか、新たに次の4点において戦略を強化している。

1 点目は、Power System Master Plan 2016 (PSMP2016)の更新である。新たなマスタープランでは、既設発電機の効率的な活用と、低価格で発電できる新規発電所の導入が考えられている。

2 点目は、再生可能エネルギー導入の強化である。再生可能エネルギー導入促進には、インセンティブの付与と適正な燃料価格を設定するとしている。

3 点目は、電力とエネルギーセクターの財務体質改善である。タリフ設定により発生している負債を、政府が補助金で補填している構造を改革するとしている。

4 点目は、省エネルギーと発電機の熱効率向上である。省エネルギーについては高効率技術の導入とエネルギー消費を抑制する価格設定や課税制度を検討するとしており、発電設備の熱効率向上に関しては、適切な維持管理の施策を検討するとしている。

発電設備に関しては、自国の天然ガスが安価であるため、熱効率を維持するための点検・補修のための投資へのインセンティブが弱かったが、輸入LNGと石炭は自国の天然ガスより価格が高いことや、輸入依存度の低減、およびGHG排出削減の観点から、発電設備の熱効率向上へのインセンティブが生じた。また、輸入依存の低減とGHG削減、および電源の分散化によるエネルギーセキュリティの観点では、再生可能エネルギー導入のインセンティブが生じている。

第8次5か年計画では、電力セクターに関して、一次エネルギーの安定供給、海外依存の低減、電化、気候変動、財務体質の改善などを背景に、以下の戦略が挙げられている。

- ・ 火力燃料種類の最適配分および送配電ロスの低減により、効率的な低コストの電力供給システムへ移行する。
- ・ 需要拡大に対応するため、電源開発と系統拡充を引き続き強化し、電化率を100%にする。
- ・ 低コストの電力供給システムに移行する一方で、定期的な電力料金調定を行うことで、発電コスト、卸価格の適正化を実現し、国の予算から割り当てている補助金から脱却する。
- ・ 規制当局の監督下で、国内外の民間セクター（IPPおよびPPP）参加を促す環境を整備する。
- ・ エネルギーミックスを最適化する。具体的には、炉油(Furnace Oil)とHSD (High Speed Diesel)への輸入依存を減らすために、ガス、石炭、再生可能エネルギーの利用を強化し、特に隣接するブータンとネパールからの水力発電を増やす。  
水力発電資源は近隣諸国に豊富にあり、発電単価が安いと予想されることから再生可能エネルギーの中でも最も重要である。その他の再生可能エネルギーは、風力、太陽エネルギー、バイオマス、廃棄物発電などである。エネルギーミックスの主要な目標は、すべての消費者にエネルギーを届けることである。
- ・ 顕在化している問題である、国内のガス不足、火力発電所の熱効率低下、粗悪な炉油 (Furnace Oil)、エネルギー財政の負債と持続可能性などに対処する。
- ・ デマンドサイドマネジメント (Demand Side Management: DSM) を通じて、エネルギー効率向上と省エネルギーを促進する。
- ・ 全国に、迅速、安全、効率的かつ環境に配慮した石油輸送パイプラインを設置する。
- ・ マタバリ超々臨界圧石炭火力発電所を中心としたエネルギーハブの設立をはじめ、国内に多数のエネルギーハブを設立する。

具体的な戦略の例は、価格の高いHSD (High Speed Diesel)やFurnace Oilを使用する高コスト電源から再生可能エネルギーへのシフト、低コストの石炭火力発電所（超々臨界）の建設、高額な容量費用を支払う発電所の契約の見直しなどであり、低コスト構造のためのエネルギーミックス構築を目指す。また、一次エネルギーの長期的な戦略がないことを問題視しており、特に国内の

石炭開発政策について早急に準備する必要があるとしている。そのほかの課題として、エネルギープロジェクトの妨げとなる制度的な制約の解消、一次エネルギー投資に関する PPP 制度（Public Private Partnership 制度）の見直しが挙げられている。

電力セクターの改革については、電力局とエネルギー鉱物資源局の下で、一次エネルギーバランスを俯瞰し、政策を策定する制度や枠組み、または組織の創設や、エネルギー効率向上に資する法整備、特に発電設備の定期点検制度の整備などが目標として掲げられている。

他国との電力輸入については、ブータン、ネパールに加え、インドからの輸入量を拡大する方針が示されており、本計画期間中に具体策を検討するとしている。

エネルギーセクターでは、国産の一次エネルギーの不足が拡大し、その結果、高コストである輸入 LNG と輸入石炭への依存度が高まったことから、一次エネルギーの効率的な供給を達成することが重要な戦略となっている。一次エネルギーの効率的かつ費用対効果の高い供給を確保するため、国内供給オプションと輸入オプションについて最適な組み合わせを作成する。第7次5か年計画では、一次エネルギー部門で必要とされる以下の政策が策定されており、第8次5か年計画に引き継がれている。

- 国内ガス探査政策  
未開発資源は、沿岸、移行地域、丘陵地帯、または沖合にある可能性が高く、高度な技術と巨額の資本が必要である。そのため、合弁事業または Bangladesh Petroleum Exploration and Production Company Ltd. (BAPEX) と外国企業との間の「戦略的パートナーシップ」あるいは International Oil Company (IOC)<sup>2</sup> との協働が考えられている。そのほか、ミャンマーとインドとの海上境界線が明確になったことから、新しいオフショア探査を検討する。
- 国内の石炭利用  
当国は豊富な瀝青炭鉱床に恵まれており、測定された推定石炭埋蔵量は合計 79 億 6200 万トンである。バラプクリア、フルバリ、カラスピール、ディギパラ、ジャマルガンジの 5 箇所炭田が確認されており、うち、バラプクリアのみが開発され、操業している。バラプクリアの石炭は高発熱量、高品質であり、バラプクリア炭をより価値の高い原料炭または一般炭として輸出する。バラプクリア石炭火力発電所に用いる石炭は、低品質炭を輸入する。ディギパラについては、開発に向けた実現可能性調査が完了した。そのほか 2041 年までにはカラスピールとジャマルガンジ炭田を開発する計画である。このような政策を国内石炭利用政策によって明示する。
- エネルギー輸入
  - 1) LNG の輸入 / ガスパイプライン開発  
ガスを安価に調達するための交渉力を身に付け、ガス供給業者の多様化や他国との天然ガスの共同購入などを検討する。例えば、インドまたは他の南アジア諸国との共同購入や、より有利な契約条件を追求するための定期的契約レビューが考えられる。
  - 2) 石炭の輸入  
マタバリ超々臨界圧石炭火力発電所で開発している深海港を拡張し、「エネルギーハブ」として石炭センターを開発する。
- デマンドサイドマネージメント（Demand Side Management: DSM）と省エネルギー  
国内ガスの枯渇問題から、エネルギーの効率的利用と省エネルギーは、第7次5か年計画で緊急・優先の政策事項として位置づけられている。具体的方策は、熱効率の低いガス火力発電所をよりエネルギー効率の高いプラントに置き換えること、産業における燃料使用効率向上と省エネルギー方策の採用に対するインセンティブ付与、家庭のガス契約をコンロごとの月額定額から消費量に基づいた価格設定への変更などがある。
- 改良された調理用コンロ（Improved Cook Stove: ICS）  
ICS の普及に力を入れる。
- エネルギー補助金と価格設定

<sup>2</sup> 国際的な大手メジャーの Chevron, Cairn, Niko, Tullow の 4 社

エネルギー輸入は、主に発電用の LNG、石炭、石油の輸入によりさらに増加するため、エネルギーコストは速いペースで増加することが予想される。したがって、政府は優先度の高いセクターでエネルギー補助金を適正に設定する。

## 2.2.2 電力・エネルギー政策

電力・エネルギー鉱物資源省（Ministry of Power, Energy and Mineral Resources: MoPEMR）は、1996年に当国の国家エネルギー政策である National Energy Policy (NEP) を策定した。NEP は、2004年、2005年に改定され、2008年には電力局が再生可能エネルギー政策を発表して現在に至る。この計画では、ガス田、石炭炭鉱開発、燃料の多様化、電化率の向上、気候変動対策、再生可能エネルギー導入などについて方針が示されており、気候変動対策に対応する組織として、Sustainable and Renewable Energy Development Authority (SREDA) の設立が提案されている。再生可能エネルギーについては、その供給量を 2015 年までに 5%、2020 年までに 10% とする数値目標が示された。

エネルギーセクターについては、2006年と2018年にガスセクターマスタープラン（Gas Sector Master Plan: GSMP）が策定され、当国はこれを適用している。ガスセクターを開発するために必要な政策、規制、投資、およびガスの需給想定、ガスの送配、LNG 輸入について提案されている。LNG 輸入については、浮体式 LNG 貯蔵再ガス化設備（Floating Storage and Re-gasification Units: FSRU）を提案しており、2018年8月と2019年4月に2基の FSRU が運用を開始し LNG を受け入れている。GSMP はエネルギーセクター全体を開発するための優れた分析基盤となっているが、当国にはまだ明確に定義されたガスセクター政策がない。

電力セクターの開発については、2011年と2016年に電力・エネルギーマスタープラン（Power System Master Plan: PSMP）が策定され、需要想定と電源開発計画が示されている。PSMP2016 では、気候変動対策も考慮され、2041年時点の石炭火力の電源構成比率（再生可能エネルギー除き）を 35% としている。これはエネルギーの安定供給と気候変動および経済性を考慮した比率である。2015年には、Energy Efficiency & Conservation Master Plan up to 2030 が策定され、エネルギーの効率利用と需要抑制施策が示された。この結果を考慮した需要想定が PSMP2016 で採用されている。2018年には、Revisiting PSMP 2016 が策定され、PSMP2016 から需要想定と電源計画がアップデートされている。この計画での 2041年時点の石炭火力の電源構成比率（再生可能エネルギー除き）は 32% であり、概ね PSMP2016 の石炭火力比率を踏襲している。

## 2.2.3 再生可能エネルギー政策と気候変動政策

当国は、国内ガス枯渇に起因するエネルギーの安定供給対策と気候変動対策の一つとして、再生可能エネルギーの導入を推進している。

当国での気候変動対策の動きは、1994年に UNFCCC を批准し、2005年に National Adaptation Program of Action (NAPA) を提出している。NAPA は 2009年に改訂され、同年に、そのアクションプランを定めた Bangladesh Climate Change Strategy Action Plan (BCCSAP) が認可された。BCCSAP の中で再生可能エネルギー開発のアクションプランが設定されたが、数値目標は設定されていない。

2015年には Intended Nationally Determined Contributions 2015 (INDC2015) が UNFCCC に提出された。この中で、再生可能エネルギーの導入目標は、National Energy Policy (NEP) の目標である「2015年までに 5%、2020年までに 10%」が挙げられている。石炭火力の緩和策については、「100%の新設の石炭火力は、2030年までに超臨界圧技術を使用する<sup>3</sup>」としているが、これを達成するためには、資金や技術移転及び能力向上について国際的な支援が必要であると述べられている。2018年には INDC2015 を推進するためのロードマップとして Ministry of Environment, Forest and Climate Change から、Roadmap and Action Plan for Implementing Bangladesh NDC (Transport, Power and Industry Sectors) が策定された。

2018年に、このロードマップと並行して General Economics Division (GED) , Bangladesh Planning

<sup>3</sup> 超臨界圧技術以上の使用を意味している。

Commission から、Bangladesh Delta Plan 2100 が発行された。この中では、2041 年までに再生可能エネルギーの発電電力量を最低でも 30%にするとしている。

2020 年には INDC2015 の更新版である Nationally Determined Contributions 2020 (Interim)が UNFCCC に提出された。NDC2020 では、GHG 削減目標の引き上げや石炭火力について言及がない。火力発電については、老朽化した火力発電設備の蒸気タービンのリパワリングによる効率向上が言及されているのみである。

その後、2021 年 8 月 26 日に Nationally Determined Contributions (NDCs) 2021 Bangladesh (Updated) (NDC2021)が UNFCCC に提出された。NDC2021 では、INDC2015 で示された GHG 削減目標が引き上げられ、電力セクターでは INDC2015 の方針を引き継ぎ、超々臨界圧石炭火力の導入による緩和策が示されている。本事業も緩和策の一環として NDC2021 に含まれている。INDC2015、NDC2020、および NDC2021 の詳細については後述する。

また、本事業に関しては、環境局の Deputy Director が、本調査実施中に開催されたステークホルダー協議にも参加しているが、本事業に関する正式な見解は、すでに提出された環境アセスメント（Environmental Impact Assessment: EIA）報告書を精査したうえで出される予定である。

このような状況において、当国は、48 カ国が参加する Climate Vulnerable Forum (CVF) および Vulnerable Twenty (V20) 財務大臣グループの議長に就任し、首相のシェイク・ハシナは 2020 年 6 月から CVF の議長を務めている。CVF および V20 における最近の活動は、気候変動対策に必要な資金調達に重きが置かれている。当国が中心となり、2021 年 7 月 8 日に第 1 回 Climate Vulnerable Finance Summit が開催され、世界各国からの 50 億ドルの資金調達について国連の合意を得つつ、世界各国への資金協力の呼び掛けが行われている。

再生可能エネルギー開発については、2012 年に電力・エネルギー鉱物資源省（Ministry of Power, Energy & Mineral Resources: MoPEMR）の下に Sustainable and Renewable Energy Development Authority (SREDA)が設立され、同機関が、省エネルギー推進、エネルギーの効率的利用、再生可能エネルギーの普及拡大を担う。SREDA は同年、国連開発計画（United Nations Development Programme: UNDP）支援の下で Development of Sustainable Renewable Energy Generation (SREPGen) Project を開始しており、その活動の一環として 2020 年 12 月に National Solar Energy Roadmap, 2021-2041(Draft) を策定した。この取り組みは NDC2020 と NDC2021 のアクションプランの一環としても採用されている。National Solar Energy Roadmap, 2021-2041(Draft)は、NEP と Perspective Plan of Bangladesh 2021-2041、第 8 次 5 年計画、Roadmap and Action Plan for Implementing Bangladesh NDC (Transport, Power and Industry Sectors)、Bangladesh Delta Plan 2100 などの戦略や施策を基に策定されており、太陽光発電の導入量により 3 つのシナリオを検討している（シナリオの詳細は「2.3.4 電力局で検討中の太陽光導入計画」を参照）。National Solar Energy Roadmap, 2021-2041(Draft)は電力局に提出され、同局内で検討されており、今後正式な目標と対応策が電力局により発表される予定である。

#### (1) Intended Nationally Determined Contributions 2015 (INDC2015)の概要

INDC2015 では、気候変動対策の一環として、温室効果ガス排出削減の目標を以下のように定めている。

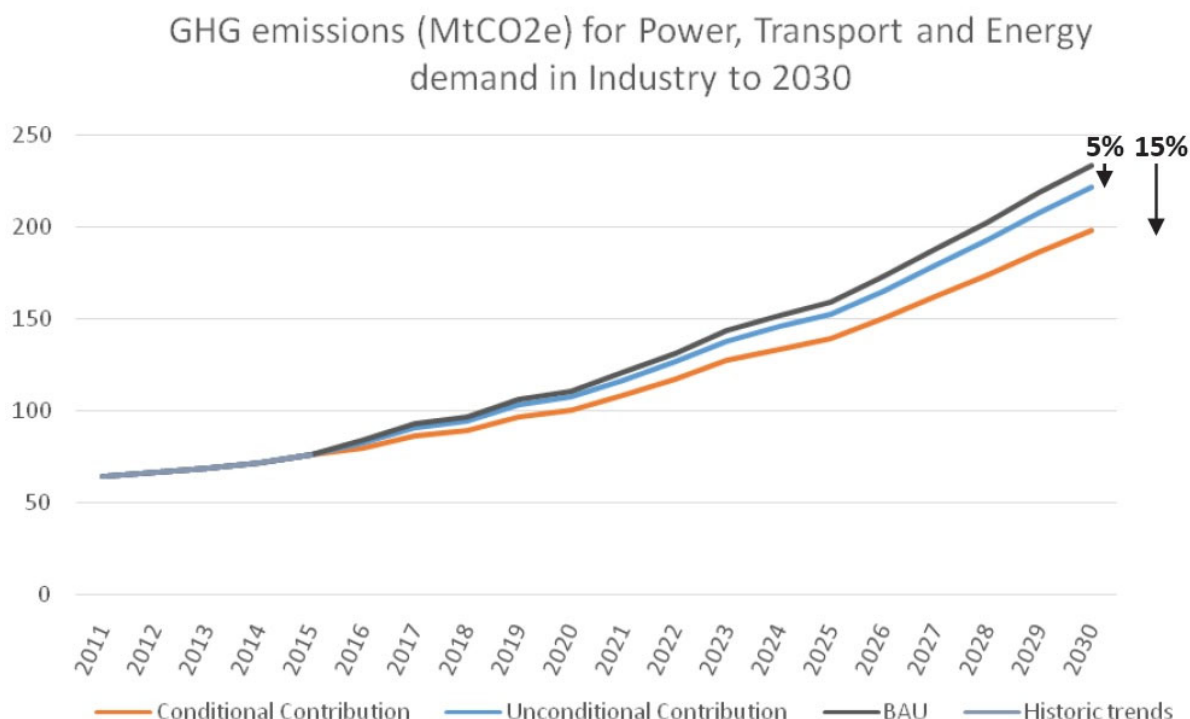
- ・ 電力、運輸、産業の各セクターにおいて、2030 年までに GHG 排出量を BAU 比で 12 MtCO<sub>2</sub>e もしくは 5%削減。
- ・ 資金、投資、技術開発・移転、キャパシティ・ビルディングなどの適切な国際的支援を条件として、電力、運輸、産業の各セクターにおいて 2030 年までに GHG 排出量を BAU 比で 36 MtCO<sub>2</sub>e もしくは 15%削減。
- ・ 追加的な国際協力を条件として達成しようとしている他の部門における多くの追加的な温室効果ガス排出削減行動。



表 2.2-2 INDC2015 で示された貢献

無条件の貢献	追加的な国際的支援を前提としない貢献	電力、運輸および産業部門における GHG 排出量を 2030 年までに 12 MtCO <sub>2e</sub> もしくは BAU 比で 5%削減する。
条件付き貢献	追加的な国際的支援を前提とした貢献	電力、運輸および産業部門における GHG 排出量を 2030 年までに 36 MtCO <sub>2e</sub> もしくは BAU 比で 15%削減する。

出典：INDC2015



出典：INDC2015

図 2.2-1 2011 年から 2030 年までの GHG 排出量 (MtCO<sub>2e</sub>) の予測

表 2.2-3 2030 年までのセクター別温室効果ガス排出削減予測

セクター	ベース年 (2011)排出 量	BAU シナリオ		条件無し貢献シナリオ			条件付き貢献シナリオ		
		2030 年 排出量	2011-2030 にかけて の変化率	2030 年排 出量	BAU 比	削減量	2030 年排 出量	BAU 比	削減量
		MtCO <sub>2e</sub>	MtCO <sub>2e</sub>	%	MtCO <sub>2e</sub>	%	MtCO <sub>2e</sub>	MtCO <sub>2e</sub>	%
電力	21	91	336%	86	-5%	5	75	-18%	11
交通	17	37	118%	33	-9%	4	28	-24%	5
産業 (エネルギー)	26	106	300%	102	-4%	4	95	-10%	7
合計	64	234	264%	222	-5%	12	198	-15%	24

出典：INDC2015

ただし、当国ではデータの信頼性が問題となっており、正確な数値は次回更新される Bangladesh Climate Change Strategy Action Plan (BCCSAP) や国別報告書の更新で正確な数値把握が期待されている。BCCSAP は 2009 年版以降アップデートされていないが、NDC2020 によると現在更新の最

終段階にある。

INDC2015 では、すでに掲げられている目標や行われている貢献策として以下を掲げている。

- ・ エネルギー原単位（GDP 当たり）を 2030 年までに 2013 年比 20%削減（E&CC マスタープラン）
- ・ エネルギー管理プログラム（エネルギー管理システムの構築、認定エネルギー監査員による産業界のエネルギー監査を含む）の導入
- ・ 市場で高効率製品の販売を促進するためのエネルギー効率ラベリングプログラムの導入
- ・ 断熱・冷房対策等の建築物のエネルギー効率対策、新築建築物のエネルギー効率に関する改定コードの導入
- ・ 農村地域への独立型電力アクセスを提供するソーラーホームプログラムの導入
- ・ 再生可能エネルギーからの供給を、2015 年までに 5%、2020 年までに 10%とする（Renewable Energy Policy で既に設定されている目標）
- ・ 150 万以上の改良型調理コンロ（Improved Cook Stove: ICS）と 400 万のソーラーホームシステムが既に配布済み（NDC2020 では、2030 年までに 600 万以上の改良型調理コンロと 250MW のソーラーホームシステムの配布を目標としている）
- ・ 煉瓦製造業における窯効率の改善、有機廃棄物の堆肥化、廃棄物・バイオマス熱エネルギー発電の導入
- ・ 当国政府と電力会社によるコンバインドサイクル発電所（CCPP）の建設
- ・ Solar roof-top プログラムの下、約 14 MW の太陽光発電が政府や民間のビルの空の屋根に設置済み（NDC2020 では、2030 年までに電力系統に接続される 1,700MW の太陽光発電の導入を目標としている）
- ・ オフグリッド住民のエネルギーアクセス問題に対処するため、太陽光灌漑ポンプ、ソーラーミニ、およびナノグリッド拡大する

さらに INDC2015 では、上記の対策に加えて、電力、交通、産業の各セクターにおいて以下の貢献を掲げている。ただし、これらを達成するためには、資金や技術移転及び能力向上について国際的な支援が必要であるとしている。

表 2.2-4 条件付き寄与を実現するための可能な緩和措置

セクター	説明	2030 年までの活動目標
電力	<ul style="list-style-type: none"> <li>■すべての新石炭発電に超臨界技術（以上）を導入</li> <li>■風力発電の普及拡大</li> <li>■既存の電源構成多様化のための太陽光発電所の系統接続の推進</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■100%の新設の石炭火力は、2030 年までに超臨界圧技術を使用する</li> <li>■400MW の風力発電所の導入</li> <li>■1,000MW の事業者レベルの太陽光発電所の導入</li> </ul>
交通	<ul style="list-style-type: none"> <li>■道路から鉄道への輸送手段のシフト 都市部における地下鉄、バス的高速乗り換えシステムの導入。副次効果として、混雑解消、大気汚染、交通安全の改善を含む。</li> <li>■混雑と渋滞の解消 高速道路の建設など、多くの対策により達成される。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■旅客の道路交通から鉄道交通へのシフトを、BAU 比で最大約 20%にする。</li> <li>■効率的な乗り物の走行の実現により 15%改善。</li> </ul>
産業 (エネルギー関連)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■当国のエネルギー効率と省エネルギーマスタープランに基づいて、主要な産業部門におけるエネルギー効率の採用と省エネルギー対策を奨励するために、エネルギー監査を実施する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■BAU 比 10%のエネルギー消費の削減</li> </ul>

出典：INDC2015

この他のセクターである、一般家庭、商業用ビル、農業、廃棄、土地利用などについても、追加的な目標として掲げている。

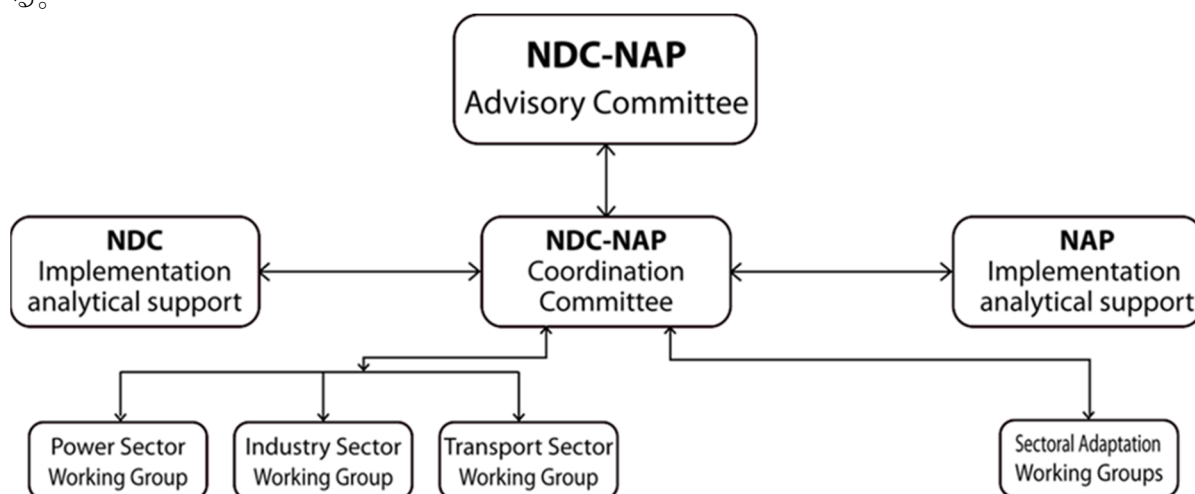
そして、電力セクターに関するこれまでの実績が、Nationally Determined Contributions 2020 (Interim) (NDC2020)に以下の通り示されている。

- 全国に約 580 万のソーラーホームシステム (Solar Home System: SHS) の設置 (当国総人口の約 11%に相当する約 1,800 万人の受益者が太陽光発電を利用)
- 450 万台以上の改良型コンロ (Improved Cook Stove: ICS) を農村部の家庭に配布 (バイオマス燃焼による排出量削減)
- 政府や民間の建物の屋上へ、約 60.6MW の太陽光発電の設置
- 1969 機の太陽光灌漑システムの設置
- 政府による、小規模な太陽光やマイクログリッドなどの代替エネルギー開発プロジェクトに資金を提供するための、資金の再調達スキーム (Re-Financing Scheme) の拡張 (オフグリッド地域に住む人々のエネルギーアクセスを改善)

### (2) NDC の実施体制

政府は NDC を具体的に実施するために、2018 年に Roadmap and Action Plan for Implementing Bangladesh NDC (Transport, Power and Industry Sectors)を発行した。

NDC の実施を成功させるためには、優れたガバナンスと、各セクターと異なる利害関係者と政府と市民の協力が必要であるとの考えから、以下、図 2.2-2 の体制で運用されている。この体制は、National Adaptation Plan (NAP) の実施を並行して含めることも目的としている。将来的に Bangladesh Climate Change Strategy Action Plan (BCCSAP) の見直しも連動して実施する可能性がある。



出典：Roadmap and Action Plan for Implementing Bangladesh NDC (Transport, Power and Industry Sectors)

図 2.2-2 NDC-NAP 実施体制のガバナンス体制図

### (3) NDC2020 の概要

その後、2020 年 12 月に Nationally Determined Contributions 2020 (Interim) が発表された。これによると、緩和措置を確実に実施するための取り組みを紹介している。以下にその取り組みと概略を示す。

- Mujib Climate Prosperity Plan up to 2030  
 2021 年 3 月に国民の父であるバングラバンドゥシェイクムジブルラーマンの生誕 100 周年を記念して開始される予定のプログラム。主に再生可能エネルギーと気候回復力の投資フレームワーク策定を目的とする。

- **National Solar Energy Roadmap, 2021-2041**  
2020年12月14日にドラフト版が発表された。3つの太陽光発電導入シナリオに基づいて、2041年までにその目標を達成するための、いくつかの対策を示している。具体的な太陽光発電導入シナリオについては「2.3.4 電力局で検討中の太陽光導入計画」を参照。
- **National Action Plan for Clean Cooking, 2020-2030**  
現行の Bangladesh's Country Action Plan for Clean Cook Stoves 2013 (CAP 2013)に続くアクションプランで、現在策定中である。
- **森林と炭素のリスト**  
当国の森林、木、炭素、バイオマスの保有状況をリスト化し、状況を把握する。
- **短寿命気候汚染物質 (Short Lived Climate Pollutants: SLCPs) を削減するための国家計画 (National Action Plan: NAP)**  
主要な黒炭素源と主要なメタン源を対象とした排出緩和策の確認と実施をするためのプランで、2030年までにBAU比で黒炭素排出量を40%削減し、メタン排出量を17%削減することが期待されている。
- **Energy Efficiency and Conservation Master Plan up to 2030**  
2015年3月に策定された、エネルギー効率利用と省エネルギーに関するマスタープラン。
- そのほか、炭素取引 (Clean Development Mechanism: CDM) や大気汚染の監視と削減、再生可能エネルギー戦略、グリーンテクノロジーの推進が紹介されている。

そして、Nationally Determined Contributions 2020 (Interim)では以下のアクションプランを掲げている。

#### アクションプラン

- 2030年までに電力会社規模の太陽光発電所から1,700 MW、ソーラーホームシステムから250 MWの発電設備を設置
- 火力発電機における古い蒸気タービンのリパワリングの実施
- 2030年までに、登録された6つのCDMプロジェクトを通じた、約118のMtCO<sub>2</sub>eの削減
- 600万の改良された調理用コンロの配布
- 商業ビルにおけるGHG排出量の25%削減  
主要都市は大量の固形廃棄物を生成していることから（そのうち75%は生分解性）、エネルギーに変換することで廃棄物を削減する可能性に着目し、2つの市営企業が廃棄物を削減するための焼却技術を採用している。他の2つの市営企業もそれに続き、約100の自治体が排出量を削減するためにバイオガスプラントを設立する予定。当国はすでにKigali Amendmentを批准しており、ハイドロクロロフルオロカーボン(HCFC)とハイドロフルオロカーボン(HFC)を段階的に廃止することにより、2030年までに約240万トンのGHG排出量を削減する予定。

#### 運輸部門

- 10000台のハイブリッド車と電気自動車の導入
- ブロードゲージと電気機関車の導入
- 高品質の燃料とEuro IIIおよびIVエンジンの導入
- 高速道路の4車線化
- 86,000台の不適合車両の撤退
- すべてのオートバイと自動車へのリチウムイオン電池の導入

#### (4) NDC2021の概要

2021年8月26日に Nationally Determined Contributions (NDCs) 2021 Bangladesh (Updated)

---

(NDC2021) が UNFCCC に提出された。NDC2021 は国連開発計画 (UNDP)の支援により策定された。NDC2021 では、表 2.2-5 のとおり GHG 排出量の削減目標が引き上げられている。

INDC2015 では、「条件なし貢献」での削減量が 12MtCO<sub>2</sub>e、「条件あり貢献」での削減量が 24MtCO<sub>2</sub>e であったが、NDC2021 ではそれぞれ 27.56MtCO<sub>2</sub>e、61.91MtCO<sub>2</sub>e となり、削減量が合計で 53.47MtCO<sub>2</sub>e 引き上げられた。

電力セクターでの削減量は、INDC2015 で 16MtCO<sub>2</sub>e であったが、NDC2021 では 43.74MtCO<sub>2</sub>e となり、27.74MtCO<sub>2</sub>e 引き上げられた。石炭火力については、INDC2015 で提言された「100%の新設の石炭火力は、2030 年までに超臨界圧技術を使用する」方針が採用されており、「条件付き貢献」として 12,147MW の超々臨界圧技術を用いた石炭火力の導入が含まれている。この緩和策の中に本事業も計上されている。

表 2.2-5 NDC2021 の GHG 排出削減目標

UNFCCC Sector	Sub-sector	GHG Emission		GHG Reduction by Mitigation (2030)							
		BAU 2030		Unconditional			Conditional			Combined	
		MtCO <sub>2</sub> e	In %	MtCO <sub>2</sub> e	Reduction MtCO <sub>2</sub> e	In %	MtCO <sub>2</sub> e	Reduction MtCO <sub>2</sub> e	In %	Reduction MtCO <sub>2</sub> e	In %
Energy	Power	95.14	23.24	87.13	8.01	29.06	51.4	35.73	57.72	43.74	48.9
	Transport	36.28	8.86	32.89	3.39	12.3	26.56	6.33	10.23	9.72	10.86
	Industry (energy)	101.99	24.91	95.33	6.66	24.17	94.31	1.02	1.65	7.68	8.58
	Other energy sub sectors:										
	Households	30.41	7.43	28.78	1.63	5.91	24.77	4.01	6.46	5.64	6.3
	Commercial	3.35	0.82	2.94	0.41	1.49	2.51	0.43	0.69	0.84	0.94
	Agriculture	10.16	2.48	9.37	0.79	2.87	10.13	0.03	0.05	0.82	0.92
	Brick Kilns	23.98	5.86	20.7	3.28	11.9	12.82	7.88	12.73	11.16	12.47
	Fugitive F Gases	8.31	2.03	8.31			4.03	4.28	6.91	4.28	4.78
Total Energy		312.54	76.34	286.23	26.31	95.46	226.56	59.71	96.46	85.98	96.1
IPPU	Cement and Fertilizer	10.97	2.68	10.97			10.97				
AFOLU	Agriculture and Livestock	54.64	13.35	54	0.64	2.32	53.6	0.4	0.65	1.04	1.16
	Forestry	0.37	0.09	0.37			0.37				
Total AFOLU		55.01	13.44	54.37	0.64	2.32	53.97	0.4	0.65	1.68	1.16
Waste	MSW and wastewater	30.89	7.55	30.28	0.61	2.21	28.44	1.84	2.97	2.45	2.74
Total Emission		409.41		381.85			319.94				
Total Reduction					27.56	6.73		61.95	15.12	89.47	21.85

IPPU: Industrial Processes and Product Use

AFOLU: Agriculture, Forestry and Other Land Use

出典：NDC2021

「12,147MW の超々臨界圧技術を用いた石炭火力の導入」の対象となる超々臨界圧石炭火力のリストは、電力局から環境局に提出されている。そのリストは表 2.2-6 のとおりである。NDC2021 で示された 12,147MW と誤差があり、電力局から環境局に提出された設備容量から 46MW、電源開発計画の設備容量から 116MW となっている。これは、GHG 排出量を計算する際の、所内電力などの扱いで生じているものと思われる。NDC2021 に採用された案件の構成については、間違いないことが確認されている。

この石炭火力開発案件リストが環境局に提出された後、2021 年 6 月 27 日のプレス発表で、当国政府はさらなる GHG 排出削減を目的に、新たな石炭火力の開発方針を示し、表 2.2-6 の No.8 から No.11 の 4 案件の 4,442MW については石炭火力としての開発がキャンセルされていた（直後に No.8 と No.9 はキャンセルされた案件から除外されている）。しかしながら、電力局の決定文書（表 2.2-7）によると、この 4 案件は正式にキャンセルされておらず、電力局や BPDB は廃止手続きを実施している最中と思われる。よって、現段階の石炭火力開発容量は 12,147MW である。

表 2.2-6 電力局から環境局（DoE）に提出された石炭火力開発案件（左側の数値）と 2021 年 6 月時点の BPDB 策定の電源計画（右側の数値）、および当国政府が発表した石炭火力開発計画（下段のキャンセル分）

No.	Power Plant Name submitted to DoE	Capacity submitted to DoE (MW)	Capacity in the PDP (MW)
1	Payra, Patuakhali 2x660 MW Coal based power plant	1,244	1,244
2	Maitree Super 1320 MW Coal Based Power Plant: Organizatio:BIFPCL (JV of BPDB & NTPC, India) EPC: BHEL, INDIA	1,240	1,240
3	Chittagong 2x612 MW Coal based power plant Project Sponsor: SS Power (S. Alam)	1,224	1,224
4	Payra, Patuakhali 1200-1320 MW Coal based power plant (2nd Phase) Organizatio:BCPCL (JV of NWPGCL & CMC, China)	1,244	1,244
5	Barisal 308 MW Coal based power plant Sponsor: Barisal Electric Power Company	307	307
6	Matarbari 1200 MW Coal based power plant Organization: CPGCBL EPC: Sumitomo, Japan	1,200	1,200
7	Matarbari 1200MW Coal based power plant (2nd Phase )	1,200	1,200
	Sub Total	7,659	7,659
8	Potuakhali 1320 MW Coal based power plant Organizatio:RNPL(JV of RPCL & Norinco, China) EPC:TEPC-CHEC-	1,247	1,247
9	Mirsarai 1320 MW: Coal based Project (Hanku, China)	1,240	1,240
10	Maheshkhali 1200-1320 MW Coal based power plant (ECA Funding)	1,320	1,250
11	Dhaka 635MW Coal based power plant Sponsor: Orion Power Unit-2 (Dhaka-2)	635	635
	Sub Total (Cancelled on 27th June 2021)	4,442	4,372
	<b>Total</b>	<b>12,101</b>	<b>12,031</b>

出典：Power Cell からの入手資料、2021 年 6 月の BPDB の電源計画、2021 年 6 月の当国政府の石炭火力開発方針

表 2.2-7 電力局が決定した石炭火力開発中止方針

No.	Project Name	Owner/ Company	Proposal (New fuel)
1	Bangladesh Singapore 700 MW Ultra Super Critical Coal Fired Power Project	CPGCBL	RLNG based combined cycle power plant (CCPP)
2	CPGCBL-Sumitomo 1200 MW Ultra Super Critical Coal Fired Power Project	CPGCBL	RLNG based combined cycle power plant (CCPP)
3	Patuakhali 2x660 MW Coal Based Power Project	Ashuganj	RLNG/ Renewable Based Power Project
4	Uttarbangla 1200 MW Super Thermal Power Plant	Ashugaij	-----
5	Moheshkhali 1320 MW Coal Based Power Project	BPDB	-----
6	Moheshkhali 1320 MW Coal Based Power Project	BPDB	Gas/RLNG based Combine Cycle Power Plant (CCPP) or any other Project considering Power Denied.
7	Khulna Moheshkhali 565 MW Coal Based Power Project	BPDB	LNG based or any other fuel based.
8	Mawa 522 MW Coal Based Power Project	BPDB	LNG based or any other fuel based.
9	Gozaria 63 5 MW Coal Based Power Project	BPDB	Coal Based Power Project
10	Dhaka 282 MW Coal Based Power Project and Chittagong 282 MW Coal Based Power Project	BPDB	-----

出典：電力局

NDC2021 における電力セクターの緩和策は以下のとおりである。

表 2.2-8 NDC2021 における電力セクターの緩和策

電力セクターにおける2030年までの緩和策	Unconditional contribution (MW)	Conditional contribution (MW)
再生可能エネルギー導入促進	911.8	4,414.3
ガスコンバインドサイクル発電機の導入	3,208.0	5,613.0
既存のガス発電所の効率改善	570.0	570.0
超超臨界圧技術を用いた石炭火力発電の導入	---	12,147.0

上記の表のほかに、数値目標がない緩和策として、「プロペイドメーターの導入」と「送配電ロスを2030年までに1桁台に低減」が示されている。

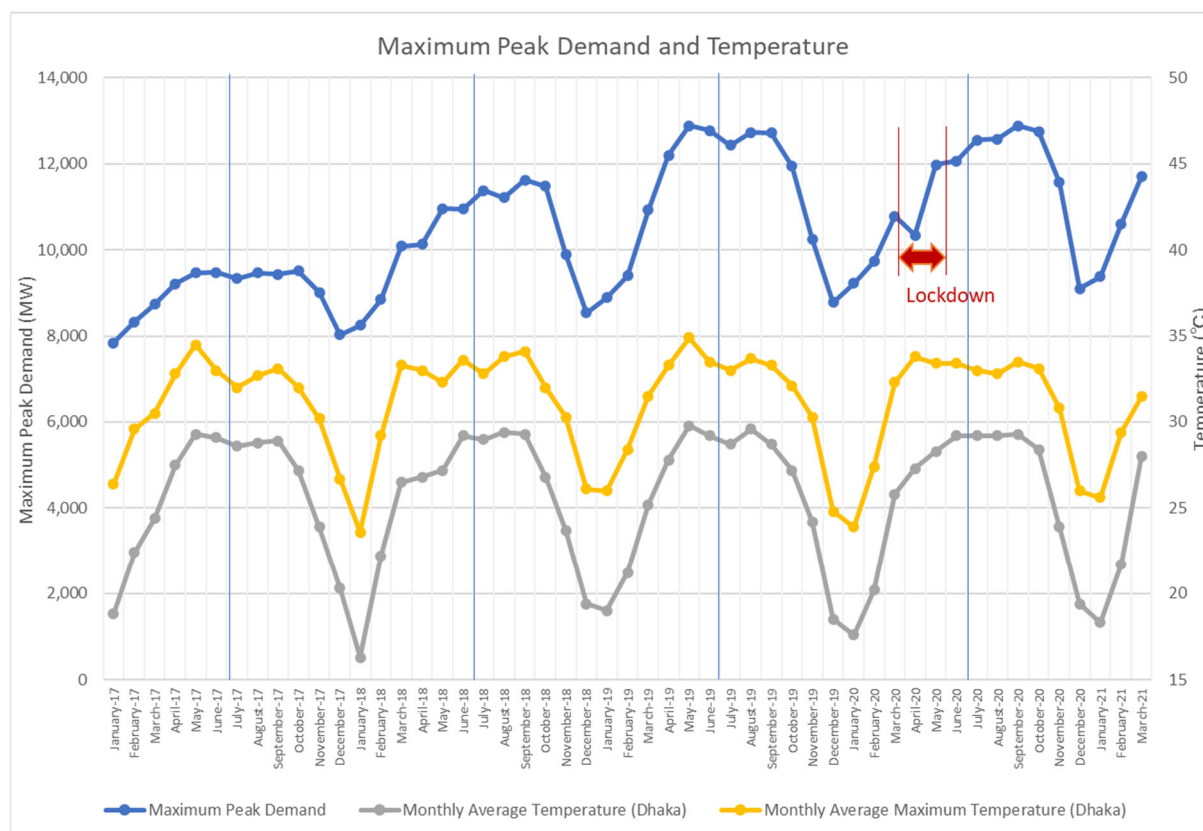
出典：NDC2021

その他、NDC2020 で掲げられた取り組みについては、NDC2021 においても引き継がれている。NDC2021 での新たな適合アクションプランとしては、「持続可能な生態系と暮らし」「災害管理」「農業・食料の安全保障」「水資源管理」「地表水と雨水の利用」が提案されている。また、これらの取り組みを推進するための体制と方法、課題、資金調達などについても触れている。

## 2.3 電源開発の現況・見通し

### 2.3.1 最新の電力需要

図 2.3-1 は、PSMP2016 策定以降の 2017 年 1 月から 2021 年 3 月<sup>4</sup>までの月間最大需要実績と月間平均気温、月間平均最高気温のグラフである。2017 年から 2019 年にかけては順調に電力需要が伸びているものの、2020 年は、Covid-19 の感染拡大により 3 月 23 日から 5 月 30 日までロックダウンされたことが影響し、この期間の電力需要が例年より低くなっている。



出典：PGCB website と気象庁（日本）のデータより調査団作成

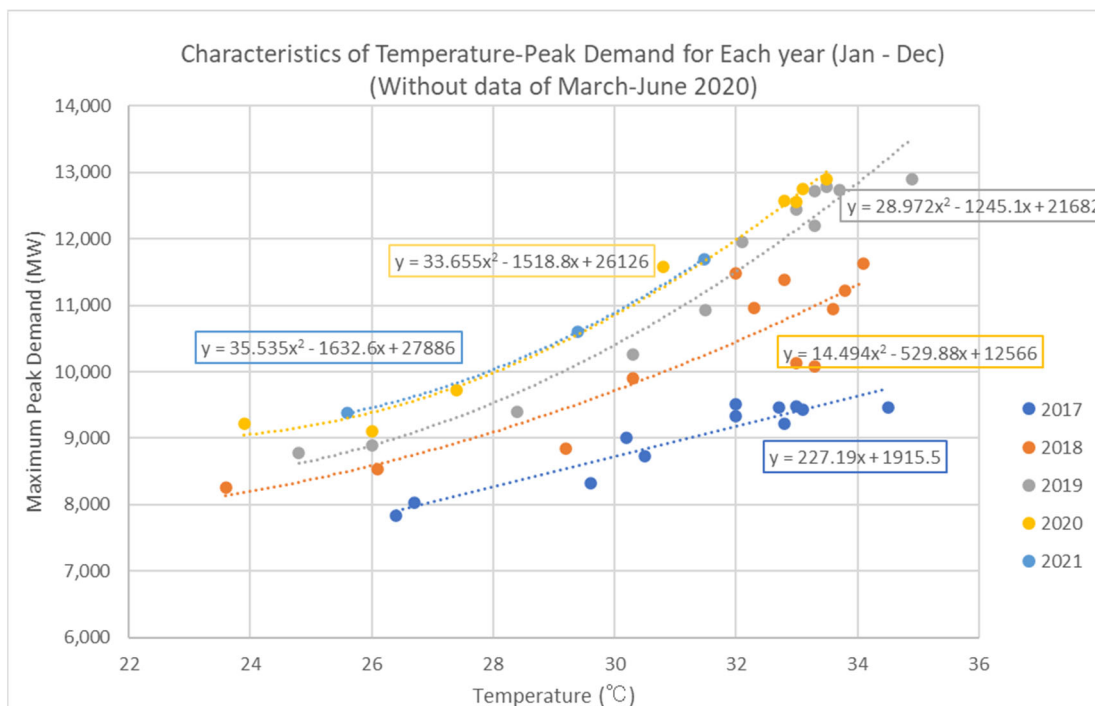
図 2.3-1 月間最大需要実績と月間平均気温、月間平均最高温度

図 2.3-1 のデータは、気温が異なる状況下での需要実績であるため、同じ気温状況で需要動向を調べる。年別に 1 月から 12 月の月間平均最高気温と月間最大需要実績の相関を示したのが図 2.3-2 である。ただし、2020 年のデータについては、ロックダウンの影響があるとみられる 3 月から 6 月のデータを省いた。この図から導き出される各年の気温と需要の相関式から、平均最高気温における需要を算出できる。

各年の需要の成長については、2020 年は Covid-19 の影響が大きかったものの、2019 年より需要が伸びていることが分かる。2021 年の 1 月から 3 月のデータにおいては、2020 年同月からの伸びはほとんどない。

<sup>4</sup> 2021 年 3 月は 3 月 20 日までの最大需要

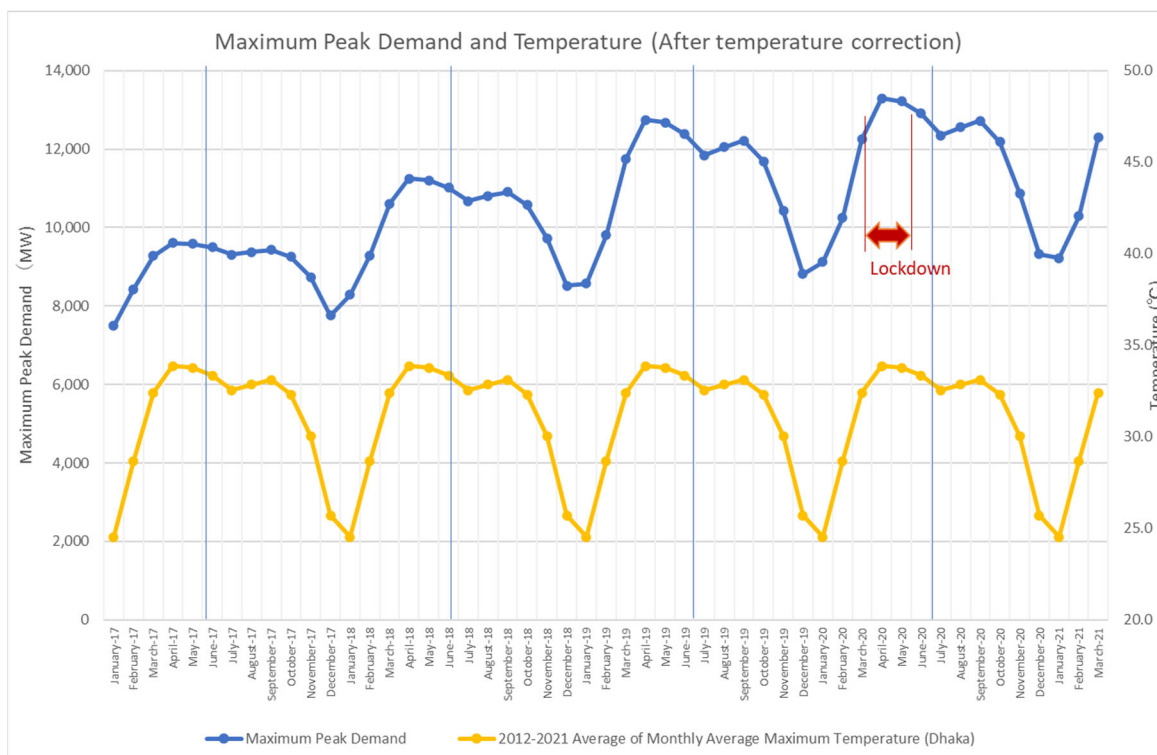




出典：PGCB website と気象庁（日本）のデータより調査団作成

図 2.3-2 各年の月間平均最高気温と月間最大需要実績の相関

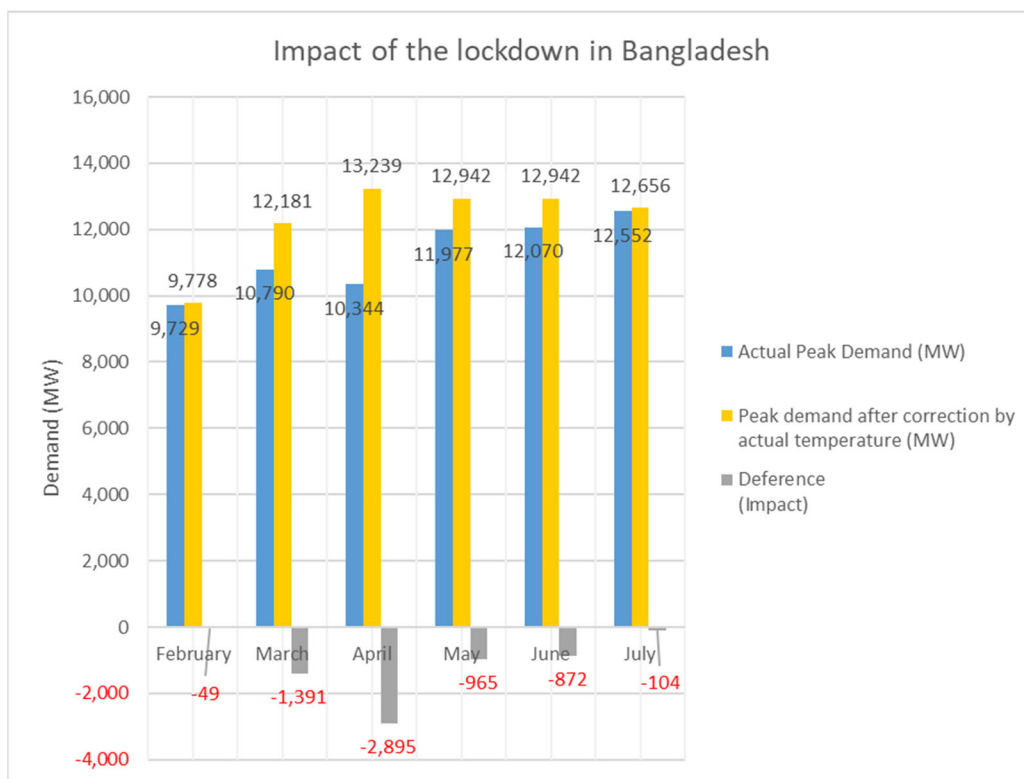
図 2.3-2 から導き出された相関式を用いて、2017 年から 2021 年実績を、2012 年から 2021 年の間のダッカの月間平均最高気温の平均（平年値）で補正すると、図 2.3-3 になる。このグラフから、2020 年の最大電力需要の想定実績が導き出され、その値は 13,290MW となる。



出典：PGCB website と気象庁（日本）のデータより調査団作成

図 2.3-3 月平均最高気温を平年値で気温補正した後の需要実績

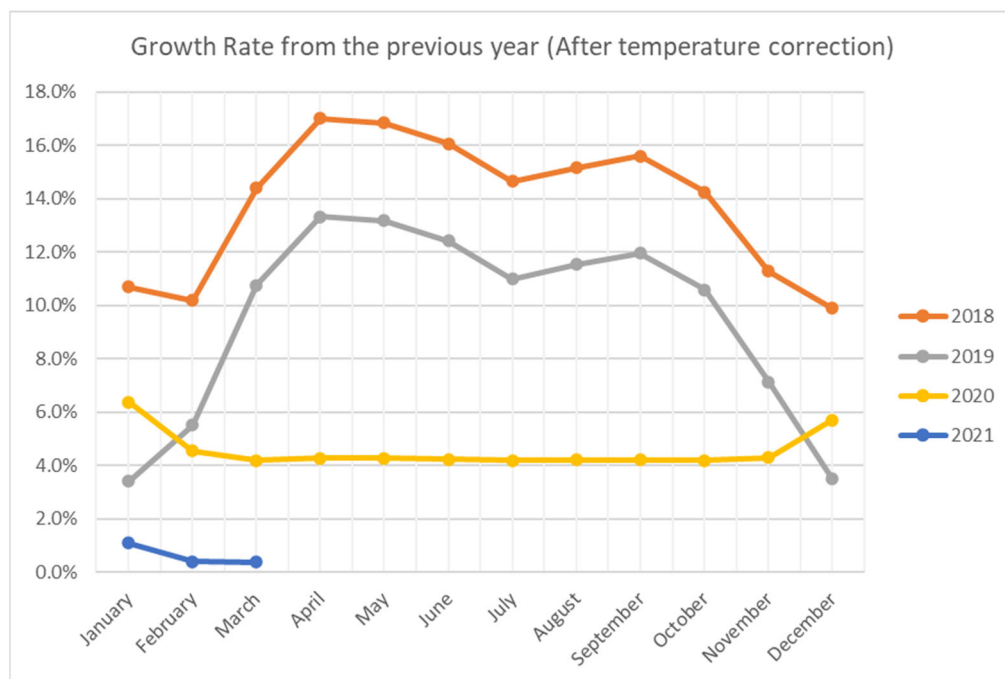
さらに図 2.3-4 は、実績気温から算出したロックダウン期間の前後 1 か月を含む補正最大需要と実績最大需要とその差を表したグラフであり、この差がロックダウンや Covid-19 の感染拡大による需要減少とみなせる。



出典：PGCB website と気象庁（日本）のデータより調査団作成

図 2.3-4 当国におけるロックダウンや Covid-19 感染拡大による需要減少推定値

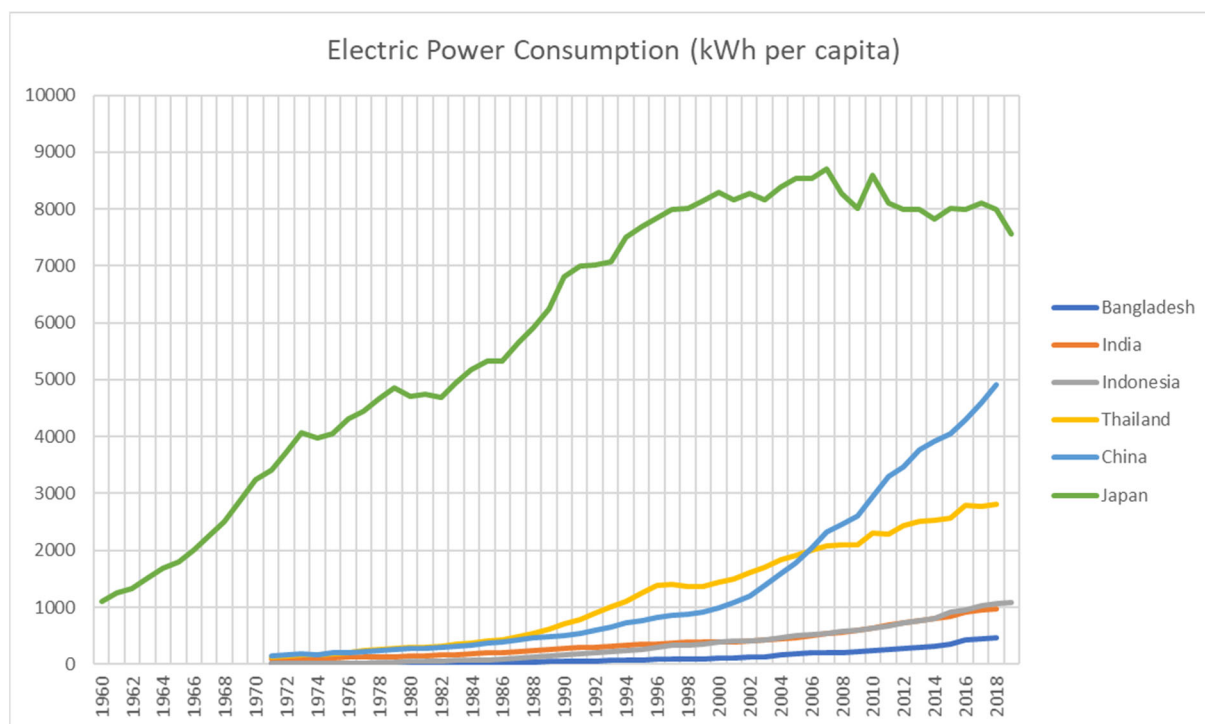
また、図 2.3-5 は、図 2.3-3 の平年気温補正による需要に対する、各月の需要増加の同月前年比を表したグラフである。このグラフからは、2018 年の需要の伸びは著しかったものの、2019 年は Revisiting PSMP2016 程度の伸び率に落ち着いていることがわかる。2020 年は Covid-19 の影響で、2019 年比が概ね各月 4%程度まで下がったと考えられ、最大の下げ幅は 4 月の 9%である。2021 年は 3 月までの実績しかないが、伸び率は 0%に近く、おおむね昨年と同様の需要実績となっている。



出典：PGCB website と気象庁（日本）のデータより調査団作成

図 2.3-5 平年気温補正後の需要から導き出した、需要増加の同月前年比

図 2.3-3 の補正された実績需要を、Revisiting PSMP2016 と PSMP2016 の需要想定と比較したグラフを図 2.3-7 に表す。図 2.3-7 の数表が表 2.3-1 であり、ここからわかるとおり、2017-18 および 2018-19 年度の需要の伸び率は予想を大きく上回ったものの、2019-20 年度は前述のとおり Covid-19 の影響により大幅に需要の伸び率が下がり、需要が PSMP2016 の Base ケースレベルになっている。2021 年の 2 月、3 月のピーク需要は前年と同レベルの需要であったが、2020 年は Covid-19 の状況下においても前年同月比が 4%以上あったことから、近い将来には少なくとも PSMP2016 の Base Case (With EE&C)による 8%程度の需要増加率や Revisiting PSMP2016 の Low Case (With EE&C) の 12%程度の需要増加率レベルには回復すると思われる。図 2.3-6 に示した通り、依然、当国では国民一人当たりの電力消費量が低いレベルにあり、今後の電化率の向上や、経済発展に伴い、タイや中国のように国民一人当たりの電力消費の増加が大いに見込まれる。PSMP2016 や Revisiting PSMP2016 の需要想定ではこれらが考慮されている。

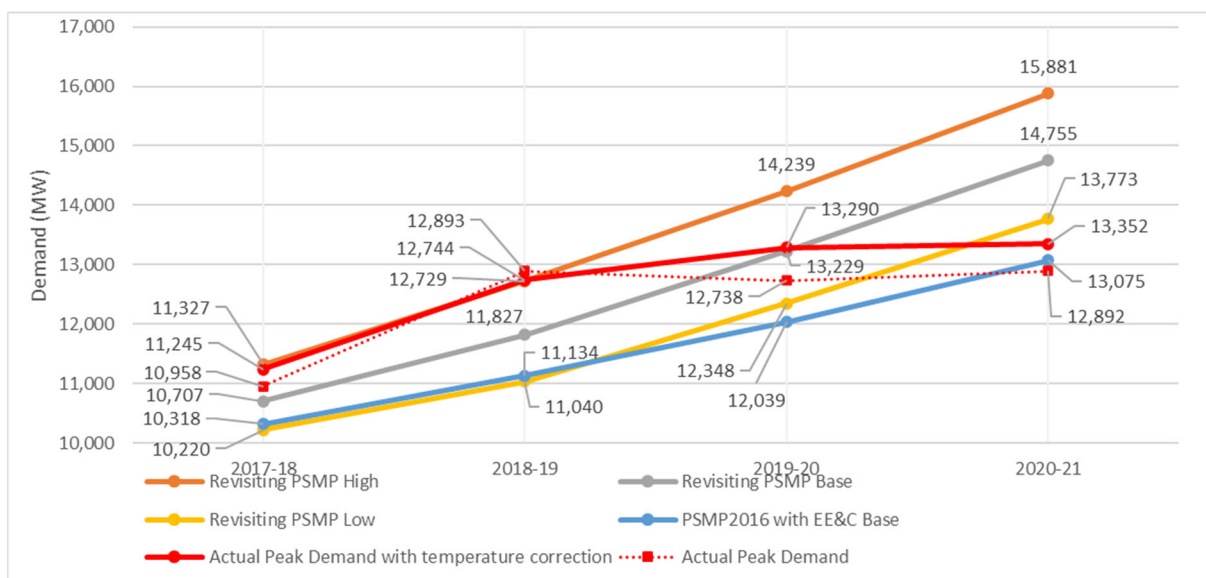


出典：World Bank, International Energy Agency (IEA)

図 2.3-6 国民一人当たりの電力消費量 (kWh)

第8次5か年計画では、GSMP2017で提案された3つのガス需要シナリオのうち、気候変動（再エネ導入）に対応するシナリオCを主として調査することが述べられていることや、第8次5か年計画で省エネ対策を進めることが目標となっている。このことから、Revisiting PSMP2016のLow Case (With EE&C)が、主軸の需要想定になるとと思われる。

図 2.3-8は、PSMP2016およびRevisiting PSMP 2016による省エネ対策込みの需要定みの比較である。需要実績と状況を考慮し、仮に最も需要の伸びが低いPSMP2016のLowケースで今後成長するとしても、2041年時点の需要は48GW程度を予想しており、現状より35GWもの需要の伸びが予想されている。そのため、需要に見合った電源開発と送配電設備開発は、電力の安定供給を確保しつつ計画的に進められなければならない、本事業も電力の安定供給に欠かせない重要な事業である。次節では、当国の具体的な電源開発について、当国の電源計画を参照しながら考察する。



出典：Revisiting PSMP2016, PSMP2016, BPDB Annual Report, PGCB website、気象庁データより調査団作成

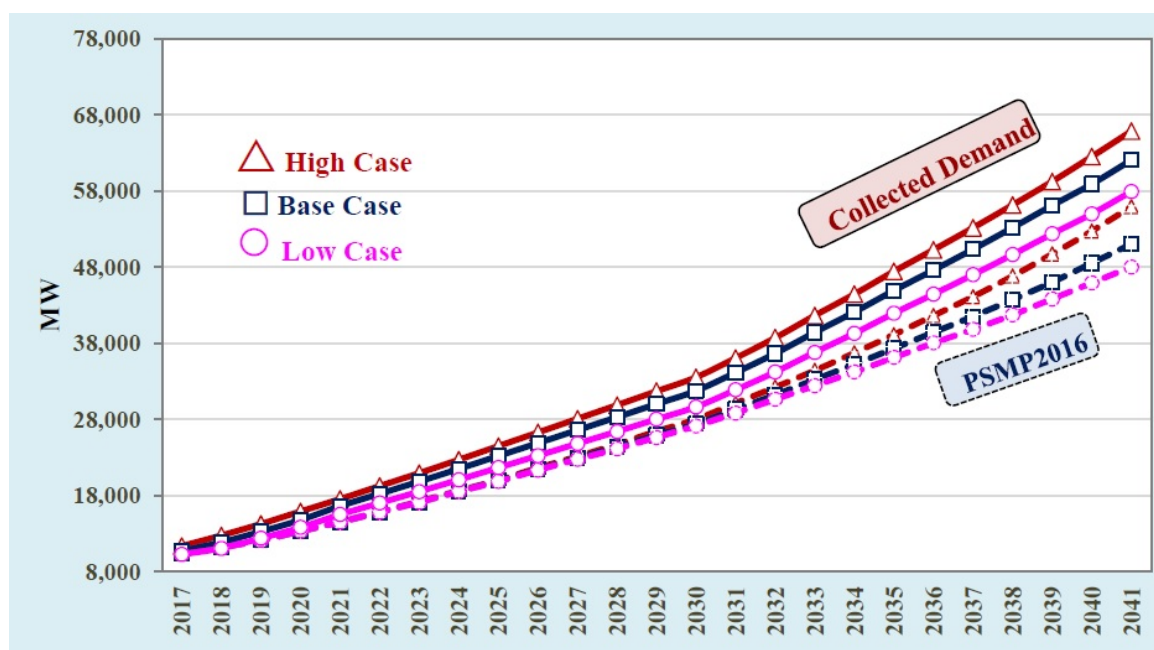
図 2.3-7 PSMP2016 および Revisiting PSMP2016 の需要想定と実績需要（気温補正後）の比較

表 2.3-1 年間最大電力の動向と各マスタープラン想定との比較

Fiscal Year	Actual Peak Demand (MW)	Growth Rate	Actual Peak Demand with temperature correction (MW)	Growth Rate	Revisiting Master Plan 2016 (With EE&C) (MW)						PSMP2016 (With EE&C)	
					High Case	Growth Rate	Base Case	Growth Rate	Low Case	Growth Rate	Base Case	Growth Rate
2017-18	10,958	15.6%	11,245	18.6%	11,327	19.5%	10,707	13.0%	10,220	7.8%	10,318	8.9%
2018-19	12,893	17.7%	12,744	13.3%	12,729	12.4%	11,827	10.5%	11,040	8.0%	11,134	7.9%
2019-20	12,738	-1.2%	13,290	4.3%	14,239	11.9%	13,229	11.9%	12,348	11.8%	12,039	8.1%
2020-21	12,892	1.2%	13,352	0.5%	15,881	11.5%	14,755	11.5%	13,773	11.5%	13,075	8.6%

The Growth Rate of 2017-18 is the rate against actual peak demand in 2016-17, 9,479MW

出典：Revisiting PSMP2016、PSMP2016、PGCB website、気象庁データより調査団作成



出典：Revisiting PSMP2016

図 2.3-8 PSMP2016 と Revisiting PSMP2016 による需要想定（省エネ対策込み）の比較

### 2.3.2 当国の電源計画

当国では、2017年ころから計画停電がほぼない状況になっており、需給バランスが取れている状態が続いている。

電源計画は PSMP2016 で策定されたのち、2018年に Revisiting PSMP2016 で見直され、その後2019年に Power Cell と BPDB が 2030年までの電源開発計画（Generation Planning up to 2030）を公表している。その後、電源開発計画は、2030年までのものがこまめに改訂されており、最新は2021年6月に BPDB で策定されたものである。2021年6月27日に当国政府が発表した石炭火力開発方針（表 2.3-3 の No.1 から No.7）と相違があるものの、現段階の石炭火力開発計画は2021年6月に BPDB で策定されたものである（表 2.3-3 の No.1 から No.11）。2031年から2041年の電源開発計画は、Revisiting PSMP2016 が最新情報である。

電源廃止計画は、2025年までのものは、BPDB の年次報告書（Annual Report 2019-20）が最新であり、2026年から2041年の電源廃止計画は、2020年3月時点の BPDB が策定した計画が最新である。

電源計画のベースとなる需要については、2019年の電源開発計画において、Revisiting PSMP2016 の Low Case（省エネ対策なし）と Low Case（省エネ対策あり）の2ケースが採用されており、電源計画は Low Case（省エネ対策なし）の需要を基準に電源計画が策定されている。現在は、Covid-19の影響を考慮して、PSMP2016 の Low Case や Revisiting PSMP2016 の Low Case をベースに電源計画が策定されている。

電力需給バランスは、再生可能エネルギーを除いて計画されている。この理由は、最大電力発生時刻が概ね 21時～23時であることから、この時間帯での太陽光発電が期待できないことや、風力、バイオマス・廃棄物由来の発電については、容量やポテンシャルが小さく、出力も不安定であるためであり、見込み可能な供給力の評価をする際は 0 MW としている。また、現状は再生可能エネルギー導入量が少なく、将来的な再生可能エネルギー政策は策定中であり、再生可能エネルギーの供給力評価手法を検討するためのデータが不足しているため、再生可能エネルギーを電源計画に組み入れる準備ができていないことも、再生可能エネルギーを供給力として計上しない理由に考えられる。

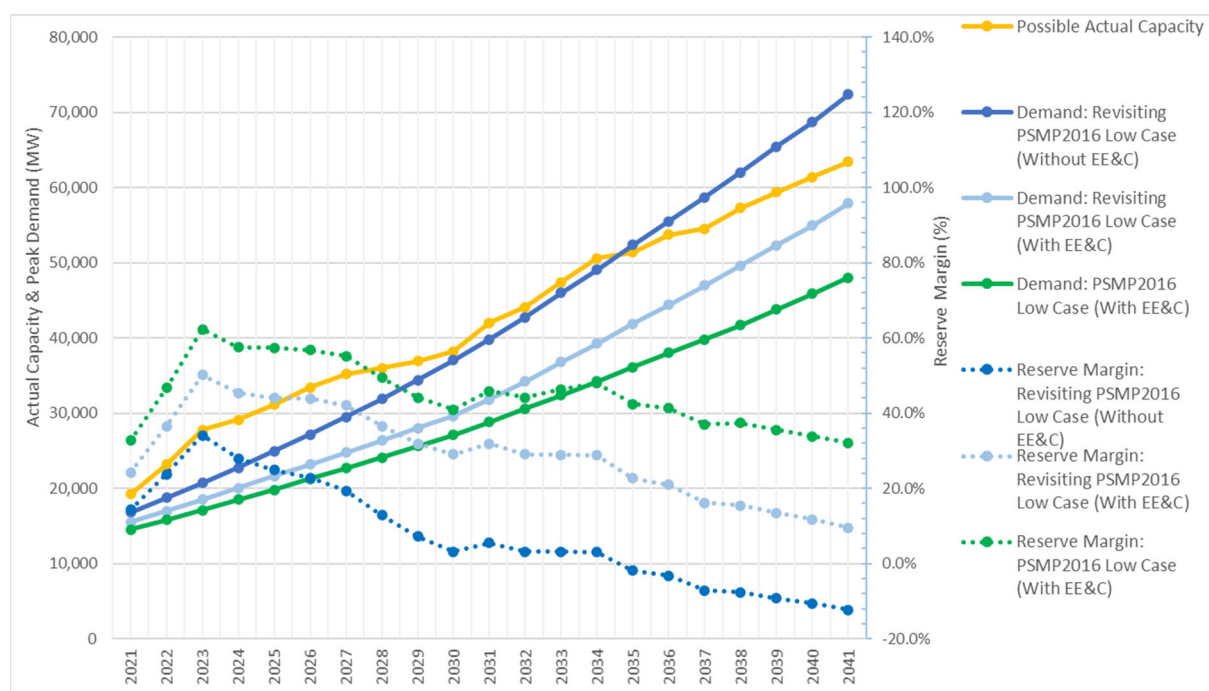
これらの最新情報を合成した電源開発計画と電源廃止計画で策定した需給バランスが図 2.3-9 である。なお、2021年6月に電力局が決定した石炭火力開発方針において石炭火力として開発さ

れない案件については、ガス火力として計上した。供給力については、2019年のBPDBの電源計画の手法に倣い、設備容量の80%を供給力とし、需要はRevisiting PSMP2016の2つのLow Case（省エネ対策ありと無し）、PSMP2016のLow Case（省エネ対策あり）の最大電力需要、および予備率(%)を示した。表2.3-2はグラフの数値データである。需要が最も高いRevisiting PSMP2016のLow Case（省エネ対策なし）の予備率は、2030年度で3.2%、2041年では-12.4%となり、Revisiting PSMP2016のLow Case（省エネ対策あり）の予備率は、2030年度で29.0%、2041年では9.6%となる。先にも述べた通り、電源計画の供給力の評価については、表2.3-2に示したとおり、設備容量の80%を供給力とみなしている。これは発電機の性能劣化による出力低下および補修計画を考慮して供給力を評価するためである。日本でも発電事業者から提出される長期補修計画や、特定の発電機の出力減少を需給バランスに反映して供給力を評価している。よって、Revisiting PSMP2016上では2041年における予備率は10%確保できているものの、80%の供給力とすることでマイナスに陥っている。

ちなみに、発電事業者とバングラデシュ電源開発公社（Bangladesh Power Development Board: BPDB）間の電力販売契約（Power Purchase Agreement: PPA）では、容量に対する出力を90%以上とする条項があり、これを下回ると、容量に対する料金である「固定費」が、出力可能容量に比例して減額される。この意味するところは、発電事業者の資金回収の観点から、出力可能容量の維持、つまり維持管理のインセンティブを高め、その結果、全体的に供給力確保・電源計画の確実性を高めることである。

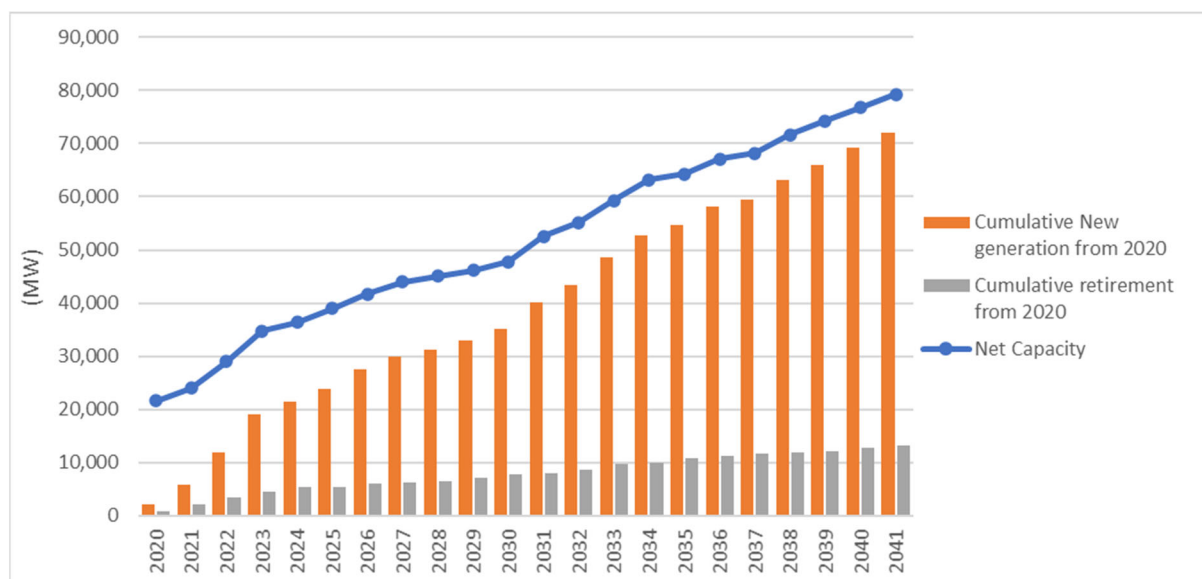
Revisiting PSMP2016（省エネ対策あり）は省エネ対策なしの需要に比べて需要が低くなる分、予備率が大きくなるが、高需要シナリオのリスクを考慮して電源計画を策定する必要がある。また、年々需要が増加する発展途上の段階では、長時間を要する電源開発は計画の遅延リスクや進捗の変更リスクなどを考慮すると適正予備率を一定に維持することは難しく、2030年までの途中において一時的に予備率が高くなる場面がある。

図2.3-10には2020年以降に開発・廃止される電源量および発電容量を示した。電源開発は、老朽化した古い設備を廃止しながら新たな電源を計画する必要がある。2020年から2030年までの電力需要は22GW増加するが、電源は、2030年までに7.7GW廃止され、その結果35GWの新たな電源が必要となり、2041年までには電力需要が58GW増加するが、電源は13.2GW廃止され72GWの新たな電源が必要となる。



出典：2020年3月および2021年6月のBPDBの電源計画Revisiting PSMP2016から調査団作成

図2.3-9 2041年度までの供給力と需要（3パターン）および予備率の推移



出典：2020年3月および2021年6月のBPDBの電源計画、Revisiting PSMP2016から調査団作成

図 2.3-10 2020年以降に開発・廃止される電源量および総設備容量

表 2.3-2 各種最新情報を合成した2041年までの需給バランス（再生可能エネルギー除き）

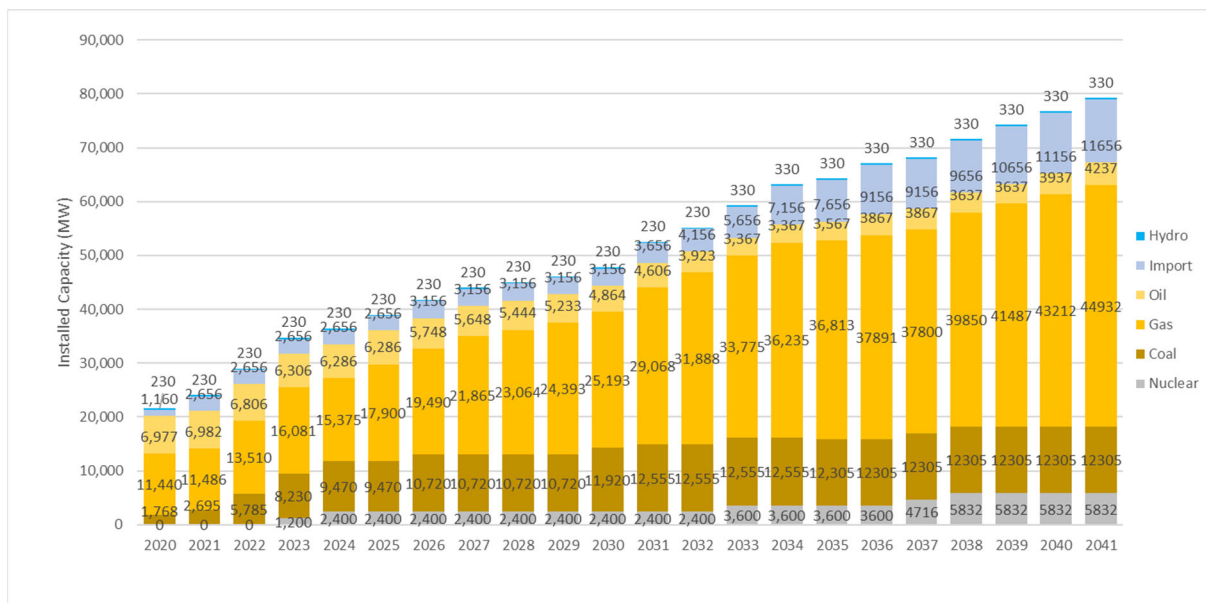
Year	Capacity					Demand-Supply Balance											
						In case of Peak Demand from Revisiting PSMP-2016						In case of Peak Demand From PSMP-2016					
						Low Case (Without EE&C measures) of Peak Demand			Low Case (With EE&C measures) of Peak Demand			Low Case (Without EE&C measures) of Peak Demand			Low Case (With EE&C measures) of Peak Demand		
						Peak Demand (MW)	Demand Growth (%)	Reserve Margin (MW/%)	Peak Demand (MW)	Demand Growth (%)	Reserve Margin (MW/%)	Peak Demand (MW)	Demand Growth (%)	Reserve Margin (MW/%)	Peak Demand (MW)	Demand Growth (%)	Reserve Margin (MW/%)
(a)	(b)	(c)	(d)=(a)+(b)-(c)	(e)=80% of (d)	(f)	-	(g)=(e)-(f)	(g)/(f)	(h)	-	(i)=(e)-(h)	(i)/(h)	(j)	-	(k)=(e)-(j)	(k)/(j)	
2020	20,345	2,029	799	21,575	17,260	14,757	15.9%	2,503	17.0%	13,773	8.1%	3,487	25.3%	13,300	4.4%	3,960	29.8%
2021	21,575	3,810	1,336	24,049	19,239	16,823	14.0%	2,416	14.4%	15,477	12.4%	3,762	24.3%	14,500	9.0%	4,739	32.7%
2022	24,049	6,139	1,201	28,987	23,189	18,737	11.4%	4,452	23.8%	16,983	9.7%	6,206	36.5%	15,800	9.0%	7,389	46.8%
2023	28,987	6,996	1,279	34,703	27,762	20,697	10.5%	7,065	34.1%	18,489	8.9%	9,273	50.2%	17,100	8.2%	10,662	62.4%
2024	34,703	2,440	726	36,417	29,134	22,769	10.0%	6,365	28.0%	20,037	8.4%	9,097	45.4%	18,500	8.2%	10,634	57.5%
2025	36,417	2,525	0	38,942	31,154	24,952	9.6%	6,202	24.9%	21,625	7.9%	9,529	44.1%	19,800	7.0%	11,354	57.3%
2026	38,942	3,550	748	41,744	33,395	27,191	9.0%	6,204	22.8%	23,203	7.3%	10,192	43.9%	21,300	7.6%	12,095	56.8%
2027	41,744	2,400	125	44,019	35,215	29,519	8.6%	5,696	19.3%	24,796	6.9%	10,419	42.0%	22,700	6.6%	12,515	55.1%
2028	44,019	1,250	255	45,014	36,011	31,912	8.1%	4,099	12.8%	26,381	6.4%	9,630	36.5%	24,100	6.2%	11,911	49.4%
2029	45,014	1,842	724	46,132	36,906	34,422	7.9%	2,484	7.2%	27,997	6.1%	8,909	31.8%	25,600	6.2%	11,306	44.2%
2030	46,132	2,150	519	47,763	38,210	37,024	7.6%	1,186	3.2%	29,619	5.8%	8,591	29.0%	27,100	5.9%	11,110	41.0%
2031	47,763	5,010	258	52,515	42,012	39,812	7.5%	2,200	5.5%	31,850	7.5%	10,162	31.9%	28,800	6.3%	13,212	45.9%
2032	52,515	3,320	683	55,152	44,122	42,748	7.4%	1,374	3.2%	34,198	7.4%	9,924	29.0%	30,600	6.3%	13,522	44.2%
2033	55,152	5,150	1,019	59,283	47,426	45,976	7.6%	1,450	3.2%	36,781	7.6%	10,645	28.9%	32,400	5.9%	15,026	46.4%
2034	59,283	4,170	210	63,243	50,594	49,090	6.8%	1,504	3.1%	39,272	6.8%	11,322	28.8%	34,200	5.6%	16,394	47.9%
2035	63,243	1,900	872	64,271	51,417	52,389	6.7%	-972	-1.9%	41,911	6.7%	9,506	22.7%	36,100	5.6%	15,317	42.4%
2036	64,271	3,450	572	67,149	53,719	55,521	6.0%	-1,802	-3.2%	44,417	6.0%	9,302	20.9%	38,000	5.3%	15,719	41.4%
2037	67,149	1,366	341	68,174	54,539	58,718	5.8%	-4,179	-7.1%	46,974	5.8%	7,565	16.1%	39,800	4.7%	14,739	37.0%
2038	68,174	3,666	230	71,610	57,288	62,032	5.6%	-4,744	-7.6%	49,626	5.6%	7,662	15.4%	41,700	4.8%	15,588	37.4%
2039	71,610	2,800	163	74,247	59,398	65,436	5.5%	-6,038	-9.2%	52,349	5.5%	7,049	13.5%	43,800	5.0%	15,598	35.6%
2040	74,247	3,300	775	76,772	61,418	68,708	5.0%	-7,290	-10.6%	54,966	5.0%	6,452	11.7%	45,900	4.8%	15,518	33.8%
2041	76,772	2,850	330	79,292	63,434	72,379	5.3%	-8,945	-12.4%	57,903	5.3%	5,531	9.6%	48,000	4.6%	15,434	32.2%
Total		72,112	13,165														

出典：2020年3月および2021年6月のBPDBの電源計画、PSMP2016、Revisiting PSMP2016から調査団作成

燃料別の電源構成については、図 2.3-11 と図 2.3-12 に示した。石炭火力については、世界的な気候変動対策への潮流に応じて、当国政府により 2021 年 6 月 27 日に石炭火力開発を大幅に減らした計画方針が発表されたが、現時点の電源計画（既存設備を含む）では図 2.3-11 のとおり、2030

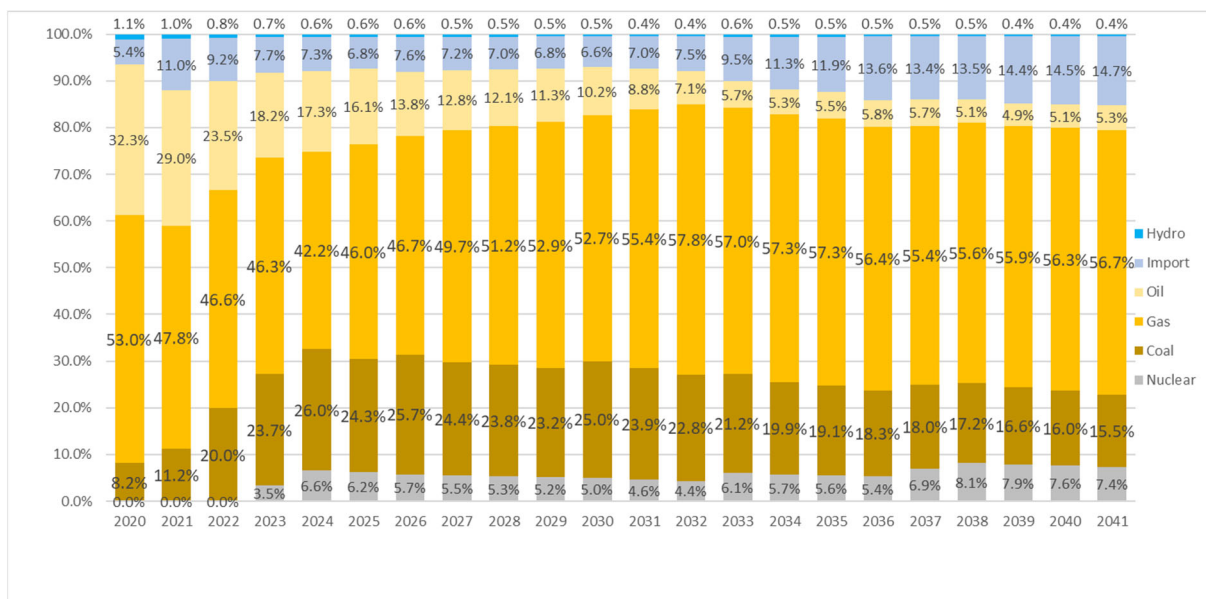


年時点で 11,920MW、2041 年時点で 12,305MW となった。石炭火力の電源比率（再エネ除き）は、  
図 2.3-12 の通り、2030 年時点で 25.0%、2041 年時点で 15.5%となる。



出典：2020 年 3 月および 2021 年 6 月の BPDB の電源計画、Revisiting PSMP2016 から調査団作成

図 2.3-11 燃料別電源ポートフォリオ供給力の推移



出典：2020 年 3 月および 2021 年 6 月の BPDB の電源計画、Revisiting PSMP2016 から調査団作成

図 2.3-12 燃料別電源ポートフォリオ比率の推移

表 2.3-3 は現時点の石炭火力電源計画である。2021 年 6 月 27 日に当国政府が発表した石炭火力開発方針では、表 2.3-3 の No.8 から No.11（直後に No.10 と No.11 に変更）は石炭火力として開発されないとしていたが、現状では、電力局が決定した廃止プロジェクトに含まれていない。

本事業は石炭火力として開発されることになっており、Power Division や BPDB への聞き取りにおいても、環境面やマタバリ石炭火力 1/2 号機の原価低減、エネルギーセキュリティー、ガス送配設備投資の抑制の面から、必要な案件に位置付けられていることが確認された。

表 2.3-3 当国政府による石炭火力開発プロジェクトの見直し

No.	Name of the Coal Power Project	Developed as a coal power (MW)	Cancelled project as a coal power (MW)	Fuel Type	Ownership	Expected Commissioning Date	Remarks	Status
1	Payra, Potuakhali 1320 Coal Fired Power Plant (1st Phase)	1,244		I. Coal	BCPCL (NWPGL)	1st Unit: Feb, 2020 2nd Unit: June, 2020	Under Commercial Operation	
2	BIFPCL, Rampal, Coal Fired Power Plant	1,240		I. Coal	BIFPCL	1st Unit: January, 2022	• Progress: 69 %	Ongoing
3	Chittagong 2 x 612 MW Coal Fired Power Project (S.Alam)	1,224		I. Coal	IPP	Dec, 2022	•Progress:80 %	Ongoing
4	Payra, Potuakhali 1320 Coal Fired Power Plant (2nd Phase)	1,244		I. Coal	BCPCL (NWPGL)	3rd Unit: June, 2023 4th Unit: Dec, 2023	•Progress:20 %	Ongoing
5	Borisal 307 MW Coal Fired Power Plant	307		I. Coal	IPP	June, 2022	•Progress: 58 %	Ongoing
6	Matarbari 1200 MW USCPP (Phase 1: Unit 1&2)	1,200		I. Coal	CPGCBL	1st unit: January 2024 2nd unit June 2024	•Progress: 46 %	Ongoing
7	<b>Matarbari 1200 MW USCPP (Phase 2: Unit 3&amp;4)</b>	<b>1,200</b>		<b>I.Coal</b>	<b>CPGCBL</b>	<b>December, 2030</b>	<b>• Under Feasibility study</b>	<b>Planning</b>
8	Patuakhali 1320 (2x660) MW USCPP (Phase-1)	1,247		I. Coal	RNPCL	1st Unit: Feb, 2023 2nd Unit: August,	• Progress:36 %	Ongoing
9	Mirshorai 1320 MW Coal Fired PP (Hangzhou Group)	1,240		I. Coal	IPP	June, 2025	• LOI Issued	Ongoing
10	Moheshkhali 1200 MW USCPP (ECA)	1,250		I. Coal	BPDB	June, 2027	• Consultant Appointed	Ongoing
11	635MW plant in Dhaka (Gozaria)	635		I. Coal	---	December, 2025	---	Contract signed
<b>Total</b>		<b>12,031</b>						
12	Patuakhali 1320 (2x660) MW USCPP (Phase-1)		1,250	I. Coal	APSCL	December, 2031	•Cancelled on June 2021	Planning
13	Uttarbongo Thermal		1,200	D. Coal	APSCL	After 2030	•Cancelled on June 2021	Planning
14	Moheshkhali 1200 MW USCPP (KEPKO)		1,250	I. Coal	JV	After 2030	•Cancelled on June 2021	Planning
15	Matarbari 700 MW USCPP (JV of Sycorp & CPGCBL)(Phase-CPGCBL-Sumitomo 2x600 MW USC Power Plant		650	I. Coal	JV CPGCBL	June, 2029	• Feasibility & EIA done •Cancelled on June 2021	Planning
16	Moheshkhali 1200 MW USCPP(Phase-2)(Bay of Bengal)		1,200	I.Coal	JV CPGCBL	June, 2028	• MoU Signed •Cancelled on June 2021	Planning
17	Moheshkhali 1200 MW USCPP(Phase-2)(Bay of Bengal)		1,250	I.Coal	JV BPDB	December, 2029	• Company formed •Cancelled on June 2021	Planning
18	522MW plant in Mawa		522				Already announced as a cancelled coal power	
19	282MW plant in Dhaka		282				Already announced as a cancelled coal power	
20	282MW plant in Chittagong		282				Already announced as a cancelled coal power	
21	565MW plant in Khulna		565				Already announced as a cancelled coal power plant.	
<b>Total</b>			<b>8,451</b>					

出典：電力局の電源計画から調査団作成

### 2.3.3 再生可能エネルギー計画

Revisiting PSMP2016 の再生可能エネルギーの導入計画は表 2.3-4 のとおりで、2022 年度以降は積極的な導入計画がなく、2030 年時点で 2,583MW の容量となる計画である。2020 年 6 月 30 日現在の設備状況は、太陽光 38MW、風力 2MW で合計 40MW であり、BPDB の年次報告書（Annual Report）の再エネ建設進捗状況を見ると、導入の遅れが確認できる。Power Division からの聞き取りでは、入札不調や Covid-19 の影響で遅れており、国家エネルギー政策や INDC2015 で掲げられた 2020 年までの 10%の再生可能エネルギー導入も達成できていないので、先ずは 10%の再生可能エネルギーを優先課題とし、ルーフトップソーラー（商工業施設、MRT の駅などの公共施設）、灌漑施設（系統に接続）、フローティングソーラー、河川敷による太陽光発電の普及を強化するとしている。

表 2.3-4 Revisiting PSMP2016 の 2030 年までの再生可能エネルギーの導入計画

Year	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
	(MW)	(MW)	(MW)	(MW)	(MW)	(MW)	(MW)	(MW)	(MW)	(MW)	(MW)
Solar	1,822	1,922	2,222	2,222	2,222	2,222	2,222	2,222	2,222	2,222	2,222
Wind	160	310	310	310	310	310	310	360	360	360	360
Waste	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TOTAL	1,983	2,233	2,533	2,533	2,533	2,533	2,533	2,583	2,583	2,583	2,583

出典：Revisiting PSMP2016

最新版の再生可能エネルギー導入量と計画は表 2.3-5 であり、Revisiting PSMP 2016 と比べると、2023 年までの導入計画に遅れがあるものの、最終的には 132MW 増加している。

表 2.3-6 は 2020 年 12 月 31 日時点の再生可能エネルギー導入量であり、表 2.3-7 は 2021 年からの個別プロジェクトである。再生可能エネルギー導入計画は、具体的な目標導入量がまだ更新されておらず、具体的に提案された個別プロジェクトを基に再生可能エネルギー導入量が計上されている。個別プロジェクト一覧からは、すでにタリフが決定している案件があり、順調に導入されていくものと思われる。第 8 次 5 か年計画では、固定価格買取制度（Feed-in Tariff: FIT 制度）の導入など、世界で再生可能エネルギー導入拡大に成功している事例を採用することが挙げられており、当国においても再生可能エネルギーの拡大が見込まれる。太陽光発電の導入目標については、次節で述べる National Solar Energy Roadmap, 2021-2041 (Draft) で提案された目標について、電力局で議論が始まっている。

表 2.3-5 最新の 2030 年までの再生可能エネルギーの導入計画（日本語版のみ）

FY	Solar	Wind	Waste	Total	Total (Cumulated)
2019-20	38	2	0	40	40
2020-21	92	2	0	94	134
2021-22	624	50	6	680	814
2022-23	779	192	120	1,091	1,905
2023-24	400	50	0	450	2,355
2024-25	50	10	0	60	2,415
2025-26	200	0	0	200	2,615
2026-27	0	100	0	100	2,715
2027-28	0	0	0	0	2,715
2028-29	0	0	0	0	2,715
2029-30	0	0	0	0	2,715
Total	2,183	406	126	2,715	

出典：BPDB

表 2.3-6 2020 年 12 月 31 日現在の再生可能エネルギー導入量とタリフ（日本語版のみ）

Comission		Power Station	Owner	Capacity (MW)			Tariff*
				Solar	Wind	Waste	Taka/kWh
2008	Dec	KUTUBDIA	BPDB		1		23.29
2015	Dec	KUTUBDIA	BPDB		1		23.29
2017	Aug	Shorishabari Solar plant	IPP	3			16.08
2018	Sep	Teknaf, Coxsbazar 20 MW solar park	IPP	20			11.74
2019	May	Kaptai Solar Power Plant	BPDB	7			11.24
2019	Jul	Majipara, Tetulia Solar plant	IPP	8			10.58
2020	Nov	Sutakhali, Mymensingh 50 MW Solar Power Plant	IPP	50			14.42
Total				88	2	0	
				90			

\* BPDB's tariffs are the Generation cost

\* IPP's tariffs are calculated from total variable cost and generation (kWh) in FY 2019-2020

出典：BPDB

表 2.3-7 最新の2026年までの再生可能エネルギーの個別導入計画（日本語版のみ）

Expected Comission	Power Station	Owner	Capacity (MW)			Tariff*
			Solar	Wind	Waste	Taka/kWh
2021	Feb	Sirajganj 7.6 MW Solar Park	NWPGCL	7		
2021	Feb	Sirajganj 2 MW Wind Park	BPDB		2	
2021	Feb	Manikganj 35 MW Solar Power Plant	IPP	35		
2021	Dec	Patgram, Lalmonirhat 5 MW Solar Power Plant	IPP	5		10.60
2021	Dec	Gowainghat, Sylhet 5 MW Solar Power Plant	IPP	5		
2021	Dec	Gangachara, Rangpur 30 MW Solar Park	IPP	30		
2021	Dec	Latshal, Gaibandha 200 MW Solar Park	IPP	200		12.72
2021	Dec	Borodurgapur, Mongla, Bagerhat 100 MW Solar Power Plant	IPP	100		
2021	Dec	Tetulia, Panchagarh 30 MW Solar Park (Korotoa Solar)	IPP	30		11.79
2021	Dec	Dhormopasha, Sunamganj 32 MW Solar Power Plant	IPP	32		14.42
2021	Dec	Rooftop Solar 813 kW in Jamalpur	IPP	0.813		
2022	Jan	Barishal 1 MW Solar Power Plant	BPDB	1		
2022	Jan	Saint Martin 500 kW Solar Power Plant	BPDB	0.5		
2022	Jun	Pabna 60 MW Solar Park	BCRECL	60		
2022	Jun	Waste-to-Energy, Narayanganj	IPP		6	17.73
2022	Jun	Panchagarh 50 MW Solar Park	IPP	50		
2022	Jun	Pabna 100 MW Solar Power Plant	IPP	100		
2022	Jun	Moulovibazar, Sylhet 10 MW Solar Power Plant	IPP	10		
2022	Jun	Inani, Cox's Bazar 50 MW Wind Power Plant	IPP		50	
2022	Dec	Parki Beach 2 MW Wind PP	BPDB		2	
2022	Dec	Sonagazi, Feni 100 MW Solar Park	BPDB	100		
2022	Dec	Gangachara, Rangpur 55 MW Solar Park	BPDB	55		
2022	Dec	Sonagazi 50 MW Solar Power Plant Construction Project	EGCB	50		
2022	Dec	Madarganj 100 MW Solar Power Plant (JV CIRE & B-R Powergen Ltd.) at Kaijer Char, Madarganj, Jamalpur	B-R Powergen	100		
2022	Dec	Panchagarh 30 MW Solar Power Plant	RPCL	30		
2022	Dec	Sirajganj Solar PV Plant	BCRECL	65		
2022	Dec	Rangunia 55 MW Solar Power Plant	IPP	55		
2022	Dec	Dimla, Nilfamari 50 MW Solar Power Plant	IPP	50		
2022	Dec	Bera, Pabna 3.77 MW Solar Power Plant	IPP	3.77		
2022	Dec	Dhamrai, Dhaka 50 MW Solar Power Plant	IPP	50		
2022	Dec	Cox's Bazar 60 MW Power Plant	IPP		60	
2022	Dec	Sonagazi, Feni 30 MW Wind Power Plant	IPP		30	
2022	Dec	Debiganj, Panchagarh 20 MW Solar Park	IPP	20		
2022	Dec	Baroyerhat, Chattogram 50 MW Solar Power Plant	IPP	50		
2022	Dec	Chuadanga 50 MW Solar Power Plant	IPP	50		
2022	Dec	Netrokona 50 MW Solar Power Plant	IPP	50		
2022	Dec	Mongla, Bagerhat 50 MW Wind Power Plant	IPP		50	
2023	Jun	Kochua, Chandpur 50 MW Wind Power Plant	IPP	50	50	
2023	Jun	Waste-to-Energy Project in Dhaka North City Corporation	IPP			40
2023	Jun	Waste-to-Energy Project in Dhaka South City Corporation	IPP			45
2023	Jun	Waste-to-Energy Project in Gazipur City Corporation	IPP			35
2023	Dec	Satkania 100 MW Solar PV Power Plant	APSCL	100		
2023	Dec	Sonagazi, Feni 100 MW Solar Power Plant Project-1	EGCB	100		
2023	Dec	Sonagazi, Feni 100 MW Solar Power Plant Project-2	EGCB	100		
2023	Dec	Payra Wind Power Plant	BCRECL		50	
2023	Dec	Construction of Madarganj 100 MW Solar Power Pant at Sheikh Hasina Solar Park, Jamalpur	RPCL	100		
2024	Dec	Sonagazi, Feni 10 MW Wind Power Plant Project	EGCB		10	
2024	Dec	50 MW Grid-tied Solar Power Plant Project at Matarbari, Cox's Bazar	CPGCBL	50		
2025	Dec	Banshkhali 200 MW Solar PV Power Plant	APSCL	200		
2026	Dec	100 MW Wind Power Plant Project at Matarbari, Cox's Bazar	CPGCBL		100	
			Total	2,095	404	126
					2,625	

\* Tariffs are converted by 1USD=84.8BDT

出典：BPDB

### 2.3.4 電力局で検討中の太陽光導入計画

「2.2.2 電力・エネルギー政策」で述べた通り、当国における再生可能エネルギー導入計画は、National Energy Policy で 2015 年までに 5%、2020 年までに 10%のエネルギー（発電容量）とする目標が掲げられており、INDC2015 においてもこの目標が記載されている。一方で、Perspective Plan of Bangladesh 2021-2041 や第 8 次 5 か年計画、Bangladesh Delta Plan 2100 では、さらなる導入拡大が掲げられており、これに基づいて、SREDA は、太陽光導入のロードマップとして、2020 年 12 月に National Solar Energy Roadmap, 2021-2041 (Draft)を策定した。これによると、Low Case、Medium Case、High Case の 3 つの太陽光発電導入シナリオが提案されており、電力局において主軸とすべきシナリオの検討が始まっている。2021 年 6 月 21 日に実施された再生可能エネルギー導入に関する委員会で National Solar Energy Roadmap, 2021-2041 (Draft)について議論され、High Case は実現的でないとの意見が多数あったことから、今後、Medium Case 以下のシナリオで検討が進む予定である。太陽光発電の設置個所については、川岸、水上、埋め立て地、商工場施設や公共施設などのルーフトップが提案されており、この方針に基づいて開発計画が進められる。

このロードマップは、大量の太陽光発電の導入について様々な課題があることも指摘しており、代表的なものとしては土地の確保、土地の補強、電力系統からの距離と増強、またそれらに費やす時間と費用などがある。

以下に、National Solar Energy Roadmap, 2021-2041 (Draft)で提案されている 3 つのシナリオについて説明する。

#### (1) Business as usual (BAU) based solar PV deployment scenario (Low Case)

2008 Renewable Energy Policy および INDC2015 で掲げられた、2020 年までに 10%の再生可能エネルギーを導入する目標に基づいて、2041 年時点のピーク需要である 60,000MW の 10%にあたる 6,000MW の設備を導入するシナリオである。現状のルールで実施可能であり、系統接続の保証が条件となっている。

表 2.3-8 PV 導入シナリオ：BAU (Low Case)

Component	until 2020	2021-2030	2031-2041	Cumulative
	MW	MW	MW	MW
Solar Power Hub (Utility + IPP)	0	500	1200	1700*
Solar PV power capacity addition by Utilities	15	400	800	1215
Solar PV power capacity addition by solar IPPs	160	450	800	1410
Rooftop solar PV systems	50	250	405	705**
Solar irrigation pumps	40	300	205	545**
Solar mini-/micro-/nano-grids	6	10	0	16
Solar home systems	252	5	0	257***
Solar-powered telecom towers	9	10	14	33
Solar street lights	11	8	10	29
Solar charging station	1	25	54	80
Other solar-powered systems	2	3	5	10
<b>Total</b>	<b>546</b>	<b>1961</b>	<b>3493</b>	<b>6000</b>

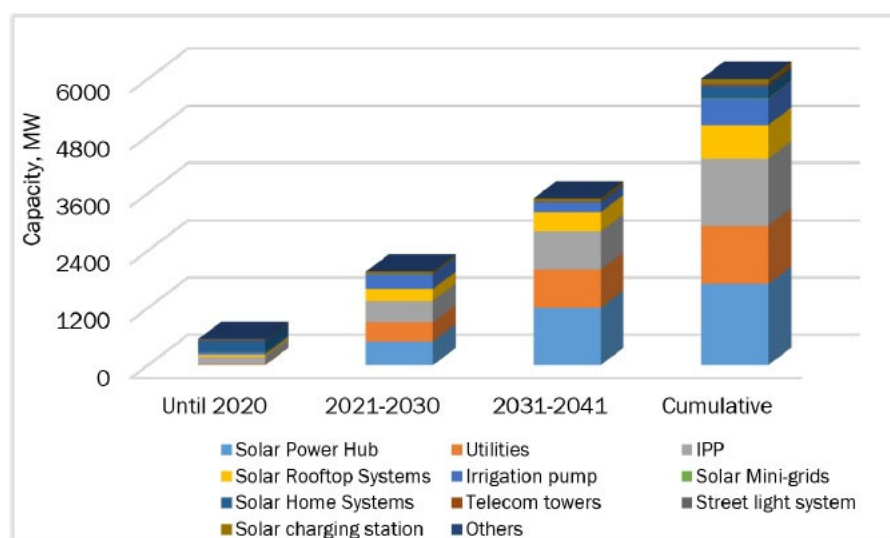
Notes:

\* The PSMP 2016 identified this component as 'Solar Park'.

\*\* Capacities correspond to the numbers specified in the PSMP 2016. However, the document clearly states that these do not reflect the theoretical potential, but are based on the planned projects.

\*\*\* The PSMP 2016 mentioned a much lower value (100MW). This value mainly corresponds to the sector-wise RE roadmap set by SREDA (targets to be achieved until 2020).

出典：National Solar Energy Roadmap, 2021 – 2041 (Draft)



出典：National Solar Energy Roadmap, 2021 – 2041 (Draft)

図 2.3-13 PV 導入シナリオ：BAU (Low Case)

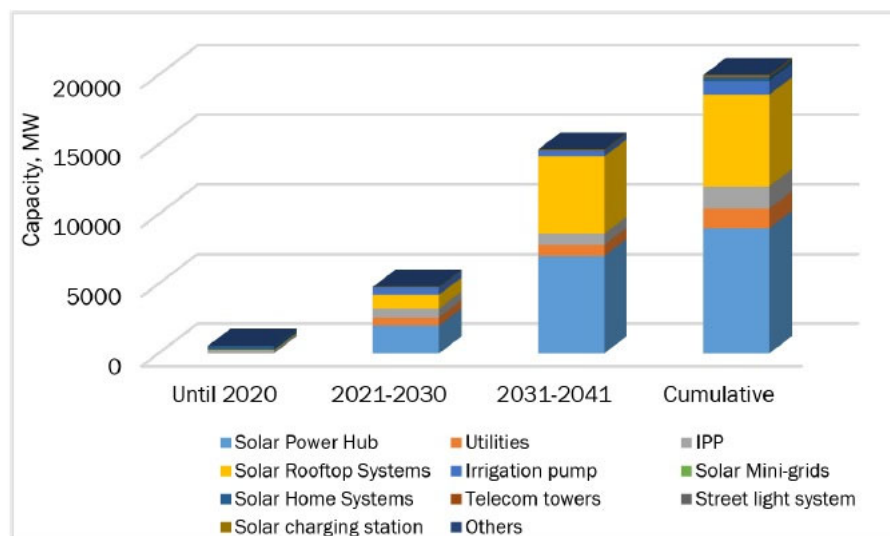
## (2) Medium solar PV deployment scenario (Medium Case)

Medium Case は、再生可能電源設置のために、系統への接続の保証、既存のポリシーやガイドラインの改定、再生可能エネルギー調達義務制度(Renewable Purchase Obligation: RPO)などの活用、土地と水域利用に関する関係省庁の協力、電力貯蔵施設の開発、電力系統の増強、および国際協力を条件とする。2041年時点の設備導入容量は20,000MWで全体の33%としている。

表 2.3-9 PV 導入シナリオ：Medium Case

Component	until 2020	2021-2030	2031-2041	Cumulative
	MW	MW	MW	MW
Solar Power Hub (Utility + IPP)	0	2000	7000	9000
Solar PV power capacity addition by Utilities	15	585	800	1400
Solar PV power capacity addition by solar IPPs	160	640	800	1600
Rooftop solar PV systems	50	1000	5550	6600
Solar irrigation pumps	40	500	400	940
Solar mini-/micro-/nano-grids	6	10	0	16
Solar home systems	252	6	0	258
Solar-powered telecom towers	9	10	16	35
Solar street lights	11	10	18	39
Solar charging station	1	30	70	101
Other solar-powered systems	2	4	5	11
<b>Total</b>	<b>546</b>	<b>4795</b>	<b>14659</b>	<b>20000</b>

出典：National Solar Energy Roadmap, 2021 – 2041 (Draft)



出典：National Solar Energy Roadmap, 2021 – 2041 (Draft)

図 2.3-14 PV 導入シナリオ：Medium Case

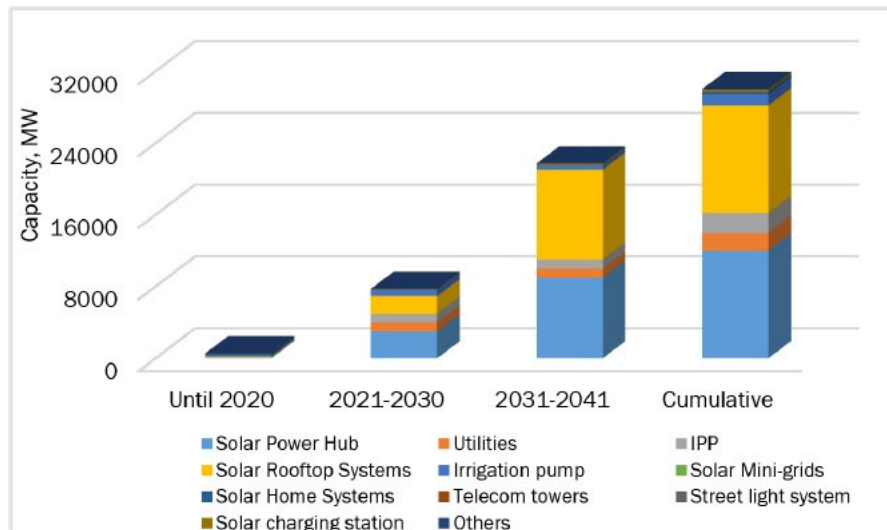
### (3) High solar PV deployment scenario (High Case)

High Case は Medium Case の条件に加えて、ピーク需要や電力余剰、および調整力に活用できる電力商品の市場取引、高効率かつ安価で信頼性の高い蓄電池の商品化、近隣諸国からの太陽光発電の輸入、再生可能エネルギー設置に必要な土地と水域の割り当て、産業用施設の屋上の最大限の活用、河岸とメグナ河口の埋め立て地の利用（埋め立て計画予定面積の5%を確保）が条件となるシナリオである。2041年時点の設備導入容量は30,000MWで全体の50%としている。

表 2.3-10 PV 導入シナリオ：High Case

Component	until 2020	2021-2030	2031-2041	Cumulative
	MW	MW	MW	MW
Solar Power Hub (Utility + IPP)	0	3000	9000	12000
Solar PV power capacity addition by Utilities	15	985	1000	2000
Solar PV power capacity addition by solar IPPs	160	1000	1040	2200
Rooftop solar PV systems	50	3950	8000	12000
Solar irrigation pumps	40	700	460	1200
Solar mini-/micro-/nano-grids	6	10	0	16
Solar home systems	252	8	0	260
Solar-powered telecom towers	9	10	20	39
Solar street lights	11	13	20	44
Solar charging station	1	60	165	226
Other solar-powered systems	2	7	6	15
<b>Total</b>	<b>546</b>	<b>9743</b>	<b>19711</b>	<b>30000</b>

出典：National Solar Energy Roadmap, 2021 – 2041 (Draft)



出典：National Solar Energy Roadmap, 2021 – 2041 (Draft)

図 2.3-15 PV 導入シナリオ：High Case

### 2.3.5 風力発電のポテンシャル

風力発電については、洋上も含めて SREDA が風況調査を実施しており、今のところ風力発電のポテンシャルは低いことが分かっている。今後、電力局は、太陽光のようなロードマップを策定することを考えている。ロードマップの策定には、数年に及ぶ風況データを収集する必要があると当国政府は認識しており、計画されているチャタグラムとクルナの風力プロジェクト、および National Renewable Energy Laboratory (NREL) が使用した風力計からデータを収集し、十分なデータが得られたのちにロードマップを策定する予定である。時期的には 2022 年から 2024 年の発

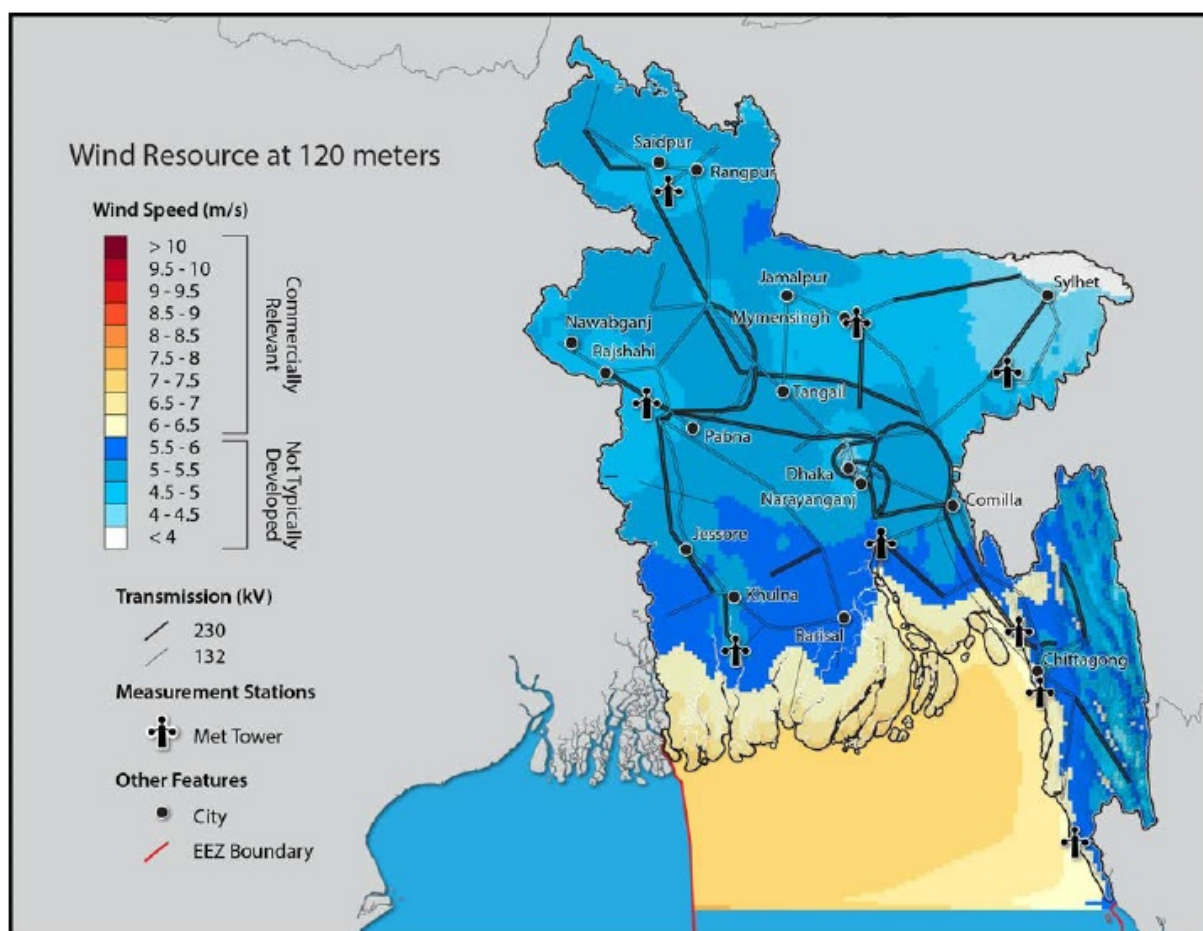


行を想定している。

過去には米国国際開発庁（United States Agency for International Development: USAID）バングラデシュ風力資源評価プロジェクトの一環として、当国政府の協力の下で米国の National Renewable Energy Laboratory (NREL) により風力発電のポテンシャル調査が実施され、2018年9月に「Assessing the Wind Energy Potential in Bangladesh」が発行されている。これによると、5.75～7.75m/sの風速で20,000km<sup>2</sup>の土地に30GWのポテンシャルがあるとしているが、環境保護地区や開発済みの土地、太陽光発電などの土地利用に関する考慮が行われていない。このレポートは風力発電への投資を促すための、風況の情報提供およびツールの紹介を目的としており、政策提言は行われていない。

風力発電のポテンシャルの一例が図 2.3-16 であり、9地点の実測値と風速シミュレーターにより計算されている。この図によると、陸上での風力発電の適地はベンガル湾沿岸地域に限られ、内陸部は風況が良くないことが分かる。

そのため、当国は洋上風力の開発も視野に入れているが、陸上よりも開発費用が高額となるため、洋上風力の普及に伴う価格低下と開発時期を考慮している。



出典：Assessing the Wind Energy Potential in Bangladesh (NREL)

図 2.3-16 当国の風況

バイオマス発電と廃棄物発電については、電源計画に記載されたものだけであり、ロードマップの策定は考えられていない。

### 2.3.6 再生可能エネルギー導入に関する制約

当国では、農地を利用した再生可能エネルギーの導入に制限がある。農地を削減しない方針であり、農地を利用して設置された再生可能エネルギーからの電力は自家消費のみ許可され、系統に送電することは認められていない。農地を利用した再生可能エネルギーの導入は、太陽光灌漑

施設などの農業に必要なものを想定している。それ以外の、農地利用に関わりがないルーフトップやメガソーラーについては、系統への電力送電が認められている。

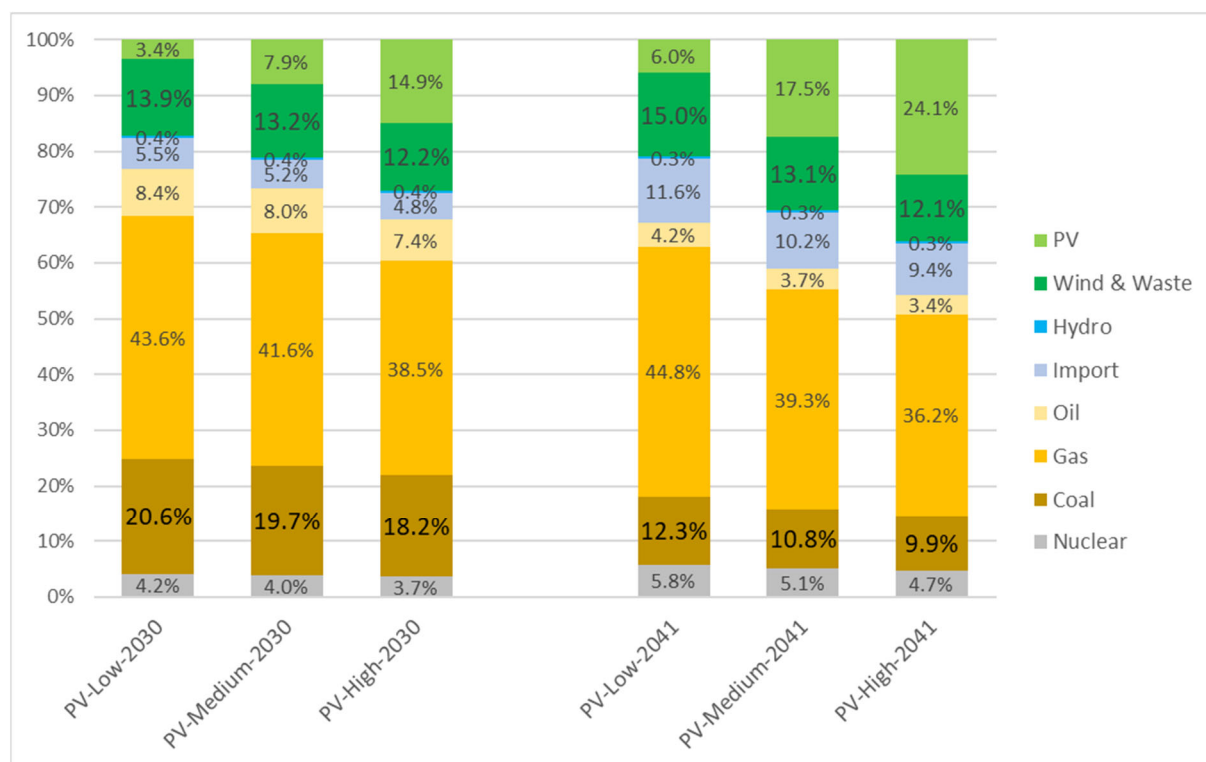
これに関するルールは、電力関連法規に記載されたものではなく、政府内部の指示書により周知されている。この指示書は機密事項を含んでいるため、入手できない。

### 2.3.7 電力局による太陽光発電導入計画（National Solar Energy Roadmap, 2021-2041 (draft)）と風力発電を反映した場合の電源計画の考察

#### (1) 再生可能エネルギーを含んだ電源計画を検討するための、太陽光と風力の導入量

当国では、エネルギー輸入依存の低下や気候変動対策として再生可能エネルギーの導入を強化するとしているが、具体的な数値は検討中であり、まだ示されていない。そこで、再生可能エネルギー導入を含んだ電源計画を検討するために、仮説を設定する。

太陽光については National Solar Energy Roadmap, 2021-2041 (Draft) で3つのシナリオで開発されるとする。風力については、Assessing the Wind Energy Potential in Bangladesh の中で、土地利用の検討がなされない状況で 20,000km<sup>2</sup> の土地に 30GW のポテンシャルがあるとしているが、20,000km<sup>2</sup> があまりにも広いことや、良い風況が得られるのがベンガル湾沿岸に限られることから、洋上風力の開発も考慮しつつ 2030 年までに 8GW、2041 年までに 15GW が開発されると仮定する。廃棄物については、Revisiting PSMP2016 で示されている 1MW とする。これらを反映した電源構成が図 2.3-17 である。水力を除いた再生可能エネルギーの電源構成比率は、太陽光導入シナリオ High Case で、2030 年に 27.1%、2041 年に 36.2%となる。同ケースでの石炭火力の比率は 2030 年に 18.2%、2041 年に 9.9%となる。



出典：2020年3月および2021年6月のBPDBの電源計画、Revisiting PSMP2016、National Solar Energy Roadmap, 2021-2041 (Draft)、Assessing the Wind Energy Potential in Bangladesh をもとに調査団作成

図 2.3-17 再生可能エネルギー導入を反映した電源ポートフォリオ比率

以降、再生可能エネルギー導入量については、最も少ない火力発電の必要量と石炭火力の稼働状況を検討するために、太陽光の導入量が最も多い High Case を用いる。

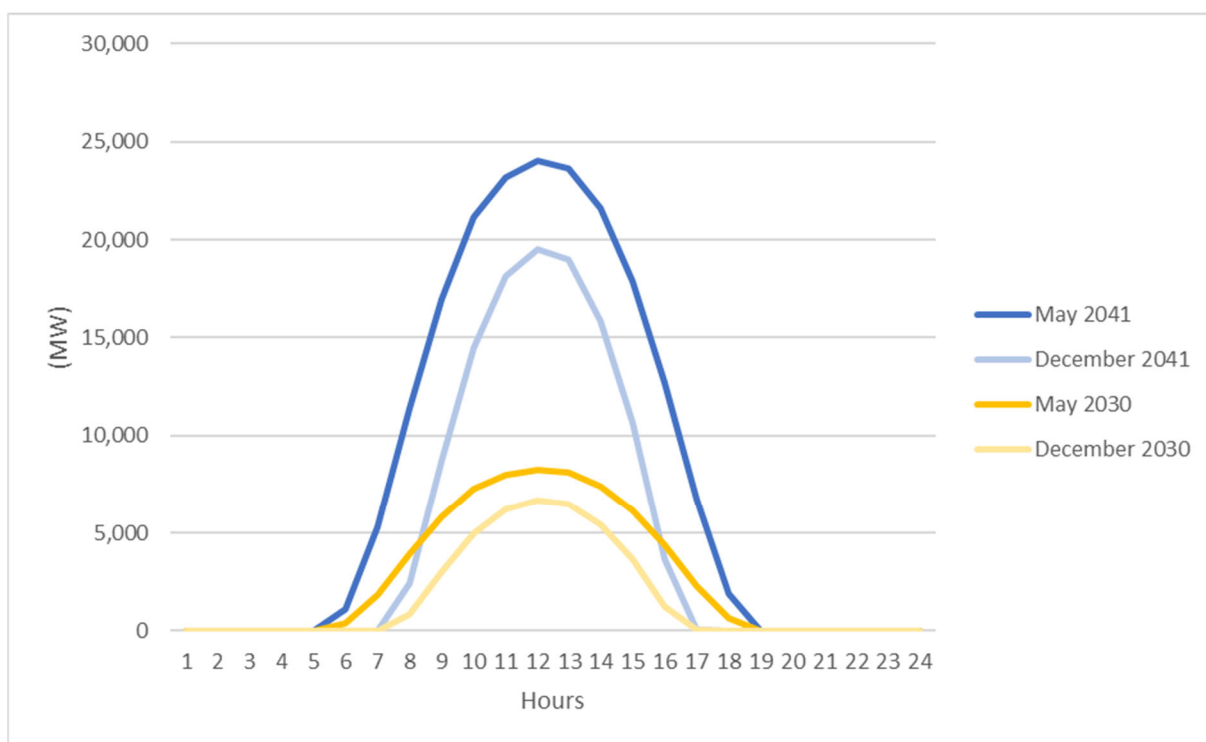
(2) 太陽光発電と風力発電の供給力の評価

当国でピーク需要が発生する状況は、昼夜を通して晴天で気温が高く、風があまりない状況である。日本においてもピーク需要が発生する状況は同じであり、概ね太陽光出力は高く、風力の出力は低い。ただし、供給力として見積もる際は、ある程度の出力変動リスクを考慮して、太陽光の場合は、最大出力の70%から80%程度にしており、風力は、過去実績から最低レベルの出力を供給力として計上している。今回の検討では、石炭火力への影響を確認するため、太陽光発電は最大出力程度で考慮し、風力については、日本で行われている評価方法と同等の考え方で、風況が良くないときの出力とした。

太陽光発電の最大出力に関しては、設備容量が100%出力されることはなく、ルーフトップの自家消費電力、太陽光の入射角、熱による変換効率低下、パネルの汚損・劣化などにより出力が低下する。今回用いた出力低下比率は、東京電力パワーグリッド（TEPCO Power Grid: TEPCO PG）エリアの実績から算出した。

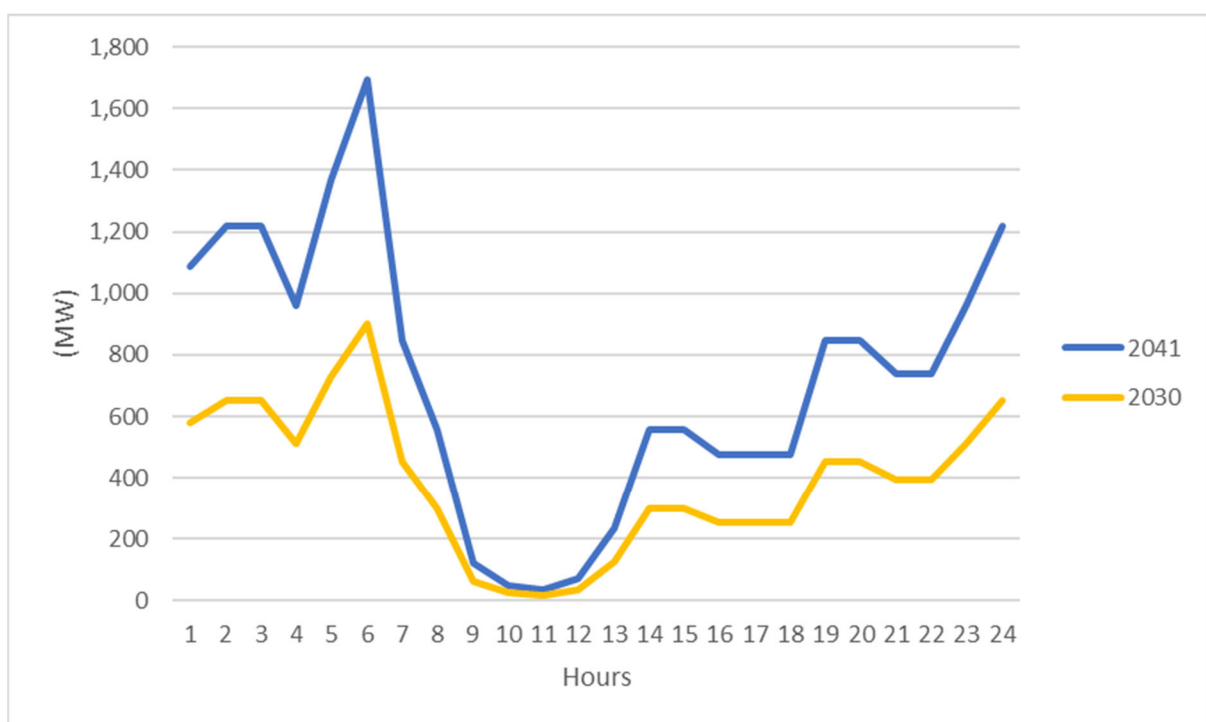
風力発電の出力は、「Assessing the Wind Energy Potential in Bangladesh」のベンガル湾沿岸の実測データを基に、過去最低10位レベル相当の風況、もしくは3 $\sigma$ レベルの低い風況を算出し、出力変換した。

図 2.3-18、図 2.3-19 に、検討で供給力として積み上げられる PV 出力と風力発電出力を示す。



出典：National Solar Energy Roadmap, 2021 – 2041 (Draft)および TEPCO エリア太陽光実績をもとに調査団作成

図 2.3-18 検討で使用する太陽光出力



出典：Assessing the Wind Energy Potential in Bangladesh の情報をもとに調査団作成

図 2.3-19 検討で使用する風力出力

- (3) 再生可能エネルギー導入を反映した場合の需給バランス  
 検討条件は以下のとおりである。

- 2030年と2041年におけるピーク時期（5月・平日）とオフピーク時期（12月・平日と休日）の6ケース、および蓄電設備を活用した場合の週間運用4ケース（2030年、2041年のピーク・オフピーク）を検討。
- ピーク需要は Revisiting PSMP2016 の Low Case (With EE&C)の 2030年 29,619MW、2041年 57,903MW。

※Revisiting PSMP2016 の Low Case (With EE&C)の需要を採用した理由

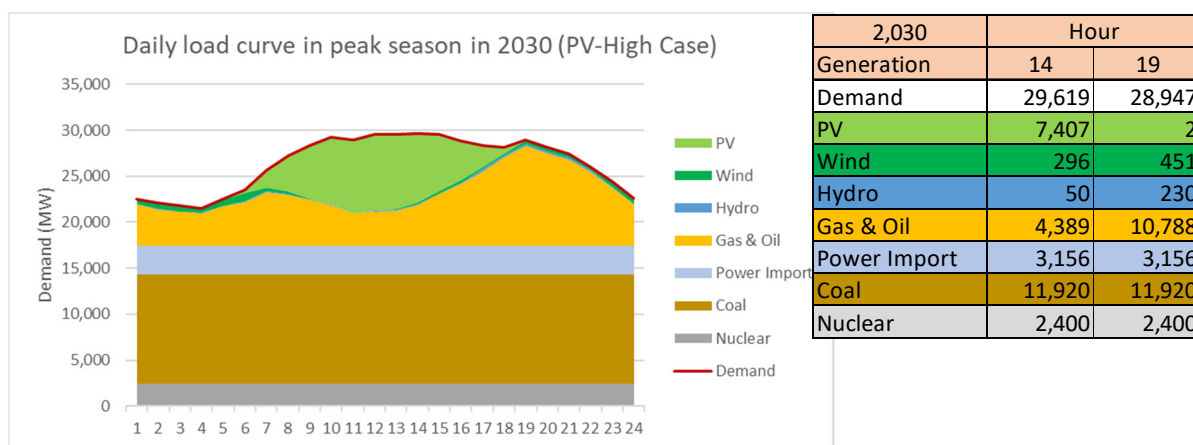
第8次5か年計画で、ガス需要について GSMP2017 で提案された3つのシナリオのうち、気候変動（再エネ導入）に対応するシナリオC（低需要ケース）を主として調査することが述べられていることや、第8次5か年計画で省エネ対策を進めることが目標となっていること、および、低い需要における火力発電への依存度合を調べるために、この需要想定を選定。

- 2041年のオフピーク需要は、Revisiting PSMP2016 の Low Case (With EE&C)の需要に、TEPCO エリアの平日-休日比率から55%で算出。（TEPCO エリアの需要レベルと同じであり、当国の現状と2041年時点の需要形状・構成は大きく異なると想定されることから、現状の当国における平日-休日比率は使用しない）
- 2030年のオフピーク需要は、現状の当国における平日-休日比率と2041年で採用した比率の中間である57%で算出。
- 5月の日負荷曲線は、PSMP2016 で想定した形状から算出。
- 12月の日負荷曲線は、当国における2020年の12月の休日実績とTEPCO エリアの休日実績から策定。
- 太陽光の出力効率はTEPCO エリアの実績から、5月を80%、12月を65%とした。
- バイオマス・廃棄物発電は導入容量が小さく、燃料調達が不安定であるため0MWで計上。
- 輸入される電力は、電源が明確でないため、ベース電源として計上し、再生可能エネルギーが余剰の場合は抑制。

(a) 2030年（太陽光設備容量：10,289MW、風力設備容量：8,000MW）

1) 2030年ピーク（5月）

1日の電力需給バランスが図 2.3-20 である。ピーク需要発生時の14時の太陽光発電は7,407MWあるものの、太陽光発電の出力減少に伴い、点灯時間に向けて火力発電の急激な出力上昇が必要になり、その最大出力は19時で10,788MW + 11,920MW = 22,708MWとなる。石炭火力はベースロードとして稼働。



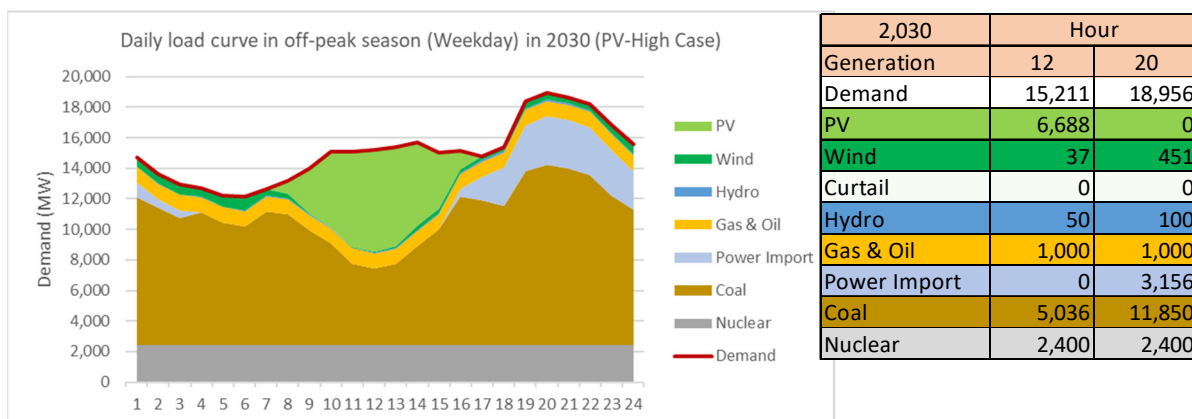
出典：2020年3月および2021年6月のBPDBの電源計画、National Solar Energy Roadmap, 2021-2041 (Draft)、PSMP2016、Revisiting PSMP2016、PGCB website、Assessing the Wind Energy Potential in Bangladesh、TEPCO データから調査団作成

図 2.3-20 2030年ピーク需要時期の需給バランス

2) 2030年オフピーク（12月・平日）

1日の電力需給バランスは図 2.3-21 である。ピーク需要発生時の20時は、太陽光出力0MW

であり、火力発電が必要である。この時間が火力発電の最大出力となり  $1,000\text{MW} + 11,850\text{MW} = 12,850\text{MW}$  となる。また、太陽光出力が最大となる 12 時は、火力出力が  $1,000\text{MW} + 5,036\text{MW} = 6,036\text{MW}$  となり、出力を下げるほか一部の発電機を停止する必要がある。石炭火力も  $6,814\text{MW}$  ほど抑制しているが、低需要であるこの時期に補修作業を計画すれば、残りの石炭火力は定格運転ができる範囲。輸入電源の抑制は必要となる。再生可能エネルギーの遮断は必要ない。朝から昼間、および昼間から点灯ピークにかけては、火力発電と輸入電力の急激な出力変化が必要になる。

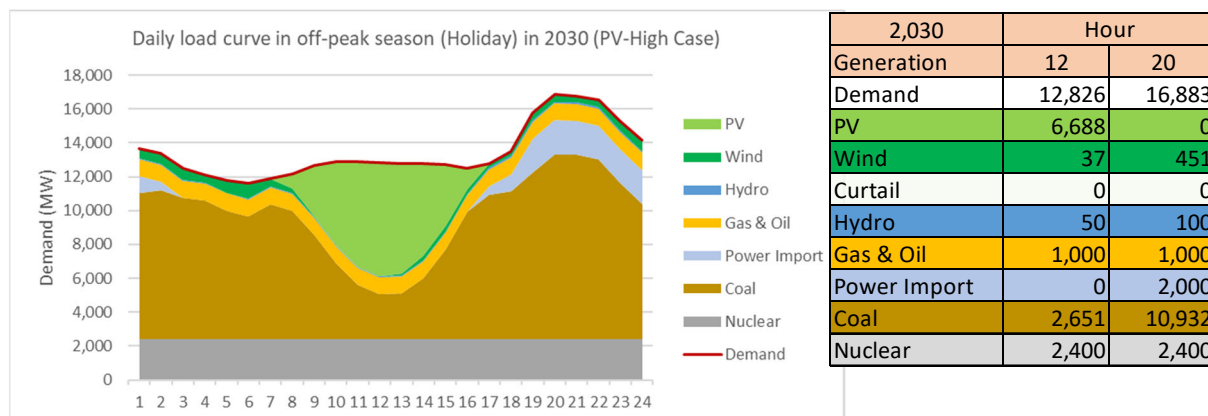


出典：2020年3月および2021年6月のBPDBの電源計画、National Solar Energy Roadmap, 2021-2041 (Draft)、PSMP2016、Revisiting PSMP2016、PGCB website、Assessing the Wind Energy Potential in Bangladesh、TEPCO データから調査団作成

図 2.3-21 2030 年オフピーク時期（平日）の需給バランス

### 3) 2030 年オフピーク（12 月・休日）

1 日の電力需給バランスは図 2.3-22 である。ピーク需要発生時の 20 時は、太陽光出力 0MW であり、火力発電が必要である。この時間が火力発電の最大出力となり、 $1,000\text{MW} + 10,932\text{MW} = 11,932\text{MW}$  となる。また、太陽光出力が最大となる 12 時は、火力出力が  $1,000\text{MW} + 2,651\text{MW} = 3,651\text{MW}$  となり、出力を下げるほか一部の発電機を停止する必要がある。石炭火力も  $8,281\text{MW}$  ほど抑制しており、補修作業を計画しても、ある程度の出力抑制が必要になる。輸入電源の抑制も必要となる。再生可能エネルギーの遮断は必要ない。朝から昼間、および昼間から点灯ピークにかけては、火力発電と輸入電力の急激な出力変化が必要になり、石炭火力は Flex-USC のような高度な調整力が必要になる。



出典：2020年3月および2021年6月のBPDBの電源計画、National Solar Energy Roadmap, 2021-2041 (Draft)、PSMP2016、Revisiting PSMP2016、PGCB website、Assessing the Wind Energy Potential in Bangladesh、TEPCO データから調査団作成

図 2.3-22 2030 年オフピーク時期（休日）の需給バランス

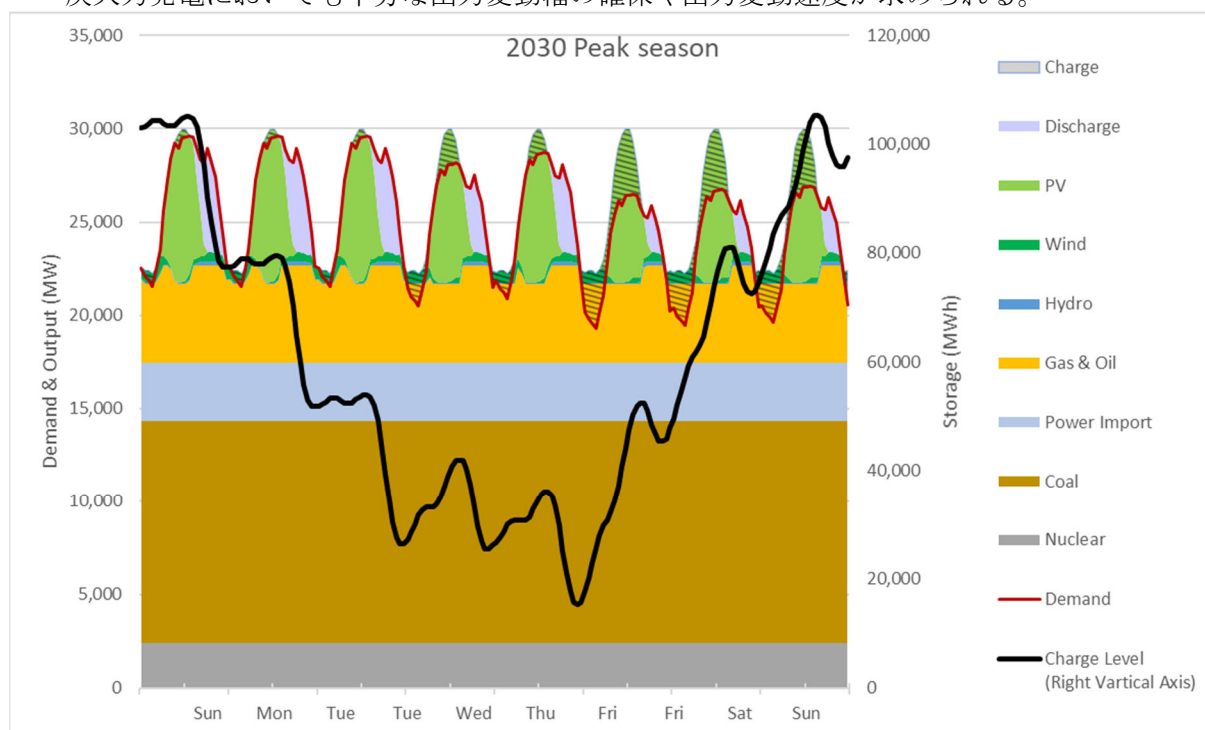
#### 4) 蓄電設備を活用した1週間運用（2030年）

上記 1) から 3)の運用においては、特に太陽光の影響で火力発電や輸入電力の出力変動が大きくなり、その利用率が大きく下がる。そこで、蓄電機能を持つ揚水発電所や蓄電池、EVを活用(Vehicle to Grid: V2G) することで、再生可能エネルギーを蓄電し、火力発電所の運用を最適化できる。ただし、再生可能エネルギーを多く導入する High Case でさえ、蓄電池を活用しても火力発電所が必要である。火力発電所の必要量については次節で説明する。

現状、蓄電池や V2G の運用には技術的な課題があるものの、エネルギーの有効活用のためには技術開発を積極的に進めるべきである。

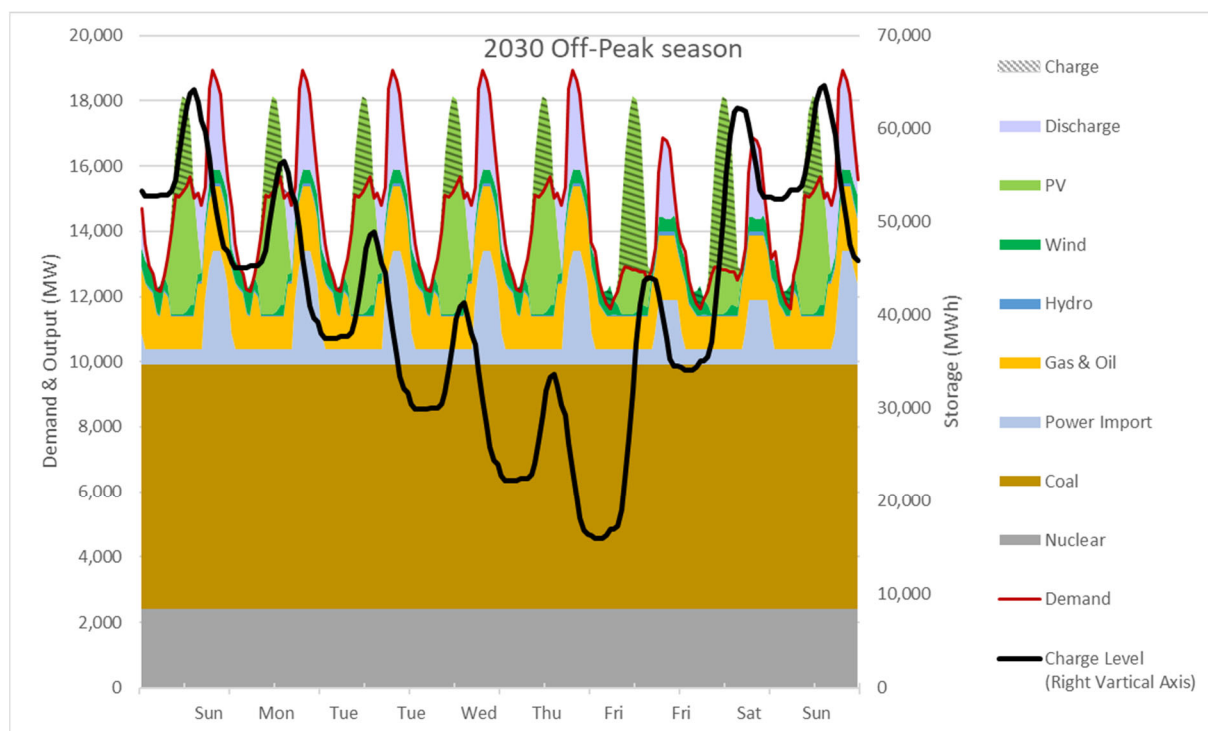
図 2.3-23 と図 2.3-24 は、ピーク時期、オフピーク時期における蓄電設備を活用した週間運用である。蓄電設備はバッテリーを想定し、充放電効率は 95%としている。蓄電設備を活用すれば、いずれの時期も週をとおして火力発電の出力はほぼ一定に保たれ、ベースロードとして活用される。図では需要 (Demand) を超えた部分の余剰電力で充電 (Charge) している構図となっている。

図の「Charge Level」は蓄電設備の充放電を示しており、週初めに 100%近くまで充電し、週末に向けて充放電を繰り返しながら充電レベルが下がっていく。そして週末の余剰電力で再び 100%近くまで充電する運用としている。充放電の量はピーク時期が大きく、最大出力が 5,588MW、充電容量が 105,314MWh の設備容量が必要となっている。よって、この需給バランスでの最適な蓄電設備容量は、ある程度の運用余力を持って、6,000MW、120,000MWh 程度となる。これ以上の蓄電設備を保有しても、蓄電するための電源が火力しかないの、さらなる気候変動対策やエネルギーセキュリティ確保のためには、さらなる再生可能エネルギーの導入や既存の火力発電に替わる代替電源を導入し、これに応じて蓄電設備も増やすことや、火力発電の燃料を、アンモニアや水素といった CO2 を排出しない燃料に転換することが必要となる。一方で、導入した再生可能エネルギー量に適した蓄電設備を設置できない場合は、図 2.3-20、図 2.3-21 と図 2.3-22 に示したように火力発電の出力変動が大きくなり、石炭火力発電においても十分な出力変動幅の確保や出力変動速度が求められる。



出典：2020年3月および2021年6月のBPDBの電源計画、National Solar Energy Roadmap, 2021-2041 (Draft)、PSMP2016、Revisiting PSMP2016、PGCB website、Assessing the Wind Energy Potential in Bangladesh、TEPCO データから調査団作成

図 2.3-23 2030年ピーク時期における蓄電設備を活用した週間需給運用



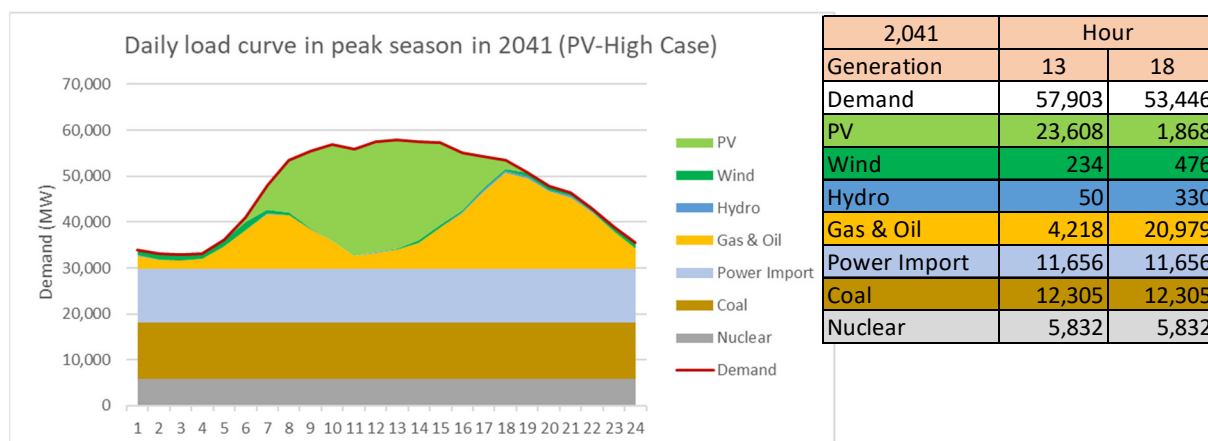
出典：2020年3月および2021年6月のBPDBの電源計画、National Solar Energy Roadmap, 2021-2041 (Draft)、PSMP2016、Revisiting PSMP2016、PGCB website、Assessing the Wind Energy Potential in Bangladesh、TEPCOデータから調査団作成

図 2.3-24 2030年オフピーク時期における蓄電設備を活用した週間需給運用

(b) 2041年（太陽光設備容量：30,000MW、風力設備容量：15,000MW）

1) 2041年ピーク（5月）

1日の電力需給バランスは図 2.3-25 である。ピーク需要発生時の13時の太陽光発電は23,608MWあるものの、太陽光発電の出力減少に伴い、点灯時間に向けて火力発電の急激な出力上昇が必要になり、その最大出力は18時で20,979MW + 12,305MW = 33,284MWとなる。石炭火力はベースロードとして稼働。



出典：2020年3月および2021年6月のBPDBの電源計画、National Solar Energy Roadmap, 2021-2041 (Draft)、PSMP2016、Revisiting PSMP2016、PGCB website、Assessing the Wind Energy Potential in Bangladesh、TEPCOデータから調査団作成

図 2.3-25 2041年ピーク需要時期の需給バランス

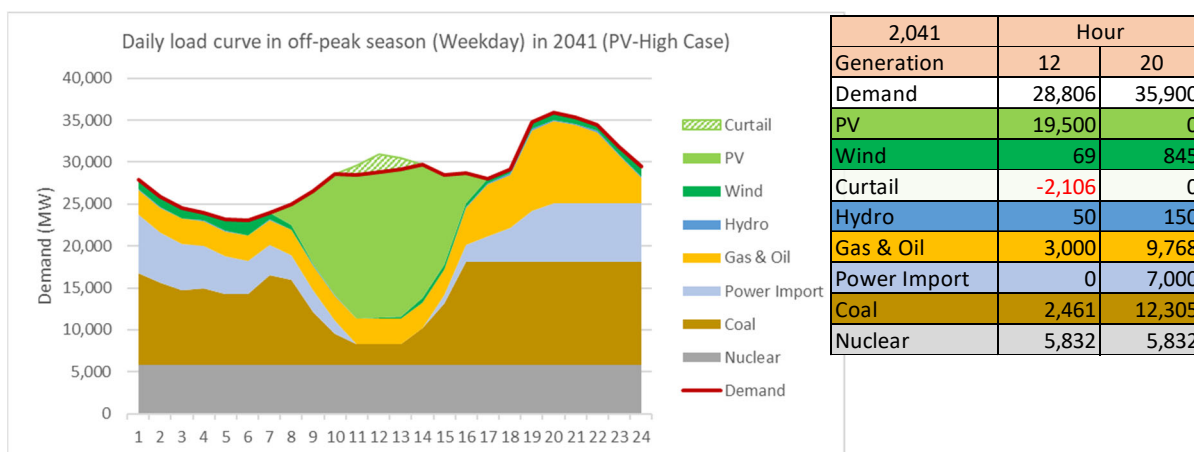
2) 2041年オフピーク（12月・平日）

1日の電力需給バランスは図 2.3-26 である。ピーク需要発生時の20時は、太陽光出力0MW



であり、火力発電の必要量はこの日最大の  $9,768\text{MW} + 12,305\text{MW} = 22,073\text{MW}$  となる。また、太陽光出力が最大となる 12 時は、火力出力を最大限抑制しており、輸入電力を  $0\text{MW}$ 、まで抑制している。原子力発電はベースロード運転としている。この状況で、再生可能エネルギーの出力遮断（図中の「Curtail」）が  $2,106\text{MW}$  必要となる。また、朝から昼間、および昼間から点灯ピークにかけては、火力発電と輸入電力の急激な出力変化も必要になる。石炭火力は  $9,844\text{MW}$  抑制していることから、Flex-USC のような高度な調整力が必要になる。

遮断される再生可能エネルギーの有効活用については、蓄電池や揚水発電所などの蓄電設備に充電し、点灯時間に放電することが考えられる。



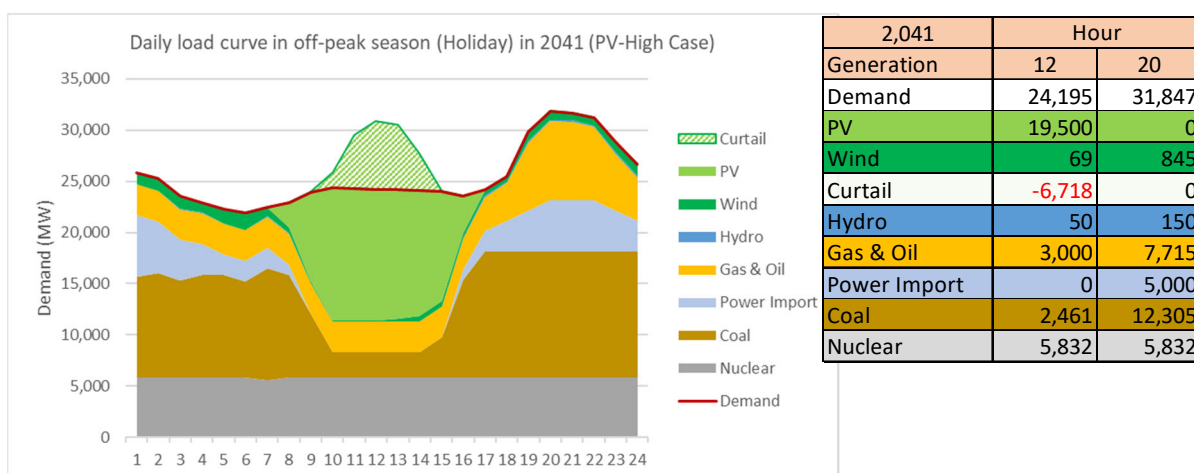
出典：2020年3月および2021年6月のBPDBの電源計画、National Solar Energy Roadmap, 2021-2041 (Draft)、PSMP2016、Revisiting PSMP2016、PGCB website、Assessing the Wind Energy Potential in Bangladesh、TEPCO データから調査団作成

図 2.3-26 2041 年オフピーク時期（平日）の需給バランス

### 3) 2041 年オフピーク（12月・休日）

1日の電力需給バランスは図 2.3-27 である。ピーク需要発生時の 20 時は、太陽光出力  $0\text{MW}$  であり、火力発電の必要量はこの日最大の  $7,715\text{MW} + 12,305\text{MW} = 20,020\text{MW}$  となる。また、太陽光出力が最大となる 12 時は、火力出力を最大限抑制しており、輸入電力を  $0\text{MW}$ 、まで抑制している。原子力発電はベースロード運転としている。この状況で、再生可能エネルギーの出力遮断が  $6,718\text{MW}$  必要となる。また、朝から昼間、および昼間から点灯ピークにかけては、火力発電と輸入電力の急激な出力変化も必要になる。石炭火力は  $9,844\text{MW}$  抑制していることから、Flex-USC のような高度な調整力が必要になる。

遮断される再生可能エネルギーの有効活用については、蓄電池や揚水発電所などの蓄電設備に充電し、点灯時間に放電することが考えられる。



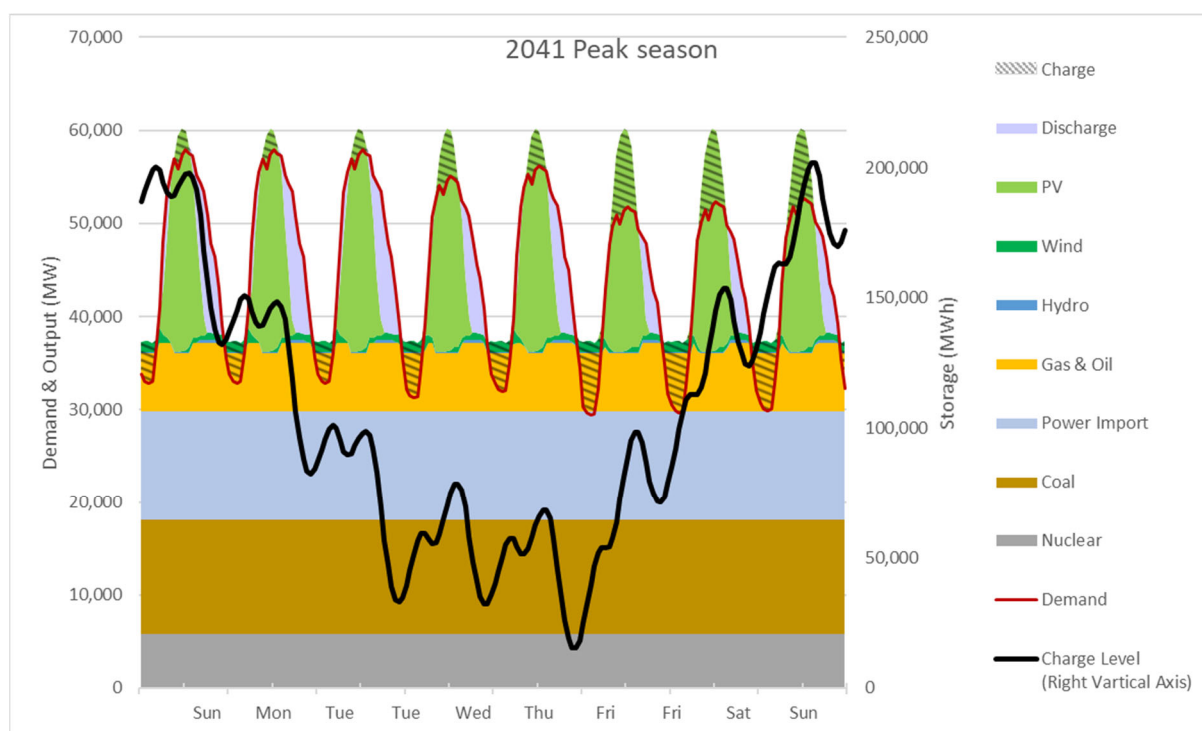
出典：2020年3月および2021年6月のBPDBの電源計画、National Solar Energy Roadmap, 2021-2041 (Draft)、

PSMP2016、Revisiting PSMP2016、PGCB website、Assessing the Wind Energy Potential in Bangladesh、TEPCO データから調査団作成

図 2.3-27 2041 年オフピーク時期（休日）の需給バランス

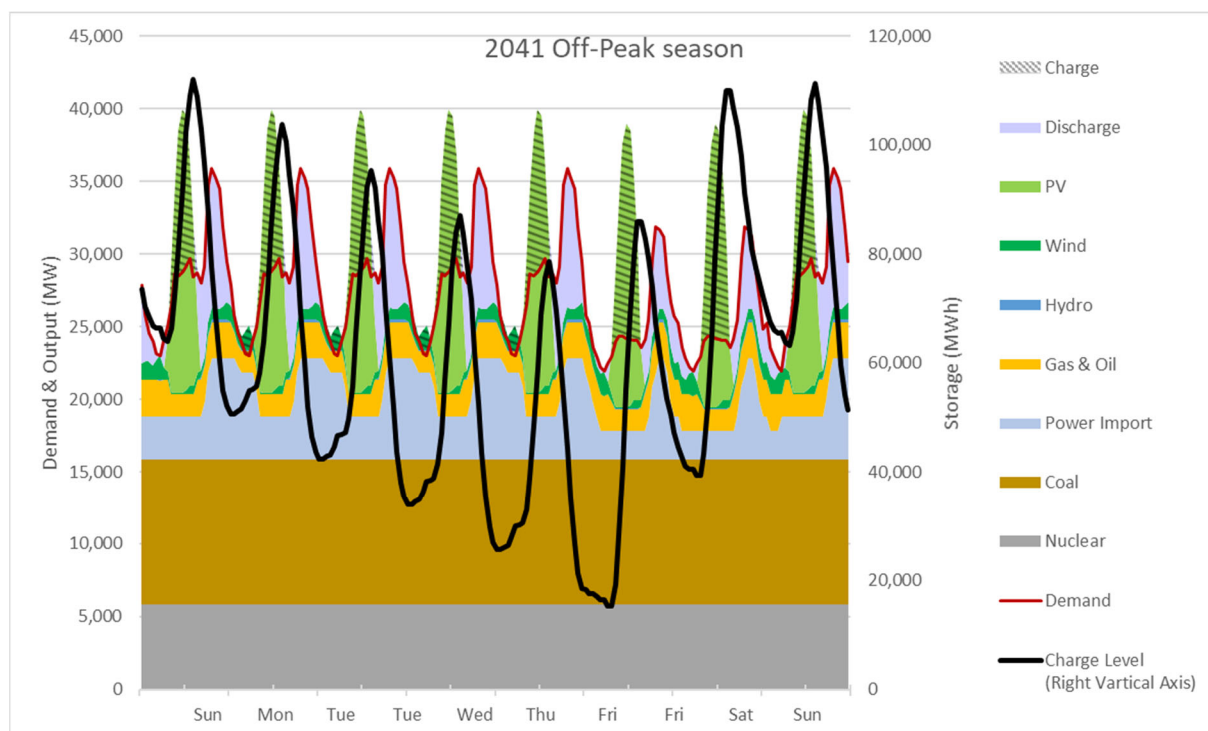
4) 蓄電設備を活用した 1 週間運用（2041 年）

上記 1) から 3)の運用においては、特に太陽光の影響で火力発電や輸入電力の出力変動が大きくなり、その利用率が大きく下がる。また、オフピーク時期の昼間に、再生可能エネルギーが余剰電力となり、発電抑制が必要となる。そこで、蓄電機能を持つ揚水発電所や蓄電池、EV を活用(Vehicle to Grid: V2G) することで、再生可能エネルギーを蓄電し、火力発電所の運用を最適化できる。2041 年における、ピーク、オフピーク時期の蓄電設備を活用した週間需給運用が図 2.3-28 と図 2.3-29 である。2041 年においても、蓄電設備を活用することで、いずれの時期も火力発電を一定運転で運用することができる。充放電容量はピーク時期で 13,659MW、201,677MWh、オフピーク時期で 9,583MW、112,157MWh の設備容量が必要となっている。よって、この需給バランスでの最適な蓄電設備容量は、ある程度の運用余力を持って、15,000MW、220,000MWh 程度となる。



出典：2020 年 3 月および 2021 年 6 月の BPDB の電源計画、National Solar Energy Roadmap, 2021-2041 (Draft)、PSMP2016、Revisiting PSMP2016、PGCB website、Assessing the Wind Energy Potential in Bangladesh、TEPCO データから調査団作成

図 2.3-28 2041 年ピーク時期における蓄電設備を活用した週間需給運用



出典：2020年3月および2021年6月のBPDBの電源計画、National Solar Energy Roadmap, 2021-2041 (Draft)、PSMP2016、Revisiting PSMP2016、PGCB website、Assessing the Wind Energy Potential in Bangladesh、TEPCO データから調査団作成

図 2.3-29 2041 年オフピーク時期における蓄電設備を活用した週間需給運用

(c) 再生可能エネルギーを考慮した火力発電設備導入の再評価

「表 2.3-2 各種最新情報を合成した 2041 年までの需給バランス（再生可能エネルギー除き）」で示した Revisiting PSMP2016 の Low Case (With EE&C) に対する予備力を維持することを指標に、再生可能エネルギー導入による火力発電設備導入量を再評価する。再生可能エネルギーの導入量は、2030 年で太陽光 9,743MW、風力 8,000MW、廃棄物 1MW、2041 年で太陽光 30,000MW、風力・廃棄物 15,000MW、廃棄物 1MW である。輸入電力、原子力、水力の容量については、オリジナルの電源計画から変化させない。表 2.3-11 は、再生可能エネルギー導入による火力発電設備の当初導入計画からの削減量を検討した表であり、蓄電設備を導入しない場合と導入した場合の 2 ケースを検討した。

表の a 列の火力発電の出力は、前出の「図 2.3-20 2030 年ピーク需要時期の需給バランス」で示した再生可能エネルギーを導入した際のピーク時期の最大火力発電出力（蓄電設備導入なしのケース）、および「図 2.3-23 2030 年ピーク時期における蓄電設備を活用した週間需給運用」で示した再生可能エネルギーと蓄電設備を導入した際の、ピーク時期の最大火力発電出力である。これらが年間で最大となる火力発電出力で、最低限必要な火力発電の出力である。これに、b 列の「予備力 (Reserve Margin)」を加えたものが、c 列の「必要な火力発電の容量 (Required Thermal Power Capacity)」となる (c 列)。予備力は、年度末供給力 (d 列) から Revisiting PSMP2016 の Low Case (With EE&C) の需要 (表 2.3-2 の h 列) を差し引いた値である。この場合、火力発電で予備力を確保していることになる。

ただし、総需要から再生可能エネルギー出力を差し引いた残余需要 (Net Demand) と太陽光出力の関係上、残余需要の誤差を考慮する必要がある。つまり年間で最大となる火力発電出力の誤差分としてマージンを設定する必要がある、その量を調査するための相関の例を図 2.3-30 に示す。この図は、太陽光発電の導入による火力発電導入量を再検討するために、2020 年 8 月の TEPCO エリアにおける電力需要から太陽光発電を差し引いた残余需要 (Net Demand) の最大値と、同日の太陽光出力の最大値の相関を表したグラフである。概ね、太陽光出力が大きい日に、残余需要も大きいことが分かるが、赤い線で囲いをしたところについては、太陽光出力が低くなったとこ

ろで 1,022MW ほど残余需要が増加している日がある。よって、この場合のマージンは、表 2.3-11 (e 列) のとおり 1,100MW としている。

その結果、電源計画から削減できる火力発電開発量は、蓄電設備を活用しないケースで、2030 年は 25MW なのではほとんど削減できないが、2041 年では、5,701MW となる。蓄電設備を活用するケースにおいては、2030 年で、5,612MW、2041 年で 19,344MW 削減できる。ただし、予備力を蓄電設備と折半すれば、火力発電設備削減量は 2030 年で 14,738MW、2041 年で 30,093MW 削減できることになる。また、この火力発電設備削減量が蓄電設備の導入量となり、前出の(a), (b)項で示した最適な蓄電設備容量も確保できる。

上記の、再生可能エネルギー導入量を考慮した火力発電導入量を反映した電源構成を、蓄電設備の導入がない場合とある場合で示したものが、図 2.3-31 である。この図では、再生可能エネルギー、蓄電設備の導入により、ガス火力の導入量を変化させている。

ただし、これは供給力評価方法の一例であり、実際には、残余需要と太陽光出力の相関については、太陽光の高度や実際の当国における需要動向もよく調査しつつ各月で評価する必要がある。

表 2.3-11 再生可能エネルギー導入による火力発電設備導入の再評価

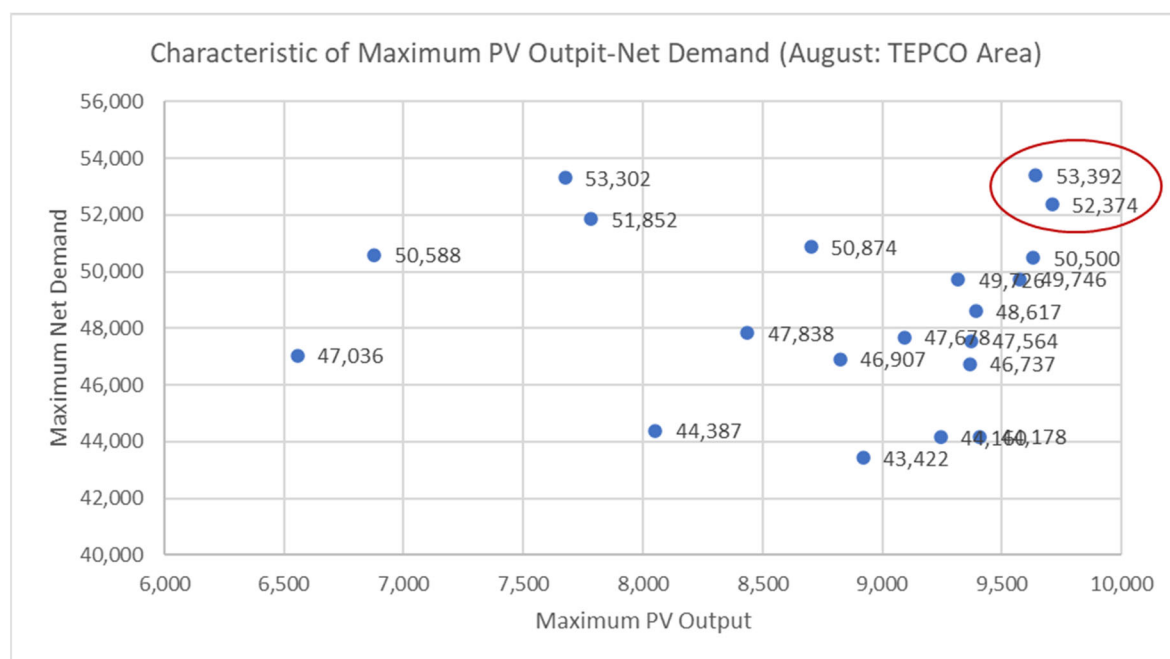
No use of storage facility	Required Thermal Generation on the study (3)-(a)-1) & (3)-(B)-1) (MW)	Reserve Margin of Power Development Plan (MW)	Required Thermal Power Capacity (MW)	Thermal Power Capacity of Power Development Plan (MW)	Margin of Characteristic error of Net Demand-PV output (MW)	Possible Capacity Reduction by PV Installation (MW)
	a	b	c=a+b	d	e	f=d-c-e
2030	22,708	18,252	40,960	42,085	1,100	25
2041	33,284	21,497	54,781	61,582	1,100	5,701

Use of storage facility	Required Thermal Generation on the study (3)-(a)-1) & (3)-(B)-1) (MW)	Reserve Margin of Power Development Plan (MW)	Required Thermal Power Capacity (MW)	Thermal Power Capacity of Power Development Plan (MW)	Margin of Characteristic error of Net Demand-PV output (MW)	Possible Capacity Reduction by PV Installation (MW)
	a	b	c=a+b	d	e	f=d-c-e
2030	17,121	18,252	35,373	42,085	1,100	5,612
2041	19,641	21,497	41,138	61,582	1,100	19,344

↓ Half of reserve margin is secured by Storage Facility

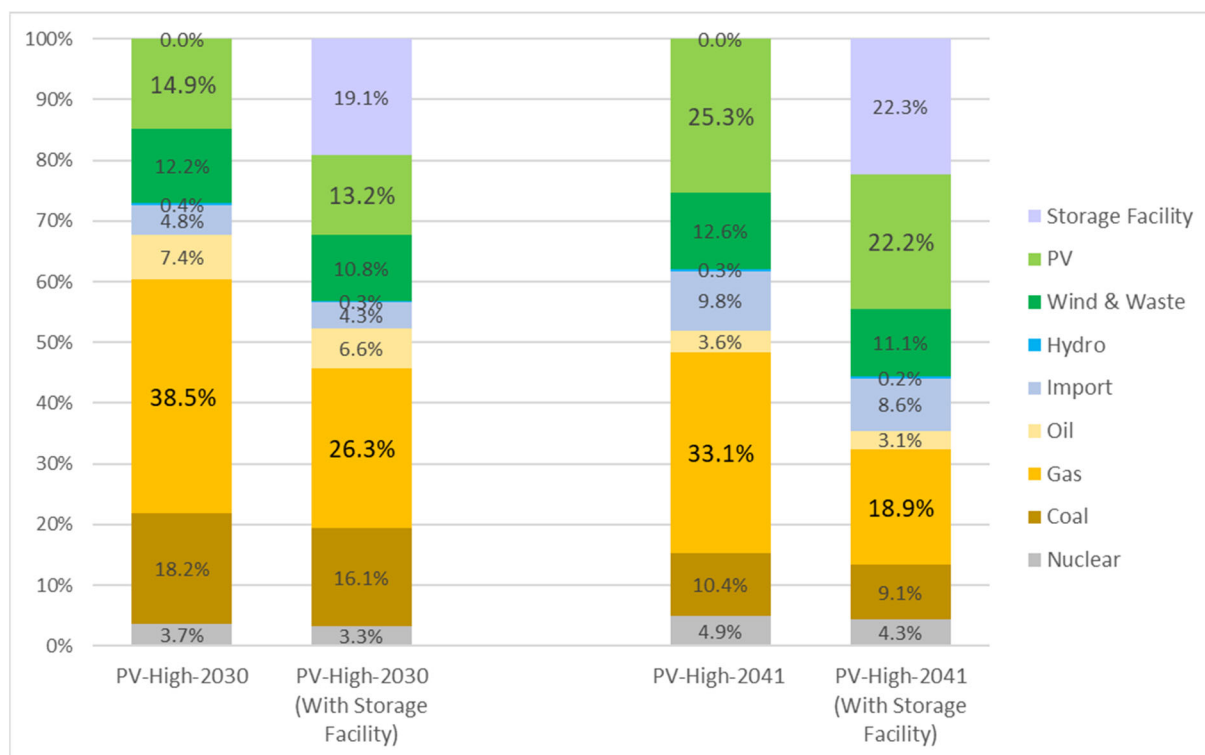
2030	9,126	26,247	1,100	14,738
2041	10,749	30,390	1,100	30,093

出典：2020年3月および2021年6月のBPDBの電源計画、2021年6月の政府の石炭火力開発方針、National Solar Energy Roadmap, 2021-2041 (Draft)、PSMP2016、Revisiting PSMP2016、PGCB website、Assessing the Wind Energy Potential in Bangladesh、TEPCO データから調査団作成



出典：TEPCO エリアの需要と PV 出力実績より調査団作成

図 2.3-30 TEPCO エリアにおける日間最大残余需要と PV 最大出力の相関（2020年8月）



出典：2020年3月および2021年6月のBPDBの電源計画、National Solar Energy Roadmap, 2021-2041 (Draft)、PSMP2016、Revisiting PSMP2016、PGCB website、Assessing the Wind Energy Potential in Bangladesh、TEPCOデータから調査団作成

図 2.3-31 蓄電設備の導入がない場合とある場合の電源構成比

(d) 蓄電設備を活用しない場合の火力発電が担う需要

蓄電設備を活用しない再生可能エネルギー導入の需給バランスを検討した中で、太陽光出力が最も大きい12時から、太陽光出力がない点灯ピークにかけて、太陽光の出力減少と需要動向に合わせて火力発電機を調整力として出力増加させなければならないことを示した。火力発電の出力変化量を示したのが表 2.3-12である。特に、オフピーク時期は、太陽光減少とともに需要が増加するので、火力発電の負担が大きくなる。この表に示した発電量を、5時間から6時間の間に变化させなければならないことから、発電機には、高い機動性と、発電機を制御する中央給電指令所(National Load Dispatch Center: NLDC)の指令への高い応答性が求められる。

表 2.3-12 12時から点灯ピークに変化させる火力発電出力

	Volume of Regulation Up from 12:00 to Evening Peak (MW)		
	Peak Season	Off-Peak Season (Week day)	Off-Peak Season (Holiday)
2030	7,349	6,814	8,281
2041	18,229	17,479	15,426

出典：2020年3月および2021年6月のBPDBの電源計画、2021年6月の政府の石炭火力開発方針、National Solar Energy Roadmap, 2021 - 2041 (Draft)、PSMP2016、Revisiting PSMP2016、PGCB website、TEPCO需要データから調査団作成

日本や欧米諸国では、電力自由化に伴い、送電事業者(Transmission System Operator: TSO)もしくはIndependent System Operator: ISO)と発電事業者が分離している。そのため、TSOは、電力の適正な需給バランス維持のために、発電機出力の応答速度に応じた調整力を確保している。当国においても、再生可能エネルギー導入に伴い、TSOであるNLDCが適正な調整力を確保する必要

がある。

日本や欧米諸国では、発電事業者と小売事業者の電力受け渡しが5分ブロックから30分ブロックの計画値で行われていることから、実際の電力需給において瞬時に必要とされる計画値との差分を補う必要がある。これに加えて、瞬時の需要変動や事業者の需要想定誤差の補填、および発電機事故による発電力の緊急的な補填のために、TSOが調整力（ $\Delta kW$ ）を確保する。表 2.3-13 は日本における調整力メニューである。調整力は、応答速度に応じて、一次（Primary）、二次（Secondary）、三次（Tertiary）に分かれている。特に Primary と Secondary は、現状においては従来からの水力発電や火力発電といった回転系の同期発電機が主力となる。当国においては水力発電のポテンシャルが低いため、火力発電が主力となる。

表 2.3-13 日本における調整力メニュー

	Primary	Secondary		Tertiary	
	Frequency containment Reserves (FCR)	Synchronized Frequency Restoration Reserves (S-FRR)	Frequency Restoration Reserves (FRR)	Replacement Reserve (RR)	Replacement Reserve -for FIT (RR-FIT)
Instruction /control	-	instruction/control (LFC signal)	instruction/control (EDC signal)	instruction/control	instruction
Monitoring	offline	online	online	online	Online/ Offline
Telecommunication Method	-	Dedicated line	Dedicated line	Dedicated line or VPN	VPN
Response speed	Within 10 sec	Within 5 min.	Within 5 min.	Within 15 min.	Within 45 min.
Length of sustention	5+ min.	30+ min.	30+ min.	3+ hour	3+ hour
Instruction interval	- (Automatic)	0.5sec to tens of seconds	1minute to some minutes	1minute to some minutes	30minutes
Upper Limit of Bidding	Amount of increase or decrease within 10 sec. AND bandwidth of governor-free mode	Amount of increase or decrease within 5 min. AND bandwidth of LFC mode	Amount of increase or decrease within 5 min. AND bandwidth of online control	Amount of increase or decrease within 15 min. AND bandwidth of online control	Amount of increase or decrease within 45 min. AND bandwidth of online control
Minimum bit amount (Bid increase)	1 MW (1kW)	5 MW (1kW)	5 MW (1kW)	5 MW (1kW)	1 MW (1kW)
Potential participants / bidder	Generator, battery and DR etc.	Generator, battery and DR etc.	Generator, battery and DR etc.	Generator, DR, surplus of self generator etc.	Generator, DR, surplus of self generator etc.
Regulating direction	up and down	up and down	up and down	up and down	up and down

出典：電力広域的運営推進機関 第6回 需給調整市場検討小委員会 資料2

当国では電力自由化は行われていないものの、当国に必要な調整力を試算した（表 2.3-14）。試算に当たっては、日本で検討されている計算式を用いた。パラメータである当国の2030年、2041年時点の需要変動の値が存在しないため、当国でも日本と同レベルの太陽光発電が導入されることを前提に日本の実績値を使用し、電源構成と需要規模を当国に合わせて必要量を補正した。ピーク時期とオフピーク時期で、調整力の必要量はさほど変わらないが、2030年で約6GW、2041年で約11GW必要であり、その量は大きいと言える。

表 2.3-14 当国に必要な調整力の試算

	Required Regulation		Required Regulation	
	In 2030	In 2041	In 2030	In 2041
Peak			Off-Peak	
Primary	962	1,880	Primary	962, 1,880
Secondary-Fast	842	1,646	Secondary-Fast	842, 1,646
Secondary	776	1,517	Secondary	776, 1,517
Tertiary	3,350	6,549	Tertiary	2,932, 5,732
Total	5,930	11,593	Total	5,512, 10,776

出典：TEPCO エリア需要データから調査団作成

当国の現状は、Primary 調整力に当たる発電機のガバナフリー機能（Free Governor Mode of

Operation: FGMO) が十分確保できておらず、2機から3機の発電機から供給されるだけである。また、主に NLDC から専用線を介して発電機を直接制御する Secondary 調整力については、全く確保できていない。NLDC からの発電機制御は、オペレーター間の電話による指令であり、発電所の運転員が出力を調整する。これは Tertiary 調整力に該当する。試算によれば、2041 年には Primary 調整力が 1.9GW 程度、Secondary 調整力が 3.2GW 程度必要であることから、調整力確保の面で、Primary、Secondary の機動性を満たし、NLDC からの応答性が確約できる発電設備の開発が必要である。また、NLDC においては、Secondary を確保できる Energy Management System (EMS) および通信ネットワークの開発が必要である。

### 2.3.8 再生可能エネルギー導入に伴う既設型発電機の必要性と諸課題

ここでは、従来の火力発電機や水力発電機といった回転系の発電機の必要性について述べる。

当国において、CO2 削減のためには太陽光を中心とした再生可能エネルギーの導入は必須である。再生可能エネルギーの中でも太陽光や風力は、発電された電力が直流電力や不規則な周波数の電力であるために、インバータ（直流-交流変換器：Power Conditioning Subsystem (PCS)を通じて 50Hz の交流電力が生成され、電力系統に接続されている。これらのインバータを介した電源からの発電が増加する時間帯においては、火力や水力といった既設型である回転系の発電機の運転台数が減り、系統の安定について新たな対策を講じる必要がある。

既設型の回転系の発電機には、周波数の変動に応じて自動的に出力を増減して周波数を規定値 (50Hz) に戻そうとする機能（ガバナフリー）や、停電などの需要の急変時に、発電機の回転の慣性により周波数が保たれ出力を増加する特性（慣性）がある。これらの機能や特性が系統安定化に寄与しているが、インバータを必要とする再生可能エネルギーにはこのような系統安定に貢献する機能と特性がない。

そのほか、系統事故時等に発生する周波数のズレに対応する能力である過渡安定度や、電圧を調整する無効電力の供給、系統事故時に流れる電流の供給について、インバータを必要とする電源にはこれらの機能がない。

表 2.3-15 はインバータ電源が増加することで発生する問題をまとめた表である。

表 2.3-15 インバータ発電機の増加に伴い発生する問題

	項目	同期発電機の機能 (一般的な水力・火力発電機)	現状のインバータ電源 の機能	問題の一例
周波数変動	ガバナフリー LFC 制御	出力制御し長周期・短周期の周波数変動を抑制	負荷変動等擾乱が発生しても <u>出力は一定</u>	<b>[調整力の不足]</b> ■周波数変動幅が増大し、 <b>定格周波数への滞在率が悪化</b>
	慣性	周波数変動時等に慣性（発電機の回転の慣性）から <b>必要な有効電力を吐出</b> （周波数変化率の抑制）	慣性がなく、周波数変動に対して <b>有効電力を吐出できない</b>	<b>[慣性の不足（周波数変化率増大）]</b> ■単独運転検出用の周波数変化率検出リレーが不要動作し、 <b>周波数低下リスクが拡大</b> ■周波数低下速度が急峻になることで <b>系統保護が困難化</b> （制御スピード・技術の限界）
過渡安定度	同期化力	同期化力により系統事故時等に <b>系統動揺を抑制</b> （周波数のズレに同調）	同期化力がなく、負荷変動等擾乱が発生しても <u>出力は一定</u>	<b>[同期化力の不足]</b> ■系統事故時における系統の動揺が拡大し <b>系統が不安定化</b>
電圧	無効電力	無効電力を調整し <b>系統の電圧を維持</b> （AVR）	電流を制御し、 <b>系統電圧に追従</b> （電圧を制御していない）	<b>[電圧維持能力の低下]</b> ■配電系統で逆潮流が増加し、 <b>電圧上昇</b>



				■電圧低下範囲や低下幅が拡大し、系統が不安定化
系統事故時	短絡電流 ・過負荷	<ul style="list-style-type: none"> <li>定格を超えた出力での運転が可能</li> <li>電源脱落時等において瞬時に定格の数倍を出力し、<b>周波数変化率</b>を抑制する</li> <li>保護リレーの動作に必要な<b>短絡電流を供給</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>過負荷運転は基本不可能</b></li> <li>電源脱落時等も<b>出力一定</b></li> <li>現状の系統保護リレーの動作に必要な<b>短絡電流の供給は困難</b></li> </ul>	<p><b>[短絡容量の不足]</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■新型能動方式の単独運転検出機能により、短絡容量が小さい場合に<b>電圧フリッカ（電圧の断続的な変化）</b>が発生（2017年に九州エリアで広域的なフリッカ事象発生）</li> <li>■事故電流の減少により<b>系統保護が困難化</b></li> </ul>

出典：調査団作成

これらの問題点は、設備形成、電力の品質、設備保護に大きく関与するため、日本ではこれらを解決すべく、対応策の検討、実証試験などが進められている。ここでは個々の取り組みについては割愛するが、これらの技術的解決の度合いや状況に見合った同期発電機の保有量、逆を言えばインバータ発電機の導入可能量を適正に把握することが重要となる。対応技術が確立するまでには相応の時間がかかることから、しばらくは、火力、水力といった従来の回転系の発電機が必要である。

## 2.4 代替案の検討（ゼロオプションを含む）

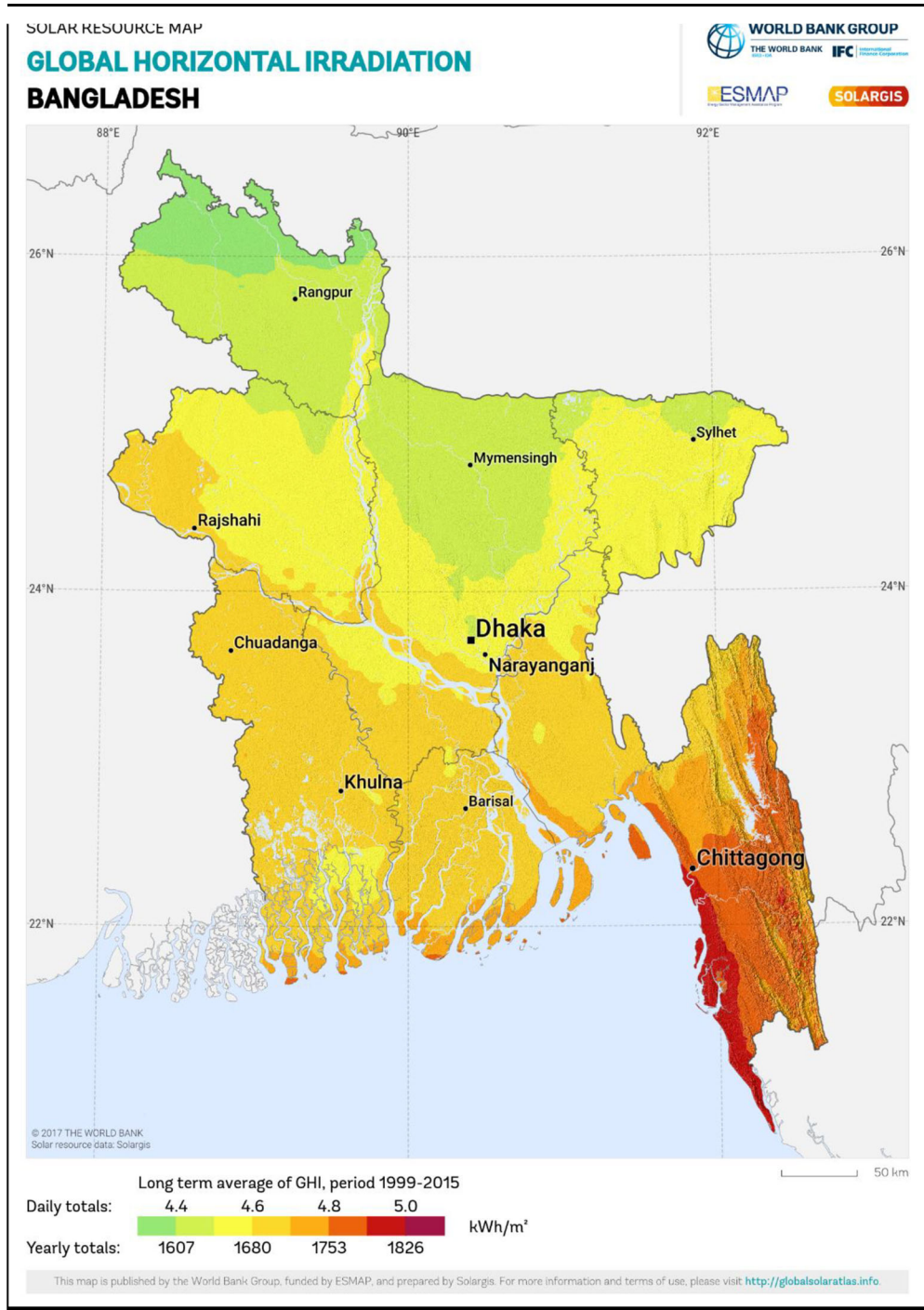
### (1) 発電方式の検討

昨今の国際的な動向を踏まえ、どのような発電方式が最適であるかを検討する。なお、立地については、現時点で選定している事業計画地での事業実施を前提とする。その理由は、1/2号機事業で既に用地取得手続きを進めていることから、当該用地を使用すれば追加的な用地取得・住民移転等の社会影響を回避できることが、別の代替地を使用した場合と比較し大きな利点になるためである。

再生可能エネルギーについては、近年、当国は安定した経済成長、工業化の進展を背景に電力需要が急増している一方で、第7次5か年計画によれば、不安定な電力供給が経済成長の制約であるとの見解が示されている。

水力発電については、当国の国土の大部分は海拔9m以下の低地で、事業計画地は沿岸部に位置しており、高低差を利用した水力発電のポテンシャルはほとんどない。

太陽光発電については「Renewable Energy for Sustainable Growth and Development: An Evaluation of Law and Policy of Bangladesh」(Alimul Haque Khan, Maidul Islam, Asif Islam, Energy and Power 2015, 5(1): 10-16)によれば、事業計画地周辺の日射量(horizontal irradiation)は5kWh/m<sup>2</sup>である。(図 2.4-1)



出典：Renewable Energy for Sustainable Growth and Development: An Evaluation of Law and Policy of Bangladesh (Sustainability 2019, 11, 5774)

☒ 2.4-1 Global horizontal solar irradiation in Bangladesh

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）によれば、日射量（図 2.4-1）からの太陽光発電の発電量は次式で求められる。

$$E_p = H \times K \times P \times 365 = 5.0 \times 0.73 \times 365 = 1,332 \text{ kWh/m}^2 \text{ (P=1 の場合)}$$

$E_p$ （年間予想発電量）

$H$ （一日当りの年平均日射量）

$K$ （損失係数；温度上昇による損失、パワーコンディショナーによる損失、配線、受光面の汚れ等の損失；約 0.73）

$P$ （太陽光発電のシステム容量（kW））

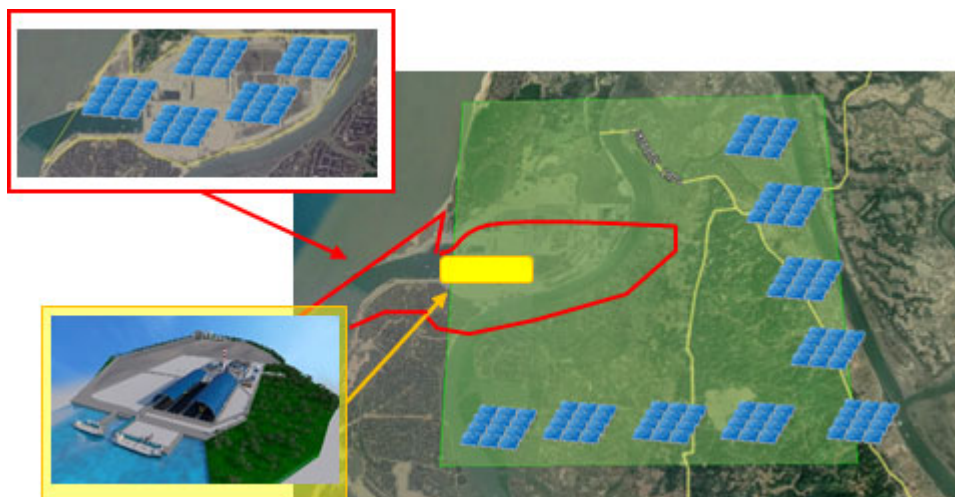
1/2 号機事業ならびに本事業に必要な総敷地面積は約 700ha（図 2.4-2 の赤枠）であり、このうち、本事業の敷地面積（発電設備、貯炭場）は約 60ha（図 2.4-2 の黄色部分）である。

本事業  $600\text{MW} \times 2 = 1,200\text{MW}$  の年間発電量は、稼働率を 80%と仮定した場合、 $1,200\text{MW} \times 24$  時間  $\times 365$  日  $\times 80\% = 8,410 \text{ GWh/year}$  となる。

本事業の年間発電量（8,410 GWh/year）を太陽光発電で発電する場合に必要な敷地面積は、上述の単位面積当たりの発電量  $1,332 \text{ kWh/m}^2$  を引用し、 $1\text{kW/m}^2$  の設備容量であれば、 $8,410 \text{ GWh/year} / 1,332 \text{ kWh/m}^2 = 631\text{ha}$  となり、1/2 号機事業ならびに本事業に必要な総敷地面積 700ha と同等となる。

しかし、実際、太陽光パネル（1kW）を設置するには  $10 \sim 15\text{m}^2/\text{kW}^5$ が必要とされている。「NEDO PV Challenges 2020」によれば、事業用太陽光発電の設備利用率は 18%<sup>6</sup>とあり、これらの値を参考に必要な敷地面積を算出すると、 $700\text{ha} \times 8,410 \text{ GWh/year} / [7,000,000\text{m}^2 / 10\text{m}^2/\text{kW} / 1,000,000 \times 8,760 \times 18\%] = 5,333 \text{ ha}$  となる（図 2.4-2 の緑色部分）。

太陽光発電を検討する場合、地形、気象、日内変動等を十分に考慮して用地を選定する必要があり、現状で広大な土地を確保することは難しく、現実的ではないと考える。



出典：調査団作成

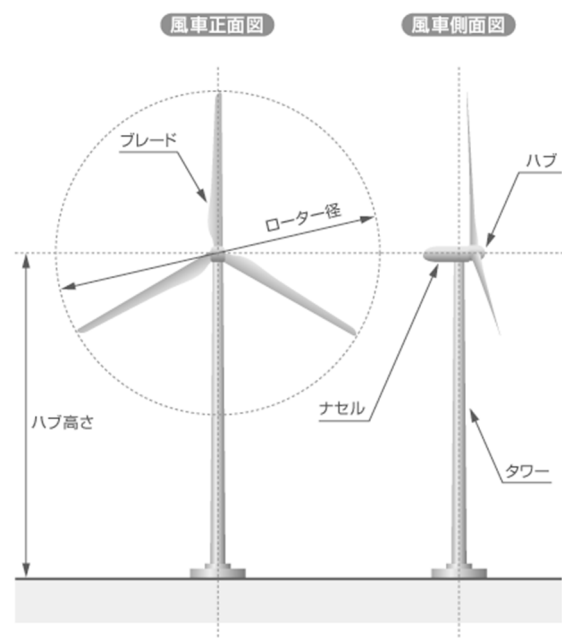
図 2.4-2 太陽光発電に必要な敷地面積

<sup>5</sup> <https://sorasapo.com/solar-menseki>

<sup>6</sup> NEDO PV Challenges 2020 (<https://www.nedo.go.jp/content/100926249.pdf>)

太陽光発電同様、風力発電について検討する。なお、実際の導入においては、詳細な風況解析が必要になるが、今回の検討は既存資料を参考に行った。

「平成 25 年度再生可能エネルギーに関するゾーニング基礎情報整備報告書」（環境省）では、陸上風力発電は 2,000kW 規模（ハブ高 80m）、洋上風力発電は 5,000kW 規模（ハブ高 90m）を想定し整理されている。洋上風力発電は、陸上風力発電と比べて規模が大きい傾向がある。



出典：VENTI JAPAN Inc (<http://www.venti-japan.jp/index.html>)

図 2.4-3 風力発電設備

地上の平均風速から設備利用率を推定する。2020 年の事業計画地周辺のクトゥブディア（Kutubdia）の年間平均風速は 5.1m/s、気象モデルによる事業計画地の年間平均風速は 3.4m/s である（5.1.1 (1)気象(1-2-2-2) 風況 参照）。

年間平均風速を 5.1m/s とし、2,000kW 規模並びに 5,000kW 規模のハブ高での平均風速は、次式から約 6.4m/s となる。

$$V = V1 \times (z/z1)^{1/n}$$

V: Z (m)における風速

V1: Z1 (m)における風速（地上高）

1/n: 指数則のべき指数

地表	1/n
海岸地方	0.10 - 0.14
田園	0.17 - 0.25
海面	0.1

表 2.4-1 ならびに平均風速の試算結果より、風力発電設備利用率は約 29%と仮定する。

表 2.4-1 平均風速別の設備利用率

平均風速	理論設備利用率		
	2,000kW 規模	5,000kW 規模	
5.0 m/s	16.2%	算定対象外	
5.1 m/s	17.1%		
5.2 m/s	18.0%		
5.3 m/s	18.9%		
5.4 m/s	19.8%		
5.5 m/s	20.7%		
5.6 m/s	21.6%		
5.7 m/s	22.5%		
5.8 m/s	23.5%		
5.9 m/s	24.4%		
6.0 m/s	25.3%		
6.1 m/s	26.3%		
6.2 m/s	27.2%		
6.3 m/s	28.1%		
6.4 m/s	29.1%		
6.5 m/s	30.0%		29.5%
6.6 m/s	30.9%		30.5%
6.7 m/s	31.8%		31.4%
6.8 m/s	32.8%		32.3%
6.9 m/s	33.7%		33.2%
7.0 m/s	34.6%	34.1%	
7.1 m/s	35.5%	35.0%	
7.2 m/s	36.4%	35.9%	
7.3 m/s	37.2%	36.8%	
7.4 m/s	38.1%	37.6%	
7.5 m/s	39.0%	38.5%	
7.6 m/s	39.8%	39.3%	
7.7 m/s	40.7%	40.2%	
7.8 m/s	41.5%	41.0%	
7.9 m/s	42.3%	41.8%	
8.0 m/s	43.1%	42.6%	
8.1 m/s	43.9%	43.4%	
8.2 m/s	44.7%	44.2%	
8.3 m/s	45.5%	45.0%	
8.4 m/s	46.3%	45.8%	
8.5 m/s	47.0%	46.5%	
8.6 m/s	47.8%	47.3%	
8.7 m/s	48.5%	48.0%	
8.8 m/s	49.2%	48.8%	
8.9 m/s	49.9%	49.5%	
9.0 m/s	51.0%	50.2%	
9.1 m/s	51.3%	50.9%	
9.2 m/s	52.0%	51.6%	
9.3 m/s	52.7%	52.2%	
9.4 m/s	53.4%	52.9%	
9.5 m/s	54.0%	53.6%	

出典：平成 25 年度再生可能エネルギーに関するゾーニング基礎情報整備報告書（環境省）

日本風力発電協会によれば、2,000kW 規模の風力発電設備の上空占有面積は約 0.5ha であるが、これを単純に敷き詰めると 200 基/km<sup>2</sup> の風力発電設備が設置できる計算になる。しかし実際、隣接する風車同士による相互干渉で風の奪い合いによるエネルギー取得量の減少が発生するため、適切な離隔距離が必要になる。「わが国の再生可能エネルギー導入ポテンシャル(概要資料導入編)」（環境省）によれば、陸上・洋上風力発電の導入ポテンシャルの算定では、1 基/0.25km<sup>2</sup> (4 基/km<sup>2</sup>) としている。

本事業の年間発電量 (8,410 GWh/year) を陸上風力発電 (2,000kW 規模、設備利用率 29%、4 基/km<sup>2</sup> 設置) で発電する場合に必要な敷地面積は、8,410 GWh/year / (2,000kW x 24 時間 x 365 日 x

29% x 4 基) = 41,379ha となり、必要な陸上風力発電設備は 1,655 基となる。

洋上風力発電（5,000kW 規模、設備利用率 29%、4 基/km<sup>2</sup> 設置）の場合も同様な算出式により求めると、16,552ha の敷地面積ならびに洋上風力発電設備は 662 基が必要となる。

本事業の年間発電量相当を陸上風力発電で賄うためには太陽光発電以上の広大な土地を確保しなければならないため、現実的ではないと考える。

洋上風力発電の場合、「100% RENEWABLE ENERGY FOR BANGLADESH (2019)」(INSTITUTE FOR SUSTAINABLE FUTURES)によれば、潜在的適地として、ベンガル湾海上が示されており（図 2.4-5）、洋上で 16,552ha を確保し洋上風力発電を行うことによって、本事業と同等の年間発電量を発電できる可能性はあるが、広大な洋上で風力発電事業を行うには、多くの技術的な課題（型式（着床式または浮体式）の選定、船舶航路への影響、モンスーン・サイクロンの影響等）を解決する必要がある。

モンスーン、サイクロンによる風力発電設備の損傷については、日本も同様に台風による風力発電設備の損傷が報告<sup>7</sup>されており、メーカー側では設備の強度向上<sup>8</sup>に取り組んでいる。



備考：左側は洋上風力発電、右側は陸上風力発電。

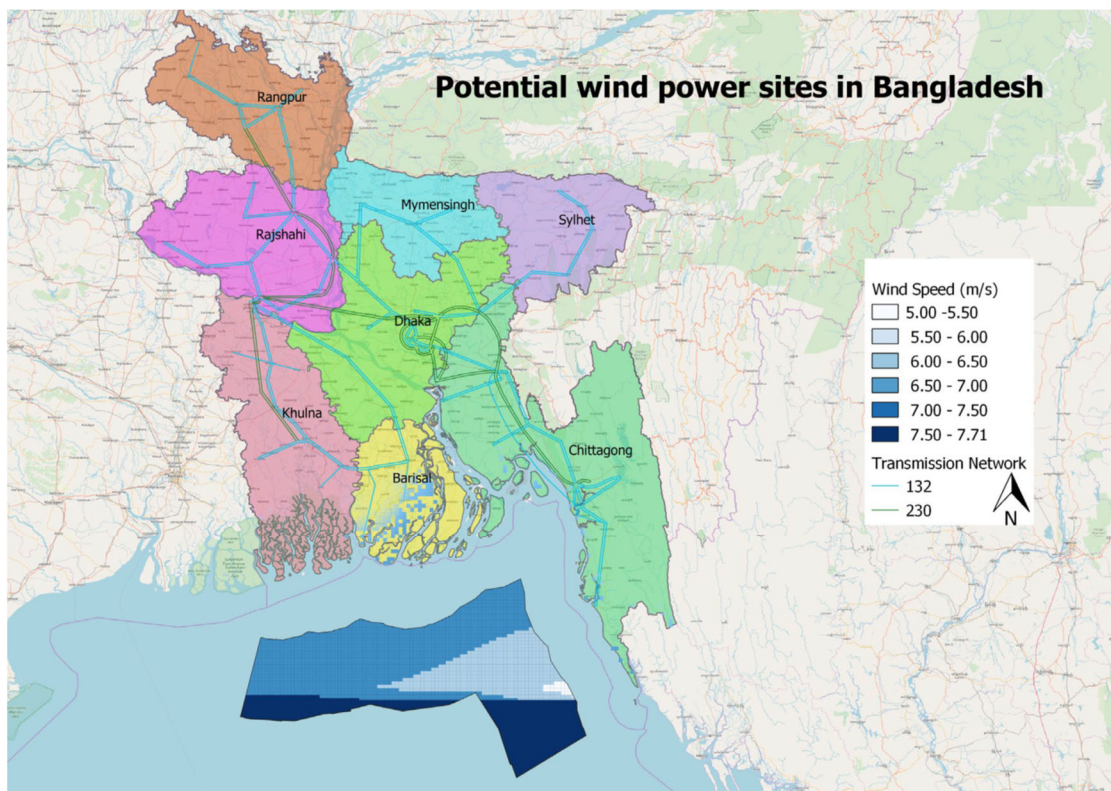
出典：調査団作成

図 2.4-4 風力発電に必要な敷地面積

石炭火力等を含む火力発電とは異なり、太陽光発電、風力発電は小規模で分散設置が可能である。しかし、電力を供給できない時間帯があるため、蓄電設備が不可欠である。さらに日照、風況等の解析、土地利用等を十分に検討した上で適地を選定する必要がある。こうした点からも本事業同等の電力を確保できる適地を選定していくには多くの時間を要する。

<sup>7</sup> 風力発電設備をめぐる最近の動向と対応の方向性(2019)（経済産業省）

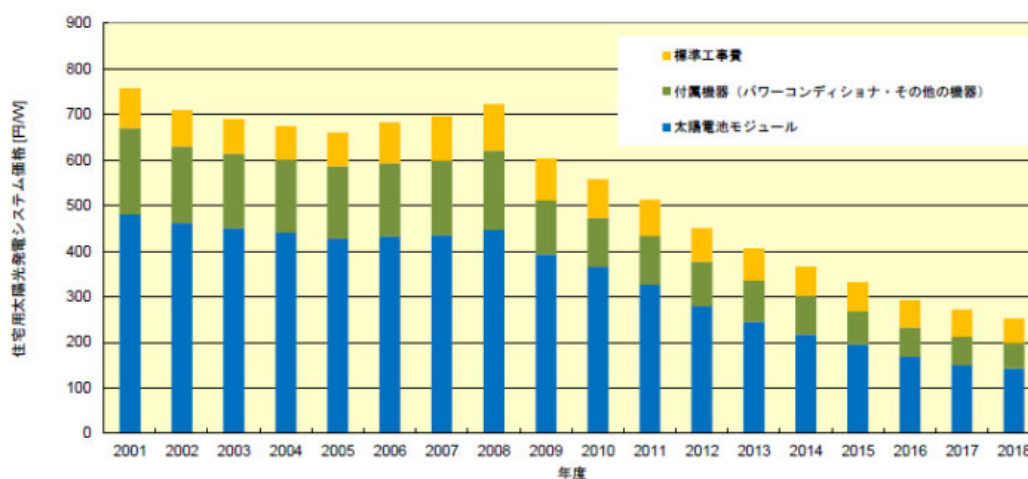
<sup>8</sup> TSC Foresight セミナー：洋上風力発電の取り組み（台風に対する安全性確立等）\_2018(株式会社 日立製作所)



出典：100% RENEWABLE ENERGY FOR BANGLADESH (2019) (INSTITUTE FOR SUSTAINABLE FUTURES University of Technology Sydney)

図 2.4-5 On- and offshore wind energy generation potential in Bangladesh

図 2.4-6 は、日本の住宅用太陽光発電システムの投資価格の動向を示す。2001 年では約 750,000 円/kW だった平均価格が、2018 年には約 250,000/kW まで下がっている。



出典：NEDO PV Challenges 2020

図 2.4-6 日本の住宅用太陽光発電システムの平均価格

International Renewable Energy Agency (IREA)の”Future of Solar PV”によれば、2018 年の太陽光発電システムの投資コスト 1,210 \$/kW は、2030 年に 340~834 \$/kW、2050 年に 165~481 \$/kW と、将来、コストの低減を予測している。



当国について記載している「100% RENEWABLE ENERGY FOR BANGLADESH (2019)」<sup>9</sup>によれば、2015、2020、2030年の投資コストならびに発電コスト（運転ならびにメンテナンスコスト）が示されている。

当該報告書によれば、表 2.4-2 のとおり石炭火力発電の投資コストは太陽光発電と同等程度である。将来的には、太陽光発電、風力発電の投資コストの低減が期待される。

再生可能エネルギーの利用において、太陽光発電では夜間の電力供給には蓄電システムが必要になる。2.3.6 項では、再生可能エネルギーの導入シナリオが検討されているが、蓄電システムとの組み合わせは、設備コストの増加となる。

発電技術別メンテナンスコストは表 2.4-3 のとおり、石炭火力発電と太陽光発電と同等程度であるが、将来的には、太陽光発電ではコストの低減が期待される。

表 2.4-2 発電技術別投資コスト

発電技術	投資コスト(\$/kW)		
	2015	2020	2030
石炭火力発電	1,411	1,390	1,356
太陽光発電	1,817	1,682	1,305
太陽熱発電	5,787	4,705	3,799
風力発電（洋上）	5,631	3,876	3,072
風力発電（陸上）	1,519	1,316	1,305

出典：100% RENEWABLE ENERGY FOR BANGLADESH (2019) (INSTITUTE FOR SUSTAINABLE FUTURES University of Technology Sydney)

表 2.4-3 発電技術別メンテナンスコスト

発電技術	運転・メンテナンスコスト(\$/kW/year)		
	2015	2020	2030
石炭火力発電	30.8	29.7	29.7
太陽光発電	38.7	21.9	15.4
太陽熱発電	350.9	270.0	233.8
風力発電（洋上）	209.5	164.5	133.6
風力発電（陸上）	56.5	55.9	56.8

出典：100% RENEWABLE ENERGY FOR BANGLADESH (2019) (INSTITUTE FOR SUSTAINABLE FUTURES University of Technology Sydney)

事業計画地内で発電設備を建設することを前提に、発電方式の検討結果を表 2.4-4 に整理した。当国では、将来、コスト面から風力発電ならびに太陽光発電の導入が期待できる。しかし、事業計画地内では、当国の経済成長の下支えとなるだけの十分な電力を確保することが難しく、火力発電所の建設が妥当と判断する。

表 2.4-4 発電方式の検討

項目	事業を 実施しない	再生可能エネルギー			火力発電
		水力発電	太陽光発電	風力発電	
電力需要	—	×	—	—	+

<sup>9</sup> BAU、1.5°C、2°C上昇のシナリオを用意し、各種統計資料から2050年のエネルギー需要をBAUで4.2倍（2015年比）、2°C上昇のシナリオで3.5倍（同比）に増加するとしている。電力需要も2050年には380TW/年に達するとしている。国内には太陽光発電が6,250km<sup>2</sup>(156GW)、風力発電（陸上・洋上）が3,200km<sup>2</sup>(150GW)の潜在適地があり、再生可能エネルギーが地域の重要な役割を果たし拡大することを想定しているが、2030年頃までは電力セクターの投資は化石燃料による発電所が中心で、その後、燃料費の節約を背景に再生可能エネルギーに移行していくとしている。この移行は電力網の考え方にも及び、再生可能エネルギーへの移行は民生部門のかなりを担うものになる。

項目	事業を 実施しない	再生可能エネルギー			火力発電
		水力発電	太陽光発電	風力発電	
立地	+	×	-	-	+
経済性（コスト）	-	×	±	±	+
自然環境・社会環境	±	×	±	±	-

備考：

- 1) 事業を実施しない場合、雇用の機会の喪失等がある。相対的比較として、+：優位、±：中位、-：劣位、×：適応しないとした。
- 2) 太陽光発電の経済性（コスト）：±について、投資コスト、メンテナンスコストが将来、低減することが期待される。しかし夜間電力供給における蓄電システムの必要等に留意したい。
- 3) 火力発電に係る自然環境・社会環境については、13章で詳細を記載しているが、大気汚染、水質汚濁等による影響が想定されるため、再生可能エネルギーと比較して劣ると判断した。
- 4) 「事業を実施しない」の詳細検討結果は、以下のとおり。

項目	正の影響	負の影響
電力需要 経済性（コスト）	なし	・当国の将来電力需要に対応できない。
自然環境・社会環境	本事業による大気汚染、水質汚濁等、周辺環境への影響はない。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・他地域で石炭火力発電所を建設する場合、十分な環境対策が講じられない可能性がある。また、CO<sub>2</sub>排出原単位の高い石炭火力発電所であれば、CO<sub>2</sub>排出量増加の可能性がある。</li> <li>・他地域で石炭火力発電所を建設する場合、新たな土地収用、住民移転が発生する可能性がある。</li> <li>・本事業周辺での雇用機会、当該地域での産業の創出の機会が失われる。</li> </ul>

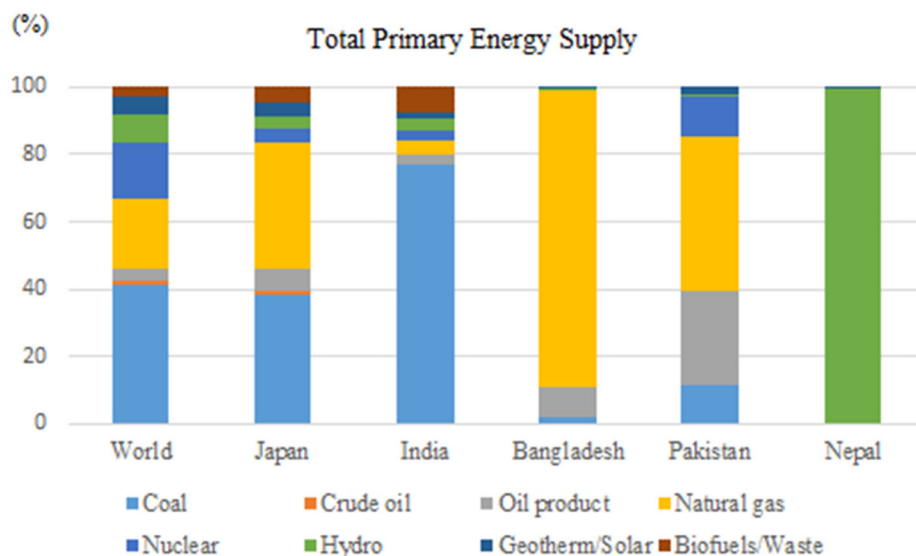
出典：調査団作成

## (2) 火力発電における比較

World energy balance (International Energy Agency)によれば、当国の電力用一次エネルギー消費量のほとんどは火力発電である（図 2.4-7）。その内訳は、ガス火力発電は 89%、次いで石油火力発電が 9%、石炭火力発電が 2%となっている。ガス火力発電については、その発電の 6 割が国内産天然ガスであるが、産出量が頭打ちとなり 2018 年から高価な LNG の輸入を開始している。

この点については、燃料不足に起因する電力供給力不足や燃料供給コスト高騰というエネルギー安全保障の問題の発生が懸念されている。また第 7 次 5 か年計画においても、不安定な電力供給が経済成長の制約になる問題に言及しており、第 8 次 5 か年計画では、その言及を受け、今後も電力セクターの大部分がガスに依存することは戦略的な課題に繋がるとの認識がなされている。したがって、中長期的な視点においても、石炭火力発電の導入が有効な選択と言える。また、事業計画地内を前提にガス火力発電の導入を検討するには、既に 1/2 号機の石炭火力発電設備の建設が進む中、新たにガス受入設備、ガス貯蔵設備等の設置が必要で新たな用地取得が必要になる可能性もある。

以上のことから、電源構成の多様化の必要性という当国の事情、新たに用地取得が必要になる可能性を鑑みると、石炭火力発電の導入が望ましいと考える。



出典：調査団作成

図 2.4-7 電力用一次エネルギー消費量の状況（2017年）

前述のとおり、1/2号機事業の石炭火力発電設備が建設中であること、新たな用地取得の必要がなく同敷地内で本事業が実施できること（言い換えれば用地取得に係る時間、労力、経費が発生しないこと）、先行する1/2号機事業の技術的裏付けをもって事業が進められること等から、本事業では石炭火力発電を選択することが妥当である。

Intended Nationally Determined Contributions (INDC) (2015年9月)では、資金支援があることを条件に新規石炭火力は超臨界圧以上の技術を用いること、「Nationally Determined Contributions (NDCs) (26 August 2021)」では、“Coal power plant with Ultra super critical technology 12,147MW”が明記されている。

本件で導入を検討している技術は超々臨界圧であり、3/4号機のCO<sub>2</sub>排出量は7,319,280 t-CO<sub>2</sub>/yである。仮に現在、当国で稼働している石炭火力発電所をベースとした熱効率で同等の発電を行う場合、CO<sub>2</sub>排出量は9,890,606 t-CO<sub>2</sub>/yとなり、その差は2,571,327 t-CO<sub>2</sub>/yである。潜在的削減率は26.0%で、INDCの方針とも合致している。

表 2.4-5 に立地、電力需要、経済性（コスト）、技術（発電方式）、自然環境・社会環境の観点から代替案の比較検討結果を示す。

表 2.4-5 代替案比較

項目	選定のポイント	ガス火力	石炭火力
立地	敷地確保	±（－）	＋
電力需要	電力需要の増加やエネルギー多様化への対応	＋	＋
経済性（コスト）	電力セクターを取り巻く状況と発電コスト	－	＋
技術（発電方式）	発電技術開発動向とその実現性	＋	＋
自然環境・社会環境	周辺環境への影響，住民移転の可否等	±	－

備考：相対的比較として、＋：優位、±：中位、－：劣位とした。

出典：調査団作成

## 2.5 結論

前述で説明した内容を以下のとおり整理した結果、本事業では、調整力のある超々臨界圧石炭火力の導入が必要であるとの結論に至った。

- (1) 当国の需要増加と老朽化した火力発電機の廃止を考慮し、計画的な新規電源開発が必要である。
- (2) 当国の火力発電に関する政策では、安価なエネルギーの導入、燃料の多様化、火力発電の高効率技術の導入が示されている。
- (3) 当国政府は気候変動対策に積極的に取り組んでおり、その一環として2021年6月27日に石炭火力開発計画の見直しを発表した。10の石炭火力開発プロジェクトがキャンセルされたが、本事業はこれに含まれていない。電力局が決定した石炭火力開発廃止事業にも本事業は含まれておらず、開発される計画となっている。
- (4) 2021年8月26日、UNFCCCに提出された Nationally Determined Contributions (NDCs)には、超々臨界圧石炭火力の導入が挙げられており、Mr. Haroon, Deputy Director of DoEによれば、本事業は当該計画に考慮されているとの言及があった。
- (5) 当国では、太陽光および風力を中心とした再生可能エネルギーが導入される計画だが、最も大規模に導入されるケースで検討しても、日負荷曲線を考慮すると、2030年・2041年いずれも火力による発電容量を確保することが必要となる。
- (6) さらに電力の品質（周波数、電圧）の確保と設備保護の観点から、当面は従来型の回転機による発電機（同期発電機）が必要であり、当国の場合には火力による発電容量を確保する必要がある。
- (7) 再生可能エネルギーで電力を供給できない時間帯に、蓄電設備を活用して電力供給を行う場合においても、供給力を賄うために、火力による発電容量を確保する必要がある。ここで、蓄電設備の導入は、ある程度の火力設備の導入削減に寄与する。
- (8) 再生可能エネルギーが拡大する中、蓄電池の整備が十分でない場合は、再生可能エネルギーの出力変化に応じて、火力発電による需要への追従(需給調整力)が必要になる。これは再生可能エネルギーの導入が大きくなるほど、火力発電による高い出力変化速度と大きな出力変化幅を持つ需給調整力が求められる。石炭火力においては、この要件を満たした Flex-USC 技術を具備した発電設備が望ましい。
- (9) 1/2号機事業ならびに本事業の総敷地面積は約700ha、うち本事業の敷地面積は約60haである。本事業の電力相当を太陽光発電で調達する場合の敷地面積は5,333ha (53km<sup>2</sup>)、風力発電の場合

では 41,400ha (414 km<sup>2</sup>) (陸上)、16,600ha (166km<sup>2</sup>) (洋上) と広大な敷地が必要であり、太陽光発電・風力発電への代替は、現実難しい。

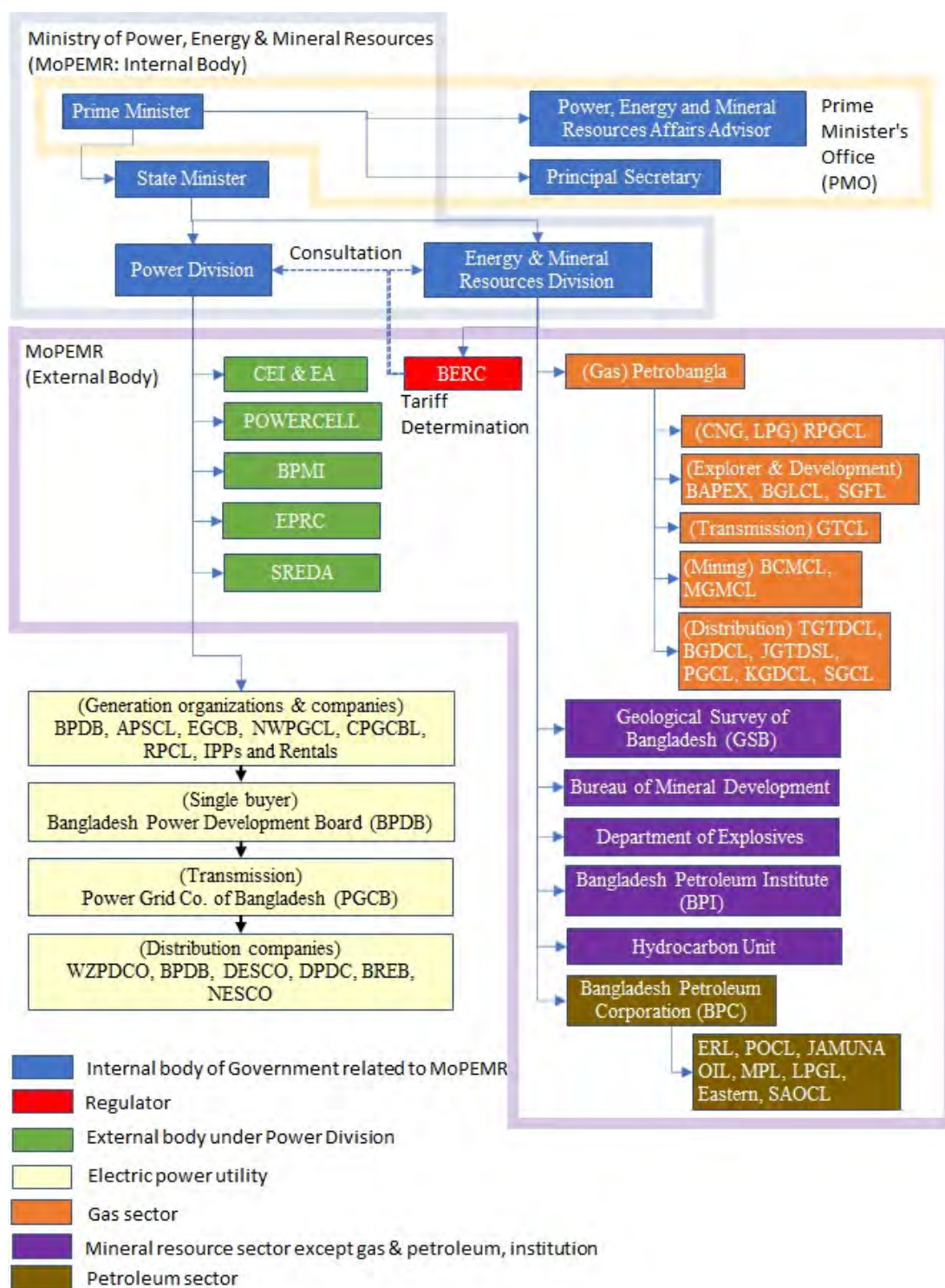
- (10) 現在、当国の電力用一次エネルギー消費量のほとんどが火力発電であり、うちガス火力発電は 90%\*を占める。2018 年から LNG の輸入が始まりエネルギー安全保障の観点から懸念がある。さらに、現在計画している敷地は、既に 1/2 号機の石炭火力発電設備の建設が進み、ガス火力発電の場合、新たにガス受入設備、ガス貯蔵設備等の設置が必要で新たな用地取得が必要になる。

\* BPDB annual report 2020-21 によれば、ガス火力発電は 60.19%を占める。

## 第3章 エネルギー・電力セクターの概要

### 3.1 エネルギー・電力セクターの体制

当国のエネルギー・電力セクターは、第7次5か年計画に引き続き、第8次5か年計画でも最重要社会インフラ基盤として位置づけられ、首相が電力・エネルギー・鉱物資源省（Ministry of Power, Energy & Mineral Resources : MoPEMR）の大臣を兼務している。実務は国務大臣（State Minister）が担当し、首相府（Prime Minister's Office : PMO）には、エネルギーと電力に関するアドバイザーや首席次官（Principal Secretary）を設置しているのが特徴的である。図 3.1-1 は首相以下の電力・エネルギーセクターの組織図である。



出典：Power Division website より調査団作成

図 3.1-1 MoPEMR の組織図

### 3.1.1 電力・エネルギー・鉱物資源省（Ministry of Power, Energy and Mineral Resources: MoPEMR）

MoPEMR は、一次エネルギーおよび電力政策を扱う主要な省である。MoPEMR の下には、エネルギー・鉱物資源局（Energy and Mineral Resources Division: EMRD）と電力局（Power Division）がある。エネルギー・鉱物資源局は、一次エネルギーの輸入、集積、流通・販売、値段の決定に関する政策や管理を担い、電力局は発電から配電・売電までの電力に関する政策や管理を担う。

(1) エネルギー・鉱物資源局（Energy and Mineral Resources Division）

エネルギー・鉱物資源局は当国のエネルギー政策を担当し、短期・中期・長期の包括的・統合的なエネルギー計画を策定する部局で、MoPEMR の外部組織であるガス・石油・石炭・鉱物関連の機関・会社を管轄する。

ガスセクターについては、2006年に世界銀行の支援を受けて Gas Sector Master Plan (GSMP)を作成し、最新版は2017年に公表されている。Petrobangla の情報によると、今のところ GSMP 更新の予定はない。

(2) 電力局（Power Division）

電力局は、発電、送電、配電に関連する事業を管轄している。

その範囲は、官民パートナーシップ、民間投資、地方電化と再生可能エネルギー、エネルギー効率と省エネを促進するための部門や省庁を跨いだ協力体制構築に及ぶ。電力局は、政府傘下の電気事業者のパフォーマンスを監視し生産性を上げるために Key Performance Indicator (KPI)を採用し、2012年に電力局と、政府傘下の電気事業者との間で Memorandum of understanding (MOU)を締結した。対象となる事業者は、以下のとおりである。

- Bangladesh Power Development Board (BPDB)
- Bangladesh Rural Electrification Board (BREB)
- Dhaka Electric Supply Company Limited (DESCO)
- Dhaka Power Distribution Company Limited (DPDC)
- West Zone Power Distribution Company Limited (WZPDCL)
- Northern Electricity Supply Company Limited (NESCO)
- Power Grid Company of Bangladesh Limited (PGCB)
- Electricity Generation Company of Bangladesh Limited (EGCB)
- Ashuganj Power Station Company Limited (APSCL)
- North West Power Generation Company Limited (NWPGL)
- Rural Power Company Limited (RPCL)
- Coal Power Generation Company Bangladesh Limited (CPGCBL)
- B-R Powergen Limited

KPI は、毎年電力局と各電気事業者が共同で、目標と各目標の重みを設定している。評価方法は、100点を満点として各目標の重みに応じて点数が配分され、達成度によって各目標の点数が決まり、その合計点で評価する。この点数によって賞罰が定められ、達成度が高い順に金銭的な賞与として、3か月分の給料、2か月分の給料、1か月分の給料、0.5か月分の給料が与えられる。点数が基準に満たない場合は、賞与が与えられず、これがペナルティに値する。達成されなかった目標については、翌年に厳しく管理される。



### 3.1.2 バングラデシュエネルギー規制委員会（Bangladesh Energy Regulatory Commission: BERC）

BERC は、BERC 法に基づいて 2003 年に設立された。BERC は電力、国産天然ガス、石油部門の管理、運用、料金決定を担い、これらに関する規則や規制を制定している。BERC の運営委員は、会長と 4 人のメンバー（Admin & Finance, Gas, Power, Petroleum）で構成されている。BERC は、消費者と産業界の利益を保護し、競争市場を促進することを目的としており、BERC 法（BERC Act 2003）では BERC の役割を以下のように定めている。

- (1) エネルギーを使用する施設における機械および電気器具の効率と基準の決定、ならびにエネルギー監査を通じたエネルギーの効率的使用の検証、監視、分析
- (2) エネルギーの効率的な利用とエネルギーサービスの質の確保、発電、送電、取引、供給、貯蔵ならびに配電の料金の決定と安全の確保
- (3) エネルギーと電力事業のライセンスの発給と取消し、ライセンス免除の発給と取消し
- (4) 需要予測および財政状態を考慮した、事業者の開発計画の承認と決定
- (5) エネルギー統計の作成・評価・維持・公表
- (6) エネルギーサービスの質を確保するための規範や基準の策定と施行
- (7) すべてのエネルギー事業者に共通する会計処理方法の開発
- (8) エネルギー事業者間の競争の促進
- (9) 発電、送電、取引、供給、配電およびエネルギー貯蔵に関するエネルギー鉱物資源局と電力局への協力と助言
- (10) 事業者間および事業者と消費者間の紛争の解決と仲裁
- (11) 消費者の紛争、不正な商慣習または独占に対する適切な措置
- (12) 現行法に基づくエネルギー環境基準の管理
- (13) その他、発電およびエネルギーの供給、取引、貯蔵、効率的な利用、サービスの質、料金の設定ならびに安全性の向上に関し、BERC が適当と認める事象への対応

また、BERC 法の、第 7 章 第 34 条 タリフ (1) では、発電卸価格、配電会社への卸価格、小売価格、顧客へのエネルギー供給に関しては、他の法律で定められているものがあるかと、BERC が政府と協議して作成した方針と方法論に従うとしている。

石油価格については、LNG を除いてエネルギー鉱物資源局が決定している。LPG の価格は市場価格を基準として決定されているが、顧客保護のためにいくつかの規制が導入される予定である。LNG については長期契約およびスポット調達市場で決定される。

また、BERC は再生可能エネルギーを促進するために、2016 年に固定価格買取制度（FIT）を制定し、以下の 2 点について重要な責任を負っている。

- ・ 高品質の電力供給のための規定と基準の設定
- ・ 発電所のエネルギー効率を維持するための監査体制と基準の設定

### 3.1.3 エネルギーセクターの概要

エネルギーセクターは、エネルギー鉱物資源局の下でガス、石油、鉱物を扱う機関および会社により構成される。Petrobangla は、国内の天然ガスの探索、開発、ガス関連凝縮物および石炭の生産および販売を行う。Bangladesh Petroleum Corporation (BPC) は石油（原油および石油製品）を管理し輸入、精製および販売を行う。これら 2 つのグループには多くの子会社がある（図 3.1-1 を参照）。

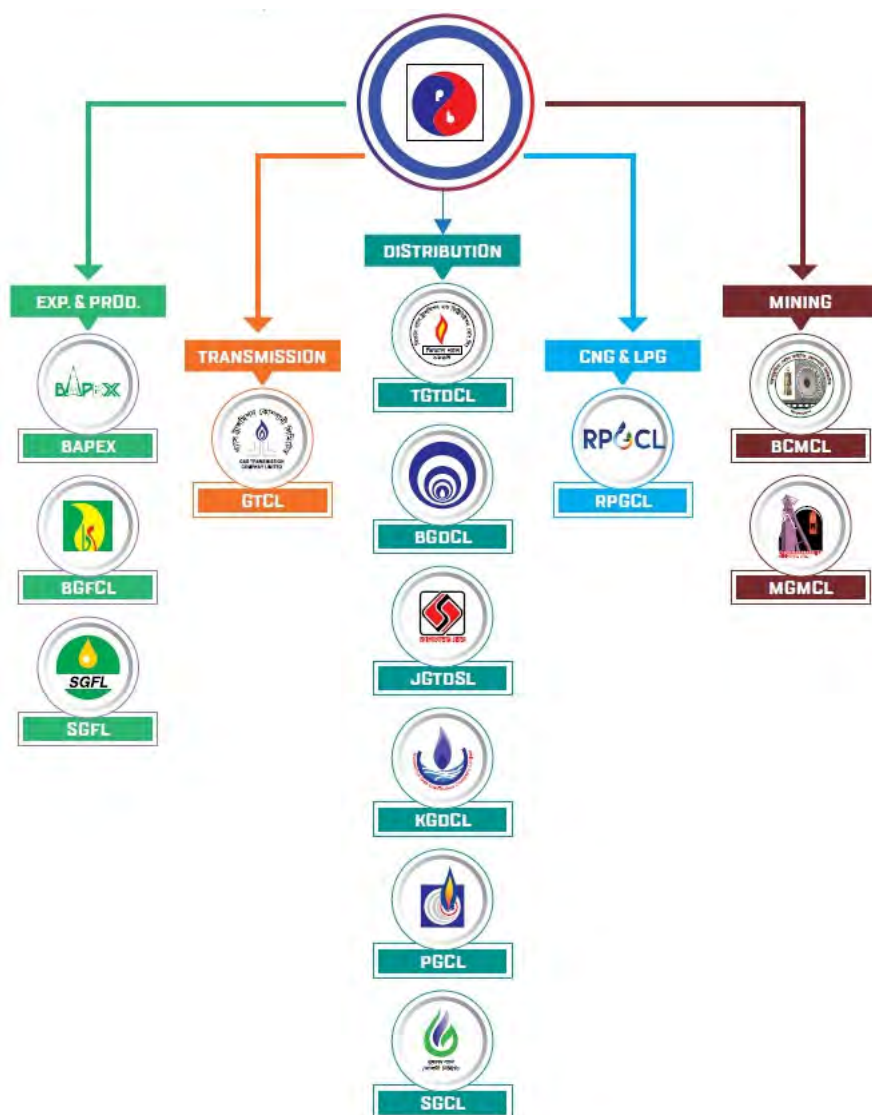
#### (1) ペトロバングラ（Petrobangla: Bangladesh Oil, Gas & Mineral Corporation）

Petrobangla は、Bangladesh Oil, Gas and Mineral Corporation Ordinance, 1985 と Bangladesh Oil, Gas and Mineral Corporation (Amendment) Act, 1989 に基づいて、法定機関として運営されている国営企業である。その傘下には、天然ガス、CNG・LPG および、石炭等を担う国営企業が 13 社あり、株

---

式は、TGTDC (Titas Gas Transmission and Distribution Company limited)を除き、Petrobangla が 100% 所有している。TGTDC 株の保有率は 75%で、内訳は表 3.1-1 のとおりである。13 社の内訳は天然ガス関係が、探鉱・生産部門 3 社、搬送部門 1 社、販売部門 6 社の計 10 社、CNG・LPG・LNG 関係が 1 社、マイニング関係（石炭および花崗岩）が 2 社である（図 3.1-2 参照）。これらの企業は、利益を出しているものの、その一部を国庫に支払っている。Petrobangla は、ガス、石油事業についての管理機能を政府から委任されており、自らの事業のほかに傘下企業の事業を管理する役割がある。

Petrobangla の役員構成は、2021 年 3 月現在、Chairman 1 名、Director 8 名である。



出典：Petrobangla Annual Report 2019-20

図 3.1-2 Petrobangla 傘下の事業運営会社

表 3.1-1 TGTDCCL の株式保有状況（2020年6月30日時点）

Sl.No.	Share Percentage	Category Holding	No. of Shareholders	Total Share Holding	% of Holding
1	Government (75%)	Petrobangla	1	741,916,371	75.00
2	Public (25%)	Foreign	20	17,469,215	1.77
		Institutions	346	142,858,709	14.44
		Individual & Joint	14,637	86,977,536	8.79
		Total	15,004	989,221,831	100.00

出典：TGTDCCL website

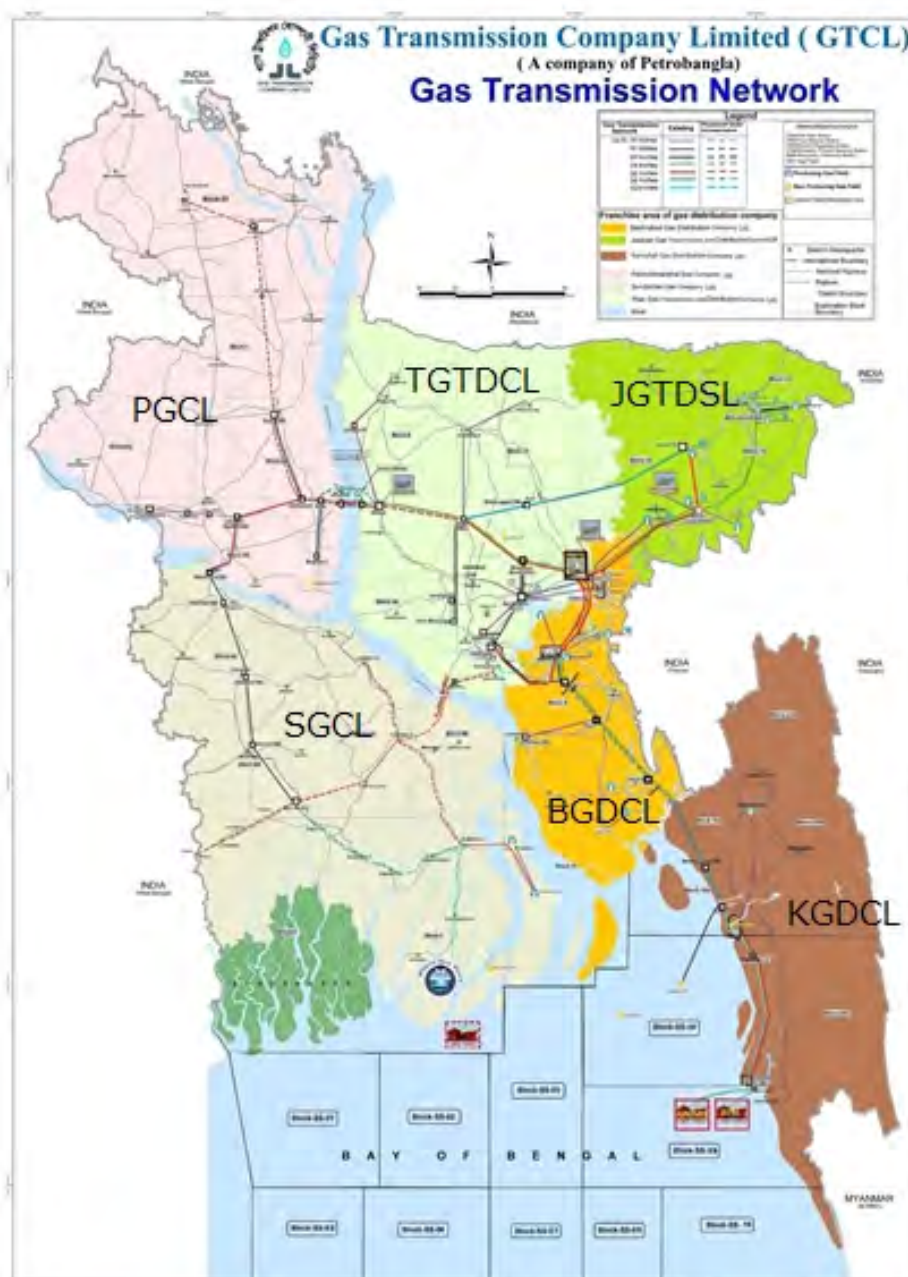
国内のガス生産については、Petrobangla 傘下の Bangladesh Petroleum Exploration and Production Company Limited (BAPEX), Bangladesh Gas Fields Company Limited (BGLCL), Sylhet Gas Fields Limited (SGFL)が生産するほか、国際的な石油、ガスメジャーである Chevron と Tullow が、PSC (Product Sharing Contract：生産分与契約)を通じて生産した天然ガスを Petrobangla に販売している。

LNG については、Rupantarita Prakritik Gas Company Limited (RPGCL)が Petrobangla から業務を委任されている。調達契約は Petrobangla が行い、カタールおよびオマーンのガス会社と長期契約の Sales Purchase Agreement (SPA)を締結し、2018年8月と2019年4月に運用を開始した2基の Floating Storage and Re-gasification Units (FSRU)により LNG の受け入れとガス系統への供給が開始されている。長期契約に加えて、スポット調達も計画されており、ショートリストされた14の事業者やトレーダーと Master Sales Purchase Agreement (MSPA)を締結した。2020年9月には同国初となるスポット調達船から LNG を受け入れた。スポット調達は、長期契約より安い価格で LNG 調達を試みたものであるが、第1号のスポット船受け入れ以降、LNG のスポット価格が上昇し、長期契約とほぼ同額になったことから11月以降のスポット船はキャンセルされている。今後の LNG 受入計画は、Matarbari に陸上の LNG ターミナルが建設されるほか、2022年には、インドからの LNG パイプラインが運用開始する予定となっている。なお、FSRU 増設の計画はない。

ガス田から各地域の配ガス会社(Gas distribution company)までの輸送は、Gas Transmission Company Limited (GTCL)が担う。FSRU で受け入れられて気化された LNG の輸送も担っている。各地域の配ガス会社は以下の6社であり、消費者へガスを供給している。

- 1) TGTDCCL (Titas Gas Transmission and Distribution Company limited)
- 2) BGDCL (Bakhrabad Gas Distribution Company Limited)
- 3) JGTDSL (Jalalabad Gas Transmission and Distribution System Limited)
- 4) KGDCL (Karnaphuli Gas Distribution Company Limited)
- 5) PGCL (Pashchimanchal Gas Company Limited)
- 6) SGCL (Sundarban Gas Company Limited)

図 3.1-3 にガス輸送のガス管と配ガス会社のエリアを示す。



出典：GTCL website

図 3.1-3 ガス輸送管網と配ガス会社エリア

石炭については、Barapukuria Coal Mine Company Limited (BCMCL)が当国で唯一の炭鉱を操業している。BCMCLは、石炭の生産管理に関して、中国のXuzhou Coal Mining GroupとChina National Machinery Import and Export Corporation (CMC)との共同事業体(XMC-CMC)と”Management, Production, Maintenance & Provisioning Services (MPM&P)”の契約を締結している。過去に2回、契約満了に伴い国際競争入札が行われたが、いずれもXMC-CMCが受注している。

BPDBに販売する石炭価格は表3.1-2のとおりであり、生産、管理コストの上昇により、値段が上昇している。石炭価格は、生産費用、管理費用から計算され、BCMCLの役員会で決定される。役員には電力局やBPDBのメンバーなどが含まれており、実質、政府の承認となる。

表 3.1-2 BPDB への石炭販売価格

S.N.	DATES ON WHICH PRICES FIXED	PRICE OF COAL INCLUDING VAT/TON (US\$)
1	01 July 2017	130.00 (VAT Exempted)
2	01 May 2015	131.50
3	01 February 2012	106.50
4	July 2010	85.50
5	July 2008	71.50
6	29 May 2001	61.50

出典：BCMCL website

#### (2) Geological Survey of Bangladesh (GSB)

1851年に英領インド政府によって設立された「Geological Survey of India」を起源としている。1947年にパキスタンがインドから分割されると Geological Survey of Pakistan となり、1957年にダッカに地域事務所が設立された。その後、1971年の当国独立とともに Geological Survey of Bangladesh (GSB) となり、1980年に正式に常設機関となっている。GSBの業務は、石油とガスを除く鉱物資源の探査および、地球科学のさまざまな分野の研究を実施することである。

#### (3) Bureau of Mineral Development (BMD)

パキスタン政府の産業鉱物局 (Industries and Minerals Division) の下に、州政府の機関として1962年に設立された。石油およびガスを除く探査ライセンス、鉱業リース、および採石場リースを付与し、収入を得る機関である。

#### (4) Department of Explosive (DE)

爆発物、石油、可燃性物質、高圧ガスパイプライン、シリンダ、およびガス漏れの防止に関する管理を行う機関。具体的には、爆発物、圧縮天然ガス (CNG)、液化石油ガス (LPG)、石油を含む可燃性液体、炭化カルシウムを含む可燃性固体、酸化剤などの有害物質の製造、加工、精製、輸入、保管、輸送/保管に関する安全確保とライセンス管理を実施している。

#### (5) Bangladesh Petroleum Institute (BPI)

石油部門に従事する専門家や技術者にトレーニングを提供し、炭化水素（ガス）の開発に関する研究を行う機関。トレーニングコースは、地質学、地球物理学、地球化学、石油工学、掘削工学、検層、パイプライン工学、石油管理、ガスの送配電、会計、財務などが準備されている。1981年に設立された。

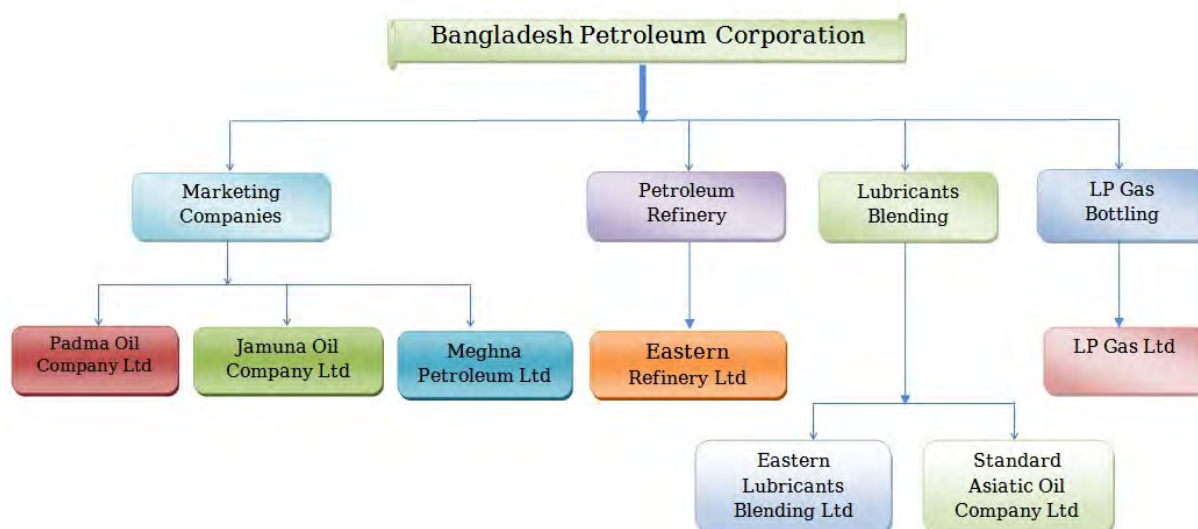
#### (6) Hydro Carbon Unit (HCU)

一次エネルギーの安定供給に関連するデータ収集と解析を行い、石油、ガス、鉱物資源セクターおよびそれに関連する材料の開発について、Energy and Mineral Resource Division に技術的助言をする。ノルウェー政府の支援により1999年に設立された技術部門。

#### (7) Bangladesh Petroleum Corporation (BPC)

BPCは、原油および石油製品の輸入をほぼ独占的に担う国営企業体である。

BPCは精製部門1社、販売部門3社、LPGのボトリング1社（販売は民間）および石油製品調合2社、計7国営企業を傘下に置く（図 3.1-4）。各社の株式については、表 3.1-3の通り、Eastern Refinery Ltd と LP Gas Ltd が BPC の100%持株会社で、残りの会社については BPC が50%強の株を所有している。BPCは政府に委任され、輸入と貯蔵や販売などに関する契約締結の責務を負うほか、BPC傘下の事業運営会社の管理を担う。経営は、Chairman 1名、Director 2名、Joint Secretary 2名（Energy & Mineral Resources Division と Finance Division, Ministry of Finance）の5名体制である。



出典：BPC website

図 3.1-4 BPC 傘下の事業運営会社

表 3.1-3 BPC 傘下の事業運営会社の株式保有状況

SL NO	Subsidiary Company Name	Capital (Crore TK)		Ownership	Main Responsibility
		Approved	Paid up		
1.	Padma Oil Company Limited	100.00	98.23	BPC 50.35% Government finance companies and Private organizations 45.65%	Storage, supply and marketing of petroleum products
2.	Meghna Petroleum Limited	400.00	108.22	BPC 58.67% Private persons / organizations 41.33%	Do
3.	Jamuna Oil Company Limited	300.00	110.42	BPC 60.08% Private persons / organizations 39.92%	Do
4.	Eastern Refinery Limited	500.00	33.00	BPC 100%	Crude oil refining and production bitumen
5.	LP Gas Limited	50.00	10.00	BPC 100%	LP Gas Bottling & Distribution
6.	Eastern Lubricants Blending	5.00	0.994	BPC 51.00% Government finance companies and Private organizations 49.00%	Production Lubricating Oil
7.	Standard Asiatic Oil Company Limited	0.50	0.1976	BPC 51.00%, Private 50%	Production Lubricating Oil

出典：BPC website

BPC は、石油製品を市場（＝輸入）価格よりも安い価格で卸売りしていたため、大きな負債を抱えている。2015 年 6 月末時点では、負債額が 4,689 億タカであったが、近年は毎年、営業利益を 500 億タカほど計上しており、2019 年 6 月末時点では 1,449 億タカまで減少している。また、営業利益とは別に、毎年、国庫への納入を行っている。

### 3.1.4 電力セクターの概要

当国の電力セクター（主にオングリッド関連）は、電力局の管理監督の下で図 3.1-5 の体制となっている。かつてはバングラデシュ電力開発庁（Bangladesh Power Development Board: BPDB）が発電から配電・販売まで垂直統合していたが、1978 年に地方電化庁(Bangladesh Rural Electrification Board: BREB)が BPDB から分離して設立され、その後、1990 年代から本格的な電力セクター改革が進展した。

配電部門では、1991 年にダッカエリアの配電公的機関として Dhaka Electric Supply Authority

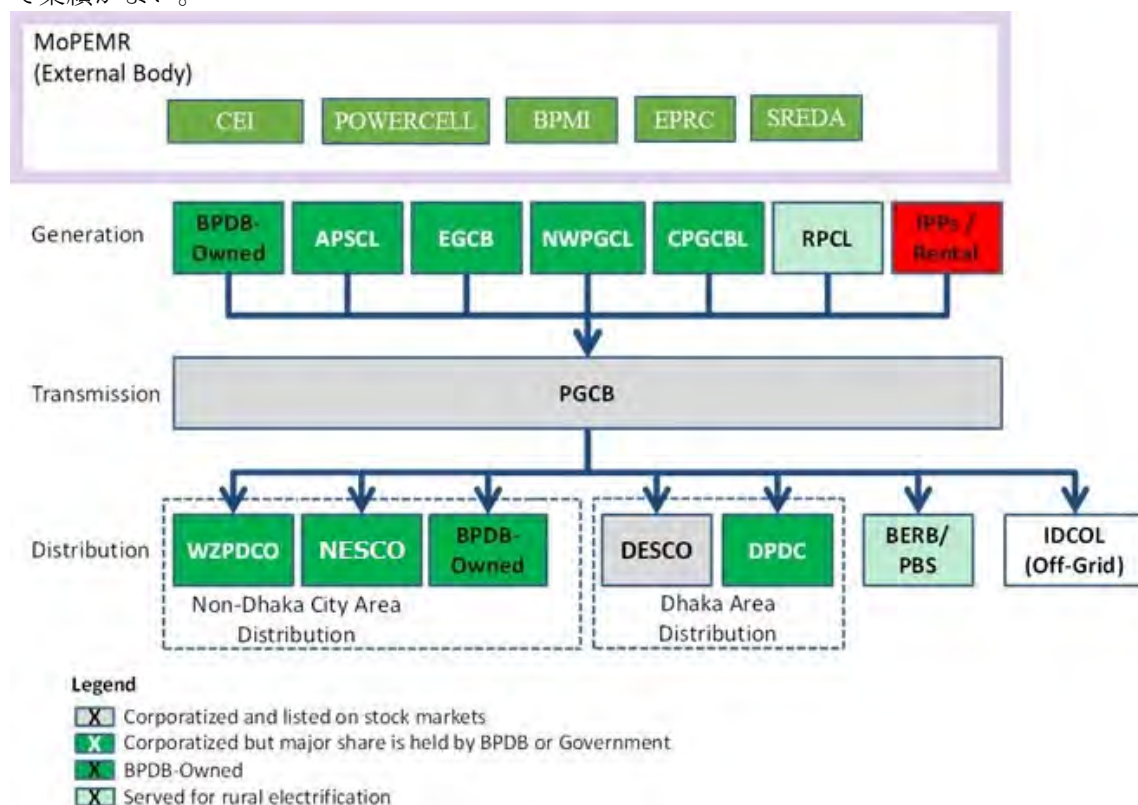
(DESA)が設立され、1997年にDESAの資産を一部譲り受けて Dhaka Electric Supply Company Limited (DESCO)がダッカの配電会社として独立した。2005年には Dhaka Power Distribution Company Limited (DPDC)が設立され、DESAの資産と負債を引き継いだ。DESCOとDPDCはいずれもダッカを供給エリアとする配電会社であるが、DESCOはダッカ北部地域を供給エリアとしており、DPDCはダッカ南部地域を供給エリアとしている。その後、西部都市部を担う West Zone Power Distribution Company Limited (WZPDCL)と、北西部都市部を担う Northern Electricity Supply Company Limited (NESCO)が設立されたが、一部の都市部においては、BPDBが配電事業を行っている。

送電部門は、1996年に Power Grid Company of Bangladesh Limited (PGCB)が設立され、現在はBPDBとのアンバンドリングを推進している過程にある。PGCB内には、電力の需要と供給を調節する National Load Dispatch Center (NLDC)が存在する。

発電部門は、1996年に Meghnaghat Power Company Limited (MPC)がBPDBにより組織され、その後2004年に Electricity Generation Company of Bangladesh (EGCB)に社名を変更し現在に至る。2000年には、Ashuganji Power Station Company Limited (APSCL)が設立され、2003年にBPDBの発電設備を一部移管された。2007年には North West Power Generation Company Limited (NWPGCL)が設立された。

また1995年には、電力セクター改革の推進とモニタリングを目的に、Power Cellが設立された。

このように、垂直統合の国家電力事業体であったBPDBからの分社化が進展したものの、分離会社の役員には政府関係者やBPDBなどの関係者が名を連ねており、以下図3.1-5のとおり当国政府やBPDBが株を保有している。送電会社のPGCBと配電会社のDESCOは株式市場に上場しているが、PGCBについてはBPDBの持ち株保有率が2020年6月30日時点で84.64%であり、2019年度に発行株式を増やした結果BPDBの持ち株比率が前年度より上昇している（表3.1-4）。そのほかの株主は、RARE Infrastructure Ltd. (Investment Management)やMCB-Arif Habib Savings & Investments Ltd. (Invnt Mgmt)、Eurizon Capital SAが名を連ねている。DESCOについては当国政府の持ち株保有率が2020年6月30日時点で67.63%となっている（表3.1-5）。そのほかの株主としては、Investment Corporation of BangladeshやShanta Holdings Ltd.が名を連ねている。会社はおしなべて業績がよい。



出典：PSMP2016をもとに調査団作成

図 3.1-5 MoPEMR 以下、電力部門の体系図

表 3.1-4 PGCB の株の保有比率（2018 年度末と 2019 年度末）

Particulars	30-Jun-20		30-Jun-19	
	No. of shares	%	No. of shares	%
Sponsors (BPDB)	603,260,348	84.64	351,446,348	76.25
Institutions (financial & others)	88,060,109	12.36	86,755,354	18.82
Individual	21,406,534	3.00	22,711,289	4.93
<b>Total</b>	<b>712,726,991</b>	<b>100</b>	<b>460,912,991</b>	<b>100</b>

出典：PGCB Annual Report 2019-20

表 3.1-5 DESCO の株の保有比率（2019 年度末）

Category	Number of Shareholder	Number of Shares	% of Total Shares
Government	1	258,855,788	67.53
Institute	274	94,434,297	23.75
Public	5,401	33,505,853	8.43
Foreign (NRB)	41	762,866	0.19
<b>Total</b>	<b>5,718</b>	<b>397,569,804</b>	<b>100.00</b>

出典：DESCO Annual Report 2019-20

原子力発電の開発については、MoPEMR ではなく、科学技術省 (Ministry of Science and Technology) およびバングラデシュ原子力エネルギー委員会が中心的な機関であり、当国での初の原子力発電所建設を推進している。

現在、ロシアの支援を受けて、Rooppur 原子力発電所が建設中であり、1,116MW（送電端）の発電機が 2 基設置される。2021 年 6 月時点の電源計画によると、1 号機は 2024 年 2 月に運転開始予定であり、2 号機は 2024 年 10 月の予定である。

この発電所の運営会社として、2015 年に Nuclear Power Plant Company Bangladesh Limited (NPCBL) が設立された。

(1) Chief Electric Inspector (CEI)

Electricity Act (1910) 第 37 条に基づいて、電気顧問および主任電気検査官の事務所が創設され、発電、送電、配電、電力供給、電力使用の安全の確保を目的とする。CEI の具体的な業務は、工場などの大口顧客の高圧および中圧電気設備への接続の承認、電気技術者、監督者の証明書発行、および契約ライセンスの発行である。同局は、政府が定めた工事費を徴収することにより、政府の歳入徴収に関与している。

(2) Power Cell

電力セクター改革の主導的な機関であり、その活動範囲は幅広く、改革プログラムの作成、マスタープランの改定、電力セクターのパフォーマンス改善、消費者の満足度向上を実現するための制度設計、電力事業者向けのビジネスプランや人材開発等のアドバイス、電力セクターにおける Management Information System (MIS) と IT システムの開発と実装、事業者間の通信システムの確立など、電力セクター発展に寄与する事案に対応する。電力局に対するインハウスコンサルタント的役割を担っている。出典：www.powercell.gov.bd

(3) Bangladesh Power Management Institute (BPMI)

電力安定供給に資する高度な人材を育成するために 2017 年に設立された比較的新しいトレーニング機関である。設備がまだ整っていないものの、トレーニングに関する国際的なワークショップ、セミナー、シンポジウムの開催やこれらを通じた海外のトレーニング機関とのパートナーシップを確立することにより、国際的な標準となるトレーニング機関となることを目指している。



トレーニング内容は、電力セクターの組織/企業のエンジニアを対象にした運用技術の向上、役員を対象にした経営と管理の基礎トレーニング、電力セクターの組織/企業のエンジニア、役員を対象とした管理および技術理論、電力解析トレーニング、電力セクターの民間企業のエンジニアと幹部を対象にした、効率向上のための技術的トレーニングである。そのほか人材の訓練方法と技能開発についての電力局への助言を行う。

#### (4) Energy and Power Research Council (EPRC)

エネルギーおよび電力技術に関する研究の支援、研究者の能力開発、新たな課題に対する研究開始の動機付け、およびセミナー、シンポジウム、ワークショップなどの開催による研究活動と結果の広報的な役割を担い、エネルギー・電力関連の革新的技術の創出を促すための評議会である。エネルギーおよび電力インフラの効率的かつ環境的に持続可能な開発のため、電力セクターの研究ニーズを満たす国際的なオンライン情報センターの開発を目指す。出典：www.eprc.gov.bd

#### (5) Sustainable and Renewable Energy Development Authority (SREDA)

SREDA は2012年12月10日に SREDA Act に基づき設立された。再生可能エネルギー導入とエネルギー効率化促進により、当国のエネルギー安全保障を確固たるものにするを目的に設置された。SREDA Act に SREDA の役割が定義されており、省エネに関する標準の策定やエネルギーの効率的な使用に関する検討、および政府が制定する省エネに関する法律、ルール、規制策定の支援や、再生可能エネルギー政策策定への協力、再生可能エネルギー開発計画の策定などを行っている。また、当国や国際金融機関からの借款を受け入れ、エネルギー監査やエネルギー管理システム制度を策定している。

#### (6) バングラデシュ電力開発庁 (Bangladesh Power Development Board: BPDB)

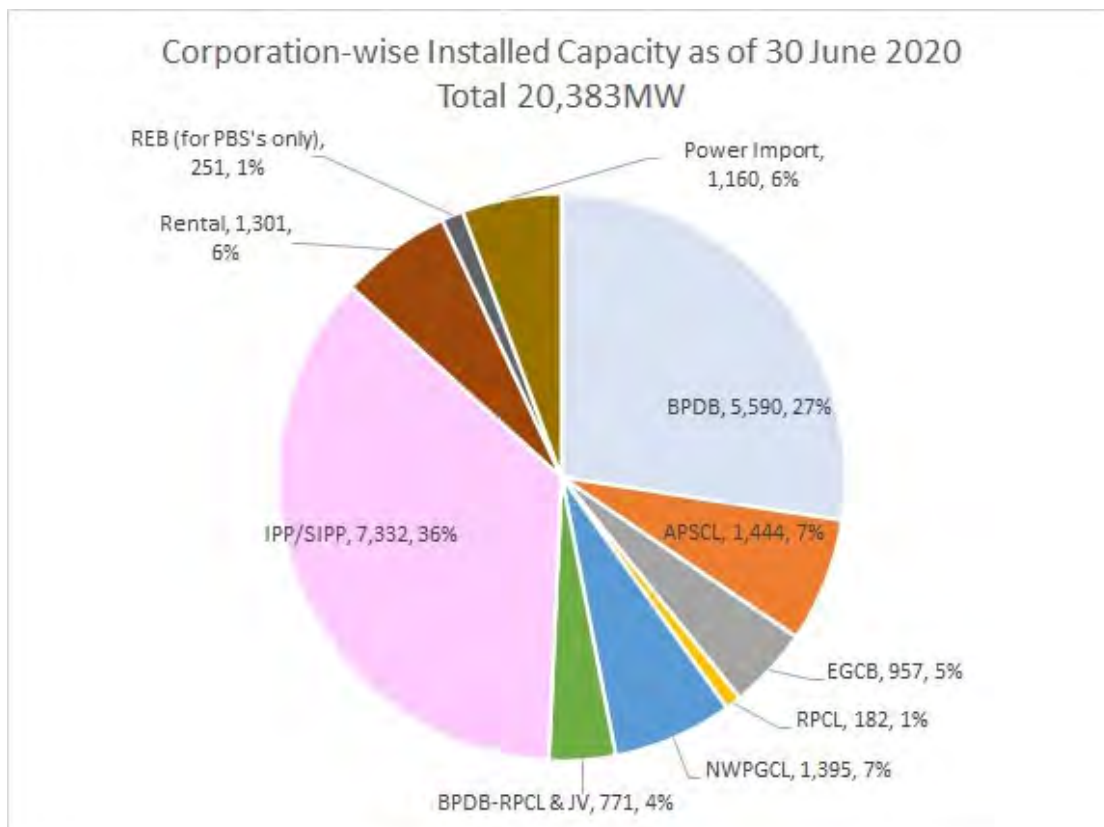
BPDB は、東パキスタン時代に電力・水開発庁として設立された組織が、当国独立後の1972年に電力開発庁となった（当時の発電容量は200MW）。1990年代に電力セクター改革が本格化し、発・送・配の分離独立が進むまで、独占的な電力垂直統合体であった。2020年時点で5,590MW、全体の約27%の発電設備を保有している。配電設備も一部の地域で保有しており、配電需要の15%程度を受け持つ。役員は、政府によって任命された会長と6人のメンバーで構成されている。

BPDB はシングルバイヤーとして原価割れしている電気料金の営業損失を引き受けており、その額は、2019-20年度で435億タカに上る。詳細は「3.3.2 財務状況」で述べる。

配電網は、1990年代～2000年代に電力セクター改革の一環として、BPDB から地方配電公社の分離・独立が計画され、ダッカ圏で2社、クルナ・ポリシャルを含む西部地域で1社、ランプール、ラジャヒを含む北西部で1社が公社化された。残りの地域（マイメンシンおよびシレットを含む北東部、コミラ、チョットグラムを含む南部地域）はBPDB が引き続き保有している。BPDB が担当するエリアにおいて、BPDB は、新たな配電会社の設立と設備移管を計画しているが、主に労働者の反対により計画は進んでいない。

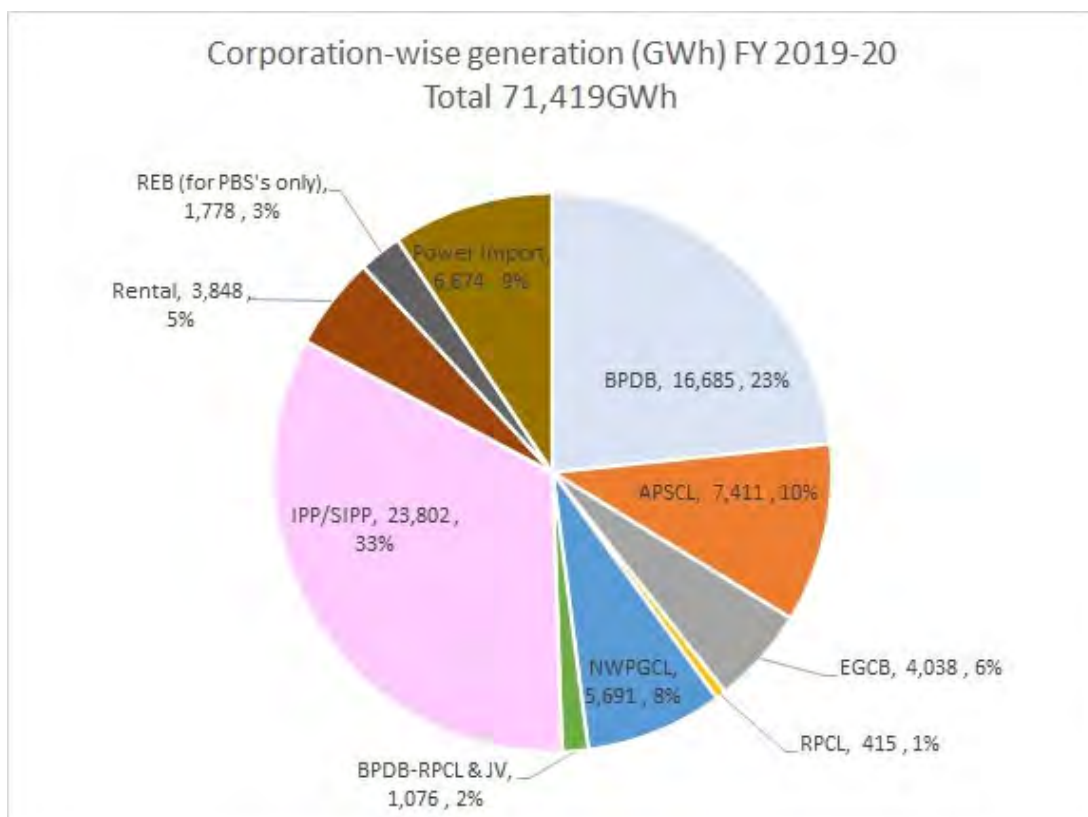
#### (7) BPDB 以外の発電事業者

当国のBPDB 以外の電力供給は、BPDB 傘下の発電公社や、民間の発電事業者である Independent Power Producers (IPPs)、 Small Independent Power Producers (SIPPs)、 Quick Rentals、およびインドからの輸入などで賄われる。図 3.1-6 に発電事業者別の発電設備容量と比率、および図 3.1-7 に発電事業者別の発電電力量と比率（2019-20年度）を示すとともに、各発電事業者について説明する。



出典：BPDB Annual Report 2019-20

図 3.1-6 発電事業者別の発電設備容量と比率（2020年6月30日時点）



出典：BPDB Annual Report 2019-20

図 3.1-7 発電事業者別の発電電力量と比率（2019-20年度）

(a) Ashuganji Power Station Company Limited (APSCL)

2000年に民間の発電会社として設立されたが、2003年に発電公社に改編し、同年、BPDB から Ashuganj 発電所を譲り受けている。この発電所を元に増設・拡張を続けており、2020年6月30日現在の発電設備容量は、1,444MWである。株保有率については、BPDBが99.99%を保有し、残りは政府が保有する。

(b) Electricity Generation Company of Bangladesh (EGCB)

1996年にBPDBがMeghnaghat Power Company Limited (MPC)を設立し2004年に社名をElectricity Generation Company of Bangladesh Limitedに変更して現在に至る。2020年6月現在の発電設備容量は957MWである。株保有率については、BPDBが99.99%を保有し、残りは政府が保有する。

(c) North West Power Generation Company Limited (NWPGL)

2007年に設立され、クルナと当国北西部にコンバインドサイクル発電所を開発し、2020年6月現在の発電設備容量は1,395MWである。電力需要の増加に応じて、火力や再生可能エネルギーの電源開発を目指している。株保有率については、BPDBが100%である。

(d) Coal Power Generation Company of Bangladesh Limited (CPGCBL)

主に石炭を使用する火力発電所の会社として2011年に設立された。CPGCBLは、JICAが支援するマタバリ超々臨界圧（USC）石炭火力発電所の実施機関である。

役員構成は、CPGCBLのManaging Director (MD)のほか、電力局の次官がChairmanを務めており、その他10名のDirectorで構成されている。Directorは幅広い分野から選ばれており、電力局、BPDB、Ministry of Finance、NWPGL、Ministry of Shipping、Federation of Bangladesh Chambers of Commerce and Industry (FBCCI)、Bangladesh Supreme Court、PGCB、University of Dhakaから就任している。

現在、保有している発電機は無く、売電による収入がないため、政府とJICAからの資金により運営されている。財務状況は健全であり、2020年度末残金は2.6億タカとなっている。株の保有率については、政府およびBPDBで100%となっている。

電源開発計画は、マタバリ石炭火力1/2号機を含めて5か所の発電所で4,900MWあるものの、2021年6月27日に当国政府が発表した石炭火力の開発方針により、1,900MWの石炭火力がキャンセルされた。CPGCBLは石炭火力発電所の開発だけではなく、LNGコンバインドサイクルも開発する予定である。表3.1-6にCPGCBLの電源開発計画の一覧を示す。本事業については、石炭火力として開発することが決定している。

表 3.1-6 CPGCBL の電源開発計画

Name of the Power Plant	Developed as a coal power plant (MW)	Developed as a other than coal (MW)	Fuel Type	Ownership	Expected Commissioning Date	Remarks
Matarbari 1200 MW USCPP (Phase 1: Unit 1&2)	1200		I. Coal	CPGCBL	1st unit: January 2024 2nd unit June 2024	•Progress: 42 %
Matarbari 1200 MW USCPP (Phase 2: Unit 3&4)	1200		I.Coal	CPGCBL	December, 2030	• Under Feasibility study
CPGCBL-Mitsui 500-600 MW LNG based CCPP (Phase-1)	600		LNG	JV CPGCBL	2028	•Feasibility done •ESIA study On-going.
	<b>3,000</b>	<b>0</b>				

出典：2021年6月のBPDBの電源計画、PSMP2016から調査団作成

(e) Rural Power Company Limited (RPCL)

1993年に設立された。Bangladesh Rural Electrification Board (BREB) が30%の資本を所有し、残りは13のPBS (Palli Bidyut Samity：農村電化組合)が所有している。2020年6月現在の発電設備容量は392MWであるが、これとは別にBPDBとのJoint Venture (BPDB-RPCL Powergen)による発電設備が150MWある。

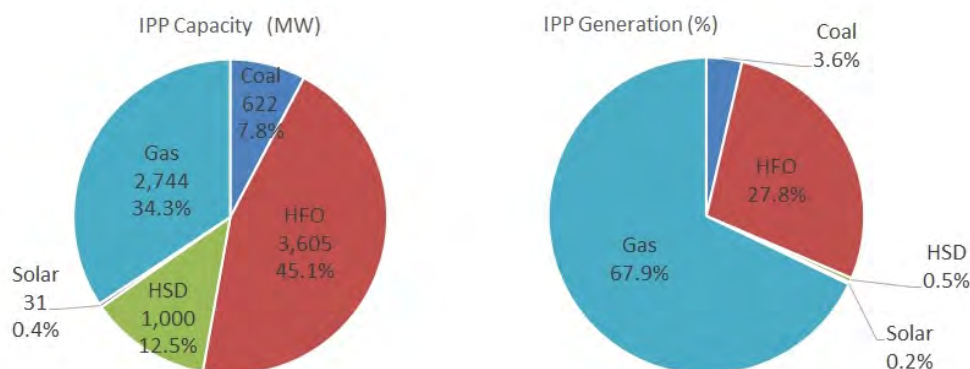
(f) Independent Power Producers (IPPs)、Small Independent Power Producers (SIPPs)および Quick Rental

当国政府は、電力需要の増加への対応と、健全な発電事業の推進のため、民間の発電事業への参加を促している。民間の発電事業としては長期契約のIPPとSIPPがあり、2020年6月末現在のIPPの会社数は39社(グループ)、58発電所で、発電設備容量は、7,332MWと全体の36%を占める。

Quick Rentalは、主に3年から7年程度の短期契約で電力供給する事業者である。設備の開発期間が短い特性を生かして、急激な需要増加に対応するために2009年以降、政府の補助を得て増加傾向にあったが、短期契約を終え、IPPと入れ替わることになり減少している。政府は2024年までにQuick Rental発電所をゼロにする予定である。

IPPとSIPPは政府の公募により競争入札で選定され、Build-own-operate (BOO)によって民間の責任で開発、運営される。

IPPの燃料別電源構成については、2019-20年度に、中国の協力を得て開発された石炭火力IPPが運転を開始しているほか、ガス火力IPPや、発電単価が10Tk/kWh台から20Tk/kWh台と高いHeavy Fuel Oil (HFO：重油)火力IPPが増加している。高額なHigh Speed Diesel (HSD：軽油)を使用するIPPおよびQuick Rental発電所は減少している(発電電力量については「3.3.1 発電原価」の図3.3-2を参照)。図3.1-8に2019-20年度のIPPの燃料別発電設備容量と発電電力量を示す。



出典：BPDB (Finance)から入手した情報から調査団作成

図 3.1-8 IPPの燃料別発電設備容量と発電電力量 (2019-20年度)

(8) Power Grid Company of Bangladesh (PGCB)

PGCBは、発・送・配の分離により1995年に設立された当国唯一の送電会社である。傘下に中央給電指令所 (National Load Dispatch Center：NLDC)があり、系統運用者としての性格も持つ

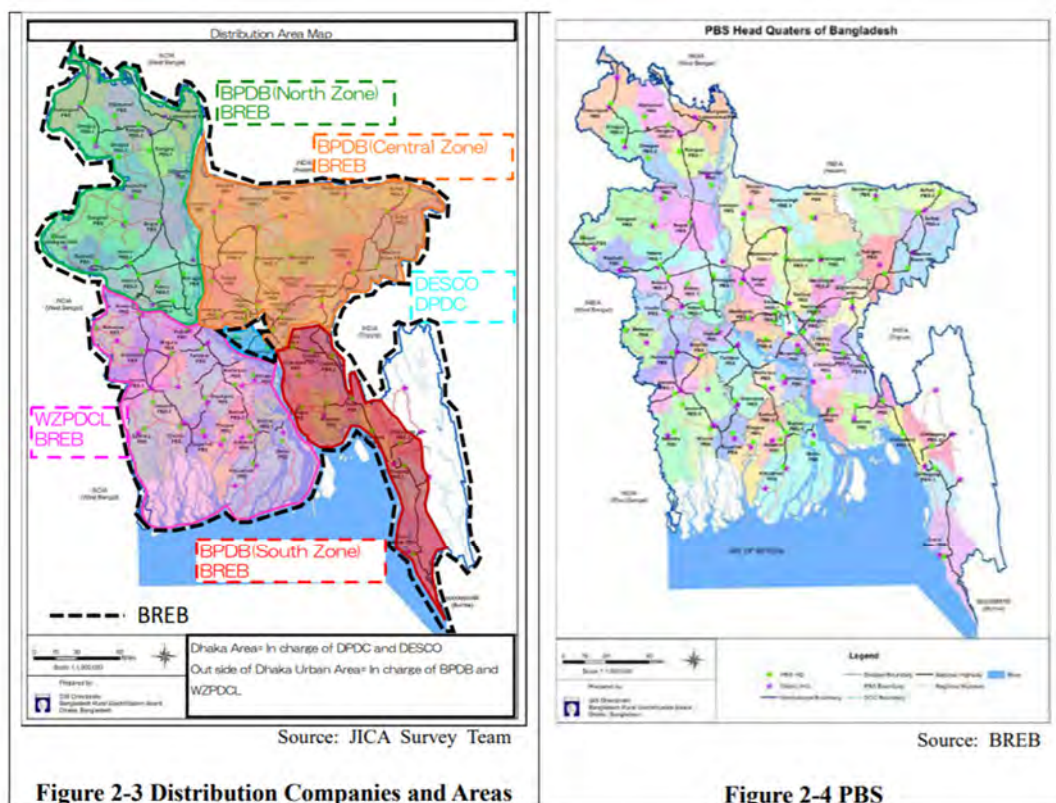
Transmission System Operator (TSO) である。PGCB は株式市場に上場しているが、政府が 80% 強の株式を保有している。PGCB の主な資産は 400kV、230kV と 132kV の送変電設備であり、託送料金が唯一の収入源である。

(9) 配電事業体と地方電化局 (Bangladesh Rural Electrification Board: BREB)

当国には 6 つの配電会社がある。DESCO と DPDC はダッカ地域、WZPDCL はクルナ地域とボリシャル地域を含む西部都市部、NESCO はランプール地域とラジャヒ地域の北西部都市部、残りの地方都市地域（マイメンシン、シレット、コミラ、チョットグラム地域）の配電は、BPDB の運用下にある（図 3.1-9 を参照）。

DESCO と DPDC は、民営化後に大幅な業務改善を達成した。

特に DESCO は、不正の温床であった検針員を外注化し業績給とするなど「革新的」な経営手法を取り入れた。システムロス は DESCO、DPDC 共に 6% 台、電気料金徴収率は、DESCO は 98% 以上を、DPDC も 98% 以上を達成している。Bangladesh Rural Electrification Board (BREB) は 1977 年に米国の農村電化組合をモデルに設立された。BREB は、72 の PBS を管理監督し、PBS での電化プロジェクトの監視と指導を行っている。また、社会経済的発展と農村地域の農業の改善のため電気の使用を促進しており、顧客数（産業、商業および地方を含むすべてのセクターの総契約数）は 2020 年 12 月の時点で 3,000 万を超えている。



出典：PSMP2016

図 3.1-9 都市部配電会社の供給エリアと BREB が監督する PBS の供給エリア

(10) インフラストラクチャ開発公社 (Infrastructure Development Company Ltd.: IDCOL)

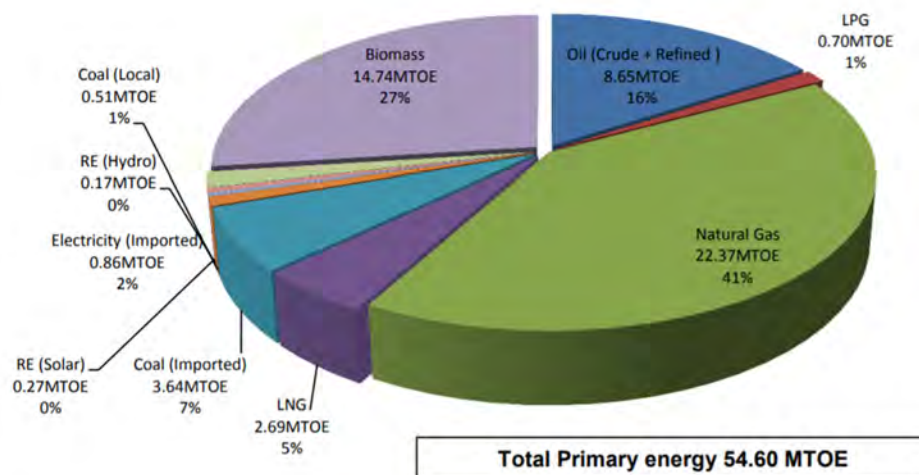
IDCOL は、政府が 100% 所有するインフラ融資のためのノンバンク金融機関として 1997 年に設立された。IDCOL は、電気通信、情報通信技術 (ICT)、港湾などのインフラに資金を提供するほか、数百万のソーラーホームシステム (SHS) にも資金を提供し、当国のエネルギーアクセスの改善に貢献した。また、太陽光灌漑、ミニグリッド、バイオガスなど、SHS 以外の再生可能エネルギー技術にも資金を提供している。再生可能エネルギープロジェクトは、「パートナー組織 (PO)」から提出されたプロジェクトを評価し、SHS ユーザーに補助金と融資を提供する流れとなっている。

る。2020年時点で約580万セットのSHSが設置されており、当国総人口の約11%に相当する約1,800万人が電力アクセスの恩恵を受けている。

### 3.2 エネルギーセクターの現状

当国の現状の一次エネルギー供給状況を図 3.2-1 に示す。主要なエネルギー源は、天然ガスが46%、石油が16%、石炭が7%となっている。

Share of Total Primary Energy 2018-19

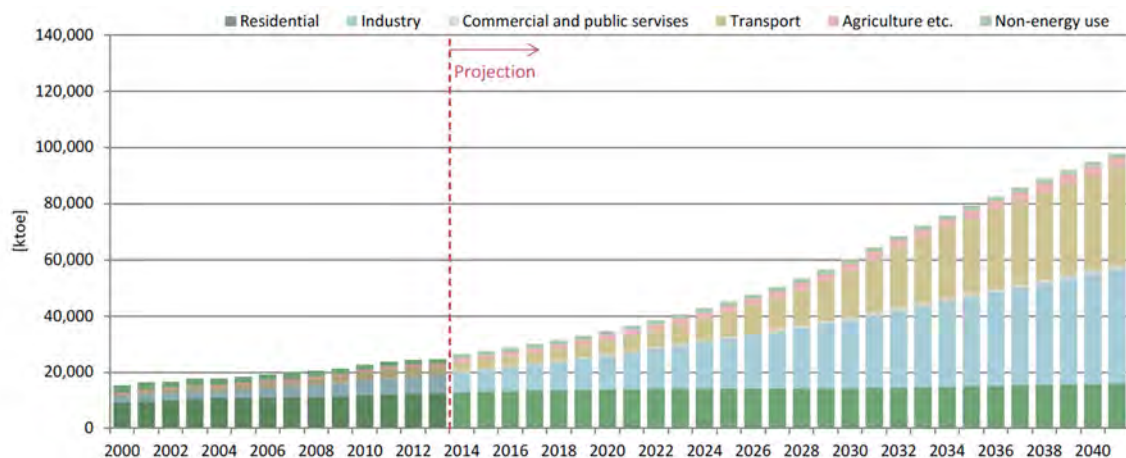


出典：MoPEMR, Energy Scenario Bangladesh 2018-19

図 3.2-1 一次エネルギー供給シェア

2041年までのエネルギー需要予想については、毎年6.3%の伸びを想定したBAU（Business As Usual）ケースと、2015年の省エネマスタープランの内容を反映した省エネケースが、PSMP2016において、示されている。省エネマスタープランでまとめられた対策は実行に移され、GDP当たりのエネルギー消費は、2014年時点と比較して20%以上減少するとした省エネケースの想定が現実に近いものと評価される。

図 3.2-2 に PSMP2016 エネルギー需要予想（省エネケース）を示す。2040年までの経済成長率4.8%を見込み、産業と運輸の順調な伸びにより、2040年には現状の2倍以上の消費となる。

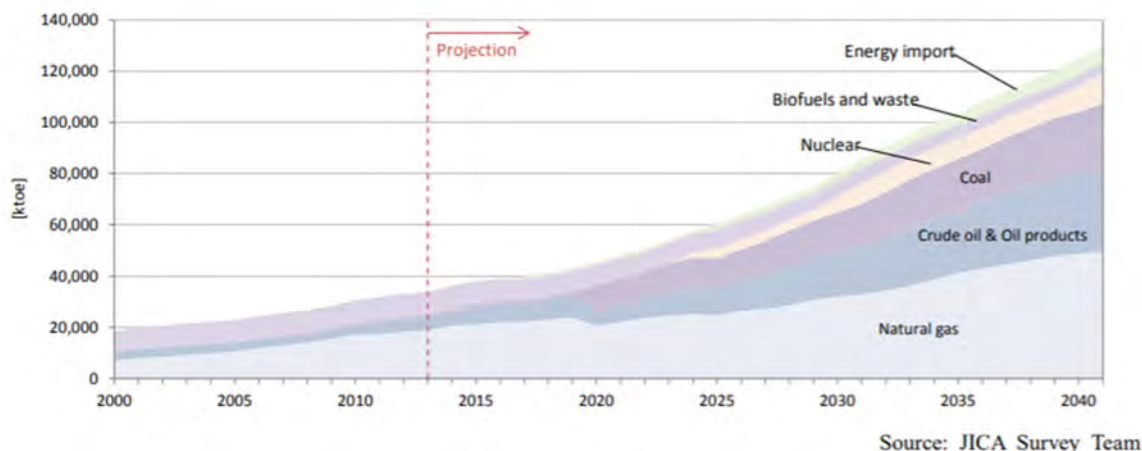


Source: JICA Survey Team

出典：PSMP2016

図 3.2-2 エネルギー需要予想（省エネケース）

この需要を支えるのは、図 3.2-3 に示すエネルギー源の多様化である。エネルギー源の多様化（エネルギーミックス）は低コストのエネルギー供給を可能にする。



Source: JICA Survey Team

出典：PSMP2016

図 3.2-3 一次エネルギー供給予想

PSMP2016 において、発電について 2041 年時点のガス発電、石炭発電の比率を変えてエネルギーミックスの 5 つのシナリオを定め、経済性、環境、安全保障の項目で指標を算出し、総合評価を行っている。結果は表 3.2-1 に示す通りで、ガス 35%、石炭 35%、再生可能 15%、原子力 10%、石油・水力 5% のシナリオ 3 が US 26 cent/kWh で最も良い評価となった。今後、再生可能の価格が 2014 年時点の半額以下になれば、ガス 25%、石炭 25%、再生可能 35%、原子力 10%、石油・水力 5% で、シナリオ 3 と同等の総合評価を得られる見込みである。

表 3.2-1 各電源開発シナリオの「3E」評価結果

	Composition (MW base)	Economy [US cent/kWh]	Environment [US cent/kWh]	Energy Security [US cent/kWh]	Total [US cent/kWh]
Scenario 1	Gas 15%, Coal 55%	11.2	6.6	9.8	27.6
Scenario 2	Gas 25%, Coal 45%	11.6	6.2	8.9	26.7
Scenario 3	Gas 35%, Coal 35%	12.1	5.7	8.2	26.0
Scenario 4	Gas 45%, Coal 25%	12.9	5.0	9.0	26.9
Scenario 5	Gas 55%, Coal 15%	13.7	4.4	10.2	28.2

Source: JICA Survey Team

出典：PSMP2016

適切な低コストのエネルギー供給は、競争力のある持続可能な産業の育成と、安価な電力供給に不可欠である。減少傾向にある国産ガス供給のもとで、エネルギー安定供給を目指しエネルギーミックスを達成するには、石炭火力の導入が不可欠である。また、エネルギーの安全保障を確保することも、適切なエネルギーミックスの重要な目的である。

本章では、将来のエネルギーミックスで重要な位置を占める天然ガス、石油ならびに石炭の現状と課題および課題解決方策を取り纏める。



### 3.2.1 天然ガス

#### (1) 現状と課題

天然ガスは、国の電力、肥料、産業、商業および国内消費等エネルギーの 46%を賅っている。これまでに 27 のガス田が国内で発見されており、公社であるペトロバングラと民間生産者である国際石油会社が国内ガス生産者となっている。生産者別のガス消費量、保有ガス田の内訳は表 3.2-2 のとおりである。主要ガス田は BGFCL の Titas、Habiganj、IOCs CHEVRO の Jalalabad と Bibiyana であり、2019 年 12 月では、4 か所の合計ガス生産量は 2,174.9 MMscfd で、全国産天然ガス生産量 2,581.0 MMscfd の 84.3%、全天然ガス生産量の 68.3%となっている。

特に Bibiyana の生産量は 1,301.7 MMscfd であり、全国産の半分以上となっている。また LNG は 602.4 MMscf で全天然ガス生産量の 18.9%である。

表 3.2-2 ガス生産状況

		Gas in MMscfd, Condensate in BBL				
(As in December, 2019)						
Company	Gas Field	Total Wells (No.)	No of Producing Wells	Production Capacity (MMscfd)	Production	
					Gas	Condensate
1. BGFCL	Titas	27	26	542	443.9	416.0
	Bakhrabad	10	7	43	42.1	40.0
	Habiganj	11	8	225	188.9	15.7
	Narsingdi	2	2	30	26.7	39.9
	Meghna	1	1	11	8.1	19.9
	<b>Sub-Total</b>		<b>51</b>	<b>44</b>	<b>851</b>	<b>709.8</b>
2. SGFL	Sylhet	8	1	6	3.6	26.9
	Kailashtila #1 (Silicagel)	4	1	13	6.0	37.1
	Kailashtila #2 (MSTE)	3	3	55	50.4	366.1
	Rashidpur	11	5	60	47.6	47.0
	Beanibazar	2	1	15	8.6	137.3
	<b>Sub-Total</b>		<b>28</b>	<b>11</b>	<b>149</b>	<b>116.2</b>
3. BAPEX	Saldanodi	4	2	3	4.6	0.7
	Fenchuganj	5	2	26	3.3	1.0
	Shahbazpur	5	4	50	34.4	3.4
	Semutung	6	2	3	0.9	0.0
	Sundalpur	2	1	5	7.2	0.4
	Srikail	4	3	40	32.0	81.1
	Begumganj	3	1	10	5.3	2.8
	Rupganj	1	0	8	0.0	00.0
<b>4. IOCs</b>						
CHEVRON	Jalalabad	9	7	270	240.4	1277.8
	Moulvibazar	9	5	42	21.6	4.4
	Bibiyana	26	26	1200	1301.7	8371.5
TULLOW	Bangora	6	5	103	103.2	305.0
	<b>Sub-Total</b>	<b>50</b>	<b>43</b>	<b>1615</b>	<b>1666.9</b>	<b>9958.8</b>
	Indigenous	159	113	2760	2581.0	11194.0
5. RPGCL	R-LNG	0	0	1000	602.4	0.0
	<b>Sub-Total</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1000</b>	<b>602.4</b>	<b>0.0</b>
<b>Grand Total (1+2+3+4+5):</b>		<b>159</b>	<b>113</b>	<b>3760</b>	<b>3183.0</b>	<b>11194.0</b>

Source : Production & Marketing Division, Petrobangla.

