

バングラデシュ人民共和国

バングラデシュ人民共和国
南北ダッカ市の
廃棄物焼却発電導入に係る
情報収集・確認調査

最終報告書

2022年2月

独立行政法人 国際協力機構（JICA）

株式会社エックス都市研究所

環境
JR
22-021

目 次

目 次.....	i
表 目 次.....	iv
図 目 次.....	vi
略 語 集.....	vii
1. 調査の背景と目的.....	1
1.1. 調査の背景.....	1
1.2. 調査の目的.....	2
1.3. 調査の概要.....	2
2. 北ダッカ市・南ダッカ市における廃棄物管理の現状.....	4
2.1. 法制度.....	4
2.2. 実施体制.....	4
2.3. ごみ量・ごみ組成.....	5
2.3.1. ごみ量.....	5
2.3.2. 廃棄物フロー.....	5
2.3.3. ごみ組成.....	6
2.4. 収集・運搬.....	7
2.5. 中間処理.....	8
2.6. 最終処分.....	9
2.6.1. 処分量.....	9
2.6.2. 北ダッカ市.....	9
2.6.3. 南ダッカ市.....	9
2.7. 一般廃棄物焼却発電導入に係る検討状況.....	10
3. チョットグラム市における廃棄物管理の現状.....	13
3.1. 実施体制.....	13
3.2. ごみ量・ごみ組成.....	13
3.2.1. ごみ量.....	13
3.2.2. 廃棄物フロー.....	13
3.2.3. ごみ組成.....	14
3.3. 収集・運搬.....	14
3.4. 中間処理.....	15
3.5. 最終処分.....	15
4. バングラデシュ国及び他国における PPP 制度の概要.....	17
4.1. バングラデシュ国における PPP に係る法令、関係省令、ガイドライン等.....	17
4.1.1. 法制度.....	17
4.1.2. バングラデシュ国における PPP 事業の実施体制及び官側の役割.....	18

4.1.3.	バングラデシュ国における PPP 事業の支援・促進制度の概要.....	18
4.1.4.	バングラデシュ国における再生可能エネルギー発電電力の買取	19
4.2.	他国と比較したバングラデシュ国の PPP 制度の課題.....	20
5.	日本の一般廃棄物焼却発電施設の導入事例	26
5.1.	一般廃棄物焼却発電施設の日本の事例	26
5.1.1.	ファイナンス上の官民負担割合	26
5.1.2.	事業形式.....	27
5.1.3.	概算 CAPEX 及び OPEX	27
5.2.	民間資金を活用した PPP スキームによる施設整備事例.....	29
5.2.1.	官側の負担事項.....	29
5.2.2.	処理対象廃棄物の組成及び発熱量	29
5.2.3.	売電条件及び価格	31
5.2.4.	廃棄物焼却発電施設運転時のモニタリング条件の整理	31
6.	SEA の考え方に基づいた環境社会配慮の予備的検討の実施.....	33
6.1.	バングラデシュ国における環境アセスメント制度とその運用状況	33
6.1.1.	バングラデシュ国における環境社会配慮の根拠法規	33
6.1.2.	バングラデシュ国の EIA（環境アセスメント）制度.....	34
6.2.	Pre-FS で実施された一般廃棄物焼却発電施設の整備に伴う環境社会配慮の検討結果の 補足	38
6.3.	一般廃棄物焼却発電施設の導入と代替案（他の廃棄物中間処理手法）との比較検討	46
6.4.	計画・プログラム等の意思決定段階で、極めて重要な環境社会影響項目とその評価方 法	46
7.	一般廃棄物焼却発電施設の概算事業費の内容具体化	48
7.1.	初期投資費（CAPEX）	48
7.1.1.	CAPEX の例.....	48
7.1.2.	処理能力と CAPEX の関係.....	49
7.2.	維持管理・運営費（OPEX）	50
8.	本邦技術活用可能性の検討	51
8.1.	本邦で運用されている WTE 技術	51
8.2.	本邦技術のバングラデシュ国における適用可能性	51
8.3.	本邦技術適用に係る課題	52
9.	本調査結果概要の普及・啓発	53
9.1.	ワークショップ開催報告	53
9.1.1.	概要.....	53
9.1.2.	質疑応答	54
9.2.	啓発資料.....	58
10.	民間セクターを活用した一般廃棄物焼却発電施設の導入の検討	59
10.1.	民間セクターを活用した一般廃棄物焼却発電施設導入に当たっての課題	59

10.1.1.	PPP 制度面	59
10.1.2.	廃棄物管理面	60
10.1.3.	環境社会配慮面	62
10.1.4.	官（バングラデシュ国政府）側の費用面も含めた負担事項	62
10.2.	公的資金を活用した DBO 方式と（民間資金を活用した）BTO 及び BOO 方式を活用した 場合の一般廃棄物焼却発電施設導入の比較評価	64
10.2.1.	事業方式	64
10.2.2.	公的資金を活用した DBO 方式	65
10.2.3.	民間資金を活用した BTO 及び BOO 方式	65
10.2.4.	比較評価	66
11.	提言（バングラデシュ国における WTE 事業の基本モデル）	67
11.1.	バングラデシュ国における WTE 導入時の前提条件	67
11.2.	バングラデシュ国における WTE 技術の選定	67
11.3.	廃棄物焼却発電技術の選定	69
11.3.1.	廃棄物焼却発電の基本プロセス	69
11.4.	WTE 事業の基本モデル	73
11.5.	WTE モデル事業費用の算定	75
11.5.1.	CAPEX の算定	75
11.5.2.	OPEX の算定	75
11.6.	事業実施方式	76
11.6.1.	事業実施における基本方針	76
11.6.2.	WTE 事業の実施スキーム	76
11.7.	WTE 事業の採算性に係るシミュレーション	77
11.8.	WTE 技術の適正な導入・普及に向けた提言	78
11.8.1.	透明性及び競争性を担保した調達システムの確立	78
11.8.2.	WTE 事業への適切な公共関与	78
11.8.3.	国及び自治体のキャパシティ・ディベロップメント	79
11.8.4.	本邦技術導入の可能性	79

表 目 次

表 1-1	実際の調査期間と工程.....	3
表 2-1	廃棄物管理に関する法令文書（廃棄物管理の方法等を規定するもの）.....	4
表 2-2	北ダッカ市及び南ダッカ市の廃棄物管理局の組織と実員数.....	4
表 2-3	北ダッカ市及び南ダッカ市のごみ量の変化.....	5
表 2-4	Amin Bazar Landfill における廃棄物の物理組成と三成分分析結果.....	7
表 2-5	北ダッカ市及び南ダッカ市の埋立処分量の変遷.....	9
表 2-6	CMEC による WTE の処理単価.....	11
表 3-1	チョットグラム市の 2019-2020 年のごみ発生量と収集量.....	13
表 3-2	チョットグラム市のごみの物理組成.....	14
表 3-3	チョットグラム市における既存最終処分場の概要.....	16
表 4-1	PPP 法制度文書.....	17
表 4-2	バングラデシュ国再生可能エネルギー導入ポテンシャル.....	19
表 4-3	バングラデシュ国と他国の PPP 制度の比較.....	21
表 4-4	日本、東南アジアの FIT 価格.....	23
表 5-1	日本での PFI 対象施設.....	26
表 5-2	日本の事業形式.....	27
表 5-3	日本における CAPEX と OPEX のトン単価.....	28
表 5-4	日本における CAPEX と OPEX の合計額のトン単価.....	28
表 5-5	日本における処理対象廃棄物の 3 成分組成及び低位発熱量.....	29
表 5-6	日本における処理対象廃棄物の化学組成.....	30
表 5-7	施設のモニタリング内容.....	32
表 6-1	バングラデシュ国における関連法令.....	33
表 6-2	EIA レポート提出タイミングにかかる分類.....	37
表 6-3	関係者リスト.....	37
表 6-4	Pre-FS で実施された環境社会配慮の検討結果.....	39
表 6-5	廃棄物焼却発電施設と代替案の環境社会影響の比較.....	46
表 6-6	考えられるスコーピングと北ダッカ市廃棄物管理マスタープラン案（2018-2032）の 記載.....	47
表 7-1	詳細設計段階と FS 段階での見積項目の関係.....	48
表 7-2	処理能力と CAPEX.....	49
表 7-3	単回帰分析結果と北ダッカ市 Pre-FS の CAPEX 比較.....	50
表 10-1	事業実施プロセスにおける段階毎の政府・行政サイドによる監理・確認事項.....	60
表 10-2	民間セクターを活用した廃棄物焼却発電事業における公民の役割分担に係る重要 項目.....	63
表 10-3	事業方式の概要.....	64
表 10-4	DB、DBO、BTO、BOO の比較.....	66

表 11-1	Bangladesh国における WTE 導入時の前提条件	67
表 11-2	WTE 技術の比較表	68
表 11-3	処理方式とその特徴.....	71
表 11-4	廃棄物焼却方式の比較表	72
表 11-5	WTE 事業モデルの基本仕様	73
表 11-6	廃棄物焼却発電事業における処理規模別の CAPEX 及び OPEX.....	75
表 11-7	Bangladesh国における WTE 事業実施の基本方針	76
表 11-8	事業採算性シミュレーションの前提条件	77
表 11-9	WTE 事業における処理料金及び売電料金のシミュレーション結果.....	77

目 次

図 2-1	2018-2019 年の北ダッカ市の廃棄物フロー	6
図 2-2	2018-2019 年の南ダッカ市の廃棄物フロー	6
図 2-3	北ダッカ市及び南ダッカ市における廃棄物収集の責任範囲	8
図 2-4	北ダッカ市及び南ダッカ市における家庭ごみのフロー	8
図 2-5	北ダッカ市役所と Amin Bazar Landfill の位置関係	9
図 2-6	南ダッカ市役所と Matuail Landfill の位置関係	10
図 3-1	チョットグラム市の 2019-2020 年の廃棄物フロー	13
図 3-2	チョットグラム市における廃棄物収集の責任範囲	14
図 3-3	チョットグラム市の 2 ヶ所の最終処分場の位置	15
図 4-1	PPP プロジェクトの承認までのフロー	18
図 5-1	日本の設計・建設業務費用の財源構成	26
図 6-1	ECC に係る手続き	35
図 6-2	EIA の手続きに係るフローチャート	36
図 7-1	処理能力と CAPEX の直線回帰分析結果	49
図 10-1	廃棄物焼却発電施設規模と総費用の関係	61
図 10-2	廃棄物焼却発電フローシートと各処理行程で発生する物質	61
図 11-1	廃棄物焼却発電プロセスの構成	69
図 11-2	WTE モデル施設のレイアウト	74
図 11-3	施設のイメージ図	74
図 11-4	WTE 事業の実施スキーム	76

略 語 集

略語	正式名称（英文）	和訳／概要
BAPPENAS	Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (Indonesian Ministry of National Development Planning)	国家開発計画庁（インドネシア）
BBMP	Bruhat Bengaluru Mahanagara Palike (Greater Bengaluru Municipal Corporation)	バンガロール市役所（インド）
BDD	Bid due date	入札期日
BDT	Bangladeshi taka	バングラデシュ・タカ（バングラデシュ国の貨幣単位）
BECA	The Bangladesh Environment Conservation Act	環境保全法
BIFF	Bangladesh Infrastructure Finance Fund	バングラデシュ・インフラストラクチャー・ファイナンス・ファンド
BOO	Build-Operate-Own	建設－運営－所有
BOOT	Build-Own-Operate-Transfer	建設－所有－運営－移転
BOT	Build-Operate-Transfer	建設－運営－移転
BT	Build-Transfer	建設－移転
BTO	Build-Transfer-Operate	建設－移転－運営
CAPEX	Capital Expenditure	初期投資費、資本的支出、建設コスト
CEO	Chief Executive Officer	最高経営責任者
CMEC	China Machinery Engineering Corporation	中国機械設備工程（エンジニアリング会社。国際的なエンジニア・プロジェクトを請け負う）
COD	Commercial Operation Date	商業運転開始日、商業電力供給日
DBFO	Design-Build-Finance-Operate	設計－建設－資金調達－運営
DBFOT	Design-Build-Finance-Operate-Transfer	設計－建設－資金調達－運営－移転
DBO	Design-Build- Operate	設計－建設－運営
DBOO	Design-Build- Own-Operate	設計－建設－所有－運営
DNCC	Dhaka North City Corporation	北ダッカ市役所
DOE	Department of Environment (Ministry of Environment, Forest and Climate Change)	環境局（環境森林気候変動省）
DPDC	Dhaka Power Distribution Company	ダッカ配電会社
DPP	Development Project Proposal	公共事業提案書、開発プロジェクト提案書
ECC	Environmental Clearance Certification	環境許認可／環境アセスメントを含む事業の環境面に関する許可
E.C.R'97	Environmental Conservation Rules, 1997	環境保全規則
EIA	Environmental Impact Assessment	環境アセスメント
EPC	Engineering, Procurement, and Construction	設計・調達・建設
ERC	Energy Regulatory Commission	エネルギー規制委員会（フィリピン、タイ）
EU	European Union	欧州連合
FIRR	Financial Internal Rate of Return	財務的內部収益率
FIT	Feed-in-Tariff	電力固定価格買取、固定電力買取
FS	Feasibility Study	実現可能性調査
GCA	Government Contracting Agency	政府契約機関（インドネシア）
GeBIZ	—	シンガポール政府のワンストップ電子調達ポータル
G2G	Government to Government	政府間取引

略語	正式名称（英文）	和訳／概要
ICT	Information and communications technology	情報通信技術
IDCOL	Infrastructure Development. Company Limited	インフラストラクチャー開発公社
IDR	Indonesian rupiah	インドネシア・ルピア（インドネシアの貨幣単位）
HP	Homepage	ホームページ
IEE	Initial Environmental Examination	初期環境影響評価
IIGF	Indonesia Infrastructure Guarantee Fund	インドネシア・インフラ保証基金
INR	Indian rupee	インド・ルピー（インドの貨幣単位）
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
JPY	Japanese yen	日本円（日本の貨幣単位）
KIT	Keppel Infrastructure Trust	シンガポール上場のインフラファンド
KPCL	Karnataka Power Corporation Limited	カルナタカ電力会社（インド）
KPIs	Key Performance Indicators	運営評価基準
LOA	Letter of Award	落札通知（書）
MOF	Ministry of Finance	財務省
MOU	Memorandum of Understanding	覚書
MP	Master Plan	マスタープラン、基本計画、上位計画
MRF	Materials Recovery Facility	資源回収施設
MSW	Municipal Solid Waste	都市廃棄物
MYR	Malaysian ringgit	マレーシア・リンギット（マレーシアの貨幣単位）
NDMC	New Delhi Municipal Corporation	ニューデリー市行政委員会（インド）
NEA	National Environment Agency	シンガポール国家環境保護庁
NEDA	National Economic and Development Authority	国家経済開発庁（フィリピン国）
NEDO	New Energy and Industrial Technology Development Organization	国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
NGO	Non-governmental organization	非政府組織
OM	Operation and Maintenance	運営維持管理
OPEX	Operating Expenses	維持管理・運営費
PCSP	Primary Collection Service Provider	一次収集人
PFI	Private Finance Initiative	プライベート・ファイナンス・イニシアティブ／公共施設等の設計、建設、維持管理及び運営に、民間資金とノウハウを活用し、公共サービスの提供を民間主導で行うことで、効率的かつ効果的な公共サービスの提供を図るという考え方
PPA	Power Purchase Agreement	買電契約、電力買取契約、電力売買契約
PPP	Public Private Partnership	公民連携、官民連携
RDF	Refuse-derived fuel	ごみ固形燃料
RFP	Request for Proposal	提案依頼書
SBM	Swachh Bharat Mission (Clean India Mission)	クリーン・インド政策（インド）
SCP	Secondary Collection Point	二次収集点
SEA	Strategic Environmental Assessment	戦略的環境アセスメント
SEDA	Sustainable Energy Development Authority	持続可能エネルギー開発庁（マレーシア）
SEPO	State Enterprise Policy Office	国営企業政策局（タイ）
SGD	Singapore dollar	シンガポール・ドル（シンガポールの貨幣単位）
SPP	Small Power Producers	小規模（10～50MW）の再生可能エネルギー発電事業者（タイ）

略語	正式名称（英文）	和訳／概要
SPV	Special Purpose Vehicle	特別目的会社
SREDA	Sustainable and Renewable Energy Development Authority	持続・再生可能エネルギー開発庁
STS	Secondary Transfer Station	中継基地
SUS	Stainless steel	ステンレス鋼
TB	Technical Bid	技術提案
THB	Thai baht	タイ・バーツ（タイの貨幣単位）
TOR	Terms of Reference	付託条項、委託事項、業務指示事項
UKAS	Unit Kerjasama Awam Swasta (Public Private Partnership Unit)	事業庁（現在は官民協働事業庁）（マレーシア）
ULB	Urban Local Body	都市部の地方自治体（インド）
VFM	Value For Money	バリューフォーマネー／支払いに対して最も価値の高いサービスを供給するという考え方のこと
VGf	Viability Gap Financing/Funding	採算補填
VND	Vietnamese dong	ベトナム・ドン（ベトナムの貨幣単位）
VSPp	Very Small Power Producers	極小規模（10MW 以下）の再生可能エネルギー発電事業者（タイ）
WB	World Bank	世界銀行
WTE	Waste-to-Energy	廃棄物発電・エネルギー回収
3R	Reduce, Reuse, Recycle	リデュース、リユース、リサイクル

JICA の 2021 年度精算レート表に基づき、換算レート：BDT 1=1.349 円（2021 年 12 月）とした。

1. 調査の背景と目的

1.1. 調査の背景

バングラデシュ人民共和国（以下、「バングラデシュ国」という。）では第8次5か年計画（2020/21-2024/25年度）において、廃棄物管理の改善とサーキュラーエコノミーの導入がグリーンな成長の実現のために優先的に実施されるべき具体的活動の一つに挙げられている。

また、気候変動対策に資するために実施されるべき行動の一つとして「Managing Solid Waste」が記載されており、「政府は全ての主要都市における廃棄物処理施設の建設にコミットし、廃棄物由来の発電プラント（廃棄物発電）の整備と官民双方への経済的インセンティブの付与に対してコミットする」としている。

現在、北ダッカ市及び南ダッカ市における廃棄物収集率は約85%まで改善している。しかし、北ダッカ市及び南ダッカ市の現在の最終処分場は残り最長約2年で限界を迎える危機的な状況となっており、新規最終処分場の建設が間に合わず、既存最終処分場の容量の限界を超えて適切な埋め立て処理が行われないリスクが発生している。

このような背景から北ダッカ市及び南ダッカ市は、既存の最終処分場の拡張、新規最終処分場及び一般廃棄物焼却発電施設を含む中間処理施設の用地確保に係る公共事業提案書（DPP：Development Project Proposal）を作成し、既に中央政府からの承認を得ている。

北ダッカ市及び南ダッカ市を含めたバングラデシュ国政府は、最終処分場への廃棄物搬入量の削減を目的として、廃棄物焼却発電を中心とした「廃棄物発電・エネルギー回収（WTE：Waste-to-Energy）」の導入に高い関心を有している。