出典：ペトロバンングラ Annual Report 2019

表 3.2-3 に天然ガスの貯蔵量を示す。27 のガス田のうち、1,000 Btu 以上の貯蔵量のガス田は、Titas と Bibiyana を筆頭に 7 か所あるが、残存貯蔵量が 1,000 Btu 以上あるガス田は 4 か所のみで、将来の国内生産には陰りが見られる。

表 3.2-3 天然ガス埋蔵量

(As of 31 December, 2019) Figure in BCF

SL No	Fields	Year of Discovery	Reserve Estimated By		GIIP	Recoverable Reserve			Cumulative Production (Dec, 2019)	Remaining Reserve w.r.t 2P (1 <sup>st</sup> Jan, 2020)
			Company	Year		Proved (1P)	Proved + Probable (2P)	Proved + Probable + Possible (3P)		
<b>A. Producing</b>										
1	Titas	1962	RPS Energy	2009	8148.9	5384.0	6367.0	6517.0	4786.50	1580.50
2	Habiganj	1963	RPS Energy	2009	3684.0	2647.0	2647.0	3096.0	2506.84	140.16
3	Bakhrabad	1969	RPS Energy	2009	1701.0	1052.9	1231.5	1339.0	840.48	391.04
4	Kailashthilla	1962	RPS Energy	2009	3610.0	2390.0	2760.0	2760.0	715.73	2044.27
5	Rashidpur	1960	RPS Energy	2009	3650.0	1060.0	2433.0	3113.0	642.63	1790.37
6	Sylhet/Haripur	1955	RPS Energy	2009	370.0	256.5	318.9	332.0	216.57	102.33
7	Meghna*	1990	RPS Energy	2009	122.1	73.95	73.95	101.0	73.95	-
8	Narshingdi	1990	RPS Energy	2009	369.0	218.0	276.8	299.0	210.44	66.36
9	Beani Bazar	1981	RPS Energy	2009	230.7	150.0	203.0	203.0	105.38	97.62
10	Fenchuganj	1988	RPS Energy	2009	553.0	229.0	381.0	498.0	161.15	219.85
11	Shaldanadi	1996	RPS Energy	2009	379.9	79.0	279.0	327.0	92.20	186.80
12	Shahbazpur**	1995	Petrobangla	2011	918.1	-	642.7	-	77.37	565.31
13	Semutang	1969	RPS Energy	2009	653.8	151.0	317.7	375.1	13.31	304.39
14	Sundalpur Shahzadpur	2011	BAPEX	2012	62.2	25.0	35.1	43.5	14.73	20.37
15	Srikail	2012	BAPEX	2012	240.0	96.0	161.0	161.0	92.73	68.27
16	Begumganj	1977	BAPEX	2014	100.0	14.0	70.0	-	3.62	66.38
17	Jalalabad*	1989	D & M	1999	1491.0	1356.71	1356.71	1185.0	1356.71	-
18	Moulavi Bazar	1997	Unocal	2003	1053.0	405.0	428.0	812.0	327.09	100.91
19	Bibiyana	1998	D & M	2008	8350.0	4415.0	5755.4	7084.0	4075.02	1680.41
20	Bangura	2004	Tullow	2011	1198.0	379.0	522.0	941.0	456.99	65.01
<b>Sub-total A:</b>					<b>36884.7</b>	<b>20382.1</b>	<b>26259.8</b>	<b>29186.6</b>	<b>16769.45</b>	<b>9490.34</b>
<b>B. Non-Producing</b>										
21	Kutubdia	1977	HCU	2003	65.0	45.5	45.50	45.5	0.00	45.50
22	Bhola North1	2018	BAPEX	2018	621.9	-	435.32	-	-	435.32
<b>Sub-total B:</b>					<b>686.9</b>	<b>45.5</b>	<b>480.8</b>	<b>45.5</b>	<b>0.00</b>	<b>480.82</b>
<b>C. Production Suspended</b>										
23	Rupganj	2014	BAPEX	2014	48.0	-	33.60	-	0.68	32.92
24	Chattak***	1959	HCU	2000	1039.0	265.0	474.0	727.0	26.46	447.54
25	Kamta	1981	Niko/Bapex	2000	71.8	50.3	50.3	50.3	21.1	29.20
26	Feni	1981	Niko/Bapex	2000	185.2	125.0	125.0	175.0	62.4	62.60
27	Sangu****	1996	Cairn/Shell	2010	899.6	544.4	577.8	638.7	487.91	89.85
<b>Sub-total C:</b>					<b>2243.6</b>	<b>984.7</b>	<b>1260.7</b>	<b>1591.0</b>	<b>598.5</b>	<b>662.11</b>
<b>Grand Total (A+B+C) in BCF</b>					<b>39815.2</b>	<b>21412.3</b>	<b>28001.27</b>	<b>30823.1</b>	<b>17368.00</b>	<b>10633.27</b>
<b>Grand Total (A+B+C) in TCF</b>					<b>39.8</b>	<b>21.4</b>	<b>28.00</b>	<b>30.82</b>	<b>17.37</b>	<b>10.63</b>

Note: \* The cumulative production of Meghna and Jalalabad gas field have been shown as 1P (and 2P) reserve. Reserve re-evaluation is under way.  
 \*\* 2P Reserve of Shabazpur gas field including Shabazpur East-1 re-estimated by BAPEX as 642.7 Bcf.  
 \*\*\* Reserve of Chattak Gas Field is under re-evaluation due to excessive seepage caused by the two consecutive blowouts in 2005.  
 \*\*\*\* Production from Sangu gas field suspended since 1<sup>st</sup> October, 2013

出典：ペトロバングラ Annual Report 2019

最新データによると、ペトロバングラの初期ガス総量（GIIP）の推定値は 39.8 兆立方フィート（TCF）で、そのうち 28.23 TCF は、回収可能である。1960 年から 2020 年 6 月まで、合計 17.79 TCF のガスが累積的に生産され、残存する回収可能なガスは 10.43TCF となっている。2020 年時点のガスの生産と埋蔵量の状況を表 3.2-4 に示す。

表 3.2-4 天然ガスの現状（2020年）

Sl. No.	Items	Quantity
1.	Total Number of Gas Fields (June 2020)	27
2.	Number of Gas Fields under Production (June 2020)	20
3.	Total Number of producing Wells (June 2020)	113
4.	Total initial gas in place (GIIP)	39.8 TCF
5.	Total Reserve of Extractable Gas (Proven + Probable)	28.23 TCF
6.	Total Consumption of Gas (up to June 2020)	17.79 TCF
7.	Total Reserve Remaining (Proven + Probable) (June 2020)	10.43 TCF
8.	Daily Gas Production (as of June 2020) including RLNG	3038.9 MMCFD
9.	Production by Petrobangla Companies	880.6 MMCFD
10.	Production by International Oil Companies (IOCs)	1644.5 MMCFD
11.	R-LNG	513.9 MMCFD
12.	Present Daily Gas Demand	About 3700 MMCFD
13.	Gas Production increased from 2009 to 2019 including R-LNG	About 1294.9 MMCFD

Source: Energy and Mineral Resources Division

出典：第8次5か年計画

表 3.2-5 と図 3.2-4 から明らかなように、電力セクターがガスの主要な消費者であり、次に産業部門（産業とキャプティブの両方）となる。他の主要な国内消費先は肥料と CNG（Compressed Natural Gas）である。

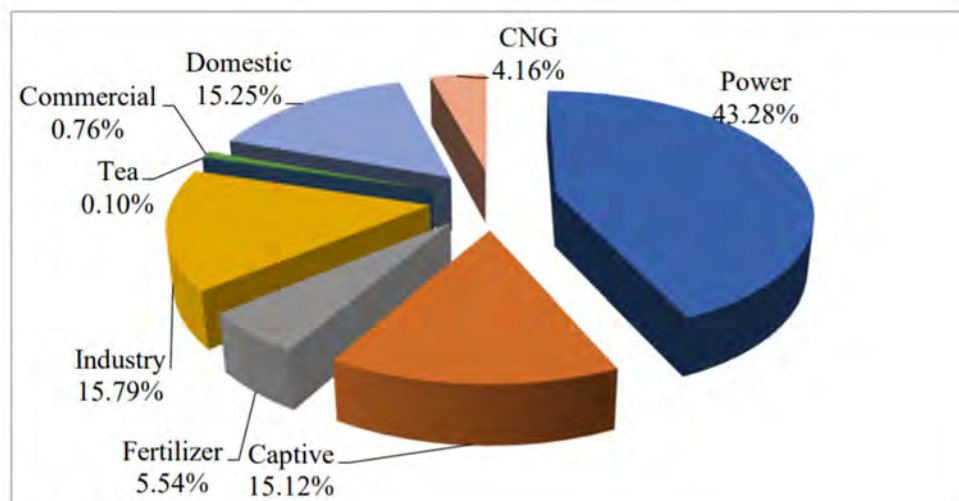
表 3.2-5 天然ガス生産とセクター別消費量

（単位：Bcf）

FY	Production	Consumption									
		R-LNG	Power	Captive Power	Fertilizer	Industry	Tea Estate	Com.	Dom.	CNG	Total
2009-10	703.6		283.3	112.6	64.7	118.8	0.8	8.1	82.2	37.2	707.6
2010-11	708.9		275.8	121.6	58.9	122.1	0.8	8.5	87.4	38.5	713.6
2011-12	743.7		302.3	124.2	58.5	128.3	0.8	8.6	89.2	38.3	750.4
2012-13	800.6		328.8	134.1	60.0	135.7	0.8	8.8	89.7	40.2	798.1
2013-14	820.4		337.4	143.8	53.8	141.9	0.8	8.9	101.5	40.1	828.1
2014-15	892.2		354.8	150.0	53.8	147.7	0.8	9.1	118.2	42.9	877.3
2015-16	973.2		399.6	160.8	52.6	156.0	0.9	9.0	141.5	46.5	966.9
2016-17	969.2		403.6	160.5	49.1	163.1	1.0	8.7	154.4	47.0	987.3
2017-18	968.7		398.6	160.5	43.0	166.6	0.9	8.2	158.0	46.2	982.0
2018-19	961.7	116.0	450.9	157.5	57.7	164.5	1.0	7.9	158.9	43.4	1157.8

Source: BER 2019 & Petrobangla, Energy and Mineral Resources Division

出典：第8次5か年計画



Source: Petrobangla

出典：第8次5か年計画

図 3.2-4 カテゴリー別ガス消費割合（2018年～2019年）

天然ガスの将来需要予測については、2017年に「バングラデシュガスセクターマスタープラン」（GSMP2017）が2006年の計画の更新版として発行され、2041年までの予測が明記されている。GSMP2017の主な目的は、当国の現在のインフラ開発の優先事項と整合させ、セクターの発展に導くためにGSMP2006を更新することである。

GSMP2017では、異なるGDP成長率を考慮して、以下の3つのガス需要シナリオが分析されている。

シナリオA：PSMP2016修正ケース

GDP成長率が2020年の8%から2041年の4.3%に徐々に減少していくとしたもの

シナリオB：高成長ケース

GDP成長率が2021年から2041年まで7%を維持するとしたもの

シナリオC：気候変動ケース

気候変動への配慮から、石炭火力の開発は限定され、その分を再生可能エネルギー、ガス火力、水力輸入でカバーするもの。GDP成長率はシナリオAと同等

2020年12月に策定された第8次5か年計画では、「シナリオC」を基本にさらなる分析がなされており、このことは当国政府が今後のエネルギー政策において、気候変動に高い優先順位を置いていることを示している。シナリオCの場合のセクター別ガス需要予測を表3.2-6に示す。総ガス需要は2020～2021年に4,520mmcfd、2025～2026年に5,257mmcfd、2030～2031年に6,228mmcfdとなり、2035～2036年では7,532mmcfd、2040～2041年では8,346mmcfdになると予測されている。

表 3.2-6 セクター別ガス需要予測

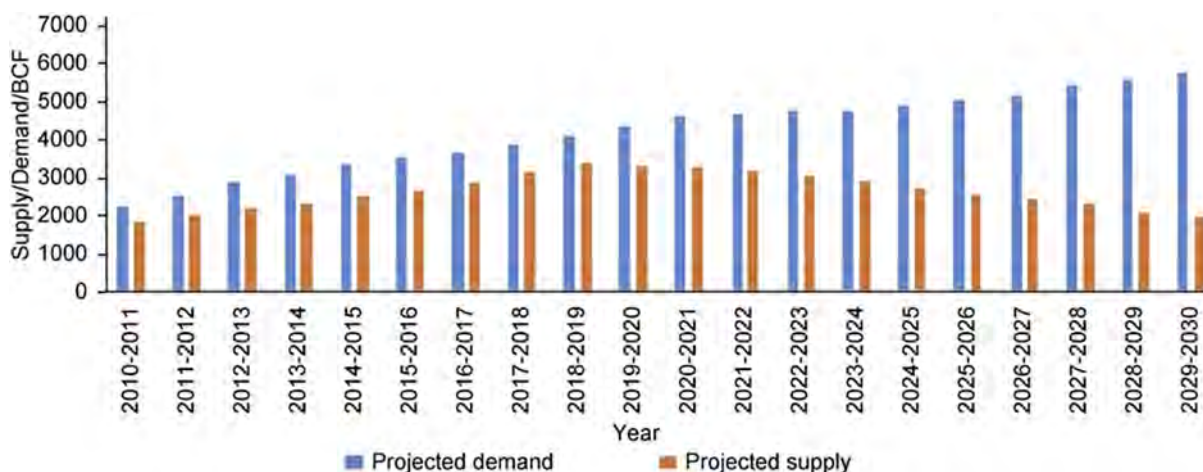
（単位：mmcf/d）

Sector	2020-21	2025-26	2030-31	2035-36	2040-41
Power	2197	2315	2468	2950	2991
Cap. Power	480	283	167	99	58
Fertilizer	316	316	316	316	316
Industry	925	1575	2302	2994	3613
Domestic	425	557	721	867	994
Commercial & Tea	38	38	38	38	38
CNG	139	173	216	269	335
<b>Total</b>	<b>4520</b>	<b>5257</b>	<b>6228</b>	<b>7532</b>	<b>8346</b>

Source: Gas Sector Master Plan Bangladesh 2017 (Scenario C)

出典：第8次5か年計画

図 3.2-5 に 2030 年までの天然ガス需要と供給予測を示す。需要に対する供給力の低下は 2020 年過ぎから著しくなる予想で、古いガス田からの供給が徐々に低下し、一方で新しいガス田の開発が追いつかないためであり、将来の新しいガス田の探索強化と既存のガス田からの回収力向上が必要となり、海外からの LNG 輸入に頼らざるを得ない状況となる。



出典：Journal of Natural Gas Geoscience

図 3.2-5 2030 年までの天然ガス需要と供給予測

(2) 課題解決方策

国内産天然ガスのみでの供給では今後の需要を満たせないと予測されているため、この不足分を賄うためには、国内ガス資源の更なる開発と海外からの輸入を促進する必要がある。また、ガスの不足分を補い適切なエネルギーミックスを促進するため、安価で安定供給が期待できる石炭の導入が必要となる。

(a) 国内ガス資源の効率的かつ経済的開発

当国の経済発展にとって国内産天然ガスは非常に価値のあるもので、その回収を最大化することは重要である。

ガス田および油田開発の分野では、1990 年以降、重要な技術的進歩が見られ、ガスと石油の回収率が大幅に向上した。当国のガス開発は、そのような進歩した技術を利用する必要がある。当国は、高度な技術を持ち財務的に健全な IOC（国際石油会社）をオフショアガス開発に招待し共に実施すべきで、それによりオフショアフィールドからのガスの回収を最大化し、より効率的に開発することが可能となる。既存の PSC（Public Service Commission）は、IOC にとって魅力的なものになるよう修正する必要がある。

改訂された PSC のもと、国内の製造会社（BAPEX、BGFCL、SGFL）と IOC が協働で参画する

国際入札が行われるべきである。

(b) 輸入ガス開発

天然ガスの需給ギャップと将来のエネルギー成長に対応するため、既に当国政府は天然ガスを輸入するための措置を講じている。

1) FSRU（浮体式貯蔵および再ガス化ユニット）の導入

当国で初となる FSRU は Excelerate Energy Bangladesh Limited (EEBL) により設置され、2018 年 8 月から運転している。当該 FSRU の容量は 500mmcf となっている。

2 基目の FSRU は Summit LNG Terminal Co Ltd. により設置され、2019 年 4 月から運転しており、当該 FSRU の容量は 1 基目と同様 500mmcf となっている。

2 基の FSRU は Cox's Bazar の Maheshkhali 近くのベンガル湾に位置している。

FSRU については、インドの Reliance Power Ltd. による Kutubdia で容量 500mmcf の設置提案が交渉中であり、また Hongkong Shanghai Manjala Power Ltd による Kutubdia で容量 500mmcf の FSRU と固定栈橋を設置するための調査活動が進行中である。

2) 陸上 LNG 基地の導入

政府は陸上 LNG 基地を導入する計画も立てている。

中国の Huanqui Contracting & Engineering Corp. (HQC) と中国の CAMC Engineering Co. Ltd. のコンソーシアムは、Maheshkhali に容量 1000mmcf の陸上 LNG 基地の導入についての FS を実施しており、プロジェクトが実行可能と判断されれば、次の交渉の段階に入ることになる。

Petronet India Ltd による、Kutubdia に容量 1000mmcf の陸上 LNG 基地を導入するための FS は完了しており、契約条件規定書はすでに署名され、契約合意に向けて交渉が開始されている。

日本の東京ガスは、ペトロバングラの資金での Payra 港あるいは Kutubdia と Maheshkhali エリアの残りの部分に、陸上 LNG 基地を設置するための FS にコンサルタントとして任命されている。FS は最終段階にあり、結果が実現可能となれば、これらの場所の 1 か所または 2 か所に陸上 LNG 基地が設置される見通しである。

3) LNG 調達

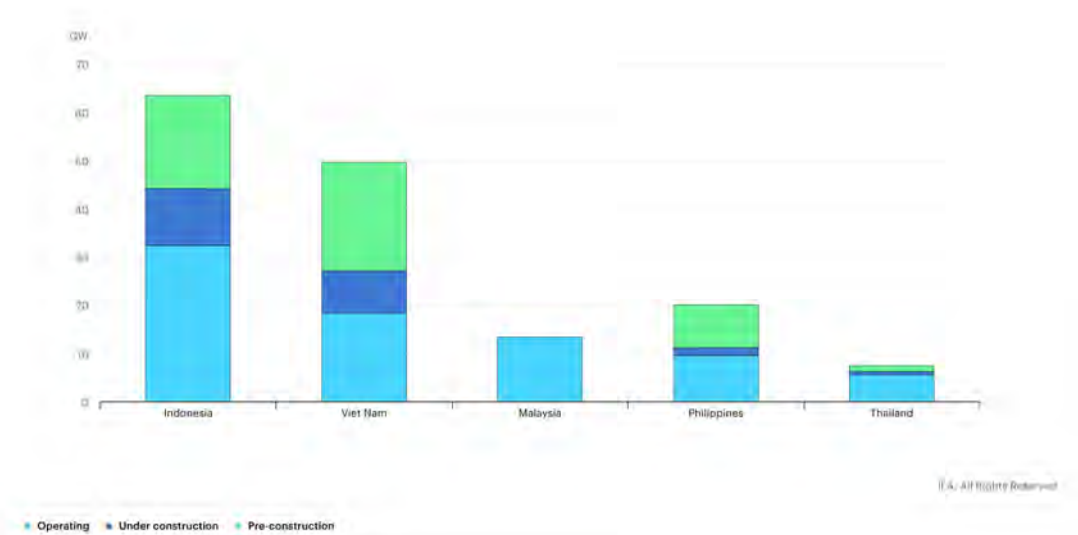
シェールガスの開発、地球温暖化対策として CO<sub>2</sub> 削減に向けての化石燃料から再生可能エネルギーへの切替えにより、LNG 市場は供給過剰の状態になっている。これまで長期調達契約が主流であったが、現在はスポット契約で安価な LNG を調達することが可能となった。したがって、短期的には工期の短い FSRU を導入して、LNG の早期輸入に踏み切ったことは得策であった。

しかしながら一方で、今冬のような世界的寒波の襲来と供給地のトラブルにより、一時的にスポット市場で高騰することもあるので、中長期的には天然ガスの安定供給と安価な調達価格の達成を目指し、市場の状況を見ながら、長期契約とスポット契約のベストミックスで対応すべきと考える。

これまで当国は、カタールの RasLaffan Natural Gas Company Ltd と、1.8~2.5MTPA の LNG を供給するための長期（15 年）LNG 販売購入契約（SPA）にすでに署名している。別の長期（10 年）SPA ではオマーンのアマール・トレーディング・インターナショナル（OTI）と 1.0MTPA の LNG 販売購入契約を署名している。また、マスターセールス購入契約（MSPA）では、スポットベースで LNG を供給する 14 のショートリスト LNG サプライヤー/トレーダーと署名している。

### 3.2.2 石炭

安価で品質の良い電力は経済発展に欠くことのできないものである。図 3.2-6 にアジア各国の石炭火力の運転開発状況を示す。インドネシア、ベトナムは、燃料ベストミックスによる安価な電力達成のため、運転中と同等量の 30GW 以上の石炭火力導入を計画している。



出典：IEA, Electricity Market Report (December 2020)

図 3.2-6 アジア諸国の石炭火力運転開発状況

当国における現状の燃料別発電単価を表 3.2-7 に示す。

LNG、石油による発電単価と比較すると、石炭による発電単価は安価であり、経済面、環境面、エネルギー安全保障での評価を最大にするエネルギーミックスを達成するためには、石炭による発電を拡大する必要がある。

表 3.2-7 燃料別発電単価

Fuel Type in Generation	Unit Cost (Tk./KWH)
Furnace Oil (FO)	17
HSD	26
LNG	13
Imported Coal	8.1
Domestic Coal	6
Domestic Gas	2.57
Hydro	1
Solar Power Plant	12
Imported Power	6.48

Source: Power Division

出典：第8次5か年計画

#### (1) 現状と課題

##### (a) 国内炭

当国では、これまでに Barapukuria、Khalaspir、Phulbari、Jamalganj、Dighipara の 5 つの炭鉱が発見された。これら 5 つの炭鉱の総埋蔵量は約 79 億 6,200 万トン、2020 年 6 月時点で合計 1,178 万トンの石炭が採掘されている。この石炭を使用して、525MW の電力が発電され、ナショナルグリッドに供給されている。現在、Barapukuria にある炭鉱から毎年約 100 万トンの石炭が生産されている。

戦略の一環として Perspective Plan of Bangladesh (PP 2041)では、長期的なエネルギー安全保障の



ため、さらに国内炭を見つけ出す必要があることが強調された。すでに発見された炭鉱の開発については、どの炭鉱も炭層までの深さが 100m 以上と深く、多額の初期投資が必要であるが、将来的には高いリターンを生む。一方、輸入炭の使用には、港湾、貯蔵と輸送インフラへの多額の投資が必要となる。

石炭は天然ガスの代替燃料になり得るものであり、これらの石炭は 50 年間の当国のエネルギー需要に見合うものであり、当国の石炭は輸入炭に比べ品質が優れており、高い発熱量を持ち低硫黄であることは注目に値する。出典：Petronangla 2019 Annual Report

表 3.2-8 当国炭の品質

No.	Item	Percentage
1	Calorific Value	25.68 MJ/kg or 11,040 Btu/lb or 6,072 kcal/kg
2	Ash	12.4%
3	Moisture	10.00%
4	Fixed Carbon	48.40%
5	Volatile Matter	29.20%
6	Sulphur	0.53%

出典：Barapukuria Coal Mining Company Limited (BCMCL) website

(b) 輸入炭

輸入炭を含む最近 5 か年の石炭生産実績を表 3.2-9 に示す。

民生用に輸入される石炭が公共用の国内炭の 3 倍以上の量で推移している。

表 3.2-9 石炭生産実績 (Metric ton)

Year	Public Sector Production	Import (Private)	Total
2014-15	675,775.50	1,812,030	2,487,806
2015-16	1,021,638	3,812,060	4,833,698
2016-17	1,160,657.81	2,801,407	3,962,065
2017-18	923,276.00	3,394,534.24	4,317,810
2018-19	803,315.00	5,754,025	65,57,339

出典：MoPEMR, Energy Scenario Bangladesh 2018-19

今後の石炭需要と供給予想を表 3.2-10 と図 3.2-7 に示す。

地球温暖化対策のため、CO<sub>2</sub> 排出削減に向けての動きが強まり、石炭火力導入計画も見直されているため、PSMP2016 の予想と比較し、今後の石炭供給予想は大幅に減少している。

表 3.2-10 石炭需要と供給予測

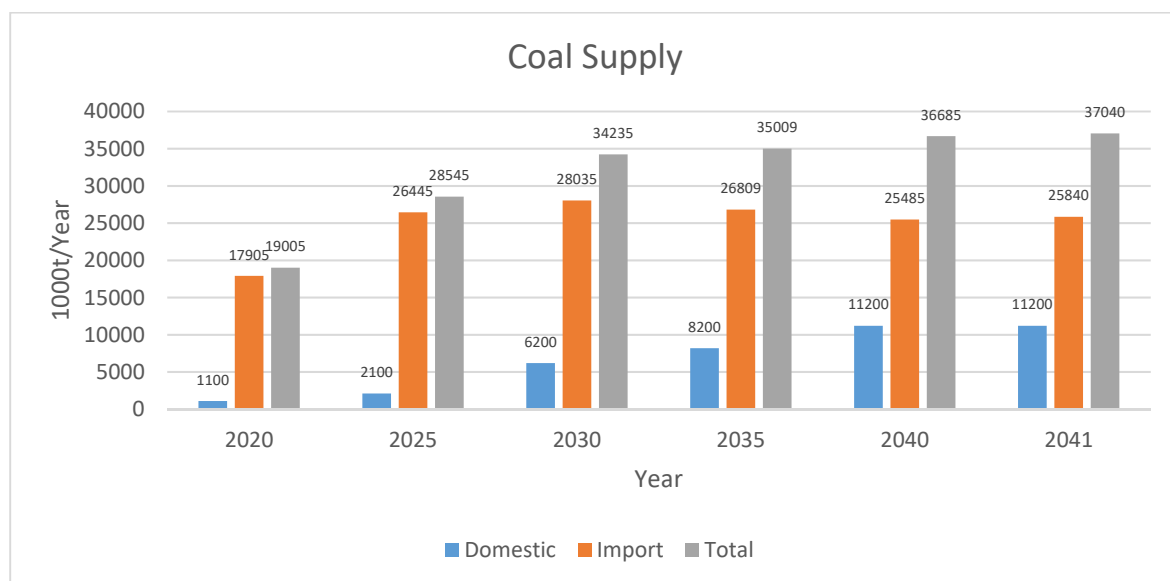
(単位：1000ton)

	Year	2020	2025	2030	2035	2040	2041
Supply	Domestic	1100	2100	6200	8200	11200	11200
	Import	17905	26445	28035	26809	25485	25840
	Total	19005	28545	34235	35009	36685	37040
Demand	Power	16339	24601	28806	27930	27930	27930
	Non-power	2000	3944	5429	7079	8755	9110
	Total	19005	28545	34235	35009	36685	37040

備考：電力のための石炭の需要 (Demand Power) は、石炭の発熱量 5,000kcal/kg、プラント熱効率 40%、プラント

利用率 80% とし算出

出典：2021 年 6 月に BPDB が策定した電源計画、2021 年 6 月 27 日に当国政府が発表した石炭火力計画、Revisiting PSMP2016 より調査団作成



出典：調査団作成

図 3.2-7 今後の石炭供給予想

## (2) 課題解決方策

減少するガス供給分を補い、適切なエネルギーミックスを達成するためには、石炭の導入が不可欠であり、経済発展のための安価な電力と、環境にやさしい高効率発電を実現するためには、超々臨界石炭火力の導入が切り札となるが、燃料である石炭確保のためのインフラ整備が必要になる。

### (a) 輸入炭用インフラ整備

国内炭は品質が優れているが、必要掘削深度が 100m 以上と深く、開発に時間と費用を必要とする。このため海外炭受入れのためのインフラ整備が必要となる。

将来的には、新しい石炭火力発電所の開発の増加に伴い、更なるインフラ整備のための FS を実施し、効率的な石炭輸送を計画する必要がある。また近い将来、ベンガル湾でのオフショア積み降ろしの実際の記録分析を含む FS を実施することが必要になる。

### (b) 国内の石炭開発

新しい炭鉱の開発と生産開始には約 10 年かかるため、生産は今準備されていても、早くても 2025 年の開始になる。したがって、可能な限り優れた国内資源を利用するため、今できる準備から実行する必要がある。

現在、Dinajpur の Barapukuria にある唯一の炭鉱から、毎年約 100 万トンの石炭が生産されている。2020 年 3 月 Dinajpur の Dighipara に年間平均 280 万トンの石炭目標生産量の地下炭鉱を開発するための FS が実施された。国内の石炭供給源から発電用の石炭需要を満たすため、ペトロバングラでは、2041 年までに Jamalganj と Khalaspir に他の 2 つの炭田を開発する計画となっている。

また Dinajpur 炭田、Khalaspir 炭田および Phulbari 炭田は、開発の可能性が高く、生産シナリオを考慮すると、2020 年までに総生産量は 110 万トン、2030 年までに 570 万トン、2041 年までに 1,120 万トンになると想定される。

2020 年までに Barapukuria 炭鉱において、鉱業、換気、鉱山安全技術などの技術で、当国が学ぶことができるシステムが確立されたため、当国は新しい炭鉱の開発においても問題なく対応できるものとする。

鉱山技師および第三者を訓練するための機関を設立することならびに、技術移転のための組織、

例えば当国の労働者が学べる鉱業大学で、プログラムの成果を評価し、移転された技術の使用を中長期的に他の炭鉱に拡大することが必要である。

### 3.2.3 石油

1997年に、ガス田から抽出されたガスコンデンセートを扱う民間企業が参入するまで、石油事業は完全なバングラデシュ石油公社（Bangladesh Petroleum Corporation: BPC）による政府独占事業であった。

#### (1) 現状と課題

当国の石油製品の8割はBPCによって輸入されており、石油製品すなわち、ディーゼル油、ガソリン、オクタン価灯油などが、当国の一次エネルギー供給の16%を占めている。

表 3.2-11 に示すとおり、当国で使用される液体燃料は主に輸入に拠り、国内で生産されたガスコンデンセートは、液体燃料の総消費量のわずか6%のみとなっている。当国は年間約136万トンの原油と、約670万トンの精製石油製品を輸入している。年間約411万8千バレル生産されるガスコンデンセートは、主にガソリン、ディーゼル、灯油に分別される国内で唯一の液体燃料の供給源である。液体燃料の主な消費部門は、輸送部門であり、次に電力、農業、産業、商業部門が続いている。石油製品のセクター別消費量は、表 3.2-13、図 3.2-8 に示すとおりで、輸送 50.26%、電力 24.36%、農業 16.37%、産業 5.32%、国内 3.21%、その他 0.48%である。

過去8年間のBPCの製品売上実績を表 3.2-12 に示す。ディーゼル燃料が全体の半分を占めている。

表 3.2-11 石油セクターの概況（2018年～2019年）

Product	2018-19 (in Ton)
Import of Refined Oil by BPC	4,863,711
Import of Furnace Oil by BPC	318,634
Import of Crude Oil by BPC	1,361,877
<b>Total import by BPC</b>	<b>6,544,222</b>
Import of Furnace (Private)	1,614,310
Production of Condensate	523,123
<b>Total Sale</b>	<b>8,658,532</b>
Export of Naptha	36,513
Storage Capacity of BPC	1,300,000
Refining Capacity of ERL	1,250,000
LPG Production from ERL	12,832
LPG Production from Kailashtila Frac. Plant	5321
LPG import (private)	681,036

出典：MoPEMR, Energy Scenario Bangladesh 2018-19

表 3.2-12 過去 8 年間 BPC 石油製品売上実績

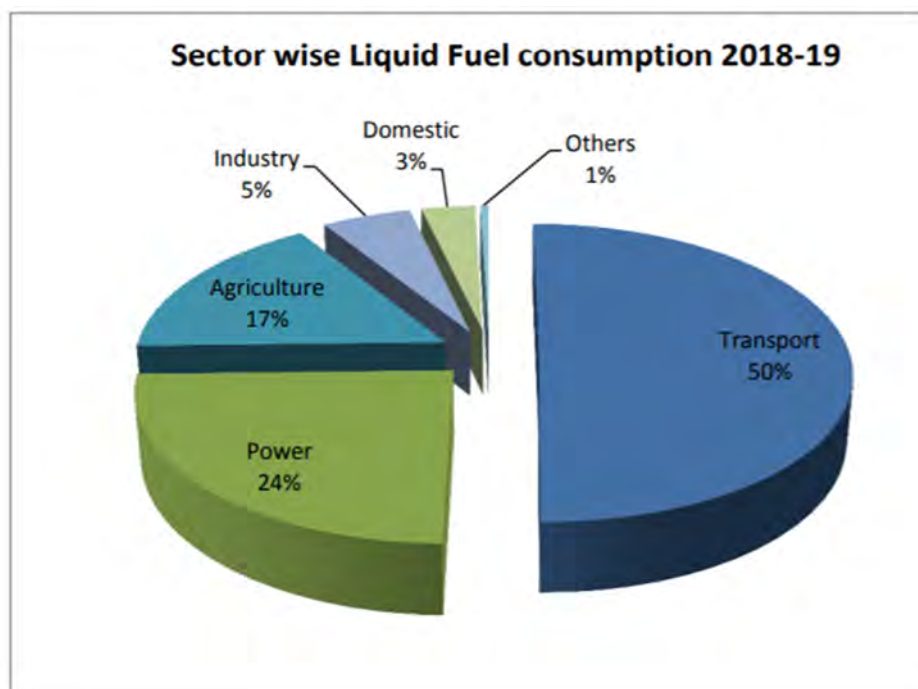
Products	Quantity in MT							
	2011-12	2012-13	2013-14	2014-15	2015-16	2016-17	2017-18	2018-19
Octane	107150	110850	117452	126114	147557	186911	230280	266988
Petrol	158707	169710	178674	166823	137360	232359	284668	318593
Diesel	3240349	2962872	3242554	3396061	3606404	4000044	4835712	4593486
Kerosene	358436	314450	289871	263029	213685	170993	138403	121497
Furnace Oil	883735	1070096	1202505	906771	711889	806440	925150	683725
Jet A-1	311890	318423	323327	338829	347323	376700	408272	429951
Others	153379	131591	130583	123796	91802	115283	125851	129982
<b>Total</b>	<b>5213646</b>	<b>5077992</b>	<b>5484966</b>	<b>5321423</b>	<b>5256020</b>	<b>5888730</b>	<b>6948336</b>	<b>6544222</b>

出典：MoPEMR, Energy Scenario Bangladesh 2018-19

表 3.2-13 セクター別石油消費量（2018 年～2019 年）

Sector	Uses amount in M.T.	%
Transport	3289126	50.26
Power	1594172	24.36
Agriculture	1071289	16.37
Industry	348153	5.32
Domestic	210070	3.21
Others	31412	0.48
<b>Total</b>	<b>6544222</b>	<b>100</b>

出典：MoPEMR, Energy Scenario Bangladesh 2018-19



出典：MoPEMR, Energy Scenario Bangladesh 2018-19

図 3.2-8 セクター別石油消費量（2018 年～2019 年）

(2) 課題解決方策

当国の石油市場の根本的課題は、いかに民営化し競争を導入して、石油製品を安価に入手可能にするかである。電力料金の引下げにつなげるため、電力部門での液体燃料消費を低減する必要がある。また、輸送分野においても、石油製品の消費は減少する。この低減分を担うのが石炭火力で、環境にやさしい超々臨界石炭火力発電の導入が必要とされる。

(a) 石油製品需要増への対応

石油製品の需要は年率2~4%で伸びている。この傾向が継続する場合、石油の需要は2030年までに約1,500万トンに増加すると想定される。当国は、インド、ネパール、ブータンなどの近隣諸国との道路接続を行うことを決定した。近隣国もチョットグラム港とモングラ港の港湾施設を利用できることから、当国の領土内では輸送の動きが著しく増加すると予想され、これに伴い、将来の石油液体燃料製品の需要増が見込まれる。当国の将来のエネルギーミックスにおいて、発電分を他燃料、具体的には安価な石炭に振り替えて対応することが必要になる。

(b) 輸入油の供給国

アラブ首長国連邦のADNOCとサウジアラビアのサウジアラムコはBPCが輸入する原油の供給者であり、石油製品は13の国立石油会社（NOC）から輸入している。

当国政府は、アッサムのNumaligarh Refinery Ltd（NRL）製造のディーゼル油を、シリグリのマーケティングターミナルからディナジプル地区にあるパルバティブールデポへパイプライン経由で輸入するプロジェクトを積極的に検討している。

(c) 容量増強プロジェクト

1968年にチョットグラムに設置されたEastern Refinery Ltd（ERL）は、年間150万トンの処理能力を備えており、現在の年間処理は約125万トンに達している。既存精油所の2号機として年間精製能力3百万トンの設置プロジェクトが実施されている。政府は民間の起業家に、当国のさまざまなガス田と輸入LNGから受け取った天然ガスコンデンセート（NGC）を分割するためのコンデンセート分別プラントを設立することを許可している。

さまざまな石油製品の総貯蔵容量は全国で約130万トンである。当国のエネルギー政策によれば、エネルギー安全保障のために60日分の石油製品の在庫は維持されることになっているが、BPCは貯蔵容量の不足と石油調達のための巨額の資金が不足しているため35日から40日の石油製品の在庫を維持している。

BPCは、2番目の主要貯蔵設備として、モングラ石油設備の建設プロジェクトを実施し、14の石油貯蔵タンクを備え10万トンを増強している。シングルポイント係留（SPM）プロジェクトが現在進行中であり、BPCは収容力が12万トンの大型船から、ベンガル湾のクトゥブディア近くからの海底パイプラインを通じて、現在9日から10日の荷下ろし必要時間を48時間以内に短縮して、原油とディーゼルを受け取ることができるよう計画している。SPMプロジェクトでは、マヘシュカリで原油15万トンとディーゼル9万トンの受入を円滑にするために貯蔵施設の容量は24万トンで建設される計画である。SPMプロジェクトの完了後の運用の柔軟性は向上されると想定できる。

今後計画されているBPCの主要プロジェクトは以下のとおりである。

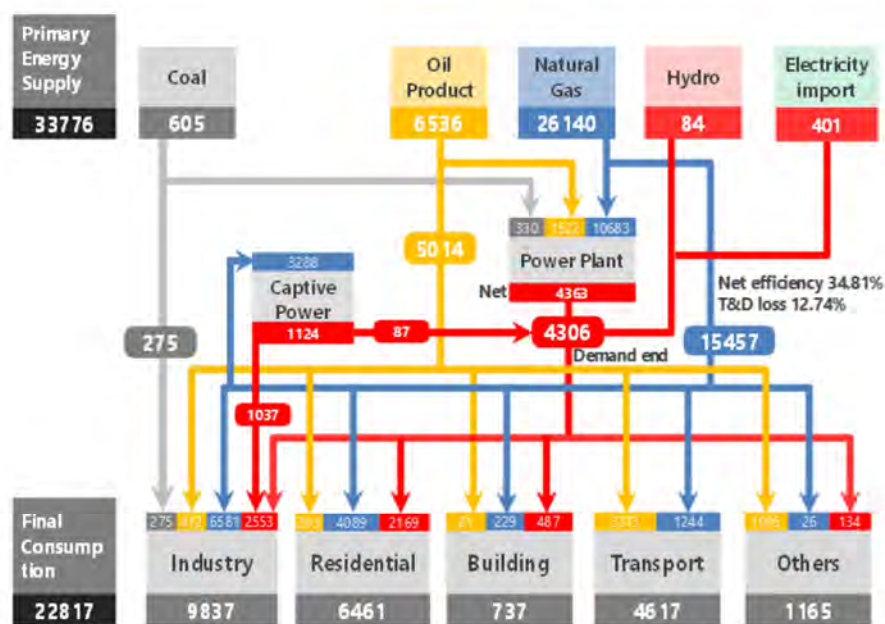
- ・ インドーバングラデシュ友好パイプライン（IBFPL）
- ・ ERLタンク会社への保管移送流量計の設置
- ・ BPCのマーケティング会社のターミナルオートメーション

### 3.2.4 省エネ促進政策および実施状況

当国のエネルギー需要は安定的な経済成長を背景に急速に増加を続けている。

当国はその主要なエネルギー源を国産の天然ガスに依っている。最新のデータ（複数の政府機関から収集した2016年度データの分析結果に基づく）によると、国全体の一次エネルギー供給量（33,766 ktoe）の77%に相当する26,140 ktoeが国産の天然ガスによってまかなわれていることが明らかになった。産業部門が最大のエネルギー消費セクターであり、全体のエネルギー消費量の約50%に相当する2,600万toeが消費されている。次に大きいのが家庭部門である。両部門とも大きな省エネ改善余地がある。

国全体のエネルギー需給を分析したエネルギーバランスによると、一次エネルギー供給のうちおよそ半分が電力として供給されている。これには発電所で発電される電力および産業部門の現場に設置された自家発電により供給される電力も含まれている。電力は、産業部門、家庭部門、業務部門の順に多く消費されている。天然ガスは、電力に変換される他、熱として産業・家庭部門で使われている。石油製品は、半分以上が運輸部門で使われているという特徴がある。



Note: Unit = ktoe

Excluding biomass & solar

Rectangles in Energy Balance Chart show: Upper - Total Primary Energy Supply (TPES), Middle - Energy Conversion, Bottom - Total Final Energy Consumption (TFEC) by Sector

出典：バングラデシュ人民共和国省エネルギー推進融資事業に係る技術支援（有償勘定技術支援）報告書

図 3.2-9 エネルギーバランス（2016年度）

バングラデシュ省エネマスタープランにおいては、国のエネルギー消費原単位（一次エネルギー消費量/GDP）を2013年比で2021年までに15%、2030年までに20%削減することを目標として掲げている。2016年度のエネルギー消費原単位は、3.56 ktoe /十億タカであり、ベースライン（3.72 ktoe /十億タカ）比で4%の削減を既に達成した。エネルギー消費原単位削減の要因の一つは、エネルギー消費量の少ないサービス部門がGDPに占める割合が増加した点があげられる。2017年度ではGDPの52%をサービス部門、34%を産業部門、14%を農業部門が占めている。しかし、部門ごとの成長率に鑑みると産業部門の成長が著しく、2017年度は前年度比で産業部門が12%、サービス部門が6%成長している。よって、よりエネルギー消費量の大きい産業部門におけるエネルギー需要が伸び続けることが想定され、産業部門における省エネ取り組みの重要性が増している。

### 3.3 電力セクターの現状

#### 3.3.1 発電原価

図 3.3-1 に、2016 年度から 2020 年度までの当国の全発電所の発電実績から算出した固定費込みの発電原価（年平均）の推移を示すが、日本における中間価格帯である LNG コンバインドサイクル発電の単価（固定費込み）が 10Tk/kWh から 12Tk/kWh 程度であることを考えると、当国の 6Tk/kWh レベルはかなり安いことが分かる。総合発電原価（Total）については、予算補助の利息と修繕・開発基金が含まれているため、燃料・メンテナンス費用（Variable Cost）と固定費（Fixed Cost）から計算された値より 0.33Tk から 0.46Tk 高くなっている。平均発電原価を押し下げているのが、発電力量の大勢を占めるガス火力である。ガス発電所の燃料費は、おおむね 1Tk/kWh から 1.8Tk/kWh となっており、日本の LNG コンバインドサイクル発電の燃料単価相場は、約 6.5Tk/kWh から 7.5Tk/kWh であることを考えると、極端に安いことが分かる。グラフからは 2018 年度に総合発電単価（Total）が最も高い 6.35Tk/kWh となっているが、原因は燃料費の高いレンタル発電所などの Furnace Oil 燃料や HSD 燃料によるもので、2019 年度以降はこれらの Oil 燃料由来の発電が減少して発電原価が下がっている（図 3.3-2）。

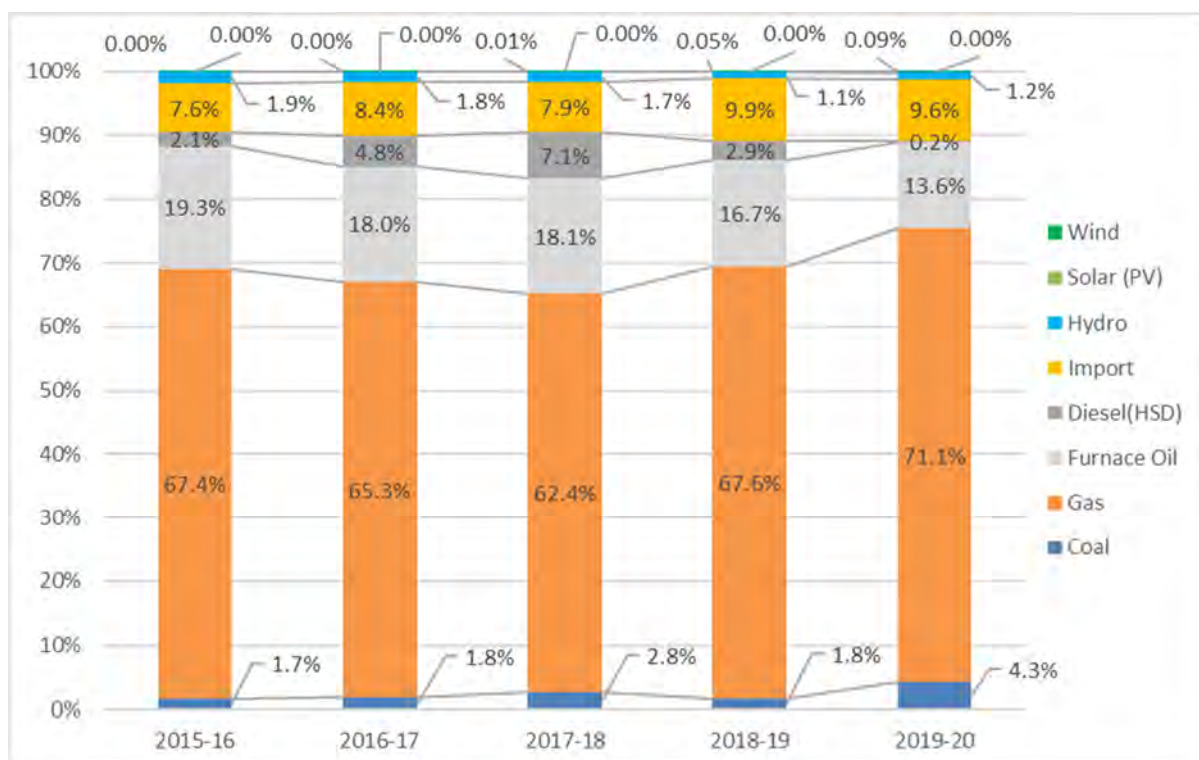
風力については、風況が悪いために年度によって発電電力量にばらつきがあり、特に 2017-18 年度は風況が悪く発電原価が高くなった。太陽光発電の原価は比較的安く収まっている。



出典：BPDB (Finance)から入手したデータより調査団作成

図 3.3-1 2016-2020 年度にかけての発電単価の推移 (Tk/kWh)



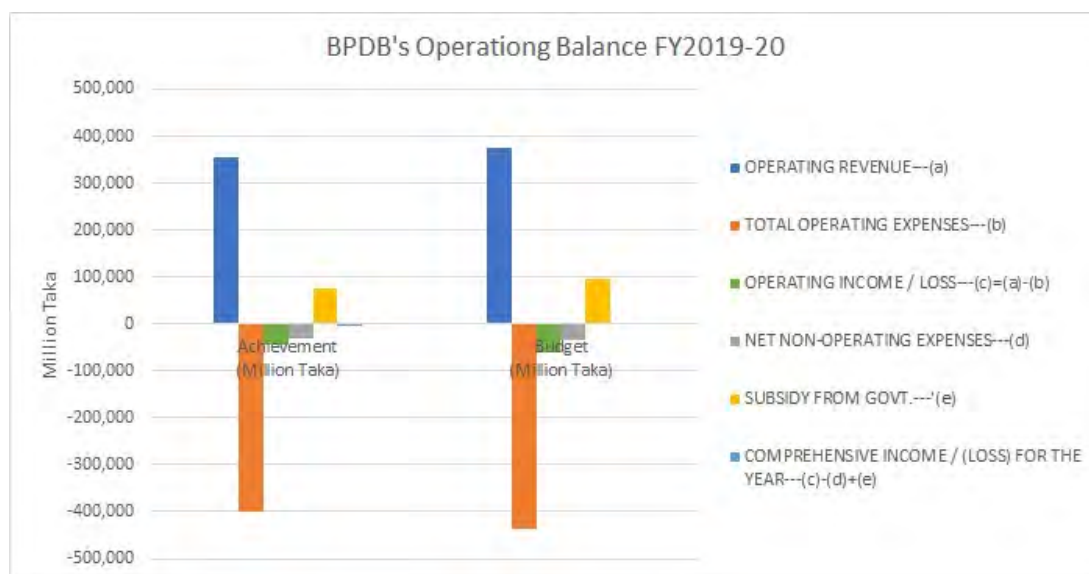


出典：BPDB (Finance)から入手した収集より調査団作成

図 3.3-2 2016-2020 年度にかけての発電力量比率の推移 (%)

### 3.3.2 財務状況

当国では BPDB がシングルバイヤーとして、全ての発電事業者から電力を買い取り、配電事業者に卸している。送電事業者である PGCB への託送料は配電会社から支払われる。ここではシングルバイヤーとしての BPDB の営業収支その他を見ていく。図 3.3-3 および表 3.3-1 は BPDB の営業収支、その他の収支を示している。営業収支は 435 億タカの損失となっており、政府からの補助金が 744 億タカほど注入されて全体の収支がほぼゼロとなっている。



出典：BPDB Annual Report 2019-20 より調査団作成

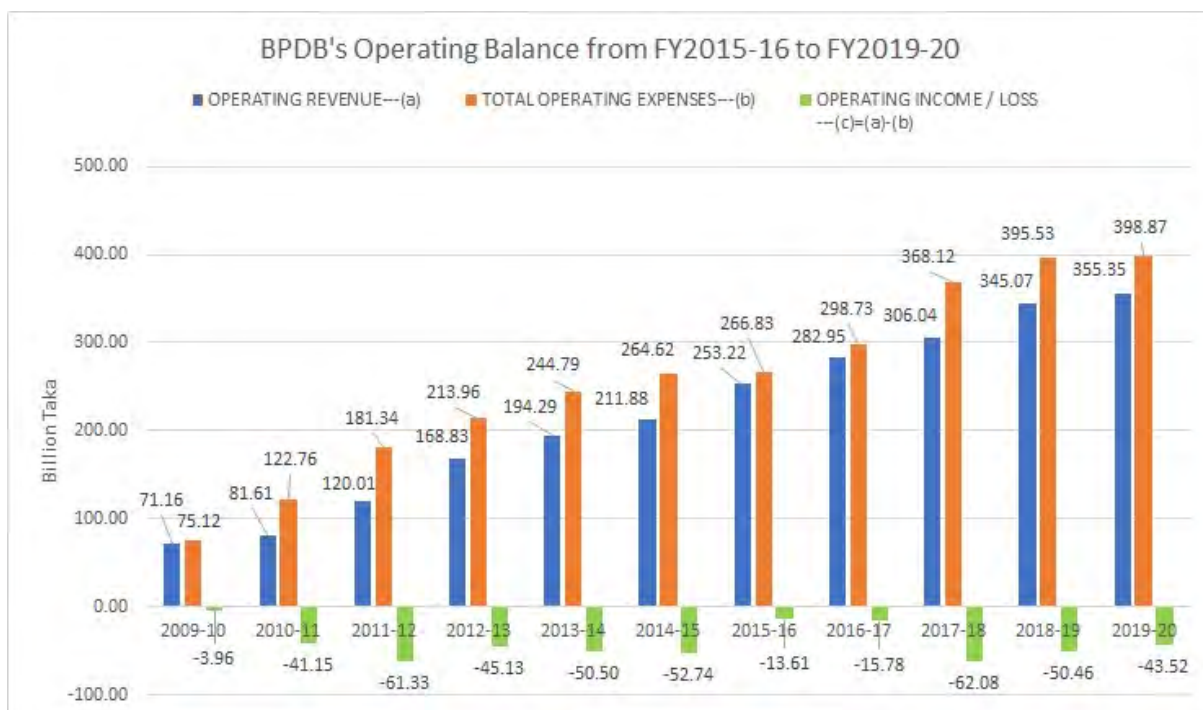
図 3.3-3 BPDB の 2019-20 年度の営業収支他

表 3.3-1 BPDB の 2019-2020 年度の営業収支他

Particulars	Achievement (Million Taka)	Budget (Million Taka)
<b>OPERATING REVENUE</b>		
ENERGY SALES	340,116	364,042
OTHER OPERATING INCOME	15,239	10,820
<b>OPERATING REVENUE---(a)</b>	<b>355,354</b>	<b>374,861</b>
FUEL COST - GAS	17,462	21,391
DIESEL/FURNACE OIL USED FOR ELECTRICITY GENERATION	6,547	9,690
COAL USED FOR ELECTRICITY GENERATION	10,142	11,832
ELECTRICITY PURCHASE FROM IPP	175,190	173,533
ELECTRICITY PURCHASE FROM RENTAL	32,164	35,320
ELECTRICITY PURCHASE FROM INDIA	40,171	46,935
ELECTRICITY PURCHASE FROM PUBLIC PLANT	66,717	86,777
DEPRECIATION	23,078	18,856
REPAIR & MAINTENANCE EXPENSES	9,698	9,340
PERSONNEL EXPENSES	14,206	15,331
OFFICE & ADMINISTRATIVE EXPENSES	1,176	3,225
TRANSMISSION EXPENSES FOR WHEELING CHARGE	2,320	2,995
<b>TOTAL OPERATING EXPENSES---(b)</b>	<b>398,872</b>	<b>435,224</b>
<b>OPERATING INCOME / (LOSS)---(c)=(a)-(b)</b>	<b>-43,518</b>	<b>-60,363</b>
<b>NON - OPERATING EXPENSES:</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
ASSETS INSURANCE FUND	70	70
INTEREST ON LOANS	20,264	23,428
PROVISION FOR MAINTANANCE & DEVELOPMENT FUND	10,150	11,022
GAIN / (LOSS) DUE TO EXCHANGE RATE FLUCTUATION	485	1,300
<b>NET NON-OPERATING EXPENSES---(d)</b>	<b>30,969</b>	<b>35,820</b>
<b>SUBSIDY FROM GOVT.---'(e)</b>	<b>74,394</b>	<b>96,759</b>
<b>COMPREHENSIVE INCOME / (LOSS) FOR THE YEAR---(c)-(d)+(e)</b>	<b>-91.9</b>	<b>576</b>

出典：BPDB Annual Report 2019-20

また、図 3.3-4 は、2009-10 年度から 2019-20 年度までの営業収支を示したグラフであり、毎年、営業損失を計上していることが分かる。

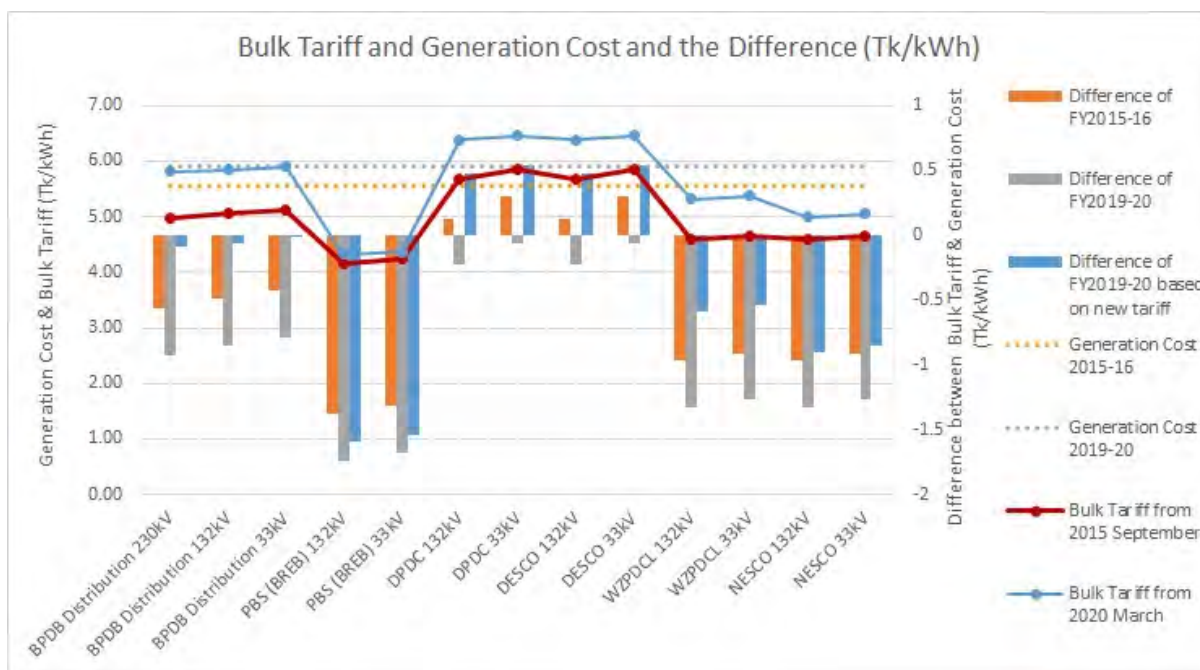


出典：BPDB Annual Report 2019-20

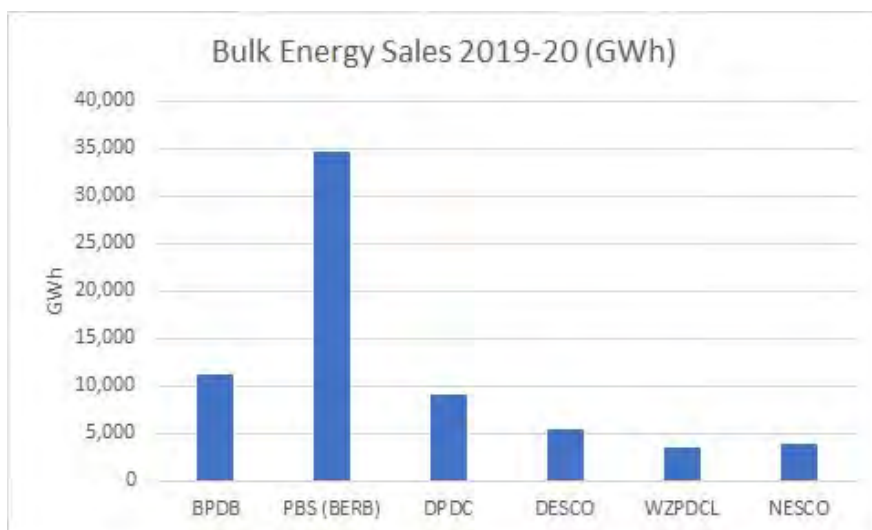
図 3.3-4 2009-10 年度から 2019-20 年度までの営業収支

BPDB が営業損失を計上する原因を知るために、2015-16 年度、2019-20 年度における発電費用の平均価格（発電単価：Tk/kWh：支出）（図 3.3-1 の値）と、配電会社への卸電力単価（Bulk Tariff：収入）を調査したところ、ダッカ地域に供給する DPDC と DESCO 以外の配電会社において、発電費用より安い価格で電力を卸していることが分かった（図 3.3-5）。2020 年 3 月に卸単価（Bulk Tariff）の値上げが BERC に承認されたが、2019-20 年度の実績と比較すると DPDC と DESCO を除いては依然、発電単価（支出）が高く、図 3.3-6 に示す配電会社への卸電力売上量から考えて、DPDC と DESCO からの収入増加の効果よりも、その他の配電会社への販売による負債が大きく、さらに電力取引以外の支出もあることから、営業利益を出せない状況が続くと思われる。

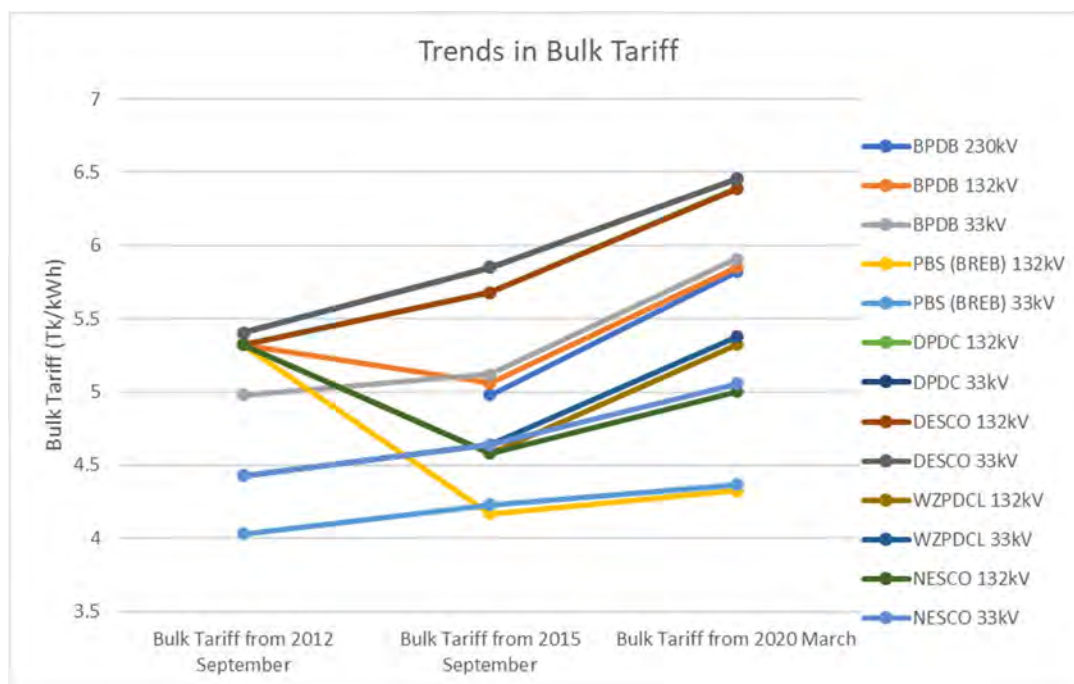
卸単価（Bulk Tariff）は 2012 年 3 月と 9 月、2015 年 9 月、2020 年 3 月に改訂されており、その都度、営業収支は若干改善しているが、販売電力量の増加および発電単価の上昇に伴い、発電単価と卸単価の差による負債が増える構図となっている。図 3.3-7 は、2012 年 9 月から 2020 年 3 月にかけての、配電会社の電圧階級別の卸電力単価の推移である。



出典：BPDB (Finance)から入手した情報、BERC および BPDB website より調査団作成  
図 3.3-5 発電単価と配電会社への卸価格、およびその差 (Tk/kWh)



出典：BPDB Annual Report より調査団作成  
図 3.3-6 配電会社別の卸電力販売量（2019-20年度）



出典：BERC および BPDB website より調査団作成

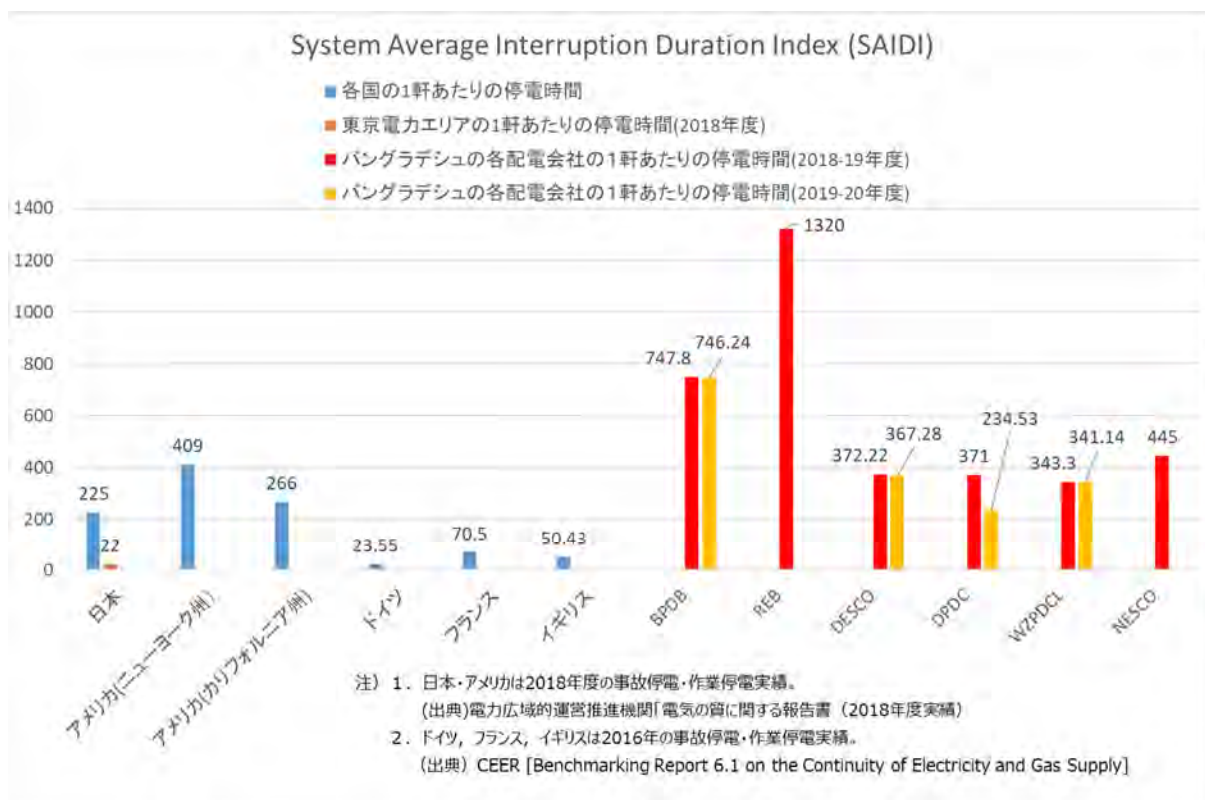
図 3.3-7 各配電会社の電圧階級別の卸電力単価（Tk/kWh）の推移

今後、輸入石炭や LNG の増加に伴い、発電事業者への支出の増加が見込まれる中、配電会社への卸価格の値上げは必須である。

### 3.3.3 停電発生状況

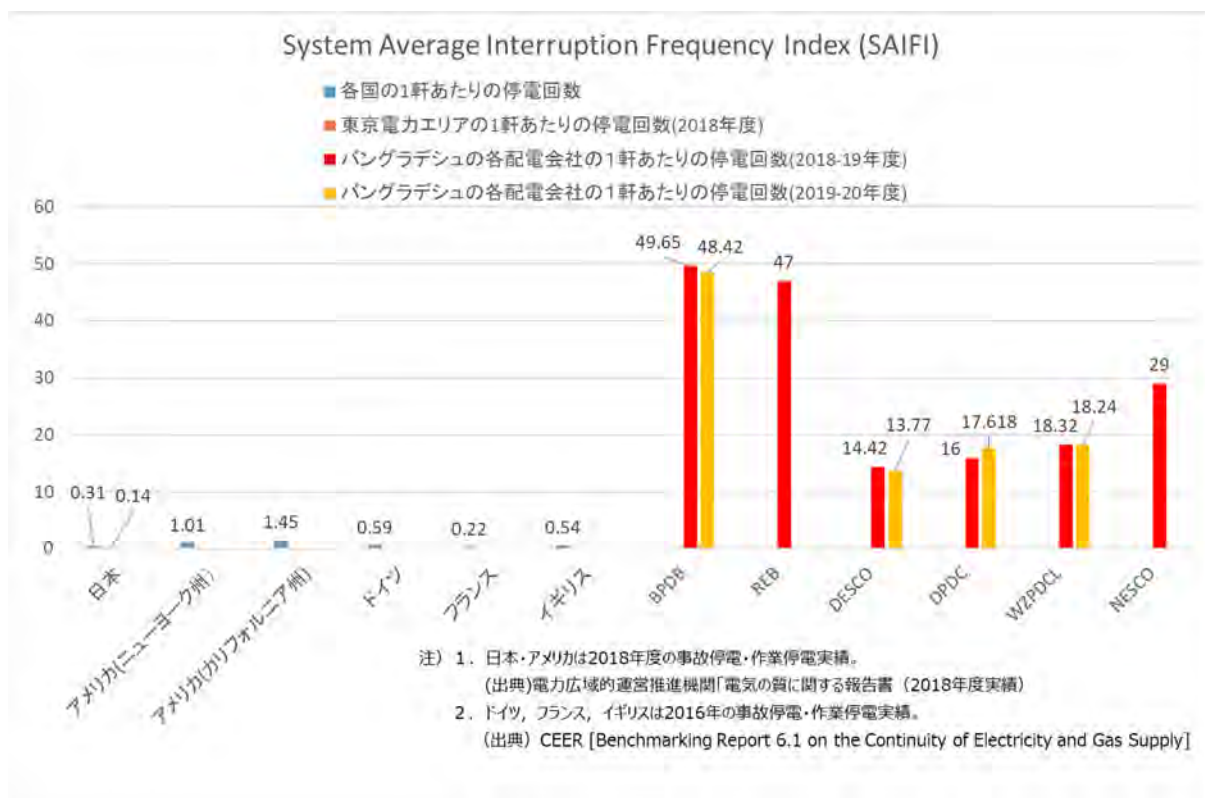
供給力不足による計画停電は 2017 年ごろから行われていないが、送配電設備を起因とする停電は多く発生している。図 3.3-8、図 3.3-9 は、1 軒あたりの平均停電時間を表す SAIDI (System Average Interruption Duration Index) と 1 軒あたりの平均停電回数を表す SAIFI (System Average Interruption Frequency Index) である。当国の SAIDI、SAIFI は、日本や欧米諸国に比べると値が大きく、長時間かつ頻繁に停電が発生している。その中において、分社化された DESCO、DPDC、WZPDCL、NESCO は BPDB や REB に比べると SAIDI、SAIFI が小さいことから、分社化したことで設備管理が改善されていると思われる。

SAIDI と SAIFI については、PSMP2016 で KPI 指標としてモニタリングすることを提案しており、各社はこれを実行している。



出典：TEPCO 調査資料および当国の配電会社の Annual Report から調査団作成

図 3.3-8 各国、TEPCO および当国の配電会社における一軒当たりの平均停電時間（年間）の比較



出典：TEPCO 調査資料および当国の配電会社の Annual Report から調査団作成

図 3.3-9 各国、TEPCO および当国の配電会社における一軒当たりの平均停電回数（年間）の比較

### 3.4 他ドナーの支援状況

#### 3.4.1 主な支援国、支援機関

2019年時点での当国への主な支援国は、日本、ロシア、中国、インドであり、主な支援機関としては、世界銀行（World Bank: WB）の国際開発協会（International Development Association: IDA）とアジア開発銀行（Asian Development Bank: ADB）である。

2019年6月時点での各国、各機関からの借入残高は、表 3.4-1 のとおりである。

表 3.4-1 各国、各機関からの借入残高

主な国、機関	借入残高 (million USD)
日本	5,922
ロシア	2,012
中国	1,380
インド	462
WB (IDA)	15,649
ADB	9,597

出典：バングラデシュ政府財務省経済関係局（ERD）

主な支援機関の過去5年間の支援実績は、表 3.4-2 のとおりである。

JICA、ADB、WBからの支援が全体の60%以上を占めている。近年、アジアインフラ投資銀行（Asian Infrastructure Investment Bank, AIIB）からの支援も増加している。

表 3.4-2 各支援機関からの過去5年間の支援実績

SL	Name of the Donor Agency						Figure in US \$
		2015	2016	2017	2018	2019	Total
1	ADB	13,233,059	26,111,307	25,395,281	27,009,166	51,784,576	143,533,390
2	KFW	175,488	302,451	19,125,866	26,208,354	32,850,476	78,662,634
3	WB	63,651,402	145,453,451	201,600,744	137,258,939	134,299,561	682,264,098
4	JICA	191,646,451	132,943,159	51,769,049	71,258,598	533,485,976	981,103,232
5	IDB	-	-	18,429,124	7,877,311	40,312,010	66,618,445
6	AIIB	-	-	89,544,939	34,767,720	10,647,622	134,960,280
7	UNDP	-	-	-	-	662,329	662,329
8	EIB	548,780	2,191,463	3,414,634	-	-	6,154,878
9	AFD	11,733,074	12,103,957	42,384,233	37,466,804	28,768,662	132,456,730
	<b>Total</b>	<b>280,988,255</b>	<b>319,105,788</b>	<b>451,663,870</b>	<b>341,846,891</b>	<b>832,811,212</b>	<b>2,226,416,016</b>

出典：Power Division Website

#### 3.4.2 各機関の支援内容

##### (1) 世界銀行（World Bank: WB）

当国は、発電容量と電力へのアクセスを増やすことにおいて、かなりの前進を遂げた。電力へのアクセスは97%（グリッドおよびオフグリッド）に達し、現在設置されている発電容量は、自家発電と再生可能エネルギーを含めて22,692MWに増加している。しかし、このセクターは、主に配電の故障、老朽化したシステムに関連する非効率性、不十分な送配電ネットワークのために、信頼性の高い電力供給を確保する上で依然として課題に直面している。過去10年間で、当国のエネルギー需要は年平均10%で増加している。

世界銀行は、エネルギー部門で18億3000万ドルの継続的な支援により、容量の増強、クリーンエネルギーの生成、発電と送電およびシステム運用の効率の向上、技術的ロスの削減、送電および地方の配電ネットワークの改善、グリッドと再生可能電力の導入をはかった。IDAのサポートにより、これまでにナショナルグリッドに2,652MW、オフグリッドエリアに181MWの電力が

追加され、ソーラーホームシステム、ソーラー灌漑ポンプ、ソーラーミニグリッドが設置され、100万を超える改良された調理用ストーブが設置された。さらに310MWの容量が進行中のグリッドに接続された太陽光プロジェクトにより追加された。

世界銀行はまた、財政の健全性、投資、サービスの質の向上を目的として、政府、電力およびガス事業者、バングラデシュエネルギー規制委員会（BERC）内での電力セクター政策と制度的能力開発の促進に取り組んできた。

Covid-19の影響により電力需要は最初の数か月で減少し、ゆっくりと回復しているが、2019年のピークを下回り、予測される需要は満たされていない。Covid-19により売上高は減少し、公益事業財政の低迷により、運営費を賄うために政府の支援が必要となった。雇用と家計収入のレベル低下は、電力消費者の値ごろ感を損なっている。

世界銀行による電力セクターへの主な支援は下表の通りである。

表 3.4-3 世界銀行の実績

Calendar Year	Project	Type	Amount (US\$ Million)	Executing Agency	Project Description Progress
2019/3～ 2024/1	Bangladesh Scaling-up Renewable Energy Project	Loan	156	Infrastructure Development Company Limited (IDCOL), Sustainable and Renewable Energy Development Authority (SREDA), Electricity Generation Company of Bangladesh (EGCB)	The Project objective is to increase installed generation capacity of, and mobilize financing for, renewable energy in Bangladesh.
2018/4～	Additional Financing II for Rural Electrification and Renewable Energy Development II	Loan	55	Power Cell, Infrastructure Development Company Limited (IDCOL)	The development objective of the Second Rural Electrification and Renewable Energy Development Project for Bangladesh is to increase access to clean energy through renewable energy in rural areas.
2018/3～ 2023/12	Enhancement and Strengthening of Power Transmission Network in Eastern Region	Loan	450	Power Grid Company of Bangladesh Limited (PGCB)	The proposed project aims to increase the transmission capacity and reliability of the electricity network in the eastern region and strengthen the institutional capacity of the Power Grid Company of Bangladesh Limited (PGCB)
2017/4～ 2021/12	Power System Reliability and Efficiency Improvement Project	Loan	59	Power Grid Company of Bangladesh (PGCB) Ltd.	The Project is to improve the reliability and efficiency of the power system in Bangladesh through optimization of dispatch operation.
2014/2～ 2021/6	Bangladesh: Rural Electricity Transmission and Distribution Project	Loan	600	Power Grid Company of Bangladesh (PGCB) Ltd.	The objectives of the Rural Electricity Transmission and Distribution Project for Bangladesh are to reduce system losses and enhance capacity in the rural distribution network of primarily the eastern part of the country.
2012/9～ 2021/12	Rural Electrification and Renewable Energy Development II (RERED II) Project	Loan	155	Power Grid Company of Bangladesh, Ltd. (PGCB)	The development objective of the Second Rural Electrification and Renewable Energy development Project is to increase access to clean energy in rural areas through renewable energy and promote more efficient energy consumption.
2015/2～ 2018/6	GPOBA (the Global Partnership on Output-Based Aid )Scale-up for Bangladesh	Grant	15	IDCOL	Increase access to clean energy through renewable energy in rural areas.



Calendar Year	Project	Type	Amount (US\$ Million)	Executing Agency	Project Description Progress
	RERED II				
2014/6～	RERED Additional Financing II	Loan	78.4	IDCOL	The objectives of the Second Rural Electrification and Renewable Energy Development Project for Bangladesh are to increase access to clean energy in rural areas through renewable energy and to promote more efficient energy consumption. This project paper seeks the approval of the Executive Directors to provide an additional credit to the Bangladesh Rural Electrification and Renewable Energy Development II (RERED II) Project.

出典：世界銀行ウェブサイト

## (2) アジア開発銀行（Asian Development Bank: ADB）

アジア開発銀行は、ダッカおよびウエスタンゾーン送電網拡張プロジェクトに3億ドルを支援した。このプロジェクトでは、送電線の拡張と変電所の建設、基幹系情報システムの確立、運用効率を改善するためのドローン検査センターの建設、およびより低いエネルギー損失でより多くの電力を送電する高度な電線の導入が行われる。

追加の資金提供は、当国の農村地域における配電ネットワークが改善された元プロジェクトの成果の拡大をもたらす。33kVおよび11kV配電線および関連施設の46,000km（既修復分は38,000km）以上が修復され、33kVおよび11kV配電線および関連施設の16,000km（既建設分は12,000km）以上が建設される。

バングラデシュ地方電化委員会（Bangladesh Rural Electrification Board: BREB）への追加融資は、クルナ管区（バングラデシュ西部）の農村地域における効率的で信頼性の高い電力供給へのアクセスをさらに改善するために提案されている。BREBは、地方電化ネットワークの一次配電ネットワーク容量を強化し、木製の配電柱を使用して20年以上経過した低容量の導体を備えたネットワークの区間を修復および改善するために、アジア開発銀行に支援を求めている。これらの投資は、増大する需要に電力を確実に提供し、効率的かつ信頼性の高い方法で顧客の需要を満たすために必要である。提案された追加の範囲は、進行中のプロジェクトの範囲に強くリンクされており、同じ設備設置の取り決めの下で効率的に実装できる。プロジェクト全体の範囲は、当国政府の展望計画（ビジョン2021）を現実のものにすること、および第7次5カ年計画と一致している。

アジア開発銀行による電力セクターへの主な支援は下表の通りである。

表 3.4-4 アジア開発銀行の実績

Calendar Year	Project	Type	Amount (US\$ Million)	Executing Agency	Project Description Progress
2021/1 ~ 2026/7	Bangladesh Power System Enhancement and Efficiency Improvement Project -Additional Financing	Loan	200	Bangladesh Rural Electrification Board (BREB) Ministry of Power, Energy and Mineral Resources (MoPEMR)	46,000 km (Original: 38,000 km) of 33 kV and 11 kV distribution lines and associated facilities rehabilitated, and over 16,000 km (Original: 12,000 km) of 33 kV and 11 kV distribution lines and associated facilities
2020/11 ~ 2023/12	Sustainable and Resilient Energy Sector Facility in Bangladesh	Technical Assistance Special Fund	1	MoPEMR	technical assistance (TA) facility
2020/7 ~ 2024/12	Dhaka and Western Zone Transmission Grid Expansion Project	Grant Loan co-financed with AIIB	300	Power Grid Company of Bangladesh, Ltd. (PGCB)	Complementing the investment in the recently-approved Southwest Transmission Grid Expansion Project and Rupsha 800-Megawatt Combined Cycle Power Plant in the

বাংলাদেশ国マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業（フェーズ2）準備調査  
ファイナルレポート

Calendar Year	Project	Type	Amount (US\$ Million)	Executing Agency	Project Description Progress
					southwest region
2019/7~	Spectra Solar Power Project	Loan	15	Shunfeng Investments Limited Spectra Engineers Limited	The project consists of a 35-megawatt (net) grid connected solar power plant in Paturia, Shibaloy, Manikgonj, located approximately 85 kilometers west of Dhaka. The project site includes 141 acres of land, an approximately 7 km interconnection transmission line
2018/12~ 2021/11	Capacity Development for Renewable Energy Investment Programming and Implementation	TA	1.9	Ministry of Power, Energy and Mineral Resources	The knowledge and support technical assistance (TA) to Bangladesh's energy agencies will help strengthen their planning and technical skills in preparing a renewable energy investment plan
2018/9~ 2023/12	Southwest Transmission Grid Expansion Project	Grant Loan	350	Power Grid Company of Bangladesh, Ltd. (PGCB)	The project will improve the operational performance of the power sector and contribute to the Government of Bangladesh's target to achieve electricity for all by 2021 through (i) constructing (a) a 400/132-kilovolt (kV) substation at Gopalganj; (b) a 230 kV transmission line in the southern zone, from Barisal to Faridpur; and (c) a 400 kV transmission line in the western zone, from Bogra to Rohanpur; and (ii) implementing a capacity development program in the electric utility industry to promote socially and gender inclusive growth. The project will use state-of-the-art conductors with higher power transmission capacity and lower energy loss in both the 230 kV and 400 kV transmission lines
2018/8~ 2022/12	Rupsha 800-Megawatt Combined Cycle Power Plant Project	Loan	500 Islamic Development Bank 300	North-West Power Generation Co. Ltd.(NWPGL)	Project implementation ongoing although facing some delay due to COVID-19 pandemic.
2017/12~ 2019/12	SASEC Bangladesh-India Electrical Grid Interconnection Project	Technical Assistance Special Fund	US\$ 225,000	PGCB	Output 1 Roadmap for cross border power trading for Bangladesh finalized.  Output 2 Technical and sector studies for potential interconnection projects prepared
2017/9~ 2019/12	Southwest Transmission Grid Expansion Project	Technical Assistance Special Fund	1.25	PGCB	prepare an investment project for developing and expanding the transmission network in southern and western zones of the country
2017/6~ 2021/12	Bangladesh Power System Enhancement and Efficiency Improvement Project	Grant Loan	600	Bangladesh Rural Electrification Board Dhaka Electric Supply Company Ltd. (DESCO) Power Div-Min of Power, Energy & Mineral Resources Power Grid Company of Bangladesh, Ltd.	The project will build a 174 km transmission line linking Dhaka to the southwest of the country, and introduce new control systems and other improvements to distribution networks in Dhaka and rural areas.

Calendar Year	Project	Type	Amount (US\$ Million)	Executing Agency	Project Description Progress
				(PGCB)	

出典：アジア開発銀行ウェブサイト

### (3) イスラム開発銀行（Islamic Development Bank: IDB）

イスラム開発銀行は 2018 年 9 月にダッカに新たな地域のハブを創設した。このハブを通じて地域の持続可能な社会・経済発展を支援していくことが目的である。当国は同銀行の最大の便益享受者であり、このハブを通じて更に多くのプロジェクトを実施する予定である。

エネルギー・電力セクターで実施中あるいは計画中のプロジェクトは下表のとおりであるが、発電所の新規開発やリノベーションや送電網の強化等が含まれている。

**表 3.4-5 イスラム開発銀行の実績**

Calendar Year	Project	Type	Amount (US\$ Million)	Executing Agency	Project Description Progress
2018/5～	Bhola 220 MW Dual Fuel Combined Cycle Power Plant Project	Loan joint with AIIB	60	SP Group	The project involves the construction and operation of a 225 MW dual fuel Combined Cycle power plant at Bhola, an island situated 250 km south of Dhaka in Bangladesh.
2015/4～	Power Grid Expansion Project	Loan	220	Power Grid Company of Bangladesh, Ltd. (PGCB)	The project includes the construction of new 400kV, 230kV and 132kV transmission lines and substations as well as strengthening of the distribution network in Dhaka.
2017/10～	400 MW Ashuganj East Power Plant Efficiency Improvement	Loan joint with ADB	327.57	Ashuganj Power Station Company Ltd (APSCL)	The project aims at satisfying the increasing demand of electricity through improving the efficiency of the generation system by replacing old and inefficient power plant units at Ashuganj power plant complex by a modern and efficient 400 MW CCGP.

出典：イスラム開発銀行ウェブサイト

### (4) アジアインフラ投資銀行（Asian Infrastructure Investment Bank: AIIB）

当国は 2016 年に アジアインフラ投資銀行から支援を受けた最初の国の一つである。エネルギー・電力セクターでは 4 つのプロジェクトが実施中である。電力セクターでは発電（IPP 事業）や送配電の強化が含まれている。

**表 3.4-6 アジアインフラ投資銀行の実績**

Calendar Year	Project	Type	Amount (US\$ Million)	Executing Agency	Project Description Progress
2018/2～	Bhola 220 MW Dual Fuel Combined Cycle Power Plant Project	Loan joint with IDB	60	SP Group	The project involves the construction and operation of a 225 MW dual fuel Combined Cycle power plant at Bhola, an island situated 250 km south of Dhaka in Bangladesh.
2016/6～	Bangladesh Distribution System Upgrade and Expansion Project	Loan	165	The Bangladesh Rural Electrification Board (BREB) Dhaka Electric Supply Company Limited (DESCO)	The Project will enhance power distribution capacity and increase the number of rural and urban electricity consumers in Bangladesh, and is comprised of two components: (1) provision of about 2.5 million service connections to rural consumers; (2) upgrading two grid substations and conversion of 85 km overhead distribution lines

バングラデシュ国マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業（フェーズ2）準備調査  
ファイナルレポート

Calendar Year	Project	Type	Amount (US\$ Million)	Executing Agency	Project Description Progress
					into underground cables in north Dhaka.
2019/4～ 2022/12	Bangladesh Power System Upgrade and Expansion Project	Loan	120	Power Grid Company of Bangladesh, Ltd. (PGCB)	The objective is to upgrade and expand the power transmission system in the Chittagong region to ensure adequate and reliable power supply in the southeastern region of Bangladesh. Upon completion, the capacity of the transmission network in the Chittagong region will be enhanced, load shedding will be reduced, and new consumers will be connected to the grid. This will further create some cascading benefits to the 132 kilovolts (kV) and 33 kV secondary networks with respect to the quality of power supply in the region, such as improved voltage stability and reduced voltage fluctuation.
2020/1～	Dhaka and West Zone Transmission Grid Expansion Project	Loan co-financed with ADB	200	Power Grid Company of Bangladesh, Ltd. (PGCB)	The proposed Project will include three components. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Component 1: construction of substations with a total capacity of 4,450 megavolt-ampere (MVA) and transmission lines of 40 km in Greater Dhaka.</li> <li>• Component 2: construction of substations with a total capacity of 2,990 MVA and transmission lines of 368 km and 20 bay extensions in Western Zone.</li> <li>• Component 3: strengthening of institutional capacity of Power Grid Company of Bangladesh (PGCB).</li> </ul>

出典：アジアインフラ投資銀行ウェブサイト

### 3.4.3 各国からの主な支援

#### (1) ドイツ

ドイツのバングラデシュ開発協力は、比較的豊富な再生可能エネルギーと電力損失の削減に焦点を当てている。この目的のために、ドイツ復興金融公庫（Kreditanstalt für Wiederaufbau: KfW）はエネルギー効率の高い送電および配電ネットワークの構築に資金を提供し、省エネ行動を促進するためのプリペイド電力メーターの設置を支援している。KfWは、国内のバイオガスプラントを促進して農村地域のエネルギー供給を増やし、灌漑用の太陽光ポンプや、地元住民にエネルギーを供給するソーラーホームシステムをサポートしている。これらの技術は、国の電力網から離れた地域での電化を可能にし、牛糞、薪、灯油などの伝統的なエネルギー源の代替となっている。

2007年以來、インフラストラクチャ開発公社（Infrastructure Development Company Ltd: IDCOL）への融資は16.5 million EURとなり、44万軒のソーラーホームシステムの導入をはかった。

#### (2) ロシア

1990年代に入って原子力発電所建設計画が再開されると、2009年3月にロシアから100万kW級原子炉2基の建設が正式に提案された。2011年11月、ルプール原子力発電所の建設に関する政府間協定をバングラデシュ原子力委員会とロシアのロスアトム社が締結、アトムストロイエク

スポーツ社が主契約社として選定された。建設資金の90%はロシアからのローンで賄われ、1号機の建設は2017年11月30日に開始された。

同発電所は、首都ダッカから西約140kmのルプールに位置し、ロシアの原子力企業であるアトムストロイエクスポルト社製のロシア型加圧水型原子炉改良型（合計：120万kW×2基）が納入される。1号機は2023年の運開、2号機は2024年の運開を予定している。

### (3) 中国

2014年3月、国営のNorth West Power Generation Company (NWPGL)とChina National Machinery Import & Export (Group) Corporation (CMC)は、1,320MWのパイラ石炭火力発電所を建設するための覚書に署名した。このプロジェクトは、Payra Bandar 近くのRamnabad川岸に配置される。推定コストは20億ドルである。

Bangladesh-China Power Company Limited (BCPCL)によると、2019年11月、1号機の建設は完了していたが、送電設備の準備が整っていなかったため、試運転は2020年1月13日に始まり、商用運転は、Covid-19と送電設備遅延の影響を受け、2020年の5月に開始された。

資金源については、2014年10月に、BCPCLが20億ドルのプロジェクト必要資金の30%を提供し、残りの70%を国際的な資金源から動員すると報告された。

2016年4月、BCPCLはパイラ石炭火力発電所に15億6000万ドルを投資すると発表した。投資の80%の資金を中国銀行からのローンによって賄われる。

2016年10月、当国政府はこのプロジェクトのために中国エクシム銀行から19億米ドルの融資を承認し、負債と資本の比率を70:30に維持した。この比率でのBCPCLからの投資は8億1500万ドルとなった。

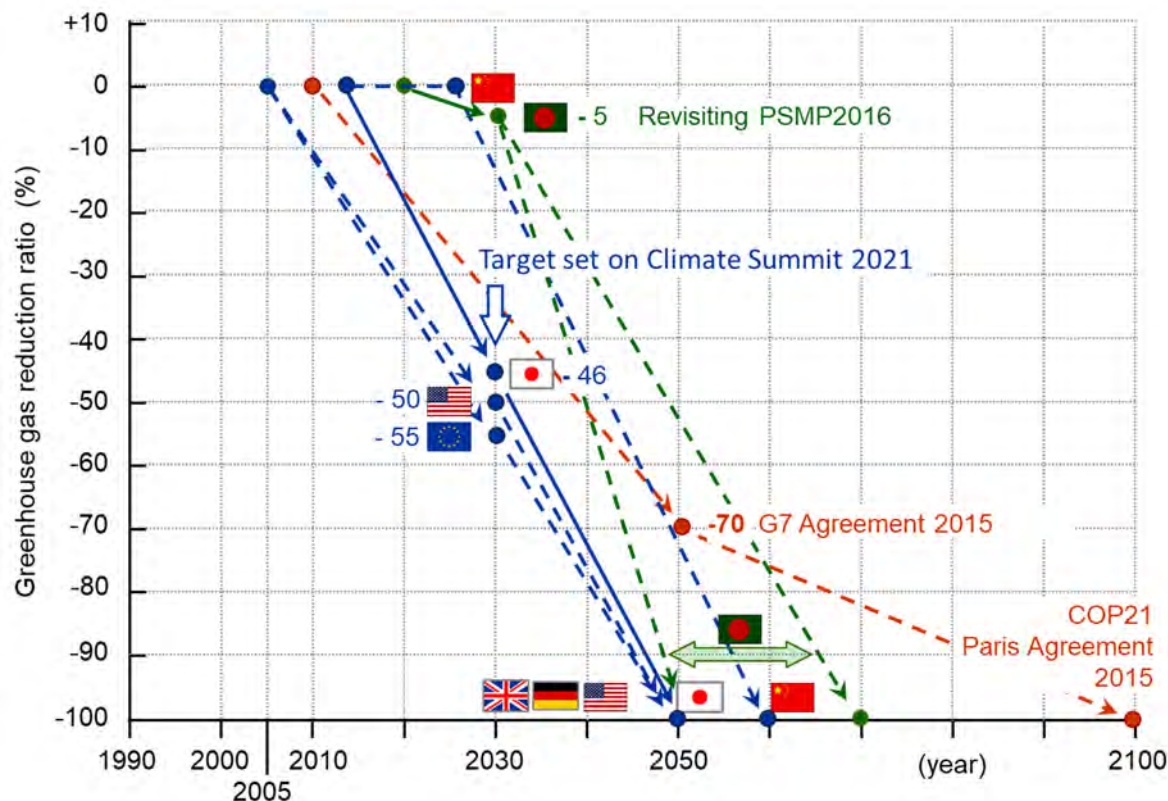
### (4) インド

ランパール発電所のため、2010年8月に当国のBPDBとインドの国営火力発電公社（National Thermal Power Corporation: NTPC）との間で締結された覚書（MoU）に基づいて、2,000エーカーの土地が取得された。2012年1月29日、BPDBとNTPCは、発電所を建設するために、合弁会社バングラデシュインド友好電力会社（Bangladesh-India Friendship Power Company (P) Ltd.: BIFPC）を設立し、50:50の持分ベースでプロジェクトを実施することに合意した。NTPCが発電所を建設し、運営する。当国とインドは、このプロジェクトの資本の最大30%を等しく共有する。15億ドルに相当する残りの資本は、NTPCの支援を受けて銀行ローンとされた。

隣接するサンダルバンへの影響を危惧する反対運動、Covid-19への対応から、工事は大幅に遅延しており、2020年7月時点で進捗率は50%である。

## 第4章 石炭火力の導入と低・脱炭素の両立に向けた技術検討

### 4.1 世界の石炭火力を取り巻く環境変化



出典：調査団作成

図 4.1-1 パリ協定および世界主要国の温室効果ガス削減目標

図 4.1-1 にパリ協定及び世界主要国の温室効果ガス削減目標を示す。

2015年に示されたパリ協定では今世紀末までに温室効果ガスゼロを目指すというもの。これに対し、2021年4月22日に米国が主催し開催された気候変動サミット（Climate Summit 2021）では、図で表す通り、主要各国ともに挑戦的な目標が示された。日本は2013年比で2030年に-46%、米国は2005年比で2030年に-50%、EUは2005年比で2030年に-55%を目標として表明した。また、中国は2025年までにピークアウトさせ、2060年までにゼロエミッションを目指す。

また、当国は、既に2020年比で2030年に-15%を目指す方針を表明している。そして、今後当国がどのような国家目標を立ててゆくのかを考慮してゆく必要がある。

このように2021年に入り世界的に挑戦的な温室効果ガス削減目標が示されており、これに応える火力発電の将来ビジョンを考える必要がある。

#### (1) 気候変動サミット（2021年4月開催）

アメリカのジョー・バイデン大統領は4月22日に開幕したバーチャル気候変動サミットで、今が気候変動問題への取り組みにおける「勝負の10年」だと述べた。

- バイデン大統領は、アメリカが2030年までに二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）排出量を2005年比で50～52%削減すると約束。これまで、2025年までに26～28%削減するとしてきた目標を、2倍近くに引き上げた。
- 気候変動サミットには40の国と地域などの代表が出席したが、世界最大のCO<sub>2</sub>排出国のインドと中国からの新しい取り組みの提示はなかった。

- バイデン大統領はサミットの開会の挨拶で、  
「今が気候変動問題への取り組みにおける勝負の10年であり、気候危機による最悪の結果を避けるための決断を下す時だと、科学者たちが言っている」  
「我々は地球の気温上昇を摂氏1.5度に抑えるよう、努力しなければならない。1.5度を超えた世界では、激しい火災や洪水、干ばつ、熱波、ハリケーンが今以上に頻繁に起こることになる。地域社会を引き裂き、命と生活を奪うことを意味する」  
「気候変動に対して直ちに行動を起こすことが、道徳的にも経済的にも必要不可欠だ」と述べた。

## (2) G7 サミット（2021年6月11日～13日）

- 6月11～13日に英国・コーンウォールで開催されたG7サミットにおける大きな柱の1つが気候変動・環境問題であった。
- サミット議長国である英国は今年11月のCOP26の議長国でもあり、COP26に向けて、まずG7で前向きなメッセージを出していこうという明確な戦略を持っていた。
- 5月時点でG7諸国はすべて2050年ネット・ゼロエミッション目標を表明しており、それと整合的な形で2030年目標の引き上げも表明していた。英国政府の意図はこれをピン止めし、G20プロセスの議長国であるイタリアと連携しながら、G20レベルでのカーボンニュートラルに向け、前向きなメッセージを出そうということであろう。
- サミット宣言文の気候変動関連部分の骨子
  1. 遅くとも2050年までのネット・ゼロ目標および各国がそれに沿って引き上げた2030年目標にコミット
  2. 国際的な炭素密度の高い化石燃料エネルギーに対する政府による新規の直接支援を、限られた例外を除き、可能な限り早期にフェーズアウト
  3. 排出削減対策が講じられていない石炭火力発電への政府による新規の国際的な直接支援を年内に終了することにコミット
  4. 途上国支援のため、2025年までの国際的な公的気候資金全体の増加および改善に各国がコミット
  5. 日本国内電力システムを2030年代に最大限脱炭素化
  6. 日本国内では、NDC（30年の中期目標）およびネット・ゼロのコミットメントと整合的なかたちで、排出削減対策が講じられていない石炭火力発電からの移行をさらに加速させる技術や政策の急速な拡大。

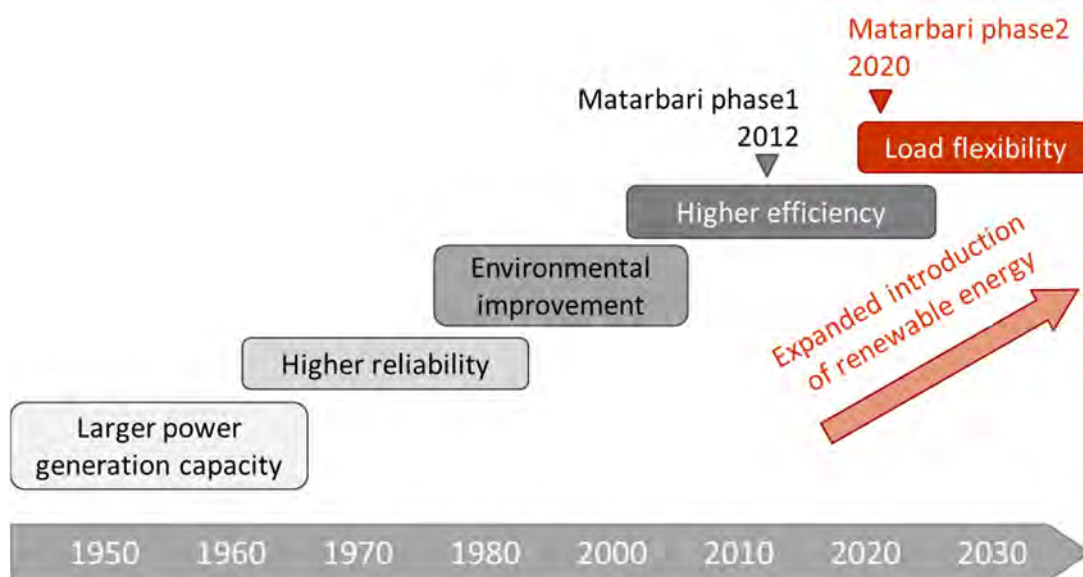
## (3) 石炭火力の導入と低・脱炭素化の両立に向けた技術検討

図4.1-1に示すように2021年に入り火力を取り巻く環境が低・脱炭素化に向けて急速に変化している。したがって、現在計画している3/4号機の石炭火力については可能な限りこのような環境変化に適合できる技術検討を行う。

主な検討項目は、

- 再生可能エネルギーの導入拡大が予想される時代に適合できる石炭火力
- 低・脱炭素化に適合できる石炭火力
- ゼロエミッションを実現させるために求められるCCSの実現の可能性などである。

これらに関する検討内容を以下に述べる。



出典：調査団作成

図 4.1-2 世界を取り巻く火力発電に対するニーズの変遷

図 4.1-2 は世界を取り巻く火力発電に対するニーズの変遷を示す。

火力発電が電力の主役になった 1950 年代には、発電容量の大型化、その後、時代の変化に応じて、信頼性の向上、環境改善などのニーズに応じてきた。そして、2000 年代に入ると燃料費の削減を目的とした高効率化が火力発電へのニーズとなった。

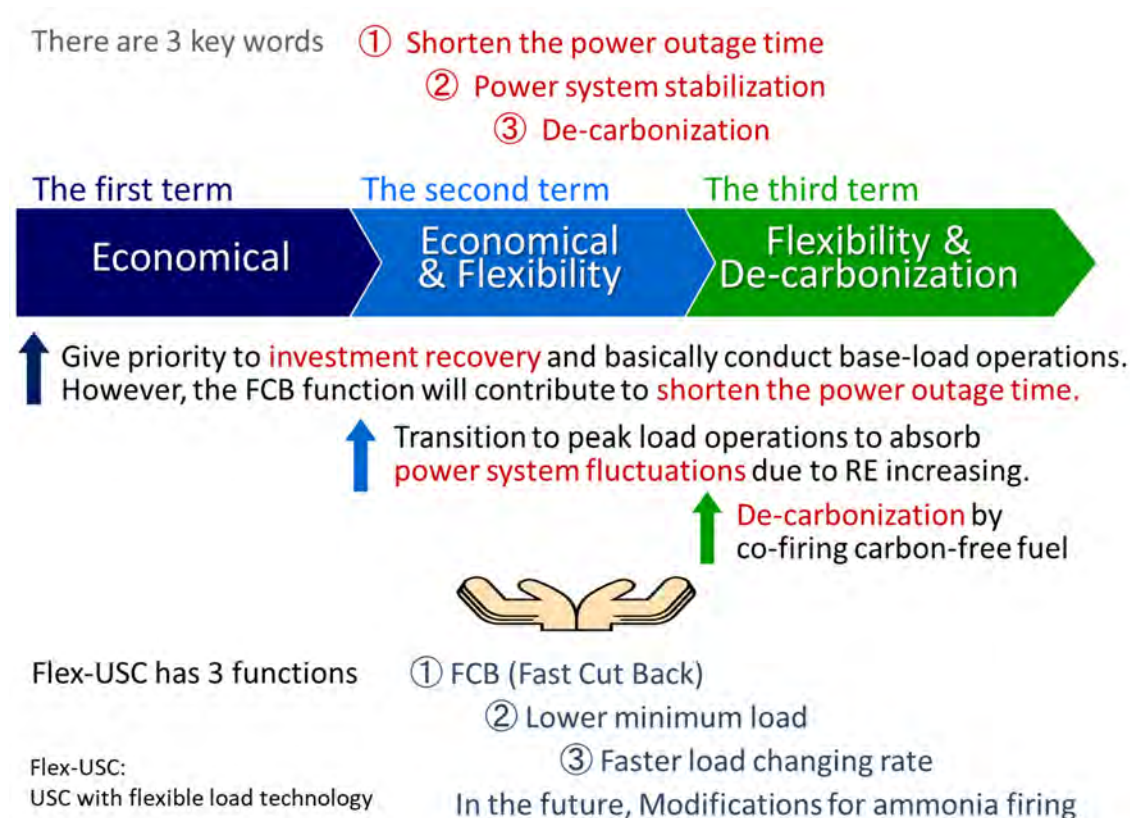
2012 年に計画された 1/2 号機事業では、当時の高効率化のニーズに応え、超々臨界圧石炭火力発電（USC）の導入が決定された。

その後約 10 年が経過した現在では、2015 年に採択されたパリ協定による温室効果ガス削減目標に応えるべく、これからは再生可能エネルギー導入を拡大してゆく時代となる。一方当国は、地理的条件から大規模な太陽光発電設備導入適地が限られているほか、再生可能エネルギー（太陽光発電、風力発電）は天候に左右される非連続電源であり、主電源である火力発電で電力系統安定化を図る必要がある。図 4.1-2 の観点から、将来的に再生可能エネルギーの導入がどの程度まで増加するのかを踏まえ、今後導入される火力発電による電力系統安定化を検討する必要がある。



## 4.2 3/4号機の運用方針プラン

### 4.2.1 時代のニーズに応える3/4号機の運用方針



出典：調査団作成

図 4.2-1 時代のニーズに応える3/4号機の運用

図 4.2-1 は時代のニーズに応える3/4号機の運用方針プランを示す。これまでの石炭火力は燃料費削減を目的とし高効率化を目指してきた。そして、安価な燃料のメリットを活かしベースロード運用を基本としてきた。しかしながら、昨今、加速する地球温暖化対策として、再生可能エネルギー増、石炭火力削減の方向に舵が切られている。これに応えるために当国においても挑戦的な温室効果ガス削減目標が検討されており、3/4号機はこのような時代背景を考慮したシステムとすることが好ましい。図 4.2-1 はこのような時代背景に応える3/4号機の運用方針をまとめたものである。運用方針のキーワードは3つ。

- ① 停電時間の短縮
- ② 電力システムの安定化
- ③ 脱炭素への取り組み

また、3/4号機に適用する Flex-USC (USC with flexible load technology) には3つの機能があり、これらがそれぞれの時代にニーズに対応することができる。


- 第1ステップでは、ベースロードを基本として投資回収を優先させる。但し、100%負荷からの FCB 機能 (Fast Cut Back：詳細説明は4.3.11項に記載) を持たせることで、停電時間の短縮を図る。
- 第2ステップでは、再生可能エネルギーによる負荷変動を吸収するために必要に応じてピ

ークロード運用に移行させる。

- 第3ステップでは、ゼロエミッションを目指し、カーボンフリー燃料への転換を図ってゆく。バイオマスまたはアンモニアなどの混焼。

#### 4.2.2 Flex-USC（USC with flexible load technology）の機能

表 4.2-1 Flex-USC と USC の比較

		USC		Flex-USC
		 Matsuura#2	 Matarbari#1,#2	 Matarbari#3,#4
FCB	from x% load	Available from 30% load	Available from 100% load	Available from 100% load
	HP/LP bypass	40%MCR	70%MCR	70%MCR
Minimum Load		15%	30%	15%
Load Changing Rate		4%/min	3%/min	4%/min (Goal:5%/min)

- The Flex-USC is a combined version of the highest performance of the individual functions in the USC.
- Flex-USC has **three main functions**.
  - ① The first function is **the FCB (Fast Cut Back)**.  
It is a function to shift to island operation in the event of a power system accident, which can contribute to **shortening the power outage time**.
  - ② The second function is **the capability of lower minimum load**. ➡ **Power system stabilization**
  - ③ The third function is **the increasing the load changing rate**.

出典：調査団作成

表 4.2-1 に Flex-USC と USC の比較を示す。

Flex-USC はこれまでに多く納入された USC の高性能な機能を組み合わせたもので、負荷調整力に優れた USC である。表 4.2-1 から分かるように、マタバリ 1/2 号機の USC と、マタバリ 3/4 号機の Flex-USC の機能には大きな差はない。

FCB 機能については、マタバリ 1/2 号機の USC とマタバリ 3/4 号機の Flex-USC は同等。

最低負荷については、USC の 30% に対し、Flex-USC では 15% と低い。

また、負荷変化率については、USC が 3%/分であるのに対し、Flex-USC は 4%/分（目標 5%/分）と若干の機能差がある。

しかし、USC に適用されているミルにインバータを追加することで、最低負荷を 30% から 15% に下げることができる。また、USC に適用する制御システムの制御パラメータを調整することで、負荷変化率を 3%/分から 4%/分、5%/分に高速化することができる。

##### (1) FCB

FCB（Fast Cut Back）とは、電力系統事故が発生した際に発電プラントを電力系統から切り離し所内単独運転（Island operation）に移行させる。その後所内負荷での運転を継続し、系統事故復旧後は速やかに元の負荷まで上昇させる機能である。このような FCB 機能を有することで系統事故による停電時間の短縮に貢献できる。

表 4.2-1 では、FCB（Fast Cut Back）、最低負荷、および、負荷変化率の機能について USC と Flex-USC を比較した。また、USC については九州電力松浦 2 号機とマタバリ 1/2 号機を USC の代表プラントとして比較した。

まず、FCB について比較すると、九州電力松浦 2 号機は 30% 負荷以下からの FCB は可能であるが、HP/LP バイパス弁容量が 40% であるために 100% 負荷からの FCB は許容していない。

日本においてはガス焼き火力が多くあるために、石炭火力に対しては FCB 機能が要求されてい

ないためだ。

一方、マタバリ 1/2 号機では、HP/LP バイパス弁容量が 70%であるために 100%負荷からの FCB を許容している。

## (2) 最低負荷

最低負荷について比較すると、九州電力松浦 2 号機は 15%、マタバリ 1/2 号機は 30%である。

九州電力では既に太陽光発電による発電量が大幅に増加していることから、火力発電に対する負荷調整力が強く求められるようになり、石炭焚き USC についても最低負荷の引き下げにニーズがあり 15%まで低減している。

一方、マタバリ 1/2 号機を計画した 2012 年時点ではベースロード運用を基本とする方針であったために最低負荷は 30%で設計が進められている。

それから約 10 年が経過し再生可能エネルギー導入拡大が世界的なトレンドとなった。したがって、現在仕様検討を進めている 3/4 号機については最低負荷を 15%に低減することが好ましい。

## (3) 負荷変化率

九州電力松浦 2 号機では、再生可能エネルギー導入拡大時代に求められる負荷調整力を向上させるために負荷変化率についても従来の USC に比べ 4%/分と速い設定にしている。

一方、マタバリ 1/2 号機については、ベースロード運用を基本とする考えに基づき、負荷変化率は 3%/分で設計が進められている。

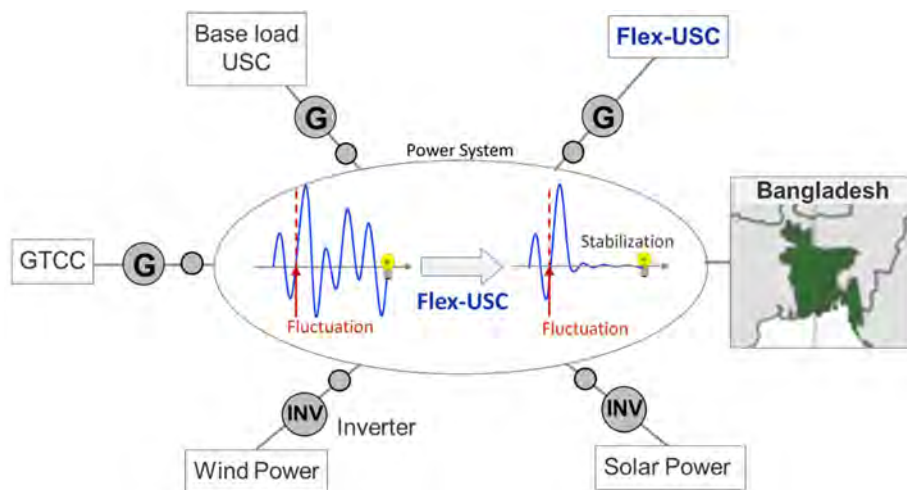
3/4 号機については、最低負荷同様、USC が持つ最高性能の 4%/分とすることで負荷調整力に貢献できる。

ここまで述べてきたようにこれまでの USC はそれぞれのニーズに応じて設計されるために統一した仕様になっていないのが実情である。

Flex-USC はこれまでの USC が持つ最も優れた性能を組み合わせることで、負荷調整力という時代のニーズに貢献できるものである。

### 4.3 電力系統安定化への取り組み

#### 4.3.1 電力系統安定化を実現させるエネルギーベストミックス



出典：調査団作成

図 4.3-1 電力系統安定化を実現させるエネルギーベストミックス

図 4.3-1 は電力系統安定化を実現させるエネルギーベストミックスを示す。

当国においては、既設ベースロードを基本とする石炭火力、また、ガス焚きの GTCC が主たる電源として電力系統は構成されている。

一方、図 4.1-1 で示した通り、現在平行して検討されている当国のエネルギーマスタープランでは 2050 年～2070 年にかけてゼロエミッションを実現させるというチャレンジングな検討が進められている。2050 年を見据えた将来を考えると、太陽光などの再生可能エネルギーは更に増加すると考えられる。そして、再生可能エネルギーは非連続電源であるため、電力系統安定化を維持してゆくために石炭火力といえども負荷調整力に優れた Flex-USC の機能が求められるであろう。

#### 4.3.2 電力系統安定化を実現させるエネルギーベストミックス

- Thermal power can play a backed up role to increase renewable energy.

- The load fluctuations caused by Solar power

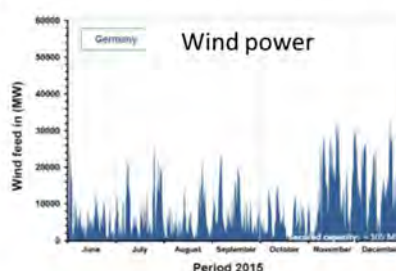
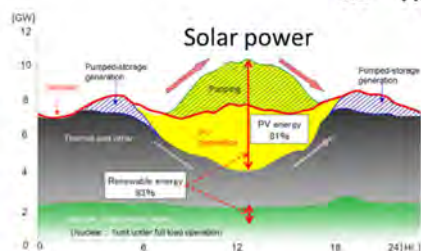


RE Flex-USC

- Absorb load fluctuations by lower minimum load of Flex-USC.

- The load fluctuations caused by Wind power

- Absorb load fluctuations by faster load changing rate of Flex-USC.



出典：調査団作成

図 4.3-2 再生可能エネルギーと火力発電は相互補完関係

調整力に優れた火力発電は非連続電源である再生可能エネルギーの導入拡大時代には再生可能エネルギーの変動を吸収することができる。

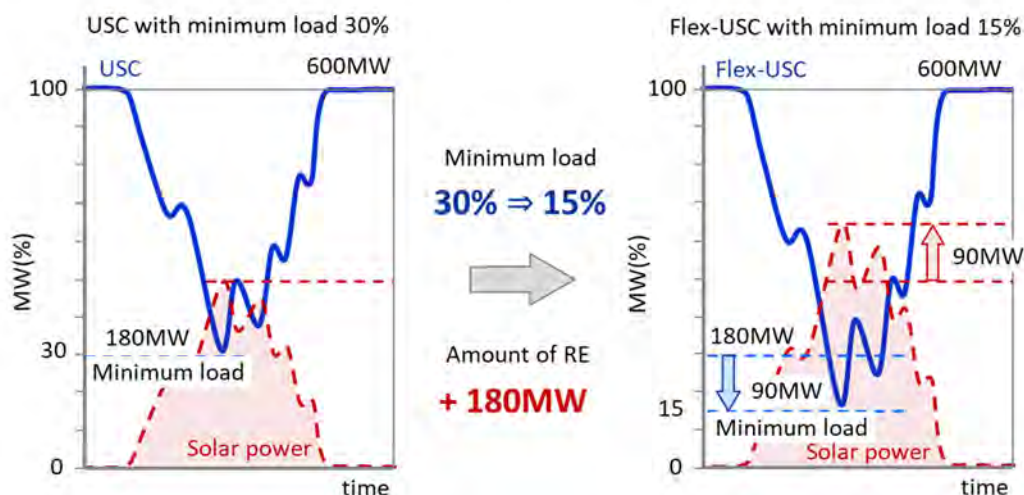
図 4.3-2 左は 24 時間の負荷カーブを示す。好天の昼間には黄色で示す太陽光発電量が大きく、グレーで示す火力発電は最低負荷まで絞っているが、赤いラインで示す電力需要をオーバーした分は揚水発電により夜間電力として利用している。

このような太陽光発電による大幅な負荷変動は火力発電の最低負荷を引き下げることで吸収できる。

また、図 4.3-2 右は 6 月～12 月間の風力発電量の変動を示す。図からわかるように風力発電による負荷変動は大きく、かつ、負荷変化率も高い。このような風力発電による急速な負荷変化を吸収するために火力発電の負荷変化率を速くすることで吸収できる。

#### 4.3.3 Flex-USC を適用することで増やすことができる再生可能エネルギー量

- By reducing the minimum load of the 600 MW plant from 30% to 15%, the amount of RE can be increased by 90 MW.
- Therefore, by applying the Flex-USC in Matarbari #3 / #4 , 180 MW of RE can be installed.



出典：調査団作成

図 4.3-3 Flex-USC を適用することで増やすことができる再生可能エネルギー量

図 4.3-3 に Flex-USC を適用することで増やすことができる再生可能エネルギー量を示す。

図 4.3-3 は出力 600MW で最低負荷が 30% (180MW)の USC と最低負荷が 15% (90MW)の Flex-USC を比較して最低負荷を引き下げたことで再生可能エネルギーをどの程度増やすことが出来るかを検討した。

図 4.3-3 の左が最低負荷 30%の場合、右が最低負荷 15%の場合を示している。右図でわかるように最低負荷を石炭火力(Flex-USC)で 30% (180MW)から 15% (90MW)まで絞った差分に相当する 90MW 分の再生可能エネルギーを増やすことができる。

これは出力 600MW の 1 ユニット分であり、3/4 号機の 2 ユニット分であれば、2 倍の 180MW の再生可能エネルギーを増やすことが出来る。

以上が Flex-USC の 1 つの機能である最低負荷を引き下げた場合の再生可能エネルギー増効果である。

Flex-USC には、更に負荷変化率を 4%/分と速くする機能がある。この機能による再生可能エネルギー増加量を計算することは複雑であるが、更に再生可能エネルギーを増やすことが出来る。

当国では、図 4.1-1 で示した通り、2050 年～2070 年のゼロエミッションに向かい大幅に再生可能エネルギーの導入を図ってゆくことが予想される。このような背景を鑑み、3/4 号機の最低負荷を引き下げ、可能なスペースに 180MW の再生可能エネルギーを設置することは有効な取り組み

といえる。

#### 4.3.4 ドイツにおける石炭火力による負荷調整

- The lower the minimum load, the wider the operating range.
- The faster the load changing rate, the more stable the system frequency.

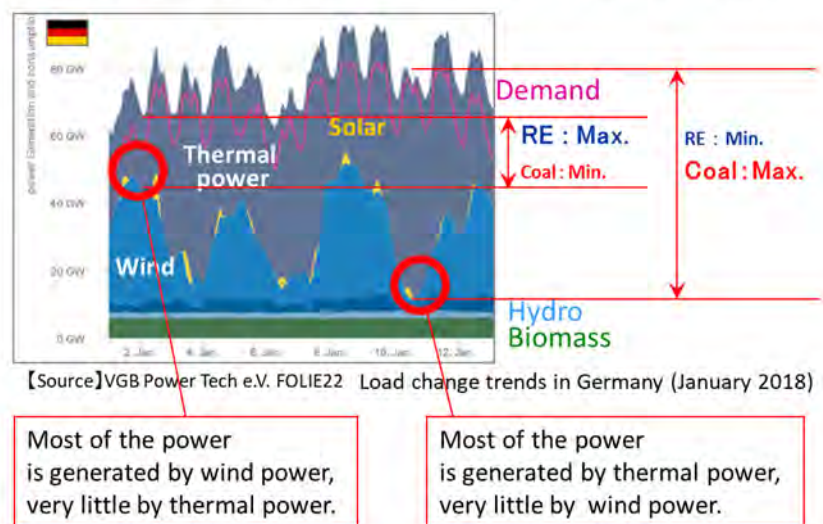


図 4.3-4 ドイツにおける負荷変化の実績（2018年1月）

図 4.3-4 にドイツにおける負荷変化の実績（2018年1月）を示す。

ピンク色は電力需要、グレーで示す部分は火力発電、明るいブルーで示すところは風力発電、黄色で示すところは太陽光発電を示している。

ここで、図左の赤丸部を見ると、この日は風力発電量が大きく、火力の発電量は大きく絞られている。一方、図右の赤丸部を見ると、風力発電量はほとんどなく、火力の発電量は大幅に増えている。このように再生可能エネルギー量が拡大する時代には火力発電による負荷調整力の役割は大きいことがわかる。

図 4.3-4 からわかることは、以下の2点である。

- 最低負荷が低ければ低いほど、運用幅は大きい。
- 負荷変化率が速ければ速いほど、電力系統の安定化に貢献できる。

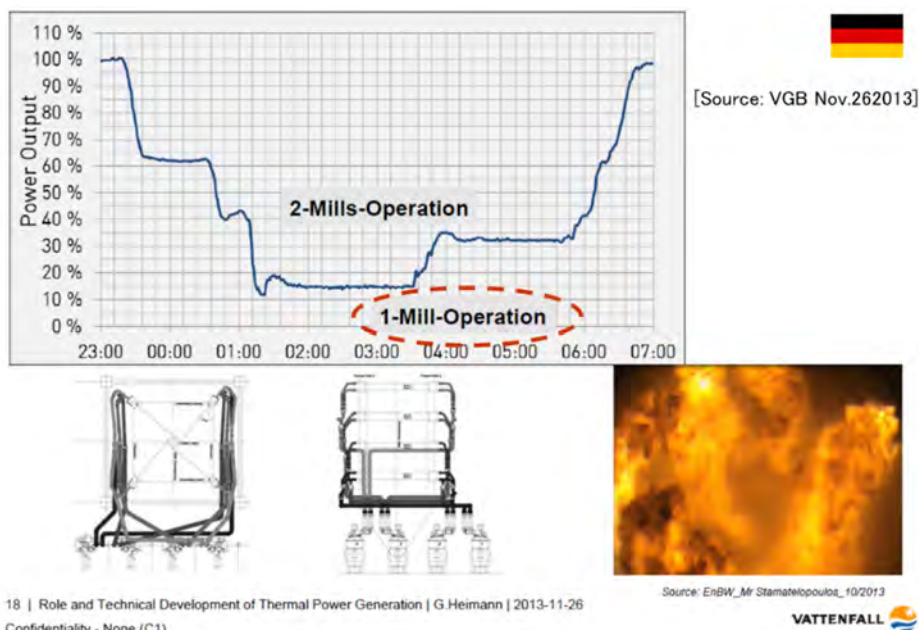


図 4.3-5 ドイツの石炭火力の運用実績

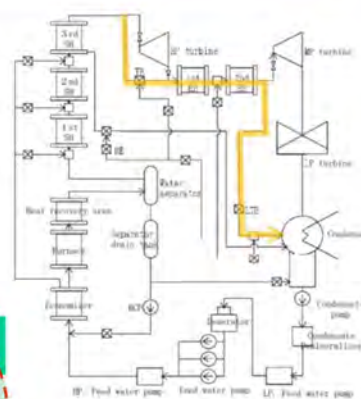
図 4.3-5 はドイツの石炭火力の運用実績を示す。

これは、2013 年に VATTENFALL 社が公表したものだが、最低負荷はミル 1 台運用とし 15%まで絞った例を示している。また、負荷変化率はトレンドから見ると 3~4%/分程度であることがわかる。このようにドイツでは従来ベースロード運用していた石炭火力をピークロード運用することで電力系統安定化を図っている。

#### 4.3.5 日本における石炭火力による負荷調整力

2. Development sliding pressure operation boiler and installation of the steam turbine bypass system after passing reheater of boiler for startup-time shortening
3. Relaxation of thermal stress on each part of steam turbine and boiler in consideration of a frequent start stop
4. Careful and sophisticated number control of coal mill

	LNG (CCGT)	COAL (USC)
Minimum load	25~30%	15%
Load change rate	5~7% /minute	2~4% /minute
Start-up time <sup>※1</sup>	1h	2h



[ Turbine bypass system overview ]

Load flexibility of USC (Kyushu Electric Power)

※1 From Boiler ignition to Rated output, Hot start condition (up to 8hrs from shut down)



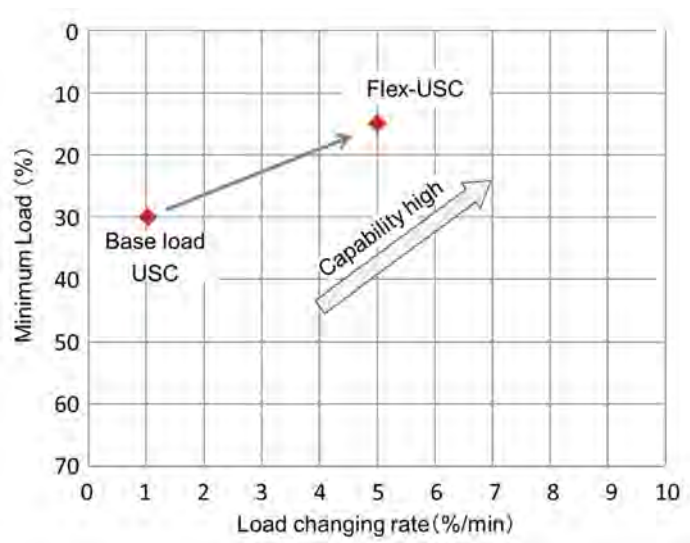
[Source: VGB-TENPES Technical conference Feb.26.2019]

図 4.3-6 日本における石炭火力の運用実績

図 4.3-6 に日本の石炭火力の運用実績を示す。

九州電力エリアでは、電力需要が小さくなるゴールデンウィークには太陽光発電比率が 80%を

超えることがある。このようなケースを想定して2019年に運開した九州電力松浦2号機(600MW、USC)の最低負荷は15%、負荷変化率は4%で運用している。



出典：調査団作成

図 4.3-7 Flex-USC と Base load USC の負荷変化率と最低負荷

図 4.3-7 は日本における Flex-USC と Base load USC の負荷変化率と最低負荷の比較を示す。

日本における一般的な Base load USC の最低負荷は30%、負荷変化率は1%/分である。また、負荷調整力が求められる Flex-USC は最低負荷15%、負荷変化率は5%/分である。

2019年の日本のエネルギー比率は、再生可能エネルギー18%、火力76%、原子力6%。火力比率が76%あれば、石炭火力に負荷調整力は求められない。一方、2021年7月に明らかになった第6次エネルギー基本計画では2030年時点で、再生可能エネルギーは38%まで増加、火力は41%まで削減される計画である。このような目標に向けて石炭火力についても負荷調整力（最低負荷、負荷変化率）の向上が求められており、最低負荷は15%に、負荷変化率は5%/分を目標に既設石炭火力も改修してゆく計画がある。

また、図 4.3-10 に示すように、太陽光発電による発電量の変動は、晴れの日、曇りの日、雨の日で大きく異なる。

特に、曇りの日は変動が大きく変化も早い。これは雲が瞬時にでき瞬時に消えるからである。再生可能エネルギー拡大時代には、このような変動を吸収するために、石炭火力発電にも負荷調整力が求められる。

表 4.3-1 最低負荷運用実績

No.	Country	Plant	MW	Press.	MST	MW	Minimum load	COD
			(MW)	(Mpa)	(degree C)	(degree C)	(%)	(year)
1	Japan	A	700	25.0	566	566	15	1995
2	Japan	B	700	24.1	600	600	15	2002
3	Japan	C	1,000	24.5	600	600	15	2019

出典：調査団作成

表 4.3-1 に日本における最低負荷運用実績を示す。



上述の通り、これまで、石炭火力に対する最低負荷運用のニーズはほとんどなかった。しかし、再生可能エネルギー導入が増えてきた昨今、石炭火力に対しても最低負荷引き下げのニーズが増してきたことから2019年に運開したプラントでは最低負荷を15%として運転している。

#### 4.3.6 火力発電プラントの部分負荷における熱効率

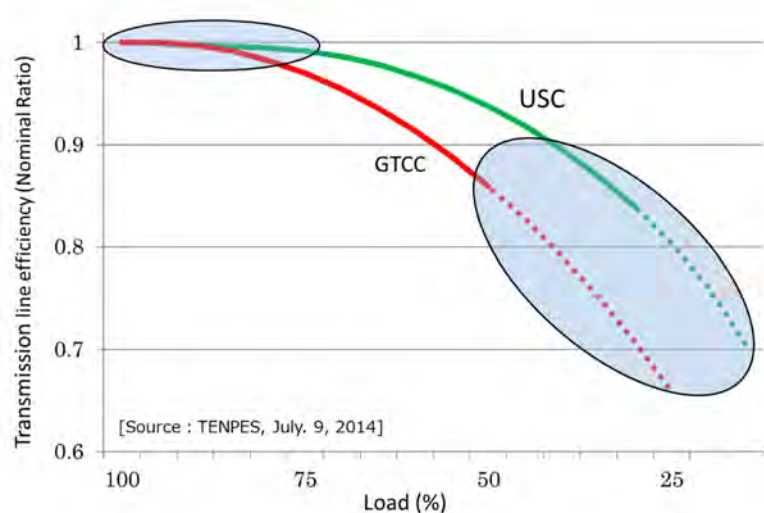


図 4.3-8 火力発電プラントの部分負荷における熱効率

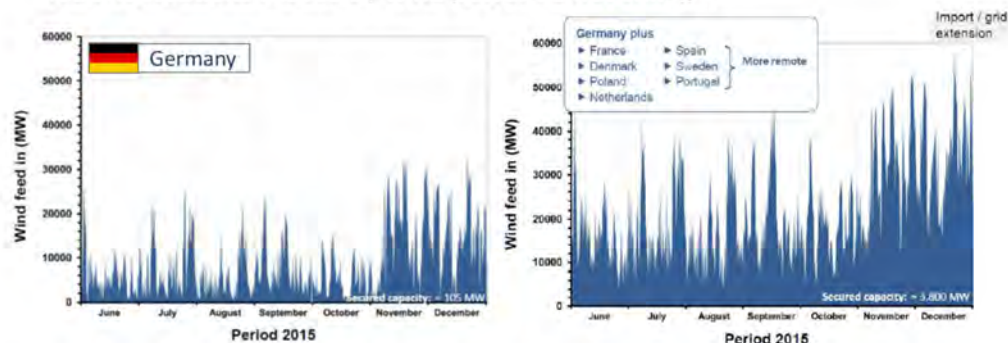
図 4.3-8 は火力発電プラントの部分負荷における熱効率を示す。

緑色で示すラインは USC、赤色で示すラインは GTCC を示す。図でわかるように火力発電プラントは 100% の定格負荷から負荷を絞るに伴い熱効率は低下してゆくが、USC は GTCC に比べ熱効率の低下率が小さい。

再生可能エネルギー導入拡大時代にはこれまで述べてきたように、再生可能エネルギーの大幅な変動を吸収するために最低負荷を引き下げることが火力発電に求められるが、図 4.3-8 で示すように USC は GTCC に比べ部分負荷運用を行う場合には有利といえる。

#### 4.3.7 風力発電による負荷変動

- Even if they are spread out from a single country in Germany to all of Europe, load fluctuations caused by wind power do not change.



- In case of only Germany

- In case of 8 countries, Germany, France, Spain, Portugal, Denmark, Netherlands, Poland and Sweden

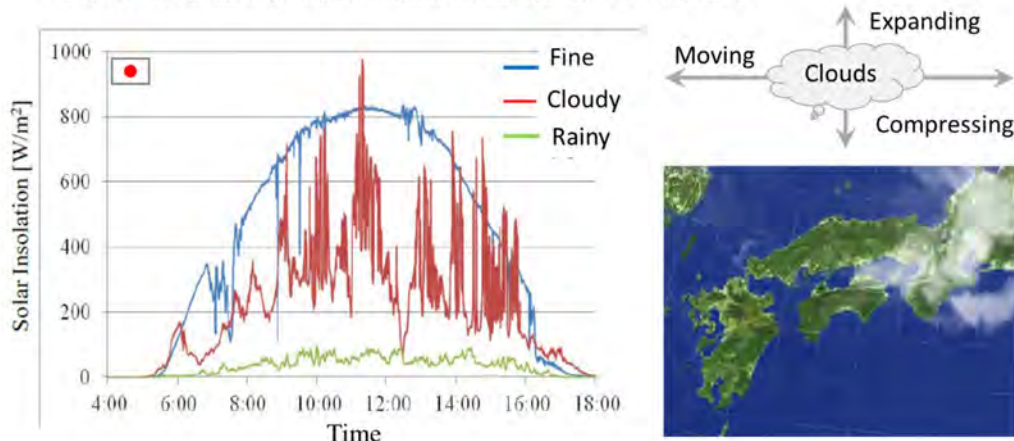
出典：調査団作成

図 4.3-9 風力発電による負荷変動

図 4.3-9 に風力発電による負荷変動を示す。図左はドイツにおける6月～12月の6か月間の風力発電による負荷変動を示している。また、図右は欧州8か国が連系した場合の風力発電による負荷変動を示している。これらの図から電力系統エリアが大きくなっても負荷変動はなまらないことがわかる。

#### 4.3.8 太陽光発電による負荷変動

- Even Solar power fluctuates drastically in a day!
- Especially on cloudy day, it fluctuates dramatically!
- Clouds move rapidly, expanding and compressing in a short time!



出典：調査団作成

図 4.3-10 太陽光発電による負荷変動

図 4.3-10 に太陽光発電による負荷変動を示す。青いラインは晴れの日、赤いラインは曇りの日、緑のラインは雨の日の太陽光発電量を示している。これらからわかることは一日の発電量の変化はかなり大きい。特に曇りの日の負荷変動は急速かつ変動幅も大きい。一方、雨の日はほとんど発電していない。

#### 4.3.9 日本における石炭火力の負荷運用

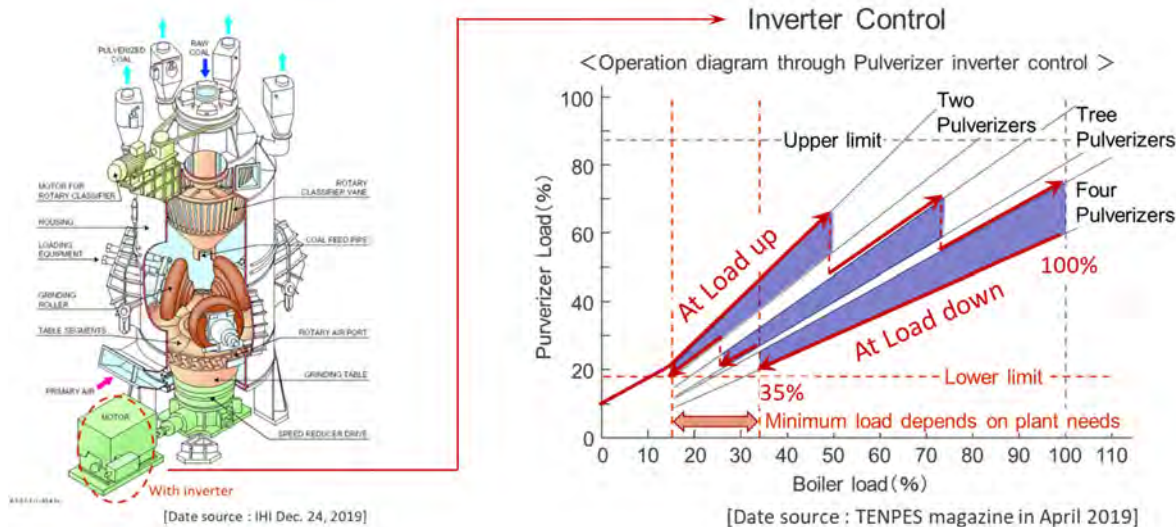


図 4.3-11 日本における石炭火力の負荷運用

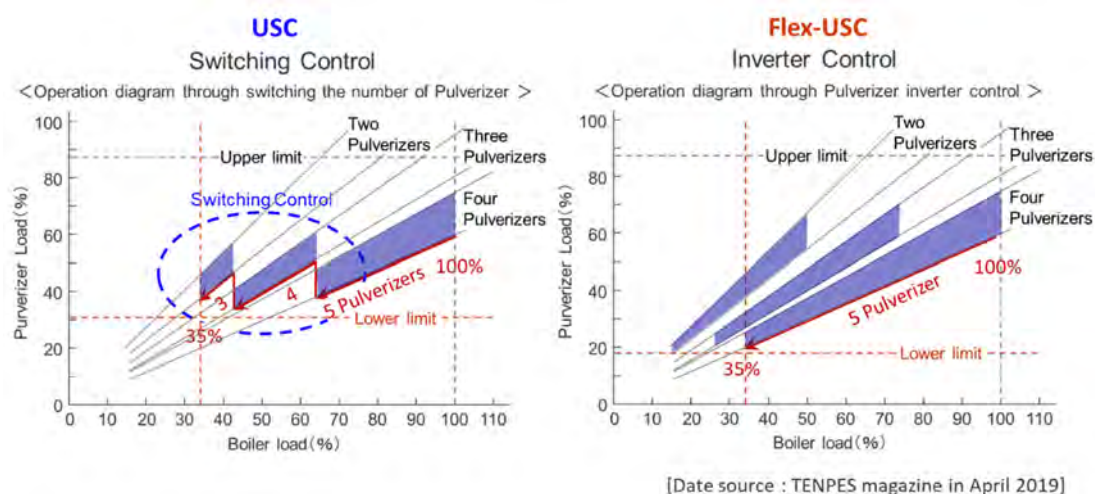


図 4.3-12 ミルの台数制御とインバータ制御の比較

図 4.3-11 に日本における石炭火力の負荷運用を、図 4.3-12 にミルの台数制御とインバータ制御の比較を示す。

ミルとは、図 4.3-11 左に示す石炭を微粉炭に粉砕する機器をいう。またインバータとは図 4.3-11 に示すミルモータの回転数を制御するものをいう。

ここでは、100%負荷で常用4台のミルでの運用例を示すが、ミルのメンテナンスを考慮して予備ミル1台を設けることが一般的である。（表 8.3-2 参照）

➤ ミルモータ回転数制御による負荷運用

図 4.3-11 はインバータを持つミルによる負荷運用パターン例を示しているが、インバータを適用したことで、ミルのターンダウンが広がる。これによりミル台数切り替えを行うことなく広域の負荷変化を行うことができる。（ミルのターンダウンとは図 4.3-11 の縦軸に示すミル負荷 (Purverizer load)の運用可能幅をいう。）図 4.3-11 ではミル4台運用で100%負荷から35%負荷まで連続運用できることを示している。更に負荷を下げる場合には、ミル台数を減らすことで最低負荷を15%まで絞ることができる。

➤ ミル台数制御による負荷運用

図 4.3-12 は、従来のミル台数制御とインバータ制御を比較したものである。図 4.3-12 の左が従来ミルによる台数制御を示している。インバータを持たない従来ミルのターンダウンはインバータ付に比べ狭い。したがって、100%負荷から35%負荷まで負荷降下する場合には、65%ボイラ負荷において負荷ホールドしてミル台数を4台から3台へ、また、ボイラ負荷40%において負荷ホールドして3台から2台へ切り替える必要がある。

このようにインバータ付きミルを適用することで、負荷ホールドすることなく連続運転で幅広い負荷変化を行うことができる。

表 4.3-2 日本におけるインバータ付ミルの納入実績

No.	Country	Plant	MW	Pulverizer	Manufacture	COD
				(Numbers)		(year)
1	Japan	A plant	600	5	IHI	2002
2	Japan	B Plant	156	3	MHI	2004

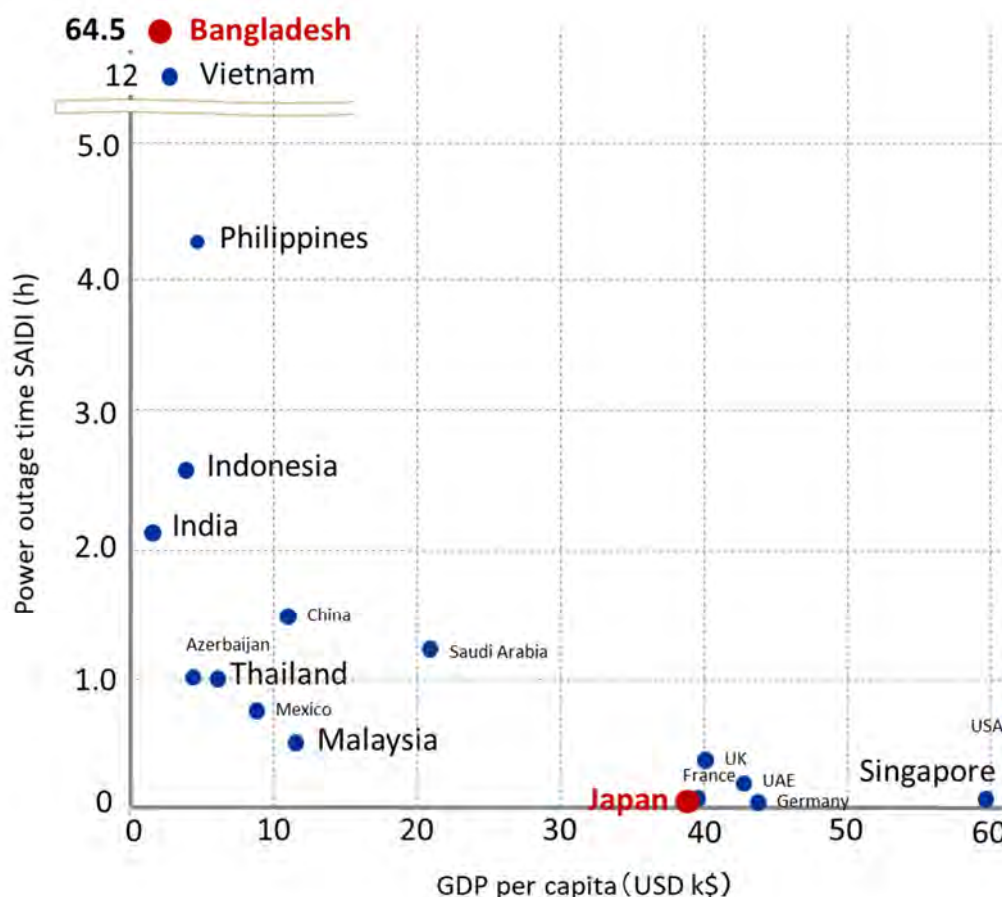
出典：調査団作成

表 4.3-2 に日本におけるインバータ付ミルの納入実績を示す。

2020 年以降、石炭火力に対する負荷調整力のニーズが高まってきたことで、ここで示すインバータ付きミルの納入実績を踏まえ、既設石炭火力においてインバータ付きミルの導入検討が増えてくることが予想される。

なお、インバータ付きミルを適用する場合の追加費用については、添付資料-14 を参照のこと。

#### 4.3.10 世界主要国の停電時間の比較



出典：調査団作成

図 4.3-13 世界主要国の停電時間の比較

図 4.3-13 は世界主要国の停電時間の比較を示す。

縦軸が年間停電時間を、横軸に一人当たりの GDP を示しており、GDP が高くなるほど停電時間が短くなることがわかる。当国は図 4.3-13 の左上に位置し 64.5 時間である。一方、日本は世界のトップクラスで 0.2 時間。停電の要因は様々であるが、火力発電プラントで対応できる技術の 1 つが FCB 機能の充実である。したがって、3/4 号機では、100% 負荷からの FCB 機能を設けることが停電時間短縮に繋がる有効な対応といえるであろう。

#### 4.3.11 日本とインドの周波数変動の比較

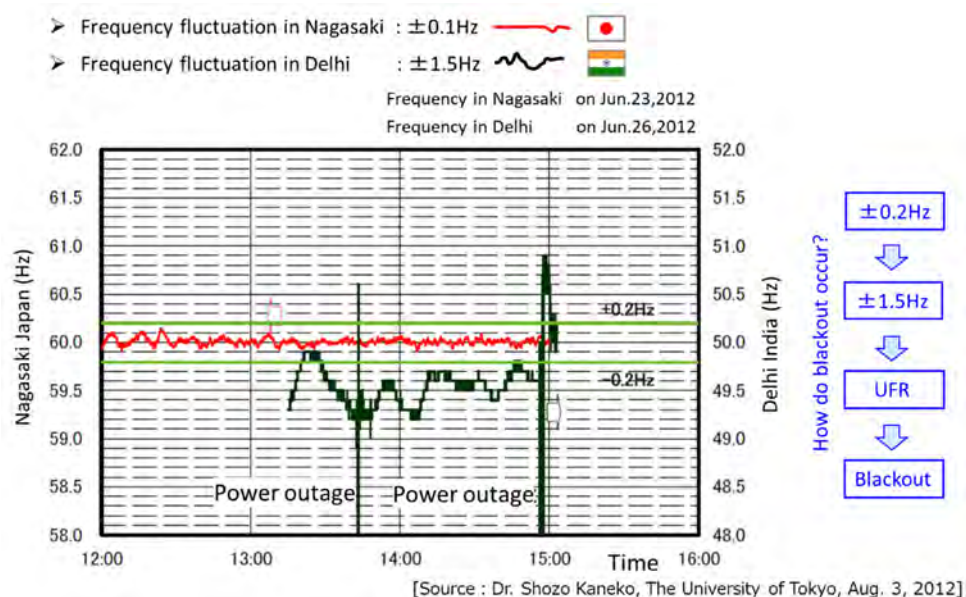


図 4.3-14 日本とインドの周波数変動の比較

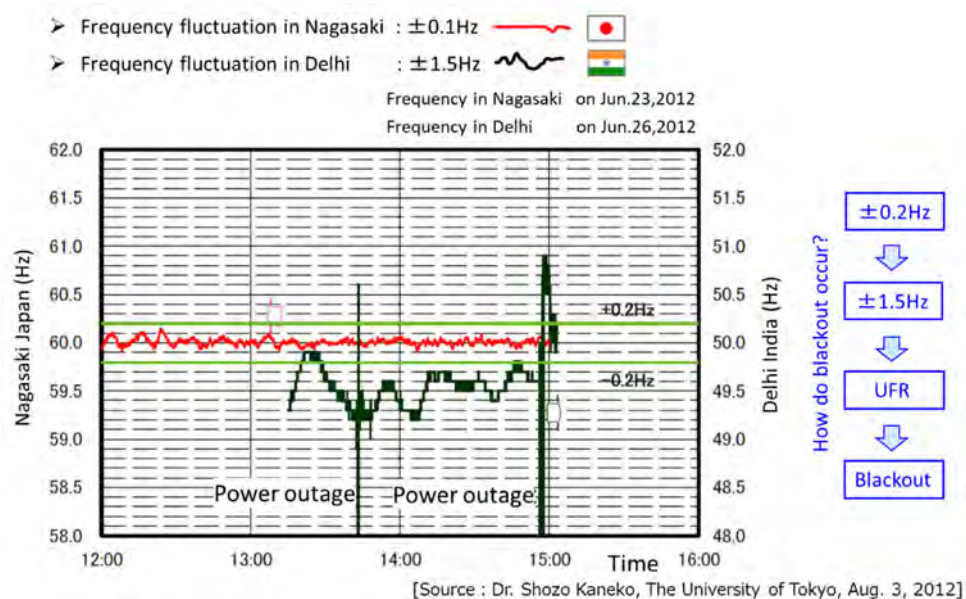


図 4.3-14 に日本とインドの周波数変動の比較を示す。

トレンド上の赤で示す変動が日本の周波数変動を、黒で示す変動がインドの周波数変動を示している。日本の変動幅は $\pm 0.1\text{Hz}$ 。インドの変動幅は $\pm 1.5\text{Hz}$ を越えて、2時間の間に2回のブラックアウトに至っている。

日本は図 4.3-13 の停電時間においても世界のトップクラスの年間で0.2時間以下。周波数変動も $\pm 0.1\text{Hz}$ 以内に制御されているのは電力系統運営およびFCB機能を含めた発電設備のきめ細かい制御機能によるものである。

#### 4.3.12 所内単独運転（FCB）

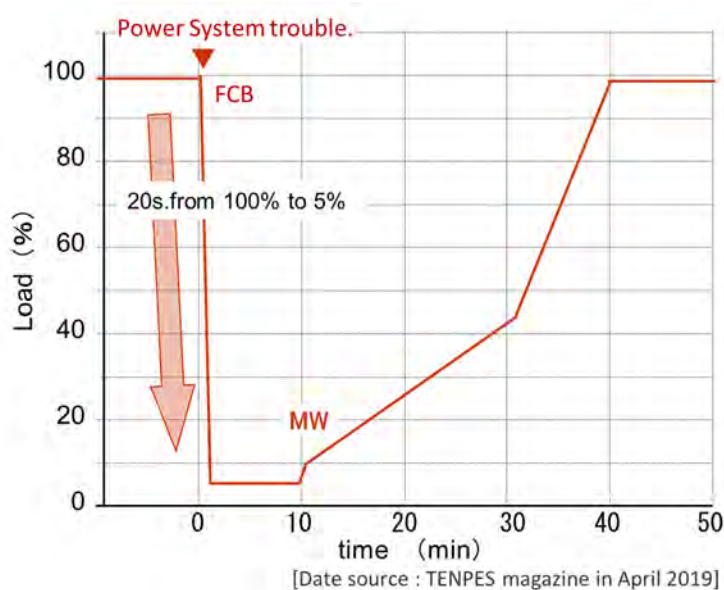


図 4.3-15 所内単独運転（FCB）

図 4.3-15 に FCB（Fast Cut Back）機能を示す。

FCB とは、電力系統で何等かの事故が発生した場合に、発電所を系統から切り離し、瞬時に所内負荷まで絞り込み所内単独運転を維持し、その後、系統事故が復旧した際には速やかに系統接続させる機能である。

図 4.3-15 は 100% 負荷から FCB が発生したケースを示している。このように所内負荷で運転を維持することで系統復旧に要する時間が大幅に短縮することができることから停電時間の短縮が期待できる。

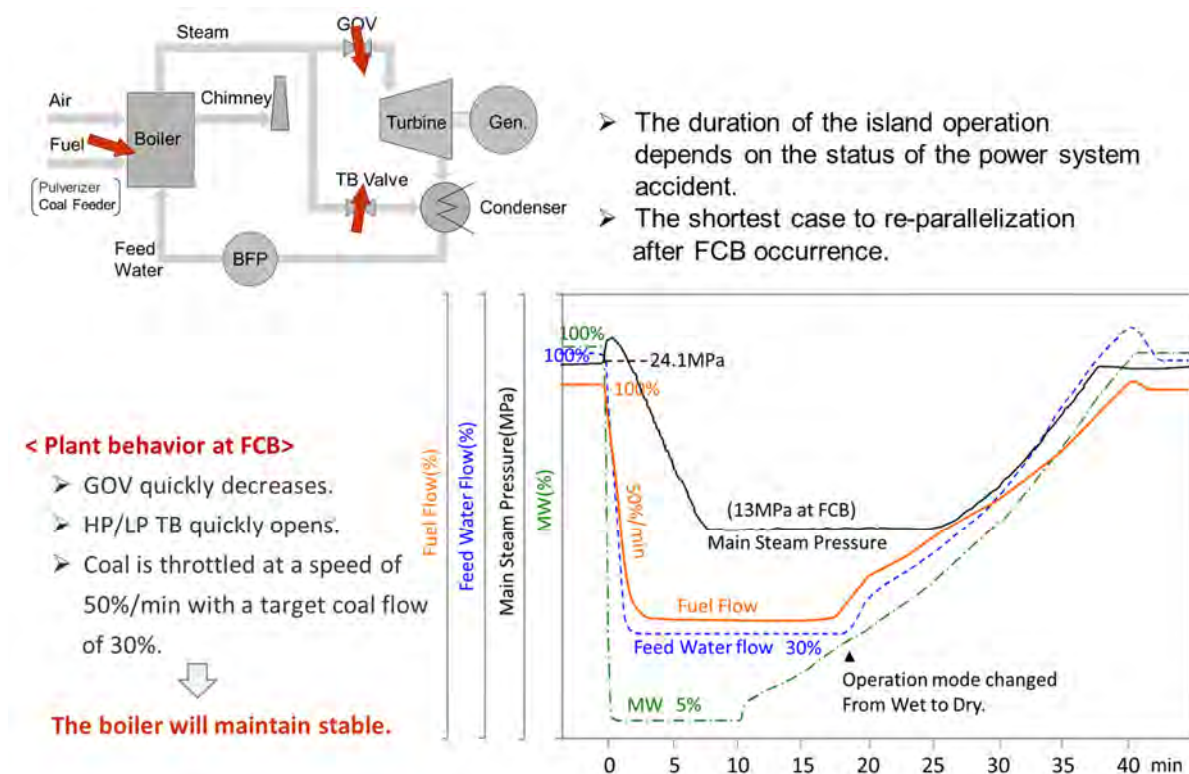


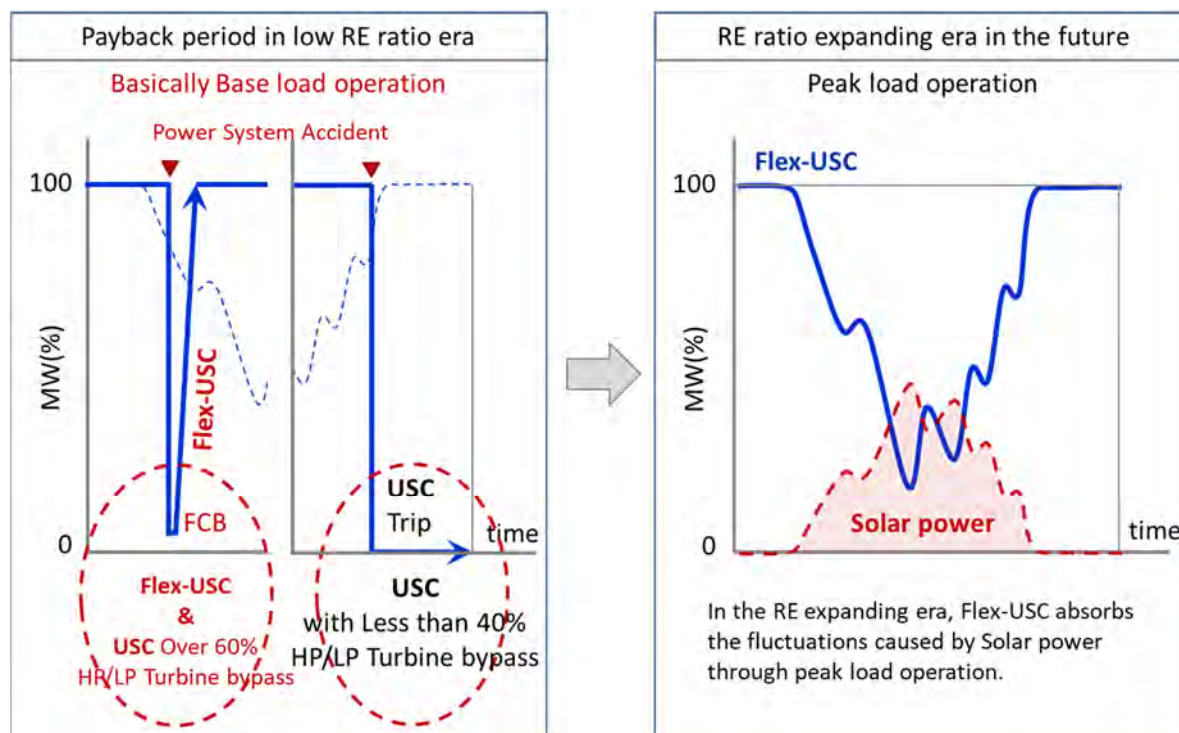
図 4.3-16 FCB 時のプラント挙動

図 4.3-16 に FCB 時のプラント挙動を示す。

図右下は FCB 発生時の MW、給水流量、燃料流量を高速に絞り込み主蒸気圧力の上昇を防止している。その後、所内負荷を維持し、系統事故復旧後速やかに元の負荷まで上昇させている。このような FCB 時の制御は以下のように行われ、ボイラの制御状態を安定させることができる。

- > FCB 発生と共にタービンガバナ弁（GOV）は瞬時に絞り込む。
- > HP/LPTB 弁は FCB 発生と同時に急速開動作を行い主蒸気圧力の上昇を防止する。
- > 燃料（石炭）は 50%/分のスピードで 30%相当流量まで絞り込む。

#### 4.3.13 時代のニーズに適応する Flex-USC の運用



出典：調査団作成

図 4.3-17 時代のニーズに適応する Flex-USC の運用

図 4.3-17 に時代のニーズに適応する Flex-USC の運用を示す。

石炭火力を取り巻く運用ニーズは当国のエネルギーに係る国家目標と共に変化してゆくことが予想される。

具体的には初期の段階ではベースロード運用を基本とする役割が求められ、将来的には再生可能エネルギーの増加に伴い負荷調整力が求められるようになって考えられる。

##### (1) ベースロード運用時代においても活かされる FCB 機能

左図は 3/4 号機が運開後、投資回収を優先する期間の運用例を示す。運開後当面はベースロード運用を基本とするが、その際に系統事故が生じた場合、図 4.3-16 で示したように FCB 機能により所内負荷で運転継続し、系統事故復旧後は速やかに系統連系できる。

一方、100% 負荷からの FCB 機能を持たない従来の USC の場合、系統事故でユニットトリップに至り、再度系統接続できるまでに数時間を要することが予想される。このように FCB 機能を適用することで系統事故後速やかに系統連系できることで停電時間の短縮が期待できる。

日本の USC プラントにおいてユニットトリップした場合、その後プラント点検を行い再並列し、元の負荷まで復旧する時間は最短で約 3 時間、状況によっては約 6 時間かかる場合もある。したがって、FCB 機能を適用することでユニットトリップが防止できれば約 3~6 時間の発電時間ロスを軽減できる。

##### (2) 再生可能エネルギー導入時代に活かされる負荷調整力

右図は再生可能エネルギーが増加した将来、予想されるピークロード運用例を示している。

将来、再生可能エネルギー導入拡大時代には、Flex-USC の負荷調整力、特に、最低負荷を 15% まで絞り込むことが出来るために再生可能エネルギーの変動を吸収することで電力系統安定化に貢献することができる。



#### 4.3.14 HP/LP タービンバイパス弁の納入実績

表 4.3-3 100%負荷からのFCB機能納入実績表

No.	Country	Plant	MW	Press.	MST	RST	HP/LP TB	Fuel	FCB	COD
			(MW)	(Mpa)	(dgree C)	(dgree C)	60% or more			
1	USA	A	677	25.5	566	566	y	Coal	n	2010
2	Germany	B	725	26.3	600	620	y	Coal	y	2013
3	Poland	C	1075	24.2	600	620	y	Coal	y	2017
4	Australia	D	420	25	566	566	y	Coal	y	2001
5	Australia	E	420	25	566	566	y	Coal	y	2002
6	Australia	F	420	25	566	566	y	Coal	y	2003
7	Malaysia	G	1,064	26.9	600	600	y	Coal	y	2019
8	Malaysia	H	1,064	26.9	600	600	y	Coal	y	2019

出典：調査団作成

表 4.3-3 に 100%負荷からのFCB機能納入実績表を示す。

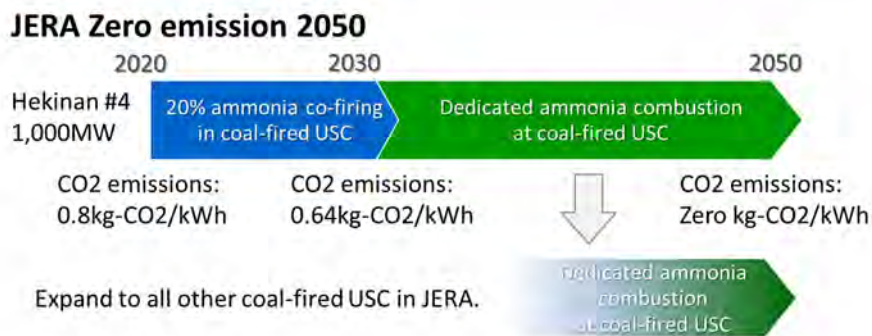
ここで示す通り、世界各国で HP/LP バイパス容量が 60%以上で FCB 機能を有するプラントが複数ある。

したが、3/4 号機で FCB 機能を適用するための信頼性は充分にあるといえる。

## 4.4 脱炭素への取り組み

### 4.4.1 JERA Zero emission 2050

- JERA is aiming to achieve 20% ammonia co-firing in the coal-fired boiler of Hekinan Thermal Power Station Unit 4 (1,000 MW) by 2030.
- Then, by 2050, it will be transformed into an 100% ammonia-fired boiler.
- In addition, all coal-fired power plants will be converted to 100% ammonia-fired boilers by 2050.
- The Flex-USC in Matarbari #3.#4 can also achieve zero emissions by modifying the boiler to convert to ammonia-firing, as same as JERA.



出典：JERA 資料をもとにし調査団作成

図 4.4-1 JERA Zero Emission 2050

図 4.4-1 に JERA Zero emission 2050 を示す。

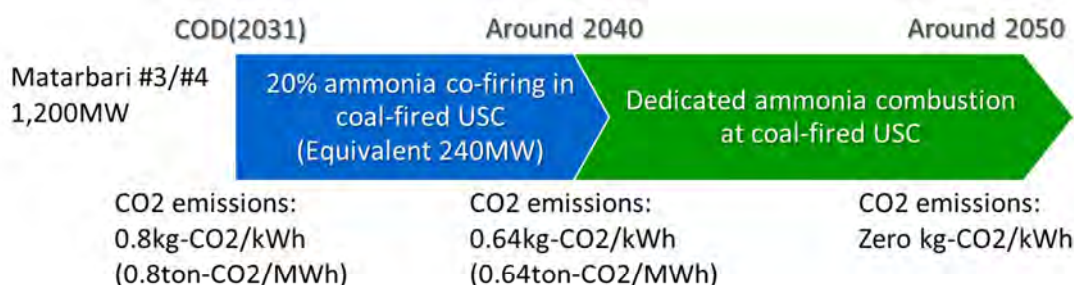
JERA は、2030 年までに碧南火力発電所 4 号機（1,000MW）の石炭焚きボイラで 20%のアンモニア混焼を実現することを目標としている。

その後、2050 年には 100%アンモニア焚きのボイラにする。

更に、2050 年までに JERA が所有する全ての石炭火力発電所を 100%アンモニア焚きボイラに転換する。

3/4 号機に適用するボイラについても、JERA と同様に、ボイラをアンモニア混焼、更に、アンモニア専焼に改造することで、ゼロエミッションを実現できる。

### 4.4.2 アンモニア混焼による 3/4 号機の CO2 削減量



- ① The amount of CO2 reduction by 20% ammonia co-firing in Matarbari #3.#4 is  
 $1,200\text{MW} \times (0.8 - 0.64) \text{ ton-CO}_2/\text{MWh} = 192\text{ton-CO}_2/\text{h}$
- ② The amount of CO2 reduction per year is  
 $192\text{ton-CO}_2/\text{h} \times 8,760\text{h} = 1,681,920\text{ton-CO}_2 = 1.68\text{million ton-CO}_2/\text{year}$
- ③ Assuming an annual usage rate of 80%  
 $1.68\text{million ton-CO}_2/\text{year} \times 0.8 = 1.34\text{million ton-CO}_2/\text{year}$

出典：調査団作成

図 4.4-2 アンモニア混焼による 3/4 号機の CO2 削減量

図 4.4-2 にアンモニア混焼による 3/4 号機の CO<sub>2</sub> 削減量を示す。

図 4.4-2 は 3/4 号機の運開時から当国が目標とする 2050 年ゼロエミッションまでの運用方針案を示したものである。

運開を予定している 2031 年時点では石炭専焼で、この時の石炭の CO<sub>2</sub> 原単位は 0.8 kg-CO<sub>2</sub>/kWh である。ここでは 2040 年に 20%アンモニア混焼を行うと仮定したが、この時の石炭+アンモニアの CO<sub>2</sub> 原単位は  $0.8 \text{ kg-CO}_2/\text{kWh} \times 0.8 = 0.64 \text{ kg-CO}_2/\text{kWh}$  である。

図中①は、3/4 号機（1,200MW）から排出される 1 時間当たりの CO<sub>2</sub> 削減量を示している。これは 192 ton-CO<sub>2</sub>/h。

図中②は、1 年間の CO<sub>2</sub> 削減量を示している。これは、1.68 million ton-CO<sub>2</sub>/year。

図中③は、3/4 号機の年間平均負荷率を 80%とした場合の 1 年間の CO<sub>2</sub> 削減量は、1.34 million ton-CO<sub>2</sub>/year である。

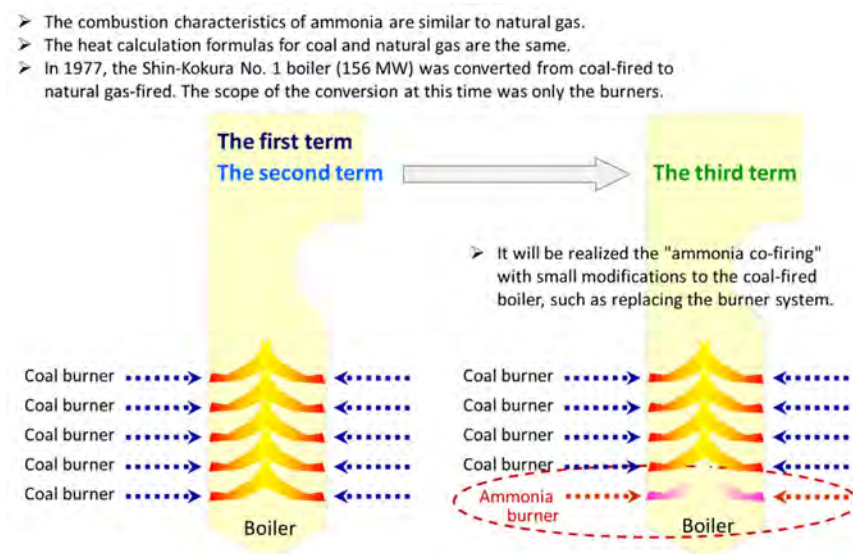
240MW 相当のアンモニア混焼した場合の年間の CO<sub>2</sub> 削減量は 1.34 million ton-CO<sub>2</sub>/year。

参考データとして日本のアンモニア官民協議会資料で公表している内容を示す。

1,000MW の石炭火力で 20%（200MW 相当）のアンモニア混焼を行った場合の年間 CO<sub>2</sub> 削減量は約 1 million ton-CO<sub>2</sub>/year と記載されている。

上記 3/4 号機の計算結果と合致する。

#### 4.4.3 アンモニア混焼を実現させるためのボイラ改造範囲



出典：調査団作成

図 4.4-3 アンモニア混焼を実現させるためのボイラ改造範囲

図 4.4-3 にアンモニア混焼を実現させるためのボイラ改造範囲を示す。

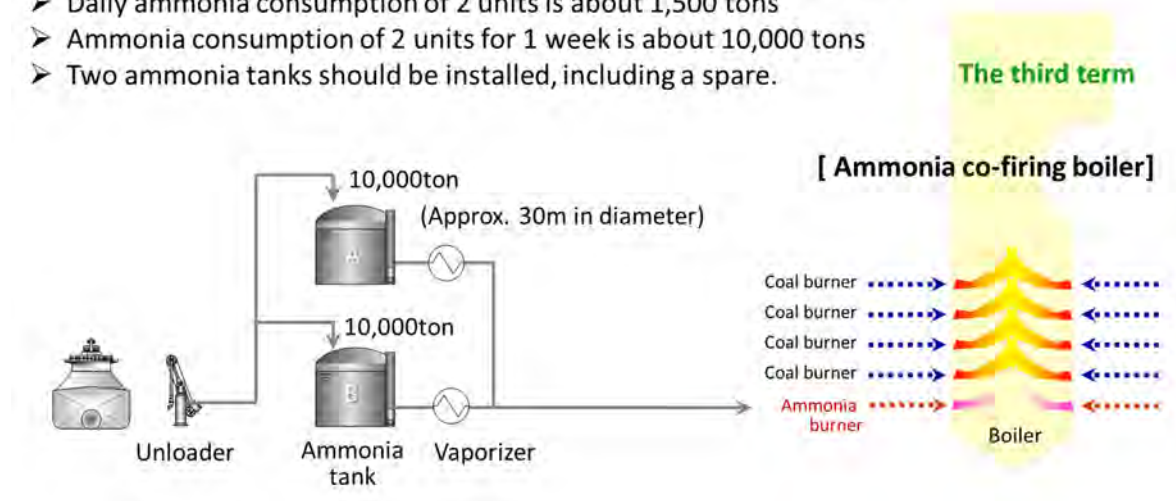
アンモニアの燃焼特性は、天然ガスに似ている。したがい、ボイラを設計する際の熱計算式は石炭焚きボイラと天然ガス焚きボイラで同様である。

実際に、1977 年、新小倉 1 号ボイラ（156MW）を石炭焚きから天然ガス焚きに改造した際の改造範囲はバーナーのみであったことから、アンモニア混焼に転換する範囲は、バーナー周りのみの改造で対応できるであろう。

なお、アンモニア混焼に伴うボイラ改造費用は添付資料-14 参照。

#### 4.4.4 アンモニア混焼を実現させるためのアンモニア燃料供給設備

- Projected ammonia consumption for 20% ammonia co-firing in 600MW coal combustion.
- Ammonia consumption equivalent to 120MW per unit (rough estimate) is 30 ton/h.
- Daily ammonia consumption for 1 unit is 30 tons/h x 24h = 720 tons.
- Daily ammonia consumption of 2 units is about 1,500 tons
- Ammonia consumption of 2 units for 1 week is about 10,000 tons
- Two ammonia tanks should be installed, including a spare.



出典：調査団作成

図 4.4-4 アンモニア混焼を実現させるためのアンモニア燃料供給設備

図 4.4-4 にアンモニア混焼を実現させるためのアンモニア燃料供給設備を示す。  
3/4 号機の 600MW の石炭にアンモニアを 20%混焼した場合のアンモニア消費量の予測値は以下の通り。

- 1ユニット当たり 120MW 相当のアンモニア消費量（概算）は 30ton/h
- 1ユニットの1日のアンモニア消費量は、30ton/h×24h=720ton
- 3、4号機2ユニットの1日のアンモニア消費量は約 1,500ton
- 3、4号機2ユニットの1週間のアンモニア消費量は約 10,000ton
- アンモニアタンクの直径は約 30m でメンテナンスを考慮し、予備を含めて2基設置する。

なお、アンモニア燃料供給設備を追設するための設備費用は添付資料-14 参照。

#### 4.4.5 バイオマス混焼とアンモニア混焼の比較

表 4.4-1 バイオマス混焼とアンモニア混焼の比較

	バイオマス混焼	アンモニア混焼
ボイラ改造	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 6%バイオマス混焼であれば、ボイラ改造無しで実現可能。</li> <li>➢ 20%以上のバイオマス混焼を行う場合は、バイオマス専用ミルの追加が必要。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 20%アンモニア混焼を行う場合には、バーナ1段を石炭バーナからアンモニアバーナに改造するだけで実現可能。</li> <li>➢ 将来的に100%アンモニア専焼にする場合にも基本的にはバーナ部の改造のみで対応可能。</li> </ul>
燃料供給設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ バイオマス貯蔵はミル貯蔵エリアが利用できるため、新たな設備は不要。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ アンモニア貯蔵タンクの追設が必要。</li> </ul>
燃料調達	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 世界が保有する森林資源は有限であり、長期的、かつ、安定的にバイオマスを調達することは難しい。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ アンモニアには、ブルーアンモニアとグリーンアンモニアがあるがブルーアンモニアは化石燃料から製造するため安定的な調達が期待できる。</li> </ul>
経済性	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ イニシャルコスト： バイオマス専用ミル設備費用は、アンモニア燃焼バーナ部改造費用とほぼ同様。</li> <li>➢ ランニングコスト(発電単価) バイオマス専焼：石炭の100%増 (出典：電中研調査報告書M13009 2015年)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ イニシャルコスト： アンモニア燃焼バーナ部改造費用は、バイオマス専用ミル設備費用とほぼ同様。 また、アンモニア貯蔵タンクの追設費用が必要。</li> <li>➢ ランニングコスト(発電単価) アンモニア20%混焼：石炭の20%増 アンモニア専焼：石炭の110%増 (出典：経産省燃料アンモニア導入官民協議会 2020年)</li> </ul>
CO2削減効果	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 燃料調達を考えると、20%バイオマス混焼が現実的であり、20%程度の削減が期待できる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 将来的には100%アンモニア専焼が可能であり、ゼロエミッション火力を実現できる。</li> </ul>
総合評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 6%程度のバイオマス混焼を行うのであれば設備改造費用もかからず、容易に実現可能である。</li> <li>➢ 将来的にゼロエミッション火力を実現させるためには、燃料調達の難しさが伴うため、ゼロエミッション火力の観点から考えるとあまり好ましい選択といえない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 将来的にゼロエミッション火力を実現させるためには、燃料の安定供給が期待できるアンモニアを石炭の代替燃料とすることが好ましい選択といえる。</li> </ul>

出典：調査団作成

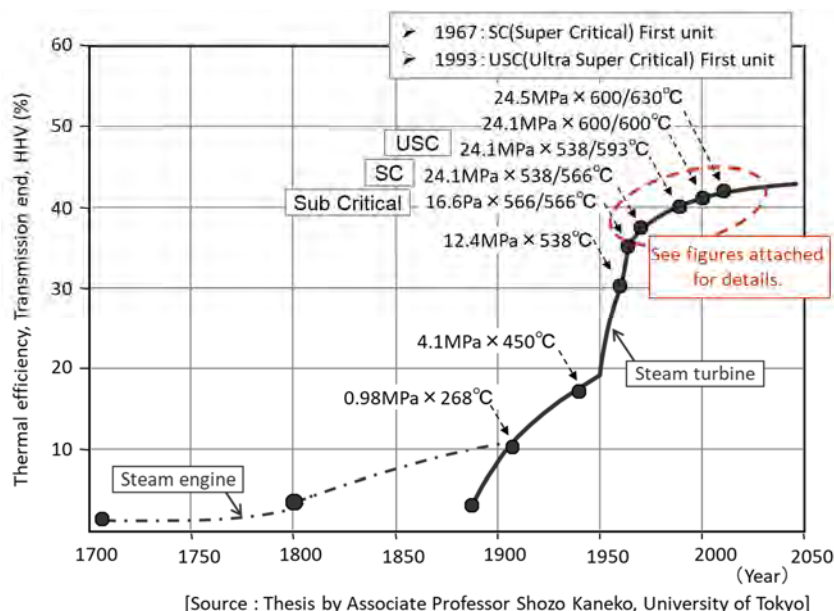
表 4.4-1 にバイオマス混焼とアンモニア混焼の比較を示す。

総合評価に記載の通り、6%程度のバイオマス混焼を行う場合には、ボイラの設備改造を行うことなく容易に実現できる。しかしながら、バイオマスを大量に調達することには森林資源が有限であることから難しさが伴う。したがって、ゼロエミッション火力の観点から考えるとあまり好ましい選択とはいえない。

一方、アンモニアについては、将来的にも安定した燃料供給が期待できることから、ゼロエミッション火力を実現させる石炭の代替燃料として好ましい選択といえるだろう。

## 4.5 SC (Super Critical) / USC (Ultra Super Critical)の取り組み

### 4.5.1 高効率化の歴史



出典：調査団作成

図 4.5-1 日本の火力発電熱効率の歴史

図 4.5-1 に日本の火力発電熱効率の歴史を示す。

日本では、1960年代まで火力発電で主力であった Sub Critical（ドラム型ボイラ）から高効率化・大容量化を目的として、1967年に SC（Super Critical：超臨界圧火力発電）初号機、そして、1993年には更に高効率化された USC（Ultra Super Critical：超々臨界圧火力発電）初号機が導入された。

2012年に計画された1/2号機事業では、当時の高効率化のニーズに応え、ベースロード運用を基本とした USC の導入が決定された。同 USC の主な仕様は、主蒸気圧力 24.1MPa、主蒸気温度／再熱蒸気温度は 600／600°C。その後、約 10 年が経過した現在では、更に高効率化技術は進歩し、最新仕様では、主蒸気圧力 24.5MPa、主蒸気温度／再熱蒸気温度は 600／630°Cまで向上している。加えて、再生可能エネルギー導入拡大時代に対応すべく負荷調整力に対応できる技術も確立している。

具体的には、

- ① 発電効率向上に係る技術革新・研究開発の状況及び最新の技術性能
- ② 全世界における最近の石炭火力発電所の計画、建設中、運転中案件の発電効率に係る整理
- ③ 1/2号機事業以上の発電効率を有する機器の導入可否の技術的検討（マタバリ地区の自然環境や、1/2号機事業と同種の石炭利用を前提とした時の当該技術の適応可否）
- ④ 負荷調整力に係る最新技術導入に係る経済性の検討

などを本調査では実施し、時代に適合した3/4号機事業のシステムを提案したい。

#### 4.5.2 SC/USC の蒸気条件の変遷

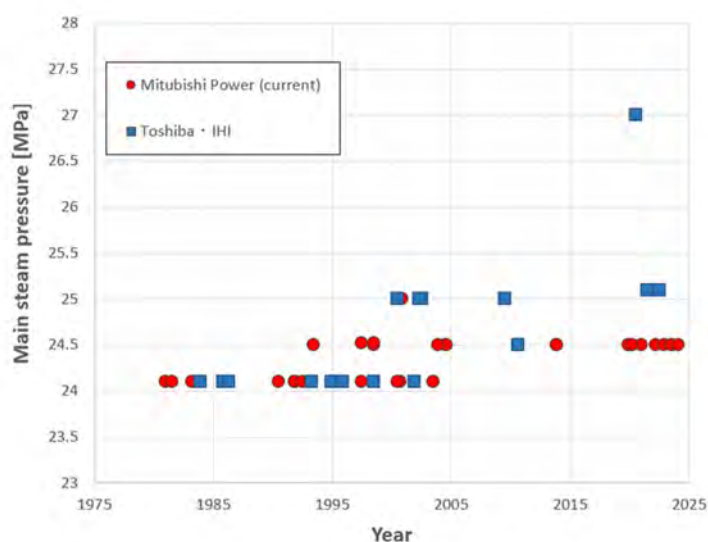
以下に、日本国内で運転、また、今後運開が予定されている SC および USC プラントの仕様（主蒸気圧力、主蒸気温度、再熱蒸気温度）および、主な ASEAN 諸国の USC プラント仕様の変遷を示す。

なお、蒸気温度が 593°C 以上のプラントを USC（Ultra Super Critical）、593°C 未満のプラントを SC（Super Critical）と定義している。

図 4.5-2、図 4.5-3、図 4.5-4 中の赤色は現三菱パワー（旧三菱重工、旧日立製作所、旧バブコック日立、旧 MHPS）製を示す。また、青色は、東芝製蒸気タービン、および、IHI 製ボイラを示す。

##### (1) 主蒸気圧力の変遷

図 4.5-2 の国内石炭焼き SC/USC の主蒸気圧力の変遷でわかるように、三菱パワー製は USC プラントにおいても 24.5MPa が多く、最近では 25.0MPa もある。一方、東芝・IHI グループの USC プラントでは、27.0 MPa を 1 ユニット納入しているが、他は 25.0MPa を踏襲している。

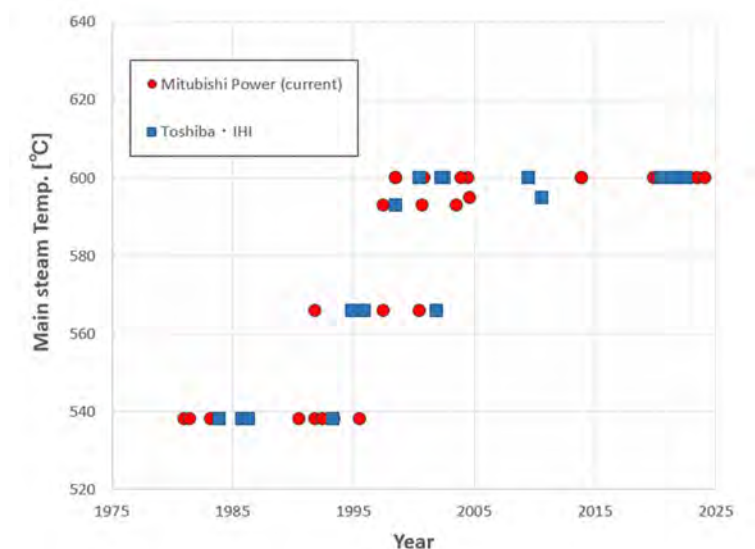


出典：調査団作成

図 4.5-2 国内石炭焼き SC/USC の主蒸気圧力の変遷

(2) 主蒸気温度の変遷

図 4.5-3 の国内石炭焼き SC/USC の主蒸気温度の変遷でわかるように、三菱パワー製、東芝・IHI グループ製ともに USC プラントにおいて 600°C を踏襲している。



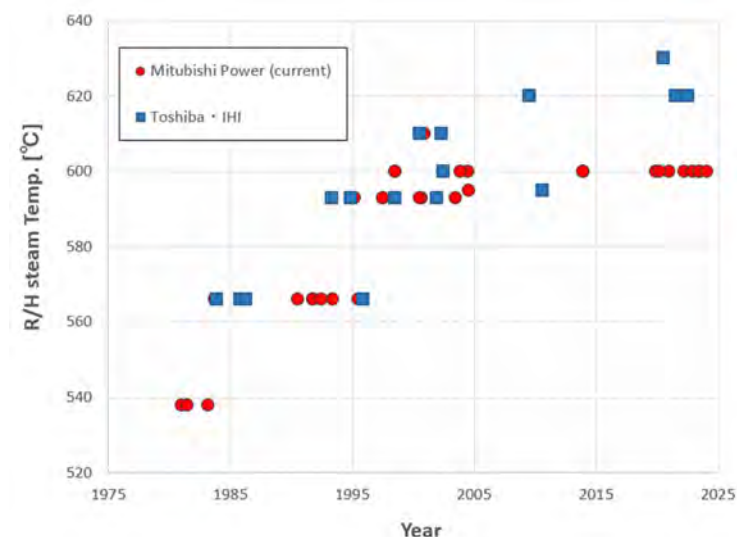
出典：調査団作成

図 4.5-3 国内石炭焼き SC/USC の主蒸気温度の変遷

(3) 再熱蒸気温度の変遷

図 4.5-4 の国内石炭焼き SC/USC の再熱蒸気温度の変遷でわかるように、三菱パワー製は USC プラントにおいて 2000 年に 610°C を採用したが、その後は、600°C を踏襲している。

一方、東芝・IHI グループの USC では、1995 年以前のプラントでは 600°C を適用していたが、その後、徐々に再熱蒸気温度の向上を図り、610°C、620°C、最も新しいプラントでは 630°C を計画している。



出典：調査団作成

図 4.5-4 国内石炭焼き SC/USC の再熱蒸気温度の変遷



4.5.3 日本における石炭焚き SC/USC の歴史

表 4.5-1 国内石炭焚き SC/USC プラント一覧

Company	Power station	COD	Type	Boiler manufacturer	Capacity (MW)	Pressure (MPa)	MST (°C)	RST (°C)	Turbine manufacturer	Generator manufacturer
		(Year)								
J-Power	Matusima 1	1981	SC	MHI	500	24.1	538	538	Hitachi	Hitachi
J-Power	Matusima 2	1981	SC	MHI	500	24.1	538	538	Toshiba	Toshiba
Joban	Nakoso 8	1983	SC	MHI	600	24.1	538	566	Hitachi	Hitachi
J-Power	Takehara 3	1983	SC	BHK	700	24.1	538	538	Hitachi	Hitachi
Joban	Nakoso 9	1983	SC	IHI	600	24.1	538	566	Toshiba	Toshiba
Hokkaido	Tomatoatsuma 2	1985	SC	IHI	600	24.1	538	566	Hitachi	Hitachi
Chugoku	Shinonoda 1,2	1986	SC	IHI	500	24.1	538	566	Toshiba	Toshiba
Kyusyu	Matsuura 1	1989	SC	MHI	700	24.1	538	566	Hitachi	Hitachi
J-Power	Matsuura 1	1990	SC	BHK	1000	24.1	538	566	MHI	MELCO
JERA	Hekinan 1	1991	SC	MHI	700	24.1	538	566	Toshiba	Toshiba
Hokuriku	Tsuruga 1	1991	SC	MHI	500	24.1	566	566	Toshiba	Toshiba
JERA	Hekinan 2	1992	SC	BHK	700	24.1	538	566	Hitachi	Hitachi
Tohoku	Noshiro 1	1993	SC	BHK	600	24.5	538	566	Fuji	Fuji
JERA	Hekinan 3	1993	USC	IHI	700	24.1	538	593	MHI	MELCO
Soma	Shinchi 1	1994	SC	BHK	1000	24.1	538	566	Hitachi	Hitachi
Tohoku	Noshiro 2	1994	USC	IHI	600	24.1	566	593	Toshiba	Toshiba
Soma	Shinchi 2	1995	SC	MHI	1000	24.1	538	566	Toshiba	Toshiba
Hokuriku	Nanaohta 1	1995	USC	BHK	500	24.1	566	593	MHI	MELCO
Kyusyu	Reihoku 1	1995	SC	IHI	700	24.1	566	566	Toshiba	Toshiba
Tohoku	Haramachi 1	1997	USC	MHI	1000	24.52	566	593	Toshiba	Toshiba
J-Power	Matsuura 2	1997	USC	BHK	1000	24.1	593	593	MHI	MELCO
Chugoku	Misumi 1	1998	USC	MHI	1000	24.5	600	600	MHI	MELCO
Tohoku	Haramachi 2	1998	USC	BHK	1000	24.52	600	600	Hitachi	Hitachi
Hokuriku	Nanaohta 2	1998	USC	IHI	700	24.1	593	593	Toshiba	Toshiba
Hokuriku	Tsuruga 2	2000	USC	MHI	700	24.1	593	593	Toshiba	Toshiba
Shikoku	Tachibanawan 1	2000	USC	Hitachi	700	24.1	566	593	Toshiba	Toshiba
J-Power	Tachibanawan 2	2000	USC	Hitachi	1050	25	600	610	MHI	MELCO
J-Power	Tachibanawan 1	2000	USC	IHI	1050	25	600	610	Toshiba	GE
JERA	Hekinan 4, 5	2001	USC	IHI	1000	24.1	566	593	Toshiba	Toshiba
Hokkaido	Iamatsumata 4	2002	USC	IHI	700	25	600	600	Hitachi	Hitachi
J-Power	Isogoshin 1	2002	USC	IHI	600	25	600	610	Fuji	Fuji
Kyusyu	Reihoku 2	2003	USC	MHI	700	24.1	593	593	Toshiba	Toshiba
JERA	Hitachinaka 1	2003	USC	BHK	1000	24.5	600	600	Hitachi	Hitachi
JERA	Hirono 5	2004	USC	MHI	600	24.5	600	600	MHI	MELCO
Kansai	Maizuru 1	2004	USC	MHI	900	24.5	595	595	MHI	MELCO
J-Power	Isogoshin 2	2009	USC	IHI	600	25	600	620	Hitachi	Hitachi
Kansai	Maizuru 2	2010	USC	IHI	900	24.5	595	595	Toshiba	Toshiba
JERA	Hirono 6	2013	USC	MHI	600	24.5	600	600	MHI	MELCO
JERA	Hitachinaka 2	2013	USC	BHK	1000	24.5	600	600	Hitachi	Hitachi
Kyusyu	Matsuura 2	2019	USC	MHPS	1000	24.5	600	600	Toshiba	Toshiba
Tohoku	Nochiro 3	2020	USC	MHPS	600	24.5	600	600	Toshiba	Toshiba
J-Power	Takehara 1	2020	USC	IHI	600	27	600	630	Toshiba	Toshiba
Hitachinaka Generation	Hitachinakakyodo 1	2021	USC	Mitsubishi	650	24.5	600	600	Mitsubishi	MELCO
KOBELOCO Kobe	Kobe 3	2021	USC	IHI	650	25.1	600	620	Toshiba	Toshiba
JERA Power Taketoyo	Taketoyo 5	2022	USC	Mitsubishi	1070	24.5	600	600	Mitsubishi	MELCO
Chugoku	Misumi 2	2022	USC	Mitsubishi	1000	24.5	600	600	Mitsubishi	MELCO
KOBELOCO Kobe	Kobe 4	2022	USC	IHI	650	25.1	600	620	Toshiba	Toshiba
JERA Power Yokosuka	Yokosuka 1	2023	USC	Mitsubishi	650	24.5	600	600	Mitsubishi	MELCO
Shikoku	Saijyo 1	2023	USC	Mitsubishi	500	24.5	600	600	Mitsubishi	MELCO
JERA Power Yokosuka	Yokosuka 2	2024	USC	Mitsubishi	650	24.5	600	600	Mitsubishi	MELCO

出典：調査団作成

表 4.5-1 の国内石炭焚き SC/USC プラント一覧において、蒸気条件の向上を図った USC 初号機は以下の通りである。

- ・1998 年、中国電力三隅 1 号機で、主蒸気温度 600℃、再熱蒸気温度 600℃
- ・2000 年、電源開発新磯子 1 号機、主蒸気温度 600℃、再熱蒸気温度 610℃
- ・2009 年、電源開発新磯子 2 号機、主蒸気温度 600℃、再熱蒸気温度 620℃
- ・2020 年、電源開発竹原新 1 号機、主蒸気温度 600℃、再熱蒸気温度 630℃

#### 4.5.4 ASEAN 諸国における主な USC 納入プラント

表 4.5-2 海外石炭焚き SC/USC プラント一覧

No.	Manufacturer (Steam Turbine)	Manufacturer (Boiler)	Plant Owner	Plant	Country	Steam Condition	Unit Capacity	COD. (YY/MM/DD)	Steam Conditions (MSP/MST/RST)	
1	SHANGHAI TURBINE CO.	DONGFANG BOILER CO.	BANGLADESH CHINA PR CO LTD (BCPCL-CMC, NWPGL)	DHANKHALI 1, PATHUAKHALI, PAYRA	Payra 1	BANGLADESH	USC	660	2020/12/1	26.25/600/610
2	SHANGHAI TURBINE CO.	DONGFANG BOILER CO.	BANGLADESH CHINA PR CO LTD (BCPCL-CMC, NWPGL)	DHANKHALI 2, PATHUAKHALI, PAYRA	Payra 2	BANGLADESH	USC	660	2020/4/1	26.25/600/610
3	SIEMENS CO.	DOOSAN HEAVY INDUSTRIES CO.	PT INDO RAYA TENAGA	JAWA THERMAL POWER	Java 9	INDONESIA	USC	1000	2024/7/1	26.0/600/620
4	SIEMENS CO.	DOOSAN HEAVY INDUSTRIES CO.	PT INDO RAYA TENAGA	JAWA THERMAL POWER	Java 10	INDONESIA	USC	1000	2024/12/1	26.0/600/620
5	TOSHIBA	DOOSAN HEAVY INDUSTRIES CO.	VAPCO	Vung Ang2	1	VIETNAM	USC	600	2025/3/31	27.5/600/610
6	TOSHIBA	DOOSAN HEAVY INDUSTRIES CO.	VAPCO	Vung Ang2	2	VIETNAM	USC	600	2025/7/31	27.5/600/610
7	TOSHIBA	IHI	CPGCBL	Matarbari Power Station	1	BANGLADESH	USC	600	2024/1/1	24.5/600/600
8	TOSHIBA	IHI	CPGCBL	Matarbari Power Station	2	BANGLADESH	USC	600	2024/7/1	24.5/600/600
9	Mitsubishi Power	DOOSAN HEAVY INDUSTRIES CO.	NS2PC	Nghi Son2	1	VIETNAM	SC	600	2021/12/1	24.2/566/566
10	Mitsubishi Power	DOOSAN HEAVY INDUSTRIES CO.	NS2PC	Nghi Son2	2	VIETNAM	SC	600	2022/6/1	24.2/566/566

MSP: Main Steam Pressure  
MST: Main Steam Temperature  
RSP: Reheater Steam Temperature

出典：調査団作成

表 4.5-2 の海外石炭焚き SC/USC プラント一覧でわかるように、ASEAN 諸国で今後運開が予定されているプラントでは、高効率化を目指し、再熱蒸気温度は 610℃、620℃ などの蒸気条件が計画されている。

DONGFANG 社製、および、DOOSAN 社製プラントの主蒸気圧力(MSP)は 26.25MPa、27.5MPa と日本の三菱パワー社製、東芝&IHI 社製の 24.1MPa、24.5MPa と比べて高い。

参考: 日本企業は主蒸気圧力が効率向上への効果が少ないことを経験し、USC プラントでは主蒸気圧力を 24.1MPa、24.5MPa を標準としている。

#### 4.5.5 世界主要国の USC への取り組み

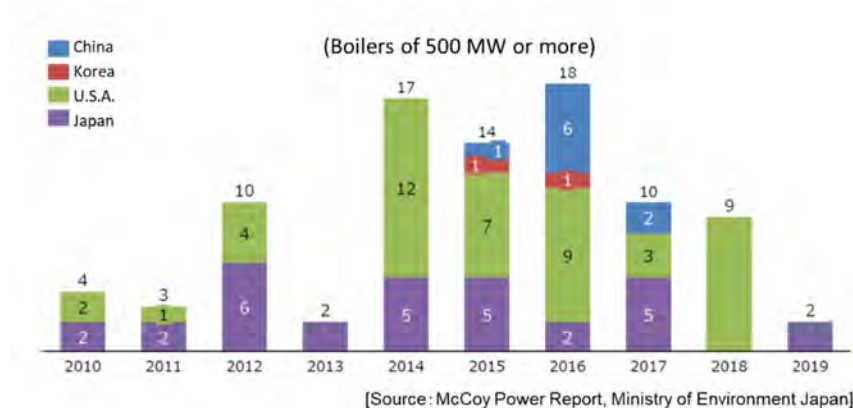


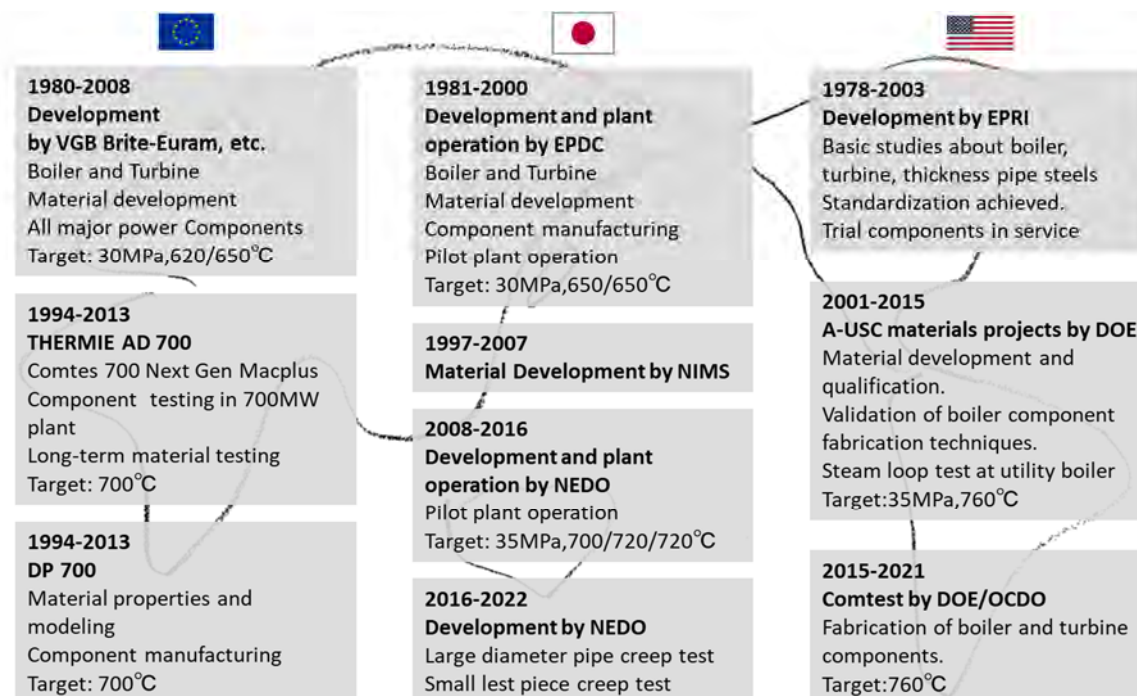
図 4.5-5 USC ボイラの輸出実績

図 4.5-5 に USC ボイラの輸出実績を示す。

日本は紫色、米国（中国での OEM 生産も含む）は緑色、韓国は赤色、中国は青色で示している。USC は日本で開発され、世界に普及した。したがって、日本製 USC は毎年継続的に製造され合計 31 ユニットの輸出している。

これに対し、米国は米国ブランドの中国製も含まれているが合計 47 ユニットの輸出している。中国ブランドの USC は、2015 年以降合計 9 ユニットの輸出されている。韓国製 USC は 2015 年、2016 年にそれぞれ 1 ユニットの USC が輸出されている。

#### 4.5.6 世界主要国の A-USC への技術開発



[Data source: JSME Series in thermal and nuclear power generation Volume2]

図 4.5-6 日本、欧州、米国における A-USC 開発の歴史

図 4.5-6 に日本、欧州、米国における USC と A-USC 開発の歴史を示す。

環境にやさしく安価なエネルギー供給の需要に応えるためには、プラントの熱効率を向上させ

る必要があり、そのために、600°C 級の USC と次世代技術である 700°C 級の A-USC (Advanced-USC) プラントを実現するための開発プログラムが 1980 年頃から日米欧が足並みを揃えスタートした。この間、日米欧のメーカから中国他に USC 技術が供与されて世界各国に広まった状況は図 4.5-5 の通りである。最近では、中国、インド、韓国でも A-USC プロジェクトが開始されているが、目標とする蒸気条件は、35MPa、700-720°C と大きな違いはない。

これまでの歴史を遡ると、SC は欧米がリードして製品化された。USC は日本がリードして製品化してきた。USC の主要 9 鋼種の開発比率は、日：欧：米=6：2：1 である。

火力発電技術で最も重要な要素の一つが金属材料開発であり、商用化された USC 材料の大半は日本で開発されたものであり、A-USC が商用化されるためにも信頼できる新材料開発が必須条件である。近い将来、A-USC 技術開発を通じて次世代の金属材料が商用化されるであろうが、図 4.5-6 の取り組みでわかるように日本は火力発電の金属材料開発をリードしている国の一つである。

## 4.6 世界の石炭火力への動向

### 4.6.1 日米欧の石炭火力への動向

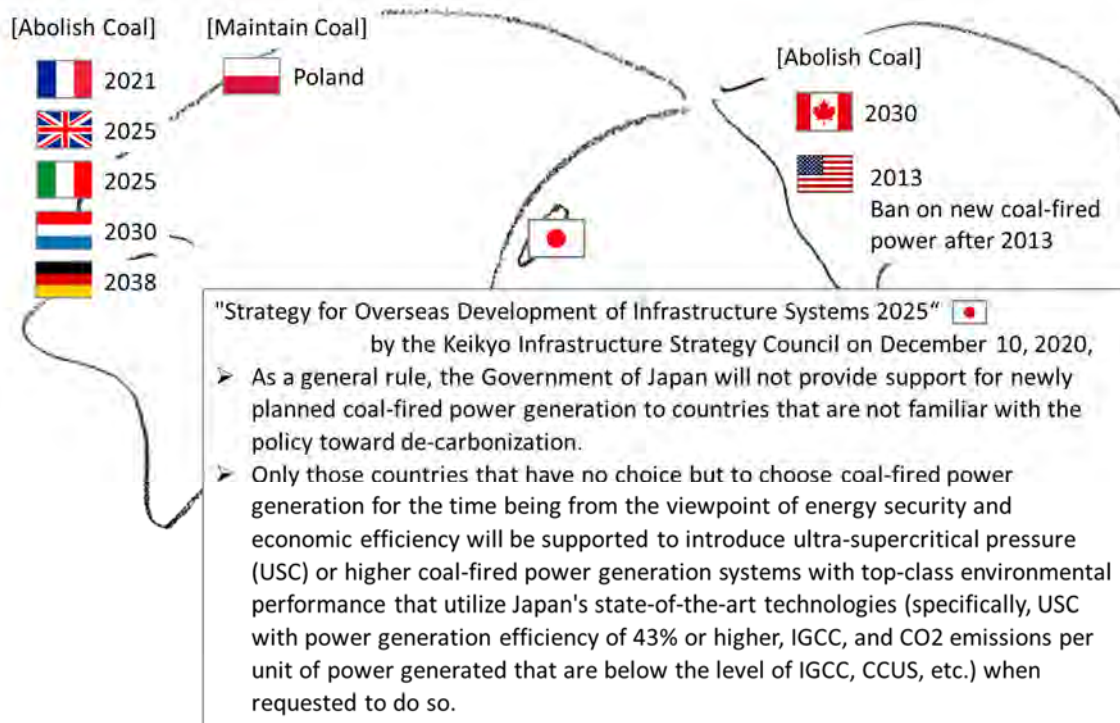
図 4.6-1 は日米欧の石炭火力への動向を示す。図でわかるように欧州の主要国（フランス、英国、イタリア、オランダ、ドイツ）それぞれ、脱石炭を表明している。ただ、ポーランドについては、自国で生産できる石炭を利用しエネルギー自給率を高める方針から今後も継続して石炭火力を運用してゆく方針である。また米国は 2013 年以降石炭火力の新設を禁止し、カナダは 2030 年までに脱石炭化を目指す。

一方、日本は今後の石炭火力輸出の方針が、2020 年 12 月 10 日に経協インフラ戦略会議が決定した「インフラシステム海外展開戦略 2025」において以下の方針が示された。

- カーボンニュートラルへの貢献、パリ協定の目標達成に向け「脱石炭移行行政誘導型インフラ輸出支援」を基本方針とする。
- 新たに計画される石炭火力発電については、脱炭素化に向けた方針を知悉していない国に対しては、政府として支援を行わないことを原則とする。
- その一方で、エネルギー安全保障及び経済性の観点などから当面石炭火力発電を選択せざるを得ない国に限り、和が国の高効率石炭火力発電へ要請があった場合には、超々臨界圧（USC）以上であって、和が国の最先端技術を活用した環境性能がトップクラスのもの（具体的には、発電効率 43% 以上の USC、IGCC 及び混焼技術や CCUS などによって発電量当たりの CO2 排出量が IGCC 並以下となる）の導入を支援する。

但し、現在計画を進めている 3/4 号機の石炭火力については、上記「インフラシステム海外展開戦略 2025」以前に着手済であるため、日本政府は、上記は本事業については適用対象外になると整理している。

このような背景から、マタバリ 3/4 号機はマタバリ 1/2 号機と同様に 41.1% の発電効率で計画する。



出典：調査団作成

図 4.6-1 世界の石炭火力への動向

図 4.6-2 に世界の地域別石炭火力の動向を示す。図は 2000 年、2017 年、2023 年の石炭火力発電容量の変化を示している。

米国と欧州は減少傾向、日本と韓国は微増、中国は大幅な増加、インド、東南アジアは増加傾向である。図 4.6-1 で示した動向を裏付けるデータといえる。

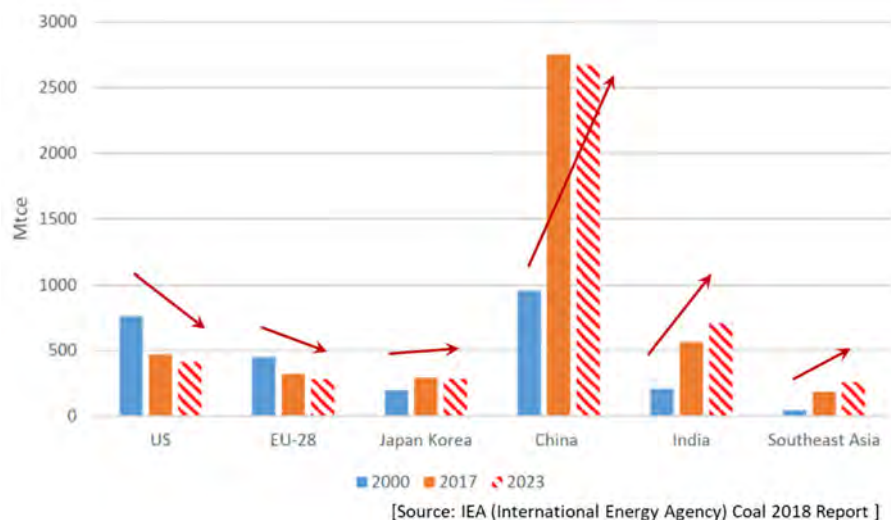
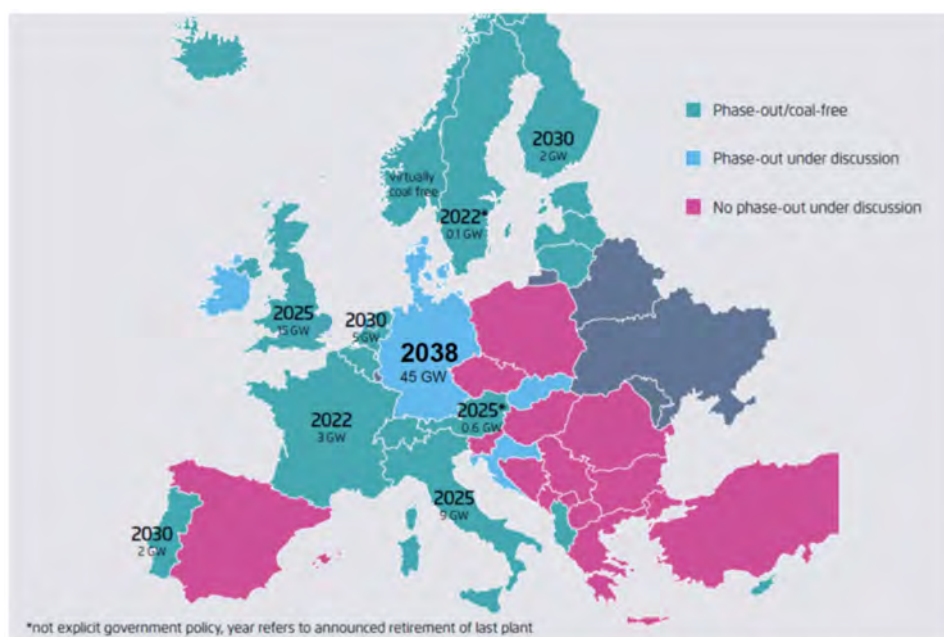


図 4.6-2 世界の地域別石炭火力の動向

#### 4.6.2 欧州各国の動向

図 4.6-3 は欧州各国の石炭火力への動向を示す。緑色で示す国が脱石炭を表明した国、青色の国が脱石炭を検討中の国、ピンク色の国は石炭を継続させる国である。図 4.6-1 では、欧州の代表的な国について記載したが、図 4.6-3 でわかる通り、スペインを除く西欧諸国と北欧諸国が脱石炭化、ポーランドを代表とする東欧諸国とスペインが石炭を継続させるという動きである。

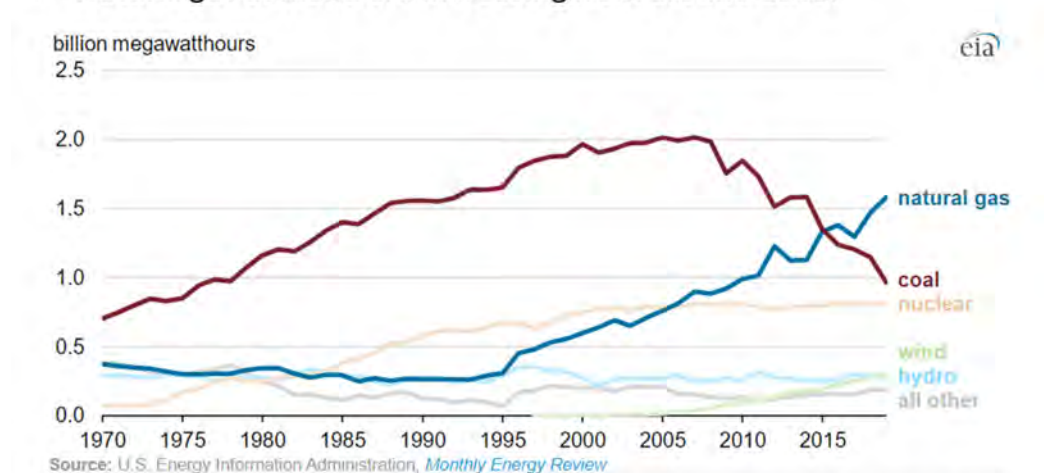


[Data Source: 12<sup>th</sup> VGB-TENPES Technical Exchange Meeting 26 Feb.2019, Tokyo]

図 4.6-3 欧州各国の石炭火力の動向

### 4.6.3 米国の動向

- This graph shows the Energy sources trend in U.S.
- Coal demand are decreasing from around 2005.
- Natural gas demand are increasing from around 1995.