北ダッカ市及び南ダッカ市では JICA が現在実施している「南北ダッカ市及びチッタゴン市廃棄物管理能力強化プロジェクト」（以下、「現行技術協力プロジェクト」という。）の支援も受けながら、WTE 施設用地の確保の可能性、ファイナンス等に関して検討を行っている。

また、バングラデシュ国側は民間資金を活用する PFI（Private Finance Initiative）も含めた官民連携（PPP：Public Private Partnership）スキームによる WTE 施設の設置・運営・維持管理にも関心を有している。

これらのことから、本調査では「現行技術協力プロジェクト」での検討結果も含めた既存資料の分析及び関係機関への現地ヒアリングを通じて、

- バングラデシュ国における廃棄物管理及び PPP に係る法制度（電力固定価格買取（FIT：Feed-in-Tariff）制度）の整備状況
- 日本・東南アジア諸国の PPP に係る法制度との比較
- 日本・東南アジア諸国での廃棄物焼却発電施設の整備・運営・維持管理に係る費用（PPP による施設整備事例を含む）

などの情報・データの収集・分析を行い、

- PPP で廃棄物焼却発電施設の整備・運営・維持管理を行う場合の官側の負担事項の明確化
- 「現行技術協力プロジェクト」で算出された概算事業費の精査
- 戦略的環境アセスメント（SEA：Strategic Environmental Assessment）を含む環境社会配慮の予備

的調査の実施

を行い、本邦技術の活用可能性の検討等を行う情報収集・確認調査を実施する。

1.2. 調査の目的

「現行技術協力プロジェクト」での検討結果も含めた既存資料の分析及び関係機関への現地ヒアリングを通じて、バングラデシュ国における（主として民間資金を活用した）PPP スキームによる一般廃棄物焼却発電施設導入に関して、将来的な資金協力による支援の可能性も念頭に置きつつ、法制度、官側の負担事項、環境社会配慮、本邦技術の活用可能性等に関する情報収集・分析を行うことを目的とする。また、本調査で収集した情報・分析結果について、バングラデシュ国政府の廃棄物焼却発電の政策策定責任者及び地方自治体への説明、課題共有のためのワークショップを実施する。

1.3. 調査の概要

調査の概要は以下のとおりであり、最終報告として取り纏めた。

1. 北ダッカ市及び南ダッカ市、およびチョットグラム市¹における廃棄物管理の現状
 - ・ 法制度、実施体制、収集・運搬・中間処理、最終処分場管理
2. バングラデシュ国及び他国における PPP 制度の概要
 - ・ バングラデシュ国での PPP に係る法制度、実施体制、官側の役割、支援・促進状況、FIT の状況等
3. 日本及び東南アジア諸国の一般廃棄物焼却発電施設の導入事例
 - ・ 日本での事例（日本における一般廃棄物焼却発電施設のファイナンス（官民負担割合）、事業形式、建設・運営・維持管理に係る概算費用、（民間資金を活用した PPP スキームによる施設整備事例の場合の）官側の負担事項、廃棄物焼却発電施設に導入されている一般廃棄物の構成や発熱量、売電価格等）
 - ・ 東南アジア諸国（インドネシア、フィリピン、タイ、マレーシア、シンガポール等）での事例（巻末の「添付資料 4 一般廃棄物焼却発電施設の東南アジア諸国の事例」に記載）
 - ・ 一般廃棄物焼却発電施設の技術的要件の理解のため、日本の「廃棄物処理施設の発注仕様書作成の手引き」、「エネルギー回収型廃棄物処理施設整備マニュアル」等の情報・データを収集するとともに、様々な熱処理技術の中からの選定状況を調査し、普及・啓発に有用な点を抽出する（巻末の「添付資料 3 廃棄物焼却発電施設仕様条件の整理」に記載）
 - ・ 近隣国のインドでも一般廃棄物焼却発電施設の導入が進んでいることから、その導入事例について情報収集・整理する（「添付資料 4 一般廃棄物焼却発電施設の東南アジア諸国の事例」に記載）
4. 民間セクターを活用した一般廃棄物焼却発電施設の導入の検討
 - ・ 他国の事例を参考にした民間セクターを活用した一般廃棄物焼却発電施設導入に当たっての課題（PPP 制度面、廃棄物管理面（廃棄物量、発熱量等）、環境社会配慮面（用地取得、焼却灰及びダイオキシン管理等））
 - ・ 適切な一般廃棄物焼却発電施設の規模において、民間セクターを活用した方式で施設を建設・運営・維持管理する場合の官（バングラデシュ国政府）側の費用面も含めた負担事項について明確化し、同負担事項を実現するために必要な調整・対応事項・アクション及び

¹ 調査途中でスコープに加えた。

2. 北ダッカ市・南ダッカ市における廃棄物管理の現状

2.1. 法制度

環境保全法と同法に基づく規則で、廃棄物に関連する規則は次のとおりである。廃棄物または都市廃棄物（Municipal Solid Waste : MSW）全般に関する規則は制定されていない（Solid Waste Management Rules がドラフトされたことはあるが、制定に至っていない）。また、廃棄物または MSW 全般に関する、焼却等の中間処理、埋立処分の方法や基準を定める規則やガイドライン等は制定されていない。

さらに、北ダッカ市及び南ダッカ市の条例で、廃棄物管理に関するものは制定されていない。

表 2-1 廃棄物管理に関する法令文書（廃棄物管理の方法等を規定するもの）

タイトル	備考
Environment Conservation Act, 1995*	Waste の定義あり
Environment Conservation Rules, 1997	ECC (Environmental Clearance Certification : 環境許認可) を規定
Lead Acid Battery Recycling and Management Rules, 2006	鉛電池リサイクルを規定
Medical Waste (Management & Processing) Rules, 2008	医療廃棄物管理を規定
Ship Breaking and Recycling Rules, 2011	シップリサイクル活動に適用

*Environment Conservation Act, 1995 は、環境保全、環境の改善、環境汚染の管理・軽減を図る法律である。

この他、市が廃棄物管理業務を行う法的根拠は Local Government (City Corporations) Act, 2009 である。

2.2. 実施体制

廃棄物管理局が廃棄物管理を担当しており、その組織と実員数は、次表のとおりである。

表 2-2 北ダッカ市及び南ダッカ市の廃棄物管理局の組織と実員数

組織	北ダッカ市	南ダッカ市
局長室	2	1 または 1 以上
事務長室	5	1 または 1 以上
エンジニアリング部	20	1 または 1 以上
ICT (Information and communications technology : 情報通信技術) 室	2	1 または 1 以上
廃棄物管理部*	7	1 または 1 以上
執行官室	2	1 または 1 以上
社会福祉・スラム開発部	2	2 または 2 以上
購買部	2	1 または 1 以上
監査部	1	1 または 1 以上
輸送部	2	1 または 1 以上
不動産部	1	1 または 1 以上
歳入部	7	1 または 1 以上
広報部	2	1 または 1 以上
経理部	4	1 または 1 以上
健康管理部	2	1 または 1 以上
都市計画部	3	1 または 1 以上
法務部	2	1 または 1 以上
セキュリティ部	-	1 または 1 以上

組織	北ダッカ市	南ダッカ市
ゾーン事務所-1	11	10
ゾーン事務所-2	2	
ゾーン事務所-3	10	
ゾーン事務所-4	8	
ゾーン事務所-5	11	
ゾーン事務所-6	1	-
ゾーン事務所-7	7	-
ゾーン事務所-8	1	-
ゾーン事務所-9	1	-
ゾーン事務所-10	1	-
合計	119	-

*清掃員等の外部雇用者を含まない。

出典：北ダッカ市、南ダッカ市

2.3. ごみ量・ごみ組成

2.3.1. ごみ量

北ダッカ市、南ダッカ市廃棄物管理マスタープラン案（2018-2032）²では家庭系、事業系および街路ごみの3種類に分類して示されている。いずれも家庭系のごみが60%程度を占めている。

表 2-3 北ダッカ市及び南ダッカ市のごみ量の変化

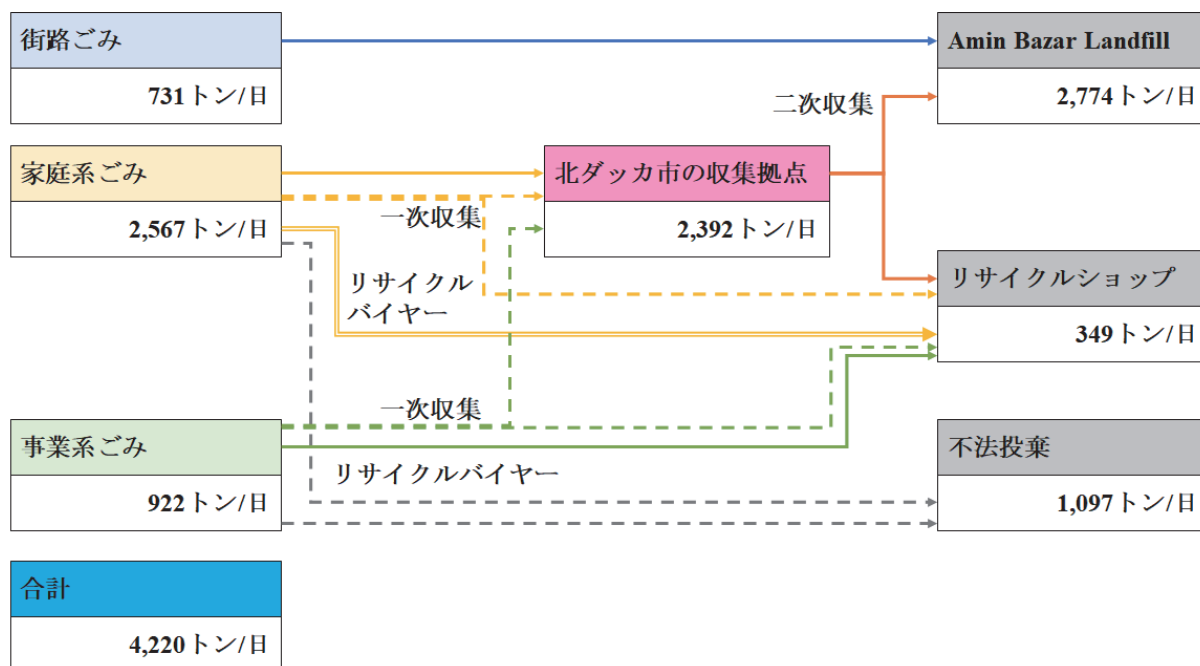
ごみの分類	2017-2018			2018-2019		
	北ダッカ市	南ダッカ市	合計	北ダッカ市	南ダッカ市	合計
家庭系（トン/日）	2,132	1,412	3,544	2,567	1,799	4,366
事業系（トン/日）	900	996	1,896	922	1,038	1,960
街路（トン/日）	631	138	769	731	482	1,213
合計	3,663	2,546	6,209	4,220	3,319	7,539