[Source: EIA (U.S. Energy Information Administration) May.11,2020]

図 4.6-4 米国における燃料別電源の動向

図 4.6-4 に米国における燃料別電源の動向を示す。図中の石炭火力と天然ガス火力のトレンドをみると米国のエネルギー政策方針が良くわかる。1970 年から 2005 年までは石炭火力は右肩上がりで増加、2005 年以降減少方向に転じている。また、天然ガスは 1995 年以降右肩上がりで増加している。これは 2000 年代になるとシェールガス生産量が増加しているためで、2010 年以降火力の主役は石炭から天然ガスに変わったことが示されている。

#### 4.6.4 ASEAN 諸国の動向

図 4.6-5 に ASEAN 諸国（全体）の燃料別電源の予測を示す。

図は 2025 年、2030 年、2040 年の予測。BAU（通常の予測）、ATS（ASEAN 目標）APS（革新的な予測）何れにおいても、ASEAN 諸国の平均では、灰色で示す石炭火力が増加方向となる予測である。また、再生可能エネルギーに関しては、黄色で示す太陽光発電が大幅に増加すると予想されている。

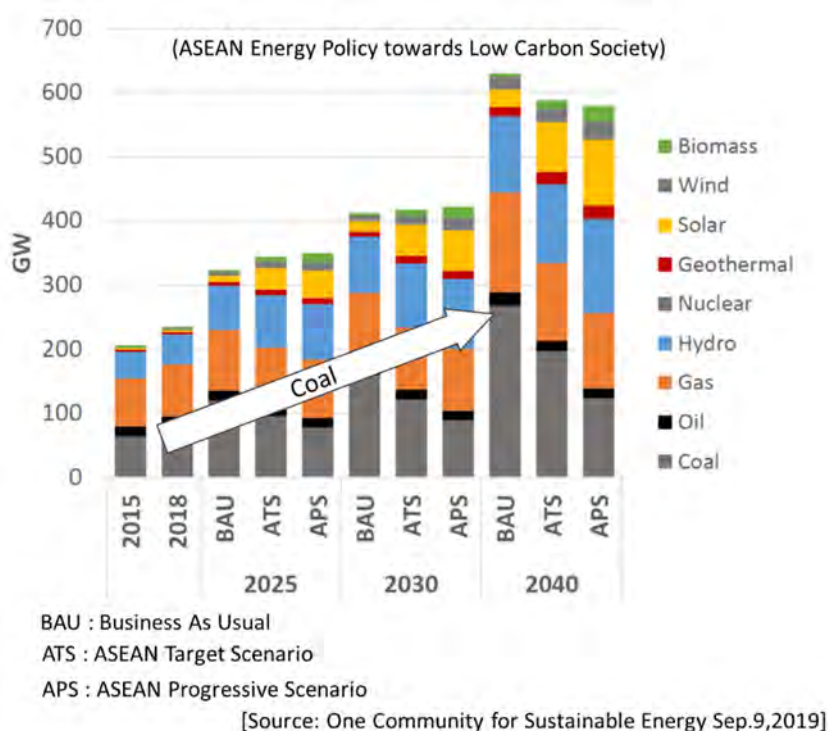


図 4.6-5 ASEAN 諸国（全体）の燃料別電源の予測

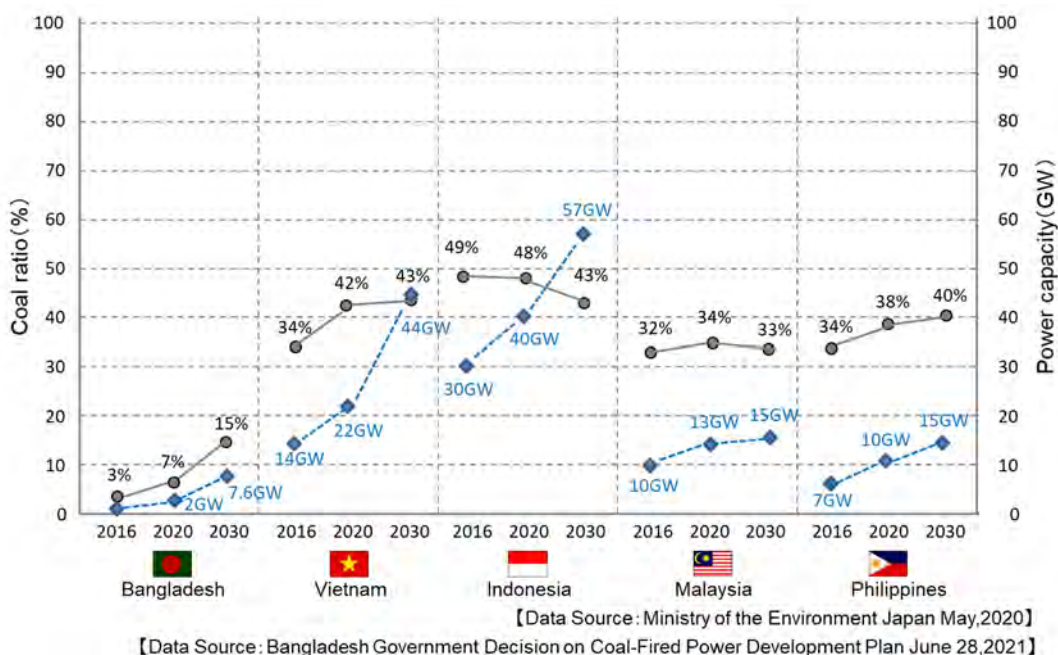


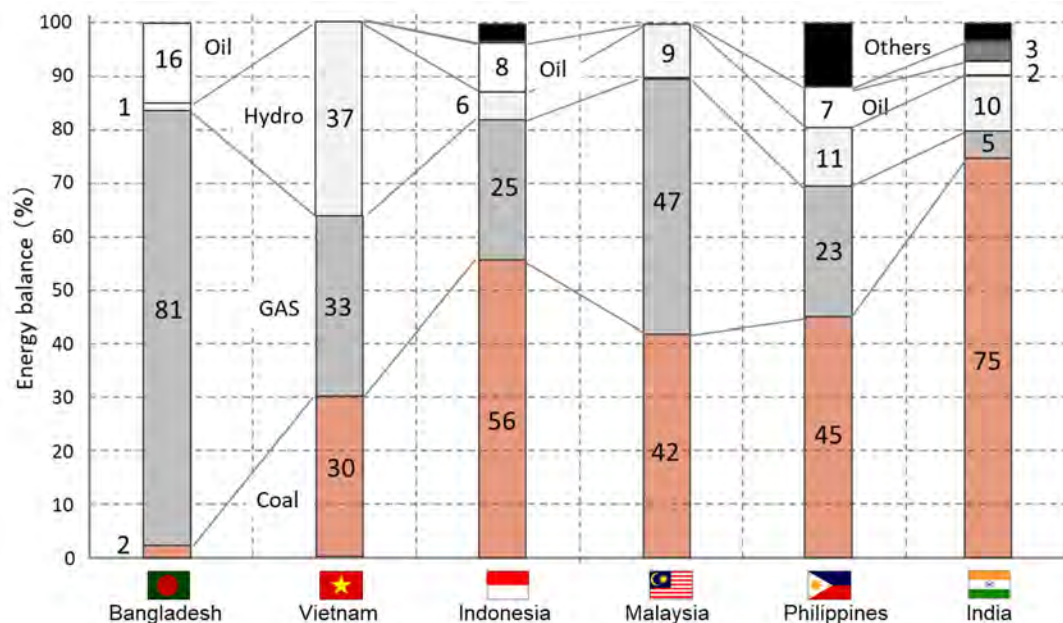
図 4.6-6 ASEAN 主要国の石炭火力の動向予測



図 4.6-6 に ASEAN 主要国の石炭火力の動向予測を示す。ここでは、当国、ベトナム、インドネシア、マレーシア、フィリピンを示すが、何れの国も石炭火力発電設備容量は増加する方向である。

但し、2021 年 4 月に開催された **Climate Summit 2021** 以降、各国ともエネルギー計画の見直しが検討されており、当国、ベトナムなどでは、石炭火力発電の計画見直しが行われている模様で、図 4.6-6 に示す石炭火力の増加量から減る方向にあるようだ。

当国については、2021 年 7 月に見直されたデータを反映している。



出典：調査団作成

図 4.6-7 ASEAN 諸国とインドのエネルギーバランスの比較（2015 年）

図 4.6-7 に ASEAN 諸国とインドのエネルギーバランスの比較を示す。

図でわかるわかるようにそれぞれの国の政策によってエネルギーバランス、特に、石炭の比率が大きく異なることがわかる。

以下にそれぞれの国の政策について記載した。

#### (1) ベトナム

##### ➤ 発電電力構成（2015 年）：

石炭 30%、天然ガス 33%、水力 37%

##### ➤ 電力政策：

改定 PDP 7 「改定第 7 次国家電力マスタープラン」

現行の改定 PDP 7（2016～2020）では、石炭火力の計画が依然大きな割合を占めており、中期的には、着工中もしくは準備中案件については、今後順次竣工するため今後数年単位では設備容量は増加する。（注 1）

一方、現在発行準備中の PDP8 では、石炭火力の割合が大幅に下がり、PDP7 で計画されていた石炭火力の多くは中断もしくは凍結され予定。（注 2）

それに代わって GTCC（注 3）並びに再生可能エネルギーを増やす計画になっており、今後石炭火力の割合は漸減する傾向にあると考えられる。

（注 1） ソンハウ 1、バンファン 1、ブンアン 2、クアンチャック 1、など

（注 2） ロンフー 1、タイビン 2、ビンタン 3、クアンチャー 1、クインラップ 1、など

（注 3） ニョンチャック 3&4、オーモン 2,3,4、ソンミー、ロンソン、カナ、クアンニン、バクリュウ、など

- 地球温暖化への取り組み：  
2030年までに何も対策を講じなかった（BAU）場合2010年比で20%削減する。  
また、国際支援を受ける条件で25%削減する。  
パリ協定には、2016年4月に批准した。

#### (2) インドネシア

- 発電電力構成（2015年）：  
石炭56%、石油8%、天然ガス25%、6%
- 電力政策：  
インドネシア中央政府と国営電力会社 PLN は共同で、電力供給事業計画（RUPTL）を策定している。  
RUPTL（2017-2026）では、2026年時点の電力構成を、石油0.39%、石炭50%、天然ガス26%、再生可能エネルギー22%にするとしている。  
例年6月頃にRUPTLが発行されるが今年はまだ発行されていない。
- 地球温暖化への取り組み：  
2030年までに何も対策を講じなかった（BAU）場合、GHGを29%削減する。  
また、国際支援を受ける条件で41%削減する。  
パリ協定には、2016年10月に批准した。
- インドネシアは世界5位の石炭生産国。また、豪州に次ぐ世界2位の石炭輸出国。  
自国消費、かつ、枯渇防止のために生産量を抑制する動きがある。

#### (3) マレーシア

- 発電電力構成（2015年）：  
石炭42%、天然ガス47%、水力9%
- 電力政策：  
第11次国家5ヶ年計画(2016-2020)
- 今後のエネルギー見通し：  
2050年時点の電力構成を、石炭57%、天然ガス28%、原子力3.6%、水力9%、太陽光・風力1.4%、バイオマス0.8%にすることが予想される。
- 地球温暖化への取り組み：  
2030年までに、2005年比でGHGを45%削減する。  
パリ協定には、2016年11月に批准した。
- ASEANパワーグリッド（APG）  
マレーシア、シンガポール、タイ、インドネシアは系統連系されており、マレーシアは電力を輸出している。

#### (4) フィリピン

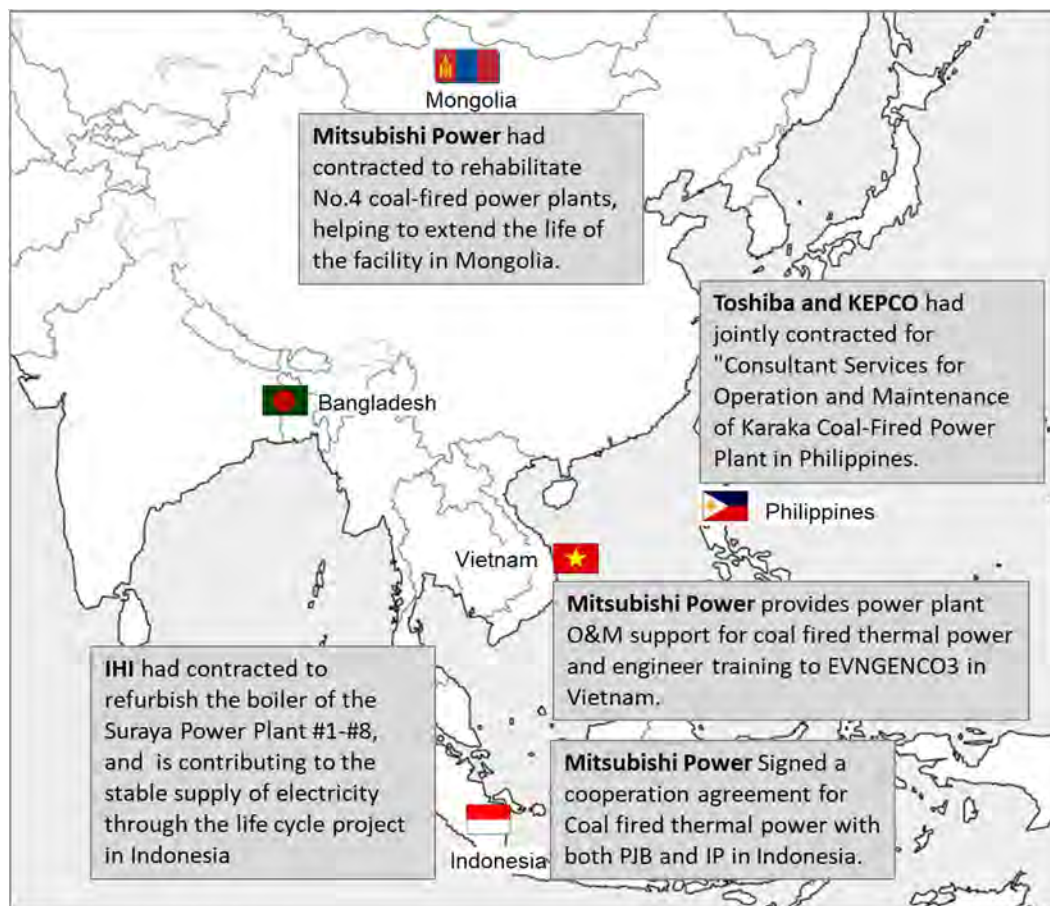
- 発電電力構成（2015年）：  
石炭45%、石油7%、天然ガス23%、水力11%
- 電力政策：  
フィリピンエネルギー計画(2017-2040)  
Philippine Energy Plan : PEP2017-2040
- 今後のエネルギー見通し：  
2050年時点の電力構成を、石炭31%、石油30%、天然ガス15%、原子力3.6%、その他23%とする。
- 地球温暖化への取り組み：  
2030年までに、2015年10月に目標を設定しており、BAUでGHGを70%削減する。  
パリ協定には、2017年3月に批准した。

#### (5) インド

---

- 発電電力構成（2015年）：  
石炭 75%、石油 2%、天然ガス 5%、原子力 3%、水力 10%
- 今後のエネルギー見通し：  
2040年時点の電力構成を、石炭 47%、石油 0.6%、天然ガス 8%、原子力 6%、再生可能エネルギー 38%とする。  
地球温暖化への取り組み：  
2030年までに、2005年比で GHG を 30-35%削減する。  
パリ協定には、2015年 10月に批准した。
- 電力政策：  
インド政府発表の「国家電力政策（NEP）2021」の草案が明らかになった。  
ここでは「インドは非化石燃料を通じた発電能力の拡大を約束しているが、石炭は依然として最も安価な電源であり、この国では石炭ベースの発電能力の拡大がまだ必要かもしれない」と記されている。  
その上で、「石炭火力発電所を新設する場合には、二酸化炭素の排出量を抑える“超々臨界圧発電技術”か“その他のもっと効率的な技術”を採用すべきだ。」としている。

#### 4.7 アジア主要国の既設石炭火力への取り組み



出典：調査団作成

図 4.7-1 アジア主要国の既設石炭火力への取り組み

図 4.7-1 にアジア主要国の既設石炭火力への取り組みを示す。

図では、インドネシア、ベトナム、フィリピン、モンゴルに対する日本のプラントメーカーである三菱パワー、東芝、IHI の取り組みを記載した。

##### 4.7.1 インドネシア

インドネシアにはIHIの拠点があることもあり既設石炭火力への積極的な支援が行われている。具体的にはインドネシアで最大規模のスララヤ発電所の既設1号機から8号機のリハビリ工事の対応中である。

また、三菱パワーはインドネシアの主要電力会社であるPJB社とIP社と既設石炭火力に対する協業にサインしている。

##### 4.7.2 ベトナム

三菱パワーは、既設石炭火力のO&Mおよびトレーニングに関するEVNGENCO3への支援を行う。

##### 4.7.3 フィリピン

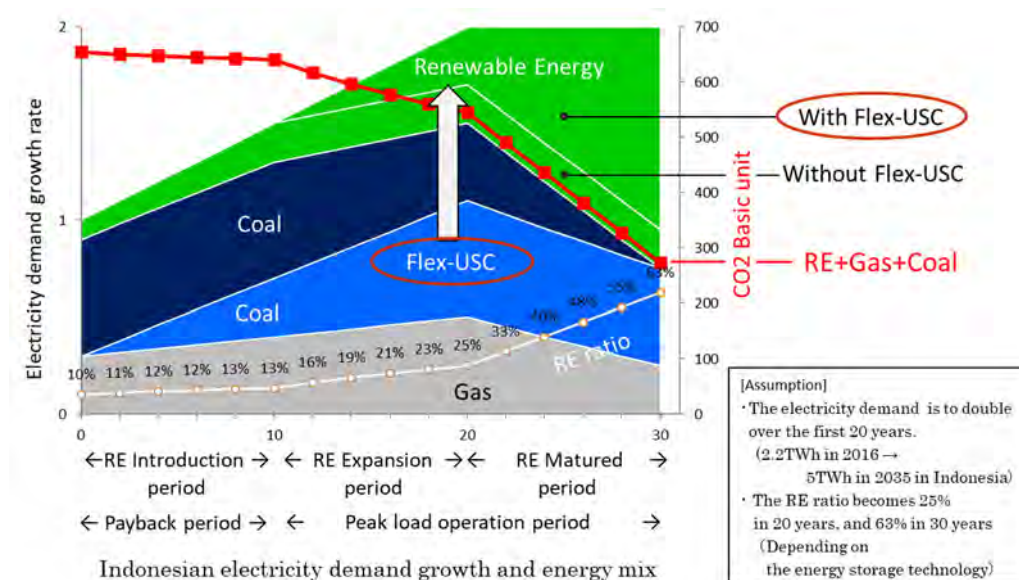
東芝は韓国電力と共に、カラカ石炭火力発電所に対するO&Mコンサルタントサービスの提供

にサインしている。

#### 4.7.4 モンゴル

三菱パワーは、既設第4火力発電所のボイラリハビリ工事の対応を行っている。

#### 4.7.5 既設石炭火力への Flex-USC の適用案



出典：調査団作成

図 4.7-2 既設石炭火力への Flex-USC 機能の適用案

図 4.7-2 に既設石炭火力への Flex-USC の適用案を示す。

図 4.7-2 は、インドネシアの30年後までを見据えたエネルギーバランスを予測したものである。グレーがガス、濃いブルーが従来型のベースロード石炭火力、明るいブルーが Flex-USC、そして、グリーンが再生可能エネルギーを、また、赤い折れ線は全てのエネルギーの平均 CO<sub>2</sub> 原単位の推移を示している。

仮に Flex-USC を全く適用せず、今後全ての石炭火力をベースロードとした場合には、電力系統安定化を維持するために、グリーンの再生可能エネルギー導入量に制限（Renewable Energy 内の白線）を加える必要が出てくる。

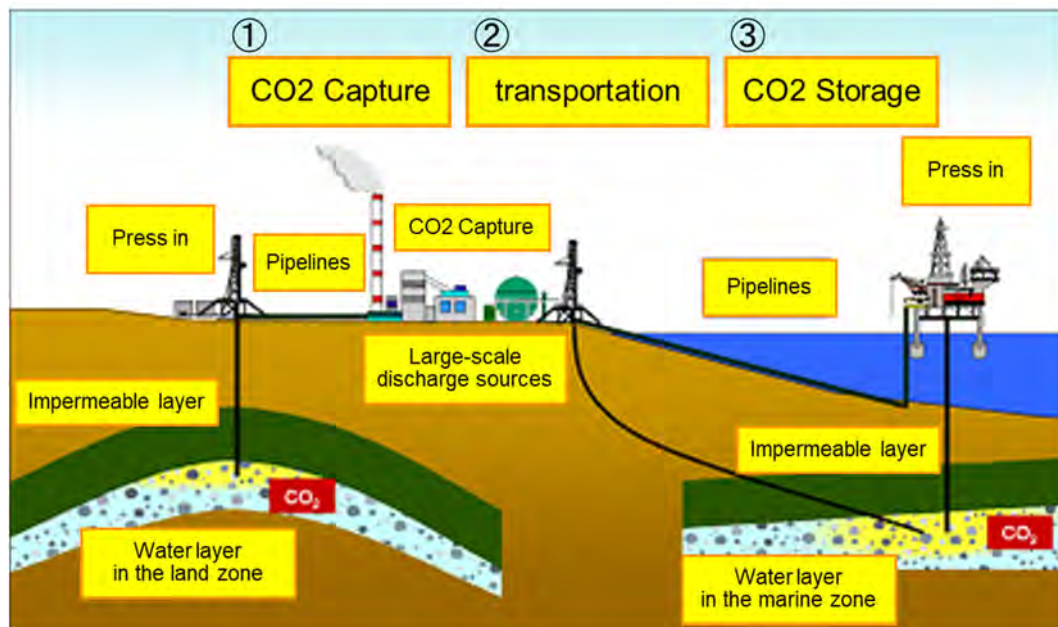
一方、Flex-USC を導入すれば、電力系統制御機能が向上することで、再生可能エネルギー導入量に制限を加える必要が無くなる。この結果、Renewable Energy 内の白線より上の部分で示す再生可能エネルギーの導入量を増やすことができる。

このように Flex-USC を適用することで、再生可能エネルギー + Gas + Coal 全てのエネルギーの平均 CO<sub>2</sub> 原単位を減少させることができる。

インドネシアではこのような効果を考え、Flex-USC の一つの機能である最低負荷引き下げを検討中である。

## 4.8 当国への CCS 適用可能性

### 4.8.1 CO<sub>2</sub>回収貯留の方法



[Source: RITE(Research Institute of Innovative Technology for the Earth)]

図 4.8-1 CO<sub>2</sub>回収および貯留の方法

図 4.8-1 は CO<sub>2</sub>回収および貯留の方法を示す。

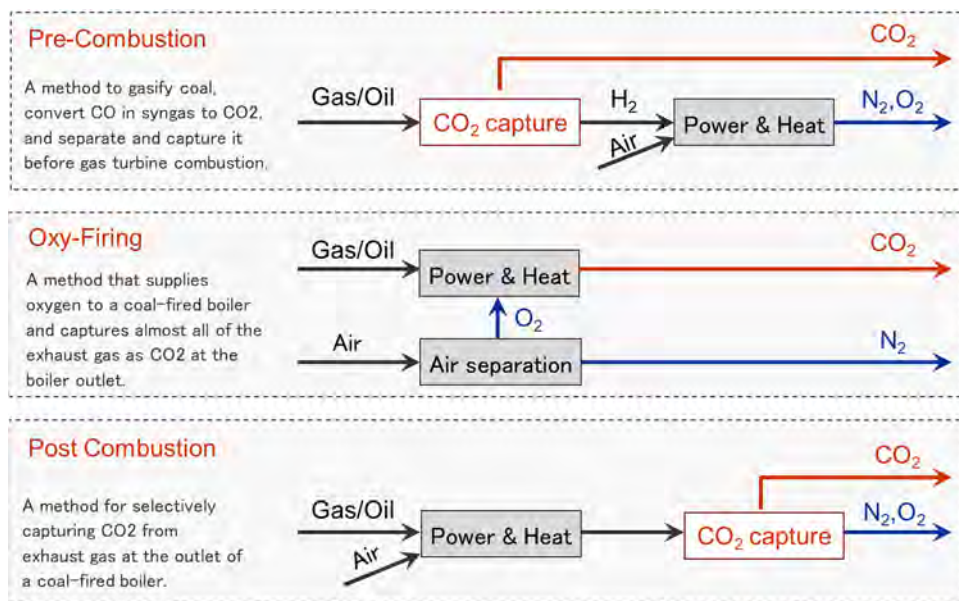
CO<sub>2</sub>は約 20MPa に加圧され、遮蔽層（Impermeable layer）で遮蔽された帯水層（Water layer）に貯留される。この帯水層は地底、及び、海底凡そ 1km～3km の深さに何層か存在する。また、長期的に貯留するためには、図 4.8-1 の左側に示すようなキャップ型で遮蔽された帯水層が好ましい。

火力発電プラントに CCS（Carbon dioxide Capture and Storage）を適用するためには図 4.8-1 に示す①～③の課題を克服する必要がある。

- ① CO<sub>2</sub> Capture : CO<sub>2</sub>回収技術の効率化を図る
- ② Transportation: 回収した CO<sub>2</sub>を貯留場所まで如何に輸送するか
- ③ CO<sub>2</sub> Storage : 回収した CO<sub>2</sub>を何処に貯留するか

以下にこれらの現状を述べる。

#### 4.8.2 CO<sub>2</sub>回収の方法



出典：調査団作成

図 4.8-2 CO<sub>2</sub>回収の方法

図 4.8-2 は火力発電所からの CO<sub>2</sub> 回収の方法を示す。

##### (1) 燃焼前の CO<sub>2</sub>回収（Pre-Combustion）

IGCC システムで行われている技術で、石炭をガス化し、合成ガス中の CO を CO<sub>2</sub> に変換した後にガスタービン燃焼前に分離・回収する方法。

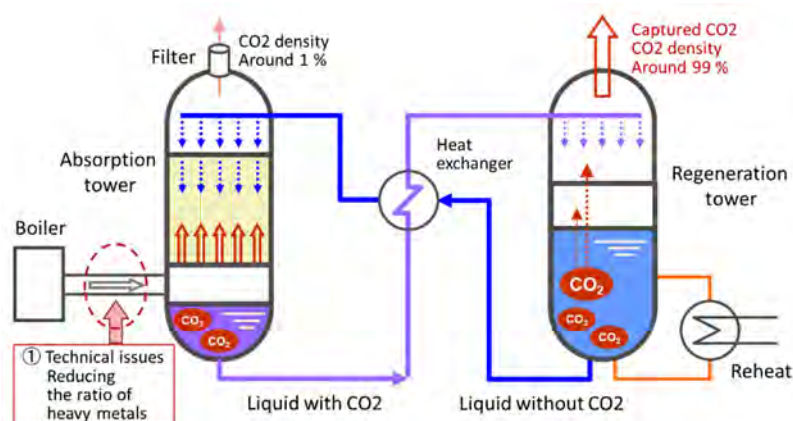
##### (2) 酸素燃焼（Oxy-Firing）

現在開発中の技術で、石炭焚きボイラに酸素を供給し、ボイラ出口で排ガスのほぼ全量を CO<sub>2</sub> として回収する方法。

##### (3) 燃焼後の CO<sub>2</sub>回収（Post Combustion）

USC ボイラで CO<sub>2</sub> を回収する場合に使われる技術で、石炭焚きボイラの出口で、排ガスから CO<sub>2</sub> を選択的に回収する方法。

### 4.8.3 CO<sub>2</sub> 回収技術（アミン化学吸収法）



出典：調査団作成

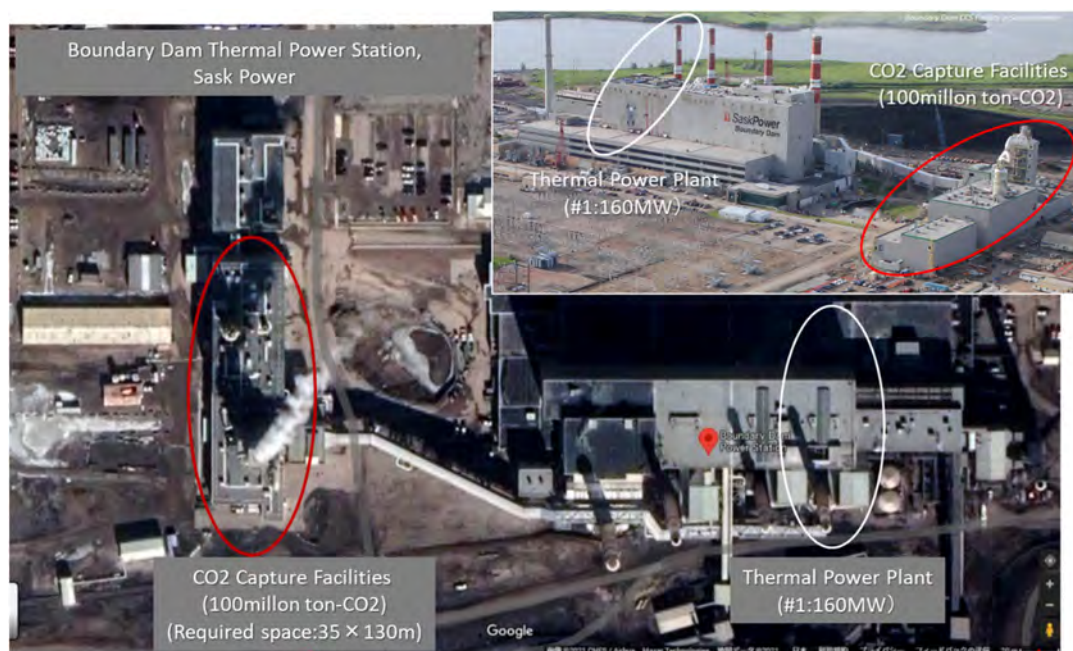
図 4.8-3 CO<sub>2</sub> 回収技術（アミン化学吸収法）

図 4.8-3 に CO<sub>2</sub> 回収技術(アミン化学吸収法)を示す。図左の「吸収塔」で CO<sub>2</sub> を吸収した後の吸収液は吸収塔下部から「再生塔」に送られ、蒸気により加熱されることで CO<sub>2</sub> を放出し、再生された吸収液は「吸収塔」に戻り再利用される。この図ではボイラからの排ガスに不純物が多く含まれない場合を示しており、最終的には CO<sub>2</sub> 回収率が 99% になることを示している。

しかし、実際のボイラ排ガスには重金属が含まれている。このような重金属を含んだガスが CO<sub>2</sub> 回収塔に入るとアミンがこれらの重金属に反応して、本来吸収する目的の CO<sub>2</sub> への反応が低下してしまいますことが実用化試験の中でわかってきた。

したが、CO<sub>2</sub> 回収率の向上が今後の課題といえる。

### 4.8.4 CO<sub>2</sub> 回収装置の設置事例（Sask Power in Canada）



[Picture Source: International CCS Knowledge Centre, Public report 2018]

図 4.8-4 回収装置の設置必要スペース

図 4.8-4 は CO<sub>2</sub> 回収装置の設置必要スペースを示す。図 4.8-4 の写真はカナダの Sask Power 社



Boundary Dam 発電所 3 号機(発電端 160MW/送電端 150MW)に納入された CO<sub>2</sub> 回収装置で、図 4.8-3 に示す「アミン化学吸収法」である。ここで回収された CO<sub>2</sub> は EOR（深度約 1.4 km）用に販売、一部は深部塩水層（深度 3.2 km）に圧入されている。

EOR: Enhanced Oil Recovery

(1) CO<sub>2</sub> 回収装置の回収量

CO<sub>2</sub> 回収設備の回収能力は約 100 万 ton-CO<sub>2</sub> /year で、発電端 160MW/送電端 150MW の 3 号機からの排ガス全量の CO<sub>2</sub> を回収している。

(2) CO<sub>2</sub> 回収装置に必要な所内動力

100 万 ton-CO<sub>2</sub> /year の回収能力を持つ CO<sub>2</sub> 回収装置に必要な動力は約 30MW であり、送電端 150MW の約 20%の所内動力が必要である。

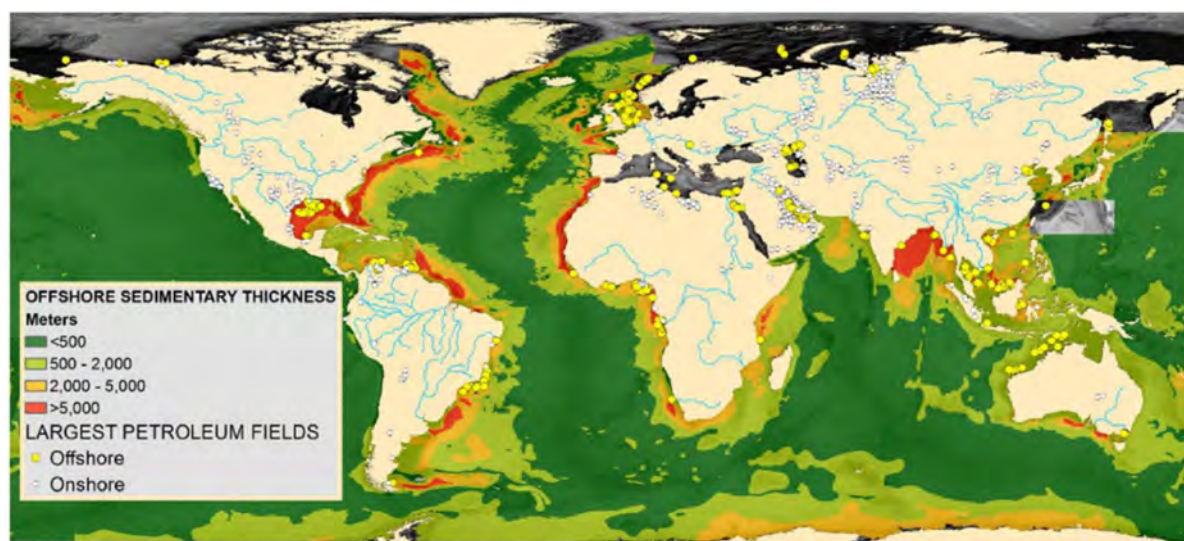
(3) CO<sub>2</sub> 回収装置に必要な設置スペース

160MW の発電設備に対し、約 100 万 ton-CO<sub>2</sub> /year の CO<sub>2</sub> 回収設備が必要になるが、この必要スペースは回収装置の設置必要スペースは図 4.8-4 に示す通り、35×130m ≒4,500m<sup>2</sup>。

(4) CO<sub>2</sub> 回収装置のコスト

2015 年に設置された際のコストは、160MW 発電設備を 1 とすると、CO<sub>2</sub> 回収装置のコストは、約 1.4 倍。そのため、発電設備と CO<sub>2</sub> 回収設備を含めた全体のコストは、発電設備のみの場合の 2.4 倍となる。

#### 4.8.5 帯水層での CO<sub>2</sub> 貯留の可能性



[Source: T. A. Meckel The University of Texas, Scientific reports, 2019]

図 4.8-5 海底の CO<sub>2</sub> 貯留層 (Gton 級)

図 4.8-5 に海底の CO<sub>2</sub> 貯留層 (Gton 級) を示す。図中に示した色 (緑、薄緑、黄、赤) は貯留層の厚さ (m) を示している。

これを見ると、インド、当国沖に 5,000m 級の貯留層が表現されており当国で CCS を行うポテンシャルがあることがわかる。

#### 4.8.6 世界の CO2 貯留資源評価

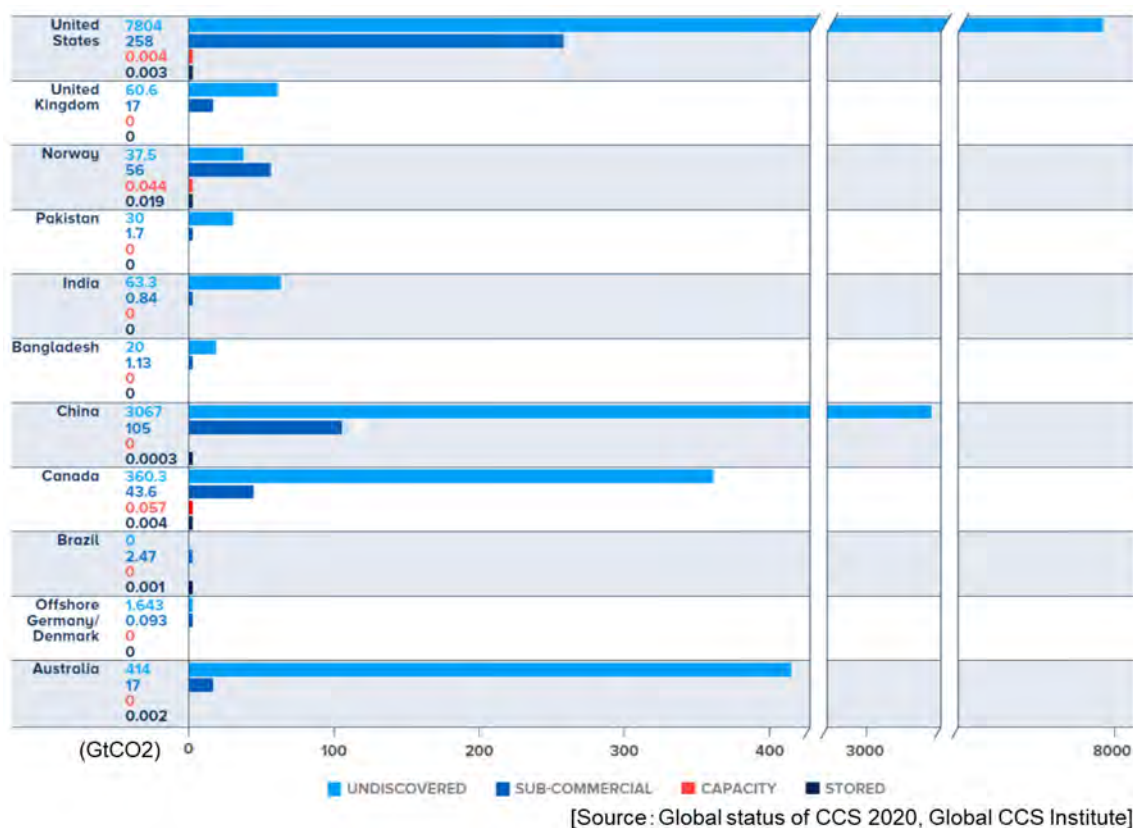


図 4.8-6 世界の CO2 貯留量評価

図 4.8-6 に世界の CO2 貯留量評価を示す。この図は 2020 年に公表された最新のデータであり、今後、これらの評価は更新されてゆくと思われるが、ここに当国の評価結果が示されている。これによれば他のエリアに比べれば少ないが貯留の可能性として 20 GtCO2 と示されている。

#### 4.8.7 オーストラリアにおける CCS のポテンシャル

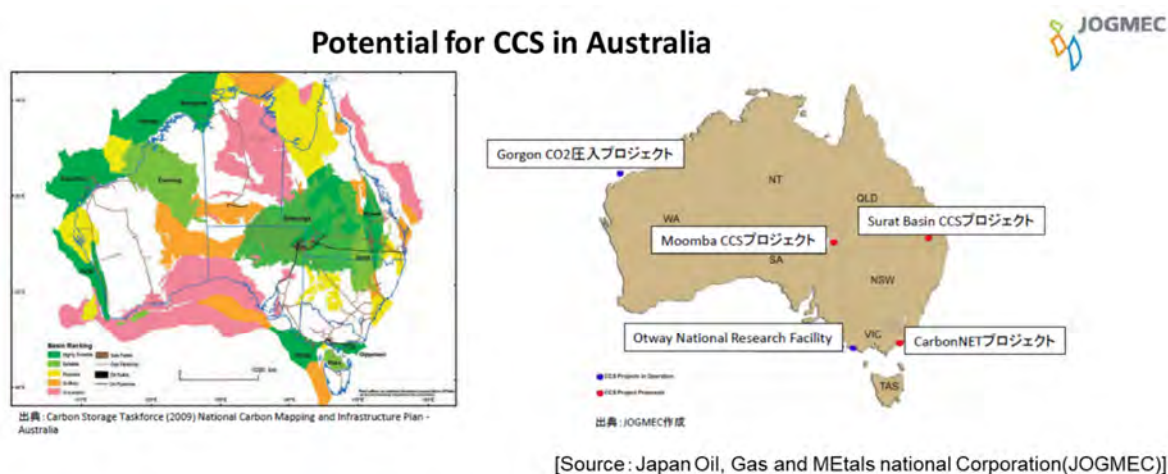


図 4.8-7 オーストラリアにおける CCS のポテンシャル

図 4.8-7 にオーストラリアにおける CCS のポテンシャルを示す。オーストラリアは現在 CCS に

積極的に取り組み国の一つで、右図のようなプロジェクトが推進されている。また、左図に示すように CO2 貯留の可能性も示されている。

今後、日本で利用拡大が見込まれるアンモニアについては、オーストラリアの石炭を改質し日本に輸送することが計画されている。また、ここで改質する際に発生する CO2 はオーストラリア国内で貯留することも検討されている。これが実現できれば火力発電所で利用するアンモニアはグリーンアンモニアに相当する燃料になる。

日本では上記のように燃料を改質した場所で CO2 貯留まで行うプロセスが検討されている。

#### 4.8.8 3/4 号機で CCS を実現させるための課題

3/4 号機において、どのように CCS を実現させるかを考えた場合、以下のような課題があげられる。

##### (1) CO2 回収において

###### (a) CO2 回収技術の改善

CO2 回収段階での課題は 4.8.3 で述べた通り、CO2 回収技術の改善が望まれる。

###### (b) CO2 回収装置設置に必要なスペース

CO2 回収装置の設置場所を発電設備に隣接した場所に発電設備（ボイラ、蒸気タービン、発電機などの主要設備）以上のエリアを設ける必要がある。

カナダ Sask Power 社 Boundary Dam 発電所の事例から 3/4 号機の 1,200MW に必要な CO2 回収装置設置スペース計算すると、

3/4 号機の 1,200MW の CO2 全量を回収する場合は、

$1,200\text{MW} / 160\text{MW} (\text{Boundary Dam 3 号機}) \doteq 8 \text{ 倍}$

Boundary Dam 3 号機の CO2 回収装置を 8 ユニット設置すると仮定して、

$(35 \times 130\text{m}) \times 8 \doteq 36,000\text{m}^2$

##### (2) CO2 輸送において

回収した CO2 を貯留可能なエリアまでどのように搬送するのか。陸上にパイプラインを設けるのか、あるいは、船で搬送して海上基地から圧入するのか、などの輸送ラインを確保する検討が必要である。

##### (3) CO2 貯留において

図 4.8-1 に示すような当国沖の帯水層に圧入する場合の CO2 貯留可能量は 2020 年公表値で 20 Gton-CO2 である。

4.4.2 のアンモニア混焼による 3/4 号機の CO2 削減量で示した通り、

1,000MW 石炭火力から排出される年間の CO2 排出量は約 5 million ton-CO2 である。

$20 \text{ Gton-CO2/year} / 5\text{million ton-CO2/year} = 4,000\text{year}$

1,000MW の石炭火力から排出される CO2 であれば、4,000 年分は貯留できるという計算になる。

##### (4) CCS を実現させるための経済性において

カナダ Sask Power Boundary Dam の事例からみると、CO2 回収装置を設置することで、発電設備コストに CO2 回収装置を加えた総額は、 $1+1.4=2.4$  倍になる。

また、CO2 回収装置による所内電力ロス約 20%あることも考慮する必要がある。

更に、CO2 貯留場所によって、また、搬送方法によって経済性が大きく変化する。

##### (5) まとめ

(1)~(4)で述べたように、CO2 回収技術、CO2 回収装置のスペース確保、CO2 輸送ルートの検討、CO2 貯留場所の検討など、解決すべき課題が多岐にわたっており、本事業で CCS を適用することは難しい。

但し、CO2 回収装置の将来を見通せば、スケールメリット、量産メリットなどで CCS 導入に係

る経済性は大きく改善されることが見込まれる。現在世界では、スケールメリット(CCS プロジェクトの大規模化)、また、経験の蓄積、技術開発でコスト低減を目指しており、その動向に今後も留意してゆく必要がある。

## 第5章 発電所建設予定地周辺の概況

### 5.1 環境の概況

事業計画地ならびにその周辺の環境の状況については、「バングラデシュ国チッタゴン石炭火力発電所建設事業準備調査報告書」、「1/2号機で実施されている環境モニタリング報告書」等の文献、本調査で実施した雨季・乾季の調査結果（インタビュー調査等も含む）を整理した。

調査結果の詳細は、添付資料に記載している。

利用する調査データ	調査時期	備考
バングラデシュ国マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業（フェーズ2）準備調査	2021年2月、7月	乾季2月、雨季7月として調査を実施した。 自然環境に係る情報収集は、主に現地調査、文献調査であるが、社会環境に係る情報収集では、文献調査のほかに、関係機関、地元住民へのインタビュー、書面等による聞き取り調査を実施した。
バングラデシュ国チッタゴン石炭火力発電所建設事業準備調査報告書	2012年10月、2013年1月	
1/2号機で実施されている環境モニタリング報告書	2019年1月～2020年12月	[自然環境] 2019年1月から2020年1月のモニタリング結果は、Covid-19の蔓延以前であり、浚渫工事、基礎地盤工事、港湾工事等の土木工事が進められた期間であった。Covid-19蔓延以降、一時的に工事の縮小があった。2021年以降、徐々に通常の作業に戻っている。なお、モニタリングは継続して実施されている。
	2018年1月～2021年7月	[社会環境] モニタリング開始から至近2021年7月まで社会環境に係る情報をレビューした。

出典：調査団作成

2021年1月現在の本事業建設予定地の状況を図5.1-1に示す。本事業の建設予定地は、1/2号機の工事資機材置き場等に利用されている。3/4号機建設工事も同様、資機材置き場は事業対象地の一角に設けられる予定である。



出典：Google Earth をもとに調査団作成

図 5.1-1 本事業建設予定地の至近の状況

No	Shooting from left side to right side at standing point (27 <sup>th</sup> January, 2021)			
1				

No	Shooting from left side to right side at standing point (27 <sup>th</sup> January, 2021)			
2				
3				
4				

No	Shooting from left side to right side at standing point (27 <sup>th</sup> January, 2021)			
5				
6				
7				

出典：調査団作成



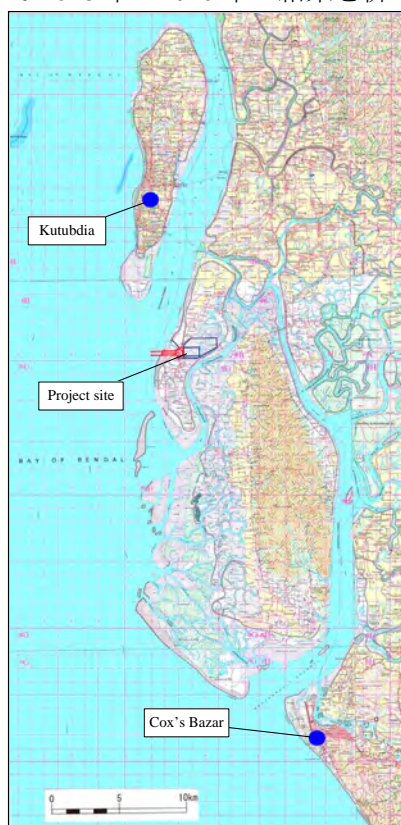
### 5.1.1 大気質（添付資料 5.1.1 参照）

#### (1) 気象

当国の気候は熱帯モンスーン気候に属している。事業計画地周辺には、北約 10km にクトゥブディア（Kutubdia）、南約 30km にコックスバザール（Cox's Bazar）の測候所が設置されている。

Cox's Bazar 測候所は、2020 年 8 月から 12 月までの観測記録が欠測であることから、気象庁が公開している Cox's Bazar の 2012 年から 2020 年までの気温、降水量の観測結果についても整理した。

事業計画地では、連続した気象観測が実施されていないことから、気象モデル（MM5<sup>1</sup>）を使って 2018 年～2020 年の結果を併せて整理した。詳細は以下のとおりである。



出典：調査団作成

図 5.1-2 測候所の位置

<sup>1</sup> The Fifth-Generation NCAR/Penn State Mesoscale Model: ペンシルベニア州立大学と NCAR (National Center for Atmospheric Research)で開発されたメソ気象モデル

(1-1) 事業計画地最寄りの測候所の概況（Cox's Bazar, Kutubdia）

(1-1-1) 気温・湿度

表 5.1-1 に示す気象庁が公表している 2012 年から 2020 年（9 年間）の Cox's Bazar での観測結果を参考にした。その結果、平均最低気温 19.3°C（1 月）、平均最高気温 29.1°C（5 月）である。

表 5.1-2 に示す Kutubdia 測候所の記録によれば、年間平均気温は 26.3°C、最高気温は 36.6°C（5 月）、最低気温は 11.7°C（2 月）、平均湿度は 78.5% である。

(1-1-2) 降水量

表 5.1-1 に気象庁が公表している 2012 年から 2020 年（9 年間）の Cox's Bazar の観測結果によれば、年間平均降水量は 3,678mm で、7 月が最も降水量が高い。

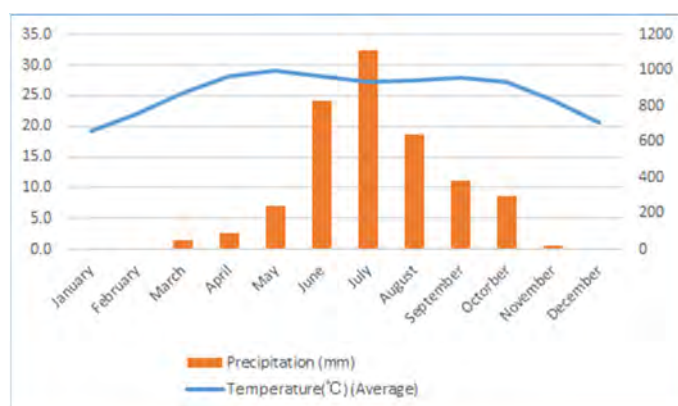
表 5.1-2 によれば、Kutubdia の年間降水量は 3,165mm で 12 月～3 月は低く、6～8 月は高い。

(1-1-3) 風況

Kutubdia の年間平均風速は 5.1m/s である。

表 5.1-1 Cox's Bazar の気象（2012 年～2020 年）

Month	Temperature(°C) (Average)	Temperature(°C) (Highest)	Temperature(°C) (Lowest)	Precipitation (mm)
January	19.3	26.9	15.6	7
February	22.0	29.9	18.1	5
March	25.4	31.9	21.6	49
April	28.1	33.2	24.8	93
May	29.1	33.2	25.8	239
June	28.3	31.8	25.9	830
July	27.4	30.7	25.5	1112
August	27.5	31.2	25.6	639
September	28.0	31.9	25.6	385
October	27.2	31.9	24.7	292
November	24.2	31.0	21.1	20
December	20.7	28.0	17.3	8
Annual	25.6	31.0	22.6	3,678



備考：観測期間 2012 年 1 月から 2020 年 11 月の月別平均値  
出典：気象庁

表 5.1-2 Kutubdia の気象（2020 年）

Year	Month	Temperature (°C) (Average)	Temperature (°C) (Highest)	Temperature (°C) (Lowest)	Humidity (%) (Average)	Precipitation (mm)	Wind speed (m/s) (Average)	Missing rate (%)
2020	January	20.1	28.4	12.2	76.2	41	4.1	-
	February	21.3	29.5	11.7	70.8	2.0	4.1	-
	March	25.9	34.0	17.5	73.5	0.0	4.2	-
	April	27.9	33.5	21.7	77.3	62.0	4.4	-
	May	29.2	36.6	22.8	78.6	155.0	5.2	-
	June	28.7	34.5	19.0	84.4	554.0	7.3	-
	July	28.5	33.5	25.0	85.7	830.0	6.8	6.5
	August	27.9	34.0	24.8	87.8	892.0	7.4	-
	September	29.2	35.0	24.7	81.4	246.0	4.9	-
	October	29.3	35.0	24.5	79.9	297.0	3.7	-
	November	25.8	32.2	17.4	78.6	86.0	4.3	-
	December	21.1	29.3	13.7	67.3	0.0	4.7	-
Annual		26.3	-	-	78.5	3165.0	5.1	0.5

出典：調査団作成

(1-2) 事業計画地の気象の概況

(1-2-1) 気温

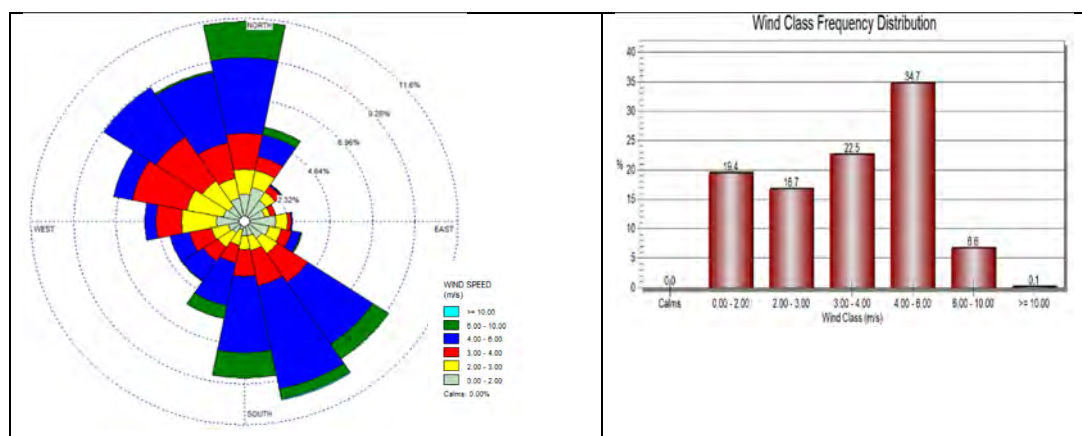
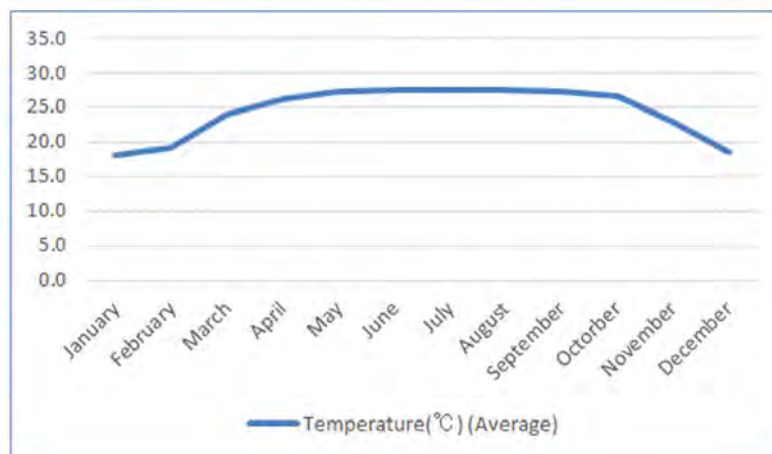
表 5.1-3、図 5.1-3 に示すとおり、2020 年の平均気温は 1 月の 18.2°C が年間で最も低く、6 月、7 月の 27.6°C が年間で最も高い。

(1-2-2) 風況

表 5.1-3、図 5.1-3 に示すとおり、乾季である 1, 2 月は西寄りの風が卓越し、雨季である 5~8 月は南寄りの風が卓越する。年間の平均風速は 3.4m/s で、雨季は、乾季に比べ平均風速が高い傾向にある。添付資料 5.1.1 に 2018 年から 2020 年の風配図、風速階級別出現率を記載している。

表 5.1-3 事業計画地の気象（2020年）（気象モデル）

Year	Month	Temperature(°C) (Average)	Temperature(°C) (Highest)	Temperature(°C) (Lowest)	Humidity (%) (Average)	Prevailing direction wind	Wind speed (m/s)(Average)	Wind speed (m/s)(Highest)
2020	January	18.2	21.8	13.8	75.6	NW	2.5	6.7
	February	19.2	23.7	14.9	73.8	NW	2.4	5.7
	March	24.0	29.0	18.7	72.2	NNW	2.9	7.7
	April	26.1	30.1	22.7	77.8	W	2.9	9.3
	May	27.2	31.8	23.5	80.8	SSE	3.8	9.3
	June	27.6	30.7	24.3	88.4	SSE	4.2	9.3
	July	27.6	30.8	24.5	89.2	SSE	4.1	8.2
	August	27.5	31.3	24.9	90.1	SSE	4.2	9.3
	September	27.3	31.4	24.1	88.4	SSE	3.5	7.7
	October	26.6	30.7	23.3	85.0	SE	3.3	10.8
	November	22.9	28.1	18.7	79.7	NNW	3.6	8.7
	December	18.5	22.7	14.9	73.0	N	3.0	7.7
Annual		24.4	28.5	20.6	81.2	---	3.4	8.4



備考：Wind rose by MM5 at project site (2020.1.1-2020.12.31)

出典：調査団作成

図 5.1-3 風配図

(2) 大気汚染物質（添付資料 5.1.1 参照）

当該地域は環境基準を満足する良好な大気環境である。詳細は以下のとおりである。

(2-1) 本調査で実施した雨季・乾季の調査結果

浮遊粒子状物質（SPM）濃度は若干高いが、SO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub> は低く、いずれも当国の基準以下であった。

(2-2) 「バングラデシュ国チッタゴン石炭火力発電所建設事業準備調査報告書」による情報

雨季と乾季とも浮遊粒子状物質（SPM）濃度は若干高いが、SO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub> は低く、いずれも当国の基準以下であった。

(2-3) 「1/2 号機で実施されている環境モニタリング報告書」による情報

年間を通じて、事業計画地ならびにその周辺は、当国の環境基準以下であった。

5.1.2 騒音・振動（添付資料 5.2 参照）

(1) 本調査で実施した雨季・乾季の調査結果

【騒音】

マタバリ村、ドルガタ村の騒音レベルは、当国の住居地域の基準を超過し、混合域（主に住居地域であるが、同時に商業や工業も行なわれる）をわずかに超える程度であったが、商業・工業地域の基準値は下回っている。この理由として生活環境による騒音レベルが比較的高いためである。

【振動】

マタバリ村、ドルガタ村の微動 H/V スペクトル比、ピーク振幅、卓越周期は類似しており、事業計画地を含む周辺は軟弱地盤と考える。なお、マタバリ村、ドルカタ村には、大きな振動源となるものは確認できなかった。

マタバリ村、ドルガタ村の振動レベルの調査結果でも十分低い値であり、振動による生活への影響はないと考えられる。

(2) 「バングラデシュ国チッタゴン石炭火力発電所建設事業準備調査報告書」による情報

調査は昼間の時間帯に実施しており、住居地域内は車両の通行等で住居地域の環境基準を超過していた。このことから事業実施以前の段階から、事業対象地周辺では生活環境による騒音レベルが比較的高かったことが考えられる。

(3) 「1/2 号機で実施されている環境モニタリング報告書」による情報

年間を通じて、住居地域側の敷地境界では、商業・工業地域に適用する基準値を十分に下回っているが、住居地域に適用する基準値と比較すると、わずかに超えている。なお、敷地境界と住居地域は 50m 程度離れ、本事業の建設予定地から敷地境界は 100m 以上離れている。

1/2 号機建設工事に係るモニタリングでは、四半期ごとに住民との面談を行っており、2020 年 11 月の面談において、夜間での杭打ち工事による騒音に対して懸念の声があった。こうした問題に対して、建設工事実施者（HSE ユニット）は、関係者に情報を共有するとともに夜間の住居近傍の工事を避ける等、問題解決に向けて迅速に対応している。

5.1.3 悪臭（添付資料 5.1.3 参照）

「1/2 号機で実施されている環境モニタリング報告書」によれば、年間を通じて、事業計画地ならびにその周辺での悪臭物質（アンモニア、硫化水素）は検出されていない。

5.1.4 水質（添付資料 5.1.4 参照）

## (1) 水質

### (1-1) 海水

本事業周辺の海域の水質（塩分、浮遊物質等）は、雨季の降雨、河川からの流入水の影響を受け、値の変動が大きい。鉄を除き重金属の濃度は低い。詳細は以下のとおりである。

#### (1-1-1) 本調査で実施した雨季・乾季の調査結果

全層（水深 0.5～8m）の乾季の平均水温は 23℃、雨季は 27℃ であった。また、全層の平均塩分は乾季が 25 ppt (part per thousand)、雨季が 21 ppt で降雨による影響を受けている。SS は乾季が 128 mg/L、雨季が 250 mg/L であった。重金属は多くの項目で検出限界以下であった。

#### (1-1-2) 「バングラデシュ国チッタゴン石炭火力発電所建設事業準備調査報告書」による情報

##### (a) 雨季

水温は 28.5～30.5℃ で、表層が高く水深が深くなるにつれて低くなる傾向がある。塩分は 15.8～21.6ppt で、表層が低く水深が深くなるにつれて高くなる傾向がある。

河川水の影響により浮遊物質（SS: suspended solids）が 640～910mg/L と高い。また COD も 160～197mg/L と非常に高いが、BOD は 0.6～1.1mg/L であった。比較的、鉄（Fe）の濃度が高いが、その他の重金属の濃度は低い。

##### (b) 乾季

水温は 18.0～19.0℃ で、塩分は 34.3～37.3ppt で、水深による差はみられなかった。

河川水の影響により SS が 46～329mg/L と高い（特に底層）。また COD も 203～235mg/L と高いが、BOD は 0.2～0.6mg/L であった。重金属は、雨季と同様の傾向であった。

#### (1-1-3) 「1/2 号機で実施されている環境モニタリング報告書」による情報

年間を通して水温は 16～30℃（水深 0.5～8m）である。塩分は 13～32ppt で河川、降雨による影響を受ける。SS は 128～1,020mg/L で雨季に高い傾向がある。COD は 15～340mg/L（期間途中で分析方法の変更があり分析値に大きな差が生じた。分析方法の変更を考慮した補正後の値は 8～38 mg/L）、BOD は 1.1～2.7mg/L、重金属<sup>2</sup>は多くの項目で検出限界以下であった。

### (1-2) 表流水（コヘリア運河）

コヘリア運河は、当国で定める表流水に係る 6 つのクライテリア（環境基準）のうち、「B：リクレーション」に相当する。詳細は以下のとおりである。

#### (1-2-1) 本調査で実施した雨季・乾季の調査結果

1/2 号機で実施されている環境モニタリング結果と同程度の水質であり、「B：リクレーション」に相当する。

乾季の水温は 24℃、雨季は 27℃ で、BOD は年間を通じて低く、環境基準を下回っている。

#### (1-2-2) 「バングラデシュ国チッタゴン石炭火力発電所建設事業準備調査報告書」による情報

乾季のコヘリア運河の水温は 18℃、塩分は 35 ppt であり、海水が流入する汽水域で、海域の水質の影響を受けている。雨季は水温が 30.6℃ で、雨水の流入等による影響もあり塩分が 9.8 ppt と低くなる。なお、BOD は年間を通じて低く、環境基準を下回っている。

#### (1-2-3) 「1/2 号機で実施されている環境モニタリング報告書」による情報

前述の「バングラデシュ国チッタゴン石炭火力発電所建設事業準備調査報告書」の調査時と同程度の水質である。水温は年間を通じて 19～29℃、塩分は 6～28 ppt で、BOD は年間を通じて低く、環境基準を下回っている。

### (1-3) 地下水

---

<sup>2</sup> 重金属分析に係る定量限界値設定が高かったことから、参考として掲載。

---

当該地域における地下水の状況は、以下のとおりである。

(1-3-1) 本調査で実施した雨季・乾季の調査結果

マタバリ村、ドルガタ村内の井戸の水質について、Turbidity、SS、Nitrogen (Total)、Coliform 等が基準を超過することがあった。重金属等の項目は基準を下回っていた。飲用時は、ろ過、煮沸等が必要と考える。

(1-3-2) 「Bangladesh 国チッタゴン石炭火力発電所建設事業準備調査報告書」による情報  
雨季と乾季とも、当国の飲料水基準を満足していた。

(1-3-3) 「1/2 号機で実施されている環境モニタリング報告書」による情報

事業計画地内の地下水の水質は、Fecal Coliform が当国の飲料水基準を超過するときに観測されたが、その他の項目は当国の飲料水基準を満足していた。飲用する場合、煮沸を行う等の対応が必要になる。

(2) 底質

(2-1) コヘリア運河（添付資料 5.1.4 参照）

乾季と雨季にコヘリア運河内の 14 箇所調査を実施した。調査地点を図 5.1-4 に示す。粒土試験結果から、粒土 0.063mm 以下をシルト、0.063～0.125mm を微粒砂、0.125～0.25mm を細粒砂、0.25～0.5mm を中粒砂、0.5～1mm を粗粒砂、1～2mm を極粗粒砂、2mm 以上を礫に分類した。土の粒度試験結果に基づく底質の構成比（乾季）を図 5.1-5、土の粒度試験結果に基づく底質の構成比（雨季）を図 5.1-6 に示す。その結果、調査地点における砂分布の構成比は乾季では 73.2～99.6%、雨季では 70.2%～98.7% であり、砂の含有率が非常に高いことからコヘリア運河の底質は砂質であると言える。

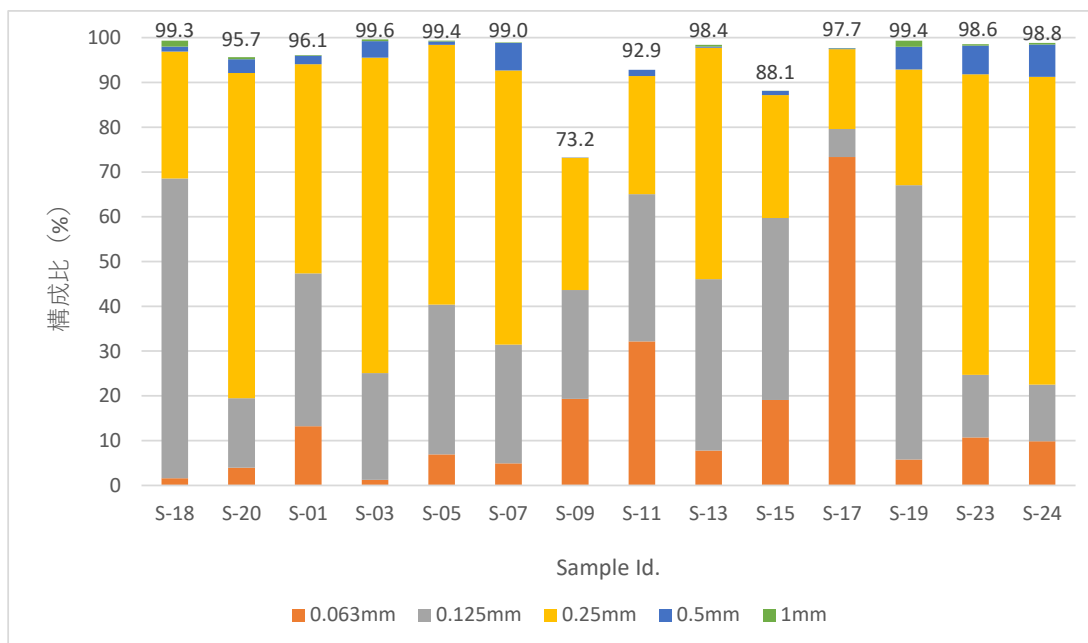
Visher (1969) に基づく堆積物の粒度分布と輸送形態（乾季）を図 5.1-7、Visher (1969) に基づく堆積物の粒度分布と輸送形態（雨季）を図 5.1-8 に示す。Visher (1969) は堆積物の移動形態を水中を浮遊して移動する浮流 (suspension)、底面で移動する掃流 (traction)、躍動 (saltation) に分類した。粒度分布はこれらの潜在的な集団 (sub-population) で構成されると考えた。グラフより、コヘリア運河の砂は「躍動」による砂移動が主であるという結果となった。



出典：調査団作成

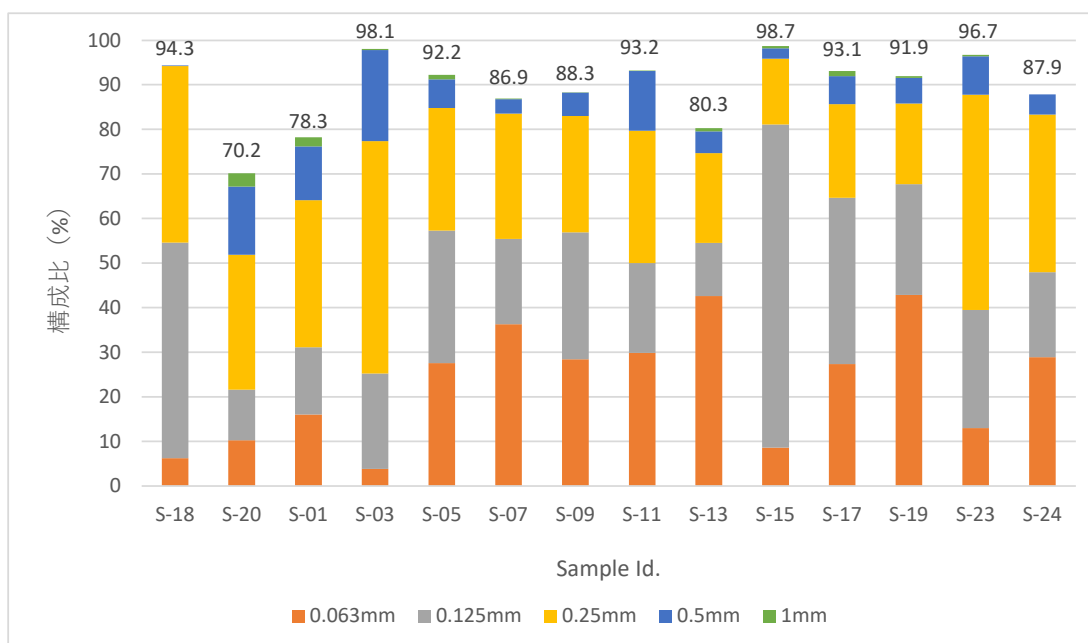
図 5.1-4 底質調査実施地点





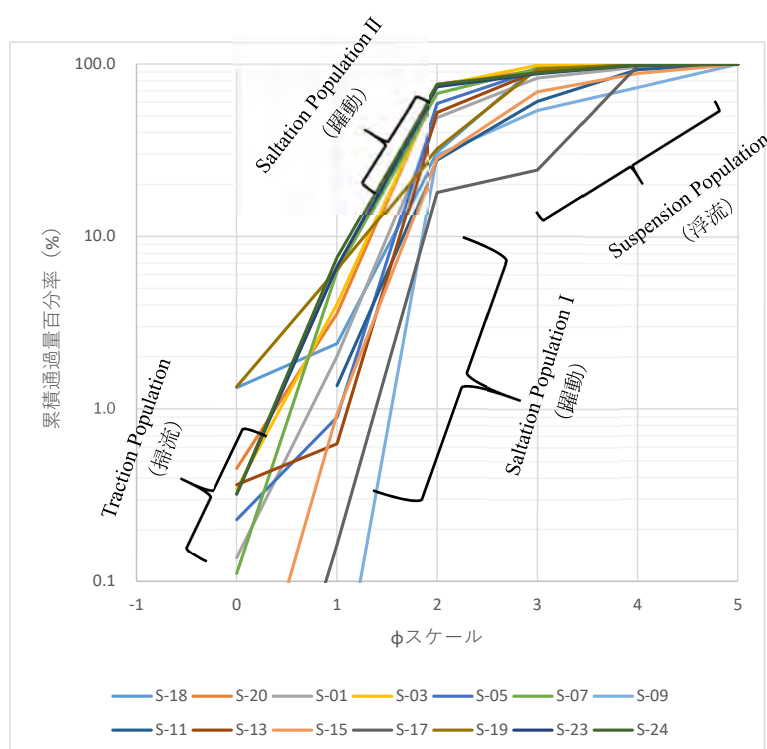
出典：調査団作成

図 5.1-5 砂分布の構成比（乾季）



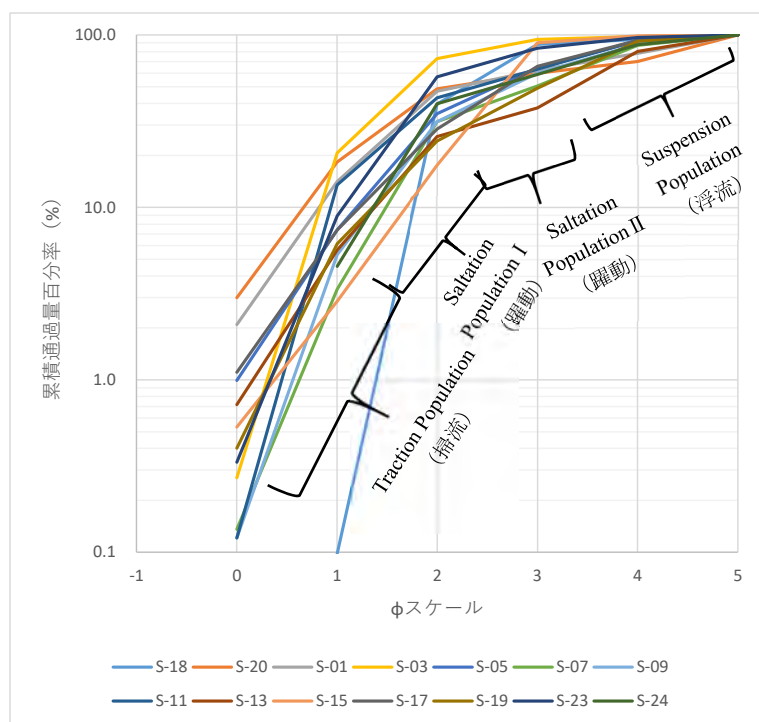
出典：調査団作成

図 5.1-6 砂分布の構成比（雨季）



出典：調査団作成

図 5.1-7 Visher (1969)に基づく堆積物の粒度分布と輸送形態（乾季）



出典：調査団作成

図 5.1-8 Visher (1969)に基づく堆積物の粒度分布と輸送形態（雨季）

## (2-2) 海域

「バングラデシュ国チッタゴン石炭火力発電所建設事業準備調査報告書」によれば、当国には底質の重金属の基準値はない。

アメリカの NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) には、底生生物への影響を及ぼす濃度ガイドライン<sup>3</sup>があり、重金属類や有機塩素化合物群に対して ERL (Effects Range-Low)<sup>4</sup> および ERM (Effects Range-Median)<sup>5</sup> が設定されている。測定結果は、ERL を超えていない。

### 5.1.5 水象

#### (1) コヘリア運河

##### (a) 深淺測量結果（添付資料 5.1.5 (1)参照）

乾季、通常期と雨季に深淺測量を実施した。

乾季 ; 2021 年 2 月 6 日～2021 年 2 月 11 日

通常期 ; 2021 年 4 月 8 日～2021 年 4 月 11 日

雨季 ; 2021 年 6 月 28 日～2021 年 7 月 3 日

深淺測量調査横断面図を図 5.1-9、水深コンターを図 5.1-10 に示す。事業計画地周辺 (Cross section 05, 06-1, 06-2, 07, 08, 09, 10, 11, 12) における乾季、通常期と雨季の深淺測量結果を比較すると、Cross-section 06-2 を除いて同様な結果であった。このことから、乾季、通常期と雨季の間に水深を変化させるような外力（波と流れ）が発生していないことがわかる。一方、Cross Section 06-2 では、乾季から通常期の間に Left Side 側 (x 軸 : 50～100m の間) で最大約 3.0m 水深が深くなった。さらに、通常期から雨季の間には、同区間で最大約 2.0m 水深が浅くなった。前述のとおり、乾季と通常期の 2 ヶ月の間、通常期と雨季の 2 ヶ月の間に水深が変化するような外力は働いていない。このことから、この水深の変化は自然に発生した浚渫（乾季と通常期の間）と堆積（通常期と雨季の間）ではないと考えられる。

その根拠として、以下のように推察する。水深の変化が確認された Cross-Section 06-2 は RHD (Roads and Highways Department) による道路橋建設地点の近傍である。この近傍は、道路橋建設において東側を一時的に埋め立てているため西側を航路として利用することになる。Cross-Section 06-2 の横断面を見ると、東側と比較して西側の水深が浅いため、船舶の航行に支障をきたすことが考えられる。そこで、降雨量が少ない乾季と通常期の間には船舶が運航するための水深を確保するために浚渫し、降雨量が多い通常期と雨季の間には水深を十分に確保できるため、堆積により元の地形に戻した。

---

<sup>3</sup> NOAA (USA): Sediment Quality Guidelines for the National Status and Trends Program  
([http://response.restoration.noaa.gov/book\\_shelf/121\\_sedi\\_qual\\_guide.pdf](http://response.restoration.noaa.gov/book_shelf/121_sedi_qual_guide.pdf) (1999))

<sup>4</sup> 生物影響を観察したデータベースにおいて、毒性が認められた濃度を順に並べたとき、全体の 10% に当たる順位値で、これよりも低い濃度では悪影響はめったに起こらない。

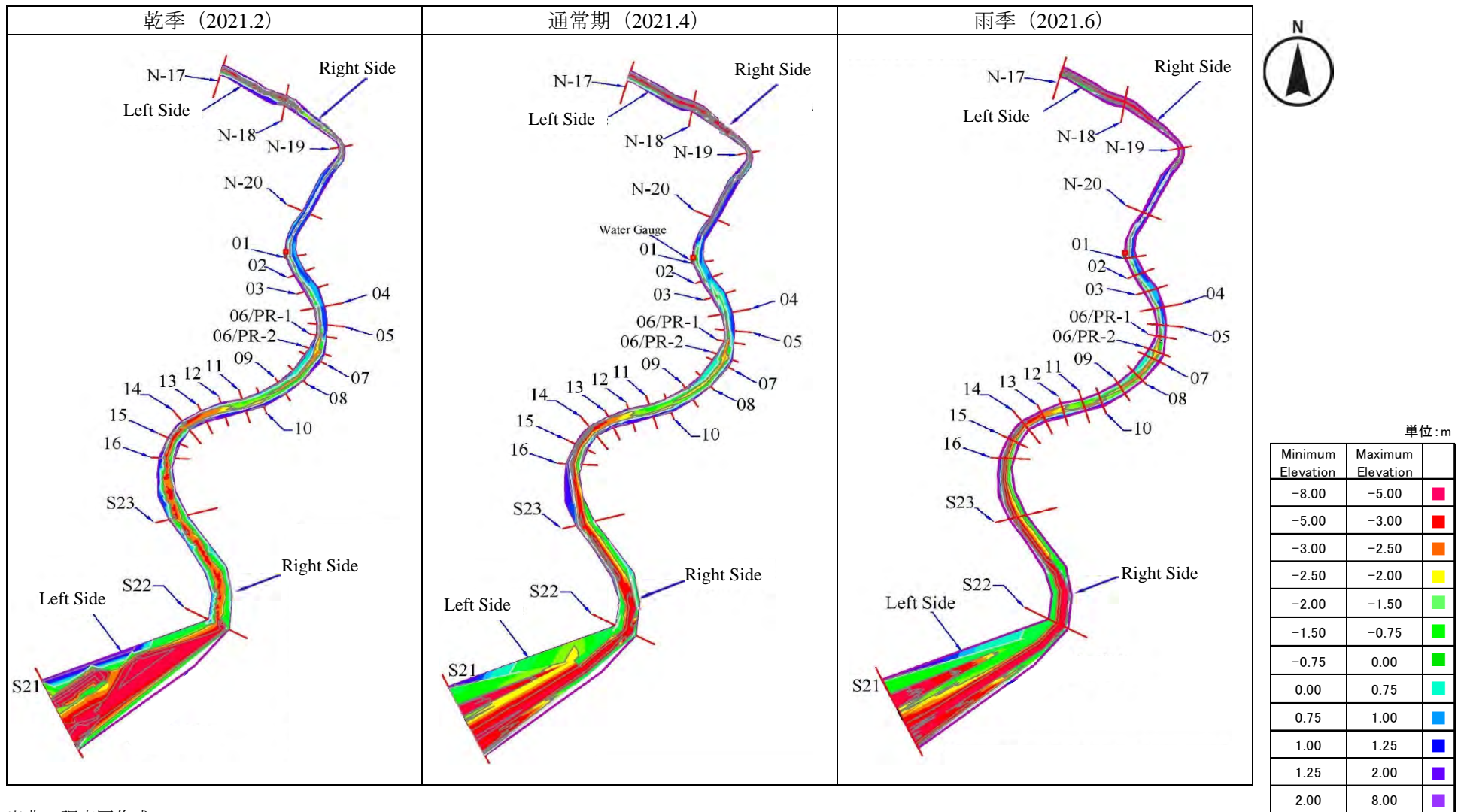
<sup>5</sup> 50% に当たる順位値のことで、これよりも高い濃度では悪影響はしばしば発生する。

---



出典：調査団作成

図 5.1-9 深淺測量調査横断面図



出典：調査団作成  
 図 5.1-10 水深コンター

(b) 潮位データ（添付資料 5.1.5 (2)参照）

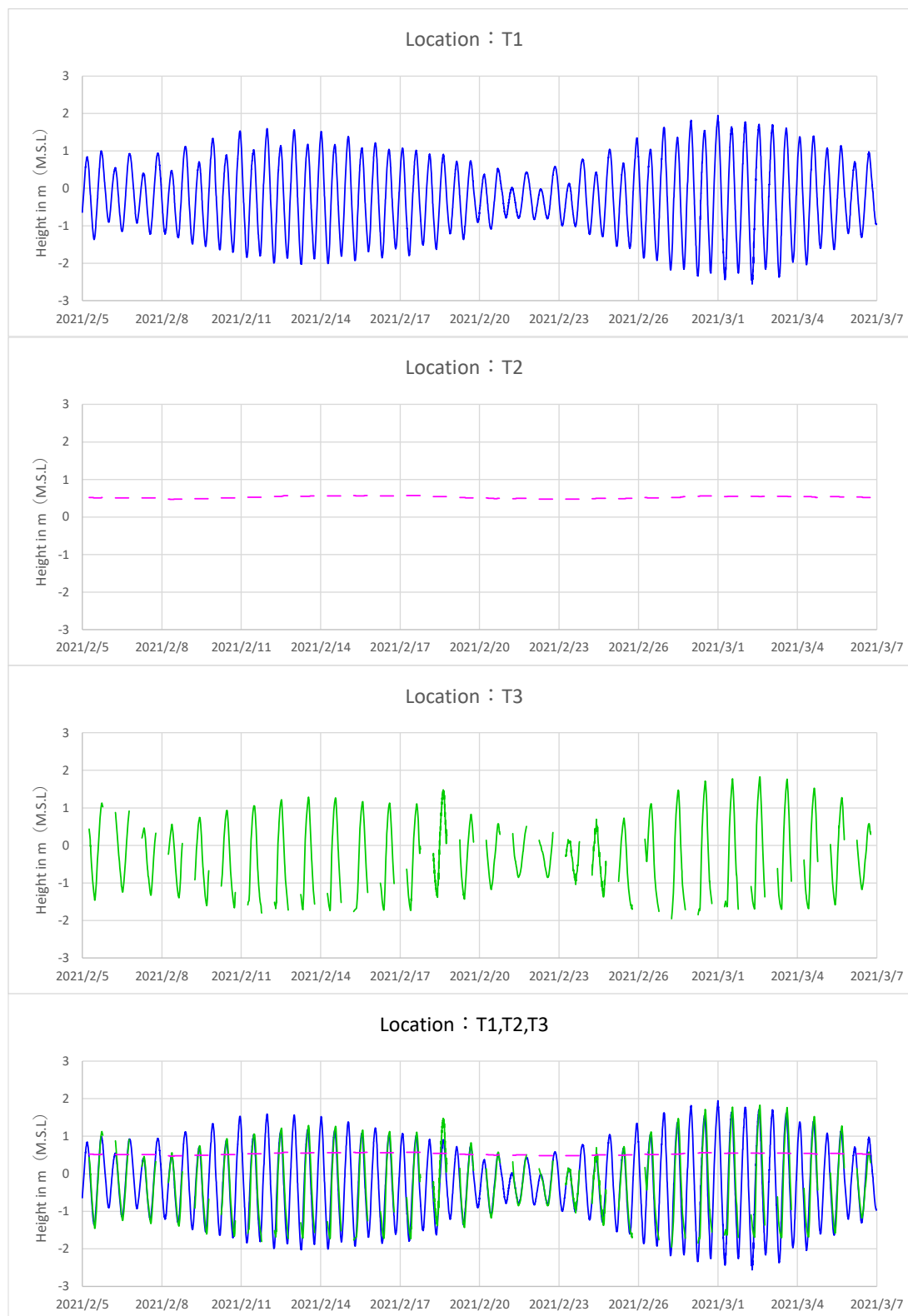
乾季の1ヶ月間（2021.2.5～2021.3.6）、雨季の1ヶ月間（2021.6.18～2021.7.17）に海域（T1）、ランガカリ運河（T2）、コヘリア運河（T3）で潮位を計測した。なお、海域については Matabari Tide Gauge (CPA)の計測結果を使用した。潮位の調査地点を図 5.1-11、3 地点の潮位変動（乾季）を図 5.1-12、3 地点の潮位変動（雨季）を図 5.1-13 に示す。

3 地点の潮位を比較すると、海域（T1）とコヘリア運河（T3）の潮位変動は同様な潮位変動を示しているが、ランガカリ運河（T2）では乾季の場合は約 0.5m (M.S.L)、雨季の場合は約 1.4m～1.7m (M.S.L) の状態が続いている状態であった。このことから、コヘリア運河は海域とつながっているため、水位の高さが海域の影響を受けるが、ランガカリ運河は海域およびコヘリア運河の水位の高さの影響を受けないことが分かった。



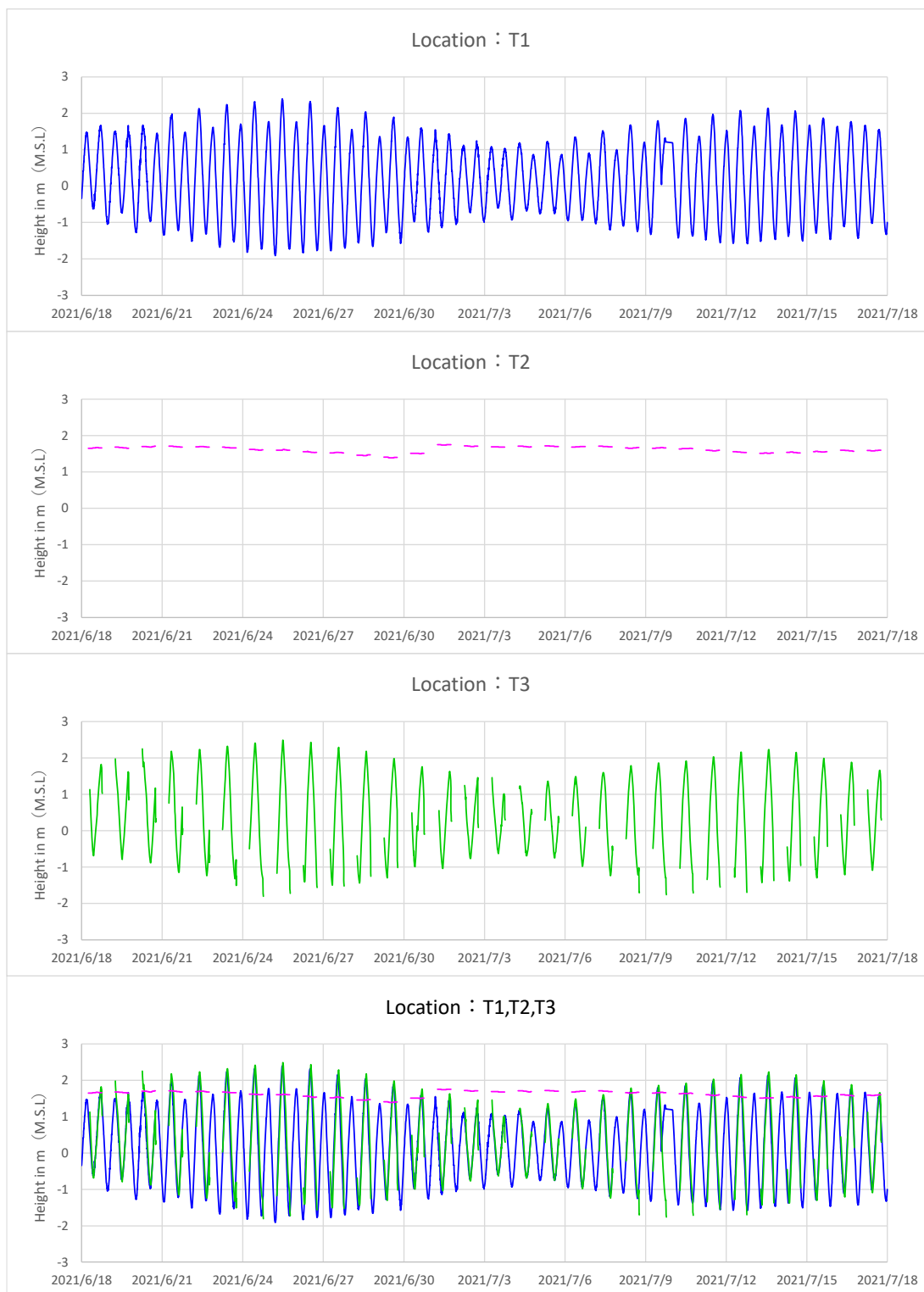
出典：調査団作成

図 5.1-11 潮位の調査地点



出典：調査団作成

図 5.1-12 3地点の潮位変動



出典：調査団作成

図 5.1-13 3地点の潮位変動（雨季）

(c) 波浪データ（添付資料 5.1.5 (3)参照）

乾季の1ヶ月間（2021.2.14～2021.3.15）、雨季の1ヶ月間（2021.6.20～2021.7.19）に事業計画地北側（WC-01）、事業計画地周辺（WC-02）、事業計画地南側（WC-03）で波浪および風況を調査した。波浪および風況の調査地点を図 5.1-14、3地点の波高分布（乾季）を図 5.1-15、3地点の波向分布（乾季）を図 5.1-16 に示す。波浪と風況の比較（乾季）を図 5.1-17～図 5.1-19 に示す。3地



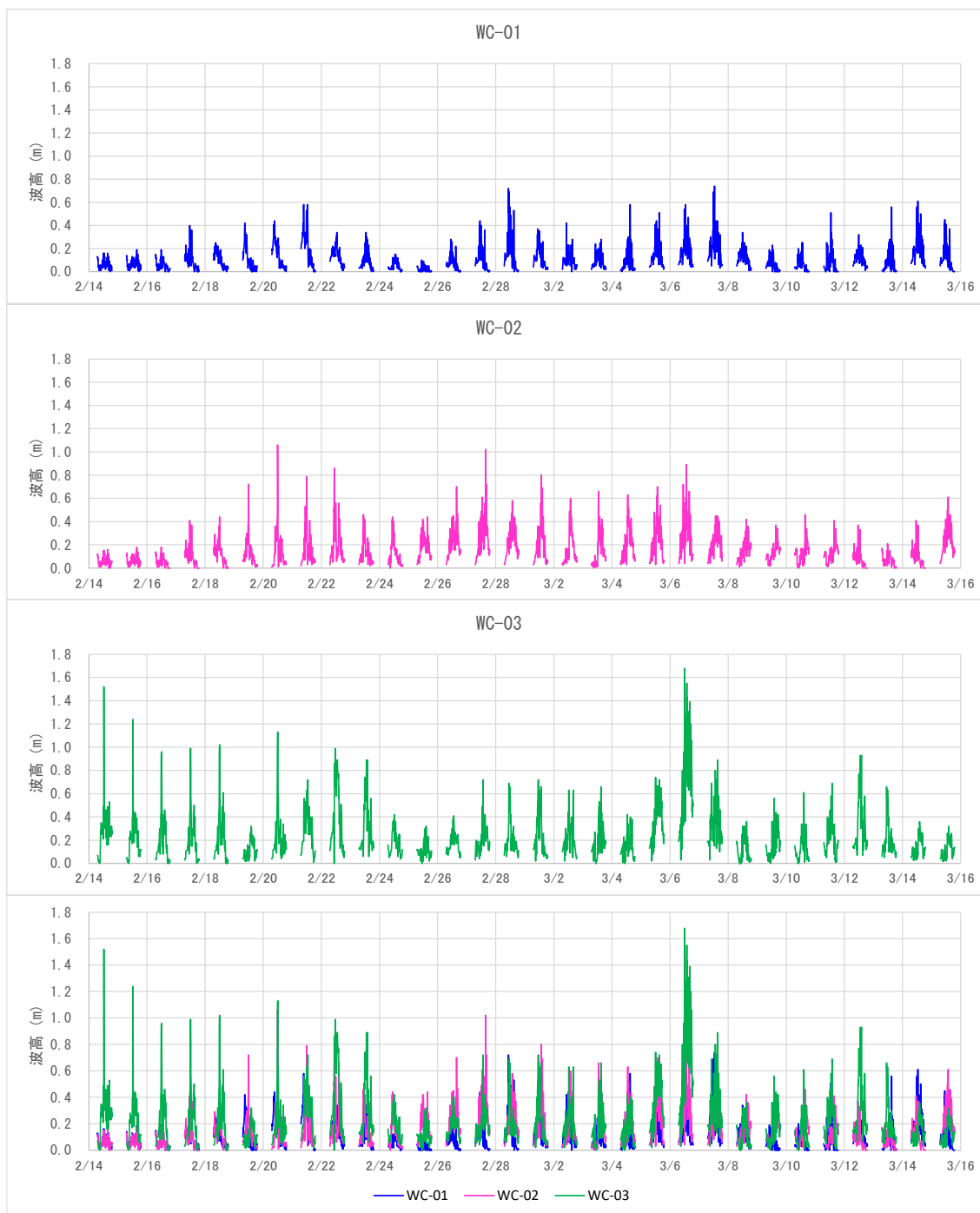
点の波高分布（雨季）を図 5.1-20、3 地点の波向分布（雨季）を図 5.1-21 に示す。波浪と風況の比較（雨季）を図 5.1-22～図 5.1-24 に示す。

各地点の波浪と風況を比較すると、波高と風速の変動、波向と風向が同様である。このことから、波浪が風況により発生していることが言える。



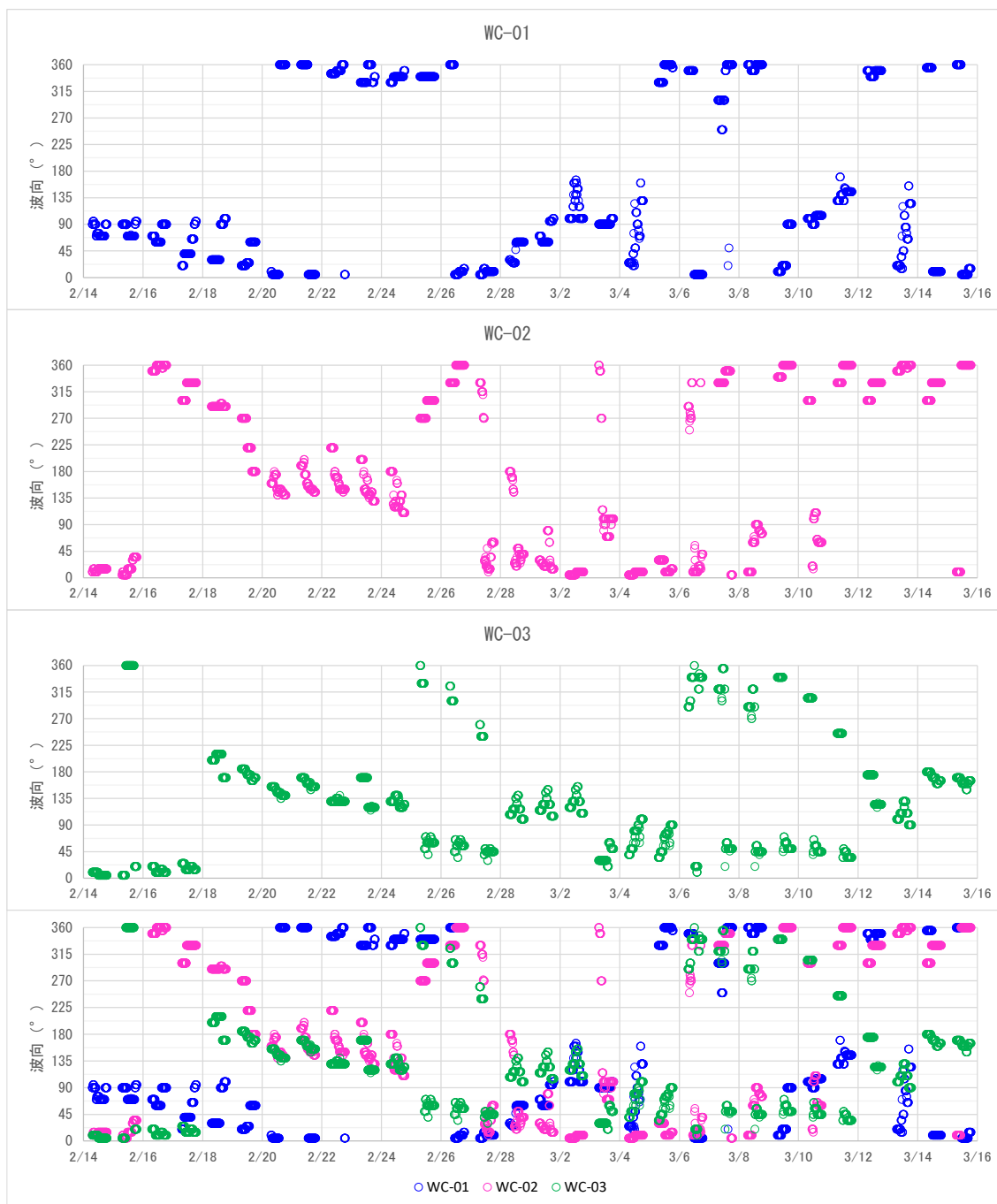
出典：調査団作成

図 5.1-14 波浪および風況の調査地点



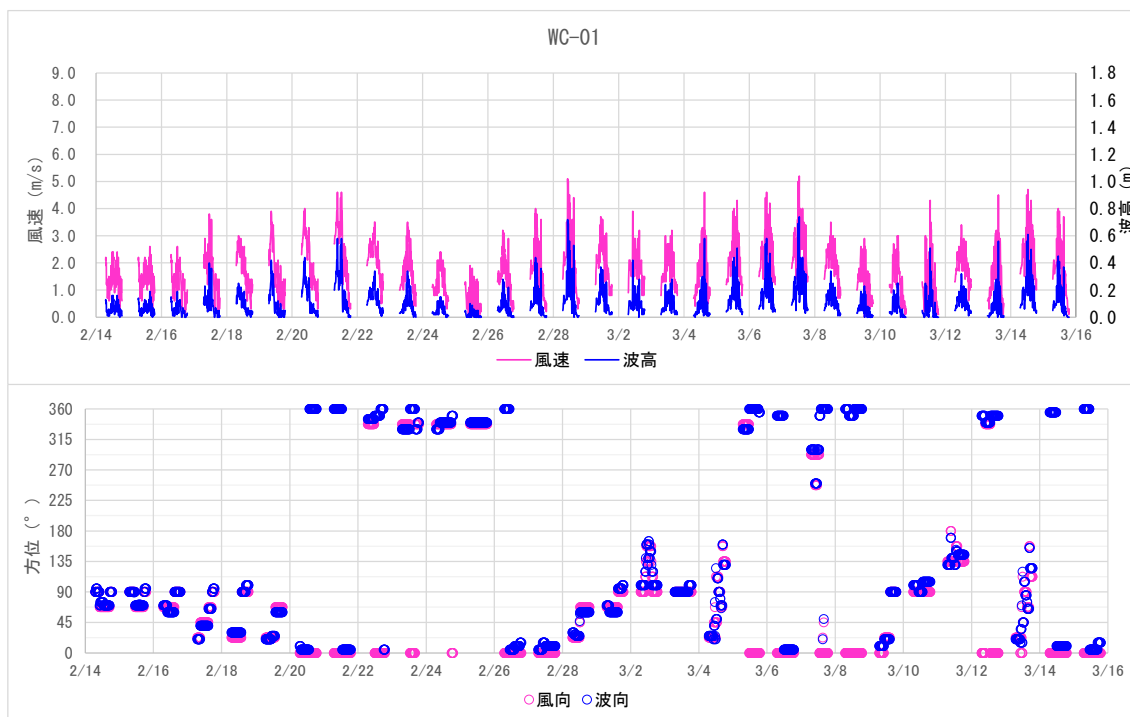
出典：調査団作成

図 5.1-15 3 地点の波高分布（乾季）



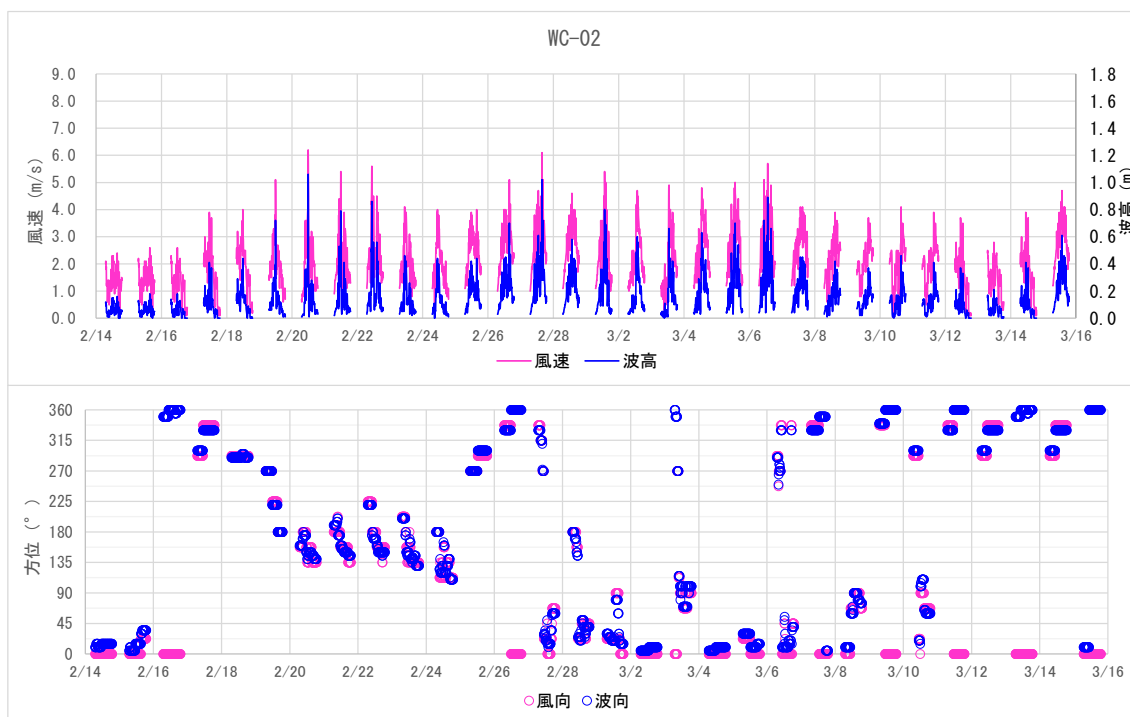
出典：調査団作成

図 5.1-16 3地点の波向分布（乾季）



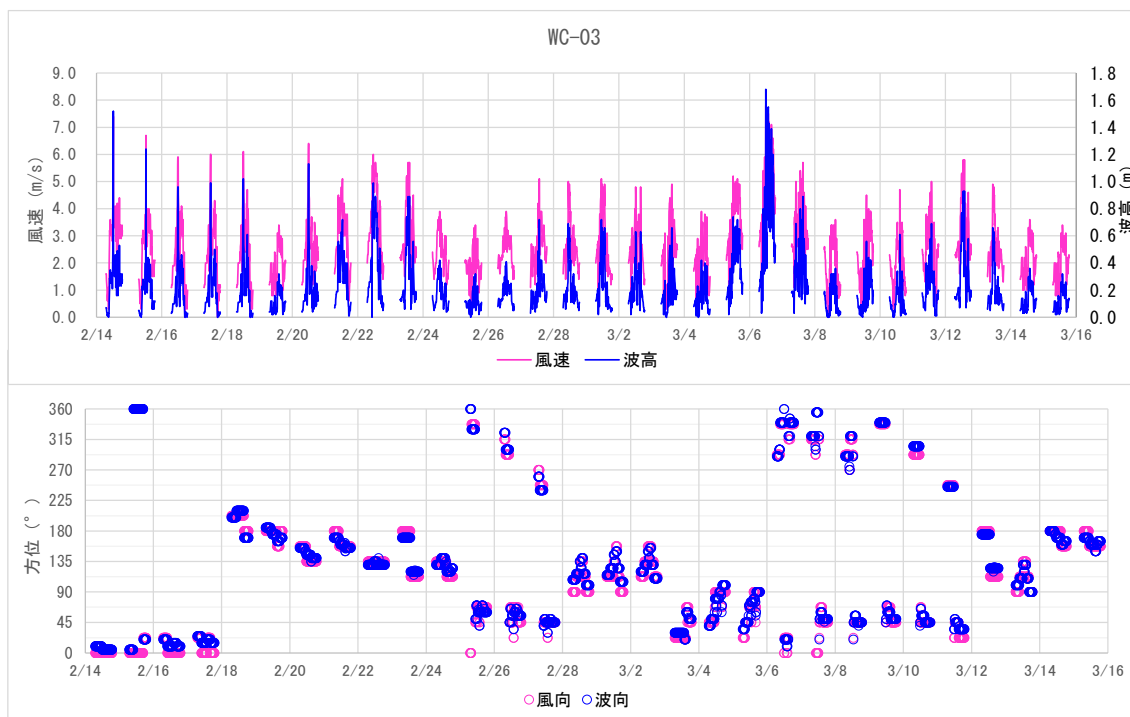
出典：調査団作成

図 5.1-17 調査地点 WC-01 における波浪と風況の比較（乾季）



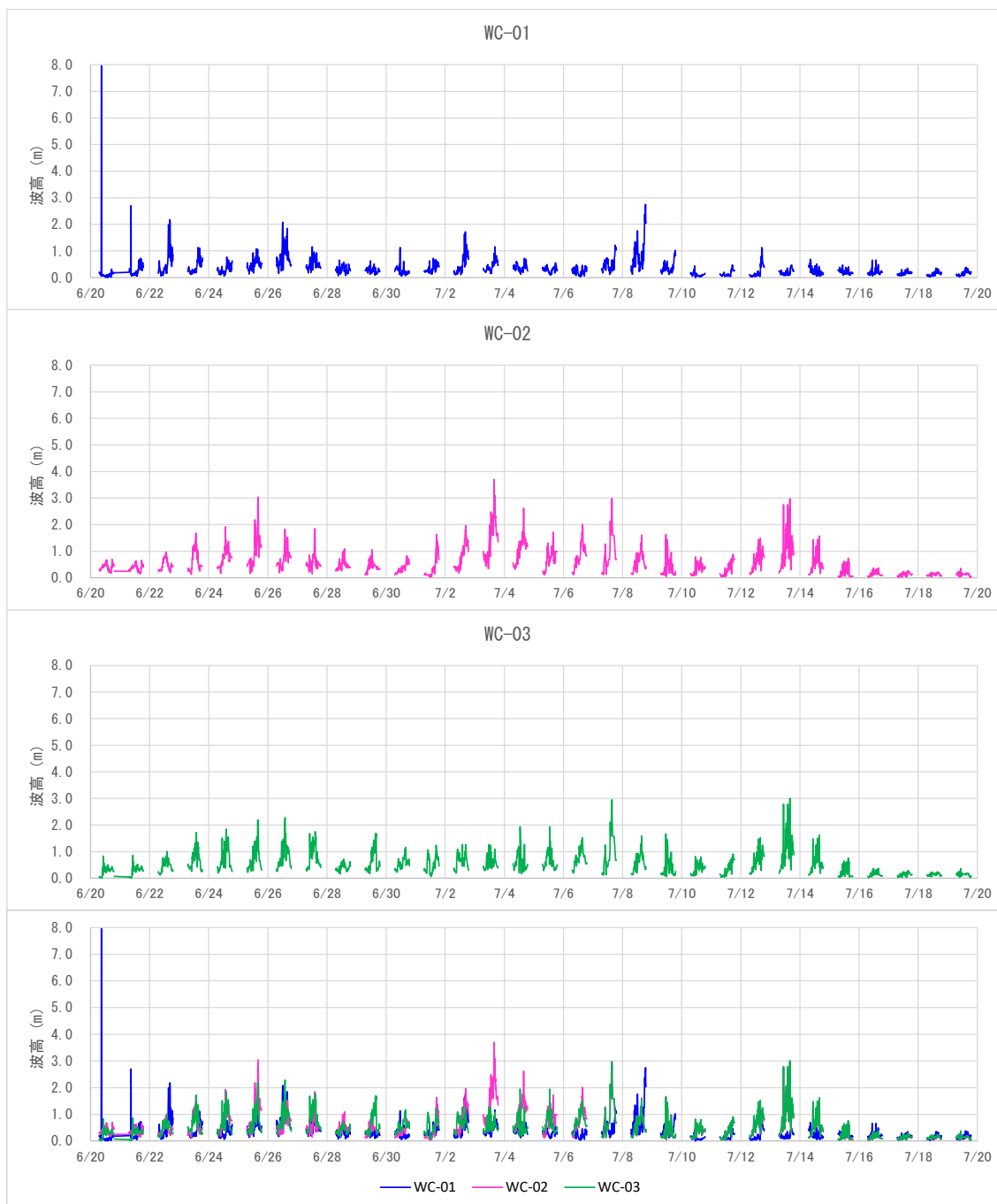
出典：調査団作成

図 5.1-18 調査地点 WC-02 における波浪と風況の比較（乾季）



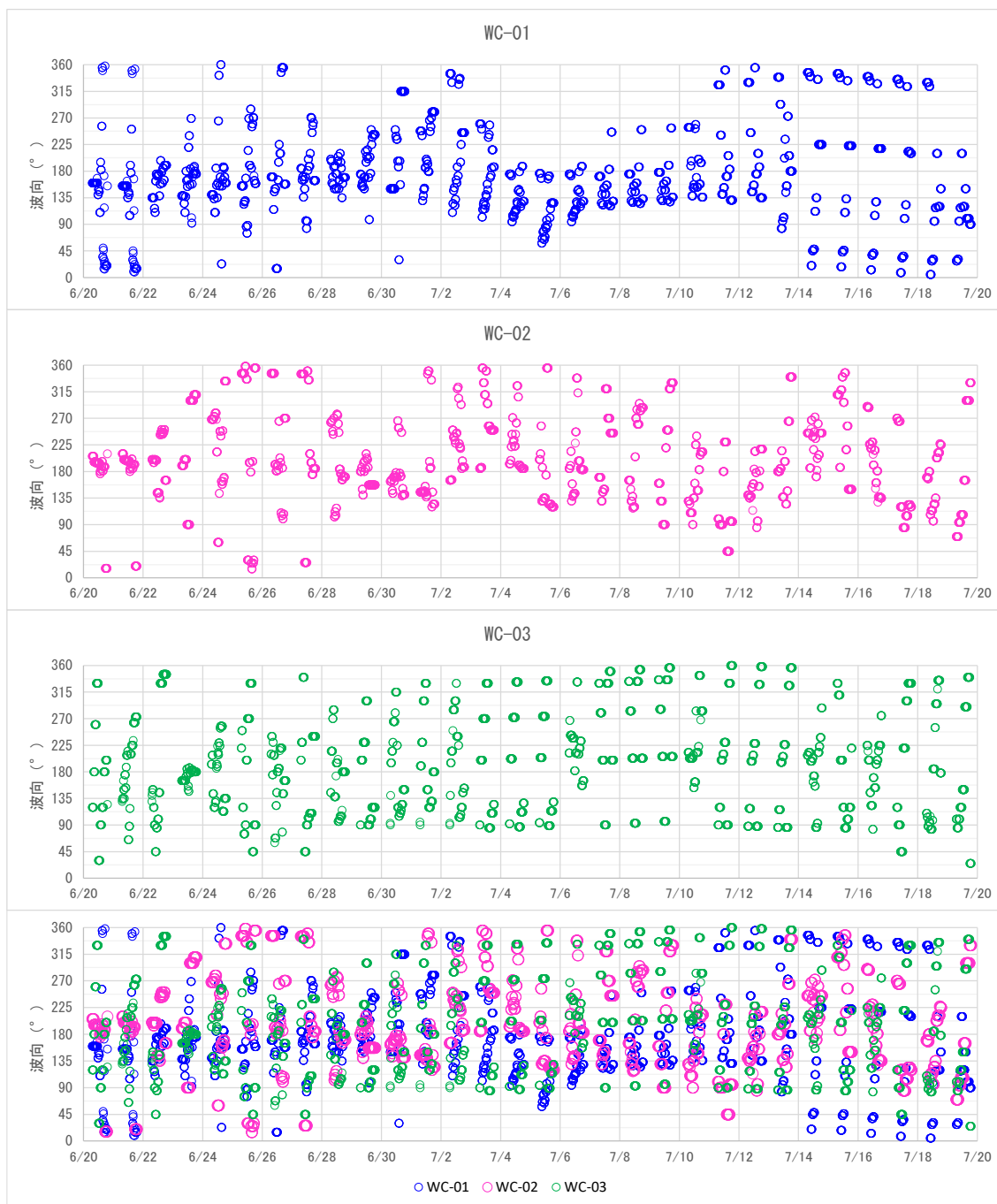
出典：調査団作成

図 5.1-19 調査地点 WC-03 における波浪と風況の比較（乾季）



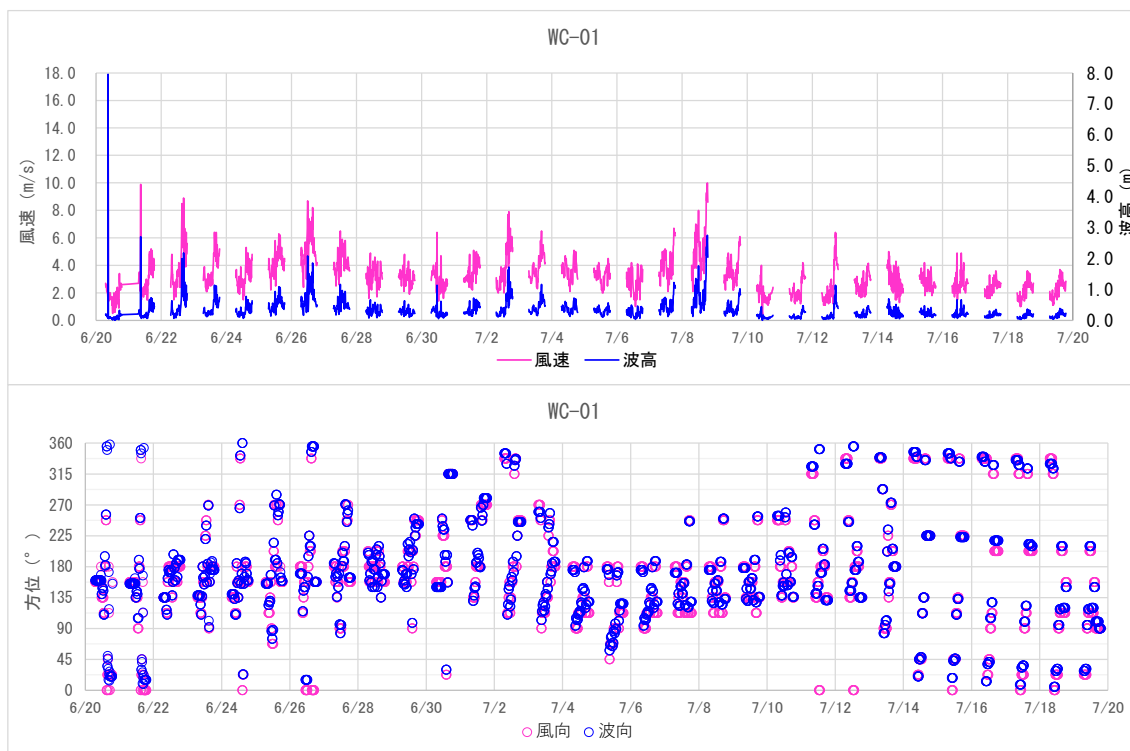
出典：調査団作成

図 5.1-20 3地点の波高分布（雨季）



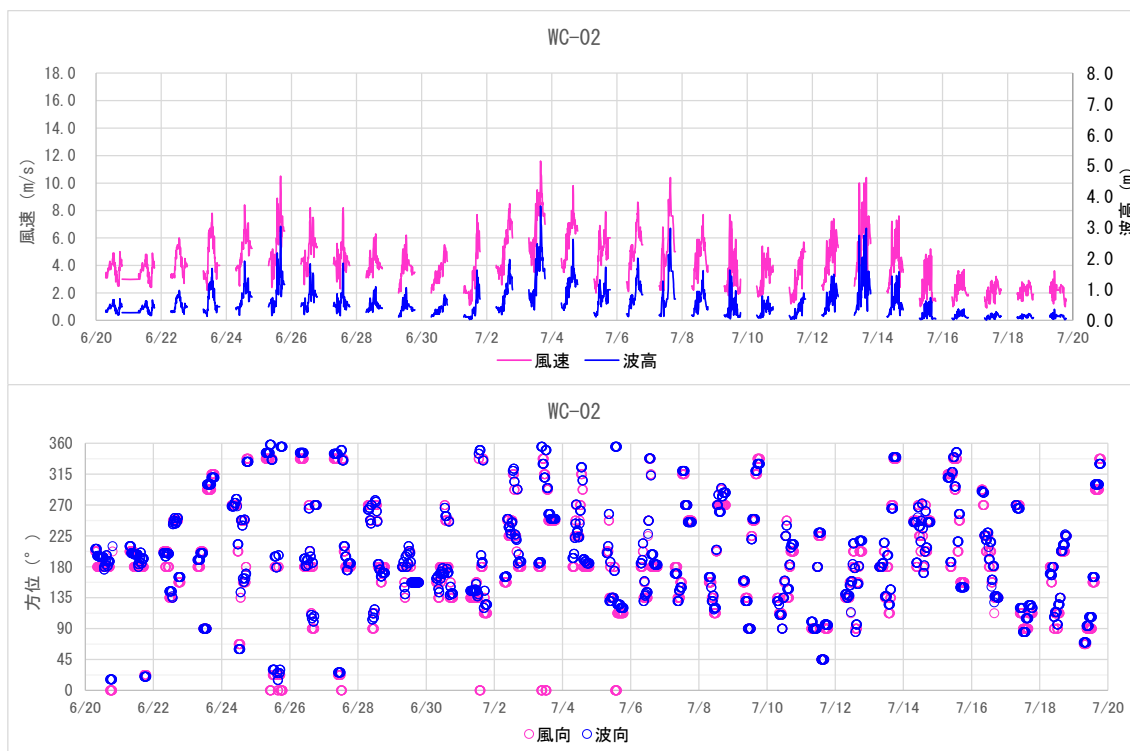
出典：調査団作成

図 5.1-21 3地点の波向分布（雨季）



出典：調査団作成

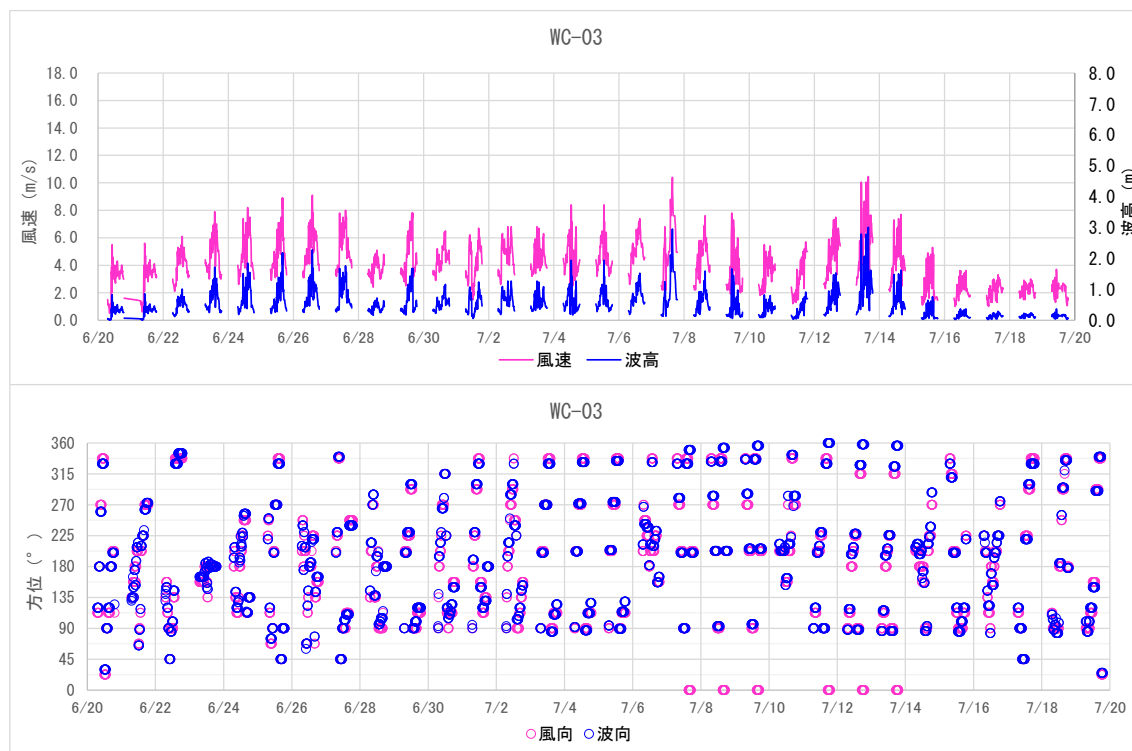
図 5.1-22 調査地点 WC-01 における波浪と風況の比較（雨季）



出典：調査団作成

図 5.1-23 調査地点 WC-02 における波浪と風況の比較（雨季）





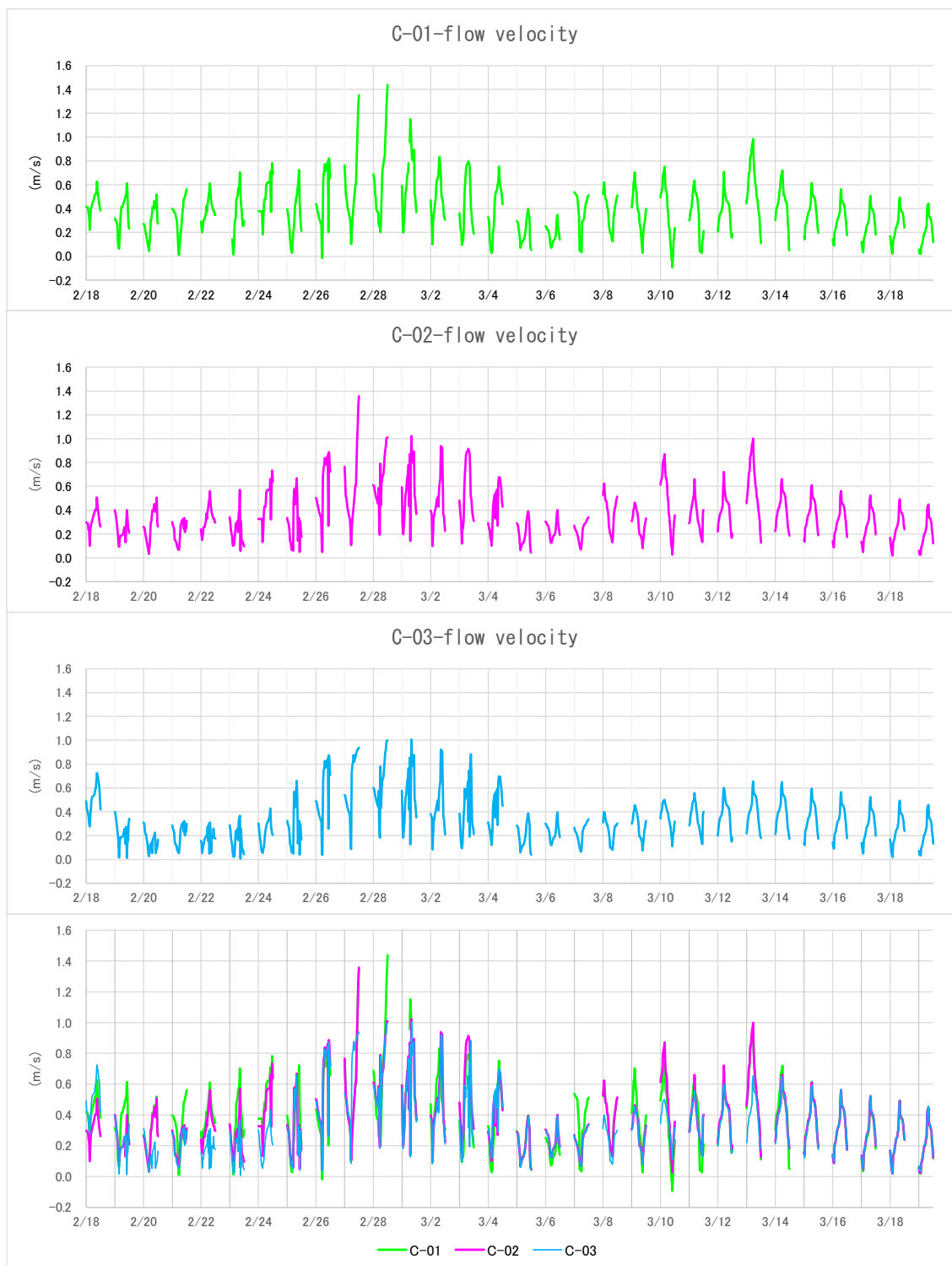
出典：調査団作成

図 5.1-24 調査地点 WC-03 における波浪と風況の比較（雨季）

(d) 流況データ（添付資料 5.1.5 (4)参照）

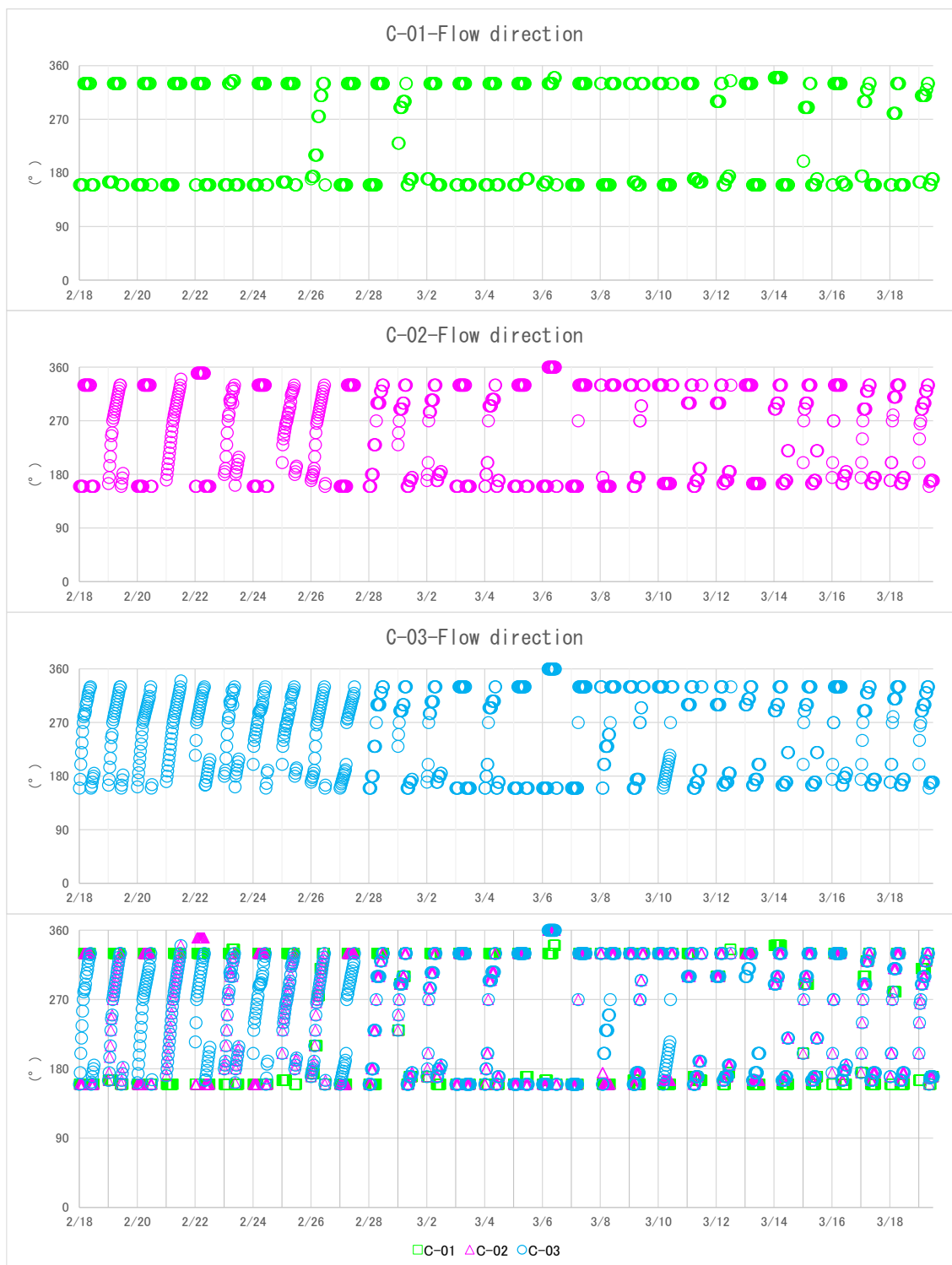
乾季の1ヶ月間（2021.2.18～2021.3.19）、雨季の1ヶ月間（2021.6.20～2021.7.19）に事業計画地北側（C-01）、事業計画地周辺（C-02）、事業計画地南側（C-03）で流速、流向を計測した。なお、流速、流向の調査地点を図 5.1-14（波浪データと同位置）、3地点の流速分布（乾季）を図 5.1-25、3地点の流向分布（乾季）を図 5.1-26、3地点の流速分布（雨季）を図 5.1-27、3地点の流向分布（雨季）を図 5.1-28 に示す。

乾季の調査地点における流速変動は同様であり、出現する流向も同様であった。雨季の調査地点における流速変動は同様であったが、流向ではバラつきがあった。



出典：調査団作成

図 5.1-25 3地点の流速分布（乾季）



備考：0°：N、90°：E、180°：S、270°：W

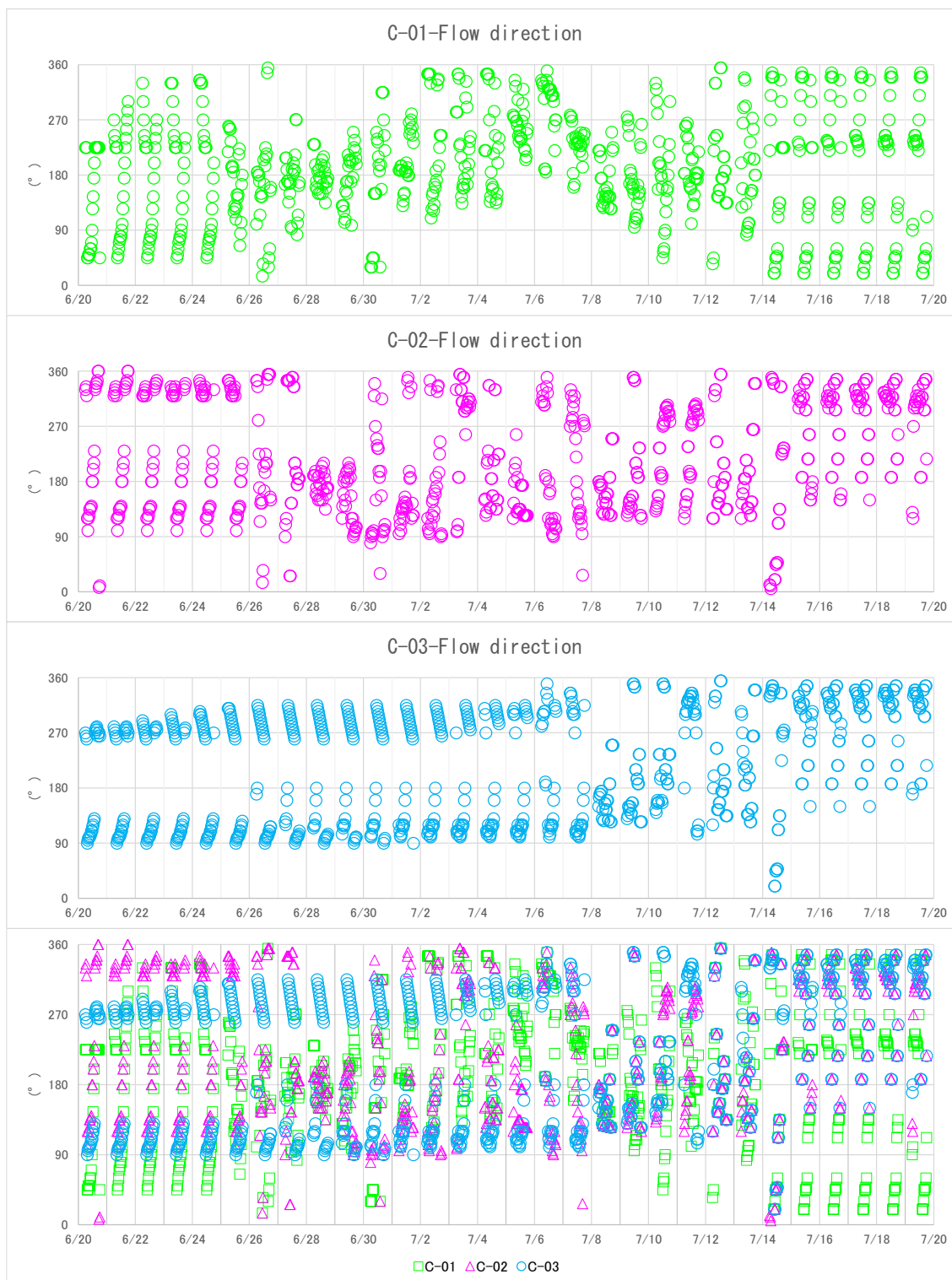
出典：調査団作成

図 5.1-26 3地点の流向分布（乾季）



出典：調査団作成

図 5.1-27 3地点の流速分布（雨季）



出典：調査団作成

図 5.1-28 3地点の流向分布（雨季）

(e) 濁度調査（添付資料 5.1.5 (5)参照）

乾季と雨季にコヘリア運河内の 14 箇所で調査を実施した。調査地点を図 5.1-4（底質調査と同位置、図 5.1-4 参照）、濁度分析結果を表 5.1-4、透視度分布を図 5.1-29、表層および底層における浮遊物量を表 5.1-5、表層および底層における浮遊物量分布を図 5.1-30 に示す。浮遊物量に着目すると、北側（T-18～T-01）と南側（T-19～T-23）では表層と底層に差が生じたが、他の地点で

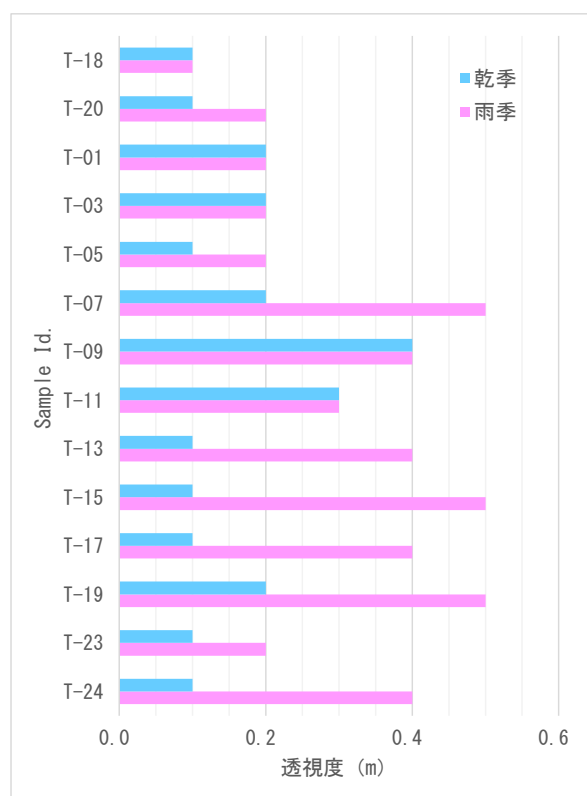
は同様な結果であった。一般的に海域と運河（河川も含む）では水象状況が異なるため浮遊物質  
量（SS）の値等が異なる。そのため、海域と運河の流入口周辺では、海域の影響を受けやすいと  
されている。コヘリア運河の流入口である北側と南側においても海域の水象条件の影響を受けた  
ため、表層と底層が十分に混ざり合うことが出来ずに差が生じたと考えられる。他の地点では、  
表層と底層の差が小さく、よく混ざり合っていることから底質の巻き上がりや移動がなく、運河  
内が静穏であると言える。

表 5.1-4 濁度分析結果

Sample Id.	乾季				雨季			
	水深 (m)	透視度 (m)	透視度 (ft)	濁度 (FNU)	水深 (m)	透視度 (m)	透視度 (ft)	濁度 (FNU)
T-18	5.00	0.1	0.33	9.44	6.80	0.1	0.33	252.50
T-20	0.50	0.1	0.33	9.44	2.90	0.2	0.66	85.05
T-01	0.50	0.2	0.66	6.07	0.50	0.2	0.66	85.05
T-03	0.50	0.2	0.66	6.07	0.50	0.2	0.66	85.05
T-05	1.50	0.1	0.33	9.44	0.50	0.2	0.66	85.05
T-07	0.30	0.2	0.66	6.07	3.00	0.5	1.64	20.18
T-09	3.50	0.4	1.31	3.90	3.00	0.4	1.31	28.65
T-11	2.00	0.3	0.98	4.69	1.50	0.3	0.98	45.00
T-13	0.50	0.1	0.33	9.44	1.90	0.4	1.31	28.65
T-15	0.40	0.1	0.33	9.44	4.90	0.5	1.64	20.18
T-17	1.00	0.1	0.33	9.44	3.20	0.4	1.31	28.65
T-19	2.75	0.2	0.66	6.07	5.10	0.5	1.64	20.18
T-23	0.50	0.1	0.33	9.44	0.80	0.2	0.66	85.05
T-24	0.40	0.1	0.33	9.44	2.60	0.4	1.31	28.65

FNU : Formazin Nephelometric Unit

出典：調査団作成



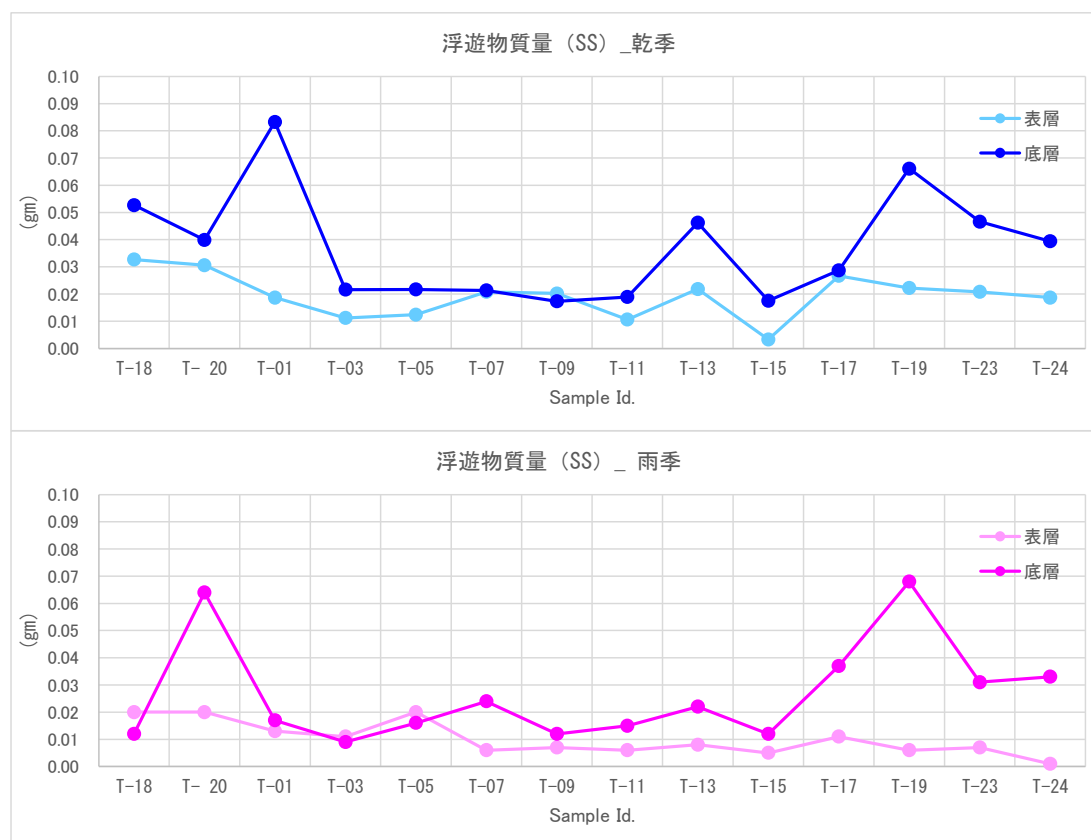
出典：調査団作成

図 5.1-29 透視度分析

表 5.1-5 表層および底層における浮遊物量

Sample ID	乾季		雨季	
	Wt (gm) 表層	Wi (gm) 底層	Wt (gm) 表層	Wi (gm) 底層
T-18	0.0327	0.0527	0.0200	0.0120
T-20	0.0306	0.0399	0.0200	0.0640
T-01	0.0187	0.0833	0.0130	0.0170
T-03	0.0112	0.0216	0.0110	0.0090
T-05	0.0124	0.0217	0.0200	0.0160
T-07	0.0208	0.0213	0.0060	0.0240
T-09	0.0202	0.0173	0.0070	0.0120
T-11	0.0106	0.0189	0.0060	0.0150
T-13	0.0218	0.0462	0.0080	0.0220
T-15	0.0033	0.0175	0.0050	0.0120
T-17	0.0267	0.0287	0.0110	0.0370
T-19	0.0222	0.0661	0.0060	0.0680
T-23	0.0208	0.0466	0.0070	0.0310
T-24	0.0187	0.0394	0.0010	0.0330

出典：調査団作成



出典：調査団作成

図 5.1-30 表層および底層における浮遊物量分布

(f) 考察（添付資料 5.1.5 (6)参照）

コヘリア運河の地形について、過去の航空写真と調査結果から考察を行った。航空写真から発電所が開発される前からコヘリア運河内における地形変化が小さい、潮位変動により運河内の水深が大きく変わるといことが推測された。調査結果から運河内での水象が地形の変化に及ぼす



影響が小さい、潮位変動により水深が大きく変わるということが推測された。

(2) 海域（添付資料 5.1.5 参照）

事業計画地周辺海域の流況については、3カ所で調査を実施した。2021年2月から3月の乾季の調査では、平均流速は0.4～0.6m/sで、流向は干潮時が南から南東、満潮時が北から北西であった。

潮位は、ベンガル湾側の調査点（T-01）とコヘリア運河の調査点（T-03）で、同様の動きが見られたが、T-02は海域から隔離された水域のため、T-01、T-03と異なる動きを示した。詳細は5.1.5 (1) (b)項を参照。

5.1.6 土壌（添付資料 5.1.6 参照）

(1) 本調査で実施した雨季・乾季の調査結果

重金属であるクロム、鉛の検出が確認されているが、ヒ素、水銀の検出はない。「1/2号機で実施されている環境モニタリング報告書」の敷地境界の分析結果と類似していた。

(2) 「1/2号機で実施されている環境モニタリング報告書」による情報

重金属であるヒ素（～6.3ppm）、クロム（～34.7ppm）、鉛（～26ppm）の検出が確認されているが、水銀の検出はない。なお、当国には土壌に係る環境基準はない。また、現在のところ、1/2号機事業ならびに本事業では、域外への土壌の搬出の予定はない。

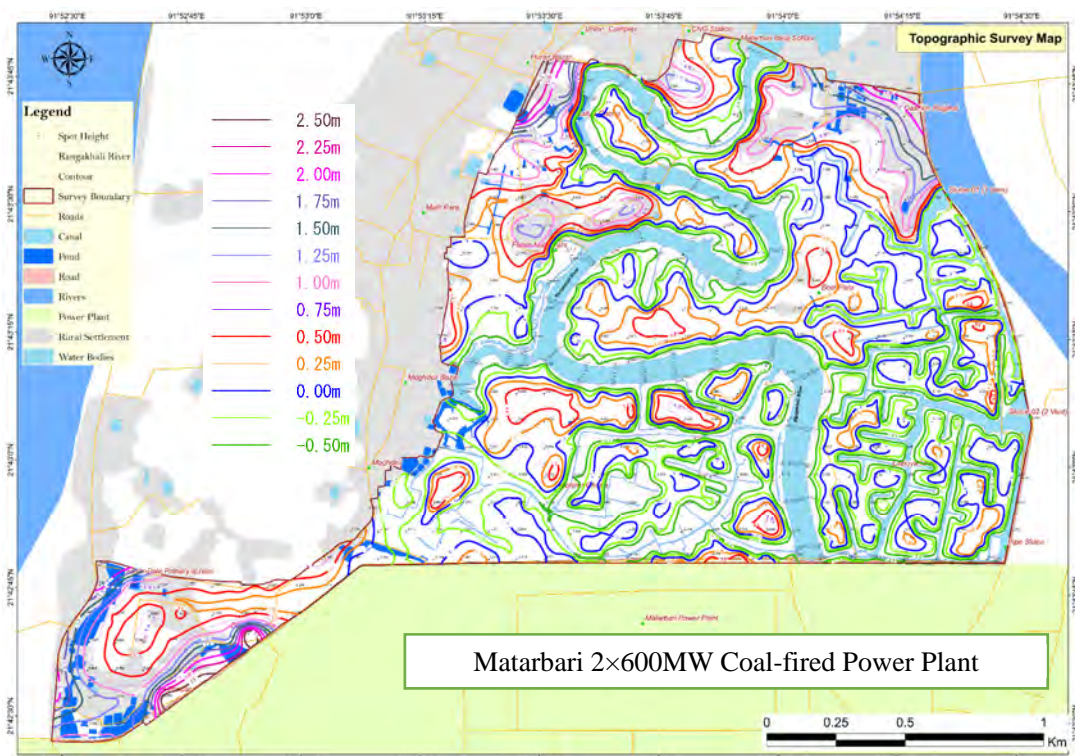
5.1.7 地象

(1) 地形

本調査では、事業計画地の現況地形調査を実施した。事業計画地は、1/2号機事業の事業敷地内に位置している。1/2号機建設事業地の周辺地形としては、東側にコヘリア運河があり、西側はベンガル湾に面している。また、南側はドルガタ村の民家、北側にはマタバリ村の民家が存在している。事業計画地の現況としては、1/2号機事業において浚渫土による盛土が実施され、1/2号機事業の資材置き場やプレキャストコンクリートの製造場として活用されている。（2021年2月時点）

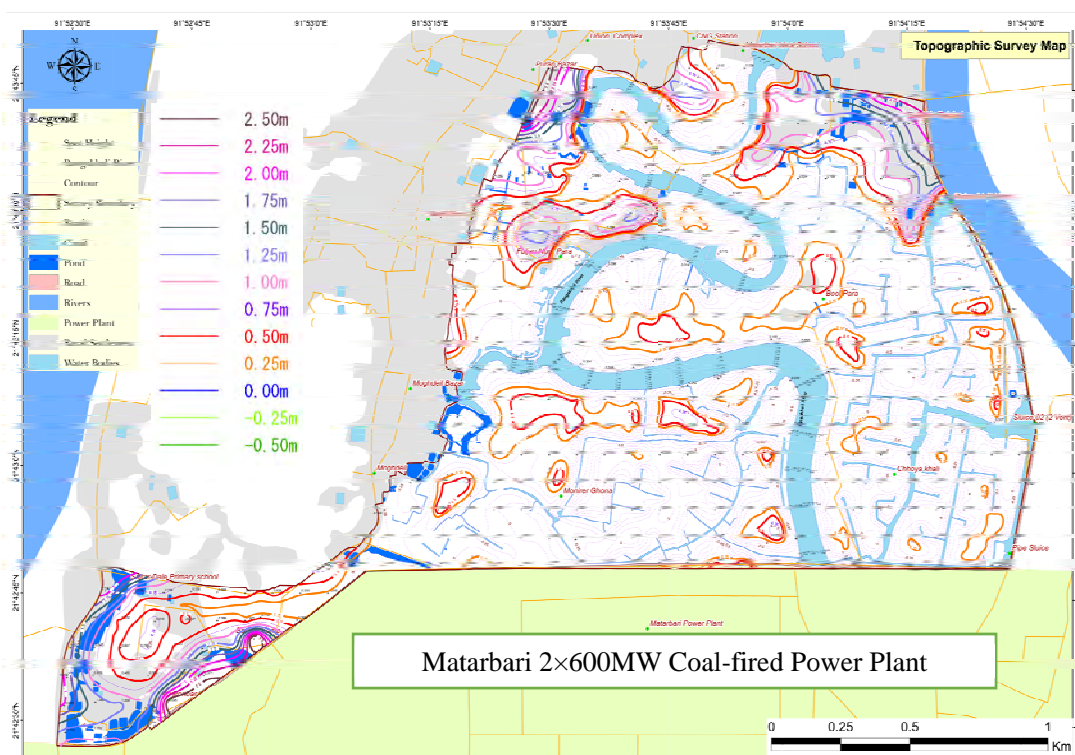
(a) 地形測量結果（添付資料 5.1.7 (1)内の (3)参照）

事業計画地北側における地形測量結果および地形コンターを図 5.1-31 に示す。測量エリア北側の集落周辺および事業計画地西側では地表標高が0.25m以上であり、地盤が高いエリアである。一方、その他のエリアは地表標高がゼロメートルより低く、地盤が低いエリアである。このようなエリアは洪水時等に排水機能が低下している場合には、陸域に浸水が発生することが予想される。地表標高0.25m以上の地形コンターを図 5.1-32、地表標高0m以下の地形コンターを図 5.1-33 に示す。



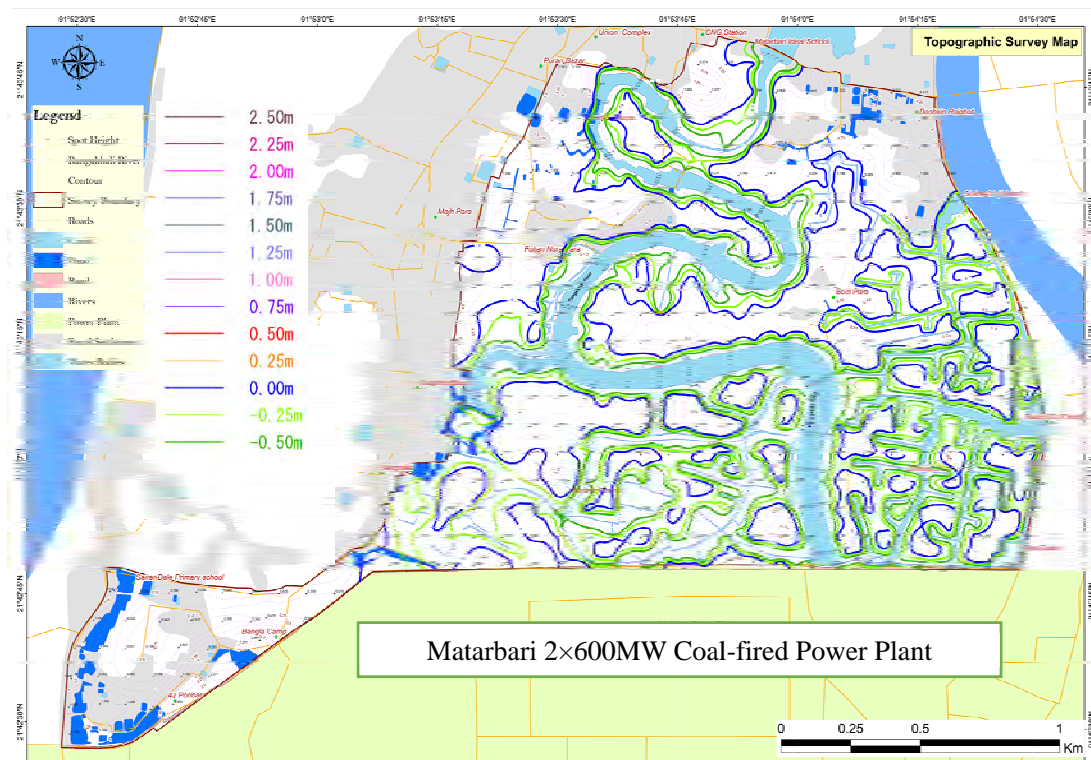
出典：調査団作成

図 5.1-31 事業地北側における地形測量結果および地形コンター



出典：調査団作成

図 5.1-32 地表標高 0.25m 以上の地形コンター



出典：調査団作成

図 5.1-33 地表標高 0m 以下の地形コンター

(b) 考察（添付資料 5.1.7 (1)内の(4)参照）

「(a)地形測量結果」に示したように、地表標高がゼロメートル以下のエリアでは洪水時等に排水機能が低下している場合には、陸域に浸水が発生することが予想される。そこで、どのような状況の時に浸水が発生するのか「水理的特徴」と「地形的特徴」から考察した。「水理的特徴」では海域とコヘリア運河とランガカリ運河の潮位変動から考察した。海域とコヘリア運河の潮位変動は同様な変動を示すが、ランガカリ運河は一定水位を保ち、潮位変動の影響を受けない結果となった。高潮位時には海域とコヘリア運河の水位が高いが、ランガカリ運河の水位は低い結果であることから、ランガカリ運河からの氾濫による浸水が生じないと言える。「地形的特徴」では過去の航空写真から考察した。事業計画地周辺では発電所が開発される前から浸水が発生していた。浸水の発生要因としては、高潮位時に築堤を越流し、標高が低いエリアに滞留したためであると考えられる。以上より、発電所が開発される前から高潮位時に築堤を越流し浸水が発生していた、浸水後は標高の低いエリアに滞留することが推測された。

(2) 地質

本調査では、事業計画地において地盤調査を行った。

地盤調査は、重要構造物や建屋の基礎設計、すなわち当該地盤に即した基礎の深さやタイプを設計する上で必要な調査であり、当該地盤の性状、層序層厚、地盤の強度や圧縮性に関する情報を得ることができる。

現地調査は、8本のボーリング調査を計画している。事業計画地の周囲で1/2号機事業において実施した地盤調査データが多数存在しているため、このような既存の地盤調査データと本調査で実施する8本のボーリング調査の結果の両方を考慮して、事業計画地の地層縦断図を作成することとしている。

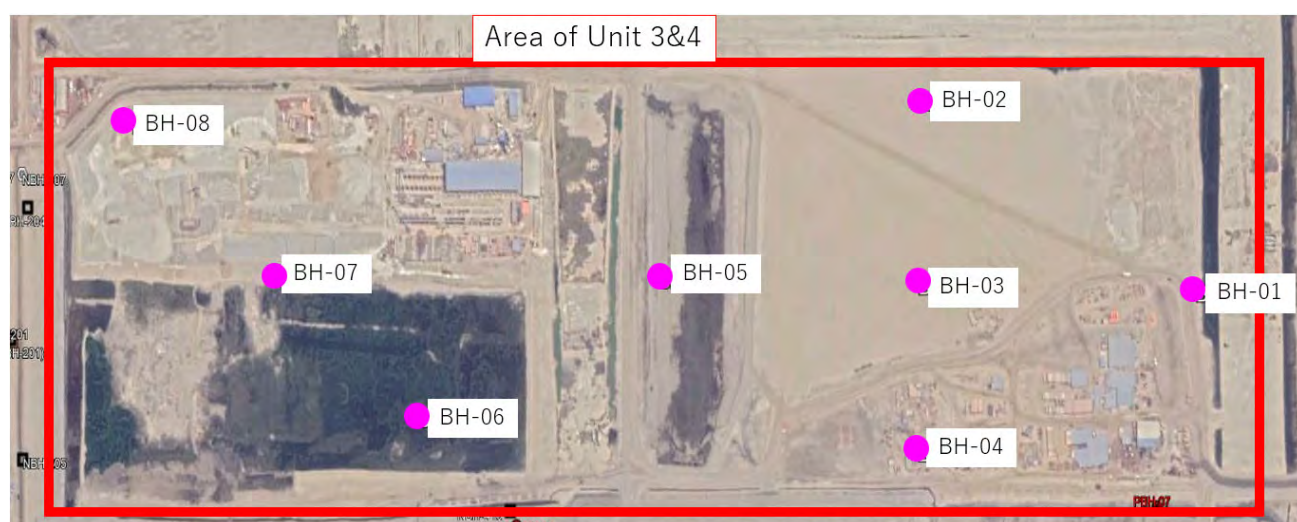
地盤のN値、攪乱試料の採取をとおして、深さ方向の地盤性状を把握する予定である。また、合わせて地下水位の調査を実施する。採取した試料は地盤の特性値を分析するための室内土質試験に使用する。

調査結果の詳細は添付資料 5.1.7 (2)を参照のこと。

表 5.1-6 ボーリング調査

Borehole No.	Coordinates (UTM - Zone 46N)		Elevation (m_MSL)
	Northing	Easting	
BH-01	2,400,600.00	385,231.00	4.68
BH-02	2,400,781.00	384,907.00	4.30
BH-03	2,400,612.00	384,904.00	4.97
BH-04	2,400,455.00	384,901.00	4.19
BH-05	2,400,617.00	384,596.00	4.33
BH-06	2,400,493.00	384,316.00	7.18
BH-07	2,400,624.00	384,147.00	6.77
BH-08	2,400,763.00	383,978.00	5.89

出典：調査団作成



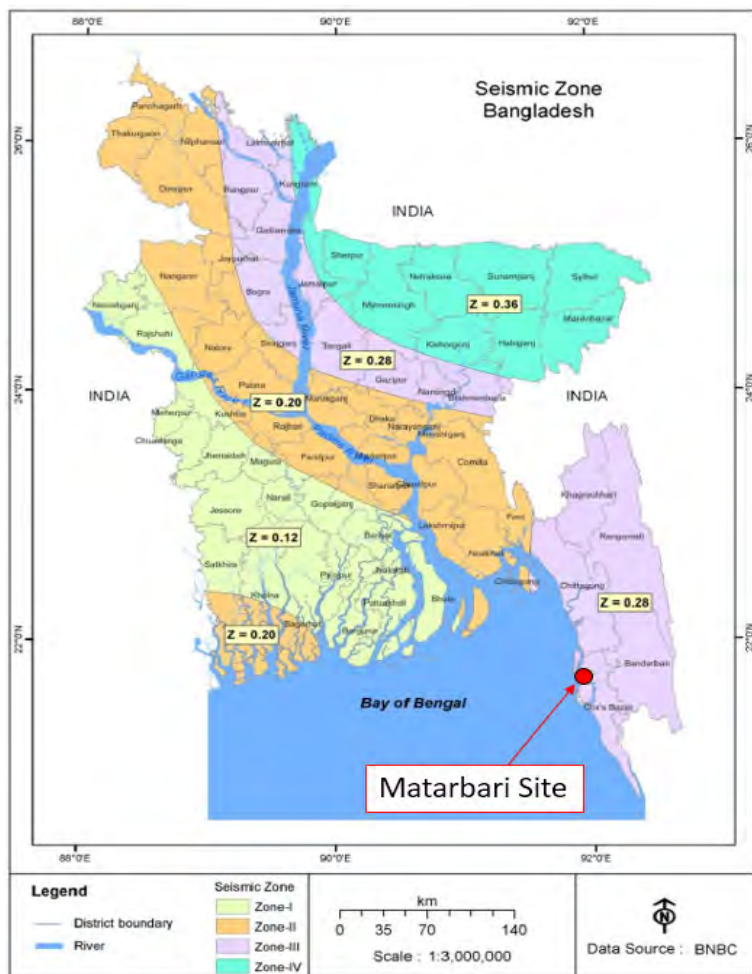
出典：Google Earth をもとに調査団作成

図 5.1-34 ボーリング調査位置図

### (3) 地震係数

当国では地震帯を4つに分けており、各々の地震帯ごとに建物の設計強度が定められている。本事業計画地はチッタゴンと同じゾーン3に分類されており、中程度の設計強度が求められている。(図 5.1-35)

さらに建設地の地盤の状況に応じて、地盤区分が設定されている(図 5.1-36)。この地盤区分は地表から30m深さまでの地盤に対して、せん断波速度またはN値などの平均値によって分類が決められる。本事業計画地においては、敷地造成工事が完了した後に詳細な地盤調査を実施し、その結果を以て地盤区分が定められることとなる。



出典：Bangladesh National Building Code 2015

図 5.1-35 当国の地震帯

Table 6.2.13: Site Classification Based on Soil Properties

Site Class	Description of soil profile up to 30 meters depth	Average Soil Properties in top 30 meters		
		Shear wave velocity, $\bar{V}_s$ (m/s)	SPT Value, $\bar{N}$ (blows/30cm)	Undrained shear strength, $\bar{S}_u$ (kPa)
SA	Rock or other rock-like geological formation, including at most 5 m of weaker material at the surface.	> 800	--	--
SB	Deposits of very dense sand, gravel, or very stiff clay, at least several tens of metres in thickness, characterised by a gradual increase of mechanical properties with depth.	360 – 800	> 50	> 250
SC	Deep deposits of dense or medium dense sand, gravel or stiff clay with thickness from several tens to many hundreds of metres.	180 – 360	15 - 50	70 - 250
SD	Deposits of loose-to-medium cohesionless soil (with or without some soft cohesive layers), or of predominantly soft-to-firm cohesive soil.	< 180	< 15	< 70
SE	A soil profile consisting of a surface alluvium layer with $V_s$ values of type SC or SD and thickness varying between about 5 m and 20 m, underlain by stiffer material with $V_s > 800$ m/s.	--	--	--
S <sub>1</sub>	Deposits consisting, or containing a layer at least 10 m thick, of soft clays/silts with a high plasticity index (PI > 40) and high water content	< 100 (indicative)	--	10 - 20
S <sub>2</sub>	Deposits of liquefiable soils, of sensitive clays, or any other soil profile not included in types SA to SE or S <sub>1</sub>	--	--	--

出典：Bangladesh National Building Code 2015

図 5.1-36 地盤区分

構造物の耐震設計の際に用いられる設計加速度スペクトルは Bangladesh National Building Code に準拠して設定することとし、算定式を以下に示す。

$$S_a = \frac{2}{3} \frac{ZI}{R} C_s$$

ここに、 $S_a$  = 設計加速度スペクトル

$Z$  = 地域係数 (図 5.1-35 より Matarbari Site で  $Z = 0.28$ )

$I$  = 構造物重要度係数 (図 5.1-37 および図 5.1-38 より  $I = 1.50$ )

$R$  = 応答減衰係数 (図 5.1-39)

$C_s$  = 正規加速度応答スペクトル

構造物重要度係数  $I$  は、建築物の目的に応じた重要度によって図 5.1-37 のように分類される。建築物の目的別カテゴリは図 5.1-38 のように分類される。緊急時に重要な位置づけとなる発電所やその他の公共施設は、建築物の目的別カテゴリで最も重要な **IV** に分類されることから、本事業計画における構造物のうち特に重要構造物であるタービン建屋やボイラ建屋などに対する構造物重要係数は  $I = 1.50$  を適用し、その他の附属的な構造物に対してはカテゴリ **II** に分類されることから  $I = 1.00$  を適用することが望ましいと考えられる。

**Table 6.2.17: Importance Factors for Buildings and Structures for Earthquake design**

Occupancy Category	Importance factor I
I, II	1.00
III	1.25
IV	1.50

出典：Bangladesh National Building Code 2015

**図 5.1-37 構造物重要度係数 I**

Table 6.1.1: Occupancy Category of Buildings and other Structures for Flood, Surge, Wind and Earthquake Loads.

Nature of Occupancy	Occupancy Category
Buildings and other structures that represent a low hazard to human life in the event of failure, including, but not limited to: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Agricultural facilities</li> <li>• Certain temporary facilities</li> <li>• Minor storage facilities</li> </ul>	I
All buildings and other structures except those listed in Occupancy Categories I, III and IV	II
Buildings and other structures that represent a substantial hazard to human life in the event of failure, including, but not limited to: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Buildings and other structures where more than 300 people congregate in one area</li> <li>• Buildings and other structures with day care facilities with a capacity greater than 150</li> <li>• Buildings and other structures with elementary school or secondary school facilities with a capacity greater than 250</li> <li>• Buildings and other structures with a capacity greater than 500 for colleges or adult education facilities</li> <li>• Healthcare facilities with a capacity of 50 or more resident patients, but not having surgery or emergency Treatment facilities</li> <li>• Jails and detention facilities</li> </ul> Buildings and other structures, not included in Occupancy Category IV, with potential to cause a substantial economic impact and/or mass disruption of day-to-day civilian life in the event of failure, including, but not limited to: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Power generating stations<sup>a</sup></li> <li>• Water treatment facilities</li> <li>• Sewage treatment facilities</li> <li>• Telecommunication centers</li> </ul> Buildings and other structures not included in Occupancy Category IV (including, but not limited to, facilities that manufacture, process, handle, store, use, or dispose of such substances as hazardous fuels, hazardous chemicals, hazardous waste, or explosives) containing sufficient quantities of toxic or explosive substances to be dangerous to the public if released.	III
Buildings and other structures designated as essential facilities, including, but not limited to: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hospitals and other healthcare facilities having surgery or emergency treatment facilities</li> <li>• Fire, rescue, ambulance, and police stations and emergency vehicle garages</li> <li>• Designated earthquake, hurricane, or other emergency shelters</li> <li>• Designated emergency preparedness, communication, and operation centers and other facilities required for emergency response</li> <li>• <u>Power generating stations and other public utility facilities required in an emergency</u></li> <li>• Ancillary structures (including, but not limited to, communication towers, fuel storage tanks, cooling towers, electrical substation structures, fire water storage tanks or other structures housing or supporting water, or other fire-suppression material or equipment) required for operation of Occupancy Category IV structures during an emergency</li> <li>• Aviation control towers, air traffic control centers, and emergency aircraft hangars</li> <li>• Water storage facilities and pump structures required to maintain water pressure for fire suppression</li> <li>• Buildings and other structures having critical national defense functions</li> </ul> Buildings and other structures (including, but not limited to, facilities that manufacture, process, handle, store, use, or dispose of such substances as hazardous fuels, hazardous chemicals, or hazardous waste) containing highly toxic substances where the quantity of the material exceeds a threshold quantity established by the authority having jurisdiction.	IV
<sup>a</sup> Cogeneration power plants that do not supply power on the national grid shall be designated Occupancy Category II	

出典：Bangladesh National Building Code 2015

図 5.1-38 建築物の目的別カテゴリ

応答減衰係数 R は、以下の図 5.1-39 により各構造物の形式によって選定される。

Table 6.2.19: Response Reduction Factor, Deflection Amplification Factor and Height Limitations for Different Structural Systems

Seismic Force-Resisting System	Response Reduction Factor, $R$	System Overstrength Factor, $\Omega_o$	Deflection Amplification Factor, $C_d$	Seismic Design Category B	Seismic Design Category C	Seismic Design Category D
				Height limit (m)		
<b>A. BEARING WALL SYSTEMS (no frame)</b>						
1. Special reinforced concrete shear walls	5	2.5	5	NL	NL	50
2. Ordinary reinforced concrete shear walls	4	2.5	4	NL	NL	NP
3. Ordinary reinforced masonry shear walls	2	2.5	1.75	NL	50	NP
4. Ordinary plain masonry shear walls	1.5	2.5	1.25	18	NP	NP
<b>B. BUILDING FRAME SYSTEMS (with bracing or shear wall)</b>						
1. Steel eccentrically braced frames, moment resisting connections at columns away from links	8	2	4	NL	NL	50
2. Steel eccentrically braced frames, non-moment-resisting, connections at columns away from links	7	2	4	NL	NL	50
3. Special steel concentrically braced frames	6	2	5	NL	NL	50
4. Ordinary steel concentrically braced frames	3.25	2	3.25	NL	NL	11
5. Special reinforced concrete shear walls	6	2.5	5	NL	50	50
6. Ordinary reinforced concrete shear walls	5	2.5	4.25	NL	NL	NP
7. Ordinary reinforced masonry shear walls	2	2.5	2	NL	50	NP
8. Ordinary plain masonry shear walls	1.5	2.5	1.25	18	NP	NP
<b>C. MOMENT RESISTING FRAME SYSTEMS (no shear wall)</b>						
1. Special steel moment frames	8	3	5.5	NL	NL	NL
2. Intermediate steel moment frames	4.5	3	4	NL	NL	35
3. Ordinary steel moment frames	3.5	3	3	NL	NL	NP
4. Special reinforced concrete moment frames	8	3	5.5	NL	NL	NL
5. Intermediate reinforced concrete moment frames	5	3	4.5	NL	NL	NP
6. Ordinary reinforced concrete moment frames	3	3	2.5	NL	NP	NP
<b>D. DUAL SYSTEMS: SPECIAL MOMENT FRAMES CAPABLE OF RESISTING AT LEAST 25% OF PRESCRIBED SEISMIC FORCES (with bracing or shear wall)</b>						
1. Steel eccentrically braced frames	8	2.5	4	NL	NL	NL
2. Special steel concentrically braced frames	7	2.5	5.5	NL	NL	NL
3. Special reinforced concrete shear walls	7	2.5	5.5	NL	NL	NL
4. Ordinary reinforced concrete shear walls	6	2.5	5	NL	NL	NP
<b>E. DUAL SYSTEMS: INTERMEDIATE MOMENT FRAMES CAPABLE OF RESISTING AT LEAST 25% OF PRESCRIBED SEISMIC FORCES (with bracing or shear wall)</b>						
1. Special steel concentrically braced frames	6	2.5	5	NL	NL	11
2. Special reinforced concrete shear walls	6.5	2.5	5	NL	NL	50
3. Ordinary reinforced masonry shear walls	3	3	3	NL	50	NP
4. Ordinary reinforced concrete shear walls	5.5	2.5	4.5	NL	NL	NP
<b>F. DUAL SHEAR WALL-FRAME SYSTEM: ORDINARY REINFORCED CONCRETE MOMENT FRAMES AND ORDINARY REINFORCED CONCRETE SHEAR WALLS</b>						
	4.5	2.5	4	NL	NP	NP
<b>G. STEEL SYSTEMS NOT SPECIFICALLY DETAILED FOR SEISMIC RESISTANCE</b>						
	3	3	3	NL	NL	NP

Notes:

1. Seismic design category, NL = No height restriction, NP = Not permitted. Number represents maximum allowable height (m).
2. Dual Systems include buildings which consist of both moment resisting frame and shear walls (or braced frame) where both systems resist the total design forces in proportion to their lateral stiffness.
3. See Sec. 10.20 of Chapter 10 of this Part for additional values of  $R$  and  $C_d$  and height limits for some other types of steel structures not covered in this Table.
4. Where data specific to a structure type is not available in this Table, reference may be made to Table 12.2-1 of ASCE 7-05.

出典：Bangladesh National Building Code 2015

図 5.1-39 応答減衰係数  $R$



正規加速度応答スペクトル  $C_s$  は以下の式により算出される。また図 5.1-36 の地盤区分毎にこれらの式を適用して算出した  $C_s$  の値は図 5.1-40 のようになる。

$C_s$  = Normalized acceleration response spectrum, which is a function of structure (building) period and soil type (site class) as defined by Equations 6.2.35a to 6.2.35d.

$$C_s = S \left( 1 + \frac{T}{T_B} (2.5\eta - 1) \right) \text{ for } 0 \leq T \leq T_B \quad (6.2.35a)$$

$$C_s = 2.5S\eta \text{ for } T_B \leq T \leq T_C \quad (6.2.35b)$$

$$C_s = 2.5S\eta \left( \frac{T_C}{T} \right) \text{ for } T_C \leq T \leq T_D \quad (6.2.35c)$$

$$C_s = 2.5S\eta \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right) \text{ for } T_D \leq T \leq 4\text{sec} \quad (6.2.35d)$$

$C_s$  depends on  $S$  and values of  $T_B$ ,  $T_C$  and  $T_D$ , (Figure 6.2.25) which are all functions of the site class. Constant  $C_s$  value between periods  $T_B$  and  $T_C$  represents constant spectral acceleration.

$S$  = Soil factor which depends on site class and is given in Table 6.2.16

$T$  = Structure (building) period as defined in Sec 2.5.7.2

$T_B$  = Lower limit of the period of the constant spectral acceleration branch given in Table 6.2.16 as a function of site class.

$T_C$  = Upper limit of the period of the constant spectral acceleration branch given in Table 6.2.16 as a function of site class

$T_D$  = Lower limit of the period of the constant spectral displacement branch given in Table 6.2.16 as a function of site class

$\eta$  = Damping correction factor as a function of damping with a reference value of  $\eta=1$  for 5% viscous damping. It is given by the following expression:

$$\eta = \sqrt{10 / (5 + \xi)} \geq 0.55 \quad (6.2.36)$$

Where,  $\xi$  is the viscous damping ratio of the structure, expressed as a percentage of critical damping. The value of  $\eta$  cannot be smaller than 0.55.

Table 6.2.16: Site Dependent Soil Factor and Other Parameters Defining Elastic Response Spectrum

Soil type	S	$T_B$ (s)	$T_C$ (s)	$T_D$ (s)
SA	1.0	0.15	0.40	2.0
SB	1.2	0.15	0.50	2.0
SC	1.15	0.20	0.60	2.0
SD	1.35	0.20	0.80	2.0
SE	1.4	0.15	0.50	2.0

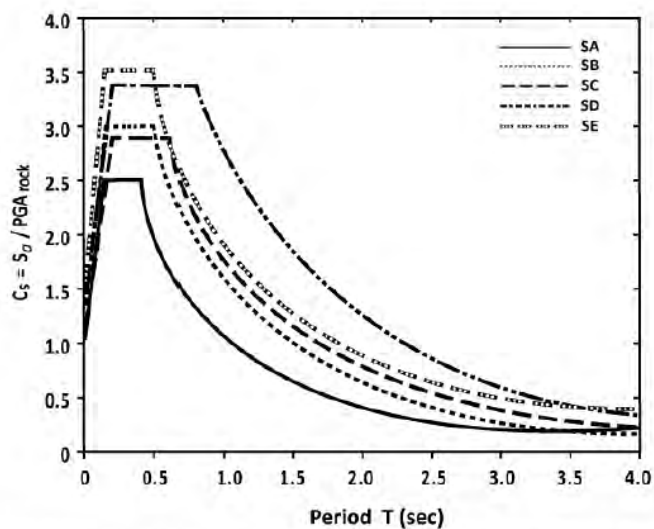


Figure 6.2.26 Normalized design acceleration response spectrum for different site classes.

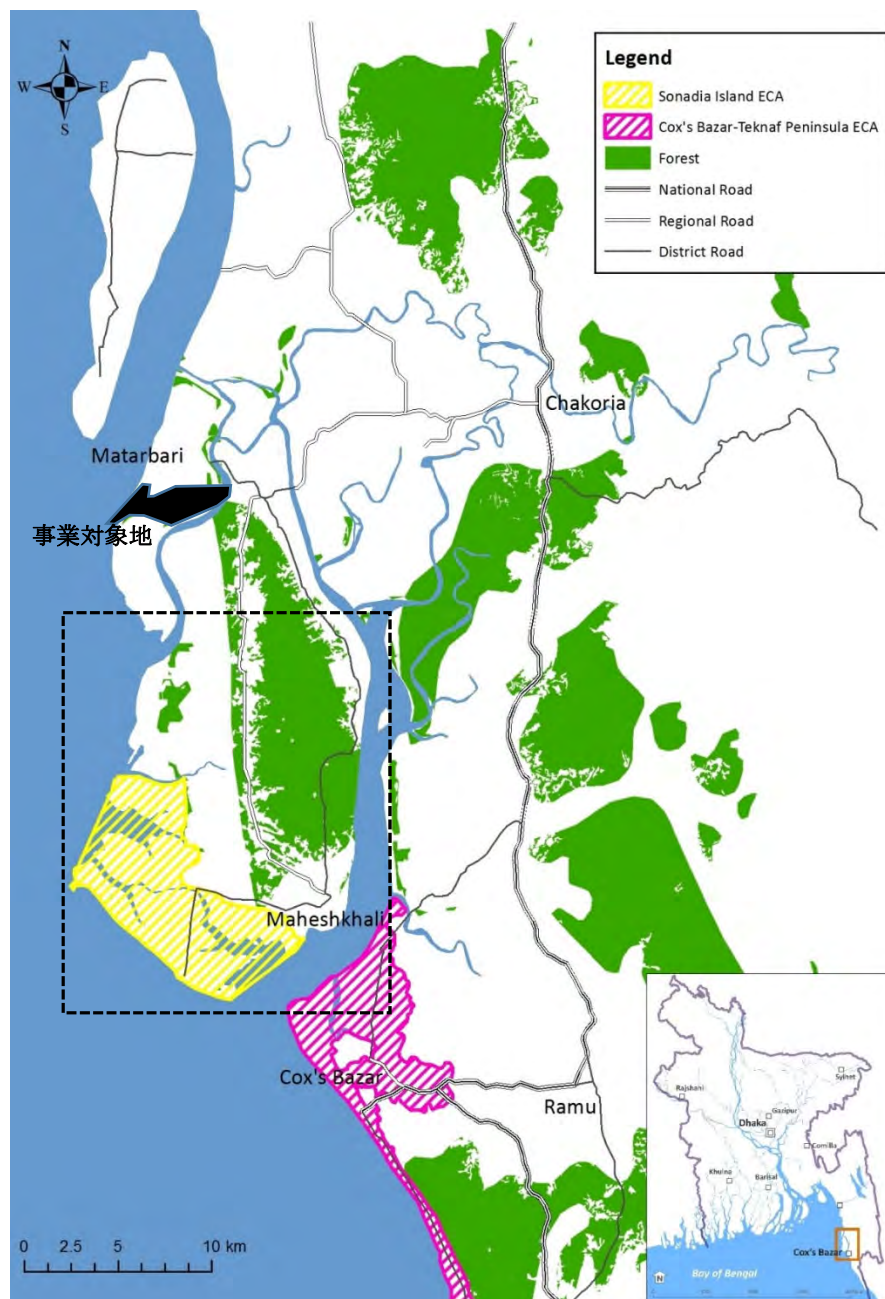
出典：Bangladesh National Building Code 2015

図 5.1-40 地盤区分毎に算出した正規加速度応答スペクトル  $C_s$

## 5.2 動植物の概況

### 5.2.1 サイト周辺の自然環境ならびに環境保護区

図 5.2-1 はサイト周辺の植生ならびに主な環境保護区を示したものである。図中、破線に囲まれたソナディア（Sonadia）島 ECA の隣接バッファゾーンなどの保護区分は図 5.2-2 に示されている。



出典： Bangladesh 国南部チッタゴン地域総合開発に係る情報収集・確認調査報告書

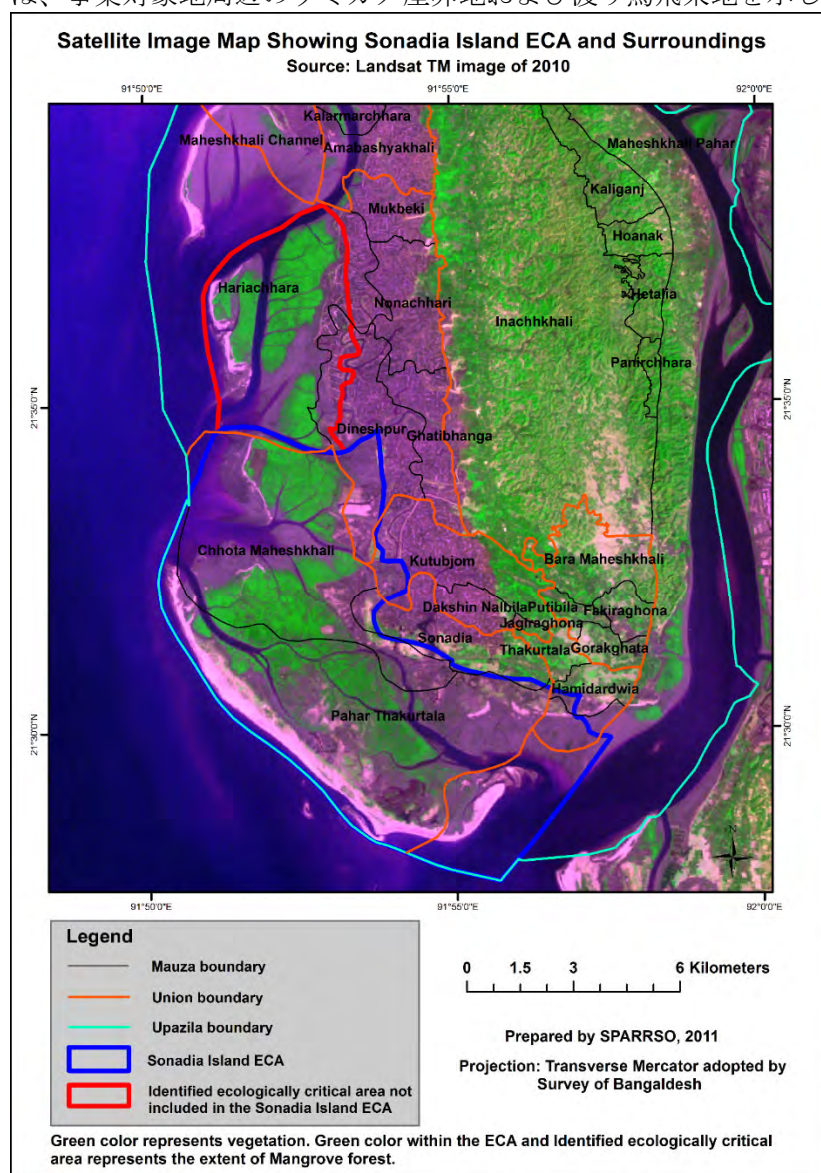
図 5.2-1 チョットグラム南部およびコックスバザール周辺における自然保護区

主な環境保全区域（ECA: Ecologically Critical Area）として、Sonadia 島 ECA（事業予定地より約 17km 南方に位置）ならびに Cox's Bazar-Teknaf 半島 ECA が位置する。これ以外にチョットグラム南部地域において国立公園（NP: National Park）、鳥獣保護区（WS: Wildlife Sanctuary）、狩猟区域

（GR: Game Reserve）ならびに保護林（RF: Reserved Forest）が存在する。なお国立公園、鳥獣保護区、狩猟区域の監理は環境森林省（MoEF: Ministry of Environment and Forest）、環境局（DoE: Department of Environment）、保護林は同省森林局（DoF: Department of Forest）である。

サイトを含むチョットグラム南部区域では小規模な保護林が、多数設定されており（図 5.2-1 中、緑色部分）、それらの一部では、地域住民の慣行使用も認められている（同保護林範囲に関する最新情報は森林局地方事務所が保有）。また沿岸部やコヘリア運河河畔では世銀支援によるマングローブ植林活動も行われていた（2015 年時点）<sup>6</sup>。

図 5.2-2 は Sonadia 島 ECA における監理区分方針を示したものである。図中太線（赤色）は同 ECA のバッファゾーンを示しており、地域住民のコミュニティ活動が認められている。図 5.2-3 は、事業対象地周辺のウミガメ産卵地および渡り鳥飛来地を示したものである。



注：太線（青色）は Sonadia 島 ECA 境界、太線（赤）は同 ECA バッファゾーンを示す  
出典：DoE

図 5.2-2 Sonadia 島 ECA

<sup>6</sup> 国際協力機構 南部チッタゴン地域総合開発に係る情報収集・確認調査(2016)における DoF との面談記録より



出典：1/2号機で実施されている環境モニタリング報告書（2018年5月～7月）

図 5.2-3 事業対象地周辺のウミガメ産卵地および渡り鳥飛来地

### 5.2.2 環境モニタリング活動

#### (1) モニタリング活動概要

1/2号機事業は、2014年6月にL/A調印が行われ、関連工事、ならびに工事に伴う環境社会監理活動（モニタリングを含む）が実施されている（2021年時点でも継続中）。1/2号機事業の工事活動に伴い、サイト周辺の自然環境も影響を受けている事が予想される。本事業のサイトも1/2号機事業と同じ敷地内にある事より、現在進行中の1/2号機事業に関するモニタリング活動をレビューし、サイト周辺の自然環境を把握する事は重要である。

ここでは1/2号機事業の事業開始後に開始された環境モニタリング活動（2017年9月～2020年8月）でまとめられた環境モニタリング四半期報告書、月報にまとめられている植物プランクトン、動物プランクトン、底生動物（サイト周辺の生態系構成基礎指標の1つ）、ウミガメ、コヘリア運河およびベンガル湾沿岸での魚種調査、ならびにpH、DO（溶存酸素）、COD（化学的酸素要求量）、TSS（全懸濁物質）の4水質パラメータの時系列変化に注目し、考察を行う。表5.2-1、図5.2-4は、1/2号機事業で策定された環境モニタリング調査地点をまとめたもので、図5.2-5は、コヘリア運河、ベンガル湾沿岸で行っている魚種確認調査の調査範囲を示している。

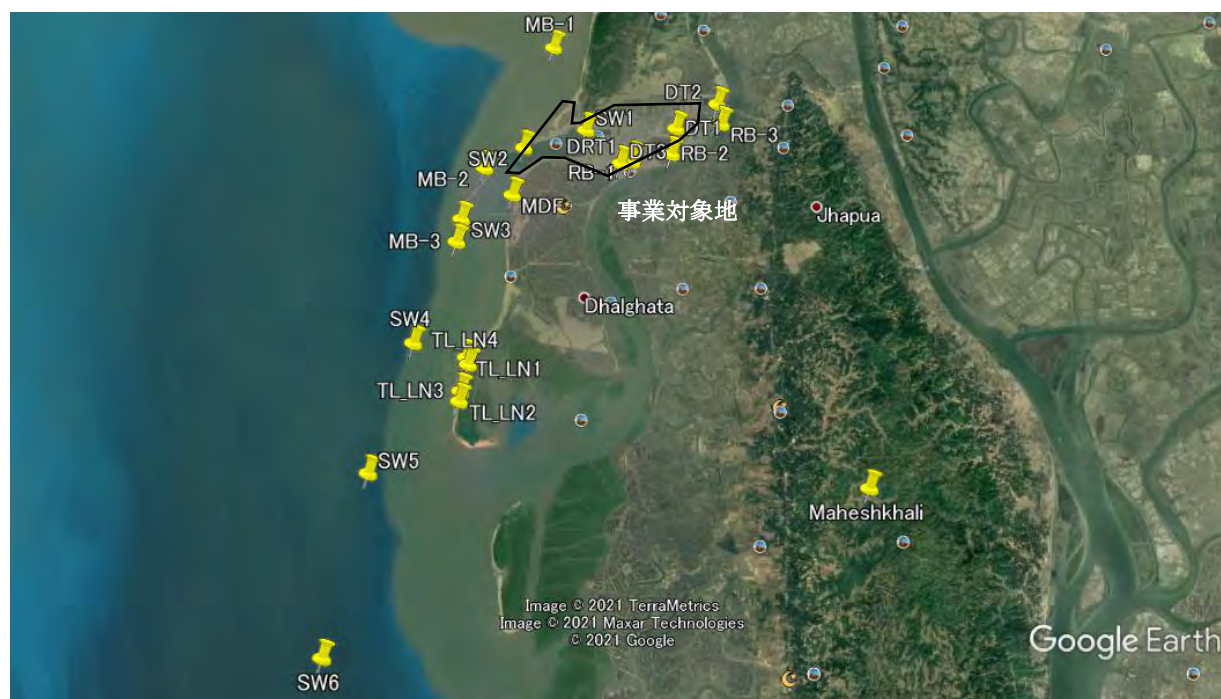
1/2号機事業の環境モニタリング活動では、コヘリア運河、ならびにベンガル湾での水質分析は

毎月、動植物プランクトン、ならびに底生生物カウントは、コヘリア運河では半年毎、ベンガル湾では4半期毎に、ウミガメはベンガル湾海浜にて年1回、魚種確認調査は年2回、ベンガル湾沿岸およびコヘリア運河にて実施されている。同モニタリング活動に関する分析結果は2017年9月より、四半期レポート、月報としてまとめられている。

表 5.2-1 1/2号機で実施されている環境モニタリング報告書（抜粋）

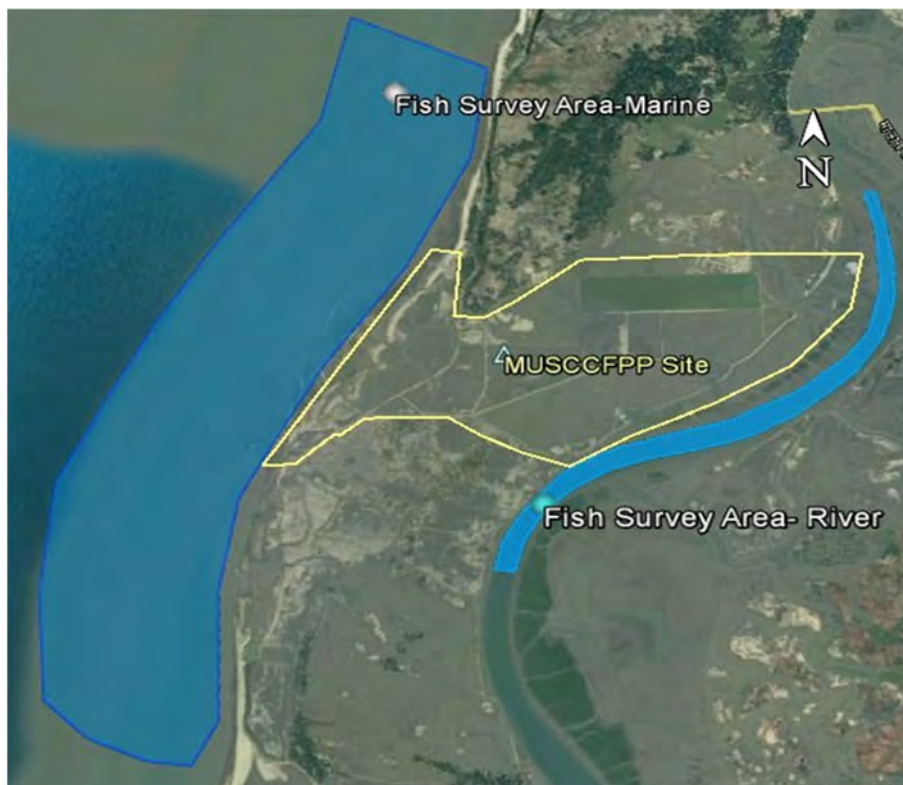
採水地点	モニタリング活動概要
RB1, RB2, RB3	コヘリア運河代表地点での採水、採泥を複数水深個所にて、水質、動植物プランクトン、底生分析などを実施（3か所）
MB1, MB2, MB3, MDF	ベンガル湾沿岸代表地点での採水、採泥を複数水深個所にて、動植物プランクトン、底生分析などを実施（4か所）
SW1, SW2, SW3, SW4, SW5, SW6	ベンガル湾沿岸代表地点での採水を複数水深個所にて、水質分析などを実施（6か所）
TL-LN1, TL-LN2, TL-LN3, TL-LN4	ウミガメ上陸個体数ならびに営巣数をカウント（4ライン）

出典：調査団作成



出典：調査団作成

図 5.2-4 環境モニタリングサンプリング地点



出典：1/2号機で実施されている環境モニタリング報告書（2018年2月～4月）

図 5.2-5 コヘリア運河、ベンガル湾魚種調査地域

## (2) 考察

図 5.2-6 は、2017年10月～2021年1月にかけてコヘリア運河ならびにベンガル湾で行われた底生動物の分析・カウント結果である。同図より、調査開始の2017年を起点とし、2021年1月と比較した場合、コヘリア運河で54%～91%、ベンガル湾で117%～285%と、全般的に個体数の増加が認められる。またデータ数は少ないものの、同じサンプリング月のものを比較すると（2019年1月と2020年1月）、コヘリア運河で44%～51%、ベンガル湾で49%～109%の個体数増加が認められた。

図 5.2-7 および図 5.2-8 は、それぞれ2017年10月～2021年1月にかけて行われたコヘリア運河ならびにベンガル湾で行われた植物プランクトンの分析・カウント結果である。コヘリア運河、ベンガル湾共に、表層付近で植物プランクトンの個体数カウントが最大で、深さが増すにつれ減少する傾向が認められる。またこれらの図より、調査開始の2017年を起点とした場合、全般的に2020年1月までプランクトン個体数が減少、2020年7月に増加するものの、その後、漸減する傾向が認められる。この変動に関する中長期的特性の検討については、今後のモニタリング活動によるデータ蓄積により、より明確な分析が可能になると考えられる。またデータ数は少ないものの、同じサンプリング月のものを比較すると、コヘリア運河（2018年8月と2019年8月）では-92%～+11%、コヘリア運河（2019年1月と2020年1月）では-66%～+1,025%、ベンガル湾（2018年8月と2019年8月）では+14%～+1,400%、ベンガル湾（2018年1月と2020年1月）で-11%～+900%の個体数変動が認められた。

図 5.2-9 および図 5.2-10 は、それぞれ2017年10月～2021年1月にかけて行われたコヘリア運河ならびにベンガル湾で行われた動物プランクトンの分析・カウント結果である。植物プランクトンと同様に、コヘリア運河、ベンガル湾共に、表層付近で植物プランクトンの個体数カウントが最大で、深さが増すにつれ減少する傾向が認められる。またこれらの図より、調査開始の2017年を起点とした場合、全般的にプランクトン個体数が減少する傾向が認められる。またデータ数は少ないものの、同じサンプリング月のものを比較すると、コヘリア運河（2018年8月と2019年8月）では-21%～-40%、コヘリア運河（2018年1月と2020年1月）では-65%～+12%、ベンガル湾（2018年8月と2019年8月）では-43%～+107%、ベンガル湾（2018年1月と2020年1月）

で -68%～+85%の個体数変動が認められた。

図 5.2-11 は、2018 年～2020 年にかけてベンガル湾海浜部で行われた上陸ウミガメ個体および営巣数確認結果である。同図より、調査期間内における個体ならびに営巣数の減少は確認出来ない。

図 5.2-12 は 2018 年 1 月～2021 年 1 月にかけて実施された魚種確認調査結果である（同調査結果詳細については添付資料 5-2、表 5-2-10～表 5-2-15 を参照）。モニタリング報告書では、コヘリア運河、ベンガル湾沿岸をまとめた総計データが掲載されており、また調査に用いた各種漁具の具体的な設置位置も不明であり、作業時間・内容、調査範囲も調査ごとにバラつきが認められるため（例：投網回数やコヘリア運河での調査範囲）、厳密な比較検討は困難であるが、調査期間内における全体的な傾向を把握する目的には引用可能と考えられる。なお、モニタリング開始以前の 2017 年以前の魚種・漁獲量データは、関係機関による調査又は他事業におけるモニタリングなどのデータが存在せず、確認できなかったため、事業開始前後の魚種・漁獲量の比較については、インタビューベースでの情報に留まり、正確な把握が困難であった。同図より全般的な変動傾向として、約 30 種の魚種が確認されているが、2020 年 1 月まで捕獲量が減少しているものの同年 8 月には増加、また 2021 年 1 月に減少している傾向が認められる。この変動傾向が周期的なものかどうかの検討については、今後のモニタリング活動によるデータ蓄積により、より明確な分析が可能になると考えられる。

図 5.2-13 は、2017 年 10 月～2021 年 1 月にかけてコヘリア運河で行った水質分析調査結果のうち、pH の時系列変動を見たものである。同図より、調査範囲内では 7.0 と 8.1 付近の間を変動している事がわかる。また上述したコヘリア運河の底生動物、植物プランクトン、動物プランクトンの時系列変動との関連も認められない。

図 5.2-14 は、2017 年 10 月～2021 年 1 月にかけてコヘリア運河で行った水質分析調査結果のうち、溶存酸素（DO）の時系列変動を見たものである。同図より、調査範囲内では顕著な減少は認められず、5.0 mg/L と 7.5 mg/L の間を変動している事がわかる。また上述したコヘリア運河の底生動物、植物プランクトン、動物プランクトンの時系列変動との関連も認められない。

図 5.2-15 は、2017 年 10 月～2021 年 1 月にかけて行われたコヘリア運河水質分析結果のうち、化学的酸素要求量（COD）の時系列変動を見たものである。同図より、2018 年 1 月に約 1,200 mg/L の高い値を示しているが、それ以外の分析値は概ね 200 mg/L から 400 mg/L の値を示し、2019 年 1 月以降は、減少する傾向が認められる。同様な減少傾向はコヘリア運河の植物プランクトンならびに動物プランクトンの調査結果でも認められる。

図 5.2-16 は、2017 年 10 月～2021 年 1 月にかけて行われたコヘリア運河水質分析結果のうち、全懸濁物質（TSS）の時系列変動を見たものである。調査期間内では、長期的な明確な変動特性は認められず、また COD のような減少傾向も認められない。

図 5.2-17～図 5.2-19 は、2017 年 10 月～2021 年 1 月にかけて行われたベンガル湾沿岸部水質分析結果のうち、pH の時系列変動を見たものである。前述したように、ベンガル湾での水質分析は毎月 1 回実施されているため、ここでは 3 枚のグラフで図化している。これらの図より、調査範囲内では 7.5 と 8.6 の間を変動している事がわかる。また上述したベンガル湾沿岸の底生動物、植物プランクトン、動物プランクトンの時系列変動との関連も認められない。2019 年 7 月に pH 値の減少が認められるが、同様な現象がコヘリア運河の分析結果でも認められる。ただし全般的に海域の pH 値はコヘリア運河より高めであり、海域とコヘリア運河の水塊の完全混合は、調査範囲内では発生していないと考えられる。

図 5.2-20～図 5.2-22 は、2017 年 10 月～2021 年 1 月にかけて行われたベンガル湾沿岸部水質分析結果のうち、溶存酸素（DO）の時系列変動を見たものである。前述したように、ベンガル湾での水質分析は毎月 1 回実施されているため、ここでは 3 枚のグラフで図化している。これらの図より、調査範囲内では顕著な減少は認められず、5.0 mg/L と 8.0 mg/L の間を変動しており、2020 年は比較的、安定した変動を示している事がわかる。また上述したベンガル湾沿岸の底生動物、植物プランクトン、動物プランクトンの時系列変動との関連も認められない。

図 5.2-23～図 5.2-25 は、2017 年 10 月～2020 年 1 月にかけて行われたベンガル湾沿岸部水質分析結果のうち、化学的酸素要求量（COD）の時系列変動を見たものである。これらの図より、2018 年 1 月から 3 月にかけて約 1,000 mg/L の高い値を示し、その後、減少、2018 年 12 月に 800 mg/L

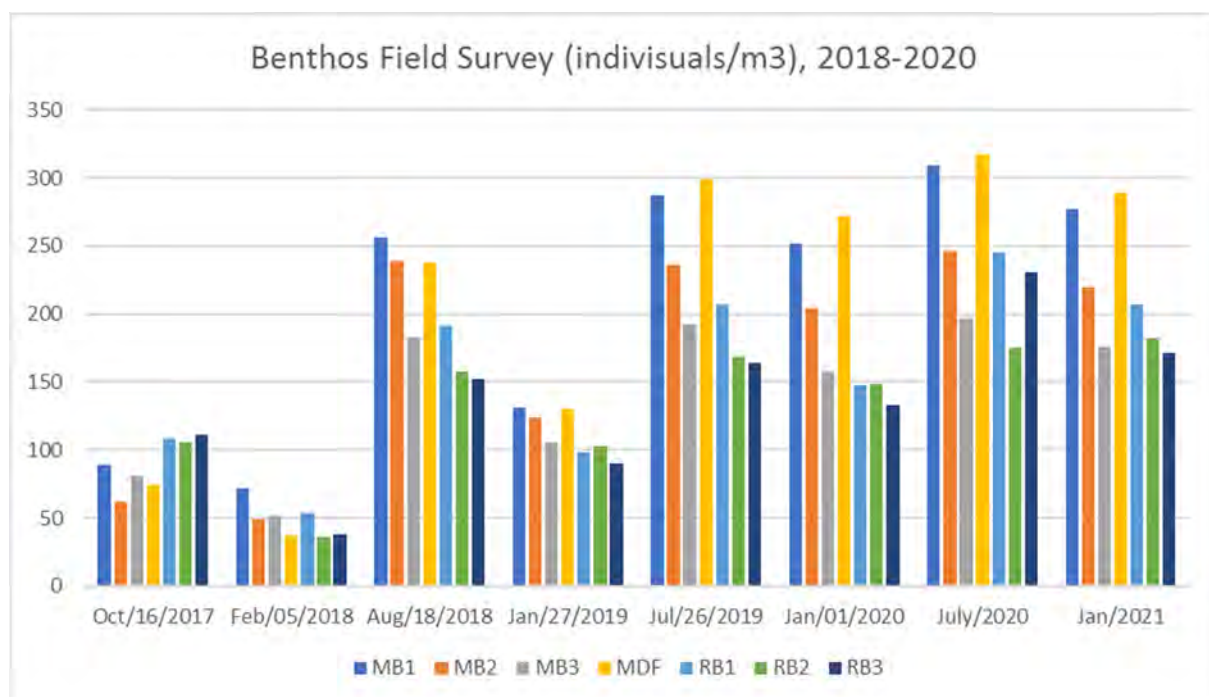


付近まで増加するが、その後は減少する傾向が認められる。同様な減少傾向はベンガル湾の植物プランクトンならびに動物プランクトンの調査結果でも認められる。

図 5.2-26～図 5.2-28 は、2017 年 10 月～2021 年 1 月にかけて行われたベンガル湾沿岸部水質分析結果のうち、全懸濁物質（TSS）の時系列変動を見たものである。これらの図より、2018 年 9 月に上昇したのち（最高値約 4,736 mg/L）、減少するが、2019 年 2 月以降に漸増し、約 200 mg/L 辺りを変動、2019 年 9 月に約 1,000 mg/L、2020 年 8 月には 800 mg/L の分析結果を示している。この変動特性はベンガル湾の底生動物、植物プランクトンならびに動物プランクトンの調査結果では認められず、したがって TSS の生態系への影響は COD に較べると小さいと言えるのかもしれないが、今後のモニタリング・データの蓄積により、新たな傾向が判明する可能性もあり得る。そのためにも、継続的にモニタリング活動ならびにタイムリーな分析結果の検証を行う事が重要となる。

### (3) 今後の課題

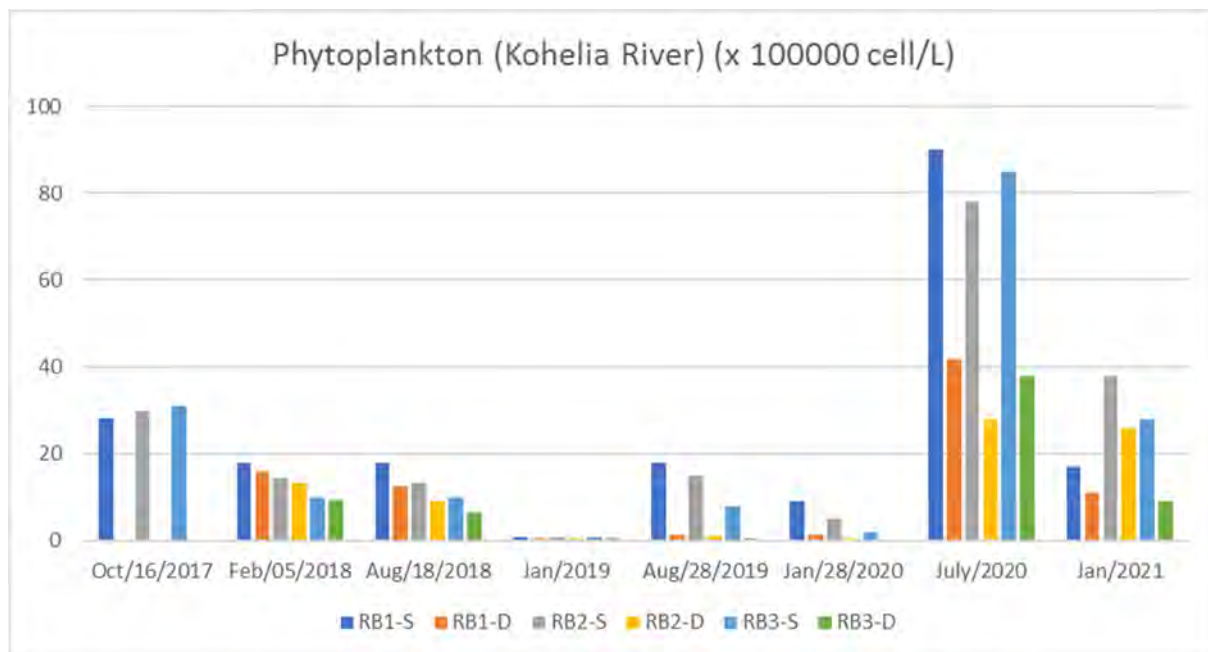
前述したように、本事業は 1/2 号機事業と対象サイトが同一である事より、1/2 号機事業でのモニタリング活動内容との整合性を取りつつ、その内容を補強する調査検討を行う事が重要となる。モニタリング活動が 2017 年に開始されてデータが蓄積され、現時点では各環境指標に関する中長期的な変動傾向が確認されつつところであると言える。ここで確認された変動傾向が周期的なものかどうかの検討については、今後のモニタリング活動によるデータ蓄積により、より明確な分析が可能になり、例えば複数年次の同じモニタリング月の経年比較検討等を通して新たな傾向が判明する可能性もあり得る。そのためにも、継続的にモニタリング活動ならびにタイムリーな分析結果の検証を、逐次行う事が重要となる。



注：MB1, MB2, MB3, MDF はベンガル湾沿岸、RB1, RB2, RB3 はコヘリア運河  
ベントス採集は各採集地点で 15x15x15cm の採泥を行い、0.5mm の篩にかけて行った。

出典：調査団作成

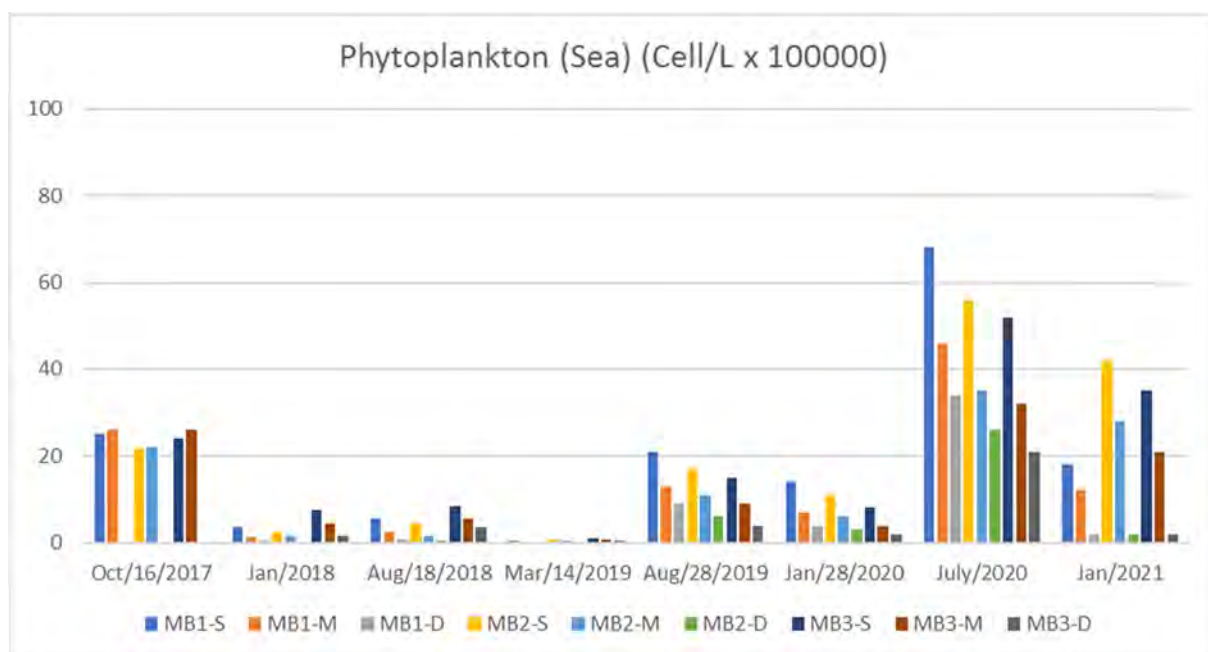
図 5.2-6 環境モニタリング（底生動物、2017 年 10 月～2021 年 1 月）



注：RB1-S, RB2-S, RB3-Sはコヘリア運河表層部、RB1-D, RB2-D, RB3-Dは同地点深水部での分析結果  
植物プランクトン採集は、30 $\mu$ mメッシュサイズのプランクトンネットを用いて行った（約10-15リットルの水を採水）。

出典：調査団作成

図 5.2-7 環境モニタリング（植物プランクトン、コヘリア運河、2017年10月～2021年1月）

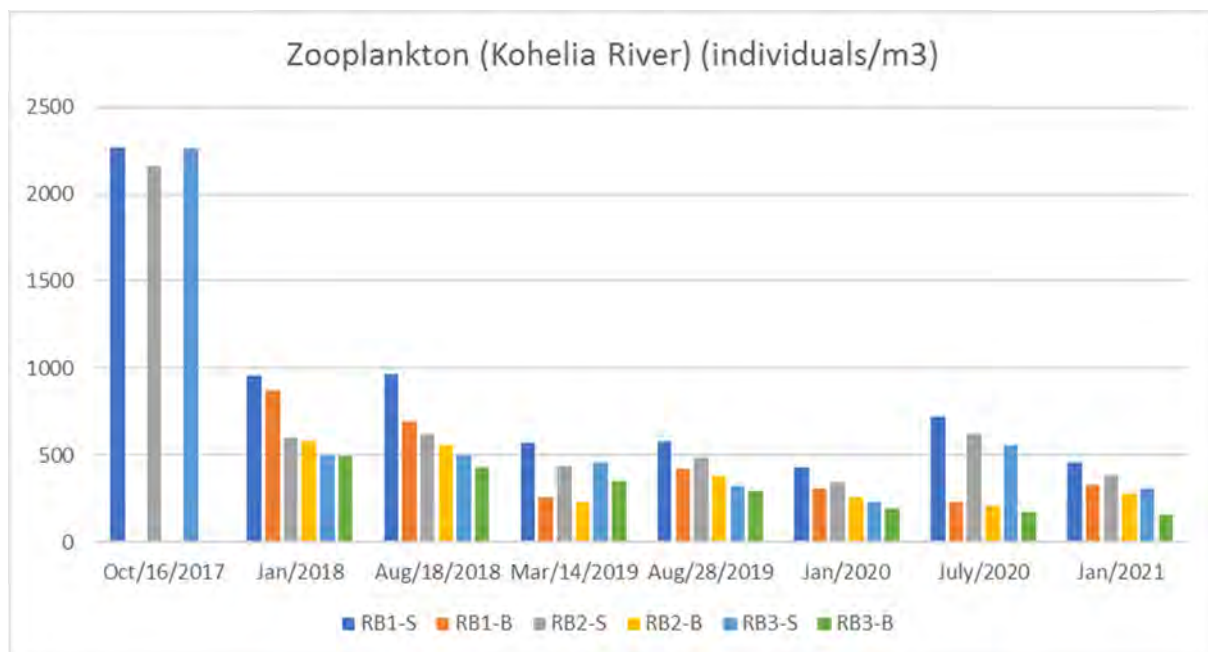


注：MB1-S, MB2-S, MB3-Sは沿岸部表層部、MB1-D, MB2-D, MB3-Dは同地点深水部 MB1-M, MB2-M, MB3-Mはそれら“-S”と“-D”の中間地点での分析結果

植物プランクトン採集は、30 $\mu$ mメッシュサイズのプランクトンネットを用いて行った（約10-15リットルの水を採水）。

出典：調査団作成

図 5.2-8 環境モニタリング（植物プランクトン、ベンガル湾沿岸部、2017年10月～2021年1月）

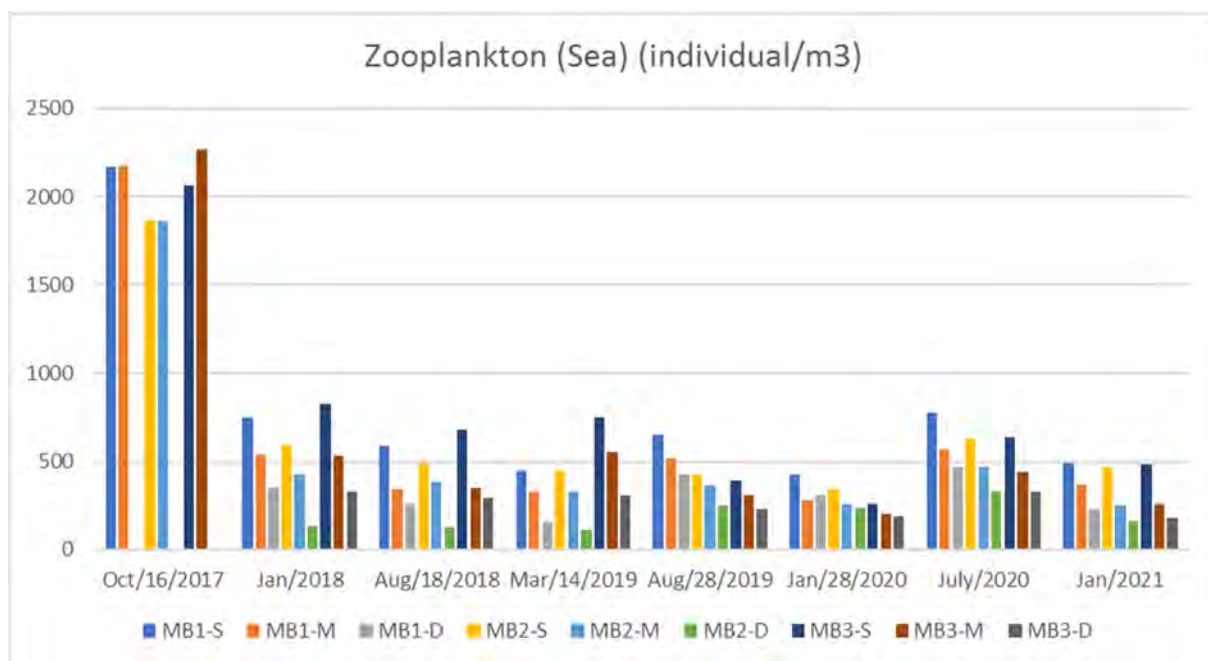


注：RB1-S, RB2-S, RB3-S はコヘリア運河表層部、RB1-D, RB2-D, RB3-D は同地点深水部での分析結果。2017年10月では深水部での採水は行わず、そのため分析結果はなし。

動物プランクトン採集は、300 $\mu$ mメッシュサイズのプランクトンネットを用いて行った。

出典：調査団作成

図 5.2-9 環境モニタリング（動物プランクトン、コヘリア運河、2017年10月～2021年1月）

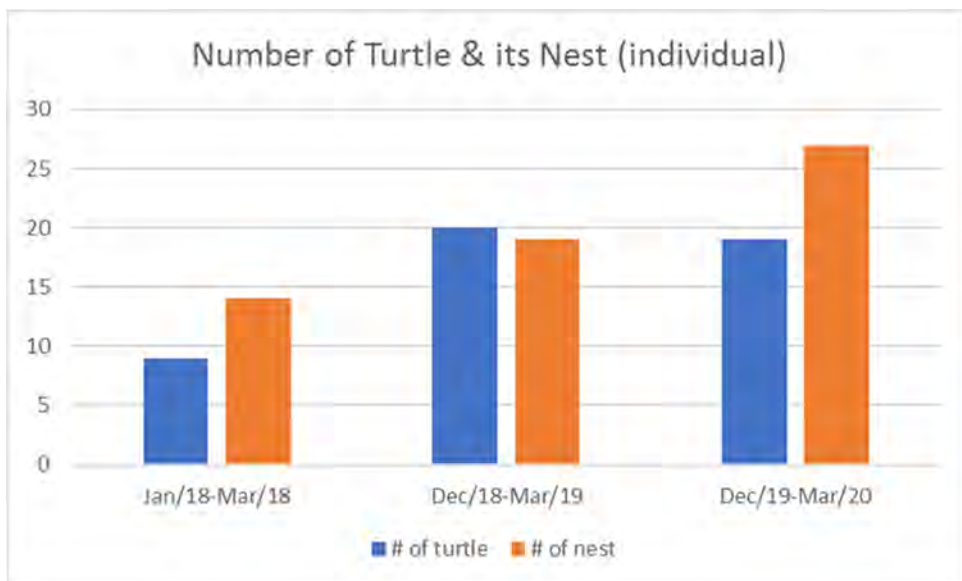


注：MB1-S, MB2-S, MB3-S は沿岸部表層部、MB1-D, MB2-D, MB3-D は同地点深水部、MB1-M, MB2-M, MB3-M は、“MB-S”と“MB-D”の中間地点での分析結果。2017年10月では深水部での採水は行わず、そのため分析結果はなし。

動物プランクトン採集は、300 $\mu$ mメッシュサイズのプランクトンネットを用いて行った。

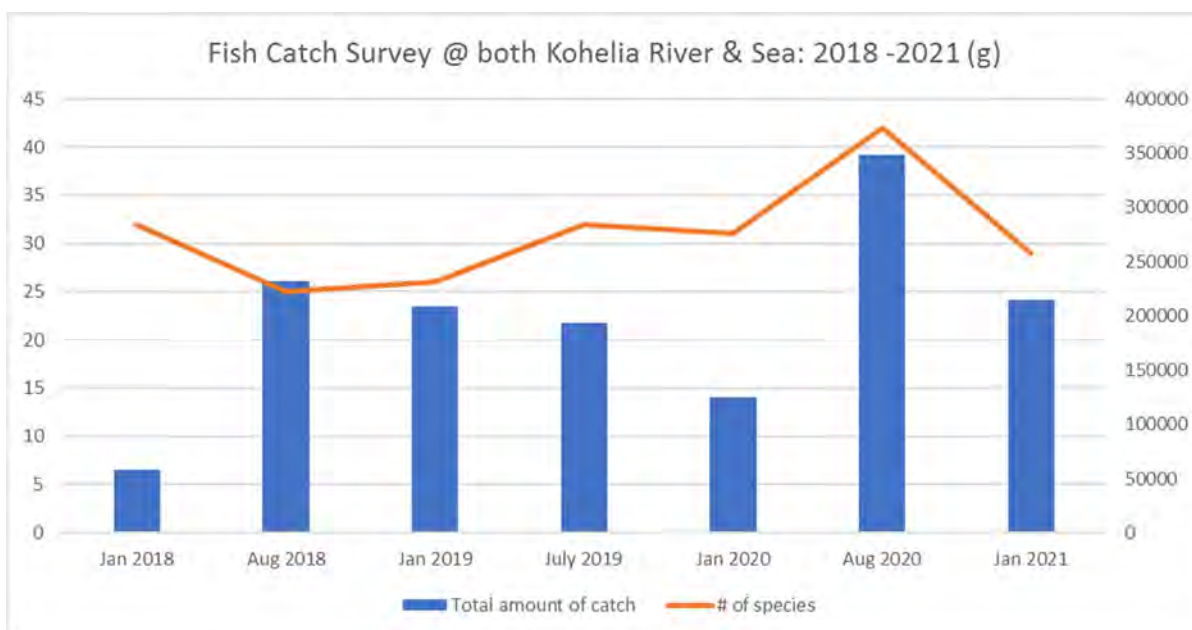
出典：調査団作成

図 5.2-10 環境モニタリング（動物プランクトン、ベンガル湾沿岸部、2017年10月～2021年1月）



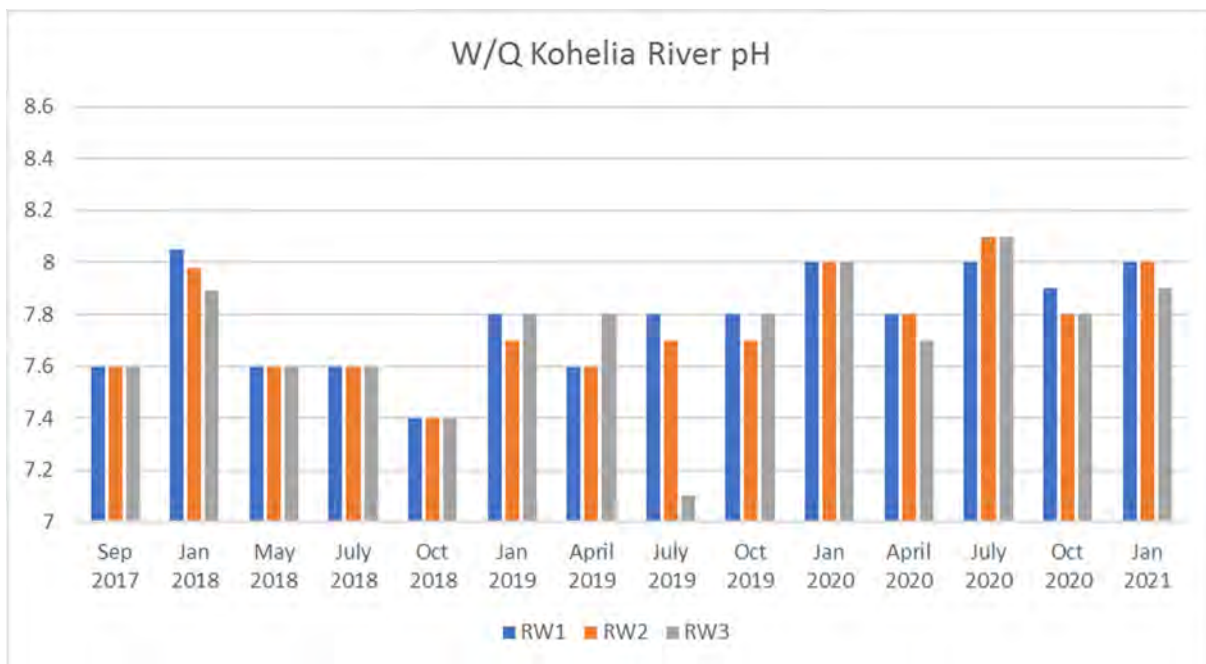
出典：調査団作成

図 5.2-11 環境モニタリング（上陸ウミガメ個体数および営巣数、ベンガル湾海浜部、2018年～2020年）



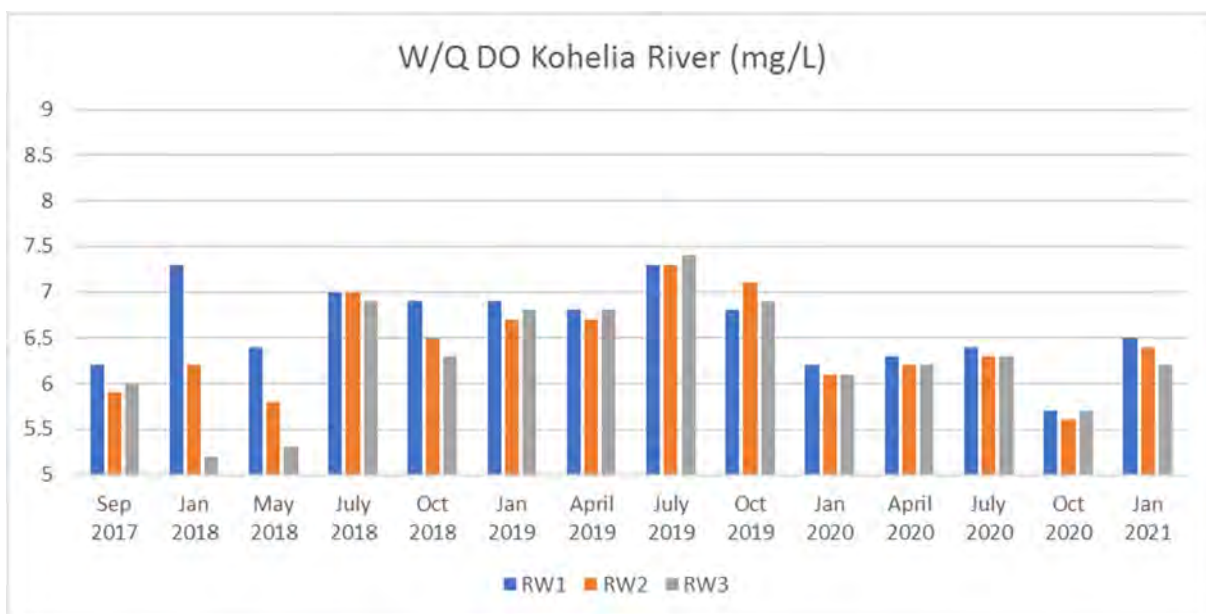
出典：調査団作成

図 5.2-12 環境モニタリング（コヘリア運河およびベンガル湾海浜部での捕獲魚種重量および種類、2018年～2021年）



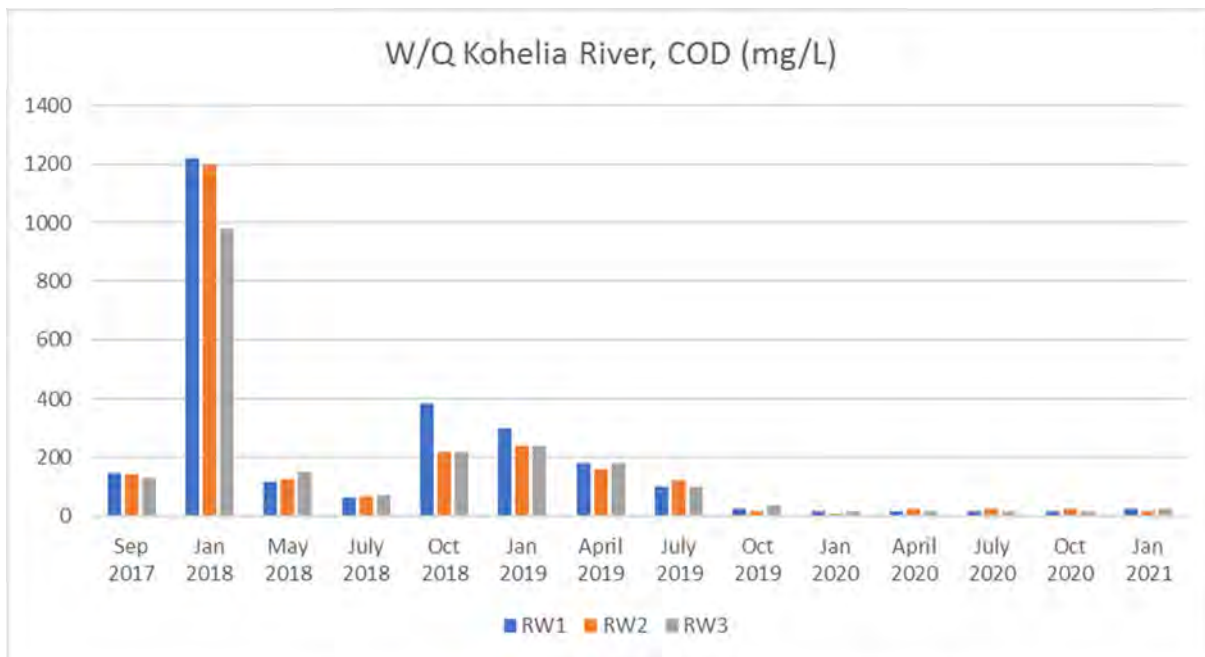
出典：調査団作成

図 5.2-13 環境モニタリング（水質 pH、コヘリア運河、2017 年 10 月～2021 年 1 月）



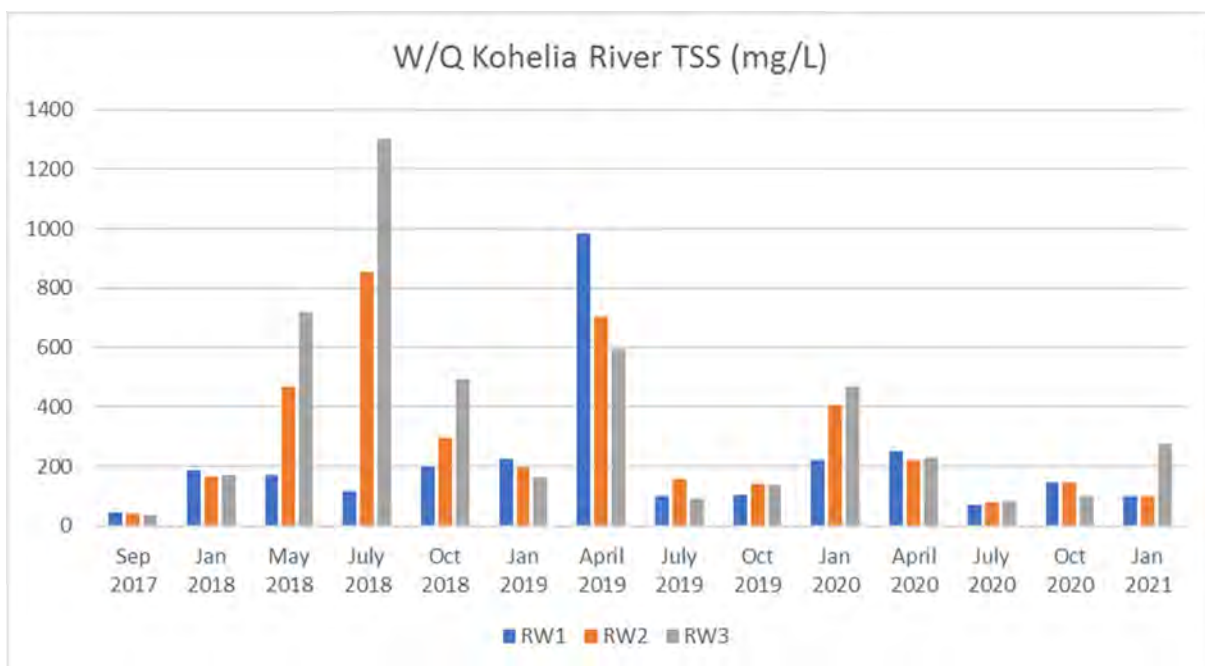
出典：調査団作成

図 5.2-14 環境モニタリング（水質 DO、コヘリア運河、2017 年 10 月～2021 年 1 月）



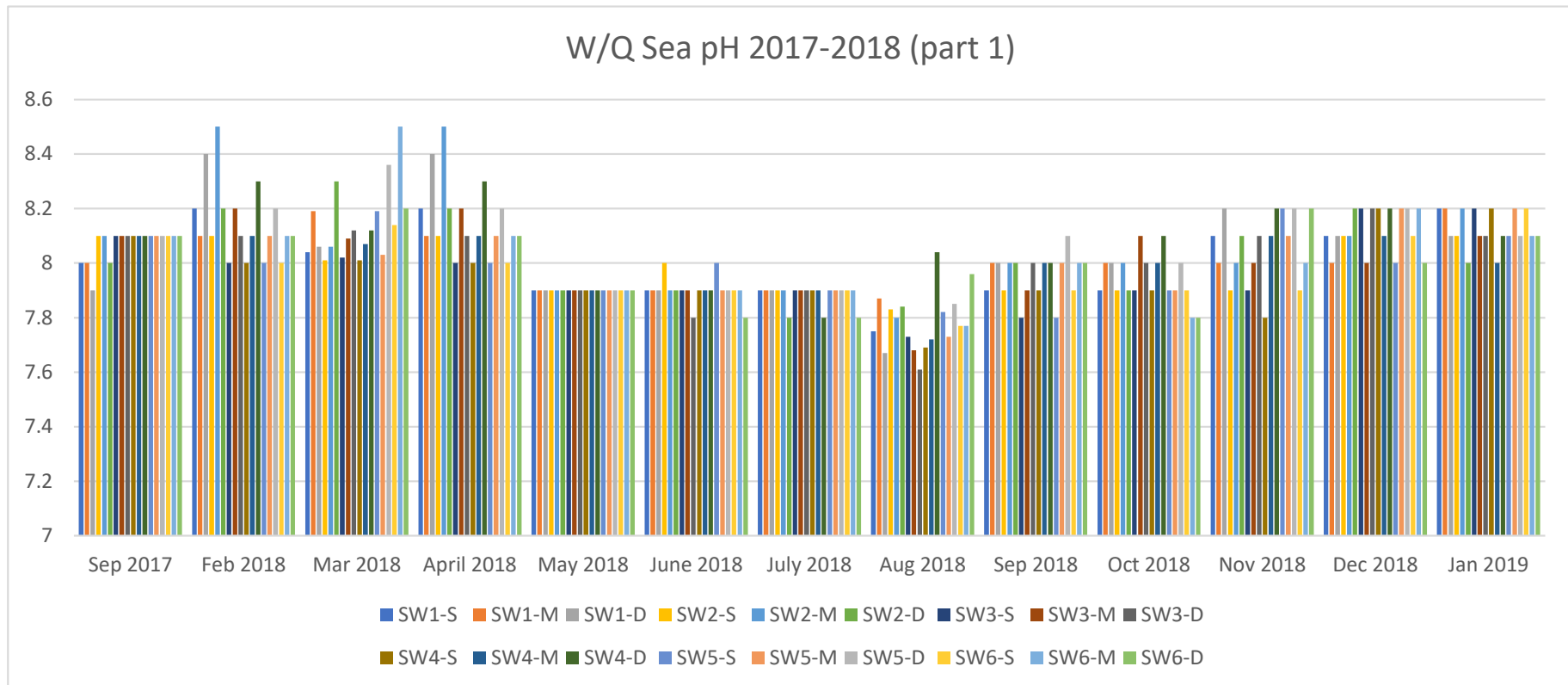
出典：調査団作成

図 5.2-15 環境モニタリング（水質 COD、コヘリア運河、2017 年 10 月～2021 年 1 月）



出典：調査団作成

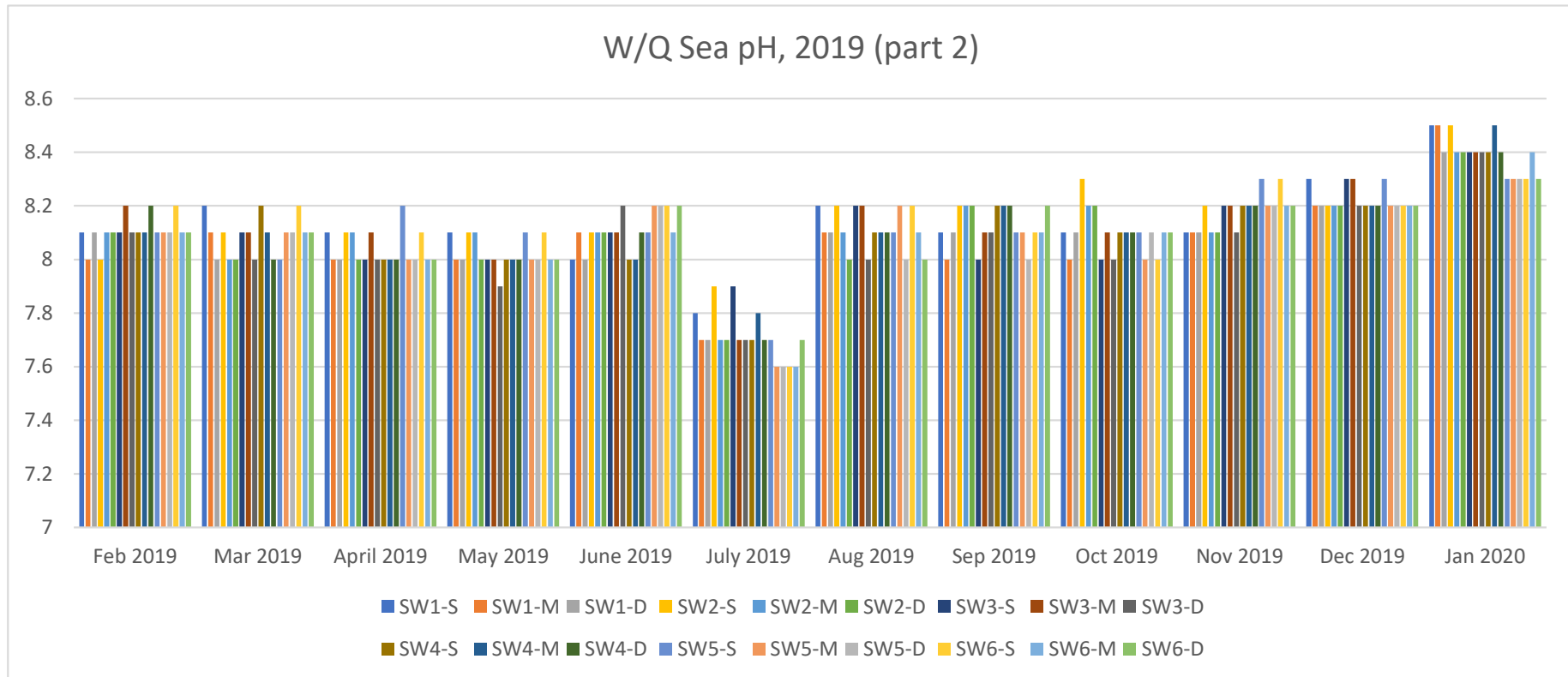
図 5.2-16 環境モニタリング（水質 TSS、コヘリア運河、2017 年 10 月～2021 年 1 月）



注：SW1-S, SW2-S, SW3-S, SW4-S, SW5-S, SW6-S は沿岸部表層部、SW1-D, SW2-D, SW3-D, SW4-D, SW5-D, SW6-D は同地点深水部、SW1-M, SW2-M, SW3-M, SW4-M, SW5-M, SW6-M は、“SW-S” と “SW-D” の中間地点での分析結果

出典：調査団作成

図 5.2-17 環境モニタリング（水質 pH、ベンガル湾沿岸部、2017 年 10 月～2019 年 1 月、その 1）

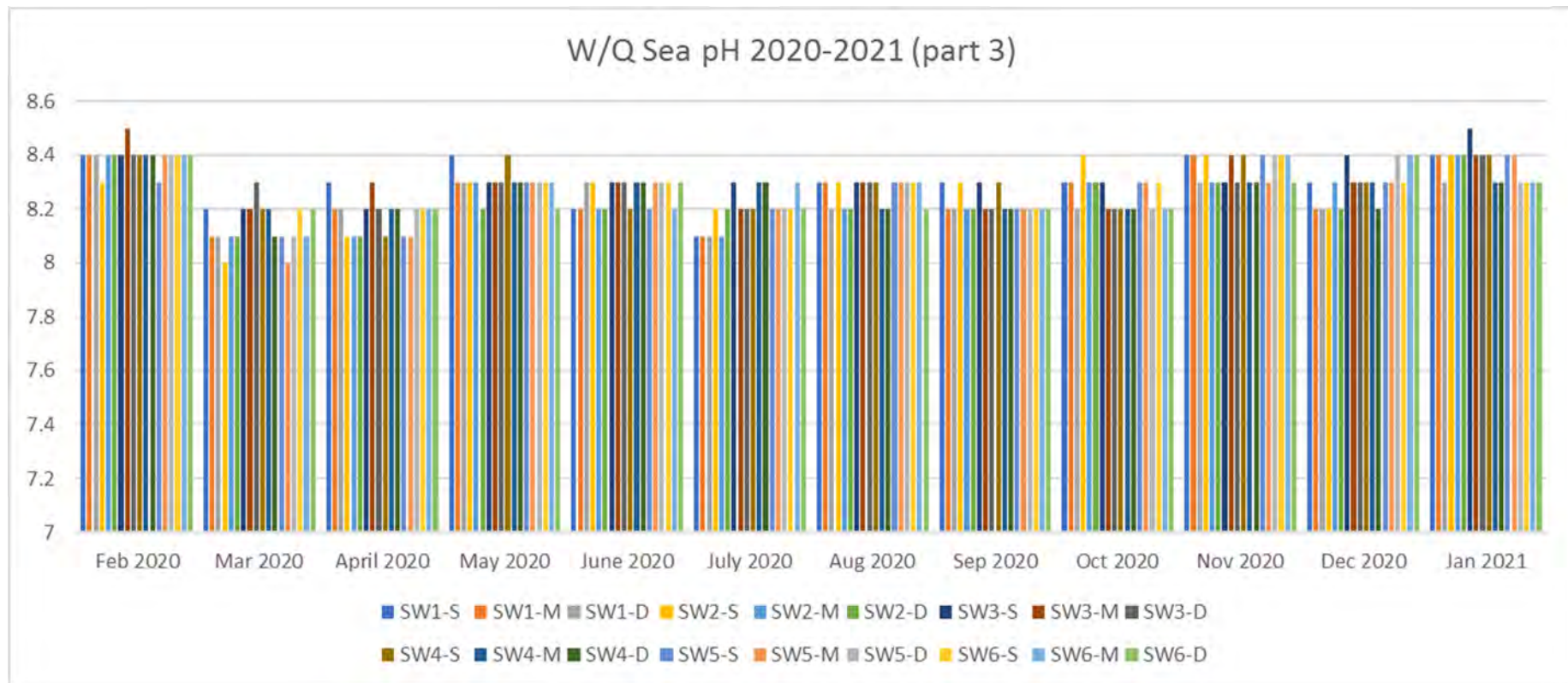


注：SW1-S, SW2-S, SW3-S, SW4-S, SW5-S, SW6-S は沿岸部表層部、SW1-D, SW2-D, SW3-D, SW4-D, SW5-D, SW6-D は同地点深水部、SW1-M, SW2-M, SW3-M, SW4-M, SW5-M, SW6-M は、“SW-S” と “SW-D” の中間地点での分析結果

出典：調査団作成

図 5.2-18 環境モニタリング（水質 pH、ベンガル湾沿岸部、2019 年 2 月～2020 年 1 月、その 2）

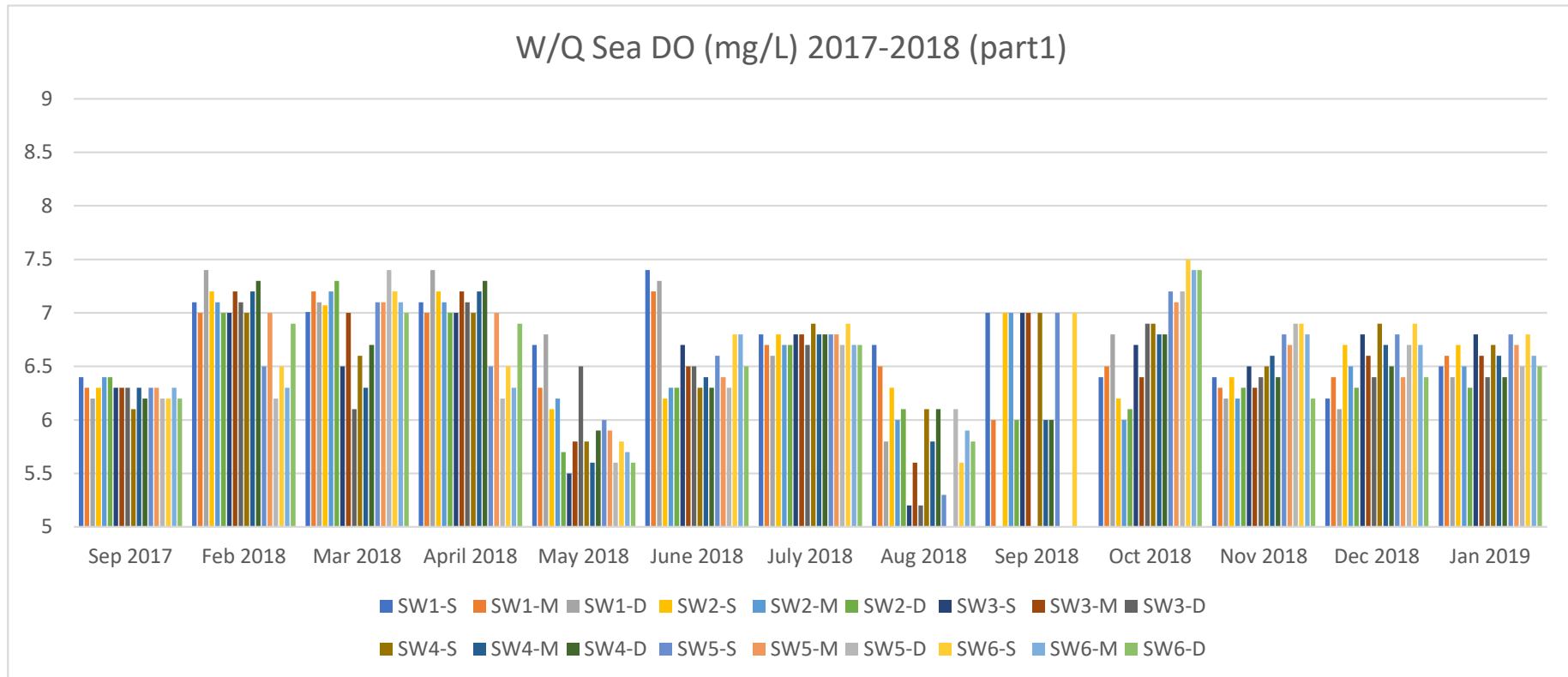




注：SW1-S, SW2-S, SW3-S, SW4-S, SW5-S, SW6-S は沿岸部表層部、SW1-D, SW2-D, SW3-D, SW4-D, SW5-D, SW6-D は同地点深水部、SW1-M, SW2-M, SW3-M, SW4-M, SW5-M, SW6-M は、“SW-S” と “SW-D” の中間地点での分析結果

出典：調査団作成

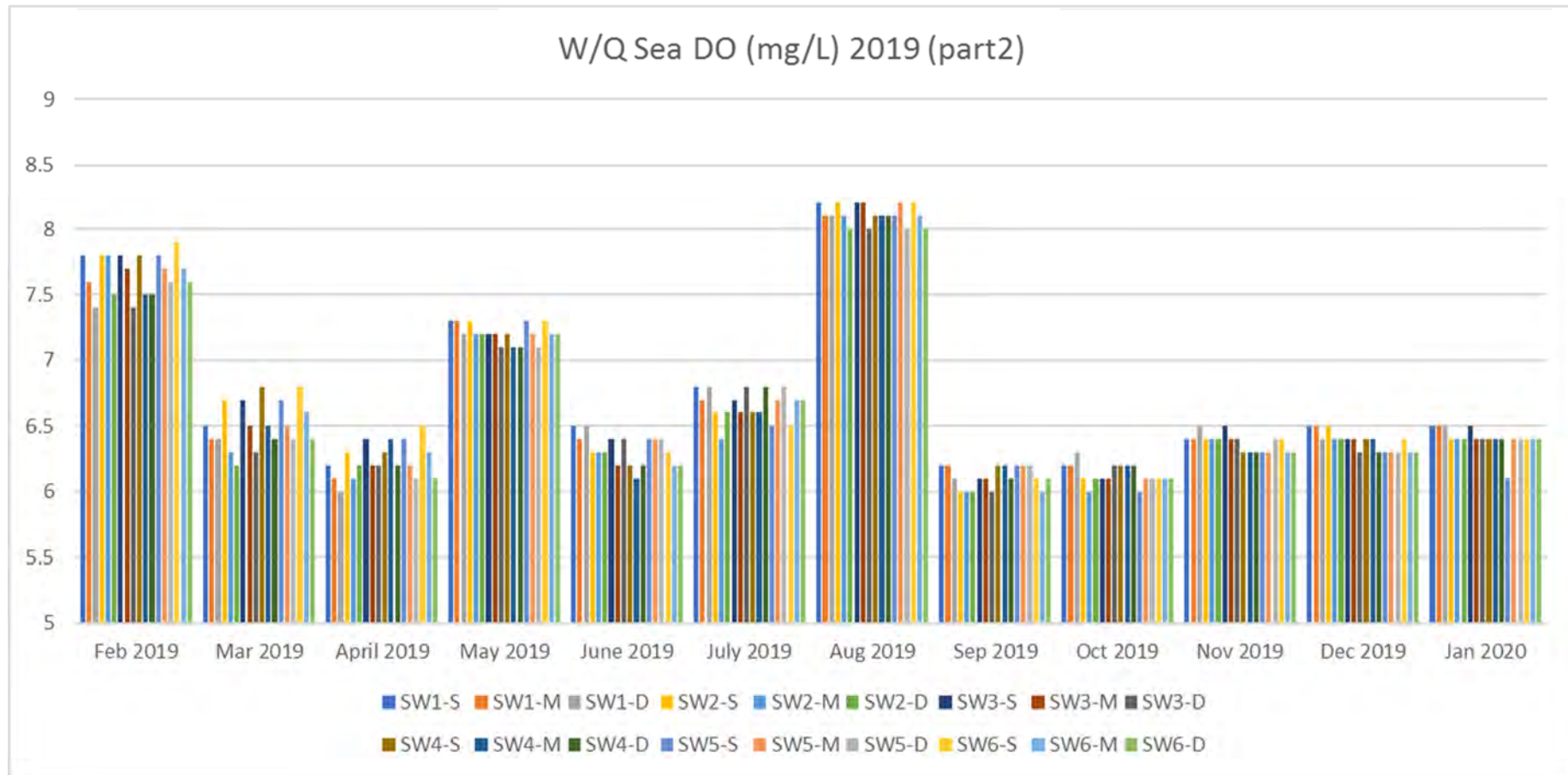
図 5.2-19 環境モニタリング（水質 pH、ベンガル湾沿岸部、2020 年 2 月～2021 年 1 月、その 3）



注：SW1-S, SW2-S, SW3-S, SW4-S, SW5-S, SW6-S は沿岸部表層部、SW1-D, SW2-D, SW3-D, SW4-D, SW5-D, SW6-D は同地点深水部、SW1-M, SW2-M, SW3-M, SW4-M, SW5-M, SW6-M は、“SW-S” と “SW-D” の中間地点での分析結果

出典：調査団作成

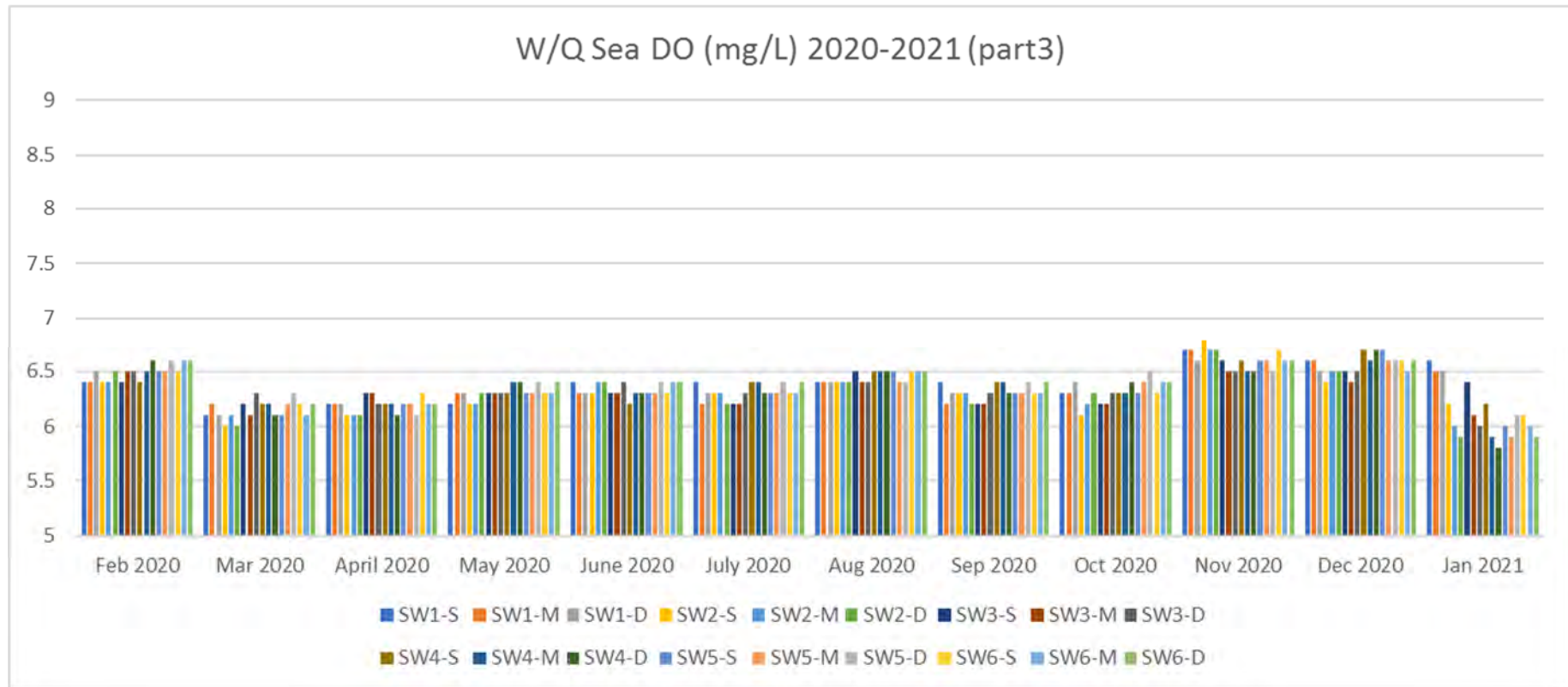
図 5.2-20 環境モニタリング（水質 DO、ベンガル湾沿岸部、2017 年 10 月～2019 年 1 月、その 1）



注：SW1-S, SW2-S, SW3-S, SW4-S, SW5-S, SW6-S は沿岸部表層部、SW1-D, SW2-D, SW3-D, SW4-D, SW5-D, SW6-D は同地点深水部、SW1-M, SW2-M, SW3-M, SW4-M, SW5-M, SW6-M は、“SW-S” と “SW-D” の中間地点での分析結果

出典：調査団作成

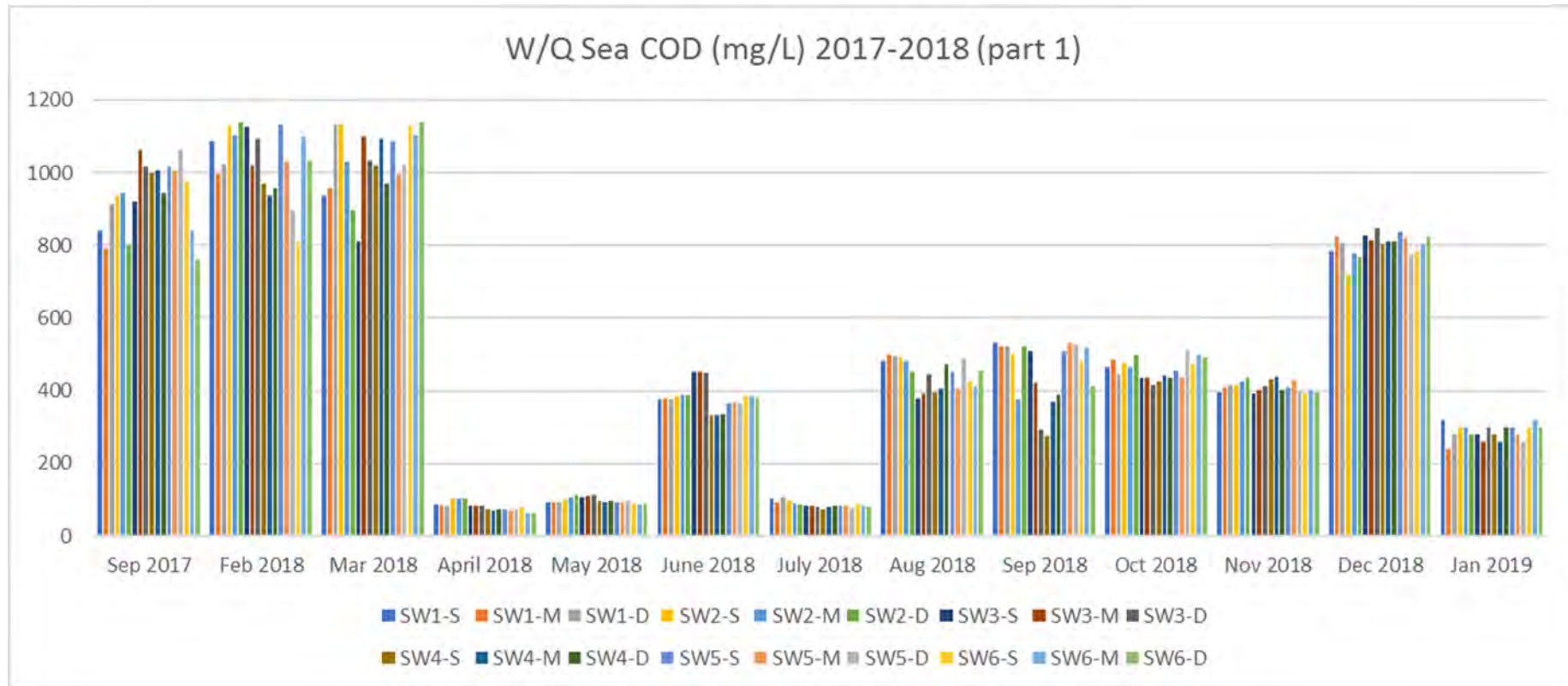
図 5.2-21 環境モニタリング（水質 DO、ベンガル湾沿岸部、2019 年 2 月～2020 年 1 月、その 2）



注：SW1-S, SW2-S, SW3-S, SW4-S, SW5-S, SW6-S は沿岸部表層部、SW1-D, SW2-D, SW3-D, SW4-D, SW5-D, SW6-D は同地点深水部、SW1-M, SW2-M, SW3-M, SW4-M, SW5-M, SW6-M は、“SW-S” と “SW-D” の中間地点での分析結果

出典：調査団作成

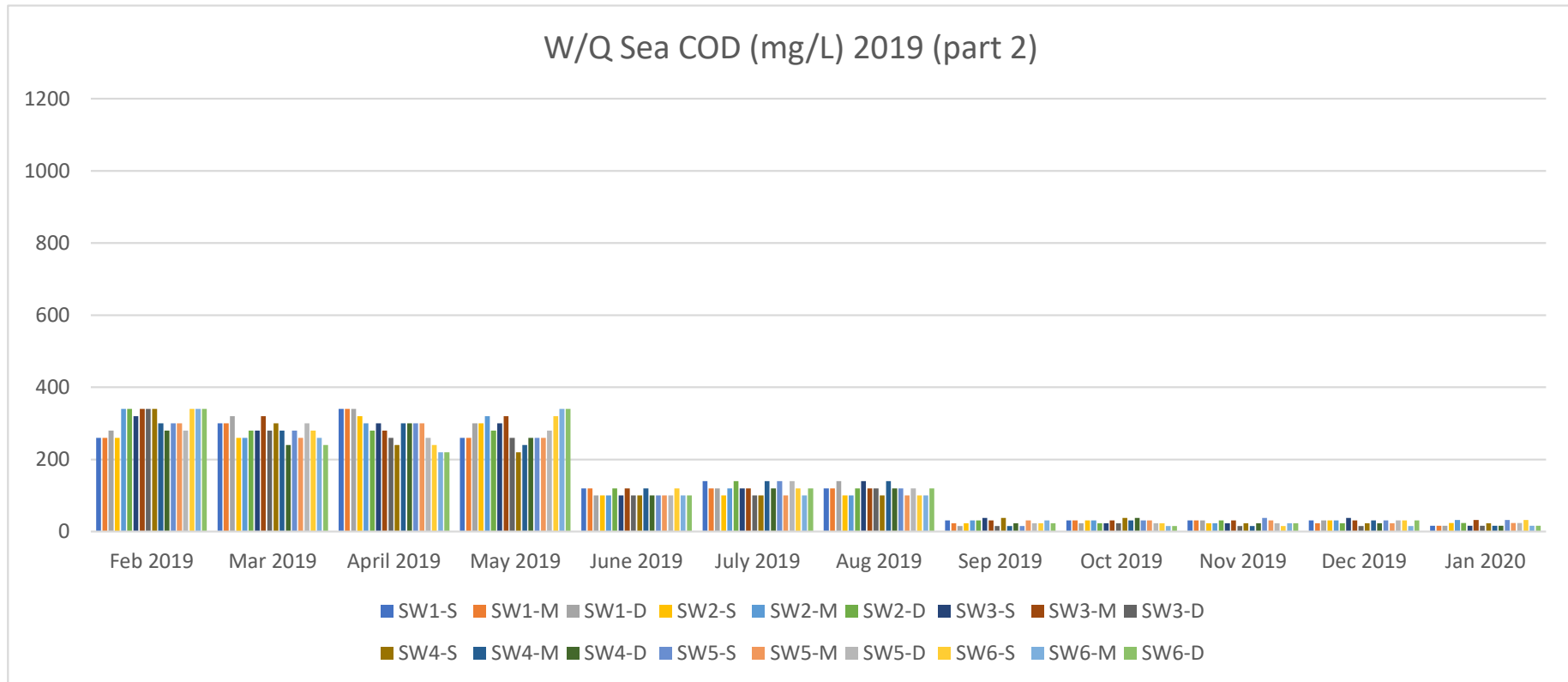
図 5.2-22 環境モニタリング（水質 DO、ベンガル湾沿岸部、2020年2月～2021年1月、その3）



注：SW1-S, SW2-S, SW3-S, SW4-S, SW5-S, SW6-S は沿岸部表層部、SW1-D, SW2-D, SW3-D, SW4-D, SW5-D, SW6-D は同地点深水区、SW1-M, SW2-M, SW3-M, SW4-M, SW5-M, SW6-M は、“SW-S” と “SW-D” の中間地点での分析結果

出典：調査団作成

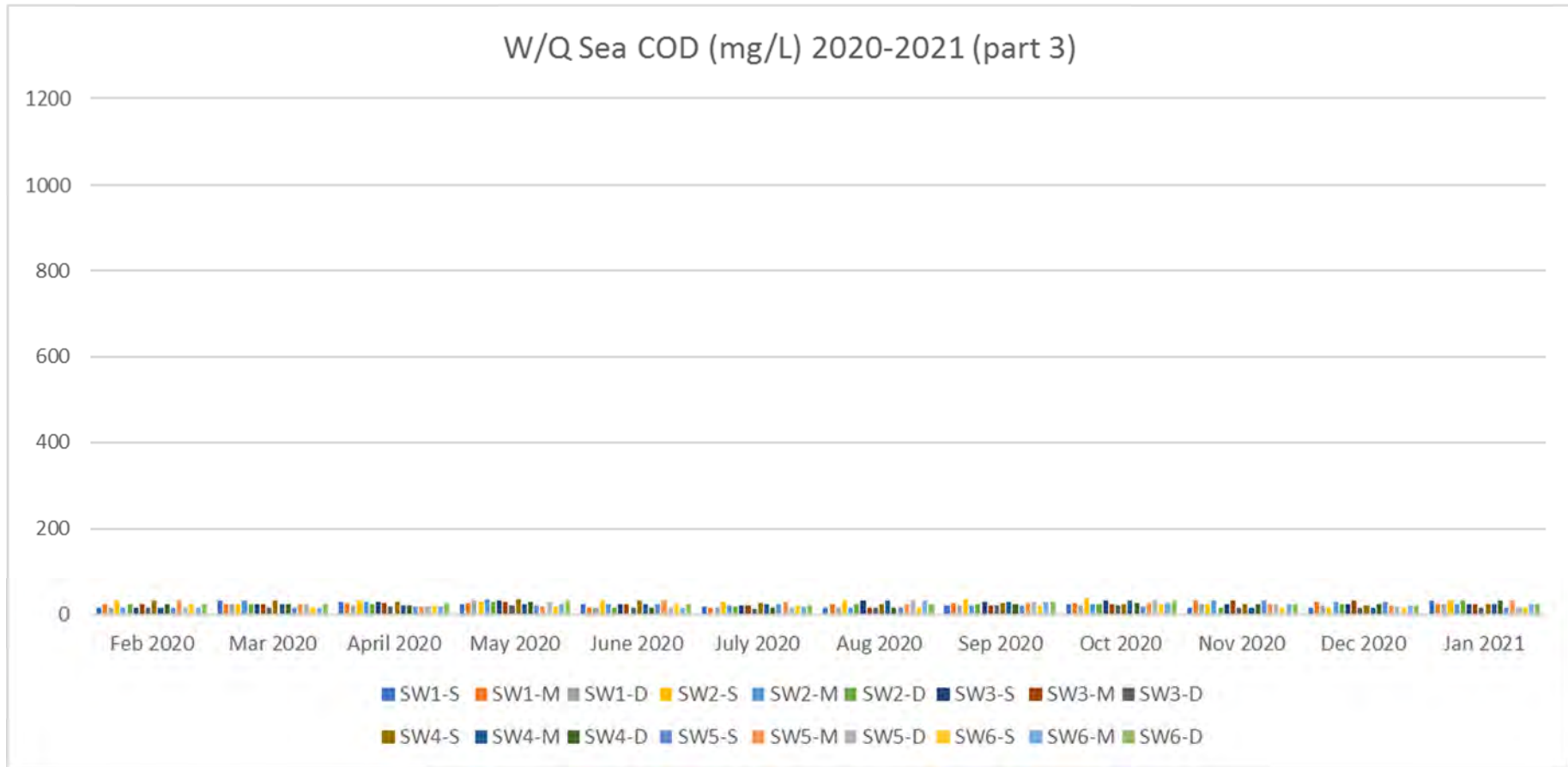
図 5.2-23 環境モニタリング（水質 COD、ベンガル湾沿岸部、2017 年 10 月～2019 年 1 月、その 1）



注：SW1-S, SW2-S, SW3-S, SW4-S, SW5-S, SW6-S は沿岸部表層部、SW1-D, SW2-D, SW3-D, SW4-D, SW5-D, SW6-D は同地点深水部、SW1-M, SW2-M, SW3-M, SW4-M, SW5-M, SW6-M は、“SW-S” と “SW-D” の中間地点での分析結果

出典：調査団作成

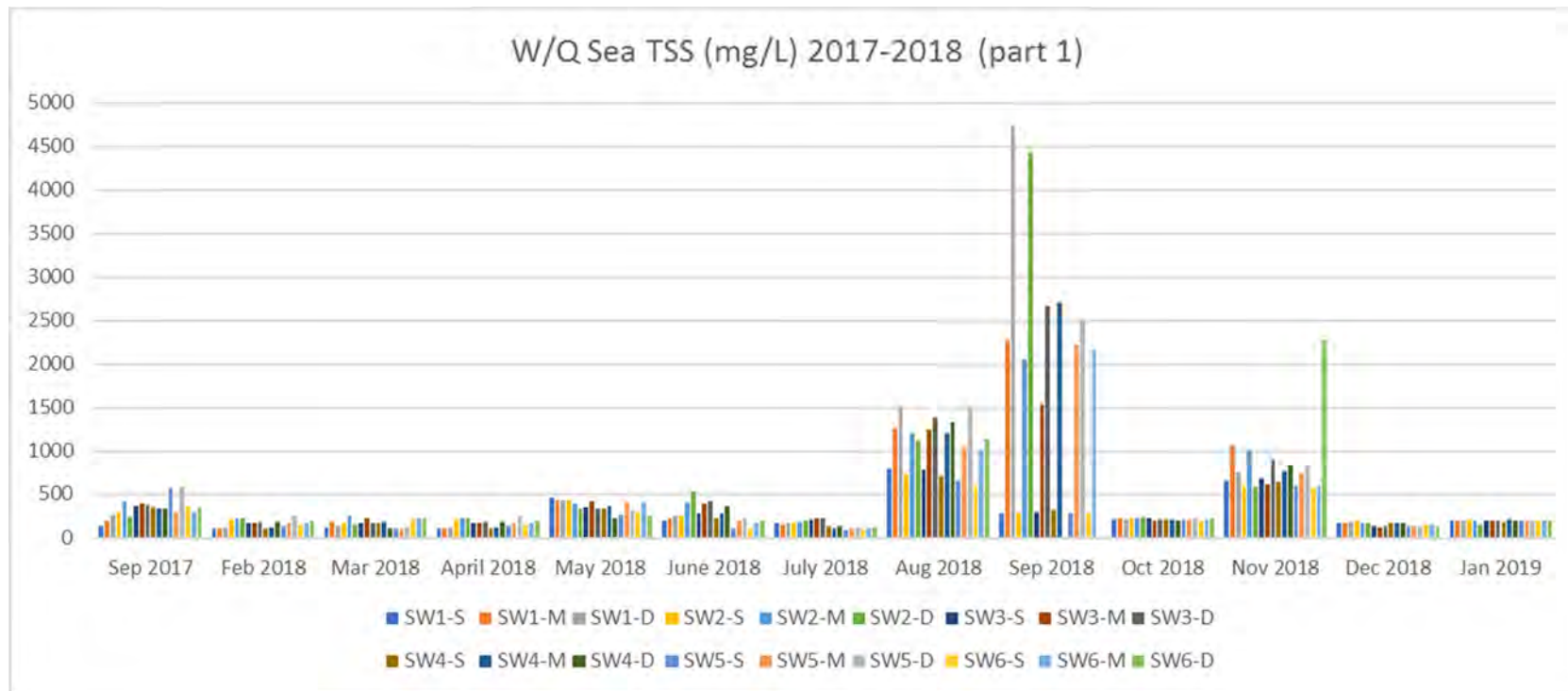
図 5.2-24 環境モニタリング（水質 COD、ベンガル湾沿岸部、2019 年 2 月～2020 年 1 月、その 2）



注：SW1-S、SW2-S、SW3-S、SW4-S、SW5-S、SW6-S は沿岸部表層部、SW1-D、SW2-D、SW3-D、SW4-D、SW5-D、SW6-D は同地点深水区、SW1-M、SW2-M、SW3-M、SW4-M、SW5-M、SW6-M は、“SW-S” と “SW-D” の中間地点での分析結果

出典：調査団作成

図 5.2-25 環境モニタリング（水質 COD、ベンガル湾沿岸部、2020年2月～2021年1月、その3）

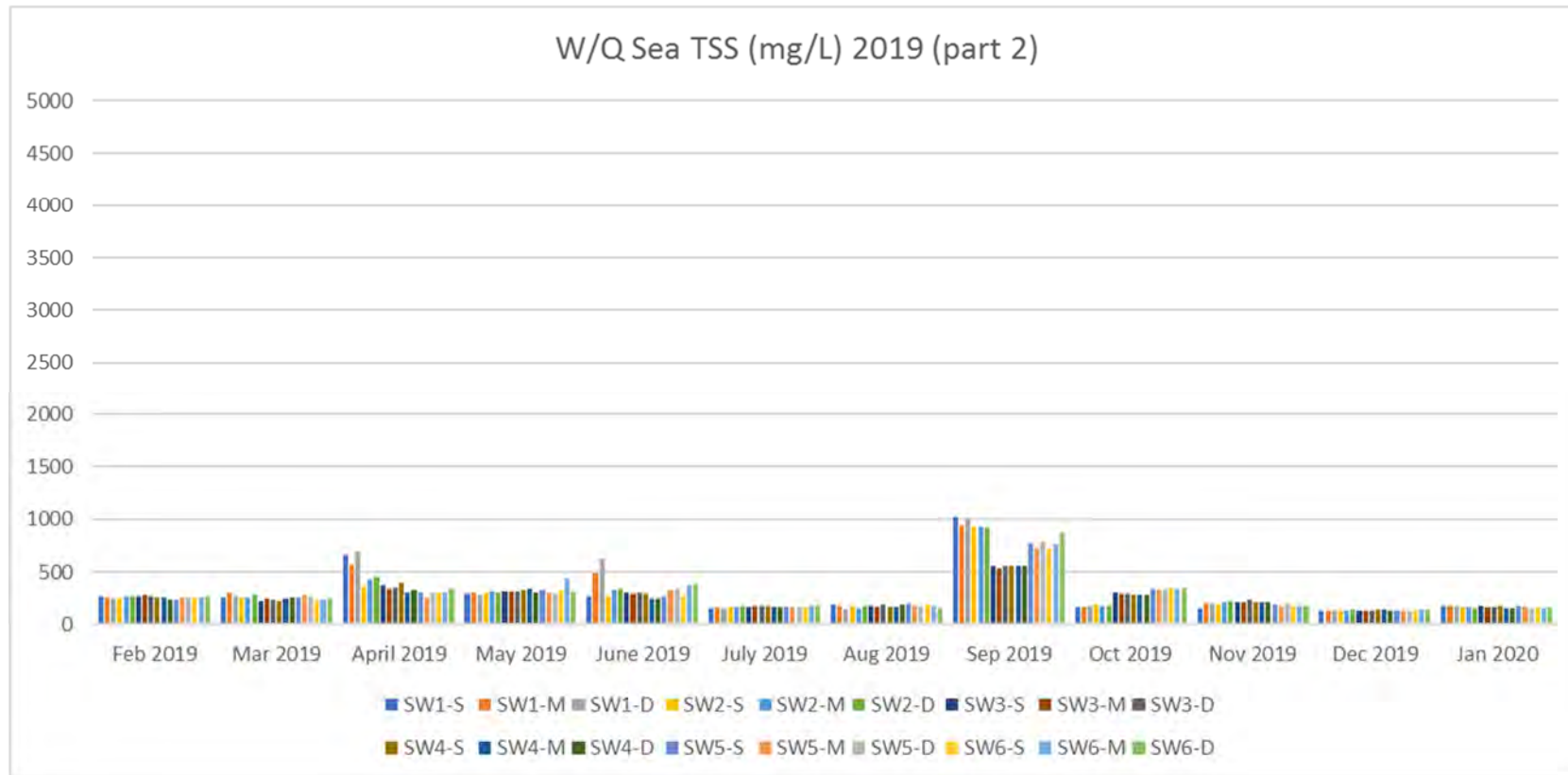


注：SW1-S, SW2-S, SW3-S, SW4-S, SW5-S, SW6-S は沿岸部表層部、SW1-D, SW2-D, SW3-D, SW4-D, SW5-D, SW6-D は同地点深水区、SW1-M, SW2-M, SW3-M, SW4-M, SW5-M, SW6-M は、“SW-S” と “SW-D” の中間地点での分析結果

出典：調査団作成

図 5.2-26 環境モニタリング（水質 TSS、ベンガル湾沿岸部、2017 年 10 月～2019 年 1 月、その 1）

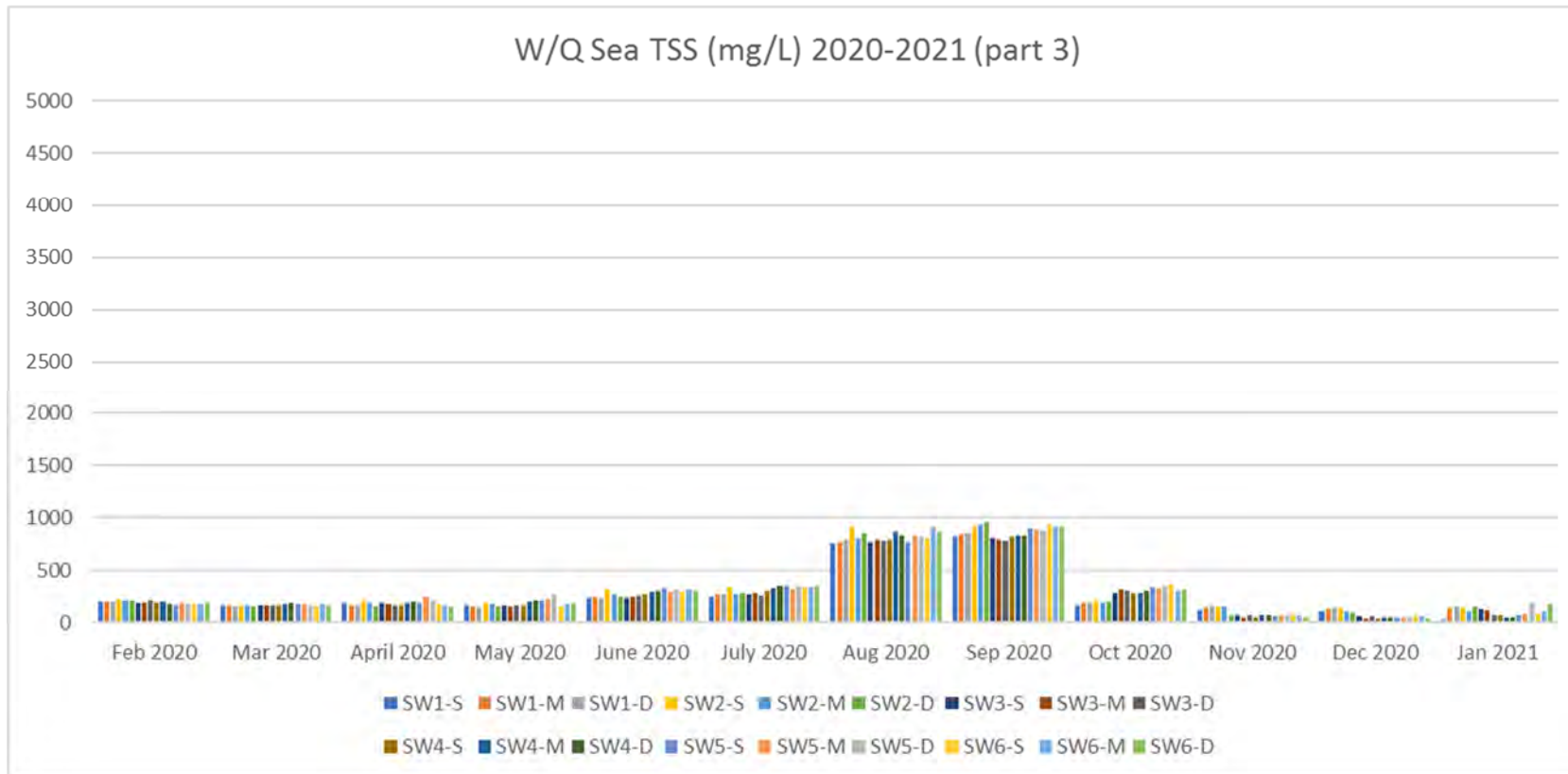




注：SW1-S, SW2-S, SW3-S, SW4-S, SW5-S, SW6-S は沿岸部表層部、SW1-D, SW2-D, SW3-D, SW4-D, SW5-D, SW6-D は同地点深水部、SW1-M, SW2-M, SW3-M, SW4-M, SW5-M, SW6-M は、“SW-S” と “SW-D” の中間地点での分析結果

出典：調査団作成

図 5.2-27 環境モニタリング（水質 TSS、ベンガル湾沿岸部、2019 年 2 月～2020 年 1 月、その 2）



注：SW1-S, SW2-S, SW3-S, SW4-S, SW5-S, SW6-S は沿岸部表層部、SW1-D, SW2-D, SW3-D, SW4-D, SW5-D, SW6-D は同地点深水部、SW1-M, SW2-M, SW3-M, SW4-M, SW5-M, SW6-M は、“SW-S” と “SW-D” の中間地点での分析結果

出典：調査団作成

図 5.2-28 環境モニタリング（水質 TSS、ベンガル湾沿岸部、2020 年 2 月～2021 年 1 月、その 3）

### 5.2.3 動植物調査

#### (1) 背景と目的

「国際協力機構環境社会配慮ガイドライン」（2010年4月）（以下、JICA環境ガイドライン）に基づき、本事業計画の環境アセスメント報告書案の作成を支援する。環境アセスメント報告書案を支援するため、動植物調査を含めた環境社会配慮関連調査を実施した。

1/2号機事業は、2013年10月、当該国のEIAの承認が得られ、2016年2月、準備工事が開始された。承認から7年が経過しており、環境アセスメント関連法令、自然保護関連法令等の改定の有無、事業実施に伴う許認可権を有する関係機関・組織（DOE等）の役割等について改めて確認すると共に、自然保護の指定状況等をはじめ、FS、EIAの記載事項について、当時の当国の政策・法制度・規制等の変遷・経緯を把握して最新の情報に更新し、本事業の動植物相に関する環境管理計画・環境モニタリング計画を策定する事を目的とする。

前述したように、既に1/2号機事業の工事が開始され、陸生・水生・海生の生物に関する環境管理、環境モニタリングが行われている。本事業も基本的に同様の流れを踏襲するものとし、現在実施されている環境モニタリングにおいて実施体制、方法、費用等を再調査し、課題点等を整理し、本事業の工事中および運転時の環境管理計画・モニタリング計画に反映する。

#### (2) 本事業計画に関する動植物調査

本事業の発電所建設予定地周辺を含むマタバリ地区、モヘシュカリ島全域を対象とした陸生・水生・海生生物の生息状況に関する現地調査を実施し、それと併行して既存資料及び既往調査データを収集し、現況を把握した。現地調査は、乾季（2021年1-2月）、雨季（2021年7月に実施予定）において、それぞれ1回ずつ実施した。

表 5.2-2 および図 5.2-29 は本事業計画で実施した植生調査で設定した12個の植生調査トランセクトラインの諸元を、表 5.2-3 および図 5.2-30、図 5.2-31 は本事業計画で実施した動物調査で設定した18個の動物調査トランセクトラインの諸元を、それぞれ、まとめたものである。表 5.2-4 および図 5.2-32 は、事業計画地周辺における渡り鳥（例、Spoon-billed Sandpiperなど）の観測調査概要、並びに観測地点をまとめたものである。鳥類観測は Hansher Char およびソナディア島の2地点にて行った。

表 5.2-2 植生調査で設定したトランセクトライン概況

トランセクト番号	位置概況	延長 (m)
T1 (発電所建設予定地)	Gate No. of Powerplant to Gate No.12, mud filling and salt field at the left (Roadside)	7,032
T2 (マタバリ地区)	Matarbari High School to Shaitpara to Jetty sea beach through embankment (Homestead)	5,763
T3 (コヘリア運河)	Kohelia Channel (Mangrove)	15,442
T4 (Hasher Char 地区)	Hasher Char western side (Sandy beach & Mangroves)	1,440
T5 (ソナディア島)	Sonadia sea beach and the island (Sandy beach & Mangrove)	24,241
T6 (モヘシュカリ島居住区)	Matarbari High School to Saliatali Bazar (Roadside)	4,500
T7 (同上)	Saliatali Bazar to Moheshkhali Bridge (Roadside)	1,521
T8 (同上)	Saliatali Bazar to Gorakghata via Shaplapur (Roadside, Small Hills, Homestead)	24,033
T9 (同上)	Gorakghata to Saliatali Bazar via Kalarmarchara (Roadside)	24,500
T10 (同上)	Kalarmarchara to East side of the Moheshkhali via local narrow village roads upto hill barrier (Homestead)	2,057
T11 (モヘシュカリ島沿岸マングローブ植生域)	Beside Adinath Temple (Mangrove, Hillside)	660
T12 (同上)	From Gorakghata Bazar to Moheshkhali Terminal (Roadside, Mangrove)	1,620
計		112,809

注：各トランセクトラインの調査幅はそれぞれ 10m である。

出典：調査団作成



出典：調査団作成

図 5.2-29 植生調査トランセクタライン位置図

表 5.2-3 動物調査で設定したトランセクトライン概況

トランセクト番号	生息概況	延長(m)	幅(m)	調査面積 (m <sup>2</sup> )
T1	From 1st gate of powerplant to Swankhali_Left side mudflat, dry salt field (mud filling area)	2,919	100	291,900
T2	From the corner of Swankhali lagoon to diversion corner of the road_mud filling area	1,000	50	50,000
T3	From the diversion corner of the road to Gate No. 12_ left side mud filling area, right side project area, salt field	3,378	60	202,680
T4	From the Shaitpara beach to Jetty_Sea beach with some mudflats	1,198	100	119,800
T5	From the corner of Rajghat bridge to the mature mangrove patch_east side salt field and west side riverbank with growing mangrove	909	120	109,080
T6	From the Gate 1 to Shaitpara through the embankment	1,208	50	60,400
T7	Hasher char eastern side	3,033	100	303,300
T8	Hasher Char western side	2,795	100	279,500

T9	Kohelia channel	9,436	50	471,800
T10	Moheshkali point, Paddy field, hill, human settlement	1,688	30	50,640
T11	Moheshkali point, Paddyfield, hill, human settlement	1,453	30	43,590
T12	Beside Adinath temple/Mangrove, Hill	1,189	20	23,780
T13	Moheshkali point, bettle leaf garden, hill area, agricultural field, homestead	657	40	26,280
T14	Homestead	2,303	20	46,060
T15	Swankhali lagoon/Salt bed and wild grass vegetation and lagoon in the right side	697	50	34,850
T16	Badarkhali bridge /riverside/salt-bed	2,879	40	115,160
T17	Sonadia Island/mangrove forest	3,809	40	152,360
T18	Sonadia sea beach	3,568	50	178,400
	計	44,119		2,559,580

出典：調査団作成



出典：調査団作成

図 5.2-30 動物調査トランクセクトライン位置図（事業計画値周辺）



出典：調査団作成

図 5.2-31 動物調査トランクセクトライン位置図（ソナディア島 ECA 周辺）

表 5.2-4 渡り鳥（Spoon-billed Sandpiper）観測調査概要

観測日時		調査観測地点	
		Hansher Char (21°38.935'N, 91°50.864'E)	Sonadia Island (21°28.892'N, 91°52.908'E)
27-01-2021	08:00 – 12:00	0	-
	16:00 – 17:00	0	-
28-01-2021	07:00 – 11:00	0	-
	15:00 – 17:00	0	-
30-01-2021	08:00 -12:00	-	0
	14:00 -16:00	-	0
01-02-2021	08:00 -12:00	-	0
	14:00 -17:00	-	0
03-02-2021	09:00 -12:00	0	-
	15:00 -17:00	0	-
04-02-2021	11:00 – 13:00	0	-
	16:00 – 17:00	0	-
05-02-2021	08:00 -11:00	-	0
	14:00 – 16:00	-	0

出典：調査団作成



出典：調査団作成

図 5.2-32 渡り鳥（Spoon-billed Sandpiper 等）観測調査地点

(3) 調査結果

(a) 植生

1) 乾季調査（2021年1月～2月）

調査対象領域内では、254種類を同定した（詳細は添付資料-5.2表5.2.1aおよび図5.2.1a参照）。主要なものとしてイネ科植物（Poaceae）が最も多く、次にトウダイグサ科（Euphorbiaceae）、クマツヅラ科（Verbenaceae）、キク科（Asteraceae）、ヒルガオ科（Convolvulaceae）、ネムノキ科（Mimosaceae）、クワ科（Moraceae）、アオイ科（Malvaceae）、そしてウリ科（Cucurbitaceae）と続く。ちなみにIUCNバングラデシュでは、2021年から国内植生に関するRed List種目の同定作業を開始し、現時点でも継続中である。下図は、調査対象領域の植生分布を示したものである。



出典：調査団作成

図 5.2-33 調査対象区域における植生分布

2) 雨季調査（2021年6月）

調査対象領域内では、81科299種類を同定した（詳細は添付資料-5.2表5.2.1bおよび図5.2.1b参照）。主要なものとしてマメ科植物（Fabaceae）が最も多く、次にイネ科植物（Poaceae）、トウダイグサ科（Euphorbiaceae）、アオイ科（Malvaceae）、クマツヅラ科（Verbenaceae）、ヒルガオ科（Convolvulaceae）、シソ科（Lamiaceae）、キク科（Asteraceae）、キツネノマゴ（Acanthaceae）と続く。

(b) 動物相（両生類）

1) 乾季調査（2021年1月～2月）

調査対象領域内では計8種類を同定した（詳細は添付資料-5.2表5.2.2aおよび図5.2.2a参照）。調査時期である1月～2月は、当国では乾期で低温であるため、全般的に活動が鈍く、雨季に向けて活発になる事が予想される。

2) 雨季調査（2021年6月）

調査対象領域内では計20種類を同定した（詳細は添付資料-5.2表5.2.2bおよび図5.2.2b参照）。

(c) 動物相（爬虫類）

1) 乾季調査（2021年1月～2月）

調査対象領域内では計6種類を同定した（詳細は添付資料-5.2表5.2.3aおよび図5.2.3a参照）。調査時期である1月～2月は、当国では乾期で低温であるため、上述の両生類と同様、全般的に活動が鈍く、雨季に向けて活発になる事が予想される。

2) 雨季調査（2021年6月）

調査対象領域内では計22種類を同定した（詳細は添付資料-5.2表5.2.3bおよび図5.2.3b参照）。

(d) 動物相（鳥類）

1) 乾季調査（2021年1月～2月）

当調査範囲内では計120種類を同定した（詳細は添付資料-5.2表5.2.4aおよび図5.2.4a参照）。85種が留鳥で、残り35種が渡り鳥である。

2) 雨季調査（2021年6月）

当調査範囲内では計83種類を同定した（詳細は添付資料-5.2表5.2.4bおよび図5.2.4b参照）。78種が留鳥で、残り5種が渡り鳥である。

(e) 動物相（哺乳類）

1) 乾季調査（2021年1月～2月）

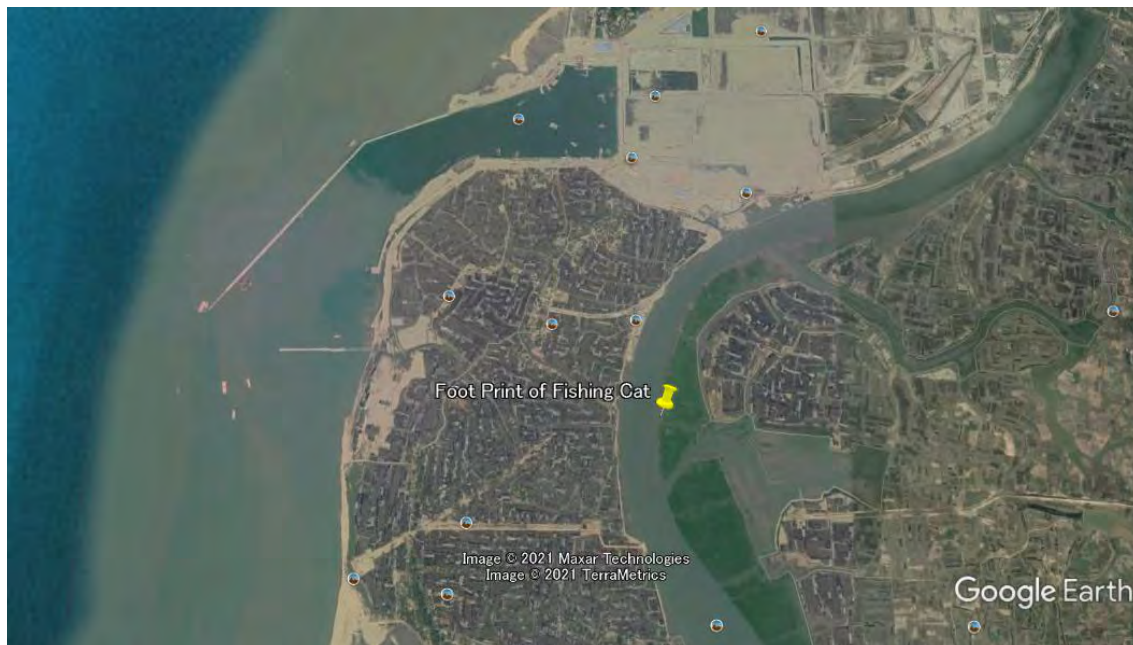
調査対象領域内では計9種類を同定した（詳細は添付資料-5.2表5.2.5aおよび図5.2.5a参照）。このうちベンガルヤマネズミ（*Bandicota bengalensis*）は良く観察され、次いでオニネズミ（*Bandicota indica*）やジャコウネズミ（*Suncus murinus*）も認められる。直接目撃できなかったものの、キンイロジャッカル（*Canis aureus*）の糞も確認された。またスナドリネコ（*Prionailurus viverrinus*：当国国内では絶滅危惧種指定（IUCN Bangladesh 2015a）、地球規模の絶滅危急種）の足跡が、コヘリア運河のマングローブ植生帯の中で確認された。

2) 雨季調査（2021年6月）

調査対象領域内では計16種類を同定した（詳細は添付資料-5.2表5.2.5bおよび図5.2.5b参照）。このうちベンガルヤマネズミ（*Bandicota bengalensis*）とオニネズミ（*Bandicota indica*）は家屋周辺や淡水池近辺でよく観察された。ジャコウネズミ（House shrew）は活動が盛んになる夜間に観察された。インドオオコウモリ（Indian Flying Fox：*Pteropus giganteus*）、レッサー・イエロー・バット（Lesser Yellow Bat：*Scotophilus kuhlii*）やアブラコ

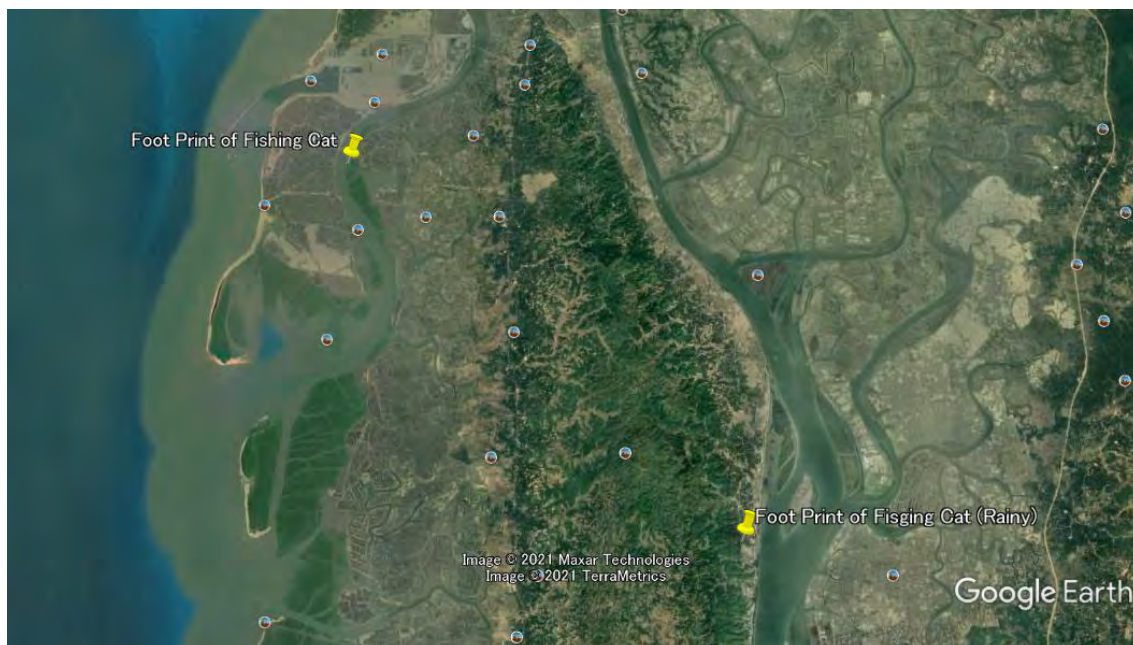


ウモリ（Pipistrelle bat : Pipistrellus sp）は夕暮れの活動が認められた。また土地の人からの聞き取りにより、インドジャコウネコ（Large Indian civet : Viverra zibetha）、ジャングルキャット（Jungle Cat : Felis chaus）やスナドリネコ（Fishing Cat : Prionailurus viverrinus）のモヘシュカリ丘陵部での生息も確認出来た。スナドリネコ（Fishing Cat）の足跡はコヘリア運河の mangrove 地帯でも確認されている（図 5.2-34 および 5.2-35 参照）。



出典：調査団作成

図 5.2-34 調査対象区域にスナドリネコ（Fishing Cat: EN（Bangladesh）、VU（International））足跡確認位置（その1）



出典：調査団作成

注：雨季調査期間においては、コヘリア運河以外に、モヘシュカリ島東側にてスナドリネコの足跡が確認された。

図 5.2-35 調査対象区域にスナドリネコ（Fishing Cat: EN（Bangladesh）、VU（International））足跡確認位置（その2）

(f) 魚類

1) 乾季調査（2021年1月～2月）

当調査範囲内では計35種類25科を、近隣市場での聞き取りから同定した（詳細は添付資料-5.2表5.2.6、図5.2.6参照）。同定された中でコイ科（Cyprinidae）が多く確認され、次いでクルマエビ科（Penaeidae）、ボラ科（Mugilidae）、テナガエビ（Palaemonidae）、ニシン科（Clupeidae）、ニベ科（Sciaenidae）等の魚類が確認された。

2) 雨季調査（2021年7月～8月）

雨季調査範囲内では計39種類を近隣市場での聞き取りから同定した（詳細は添付資料-5.2表5.2.6、図5.2.6参照）。これより乾期と併せて49種類を同定している。乾期同様、コイ科（Cyprinidae）が多く確認され、次いでタイワンドジョウ科（Channidae）、カタクチイワシ科（Engraulidae）、クルマエビ科（Penaeidae）、ボラ科（Mugilidae）、ニベ科（Sciaenidae）等の魚類が確認された。

(g) 動植物プランクトンならびに底生動物

1) 乾季調査（2021年1月～2月）

調査対象区域内では底生生物14種類、植物プランクトン28種類、動物プランクトン6種類を同定した（詳細は添付資料-5.2表5.2.7、5.2.8a～5.2.9a、図5.2.6～5.2.9参照）。ここで底生生物調査は1回目のサンプリングに不備が見つかったため、2021年6月（モンスーン前）に再調査を行った。植物プランクトン、動物プランクトンの測定結果は、フェーズI事業における同時期付近の環境モニタリング結果（2021年1月、図5.2.7～図5.2.10）と比べ、コヘリア運河での分析値がベンガル湾より高めとなっており、多少の変動があるものの、オーダー的には合っており、フェーズ1と併せた環境測定データ蓄積に供するものと考えられる。

2) 雨季調査（2021年7月～8月）

雨季調査では底生生物17種類、植物プランクトン40種類、動物プランクトン15種類を同定した（詳細は添付資料-5.2表5.2.7、5.2.8b～5.2.9b、図5.2.6～5.2.9参照）。

(h) 特記事項1（ヘラシギ（Spoon-billed Sandpiper）、シギ（sandpiper）、カラフトアオアシシギ（Spotted Greenshank）オバシギ（Great Knot）等の希少種）

1) 乾季調査（2021年1月～2月）

当乾季調査期間内では、ヘラシギ個体は確認出来なかったものの、生息適地はソナディア島並びに Hansher Char にて確認した。また2021年1月最終週において、ヘラシギ2個体の、ソナディア島での確認が報告されている。以前、コヘリア運河の河口付近にヘラシギの生息地と見られた小島が存在していたが、今は存在せず。

2) 雨季調査（2021年6月）

当雨季調査期間内ではヘラシギは確認出来なかった。その主な理由としては、調査期間が季節的な移動時期ではなかったため、渡り鳥の数が少なかった事によるものと考えられる。ダイシャクシギ（Eurasian Curlew : Numenius arquata）、チュウシャクシギ（Whimbrel : Numenius phaeopus）、アカアシシギ（Common Redshank : Tringa tetanus）、ムナグロ（Pacific Golden Plover : Tringa tetanus）の渡り鳥は移動せず。ソナディア島に留鳥として生息している事が確認された。コオバシギ（Red Knot）やオバシギ（Great Knot）の生息は確認されなかった。

(i) 特記事項2（希少種等：ウミガメ）

1) 乾季調査（2021年1月～2月）

調査対象領域内の海浜や島嶼部には、ウミガメの生息に適した場所が存在し、マタバリ地区での聞き取り調査でも、本事業対象地周辺の2地点において確認された（1つは Hansher

Char 砂浜沿い、もう1つはソナディア島）。ヒメウミガメ（Olive Ridley Turtle、当国国内では危急種に指定（IUCN Bangladesh 2015b））の死骸がソナディア島にて確認された。

2) 雨季調査（2021年6月）

雨季調査期間内では、ウミガメは確認されず。この理由としては、調査期間が繁殖期から外れていたためと考えられる。

(j) 特記事項3（希少種等：イルカ）

1) 乾季調査（2021年1月～2月）

ソナディア島周辺ではシナウスイロイルカ（Indo-pacific Humpback Dolphin）の目撃が報告されているが、事業対象区域周辺では目撃されず。

2) 雨季調査（2021年6月）

雨季調査期間内では、一頭のカワゴンドウ（Irrawaddy Dolphin：Orcaelia brevirostris）の生息がソナディア島付近で確認された（下図参照）。事業対象地付近では一頭のイルカも確認出来ず。



出典：調査団作成

図 5.2-36 調査対象区域にカワゴンドウ（EN、絶滅危惧種）、シナウスイロイルカ（VU、絶滅危急種）確認位置

(k) 本調査で確認された希少種

下表に、本調査で確認された希少種を纏めている。

表 5.2-5 本動植物調査で確認された希少種一覧

	種名 IUCN 保全状況	調査時期		適用
		乾期	雨期	
1	ヒメウミガメ（Olive Ridley Turtle） VU（バングラデシュ） VU（国際）	○		ソナディア島 ECA 内にて、その死骸を確認。一般に熱帯海洋に生息。

2	スナドリネコ (Fishing Cat) EN (バングラデシュ) VU (国際)	○	○	<p>本調査で本体は確認出来ず、しかし足跡を複数地点で確認。地元での聞き取りからもその生息を確認。</p> <p>2012年、インド国西ベンガル州政府はスナドリネコを州の代表動物と認定した。また同国オリッサ州では自然 NGO や野生動物保護団体を中心に保護活動が展開されている。</p> <p>2010年から“The Fishing Cat Project”が動き出し、西ベンガルに棲息するスナドリネコへの人々の関心・認識を高めている。</p> <p>熱帯・亜熱帯地域のマングローブおよび河川・沼沢地に生息する。インドネシアのスマトラ島・ジャワ島・バリ島と、インドシナ半島から中国南部・インドにかけての地域、および、スリランカに分布。汚染、干拓、人間の移住などによってスナドリネコの住処となる沼沢地が減るにしたがって、個体数が減少している。</p>
3	カワゴンドウ (Irrawaddy Dolphin) NT (バングラデシュ) EN (国際)		○	<p>ソナディア島付近の沿岸にて観察。</p> <p>海棲で、英名(Irrawaddy Dolphin) が示す通りミャンマーのエーヤワディー川 (旧称イラワジ川 (Irrawaddy)) をはじめ、ガンジス川、メコン川など東南アジアの河川の河口や海岸近くの海域に棲息する。ベンガル湾の他には、ニューギニア、北オーストラリアなどに棲息する。</p>

注：IUCN の保全状況（国際）に関する情報は <https://www.iucnredlist.org/ja/search?taxonomies> より傍証した。

出典：調査団作成

## 5.3 社会環境の概況

### 5.3.1 社会経済に関する基本情報

#### (1) 行政組織

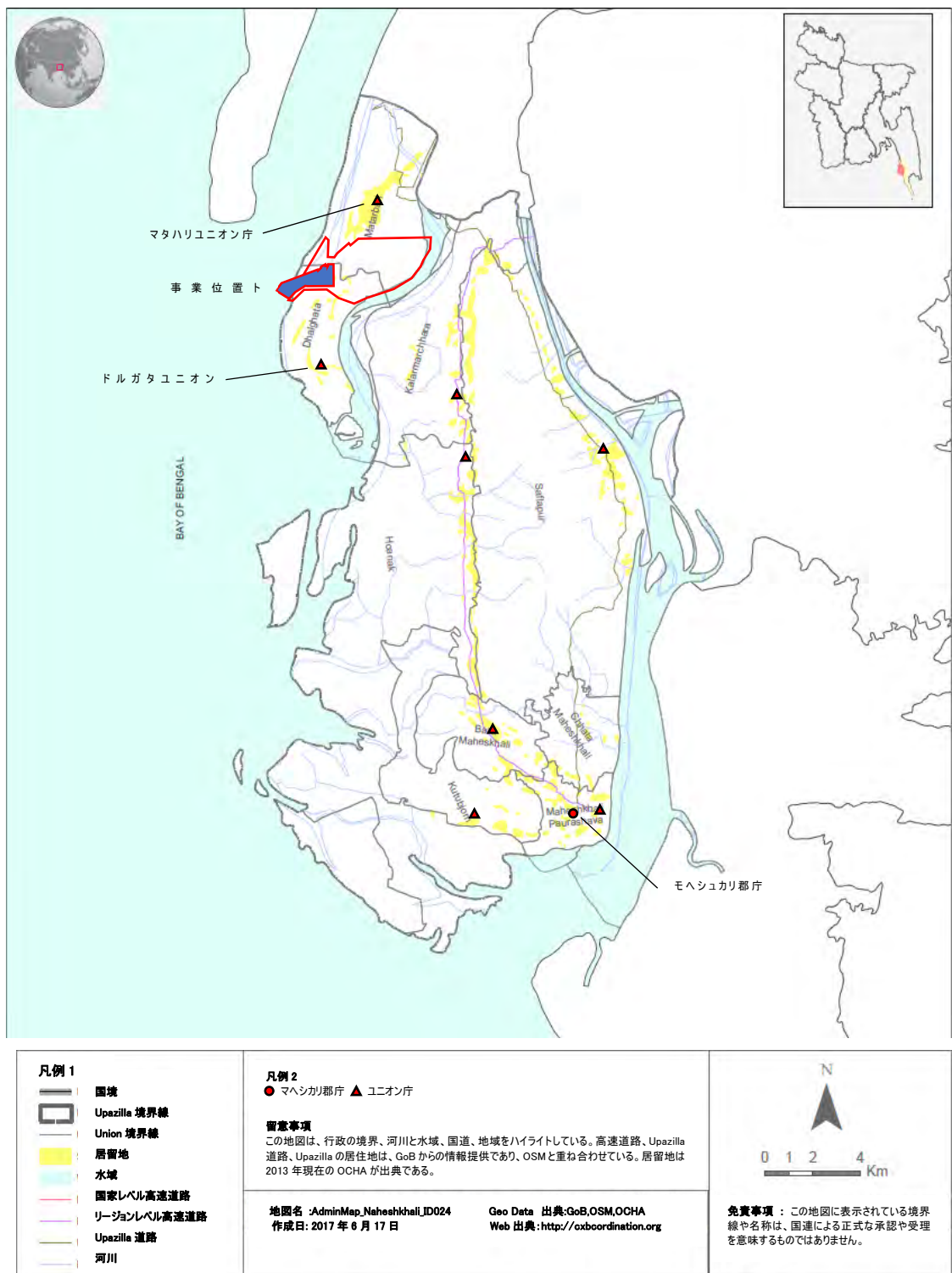
当国の最上位行政区画は管区(Division) と呼ばれ、その下に県 (District/Zilla/Zila) が位置し、さらに郡 (Sub-district/Upazilla/Thana) が位置し、農村部ではその下にユニオン (Union)が位置する。ユニオンはいくつかの村 (Mouza/Village) から構成される。各管区では地方行政長官 (Divisional Commissioner) が、各県では県政長官 (Deputy Commissioner) が、各郡では郡行政官 (Upazila Nirbahi Officer (UNO): Upazila Executive Officer) が頂点となって地方行政が執行されている。また各ユニオンには議会が設置され、1つのユニオン議会は10 から15 の村から成り、選挙によって選ばれた1人の議長、9人の議員 (各ユニオンは9つの区に分かれており、1つの区から1人選出される) および3人の女性議員 (3つの区から1人選出される) から成る。(栗津、2014)<sup>7</sup>

本事業実施区域は、チョットグラム (Chattogram) 管区、コックスバザール (Cox's Bazar) 県、モヘシュカリ (Maheskhali) オポジラ (郡) 内のマタバリユニオンおよびドルガタユニオンである (図 5.3-1 参照)。

---

<sup>7</sup> 栗津卓郎 (2014) : Bangladesh の基本法制に関する調査研究. 法務総合研究所国際協力部

---



出典 : Web Resources: <http://cxbcoordination.org> をもとに調査団作成

図 5.3-1 モヘシカリ郡の行政区画

(2) 1/2号機事業における用地取得以前における社会経済環境

本事業が位置するマタバリ島のマタバリユニオンとドルガタユニオンの社会経済指標について、直近の国勢調査である2011年国勢調査<sup>8,9</sup>に基づき整理して表5.3-1に示した。2011年の国勢調査結果は1/2号機事業の用地取得・住民移転の実施前であるが、当国では国勢調査が10年毎に行われており、次の国勢調査は2021年の予定である。このため現在の人口は、2021年4月の登録投票者数（18歳以上）と、本調査で得られた子供/成人比率をもとに、マタバリユニオンで50,098人、ドルガタユニオンで15,276人と推計された。

表 5.3-1 1/2号機事業における用地取得以前におけるマタバリ島内ユニオンの社会経済指標

ユニオン	マタバリユニオン	ドルガタユニオン
面積 <sup>*1</sup>	27.04 km <sup>2</sup> (2,704ha) <sup>2</sup>	6.05 km <sup>2</sup> (605ha) <sup>*1</sup>
村数	21	14
世帯数	8,168 世帯	2,250 世帯
人口	44,937 人 (男性 22,801 人、女性 22,136 人)	12,877 人 (男性 6,688 人、女性 6,189 人)

\*1: 2011年国勢調査のコミュニティ版ではマタバリユニオンが6,682エーカー、ドルガタユニオンが494エーカーとなっているが、ナショナル版ユニオン編ではドルガタユニオンの面積が6.05km<sup>2</sup>となっており、行政図を参照してドルガタユニオンの面積は6.05km<sup>2</sup>とした。

出典：2011年国勢調査報告書（コミュニティ版、ナショナル版ユニオン編）をもとに調査団作成

(3) 土地利用と 1/2号機事業における用地取得

図 5.3-2 に、衛星画像から作成した 1/2号機事業の用地取得・住民移転前のサイト周辺および近隣の土地利用図を示し、用地取得後の土地利用図を図 5.3-3 に示す。マタバリユニオン、ドルガタユニオンとも大部分が塩田ーエビ養殖池、すなわち乾季には塩田として、雨季にはエビ養殖池として利用される季節的な土地利用となっている。居住地域はマタバリユニオンでは発電所用地の北側に比較的まとまった形ではあるが、ドルガタユニオンでは発電所の南側やユニオンの南東部などにわずかな範囲で点在する形となっている。農地はドルガタユニオンにはほとんど見られず、マタバリユニオンでは発電所北側にアマンなどの陸稲の農地が見られる。

用地取得の内訳を表 5.3-2 に示す。取得用地は 651ha で、マタバリユニオン内が 383ha と約 60%、ドルガタユニオン内が約 30% を占め、残りが BWDB 所有地であった。ただし、マタバリユニオン側では取得用地のうち 4ha が非正規居住者向け住居建設用地に充てられることとなったため、事業用地としては計 647ha である。それに加えて港湾として使用する海域 62ha の使用許可については 2015 年に海運省より使用許可を取得済みである。よって海域面積も含めると事業区域は 709ha である。

<sup>8</sup> Bangladesh Bureau of Statistics (2014) : Population & Housing Census-2011, Community Report: Cox's Bazar

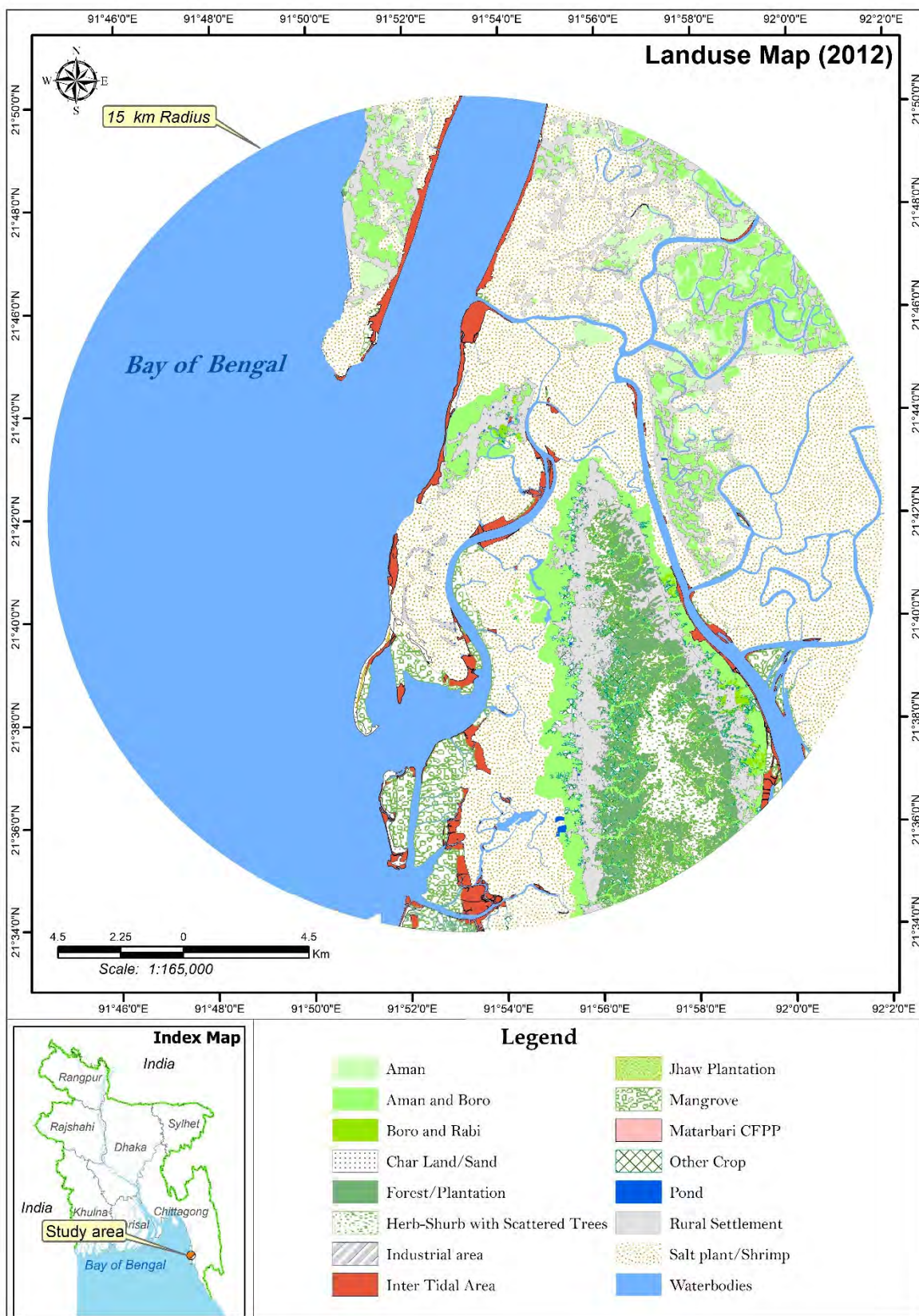
<sup>9</sup> Bangladesh Bureau of Statistics (2014) : Population & Housing Census-2011, National Report Volume-2: Union Statistics (2014)

表 5.3-2 1/2 号機事業における用地取得の内訳

取得用地の区分	用地面積	
	(エーカー)	(ヘクタール)
マタバリユニオン内小計	946	383
ドルガタユニオン内小計	483	195
マタバリ・ドルガタユニオン (BWDB 所有地)	178	72
(取得用地計)	1,608	651
海域 (海運省の許可取得)	+153	+62
移転先用地 (非正規居住者向け住居)	-10	-4
(取得事業地計)	1,598 (1608-10)	647 (651-4)
事業区域計	1,751	709

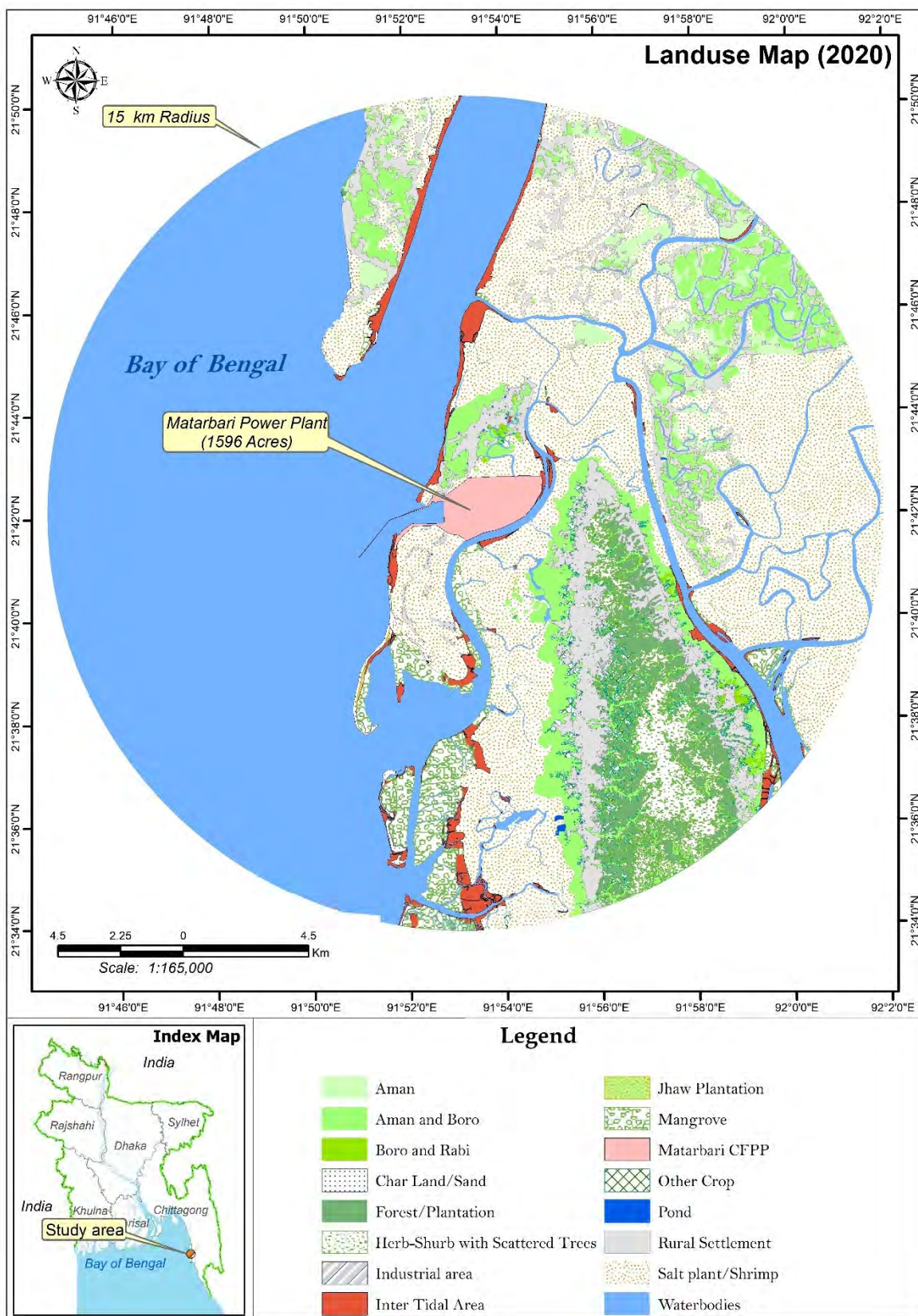
出典：調査団作成





出典：調査団作成

図 5.3-2 サイト周辺および近隣の土地利用（1/2 号機事業用地取得以前：2012 年）



出典：調査団作成

図 5.3-3 1/2 号機事業における用地取得後の土地利用区分（事業地から半径 15km 以内）

#### (4) 漁業

2017 年度の水産年報<sup>10</sup>によると、当国の全国の漁獲量は、内水面の漁獲量が約 122 万トン、内陸養殖が約 241 万トン、海面漁業が約 65 万トン（うち約 12 万トンが大規模、約 53 万トンが零細）となっている。コックスバザール県の内水面・内陸の漁獲量は約 2.5 万トンで、そのうちエビ養殖が約 2.3 万トンとなっている。海域ではヒルサ（Hilsa：ニシン科の魚）が主要魚種で、全国の海域の漁獲量の約 43%を占めており、コックスバザール県でも内陸の漁獲量を上回る約 3.7 万トンの漁獲量がある。

海域の漁場区分を図 5.3-4 に示す。当国における海面漁業は大陸棚水域、すなわち水深 200m までの水域に限られているが、多くの漁船は水深 40m 以浅の沿岸部で操業している。漁場は 5 段階に区分され（A～E）、A、B 区域での漁業活動が盛んで、その他は新規事業の可能性をもっている区域、すなわち現在はほとんど漁業が行われていない。A 区域は沿岸距離 120km、水深 40m までの区域で零細漁業が主流であり、B 区域は沿岸距離 170km、水深 80m までの区域で底引き網業が行われている。（Hossain et al., 2017）

図 5.3-5 にベンガル湾の漁場図を示す。計画地に近いのは サウスパッチ（South Patchh）と呼ばれる漁場で、事業地の南方 30-80km に広がる水深 50m 以下の比較的浅い水域である。この地域には、コックスバザール市街部に国営の水揚げ場、モヘシュカリ郡の市部に民営の水揚げ場がある。

沿岸漁業のほとんどは全長 6～12m の動力付きもしくは無動力の小さな船を使って、プッシュネット（手漕ぎ網）、刺網、地曳網などによる漁業を行っている。

本調査において試験操業、魚市場の訪問および漁業者へのインタビューなどを通じて、事業地域周辺の漁場は図 5.3-6 に示すように沿岸部とコヘリア運河全域となっている。沿岸部の漁業者は主に定置網、地曳網、刺し網の 3 タイプの網を用い 対照的に、コヘリア運河の漁業者は、地曳網、投網、定置網、延縄を使用している。漁師の世帯数は 3,000～4,000 世帯と推定され、漁業による平均月収は 1 世帯あたり約 10,000～15,000 タカである。

#### (5) その他の産業

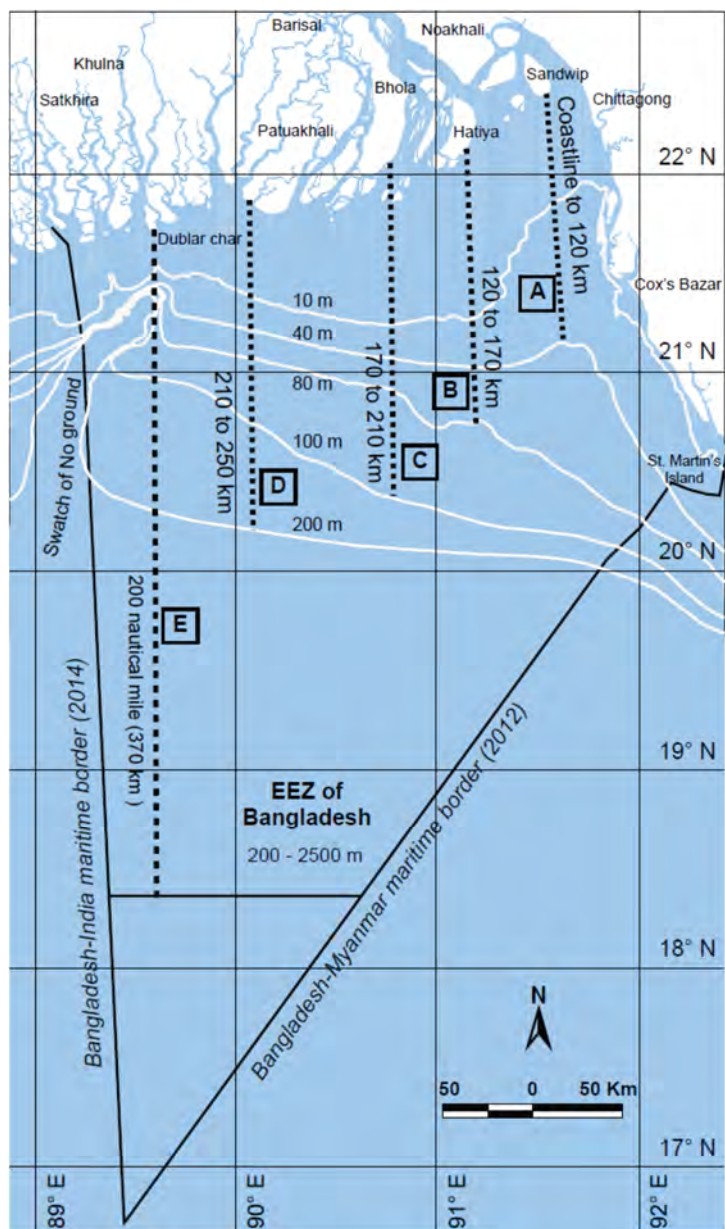
マタバリユニオンおよびドルガタユニオンでの主要な産業は、標高の低い土地を利用した乾季の塩づくり（塩田）と雨季のエビ養殖であり、図 5.3-3 に示したようにドルガタユニオンはそのほとんどが塩田／エビ養殖池となっている。

農業はマタバリユニオンでは発電所北側の比較的標高の高い地域でアマンなど陸稲栽培が主であり、ドルガタユニオンでは農業はほとんどない。

---

<sup>10</sup> Deaprtment of Fisheries Bangladesh, Ministry of Fisheries and Livestock(2018): Year Book of Fisheries Statistics of Bangladesh 2017-2018

---

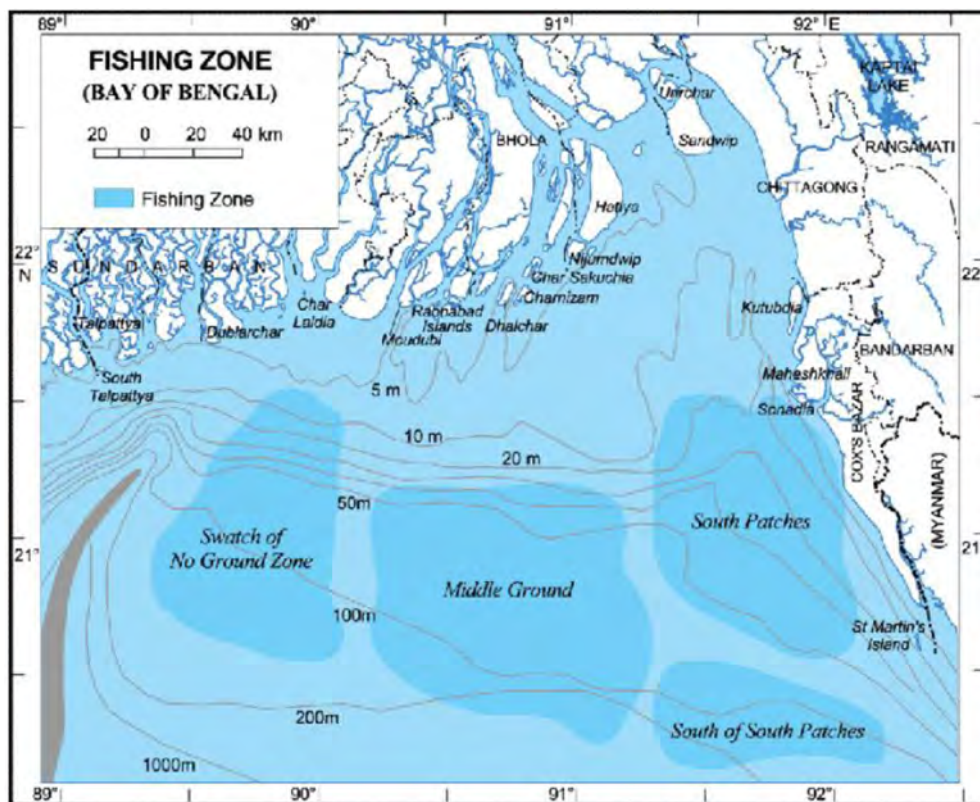


注) A (depth: 0-40 m; distance: coastline to 120 km; artisanal fishing), B (depth: 40-80 m; distance: 120-170 km; trawl fishing), C (depth: 80-100 m; distance: 170-210 km; lightly fished zone), D (depth: 100-200 m; distance: 210-250 km; no fishing), and E (depth: >200 m; distance: >250 km; no fishing).

出典 : Hossain et al.(2017)<sup>11</sup>

図 5.3-4 海域の漁場区分

<sup>11</sup> Hossain MS, Chowdhury SR, Sharifuzzaman SM. 2017. Blue Economic Development in Bangladesh: A policy guide for marine fisheries and aquaculture. Institute of Marine Sciences and Fisheries, University of Chittagong, Bangladesh, 32 pp.



出典：Hossain et al.(2017)<sup>12</sup>

図 5.3-5 ベンガル湾の漁場



出典：調査団作成

図 5.3-6 事業地域周辺の漁場

<sup>12</sup> Suman Barua<sup>1</sup>, Ehsanul Karim and Nasiruddin Md. Humayun (2014): present status and species composition of commercially important finfish in landed trawl catch From Bangladesh marine waters. international Journal of Pure and Applied Zoology Volume 2, Issue 2, pp: 150-159, 2014

### 5.3.2 社会環境の現況

#### (1) 1/2号機事業のモニタリング結果による社会環境の状況

##### (a) 1/2号機事業における用地取得の補償内容

1/2号機事業における用地取得の補償内容を表 5.3-3 に示す。

実施機関によると、2021年8月末時点で、発電所部分の被影響住民として認定されている人数は2,272人であり、補償資格が証明されている住民に対する補償はほぼ完了していることが確認されている。

補償支払いのプロセスは、非営利団体のBBCSによって作成された用地取得・移転行動計画（LARAP）に基づき、実施機関が執行機関としての全責任をもっている。用地取得手続きは当国の関係法令に基づき県政長官事務所が主導し、JICAガイドラインに基づくさらなる移転に関わる対応は、電力・エネルギー・鉱物資源省（MOPERMR）の官報に基づき、実施機関の首席技師が議長となって県政長官事務所からの代表、ユニオン議長、NGOの代表で構成され、補償資格を最終確認する共同評価チーム（JVT）、実施機関の次席技師が議長となって県政長官事務所からの代表、RAP実行機関の事務局、ユニオン議長から構成され、土地等の市場価格の調査を実施し、補償額決定を支援する資産評価助言チーム（PVAT）および実施機関の次席技師長が議長となってユニオン議長、被影響住民代表、NGOからの代表、地区の学校長で構成され、補償に関わる苦情に対応する苦情処理委員会（GRC）を設置し、コンサルタントおよびNGOの協力のもとで進められている。

補償支払いに時間を要している要因としては、補償資格者の適格性の確認に時間を要することが大きい。1/2号機事業のFS調査では、土地等の所有者の有資格者数が343人、賃金労働者が1,441名（1,774人）であったが、その後、NGOのShushilan<sup>13</sup>とBBCS<sup>14</sup>の共同体による調査で、土地等所有者が821人、賃金労働者が1,249人（計2,070人）であると確認され、さらに共同評価チームによる資格の精査によって2,267名（2021年6月時点）となっている。住民からの補償資格の申請は毎月集計され、書類の確認が行われるが、重複申請が判明するケース、書類不備のために保留となるケース、補償額を不満として訴訟を起こすケースなどがみられ、補償資格者の数は増減することになり、確定に時間を要している面がある。実施機関はNGOの支援を受けて、被影響住民への補償支払いや移転手続きの周知を継続するとともに、2019年12月、2020年1月および2月には、移転フェアと称する被影響住民の捕捉・補償手続きの理解促進のためのイベントを開催するなど、適正な補償手続きの実施に努めている。また、補償を進める上での取り組みとしては、環境レビュー時点で被影響住民として捕捉されていた労働者のうち58人が、補償手続きを進める中で連絡がとれなくなったため、2018年9月には、NGOによるマタバリユニオンとドルガタユニオンの個別訪問調査を実施し、2019年2月には、上記連絡がつかない58名を含む補償申請書類未提出者のリストを各ユニオン議会議長および村民に手渡すなどして捕捉に努めたが、その後被影響住民、ユニオン議会議長・メンバー、村民から特段の情報は得られていない。その後コンサルタントチームは連絡がつかない住民の住所に向いたり、2020年8月には実施機関のウェブサイト連絡がつかない補償対象者のリストを公開するとともに、地方紙、全国紙にリストを掲載するなどして捕捉に努めているものの状況は変わっていない。これら連絡がつかない補償対象者への対応としては、事後的に補償申請があった場合に対応できるよう、補償窓口を継続して設けたうえで補償費用を確保している。

1/2号機事業のモニタリング調査の一環として、2018年3月以降、おおむね四半期ごとに事業対象地区周辺のマタバリおよびドルガタユニオンの村で住民協議が実施されている。2018年は7回、2019年は13回、2020年はコロナ禍の制約があったが6回開催された。この住民協議会で補償に対しての不満が聞かれたのは2018年5月の1回のみで、非正規居住者の移転における補償の

<sup>13</sup> Shushilan：バングラデシュのNGOで、経済的・社会文化的発展に共感する社会を構築するという使命のもと、貧困と脆弱性に取り組み、恵まれない人々の生活をよりよくすることの支援、経済的機会への権利の主張の手助け、女性の家庭・社会進出の促進などに取り組んでいる。（<https://shushilan.org/#>）

<sup>14</sup> BBCS（Brampton Bangladeshi Community Service）：バングラデシュ人とベンガル人のための非営利団体で、偏見がなく、違いに関係なく、コミュニティに役立つすべてのものをサポートすることを理念としている。（<https://www.bbcsc-canada.com/about-us/>）

遅延に対するものであった。そうした声に対しては、その後移転地の整備、一時金・引っ越し費用の支給などを進めており、以降補償に対する不満は聞かれていない。本調査で無作為に抽出した被影響世帯 267 世帯に対するアンケート・インタビュー調査の結果、収入は対象世帯ですべて増加していた。また、これまでのところ、GRC にも補償に関する不満は寄せられていない。また、本調査のフォーカスグループディスカッションの中で、塩田／エビ養殖池のリース料が上昇しているという意見が聞かれたが、本調査のインタビュー調査の結果では現在のリース料は 1 シーズン、1 エーカーあたり塩田が 35,000～50,000 タカ、エビ養殖池が 25,000～30,000 タカで、用地取得前の 2013 年当時に比べて 8 年間で 10～15 ポイントの上昇であることからすると、当国の平均的な年間物価上昇率 6 パーセント前後（世界銀行データベース<sup>15</sup>）による上昇に比べて小さく、1/2 号機事業の補償方針策定時に想定されていた物価上昇率を上回るものでは無いと考えられる。

表 5.3-3 1/2 号機事業における用地取得の補償内容（2021 年 8 月時点）

区分	影響と補償資格者	補償資格者数
土地所有者	私有地 貸地主 構造物所有者 家庭菜園の作物・エビ・魚 木材・果実をつける木	904
賃金労働者 （臨時・正規）	生計手段または収入源の喪失	962
貸主・賃借権・公有地の占用権	貸主/借地権保有者、貸主・借主、不法占有者、生計手段・収入源の永久的喪失（事業者・塩田雇用者・エビ養殖業者、漁業従事者、自営業）、工事中の生計手段・収入源の一時的喪失	362
社会的に容認された所有者／公認されていない占有者	住居・商業施設・仮設構造物の喪失／公認されていない占有者の仮設構造物	44
合計		2,272

出典：CPGCBL 提供資料をもとに調査団作成

(b) 貧困層への補償

実施機関によると、被影響住民の中で非正規居住者は貧困層とみなし、実施機関が、全員に家屋、移転助成金、引っ越し費用を提供した。

また、生計手段を失う臨時雇用および正規雇用の賃金労働者は、月収の最低賃金レートで 3 年間分を一時払いで受け取っている。

(c) 1/2 号機事業における生計回復プログラム

1) 1/2 号機建設事業での雇用

実施機関によれば、1/2 号機建設事業における雇用者数は、全体で 4,396 人であり、そのうち地元のマタバリ、ドルガタおよびバダルカリ各ユニオンから、技能者・非技能者として雇用されているのは 1,126 人である（2020 年 11 月現在）。

2) 職業および技術訓練

これまでに実施された職業および技術訓練プログラムを表 5.3-4 に示す。実施機関によれば 2021 年 7 月現在で 339 人が受講し、その後の追跡で 128 名の就職が確認されている。職業訓練の促進を図る上で、実施機関による効果の確認や改善要望など、体系的な追跡が望ましいと考えられる。

<sup>15</sup> 世界銀行データベース：<https://data.worldbank.org/indicator/FP.CPI.TOTL.ZG?locations=BD>（2021 年 11 月 2 日アクセス）

表 5.3-4 これまでに実施された職業および技術訓練プログラム

(2021年7月時点)

訓練プログラム	土地所有者	非正規居住者	ビジネスマン、小作人、テナント・リース保有者	賃金労働者	木の所有者	計 ( )内は就職者数
コンピューター	21	0	0	0		21 (1)
家畜・家禽	24	1	0	0		25 (25)
服飾	122	9	1	0		132 (80)
電気・電子	48	0	0	7		55 (12)
魚養殖	30	1	0	3		34 (5)
冷蔵庫・エアコン	6	0	1	5		12
電気技師	34			1		35 (5)
溶接	25					25
参加者数	310	11	2	16		339 (128)

出典：CPGCBL 提供情報より調査団作成

(d) 1/2号機事業に関わる住民協議会での意見

住民協議会は、モニタリング活動の一環として、おおむね四半期ごとにマタバリユニオンとドルガタユニオンの村で順番に開催された（ロックダウン期間を除く）。開催状況を表 5.3-5 に示し、意見の概要と実施機関の対応状況を表 5.3-6 に示した。実施機関によると、住民からの主要な意見と実施機関（EPC コントラクター、下請け業者等を含む）による対応が概略以下のとおりである。

1) 雇用に関する意見

住民からの雇用に関する主な意見は、期待したよりも雇用数が少なかったこと、マタバリ地区以外から雇用していること、少ない賃金での限られた雇用などであった。

実施機関は、EPC コントラクターに地元の人々を雇用することを奨励し、職業訓練プログラムを実施しているが、強制力にかけること、斡旋業者の介在でコントロールが難しいことなどの課題がある。

2) 漁業者からの意見

工事に伴う浚渫パイプラインの敷設による漁獲物水揚げへの支障、警備船による漁具の損傷、制限区域の設定による漁場へのアクセスの支障、工事関係船舶の航行量の増加による安全な操業に対する不安など様々な意見がみられるが、EPC コントラクターと下請業者を含む実施機関は、その都度対応してきている。

3) 社会インフラに関する意見

ドルガタの住民にとってドルガタとマタバリの間の事業対象地の中を走るコミュニティ道路が閉鎖されたことが問題となっている。

実施機関は代替コミュニティ道路の建設を進めているが、Covid-19 のために遅れており、完成までの間の暫定ルートはセキュリティ上の配慮から制限が生じ、住民側にとっては移動時間が増大しないように、また、待機場所の位置と施設の西部などが要望されている。

4) 浸水に関する意見

2017年のモンスーンの間に、Shairar Dail の中部と北部の住民は、堤内の浸水によって引き起こされた家屋、村の道路、養殖池、農地の予期せぬ浸水により深刻な被害を受けた。

実施機関は BWDB とユニオン当局に必要な措置を講じるよう通知し、BWDB はこの問題を解決するための排水管理プロジェクトを開始し、ユニオン議長は実施機関の協力のもとで滞留した水を排水するための水路を掘削した。

(e) その他のモニタリング調査結果の概要

社会環境に関するモニタリング調査は、観察とインタビューを通じて実施された。モニタリング調査結果の概要は以下のとおりである。

1) マタバリユニオンの道路交通



マタバリのユニオン道路では交通量の増加や渋滞の発生が見られ、道路状況が悪化した箇所もみられる。

実施機関は数回の修繕工事を実施している。

2) 子供の権利

事業区域内で子供の労働は確認されていない。

3) HIV/AIDSなどの感染症

感染症予防啓発プログラムが適切に実施されている。また、Covid-19の啓発広告は適切に行われている。

4) 作業環境（作業安全を含む）

職場環境は安全で健康に保たれており、管理上不備な点は指摘により改善されている。

5) 事故

現場で負傷事故と死亡事故が発生した。事故処理は適切に行われ、再発防止のための安全訓練プログラムが実施されている。

表 5.3-5 1/2号機事業のモニタリング調査の一環での住民協議の開催状況

No	実施日	対象地区		対象者	参加者数
		ユニオン	村、ワード		
<b>2018</b>					
1	3月25日	ドルガタ	Nasir Mohammad Dail and Shaitpara	一般住民	44
2	5月29日	マタバリ	South Shairar Dail and Mogdail	一般住民	42
3	5月30日	マタバリ	North Sairar Dail	一般住民	31
4	5月30日	ドルガタ	Muhorighona and Panir Chara	一般住民	50
5	8月17日	マタバリ	Ward No-4~9	Motsho Shomobay Shomiti のメンバー	34
6	8月30日	マタバリ	Shairar Dail and Mog Dail	漁業者	33
7	8月30日	ドルガタ	Shaitpara and Nasir Mohammad Dail	一般住民	44
<b>2019</b>					
8	1月28日	マタバリ	South Mog Dail, Ward No-8	一般住民	43
9	1月29日	マタバリ	Jele Para, Shairar Dail, Ward No-9	一般住民	42
10	2月26日	ドルガタ	Nasir Mohammad Dail, Ward No-1	一般住民	26
11	4月17日	マタバリ	South Shairar Dail, Ward No-9	一般住民	40
12	4月18日	ドルガタ	Shaitpara, Ward-3	一般住民	34
13	5月6日	ドルガタ	Mohori Guna and Panir Sara, Ward-2	一般住民	33
14	6月18日	ドルガタ	Mohori Guna and Panir Sara, Bon Jamira Ward-2	一般住民	33
15	6月19日	マタバリ	South Mog Dail, Ward No-8	一般住民	51
16	7月27日	ドルガタ	Shapmarar Dail	漁業者	19
17	10月17日	マタバリ	South Shairar Dail, Ward No-9	一般住民	33
18	10月17日	マタバリ	middle Shairar Dail and middle Mog Dail, Ward No-9 and 8	一般住民	31
19	10月18日	ドルガタ	Banjamira, Ward No-3	一般住民	25
20	11月23日	マタバリ	Vula khali, South Shairar Dail, Ward No-9	一般住民	45
<b>2020</b>					
21	1月1日	マタバリ	South Shairar Dail, Ward No-9	一般住民	24
22	1月2日	マタバリ	South Shairar Dail Ward No-9	一般住民	43
23	1月2日	ドルガタ	Shait Para, Ward No-3	一般住民	35
24	3月3日	ドルガタ	Mohori Guna, Ward No-2	一般住民	28

No	実施日	対象地区		対象者	参加者数
		ユニオン	村、ワード		
25	11月17日	マタバリ	South Mog Dail, Ward No-8	一般住民	24
26	11月18日	ドルガタ	Shait Para, Word No-3	一般住民	24

出典：CPGCBL の情報をもとに調査団作成

表 5.3-6 1/2号機事業のモニタリング調査における住民協議での意見の概要と実施機関の対応状況の確認

No.	実施日および場所 (M):マタバリ (D):ドルガタ	住民の意見の概要	実施機関の対応状況
<b>Opinion on Compensation</b>			
1	(1)25th March 2018: Nasir Mohammad Dail and Shaitpara (D) (2)29th May 2018: South Shairar Dail and Mogdail (M) (3)30th May 2018: Muhorighona and Panir Chara(D) (4)30th May 2018: North Sairardail (M)	<b>非正規居住者</b> 用地取得に伴う補償金の支払いが遅延したことに対する被影響住民、特に非正規居住者からの不満の声があった。	当初は支払いの遅延が発生していたが、徐々に被影響住民はすべての補償を受け、特に非正規居住者は移転地の整備を含むすべての補償を受けている。
<b>Opinion from Fishermen</b>			
2	(1)25th March 2018: Nasir Mohammad Dail and Shaitpara (D) (2)29th May 2018: South Shairar Dail and Mogdail (M) (3)30th May 2018: Muhorighona and Panir Chara (D) (4)30th May 2018: North Sairardail (M)	<b>漁業者（ドルガタ）</b> 浚渫土砂を運搬するための浮体式パイプラインの設置により、魚の水揚げ場であるドルガタ地区の海岸への漁船のアクセスに支障が生じている。	EPC コントラクターは、漁船がドルガタ地区の海岸にアクセスする際に支障がないよう浮体式パイプラインシステムを中止した。
3	(1)17th August 2018: Motsho Shomobay Shomiti (residents of Ward No-4, 5, 6, 7, 8, & 9 of Matarbari Union (M) (2)30th August 2018: )Shairar Dail and Mog Dail Villages (M) (3)31st August 2018: Shaitpara and Nasir Mohammad Dail (D)	<b>漁業者</b> 村民、特に漁業者のコミュニティから河川警備隊員の不品行、漁具の破損、砂の運搬者らによる漁具の切断などに対する不満の声があった。	数日の内に、すべての漁具が漁業者に返却され、EPC コントラクターは、河川警備隊のメンバーに正しい知識と行動を身につけるための研修/ワークショップを開催した。
4	(1)17th August 2018: Motsho Shomobay Shomiti (residents of Ward No-4, 5, 6, 7, 8, & 9 of Matarbari Union (M) (2)30th August 2018: )Shairar Dail and Mog Dail Villages (M) (3)31st August 2018: Shaitpara and Nasir Mohammad Dail (D)	<b>漁業者</b> 沿岸警備隊と請負業者のパトロール隊員の不品行、漁具の破損、砂の運搬者らによる漁具の切断などに対する不満の声があった。	(同上)
5	(1)17th August 2018: Motsho Shomobay Shomiti (residents of Ward No-4, 5, 6, 7, 8, & 9 of Matarbari Union (M) (2)30th August 2018: )Shairar Dail and Mog Dail Villages (M) (3)31st August 2018: Shaitpara and Nasir Mohammad Dail (D)	<b>漁業者</b> 実施機関と EPC コントラクターは、警備隊員の知識と行動を向上させるために、警備隊員を対象としたワークショップを開催し、警備隊員らは村民の法的権利、プロジェクトとの利害関係、地域社会の不安定な状況の結果を知るべきとの意見があった。	
6	(1)17th August 2018: Motsho Shomobay Shomiti (residents of Ward No-4, 5, 6, 7, 8, & 9 of Matarbari Union (M) (2)30th August 2018: )Shairar Dail and Mog Dail Villages (M) (3)31st August 2018: Shaitpara and Nasir Mohammad Dail (D)	<b>漁業者</b> 漁業者が漁具の損傷を恐れることなく漁業ができるように、海とコヘリア運河の請負業者の作業区域は境界を定めてほしいとの要望があった。このためこの問題について	海域とコヘリア運河の制限区域は明確にされていないが、制限区域内では漁船とプロジェクトの船が衝突しないように監視が行われた

バングラデシュ国マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業（フェーズ2）準備調査  
ファイナルレポート

No.	実施日および場所 (M):マタバリ (D):ドルガタ	住民の意見の概要	実施機関の対応状況
		て実施機関は責任ある下請け業者と話し合っしてほしいと要望があった。	
7		<b>女性の参加者</b> 実施機関に対し、漁の際に家計を支えるメンバーら（夫など男性たち）に嫌がらせをしないようにとの要請があった。それができないならば、代わって建設プロジェクトで雇用してほしいと要望した	実施機関と EPC コントラクタは要望の事実を確認しようとしたが、ハラスメントの事実は確認できなかった。
8	(1)17th April 2019: South Shairar Dail, Ward No-9, (M)  (2)8th April 2019: Shaitpara, Ward-3 (D). (3)6th May 2019: : Mohori Guna and Panir Sara, Ward- 2.(D)	<b>漁業者</b> 発電所敷地の北西の境界の外側に位置する浅い海岸線に沿った漁業制限の決定について納得できないとの意見があり、以下の提案があった。 1) 浅い前浜地域での漁業が制限されたままである場合、実施機関は、次のモンスーンシーズン中の収入の損失に対して1日あたりの補償を支払ってほしい。 2) それぞれの請負業者はこの問題を調査し、その調査結果を漁業者にフィードバックしてほしい。	実施機関と EPC コントラクタはこの問題を重く受け止め、EPC コントラクタは2019年5月に制限を解除し、問題を解決した。
9	(1)18th June 2019: Mohori Guna and Panir Sara, and Bon Jamira Ward-2 (D). (2)19th June 2019: South Mog Dail, Ward No-8,(M) (3)27th July 2019: Fishermen of Shapmarar Dail village of Dhalghata union.(D)	<b>漁業者</b> コヘリア運河の漁場が日に日に縮小しており、そのために漁師たちの収入生活が脅かされていると述べた。 -ドルガタ地区漁師コミュニティの主な懸念事項として、以下の制約が挙げられる。 -Rajghat 橋から10のガート（実施機関の旅客ターミナル）まで、水位が低すぎて（モンスーンの大潮の時でさえ）、漁具で魚を捕ることができない。 漁具例： Set bag net, Ber jal, Gill net, and Chat jal.	実施機関と EPC コントラクタはこの問題を重く受け止めて検討を進めたが、この事業は、下記コンサルタントの調査による見解で述べられているように、コヘリア運河の航行を悪化させるものではない。近くの丘陵地帯から流出する土砂、インドの上流地域に建設されたダムによる水流の悪化など、多くの要因が水路を埋める原因となっていることを指摘している。 <b>-コンサルタントの調査による見解</b> ドルガタ地区の漁師コミュニティは、過剰な浚渫水の排出によりコヘリア運河が埋まっていると認識している。 しかし、実際には、コヘリア運河、Matamuhuri 川、Maheshkhali 運河の間にある水文学的ネットワークもこの問題に悩まされており、明らかにプロジェクトの排水が原因ではない。
10		<b>漁業者</b> 漁業者たちは、大量のプロジェクト船（砂輸送船）の航行と、プロジェクト境界の南西端から Shapmamrar Dail の棧橋エリアまでの空の砂輸送船の停泊のため、コヘリア運河の深い部分に仕掛けをすることができないと訴えた。彼らは、漁具の損傷や損失を恐れている。このため以下の事項を要求した。 1) EPC コントラクタは、全ての下請業者に対し、全ての船舶が作業	EPC コントラクタの指示により、すべての砂輸送の船舶は問題提起を受けて1ヶ月以内に Shapmamrar Dail の棧橋エリアから移転された。

バングラデシュ国マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業（フェーズ2）準備調査  
ファイナルレポート

No.	実施日および場所 (M):マタバリ (D):ドルガタ	住民の意見の概要	実施機関の対応状況
		を終えた後、コヘリア運河から退去するよう指示する。 2) EPC コントラクターはその下請業者に対し、誠意と信頼のある関係を築くために、漁業者と調整するよう指示する。	
11		<b>漁業者</b> 漁業者たちはまた、Shapmamrar Dail 棧橋の下流に浮体式宿泊施設と空の材料船を停泊させたことについても苦情を申し立てた。空の材料船を浮体式収容船の 100m 前に移動させることを要求した。	(同上)
12	(1)17th November 2020: South Mog Dail, Ward No-8, Matarbari Union (M) (2) 18th November 2020: Shait Para, Ward No-3, Dhalghata Union (D)	<b>漁業者</b> 2020 年 10 月の最終週に、プロジェクトのセキュリティパトロールチームが 2 人の漁師の袋網使用を制止したが、漁の制限区域ではなかったという。	実施機関はこの問題を重く受け止め調査し、セキュリティパトロールチームと称して、2 件海域で制止して漁網を持ち去ったグループがあったことを確認したが、実際に漁網を持ち去った者を特定できていない。実行犯を特定できれば、EPC コントラクターが窃盗犯/強盗犯に対して対応する。
<b>浸水被害に対する意見</b>			
13	(1)25th March 2018: Nasir Mohammad Dail and Shaitpara (D) (2)29th May 2018: South Shairar Dail and Mogdail (M) (3)30th May 2018: Muhorighona and Panir Chara(D) (4)30th May 2018: North Sairardail (M)	<b>住民 (マタバリ)</b> 2017 年のモンスーンの間、Shairar Dail の中・北部の村民は、内部の洪水によって家屋、村の道路、養殖池、農地が予期せぬ形で浸水したことにより、深刻な被害を受けた。これを受けて、村民らは懸念を表明し、問題解決のために直ちに行動を起こすよう実施機関の注意を喚起した	EPC コントラクターはユニオン議会と連携して、この問題に対していくつかの対策を行った。2018 年 8 月、EPC コントラクターはユニオン議会と協力して、村からの滞留水を排出するために水路を掘った。これは 2018 年 5 月から 8 月までの 1 回だけの出来事だった。  実施機関はこの問題をよく理解しており、必要な行動をとるようバングラデシュ水開発局 (BWDB) とユニオン議会に伝えており、BWDB は排水管理プロジェクトを開始している。
<b>雇用に対する意見</b>			
15	(1)25th March 2018: Nasir Mohammad Dail and Shaitpara (D) (2)29th May 2018: South Shairar Dail and Mogdail (M) (3)30th May 2018: Muhorighona and Panir Chara(D) (4)30th May 2018: North Sairardail (M)	<b>事業の被影響住民</b> ドルガタとマタバリの被影響住民のうちごくわずかしは雇用されていない。	EPC コントラクターは、労働者供給組織を通じて、熟練者と非熟練者の労働力を募集したが、各村からの雇用の均等配分を維持・供給することは困難である。しかし、実施機関は EPC コントラクターに対し影響を受けた村の被影響住民の間で労働力の均等配分を維持するよう要請した。
16	(1)28th January 2019: South Mog Dail, Ward No-8, Matarbari Union (M) (2) 29th January 2019: Jele Para, Shairar Dail, Ward No-9 (3) 26th February 2019: Nasir	<b>被影響住民</b> 被影響住民は未だ建設作業に就けていない	ここでの被影響住民とは、2019 年 6 月に雇用された 44 人非正規居住者のことであり、現在、建設請負業者の従業員として働いている。

バングラデシュ国マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業（フェーズ2）準備調査  
ファイナルレポート

No.	実施日および場所 (M):マタバリ (D):ドルガタ	住民の意見の概要	実施機関の対応状況
	Mohammad Dail, Ward No-1,(M) Dhalghata Union.(D)		
17	(1)28th January 2019: South Mog Dail, Ward No-8, Matarbari Union (M) (2) 29th January 2019: Jele Para, Shairar Dail, Ward No-9, Matarbari Union (M) (3) 26th February 2019: Nasir Mohammad Dail, Ward No-1, Dhalghata Union (D)	<b>住民</b> 発電所建設プロジェクトの請負業者や下請け業者は、いくつかの労働者供給組織や個人代理店から地元の未熟練労働者を調達しており、これらの組織や代理店は地元の村民を主に日給制の従業員として採用しているという。雇用されている村民の多くは、個々のエージェントの個人的な利益を満たすために、仕事の費用を支払わなければならないか、斡旋料を払ったりしている。	実施機関は EPC コントラクターに対し、影響を受けた村の 被影響住民 間で労働力の均等配分を維持するよう要請した。彼らはまた、個々のエージェントの個人的な利益を避けるために、労働組織や個々のエージェントを管理するよう EPC コントラクターに要求した。
18		<b>住民</b> 地元の下請け企業の中には、地元の村民を雇用していないところもある。 EPC コントラクターおよび下請け業者は地元住民を空き情報を知らせる直接雇用すべきである。	実施機関は EPC コントラクターに対し、影響を受けた村の地元住民の雇用を確保するため、下請業者を管理するよう要請した。
20		<b>住民</b> 募集の際には、事業の影響を受けた日雇い労働者を Shairar Dail および Mog Dail 村の他の住民よりも優先的に採用するよう要望があった。	EPC コントラクターは、労働者供給組織を通じて、熟練者と非熟練者の労働力を募集したが、各村からの雇用の均等配分を維持・供給することは困難である。しかし、実施機関は EPC コントラクターに対し影響を受けた村の被影響住民の間で労働力の均等配分を維持するよう要請した。
21	(1)17th April 2019: South hairar Dail, Ward No-9, Matarbari Union (M)	<b>住民</b> a) 請負業者/下請け業者の指定された労働者供給組織/個人エージェントが、彼らの個人的な利益を満たすために、地元の村民を未熟な労働者として募集している（日給月給制）。 b) 地元の村民を雇用している下請け会社は少ない。	EPC コントラクターは、労働者供給組織を通じて、技術者と非技術者の労働力を募集した。村から村への労働力の均等配分を維持・供給することは困難である。しかし、実施機関は EPC コントラクターに対し、影響を受けた村の日影響住民間で労働力の均等配分を維持するよう要請した。
22	(2)18th April 2019: Shaitpara, Ward-3, Dhalghata Union.(D) (3)6th May 2019: Villagers of Mohori Guna and Panir Sara, Ward-2, Dhalghata Union.(D)		
23	(1)17th October 2019: South Shairar Dail, Ward No-9, Matarbari Union (M) (2)17th October 2019: Middle Shairar Dail and middle Mog Dail, Ward No-9 and 8, Matarbari Union (M) (3)18th October 2019: Banjamira, Ward No- 3, Dhalghata Union (D) (4)23rd November 2019: )Vula khali,	<b>住民 (マタバリ)</b> a) プロジェクトの影響を受けた Shairar Dail 村や Mog Dail 村の何千人もの日雇い労働者がいまだに失業しているのに、なぜ他ユニオンの住民が建設プロジェクトに雇用されているのか。 b) マタバリ地区から採用されている建設労働者は、収入源を失う代わりに、事業との利害関係は一切生じなかった。彼らは実施機関に対し、マタバリ地区の住民の雇用されている労働者のリストを開示するよう求めた。	実施機関は EPC コントラクターに対して、村ごとの雇用されている労働者のリストを開示するよう口頭で要求した。
24		<b>住民</b>	EPC コントラクターは、労働者供給組織を

バングラデシュ国マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業（フェーズ2）準備調査  
ファイナルレポート

No.	実施日および場所 (M):マタバリ (D):ドルガタ	住民の意見の概要	実施機関の対応状況
	South Shairar Dail, Ward No-9, Matarbari Union (M)	<p>- EPC コントラクタと下請け業者は、欠員の通知や告知を行って地元の人々を採用しなければならない。</p> <p>- 募集の際には、マタバリ地区の7区、8区、9区に住む、事業の影響を受けた日雇い労働者を優先的に考慮すべきである。</p> <p>- Bon Jamira 村の日雇い労働者は、プロジェクト用地取得による直接的な影響を受けていない。</p>	通じて、熟練者と非熟練者の労働力を募集した。村から村への労働力の均等配分を維持・供給することは困難である。しかし、実施機関は EPC コントラクタに対し、影響を受けた村の日影響住民間で労働力の均等配分を維持するよう要請した。
25	<p>(1)1st January 2020: South Shairar Dail, Ward No-9, (M)</p> <p>(2)2nd January 2020: Villagers of South Shairar Dail, Ward No-9, (M)</p> <p>(3)2nd January 2020: Shait Para, Ward No- 3, (D)</p>	<p><b>住民</b></p> <p>a) プロジェクトの影響を受けた Shairar Dail 村や Mog Dail 村の何千人もの日雇い労働者がいまだに失業しているのに、なぜ Badarkhali 地区の住民が建設事業に雇用されているのか。</p> <p>b) マタバリ地区から採用されている建設労働者は、事業とは何の関係もない。彼らは実施機関に対し、マタバリ地区の住民として雇用されている労働者のリストを開示するよう求めた。</p> <p>c) 参加者は、請負業者はマタバリ地区の7区、8区、9区の地元住民を優先的に雇用しなければならないと述べた。</p> <p>d) 請負業者は、未熟練労働者の募集を適切に発表し、受け入れ可能な透明性のあるプロセスに従うべきであると述べた。</p>	実施機関は EPC コントラクタに対し、Shairar Dail 村や Mog Dail 村などの影響を受けた村の 被影響住民間で労働力の均等配分を維持するよう要請した。また、異なる村で雇用されている労働者のリストを開示するよう要請した。
26	3rd March 2020: Mohori Guna, Ward No-2, Dhalghata Union (D)	<p><b>住民—ドルガタ</b></p> <p>a) ドルガタおよびマタバリ 地区の地元住民のうち、事業による用地取得のために収入の生計手段を失った人々を優先的に雇用しなければならない。</p> <p>b) EPC コントラクタは非熟練労働者の募集を適切に発表し、受け入れ可能な透明なプロセスに従うべきである。</p>	(同上)
27	<p>(1)17th November 2020: South Mog Dail, Ward No-8, (M)</p> <p>(2)18th November 2020: Shait Para, Ward No-3, (D)</p>	<p><b>住民—マタバリ</b></p> <p>何千人もの移民労働者が建設業者に雇われているが、地元住民は事業の用地取得により、収入源のすべてを失った。それにもかかわらず、残念なことに、過去3年間で、私たちの村の住民で事業に優先的に就職できたのは2人だけだった。</p>	実施機関は EPC コントラクタに対し、Mog Dail 村を含む影響を受けた村の被影響住民間で労働力の均等配分を維持するよう要請した。
28		<p><b>住民</b></p> <p>若い女性参加者のグループが、建設プロジェクトで働きたいと表明した。</p>	実施機関は EPC コントラクタにこの件を重く受け止めるよう要請した。

バングラデシュ国マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業（フェーズ2）準備調査  
ファイナルレポート

No.	実施日および場所 (M):マタバリ (D):ドルガタ	住民の意見の概要	実施機関の対応状況
29		<b>住民</b> COVID-19 パンデミックの影響で打撃を受けた地元経済を考慮し、実施機関と EPC コントラクタは、マタバリ地区の Mog Dail 村に住む地元の村民に、熟練労働者と未熟練労働者のポジションを最大限に割り当てるべきである。 募集の際には、プロジェクトの影響を受けた被影響住民から日雇い労働者が優先的に採用されるべきである。	EPC コントラクタは、労働者供給組織を通じて、技術者と非技術者の労働力を募集した。村から村への労働力の均等配分を維持・供給することは困難である。しかし、実施機関は EPC コントラクタに対し、影響を受けた村の日影響住民間で労働力の均等配分を維持するよう要請した。
30		<b>住民—ドルガタ</b> 4 人の参加者は、2019 年 10 月に Port Work 建設プロジェクトの下請け会社に雇用されたと伝えた。しかし、COVID-19 のパンデミックが始まったとき、彼らは「COVID-19 の感染にさらされることによる健康上のリスクと地域社会での感染」を理由に解雇された。しかし、この 2 ヶ月間に他の下請け会社が何千人もの移民労働者を雇ったにもかかわらず、彼らは再参加の呼びかけを受けていない。彼らは EPC コントラクタの親切的な対応を求めた。	2021 年 1 月にはすでに採用している。
31		<b>住民</b> 参加者の中には移転を伴う被影響世帯に対する生計回復プログラムに基づいて雇用された住民も参加していた。	生計回復プログラムで 44 人の非正規居住者が雇用された（2021 年 1 月）。
<b>インフラストラクチャーに関する意見</b>			
32	(1)25th March 2018: Nasir Mohammad Dail and Shaitpara (D) (2)29th May 2018: South Shairar Dail and Mogdail (M)	<b>住民</b> 建設現場を通過していた既存のコミュニティ道路は、新しい迂回路を開くことで閉鎖された。	工事現場を通る既存のコミュニティ・ロードはセキュリティ上の理由で閉鎖されたが、実施機関は住民の往来のために新しい迂回路を開いた。
33	(3)30th May 2018: Muhorighona and Panir Chara(D) (4)30th May 2018: North Sairardail (M)	<b>住民—ドルガタ a</b> ドルガタ地区の村民たちは、移動時間と費用の増加によるこの突然の変更に満足しておらず、コミュニティ道路が完全に完成するまで現場を通過させることを要求した。	実施機関は当時、この問題を認識しており、コミュニティ道路が完全に完成するまで敷地を通過することを許可した。
34	(1)17th April 2019: South Shairar Dail, Ward No-9, (M) (2)8th April 2019: Shaitpara, Ward-3 (D). (3)6th May 2019: : Mohori Guna and Panir Sara, Ward-2.(D)	<b>住民-ドルガタ</b> 建設現場での代替コミュニティ道路（ドルガタ地区-マタバリ地区）のルート変更に関する決定は、会議の参加者から感謝された。 - 住民たちは、地区道路の建設が完了するまで、このルートを開いたままにしておくように希望している。 Mohori Guna, Panir Sara, Bon	コミュニティ・トランスポート・スタンドの「合流地点」から「Nasir Dail 村」への移転は、セキュリティ上の理由から多少問題がある。飲料水設備を備えた乗客待合所の設置、移動式トイレの設置は実施する。

バングラデシュ国マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業（フェーズ2）準備調査  
ファイナルレポート

No.	実施日および場所 (M):マタバリ (D):ドルガタ	住民の意見の概要	実施機関の対応状況
		<p>Jamira、Shaitpara の住民を代表して、ドルガタ地区のメンバー（地区のカウンセラー）が、道路交通とコミュニティ輸送施設に関する住民の困難な状況について説明した。それにより、会議の参加者は、コミュニティの交通手段の取り決めにつき、次のような改善を求めた。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 「コミュニティ道路の待合場所」を「合流地点」から「Nasir Dail 村」に移転する。これにより、徒歩約 400 メートルの距離が短縮される。</li> <li>- 「飲料水」のジャーを備えた小規模な「乗客待機小屋（屋根のみ）」の設置。これにより、女性、子ども、および高齢の移動者を夏の暑さやモンスーンの雨から保護し、快適に過ごすことができる。</li> <li>- 仮設トイレ（小用のみ）施設の設置</li> </ul>	
35	<p>(1)17th October 2019: South Shairar Dail, Ward No-9, Matarbari Union (M)</p> <p>(2)17th October 2019: Middle Shairar Dail and middle Mog Dail, Ward No-9 and 8, Matarbari Union (M)</p> <p>(3)18th October 2019: Banjamira, Ward No-3, Dhalghata Union (D)</p> <p>(4)23rd November 2019: Jvula khali, South Shairar Dail, Ward No-9, Matarbari Union (M)</p>	<p><b>住民－ドルガタ</b> Mohori Guna のマドラサの校長は、ドルガタ地区の外に住んでいる教師たちが、時間通りにマドラサに到着するのに苦労したり、間に合わなかったりすることが多いと伝えた。このため、これらの教師たちが工事現場を通る内部アクセス道路（歩行者用）を使えるようにしてほしいと要請した。また道路交通施設について前回と同様な要望がなされた。</p>	<p>EPC コントラクターがそれぞれの問題を解決するために必要な対策をとった。教師や学生のために、工事現場内の道路を優先的に通ることが許可された。バングラデシュ全土の学校は、COVID19 の発生により過去 15 ヶ月間閉鎖されていることに留意したものである。</p>
36	<p>(1)1st January 2020: South Shairar Dail, Ward No-9, (M)</p> <p>(2)2nd January 2020: Villagers of South Shairar Dail, Ward No-9, (M)</p> <p>(3)2nd January 2020: Shait Para, Ward No-3, (D)</p>	<p><b>住民－ドルガタ</b> 路面の状態の悪さやコミュニティの交通の質など、代替のコミュニティ道路を移動する際の困難さの状況について述べた。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 乗客の乗り換え地点を旧サウスビーチキャンプまで延長するよう求めた。</li> </ul>	<p>実施機関は EPC コントラクターに対し、代替となるコミュニティ道路と輸送を改善するよう指示した。その結果、EPC コントラクターは悪い路面状態とコミュニティ輸送の質の改善に取り組んでいる。</p>
37	<p>3rd March 2020: ohori Guna, Ward No-2,(D)</p>	<p><b>住民－ドルガタ</b> 実施機関がドルガタ地区（代替コミュニティ）道路の完成を怠ったことに対する不満を訴えた。迅速なフィードバックを要求した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ドルガタ地区道路の建設はいつ完了するのかの質問があった。</li> </ul>	<p>(同上)</p>



No.	実施日および場所 (M):マタバリ (D):ドルガタ	住民の意見の概要	実施機関の対応状況
		- コミュニティ・トランスポートの質についても不満を述べ、乗客用の小屋や飲料水、衛生設備を導入することで、コミュニティ・トランスポートのサービス施設を改善するよう求めた。	
38	(1)17th November 2020: South Mog Dail, Ward No-8, (M) (2)18th November 2020: Shait Para, Ward No-3, (D)	<b>住民ードルガタ</b> 会議の参加者は、Shait Para 村との道路接続、コミュニティ輸送サービス、緊急時の非協力、プロジェクト当局への苦情対応の不備などについて、以下のような困難や不満を表明した。 - コミュニティ道路の状態が悪く、コミュニティ・輸送サービスの数が不十分のため、移動時間の増加に耐えられなくなっている。 - 2020年9月以降、Shait Para からゲート No.2 まで、代替のコミュニティ道路を通して移動するには、最低でも2時間半かかる。そのため、学生やサービス利用者は時間内に目的地に到着できないことが多い。 - 騒音や車両の質の悪さのために、高齢者や病人の移動が非常に困難で苦痛なものになっている。 - 「ドルガタ地区の道路工事はいつ完了するのか」という質問があり、関係者からの回答を求めた。	(同上)
39		<b>住民</b> 代替道路の建設が完了するまでは、住民が徒歩や車で建設現場を横断できるようにしてほしい。 - コミュニティ輸送手段（車両）の質の向上。 - コミュニティ輸送サービスのルートが Shait Para 村まで延長することで、1.5km の歩行距離を短縮する。 - Shait Para 村の村民専用の輸送サービスを提供するために、1台の車両を配備する。	EPC コントラクターはコミュニティ-輸送サービスのルートが Shait Para Village.まで延長することにはセキュリティ上の理由から難色を示している。
<b>輸送手段に関する意見</b>			
40	(1)17th November 2020: South Mog Dail, Ward No-8, (M) (2)18th November 2020: Shait Para, Ward No-3, (D)	<b>住民 s</b> 2020年9月からは、合計17台のうち、10台のコミュニティ輸送が外されている。このため、住民は輸送サービスを利用するために長時間待つことが多い。 2019年2月には特定の利用者（学生、高齢者、病人）のための緊急輸送サービス（24x7）を導入したが、2020年9月で終了している。	実施機関は EPC コントラクターに対し、コミュニティの輸送手段を増やし、緊急時のサポートをするよう指示した。
<b>対立に関する意見</b>			

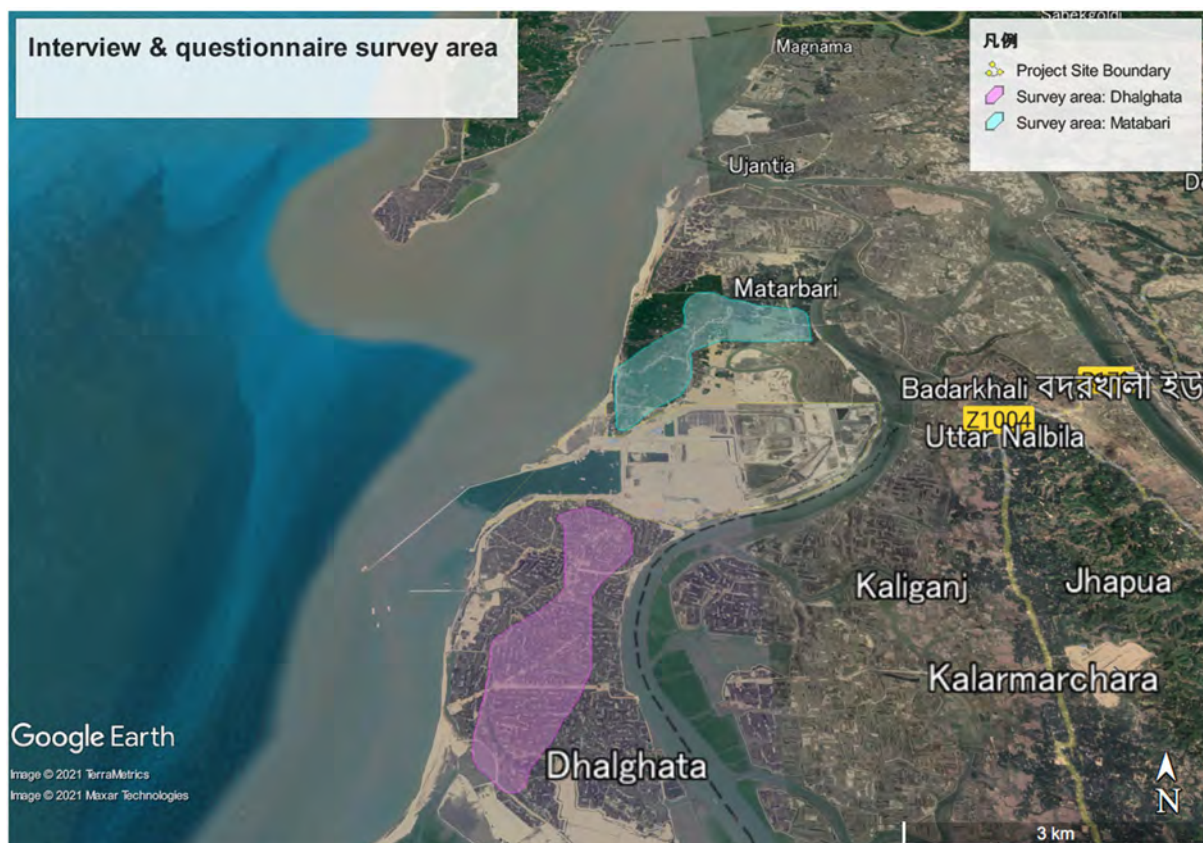
バングラデシュ国マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業（フェーズ2）準備調査  
ファイナルレポート

No.	実施日および場所 (M):マタバリ (D):ドルガタ	住民の意見の概要	実施機関の対応状況
41	During August 2020 * Key Informant Interviews (KII)	<b>マドラサや小学校の主任教諭、住民・漁業者との非公式協議</b> - 地元の人々は外部からの労働者をあたたかく歓迎しているが、同時に地元の人々を優先的に雇用してほしいと表明した。	実施機関はEPCコントラクタに対し、異なる村から雇用されている労働者のリストを開示し、地元の人々を優先的に雇用するよう要請した。
<b>CSR 活動の紹介</b>			
43	Jun-Aug 2020: Matarbari (M) and Dhalghata (D) unions		COVID-19 に対しては、実施機関、コンサルタント、EPC コントラクタが連携して、COVID-19 セーフガードガイドラインを2020年8月に作成した。
44			EPC コントラクタとその協力会社は地域社会の人々と良好な関係を築くために企業の社会的責任（CSR）活動を行っている。—その中には、地域の道路補修、学校の建物の補修、マドラサの建物の補修、学校やマドラサの学生のレクリエーション施設訪問、COVID-19 パンデミックの危機に対応するための人道的・医療的支援を含むコミュニティ開発活動などがある。
<b>環境影響に関する意見 t</b>			
45	(1)17th November 2020: South Mog Dail, Ward No-8, (M) (2)18th November 2020: Shait Para, Ward No-3, (D)	<b>住民</b> 昨年は、南風の強い日にもみ粉塵の発生を確認した。 深夜には、たまにだが「ハンマーで叩くような音（杭打ち機）」を聞いた。	EPC コントラクタは2020年12月までに、粉塵の発生を止めるための取り組みを行っている。また、騒音の問題も対応し解決している。

出典：CPGCBL の提供情報に基づき調査団作成

(2) 被影響住民への質問票・インタビュー調査

2021年2月被影響住民のうち非正規居住者を含む899世帯のうち、267世帯を無作為に抽出して質問票・インタビュー調査を実施した。調査対象世帯の位置を図5.3-7に示し、調査の概要を添付資料-5.3に示す。調査結果の概要を以下に示す。



出典：調査団作成

図 5.3-7 1/2号機事業による被影響世帯へのアンケートおよびインタビュー調査の対象範囲

(a) 収入源

収入源に関する集計結果を表 5.3-7 に示す。267 世帯の回答のうち、サービス一般が最も多く 66 世帯、次いで日雇い労働者が 48 世帯、会社員が 46 世帯で、全体の約 5 割を占めている。無職が 3 世帯みられたが、用地取得のためではなく個人的な理由によるものであった。

表 5.3-7 被影響住民の収入源

No	職種	世帯数	%
1	サービス一般	66	24.7
2	日雇い労働者(塩づくり、エビ養殖、農業、発電所、その他)	48	18.0
3	会社員(上記以外)	46	17.2
4	外国人労働者	29	10.9
5	農業	23	8.6
6	教員	17	6.4
7	漁業	7	2.6
8	塩田	6	2.2
9	塩販売業	5	1.9
10	雑貨店経営	5	1.9
11	テーラー	4	1.5
12	茶店	3	1.1
13	無職	3	1.1
14	エビ販売	2	0.7
15	医師	1	0.4
16	大工	1	0.4
17	家賃	1	0.4
合計		267.00	

出典：調査団作成

(b) 世帯収入

2021 年の世帯月収を表 5.3-8 に示す。月収 5 万タカ以上の世帯数は 2021 年と 2013 年で差がほとんど見られないが、2021 年では 3 万タカ未満の各区分の世帯数は減り、3~5 万タカの区分で世帯数が増えている傾向がうかがえる。実際にすべての調査対象世帯で収入は増加している。

表 5.3-8 被影響世帯の 2021 年と 2013 年の世帯月収の比較

月収区分 (BDT)	世帯数 (2021 年)	世帯数 (2013 年)
<5,000	-	-
5,000≤<10,000	-	6
10,000≤<20,000	43	79
20,000≤<30,000	85	92
30,000≤<40,000	88	44
40,000≤<50,000	28	24
50,000 以上	N/A	22
50,000≤<60,000	13	N/A
60,000≤<80,000	9	N/A
80,000 以上	1	N/A
(世帯数計)	267	267

出典：調査団作成

(c) 住居構造

被影響住民 267 世帯の 2021 年の住居構造と 2011 年の国勢調査時における住居構造を割合で比較して表 5.3-9 に示す。被影響住民の住居構造は 2011 年の平均割合と比較すると高水準となっている。なお、2011 年国勢調査時ではドルガタに比べてマタバリではやや高かった。

表 5.3-9 被影響世帯の現在の住居構造を用地取得前の国勢調査時の住宅構造の比較

No.	住居タイプ	2021 年本調査		2011 年国勢調査	
		世帯数	%	マタバリ	ドルガタ
1	プッカ (Pucca)	61	22.8	4.4	0.5
2	準プッカ (Semi-pucca)	85	31.8	4.8	0.8
3	カッチャ (Kacha)	121	45.3	71.7	16.0
4	ジュプリ (Jhupri)	0	0	19.1	82.7

注) プッカ：永続的に使える家で、耐用年数は 25 年以上。煉瓦の壁とコンクリートの屋根で作られる。

準プッカ：半永久的な家で壁の一部が煉瓦でできており、床はセメントで固められ、屋根はトタンでできている。

カッチャ：地域の自然環境から容易に入手可能な泥、竹、草、葦、石、わらぶき屋根、わら、葉、未燃のレンガ、作物の残渣などで建てられる仮設住宅。時に屋根はトタンで作られる。手を加えてより永続的な構造にすることも可能。

ジュプリ：一時的に住居として使用される小さく粗末なシェルターあるいは小屋。ジュートスティックやジュートサック、木の葉などで作られる。

出典：調査団作成

(d) 上水源

上水の水源について、被影響住民 267 世帯の現状と、2011 年国勢調査時の状況を表 5.3-10 に示す。本地域の上水の水源は掘り抜き井戸が主体である。

表 5.3-10 上水源（被影響住民 267 世帯の現状と 2011 年国勢調査時の比較）

No.	上水源	2021 年本調査		2011 年国勢調査	
		世帯数	%	マタバリ	ドルガタ
1	水道	0	0	0.2	0.5
2	掘り抜き井戸	267	100	95.0	92.3
3	池	0	0	-	-
4	その他	0	0	4.8	7.2

出典：調査団作成

(e) 衛生設備

トイレの形式について、被影響住民 267 世帯の現状と、2013 年の JICA 調査団による調査結果を表 5.3-11 に示す。現状では固定トイレが 2013 年に比べて増加しているものの、仮設トイレが約 30%みられ 2013 年と同水準である。

表 5.3-11 トイレの形式（被影響住民 267 世帯の現状と 2013 年当時の比較）

No.	トイレ形態	2021 年本調査		2013 年 JICA 調査 %
		世帯数	%	
1	固定トイレ	168	62.9	10.2
2	床穴式トイレ	20	7.5	51.5
3	床穴／仮設トイレ	0	0	0.3

4	仮設トイレ	79	29.6	37.7
5	(なし)	0	0	0.3
計		267	100	100

出典：調査団作成

(f) 電化

電化の状況について、被影響住民 267 世帯の現状と、2011 年の国勢調査の調査結果を比較して以下に示す。被影響住民の電化率は 100% である。

表 5.3-12 電化（被影響住民 267 世帯の現状と 2011 年国勢調査時の比較）

No.	上水源	2021 年本調査		2011 年国勢調査	
		世帯数	%	マタバリ	ドルガタ
1	電化	267	100	27.9	18.4
2	非電化	0	0	72.1	81.6

出典：調査団作成

(3) 2021 年に収集したベースライン情報

(a) 先住民族・少数民族

2011 年国勢調査および 1/2 号機事業の協力準備調査報告書（2013 年）を参照の上、当時の調査結果では事業実施区域およびその周辺に少数民族・先住民族は存在しないことが確認されていたが、2021 年 2 月の現地調査において 1/2 号機事業調査後の移入の有無を確認した。その結果、現在も先住民族・少数民族の居住はないことを確認した。

(b) 文化遺産

プロジェクトサイトから半径 15km 以内に国または地域で指定された文化遺産はなく、コミュニティ、村、またはユニオンレベルでの文化的資源は確認されなかった。

(c) 子供の権利

267 人の PAP のアンケート調査では、全員が子供を学校（ベンガル教育システム - 全国カリキュラム）またはマドラサ（アラビア語、全国カリキュラム）のいずれかに送る意向を示している。FGD でも子供をもつ女性は教育問題に関して前向きであり、学校/マドラサに子供を送ろうと考えているが、一部に家族の経済的理由から子供たちを学校から中退させる可能性があるという意見がみられた。

(d) 事故

CNG とリキシャの運転手はマタバリの現在の道路状況について不満を述べており、道路の状態が悪いために事故が発生すると述べている。

ボートドライバーは、通常の移動状態では、海やコヘリア運河で事故は起こらないが悪天候下では事故が多く発生するとのことであった。また、発電所の用地内にあった船着き場がプロジェクトのために使えなくなっているとの指摘があった。

(4) 本地域において注目される社会経済的な問題

1/2 号機事業の実施に伴い、1/2 号機事業のモニタリング調査の中で実施している住民協議、本調査で実施したステークホルダー協議、フォーカスグループディスカッション (FGD) を通じて、事業対象地区周辺の住民からいくつか問題が提起されており、情報の収集とともに、ベースライン調査的な自然条件調査を実施している。

(a) コヘリア運河の浅化

コヘリア運河の浅化により漁業操業や船の航行の支障が生じていることについては、本調査の

ステークホルダー協議でも指摘され、漁業者グループの FGD においても漁獲量が減少しているという意見が聞かれている。一方で、コヘリア運河側において発電所建設に伴う土砂の排出や運河部の地形改変工事はなく、1/2 号機事業による工事との因果関係は確認されていない。また、本章 5.1.5 (1) に示したようにコヘリア運河における乾季～通常期～雨季を通じた深淺測量結果からも季節変動はほとんど見られていない。

しかしながら 1/2 号機事業の実施に伴い、海域およびコヘリア運河における漁業操業・船舶航行への物理的・精神的な制約が生じていること、用地取得に伴う被影響住民に対する不公平感が生じていることがうかがえる。

#### (b) 浸水被害について

事業対象地区北側の浸水被害については、1/2 号機事業のモニタリングの中で実施されているステークホルダー協議および、本調査で実施したステークホルダー協議・FGD を通じて住民の意見を確認した。浸水害は、強く解決が望まれている問題であるが、以下 2 つの側面をもっていることに留意する必要がある。

##### 1) 毎年雨季に定常的に発生する浸水害

この地域では 1/2 号機事業の始まる前から、例年モンスーン期（6 月～9 月）すなわち雨季に浸水被害が発生していることは住民からも確認されている。本調査で当該地域の詳細な地形測量が実施され、地盤高の低い範囲が確認された（「5.1.7. 地象」参照）。雨季の内水排除は、堤外すなわちコヘリア運河側との水位差に依存するため、排除しきれない内水が地盤高の低い区域に滞留するため生じている。堤内のランガカリ運河と堤外のコヘリア運河および海域での水位観測の結果からみると、ランガカリ運河は潮位の影響は全く受けておらず、雨季には乾季に比べて 1m 弱水位が高くなっており、例年の現象であることがわかるが、1/2 号機事業の実施および、ランガカリ運河の閉鎖により、浸水が長期化、または浸水深が増大しているという点については、調査結果をふまえても、事実との直接的な因果関係が確認されるには至っていない。ランガカリ運河は 1/2 号機事業実施前は、コヘリア運河に水門を介さず直接接続しており、コヘリア運河の水位が内水より高い時にはコヘリア運河からの逆流で洪水が生じていたため、地元住民からの要請を受けて事業地北側の擁壁の建設に伴い閉鎖された経緯がある。その後、開閉に伴い内水排除能力の低下が新たに懸念されたため、2018 年には実施機関の支援によってコヘリア運河に内水を排除するための水路とスルースゲートが整備された。

##### 2) 塩田・エビ養殖の運営状況

1/2 号機事業の開始前後の浸水の期間と程度の変化についてその実態は不明であるが、マタバリ地区ドルガタ地区ともに、塩田／エビ養殖池のリース料が上昇しているという意見があり、全体的な用地面積の減少によるリース需給の変化、物価の上昇という地域の経済状況の変化が生じている可能性はある。また、塩田・エビ養殖従事者の中には、1/2 号機事業における補償対象とは認定されていない周辺住民に不公平感が生じている状況や、高齢者の転職の難しさによる生活への不安も生じている。

#### (5) 実施機関による CSR 事業

実施機関は、雇用の多様化などの生計回復策とともに下記のような様々な CSR 事業を実施している。

- マタバリ地区およびドルガタ地区の農村電化 100%
- 地域の構造開発（道路、排水を改善するためのカルバートなど）
- 学校、カレッジ（サイクロンセンターとしても使用可能）の設立による教育開発
- 医療施設の開発
- 地元の人々の新しい事業範囲の拡大
- 資産価値（家賃など）を上げる
- 地域開発のための地域開発ファンド（SFD）：3 パイサ/電気単位あたり

(6) 関連計画

実機機関は、アクセス道路の接続点となるプロジェクトサイトの東側で実施されるインフラ開発計画である「タウンシップ計画」を策定している。

イメージパースは図 5.3-8 に示すとおりで、詳細は検討中であるが、人口は約 5000 人と想定されている。



出典：CPGCBL

図 5.3-8 事業地の東に接するタウンシップ計画のイメージパース



## 第6章 系統解析

### 6.1 概要

マタバリ石炭火力発電所 3/4 号機（Phase 2）の系統連系について、必須となる系統解析、すなわち潮流、事故電流、安定度について解析を実施した。

#### 6.1.1 潮流解析

“ELECTRICITY GRID CODE 2019”(以下、GRID CODE と呼ぶ)に則り、潮流計算については、通常状態（N-0 状態）のみならず、N-1 状態、例えば送電線の 1 回線停止などのような状態についても実施した。潮流解析の結果から、Matarbari 発電所を系統に連系する Matarbari 発電所～Banshkhali 発電所間の 400kV 送電線は、同一区間の 1 回線停止時であっても十分な容量を有している。計画されている新 Matarari (N)変電所がない場合でも、Banshkhali 発電所～Madunaghat 変電所間 400kV 送電線の 1 回線停止により、同区間の 400kV 送電線の残回線が過負荷するものの、Banshkhali 発電所の発電機をトリップさせることで、送電線の過負荷は解消し、系統全体の同期運転継続は可能である。従って、GRID CODE を踏まえた潮流解析結果から、Matarbari 発電所からの送電に関して問題はない。

#### 6.1.2 事故電流解析

事故電流解析の結果から、400kV、230kV および 132kV 母線での事故電流は、各電圧での最大事故電流レベルより小さい。従って、Matarbari 発電所フェーズ 2 の発電機系統連系に関して、事故電流面では問題はない。

#### 6.1.3 安定度解析

PGCB によれば、安定度解析における 400kV 送電線の事故除去時間は 80 ミリ秒である。この事故除去の条件での安定度計算結果から、Matarbari 発電所～Meghnaghat 変電所間の 400kV 送電線上のある事故点での事故により系統は不安定となった。

しかしながら、当該の 400kV 送電線には保護リレー方式として差動リレー方式の採用が既に決まっており、この差動リレー方式によれば、70 ミリ秒での事故除去は技術的には可能である。この保護リレーの適用を考慮すれば、事故除去時間 70 ミリ秒の条件では系統は全ケースで安定であった。従って、GRID CODE を踏まえた安定度解析結果から、Matarbari 発電所からの送電に関して問題はない。

#### 6.1.4 結論

マタバリ石炭火力発電所 3/4 号機の系統連系は実現可能である。

### 6.2 潮流解析

#### 6.2.1 潮流解析の検討条件

##### (1) 需要予測

需給バランス検討等の他の検討に合わせて、revisiting PSMP 2016 の Low Case 需要予測(EE&C 無し)を系統解析に使用した。

ピーク負荷だけではなく、オフピーク負荷についても潮流解析を実施した。2030 年時点の予測されるオフピーク日の負荷曲線によれば、オフピークとピークの比は 0.37 である。

(2) マタバリ石炭火力発電所 3/4 号機（Phase 2）の運転開始時期

BPDB から提供された発電計画によれば、マタバリ石炭火力発電所 3/4 号機（Phase 2）の運転開始は 2030 年である。このため、需要、発電設備計画および流通設備計画については、2030 年断面の条件で系統解析を実施した。

(3) 電源開発および廃止計画

第 3 章に、2021 年 3 月 23 日付の電源開発計画および廃止計画、および石炭火力発電所開発計画の取りやめについての 2021 年 6 月 24 日付の政府発表について説明されている。系統解析は、これらの電源開発および廃止計画に基づいて実施した。

以下の表は、Matarbari, Banshkhali および Moheshkhali 地区の電源開発計画を示している。

表 6.2-1 Matarbari, Banshkhali および Moheshkhali 地区の電源開発計画

発電所地点	送電方法	備考
Matarbari 1,200MW USCPP (Phase 1: Unit 1/2)	Madunaghat 変電所まで 400kV 送電	
Matarbari 1,200MW USCPP (Phase 2: Unit 3/4)	同上	
Banshkhali 2 x 612MW Coal Fired Power Project (S.Alam Group)	同上	運転開始予定: 2022 年 12 月
Moheshkhali 1,200MW USCPP (ECA)	Madunaghat 変電所まで 765kV 設計送電線による 400kV 送電	
Moheshkhali 1,200MW USCPP (Phase-2) (Bay of Bengal)	同上	
Matarbari 700MW USCPP (JV of Symcorp & CPGCBL) (Phase-1)		取りやめ

出典：調査団作成

(4) 発電機出力

潮流計算では端子電圧一定、定電力モデルとした。潮流解析において需要と供給のバランスを取るため、発電機の出力については、ピーク負荷時およびオフピーク負荷時それぞれについて、送電設備稼働率の面からは厳しめの条件となるような以下の条件とした。

表 6.2-2 ピーク負荷時の発電機出力

発電所地点	発電機出力
Matarbari 1,200 MW USCPP (Phase 1 and 2)	発電端での定格出力、所内負荷を模擬(所内率 6.5%)
チッタゴン地区	送電端での定格出力
原子力発電所	送電端での定格出力
USC 発電所	送電端での定格出力
その他地区	需要と供給がバランスする比率で制限

出典：調査団作成

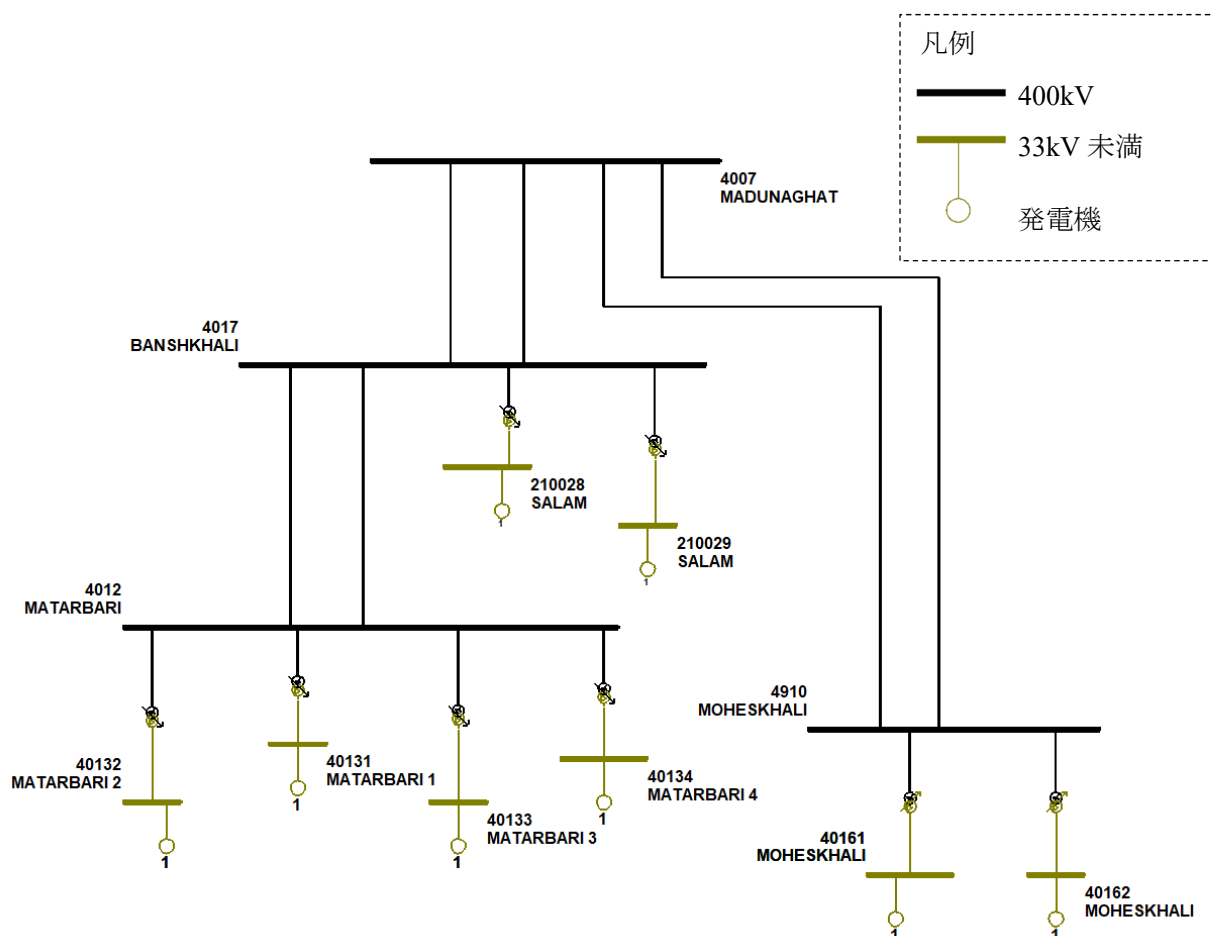
表 6.2-3 オフピーク負荷時の発電機出力

発電所地点	発電機出力
Matarbari 1,200 MW USCPP (Phase 1 and 2)	発電端での定格出力の 80%、所内率負荷はピーク負荷時と同じ
チッタゴン地区	送電端での定格出力の 80%
原子力発電所	送電端での定格出力
その他地区	需要と供給がバランスする比率で制限

出典：調査団作成

(5) マタバリ地区周辺の系統構成

以下の図は、2030年断面のマタバリ地区を含む系統構成を示している。



出典：調査団作成

図 6.2-1 2030年断面の基本系統構成

(6) 電圧範囲

ELECTRICITY GRID CODE 2019によれば、計画段階での運転電圧範囲は以下の表に示す通り。

表 6.2-4 計画段階での運転電圧範囲

	電圧範囲
通常運転時	400kV: $\pm 5\%$
	230kV: $\pm 6\%$
	132kV: $\pm 6\%$
緊急時	400kV: $\pm 10\%$
	230kV: $+10/-15\%$
	230kV: $+10/-15\%$

出典：ELECTRICITY GRID CODE 2019

潮流解析を適切に実施するため、電圧が上記の表の下限を下回るような132kV母線には、十分な容量の電力コンデンサが設置されるものと仮定した。

(7) 400kV 送電線容量

潮流解析において、送電線潮流をその送電線の容量（MVA ベース）と比較した。MVA ベース

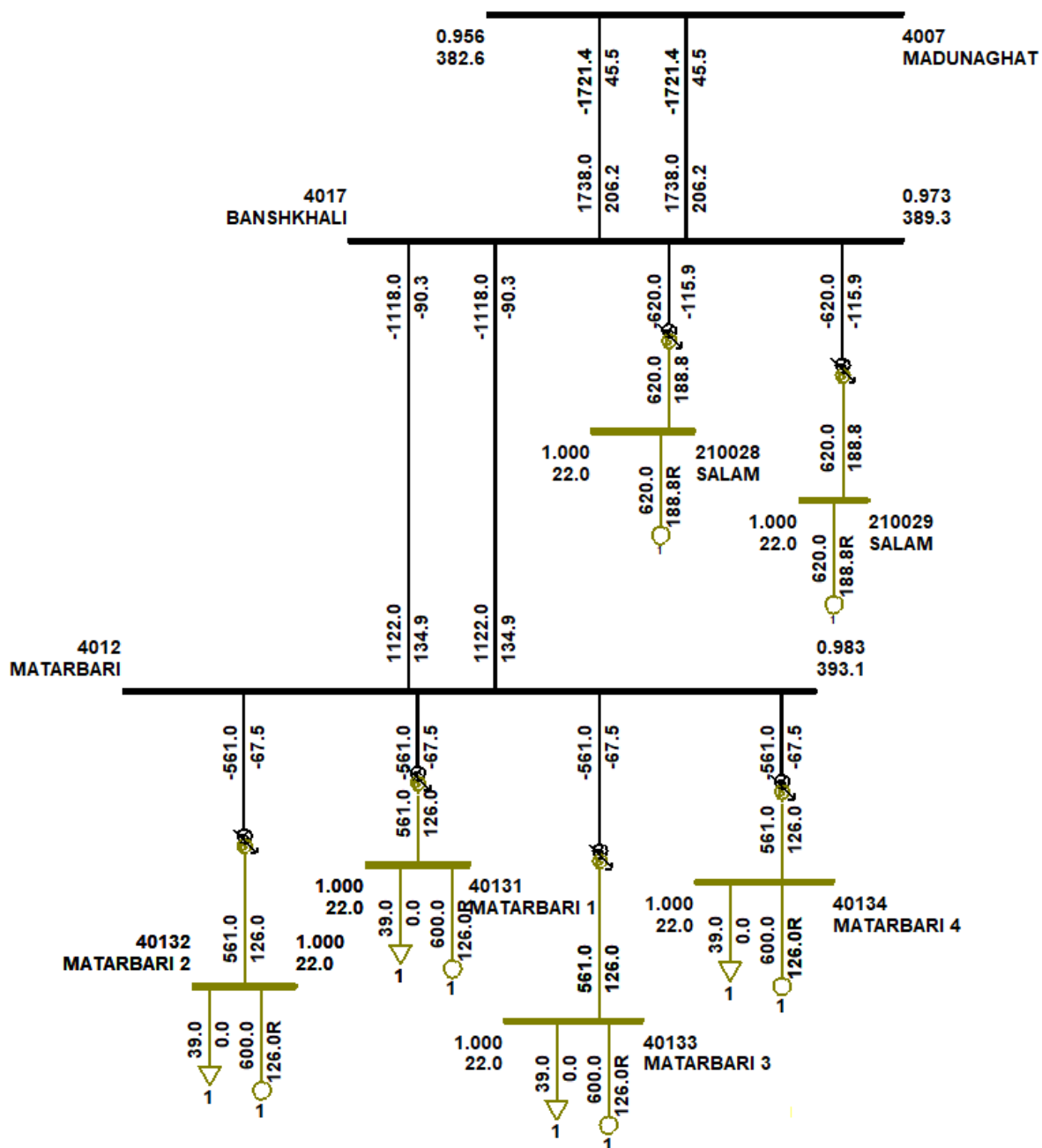
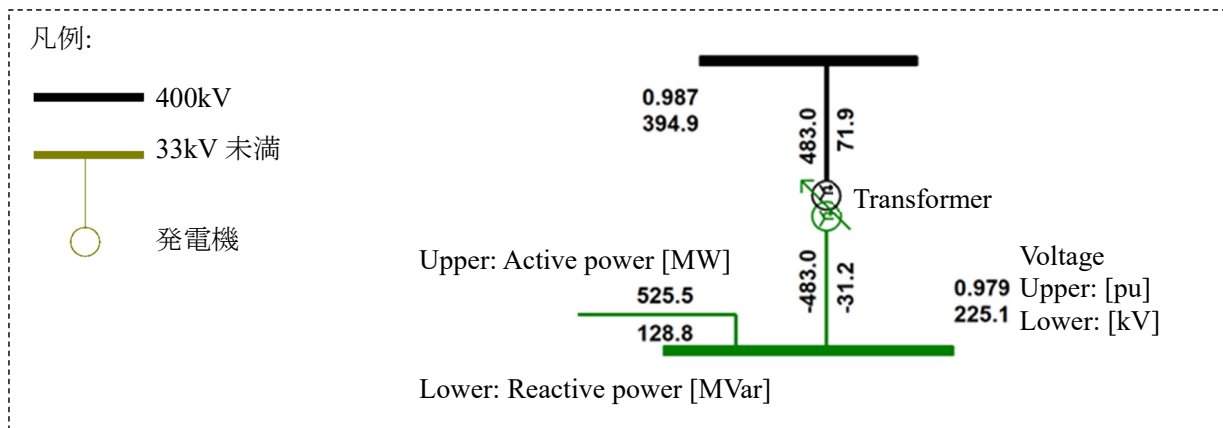
での 400kV 送電線容量は以下の計算式で求められる。

$$\sqrt{3} \times 400kV \times 869A \times 4bundle = 2,408MVA$$

## 6.2.2 基本ケースでの潮流解析結果

### (1) 通常状態での潮流解析

以下に、Matarbari 火力からの送電に関する、通常状態（N-0 状態）での潮流計算の結果を示す。



出典：調査団作成

図 6.2-2 N-0 状態での潮流計算結果

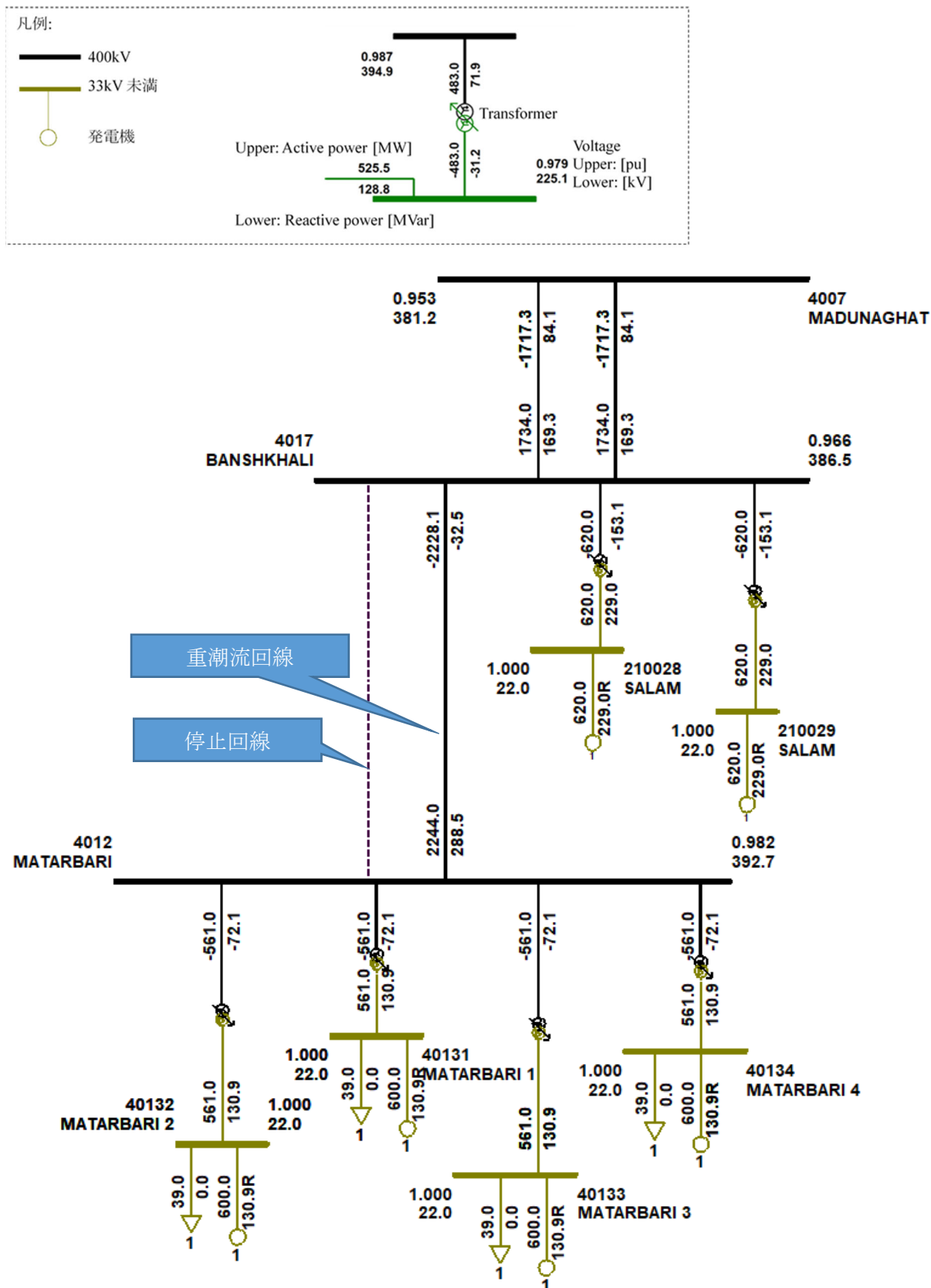
Matarbari 発電所～Madunaghat 間の 400kV 送電線容量の容量は 2,408MVA であり、400kV 送電線の潮流は容量以下であるため問題はない。

(2) 設備停止時の潮流解析

設備停止時（N-1 状態）についても、潮流計算を実施した。

(a) Matarbari 発電所～Banshkhali 発電所間送電線 1 回線停止

Matarbari 発電所～Banshkhali 発電所間の送電線 1 回線停止の潮流計算結果を下図に示す。



出典：調査団作成

図 6.2-3 Matarbari 発電所～Banshkhali 発電所間の送電線 1 回線停止(N-1 状態)の潮流計算結果

Matarbari 発電所～Banshkhali 変電所間送電線の他の回線の潮流を容量に対する比で表すと、

$$\frac{\sqrt{2244^2 + 288.5^2}}{2408} = \frac{2262MVA}{2408MVA} = 0.94$$

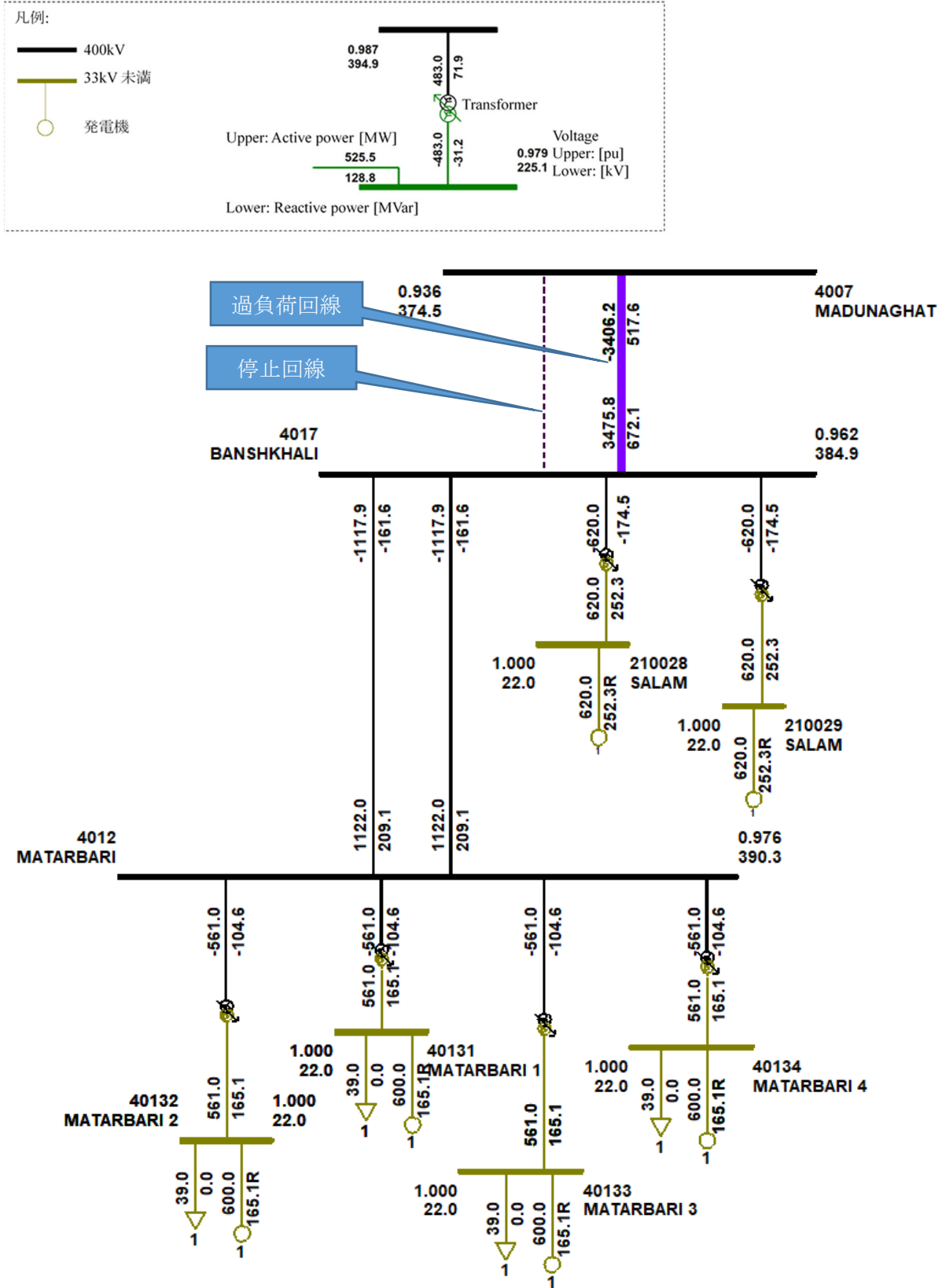
重潮流ではあるが潮流は容量以下であるため、問題はない。

(b) Banshkhali 発電所～Madunaghat 変電所間送電線 1 回線停止

調査団は、Banshkhali 発電所の影響についても確認するため参考として以下の解析を実施した。

N-1 条件として、Banshkhali 発電所～Madunaghat 変電所間の 400kV 送電線 1 回線を停止とした場合の潮流計算結果から、下図に示す通り同じ区間の送電線の残存回線に過負荷が確認された。





出典：調査団作成

図 6.2-4 Banshkhali 発電所～Madunaghat 変電所間の送電線 1 回線停止(N-1 状態)の潮流計算結果

Banshkhali 発電所～Madunaghat 発電所間送電線の他の回線の潮流を容量に対する比で表すと、

$$\frac{\sqrt{3475.8^2 + 672.1^2}}{2408} = \frac{3540MVA}{2408MVA} = 1.47$$

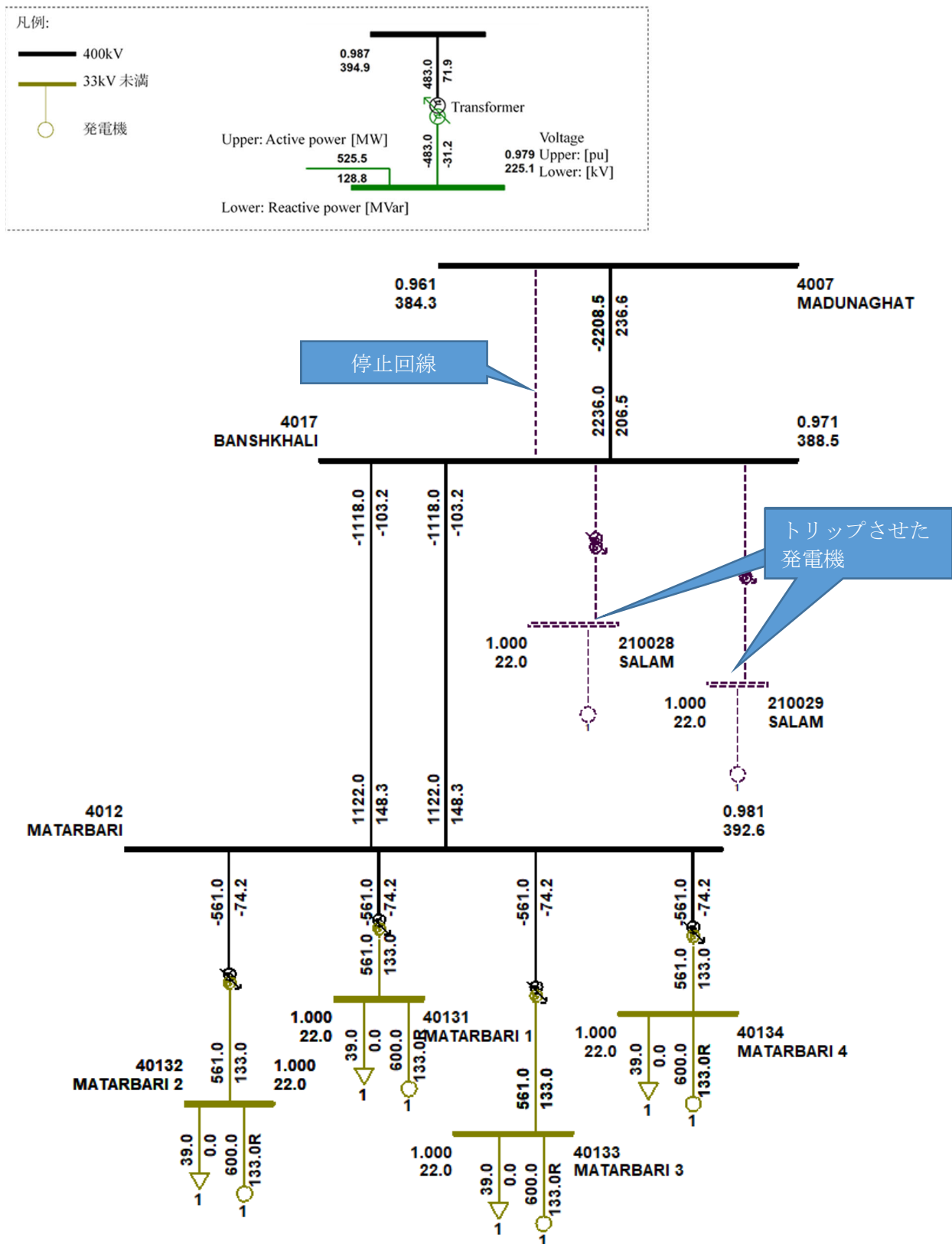
となる。過負荷状態が何の対策もなく放置されれば導体温度が上昇し、以下の問題が発生する。

- ・ 導体が熱膨張して地面や構造物との間の離隔距離を十分に保てなくなり安全面で問題が生じる可能性がある。
- ・ 導体引張強度の低下

過負荷送電線の潮流を減らすためには、発電機の出力を抑制するかまたは発電機をトリップさせなければならない。

(c) N-1 状態での 400kV 送電線過負荷に対する対策

以下の図は、この Banskhali 発電所～Madunaghat 発電所間の送電線過負荷対策として、Banskhali 発電所の発電機を 2 台トリップさせた場合の潮流図である。



出典：調査団作成

図 6.2-5 Banshkhali 発電所～Madunaghat 変電所間の送電線 1 回線停止(N-1 状態)で、送電線過負荷対策として Banshkhali 発電所をトリップさせた場合の潮流計算結果

Banshkhali 発電所～Madunaghat 発電所間送電線の他の回線の潮流を容量に対する比で表すと、

$$\frac{\sqrt{2236 + 206.5^2}}{2408} = \frac{2245MVA}{2408MVA} = 0.93$$

であり発電機トリップにより潮流は容量以下となる。PGCB は将来、事前に発電業者と調整し、系統過負荷を防ぐ必要がある。

当該 400kV 送電線の過負荷は解消されたが、他方電源脱落による系統周波数の低下が予想される。

(d) 電源脱落による予測される周波数低下

電源脱落による周波数低下は、一般的には系統周波数特性定数<sup>1</sup>で簡単に計算される。予測される周波数低下を、以下の条件で計算した。

表 6.2-5 Banshkhali 変電所の発電機脱落時に予測される周波数低下計算のための条件

系統容量	13,800MW (2030 年断面でのオフピーク需要)
脱落電源容量	1,240MW (Banshkhali 発電所発電機 2 台)
系統容量に対する脱落電源の比	0.090 (1,240MW/13,800MW)
系統周波数特性定数	8%MW/Hz (日本の東地域と同じと仮定)

出典：調査団作成

計算される周波数低下は、

$$\frac{0.090}{0.08} \approx 1.1 \text{ (Hz)}$$

Grid code によれば、発電機は 47.5Hz 以上で連続運転できることという条件が決められており、この 1.1Hz の周波数低下ではその他の発電機は脱落しないと予想される。

### 6.2.3 他のケースでの潮流解析

#### (1) 参考として Matarbari (N) 変電所を考慮する場合

##### (a) マタバリ地区周辺の系統構成

PGCB からの情報によれば、Matarbari 地区からの発電電力を、400kV 送電線だけではなく 230kV および 132kV 送電線によっても送電する計画であり、下図の通り 400kV 変電所(下図では、MATARBARI (N))を新設する予定であるとのことであった。

<sup>1</sup> 系統周波数特性定数の定義:

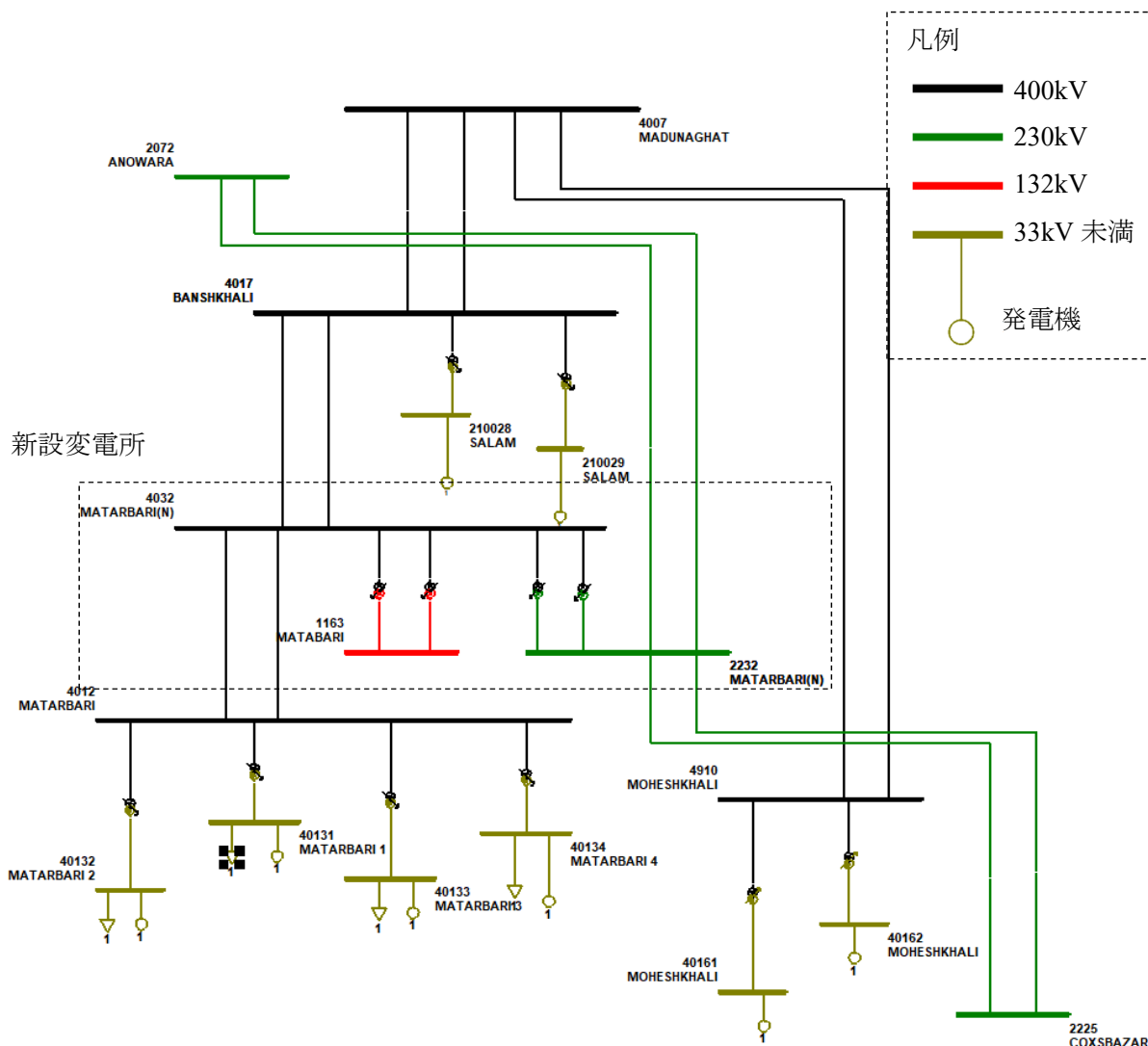
$$K = \frac{\Delta p/P}{\Delta f} [\%MW/Hz]$$

Where

$\Delta p$ : 脱落する発電機の容量 [MW]

P: 系統容量 [MW]

$\Delta f$ : 発電機脱落時の最大周波数低下 [Hz]



出典：PGCB からの情報に基づき調査団で作成

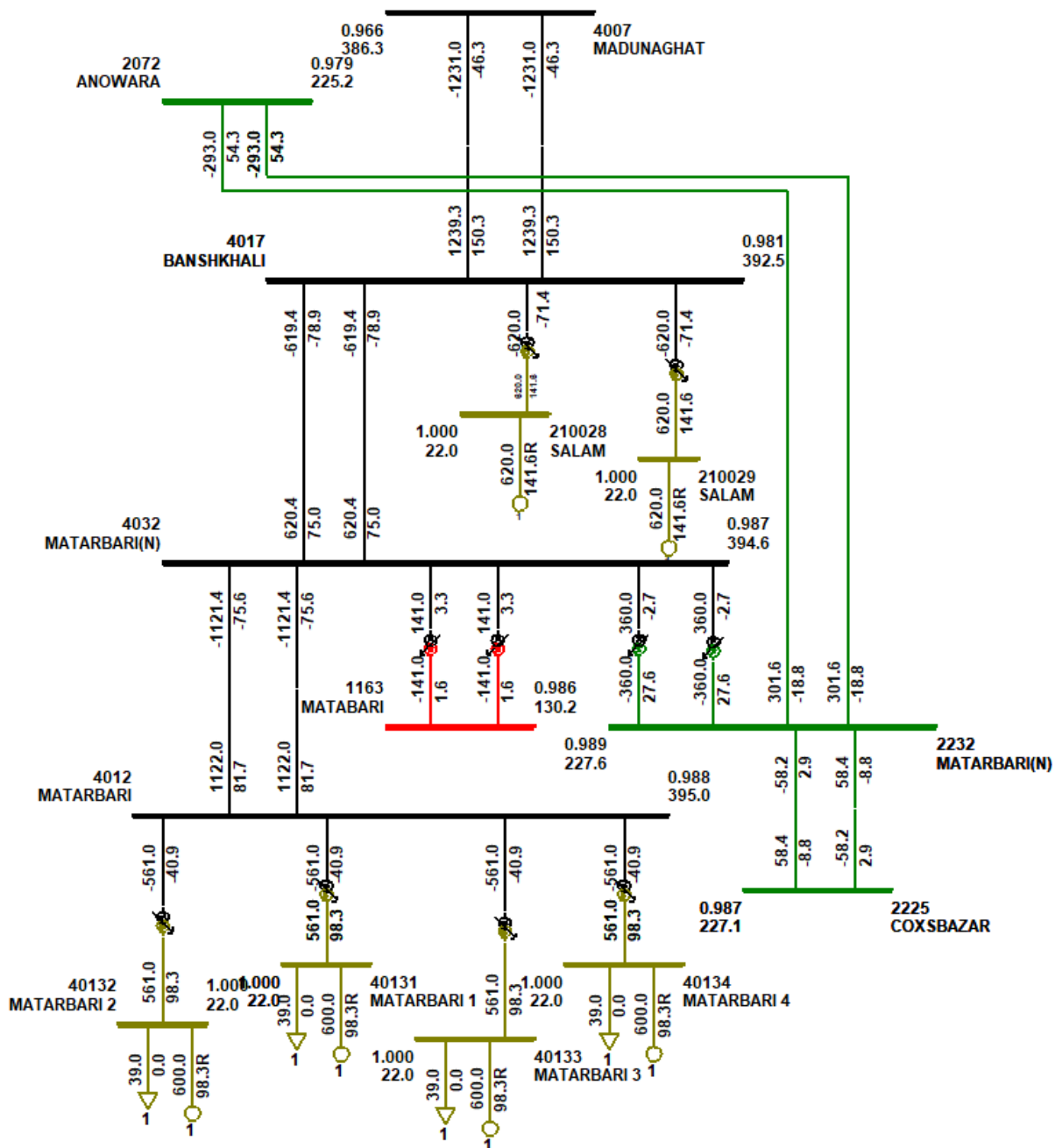
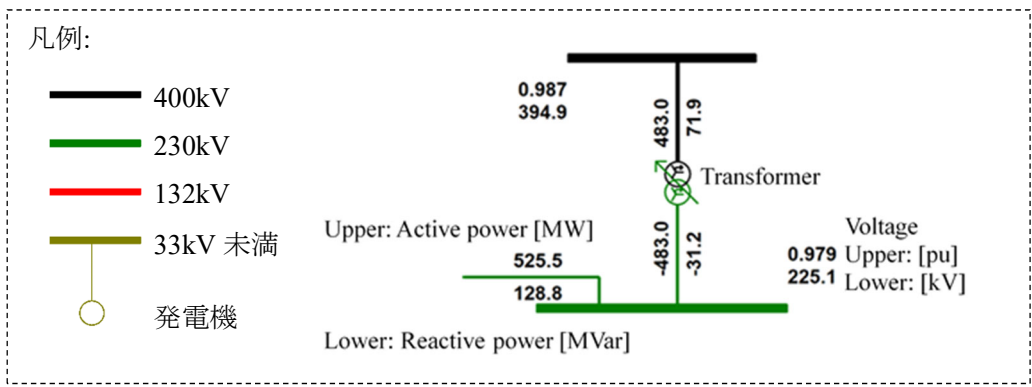
図 6.2-6 Matarbari(N)変電所ありの場合の系統構成

Matarbari 発電所 3/4 号機連系時に仮に Matarbari (N)変電所が完成していた場合についても、参考として計算した。Matarbari (N)変電所から Banshkhali 発電所へ潮流は Matarbari (N)変電所の変圧器を流れる潮流の状況に依存するので、ピーク負荷時およびオフピーク負荷時の条件で、潮流解析を実施した。

(b) ピーク負荷時

1) N-0 条件

以下に、通常状態（N-0 条件）での潮流計算の結果を示す。



出典：調査団作成

図 6.2-7 N-0 状態での潮流計算結果

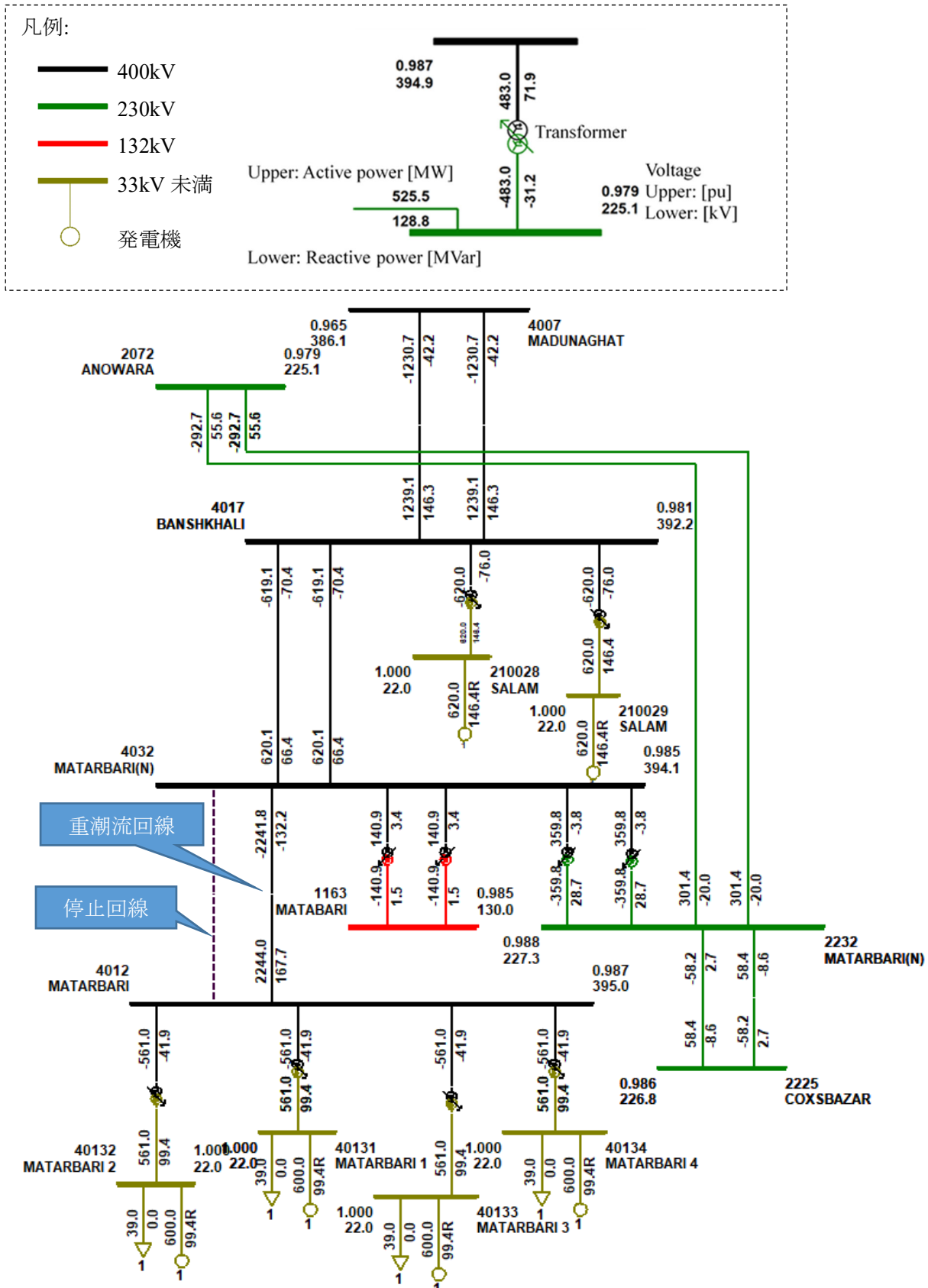
Matarbari 発電所～Madunaghat 間の 400kV 送電線容量の容量は 2,328MVA であり、400kV 送電線の潮流は容量以下であるため問題はない。

2) N-1 条件

設備停止時（N-1 状態）についても、潮流計算を実施した。

a) Matarbari 発電所～Matarbari (N) 変電所間送電線 1 回線停止

Matarbari 発電所～Matarbari (N) 変電所間の送電線 1 回線停止の潮流計算結果を下図に示す。



出典：調査団作成

図 6.2-8 Matarbari 発電所～Matarbari (N) 変電所間の送電線 1 回線停止(N-1 状態)の潮流計算結果



Matarbari 発電所～Matarbari (N) 変電所間の送電線の潮流を容量に対する比で表すと、

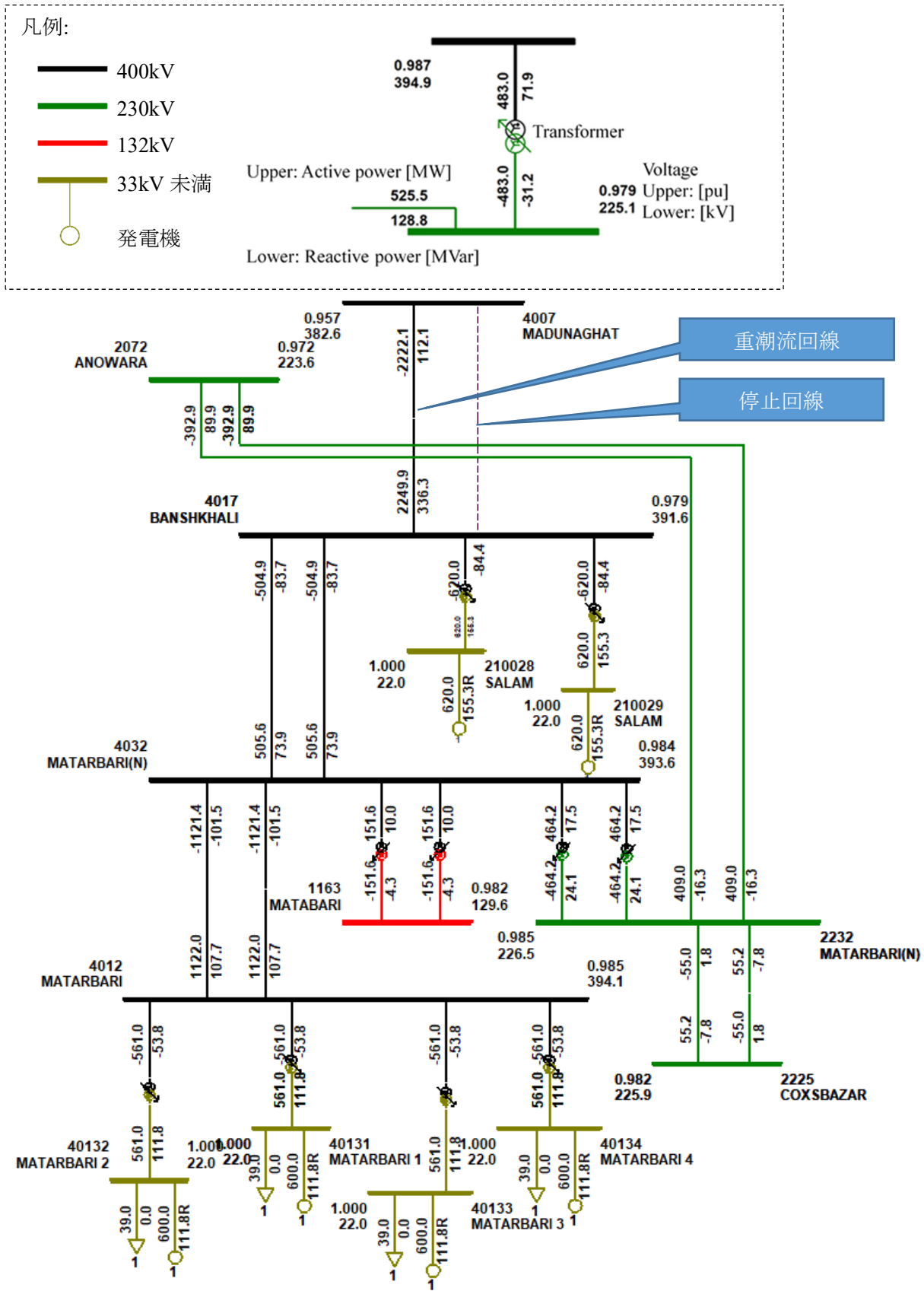
$$\frac{\sqrt{2244^2 + 167.7^2}}{2408} = \frac{2250MVA}{2408MVA} = 0.93$$

重潮流ではあるが潮流は容量以下であるため、問題はない。

b) Banshkhali 発電所～Madunaghat 変電所間送電線 1 回線停止

調査団は、Banshkhali 発電所の影響についても確認するため参考として以下の解析を実施した。

下図に、N-1 条件として、Banshkhali 発電所～Madunaghat 変電所間の送電線 1 回線を停止とした場合の潮流計算結果を示す。



出典：調査団作成

図 6.2-9 Banshkhali 発電所～Madunaghat 変電所間の送電線 1 回線停止(N-1 状態)の潮流計算結果

Banshkhali 発電所～Madunaghat 変電所間の送電線の潮流を容量に対する比で表すと、

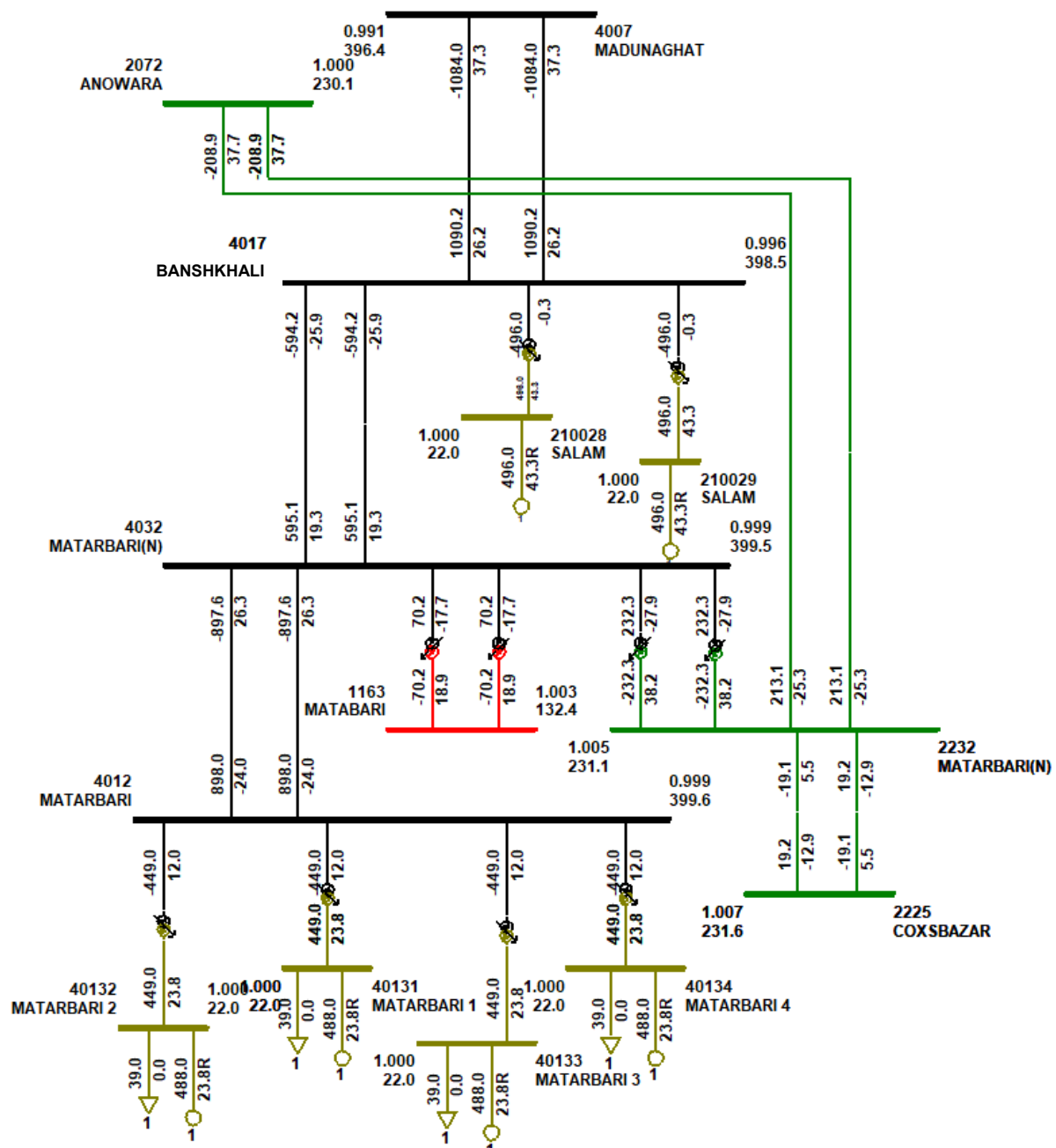
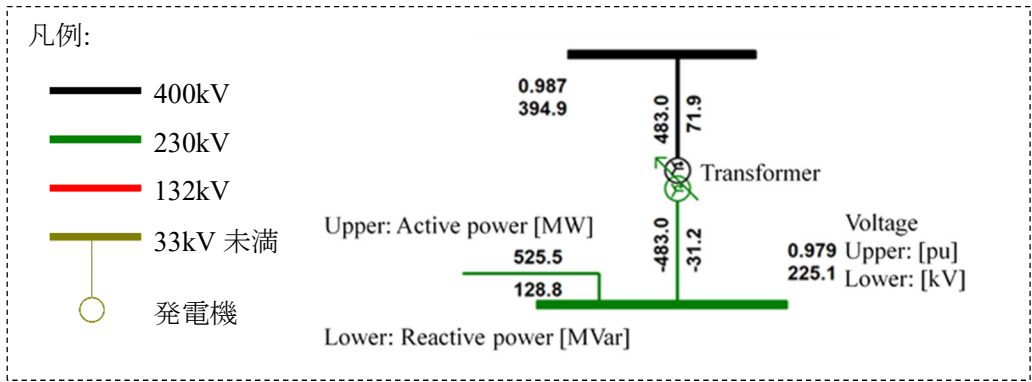
$$\frac{\sqrt{2249.9^2 + 336.3^2}}{2408} = \frac{2275MVA}{2408MVA} = 0.95$$

重潮流ではあるが潮流は容量以下であるため、問題はない。

(c) オフピーク負荷時

1) 通常状態での潮流解析

以下に、オフピーク負荷時で、N-0 状態の潮流計算の結果を示す。



出典：調査団作成

図 6.2-10 N-0 状態でのオフピーク時潮流計算結果

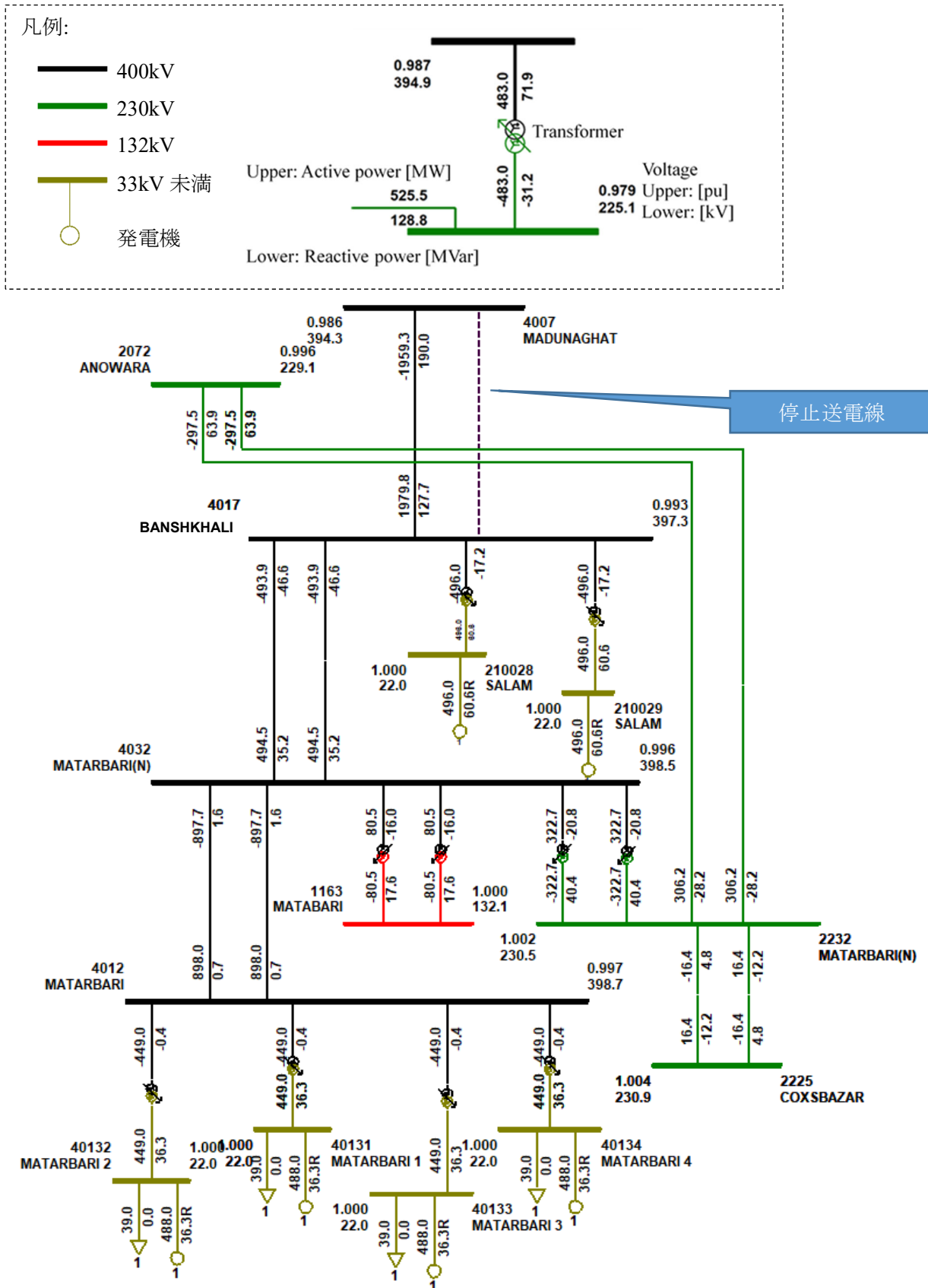
Matarbari 発電所～Madunaghat 間の 400kV 送電線容量の容量は 2,408MVA であり、400kV 送電線の潮流は容量以下であるため問題はない。

2) 設備停止時の潮流解析

N-1 状態でも潮流計算を実施した。

a) Banshkhali 発電所～Madunaghat 変電所間送電線 1 回線停止

N-1 条件として、Banshkhali 発電所～Madunaghat 変電所間の送電線 1 回線を停止とした場合の潮流計算結果を下図に示す。



出典：調査団作成

図 6.2-11 Banshkhali 発電所～Madunaghat 変電所間の送電線 1 回線停止(N-1 状態)の潮流計算結果

N-1 条件で Banshkhali 変電所～Madunaghat 間の残存している 400kV 送電線 1 回線の潮流は 1979.6+j128.7 であり、当該回線の潮流と容量の比は、

$$\frac{\sqrt{1979.8^2 + 127.7^2}}{2408} = \frac{1984MVA}{2408MVA} = 0.82$$

となり、当該回線の潮流は容量以下である。また他の送電線についても潮流は容量を超過していない。

もしも Matarbari 発電所 3/4 号の運転開始までに Matarbari (N)変電所の建設が間に合わない場合は、「6.2.2 基本ケースでの潮流解析結果」で示した通り、系統過負荷を解消するために発電機の出力抑制またはトリップについて発電事業者と事前に協議する必要がある。

## (2) Matarbari 700 MW USCPP (JV of Symcorp & CPGCBL) (Phase-1)

表 6.2-1 に示されている Matarbari 700 MW USCPP (JV of Symcorp & CPGCBL) (Phase-1) の計画は中止された。仮に同容量の LNG 火力発電所が Matarbari 地区に開発されたとしても、Matarbari 発電所からの 400kV 送電線の送電電力を増やさないように、その発電所は Moheshkhali に連系されるべきである。

## 6.3 事故電流解析

### 6.3.1 事故電流解析の検討条件

以下の条件で事故電流解析を実施した。

表 6.3-1 事故電流解析における検討条件

発電機リアクタンス	Xd''
考慮する発電機	132kV 以上の系統に連系される発電機全て

出典：調査団作成

最大事故電流レベルは以下の通り。

表 6.3-2 事故電流解析における検討条件

電圧	最大事故電流レベル	出典
400kV	63kA	PGCB
230kV	50kA	
132kV	40kA	

### 6.3.2 事故電流解析結果

以下の表は、Chittagong 地区の変電所、および Dhaka 地区の主な変電所の 230kV 及び 400kV 母線の事故電流（実効値）を示す。この結果から、事故電流は上表の最大事故電流レベルより小さいため、問題がないことが確認できた。

表 6.3-3 230kV 及び 400kV 母線の事故電流計算結果

Bus number	Bus Name	Voltage (kV)	Fault Current (A)
2013	HATHAZARI	230	37,881
2016	MEGHNAGHAT	230	27,520
2017	OLDAIRPORT	230	31,537
2029	BHULTA	230	38,537
2032	MIR	230	29,628
2038	MADUNAGHAT	230	43,935
2041	NAOGAON	230	10,354
2049	SIKALBAHA	230	36,588
2057	KULSHI	230	24,292
2060	ANANDABAZAR	230	30,793
2072	ANOWARA	230	34,785
2078	FENI	230	19,752
2083	MADANGANJ	230	41,934
2084	MADUNAGHAT(O	230	33,066
2095	DHAKA(S)	230	30,526
2225	COXSBAZAR	230	5,238
4320	KORERHAT	230	36,632
92016	MEGHNAGHAT	230	43,541
41	BHULTA	400	48,926
901	MIRERSHARAI	400	29,023
4003	BHULTA	400	48,926
4005	GHORASAL	400	11,543
4006	KALIAKOIR	400	42,084
4007	MADUNAGHAT	400	39,116
4008	MEGHNAGHAT	400	54,178
4011	GOPALGANJ	400	39,502
4012	MATARBARI	400	26,855
4090	DHAKA(S)	400	44,502
4212	COMILLA(N)	400	9,980
4310	KORERHAT	400	33,108

出典：調査団作成

以下の表は、上位 10 か所の 132kV 母線の事故電流を示す。



表 6.3-4 132kV 母線の事故電流上位 10 地点

Bus number	Bus Name	Voltage (kV)	Fault Current (A)
1059	MADANGANJ	132	37,089
1234	GOPALGANJ	132	35,929
1049	KABIRPUR	132	34,649
1099	GREENMODEL	132	31,749
1060	MADUNAGHAT	132	31,333
1177	RAMPUR	132	30,662
1190	SIDDHIRGANJ	132	30,096
1089	RAMPURA	132	30,005
1101	SIKALBAHA	132	29,442
1106	ULLON	132	29,277

出典：調査団作成

系統構成は、revisiting PSMP を基本としている。132kV 系統のいくつかは既に効果的に分断され、ループ運用というよりは寧ろ放射状運用の状態となっている条件で計算した。事故電流が許容レベル以下となっているのは、主にこの系統構成に起因している。

#### 6.4 安定度解析

安定度解析に必要な詳細なデータが入手できなかったため、以下に示すような仮定を元に計算した。

##### 6.4.1 安定度解析の検討条件

###### (1) 発電機

###### (a) 有効電力および無効電力

安定度解析のためのシミュレーションでは、有効電力は定電流、無効電力は定インピーダンスモデルとした。

###### (b) マタバリ火力の発電機定数

最新の情報に基づき、以下の定数を使用した。

###### 1) 発電機

発電機タイプ: GENROU (円筒機)

定数:

表 6.4-1 マタバリ火力発電機の発電機定数

T'do	9.7
T"do	0.032
T'qo	2
T"qo	0.05
H, Inertia	2.97
D, Speed Damping	0
Xd	1.93
Xq	1.9
X'd	0.285
X'q	0.511

X"d = X"q	0.226
Xl	0.195
S(1.0)	0.11
S(1.2)	0.41

出典：Matarbari 1/2 号発電機メーカー提供資料

## 2) 励磁機

Matarbari 1/2 号機には、超速応励磁装置が適用されており、3/4 号機にも同様な励磁装置が適用されるべきである。

励磁機タイプ: ST6B

表 6.4-2 励磁機定数

TR(s), regulator input filter time constant	0.03
KPA(pu), regulator proportional gain (> 0)	67.9
KIA(pu), regulator integral gain	97
KDA(pu), regulator derivative gain	0
TDA(s), regulator derivative block time constant	1
VAMAX(pu), regulator output maximum limit	6.69
VAMIN(pu), regulator output minimum limit (<=VRMIN)	-5.32
KFF(pu), pre control gain of the inner loop fieldregulator	0
KM(pu), forward gain of the inner loop fieldregulator	1
KCI(pu), exciter output current limit adjustmentgain	1
KLR(s), exciter output current limiter gain	1
ILR(pu), exciter output current limit reference	30
VRMAX(pu), voltage regulator output maximum limit	6.69
VRMIN(pu), voltage regulator output minimum limit (>=VAMIN)	-5.32
KG(pu), feedback gain of the inner loop voltageregulator	0
TG(s), feedback time constant of the inner loopvoltage regulator	1

出典：Matarbari 1/2 号発電機メーカー提供資料

## 3) PSS

超速応励磁装置採用する場合、システムを安定化させるためには PSS (Power System Stabilizer)が必須である。

PSS タイプ: PSS2B

表 6.4-3 PSS 定数-1

TW1 (>0) Washout Time constant - Signal 1	5
TW2 Washout Time Constant - Signal 1	5
T6 Lag Time Constant - Signal 1	0
TW3 (>0) Washout Time Constant - Signal 2	5
TW4 Washout Time Constant - Signal 2	0
T7 Lag Time Constant - Signal 2	5
KS2 Gain - Signal 2	0.843
KS3 Gain - Signal 2	1
T8 Ramp Tracking Filter Lead Time Constant	0.5
T9 (>0) Ramp Tracking Filter Lag Time Constant	0.1
KS1 Stabilizer Gain	6
T1 Lead Time Constant - Phase Comp. Block 1	0.16
T2 Lag Time Constant - Phase Comp. Block 1	0.03

T3 Lead Time Constant - Phase Comp. Block 2	0.16
T4 Lag Time Constant - Phase Comp. Block 2	0.03
T10 Lead Time Constant - Phase Comp. Block 3	0
T11 Lag Time Constant - Phase Comp. Block 3	0.03
VS11MAX Stabilizer Input Maximum. Input 1	10
VS11MIN Stabilizer Input Minimum. Input 1	-10
VS12MAX Stabilizer Input Maximum. Input 2	10
VS12MIN Stabilizer Input Minimum. Input 2	-10
VSTMAX Stabilizer Output Maximum	0.05
VSTMIN Stabilizer Output Minimum	-0.05

出典：Matarbari 1/2 号発電機メーカー提供資料

表 6.4-4 PSS 定数-2

IC1 First Stab. Input Code (see manual)	1
REMBUS1 First Remote Bus Number	0
IC2 Second Stab. Input Code (see manual)	3
REMBUS2 Second Remote Bus Number	0
M	5
N	1

出典：Matarbari 1/2 号発電機メーカー提供資料

4) ガバナ

ガバナタイプ: IEEEG1

表 6.4-5 ガバナ定数

K	20
T1	0.02
T2	0
T3 (> 0)	0.1
Uo	0.1
Uc (< 0.)	-0.2
PMAX	1.03
PMIN	0.03
T4	0.7378
K1	0.45
K2	0
T5	29.764
K3	0
K4	0
T6	0.2914
K5	0.3356
K6	0
T7	1.2669
K7	0.2144
K8	0

出典：Matarbari 1/2 号発電機メーカー提供資料

(c) その他発電機の定数

典型的な発電機定数として以下の定数を使用した。

1) 発電機

a) 火力機

発電機タイプ: GENROU (円筒機)

定数:

表 6.4-6 火力機の発電機定数

T'do	8.73
T"do	0.045
T'qo	0.97
T"qo	0.068
H, Inertia	2.6073
D, Speed Damping	0
Xd	2.26
Xq	2.2
X'd	0.275
X'q	0.405
X" d = X" q	0.214
Xl	0.1
S(1.0)	0.12
S(1.2)	0.6

出典：調査団

b) 水力機

発電機タイプ: GENSAL (突極機)

定数:

表 6.4-7 水力機の発電機定数

T'do	8.73
T"do	0.045
T'qo	0.97
T"qo	0.068
H, Inertia	2.6073
D, Speed Damping	0
Xd	2.26
Xq	2.2
X'd	0.275
X'q	0.405
X" d = X" q	0.214
Xl	0.1
S(1.0)	0.12
S(1.2)	0.6

出典：調査団

2) 励磁機

励磁機タイプ: SEXS

表 6.4-8 励磁機定数

TA/TB	0.1
TB (> 0)	10
K	100
TE	0.1
EMIN	0
EMAX	5

出典：調査団

PGCB によれば、BANSHKHALI 発電所の発電機にはタイプ PSS2B の PSS が設置されることとであった。調査団は、BANSHKHALI 発電所の発電機用に PSS を模擬し、かつその定数は Matarbari 発電所の発電機用のものと同じと仮定した。

3) ガバナ

a) ガスタービン

ガバナタイプ: GAST

表 6.4-9 ガスタービンのガバナ定数

R (Speed Droop)	0.05
T1 (> 0)	0.4
T2 (> 0)	0.1
T3 (> 0)	3
Ambient Temperature Load Limit	1
KT	2
VMAX	1
VMIN	0
Dturb	0

出典：調査団

b) 水力機

ガバナタイプ: HYG0V

表 6.4-10 水力機のガバナ定数

R, Permanent Droop	0.05
r, Temporary Droop	0.27
Tr (> 0) Governor Time Constant	4
Tf (> 0) Filter Time Constant	0.02
Tg (> 0) Servo Time Constant	0.5
VELM, Gate Velocity Limit	0.12
GMAX, Maximum Gate Limit	1
GMIN, Minimum Gate Limit	0
TW (> 0) Water Time Constant	1.02
At, Turbine Gain	0.91
Dturb, Turbine Damping	0.45
qNL, No Load Flow	0.06

出典：調査団

c) その他

ガバナタイプ: IEEEG1

表 6.4-11 その他発電機のガバナ定数

K	20
T1	0.02
T2	0
T3 (> 0)	0.1
Uo	0.1
Uc (< 0.)	-0.2
PMAX	1.03
PMIN	0.03
T4	0.7378
K1	0.45
K2	0
T5	29.764
K3	0
K4	0
T6	0.2914
K5	0.3356
K6	0
T7	1.2669
K7	0.2144
K8	0

出典：調査団

(2) 負荷

安定度解析のためのシミュレーションでは、有効電力は定電流、無効電力は定インピーダンスモデルとした。

また、ピーク負荷時だけでなく、オフピーク負荷時の安定度解析も実施した。

(3) 事故条件

(a) 事故除去時間

GRID CODE 2019 によれば、PLANNING AND SECURITY STANDARDS として、“To be maintained stable during a fault clearance by three-phase trip within 5 cycles and followed by successful reclosure within 50 cycles (1 sec dead time), provided the fault is not a permanent one” と説明されている。GRID CODE において、この基準は電圧に依存していない。一般的に、高い電圧レベルになるとより高い信頼度が求められ、従ってより短い事故除去時間も求められる。また、GRID CODE 2019 には、目標事故除去時間は“80 milliseconds”とするという記述もある。PGCB との協議により、安定度解析においては事故除去時間は 0.08 秒とすることとした。Matarbari 発電所～Meghnaghat 変電所間 400kV 送電線では保護リレー方式として差動リレー方式の採用が既に決まっており、この差動リレー方式は、0.07 秒で事故を除去できる。調査チームは、必要に応じ事故除去時間 0.08 秒より短い条件でも追加でシミュレーションを実施した。

以下に、安定度検討で使用したシミュレーションシーケンスを示す。

表 6.4-12 安定度検討のためのシミュレーションシーケンス

時間 (秒)	アクション
0.0	シミュレーション開始
1.0	事故発生
1.08 <sup>*1</sup>	事故除去 <sup>*1</sup>
2.1	再開路

11.0 | シミュレーション終了

\*1：追加シミュレーションでは、より短い事故除去時間でも検討を実施。

出典：GRID CODE 2019 ( Bangladesh Energy Regulatory Commission)に基づき調査団作成

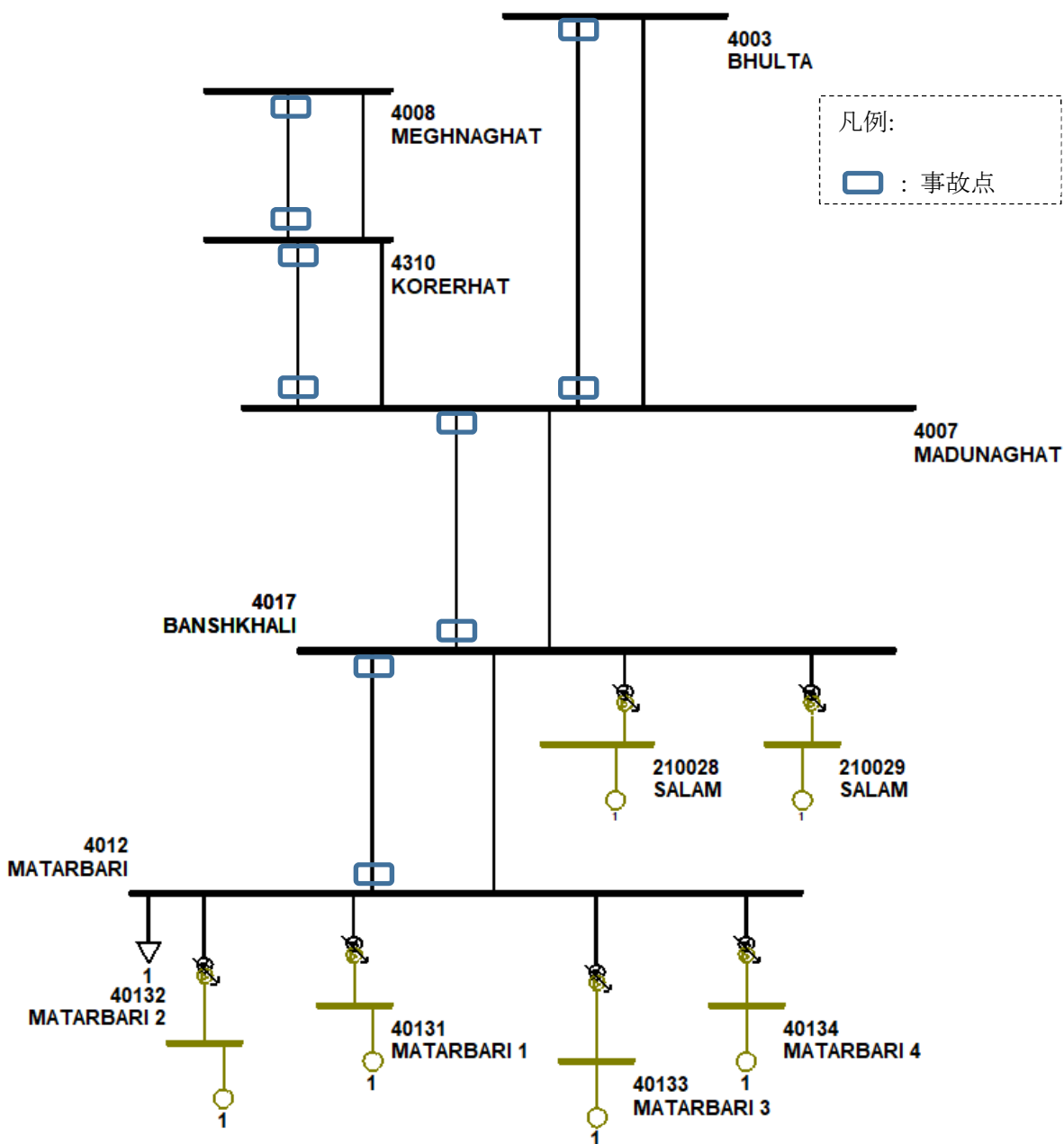
(b) 事故の種類

事故の種類：3 相事故

事故インピーダンス：0 オーム

(c) 事故点

安定度解析における事故点は、下図に示す通り、関連する 400kV 送電線の送端および受端とした。



出典：調査団作成

図 6.4-1 安定度解析での事故点

## 6.4.2 安定度解析結果

### (1) ピーク負荷

以下の表に、ピーク負荷時の安定度計算の結果を示す。

**表 6.4-13 ピーク負荷時の安定度計算結果**

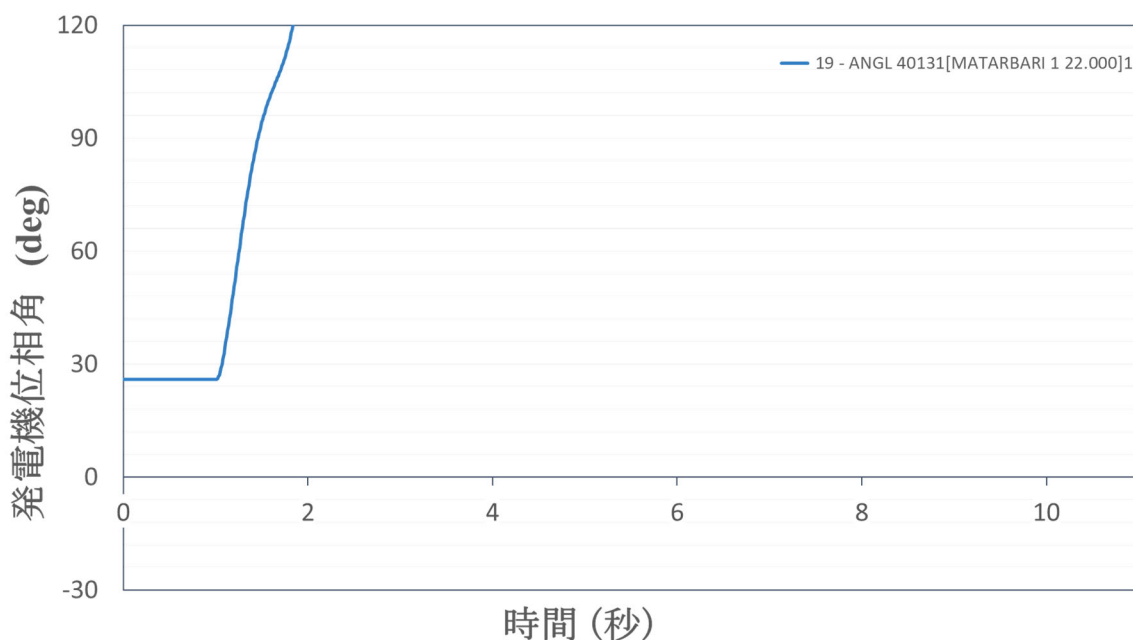
Case #	事故送電線				事故点	事故除去時間	安定/ 不安定
	From		To				
Case 001	4012	MATABARI	4017	BANSHKHALI	MATABARI	0.08 秒	安定
Case 002					BANSHKHALI	0.08 秒	安定
Case 003	4017	BANSHKHALI	4007	MADUNAGHAT	BANSHKHALI	0.08 秒	安定
Case 004					MADUNAGHAT	0.08 秒	不安定
Case 005					MADUNAGHAT	0.07 秒	安定
Case 006	4007	MADUNAGHAT	4310	KORERHAT	MADUNAGHAT	0.08 秒	安定
Case 007					KORERHAT	0.08 秒	安定
Case 008	4310	KORERHAT	4008	MEGHNAGHAT	KORERHAT	0.08 秒	安定
Case 009					MEGHNAGHAT	0.08 秒	安定
Case 010	4007	MADUNAGHAT	4003	BHULTA	MADUNAGHAT	0.08 秒	安定
Case 011					BHULTA	0.08 秒	安定

出典：調査団作成

Case 004 では不安定となった。事故除去時間を 0.07 秒とすれば、全てのケースで安定となる。

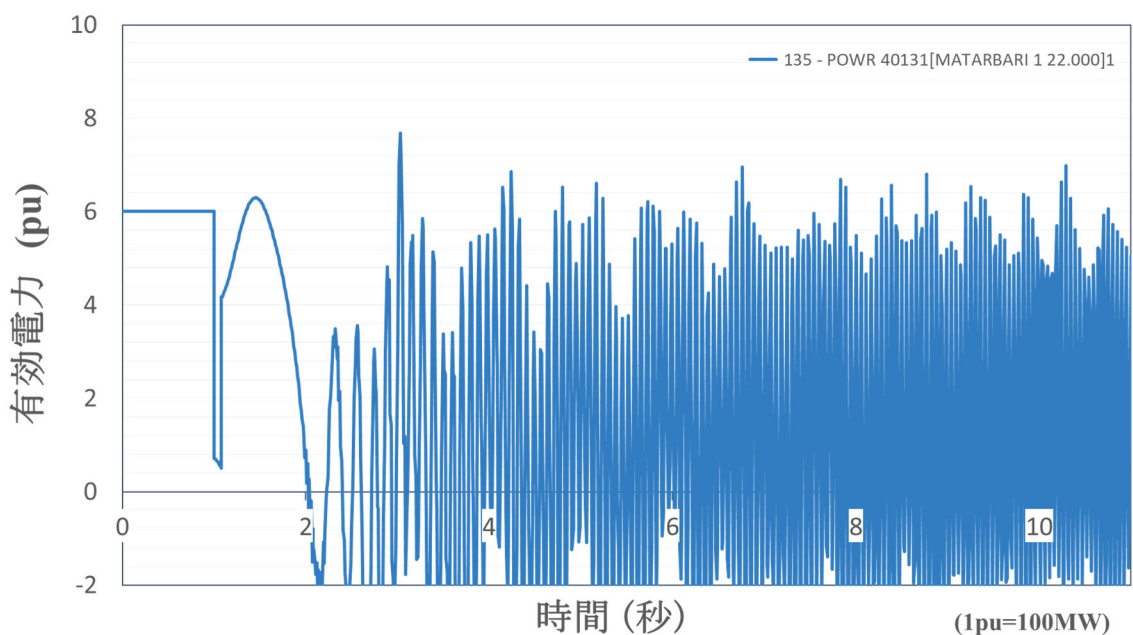
以下に、不安定となるケースおよび安定となるケースの例として、Matarbari 発電所発電機の位相角、発電機からの有効電力および無効電力を示す。不安定なケースが Case 004、BANSHKHALI ~ MADUNAGHAT 間送電線の MADUNAGHAT 端事故で 0.08 秒後に事故除去されたケース、安定なケースが Case 005、同じ事故点で 0.07 秒後に事故除去されたケースである。





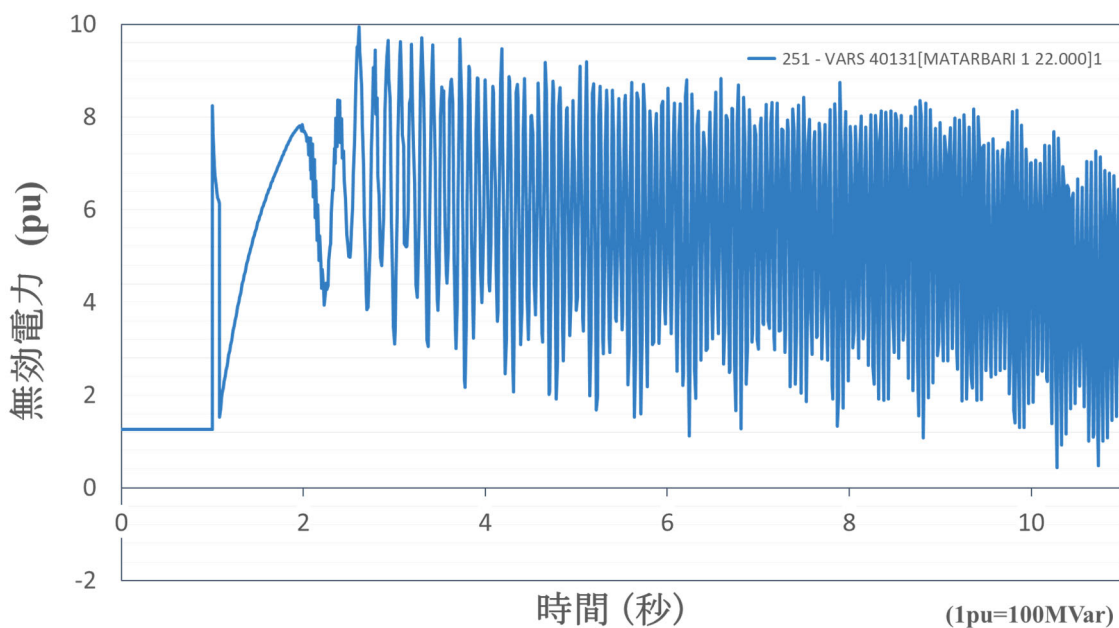
出典：調査団作成

図 6.4-2 Case 004 での発電機位相角：BANSHKHALI～MADUNAGHAT 間送電線の  
 MADUNAGHAT 端事故で 0.08 秒後に事故除去



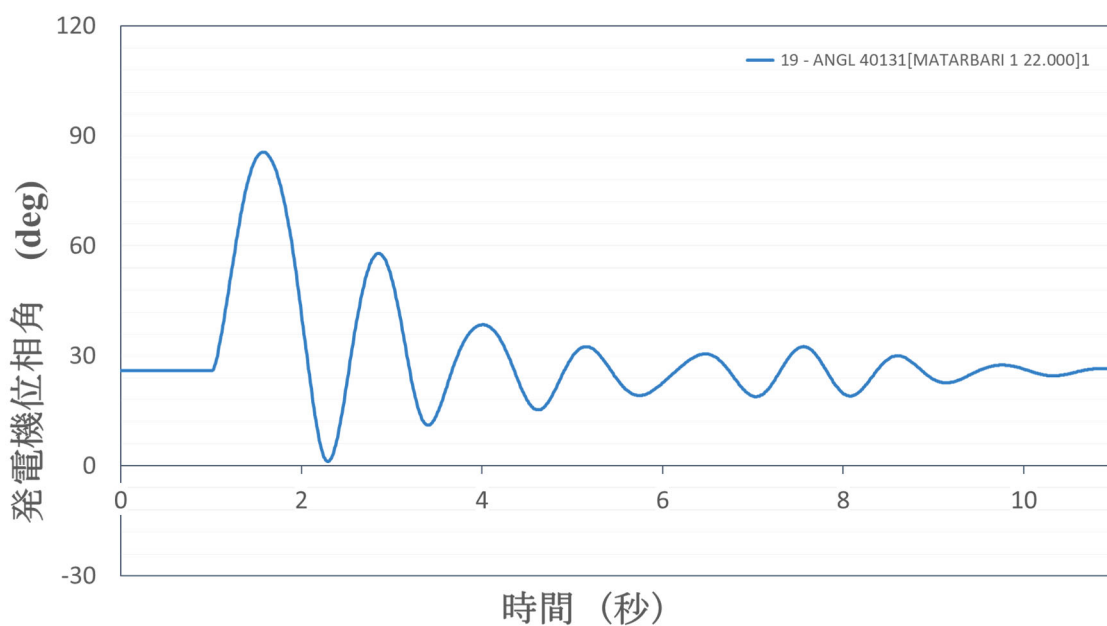
出典：調査団作成

図 6.4-3 Case 004 での発電機有効電力：BANSHKHALI～MADUNAGHAT 間送電線の  
 MADUNAGHAT 端事故で 0.08 秒後に事故除去



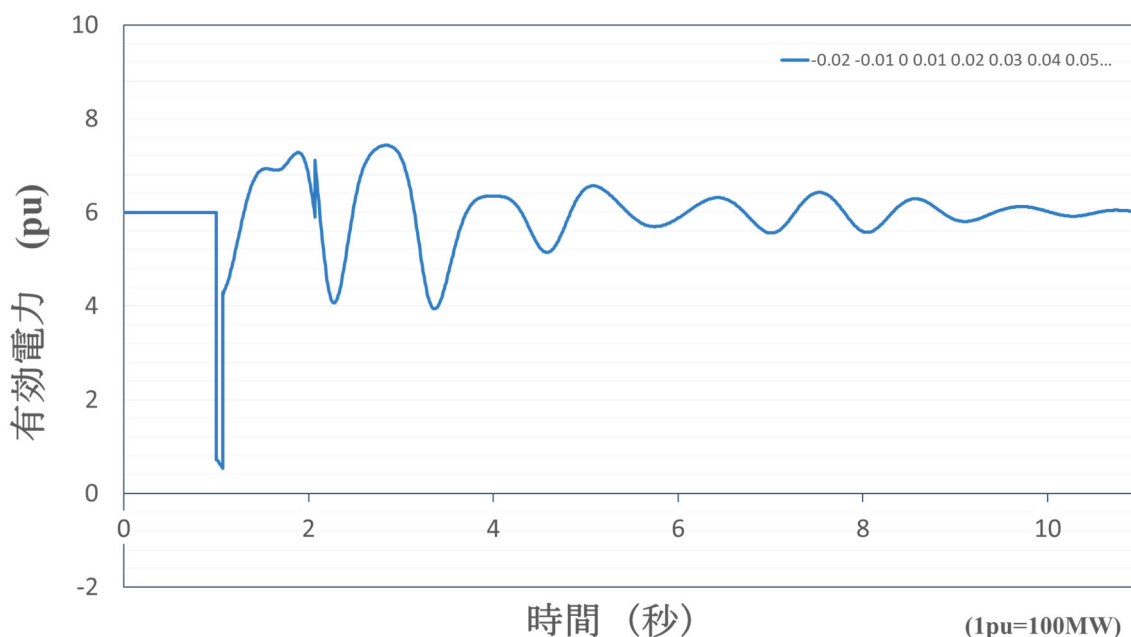
出典：調査団作成

図 6.4-4 Case 004 での発電機無効電力: BANSHKHALI ~ MADUNAGHAT 間送電線の MADUNAGHAT 端事故で 0.08 秒後に事故除去



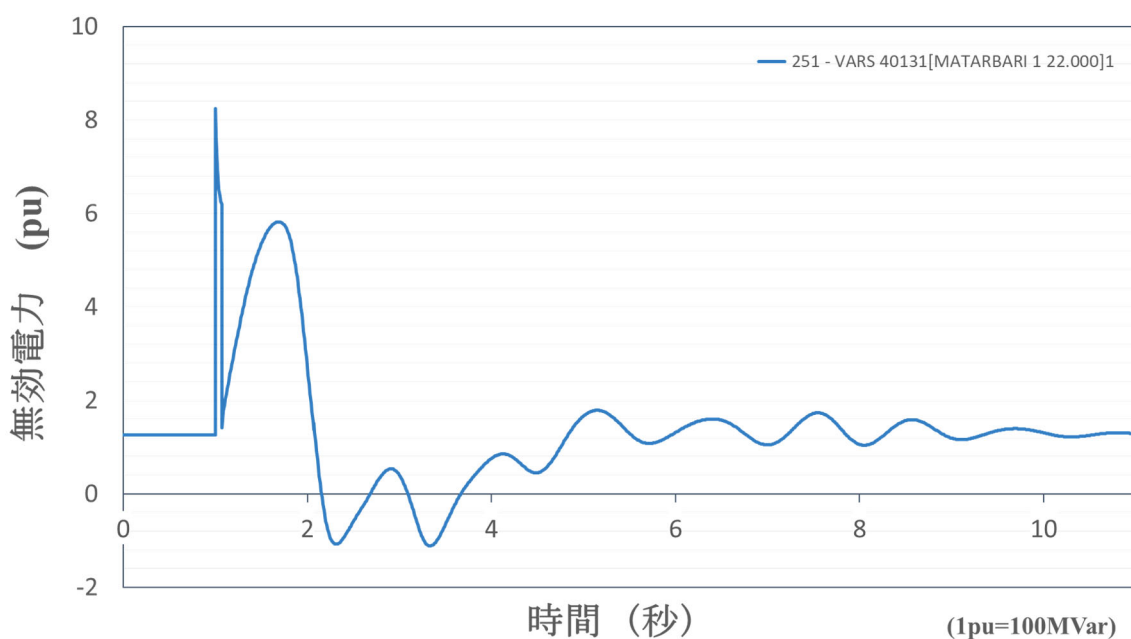
出典：調査団作成

図 6.4-5 Case 005 の発電機位相角: BANSHKHALI ~ MADUNAGHAT 間送電線の MADUNAGHAT 端事故で 0.07 秒後に事故除去



出典：調査団作成

図 6.4-6 Case 005 の発電機有効電力：BANSHKHALI～MADUNAGHAT 間送電線のMADUNAGHAT 端事故で 0.07 秒後に事故除去



出典：調査団作成

図 6.4-7 Case 005 の発電機無効電力：BANSHKHALI～MADUNAGHAT 間送電線のMADUNAGHAT 端事故で 0.07 秒後に事故除去

上記に示す Case 005 のように発電機位相角の振動が減衰すれば、系統は安定である。

(2) オフピーク負荷、Matarbari および Banshkhali 発電所の出力 80%

オフピーク負荷時の安定度についても解析を実施した。Matarbari および Banshkhali 発電所の出力は定格の 80%とした。

以下の表は、オフピーク負荷時の安定度解析結果を示す。

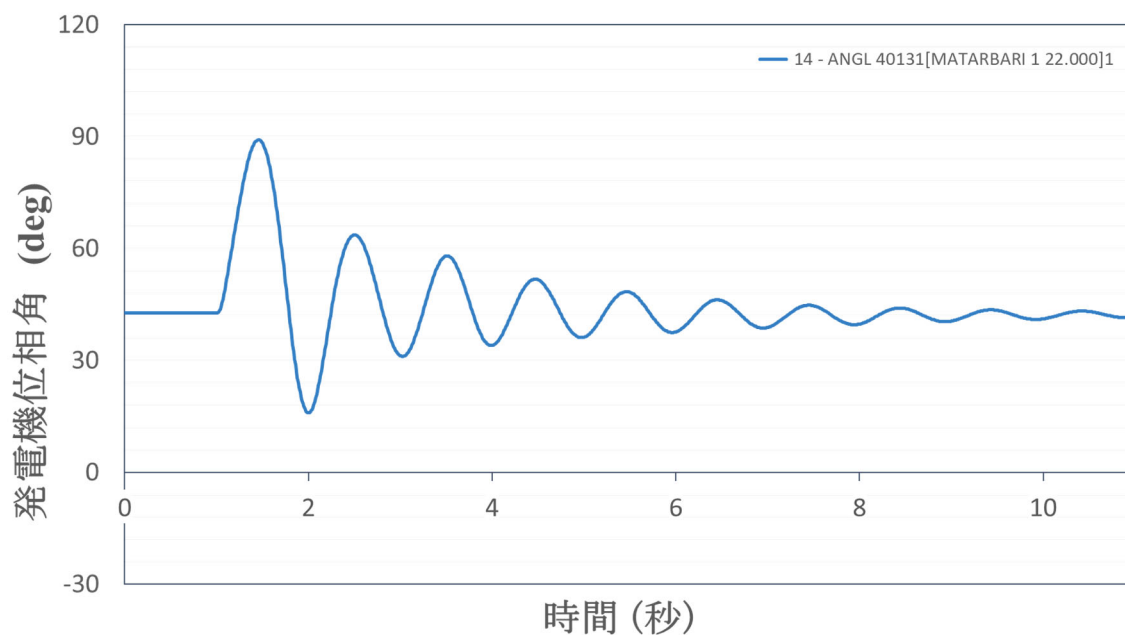
表 6.4-14 オフピーク負荷時の安定度計算結果

Case #	事故送電線				事故点	事故除去時間	安定/ 不安定
	From		To				
Case 101	4012	MATABARI	4017	BANSHKHALI	MATABARI	0.08 秒	安定
Case 102					BANSHKHALI	0.08 秒	安定
Case 103	4017	BANSHKHALI	4007	MADUNAGHAT	BANSHKHALI	0.08 秒	安定
Case 104					MADUNAGHAT	0.08 秒	安定
Case 105	4007	MADUNAGHAT	4310	KORERHAT	MADUNAGHAT	0.08 秒	安定
Case 106					KORERHAT	0.08 秒	安定
Case 107	4310	KORERHAT	4008	MEGHNAGHAT	KORERHAT	0.08 秒	安定
Case 108					MEGHNAGHAT	0.08 秒	安定
Case 109	4007	MADUNAGHAT	4003	BHULTA	MADUNAGHAT	0.08 秒	安定
Case 110					BHULTA	0.08 秒	安定

出典：調査団作成

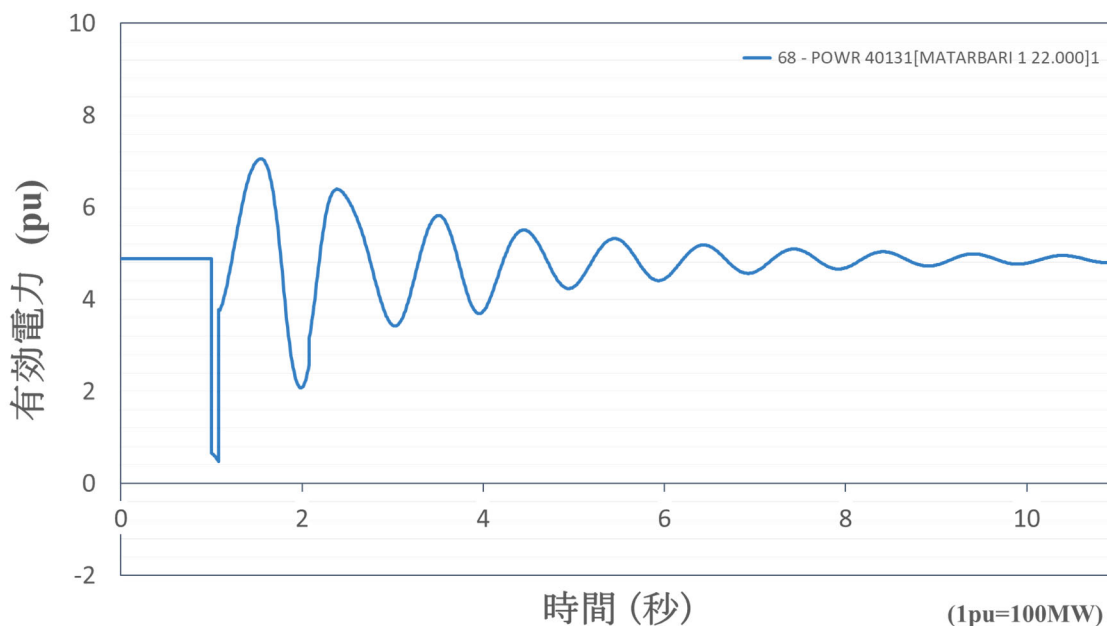
オフピーク負荷時については全ケースで安定となる。

下図に、例として Case 104 の BANSHKHALI～ MADUNAGHAT 間送電線の MADUNAGHAT 端事故で 0.08 秒後に事故除去されたケースの結果を示す。



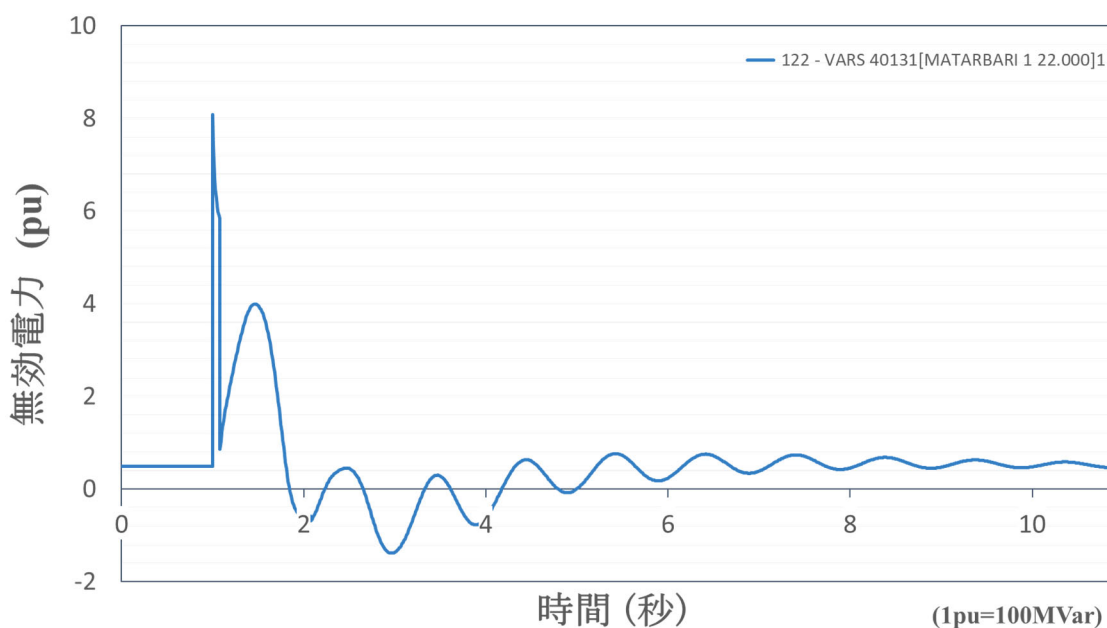
出典：調査団作成

図 6.4-8 Case 104 の発電機位相角：BANSHKHALI～ MADUNAGHAT 間送電線の MADUNAGHAT 端事故で 0.08 秒後に事故除去



出典：調査団作成

図 6.4-9 Case 104 の発電機有効電力：BANSHKHALI～MADUNAGHAT 間送電線のMADUNAGHAT 端事故で0.08秒後に事故除去



出典：調査団作成

図 6.4-10 Case 104 の発電機無効電力：BANSHKHALI～MADUNAGHAT 間送電線のMADUNAGHAT 端事故で0.08秒後に事故除去

### 6.4.3 安定度向上方策

#### (1) 高め電圧運転

400kV 送電線の電圧を高め運転すれば、ある程度安定度は向上する。より高い運転電圧<sup>2</sup>とす

<sup>2</sup> 電圧が高くなると電圧に反比例して電流は減少する。この電流減少効果により、一般的に安定度は向上する。

るための条件の例を以下に示す。

- 全発電機の端子電圧を 1.05 に設定
- 関連する変圧器のタップ比を、この 400kV 送電線の運転電圧が高くなるように調整

電圧高め運転のためには、系統運用者は発電事業者と綿密に連携を取り十分な情報交換をすることが必要となる。それでも、多大なコストをかけずに安定度を向上できる方法として、PGCB にとって今後検討に値すると考えられる。

## (2) 発電機定数

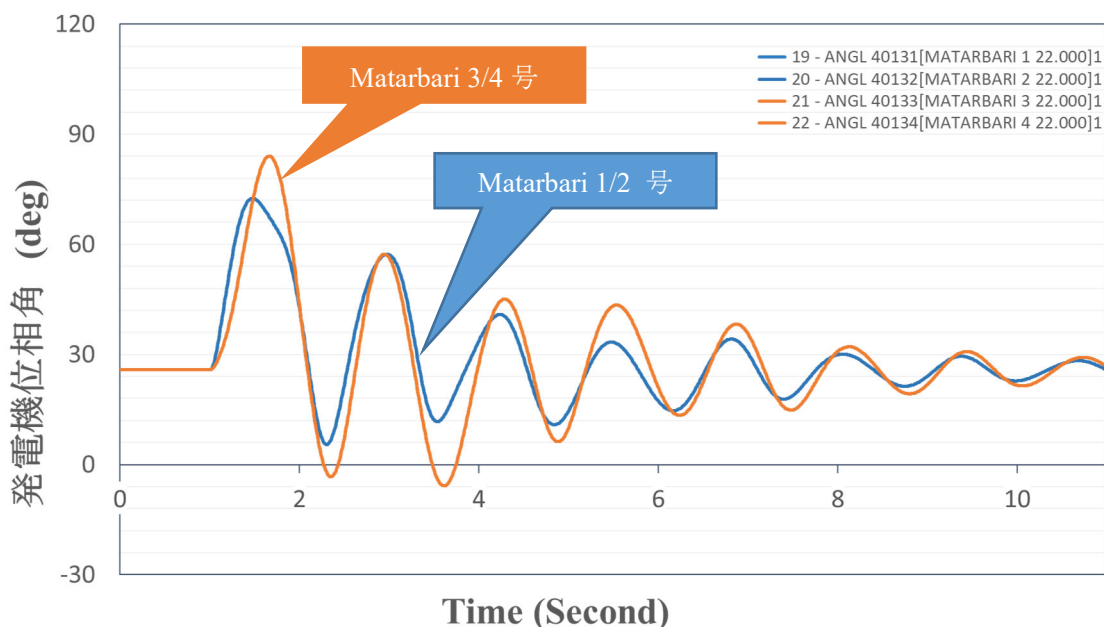
発電機のリアクタンスをより小さくしたり慣性定数をより大きくしたりすると、安定度は向上する可能性がある。しかしながら、メーカーの元々の設計からのこれらの変更により発電機のコストは上昇するため、調査団はそのようなことは強くは提案しない。調査団は、Table 6.4-13 の Case 004 について、Matarbari 3/4 号機の発電機慣性定数が 1/2 号機のそれよりかなり大きい場合について、感度分析の意味合いでシミュレーションを実施した。

表 6.4-15 オフピーク負荷時の安定度計算結果

Generator	単位慣性定数 (s)	
	オリジナル	仮定
Matarbari 1/2	2.97	2.97
Matarbari 3/4	2.97	6.00

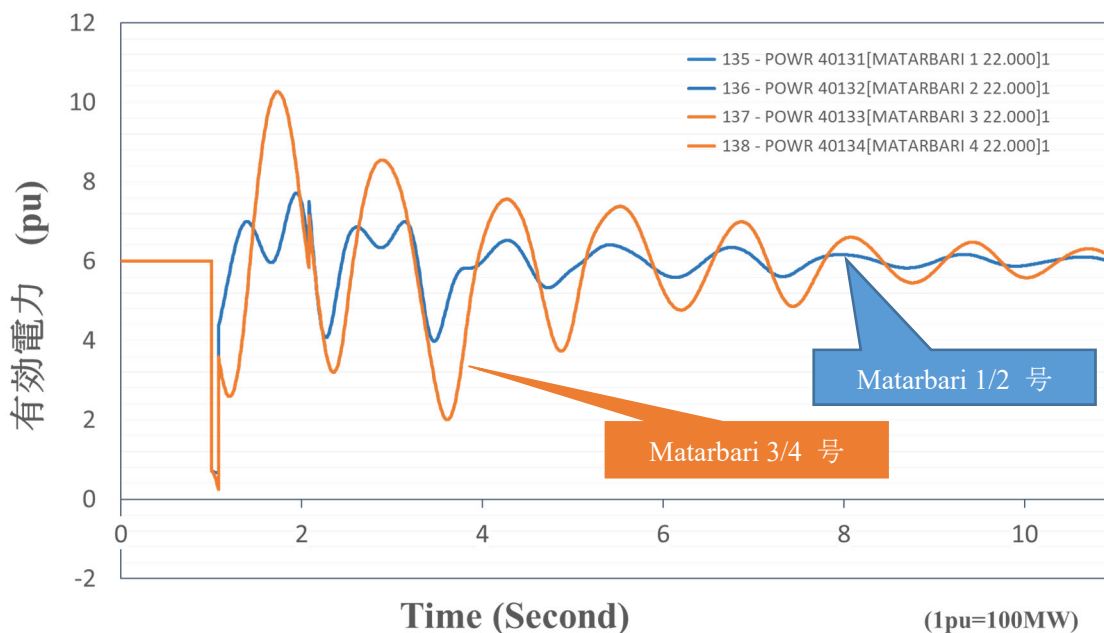
出典：調査団作成

下図は、上記表での仮定に基づく Case004 の安定度シミュレーションの結果を示す。



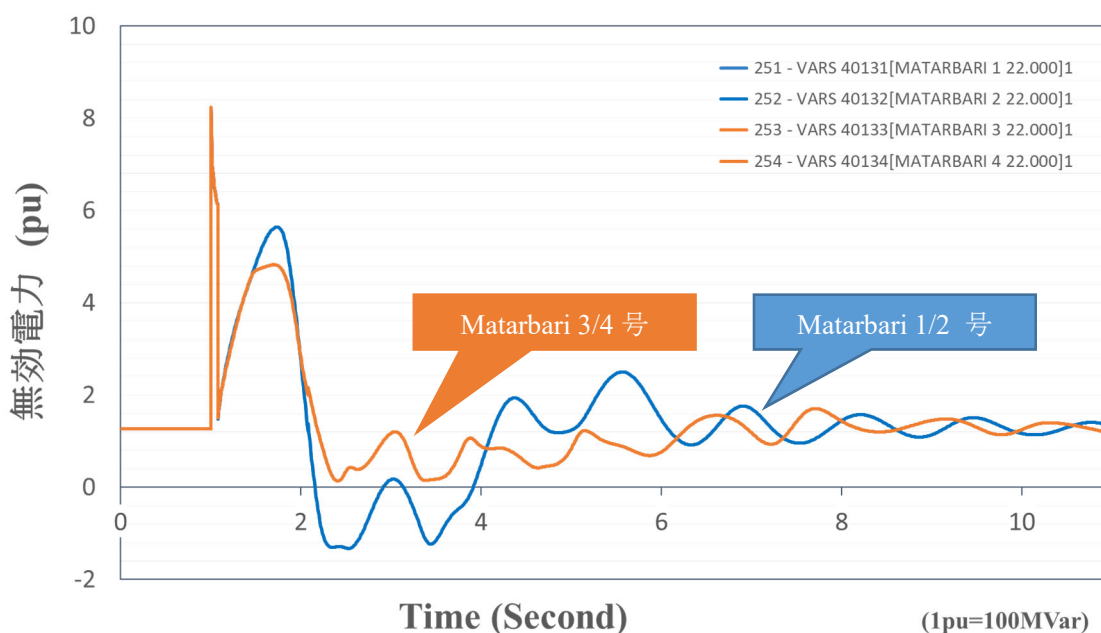
出典：調査団作成

図 6.4-11 Case 004 での発電機位相角：BANSKHALI～ MADUNAGHAT 間送電線の MADUNAGHAT 端事故で 0.08 秒後に事故除去、Matarbari 3/4 号機の発電機慣性定数が大きい場合



出典：調査団作成

図 6.4-12 Case 004 での発電機有効電力: BANSHKHALI～ MADUNAGHAT 間送電線の MADUNAGHAT 端事故で 0.08 秒後に事故除去、Matarbari 3/4 号機の発電機慣性定数が大きい場合



出典：調査団作成

図 6.4-13 Case 004 での発電機無効電力: BANSHKHALI～ MADUNAGHAT 間送電線の MADUNAGHAT 端事故で 0.08 秒後に事故除去、Matarbari 3/4 号機の発電機慣性定数が大きい場合

上記に示す結果から、Matarbari 3/4 号機により大きい慣性定数を適用する条件では、系統は安定である。

## 第7章 計画概要

### 7.1 目的

本事業は、当国南東部チョットグラム管区マタバリ地区に定格出力約1,200MW（約600MW×2基）の高効率の超々臨界圧石炭火力発電所（3/4号機）および関連設備を、1/2号機事業の拡張フェーズとして建設することにより、当国における電力供給の拡大やエネルギー転換を図り、もって当国における経済全体の活性化に寄与するものである。

### 7.2 主要施設・設備

#### 7.2.1 全体計画および実施方法

本事業の超々臨界石炭火力発電所（3/4号機）および関連設備は、1/2号機に隣接して建設する計画とする。3/4号機は1/2号機と同等の高効率発電設備として計画し、また環境性能や将来の再生可能エネルギー普及をにらんだ電力系統安定化に寄与する機能などについては、さらなる向上を考慮する。

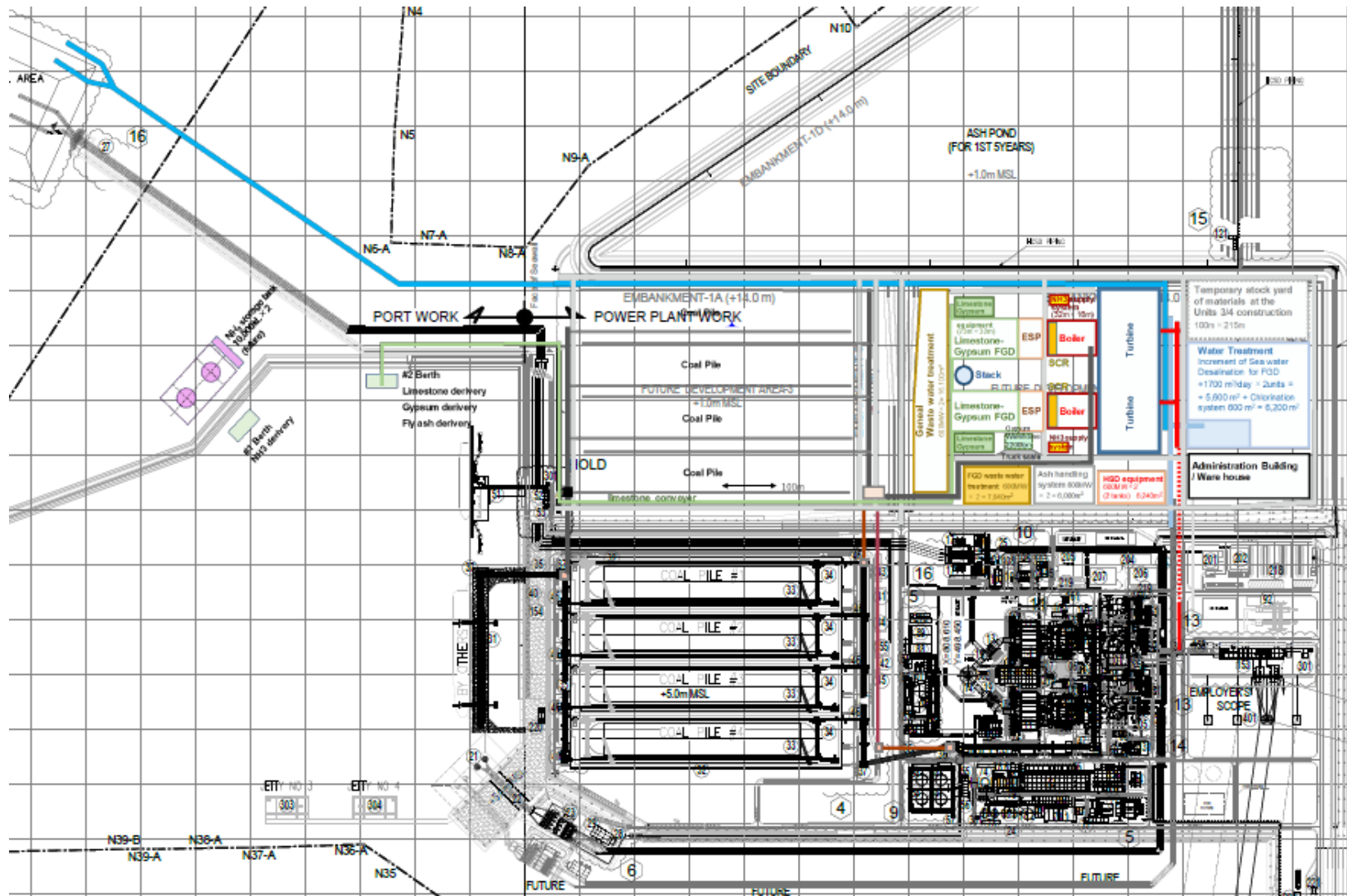
また、本事業はマタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業の拡張事業であり、1/2号機事業で建設された設備の一部は本事業の共通設備としても使用されることとなるため、事業全体（1～4号機）の発電原価は1/2号機事業と比較して低くなる。

#### 7.2.2 構内配置概念計画

本事業の構内配置は、1/2号機の北側の敷地スペースを利用する計画とし、貯炭場や主要機器配置は、可能な限り1/2号機の配置計画に揃えることとする。

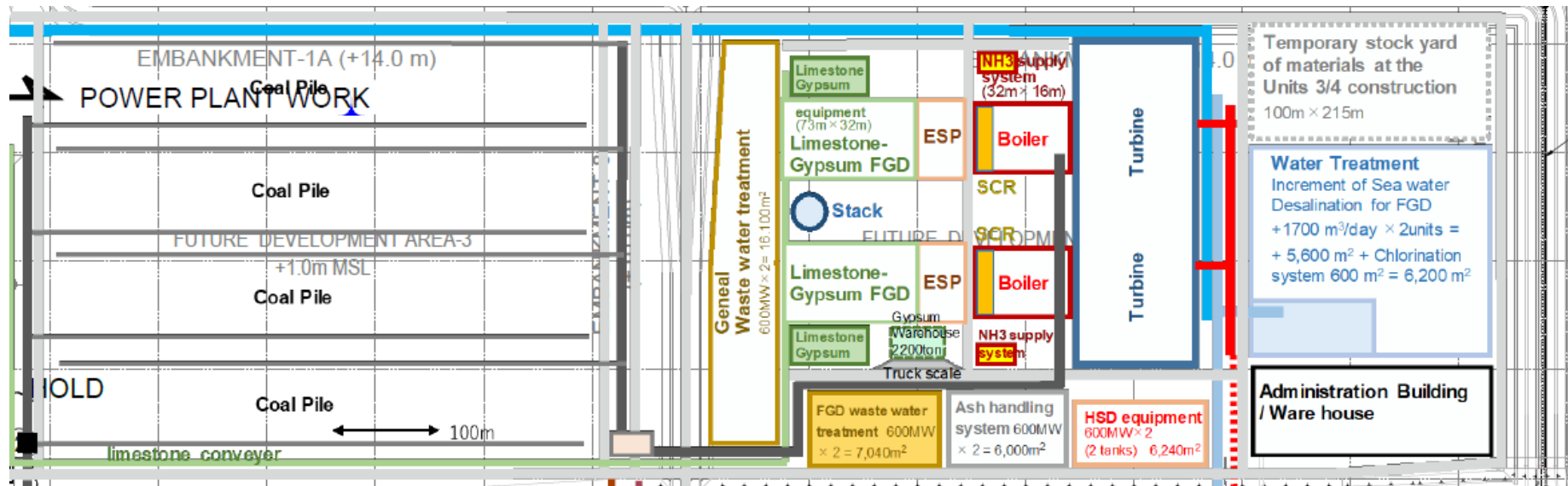
本事業の貯炭場や主要機器配置のために必要な敷地は約55.3haである。





出典：調査団作成

図 7.2-1 マタバリ石炭火力発電所全体配置図



出典：調査団作成

図 7.2-2 3/4号機構内配置計画図

### 7.2.3 プラントタイプおよび規模、単機容量

1/2号機同様、超々臨界石炭火力発電所、単機容量は発電端で600MW、基数は2基とする。したがって、本事業の規模は600MW x 2 = 1,200MWとする。

発電設備を構成する設備・機器および契約者が提供するサービスとして想定されるものは次の通りである。

### 7.2.4 EPC コントラクターが実施する業務

EPC コントラクターが実施する業務は、設計、設計のための情報収集に必要な調査、実施機関の許可、免許、進捗監視に関する第三者との調整窓口、資材や設備の調達、建設および組み立て、輸送、機器輸入の報告、関連法規および補機類の起動、試運転ならびに性能試験の要求事項の順守、発電所職員の研修、竣工図を含む契約関連図書の提出、その他仕様書に明記されている範囲内で、発電設備の運転に必要な設備や業務などの一連の事業管理を含んでいる。

#### (1) ボイラおよび補機

本業務には、以下の機器／機材を含むものとするが、これに限定するものではない。

- 1) ボイラ
- 2) 石炭バンカ
- 3) 石炭粉砕機（インバータ付）
- 4) 石炭フィーダ
- 5) 石炭バーナ
- 6) 点火用バーナ
- 7) 起動用油バーナ
- 8) 押込ファン
- 9) 一次空気ファン
- 10) スートブロワ
- 11) 空気予熱器
- 12) 誘引ファン
- 13) 電気集塵機
- 14) 排煙脱硫装置（石灰石膏法）
- 15) 脱硝装置（選択接触還元法）
- 16) 煙突
- 17) 燃料油サービスタンク
- 18) 燃料油ポンプ
- 19) 必須予備品
- 20) 工具および試験装置
- 21) 試運転と保証期間中の消耗品

#### (2) 石炭供給設備

本業務には、以下の機器／機材を含むものとするが、これに限定するものではない。

- 1) アンローダ（1/2号機と共用）
- 2) 貯炭場
- 3) コンベヤ（受入、貯炭、払出、送炭）
- 4) スタッカ
- 5) リクレイマ
- 6) 必須予備品
- 7) 工具および試験装置
- 8) 試運転と保証期間中の消耗品

(3) 灰処理設備

本業務には、以下の機器／機材を含むものとするが、これに限定するものではない。

- 1) 火炉ボトムクリンカ取扱い設備
- 2) フライアッシュ収集設備
- 3) フライアッシュ貯蔵サイロ
- 4) 灰送り出しコンベヤ
- 5) 必須予備品
- 6) 工具および試験装置
- 7) 試運転と保証期間中の消耗品

(4) 蒸気タービンおよび補機

本業務には、以下の機器／機材を含むものとするが、これに限定するものではない。

- 1) 蒸気タービン
- 2) 復水器
- 3) 蒸気タービンバイパス装置（高圧バイパス）
- 4) 蒸気タービンバイパス装置（低圧バイパス）
- 5) 復水器電気防食装置
- 6) 復水器細管洗浄装置
- 7) 復水器真空ポンプ
- 8) 復水ポンプ
- 9) グランド蒸気復水器
- 10) 復水脱塩装置
- 11) 低圧給水加熱器
- 12) 脱気器
- 13) タービン駆動ボイラ給水ポンプ
- 14) モータ駆動ボラ給水ポンプ
- 15) 高圧給水加熱器
- 16) 冷却水ポンプ
- 17) 軸受冷却水冷却器
- 18) 補助油ポンプ
- 19) 緊急軸受油ポンプ
- 20) 油冷却器
- 21) ターニングギア
- 22) ターニングギア油ポンプ
- 23) 必須予備品
- 24) 工具および試験装置
- 25) 試運転と保証期間中の消耗品

(5) 発電設備補機

本業務には、以下の機器／機材を含むものとするが、これに限定するものではない。

- 1) 補助ボイラ
  - 2) スクリーン、ポンプ、配管を含む循環水供給系統
  - 3) 塩素注入装置
  - 4) 所内用水供給設備・タンクを含む脱塩装置
  - 5) 純水装置
  - 6) 補給水タンク
  - 7) 薬品注入／サンプリング装置
  - 8) 水素製造装置
  - 9) 窒素・酸素製造装置
-

- 10) 二酸化炭素・窒素供給系統
- 11) 圧縮空気（制御空気・所内空気）供給系統
- 12) 排水処理設備
- 13) 消火設備
- 14) 化学分析室備品
- 15) 天井クレーン

(6) 電気設備

本業務には、以下の機器／機材を含むものとするが、これに限定するものではない。

- 1) 発電機
- 2) 発電機昇圧変圧器
- 3) ユニット補助変圧器およびステーション補助変圧器
- 4) 電源供給設備（メタルクラッドスイッチギア、補助変圧器、非常用ディーゼル発電機等）
- 5) 保護装置および計測装置
- 6) 400kV 開閉所用設備
- 7) 励起システムを含む発電機補助装置
- 8) GCB、IPB、VT / SA、NGR を含む発電機回路設備
- 9) モーターコントロールセンター（MCC）ならびに分電盤
- 10) 無停電電源装置（UPS）
- 11) DC 電源設備
- 12) 陰極防食設備
- 13) 電源ケーブルと配線材料
- 14) 制御ケーブルと配線材料
- 15) ケーブルトレイとフィッティング材料
- 16) 接地並びに雷保護設備
- 17) プラント照明設備
- 18) 通信設備

(7) 計測・制御装置

本業務には、以下の機器／機材を含むものとするが、これに限定するものではない。

- 1) プラントインターロックシステム
- 2) ボイラ制御システム
- 3) バーナ制御システム
- 4) タービン制御システム
- 5) プラント補助インターロックおよびシーケンス制御システム
- 6) データ取得履歴ストレージおよび検索システム
- 7) ローカル制御システム
- 8) 遠隔監視システム
- 9) CEMS（プラント排出連続監視システム）
- 10) CMMS（コンピュータ保全管理システム）
- 11) 燃料石炭分析システム
- 12) 回転機械振動モニター
- 13) 水/蒸気分析システム
- 14) 計装および制御ケーブル

(8) 土木工事・建築建屋

本業務には、以下の土木工事と建築建屋を含むものとするが、これに限定するものではない。

- 1) 地盤改良
- 2) 敷地造成
  - 貯炭場エリア（+5.0 m M.S.L）

- 発電設備および開閉設備エリア（+10.0 m M.S.L）
  - 3) タービン建屋
  - 4) 中央制御棟
  - 5) 燃料油ポンプ電気室
  - 6) 水素ガス発生室
  - 7) 電気集塵器&石炭灰制御・電気室
  - 8) FGD 電気、制御建屋
  - 9) 脱硫・脱硝設備電気室
  - 10) 水処理設備制御建屋
  - 11) 化学分析棟（オプション）
  - 12) 排水処置設備制御・電気室
  - 13) 濾過水ポンプ、エアコンプレッサ室
  - 14) 消火ポンプ室および電気室（オプション）
  - 15) 運炭制御建屋
  - 16) 運炭コンベア用トランスファータワー制御室
  - 17) 石炭ヤード電気室
  - 18) 高濃度スラリー処理建屋
  - 19) 取水部、電気、塩素処理、脱塩建屋
  - 20) 循環水ポンプ室
  - 21) 工作室（オプション）及び倉庫
  - 22) ファイヤステーション（オプション）
  - 23) 事務所棟
  - 24) 食堂
  - 25) 車庫
  - 26) 煙突および基礎
  - 27) TG 基礎、ボイラ基礎および付帯設備基礎
  - 28) 石炭バンカ基礎
  - 29) 復水器冷却用取放水設備（取水口、取水路、取水槽、放水路、放水口）
  - 30) 電気集塵器基礎
  - 31) 脱硫設備基礎
  - 32) 排気ダクト受け架台基礎
  - 33) 石灰石コンベヤ基礎
  - 34) 灰サイロ、石灰石サイロ
  - 35) 水処理設備基礎
  - 36) 汚水処理設備基礎
  - 37) 塩素施設機器及び配管基礎
  - 38) 諸タンクおよび基礎
  - 39) 軽油タンク基礎および防油堤
  - 40) 配管架台基礎およびトレンチ
  - 41) 貯炭場、貯炭場上屋および基礎
  - 42) 貯運炭設備基礎
  - 43) 運炭コンベア基礎、トランスファータワー基礎およびジャンクションタワー基礎
  - 44) 石灰石・アンモニア受入栈橋
  - 45) 変圧器基礎
  - 46) 開閉設備
  - 47) 雨水排水設備
  - 48) 構内道路
  - 49) 屋外照明灯基礎
  - 50) 整地および造園
  - 51) フェンスおよびゲート
-

(9) 発電設備運転保守に必要な装置・ツール

本業務には、以下の機器／機材を含むものとするが、これに限定するものではない。

- 1) 工具  
TIG 溶接機/AC 溶接機/DC 溶接機/ 旋盤/ ボール盤/ フライス盤/ グラインダ (据付型) / グラインダ (手持型) / 管曲げ機/ 圧縮機/ その他
- 2) 計測機器  
赤外線サーモグラフ/ 放射温度計/ 超音波厚さ計/ オキシメータ/ 騒音計/ ガス検知器/ pHメータ/ その他
- 3) 緊急用機器  
排水ポンプ (エンジン式) / 排水ポンプ (電気式) / 換気ファン (大) / 換気ファン (小) / その他
- 4) 事務用品  
パソコン/ コピー機/ ハンディビデオ/ カメラ/ プロジェクタ/ テレビモニタ
- 5) 消火器  
消火器 (200L) / 消火器 (100L) / 消火器 (50L) / 消火器 (20L) / オイルフェンス