出典：北ダッカ市、南ダッカ市廃棄物管理マスタープラン案（2018-2032）

2.3.2. 廃棄物フロー

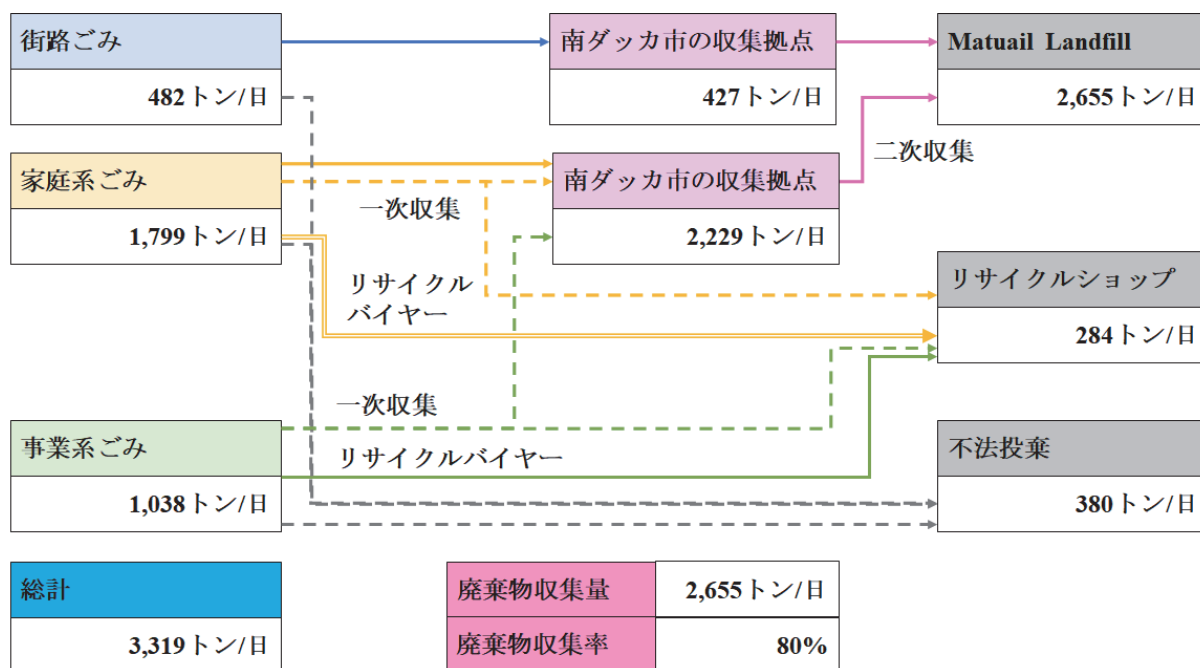
北ダッカ市及び南ダッカ市の廃棄物フローを以下に示す。

² New Clean Dhaka Master Plan 2018-2032: Future Vision of Solid Waste Management in North Dhaka City, New Clean Dhaka Master Plan 2018-2032: Future Vision of Solid Waste Management in South Dhaka City



出典：北ダッカ市廃棄物管理マスタープラン案（2018-2032）

図 2-1 2018-2019 年の北ダッカ市の廃棄物フロー



出典：南ダッカ市廃棄物管理マスタープラン案（2018-2032）

図 2-2 2018-2019 年の南ダッカ市の廃棄物フロー

2.3.3. ごみ組成

Amin Bazar Landfill に搬入されている廃棄物の物理組成と三成分の分析結果を以下に示す。

表 2-4 Amin Bazar Landfill における廃棄物の物理組成と三成分分析結果

項目		構成割合
物理組成	紙、布類	10.70%
	合成樹脂類	7.36%
	木、竹、ワラ類	7.02%
	厨芥類	71.23%
	不燃類	0.60%
	その他	3.08%
	合計	100%
三成分	水分	62.76%
	灰分	14.26%
	可燃分	22.98%
	合計	100%

出典：八千代エンジニアリング株式会社. 2021 年 4 月. 北ダッカ市廃棄物発電導入可能性調査事前調査 (Pre-FS) 報告書³

環整第 95 号⁴に示されている廃棄物の低位発熱量算出式に上表の三成分の値を当てはめる。

$$Hu=45B-6W$$

Hu：廃棄物の低位発熱量 (kcal/kg)、B：廃棄物の可燃分 (%)、W：廃棄物の水分 (%)

$$Hu=45 \times 22.98 - 6 \times 62.76 = 658 \text{ (kcal/kg)} = 2,753 \text{ (kJ/kg)}$$

となり、このままでは自己発熱量による燃焼は不可能⁵であり、廃棄物焼却発電を行う際には何らかの処置が必要となる。

このことについて、Pre-FS 報告書では

家庭での生ごみの水切りを行う、高所得者層のごみを対象とする、コンパクト車でごみを収集する、ごみをゴミピット内で 1 週間程度養生させる等により水を抜くなどの施策を行うことで、低位発熱量は 660kcal/kg (2,760kJ/kg) から 1,000kcal/kg～1,200kcal/kg (4,184～5,020kJ/kg) まで上昇すると考えられる。このことから、基準ごみの低位発熱量は 1,000kcal/kg～1,200kcal/kg (4,184～5,020kJ/kg) で設定する。

とし、自己発熱量による燃焼が可能となるとしている。

2.4. 収集・運搬⁶

北ダッカ市及び南ダッカ市における廃棄物の収集の法的根拠は“Local Government (City Corporations) Act 2011”にあり、廃棄物管理上の市役所と市民の責任が規定されている。この法律の 41 条ではダストビン・コンテナに集められたごみは市役所の資産であるとされている。廃棄物に関する市役所の責任は、ダストビン・コンテナからのごみの収集運搬、最終処分及び全体の管理である。

市内にある家の所有者、居住者つまりごみの排出者はダストビン・コンテナあるいは中継基地

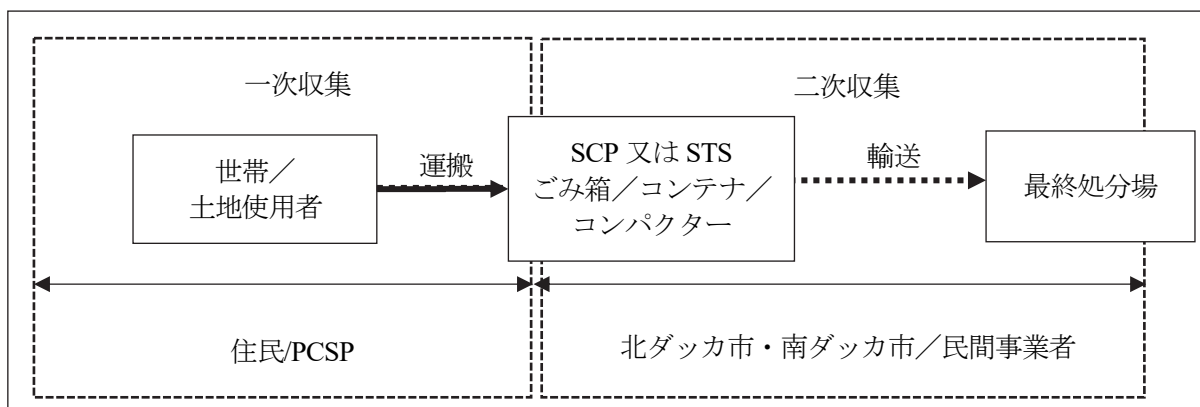
³ Pre-Feasibility Study for Waste Power Generation for North Dhaka City Corporation in Bangladesh

⁴ 昭和 52 年 11 月 4 日環整 95 号 (旧) 厚生省環境衛生局水道環境部環境整備課長通知

⁵ 本邦技術を用いた場合の自己発熱量による燃焼の下限值は 1,000kcal/kg 程度

⁶ 北ダッカ市、南ダッカ市廃棄物管理マスタープラン案 (2018-2032) より引用

(Secondary Transfer Station : STS) にごみを運ぶ義務がある。この部分は主に一次収集人 (Primary Collection Service Provider : PCSP) が担っている。下図のように、二次収集拠点 (Secondary Collection Point : SCP) 又は中継施設からの収集は市役所の責任となる。