(10) 建設工事

本業務の工事は下記に限定されるものではないが、建設および起動／試運転業務を含む。

- 1) 工事における懸念に対する安全安心を維持するための工程、進捗および工事監理を含む建設工事管理
  - 2) 工事における全局面をカバーする品質保証／品質管理のプログラムの準備、実行および管理
  - 3) 建設／設置、配管、配線と試運転に必要な全ての図書／図面の準備
  - 4) 建設および試運転に必要な全ての設備、消耗品および工具類の準備
  - 5) 飲料水／用水、照明および排水／衛生施設を含む必要な設備を備えた現場事務所／住居の準備
  - 6) 全ての設備や資材用保管庫の準備
  - 7) 通知書と書類作成の必要な手続きを伴う船積みおよび通関手続き
  - 8) 全ての地方、州および政府の許可の取得と確保
  - 9) 全設備／資材について品質を維持された状態での輸送、保管および取り扱い
  - 10) 補機類の起動から初並列までの間の燃料費
  - 11) 電気、用水、ガスおよび圧縮空気を含む建設用ユーティリティの準備
  - 12) 全設備の建設、設置、調整及び組み立て
  - 13) 全設備の配管および配線
  - 14) 全設備の試験および試運転
  - 15) 保証／要求データ／特性の検証を含む性能試験
  - 16) 全設備の洗浄および現場での建設後の必要な全資材の洗浄
  - 17) 建設工事管理
  - 18) 冷却水の条件を明確にするための水文、海底および再循環調査
  - 19) 現場の地形地質調査／ボーリング調査
  - 20) 現場の土質調査
  - 21) 建設のための労働力および工具類
  - 22) 建設施設
  - 23) 安全および損失抑制プログラム
  - 24) 品質保証プログラム
  - 25) 調達進捗管理
  - 26) メーカーの現地業務
  - 27) (通関手続きを含む) 設備や資材の受領、取扱いおよび保管
  - 28) 運転前点検、試験および試運転
-

- 29) 建設完了および現地仕上げ工事
- 30) 保管エリアの建設
- 31) 建設期間中の応急手当および安全確保
- 32) 実施機関の要求に応じた調整会議や他の会議への出席

(11) 技術的業務

発電設備の工事に関する業務は、限定されるものではないが下記を含む。

- 1) 工事において懸念される予期しない困難や障害の解決のための工程及び進捗を含むプロジェクト管理
- 2) 実施機関への定期報告をふくむ全工事／設備に関する品質保証
- 3) 実施機関やコンサルタントに提出する全システムおよび設備の設計、書類や図面の準備
- 4) 求められた時に購入書類が開示可能な全設備の調達／製造
- 5) 実施機関への事前の書類提出および結果報告を伴う工場試験
- 6) 発電所職員に対する効果的な設備／資材を使用した工場研修
- 7) 机上業務および試験を含む現場研修
- 8) 保護リレー設置計画の準備
- 9) 設計検証、進捗およびプロジェクトの調整のための会議出席
- 10) 運転維持管理マニュアルの準備
- 11) プロジェクト実施中に追加要求される図面および図書の準備



### 7.3 燃料調達計画

#### 7.3.1 石炭の種類

石炭は図 7.3-1 に示すように炭化度の進行により大別して 4 つのタイプに分けられ、また用途に応じて 3 つに分類される。

石炭化度（Bituminization）の低い順から褐炭（Brown Coal）、亜瀝青炭（Sub-bituminous）、瀝青炭（Bituminous）、無煙炭（Anthracite）に分類される。石炭化度が高くなるにつれ、発熱量（Calorific Value）は高くなり、石炭に含まれる水分（Moisture）は低くなる。

また分類ごとの主な用途は以下のとおりである。

- ・ 無煙炭（Anthracite）：焼結用、練炭
- ・ 原料炭（Coking）：製鉄、コークス原料
- ・ 一般炭（Thermal）：発電、セメント燃料

Category	Brown Coal	Sub-bituminous	Bituminous	Anthracite
Bituminization				
Calorific Value (kcal/kg)	2,500 - 4,000	4,000 - 6,000	4,500 - 7,000	4,500 - 8,000
Moisture (%)	60 - 30	30 - 15	Less than 15	Less than 10

Category	Thermal	Coking	Anthracite
Intended Purpose	Power generation Cement fuel	Iron making Coke raw material	Sintering Coal briquette

出典：調査団作成

図 7.3-1 石炭の種類

### 7.3.2 世界の石炭可採埋蔵量

世界の石炭可採埋蔵量を表 7.3-1 に示す。2019 年の世界の石炭可採埋蔵量は 10,696 億トンであり、可採年数は 132 年となっている。石油やガスに比べ可採年数が長く、様々な地域・国に賦存していることが特徴である。国別の埋蔵量では米国、ロシア、オーストラリア、中国、インド、インドネシアの順となっている。

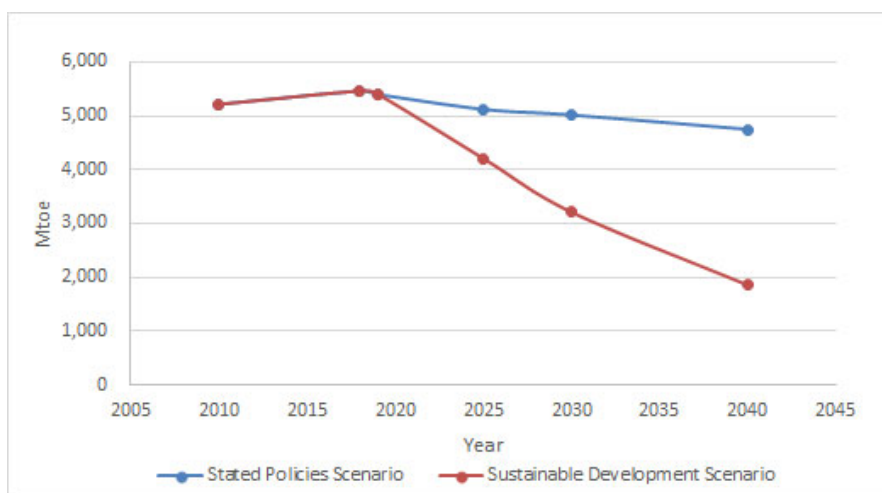
表 7.3-1 世界の石炭可採埋蔵量

Million tonnes	Anthracite and bituminous	Sub-bituminous and lignite	Total	Share of Total	R/P ratio
Canada	4,346	2,236	6,582	0.6%	130
Mexico	1,160	51	1,211	0.1%	108
US	219,534	30,003	249,537	23.3%	390
<b>Total North America</b>	<b>225,040</b>	<b>32,290</b>	<b>257,330</b>	<b>24.1%</b>	<b>367</b>
Brazil	1,547	5,049	6,596	0.6%	*
Colombia	4,554	0	4,554	0.4%	55
Venezuela	731	0	731	0.1%	*
Other S. & Cent. America	1,784	24	1,808	0.2%	*
<b>Total S. &amp; Cent. America</b>	<b>8,616</b>	<b>5,073</b>	<b>13,689</b>	<b>1.3%</b>	<b>152</b>
Bulgaria	192	2,174	2,366	0.2%	153
Czech Republic	413	2,514	2,927	0.3%	71
Germany	0	35,900	35,900	3.4%	268
Greece	0	2,876	2,876	0.3%	105
Hungary	276	2,633	2,909	0.3%	425
Poland	21,067	5,865	26,932	2.5%	240
Romania	11	280	291	◆	13
Serbia	402	7,112	7,514	0.7%	193
Spain	868	319	1,187	0.1%	*
Turkey	550	10,975	11,525	1.1%	140
Ukraine	32,039	2,336	34,375	3.2%	*
United Kingdom	26	0	26	◆	12
Other Europe	1,109	5,172	6,281	0.6%	141
<b>Total Europe</b>	<b>56,953</b>	<b>78,156</b>	<b>135,109</b>	<b>12.6%</b>	<b>244</b>
Kazakhstan	25,605	0	25,605	2.4%	222
Russian Federation	71,719	90,447	162,166	15.2%	369
Uzbekistan	1,375	0	1,375	0.1%	339
Other CIS	1,509	0	1,509	0.1%	331
<b>Total CIS</b>	<b>100,208</b>	<b>90,447</b>	<b>190,655</b>	<b>17.8%</b>	<b>338</b>
South Africa	9,893	0	9,893	0.9%	39
Zimbabwe	502	0	502	◆	215
Other Africa	4,376	66	4,442	0.4%	202
Middle East	1,203	0	1,203	0.1%	*
<b>Total Middle East &amp; Africa</b>	<b>15,974</b>	<b>66</b>	<b>16,040</b>	<b>1.5%</b>	<b>57</b>
Australia	72,571	76,508	149,079	13.9%	294
China	133,467	8,128	141,595	13.2%	37
India	100,858	5,073	105,931	9.9%	140
Indonesia	28,163	11,728	39,891	3.7%	65
Japan	340	10	350	◆	462
Mongolia	1,170	1,350	2,520	0.2%	44
New Zealand	825	6,750	7,575	0.7%	*
Pakistan	207	2,857	3,064	0.3%	481
South Korea	326	0	326	◆	300
Thailand	0	1,063	1,063	0.1%	76
Vietnam	3,116	244	3,360	0.3%	73
Other Asia Pacific	1,333	726	2,059	0.2%	32
<b>Total Asia Pacific</b>	<b>342,376</b>	<b>114,437</b>	<b>456,813</b>	<b>42.7%</b>	<b>77</b>
<b>Total World</b>	<b>749,167</b>	<b>320,469</b>	<b>1,069,636</b>	<b>100.0%</b>	<b>132</b>

出典：BP Statistical Review of World Energy 2020

### 7.3.3 世界の石炭需要

世界の石炭需要について 2019 年までの実績と 2040 年までの予測を図 7.3-2 に示す。IEA の予測シナリオは Covid-19 の影響を 2021 年までに抑えることができ、同年に Covid-19 以前の世界経済の水準まで回復した場合の予測（Stated Policies Scenario）とパリ協定等の指針を達成するために持続可能なエネルギー開発を実施した場合の予測（Sustainable Development Scenario）の 2 通りが示されている。



出典：IEA World Energy Outlook 2020

図 7.3-2 世界の石炭需要予測

Covid-19 以前は堅調に伸びていた世界の石炭需要は、Stated Policies Scenario では 2040 年まで緩やかに下降する予測となっている。また、Sustainable Development Scenario では 2040 年の石炭需要は 2019 年と比較すると 34%程度まで低下する予測となっている。

### 7.3.4 世界の石炭生産量

世界の石炭生産量を表 7.3-2 に示す。2019 年の世界の石炭生産量は 81 億トンであり、国別の生産量では中国が他国を圧倒する生産量となっており、世界全体の石炭生産量の約 47%が中国 1 国で生産されている。次いで、インド、米国、インドネシアの順になっている。

表 7.3-2 世界の石炭生産量

Million tonnes	2019
Canada	50.5
Mexico	11.2
US	639.8
<b>Total North America</b>	<b>701.5</b>
Brazil	7.8
Colombia	82.4
Venezuela	0.3
Other S. & Cent. America	1.2
<b>Total S. &amp; Cent. America</b>	<b>91.7</b>
Bulgaria	15.4
Czech Republic	41.0
Germany	133.9
Greece	27.3
Hungary	6.9
Poland	112.4
Romania	21.7
Serbia	39.0
Spain	0.1
Turkey	84.0
Ukraine	26.2
United Kingdom	2.2
Other Europe	67.5
<b>Total Europe</b>	<b>577.4</b>
Kazakhstan	115.4
Russian Federation	440.4
USSR	n/a
Uzbekistan	4.1
Other CIS	6.9
<b>Total CIS</b>	<b>566.8</b>
<b>Total Middle East</b>	<b>1.5</b>
South Africa	254.3
Zimbabwe	2.3
Other Africa	22.0
<b>Total Africa</b>	<b>278.7</b>
Australia	506.7
China	3846.0
India	756.4
Indonesia	610.0
Japan	0.8
Mongolia	57.1
New Zealand	3.0
Pakistan	6.4
South Korea	1.1
Thailand	14.1
Vietnam	46.3
Other Asia Pacific	63.8
<b>Total Asia Pacific</b>	<b>5911.8</b>
<b>Total World</b>	<b>8129.4</b>

出典：BP Statistical Review of World Energy 2020

### 7.3.5 石炭輸出国

2019年の主な石炭輸出国を表 7.3-3 に示す。インドネシア、オーストラリア、ロシアの順となっている。一方、中国、インド、米国は自国消費に充てているため、輸出量は少ない。

表 7.3-3 石炭輸出量上位国

(million tonnes)

Indonesia	455
Australia	393
Russian Federation	217
US	84
South Africa	81
Colombia	72
Canada	36
Mongolia	28
Kazakhstan	25
Philippines	14

出典：IEA Coal Information 2020

### 7.3.6 石炭輸入国

2019年の主な石炭輸入国を表 7.3-4 に示す。中国、インド、日本、韓国の順となっており、東アジア諸国が中心である。また欧州諸国も輸入を行っている。

表 7.3-4 石炭輸入量上位国

(million tonnes)

China	298
India	247
Japan	185
Korea	130
Chinese Taipei	67
Viet Nam	44
Germany	41
Turkey	38

出典：IEA Coal Information 2020

### 7.3.7 石炭仕様

本事業は、1/2号機事業の拡張フェーズとして高効率の超々臨界圧石炭火力発電所（3/4号機）および関連設備を建設し、石炭船が着積する石炭受入栈橋は1/2号機事業と共用するため、石炭の産地は1/2号機事業の計画と同一のものとするのが、経済性の観点から妥当である。

2021年10月時点では1/2号機事業の石炭の産地は確定していないものの、1/2号機事業のEPCコントラクトに提示された性能炭（Performance Coal）および設計炭（Range）の仕様は表7.3-5のとおりである。

今後、石炭の産地を確定する際には、表7.3-5に示す仕様だけでなく、以下についても留意する必要がある。

- ・ 石炭の粉碎性：ハードグローブ粉碎性指数（HGI: Hardgrove Grindability Index）  
 国際基準・規格による許容値はない。  
 石炭の粉碎性の指標であり、数値が大きいほど、粉碎しやすい。  
 粉碎機の設計に考慮される指標である。  
 1/2号機事業の基本設計でのHGIは55～63である。
- ・ 環境影響負荷低減：低Hg, Cd, Pb  
 国際基準・規格による許容値はない。  
 人体への影響があるため、微量元素は少ない方が望ましい。  
 IEA Clean Coal Centerが発行した文書<sup>1</sup>によると、微量元素分析結果（平均）は以下の通りである。

Element	Average range (mg/kg)
Cadmium (Cd)	0.01 - 0.19
Mercury (Hg)	0.03 - 0.19
Lead (Pb)	1.1 - 22

出典：IEA Clean Coal Center

表 7.3-5 性能炭および設計炭仕様

Item	Unit	Performance Coal	Range	
			Single Brand	Blending Coal
<b>(1) Heating Values</b>				
GAR (Gross as received) (HHV)	kcal/kg	4,600	4,200 - 5,200	4,500 - 4,900
NAR (Net as received) (LHV)	kcal/kg	4,240		
<b>(2) Total Moisture (as received base)</b>				
Total moisture	%	31.0	Max. 38.0	Max. 38.0
<b>(3) Proximate Analysis (air dry base)</b>				
Inherent moisture	%	16.0	Max. 25.0	Max. 25.0
Ash	%	6.0	Max. 7.0	Max. 20.0
Volatile matter	%	40.0		
Fixed carbon	%	38.0		
<b>(4) Total Sulphur (air dry base)</b>				
Total Sulphur	%	1.0	Max. 1.0	Max. 1.0

出典：調査団作成

性能炭の指標は、発電設備の性能試験時に出力や効率の計測値から性能保証値（出力および効率）を算出する際に補正するための基準値である。

設計炭の指標は、炭種が一種類の場合（Single Brand）と複数の炭種が混合された場合（Blending Coal）に大別される。どちらの場合でも表7.3-5の範囲内で発電設備は連続運転しなければならない

<sup>1</sup> Trace element emissions from coal

い。

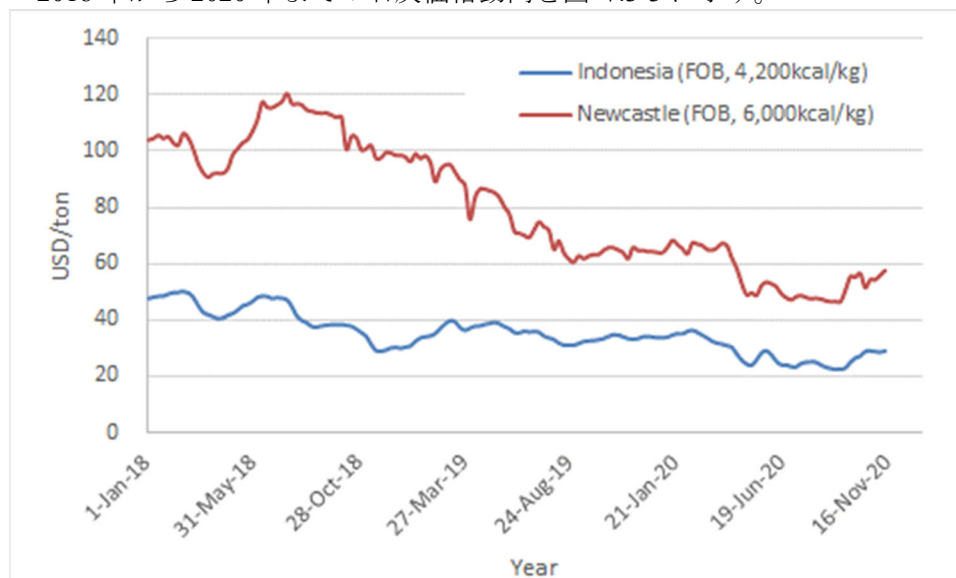
また石炭性状の項目についての説明は以下のとおりである。

- ・ 高位発熱量（GAR (Gross as received) (HHV)）：当国で石炭受取時の高位発熱量である。低位発熱量（NAR (Net as received) (LHV)）と潜熱（水分の気化熱）の合計値となり、石炭消費量に影響する。
- ・ 全水分（Total moisture）：石炭が保有する水分と付着水分の合計値となり、効率に影響する。
- ・ 固有水分（Inherent moisture）：石炭が保有する水分である。炭化度の指標の一つで、自然発熱性に影響する。
- ・ 灰分（Ash）：灰中未燃分で、灰処理に影響する。
- ・ 揮発分（Volatile matter）：燃焼性と効率に影響する。
- ・ 固定炭素（Fixed carbon）：炭化度の指標の一つである。
- ・ 硫黄分（Total sulfure）：SOx 発生量に影響する。

### 7.3.8 石炭価格

#### (1) 価格動向

2018年から2020年までの石炭価格動向を図 7.3-3 に示す。



出典：IEA Coal 2020

図 7.3-3 石炭価格動向

石炭価格は発熱量によって異なる。

2019年以降は、発熱量の違いによる価格差はほぼ一定であり、発熱量 6,000kcal/kg の石炭価格の 47%～50%が発熱量 4,200kcal/kg の石炭価格となっている。

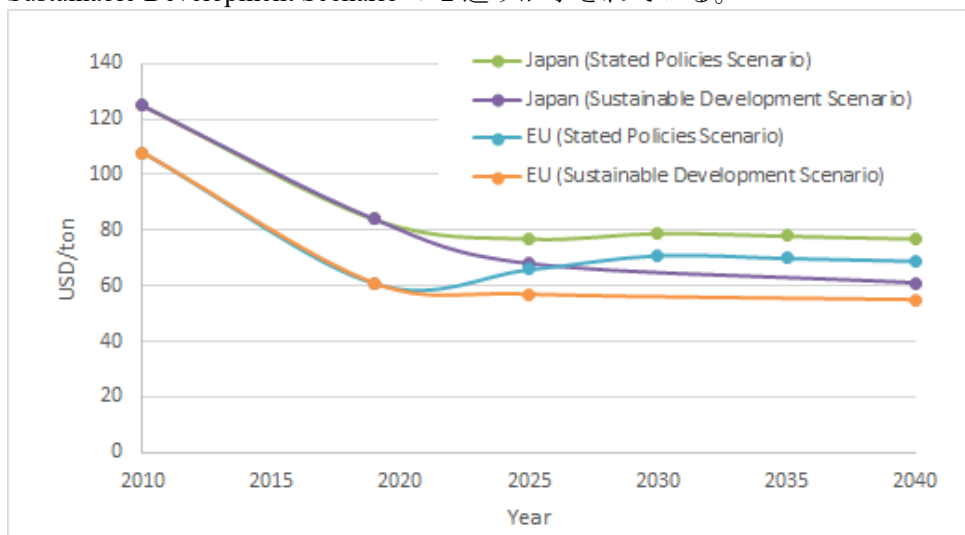
石炭価格は、主要な輸出国である豪州・インドネシア、輸入国である中国・インドの動向に大きく左右される

2020年12月以降、Covid-19の経済回復による需要の増加や中国における豪州炭の輸入制限等が市場価格に影響を与えている。

世界的な石炭供給力不足により、石炭価格は過去10年間で最も高い水準に上昇している。

(2) 価格予測

日本およびEUの輸入炭（発熱量平均 6,000kcal/kg）価格の2019年までの実績と2040年までの予測を図 7.3-4 に示す。IEA の予測シナリオは世界の石炭需要同様、Stated Policies Scenario と Sustainable Development Scenario の2通りが示されている。



出典：IEA World Energy Outlook 2020

図 7.3-4 石炭価格予測

日本の場合、2019年の実績と2040年での予測を比較すると、Stated Policies Scenario では、ほぼ横ばい、Sustainable Development Scenario では2割程度価格が下がると予測されている。

(3) 当国での輸入炭価格予測

当国での輸入炭価格予測について、まず石炭 FOB 価格を予測する。図 7.3-5 に豪州のニューキャッスル港での2001年以降の発熱量 6,000kcal/kg の石炭 FOB 価格推移を示す。

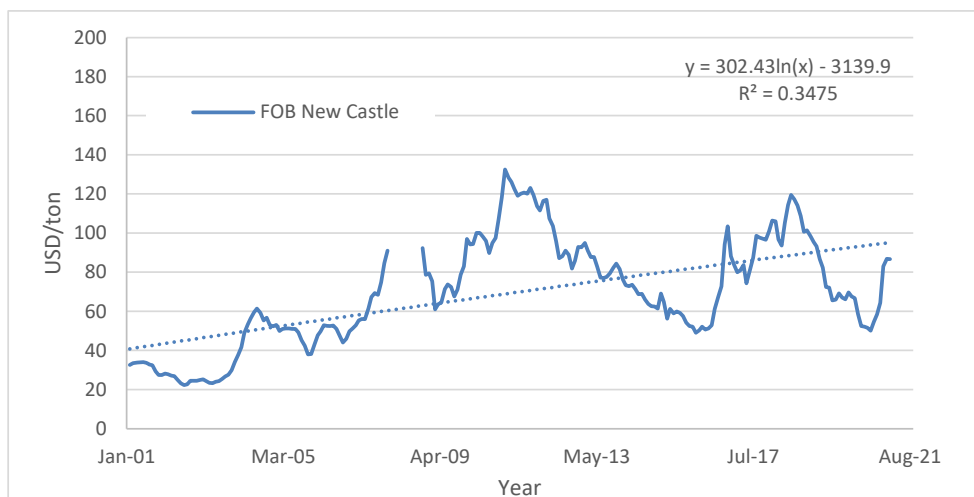


出典：index mundi website より調査団作成

図 7.3-5 豪州ニューキャッスル港での発熱量 6,000kcal/kg の石炭 FOB 価格推移

傾向を検討するにあたり、図 7.3-5 に示す 2008 年 1 月～10 月の急速な価格上昇は将来の価格を予測するには不適當であるため、当該期間を外し、回帰直線を得た結果を図 7.3-6 に示す。



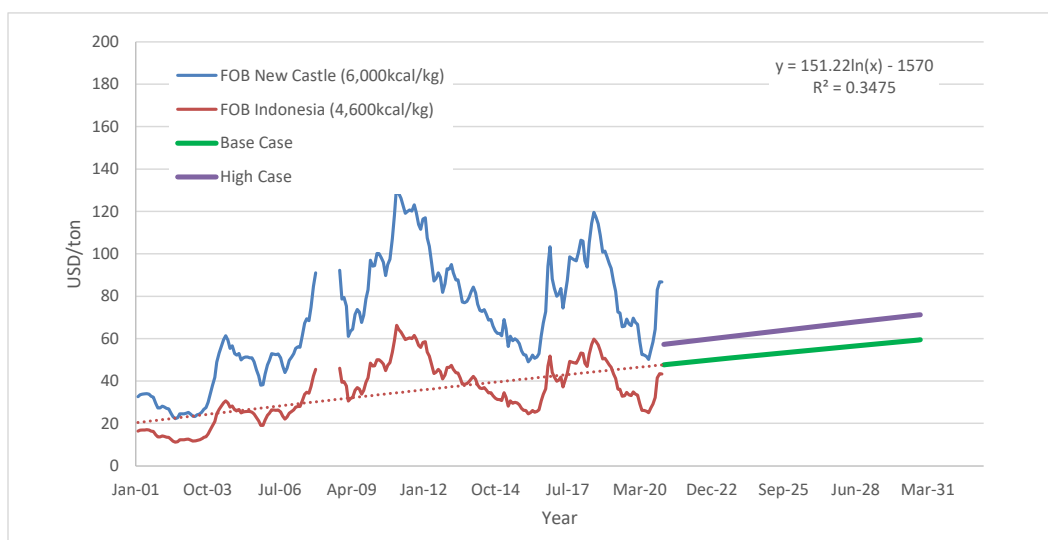


出典：調査団作成

図 7.3-6 図 7.3-5 から 2008 年 1 月～10 月のデータを除いた回帰直線

図 7.3-3 に示すように石炭価格は発熱量の違いにより価格差はほぼ一定であるため、図 7.3-6 に示す豪州ニューキャッスル港での発熱量 6,000kcal/kg の石炭 FOB 価格推移をもとにし、表 7.3-5 に示す当国が輸入予定の性能炭（発熱量 4,600kcal/kg）を 1/2 号機事業の FS レポートで妥当性が確認されたインドネシアから輸入した場合の石炭 FOB 価格の想定を図 7.3-7 に示す。

図 7.3-3 に示す価格差を参考にし、インドネシアから輸入した場合の石炭 FOB 価格（発熱量 4,600kcal/kg）は豪州ニューキャッスル港での石炭 FOB 価格の 50%とした。また、これをベースケースと想定し、ハイケースとしてはベースケース+20%を想定した。



備考：3/4 号機の運転開始時期である 2030 年までの想定

出典：調査団作成

図 7.3-7 豪州ニューキャッスル港での石炭 FOB 価格をベースにし、インドネシアから性能炭を輸入した場合の High Case、Base Case の FOB 価格予想

IEA が日本や EU の輸入炭価格が下がると予測した背景には先進国のゼロエミッションに向けた取組みが促進することにより需要が減ると想定しているためである。一方、当国も含め国の政策によっては石炭火力発電所の運用が必要である国々があることは事実であるため、これらの国々には今後も石炭が必要である。

したがって、石炭の需給バランスによることになるが、過去 20 年間の輸入炭価格の傾向を確認する限りでは、輸入炭価格は上昇する傾向である予想できる。

当国での輸入炭価格は石炭 FOB 価格に輸送費・保険料ならびに当国でのハンドリング費用を付加したものとなる。

近年、輸送費・保険料は高騰している。当該費用は船舶運航の逼迫状況により大きく変動するため予測することが困難であるが、本調査では Argus Media Group が 2020 年 12 月 8 日に発行している Argus Coal Transportation や日本エネルギー経済研究所の定例研究報告を参考にし、ベースケースは USD 15/ton、ハイケースは 20%増の USD 18/ton を輸送費・保険料とした。

当国でのハンドリング費用は、運転員数、給与ならびに O&M 費を考慮し試算した USD10/ton とする。なお、当該 O&M 費は事業評価で使用される O&M 費の一部となるため、一定の費用とする。

上述の費用を全て考慮し算出した結果を表 7.3-6 に示す。

表 7.3-6 当国での輸入炭価格想定（USD/ton）

Year	FOB Price (4,600kcal/kg)		Freight & Insurance (DWT 80,000)		Handling Cost	Total of Coal Price	
	Base Case	High Case	Base Case	High Case		Base Case	High Case
2021	48.6	58.4	15.0	18.0	10	73.6	86.4
2022	49.9	59.9	15.0	18.0	10	74.9	87.9
2023	51.1	61.3	15.0	18.0	10	76.1	89.3
2024	52.3	62.8	15.0	18.0	10	77.3	90.8
2025	53.5	64.2	15.0	18.0	10	78.5	92.2
2026	54.7	65.7	15.0	18.0	10	79.7	93.7
2027	55.9	67.1	15.0	18.0	10	80.9	95.1
2028	57.1	68.5	15.0	18.0	10	82.1	96.5
2029	58.3	69.9	15.0	18.0	10	83.3	97.9
2030	59.4	71.3	15.0	18.0	10	84.4	99.3

出典：調査団作成

### 7.3.9 石炭輸送、積出港、海上ルート、航海日数

1/2号機事業のFSレポートでは、当国が輸入可能な炭種（亜瀝青炭）、輸送船の距離、輸出国の炭鉱、石炭生産能力および積み出し港等の調査結果にもとづき、妥当性が確認されたインドネシア、豪州、南アフリカならびにモザンビークから石炭を調達する場合について詳細に検討されている。

一方、2021年10月時点では、石炭の調達先はまだ決定されていないことを実施機関に確認したが、経済性の観点から1/2号機事業のFSレポートで検討されている近隣国であるインドネシアまたは豪州から石炭を調達する可能性は高いと考えられる。

したがって、本項では、1/2号機事業のFSレポートで記述されているインドネシアならびに豪州から石炭を輸入する場合の検討結果をもとにし、計画されている1/2号機設備仕様を反映し、航海日数を再試算した結果を表7.3-7に示す。

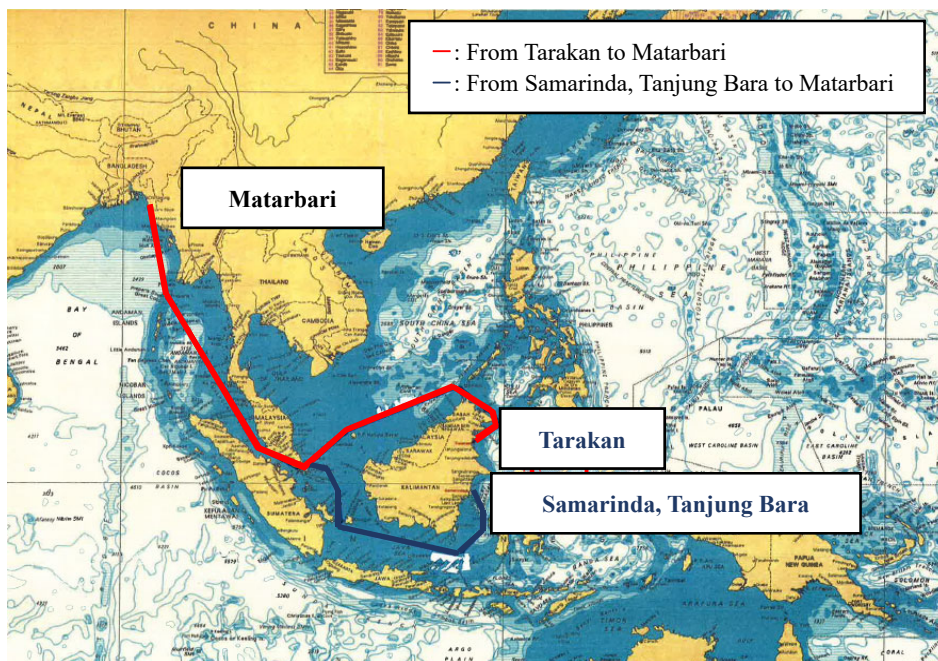
また当国のマタバリ港とインドネシアの東カリマンタン島間の海上輸送ルートを図7.3-8に、豪州のニューキャッスル港からの海上輸送ルートを図7.3-9に示す。

なお、実施機関が調達先の石炭の産地を選定する段階で、その調達先が適切な環境配慮を行っているかを、実施機関が可能な範囲で確認することを提言する。

表 7.3-7 インドネシア、豪州の主要港からの航海日数の試算

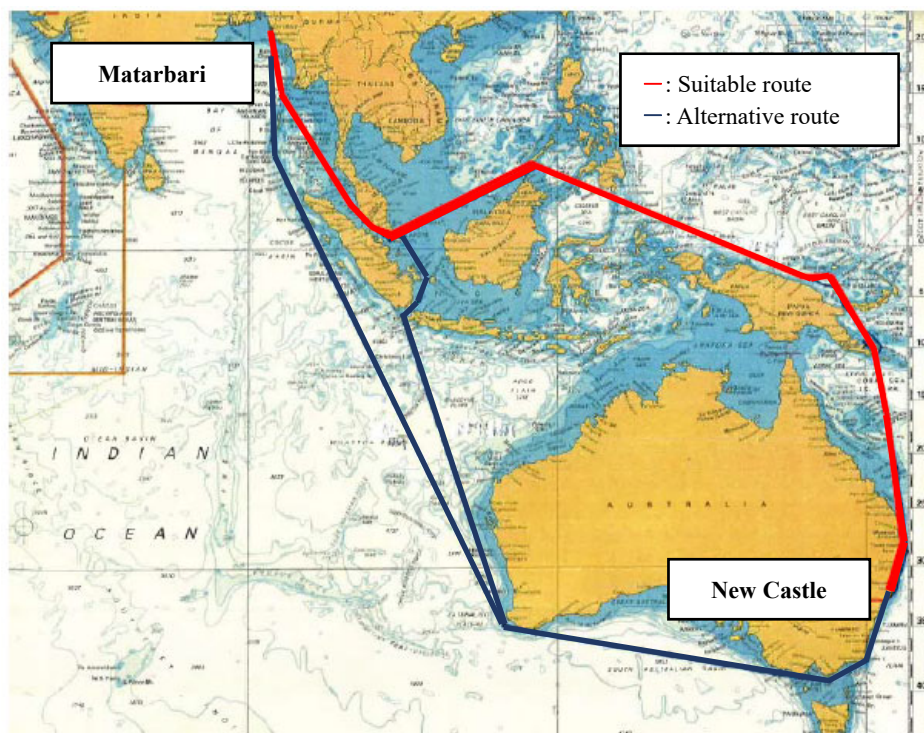
Item	Representative Port			
	Australia	Indonesia		
Loading Port	NEW CASTLE (Jetty)	TARAKAN (Anchored)	SAMARINDA (Anchored)	TANJUNG BARA (Jetty)
Planned vessel	PANAMAX type (DWT 80,000)			
Expected sailing speed (Outward / Homeward)	14knt / 13knt			
[Bound]				
Distance of shipping via Singapore (mile)	5,824	2,837	2,647	2,716
Navigation days (day)	17.33 (= 5,824/14knt)	8.44 (= 2,837/14knt)	7.88 (= 2,647/14knt)	8.08 (= 2,716/14knt)
Time of fuel supply at Singapore (day)	0.3			
Waiting days of loading on offing (day)	10	3		
Loading capacity of one day (ton/day)	30,000	10,000	17,000	35,000
The total number of loading days (day)	2.7 (= 80,000/30,000)	8.0 (= 80,000/10,000)	4.7 (= 80,000/17,000)	2.3 (= 80,000/35,000)
[Return]				
Distance of shipping via Singapore (mile)	5,824	2,837	2,647	2,716
Navigation days (day)	18.67 (= 5,824/13knt)	9.09 (= 2,837/13knt)	8.48 (= 2,647/13knt)	8.71 (= 2,716/13knt)
Waiting days of unloading (day)	2			
The total number of unloading days (day)	2.29			
The total number of navigation days (day)	53.3	33.1	28.7	26.7
The number of annual shipping (shipping/year)	6	11	12	13

出典：バングラデシュ国チッタゴン石炭火力発電所建設事業準備調査報告書をもとにし調査団作成



出典：バングラデシュ国チッタゴン石炭火力発電所建設事業準備調査報告書

図 7.3-8 インドネシア・東カリマンタン島からの海上ルート



出典：バングラデシュ国チッタゴン石炭火力発電所建設事業準備調査報告書

図 7.3-9 豪州からの海上ルート

## 第8章 設備設計

### 8.1 発電設備の概要

#### 8.1.1 設計方針

##### (1) 発電設備設計方針

3/4号機は、先行して建設中の1/2号機に隣接することから、基本設計は先行機1/2号機の計画を踏襲するが、昨今の地球温暖化対策強化の世界的流れに応じて、プラント性能、環境性能や将来の再生可能エネルギーの普及をにらんだ電力系統安定化に寄与する機能などについては、さらなる向上を考慮するものとする。

また、本事業では、本邦メーカーの高品質かつ高効率で環境性能の高いインフラ輸出を前提とすることから、その高いパフォーマンスを活用できる設計条件とする。

##### (2) 発電設備の設計条件（自然条件）

1/2号機の計画と同じ、設計大気温度 30°C（15°C～35°C）、設計湿度 80%、海水温度 30°C（タービンケーパビリティ 32°C）をベースとする。

##### (3) 発電設備の型式

「8.2 プラントシステムの基本検討」で述べるように、発電設備は、1/2号機の計画と同じ、石炭焚き USC 600MW 変圧プラントとして計画する。

出力は1/2号機と同じ発電機端で 600MW、所内率 6.5%で計画するため、送電端出力は 561MW となる。

変圧プラントとする理由としては、将来の再生可能エネルギーの導入を勘案し、中間負荷対応においても高効率運転を可能とするためである。

負荷変化速度の向上に対しては、プラント変動要素が少ない分、定圧プラントが有利になる面もあるが、総合的に判断して変圧プラントとする。

##### (4) 発電設備の熱効率

3/4号機の発電設備の総合熱効率は下記とする。

石炭焚き発電設備・定格出力時の熱効率：41.1%以上  
（高位発熱量、発電端、亜瀝青炭（1/2号機性能保証炭））

炭種によって、ボイラ熱効率は変化するが、3/4号機では、亜瀝青炭（1/2号機性能保証炭）専焼時に 41.1%を満足できる発電設備として計画する。

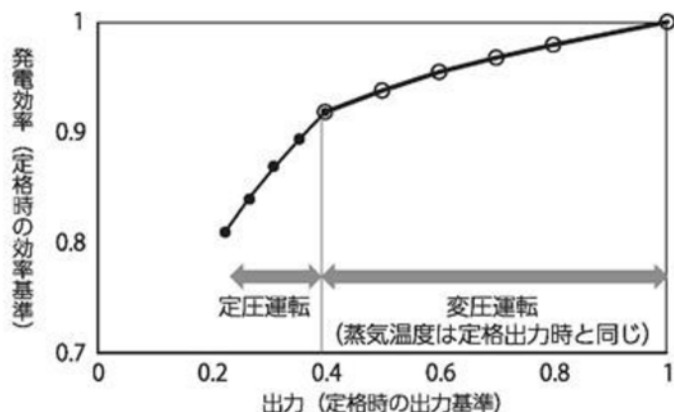
また、ボイラとタービンの蒸気条件は、超々臨界圧（USC）とする。

なお、熱効率（高位発熱量、発電端）は蒸気条件ならびに計画炭種（瀝青炭または亜瀝青炭）により異なる。この違いを下記に示す。

- ・ 瀝青炭の場合  
主蒸気温度／再熱蒸気温度＝600°C／600°C、43.5%
- ・ 亜瀝青炭（1/2号機性能保証炭）の場合  
主蒸気温度／再熱蒸気温度＝600°C／600°C、41.1%  
600°C／610°C、41.1+0.1%（絶対値）  
600°C／620°C、41.1+0.2%（絶対値）

先行機1/2号機の定格蒸気条件は、主蒸気圧力 24.5MPa、主蒸気温度 600°C、再熱蒸気温度 600°C であるが、3/4号機も1/2号機と同等の蒸気条件で計画する。

送電端のヒートレートは、1/2号機と同様に9,295kJ/kWhで計画する。  
なお、部分負荷における発電設備の総合熱効率は図8.1-1のように変化する。



出典：2020年10月28日 電気新聞（電力中央研究所）

図 8.1-1 石炭火力（汽力発電）の出力と発電効率

図 8.1-1 より、定格出力時の総合熱効率（高位発熱量 HHV、発電機端）を 41.1% とすると、各負荷における総合熱効率は 85% 負荷で 40.4%、75% 負荷で 40.0%、50% 負荷で 38.6%、35% 負荷で 36.6% になると想定される。

表 8.1-1 想定される各負荷の総合熱効率（高位発熱量 HHV/低位発熱量 LHV）と所内率

	発電端-総合熱効率 (図 8.1-1 より)	想定される所内率 (含む共通設備)	送電端-総合熱効率
	HHV / LHV		HHV / LHV
100% ECR	41.1 % / 44.6 %	6.50 %	38.4 % / 41.7 %
85% ECR	40.4 % / 43.8 %	6.51 %	37.8 % / 41.0 %
75% ECR	40.0 % / 43.4 %	6.51 %	37.4 % / 40.6 %
50% ECR	38.6 % / 41.9 %	7.86 %	35.6 % / 38.6 %
35% ECR	36.6 % / 39.7 %	9.69 %	33.2 % / 36.0 %

備考：所内率は 1,000MW 石炭焼きプラント(石灰石石膏法 FGD+SCR)の性能試験データより類推した

性能保証炭 HHV = 4,600 kcal/kg, LHV = 4,240 kcal/kg ベース

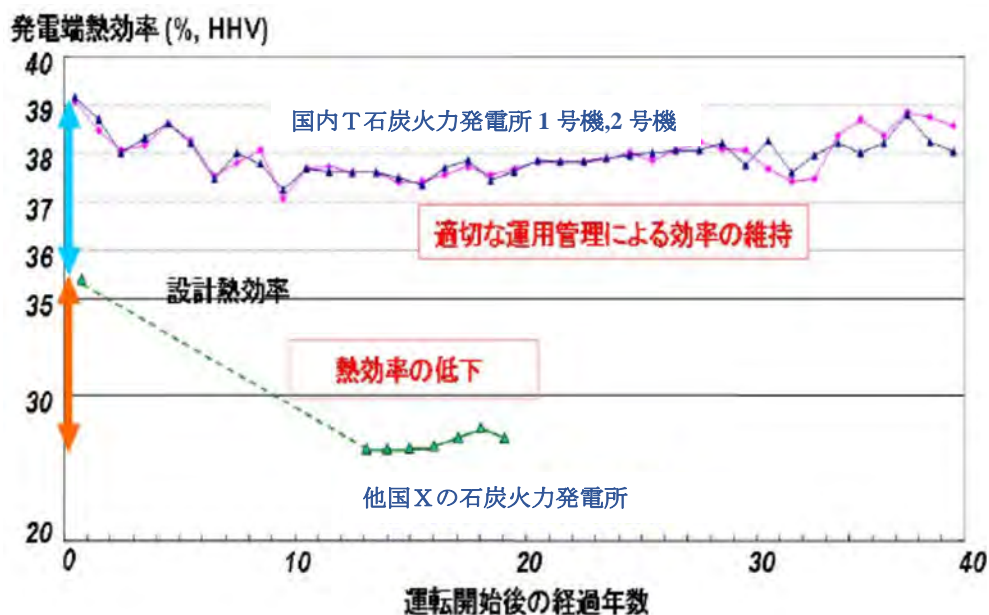
100% MCR プラント熱効率は、39.6% (HHV、発電機端) と想定される。

所内率は 6.5% (約 39MW)、所内動力の内訳は下記のとおりと想定される。

- ・ボイラ補機 (FDF, IDF, PAF, 微粉炭機, その他) : 34%
- ・タービン発電機およびユーティリティの補機 (CP, CWP, 給水処理、排水処理、灰処理など) : 44%
- ・環境設備 (ESP, FGD など) : 22%

出典：調査団作成

発電設備の経年劣化に伴う総合熱効率の変化については、図 8.1-2 に国内石炭火力の実績例 (石炭焼き・250MW 亜臨界圧ユニット) を示す。



出典：2015年3月 METI 総合エネルギー調査会資料

図 8.1-2 石炭火力（汽力発電）の発電効率の経年変化

図 8.1-2 より適切な運用管理を実施しても、運転開始後 20 年では総合熱効率（高位発熱量、発電機端）は 1.0～1.5% 程度（絶対値）の劣化となっている。

図 8.1-2 の実績ユニットである 250MW 亜臨界圧に対し、3/4 号機は USC 600MW であることから、タービンの蒸気漏洩拡大などの劣化に対しては相対的に小さく考えられるが、20 年で約 1% 程度の熱効率の低下はあるものと想定される。

#### (5) 発電設備の運用性能

発電設備の運用性能は、将来の電力系統への供給力として不安定要素の多い再生可能エネルギーの導入拡大にともなう、系統安定性確保の観点から、3/4 号機の運用性能は、下記の能力を具備するものとして計画する。

なお、3/4 号機の運用性能は 1/2 号機の数値とは異なるが、事業用プラントの実績の範囲内であつ、設備費の大幅な増加とならない範囲で計画する。

##### (5-1) 負荷変化速度

1/2 号機の負荷変化率は、負荷 50%～95%の負荷帯で、3%/分として計画されている。

3/4 号機では、系統安定化を目的として、大幅な設備増強を必要としない範囲で、負荷 50%～定格 100%の負荷帯で、4%/分として計画する。（当国側と協議中）

なお、3/4 号機では、負荷変化中のミルの起動停止に伴うミル安定化に必要な出力保持時間を無くすために、ミル電動機はインバータ付きで計画し、ミルのターンダウン幅を拡大することとする。

##### (5-2) 最低負荷

石炭専焼最低安定負荷は、一般的には 30%であるが、3/4 号機においては、15% ECR が可能な設備とする。

なお、USC プラントでかつ変圧運転を設計条件とすることから、15% ECR はボイラが Wet（循環運転）モードに移行後、安定した運転が確保できるよう計画する。

##### (5-3) 起動時間

特に、再生可能エネルギーの供給力としての系統の不安定さにより、短期的に発生する系統擾乱への対応力として、ホットスタート（8 時間停止後の起動時間で点火～定格出力まで）を 120 分

以内が可能な設備とする。なお、1/2号機のホットスタート起動時間は180分で計画されている。

1/2号機に対して、大幅な設備増強は不要な範囲で、また最近の石炭焼きプラント運用実績を考慮し、120分と設定した。

起動時間は、点火～100%定格負荷までの時間と定義する。

(5-3-1) Cold start：約650分

Cold startは、56時間の連続停止後で、ボイラは消火して満水保管状態とする。

停止時間が72時間を超えると、通常缶水はブローされ乾燥保管とする。

(5-3-2) Warm start：約300分

Warm startは、8時間以上でかつ56時間未満の連続停止後で、ボイラは消火して満水保管状態とする。

(5-3-3) Hot start：約120分

Hot startは、8時間未満の連続停止後の状態とする。

(5-3-4) Black start

Black startは適用外とする。

(5-4) 所内単独運転（FCB機能）

石炭火力では、昨今、所内単独運転（FCB: Fast Cut Back 主燃料の急速絞り込み機能）を実施可能な設備構成とするプラントが増えてきている。

3/4号機においても、適切な蒸気バイパス系統（高圧タービンバイパス、低圧タービンバイパスなど）を備えることにより、定格出力からの負荷遮断による所内単独運転が可能な設備として計画する。

(5-5) 系統周波数低下時の運転継続

将来の再生可能エネルギー導入拡大に伴う、広範囲の太陽光発電、風力発電の供給離脱による系統周波数低下時でも、設備維持に支障のない範囲でプラント運転継続を行う。

石炭焼き汽力発電設備はガスタービン（コンバインドサイクル）よりも、タービン発電機回転体の重量が小さいことから、系統周波数低下時のタービンと発電機間の慣性モーメント( $GD^2$ )に起因する軸ねじれや、タービン動翼の固有振動数に近づくリスクに対して裕度がある傾向にある。

ガスタービン（コンバインドサイクル）は、ガスタービン動翼の固有振動数の関係で通常、系統周波数（50Hzの場合）が48.5Hzでは1分間で、また47.5Hzでは瞬時にトリップとするのが一般的である。

3/4号機においては、系統周波数の低下によるトリップ値を設定せずに、振動大または発電機側の「過励磁保護」で発電設備をトリップさせるか、または系統周波数が47.5Hz以下でも瞬時にトリップさせずに、一定時間（例えば20秒間）のタイマー設定をするなど、機器保護上のリスクが少ない範囲とすることを前提に、系統周波数低下時の系統安定化に寄与できる計画とする。

なお、系統周波数が低下しても「過励磁保護」で発電設備をトリップさせる石炭焼きプラントが、系統ブラックアウト時に46.3Hzまで運転継続し、設備損傷がなかった実績がある。

表 8.1-2 発電設備の運用性能（1/2号機と3/4号機計画の比較）

	1/2号機	3/4号機
負荷変化速度 (50%負荷～95%負荷)	3%/分	4%/分
石炭専焼最低安定負荷	30% ECR	15% ECR
起動時間（ホットスタート） (点火～定格負荷)	180分	120分
所内単独運転（FCB機能）	機能有り	機能有り

出典：調査団作成

(6) 発電設備の環境性能

(6-1) 大気質



煙突出口の排ガス中の SO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>、ばいじん濃度は、当国の排出基準以下かつ IFC/WB EHS ガイドラインを考慮した設備とする。3/4 号機の煙突出口排出濃度は、下記のとおりで計画する。

SO<sub>x</sub> : 200 mg/Nm<sup>3</sup>  
 NO<sub>x</sub> : 62 mg/Nm<sup>3</sup> (as NO<sub>2</sub>)  
 ばいじん : 25 mg/Nm<sup>3</sup>  
 いずれも (ref. O<sub>2</sub> = 6% dry base)

JICA 事業においては、成案化している国際基準を参照することとし、本事業においても基本的には IFC/WB EHS ガイドライン（火力発電所；2008）（確定版）を参照するが、3/4 号機の煙突出口排出濃度については、昨今の石炭火力発電事業を取り巻く情勢をふまえ、より厳しい基準でみることとし、未だ成案化されていないものの、現時点では既に広く参照されている IFC/WB EHS ガイドライン（火力発電所；2017 draft）を参考にした。

さらに、この IFC/WB EHS ガイドライン（火力発電所；2017 draft）では、DA (Degraded airshed) と NDA (Non-degraded airshed) で排出濃度の設定が異なるが、3/4 号機は 1/2 号機と同じ敷地内での増設ユニットであり、また環境値を最小レベルとするために、DA (Degraded airshed) 相当とすることとした。

さらに、3/4 号機の煙突出口排出濃度設定のうち、NO<sub>x</sub> については、1~4 号機での最大着地濃度 1 時間値を IFC/WB EHS ガイドライン (2007) の 200µg/m<sup>3</sup> (as NO<sub>2</sub>) 以下とするために、62 mg/Nm<sup>3</sup> (as NO<sub>2</sub>) とした。

なお、環境保全対策設備は、昨今の温室化防止対策は勿論、環境負荷を可能な限り低減することとし、現在実績のある最高の能力を発揮できる設備 (USC) で計画する。

#### (6-1-1) SO<sub>x</sub> 低減対策

SO<sub>x</sub> 低減対策は、高脱硫率が可能でかつ、海域への環境負荷低減が図れる脱硫装置である「石灰石・石膏法」とする。

石灰石・石膏法と海水脱硫法の比較 (600MW) を、表 8.1-3 に示す。

表 8.1-3 脱硫方式（石灰石・石膏法と海水脱硫法）の比較（600MW）

プロセス	石灰石・石膏法	海水脱硫法
化学反応	亜硫酸ガス+炭酸カルシウム+水+酸素 ⇒ 石膏+炭酸ガス $SO_2+CaCO_3+2H_2O+1/2O_2$ ⇒ $CaSO_4 \cdot 2H_2O+CO_2$	亜硫酸ガス+海水⇒亜硫酸イオン 亜硫酸イオン+酸素⇒ 硫酸イオン $SO_2+H_2O \Rightarrow SO_3^-+2H$ $SO_3^-+1/2O_2 \Rightarrow SO_4^-$
脱硫率	90~99%	90~95%
吸収剤	石灰石	海水
副生物	石膏（セメント/石膏ボードとして利用）	排水（海に戻される）
排水処理	排水処理設備による水処理	酸化池での海水酸化
設置スペース	大きい（石灰石・石膏処理設備など）	小さい（海水酸化池）
水消費量	工業用水（Desalinated water）	無し（海水）
総合経済性	ベース 建設費（海水脱硫法に対して付加するもの） 石灰石+石膏設備+非回収系・排水処理設備：+19.2 億円、吸収塔補給水用・海水淡水化設備：+18.7 億円（600MW x 1 基）	安価 追加費用なし（石灰石・石膏法に比し約△37.9 億円）
実績	1970 年代から多数	1/2 号機事業 他

<p>特記事項</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・石灰石の供給、石膏の売却の流通ルートの確立が必須となる。(石膏は、灰捨場で処理することは可能であるが、灰捨場の寿命の短命化)</li> <li>・海水を使用しないので、海域の環境保全として優れた方式。</li> <li>・石灰石・石膏法では、石灰石に含まれる炭素分による CO<sub>2</sub> が排出される。脱硫装置からの CO<sub>2</sub> 排出量は 51,729 ton-CO<sub>2</sub>/年/600MW x 2 基となる。</li> </ul>	<p>石灰石・石膏法に対し、脱硫装置の所内動力は 10% 程度削減できる可能性がある。</p>
-------------	--	---

出典：調査団作成

本事業の脱硫装置「石灰石・石膏法」と「海水脱硫法」のコスト差（概算）は添付資料-14 を参照のこと。

なお、石灰石・石膏法では、有価の石灰石の調達が必要であるが、副生物である石膏がセメント会社や石膏ボード会社に売却できる可能性もあり、相殺により運転コストの増加はないものとした。

#### (6-1-2) NO<sub>x</sub> 低減対策

アンモニアを還元剤とした選択接触還元法の本格脱硫装置 (SCR) は、1987 年に事業用ボイラで採用され、日本では 1990 年以降の新設事業用石炭火力では、全て採用されている。

NO<sub>x</sub> 低減対策は、低 NO<sub>x</sub> バーナ、二段燃焼、高微粉粒度ミルなどの採用により、ボイラ出口 NO<sub>x</sub> 濃度を 308 mg/Nm<sup>3</sup> = 150 ppm (as NO<sub>2</sub> ref. O<sub>2</sub> = 6% dry base) 以下が達成可能な設備とする。

また、ボイラ出口には、多炭種導入に伴うボイラ出口 NO<sub>x</sub> 低減の観点から、SCR (脱硝装置) を設置し煙突入口 NO<sub>x</sub> 濃度を 62 mg/Nm<sup>3</sup> = 30 ppm (as NO<sub>2</sub> ref. O<sub>2</sub> = 6% dry base) 以下となる計画とする。

ボイラ出口 NO<sub>x</sub> 濃度目標を 308 mg/Nm<sup>3</sup> = 150 ppm 以下としたのは、亜瀝青炭では揮発分が多く、瀝青炭に比べてボイラ出口 NO<sub>x</sub> 濃度は低く抑えられ、本邦ボイラメーカーの既存の炉内脱硝技術で達成可能と判断したことと、空気予熱器の差圧上昇対策として、可能な限り脱硝装置入口 NO<sub>x</sub> を下げることが有効であることから 308 mg/Nm<sup>3</sup> = 150 ppm 以下に設定した。

空気予熱器の差圧上昇のメカニズムについて述べる。

3/4 号機では脱硝装置を設置する計画であり、脱硝装置からのリーク (未反応) アンモニアが排ガス中の SO<sub>3</sub> と反応して酸性硫酸が生成し、これが空気予熱器のエレメントに付着し差圧が上昇する。

この差圧が管理値を超えると、空気予熱器の下部軸受損傷のリスクが高くなり、管理値を超えた場合は、プラントを停止 (または負荷 50% に下げて片肺運転) して空気予熱器エレメントを水洗する必要がある。なお、空気予熱器の差圧を上昇させない対策として、脱硝装置からのリーク (未反応) アンモニアを極力下げる (管理濃度は 3ppm 以下) ことが有効である。脱硝入口 NO<sub>x</sub> (ボイラ出口 NO<sub>x</sub>) を抑制することは、脱硝装置のアンモニア注入量を減じることになり、それに伴いリークアンモニアも低減できる。その結果、空気予熱器の差圧上昇を抑制することができる。

なお、脱硝装置の触媒の容量は、脱硝装置下部に設置される空気予熱器 (GAH) の差圧上昇を防止するために、触媒の積み増しが容易となる構成で計画する。

下記に示す検討条件に基づき試算した本事業の脱硝装置の設置 (SCR+アンモニア供給システム) に伴う設備費 (概算) は、添付資料-14 を参照のこと。

#### (a) SCR+アンモニア供給システム

$$\text{SCR 入口 NO}_x \rightarrow 309 \text{ mg/Nm}^3 \text{ (as NO}_2\text{)} = 309 \times 22.4 / (14 + 16 \times 2) = 150 \text{ ppm (as NO}_2\text{)}$$

$$\text{SCR 出口 NO}_x \rightarrow 62 \text{ mg/Nm}^3 \text{ (as NO}_2\text{)} = 62 \times 22.4 / (14 + 16 \times 2) = 30 \text{ ppm (as NO}_2\text{)}$$

< 目標・脱硝率 >

SCR 入口 NO<sub>x</sub> = 150ppm

目標脱硝率 =  $(150 - 30)/150 \times 100 = 80\%$  (SCR 出口 NO<sub>x</sub> 30ppm = 62 mg/Nm<sup>3</sup> as NO<sub>2</sub>)

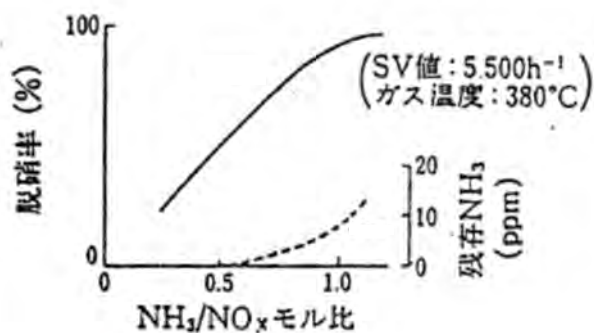
目標 SCR 出口未反応（リーク）NH<sub>3</sub> ≤ 3ppm（空気予熱器 AH 差圧防止・経験値）

リーク NH<sub>3</sub> (ppm) = SCR 入口 NO<sub>x</sub> (ppm) × (モル比 : NH<sub>3</sub>/NO<sub>x</sub> - 脱硝率 η/100)

3ppm = 150ppm × (モル比 - 80/100) → 目標・モル比 = 0.825 ≒ 0.83

(b) SCR 触媒型式：ハニカム型（格子）とする。

図 8.1-1 より、SV 値[h-1]（処理ガス流量(Nm<sup>3</sup>/h)/触媒量(m<sup>3</sup>）は、5,500 h-1 とする。



出典：火力原子力発電 1996.2

図 8.1-1 モル比と脱硝率、SV 値の関係

	SCR 入口 NO <sub>x</sub> <b>309 mg/ Nm<sup>3</sup> (as NO<sub>2</sub>)</b>	
SCR 入口 NO <sub>x</sub>	<b>150 ppm = 309 mg/ Nm<sup>3</sup> (as NO<sub>2</sub>)</b>	
SCR 出口 NO <sub>x</sub>	<b>30 ppm = 62 mg/ Nm<sup>3</sup> (as NO<sub>2</sub>)</b>	
脱硝率	80 %	
モル比 (NH <sub>3</sub> /NO <sub>x</sub> )	0.83	
リークNH <sub>3</sub>	リーク NH <sub>3</sub> ≦ 3ppm ベース	
SV 値 (ハニカム型)	5500 h <sup>-1</sup>	
排気ガス流量	1.849 × 10 <sup>6</sup> Nm <sup>3</sup> /h- dry gas	
SCR 入口ガス温度	380 °C	
排ガス流速	4 m/s	
触媒容量	<b>336.2 m<sup>3</sup></b>	
反応器・必要断面積	307.1 m <sup>2</sup>	
触媒高さ	1.1 m	
触媒層数	2～3 層	
NH <sub>3</sub> 消費量	<b>177.5 kg/h-NH<sub>3</sub> / 600MW × 1基</b>	
NH <sub>3</sub> 密度	0.771	$\text{NH}_3 = \text{排気ガス流量} \times \text{SCR入口NO}_x \times \text{モル比 (NH}_3\text{/NO}_x\text{)} \times 0.771$
	[kg/ ℓ]	

出典：調査団作成

(c) SCR+アンモニア供給システムの運転コスト

脱硝装置の採用とともに、SCR による圧力損失が約 100mmH<sub>2</sub>O 程度増加し、FDF の動力が若干増加する傾向にあるが、全体の所内動力に対する割合が小さいことから所内動力の増加については評価対象外とする。

SCR+アンモニア供給システムの運転コストは、アンモニア消費に伴うコストとする。当国におけるアンモニアの流通市場については、詳細な調査が必要であるが、1/2 号機でも水処理システムでアンモニアを使用すること、ウェブ情報 (Jamuna Fertilizer Co.Ltd.-JFCL, Report date 14.July 2021) ではアンモニアの価格が示されている。

アンモニア消費量：177.5 kg/h / 600MW x 1 基

アンモニア単価：(2,700kg = BDT 88,106.4)：42.3 円/kg (BDT 1 = JPY 1.2965 換算)

アンモニア輸送費：2.3 円/Nm<sup>3</sup> (出典：2018 METI)

→ アンモニアガス 0.771kg/Nm<sup>3</sup>, 2.3/0.771 ≒ 3 円/kg

Total アンモニア単価 (Local) = 42.3 + 3 = 45.3 円/kg と想定。

アンモニア単価 (国際価格) = 250～300USD/ton (Oct.2020、中国、東南アジアなどより)

→ 28～33 円/kg：33 円/kg とした。

Total アンモニア単価 (国際価格) = 36 円/kg (33+3) と想定した。

177.5 kg/h x 36 円/kg = 6,390 円/h

年間アンモニアコスト：6,390 円/h x 24 時間 x 365 日 x 0.8 ≒ 44.8 百万円/年 / 600MW x 1 基

ばいじん低減対策は、高抵抗ダスト炭専焼時、または槌打をしているときでも排出基準を満足する電気式集塵器を計画する。

#### (6-2) 水質

プラントからの水質基準は、当国の排出基準を完全に満足するものとして計画する。

また、排水中の微量成分についても、排出基準を満足するだけでなく、極力環境負荷の少ない設備構成とすることを考慮する。

3/4 号機の排水排出基準は表 12.1-9 のとおりとする。

#### (7) 発電設備の寿命

発電設備の寿命は、一般的な火力の寿命に鑑み 30 年以上として計画する。

なお、発電設備の寿命 30 年は、1/2 号機と同じ設定である。

寿命 30 年の定義としては、土木・建築、発電設備とも、30 年間の運転に際して、大規模な改修やリプレースを伴わないこととする。

発電設備の寿命は、30 年以上の運転時間または定格連続運転で 200,000 時間のいずれか長い方とする。

超々臨界圧（USC）プラントであることから、特に 600°C を超える高温の耐圧部の寿命は、クリープをはじめ、高温腐食、アッシュエロージョンなどの劣化を総合的に勘案のうえ 200,000 時間以上の寿命を確保するべく材料の選定と設計をする必要がある。

## 8.2 プラントシステムの基本検討

### 8.2.1 単機容量選定

石炭焚き USC という条件においては、単機容量としては 350MW（USC 最小単機容量）以上の選択となる。

基本的に単機容量は、ニーズに応じて選定することは可能であるが、設計実績の観点からは、製造者の標準容量を考慮することが望ましい。

ここでは、製造者の標準・単機容量として、600MW と 1,000MW を比較する。

ただし、3/4 号機においては、1/2 号機の隣接地への設置が前提であるため、600MW は 2 基設置可能であるが、設置スペースの制約から 1,000MW は 1 基のみの設置となる。

なお、3/4 号機の環境装置で計画している SCR と石灰石・石膏法の脱硫装置を考慮しても、所定の敷地スペースに納めることができる。（図 8.3-1 参照）

#### (1) 600MW と 1,000MW の経済性

600MW に比べ、1,000MW はスケールメリットがあるが、一方、1,000MW では補機容量の制約から 2 系統にせざるをえないが、煙風道系統や海水循環水系統を 600MW では 1 系統とするプラントの実績もあり、容量増にともなう建設費のスケールメリットは、現時点では差がないと考えられる。

発電熱効率、600MW と 1,000MW との差は無いことから、両者の固定費＋変動費を考慮した発電原価の差は無いと考えられる。

#### (2) 600MW と 1,000MW の運用性能

プラントの運用性能である負荷変化率 4%/min、最低安定負荷 15%はどちらも同じレートになるので、プラントの単機容量による優位差はない。

しかしながら、600MW は 2 基で合計 1,200MW となり、1,000MW × 1 基に比べると系統に寄与

する運用性能は、600MW の選択が優位といえる。

また、発電設備のトラブルによるトリップに際しては、1,000MW は系統に与える影響が少なくない。

したがって、3/4 号機では、単機容量 600MW を 2 基として計画する。

表 8.2-1 単機容量比較結果

	USC 600MW 基	USC 1,000MW 基
経済性	建設単価(万円/kW)・ベース	600MW 基と建設単価は同等
運用性能	負荷変化率 4%/分	負荷変化率 4%/分で 600MW と同等
設置スペース	3/4 号敷地スペースに 2 基配置が可能	3/4 号設置スペースには 1 基しか配置できない。

出典：調査団作成

### 8.2.2 蒸気サイクルの候補

石炭焼き発電設備において、現在発電設備の総合熱効率 43%以上（発電端、高位発熱量）を満足できる蒸気サイクルは、USC または IGCC（石炭ガス化複合発電）が選択肢となる。

ここでは、600MW 相当の USC と IGCC を比較する。

#### (1) USC と IGCC の経済性

USC の建設費は、概ね 1,800 USD/kW であるが、IGCC はその 20~30%ほど増加する。

現在、日本国内では IGCC 商用機として勿来 IGCC 発電所（525MW、送電端効率 LHV=48%）が 2021 年 4 月に営業運転を開始しており、これから量産することにより、IGCC の建設費は低減していくものと考えられるが、現時点では発電原価も USC に比べて若干高値となり、経済性はやや厳しいといえる。

#### (2) USC と IGCC の CO<sub>2</sub> 排出原単位

送電端熱効率としては微粉炭焼き USC が 42%（LHV-net）に対し、発電端 543MW クラス IGCC は 48%（LHV-net）となるため、CO<sub>2</sub> 排出原単位は大幅に削減でき、

USC の CO<sub>2</sub> 排出原単位 = 820 g-CO<sub>2</sub>/kWh

IGCC の CO<sub>2</sub> 排出原単位 = 650 g-CO<sub>2</sub>/kWh

となる。出典：環境省「石炭火力発電輸出ファクト集 2020」（2020 年 5 月）

3/4 号機の蒸気サイクルとしては、経済性の観点から USC で計画することとする。

表 8.2-2 USC と IGCC の比較結果

	USC 600MW 基	IGCC 543MW 基
経済性	建設単価(万円/kW)・ベース	USC 600MW 基の 120~130%
運用性能	負荷変化率 4%/分	負荷変化率 16%/分（実証機にて）
送電端熱効率	42%（低位発熱量、送電端）	48%（低位発熱量、送電端）
CO <sub>2</sub> 排出原単位	820 g-CO <sub>2</sub> /kWh	650 g-CO <sub>2</sub> /kWh

出典：調査団作成

### 8.2.3 主要部材の材質

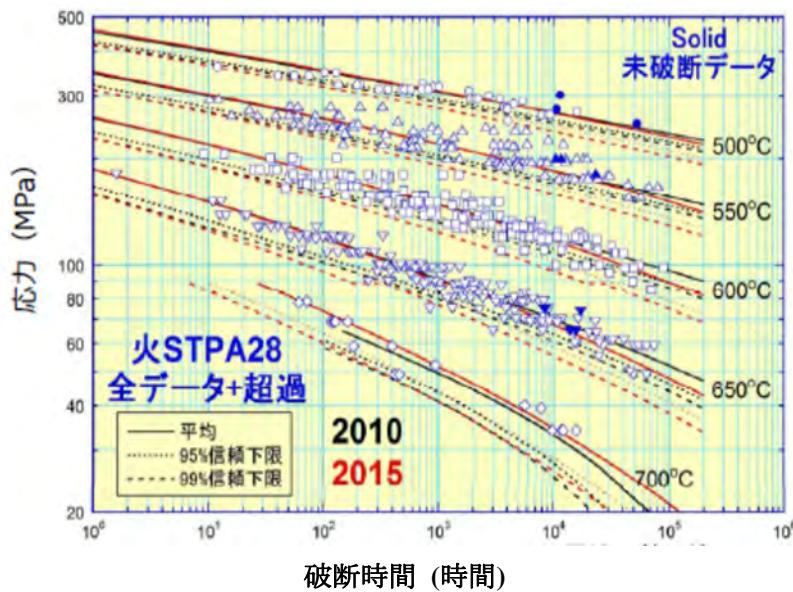
石炭焼き USC の材料については、特に高温（590°C~600°C を超える）の耐圧部に採用される高クロム鋼については、過去の USC 開発の過程で、特に溶接部のクリープ強度が計画を下回るケースもあったことから、特に材料選定には注意が必要である。

高クロム鋼の採用に際しては、3/4 号機では、定格運転における寿命を 200,000 時間以上とする

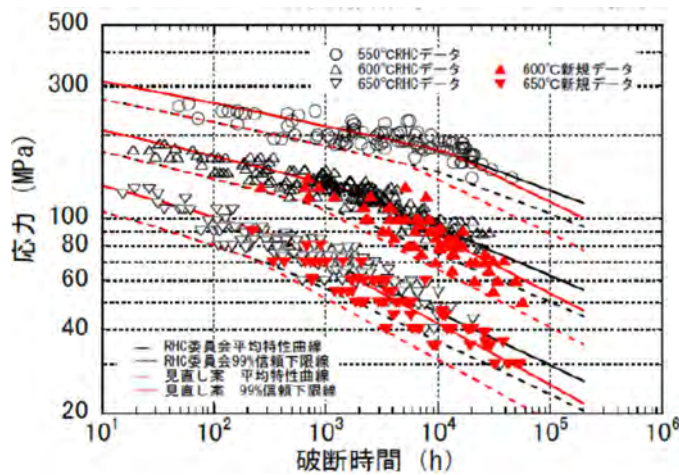
ことから、高温耐圧部のクリープ寿命も、少なくとも 200,000 時間以上とすることが必要である。

火 STBA28、火 STPA28（ASME Gr.91）の許容応力は、2019 年に経済産業省が改定しているう  
え、母材、溶接部の 200,000 時間以上のクリープ破断カーブを提示しており、同時にクリープ寿命  
計算式も経済産業省が改定版を出している。この計算の根拠となるクリープ破断カーブは、溶接  
部も長期間クリープ破断データ（60,000 時間）によるものであり高信頼度であることから、200,000  
時間以上の寿命確保を条件とするプラントでも採用ができる。

ただし、火 STBA29、火 STPA29（ASME Gr.92）については、経済産業省は許容応力を与えてい  
るが、溶接部のクリープ破断データが最長 30,000 時間と、200,000 時間のクリープ寿命評価には  
信頼性に問題がある。（長期クリープ破断カーブの外挿の高信頼度は、最長クリープ破断データの  
時間の 3 倍までと言われている。：JIS、ISO）



火 STPA28 (ASME Gr,91)  
母材クリープ破断カーブ  
  
600°C での最長クリープ  
破断データ= 90,000 時間  
  
出典:  
2019.1.15 経産省審議会



火 STPA28 (ASME Gr,91)  
溶接部クリープ破断カーブ  
  
600 °C での最長クリープ  
破断データ= 60,000 時間  
  
出典:  
2019.1.15 経産省審議会

よって、3/4 号機において主蒸気管や高温再熱蒸気管、ボイラ内の管寄・スタブ等に高クロム鋼  
を採用する場合は、シームレス管であること、材料は火 STBA28、火 STPA28 とする。

また、過熱器管や再熱器管等に使用するステンレス管については、実績のある SUS316 ショッ  
ト管、SUS347HTB 管、SUPER304H 管などが考えられるが、管内部の水蒸気酸化スケール対策と  
して、細粒組織のものとする。

なお、600°C/600°C USC プラントの蒸気タービンロータの材料には、12% Cr 鋼以上のグレード  
が適用される。

## 8.2.4 冷却方式

冷却方式は、経済性の観点から 1/2 号機と同じ、深層取水・海水冷却方式とする。

なお、3/4 号機は、FGD が海水脱硫方式ではなく、石灰石・石膏法とする方針であることから、取放水温度差は 6～7°C で計画する。（FGD を石灰石・石膏法とする理由は 8.1.1 (6)項を参照）

なお、復水器に供給する循環水（海水）ラインは、逆洗弁方式とすることで、復水器の真空度を維持する計画とする。

## 8.3 発電所設計の基本条件

### 8.3.1 設計条件（PQ 要件）

3/4 号機発電プラントの PQ 要件は、16.1.4 項を参照のこと。

### 8.3.2 想定プラント性能

#### (1) プラント熱効率

石炭焼きプラントでは、炭種によって熱効率は大きく変動する。特に高水分炭のように水分・水素分損失（蒸発潜熱によるボイラ熱損失）では、プラント性能に関わらずボイラ効率が低い値となってしまふ。

3/4 号機では、蒸気条件を主蒸気温度 600°C/再熱蒸気温度 600°C（以下、600°C/600°C と記す）として、亜瀝青炭（1/2 号機性能保証炭）、高位発熱量、発電端の熱効率は 41.1%以上で計画する。

### 8.3.3 適用規格

適用規格については、日本国が定める発電用火力設備の技術基準発火基準はもとより、JIS, ASME などに準拠することができるが、基本的には同一規格とし、他の規格との抱き合わせとすることは避けることとする。

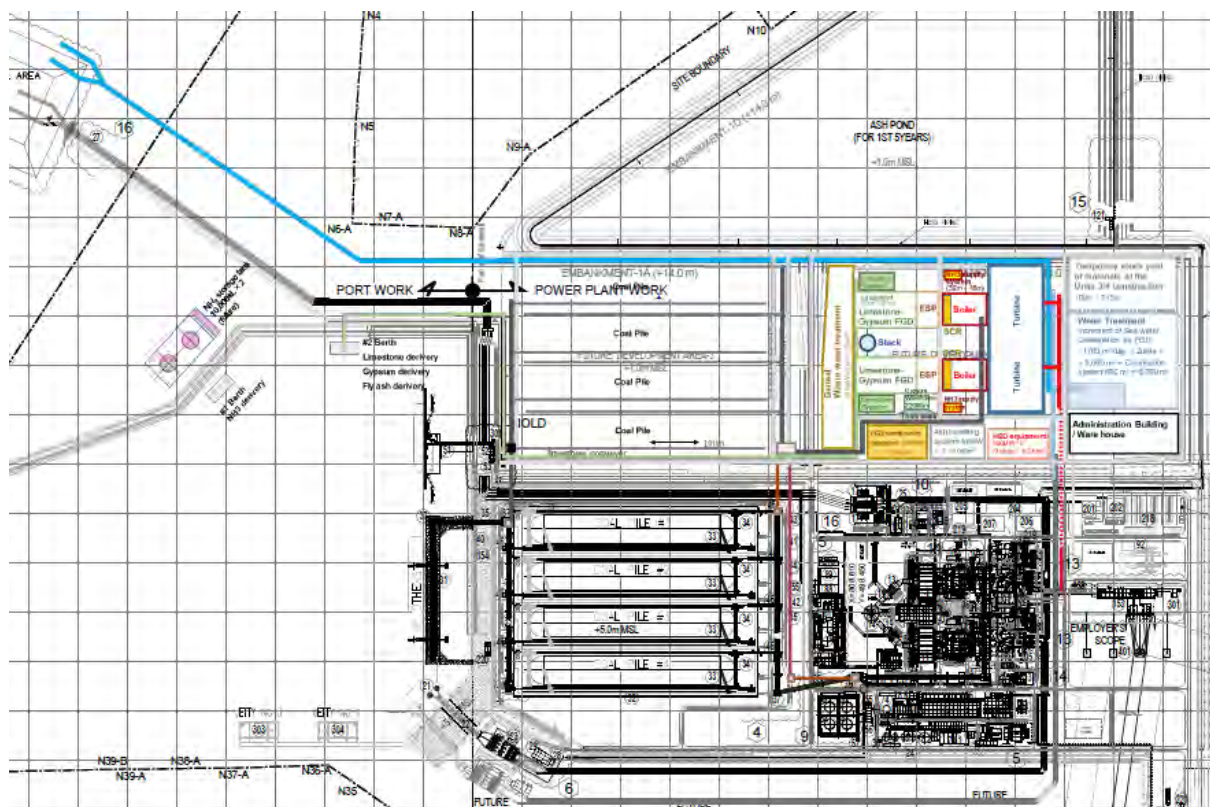
なお、高温・高圧部の材料選定や 200,000 時間以上の寿命評価などについては、基本的に世界的にリードしている発電用火力設備の技術基準・経済産業省告示に従って計画するものとする。

### 8.3.4 配置計画

3/4 号機の構内配置は、1/2 号機の北側の敷地スペースを活用する。

貯炭場や主要機器配置は、可能な限り 1/2 号機の配置計画に揃えることとした。また貯炭場容量、ボイラ、タービン、電気設備等の主要機器に必要な敷地面積は 1/2 号機と同等とした。





出典：調査団作成

図 8.3-1 3/4号機構内配置計画図

図 8.3-1 に 3/4 号機構内配置計画図を示す。

3/4 号機が設置可能なスペースは、1/2 号機と比較してやや狭いこと、SCR と脱硫装置の方式が 1/2 号機と異なることから、下記(1)～(6)項について留意した。

なお、配置図における各色塗りつぶし部は、1/2 号機に対して追加となる設備である。

また、機器・システムの冗長性については、以下の 2 点に留意した。

- 基本的には、故障が発生したときに出力に影響がでるものは、100% 予備（スタンバイ）を考慮する。ただし、複数台で構成される機器（ミルなど）は、常時 1 台予備とする。
- 大型補機（FDF、IDF、PAF、AH など）で機器の信頼性が高く充分な実績を有するものは予備機なしとする。

#### (1) SCR

SCR はボイラと ESP の間に設置する。SCR の脱硝率は約 80% 程度の計画であり、1/2 号機のボイラ・環境装置の配置計画と比較しても、大きな変更はないと考える。

#### (2) アンモニア(NH<sub>3</sub>)供給システム

SCR に付属するアンモニア供給システムは、NH<sub>3</sub> 貯槽、NH<sub>3</sub> 気化器等で構成され、設置スペースは、先行機 600MW の計画実績より、600MW x 1 基で 32m x 16m とした。

#### (3) 石灰石・石膏法の FGD

##### (3-1) FGD

石灰石・石膏法 FGD 本体は、海水脱硫式と比べても必要スペースの違いは大きくないが、煙突の配置は、1/2 号機とくらべて若干西側になると想定される。

##### (3-2) 石灰石・石膏設備

石灰石と石膏設備は、先行機の計画実績から 600MW x 1 基あたり 73m x 32m とした。

また、副産品の石膏を構外に搬出することを前提に、3 号機石灰石・石膏設備の近傍にトラックスケールを考慮した。

### (3-3) 海水淡水化装置による工業用水製造・貯蔵

石灰石・石膏法 FGD は、吸収塔内で循環する石灰石スラリの水の一部が、飽和した蒸気となって排ガスと一緒に煙突から排出されるため、工業用水（Desalinated water）の補給が必要となる。

3/4 号機では 1/2 号機同様に、海水淡水化装置を設置するが、3/4 号機では FGD 用にさらに工業用水の補給水として、約  $1,700\text{m}^3/\text{日}/600\text{MW} \times 1$  基の追設が必要と想定される。

先行機での実績から、海水淡水化装置のスペースは、処理量  $4,800\text{m}^3/\text{日}$  で  $100\text{m} \times 40\text{m} = 4,000\text{m}^2$  であり、FGD 用海水淡水化装置スペース  $600\text{MW} \times 2$  基では  $1,700\text{m}^3/\text{日} \times 2$  基 /  $4,800\text{m}^3/\text{日} \times 4,000\text{m}^2 \div 2,800\text{m}^2$  と想定した。

加えて、1 日分  $\times$  利用率 80% の  $1,400\text{m}^3$  工業用水タンク  $\times 2$  基（2 基分）スペース  $35\text{m} \times 70\text{m} = 2,450\text{m}^2$  とポンプスペースで  $2,800\text{m}^2$  とし、トータルで  $5,600\text{m}^2$  とした。

また、この FGD 用海水淡水化  $3,400\text{m}^3/\text{日}/600\text{MW} \times 2$  基に対する電気防食設備の増スペースは、約  $600\text{m}^2$  と想定される。

なお、海水淡水化装置から排出されるブライン（高濃度塩分の排水）は、一般排水処理装置にて、排出基準以下として排水される。また、海水淡水化装置から発生する汚泥などは、適切な処分場へ輸送する計画とする。

### (3-4) 非回収系排水処理設備

石灰石・石膏法 FGD は、非回収系排水処理設備が必要となる。先行機  $600\text{MW} \times 2$  基の実績から、3/4 号機では  $7,040\text{m}^2$  とした。

### (3-5) 石灰石受入バース・石灰石受入コンベア

石灰石の受入は船舶（約  $2,000\text{DWT}$ ）による輸入を想定し、既存の物揚げ栈橋を活用する。

既存の物揚げ栈橋は、3/4 号機脱硝用アンモニアが海上輸送の場合は、アンモニア受入にも利用予定であるため、多目的な機能を損なわないよう石灰石受入設備ならびに石灰石受入コンベアを配置する。

なお、石灰石受入コンベアは、所定の傾斜で上昇させ、軽油配管ラックの上部を通すことで干渉をさける計画とする。

## (4) FGD 以外の発電設備

### (4-1) 灰処理設備

1/2 号機と同じ大きさのスペースを 3/4 号機専用 to 別途確保した。

### (4-2) 水処理設備

3/4 号機の FGD 用に増設する海水淡水化装置以外の一般水処理は、1/2 号機と同じ大きさのスペースを 3/4 号機専用 to 別途確保した。

### (4-3) 一般排水処理設備

3/4 号機 FGD の非回収系排水処理以外の一般排水処理は 1/2 号機と同じ大きさのスペースを 3/4 号機専用 to 別途確保した。

### (4-4) 助燃用軽油供給設備

1/2 号機で設置される軽油貯蔵タンク 4 基を活用し、3/4 号機は小容量軽油サービスタンク 2 基 + 軽油ポンプヤードで構成して、 $6,240\text{m}^3/600\text{MW} \times 2$  基と想定した。

軽油使用量は、 $2,480 \text{ ton}/\text{年}/600\text{MW} \times 2$  基（（コールドスタート 1 回あたりの想定軽油消費量  $280\text{ton} +$  通常停止 1 回あたり  $30 \text{ ton}$ ） $\times 4$  回/年  $\times 2$  基）とした。

3/4 号機軽油サービスタンク容量は、 $530\text{m}^3 \times 2$  基 とした。（コールドスタート 1 回 + 通常停止 1 回の  $310 \text{ ton} \times 1.5$ （マージン）/比重  $0.8757\text{kg}/\ell \div 530\text{m}^3$ ）

1/2 号機は、軽油貯蔵タンク  $4,000 \text{ m}^3 \times 4$  基で計画されており、サービスタンクは不設置の予定である。また、3/4 号機では、大容量の軽油貯蔵タンクは設置しない。

よって、1~4 号機の軽油貯蔵容量は、 $16,000\text{m}^3 + 1,060\text{m}^3 = 17,060\text{m}^3$  となる。

## (5) 発電所事務所

発電所事務所、メンテナンス建屋等は、1/2 号機とほぼ同じ大きさのスペースを 3/4 号機専用 to 別途確保した。

---

(6) 3/4号機建設時の資機材置場

水処理設備エリアの北側に約21,500m<sup>2</sup>の3/4号機建設工事用資機材置場を確保した。  
なお、海上輸送で荷揚げする大型資機材の搬入道路は、3/4号機貯炭場、3/4号機発電設備の南側に東西方向直線の搬入道路を考慮している。

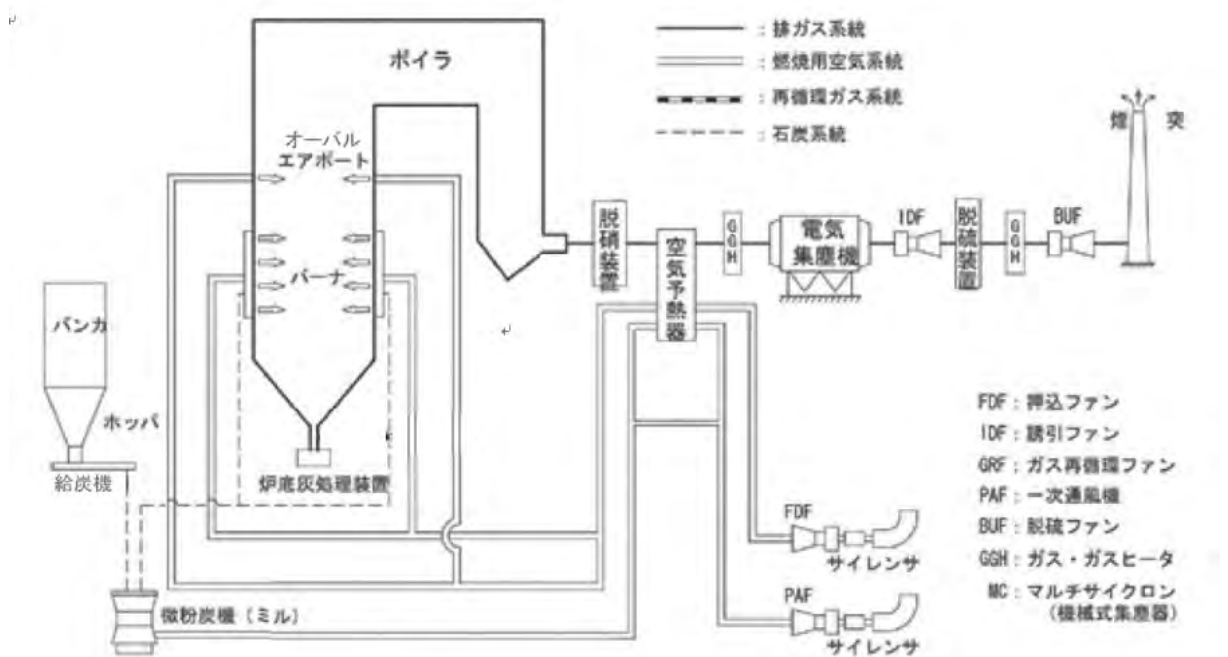
この大型資機材搬入路は、途中で1/2号機からの石炭受入コンベア、石炭払出しコンベア(2条)、取水路、高圧ケーブル等と交差するが、それらは地下とするかまたは架空とすることにより搬入路ルートでの大型資機材運搬に支障がないようにする。

8.3.5 環境要求事項

大気および水質の排出基準を満足することは言うまでもないが、最新の環境技術（ボイラの二段燃焼+低NO<sub>x</sub>バーナ+高性能ミルによる炉内脱硝技術等）を導入し、極力環境負荷の低減に努める計画とする。

8.3.6 ボイラおよび付属設備

本事業のボイラおよび付属設備は、ボイラ本体、押込通風機、空気予熱器、一次通風機、微粉炭機、給炭機、誘引通風機などで構成されている。図8.3-2に一般的な600MW USCボイラおよび付属設備の構成図を示す。



出典：火力原子力発電協会 入門講座（火力発電プラントの補機設備）III、通風系統の補機設備

図 8.3-2 ボイラおよび付属設備の構成図

(1) ボイラ

2 缶のボイラは、いずれも微粉炭焚き放射再熱変圧貫流型屋外式ボイラとする。それぞれのボイラは、低NO<sub>x</sub>バーナとオーバ・ファイヤ（二段燃焼）システムを装備する平衡通風式火炉として設計し、縦軸ローラ型ミルから供給される微粉炭は直接方式で燃焼される。ボイラ的设计基準を表8.3-1に示す。

表 8.3-1 ボイラ設計基準

形式	放射再熱式変圧貫流型ボイラ（屋外式）
蒸気流量 主蒸気： 再熱蒸気：	ボイラ最大連続負荷にて 1,760 t/h 1,490 t/h
蒸気圧力 過熱器出口： 再熱器出口：	ボイラ最大連続負荷にて 25.4 MPa (g) 4.75 MPa (g)
蒸気温度 過熱器出口： 再熱器出口：	604 °C 602 °C
燃焼装置	低 NOx バーナおよび二段燃焼方式の微粉炭焚き、 起動・点火用軽油（30%容量）
通風方式	押込ファンと誘引ファンによる平衡通風方式
一次空気方式	低温一次空気ファン方式
蒸気温度制御方式	主蒸気：給水燃料比率およびスプレー水 再熱蒸気：煙道ガスダンパおよびスプレー水（緊急時）

出典：調査団作成

ボイラは微粉炭焚きとして設計されており、点火バーナやユニット起動用燃料として軽油が使用される。ボイラは、対向燃焼方式乃至はコーナ燃焼方式の水冷式火炉、放射および対流熱伝達式の過熱器および再熱器、スプレー式過熱低減器、節炭器、再生回転式空気予熱器、および高圧および低圧タービンバイパスシステムを設けるものとする。

#### (2) 一次空気通風機、押込通風機

各ボイラは燃料の燃焼に必要な一次空気/二次空気を供給するために2台×50%容量の一次空気通風機（PAF: Primary Air Fan）と2台×50%容量の押込通風機（FDF: Forced Draft Fan）を装備している。これらの通風機は動翼可変ピッチ軸流式とする。

#### (3) 誘引通風機

各ボイラは、燃焼排ガスの漏洩防止上炉内をわずかに負圧状態に維持するために2台×50%容量の誘引通風機が装備される。これらの通風機は動翼可変ピッチ軸流型式とする。

#### (4) ボイラ循環ポンプ

1台×25%容量のグランドレス浸水モータ式ボイラ循環ポンプが設置される。このポンプの目的は、25%より低い負荷で運転中に汽水分離器から排出されるドレンを節炭器入口に戻すことで熱回収を図ることである。

#### (5) スートブロワ

本ボイラには数十台にも上るロングレトラクタブル式スートブロワおよびウォールブロワが設置される。これらのスートブロワ全体の運転操作は、プラント制御装置のDCSシステムで行われ、インテリジェントシステムを適用した自動制御運転が行なえるものとする。

#### (6) バーナ監視およびプラント自動制御システム

ボイラは、DCSシステム（計装・制御）で詳述するように、微粉炭機自動制御装置、燃焼空気制御装置および全付属装置で構成される完全な形のバーナ監視システムが装備される。

#### (7) 微粉炭機および微粉炭システム

各ボイラには微粉炭燃焼システムとして予備機を含む5台の縦軸ローラ型ミルを装備するものとする。各微粉炭機には重量計量式給炭機が装備されている。各微粉炭機から微粉炭バーナへは、

数本の微粉炭管を介して微粉炭が搬送される。バーナは、コーナ式または対向式の燃焼方式に応じ配置される。微粉炭機の1台は予備機として待機中で、残り4台運用で設計炭についてボイラ最大連続負荷運転を行えるものとする。

(8) 仕様

本プロジェクトにおいて想定されるボイラおよび付帯設備の仕様を表 8.3-2 に示す。

表 8.3-2 ボイラおよび付帯設備の仕様

項目	仕様	備考
(1) ボイラ本体		
a. 型式	超臨界圧貫流変圧型再熱式	
b. 燃焼方式	石炭専焼	
c. ボイラ効率	86.28% (HHV) 94.77% (LHV)	1/2号機と同仕様
d. 主蒸発量	1,760 ton/hr (MCR)	
e. 空気温度	26.1°C*1	
f. 排ガス温度 (AH出口)	140°C	
g. 通風方式	平衡通風方式	
(2) 微粉炭燃焼装置		
a. 微粉炭機		
台数	5台/ユニット	1/2号機と同仕様
容量	4台運用 (1台予備)	1/2号機と同仕様
b. 石炭バンカ		
方式	フロントバンカ方式	
型式	鋼板	
容量	MCR燃料消費量の12時間分	1/2号機と同仕様
(3) 軽油燃焼装置		
a. 起動用軽油ポンプ兼 点火用軽油ポンプ	30%ECR容量 x 2台/ユニット	1/2号機と同仕様
b. 軽油バーナ	30%ECR容量	
c. 点火トーチ	バーナ全数分	
(4) 通風装置		
a. 押込通風機 (FDF)	50%MCR容量 x 2台 (動翼可変軸流型)	
b. 誘引通風機 (IDF)	50%MCR容量 x 2台 (動翼可変軸流型)	
c. 一次通風機 (PAF)	50%MCR容量 x 2台 (軸流型)	
d. 空気予熱器 (AH)	50%MCR容量 x 2台 (回転式縦型)	

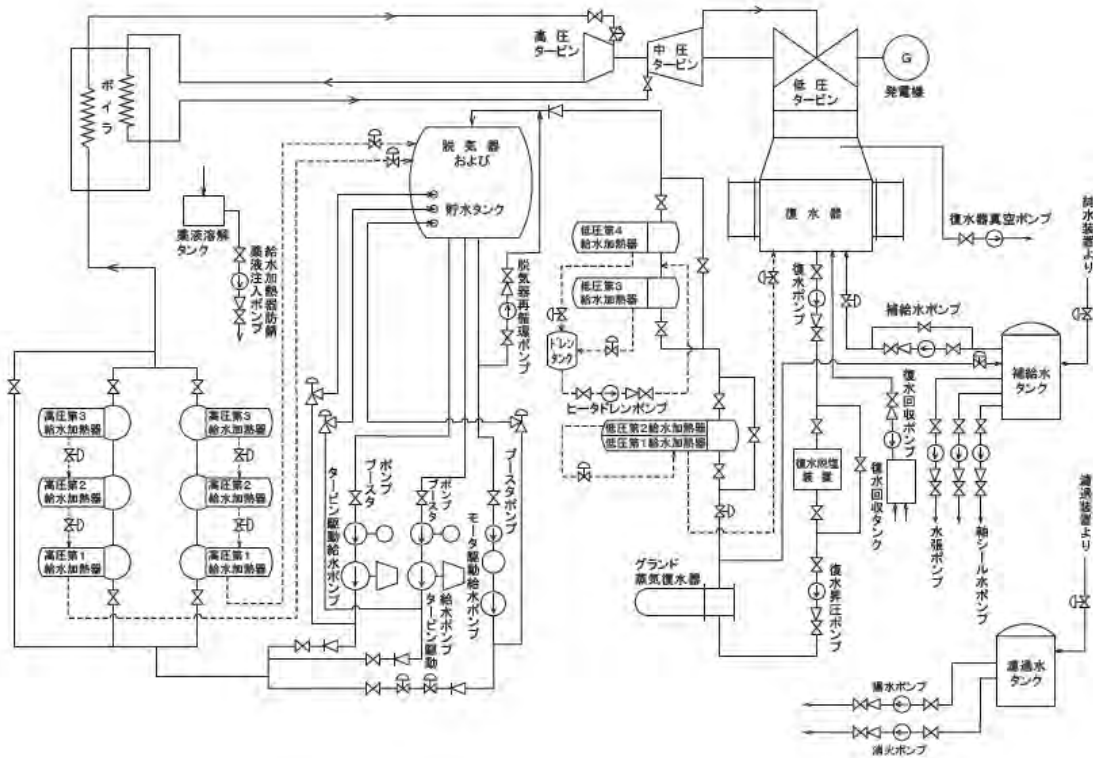
\*1：事業計画地の2020年平均気温

出典：調査団作成

8.3.7 蒸気タービンおよび付属設備

蒸気タービンプラントは蒸気タービン、復水器、復水設備、給水加熱器、ボイラ給水ポンプ、復水器冷却水設備等により構成される。図 8.3-3 に一般的な 600MW クラスの蒸気タービンおよ

び付属設備の構成図を示す。



出典：火力原子力発電協会 入門講座（火力発電プラントの補機設備）VII、主給水系統の各種設備

図 8.3-3 蒸気タービンおよび付属設備の構成図

(1) 蒸気タービン

(a) 形式

蒸気サイクルは高効率、大型発電所に対応する再熱超々臨界圧復水型であり、出力は 600MW である。

(b) 軸構成

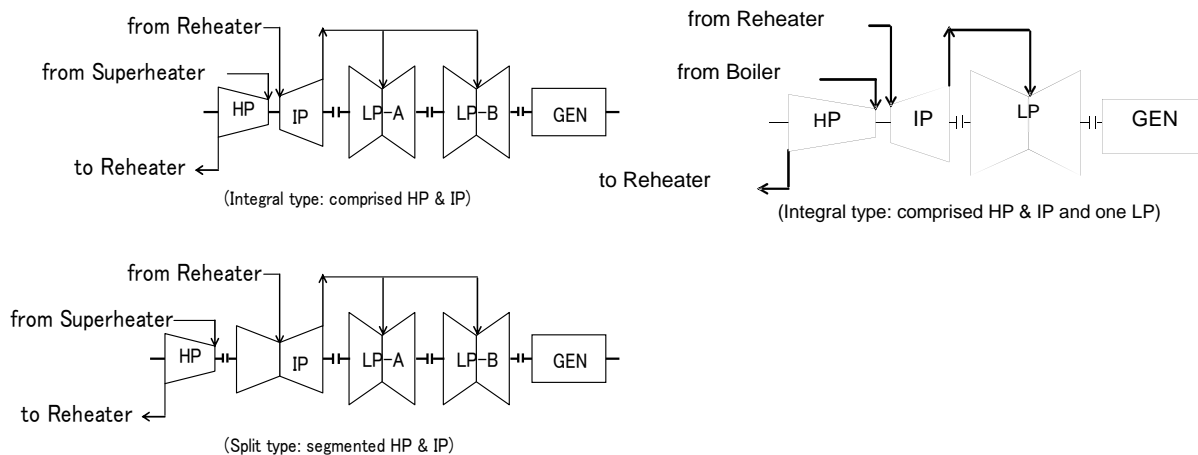
軸構成はタンデム・コンパウンド（以下”TC”）とクロス・コンパウンド（以下”CC”）の 2 タイプある。

TC では高圧（HP）、中圧（IP）および低圧（LP）タービンが同一軸上に連結されている。CC では HP、IP、LP タービンが別軸上に構成される。HP タービンが接続する軸をプライマリ軸、その他をセコンダリ軸と呼ぶ。図 8.3-4 に TC、図 8.3-5 に CC の構成例を示す。

一般的に CC ではセコンダリ軸はプライマリ軸の半分の速度である 1500 回転/分で運転される。

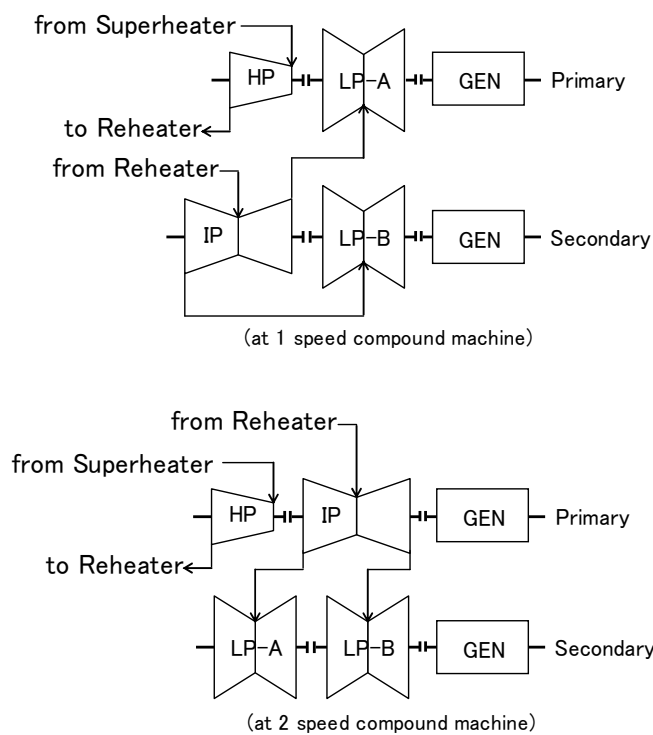
最新の 600MW クラスの TC では HP、IP 一体車室タービンと LP タービン最終段翼長が 48 インチ翼を採用した一車室 LP タービンで構成される例もある。このような最新設計は高効率と設備投資費の双方に貢献している。

TC と CC のそれぞれの特性は次項にて記述する。



出典：調査団作成

図 8.3-4 タンデム・コンパウンド軸構成



出典：調査団作成

図 8.3-5 クロス・コンパウンド軸構成

(c) TC と CC 軸構成の比較

表 8.3-3 に 600MW 級蒸気タービンの TC と CC 軸構成の比較を示す。TC 軸構成は設置面積が小さい、運用が平易、保守が容易などの点で優れている。

一方、CC 軸構成は大型ユニットに適用される。理由は LP タービン長翼の翼根部分にかかる遠心力を軽減するためセカンダリ軸をプライマリ軸の半分の速度で運転するためである。近年、プライマリ軸速度でも遠心力に耐えうる LP タービン長翼の開発が行われ、600MW クラスにも TC が適用されている。

**表 8.3-3 TC と CC 軸構成の比較**

比較項目	TC	CC
軸数	1	2
軸長	長い	ベース
運用信頼性	同等	ベース
タービン効率	同等	ベース
設置面積	小さい	ベース
運用性	平易	ベース
保守性	容易	ベース
建設費	少	ベース
運転費	同等	ベース

出典：調査団作成

(d) 蒸気タービンの部分負荷効率 (Gross, HHV)

各部分負荷における蒸気タービン効率は、1/2 号機と同一の条件等で以下の通りである。

- 100% 負荷：7,508 kJ/kWh (47.94%)
- 75% 負荷：7,583 kJ/kWh (47.47%)
- 50% 負荷：7,828 kJ/kWh (45.99%)
- 30% 負荷：8,556 kJ/kWh (42.07%)

(2) 復水器

(a) 設計概念

火力発電設備での復水器の役割は、ボイラ給水に再利用するために蒸気タービンの排気を凝縮させることである。製造者、蒸気タービン容量、サイトの特有条件等により設計・製造上のさまざまな選択肢がある。

HEI (Heat Exchange Institute) 規格をもとに大型タービン用の復水器においても単流一胴型の採用が好ましい。

(b) 冷却水要求量

復水器の冷却水要求量 ( $G_w$ ) は以下の式により算出される。

$$G_w = Q / (\delta t_d \times c_p \times \rho)$$

Q: 復水器流入熱量 (kcal/h)

$\delta t_d$ : 復水器出入口冷却水温度差 (°C)

$c_p$ : 冷却水比熱 (kcal/kg °C)

$\rho$ : 冷却水比熱 (kg/m<sup>3</sup>)

同一容量・蒸気条件の他プラントのデータをもとに軸受冷却水量も加味した総冷却水要求量は 600MW 2 基分で 50 m<sup>3</sup>/s と試算される。

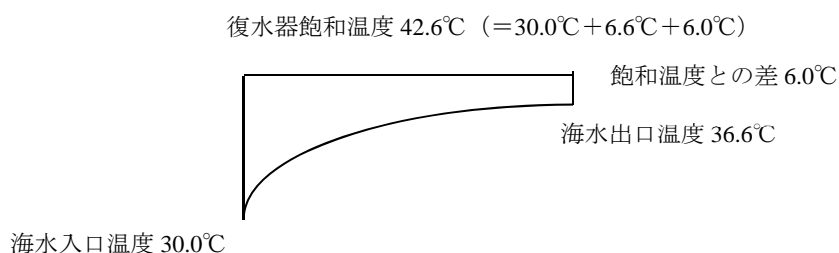


(c) 復水器真空度

図 8.3-6 は HEI 規格をもとに復水器真空度を参考として試算したものである。復水器真空度は海水温度実測値をもとに計算されるべきであるが、ここでは 8.3.7 (7)項に示す定格条件に従い復水器入口海水温度を 30.0°C とし真空度を試算した。

冷却水設備は当国の排水基準で許容される最大温度 40°C をこえないよう復水器出口温度が 37°C となるよう設計する。この場合、復水器における海水温度上昇の 6.6°C に復水器飽和温度と海水出口温度との差が約 6.0°C と想定されるため、復水器飽和温度は 42.6°C になる。したがって、これに対応する復水器飽和圧力 8.47 kPa (abs) が復水器の設計真空度となる。

今後、年間海水温度の変動に応じ発電所建設予定地での復水器出口海水温度の確認をする必要がある。



出典：調査団作成

図 8.3-6 復水器飽和温度と出入口海水温度との関係

(d) 冷却管材質

一般的に冷却管の材質はステンレス材、黄銅、青銅、キュプロニッケル等の銅合金、チタン等からその用途により選定される。しかしながら、最近のプラントにおいては銅合金の毒性による環境上の制約から黄銅、キュプロニッケル等の銅合金はあまり使用されなくなった。また、ボイラの用水処理により銅合金の採用を控えた方がいい場合もある。本プロジェクト向けには信頼性、耐食性の観点からチタンが最良の選択である。

(3) 真空装置

水冷式表面復水器には胴体内部真空を維持するために通常、蒸気噴射型空気エジェクタと電気駆動真空ポンプの 2 タイプが採用されるが、電動駆動真空ポンプの方が保守性は高く好ましい。

(4) 復水脱塩装置

USC プラントはボイラ水ブローの機能がなく、ボイラ給水の高い水質を維持するために復水ポンプ下流に復水脱塩装置が設置される。復水中の汚染物は鉄、銅等の懸濁物、ナトリウムイオン、塩素イオン等である。場合により懸濁物の除去用にフィルタが設置され、フィルタ下流に溶解物用にイオン交換装置が設置される。

(5) 給水加熱器

給水加熱器は熱効率向上のため設置される。加熱源はタービンからの抽気が使われる。加熱器の基数は改善される効率と追加投資コストの経済性を考慮して決定される。一般的に 200MW 以上の大容量火力では 6~8 基設置される。

(a) 熱交換器

熱交換器はある流体から他方へ効率的に熱移動を行う装置である。それぞれの流体が混合しないよう壁で仕切られたタイプと直接接触式のタイプがある。

熱交換器の形式は流れ配置に従い区別される。併流式は 2 流体が同一端から入り他端へ併流する。対流式はそれぞれの流体が対向する端から入る。対流式の方が効率がよい。

1) 熱交換器の形状

大型石炭火力では管式熱交換器が最も一般的なものであり、高圧使用に適している。このタイプの熱交換器は耐圧胴体と胴内の管束からなる。2 流体間の熱交換は 1 つの流体が管内を流れ、他方の流体がその外側を流れることにより行われる。

2) 管式熱交換器

給水は高圧のため管式熱交換器が採用される。給水は管内を流れ、抽気蒸気とその凝縮水は管外を流れる。胴体と管の構造は様々なものがあるが、一般的に管は U 字形状とし、管端は仕切り板により分けられた水室に接続する。

3) 管材の選定

熱交換を効率よく行うためには管材は熱伝導率が高いものを選択すべきである。熱移動は管壁を通して高温側から低温側へ行われるため、管幅に沿って熱差ができる。管材の様々な温度における熱膨張により、運転中に熱応力が発生する。これは流体そのものの高圧に追加される。運転条件下（温度、圧力、pH など）で長期間腐食等の管の劣化を最小化するため、管材は胴体側と管側の双方の流体で両立させるものでなければならない。これらの要求事項は強度、熱伝導、耐食性、高品質、高強度、高熱伝導、高耐食性、高品質の材料選定にあたってはこれらの要求事項が必須である。不適切なチューブ材質の選定は、チューブ側と本体側の間で漏れを生じさせ、それにより給水が蒸気側に混じり、給水の圧力を低下させる可能性がある。

(b) 脱気器

脱気器はボイラ給水のために給水から空気およびその他の不溶解ガスを除去する装置として広く使われている。特に、ボイラ給水の溶存酸素は配管や金属製機器の表面酸化により蒸気システムに重大な腐食を引き起こす。また、水は二酸化炭素と結合して腐食を促進する炭酸を生成する。ほとんどの脱気器は 7 ppb (0.0005cm<sup>3</sup>/L) 以下まで酸素を除去する。

効率・運用性等の技術面およびコスト面から、トレイ式またはスプレー式脱気器が主要な選択肢である。

(6) ポンプ

復水ポンプ、復水ブースターポンプ、ボイラ給水ポンプ、給水ブースターポンプ、軸受冷却水ポンプ、海水ブースターポンプ、循環水ポンプ等が発電所において設置される。

(a) 復水ポンプ

復水ポンプは復水器のホットウェルから復水を送水するものである。復水ポンプは通常、電動遠心ポンプであり、復水器近傍に設置される。このポンプはキャビテーションやそれに伴う破損を防止するための十分な有効吸い込みヘッド（NPSH）を取る必要がある。

(b) ボイラ給水ポンプ

ボイラ給水ポンプは脱気器下流に設置され、高圧給水加熱器を通してボイラへの給水を行うポンプである。給水は蒸気タービンからの蒸気を凝縮させた復水が使用される。このポンプの吸い込みは復水系統からで通常、高圧、遠心ポンプが使用される。

(7) 仕様

本プロジェクトにおいて想定される蒸気タービンおよび付帯設備の仕様を表 8.3-4 に示す。

表 8.3-4 蒸気タービンおよび付帯設備の仕様

項目	仕様
形式	タンデム・コンパウンド、超々臨界圧、 二流排気、一段再熱復水型
発電機端出力	600 MW

項目	仕様
定格回転数	3,000 rpm
車室数	高中圧一車室、低圧一車室
主蒸気圧力	24.5 MPa (g)
主蒸気温度	600°C
再熱蒸気温度	600°C
抽気数	8
制御システム	デジタル式電子油圧制御 (D-EHC)
<b>復水器</b>	
形式	表面冷却、単流一胴、細管式
復水器真空度	約 8.47 kPa (abs)
設計冷却海水温度	30.0°C
冷却水温度上昇	7°C 以下
細管清浄度	0.9
洗浄装置	ボール洗浄装置
管材	チタン
<b>給水加熱器</b>	
形式	表面接触式、管式
台数	脱気器含め8台
<b>復水ポンプ (CP)</b>	
形式	縦型、多段型 (モータ駆動)
台数・容量	3 x 50% または 2 x 100%
<b>ボイラ給水ポンプ (BFP)</b>	
形式	タービン駆動 (T-BFP) + モータ駆動 (M-BFP) 横型、多段型
台数・容量	1案: 3 x 50% (T-BFP) + 1 x 30% (M-BFP) 2案: 2 x 50% (T-BFP) + 2 x 30% (M-BFP)
<b>BFP ブースターポンプ</b>	
形式	横型、多段型 (モータ駆動)
台数・容量	3 x 50% または 2 x 50%
<b>循環水ポンプ (CWP)</b>	
形式	縦型、一段型 (モータ駆動)
台数・容量	3 x 50%

出典：調査団作成

#### (8) ボイラ給水処理

貫流ボイラに適用される主な三つの処理方式を表 8.3-5 に示す。pH 調整のためにアンモニアを使用して、ヒドラジンで脱酸素を行う揮発性物質処理 (AVT) が歴史的に主要な給水処理法であった。ここでアンモニアによる pH 調整 (アルカリに保持すること) は、酸化を抑止する腐食防止の基本である。

ヒドラジンによって、溶存酸素は極めて低濃度（7 $\mu$ g/l以下）に維持され、マグネタイト（Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>）保護膜を形成させる。ただ、酸化スケールの生成速度が早いため定期的（2～3年）にボイラ、加熱器の化学洗浄を行う必要がある。

ヒドラジンの人体への危険が指摘され、ヒドラジンを使用しない低濃度酸素状態でヘマタイト被膜を形成させる中性水処理（NWT）、複合水処理（CWT）が注目された。ヘマタイトは、マグネタイトと比べ溶解度が極めて低く、被膜表面が平滑であるため、化学洗浄回数の低減やボイラ給水ポンプの動力削減が期待される。

前述のとおり pH 調整は腐食抑止の基本であり、日本では 1990 年、アンモニアを使った CWT が大型貫流ボイラに採用され、現在、56 ユニット以上に採用され、良好な結果を得ている。

以上のことから、CWT によるボイラ給水処理の適用は技術的・経済的に妥当と考えている。

表 8.3-5 貫流ボイラのボイラ給水処理

水処理方式	揮発性物質処理 (AVT)	中性水処理 (NWT)	複合水処理 (CWT)
pH (at 25 °C)	9.0-9.7	≒7	8.0-9.3
電気伝導率(mS/m)	≦0.025	≦0.02	≦0.02
溶存酸素 (μg/l)	7以下	20-200	20-200
仕様薬品	アンモニア ヒドラジン	酸素	アンモニア 酸素

出典：三菱技報 Vol. 49 No. 1（2012年3月）

### 8.3.8 用水処理設備

#### (1) 用水源

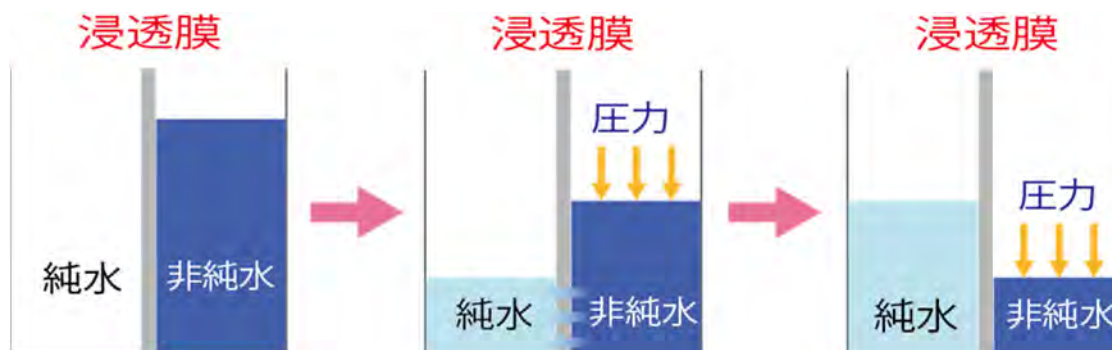
純水装置、機器冷却水、灰処理および消火用水の水源として所内用水が使用される。建設用地近傍には適切な河川水の利用ができず、また、近隣の井戸の枯渇や地盤沈下を引き起こす懸念があることから、地下水で十分な量を確保するのは適当ではないと考える。

したがって、海水から海水淡水化装置を用いて所内用水を製造する必要がある。

#### (2) 海水淡水化装置

##### (a) 各海水淡水化装置の比較

海水淡水化装置には多段フラッシュ蒸留装置（MSF）、機械式蒸気圧縮装置（MVC）、逆浸透膜装置（RO）などに大別される。MSFは蒸気熱を使って飽和圧下の海水が減圧されるときに起こるフラッシュ現象を利用する。MVCは蒸発熱源にコンプレッサを利用する。ROは浸透圧の原理を利用して膜による分離を行う。塩分溶液を加圧することにより、通常の浸透現象の逆現象として膜を通して清浄水が分離される。（図 8.3-7）



出典：ウォータースタンド website

図 8.3-7 逆浸透の原理

表 8.3-6 に各海水淡水化法の比較を示す。技術データおよび比較結果は海水水質により変動するため、実際の詳細選定に当たっては水質の実測値、とりわけ全溶解物（TDS）、濁度（NTU）および SDI 値（Silt Density Index）の測定を行うことが肝要である。

海中の浮遊固形物や懸濁物は RO にとって重大なトラブルを引き起こすもののひとつである。ほとんどの設備では 5 ミクロンフィルタなどの前処理装置を設置しているが、微粒子は RO 膜の目詰まりの原因となる。

このような目詰まり度合を消化するため、SDI 値（または Fouling Index, FI 値）が採用される。この測定方法は ASTM D4189-07 Standard Test Method for Silt Density Index (SDI) of Water として標準化されている。

SDI 値の測定には、0.45μm フィルタを圧力 2.07bar 下で試験水を通しろ過を行う。最初の 500ml をろ過するのに要した時間 T0 と 15 分後に再び 500ml をろ過したときに要する時間 T を測定する。この 2 つの時間から、次式により SDI 値を求める。

$$SDI = (1 - T_0/T) \times 100/15$$

SDI 値が 5 以下の時 RO 装置に許容される。これは SDI 値が 5 以下では目詰まりの速度が非常に遅い速度で進行する。しかしながら、給水中の懸濁物の特性により SDI 値 3 以下が要求されることもありうる。

したがって、仮に海水水質の汚染が許容範囲であれば、RO 装置は近年においては成熟した技術であり、経済的観点からも妥当な選択であると言える。

**表 8.3-6 各海水淡水化装置の比較**

	MSF	MVC	RO
全溶解物 (TDS) *1	10	5	10 (2 段処理)
初期投資費用 *1	高い	高い	ベース
エネルギー消費 *1	25 kWh/m <sup>3</sup> (蒸気熱分含む)	11 kWh/m <sup>3</sup>	5 kWh/m <sup>3</sup>
運用保守費 *1 (エネルギーコスト 含まず)	安い	安い	ベース
原水消費量 *1 (生成水 1m <sup>3</sup> 当たり)	6-8 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	3 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	2 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 高信頼性</li> <li>- 大容量機に多くの実績有り</li> <li>- 海水脱塩に適している。</li> <li>- 腐食、スケール問題多</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- シンプルなシステム</li> <li>- 高信頼性</li> <li>- 適用可能レベル</li> <li>- 海水/河川水脱塩に適</li> <li>- MSF より低温運転</li> <li>- MSF より腐食、スケール問題少</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- シンプルなシステム</li> <li>- 省エネルギー</li> <li>- 主要システムに成長</li> <li>- 海水/河川水脱塩に適</li> <li>- 膜が短寿命(約 5 年)</li> <li>- 海水水質に敏感</li> </ul>

\*1：原水水質による

出典：調査団作成

**(b) 前処理装置**

微小多孔質によるプロセスは目詰まりへの対策が重要である。膜の目詰まりは生成水量の減少、水質の悪化および膜差圧の増大を引き起こす。典型的な膜目詰まりは無機塩・酸化金属粒・懸濁物等の付着や微生物の増殖により発生する。よって、目詰まり防止には薬品処理、清澄装置、フィルタ等の前処理装置による浮遊物質の除去が必要である。

(3) 純水装置

純水装置には経済的な対向流イオン交換装置が採用される。装置はカチオン塔、アニオン塔およびバックアップとしての混合床塔からなる。これにより所内用水から不純物・塩を所定のレベルまで除去する。所定の間隔でカチオン塔樹脂は酸溶液でアニオン塔樹脂は塩基溶液で再生される。

(4) 飲料水製造装置

飲料水は脱塩水（所内用水）から製造される。滅菌のため、次亜塩素酸の注入や紫外線（UV）滅菌が用いられる。

(5) 供給範囲

(a) 海水淡水化装置

原水取水ストレーナ :	1 セット/ユニット
原水供給ポンプ :	1 台/ユニット
原水貯蔵タンク :	1 基/ユニット
原水移送ポンプ :	1 台/ユニット
初期フィルタ :	1 セット
中間フィルタ :	1 セット
RO 膜 :	1 セット
薬品注入装置 :	1 セット
淡水貯蔵タンク :	2 セット (100% x 2)

(b) 純水装置

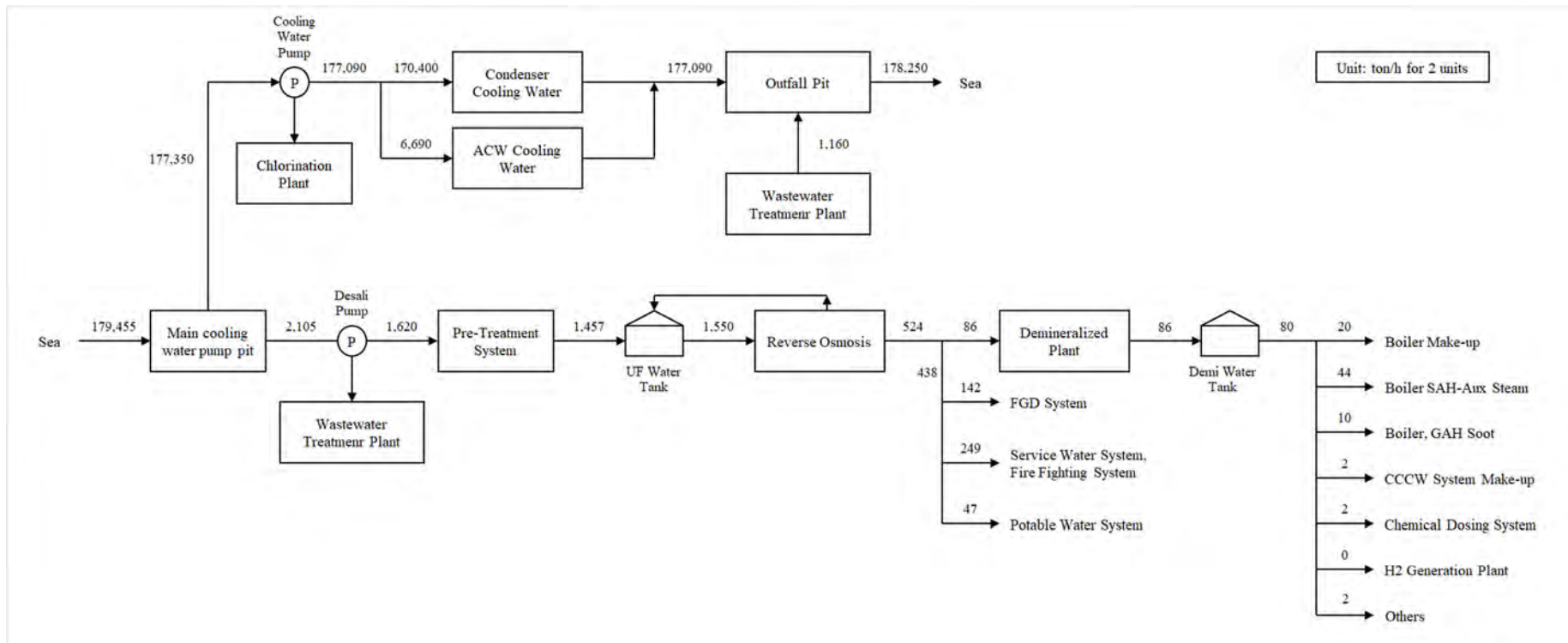
原水供給ポンプ :	1 セット/ユニット
フィルタ :	1 セット/ユニット
アニオン塔 :	1 基/ユニット
カチオン塔 :	1 基/ユニット
混合床塔 :	1 基/ユニット
中間ポンプ :	1 台/ユニット
排水ポンプ :	1 台/ユニット
ブロワ :	1 台/ユニット
次亜塩素酸貯蔵タンク :	1 基
水酸化ナトリウム貯蔵タンク :	1 基
各種希釈タンク :	1 基
純水貯蔵タンク :	2 基 (100% x 2)
補給水ポンプ :	2 台 (100% x 2)

(c) 飲料水製造設備

ポンプ :	2 台/ユニット
炭素フィルタ :	2 セット/ユニット
殺菌装置 (次亜塩素酸装置) または 紫外線 :	1 セット (100% x 1)
飲料水タンク :	1 基 (100% x 1)

(6) 用水処理設備の概念系統図

図 8.3-8 に用水処理設備概念系統を示す。



出典：調査団作成

図 8.3-8 用水処理設備概念系統図

### 8.3.9 排水処理設備

#### (1) 概略仕様

##### (a) 一般事項

各種排水の一般的な処理方法は以下である。

- 1) プラント排水は排水処理設備で処理され、8.3.5 項に示す排水基準に適合する水質で冷却水放水システムに排水される。プラント排水は含油排水、機器ドレン等を含み、放水点で排水サンプリングを行う。
- 2) ボイラブローダウンは冷却水注入付のブローダウンタンクへ排出され、その後ボイラ排水槽へ送水される。
- 3) 含油排水は油/水セパレータで処理され、排水貯槽へ送水される。
- 4) 排水処理装置からの排水は排水貯槽へ送水される。
- 5) 未処理排水は直接的もしくは間接的にどの表層水域に排水されないよう計画する。
- 6) 排水処理装置で発生した汚泥は適切な処分場へ輸送される。
- 7) 建屋からの日常排水は所内の浄化装置で処理される。
- 8) 雨水排水、水タンクオーバーフローはチェックピットに移送され、水質チェック（pH、油分等）後に冷却水放水システムに放流される。
- 9) 貯炭場雨水は独立した凝集沈殿、ろ過処理を行う。
- 10) 石炭コンベヤ洗浄装置からの排水は独立した凝集沈殿処理を行う。収集された石炭スラリは貯炭場へ返送される。
- 11) 灰捨て場排水は独立した沈殿、中和処理を行う。

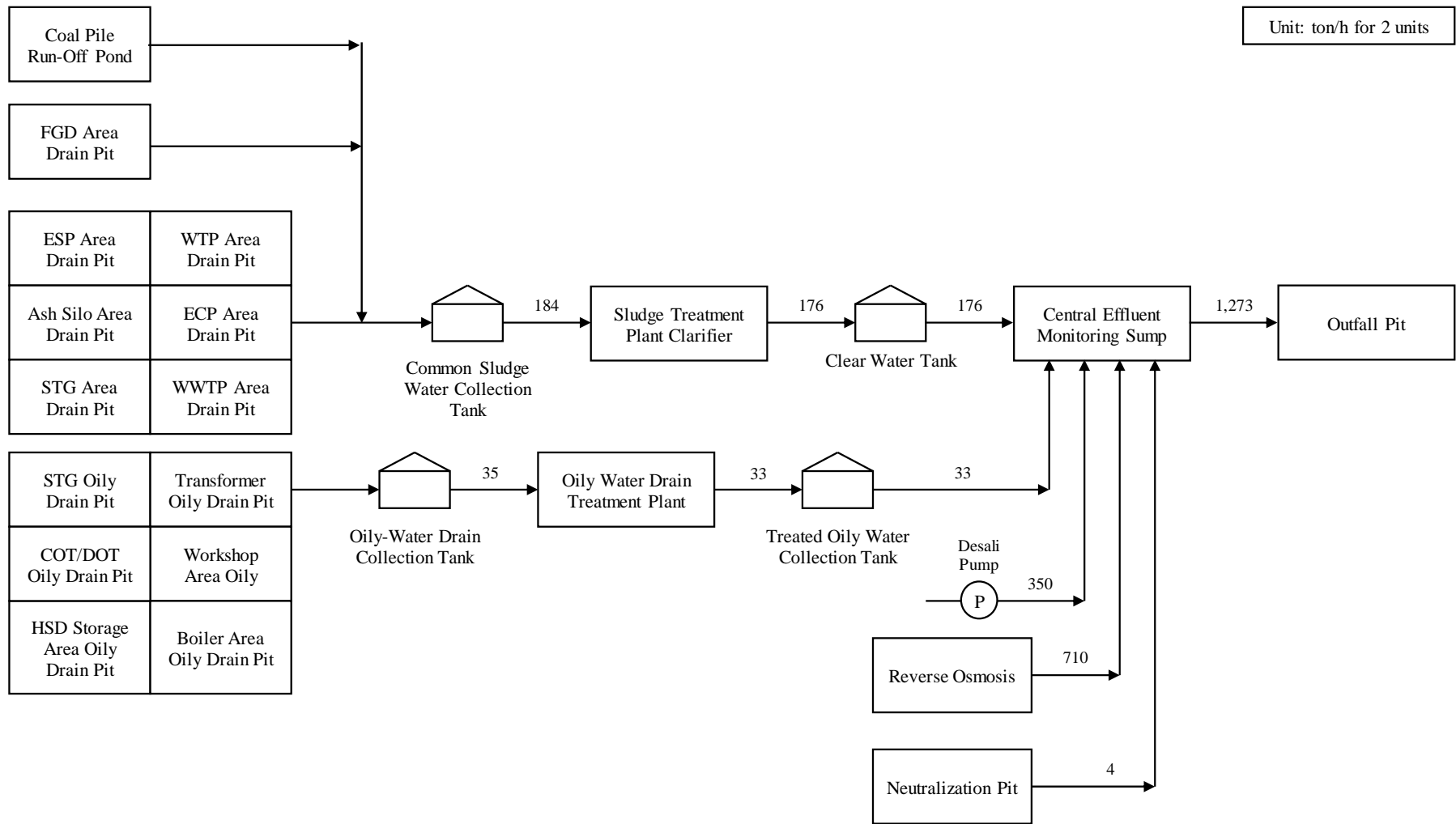
##### (b) 供給範囲

排水貯槽	1 槽
pH 調整槽	2 槽
凝集槽	2 槽
沈殿槽	2 槽
中間槽	1 槽
汚泥貯蔵槽	1 槽
中和槽	1 槽
ろ過装置	2 槽
脱水装置	1 台
送水ポンプ	2 台
中間ポンプ	2 台
汚泥移送ポンプ	2 台 x 2
脱水供給ポンプ	2 台

#### (2) 排水処理設備の概略系統図

図 8.3-9 に排水処理設備概念系統を示す。





出典：調査団

図 8.3-9 排水処理設備概念系統

### 8.3.10 排ガス処理設備

#### (1) 電気集塵器

ボイラ排ガス中の煤塵を除去するため並列する2基の電気集塵器 (ESP: Electrostatic Precipitator) を設置する。集塵器下部ホoppaは、灰回収量最大セクションで12時間以上の貯灰容量を有するものとする。ESPは電動槌打装置、整流・変圧器、灰ホoppaおよび同ヒータ、そして関連補機器すべてを完備したのものとして供給される。ホoppa出口には乾式フライアッシュ収集システム用の転換ゲートを装備するものとする。

ESPの集塵効率は99.7%である。3/4号機の煙突出口排出濃度は、IFC/WB EHSガイドライン（火力発電所；2017年ドラフト）にしたがい、25 mg/Nm<sup>3</sup>以下とする。

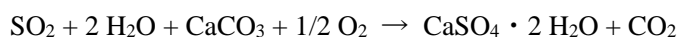
#### (2) 脱硫設備

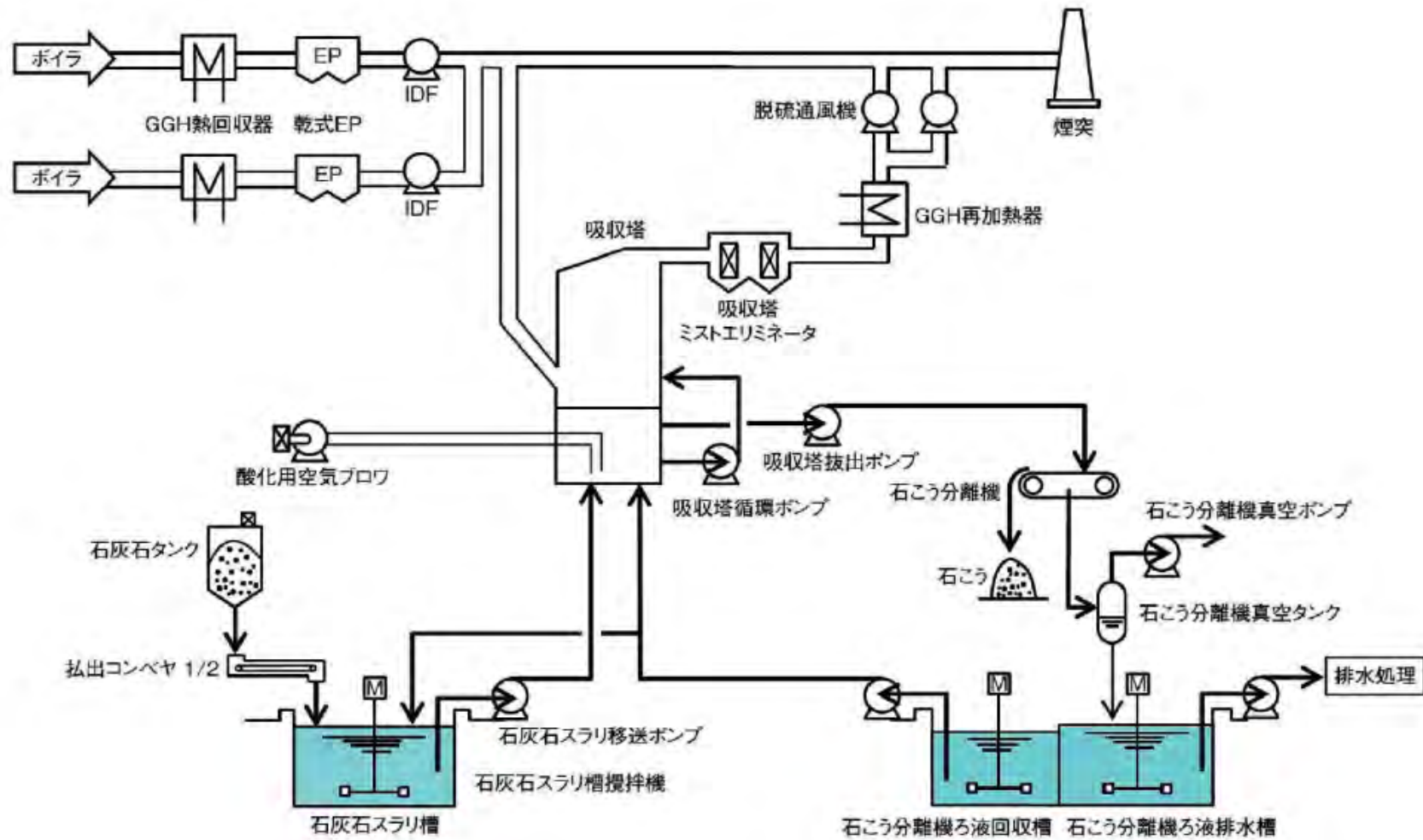
##### (a) FGDの形式

本事業では、2種類の脱硫方式が適用可能である。1つは湿式石灰石・石膏法、もう1つは海水法である。本事業では、8.1.1(6)項で記載したように湿式石灰石・石膏法を採用する。

本方式の代表的な系統図を図8.3-10に示す。本脱硫設備はアルカリ性の吸収剤である石灰石を供給する石灰石供給工程、排ガスからSO<sub>2</sub>を除去する吸収工程、副産品としての石膏を回収する石膏回収工程、排ガスを導入しガスを再加熱する通風工程の4工程で構成されている。

排ガス中のSO<sub>2</sub>は石灰石と反応し、空気中の酸素により酸化されて石膏になる。脱硫反応は下記の化学式となる。





出典：火力原子力発電協会 入門講座（火力発電プラントの補機設備）IV. 排煙処理系統の補機設備  
 図 8.3-10 排煙脱硫装置系統図

(b) FGD の構成

FGD は以下の機器／設備で構成される・

- ・ 亜硫酸ガス吸収塔（1基）
- ・ 再生回転式ガス・ガスヒータ（1基）
- ・ 淡水昇圧ポンプ（数台）
- ・ 水配管・弁類
- ・ 排ガス昇圧ファン（2基）
- ・ 煙道ガスバイパスシステム（1式）
- ・ 入口と出口排ガスダクト
- ・ 酸化空気ブロワ
- ・ 酸化槽（ボイラ2缶で共用）
- ・ 電源装置
- ・ 計装・制御装置

(c) FGD の性能

FGD は、当国規制および世界保健機構などの国際基準を満たすために排ガス中の亜硫酸ガス（SO<sub>2</sub>）濃度を 200 mg/Nm<sup>3</sup> 以下に低減するために設置する。本事業で使用する石炭の性状を 1/2 号機で使用する石炭性状と同等と仮定すると FGD 入口排ガスの SO<sub>2</sub> 濃度は性能炭を使用し BMCR（石炭中硫黄分 1.0%）にて 2,500 mg/Nm<sup>3</sup> 程度以下であるので、SO<sub>2</sub> 除去効率は 91% 以上が求められる。

また、FGD は排ガス中の煤塵を 25 mg/Nm<sup>3</sup> 以下に低減するものとする。

排ガスの大気拡散シミュレーションの結果、排ガスが十分に大気拡散するために煙突出口排ガス温度を 90°C 以上とする必要がある。各 FGD は再生回転式ガス・ガスヒータを設置するものとする。

EP 出口（FGD 入口）の排ガス性状を表 8.3-7 に示す。

**表 8.3-7 EP 出口（FGD 入口）の排ガス性状**

項目	単位	性能炭	設計炭 (灰分最大)	設計炭 (排ガス量最大)	備考
ボイラ負荷		BMCR	BMCR	BMCR	1 基当たり
湿り排ガス流量	Nm <sup>3</sup> /h	1,992,177	1,859,318	2,228,822	
排ガス温度	°C	134	134	134	
排ガス中水分	wet vol %	14.17	12.64	16.49	
排ガス中酸素濃度	dry vol %	4.45	3.85	3.91	
汚染物質濃度 (dry, 6%O <sub>2</sub> )					
NO <sub>x</sub> (as NO <sub>2</sub> )	mg/Nm <sup>3</sup>	62	62	62	
SO <sub>2</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	≤2,759	≤2,898	≤2,500	
PM	mg/Nm <sup>3</sup>	25	25	25	
汚染物質排出量					
NO <sub>x</sub> (as NO <sub>2</sub> )	kg/h	124	115	138	1 基当たり
SO <sub>2</sub>	kg/h	5,496	5,388	5,572	1 基当たり
PM	kg/h	50	46	56	1 基当たり

出典：現地入手資料

3/4 号機に適用される、排ガス中のダスト濃度基準は、煙突出口で 25mg/Nm<sup>3</sup> (6%O<sub>2</sub>) 以下であり、与えられた石炭特性、石灰石濃度などのデータにもとづき、この基準値以下となるように、また石膏純度が 95% 以上となるように、電気集塵器などの関連機器と合せて設計する。

脱硫設備は、電気集塵器の後流側に設置される。3/4 号機拡張計画において、脱硫設備は、全世

界で広く使用されている湿式石灰石・石膏法を採用する。

### (3) 石灰石・石膏処理設備

石灰石処理設備は、脱硫装置に使用する石灰石を船から荷揚、貯蔵ならびに脱硫設備に供給する設備であり、石膏処理設備は、脱硫装置で生成された石膏を貯蔵し、搬出用トラックなどに荷積みするための設備である。石膏は小型船で現地の工場に搬出することも考慮する。

#### (a) 石灰石の搬入方法

石灰石は荷揚棧橋において船からシップローダによって揚荷され、ベルトコンベアによって棧橋から石灰石貯蔵場まで運ばれる。石灰石貯蔵場の石灰石はベルトコンベアによって各ユニットの石灰石貯蔵サイロまで運ぶ計画とする。石灰石貯蔵サイロは、 $1,000\text{m}^3 \times 2$ 基を設置する。現時点では、3/4号機の敷地の北西にある仮設の荷揚げ棧橋を使用して石灰石を荷揚げし、石灰石貯蔵場までベルトコンベアで運搬する計画とする。（図 8.3-1 の緑色で示した設備参照）

#### (b) 設備検討に関する諸条件

3/4号機において、石灰石・石膏設備の設備仕様・容量について適用する設計炭に基づき下記の通り検討した。以下に検討条件を示す。

- ・ 脱硫装置入口  $\text{SO}_2$  : 5,496 kg/h・unit
- ・ 石炭の S 分 : 1% (性能炭)
- ・ 石灰石利用率 : 95%
- ・ 石灰石の純度 : 90%
- ・ 石灰石用棧橋 : 2,000DWT

#### (c) 検討結果

適用する石炭の S 分はばらつきがあり、その最大値は 1% である。したがって、石炭中の S 分濃度を 1% とした場合、石灰石の必要量は 2 ユニット（100% 負荷）で 359 ton/day となり、2,000DWT 級の船では 5 日サイクルで石灰石を受け入れる必要がある。

石灰石消費量、石膏生成量（S 分 1% の石炭使用時）

1 時間の石炭消費量（2 ユニット、MCR100% 負荷時）：

$$600,000 \text{ kW} \times 860 \text{ kcal/kW} \times 2 \div 4,600 \text{ kcal/kg} \div 0.411 (\text{プラント効率}) \times 1.0385 (\text{MCR/ECR 比}) \\ = 566.9 \text{ ton/h}$$

1 時間の除去  $\text{SO}_2$  量：ボイラで発生する  $\text{SO}_2$  量－脱硫処理後の排ガス  $\text{SO}_2$  量

$$(5,496 \text{ kg/h} - 377 \text{ kg/h}) \times 2 = 10,238 \text{ kg/h}$$

1 時間に  $\text{SO}_2$  と反応する  $\text{CaCO}_3$ （理論反応量）： $10,238 \text{ kg/h} \times 100 / 64 = 15,997 \text{ kg/h}$

1 時間に生成される  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ （理論反応量）： $10,238 \text{ kg/h} \times 172 / 64 = 27,515 \text{ kg/h}$

1 日の石灰石消費量： $15,997 \text{ kg/h} \times 24 \text{ h/day} \times 0.8 / 0.95 / 0.90 = 359 \text{ ton/day}$

2,000DWT クラスの運搬船での運転可能日数： $2,000 \text{ ton} / 359 \text{ ton/day} = 5.8 \text{ 日}$

したがって、5 日ごとに 1 回の割合で配船すれば石灰石が不足することはない。

1 日に生成される石膏量： $27,515 \text{ kg/h} \times 24 \text{ h/day} \times 0.8 = 528 \text{ ton/day}$

#### (d) 石灰石の調達および石膏の引き取り

石灰石は、当国国内においては採掘されておらず、石灰石を原料としているセメント会社は国外から輸入をしている。Metro Cement Co Ltd によると、当国の主な石灰石輸入業者は以下のとおりである。

a) BIROTI-Rumki 社

b) Abden CEO Peakard 社

c) Shahieen Lafarg 社

d) PW-FIDA 社

Shahieen Lafarg 社によると、現在の輸入量の 40%をベトナム、50%を UAE、10%をオマーンから調達している。また、チッタゴン港荷受けの場合は、CIF 価格で約 USD 25/トン(輸入税、付加価値税などは含まない)とのことである。

また、PW-FIDA 社によるとシンガポールに支店 (Rubina Resources Pte Ltd)があり、ベトナム、UAE、オマーンから輸入を行っているとのことである。BIROTI-Rumki 社も同様なヒアリング結果であった。

各社とも 3/4 号機の運用に必要な量を供給できるとのことである。

(e) 石膏の引き取り

石膏はセメントの原料となるため石膏の引き取り先としてはセメント工場が考えられる。石膏は、セメントの原料として生産量の 3%、その内 85%を調達する必要がある。当国国内のセメント工場のセメント生産能力、石膏の必要量および石膏の調達可能量を表 8.3-8 に示す。

当国のセメント工場が調達を必要とする石膏の量は、全体量で 1,771,511 ton/year である。一方、3/4 号機から排出される石膏の量は、435ton/day x 365 日 = 158,775 ton/year でセメント工場全体の石膏調達必要量の約 9%程度である。したがって、当国国内のセメント工場が 3/4 号機の石膏を引き取る可能性はあると考えられる。

一方、石膏の質も重要であり。表 8.3-9 に天然石膏の性状を示す。3/4 号機から排出される石膏もこの性状に近い品質を要求される可能性がある。

バングラデシュ国マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業（フェーズ2）準備調査  
ファイナルレポート

表 8.3-8 当国国内で稼働中のセメント工場の設置容量

Sl. No.	Name of the Company	Plant Location	Plant Facilities for Production (Ball Mill, Roller Press & VRM)	Total Installaion Capacity (Metric Ton per Day)	Total Installation Capacity per Annum in Metric Ton (Considering 300 day / year)
1	Anower Cement	Gozaria, Munshigonj	Ball Mill-1: 300 TPD, Ball Mill-2: 300 TPD, Ball Mill-3: 1800 TPD	2,400	720,000
2	Aman Cement	Ullapara, Sirajgonj	Ball Mill-1: 350 TPD, Ball Mill-2: 350 TPD	700	210,000
3	Aman Cement	Sonargoan, N-Gonj	VRM-1: 5000 TPD, VRM-2: 5000 TPD	10,000	3,000,000
4	Akij Cement	Bandar, N-Gonj	VRM-1: 3000 TPD, VRM-2: 5000 TPD	8,000	2,400,000
5	Aramit Cement	Kahurghat, CTG	Ball-1: 700 TPD, Ball Mill-2: 1000 TPD	1,700	510,000
6	AI-Haj Mostofa Hakim	Kumira, CTG	Ball Mill-1: 600 TPD	600	180,000
7	AR Cement	Noapara, Jessore	Ball Mill 1-8: 50 x 8 TPD = 400 TPD	400	120,000
8	AR Cement	Pabna	Ball Mill-1: 250 TPD, Ball Mill-2: 250 TPD	500	150,000
9	Bashundhara Cement	Madongonj, N-Gonj	Ball Mill-1: 2300 TPD, VRM-1: 6000 TPD	8,300	2,490,000
10	Bashundhara Cement	Mongla, Bagerhat	Ball Mill-1: 720 TPD, Ball Mill-2: 720 TPD, Ball Mill-3: 720 TPD, Ball Mill-4: 720 TPD, VRM-1: 6000 TPD, VRM-2: 10800 TPD	19,680	5,904,000
11	Bengal Cement	Sonargoan, N-Gonj	Ball Mill-1: 1800 TPD, Ball Mill-2: 1800 TPD	3,600	1,080,000
12	Bengal Tiger Cement (Japan Bangla)	Ghorashal, Narsingdi	Ball Mill-1: 600 TPD	600	180,000
13	Confidence Cement	Sitakumdu, CTG	Ball Mill-1: 1600 TPD, Ball Mill-2: 2000 TPD	3,600	1,080,000
14	Crown Cement	Mukterpur, Munshigonj	Ball Mill-1: 600 TPD, Ball Mill-2: 800 TPD, Ball Mill-3: 1400 TPD, Ball Mill-4: 3000 TPD, VRM-1: 5280 TPD	11,080	3,324,000
15	Chatak Cement Ltd	Chatak, Sunamgonj	Ball Mill-1: 600 TPD	600	180,000
16	Diamond Cement	Chattogram	Ball Mill-1: 600 TPD, Ball Mill-2: 1000 TPD, Ball Mill-3: 2000 TPD	3,600	1,080,000
17	Desh Bandhu Cement	Ullapara, Sirajgonj	Ball Mill-1: 350 TPD, Ball Mill-2: 350 TPD	700	210,000
18	Dubai Bangla Cement	Mongla, Bagerhat	Ball Mill-1: 900 TPD, Ball Mill-2: 900 TPD, Ball Mill-3: 2000 TPD	3,800	1,140,000
19	Fresh Cement (Unique)	Meghnaghat, N-Gonj	Ball Mill-1: 800 TPD, Ball Mill-2: 800 TPD, Ball Mill-3 with Roller Press: 3000 TPD, Ball Mill-4 with Press: 6000 TPD, Ball Mill-5 with Roller Press: 6400 TPD	17,000	5,100,000
20	Gazi Cement	Rupgonj, N-Gonj	Ball Mill-1: 300 TPD, Ball Mill-2: 600 TPD	900	270,000
21	Holcim Lafarge	Meghnaghat, N-Gonj	Ball Mill-1: 720 TPD, Ball Mill-2: 720 TPD, Ball Mill-3: 720 TPD, Ball Mill-4: 720 TPD, Ball Mill-5: 720 TPD, Ball Mill-6: 3360 TPD	6,960	2,088,000
22	Holcim Lafarge	Chatak, Sunamgonj	Ball Mill-1: 2400 TPD, Ball Mill-2: 2400 TPD	4,800	1,440,000
23	Holcim Lafarge	Mongla, Bagerhat	Ball Mill-1: 720 TPD	720	216,000
24	Insee	Madangonj, N-Gonj	Ball Mill-1: 2000 TPD	2,000	600,000
25	Metrocem Cement	Mukterpur, Munshigonj	Ball Mill-1: 800 TPD, Ball Mill-2: 1800 TPD, VRM (upcoming): 5000 TPD	2,600	780,000
26	Mongla Cement (Elephant Brand)-Sena Cement	Mongla, Bagerhat	Ball Mill-1: 2000 TPD, Ball Mill-2: 2000 TPD, Ball Mill-3: 2400 TPD	6,400	1,920,000
27	Mir Cement	Rupgonj, N-Gonj	Ball Mill-1: 600 TPD, Ball Mill-2: 1800 TPD	2,400	720,000
28	Modina Cement (Tiger & 3 -Rings Brand)	Meghnaghat, N-Gonj	Ball Mill-1: 200 TPD, Ball Mill-2: 200 TPD, Ball Mill-3: 200 TPD, Ball Mill-4: 200 TPD, Ball Mill-5: 3000 TPD	3,800	1,140,000
29	Modina Cement (Tiger Brand)	Pagla, N-Gonj	Ball Mill-1: 200 TPD, Ball Mill-2: 200 TPD	400	120,000
30	NGS Cement	Chattogram	Ball Mill-1: 500 TPD, Ball Mill-2: 1000 TPD	1,500	450,000
31	National Cement (Premier Brand)	Chattogram	Ball Mill-1: 720 TPD, Ball Mill-2: 720 TPD, VRM-1: 6480 TPD under construction	7,920	2,376,000
32	Olympic Cement (Anchor)	Barishal	Ball Mill-1: 600 TPD, Ball Mill-2: 600 TPD, Ball Mill-3 with Roller Press: 2800 TPD	4,000	1,200,000
33	Premier Cement	Mukterpur, Munshigonj	Ball Mill-1: 2000 TPD, Ball Mill-2: 2000 TPD, Ball Mill-3: 2000 TPD, Ball Mill-4: 2000 TPD, VRM-1: 11000 TPD under construction	19,000	5,700,000
34	Scan Cement (Scan)	Kanchipur, N-Gonj	Ball Mill-1: 2400 TPD, Ball Mill-2: 1080 TPD, Ball Mill-3: 2000 TPD	5,480	1,644,000
35	Scan Cement (Rubby)	Chattogram	Ball Mill-1: 1200 TPD, Ball Mill-2: 2800 TPD	4,000	1,200,000
36	Scan Cement (Scan)	Mukterpur, Munshigonj	Ball Mill-1: 2000 TPD	2,000	600,000
37	Seven Rings Cement	Kaligong, Gazipur	Ball Mill-1: 960 TPD, Ball Mill-2: 960 TPD, Ball Mill-3: 1800 TPD, Ball Mill-4: 1800 TPD, VRM-1: 9600 TPD	15,120	4,536,000
38	Seven Rings Cement (Shun Shing)	Khulna	Ball Mill-1 with Roller Press: 4320 TPD	4,320	1,296,000
39	Seven Rings Cement (Shun Shing)	Chattogram	VRM-1: 3840 TPD	4,320	1,296,000
40	Seven Horse (Eastern)	Siddirgonj, Narayangonj	Ball Mill-1: 350 TPD, Ball Mill-2: 350 TPD, Ball Mill-3: 350 TPD, Ball Mill-4: 600 TPD, Ball Mill-5: 600 TPD	2,250	675,000
41	Shah Cement	Mukterpur, Munshigonj	Ball Mill-1 with Polycem: 6000 TPD, Ball Mill-2: 1680 TPD, Ball Mill-3: 1680 TPD, Ball Mill-4 with Roller Press: 7500 TPD, VRM-1: 15360 TPD	32,220	9,666,000
42	S. Alam Cement	Chattogram	Ball Mill-1: 1200 TPD	1,200	360,000
43	Sheikh Cement	Khulna	Ball Mill: 400 TPD	400	120,000
				<b>Total:</b>	69,471,000
				Required gypsum quantity	2,084,130
				Gypsum quantity to be procured	1,771,511

出典 : Metrocem Cement Limited, West Mukterpur, Munshigonj

表 8.3-9 天然石膏の性状（参考）

No.	Key Indicator	Unit	Percent Level / Range
1	CaO	%	30 – 32
2	SiO <sub>2</sub>	%	2.50% Max.
3	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	< 0.50%
4	MgO	%	1.50% Max.
5	SO <sub>2</sub>	%	> 40%
6	Moisture	%	< 5.0%
7	Putiry	%	90% Min.

出典：調査団作成

(f) 主要設備の概要

1) 灰処理設備

- ・ 炉底灰設備：1 基/unit
- ・ 灰回収設備：1 基/unit
- ・ フライアッシュ貯蔵払い出し設備：2 基/2 units

2) 脱硫設備

- ・ 酸化空気用空気圧縮機システム：50 % x 3 基
- ・ サービスウォーターポンプ及び関連機器：100 % x 2 基
- ・ 吸収塔システム（内部は腐食防止対策）：1 式
- ・ ミストエルミネーター：1 式
- ・ 石灰石スラリーシステム：1 式
- ・ 脱水装置/真空フィルターシステム：1 式
- ・ その他関連設備：1 式

3) 石灰石・石膏設備

- ・ 石灰石アンローダ：1 基/2 units
- ・ 石灰石受入コンベヤ：1 系列/2 units
- ・ 石灰石貯蔵サイロ：1,000m<sup>3</sup> x 2 基/2 units
- ・ 石膏払出し設備：1 基/2 units

4) 灰捨て場

- ・ 灰処理車両：一式

5) 燃料油貯蔵および処理設備

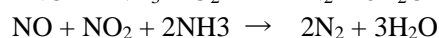
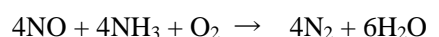
- ・ トレーラ揚油設備：1 基/unit
- ・ 軽油貯蔵タンク：1 基
- ・ 軽油点火器用ポンプ：30% B-MCR/2 units

(4) 脱硝装置

(a) 脱硝原理

現在の火力発電所の脱硝装置は、選択接触還元法が広く普及しており、本事業においてもこの方式を採用する。

脱硝装置の原理は、触媒存在下で還元剤を加え、NO<sub>x</sub> を N<sub>2</sub> に還元する方法で、アンモニア (NH<sub>3</sub>) が還元剤として一般的に使用され、排ガス中の NO<sub>x</sub> は、次の化学反応式に基づき N<sub>2</sub> と H<sub>2</sub>O に分解され、後流の装置に送られる。



安全性の観点からアンモニア（刺激性が強い）の代わりに尿素が還元剤として使用される例もある。

本方式は設備がシンプルで副正品がなく、後処理が全く不要という特長がある。



(b) 主要機器構成

脱硝装置は、脱硝反応を行わせるための「脱硝触媒」と触媒を収納する「脱硝反応器」、還元剤であるアンモニアを排ガス中に注入するための「アンモニア注入装置」の大きく3つの装置から構成される。

1) 脱硝触媒

脱硝触媒は、脱硝反応を促進させるための活性成分、これを担持する担体と成型補助資料より構成されている。脱硝触媒に要求される条件を以下に示す。

- ・ 使用する温度範囲で脱硝性能が高い。
- ・ SO<sub>2</sub>からSO<sub>3</sub>への転換率など副反応が少ない。
- ・ 耐久性がある。
- ・ 十分な機械的強度および耐熱性を有している。
- ・ 石炭燃焼ガスなど摩耗性の高いはいじんを含む排ガスを取扱う場合は、耐摩耗性を考慮したものであり、かつ閉塞しにくい。

これらの条件を満足し、現在使用されている主な触媒は、担体としてチタン、アルミニウムなどの多孔質セラミックを用い、これらに活性成分として数種類の金属酸化物などを担持させたものである。

触媒形状としては、図 8.3-11 の粒状、格子状、板状などが実用化されている。また、脱硝触媒は一般的に触媒容器（パック、モジュール、バスケット、ユニット、ブロックなどと呼ばれる）に充填され使用されている。

板状触媒：耐摩耗性、耐灰堆積性、低圧力損失、耐久性能に優れている。

ハニカム触媒：初期充填触媒量に優れている。

粒状触媒：石炭焚き案件に対して適用不可。

	板状触媒	ハニカム触媒	粒状触媒
特徴	耐触媒摩耗や灰堆積性に優れ、石炭焚きといった高煤塵条件下では最適な触媒。ハニカム触媒に比べ有効面積が小さく、必要触媒量は多い	ダスト量の多いプラントでは触媒目詰まりの懸念はあるが、有効面積が大きく、必要触媒量が少ない（低煤塵条件下では最適な触媒）	反応器容積をコンパクトに出来る可能性はあるが、ダストのあるプラントでは採用出来ない。また、触媒層の圧損が高い。
形状			
耐摩耗性	◎	○	石炭焚き案件に対しては適用不可 クリーンガスのみ適用可
耐灰堆積性	◎ (水力直径大)	○	
低圧力損失	◎ (水力直径大)	○	
初期充填触媒量	○	◎ (比表面積大)	
耐久性能	◎	○	

備考：◎：非常に優れている。○：優れている

出典：調査団作成

図 8.3-11 実用化触媒の種類、利点と欠点の比較

2) 脱硝反応器

石炭焚きボイラの場合は、灰閉塞防止の観点から排ガスが縦流れとなる図 8.3-11 のような脱硝反応器構造が一般的である。ボイラからの排ガスにアンモニアが吹き込まれ、脱硝反応

器に導入される。

脱硝反応器内では脱硝反応を効率よく行わせるように設計において排ガス偏流や触媒の閉塞を起こさないように考慮する必要がある。偏流防止としては、反応器上流部にガイドベーンを設置するなどの対策がとられる。また、石炭焚きボイラは、排ガス中にはいじんを多く含んでいるため触媒を閉塞させる懸念があるので、脱硝反応器にスートブローを設置することもある。

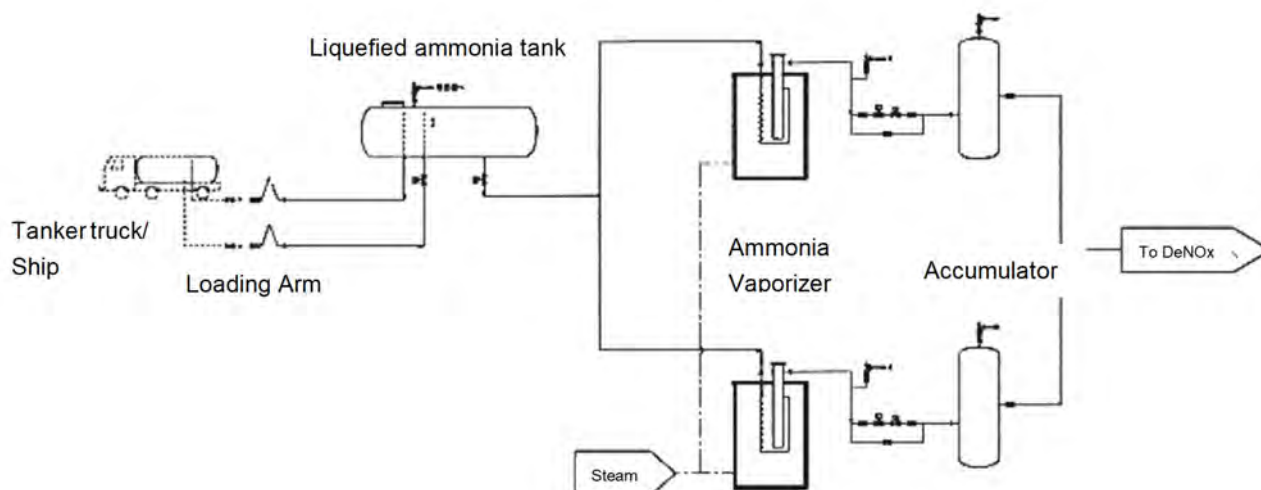
### 3) アンモニア注入装置

#### a) アンモニア注入装置の概要

アンモニアは、一般的に液化アンモニアとしてタンクに受入れ、貯蔵される。アンモニアを排ガス中に噴霧する時は、アンモニア気化器で気化し、アキュムレータを経て空気で所定の濃度に希釈した後に、アンモニア注入ノズルにより均一に注入される。

脱硝反応器上流に配置される注入ノズルは、アンモニアが排ガス中に均一に注入されるように、ノズルの配置、個数、サイズおよび形状なども決められている。これらの決定基準は、各脱硝装置メーカーにより異なるが、試運転時に最終的なアンモニア調整ができるようにしている。

図 8.3-12 にアンモニア供給設備の基本システムを示す。



出典：火力原子力発電技術協会 入門講座 [火力発電所（全体計画と付属設備）]（改訂版）III. 環境対策

図 8.3-12 アンモニア供給設備の基本システム

#### b) 脱硝用アンモニア量の試算

下表は、1/2号機の排ガス性状をベースに3/4号機の脱硝装置に注入するアンモニア量を試算した数値などを示す。

表 8.3-10 アンモニア消費量算定条件

項目	単位	数値	備考
ボイラ負荷	—	BMCR	
排ガス量	Nm <sup>3</sup> /h, wet	2,228,822	1/2号機の排ガス量最大時の設計炭ベース
脱硝入口 NO <sub>x</sub>	ppmvd@6% O <sub>2</sub>	150	
脱硝出口 NO <sub>x</sub>	ppmvd@6% O <sub>2</sub>	30	NO <sub>x</sub> は NO <sub>2</sub>
脱硝率	%	80	
リークアンモニア	ppmvd@6% O <sub>2</sub>	3.0	推定値

出典：現地入手資料

表 8.3-11 アンモニア消費量

項目	単位	数値	備考
アンモニア消費量/ユニット	m <sup>3</sup> N / hr	230	稼働率 80%ベース 密度：0.771 kg/m <sup>3</sup>
アンモニア消費量（ガスベース）/ユニット	kg/h, wet	178	稼働率 80%ベース

出典：調査団作成

c) 脱硝用アンモニアの受入計画

アンモニアは液体で海上輸送により 3/4 号機の敷地の北西にある荷揚げ棧橋で受け入れ、タンクローリまたはパイプラインでボイラの近傍に設置されているアンモニア貯蔵タンクに輸送する計画とする。あるいは、当国の肥料工場から液体アンモニアを調達、トラックにより陸送し、アンモニア貯蔵タンクに供給する計画とする。

表 8.3-12 アンモニアの受入方法の検討

	タンクローリでの輸送	アンモニア移送パイプによる輸送	備考
棧橋での受入方法	アンローディングアームを介して船のポンプでタンクローリに受入れし、貯蔵タンクまで運搬後、アンモニア貯蔵タンクに受入れる。	アンローディングアームを介してアンモニア移送ポンプにより棧橋からアンモニア貯蔵タンクまで圧送する。	
コスト	ベース	高い	
運転・保守費	ベース	安い	
評価	推奨		

出典：調査団作成

d) 脱硝用アンモニアの調達

BCIC (Bangladesh Chemical Industries Corporation)によれば、当国の全ての肥料工場は、アンモニアの余剰があれば、シリンダまたはコンテナ詰めの液体アンモニアを売るだろうとのことである。価格は工場出荷で、32,632 タカ/トン=42,307 円/トン（BDT 1 = JPY 1.2965 換算）で、全ての肥料工場で適用される価格である。

当国国内の肥料工場からアンモニアが調達できない場合は、アンモニアを輸出している会社は、インドネシア、ベトナム、シンガポールなどにあるため、海外からアンモニアを輸入することも可能である。

(c) 設計上の留意点

1) 計画条件

脱硝装置を計画する上主要な計画条件である脱硝性能、排ガス量、排ガス温度、排ガス組成、触媒の経年劣化および触媒の選定について説明する。

a) 脱硝性能

排ガス中の NO<sub>x</sub> 濃度、排出 NO<sub>x</sub> 濃度およびリークアンモニアを考慮の上、脱硝性能を設定する必要がある。

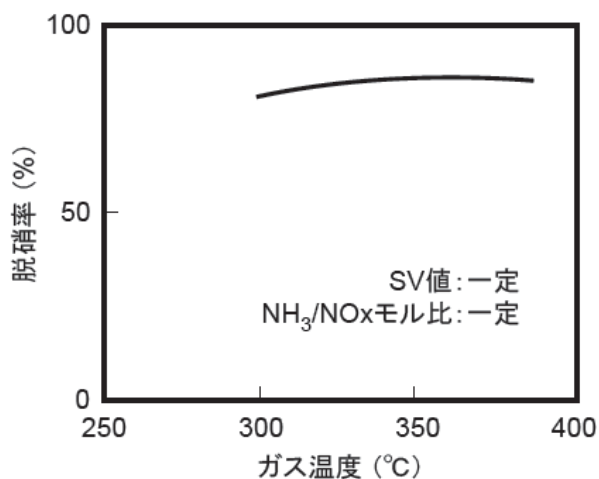
b) 排ガス量

排ガス量は、脱硝反応器の容積を決定する上で大きな要素となり、一般的にはボイラ負荷が最大となる MCR (Maximum Continuous Rating)時の排ガス量を設計条件としている。

c) 排ガス温度

排ガス温度は、脱硝性能に大きな影響を与える。脱硝性能と排ガス温度の関係は、脱硝触媒の種類により異なるが、その一例を図 8.3-13 に示す。なお、排ガス中に SO<sub>x</sub> を含む場

合、排ガス温度が低いと触媒に酸性硫酸が発生し、活性低下等の問題が生じるので脱硝装置の適用温度に下限を設ける必要がある。排ガス温度を適用温度に維持するために節炭器バイパスを設置する場合がある。



出典：火力原子力発電技術協会 入門講座 [火力発電プラントの補機設備] IV. 排煙処理系統の補機設備策

図 8.3-13 排ガス温度と脱硝率の関係

#### d) 排ガス組成

排ガス中には様々な物質が含まれているが、特に脱硝性能に関係のある NO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub>、ばいじんについて説明する。

- NO<sub>x</sub>

燃料性状、燃焼条件等により排ガス中に含まれる NO<sub>x</sub> の濃度は異なるが、一般的には最大で数百 ppm 程度であり、この範囲では濃度の高低による脱硝率の変化は殆どない。

- SO<sub>x</sub>

主として燃料中の硫黄分により、排ガス中の SO<sub>x</sub> 濃度は変化する。石炭焚の場合は、数百から数千 ppm 程度含まれているので、アルミナ系触媒では触媒の硫酸塩化等の問題が生じるために SO<sub>x</sub> を含む石炭焚きボイラ排ガスには、チタン系触媒が使用することが普通である。

- ばいじん

燃料及び運転条件等により排ガス中のばいじん量は変化する。石炭焚きの場合は、数 g / m<sup>3</sup>N から数十 / m<sup>3</sup>N の範囲にある。主として触媒の摩耗、閉塞及び性能低下等の原因となる。

#### 2) 触媒の経時劣化および触媒の選定

触媒の活性は、一般的に被毒などにより経時的に劣化する。その主な原因は以下の通りである。

- 排ガス中の成分（アルカリ金属など）と触媒が科学的に結合し、触媒の活性が低下する。
- 排ガス中の成分（ばいじんなど）が触媒表面に付着し、触媒の活性が低下する。
- 高温により触媒が焼結（シンタリング）し、触媒活性が低下する。

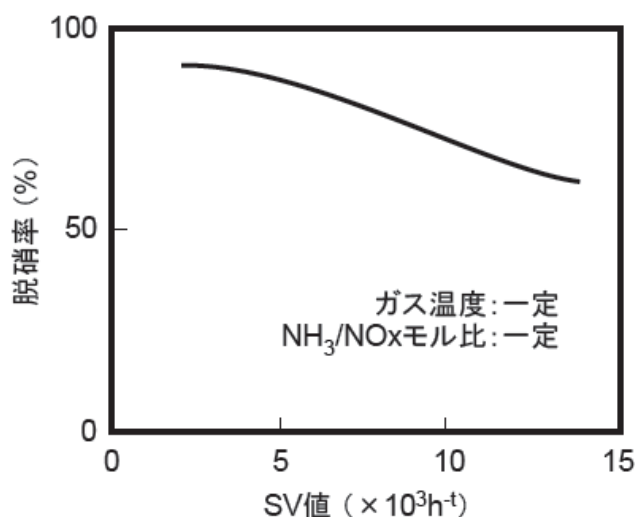
上記の触媒の経時劣化要因と特性を十分に考慮し、最も重要な「適切なる触媒の選択」を行う必要がある。

適切な触媒の選定には、以下がある。

- ・ 触媒種類の選定
- ・ 触媒量（SV 値）の選定
- ・ 運用条件（モル比）の選定

これらを適切に行うことが必要となる。以下にそれぞれについて記載する。

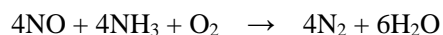
- ・ 触媒種類の選定  
石炭焚きの場合は、触媒層での SO<sub>x</sub> 生成による後流の空気予熱器の障害があるので、SO<sub>2</sub> 転換率の低い触媒を使用する必要がある。更に石炭焚きの高ばいじん脱硝方式においては、十分な耐摩耗性を有する触媒の選定が必要となる。現在では、各燃料に適した触媒が開発され、触媒自体として燃料種別に適した選定が可能である。
- ・ 触媒量（SV 値）の選定  
設計条件に適合した脱硝性能が得られる触媒量（SV 値：Space Velocity：処理ガス量/触媒量）の選定を行う必要がある。脱硝率は SV 値の増加に伴って減少する傾向にあり、この関係を図 8.3-14 に示す。この関係に基づき触媒量の設定を行う。必要以上の触媒を充填しておくことは圧力損失の増加となり得策でなく、適切な触媒量の選定が必要である。



出典：火力原子力発電技術協会 入門講座 [火力発電プラントの補機設備] IV. 排煙処理系統の補機設備策

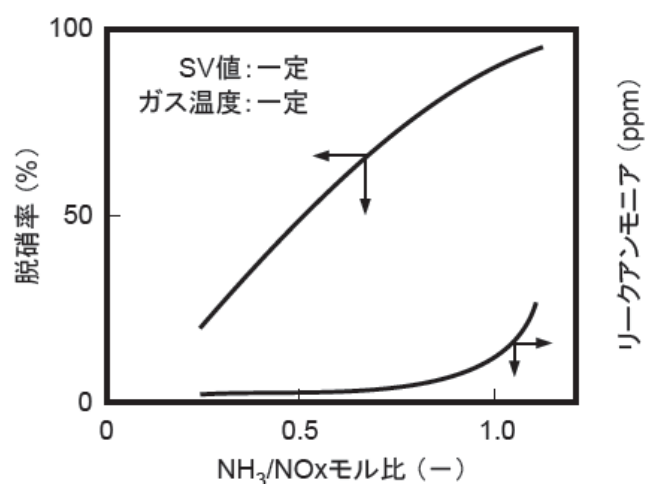
図 8.3-14 排ガス温度と脱硝率の関係

- ・ 運用条件（モル比）の選定  
リークアンモニアを考慮し、目標脱硝率が得られるように NH<sub>3</sub> / NO<sub>x</sub> モル比を設定する必要がある。脱硝の主反応は次式で表される。



したがって、NO<sub>x</sub> 1 モルに対して NH<sub>3</sub> 1 モルが必要であり、NH<sub>3</sub> の注入量により、脱硝率は大きく左右される。

図 8.3-15 にモル比と脱硝率の関係を示す。このグラフに基づき適切なモル比を選定する。



出典：火力原子力発電技術協会 入門講座 [火力発電プラントの補機設備] IV. 排煙処理系統の補機設備策

図 8.3-15 NH<sub>3</sub>/NO<sub>x</sub> モル比と脱硝率の関係

#### (d) 脱硝触媒の維持・管理

日本国内の石炭火力において、脱硝触媒がハニカム型の場合は、寿命は概ね 6 年程度と考えられる。触媒の取り換え頻度は、3 年間で半数を積み替える方法を取っている。触媒のコストは、3 年毎に半分の 160m<sup>3</sup> (触媒の全量である 327m<sup>3</sup> の半分) を交換する場合は、概ね 2.4 億円/年/unit、4.8 億円/年/2units である。

#### 8.3.11 各代替案比較のまとめ

表 8.3-13 に本章で比較検討した各代替案をまとめた。それらの案が選定された理由は下記である。

##### (1) 蒸気サイクル

火力発電所の蒸気サイクルは 3 つに大別され、代表的な蒸気条件（温度、圧力）を選定した。

##### (2) 排煙脱硫装置 (FGD)

評価したシステムは火力発電所の脱硫装置として代表的かつ商業化されているものである。

##### (3) 排煙脱硝装置 (DeNO<sub>x</sub>)

評価した触媒は火力発電所の脱硝装置として代表的かつ商業化されているものである。

##### (4) 蒸気タービン軸構成

蒸気タービンの軸構成は 2 つに大別される。

##### (5) 脱塩装置

脱塩装置には数システムが商業化されている。MSF、RO はメジャーなシステムであり、MVC は近年検討に値するシステムである。

表 8.3-13 各代替案比較のまとめ

蒸気サイクル					
	亜臨界 (16.6MPag, 538/538°C)		超臨界 (24.1MPag, 538/566°C)		超々臨界 (USC) (24.5MPag, 600/600°C)
実績	最も多い	◎	多い	◎	急増中 ○
信頼性	高い	◎	高い	◎	高い ◎
熱効率(HHVベース)	39.15%	△	40.32%	○	41.1% ◎
CO2 排出	ベース	△	110,500 ton/year 少ない	○	198,300 ton/year 少ない ◎
経済性	ベース	△	NA	○	98～158 百万ドル 経済的 ◎
評価	△		○		◎
排煙脱硫装置 (FGD)					
	石灰石膏 FGD		海水 FGD		
効率	90～99%	◎	90～95%	○	
吸収剤	石灰（石灰荷揚げ・運搬設備が必要）	△	海水	◎	
副生成物（廃棄物）	石膏（廃棄処分もしくは再利用網の構築が必要）	△	硫酸イオン（海域へ放流）	○	
排水処理	排水処理設備が必要	○	曝気ピットでの酸化処理のみ	◎	
占有面積	大	○	小	◎	
用水消費量	多	△	少	◎	
稼働率	大変高い	◎	より高い（石灰荷揚げ・運搬設備がないため）	◎	
平均化コスト	ベース	○	安	◎	
実績	1990 年以降、世界シェア 83%	◎	1990 年以降、世界シェア 3%	△	
評価	◎		○		
排煙脱硝装置 (DeNOx)					
	板状触媒		ハニカム触媒		粒状触媒
耐摩耗性	高	◎	ベース	○	石炭燃案件に対しては適用不可
耐灰堆積性	高	◎	ベース	○	
圧力損失	低	◎	ベース	○	

バングラデシュ国マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業（フェーズ2）準備調査  
ファイナルレポート

初期充填触媒量	ベース	○	少	◎	
耐久性能	高	◎	ベース	○	
初期/運転費用	ベース	○	板状触媒とほぼ同程度	○	
評価	○		○		
<b>蒸気タービン軸構成</b>					
	タンデム・コンパウンド (TC)		クロス・コンパウンド (CC)		
軸長	長	○	ベース	◎	
信頼性	同等	◎	ベース	◎	
タービン効率	同等	◎	ベース	◎	
占有面積	少	◎	ベース	○	
運用性	平易	◎	ベース	○	
保守性	容易	◎	ベース	○	
建設費	小	◎	ベース	○	
運転費	同等	◎	ベース	◎	
評価	◎		○		
<b>脱塩装置</b>					
	多段フラッシュ蒸留装置 (MSF)		機械式蒸気圧縮装置 (MVC)		逆浸透膜装置 (RO)
全溶解物 (TDS)	10	○	5	◎	10 (2段処理) ○
建設費	高い	○	高い	○	ベース ◎
エネルギー消費	25kWh/m <sup>3</sup> (蒸気熱分含む)	△	11kWh/m <sup>3</sup>	○	5kWh/m <sup>3</sup> ◎
運転保守費 (エネルギーコスト除く)	安い	◎	安い	◎	ベース ○
原水消費量	6~8 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	△	3 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	○	2 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> ◎
実績	大型機に多くの実績有り	◎	検討に値するシステムになりつつある	○	メジャーシステムに成長 ◎
信頼性	高信頼性 ただし、腐食・スケール問題あり	◎	シンプルなシステム MSFより低温運転	◎	シンプルなシステム ◎
運用性		◎	シンプルなシステム	◎	シンプルなシステム ◎
評価	○		△		◎

凡例：◎Excellent、○Good、△Poor

出典：調査団作成



### 8.3.12 燃料供給設備

#### (1) 検討方針

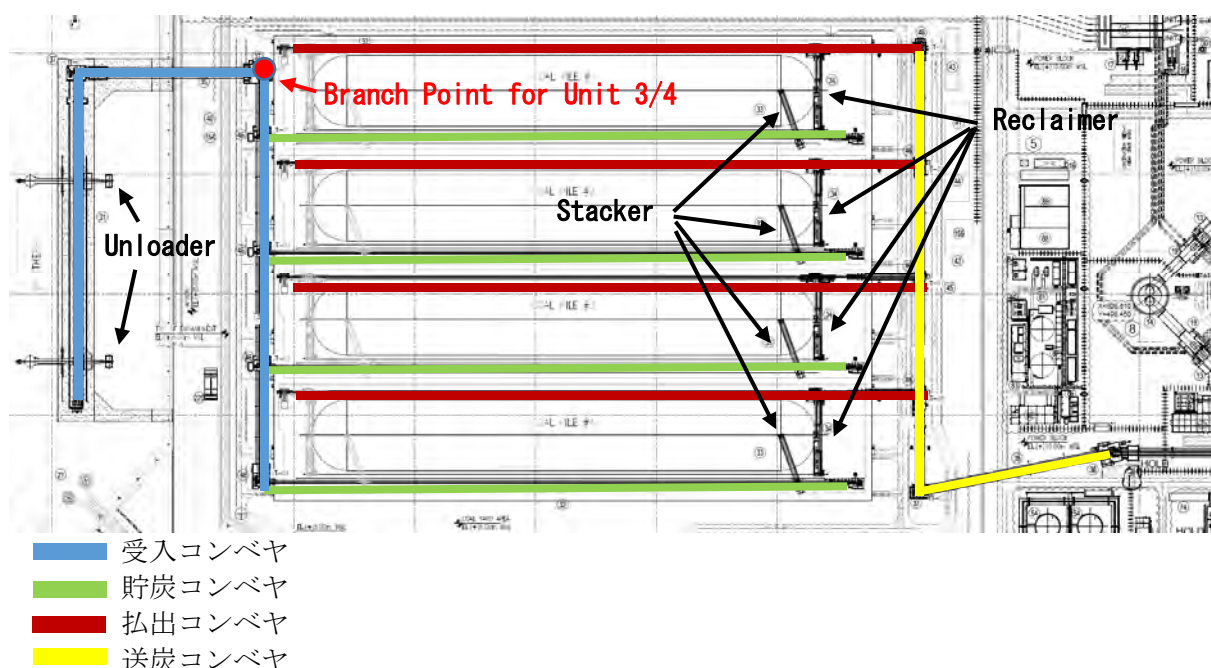
建設中である 1/2 号機においては、一部 3/4 号機の増設を見込んだ設計がなされており、基本的には発電所全体における運用・保守や設備の接続性のため、1/2 号機の設計を踏襲する。

#### (2) 1/2 号機設備の石炭供給設備計画

現時点における 1/2 号機の設備計画は下表および下図のとおりある。

**表 8.3-14 1/2 号機の主な貯運炭設備**

アンローダ	タイプ	連続バケットタイプ
	容量	1,500 t/h
	基数	2 基
貯炭場	タイプ	屋内型
	パイル数	4 パイル
	容量	60 日分
コンベヤ	タイプ	ベルトコンベヤ
	積載率	80%
	容量	受入・貯炭コンベヤ：3,000 t/h 払出・送炭コンベヤ：1,450 t/h
	傾斜角	アンローダ、スタッカライン最大 17 度 上記以外最大 14 度
	条数	受入コンベヤ：100 % x 2 条 貯炭コンベヤ：100 % x 4 条（1 パイルに 1 条） 払出コンベヤ：100 % x 4 条（1 パイルに 1 条） 送炭コンベヤ：100 % x 2 条
スタッカ	タイプ	Travelling, slewing and luffing stacker
	基数	4 基
	容量	1 基あたり 3,000 t/h
リクレイマ	タイプ	Portal scraper reclaimers
	基数	4 基
	容量	1 基あたり 1,000 t/h

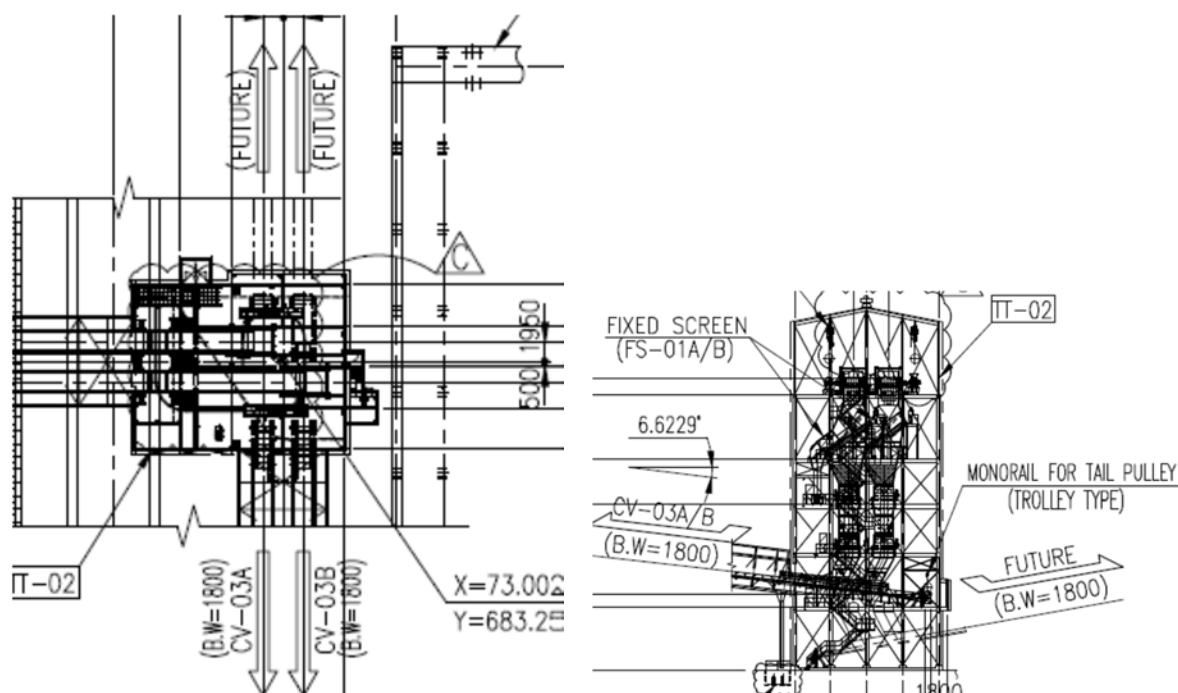


出典：現地入手資料をもとに調査団作成

図 8.3-16 1/2 号機貯運炭設備配置図

石炭船は 80,000DWT (Deadweight tonnage)を基準として想定されており、2.3 日で石炭を積み下ろす。アンローダから貯炭場までは 3,000 t/h の容量を持つコンベヤが 2 条ずつ計画されており冗長性を持たせている。貯炭場は 4 パイルに分かれ、屋内型で発火防止の散水設備を備える。それぞれに備えられたスタッカにより石炭は貯炭場に山型に積み貯蔵される。リクレーマも同様に各パイルに 1 台ずつ備えられている。混炭はリクレーマ後の送炭コンベヤ上で行う計画で、複数のパイルの石炭をリクレーマ・コンベヤの调速機により、計画した比率で混炭することができる。ただし、同一パイル上の石炭は混炭することはできず、またコンベヤは一方向のみの稼働であるため、発火防止のための石炭の積み替えもできない。また、レイアウト上、貯炭場エリアから発電所エリアは+5m の高低差があり、またボイラに備えるコールバンカまでさらに約+60m 運搬する必要があり、コンベヤの勾配制限から若干配置に制約がある。

3/4 号機設備向けの分岐は第二トランスファータワー（図 8.3-17 に図示）にてシュートを選択することで切り替えすることが考慮されている。



出典：現地入手資料抜粋

図 8.3-17 3/4号機設備向け分岐点詳細図

各種基数および容量は1/2号機事業の基本設計報告書によれば下記の通り、想定されている。

揚炭容量は稼働率80%の4基の600MWのプラントの石炭消費量をカバーできる容量とする。一時間当たりの石炭消費量はHHV5700kcal/kgの石炭で877t/hもしくは、元々の実施可能性調査(FS)でのHHV4,700kcal/kgの石炭で1,064t/hの消費量が想定される。HHV4,200kcal/kgの場合は1,190t/hが必要となる。さらには離着栈時間の制限と揚炭設備の保守時間を考慮すると、少なくとも1,500t/hの揚炭機が必要となる。前述を参照するならば、受入コンベヤの正味容量も3,000t/hへ拡大しなければならない。

1/2号機事業の基本設計報告書では稼働率80%で1~4号機の計4基が考慮され、アンローダの単機揚炭能力は1/2号機事業のFS時の想定値800t/hの凡そ2倍の1,500t/hで設計されている。それに合わせて各主要機器の容量も増強されている。これにより、揚炭に必要な日数は4日から2.3日に短縮されている。

また設備利用率は石炭の熱量により下記の通り想定されている。

揚炭機器使用率は発電設備を4ユニット稼働する場合において、5,700kcal/kgの石炭を使用する場合50%、4,700kcal/kgの石炭を使用する場合61%、4,200kcal/kgの石炭を使用する場合68%と想定される。

今回拡張を検討するうえで留意するポイントは、各石炭受け入れ設備の容量、石炭受け入れスケジュール、1/2号機設備と3/4号機設備との連携の方針である。

### (3) 石炭供給設備容量・運用計画

離着栈を含む揚炭に要する作業時間の算出方法は1/2号機事業FS後、JICA事業の準備調査として実施された「バングラデシュ国マタバリ地区輸入石炭ターミナル建設・運営事業準備調査：2016, JICA」(CTT調査報告書)に倣うものとする。

1/2号機設備および3/4号機設備の計4ユニットを稼働できるよう計画する必要がある。

表 8.3-15 揚炭計画計算条件

発電所総発電出力（1～4号機）	2,400 MW (Gross) 600MW x 4 基
熱効率（1/2号機）	41.1% (HHV, Gross) 8.1.1 設計方針 (4)と同値とする
熱効率（3/4号機）	41.1% (HHV, Gross) 8.1.1 設計方針 (4)と同値とする
発電所稼働率	80 %
定格出力比（BMCR/ECR）	3.85% 1/2号機建設工事設計図書より
1/2号機設計炭燃料熱量	4,600 kcal/kg (HHV) 1/2号機建設工事設計図書より
1/2号機低熱量炭燃料熱量	4,200 kcal/kg (HHV) 1/2号機建設工事設計図書より
揚炭設備容量	3,000 t/h 1,500 t/h x 2 基 1/2号機建設工事設計図書より
揚炭効率	70 % (最低値) 1/2号機建設工事設計図書より
石炭船容量	80,000 DWT class（正味積載量） 1/2号機建設工事設計図書より
想定停止日数（CTT調査報告書）	年 15 日 CTT 調査報告書と同値
想定停止日数（1/2号機FS調査報告書）	年 50 日 1/2号機FS 調査報告書と同値
運転体制（シフト数）	3交代制 CTT 調査報告書と同値
1シフトあたりの稼働時間	6時間 CTT 調査報告書と同値
1シフトあたりの準備時間	2時間 CTT 調査報告書と同値
離着棧作業時間、準備作業	6時間 CTT 調査報告書と同値

(a) 燃料消費量

燃料消費量は下記計算式にて算出する。式中の単位換算は省略する。

$$\text{燃料消費量} = (\text{発電所総発電出力} \times \text{定格出力比} / \text{燃料熱量} / \text{熱効率})$$

$$\text{年間消費量} = \text{燃料消費量} \times \text{稼働率} \times 24 \text{ 時間} \times 365 \text{ 日}$$

- 1/2号機設計炭
  - 1/2号機燃料消費量 566.9 t/h
  - 3/4号機燃料消費量 566.9 t/h
  - 年間消費量 7,945,306 t/year
  - 必要船数 100 隻
- 1/2号機低熱量炭
  - 1/2号機燃料消費量 620.9 t/h
  - 3/4号機燃料消費量 620.9 t/h
  - 年間消費量 8,702,002 t/year

必要船数 109 隻

(b) 1 隻あたりの揚炭時間

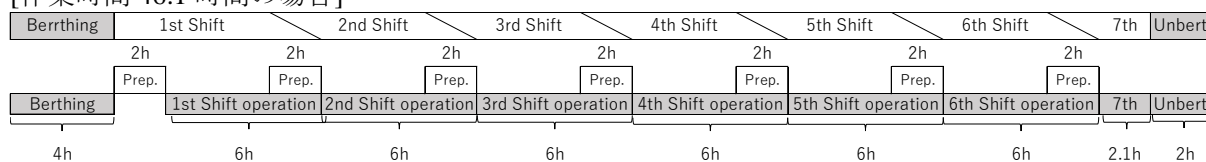
80,000DWT class (正味積載量)の船に対し、揚炭作業に要する時間は下記計算式により算出する。  
 揚炭時間=(正味積載量 / (揚炭容量×揚炭効率))=( 80,000 ton / (3,000 t/h×70%))  
 =38.1 時間 = 6.34 シフト

各シフトの準備時間及び離着棧作業時間を加え、1 隻あたりの作業時間は合計で 58.1 時間となる。ただし、各シフトのオーバーラップ、もしくはシフト数の増加により、シフト間の準備作業時間を削減及び連続運転することができ、下図の 1 シフト～7 シフトまでの間の準備作業時間 12 時間は削減可能と考えられる。この場合は、作業時間は 46.1 時間となる。

[作業時間 58.1 時間の場合]

着棧	1 シフト		2 シフト		3 シフト		4 シフト		5 シフト		6 シフト		7 シフト		離棧
4h	2h	6h	2h	6h	2h	6h	2h	6h	2h	6h	2h	6h	2h	2.1h	2h

[作業時間 46.1 時間の場合]



出典：調査団作成

図 8.3-18 作業時間イメージ

(c) 稼働率ケース：A、想定停止日数年 15 日、作業時間 46.1 時間の場合

稼働日数および稼働率は下記計算式にて算出する。式中の単位換算は省略する。

稼働日数=(必要船数×作業時間/24)  
 稼働率=(必要船数×作業時間/24) / (365 日－停止日数)

- 1/2 号機設計炭
  - 稼働日数 192 日
  - 稼働率 54.9%
- 1/2 号機低熱量炭
  - 稼働日数 209 日
  - 稼働率 59.8%

(d) 稼働率ケース：B、想定停止日数年 50 日、作業時間 46.1 時間の場合

- 1/2 号機設計炭
  - 稼働日数 192 日
  - 稼働率 61.0%
- 1/2 号機低熱量炭
  - 稼働日数 209 日
  - 稼働率 66.4%

(e) 稼働率ケース：C、想定停止日数年 15 日、作業時間 58.1 時間の場合

- 1/2 号機設計炭
  - 稼働日数 242 日
  - 稼働率 69.2%

- ・ 1/2号機低熱量炭  
稼働日数 264日  
稼働率 75.4%

(f) 稼働率ケース：D、想定停止日数年50日、作業時間58.1時間の場合

- ・ 1/2号機設計炭  
稼働日数 242日  
稼働率 76.8%
- ・ 1/2号機低熱量炭  
稼働日数 264日  
稼働率 83.8%

上記より、年間の棧橋の稼働率は設計炭にて停止日数15日の場合54.9%、停止日数50日の場合61.0%と想定される。1/2号機事業のFS時の静穏度評価によれば、掘り込み港湾の設計とすることにより、港湾入り口における波高は年間99.4%が1.5m以下に抑えられ運転に支障がないことが評価されており、海象による影響は少ないものと考えられる。日本の発電所での事例では50%台の稼働率であるが、1990年に当時の運輸省が土木学会にて報告した内容（土木学会第45回年次学術講演会：港湾荷役の稼働率と溪流船舶の動揺について）によれば、太平洋沿岸の港において、年間14.6%程度の天候・海象による荷役中断・延期が発生したとされているが、静穏度評価の結果より年間の想定停止日数は50日間の想定で十分運用できると考えられる。

UNCTADのガイドライン Port development: A handbook for planners in developing countries second edition, 1985において、石炭等を含む Dry Bulk Cargo Berth については具体的な数値は明記されていないが、船が待機することを避けるため棧橋の稼働率は低くすることを推奨している。設備的補強をすることも稼働率低下、安定的な棧橋運転に資するため、設計段階において、増設や改造等詳細を検討することが望ましい。また、離着棧作業については航路入り口からの誘導作業も含まれ、離着棧作業のどちらも並行して行うことも考慮されることが稼働率低減において望ましい。

#### (4) アンローダ

1/2号機設備を最大限活用する。揚炭機の最大能力は一般的に公称能力の120%と言われており、1/2号機設備のアンローダ設計においても Design Capacity は 1,800t/h（公称 1,500t/h）を設計基準としている。

#### (5) 受入コンベヤ

受入コンベヤの移送能力は、2基の揚炭機の合計最大能力に合わせる必要がある。それゆえコンベヤユニットの能力は揚炭機の公称能力を基に計算される。1/2号機事業では冗長性を持たせるため基本的に各2条を計画している。1系列が故障やメンテナンスにより停止するときもう片方の系列が稼働し、運転の継続を担保するものである。3/4号機設備においても同等の冗長化は必要である。

#### (6) 貯炭場

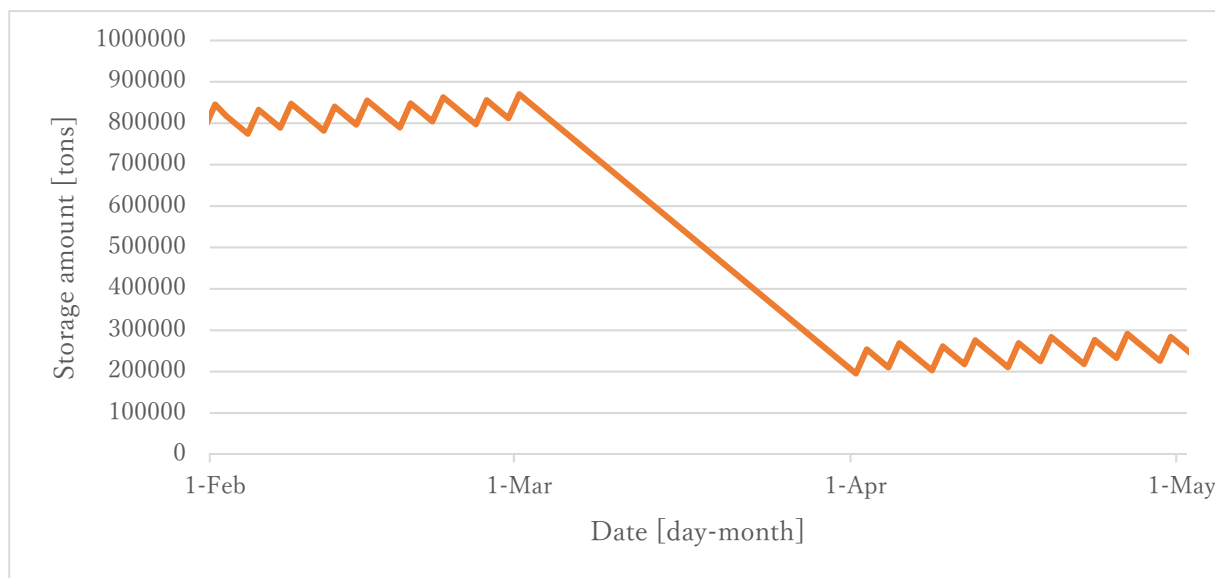
貯炭場は1/2号機と同タイプとする。1/2号機設備において、貯炭容量は60日間の運転が可能な貯炭量が想定されている。3/4号機設備においても同程度の裕度を持つことが推奨される。これは石炭の調達先において何らかの事故や天災（台風や地震、津波等）によって石炭船がマタバリへ向けて出港できなくなった場合を想定している。必要な貯炭容量は約830,000 tonと推定でき、石炭は1/2号機設備と同様、4本のパイルに貯蔵されることを想定している。

貯炭場の敷地面積は1/2号機設備と比較してやや狭いが、同量の石炭を貯蔵するには、道路のレイアウトを調整する必要がある。

石炭運搬船においては長期供給契約を結ぶことから、複数の船舶での供給が行われるため石炭

の山元で出港できなくなった場合にも、既に出港した船、別山元からの船により石炭供給がなされる。一方で、単一の山元との契約で運転する場合はトラブルの復旧日数は出港できない日数と同義であり、復旧してから山元から出港し、その間石炭供給がなくなるということになる。

下記は貯炭場の貯蔵量が50%程度（1~4号機分までを含めて約80万トン）の状態、石炭の供給が30日（山元からマタバリまでの所要日数+トラブル復旧日数）停止した場合の石炭貯蔵量推移予想を示す。なお、推移図の石炭消費量は発電所稼働率80%を平準化して考慮されている。



出典：調査団作成

図 8.3-19 貯炭量推移予想（供給山元が30日すべて停止した場合）

このケースの場合は80万トン容量から15万トン容量まで落ち込むが、マイナスにはならない。

明確に分かるように、貯炭場の容量検討においては石炭の供給契約が重要なファクターであるが、1/2号機事業においてはまだ検討中であるため、現時点では裕度を持った設計をすることが望ましい。

裕度を減らすのであれば、発電所の安定運転のためには複数の石炭供給契約を結ぶ必要がある。

留意すべき事項として、貯炭場の運転においては常に100%の容量を備えていることはなく、緊急時には100%の容量、すなわち貯炭場容量の裕度の全てを運用することはできないことを考慮する必要がある。

次に下記、発電設備、栈橋停止想定をもとに通年の石炭容量の貯蔵量増減を想定した。

本来は重複しないように、もしくは部分的に実施され分散されるが、通年の貯蔵量想定のため、発電設備は1ユニットずつ順次、石炭栈橋の停止は発電設備の点検後2カ月停止する想定とした。

年間受入船隻：100隻

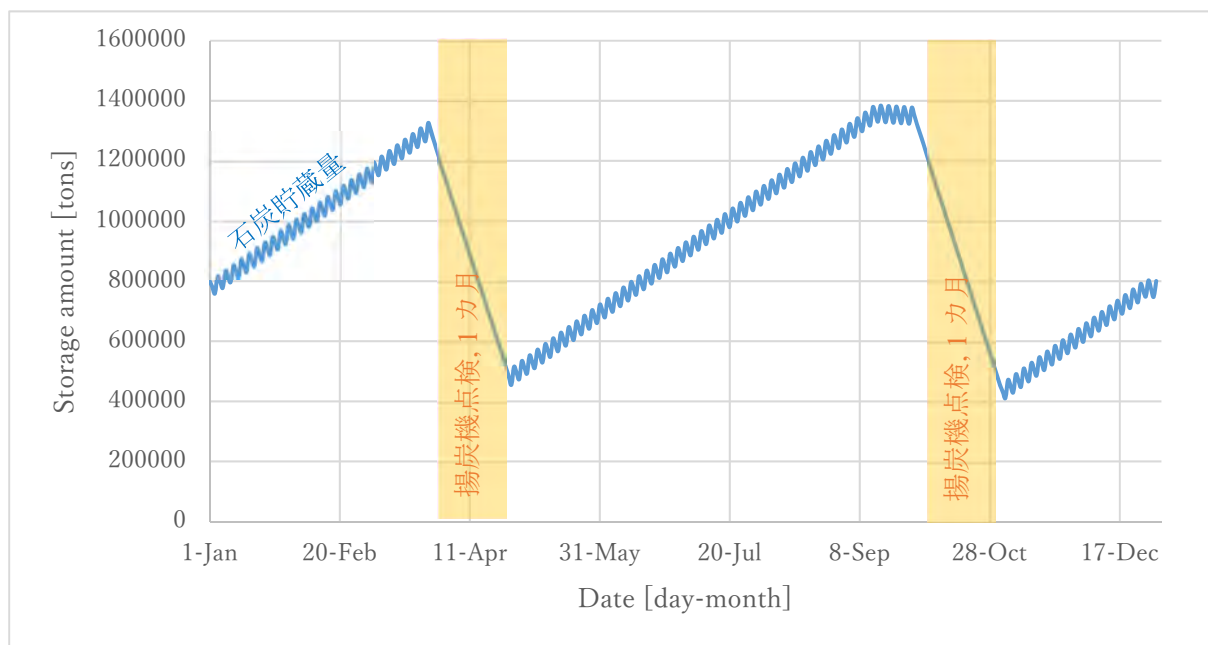
栈橋作業間隔：3日に一度

1~4号機の定期点検：1カ月間（発電出力0MW）

1~4号機のおそれ停止期間：40日（発電出力0MW）

1~4号機の稼働率：それぞれ80%（上記70日間停止）

石炭栈橋点検：2カ月間



出典：調査団作成

図 8.3-20 貯蔵量増減想定

通年貯蔵量は開始時 800,000 ton、終了時 800,274 ton でプラスであった。増減の最大差は約 100 万 ton あり、貯炭場容量を 30 日分に減らした場合には、この増減には対応できない。この面からも 60 日分の貯蔵量を備えることを推奨する。

(7) スタッカ/リクレイマの能力

(a) スタッカの能力

スタッカの能力は受入コンベヤの能力と同じとする。

(b) リクレイマの能力

石炭取扱設備は 8 時間シフトで 24 時間連続運転を計画している。それぞれのシフトは 2 時間の準備作業と 6 時間の実稼働としている。ゆえにリクレイマの能力は下記のように石炭の 1 日あたりの必要量を 18 時間で供給できるよう計算される。1/2 号機事業の FS 時における想定は下記の通りである。

- Actual operation time : 18 hours (6 hours x 3 shifts)
- Work preparation time : 6 hours (2 hours x 3 shifts)
- Loading efficiency : 0.8
- Nominal Capacity of the Reclaimer =  $13,783 \text{ ton/day} / 18 \text{ hours} / 0.8 = 957 \text{ ton/hour} < 1,000 \text{ ton/hour}$
- Reclaimer Nominal Capacity : 1,000 ton/hour

1/2 号機事業の建設工事の設計においても同値が使用されており、また複数のパイルから同時に払出することもできる設計となっているため、1/2 号機設備全体としては 1,450 t/h の能力があり余裕がある。3/4 号機設備においても同等の設計容量のリクレイマを設置することで十分と考えられる。

(c) スタッカ/リクレイマの台数

スタッカ・リクレイマタイプ（両方の機能を備えるタイプ）とすることがコンベヤの配置等の観点から優位であるが、運転性としては 1/2 号機設備と異なる構成にした場合に運転員は新たに



運転方法を習熟する必要がある、ヒューマンエラーを招く要因である。従い、1/2号機設備と同様にスタッカとリクレイマをそれぞれ設置し、台数は各パイルの間に設置するものとして、運用性を考えて各4基とする。

#### (8) 払出コンベヤの能力

払出コンベヤの能力はリクレイマの能力に裕度を持って設計される。1/2号機事業の設計では払出コンベヤの能力は1,450 ton/hで計算されている。払出コンベヤについても、受入コンベヤと同様に2条のコンベヤが計画されており冗長性を持たせている。また、1/2号機設備と同様に、コンベヤ上での混炭を考慮する。

#### (9) 貯運炭関連補助設備

3/4号機設備においても、1/2号機設備と同等の設備構成であることが望ましい。ここに記載する限りではないが、下記の補助設備が想定される。それぞれの詳細要件は設計段階において検討することが望ましい。

- ・ 石炭スクリーン
- ・ 石炭クラッシャ
- ・ コンベア計量器
- ・ 除塵機
- ・ 防火・消防設備

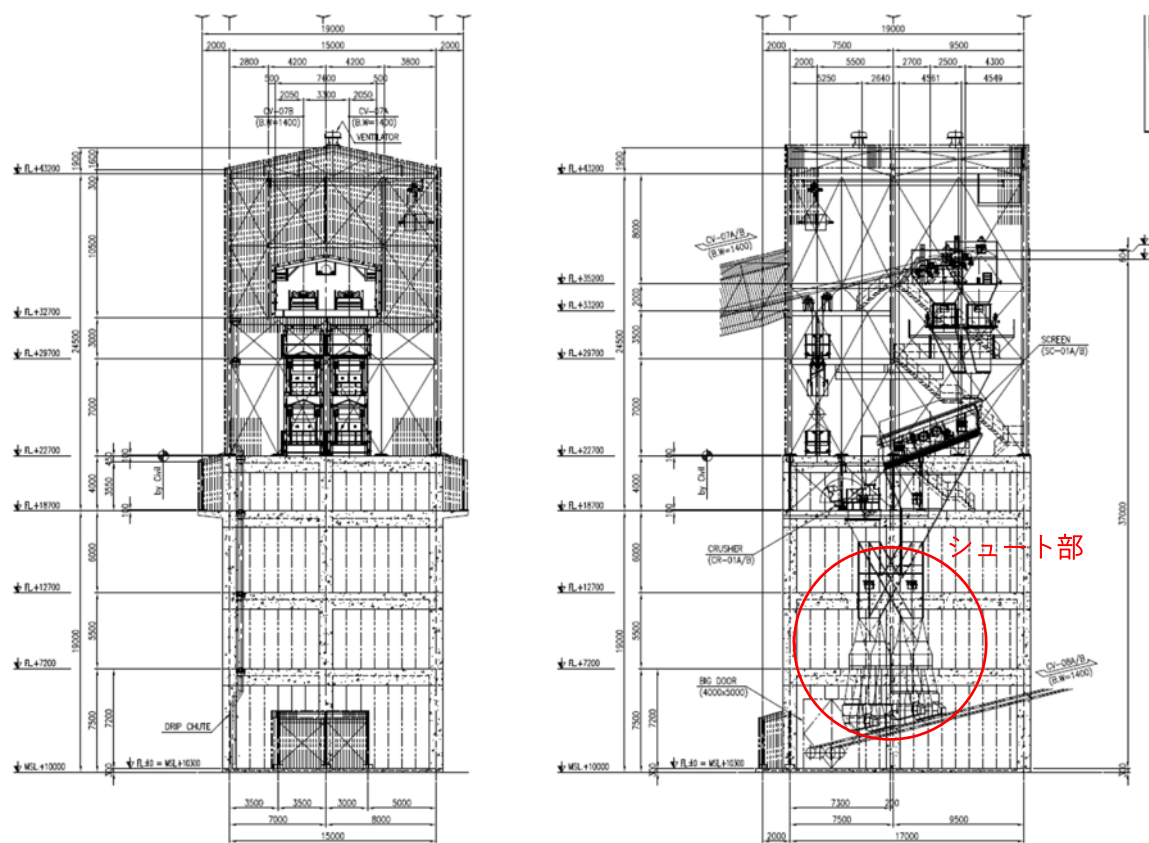
#### (10) 貯炭設備の共有化

1/2号機設備と3/4号機設備において、発電所運用および石炭の管理の観点から貯炭設備を共有化することが望ましい。共有化する目的は下記の通りである。

- ・ 発電所全体で炭種ごとに貯炭設備を管理し、混炭などの運用の簡易化に寄与する。
- ・ 同一船から石炭を分配して貯蔵する場合、揚炭中に1/2号機受入コンベヤから3/4号機受入コンベヤへ（もしくは逆）の切り替え作業が不要となる。
- ・ 万一、天災などにより1/2号機設側の貯炭場が使用できなくなった場合でも3/4号機設備側から融通することで発電所の運転が継続できる。

ただし、共有化には以下のデメリットもあり、留意する必要がある。

- ・ 石炭火力においては共有石炭量＝バンカに供給する石炭量と微粉炭機に供給する石炭量（給炭量）、実際に燃焼させる燃料消費量とにそれぞれ時間的遅れがあることから、1/2号機事業と3/4号機事業における、それぞれの実際の石炭消費量が分かりづらくなり、運営事業体が両事業において異なる場合に燃料費の支払い処理のための基準を明確にしなければならない。
- ・ 1/2号機設備の払出コンベヤは一方向のみの稼働しかできないため、3/4号機へ接続するためにはコンベヤを追加し、1/2号機設備から分岐する改造が必要になり、コスト増となる。候補となる分岐箇所は高さに余裕がある Transfer Tower-04 とする。改造はシュート部に分岐を追加することが想定される。当該部の立面図を下記に示す。



出典：現地入手資料抜粋

図 8.3-21 Transfer Tower - 04 の立面図

- 1/2 号機設備と 3/4 号機設備の間の道路および防潮堤が貯炭設備エリアよりも高く、払出コンベヤを阻害するため、カルバートなどにより一部地下化もしくは垂直コンベヤなどにより架空化する必要がある。なお土堤に穴をあけることを避けるため架空化するほうが望ましい。
- 貯炭量が増え、管理範囲が増えることと供給ラインの切り替えや炭種ごとの貯炭量の管理など運転員への負担が増す。
- 1/2 号機設備の改造が含まれるが、発電所運転のための石炭の供給は 1/2 号機設備栈橋からそれぞれの貯炭場へ供給できるため、1/2 号機と 3/4 号貯炭場の融通するための設備を改造するタイミングは任意に設定できる。そのため、3/4 号機事業の工事範囲、もしくは以降の工事範囲にオプションとして設定できる。

(11) 3/4号機設備として想定される石炭供給主要設備

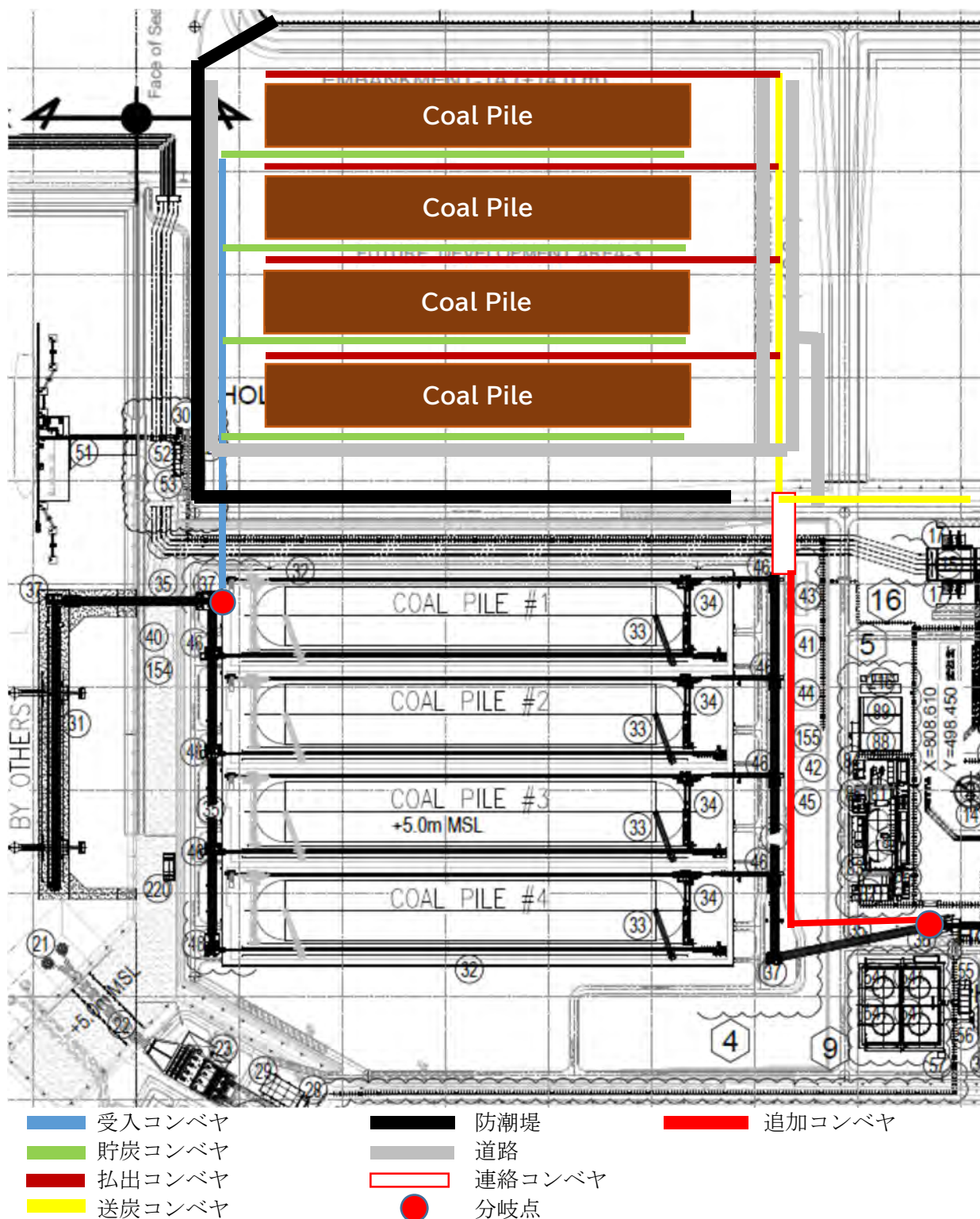
上記までを、まとめ、必要となる設備は下表のとおりである。

貯炭場	タイプ	屋内型
	パイル数	4パイル
	容量	60日分
コンベヤ	タイプ	ベルトコンベヤ
	積載率	80%
	容量	受入コンベヤ：3,000 t/h 貯炭コンベヤ：3,000 t/h 払出・送炭コンベヤ：1,450 t/h
	傾斜角	アンローダ、スタッカライン最大17度 上記以外最大14度
	条数	受入コンベヤ：100% x 2条 貯炭コンベヤ：100% x 4条（1パイルに1条） 払出コンベヤ：100% x 4条（1パイルに1条） 送炭コンベヤ：100% x 2条 接続コンベヤ：100% x 2条（各方向に1条ずつ）
スタッカ	タイプ	Travelling, slewing and luffing stacker
	基数	4基
	容量	1基あたり 3,000 t/h
リクレイマ	タイプ	Portal scraper reclaimers
	基数	4基
	容量	1基あたり 1,000 t/h

(12) 想定される配置図

上記および下記条件等により、3/4号機エリアにおける配置概念図を作成した。

- 基本的に1/2号機設備レイアウトを踏襲する。
- 防潮堤は+8mで灰捨て場の堤防+14mへ接続する。
- 道路勾配は1/2号機設備と同様の100分の3mとする。
- 1/2号機貯炭場との接続を考慮し、垂直コンベヤにより架空化する。
- 1/2号機設備側ヤードから3/4号機ヤードへの接続ラインの追加コンベヤは既存ラインに接続とする。



出典：現地入手資料をもとに調査団作成

図 8.3-22 想定される 3/4 号機貯炭場の配置図

(13) 助燃用軽油供給設備

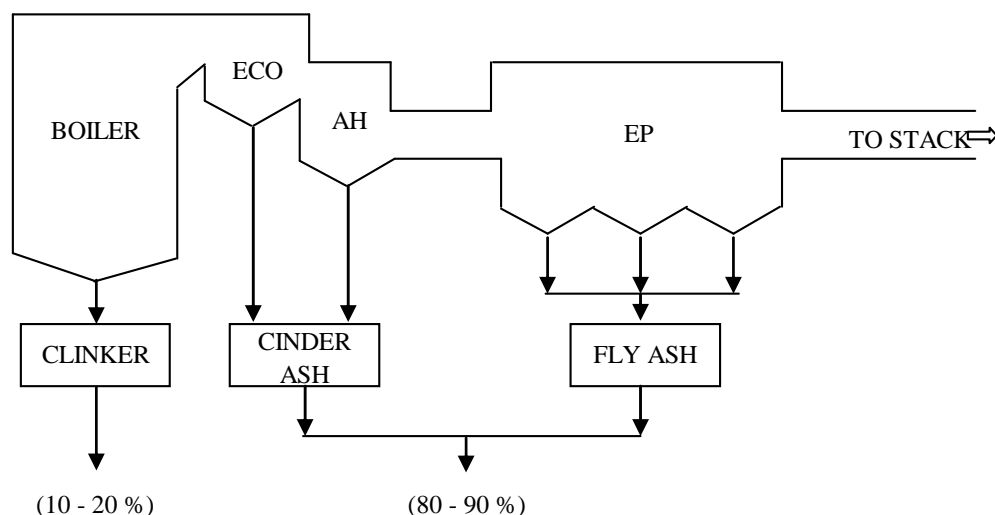
1/2 号機で設置される軽油貯蔵タンク 4 基を活用する。1/2 号機設備の軽油貯蔵タンクは合計 16,000m<sup>3</sup> (4,000m<sup>3</sup> x 4)の石炭火力としては十分な容量を持つ。3/4 号機は小容量軽油サービスタンク

ク2基と軽油ポンプヤードで構成する。3/4号機事業においては、1/2号機設備から分岐する配管および移送ポンプ、3/4号機用のサービスタンク、タンクからバーナへのポンプ、計量器等が新たに必要となる。大部分は受け入れ設備を含め、1/2号機設備を活用することを想定する。

### 8.3.13 灰処理設備

図 8.3-23 は石炭焚きボイラの様々な部位から発生する灰の例を示している。一般的に石炭中の灰はボイラ内での石炭燃焼から排ガスが煙突から排出されるまでの過程で燃焼ガス流の様々な場所から発生している。

- ・ 石炭の燃焼により溶ける灰はクリンカと呼ばれボイラ火炉のボトムホッパに落下して捕集される。灰の合計発生量の約 10～20%がこの方法で捕集される。
- ・ 排ガス中に浮遊している燃焼灰の一部は、シンダーアッシュと呼ばれ、下流側の節炭器と空気予熱器のボトムホッパに落下し捕集される。灰の合計発生量の 5%未満がここで捕集される。
- ・ 電気集塵機で捕集される燃焼灰はフライアッシュと呼ばれ電気集塵機のボトムホッパに集められる。一般的に灰の合計発生量の 80～90%がここで捕集される。

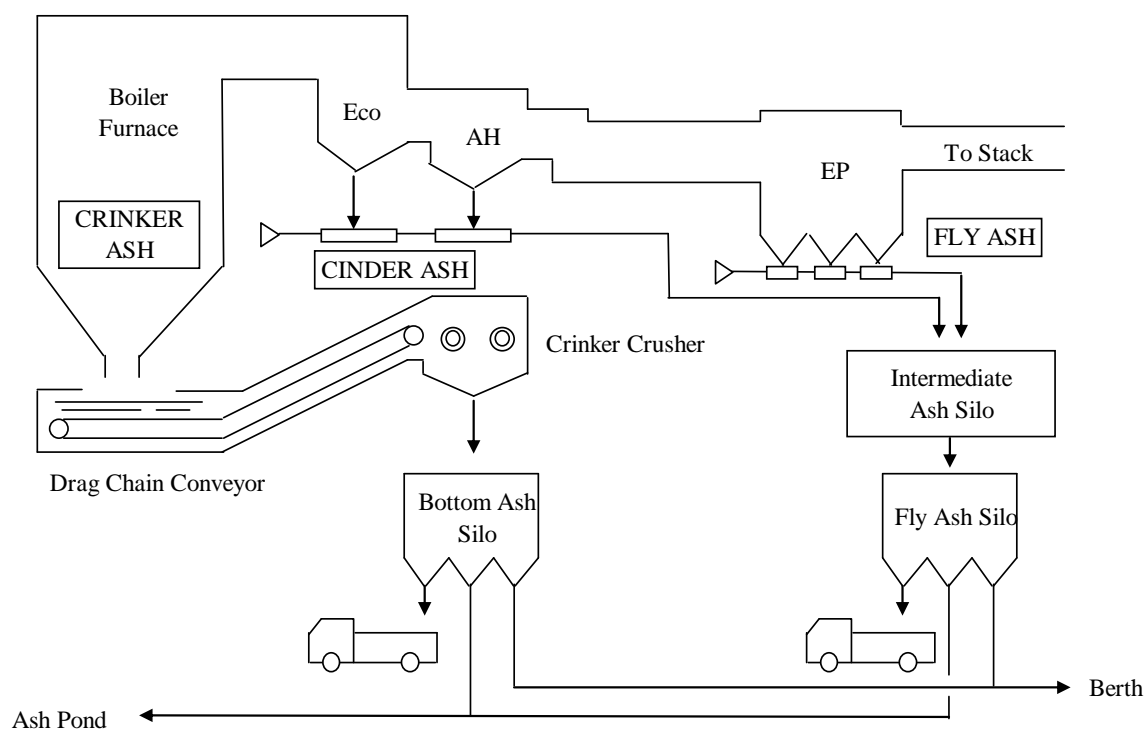


出典：調査団作成

図 8.3-23 石炭灰の発生個所と比率

集められた石炭灰は一般的には下記のようにおおよそ 2 つの方式に分類される灰処理設備を通じて移送処理される。図 8.3-24 は灰処理設備の概要を示している。

- ・ 1 つ目のシステムは、ボイラのボトムホッパに落ちるクリンカと石炭粉砕機から排出される黄鉄鉱を処理する。
- ・ 2 つ目のシステムは、節炭器、空気予熱器や電気集塵機に落下するシンダーアッシュとフライアッシュを処理する。



出典：調査団作成

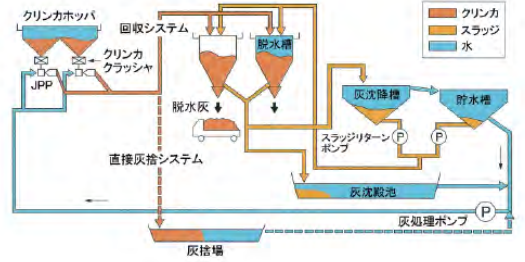
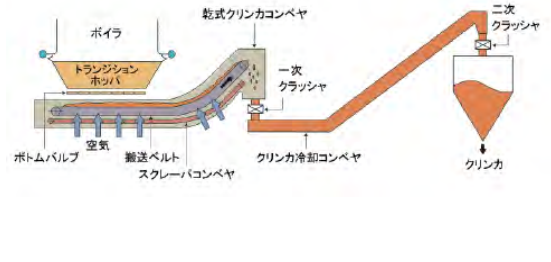
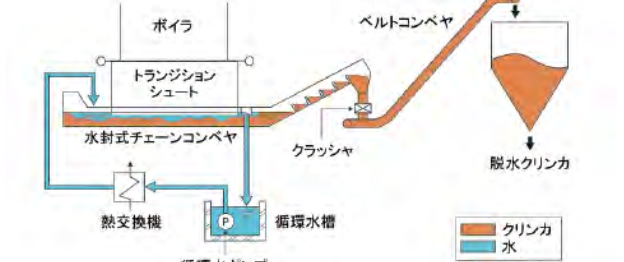
図 8.3-24 灰処理設備

(1) クリンカ（ボトム）アッシュ処理設備

クリンカ（ボトム）アッシュ処理設備は、直接水流方式・脱水槽回収槽水流方式、乾式クリンカコンベヤ方式及び水封式ドラグチェーンコンベヤ方式がある。表 8.3-16 に各方式の概略フロー図及び概要を示す。

3/4 号機のクリンカ（ボトム）アッシュ処理設備としては、1/2 号機でも採用されている乾式クリンカコンベヤ方式を推奨する。乾式クリンカコンベヤ方式は、水系設備が不要であることや、今後、灰は売却の可能性が高く、乾燥したまま配送できるなどの利点がある。

表 8.3-16 クリンカ（ボトム）アッシュ処理システム比較検討

名称	直接水流方式・脱水槽回収槽水流方式	乾式クリンカコンベヤ方式	水封式ドラッグチェーンコンベヤ方式
<p>フロー図</p> 			
<p>概要</p>	<p>火炉ホッパに貯留されたクリンカを海水で直接灰捨て場まで輸送する方法、ならびに工業用水などの淡水を用いて脱水槽へクリンカを回収する脱水機回収循環させる方法が、数多く採用されている。但し、本方式は水循環設備、水質管理設備等の水系設備が必要になることから、これらの設備が複雑で、設備費が若干高くなり、設置スペースも広くなるのが他方式と比較すると不利となる。</p>	<p>最近では、環境負荷の低減を考慮して、クリンカの輸送に水を使用しない乾式クリンカコンベヤ方式が主流となっている。乾式クリンカコンベヤ方式は、脱水設備、水循環設備、水質管理設備等の水系設備が不要である。また、クリンカを低未燃分の乾燥状態で回収できることから、有効利用先が増えるほか、湿式で必要な水系設備の動力費、腐食などによる補修費などのランニングコストも低減できる。乾式クリンカコンベヤ下流には数種のクリンカクラッシャ（破碎機）を設置しており、クリンカを発電設備側から排出される想定サイズまで破碎することができる。</p>	<p>水封式ドラッグチェーンコンベヤ方式は、連続的にクリンカを排出するとともに傾斜コンベヤ部で脱水も同時に行える要になっている。国内における事業用発電設備での採用は少数であるが、前出の二方式よりも小規模発電設備への適合性が高いため、一般産業用設備では多用されている。</p>

出典：調査団作成

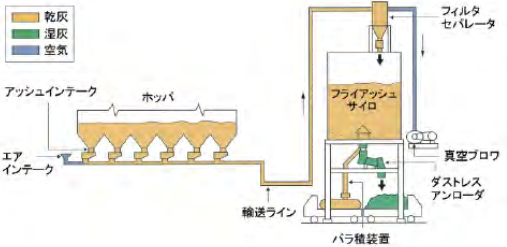
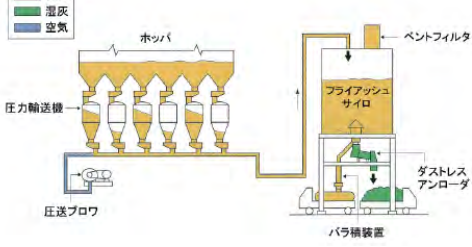
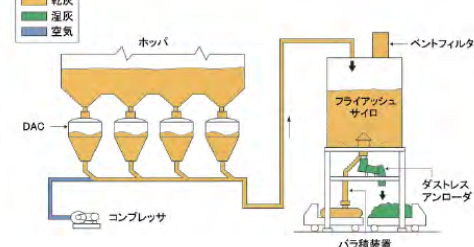
(2) フライアッシュ処理設備

フライアッシュ処理システムは、空気を用いた空気流輸送が基本であり、真空輸送方式、圧力輸送方式に大別される。更に圧力輸送方式は、低濃度輸送方式と高濃度輸送方式に区分される。それら3種類のシステムを表 8.3-17 に示す。

3/4 号機のフライアッシュ処理設備としては、1/2 号機でも採用されている真空輸送+圧力輸送の組合せ輸送とする。



表 8.3-17 フライアッシュ処理システム比較検討

名称	真空輸送方式	圧力輸送方式（艇濃度輸送）	圧力輸送方式（高濃度輸送）
<p>フロー図</p>			
<p>概要</p>	<p>真空輸送は真空ブロウを用いて大気圧以下の空気流により吸引輸送するもので、短距離・小輸送能力に適したシンプルで経済的な輸送方式である。電気集塵機、煙道ホップといった多数の灰発生箇所から収集し、一か所のサイロへ投入する系統に適している。</p>	<p>圧力輸送は、空気圧縮機を用いて大気圧以上の空気流により輸送するもので、大容量・長距離輸送に適した輸送方法であり、遠方にある複数サイロに振り分けて投入する系統に適している。輸送距離が長く（数百メートル以上）粉体の粒径比較的大きいといった条件では、圧送ブロアによって比較的低圧（～190kPa）で輸送する艇濃度輸送方式が適している。</p>	<p>輸送距離が短く比較的細かい粉粒体（～700kPa）の輸送では、コンプレッサにより比較的高圧（～700kPa）で輸送する高濃度輸送が適用である。なお、ボイラからフライアッシュ貯蔵サイロまでの距離が長い場合は、途中に中継サイロを設けて、真空輸送+圧力輸送の組合せ輸送とすることが多い。</p>

出典：調査団作成

(3) 灰捨て場

8.3.21 (9) 灰捨て場を参照。

(4) 灰の再利用方法

クリンカアッシュサイロおよびフライアッシュサイロに貯蔵された灰の一部は、基本的に再利用する計画とする。また、再利用が出来ない場合には灰捨て場へ運搬し埋め立てることとする。各再利用業者への輸送方式は下記の通り、環境面で優れている乾式の輸送方式を推奨する。

(a) 再利用する場合（各サイロから再利用業者へ）

- ・ トラックによりバースまで輸送し、3,000 DWT 級の船に積み替え輸送
- ・ 圧縮空気によりバースまで輸送し、3,000 DWT 級の船に積み替え輸送

下表にフライアッシュを再利用する場合のサイロから灰輸送船までの輸送方法の比較を示す。

**表 8.3-18 灰輸送方式（サイロから棧橋近くのサイロまで）**

	トラックによる輸送	圧縮空気による輸送	備考
輸送方法の概要	トラックによりサイロから棧橋のサイロに運搬する	パイプの中を圧縮空気ですいろからサイロまで輸送する。	
コスト	ベース	高い	
運用・保守費	運用は簡単であるが、トラックの保守にコストなどが掛かる	パイプ、圧縮空気設備の保守が必要。	
評価		推奨	

出典：調査団作成

なお、灰搬出用棧橋はマタバリ発電所全体（1～4号機）の共用設備として計画する。

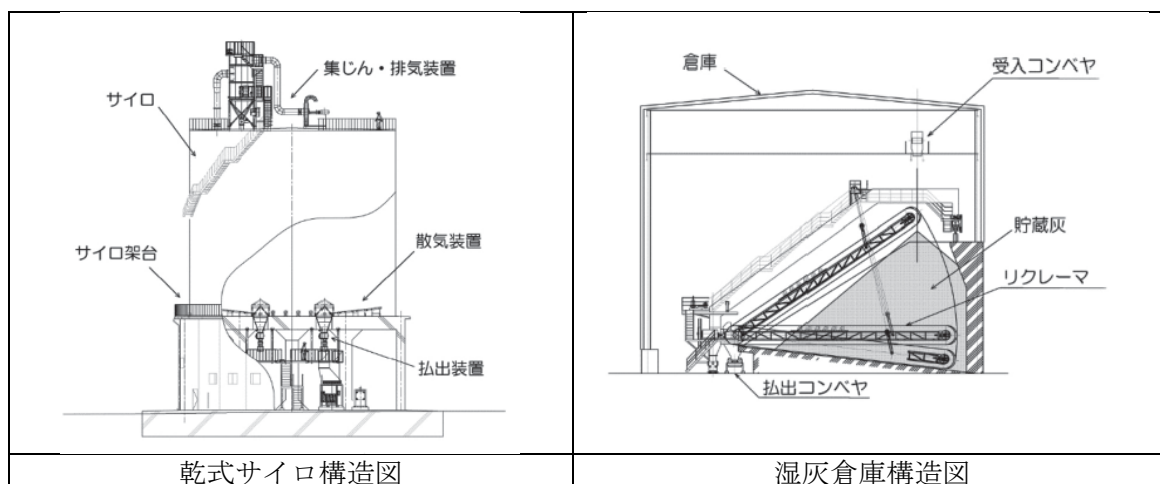
(b) 再利用しない場合（各サイロから灰捨て場）

- ・ コンベヤまたはトラックによる輸送

(5) 灰貯蔵設備

フライアッシュを貯蔵する設備は、粉塵の飛散防止を目的とした密閉構造で、一般的にサイロと呼ばれる容器が用いられる。サイロの貯蔵容量は、使用目的により決定され、1基あたり100m<sup>3</sup>程度のものから10,000m<sup>3</sup>を超えるものまであり広範囲にわたる。殆どのサイロが円筒形状で平底または若干の傾斜をつけた、すり鉢状底となっており、フライアッシュを天井面から受け入れ、底部に設けた排出口から抜き出す構造である。フライアッシュサイロは鋼板製またはコンクリート製があり、経済性評価によりいずれかの材質を選択する。

クリンカを貯蔵する設備として、水流輸送されたクリンカを一次貯留し、水切りする脱水槽や、加湿したクリンカを床面に積みつける湿灰倉庫、円筒形容器に貯める湿灰貯槽などがある。



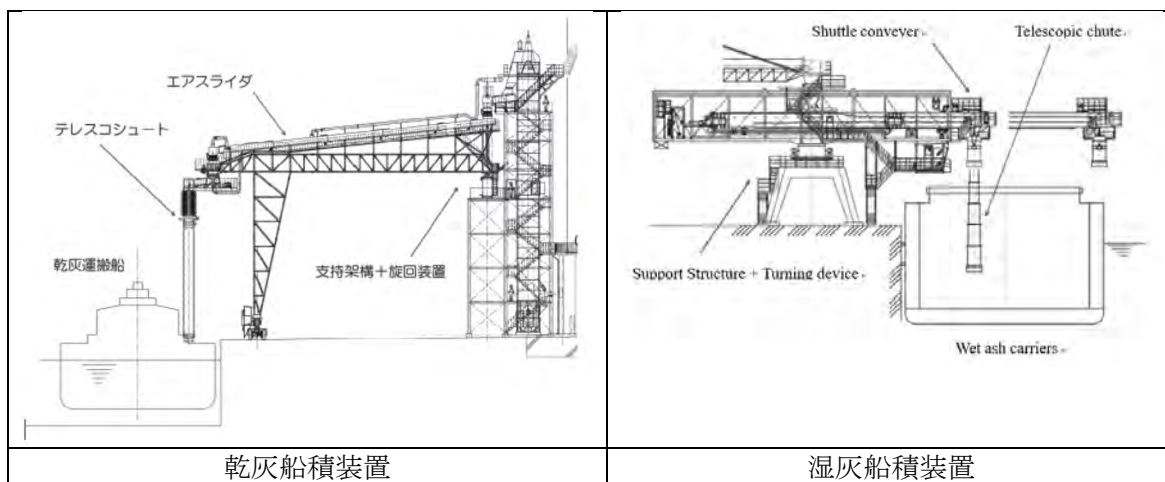
出典：火力原子力発電技術協会

図 8.3-25 灰貯蔵設備

(6) 灰船積装置（シップローダ）

発電設備から灰の有効利用先であるセメント工場などの遠隔地へ、運搬船による石炭灰の大量輸送を行うため、発電設備の岸壁に灰船積装置（シップローダ）を設置する。石炭灰は乾灰状態または湿灰状態で輸送されるが、灰の状態により運搬船の種類や船津設備の形式も異なる。

これまで運搬船のサイズは、乾灰用・湿灰用ともに2,000DWTまでが主流であり、大型船でも4,000DWTから5,000DWTまでであった。また、シップローダからの積込量は最大で1,000t/h程度の規模である。



出典：火力原子力発電技術協会

図 8.3-26 灰船積装置

(7) 灰の排出量

3/4号機が80%の負荷率で30年間運転した場合の灰の排出量は下記のとおりである。

- ・ 1日当たりの石炭消費量（2基、MCR100%負荷時）  
 $600,000 \text{ kW} \times 860 \text{ kcal/kW} \times 2 \div 4,600 \text{ kcal/kg} \div 0.411 \text{ (プラント効率)} \times 1.0385 \text{ (MCR/ECR比)}$   
 $= 566.9 \text{ ton/h}, 566.9 \text{ ton/h} \times 24\text{h} = 13,606 \text{ ton/day}$
- ・ 石炭の年間消費量 =  $13,606 \text{ ton/day} \times 365 \text{ 日} \times 0.8 = 3,972,952 \text{ ton/year}$
- ・ 石炭中の灰分：6%
- ・ 年間石炭灰量 =  $3,972,952 \text{ ton/year} \times 0.06 = 238,377 \text{ ton/year (A)}$

- ・ 未燃カーボン：0.125%
- ・ 年間未燃カーボン量 =  $3,972,952 \text{ ton/year} \times 0.00125 = 4,966 \text{ ton/year (B)}$
- ・ 年間灰量：(A) + (B) =  $238,377 \text{ ton/year} + 4,966 \text{ ton/year} = 243,343 \text{ ton/year}$
- ・  $243,343 \text{ ton/year} \div 1.43 \text{ ton/m}^3$  (ブルドーザやローラによる圧密) =  $170,170 \text{ m}^3/\text{year}$

それゆえ 30 年間の運転により排出される灰の量は下記のように計算される。

- ・ 全灰量 =  $243,343 \text{ ton/year} \times 30 \text{ 年} = 7,300,290 \text{ ton}$
- ・  $7,300,290 \text{ ton} \div 1.43 \text{ ton/m}^3 = 5,105,098 \text{ m}^3$

#### (8) 灰の有効利用

ボイラで発生する大量の燃焼灰の効果的な利用に関する様々な調査が行われ、下記の用途に実用性があることが証明されている。

- クリンカ
  - ✓ 路盤材
- フライアッシュ
  - ✓ セメント原料
  - ✓ コンクリートの骨材
  - ✓ 道路舗装
  - ✓ 肥料

上記のように石炭灰には様々な利用方法がある。

#### (9) 灰の買い取り

当国のセメント会社は、セメントの原料としてフライアッシュを外国から輸入しているため、マタバリ石炭火力発電所から排出されるフライアッシュを買い取る可能性がある。

当国のセメント会社がフライアッシュの一部を購入する場合は、マタバリ石炭火力発電所からセメント工場までトラックまたは船で運搬する計画である。

### 8.3.14 消火設備

#### (1) 全般

3/4 号機の消火設備は、1/2 号機の消火設備と同じとする。3/4 号機の消火設備概要については、以下の各項で説明する。

#### (2) 供給範囲

3/4 号機の消火設備の供給範囲は次の通りである。

- ・ 消火配水設備
- ・ 屋外消火栓（消火栓箱付き）
- ・ 屋外消火栓
- ・ 自動スプリンクラー設備
- ・ 固定式水噴霧設備
- ・ 泡消火設備
- ・ 炭酸ガス消火器設備
- ・ 清浄剤入り消火器設備
- ・ 消火器
- ・ 消防隊と消防署の設備

#### (3) 消火用水供給と配水

(a) 消火用水タンク

消防水の供給と分配システムの設計は、以下のように2つの別々の消防水源を使用することに基づいている。

- ・ 一次水源：地上の消火水タンクを介した100%の消火水
- ・ 二次水源：地上の予備処理したプラント水タンクを介した100%の消火用海水

(b) 消火ポンプ

消火ポンプはそれぞれ、発電所の最大消火需要の100%を供給する能力を持ち、以下のような構成とする。

- ・ 100%電動式消火水ポンプ1台
- ・ 100%ディーゼルエンジン駆動の消火ポンプ1台
- ・ 100%電気モータ駆動のジョッキーパーンプ2台

消火水の供給から得られる圧力を増加させるために、消防水ブースターポンプが設置され、以下のように構成される。

- ・ 100%電気モータ駆動の消防水利用ブースターポンプ2台

主要建屋の消火活動は、当国の発電所のために行動するセキュリティの規範、基準、規則に従って行われ、設備はNFPAの基準に基づいて設計されるものとする。

(c) 消火用水ネットワーク

消火用水ネットワークは、NFPA24およびNFPA850に基づいて設計する。

消火用水ネットワークは、発電所内のどの場所にも消火用水を供給できるように、適切なサイズの配管で発電所エリアを囲むように配置される。

消火用水ネットワークの配管の材質は高密度ポリエチレンであり、発電所敷地周辺にいくつかのループで構成された地下に埋設される予定である。

(4) 屋外消火栓設備

屋外消火栓は、NFPA24およびNFPA850に準拠して設計する。特に火災の危険性が高い装置や設備の近くには、消火栓に沿って屋外消火栓を設置する。主要発電設備エリアでの屋外消火栓の間隔は、最大で91.4mとする。石炭の貯炭場などの遠隔地での消火栓の間隔は、最大500フィート（152.4m）とする。

屋外消火栓はウェットバルブの2ウェイタイプで、65mmのホース接続口が2つあり、それぞれの接続口にはホースバルブ、キャップ、チェーンが付いている。赤いスチール製のホースキャビネットは、自立型として脚部に取り付けられる。通気孔と排水孔を備えたホースキャビネットには、RAL9003 シグナルホワイトの「FIRE HYDRANT」の文字を入れる。屋外消火栓用ホースキャビネットには、以下の消防機器が含まれる。

- ・ ホースレンチ2本
- ・ 30m長さ×65mmの消防ホース4本（主要発電設備エリア用） 30m長さ×65mmの消防ホース6本（貯炭場エリア用） ストルツカップリング付き
- ・ 65mm径のスプレー・ソリッドストリームノズル2個

揚油棧橋エリアでの油流出火災を保護するために、水・泡モニタ付きの屋外消火栓を設置する。水・泡モニタ付き屋外消火栓は、100mmのモニタ接続口1つと65mmのホース接続口2つからなる3WAYタイプとする。水・泡モニタは65mmの水・泡モニタノズル付きの消火栓に取り付けられる。泡沫モニタ用の泡沫混合液は、泡沫混合液ドラムからピックアップチューブを介して供給される。揚油棧橋エリア用の水・泡モニタキャビネット付き屋外消火栓には、以下の消防機器が

含まれる。

- ・ ホースレンチ 2 本
- ・ 30m 長さ×65mm の消防ホース 4 本（主要発電設備エリア用）ストルツカップリング付き
- ・ 65mm 径のスプレー・ソリッドストリームノズル 2 個
- ・ 発泡スチロールのドラム缶とピックアップチューブ 1 個

揚炭栈橋エリアを保護するために、ウォーターモニタ付きの 3 ウェイタイプの屋外消火栓を設置する。水モニタ付き屋外消火栓は、100mm のモニタ接続口 1 つと 65mm のホース接続口 2 つで構成される。水モニタは 65mm の水モニタノズル付きの消火栓に取り付けられる。揚炭栈橋エリア用の水モニタ付き屋外消火栓キャビネットには、以下の消防機器を収納する。

#### (5) 屋内消火栓設備

屋内消火栓システムは BNBC Part 4、NFPA 14、NFPA 850 に基づいて設計される。すべての屋内消火栓は、BNBC パート 4 で指定された最低流量を供給するようにサイズが決められる。

#### (6) 自動スプリンクラーシステム

自動スプリンクラーシステムは、BNBC Part4、NFPA 13、NFPA 850 に基づいて設計される。自動スプリンクラーシステムは、警報用逆止弁とスプリンクラーヘッドで構成されており、配水管システムに取り付けられる。自動スプリンクラーシステムは以下の建物/エリアに適用する。

- ・ 中央制御棟、ワークショップ棟、ウェアハウス、管理棟
- ・ 消火用水ポンプハウス（ディーゼルエンジンエリア）
- ・ パワーハウス内のケーブルベースメント、ケーブルカルバート、ケーブルルーム、中央制御棟、エアコンプレッサ AHS と FGD/ESP 制御、AHS 用エアコンプレッサハウスと電気棟、400kV GIS とスイッチヤードのリレーと制御
- ・ コールハンドリングエリア  
石炭コンベア  
石炭移送タワー  
石炭粉砕タワー

#### (7) 水噴霧固定方式

水噴霧固定システムは、API 2030、NFPA 15、NFPA 850 に基づいて設計される。

##### (a) 自動水噴霧固定システム

水噴霧システムは、通常、電気式作動装置または油圧・空圧式作動装置を介した自動操作に必要な関連部品を備えている。また、手動での解除は、放水弁の手動スイッチ、ローカルの手動解除弁、中央制御室からリモートコントロールを使用することで可能である。

このシステムは、放水バルブ、隔離ゲートバルブ、圧力スイッチ、開放型スプレーノズル、配管、検知システム、手動スイッチ、可聴/可視アラーム、制御装置、計装装置で構成される。火災発生時には、検知システムが作動すると、システム制御盤が電磁弁開放に通電し、非常用弁が開放されてシステム配管に水が入るようになる。水はシステムのスプレーノズルから噴霧される。

##### (b) 手動水噴霧固定システム

水噴霧システムは、手動操作に必要な関連部品を備えている。このシステムは、deluge valve の手動スイッチ、ローカルの手動リリースバルブ、中央制御室からリモートコントロールによって動作する。手動スイッチのハンドルやボタンが作動するか、中央制御室からシステム制御へのリモートリリース信号が受信されると、プライミングチャンバーから圧力が解放され、deluge valve が開かれる。水はシステムの配管とスプレーノズルを流れる。

#### (8) 泡消火システム

---

泡消火システムは NFPA11 に基づいて設計される。

濃厚泡は、濃厚泡ポンプによって濃厚泡貯蔵タンクから油圧式ポンプを使って泡発砲装置に送られる。火災が発生すると、自動的に水が発砲装置を通して流れ始め、そこに泡の濃縮液が誘導され、一定の割合で流れている水と混合される。

(a) 固定式泡発砲装置

固定式泡発砲システムは、NFPA11 に準拠して設計され、火災を検知すると自動的に固定式泡発砲システムが作動する。各保護区域に設置された検知システムが火災警報を作動させ、電磁弁に通電して該当する放水弁を開く。また、手動スイッチと手動開放弁も設置される。

(b) 発泡モニタ

NFPA11 に基づいて、油タンクの堤防エリアの小規模流出火災と貯炭場の石炭火災を保護するために泡沫監視装置を設置する。

(9) クリーンエージェント消火システム

クリーンエージェント消火システムは、NFPA2001 に基づいて設計される。クリーンエージェント消火システムは、プラント運転に重要な制御室、スイッチギア室、バッテリー室を保護するために提供される。

(10) CO2 火災不活性化システム

トータルフラッディング CO2 システムは NFPA12 に基づいて設計される。

低圧 CO2 火災不活性化システムは、石炭バンカに適用される。

CO2 火災不活性化システムは、CO2 貯蔵庫、気化器、冷凍ユニット、CO2 注入ノズル、選択バルブ、可聴/可視アラーム、安全標識、配管で構成される。

(11) 消防団・消防署関連機器

発電所の消防隊は、泡/水タンクを備えた 2 台の消防車と 1 台の救急車を装備し、標準的な消防・救助設備を備えることとする。消防隊と消防署には以下の機器が装備される。

- 1) ポータブルガスインジケータ
- 2) ヘビーデューティーハンドランプ
- 3) キャビネット付き呼吸器
- 4) 乾燥粉末の移送および再充填装置
- 5) 消火器ロック用空気圧バイス
- 6) CO2 消火器の充填と粉末の加圧装置
- 7) 電動式ねじ切り・ねじ切り解除装置
- 8) 油圧式検査装置
- 9) 応急処置キット
- 10) 救急隊員用標準装備
- 11) ホース修理装置
- 12) 消火用スーツ
- 13) 消火用ブランケット
- 14) 多目的ノズル

### 8.3.15 所内および制御用空気圧縮設備

(1) 全般

圧縮空気設備は、空圧バルブ、トランスミッタ、計器、バルブオペレータなど、すべての重要なサービスに必要な圧力と容量で、乾燥したオイルフリーの制御用空気を供給する共通のシステムである。また、このシステムは、すべての必須および非必須の所内用空気ユーザに所内用空気を供給する。

---

## (2) 主要機器

圧縮空気設備は、以下の機器で構成される。

- ・ 6 台の圧縮空気パッケージ（6 x 25 %）
- ・ 4 台のエアレシーバ（4 x 100 %）
- ・ 4 台のエアドライヤパッケージ（プレフィルタ、エアドライヤ、およびアフターフィルタを含む）（4 x 50 %）
- ・ 2 台の所内空気用アフターフィルタ（2 x 100 %）
- ・ 制御用空気分配設備
- ・ 所内用空気分配設備

## (3) 設備概要

各圧縮空気パッケージは、吸気フィルタ/サイレンサ、自動調整システム、潤滑油システム、水冷式オイルクーラ、水冷式インタークーラ、水冷式アフタークーラ（凝縮水セパレータと自動排出装置付き）、排出チェックバルブ、機械に取り付けられたコントロールパネルを備えた音響キャビネット内に収納されている。圧縮空気パッケージからの吐出空気は、4 つのエアレシーバに送られ、機器用エアと所内用空気は、それぞれ 4 つの機器用エアドライヤパッケージ（プレフィルタ、エアドライヤ、アフターフィルタ）と 2 つのサービスエアフィルタを経由してユーザに供給される。レシーバには、レシーバの過圧を防ぐために 12bar (g) に設定された安全リリーフバルブが装備されている。プラントの運転に必要な計装用空気と基本サービス用空気は、それぞれ計装用空気リングのメインヘッダと基本サービス用空気ヘッダから供給される。

すべての空気圧縮機は同じ容量である。通常、発電所の制御用空気および所内用空気システムの通常の連続需要の圧縮空気を供給するためには、4 台の空気圧縮機のみが必要である。5 台目の空気圧縮機は最大の連続需要を満たすために作動し、6 台目の空気圧縮機はスタンバイ状態になる。

制御用空気システムの全気流は、エアドライヤパッケージを通過する。通常運転時と最大運転時には 2 つのドライヤパッケージが稼働し、残りのドライヤパッケージは待機している。各ドライヤパッケージでは、2 台の並列デシカント・エアドライヤが、すべての制御用空気を最大圧力下露点-40°C（ISO 8573-1 湿度クラス 2）まで乾燥させる。必要に応じてドライヤ間の空気の流れを切り替える自動制御機能を備えている。各ドライヤパッケージは、最大連続流量で発電所の制御空気需要の 50% を処理することができる。

制御用空気と所内用空気は、それぞれ別の圧縮空気分配システムである。

制御用空気分配システムは、タービン建屋を囲むリングメインと、プラントの共通エリアへの戦略的ポイントにあるスパーという形で配置されている。リングメインの各側は全負荷に対応したサイズになっており、万が一漏れが発生した場合でも、関連する隔離弁を閉じることで安全な供給が確保される。分配リングメインシステムのどの部分を切り離しても、他の部分への圧縮空気の供給を中断することはない。

所内用空気の分配システムは、必須機器群と非必須機器群の 2 つのサブシステムに分かれている。非必須な機器群のために、所内用分配システムは、タービン建屋を囲むリングメインの形で配置され、プラントの共通エリアへの戦略的なポイントにスパーが設置されている。リングメインの各側は全負荷に対応したサイズになっており、万が一漏れが発生しても、関連する隔離弁を閉じることで安全に供給できるようになっている。リングメインシステムの他の部分への圧縮空気の供給を中断することなく、分配リングメインシステムのどの部分でも分離することができる。必須機器群には、独立した所内用空気供給が提供される。非必須の供給は、機器用空気と必須のサービス用空気の供給を保護するために、圧縮空気分配システム内の低圧でシャットダウンすることができる。空気システムの圧力が 7 bar (g) 以下になると自動的に閉まる空気式遮断弁が、非必須機器群への供給ラインに設けられている。

## (4) 主要機器の技術事項

### (a) 全般

---



機器および材料は、エンジニアリング、設計、製造、および構造の高い基準に適合しており、サービス条件の下で過度の摩耗やメンテナンスなしに効率的かつ満足 of いく動作が可能である。

すべての機器は、少なくとも5年間の十分な稼働実績のある設計から選択すること。機器は重構造型で、予想されるプラント寿命が最低30年になるように設計される。

現場での作業を最小限にするために、可能な限りプレハブやスキッドマウントの機器を提供する。

騒音や振動のレベルを最小限に抑え、避けられない値まで低減するために、特に注意を払わなければならない。これは、特にコンプレッサ本体だけでなく、吸込、吐出、分配の各配管や、すべてのバルブや継手にも当てはまる。低ノイズレベルの機器を選択しなければならない。

いずれの場合も、騒音源から1mの距離で85dBA以下であること。

連続した大規模機器群にはトリップバルブを装備すること。空気圧力がある値以下になると送風を停止するものとする。それが許されない場合は、別の配管を設けるなどの措置をとる。

単一の大規模機器群のためには、圧力損失に対する確実な対策が必要である。

しかし、ホースの破裂などの故障時には、圧力低下を回避しなければならない。これは、各機器群端末の流量制限装置によって達成されなければならない。

すべての仮設およびホースの接続は、クイックシャットオフカップリング付きのパイプに限定する。

#### (b) 吸気用エアフィルタ

フィルタは、コンプレッサやバルブ、システム内の他の機器に有害な可能性のある粒子をすべて保持しなければならない。どのような場合でも、フィルタは現場エリアのダスト濃度に対応できるものでなければならない。

コンプレッサのインレットフィルタは、最悪の条件での最大流量に合わせて設計すること。各圧縮機には独自の吸引フィルタがあること。フィルタは、粉塵の多い雰囲気の中での運転に適したものであり、4,000 運転時間または6ヶ月以上のサービス間隔で設計する。

空気吸引ダクトの開放断面は、ステンレス製のメッシュで覆われていること。圧縮機室には、圧縮機ごとに単一の乾式フィルタを設置する。

最大許容圧力損失は30mbarであること。保持すべき最小粒径は3 $\mu$ mであること。各フィルタには差圧計を装備し、最大許容圧力損失を超えた場合には警報を発する。

フィルタエレメントは布製とする。圧縮空気によるバックパージで再生可能とする。

工事では、騒音を吸収する設計を優先する。

フィルタ内部のすべての表面が耐腐食性とする。

#### (c) サイレンサ

サクションフィルタの下流にサイレンサを設置すること。このサイレンサは、ダクトの断面から発生するノイズと、パイプの表面から発生するノイズを吸収しなければならない。ダクトとの適切な接続が必要である。

減衰効果は、軸方向および軸に垂直な方向ともに10dB以上とする。フィルタとの複合構造は認められない。サイレンサ内部のすべての耐腐食性の表面とする。

#### (d) 空気圧縮機

空気圧縮機は、大気圧から圧縮空気システムの圧力まで空気を圧縮する。

空気圧縮機は、大気中の空気を圧縮しなければならない。空気圧縮機は、アフタークーラを含む水冷式、オイルフリー式のロータリスクリュウタイプでなければならない。圧縮空気システムの圧力を保証する。

圧縮機は、適切な定格の電動機で駆動する。コンプレッサへの駆動カップリングは、フレキシブルなダイレクトカップリングであること。V-ベルトカップリングは認められない。

コンプレッサはそれぞれ別の0.4kVのスイッチギアセクションに接続する。これらのスイッチギアセクションには、それぞれ別の変圧器を設置する。2つのスイッチギアセクションは、自動転送装置を備えたバスカプラで相互に接続する。

潤滑油ポンプは正圧で、適切な定格のモータで駆動する。各空気圧縮機に対して、100%電気モータ駆動の潤滑油ポンプを2台提供する。

オイルフィルタは容易に交換可能であり、潤滑システムはリリーフバルブによって過圧から保護されている。クランクケースのオイルレベルは、ディップスティックまたはサイトグラスで確認できる。

水冷を必要とする各機器は、冷却水システムに接続され、各交換器のサブサーキットの入口と出口には隔離弁が設けられている。

圧縮機は長期間停止する可能性があるため、すべての空気通路は空気中の水分を凝縮させないように耐腐食性が必要である。

#### (e) アフタークーラ

圧縮機ごとにアフタークーラを1台設ける。アフタークーラは、吸入空気と冷却水の最悪の条件に合わせて設計する。

アフタークーラ下流の空気温度の最大許容値は、冷却水供給温度より10°C高くする。

クーラはシェル&チューブタイプで、チューブバンドルは化学洗浄のために容易に取り外し可能とする。

水管を通る水の速度は、最大条件で1.9m/sに制限する。

冷却水の接続部は、フレキシブルなパイプリンクで構成されている。

空気と接触するすべての部品は、耐腐食性材料とする。チューブは銅-ニッケル合金、シェルとチューブプレートは亜鉛メッキされた炭素鋼またはそれ以上の材質とする。表面積は、TEMA (Tubular Exchanger Manufacturer's Association)が推奨する最小ファウリングファクタを満たす。

冷却水の配管には、共通のインラインストレーナと、電気的に作動するオン/オフ流量制御弁を取り付ける。計器システムは、圧縮機が作動していないときに水流が停止するようにすること。熱交換器への各サブ回路には、目視可能な水流インジケータを設ける。

#### (f) ウォータセパレータ

水分離装置（回収ドラム）は、すべての下流機器を水滴や水ミストから保護する。

アフタークーラセパレータには、凝縮水の局所表示、高レベルアラーム、シャットダウンスイッチを装備する。

1つのクーラに対して1つのドラムが必要である。

少なくとも、アフタークーラの後ろの回収ドラムには、ステンレス製の金網が装備されていること。その最低液滴除去効率は99.9%とする。

蓄積された水は、自動凝縮水トラップによって排水されること。凝縮水トラップには、手動式のバイパス弁を装備すること。すべての接続はフレキシブルリンクとする。

吸込・吐出配管に沿った騒音振動の伝導を防止するために、圧縮機ノズルにフレキシブルパイプリンクを設置すること。また、冷却水の接続にもフレキシブルリンクを使用する。

中間冷却器およびアフタークーラを含むすべてのコンポーネントを備えた圧縮機は、すべての振動を吸収するためのスプリングとダンパを備えた共通のベースプレートまたはスキッドに取り付けなければならない。

#### (g) エアレシーバ

エアレシーバは、発電設備の空気のピーク消費量に応じて十分な量の空気を蓄え、コンプレッサの起動・停止の頻度を減らし、圧力の脈動を抑える。

構造は、垂直に溶接された円筒形の容器とする。

設計圧力は13barとする。

600mmのマンホールを設置すること。

容器は亜鉛メッキされた炭素鋼製で、建物の外で日除けの下に置くものとする。

容器のボトムヘッドとドレインバルブの間には、凝縮水を検知するためのサイトグラスを設けること。容器が加圧されているときには、排水が可能でなければならない。

サービスエアレシーバには、自動排水口を設ける。

(h) エアドライヤ

エアドライヤは、制御用空気の最大消費量および空気／冷却水の最大温度の間、制御用空気システムの露点を $-20^{\circ}\text{C}$ に維持できるものとする。要求される露点は、ドライヤの吐出口での実勢圧力における露点とみなす。

エアドライヤは電気ヒータ付きのツインタワーデシカントタイプとする。大容量の外部加熱式ゼロパーセントツインタワードライヤが望ましい。

パーズボリュームコントロールバルブはニードルタイプのロックシールド付きで、パーズフローメータ付属とする。

エアドライヤの制御装置は、エレクトロニューマチックに作動するものとする。

総サイクル時間は最低8時間とし、適切な冷却期間と圧力調整期間を含むものとする。

乾燥剤層の機械的な破壊を避けるために、タワーの段階的な減圧と再加圧を行うための設備が含まれている。

切り替え時には、両方の吸収床の圧力と温度が等しくなっていないなければならない。ブローダウンラインにはサイレンサを取り付ける。

乾燥剤層を通過する再生空気の流れとプロセス空気の流れの方向は、逆方向とする。

乾燥剤は、温度や圧力の変化に対する物理的強度を考慮して、活性アルミナタイプのものとする。

再生時の温度上昇を抑えるために、サーモスタット装置を搭載ものとする。

チェンジオーバの失敗またはパーズ弁の失敗を示すために、ドライヤに視覚的な表示し、故障警報回路は、電気ヒータ制御と連動しているものとする。

故障警報を共通制御盤に繰り返すために、無電位接点を設けるものとする。

空気乾燥機の入口空気温度が $50^{\circ}\text{C}$ を超える場合は、乾燥機パッケージのサイズを最適化するために、冷蔵タイプのプレクーラを組み込むこと。この場合、プレクーラは乾燥剤式ドライヤと共通のベースフレームに搭載する。

各タワーには、圧力／温度安全弁と圧力表示装置を設けること。露点警報および表示装置を設ける。露点の視覚的な表示は、色の変化する表示器によって行われる。

各ドライヤには、水滴やオイルから保護するために、ドライヤに取り付けられたデューティーおよびスタンバイ用のプレフィルタを組み込むこととする。

プレフィルタは、他の空気圧縮機との緊急運転状態を可能にするために、すべてのケースでオイル除去タイプとする。 $0.5\text{ppm}$  ( $20^{\circ}\text{C}$  に対して)までオイルを除去できること。プレフィルタには、差圧サービスインジケータとバイパス付きの自動ドレントラップを取り付けることとする。

メンテナンスのために、各プレフィルタの両側にアイソレーションバルブを設置することとする。

各ドライヤには、下流のネットワークを塵埃から保護するために、ドライヤに取り付けられた常用およびスタンバイ用のアフターフィルタが組み込まれていること。これらのフィルタは、1ミクロンで99.99%以上の効率を有することとする。

全量を流す状態で、ドライヤ／フィルタパッケージ全体の圧力損失は、洗浄時には0.5 bar、使用時には0.65 barを超えてはならない。

各乾燥機には、必要なパネルクーラ／換気装置を備えた PLC 制御パネルを設けること。再生プロセスを含む乾燥機の全自動シーケンスを提供することとする。

オンライン露点計 (Dew Point Analyzer) が提供されることとする。

(i) アフターフィルタ

通常、アフターフィルタに到達する際の空気には、スケール、粉塵、水滴などの異物が含まれていないことが望ましい。ただし、上流側の機器の故障や誤動作の際に分配配管を保護するために、アフターフィルタを設けることとする。

設計流量は、圧縮機の容量と同一であること。ろ過効率は、1ミクロンまでのすべての粒子に対して99.99%とする。

また、フィルタには差圧サービスインジケータが付いており、最大許容圧力損失 (30mbar) を

超えた場合にはアラームが出るようにする。

サービスインターバルは 1,000 動作時間以上とする。

アフターフィルタは、深さ方向のろ過エレメントを備えた二重構造タイプであること。フィルタリングエレメントは、ある程度再生可能な腐食のないフェルトまたはマットとする。

#### (j) 配管工事とバルブ

発電所内の全ての機器類への配管だけでなく、全ての相互接続配管を提供すること。これには、パイプサポート、パイプラック、トレンチ内の配管用スチールワーク、道路横断用の保護シートなどが含まれる。

配管は、蒸気タービンホールにある 2 つのリングヘッドと、その他のすべての機器類に向けた 2 組の分岐管で構成されており、1 つは制御用空気、もう 1 つは所内用空気のシステムである。

継続的にサービスを提供する機器類には、固定接続が必要である。エアシステムは機器のノズルに配管されていることとする。隔離弁および逆流防止弁は、提供された機器のノズルに直接取り付けるか、機器から 1m 離すかして、機器の近くに設ける。

配管のサイジングは、低騒音、適度な速度、小さな圧力損失、実質的にない圧力脈動、大きな貯蔵容積を確保するものとする。

圧縮機の吸込・吐出配管には、長い半径のエルボのみを設けるものとする。

機器類への総圧力損失は、機器類のピーク時および他のすべての機器類の通常消費時に、エアレシーバと機器類の間で測定した 0.3 バールを超えてはならない。

圧縮機の吸込配管の流速は、サイレンサの上流側で 4.0m/s、サイレンサと圧縮機の間で 6.0m/s を超えてはならない。分配配管内の流速は、通常の運転状態では 6.0m/s、ピーク時には 8.0m/s を超えてはならない。

ヘッドの最小パイプサイズは DN50 とする。

分岐ライン、ヘッド、または機器からのものであるかどうかにかかわらず、各ターミナルポイントには、隔離弁が提供されるものとする。各支線は、ボール弁でヘッドに接続されることとする。

枝管は、すべての個々の線が機器類の近くで終端するように分配され、始点と終点には隔離弁が設けられていなければならない。

各機器の取外し接続部にはボール弁を設置し、可能な限り本線に近い位置に設置すること。これらの接続は本管の上部から取ることとする。

絞りサービスを除き、すべての弁はボール弁であること。その自由断面は、接続された配管と同一とする。バルブケーシングの材質は、球状黒鉛鋳鉄または溶接された炭素鋼構造であること。内部は取扱う媒体に対して耐性があること。提供される材料および弁の設計は、エンジニアの承認を受けるものとする。

配管の材質は、亜鉛メッキされた炭素鋼（St.35 または同等のもの）とする。機器用空気のサブヘッドと機器との間の短い（2m 未満）接続配管のみ、DIN 1754 または同等の 6×1mm のシームレス銅管を使用すること。継手は、DIN 2353 またはそれと同等の銅製または真鍮製の圧縮タイプでなければならない。

システム全体にシームレスパイプを使用するものとする。

配管の接続は、DN50 まではねじ込み式で行うものとする。制御弁や隔離弁、機器などの配管サイズ DN80 以上の場合、および技術的に望ましい場合は、フランジ接続を使用すること。溶融亜鉛メッキの配管を現場で溶接することは許されない。

すべてのボルトは亜鉛メッキされている必要がある。

リングメインとヘッドからの接続数は、設計段階で必要とされる数よりも 15% 以上多いものとする。これらの接続は、将来の機器のためのものである。これらの接続部には、それぞれボール弁が装備されているものとする。

すべての機器用接続部のすぐ上流、すなわち弁の隣に、圧力測定用のタップを設けることとする。

サンプリング接続は、圧縮空気システムのすべての機器の後ろに必要である。

空気分配システムは、リングメインシステムとして設計される。

(k) 圧力ダンパ

短時間のピーク時に1台の圧縮機の容量の1%以上を消費する機器の場合、圧力ダンパによって局所的な圧力崩壊（すなわち1.0バール以上の圧力低下）を防ぐ必要がある。

ダンパは、機器の隣に設置された小さな溶接された空気貯蔵容器で、その機器の要求量に合わせたサイズになっている。

内面は塗装または亜鉛メッキとする。合理的かつ可能であれば、余裕を持った配管サイジングによりダンパを回避するものとする。

指定されたケース、遠隔地の機器、およびエンジニアが特に要求した場合には、適切な計算および測定データを提供しなければならない。

最終的には、試運転時の測定により、どこに、どの圧力ダンパを設置するかが決定される。

(l) 空気圧縮機

建物内のすべての場所（ボイラやその他設備）に圧縮空気を供給するために、ローカルエアステーションを設けなければならない。

DN20の長さ15mの同一のエアホースを、機器の周囲に20m以下の間隔で設置する。配管への接続はクイックシャットオフカップリングを使用するものとする。

十分な数のフレキシブルなホースリールが提供され、工場の様々なセクションのキャビネット内に保管される。

エアステーションの数と配置は、ローカルのエアステーションに接続された長さ15mのホースで、建物内のどの地点にも、また他のすべての機器にも到達できるようにする。

(m) 腐食対策

すべての機器、配管、弁の外面は、銅やステンレスのような腐食しない素材で作られている場合を除き、塗装しなければならない。

吸引配管を含む配管系は、亜鉛メッキ管とする。バルブは耐腐食性の材料とする。

湿度の高い空気と接触する可能性のある機器内部の表面は、亜鉛メッキされているか、耐腐食性または腐食のない材料とする。

エアレシーバは、外側だけでなく内側にも塗装を施すものとする。

亜鉛メッキを施した材料には1.0mm、塗装を施した材料には2.0mmの腐食代を設けるものとする。

(5) 設計データと基準

次の表は、機器用空気とサービス用空気に必要な空気消費量を決定するための機能要件を示したものである。

表 8.3-19 圧縮空気システムの設計上の検討事項(x, y, z は入札者が決定するサービスファクタ)

説明	通常	最大	ピーク
連続需要	2 ボイラ/タービン発電機 の全連続需要の 100%	1 ボイラ/タービン発電機 の全連続需要の 100%	2 ボイラ/タービン発電機 の全連続需要の 100%
断続的需要 (多数ユニット)	タービン発電機及びボイラ の全断続的需要の X%	タービン発電機及びボイラ の全断続的需要の X%	タービン発電機及びボイラ の全断続的需要の X%
断続的需要 (その他)	共通設備の全断続的需要の y%	共通設備の全断続的需要の y%	共通設備の全断続的需要の y%
ボイラ/タービン発電機 起動時の空気消費量	適用外	1 ボイラ/タービン発電機 起動時の全空気消費量の 100%	適用外
洗浄 (所内空気のみ)	適用外	適用外	全所内空気消費量の z %

出典：調査団作成

エアレシーバのサイズについては、少なくとも以下の3つのケースを考慮して設計する必要がある。

ケース1：空気消費量のピーク時に IA と SA を供給するのに必要な3分

ケース2：圧縮機の切り替え時に十分な量の圧縮空気を供給することができる（～10秒）

ケース3：安全な緊急停止のために十分な量の圧縮空気を供給する（約60秒）

#### (6) プロセス制御

制御用および所内用の空気圧縮機は、ローカルに制御され、自動または手動で操作される。自動運転では、空気圧縮機の起動と停止を連続して行うことができる。

エアドライヤはローカルに制御され、自動的に作動する。

所内・制御用空気システムのメインパラメータや警報は、中央制御室に送信される。

### 8.3.16 化学分析室

#### (1) 全般

3/4号機の化学分析室に提供されるすべての機器、装置、化学薬品について下記に示す。この分析室は、高度な分析化学室として設計され、水処理棟に設置される。

様々な必要な品質基準を維持するための最先端の分析室に必要と思われるすべての設備、器具、機器、装置、化学物質が提供される。（例えば、最新版の「Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water APHA/AWWA/WEF」）

提供される機器は、最新かつ最先端のデザインであり、想定される目的に適合したものでなければならない。

化学分析室の主な目的は、水・蒸気サイクルの水（復水、給水）、脱塩水、河川水、かん水、清澄水、冷却水、排水など、プラントの様々な種類の水・排水の基本的な試験・分析と、燃料、潤滑油、変圧器油などの主要な試験・分析である。

さらに、以下のような水/排水、油/廃油などの分析を拡張的かつ高度に行うための機器も提供される。

- ・ 細菌学的分析（例：総従属栄養細菌数）
- ・ 環境分析
- ・ 重金属の測定
- ・ 有機性微小汚染物質
- ・ ポリ芳香族炭化水素

- ・ 排出量 (CO, NOx, SOx, PM10).

個々のアイテムは以下の通りである。

- ・ 化学実験用家具
- ・ 化学実験装置
- ・ 実験用の化学物質
- ・ 安全装置
- ・ 人員保護具／衣類 (PPE)

## (2) 化学分析室と家具

分析室は以下の部屋で構成される

- ・ 総合研究所
- ・ 機器研究室
- ・ 原子吸光分光器の金属製ラボ（部屋）
- ・ ラボおよびガスクロマトグラフィによる水中の優先的有機微小汚染物質の測定（部屋）
- ・ 燃料油の研究室（部屋）
- ・ 蛍光 X 線のための冶金ラボ（部屋）
- ・ 細菌学研究室（部屋）
- ・ 調整室
- ・ ガラス/プラスチック製品、化学試薬、ガス/ガスシステムなどの保管室
- ・ 4つのオフィスルーム
- ・ 図書室、会議室
- ・ 冷蔵庫、電子レンジ、ホットプレート、ケトルなど、必要なものが揃ったダイニングルーム
- ・ トイレ（男性用・女性用）
- ・ ロッカールーム、シャワー施設（男性用、女性用）
- ・ 以下の機器を備えた管理・計算室
  - コンピュータとその付属品（プリンタ、スキャナ、CD RW など）
  - 複写機（カラー対応）
  - カメラ（デジタル）
  - 電卓（科学）
  - 初期費用と最低限の初歩的なオフィス用品

実験室の空気の温度が、常に調整温度から+0.5K 以内に保たれるような設備とする。

以下を含むすべての実験用家具を提供する。

- ・ 4人の化学者／実験助手用の壁掛け作業台（全長 20m）、耐酸性表面タイル、一体型洗面台、各作業場に電源、ガス、温水／冷水、脱塩水、圧縮空気を供給
- ・ 作業用テーブル／食器棚
- ・ アナリティカルバランステーブル
- ・ 換気扇付きのヒュームカップボード（フード）
- ・ 実験用の脱塩水タンク、容量 100 リットル、CO2 トラップ付き、ポリプロピレン製、脱塩水プラントへの接続付き。接続点は、混床式交換機の後、脱塩水貯蔵タンクの前とし、必要に応じて加圧ポンプを使用する。各職場の脱塩水は、実験室の脱塩水タンクから供給されるものとする。必要な配管はポリプロピレン製とする。

シリカテスト用のシリカフリーの水を作るためには、樹脂でできたカートリッジに脱塩水を循環させる準備をしなければならない。

- ・ 薬品類－キャビネット、ロック可能
  - ・ 毒物－化学物質のキャビネット、ロック可能
  - ・ 安全指示、危険エリア、キャビネットの内容を示すサイン
-

- ・ 有機・水系の液体・固体化学廃棄物の回収タンク
- ・ 水、ガス、空気の継手および付属品
- ・ 中和槽への接続と排水を含む排水システム
- ・ 強制換気
- ・ 壁面作業台への機器供給システムからの圧縮空気の供給
- ・ 貴重品、プラチナ製のつぼ、危険な毒物を入れるための 80 リットルの金庫
- ・ 緊急用シャワー2 台、アイシャワー2 台などの安全装置、人員用安全装置セット 10 個、救急セット 2 個など
- ・ その他、契約者が化学実験室のために供給を予見している必要な家具
- ・ チーフケミストを含む 4 人の執務室に必要なすべてのオフィス家具
- ・ 実験室の空調、暖房用ラジエータ、熱交換器
- ・ 上記のすべての項目は、契約者が化学実験室に必要なすべての家具の寸法を示した図面とともに記載しなければならない
- ・ 必要に応じて基礎図面
- ・ 必要に応じて回路図

### (3) 化学実験装置

APHA/AWWA/WEF の "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater "に基づき、以下に指定された分析に必要な以下の機器、装置、技術的詳細、ガラス器具、化学剤を請負業者が 2 年間提供すること。

APHA/AWWA/WEF の "Water and Wastewater "に準拠した以下の分析に必要な以下の機器、装置、技術仕様、ガラス器具、化学剤は、請負業者が 2 年間提供するものとする。

請負業者は、機器に必要なすべての校正設備とカタログを 2 年間提供するものとする。さらに、請負業者が化学実験室のために供給することが予想されるその他の機器、ガラス器具または器具も提供されるものとする。

上記の分析方法に必要なすべての実験用化学物質と、それに対応する校正手順を提供するものとし、実験室での 2 年間の使用に十分な量を提供するものとする。

表 8.3-20 日常的な分析装置

No.	装置名	目的
1	マイクロプロセッサpHメータ	水質サンプルのpH測定
2	pHメータ（飲料用）	現場でのサンプルのpH測定
3	マイクロプロセッサ導電率計	水質サンプルの導電率を測定
4	マイクロプロセッサ導電率・塩分計	現場での低レベル導電率の測定および塩分濃度の測定
5	溶存酸素計	現場での溶存酸素量の測定
6	濁度計	さまざまなサンプルの濁度を測定
7	ポケットカラーメータ	水質サンプルの塩素分析用
8	屈折計（携帯型）	薬品タンクの濃度測定用
9	分析天秤	実験室でのルーチン分析用
10	プレジジョン・バランス	ラボでの定期的な使用
11	トップローダ バランス	実験室でのルーチン分析用
12	ガスモニタ（ポータブル）・メタン	発電所内のガス漏れチェック
13	ガスモニタ（ポータブル）・水素	発電所内の水素ガス監視
14	ガスモニタ（ポータブル）・硫化水素	発電所内の硫化水素ガス監視
15	Ex-Meter N（爆発物測定器）	発電所内の爆発性ガスのチェック
16	ユニバーサル ヒーティング&ドライイング オープン	一般的な実験室での使用



バングラデシュ国マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業（フェーズ2）準備調査  
ファイナルレポート

17	マルチプルウォータバス	ルーチンサンプルのTDSなどの測定用
18	オープンバスサーキュレータ	サンプルの冷却や温度調整
19	密度・比重計	サンプルの密度・比重の測定
20	Lovibond Comparator	定期検査用
21	ロータリースライドベーンポンプ	真空ろ過用
22	オートスケール	化学物質の秤量用
23	研磨機 Grinder	サンプル調製用
24	120mm 径のホットプレート	サンプルを加熱する場合
25	400x200mm のホットプレート	サンプルを加熱する場合
26	パワーコントロールユニバーサルヒータ	サンプルを蒸留する場合
27	マグネットスターラ（加熱板付）	サンプルの加熱・攪拌用
28	コンパレータ、セディメントコーン、セトロメータキットなど	日常的な下水の分析
29	ASTM 比重計 - 0.650 1.100（セット）	液体の密度測定用
30	ASTM 比重計-0.600-1 2.000（セット）	液体の密度測定用
31	酸素インジケータ（携帯用）	空気中の酸素チェック
32	ステンレス製真空フィルタ	一般濾過用
33	デジタル ビュレット	現場での日常的な滴定分析
34	ディスペンサ - オート&マニュアル（容量違い）	塩基・酸・溶剤ディスペンサ用
35	携帯用混合ベッド脱イオン水アセンブリ	脱イオン水製造用
36	温度計、一般用	実験室での一般使用
37	紫外・可視域の分光光度計	ルーチンサンプルの比色分析用
38	オイルコンテンツアナライザ	水の中の油分分析用
39	自動滴定装置 - 電位差滴定装置	バルクケミカルの品質チェック
40	冷蔵庫	試薬・サンプル保存用、氷用
41	ふるい振とう機と試験ふるいのセット	石灰岩などのサンプルのふるい分け用
42	様々な容量のトランスファーピペット	サンプルや試薬のピペッティング
43	オートシュレットセット - ボリューム違い	日常的な滴定
44	アイスキューブメーカー（製氷機）	サンプルの準備やその他の冷却を目的としたアイスキューブの作成
45	異なるサイズのデシケーター	サンプル・薬品保管用
46	炉の温度は1100°Cの範囲である。	デポジット分析用
47	超音波洗浄槽	ガラス製品や機器の洗浄
48	デジタル温度計 - 熱電対プローブタイプ	現場での温度測定用
49	ゴルフカート 1 人員輸送車（電動）	工場地域でのサンプル収集やサイト訪問
50	トロリーカート - ホイールタイプ	日常的なサンプル収集
51	デジタルレコーダ機能付きpHメータとノートパソコンの接続	淡水化/デガッサーの酸洗浄など、サイト内のプラント活動

出典：調査団作成

表 8.3-21 高度な化学分析のための装置

No.	装置名	目的
1	マイクロプロセッサイオンメータ	様々な種類の液体サンプル中の陽イオンと陰イオンの測定用
2	黒鉛炉と水銀/ヒドリドシステムを備えた原子吸光/炎放射分光器	水や油のサンプルに含まれる金属や重金属の分析
3	全有機炭素計	水試料中の炭素の定量
4	イオンクロマトグラフ	水質試料中のイオンの定量
5	TCD 付きガスクロマトグラフ FID、ECO 検出器とサンプル エクストラクトイオンシステム	飲料水に含まれる汚染物質の分析に（例：Voe & halo VOC ハロ VOC）や天然ガスの分析
6	浄水器	純度の高いOMウォーターの製造
7	GC-MS（データ収集システム付き）	広範囲の元素を低濃度で分析
8	蛍光X線分析装置	冶金・化合物分析用

出典：調査団作成

表 8.3-22 細菌学的・環境的分析のための装置

No.	装置名	目的
1	プレジジョンインキュベータ	細菌学的分析
2	クールドインキュベータ	BOD分析
3	熱風除菌装置	200°Cまでの乾燥
4	自動実験室用蒸気滅菌器	除菌
5	紫外線殺菌装置	ガラス器具・装置・試薬の除菌
6	コロニーカウンタ	細菌学的分析
7	ウォーターバス Water Bath	細菌学的分析
8	実験室用遠心分離機	一般使用
9	双眼鏡型マイクロスコープ	細菌学的分析
10	ろ過ユニット	細菌学的分析
11	BODトラック	廃液サンプルのBOD測定用
12	BOD/COD/TOC/AOX/TN/TSS/ 界面活性剤/硝酸塩分析装置	細菌学的サンプル分析
13	サウンドレベルメータ	音響測定用
14	データ収集システムを備えた排ガス分析装置、撮影可能	煙突排ガスチェック用

出典：調査団作成

表 8.3-23 オイルテスト用機器

No.	装置名	目的
1	ペスキー・マーチンズ半自動引火点試験機	さまざまなオイルサンプルの引火点を決定
2	粘度槽	液体サンプルの粘度測定用
3	油中の堆積物を測定するための抽出装置	堆積物を判断するためのオイル抽出用
4	自動デジタルソルトインクルード	原油中の塩分濃度の確認
5	流動点測定器	燃料油の流動点の測定
6	実験室用精密ガスカロリメータ	燃料の発熱量の測定
7	ウォーター&オイルバス	汎用性
8	携帯型粒度分布測定機	オイル中の様々なサイズの粒子の数をカウント
9	溶解ガス分析装置（DGA） （携帯用）	変圧器などの油に含まれる溶存ガスを測定

10	セイボルト・フロール・粘度計	重油の粘度を測定
11	ディーン・スターク蒸留法 蒸留装置	含水率（%）の測定
12	Tintimeter- ASTMカラー	オイルサンプルの色の判定
13	電位差式自動滴定装置 カールフィッシャー比色法	オイルサンプルの酸・塩基価と水分量の測定 オイルサンプル中の水分量の測定
14	蛍光X線分析装置 蛍光X線分析装置- 卓上型エネルギー分散型	燃料油の硫黄分測定やその他の元素分析

出典：調査団作成

### 8.3.17 クレーン・昇降装置

#### (1) 主要機器

クレーン・昇降装置は以下の表の通りである。

表 8.3-24 クレーン・昇降装置

	設置場所/設備	クレーン・昇降装置の種類	操作・制御
1	蒸気タービン建屋	二重ガーダ天井クレーン、メイン&補助 ホイスト	電気系統；キャビン、 ペンダントスイッチ
2	空気圧縮機建屋	メインホイスト付き単ガーダ天井クレーン （複数可）	電気系統；ペンダント スイッチ
3	ボイラ給水ポンプ	トロリー付きホイスト	電動駆動
4	蒸気タービン補機	トロリー付きホイスト	電動駆動
5	復水ポンプ	トロリー付きホイスト	電動駆動
6	その他設備	トロリー付きホイスト	電動駆動
7	修理工場	メインホイストとトロリー付きホイスト を備えた二重ガーダ型天井クレーン 6 台、耐荷重：機械・電気ワークショップ 10,000kg、オーバーホールワークショッ プ 30,000kg。その他のワークショップ用 ホイスト	電気系統；ペンダント スイッ
8	その他設備	ホイスト	手動
9	発電機クレーン	必要に応じたペンダントタイプと容量の オーバーヘッドクレーン	電気系統；ペンダント スイッチ
10	消火ポンプ建屋	主ホイスト付きオーバーヘッドクレーン	電気系統；ペンダント スイッチ
11	水処理設備用ポンプ室	トロリー付きホイスト	電動駆動
12	倉庫	10,000kg の二重ガーダ天井クレーン、フ ックまでのクリアハイトは最低 7m	電気系統；ペンダント スイッチ
13	外部保管	ガントリークレーン 1 基、30,000kg の主 ホイストと 5,000kg の補助ホイスト、フ ックまでのクリアハイトが最低 7m、屋外 保管エリアの全長にわたるレールをベー スにしたもの、レールの間隔は最低 15m	電気系統；ペンダント スイッチ
14	起動燃料油ポンプステー ション	主ホイスト付きオーバーヘッドクレーン	電気系統；ペンダント スイッチ
15	海水淡水化装置（逆浸透 膜）	ホイスト付き二重ガーダ天井クレーン	電気系統；ペンダント スイッチ
16	海水スクリーンおよびポ ンプステーション	ガントリークレーン	電気系統；ペンダント スイッチ

17	塩素注入設備建屋	天井クレーン	電気系統;ペンダント スイッチ
----	----------	--------	--------------------

出典：調査団作成

クレーン・昇降機の範囲は以下の通りとするが、これに限定されるものではない。

- ・ オーバーヘッドトラベリングクレーン
- ・ トロリー付きモーターホイスト
- ・ 手動ホイスト
- ・ 滑走路のレールとビーム
- ・ 制御、監視、電気供給
- ・ すべての据付の詳細なラベリング
- ・ 潤滑油やグリースの初回充填などの消耗品
- ・ メンテナンス、検査、修理のための特別なツールと機器のセット
- ・ 通常は供給予定に含まれるが、別途記載されていないすべての標準的な機器および付属品。
- ・ 詳細設計・計算
- ・ 必要なデータの作成と現地での収集
- ・ 製造者によるトレーニング、検査、監督サービス
- ・ スペアパーツおよび消耗品
- ・ 完全な文書化
- ・ すべての機器の番号付け
- ・ 必要に応じた試験荷重
- ・ 規制で要求されているすべての機器のテスト

## (2) 技術要件

### (a) 全般

クレーンのフックアプローチは、工場エリアを最大限にカバーできるよう、可能な限り最小の寸法とする。

すべての吊り具には、英語とベンガル語で安全作業荷重（SWL）が明記されていること。各クレーンのすべてのモータは、1つのコンタクタ作動メインスイッチから供給されること。各モータは、承認された製造の保護装置で保護されていること。保護装置は、いずれかのモータに障害が発生した場合に、主コンタクタが開き、すべてのモータを絶縁し、電気機械式ブレーキをかけるように配置とする。

電流供給が停止した場合には、試験荷重を含むあらゆる荷重を安全に制御して下ろすことが可能であり、ブレーキ解除レバーを設け、最初の操作ですべてのクレーン回路を停止させるスイッチを作動させるものとする。

巻上機には、試験荷重を含むすべての荷重条件下で、下降速度が通常的全荷重吊上げ速度の2倍を超えないように抑制することができる遠心式ブレーキを備えているものとする。自動ブレーキは、トラバースモータおよびトラベリングモータの両方に設けるものとする。

各自動ブレーキには、ブレーキの解除を可能にするローカルマニュアルギアを設けること。

すべてのクレーンおよび吊り具に精密な速度制御装置を設けるものとする。

可能な限り、すべての屋外クレーン、ホイストおよびトロリーは、大気への曝露および大気からの腐食に対して適切な保護が施されているものとする。

### (b) 設計

主巻上機の吊上げ能力は、機器の最も重い部分、または保守・修理作業中に必要な場合は機器全体を扱うことができるものでなければならない。

クレーンのすべての構造部分は、材料の単位応力を超えることなく、荷重の偏心を十分に考慮した上で、規格で要求されている最大荷重を支えるように設計するものとする。通路およびプラットフォームの設計では、 $240\text{kg/m}^2$ の活荷重を想定するものとする。

バンパーとストッパの間の衝突力は、電源を切って全速力で走行しているトロリーまたはガン

トリが衝突することによる力とする。死荷重のみが衝突力に寄与するものとみなす。

スパンが 8m を超え、公称耐荷重が 50kN を超えるクレーンは、カニが桁の上を走る二重ガーダークレーンの形式でなければならない。より小さいクレーンは、カニが桁の下側のフランジ上を走る一桁クレーンの形式でなければならない。

公称耐荷重が 20kN 以下のクレーンおよびホイストは、手で操作するものとする。その他のものはすべて電気駆動とする。

### (c) 機械設備

すべての機械装置は、単純かつ実質的な設計で、容易に組み立てられ、点検できるものでなければならない。クレーンの機械部分は、使用されている材料の極限強度に基づき、定格容量の荷重を支持する際の安全率が最低でも 5 になるように設計される。単位応力は、ホイストモータのブレークダウントルクによる負荷については、材料の弾性限界の 90% を超えてはならない。

#### 1) クレーン走行レール

走行クレーン用の滑走路レールは請負業者が提供するものとする。クレーン用の対向する滑走路ガーダのレール間の接合部は、互いに、またクレーンのホイールベースに対して千鳥とする。すべてのレールの接合部は溶接とする。レールの接合部は、滑走路ガーダのスプライスの上に位置してはならない。レールの拡張は、エンドストップの位置でのみとする。

架台上のレールのガイドは、距離調整のためのレールクランプを使用する。溶接されたクリップは使用できない。

エンドストップは、クレーンの最大移動量を制限するように設計・配置する。エンドストップは、満載で定格速度で走行する走行クレーンを停止できるものとする。

#### 2) トロリーレール

電気式二重ガーダ天井クレーンには、クレーンの清掃・メンテナンスを容易にするために、ブリッジレールに沿って、またカニに沿って、通路、プラットホーム、ガードハンドレールを設けること。避難通路は、最も近い避難はしごまでの長い移動ガーダの全長にわたって提供されなければならない。

プラットホームと通路は、クレーンのオーバーホール時にかかる重量を支えるように設計する。

梯子、プラットホーム、ステップは、クレーンの投光器へのアクセスや、潤滑、点検、保守のために設ける。オペレータプラットホームには、滑りにくい亜鉛メッキチェックプレート  
の床があり、パイプ製の手すりつつま先板が付いているもおとする。

アクセス方法の詳細と、アクセス用のはしご、プラットホームなどを提供する。フロアレベルからのオペレータキャビンおよびクレーントップへのアクセスのために、通路付きの階段およびプラットホームを提供する。

#### 3) クレーン操縦キャブ

コントロールキャブが装備されているクレーンのキャブは、運転者が吊上げ物を制限なく見ることができ、周囲を見渡すことができ、すべてのクレーンの動作を完全に見ることができるものでなければならない。また、カニの横移動を制限してはならない。

手動操作のマスタースイッチ、メインライン切断スイッチ、油圧ブレークフットペダル、およびすべての必要な配線と付属品を取り付けるための規定がプラットホーム上に設ける。すべての電子機器は、オペレータを保護するために適切に密閉されていること。コントロールキャブには、少なくとも 2 メートルの明確なヘッドルームがあるものとする。

#### 4) クレーン機械設備

##### ブリッジ駆動

駆動機構は 2 つのコーナードライブで設計されており、どのような負荷や速度で走行しても、構造体のどの部分にも振動やラッキングが発生しない安定した走行が可能な構造とする。駆

動モータの制御は、これらの場所に存在する非常に高い温度であっても、両方のモータを同時に起動・停止できるように設計されているものとする。

進行方向のいずれかに、駆動モータの全負荷トルクの 125%以上の制動力を持ち、クレーンを静止させることができるスプリングセット式の電氣的に解放された自動ブレーキを設けること。自動ブレーキは、ドライブコントローラが "オフ"に設定されたとき、または主電源が切断されたときに有効とする。

運転席のフットペダルから制御されるシュータイプの油圧式ブレーキで、どちらかの方向に、駆動モータの全負荷トルクの少なくとも 125%に等しい破壊能力を持ち、駆動、モータのピニオンまたは延長シャフトに取り付ける。

#### トロリー駆動

トロリーの駆動装置は、オイルバス潤滑のギアケースモータで構成されており、あらゆる条件下での走行が安定しており、どの部分にも振動やラッキングがないように設計されていること。トロリーは、トロリーフレームに取り付けられたモータによって駆動され、トロリーの両側の 1 つの駆動輪に接続する。

モータによって駆動されなければならないが、モータはトロリーフレームに取り付けられ、ギアリングとシャフトを介してトロリーの両側にある 1 つの駆動輪に接続されている。モータは、インテグレーション制御で設計する。カップリングは、減速機の両側とドライブピニオンの前方に設けられていること。駆動モータの全負荷トルクの 125%以上の容量を持つ自動電気ブレーキをトロリードライブに設けるものとする。

#### トランスミッションギア

ドラムギアとピニオンを含むすべてのギアは、油密性のギアボックスに収められており、容易に取り外しができる。

すべての歯車は、固体の鋼から機械加工で切り出されたものでなければならない。すべての平歯車は鋳鋼または溶接鋼であり、ピニオンはシャフトと一体化した固体鋼の鍛造品でなければならない。歯車とピニオンの硬度範囲は同じでなければならない。ギアボックスは、鋳鋼または溶接された鋼板を 2 つに分割して作られ、以下のものが取り付けられていなければならない。上半分のケーシングに検査カバーを設け、上半分のケーシングを取り外すことなく、ギアとピニオンの歯を検査できるようにする。

- リフティングラグ
- ケーシング内の圧力上昇を防ぐバッフル開口部
- オイルレベルインジケーター
- ドレンフィッティング

ギアは自動注油用に設計されていること。厚さ 3mm の鋼板製の適切なドリップパンを設け、動作部分から落下する油やグリースを回収する。ギアボックスとドリップパンには、機器を分解せずに清掃と排水を行う手段を設ける。摺動部や回転部を保護し、粉塵と潤滑剤の混合を防ぐために、必要に応じてダストカバーを設ける。すべてのシャフトは、合金鋼の鍛造品で、ベアリングとギアの接続部のサイズを正確に仕上げる。歯車は軸に押し付けられ、キーイングする。

ギアケースとクロスシャフトのベアリングは、ボールまたはローラータイプの減摩式とする。軸受ハウジングは、シャフトの取り外しが容易であるものとする。軸受には圧力潤滑を施し、汚れを排除し、油やグリースが漏れないように設計する。その他のベアリングは、プレーンアジャスタブルカンタイプで、ブロンズまたはホワイトメタルでライニングする。

#### トラック、車輪、車軸

エンドトラックは、荷重を車輪間に均等に分配するように設計する。車輪は回転軸タイプとする。トラックは剛性の高い構造にするために重く補強されているものとする。車軸が破損

した場合に1インチ以上の落下を防ぐため、安全ラグを設ける。

トラックの両端にトラックスイープを設ける。トラックがレールから離れるのを防ぐために、安全ラグが設ける。トラックのバンパーは、取り付けボルトが分担しないように堅固に取り付ける。走行限界にはランウェイトップが設けられる。すべての車輪は、ダブルフランジで、鍛造または圧延された固体のスチールホイールブランクで作られ、正確な直径になるように旋削または研削されているものとする。トレッドの幅は、車輪、フランジ、レールヘッドの間に十分なクリアランスを確保すること。車輪は、通常の状態でも最大定格荷重を過度に摩耗することなく運ぶように設計されており、高圧グリース潤滑のローラ型ベアリングを備えているものとする。荷重は両側の車輪に均等にかかるものとする。

#### ホイスト

トロリーには、必要な定格容量の主ホイストが装備されていること。巻上げ機構には、モータ、減速機、ドラム、ロープ、フック、ブロックが含まれ、負荷が上昇または下降し、橋に沿って運ばれるように設計および配置される。

フックブロックの過上昇または過下降による巻上げタックルまたはトロリーフレームの損傷を防止するためのリミットスイッチを備えている。

渦電流制御ブレーキは、コントローラの設定に対応する速度以上の下降速度を防止するために、ホイストに設けられていること。渦電流負荷ブレーキは、全負荷を保持する容量を有し、全負荷下で過熱することなく機能するように設計されている。さらに、ホイストは AISE（Association of Iron and Steel Engineers）仕様に準拠した、トルクの 150% を定格とする機械式負荷装置を備えていること。また、ホイストには過負荷保護装置が付いている。

#### (d) 電気機器

電気の要件は、仕様書に別段の記載がある場合を除き、概ね BS 466 に準拠する。

各モータ回路には、承認されたタイプの逆時間特性過電流リレーを取り付けた三相コンタクタと、BS 88 に準拠した正しい定格のヒューズを含める。コンタクタ装置は、すべてのクレーンモータが定格速度および定格負荷で同時に動作できるように定格されており、IEC 144 に準拠した IP 54 クラスの防滴鋼板製筐体に収納されている。

クレーンとリフトの電気設備は、電気駆動装置に合わせて寸法を決め、50°C と 100% の湿度を除いた外部の環境条件に合わせて構築する。

#### (e) コントローラ

制御装置は、2 方向の起動と速度調整のためのクランクハンドドラムタイプとする。

ドラムコントローラは、関連規格に基づいて断続的な使用に耐えられること。インターロック接点は、コントローラがいずれかの "オン" ポジションにあるときに、主回路ブレーカの閉鎖を防止すること。すべての制御装置は、偶発的な接触、粗い塵、水の垂直落下に対して保護されなければならない。

水の垂直落下に対して保護されていること。コントローラの内部には、接続のための十分なスペースがあり、すべての部品にアクセスできるものとする。

すべての部品にアクセスでき、指先や接点の再生が容易であること。すべてのマスターコントロールスイッチ、手動操作スイッチ、サーキットブレーカ、スタータ、コンタクタ、リレーは明確かつ恒久的に表示されている。コントロールパネルは、アクセス可能な位置にある耐候性キャビネットに設置するものとする。

アクセス可能な位置に設置すること。加速コンタクタは、アクセス可能な電流または周波数リレーに設けられ、あらゆる速度と負荷での急激な加速からモータを保護する。

### 8.3.18 修理工場および倉庫

#### (1) 全般

3/4 号機の修理工場は、1/2 号機と共有されている。また、1/2 号機事業で設置される修理工場の

修理器具により 3/4 号機の機器などの修理も対応できると考える。そのため、3/4 号機の修理工場は設置しない計画とする。

以下に 3/4 号機の倉庫について記載する。

## (2) 倉庫

倉庫は、梱包された、あるいは梱包されていないスペアパーツや消耗品の配送拠点となる。倉庫には、あらゆるサイズと重さの製品に適した十分な大きさのラック、キャビネット、棚が備えられている。

### (a) 重量部品・長尺部品の保管場所

重くて長い部品を保管するために、スチールタイプのパレットラックと、パイプなどの長尺物用のラックを用意すること。ラックは標準的な UIC 435-2 パレット用に設計されており、その積載量は  $2,000\text{kg/m}^2$  であること。スペースを最適化して使用する。

このエリアには、以下のものを含む上記のものを供給する。

- ・ シングルライン・パレット・ラック
- ・ ダブルライン・パレット・ラック・システム
- ・ 長さ 10 メートル以上の長尺ラック（両面）を最低 1 本
- ・ 上記のラックのすべてのスペースを埋めるパレット一式、タイプ UIC-435-2、四方形、 $800 \times 120\text{mm}$ 、国際パレットプールで認められたデザイン
- ・ 最低 10 枚の警告表示ラベル 1 セット
- ・ 梱包・開梱システム一式 1 台
- ・ 掃除機 2 台、工業用大型タイプ

### (b) 補修部品および開梱済み部品の保管場所

予備部品および梱包されていない部品の保管場所では、垂直保持システムを含むスチールタイプのベースプレートラックシステムを使用すること。

ラックシステムは、垂直方向の距離が約 0.5m の複数のレベルを有すること。各システムの端にある垂直構造は、スチールパネルで閉じられ、カラー塗装されていること。装置には以下のものが含まれる。

- ・ 垂直保持システム
- ・ 梱包・開梱システム 1 台
- ・ 警告ラベル 1 セット
- ・ テーブル 1 台、サイズ  $850 \times 1500 \times 750\text{mm}$

### (c) 電気・電子部品の保管場所

このエリアには、 $450 \times 1000\text{mm}$  の大きさで耐荷重 200kg のベースプレートを含むスチールタイプのラックシステムを設置すること。6 番目のベースプレートには、高さ 0.2m の 2 つの垂直分離壁が装備されていること。各第 4 ベースプレートには、 $3400 \times 215 \times 200\text{mm}$  のポリプロピレンタイプの資材ボックスを 4 つ装備すること。

補給品は以下を含むものとする。

- ・ スチールタイプのベースプレートと関連機器を備えたすべての壁の横に配置される上記で指定されたシングルラインのラッキングシステム
- ・ ダブルラインラッキングシステム
- ・ 1 セットの警告ラベル（上記のとおり）
- ・ テーブル 1 台、サイズ  $850 \times 1500 \times 750\text{mm}$ 、スチール製の支持構造と集成材でできた厚さ 50mm のテーブルプレート

### (d) ストアハンドリング機器

ストアハンドリング機器は以下のもので構成されている。

- ・ 3 つのはしご、幅 0.4m の検査用アルミニウムタイプ、安全ラック/サポートシステムとの併



用に適した安全フックシステム

- ・ 各 2,000kg の油圧式パレットトローリー1 台
- ・ バッテリー駆動のスタッキングトローリー1 台
- ・ 電動スケーパー 1 台
- ・ 100kg までの電子重量計 2 台
- ・ 2,000kg までの電子計量器 1 台（ラベル印刷機能付き）

### (3) 研究室棟

この実験室は、水と石炭の両方の分析をカバーする、高度な分析化学実験室として設計されている。主な目的は、水・蒸気サイクル用の水と蒸気発生器用の硬い石炭の基本的なルーチン分析、および潤滑油と変圧器オイルの分析である。

さらに、細菌学的分析および環境分析を行うために、拡張および高度な水/排水および油/廃油などの分析のための装置を設ける。

実験室は以下の部屋で構成される。

- ・ 一般実験室
- ・ 機器ラボ（以下を含む）
- ・ 原子吸光分光器のための金属実験室
- ・ 微小汚染物質ラボ ガスクロマトグラフィ研究室
- ・ 燃料油研究室
- ・ 石炭研究室
- ・ 冶金蛍光 X 線研究室
- ・ 細菌学実験室
- ・ バランスルーム
- ・ 貯蔵室
- ・ 4 つのオフィスルーム（スタッフ用）
- ・ トイレ（男性用、女性用）
- ・ ロッカールームとシャワー設備

以下の家具が提供されること。

- ・ ケミスト/ラボラトリーアシスタント 4 名分の壁掛け作業用テーブル
- ・ 作業用テーブル/食器棚
- ・ 分析天秤台
- ・ 換気扇を備えた煙突（フード付）
- ・ 実験用の脱塩水タンク、容量 100 リットル

シリカテスト用のシリカフリーの水を作るためには、脱塩水を樹脂製のカートリッジに循環させる準備をしなければならない。その他の設備としては

- ・ 薬品キャビネット、ロック可能
- ・ 毒薬用キャビネット、鍵付き
- ・ 安全指示、危険区域、キャビネットの内容を示す標識
- ・ 有機・水系の液体・固体化学廃棄物の回収タンク
- ・ 水、ガス、空気用の継手と付属品
- ・ 排水システム
- ・ 壁面作業台用の機器供給システムからの圧縮空気の供給
- ・ 非常用シャワー（2 台）、アイシャワー（2 台）、応急処置セットなどの安全装置
- ・ 4 人用のオフィスに必要なすべてのオフィス家具
- ・ 実験室の空調設備、暖房用ラジエータ、熱交換器

以下の用途に必要なすべての器具、装置、技術資料、ガラス器具、化学薬品

- ・ 日常的な水の分析。
-

- ・ 高度な化学分析。
- ・ 細菌学および環境的分析。
- ・ 石炭分析およびオイルテスト

### 8.3.19 発電機

発電機の仕様の概要を下記に示す。

表 8.3-25 発電機仕様概要

項目	仕様
発電機の数	2（3号機と4号機）
型式	3相回転界磁型同期発電機
極数	2
相数	3
定格出力	600MW
定格周波数	50Hz
定格回転数	3,000rpm
定格端子電圧	製造者の標準値（18~25kV）
力率	Grid Code による
短絡比	0.5 以下でないこと
冷却方法	固定子コイル：水あるいは水素ガスの直接冷却 回転子コイル：水素ガスの直接冷却
励磁方式	静止型あるいはブラシレス励磁

出典：調査団作成

表 8.3-25 にある発電機固定子コイル冷却方式の比較を以下に示す。600MW クラスでは、どちらの方式も総合的に差異がない。

表 8.3-26 発電機固定子冷却方式比較

冷却方式	容量	長所	短所	1/2号機
水直接冷却	500~2,000MVA	冷却効果が最大	外部に純水装置が必要	適用
水素ガス直接冷却	~900MVA	外部装置がなく保守が容易、水のリークの心配がない	コイル端部の冷却ガス入口、出口に高圧部が露出、高圧ブローが必要	-

出典：調査団作成

表 8.3-25 にある冷却に使用する水素を製造する水素発生装置の 1/2 号機との共用検討を行うため、容量に関して下表にまとめた。その結果、1/2 号機水素発生装置の容量は、通常時は、1/2 号機と 3/4 号機の 4 台に対して使用できるものではあるが、定期点検や緊急時の初期充填には、2 台のみ同時使用できるものである。1/2~3/4 号機連絡配管布設や 1/2 号機の改造が必要であるが、共用によるコストメリットがある可能性がある。

表 8.3-27 1/2 号機水素発生装置の共用検討

1/2 号機		1/2, 3/4 号機想定 合計水素使用量	共用可否	
機器仕様	水素使用量		通常時	初期充填
24 Nm <sup>3</sup> /h, 3 sets	30Nm <sup>3</sup> /d, 2units Total 60Nm <sup>3</sup> /d (2.5Nm <sup>3</sup> /h)	30Nm <sup>3</sup> /d, 4units Total 120Nm <sup>3</sup> /d (5Nm <sup>3</sup> /h)	可	否 (2Units のみ)

出典：調査団作成

### 8.3.20 電気設備

#### (1) ユニット電気設備の設計概念

発電所は既設 1/2 号機に加え、3/4 号機として 2 基のボイラ、2 基の蒸気タービンと 2 基の発電機で構成される。それぞれの発電機は相分離母線（IPB）によって発電機昇圧変圧器（GSUT）に接続される。発電機からの出力電圧は GSUT によって 400kV に昇圧される。GSUT からの出力は発電所エリアの隣に位置する 400kV 開閉所を経由して送電網に送電される。

発電機遮断器は、GSUT 低圧側の位置に導入される。

400kV 開閉所の遮断器のほかに、発電機昇圧変圧器用 400kV 遮断器とステーション補助変圧器（SAT）用遮断器はそれぞれの変圧器の高圧側に設置される。そしてこれらの遮断器は中央操作室（CCR）の DCS によって監視制御がされる。

ユニット補助電源供給システムの設備の構成および定格の設計根拠は 1/2 号機と同様に以下のとおりである。

- (a) 1 つの事象（装置うちのひとつの計画停止、あるいは事故停止のどちらか）では発電中のユニットの喪失を起こすべきではない。しかしユニットの出力制限は許容する。
- (b) 片端電源のスイッチギアを除く 400V あるいはそれ以上の電圧階級において、正常な運転条件の下で、停電を引き起こすことなく、その電源から替わりの電源に自動的にあるいは手動操作で安全に電源切り替えが可能であること。
- (c) 変圧器（発電機昇圧変圧器と励磁変圧器以外のもの）の喪失によってユニットの出力に影響を与えてはならない。ユニット補助変圧器（UAT）の事故においては故障 UAT の切り離しと健全な変圧器からの電源で再起動ができるまでの間、発電ユニットの停止が許容される。
- (d) 通常、UAT から電源を供給されているスイッチギアが母線の電源喪失を起こした場合でも、発電出力制限は 50%以下となるが、発電ユニットの停止を起こしてはならない。

それぞれのユニットは 1 台の 3 巻線型ユニット補助変圧器（UAT）が供給される。変圧器は発電機主回路から IPB 接続によって分岐される。

1 台の 3 巻線型ステーション補助変圧器（SAT）が同じくそれぞれのユニットに用意される。

この電力は 400kV 開閉所から供給される。

UAT はそれぞれ遮断器を経由して 2 群のユニット 11kV スイッチギアに接続される。

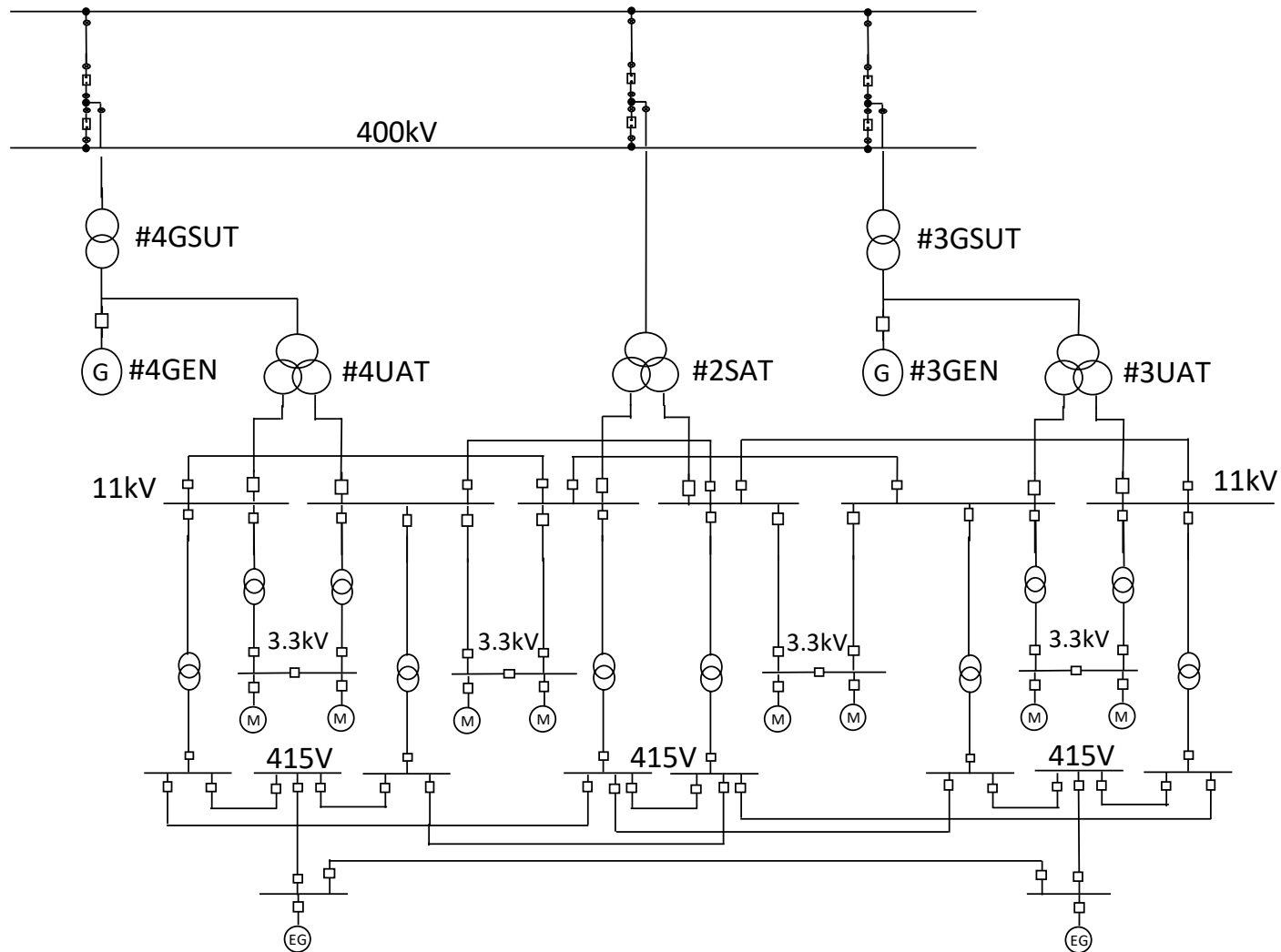
SAT はそれぞれ遮断器を経由して 2 群の共通 11kV スイッチギアに接続される。

ユニット 11kV スイッチギアと共通 11kV スイッチギアの両方ともそれぞれ遮断器を経由して相互に連絡される。

ユニット運転中において、ユニット補機負荷への電源は発電機からユニット補助変圧器（UAT）を経由して供給されるべきである。ユニット停止中とユニット起動時はユニット補機への電源供給は 400kV 開閉所からステーション補助変圧器（SAT）を経由して供給される。

発電機を解列する前に、ユニット補機負荷への電源供給はユニット 11kV スイッチギアから共通 11kV スイッチギアへ移される。そして発電機を同期並列させた後で、ユニット補機への電源供給は共通 11kV スイッチギアからユニット 11kV スイッチギアへ切り替えられる。

図 8.3-27 に電源供給設備の単線結線図を示す。



出典：調査団作成

図 8.3-27 電源供給設備の単線結線図

## (2) 変圧器

### (a) 発電機昇圧変圧器（GSUT）

GSUT は油浸型でなければならず、高圧巻線に負荷時タップ切換器（OLTC）が装備されるものとする。また、送電電圧（400kV）の電圧変動と変圧器の規格に対して十分な適応範囲を持たなければならない。

GSUT は油入風冷式（ONAF）が提供されるべきである。

GSUT の定格は発電機出力に協調した値とする。

変圧器方式は、請負者の推奨によるものとする。但し、1/2 号機の変圧器構成（単相変圧器方式）ならびに 1/2 号機単相変圧器スペアの共用、変圧器故障時に単相変圧器取換による停止時間の短縮を考慮し、単相 3 台の変圧器方式が望ましい。

### (b) ユニット補助変圧器（UAT）とステーション補助変圧器（SAT）

UAT は発電機の端子電圧から 11kV まで降圧してユニット補機への電力の供給を行う。

SAT は 400kV から 11kV まで降圧して、ユニットの起動時と停止時にプラント補機への電力の供給を行う。

UAT と SAT は共に油浸型でなければならず、高圧巻線に負荷時タップ切換器（OLTC）が装備されるものとする。また発電機端子電圧あるいは送電線電圧（400kV）の電圧変動と変圧器の規格に対して十分な適応範囲を持たなければならない。

UAT と SAT の冷却方式は共に油入風冷（ONAF）/油入自冷（ONAN）とする。

UAT と SAT のサイズはユニット全体の負荷に基づく。

変圧器方式は、三巻線変圧器とする。

## (3) ユニット電源供給

ユニットの電源供給はユニット補助変圧器とステーション補助変圧器から構成されるものとする。プラント運転のためのユニット負荷はユニット補助変圧器から、そして水処理、排水処理、石炭取り扱いなどのプラント運転のための共通の負荷はステーション補助変圧器から供給される。また緊急時の電源として 1 組のディーゼルエンジン駆動発電機がユニットの安全停止目的のために提供されなければならない。

### (a) 11kV ユニットと共通メタルクラッドスイッチギア

2 組の 11kV ユニットメタルクラッドスイッチギアと 2 組の 11kV 共通メタルクラッドスイッチギアがユニット負荷と共通負荷への電気の供給のために提供されるべきである。

各ユニットスイッチギアはユニット補助変圧器の 2 次側からそれぞれ電力を供給されるべきである。そして共通メタルクラッドスイッチギアはステーション補助変圧器の 2 次側からそれぞれ電力を供給されるべきである。対象負荷は、1,500kW 以上。

### (b) 3.3kV ユニットと共通メタルクラッドスイッチギア

2 組の 3.3kV ユニットメタルクラッドスイッチギアと 2 組の 3.3kV 共通メタルクラッドスイッチギアがユニット負荷と共通負荷への電気の供給のために提供されるべきである。

各 3.3kV メタルクラッドスイッチギアは 11kV メタルクラッドスイッチギアから補助変圧器で降圧して電力を供給されるべきである。対象負荷は、160kW 以上 1,500kW 未満。

### (c) 415V ユニットと共通電源

必要数の 415V のユニットおよび共通のスイッチギアがユニット補機負荷と共通補機負荷への電力供給のために提供されなければならない。

各スイッチギアはそれぞれ 11kV/415V 低圧変圧器を経由して 11kV スwitchギアから電力を供給される。ユニットと共通のスイッチギアはバックアップ電源の供給のために、それぞれ母線連絡遮断器を介して相互連絡しなければならない。

### (d) 非常用ディーゼル発電機

ユニットが全停電になった時に、非常用ディーゼルが自動で起動する。発電機の電圧確立後、発電電力は、機器損傷の無い様にプラントを停止するために必要な負荷に 415V 母線を通して供給される。各ユニットに 1 台設置される。

(e) 保護装置と計測装置

400kV 開閉所、所内電源回路、各機器の電氣的事故が生じた時に被害を最小限にするように保護装置を設置する。また、運転ならびに記録のための計装装置も同様に設置する。

400kV 母線の保護装置は、母線の延長を考慮して変更する必要がある。電源供給設備の保護装置は、GSUT、SAT、UAT の保護継電器で構成される。これらの保護継電器が動作すると、関連する 400kV の遮断器が開放され、系統事故が防止される。なお、発電機、変圧器、電動機などの機器にも電気保護継電器は設置される。

電流・電圧の計測のための計測装置は GSUT ベイと SAT ベイに設置する。これらの計測装置は、当国の Grid Code 要件を満たすものとする。計測装置は、分散型コントロールシステムと連携して発電所の運転を監視するために設置される。

(4) 1/2 号機との電源盤母線連絡回線の検討

1/2 号機との電源盤母線連絡回線設置に関して検討した結果は以下の通りである。

表 8.3-28 1/2 号機との電源盤母線連絡回線の検討

母線連絡	使用頻度	1/2 号機側改造	コスト	結論
設置	3/4 号機、1/2 号機保守時相互利用。 選択肢は増えるが稀なケース	1) 1/2 号側遮断器増設 2) 制御回路改造 3) 保護回路改造 4) DCS 改造 5) ケーブルルート設置	大	コストに見合うだけの使用頻度がな いため不採用

出典：調査団作成

(5) 400kV 開閉所増設

400kV の開閉所は、1/2 号機用母線を延長して、3/4 号機用設備を設置する。

(a) 設計概念

1/2 号機と同様に、開閉所の信頼性を維持するために、400kV 母線構成は 2 重母線となる。開閉所は、3 号機と 4 号機、ステーション補助変圧器 1 回線で構成される計 3 回線を接続可能な設計であること。

遮断器と断路器はガス絶縁開閉装置（GIS）とする。

この開閉所は実施機関の所掌である。開閉所の設備の監視制御は遠隔操作により NLDC から実施される。

(b) 主要設備の数量

主要設備の数量は以下のとおりである。

遮断器（三相）：6 組

断路器（三相）：15 組

上記に加え、制御装置を含めその他の装置の増設改造が必要とされる。開閉所装置は遠隔操作によって NLDC (National load dispatch Center) から変電所制御システム（SCS）を通して制御と監視がされる。

装置	設置場所
ベイコントロールユニット（BCU）	開閉所の制御ビルディング
ステーションコントロールシステム（SCS）	開閉所の制御ビルディング
SCADA	開閉所の制御ビルディング
保護リレー	開閉所の制御ビルディング
交流と直流電源（蓄電池含む）	開閉所の制御ビルディング

出典：調査団作成

#### (6) 接地ならびに雷保護設備

接地設備は地下 1.0 m の深さに埋設される接地線で構成される。すべての電気機器および金属フレームは接地線に接続し、等電位ボンディングシステムを形成する。

接地設備は、以下の要件を満たすものとする。

- ・ 接地設備全体の抵抗を低く保ち、発電設備の電位上昇を抑制し、外部故障時の保護継電器の動作を確保すること。
- ・ すべての電気機器および鉄骨に、過度の加熱や火災の危険を伴わずに想定される地絡ができる接地接続を行うこと。
- ・ 発電所内外から地電流が発生した場合、発電所敷地内の電位差を制限し、電子回路への干渉や損傷をなくすこと。
- ・ 電位勾配制御システムを設置し、ステップ電圧とタッチ電圧を規格に基づく許容値以下にすること。
- ・ 接地設備の全体的な抵抗は、0.5 Ω オーム以下とすること。

すべての建築物、構造物に規格に準拠した雷保護設備を設置する。

雷保護設備は、建築物、構造物だけでなく、電気・電子設備への損傷を考慮すること。

すべての建物と構造物は、集電装置と導線によって落雷から保護すること。集電装置は、保護すべき部分に直接落雷することなく、可能な限りすべての落雷を集めるように配置すること。

#### (7) 陰極防食装置

発電所全体を対象とする陰極防食装置を設置する。海水と接触するもの、埋設された金属構造物および貯槽の基礎には、自動化された印加電流陰極防食装置を設置する。

陰極防止装置は、分散型接地床、変圧器整流器、基準電極で測定された電位差に基づく電流制御を備えた自動印加電流システムを採用する計画とする。

供給範囲は、すべての変圧器整流器、制御装置、配電盤、陽極、監視装置および配線を含むが、これらに限定するものではない。

土木構造物の一部である小型の金属構造物や鋼構造物については、犠牲陽極を考慮する。

海水用には、プラチナ加工されたチタン電極、亜鉛の参照電極と検出電極を使用する計画とする。埋設構造物の場合、適切な陽極材料が関連する規格にしたがって接地床と参照電極に使用されることとする。

### 8.3.21 制御監視装置

3/4 号発電装置は中央制御室（CCR）から操作されるよう設計される。分散型コントロールシステム（DCS: Distributed Control System）はこの目的で使われる。

#### (1) 制御装置監視装置システム構成

すべての監視制御システムの設計は、発電所職員および機器の安全性を最大限確保し、その一方で、可能な限り最高の可用性を念頭に置きつつすべての条件の下で発電所を安全に、かつ効率的に運転するようなものとする。

3/4 号発電設備全自動運転を可能とする制御監視システムは、技術面、コスト面を考慮した DCS 設備で構成する。DCS 設備は共通設備の制御監視を含む発電設備全体の制御監視を可能とする。

#### DCS 設備の基本構成

- ・ 演算および電源回路は2重化とし、入出力回路は1重化とする
- ・ DCS への電源供給は AC と DC 突き合わせ方式の2重化とする
- ・ 通常の操作は、液晶ディスプレイ画面を確認しながらマウスを使用してコンピュータ経由で行われる

#### (2) 3/4 号発電設備制御監視装置

発電所の操作監視システムは DCS、情報管理システム、保守および修理システム、送電網システム、および関連装置によって構成する。

DCS は、LCD 操作システム、ユニットインターロックシステム、ボイラ制御システム、バーナ管理システム、タービン制御システム、ユニット補助インターロックとシーケンス制御システム、およびデータ収集システム等から構成されている。

それぞれ独立したシステムは、DCS と統合されなければならない。

#### (3) 3/4 号発電装置の DCS 機能

DCS は下記の機能を持たなければならない。

- (a) ユニットインターロックシステム
- (b) ボイラ制御システム
- (c) バーナ管理システム
- (d) タービン制御システム
- (e) ユニット補助インターロックとシーケンス制御システム
- (f) データログ機能およびデータ表示

#### (4) 1/2 号機とのインターフェース

1/2 号機と 3/4 号機の状態が相互に監視できるように、DCS システムを連系させる必要がある。これに伴って 1/2 号機用 DCS システムの改修が必要になる。

#### (5) 連続排ガス監視装置 (CEMS)

連続排ガス監視装置は、プラントからの排ガスを監視するために設置される。CEMS は 13 章に記載の必要な項目を監視する。

#### (6) CMMS (Computerized Maintenance Management System)

設備保全管理システムを設置する。当該システムは、1~4 号機のデータを対象とする。

### 8.3.22 発電所敷地高および土木・建築設備

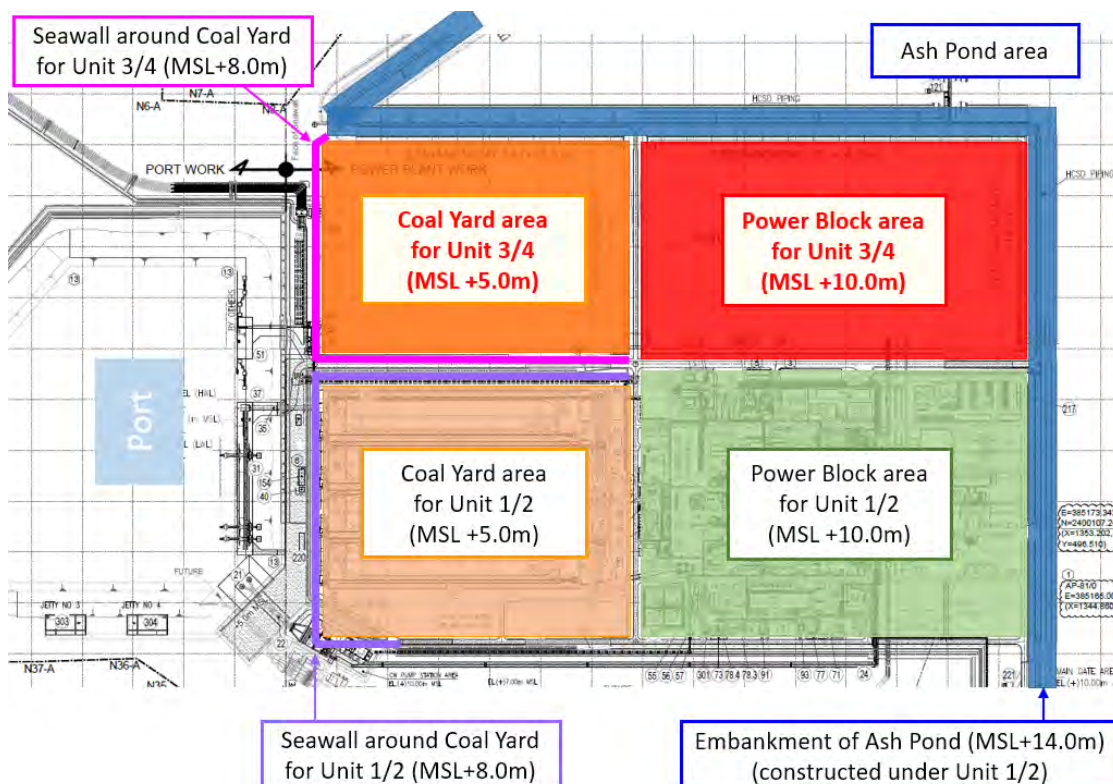
#### (1) 発電所敷地高

本事業地は、主に発電設備エリア(Power Block Area)と貯炭場エリア(Coal Yard Area)で構成される。それぞれのエリアは先行事業である 1/2 号機事業地と同じ敷地高さとする事で、1~4 号機の発電所全体の運用の効率化を図れるものとする。先行事業における敷地高さの検討においては、過去に当国に襲った主なサイクロンの既往データを考慮し、運用期間中にサイクロンなどによる高波・高潮に対して大きな損害がないように設計されている。

以上より、本事業地の敷地高さは以下のように整理される。(図 8.3-28 参照)

- ・ 発電設備エリア = MSL+10.0m
- ・ 貯炭場エリア = MSL + 5.0m (ただし、MSL+8.0m の防潮堤にて囲う)

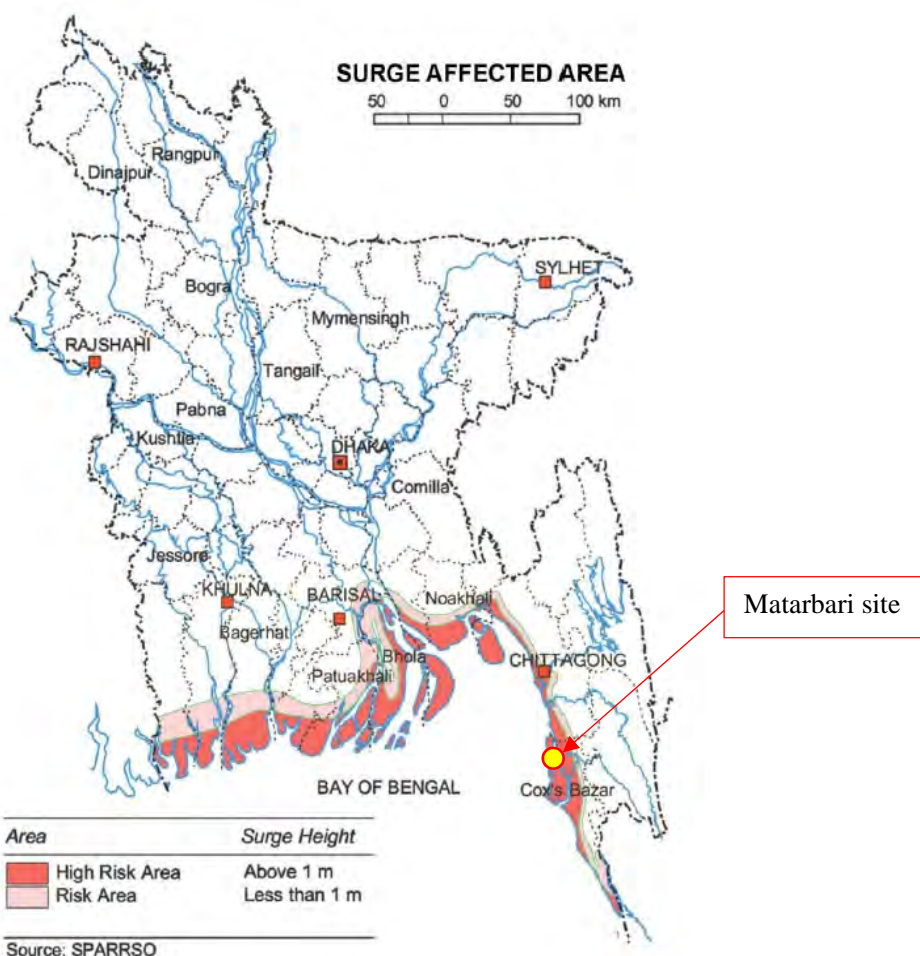




出典：調査団作成

図 8.3-28 本事業地の敷地高さの概念図

これらの敷地高さは、1/2号事業において高潮の被害を受けないように計画されている。Bangladesh National Building Code (BNBC, 2015)では高潮に対して特別警戒を要する地域を設定しており、それらの地域を図 8.3-29 に示す。また、これらの地域における高潮の設計高さを設定している。設計高潮高さを表 8.3-29 に示す。本事業地の敷地高さはこれらの高潮高さ(50年確率)よりも高い標高に位置しているため、長期間の発電所運用期間に対して災害時でも運転を続けられる安定した敷地高さとなっていると言える。



出典 : Bangladesh National Building Code 2015

図 8.3-29 高潮に関する危険地域

表 8.3-29 沿岸域の設計高潮高さ

Coastal Region	Surge Height at the Sea Coast, $h_T$ (m)	
	$T = 50\text{-year}^{(1)}$	$T = 100\text{-year}^{(2)}$
Teknaf to Cox's Bazar	4.5	5.8
Chakaria to Anwara, and Maheshkhali-Kutubdia Islands	7.1	8.6
Chittagong to Noakhali	7.9	9.6
Sandwip, Hatiya and all islands in this region	7.9	9.6
Bhola to Barguna	6.2	7.7
Sarankhola to Shyamnagar	5.3	6.4

Notes:  
 \* Values prepared from information obtained from Annex-D3, MCSP.  
<sup>(1)</sup> These values may be used in the absence of site specific data for structures other than essential facilities listed in Table 6.1.1.  
<sup>(2)</sup> These values may be used in the absence of site specific data for essential facilities listed in Table 6.1.1.

出典 : Bangladesh National Building Code 2015

(2) 建築設備

本事業で建設される主な建築建屋の概要を以下に示すが、基礎形式および上部構造に関しては

これらに限定するものではない。

表 8.3-30 建築設備設計概要

No.	建屋名称	基礎形式	上部構造
1	タービン建屋	杭基礎	鋼構造
2	中央制御棟	杭基礎	鋼構造
3	燃料油ポンプ電気室	杭基礎	鋼構造
4	水素ガス発生室	杭基礎	鉄筋コンクリート造
5	電気集塵器&石炭灰制御・電気室	杭基礎	鉄筋コンクリート造
6	FGD 電気、制御室	杭基礎	鉄筋コンクリート造
7	脱硫・脱硝設備電気室	杭基礎	鉄筋コンクリート造
8	水処理設備制御建屋	杭基礎	鉄筋コンクリート造 または鋼構造
9	化学分析棟	杭基礎	鉄筋コンクリート造
10	排水処理設備制御・電気室	杭基礎	鉄筋コンクリート造 または鋼構造
11	濾過水ポンプ、エアコンプレッサ室	杭基礎	鉄筋コンクリート造
12	消火ポンプ室および電気室	杭基礎	鉄筋コンクリート造
13	運炭制御室	杭基礎	鉄筋コンクリート造
14	運炭コンベア用トランスファータワー制御室	杭基礎	鋼構造
15	石炭ヤード電気室	杭基礎	鉄筋コンクリート造
16	高濃度スラリー処理等	杭基礎	鉄筋コンクリート造
17	取水部、電気、塩素処理、脱塩建屋	杭基礎	鉄筋コンクリート造
18	循環水ポンプ室	杭基礎	鉄筋コンクリート造
19	工作室および倉庫	杭基礎	鋼構造
20	ファイヤステーション	杭基礎	鉄筋コンクリート造
21	事務所棟	杭基礎	鉄筋コンクリート造
22	食堂	杭基礎	鉄筋コンクリート造
23	車庫	杭基礎	鋼構造

出典：調査団作成

### (3) 土木設備

本事業で建設される主な土木設備については以下に示すが、基礎形式および基礎構造に関してはこれらに限定するものではない。

表 8.3-31 土木設備設計概要

No.	設備名称	基礎形式	基礎構造
1	煙突および基礎	杭基礎	鉄筋コンクリート造
2	タービン・コンデンサ基礎	杭基礎	鉄筋コンクリート造
3	ボイラ基礎および付帯設備基礎	杭基礎	鉄筋コンクリート造
4	石炭バンカ基礎	杭基礎	鉄筋コンクリート造
5	復水器冷却用取放水設備（取水口、取水路、取水槽、放水路、放水口）	杭基礎	鉄筋コンクリート造
6	電気集塵器基礎	杭基礎	鉄筋コンクリート造
7	脱硫設備基礎	杭基礎	鉄筋コンクリート造
8	排気ダクト受け架台基礎	杭基礎	鉄筋コンクリート造
9	石灰石コンベヤ基礎	杭基礎	鉄筋コンクリート造
10	灰サイロ、石灰石サイロ	杭基礎	鉄筋コンクリート造 または鋼構造
11	高濃度スラリー処理機器基礎	杭基礎	鉄筋コンクリート造
12	水処理設備基礎	杭基礎	鉄筋コンクリート造
13	汚水処理設備基礎	杭基礎	鉄筋コンクリート造
14	塩素施設機器および配管基礎	杭基礎	鉄筋コンクリート造

No.	設備名称	基礎形式	基礎構造
15	諸タンクおよび基礎	杭基礎	鉄筋コンクリート造
16	軽油タンク基礎および防油堤	杭基礎および 直接基礎 (土堰堤形式)	鉄筋コンクリート造
17	配管架台基礎およびトレンチ	杭基礎 直接基礎	鉄筋コンクリート造
18	貯炭場、貯炭場上屋および基礎	埋立(貯炭場) 杭基礎(上屋)	鉄筋コンクリート造 (上屋基礎) 鉄骨造(上屋)
19	貯運炭設備基礎	杭基礎	鉄筋コンクリート造
20	運炭コンベア基礎、トランスファータワー基礎 およびジャンクションタワー基礎	杭基礎	鉄筋コンクリート造
21	防潮堤(貯炭場エリア)	直接基礎	コンクリート・土堰堤
22	石灰石・アンモニア受入栈橋	杭基礎	鉄筋コンクリート造
23	変圧器基礎	杭基礎	鉄筋コンクリート造
24	開閉設備	杭基礎	鉄筋コンクリート造
25	雨水排水設備	—	—
26	構内道路	—	—
27	屋外照明灯基礎	—	鉄筋コンクリート造
28	整地・造園	—	—
29	フェンス・ゲート	—	鉄筋コンクリート造

出典：調査団作成

#### (4) 主な土木設備および建築設備

主な土木設備および建築設備の設計概要についてはこれらに限定するものではない。

基本的に構造物の基礎は、上部構造に作用する荷重および外力を安全に地盤に伝え、かつ、地盤の沈下または変形に対して構造耐力上安全なものとしなければならない。

建設地は埋立地であるため設計にあたって、最も基本的な条件として沈下の許容値を定めることが必要で運開後に支障がないように地盤改良などの対策が必要となる。1/2号機事業では許容残留沈下量を100mmと設定しており、1/2号機事業地および3/4号機事業地における運開後の地盤挙動を可能な限り均一にするためにも、3/4号機事業地においても許容残留沈下量を100mmと設定することが望ましいと考えられる。

また、その他設備についても設計方針は同様である。ただし小規模な設備で機器荷重等の小さいものについては、地盤条件にもよるが杭基礎形式をとらず、直接基礎形式となるものもある。

本事業地は沿岸地域に位置しているため、腐食対策は慎重に検討する必要がある。一般的に腐食対策として、土木・建築構造物に対しては以下のような防食技術が採用される。詳細な設計は実施段階にて協議・決定される。

- セメントのタイプ(化学抵抗性セメント)
- コンクリートのかぶり厚さ
- 防食塗装
- 防食鉄筋
- 電気防食

土木建築構造物においては、海洋構造物の鉄製部材に対して、腐食対策として犠牲陽極方式の電気防食を採用することが望ましい。

以降では、本事業において主要な土木建築構造物の概要を記載する。

#### (5) 3/4号機タービン建屋

タービン建屋は、機器の配置、配管とケーブル、機器の据付・輸送計画、保守/操作の容易さ、および構造形式を考慮して設計され、建物の仕上げ材は、気象条件に対する耐久性、騒音の遮蔽、メンテナンス、調達、経済性を考慮して選択されている。

上部構造の材料は、安全性、建設期間、調達、経済性を考慮して選択され、その中で鉄骨構造は、スパンが長く、階高が高く、収容する機器の重量が重いため、発電所の上部構造に選択されている。

タービン建屋は、上部構造と設備の荷重分布、および地質条件を考慮し、有害な沈下などが生じないような強固な基礎を選定することとし、鉄筋コンクリートマット+杭基礎にて強固な基盤に支持させるものとする。

#### (6) 煙突

煙突は 3/4 号機共通の設備とする。煙突の設計については、1/2 号機および 3/4 号機の排煙量・地形などを考慮し、環境規制を踏まえて煙突高さおよび直径を決定されている。煙突の高さは下記の通り。

煙突高さ：GL + 275m

備考：Order No. SRO 75 (Amendment by DoE on 16 March, 2020)では、重要施設や自然保護区から 15km 以内に 500MW 以上の火力発電所を建設する場合は、煙突高さが 275m とし、15km を超える場合は、少なくとも 220m と規定している。プロジェクトサイトから最寄りの自然保護区までの距離は約 15km であることから、本プロジェクトは煙突高さ 275m に決定した。

煙突外筒の上部形式は、材料によって大別すると、鋼製煙突と鉄筋コンクリート造煙突がある。基礎地盤条件、耐震性、施工性、工期、経済性などを考慮して 1/2 号機と同様に鉄筋コンクリート造煙突を選定する。煙突内側の煙道を風や地震、その他の外力から保護するものとする。

基礎形式は、上部形式からタービン建屋基礎の考え方に準じマット基礎+杭基礎で計画する。

煙突内筒については、入手の容易さおよび材料コストの観点より鋳造ライニングタイプが適している。3/4 号機それぞれに内筒を設置する。材料は SS400 相当を使用する。

プラットホームは煙突のメンテナンスのため外筒の内側に配置される。また、梯子はプラットホームへのアクセスのため外筒の内側に配置される。

煙突内の換気システムについては自然換気方式とし、煙突内部のメンテナンス中の内部温度を維持し、良好なコンデションを維持するために備え付けられる。

航空障害灯についてはバングラデシュ空軍（Bangladesh Air Forces）、民間航空局（Civil Aviation Authority, Bangladesh）の要件にしたがい、高層構造物（煙突）用に設置する予定である。

煙突頂部には避雷設備が備え付けるものとする。

#### (7) 冷却水設備

##### ➤ 冷却水取水量

発電所出力 600MW×2 ユニットの冷却するために必要な取水量を概算値として推定する。

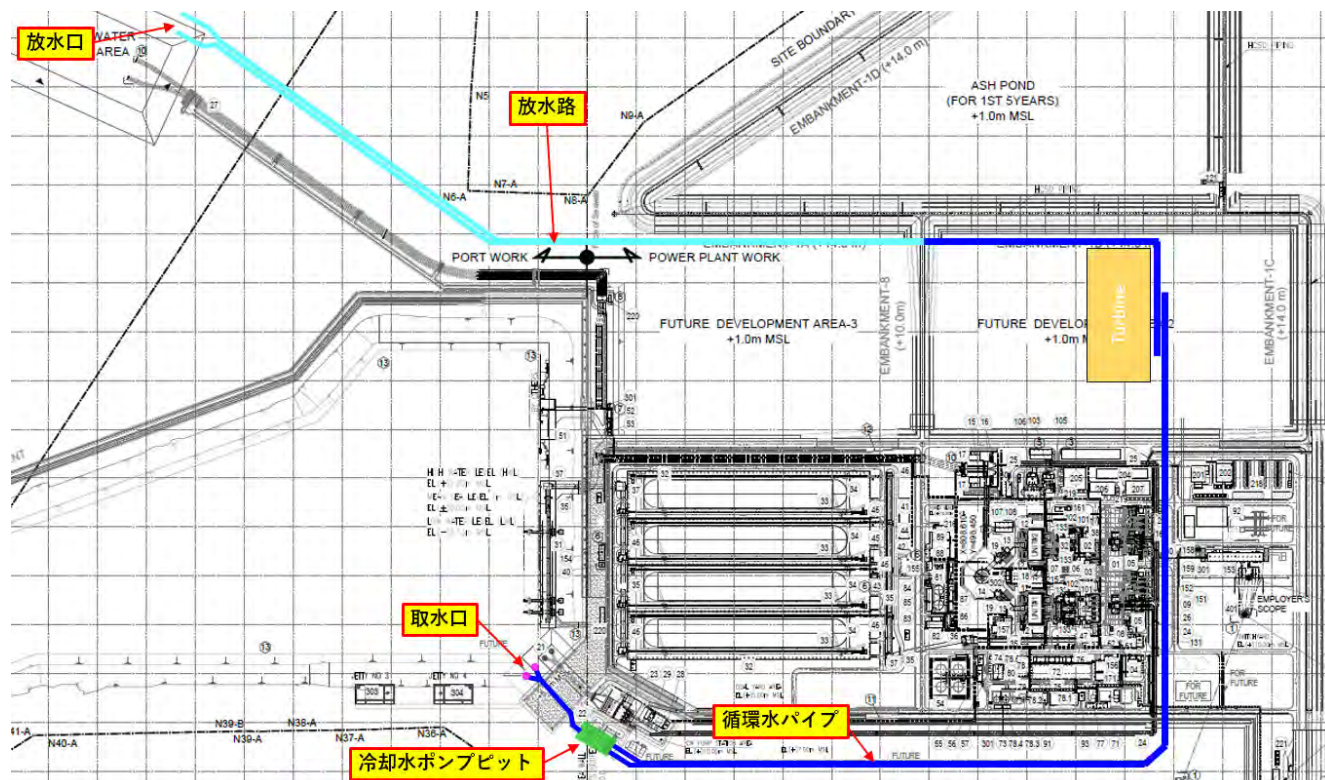
- ・取水する海水温度：30°C
- ・排出する温排水温度：上昇幅 = 7°C 以下
- ・循環水量の計算（1 ユニット当たり）  
 $Q = 150 \text{ (m}^3\text{/MW/h)} \times \text{Output (MW/unit)}$   
 $= 150 \text{ (m}^3\text{/MW/h)} \times 600 \text{ (MW/unit)}$   
 $= 90,000 \text{ (m}^3\text{/h/unit)} = 90,000 \text{ (m}^3\text{/h/unit)} \div 3,600 \text{ (sec/h)}$   
 $= 25 \text{ (m}^3\text{/sec/unit)}$

##### ➤ 主な冷却水設備

冷却水設備は主に以下の設備によって構成される。冷却水設備の全体像を図 8.3-30 に示す。

- ・取水口
- ・冷却水ポンプピット
- ・循環水パイプ

- ・放水路
- ・放水口



出典：調査団作成

図 8.3-30 冷却水設備の全体像

以降では、冷却水設備を構成する主な設備について概要を記す。

(a) 取水口

取水方式としては表 8.3-32 に示すように4つの取水方式がある。  
取水方式は以下の項目を考慮して選択することが望ましい。

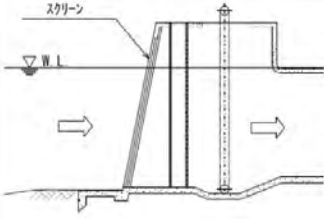
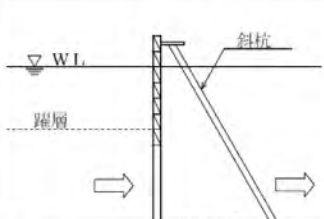
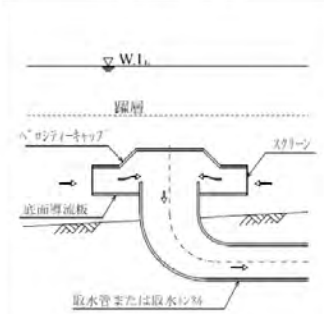
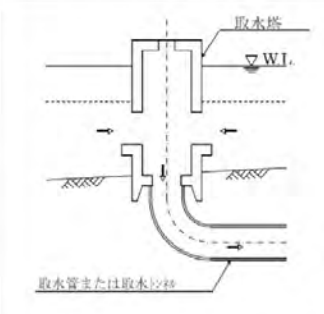
- ・放水口から排出される温排水の影響
- ・浮遊木材、PCV、プラスチック、その他の浮遊異物の影響
- ・取水口設置位置は、港湾の内側になるように選定されること
- ・取水口設置位置は、発電所港湾の南側になるように選定されること

上記の項目を考慮し、また1/2号機事業地では鉛直取水タイプの深層取水方式を採用していることを鑑み、3/4号機事業においても鉛直取水タイプの深層取水方式を採用することが望ましいと考えられる。

1系統(1ユニット)につき1つの取水塔を想定する。各取水塔の離隔距離は20m程度を確保しておくことが望ましい。また1/2号機事業の取水塔とも同様な離隔距離を最低限確保しつつ、3/4号機事業における取水口の設置のための必要作業エリアを十分に確保できるように取水塔設置位置を考慮する必要がある。

取水口での取水流速は海上の小型船舶やボートの航行を妨げないよう  $V = 0.2\text{m/sec}$  (LWL)程度にすることが望ましい。

表 8.3-32 各種取水方式の分類および適用比較表

取水方式	表層取水		深層取水		
	護岸取水		沖合取水		
	護岸直接方式	カーテンウォール方式	鉛直取水方式	取水塔方式	
基本構造図					
概要	比較的簡易な取水方式で、取水口前面の水深が浅く、取水量が少ない場合などに適用される。一般には、護岸を兼ねた鉄筋コンクリート製の重力構造物で、通常、ピット構造の中に除塵機及び取水ポンプなどを設置する。	護岸前面の深層水を対象とした選択取水方式。護岸の前面部に H 型钢・鋼管杭などを打設、鋼製あるいはコンクリート製の仕切りパネルを設置し下層の開口部を呑口部とする構造。ウォール下端の水深を十分に確保して、	沖合の深層水を対象とした選択取水方式。海底地盤内に管路を設け、取水地点において鉛直に立ち上げ、スクリーン部より円周水平方向から取水する構造。ベロシティーキャップにより表層の漂流物や懸濁した海水の流入を防ぎ、底面導流板により低層の浮遊懸濁水の流入を防ぐ。	沖合の深層水を対象とした選択取水方式。基本的には鉛直取水方式と同じである。取水塔が海面から海底面まで達しており、これにより表層の懸濁した海水や低層の浮遊懸濁水の流入を防ぐ。	
適用条件及び特性	取水量	取水量が比較的少ない場合に有効	取水量が比較的多い場合に有効	取水量の多少に関係なく計画可能	取水量が比較的多い場合に有効
	水深	比較的浅い場合において有効	前面水深が十分に確保できる場合に有効	水深・海底勾配に比較的拘束されない。	水深・海底勾配に比較的拘束されない。
	取水流速	0.2～0.5m/s 程度	0.2m/s 程度	0.2m/s 程度	0.2m/s 程度
	波浪	波浪の影響が小さい事（内湾設置）	波浪の影響が小さい事（内湾設置、専用港湾構造）	波浪の影響に拘束されない（外海に設置可能）	上部が海上に出るため波浪の影響を大きく受ける
	表層水	表層水の流入は避けられない	ウォール下端の水深を十分に確保すれば混入しない	上部デッキの水深を十分に確保すれば混入しない	取水塔の水深を十分に確保すれば混入しない
	浮遊漂流物	除塵設備で除去するが、護岸前面に停滞しやすい	ウォール前面に停滞しやすい	上方の水域が開放される為、停滞しない	取水塔以外の水域は開放される為、停滞しない
底層濁水	底層濁水流入を回避する事が難しい	底層濁水流入を回避する事が難しい	下部デッキを立ち上げて流入の回避が可能	下部デッキを立ち上げて流入の回避が可能	

出典：調査団作成

(b) 冷却水ポンプピット

冷却水ポンプピットはメンテナンスの利便性、コストの低減などを考慮し鉄筋コンクリート製で造られることが望ましい。冷却水ポンプピットには以下の設備が設置される。

- ・冷却水ポンプ
- ・スクリーン
- ・ストップログ
- ・ガントリークレーン

本発電所は2 ユニット当たり 6 基の循環水ポンプ(3 x 50% capacity x 2 units)、または4 基の循環水ポンプ(2 x 100% capacity x 2 units)が設置される。

スクリーンは、海水取水の際に流入してしまった浮遊異物や魚などの海洋生物が冷却水ポンプに吸い込まれないようにするためにこのスクリーンによって取り除かれる。

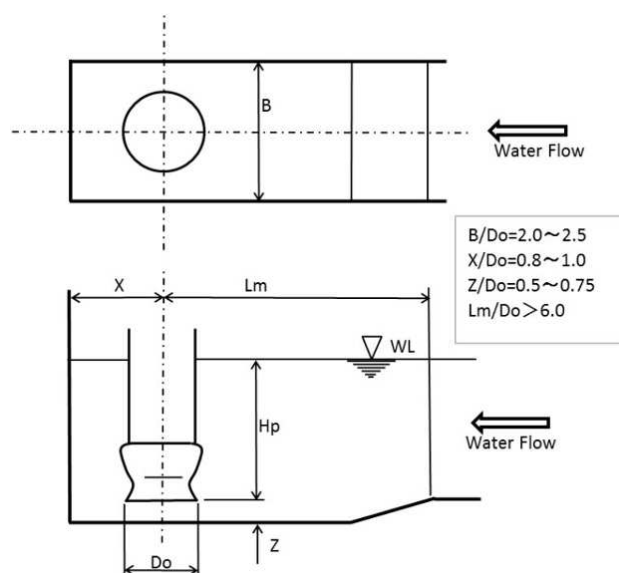
ストップログはスクリーンのメンテナンス中のドライ状態を保つため、スクリーン室の前後に設置し、ガントリークレーンは循環水ポンプ、スクリーンその他の機材のメンテナンスを行う為に設置されることが望ましい。

スクリーンポンプピット構造は海水の異常高水位時(+ 10.0m M.S.L)の時も通常運転を行えるよう設計されなければならない。

ポンプ近傍のポンプピット内平均流速は  $V = 0.3\text{m/sec}$  とすることが望ましい。

ベルマウスからの離隔がベルマウス径×8 離れた位置でのポンプピット内平均流速は、平均流速が  $V = 0.5\text{m/sec}$  より速い場合はポンプ能力の確認のため流線解析用モデル実験を実施する事が望ましい。

ポンプピット内は循環水ポンプの吸い込みによる渦の発生を防止しなければならない。渦の発生を防止するためにベルマウス付近の構造物の形状を特殊な形(渦防止装置)にすることを検討する必要がある。渦防止装置の形状検討は水理模型実験にて検討することが望ましい。



出典：調査団作成

図 8.3-31 ポンプ室の概略図および概略寸法

(c) 循環水パイプ

循環水パイプの材質としては鉄管、コンクリート補強鉄管、強化ガラス管が考えられる。循環水パイプは海水を取り扱うため、鋼材部分には腐食対策を講じる必要がある。

埋設深さは管天端レベル～地表レベルが 1.5m または 1.5m 以深の直接埋設方式とする。



循環水管の重さにより地盤沈下が懸念される箇所では、循環水パイプの下にコンクリートスラブを設置することが望ましい。

パイプ周囲は砂、または良質の土砂によりの埋め戻しが行われなければならない。

さらに、パイプ肉厚の計算は地表上載荷重を考慮し行われなければならない。

地表面の設計上載荷重を以下に示す。

重機輸送部(ton/m <sup>2</sup> )	10.0
道路部	HS-20 (AASHOTO)
その他の区域(ton/m <sup>2</sup> )	1.0

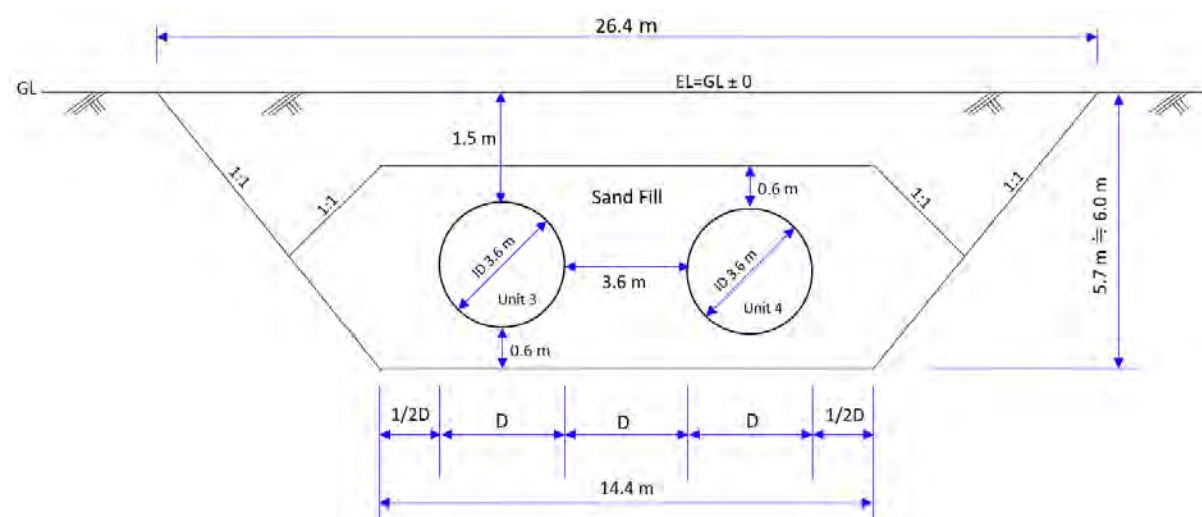
一般部における循環水パイプ内の流速の目安を以下に示す。

スチールパイプサイズ(mm)	流量(m <sup>3</sup> /s/unit)	平均流速(m/s)
3600	25	2.5

1/2号機事業では、水理検討（循環水における損失水頭計算）の結果として循環水パイプの内径を3,400mmとしている。また、循環水パイプの管内平均流速を3.0m/s以上とした場合、損失水頭は増加してしまうが、貝などの海洋生物の付着が少なくなるといった利点もある。

そのため、循環水パイプの内径および管内平均流速については詳細検討にて水理検討を行った上で決定される。

さらに、埋設パイプの標準断面図を以下に示す。



出典：調査団作成

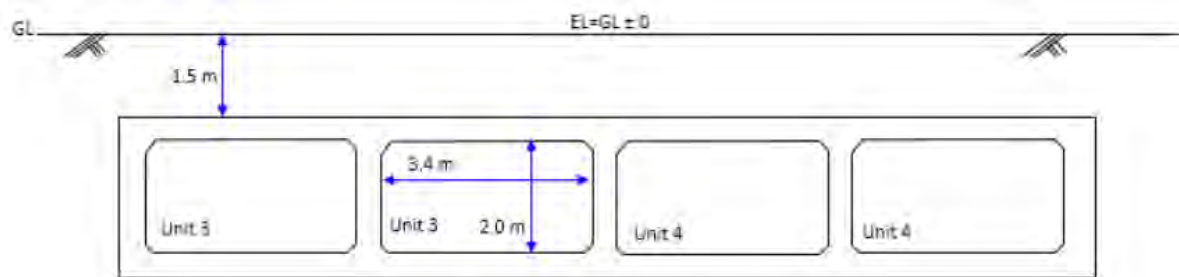
図 8.3-32 埋設パイプの標準断面図

#### (d) 放水路

放水路のうち、貯炭場エリア(MSL+5.0m)部分は鉄筋コンクリート製のボックスカルバートとする。護岸部から放水口までの部分は同様にボックスカルバートとするか、または1/2号機事業と同様に埋設パイプとするかは実施段階の詳細検討によって決定されるものとする。

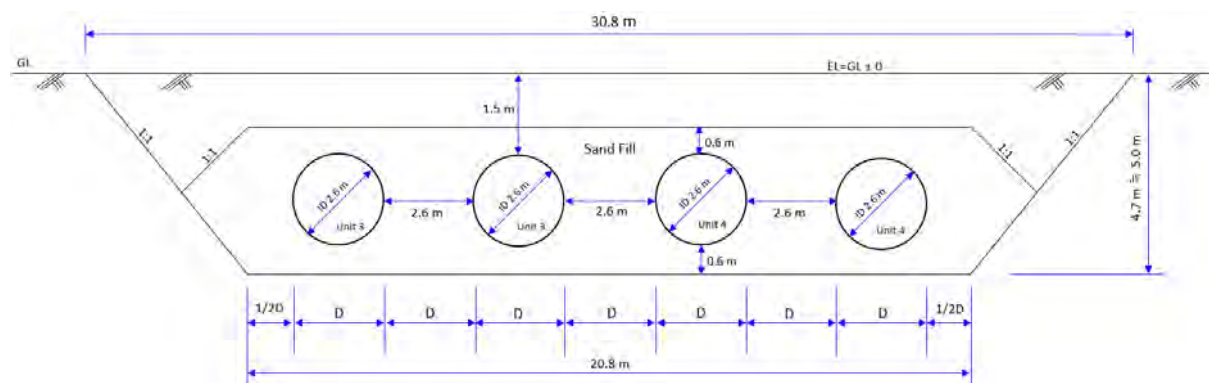
放水トンネル内の流速を以下に示す。

サイズ(m)	流量(m <sup>3</sup> /s)	平均流速(m/s)
2.0(H) x 3.4(B) x 2lines x 2units	50.0	1.8



出典：調査団作成

図 8.3-33 放水路の標準埋設断面図（ボックスカルバート）



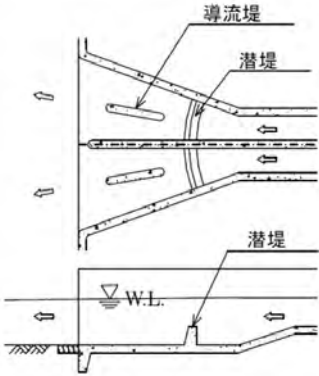
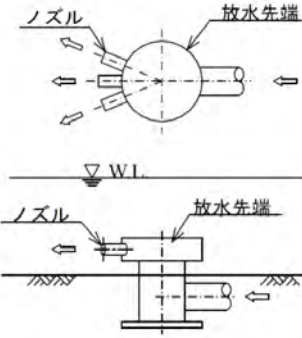
出典：調査団作成

図 8.3-34 放水路の標準埋設断面図（パイプ）

(e) 放水口

放水方式には、表 8.3-33 に示す通り、表層放水方式と水中放水方式がある。

表 8.3-33 各種放水方式の分類および適用比較表

放水方式	表層放水方式	水中放水方式	
	護岸放水	沖合放水	
	オープンチャンネル方式	マルチノズル方式	
構造図			
概要	<p>暗渠あるいは管渠等で護岸に導き、そこから直接放水する方式。 下層水との混合による拡散は小さく、大部分は密度流になって表層を流れ、水平拡散によって希釈されていく。 従って、一般的に拡散影響範囲が大きい。 構造としては、開口部式、オープンチャンネル式等がある。</p>	<p>設置場所、拡散の基本機構等は単一ノズル方式に準ずる。但し、マルチ（多）ノズルにすることで流量状況に合わせて拡散機構を最適にするノズル径、ノズル数を設計することが可能。 構造形式としては、通常埋設部から鉛直管方式で海底上に立ち上げ、放水の分配及びノズルの取り付けの為、上部にヘッダーあるいはヘッドタンク等を持つ。</p>	
適用条件および特性	放水流量	種々の制約から一般に小さい場合が多いが、大容量も可能。	任意の口径により、小容量から大容量まで可能。
	水深	ある程度は必要であるが、拡散面から特に問題としない。	深いほど有利。
	放水流速	表層流が卓越するため、海上交通の制約がある場合速くできない。	ブリューム浮上時の表面流速が制限以下までは放水流速を大きくできる。
	波浪	小さいほどよい。	大きい場合も対応可能。
	初期希釈	初期混合による希釈効果があまり期待できない。	初期混合による連行希釈効果を大きくすることを目的とする。
	拡散範囲	各種方式の中で拡散範囲が最も広がり、護岸付近に排水が停滞することが多い。	拡散範囲を抑制する効果は単一ノズル方式よりは大きい。
	その他	護岸開口幅に、特に制限のないことが望ましい。	管路を通じて任意の水深、位置に放水点を設置できる利点がある。

出典：調査団作成

3/4号事業における循環水の放水は海岸線より沖合に設置し、水中放水方式を採用することが望ましい。(1/2号事業でも同様の方式が採用されているため)

また、温排水による海水水温の状況確認のため、温排水拡散解析を実施しなければならない。本レポートにおける温排水拡散解析の詳細は第13章に記載している。

放水口の出口部での放水流速は海上の小型船舶やボートの航行を妨げないように、 $V=0.3\sim 1.0\text{m/sec}$  (LWL時)程度にする事が望ましい。

放水口の洗掘防止と掘削勾配保護のため、放水口前面および背面には2トンクラスの被覆石を設置することが望ましい。特に洗掘の懸念が大きい放水口前面には2.5トンクラスの被覆石を2

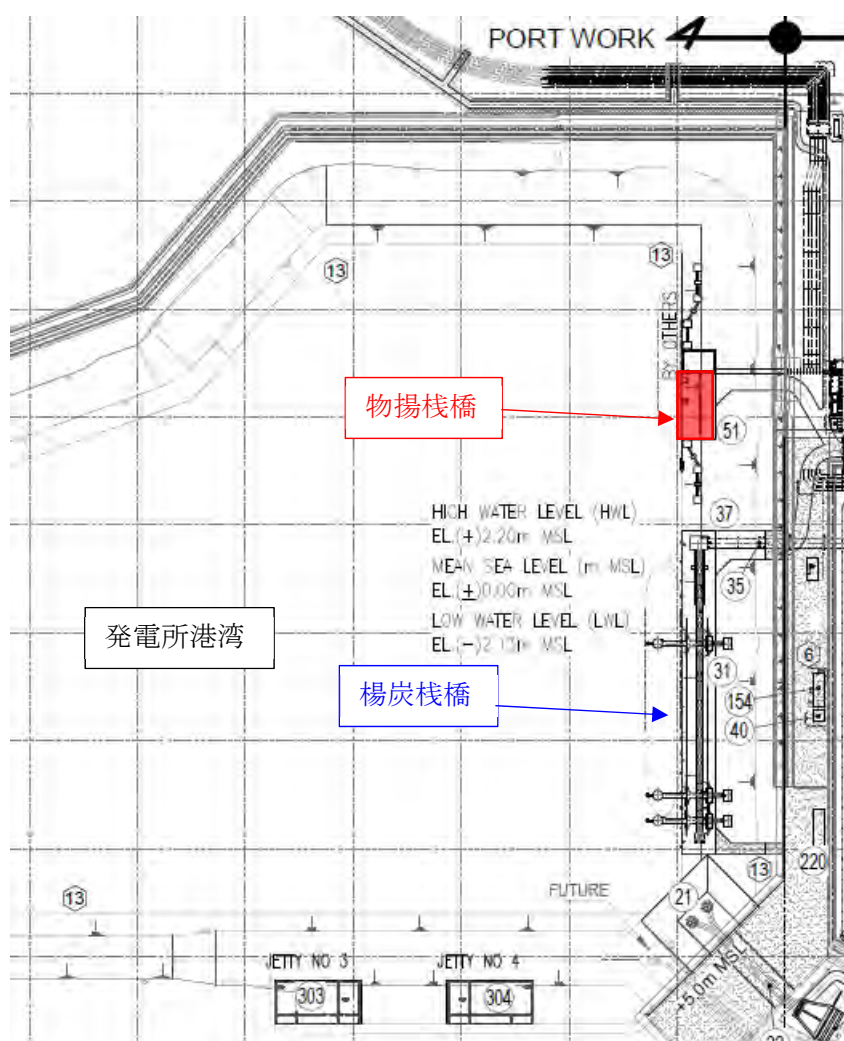
重に設置するなどの対策を検討する必要がある。

3/4号機事業における放水口設置位置は、1/2号機事業における放水口位置から海岸線に平行するように北東方向の離れた位置に設置することが望ましい。3/4号機事業における放水口の設置作業の際には1/2号機事業が稼働した状態であり、放水口からの流れが想定されるため、施工上安全が確保できるように離隔距離を考慮の上で放水口の設置位置は実施段階の詳細検討にて決定される。

#### (8) 物揚場

発電所建設期間中は、変圧器や発電機のような500トンにもなる重量物を発電所サイトまで運送することになる。重量物は貨物船または4,000トン～10,000トンクラスの重量物運搬船で運搬されてくるため、船舶が停泊かつ荷役できるような物揚場を港湾内に配置する必要がある。

1/2号機事業で建設された物揚棧橋があるため、この棧橋を活用することとする。物揚棧橋の位置は図8.3-35に示す。

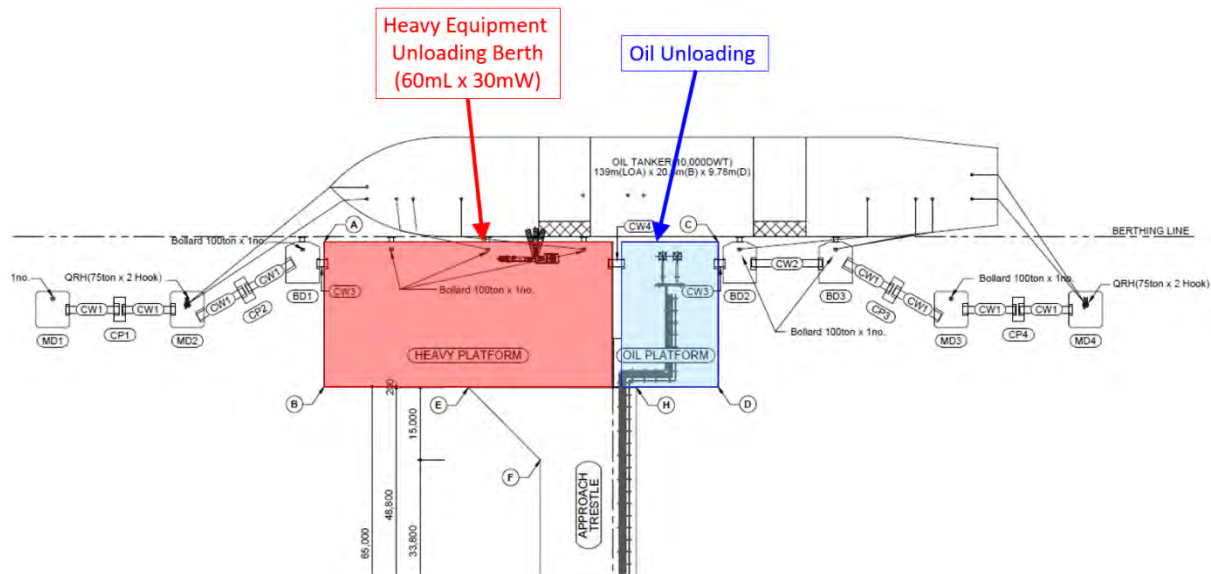


出典：調査団作成

図 8.3-35 物揚棧橋 位置図

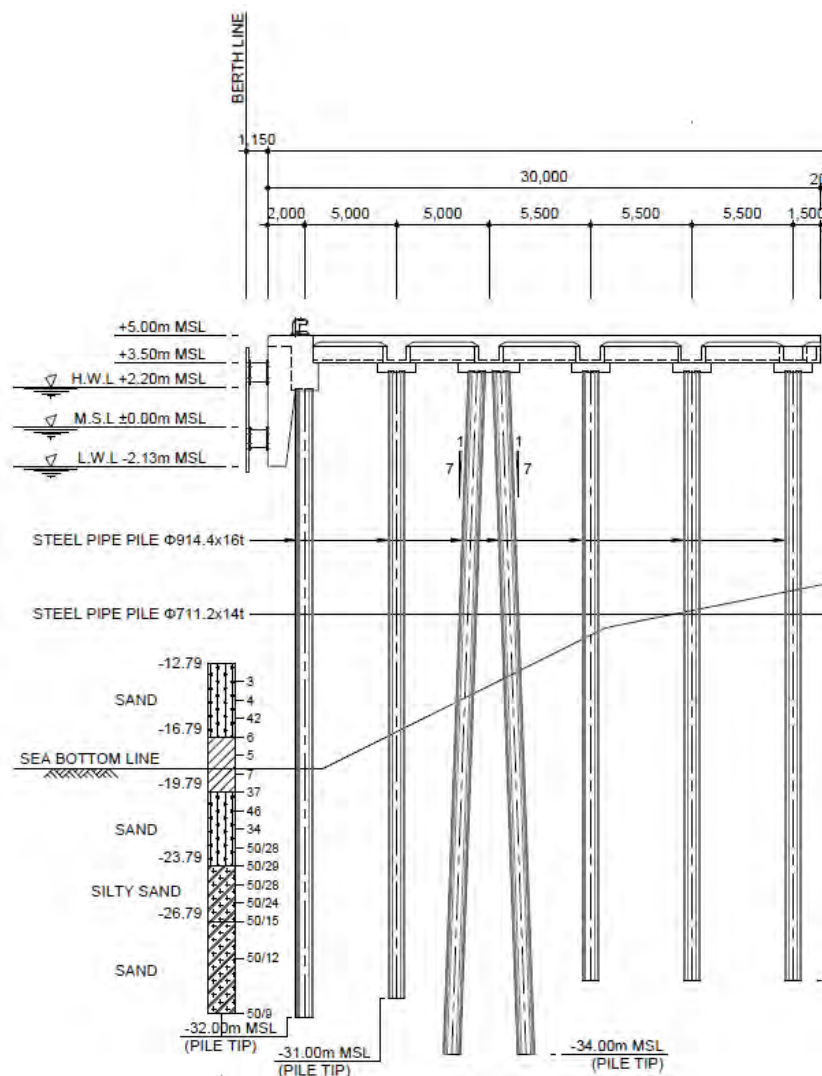
物揚場の広さは1,800m<sup>2</sup> (60m×30m)となっており、上載荷重として600ton級のクローラークレーン (196.20kN/m<sup>2</sup>) や510トン級のトランスポータ車両 (48.30kN/m<sup>2</sup>)での運搬を想定して構造設計が実施されている。

物揚場の平面図および標準断面図を図8.3-36および図8.3-37に示す。



出典：調査団作成

図 8.3-36 物揚棧橋 平面図



出典：1/2号機事業 設計図面

図 8.3-37 物揚棧橋 断面図

(9) 灰捨て場

(a) 灰捨て場の全体容量

図 8.3-38 に示すように、灰捨て場は 1/2 号機事業の所掌として建設される予定である。1/2 号機の運転開始後、まずは 1st Ash Pond に灰を積み上げていく計画となっている。この 1st Ash Pond は少なくとも 5 年間の灰捨て場運用を賄える容積として計画されている。（1st Ash Pond の平面積は 429,000m<sup>2</sup>（平均）、また底盤レベルが MSL+2.0m となっている）

1st Ash Pond が満杯となった後は残りの灰捨て場エリアに灰を積み上げていく計画とされている。そのため、1st Ash Pond と残りの灰捨て場エリアの間には仕切り壁が設置される。（仕切り壁は 1/2 号機事業の所掌として設計が完了しており、その体積は 248,000m<sup>3</sup>となっている）

灰捨て場全体の平面積は 2,554,000m<sup>2</sup>（平均）となっており、底盤レベルは MSL+2.0m（遮水層の表面レベル）、灰の積み上げレベルは MSL+12.5m と想定されている。（MSL+12.5m から MSL+14.0m（灰捨て場を囲う外周の堰堤高さ）までの残りの 1.5m は灰捨て場容量計算における余剰として確保している）

これらの条件より、灰捨て場の有効容量(V)は、灰捨て場全体の面積(A<sub>all</sub>)と灰の想定積み上げ高さ(H<sub>ash</sub>)から算出される全体容積(V<sub>0</sub>)から、仕切り壁の体積(V<sub>e</sub>)を差し引いた容積として、以下のよう  
に算出することができる。

$$A_{all} = 2,554,000\text{m}^2$$

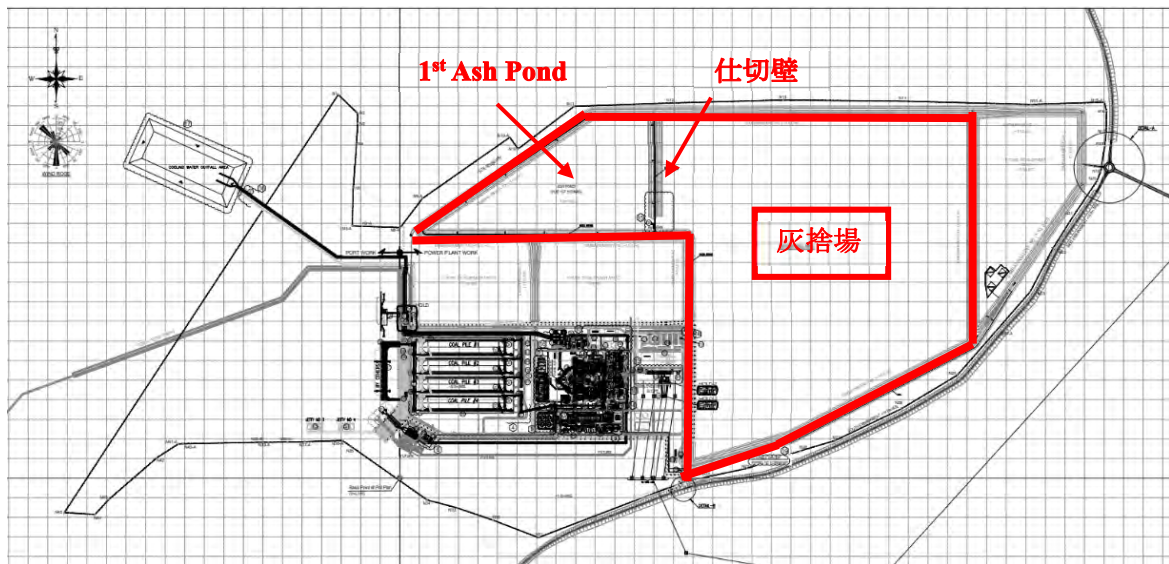
$$H_{ash} = 10.5\text{m (MSL+2.0m} \sim \text{MSL+12.5m)}$$

$$V_0 = A_{all} \times H_{ash} = 2,554,000\text{m}^2 \times 10.5\text{m} = 26,817,000\text{m}^3$$

$$V_e = 248,000\text{m}^3$$

$$V = V_0 - V_e = 26,817,000\text{m}^3 - 248,000\text{m}^3 = 26,569,000\text{m}^3$$

このような容積の灰捨て場にて、1/2 号機および 3/4 号機から排出される灰を積み上げていく計画となっている。



出典：調査団作成

図 8.3-38 灰捨て場 概要全体図

1/2 号機事業における灰の排出および灰の積み上げ計画は以下のようになっている。

(b) 1st Ash Pond の灰処分容量

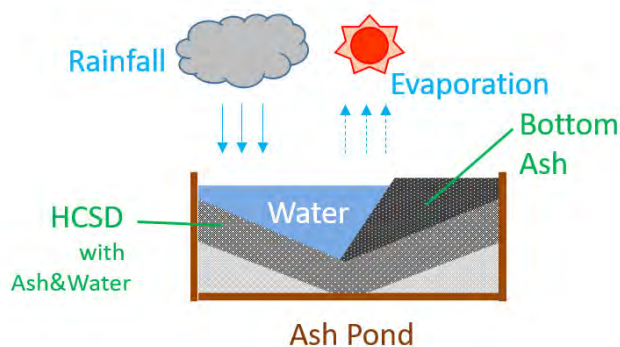
1st Ash Pond の灰処分容量の計算結果を以下にまとめる。

1) 基本条件

- ・ 1<sup>st</sup> Ash Pond の平面積：429,000 m<sup>2</sup> (平均)
- ・ 1<sup>st</sup> Ash Pond の高さ：外周堰堤レベル：MSL+14.0m
- ・ 1<sup>st</sup> Ash Pond 内の灰の積み上げレベル：MSL+12.5m
- ・ 灰の積み上げ高さ：10.5m (内側地表面レベル MSL+2.0m～積み上げレベル MSL+12.5m)
- ・ 1<sup>st</sup> Ash Pond の容量  $V_1$ ：4,504,500 m<sup>3</sup>
- ・ フライアッシュ処理システム：HCSD (High Concentration Slurry Disposal 高濃度スラリ破棄)
- ・ 計算に用いた炭種：Performance Coal (灰分 6%, 水分 58.3%)
- ・ フライアッシュ 発生量：13.3 t/h/unit (BMCR with Performance Coal)
- ・ フライアッシュ 単位体積重量：1.429 ton/m<sup>3</sup>
- ・ HCSD System の処理水：607 m<sup>3</sup>/day/2 unit
- ・ ボトムアッシュ発生量：1.5 t/h/unit (BMCR with Performance Coal)
- ・ ボトムアッシュ処理水：18 m<sup>3</sup>/day/2 unit
- ・ ボトムアッシュ単位体積重量：0.75 ton/m<sup>3</sup>

2) 灰処分容量の計算

- ・ 計算モデルのイメージ



出典：調査団作成

図 8.3-39 灰捨て場の処理能力算出モデル

フライアッシュは、スラリ状態で 1st Ash Pond に圧送された後、Pond 敷地内全域に広く廃棄される。

一方、湿潤状態のボトムアッシュはトラックで運ばれるが、Pond 中央付近に投棄は出来ないため、堰堤縁に沿って廃棄するものとした。灰容量のほか、降雨量と蒸発量をモデルに反映している。その気象データは 10 年間のデータを抽出し、両者の差が大きい順から 5 年間分をモデルに採用した。また、HCSD 処理水は、原則 Pond の水を再循環して利用するが、乾期など十分得られない場合はプラントから給水するシステムとなっている。

・ 灰処分量と水量

表 8.3-34 灰と HCSD System の体積

Division	Performance Coal	
	HCSD System	Bottom Ash
Ash (ton)	13.3t/h x 2unit x 24hours x 365days x 5years = 1,165,080 ton	1.5t/h x 2unit x 24hours x 365days x 5years = 131,480 ton
Water (ton)	607 m <sup>3</sup> x 365days x 5years = 1,107,775 ton	18 m <sup>3</sup> x 365days x 5years = 32,850 m <sup>3</sup>
Density (ton/m <sup>3</sup> )	1.43 ton/m <sup>3</sup>	0.75 ton/m <sup>3</sup>
Volume (m <sup>3</sup> )	1,922,516 m <sup>3</sup>	208,157 m <sup>3</sup>
Total	2,130,673 m <sup>3</sup>	

出典：調査団作成

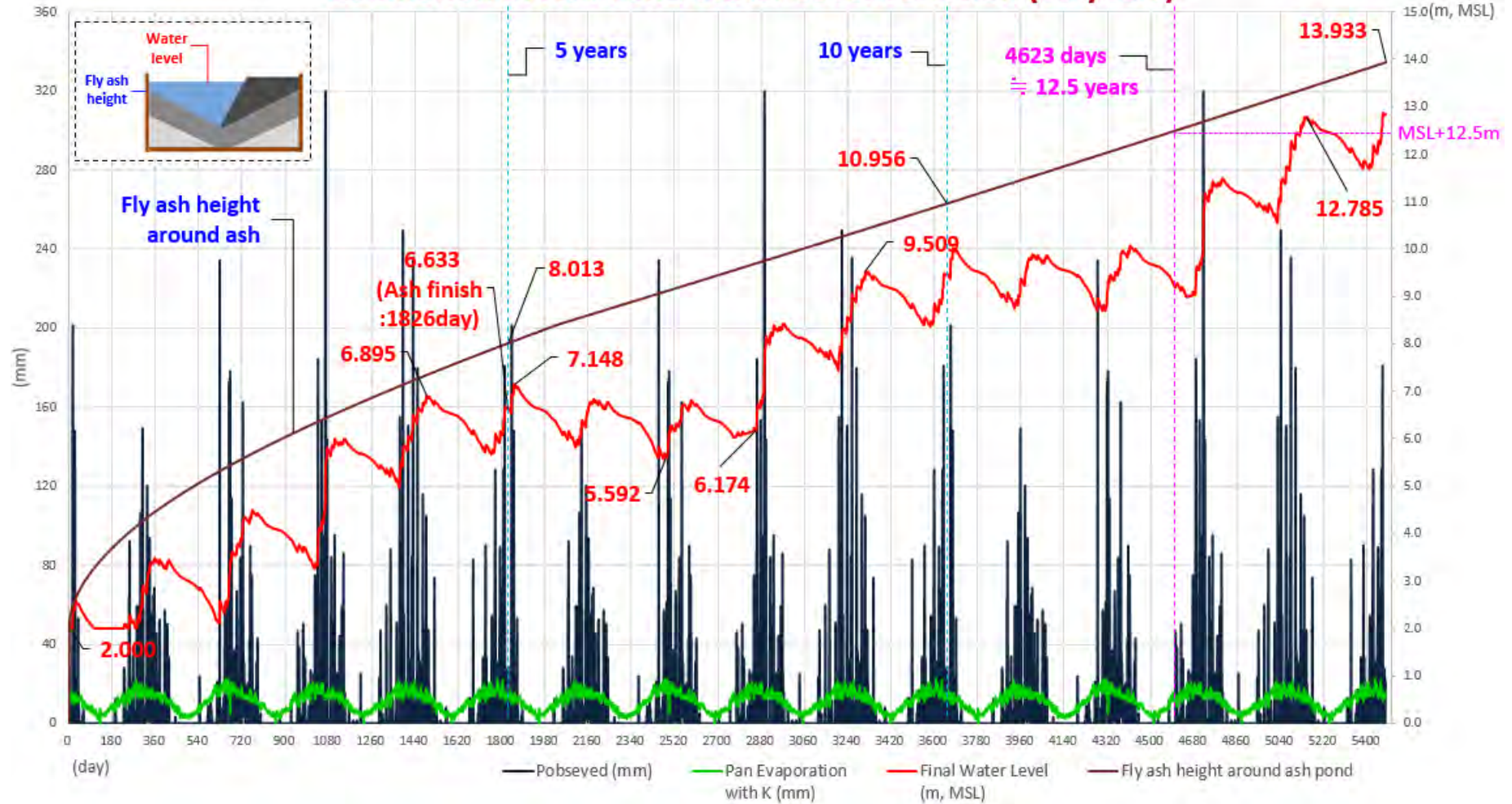
上表の結果より、1<sup>st</sup> Ash Pond の容量 4,504,500 m<sup>3</sup> に対して、灰処分量と HCSD System の処理水量の合計値は 2,130,673 m<sup>3</sup> となる。これは、1<sup>st</sup> Ash Pond の容量に対して概ね 47 % 容量となっている。

・ 降雨量および蒸発量を考慮した場合の水位

上記で計算した灰の処分量に加え、降雨量および蒸発量を考慮して最終的に 1<sup>st</sup> Ash Pond の使用率（灰分の最終高さど水分の最終高さ）を算定した。この結果を図 8.3-40 に示す。灰処分量は 5 年後をピークに標高+8.0mMSL まで積み上げられる。水位は標高 +7.09mMSL となる。外周堰堤の天端高は標高+14mMSL であるから、5 年間以上の処理能力を有することが分かる。5 年後も引き続き使用できるものと考え、仮に 1<sup>st</sup> Ash Pond 内の灰処分量を+12.5mMSL と設定すれば、概ね 7.5 年分は期間を延伸できる計算となる。つまり 1<sup>st</sup> Ash Pond の容量 V<sub>1</sub> に対して、1/2 号機分の灰処分量は概ね 12.5 年間使用できることになる。



### Estimation of Ash Pond Water Level Variation (15 years)



出典：調査団作成

図 8.3-40 1st Ash Pond 灰処分積み上げ計算結果

(c) 灰捨て場全体の灰処分容量

灰捨て場全体の灰処分容量を前項で算出した 1<sup>st</sup> Ash Pond の灰処分容量から、体積比で算出することとする。

3/4 号機の灰の排出量を上記 1/2 号機の 1<sup>st</sup> Ash Pond 灰処分容量計算で使用していた灰の排出量と同量であるとした場合、灰捨て場全体の灰処分容量の裕度は次のように考えられる。（実際に想定される 3/4 号機の灰の排出量は本章の「8.3.12 (3) 灰の排出量」で記述している通り、80%の負荷率で 3/4 号機合わせて 170,170 m<sup>3</sup>/year となっているが、灰捨て場の灰処分容量の検討においては排出量が多い方が厳しい計算条件となるため、上記 1/2 号機の検討で使用している 198,010 m<sup>3</sup>/year を用いることとする）

1<sup>st</sup> Ash Pond 内の灰処分高を+12.5mMSL と設定すれば、1<sup>st</sup> Ash Pond の容量 V<sub>1</sub> に対して、1/2 号機分の灰処分は概ね 12.5 年間使用できることになる。

1<sup>st</sup> Ash Pond を含めた全体の灰捨て場の灰処分容量は、1<sup>st</sup> Ash Pond との体積比から使用可能年数が計算できる。すなわち、灰捨て場の全体容量は前述の通り V=26,569,000 m<sup>3</sup> であるから、この分の使用可能年数は、以下のように計算できる。

$$V / V_1 \times 12.5 \text{ 年} = 26,569,000 / 4,504,500 \times 12.5 = 73.7 \text{ 年}$$

この使用可能年数は 1/2 号機ベースで 73.7 年分であるため、1/2 号機と 3/4 号機を並行して稼働させる場合、灰捨て場の使用可能年数はおおよそ 36.9 年程度になると試算することができる。

上記の計算では、発電所の運転で発生した灰の全量を灰捨て場に投棄することを前提に算出しているが、フライアッシュはセメントの原材料として、またボトムアッシュは道路の路盤材などとして引き取り手が考えられるため、灰捨て場を長く運用していくためにも灰はセメント業者などに売却もしくは引き取ってもらうことを検討することが第一に考えられる。したがって、灰捨て場の運用においては、上述の容量検討で使用した灰の積み上げ量よりも実際の灰の投棄量は小さくなるものと考えられるが、その灰の投棄量は灰の売却/引き取り量に依存するため、1/2 号機の運開後の灰の取引量を注視していく必要がある。

このように 1/2 号機事業の当初計画として設定された灰捨て場全体を活用すれば 3/4 号機分を含めて灰を処理する容量は確保できるはずであるが、現状としては 1/2 号機事業の建設中に発生した残土が灰捨て場内に堆積しており、この残土が灰捨て場容量を圧迫してしまう可能性がある。

次項では、このような残土などの灰捨て場を長期間運用していく上での懸念事項および留意事項を記述する。

(d) 灰捨て場の運用に関する懸念事項・留意事項

1) 1/2 号機事業において発生した灰捨て場内の残土

上述のように現在、灰捨て場内に 1/2 号機事業の建設中に発生した残土が積み上がってしまっている。

残土の内訳としては、1/2 号機の Port Work 事業で実施した港湾の浚渫土を灰捨て場内で敷地造成に適する砂質土の選定を行った際、敷地造成に適さない粘性土質の残土や、Power Plant 事業の際に発生した掘削土の仮置き場として灰捨て場内に残留してしまっているもの、また、Covid-19 対策の一環として事業エリア内に作業員向けの仮設宿舎を設置するために造成された盛土も残土としてカウントされる。

このような残土は、累計で約 8,000,000m<sup>3</sup> になるものと試算されている。8,000,000m<sup>3</sup> の容量は、灰処分容量に換算すると以下のような使用年数に相当するものと算出できる。

$$V_{\text{soil}} / V_1 \times 12.5 \text{ 年} = 8,000,000 / 4,504,500 \times 12.5 = 22.2 \text{ 年分 (1/2 号機ベース)}$$

つまり、この残土約 8,000,000m<sup>3</sup> をそのまま放置してしまうと、本来であれば 1/2 号機と 3/4

号機を同時稼働で 36.9 年分の灰を受け入れることができるものが、1/2 号機ベースで 22.2 年、1/2 号機と 3/4 号機を同時稼働ベースで 11.1 年も使用期間を短縮してしまうこととなる。

仮にこの残土が灰捨て場内に均一に分配されているものとする、1<sup>st</sup> Ash Pond エリアを除く灰捨て場の面積は 2,090,000m<sup>2</sup> のため、残土約 8,000,000m<sup>3</sup> の積み上げ高さは 3.83m となる。

したがって、上記(c)項での灰の積み上げ想定は MSL+12.5m と仮定していたため、これに加えて残土の高さ 3.83m を考慮すると灰捨て場の堰堤高さを超える結果となってしまう。

然しながら、1/2 号機の敷地造成工事の実績を参照すると、灰捨て場でも 1.0m 程度の沈下が考えられる。また上記(c)項で使用した灰の発生量は発電所の運転を 100%稼働と仮定して算出した数値であるため、実際の稼働率を考慮すれば灰の積み上げ高さは MSL+12.5m よりも低くなるものと考えられる。(また灰が売却可能な場合は、更に灰の積み上げ量が減少するため、残土を灰捨て場内に残置しておいても問題にならないものと考えられる)

この残土は、発電所の敷地造成には不適な土質性状ではあるが、建設工事用の仮設地盤の造成などには活用できるため、3/4 号機建設時の資材の仮置き場や、マタバリ発電所周辺で大規模なプロジェクトがあった際には工事中道路の造成などで十分に再利用できる可能性があるものと考えられる。

## 2) 脱硫設備から発生する副生成物の処分

本章の「8.3.10(2) 脱硫設備」で記述した通り、本事業では脱硫システムに湿式石灰石・石膏法を採用する計画としている。湿式石灰石・石膏法では副生成物として石膏が発生する。想定される石膏の発生量は 2 ユニットで 436 ton/day (比重を 2.3 として 189.6 m<sup>3</sup>/day) のため、年間の発生量は 69,204 m<sup>3</sup>/year となる。

石膏はセメントの原材料として再活用できる他、建築資材である石膏ボードとして活用することができるため、発電所の脱硫システムで発生した石膏も当国のセメント会社や建材メーカーへ売却することが第一に考えられる。然しながら、上述の石膏発生量の全量が売却できなかった場合は、灰捨て場へ投棄することが考えられるため、この点に留意する必要がある。

## 3) 維持浚渫で発生する残土の処分

マタバリ発電所の運開後は、石炭の運搬などの海上輸送路を確保するために、定期的に航路を浚渫する必要がある。維持浚渫で発生した浚渫土は、発電所建設時と同様に、灰捨て場の広大なエリアを利用して浚渫土の仕分け分類をした上で堆積させることとなる。そのため、その浚渫土の取り扱いについては上述の建設時に発生した残土と同様に留意する必要がある。

## 4) 炭種による灰の発生量

上述の計算は Performance Coal (灰分 6%) を前提に算定しているが、実際に使用する石炭の種類によって灰分が異なるため、発生する灰の量もそれに伴い変わってくる。

したがって、灰捨て場の使用年数の観点からは、できるだけ Performance Coal と近い条件 (灰分 6%) の炭種を選定することが望ましいと考えられる。

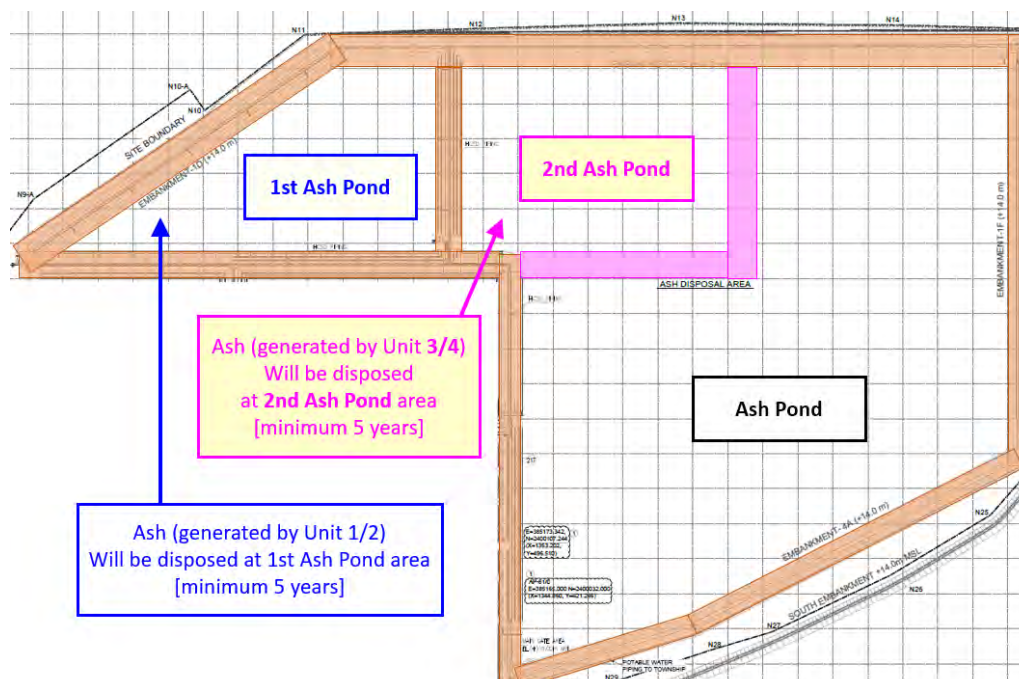
## (e) 将来的な灰捨て場の運用想定案

上述のように灰捨て場全体で 1~4 号機の灰を処分することも可能な容積であると考えられるが、灰の売却/引き取り量によって灰捨て場に投棄される灰の量は減じられること、一方で建設残土や石膏などの灰捨て場の容量を圧迫する要素もあることから、長期的に灰捨て場を運用する観点からは不確定要素があるため、以下のような灰捨て場の運用案を提示する。

### 案 1：3/4 号機用に 5 年分の運用を確保する 2nd Ash Pond を設置する

1/2 号機が 1st Ash Pond に最初の 5 年分を想定して灰を投棄する区画を設けていることと同様に、3/4 号機も最初の 5 年分の灰を投棄する区画を確保する。この区画を 2nd Ash Pond と呼ぶこととする。この 2nd Ash Pond は 1st Ash Pond と同程度の容量を持ったエリアを想定する。(図 8.3-41 参照)

したがって、設計思想としては最低5年分の灰の処分容量を持っているが、上記(a)項の通り12.5年分の灰の処分容量があるものと考えられる。



出典：調査団作成

図 8.3-41 灰捨て場の運用想定 - 案1

3/4号機の運開後、灰の売却/引き取り量に応じて2nd Ash Pondの使用可能年数は変動していくため、その推移を注視しながら、2nd Ash Pondを使用している間にその後の灰捨て場の運用方針を検討していくことが望ましいと考えられる。(次の区画をどの程度の広さに設定するか、どこに設置するか等)

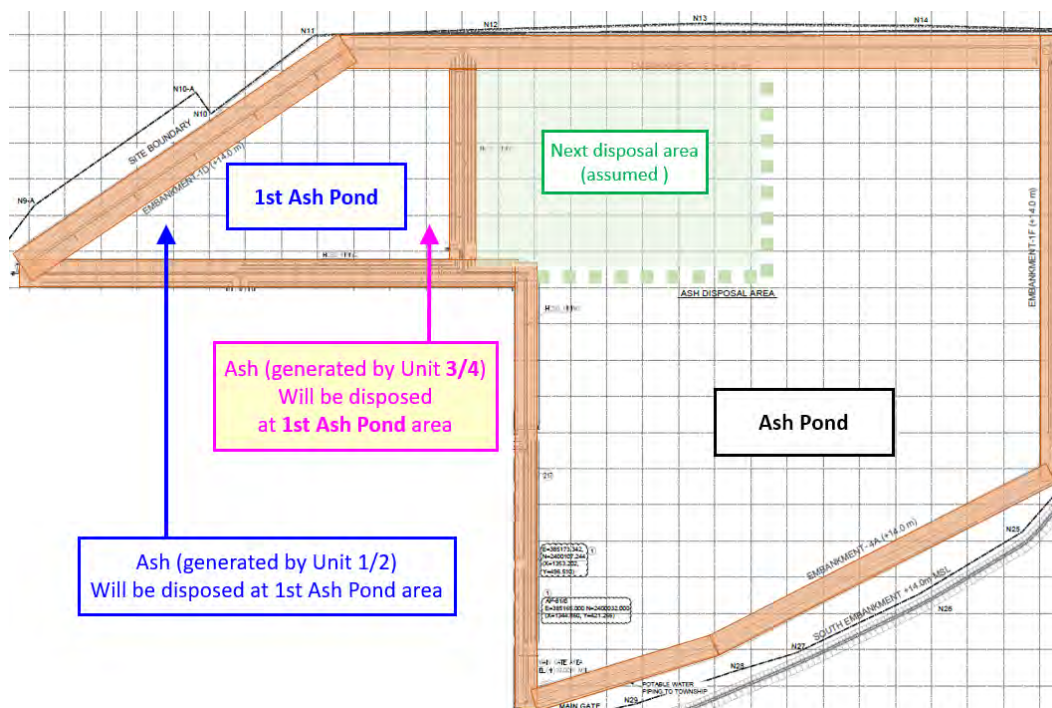
2nd Ash Pondは、灰捨て場外周の堰堤や1st Ash Pondの隔離壁と同様に、地盤改良および土堰堤の構成で造成されるものとする、その費用は40 million USD程度になるものと想定される。

なお、2nd Ash Pond内に設置する不透水シート(HDPEシート)は1/2号機事業の所掌で2nd Ash Pond分の材料供給が約束されているため、本事業としてはHDPEシートの材料費は不要となる。一般的にHDPEシートは、土中かつ30°C以下の条件下で100年以上の材料寿命を有する。

案2：1st Ash Pondに3/4号機で発生した灰も積み上げる

上述の案1では、1/2号機と3/4号機で別々のエリアに灰を投棄することを想定したが、案2では3/4号機も1st Ash Pondに灰を投棄していく場合を想定する。(図 8.3-42 参照)

この場合、1st Ash Pondの使用可能年数は約6.25年となる。(1/2号機に対して1st Ash Pondの使用可能年数は12.5年のため、その半分)



出典：調査団作成

図 8.3-42 灰捨て場の運用想定 - 案2

3/4号機の運開後、灰の売却/引き取り量に応じて1st Ash Pondの使用可能年数は変動していくため、その推移を注視しながら、1st Ash Pondを使用している間にその後の灰捨て場の運用方針を検討していくことが望ましいと考えられる。（次の区画は、案1で想定した2nd Ash Pondの位置が望ましいと考えられるが、その広さは実際の灰の積み上げ量の経緯から検討する必要がある）

なお、案2の場合、3/4号機の建設中に灰捨て場内に新たに土堰堤を設置する必要がないことも初期コストの観点からはメリットがあるものと考えられる。（ただし、灰の売却量に依存するため仮に灰の売却が難航する傾向の場合には設計仕様変更などを用いて迅速に2nd Ash Pondの設立を進める必要がある。）

また、案1で示した通り、1/2号機事業の所掌で2nd Ash Pond分のHDPEシートの材料供給が約束されている。そのため、2nd Ash Pondが不要との結論であれば、その材料費は1/2号機事業においてコストダウンとすることも可能である。

#### (10) 道路

道路は車両が発電所管理等および発電所内の全ての設備にアクセスが可能になるようよう計画される。1/2号機事業と同じ車両が3/4号機地内でも通行することが想定されるため、道路設計は1/2号事業と同じ設計思想が望ましいと考えられる。道路の舗装はアスファルト舗装またはコンクリート舗装が採用される。道路のタイプは表 8.3-35 に示す通り6つのクラスに分類される。道路幅、曲率半径、カーブ、道路舗装は発電所の供用期間中に使用される車両のサイズに適合するように設計される。

車両とは、発電所の主要機器の取り替え時、更新時に使用される以下に示す連結式車両、輸送車両を含む。

表 8.3-35 道路の分類

単位 (m)

クラス	車線幅	停車帯幅	路肩幅	歩道幅	全幅	備考
A-9	3.0 x 2	-	-	-	6.0	灰捨て場周回道路
A-11	3.0 x 2	-	-	-	6.0	南側周回道路(フェンス用地 2.0m を含む)

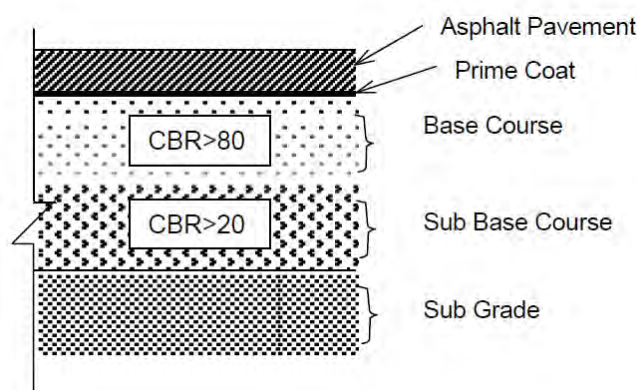
B-9	3.0 x 2	-	1.5 x 2	-	9.0	発電所区画の標準道路
B-10	3.5 x 2	-	1.5 x 2	-	10.0	主要建物周辺
B-13	3.5 x 2	2.0 x 2	-	2.0 x 1	13.0	正門入口道路 (事務所棟への正門)
B-13	3.5 x 2	2.0 x 2	-	1.0 x 2	13.0	重量物輸送用道路

\*車幅は車両通行車線、路肩、駐車車線幅を含む。

出典：1/2号機事業 設計仕様書

道路の横断勾配は2%、最大縦断勾配は5%とする。歩道の構造は碎石の基礎の上にコンクリートブロックを敷き、表層をアスファルトで仕上げるものとする。

車両荷重としては、1/2号機事業と同様に AASHHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) の HS-20 および H-10 に準拠して道路舗装の耐久性を設計する必要がある。道路舗装の基本構成は、以下の図 8.3-43 のように想定する。



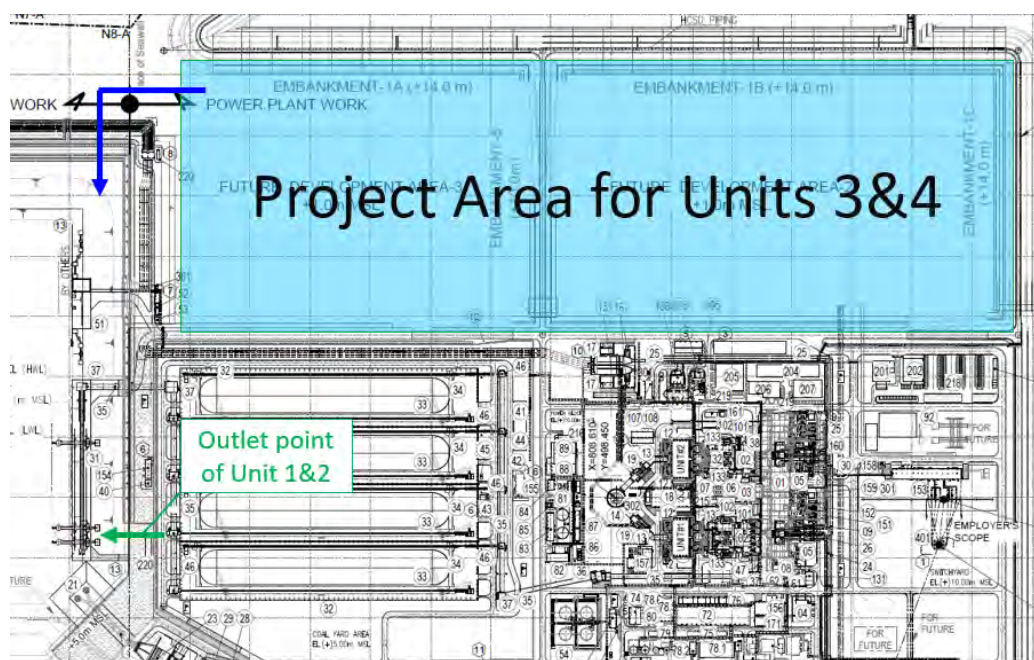
出典：1/2号機事業 設計仕様書

図 8.3-43 道路舗装 基本構成

#### (11) 雨水設備

発電所敷地内の雨水排水システムはコンクリート製排水管、鉄筋コンクリート製マンホール、側溝、集水桝、チェックピットとからなるものとする。

雨水排水システムは発電所敷地内において建物や道路に沿って設置される（雨水は可能な限り植生の散水に活用される）。また、発電所敷地の外周に沿って設置し、発電所敷地内の雨水を発電所外に流出させないように考慮する必要がある。3/4号機事業地は北・南・東側を1/2号機事業地および灰捨て場に囲まれているため、3/4号機事業地の雨水排水システムの排出口はプロジェクト港湾側に排水されることが望ましいと考えられる。排出口の想定位置を図 8.3-44 に示す。



出典：調査団作成

図 8.3-44 雨水排水システム 排出口の想定位置図

雨水排水設備の容量を設計するために用いられる降雨強度は85.0mm/hrを採用するものとする。発電所敷地内の雨水排水システムは基本的に重力によって高い位置から低い位置に流れていくように設計される。そのため排水管の傾斜はおおむね0.2%~0.4%の勾配で設計することが望ましい。また排水管内の流速は0.6m/sec~4.0m/secで、懸濁物質を沈降させる必要がある箇所では1.2m/sec程度の流速が望ましい。

チェックピットは発電所内の雨水排水システム内に、雨水をスムーズに排出するために計画される。チェックピット容量は約1分間の流入排水の貯留する能力を備えているものとする。

雨水排水設備は海水の異常高水位時(MSL+10.0m)の間も通常運転を行えるよう設計されなければならない。

雨水排水口には2組の水門が必要となる。2組の水門のうち外側に設置される水門（バルブ）の目的は、海水の異常高水位時に海水が発電所内に入り込まないためであり、内側に設置される水門（バルブ）の目的は発電所内に入る汚れた雨水流出を防止するために設置される。

## 第9章 施工方法

### 9.1 概要

3/4号機は、先行して建設中の1/2号機に隣接することから、施工方法は先行機1/2号機の計画を踏襲する。

基本的に建設開始時期には1/2号機が稼働を開始することになっているので、3/4号機の工事エリアと工事関連設備・作業員と関係施設を境界で分割し、セキュリティ管理することを勧める（ゲート管理等）。

### 9.2 土木工事

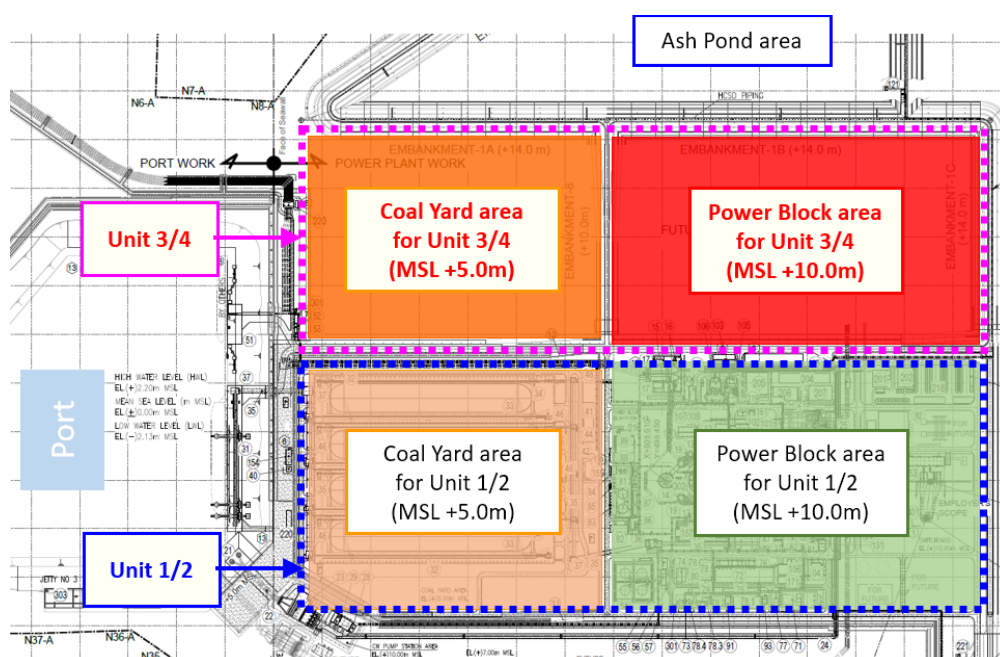
#### 9.2.1 敷地造成

##### (1) 敷地造成計画

本事業地は、主に発電設備エリア(Power Block area)と貯炭場エリア(Coal Yard area)で構成される。先行事業である1/2号機事業の建設開始前の原地盤レベルはMSL+1.0m程度であったが、2021年時点では1/2号機建設のための資材仮置き場として活用するために発電設備エリアはMSL+5.0m、貯炭場エリアはMSL+7.0mまで仮設の敷地造成が実施されている。本事業の敷地造成が開始されるタイミングでは、後述する地盤改良（圧密促進工法）を実施する必要があることから、両エリアともMSL+4.0mから敷地造成工事を開始するものと仮定する。

1~4号機の発電所全体の運用の効率化を図るために、それぞれのエリアは先行事業である1/2号機事業地と同じ敷地高さで計画する。そのため、発電設備エリアはMSL+10.0m、貯炭場エリアはMSL+5.0mまで敷地を造成する必要がある。（図9.2-1参照）

敷地造成のために約4,200,000m<sup>3</sup>の土量が必要となる。このうち、3,900,000m<sup>3</sup>は1/2号機建設中に獲得した浚渫土等が活用できると考えられる。残りの300,000m<sup>3</sup>は新たに本事業において準備することを想定する。（この土量についても現在進行中の1/2号機事業または港湾拡張工事において将来的に確保できるものと想定される）



出典：調査団作成

図 9.2-1 本事業地の敷地造成概念図



第5章に記載した地盤調査の結果、本事業地は隣接する先行事業の1/2号機用地と類似する土質性状であり、また上述の通り同じ敷地高さを計画しているため、将来的な地盤の挙動を均一にするためにも敷地造成方法は1/2号機事業で実施した方法と同じ工法が最適であると考えられる。したがって、DMM (Deep Mixing Method)による地盤改良工法と、PVD&PHD (Prefabricated Vertical Drain & Prefabricated Horizontal Drain)による圧密促進工法を採用することが望ましいと考えられる。これらの工法については次項にて説明する。

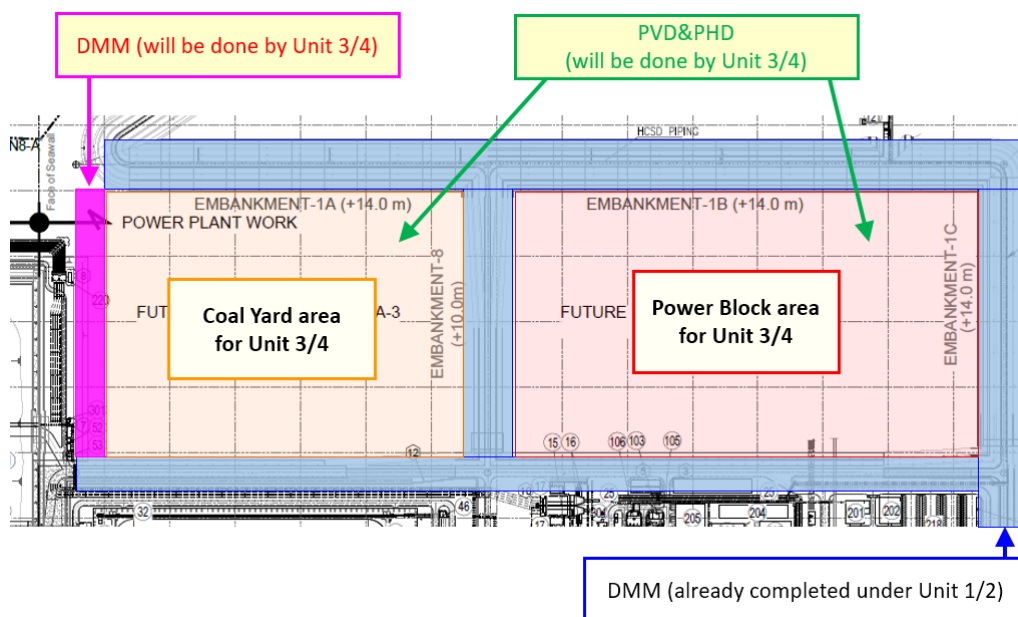
## (2) 地盤改良

本事業地の原地盤はMSL+1.0mであるが、地盤調査の結果、原地盤以下の地層に軟弱な粘性土が確認されており、その地層の厚さは約10m~20mである。本事業地の敷地を造成していくにあたり、将来的にこの軟弱粘土層において地盤崩壊や地盤沈下が発生してしまう懸念があるため、この軟弱粘性土の地盤性状を改善するための地盤改良を実施する必要がある。

### ▶ DMM 工法

軟弱地盤の上に荷重がかかると地盤崩壊(斜面の円弧滑りなど)が発生してしまう可能性がある。本事業地のように軟弱粘性土層の上に敷地を盛り上げていく場合、造成地の輪郭部分で斜面崩壊が発生しやすい。そのため、造成地の輪郭線をDMM工法によって改良する必要がある。

一方、先行する1/2号機事業によって本事業地の北側・東側・南側は既にDMM工法が実施されているため、本事業においては西側のみDMM工法を実施することとなる。(図9.2-2参照)



出典：調査団作成

図 9.2-2 DMM 位置図

DMM は、軟弱粘性土層に直接セメントスラリーを混ぜ込んでいく工法で、地盤の強度を向上させる効果がある。(図9.2-3参照)

DMM を実施するにあたっては、施工業者が対象エリアで地盤調査を実施し、斜面安定解析を実施した上で、地盤改良設計を実施する。その設計に基づき、対象エリアから採取した土質サンプルを実験室でセメントスラリーと混合して強度を確認する室内試験や、対象エリアでセメントスラリーを実際に混ぜて強度を確認するトライアルミックスを経て、実際のDMM工法を実施していく。DMM工法の参考写真を図9.2-3に載せる。

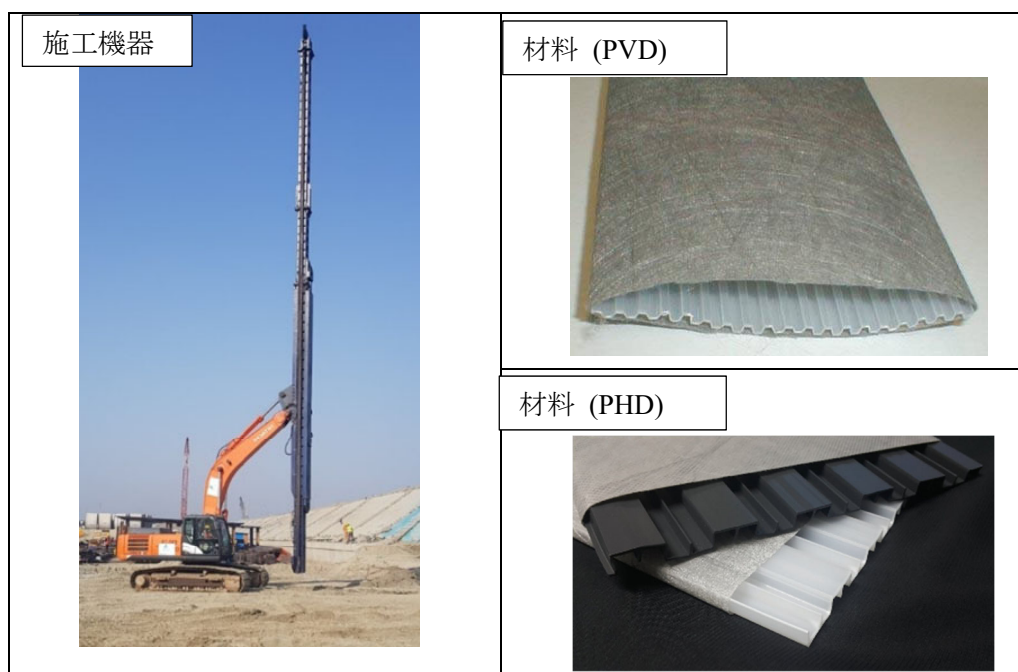


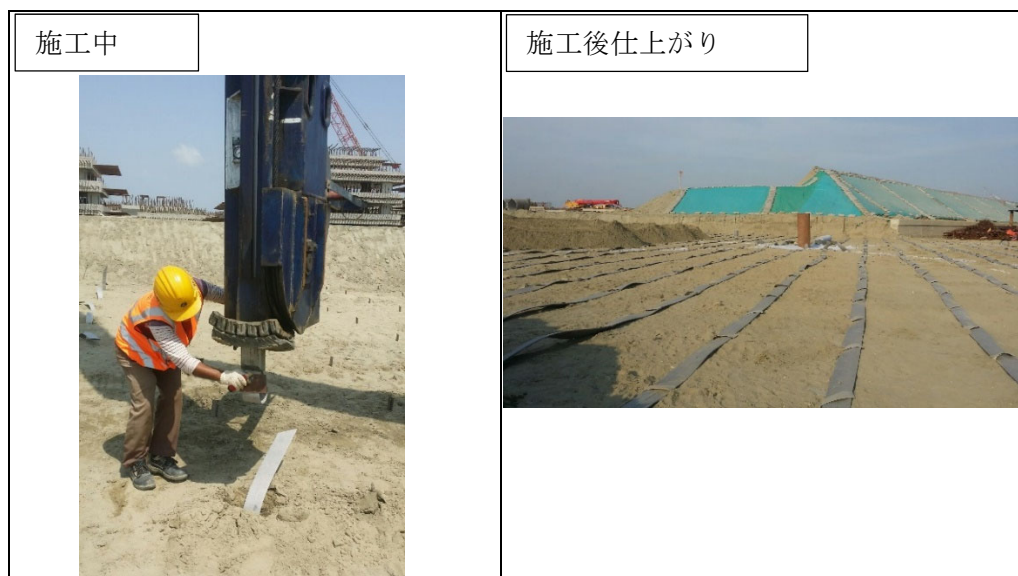
出典：調査団作成

図 9.2-3 DMM 参考写真

➤ PVD&PHD による圧密促進工法

粘性土層は荷重がかかり続けると圧密が生じるという性質がある。圧密とは、粘性土層から水が抜けることで体積が小さくなる現象で、地盤沈下の要因となっている。圧密促進工法とは、粘性土層から水を排出させる工法のことを指し、先んじて圧密を促進しておくことで将来的に発生する沈下量を小さくさせる効果がある。PVD&PHD は透水性の高い材料を粘性土層中に配置することで粘性土中の水がそこから排水されるため、圧密時間が短縮される。PVD&PHD 工法の参考写真を図 9.2-4 に示す。





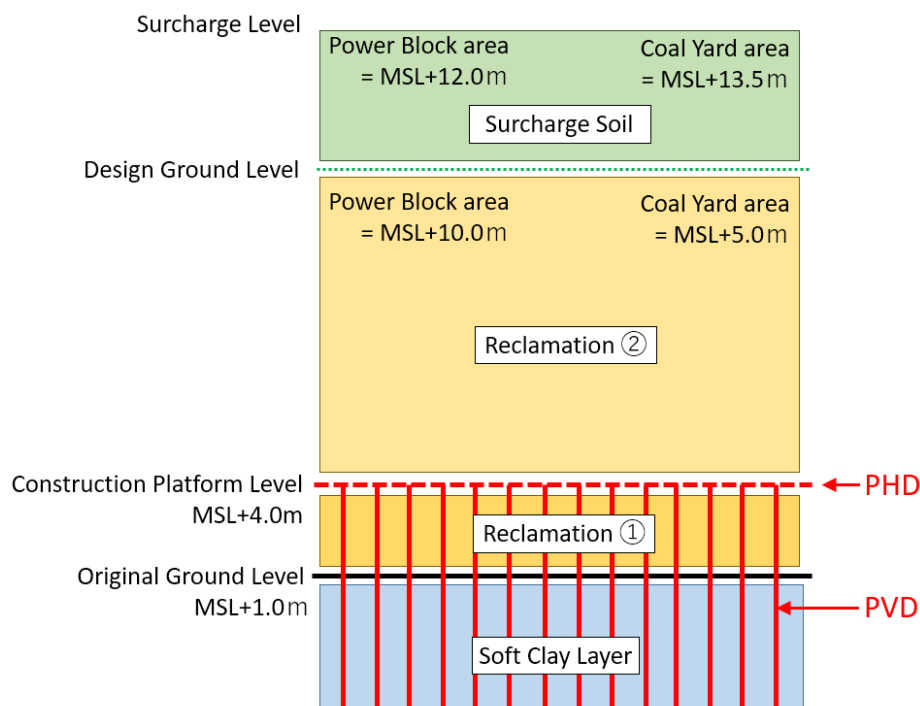
出典：調査団作成

図 9.2-4 PVD&PHD 参考写真

本事業では、図 9.2-3 で示した DMM の内側のエリアは PVD&PHD による圧密促進工法が実施されることが望ましい。

本事業では更に圧密を促進させるために、計画敷地高さより更に盛土を重ねる（余剰盛土）ことで粘性土層に大きな荷重をかけ、圧密時間の短縮および残留沈下量の低減を図ることが望ましいと考えられる。余剰盛土の高さは、詳細設計において、将来想定される上載荷重を考慮して設計されるものであるが、参考として 1/2 号機事業における余剰盛土高さは発電設備エリアで MSL+12.0m、貯炭場エリアで MSL+13.5m であったため、類似の土質性状を持つ本事業地においても同じような高さまで余剰盛土を実施する必要があるものと考えられる。

圧密促進工法の概念図を図 9.2-5 に示す。



出典：調査団作成

図 9.2-5 圧密促進工法の概念図

### 9.3 機器据付工事

3/4号機建設における主要設備機器の据付工事についての工程、据付・組立て方法は同規模の発電所建設の標準的な方法を参考とした。ここでは主要設備であるタービン、コンデンサ、ボイラの組立概要を述べる。

#### 9.3.1 タービンの組立概要

##### (1) 基礎ボルトの設置

基礎ボルトの設置レベルはトランジットで測定し、タービンと発電機の中心線からのアンカブロックと設置位置を確認する。アンカーボルトはテンプレートで支持する必要がある、また鉄筋に溶接しないこと。

##### (2) アジャストプレート、アジャストピース、シートプレートのセット

1回目のグラウトでアジャストプレートとアジャストピースをセットし、レベルゲージとトランジットで正しい位置を確認した後、シートプレートをセットし、高さと傾きを許容範囲内に調整する。また、グラウト用にグラウトストップを設置する。

##### (3) タービン据付

LPケーシングが基礎に据付ける前に、コンデンサシェルのスカートが適切な位置に取り付けられ、LP排気接続がコンデンサスカートに適切に接続されていることを確認する。

##### (4) 暫定センタリング

LP下半分ケーシング、HPペDESTAL、HIP下半分ケーシングを取り付けた後、HPペDESTALの高さとベアリングライナの厚さを調整して暫定のセンタリングを行う。

##### (5) クリアランスの調整

内部ケーシングの下半分、ノズルボックス、ブレードリング、ダミーリング、グランドリング、ダイヤフラム、およびベアリングを取り付けた後、ケーシングと内部部品間の半径方向および軸方向のクリアランスを測定し、記録し、必要に応じて調整する。

LPロータとHIPロータを取り付けた後、固定部品と可動部品間の半径方向および軸方向のクリアランスを測定し、記録し、必要に応じて調整。クリアランスの測定は、リード線法と隙間ゲージで行う。

##### (6) 2回目のセンタリング

2回目のセンタリングは、回転ロータのカップリングフランジ面に取り付けられたダイヤルゲージを使用して、嵌合するカップリング面間のクリアランスを測定することによって実行する。

##### (7) グラウト

2回目のセンタリングを行い、タービンを組み立て、関連するほぼすべての重量を載せた後、グラウトを注入する。グラウトの材料は、非収縮とする。グラウト工事時の作業温度は5°C以上とし、グラウト表面もグラウト後7日間は湿潤状態とする。

#### 9.3.2 コンデンサの組立概要

##### (1) シェルスカーートの組立

シェルスカーートは4つのブロックで構成され、搬入口からタービン建屋に運ばれ、オーバーヘッドクレーンと仮設レールを使用してT/G基礎の下に置かれ、そこで溶接によって1つのシェルスカーートに組み立てる。

組み立て後、復水器シェルの組み立てと設置のために、T/G基礎のタービン排気口に仮設梁で

揚重し吊り下げる。

(2) シェルの組立

シェルは4つのブロックで構成され、タービン建屋の開口部から搬入され、仮設レールを使用してCWバルブピット、T/G基礎の下に置かれ、溶接によって1つのシェルに組み立てられる。

(3) シェルとシェルスカートの組立

シェルとシェルスカートは溶接で接続され、次に、ピアノ線を使用してチューブプレートとチューブサポートプレートのセンタリング（位置合わせ）を行い、チューブサポートプレートをブレースに溶接で固定する。

(4) チューブの取付け

反転ウォータボックスをシェルに組み立てた後、チューブを挿入し、入/出ウォータボックスがシェルに組み立てられた後、チューブはチューブプレートに拡張され、シール溶接される。

(5) 水充填試験

LPヒータ、抽出蒸気管、伸縮継手を復水器ネックに設置した後、復水器シェルの水充填試験を実施する。溶接部分、チューブ間接続、およびコンデンサ部分からの水漏れがないことを確認する。

### 9.3.3 ボイラの組立概要

(1) 工事スケジュール

建設に関する主要な工事工程は次のとおり。

- (a) ボイラ鋼構造：立柱
- (b) ボイラ鋼構造：トップガーダ据付
- (c) ボイラ圧力部品
  - 1) ドラムリフティング
  - 2) 圧力部品の溶接
  - 3) 静水圧試験（再熱器側）
  - 4) 静水圧試験（過熱器側）
  - 5) エアリークテスト
  - 6) ボイラ初期燃焼
  - 7) 化学洗浄
  - 8) ブローアウト
  - 9) 安全弁テスト

(2) ボイラ圧力部品の地上組立

以下の部品については、リフトアップする前に地上にて組立てる。

- (a) 炉前壁上部パネル+SH インレットパイプ
- (b) 炉前壁バッフルパネル+炉前壁コンセントヘッド
- (c) SH エlementチューブ+SH エlementチューブ
- (d) RH エlementチューブ（上）+RH エlementチューブ（下）
- (e) エコノマイザーホッパーブロック+エコノマイザーインレットヘッダー
- (f) 炉のフロントおよびリアボトムパネル

(3) ボイラ圧力部品の地上組立することの利点は下記のとおり。

- (a) 最終位置まで揚重後、現場で行う溶接に比べて、溶接条件（作業スペースと溶接姿勢）や溶接品質を向上させることができる。

- (b) 揚重後に空中で行う溶接継手の数および揚重作業回数が低減できる。これは、建方チームの人工を最小限にする効果がある。
- (c) ボイラ圧力部品の揚重

#### 9.4 輸送計画

主要機器をはじめとした資機材をどの様に輸送するかが本事業の工程を考える上で重要である。機械・電気・土木・建築用の資材・設備は海外・国内から調達される。これら資機材をどの様に発電所建設予定地まで運搬するのかを検討した概略輸送計画は以下の通りである。

##### (1) 輸送手段

現在、本事業地で考えられる輸送手段は海上輸送および陸上輸送（鉄道輸送を含む）がある。

この中で陸上輸送については調査段階においてはマタバリ地域周辺の開発計画が進められているが、3/4号機事業の工事工程に沿うように実現すれば陸上輸送と海上輸送の併用が可能となり本事業にとっての利便性は非常に高まる。今後、陸上輸送について開発計画がより具体的になった場合は「マタバリ港アクセス道路計画」による工事進捗に合わせ輸送計画を調整することが重要である。しかし、現調査段階では工事工程に不確定要素があり陸上輸送については検討に加えないこととし、海上輸送を中心に検討する。

「マタバリ港アクセス道路計画」概要

本計画にある陸上輸送ルートについては図 9.4-1 の通りである。



出典：調査団作成

図 9.4-1 陸上輸送ルート図

「マタバリ港アクセス道路計画」における実施スケジュールは下記の通り。

プロジェクトの完了予定は2024年5月	
・詳細設計	: 2018年12月から2019年11月まで（12か月）

- |          |                              |
|----------|------------------------------|
| ・請負業者の選定 | : 2019年12月から2020年11月まで（12か月） |
| ・建設      | : 2020年12月から2024年5月まで（42ヶ月）  |

出典：バングラデシュ人民共和国マタバリ港開発事業準備調査最終報告書

## (2) 輸送対象

### (a) 主要機器（重量物・長尺物）

石炭火力発電所（600MWクラスを想定）の主要機器の輸送重量は以下の通りである。

表 9.4-1 主要機器一覧表（参考）

機器名称	機器荷重(ton) /長さ(m)	輸送用ビーム (ton)	ドーリー (ton)	総荷重 (ton)
発電機固定子	290 / 10	10	110	410
HP 一体タービン	230 / 10	10	80	320
LP ロータ	100 / 10	0	80	180
HP ヒータ	100 / 10	0	70	170
LP ケーシング（下）	40 / 8	5	25 (トレーラ)	70
脱気器	90 / 16	0	70	160
主変圧器	350 / 15	0	120	470

出典：調査団作成

海外から調達・輸送されるこれらの重量物・長尺物は基本的に輸入品のため、通関手続きはチッタゴン港で行われ、通関後は重量物運搬船でプロジェクトサイトに輸送される。また、マタバリ港で通関可能な場合は、マタバリ港に直接輸送されることになる。重量物運搬船の規模は4,000ton~10,000tonクラスを想定し、発電機固定子ならびに主変圧器などの重量物をドーリーに載せ替えてサイト内に運搬する。

また、サイト内運搬時の仮設道路は発電機固定子で幅15m程度が必要であり、地耐力は7ton/m<sup>2</sup>を確保しておくものとする。

### (b) 土木・建築関係資機材

土木工事関係は基礎工事用の杭・鉄筋、セメント、砕石、冷却水パイプ等の建設資材が主要である。杭については大口径PHC杭が主要機器の基礎杭として使用されることを想定、製作工場は海外および国内からの調達となる。この杭の運搬は海上を利用した重量物運搬船またはバージ船による輸送が行われる。荷揚げは仮設栈橋から行ない、バージ船からクレーンでトレーラに積み換えサイト内のパイルストックヤードに運搬する事となる。したがって、杭の製作・養生等を含めた工程を考え、搬入計画を立案しておく必要がある。鉄筋等もPHC杭とほぼ同じ輸送形態となるため運搬日数を考慮した計画が必要である。

建築関係では建屋の鉄骨鋼材が主要となる。建屋鉄骨の製作工場が国外となるため、この鉄骨の運搬は杭と同様、海上からのバージ船による輸送で行われる。建屋鉄骨の主柱ならびに主桁は重要な構造部材であり、特にボイラのトップ大梁は巨大なため分割しての輸送となる。そのため海上輸送中の他船舶による横波や天候に起因する高波による荷崩れ等によって損傷が生じないように十分注意する必要がある。

セメントなどは50kgバッグ、1,000kgバッグ、バルクタイプなど、さまざまなサイズで海上輸送される。バルクセメントは、セメントバルク運搬船を使用して輸送され、現場のサイロ内に保管される。そのため、輸送日数、セメント貯蔵場所、サイロの容量を考慮して計画する必要がある。

(c) その他資機材

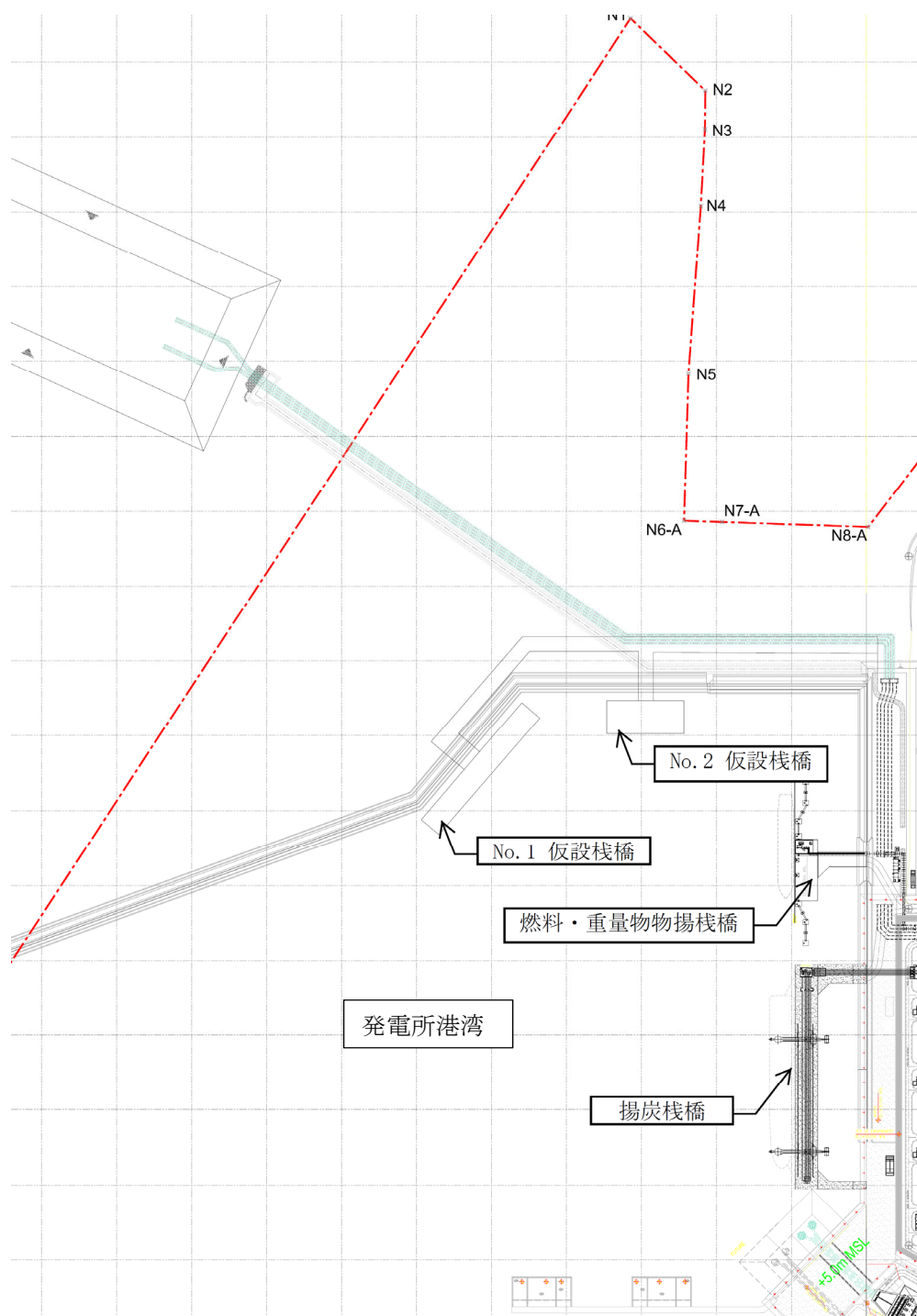
その他には機械関係資材（圧力部品、配管材料等）電気関係資材（ケーブル、パネル等）、建設用仮設資材などが考えられる。大型の建設用施工機械についても海上輸送となるため輸送計画で考慮しなければならない。

(3) 物揚設備の概要

現在の発電所港湾内の栈橋の状況は下記の通りである。

1/2 号機事業で建設された物揚場は燃料・重量物物揚栈橋、揚炭栈橋および4ヶ所の仮設物揚栈橋である。各物揚場栈橋の位置は図 9.4-2 に示す。





備考：重量物運搬船とは大型プラントモジュール、建設機械、大型圧力容器など様々な重量物の海上輸送に用いられることを目的とした船舶である。重量物運搬船について貨物の荷役方式により大きく分類すると、重量物を自船装備の大容量クレーンで船上へ積み込むリフトオン・リフトオフ（LO/LO）方式の船舶と、重量物を台車などに乗せて台車ごと水平移動させてランプウェーを介して船上に積み込むロールオン・ロールオフ（RO/RO）方式に大別される。

出典：調査団作成

図 9.4-2 物揚栈橋位置図

(a) 揚炭栈橋

1/2 号機事業および 3/4 号機事業の共用設備であり 1/2 号機完成後は揚炭専用栈橋として使用される。80,000DWT クラスの船舶が停泊かつ荷役できる構造になっている。

1/2 号機建設時は重量物の物揚げが行われているが、運開後は揚炭専用の栈橋となるため、3/4

号事業建設用の荷揚げ作業はできない。

(b) 燃料・重量物物揚棧橋

1/2号機事業で建設された燃料・重量物物揚棧橋の内、重量物物揚棧橋部分の広さは約1,800m<sup>2</sup>（60m x 30m）となっており、上載荷重として600ton級のクローラクレーン(196.20kN/m<sup>2</sup>)や510トン級のトランスポート車両(48.30kN/m<sup>2</sup>)での運搬を想定して構造設計されている。床面はトランスポート車両での運搬を想定して10t/m<sup>2</sup>の上載荷重に耐え得る構造である。また、物揚場前面の海底面は、重量物運搬船を曳航するタグボートにも適用できるように、物揚場前面の海底面はMSL-18.0m水深で設計されている。

(c) 仮設物揚棧橋

1/2号機建設時に仮設物として建設された棧橋(No.1, 2)が2ヶ所あり、3/4号機建設時にも活用することを前提に計画することが望ましい。

今後も激しい使用状況になると予想されるため、使用前には棧橋の点検、補修、さらには補強などが必要となる。

1) No. 1 仮設棧橋

プラットホーム高さはMSL+1.3mで陸側に向かって1:15の傾斜がある、設計上載荷重は2t/m<sup>2</sup>となっている。この棧橋にはバージ船の着船が可能であり、主に建設資材の荷揚げに利用可能である。

また、3/4号機事業ではこの棧橋からアンモニアを受入れる計画である。3/4号機脱硝用アンモニアは海上輸送となるため棧橋で受入れ、タンクローリでボイラの近傍に設置されているアンモニア貯蔵タンクに輸送する計画とする。

2) No. 2 仮設棧橋

プラットホーム高さはMSL+3.5m、設計上載荷重は2t/m<sup>2</sup>となっている。

3/4号機事業においては石灰石の受入を行うことで計画されている。

石灰石の受入は船舶（約2,000DWT、6日毎に1回着船）による輸入を想定し、この仮設棧橋を活用する。石灰石は荷揚棧橋において船からシップロダによって揚荷され、ベルトコンベアによって棧橋から石灰石貯蔵場まで運ばれる。

多目的な機能を損なわないよう石灰石受入設備ならびに石灰石受入コンベアを配置する。

3/4号機事業としてここに石灰の払出し施設として、さらに重量物物揚棧橋としての機能を持たせるために改造、増設、補強工事が行われることになる。

また、この仮設棧橋はフライアッシュと石膏を小型船により地元産業に払出すためにも使用可能である。

3) 追加の仮設棧橋

想定される敷材の輸送量から追加の仮設棧橋を設置する必要があるものと想定される。設置場所の候補としては仮設棧橋No.1の西側または港湾の南側が考えられる。物揚げ場棧橋と同等の設計条件を考慮して建設されることが望ましい。

設置場所については将来的に港湾周辺に計画される他のプロジェクトとの兼ね合いも考慮する必要があるため、詳細検討に議論される必要がある。そのため、特に他のプロジェクトとの交渉・折衝においてはこの追加棧橋に関しても注意深く取り扱われる必要がある。

また、仮に港湾の南側における港湾拡張計画の開始時期が本事業の運転開始以降になる場合、1/2号事業において使用された仮設棧橋No.3およびNo.4を本事業の建設においても活用できる可能性がある。

(4) 輸送量

1/2号事業において輸送シミュレーションおよび同規模発電所の輸送実績に基づいて想定している重量物の荷揚げ量の計画概要は下記の通り。

期間 : 主要機器荷揚げ開始から約2年間  
 在来船一隻当たりの輸送物量 : 平均 4,000~5,000(F/T)程度  
 使用栈橋 : 揚炭栈橋、燃料・重量物揚炭橋  
 月平均隻数 : 約 4~5 隻/月/各栈橋  
 総予定隻数 : 約 125 隻程度  
 ただしこの中には建設資材（コンクリート、ブロックなど）は含まれていない。  
 また貨物準備、貨物形状、天候次第で大きく状況が変わる可能性がある。

3/4号機建設開始時は既に揚炭栈橋が揚炭専用となり、重量物の荷揚げは不可能である。この相当分を他の栈橋で負担しなければ輸送量を処理できず滞船が発生することになる。

No.2 仮設栈橋については石灰石の受入れが必要なため栈橋の改造が必要であるため、同時に重量物揚げのための改造、補強工事を合わせて行うことで機能を上げる計画が必要である。工事期間は敷地造成工事開始から約1年間に基本的な改造、補強工事を行い、ボイラ初点火の3ヶ月前までは重量物揚炭橋として運用する。ボイラ初点火前までに石灰石、アンモニア受入れ設備の設置工事を終えて稼働することで滞船は避けられると思われる。図 9.4-3 に物揚げ栈橋の利用状況を示す。

敷地造成工事	←Contract Signing (June 2024)												↓ Initial Firing																																																											
	←Design												←Piling Start												←Boiler Steel Structure												←Power Receiving←Synchro.																																			
3号機建設工事	←Design												←Piling Start												←Boiler Steel Structure												←Power Receiving←Synchro.																																			
4号機建設工事	←Design												←Piling Start												←Boiler Steel Structure												←Power Receiving←Synchro.																																			
年	2024				2025				2026				2027				2028				2029				2030																																															
月	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																		
揚炭栈橋	揚炭専用栈橋として1/2号機運用後は2~3日に1回程度の離着船																																																																							
燃料・重量物揚炭橋	1/2号機運用後はメンテナンスなどで使用するため頻度は少ない																																																																							
	敷地造成工事中は主に建設機械、建設資材等の荷揚げ																								重量物の荷揚げ4~5隻/月平均																																															
No.2 仮設栈橋	石灰石受入れのための一部改造・補強工事												敷地造成工事中は建設機械、建設資材等の荷揚げ												敷地造成工事中は建設機械、建設資材+重量物の荷揚げ4~5隻/月平均												重量物の荷揚げ4~5隻/月平均												*1												石灰石受入、6日に1回											
No.1 仮設栈橋	アンモニア受入れのための一部改造・補強工事												敷地造成工事中は建設機械、建設資材等の荷揚げ												建設機械・建設資材等の荷揚げ												*2																																			

\*1: 石灰石受入のための設備工事を初点火準備前までに終える  
 \*2: アンモニアの受入頻度は調達方法による

出典：調査団作成

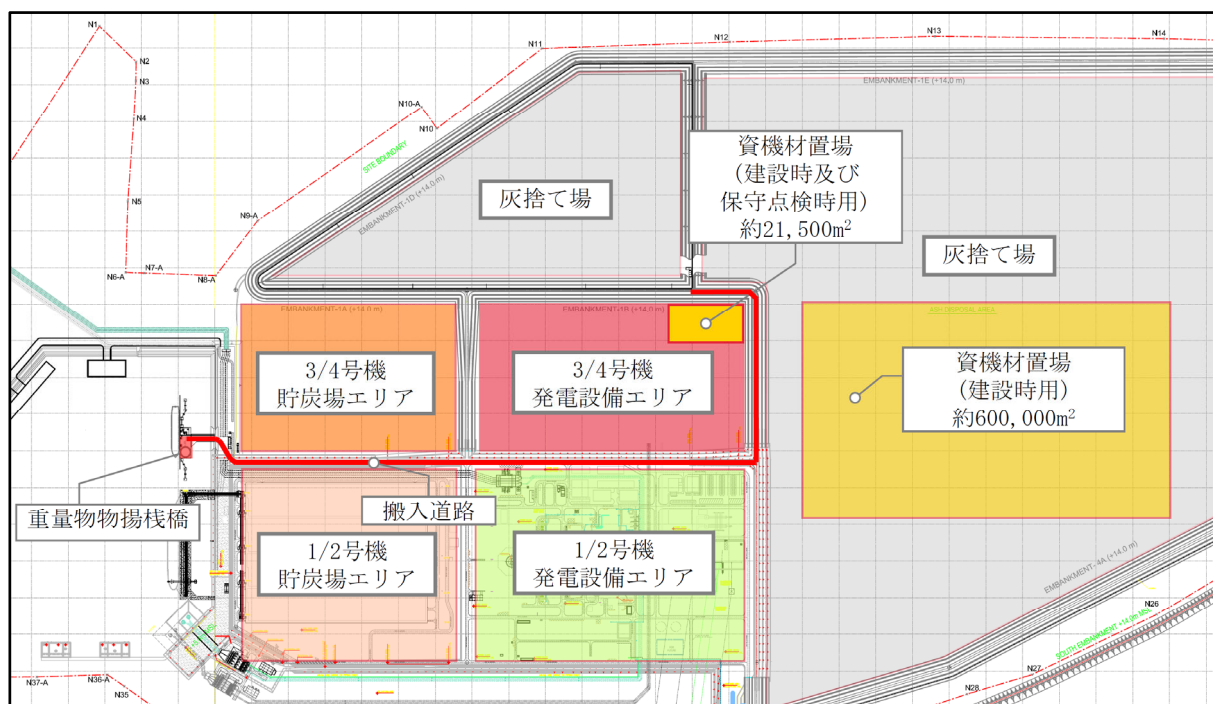
図 9.4-3 物揚げ栈橋の利用状況

3/4号機の建設時は港湾内には様々な建設資機材の海上輸送、大型船（石炭船 80,000DWT）が入出港するなど海上交通が増加し、さらに隣接する石炭輸送ターミナル事業の建設が始まるため、港湾内に更なる制約が生じることになる。したがって、建設時は建設資機材の輸送計画を詳細にシミュレーションし、特に大型船による輸送計画には十分な検討が必要である。

(5) 資機材置場

1/2号事業では資機材置場は約 600,000m<sup>2</sup>以上を確保し運用している。したがって 3/4号事業に於いても同規模の広さを確保することとする。

資機材置場の位置は発電設備エリアの水処理設備の北側に建設時および保守期間用として約 21,500m<sup>2</sup>、3/4号機の発電設備エリアの東側道路を挟んだ灰捨て場に建設時用として約 600,000m<sup>2</sup>の場所を候補としてあげられる。総面積で約 621,500m<sup>2</sup>を計画している。資機材置場の位置は図 9.4-4 に示す。



出典：調査団作成

図 9.4-4 資機材置場および搬入道路の位置

機械・電気関係資機材のうち、重要な物は仮設倉庫に収めるがその他は屋外に直接保管することとなる。この大量の資機材を長期間保存するために十分な資機材置場が確保されている。

また、雨期は大量の雨が降るため梱包された資機材を直接土の上に保管した場合、機器類に錆等が発生し問題となる。したがって、屋外の資機材置場は採石等で舗装、または枕木などを敷き、直接土に接しないようにして保管することが望ましい。

煙突の内筒用材料並びに冷却水パイプの運搬も計画的にサイト内へ運搬する必要がある。この資材重量は口径が大きいので保管にかなりの面積が必要となり、機械・電気工事の資機材と搬入時期が重なる恐れがあるため、適切な広さの資機材置場を含めた搬入計画が必要である。

海上輸送で荷揚げする大型資機材の搬入道路は、3/4号機貯炭場と発電エリアの南側に東西方向直線の搬入道路を計画している。

この大型資機材搬入路は、途中で1/2号機からの石炭受入コンベア、石炭払出しコンベア(2条)、取水路、高圧ケーブル等と交差するが、それらは地下とするかまたは架空とすることにより搬入路ルートでの大型資機材運搬に支障がないよう設計されている。搬入道路の位置については図9.4-4に示す。

## 第10章 事業実施スケジュール

### 10.1 概要

本章では、本事業の円借款調印が2022年4月になることを前提に事業実施スケジュールについて検討する。

### 10.2 実施計画

通常の円借款事業では、円借款調印後から事業完了まで以下に示す手続き、業務を実施する必要がある。

#### 10.2.1 プロジェクト DPP (Development Project Proposal) 策定・申請・承認

当国では円借款調印後、実施機関は当国政府からプロジェクト DPP 承認を得る必要がある。プロジェクト DPP 承認期間は円借款調印後となるため、事業実施スケジュールは当該期間も考慮する。

#### 10.2.2 コンサルタント選定

コンサルタントの選定は実施機関が事業を円滑に遂行させ、完了させるために要求される。通常、コンサルタントは、実施機関が実施する国際入札により選定され、実施機関とコンサルタントとの契約期間は事業完了までとなる。

#### 10.2.3 建設工事前（Phase I）

Phase I は、コンサルタントの業務着手から建設工事業者（EPC コントラクタ）との契約締結までの期間を示す。通常、EPC コントラクタは、国際入札により選定されることになっているため、国際入札するまでの準備、国際入札、応札者からの応札書類の技術評価ならびに商務評価、契約交渉、EPC コントラクタとの契約締結はこの期間に実施する。また、各段階で作成する各種報告書は JICA の承認を得る必要がある。

Phase I でコンサルタントが実施機関をサポートする主な業務は以下のとおりである。

- (1) 現地調査・資料収集および本調査報告書のレビュー
- (2) 技術調査（必要な場合）
- (3) 事業費試算
- (4) 基本設計図書の作成
- (5) 事前資格審査書類（PQ 書類）の作成
- (6) PQ 書類の公示
- (7) 応募者から提出された書類の審査
- (8) 入札書類の作成
- (9) 入札書類の公示
- (10) 応札者から提出された書類の技術評価ならびに商務評価
- (11) 落札予定者との契約交渉
- (12) EPC コントラクタとの契約締結

#### 10.2.4 建設工事（Phase II）

Phase II は、EPC コントラクタの業務着手から保証期間終了までの期間を示す。Phase II でコンサルタントが実施機関をサポートする主な業務は以下の通りである。

- (1) 実施機関の同意のもと、EPC コントラクタが提出する設計図書、図面、計算書のチェック・レビュー・承認
- (2) 設計会議への参加
- (3) 工程管理
- (4) 工事監理
- (5) 品質管理
- (6) 工場試験立会い
- (7) 試運転立会い
- (8) 性能試験立会い
- (9) 引渡し証明書等、各種証明書の作成
- (10) 保証期間対応

#### 10.2.5 長期メンテナンス契約（LTSA (Long Term Service Agreement)）

発電設備の引渡し後、保証期間終了までに EPC コントラクタの要因により発電設備の運転に不具合が発生した場合は、EPC コントラクタは無償で対応することとなっている。

保証期間終了後は、実施機関は長期メンテナンス契約をサービス提供者と締結することにより、発電設備の高い稼働率と信頼性を確保し、発電設備の効率的な運用と保守費用の最適化を実現するため、部品の長期間の履歴管理、定期点検工事の計画、部品の供給や補修、技術員の派遣、遠隔監視センターによる運転サポートなど、実施機関の多様なニーズに合わせた包括的なサービスを受けることが可能となる。

長期メンテナンス契約は円借款事業には含まれないことが通例である。そのため、事業実施期間中に実施機関とサービス提供者とで長期メンテナンス契約の項目・費用について交渉することとなり、コンサルタントは実施機関をサポートすることとなる。

一例として、石炭火力発電設備における長期メンテナンス契約に含まれる項目を以下に示す。

- (1) 交換部品の供給（ボイラチューブ、微粉炭バーナ、ミルローラ、エアヒータエレメント、タービン、ボイラ給水ポンプ等の軸シール）
- (2) 技術員の派遣
- (3) 不具合対応
- (4) トレーニング
- (5) 運転データ解析
- (6) 遠隔監視

#### 10.3 事業実施想定スケジュール

10.2.1 項から 10.2.4 項までの手続きおよび業務を実施した場合の事業実施想定スケジュールを図 10.3-1 に示す。なお、主な手続きおよび業務の実施時期は下記のとおりである。

事業実施想定スケジュールは、JICA アプレイザルミッション時に最終決定される。

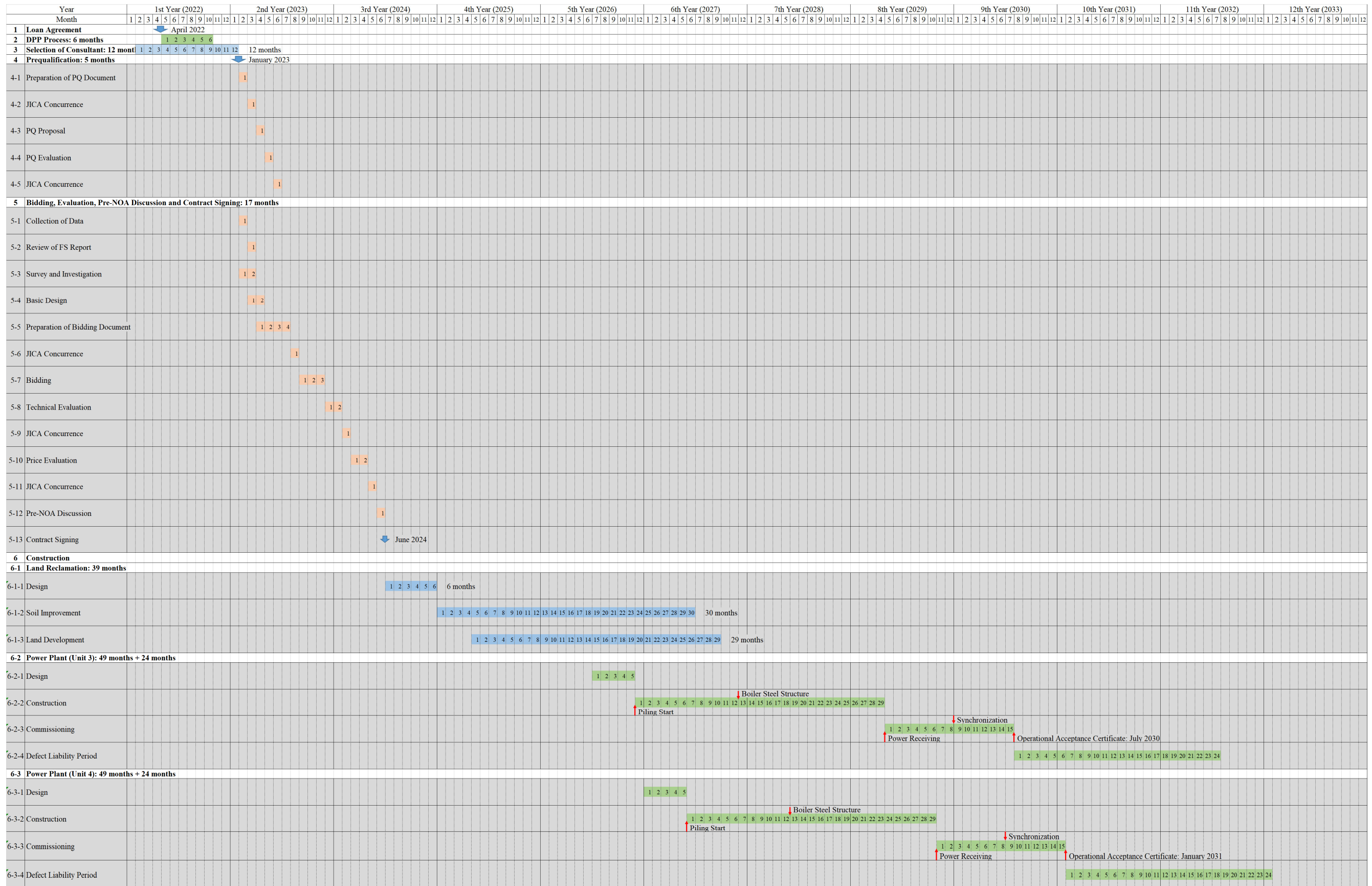
- (1) 円借款調印：2022 年 4 月
  - (2) DPP 策定・申請・承認：6 ヶ月（2022 年 5 月～2022 年 10 月）
  - (3) コンサルタント選定：12 ヶ月（2022 年 2 月～2023 年 1 月）
  - (4) Phase I：17 ヶ月（2023 年 2 月～2024 年 6 月）
    - PQ 書類の公示：2023 年 4 月
    - 入札書類の公示：2023 年 9 月
  - (5) Phase II：79 ヶ月（2024 年 7 月～2031 年 1 月）
    - 土木設計：2024 年 7 月～
    - 地盤改良（必要と仮定）：2025 年 1 月～
    - 敷地造成（MSL+4.0m から開始）：2025 年 5 月～
-

発電設備（3号機/4号機）杭打ち：2026年12月～/2027年6月～

試運転（3号機/4号機）：2029年5月～/2029年11月～

引渡し（3号機/4号機）：2030年7月/2031年1月

保証期間終了（3号機/4号機）：2032年7月/2033年1月



出典：調査団作成

図 10.3-1 事業実施想定スケジュール



## 10.4 工期短縮提案

### 10.4.1 随意契約実施の可能性

「秘匿性の高い情報が含まれるため、掲載いたしません。」

## 第 11 章 コンサルティング・サービスの実施計画案

### 11.1 提供業務（TOR）

「秘匿性の高い情報が含まれるため、掲載いたしません。」

### 11.2 「コンサルタント雇用ガイドライン」（2012 年 4 月）に基づく必要な記載事項（Required of JICA）

コンサルタントの雇用に当たっては、2012 年 4 月に JICA が発行した「円借款事業の調達およびコンサルタント雇用ガイドラインに係るハンドブック」の内、「第 1 部：円借款事業のためのコンサルタント雇用ガイドライン」に則った選定手続き及び契約を行うものとする。

コンサルタントの選定方法については、上記ガイドライン第 3.02 条 (2)に記載の方法（QCBS：質およびコストに基づく選定）を選択することを想定している。

### 11.3 提供業務の規模（MM）

#### 11.3.1 業務の規模

「秘匿性の高い情報が含まれるため、掲載いたしません。」

#### 11.3.2 コンサルタントのための必要条件（基準）

「秘匿性の高い情報が含まれるため、掲載いたしません。」

### 11.4 コストブレイクダウン

「秘匿性の高い情報が含まれるため、掲載いたしません。」

## 第12章 事業実施・維持管理体制

### 12.1 事業実施体制

#### 12.1.1 本事業に係る各機関の機能と本事業における役割

##### (1) CPGCBL

事業実施期間中は、本事業の事業実施機関（部局）となり、建設工事の進捗管理、ディスパッチ管理等の役割を担う。発電所完成後は運転・維持管理部局となる。

##### (2) PGCB

送電事業者。本事業で建設された発電設備が発生した電力を託送する役割を担う。

発電設備が発生した電力は、主変圧器にて電圧を昇圧後、開閉設備に送られ、更に送電線を介して発電所外に送り出されることとなるが、開閉設備以降の設備の維持管理を担当することとなる。

##### (3) BPDB

電力のオフテイカー。国営企業。当国における電力のシングルバイヤーとして発電所が販売する電力を一旦全量買い取り、それを各地域の配電会社に卸売りする役割を担う。

##### (4) CPA (Chittagong Port Authority)

チョットグラム管区の港湾の建設許認可部局。マタバリ港の建設完了後は、その運営・維持管理は CPA が行う。

#### 12.1.2 実施機関および部局、維持管理・運営機関および部局

本事業の実施機関（部局）は CPGCBL となり、事業実施期間中は CPGCBL の下に PIU (Project Implementation Unit) を組織し、工事管理等を行う。発電所完成後は、維持管理・運営は CPGCBL の O&M set-up という組織が行うこととなる。

#### 12.1.3 実施機関および主要な関係機関の財務状況の分析

「秘匿性の高い情報が含まれるため、掲載いたしません。」

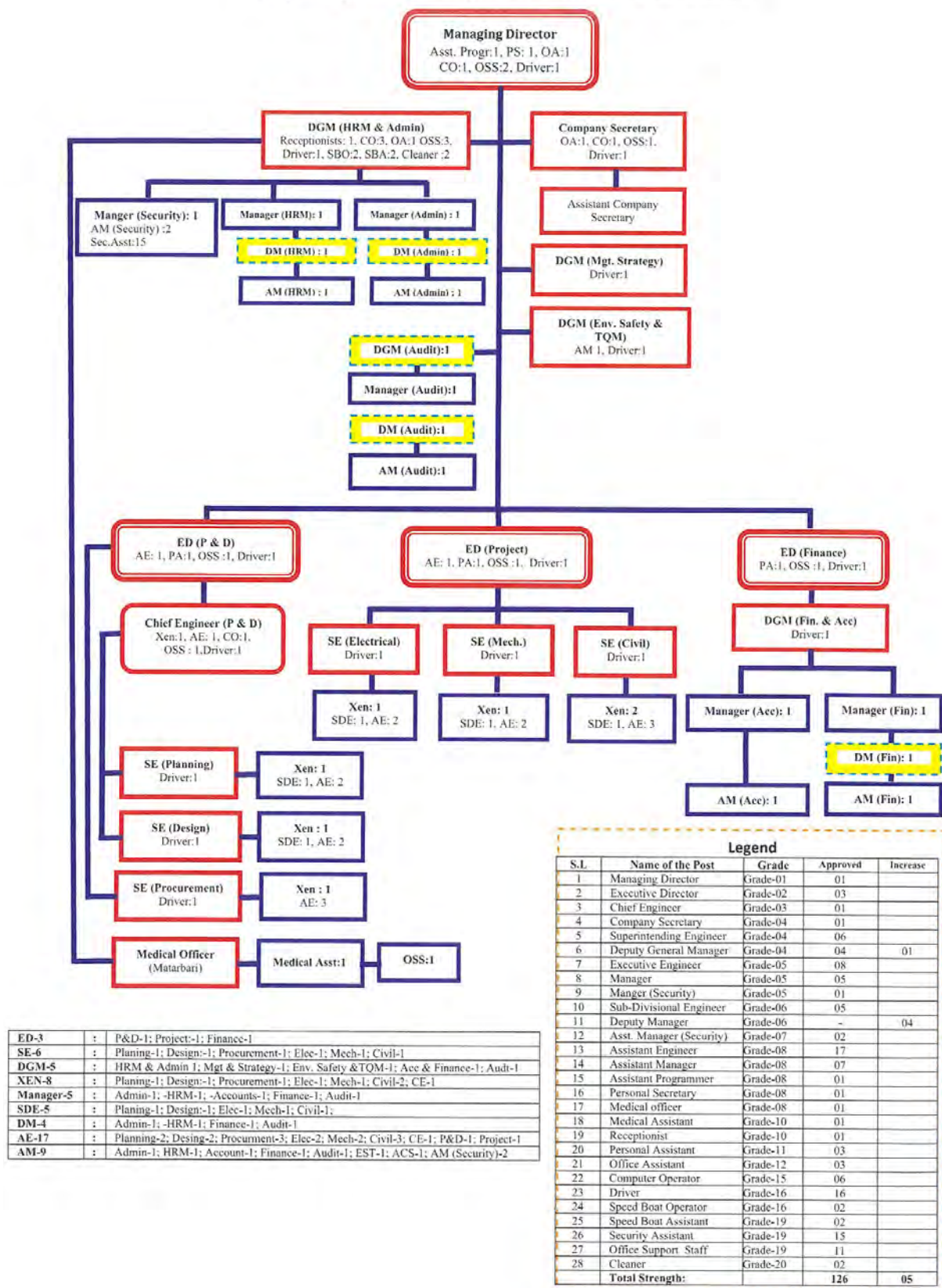
#### 12.1.4 実施機関および主要な関係機関の組織構造・人員体制

##### (1) CPGCBL

現在の実施機関の本社体制は図 12.1-1 参照。この体制は、フェーズ2事業開始後も変わらないものと想定している。

実施機関によると、上記体制は DPP 承認事項であり、また早急にすべての要員を準備しなければならない訳ではないとのこと。

本体制・人員数は、当国の現状を考えると妥当なものであると考えられるが、将来的にはアシスタント役のスタッフ等の人員数を削減するなり外注化する等し、少しでも原価低減を目指していく必要があると考えられる。



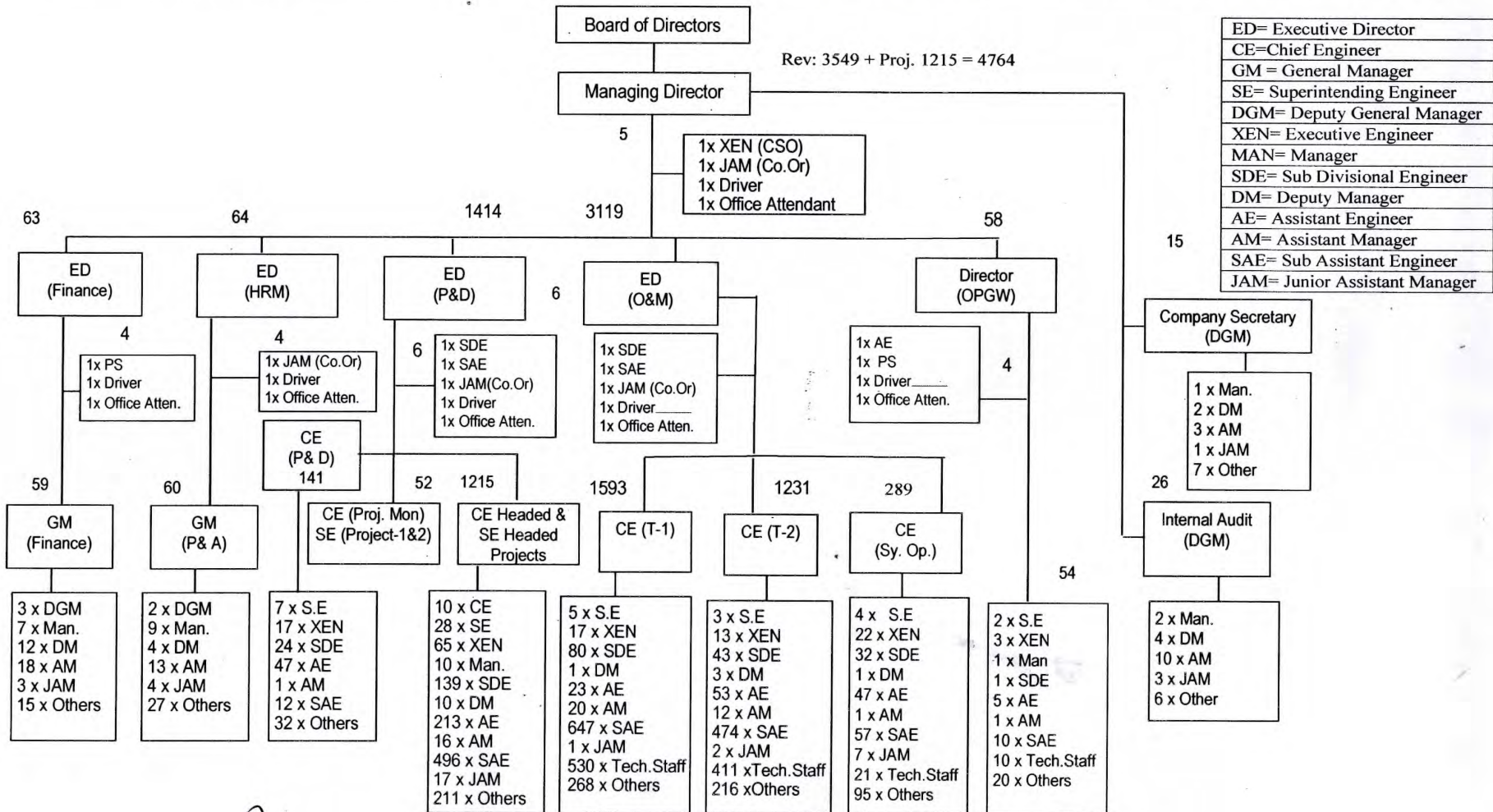
出典 : CPGCBL

図 12.1-1 CPGCBL 本社の組織構造・人員体制

(2) PGCB

PGCB の現在の体制は図 12.1-2 参照。

Quality Management System	POWER GRID COMPANY OF BANGLADESH (PGCB) LTD.				QUALITY FORMS		
	TITLE: Organizational Chart						
Document No.:	QD-HRM-01	Revision No.:	05	Effective Date:	01/07/2021	Page:	1 of 31

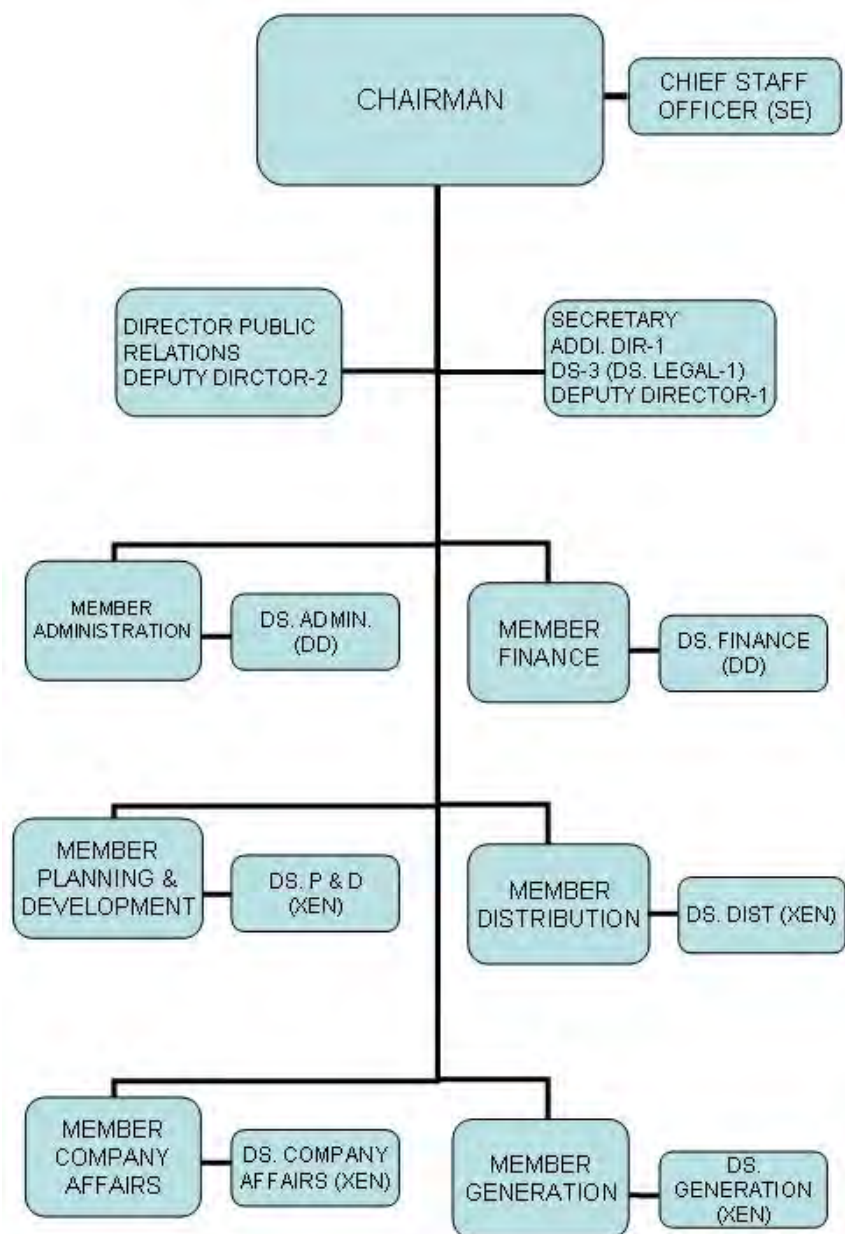


出典：PGCB

図 12.1-2 PGCB の組織構造・人員体制

(3) BPDB

BPDB の現在の体制は下図参照。



出典：BPDB website

図 12.1-3 BPDB の体制図

### 12.1.5 実施機関および主要な関係機関の技術的能力

#### (1) CPGCBL

実施機関は、まだ完成した発電設備を持っておらず、自前で技術的な能力を開発・向上させる術を持っていない状況。今後、建設工事の管理を通して設備を学ぶと共に、他の発電事業者からの転職者等から技術移転を進めていくことになる。

実施機関の財務的能力についても、まだ事業収入を得ていないので未知数と言わざるを得ない。発電所完成後の運転・維持管理に入ってから、燃料調達や経費削減のノウハウを、実践を通して体得していくしかないと考えられる。

#### (2) PGCB

1996年に設立されてから既に25年が経過しており、一定の技術的・財務的能力の蓄積は進んでいると考えられる。今後も、増大する電力需要に対応するために発電設備が増設される計画となっているので、送変電設備もそれに応じて増強していかなければならない。その中で、いかに災害等のトラブルに強い強固な電力システムを作り上げていくことができるかが重要となってくる。送変電設備の増強は、発電設備の増設という供給側の伸び具合と各地域の需要の伸び具合を双方勘案しながら、先読みして計画を立てる必要がある、これを完全に自前で実施できるようになることが将来的な目標となる。

財務的能力には大きな問題はないと考えられる。

#### (3) BPDB

1972年に設立以来今日まで一貫して、発電会社が発生した電力をバルクで買い上げ、配電会社にバルクで売電する事業を一手に引き受けて行ってきたが、一部の発電設備も保有する計画となっている。但し、それらの設備の運転・維持管理は他社に委託することが考えられる為、その場合には技術的能力が問題となることはないと考えられる。

一方で、BPDBは財務的には政府による支援の下で十分な事業遂行能力を有している。

### 12.1.6 維持管理費用とその収入源

本事業完成後の維持管理費用は、全て実施機関が負担することとなり、その収入源はマタバリフェーズ1とフェーズ2事業で建設する1～4号発電設備で発生する電力の販売売上で賄うこととなる。

## 12.2 事業実施機関（部局：PIU）

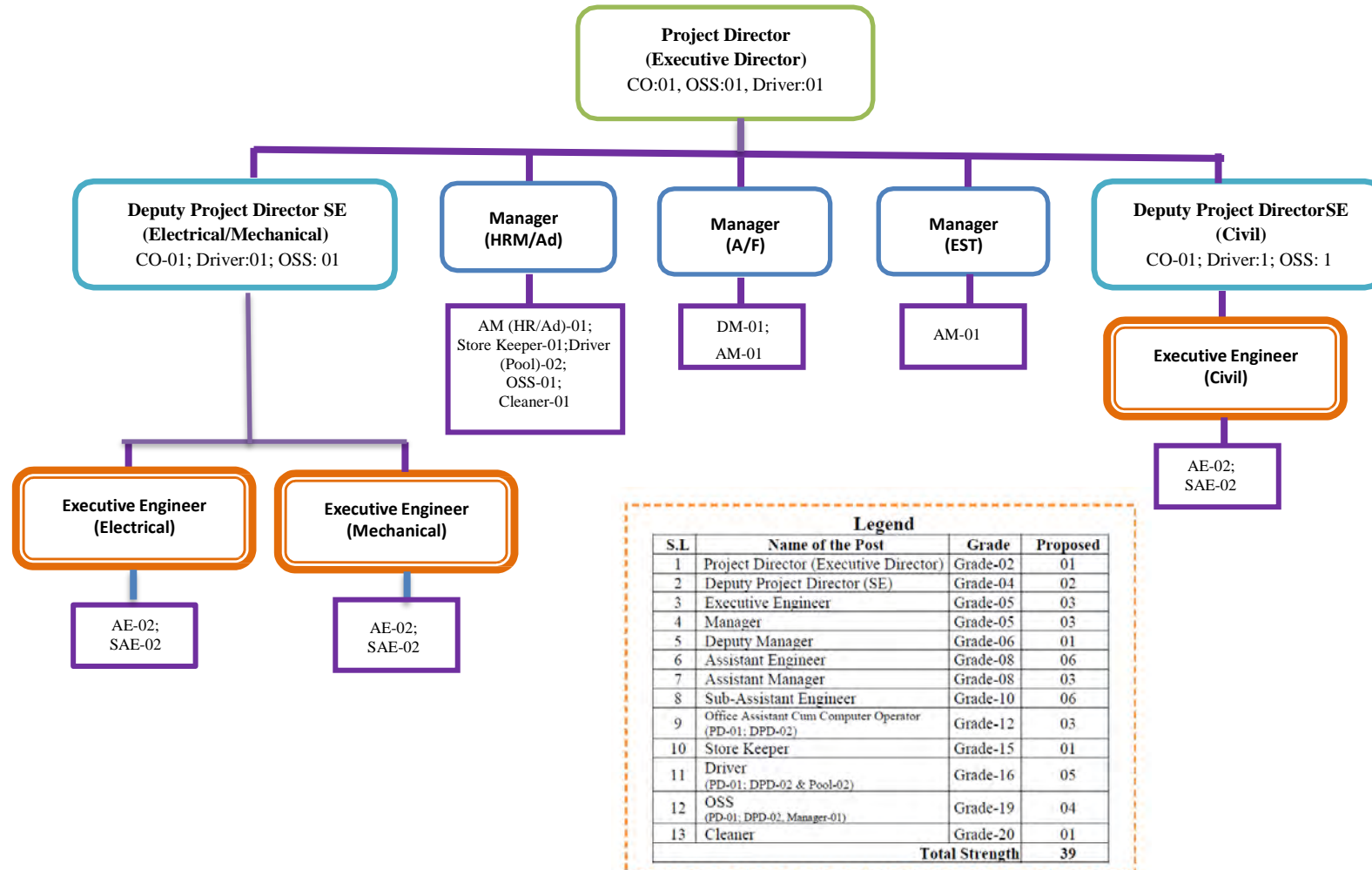
### 12.2.1 PIUメンバー構成

本事業実施に際して、実施機関社内に組織作られるPIUのメンバー構成について、現在実施機関が想定しているものは図12.2-1参照。

実施機関は、本PIUは本体工事契約者決定までの組織とし、本体工事開始後は後述する運転・維持管理部局に引き継ぐことを考えていたようであるが、JICAのFFミッション中の議論の結果、試運転開始まではPIUメンバーが中心となって事業を遂行することで合意に至った。

実施機関は、一部のメンバーに関しては、フェーズ1のPIUメンバーが兼務することを考えている。

実施機関の計画は、大筋で妥当なものであると評価できる。



出典 : CPGCBL

図 12.2-1 マタバリフェーズ2プロジェクトのPIU体制表 (3/4号機)



上図要員を Officer と staff に分けたリストは次の通り。

S.L	Name of the Post	Number of Employees	
		Officers*	Staffs**
1	Project Director (Executive Director)	01	
2	Deputy Project Director (SE)	02	
3	Executive Engineer	03	
4	Manager	03	
5	Deputy Manager	01	
6	Assistant Engineer	06	
7	Assistant Manager	03	
8	Sub-Assistant Engineer	06	
9	Office Assistant Cum Computer Operator (PD-01; DPD-02)		03
10	Store Keeper		01
11	Driver (PD-01; DPD-02 & Pool-02)		05
12	OSS (PD-01; DPD-02, Manager-01)		04
13	Cleaner		01
Total (39)		25	14

\*Officer は、エンジニアと非エンジニアの専門職を含む

\*\*Staff は、技能者と非技能者を含む

出典：CPGCBL

#### 12.2.2 事業実施機関のメンバー構成を達成するための人員雇用計画

実施機関が考えている PIU メンバーの採用活動は、当初は O&M Set-Up (フェーズ1)と同様に被雇用者への給与金額を増額して実施する。PIU と O&M Set-Up は政府内協議を経て電力局から承認を得る必要があり、雇用者の採用は電力局から同意を得た後に開始し、試運転の開始時までには終えておく必要がある。

#### 12.2.3 外部から人を雇用する場合の TOR・選定方法・選考資格・給与水準

(1) 実施機関は、すでに CPGCBL (Employees) Service Rules-2017 という規定を制定済みである。当該規定の第3章で雇用と広報指針およびガイドラインを定めている。上記 Rules は添付資料 12 参照。

上記 Rules には詳細な TOR や選定基準は記載されていない。TOR や選定基準は、最新の CPGCBL (Employees) Service Rules に則り職位毎に募集の開始前までに決定されることとなる。

#### 12.2.4 事業実施機関のトレーニング計画の策定

本社組織のトレーニング計画については、フェーズ1事業にて策定し、JICA バングラデシュ事務所に提出する計画となっている。

燃料である石炭や運転継続のために必要な石灰石、アンモニア等の調達、並びに石膏や石炭灰の売却等に関するノウハウについては、フェーズ1で雇用を検討しているコンサルタントから OJT にて習得することが可能であると考えられる。

石灰石や石膏に関しては、フェーズ1では取り扱わない物品であるが、調達・売却先となるのは、石炭灰の売却先として想定されているセメント業者であると考えられるので、同一事業者との交渉にすることが望ましいと考えられる。そのため、改めてコンサルタントからノウハウの伝

授を受けなければならないという必要性はないと考えられる。

## 12.3 運転・維持管理部局（発電所）

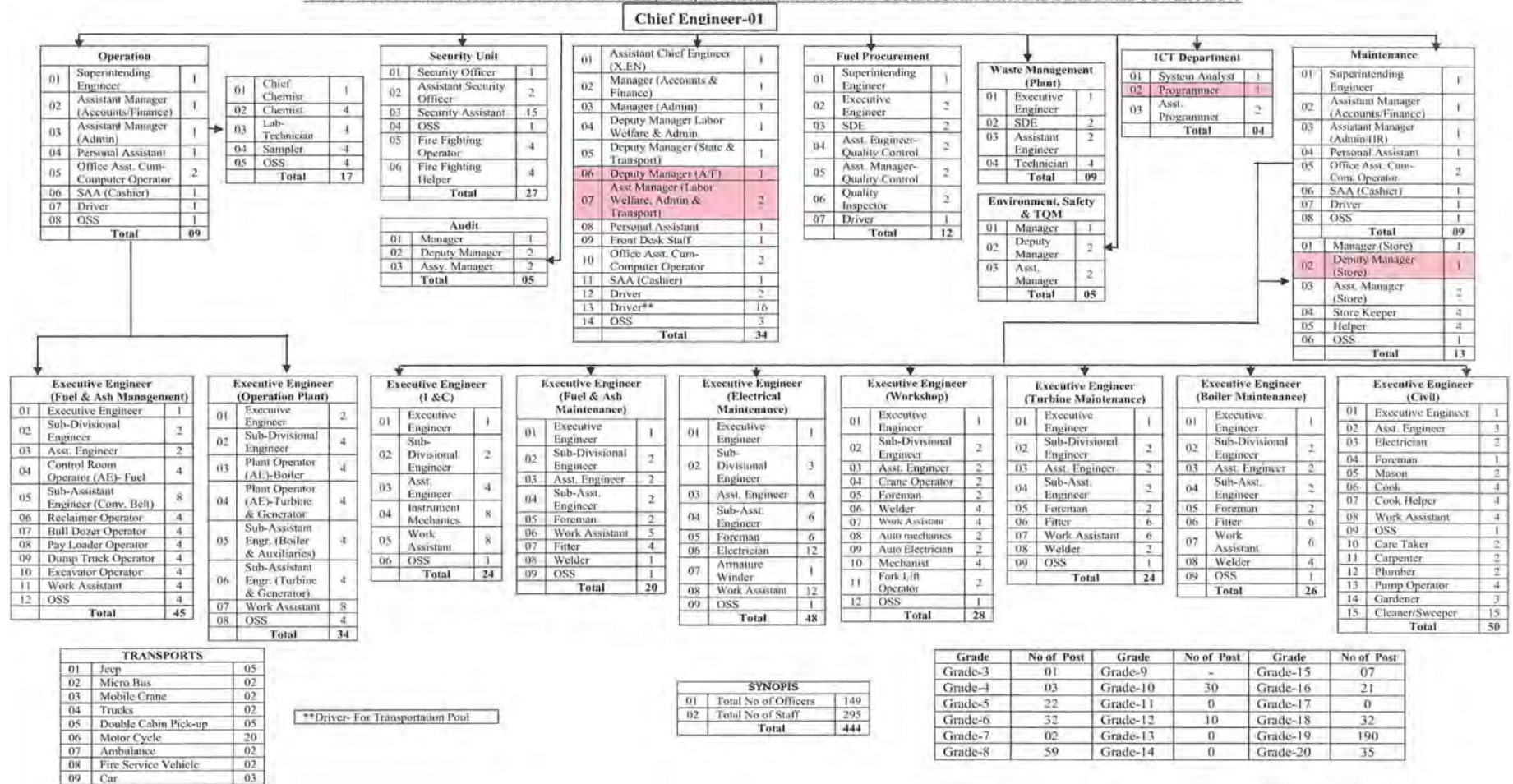
### 12.3.1 発電所のメンバー構成

実施機関が考えるマタバリ火力発電所のフェーズ1およびフェーズ2対応の運転・維持管理組織は図12.3-1および図12.3-2の通り（フェーズ2は増員分）。

フェーズ1とフェーズ2を比較すると、フェーズ2の要員数はフェーズ1よりも若干抑制されていることが分かる。

これらの体制・人員数は、当国の現状を考えると妥当な範疇のものであると考えられるが、将来的には少しでも原価低減を図るべくアシスタント役のスタッフ等の人員数を削減するなり外注化するなりしていく必要があると考えられる。

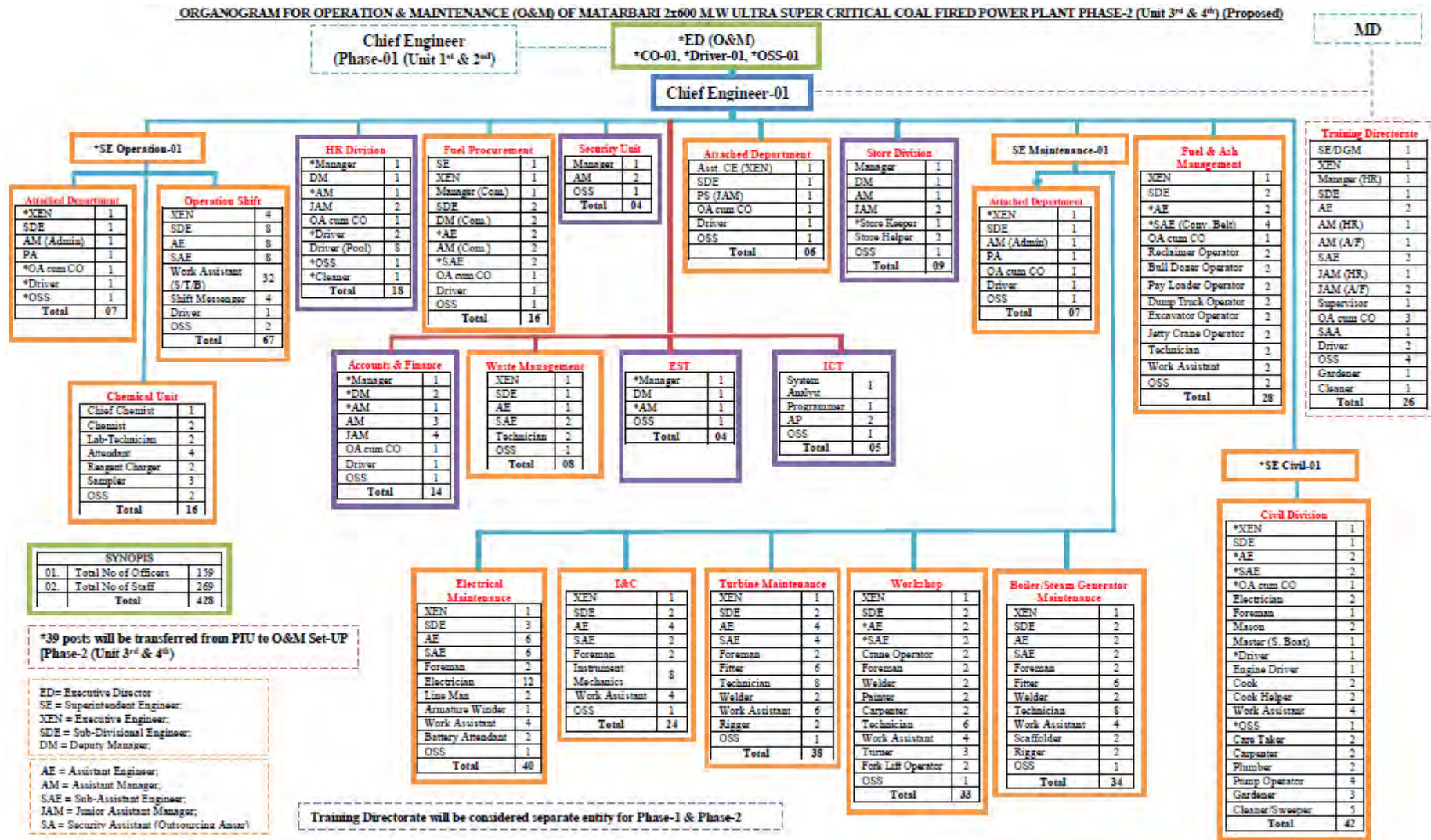
ORGANOGRAM FOR OPERATION & MAINTENANCE (O&M) OF MATARBARI 2x600 M.W ULTRA SUPER CRITICAL COAL FIRED POWER PLANT



出典：CPGCBL

図 12.3-1 CPGCBL マタバリ火力発電所（フェーズ1）体制図

バングラデシュ国マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業（フェーズ2）準備調査  
ファイナルレポート



出典：CPGCBL

図 12.3-2 CPGCBL マタバリ火力発電所（フェーズ2）体制図

前2図に表記された要員を Officer と Staff に分け、フェーズ1 とフェーズ2 を比較できるようにしたリストは次の通り。本要員には、PIU から引き続き業務を担当する要員も含まれる。

Table: Number of Employees at the time of project completion

Group Name	The Phase -1 Project (As of July 2024)		The Phase-2 Project (As of July 2031)		Total (Phase-1&2) (As of July 2031)	
	Officers	Staffs	Officers	Staffs	Officers	Staffs
Executive Director (O&M)	0	0	1	3	1	3
Chief Engineer (CE)	1	0	1	0	2	0
Attached Department (CE)	1	26	3	3	4	29
Superintendent Engineer (Operation)	1	0	1	0	2	0
Attached Department SE (Operation)	2	6	3	4	5	10
Operation Shift	22	12	28	39	50	51
Chemical Unit	5	12	3	13	8	25
HR Division	5	0	5	13	10	13
Fuel Procurement	11	1	13	3	24	4
Security Unit	3	24	3	1	6	25
Store Division	4	9	5	4	9	13
Superintendent Engineer (Maintenance)	1	0	1	0	2	0
Attached Department SE (Maintenance)	2	6	3	4	5	10
Fuel & Ash Management	24	41	9	19	33	60
Accounts & Finance Division	2	0	11	3	13	3
Waste Management	5	4	5	3	10	7
Environment, Safety & TQM (EST)	5	0	3	1	8	1
Information & Communication Technology (ICT)	4	0	4	1	8	1
Electrical Maintenance	16	32	16	24	32	56
Instrumentation & Control (I&C)	7	17	9	15	16	32
Turbine Maintenance	7	17	11	27	18	44
Workshop	5	23	7	26	12	49
Boiler/Steam Generator Maintenance	7	19	7	27	14	46
Superintendent Engineer (Civil)	0	0	1	0	1	0
Civil Division	4	46	6	36	10	82
Audit Division	5	0	0	0	5	0
Total	149	295	159	269	308	564

### 12.3.2 発電所のメンバー構成を達成するための人員雇用計画

実施機関の説明によると、PIU を含め発電所のメンバー構成の計画は、DPP に盛り込まれ、省庁間協議を経て電力局の承認を得る必要があるとのこと。

実施機関は、要員構成計画が盛り込まれた DPP が承認された後、次年度の要員雇用計画を前年度末までに作成し政府承認を得た後に、JICA バングラデシュ事務所に提出することとしている。

実施機関の計画では、発電所メンバーの業務は、本体工事（EPC 契約）の設計承認・工事監理から開始されると考えているとのことであるので、もしその通りであれば、本体工事（EPC 契約）の開始時までにはメンバー構成を整えておく必要がある。

但し、例外として、運転・維持管理専門のメンバーの雇用をその時期までに終えておく必要はない。もし実施機関が他プラントでの事前実地訓練などを計画しないのであれば、運転・維持管理専門のメンバーの雇用は、より後の段階までに雇用すれば十分である。試運転開始前までに雇用を終えておけば間に合うことになる。

### 12.3.3 外部から人を雇用する場合の TOR・選定方法・選考資格・給与水準

12.2.3 項に準ずるものと想定される。

#### 12.3.4 運転・維持幹部局（発電所）のトレーニング計画の策定

- (1) 実施機関は、コンサルタントおよび請負業者と協議して「CPGCBL トレーニングセンター」を設立し、1) 実施機関職員向けプロジェクトの技術トレーニングプログラムの開発、2) 工事期間中に請負業者が準備する発電所の O&M 技術マニュアルの維持、および3) 適切な技術トレーニングの提供/ 実施機関職員および外部委託事業者への上記知識の移転、への責任を負うとしている。
- (2) 特に設計、工法、O&M 手法に関する知識は、プロジェクトの中で実施機関職員に適切に移転されるものとする。主要な実施機関職員は、最初にコンサルタントと請負業者からトレーナーに対するトレーニング（TOT）を受講し、次にこれらの主要な職員が他の実施機関職員にトレーニングを行うとしている。
- (3) 実施機関は、コンサルタントと請負業者の支援を得て、運転・維持管理要員向けの包括的なトレーニング計画を実施するとしている。実施機関は、プラントのエンジニアリング、運転・維持管理、人的資源管理（HRM）、経理/財務/監査並びに環境、安全および TQM（EST）について、試運転前に下記スケジュールに従って、適切なトレーニング施設が利用できる請負業者または下請業者の施設で 72 人の職員のトレーニングを実施することを希望している。

Item	Person	Training Days	Staying Days	Remarks
Steam Generator	12	60	90	Training Schedule will be shared latter and any course may be combined with any of the batches subject to the approval of the Employer/Engineer
Steam Turbine and Generator	12	60	90	
Material Handling	12	60	90	
General & Balance of the Power Plant	12	60	90	
Instrumentation and Control (I&C) and Electrical	12	60	90	
Human Resource Management (HRM)	4	20	30	
Accounts/Finance/Audit	4	20	30	
Environment, Safety & TQM (EST)	4	20	30	
Total	72	360	540	

出典：CPGCBL

上記トレーニングの費用は請負契約の金額見積に含まれている。トレーニングの対象人数や日数は、最終的には請負業者との交渉となるが、この程度十分な日数を掛けたトレーニングが実施できれば、実施機関の運転・維持要員にとっては大変貴重な学びの場となると考えられる。トレーニングの必要日数としては、最低でも 20 日程度は必要と考えられるので、上記日数は十分なものであると考えられる。

また、実施機関は、建設段階で現場のエンジニアにオンザジョブトレーニングを実施している。それに加えて、実施機関は職員に当国内での訓練を実施するとも述べている。実施機関はトレーニング計画策定後、それを JICA に提出することとなる。これらの機会も、実現できれば職員の技術の習熟に資することになると考えられる。

具体的なトレーニングの内容については、フェーズ 1 FS ファイナルレポート 13.3.2 と 13.3.3 で提案されており、現在も同レポートの内容に従ってフェーズ 1 の運転・維持要員に対するトレーニング計画を策定中と考えられる。基本的には、フェーズ 2 の運転・維持要員に対するトレーニング内容もフェーズ 1 とほぼ同様の内容になると考えられる為、以下に記載を再掲する。

“13.3.2 発電所要員の養成方法”

(1) 建設工事期間を活用した O&M 要員の養成

前節でも述べたように、発電所運転開始後に発電所の運転部門、補修部門のキーマンとなる要員候補者を、建設工事中に各自の職種に応じた部門に配置し、必要な専門技術を習得する仕組みを確立する。また、技術面のみでなく、安全管理体制についても習得する仕組みを確立する。

(2) 石炭運用管理、環境管理要員の養成

発電所運転開始後には、発電所の運転保守のみでなく、石炭調達や環境管理に関する要員を養成する必要がある。石炭調達、環境管理の実務については、専門会社へ委託する方法も考えられるが、その場合は該当委託業務を監督・管理する要員が必要となる。本研修は、発電所の試運転開始前に候補者を海外の類似設備に派遣し、トレーニングを行う必要がある。

(3) 新入社員研修

新入社員の育成は、発電所の O&M を実施していくにあたり非常に重要な要素である。新入社員のレベルとしては、基礎的な発電業務を自ら進んで的確に遂行できる以下の水準とする。

- ◆ 社員としての責任感と行動規律の体得
- ◆ 火力発電設備の運転保守に関する法律やマニュアルを理解し、日常業務に活用できること
- ◆ 発電業務に関する安全の基礎知識を身につけ、安全基本動作が体得されていること 一年間の研修プログラムを下表の通りに提案する。

“表 13.3-1 新入社員研修のスケジュール”

month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
机上研修												
日勤時の OJT												
夜勤時の OJT												
集合総合研修												
シミュレータ研修												

出典：バングラデシュ国チッタゴン石炭火力発電所建設事業準備調査報告書

研修の指導は、基本的には長期に海外の発電所で経験を積んだ要員が実施するが、必要に応じて、常駐しているメーカーの技術指導員も活用する。

(4) 認定制度の採用

技術習得レベルに応じて一定の水準を設定し、技術習得レベルと給与水準を連動させる方策が望まれる。また、メーカー技術指導員並みの技術修得者はドイツのマイスター並みの称号とそれに見合う給与を与える仕組みを構築し、技術修得者が高い給与水準の IPP に流失することを防止する方策も必要である。

“表 13.3-2 認定制度の概要”

認定資格	新入社員	クラス I	クラス II	クラス III	クラス IV	クラス V	クラス VI
経験	1 年	1-2 年	1-2 年	2-3 年	2-3 年	2-3 年	
技能レベル	Worker	Engineer Vice Chief Engineer			Chief Engineer	Master	

カリキュラム	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 導入研修(3 ヶ月)</li> <li>✓ OJT 研修(10 ヶ月)</li> <li>✓ 資格認定試験実施 (年1回実施)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 業務経験 1-2 年毎に資格認定試験を実施、試験合格者は上位クラスに昇進</li> <li>✓ 特に優秀者は飛び級も可能</li> <li>✓ 技術習得レベルと給与水準を連動</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 指導職として後身の指導に当たる</li> <li>✓ 指導職のためのトレーニングを受ける。</li> </ul>
罰則	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 3 回の不適合となった者は本採用を見送る</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 著しく技能が劣るものは降格</li> </ul>	

出典： Bangladesh 国チッタゴン石炭火力発電所建設事業準備調査報告書

### “13.3.3 運転訓練”

#### (1) 新入社員運転訓練

新入社員は前項に示した研修スケジュールに従って訓練を行う。訓練の内容は以下の通りである。

“表 13.3-3 新入社員運転訓練内容”

研修	期間	内容
机上研修	2 ヶ月	経営方針 関係法規及びマニュアル 安全教育 電気・機械に関する基礎知識 火力発電の概要
日勤時の OJT	4 ヶ月 +2 ヶ月	安全教育 発電業務の特徴と業務内容 直勤務の重要性と業務内容 主要システムの概要と配置 図面及び現場計器の見方 巡視・操作時の目的及び注意事項 各種機器の点検箇所・方法
夜勤時の OJT	3 ヶ月	緊急時の連絡・退避方法 道具・工具・測定機器の使い方 補機の起動・停止方法 定期点検の方法 軽微な警報発生時の応急処理方法 発電所の保安防災体制
集合総合研修	1 ヶ月	課題解決活動のテーマ選定 事故事例検討 環境対策に関する基礎知識
シミュレータ研修	2 ヶ月	基本操作の習得 軽微な警報対応 課題解決活動の実施

出典： Bangladesh 国チッタゴン石炭火力発電所建設事業準備調査報告書

#### (2) タービン運転訓練

タービン運転員として業務する前に、まずシミュレータによる以下の項目の訓練を行う。その後、準運転員として規定の期間、タービンの運転業務を行う。

#### ◆ 水循環装置



- ◆ 熱水発生装置
- ◆ 蒸留装置
- ◆ 給水ポンプ

(3) ボイラ運転訓練

ボイラ運転員として業務する前に、タービン運転員と同様に、まずシミュレータによる以下の項目の訓練を行う。その後、準運転員として規定の期間、ボイラの運転業務を行う。

- ◆ 集灰器
- ◆ 粉碎機
- ◆ 空気予熱器
- ◆ 煤煙換気器
- ◆ 給炭器

(4) シニア運転訓練

5年程度の運転経験を有しているものは、シニア運転員として後身の指導を行う。さらに、技術的な問題解決のための判断、安全対策等に関する訓練を行う。

“表 13.3-4 運転訓練のパターン”

訓練種別	訓練項目	訓練期間
準運転員（新入社員）	導入研修 準運転員研修(OJT)	1 年間
準タービン運転員	タービンシミュレータ訓練 準タービン運転員(OJT)	1-2 年間
準ボイラ運転員	ボイラーシミュレータ訓練 準ボイラ運転員(OJT)	1-2 年間
タービン運転員	タービンシミュレータ訓練 タービン運転員(OJT)	2-3 年間
ボイラ運転員	ボイラーシミュレータ訓練 ボイラ運転員(OJT)	2-3 年間
シニア運転員	事故復旧シミュレータ訓練 タービン/ボイラ運転員(OJT)	2-3 年間

出典：バングラデシュ国チッタゴン石炭火力発電所建設事業準備調査報告書

(5) 事故復旧訓練

運転員に必要とされる警報発生時の対応操作や非常時の判断力の育成は、新入社員のみならず、ベテラン社員においても重要な要素である。しかし、自動化が進んだプラントにおいては、実体験が少なく、実機での研修は不可能である。そこで、シミュレータを用いたチームでの事故復旧訓練を行い、判断力及び操作技術の向上が必要となる。事故復旧訓練の事故例を以下に示す。

“表 13.3-5 事故復旧訓練の事故例”

系統名	事故例
ボイラ系統	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ チューブリーク</li> <li>✓ 微粉炭漏れ</li> <li>✓ 蒸気圧低下</li> <li>✓ 蒸気温度低下</li> </ul>
タービン系統	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 振動大</li> <li>✓ 軸受け油圧低下</li> <li>✓ 復水器細管漏洩</li> </ul>
電気系統	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ AVR 故障</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 発電機電機子短絡</li> <li>✓ 発電機回転子短絡</li> </ul>
制御系統	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ トランスミッター故障</li> <li>✓ コントローラ異常</li> </ul>
その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 地震</li> <li>✓ 制御空気圧低下</li> </ul>

出典：バングラデシュ国チッタゴン石炭火力発電所建設事業準備調査報告書

## 12.4 情報管理

本項では、CPGCBL が望んでいる平常時の発電所の運転に関する情報管理について記載する。本項の構成は、1 点目は通信基盤を含む情報発信の課題、2 点目はデータベース型 IT システムを使用して情報をフィードバックすることによる運転維持管理への活用、3 点目は環境分野等の外部への情報発信を目的とした情報活用となっている。

### 12.4.1 情報発信

BERC によって認可された「電力系統運用規則 2012 (Electricity Power Grid Code 2012)」によれば、発電会社は PGCB の中央給電所 (National Load Dispatch Center, NLDC) が監視・管理するために必要な発電所のリアルタイム情報を収集できるシステムを所有しなければならない。必要となるリアルタイム情報には、i) 母線電圧、ii) 周波数、iii) MW、iv) MWh、v) MVAR、vi) 力率、vii) 開閉器の状態が含まれる。このための専用通信網は PGCB と発電会社によって開発されている。通信系メディアは、電力線通信やマイクロ波から光ファイバーに変わってきている。主な電力系統は、同時デジタルハイアラキー (SDH) が採用されている。SDH に関しては、STM-1 (150Mb/s) が地方部では採用されている。一方、STM-4 (600Mb/s) はダッカ周辺でリング型伝送網によって構築される。N-1 の基準を満たすためには、設計理念の中に、余剰が想定される。設計理念とは、大抵光ファイバー2 回線で構築される。そのうち、主要な回線は SDH で構築され、もう一方は代替回線であり、アナログ通信システムの PDH で構築される。PGCB の通信システムでは、管理部門の社員の E メールや電話等の電力供給以外のデータ通信用のネットワークは、電力供給用の通信ネットワークと物理的に分離されている。PGCB では管理部門のデータ通信には電力供給以外の目的で使用される公衆電話網を使用し、電力供給の目的では PGCB 専用のデータ通信ネットワークを使用している。

CPGCBL の場合は、発電所と PGCB の通信ネットワークの間を接続する通信網を開発する責任がある。一方、その通信インフラは、接続完了後は PGCB の所有物になる。現在、Matarbari CTPP から Anowara の 400kV 変電所までの 400kV 送電線に光ファイバー複合架空地線 (OPGW) を敷設する計画を本調査で検討しており、同時に計画中の Anowara 変電所から Megnaghat 変電所までの 400kV 送電線の OPGW を経由して NLDC まで接続することになっている。

上記の通り、CPGCBL の発電所から発信された情報は、PGCB の SCADA ネットワークを通じて、PGCB の NLDC へ伝送される。その一方、CPGCBL の事務所は SCADA ネットワークと接続されないため、CPGCBL の事務所は発電所からの発信情報を直接受信することはできず、既存の BPDB の子会社と同じように、NLDC から公衆電話網 (FAX や E メール等) を通じて、翌日の発電可能容量等の限定された情報しか受信できない。

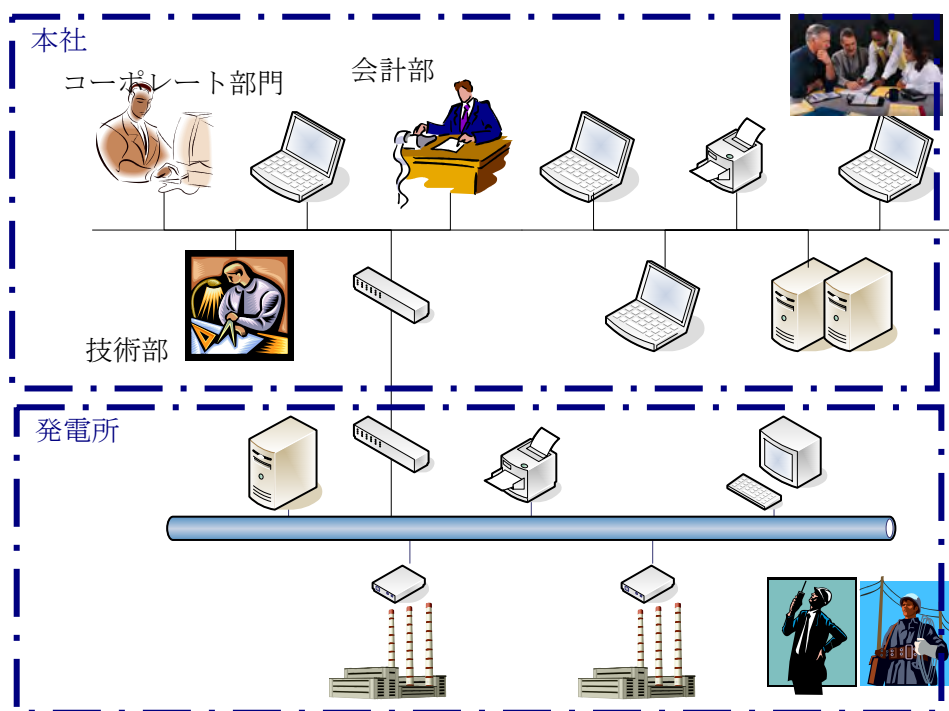
### 12.4.2 維持管理活動へのフィードバック：Performance Management System の導入

次に、データベース型 IT システムにより管理された発電所の情報の活用を最大限にすること、発電会社の社内の通信ネットワークを開発することの2 点を記載する。

通信ネットワークの課題に加え、他の BPDB の子会社も直面している課題に CPGCBL は直面することになる。その課題とは、データがハードコピーで保存されている、もしくは管理職の特定の PC に保存されるため、発電所の製図や設備マニュアルのようなデータが、特定の職員 (管理職) にのみ公開される傾向があることである。また、年間の維持管理計画を作成する設計担当の

技術者や財務管理をしている会計管理の職員等、本来そのデータを必要とする職員が簡単にアクセスできないことである。

図 12.4-1 は、上記の課題を解決するための通信システム設計のイメージを示している。CPGCBL は通信システム自体を自社で開発をするか、又は、既に出回っている似た機能を持つ通信システムを調達する。



出典：バングラデシュ国チッタゴン石炭火力発電所建設事業準備調査報告書

図 12.4-1 発電所ネットワークのイメージ

システムは以下の機能を備えた PC により構築される。

- ◇ 燃料効率管理機能
- ◇ 発電計画のための発電量記録管理機能
- ◇ 政府へ提出する発電月報の作成機能
- ◇ アニュアルレポート等の PR 資料の作成機能
- ◇ 定期点検に利用される統計データの作成機能

以上の結果を簡単に適宜、出力出来るようにネットワークとデータベースにより構築されたシステムとする。

表 12.4-1 情報データの種類

24 時間監視データ		出力記録データ [14:00 1,000 MW]	
項目	サンプル値	項目	サンプル値
発電電力量	16,660 MWh	発電機出力	1,000 MW
消費電力量	636 MWh	主タービン圧力	246 atg
利用率	69.1%	主タービン温度	538 °C
所内率	3.8%	再熱蒸気温度	567 °C
発電所効率	39.6 %	供給水温度	279 °C
燃料消費量	3,354 kNm <sup>3</sup>	O <sub>2</sub> 濃度	1.4 %
燃料熱量	10,740 kcal	排ガス温度	110 °C
給水量	2 t	発電所効率	40.3%
取水排水温度差	3.9 °C	凝縮器データ	

クラゲ情報データ		項目	サンプル値
項目	サンプル値	取水口海水温度	21.1 °C
最大取水時間		取水排水温度差	7.0 °C
最大取水量	t/h	真空度	719.7 mmHg
8時の取水量	t/h	真空からの偏差	-1 mmHg
排ガスデータ			
項目	サンプル値	項目	サンプル値
NOx 濃度	ppm	ばいじん濃度	ppm
SOx 濃度	ppm		

出典：バングラデシュ国チッタゴン石炭火力発電所建設事業準備調査報告書

CPGCBLはPGCBのSCADAを使用することが出来ないため、自前の内部通信網の導入が必要となる。内部通信網の構築には、伝送データの特性を考慮した高いレベルの情報セキュリティが必要となる。そのためには、PGCBが所有するOPGWの使用していない光ファイバー（空き芯）をPGCBから購入することが最も適切である。PGCBより空き芯を購入出来ない場合には、公的な通信会社が提供する商用バーチャルプライベートネットワークを利用することが適当である。

#### 12.4.3 外部への情報発信

前項では内部利用の情報データについて記載したが、本項では公衆関係等、外部利用の情報データについて述べる。本プロジェクトで建設する発電所は規模が大きいことから、発電所の地域社会に与える影響は大きい。したがって、地域社会との信頼構築は欠かすことが出来ない。そのために、発電所の情報開示は信頼構築の取り組みの一つとなる。情報開示データ種別を以下に示す。

- (1) 排ガス：ばいじん、NOx、SOxを含む発電所から排出される主要な排ガスデータ  
環境問題の監督機関である森林環境省では、これらの排ガスデータの定期的な報告を求めているため、既設の発電会社はウェブサイトを利用した情報開示を行っていない。その代わりに、排ガスデータの提出を求められた場合には、紙の報告書を政府に提出している。CPGCBLは、地域社会住民の求めに応じ、排ガスデータのモニタリングポストを設置すべきである。
- (2) 復水器の水溫（温排水温度）：生態系に影響を与える発電所周辺の海水温の変化は漁業に影響を与える可能性がある。固定点での海水温測定は、漁業に与える影響を把握することが出来、地元の漁師との友好的な関係構築に適している。

#### 12.5 O&M 費用

「秘匿性の高い情報が含まれるため、掲載いたしません。」

## 第13章 環境社会配慮調査

### 13.1 当国における環境社会配慮の制度と組織

#### 13.1.1 当国における環境社会配慮に関する法令・制度

##### (1) 環境社会配慮政策、法令等

当国における、環境社会配慮に係る法令、政策を表 13.1-1 に示す。1/2 号機事業に関わる準備調査以降での注目すべき法令としては生物多様性法と不動産取得・収用法の成立が挙げられる。

表 13.1-1 環境社会配慮に係る法令、政策

区分	法令・政策名	概要
憲法		
1	バングラデシュ国憲法 (The Constitution of the People's Republic of Bangladesh, 1972)	第2部18条Aに現在と将来の国民のため、天然資源、生物多様性、湿地、森林、野生生物の保全と改善に努めるべきことと述べられている。
環境政策		
1	国家環境政策 (The National Environmental Policy, 1992, 2013, 2018)	17の主要な環境課題と12の目標が掲げられている。23セクターにおける271の行動計画を示している。災害、気候変動、資源等、様々な問題を踏まえ2018に改正され、主な政策は次のとおりである。 + 自然環境への影響を軽減し、持続可能な開発を確保する + 将来を踏まえ開発活動は、環境保護の一部と考える + 科学的検討に基づき天然資源を利用する + 天然資源の使用は、環境への影響とリスクを考慮する。 + 国家開発計画策定は、生態系、天然資源の経済的価値を考慮する + 再生可能な資源の持続可能な利用を促進する + 生物多様性の保全を通じて、貧困削減と食料安全保障の長期的な課題に取り組み
2	国家環境管理行動計画 (National Environment Management Plan, 1995)	水分野を含む12のセクターについて、セクターごとの環境課題ととるべき行動を示している。策定にあたってワークショップが開催され、NGOや住民の意見が取り入れられている。
環境保全・環境影響評価		
1	バングラデシュ環境保全法 (The Bangladesh Environmental Conservation Act: ECA), 1995 (2010年改正)	当国の環境保全にかかる基本法。環境局 (Department of Environment: DoE) が発行する環境許可証 (Environmental Clearance Certificate: ECC) なしではいかなる工場設立や事業も実施できないことを定めている。
2	環境保全規則 (The Environmental Conservation Rules: ECR), 1997 (2002年改正)	環境影響評価とECC取得プロセス、および、環境基準 (大気、水質、騒音、悪臭)、排出基準 (排ガス、排水、廃棄物) を定めている。
3	工場立地に関わるEIAガイドライン (EIA Guidelines for Industries, 1997)	ECA195およびECRに定めたEIA手法を解説している。
汚染対策		
1	環境汚染防止令 (Environment Pollution Control Ordinance, 1977)	大気、水、土壌などの汚染防止にとどまらず生活様式や植物等への悪影響など広範な環境に対する汚染防止をうたっている。
2	環境裁判所法 (The Environmental Court Act, 2000, 2010)	環境保全法および環境保全規則の執行を確かなものにするため、環境汚染委関する犯罪の裁判を行うための裁判所設立を定めている。
自然環境		
1	バングラデシュ生物多様性法 (Bangladesh Biodiversity Act, 2017)	生物多様性の保全と、資源と生物相の持続可能な利用、得られる便益の公正・公平な配分について定めている。
2	野生生物保護法	野生動物保護について定めている。

区分	法令・政策名	概要
	<i>The Wildlife (Conservation and Security) Act 1974, 2012</i>	
3	自動車法 (The Vehicle Act, 1927 and the Motor Vehicles Ordinance ,1983)	自動車排ガス, 騒音, 道路・交通安全について定めている。
4	水源衛生法 (Water Supply and Sanitation Act,1996)	水源管理と郊外の衛生管理について定めている。
5	水産資源保護法 (The Protection and Conservation of Fish Act ,1950)	政府所有の水域での水産保護について定めている。
6	地下水管理法 (The Ground Water Management Ordinance (1985)	地下水管理とチューブ (パイプ) 井戸の許可について定めている。
7	森林法 (The Forest Act (1927))	森林保護保全について定めている。
8	民有林法 The Private Forests Ordinance Act (1959)	民有林の保護と荒地の植林について定めている。
9	堤防と排水法 The Embankment and Drainage Act (1952)	堤防の保護と排水設備について定めている。
10	文化財法 (The Antiquities Act,1968)	文化遺産, 歴史的記念碑, 保護区の保全について定めている。
11	労働法 (Bangladesh Labour Law ,2006))	労働者の権利, 快適な労働環境, 安全の確保について定めている。
用地取得・住民移転		
1	不動産取得収用法 (The Acquisition and Requisition of Immovable Property Act), 1982, 2017	旧不動産取得収用法 (The Acquisition and Requisition of Immovable Property Ordinance, 1982) が法として改訂された。土地および土地に付随する資産の取得手続きを定めており、土地に対する補償額と取得に伴う損害に対する補償が改善された。

出典：調査団作成

また、当国が批准している環境に関連する国際条約等を表 13.1-2 に示す。

表 13.1-2 当国が批准する国際条約等

No	国際条約等の名称	批准/署名年
1	ラムサール条約 (Convention on Wetland of International Importance Especially as Waterfowl Habitat, 1972)	1992
2	国連海洋法条約 (United Nations Convention on the Law of the sea, Montego Bay, 1982)	2001
3	リオ宣言 (Rio Declaration, 1992)	1992
4	生物多様性条約 (Convention on Biological Diversity, Rio de Janeiro, 1992)	1994
5	バーゼル条約 (Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and their Disposal, 1992)	1993
6	京都議定書 (Kyoto protocol 1997) the Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and their Disposal	2001
7	気候変動枠組み条約 (United Nations Framework Convention on Climate Change, 1994)	2016
8	1973 年の船舶による汚染の防止のための国際条約に関する 1978 年の議定書 (附属書 I&II), (附属書 III), (附属書 IV), (附属書 V) MARPOL 73/78 (Annex I/II), (Annex III), (Annex IV), (Annex V)	2003

出典：調査団作成

## (2) 環境影響評価制度

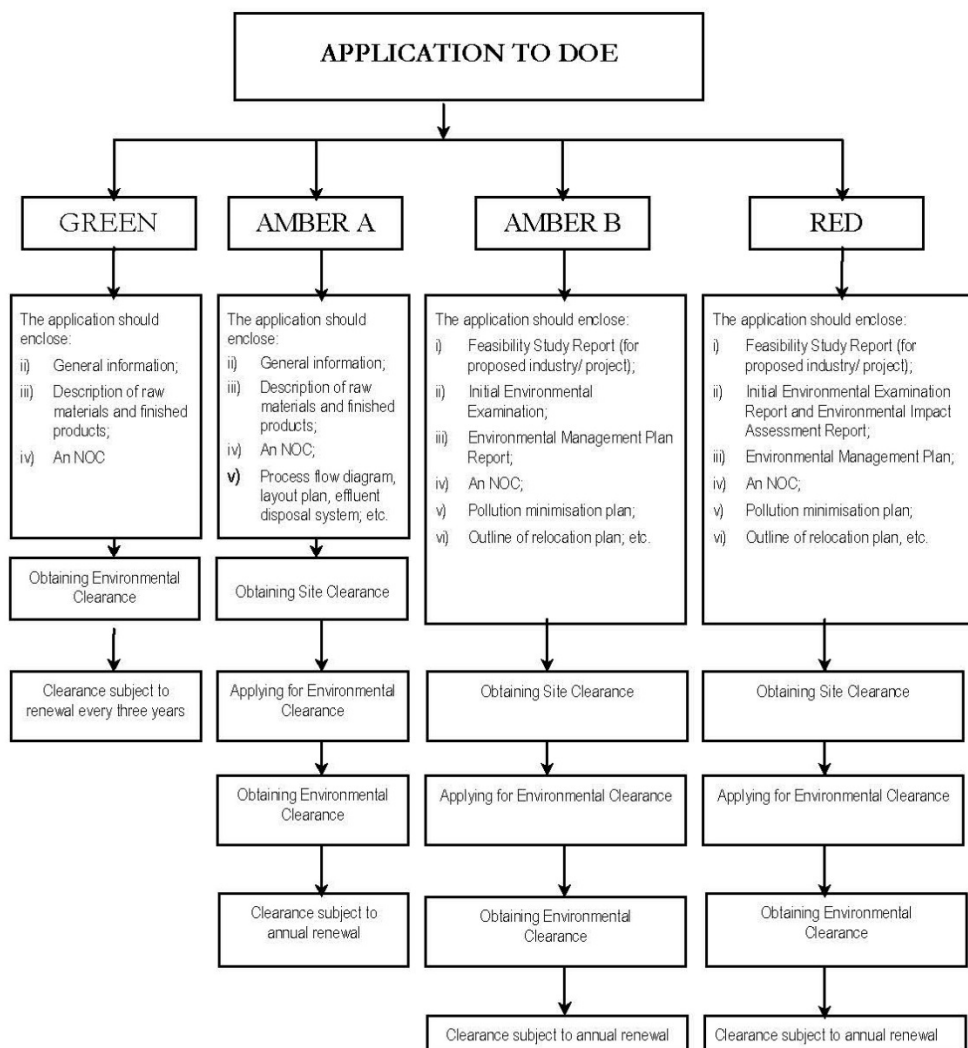
### (a) 立地許可 (SC) と環境許認可 (ECC) の取得プロセス

バングラデシュ環境保全法 (The Bangladesh Environmental Conservation Act: ECA) によると、全ての事業は環境森林気候変動省 (Ministry of Environment, Forest and Climate Change: MoEFCC) の環境局 (Department of Environment: DoE) が発行する立地許可 (Site Clearance: SC) と環境許認可証 (Environmental Clearance Certificate: ECC) を取得する必要があるとされている。

SC および ECA の運用規則にあたる環境保全規則 (Environmental Conservation Rules: ECR) では、想定される環境影響の大きさに応じて対象事業をグリーン (Green)、オレンジ A (Amber A)、

オレンジ B (Amber B)、レッド (Red) の 4 つのカテゴリに分類しており、環境影響の大きさに応じて異なる SC および ECC の取得プロセスを図 13.1-1 のとおり定めている。

このうち、グリーンおよび、A に分類される事業は事業概要書と地元自治体に異議がないことを示す書類の提出によって ECC の取得が可能である。オレンジ A に分類される事業は SC の取得後、ECC の申請を行う。オレンジ B に分類される事業では初期環境調査 (Initial Environmental Examination: IEE) と環境管理計画 (Environmental Management Plan: EMP) の作成が必要である。レッドに分類される事業では IEE、EMP に加えて環境影響評価 (Environmental Impact Assessment: EIA) の作成が必要となる。本事業は発電所事業であり ECR 付表 1. (D) レッドカテゴリ第 6 項に基づきレッドに分類されることから、IEE と EIA の作成が必要となる。



NOC = No Objection Certificate, usually obtained from local government.