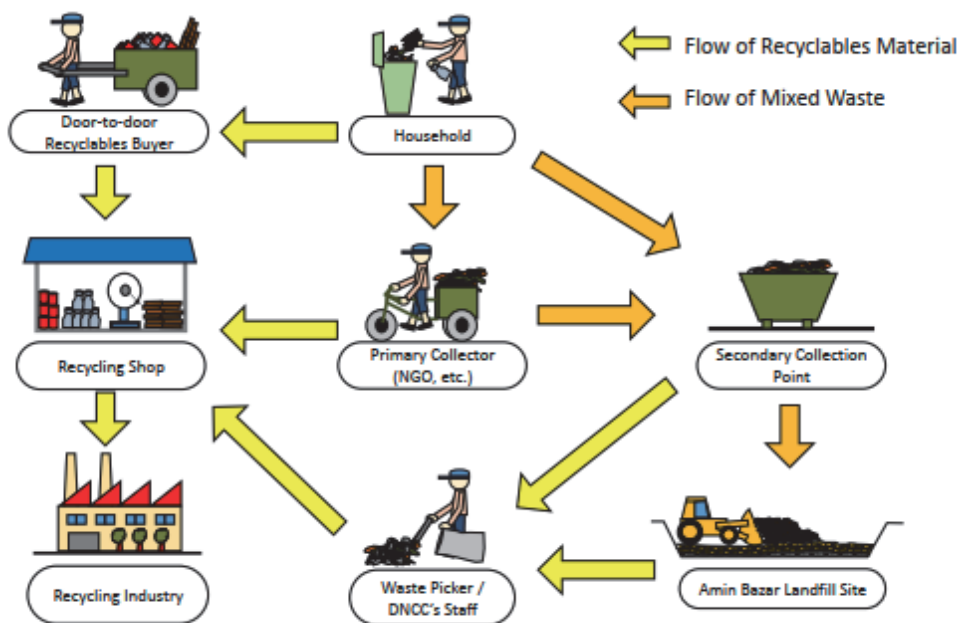


出典：北ダッカ市、南ダッカ市廃棄物管理マスタープラン案 (2018-2032)

図 2-3 北ダッカ市及び南ダッカ市における廃棄物収集の責任範囲

2.5. 中間処理

北ダッカ市及び南ダッカ市には中間処理施設はなく、一部のリサイクルショップにて資源回収がなされており、一次収集人が分別後、資源ごみをリサイクルショップに売却している。最終的にリサイクルショップは資源ごみをリサイクル工場に売却している⁷。



出典：北ダッカ市廃棄物管理マスタープラン案 (2018-2032)

図 2-4 北ダッカ市及び南ダッカ市における家庭ごみのフロー

⁷ 北ダッカ市、南ダッカ市廃棄物管理マスタープラン案 (2018-2032) より引用

2.6. 最終処分

2.6.1. 処分量

北ダッカ市及び南ダッカ市の埋立処分量は、2011年にダッカ市が北ダッカ市と南ダッカ市に分割されて以降、年々増加する傾向にある。

表 2-5 北ダッカ市及び南ダッカ市の埋立処分量の変遷

年	北ダッカ市 (トン/年)	南ダッカ市 (トン/年)	合計 (トン/年)
2011	178,850	430,700	609,550
2012	204,400	614,660	819,060
2013	349,670	670,688	1,020,358
2014	494,940	726,715	1,221,655
2015	529,250	652,620	1,181,870
2016	896,440	747,155	1,643,595
2017	955,481	806,762	1,762,243
2018	945,109	1,033,423	1,978,532
2019	932,685	993,856	1,926,541
2020	913,260	739,484	1,652,744

出典：2011～2017年までは北ダッカ市、南ダッカ市廃棄物管理マスタープラン案（2018-2032）より引用、2018～2020年までは八千代エンジニアリングよりデータ提供を受け作成

2.6.2. 北ダッカ市

北ダッカ市の最終処分場（Amin Bazar Landfill）は北ダッカ市役所の西側約17kmに位置し、2005年に当時のダッカ市が約20haの土地に処分場を建設し、2006年から埋め立てを開始している。北ダッカ市で唯一、遮水工はないが埋立管理がなされている処分場で容量は4,000,000m³となっており、2017年時点での残余容量は1,954,495m³となっている。



図 2-5 北ダッカ市役所と Amin Bazar Landfill の位置関係

2.6.3. 南ダッカ市

南ダッカ市の最終処分場（Matuail Landfill）は南ダッカ市役所の西側約4.4kmに位置し、1993年にダンプサイトとなり、その後2007年に衛生埋立に改善された。約39haの土地に処分場を建設し、2007年から衛生埋立を開始している。南ダッカ市で唯一の管理型処分場で容量は4,600,000m³となっており、2017年時点での残余容量は1,843,343 m³となっている。

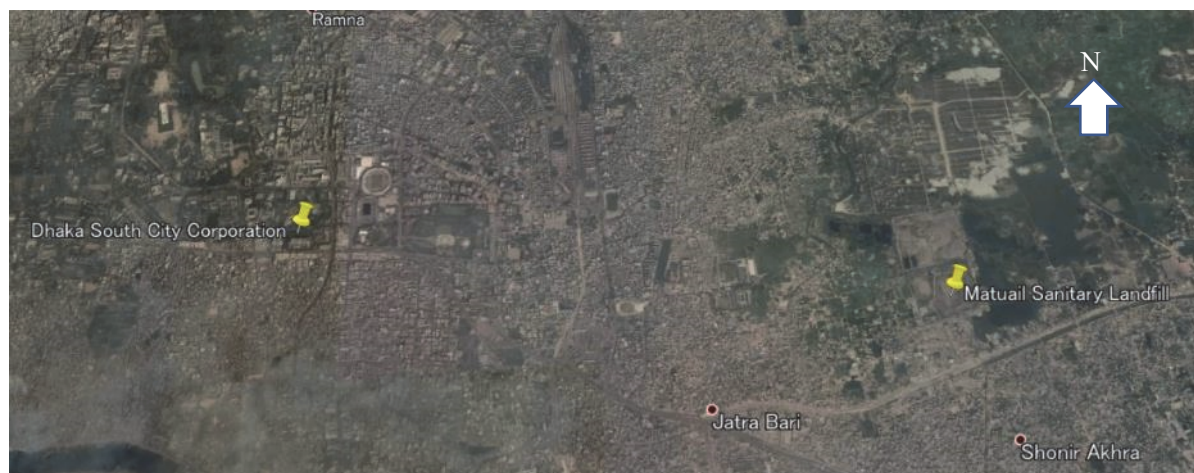


図 2-6 南ダッカ市役所と Matuail Landfill の位置関係

2.7. 一般廃棄物焼却発電導入に係る検討状況

Bangladesh 国政府の地方政府・農村開発・共同組合省（Ministry of Local Government, Rural Development and Cooperatives）は最終処分場への負荷の低減を目的として、北ダッカ市から排出される廃棄物を利用した発電事業への参画者を募る公告を新聞紙上で行った。その結果、17 者の応募があり、政府の電力・エネルギー・鉱物資源省は China Machinery Engineering Corporation (CMEC) を廃棄物焼却発電事業実施者として選定した。その概要は以下のとおり。

意思決定：閣議調達委員会（Cabinet Committee on Public Procurement）による承認

受託機関：China Machinery Engineering Corporation (CMEC)

契約期間：25 年間

場所：Amin Bazar landfill

規模：3,000 トン/日、発電容量 42.5 MW

売電価格：BDT 18.295/kW（24.7 円/kW）、売電電力は政府がこの価格で買い上げ

政府の契約期間の総支払額：BDT 1,532 億（BDT 15,325.43 crore⁸）（≒2,067.4 億円）

条件：

- ① 北ダッカ市が 30 エーカーの土地を提供
- ② 北ダッカ市が 3,000 トン/日の廃棄物を供給。北ダッカ市が廃棄物を供給できない場合は、BDT 1,000/トンの罰金を支払い、企業が廃棄物を利用しない場合は、BDT 1,000/トンの罰金を支払う
- ③ EU の産業排出基準（2020/75/EU）を適用
- ④ CMEC は灰ヤードとして 20 エーカーの土地を購入
- ⑤ CMEC は 12 km、132 KV の送電ラインを建設
- ⑥ 電力購入以外の政府支払いはなし

選定：Unsolicited（民間事業者提案）

⁸ 10,000,000（1,000 万）の意。

情報ソース：地元紙報道

- The Daily Star. 2020. Waste to Electricity: China to build power plant for DNCC area. <https://www.thedailystar.net/backpage/news/waste-electricity-china-build-power-plant-dncc-area-1994101> (2022/2/8 アクセス)
- The Business Standard. 2020. CMEC 42.5MW waste power plant proposal approved. <https://tbsnews.net/bangladesh/energy/cabinet-purchase-body-nods-425mw-waste-energy-power-project-157213> (2022/2/8 アクセス)
- The Business Standard. 2020. Trash to power Dhaka homes? <https://tbsnews.net/bangladesh/energy/trash-power-dhaka-homes-154987> (2022/2/8 アクセス)
- BenarNews. 2020. Bangladesh Accepts Chinese Bid for Waste-to-Electricity Plant in Dhaka. <https://www.benarnews.org/english/news/bengali/waste-energy-11122020162539.html> (2022/2/8 アクセス)
- Business Post. 2020. DNCC to generate electricity from waste <https://businesspostbd.com/post/9628> (2022/2/8 アクセス)
- Prothom Alo English Desk. 2020. Aminbazar waste-to-energy plant to be a gamechanger: LGRD minister. <https://en.prothomalo.com/environment/aminbazar-waste-to-energy-plant-to-be-a-gamechanger-lgrd-minister> (2022/2/8 アクセス)