出典：DOE, EIA Guidelines for Industries

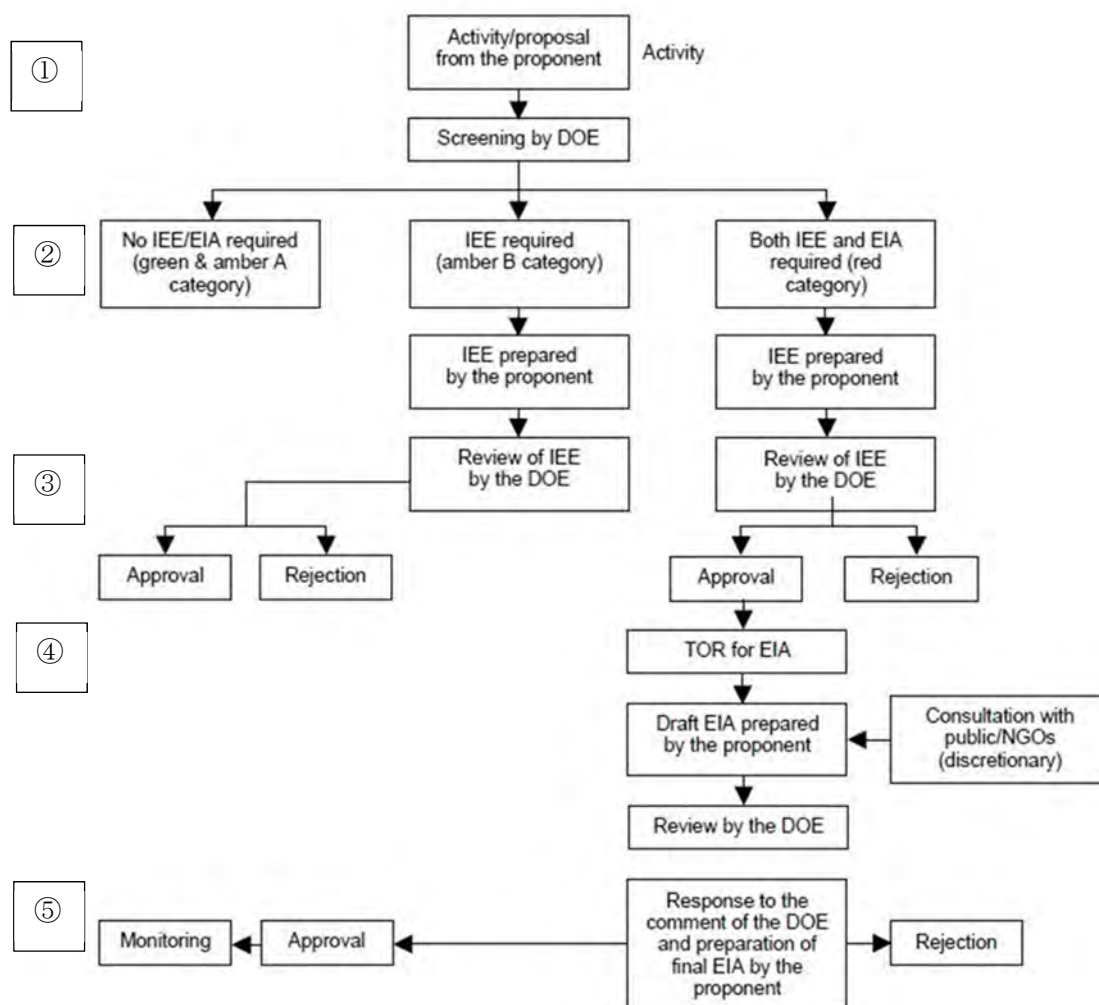
図 13.1-1 環境許可証 (ECC) 取得フロー

(b) EIA の承認手続き

EIA の手続きフローを図 13.1-2 に示す。

実施機関から事業計画が DOE に提出されると (図中①)、DOE はスクリーニングを行い、前述のカテゴリが決定される。これに伴い、事業計画が IEE 不要、IEE のみ必要、IEE および EIA が必要の 3 つのプロセスのうち、どのプロセスを経る必要があるかが決まる。(図中②)。レッドカテゴリでは IEE で審査され (図中③)、EIA 調査の TOR が DOE によって承認される (図中④)。実施機関は承認された TOR に基づきドラフト EIA を作成し、DOE に提出し、DOE からのコメン

トに基づきファイナル EIA を作成し、最終的な EIA の承認を得る。（図中⑤）



出典：Evaluation of environmental impact assessment procedures and practice in Bangladesh, Impact Assessment and Project Appraisal 22(1), Rafique Ahammed and Nick Harvey, 2004.

図 13.1-2 EIA 実施プロセスのフローチャート

本事業が該当するレッドカテゴリーの場合の手続きの詳細は ECR によると以下のとおりである。

1) IEE の作成（実施機関）

- a) 事業の概要（施設の構成と操業フロー、事業平面、環境汚染対策施設の概要等）と事業が及ぼす影響や、事業実施区域の環境についてのベースライン情報の収集
- b) IEE 作成段階における重要項目の特定
- c) 緩和策、環境管理計画（EMP）、代替地やその他の事業改善点の提案
- d) EIA 調査の計画書（TOR: Terms of Reference）

2) SC 申請・取得

IEE 報告書完成後、実施機関は規定の書式を用いて、環境局へ立地許可（Site Clearance: SC）を申請し承認を得る必要がある。立地許可申請に必要な書類は以下のとおりである。

- a) 事業の実施可能性調査（FS: Feasibility Study）報告書
- b) IEE 報告書
- c) 地域自治体からの異議なし証明書（NOC: No Objection Certificate）
- d) 環境への悪影響抑制のための緊急対応計画を含めた管理計画



- e) 該当する場合には、住民移転計画の骨子
- f) 必要と判断されるその他の情報

SC 申請後 60 日以内に、EIA 調査の計画書（TOR）に対するコメントとともに立地許可が実施機関へ交付される。

3) EIA 報告書の作成・審査

実施機関は、上記 TOR に基づき EIA を実施し、EIA 報告書を環境局へ提出する。  
EIA の審査は実施機関からの EIA 報告書の提出後、環境局が 60 日以内に実施する。

4) ECC の申請・取得

EIA 報告書の承認を得た後、実施機関は建設工事とモニタリングを開始し、DOE に ECC の申請を行う。  
ECC は申請後 30 日間で発行される。

5) ECC の更新

レッドに分類される事業では、実施機関が供用開始後 ECC を毎年更新しなければならない。  
ECC の更新手続きは実施機関からの申請後 60 日以内に、環境局から更新 ECC が発行される。

(c) 情報公開

当国では行政文書に係る情報公開に関する法令は存在していない（Ahmed and Ferdausi, 2016）<sup>1</sup>。また、EIA 報告書の公開に関しても ECA1995 および ECR に規定はない。一方、JICA 環境ガイドラインでは、「環境アセスメント報告書（制度によっては異なる名称の場合もある）は、プロジェクトが実施される国で公用語または広く使用されている言語で書かれていなければならない。また、説明に際しては、地域の人々が理解できる言語と様式による書面が作成されねばならない」、「環境アセスメント報告書は、地域住民等も含め、プロジェクトが実施される国において公開されており、地域住民等のステークホルダーがいつでも閲覧可能であり、また、コピーの取得が認められていることが要求される」と規定している。

---

<sup>1</sup> Ahmed, Tanvir and Shakil Ahmed Ferdausi, 2016 : Evaluation of the EIA System in Bangladesh. Conference: 36th Annual Conference of the International Association for Impact Assessment

---

### 13.1.2 環境基準・規制等

当国の環境規制値は、環境保全規則に記述されている。本事業に係る大気環境、水環境、騒音の環境基準、規制値、ならびに自然保護区、環境規制地域は次のとおりである。

#### (1) 大気質

当国の大気環境基準および対応する WHO の大気環境基準（IFC/WB EHS ガイドライン 2007）を表 13.1-3 に併記する。

表 13.1-3 当国の大気質基準<sup>2</sup>（ECR, 2005 年改正）

No.	Pollutant	Concentration (mg/m <sup>3</sup> )		Exposure time
		ECR	IFC/WB EHS Guidelines 2007	
a)	Carbon Mono-oxide	10	-	8 hours
		40	-	1 hour
b)	Lead (Pb)	0.5	-	Annual
c)	Nitrogen Oxide	0.1	0.04	Annual
d)	Suspended Particulate Matter (SPM)	0.2	-	8 hours
e)	Particulate Matter 10 (PM10)	0.05	0.070 (Interim target-1) 0.050 (Interim target-2) 0.030 (Interim target-3) 0.020 (guideline)	Annual
		0.15	0.150 (Interim target-1) 0.100 (Interim target-2) 0.075 (Interim target-3) 0.050 (guideline)	24 hours
f)	Particulate Matter 2.5 (PM2.5)	0.015	0.035 (Interim target-1) 0.025 (Interim target-2) 0.015 (Interim target-3) 0.010 (guideline)	Annual
		0.065	0.075 (Interim target-1) 0.050 (Interim target-2) 0.0375 (Interim target-3) 0.025 (guideline)	24 hours
g)	Ozone	0.235	-	1 hour
		0.157	0.160 (Interim target-1) 0.100 (guideline)0.160	8 hours
h)	Sulfur dioxide	0.08	-	Annual
		0.365	0.125(Interim target-1) 0.050(Interim target-2) 0.020 (guideline)	24 hours

備考：

(1) IFC/WB EHS Guidelines 2007 は、段階的なアプローチの必要性から Interim target が設定されている。参考として、日本の大気環境基準を下表に示す。

Pollutant	Concentration (mg/m <sup>3</sup> )	Exposure time	Remarks
SOx	0.114	24 hrs	Interim target-1 equivalent
	0.286	1 hr	---
NO2	0.079-0.118	24 hrs	---
CO	12.5	24 hrs	---
	25	8 hrs	---
Ox(O3)	0.129	1 hr	Intermediate value between Interim target-1 and guideline value
PM10	0.100	24 hrs	Interim target-2 equivalent
	0.200	1 hr	---
PM2.5	0.015	Annual	Interim target-3 equivalent

<sup>2</sup> 年 1 回を、超えないこととする。

	0.035	24 hrs	Interim target-3 equivalent
--	-------	--------	-----------------------------

(2) 現在、当国は開発途上にあることを勘案し、本調査は Interim target-1 を参照した。

出典：Bangladesh Gazette July 19 2005, IFC Environmental Health and Safety Guidelines 2007

表 13.1-4 に当国の工業施設における排ガス排出基準を、また表 13.1-5 に当国の工業ボイラ排気の排出基準をそれぞれ示す。

**表 13.1-4 当国の工業施設における排ガス排出基準 (ECR, 1997)**

No.	Parameter	Unit	Standard Limit
1	Particulates		
	a) Electric Power Station of 200 Megawatts and above	mg/Nm <sup>3</sup>	150
	b) Electric Power Station less than 200 Megawatts	mg/Nm <sup>3</sup>	350
2	Chlorine	mg/Nm <sup>3</sup>	150
3	Hydrochloric Acid gas & mist	mg/Nm <sup>3</sup>	350
4	Total Fluoride (F)	mg/Nm <sup>3</sup>	25
5	Sulfuric Acid mist	mg/Nm <sup>3</sup>	50
6	Lead particle	mg/Nm <sup>3</sup>	10
7	Mercury particle	mg/Nm <sup>3</sup>	0.2
8	Sulfur Dioxide		
	a) Sulfuric Acid manufacture (DCDA process)	kg/ton	4
	b) Sulfuric Acid manufacture (SCSA process)		
	Minimum Stack height for Sulfuric Acid emission	kg/ton	10
	Lowest height of stack for dispersion of sulfuric acid		
	a) Coal Fired Electric Power Station		
	i) 500 Megawatts & above	m	275
	ii) 200-500 Megawatts	m	220
	iii) Below 200 Megawatts	m	14 (Q) <sup>0.3 3</sup>
	b) Boiler		
i) For Steam up to 15 tons/hour	m	11	
ii) For steam above 15 tons/hour	m	14 (Q) <sup>0.3</sup>	
9	Nitrogen Oxides		
	a) Nitric Acid manufacture	kg/ton	3
	b) Gas Fired Electric Power Station		
	i) 500 Megawatts & above	ppm	50
	ii) 200-500 Megawatts	ppm	40
	iii) Less than 200 Megawatts	ppm	30
	c) Metal Treatment Furnace	ppm	200
10	Soot & Dust Particles		
	a) Air Ventilated Furnace	mg/Nm <sup>3</sup>	500
	b) Brick-field	mg/Nm <sup>3</sup>	1000
	c) Cooking Furnace	mg/Nm <sup>3</sup>	500
	d) Limestone Furnace	mg/Nm <sup>3</sup>	250

**表 13.1-5 当国の工業ボイラ排気の排出基準 (ECR, 1997)**

No.	Parameter	Standards for presence in a unit
1	Soot and particulate (fuel based)	
	a) Coal	500
	b) Gas	100
	c) Oil	300
2	Oxides of Nitrogen (fuel based)	
	a) Coal	600
	b) Gas	150
	c) Oil	300

<sup>3</sup> 原文の注釈は、Q=SO<sub>2</sub> emission in kg/hour

出典：The Environmental Conservation Rules, 1997

石炭火力発電所では、燃料に石炭（主燃料）と軽油（起動用燃料）を使用する。計画している石炭火力発電所は出力が 600MW であるため、煤塵の排出基準は 150mg/Nm<sup>3</sup> 以下となる。二酸化硫黄の濃度規制、排出総量規制等はない。

表 13.1-6 に石炭火力発電所に係る当国と IFC/WB EHS ガイドライン（火力発電所；2008、2017draft）とのばい塵排出基準の比較を示す。窒素酸化物の排出基準は 600 mg/ m<sup>3</sup> 以下となる。新設の石炭火力発電所は、当国ならびに国際的ガイドラインを満足するよう配慮しなければならない。

表 13.1-6 当国の石炭火力発電所における排ガス基準（参考：IFC/WB EHS ガイドライン（火力発電所；2008、2017 draft））

Parameters	Standard Limit	IFC/WB EHS Guidelines (Thermal Power Plants ; 2008)	IFC/WB EHS Guidelines (Thermal Power Plants ; 2017draft)	
			NDA <sup>4</sup>	DA <sup>5</sup>
SO <sub>2</sub>	- <sup>6</sup>	850mg/Nm <sup>3</sup> <sup>7</sup>	200-600mg/Nm <sup>3</sup>	200mg/Nm <sup>3</sup>
NO <sub>x</sub>	600 mg/m <sup>3</sup>	510mg/Nm <sup>3</sup>	500mg/Nm <sup>3</sup>	200mg/Nm <sup>3</sup>
Particulate Matter (PM)	500mg/m <sup>3</sup>	50mg/Nm <sup>3</sup>	40mg/Nm <sup>3</sup>	25mg/Nm <sup>3</sup>
Dry Gas , Excess O <sub>2</sub> Content	-	6%	6%	6%

備考：重要施設や自然保護区から 15km 以内に 500MW 以上の火力発電所を建設する場合、煙突高さは 275m とし、15km を超える場合は、少なくとも 220m とする。そして、米国環境保護庁の大気拡散モデルにおいて、硫黄酸化物、窒素酸化物等の濃度の計算結果が大気環境基準に順守するよう煙突高さを設定する。（Order No. SRO 75 (Amendend by DoE on 16 March, 2020)）

出典：The Environmental Conservation Rules 1997, IFC Environmental Health and Safety Guidelines 2008, 2017 draft

## (2) 水質

表 13.1-7 に当国の水質環境基準（表流水）を表 13.1-8 に当国の飲料水基準を示す。また、表 13.1-9 に当国の排水基準を示す。飲料水基準、排水基準については対応する WHO、IFC/WB EHS ガイドラインの基準を併記する。なお、IFC/WB EHS ガイドライン（火力発電所；2008）は火力発電所の特性に応じて必要な重金属成分のモニタリングを定めている。

表 13.1-7 当国の水質環境基準（表流水）<sup>8</sup> (ECR, 1997)

No.	Best Practice based classification	pH	BOD mg/l	Dissolved Oxygen (DO) mg/l	Total Coliform Bacteria quantity/ml
a)	Potable Water	6.5-8.5	2 or less	6 or above	50 or less
b)	Water used for recreation purpose	6.5-8.5	3 or less	5 or above	200 or less
c)	Potable Water	6.5-8.5	3 or less	6 or above	5000 or less
d)	Water used for pisciculture	6.5-8.5	6 or less	5 or above	5000 or less
e)	Industrial use water including chilling & other processes	6.5-8.5	10 or less	5 or above	
f)	Water used for irrigation	6.5-8.5	10 or less	5 or above	1000 or less

<sup>4</sup> 大気環境汚染が見られない地域における基準値

<sup>5</sup> 大気環境汚染が見られる地域における基準値

<sup>6</sup> 最低煙突高さが規定されている。

<sup>7</sup> 大気環境汚染の見られない地域における基準値

<sup>8</sup> 注釈は以下のとおりである（原文）。

(1) Maximum amount of ammonia presence in water are 1.2 mg/l (as nitrogen molecule) which is used for pisciculture.

(2) For water used in irrigation Electrical Conductivity-2250 micro mho/cm (at 25oC). Sodium less than 26 mg/l, Boron less than 2 mg/l

出典：The Environmental Conservation Rules,1997

表 13.1-8 当国の飲料水基準

No.	Parameter	Unit	Standard limit	WHO guideline
1	Aluminum	mg/l	0.2	0.2
2	Ammonia (NH <sub>3</sub> )	mg/l	0.5	-
3	Arsenic	mg/l	0.05	0.01
4	Barium	mg/l	0.01	0.7
5	Benzene	mg/l	0.01	0.01
6	BOD <sub>5</sub> 20 °C	mg/l	0.2	-
7	Boron	mg/l	1.0	0.5
8	Cadmium	mg/l	0.005	0.003
9	Calcium	mg/l	75	-
10	Chloride	mg/l	150-600	-
11	Chlorinated Alkanes			-
	Carbon tetrachloride	mg/l	0.01	-
	1.1 Dichloroethylene	mg/l	0.001	-
	1.2 Dichloroethylene	mg/l	0.03	-
	Tetrachloroethylene	mg/l	0.03	-
	Trichloroethylene	mg/l	0.09	-
12	Chlorinated phenols			-
	Pentachlorophenol	mg/l	0.03	-
	2,4,6 Trichlorophenol	mg/l	0.03	-
13	Chlorine (residual)	mg/l	0.2	-
14	Chloroform	mg/l	0.09	0.3
15	Chromium (hexavalent)	mg/l	0.05	-
16	Chromium (total)	mg/l	0.05	0.05
17	COD	mg/l	4	-
18	Coliform (fecal)	n/100 ml	0	-
19	Coliform (total)	n/100 ml	0	-
20	Color	Huyghens unit	15	-
21	Copper	mg/l	1	-
22	Cyanide	mg/l	0.1	-
23	Detergents	mg/l	0.2	-
24	DO	mg/l	6	-
25	Fluoride	mg/l	1	1.5
26	Hardness (as CaCO <sub>3</sub> )	mg/l	200-500	-
27	Iron	mg/l	0.3	-
28	Nitrogen (Total)	mg/l	1	-
29	Lead	mg/l	0.05	0.01
30	Magnesium	mg/l	30-35	-
31	Manganese	mg/l	0.1	0.4
32	Mercury	mg/l	0.001	0.006
33	Nickel	mg/l	0.1	0.07
34	Nitrate	mg/l	10	3
35	Nitrite	mg/l	Less than 1	-
36	Odor		Odorless	-
37	Oil & Grease	mg/l	0.01	-
38	pH		6.5-8.5	-
39	Phenolic compounds	mg/l	0.002	-
40	Phosphate	mg/l	6	-
41	Phosphorus	mg/l	0	-
42	Potassium	mg/l	12	-
43	Radioactive Materials (gross alph a	Bq/l	0.01	-

No.	Parameter	Unit	Standard limit	WHO guideline
	activity)			
44	Radioactive Materials (gross beta activity)	mg/l	0.1	-
45	Selenium	mg/l	0.01	-
46	Silver	mg/l	0.02	-
47	Sodium	mg/l	200	-
48	Suspended particulate matters	mg/l	10	-
49	Sulfide	mg/l	0	-
50	Sulfate	mg/l	400	-
51	Total dissolved solids	mg/l	1000	1000
52	Temperature	°C	20-30	-
53	Tin	mg/l	2	-
54	Turbidity	JTU	10	-
55	Zinc	mg/l	5	-

出典：The Environmental Conservation Rules 1997, Guidelines for Drinking-water Quality WHO 2008

表 13.1-9 当国の排水基準<sup>9</sup> (ECR, 1997)

No.	Parameter	Unit	Inland Surface Water	Public Sewer at secondary treatment	Irrigated Land	IFC/WB EHS Guidelines (Thermal Power Plants; 2008)
1	Ammoniacal Nitrogen (N molecule)	mg/l	50	75	75	-
2	Ammonia (free ammonia)	mg/l	5	5	15	-
3	Arsenic (As)	mg/l	0.2	0.05	0.2	0.5
4	BOD <sub>5</sub> 20 °C	mg/l	50	250	100	-
5	Boron	mg/l	2	2	2	-
6	Cadmium (Cd)	mg/l	0.05	0.5	0.5	0.1
7	Chloride	mg/l	600	600	600	-
8	Chromium (total Cr)	mg/l	0.5	1.0	1.0	0.5
9	COD	mg/l	200	400	400	-
10	Chromium (hexavalent Cr)	mg/l	0.1	1.0	1.0	-
11	Copper (Cu)	mg/l	0.5	3.0	3.0	0.5
12	Dissolved Oxygen (DO)	mg/l	4.5-8	4.5-8	4.5-8	-
13	Electrical Conductivity	micro mho/cm	1200	1200	1200	-
14	Total Dissolved Solids (TDS)	mg/l	2,100	2,100	2,100	-
15	Fluoride (F)	mg/l	7	15	10	-

<sup>9</sup> 注釈は以下のとおりである（原文）。

- (1) These standards shall be applicable to industrial units or projects other than those given under Quality Standards for Classified Industries (Schedule 12).
- (2) These quality standards must be ensured at the moment of going into trial production for industrial units and at the moment of going into trial production for industrial units and at the moment of going into operation for other projects.
- (3) The value must not exceed the quality standard during spot check at any time ; if required, the quality standards may be more strict to meet the environment terms in certain areas.
- (4) Inland Surface Water shall mean drain, pond, tank, water body or water hole, canal, river, spring and estuary.
- (5) Public sewer shall mean sewer connected with fully combined processing plant including primary and secondary treatment.
- (6) Irrigated land shall mean appropriately irrigated plantation area of specified crops based on quantity and quality of waste water.
- (7) Inland Surface Quality Standards (Schedule 13) shall be applicable for any discharge taking place in public sewer or land not defined in Notes 5

No.	Parameter	Unit	Inland Surface Water	Public Sewer at secondary treatment	Irrigated Land	IFC/WB EHS Guidelines (Thermal Power Plants; 2008)
16	Sulfide (S)	mg/l	1	2	2	-
17	Iron (Fe)	mg/l	2	2	2	1
18	Total Kjeldahl Nitrogen (N)	mg/l	100	100	100	-
19	Lead (Pb)	mg/l	0.1	1.0	0.1	0.5
20	Mangaense (Mn)	mg/l	5	5	5	-
21	Mercury (Hg)	mg/l	0.01	0.01	0.01	0.005
22	Nickel (Ni)	mg/l	1.0	2.0	1.0	-
23	Nitrate (N molecule)	mg/l	10.00	Undetermined	10	-
24	Oil & grease	mg/l	10	20	10	10
25	Phenol compounds (C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH)	mg/l	1.0	5	1	-
26	Dissolved Phosphorus (P)	mg/l	8	8	10	-
27	Radioactive Materials	As determined by Bangladesh Atomic Energy Commission				-
28	pH		6-9	6-9	6-9	6-9
29	Selenium	mg/l	0.05	0.05	0.05	-
30	Zn (Zn)	mg/l	5.0	10.0	10.0	1
31	Total Dissolved solid	mg/l	2,100	2,100	2,100	-
32	Temperature	°C	40	40	40-summer	-
			45	45	45-winter	-
33	Total Suspended Solid (TSS)	mg/l	150	500	200	50
34	Cyanide (CN)	mg/l	0.1	2.0	0.2	-

出典：The Environmental Conservation Rules 1997, IFC Environmental Health and Safety Guidelines (Thermal Power Plants; 2008)

### (3) 騒音・振動

騒音については、場所のカテゴリ毎に基準値が指定されている。表 13.1-10 に当国における騒音基準を示す。なお、振動についての基準は当国や IFC/WB EHS ガイドラインにはない。

表 13.1-10 当国における騒音基準<sup>10</sup> (ECR, 1997)

No.	Zone Class	Limits in dBA (ECR)		Limits in dBA (IFC/WB EHS Guidelines 2007)	
		Day	Night	Day	Night
a)	Silent Zone	50	40	55	45
b)	Residential Zone	55	45		
c)	Mixed Zone (this area is used combinedly as residential, commercial and industrial purposes)	60	50	70	70
d)	Commercial Zone	70	60		
e)	Industrial Zone	75	70		

出典：The Environmental Conservation Rules, 1997, IFC Environmental Health and Safety Guidelines 2007

### (4) 自然保護区、環境規制地域等

<sup>10</sup> 注釈は以下のとおりである（原文）。

(1) The day time is considered from 6 a.m. to 9 p.m. and the night time is from 9 p.m. to 6 p.m.

(2) From 9 at night to 6 morning is considered night time.

(3) Area within 100 meters of hospital or education institution or educational institution or government designated / to be designated / specific institution / establishment are considered Silent Zones. Use of motor vehicle horn or other signals and loudspeaker are forbidden in Silent Zone.

当国の自然保護区、環境規制地域の区分を表 13.1-11 に示す。当国には野生生物保護法で規定される国立公園、野生生物保護区、猟区、植物園等、森林法で規定される保護林、および環境保全法で規定される環境保全地区がある。

表 13.1-11 当国の自然保護区、環境規制地域の区分

区分		所轄	準拠法
A	国立公園	森林局	野生生物保護法
B	野生生物保護区		
C	猟区		
D	植物園等		
E	保護林		森林法
F	環境保全地区	環境局	環境保全法

出典：Power System Master Plan 2010

野生生物保護法は、国立公園 18 箇所、野生生物保護区 20 箇所、植物園等 5 箇所の自然保護区および環境規制地域を規定している。野生生物保護法で規定されている自然保護区の一覧を表 13.1-12 に示す。

また、環境保全法で規定している環境保全地区を表 13.1-13 に示す。環境保全地区は 9 箇所、合計面積はダッカのグルシヤン湖周辺を除いて 8,063.2km<sup>2</sup> となっている（A situation Analysis Report on Environment (MDG7) Bangladesh）。環境保全地区においては、原則として工業開発は制限されることとなるが、開発の可能性が高く、かつ国家として優先されるべき開発については例外的に IEE が行われ、環境局によって実施可否の判断がなされることとなる。

事業地に最寄りとなる国立公園および野生保護区は、表 13.1-12 にハイライトで示しているが、いずれも 15km 以上離れている。（図 13.1-3）

表 13.1-12 自然保護区および環境規制地域の一覧

Item	No	Name	Place	Size (km <sup>2</sup> )
A	1	Bhawal National Park	Gazipur	50.2
	2	Modhupur National Park	Tangail/ Mymensingh	84.4
	3	Ramsagar National Park	Dinajpur	0.3
	4	Himchari National Park	Cox's Bazar	17.3
	5	Lawachara National Park	Moulavibazar	12.5
	6	Kaptai National Park	Chittagong Hill Tracts	54.6
	7	Nijhum Dweep National Park	Noakhali	163.5
	8	Medha Kachhapia National Park	Cox's Bazar	4.0
	9	Satchari National Park	Habigonj	2.4
	10	Khadim Nagar National Park	Sylhet	6.8
	11	Baraiyadhala National Park	Chittagong	29.3
	12	Kuakata National Park	Patuakhali	16.1
	13	Nababgonj National Park	Dinajpur	5.2
	14	Shingra National Park	Dinajpur	3.1
	15	Kadigarh National Park	Mymensingh	3.4
	16	Alta Dighi National Park	Nagaon	264
	17	Birgonj National Park	Dinajpur	169
	18	Sheikh Jamal National Park	Cox's Bazar	7,085
B	1	Rema-Kalenga Wildlife Sanctuary	Hobigonj	18.0
	2	Char Kukri-Mukri Wildlife Sanctuary	Bhola	0.4
	3	Sundarban (East) Wildlife Sanctuary	Bagerhat	312.3
	4	Sundarban (West) Wildlife Sanctuary	Satkhira	715.0
	5	Sundarban (South) Wildlife Sanctuary	Khulna	369.7
	6	Pablakhali Wildlife Sanctuary	Chittagong Hill Tracts	420.9
	7	Chunati Wildlife Sanctuary	Chittagong	77.6
	8	Fashiakhali Wildlife Sanctuary	Cox's Bazar	32.2



Item	No	Name	Place	Size (km <sup>2</sup> )
	9	Dudh Pukuria-Dhopachari Wildlife Sanctuary	Chittagong	47.2
	10	Hazarikhil Wildlife Sanctuary	Chittagong	29.1
	11	Sangu Wildlife Sanctuary	Bandarban	57.6
	12	Teknaf Wildlife Sanctuary	Cox's Bazar	116.2
	13	Tengragiri Wildlife Sanctuary	Barguna	40.5
	14	Sonar Char Wildlife Sanctuary	Patuakhali	2,026
	15	Dhangmari Wildlife Sanctuary	Sundarban, Bagerhat	340
	16	Chandpai Wildlife Sanctury	Sundarban, Bagerhat	560
	17	Dudmukhi Wildlife Sanctuary	Sundarban, Bagerhat	170
	18	Nagarbari-Mohanganj Dolphin Sanctuary	Pebna	408
	19	Nazirganj, Dolpin Sancturay	Pebna	146
	20	Shilanda-Nagdemara Dolpine Snactuary	Pebna	24.17

出典：Bangladesh The 6th National Report for Convention on Biological Diversity (2019)

表 13.1-13 環境保全地区の一覧

Item	No	Name	Place	Size (km <sup>2</sup> )
F	1	The Sundarbans	Bagerhat, Khulna, Satkhira	7,620.3
	2	Cox's Bazar ( Teknaf, Sea beach )	Cox's Bazar	104.7
	3	St. Martin Island	Cox's Bazar	5.9
	4	Sonadia Island	Cox's Bazar	49.2
	5	Hakaluki Haor	Moulavi Bazar	183.8
	6	Tanguar Haor	Sumamganj	97.3
	7	Marjat Baor	Jhinaidha	2
	8	Gulshan-Banani-Baridhara Lake	Dhaka	-
	9	Rivers (Buriganga, Turag, Sitalakhya and Balu) around Dhaka city	Dhaka	-

出典：Biodiversity National Assessment and Programme of Action 2020), DOE Bangladesh, 2010



注) 図中●NP-番号は国立公園 (National Park)、●WS-番号は野生生物保護区 (Wildlife Sanctuary) の位置を示し、表 13.1-12 と対応している。

出典：UNEP-WCMC and IUCN (2021), Protected Planet をもとに調査団作成

図 13.1-3 事業地最寄りの自然保護区の位置

### 13.1.3 関係機関の概要

当国の環境行政は、環境森林気候変動省 (MoEFCC: Ministry of Environment, Forest and Climate Change : 2018年に改称改編) が責任官庁となって、環境に係る政策や規制問題についてのすべての事柄を一手に担っている。MoEFCCは、環境問題の重要性の高まりを受けて、1989年に森林省に代わる省として創設され、現在は国家経済評議会の執行委員会の永久会員である。この国家経済評議会は、経済政策問題の主要意志決定団体であり、すべての公的資金プロジェクト承認に責任をもつ。

DOEは、MoEFCCの1つの局であり、環境局長官 (DG: Director General) が代表を務める。DGは、DOE全体を総括するものである。法令で規定しているDGの権限は、まとめると以下のとおりである。

(1) DGは、人命または環境に対して有害であると見なされる活動を停止させる権限を持つ。実施

機関には不服申し立ての権利があり、そのための手続きが規定されているが、緊急性が認められる場合以外は、不服申し立ての機会はない。

- (2) DG は、汚染された地区に対して、生物保護地区を宣言する権限を持つ。環境局が、こうした地区における作業や行程を管理する。
- (3) 新規のプロジェクト開発に先立って、プロジェクト主体は DOE より環境認可を取得しなければならない。こうした認可取得の手続きは前述のとおりである。

環境保全法（ECA1995）への遵守を怠った場合は、最長5年の懲役、または最大10万タカの罰金、またはその両方を以って罰せられる。

MoEFCC に属する森林局は、国内のすべての保護林の保護と管理に責任を持つ。本局の局員は、保護林のある地区の組合レベルにも所属している。森林局役員は、森林内の野生動物の保護も責務とする。

その他、環境面で関係する機関は、以下のとおりである。

- (1) 土地省（Ministry of Land (MoL)）：土地利用、ゾーニング計画の策定を担い、事業に関わる土地取得の制度に責任をもつ。
- (2) 水資源庁（Bangladesh Water Development Board (BWDB)）：水資源管理、洪水・高潮管理に責任をもつ。
- (3) 漁業畜産省（Ministry of Fisheries and Livestock）：漁業資源の保全に責任をもつ。

#### 13.1.4 用地取得・住民移転制度

- (1) 用地取得・住民移転に係る JICA 環境ガイドラインと当国法制度の比較と対応

表 13.1-14 に用地取得・住民移転に係る JICA 環境ガイドラインと当国法制度の比較を示す。

3/4 号機は、先行する 1/2 号機事業の事業対象地内に建設されるため、本事業では新たな用地取得はなく、住民移転は発生しない。

表 13.1-14 用地取得・住民移転に係る JICA 環境ガイドラインと当国法制度の比較

No.	JICA 環境ガイドライン	当国の法制度	ギャップの有無と本事業への適用の際の留意点
1	回避が可能でない場合には、影響を最小化し、損失を補償するために、対象者との合意の上で実効性ある対策が講じられなければならない。	被影響住民に対する対策は講じられるものの、資格のない住民に対する対策は規定されていない。	本事業では用地取得・住民移転は生じないが、1/2 号機事業に伴う生計回復策の実施プロセスを支援する必要がある。
2	非自発的住民移転および生計手段の喪失の影響を受ける者は、以前の生活水準や収入機会、生産水準において改善または少なくとも回復できるように、十分な補償および支援が適切な時期に与えられなければならない。	2017 年に施行された新しい不動産取得収用法(The Acquisition and Requisition of Immovable Property Act)により、土地や恒久資産の補償は市場価格の2倍、農作物や樹木の損失、収用や移転に伴う経済損失には損失の同額の補償を規定しており、大きく改善されている。(非政府組織のための取得の場合は3倍の補償額となる)。また、農作物や樹木への損害、住居や商売拠点の変更に伴う費用、用地取得期間中の利益減についても、市場価格と同額が補償される。また、小作人 (bargadar) への農作物補償支払いが義務付けられている。 *旧制度(1982年の不動産の取得と要件に関する条例)では不動産の補償額は時価の115%と定められ、樹木・	影響を受ける人々の生計回復に際し、その補償支払いが適切か否かは考慮されていないため、生計回復への対策が必要である。本事業では用地取得・住民移転は生じないが、1/2 号機事業による用地取得・住民移転に伴う生計回復策の実施プロセスを支援する必要がある。

バングラデシュ国マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業（フェーズ2）準備調査  
ファイナルレポート

No.	JICA 環境ガイドライン	当国の法制度	ギャップの有無と本事業への適用の際の留意点
		作物、構造物・動産及びその喪失に伴う損害と、事業所・居住地の移転に関わる費用は百パーセントは認められていなかった。	
3	補償は、可能な限り再取得価格に基づかなければならない。	(同上)	ギャップは存在しない。
4	補償その他の支援は、移転より事前に行われなければならない。	新しい法律では補償申請がなされて 60 日以内に支払いが行われるよう規定されている。	本事業では用地取得・住民移転は生じない。1/2号機事業では、一部遅延も生じたが、移転地の整備を含む実施機関の努力によって完了している。
5	住民移転計画の作成に当たり、事前に十分な情報が公開された上で、これに基づく影響を受ける人々やコミュニティとの協議が行われていなければならない。	不動産取得・収用法第3条に基づき、用地取得通達が発出されることになっている。	当国制度では、関係者への通達のみであり、住民協議の必要はなく、地権を持たない居住者は正式な通達を受けとる資格がない。1/2号機事業では住民協議が実施されている。
6	協議に際しては、影響を受ける人々が理解できる言語と様式による説明が行われていなければならない。	規定なし。	当国制度では、被影響住民の識字率は考慮されていない。1/2号機事業では、コンサルタント及び NGO が住民の手続きを支援している。
7	非自発的住民移転および生計手段の喪失に係る対策の立案、実施、モニタリングには、影響を受ける人々やコミュニティの適切な参加が促進されていなければならない。	不動産取得・収用法第3条に基づき、用地取得通達が発出されることになっている。	当国制度では、通達のみで、住民協議の必要はなく、地権を持たない居住者は正式な通達を受けとる資格がない。1/2号機ではコンサルタントおよび NGO により、JICA 環境ガイドラインに適合した用地取得・移転行動計画の作成、実施、モニタリングが実施されており、随時住民協議が行われている。
8	影響を受ける人々やコミュニティからの苦情に対する処理メカニズムが整備されていなければならない。	不動産取得・収用法によると、補償額に対して異議がある場合、補償額の改訂（県知事が決定した補償額の 10%増を上限とする）に関する申し立てを仲裁者に対して行うことができる。決定は上告仲裁裁判が行う。	補償額に関する訴訟は部分的に認められている。資格要件等に関する異議申し立ては認められていない。1/2号機事業では JICA 環境ガイドラインの要求に基づき苦情申し立てシステムが設置されている。
9	便益を受ける資格を有する被影響住民は、正式かつ法的な地権（法律によって認められる習慣上、伝統上の土地への権利を含む）を持つ者、センサス実施時に正式・法的な地権が確認されないものの土地もしくは財産を主張する者、占拠地にかかる法的権利が認められない者を含む。（世界銀行 OP4.12 第 15 条）	不動産取得・収用法によると、事業実施者は地価、不動産、農作物・樹木への被害に対し、その査定額に 50%を付与した現金補償を行うこととなっている。	当国制度では、非正規居住者や土地占拠者、非正規の借家・借地人などの被影響住民は、非対象である。1/2号機事業では JICA 環境ガイドラインに基づき、非正規居住者も補償対象となっている。
10	その生計手段が土地に起因する移転住民については、土地-土地ベースの移転戦略とすることが望ましい。（世界銀行 OP4.12 第 11 条）	規定なし。	ギャップが存在する。1/2号機事業では、実施機関により住宅が提供されている。

No.	JICA 環境ガイドライン	当国の法制度	ギャップの有無と本事業への適用の際の留意点
11	影響を受ける人々に対し、移行期（移転から生計回復が図られる期間）に支援を与える。（世界銀行 OP4.12 第6条）	生計手段に関する規定なし。	ギャップが存在する。 1/2 号機事業では移転費用と一時金が支給されている。
12	移転住民の中でも社会的弱者、とりわけ貧困線下にある人々や土地を持たない住民、高齢住民、女性や子ども、少数民族等のニーズに特に注意を払う。（世界銀行 OP4.12 第8条）	社会的弱者支援に関する規定なし。	ギャップが存在する。 1/2号機事業では、非正規居住者が社会的弱者とみなされ、住宅の提供、移転費用および一時金の支給などの措置がとられている。

出典：調査団作成

### 13.1.5 EIA 制度に係る JICA 環境ガイドラインと当国法制度の比較と対応

表 13.1-15 に EIA 制度に係る JICA 環境ガイドラインと当国法制度の比較と対応を示す。

表 13.1-15 EIA 制度に係る JICA 環境ガイドラインと当国法制度の比較と対応

項目	JICA 環境ガイドライン	当国制度	ギャップの有無と本事業への適用の際の留意点
基本的事項	-プロジェクトを実施するに当たっては、その計画段階で、プロジェクトがもたらす環境や社会への影響について、できる限り早期から、調査・検討を行い、これを回避・最小化するような代替案や緩和策を検討し、その結果をプロジェクト計画に反映しなければならない。（JICA 環境ガイドライン、別紙 1.1）	代替案に係る法制度上の明記はないが、通常 DOE が、EIA の TOR 審査において代替案の検討結果を EIA レポートに記載するよう個別に求めることとなっている。	代替案に係る明文文化された規定が当国制度にないため、IEE 作成の段階で検討する。
情報公開	-環境アセスメント報告書(制度によっては異なる名称の場合もある)は、プロジェクトが実施される国で公用語または広く使用されている言語で書かれていなければならない。また、説明に際しては、地域の人々が理解できる言語と様式による書面が作成されねばならない。 -環境アセスメント報告書は、地域住民等も含め、プロジェクトが実施される国において公開されており、地域住民等のステークホルダーがいつでも閲覧可能であり、また、コピーの取得が認められていることが要求される。（JICA 環境ガイドライン、別紙 2）	環境アセスメント報告書に関する言語の規定はない。 環境アセスメント報告書の公開について規定はない。	ステークホルダー協議及び住民説明においては、地域の人々が理解できる言語（ベンガル語）により説明を行うとともに、識字率が低いことにも配慮してイラスト・写真の多用などに努める。 環境アセスメント報告書については、地域住民等が閲覧可能となるよう留意する。
住民協議	-特に、環境に与える影響が大きいと考えられるプロジェクトについては、プロジェクト計画の代替案を検討するような早期の段階から、情報が公開された上で、地域住民等のステークホルダーとの十分な協議を経て、その結果がプロジェクト内容に反映されていることが必要である。（JICA 環境ガイドライン、別紙 1、社会的合意.1） -環境アセスメント報告書作成に当たり、事前に十分な情報が公開されたうえで、地域住民等のステークホルダーと協議が行われ、協議記録等が作成されていなければならない。 -地域住民等のステークホルダーとの協議は、プロジェクトの準備期間・実施期間を通じて必要に	法制度上の明記はないが、通常 DOE が、EIA の TOR 審査において住民協議を開催するよう個別に求めている。	JICA 環境ガイドラインに基づき、スコーピング時とドラフト EIA 作成時に住民を含むステークホルダー協議を開催する。

項目	JICA 環境ガイドライン	当国制度	ギャップの有無と 本事業への適用の際の 留意点
	<p>応じて行われるべきであるが、特に環境影響評価項目選定時とドラフト作成時には協議が行われていることが望ましい。</p> <p>(JICA 環境ガイドライン、別紙 2.カテゴリ A に必要な環境アセスメント報告書)</p>		
影響評価対象項目	<p>-環境社会配慮に関して調査・検討すべき影響の範囲には、大気、水、土壌、廃棄物、事故、水利用、気候変動、生態系及び生物相等を通じた、人間の健康と安全及び自然環境への影響(越境の又は地球規模の環境影響を含む)並びに以下に列举する様な事項への社会配慮を含む。非自発的住民移転等人口移動、雇用や生計手段等の地域経済、土地利用や地域資源利用、社会関係資本や地域の意思決定機関等社会組織、既存の社会インフラや社会サービス、貧困層や先住民民族など社会的に脆弱なグループ、被害と便益の分配や開発プロセスにおける公平性、ジェンダー、子どもの権利、文化遺産、地域における利害の対立、HIV/AIDS 等の感染症、労働環境(労働安全を含む)。(JICA 環境ガイドライン、別紙 1.検討する影響のスコップ.1)</p> <p>-調査・検討すべき影響は、プロジェクトの直接的、即時的な影響のみならず、合理的と考えられる範囲内で、派生的・二次的な影響、累積的影響、不可分一体の事業の影響も含む。また、プロジェクトのライフサイクルにわたる影響を考慮することが望ましい。(JICA 環境ガイドライン、別紙 1、検討する影響のスコップ.2)</p>	<p>影響評価項目に規定はなく、DOE が EIA の TOR 審査において承認する。</p> <p>派生的・二次的な影響、累積的影響、不可分一体事業の影響評価についての規定はない。</p>	<p>実施機関と調整し、EIA 調査再委託先コンサルタントの協力をもとに、早い段階で DOE と複数回協議を行うことを想定している。協議では、3/4 号機事業概要を説明し、EIA 手続きの確認、関係法令・制度の確認、EIA 調査の TOR に対する意見聴取、1/2 号機事業の工事影響に対する見解の聴取、DOE が注目する環境影響項目や派生的・二次的な影響、累積的影響、不可分一体事業の影響に対する見解の聴取などを行う。</p>
モニタリング・苦情処理等	<p>-モニタリング結果を、本事業に関わる現地ステークホルダーに公表するよう努めなければならない。(JICA 環境ガイドライン、別紙 1、モニタリング.3)</p> <p>-第三者等から、環境社会配慮が十分でないなどの具体的な指摘があった場合には、当該プロジェクトに関わるステークホルダーが参加して対策を協議・検討するための場が十分な情報公開のもとに設けられ、問題解決に向けた手順が合意されるよう努めなければならない。(JICA 環境ガイドライン、別紙 1、モニタリング.4)</p>	<p>モニタリング結果の公表、苦情処理についての規定はない。</p>	<p>1/2 号機事業のモニタリングと、苦情処理の方法と評価を踏まえ、モニタリング計画・苦情処理メカニズムの検討を行う。</p>
生態系及び生物相	<p>プロジェクトは、重要な自然生息地または重要な森林の著しい転換または著しい劣化を伴うものであってはならない。</p>	<p>重要な自然生息地や重要な森林は法令で保護区として指定され、保護されている。</p>	<p>事業予定地周辺における保護区の分布を確認し、影響が及ばないように留意する。</p>
文化財	<p>プロジェクトが、考古学的、歴史的、文化的に固有の価値を有する地域に及ぼす影響について、あらゆる方法を検討して回避に努めねばならない。</p>	<p>考古学的、歴史的、文化的に固有の価値を有する地域は、保護のために指定されている。</p>	<p>事業予定地周辺における古学的、歴史的、文化的に固有の価値を有する地域を確認し、影響が及ばないように留意する。</p>

項目	JICA 環境ガイドライン	当国制度	ギャップの有無と 本事業への適用の際の 留意点
先住民族	プロジェクトが先住民族に及ぼす影響は、あらゆる方法を検討して回避に努めねばならない。このような検討を経ても回避が可能でない場合には、影響を最小化し、損失を補填するために、実効性ある先住民族のための対策が講じられなければならない。	先住民族に関する法令は整備されていない。	事業予定地周辺における先住民族の有無を確認し、影響が及ばないよう留意する。

出典：調査団作成

## 13.2 スコーピングと自然環境および社会環境調査の TOR

### 13.2.1 スコーピング結果

表 13.2-1 は、石炭火力発電において想定される影響を踏まえスコーピング結果として整理した。

表 13.2-1 本プロジェクトに係るスコーピング

分類	影響項目		選定状況		評価理由
			工事前 工事中	供用時	
汚染対策	1	大気	✓	✓	<b>工事中：</b> 土地造成等の土木工事で粉塵が発生することが予見されるが、影響は一時的である。また、重機やトラックによる大気汚染物質（SOx、NOx 等）の排出が考えられるが、排出に伴う影響範囲は工事エリア近傍に限定される。 <b>供用時：</b> 発電所の稼動により、SOx、NOx、粉塵、有害物質（水銀）が排出される。灰捨て場から粉塵が飛散する他、石炭輸送時の粉塵が飛散する。発電所の関係車両による影響は、輸送ルート近傍で影響が想定される。
	2	水質	✓	✓	<b>工事中：</b> 掘削工事に伴い水の濁りが発生するが、影響は一時的である。また、工事期間中、コンクリート排水や含油排水の発生による影響が想定される。 <b>供用時：</b> プラントの稼動に伴い、プラント排水、含油排水、生活排水、温排水等の排水による影響が想定される。
	3	土壌汚染	✓	✓	<b>工事中：</b> 工事車両、建設機械等からの潤滑油、燃料油漏洩による土壌汚染の可能性がある。 <b>供用時：</b> 発電所の運転に用いる潤滑油、燃料油漏洩による土壌汚染の可能性がある。
	4	底質汚染（海底）	✓	✓	<b>工事中：</b> 工事排水がベンガル湾や周辺の河川に流出した場合、底質汚染の可能性がある。 <b>供用時：</b> 処理が適切でないプラント排水、生活排水をベンガル湾や周辺の河川に排水した場合、底質汚染が発生する可能性がある。
	5	騒音・振動	✓	✓	<b>工事中：</b> 重機やトラックの稼動により、騒音・振動による影響が想定されるが、影響範囲は工事エリア近傍に限定される。 <b>供用時：</b> プラントの稼動により、騒音・振動による影響が想定される。発電所の関係車両による影響は、輸送ルート近傍で影響が想定される。
	6	悪臭	✓	✓	<b>工事中：</b> 工事作業者詰め所の生活系廃棄物の取扱いが不適切である場合、廃棄物腐乱により悪臭が発生する可能性がある。

バングラデシュ国マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業（フェーズ2）準備調査  
ファイナルレポート

分類	影響項目		選定状況		評価理由
			工事前 工事中	供用時	
					<b>供用時：</b> 補修作業等に従事する工事業者詰め所の生活系廃棄物の取扱いが不適切である場合、廃棄物腐乱により悪臭が発生する可能性がある。 脱硝装置で用いるアンモニアは悪臭物質である。
	7	廃棄物	✓	✓	<b>工事中：</b> 建設工事に伴い、一般廃棄物や有害廃棄物が発生する。 <b>供用時：</b> 一般廃棄物や有害廃棄物（石炭灰等）が発生する。
	8	地盤沈下	✓	✓	<b>工事中・供用時：</b> （不明） （先行事業では地盤沈下は発生していないが、本調査の土質調査を踏まえて改めて検討する。）
自然環境	9	保護区	✓	✓	<b>工事中・供用時：</b> 事業実施区域から南に約17kmに、当国の環境保護法に基づいたソナディア自然保護区が位置している。
	10	生態系	✓	✓	<b>工事中：</b> 事業実施区域周辺にはマングローブや砂洲などはなく、一部砂浜が存在している。IUCN レッドリストで絶滅危惧種等に指定されている鳥類、ウミガメ類、イルカ類なども生息の可能性があるため、工事活動による貴重種や生態系への影響が想定される。 <b>供用時：</b> 事業実施区域周辺にはマングローブや砂洲などはなく、一部砂浜が存在する。IUCN レッドリストで絶滅危惧種等に指定されている鳥類、ウミガメ類、イルカ類なども生息の可能性があるため、冷却水の取水による生物の取り込み、プラント排水、含油排水、温排水による河川生物への影響が想定される。
社会環境	11	住民移転	✓	-	<b>工事前：</b> 3/4号機事業では新たな用地取得は行われませんが、1/2号機事業において取得される用地を使用するため、1/2号機事業の用地取得および住民移転の経過と現状について調査する必要がある。なお、3/4号機の用地取得がない前提でも、1/2号機事業において取得された用地を使用するため、住民移転の経過と現状について調査する必要がある。
	12	貧困層	✓	✓	<b>工事前：</b> 1/2号機事業での移転対象者に貧困層が含まれており、現状の生計手段等の確認を行う必要がある。また、1/2号機事業調査後の移入の有無を調査し、必要な場合影響と緩和策の検討を行う。 <b>供用時：</b> 生計回復・向上支援策や周辺道路の整備・舗装などによる年間を通じた社会サービスや市場へのアクセス改善等の恩恵をうけることができるか調査する。
	13	少数民族・先住民	✓	-	<b>工事前：</b> 1/2号機事業の際には、事業実施区域およびその周辺に少数民族・先住民は存在しないことが確認されていたが、1/2号機事業調査後の移入の有無を調査し、必要な場合影響と緩和策の検討を行う。
	14	雇用や生計手段等の地域経済	✓	✓	<b>工事前：</b> 1/2号機事業では塩田、エビ養殖の雇用者・被雇用者が生計手段を喪失しており、現状の生計回復・向上の状況を確認する。また、漁業者に対しても漁労および漁獲等の経過と現状について調査する。なお、本事業による塩田・エビ養殖の雇用者・被雇用者の追加的な生計手段喪失の発生は見込まれない。



バングラデシュ国マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業（フェーズ2）準備調査  
ファイナルレポート

分類	影響項目		選定状況		評価理由
			工事前 工事中	供用時	
					<p><b>工事中：</b>1/2号機事業では地元住民を積極的に雇用する計画であったが、実施状況について確認するとともに、3/4号機での雇用機会の増加について検討する。</p> <p><b>供用時：</b>発電所供用による塩づくり、エビ養殖および漁業への影響が想定される。一方発電所での雇用機会の増加が想定される。</p>
	15	土地利用や地域資源利用	✓	✓	<p><b>工事前：</b>1/2号機事業の実施により土地利用形態に変化が生じ、地域資源利用についても従来の地域経済（塩田・エビ養殖・漁業）への影響が生じている可能性がある。</p> <p><b>供用時：</b>潮流・水温分布の変化による地域資源（水産物）への影響を検討する。</p>
	16	水利用	✓	✓	<p><b>工事中：</b>地盤改良工事、掘削・盛土工事等と油・化学物質の流出等による地下水の水量、水質への影響の可能性もある。また発電所からの雨水排水・生活排水等が塩づくりの海水利用に影響する可能性がある。</p> <p><b>供用時：</b>発電所からの雨水排水・生活排水・冷却水の取放水等が塩づくりの海水利用に影響する可能性がある。</p>
	17	既存の社会インフラや社会サービス	✓	✓	<p><b>工事中：</b>海上からの工事用資機材の運搬により海上交通の増加が地元住民の海上移動や漁業活動に影響を及ぼすことが想定される。また、工事関係車両の交通量増加による道路・橋梁への影響と住民が受ける社会サービスへの影響が想定される。</p> <p><b>供用時：</b>発電所関係車両の交通量の増加による影響が想定される。</p> <p>一方、周辺道路の整備・舗装や発電所施設の利用可能施設の住民への開放・共用などにより年間を通じた社会サービスや市場へのアクセスが容易になる等の影響が想定される</p>
	18	社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織	✓	✓	<p><b>工事前・供用時：</b>1/2号機事業における用地取得・住民移転・補償は県政長官（Deputy Commissioner's）事務所が主導し、事業地周辺の社会関係資本の整備において港湾構造物の整備ではチッタゴン港湾庁、海岸防護施設の整備ではバングラデシュ水資源開発庁（BWDB）、アクセス道路整備では道路・高速道路局庁（RHD）、農村地域での整備開発では地方行政技術局（LGED）が関係者となり、現況の確認と調整が必要になると想定される。</p>
	19	被害と便益の偏在	✓	✓	<p><b>工事前：</b>2017年の新しい不動産取得収用法の成立に伴い、1/2号機事業を始めとする、それ以前に補償手続きが進められていた事業との、運用上の関係性や整理のされ方、補償対象者から不公平の声が上がっていないか等の確認が必要。</p> <p><b>供用時：</b>本事業の実施により社会インフラや社会サービスの向上による便益を受ける周辺地域住民と、移転や生計手段喪失を受ける住民との間に不公平感が発生する可能性がある。</p>
	20	地域内の利害対立	✓	✓	<p><b>工事前：</b>補償内容に不満をもつ住民が補償支払い実務を担当するコックスバザール県の職員やその他の住民と対立する可能性がある。</p>

バングラデシュ国マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業（フェーズ2）準備調査  
ファイナルレポート

分類	影響項目		選定状況		評価理由
			工事前 工事中	供用時	
					<p><b>工事中：</b>地元民と外部からの労働者の間でも、外部者が地元の慣習に不理解で、慣習に変化があった場合に争議が発生する可能性がある。</p> <p><b>供用時：</b>本事業により社会インフラとサービスの向上の恩恵を受ける住民がいるため、事業実施区域周辺に共住するものの補償対象でない住民の中には、不公平感が生じる可能性がある。</p>
	21	文化遺産	✓	✓	事業実施区域およびその周辺に歴史的、文化的、考古学的資産や遺産は存在しないが、コミュニティレベルの歴史的・宗教的な資源について確認する。
	22	景観	-	-	事業実施区域およびその周辺に景勝地等は存在しない
	23	ジェンダー	✓	✓	<p><b>計画時：</b>1/2号機事業により移転あるいは生計手段喪失対象の中には女性も含まれる。配偶者が土地や職を失う場合は世帯の経済状況の悪化が予想される。</p> <p><b>工事中：</b>工事に関わる雇いで男女差が生じる可能性がある</p> <p><b>供用時：</b>周辺道路が整備・舗装されることにより、年間を通して社会サービスや市場へのアクセスが容易になる可能性がある。</p>
	24	子どもの権利	✓	✓	<p><b>工事前：</b>児童が労働に借り出され、就学できなくなるケースが現在も多くみられている。</p> <p><b>工事中：</b>発電所建設にあたってその可能性がある。1/2号機事業による移転あるいは生計手段喪失対象の中には子どもも含まれており、世帯が土地や職を失う場合は、世帯の経済状況の悪化が予想される。</p> <p><b>供用時：</b>周辺道路が整備・舗装されることにより、年間を通して社会サービスや市場へのアクセスが容易になる可能性がある。</p>
	25	HIV/AIDS 等の感染症	✓	-	<b>工事中：</b> 工事作業員の流入により、感染症、伝染病が広がる可能性が考えられる。
	26	労働環境(労働安全を含む)	✓	✓	<p><b>工事中：</b>工事作業での労働災害の発生の可能性がある。</p> <p><b>供用時：</b>作業員の労働災害の可能性はある。</p>
その他	27	事故	✓	✓	<p><b>工事中：</b>工事作業中の事故および周辺道路での工事車両の交通事故ならびに工事関連船舶の事故の発生の可能性がある。</p> <p><b>供用時：</b>発電所運転、維持管理活動における事故、火災、周辺道路での交通事故発生の可能性がある。</p>
	28	越境の影響、および気候変動	✓	✓	<p><b>工事中：</b>建設機械の稼働、工事関連車両の走行がCO<sub>2</sub>の発生源となるが、工事中の影響は一過性で軽微であると想定される。</p> <p><b>供用時：</b>石炭輸送等、船舶からのCO<sub>2</sub>の発生は限定的であるが、発電所の稼働によるCO<sub>2</sub>が発生するため、排出量を試算する。</p>

注：「✓」は工事前/工事中及び供用時において、事業による影響が生じると想定される、もしくは影響が生じるかスコーピング段階では判断できない項目について付している。「-」は、影響が予想されない項目に付している。

出典：調査団作成

### 13.2.2 TOR

本調査では、環境アセスメント報告書（EIA）を作成する。発電部門におけるEIAの手順と要件を示している環境保全法（1995年）および、それに伴う環境保全規則（1997年）、JICA環境ガイドライン（2010年4月）、世界銀行セーフガードポリシーOP4.01 Annex Bに基づく調査が必要となる。調査項目、方法、予測評価および対策については、表13.2-2に示すとおりである。

表 13.2-2 調査項目、方法、予測評価および対策

環境項目	調査項目	既存調査結果	調査内容	予測評価および対策
大気汚染	- 関連環境基準 - 気象情報 - 大気質の現状	1/2号機事業工 事中のモニタ リング報告書	- 大気環境基準と 排ガス基準の入手 - 気象モデル、近隣 気象局での気象デ ータ（気温、湿度、 風向・風速など）の 入手・活用 - 村内での大気中の 大気汚染物質 （SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub> 、PM <sub>10</sub> など）の測定（雨 季・乾季） - 既存のモニタリン グ結果の活用	- 工事中は、大気汚染対策 を講じる。 - 汚染対策設備を設置す ることで、排ガス基準を満足 させる。 - 排ガス中の大気拡散シミュ レーションを行い、大気 環境基準と比較する。
水質汚濁	- 関連環境基準 - 海底地形 - 流況の現状 - 水質の現状	1/2号機事業工 事中のモニタ リング報告書	- 水質基準と排水 基準の入手 - 深浅測量 - 流況調査（流向、 流速など）（雨季・ 乾季） - 現地水質（水温、塩 分、COD、栄養塩 など）の測定（雨 季・乾季） - 既存のモニタリン グ結果の活用	- 工事中は、水質汚濁防止 策を講じる。 - 温排水の拡散シミュレ ーションを行い、拡散範囲を 確認する。 - 生活排水およびその他の 排水は、排水処理施設を設 置させることで、それぞ れの排水基準を満足させる。
土壌汚染	- 関連環境基準 - 地下水の現状	1/2号機事業工 事中のモニタ リング報告書	- 村内での地下水の 水質（濁度、BOD、 重金属類など）の 測定（雨季・乾季） - 既存のモニタリン グ結果の活用	- 工事中および供用時は、 それぞれ油汚染防止策を 講じる。
底質汚染（海 底）	- 海底の底質の現 状	1/2号機事業工 事中のモニタ リング報告書	- 海底の底質（泥温、 硫化物、重金属類 など）の測定（雨 季・乾季） - 既存のモニタリン グ結果の活用	- 工事中は、水質汚濁防止 策を講じる。
騒音・振動	- 関連環境基準 - 騒音・振動の現 状	1/2号機事業工 事中のモニタ リング報告書	- 騒音基準の入手 - 村内での騒音・振 動に係る調査（雨 季・乾季） - 既存のモニタリン グ結果の入手・活 用	- 工事中および供用時は、 それぞれ騒音・振動対策を 講じる。 - 騒音シミュレーションを 行い、騒音基準と比較す る。
悪臭	- 関連環境基準	1/2号機事業工 事中のモニタ	- 悪臭の環境基準 を入手	- 工事中は、生活系廃棄物 の取り扱いの対策と講じ

バングラデシュ国マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業（フェーズ2）準備調査  
ファイナルレポート

環境項目	調査項目	既存調査結果	調査内容	予測評価および対策
		リング報告書	-既存のモニタリング結果の入手・活用 -インタビュー調査（苦情，悪臭問題等への関心等）	る。 - 供用時に、アンモニアを用いる脱硝装置を設置する場合、アンモニアの取扱い計画を検討する。
廃棄物	- 関連環境基準	1/2号機事業工事中のモニタリング報告書	- 廃棄物取り扱いに関する基準の入手 - インタビュー調査（苦情，廃棄物問題等への関心等）	- 工事中および供用時は、それぞれ産業廃棄物と生活廃棄物の取扱い計画を検討する。
地盤沈下	- 土質の現状	1/2号機事業工事中のモニタリング報告書	- 土質調査 - 既存のモニタリング結果の入手・活用	- 地下水を使用する場合は、使用量を確認し、地盤沈下の影響を分析する。
保護区	- 植物、哺乳類、鳥類、爬虫類・両生類、魚類、干潟生物、貴重種（渡り鳥、ウミガメ、イルカ）の生息状況の現状	DOE 公表情報	- 文献・フィールド調査・現地ヒアリングを通じて動植物の分布を確認する。	- 大気汚染物質および排水の拡散シミュレーションを行い、保護区への影響を評価する。
生態系	- 生態的に重要な場の現状（マングローブ、サンゴ礁、干潟） - 植物、哺乳類、鳥類、爬虫類・両生類、魚類、干潟生物、貴重種（渡り鳥、ウミガメ、イルカ）の生息状況の現状	1/2号機事業工事中のモニタリング報告書	- 動植物の分布を確認する。	- 生態的に重要な場（マングローブ、サンゴ礁、干潟）への影響程度を見積もり、重大と予見される場合には、対策を策定する。 - 貴重種が、事業実施区域近傍、大気汚染、水質汚濁、温排水拡散範囲で生息していた場合には、影響の程度を見積もり、重大と予見される場合には、対策を策定する。特に事業実施区域周辺がGL上の「重要な自然生息地」にあたるかを判断するとともに、該当する場合にはGLおよびFAQ記載の要件を満足することを確認する。 - 1/2号機事業に伴う環境モニタリングが、同事業EIA報告書にまとめられた環境監理計画・環境モニタリング計画（EMP/EMoP）に基づき、実施されている。同モニタリング結果のレビュー結果をもとに、何らかの変化もしくは影響が見られた場合、それらの影響範囲、度合をもとに必要なに応じて調査フレームに反映させる。
住民移転	- 用地取得と住民	1/2号機事業工	- 実施機関への聞	- 本事業計画では追加の用

バングラデシュ国マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業（フェーズ2）準備調査  
ファイナルレポート

環境項目	調査項目	既存調査結果	調査内容	予測評価および対策
	移転の対象者の確認 - 被影響住民の資産 - 被影響住民の生活・生計	事中のモニタリング結果(インタビュー調査)	取り、質問票調査および被影響住民への聞き取り - 2017年の新しい不動産収用法の運用状況と1/2号機事業の実施状況の乖離の有無と対応の把握 - 用地取得・住民移転・補償の進捗状況の把握 - 非補償対象者への社会経済調査(質問票、インタビュー、フォーカスグループディスカッション等)	地取得はなく新たな住民移転は生じないが、1/2号機事業による住民移転の現状を把握するとともにモニタリング調査結果をふまえて、適切な対応策を提案する。
貧困層	- 被影響住民貧困層住民の現状の確認 - 事業実施区域周辺への移入の有無の確認	1/2号機事業工事中のモニタリング結果(インタビュー調査)	- 実施機関への聞き取り、質問票調査および被影響住民への聞き取り - 2017年の新しい不動産収用法の運用状況と1/2号機事業の実施状況の乖離の有無と対応の把握 - 用地取得・住民移転・補償の進捗状況の把握 - 非補償対象者への社会経済調査(質問票、インタビュー、フォーカスグループディスカッション等) -	- 1/2号機事業実施にともなう生計手段の変化等現状を把握するとともにモニタリング結果を踏まえて、3/4号機の工事および供用にともなう影響の予測と生計回復・向上支援策を作成する。
少数民族・先住民族	少数民族・先住民族の現状の確認	関係機関へのインタビュー調査	少数民族・先住民族の移入の有無	- 1/2号機事業実施にともなう生計手段の変化等現状を把握するとともにモニタリング結果を踏まえて、必要に応じて3/4号機事業の工事および供用にともなう影響の予測と生計回復・向上支援策を作成する。
雇用や生計手段等の地域経済	- 事業で影響を受けた世帯の職業、生計の現状 - 工事に関わる雇用の現状 - 地域の経済開発計画	1/2号機事業工事中のモニタリング結果(インタビュー調査)	- 実施機関への質問票、インタビュー - 非補償対象者への社会経済調査(質問票、インタビュー、フォーカスグループディスカッション等)	- 生計回復・向上支援策の作成を提案する。

バングラデシュ国マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業（フェーズ2）準備調査  
ファイナルレポート

環境項目	調査項目	既存調査結果	調査内容	予測評価および対策
土地利用や地域資源利用	- 土地利用の現況 - 事業で影響を受けた世帯の職業、生計の現状	1/2号機事業工事中のモニタリング結果(インタビュー調査)	- 用地取得後の土地利用状況の把握 - 塩づくり・エビ養殖・漁業関係者の生計 - 地域の経済開発計画の確認	- 生計回復・向上支援策の作成を提案する。
水利用	- 井戸の利用状況 - 塩づくりの引き込み海水の位置と水質	1/2号機事業工事中のモニタリング結果(インタビュー調査)	- 井戸水利用者へのインタビュー - 塩づくり従事者へのインタビュー	- 井戸水の枯渇等の問題が生じている場合には対策を検討する。 - 工事中は、水質汚濁防止策を講じる。 - 温排水の拡散シミュレーションを行い、拡散範囲を確認する。 - 工事労働者による生活排水およびその他の排水は、排水処理施設を設置することで、それぞれの排水基準を満足させる。
既存の社会インフラや社会サービス	- 交通量の現状 - 道路整備状況	1/2号機事業工事中のモニタリング結果(インタビュー調査)	- 交通量の統計データ収集 - 発電所内の一部施設の住民への開放の検討 - 工事スケジュールの平滑化に係る検討	- 工事中は、車両運行スケジュールを策定する。
社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織	- 郡政長官事務所 (Deputy Commissioner's Office)、水資源開発庁 (BWDB) 道路・高速道路庁 (RHD)、地方政府開発庁 (LGED)、環境局 (DOE) 事務所等の事業に対する認識	1/2号機事業工事中のモニタリング結果(インタビュー調査)	関係機関の社会インフラの整備状況の把握と本事業との調整事項、地域便益の拡大などについて把握するため、関係機関との情報共有し調整を行う。	- 必要に応じて施設の利用やアクセス性の拡大等の地域支援策を提案する。
被害と便益の偏在	- 事業で影響を受けた世帯の職業、生計の確認	1/2号機事業工事中のモニタリング結果(インタビュー調査)	- 地域の雇用状況や収入に係る情報収集により便益の偏在もしくは可能性の有無を確認する。 - 対象世帯のインタビューにより、補償に対する不公平感の有無を確認する。	- 必要に応じて施設の利用やアクセス性の拡大等の地域支援策を提案する。
地域内の利害対立	- 事業で影響を受けた世帯の職業、	1/2号機事業工事中のモニタ	- 地域の雇用状況や収入の資料収集	- 必要に応じて施設の利用やアクセス性の拡大等の

バングラデシュ国マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業（フェーズ2）準備調査  
ファイナルレポート

環境項目	調査項目	既存調査結果	調査内容	予測評価および対策
	生計の確認	リング結果(インタビュー調査)	により便益の偏在もしくは可能性の有無を確認する。 - 対象世帯のインタビューにより、補償に対する不公平感の有無を確認する。	地域支援策を提案する
文化遺産	国、地域、コミュニティレベルの文化的・歴史的資源	既存文献	関係機関、コミュニティでのインタビュー調査	工事、供用、人の往来等による影響予測と、保全のための方法、地域への啓発方法の提案
ジェンダー	- 被影響住民および周辺の中のジェンダーの確認	1/2号機事業工事中のモニタリング結果(インタビュー調査)	- 社会経済調査により被影響住民のジェンダーについて把握する。 - フォーカスグループディスカッションでは女性グループへのインタビューによりジェンダーについて確認する。	- 状況により、生計回復・向上支援策の作成を提案する。
子どもの権利	- 被影響住民の子供の人数 - 就学率 - 医療施設へのアクセス - 予防接種率	1/2号機事業工事中のモニタリング結果(インタビュー調査)	- 2011年国勢調査後の国勢調査は2021年実施のため、本調査で時行の郡事務所、ユニオン・ワード等で人口動態を聞き取り、現在人口を把握する。 - 社会経済調査・フォーカスグループディスカッションにより子どもの権利の保証について確認する。	- 状況により、生計回復・向上支援策の作成を提案する。
HIV/AIDS等の感染症	- 衛生対策実施状況	1/2号機事業工事中のモニタリング結果(インタビュー調査)	- モニタリング結果の分析をもとに実施機関・作業員へのインタビューを行い、衛生対策の実施状況について把握する。	- 工事中は、労働衛生計画を策定する。
労働環境(労働安全を含む)	- 労働環境安全衛生対策の実施状況	1/2号機事業工事中のモニタリング結果(インタビュー調査)	- モニタリング結果の分析をもとに実施機関・作業員へのインタビューを行い、衛生対策の実施状況について把握する。	- 工事中および供用時は、それぞれ労働安全計画の策定を支援する。
事故	- 構内事故、交通事故、海上事故の発生状況	1/2号機事業工事中のモニタリング結果(イ	- モニタリング結果の分析をもとに実施機関へのイン	- 工事中および供用時のそれぞれ事故防止策や事故対応策の作成を支援する。

環境項目	調査項目	既存調査結果	調査内容	予測評価および対策
	- 事故防止対策	インタビュー調査)	インタビューを行い、事故の発生状況、事故防止対策の実施状況について把握する。	
越境の影響、および気候変動	- 特になし	1/2号機事業工事中のモニタリング結果(インタビュー調査) - DOE 公開情報	- 特になし	-- 工事車両と重機からのCO <sub>2</sub> 発生量を見積もる。 - 燃料使用量から、CO <sub>2</sub> 発生量を見積もる。

出典：調査団作成

### 13.3 環境社会配慮調査結果

#### 13.3.1 大気質

##### (1) 気象 (5.1.1 (1) 気象、添付資料 5.1.1 参照)

気象モデルによる事業計画地の気象は、至近3年において大きな変化はない。

2020年の平均気温は1月の18.2°Cが年間で最も低く、6月、7月の27.6°Cが年間で最も高い。

乾季である1,2月は西寄りの風が卓越し、雨季である5~8月は南寄りの風が卓越する。年間の平均風速は3.4m/sで、雨季は、乾季に比べ平均風速が高い傾向にある。

##### (2) 大気汚染物質 (5.1.1 (2) 大気汚染物質、添付資料 5.1.1 参照)

事業計画地その周辺の浮遊粒子状物質 (SPM)、SO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub> は、当国の環境基準値以下であった。

#### 13.3.2 騒音・振動 (5.1.2 騒音・振動、添付資料 5.1.2 参照)

##### (1) 騒音

マタバリ村、ドルガタ村の騒音レベルは、当国の混合域（主に住居地域であるが、同時に商業や工業も行なわれる）の基準程度である。

事業計画地の住居地域側の敷地境界は、商業・工業地域に適用する基準値を十分に下回っているが、住居地域に適用する基準値はわずかに超えていた。

##### (2) 振動

マタバリ村、ドルガタ村は、軟弱地盤の傾向がある。マタバリ村、ドルガタ村の振動レベル値は低く、振動による影響はほとんどない。

#### 13.3.3 悪臭 (5.1.3 悪臭、添付資料 5.1.3 参照)

工事中、事業計画地で悪臭物質の検出は確認されていない。

#### 13.3.4 水質 (5.1.4 水質、添付資料 5.1.4 参照)

##### (1) 水質

###### (1-1) 表流水（海域）

事業計画地の周辺海域の水質は、1/2号工事实施前と工事中では大きな変化は見られない。

###### (1-2) 表流水（コヘリア運河）

コヘリア運河の水質は、1/2号工事实施前と工事中では大きな変化は見られない。



### (1-3) 地下水

マタバリ村、ドルガタ村の井戸の水質について、Turbidity、SS、Nitrogen (Total)、Coliform が超過していた。

事業計画地内の地下水の水質は、Feacal Coliform が当国の飲料水基準を超過するときがあるが、その他の項目は当国の飲料水基準内であった。事業計画地その周辺で、地下水を飲用する際は、ろ過/殺菌/消毒が必要になる。

### (2) 底質（海域）

事業計画地の周辺海域の底質は、米国<sup>11</sup>の NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) の「底生物への影響を及ぼす濃度ガイドライン」によれば、重金属類や有機塩化合物群に対して ERL<sup>12</sup> (Effects Range-Low) を超えていない。

## 13.3.5 水象（5.1.5 水象、添付資料 5.1.5 参照）

### (1) コヘリア運河

調査の詳細は、5 章を参照。

コヘリア運河で 14 箇所の底質の粒度を調査した結果、砂の構成比が 73～100% で、砂質であることがわかった。このことからコヘリア運河の躍動は砂の移動が主となる。

深浅測量横断調査によれば、コヘリア運河北側は運河幅が狭く（約 50～70m）水深は浅い（約 2.0m）。しかし、南側に移動するにつれ、水路幅は広くなり（約 100～200m）、水路幅は深くなる（約 3.0m）。

コヘリア運河の波高、流速は、北側から南側では同様の傾向を示し、流向は 180° ～360°（S→W→N）が卓越する。潮位の変動は、海域と同様な傾向であった。

### (2) 海域（添付資料 5.1.5 参照）

事業計画地周辺海域の流況について、2021 年 2 月から 3 月の乾季調査では、平均流速は 0.4～0.6m/s で、流向は干潮時が南から南東、満潮時が北から北西であった。

潮位は、ベンガル湾側の調査点とコヘリア運河の調査点で、同様の動きが見られた。

## 13.3.6 土壌（5.1.6 土壌、添付資料 5.1.6 参照）

「1/2 号機で実施されている環境モニタリング報告書」によれば、重金属であるヒ素、クロム、鉛の検出が確認されているが、水銀の検出はない。

## 13.3.7 地象

本調査では、事業計画地で地盤調査を行い、重要構造物や建屋の基礎設計等に必要な地盤性状、層序層厚、地盤強度、圧縮性に関する情報を取得した。調査結果の詳細は 5 章を参照。なお、当国では地震帯を 4 つに分類し、地震帯に応じて建物の設計強度が定められている。事業計画地は、チッタゴン同様の中程度の設計強度が求められている。

## 13.3.8 動植物相

事業計画地周辺の動植物相については、1/2 号機工事実施前と工事中では大きな変化は見られない。

事業計画地周辺南側のコヘリア運河沿いの一部でマングローブ植生が認められる。また同マングローブ植生内ではスナドリネコ（*Prionailurus viverrinus*：当国国内では絶滅危惧種指定、地球規

---

<sup>11</sup> NOAA (USA): Sediment Quality Guidelines for the National Status and Trends Program ([http://response.restoration.noaa.gov/book\\_shelf/121\\_sedi\\_qual\\_guide.pdf](http://response.restoration.noaa.gov/book_shelf/121_sedi_qual_guide.pdf) (1999))

<sup>12</sup> 低濃度側から全体の 10% に当たる順位値。これよりも低い濃度では悪影響はめったに起こらないと定義されている。

模の絶滅危惧種（IUCN Bangladesh 2015a）の足跡が確認された。調査の詳細は5章を参照。

### 13.3.9 社会配慮調査結果

#### (1) 住民移転

3/4号機は、先行する1/2号機事業の事業対象地内に建設されるため、本事業では新たな用地取得はなく、住民移転は発生しない。

1/2号機事業の用地取得による被影響住民への補償は一部が完了していないが、実施機関の主導のもと県政長官事務所、NGOおよびコンサルタントの協力によって補償手続きの支援が進められている。

実施機関はNGOの支援を受けて、被影響住民への補償金の支払いや移転の手続き周知と支援を継続するとともに、2019年12月、2020年1月及び2月には移転フェアと称する被影響住民の捕捉、補償手続きの理解を促進するためのイベントを開催するなど、適正な補償手続きの実施に努めている。また、補償を進める上での取り組みとしては、環境レビュー時点では被影響住民として捕捉されていた労働者のうち58人が、補償手続きを進める中で連絡がとれなくなったため、2018年9月には、NGOによるマタバリユニオンとドルガタユニオンの個別訪問調査を実施し、2019年2月に上記連絡がつかない58名を含む補償申請書類未提出者のリストを各ユニオン会議長と村民に手渡すなどして捕捉に努めたが、被影響住民、ユニオン会議長・メンバー、村民から特段の情報は得られなかった。その後コンサルタントチームは連絡がつかない住民の住所に出向いたり、2020年8月には実施機関のウェブサイト連絡がつかない補償対象者のリストを公開するとともに、地方紙、全国紙にリストを掲載するなどして捕捉に努めているものの状況は変わっていない。これら連絡がつかない補償対象者への対応としては、事後的に補償申請があった場合に対応できるよう、補償窓口を継続して設けたうえで補償費用を確保している。

1/2号機事業のモニタリング調査の一環として、2018年3月以降、おおむね四半期ごとに事業対象地区周辺のマタバリおよびドルガタユニオンの村で住民協議が実施されている。2018年は7回、2019年は13回、2020年はコロナ禍のために6回開催された。この住民協議会で補償に対する不満が聞かれたのは2018年5月の1回のみで、非正規居住者の移転における補償の遅延に対するものであったが、その後の移転地の整備、一時金・引っ越し費用の支給などを進めて以降、補償に対する不満は聞かれていない。本調査で無作為に抽出した被影響世帯267世帯に対するアンケート・インタビュー調査の結果、収入は対象世帯ですべて増加した。

#### (2) 貧困層

1/2号機事業の用地取得で移転を余儀なくされた世帯は、移転補償を受けるとともに実施機関が整備した移転地に居住しており、職業訓練設けている。また、1/2号機事業で補償金を受け取った賃金労働者も職業訓練を受けているが、被影響住民以外の発電所周辺住民からは雇用機会の増大に期待が大きい。

#### (3) 少数民族・先住民族

2011年国勢調査結果および1/2号機事業の協力準備調査報告書（2013年）を参照の上、当時の調査結果では事業実施区域およびその周辺に少数民族・先住民族は存在しないことが確認されていたが、2021年2月の現地調査において1/2号機事業調査後の移入の有無を確認した。その結果、現在も先住民族・少数民族の居住はないことを確認した。

#### (4) 雇用や生計手段等の地域経済

1/2号機事業の用地取得により生計手段を失った被影響住民は補償金支払いとともに職業訓練の機会を得ており、2021年7月までに339名の被影響住民が受講し、そのうち128名が職を得ている。また、1/2号機事業における雇用者数は全体で4,396人であり、そのうち地元のマタバリ・ドルガタ・バダルカリの各ユニオンから1,126人が技能者・被技能者として雇用されている。モニタリング調査の住民協議や本調査のステークホルダー協議およびフォーカスグループディスカッション（FGD）を通じて補償対象住民・非対象住民の如何にかかわらず、雇用機会の増大への期

待が大きく、事業地区に近いマタバリ・ドルガタ両ユニオンの住民の優先的雇用がなされている。

1/2号機事業の工事の影響により、漁業および水上タクシーの運航に支障が生じるケースが1/2号機事業環境モニタリング調査の住民協議の際に指摘され、EPCコントラクターおよび下請け業者を含む事業機関側によって、航行に支障をもたらす浮体式のパイプラインを要請により撤去したり、工事関係の警備船が、工事のために撤去した漁網を漁業者の要請に応じて返還するなど、都度対応されている。一方で、小商店の増加や、リキシャ・CNG（三輪オート）に代表される地元交通ニーズの増大やバザールの規模拡大など、経済的な効果も認められている。ただし、物価の上昇のために生活の困窮を訴える住民もみられる。

#### (5) 土地利用や地域資源利用

1/2号機事業の用地取得の対象となった651ヘクタールの土地利用区分は、約90%が塩田/エビ養殖池で、約10%が潮間帯・砂丘であり、林地、農地、屋敷林を伴う居住地域の利用区分にはほとんど変化はない。

なお、1/2号機事業の建設に伴い、発電所北部から南東部を蛇行してコヘリア運河に接続していたランガカリ運河が一部埋め立てられたが、コヘリア運河の水位（潮位）が高い時に逆流が生じて浸水が生じやすかったために要望されたといわれている。2017年のモンスーン期にはサイクロンの影響によって高潮が発生し発電所北西側の海岸部から高潮被害が発生しており、2018年の雨季には長期間の浸水被害が生じたため、埋め立ての影響によることが懸念された。このため発電所北側の擁壁法面に沿った水路が掘削され、コヘリア運河に並行する水路に接続してゲートが設けられた。

1/2号機事業に伴うモニタリング調査結果ではその後の長期の浸水被害に対する住民からの指摘はないものの、本調査におけるフォーカスグループディスカッションでは、浸水被害への影響を懸念する意見も聞かれている。ただしこの地域では雨季に4～5か月浸水することは例年のことである。

また、海水の流入量の低下や塩分の低下によりポンプ使用の必要性が生じてコスト高になっているとの意見も聞かれた。

#### (6) 水利用

塩田での海水利用に関して、前述のように水位が下がってポンプが必要になっているという意見や、内水の停滞によって塩分が低くなるといった意見が聞かれるが、1/2号機事業との因果関係は明確ではない。生活用水については掘り抜き井戸が大部分であり、質問票・インタビュー調査の際に井戸の利用で水位の変動はあるものの、例年のことであり、水質的にも変わったことはないということである。また、本調査による地下水の水質調査結果では調査対象の井戸の水質に異常はないが、生活排水の混入の可能性がうかがえた。

#### (7) 既存の社会インフラや社会サービス

1/2号機事業において事業用地西側に港湾が整備され、すでに工事事業資機材の運搬に利用されている。このため1/2号機環境モニタリング調査では漁業者やボートドライバーから工事関係船舶による影響が指摘されており、施工業者によって海上交通の管理計画が策定されている。本件調査のフォーカスグループディスカッションにおいても工事関係船舶による漁業や水上交通への影響について不満が聞かれている。

マタバリ島への道路は、本土側からRHD管理のジラ道路（県道）とバンダカリ橋を経てモヘシュカリ島に入り、モヘシュカリ島からLGED管理のオポジラ道路（郡道）とマタバリ橋を経てマタバリユニオン北側に入るのが唯一の陸路で、ドルガタユニオンにモヘシュカリ島から直接入る道路はない。マタバリ島内ではLGED管理のユニオン道路が南北にはしり、マタバリユニオンとドルガタユニオンをつなげているが、発電所事業用地整備で分断されたため、2021年8月現在代替道路が建設中であり、仮設の迂回路と実施機関提供のミニバスでの輸送による代替手段がとられている。

環境モニタリング調査ではユニオン道路の交通量の増加、渋滞の発生、道路の損傷が観察されており、環境モニタリング調査の一環で行われている住民協議の中では、渋滞と道路の損傷に対

する不満が多く聞かれている。なお、実施機関は2018年にはRHDによるRajghatからMuhurighonaの7.5キロメートル区間の建設を支援しており、またマタバリ島内でRajghatからSairer Deilの間をユニオン議長との協議により、3度修復した。

また、本調査のフォーカスグループディスカッションの中でも道路事情に対して同様な不満が聞かれた。

#### (8) 社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織

マタバリ島内ではLGEDが道路、学校、モスクなどの公共施設の整備とオポジラレベルの地域整備計画の立案と整備を担っている。また、BWDBはマタバリ島内を囲む堤防の管理を担っており、堤防は住民の移動路としての機能も果たしている。事業予定地内には港湾が整備されているが、今後はCPAの管理に移管する予定である。RHDは上記のとおりマタバリ島内には直接所管する道路はないが、国道からモヘシュカリ島に至る主要道路を所管しており、建設予定のマタバリ港へのアクセス道路はRHDの所管となっている。

地域の意思決定機関として、各ユニオンでは選挙で選ばれた議長とユニオン内の村およびワードから選ばれたメンバーがパリシェッドを構成し、メンバーには女性が3人含まれるようジェンダー配慮がなされている。郡内のユニオンは郡行政官が統括しており、本件のステークホルダー協議では郡行政官が議長を務めた。用地取得に関わる手続きは県政長官事務所が所管している。なお、ステークホルダー協議でのマタバリユニオンおよびドルガタユニオンの議長の発言はフォーカスグループディスカッションでの住民意見と食い違いは認められず、社会組織はよく機能しているものとみられる。

#### (9) 被害と便益の偏在

1/2号機事業の環境モニタリング調査の一環で実施されている住民協議では被影響住民からの不満は補償金支払い手続きの初期を除いてなく、実施機関の苦情処理窓口にも苦情は寄せられていない。

本調査の被影響住民への聞き取り調査の結果では、補償を受けた住民の生活レベルは平均的にみて向上している傾向がみられ、被影響住民の中での不公平感は明確でない。

なお、フォーカスグループディスカッションの中では、補償対象となっていない住民から不満が聞かれており、これは1/2号機事業の影響ともともと本地域がもつ地理的・社会基盤等の特性との区別がつけがたい問題、具体的には渋滞と道路の損傷が生じやすいという道路事情、浸水被害等に対して1/2号機事業に対する不満・要請として声が上がっている状況にあると考えられる。実施機関からは、補償適格性を確認するプロセスに注力する、諸問題と本事業との因果関係をふまえて住民との対話を図るなどの対応を行っている。

#### (10) 地域内の利害対立

地域内の利害の対立軸として前項の不満の視点から、被影響住民の補償をめぐる対立軸、道路アクセス・コミュニティ移動における対立軸、雇用の不公平感からくる対立軸等が想定されるが、特定の地区や住民の属性をもって利害対立が生じているとみられるのは雇用である。発電所工事での雇用に対する期待の大きさと、スキルの評価から採用率が上がらないことのギャップ、加えてマタバリ島外の住民の雇用、といった不公平感が利害対立を生じさせている懸念があるが、外部からの労働者も地域内コミュニティで地元の習慣等を尊重して生活しており、今のところ対立軸が深刻化する予兆は認められない。

#### (11) 文化遺産

事業対象地から半径15キロメートル以内には国や地域で指定された文化遺産はなく、マタバリ島内での住民への聞き取り調査において、集落・村・ユニオンレベルでの文化遺産的資産は確認できなかった。

#### (12) ジェンダー

ユニオンの議会（Parishad）では男性議員（Member）9人に対して、女性議員3人が選出される

ことが決まっており、完全男女平等といえないまでもジェンダー配慮がなされている。

本調査で実施されたフォーカスグループディスカッションにおける女性グループの聞き取り調査には、さまざまな年齢層から29名が参加し、全員主婦であり、大部分は非識字者であった。この地域独特の文化により女性は非常に保守的で、外で働くことに興味をもたず、育児を含む複数の家事責任を担っていることで家庭内のバランスが取れ、家庭の収入に貢献しているということと、他の家計を担うメンバー、特に夫は外で働くことができるという自負をもっている。また、ほとんどの女性が「自分が家のことを決められる」と答えているが、責任ある家族の一員として収入が少ないために家庭を切り盛りするのがストレスになっているという意見もあり、家族の主要な問題の意思決定の場面では、男性が妻に相談することもあるが、男性がリーダーであり決定権をもっているという意見であった。

#### (13) 子どもの権利

1/2号機環境モニタリング調査では、工事において子供の就労がないようパトロールを行っており、子供の就労はみられていない。

本調査で実施した被影響住民へのアンケート調査では全員が自分の子供を学校（ベンガル語教育システム、国家カリキュラム）またはマドラサ（アラビア語、国家カリキュラム）に通わせる意思があると回答していた。また、女性のFGDではすべての女性が子供の就学に前向きで、子供を学校やマドラサに通わせたいと考えている一方で、家族の経済的ストレスのために子供を学校から退学させる可能性があるとも話していた。

浸水被害のある発電所北側の村におけるFGDでは浸水により子供が学校にいけない時期があるとの意見があった。

#### (14) HIV/AIDS等の感染症

1/2号機事業の工事関係者にはHIV/AIDS等の感染症対策の教育プログラムが数多く実施されており、発症例の報告はみられていない。

コロナ対策としては、様々な場所での拡大防止策の周知ポスターの掲示、医療チームによる血圧、体温測定等および消毒剤散布を行っている。

#### (15) 労働環境（労働安全を含む）

1/2号機事業では、環境モニタリング調査により、EHS管理面からトイレ施設の確認、施工業者のEHS責任者・下請け業者の安全管理者などへの聞き取り、作業員の個人用防護具PPEの確認、セメントサイロにおける労働衛生・安全管理の確認、廃棄物の管理状況の確認などが実施され、一部たばこの吸い殻入れに可燃ごみが混入していたり、期限切れの消化器が設置されたままになっていることが発見されたものの、各調査結果は良好であった。

労働災害については2020年12月までに28件の事故が発生しており、うち2件は死亡事故となった。事故防止策としては、実施機関指示のもと、コントラクタによって、事故を未然に防ぐための動線計画、警備体制の増強のほか、サインの掲示、安全装備の増強等の対策が進められている。

#### (16) 事故

工事関係車両による交通事故は、事業用地構内や海上での事故が発生しており、都度対策が講じられている。

### 13.4 環境社会配慮への影響評価



本事業の影響評価の検討において、周辺の他プロジェクトによる影響との累積影響の可能性があるため、事業計画地周辺での他プロジェクトの状況について確認した。

事業計画地周辺での他プロジェクトについては、関係機関で公開されたEIA報告書等を参考にし、構想段階や具体的な計画としての情報がないものは検討から除外した。

報告書として入手、確認できた事案は道路2件、送配電1件、港湾1件であった。

---

表 13.4-1 事業計画地周辺での他プロジェクト

プロジェクト名	事業者	概要
JICA Matarbari Port Development Preparatory Survey Project (2018)	_Roads and Highways Department _Ministry of Road Transport and Bridges _Road Transport and Highways Division	Matarbari Port Access Road o Road Length: 25.7 km o Number of Bridges: 17 (total 7,104 m) o Number of Intersections: 4 (3 at-grade, 1 grade separated) o Number of Railway Crossing: 2 Dohazari-Cox's Bazar Railway; and Rail Spur Link to Matarbari Dike Road o Road Length: 1.8 km 
Detailed Design and Supervision of Access road Construction Component of Matarbari Ultra Super Critical Coal Fired Power Project (RHD PART) JICA LOAN BD-P76&BD-P88 Environmental Impact Assessment	_Roads and Highways Department _Ministry of Road Transport and Bridges _Road Transport and Highways Division	The proposed 7.35 km embankment cum road will be utilized for the purposes of connecting Matarbari to Dhlaghata Union 
Construction of 20km 132kV transmission line from Chakaria to Matarbai CPGCBL power plant proposed and 10MVA 33/11kV REB distribution sub-station with renovation 33kV, 11kV&0.415kV distribution network Project	CPGCBL (Application dated 07/09/2015)	_20km 132kV transmission line from Chakaria to Matarbai CPGCBL power plant _10MVA 33/11kV REB distribution sub-station with renovation 33kV, 11kV&0.415kV distribution network
Preparatory Survey on the Matarbari Port Development in People's Republic of Bangladesh (December 2018)	Japan International Cooperation Agency (JICA) The Overseas Coastal Area Development Institute of Japan Oriental Consultants Global Co., Ltd Nippon Koei Co., Ltd PADECO Co., Ltd	The Survey for investigating the further detailed plan of Matarbari port development

出典：調査団作成

なお、実施機関のウェブサイトでは、事業計画地周辺での発電所開発計画を公表しているが、全てが計画段階であり、報告書等の公開はしていないとのことである。

以上のことから、本調査での環境影響評価は本事業と 1/2 号事業による影響について検討する。1/2 号機事業の発電設備運転開始は 2024 年度を計画しており、本事業の工事開始時期は 1/2 号機事業の発電設備の運転開始後となる。

以下に本事業に関わる環境影響評価項目の環境影響の予測と評価について取り纏めているが、環境影響の予測では、数値シミュレーションによる解析、回避または緩和策をもとに検討した。

環境影響の回避・緩和策は、「13.5 環境管理計画」で詳細を記載している。

(1) 計画時と工事中

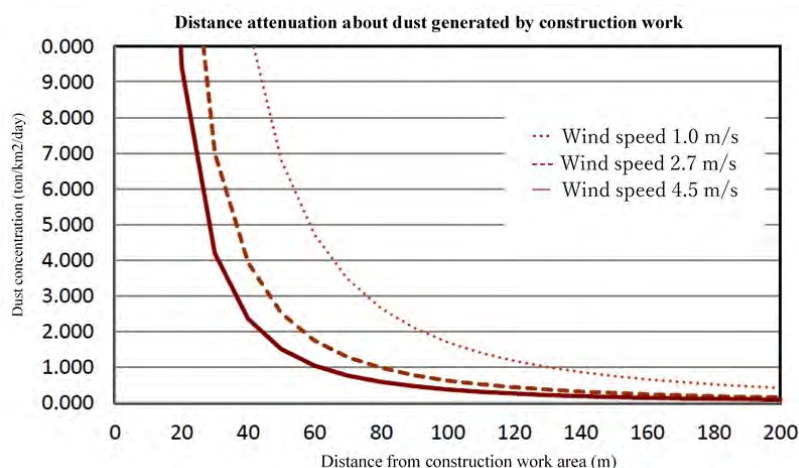
(1-1) 汚染対策

(1-1-1) 大気質

(a) 工事中の大気環境

発電所建設予定地は既に整地されており、大規模な工事は想定されないが、地盤改良工事、建屋建設工事等で重機や工事用車両の稼働に伴う大気汚染物質（SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub> など）の発生があるが、その影響は工事区域周辺に限られると考えている。

工事区域は裸地であり、風によって地上の粉じんの巻き上げが起こることがあるが、工事区域から 100m を超えるとその影響は小さくなる。



備考：土砂掘削に伴い発生するばいじん量 17,000ton/km<sup>2</sup>/day とし、その 7 割は散水で低減することを前提にばいじん濃度の距離減衰を示したものである。本プロジェクトの発生過程等とは異なるが、距離減衰の傾向を示す資料である。

出典：大阪市

図 13.4-1 建設工事の粉じんの距離減衰

Beaufort 風力階級（表 13.4-2）によれば、風速 6m/s 以上で地上の粉塵は舞い上がる。表 13.4-3、図 13.4-2 の風配図によれば、サイト周辺で風速 6m/s 以上の出現は年間 6%程度で、住居側（マタバリ村）への風向き（南風）を考慮すると、さらにその出現率はさらに低くなる。

表 13.4-2 Beaufort 風力階級

Force	Speed knot(m/s)	Description	Specification(for use at sea/for use on land)
0	0-1 (0-0.5)	Calm	_Sea like a mirror. _Calm; smoke rises vertically.
1	1-3 (0.5-1.5)	Light Air	_Ripples with the appearance of scales are formed, but without foam crests. _Direction of wind shown by smoke drift, but not by wind vanes.
2	4-6 (2.1-3.1)	Light Breeze	_Small wavelets, still short, but more pronounced. Crests have a glassy appearance and do not break. _Wind felt on face; leaves rustle; ordinary vanes moved by wind.
3	7-10 (3.6-5.1)	Gentle Breeze	_Large wavelets. Crests begin to break. Foam of glassy appearance. Perhaps scattered white horses. _Leaves and small twigs in constant motion; wind extends light flag.
4	11-16 (5.7-8.2)	Moderate Breeze	_Small waves, becoming larger; fairly frequent white horses. <b>_Raises dust and loose paper; small branches are moved.</b>
5	17-21 (8.7-10.8)	Fresh Breeze	_Moderate waves, taking a more pronounced long form; many white wave are formed.

Force	Speed knot(m/s)	Description	Specification(for use at sea/for use on land)
			_Small trees in leaf begin to sway; crested wavelets form on inland waters.
6	22-27 (11.3- 13.9)	Strong Breeze	_Large waves begin to form; the white foam crests are more extensive everywhere. _Large branches in motion; whistling heard in telegraph wires; umbrellas used with difficulty.
7	28-33 (14.4- 17.0)	Near Breeze	_Sea heaps up and white foam from breaking waves begins to be blown in streaks along the direction of the wind. _Whole trees in motion; inconvenience felt when walking against the wind.
8	34-40 (17.5- 20.6)	Gale	_Moderately high waves of greater length; edges of crests begin to break into spindrift. The foam is blown in well-marked streaks along the direction of the wind. _Breaks twigs off trees; generally impedes progress.
9	41-47 (21.1- 24.2)	Severe Gale	_High waves. Dense streaks of foam along the direction of the wind. Crests of waves begin to topple, tumble and roll over. Spray may affect visibility _Slight structural damage occurs (chimney-pots and slates removed)
10	48-55 (24.7- 28.3)	Storm	_Very high waves with long overhanging crests. The resulting foam, in great patches, is blown in dense white streaks along the direction of the wind. On the whole the surface of the sea takes on a white appearance. The tumbling of the sea becomes heavy and shock-like. Visibility affected. _Seldom experienced inland; trees uprooted; considerable structural damage occurs.
11	56-63 (28.8- 32.4)	Violent Storm	_Exceptionally high waves (small and medium-size ships might be for a time lost to view behind the waves). The sea is completely covered with long white patches of foam lying along the direction of the wind. Everywhere the edges of the wave crests are blown into froth. Visibility affected. _Very rarely experienced; accompanied by wide-spread damage.
12	64-71 (32.9- 36.5)	Hurricane	_The air is filled with foam and spray. Sea completely white with driving spray; visibility very seriously affected.

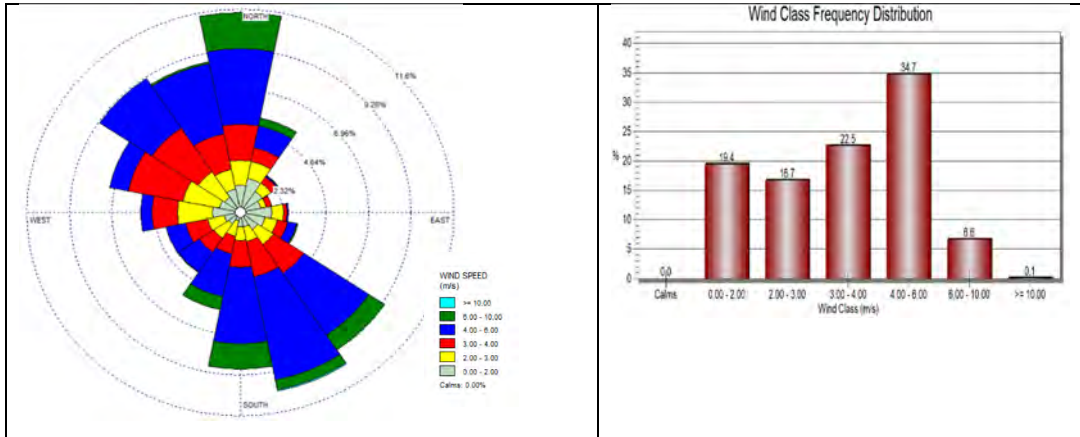
出典：National Weather Service (<https://www.weather.gov/mfl/beaufort>)

表 13.4-3 風速 6m/s 以上の出現率

Wind direction	Frequency	Wind speed >6m/s	Occurrence ratio (%)
NNE	503	50	0.6
NE	206	1	0
ENE	142	0	0
E	223	0	0
ESE	243	7	0
SE	787	85	1.0
SSE	918	60	0.7
S	758	112	1.3
SSW	515	87	1.0
SW	378	3	0.0
WSW	360	1	0.0
W	436	1	0
WNW	600	0	0.0
NW	811	1	0.0
NNW	777	13	0.1
N	764	114	1.3
Calm	363	-	-



Wind direction	Frequency	Wind speed >6m/s	Occurrence ratio (%)
Annual	8784	535	6.1



備考：Wind rose by MM5 at project site [GL 3m] (2020.1.1-2020.12.31)

出典：調査団作成

図 13.4-2 風配図

現在、1/2号機事業の建設工事では、排ガス対策として、発電機、重機、トラック等での定期的なメンテナンス、排ガス検査、定期的な大気環境モニタリングを実施している。

また、工事区域は散水による粉塵対策を実施している。こうした対策の効果もあり、1/2号機事業の建設工事に係るモニタリング報告書によれば、工事区域内ならびに敷地境界近傍の大気環境は良好である（5.1.1項参照）。

本事業の建設工事も1/2号機事業の建設工事同様、排ガス等の対策、監視活動によって、工事による大気環境への影響を最小に抑止できると考えている。

(b) 工事用車両通行に伴う沿道大気環境

アクセス道路の完成後、トラック等の工事用車両が通行することが考えられる。沿道での自動車排ガスの影響は、「廃棄物処理施設生活環境影響調査指針」（環境省）を参考に、以下の計算式を用いて検討する。

[有風時(風速 1.0m/s 以上)]

$$c(x, y, z) = \frac{Q}{2\pi\sigma_y\sigma_z u} \cdot \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \left[ \exp\left\{\frac{-(z+H)^2}{2\sigma_z^2}\right\} + \exp\left\{\frac{-(z-H)^2}{2\sigma_z^2}\right\} \right]$$

【記号】

C: 風下距離 x (m)地点の地上濃度

Q: 点源の排出量(mg/s)

【時間別平均排出量】

$$Q_t = V_w \times \frac{1}{3600} \times \frac{1}{1000} \times \sum_{i=1}^2 (N_{it} \times E_i)$$

Qt: 時間別平均排出量 (mg/m・s)

Vw: 換算係数 (mg/g)

NOx: 523ml (20°C, 1atm)、SPM: 1,000mg/g

Ei: 車種別排出係数 (g/km・台)

NOx (小型車) :  $= -0.902/V - 0.00578V + 0.0000439V^2 + 0.261$

NOx (大型車) :  $= -7.12/V - 0.0895V + 0.000735V^2 + 3.93$

SPM (小型車) :  $= -0.138/V - 0.000456V + 0.00000317V^2 + 0.0218$

SPM (大型車) :  $= 0.0318/V - 0.00310V + 0.0000227V^2 + 0.158$

V: 平均走行速度 (km/h)

Nit: 車種別時間別交通量 (台/h)

u: 平均風速 (m/s)

H: 排出源高 (m)  
 x: 風向に沿った風下距離 (m)  
 y: x 軸に直角な水平距離 (m)  
 z: x 軸に直角な鉛直距離 (m)  
 $\sigma_z$ : 鉛直方向のパラメータ (m)  
 $\sigma_z = \sigma_{z0} + 0.31L^{0.83}$   
 $\sigma_{z0}$ : 鉛直方向の初期拡散幅 (m)  
 L: 車道部端からの距離 ( $L=x-W/2$ )  
 W: 車道部幅員 (m) ( $x < W/2$  の場合  $\sigma_z = \sigma_{z0}$ )  
 $\sigma_y$ : 水平方向のパラメータ (m)  
 $\sigma_y = W/2 + 0.46L^{0.81}$   
 ( $x < W/2$  の場合  $\sigma_y = W/2$ )

[無風時(風速 1.0m/s 以下)]

$$c(x,y,z) = \frac{Q}{(2\pi)^{3/2}\alpha^2\gamma} \left[ \frac{1 - \exp\left(-\frac{l}{t_0^2}\right)}{2l} + \frac{1 - \exp\left(-\frac{m}{t_0^2}\right)}{2m} \right]$$

$$l = \frac{1}{2} \left[ \frac{x^2 + y^2}{\alpha^2} + \frac{(z - H)^2}{\gamma^2} \right]$$

$$m = \frac{1}{2} \left[ \frac{x^2 + y^2}{\alpha^2} + \frac{(z + H)^2}{\gamma^2} \right]$$

$$t_0 = \frac{W}{2\alpha}$$

$\alpha=0.3$ 、 $\gamma=0.18$ (昼間)、 $0.09$ (夜間)

本調査は 1 時間あたりの工事用車両（大型）の通行台数から沿道の大気汚染物質の影響を検討した（表 13.4-4、表 13.4-5）。

アクセス道路は、以下の基本設計を参考にした（図 13.4-3）。

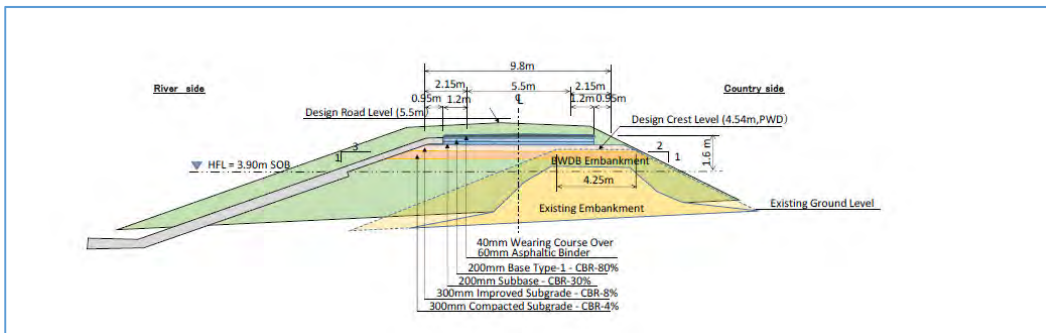


図 13.4-3 道路基本設計

備考：道路設計のコンセプトは次のとおり。

Item	Design
Crest width	9.80 m
Carriage way width	5.50m
Shoulder	2.15 m

出典： Bangladesh 国チッタゴン石炭火力発電所建設事業準備調査報告書

工事用車両の通行に伴い大気汚染物質（窒素酸化物、浮遊粒子状物質）の発生が想定される。しかし、可能な限り工事用車両台数の低減、通行台数の平準化、交通規則の遵守、定期的なモニタリングにより、大気汚染物質の発生の低減を図ることができると考える。

表 13.4-4 沿道付近の窒素酸化物濃度 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

項目	風速 3m/s	風速 1m/s 以下
----	---------	------------

		速度(km/h)			
		40	50	40	50
通行台数 (台/h)	10	0.02	0.02	0.03	0.02
	20	0.04	0.03	0.05	0.05
	30	0.06	0.05	0.08	0.07

出典：調査団作成

表 13.4-5 沿道付近の浮遊粒子状物質濃度 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

項目		風速 3m/s		風速 1m/s 以下	
		速度(km/h)			
		40	50	40	50
通行台数 (台/h)	10	0.001	0.001	0.001	0.001
	20	0.002	0.002	0.003	0.002
	30	0.003	0.003	0.004	0.004

出典：調査団作成

#### (1-1-2) 水質

本事業の建設工事では、1/2号機事業の建設工事のような大規模な掘削工事は想定していないが、雨水に伴う濁水の発生、作業員宿舎からの生活雑排水、重機の鉱油が混入した排水による周辺への影響が予測される。

1/2号機事業の建設工事では、工事区域周辺に水路、沈殿池、貯槽タンク、油分・排水処理槽を設置し、直接構外に工事排水が排出しないよう対策を講じている。また、地下浸透防止シートを敷き、地下水汚染の対策を講じている。



作業員宿舎内に設置された仮設排水池

作業員宿舎内に併設された排水処理設備

出典：調査団作成

図 13.4-4 事業計画地内での工事中の排水対策例（1/2号機事業）

モニタリング報告書によれば、周辺海域、コヘリア運河、地下水の水質環境の悪化は確認されていない。

本事業の建設工事では、1/2号機事業の建設工事同様の対策、監視活動を講じることによって、工事による海水、河川水、地下水への影響を最小に抑止できると考えている。

#### (1-1-3) 土壌汚染

工事区域では、工事に伴い油類や化学物質の漏洩による土壌汚染の可能性がある。

1/2号機事業の建設工事では、油類や化学物質を適切な貯蔵場所で保管するとともに、コントラクタによる定期的な点検、土壌のモニタリングが実施されている。工事区域内の土壌環境は、工

事実施前と変わらない。



出典：調査団作成

図 13.4-5 事業計画地内での油類や化学物質の保管例（1/2 号機事業）

本事業の建設工事では、1/2 号機事業の建設工事同様の対策、監視活動を講じることによって、工事による土壌汚染を最小に抑止できると考えている。

#### (1-1-4) 底質汚染（海底）

本事業の建設工事では、1/2 号機事業の建設工事のような大規模な海域工事の予定はないが、取放水口工事において海域工事が想定される。工事区域からの排水によって、周辺海域や河川への流入による底質汚染が考えられる。

1/2 号機事業の建設工事では、工事区域周辺に水路、沈殿池、貯槽タンク、油分・排水処理槽を設置し、直接、構外に工事排水が排出しない対策を講じている。

モニタリング報告書によれば、周辺海域、コヘリア運河、地下水の水質環境は、工事実施前後で悪化は確認されていない。

本事業の建設工事では、1/2 号機事業の建設工事同様の対策、監視活動を講じ工事排水を管理することによって、底質汚染への影響を最小に抑止できると考えられる。

#### (1-1-5) 騒音・振動

##### (1-1-5-1) 騒音

###### (a) 工事騒音

重機やトラック等の稼働による騒音が予測されるが、その影響は工事区域周辺に限られる。「バングラデシュ国チッタゴン石炭火力発電所建設事業準備調査報告書」によれば、工事による騒音の影響予測では、騒音基準ならびに IFC/WB EHS ガイドライン 2007 値以下と予測している。

1/2 号機事業の建設工事に係るモニタリング結果も、工事が実施される昼間の時間帯で、騒音基準ならびに IFC/WB EHS ガイドライン 2007 値（住居地域：昼間）はほぼ満足している。

1/2 号機事業の建設工事に係る上記報告書を参考に、本事業の発電設備設置区域での建設工事に使用される主要な建設機械は、ダンプトラック、トラッククレーン、バックホウ等がある（表 13.4-6）。

表 13.4-6 主な建設機械の騒音レベル

No.	重機	容量	騒音レベル (dB)	基数	No.	重機	容量	騒音レベル (dB)	基数
①	Truck crane	11t	107	4	④	Generator	250kVA	99	10
	Truck	11t	109	1		Engine Compressor	75m <sup>3</sup> /min	99	2
②	Crawler crane	50t	107	3	⑤	Truck crane	11t	107	6
	Truck crane	11t	107	11		Concrete Mixer	4.5m <sup>3</sup>	110	18
	Truck	11t	109	9		Backhoe	1.4m <sup>3</sup>	114	10
	Forklift	-	96	2		Concrete pump	70m <sup>3</sup> /min	114	6
	Vehicle for height work	-	109	2		Generator	250kVA	99	10
③	Crawler crane	50t	107	3	⑥	Engine Compressor	75m <sup>3</sup> /min	99	2
	Truck crane	11t	107	11		Crawler crane	50t	107	5
	Truck	11t	109	9		Concrete Mixer	4.5m <sup>3</sup>	110	4
	Forklift	-	96	2		Small Truck crane	4t	80	3
	Vehicle for height work	-	109	2		Vehicle for height work	-	80	2
④	Truck crane	11t	107	6	⑦	Backhoe	1.4m <sup>3</sup>	114	1
	Concrete Mixer	4.5m <sup>3</sup>	110	18		Concrete Mixer	4.5m <sup>3</sup>	110	1
	Backhoe	1.4m <sup>3</sup>	114	10	⑧	Backhoe	1.4m <sup>3</sup>	114	1
	Concrete pump	70m <sup>3</sup> /min	114	6		Concrete Mixer	4.5m <sup>3</sup>	110	1

注: 1) 騒音源レベルは、建設機械から7m の位置でA 特性補正值より計算した  
2) 騒音源位置図



出典：調査団作成

建設機械の稼働による騒音レベルを検討する場合、以下の騒音伝搬理論式\*がある。

\*ISO 9613: Acoustics-Attenuation of sound during propagation outdoors  
Part 1: Calculation of the absorption of sound by the atmosphere  
Part 2: General method of calculation

$$L_{PA} = L_{WA} - 20 \cdot \log_{10} R - 8 - A_{\gamma} - A_E$$

【記号】

$L_{PA}$  : 予測地点における騒音レベル(dB)

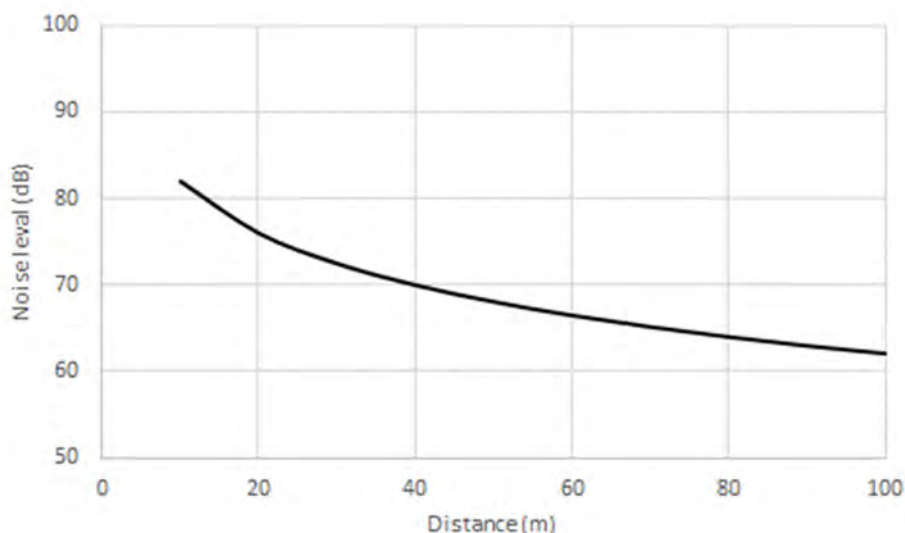
$L_{WA}$  : 音源の A 特性補正パワーレベル(dB)

R : 音源から予測地点までの距離

$A_{\gamma}$  : 障壁による減衰量(dB)

$A_E$  : 空気の吸収による減衰量(dB)

騒音レベル 110dB 程度の重機からの騒音は、騒音源から 100m 離れると 40dB 程度減衰する。本事業の建設予定地は、工事区域境界ならびに住居地域から 100m 以上離れており、工事に伴う騒音の影響は限定的と考えられる（図 13.4-6）。

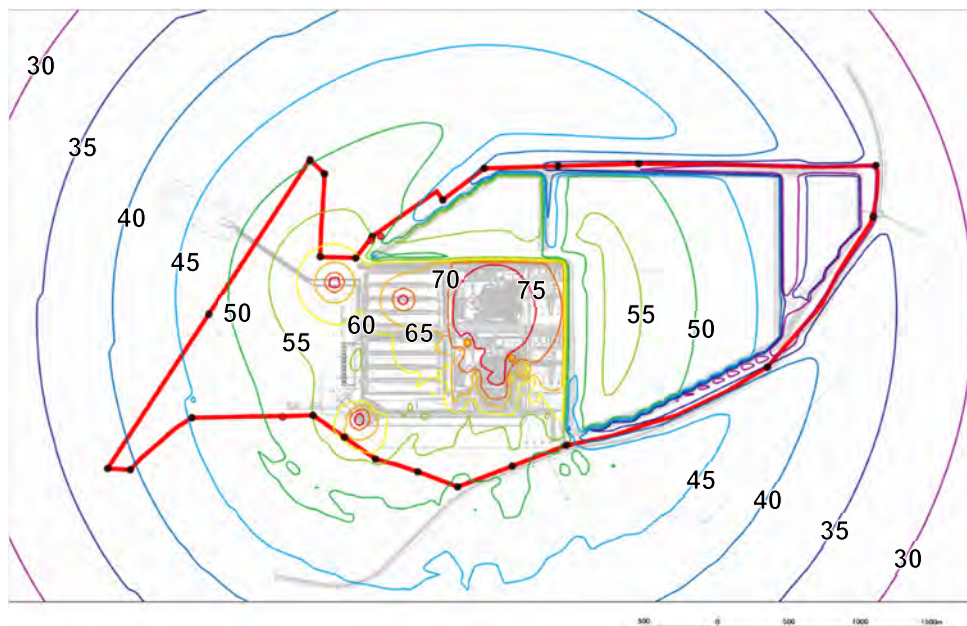


出典：調査団作成

図 13.4-6 騒音レベルの距離減衰

また、工事中は 1/2 号機事業の運転時期と重なる。1/2 号機事業の運転下での建設機械の稼働による到達騒音レベルは次図のとおりで、到達騒音レベルは敷地境界で 28～64dB(A)、住居地周辺（北側、南側）で 52～56dB(A)と予測された。敷地境界、住居地域（昼間の時間帯）においては、当国および IFC/WB EHS ガイドライン 2007 値を遵守できる。

このことから、工事区域からの騒音の対策として、夜間工事は可能な限り実施しない、本事業の建設工事も 1/2 号機事業の建設工事同様に、重機、工事用車両は、工事規模に合わせて適切に配置し、効率的な使用による稼働台数の低減、低騒音型建設機械の導入、適切な点検・整備による性能維持、定期的なモニタリングにより、騒音の影響を最小に抑止することができると考えている。



備考：詳細結果

No	Noise Level (dBA)	DOE Limit Standard	IFC/WB EHS Guidelines 2007
1	49.3	Industrial Zone; Day 75 Night 70	Industrial Zone; Day 70 Night 70
2	51.0		
3	61.4		
4	60.5		
5	54.2		
6	41.5		
7	38.7		
8	34.2		
9	32.8		
10	32.1		
11	28.1		
12	36.2		
13	47.7		
14	53.9		
15	49.3		
16	53.6		
17	58.9		
18	64.1		
19	55.0		
20	45.1		
21	39.3		
22	37.8		
23	47.4		
24	53.1	Residential Zone: Day 55 Night 45	Residential Zone: Day 55 Night 45
25	54.8		
26	51.5		



出典：調査団作成

図 13.4-7 到達騒音レベル（1/2号機供用時、3/4号機工事中）

(b) 道路交通騒音

アクセス道路の完成後、トラック等の工事用車両が通行することが考えられる。日本音響学会は、道路交通騒音の等価騒音レベル（ $L_{Aeq}$ ）について、以下の計算式を提案している。

$$L_{Aeq,T} = L_{AE} + 10 \log_{10} \frac{N_T}{T}$$

$$L_{AE} = 10 \log_{10} \left( \frac{1}{T_0} \sum_i 10^{L_{A,i}/10} \cdot \Delta t_i \right)$$

$$L_{A,i} = L_{WA,i} - 8 - 20 \log_{10} r_i + \Delta L_{cor,i}$$

$$L_{WA} = a + b \log_{10} V + C$$

$$\Delta L_{cor,i} = \Delta L_{dif,i} + \Delta L_{grnd,i} + \Delta L_{air,i}$$

【記号】

$L_{Aeq}$  : 等価騒音レベル (dB)

$L_{AE}$  : 単発騒音暴露レベル (dB)

$L_{A,i}$  :  $i$ 番目の音源位置から予測地点に到達する A 特性音圧レベル (dB)

$\Delta t_i$  : 音源が  $i$ 番目の区間に存在する時間 (s)

$N_T$  : 対象時間内の交通量 (台)

$T$  : 対象時間 (s) (=3,600)

$T_0$  : 基準時間 (s) (=1)

$L_{WA,i}$  :  $i$ 番目の音源位置における自動車走行騒音の A 特性音響パワーレベル (dB)

$r_i$  :  $i$ 番目の音源位置から予測地点までの直達距離 (m)

$\Delta L_{cor,i}$  :  $i$ 番目の音源位置から予測地点に至る音の伝搬に影響を与える各種の減衰要素に関する補正量 (dB)

$a, b$  : 定数項 ( $a$ =大型車: 53.2, 小型車: 46.7, 二輪車: 49.6,  $b$ =30) [定常走行]

$V$  : 走行速度 (km/h)

$C$  : 基準値に対する補正項 (=0)

$\Delta L_{dif,i}$  : 回折に伴う減衰に関する補正量 (dB) (=0)

$\Delta L_{grnd,i}$  : 地表面効果による減衰に関する補正量 (dB) (=0)

$\Delta L_{air,i}$  : 空気の音響吸収による減衰に関する補正量 (dB) (=0)

本調査では1時間あたりの工事用車両（大型）の通行台数から沿道の騒音レベルを推定した。

沿道では、工事用車両の通行に伴い 60dB 程度の騒音レベルが想定される（表 13.4-7）。可能な限り工事用車両台数の低減、通行台数の平準化、交通規則の遵守により、道路交通騒音の影響の低減を図る。また、定期的なモニタリングを実施することで迅速な対応を図り、道路交通騒音の影響を最小に抑止することができると考えている。



表 13.4-7 道路交通による等価騒音レベル ( $L_{Aeq}$ ) の推定値

(単位: dB(A))

項目		速度 (km/h)	
		40	50
通行台数 (台/h)	10	53	55
	20	56	58
	30	58	60

出典: 調査団作成

(1-1-5-2) 振動

(a) 工事振動

振動源が地面を伝わる波動の減衰は、距離、土質等の要因による影響を受けるが、一般的に以下の振動伝搬式がある。

$$VL = VL_0 + 20 \log_{10}(r_0/r)^n + (20 \log_{10} e)(r_0 - r) \alpha$$

【記号】

$VL$ : 予測地点の振動レベル (dB)

$VL_0$ : 基準点の振動レベル (dB)

$r_0$ : 振動源から予測地点までの距離 (m)

$r$ : 振動源から予測地点までの距離 (m)

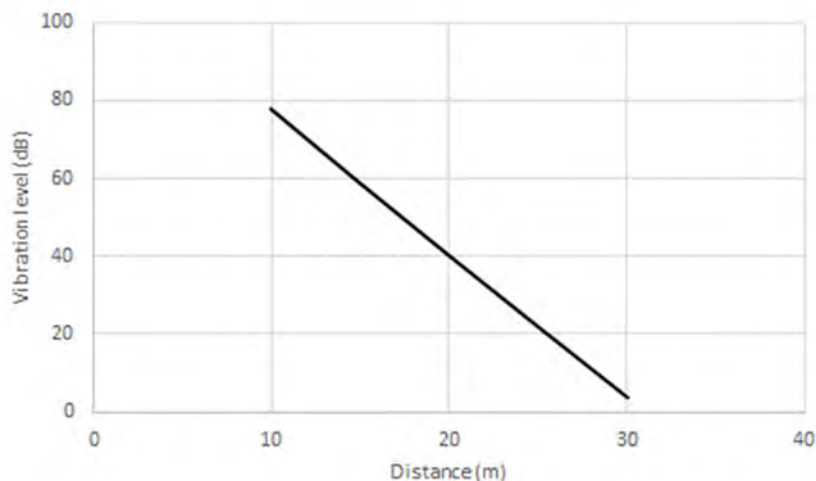
$20 \log_{10} e = 8.68$

$n$ : 幾何減衰定数: 0.5 (表面波)

$\alpha$ : 地盤減衰定数: 粘度: 0.02-0.01, 砂・シルト: 0.03-0.02

例えば、振動レベル 90dB 程度 (建設作業振動防止の手引き (環境省)) のバイブロハンマは、30m 離れると振動の影響はかなり小さくなる (図 13.4-8)。

本事業の建設予定地は、住居地域から約 100m 以上離れており、振動の影響はほとんどないと考えている。



出典: 調査団作成

図 13.4-8 振動レベルの距離減衰

なお、当国には振動の規制基準がないので、参考に日本の振動基準を表 13.4-8 に示す。建設工事の振動の基準は、敷地境界で 75dB となっている。

**表 13.4-8 工場に対する振動の基準（参考：日本）**

（単位：dB）

地域の区分	昼 間	夜 間
良好な住居の環境を保全する区域	60-65	55-60
住居の用に併せて商業、工業等の用に供されている区域	65-70	60-65

出典：振動規制法（日本）

重機、工事用車両の稼働によって振動が発生するが、騒音同様、その影響は周辺に限られる。工事量の平準化、低振動型機器の導入、工法の検討（振動の発生のある杭打ちなどは昼間の時間帯に実施する）等の緩和策を講じることで、周辺への振動の影響の低減は図られると考えている。

**(b) 道路交通振動**

アクセス道路の完成後、トラック等の工事用車両が通行することが考えられる。土木研究所（国土交通省）が提案する振動伝搬理論式を参考に、1時間あたりの工事用車両（大型）の通行台数から沿道の振動レベルを推定した（表 13.4-9）。

$$L_{10} = a \log_{10}(\log_{10} Q^*) + b \log_{10} V + c \log_{10} M + d + \alpha_{\sigma} + \alpha_f + \alpha_s - \alpha_L$$

【記号】

- $L_{10}$ ：振動レベルの80%レンジ上端値の予測値（dB）
- $Q^*$ ：500秒間の1車線あたり等価交通量（台/500s/車線）  
 $Q^* = 500/3600 \times 1/M \times (Q_1 + 13Q_2)$
- $Q_1$ ：小型車時間交通量（台/h）
- $Q_2$ ：大型車時間交通量（台/h）
- $v$ ：平均走行速度（km/h）
- $M$ ：上下車線合計の車線数
- $\alpha_{\sigma}$ ：路面の平坦性による補正值（dB）（アスファルト舗装  $8.2 \log(\sigma)$ ）
- $\alpha_f$ ：地盤卓越振動数による補正值（dB）（ $f \geq 8\text{Hz}$   $-17.3 \log f$ ,  $f < 8\text{Hz}$ ;  $-9.2 \log f - 7.3$ ）
- $\alpha_s$ ：道路構造による補正值（平面：0dB）
- $\alpha_L$ ：距離減衰値（dB）（粘度地盤  $0.068 L_{10} - 2.0$ , 砂地盤  $0.13 L_{10} - 3.9$ ）
- a, b, c, d：定数[平面道路]（a=47, b=12, c=3.5, d=27.3）

**表 13.4-9 道路振動レベルの推定値**

（単位：dB）

項目	速度(km/h)		
	40	50	
通行台数 (台/h)	10	31	32
	20	37	38
	30	39	40

出典：調査団作成

当国には、振動に係る基準がない。参考として日本の道路交通振動の要請限度（振動規制法）を示す。

（単位：dB）

地域の区分	昼 間	夜 間
良好な住居の環境を保全する区域	65	60
住居の用に併せて商業、工業等の用に供されている区域	70	65

出典：振動規制法（日本）

道路近傍は、車両の通行に伴い 40dB 程度の振動レベルが想定される。工事用車両台数の低減、通行台数の平準化、交通規則の遵守により、道路交通振動の影響の低減が図られると考えている。

#### (1-1-6) 悪臭

労働者の宿泊所からのし尿、生活系廃棄物が適切に処理されていないと悪臭が発生する。1/2 号機事業の建設工事では、作業員宿舎からの生活系廃棄物は分別収集を徹底し、生活雑排水の水質を確認、定期的な巡回、悪臭のモニタリングが行われている。

なお、モニタリング報告書によれば、工事区域内の悪臭物質（アンモニア、硫化水素）の検出はない。

本事業の建設工事では、1/2 号機事業の建設工事同様の対策を講じることによって、悪臭の発生は最小限に抑止できると考えている。

#### (1-1-7) 廃棄物

工事中は、金属片、廃プラスチック、木くず、廃ガラス、廃油等の廃棄物が発生する。また、作業員宿舎からは、空き缶、ビン、生ゴミ等の生活系廃棄物が発生する。

1/2 号機事業の建設工事同様、本事業の建設工事でも分別収集を徹底し、リサイクル・再利用を進め、リサイクルできない廃棄物は、法令に従い適切な業者に処理処分を委託する。

#### (1-1-8) 地盤沈下

地盤沈下を引き起こすような地下水のくみ上げは行わないため、地盤沈下は想定されない。

### (1-2) 自然環境

#### (1-2-1) 保護区

プロジェクト周辺にはソナディア ECA（事業対象地より南へ約 17km のところに位置）が存在するが、3/4 号機事業に関する造成や埋立て等の大規模土工事は計画されておらず、また 1/2 号機のモニタリング結果（2021 年で進行中）から、事業計画地周辺の保護区の動植物相については、1/2 号機工事実施前と工事中では大きな変化は見られない（例えば沿岸漁業漁獲高、ウミガメ近郊砂浜での産卵回数、ベントス、動植物プランクトンの時系列変動）。したがってソナディア ECA など周辺の保護区への深刻な影響はないと考えられる。

#### (1-2-2) 生態系

3/4 号機事業に関する造成や埋立て等の大規模土工事は計画されておらず、また 1/2 号機のモニタリング結果（2021 年で進行中）より、工事開始前と局地的な自然環境状態に大きな変化がない事、3/4 号機事業で実施した動植物調査結果から、事業計画地周辺南側のコヘリア運河マングローブ林において絶滅危急種であるスナドリネコの生息が確認されるなど比較的良好な生態系が維持されている事が判明した。これより事業計画地周辺の動植物相については、1/2 号機事業と緊密に連携を取りながら 3/4 号機事業の環境監理活動を行うと仮定すれば、周辺生態系への深刻な影響はないと考えられる。但し、工事期間中の偶発的事故による工事廃水の周辺水域への流出事故の発生も懸念されるため、水質や周辺漁業、動植物相に関するモニタリング活動は必要と考えられる。特にスナドリネコの保全活動は、ベンガル湾沿いのインド国西ベンガル州やオリッサ州で盛んであり、Fishing Cat Conservation Alliance、Fishcat Conservancy 等の国際環境 NGO が注目しているため、モニタリング結果については適切な情報公開を行う事が重要と考えられる。

動植物相の影響評価については、大きく定量評価（例、HES/HEP 手法）と定性的評価の 2 つに分けられ、ここでは周辺環境の様々な環境モニタリング・パラメータに着目した定性的評価について述べる。第 5 章で論じたように、事業計画地周辺の自然環境特性は、湿原・干潟・海浜に分類され、これらの生態系の上位に位置する陸生/水生生物の生存を支える水質パラメータ（例、pH、DO、TSS、COD 等）、並びに食物連鎖の下位に位置する動植物プランクトンや底生生物の生息状況を継続的監視する事が重要である。これらのデータについては 1/2 号機工事に伴う環境モニタリング活動によりデータが蓄積されている。この蓄積されたモニタリングデータをもとに、1/2 号

機工事や周辺土地利用の変化によるモニタリング結果の変動を観察し、これよりある程度の影響予測を行う事が可能となる。

ただし1/2号機事業においては、各工事の詳細活動（例、盛土等の土工、浚渫、放流等）や周辺土地利用形態の局所的改変と関連付けた記録が見当たらず、それらとの因果関係が明確ではなかったため、同モニタリング結果の評価の議論が深める事が出来なかった。3/4号機事業で予定されているモニタリング活動では、工事の各工程と密接に関連づけたモニタリング頻度の高い活動を実施すると共に、モニタリング結果の現場での第三者による迅速な評価検討等を行い、更なる追加調査・再調査の必要性を、現場で判断する事が重要と考えられる。

また監視領域が広域であり、工事期間が長期に亘る事から、環境モニタリング活動に、例えば地域コミュニティ、特に漁業従事者から参加を通じて、周辺環境の変異（例えば漁獲量の異常変動）について報告してもらい、それに基づき追加のモニタリングを実施する等、柔軟な環境監理体制、関連予算措置を組む事が、このモニタリング活動にもとづく影響評価の精度を向上させる1つの鍵となると考えられる。

### (1-3) 社会環境

#### (1-3-1) 住民移転

3/4号機事業では新たな用地取得はなく、住民移転への影響は想定されないものの、1/2号機事業による住民移転後のモニタリング調査結果を共有しつつ、必要に応じて対策を講じる。

#### (1-3-2) 貧困層

1/2号機事業の用地取得で移転を余儀なくされた世帯は、移転補償を受けるとともに実施機関が整備した移転地に居住しており、3/4号機事業の計画・工事による負の影響は想定されず、雇用機会の創出による正の影響が想定される。その他1/2号機事業による被影響住民のうち賃金労働者への補償金支払い、発電所建設工事での雇用、職業訓練の実施などが実施されるものの、雇用の実態について不満がみられることから、3/4号機の工事中においては被影響住民および地域の低所得層への雇用に配慮する必要がある。

#### (1-3-3) 少数民族・先住民族

13.3.9 (3)にて記載のとおり、本事業実施区域およびその周辺では少数民族・先住民族の居住はないことが確認されたため、影響は想定されない。

#### (1-3-4) 雇用や生計手段等の地域経済

3/4号機事業の工事により雇用の増大が期待されるものの、1/2号機事業の用地取得および工事中の雇用に対する不満が多く聞かれることから、職業訓練の実施と熟練度に応じたわかりやすい雇用条件の提示等の工夫により、応募者の不満・不公平感を払拭することで雇用促進効果の発現を図る必要がある。特に地元住民に対しては熟練度と作業内容に応じた優先的な雇用を推進することが検討されている。

また、海上工事においては1/2号機事業の工事において漁業者やボートドライバーの運航に支障が生じることへの不満がみられており、引き続き施工業者を含む実施機関側により事前の周知や利用水域の調整などにより影響を防止することが必要である。

3/4号機の工事中においては1/2号機の供用が予想され、雇用者・人流の増大により地域経済には正の影響になることが想定される。

#### (1-3-5) 土地利用や地域資源利用

3/4号機事業による土地利用や地域資源利用の変化はないものの、1/2号機事業による塩田、エビ養殖および漁業について事業による影響に対して不満が聞かれることから、1/2号機事業のモニタリングを共有しながら必要に応じて対策を講じる。

#### (1-3-6) 水利用

3/4号機事業の工事に使用する水は、運転開始後の1/2号機からの淡水の利用や他地域から運搬したタンクに貯留する計画であるため、地域の水利に及ぼす影響は想定されない。また、発電所か

らの雨水排水・生活排水は適切に処理され放流するため、周辺の水環境への影響は想定されない。一方、地盤改良事業や油・有害物質の流出による地下水汚染の可能性はあるため、地下水のモニタリングを継続する必要がある。

#### (1-3-7) 既存の社会インフラや社会サービス

3/4号機事業の工事資材は海上からの輸送を計画しており、さらに1/2号機の供用が開始されると発電所関連の船舶航行の増大が見込まれ、沿岸漁業と交通船の航行との調整、航路標識の設置と周知などの対策が必要である。

3/4号機事業の工事と1/2号機の供用に伴い、通勤車両の増大による渋滞の発生と道路の劣化が想定されることから、発電所関係者の乗り合い通勤、時差通勤、交通整理員の配置など総合的な対策を講じる必要がある。また、道路補修・整備の対策について、実施機関が調整してLGED、ユニオンの議長、住民と協議を進めることが望ましい。

#### (1-3-8) 社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織

3/4号機事業による、社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織への影響は想定されないが、前項の既存の社会インフラや社会サービスに影響を及ぼす可能性があることに加えて、地域の課題を共有し、必要に応じて対策の調整を行うことが望ましい。すでに首相府の調整のもとで、モヘシュカリ・マタバリ地域での整備に関わる機関、行政が情報を共有して必要に応じて調整を行うイニシアチブを機能させていることから、この場を活用することが想定される。

#### (1-3-9) 被害と便益の偏在

3/4号機事業による用地取得はなく補償に伴う被害と便益の偏在は生じないものの、工事による既存の社会インフラや社会サービスへの影響や、1/2号機事業の被影響住民と補償を受けていない住民との格差が顕在化する可能性とともに、浸水被害等の問題が加わることにより被害と便益の偏在に対する不満が増大する可能性がある。実施機関として地域の社会インフラや社会サービスの向上と問題解決に向けて、社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織と連携して貢献することや、雇用促進、CSR活動を通じた地域社会への貢献を果たしていくことが望ましい。雇用に対しては、地元住民の熟練度と作業内容に応じた優先的な雇用が検討されている。なお、2017年に新しい不動産取得収用法が成立しているが、1/2号機事業では手続き時点の制度に基づき実施することが確認されており、補償内容はJICA環境ガイドラインに基づいていることから不公平感は認められない。

#### (1-3-10) 地域内の利害対立

1/2号機事業による補償についての不満はほとんど認められず、県政長官事務所、実施機関、NGO、コンサルタントが連携して1/2号機事業の補償に取り組んでおり、対立軸は認められない。

本地域では雇用に対する期待が大きいことから、3/4号機事業の工事に関わる雇用機会の増大として正の影響を想定するだけでなく、地域内の利害対立を生む要因となりうることに配慮して、地域への説明、識字率の向上にも配慮した職業訓練の工夫、実雇用者数の確保などを、実施機関とEPCコントラクターが連携して進めることが望ましい。さらに、1/2号機事業の供用に向けた雇用との整合にも配慮して準備することが必要である。

#### (1-3-11) 文化遺産

本調査の半径15キロメートル以内には国や地域で指定された文化遺産はなく、マタバリ島内の集落・村・ユニオンレベルでの文化遺産的資産はなく、3/4号機事業による影響は想定されない。

#### (1-3-12) ジェンダー

3/4号機事業の工事がジェンダーに及ぼす影響として、工事関連における女性の雇用が想定されるが、識字率の低さや経験の不足とともに、本地域の文化的・宗教的な女性の役割に配慮した職業訓練の要素を含んだ雇用機会の提供が望ましい。また、本地域における女性の役割からみて、生計向上もジェンダー配慮として重要であることに鑑み、家族構成や収入にも配慮した職業訓練を含む雇用計画を策定することが望ましい。

(1-3-13) 子供の権利

1/2号機事業の工事において子供の就労は確認されず、3/4号機事業の工事においても同様のモニタリングを行っていく必要がある。また、子供の健康を守り、就学を確保するためには、生計の向上と安全な通学路の確保が重要であることに鑑み、社会インフラの整備と社会サービスの向上に貢献するための活動を行うことが望ましい。

(1-3-14) HIV/AIDS等の感染症

1/2号機事業の工事においてはHIV/AIDSに関わる啓発、教育、研修が実施され、一定の効果をあげていることから、3/4号機事業の工事中においても同様な活動とモニタリングを実施していくことが望ましい。

(1-3-15) 労働環境（労働安全を含む）

1/2号機事業の工事においては、作業員宿舎の衛生設備、廃棄物管理、個人用防護具の配備、消火器の配備等、労働環境の衛生・安全・環境に対する配慮とそのモニタリングによって効果が確認できていることから、3/4号機事業の工事中においても同様な活動とモニタリングを実施していくことが望ましい。

一方、1/2号機事業の工事中では死亡事故2件と工事関係車両の交通事故、工事関係船舶の海上事故が発生しており、これらの事故の発生を未然に防ぐため、研修の実施、ポスター・動画による教育・啓発、動線の改善、標識の利用等をきめ細かく実施していく必要がある。

(1-3-16) 事故

3/4号機事業の工事に伴う陸上・海上の交通事故の発生の可能性が想定されることから、工事関係者への安全教育、ポスター・動画などの啓発教材の配布などを進めていくとともに、可能な範囲で、周辺道路での交通事故防止対策の実施、海上での標識設置、ジェティ・港における交通安全に対する啓発ポスターの配置などを進めていくことが望ましい。

(2) 供用時

(2-1) 汚染対策

(2-1-1) 大気質

(a) 発電所からの排ガス

i. 大気汚染物質

i) 排ガス諸元

発電所の稼働により硫黄酸化物（SOx）、窒素酸化物（NOx）、煤塵（PM）が生成される。

本事業は脱硫装置（石灰石膏法）と電気集塵機、低NOx燃焼ならびに脱硝装置（選択触媒還元法）を採用する。排出ガス中の大気汚染物質濃度は表13.4-10のとおりで、本事業の発電設備は当国の排ガス基準ならびにIFC/WB EHSガイドライン（火力発電所；2017 draft）に適合する。これは現在、建設中の1/2号機との累積影響を勘案し、現行のIFC/WB EHSガイドライン（火力発電所；2008）より厳しい基準を参考にした。

表13.4-11に排ガス量、排ガス温度、排ガス速度、NOx、SOx、PMの排出量を示す。

表 13.4-10 排出ガス中の大気汚染物質濃度と基準値

Item	Unit	Units 1/2	Proposed Concentration of Units 3/4	Emission Standards of Bangladesh	IFC/WB EHS Guidelines (Thermal power plants: 2008)
SOx	mg/Nm <sup>3</sup>	820	200	---	850
NOx	mg/Nm <sup>3</sup>	309	62	600	510
PM	mg/Nm <sup>3</sup>	50	25	500	50

備考: 1) 当国では、SOx濃度の基準値は法令では定められていない。

2) O<sub>2</sub>=6%

3) IFC/WB EHS Guidelines (Thermal power plants; 2017 draft)を参考に記載。

Item	Unit	IFC/WB EHS Guidelines	
		NDA	DA
SOx	mg/Nm <sup>3</sup>	200-600	200
NOx	mg/Nm <sup>3</sup>	500	200
PM	mg/Nm <sup>3</sup>	40	25

NDA = Non-degraded airshed, DA = Degraded airshed

事業計画地周辺の環境は、環境基準値以下の良好な環境であることから NDA が該当

4) PM10 / PM2.5 での排ガス基準はない。

出典：調査団作成

表 13.4-11 排出諸元

Item	Unit	Units 1/2	Units 3/4
Emission volume (wet)	Nm <sup>3</sup> /h	2,228,822	2,228,822
Exhaust temperature	°C	93 (366K)	93 (366K)
Exhaust speed	m/s	6.7	6.7
Actual stack height	m	275	275
SOx	kg/h/unit	1,828	446
NOx	kg/h/unit	689	138
PM	kg/h/unit	111	56

注：諸元の設定は以下のとおり。

Item	Target value	Calculation process		Parameter	For confirmation
SOx	200 mg/Nm <sup>3</sup>	[before FGD] 5,572kg/h (=2,500mg/Nm <sup>3</sup> x 2,228,822Nm <sup>3</sup> /h)	Desulfurization efficiency 92% (=1 - (200/2500) x100%)	[After FGD] 446kg/h (=5,572x0.08)	446kg/h (=200mg/Nm <sup>3</sup> x 2,228,822Nm <sup>3</sup> /h)
NOx	62 mg/Nm <sup>3</sup> (as NO <sub>2</sub> )	[before SCR] 668.7kg/h (=309mg/Nm <sup>3</sup> x 2,228,822Nm <sup>3</sup> /h)	Denitration efficiency considering NOx fluctuation of 80% (=1 - (62/ (309)) x100%)	[After SCR] 138kg/h (= 668.7x0.2)	138kg/h (=62mg/Nm <sup>3</sup> x 2,228,822Nm <sup>3</sup> /h)
PM	25 mg/Nm <sup>3</sup>	[before EP] 19,167kg/h (=8,600mg/Nm <sup>3</sup> x 2,228,822Nm <sup>3</sup> /h)	Electrostatic precipitator efficiency 99.7% (=1 - (25/8600) x100%)	[After EP] 56kg/h (= 19,167x0.003)	56kg/h (=25mg/Nm <sup>3</sup> x 2,228,822Nm <sup>3</sup> /h)
Remarks	Target value for design was decided, based on IFC/WB EHS Guideline (Thermal Power Station; 2017 draft)	(1-1) Coal specification: Performance coal (Sub-bituminous coal) of Units 1/2 project. (1-2) Sulfur content is about 1% in fuel. (3) Prerequisite [before FGD] By the design document for Units1/2 [before SCR] NOx concentration: 309mg/Nm <sup>3</sup> is able to be achieved at boiler outlet by the balanced draft furnace with low NOx burners and over fire (two stage firing)			(1) Exhaust gas (Wet): 2,228,822Nm <sup>3</sup> /h (2) PM is predicted as PM10/PM2.5

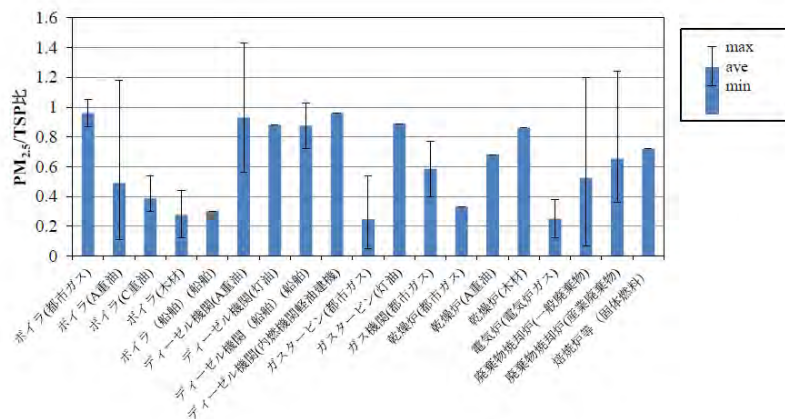
Item	Target value	Calculation process	Parameter	For confirmation
		system and pulverized coal from vertical shaft roller type mills [before EP] By the design document for Units1/2		

出典：調査団作成

ii) PM/PM10/PM2.5

排ガス中の PM2.5 の排出緒元は、これまでの研究報告を参考にした。

排ガス中の PM2.5 は、燃料種、燃焼方法で異なる。下図は、PM2.5/TSP (PM) についての調査報告である。PM2.5 は TSP (PM) とみることができる。



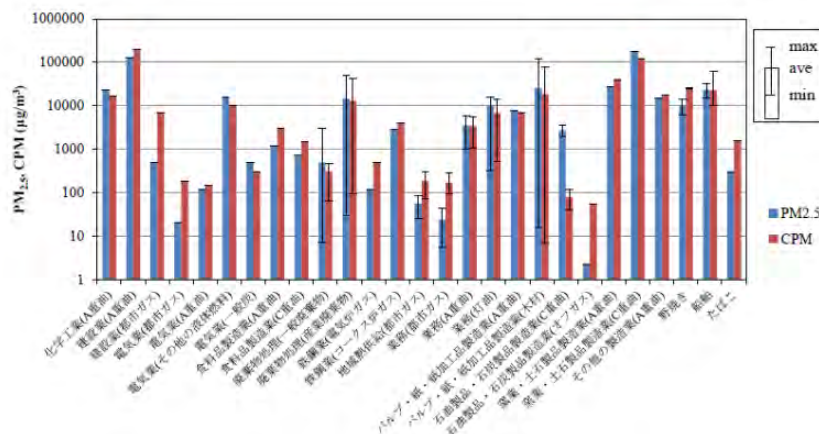
出典：大気中微小粒子状物質検討会報告書 2020（東京都）

図 13.4-9 燃焼別排ガス中の PM2.5/TSP (PM)

PM2.5 は、排ガス中の一次粒子（Filterable Particular Matter (FPM)）と煙突から排出された後、粒子化する凝縮性粒子（Condensable Particular Matter (CPM)）からなる。

CPM は、燃焼直後は気体であるが、大気へ放出後、冷却され粒子になるため、排出時でこれらの値を考慮することは難しい。

図 13.4-10 は、PM2.5 と CPM との関係を示した調査結果である。PM2.5 は CPM 由来とみることができる。一方、表 13.4-12 は、FPM と CPM との関係を示した調査結果で、FPM と CPM との明確な関係性を示すことは難しい。



出典：大気中微小粒子状物質検討会報告書 2020（東京都）

図 13.4-10 業種別排ガス中の PM2.5, CPM



表 13.4-12 排ガス中の FPM2.5, CPM

Table 3. Filterable PM (FPM) and condensable PM (CPM) emission factors of various combustion sources.

Source	Fuel Type (Facility Type)	TPM (PM <sub>2.5</sub> )	FPM <sub>2.5</sub>	CPM <sub>2.5</sub>	CPM <sub>2.5</sub> /FPM <sub>2.5</sub>	Unit	Note
Korea NIER [12]	LNG	206.67	3.79	202.88	53.53	mg/m <sup>3</sup>	boiler (uncontrolled)
	Light oil	65.78	3.38	62.40	18.46	mg/L	boiler (uncontrolled)
	B-C oil	371.47	143.83	227.64	1.58	mg/L	boiler (uncontrolled)
	Bituminous	71.65	6.55	65.10	9.94	g/ton	power plant (controlled)
US EPA AP-42 [20]	LNG (1997)	1.217	0.304	0.913	0.481	kg/10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	residential boilers
	Propane (1997)	0.084	0.024	0.060	0.300	kg/m <sup>3</sup>	industrial boilers
	Propane (1997)	0.084	0.024	0.060	0.300	kg/m <sup>3</sup>	commercial boilers
	Butane (1997)	0.096	0.024	0.072	0.359	kg/m <sup>3</sup>	industrial boilers
	Butane (1997)	0.096	0.024	0.072	0.359	kg/m <sup>3</sup>	commercial boilers
	distillate fuel oil (1999)	0.255	0.099	0.156	0.188	kg/m <sup>3</sup>	residential combustion
	Anthracite (1975-1980)	0.399	0.363	0.036	0.045	kg/ton	stoker-fired boilers
	Bituminous (1999)	1.742	1.724	0.018	0.005	kg/ton	residential combustion
USA [21]	Bituminous (A—1994)	105	73	33	696		
	Bituminous (A—2003)	84	23	60	4024		
	Bituminous (B)	101	14	87	10,261	kg/kWh	power plant (controlled)
	Bituminous (D)	116	34	82	3653		
	Bituminous (E)	71	25	46	2956		
	Bituminous (F—1999)	190	51	139	4194		
	Bituminous (F—2003)	79	23	56	3792		
USA [22]	LNG with flue gas recirculation unit	1.96	0.11	1.86	1.96	kg/kWh	boiler (controlled)
	LNG with Selective Catalytic Reduction	1.63	0.09	1.55	1.63		heater (controlled)
	LNG with Selective Catalytic Reduction	4.78	0.14	4.64	4.78		turbine (controlled)
Taiwan [23]	Coal and Oil with EP	2.90	0.75	2.15	2.87		power plant (controlled)
	Coal with bag house	46.20	16.90	29.30	1.73	mg/m <sup>3</sup>	boiler (controlled)
	Waste with bag house	0.32	0.15	0.17	0.53		incinerator (controlled)
	Electricity with bag house	4.65	2.12	2.53	1.19		arc furnace (controlled)
China [24]	Waste incineration power plant stack 1	1308	46.83	1261	26.93	µg/m <sup>3</sup>	SNCR + carbon adsorption + bag filter (controlled)
	Waste incineration power plant stack 2	748	51.70	696	13.47		

出典：Analysis of National PM<sub>2.5</sub> (FPM and CPM) Emissions by Past, Current, and Future Energy Mix Scenarios in the Republic of Korea (Aug 2019, Multidisciplinary Digital Publishing Institute)

iii) 有害物質（水銀）

石炭に含まれる有害物質（水銀）は、燃焼過程ではガス化している。本事業で調達する石炭の水銀含有量の情報がないため、本調査では文献を参考に検討する。

表 13.4-13 によれば、水銀含有量は石炭種によって 29～119µg/kg と報告されている。

表 13.4-13 石炭中の水銀含有量

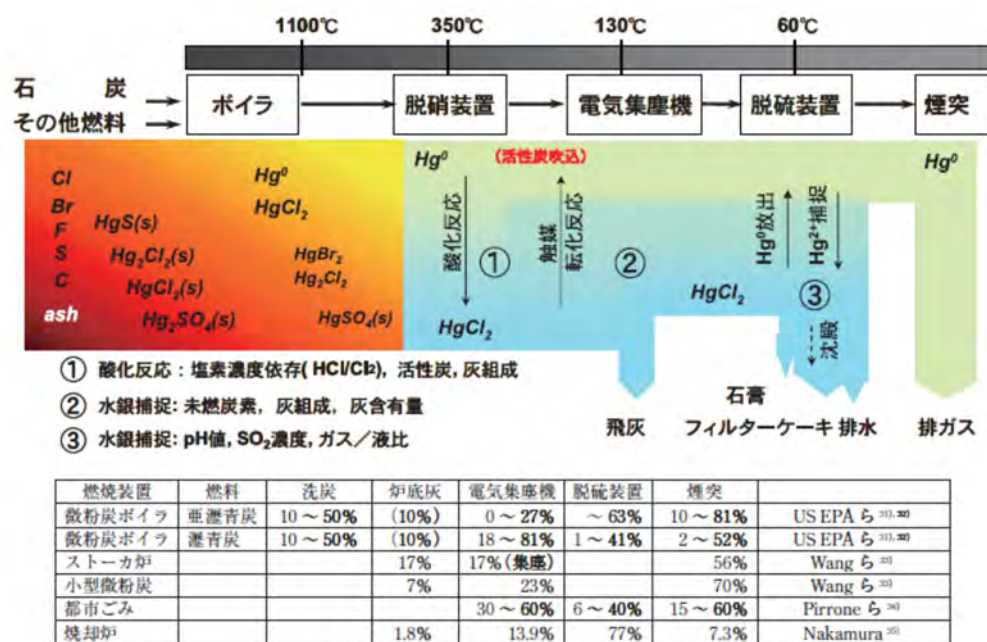
表 2 石炭燃焼実験に用いた石炭の分析値。

	工業分析値 [到着ベース wt%]				元素分析値 [daf wt%]					mg/kg	µg/kg
	揮発分	固定炭素	水分	灰分	C	H	O	N	S	Cl	Hg
Coal-A	33.1	55.4	1.7	9.8	82.8	5.3	9.8	1.6	0.6	233	114
Coal-B	27.4	57.7	2.3	12.6	85.4	5.2	7.3	1.9	0.3	408	49
Coal-C	27.6	60.0	4.2	8.2	82.9	4.8	10.0	2.0	0.3	176	29
Coal-D	26.0	58.8	4.6	10.6	81.1	4.4	12.0	1.8	0.67	2,304	44
Coal-E	40.9	41.5	3.1	14.5	78.2	5.9	13.6	1.3	1.08	176	119

出典：「石炭燃焼プロセスにおける水銀の挙動と抑制技術」守富寛（地球環境 2008）

これまでの研究報告によれば、水銀は図 13.4-11、表 13.4-14 のとおり排煙処理設備（脱硝、除塵、脱硫）の過程で除去されることが確認されている。

本事業は、排煙処理設備（脱硝装置、電気集塵機、脱硫装置）を設置するため、排煙処理の過程で、一部の水銀が除去される。



出典：「石炭燃焼プロセスにおける水銀の挙動と抑制技術」守富寛（地球環境 2008）

図 13.4-11 排煙処理設備過程による水銀の除去

表 13.4-14 排煙処理設備による水銀の除去

排煙処理設備の構成		瀝青炭	亜瀝青炭	褐炭
集塵装置のみ	低温EP	36%	3%	-4%
	高温EP	9%	6%	結果なし
	バグフィルター	90%	72%	結果なし
	スクラバー	結果なし	9%	結果なし
集塵装置+スプレッドライヤー (SDA)	SDA+EP	結果なし	35%	結果なし
	SDA+バグ	98%	24%	0%
	SDA+バグ+SCR	98%	結果なし	結果なし
集塵装置+湿式脱硫設備 (FGD)	スクラバー+FGD	12%	-8%	33%
	低温EP+FGD	74%	29%	44%
	高温EP+FGD	50%	29%	結果なし
	バグ+FGD	98%	結果なし	結果なし

出典：Naoki Fujiwara: Mercury behavior by coal combustion (2010)

研究報告によれば、電気集塵機と脱硫装置の組み合わせによって、排ガス中の水銀は 40% 程度の除去が期待できる。

当国の水銀の排出基準は 0.2 mg/Nm<sup>3</sup> (200µg/Nm<sup>3</sup>) である。日本は 2018 年の大気汚染防止法改正を受け 8µg/Nm<sup>3</sup>、米国は 1.3g/GWh (Gross output) [Coal plant]、18g/GWh (Gross output) [Lignite plant]<sup>13</sup> と規定されている。

表 13.4-15 に示すとおり、本事業の 1 時間当たりの亜瀝青炭消費量は 282 t/h/unit、前述のとおり水銀含有量を 29～119µg/kg として、大気中への水銀の排出量を推定すると次表の通りである。

<sup>13</sup> 出典：Emission standard USA (IEA clean coal centre), 40 CFR Parts 60 and 63 [EPA-HQ-OAR-2009-0234; EPA-HQ-OAR-2011-0044; FRL-9789-5]

当国の排出基準より小さい値であり、石炭中の水銀含有量にもよるが、日本、米国の基準も下回ることができる。したがって、水銀含有率の低い石炭を調達することも重要である。

排ガス中の大気汚染物質の拡散を検討するにあたり、本事業の水銀排出量は、表 13.4-15 を参考に  $9\mu\text{g}/\text{Nm}^3$  と想定する。なお、排ガス諸元は、表 13.4-16 のとおりに設定した。

表 13.4-15 排ガス中の水銀濃度（3/4号機）

Item	Unit	Value	Remarks
Higher heating value, HHV	kcal/kg	4,600	Sub-bituminous coal
Lower heating value, LHV	kcal/kg	4,240	
Specific fuel consumption of this project	t/MWh	0.47	
Plant Net power Output	MW	600	per unit
Fuel consumption	t/h/unit	282	564t/h (2 units)
Content of mercury (600MW basis)	$\mu\text{g}/\text{kg}$	29~119	
Mercury concentration in exhaust gas (as assumption)	g/h	8~34	
	g/GWh	14~56	
Mercury concentration after reduction by effort of EP + FGD	g/GWh	8~34	Removal ratio; 40%
As reference; USA standard	g/GWh	1.3 / 18	Coal / Lignite
Amount of exhaust gas	$\text{Nm}^3/\text{h}$	2,228,822	per unit
Mercury concentration in exhaust gas (as assumption)	$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$	4~16	per unit
Mercury concentration after reduction by effort of EP+FGD	$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$	2~9	Removal ratio; 40% per unit
As reference; Japanes standard	$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$	8	In case of new plant

出典：調査団作成

表 13.4-16 排ガス諸元（水銀）

Item	Unit	Units 1/2	Units 3/4
Emission volume (wet)	$\text{Nm}^3/\text{h}$	2,228,822	2,228,822
Exhaust temperature	$^{\circ}\text{C}$	93 (366K)	93 (366K)
Exhaust speed	m/s	6.7	6.7
Actual stack height	m	275	275
Mercury	kg/h/unit	0.040	0.020

備考：Units 1/2 の水銀濃度の設定は、PM の排ガス濃度が Units 3/4 の2倍であることから、同様に2倍と仮定した。

出典：調査団作成

ii. 大気汚染物質の拡散

i) AERMOD による検討

米国環境保護庁が推奨し、IFC/WB EHS ガイドライン 2007 で紹介している AERMOD (AMS (Advanced monitoring system)/EPA Regulatory Model)で大気汚染物質の拡散計算を行う。

AERMOD には、気象データ、地形データ演算処理機能を備え、建物影響等を考慮した大気汚染物質の拡散計算ができる。

[気象データ]

AERMOD に使用する気象データについては、2018 年 1 月 1 日から 2020 年 12 月 31 日の 3 年間 (MM5 (GL 3m))を使用した。

備考：S.R.O SI no. 75-Act/2020 issued on March 18th, 2020 は、少なくとも 3 年以上の気象データの利用を求めている。

下図は 2018 年 1 月 1 日から 2020 年 12 月 31 日の風配図を示す。

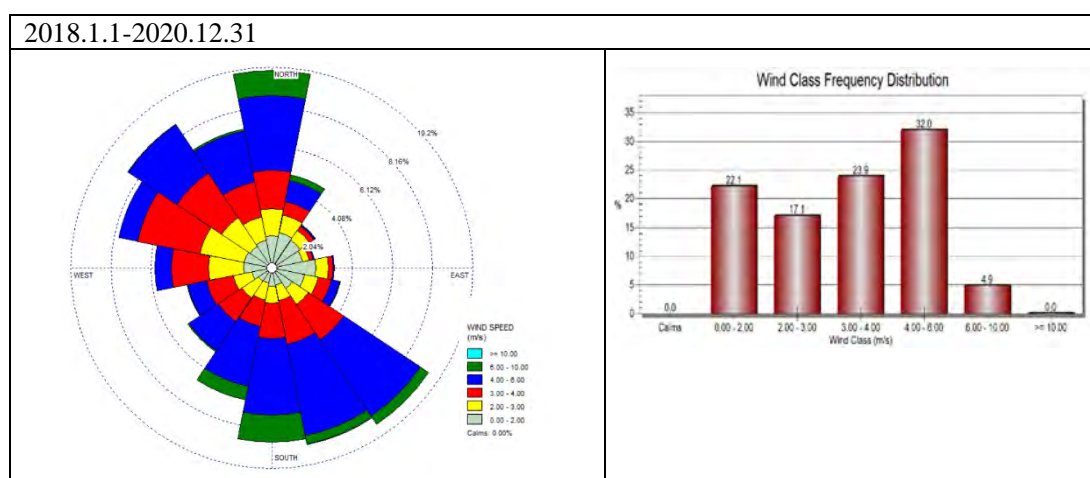


図 13.4-12 風配図 (2018-2020)

出典：調査団作成

[地形データ]

AERMOD に連携する AERMAP は SRTM (Shuttle Radar Topography Mission)データベースから地形データを取得している。

本事業周辺の地形状況は、図 13.4-13 のとおりで、事業計画地東側に 50m 程の丘陵地がある。



図 13.4-13 事業計画地周辺の地形

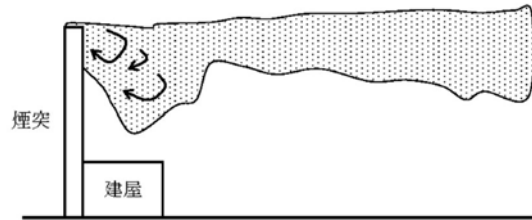
出典：調査団作成

ii) その他：特殊気象条件下の大気汚染物質の検討

1/2号機事業のFSレポートによれば、特殊気象条件下の大気汚染物質の拡散について検討しており、本調査も同様の検討をした。検討に際し「窒素酸化物総量規制マニュアル」（公害研究対策センター）、「発電所に係る環境影響評価の手引き」（経済産業省）を参考にした。

[ダウンウォッシュ（煙突）/ダウンウォッシュ（建物）の検討]

Briggs式によると、排ガス速度が煙突出口での風速の1.5倍以下となると、ダウンウォッシュが発生する可能性がある。



出典：経済産業省「発電所に係る環境影響評価の手引き」

図 13.4-14 ダウンウォッシュ（煙突）の概要

3/4号機の排ガス速度は約6.7m/sであり、煙突出口（275m）で風速10m/s以上のとき、ダウンウォッシュ（煙突）が発生する。

煙突高さの風速から地上風速を推定する場合、風速鉛直分布の“べき法則”を用いると、地上風速約5m/s以上となる。

$$u = u_2 \left( \frac{z}{2} \right)^p$$

【記号】

- u：煙突出口風速 (m/s)
- u<sub>2</sub>：地上2mの風速 (m/s)
- z：煙突高さ (m)
- p：べき指数 (0.3)

大気汚染物質の拡散計算は、以下の提案式がある。

$$c(x, y, z) = \frac{Q_p}{2\pi\sigma_y\sigma_z u} \cdot \exp\left(-2\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \left[ \exp\left\{-\frac{(z - He)^2}{2\sigma_z^2}\right\} + \exp\left\{-\frac{(z + He)^2}{2\sigma_z^2}\right\} \right]$$

【記号】

- C：風下距離 x (m)地点の地上濃度
- Q<sub>p</sub>：排出量 (g/s)
- σ<sub>y</sub>：水平方向のパラメータ (m)
- σ<sub>z</sub>：鉛直方向のパラメータ (m)
- u：風速 (m/s)
- R：煙源と計算点の水平距離 (m)
- z：地上高さ
- He：有効煙突高 (m)
- He = H + ΔH
- H：煙突高 (m)
- ΔH：煙突上昇高さ (m)

有効煙突高さは、Briggs式のダウンウォッシュ式が与えられている。

$$\Delta H = 2 \left( \frac{V_s}{u} - 1.5 \right) D$$

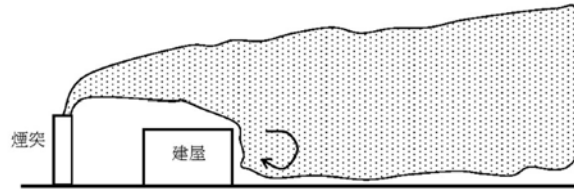
【記号】

- V<sub>s</sub>：排出ガス速度 (m/s)
- u：煙突頭頂部の風速 (m/s)

D: 煙突頭頂部の内径 (m)

Huber, A. H. (Building wake effects on short stack effluents (1976)) によると、周辺建物の高さが煙突高さに対して 2.5 倍以上の場合に建物ダウンウォッシュの発生が考えられる。

煙突高さは 275m の場合、110m 以上の建物が対象となるが、1/2 号機の煙突を除き周辺には 110m 以上の建物はない。



出典：経済産業省「発電所に係る環境影響評価の手引き」

図 13.4-15 ダウンウォッシュ（建物）の概要

[逆転層の検討]

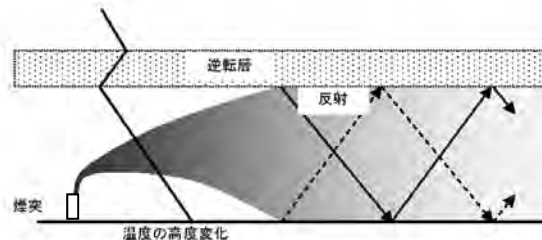
上層では、気温の逆転が生じることで逆転層の形成がある。逆転層下では大気汚染物質濃度が高くなることもある。特に冬場の風の弱いとき放射冷却による地表面温度の低下するとき、冷えた地表に海面の温かい大気が流れ込むときに起こる。

この地域は温暖であることから、逆転層の出現は明らかではないが、参考までに検討を行った。

事業計画地の気温は、1 月が最も低く平均風速は 2m/s 程度である。逆転層の出現高度に関する情報がないことから、以下の条件において出現高さを設定した。

- (1) 逆転層の発生高度を 1/2 号機事業の FS レポート同様、有効煙突高さとした（約 550m）。
- (2) 排ガス上昇高さを 1/2 とした場合の高さとした（約 410m）。

逆転層の大気汚染物質の拡散計算式は以下の提案式がある。



出典：経済産業省「発電所に係る環境影響評価の手引き」

図 13.4-16 逆転層の概要

$$c = \frac{Q_p}{2\pi\sigma_y\sigma_z u} \sum_{n=3}^3 \left\{ \exp\left\{-\frac{(z - He + 2nL)^2}{2\sigma_z^2}\right\} + \exp\left\{-\frac{(z + He + 2nL)^2}{2\sigma_z^2}\right\} \right\}$$

ここでは、

L: 逆転層高度(m)

n: 逆転層による反射回数(n=3)

iv. 大気汚染物質の拡散結果

i) AERMOD による計算結果

[大気汚染物質（SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, PM）（添付資料 13.1 (1) 参照）]

排ガスからの大気汚染物質の予測結果は、下表のとおりである。

表 13.4-17 大気汚染物質の影響

項目	3/4 号機	1-4 号機	
SO <sub>2</sub>	1hr value	最大着地濃度は 110 μg/m <sup>3</sup> であった。 なお、当国の大気環境基準、IFC/WB EHS ガイドライン値の規定はない。	最大着地濃度は 548 μg/m <sup>3</sup> であった。 なお、当国の大気環境基準、IFC/WB EHS ガイドライン値の規定はない。
	24hr value	最大着地濃度は、11.3 μg/m <sup>3</sup> であった。 当国の大気環境基準 365μg/m <sup>3</sup> より十分低い値である。本事業で調査したバックグラウンド値の高い値を加えても 13.8 μg/m <sup>3</sup> であり、当国の大気環境基準、IFC/WB EHS ガイドライン値 125μg/m <sup>3</sup> を下回る。	最大着地濃度は、56.7 μg/m <sup>3</sup> であった。 当国の大気環境基準 365μg/m <sup>3</sup> より十分低い値である。本事業で調査したバックグラウンド値の高い値を加えても 59.2 μg/m <sup>3</sup> であり、当国の大気環境基準、IFC/WB EHS ガイドライン値 125μg/m <sup>3</sup> を下回る。
	1year value	最大着地濃度は、1.3 μg/m <sup>3</sup> であった。 なお、当国の大気環境基準、IFC/WB EHS ガイドライン値の規定はない。	最大着地濃度は、6.6 μg/m <sup>3</sup> であった。 なお、当国の大気環境基準、IFC/WB EHS ガイドライン値の規定はない。
NO <sub>x</sub>	1hr value	最大着地濃度は 34.2 μg/m <sup>3</sup> であった。 当国の大気環境基準は設定されていないが、IFC/WB EHS ガイドライン値 200μg/m <sup>3</sup> を下回る。	最大着地濃度は 200 μg/m <sup>3</sup> であった。当国の大気環境基準は設定されていないが、IFC/WB EHS ガイドライン値 200μg/m <sup>3</sup> 以下である。
	24hr value	最大着地濃度は、3.5 μg/m <sup>3</sup> であった。 本事業で調査したバックグラウンド値の高い値を加えた場合 8.5 μg/m <sup>3</sup> である。	最大着地濃度は、20.7 μg/m <sup>3</sup> であった。 本事業で調査したバックグラウンド値の高い値を加えた場合 25.7 μg/m <sup>3</sup> である。
	1year value	最大着地濃度は、0.4 μg/m <sup>3</sup> であった。 当国の大気環境基準 100μg/m <sup>3</sup> 、IFC/WB EHS ガイドライン値 40μg/m <sup>3</sup> を下回る。	最大着地濃度は、2.4 μg/m <sup>3</sup> であった。 当国の大気環境基準 100μg/m <sup>3</sup> 、IFC/WB EHS ガイドライン値 40μg/m <sup>3</sup> を下回る。
PM	1hr value	最大着地濃度は 13.8 μg/m <sup>3</sup> であった。 なお、当国の大気環境基準、IFC/WB EHS ガイドライン値は設定されていない。	最大着地濃度は 39.8 μg/m <sup>3</sup> であった。なお、当国の大気環境基準、IFC/WB EHS ガイドライン値は設定されていない。
	24hr value	最大着地濃度は、1.4 μg/m <sup>3</sup> であった。 予測結果全てを[PM10]と仮定した場合、本事業で調査したバックグラウンド値の高い値を加えた場合 66.7 μg/m <sup>3</sup> である。 当国の大気環境基準並びに IFC/WB EHS ガイドライン値 150μg/m <sup>3</sup> を下回る。 予測結果全てを[PM2.5]と仮定した場合、本事業で調査したバックグラウンド値の高い値を加えた場合 29.3 μg/m <sup>3</sup> である。 当国の大気環境基準 65μg/m <sup>3</sup> 並びに IFC/WB EHS ガイドライン値 75μg/m <sup>3</sup> を下回る。	最大着地濃度は、4.2 μg/m <sup>3</sup> であった。 予測結果全てを[PM10]と仮定した場合、本事業で調査したバックグラウンド値の高い値を加えた場合 69.5 μg/m <sup>3</sup> である。 当国の大気環境基準並びに IFC/WB EHS ガイドライン値 150μg/m <sup>3</sup> を下回る。 予測結果全てを[PM2.5]と仮定した場合、本事業で調査したバックグラウンド値の高い値を加えた場合 32.1 μg/m <sup>3</sup> である。 当国の大気環境基準 65μg/m <sup>3</sup> 並びに IFC/WB EHS ガイドライン値 75μg/m <sup>3</sup> を下回る。
	1year value	最大着地濃度は、0.2 μg/m <sup>3</sup> であった。 予測結果全てを[PM10]と仮定し比較した場合、当国の大気環境基準 50μg/m <sup>3</sup> 並びに IFC/WB EHS ガイドライン値 70μg/m <sup>3</sup> を下回る。 予測結果全てを[PM2.5]と仮定し比較した場合、当国の大気環境基準 15μg/m <sup>3</sup> 並びに IFC/WB EHS ガイドライン値 35μg/m <sup>3</sup> を下回る。	最大着地濃度は、0.5 μg/m <sup>3</sup> であった。 予測結果全てを[PM10]と仮定し比較した場合、当国の大気環境基準 50μg/m <sup>3</sup> 並びに IFC/WB EHS ガイドライン値 70μg/m <sup>3</sup> を下回る。 予測結果全てを[PM2.5]と仮定し比較した場合、当国の大気環境基準 15μg/m <sup>3</sup> 並びに IFC/WB EHS ガイドライン値 35μg/m <sup>3</sup> を下回る。

備考：表中は、IFC/WB EHS ガイドライン 2007 である。

出典：調査団作成

表 13.4-18 大気汚染物質の拡散結果

Item	Unit	Units 3&4			Units 1-4			
		1hr value	24hr value	1year value	1hr value	24hr value	1year value	
SO <sub>2</sub>	Max contribution concentrations	μg/m <sup>3</sup>	110	11.3	1.3	548	56.7	6.6
	Predicted ambient concentrations (including background concentration)	μg/m <sup>3</sup>	-	13.8	-	-	59.2	-
	Distance until max contribution concentrations from power plants	km	2.4	3.3	3.4	2.6	3.1	3.5
	ECR	μg/m <sup>3</sup>	-	365	80	-	365	80
	IFC/WB EHS Guidelines 2007	μg/m <sup>3</sup>	-	125	-	-	125	-
NO <sub>x</sub>	Max contribution concentrations	μg/m <sup>3</sup>	34.2	3.5	0.4	200	20.7	2.4
	Predicted ambient concentrations (including background concentration)	μg/m <sup>3</sup>	-	8.5	-	-	25.7	-
	Distance until max contribution concentrations from power plants	km	2.4	3.3	3.4	2.1	3.1	3.5
	ECR	μg/m <sup>3</sup>	-	-	100	-	-	100
	IFC/WB EHS Guidelines 2007	μg/m <sup>3</sup>	200	-	40	200	-	40
PM	Max contribution concentrations	μg/m <sup>3</sup>	13.8	1.4	0.2	39.8	4.2	0.5
	Predicted ambient concentrations (including background concentration)[PM <sub>10</sub> ]	μg/m <sup>3</sup>	-	66.7	-	-	69.5	-
	Predicted ambient concentrations (including background concentration)[PM <sub>2.5</sub> ]	μg/m <sup>3</sup>	-	29.3	-	-	32.1	-
	Distance until max contribution concentrations from power plants	km	2.4	3.3	3.4	2.6	3.1	3.5
	ECR(PM <sub>10</sub> )	μg/m <sup>3</sup>	-	150	50	-	150	50
	IFC/WB EHS Guidelines 2007 (PM <sub>10</sub> )	μg/m <sup>3</sup>	-	150	70	-	150	70
	ECR(PM <sub>2.5</sub> )	μg/m <sup>3</sup>	-	65	15	-	65	15
	IFC/WB EHS Guidelines 2007 (PM <sub>2.5</sub> )	μg/m <sup>3</sup>	-	75	35	-	75	35

Note 1) The stack height of Units 1-4 is 275m  
 2) Regarding IFC/WB EHS Guidelines 2007 of SO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, the values of target-1 wa referred to.  
 3) Background concentrations (bigger value is selected from monitoring survey results (24hr values))

Location	Unit	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>
Concentration at Matarbari village	μg/m <sup>3</sup>	<2.5	<5.0	<b>65.3</b>	27.1
Concentration at Dhalghata village	μg/m <sup>3</sup>	<2.5	<5.0	44.1	<b>27.9</b>

出典：調査団作成

[有害物質 (Hg) (添付資料 13.1 (1) 参照) ]

排ガスの有害物質 (Hg) の拡散結果は、表 13.4-19 のとおりである。

3/4 号機による有害物質 (Hg) の年平均値は 0.00006μg/m<sup>3</sup>、1~4 号機による有害物質 (Hg) の年平均値は 0.00016μg/m<sup>3</sup>である。当国には水銀の環境基準がないが、日本で定めるガイドライン値 0.040μg/m<sup>3</sup>と比較しても低い値である。



表 13.4-19 有害物質（Hg）の拡散結果

Item	Unit	Units 3&4			Units 1-4			
		1hr value	24hr value	1year value	1hr value	24hr value	1year value	
Hg	Max contribution concentrations	μg/m <sup>3</sup>	0.0050	0.00050	0.00006	0.0142	0.00149	0.00016
	Distance until max contribution concentrations from power plants	km	2.4	near the site	near the site	2.6	near the site	near the site
	Guideline vale by the Air Pollution Control Act, Japan	μg/m <sup>3</sup>	-	-	0.040	-	-	0.040

Note; According to Air Quality Guidelines for Europe (WHO), mercury of estimated average daily intake (retention) of mercury compounds (μg) is shown in the table below.

Item	Mercury vapor	Inorganic mercury compounds	Methylmercury
Atmosphere	0.040-0.200	0	0

出典：調査団作成

ii) その他：特殊気象条件下の大気汚染物質の拡散結果（添付資料 13.1 (2) 参照）

特殊気象条件下での 3/4 号機からの大気汚染物質の最大着地濃度は表 13.4-20 のとおりである。ダウンウォッシュによる影響は小さい。

逆転層による影響は発生高さに依存する。逆転層は、高度の上昇にともない気温は低下するが、逆に上昇する現象である。冷えた地表や海面上に、温かい大気が流れ込んで発生する現象である。気温が最も低くなる 1 月、北西の風が卓越する。プロジェクトサイト南東（陸側）で、このような現象が見られるかもしれないが、限られた時間と考えている。

表 13.4-20 大気汚染物質の拡散結果（特殊気象条件）（3/4 号機）

Time scale	Item	The highest concentration (μg/m <sup>3</sup> )	The appearance distance from stack (km)	ECR (μg/m <sup>3</sup> )	IFC/WB EHS Guidelines 2007 (μg/m <sup>3</sup> )
ダウンウォッシュ	SO <sub>2</sub>	25.7	3.3	-	-
	NO <sub>2</sub>	8.0		-	200
	PM	3.2		-	-
逆転層	出現高さ (約 550 m)	SO <sub>2</sub>	3.4	-	-
		NO <sub>2</sub>		-	200
		PM		-	-
	出現高さ (約 410 m)	SO <sub>2</sub>	2.1	-	-
		NO <sub>2</sub>		-	200
		PM		-	-

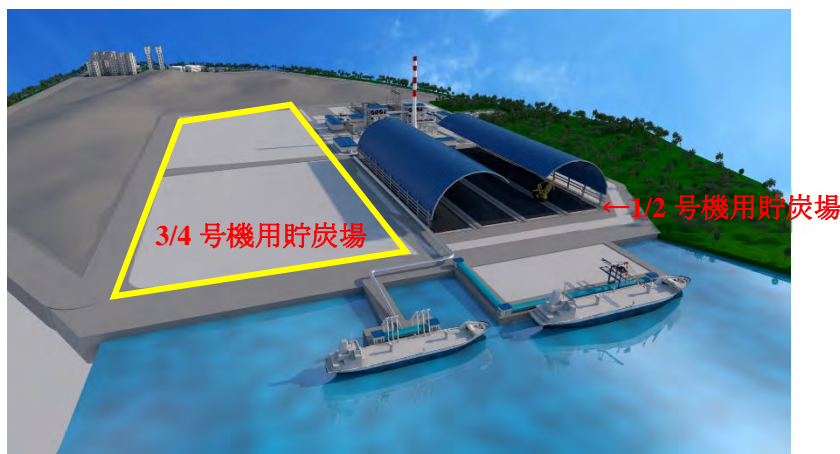
出典：調査団作成

(b) 貯炭場と灰捨て場からの粉塵

貯炭場での石炭積み下ろし、灰捨て場での石炭灰処分の際、風による粉塵の巻き上がることもある。

表 13.4-2 の Beaufort 風力階級によれば、風速 6m/s 以上の風速において、粉塵の巻き上げがある。事業計画地周辺では、風速 6m/s 以上の発生頻度は約 6%である。

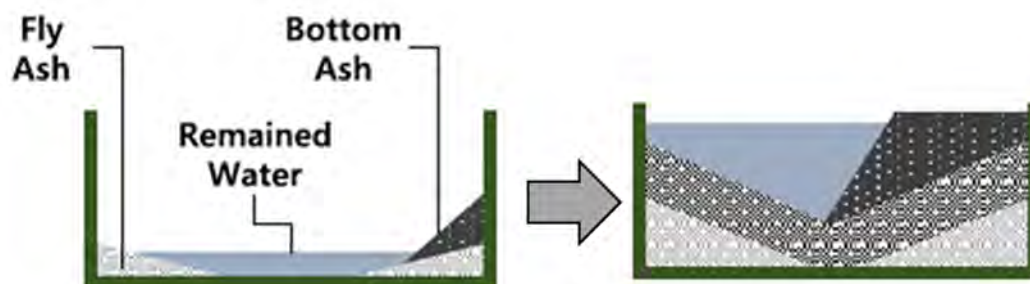
このため、本事業では 1/2 号機設備同様、石炭搬入における運搬用ベルトコンベアにはカバーを取り付け、貯炭場はシェッドを設け粉塵の巻き上げの抑制を図る。



出典：CPGCBL

図 13.4-17 貯炭場の概要

水分を含む石炭灰をパイプで灰捨て場に運搬するとともに、灰捨て場では飛散防止のために、水張り、散水を実施することで粉塵の巻き上げを抑制し周辺への影響の低減を図る。



出典：調査団作成

図 13.4-18 灰捨て場の概要

(c) 関係車両通行に伴う沿道大気環境

「(1-1-1) 大気質 (b) 工事用車両通行に伴う沿道大気環境」参照。

類似事例<sup>14</sup>を参考に定期点検時の通勤車両、保修用資機材運搬車両を 30 台（往復）/h と仮定すると、沿道の大気汚染物質の濃度は以下のとおりである。

なお、1/2 号機の定期点検時の通勤車両、保修用資機材運搬車両の通行もあるため、定期点検の実施時期が重ならない等の配慮を行う。

表 13.4-21 沿道付近の大気汚染物質濃度 (µg/m<sup>3</sup>)

項目	風速 3m/s		風速 1m/s 以下	
	速度(km/h)			
	40	50	40	50
NOx	0.06	0.05	0.08	0.07
PM	0.003	0.003	0.004	0.004

出典：調査団作成

(2-1-2) 水質

発電所の運用により、発電所からの排水、含油排水、生活排水、温排水などによる環境影響が

<sup>14</sup> 「広野火力 5・6 号機環境調査書 (1200MW)」(東京電力株式会社) によれば、定期点検時の関係車両台数は 190 台 (片道) と計画している。

予測される。

(2-1-2-1) 温排水（添付資料 13.1 (2) 参照）

発電所で使用する冷却水は、港湾内の取水口から、0.2m/s で取水し、港湾の北側 1km 沖合の放水口から放水する。

温排水、取水時と比較して  $\Delta T 7^{\circ}\text{C}$  ならびに当国の工業排水基準（ $40^{\circ}\text{C}$  以下）に留意する。

発電所からの温排水の拡散シミュレーションは、流況シミュレーションと温排水の拡散シミュレーションから構成される。詳細については、添付資料 13.1 (2)を参照。

発電所からの温排水の放水量などの計算条件は表 13.4-22 のとおりである。海域の流れは現地調査結果を参考にし卓越する流れを検討した。海底地形は海図を、気温、風速等の気象データは、最寄りの観測データを参考にした。

表 13.4-22 温排水の諸元

項目	設定値	備考
取水量	49.69m <sup>3</sup> /s	1/2 号機および 3/4 号機ともに同じ設定
放水量	49.52m <sup>3</sup> /s	同上
放水温度	40°C 以下	同上。取放水温度差は $\Delta T 7^{\circ}\text{C}$ を確保。
地形	放水口周辺の浚渫を含む計画港形（Phase-1）	

出典：調査団作成

計算結果

[夏季（雨季）]

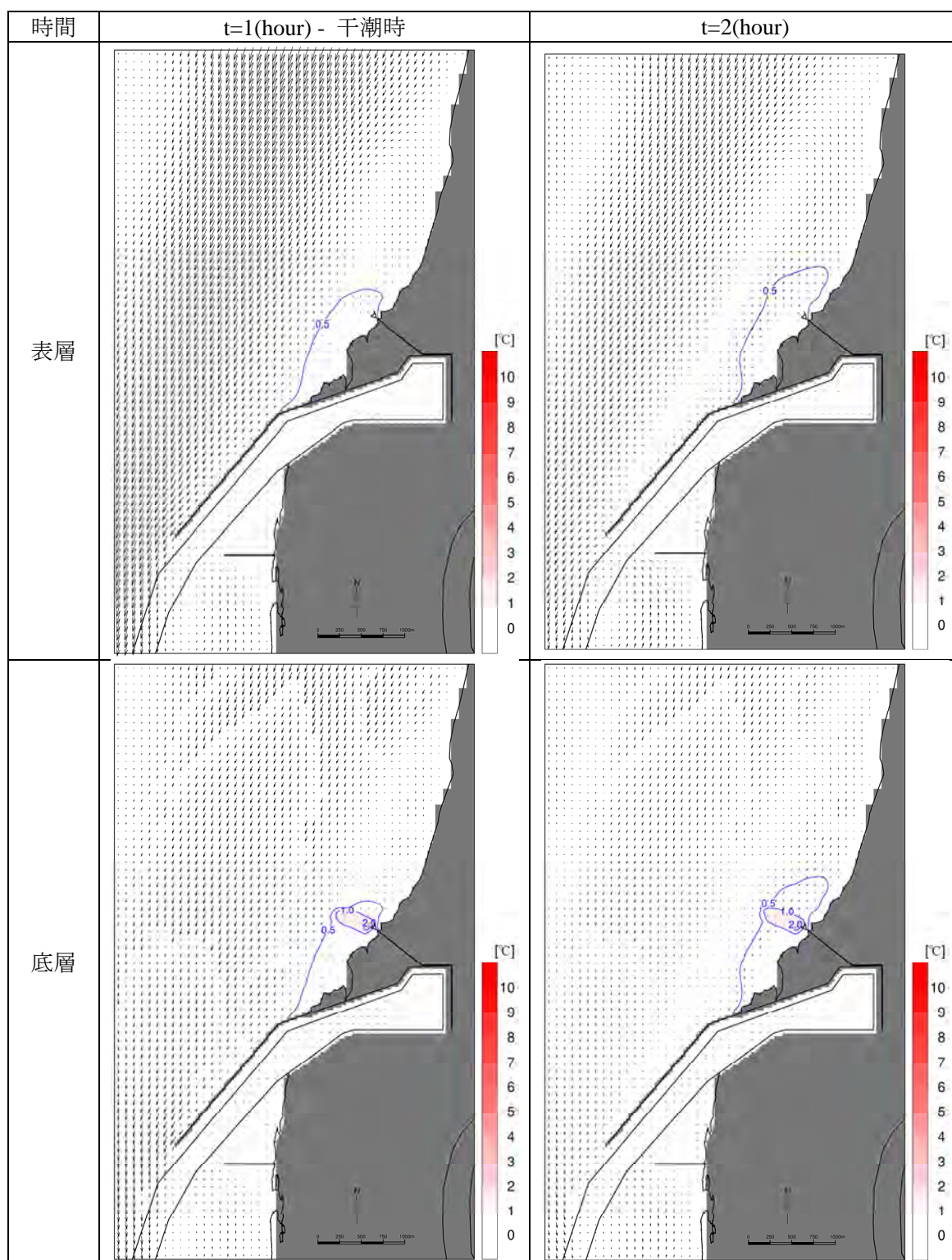
水温変化域は、潮汐変化に伴う流向・流速の変化に応じて、放水口から海岸に沿って、上げ潮時は北東、下げ潮時は南西に広がる。

1/2 号機ならびに 3/4 号機供用時において、放水口近傍での水温変化は  $3^{\circ}\text{C}$  以下である。

[冬季（乾季）]

夏季と同様に、水温変化域は、放水口から海岸に沿って、上げ潮時は北東、下げ潮時は南西に広がる。乾季は海水温が比較的低く、温排水との温度差が大きくなる。このため、深層放水の温排水の影響は表層にも達しやすい。表層の流速は下層よりも大きいいため、表層に達した温排水の影響は、海岸に沿って北東－南西方向に細長く広がる。しかし 1/2 号機ならびに 3/4 号機供用時において、放水口近傍での水温変化は  $3^{\circ}\text{C}$  以下である。

夏季（雨季）、冬季（乾季）における 1/2 号機ならびに 3/4 号機供用時の温排水の拡散シミュレーションは、12 時間の流況に沿って実施しているが、下図はその一部抜粋である。詳細の結果は、添付資料 13.1 を参照。

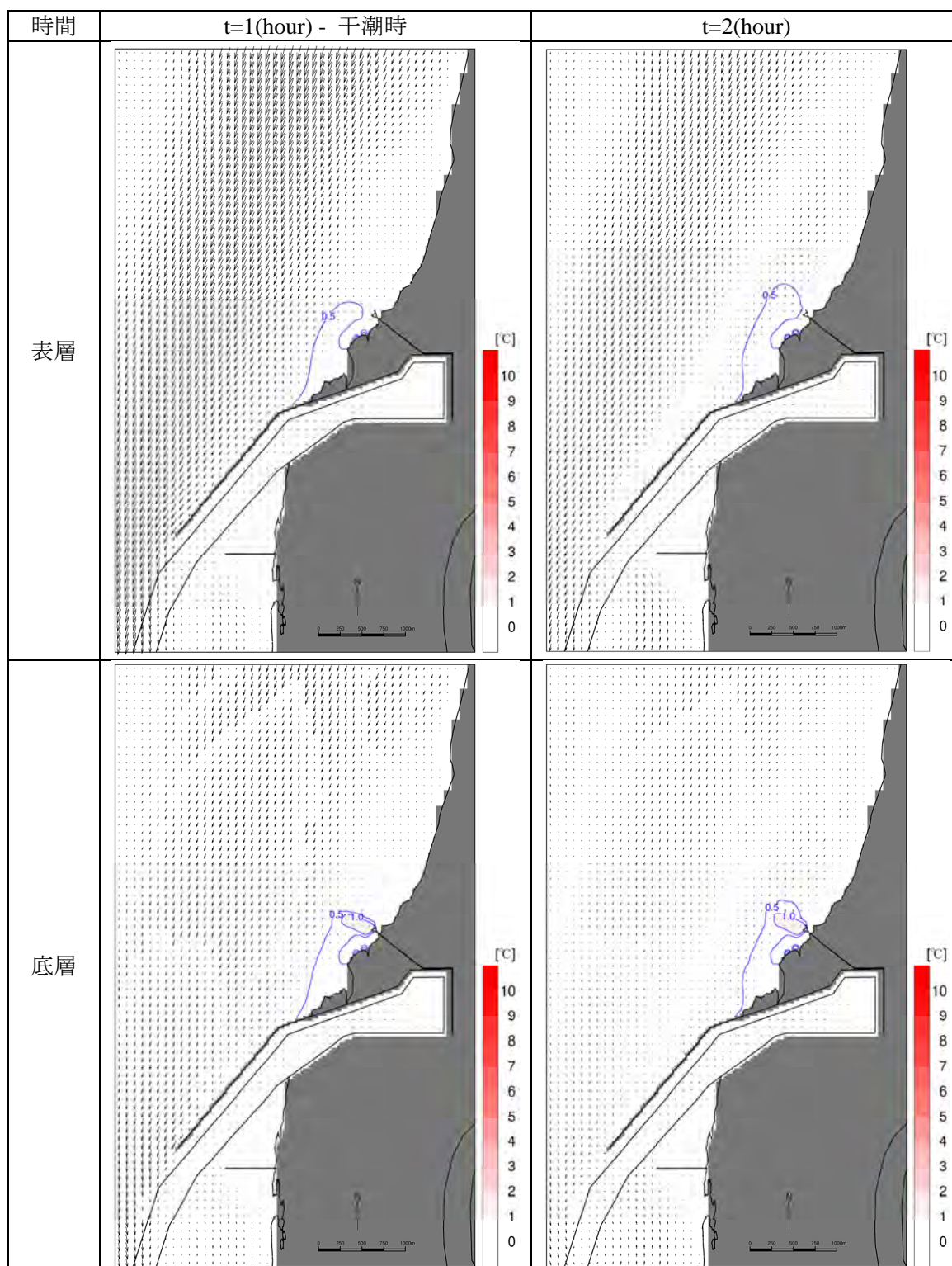


備考 (1) 水温の変化は、温排水がない場合との差値を示している。

(2) 図中に示した「時間」は12時間周期の潮汐に応じて定期的な変化に達した後の干潮時を t=1(hour)とした場合の時間を示している。

出典：調査団作成

図 13.4-19 夏季（雨季）における流向・流速ベクトルおよび温排水による水温の変化【1/2号機および3/4号機供用時】



備考 (1) 水温の変化は、温排水がない場合との差値を示している。

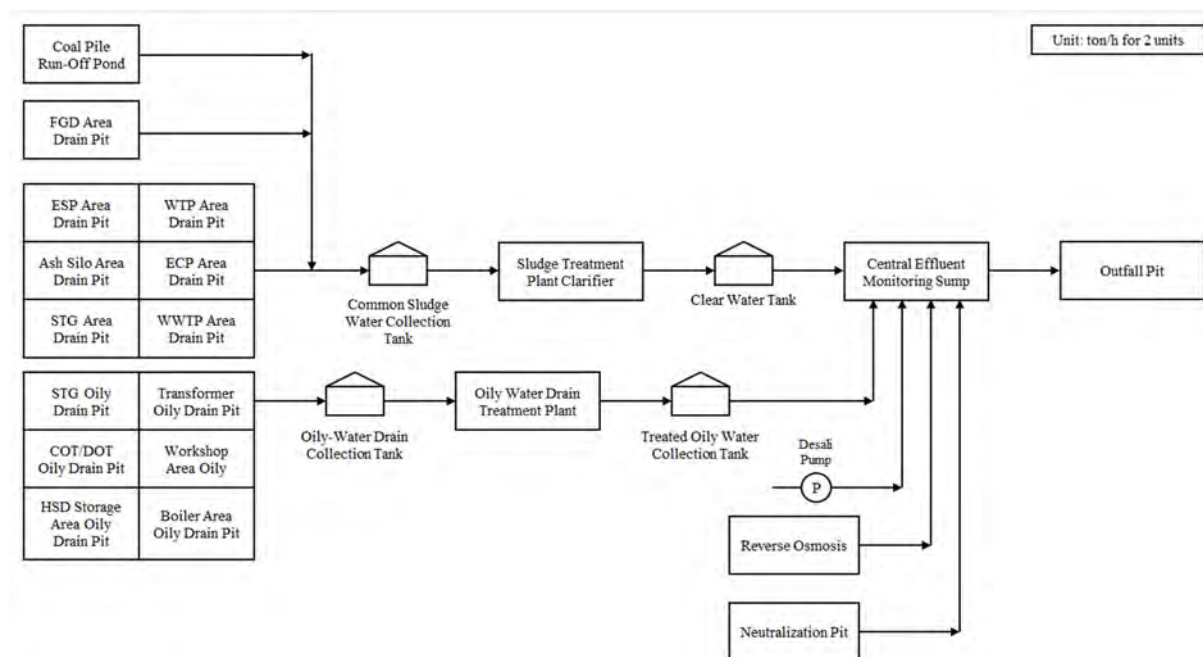
(2) 図中に示した「時間」は12時間周期の潮汐に応じて定期的な変化に達した後の干潮時を t=1(hour)とした場合の時間を示している。

出典：調査団作成

図 13.4-20 冬季（乾季）における流向・流速ベクトルおよび温排水による水温の変化【1/2号機および3/4号機供用時】

(2-1-2-2) プラント排水、油排水、生活排水

発電所の稼働に伴い各施設から排水が発生する。1/2号機同様、中和、凝集沈殿、ろ過などから構成される排水処理施設で、当国の排水基準、IFC/WB EHS ガイドライン（火力発電所；2008）値に適合するように適切に処理することから、周辺への水質の影響は限定的と考えられる。



出典：調査団作成

図 13.4-21 排水フロー

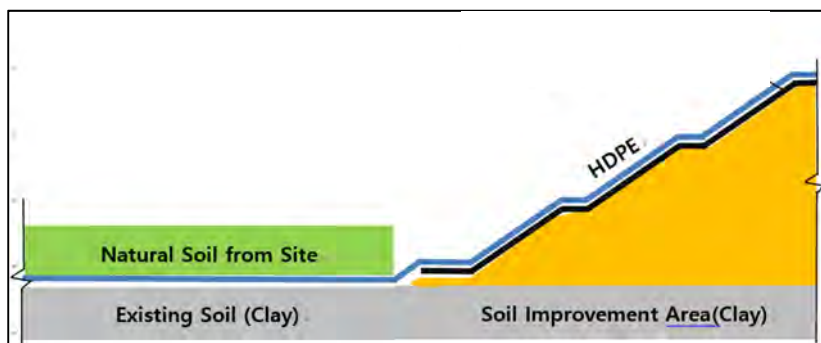
### (2-1-2-3) 貯炭場と灰捨て場

貯炭場からの排水は、排水処理設備に送液し適正に処理する計画である。

灰捨て場からの排水は、灰捨て場において自然蒸発による処理を基本とし、本事業地外への排出をしない計画としていることから、周辺への灰捨て場からの排水による水質汚濁は想定されない。

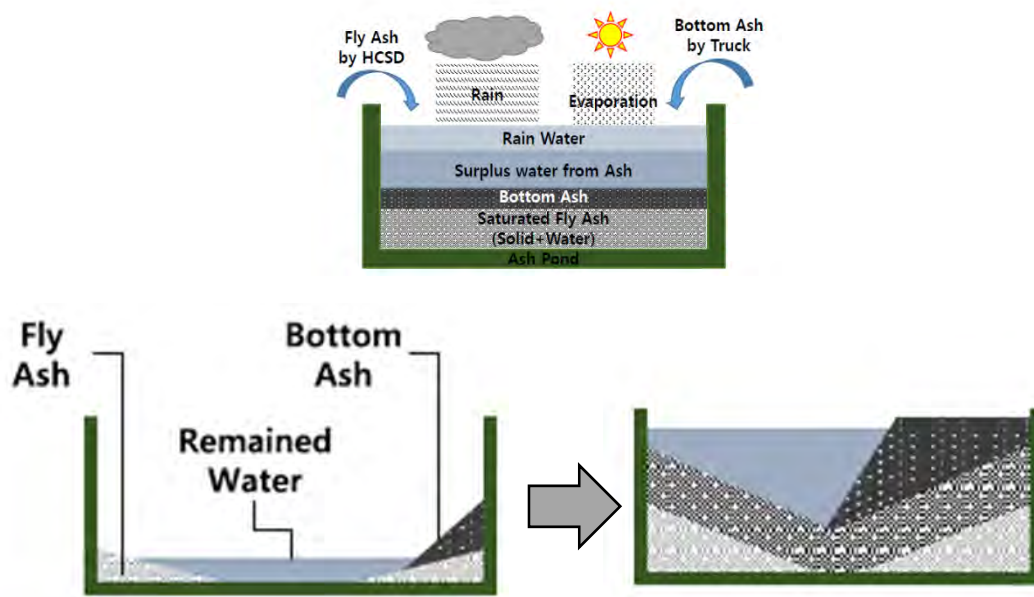
なお、灰捨て場の雨水は、適宜、植栽等に再利用する。

また、灰捨て場底部は HDPE (High Density Polyethylene) シートで地表面を被覆することにより地下水への排水の浸透を防止する計画である。



出典：調査団作成

図 13.4-22 石炭灰処分場の地下浸透防止対策



備考：HCSD means High Concentration Slurry Disposal

出典：調査団作成

図 13.4-23 石炭灰処分場の処分方法

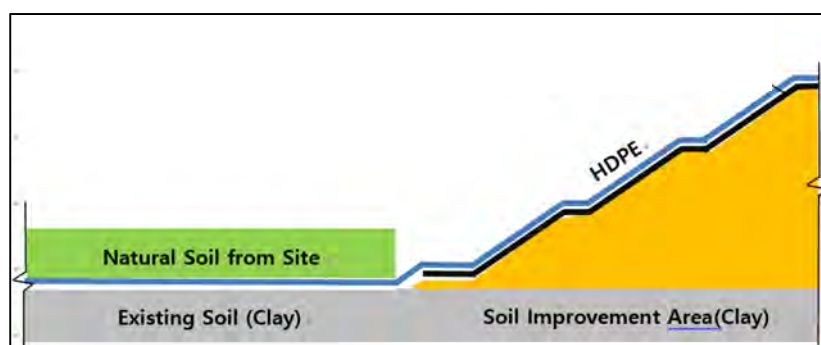
(2-1-3) 土壌

(2-1-3-1) 土壌

施設の稼働において、油や化学物質の漏出により土壌汚染が生じる可能性がある。  
 油や化学物質の保管貯蔵、土壌への浸透防止対策を確認する。

(2-1-3-2) 灰捨て場

HDPE（High Density Polyethylene）シートで地表面を被覆することにより地下水への浸透を防止する。



出典：調査団作成

図 13.4-24 石炭灰処分場の地下浸透防止対策

(2-1-4) 底質汚染（海底）

貯炭場や灰捨て場からの雨水は適切に処理し、また灰捨て場の底部の漏出対策（高密度ポリエチレン（HDPE）シートやシルトなどの不浸透層の設置）により底質汚染への影響を最小に抑止することができると思われる。

(2-1-5) 騒音・振動

(2-1-5-1) 騒音

(a) 施設の稼働に伴う騒音

発電所の運転による騒音の影響が予想される。サイトの近くには住居があるため、騒音の影響は最小化するように考慮しなければならない。発電所の主な装置の運転による騒音レベルで、以下の予測モデルで予測した。

i) 騒音レベル予測モデル

騒音レベルを検討する場合、以下の騒音伝搬理論式\*がある。

\*ISO 9613: Acoustics-Attenuation of sound during propagation outdoors  
Part 1: Calculation of the absorption of sound by the atmosphere  
Part 2: General method of calculation

$$L_{PA} = L_{WA} - 20 \cdot \log_{10} R - 8 - A_{\gamma} - A_E$$

【記号】

$L_{PA}$  : 予測地点における騒音レベル(dB)

$L_{WA}$  : 音源の A 特性補正パワーレベル(dB)

$R$  : 音源から予測地点までの距離

$A_{\gamma}$  : 障壁による減衰量(dB)

$A_E$  : 空気の吸収による減衰量(dB)

ii) 騒音源のデータ

発電所の運転に関わる主な装置は、ボイラ、石炭ミル、ファン、ダクト、淡水化装置、排水処理施設、石炭用ベルトコンベアなどである。表 13.4-23 に、それぞれの装置の騒音レベルと台数を示す。



表 13.4-23 主な装置の騒音レベル

Item	Equipment Type	Units 1/2		Units 3/4	
		Noise Power Level(dB)	Number of Equipment	Noise Power Level(dB)	Number of Equipment
Power plant facility	Boiler	70	2	70	2
	Coal mill	90	2	90	10
	Forced draft fan	105	2	105	4
	Air pre-heater	72	2	72	2
	EP	80	2	80	2
	FGD	70	2	70	2
	Induced draft fan	105	2	105	4
	Gas Duct	108	2	108	2
	Pump for FGD	101	2	101	4
	Circulation Pump	101	2	101	2
	Turbine building	70	2	70	2
	main transformer	90	2	90	6
Utility facility	Coal un-loader	84	2	-	-
	Coal conveyor from un-loader	87	3	87	2
	Stacker / reclaimers	84	10	84	8
	Coal conveyor to plant	87	3	87	2
	Demineralization plant	101	1	101	1
	Water treatment equipment	101	1	101	1
	Waste water treatment equipment	101	1	101	1
	Ash conveyor	101	1	101	1
	Waste water equipment for coal yard	101	1	101	1
Switch yard	90	1	90	1	

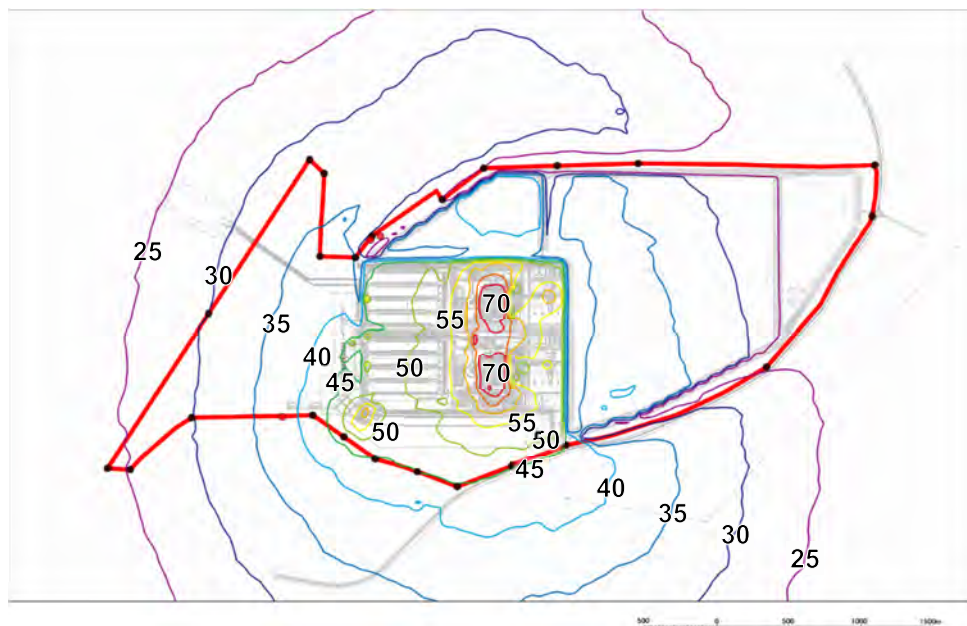
出典：調査団作成

iii) 計算条件

騒音レベルの計算は、1/2号機ならびに3/4号機の全ての設備が運転した場合を前提に計算した。

iv) 計算結果

発電所の運転に伴う到達騒音レベルは次の図のとおり、敷地境界で、14～48dB(A)、住居地周辺（北側、南側）で26～38dB(A)であり、当国および IFC/WB EHS ガイドライン 2007 値を遵守できる。



備考：詳細結果

No	Noise Level (dBA)	DOE Limit Standard	IFC/WB EHS Guidelines 2007
1	31.3	Industrial Zone; Day 75 Night 70	Industrial Zone; Day 70 Night 70
2	32.7		
3	36.7		
4	34.7		
5	28.4		
6	24.8		
7	24.7		
8	21.6		
9	18.9		
10	13.8		
11	14.0		
12	24.1		
13	43.9		
14	46.9		
15	45.5		
16	45.0		
17	44.8		
18	47.7		
19	42.1		
20	29.9		
21	25.3		
22	23.7		
23	30.0		
24	26.2	Residential Zone: Day 55 Night 45	Residential Zone: Day 55 Night 45
25	28.0		
26	38.0		



出典：調査団作成

図 13.4-25 到達騒音レベル（1/2号機供用時、3/4号機供用時）

(b) 道路交通騒音

「(1-1-5-1) 騒音 (b) 道路交通騒音」参照。

類似事例<sup>15</sup>を参考に定期点検時の通勤車両、保修用資機材運搬車両を 30 台（往復）/h と仮定すると、沿道の道路交通騒音は以下のとおりである。

表 13.4-24 道路交通による等価騒音レベル ( $L_{Aeq}$ ) の推定値

項目	速度 (km/h)	
	40	50
通行台数 30 (台/h)	58	60

出典：調査団作成

沿道では、関係車両の通行に伴い 60dB 程度の騒音レベルが想定される（表 13.4-24）。可能な限り車両台数の低減、通行台数の平準化、交通規則の遵守により、道路交通騒音の影響の低減を図る。また、定期的なモニタリングを実施することで迅速な対応を図り、道路交通騒音の影響を最小に抑止することができると考えている。

(2-1-5-2) 振動

(a) 施設の稼働に伴う振動

地盤改良を行い、しっかりとした強固な地盤で設備機械を設置するとともに、防振対策による振動伝搬の抑制を図ることから、施設の稼働に伴う振動の影響の低減を図ることができると考えている。

(b) 道路交通振動

「(1-1-5-1) 騒音 (b) 道路交通騒音」参照。

類似事例<sup>16</sup>を参考に定期点検時の通勤車両、保修用資機材運搬車両を 30 台（往復）/h と仮定すると、沿道の道路交通振動は以下のとおりである。

<sup>15</sup> 「広野火力 5・6号機環境調査書（1200MW）」（東京電力株式会社）によれば、定期点検時の関係車両台数は 190 台（片道）と計画している。

<sup>16</sup> 「広野火力 5・6号機環境調査書（1200MW）」（東京電力株式会社）によれば、定期点検時の関係車両台数は 190 台（片道）と計画している。

表 13.4-25 道路振動レベルの推定値

（単位：dB）

項目	速度(km/h)	
	40	50
通行台数 30(台/h)	39	40

出典：調査団作成

道路近傍は、車両の通行に伴い40dB程度の振動レベルが想定される。車両台数の低減、通行台数の平準化、交通規則の遵守により、道路交通振動の影響の低減が図られると考えている。

#### (2-1-6) 悪臭

事務所からの一般廃棄物、し尿による悪臭の発生可能性がある。一般廃棄物の適切な処分、し尿の汚水処理設備を設置する。

脱硝装置ではアンモニアを使用するが、適切にアンモニアの貯蔵・保管を行うため、周辺への悪臭による影響はないと考えている。

なお、悪臭物質の環境モニタリングを実施する計画である。

#### (2-1-7) 廃棄物

1/2号機同様、法規に基づき、廃棄物のシステマティックな回収、保管所の徹底した管理を行うため、廃棄物管理プログラムを策定し、3R（リデュース・リユース・リサイクル）を推進する。

具体的には、石炭灰、脱硫装置から発生する石膏は、セメント、路盤材、ブリックの原料等に有効利用を推進していく。

### (2-2) 自然環境

#### (2-2-1) 保護区

プロジェクト周辺にはソナディア ECA（事業対象地より南へ約17kmのところの位置）が存在するが、事業対象地から離れているため、供用期間中における同ECAへの深刻な影響はないと考えられる。供用時の排ガス・粉塵などの広域拡散については、調査の結果、保護区まで到達することは想定されないが、状況の変化に備え、今後もフェーズ1のモニタリング結果を注視することが重要である。

保護区周辺の水域については、石炭搬入など供用時の舟運の影響が考えられるため、ECAから周辺海況を考慮しつつ距離を保つなどの対策を取るなど、しかるべき対策を講じる必要がある。またマタバリ港周辺でのバラスト水等の放流・拡散の影響も懸念されるため、先行する1/2号機事業の供用期間中のモニタリング結果に注視しながら、供用時もモニタリング活動を行う事は重要と考えられる。供用時の舟運のルートは現状明確に定められておらず、現時点では具体的な保護区への影響は想定されないが、保護区の海域に配慮したルート選定が望ましい。

#### (2-2-2) 生態系

供用時の周辺生態系への影響として、火力発電所からの排ガス、廃水・温排水放流の影響が懸念されるが、これらについては放出前に適切な排ガス・廃水処理対策を講じると共に、排ガスの放出、廃水・温排水の放流に関するシミュレーションを通して供用時の環境モニタリングの重点区域を同定しつつ、先行する1/2号機事業の供用期間中のモニタリング結果に注視しながら、供用時のモニタリング活動に繋げる事が重要である。

保護区周辺の水域については、マタバリ港周辺でのバラスト水等の放流の影響も懸念されるため、供用時も引き続きモニタリング活動は必要と考えられる。特に、上述したスナドリネコの保全活動は、ベンガル湾沿いのインド国西ベンガル州やオリッサ州で盛んであり、Fishing Cat Conservation Alliance、Fishcat Conservancy等の国際環境NGOが注目しているため、モニタリング結果について適切な情報公開を行う事が重要と考えられる。

前述した工事中の予測評価手法と同様、第5章で論じたように、事業計画地周辺の自然環境特性は、湿原・干潟・海浜に分類され、これらの生態系の上位に位置する陸生/水生生物の生存を支える水質パラメータ（例、pH、DO、TSS、COD等）、並びに食物連鎖の下位に位置する動植物プランクトンや底生生物の生息状況を継続的監視する事が重要である。

また監視領域が広域であり、供用期間が長期に亘る事から、環境モニタリング活動に、例えば地域コミュニティ、特に漁業従事者から参加を通じて、周辺環境の変異（例えば漁獲量の異常変動）について報告してもらい、それに基づき追加のモニタリングを実施する等、柔軟な環境監理体制、関連予算措置を組む事が、このモニタリング活動にもとづく影響評価の精度を向上させる1つの鍵となると考えられる。

## (2-3) 社会環境

### (2-3-1) 貧困層

1/2号機事業の用地取得で移転を余儀なくされた世帯は、移転補償を受けるとともに実施機関の提供した住宅に居住しており、3/4号機事業の供用時による負の影響は想定されない。一方、発電所供用に伴う雇用機会の創出や、発電所周辺のインフラの整備に伴う社会サービスへのアクセス向上が想定される。その他1/2号機事業による被影響住民のうち賃金労働者への補償金支払い、発電所建設工事での雇用、職業訓練の実施などが実施されるものの、雇用の実態について不満がみられることから、3/4号機の供用時においては被影響住民および地域の低所得層への雇用機会の創出や社会サービスへのアクセス向上が想定される。

### (2-3-2) 雇用や生計手段等の地域経済

3/4号機事業の供用により冷却水の放流による流れ・水温の変化は軽微であり、地域の産業への影響は想定されない。

雇用と人流の増大により地域経済にプラスとなることが想定される。なお、1/2号機事業の工事中の雇用に対する不満が多く聞かれることから、職業訓練の実施と熟練度に応じた分かり易い雇用条件の提示等の工夫により、応募者の不満・不公平感を払拭することで雇用促進効果の発現を図る必要がある。

### (2-3-3) 土地利用や地域資源利用

3/4号機の供用による海域での冷却水の放流による流況および水温分布に対する影響は軽微であり、発電所内からの雨水および生活排水は適切に処理されて放流されるため、海域への影響は軽微であり、水産物への影響は軽微であると想定される。

### (2-3-4) 水利用

3/4号機の供用時に使用する淡水は海水脱塩によって製造するため、地域の水利に及ぼす影響は想定されない。

発電所からの雨水、生活排水等は適切に処理されて海域側に放流され、冷却水も海域側に放流されるため、塩作りの海水利用への影響は想定されない。

### (2-3-5) 既存の社会インフラや社会サービス

発電所運転に必要な石炭を含む原材料は当面海上からの輸送を計画しており、船舶航行の増大が見込まれることから、沿岸漁業と交通船の航行との調整、航路標識の設置と周知などの対策が必要である。

3/4号機事業の供用により発電所関係者の通勤車両の増大による渋滞の発生と道路の劣化が想定されることから、発電所関係者の乗り合い通勤、時差通勤、交通整理員の配置など総合的な対策を講じる必要がある。

また、周辺道路の整備・舗装や発電所施設の利用可能施設の住民への開放・共用などにより年間を通した社会サービスや市場へのアクセスが容易になる等の影響が想定される。

### (2-3-6) 社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織

3/4号機事業による、社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織への影響は想定されないが、前項の既存の社会インフラや社会サービスに影響を及ぼす可能性があることに加えて、地域の課題を共有し、必要に応じて対策の調整を行うことが望ましい。すでに首相府の調整のもとで、モヘシュカリ・マタバリ地域での整備に関わる機関、行政が情報を共有して必要に応じて調整を行うイニシアチブを機能させていることから、この場を活用することが想定される。

#### (2-3-7) 被害と便益の偏在

3/4号機事業の中では用地取得はなく補償の有無に伴う被害と便益の偏在は生じないものの、1/2号機事業の中で、補償対象である被影響住民と、被影響住民ではないものの事業サイトの比較的近傍に居住する住民（補償対象ではない）との間でその差異に係る不満が生じる可能性がある。また、浸水被害は2018年のサイクロンの襲来の際の高潮によって生じた事業対象区域北側の海岸側での洪水と、この地域で雨季に例年生じる内水の停滞による浸水の2つの側面をもっているが、この地域特有の地形と気象条件の影響が強いと考えられることから、浸水被害を1/2号機事業の影響とみなす住民にとってより被害と便益の偏在に対する不満が生じる可能性がある。実施機関として地域の社会インフラや社会サービスの向上と問題解決に向けて、社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織と連携して貢献することや、CSR活動を通じた地域社会への貢献を果たしていくことが望ましい。

#### (2-3-8) 地域内の利害対立

本地域では雇用に対する期待が大きいことから、3/4号機の運転に関わる雇用機会の増大として正の影響を想定するだけでなく、地域内の利害対立を生む要因となりうることに配慮して、地域への説明、識字率の向上にも配慮した職業訓練の工夫、実雇用者数の確保などを進めることが望ましい。

#### (2-3-9) 文化遺産

本調査の半径15キロメートル以内には国や地域で指定された文化遺産はなく、マタバリ島内の集落・村・ユニオンレベルでの文化遺産的資産はなく、3/4号機事業による影響は想定されない。

#### (2-3-10) ジェンダー

3/4号機の供用がジェンダーに及ぼす影響として、発電所関連における女性の雇用が想定されるが、識字率の低さや経験の不足とともに、本地域の文化的・宗教的な女性の役割に配慮した職業訓練の要素を含んだ雇用機会の提供が望ましい。また、本地域における女性の役割からみて、生計向上もジェンダー配慮として重要であることに鑑み、家族構成や収入にも配慮した職業訓練を含む雇用計画を策定することが望ましい。

なお、社会インフラの整備に伴い社会サービスへのアクセスが向上し、ジェンダーにも正の影響をもたらす可能性が想定される。

#### (2-3-11) 子供の権利

周辺道路が整備・舗装されることにより、年間を通じた社会サービスや市場へのアクセスが容易になる可能性があり、子供の健康と就学の確保に正の影響が想定される。

#### (2-3-12) 労働環境（労働安全を含む）

発電所の職員の労働災害を未然に防止するため、EHS管理の責任者とガイドラインを定め、研修の開催、啓発のためのポスター・動画教材の作成などの対策を講じる必要がある。

#### (2-3-13) 事故

発電所関係者の陸上・海上の交通事故の発生が想定されることから、関係者への安全教育、ポスター・動画などの啓発教材の配布などを進めていくとともに、可能な範囲で、周辺道路での交通事故防止対策の実施、海上での標識設置、ジェティ・港における交通安全に対する啓発ポスターの配置などを進めていくことが望ましい。

### 13.5 温室効果ガス削減効果の推計

#### (1) 工事中

本事業の建設工事では、重機の使用に伴う CO<sub>2</sub> の排出がある。1/2 号機事業の FS レポートを参考に、発電プラント建設区域で稼働する重機からの CO<sub>2</sub> 年間排出量を推定した。その結果、約 14,000 トン CO<sub>2</sub>/年と算出された。

工事中の温室効果ガス抑制対策として、効率的な重機の稼働、発電機、重機、トラック等の定期的なメンテナンス、排ガス検査を実施する。

表 13.5-1 工事に伴う CO<sub>2</sub> 排出量

機器名	緒元	台数	定格出力 (kW)	燃料消費量 (L/kWh)	時間当たりの燃料消費量 (L/h)	CO <sub>2</sub> 排出量 (kg/h)	年間 CO <sub>2</sub> 排出量 (t/y)
Backhoe	1.4m <sup>3</sup>	20	164	0.175	28.7	74.0	3,128
Concrete Mixer	4.5m <sup>3</sup>	40	118	0.078	9.2	23.7	2,006
Concrete pump	70m <sup>3</sup> /min	12	199	0.078	15.5	40.0	1,015
Crawler crane	50t	11	132	0.089	11.7	30.3	704
Engine Compressor	75m <sup>3</sup> /min	4	107	0.189	20.2	52.2	441
Forklift	-	4	30	0.037	1.1	2.9	24
Generator	200kVA	20	201	0.170	34.2	88.2	3,724
Small Truck crane	4t	3	107	0.044	4.7	12.1	77
Truck	11t	19	246	0.050	12.3	31.7	1,273
Truck crane	11t	38	125	0.044	5.5	14.2	1,139
Vehicle for height work	-	6	125	0.044	5.5	14.2	180
Total							13,711

備考；1) 定格出力、燃料消費量率は、類似事例を参照。

2) 重機の使用燃料は軽油。CO<sub>2</sub> 排出原単位は 2.58kg-CO<sub>2</sub>/L (環境省)。

3) 年間の重機の稼働は保守的見地から休日を除き 8hr/day 稼働とした。

出典：調査団作成

(2) 供用時

(2-1) 概要

「Intended Nationally Determined Contributions (INDC) (September, 2015)」(Ministry of Environment and Forests)によれば、当国の2030年のGHG排出量は、電力セクターで91 Mt-CO<sub>2</sub> (Business As Usual (BAU)) で、BAUに対して16 Mt-CO<sub>2</sub>減 (-18%) を目標に掲げている。

さらに「Nationally Determined Contributions (NDCs) (26 August 2021)」(Ministry of Environment and Forests and Climate Change)が公開された。この報告書の記載で注目すべき点は、BAU 95.1 Mt-CO<sub>2</sub> に対して、無条件の対策によるシナリオが87.1 Mt-CO<sub>2</sub>、条件付対策によるシナリオが51.4 Mt-CO<sub>2</sub>、削減目標達成のために“Coal power plant with Ultra super critical technology 12,147MW”が明記されている。

表 13.5-2 当国のGHG排出量（電力セクター：2030年）

セクター	基本年 (2011) (MtCO <sub>2</sub> e)	BAU シナリオ (2030) (MtCO <sub>2</sub> e)	増加率 (2011年 から2030 年)	無条件の対策に よるシナリオ (2030) (MtCO <sub>2</sub> e)	BAU比	条件付対策 によるシナ リオ(2030) (MtCO <sub>2</sub> e)	BAU比
電力	21	91	336%	86	-5%	75	-18%

備考：2015年の経済成長、人口、エネルギー需要等の統計資料、基本（行動）計画・政策等をもとに、基準年を2011年としてシナリオを策定。

出典：Intended Nationally Determined Contributions (INDC) (September, 2015) (Ministry of Environment and Forests)

表 13.5-3 当国のGHG排出量（電力セクター：2030年）

セクター	基本年 (2012) (MtCO <sub>2</sub> e)	BAU シナリオ (2030) (MtCO <sub>2</sub> e)	無条件の対策に よるシナリオ (2030) (MtCO <sub>2</sub> e)	条件付対策 によるシナ リオ(2030) (MtCO <sub>2</sub> e)
電力	21.0	95.1	87.1	51.4

出典：Nationally Determined Contributions (NDCs) (26 August, 2021) (Ministry of Environment and Forests and Climate Change)

削減対策のひとつに、INDC、NDCsでは石炭火力発電に関して、新規導入設備は超臨界圧以上の石炭火力発電技術を用いることが明記されている。本事業は超々臨界圧石炭火力発電技術を導入する計画であり、INDC、NDCsが掲げる目標に適合している。

表 13.5-4 INDC、NDCsで求める電力セクターにおける緩和措置

セクター	項目	2030年までの行動計画	
		INDC	NDCs
電力セクター	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓新たな設備には超臨界圧石炭火力発電技術を導入する</li> <li>✓風力発電の導入を促進する</li> <li>✓発電の多様化に向け太陽光発電の系統連携を図る</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓2030年までは全ての新規石炭火力発電は超臨界圧石炭火力発電技術を導入する</li> <li>✓2030年まで400 MWの風力発電を導入する</li> <li>✓1,000 MWの太陽光発電を導入する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓超臨界圧石炭火力発電 12,147MW</li> <li>✓コンバインドサイクル発電 5,613MW</li> <li>✓太陽光発電 2,277MW、風力発電 597MW 等</li> </ul>

出典：Intended Nationally Determined Contributions (INDC) (September, 2015) (Ministry of Environment and Forests), Nationally Determined Contributions (NDCs) (26 August, 2021) (Ministry of Environment and Forests and Climate Change)

気候変動における、3/4号機に係る影響について検討する。GHG排出量の計算は、「気候変動対策支援ツール (JICA Climate-FIT (Mitigation) Climate Finance Impact Tool for Mitigation, Quantitative evaluation of GHG emissions reduction (removals) 2019)」を参考にした。

同ツールでは、GHG排出削減量を火力発電の効率改善前GHG排出量（ベースライン排出量）と効率改善後GHG排出量（プロジェクト排出量）の差分から得る。



$$ER_y = BE_y - PE_y$$

ER<sub>y</sub>: y 年の事業実施による GHG 排出削減量 (t-CO<sub>2</sub>e/y)

BE<sub>y</sub>: y 年のベースラインシナリオにおける GHG 排出量 (t-CO<sub>2</sub>e/y)

PE<sub>y</sub>: y 年のプロジェクトシナリオにおける GHG 排出量 (t-CO<sub>2</sub>e/y)

#### (2-2) ベースラインの GHG 排出量

ベースライン GHG 排出量を、プロジェクト実施前の当国で普及している火力発電所の発電技術（効率）を参考に、次式から計算する。

$$BE_y = \{ (EG_{PJ,y} - EG_{BL}) \times \eta_{BL} / \eta_{BL, country} + EG_{BL} \} \times GE_{BL} \times NCV_i \times EF_{fuel,i}$$

BE<sub>y</sub>: y 年のベースラインシナリオにおける GHG 排出量 (t-CO<sub>2</sub>e/y)

EG<sub>PJ,y</sub>: 事業実施後の年間発電量 (MWh/y)

EG<sub>BL</sub>: 事業実施前の年間発電量 (MWh/y)

η<sub>BL</sub>: 事業実施前の発電効率 (%)

η<sub>BL, country</sub>: 事業を実施する国で最も普及している火力発電所の発電効率 (%)

GE<sub>BL</sub>: 事業が実施されない場合の単位発電量あたりの燃料消費量 (t/MWh)

NCV<sub>j</sub>: 発電用燃料 i の正味発熱量 (TJ/t)

EF<sub>fuel,i</sub>: 事業が実施されない場合の発電用燃料 i の CO<sub>2</sub> 排出係数 (t-CO<sub>2</sub>/TJ)

#### (2-3) プロジェクト排出量の算定

プロジェクトからの GHG 排出量は、事業実施後の発電用燃料消費量と、燃料排出係数を乗じて計算する。

$$PE_y = FC_{PJ,y} \times NCV_j \times EF_{fuel,j}$$

FC<sub>PJ,y</sub>: 事業実施後の発電用燃料 i の消費量 (t/y)

NCV<sub>j</sub>: 発電用燃料 i の正味発熱量 (TJ/t)

EF<sub>fuel,j</sub>: 発電用燃料 i の CO<sub>2</sub> 排出係数 (t-CO<sub>2</sub>/TJ)

#### (2-4) 当国の石炭火力発電の排出原単位

「World energy balance」(IEA)によれば、当国の石炭火力発電に係る燃料消費量、発電出力が示されており、その値をもとに熱効率を計算した結果、表 13.5-5 のとおり 32.8～35.1%であった。

表 13.5-5 当国の石炭火力発電に係るエネルギーバランス

項目	2017 年	2016 年	2015 年
エネルギー投入量 (Thousand tonnes of oil equivalent)	270	270	261
発電量 (GWh)	1031	1102	997
熱効率 (%)	32.8	35.1	32.8

備考: As for general conversion factors for energy, 1 GWh = 0.08598 Ttoe

出典: World energy balance 2017,2018,2019 (IEA)をもとにし調査団作成

#### (2-5) 従来ならびに超々臨界圧石炭火力発電の CO<sub>2</sub> 排出原単位の検討

「石炭火力発電輸出ファクト集 2020」(環境省)によれば、日本の従来の石炭火力発電の CO<sub>2</sub> 排出原単位 (HHV: 送電端) は 0.867 kg- CO<sub>2</sub>/kWh で、超々臨界圧石炭火力発電の場合は 0.795 - 0.836 kg- CO<sub>2</sub>/kWh (中央値 0.812)である。

3/4 号機の稼働に伴い CO<sub>2</sub> 排出量は増加する。しかしながら、将来の当国の電力需要を勘案し、本調査はより具体的に解析する。将来の電力需要増加に対して、表 13.5-5 に示した従来の発電設備で対応する場合に代えて、超々臨界圧石炭火力発電（本事業）で対応する場合を考える。

3/4号機の熱効率は、44.6%（LHV）（HHV：41.1%から換算）を計画しており、この値は当国の石炭火力発電の熱効率32.8-35.1%と比較して十分に高い。

既設、本事業に係る発電効率をもとに燃料別ならびに発電別のCO<sub>2</sub>排出原単位を表13.5-6に示す。

当国全体の石炭火力発電に係るCO<sub>2</sub>排出原単位は、1.176 t-CO<sub>2</sub>/MWhと計算され、これに対して3/4号機のCO<sub>2</sub>排出原単位は0.864 t-CO<sub>2</sub>/MWhであった。この値は、日本の超々臨界圧石炭火力発電のCO<sub>2</sub>排出原単位に迫る値である。

表 13.5-6 3/4号機のCO<sub>2</sub>排出原単位

項目	単位	値	備考
3/4号機発電出力	MW	1,200	600MW x 2units
稼働率	%	80.0	
年間発電電力量	MWh/y	8,409,600	1,200 x 8,760 x 80/100
3/4号機熱効率	%	41.1	44.6% (LHV)は、41.1% (HHV)から換算
石炭火力発電の熱効率（当国）	%	30.2	30.2% (HHV)は、32.8% (LHV) in 2017 から換算
高位発熱量, HHV	kcal/kg	4,600	
低位発熱量, LHV	kcal/kg	4,240	
高位発熱量, HHV	kJ/kg	19,259	
低位発熱量, LHV	kJ/kg	17,752	
燃料中の炭素含有率 C%	weight%	47.8	
J/cal 変換	J/cal	4.1868	1cal=4.1868J
重量当たりの燃料発熱量	TJ/t	0.0178	
本プロジェクトの発電量当たりの燃料消費量	t/MWh	0.4916	
ベースラインの発電量当たりの燃料消費量	t/MWh	0.6690	
燃料投入量当たりのCO <sub>2</sub> 排出量	t-CO <sub>2</sub> /TJ	98.66	Note- <sup>1)</sup>
TJ/MWh 変換	TJ/MWh	0.0036	
CO <sub>2</sub> 排出原単位（本事業）	t-CO <sub>2</sub> /MWh	0.864	Note- <sup>2) 3)</sup> 脱硫によるCO <sub>2</sub> 排出量を考慮した場合：0.870（表 13.5-7）
CO <sub>2</sub> 排出原単位（ベースライン）	t-CO <sub>2</sub> /MWh	1.176	Note- <sup>2)</sup>

備考:

- 1) 燃料投入量当たりのCO<sub>2</sub>排出量=(C%/100)/LHV x (44.01/12.011) x 10<sup>6</sup>
- 2) CO<sub>2</sub> 排出原単位={燃料投入量当たりのCO<sub>2</sub>排出量/熱効率/100} x 0.0036
- 3) Typical CO<sub>2</sub> Emissions Performance of new Thermal Power Plants (Ultra-Supercritical)

Items	Efficiency	kg-CO <sub>2</sub> /MWh	Remarks (Sources)
IFC/WB EHS Guidelines (Thermal Power Plants; 2008)	37.6-42.7 (%Net, HHV)	676-795 (%Net, HHV)	US EPA 2006
	42 (%Net, LHV)	811 (%Net, LHV)	World Bank
	47 (%Gross, LHV)*	725 (%Gross, LHV)**	*World Bank Group Sep 2006 ** World Bank Group estimates
IFC/WB EHS Guidelines (Thermal Power Plants; 2017 draft)	39-48 (%Net, LHV)	676-934 (%Net, LHV)	US EPA 2006,2010,World Bank, IEA(2012),European Commission (2013)
	47 (%Gross, LHV)*	728-777 (%Gross, LHV)**	ESMAP (2007)

出典：調査団作成

3/4号機のCO<sub>2</sub>排出量は表13.5-7のとおり7,319,280 t-CO<sub>2</sub>/y（表中B+C）で、仮に従来の発電設備で、同等の発電を行う場合、CO<sub>2</sub>排出量は9,890,606 t-CO<sub>2</sub>/yとなり、その差は2,571,327 t-CO<sub>2</sub>/yである。潜在的削減率は26.0%、3/4号機の実施が合理的と考えている。

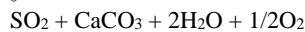
言い換えれば、INDC、NDCsで明記されている2030年の電力セクターが掲げるBAUに対するCO<sub>2</sub>削減に向けた目標達成に貢献できるものと考えている。

そして、気候変動の原因でもある地球温暖化対策の点から、BAT（Best Available Technology）を採用することは極めて重要である（添付資料13.5）。

表 13.5-7 3/4号機のCO<sub>2</sub>排出量

項目	単位	値	備考
年間発電電力量	MWh/y	8,409,600	
CO <sub>2</sub> 排出原単位（ベースライン）	ton/MWh	1.176	
CO <sub>2</sub> 排出原単位（本事業）	ton/MWh	0.864	
CO <sub>2</sub> 排出量（ベースライン）(A)	t-CO <sub>2</sub> /y	9,890,606	
CO <sub>2</sub> 排出量（本事業：燃料燃焼）(B)	t-CO <sub>2</sub> /y	7,267,550	
CO <sub>2</sub> 排出量（本事業：脱硫）(C)*	t-CO <sub>2</sub> /y	51,726	
潜在的CO <sub>2</sub> 削減量	t-CO <sub>2</sub> /y	2,571,327	(A) - (B) - (C)
潜在的CO <sub>2</sub> 削減率	%	26.0	(1-(B+C)/(A))*100

\*本事業は脱硫装置に石灰石石膏法を採用するため、次式のとおり硫黄1モルに対して等モルのCO<sub>2</sub>が排出される。



8章を参考に、石炭中硫黄分1.0%、SO<sub>2</sub>除去効率91%とすると、51,729tonのCO<sub>2</sub>が排出する。

項目	単位	値	備考
年間発電電力量	MWh/y	8,409,600	
本事業の発電量当たりの燃料消費量	ton/MWh	0.4916	
石炭消費量	ton	4,134,211	
硫黄の量（石炭中硫黄分1.0%、SO <sub>2</sub> 除去効率91%）	Million -mole	1,176	
脱硫によるCO <sub>2</sub> 排出量	t/y	51,729	

出典：調査団作成

## 13.6 環境管理計画

### (1) 工事中

1/2号機事業同様、工事中は実施機関のプロジェクト実施部門（Project Implementation Unit: PIU）は、監督コンサルタントと共に工事活動の内容を十分考慮し、EPCコントラクタに必要な緩和

和策を理解させ、それを実施させることとする。そのために実施機関は専門知識を有する者からなる環境管理ユニット（Environmental Management Unit: EMU）を組織し、監督コンサルタントと連携を図りつつ、EPC コントラクターとで緩和策を協議し、計画を策定する。

EMU は、1/2 号機事業同様、工事により作業員の流入や工事車両が増加するため、EPC コントラクターと協力し、環境面社会面に関する地域住民からの意見、苦情に対する適切な対応をとるための組織としても機能し、必要な緩和策を実施する。

地域住民はいつでも、直接、EMU、EPC コントラクターに苦情を伝えることができる。

なお、環境管理の実施状況、更なる緩和策の検討等を把握するため、EPC コントラクターには管理計画の実施状況について、EMU と監督コンサルタントに定期的に報告書を提出させる。

不十分で重大な問題等がある場合、PIU は工事停止を含め問題解決に向けた措置・命令を行うこととする。

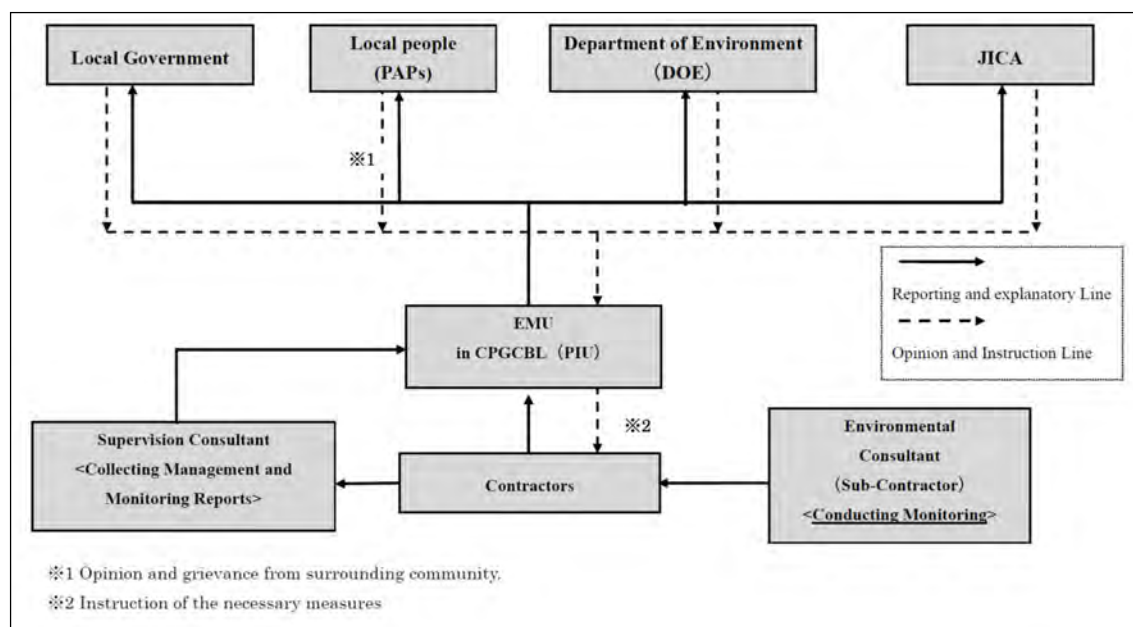
EMU 責任者は、定期的に地域のコミュニティへの説明会（コンサルティングミーティング）を開催し、継続的に苦情を聞き、環境管理計画および後述する環境モニタリングの実施状況にこれらの苦情も含め、関係機関、JICA に報告する。

現在、工事を開始している 1/2 号機同様であり、建設活動により環境問題が生じた場合は、EMU は速やかにコントラクターに原因を確認する。

問題を解決するため、EMU の責任者は、必要な緩和策について説明・指示し、重大な問題がある場合は、PIU は問題が解決するまで、工事を停止するようコントラクターに命令する。

このことから、コントラクター、サブコントラクターは、資格のある環境、健康、安全（EHS）の専門家を配置する必要がある。また、コントラクターは、独立した第三者による環境監査を毎年実施する必要があり、監査結果に不適合があった場合、コントラクター自身で是正措置、予防措置を講じることが必要である。以上のことからコントラクターは、独立した監視組織を持って、環境監視計画に従い環境側面の監視を行い、それらの結果は、実施機関に提出する。

工事中の報告の流れも含めた、環境管理とモニタリングの実施体制の概要は、図 13.6-1 に示すとおりである。



出典：バングラデシュ国チッタゴン石炭火力発電所建設事業準備調査報告書

図 13.6-1 環境管理ならびにモニタリングの実地体制（工事中）

1/2 号機事業に係る工事モニタリングでは、四半期ごとに地域住民とのコンサルティングミーティングを開催し、意見の聴取を行っている。



モニタリング結果に関して、地域住民に十分な説明がなされていないとの指摘もあるが、現在、実施しているコンサルティングミーティングを通じて、環境に係る説明も行っている。ただ、より一層、地域住民への情報共有に配慮していくことも必要である。