本件について、公開されている情報に基づく考察は以下のとおりである。

① コスト

バングラデシュ国の家庭用の電力料金は、使用量により異なるものの、平均的には BDT 5.36/kWh 程度⁹である。これに対し、この事業では、政府による買取価格が BDT 18.295/kWh であり、非常に高い。

また、25 年間の電気料金として政府が支払う金額は BDT 15,325.43 crore であり、25 年間のごみ処理量を年間の運転時間を 8,000 時間として算出すると 25,000,000 トンとなる。この値からごみ量あたりの処理単価を算出すると、下表のとおりとなる。世界的な相場として、3,000 トン/日程度の施設における廃棄物処理のトン単価は、USD 40～50/トン程度であることから、非常に高コストといえる。

表 2-6 CMEC による WTE の処理単価

項目	値
25 年間の電気料金として政府が支払う金額	BDT 15,325.43 crore (≒2,067.4 億円)
25 年間のごみ処理量	25,000,000 トン
ごみ 1 トン当たりの処理費用	BDT 6,130/トン (≒8,270 円/トン) ≒USD 78.76/トン ¹⁰

② ごみ量・ごみ質

Amin Bazar landfill のごみを用いて測定したごみの発熱量は 625kcal/kg であり、自己発熱量のみでの燃焼は不可能である。

ごみ質に関する契約条件が不明であるが、3,000 トン/日の廃棄物で 42.5MW の発電を行うためには、発電効率を 20%とすると、必要となるごみの発熱量は 1,400～1,500kcal/kg となる。従って、契約上のごみの供給条件を十分に吟味し、片務契約とならないような条件の設定が必要である。

ごみ質と同様に、現在北ダッカ市が無理なく供給できるごみ量を契約条件とする必要がある。

⁹ DPDC (Dhaka Power Distribution Company : ダッカ配電会社) の料金表より (<https://dpdc.org.bd/page/view/18>)

¹⁰ USD 1=JPY 105 で計算

③ グリッド接続条件

廃棄物焼却発電では、焼却炉に投入されるごみの発熱量によって発電量は変動するため、グリッドに対す影響を少なくする保護装置の種類、容量などグリッド接続条件をバングラデシュ国の現状に適合するものにする必要がある。

④ 飛灰処理

焼却に伴って発生する飛灰には有害物質が含まれているため、その適正な処理が行われる契約要件とする必要がある。

3. チョットグラム市における廃棄物管理の現状

3.1. 実施体制

Department of Conservancy には、清掃部（廃棄物を担当）と蚊撲滅部がある。職員数は、常勤 766 名、日雇い 1,088 名、合計 1,854 名である（外部雇用者を含まない）。

3.2. ごみ量・ごみ組成

3.2.1. ごみ量

チョットグラム市のごみ発生量及び収集量は、同市の WASTE REPORT 2019-2020 に示されており、以下のとおりである。

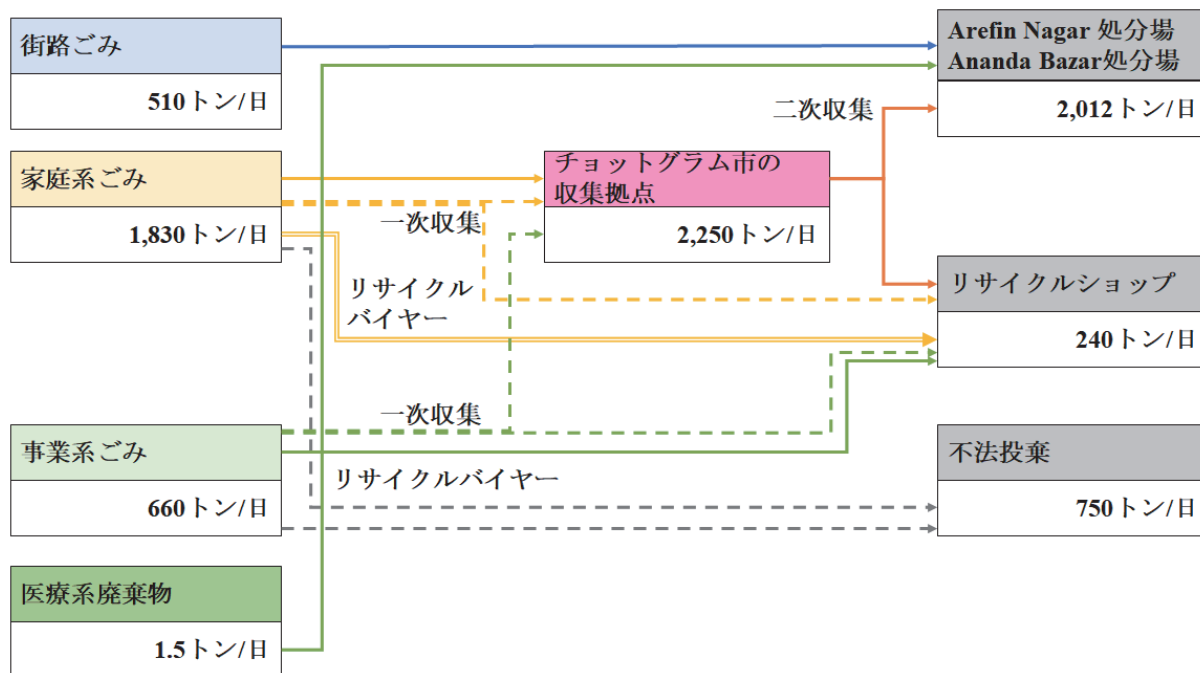
表 3-1 チョットグラム市の 2019-2020 年のごみ発生量と収集量

	発生量	収集量
家庭系（トン/日）	1,830	-
事業系（トン/日）	660	-
街路（トン/日）	510	-
合計（トン/日）	3,000	2,010

出典：Waste Report 2019-2020 Chattogram City Corporation

3.2.2. 廃棄物フロー

チョットグラム市の 2019-2020 年の廃棄物フローを以下に示す。



出典：Waste Report 2019-2020 Chattogram City Corporation

図 3-1 チョットグラム市の 2019-2020 年の廃棄物フロー

上図の収集されていないごみは、水路、排水溝、オープンスペースに投棄されており、その量は750トン/日となっている。また、医療廃棄物は民間企業である Chattogram Sheba Shangstha が収集し、直接 Ananda Bazar 処分場に投棄している。

3.2.3. ごみ組成

ごみの物理組成を以下に示す。

表 3-2 チョットグラム市のごみの物理組成

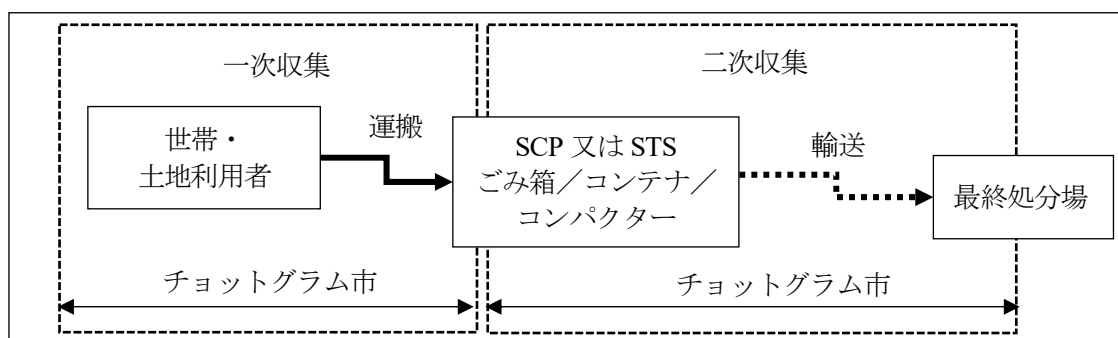
項目	組成 (%)
有機物	73.6
紙類	9.9
プラスチック	2.8
布、木	2.1
皮革、ゴム	1
金属類	2.2
ガラス	1
その他	7.4
合計	100

出典：Muhammed Alamgir, Amimul Ahsan, Characterization of MSW and nutrient contents of organic component in Bangladesh April 2007

3.3. 収集・運搬

チョットグラム市における廃棄物の収集の法的根拠は“Local Government (City Corporations) Act 2011.”にあり、廃棄物管理上の市役所と市民の責任が規定されている。この法律の41条ではダストビン・コンテナに集められたごみは市役所の資産であるとされている。廃棄物に関する市役所の責任は、ダストビン・コンテナからのごみの収集運搬、最終処分及び全体の管理である。

市内にある家の所有者、居住者つまりごみの排出者はダストビン・コンテナあるいは STS にごみを運ぶ義務がある。この部分は他の都市では主に PCSP が担っている。チョットグラム市では2016年より各戸収集を実施しており、下図のように一次収集及び二次収集として SCP 又は STS からの収集は市役所の責任となっている。



出典：Waste Report 2019-2020 Chattogram City Corporation

図 3-2 チョットグラム市における廃棄物収集の責任範囲

3.4. 中間処理

チョットグラム市には中間処理施設はなく、リサイクル可能物はバイヤー、PCSP 及び最終処分場のウエストピッカーによって集められ、リサイクルショップにて資源回収がなされている。

3.5. 最終処分

チョットグラム市の埋立処分場は、市の北部の廃棄物が処分される Arefin Nagar 処分場と、市の中西部からの廃棄物が処分される Ananda Bazar 処分場の2ヶ所存在している。