環境モニタリング結果は、月例報告書、四半期報告書としてまとめられ、実施機関が雇用しているコンサルタントによって内容をチェックし、疑問や間違い等があれば、建設事業者に再提出を求めている。それを受け実施機関が報告書を最終化する。実施機関は、DOE に四半期報告書を提出しレビューを受けている。

## (2) 供用時

発電所は環境管理ユニット（EMU）を組織して緩和策を含む環境管理計画を策定し実施する責任がある。環境管理計画を確実に実施するために、専門知識を持った環境管理責任者を配置させる。

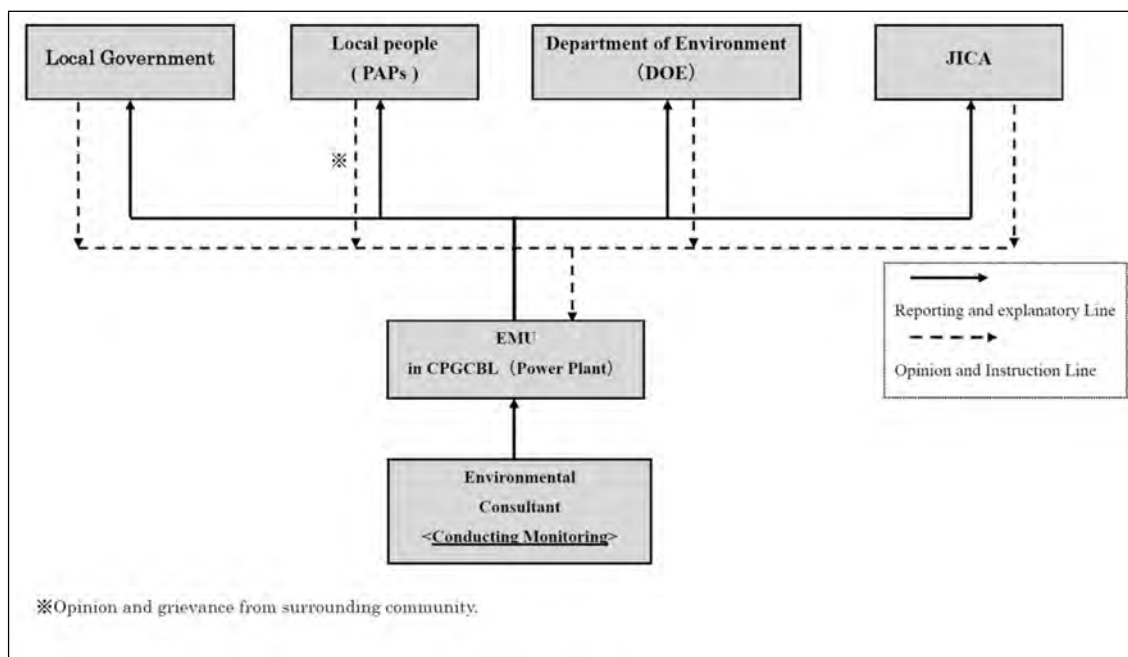
環境管理責任者は、運転開始前までに環境管理計画の内容について、職員に教育を実施し、運転中も定期的に再教育を行う。

EMU は地域住民からの意見、苦情に対する適切な対応をとるため苦情処理組織を設け、必要な緩和策を実施する。また、地域のコミュニティと連携することを基本とし、積極的に緩和策の説明を行なう。

環境管理責任者は、環境管理計画の遂行ならびに環境モニタリングを実施する。これらは発電所所長に報告し、所長が最終的な責任者となる。

EMU 責任者は、定期的に地域のコミュニティへの説明会（コンサルティングミーティング）を開催し、継続的に苦情を聞き、環境管理計画および後述する環境モニタリングの実施状況にこれらの苦情も含め、関係機関、JICA に報告する。

供用時における環境管理とモニタリングの実施体制は、図 13.6-2 に示すとおりである。



出典： Bangladesh 国チッタゴン石炭火力発電所建設事業準備調査報告書

図 13.6-2 環境管理ならびにモニタリングの実地体制（供用時）

[本事業における環境管理の考え方と苦情処理対応]

本事業は、現在、建設中の 1/2 号機のサイトの一部でのプロジェクトである。

したがって、本事業における環境管理の考え方と苦情処理対応について、前述のとおり基本的に 1/2 号機と同様の手順を踏襲する。これに 1/2 号機で得られる貴重な経験も参考に本事業に反映していくものである。

### (3) 環境管理計画

発電所の工事中および供用時の環境管理計画については、現在、工事を開始している 1/2 号機同様の考えに基づくものであり、「 Bangladesh 国チッタゴン石炭火力発電所建設事業準備調査報告書」を参考に整理した。（表 13.6-1）

表 13.6-1 環境管理計画

No	項目	影響要因	影響の基準	目的	緩和策	場所	期間	実施機関	費用負担先
工事中									
1	大気質	1) 工事による粉塵 2) 建設資材や廃棄物の焼却による大気汚染 3) 建設機械や資材運搬車両からの排ガス	1) - 3) - 排ガス基準 (NOx, SOx, PM, CO, CO2) - 大気環境基準 (NO2, SO2, PM10, PM2.5) - IFC/WB EHS ガイドライン値	1) - 3) - 周辺地域の大気汚染の防止	1) 煤塵の抑制 - 道路や工事現場での散水（特に乾季） - 土砂の輸送では、幌付トラックの使用 2) 廃棄物の管理 - 野焼きの禁止 3) 排ガスの抑制 - 建設機械や車両の定期的な点検	1) 2) - 工事区域(工事用資材、管、工事用廃材の取り扱い・保管エリア等) 3) アクセス道路（住居地沿道）	1) - 3) - 工事期間	- 実施: 建設業者と環境コンサルタント - 監督: 実施機関と監督するコンサルタント	建設業者の契約に含まれる
2	水質	1) 工事区域からの排水 2) 労働者からの生活排水 3) 廃棄物の不適切な投棄 4) 工事作業での油や化学物質の漏出	1) - 4) - pH, BOD, TSS, Oil, Coliforms, etc. 公共用水域への排水: 排水基準に定める項目 公共用水域（地下水、陸水（内陸部河川））への排水: 飲料水基準に定める項目 3), 4) - 廃棄物管理規則	1) - 4) - 周辺地域の水質汚染の防止（不適切な廃棄物や処理により地下浸透、周辺海域での水質悪化防止対策として）	1) 排水 - 工事区域の周りの水路や溝、一時的な沈殿池の設置 - 油排水のための油分離槽の設置 - 沈砂池の建設 2) 生活排水 - 浄化槽、下水処理設備などの排水処理装置の設置 3) 廃棄物の管理 - 違法投棄の禁止 4) 油や化学物質の漏出 - 油や化学物質の適切な保管場所の設置、地下浸透防止のための適切な方法の採用	1) - 4) - 工事区域	1) - 4) - 工事期間	- 実施: 建設業者と環境コンサルタント - 監督: 実施機関と監督するコンサルタント	建設業者の契約に含まれる
3	廃棄物	1) 工事作業による建築廃材 2) 労働者からの生活ゴミ 3) 蛍光灯、廃電	1) - 3) - 廃棄物管理規則	1) - 3) - 不適切な廃棄物投棄の防止	1), 2) 建築廃材と生活ゴミ - ゴミの分別収集と、リサイクルや再利用の促進 - 規則に従い、リサイク	1) - 3) - 工事区域 - サイト周辺の村	1) - 3) - 工事期間	- 実施: 建設業者と環境コンサルタント - 監督: 実施機関と監督する	建設業者の契約に含まれる

バングラデシュ国マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業（フェーズ2）準備調査  
ファイナルレポート

No	項目	影響要因	影響の基準	目的	緩和策	場所	期間	実施機関	費用負担先
		池などの有害廃棄物			ルできないゴミの適切な処分 3) 有害廃棄物 - 関係法令を遵守しての、有害廃棄物の処分			コンサルタント	
4	騒音・振動	1) 工事機械による騒音・振動 2) 資材や労働者を輸送する車両からの騒音	1), 2) - 騒音基準 - IFC/WB EHS ガイドライン値	1), 2) - 工事作業による騒音の抑制	1) 工事機械 - 工事スケジュールの最適化 - 工事作業の昼間だけの制限（特に、くい打ち） - 低騒音／低振動型の機械の使用 2) 輸送 - 船舶による工事の資材や機械の輸送 - 輸送路選定を含む、輸送管理計画の策定 - トラックの速度制限（アクセス道路（住居地沿道）	1), 2) - 工事区域	1), 2) - 工事期間	- 実施: 建設業者と環境コンサルタント - 監督: 実施機関と監督するコンサルタント	建設業者の契約に含まれる
5	悪臭	- 労働者の生活ゴミ	- 廃棄物処理規則 - 大気環境基準 (NH3, H2S)	- 悪臭発生の防止	- 生活ゴミ取り扱いについての適切な対策（迅速処理、開放しない蓋付きでの保管等）の実施 - 違法投棄の禁止	- 工事区域	- 工事期間	- 実施: 建設業者と環境コンサルタント - 監督: 実施機関と監督するコンサルタント	建設業者の契約に含まれる
6	土壌	1) 工事作業での油や化学物質の漏出 2) 廃棄物の不適切な投棄	1), 2) - 廃棄物処理規則	1), 2) - 周辺地域の土壌汚染の防止	1) 油や化学物質の漏出 - 油や化学物質の適切な保管場所の設置、地下浸透防止のための適切な方法の採用 2) 廃棄物の管理 - 違法投棄の禁止	1), 2) - 工事区域	1), 2) - 工事期間	- 実施: 建設業者と環境コンサルタント - 監督: 実施機関と監督するコンサルタント	建設業者の契約に含まれる
7	底質	1) 工事区域からの排水	1)-3) - 排水基準	1) - 3)	1) - 3) - 「水質」および「廃棄	1) - 3) - 工事区域	1) - 3) - 工事期間	- 実施: 建設業者と環境コン	建設業者の契約に含まれる



バングラデシュ国マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業（フェーズ2）準備調査  
ファイナルレポート

No	項目	影響要因	影響の基準	目的	緩和策	場所	期間	実施機関	費用負担先
		2) 労働者からの生活排水 3) 工事作業での油や化学物質の漏出	- 廃棄物処理規則	- 周辺地域の水質汚染の防止	物」と同じ			サルタント - 監督: 実施機関と監督するコンサルタント	
8	生態系・保護区	1) 貴重種の存在 2) ウミガメの産卵	1), 2) - Bangladesh Wild Life (Preservation) (Amendment) Act, 1974 - JICA Guidelines (2010)	1), 2) - 貴重種の保護	Phase 1 建設事業との累積影響の有無、その影響の案分を考慮しながら、下記項目に関して緩和策を策定・実施。 1) 貴重種の存在 - 労働者に対し、生物の採取、捕獲、狩猟の禁止（特にヘラシギやスナドリネコ） - 必要に応じて、サイト近隣への移動 2) ウミガメの産卵 - 産卵期には、不必要な照明のカット - 照明の削減、もしくは低照度の照明の使用 - ウミガメへの影響が少ない赤または黄色の正米の使用 - 低騒音の機械の使用 - 産卵期では、影響を最小限にするためのスケジュール調整	1) 工事区域 2) 工事区域近傍の砂浜	1), 2) - 工事期間	- 実施: 建設業者と環境コンサルタント - 監督: 実施機関と監督するコンサルタント	建設業者の契約に含まれる
		- 工事作業が原因の水質汚染による影響	- 排水基準	- 水質汚染を予防による、海洋生物への影響の最小化	- 「水質」と同じ	- 工事区域			
9	雇用や生計手段等の地域経済	- 雇用と下請けの機会の増加	- 雇用された地域住民の労働者の人数と、	- 地域経済の発展 - 地域住民の生	- 地域住民の可能な範囲での雇用 - 地域住民が経営する商	- サイト周辺の村	- 工事期間	- 実施: 建設業者と環境コンサルタント	建設業者の契約に含まれる

バングラデシュ国マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業（フェーズ2）準備調査  
ファイナルレポート

No	項目	影響要因	影響の基準	目的	緩和策	場所	期間	実施機関	費用負担先
			周辺地域での下請け企業の数	活レベルの向上 - 地域住民の感情への配慮	店（ランドリーやケータリングサービスなど）の利用 - 希望者への職業訓練を含む生計回復策の作成			- 監督: 実施機関と監督するコンサルタント	- 単純作業の労働者の賃金: 1,000Tk./人日
10	土地利用や地域資源利用	- 工事による漁業操業の制限、塩田への海水引き込みの変化	- 漁獲高 - 塩生産量、コスト 地域住民の感情	- 地域住民の感情への配慮	- 「地域経済」と同じ	- サイト周辺の村	- 工事期間	- 実施: 建設業者と環境コンサルタント - 監督: 実施機関と監督するコンサルタント	建設業者の契約に含まれる
11	水利用	1) 水質汚染による悪影響 2) 地下水利用	1) 水質汚染 - 「水質」と同じ 2) 地下水 - 飲料水基準	1) 水質汚染 - 「水質」と同じ 2) 地下水 - 地域住民の生活への配慮	1) 水質汚染 - 「水質」と同じ 2) 地下水 - 住居地の井戸での水質のモニタリングの実施	1), 2) - 工事区域	1), 2) - 工事期間	- 実施: 建設業者と環境コンサルタント - 監督: 実施機関と監督するコンサルタント	建設業者の契約に含まれる
12	既存の社会インフラや社会サービス	1) 船舶の増加による現在の海上輸送（漁船を含む）への影響 2) 工事中の車両の増加による交通渋滞の発生、道路の損傷 3)	1) - 3) - 工事区域周辺の交通量の増加	1) - 3) - 交通渋滞の緩和	1) 海上輸送 - 船舶の運行計画についての関係機関との協議 - 関係機関との協議による水路の設定 2), 3) 陸上輸送 - 適切な運行スケジュールの作成 - バス利用による車両数の削減 - バスの運行スケジュールについての関係機関との協議	1) サイト周辺の海域 2), 3) 工事区域周辺の道路	1) - 3) - 工事期間	- 実施: 建設業者と環境コンサルタント - 監督: 実施機関と監督するコンサルタント	建設業者の契約に含まれる
13	地域内の利害対立	- 地域住民と外部労働者とのいさかい	- 地方の慣習の変化	- 地域住民のプロジェクトへの意識の配慮	- 地域住民の、できる限りの雇用 - 地域住民と外部労働者との交流の促進 (例; 地	- サイト周辺の村	- 工事期間	- 実施: 建設業者と環境コンサルタント - 監督: 実施機	建設業者の契約に含まれる

バングラデシュ国マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業（フェーズ2）準備調査  
ファイナルレポート

No	項目	影響要因	影響の基準	目的	緩和策	場所	期間	実施機関	費用負担先
					域のイベントへの参加)			関と監督する コンサルタント	
14	ジェンダー	1) 移転住民の中の女性 2) 塩田、エビ養殖場、push netの漁場の消失	1), 2) - ジェンダーの生活レベル	1), 2) - ジェンダーの生活レベルへの配慮	1), 2) - 希望者への職業訓練を含む生計回復策の作成	1), 2) - サイト周辺の村	1), 2) - 工事期間	- 実施: 建設業者と環境コンサルタント - 監督: 実施機関と監督するコンサルタント	実施機関 - 職業訓練: 120,000 Tk./ 20人・20日
15	子どもの権利	- 児童労働	- 児童労働	- 児童労働の禁止	- 下請け業者と児童との労働契約の禁止 - 児童労働のための定期的なパトロールの実施	- 工事区域	- 工事期間	- 実施: 建設業者と環境コンサルタント - 監督: 実施機関と監督するコンサルタント	建設業者の契約に含まれる
16	HIV/AIDS等の感染症	- 外部から流入する労働者もたらす伝染病 - COVID19	- 地域住民の衛生	- 地域住民への衛生への配慮	- 常時医療チームによる定期的な健康診断の実施 - 労働者への衛生に関する教育・訓練の実施	- 工事区域	- 工事期間	- 実施: 建設業者と環境コンサルタント - 監督: 実施機関と監督するコンサルタント	建設業者の契約に含まれる - 健康診断: 22,500Tk./ 人 - 安全教育と訓練: 75,000Tk./ 20人
17	労働環境(労働安全を含む)	1) 労働災害 2) 工事作業が原因の大気汚染、水質汚染、騒音による疾病	1) 労働災害 - 重機の操縦 - 高所作業 - 感電 2) 環境汚染 - 大気環境基準 - 騒音基準 - 廃棄物管理規則 - IFC/WB EHSガイドライン値	1), 2) - 労働者の安全と健康被害の防止	1) 労働災害 - 安全教育や訓練を含む労働災害防止マニュアルの作成 - ヘルメットなどの個人用保護具 (PPE) の支給 - 火を取り扱う場所での消火器の設置 - クレーンなどの吊り下げ機などの適切な重量の確認と点検	1), 2) - 工事区域	1), 2) - 工事期間	- 実施: 建設業者と環境コンサルタント - 監督: 実施機関と監督するコンサルタント	建設業者の契約に含まれる - 安全装備: 5,000Tk./ 人

バングラデシュ国マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業（フェーズ2）準備調査  
ファイナルレポート

No	項目	影響要因	影響の基準	目的	緩和策	場所	期間	実施機関	費用負担先
					<ul style="list-style-type: none"> <li>- 工事期間中は、吊り下げ機の適切なメンテナンスの実施し、良好な状態の保持</li> <li>- 対感電防具の使用</li> </ul>				
18	事故	- 交通事故	1) 海上交通 2) 陸上交通	1), 2) - 交通事故の防止	1) 海上交通 - 安全のために、工事区域周辺には、目印ブイの設置 - 船舶の運航スケジュールの漁業者などへの周知 2) 陸上交通 - 車両の運行スケジュールの近隣の村への周知 - 交通管理計画の策定 - 安全運転講習の実施	1) サイトの周辺海域 2) 工事区域周辺の道路	1), 2) - 工事期間	- 実施: 建設業者と環境コンサルタント - 監督: 実施機関と監督するコンサルタント	建設業者の契約に含まれる  - 目印ブイ: 5,000Tk./unit
19	越境の影響、及び気候変動	- 工事作業によるCO <sub>2</sub> の発生	- CO <sub>2</sub> 発生量	- できるだけCO <sub>2</sub> 発生の抑制	- 工事機械と車両の管理と定期的な点検	- 工事区域	- 工事期間	- 実施: 建設業者と環境コンサルタント - 監督: 実施機関と監督するコンサルタント	建設業者の契約に含まれる
供用時									
1	大気質	1) 煙突からの排ガス 2) 石炭灰の処分による煤塵の飛散 3) 資材や職員輸送の車両から	1) - 4) - 排ガス基準 (NO <sub>x</sub> , SO <sub>x</sub> , PM, CO, CO <sub>2</sub> ) - 大気環境基準 (NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> ,	1), 3) - 周辺地域の待機汚染の防止 2) 石炭灰の適切な取り扱い 4) 荷下ろしと貯炭場での石	1) 発電所の運転 - 煤塵 (PM) の排出量削減のため、電気集塵機の導入 - 窒素酸化物 (NO <sub>x</sub> ) の排出量削減のため、低NO <sub>x</sub> 燃焼技術並びに脱	1) 煙突 2) 灰捨て場 3) サイト周辺の村 4) 貯炭場	1) - 4) - 発電所の供用期間	- 実施機関と環境コンサルタント	- 排ガス処理施設 (建設業者の契約に含まれる)

バングラデシュ国マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業（フェーズ2）準備調査  
ファイナルレポート

No	項目	影響要因	影響の基準	目的	緩和策	場所	期間	実施機関	費用負担先
		の排ガス 4) 港湾や貯炭場での石炭取り扱いで煤塵の飛散	PM10, PM2.5) - IFC/WB EHS ガイドライン値	炭の適切な取り扱い	硝装置の導入 - 硫黄酸化物 (SO <sub>2</sub> ) の排出量削減のため、脱硫装置(SCR)の導入 - 排ガス基準、IFC/WB EHS ガイドラインの要求値を満足するためにダクトには連続監視装置 (CEMS; Continuous Emission Monitoring System)の設置 2) 石炭灰の取り扱い - 飛散灰と炉底灰の灰捨て場への輸送は、シールされたベルトコンベアを使用 - 灰捨て場での散水の実施 - 灰捨て場周辺での在来種の植林 3) 車両の排ガスの定期的点検 4) 石炭の取り扱い - 貯炭場への石炭輸送のベルトコンベアにはカバーの取り付け - 活動頻度を少なくするなど、強風時の石炭積み下ろし作業の最小化 - 湿度保持、石炭や煤塵の飛散防止のため貯炭場での散水の実施 - 貯炭場周辺での在来種の植林				
2	水質	1) 冷却系からの温排水 2) プラントから	1) - 4) 公共用水域への排水:排水基	1) - 4) - 海域の水質汚染の防止	1) 温排水 - 周辺海域の影響を軽減させるため、取水口から	1) - 4) - 発電所、特に温排水やその他	1) - 4) - 発電所の供用期間	- 実施機関と環境コンサルタント	- 排水処理施設 (建設業者の契約に含まれる)

バングラデシュ国マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業（フェーズ2）準備調査  
ファイナルレポート

No	項目	影響要因	影響の基準	目的	緩和策	場所	期間	実施機関	費用負担先
		<p>の排水</p> <p>3) 貯炭場と灰捨て場からの雨水排水</p> <p>4) 油や化学物質の漏出</p>	<p>準に定める項目</p> <p>公共用水域（地下水、陸水（内陸部河川））への排水：飲料水基準に定める項目</p> <p>- IFC/WB EHS ガイドライン値</p> <p>5) 廃棄物管理規則</p>		<p>離れた北側に放水口を設置</p> <p>2) プラント排水</p> <p>- 中和、沈殿、油分離の機能をもった排水処理施設の設置、および排水基準と IFC/WB EHS ガイドライン値との適合の確認</p> <p>3) 雨水排水</p> <p>- 貯炭場と灰捨て場の雨水排水は適切に処理するために回収</p> <p>- 灰捨て場の底面は、粘土層の上に HDPE (High Density Polyethylene) シートを敷設</p> <p>4) 油や化学物質</p> <p>- 油や化学物質の適切な保管場所の設置、地下浸透防止対策の実施(漏洩対策計画)</p>	の排水の放水口			
3	廃棄物	<p>1) 飛散灰と炉底灰</p> <p>2) 排水処理施設と機械類などからの廃油からの汚泥</p> <p>3) 職員の生ゴミや生活ゴミ</p> <p>4) プラントからの有害物質(使用済化学物質等)</p>	<p>1) - 3)</p> <p>- 廃棄物処理規則</p> <p>- 環境保全規則</p>	<p>1) 石炭灰の適切な取り扱い</p> <p>2), 3), 4)</p> <p>- 廃棄物の管理（特に、有害廃棄物）</p> <p>- 不適切な廃棄物投棄の防止</p>	<p>1) 灰捨て場の十分な容量とリサイクルの推進</p> <p>2), 3), 4) 廃棄物の管理</p> <p>- 減量、再利用、リサイクルを含む廃棄物管理プログラムの作成</p> <p>- 分別収集と管理された保管</p> <p>- 適切な場所での廃棄物の処分</p> <p>- 関連規則の下での有害廃棄物の処分</p> <p>- 汚染された資材の投棄の禁止</p> <p>- 資格のある業者による</p>	<p>1) 灰捨て場</p> <p>2), 3), 4)</p> <p>- 発電所</p>	<p>- 発電所の供用期間</p>	<p>- 実施機関と環境コンサルタント</p>	<p>- 石炭灰の取り扱い施設(建設業者の契約に含まれる)</p>

バングラデシュ国マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業（フェーズ2）準備調査  
ファイナルレポート

No	項目	影響要因	影響の基準	目的	緩和策	場所	期間	実施機関	費用負担先
					廃棄物輸送・処理委託				
4	騒音・振動	1) 蒸気タービン、発電機、ポンプなどの騒音・振動 2) 石炭灰の処分時の騒音 3) 職員や資材を運搬する車両の騒音 4) 港湾や貯炭場での石炭取り扱い時の騒音	1)-4) - 騒音基準 - IFC/WB EHS ガイドライン値 - DOE ガイドライン値	1)-4) - 発電所からの騒音の緩和策	1)-4) - 機械のメンテナンス - 低騒音/低振動型の機械の導入 - しっかりとした基礎による振動の低減 - しっかりとした囲いによる騒音の低減	1)-4) - 発電所	1)-4) - 発電所の供用期間	- 実施機関と環境コンサルタント	- ボイラ、タービン、発電機の建屋 (建設業者の契約に含まれる)
5	悪臭	1) 職員から一般廃棄物 2) アンモニア貯蔵施設からの漏洩	1) 廃棄物処理規則 2) 環境保全規則 - 大気環境基準 (NH3, H2S)	- 悪臭発生の防止	1) 一般廃棄物の適切な取り扱い、違法投棄の禁止 2) 施設のメンテナンス	- 発電所	- 発電所の供用期間	- 実施機関と環境コンサルタント	実施機関
6	土壌	1) 灰捨て場からの漏出 2) 油や化学物質の漏出	1), 2) - 地下水（飲料水基準） - 廃棄物処理規則	1), 2) - 周辺地域の水質や土壌汚染の防止	1) 灰捨て場からの漏出 - 灰捨て場の底面は、粘土層の上に HDPE (High Density Polyethylene) シートを敷設 2) 油や化学物質の漏出 - 油や化学物質の適切な保管場所の設置、地下浸透防止対策の実施	1) 灰捨て場 2) 発電所	1), 2) - 発電所の供用期間	- 実施機関と環境コンサルタント	実施機関
7	底質	1) プラントからの排水 2) 貯炭場と灰捨て場からの雨水排水 3) 油や化学物質の漏出	1), 2) - 排水基準 - IFC/WB EHS ガイドライン値 3) 廃棄物管理計画	1) - 3) - 海域の水質汚染の防止	1) プラント排水 - 中和、沈殿、油分離の機能をもった排水処理施設の設置。排水基準と IFC/WB EHS ガイドライン値との適合の確認 2) 雨水排水 - 貯炭場と灰捨て場の雨	1), 2) - 排水処理施設 3) 発電所	1) - 3) - 発電所の供用期間	- 実施機関と環境コンサルタント	実施機関

バングラデシュ国マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業（フェーズ2）準備調査  
ファイナルレポート

No	項目	影響要因	影響の基準	目的	緩和策	場所	期間	実施機関	費用負担先
					水排水は適切に処理し回収 3) 油や化学物質 - 油や化学物質の適切な保管場所の設置、地下浸透防止のための適切な方法の採用				
8	生態系・保護区	1) 貴重種の存在 2) ウミガメの産卵	1), 2) - Bangladesh Wild Life (Preservation) (Amendment) Act, 1974 - JICA Guidelines (2010)	1), 2) - 貴重種の保護	Phase 1 事業の建設事業との累積影響の有無、その影響の案分を考慮しながら、下記項目に関して緩和策を策定・実施。 1) 貴重種の存在 - 労働者に対し、生物の採取、捕獲、狩猟の禁止（特にヘランギヤスナドリネコ） 2) ウミガメの産卵 - 産卵期には、不必要な照明のカット - 照明の削減、もしくは低照度の照明の使用 - ウミガメへの影響が少ない赤または黄色の正米の使用 - 低騒音の機械の使用	1) 発電所 2) 発電所近傍の砂浜	1), 2) - 発電所の供用期間	- 実施機関と環境コンサルタント	実施機関
		- 大気汚染、水質汚染、騒音、廃棄物管理による悪影響	- 排ガス基準 - 大気環境基準 - 排水基準 - 騒音基準 - 廃棄物管理規則 - IFC/WB EHS ガイドライン値	- 大気汚染、水質汚染、騒音、不適切な廃棄物処分の予防	- 「大気質」、「水質」、「騒音・振動」、「廃棄物」と同じ	- 発電所			
9	貧困層	- 発電所周辺の	- 貧困層の生活	- 社会サービス	- アクセス道路、コミュ	- サイト周辺の	- 発電所の供用	- 実施機関と環	実施機関



バングラデシュ国マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業（フェーズ2）準備調査  
ファイナルレポート

No	項目	影響要因	影響の基準	目的	緩和策	場所	期間	実施機関	費用負担先
		道路の改善	レベル	へのアクセス	ニティ道路、発電所の 周回道路の建設 - 雨季を考慮したこれら の道路の高さの設計	村	期間	境コンサルタ ント	
10	雇用や生計手 段等の地域経 済	- 雇用と下請け の機会の増加	- 雇用された地 域住民の労働 者の人数と、 周辺地域での 下請け企業の 数	- 地域経済の発 展 - 地域住民の生 活レベルの向 上 - 地域住民の感 情への配慮	- 地域住民の、できる限 りの雇用 - 地域住民が経営する商 店（ランドリーやケータ リングサービスなど）の 利用	- サイト周辺の 村	- 発電所の供用 期間	- 実施機関と環 境コンサルタ ント	実施機関
11	土地利用や地 域資源利用	- 今までの土地 利用形態と地域 資源利用の変更	- 地域住民の感 情	- 地域住民の感 情への配慮	- 「地域経済」と同じ	- サイト周辺の 村	- 発電所の供用 期間	- 実施機関と環 境コンサルタ ント	実施機関
12	水利用	- 水質汚染によ る悪影響	- 「水質」と同 じ	- 「水質」と同 じ	- 「水質」と同じ	- 発電所	- 発電所の供用 期間	- 実施機関と環 境コンサルタ ント	実施機関
13	既存の社会イ ンフラや社会 サービス	1) 車両の増加に よる交通渋滞 の発生 2) 発電所周辺の 道路の改善 3) 発電所周辺の 社会インフラ の向上	- 社会インフラ や社会サービ スへの影響	1) 車両の増 加の最小化 2) 社会サービ スへのアクセ ス 3) 地域住民の 生活レベルの 向上	1) 車両の増加 - 職員のバス利用による 車両数の削減 2) 社会サービスへのアクセ ス - アクセス道路、コミュ ニティ道路、発電所の周 回道路の建設 - 雨季を考慮したこれら の道路の設計 3) 生活レベルの向上 - 学校や保健医療施設な どの新たな社会サービス の施設の地域住民の利用 - 発電所周辺地域の電化 についての検討	1), 2) - サイト周辺の 村 3) 発電所	1) - 3) - 発電所の供用 期間	- 実施機関と環 境コンサルタ ント	実施機関
14	被害と便益の 偏在	- 住民、職員、 政府職員、地方 政治家間での利	- 被影響住民の 意識	- 被影響住民の 意識への配慮	- すべての被影響住民へ の平等な雇用計画の策定	- サイト周辺の 村	- 発電所の供用 期間	- 実施機関と環 境コンサルタ ント	実施機関

バングラデシュ国マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業（フェーズ2）準備調査  
ファイナルレポート

No	項目	影響要因	影響の基準	目的	緩和策	場所	期間	実施機関	費用負担先
		益などの偏在							
15	地域内の利害 対立	- 地域住民と職 員とのいさかい	- 地方の慣習の 変化	- 地域住民のプ ロジェクトへ の意識の配慮	- 地域住民の、できる限 りの雇用 - 地域住民と職員との交 流の促進（例；地域のイ ベントへの参加）	- サイト周辺の 村	- 発電所の供用 期間	- 実施機関と環 境コンサルタ ント	実施機関  - 単純作業の職 員の賃金: 1,000Tk./人日
16	ジェンダー	- 発電所周辺の 道路の改善	- ジェンダーの 生活レベル	- 社会サービス と市場へのア クセス	- 貧困層と同じ	- サイト周辺の 村	- 発電所の供用 期間	- 実施機関と環 境コンサルタ ント	実施機関
17	子供の権利	1) 児童労働 2) 発電所内の学 校の開放	1), 2) - 子どもの権利	1) 児童労働の 禁止 2) 学校へのア クセス	1) 児童労働 - 下請け業者と子供の労 働契約の禁止 - 児童労働のための定期 的なパトロールの実施 2) 学校の開放 - 発電所内の学校を周辺 の子どもに開放 - アクセス道路、コミュ ニティ道路、発電所の周 回道路の建設 - 雨季を考慮したこれら の道路の設計	1), 2) - 発電所 - サイト周辺の村	1), 2) - 発電所の供用 期間	- 実施機関と環 境コンサルタ ント	実施機関
18	労働環境(労 働安全を含む )	1) 労働災害 2) 発電所による 大気汚染、水 質汚染、騒音 による疾病	1) 労働災害 - 重機の操縦 - 高所作業 - 感電 2) 環境汚染 - 大気環境基準 - 騒音基準 - 廃棄物管理規 則 - IFC/WB EHSガ イドライン値	1), 2) - 労働者の安全 と健康被害の 防止	1) 労働災害 - 安全教育や訓練を含む 労働災害防止マニュアル の作成 - ヘルメットなどの安全 防具の支給 - クレーンなどの吊り下 げ機などの適切な重量の 確認と点検 - 対感電防具の使用 2) 環境汚染 - 関係基準の遵守、マス クや耳栓などの適切な安 全装備の支給	1), 2) - 発電所	1), 2) - 発電所の供用 期間	- 実施機関と環 境コンサルタ ント	実施機関

バングラデシュ国マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業（フェーズ2）準備調査  
ファイナルレポート

No	項目	影響要因	影響の基準	目的	緩和策	場所	期間	実施機関	費用負担先
19	事故	1) 交通事故 2) 火災 3) サイクロンや高潮	1) 交通事故 - 海上交通 - 陸上交通 2) 火災 3) サイクロンや高潮	1) 交通事故の防止 2) 火事の防止 3) サイクロンによる洪水の対策	1) 交通事故 - 安全のために、水路ブイの設置 - 船舶の運航スケジュールの漁業者などへの周知 - 交通規制の監視、交通標識の設置、安全運転に関する教育などの実施 - バスなどの車両の運行スケジュールの近隣の村への周知 2) 火災 - 火の取り扱い場所での消火器の設置 - 消防システムの設置 - 貯炭場の散水の実施 - 消防班の設置と訓練 3) サイクロンと高潮 - サイクロンによる高潮対策として、水路に沿った堤防と港湾内の護岸の建設	1), 3) - サイト周辺の村 2) 発電所	1) - 3) - 発電所の供用期間	- 実施機関と環境コンサルタント	実施機関  - 目印ブイ: 5,000Tk./ unit - 消火器: 60,000Tk./ set (Consist of 6 pcs)
20	越境の影響、及び気候変動	- CO <sub>2</sub> の発生	- CO <sub>2</sub> の発生量	- 単位発電量(kW) 当たりのCO <sub>2</sub> 発生量の削減	- 高効率のUSCの採用	- 発電所	- 発電所の供用期間	- 実施機関と環境コンサルタント	実施機関

出典：調査団作成

### 13.7 モニタリング計画

環境モニタリングは、工事中および供用時の環境管理での指針となるものであり、現在、工事を開始している 1/2 号機の「Bangladesh 国チッタゴン石炭火力発電所建設事業準備調査報告書」を参考に、本事業での環境影響項目、モニタリング方法、責任機関、および費用について整理した（表 13.7-1）。

表 13.7-1 環境モニタリング計画

No	項目	影響要因	モニタリング項目	目的	方法			実施機関	費用負担先
					データ収集と分析の方法	場所	期間と頻度		
工事中									
1	大気質	1) 工事による粉塵 2) 建設資材や廃棄物の焼却による大気汚染	1) - 3) - 排ガス基準 (NOx, SOx, PM, CO, CO2) - 大気環境基準 (NO2, SO2, PM10, PM2.5) - IFC/WB EHS ガイドライン値 - 気象条件 (気温, 湿度, 風)	1) - 3) - 大気汚染対策の効果の評価	1) - 3) - サンプル採取とラボでの分析 - 気象データの測定	1) 2) - 3 points 発電所周辺の住居地	1) - 3) - 3ヶ月に1回	- 実施: 建設業者と環境コンサルタント - 監督: 実施機関と監督するコンサルタント	建設業者の契約に含まれる
		3) 工事用関係車両の排ガス				3) - 2 points: アクセス道路 (住居地)			
2	水質 (土壌) (底質)	1) 工事区域からの排水 2) 労働者からの生活排水 (下水処理施設) 3) 廃棄物の不適切な投棄 4) 工事作業での油や化学物質の漏出	1) - 4) pH, BOD, TSS, Oil, Coliforms, etc. 公共用水域への排水: 排水基準に定める項目、下水基準 公共用水域 (地下水、陸水 (内陸部河川)) への排水: 飲料水基準に定める項目	1) - 4) - 水質汚染対策の効果の評価	1) - 4) - 水質汚染対策の効果の評価	1) - 4) - 1 point: 排水口前面 - 1 point: 工事区域近くの河川 - 1 point: 既存の井戸 - 5 points: 工事区域近くの海域	1) - 4) - 3ヶ月に1回	- 実施: 建設業者と環境コンサルタント - 監督: 実施機関と監督するコンサルタント	建設業者の契約に含まれる
3	廃棄物 (悪臭) (底質)	1) 工事作業による建築廃材 2) 労働者からの生活ゴミ 3) 乾電池などの有害廃棄物	1) - 3) 廃棄物の量と種類、および処分方法 - 大気環境基準 (NH3, H2S)	1) - 3) - 廃棄物対策の効果の評価	1) - 3) - 廃棄物の量と種類、および処分方法の記録	1) - 3) - 建設業者事務所	1) - 3) - 年1回	- 実施: 建設業者と環境コンサルタント - 監督: 実施機関と監督するコンサルタント	建設業者の契約に含まれる

バングラデシュ国マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業（フェーズ2）準備調査  
ファイナルレポート

No	項目	影響要因	モニタリング項目	目的	方法			実施機関	費用負担先
					データ収集と分析の方法	場所	期間と頻度		
								ト	
4	騒音・振動	1) 工事機械による騒音・振動	1), 2) 騒音レベル - 騒音基準 - IFC/WB EHS ガイドライン値	1), 2) - 騒音対策の効果の評価	1), 2) - 騒音計による測定	1) - 3 points: 住居地近くの敷地境界	1), 2) - 3ヶ月に1回	- 実施: 建設業者と環境コンサルタント - 監督: 実施機関と監督するコンサルタント	建設業者の契約に含まれる
		2) 工事用関係車両の騒音・振動				2) - 2 points: アクセス道路 (住居地)			
5	生態系・保護区 (貴重種)	1) 貴重種の存在 2) ウミガメの産卵	1), 2) 種類、個体数 - Bangladesh Wild Life (Preservation) (Amendment) Act, 1974 - JICA Guidelines (2010)	Phase 1 事業のモニタリング活動を考慮しながら、下記項目に関してモニタリング実施 1) 貴重種の確認 2) ウミガメの産卵の確認	1), 2) - 観察	1) 貴重種 - 1 point: 工事区域 2) ウミガメ - 2 lines: サイト前面の砂浜と河口の砂洲	1) 貴重種 - 渡り鳥: 渡りの時期に週1回 - その他: 年2回 (乾季と雨季) 2) 産卵時期に3日に1回	- 実施: 建設業者と環境コンサルタント - 監督: 実施機関と監督するコンサルタント	建設業者の契約に含まれる  - 観察: 400,000Tk./調査員・年
	生態系・保護区 (海洋生物)	1) 工事作業が原因の水質汚染による影響 2) 労働者の生活排水 3) 不適切な廃棄物の投棄	1) - 3) 種類、個体数 - 動植物プランクトン - ベントス	1) - 3) - 水質汚染対策の効果の評価	1) - 3) - サンプルングとラボでの分析	1) - 3) - 5 points: 工事区域前の海域	1) - 3) - 年2回 (乾季と雨季)		建設業者の契約に含まれる  - サンプルングと分析: 200,000Tk./調査回 (水質と同時採集)
	生態系・保護区 (砂浜、魚類と遊泳動物)	1) - 3) - 「海洋生物」と同じ	1) - 3) 種類、個体数、重量 - 砂浜生物 - 魚類と遊泳動物	1) - 3) 同上	1) - 3) - サンプルングとラボでの分析	1) - 3) - 砂浜生物: 1 point (サイト前面の砂浜)	1) - 3) - 年2回 (乾季と雨季)		建設業者の契約に含まれる

バングラデシュ国マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業（フェーズ2）準備調査  
ファイナルレポート

No	項目	影響要因	モニタリング項目	目的	方法			実施機関	費用負担先
					データ収集と分析の方法	場所	期間と頻度		
						- 魚類と遊泳動物: 1 point (サイト前面海域)			- サンプルングと分析: 200,000Tk./調査回
6	雇用や生計手段等の地域経済	- 雇用と下請けの機会の増加	- 雇用された地域住民の労働者の人数と、周辺地域での下請け企業の数	- 地域経済の発展 - 地域住民の生活レベルの向上 - 地域住民の感情の確認	- 関係機関からの情報 - 住民への面談	- 関係機関 - サイト周辺の村	- 年1回	- 実施: 建設業者と環境コンサルタント - 監督: 実施機関と監督するコンサルタント	建設業者の契約に含まれる  - 面接: 5,500Tk./調査員
7	土地利用や地域資源利用	- 今までの土地利用形態と地域資源利用の変更	- 「地域経済」と同じ	- 「地域経済」と同じ	- 「地域経済」と同じ	- 「地域経済」と同じ	- 年1回	- 実施: 建設業者と環境コンサルタント - 監督: 実施機関と監督するコンサルタント	建設業者の契約に含まれる
8	水利用	- 地下水利用	- 地下水の汚染と利用状況 - 「2 水質」参照	- 水質汚染対策の効果の評価 - 地下水利用による地域住民の生活への配慮	- 「2 水質」参照 - 地下水水位	- 1 point: 既存の井戸	- 3ヶ月に1回	- 実施: 建設業者と環境コンサルタント - 監督: 実施機関と監督するコンサルタント	建設業者の契約に含まれる
9	既存の社会インフラや社会サービス	1) 船舶の増加 2) 工事車両の増加	1), 2) - 工事による交通量の増加	1), 2) - 工事スケジュールの評価	1), 2) - 使用した船舶数や車両数の記録	1), 2) - 建設業者の事務所	1), 2) - 年1回	- 実施: 建設業者と環境コンサルタント - 監督: 実施機関と監督するコンサルタント	建設業者の契約に含まれる
10	地域内の利害対立	- 地域住民と外部労働者とのいさかい	- 地方の慣習の変化	- 地域住民のプロジェクトへの意識	- 住民への面談	- サイト周辺の村	- 定期的な確認と報告	- 実施: 建設業者と環境コン	建設業者の契約に含ま

バングラデシュ国マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業（フェーズ2）準備調査  
ファイナルレポート

No	項目	影響要因	モニタリング項目	目的	方法			実施機関	費用負担先
					データ収集と分析の方法	場所	期間と頻度		
				の確認			年1回	サルタント - 監督: 実施機関と監督するコンサルタント	れる (「地域経済」の面接と同時に実施)
11	ジェンダー	1) 移転住民の中の女性 2) 塩田、エビ養殖場、push net の漁場の消失	1), 2) - ジェンダーの生活レベル	1), 2) - ジェンダーの生活レベルの確認	1), 2) - ジェンダーへの面談	1), 2) - サイト周辺の村	1), 2) - 年1回	- 実施: 建設業者と環境コンサルタント - 監督: 実施機関と監督するコンサルタント	建設業者の契約に含まれる (「地域経済」の面接と同時に実施)
12	子どもの権利	- 児童労働	- 児童労働の禁止	- 児童労働禁止の効果の評価	- 下請け業者の労働契約の確認 - 児童労働のための定期的なパトロール	- 建設業者事務所 - 工事区域	- 年1回	- 実施: 建設業者と環境コンサルタント - 監督: 実施機関と監督するコンサルタント	建設業者の契約に含まれる
13	HIV/AIDS 等の感染症	- 外部から流入する労働者がもたらす伝染病	- 労働者の健康状態	- 労働衛生の評価	- 労働者の健康状態	- 関係機関	- 年1回	- 実施: 建設業者と環境コンサルタント - 監督: 実施機関と監督するコンサルタント	建設業者の契約に含まれる
14	労働環境(労働安全を含む)	- 労働災害	事故の記録 - 重機の操縦 - 高所作業 - 感電	- 安全計画の評価	- 事故記録	- 建設業者の事務所	- 年1回	- 実施: 建設業者と環境コンサルタント - 監督: 実施機関と監督するコンサルタント	建設業者の契約に含まれる



バングラデシュ国マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業（フェーズ2）準備調査  
ファイナルレポート

No	項目	影響要因	モニタリング項目	目的	方法			実施機関	費用負担先
					データ収集と分析の方法	場所	期間と頻度		
15	事故	- 交通事故	事故の記録 - 海上交通 - 陸上交通	- 輸送スケジュールの評価	- 事故記録	- 建設業者の事務所	- 年1回	- 実施: 建設業者と環境コンサルタント - 監督: 実施機関と監督するコンサルタント	建設業者の契約に含まれる
16	越境の影響、及び気候変動	- 工事作業によるCO2の発生	- CO2の発生量	- CO2発生量抑制の確認	- 機械のメンテナンス記録	- 建設業者の事務所	- 年1回	- 実施: 建設業者と環境コンサルタント - 監督: 実施機関と監督するコンサルタント	建設業者の契約に含まれる
供用時									
1	大気質	1) 煙突からの排ガス 2) 灰捨てによる煤塵の飛散 3) 港湾や貯炭場での石炭取り扱いでの煤塵の飛散	1) - 4) - 排ガス基準 (NOx, SOx, PM, CO, CO2) - 大気環境基準 (NO2, SO2, PM10, PM2.5) - IFC/WB EHS ガイドライン値 2) - 4) 気象条件 (気温, 湿度, 風)	1) - 4) - 大気汚染対策の効果の評価	1) 排ガス - CEMS (Continuous Emission Monitoring System) 2) - 4) - サンプルングとラボでの分析 - 気象データの測定	1) 煙突出口 2) - 3) - 3 points: 発電所周辺の住居地	1) 連続測定 2) - 4) - 3ヶ月に1回	- CPGCBLと環境コンサルタント	- CEMS: (建設業者の契約に含まれる)  - 大気質測定: 実施機関
		4) 発電所関係車両の排ガス				4) - 2 points: アクセス道路 (住居地)			
2	水質 (土壌) (底質)	1) 冷却系からの温排水 2) プラント排水	1) - 4) 公共用水域への排水: 排水基準に定め	1) - 4) - 水質汚染対策の効果の評価	1) 温排水 - CTD メータによる海水温の鉛直	1), 4) - 5 points: 温排水の排水口周	1) 排水前から定期的に 1), 4)	- 実施機関と環境コンサルタント	- 連続排水測定機器: 建設業者の

バングラデシュ国マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業（フェーズ2）準備調査  
ファイナルレポート

No	項目	影響要因	モニタリング項目	目的	方法			実施機関	費用負担先
					データ収集と分析の方法	場所	期間と頻度		
		3) 貯炭場と灰捨て場からの雨水排水 4) 油や化学物質の漏出	る項目 公共用水域（地下水、陸水（内陸部河川）への排水：飲料水基準に定める項目 - IFC/WB EHS ガイドライン値 - 下水基準		分布 2)-4) - サンプルングとラボでの分析 - センサーによる連続測定	辺の海域（排水前から開始） - 1 point: 既存の井戸 2), 3) - 2 points: 排水処理施設の排水口出口	- 3ヶ月に1回 2), 3) - SS, Oil, BOD, Heavy metal etc.; サンプルングと分析（必要に応じて）: - pH: 連続測定		契約に含まれる  -水質測定: 実施機関
3	廃棄物（悪臭）（底質）	1) 飛散灰と炉底灰 2) 排水処理施設と機械類などからの廃油からの汚泥 3) 職員の生活系廃棄物	1) 石炭灰の発生量と処分量 2), 3) - 廃棄物の量と種類、および処分方法 - 大気環境基準 (NH3, H2S)	1)-3) - 石炭灰、汚泥、生活系廃棄物の取り扱いの効果の評価	1) 石炭灰 - 石炭灰の発生量と処分量の記録 2), 3) - 汚泥、生活系廃棄物の発生量の記録	1)-3) - 発電所事務所	1)-3) - 年1回	- 実施機関と環境コンサルタント	実施機関
4	悪臭	1) アンモニア貯蔵施設からの漏洩 2) 未反応アンモニアの放出	1) 設備点検、運用状況 2) 気象条件（気温、湿度、風） - 大気環境基準 (NH3)	- 悪臭発生防止	1) 設備点検、運用記録 2) サンプルングとラボでの分析、気象データの測定	1) アンモニア貯蔵施設 2)-4) - 3 points: 発電所周辺の住居地	1) 定期的検査 2) 3ヶ月に1回	- 実施機関と環境コンサルタント	-大気質測定: 実施機関
5	騒音・振動	1) 蒸気タービン、発電機、ポンプなどの騒音・振動 2) 石炭灰の処分時の騒音 3) 港湾や貯炭場での石炭取り扱い時の騒音	1)-4) Noise level - 騒音基準 - IFC/WB EHS ガイドライン値	1)-4) - 騒音対策の効果の評価	1)-4) - 騒音計による測定	1)-3) - 3 points: 住居地近くの敷地境界	1)-4) - 3ヶ月に1回	- 実施機関と環境コンサルタント	-騒音・振動測定: 実施機関
		4) 発電所関係車両の騒音				4) - 2 points: アクセス道路（住			

バングラデシュ国マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業（フェーズ2）準備調査  
ファイナルレポート

No	項目	影響要因	モニタリング項目	目的	方法			実施機関	費用負担先
					データ収集と分析の方法	場所	期間と頻度		
						居地)			
5	生態系・保護区 (貴重種)	1) 貴重種の存在 2) ウミガメの産卵	1), 2) 種類, 個体数 - Bangladesh Wild Life (Preservation) (Amendment) Act, 1974 - JICA Guidelines (2010)	Phase 1 事業のモニタリング活動を考慮しながら、下記項目に関してモニタリング実施 1) 貴重種の分布の確認 (渡り鳥やスナドリネコ) 2) ウミガメの産卵の確認	1), 2) - 観察	1) 貴重種 (渡り鳥) - 1 point: 灰捨て場 2) ウミガメ - 2 lines: サイト前面の砂浜と砂洲	1) 渡りの時期に週1回 2) 産卵時期に3日に1回	- 実施機関と環境コンサルタント	実施機関 - 観察 : 200,000Tk./調査員
	生態系・保護区 (海洋生物)	1) 発電所の運転にともなう水質汚染 2) 職員の生活排水 3) 不適切な廃棄物の投棄	1) - 3) 種類, 個体数 - 動植物プランクトン - ベントス	1) - 3) - 水質汚染対策の効果の評価	1) - 3) - サンプルングとラボでの分析	1) - 3) - 5 points: サイト前面海域	1) - 3) - 年2回 (乾季と雨季)		実施機関 - サンプルングと分析: 300,000Tk./全検体 (水質と同時採集)
	生態系・保護区 (砂浜、魚類と遊泳動物)	1) - 3) - 「海洋生物」と同じ	1) - 3) 種類, 個体数, 重量 - ベントス - 魚類と遊泳動物	1) - 3) - 「海洋生物」と同じ	1) - 3) - サンプルングとラボでの分析	1) - 3) - 砂浜生物: 1 point (サイト前面の砂浜) - 魚類と遊泳動物: 1 point (サイト前面海域)	1) - 3) - 年2回 (乾季と雨季)		実施機関 - サンプルングと分析: 300,000Tk./全検体
6	雇用や生計手段等の地域経済	- 雇用と下請けの機会の増加	- 雇用された地域住民の職員の人数と、周辺地域での下請け企業の数	- 雇用された職員と下請け企業の増加の評価	- 関係機関の情報 - 住民への面談	- 関係機関 - サイト近くの村	- 年1回	- 実施機関と環境コンサルタント	実施機関 - 面接 : 5,500Tk./調査員
7	土地利用や地域資源利用	- 今までの土地利用形態と地域資源利用の変更	- 地域住民の感情	- 地域住民の感情の確認	- 住民への面談	- サイト周辺の村	- 年1回	- 実施機関と環境コンサルタント	実施機関 (「地域経済」の面接と同時に実施)

バングラデシュ国マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業（フェーズ2）準備調査  
ファイナルレポート

No	項目	影響要因	モニタリング項目	目的	方法			実施機関	費用負担先
					データ収集と分析の方法	場所	期間と頻度		
8	既存の社会インフラや社会サービス	1) 船舶の増加 2) 車両の増加	1), 2) - 交通量	1), 2) - 運航・運行スケジュールの評価	1), 2) - 使用船舶数と車両数の記録	1), 2) - 発電所事務所	1), 2) - 年1回	- 実施機関と環境コンサルタント	実施機関
9	被害と便益の偏在	- 住民、労働者、政府職員、地方政治家間での利益などの偏在	- 地域住民の感情	- 地域住民の感情の確認	- 住民への面談	- サイト周辺の村	- 年1回	- 実施機関と環境コンサルタント	実施機関（「地域経済」の面接と同時に実施）
10	地域内の利害対立	- 地域住民と職員とのいさかい	- 地域住民の感情	- 地域住民の感情の確認	- 住民への面談	- サイト周辺の村	- 定期的な確認と報告 年1回	- 実施機関と環境コンサルタント	実施機関（「地域経済」の面接と同時に実施）
11	ジェンダー	1) 塩田、エビ養殖場、push net の漁場の消失 2) 発電所に伴う道路の改善	1), 2) - ジェンダーの生活レベル	1), 2) - ジェンダーの生活レベルの確認	1), 2) - ジェンダーへの面談	1), 2) - サイト周辺の村	1), 2) - 年1回	- 実施機関と環境コンサルタント	実施機関（「地域経済」の面接と同時に実施）
12	子どもの権利	1) 児童労働 2) 発電所に伴う道路の改善	1) 児童労働 2) 就学率	1) 児童労働禁止の評価 2) 就学率の向上	1) 児童労働 - 下請け業者と職員の労働契約の確認 - 作業場のパトロール 2) 就学率 - 関係機関の情報	1) 作業場 2) 関係機関	1), 2) - 年1回	- 実施機関と環境コンサルタント	実施機関
13	労働環境(労働安全を含む)	- 労働災害	事故の記録 - 重機の操縦 - 高所作業 - 感電	- 安全計画の評価	- 事故記録	- 発電所事務所	- 年1回	- 実施機関と環境コンサルタント	実施機関
14	事故	1) 交通事故 2) 火災	1) 交通事故の記録 - 陸上交通 - 海上交通 2) 火事 - 記録	1), 2) - 安全計画の評価	1), 2) - 事故記録	1), 2) - 発電所事務所	- 年1回	- 実施機関と環境コンサルタント	実施機関
15	越境の影響、及	- CO2 の発生	- CO2 発生量	- CO2 発生抑制の評価	- 燃料消費量か	- 発電所内	- 年1回	- 実施機関と	実施機関

Bangladesh国マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業（フェーズ2）準備調査  
 ファイナルレポート

No	項目	影響要因	モニタリング項目	目的	方法			実施機関	費用負担先
					データ収集と分析の方法	場所	期間と頻度		
	び気候変動			価	らの CO2 発生量の計算			環境コンサルタント	

出典：調査団作成

13.8 環境社会への影響評価結果の要約

表 13.8-1 は、環境社会への影響評価結果の要約を整理した。

表 13.8-1 環境社会への影響評価結果の要約

分類	影響項目		スコーピングの 評価		調査での評価		評価理由
			工事前 工事中	供用時	工事前 工事中	供用時	
汚染対策	1	大気	✓	✓	B-	B-	<p><b>工事中:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 工事は一時的である。粉塵の飛散は散水を行い、重機等は定期点検による管理を行い、排ガスの低減を図る。</li> </ul> <p><b>供用時:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 排ガス中の汚染物質抑制対策として、低NO<sub>x</sub>燃焼方式、電気集塵機、脱硝装置、脱硫装置を採用し、排ガス排出基準を遵守する。</li> <li>- 排ガスによる大気汚染物質の周辺での着地濃度は、当国の大気環境基準に適合する。</li> <li>- 貯炭場および灰捨て場では、粉塵飛散対策を講じる。</li> </ul>
	2	水質	✓	✓	B-	B-	<p><b>工事中:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 工事期間中、コンクリート排水や含油排水は、沈殿処理、油分離装置で処理する。</li> </ul> <p><b>供用時:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- プラント排水等の汚染物質濃度は、排水基準に適合するよう排水処理施設で処理する。</li> <li>- 冷却水の取水口と温排水の放水口は離れている。また、温排水の水温上昇域は表層だけである。</li> <li>- 貯炭場および灰捨て場からの排水は排水処理施設で処理する。</li> </ul>
	3	土壌汚染	✓	✓	B-	B-	<p><b>工事中:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 油排水は油分離装置で処理する。</li> <li>- 油や化学物質の貯蔵は適切に実施する。</li> </ul> <p><b>供用時:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 灰捨て場は地下浸透を抑制する対策を実施する</li> <li>- 油や化学物質の貯蔵する場所は、地下浸透しない構造とする。</li> </ul>
	4	底質汚染 (海底)	✓	✓	B-	B-	<p><b>工事中・供用時:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 排水および廃棄物を、適切に処理する。</li> </ul>
	5	騒音・振動	✓	✓	B-	B-	<p><b>工事中:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 建設機械・車両は維持管理を行うとともに、低騒音/低振動型の機種を使用する。</li> <li>- 建設機械で発生する騒音は減衰して、近くの住居では騒音基準に適合する。</li> </ul> <p><b>供用時:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 機械類は維持管理を行うとともに、低騒音/低振動型を使用する。</li> <li>- 機械類で発生する騒音は減衰して、近くの住居では騒音基準に適合する。</li> </ul>
	6	悪臭	✓	✓	B-	B-	<p><b>工事中・供用時:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 生活廃棄物は、再利用または関連法令に従っ</li> </ul>

バングラデシュ国マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業（フェーズ2）準備調査  
ファイナルレポート

分類	影響項目		スコーピングの 評価		調査での評価		評価理由
			工事前 工事中	供用時	工事前 工事中	供用時	
							て適切に処分する。 <b>供用時:</b> - 脱硝装置で用いるアンモニアは、適切な管理のもとで貯蔵し使用する。
	7	廃棄物	✓	✓	B-	B-	<b>工事中:</b> - 建設廃材及び生活廃棄物は、再利用または関連法令に従って適切に処分する。 <b>供用時:</b> - 排水処理施設などからの汚泥、機械点検時での廃油、生活廃棄物は再利用または関連法令に従って適切に処分する。 - 石炭灰は、サイト内の灰捨て場で処分するとともに、再利用を検討する。
	8	地盤沈下	✓	✓	D	D	<b>工事中・供用時:</b> - 1/2号工事において、地盤沈下は発生していない。工事中・供用時を通じて、地下水利用はない。
自然環境	9	保護区	✓	✓	D	B-	<b>工事中・供用時:</b> 事業実施区域から南に約 17km に、当国の環境保護法に基づいたソナディア自然保護区が位置している。
	10	生態系	✓	✓	B-	B-	<b>工事中:</b> 事業実施区域周辺南側のコヘリア運河沿いの一部でマングローブ植生が認められる。また同マングローブ植生内ではスナドリネコ ( <i>Prionailurus viverrinus</i> : バングラデシュ国内では絶滅危惧種指定、地球規模の絶滅危惧種 (IUCN Bangladesh 2015a)) の足跡が確認された。既にフェーズ1事業が進行中での観察・確認であることから、フェーズ1事業の周辺生態系保護などの環境監理方針・計画が妥当である事を示す証左の1つと考えられる。砂洲ではなく、ベンガル湾沿いに一部砂浜が存在している。対象事業は既に造成済みの敷地内で工事が行われるため、深刻な影響は想定されない。ただし IUCN レッドリストで絶滅危惧種等に指定されている鳥類、ウミガメ類、イルカ類なども生息の可能性があるため、工事活動による貴重種や生態系への影響が想定される。 <b>供用時:</b> 事業実施区域周辺南側のコヘリア運河沿いの一部でマングローブ植生が認められる。また同マングローブ植生内ではスナドリネコ ( <i>Prionailurus viverrinus</i> : バングラデシュ国内では絶滅危惧種指定、地球規模の絶滅危惧種 (IUCN Bangladesh 2015a)) の足跡が確認された。砂洲ではなく、ベンガル湾沿いに一部砂浜が存在する。IUCN レッドリストで絶滅危惧種等に指定されている鳥類、ウミガメ類、イルカ類なども生息の可能性があるため、冷却水の取水による生物の取り込み、プラント排水、含油排水、温排水による河川生物への影響が想定される。

バングラデシュ国マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業（フェーズ2）準備調査  
ファイナルレポート

分類	影響項目		スコーピングの 評価		調査での評価		評価理由
			工事前 工事中	供用時	工事前 工事中	供用時	
社会環境	11	住民移転	✓	-	D	D	<b>工事前：</b> 3/4号機事業では新たな用地取得はなく、住民移転への影響は想定されないものの、1/2号機事業による住民移転後のモニタリング調査結果を共有しつつ、必要に応じて対策を講じる。
	12	貧困層	✓	-	B+	B+	<b>工事中：</b> 1/2号機事業の用地取得で移転を余儀なくされた世帯は、移転補償を受けるとともに実施機関の提供した住宅に居住しており、3/4号機事業の計画・工事による負の影響は想定されず、雇用機会の創出による正の影響が想定される。その他1/2号機事業による被影響住民のうち賃金労働者への補償金支払い、発電所建設工事での雇用、職業訓練の実施などが実施されるものの、雇用の実態について不満がみられることから、3/4号機の工事中においては被影響住民及び地域の低所得層への雇用に配慮する必要がある。 <b>供用時：</b> 1/2号機事業の用地取得で移転を余儀なくされた世帯は、移転補償を受けるとともに実施機関の提供した住宅に居住しており、3/4号機事業の供用時による負の影響は想定されない。一方、発電所供用に伴う雇用機会の創出や、発電所周辺のインフラの整備に伴う社会サービスへのアクセス向上が想定される。その他1/2号機事業による被影響住民のうち賃金労働者への補償金支払い、発電所建設工事での雇用、職業訓練の実施などが実施されるものの、雇用の実態について不満がみられることから、3/4号機の供用時においては被影響住民及び地域の低所得層への雇用機会を創出や社会サービスへのアクセス向上が想定される。
	13	少数民族・先住民	✓	-	D	D	<b>工事中：</b> 本地域では少数民族・先住民の居住はないことが確認され、影響は想定されない。
	14	雇用や生計手段等の地域経済	✓	✓	B+/-	B+/-	<b>工事中：</b> 3/4号機事業の工事により雇用の増大が期待されるものの、1/2号機事業の用地取得および工事中の雇用に対する不満が多く聞かれることから、職業訓練の実施と熟練度に応じたわかりやすい雇用条件の提示等の工夫により、応募者の不満・不公平感を払拭することで雇用促進効果の発現を図る必要がある。 また、海上工事においては1/2号機事業の工事において漁業者やボートドライバーの妨害に対する不満がみられており、引き続き施工業者を含む実施機関側により事前の周知や利用水域の調整などにより影響を防止することが必要である。 3/4号機の工事中においては1/2号機の供用が予想され、雇用者・人流の増大により地域経済には正の影響になることが想定される。



バングラデシュ国マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業（フェーズ2）準備調査  
ファイナルレポート

分類	影響項目		スコーピングの 評価		調査での評価		評価理由
			工事前 工事中	供用時	工事前 工事中	供用時	
							<p><b>供用時：</b> 3/4号機事業の供用により冷却水の放流による流れ・水温の変化は軽微であり。地域の産業への影響は想定されない。 雇用と人流の増大により地域経済にプラスとなることが想定される。なお、1/2号機事業の工事中の雇用に対する不満が多く聞かれることから、職業訓練の実施と熟練度に応じたわかりやすい雇用条件の提示等の工夫により、応募者の不満・不公平感を払拭することで雇用促進効果の発現を図る必要がある。</p>
	15	土地利用 や地域資源利用	✓	✓	B-	B-	<p><b>工事中：</b> 3/4号機事業による土地利用や地域資源の利用の変化はないものの、1/2号機事業による住民移転後のモニタリング調査結果を共有しつつ、必要に応じて対策を講じる。</p> <p><b>供用時：</b> 土地利用の変化はなく、3/4号機事業による温排水の排出による流況および水温の顕著な変化はないと予測され、発電所からの雨水および生活排水はその適切に処理されたのち排出される。そのため、塩づくりや漁業のための海水などの地元資源の利用への著しい影響はない。</p>
	16	水利用	✓	✓	B-	B-	<p><b>工事中：</b> - 工事排水は適切な処理を行った後、排水する。また地下水のモニタリングを実施する。</p> <p><b>供用時：</b> - 供用時の発電所の用水は、海水を脱塩して使用する。発電所からの排水は適切な処理を行った後、排水することから、河川や地下水への影響は想定されない。</p>
	17	既存の社会インフラや社会サービス	✓	✓	B-	B-/+	<p><b>工事中：</b> 3/4号機事業の工事資材は海上からの輸送を計画しており、さらに1/2号機の供用が開始されると発電所関連の船舶航行の増大が見込まれ、沿岸漁業と交通船の航行との調整、航路標識の設置と周知などの対策が必要である。 3/4号機事業の工事と1/2号機の供用に伴い、通勤車両の増大による渋滞の発生と道路の劣化が想定されることから、発電所関係者の乗り合い通勤、時差通勤、交通整理員の配置など総合的な対策を講じる必要がある。また、道路補修・整備の対策について、実施機関が調整してLGED、ユニオンの議長、住民と協議を進めることが望ましい。</p> <p><b>供用時：</b> 発電所運転に必要な石炭を含む原材料は当面海上からの輸送を計画しており、船舶航行の増大が見込まれることから、沿岸漁業と交通船の航行との調整、航路標識の設置と周知などの対策が必要である。 3/4号機事業の供用により発電所関係者の通勤車</p>

バングラデシュ国マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業（フェーズ2）準備調査  
ファイナルレポート

分類	影響項目		スコーピングの 評価		調査での評価		評価理由
			工事前 工事中	供用時	工事前 工事中	供用時	
							<p>両の増大による渋滞の発生と道路の劣化が想定されることから、発電所関係者の乗り合い通勤、時差通勤、交通整理員の配置など総合的な対策を講じる必要がある。</p> <p>また、周辺道路の整備・舗装や発電所施設の利用可能施設の住民への開放・共用などにより年間を通じた社会サービスや市場へのアクセスが容易になる等の影響が想定される。</p>
	18	社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織	✓	✓	B-	B-	<p><b>工事前・供用時：</b></p> <p>3/4号機事業による、社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織への影響は想定されないが、前項の既存の社会インフラや社会サービスに影響を及ぼす可能性があることに加えて、地域の課題を共有し、必要に応じて対策の調整を行うことが望ましい。すでに首相府の調整のもとで、モヘシュカリ・マタバリ地域での整備に関わる機関、行政が情報を共有して必要に応じて調整を行うイニシアチブを機能させていることから、この場を活用することが想定される。</p>
	19	被害と便益の偏在	✓	✓	B-	B-	<p><b>工事前：</b></p> <p>3/4号機事業による用地取得はなく補償に伴う被害と便益の偏在は生じないものの、工事による既存の社会インフラや社会サービスへの影響や、1/2号機事業の被影響住民と補償を受けていない住民との格差が顕在化する可能性とともに、浸水被害等の問題が加わることにより被害と便益の偏在に対する不満が増大する可能性がある。実施機関として地域の社会インフラや社会サービスの向上と問題解決に向けて、社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織と連携して貢献することや、CSR活動を通じた地域社会への貢献を果たしていくことが望ましい。なお、2017年に新しい不動産取得収用法が成立しているが、1/2号機事業では手続き時点の制度に基づき実施することが確認されており、補償内容はJICA環境ガイドラインに基づいていることから不公平感は認められない。</p> <p><b>供用時：</b></p> <p>3/4号機事業による用地取得はなく補償に伴う被害と便益の偏在は生じないものの、1/2号機事業の被影響住民と補償を受けていない住民との格差が顕在化する可能性とともに、浸水被害等の問題が加わることにより被害と便益の偏在に対する不満が増大する可能性がある。実施機関として地域の社会インフラや社会サービスの向上と問題解決に向けて、社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織と連携して貢献することや、CSR活動を通じた地域社会への貢献を果たしていくことが望ましい。</p>
	20	地域内の利害対立	✓	✓	B+	B+	<p><b>工事中：</b></p> <p>1/2号機事業による補償についての不満はほとんど認められず、県政長官事務所、実施機関、</p>

バングラデシュ国マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業（フェーズ2）準備調査  
ファイナルレポート

分類	影響項目		スコーピングの 評価		調査での評価		評価理由
			工事前 工事中	供用時	工事前 工事中	供用時	
							<p>NGO、コンサルタントが連携して1/2号機事業の補償に取り組んでおり、対立軸は認められない。</p> <p>本地域では雇用に対する期待が大きいことから、3/4号機事業の工事に関わる雇用機会の増大として正の影響を想定するだけでなく、地域内の利害対立を生む要因となりうることに配慮して、地域への説明、識字率の向上にも配慮した職業訓練の工夫、実雇用者数の確保などを、実施機関とEPCコントラクタが連携して進めることが望ましい。さらに、1/2号機事業の供用に向けた雇用との整合にも配慮して準備することが必要である。</p> <p><b>供用時：</b> 本地域では雇用に対する期待が大きいことから、3/4号機の運転に関わる雇用機会の増大として正の影響を想定するだけでなく、地域内の利害対立を生む要因となりうることに配慮して、地域への説明、識字率の向上にも配慮した職業訓練の工夫、実雇用者数の確保などを進めることが望ましい。</p>
	21	文化遺産	✓	✓	D	D	<p><b>工事中・供用時：</b> 本件調査の半径15キロメートル以内には国や地域で指定された文化遺産はなく、マタバリ島内の集落・村・ユニオンレベルでの文化遺産の資産はなく、3/4号機事業による影響は想定されない。</p>
	22	景観	-	-	D	D	<p>事業実施区域およびその周辺に景勝地等は存在しない</p>
	23	ジェンダー	✓	✓	B+	B+	<p><b>工事中：</b> 3/4号機事業の工事がジェンダーに及ぼす影響として、工事関連における女性の雇用が想定されるが、識字率の低さや経験の不足とともに、本地域の文化的・宗教的な女性の役割に配慮した職業訓練の要素を含んだ雇用機会の提供が望ましい。また、本地域における女性の役割からみて、生計向上もジェンダー配慮として重要であることに鑑み、家族構成や収入にも配慮した職業訓練を含む雇用計画を策定することが望ましい。</p> <p><b>供用時：</b> 3/4号機の供用がジェンダーに及ぼす影響として、発電所関連における女性の雇用が想定されるが、識字率の低さや経験の不足とともに、本地域の文化的・宗教的な女性の役割に配慮した職業訓練の要素を含んだ雇用機会の提供が望ましい。また、本地域における女性の役割からみて、生計向上もジェンダー配慮として重要であることに鑑み、家族構成や収入にも配慮した職業訓練を含む雇用計画を策定することが望ましい。</p> <p>なお、社会インフラの整備に伴い社会サービスへのアクセスが向上し、ジェンダーにも正の影響</p>

バングラデシュ国マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業（フェーズ2）準備調査  
ファイナルレポート

分類	影響項目		スコーピングの 評価		調査での評価		評価理由
			工事前 工事中	供用時	工事前 工事中	供用時	
							響をもたらす可能性が想定される。
	24	子どもの 権利	✓	✓	B-	B+	<p><b>工事中：</b> 1/2号機事業の工事において子供の就労は確認されず、3/4号機事業の工事においても同様のモニタリングを行っていく必要がある。また、子供の健康をまもり、就学を確保するためには、生計の向上と安全な通学路の確保が重要であることに鑑み、社会インフラの整備と社会サービスの向上に貢献するための活動を行うことが望ましい。</p> <p><b>供用時：</b> 周辺道路が整備・舗装されることにより、年間を通した社会サービスや市場へのアクセスが容易になる可能性があり、子供の健康と就学の確保に正の影響が想定される。</p>
	25	HIV/AIDS 等の感染症	✓	-	B-	D	<p><b>工事中：</b>1/2号機事業の工事においてはHIV/AIDSに関わる啓発、教育、研修が実施され、一定の効果をあげていることから、3/4号機事業の工事中においても同様な活動とモニタリングを実施していくことが望ましい。</p>
	26	労働環境 (労働安全を含む)	✓	✓	B-	B-	<p><b>工事中：</b> 1/2号機事業の工事においては、作業員宿舍の衛生設備、廃棄物管理、個人用防護具の配備、消火器の配備等、労働環境の衛生・安全・環境に対する配慮とそのモニタリングによって効果が確認できていることから、3/4号機事業の工事中においても同様な活動とモニタリングを実施していくことが望ましい。</p> <p>一方、1/2号機事業の工事中では死亡事故2件と工事関係車両の交通事故、工事関係船舶の海上事故が発生しており、これらの事故の発生を未然に防ぐため、研修の実施、ポスター・動画による教育・啓発等をきめ細かく実施していく必要がある。</p> <p><b>供用時：</b> 発電所の職員の労働災害を未然に防止するため、EHS管理の責任者とガイドラインを定め、研修の開催、啓発のためのポスター・動画教材の作成などの対策を講じる必要がある。</p>
その他	27	事故	✓	✓	B-	B-	<p><b>工事中：</b> 3/4号機事業の工事に伴う陸上・海上の交通事故の発生が想定されることから、工事関係者への安全教育、ポスター・動画などの啓発教材の配布などを進めていくとともに、可能な範囲で、周辺道路での交通事故防止対策の実施、海上での標識設置、ジェティ・港における交通安全に対する啓発ポスターの配置などを進めていくことが望ましい。</p> <p><b>供用時：</b> 発電所関係者の陸上・海上の交通事故の発生が想定されることから、関係者への安全教育、ポスター・動画などの啓発教材の配布などを進めて</p>

分類	影響項目		スコーピングの評価		調査での評価		評価理由
			工事前 工事中	供用時	工事前 工事中	供用時	
							いくとともに、可能な範囲で、周辺道路での交通事故防止対策の実施、海上での標識設置、ジェティ・港における交通安全に対する啓発ポスターの配置などを進めていくことが望ましい。
	28	越境の影響、および気候変動	✓	✓	B-	A-	<b>工事中:</b> - 全ての工事機械や車両は管理し、定期的なメンテナンスを行なう。 <b>供用時:</b> - 発電所の稼働によりCO <sub>2</sub> が発生する。発電所では超々臨界技術（USC）を採用する。当国の発電所に比べて、2,571,327 t-CO <sub>2</sub> /yのCO <sub>2</sub> 発生量が抑制できる。

注：「✓」は、スコーピング段階において、工事前/工事中、供用時において、事業による影響が生じると想定される、もしくは影響が生じるかスコーピング段階では判断できない項目について付している。「-」は、スコーピング段階から影響が予想されなかった項目に付している。

A+/-: 重大な正/負の影響が予想される。

B+/-: ある程度の正/負の影響が予想される。

C+/-: 正/負の影響の程度は不明である（更なる調査が必要で、その過程で影響をはっきりさせることが可能である）。

D: 影響は予想されない。

出典：調査団

### 13.9 ステークホルダー協議

本事業のために 実施機関 によって2段階のステークホルダー協議がダッカ、事業計画地であるマタバリで開催された。

第1フェーズでは、このプロジェクトのスコーピング方法について説明が行われた。第2フェーズでは、環境と社会的影響評価について説明が行われた。

#### 13.9.1 第1フェーズでのステークホルダー協議

##### (1) NGO とのステークホルダーミーティング

JICA 環境ガイドラインに従って、最初のステークホルダー協議は、2021年2月27日、ダッカで開催された。

周知ならびにミーティングの参加申し込みは、実施機関 Web site から受け付けられ、また主要な行政機関や NGO に対してはインビテーションレターが送付された。

CPGCBL Web site、インビテーションレター、参加者リスト、会議写真、プレゼンテーション資料は添付資料 13.9 参照。

議長：Md. Nurul Alam, Additional Secretary (Planning), Power Division

日時：2021年2月27日（土）15:00

場所：Bijay Hall (Level-15), Bidyut Bhaban, 1, Abdul Gani Road, Dhaka

S/No.	質問・意見等	実施機関回答
1	A) Matarbari プロジェクトは、訓練用航空機の空軍危険地域 VGD-2 に近い場所にあり、この件に関して、プロジェクトの計画/開発で考慮されているか。  B) Matarbari 発電所計画は、訓練用航空機の最大	A-D) 飛行/移動に係る制限事項については、バングラデシュ民間航空局およびバングラデシュ空軍との公式な協議の後、必要な措置を講じる。

バングラデシュ国マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業（フェーズ2）準備調査  
ファイナルレポート

S/No.	質問・意見等	実施機関回答
	<p>高度が約 22,000 フィートで、空軍の重要な訓練作戦区域 VGR-20 に位置している。石炭火力発電所からの排ガスは、飛行/移動に何らかの妨げとなることはないか。また、この禁止事項について詳細な調査は実施したか。</p> <p>C) Matarbari 発電所の煙突の高さは 275 m (902 フィート) である。600 ~1000 フィートの低高度における飛行制限はあるか。</p> <p>D) 以上の事実を考慮すれば、本事業の実施に係る制限又は禁止が課されるのであれば、バングラデシュ民間航空局及びバングラデシュ空軍と協議する必要がある。</p>	
2	<p>A) ソナディア島周辺には、多くの珍しい野生生物/シギ/動植物が生息している。Matarbari 港湾に接続する河川は、本プロジェクトの環境社会影響評価 (ESIA) はカバーしているか。また、Matarbari 航路を通る大型船舶による海洋生物多様性への影響について検討したか。</p> <p>B) 発電所からの CO2 排出による環境のバランスを保つために、緑化・植林が実施するのか。「もし、はい」の場合、緑化対策はプロジェクト地域に限定するのではなく、プロジェクト周辺地域での多様な森林保護に拡大すべきである。</p>	<p>A) 調査は、環境省 (DOE) が承認した TOR に従い実施する。動植物 (海洋、河川、陸生) への影響は ESIA で検討する。 Matarbari プロジェクトフェーズ1では、海洋生物の多様性の影響を3か月ごとにモニタリングしている。</p> <p>B) 緑地帯対策は、本プロジェクトで実施する。</p>
3	<p>A) 堤防の建設により Kutubdia 水路の航行能力が減少した。首相官邸は、この海域の航行能力を維持するために定期的な浚渫を指示している。従って、堤防の拡張や浚渫が必要になる場合、海軍の関与が必要になる。海軍の水文の専門官が調査に加われば適切な調査ができる。</p> <p>B) 海軍と沿岸警備隊は、Maheshkhali LNG ターミナルを含む Matarbari プロジェクト地域に到着する船舶への安全を提供する責任がある。Matarbari 計画地域に一時的な兵舎または宿泊施設を海軍スタッフのために提供することを要求する。</p>	<p>A) Kutubdia 水路の航行能力の低下は、首相官邸で開催された会議で議論された。海軍から調査報告書が提出されている。現在、JICA による Matarbari プロジェクトフェーズ2 (3/4 号機)の FS が実施されている。CPGCBL でも堆積に対する潜在的な解決策を含め Kutubdia 水路の水流と水温への影響に対する検討が求められている。 海軍は、調査結果や航路の航行能力の低下に対する解決策に関与してくる。航行能力維持のための浚渫が必要であれば、その責任と対応を海軍と協議する。</p> <p>B) 海軍職員の一時的な宿泊施設の割り当てに関して、CPGCBL はすでにチッタゴン港湾局と協議している。</p>
4	<p>このプロジェクトの電力避難システムの適切性について考慮されているか。</p>	<p>このプロジェクトについては、既存システムで十分である。FS においてシステムの検討を通じて確認する。</p>
5	<p>プロジェクトに必要な水の量 (冷房・飲用・工業用水) はどの程度であるか。水源は何か。地元の人々の飲料水の需要はないか。環境社会影響評価 (ESIA) で、これらの要因は考慮されているか。</p>	<p>本プロジェクトは、脱塩水を使用し、地下水は使用しないので、地元の人々の飲料水には問題はない。 冷却水の水温は、DoE のガイドラインに従い基準値以下とする。排水は油水分離器で処理し、放流水の水質を確保するため、各放流地点に中央監視システムを設ける。</p>

バングラデシュ国マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業（フェーズ2）準備調査  
ファイナルレポート

S/No.	質問・意見等	実施機関回答
6	本事業の用地取得とともに埋まった Kohelia 運河の浚渫はするのか。 本プロジェクトの建設のために、BIWTA から承認は得たのか。	本プロジェクトで取得した土地のみを埋め立てる。Kohelia 運河は埋まっではない。BIWTA 当局は、当該地域の調査を行うことができる。CPGCBL では必要な協力を行う。
7	<p>A1) Matarbari プロジェクトは、我が国の発展を反映したものであり、非常に意義深いものである。ただし、ここで議論されるのは、どの国の石炭を使ってどれだけの電力を発電するか。その結果、どこかの国で石炭からの発電が減り、他の資源によって電力不足を埋めるのか、議論する必要がある。なぜなら、名誉ある首相は、バングラデシュが 2050 年までに CO2 の排出を 0 にすると約束している。電力・エネルギー・鉱物資源副大臣は、進行中の 5 つのプロジェクトを除いて、他の石炭ベースの電力プロジェクトは実施しないとしている。</p> <p>A2) このプロジェクトの半径 25 km 以内に 11 の認定された国立公園と保護区がある。プロジェクトの実施において考慮すべきである。</p> <p>B) 空軍の第 3 世代戦闘機は、観光の中心地であるコックスバザールに騒音をもたらす。</p> <p>C) PM2.5、水銀 (Hg) 汚染による人体への影響のシミュレーションは、Matarbari プロジェクト (フェーズ 1) の ESIA には含まれていない。PM2.5 と水銀 (Hg) は石炭火力発電所から排出されるため、両方のフェーズで、ESIA において影響を評価する必要がある。Hg が水域、魚資源、人体にどのような影響を与えるかを評価する必要がある。</p> <p>D) 発電所が沿岸地域にあるため、気候変動リスクのための脆弱性調査を完了しておく必要がある。2019 年の米国による調査では、沿岸地域の浸水予測が変更されている。2 つの研究結果を考慮して、必要な措置を講じること。</p> <p>E) Matarbari プロジェクト (フェーズ 1) で盛土工事が開始によって浸水被害が発生している。地元の人々は、この問題に対して不満を言っている。</p> <p>F) BAPA がコヘリア運河への訪問後、ダッカで記者会見が行われた。コヘリア運河の埋立てに関する報告書が提出されたことを受け DoE、チッタゴンのディレクターがこの問題を認識している。</p> <p>G) RHD はコヘリア運河の一部を埋めて道路を建設している。現在、工事完了後に撤去される仮設道路も建設中である。政府は、全ての河川が生命の源と宣言しており、最高裁判所から河川委員会を強化するように指示がだされている。State Acquisition and Tenancy Act 1950、Port Rule</p>	<p>A1) バングラデシュは、2030 年に排出される CO2 排出量(対 BAU)は自主的に 5%削減を約束している。高度な技術と財政的支援により、CO2 排出量は最大 15%削減を期待している。現在の石炭火力発電技術で、CO2 排出量が最も少ない USC (Ultra Super Critical) を、Matarbari プロジェクトに採用する。次の PSMP には、名誉ある首相、国務大臣の指示およびグローバル コミットメントを反映する。</p> <p>A2) 国立公園やサンクチュアリへの影響評価は検討している。</p> <p>B) 意見として受け入れる。</p> <p>C) Matarbari プロジェクト (フェーズ 1) では、土壌、海水中の水銀 (Hg) のモニタリングを 3 か月ごとに実施し、DOE が規定する基準内にある。またフェーズ 2 の FS で PM2.5 と水銀 (Hg) についてフェーズ 1 の累積影響を検討する。</p> <p>D) 2 つの研究結果を考慮して検討する。</p> <p>E) 気候変動による時期の早い降雨で、プロジェクト地域で浸水が発生したが、この問題については、迅速にコヘリア運河の浚渫を行い対応している。</p> <p>F) 意見として受け入れる。</p> <p>G) No6 の回答を参照</p>

S/No.	質問・意見等	実施機関回答
	<p>1966、High Court's Verdict 2009 によって、河川の定義と規模の決定がなされている。河川とつながる運河や河岸も川の一部であり、道路工事による阻害は意図されるものではない。従って、きちんと道路整備がされていないといけない。</p> <p>H) 本プロジェクトでは、様々な緩和策が講じられている。一部の費用は気候基金から支出されている。これは倫理的に正しくない。</p> <p>I) Maheshkhali での丘の切り崩し、森林伐採によって、地下水の水質が維持できない。Maheshkhali はバングラデシュで唯一の丘陵島である。丘の切り崩しと森林伐採によって平坦な土地にすることについて、包括的、科学的、透明性のある環境調査でなければならない。国連は、南西地域における戦略的環境アセスメントを指示している。南東部地域も同様である。こうした検討なくして 発電所を建設することは適切ではある。</p> <p>J) 「Hasser char」の森林エリアがプロジェクトエリアのために伐採されていることを指摘したい。</p> <p>K) プロジェクト周辺の村の漁民は漁業で生計を立てている。現在、沿岸警備隊によって漁業が禁止されている。漁師とその家族はこれに抗議している。</p>	<p>H) 基金から、本プロジェクトのために費用の捻出はない。本プロジェクトは、JICA とバングラデシュ政府によって出資されている。</p> <p>I) この問題は、本プロジェクトと直接関係はない。</p> <p>J) 港湾との接続のために 18.5m(深さ)、250m(幅)、14.3km(長さ)の水路を掘削している。浚渫土砂は、プロジェクトエリアで使用するため、"Hasser char"からの砂の調達は不要である。</p> <p>K) 海軍と沿岸警備隊は、本プロジェクトに寄港する船舶の安全を確保している。このため外国船に近づくことができない。さらに、政府は、いくつかの網の使用を禁止している。違法な網が見つけた場合、水産法に基づき水産官と海軍が取り締まっている。 この問題は、マタバリ開催でのステークホルダー会議で、詳細に議論する予定である。</p>
8	<p>Feasibility Study / ESIA のスクリーニングで、プロジェクトを実施するかどうかを決定する。このとき様々な影響に対する緩和が考慮される。この中で重要なステップの 1 つに、使用する燃料がある。 石炭中の硫黄、Hg などの有害物質は環境に悪影響を及ぼし、プロジェクトコストが増加する。 石炭品質の監視のために用意されたポリシー/システムを教えてください。</p>	<p>これらの問題は、石炭調達計画に含まれる。Payra 石炭火力発電所の場合、具体的な発熱量、灰分、硫黄分等の基準を定めて石炭を搬入している。 Rampal および Matarbari 発電所プロジェクトも、同じ方針である。 環境に深刻な影響を与える種類の石炭は輸入しない。石炭の輸入は、国際政策に従う。</p>

出典：調査団作成

## (2) 地元住民とのステークホルダー協議

JICA 環境ガイドラインに従って、2 回目のステークホルダー協議は、2021 年 6 月 7 日、マタバリで開催した。

実施機関を含め当国での Covid-19 蔓延によって、2021 年 2 月 27 日、ダッカでのステークホルダー協議から約 3 か月経過しての開催である。

周知並びにミーティングの参加申し込みは、Dhalghata Union Parishad、Matarbari Union Parishad での開催通知の掲示、主要な行政機関や NGO に対しては、現地会場でのあるいはオンラインでの参加のためのインビテーションレターが送付された。

マタバリ、ドルカタユニオンチェアマンに対しては、ステークホルダー協議への住民参加の依頼も行った。ただ、コロナ禍のため、会場での参加が難しい住民もおり、別途、フォーカスグループ会議を用意した。



インビテーションレター、会議写真は添付資料 13.9 参照。

議長：Md. Mahfuzur Rahman, Upazila Nirbahi Officer (UNO), Maheshkhali, Cox's Bazar

日時：2021年6月7日（月）15:00

場所：Matarbari Site Office, CPGCBL

S/No.	質問・意見等	実施機関回答
1	<p>A) CPGCBL は、マタバリプロジェクトのフェーズ 1 で、土地取得の影響を受けた人々に直ちにすべての補償をするよう要請する。 また、CPGCBL は、リハビリ工事をできるだけ早く完了するようにも要請されていました。</p> <p>B) マタバリの開発では、あらゆる種類の支援が行われますが、CPGCBL は、合法的な権利を奪わないように注意を払ってほしい。</p> <p>C) BDT 220,000 は、1414 エーカーの土地取得のために 1000 人のプロジェクト影響者 (PAP) と 1200 エーカーの土地取得のための 2000 人の PAP のそれぞれに 1 回限りの支援 (OTA) を行った。 CPGCBL は、1200 エーカーの土地所有者だけでなく、すべての共同共有者にも補償してほしい。</p> <p>D) 製塩業者、塩輸送業者、漁師、発掘労働者の多くは、PAP リストに含まれていない。 CPGCBL は、これらの人々も補償されるよう PAP のリストに含めてほしい。</p> <p>E) CPGCBL は、地元の人々の要求を念頭に置くとともに国の全体的な発展を考慮すべきである。 また、マタバリの人々のために協力と支援を行うべきである。</p>	<p>A) CPGCBL は、必要な書類と DC Office からの小切手のコピーがないことを理由に、一部の PAP に補償を支払うことができない。 ただ、約 95% の補償がすでに支払っており、必要な書類が揃い次第補償金を支払っている。</p> <p>B) No1(A) の回答を参照</p> <p>C) 1414 エーカーと 1200 エーカーの用地取得に関しては、マタバリ 2 * 600 MW USCCFPP とバングラデシュ-シンガポール 700MW USCCFPP を意味する。 現在、Matarbari 2 * 600 MW USC CFPP の補償の約 95% が完了している。バングラデシュ-シンガポールの開発である 700MW USC CFPP は、本日の会議とは関係ない。</p> <p>D) 土地取用の影響を受ける人のリストは、CPGCBL、コックスバザール DC オフィス、地方議長および NGO から構成される JVT が作成し、検証の後、リストを完成させた。 現在、約 95% の補償が完了している。残りの補償もできるだけ早く解決するよう努める。</p> <p>E) これらの問題、は近い将来に検討される。</p>
2	<p>A) 人々は、マタバリ電力プロジェクトの実施を熱望している。 その一方で、マタバリ、ドルカタの人々は多くの犠牲を払っている。CPGCBL は、多くの人々に難民のための避難所の提供、ビジネスチャンスの創出などが必要である。 用地取得のためにプロジェクトの影響を受けた人が、まだ補償されていないので、早く補償すべきである。 一部の人々が、さまざまな嫌がらせの訴訟を提起することで、実際の被害者への補償を得る上で望ましくない障害がでている。CPGCBL は、これら嫌がらせ、訴えを取り下げるよう促してほしい。 CPGCBL は、公聴会を開催して、これらの訴えで補償が受け取れない人々に対して迅速な解決が必要である。</p>	<p>A) No1(A) の回答を参照</p>

バングラデシュ国マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業（フェーズ2）準備調査  
ファイナルレポート

S/No.	質問・意見等	実施機関回答
	<p>B) CPGCBL が、マタバリとドルカタから多くの労働者を雇用していることに感謝する。CPGCBL が、多くの労働者を雇用する機会を提供することを期待している。ただ、シンジケートや仲介業者によって、このような機会を奪われることがある。CPGCBL は、この問題を検討してほしい。</p> <p>このプロジェクトでは、マタバリとドルカタの教育を受けた若者に対して、十分な雇用機会が創出されていない。今後、CPGCBL が雇用の機会を与えるのかどうかを知りたい。</p> <p>ドルカタの人々は、プロジェクトの建設および取引において、労働者雇用差別の犠牲になっている。労働者採用とビジネスでは、マタバリとドルカタの人々が等しく優先されることを要求する。</p> <p>C) コヘリア運河への土砂により、漁師は魚を捕まえることができず、厳しい生活を送っている。プロジェクトの実施により、影響を受けている人々がいる。</p> <p>CPGCBL は、漁師や塩田農家を含む人々への代替となる生計手段の提供を検討してほしい。</p> <p>D) CPGCBL は、マタバリ地域での早急な排水対策を講じなければならない。</p> <p>E) CPGCBL は、他の関連政府機関との調整の下、マタバリとドルカタの道路、側溝、堤防の修復を早急に実施すべきである。</p> <p>F) マヘシュカリ地域では、高等専門学校の建設工事を早急に完了するよう要請したい。</p> <p>G) CPGCBL は、昨年の Covid-19 による封鎖期間中、マタバリ、ドルカタの貧しい人々を含む地元の人々への援助をしてほしい。</p>	<p>B) CPGCBL は、マタバリとドルカタ地域から約 2,000 人の熟練者と非熟練者を建設労働者として雇用している。</p> <p>一部の技術者は、EPC 請負業者の活動を監督するため、政府の規則および規制に従って任命している。</p> <p>2023 年には、発電所が稼働する前に、何人かの教育を受けた人々が必要になる。従って、何人かの地域の教育を受けた若者を雇用するだろう。</p> <p>プロジェクトフェーズ2では、地元の人々を熟練/非熟練労働者を雇用することを保証するとともに、EPC 請負業者と契約締結していく。</p> <p>C) No1(D)の回答を参照</p> <p>D) CPGCBL は、現在の浸水問題を解決に取り組んでいる。</p> <p>E) EPC によるマタバリプロジェクトの CSR 活動の下、プロジェクトサイトに沿ったコミュニティ道路を含むマタバリ地域のいくつかの小さな道路は修復している。</p> <p>ただ、CPGCBL は、政府の他の機関の管轄下にある地方道路の建設/修理については、いかなる措置も講じることはできない。</p> <p>F) 技術訓練センターの建設は、マヘシュカリ地域内に熟練した人材を創出するもので、電力プロジェクトの RDPP に含まれている。</p> <p>センターの建設に必要なすべての措置は、RDPP で承認された時点から行われる。</p> <p>G) CPGCBL は、2021 年 6 月 19 日に地元の貧しい人々に援助をした。</p>
3	<p>A) この会議の利害関係者の選択プロセスについて知りたい。</p> <p>B) マタバリプロジェクトは、バングラデシュの経済成長のための大規模開発計画の一部である。政府は、これらの開発活動をフォローアップするため、経済特区、新しい法的枠組みおよび新しい部門を設けた。その一方で、さまざまな懸念もある。現在の開発プロジェクトの進捗状況が名誉首相の理想の</p>	<p>A) CPGCBL は、JICA 環境ガイドラインを参考にコンサルタントとともにプロジェクトに関心を持つ人々に周知を行った。その結果、地方および地区レベルの政府機関、NGO、マタバリとドルカタの UP 議長、教師、さまざまなカテゴリの地元の人々を含む PAP が参加した。</p> <p>B) プロジェクトの契約書に記載されているタイムスケジュールに従い終了する。</p>

S/No.	質問・意見等	実施機関回答
	<p>一部になっているか疑問である。</p> <p>C) 工業地域と沿岸地域での土地収用の著しく進んでいるが、用地取得と補償のプロセスが適切に行われていない。 この問題に関して、多くのニュースが取り上げられており、名誉首相も問題として認識している。 名誉首相は、工業化のための農地の取得は禁止すると言っている。この国の塩生産の70%はマヘシュカリ地域である。ドルカタの長は、補償、リハビリテーション、塩農家の懸念について問題提起している。</p> <p>D) このプロジェクトに関して、ダッカで開催されたステークホルダー会議でも問題を提起した。 マヘシュカリの人々とともに、住民はこのプロジェクトに期待を寄せている。しかし、マタバリとマヘシュカリの人々は、この石炭ベースの発電所からの排ガスの意味を認識していない。排ガスによる障害児が、妊娠中の母親から生まれる可能性があることを。バングラデシュ政策立案者は、これを認識し評価する必要がある。 CPGCBL は、プロジェクトフェーズ1で、水銀(Hg)の検討をしていない。米国は63万人の母親が、水銀(Hg)汚染のリスクにさらされながら出産している。PM2.5とHgは人体に非常に有害である。この点に関して、フェーズ1および2の累積的な影響を考慮して、PM2.5およびHgのモデリングを実施することを再度要求する。</p> <p>E) コヘリア運河の氾濫に関する懸念を真剣に受け止められていない。プロジェクトの建設中に、発生した廃棄物または固形廃棄物がパイプを介してコヘリア運河に投棄されていることを指摘したい。 発電所建設による有害な行為を懸念している。</p> <p>F) 現在のパンデミック状況で、経済は静的状態になっている。その点から40,000MWの発電需要はない。 電力需要の再評価が必要で、この事案に関してパワーセルと政府政策立案者に要求する。</p> <p>G) 石炭から何メガワット、発電されるか？ どの国が石炭による発電をやめると発表したか、どの国が石炭の使用を停止すると約束したか、その議論がない。 中国は、2018年以来1,000以上の採炭を停止し、北京近郊で建設中の石炭火力発電所を閉鎖した。 ステークホルダー会議の主な目的は、政策立案者と一般の人々が正しい情報を入手し、真の情報のもとで行うことである。</p> <p>H) 現在、モヘシュカリは電力開発プロジェクトとともに多くの重工業活動が行われている。マヘシュ</p>	<p>C) 用地取得方針に従い、取得のための資金はコックスバザールDCオフィスに提供した。 土地収用により影響を受けた人々は、名誉首相官邸で承認され、土地収用および住民移転計画(LARAP)に従って補償している。</p> <p>D) この問題は、2021年2月のダッカで開催されたステークホルダー会議で議論した。 PM2.5と水銀の汚染について、評価に組み込むようにすでに指示している。 マタバリは、災害が発生しやすい地域であるため、調査に災害管理計画を組み込むための必要な措置を講じる。これらの問題は、最終報告書に記載する。</p> <p>E) コヘリア運河の埋め立て問題は、2021年2月のダッカで開催されたステークホルダー会議で議論した。 プロジェクトの廃棄物は、川に投棄していない。すべての廃液に対しては処理施設がある。廃棄物処理と品質チェックの後に排水している。廃棄物の処理/排出プロセスは環境部門で監視している。</p> <p>F) この件は、CPGCBL所掌ではない。</p> <p>G) この件は、CPGCBL所掌ではない。</p> <p>H) この問題は、2021年2月にダッカで開催されたステークホルダー会議で議論した。</p>

バングラデシュ国マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業（フェーズ2）準備調査  
ファイナルレポート

S/No.	質問・意見等	実施機関回答
	<p>カリの重工業に対する評価が行われているか確認したい。</p> <p>マヘシュカリの丘は、2010年に破壊された。Dauki 構造断層がその背後があるとの可能性である。この点、戦略的環境アセスメントが実施されているか？</p> <p>マヘシュカリの重工業の安全性に関して、プロジェクトが日本のように持続可能でなければならない。</p> <p>I) バングラデシュ裁判所の判断には、河川は生き物という認識がある。環境局からの許可がなければ河川は埋められない。</p> <p>石炭の低価格や他の燃料の不足により、石炭火力発電所の開発が必要ではあったが、現在は不要である。技術の進歩と様々な研究により、代替電源による発電が可能です。</p> <p>J) 本日の会議で発表された超々臨界圧技術の採用で、CO2 はどれだけ削減できるか。この石炭火力発電所から排出される CO2 排出量への言及がない。</p> <p>マヘシュカリとマタバリ地域の CO2 排出量は、日本の大気汚染の限界値の 20 倍であり受け入れられない。</p> <p>K) 船舶輸送用の 2km 水路の建設については、影響評価が実施されていない。</p> <p>Yaas サイクロンで“Zhaoban”が倒れた理由はわからないが、“Haasher Chor”はバラバラである。</p> <p>CPGCBL はバングラデシュの成長に取り組んでおり、その努力には感謝するし、あらゆる協力をしたいと考えている。</p> <p>問題や弱点に適切に対処しないと、プロジェクトは持続可能でなくなり、長期的に良い結果が得られない。CPGCBL は、これらの問題を解決するために必要な措置を講じる必要がある。</p> <p>日本企業は、このプロジェクトを実施しているが、一方ではグローバルな取り組みとして、石炭火力発電所やその関連する技術の進歩のためのサポートへの投資をやめた。このプロジェクトは、今後 25～30 年実施されるが、いずれ 5～7 年で時代遅れになる。その後、誰が責任を引き継ぐのか？</p> <p>生物多様性の保全や長期的な環境への影響など、これらの問題にも取り組む必要がある。</p>	<p>I) プロジェクトを実施するにあたり、政府によって承認された電力システムマスタープラン（PSMP）における、燃料多様化計画の一部として実施している。</p> <p>J) 通常の技術での 1200MW の石炭ベースの発電所は、毎年 72.3lac トンの CO2 を排出する。一方、超々臨界圧技術は、同じエネルギーを生成するのに 66.6lac トン/年の排出で済む。年間 5.66lac トン少ない。</p> <p>K) この調査を通じて、汚染について許容限度内に維持するよう必要な緩和策が講じる。</p>
4	<p>A) CPGCBL は、プロジェクトの発展と国全体の発展のためにたゆまぬ努力を続けている。</p> <p>大気中の CO2 濃度が上昇すると、気温が上昇することを指摘したい。グリーンベルトの効果は、樹木が大気中の CO2 を消費してくれる。</p> <p>排ガスが許容限度内にあることを監視し、その制御装置は設置されるのか？</p> <p>B) 石炭運搬中の石炭の排出で、生物多様性に影響がある。水質にどのような影響があるの？</p> <p>特に魚/水生生物の繁殖への影響を評価し、対策はあるのか？</p>	<p>A) 排出量（CO2、SOx、NOx など）を監視および測定について最先端技術を導入する。</p> <p>関連情報は、CPGCBL の Web サイトで公開する。</p> <p>B) 船から降ろした後、カバー付きコンベヤーを介してストックヤードで保管します。石炭がボイラで使用されるまで、外部にさらされることはない。</p> <p>この場合、水質や水生動物、陸生動物に悪影響を</p>

バングラデシュ国マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業（フェーズ2）準備調査  
ファイナルレポート

S/No.	質問・意見等	実施機関回答
	プロジェクトエリア内およびその周辺の全体的な環境影響/気候変動を評価するため、どのような措置が取られるのか？	与える可能性はない。
5	<p>A) 主な問題は、マタバリ地域での浸水である。モンスーンの降雨によって約 10～15 の村が浸水する。過去 4-5 年、この浸水に苦しんでいる。マタバリの議長と CPGCBL が現地を視察したが、雨水排水のための措置を講じられていない。CPGCBL は、次のモンスーンシーズンの前までに排水対策を講じるべきである。</p> <p>B) マタバリの北側の堤防は、すでに消失した。西側の堤防も、掘削工事による流況変化により、消滅の危機に直面している。また水路掘削による砂の移動も起きている。昨年、マタバリ西部、シェイクパラ、ジェレパラの何百もの家族が立ち退いた。Yaas サイクロンでは、100～200 以上の家族が避難した。政府は、西側に残っている家屋を保護するため、持続可能な堤防を建設することを約束しており、ジオテックスバッグ等により一時的に盛土、補修が必要である。</p> <p>C) このプロジェクト実施前、マタバリの住民に対して、教育を受けていないものや、熟練・未熟練の労働者の雇用を約束した。現在、マタバリ地域の失業者数は約 15,000 人で、マタバリの人口の約 80%が貧困ラインの下で生活している。マタバリの失業者を解消するために適切に雇用することが望まれる。</p> <p>D) モヘシュカリからマタバリまでの幹線道路によって、プロジェクトのほとんどの商品が輸送されている。現在、道路の老朽化があり補修が必要である。</p>	<p>A) 現地に訪問し、問題解決のために必要な措置を講じることにしている。</p> <p>B) 政府は、バングラデシュ水開発委員会(BWBD)の下で、この地域にスーパー堤防を建設する計画である。</p> <p>C) No2(B)の回答を参照</p> <p>D) No2(E)の回答を参照</p>
6	<p>A) 690.67km2 は CoxDA の管轄下にあり、Sonadia、Pahar Thakurtala、Putibila、Gorokghata、Amidordia（合計 17.67 平方キロメートル）、モエシュカリの Mouza も CoxDA の管轄下にある。CoxDA の建物建設規則によれば、構造物の設置については CoxDA の承認を得る必要がある。</p> <p>B) プロジェクトの防災計画はどうか？</p>	<p>A) CoxDA 代表の話によると、マタバリ Mouza は管轄ではない。プロジェクトは CoxDA と調整を図りながら進めていく。</p> <p>B) 災害管理計画は、本調査に含まれる。</p>
7	<p>A) このプロジェクトの開始時、パブリックコンサルテーション会議で、収入の機会を失う人々に対して職業訓練を行うために専門学校/大学を設置することが約束されているが、この約束が実現するのか？</p> <p>B) 同会議で、ビジネスマン・熟練・非熟練労働者等への 21 のカテゴリで、補償を行うことが約束された。これまでに、いずれの人が補償されたのか？</p> <p>C) 地元の人々は、透明で公平な方法で雇用機会を得られているのか？</p>	<p>A) No2(F)の回答を参照</p> <p>B) No1(B)の回答を参照</p> <p>C) No2(B)の回答を参照</p>

出典：調査団作成

### 13.9.2 第2フェーズでのステークホルダー協議

当国は2021年7月1日から14日、そして同年7月23日から8月10日はCovid-19蔓延防止対策としてロックダウン下におかれ、第2フェーズでのステークホルダー協議の開催準備は、ロックダウン解除後から始められた。

周知方法等は、前回と同様である。

CPGCBL Web site、インビテーションレター、参加者リスト、会議写真、プレゼンテーション資料は添付資料 13.9 参照。

#### (1) オンラインによるステークホルダー協議

議長：Md. Nurul Alam, Additional Secretary (Planning), Power Division

日時：2021年8月31日（火）15:00

場所：オンライン

S/No.	質問・意見等	実施機関回答
1	<p>A) プロジェクトエリアはソナディア島から17kmの距離にあり、特筆すべき影響はない。環境影響に対して、3か月ごとに実施するモニタリングには同意する。</p> <p>10件の石炭プロジェクト除外前でのマタバリの大気汚染の累積的影響を、科学者によって検討した。この結果によれば、マタバリ地域の大気汚染は、日本の大気質基準の20倍になる。プレゼンテーションで言及されている排出量や計算のための方法論を知りたい。</p> <p>EIA レポート（最終版）が、Web サイトで公開されるかも知りたい。</p> <p>B) PSMPによれば、2030年までに40,000MWを発電するという目標に対して疑問を持っている。この件に関して、輸出産業や他の産業はCOVID-19パンデミックで大きな損失に直面している。PSMPの修正において、2030年の発電量が40,000MW未満との見解がある。</p> <p>C) 世界では、石炭プロジェクトへの資金提供を停止にもかかわらず、日本政府がマタバリプロジェクトに資金を提供する理由は何か。</p> <p>D) 国内の塩の70%がマタバリからの生産である。発電プロジェクトによる塩の生産に影響する。政府が、塩の需要を充足できる代替計画を持っているか知りたい。</p> <p>E) マタバリ発電所、経済特区、港湾、その他の開発活動が、世界最大の海浜のあるコックスバザールの侵食に関連している。この地域の開発活動によって引き起こされる環境への影響について、戦略的環境アセスメントを行ったかどうかを知りたい。一例として、スンドルパンズ戦略的環境ア</p>	<p>A) 大気拡散モデルは、EIA（最終版）で説明しており、Web サイトで公開する。水銀の検討も同様である。大気質の検討結果によれば、国内および国際的な大気質基準の範囲内にある。</p> <p>B) PSMP最新版によると、2030年までに40,000MWを発電するという目標があり、現在、修正の作業中とのことで、その作業が完了次第、関係情報が提供される。</p> <p>C) インフラストラクチャーの整備において、JICAがプロジェクトの資金調達について検討した結果、本プロジェクトへの資金提供を行われる。1号機と2号機の建設のための投資金額は、経済的に実行可能なものであり、発電コストは許容可能レベルにある。3号機と4号機の建設も同様で、必要なプロジェクトである。</p> <p>D) この発電所建設のために、新しい土地を取得する必要はない。プロジェクトによって塩の生産を妨げることはない。</p> <p>E) プロジェクトにおいて、さまざまな代替案のレビュー、適合性の分析から、プロジェクトが海岸侵食とは何の関係もない。JICA 調査団が実施している事業準備調査によると、この地域の建設は安全とのことである。なお、準備調査およびEIAでの緩和策は受け入れていく用意がある。</p>

バングラデシュ国マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業（フェーズ2）準備調査  
ファイナルレポート

S/No.	質問・意見等	実施機関回答
	<p>セスメントのように。評価後、適切な緩和策を講じない場合は、プロジェクトが持続可能でないことに懸念をもつ。</p> <p>F) この国のより大きな利益のために、コヘリア運河の浚渫の主導が政府であることに称賛する。</p> <p>G) CPCGBL に対して、国際法およびバングラデシュ環境法に従うため、透明性を維持することを求める。また CPCGBL に対し、環境部門との会議に BAPA を含めること、EIA レポートはすべての人に公開することを求める。</p> <p>H) 新技術を含め、投資がプロジェクトにおいて有益であるかどうか懸念する。</p>	<p>F) ---</p> <p>G) EIA レポート（最終版）が、環境省で承認された後、CPCGBL の Web サイトで公開し、すべての人に公開される。</p> <p>H) 選択触媒還元法（SCR）が、プロジェクトの新技術として採用される。プロジェクトの総費用が2%の増加になる。プロジェクトは、費用の増加を踏まえ収益性を維持する。経済的尺度では測れない環境保護に対しても、この技術は重要な役割を果たす。</p>
2	<p>A) 本プロジェクトの超々臨界圧技術の採用によって、水の必要性、水量に関する情報が知りたい。</p> <p>B) Public Health and Planning Center は統合インフラ開発イニシアチブの下、マタバリ地域、モヘシュカリ-マタバリにおけるマスタープランに取り組んでいる。発電所の水需要に焦点に当てたい。</p>	<p>A) この問題は、EIA レポートに含まれている。プロジェクトでは 50m<sup>3</sup>/秒の水が必要である。</p> <p>B) プロジェクトの水需要に対して、海水の脱塩処理、雨水から調達する。また、純水は、生活用水、飲料水にも利用する。なお、地下水の利用はない。</p>
3	<p>A) プロジェクトを確実にするためにも、以下の点も環境モニタリングに含めてはどうか。 _プロジェクトエリアの水生生物 _農業土壌 _周囲の人々の健康、安全、環境</p> <p>B) 南南風の海流により、ソナディア島を 24 時間連続監視することはできないか。</p>	<p>A) これらの問題は、環境管理計画と環境モニタリング計画に含まれている。</p> <p>B) プロジェクトエリアからソナディア島までの距離は 17km である。このため大きな影響はないと考えている。3 か月ごとにモニタリングする計画である。</p>
4	<p>A) 前回のステークホルダー会議において、バングラデシュ海軍とチッタゴン港湾局の管轄下にある Kutubdia Channel の水路測量を実施している。この調査は非常に重要である。風況、海象によって、水路とその周辺では堆積が発生しており、パラメータの急な変化がある。実際、絶えず浚渫することは困難であり費用もかかる。2019 年 10 月の首相官邸の会議で、海峡のモデリング調査により、関連する問題を特定し、問題の解決につなげるとのことであった。</p> <p>B) バングラデシュ海軍と沿岸警備隊が、マヘシュカリ LNG ターミナル、マタルバリ電力プロジェクト等への保安のための警備活動を行っている。現在、スピードボートで、このエリアを 8 人がパトロールしている。また沿岸警備隊は、コヘリア運河に配置されており、10 海里以上（20～22km）を移動する必要がある。コヘリア運河の引き潮時は移動できず、緊急時の航行にも制限がある。また</p>	<p>A) CPCGBL、バングラデシュ海軍、およびチッタゴン港湾局は、実施中の Kutubdia 水路測量が完了次第、再モデリング調査を開始する。</p> <p>B) 沿岸警備隊の居住に関しては、議論をしているところである。沿岸警備隊メンバーの居住地の問題の決定がなされ次第、小隊が移動することが決定している。</p>

バングラデシュ国マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業（フェーズ2）準備調査  
ファイナルレポート

S/No.	質問・意見等	実施機関回答
	悪天候のときも同様である。ほかにプロジェクトエリアから約 6 海里離れたペクア川にもチームがいる。前回のステークホルダー会議でも紹介したが、水路幅 100m の拡張が進行中である。バングラデシュ海軍、チッタゴン港湾局および CPCGBL は、居住地について議論しているが、上記のことに配慮し、一時的な兵舎と住居の建設を要請する。	

出典：調査団作成

(2) 地元住民とのステークホルダー協議

議長：Md. Mahfuzur Rahman, Upazila Nirbahi Officer (UNO), Maheshkhali, Cox's Bazar

日時：2021 年 8 月 31 日（火）10:00

場所：オンライン

S/No.	質問・意見等	実施機関回答
1	<p>A) 発電所では、FGD やその他、油分および化学物質を含む排水がある。排水処理について、どのような処理設備か知りたい。</p> <p>B) 下水処理プラントイニシアチブの設立に称賛する。</p> <p>C) 建設作業のダストの発生について、その管理と対策について知りたい。</p>	<p>A) EIA レポートに記載しているが、さまざまな発生源からの排水を適切に処理する。</p> <p>B) ---</p> <p>C) 粉じんの管理について、EIA レポートで記載している。</p>
2	<p>A) マタバリとダルガタの人々が、このプロジェクトで働く機会がないことに不満に思っている。マタバリの人々がプロジェクトの実施に、大いに貢献し、プロジェクト活動に関連した仕事の機会を望んでいる。</p> <p>B) 隣接する海域で、漁師が網を使つての漁業に苦労している。</p> <p>C) プロジェクト建設工事のために、村人がしばしば移動の困難に直面している。プロジェクトに係る大型車両の移動によって、道路はひどい状態になる。粉じん等が多く発生している。ダストの発生を最小限に抑えるために水噴霧が必要である。</p> <p>D) 子供の睡眠に問題を引き起こす深夜に杭打ち作業を行っている。</p>	<p>A) 現在、進行中のプロジェクトでは、2010 人の地元の労働者が、さまざまな作業に従事している。地元の人々は、スキルと仕事に応じて、本プロジェクトで雇用している。</p> <p>B) プロジェクト周辺の海域は、安全上、監視を行っている。このため必要な障害（保護策）がされている。プロジェクト終了後、これら障害は取り除かれる。</p> <p>C) 道路の保全是、企業の社会的責任（CSR）の下、対策が実施されている。粉塵の発生を制御するため、定期的な散水を行いよう、請負業者に指示している。</p> <p>D) 深夜に杭打ちを行わないよう、請負業者に指示する。</p>
3	<p>コックスバザール開発局が、マスタープランの実行を行っている。プロジェクト実施において、コックスバザール開発局と連携することが重要である。必要に応じて、副長官が出席するよう別途会議を手配する。</p>	<p>本プロジェクトの建設は、コックスのバザール開発当局と調整して実施する。</p> <p>COVID-19 の状況が改善されれば、将来、関係者全員が出席できるよう会議を開催したい。</p>
4.	<p>このプロジェクトに関連して、123/33 kV グリッド変電所によってマタルバリ、ペクア、チョコリアへの電力が供給される。</p> <p>変電所の隣接地域は、柵工事や盛土工事が進行中である。現在、地下ケーブルを介して、ウアザラに電力を供給しているが、盛土・柵工事で、地下ケーブルを破損し、一時、電力供給が止める事態があ</p>	<p>132/33 kV 変電所、送電線ルート柵工事や盛土工事が進められる中、将来は、安定した電力が供給される。</p>



バングラデシュ国マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業（フェーズ2）準備調査  
ファイナルレポート

S/No.	質問・意見等	実施機関回答
	った。しかしバングラデシュ地方電力協会が送電線を敷設することは、安定した電力が供給されることである。このプロジェクトが、変電所、送電線を介してマタルバリ、ペクア、チョコリアに安定して電力供給されることを期待する。	
5	労働者の雇用における仲介業者問題、道路状況の問題等がある。 より多くの雇用創出と道路整備、モスク建設を要求する。	企業の社会的責任（CSR）を計画する際、言及されている課題を考慮する。
6	コンピューターのトレーニングを受けた後、プロジェクトでの雇用に期待している。プロジェクトに係る作業に関連するトレーニングを提供することを要求する。	トレーニングは、雇用のためだけでなく、自立するためでもある。影響を受ける家族には、トレーニングを受けてもらう準備ができています。作業に関する資格と必要性について、トレーニングの受講者リストを利用していく。
7	プロジェクトの実施によって、生計を失ったすべての漁師への雇用機会を要求する。 コヘリア運河の生物多様性と漁業への影響に注意を払うべきである。名誉ある首相シェイク・ハシナのリーダーシップの下、Blue (Sunil) 経済イニシアチブに協力している。 登録された漁師のほとんどが、モヘシュカリの出身である。今後の会議では、モヘシュカリの Upazila Fisheries Officer を含めるよう要請する。	今後の会議には、モヘシュカリの Upazila Fisheries Officer が含める。
8	A) マタバリとドルガタの議長は、CPGCBL があらゆる支援をし、金銭を受け取ることができない残り影響世帯 4.2%にもしっかり対応を要望する。  B) 彼はコヘリア運河の掘削について知りたい。  C) アクセス道路に関連する作業の迅速な完了を求める。 住友商事は CPGCBL から 10 台の車両を借りているが、地元住民の輸送に割り当てられているのは 4 台のみである。少なくとも 6 台の車両の提供を要求する。  D) 受益者リストに漁師を含める可能性について、教えてほしい。  E) 労働者の雇用に係る仲介業者の影響に留意し、請負業者の給与と欠員情報を公開するよう要請する。  F) 仕事の種類やプロジェクトに応じた研修を行い、採用することを要請する。  G) マタルバリ超々臨界圧石炭プロジェクト（第 1 フェーズ）が、いつ運開するのか知りたい。	A) この件は、CPGCBL の管轄ではないが、問題解決に向け、あらゆる形態の支援を CPGCBL は行う。  B) コヘリア運河の掘削は、CPGCBL の管轄ではない。CPGCBL は、バングラデシュ水開発委員会にコヘリア運河の迅速な対応を要請する。  C) アクセス道路の迅速な対応は、道路・高速道路局の管轄である。道路・高速道路局は、CPGCBL に代わってアクセス道路について迅速な対応が求められている。 それ以外の問題として、請負業者には道路状態の改善や輸送について伝える。  D) プロジェクトによって影響を受ける人は、MIDI 委員会等から構成される JVT 委員会によって最終化し確定している。  E) 請負業者に、この問題を伝える。  F) トレーニングは雇用のためだけでなく、自立のためでもある。プロジェクトの影響を受ける人々にトレーニングの提供を準備している。また、研修生のリストを用意し対応する。  G) マタルバリ超々臨界圧石炭プロジェクト（第 1 フェーズ）は、COVID-19 の状況が悪化しない限り、2024 年までに発電できる。

S/No.	質問・意見等	実施機関回答
	H) CPGCBL と地元の人々の両方を受け入れるタウンシップを望む。 I) マタバリとダルガタでのアクセス道路の工事の迅速な完了を要求する。	H) タウンシップを迅速に完了させるため、コンサルタントに依頼している。 I) ---
9	A) 地元の人々は、プロジェクトへの協力し、助けてくれるでしょうが、彼らへのニーズへの対応も要求する。 B) プロジェクト実施においては、多くの労働者をマタバリ・ドルガタから雇用することを要求する。 C) 専門学校の設立と、請負業者の助けを借り、熟練した労働環境の創出を望む。 D) 港湾において 1000 人の労働を提供してくれた CPGCBL に感謝する。 E) プロジェクトの実施で得られる収入の利益分配の一部を、マタバリとダルガタの住民の生活向上に使用されることを望む。 F) プロジェクトの実施について、マタバリとダルガタがシンガポールと同じスタイルで発展することを期待する。 G) 港湾建設において、マタバリとダルガタの労働者を優先した雇用を要求する。	A) 発電所の稼働後、収益の一部は企業の社会的責任（CSR）の下、マタバリとドルガタの開発に使用する。この件については、地方自治体と連携して委員会を設置する。 B) 第2フェーズの場合、資格とスキルに基づいて地元の人々を雇用する。 C) 進行中のマタバリ超々臨界圧石炭プロジェクト（第1フェーズ）の DPP に技術学校を設立するという提案がある。承認されれば、専門学校を設立するためのアクションをする。 D-G) 港湾建設の労働者雇用は、Chattogram Port Authority（CPA）の管轄である。この件は、CPA 当局に伝える。

出典：調査団作成

### 13.9.3 フォーカスグループディスカッション (FGD)・ミックスグループディスカッション (MGD)

#### (1) 実施概要

補償を受けていない様々な職業・立場の人々の意見を引き出し、現在の社会経済的状況を把握するために、マタバリユニオンとドルガタユニオンそれぞれにおいて、スコーピング段階と影響評価段階に FGD と MGD を実施した。

グループの選択については、本地域の特性から、基本的な職業パターンとして、事業実施により直接的または間接的に生計に影響を与える職業グループとして以下のグループを選定した。

漁業者；エビ養殖関連；塩づくり関連；日雇い労働者；農業；女性と子供；CNG とリキシャの運転手（マタバリのみ）

また、マタバリ地区の浸水被害のみられる地域において 6 月に FGD を実施した。

FGD および MGD の実施日と実施場所を表 13.9-1～表 13.9-5 および図 13.9-1～図 13.9-2 に示す。

表 13.9-1 マタバリ地区における FGD と MGD（スコーピング段階）

SL	職業	開催日時	参加者数	開催地	GPS
----	----	------	------	-----	-----

Bangladesh国マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業（フェーズ2）準備調査  
 ファイナルレポート

01.1	漁師と漁業関係者	15/02/2021 11:30	16	Shirar Dail	N 21° 43' 7.9" E 91° 52' 35.7"
02.1	エビ養殖労働者とエビ養殖業者	16/02/2021 14:30	22	Bangla Bazer	N 21° 43' 5.92" E 91° 53' 2.53"
03.1	塩田労働者と塩田関連事業者	16/02/2021 11:00	16	Shirar Dail	N 21° 43' 2.6" E 91° 52' 34.4"
04.1	日雇い労働者	17/02/2021 12:30	17	Puran Bazer	N 21° 40' 7.05" E 91° 51' 45.25"
05.1	農民(農業)	19/02/2021 13:30	18	Mog Dail Bazar	N 21° 43' 7.45" E 91° 53' 4.87"
06.1	女性、子供	22/02/2021 15:00	16	Mager Dail	N 21° 43' 6.8" E 91° 53' 1.78"
07.1	CNG とオートリキシャド ライバー	01/03/2021 15:00	15	Natun Bazer	N 21° 43' 50.7" E 91° 53' 49.5"
08.1	混合グループ	02/03/2021 10:00	26	Shirar Dail	N 21° 42' 50.45" E 91° 52' 34.0"

出典：調査団作成

表 13.9-2 ドルガタ地区における FGD と MGD（スコーピング段階）

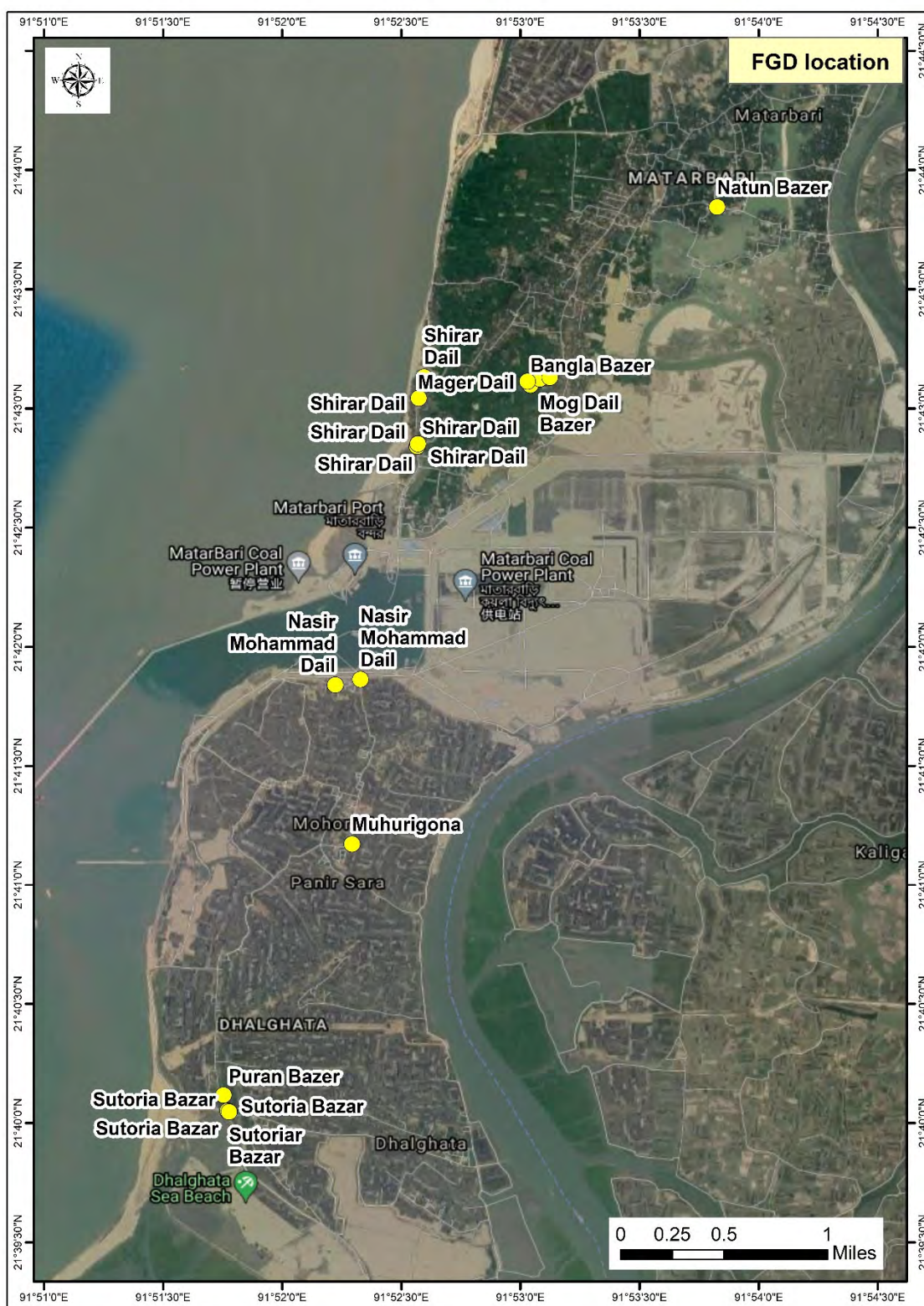
SL	職業	開催日時	参加者数	開催地	GPS
09.1	漁師と漁船操縦士	31/03/2021 10:00	17	Sutoria Bazar	N 21° 40'03.05" E 91° 51' 46.3"
10.1	漁船オーナー	31/03/2021 12:30	28	Sutoria Bazar	N 21° 40'03.05" E 91° 51' 46.3"
11.1	エビ養殖労働者	30/03/2021 14:40	06	Muhurigona	N 21° 41' 10.4" E 91° 52' 17.6"
12.1	塩田労働者と塩田ブローカー	30/03/2021 11:30	09	Nasir Mohammad Dail	N 21° 41'51.80" E 91° 52' 19.7"
13.1	日雇い労働者	02/04/2021 13:00	13	Sutoria Bazar	N 21° 40'03.05" E 91° 51' 46.3"
14.1	女性、子供	01/04/2021 11:00	13	Nasir Mohammad Dail	N 21° 41' 50.4" E 91° 52' 13.4"
15.1	混合グループ	02/04/2021 15:30	29	Sutoriar Bazar	N21° 40'02.8" E 91° 51' 46.6"

出典：調査団作成

表 13.9-3 マタバリ地区の浸水地域での FGD

SL	職業	開催日時	参加者数	開催地	GPS
16	漁船操縦士と漁師	08/06/2021 16:00	11	Shirar Dail	N 21° 42' 51.1" E 91° 52' 34.2"
17	エビ養殖場オーナー	07/06/2021 12:30	03	Shirar Dail	N 21° 42' 51.1" E 91° 52' 34.2"
18	塩田オーナー	07/06/2021 10:00	03	Shirar Dail	N 21° 42' 51.1" E 91° 52' 34.2"
19	塩田とエビ養殖場の季節労働者	07/06/2021 15:30	07	Mog Dail Bazer	N 21° 43' 07.8" E 91° 53' 07.4"
20	魚介類養殖オーナー	08/06/2021 11:00	12	Shirar Dail	N 21° 42' 51.1" E 91° 52' 34.2"
21	魚介類養殖労働者	08/06/2021 13:00	03	Shirar Dail	N 21° 42' 51.1" E 91° 52' 34.2"

出典：調査団作成



出典：調査団作成

図 13.9-1 マタバリ地区とドルガタ地区における FGD、MGD の実施場所（スコーピング段階、マタバリの浸水被害地区）

表 13.9-4 マタバリ地区における FGD と MGD（影響評価段階）

SL	職業	開催日時	参加者数	開催地	GPS
01.2	漁師と漁業関係者	01/09/2021 12:00	12	Shirar Dail	N 21° 43' 1.3" E 91° 52' 4.2"
02.2	エビ養殖労働者とエビ養殖業者	01/09/2021 16:00	17	Bangla Bazer	N 21° 43' 5.0" E 91° 53' .87"
03.2	塩田労働者と塩田関連事業者	01/09/2021 17:00	12	Bangla Bazer	N 21° 43' 5.0" E 91° 53' .87"
04.2	日雇い労働者	01/09/2021 14:00	12	Shirar Dail	N 21° 43' 1.3" E 91° 52' 4.2"
05.2	農民（農業）	01/09/2021 18:00	10	Bangla Bazer	N 21° 43' 5.0" E 91° 53' .87"
06.2	女性、子供	01/09/2021 15:00	11	Bangla Bazer	N 21° 43' 6.7" E 91° 53' 0.2"
07.2	CNG とオートリキシャド ライバー	01/09/2021 08:00	11	Natun Bazer	N 21° 43' 5.0" E 91° 53' 0.3"
08.2	混合グループ	01/09/2021 10:00	29	Shirar Dail	N 21° 43' 1.3" E 91° 52'34.2"

出典：調査団作成

表 13.9-5 ドルガタ地区における FGD と MGD（影響評価段階）

SL	職業	開催日時	参加者数	開催地	GPS
09.2	漁師と漁船操縦士	02/09/2021 11:00	17	Sutoria Bazar	N21° 40'03.9" E 91° 51' 46.4"
10.2	漁船オーナー	02/09/2021 12:30	28	Sutoria Bazar	N21° 40'03.9" E 91° 51' 46.4"
11.2	エビ養殖労働者	02/09/2021 17:00	06	Nasir Mohammad Dail	N 21° 41' 12.6" E 91° 52' 34.0"
12.2	塩田労働者と塩田ブローカー	02/09/2021 18:00	09	Nasir Mohammad Dail	N 21° 41' 12.6" E 91° 52' 34.0"
13.2	日雇い労働者	02/09/2021 14:30	13	Sutoria Bazar	N21° 40'03.9" E 91° 51' 46.4"
14.2	女性、子供	02/09/2021 16:00	13	Nasir Mohammad Dail	N 21° 41' 12.6" E 91° 52' 34.0"
15.2	混合グループ	02/09/2021 9:00	29	Sutoriar Bazar	N21° 40'03.9" E 91° 51' 46.4"

出典：調査団作成



出典：調査団作成

図 13.9-2 マタバリ地区とドルガタ地区における FGD、MGD の実施場所（影響評価段階）

(2) 意見の概要

FGD および MGD の意見概要を表 13.9-10 に示した。

表 13.9-6 マタバリ地区の FGD、MGD の意見概要（スコーピング段階）

SL	職業	意見／期待
01	漁師・漁業関係者	<p><b>意見</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 現在、2013年以前と比較して漁獲量が減少している。</li> <li>- 石炭発電プロジェクトの周辺では、海上保安庁や海軍による漁業制限が行われている。漁師はプロジェクトの周辺に漁網を置くことができない。</li> <li>- 漁師がプロジェクトのすぐ近くで漁をしていると、海上保安庁や海軍が漁網を押収することもある。</li> <li>- 漁師や船の操縦士の収入は、最近では非常に低くなっている。</li> <li>- 漁業に労働者たちは、漁獲量が少ないために苦勞している。</li> <li>- 漁船の所有者もまた、漁獲量が少ないために経済的損失を抱えている。</li> <li>- 漁師や漁船操縦士の中には、生きていくために転職をしている者もいる。</li> <li>- 漁師や漁船操縦士の中には、一時的に失業していたり、雇用が少なかったりする人もいる。</li> <li>- 漁業関連のビジネスマンの中には、その存続のためにビジネスエリアを多様化している者もいる。</li> </ul> <p><b>期待</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- プロジェクトの建設・操業期間中に仕事を得ること。</li> <li>- より多くの被災した漁師や漁業関係者を、資金援助を受けるための職業カテゴリとして組み込むこと。</li> <li>- 漁業事業者が他の事業に移行するための資金援助や無利子融資を受けること。</li> </ul>
02	エビ養殖労働者 エビ養殖業者	<p><b>意見</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 石炭発電のための土地買収により、マタバリ地区ではエビ養殖用の土地が減少している。通常、エビ生産に携わる人々は、土地の所有者から土地を借り、その労働者を使ってエビを養殖しているが、マタバリ地区ではリース料が値上がりしている。そのため、マタバリ地域ではエビ養殖コストも上昇している。</li> <li>- エビ生産労働者の日給は、市場の状況に比べて低い。</li> <li>- 数人のエビ養殖労働者はすでに職業を変えているが、彼らの大半は、この地域でかなり長い間働いており、これが彼らの持つ唯一のスキルであるため、職業を変えることは不可能であると述べている。</li> <li>- 浸水により、プロジェクト周辺地域での塩やエビの生産量が減少し、エビや塩田の労働者や関連する人々の生活に影響を与えている。</li> </ul> <p><b>期待</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- プロジェクト地域周辺の浸水問題の解決</li> <li>- プロジェクトの建設・操業期間中、優先的に仕事を得ることができる。</li> <li>- より多くの被害を受けたエビ労働者やエビ関連事業者を、資金援助を受けるための職業カテゴリとして組み込む。</li> <li>- 他のビジネスに移行することに興味を持っているエビ関連事業者に対して、資金援助や無利子ローンを提供する。</li> </ul>
03	塩田労働者 塩田関連事業者	<p><b>意見</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 塩とエビを同じ土地で生産している。乾季には塩が作られ、雨季には同じ土地でエビが養殖される。</li> <li>- 石炭発電のための土地買収により、マタバリ地区では塩の生産地が減少した。マタバリ地区ではリース料が高くなっている。そのため、マタバリ地域では塩の生産コストが上昇している。</li> <li>- 塩田労働者の日給は、市場の状況に比べて低い。</li> <li>- 何人かの塩田労働者はすでに職業を変えているが、彼らの大半は、この地域でかなり長い間働いており、これが彼らの持つ唯一のスキルであるため、職業を変えることは不可能だと述べている。</li> <li>- プロジェクトの周辺では、塩田での塩分を含んだ潮水が、塩作り期間中に十分に供給されていない。この潮水不足は、Rangakhali khal(主たる水路)での水の遮断など、プロジ</li> </ul>



バングラデシュ国マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業（フェーズ2）準備調査  
ファイナルレポート

SL	職業	意見／期待
		<p>エクトの活動によるものでもある。塩田労働者は近くの水からポンプで塩水を塩田に入れています。このため、塩の生産コストが上昇している。</p> <p><b>期待</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- プロジェクトの建設・運営期間中、優先的に仕事を得ること。</li> <li>- より多くの被災した塩田労働者やえん田ブローカーを、経済的支援を受けるための職種として組み込むこと。</li> <li>- 塩のブローカーが他のビジネスに移行するための資金援助や無利子融資を受けること。</li> </ul>
04	日雇い労働者	<p><b>意見</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 石炭発電のための土地買収により、マタバリ地区では塩の生産地が減少している。また、マタバリ地区ではリース料が引き上げられた。そのため、マタバリ地区では塩を作るコストが上昇している。</li> <li>- 塩生産の日雇い労働者の日当は、市場の状況に比べて少ない。</li> <li>- 石炭発電所の建設とマタバリ地域の社会経済的変化により、マタバリの日雇い労働者の日雇い労働者の雇用機会が増えている。</li> <li>- マタバリ地域に住む低所得者にとっては、生活が厳しい。</li> </ul> <p><b>期待</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- プロジェクトの建設・操業期間中、優先的に仕事を得られるようにしてほしい</li> <li>- 既存の補償金支給リストに、より多くの労働力を、資金援助を受けるための職業カテゴリとして組み込んでほしい。</li> </ul>
05	農民(農業)	<p><b>意見</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 農民の日給は、市場の状況に比べて低い。マタバリには多くの農民がいる。</li> <li>- いくつかの地域では浸水の問題があり、1年に1種類の作物しか生産できないため、農民は仕事ができないで困っている。</li> <li>- 浸水地域で農作物を作っても、農民は自分の土地から利益を得られない。</li> </ul> <p><b>期待</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- プロジェクトの建設・運営期間中に、優先的に仕事を得ること。</li> <li>- 既存の補償提供リストに、金銭的支援を受ける職業カテゴリとして、より多くの農民を組み込むこと。</li> <li>- 浸水問題を解決すること。</li> </ul>
06	女性、子供	<p><b>意見</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 地元の文化のため、女性は非常に保守的で、外で働くことに興味がない。女性の家計への貢献は育児を含む複数の家事責任とのバランスが取れていることによる他の家計メンバー（特に夫）は外で働くことができるということによるものである。家族の責任者の一人として、収入が少ないために家庭を運営することにストレスを感じる人が多いと述べている者もいた。</li> <li>- 子どもを学校に通わせるのが難しいと感じている女性もいる。</li> </ul> <p><b>期待</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 影響を受けた職業の親の教育支援として、就学している子どもたちに経済的な支援をしてほしい。</li> </ul>
07	CNGとオートリキシャードライバー	<p><b>意見</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 道路状況が非常に悪い。道路状況が悪いため事故が起きている。</li> <li>- オートリキシャーやCNGの維持費が高くなっている。</li> <li>- 狭い道路と悪条件のため、交通渋滞が起きている。</li> </ul> <p><b>期待</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 良好な道路状況</li> <li>- 定期的なメンテナンス</li> <li>- 浸水問題の解決</li> </ul>
08	混合グループ	<p><b>意見</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 石炭発電所プロジェクトは、社会構造に変化をもたらした。将来、さらにマタバリ地区は開発されると思うが、漁師、ボートの操縦士、塩田労働者、塩のブローカー、エビ養殖労働者、その関係者など、いくつかの職業の人たちは仕事の問題を抱えている。何人かは</li> </ul>

SL	職業	意見／期待
		<p>仕事を失い、何人かは職業を変えている。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 真に影響を受けた者であるにもかかわらず、経済的支援を受けることができないと訴える者もいる。</li> <li>- 多くの場合、新規採用はブローカーや中間業者によって管理されているため、石炭発電所で仕事を得られない人もいる。</li> <li>- マタバリでは排水と浸水が大きな問題となっている。マタバリのいくつかの地域では、雨季になると多くの家が水没する。</li> <li>- 50歳以上の高齢者が日雇い労働者としてエビ養殖や塩田耕作に従事しているが、適応力に欠け、高齢であるため、他の地域で日雇い労働者として働くことはかなり難しい。長年の従事により、彼らはエビ生産と塩栽培に慣れている。高齢の労働者グループは脆弱である。高齢労働者の中には、しばらく失業していたり、雇用機会が少なかったりする者もいる。</li> <li>- エビ生産と塩栽培の日雇い労働者として働くことは、現在の市場状況と比較して賃金が低い。</li> <li>- 石炭発電プロジェクトの建設のための大型車両の輸送のため、既存の道路が破壊されている。さらに、マタバリのメインの道路では、朝夕に大規模な交通渋滞が発生している。</li> <li>- ほとんどの水門は工事用の砂で塞がれており、マタバリのいくつかの地域では浸水の問題が発生している。</li> <li>- 浸水した地域の子どもたちは学校に行けないこともある。</li> <li>- 浸水地域の子どもたちは、さまざまな種類の水性疾患に苦しんでいる。</li> </ul> <p><b>期待</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- プロジェクトの建設・操業期間中に仕事を得るために、CPGCBL／請負業者は、地元の人々のスキルに応じて優先的に仕事を与えるようにイニシアチブを取ってほしい。</li> <li>- すべての求人広告は誰にでも広く公開されるべきであり、プロジェクトオフィスのメインゲートに掲示してほしい。</li> <li>- 補償の対象となる影響を受ける職種に関する新しい改訂版リストがほしい。</li> <li>- 間接的に影響を受ける者たちはプロジェクトから金銭的な支援や能力向上のための研修などの追加支援を期待する。</li> <li>- 向上トレーニングなど、プロジェクトからの追加支援を期待する。</li> <li>- 浸水の問題を早急に解決してほしい。</li> <li>- 道路のメンテナンスは定期的に行ってほしい。</li> </ul>

出典：調査団作成

表 13.9-7 ドルガタ地区のFGD、MGDの意見概要（スコーピング段階）

SL	職業	意見／期待
09	漁師と漁船操縦士	<p><b>意見</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 石炭火力発電所の開発が始まってから、漁師の漁獲量が減っている。</li> <li>- 漁師は、主な漁場であるプロジェクトエリアから1～2km離れた場所では漁網を張ることができない。さらに、この地域のほとんどの漁師は、海岸線から4～5キロのところまで行って小さな漁船で漁をしなければならない。この障害のために、最近では漁獲量が減っている。このことは、船主、船頭、漁師、漁業関係者に経済的な影響を与えている。</li> <li>- 漁師がプロジェクトサイトのすぐ近くで漁をしていると、沿岸警備隊や海軍が漁網を押収することもある。</li> <li>- 漁師や船の操縦士の収入は、今日では非常に低くなっている。</li> <li>- 漁師や漁船操縦士の中には、生きていくために転職をしている者もいる</li> </ul> <p><b>期待</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 影響を受けた漁師や漁業関係者を、資金援助を受けるための職業カテゴリとして組み入れること。</li> <li>- 漁業事業者が他の事業に移行するための資金援助や無利子融資を受けられるようにしてほしい</li> </ul>
10	漁船オーナー	<p><b>意見</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 漁船オーナーも、漁獲量の減少による経済的損失を抱えている。</li> <li>- 漁船オーナーの中には、ビジネスエリアを多様化して存続させている者もいる。</li> </ul>

バングラデシュ国マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業（フェーズ2）準備調査  
ファイナルレポート

SL	職業	意見／期待
		<p><b>期待</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 漁業関係者が他の事業に移行するための資金援助や無利子融資を受けること。</li> </ul>
11	エビ養殖労働者	<p><b>意見</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- エビ養殖労働者の日給は、市場の状況に比べて低い。</li> <li>- すでに転職している者もいるが、大半の労働者は、この地域で長く働いており、これが唯一のスキルであるため、職業を変えることはできないと述べている。</li> </ul> <p><b>期待</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- プロジェクトの建設・操業期間中、優先的に仕事を得ること。</li> <li>- より多くの被災したエビ労働者やエビ関連事業者を、資金援助を受けるための職業カテゴリとして組み込むこと。</li> </ul>
12	塩田労働者と塩田ブローカー	<p><b>意見</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 塩とエビを同じ土地で生産している。乾季には塩が作られ、雨季には同じ土地でエビが養殖される。</li> <li>- 石炭発電のための土地買収のため、マタバリ 地域では塩の生産地が減ってしまった。また、ドルガタ地区ではリース料が値上がりした。そのため、ドルガタ地区では塩作りコストが上昇している。</li> <li>- 石炭発電所の建設地から出る粉塵が、プロジェクト地域の近くで塩の品質を低下させることがある。</li> <li>- 塩田労働者の日給は、市場の状況に比べて低い。</li> </ul> <p><b>期待</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- プロジェクトの建設中および操業中に、優先的に仕事を得ること。</li> <li>- より多くの被害を受けた塩労働者やブローカーを、経済支援を受けるための職業カテゴリとして組み込むこと。</li> <li>- 塩のブローカーが他のビジネスに移行するための資金援助や無利子融資を受けること。</li> </ul>
13	日雇い労働者	<p><b>意見</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 塩田やエビの養殖の日雇い労働者の日給は、市場の状況に比べて低い。</li> <li>- ドルガタ地区では仕事が少ない。</li> </ul> <p><b>期待</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- プロジェクトの建設・操業期間中、優先的に仕事を得ること。</li> <li>- 既存の補償リストに、経済的支援を受けるための職業カテゴリとして、より多くの労働力を組み込むこと。</li> </ul>
14	女性、子供	<p><b>意見</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 地元の文化のため、女性は非常に保守的で、外で働くことに興味がない。女性の家計への貢献は育児を含む複数の家事責任とのバランスが取れていることによる他の家計メンバー（特に夫）は外で働くことができるということによるものである。家族の責任者の一人として、収入が少ないために家庭を運営することにストレスを感じる人が多いと述べている者もいた。</li> <li>- 子どもを学校に通わせるのが難しいと感じている女性もいる。</li> </ul> <p><b>期待</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 影響を受けた職業の親の教育支援として、就学している子どもたちに経済的な支援をしてほしい。</li> </ul>
15	混合グループ	<p><b>意見</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 一部の者から、自身の職業が影響を受けているにもかかわらず、職種としての経済的支援を受けることができないという苦情が寄せられた。影響を受けた職業のリストを改訂するよう要請した。</li> <li>- 多くの場合、新規採用はブローカーや中間業者によって管理されているため、石炭発電所で働くことができない者もいる。さらに、マタバリ地区の人たちにおいては石炭発電所内の雇用問題において高い優先順位を得ている。</li> <li>- 50歳以上の高齢者が日雇い労働者としてエビ養殖や塩作りに従事しているが、適応力に欠け、高齢であるため、他の地域で日雇い労働者として仕事を得るのは</li> </ul>

バングラデシュ国マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業（フェーズ2）準備調査  
ファイナルレポート

SL	職業	意見／期待
		<p>かなり難しい。長年の従事により、彼らはエビ養殖と塩作りには慣れている。高齢の労働者グループは脆弱である。高齢の労働者の中には、しばらく失業していたり、雇用機会が少なかったりする者もいる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- エビ養殖や塩田の日雇い労働者として働くのは、現在の市場状況に比べて賃金が低い。</li> <li>- ドルガタ地区には出入りするための道路が一本しかないため、ドルガタ地区の人々はドルガタ地区から出ようとする石炭発電プロジェクトを横断しなければならぬ。現在、ドルガタ地区の人々はプロジェクト地域を通過する際に多くの問題に直面している。不十分な車両（請負業者が提供）のサポート、特に夜間の警備員による不要な嫌がらせが原因である。</li> <li>- 漁師は、主な漁場であるプロジェクトエリアから1～2kmの範囲では、漁網を張ることができない。さらに、この地域のほとんどの漁師は、海岸線から4～5km離れたところまで行って小さな漁船を使って漁をしている。この障害のために、最近では漁獲量が減っている。このことは、漁船の所有者、漁船操縦士、漁業労働者、および漁業ビジネスに関連する人々に経済的な影響を与えている。</li> </ul> <p><b>期待</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- プロジェクトの建設・操業期間中に仕事を得るために、CPGCBL／請負業者は、地元の人々のスキルに基づいて優先的に仕事を与えるようにイニシアチブを取るべきである。</li> <li>- すべての求人広告は誰にでも公開されるべきであり、プロジェクトオフィスのメインゲートに掲示してほしい。</li> <li>- 補償の対象となる、プロジェクトの影響を受ける職種に関する新しい改訂版リストを作成してほしい。</li> <li>- 間接的に影響を受ける人たちは、資金面や能力向上のためのトレーニングなど、プロジェクトからの特別なサポートを期待している。</li> <li>- より多くの車両をプロジェクトに提供してほしい。</li> <li>- 特に夜間にプロジェクトを通過する際の警備体制による不必要な嫌がらせをなくすこと。</li> </ul>

出典：調査団作成

表 13.9-8 マタバリ地区の浸水地域の FGD の意見／期待

SL	職業	意見／期待
16	漁船操縦士と漁師	<p><b>意見</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 大型船がプロジェクトエリアに到着したため、交通状況が変化した。また、プロジェクトサイト周辺には、漁船の動きを制限する一時的な制限がある。</li> <li>- マタバリ地区とドルガタ地区周辺には水上に降りるための階段状の親水施設（Ghat）／着陸場所がない。</li> <li>- 生き残っていくための十分な仕事がない（低収入）</li> </ul> <p><b>期待</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- BIWTAのような責任部門による着陸ステーションの建設</li> <li>- 漁業のためのプロジェクトエリア周辺の漁船の自由な移動。</li> <li>- 石炭火力プロジェクトから資金援助がほしい</li> <li>- プロジェクト関わる仕事をしたい。</li> </ul>
17 & 18	塩田とエビ養殖場のオーナー	<p><b>意見</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 甘水と塩水が混ざった水が4-5ヶ月間畑に滞留し、塩作りやエビ養殖に影響を与えており、その生産が非常に困難になっている。</li> <li>- 浸水地域ではほとんどの家が浸水しており、住民の日常生活にも影響を与えている。</li> </ul> <p><b>期待</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 水を抜くための十分な水門を作ってほしい。</li> </ul>
19	塩田とエビ養殖場の季節労働者	<p><b>意見</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 仕事が少ない。</li> <li>- 生きるのが難しい。</li> <li>- 病気になることもある。</li> </ul>

SL	職業	意見／期待
		<p><b>期待</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 水を抜くのに十分な水門を作ってほしい。</li> <li>- 石炭発電プロジェクトから資金援助がほしい。</li> <li>- プロジェクトに関わる仕事をしたい。</li> </ul>
20	魚介類養殖オーナー	<p><b>意見</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 甘水と塩分を含んだ水が混ざり合い、4～5ヶ月間畑に滞留するめ、魚介類の生産に影響が出ている。</li> <li>- 多くの場合、魚は病気にかかっており、経済的に大きなダメージを受けている。</li> <li>- 魚の生産量が減少している。</li> <li>- 浸水地域ではほとんどの家屋が浸水し、日常生活に支障をきたしている。</li> </ul> <p><b>期待</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 水を抜くのに十分な水門を作ってほしい</li> <li>- 石炭発電プロジェクトからの資金援助を受けたい。</li> </ul>
21	魚介類養殖労働者	<p><b>意見</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 多くの場合、魚は病気にかかっており、経済的に大きなダメージを受けているため、労働者の仕事の安定性が損なわれている。</li> <li>- 魚の生産量が減れば、その分報酬も減る。</li> <li>- 浸水地域ではほとんどの家が浸水し、日常生活に支障をきたしている。</li> <li>- 労働者は皆、様々な種類の皮膚病に苦しんでいる。</li> </ul> <p><b>期待</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 水を抜くのに十分な水門を作ってほしい。</li> <li>- 石炭発電プロジェクトからの資金援助を受けたい。</li> <li>- プロジェクトから仕事をしたい。</li> </ul>

出典：調査団作成

表 13.9-9 マタバリ地区の FGD、MGD の意見概要（影響評価段階）

SL	職業	意見／期待
01	漁師と漁業事業者	<p><b>意見</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 漁師はプロジェクト開始前の方が現在よりもっと多くの漁獲量があった</li> <li>- 安全上の制約から、漁師はプロジェクトエリアの近くに漁網を置くことができない。さらに、時には漁網が沿岸警備隊や海軍の監視により押収されることもある。</li> <li>- 漁獲量の減少により、漁師や船頭は生活のための十分な収入を得られない。</li> <li>- 漁船の船主は、漁獲量が少ないために事業運営に苦勞しており、漁業関連の事業者は、事業範囲を多角化している。</li> </ul> <p><b>期待</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- フェーズ2（3号機、4号機）の建設・操業時に、スキルに応じて優先的に仕事をしたい。</li> <li>- より多くのプロジェクトにより影響を受けた漁師や漁業関係者を、資金援助を受けるための職業カテゴリとして組み込むこと。</li> </ul>
02	エビ養殖労働者とエビ養殖業者	<p><b>意見</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- エビ養殖に携わる労働者の日給は、労働市場の状況に比べて低い。</li> <li>- プロジェクト周辺の複数の地域では、湛水により塩やエビの生産が妨げられ、エビ養殖や塩の生産に関わる労働者や関連する人々の生活にストレスを与えている。</li> <li>- マタバリ地区では、土地の賃貸料の上昇により、エビ養殖の生産コストが上昇している。</li> </ul> <p><b>期待</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- プロジェクトエリア付近の浸水問題を早急に解決してほしい。</li> <li>- フェーズ2の建設・操業期間中に、優先的にプロジェクトに関わる仕事・雇用・ビジネス機会を得たい。</li> <li>- 資金援助を受ける職種として、より多くのプロジェクトにより影響を受けたエビ養殖の労働者やエビ関連事業従事者を組み入れるようリストを改訂してほしい。</li> </ul>

バングラデシュ国マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業（フェーズ2）準備調査  
ファイナルレポート

SL	職業	意見／期待
03	塩田労働者と塩田 関連事業者	<p><b>意見</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 塩作りとエビ養殖を同じ土地で行っている。乾季には塩が作られ、雨季には同じ土地でエビが養殖される。</li> <li>- マタバリ地区では、土地の賃貸料が高く、塩の生産コストに影響するため、塩田での塩の生産コストも上昇している。</li> <li>- 塩田労働者としての労働市場の状況に比して低賃金である。</li> <li>- 塩田の労働者の中には、すでに転職している者がいるが、大半の労働者は、この地域でかなり長期間この仕事で働いており、これが唯一のスキルであるため、職業を変えることはできないと述べている。</li> </ul> <p><b>期待</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- プロジェクトの建設・操業期間中に、優先的に仕事を得られるようにしてほしい。</li> <li>- プロジェクトにより影響を受けたより多くの塩田の塩生産労働者やブローカーを、資金援助を受けるための職業カテゴリとして組み込んでほしい。</li> </ul>
04	日雇い労働者	<p><b>意見</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 塩田での塩生産やエビ養殖の日雇い労働者として毎日働いても、賃金が低くて大した稼ぎにならない。</li> <li>- 石炭発電所の建設とマタバリ地区の社会経済的变化により、マタバリ地区の日雇い労働者の就労の機会が増加している。</li> </ul> <p><b>期待</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- フェーズ2の建設期間中、優先的にプロジェクトサイトで現地労働者として働くことができるようにしてほしい。</li> <li>- 既存の補償提供リストに、より多くの日雇い労働者を、資金援助を受けるための職業カテゴリとして組み込んでほしい。</li> </ul>
05	農民（農業）	<p><b>意見</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- フェーズ2の建設期間中、優先的にプロジェクトサイトで現地労働者として働くことができるようにしてほしい。</li> <li>- 既存の補償提供リストに、より多くの日雇い労働者を、資金援助を受けるための職業カテゴリとして組み込んでほしい。</li> </ul> <p><b>期待</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 優先的にフェーズ2の建設の仕事を得られるようにしてほしい。</li> <li>- 既存の補償提供リストに、より多くの農家を、資金援助を受けるための職業カテゴリとして組み込んでほしい。</li> <li>- 遮断された水門は、一刻も早く開門して問題を解消してほしい。</li> </ul>
06	女性、子供	<p><b>意見</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 女性は家事を担うことで家庭を支えており、外での仕事には従事していない。収入源が単一であるため、経済的なストレスを感じることが多い。</li> </ul> <p><b>期待</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 石炭発電会社からの何らかの資金援助を期待している。</li> </ul>
07	CNG とオートリ キシャドライバー	<p><b>意見</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 道路状況が悪いため、事故が発生している。</li> <li>- 狭い道路と道路状況の悪さのため、交通渋滞が起きている。</li> </ul> <p><b>期待</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 良好な道路状況</li> <li>- 石炭火力発電所による定期的な道路のメンテナンスをしてほしい。</li> <li>- 浸水の問題を解決してほしい。</li> </ul>
08	混合グループ	<p><b>意見</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 漁師、漁船の船頭、塩田労働者、塩のブローカー、エビ養殖労働者、エビ養殖関係者などの職業についている者たちは、仕事上の問題を抱えている。進行中のプロジェクトのために、職を奪われている者もいる。</li> <li>- 本プロジェクトによる事実上の被害者であるにもかかわらず、経済的支援を受けられないと訴える者もいる。</li> </ul>

SL	職業	意見／期待
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 多くの場合、新規採用はブローカーや仲買人によって管理されているため、石炭火力発電所で仕事を得られない者もいる。</li> <li>- マタバリ地区の一部では、雨季になると排水網や水門が遮断、多くの家屋が浸水する。</li> <li>- エビ養殖や塩田での塩生産などの日常的な労働に対しては、現在の労働市場の状況と比較して低賃金である。</li> <li>- 石炭火力発電プロジェクトの建設のための大型車両による輸送のため、既存の道路が破壊されている。さらに、マタバリ地区への入口となる幹線道路では、朝夕に大規模な交通渋滞が発生しています。</li> <li>- ほとんどの水門は建設中の砂で塞がれており、マタバリ地区のいくつかの地域では浸水の問題を引き起こしている。</li> <li>- 浸水地域にある学校の子供たちの数は限られている。</li> <li>- 子どもたちは、さまざまな種類の水因性疾患の影響を受けている。</li> </ul> <p><b>期待</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- フェーズ2の建設作業中やプラントの操業期間中、スキルや教育に応じて優先的に仕事を受けることができるようにしてほしい。</li> <li>- 補償を受けられるように、影響を受ける職業カテゴリに関する改訂リストを改訂してほしい。</li> <li>- プロジェクトにより影響を受けた職業に属するより多くの人たちに、現在の労働市場の需要に応じた能力向上トレーニングを提供してほしい。</li> <li>- 求人広告はプロジェクトオフィスの正門に掲示し、すべての地元住民に公開すべきである。</li> <li>- 浸水の問題は、石炭火力発電所によって早急に解決してほしい</li> <li>- 定期的な道路メンテナンスと道路排水施設の改善をすべきである。</li> </ul>

出典：調査団作成

表 13.9-10 ドルガタ地区のFGD、MGDの意見概要（影響評価段階）

SL	職業	意見／期待
09	漁師と漁船操縦士	<p><b>意見</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 漁師がプロジェクトサイトの近くで漁をすると、海上保安庁や海軍から嫌がらせを受けることがある。</li> </ul> <p><b>期待</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 漁場が減少しているため、プロジェクトエリア周辺の漁師による魚の漁獲量は減少している。</li> <li>- 現在、漁師や漁船の船頭の収入は非常に低い。</li> </ul>
10	漁船オーナー	<p><b>意見</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 十分な漁獲量がないため、漁船の船主の投資が脅かされている。</li> <li>- 漁船の船主の中には、その存続のために事業分野の多角化を図っている人もいるが、それは容易なことではない。</li> </ul> <p><b>期待</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 他の事業に移行したり、あるいはこのまま漁業関連のビジネスを継続したりするために、漁船の船主はいくつかの資金援助や無利子融資を受けられるようにしてほしい。</li> </ul>
11	エビ養殖労働者	<p><b>意見</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- エビ養殖の労働者の中には、すでに転職をしている者もいるが、大半の者は、他のスキルを持ち合わせていないために職業を変えることはできないと述べている。</li> </ul> <p><b>期待</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- フェーズ2の工事で、優先的に仕事をしたい</li> <li>- より多くのプロジェクトにより影響を受けたエビ養殖労働者やエビ養殖関連企業の人々を資金援助プログラムの対象としてほしい。</li> </ul>
12	塩田労働者と塩田ブローカー	<p><b>意見</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 石炭発電のための土地買収により、マタバリ地区では塩の生産地が減少した。ドルガタ地区でも同じく塩田の賃貸料が上昇したため、塩の生産コストが上昇してい</li> </ul>

SL	職業	意見／期待
		<p>る。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 石炭火力発電所の建設地から出る粉塵が、プロジェクトエリア周辺の塩分濃度を低下させる可能性がある。</li> </ul> <p><b>期待</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- フェーズ2の建設工事で優先的に仕事を得られるようにしてほしい。</li> <li>- フェーズ2の建設作業やプロジェクト操業において、小規模な事業供給や事業の優先権を得たい。</li> <li>- プロジェクトの影響を受けた職業リストを修正し、影響を受けた塩田労働者や塩ブローカーを追加して財政支援を行う。</li> </ul>
13	日雇い労働者	<p><b>意見</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- エビ養殖や塩田の塩生産労働者の日雇い労働者の賃金が低いのは、塩とエビ養殖事業の収益性が低いからである。</li> </ul> <p><b>期待</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 優先的にフェーズ2の建設の仕事を得られるようにしてほしい。</li> <li>- より多くの日雇い労働者にも財政支援プログラムの恩恵を受けられるようにしてほしい。</li> </ul>
14	女性、子供	<p><b>意見:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 経済的に厳しいため、子供を学校に通わせることが困難な場合もある。</li> </ul> <p><b>期待</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- プロジェクトにより影響を受けた職業の両親に対する教育支援として、就学する子どもたちに経済的な支援を行ってほしい。</li> </ul>
15	混合グループ	<p><b>意見:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 自分自身の職業がプロジェクトの影響を受けているにもかかわらず、職業カテゴリとしての経済的支援を受けることができないと訴えている者もいる。こうした者たちは、影響を受ける職業の人たちのリストを改訂するよう要求している。</li> <li>- マタバリ地区の住民は第1フェーズの建設工事でより多くの雇用を得ており、さらに新規採用はブローカーや中間業者によって管理されていると不満を述べる者もいた。</li> <li>- エビ養殖の労働者と塩田の塩生産の労働者の日給は、他の仕事に比べて最も少ない。</li> <li>- ドルガタ地区には出入りするための道が一本しかないため、ドルガタ地区の住民は、ドルガタ地区から外に出る際、石炭発電プロジェクトサイトを横断しなければならない。現在、ドルガタ地区の住民は、（請負業者が提供する）不十分なサイト通過のためのより多くの車両に関する支援、特に夜間の警備員による不要な嫌がらせのために、プロジェクトを通過する際に多くの問題に直面している。</li> </ul> <p><b>期待</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 自分のスキルに応じて、優先的に仕事や小規模事業をできるようにしてほしい。</li> <li>- すべての求人広告はすべての人に公開されるべきであり、それは共通のアクセス場所であるプロジェクトサイトに掲載してほしい。</li> <li>- 補償を受けられるように、影響を受ける職種に関する新しい改訂リストを作成してほしい。</li> <li>- 労働市場の需要に応じてトレーニングを受けられるようにしてほしい。</li> <li>- プロジェクトを通過しなければ、ドルガタ地区の外に出られないので、その通過のためにもっと多くの車両を提供してほしい。</li> <li>- 特に夜間にプロジェクトを通過する際、警備員による不要な嫌がらせをなくしてほしい。</li> </ul>

出典：調査団作成



### 13.10 環境等に係る許認可取得スケジュールの検討（添付資料 13.10）

次表に環境等に係る許認可取得スケジュールを整理した。

表 13.10-1 許認可取得スケジュール

Step	Action	Responsibility	Timing	Remark
1	Decision of “Exception from IEE (Initial Environmental Examination) and Approval of Terms of Reference (TOR) for Environmental Impact Assessment (EIA)”	DOE→ CPGCBL	17 January, 2017	DOE/Clearance /5709/2017-45 (please see Appendix)
2	Decision of “Approval of Terms of Reference (TOR) for Environmental Impact Assessment (EIA)”	DOE→ CPGCBL	28 February, 2021	DOE/Clearance /5709/2017-49 (please see Appendix)
3	Submission of “EIA report about the development of Units 3/4”	CPGCBL→ DOE	August, 2021	
4	The evaluation for EIA report	DOE	From September to November, 2021	
5	Target date of EIA Approval	DOE→ CPGCBL	November, 2021	

出典：調査団作成

### 13.11 その他

#### 13.11.1 チェックリスト

JICA 環境ガイドラインの環境チェックリストは、チェック項目、評価（Yes/No）、環境社会配慮の確認（Yes/No の理由、根拠、緩和策等）の確認で構成されている。本プロジェクトの発電所の環境チェックリストは、表 13.11-1 に示すとおりである。

表 13.11-1 環境チェックリスト（火力発電）

Category	Environmental Item	Main Check Items	Yes: Y No: N	Confirmation of Environmental Considerations (Reasons, Mitigation Measures)
1 Permits and Explanation	(1) EIA and Environmental Permits	(a) Have EIA reports already been officially prepared? (b) Have EIA reports been approved by authorities of the host country's government? (c)-1 Have EIA reports been unconditionally approved? (c)-2 If conditions are imposed on the approval of EIA reports, are the conditions satisfied? (d) In addition to the above approvals, have other required environmental permits been obtained from the appropriate regulatory authorities of the host country's government?	(a) Y  (b) (c) N  (d) N	(a) - Draft EIA reports have been prepared for CPGCBL by the JICA Study Team.  (b)(c) - CPGCBL has officially submitted the EIA report to the Department of Environment of Bangladesh, and the EIA report has not yet been approved by the Bangladesh DOE.  (d) - Required environmental permits other than the EIA reports have not been requested from the appropriate regulatory authorities of Bangladesh.
	(2) Explanation to the Local Stakeholders	(a)-1 Have contents of the project and the potential impacts been adequately explained to the local stakeholders based on appropriate procedures, including information disclosure? (a)-2 Has approval been obtained from the local stakeholders? (b) Have comments from the stakeholders (such as local residents) been reflected to the project design?	(a) Y  (b) Y	(a) [Stakeholder Meeting for the scoping stage] - CPGCBL has held stakeholder meetings (SHM) with the support of the JICA Study Team and SGS. SHM for the scoping stage of the Feasibility Study was held at Bijay Hall in Dhaka on February 27, 2021. And second SHM was held on June 7, 2021 at Matarbari Site Office, CPGCBL. Local government officers, community leaders, NGO and local affected residents, etc were joined in SHMs. Notification was conducted through online from CPGCBL' website or distributing the invitation letter, or informing to the related persons through union chairmen. At the meeting, power-point presentation with full explanation of the project was given to the participants in their local language, to allow the audience to fully understand the project and to contribute valuable comments. However, since two SHM were held under Covid-19 crisis, CPGCBL with cooperation of JICA survey team and SGS held group focus meeting and mixed group meetings in Matarbari and Dhalghata and also collected opinions from villagers. [Stakeholder Meeting for explanation of EIA] - CPGCBL has held stakeholder meetings (SHM) with the support of the JICA Study Team and SGS. SHM for explanation of EIA of the Feasibility Study was held on August 31, 2021 by Online and at Matarbari Site Office, CPGCBL. Local government officers, community leaders, NGO and local affected residents, etc

Category	Environmental Item	Main Check Items	Yes: Y No: N	Confirmation of Environmental Considerations (Reasons, Mitigation Measures)
				<p>were joined in SHMs.</p> <p>Notification was conducted through online from CPGCBL' website or distributing the invitation letter, or informing to the related persons through union chairmen.</p> <p>At the meeting, power-point presentation with full explanation of the project was given to the participants in their local language, to allow the audience to fully understand the project and to contribute valuable comments.</p> <p>(b)</p> <p>- Regarding the comments from the stakeholders, CPGCBL and JICA Survey team shall consider and will reflect about necessary pointing out opinions in future plan and the project design.</p>
	(3) Examination of Alternatives	(a) Have alternative plans of the project been examined with social and environmental considerations?	(a) Y	<p>(a)</p> <p>- Alternative plans of the project were examined in regard to zero option and renewable power and other fuel for the power plant site.</p> <p>Environmental and social issues were adequately taken into account in considering the alternative plans of the project.</p>
2 Pollution Control	(1) Air Quality	<p>(a)-1 Do air pollutants, such as sulfur oxides (SOx), nitrogen oxides (NOx), and soot and dust emitted by the power plant operations comply with the country's emission standards?</p> <p>(a)-2 Is there a possibility that air pollutants emitted from the project will cause areas that do not comply with the country's ambient air quality standards?</p> <p>(a)-3 Are any mitigating measures taken?</p> <p>(b)-1 In the case of coal-fired power plants, is there a possibility that fugitive dust from the coal piles, coal handling facilities, and dust from the coal ash disposal sites will cause air pollution?</p> <p>(b)-2 Are adequate measures taken to prevent air pollution?</p>	<p>(a)-1 Y</p> <p>(a)-2 N</p> <p>(a)-3 Y</p> <p>(b)-1 Y</p> <p>(b)-2 Y</p>	<p>(a)-1,2,3</p> <p>- SOx, NOx and Particle Matter will be generated by the operation of the power plant. A flue gas desulphurization system using lime, an electrostatic precipitator, and low-NOx burning method and SCR (Selective Catalytic Reduction) for removal of NOx will be used during this project, and exhaust concentrations will be kept below Bangladesh's emission standards and the spirit of IFC/WB EHS Guidelines.</p> <p>(b)-1 Y</p> <p>- Using AERMOD (US EPA diffusion model) etc., prediction of annual averages, a 24-hour and 1-hour value was calculated according to the time scale in conformity with the environmental standards of Bangladesh and the IFC/WB EHS Guidelines. As results, air pollutants emitted from the project will comply with Bangladesh's ambient air quality standards.</p> <p>(b)-1</p> <p>- Coal handling and storage activities and ash handling disposal activities will result in the dispersion of dust particulates due to wind gusts. When wind speed exceeds about 6m/s, dust on the ground may be lifted up.</p> <p>(b)-2</p> <p>- However, the occurrence ratio of wind speed exceeding 6m/s around the project site is very low. And coal storage yard and transportation of coal will be installed on the</p>

Category	Environmental Item	Main Check Items	Yes: Y No: N	Confirmation of Environmental Considerations (Reasons, Mitigation Measures)
				conveyor not to touch ambient air, and coal storage and ash pond will be kept wet on the surface.
	(2) Water Quality	(a)-1 Do effluents including thermal effluents from the power plant comply with the country's effluent standards? (a)-2 Is there a possibility that effluents from the project will cause areas that do not comply with the country's ambient water quality standards or cause any significant temperature rise in the receiving waters? (b) In the case of coal-fired power plants, do leachates from the coal piles and coal ash disposal sites comply with the country's effluent standards? (c) Are adequate measures taken to prevent contamination of surface water, soil, groundwater, and seawater by the effluents?	(a)-1 Y (a)-2 N (b) Y (c) Y	(a)-1,2 - The temperature of thermal effluent will be discharged within $\Delta T$ 7°C compared to the water temperature of the intake water and will be less than 40°C. Therefore the temperature of the thermal effluent is within the discharge water regulation (40°C). - Simulation of thermal effluent diffusion was conducted under the operation all of units (from No.1 until No.4). Since the discharge point is located near sea bottom, water temperature will rise more than 3 °C will be occurred in the mixing zone by sea and thermal effluent. However, this zone will be limited within about 200m radius. And Regarding surface layer of sea, water temperature raised about 1 °C will be predicted to be occurred about 1.5km to north and south along coast as matching sea current movement. Regarding in the mixing zone, aquatic biota may be affected due to raised water temperature. But regarding thermal effluent diffused at the surface layer, Nekton can avoid the sea area if it exceeds a suitable water temperature, therefore impact to Nekton is limited. Since thermal effluent is diffused in surface layer except in mixing zone, impact to flora such as seaweed is limited. - Wastewater from each facility will be collected in wastewater treatment system. The wastewater treatment system, which will consist of neutralization, coagulating sedimentation, and a filtration and oil separator, will manage and treat wastewater appropriately to comply with water quality in accordance with Bangladesh regulations and IFC/WB EHS Guidelines. Therefore, the impact on water quality is considered to be insignificant because the impact intensity is low and the coverage area is limited. (b), (c) - Leakage from the bottom of the ash pond will be prevented using an impermeable layer, such as high density polyethylene (HDPE) sheet or silt layer. - Wastewater will be managed and treated appropriately by neutralization and sedimentation to comply with water quality in accordance with Bangladesh regulations and IFC/WB EHS guidelines. - Heavy metal ingredients contained in the coal ash and wastewater from the ash disposal site will be monitored and analyzed as a precaution.
	(3) Wastes	(a) Are wastes, (such as waste oils, and waste chemical agents), coal ash, and by-product	(a) Y	- To separate waste collection, recycling and reuse of waste will be promoted and non-recyclable waste will be disposed at appropriate sites, according to the related

Category	Environmental Item	Main Check Items	Yes: Y No: N	Confirmation of Environmental Considerations (Reasons, Mitigation Measures)
		gypsum from flue gas desulfurization generated by the power plant operations properly treated and disposed of in accordance with the country's regulations?		regulations. - Hazardous waste will be treated under the related regulations. - Fly ash and bottom ash are not categorized as hazardous materials by Bangladesh regulations. Ash disposal pond including Units 1/2 has prepared in the project site. CPGCBL considers to recycle/reuse fly ash and bottom ash for construction materials such as cement, aggregate and so on in future. Gypsum generated from desulphurization facility will also be recycled.
	(4) Noise and Vibration	(a) Do noise and vibrations comply with the country's standards?	(a) Y	<Noise> - According to the result of simulation, the predicted noise level generated by power plant operation is 14~48dB(A)dB (A) at the boundary of the project site and 26~38 dB (A) at the nearest residence. The predicted noise levels satisfy noise level standards for Bangladesh. In addition, as mitigation measures, equipment maintenance will be conducted and low noise equipment and adequate enclosures will be installed. <Vibration> - Since vibration is expected to be caused by plant operation, maintenance of equipment will be conducted.
	(5) Subsidence	(a) In the case of extraction of a large volume of groundwater, is there a possibility that the extraction of groundwater will cause subsidence?	(a) N	(a) - Ground water will not be used during the operation phase.
	(6) Odor	(a)-1 Are there any odor? (a)-2 Are adequate odor control measures taken?	(a) Y	(a) - In case domestic waste from the workers' camp is not appropriately treated, foul odors may start emanating from rotten waste. Workers shall separate and collect garbage, and illegal waste disposal will be prohibited. Appropriate disposal of waste and sewage treatment equipment for human waste (septic tank) will be installed. - Since ammonia is used in the denitration equipment, the storage of ammonia shall be adequately carried out.
3 Natural Environment	(1) Protected Areas	(a)-1 Is the project site located in protected areas designated by the country's laws or international treaties and conventions? (a)-2 Is there a possibility that the project will affect the protected areas?	(a)-1 N (a)-2 N	(a) - The project site is not located in any protected areas. - Sonadia ECA, which has been designated as Ecological Critical Area pursuant to the Environmental Protection Law of Bangladesh, is located 17km south of the proposed project site. - Air quality, water quality and noise levels during both construction and operation phases will meet environmental standards, and the impacts will not reach Sonadia ECA.

Category	Environmental Item	Main Check Items	Yes: Y No: N	Confirmation of Environmental Considerations (Reasons, Mitigation Measures)
				Construction of Phase I (project site of Phase II is next to that of Phase I) and its environmental management/monitoring activities have been implemented already. Based on its monitoring results, it is found that the regional environment around the project site (Sonadia ECA included) is well managed and no severe negative impact of Phase I construction is observed, yet.
	(2) Ecosystem	<p>(a) Does the project site encompass primeval forests, tropical rain forests, ecologically valuable habitats (e.g., coral reefs, mangroves, or tidal flats)?</p> <p>(b) Does the project site encompass the protected habitats of endangered species designated by the country's laws or international treaties and conventions?</p> <p>(c) If significant ecological impacts are anticipated, are adequate protection measures taken to reduce the impacts on the ecosystem?</p> <p>(d)-1 Is there a possibility that the amount of water (e.g., surface water, groundwater) used by the project will adversely affect aquatic environments, such as rivers?</p> <p>(d)-2 Are adequate measures taken to reduce the impacts on aquatic environments, such as aquatic organisms?</p> <p>(e) Is there a possibility that discharge of thermal effluents, intake of a large volume of cooling water or discharge of leachates will adversely affect the ecosystem of surrounding water areas?</p>	<p>(a) N</p> <p>(b) Y</p> <p>(c) Y</p> <p>(d)-1 N</p> <p>(d)-2 Y</p> <p>(e) N</p>	<p>(a)</p> <p>- The project site is already reclaimed land. Its surrounding area consists of land used for salt farms and other purposes, with no primeval forests or tropical rain forests. A sandy beach is located in front of the proposed project site. There are several mangrove vegetation and tidal flats along Kohelia Channel near the project site.</p> <p>(b)</p> <p>- It is highly likely that four species of IUCN precious sea turtles spawn on the sea coast, and a detailed survey and management/monitoring should be continued while establishing integrity with those of Phase I. As mentioned above, construction of Phase I has been already started, it is noted that footprints of Fishing Cat (<i>Prionailurus Viverrinus</i>), Nationally Endangered species as well as Globally Endangered (IUCN Bangladesh 2015a), was found in the mangroves of Kohelia Channel near the project site within the dry-season ecosystem survey of Phase II feasibility study.</p> <p>- For the purpose of protecting the Spoon billed Sandpiper, construction workers will be instructed to strictly comply with hunting and capturing restrictions as prescribed by law. Light and noise of nighttime construction may have adverse effects on the sea turtles.</p> <p>(c)</p> <p>- Night construction activity in the spawning season should be avoided as much as possible, and should be conducted under minimum light.</p> <p>- Lighting color that does not affect spawning (e.g., red or yellow) will be selected.</p> <p>- Low-noise equipment shall also be installed.</p> <p>- The careful monitoring of spawning status as well as nearby mangrove vegetation is necessary.</p> <p>As mentioned above, several footprints of Fishing Cat (<i>Prionailurus Viverrinus</i>), Nationally Endangered species as well as Globally Endangered, was found in the mangroves of Kohelia Channel near the project site within the dry-season ecosystem survey of the feasibility study of Phase II. This may mean that relevant environmental management activities (on-going) of Phase I works well so far.</p>

Category	Environmental Item	Main Check Items	Yes: Y No: N	Confirmation of Environmental Considerations (Reasons, Mitigation Measures)
				(d) - This project does not intake surface water or ground water. (e) - The water intake and discharge of cooling water used in the power plant will be carried out at a flow rate much lower than the current in the surrounding ocean, and the water flow in the surrounding sea will not be affected. - In addition, smaller fish in the sea area have sufficient swimming ability in comparison to the flow rate of water intake, and they are not likely to be affected as a consequence. - The diffusion area of thermal effluents with increased temperature of 2 °C or higher is limited to a certain surface layer and fish can easily bypass the area.
4 Social Environment	(1) Resettlement	(a)-1 Is involuntary resettlement caused by project implementation? (a)-2 If involuntary resettlement occurs, will efforts made to minimize the impacts caused by the resettlement? (b) Is adequate explanation on compensation and resettlement assistance given to the affected people prior to resettlement? (c) Is the resettlement plan, including compensation with full replacement costs, restoration of livelihoods and living standards developed based on socioeconomic studies on resettlement? (d) Will compensation be paid prior to the resettlement? (e) Are the compensation guidelines set forth in the document? (f) Does the resettlement plan pay particular attention to vulnerable groups or people, including women, children, the elderly, people below the poverty line, ethnic minorities, and indigenous peoples? (g) Are agreements with the affected people obtained prior to resettlement?	(a)-1 N  (b) N/A  (c) N/A  (d) N/A (e) N/A (f) N/A  (g) N/A	Land acquisition is not required in this phase.

Category	Environmental Item	Main Check Items	Yes: Y No: N	Confirmation of Environmental Considerations (Reasons, Mitigation Measures)
		(h)-1 Is the organizational framework established to properly implement resettlement? (h)-2 Are the capacity and budget secured to implement the plan? (i) Are any plans developed to monitor the impacts of resettlement? (j) Will a grievance redress mechanism be set up?	(h)-1 N/A (h)-2 N/A (i) N/A (j) N/A	
	(2) Living and Livelihood	(a)-1 Is there a possibility that the project will adversely affect the living conditions of the inhabitants?  (a)-2 Are adequate measures being considered to reduce the impacts, if necessary?  (b)-1 Is sufficient infrastructure (e.g., hospitals, schools, and roads) available for the project's implementation? (b)-2 If the existing infrastructure is insufficient, have any plans been developed to construct new infrastructure or improve the existing infrastructure? (c) Is there a possibility that large vehicle traffic for transportation of materials, such as raw materials and products, will impact traffic in the surrounding areas, impede the movement of inhabitants, and any cause risks to pedestrians? (d)-1 Is there a possibility that diseases, including infectious diseases, such as HIV, being transmitted due to the immigration of workers associated with the project? (d)-2 Are adequate considerations given to public health, if necessary?	(a)-1 Y  (a)-2 Y  (b)-1 Y  (b)-2 N/Y  (c) N/Y  (d)-1 Y  (d)-2 Y	(a)-1 - Increase of road traffic will affect transportation business, and degradation of road condition will affect transportation business as well. - Increase of marine traffic will affect fisheries and coastal transportation business. (a)-2 - Shared minivans for commuting are provided, and time-shift commuting is recommended to reduce traffic. - The proponent has been cooptated in the repairment of roads. (b)-1 - There are sufficient infrastructure, mosques, hospitals and schools available for project implementation, in addition, the proponent assists renovation of schools and mosques. (b)-2 - Although the infrastructure is sufficient above mentioned, the proponent is planning to establish a township with condominium, mosque, school, stadium, market and so on, next to the power plant for the purpose of promotion of local socio-economic conditions. (c) - Initially, all materials and products will be transported by ships and directly unloaded at the port next to the power plant. - After completion of high-grade access road to the site, some materials and products will be transported through the road. (d)-1 - As a part of risk management, the possibility that diseases, including infectious diseases is precautionsed. (d)-2 - Training programs aiming to protect public health and working health for mangers and



Category	Environmental Item	Main Check Items	Yes: Y No: N	Confirmation of Environmental Considerations (Reasons, Mitigation Measures)
		(e) Is there a possibility that the amount of water used (e.g., surface water, groundwater) and the discharge of thermal effluents by the project will adversely affect existing water uses and uses of water areas (especially fishery)?	(e) N/Y	workers are planned and implemented regularly. (e) - Any surface water or groundwater is not used for the project. - Fresh water for domestic use is transported from outside and stored in tanks, and fresh water for plant is produced by desalination plant. - It is predicted that the seawater temperature rising is within 1 degree Celsius, and dispersion area is restricted in narrow area near the effluent. - Accordingly, no adverse affect on environment and users of water area, such as fisherman or salt firm is predicted.
	(3) Heritage	(a)-1 Is there a possibility that the project will damage the local archeological, historical, cultural, and religious heritage of the area? (a)-2 Are adequate measures being considered to protect these sites in accordance with the country's laws?	(a)-1 N  (a)-2 N/A	(a)-1 There is no local archeological, historical, cultural, and religious heritage within 15 kilometer radius from the project site.
	(4) Landscape	(a)-1 Is there a possibility that the project will adversely affect the local landscape? (a)-2 Are necessary measures taken?	(a)-1 N  (a)-2 N/A	(a)-1 There is no local scenery landscape within 15 kilometer radius from the project site.
	(5) Ethnic Minorities and Indigenous Peoples	(a) Are considerations given to reduce impacts on the culture and lifestyle of ethnic minorities and indigenous peoples? (b) Are all of the rights of ethnic minorities and indigenous peoples in relation to land and resources respected?	(a) N  (b) N/A	(a) There are no ethnic minorities and indigenous peoples.
	(6) Working Conditions	(a) Is the project proponent not violating any laws and ordinances associated with the working conditions of the country which the project proponent should observe in the project? (b) Are tangible safety considerations in place for individuals involved in the project, such as the installation of safety equipment which prevents industrial accidents, and management of hazardous materials?	(a) Y  (b) Y	(a) Project proponent complies all laws and ordinances associated working conditions of the government of Bangladesh.  (b) - All workers in the site are provided PPEs (Personal Protection Equipment). - Hazardous materials are adequately managed within locked warehouses or shelves, and hazardous wastes are stored in the managed, and transported and treated by the registered waste treatment company.

Category	Environmental Item	Main Check Items	Yes: Y No: N	Confirmation of Environmental Considerations (Reasons, Mitigation Measures)
		<p>(c) Are intangible measures being planned and implemented for individuals involved in the project, such as the establishment of a safety and health program, and safety training (including traffic safety and public health) for workers etc.?</p> <p>(d) Are appropriate measures taken to ensure that security guards involved in the project do not violate the safety of other individuals involved, or local residents?</p>	<p>(c) Y</p> <p>(d) Y</p>	<p>(c)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Environment, health and safety management system is established, and training programs for each level of staff, such as managers, workers are planned and implemented.</li> </ul> <p>(d)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- The restricted requirement for security guard employment is defined, and specific training program is provided.</li> </ul>
5 Others	(1) Impacts during Construction	<p>(a) Are adequate measures considered to reduce adverse impacts during construction (e.g., noise, vibrations, turbid water, dust, exhaust gases, and wastes)?</p> <p>(b) If construction activities adversely affect the natural environment (ecosystem), are adequate measures considered to reduce the impacts?</p> <p>(c) If construction activities adversely affect the social environment, are adequate measures considered to reduce the impacts?</p>	<p>(a) Y</p> <p>(b) Y</p> <p>(c) Y</p>	<p>(a)</p> <p>&lt;Noise and Vibration&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Noise levels generated by construction machinery will meet noise level standards at the nearest residential area. In addition, the predicted noise level in residential areas (day time) can be complied with Bangladesh standards and IFC/WB EHS Guideline values. As prevention measures against noise from construction work, night construction will not be carried out as much as possible. Construction machinery and vehicles will be regularly maintained. Low-noise/ low-vibration machinery will be used.</li> </ul> <p>&lt;Water Quality&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Turbid water, such as rainwater runoff, will be treated with precipitation processes.</li> <li>- Wastewater containing oil will be treated with oil-water separator.</li> </ul> <p>&lt;Air Quality&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prevention measures for dust dispersion will be taken by spraying water.</li> <li>- Maintenance of machinery will be conducted regularly, resulting in reducing exhaust gas emissions.</li> </ul> <p>&lt;Waste&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Construction waste and general waste will be re-used, recycled or disposed following relevant laws and regulations.</li> </ul> <p>(b)</p> <p>The site for Units 3/4 has been already developed including ash yard and the port/jetty during construction work of Units1/2. Serious impact onshore will be not assumed by this reason. However, since construction will be carried out in sea area for the discharge channel of thermal effluent, it is necessary to correspondent such as night-time lighting, lowering noise levels, monitoring survey as mitigation measures at sea area in front of the project site.</p>

Category	Environmental Item	Main Check Items	Yes: Y No: N	Confirmation of Environmental Considerations (Reasons, Mitigation Measures)
				(c) - The employment of local people will be promoted for increased employment opportunities for various subcontract work resulting from the power plant construction activity. - Local people will be employed to the maximum extent possible, and foreign workers will be taught to respect local customs in order to facilitate good relationships with local people. Lodgings of project workers will be equipped with sufficient living facilities keeping order that workers remain at the project site as much as possible. - Labor contracts between the construction industry and children shall be prohibited. Regular patrols to check for child workers will be conducted. - Pre-employment and periodic medical check-ups will be conducted for workers. - In regard to vessels, water routes shall be determined after consultation with the related authorities. Marking buoys will be set around the construction area for marine safety. The schedule of vessels shall be announced to fishermen, etc. - In regard to vehicles, bus use will be promoted to reduce increasing the number of vehicles on the roads.
	(2) Accident Prevention Measures	(a) In the case of coal-fired power plants, are adequate measures planned to prevent spontaneous combustion at the coal piles (e.g., sprinkler systems)?	(a) Y	(a) - Fire prevention measures shall be conducted including regular watering of the coal storage site, installation of fire protection equipment and organization of fire-fighting team and fire-fighting training.
	(3) Monitoring	(a) Will the proponent develop and implement a monitoring program for items that are considered to have potential environmental impacts? (b) What are the items, methods and frequencies of the monitoring program? (c) Does the proponent establish an adequate monitoring framework (organization, personnel, equipment, and adequate budget to sustain the monitoring framework)? (d) Are any regulatory requirements pertaining to the monitoring report system identified, such as the format and frequency of reports from the proponent to the regulatory authorities?	(a) Y (b) Y (c) Y (d) Y	(a) - Environmental Monitoring Plan will be prepared to provide guidelines for Environmental Management Plan during the construction and operation phases of the Coal-fired Power Plant. - The environmental components that will be monitored are those that will be positively or negatively affected, or expected to be affected, by the construction activities and power plant operation. (b) - Refer to Chapter 13.11.2 (c) - Environmental management administrator of CPGCBL shall report on the details and implementation status of the environmental monitoring plan. (d)

Category	Environmental Item	Main Check Items	Yes: Y No: N	Confirmation of Environmental Considerations (Reasons, Mitigation Measures)
				- CPGCBL will report the monitoring report at quarterly basis to DOE.
6 Note	Reference to Checklist of Other Sectors	(a) Where necessary, pertinent items described in the Power Transmission and Distribution Lines checklist should also be checked (e.g., projects including installation of electric transmission lines and/or electric distribution facilities). (b) Where necessary, pertinent items described in the Ports and Harbor checklist should also be checked (e.g., projects including construction of port and harbor facilities).	(a) N  (b) N	---
	Note on Using Environmental Checklist	(a) If necessary, the impacts to transboundary or global issues should be confirmed (e.g., the project includes factors that may cause problems, such as transboundary waste treatment, acid rain, destruction of the ozone layer, and global warming).	(a) Y	(a) - Ultra supercritical (USC) technology will be adopted at the power plant, producing approximately 2,623 thousand tons/year less CO2 than a sub-critical coal-fired power plant.

出典：調査団作成

### 13.11.2 モニタリング・フォーム

プロジェクトの内容や性質に応じて、次表のとおりモニタリングが必要な項目が決められる。

[工事中]

(1) 大気質

(1-1) 大気質環境

Sample Location	Date	PM10 (μg/m <sup>3</sup> )	PM2.5 (μg/m <sup>3</sup> )	SO2 (μg/m <sup>3</sup> )	NO2(μg/m <sup>3</sup> )
Project site boundary near Matarbali Village					
Project site boundary near in Dhalghata Village					
Ambient Air Quality Standards		SPM ; 200 (8hr) PM10: 150 (24hr) PM10: 50 (year)	PM2.5: 65 (24hr) PM2.5: 15 (year)	365 (24hr) 80 (year)	100 (year)
IFC/WB EHS Guidelines 2007		PM10: 150 (24hr) PM10: 70 (year)	PM2.5: 75 (24hr) PM2.5: 30 (year)	500 (10min) 125 (24hr)	200 (1hr) 40 (year)

出典：調査団作成

(1-2) 発電機・工事用重機/車両の排ガス検査

[Analysis of Generator Flue Gas Emission Test Results]

[Each company name]

Sl. No.	Description of Monitoring Sources	Location of Sources	Parameters	Emission Test Results
1			SO <sub>x</sub> (mg/Nm <sup>3</sup> )	
			NO <sub>x</sub> (mg/Nm <sup>3</sup> )	
			CO (mg/Nm <sup>3</sup> )	
			CO <sub>2</sub> ( % )	
2			SO <sub>x</sub> (mg/Nm <sup>3</sup> )	
			NO <sub>x</sub> (mg/Nm <sup>3</sup> )	
			CO (mg/Nm <sup>3</sup> )	
			CO <sub>2</sub> ( % )	

出典：調査団作成

[Analysis of Vehicular Emission Test Results]

[Each company name]

SL No	Description of Monitoring Sources		Vehicular Emission Test Results		
	Type of Construction Equipment/ Vehicle	Equipment/ Vehicle ID	HC (g/KW-h)	NO <sub>x</sub> (g/KW-h)	CO (g/KW-h)
1					
2					

出典：調査団作成

(1-3) 悪臭

Date: (Parameter: ppm)

Location	NH3	H2S	Remarks
Project site boundary near Matarbali Village			
Project site boundary near in Dhalghata Village			
Bangladesh Standard (according to the amendment of ECR'97)	1-5	0.02 - 0.2	

出典：調査団作成

(2) 水質

(2-1) 排水口

Date:

Parameter	Unit	Result	Wastewater discharge standards			IFC/WB EHS Guidelines	Remarks (Measurements method)
			Inland surface water	Public sewer	Irrigated land		
Temperature	°C		-	-	-		
pH	-		6-9	6-9	6-9		
BOD	mg/L		50	250	100		
COD	mg/L		200	400	400		
TSS	mg/L		150	500	200	50	
Oil & grease	mg/L		10	20	10	10	
As	mg/L		0.2	0.05	0.2	0.5	
Cd	mg/L		0.05	0.5	0.5	0.1	
T-Cr	mg/L		0.5	1.0	1.0	0.5	
Cu	mg/L		0.5	3.0	3.0	0.5	
Fe	mg/L		2	2	2	1	
Pd	mg/L		0.1	1.0	0.1	0.5	
Hg	mg/L		0.01	0.01	0.01	0.005	
Total fecal coliform	MPN/100mL		-	-	-		

出典：調査団作成

(2-2) 表流水 (Kohelia Cannel)

Date:

Parameter	Unit	Upper stream	Middle stream	Down stream	Bangladesh Standard
Temperature	(°C)				NYS
Salinity	(ppt)				NYS
pH	(---)				6.5 – 8.5
DO	(mg/L)				≥ 5
BOD	(mg/L)				≤ 6
COD	(mg/L)				NYS
TSS	(mg/L)				NYS
Turbidity	(NTU)				NYS
Nitrate	(mg/L)				NYS

Parameter	Unit	Upper stream	Middle stream	Down stream	Bangladesh Standard
Oil & Grease	(mg/L)				NYS
Total Phosphorus	(mg/L)				NYS
Fecal Coliform	(MPN/ 100 ml)				≤ 5000



Sampling Point	Latitude (North)	Longitude (East)
RW-1	21° 41' 37.37"N	91° 53' 12.5"E
RW-2	21° 41' 43.93"N	91° 53' 47.61"E
RW-3	21° 42' 09.68"N	91° 54' 32.25"E

出典：調査団作成

### (2-3) 地下水

Date:

Test Parameters	Unit	Project site	Drinking water quality standards	WHO guideline
Temperature	°C		20-30	-
pH	-		6.5-8.5	-
DO	mg/L		6	-
Turbidity	NYU		10	-
Electrical Conductivity(in-situ)	µs/cm		-	-
Odor	-		Odorless	-
Color	Pt-Co		15	-
Suspended particulate matters	mg/L		10	-
Total dissolved solids	mg/L		1000	1000
Oil & Grease	mg/L		0.01	-
BOD5 20 oC	mg/L		0.2	-
COD	mg/L		4	-
Chloride	mg/L		150-600	-
Hardness (as CaCO3)	mg/L		200-500	-
Chlorine (residual)	mg/L		0.2	-
Cyanide	mg/L		0.1	-
Ammonia (NH3)	mg/L		0.5	-
Chromium (hexavalent)	mg/L		0.05	-
Nitrate	mg/L		10	3
Nitrite	mg/L		Less than 1	-
Phenolic compounds	mg/L		0.002	-
Sulfate	mg/L		400	-
Sulfide	mg/L		0	-
Nitrogen (Total)	mg/L		1	-
Phosphorus	mg/L		0	-
Phosphate	mg/L		6	-
Coliform (fecal)	MPN/ 100 ml		0	-

Test Parameters	Unit	Project site	Drinking water quality standards	WHO guideline
Coliform (total)	MPN/ 100 ml		0	-
Silver	ppm		0.02	-
Aluminum	ppm		0.2	0.2
Arsenic	ppm		0.05	0.01
Boron	ppm		1	0.5
Barium	ppm		0.01	0.7
Calcium	ppm		75	-
Cadmium	ppm		0.005	0.003
Chromium (total)	ppm		0.05	0.05
Copper	ppm		1	-
Iron	ppm		0.3	-
Mercury	ppm		0.001	0.006
Magnesium	ppm		30-35	-
Manganese	ppm		0.1	0.4
Sodium	ppm		200	-
Nickel	ppm		0.1	0.07
Lead	ppm		0.05	0.01
Selenium	ppm		0.01	-
Zinc	ppm		5	-

出典：調査団作成

(2-4) 海水（水質）

Date:

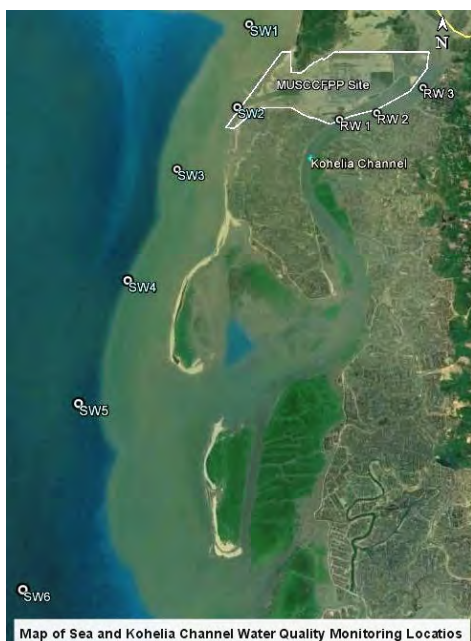
Parameter	Unit	SP-1			SP-2			SP-3		
		Surface	Middle	Bottom	Surface	Middle	Bottom	Surface	Middle	Bottom
Depth	m									
Temperature	oC									
Salinity	-									
pH	-									
DO	mg/L									
BOD	mg/L									
COD	mg/L									
Oil & Grease	mg/L									
SS	mg/L									
T-Cr	mg/L									
Cu	mg/L									
Fe	mg/L									
Zn	mg/L									
Pb	mg/L									
Cd	mg/L									
Hg	mg/L									
As	mg/L									

Parameter	Unit	SP-4			SP-5			Average		
		Surface	Middle	Bottom	Surface	Middle	Bottom	Surface	Middle	Bottom
Depth	m									
Temperature	oC									
Salinity	-									
pH	-									
DO	mg/L									
BOD	mg/L									
COD	mg/L									



バングラデシュ国マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業（フェーズ2）準備調査  
ファイナルレポート

Parameter	Unit	SP-4			SP-5			Average		
		Surface	Middle	Bottom	Surface	Middle	Bottom	Surface	Middle	Bottom
Oil & Grease	mg/L									
SS	mg/L									
T-Cr	mg/L									
Cu	mg/L									
Fe	mg/L									
Zn	mg/L									
Pb	mg/L									
Cd	mg/L									
Hg	mg/L									
As	mg/L									



Sampling Point	Latitude (North)	Longitude (East)
SW 1	21°43'15.75"N	91°51'46.25"E
SW 2	21°41'49.44"N	91°51'36.50"E
SW 3	21°40'48.88"N	91°50'42.39"E
SW 4	21°39'6.37"N	91°50'3.33"E
SW 5	21°37'22.52"N	91°49'28.16"E
SW 6	21°35'1.30"N	91°48'55.28"E

出典：調査団作成

(2-5) 海水（底泥）

Date:

Parameter	Unit	Results		Remarks
		Dragging area	Reference location	
Hg	mg/kg			
Cd	mg/kg			
Pb	mg/kg			
As	mg/kg			
Cu	mg/kg			
Zn	mg/kg			
Fe	mg/kg			
T-Cr	mg/kg			

出典：調査団作成

(3) 騒音

Date:

(Unit: dBA)

Survey phase	Results		Standards for Noise				
	Day (6:00-21:00)	Night (21:00-6:00)	A	B	C	D	E
Project site boundary near Matarbali Village			Day: 45 Night:35	Day: 50 Night:40	Day: 60 Night:50	Day: 70 Night:60	Day: 70 Night:70
Project site boundary near in Dhalghata Village							

Notes: Category of areas is as below.

A: Silent zone

B: Residential area

C: Mixed area (mainly residential area, and also simultaneously used for commercial and industrial purposes)

D: Commercial area

E: Industrial area

Reference: IFC/WB EHS Guidelines

Receptor	Day 07:00-22:00	Night 22:00-07:00
Residential, institutional, educational area	55	45
Industrial, commercial area	70	70

出典：調査団作成

(4) 生態系

(4-1) Rare species

a. Birds

(Migratory bird)

Date:

Date (Time)	Total No. of individuals	Species Name and No. of individuals

(Other)

Date:

Scientific name	Local name	English name	Total No. of individuals	Conservation Status		Remarks
				IUCN	Local	

出典: 調査団作成

生態系関連調査については、フェーズ1、フェーズ2を通して、その調査内容について一貫性を持たせる事が重要である。具体的には、採集地点・採集時間、使用漁具等について、今後も一貫性を持たせる事が重要であり、各調査実施前に、調査実施者はこれまでの調査結果をレビュー、また調査直後に結果を精査し、統一した記録の蓄積に努めるよう逐次確認を行う。

b. Sea turtle

Date (Time)	Total No. of individuals (Location)	Species Name and No. of individuals

	Line-1		Line-2		
	Long.	N	Long.	N	Length of the lines(Line-1; m,Line-2; m)
	Lati.	E	Lati.	E	
	Long.	N	Long.	N	Length of the lines(Line-1; m,Line-2; m)
	Lati.	E	Lati.	E	
	Long.	N	Long.	N	Length of the lines(Line-1; m,Line-2; m)
	Lati.	E	Lati.	E	

出典：調査団作成

c. Phytoplankton

Date:

(Unit: cells/L)

Species	SP.1			SP.2			SP.3		
	Surface	Middle	Bottom	Surface	Middle	Bottom	Surface	Middle	Bottom
Depth (m)	0.5			0.5			0.5		
1									
2									
·									
·									
No. of species									
Total									

Species	SP.4			SP.5			Average		
	Surface	Middle	Bottom	Surface	Middle	Bottom	Surface	Middle	Bottom
Depth (m)	0.5			0.5			-	-	-
1									
2									
·									
·									
No. of species									
Total									

出典：調査団作成

d. Zooplankton

Date:

(Unit: Individual/m3)

Species	SP.1		SP.2		SP.3	
	0 <- 5	5 <- B+1	0 <- 5	5 <- B+1	0 <- 5	5 <- B+1
1						
2						
·						
·						
No. of species						
Total						

Species	SP.4		SP.5		Average	
	0 <- 5	5 <- B+1	0 <- 5	5 <- B+1	0 <- 5	5 <- B+1
1						
2						
·						

Species	SP.4		SP.5		Average	
	0 <- 5	5 <- B+1	0 <- 5	5 <- B+1	0 <- 5	5 <- B+1
.						
No. of species						
Total						

出典：調査団作成

e. Benthos

Date:

(Unit: Individual/m2)

Species	SP-1	SP-2	SP-3	SP-4	SP-5	Total
1						
2						
.						
.						
Total						

出典：調査団作成

f. Sandy beach creatures

Date:

(Unit: Individual/m2)

Species	Result
1	
2	
.	
.	
Number of species	
Total	

出典：調査団作成

g. Necton

Date:

(Unit: Individuals/haul, g/haul)

Species	Result	
	No. of individuals	weight
1		
2		
.		
.		
Number of species		
Total		

出典：調査団作成

(5) 廃棄物

[Each company name]

NO.	Waste Type (Sample)	Amount in certain duration (m3/ton)	Disposal method	Entrusted company
1	Food Waste (Organic Waste)			
2	Construction/ Recycable Waste (Wood, scraps, etc)			
3	Combustible Waste (Plastic, Can, Bottle, etc)			
4	Hazardous Waste (Oil Waste, Paint Tin, and other hazardous material)			
5				

Note; Regarding the entrusted company, the copy of certificate must be prepared in this report.

出典：調査団作成

(6) 社会環境

(6-1) 定期的な住民との面談 (Stakeholder meeting/group discussion)

NO.	Target Stakeholder	Venue (Location)	Date	No of Participant Attended	
				Male	Female
1					
2					

NO.	Commentator (If any, Information about Commentator)	Opinion/Advise	Correspondence /Response	Remark
1				
2				

出典：調査団作成

(6-2) 苦情

[Local residents]

NO.	Commentator (including occupation)	Opinion	Date	Information about Commentator		Correspondence
				Sex	Age	
1						
2						

[Worker]

NO.	Commentator (Organization name and other information )	Opinion	Date	Correspondence
1				
2				

出典：調査団作成

(6-3) 労働環境と事故

When (Date/time)	Where (Location)	Who (Organization/co mpany name)	What (Accident type)	Why (Cause)	How (Correspondence)

出典：調査団作成

(6-4) CO2 関係

Table 1 [In case of using combustion fuel]

Construction plan /each phase	Heavy equipment, Truck, Vehicle and so on	Fuel	Rated Output	Fuel consumption rate per one hour	Fuel consumption per one hour	Total Quantity	Average operation time per day	Average operation rate	Total fuel consumption	CO2 intensity by fuel type	CO2 emmission
			(a)	(b)	(c)=(a)x(b)	(d)	(e)	(f)	(g)=(c)x(d) x(e)x(f)x(g)	(h)	(i)=(g)x(h)/1000
			(kWh)	(L/kWh)	(L/h)	(Quantity · day)	(h)		(L)	(kgCO2/L)	(ton-CO2)
Land reclamation for power block	Backhoe	Light oil									
	Compressor	Light oil									
	?????										
?????											
Total											

Table 2 [In case of using Electricity]

Construction plan /each phase	Heavy equipment, Truck, Vehicle and so on	Energy	Rated Output	Total Quantity	Average operation time per day	Total fuel consumption	CO2 intensity by Electricity	CO2 emmission
			(a)	(b)	(c)	(d)=(a)x(b)x©	(h)	(i)=(g)x(h)/1000
			(kWh)	(Quantity · day)	(h)	(kWh)	(kgCO2/L)	(ton-CO2)
Land reclamation for power block	Floodlight	Electricity						
	?????							
?????								
Total								????

出典：調査団作成

[供用時]

(1) 大気質

(1-1) CEMS (Continuous Emission Monitoring System)

Parameter	Unit	Period exceeding the standard	Emission gas standards	IFC/WB EHS Guidelines (Thermal Power Plants ; 2008)	IFC/WB EHS Guidelines (Thermal Power Plants ; 2017draft)	Remarks
SO2	mg/Nm3		-	850	200	
NOx	mg/Nm3		600	510	200	
PM10	mg/Nm3		500	50	25	

Notes: Dry Gas, Excess O2 Content is 6%

出典：調査団作成

(1-2) 大気質環境

[工事中] (1) 大気質 (1-1) 大気質環境 参照

(1-3) 悪臭

Date:

Location	NH3 (ppm)	Remarks
Ammonia tank		
Denitration facility		
Bangladesh Standard (according to the amendment of ECR'97)	1-5	

出典：調査団作成

(2) 水質

(2-1) 排水口

[工事中] (2) 水質 (2-1) 排水口 参照

(2-2) 海水（水質）

[工事中] (2) 水質 (2-4) 海水（水質）参照

(2-3) 海水（底泥：浚渫エリア）

[工事中] (2) 水質 (2-5) 海水（底泥）参照

(2-4) 地下水

[工事中] (2) 水質 (2-3) 地下水 参照

(3) 騒音

[工事中] (3) 騒音 参照

(4) 生態系

[工事中] (4) 生態系 参照

(5) 廃棄物

[工事中] (5) 廃棄物 参照

(6) 社会環境

(6-1) 定期的な住民との面談 (Stakeholder meeting/group discussion)

[工事中] (6-1) 定期的な住民との面談 (Stakeholder meeting/group discussion) 参照

(6-2) 苦情

[工事中] (6-2) 苦情 参照

(6-3) 労働環境と事故

[工事中] (6-3) 労働環境と事故 参照

(7) 燃料（石炭／石油）

a. 燃料搬入記録

b. 燃料管理記録

(8) CO2 排出量

Item	Unit	Value	Remarks
Amount of electricity generated by the project in a year or certain period	MWh/y or certain period		
Power generation efficiency of this project	%		
Higher heating value, HHV	kJ/kg		
Lower heating value, LHV	kJ/kg		
Carbon content in fuel, C%	weight%		
Conversion factor of calorie to Joule	J/cal	4.1868	1cal=4.1868J
Net caloric value of the fuel used for power generation	TJ/t		
Specific fuel consumption of this project	t/MWh		
CO <sub>2</sub> emission coefficient of the fuel used for power generation	t-CO <sub>2</sub> /TJ		Note-1)
Conversion factor of electric energy to thermal energy	TJ/MWh	0.0036	
CO <sub>2</sub> emission coefficient of electricity generation(In case of this project)	t-CO <sub>2</sub> /MWh		Note-2)
CO <sub>2</sub> emission based on this project	t-CO <sub>2</sub> /y or certain period		

Remarks:

1) CO<sub>2</sub> emission coefficient of the fuel=(C%/100)/LHV x (44.01/12.011) x 10<sup>6</sup>

2) CO<sub>2</sub> emission coefficient ={CO<sub>2</sub> emission coefficient of the fuel/(Power generation efficiency/100)}x 0.0036

出典：調査団作成



## 第 14 章 事業費

### 14.1 1/2 号機事業での EPC コントラクターとの契約金額

「秘匿性の高い情報が含まれるため、掲載いたしません。」

### 14.2 環境省の石炭焚き USC プラント建設単価指標

「秘匿性の高い情報が含まれるため、掲載いたしません。」

### 14.3 事業費

#### 14.3.1 基本条件

「秘匿性の高い情報が含まれるため、掲載いたしません。」

#### 14.3.2 事業費試算結果

「秘匿性の高い情報が含まれるため、掲載いたしません。」

## 第 15 章 事業評価

### 15.1 経済財務分析

#### 15.1.1 分析枠組み

「秘匿性の高い情報が含まれるため、掲載いたしません。」

#### 15.1.2 内部収益率

「秘匿性の高い情報が含まれるため、掲載いたしません。」

#### 15.1.3 経済分析と財務分析の相違

「秘匿性の高い情報が含まれるため、掲載いたしません。」

#### 15.1.4 経済分析と財務分析の共通パラメータ

「秘匿性の高い情報が含まれるため、掲載いたしません。」

#### 15.1.5 経済分析

「秘匿性の高い情報が含まれるため、掲載いたしません。」

#### 15.1.6 財務分析

「秘匿性の高い情報が含まれるため、掲載いたしません。」

### 15.2 事業財務管理分析

#### 15.2.1 事業採算性分析

「秘匿性の高い情報が含まれるため、掲載いたしません。」

#### 15.2.2 発電原価の検討

「秘匿性の高い情報が含まれるため、掲載いたしません。」

### 15.3 均等化発電原価の推計

「秘匿性の高い情報が含まれるため、掲載いたしません。」

### 15.4 定性的事業効果

本事業の定性的事業効果は以下の 4 点に整理される。

#### (1) 大規模電源投入による供給力確保への貢献

近い将来当国の電力需要は 8%から 12%の増加率で増加することが見込まれている。“表 2.3-1 年間最大電力の動向と各マスタープラン想定との比較”によれば、2020/21 年度の最大電力は 13,352 MW であり、需要増加率を 8%とすれば次年度に 1,068 MW 増加が発生し、需要増加率を 12 %とすれば次年度に 1,602 MW の増加が発生することになる。つまり当国では毎年の電力需要

増に対応するため、本プロジェクトと同等かそれ以上の供給力を電力系統に毎年投入してゆく必要がある。本プロジェクトが系統に投入されることで約 1,200MW の供給力が追加されることになり、急増する電力需要増に対応するための供給力確保に貢献する。

#### (2) 供給信頼度向上に必要な不可欠な電力供給体制近代化への貢献

当国の経済は労働集約的な衣料産業が中心となり経済成長を継続している。また日本をはじめとするアジア諸国に対する ICT 産業も重要な経済成長の原動力となりつつある。近年家電屋電化率 100%をほぼ達成したことから、当国の電力産業はこれまでの量を確保することを目的とした開発から、量を確保しつつ質の向上を目指した開発が必要となっている。しかしこれまでの極度の供給力不足の経験から、多数の民間ディーゼル発電や老朽化した発電設備が供給を行っており、燃料に多くの発電所が天然ガスを使っている。当国の系統運用と受給管理については電話を使って行われており、遠隔操作が行われていないのが現状である。急増する電力需要に対応して発電所と変電所の数は急速に増えており、電話による給電指令がより一層難しくなっているため、遠隔操作による給電指令へと体制を近代化することが喫緊の課題になっている。系統運用・受給管理の最初のステップは出力の調整を自動的に行うガバナーフリー運転だが、負荷調整がこの範囲を超えると中央給電指令所から更なる出力調整の指令が発電所に発出される。しかし指令を受け入れる発電所が維持管理や老朽化の問題と不安定な天然ガスの供給、また IPP 契約上の制約からガバナーフリー運転のレベルでも出力調整を行うことができず、柔軟な受給管理実施が難しい現状があり供給信頼度を改善する足かせになっている。

本事業は石炭燃料を使うことで安定した燃料供給を可能にすると共に 1 次エネルギーの多様化に貢献する。また Flex-USC の技術を使うことで柔軟な受給管理に貢献する。さらに将来改修を行うことで遠隔操作を可能にし、当国の電力供給体制近代化の先鞭をつけることが期待される。

#### (3) 再生エネルギー導入への貢献

当国における再生可能エネルギーは太陽光発電が中心となる。太陽光発電は夜間発電せず雨天・曇天時には出力が低下するため太陽光発電を中心とした再生可能エネルギー導入を増加させるためには補完電源と組み合わせた運用が必要不可欠である。本事業は Fast Cut Back 機能、低負荷運転、早い負荷変化率により補完電源として再生可能エネルギー導入に貢献する。

#### (4) 将来的な CO<sub>2</sub> 削減への貢献

将来的にアンモニアまたはバイオマスの混焼に改修することで、本事業は将来的に CO<sub>2</sub> 削減に貢献する。

## 15.5 評価指標の設定

本事業の建設が完了し運用が始まって2年後の目標値を下記のように設定する。

評価指標	単位	目標値	備考
運用指標			
1. 最大出力	MW	1,200	1 unit 600 MW x 2 units（発電端出力）
2. 設備利用率	%	80	<p>本事業が運用開始されてから当面の期間はベースロード対応電源として使用される予定。最新鋭の高効率石炭火力発電では、通常年間平均1カ月半程度の定期点検で停止する以外は、ベースロード電源として定格負荷（1,200 MW：600 MW x 2基）で連続運転する。この場合、設備利用率は下記のように計算される。</p> $\text{設備利用率} = 1,200 \times 24 \times (365 - 45) \div 1,200 \times 24 \times 365 \times 100 = 87.67\%$ <p>しかしシステムの停電や運用上の出力調整、また所内関連設備の調整のために負荷を下げていることも生じるため、設備利用率80%を評価指標として設定する。80%の設備利用率による発電端発電量は次のように計算される。</p> $\text{発電端発電量} = 1,200 \times 24 \times 365 \times 80\% = 8,409,600 \text{ MWh} = 8,410 \text{ GWh}$
3. 発電端発電量	GWh /年	8,410	
4. 発電端熱効率	%	41.1	<p>本事業の発電端熱効率はボイラ効率および蒸気タービン効率を含めた火力発電システム全体のヒートバランスにより41.1%と試算された。この熱効率を基に関連設備の設計と経済財務分析が行われている。評価指標としての熱効率は発電所運転の視点から計算される必要があり、石炭の含有熱量と石炭消費量の運転データから次のように計算することができる。</p> <p>(a) 電気エネルギー (kWh) の熱エネルギー (kcal) への換算</p> $1 \text{ kW} = 1,000 \text{ Joule/sec. (物理定数)}$ $1 \text{ kWh} = 1 \text{ kW} \times 1 \text{ 時間} = 1 \text{ kW} \times 60 \text{ sec.} \times 60 \text{ min.} = 1,000 \text{ Joule} \times 60 \text{ sec.} \times 60 \text{ min.} = 3,600,000 \text{ Joule}$ <p>ここで 1 kcal は物理定数で 4,185.50 Joule であるから：</p> $1 \text{ kWh} = 3,600,000 \text{ Joule} \div 4,185.50 = 860.11 \text{ kcal/kWh}$ <p>(b) 1 kWh の電気を発電するために必要な熱エネルギー (Heat Rate : HR と呼ばれる) の計算</p> <p>ここで熱効率を THE と表記すると：</p> $\text{HR} = 860.11 \div \text{THE}$ <p>(c) 1 kWh 発電するための石炭消費量</p> <p>ここで 1 kWh 発電するための石炭消費量を CC、そして石炭の含有熱量を HC と表記すると石炭消費量 CC は：</p> $\text{CC} = \text{HR} \div \text{HC}、\text{この式から } \text{HR} = \text{CC} \times \text{HC} = 860.11 \div \text{THE}$

評価指標	単位	目標値	備考
			したがって熱効率（THE）は次の式で求められる： $THE = 860.11 \div (CC \times HC)$ 事後評価の段階で kWh 当たりの石炭消費量（CC）と石炭の含有熱量（HC）を知ることができれば熱効率を計算できる。
5. 設備利用可能率	%	85.21	設備利用率（Plant Load Factor）が実際に発電された年間電気エネルギー（kWh）と設備の定格出力（1,200 MW）で停止しないで 1 年間発電した場合の電気エネルギーの割合であるのに対し、設備利用可能率はその設備が年間を通していつでも電力供給可能な状態である日数と年間の日数を比べる割合である。設備利用率はシステムの運用上出力を下げる、停止することによる供給減の要因が含まれるが、設備利用可能率は停止していても利用可能であればよく、維持管理の良否をより反映する数値である。ベースロードの運用を前提として定期点検と事故・不具合の日数を想定して設定する。 定期点検は年間 45 日想定し、事故・不具合は年間 9 日を想定すると設備利用可能率は次のように計算される。 $設備利用可能率 = (365 - 45 - 9) \div 365 \times 100 = 85.21 \%$
6. 所内率	%	6.5	技術的検討から所内率を 6.5 % と設定し関連設備の設計と経済財務分析が行われている。所内率は発電端電力量と送電端送り出し電力量の差で、運転記録から年間の発電端総発電量と、送電端総送り出し電力量の差を求めることで確認される。
7. 発電ユニット停止時間	時間／年	1,314	ベースロード運用を前提として、年間で停止すると想定される時間は下記の通り。 ① 定期点検 年に 1,096 時間以下（約 45 日） ② 機械的事故による停止 年に 218 時間以下（約 9 日） ③ 合計 年に 1,314 時間以下（約 54 日） なお人為的な手違いを原因とする停止はゼロと想定した。
効果指標			
1. 送電端送り出し電力量	GWh／年	7,863	送電端送り出し電力量は発電端発電量から所内率を引いた電力量で、所内率を 6.5 % と想定していることから送電端送り出し電力量は下記のように計算される。 $発電端発電量 = 1,200 \times 24 \times 365 \times 80\% = 8,409,600 \text{ MWh} = 8,410 \text{ GWh}$ $送電端送り出し電力量 = 発電端発電量 \times (1 - 6.5\%) = 7,863 \text{ GWh}$
2. CO <sub>2</sub> 排出量	千トン／年	7,316.7	“表 13.7-6 3/4 号機の CO <sub>2</sub> 排出原単位” から、脱硫による CO <sub>2</sub> 排出も考慮した場合の MWh 当たりの CO <sub>2</sub> 排出量は 0.870 t-CO <sub>2</sub> と推計されている。年間の 2 units の発電端発電量は 8,410 GWh であるから、年間の CO <sub>2</sub> 排出

評価指標	単位	目標値	備考
			量は下記のように計算される。 $0.870 \text{ t-CO}_2/\text{MWh} \times 8,410 \text{ GWh} = 7,316.7 \text{ 千トン}$
3. NOx 排出量	千トン ／年	5.2	13章における検討から1 unitの発電による1時間当たりの排ガス量は2,228,822 Nm <sup>3</sup> と推計されており、単位Nm <sup>3</sup> に含まれるNOxの量は62mgと推計されている。したがって2 unitsの年間NOx排出量は下記のように計算される。 $62\text{mg}/\text{Nm}^3 \times 2,228,822\text{Nm}^3/\text{h} \times 2 \times 24\text{hours} \times 365\text{days} \times 80\% = 1,937 \text{ ton/年}$
4. SOx 排出量	千トン ／年	6.0	13章における検討から1 unitの発電による1時間当たりの排ガス量は2,228,822 Nm <sup>3</sup> と推計されており、単位Nm <sup>3</sup> に含まれるSOxの量は200mgと推計されている。したがって2 unitsの年間SOx排出量は下記のように計算される。 $200\text{mg}/\text{Nm}^3 \times 2,228,822\text{Nm}^3/\text{h} \times 2 \times 24\text{hours} \times 365\text{days} \times 80\% = 6,248 \text{ ton/年}$
5. PM（煤塵）排出量	千トン ／年	0.758	13章における検討から1 unitの発電による1時間当たりの排ガス量は2,228,822 Nm <sup>3</sup> と推計されており、単位Nm <sup>3</sup> に含まれるPM（煤塵）の量は25mgと推計されている。したがって2 unitsの年間PM（煤塵）排出量は下記のように計算される。 $25\text{mg}/\text{Nm}^3 \times 2,228,822\text{Nm}^3/\text{h} \times 2 \times 24\text{hours} \times 365\text{days} \times 80\% = 781 \text{ ton/年}$
6. 燃料消費	千トン ／年	3,973	上記経済分析・経済費用の評価において単位kWh発電で消費される石炭燃料が0.4724 kg/kWhと計算されているため、年間の燃料消費量は下記の通り計算される。 $\text{発電端発電量} \times 0.4724 \text{ kg/kWh} = 8,410 \text{ GWh} \times 0.4724 \text{ kg/kWh} = 3,973 \text{ 千 ton/年}$

出典：調査団作成

## 第16章 事業実施方法

### 16.1 調達方法の検討

#### 16.1.1 当国における類似事業の調達事情

##### (1) 一般土木工事の入札と契約にかかる一般事情

一般土木工事の内、道路工事（橋梁建設を含む）、鉄道工事、上下水道工事や治水工事等の各種大規模インフラ整備事業については、当該国の資金調達能力に限りがあることもあり、World Bank やアジア開発銀行等の国際開発金融機関および借款供与国からの借り入れで資金を賄うケースが大半である。その結果、そのほぼ全ての工事の入札は国際競争入札で実施されることとなり、契約に至る業者もほぼ全てが外国企業主体の事業者となる。

##### (2) 現地コンサルタント（概略設計、入札支援、施工監理）の一般事情

現地コンサルタントは、一部の環境社会配慮関連業務に優位性を持つ外資系コンサルタントを除き、まだ未成熟な状況と言わざるを得ない。その様な状況下でも、いくつかの現地コンサルタントは上記(1)に述べるような大規模インフラ整備事業に海外コンサルタントと共に業務に従事することにより Technical Transfer を受け、徐々に施工監理能力等を向上しつつある。一方で、概略設計や入札（特に国際競争入札）支援等の能力については、施工監理能力と比較すると、もう少し時間を要するものと想定される。

##### (3) 現地施工業者の一般事情（実績、所有する建設機材等）

現地施工業者の成熟状況も、上記(2)の現地コンサルタントの状況と同様である。未だ大規模なインフラ整備事業を単独または主体として受注し業務遂行する能力は有しておらず、先進国やインド等の施工業者の下請けとして事業に参画する形が大半となっている。

大型の建設機材も十分には保有していないが、大規模インフラ整備事業等で外国企業が当国に持ち込んだ機材を工事完了後に譲り受ける等して少しずつ保有数を増加させている状況である。

##### (4) 鋼材、セメント等必要な資材及び機材の調達事情

鋼材、セメント等の建設に必要な資材や計測装置等の機材についても、粗鋼やセメント等の一般資材については少しずつ生産能力が伸びつつあるが、未だ大規模なインフラ整備事業に対応できる程の量的・質的能力が備わっているとは言えない。

特に、ステンレス鋼や合金鋼等の高機能資材や計測装置等についてはほぼ全てを輸入に頼らざるを得ない状況である。

#### 16.1.2 入札方法、契約条件の設定

##### (1) 入札方法

シングルロットの契約パッケージ方式がこのプロジェクトを実施するのに最も適した方法であると考えられる。調査団は発電設備建設ブロックと港湾設備改修ブロックを別ロットする案も検討したが、両ブロック間には技術的に強い関連があるため、1つのロットにすることと想定する。

契約パッケージ；発電設備建設ならびに港湾設備改修

##### (a) 発電設備建設ならびに港湾設備改修に係る土木工事

- 1) (石炭)・石灰石・アンモニア受入、石炭灰・石膏積出用設備設置の為の仮設パースの補強（必要に応じて）
- 2) 冷却水の取放水を含む土木建築（発電設備エリア）工事
- 3) 追加土木工事（発電設備エリアの土地造成、灰捨て場および堰堤—必要に応じて）

(b) 発電設備建設ーボイラおよび補機類

全ての補機類や下記の設備を備えている超々臨界圧ボイラ:

- 1) ボイラ設備（主蒸気、タービンバイパス、ボイラ用補助蒸気、最終加熱器から節炭器間の給水管、送風機など）および補機類
- 2) 脱塩および排水処理を含む水処理プラントなど
- 3) 排ガス処理設備
- 4) 煙突および基礎
- 5) 計装制御（DCS およびボイラ制御）

(c) 発電設備建設ータービン発電機および補機類

全ての補機類や下記範囲の設備を備え、主変圧器および所内変圧器を含むタービン発電機:

- 1) 蒸気タービン設備（復水システム、給水加熱器類、抽気システム、ボイラ給水ポンプおよびタービン用補助蒸気など）、発電機設備（水素発生装置を含む）と補機類
- 2) 循環水ポンプ（CWP）建屋と循環水管（循環水ポンプ建屋から復水器間）を含む循環水設備
- 3) 変圧器、スイッチヤード設備、スイッチなどの電気設備
- 4) 蒸気タービンおよび発電機用計装制御設備

(d) 発電設備建設ー石炭および灰処理

- 1) 石炭受入設備（揚炭および運炭コンベヤ）、スタッカ/リクレイマ、コンベヤ、サンプリングおよび可動式の機器を備えた石炭取扱設備（必要に応じて）
- 2) 塵芥収集ホップ後のコンベヤおよび可動式の機器を備えたフライアッシュ処理設備とボトムアッシュサイロ後のボトムアッシュ処理設備

(2) 契約条件

本プロジェクトでは、雇用者/コンサルタントが発電所建設と港湾施設改修の仕様を決定し、「Employer's Requirement」を作成する一方、請負業者がプロジェクトの詳細設計と現場での建設工事を実施する。したがって、上記義務が記載されている JICA SBD Design Build または FIDIC Yellow Book が、採用される契約条件として相応しいと考える。

### 16.1.3 コンサルタントの選定方法

(1) ショート・リストの選定方法

コンサルタント選定の為のショート・リスト作成に当たっては、「円借款事業のためのコンサルタント雇用ガイドライン」第 3.04 条に則って行うものとする。

第 3.04 条の条項は次の 3 項となっている。

(1) 機構と借入人が、第 3.03 条にあるとおり、必要なコンサルティング業務のタームズ・オブ・レファレンスについて合意した後、借入人は、第 1 章および第 2 章に挙げた諸要素を勘案して、プロポーザルの提出を招請するコンサルタントのショート・リストを作成するものとする。(別添 II 参照)

(2) かかるショート・リストは、通常 3 社から 5 社のコンサルタントで構成されるものとする。多数のコンサルタントを招請しても、そのうち何社かは興味を示さないであろうし、またプロポーザルの質も低下し易くなるので、6 社以上を招請することには、通常ほとんど利点がない。

(3) 借入人が、その過去の経験やその他の情報に基づいて適確なコンサルタントのショート・リストを作成することが困難な場合には、借入人の要請に応じて機構がコンサルタントについての情報を提供する。借入人は、その情報を参考にショート・リストを作成することができる。

また、ショート・リストに記載されるコンサルタントの条件については、上記ガイドライン第 3.04 条の解説 1 に下記の通り記載されている。

1. ショート・リストに記載されるコンサルタントは、原則として次の条件を満たすものとする。

---



- 
- (01) 当該セクター（狭義。例えば、漁港を除く港湾、灌漑等）における当該コンサルティング業務（例えば、詳細設計、施工監理）の海外経験を有すること。ただし、途上国のコンサルタントであって自国のコンサルティング業務に従事せんとするものについては、当該コンサルティング業務の海外経験を有する必要はない。
- (02) 途上国におけるコンサルティング業務を受注した経験を有すること。
- (03) 日本のODA事業の経験があることが望ましい。

- (2) コンサルタントのプロポーザル評価の承認にかかる権限・プロセスなど  
コンサルタントのプロポーザル評価の承認権限は、機構が有するものと考えられる。  
コンサルタントのプロポーザル評価に関しては、「円借款事業のためのコンサルタント雇用ガイドライン」第3.08条、第3.09条および第3.10条に関連する記載がある。

### 第3.08条 技術プロポーザルの評価

- (1) コンサルタントは招請に応じて提出された技術プロポーザルと価格プロポーザルを同時に、かつ別々に封をして提出することが求められる。価格プロポーザルは、技術プロポーザルの評価が了するまで開封してはならない。選定方法として QBS が採用される場合は、価格プロポーザルは契約交渉に招請される評価第一位のコンサルタントに対してのみ提出を求める、ということでもよい。
- (2) 借入人は招請に応じて提出されたプロポーザルを、機構が同意したプロポーザル招請状に規定された基準に沿って評価するものとする。
- (3) かかる基準は、通常以下のものを含むものとする。
- (a) タームズ・オブ・レファレンスで示されている分野における、当該コンサルタントの一般的経験および実績
- (b) 提案されたアプローチ、方法論および作業計画の妥当性
- (c) 当該業務に配置されるスタッフの経験および実績
- (4) 上記3要素の相対的な重要性は、対象となるコンサルティング業務の種類によって異なるが、通常、プロポーザルの総合的な評価において最大のウェイト（配点）は、コンサルタントの評判や知名度よりも、当該プロジェクトに配置されるスタッフの適格性またはアプローチおよび方法論に置かれるものとする。
- (5) 当該プロジェクトに配置されるスタッフの適格性の評価に当たっては、彼らの経歴を次の3つの基準で評価するものとする。
- (a) 一般的資格（学歴、経験年数、経験した地位の種類、当該企業における在職年数等）
- (b) 当該プロジェクトに対する適格性（当該プロジェクトで与えられる任務を遂行する上での経験）
- (c) 当該業務を遂行する国の言語および状況に対する習熟度、または類似環境での経験
- (6) 借入人は、プロポーザルの評価に際して、数字による採点を用い、できる限り速やかに、評価要約表を含む評価レポートを作成するものとする。評価レポートは、通常、評価要約表を補う形で、以下の項目についての詳細な情報を示すものとする。
- (a) 評価に責任を持つ選定委員会またはその他類似の組織、並びにその設立および／または機能を定めた国内の法律、法令および規則
- (b) 選定基準とそれらの基準を採用した理由、および相対的なウェイトの配分（配点）とその根拠
- (c) 採点：それぞれのコンサルタントにそれぞれの項目で与えられた得点の理由
- (7) 技術面の質が評価された結果、技術プロポーザルが合格最低得点に達しなかったコンサルタント、あるいはプロポーザル招請状の要求事項に対応していないと判断されるコンサルタントに対してはその旨を通告し、価格プロポーザルを開封せずに返却する。

### 第3.09条 価格プロポーザルの公開（QCBSの場合のみ適用）

- (1) 技術得点の最低合格得点を満たしたコンサルタントに対し、価格プロポーザルを開封する場所と日時が通知される。
- (2) 価格プロポーザル開封に際しては、コンサルタントの名称、技術得点および提示価格が公表され、記録される。
- (3) 評価の対象となる「コスト」からは、契約にかかる確認可能な現地間接税（国、州(県)、地方自治体レベルで契約に課せられるすべての間接税） および当該コンサルタントの非居住スタッフによって借入国で提供されたサービスの報酬に対して借入人の国が課する所得税を除外する。

### 第 3.10 条 価格プロポーザルの評価とプロポーザル順位決定 (QCBS の場合のみ適用)

- (1) 借入人は、技術プロポーザルと価格プロポーザルの整合性を審査し、必要に応じて調整を行い、計算ミスがある場合には訂正するものとする。
- (2) 総合得点は、技術、価格面の評価得点の加重率を加味した後の両者の合計値とし、この合計値でコンサルタントに対する総合順位を決定する。「コスト」の加重率は、業務の複雑度や質に対する相対的重要度を考慮して選択されるが、通常 20%とする。

また、第 3.13 条には下記条項も有る為、借入人は慎重に且つ公正に評価を行い、機構の同意を得た上でコンサルタントを選定することが求められている。

### 第 3.13 条 情報の公開

- (1) 機構は、契約が機構の融資に適格であると決定された後、プロポーザルを提出した全コンサルタントの名称、各々のコンサルタントに付された技術得点、各々のコンサルタントの提示価格、コンサルタントの全体的な順位、契約の落札に成功したコンサルタントの名称と住所、契約締結日および契約金額を公開できる。
- (2) 借入人は、プロポーザル招請状や契約書等の選定関連文書において、上記情報が公開され得ることを確保するために必要なあらゆる規定および措置を組み入れるものとする。

#### 16.1.4 施工業者の選定方針

「秘匿性の高い情報が含まれるため、掲載いたしません。」

#### 16.1.5 契約マネージメント

- (1) 施工中の設計変更への対応等、契約マネージメント上の留意点について、円借款事業または他ドナーの案件等の過去のトラブル事例を参考に調査・分析する。

施行中の設計変更への対応等の契約マネージメント上の留意点については、次のようなものが想定される。

- (a) その原因が実施機関、契約者の何れかに因る場合、またはそのどちらにも因らない何れの場合であったとしても、設計変更が必要であることが明白であるにもかかわらず、その合意形成が契約当事者間並びにバ国政府機関や JICA との間でタイムリーに行われないうことにより工事工程に遅れが生じてしまう恐れが発生する可能性がある。  
そのような場合には、契約者が設計変更による契約金額増についての確約の無いままにリスクを負いつつ工事を進めなければならなくなる場合がある。
- (b) 契約者が些細なことで Force Majeure や EOT (Extension of Times) 宣言、追加費用請求等を頻発することにより、その査定や処理に時間を割かなければならなくなる可能性がある。

- (c) 契約者がJVであったり、主契約者が商社であったりする場合、設計変更に関する交渉担当者が意思決定権限を持っていない等、体制の責任所在が不明確となり、交渉に時間を要する結果となってしまう可能性がある。
- (d) 円借款事業の場合、交換公文に本邦企業の免税措置が謳われることとなるが、当該国内での免税措置の適用範囲や処理方法（0申告とするか、一旦納税して実施機関から還付を受ける形とするか---還付の場合はその方法や期限）等に関して意思統一がなされていない場合には、コンサルタントを含めた契約者が不利益を被る恐れがある。
- (e) 実施機関や当該国の監査機関等が設計や工事進捗度合に対する支払いに対して過度に厳格な対応を行う等して支払い遅延が発生し、コンサルタントを含めた契約者が不利益を被る恐れがある。そのような場合、実施機関の審査部門や監査機関が契約内容について理解不足であることが要因であるケースも見受けられる。
- (f) また、当該国内での銀行口座の維持管理費負担や振り込み手数料の負担なども事前に確実に確認し取り決めをしておかないと、トラブルの要因となることもあるので留意する必要がある。

## 16.2 リスク分析

### 16.2.1 リスクの把握

大規模なインフラ開発事業の実施にあたっては多様かつ複雑なリスクとの直面が常である。そのような事業の実施に当たっては、事業実施者が、それらリスクを正しく認識し、その負担を明確にしておくことが致命的な課題となる。プロジェクト・ファイナンスの手法を駆使する国際的金融機関では、インフラ開発事業についての徹底的な分析により、プロジェクトが顕在的にまたは潜在的に直面するリスクの洗い出し、認識、分析を行い、それらに対する緩和のための対策を講じることが基本となっている。他方、公的セクターにおける開発事業は、民間金融機関によるプロジェクト・ファイナンスとは異なり、政府による金融のアレンジと政府の信用に依存して実施される。特に、ODA 借款を利用して実施されるプロジェクト・ファイナンスにおいては、実施機関（プロジェクト会社）の事業実施及び債務負担に関する最終的な責任は政府が分担することとなる。金融を提供するドナーにとっては事業の実施、完成、運営及び持続性が管理上の焦点となる。ドナーの関心は主として、事業の円滑な実施、効率的な運営、所期通りの成果産出、事業効果の発現とインパクトの達成がなるかという点に置かれることとなる。プロジェクト・ファイナンスで用いられているリスクの認識と分担に関する手法は、政府部門によるインフラ開発に対する金融の組成においても有効な面を多く備えている。一般的に言って、大規模インフラ開発事業は以下のような重大なリスクと境界を接していると理解される。

- 政治リスク
- 自然災害、天変地異等
- 社会・環境リスク
- 実施機関の能力リスク
- 重大事故の発生リスク
- 事業完成リスク
- 経済・財務バイアビリティ・リスク
- 燃料調達リスク
- 送電線等関連インフラリスク
- その他

### 16.2.2 リスクの分析

上述のリスクの個々についてレビューを行い、それらに対する事業実施上の緩和策について検

---

討した結果は以下の表の通りとなる。

表 16.2-1 リスク管理シート（プロジェクト稼働前）

リスク・カテゴリー	副カテゴリー	リスクの概要	リスク負担者			リスク・カバーのための契約	リスク緩和方策	緩和策を講じない場合のインパクト
			政府/ BPDB	CPG CBL	共同 負担			
政治リスク	戦争・動乱等	工事の中断、破壊等	X (GOB)					・事業の延期、中断、建設途上の破壊等
	政府による収用	収用による中断、効率低下等	X (GOB)			・ Power purchase Agreement (PPA)		・ 同上
	外国為替管理	為替管理の変更	X (GOB)			・ Power purchase Agreement (PPA)		・ 同上
	法律・政策・税制変更	電力政策、エネルギー政策、石炭政策、税制の変更等	X (GOB)			・ Power purchase Agreement (PPA)		・ 同上
	社会・経済的不安定	騒乱、ストライキ、社会不安等	X (GOB)			・ Power purchase Agreement (PPA)		・ 同上
	事業権・操業権	ライセンスはく奪、事業権の変更等	X (GOB)			・ Power purchase Agreement (PPA)		・ 同上
自然災害、天変地異等	サイクローン				X	・ 保険	・ 設計規格(海拔 10m への埋立、嵩上げ) ・ 保険	
	風波、波浪				X	・ 保険	・ 設計規格(海拔 10m への埋立、嵩上げ) ・ 保険	
	地震				X	・ 保険	・ 設計規格(耐震性のある構造物) ・ 保険	
	津波				X	・ 保険	・ 設計規格 (海拔 10m への埋立、嵩上げ) ・ 保険	
	その他	雷、暴風雨、竜巻、放射能汚染、火災、伝染病等			X	・ 保険	・ 設計規格(種々) ・ 保険 ・ その他対策	
社会・環境リスク	地元政府によるプロジェクト受け入れ拒否	プラント建設着工の遅延	X (MPEMR)			・ Implementation Agreement	・ 協議	

リスク・カテゴリー	副カテゴリー	リスクの概要	リスク負担者			リスク・カバーのための契約	リスク緩和方策	緩和策を講じない場合のインパクト
			政府/ BPDB	CPG CBL	共同 負担			
	地元住民による抵抗	プラント建設着工の遅延	X (MPEMR)				・協議	
	陸上輸送路の混雑	建設工程の遅延	X (MPEMR)				・アクセス道路の建設 ・海上輸送路の活用	
	希少種の出現（動物、植物）	事業実施の中断、中止等	X (MPEMR)				・環境影響評価	
	自然環境の汚染、汚濁			X			・環境保護ガイドラインの遵守	
	資金不足リスク	キャッシュフローにおける一時的不足（予算支出の遅延等）		X		・金融機関からの借入枠設定 ・株主による支援（契約）	・政府もしくはBPDBによる支援	
	予算及び資金調達	プラント試運転用燃料調達資金及び稼働前に必要となる運転資金の調達等		X		・EPC 契約	・予算計画の策定と実行のための資金調達	
	外国為替相場の変動	建設コストの予期せぬ増加及び為替差損に起因する資金不足等		X		・金融機関からの借入枠設定	・予備費	
	インフレの昂進	建設コストの予期せぬ増加及びインフレに起因する資金不足等		X		・金融機関からの借入枠設定	・予備費	
	保険リスク	特定付保項目のアベイラビリティ及び保険料率の変動		X		・保険契約	・保険会社、ブローカーとの折衝	
	入札条件を逸脱した入札	事業実施の遅延		X		・入札招聘書、仕様書、資格要件の熟慮	・入札における質の向上	
実施機関の能力リスク	経営能力欠落	経験不足の経営陣に起因するプロジェクト遅延、コスト・オーバーラン		X			・経験ある有能人材の採用 ・コンサルタントの起用	

バングラデシュ国マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業（フェーズ2）準備調査  
ファイナルレポート

リスク・カテゴリー	副カテゴリー	リスクの概要	リスク負担者			リスク・カバーのための契約	リスク緩和方策	緩和策を講じない場合のインパクト
			政府/ BPDB	CPG CBL	共同 負担			
	財務能力欠落	不健全な財務状態、資本金払込の遅延・不足、コスト・オーバーランに対する資金調達		X			・経験ある有能人材の採用	
重大事故の発生	事故の発生	事故の調査、原因究明、対策実施のための工事の中断、遅延等				・保険	・安全管理のための継続的訓練 ・保険	
事業完成リスク	コンサルタントの能力不足			X		・コンサルタント契約	・事前資格審査による技術能力の評価とスクリーニング	
	EPC受注企業の能力不足			X		・EPC実施契約	・事前資格審査による技術能力の評価とスクリーニング	
	サブコントラクターの不出来、怠慢等			X		・EPC実施契約	・プライム契約企業による作業管理 ・コンサルタントによる監督、管理	
	政府による計画、開発、操業に関する認可、承認の遅延		X (MPEMR)				・CPGCBLによるプロジェクトの効果的管理	
	建設工事・完成の遅延	建設工事・完成に関する当初設計からの遅延、乖離（関連インフラの建設工事を含む）		X		・建設工事契約	・スポンサー、コンサルタント及びEPC契約企業による建設工事管理	
	プラントコスト・資材の増加	コストの増加に起因する資金不足		X		・建設工事契約	・予備費	
燃料調達リスク	プラント試運転用燃料調達失敗	燃料不足による試運転の中断、中止		X		・建設工事契約	・EPC契約企業による供給の安定的確保	
送電線等関連インフラリスク	用地取得の失敗	送電線建設工事の遅延	X (MPEMR)			・Implementation Agreement	・協議	

リスク・カテゴリー	副カテゴリー	リスクの概要	リスク負担者			リスク・カバーのための契約	リスク緩和方策	緩和策を講じない場合のインパクト
			政府/ BPDB	CPG CBL	共同 負担			
ク	連携する送電線の建設遅延	試運転への対応不備	X (MPEMR, PGCB)			・ Implementation Agreement	・ 連携する送電線に依存しないプロジェクトの形成	

出典：調査団作成



同様に、稼働後のフェーズにおけるリスクの個々についてレビューを行い、それらに対する事業実施上の緩和策について検討した結果は以下の表の通りとなる。

表 16.2-2 リスク管理シート（プロジェクト稼働後）

リスク・カテゴリー	副カテゴリー	リスクの概要	リスク負担者			リスク・カバーのための契約	リスク緩和方策	緩和策を講じない場合のインパクト
			政府/ BPDB	CPG CBL	共同 負担			
政治リスク	戦争・動乱等	工事の中断、破壊等	X (GOB)			・ Power purchase Agreement (PPA)		・ 事業の延期、中断、建設途上の破壊等
	政府による収用	収用による中断、効率低下等	X (GOB)			・ Power purchase Agreement (PPA)		・ 同上
	外国為替管理	為替管理の変更	X (GOB)			・ Power purchase Agreement (PPA)		・ 同上
	法律・政策・税制変更	電力政策、エネルギー政策、石炭政策、税制の変更等	X (GOB)			・ Power purchase Agreement (PPA)		・ 同上
	社会・経済的不安定	騒乱、ストライキ、社会不安等	X (GOB)			・ Power purchase Agreement (PPA)		・ 同上
	事業権・操業権	ライセンスはく奪、事業権の変更等	X (GOB)			・ Power purchase Agreement (PPA)		・ 同上
自然災害、天変地異等	サイクローン	石炭運搬船の継続的停泊不能期間			X	・ 保険	・ 設計規格（石炭貯蔵期間：60日） ・ 保険	
	風波、波浪				X	・ 保険	・ 設計規格(海拔10mへの埋立、嵩上げ) ・ 保険	
	地震				X	・ 保険	・ 設計規格（耐震構造） ・ 保険	
	津波				X	・ 保険	・ 設計規格(海拔10mへの埋立、嵩上げ) ・ 保険	
	その他	雷、暴風雨、竜巻、放射能汚染、火災、伝染病等			X	・ 保険	・ 設計規格(種々) ・ 保険 ・ その他対策	
社会・環境リスク	陸上輸送路の混雑			X		・ アクセス道路の建設		

バングラデシュ国マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業（フェーズ2）準備調査  
ファイナルレポート

リスク・カテゴリー	副カテゴリー	リスクの概要	リスク負担者			リスク・カバーのための契約	リスク緩和方策	緩和策を講じない場合のインパクト
			政府/ BPDB	CPG CBL	共同 負担			
	自然環境の汚染、汚濁			X			・環境保護ガイドラインの遵守	
	環境機器の不調、劣化	プラント操業の中断あるいは稼働率の低下		X		・プラント・メーカーの保証 ・保険	・定期的保守 ・保険	
実施機関の能力リスク	経営能力欠落	経験不足の経営陣に起因するプロジェクト遅延、コスト・オーバーラン		X			・有能人材の採用 ・インセンティブ制度	
	財務能力欠落	不健全な財務状態、資本金払込の遅延・不足、コスト・オーバーランに対する資金調達		X				
	O&M 能力欠落	事故、維持修繕費用の増加及び運営効率の低下		X			・職員訓練制度 ・インセンティブ制度	
	契約外注先の能力欠落	契約にある成果目標の未充足		X		・外注契約	・訓練制度の高度化 ・外国技術者の動員	
重大事故の発生リスク	重大規模の事故発生	プラントの長期間操業停止		X		・保険	・予防的メンテ ・保険	
事業完成リスク	設計された性能発現に失敗	産出量減少に起因する収入減少		X		・建設工事契約	・性能保証期間の延長	
	プラント性能の予期せぬ低下	非効率化による燃料消費量の増加あるいは産出量減少に伴う収入の減少		X		・建設工事契約	・定期的保守作業	
経済・財務バイアビリティ・リスク	販売及び回収リスク	販売価格の原価割れあるいは回収遅延		X		・PPA		
	タリフ改定の遅延・不十分				X	・PPA	・順調な稼働 ・モニタリング ・タリフの改訂	
	資金不足に対する資金調達	経費支出あるいは債務元利払いの際の予期せぬ資金不足		X		・金融機関からの借入枠の設定 ・エスクロ勘定	・BPDB による子会社支援	

バングラデシュ国マタバリ超々臨界圧石炭火力発電事業（フェーズ2）準備調査  
ファイナルレポート

リスク・カテゴリー	副カテゴリー	リスクの概要	リスク負担者			リスク・カバーのための契約	リスク緩和方策	緩和策を講じない場合のインパクト
			政府/ BPDB	CPG CBL	共同 負担			
	予算及び資金調達	財務管理の失敗によるO&M資金の不足、特に定期的メンテ資金の不足		X		・金融機関からの借入枠の設定	・定期的保守点検のための予算措置の徹底	
	外国為替相場の変動	燃料価格・O&Mコストの予期せぬ上昇あるいは為替差損に起因する資金不足等		X		・PPA ・金融機関からの借入枠の設定		
	保険リスク	特定付保項目のアベイラビリティ及び保険料率の変動		X		・保険契約	・保険会社、ブローカーとの折衝	
	インフレの昂進	燃料価格・O&Mコストの予期せぬ上昇あるいはインフレに起因する資金不足等		X		・PPA ・金融機関からの借入枠の設定		
燃料調達リスク	燃料及びその他資材の調達失敗	燃料炭及びその他資材の不足発生		X		・石炭売買契約	・石炭調達ソースの多様化 ・適正貯蔵量の維持	
	石炭運搬船の入手失敗	燃料炭の不足発生		X		・用船契約	・中長期用船とスポット用船のミックスによる多様化 ・適正貯蔵量の維持	
	長期契約リスク	燃料不足は安定的操業の中断、中止に直結、他方長期契約では契約期間中引取の義務あるいはtake-or-payにより拘束される		X		・石炭売買契約	・契約期間の多様化	
	市場価格の乱高下	燃料輸入価格の不安定は経済・財務バイアビリティを侵食する		X		・PPA		

リスク・カテゴリー	副カテゴリー	リスクの概要	リスク負担者			リスク・カバーのための契約	リスク緩和方策	緩和策を講じない場合のインパクト
			政府/ BPDB	CPG CBL	共同 負担			
	燃料炭の品質不安定	混炭に適さない性状		X		・石炭売買契約	・低カロリー炭を処理するための予備ミルの建設	
	起動用燃料の調達失敗	プラントの起動不能		X		・燃料供給契約 ・燃料油供給に関する政府保証	・燃料油の適正貯蔵量維持	
送電線等関連インフラリスク	送電線のトラブル	発電した電力の送電不能が発電プラントの操業停止に帰結	X (PGCB)			・PPA ・Implementation Agreement		
その他	電力需要の伸び悩み	発電所に対する給電指令の停滞	X (MPEMR)			・PPA ・Implementation Agreement		
	低コストガス田の開発あるいはLNGの調達（低価格によるガス供給）	石炭火力発電所に対する給電指令が他のシステムに劣後する、もしくは石炭火力がミドル・ロード・システムとして運用される	X (MPEMR)			・PPA ・Implementation Agreement		

出典：調査団作成

上に掲出した2表によると、プロジェクトの稼働前と稼働後の双方について、カテゴリーとしては類似のリスク項目が把握されているが、リスクの内容そのものは相互に異なる内容のものが含まれている。

### 16.3 ジェンダー主流化の方策に係る検討

#### 16.3.1 エネルギー・電力分野における法制度、政策、方針等におけるジェンダー関連事項

エネルギー・電力分野におけるジェンダー関連事項に関する特別な法制度や政策は見受けられない。ただし、DoEは、発電所建設プロジェクトにおいても、エネルギー/電力セクターにおける男女平等の意識向上を推進している。EIA報告書ドラフトに対するコメントの中で、DoEはCPGCBLにジェンダー問題を明確に記述するよう要請した。

#### 16.3.2 他ドナーのエネルギー分野の支援におけるジェンダー視点の導入状況

2017年にADB（アジア開発銀行）が発行したレポート“Gender Equality Diagnostic of Selected Sectors”には、以下の記載がある。

Gender Equality in Energy: ADB Experience With its commitment to support the achievement of the United Nations Sustainable Development Goals (SDGs), including SDG 5 (Achieve gender equality and empower all women and girls), ADB is endeavoring to integrate gender considerations even in nontraditional sectors, such as energy infrastructure development. Table 15 presents the gender categorization of ADB-assisted projects in Bangladesh (see Box 5 for detailed definition of the gender categories). To date, no energy projects have been categorized as gender equity theme (GEN), which means that no energy project in ADB has been designed primarily to respond to gender issues in the sector. Nonetheless, the higher number of projects categorized as effective gender mainstreaming (EGM) and some gender elements (SGE) compared with the number of projects categorized as no gender elements (NGE) indicate the proactive efforts of project teams to integrate significant gender features in the projects. The Effective Gender Mainstreaming category means that the three projects are designed to directly respond to gender issues and achieve gender equality and women’s empowerment results.

Year Approved and Completed	GEN	EGM	SGE	NGE	Total
2009–2012	–	1	2	1	4
2013–2016	–	2	2	3	7
Total	–	3	4	4	11

EGM = effective gender mainstreaming, GEN = gender equity theme, NGE = no gender element, SGE = some gender elements.  
Source: South Asia Department Gender and Development Database 2016.

上記記載によると、バングラデシュ政府は他のセクターと同じようにエネルギーセクターでもジェンダー主流化を促進していることが確認できる。

#### 16.3.3 建設工事における女性の雇用を促進する方策

- (1) 詳細な調査を実施して、エネルギー部門でより多くの女性を雇用できる分野を確認する。この調査により、次のような多くの関連事項についての考察が得られるはずである。
  - ・ 雇用機会を提供できる、新しく非伝統的な分野
  - ・ 女性にとって、新しい分野でのキャリアの追求や、エネルギー供給と使用に関連した技術

に触れる機会の障壁となっている事項

- ・ より柔軟な組織を作り上げるのに、女性の参画は有用であることの確認

- (2) BPDB 等の政府部門において、特定の活動に、必要なトレーニング受講後の一定数の女性を雇用することを奨励する。
- (3) 民間・公共の雇用者団体、企業や個々の雇用者と連携したキャリア開発プログラム、スキル開発プログラムに対する市場の需要を確認する。スケールアップ前に、パイロットプロジェクトを実施して、女性のトレーニングとスキル開発時に企図された活動の実現可能性を評価する。
- (4) 長期的なビジネスおよび雇用の機会として、潜在的な省エネルギー技術の製造販売分野における女性の起業家精神を啓蒙する。
- (5) 女性従業員に保育、トイレ、セキュリティを提供することにより、労働可能な環境を確保する。

#### 16.3.4 実施機関の職員やオペレーターの男女比や女性職員や技術者・オペレーターの活躍促進の方策

##### (1) 実施機関の職員やオペレーターの男女比率

実施機関の職員やオペレーターの適切な男女比率を決定することは非常に困難と言わざるを得ない。日本やその他先進国でも、電力セクターの職員やオペレーターの男女比率は高くない。従って、現在の比率から 10%引き上げることが目標とする等の提案をすることが精一杯と考察される。

##### (2) 女性スタッフの積極的な参加を促進するための措置

基本的に、本事項は主に高校や大学の教育環境に依存するものと考えられる。政府は、若い世代からの女性の工学分野への参加を強力に促進すべきと考えられる。約 10 年以上経つと、女性スタッフがエンジニアリング分野に積極的に参加するようになると考えられる。