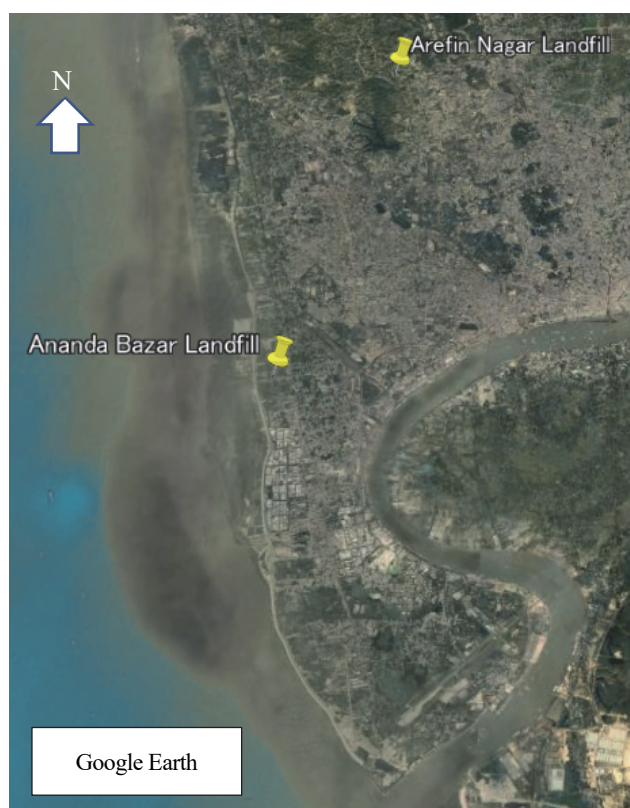


図 3-3 チョットグラム市の2ヶ所の最終処分場の位置

一方、チョットグラム市は、155.4km²の市域を考えた場合、この2ヶ所の処分場のみでは十分でないと考えている。また、これらの最終処分場は、衛生理立処分場ではなくオープンダンプであり、いずれも処分場容量が逼迫しているものの、新規の最終処分場用地が見つからず深刻な問題となっている。

Arefin Nagar 処分場の状況は悪く、浸出水が流出して地表水と混合する可能性が高い。また、Ananda Bazar 処分場では医療廃棄物が他の廃棄物と混合した状態で処分されているほか、場内で牛が放牧されており、さらに処分場内を道路が横切っている。

以下に既存最終処分場の概要を示す。

表 3-3 チョットグラム市における既存最終処分場の概要

名称	Arefin Nagar	Ananda Bazar
位置	アジア女子大学 (Asian University for Women) から 100m 以内に位置	海岸沿いから 10m に位置 (処分場境界には鉄筋コンクリートの壁あり)
面積	不明	7 エーカー
バッファゾーン	無し	無し
覆土	無し	無し
雨水対策	無し	無し
浸出水処理施設	無し	無し
ガスモニタリングシステム	無し	無し
アクセス性	不良	良好
現況	不良、浸出水が表流水に混入する可能性がある。	医療廃棄物の混入、牛の放牧されている。他、道路が埋立地を横切っている。
環境受容性	臭気、公害、騒音があり、焼却はされておらず、社会的受容性は無い。	臭気、公害、騒音があり、廃棄物が焼却されており、社会的受容性は無い。

出典：Identification of Appropriate Landfill Sites for the City of Chittagong および調査団のヒアリングにより調査団作成

4. バングラデシュ国及び他国における PPP 制度の概要

4.1. バングラデシュ国における PPP に係る法令、関係省令、ガイドライン等

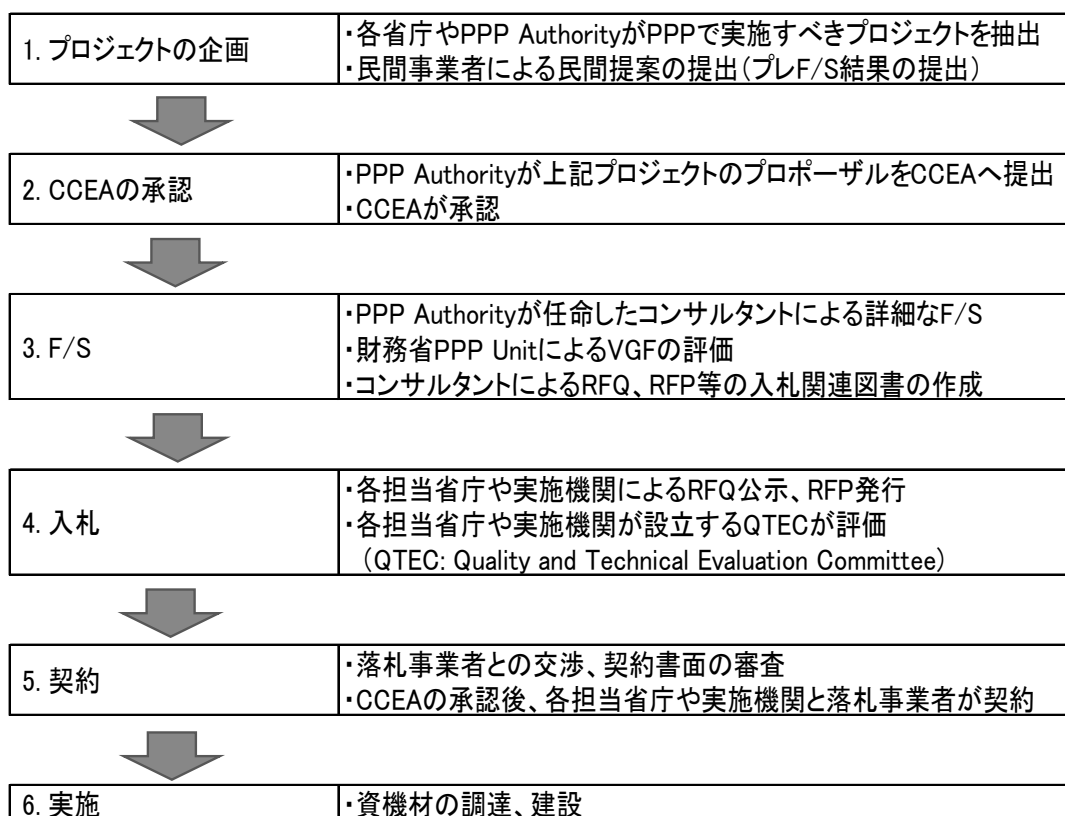
4.1.1. 法制度

PPP に関する政策・戦略 (Policy and Strategy for Public-Private Partnership (PPP), 2010) により、PPP に関するフレームワークが提示され (対象セクターを挙げており、廃棄物管理も含まれている)、さらに 2015 年に PPP 法が制定された。なお、発電セクターでは、PPP 法以前から民間発電事業を認めており、PPP 法に拠らずとも発電事業としての手続きが可能である。

表 4-1 PPP 法制度文書

タイトル	概要
法・規則	
Public-Private Partnership Act, 2015	<ul style="list-style-type: none"> PPP の法的枠組みの提供を目的とする。 PPP 庁の設立、関係機関の役割、提案プロセスの原則、利益相反、契約条件の原則を規定。
Rules for Public-Private Partnership Technical Assistance Financing, 2018	<ul style="list-style-type: none"> 基金を設置し、PPP 庁が運営する。 基金は、①個別 PPP プロジェクトの詳細 FS (Feasibility Study : 実現可能性調査)・調達等の支援、②PPP 庁の能力向上、③セクター PPP プログラムの開発、等の支援資金となる。 基金の対象、承認プロセスを規定。 資金を得た者がプロジェクトの落札者となった場合は資金を回収する。
Rules for Viability Gap Financing for Public-Private Partnership Projects, 2018	<ul style="list-style-type: none"> VGF (Viability Gap Financing/Funding : 採算補填) を、capital grant, annuity の形で資金提供する。 VGF の対象、承認プロセスを規定。
ガイドライン	
Procurement Guidelines for PPP Projects, 2018	<ul style="list-style-type: none"> PPP プロジェクトの確認、開発、入札、承認のフェーズを設定し、関係機関の役割、タイムライン等を規定。 各フェーズのプロセスを、誰が何をどのように行うか (例：プロジェクト提案書の評価方法とクライテリア) を具体的に規定。
Guidelines for Unsolicited Proposals, 2018	<ul style="list-style-type: none"> Unsolicited Proposals の場合の提案提出、提案検討のプロセスを、プロジェクトのフェーズ毎に規定。
政策文書、手続き文書	
Policy and Strategy for Public-Private Partnership (PPP), 2010	<ul style="list-style-type: none"> パートナーシップの原則、制度枠組み、リスクと報酬のバランスを提示。
Policy for Implementing PPP projects through Government to Government (G2G) Partnership, 2017	<ul style="list-style-type: none"> G2G Partnership により PPP プロジェクトを実施する際の枠組みを設定。 MOU (Memorandum of Understanding : 覚書) 等の枠組み文書の内容、実施プロセスを規定。
PPP Authority Fund Operating Procedure	<ul style="list-style-type: none"> 資金に係る CEO (Chief Executive Officer : 最高経営責任者) の権限、支出項目等を規定。

PPP 法に基づくプロジェクトの承認までのフローは、次図のとおりである。



CCEA: Cabinet Committee on Economic Affairs(経済問題内閣委員会)
 VGF: Viability Gap Funding(採算補填)
 RFQ: Request for Qualification(資格審査)
 RFP: Request for Proposal(提案書審査)

図 4-1 PPP プロジェクトの承認までのフロー

4.1.2. バングラデシュ国における PPP 事業の実施体制及び官側の役割

PPP 監督機関として、PPP 庁 (PPP Authority) が首相府に設置されている。

官民の役割として示しているものではないが、上述の PPP 法に基づくプロジェクトの承認までのフローにあるように、PPP プロジェクトの提案に対する官側の手続きが示されている。

PPP 事業の実績を見ると、プロジェクト数は、2012 年 7 件、2013 年 17 件、2014 年 39 件、2015 年 42 件、2016 年 44 件、2017 年 45 件、2018 年 62 件、2019 年 73 件となっている¹¹。

4.1.3. バングラデシュ国における PPP 事業の支援・促進制度の概要

政府による PPP プロジェクトへの資金面参加として、技術支援ファイナンス、VGF、インフラストラクチャー・ファイナンスが示されている。インフラストラクチャー・ファイナンスのファイナンス機関として、バングラデシュ・インフラストラクチャー・ファイナンス・ファンド (BIF: Bangladesh Infrastructure Finance Fund)、インフラストラクチャー・開発公社 (IDCOL: Infrastructure Development

¹¹ PPP Authority. n.d. Overview of the PPP Programme of Bangladesh Retrieved from <https://bdcgtoronto.ca/wp-content/uploads/2019/07/PPP.pdf> (2022/2/8 アクセス)

Company Limited) が示されている。

技術支援ファイナンスは、プロジェクトのFS、ドキュメント作成、調達、契約等への支援に利用できる。VGFは、経済的収益率（Economic Rate of Return）を考慮し、プロジェクト資本コストの最大40%をカバーし得る。

また、手続きとして、民間提案案件（Unsolicited Proposals）に対しても、スイス・チャレンジ方式¹²などの選考における恩典が示されている。

このように、収益性の低いプロジェクトに対し、VGFといった資金支援が用意されていること、民間提案案件（Unsolicited Proposals）の場合など、提案に対するインセンティブが示されていることが特徴となっている。

4.1.4. バングラデシュ国における再生可能エネルギー発電電力の買取

廃棄物焼却発電施設では、発電した電力の売却益が大きな財源となるため、再生可能エネルギー政策（Renewable Energy Policy of Bangladesh, 2008）は重要な意味を持つ。FIT制度は設けられていないが（FIT制度導入の計画もない）、再生可能エネルギー政策の概要を示す。

バングラデシュ国の再生可能エネルギー政策は2008年に策定され、バングラデシュ国が2015年までに全電源の5%、2020年までに10%を再生可能エネルギー電源にすることを謳っている。

また、2012年12月、持続・再生可能エネルギー開発庁（SREDA：Sustainable and Renewable Energy Development Authority）法が国会承認され、SREDAが設立された。この省庁の設置目的は、再生可能エネルギー導入と省エネ促進により、エネルギー安全保障を確固たるものとすることである。

表 4-2 バングラデシュ国再生可能エネルギー導入ポテンシャル

再エネ分野	燃料	容量(MW)	年間発電量(GWh)
合計		3,666	7,010
うちソーラーパーク	太陽光	1,400*	2,000
うち廃棄物発電	MSW	1	6

*農耕可能用地の利用を除く

出典：SREDA, World Bank (WB). Scaling Up Renewable Energy in Low Income Countries (SREP) Investment Plan for Bangladesh. October 2015

また、電力エネルギー供給迅速化法（Speedy Supply of Power and Energy (Special Provision) Act, 2010）という特例法を整備し、電力エネルギープロジェクトの契約手続きを迅速化し、電力エネルギー供給の迅速な拡大を図っている。

発電電力のFIT制度はない。制度文書が2015年にドラフト（廃棄物発電は対象になっていない）されたが、依然として検討中である。また、電力買取契約（PPA：Power Purchase Agreement）の標準契約約款も定められていない。このため、買取価格を含めた電力買取については、発電事業者と電力開発委員会（Bangladesh Power Development Board）との個別交渉となっている。

¹² 自発的提案による民間資金投資提案において、競争プロセスに持ち込むための仕組みで、第一提案者に対して、より優れた提案を受け入れる権利を認めるものである。

4.2. 他国と比較した Bangladesh 国の PPP 制度の課題

Bangladesh 国の PPP 制度は、一般的な必要事項はカバーされており、他国と比較しても、特に欠落点はないが（次表）、課題として、手続きの時間フレームが示されていないため承認までに要する期間が明確でないことが挙げられる。廃棄物セクターではこれまで PPP プロジェクトの事例がないため、今後のプロジェクト事例によるところがある。

開発途上国では各国とも、地方自治体にとっては、PPP プロジェクトを検討するには、検討事項の多さ・レベルから、ハードルが高い（コンサルタントに検討させるための TOR（Terms of Reference：委託事項）作成もノウハウが必要である）。この点で、フィリピンの PPP センターは、地方自治体への支援も行っており、 Bangladesh 国が地方自治体レベルの PPP プロジェクトを推進しようとする場合には、参考になると考えられる。

また、 Bangladesh 国では、再生可能エネルギーの FIT 制度は設けられていない。日本及び東南アジア諸国における FIT 制度・FIT 価格を次々表に示す。

具体の価格が示されている国の中で kW 当たり FIT 価格が高いのは、日本（17 円）、タイ（3 MW 以上のプレミアムがない場合で THB 5.08 \approx 16.7 円¹³）である。北ダッカ市で合意された廃棄物焼却発電施設の電力買取価格は、報道では、BDT 18.295/kW（ \approx 24.7 円/kW）であり、他国と比較しても高い価格を設定していることになる。

なお、日本及び東南アジア諸国における PPP に係る法令、関係省令、ガイドライン等については、それぞれ巻末の「添付資料 1 日本における PPP に係る法令、関係省令、ガイドライン等」及び「添付資料 2 東南アジア諸国における PPP に係る法令、関係省令、ガイドライン等」を参照のこと。

¹³ THB 1=JPY 3.29 で計算

表 4-3 バンングラデシュ国と他国の PPP 制度の比較

	バンングラデシュ	日本	インドネシア	フィリピン	タイ	マレーシア	シンガポール
法律名	PPP に関する政策と戦略 (2010 年) PPP 法 (2015 年)	民間資金等の活用による公共施設等の整備等の促進に関する法律 (1999 年)	PPP に関する大統領令 (2015 年第 38 号)	BOT (Build-Operate-Transfer: 建設-運営-移転) 法 (1990 年) 及び改正 BOT 法と実施細則 (1994 年)	PPP 法 (2019 年)	該当法令はないが、以下に基づき運営 ・ PPP ガイドライン ・ ファシリテーション・フアエンドガイドライン	該当法令はないが、以下に基づき運営 ・ PPP ハンドブック (2012 年改訂) ・ 政府調達法 (1998 年改正) と補足する規則等
PPP の定義	政府契約機関と民間パートナーの間の PPP 契約取極め	官民が連携して公共サービスの提供を行うスキームの総称であり、法律上の定義はない	政府によって事前に決められた仕様に従って、公共の利益を目的とするインフラ規定に基づき、政府と企業との、特に 2 者間のリスク配分に係る協力	法律上の定義はない	インフラおよび公共サービスにおける、あらゆる形態の民間による公共投資、又は認可の発行、コンセッションの付与又はあらゆる形態の権利による民間投資	バリューチェーンが見込まれる公共調達。建設管理、保守、修理、そして建物、インフラ、設備及び施設を含む公的アメンティを交換するパッケージとして、民間が創設、資金提供、及び管理を行うり独立した事業に対して、公共と民間が協力する形態	民間と協力して、特に新規の物理的資産の開発を要求するサービス提供を行う、もう一つの最良調達の形態と位置付けている
政府内の促進機関	PPP 庁	内閣府民間資金等活用事業推進室	BAPPENAS (Badan Perencanaan Pembangunan Nasional: 国家開発計画庁)	NEDA (国家経済開発庁: National Economic Development Authority)	SEPO (State Enterprise Policy Office: 国営企業政策局)	首相府 PPP ユニット (UKAS (Unit Kejasama Awam Swasta: 事業庁 (現在は官民協働事業庁)))	MOF (Ministry of Finance: 財務省)
対象セクター	指定なし	公共施設等	各種インフラ、観光施設、医療施設	各種インフラ、観光施設、教育・医療施設	各種インフラ、病院、教育等	優先分野は衛生、教育、インフラ及びグリーンテクノロジー	各種インフラ、病院、教育施設、衛生施設等

	バンングラデシュ	日本	インドネシア	フィリピン	タイ	マレーシア	シンガポール
対象事業手法	指定なし	PFI 等	指定なし(同大統領令に記載なし)	BOT 等各種	コンセッション、リース、BOT 及び BTO	BOT 等各種及び民営化	DBFO (Design-Build-Finance-Operate : 設計-建設-資金調達-運営) が主流、DBO は DBFO の方式の一つ
政府保証・VGF	VGF : グラントと年金の合計は、全プロジェクト費用の 40%未満	政府保証 : 政府と民間が出資してリースクマナーを供給する民間資金等活用事業推進機構に対し、その借入金及び社債について、政府保証が付与される	政府保証 : IIGF (Indonesia Infrastructure Guarantee Fund : インドネシア・インフラ保証基金) を通じ GCA (Government Contracting Agency : 政府契約機関) の契約履行を民間事業者者に保証。明確な保証内容が記述された保証契約を締結 VGF : IDR 1,000 億以上のプロジェクトで、建設費総額から見て主要な部分を占めない水準で支払われる	政府保証 : 財務省による民間事業者への保証。確定債務は Solicited 事業にのみ適用、財務省長官により政府履行保証状が発行。偶発債務は GPRAM に基づく公民のリスク分担の実施が必須 VGF : 現金で総事業費の 50%未満。現金による補助金。資本費用の一部を負担する(用地の提供、建物の供与等)	PPP 法に記載なし。公的債務運営法(2005)に基づく政府保証があるが、これまで実例がない。	再生エネルギーの開発に関しては、融資金額の 60%を上限とした保証と、融資に課される利率 2%分を負担する GTFS がある。(2021 年 1 月以降に新たな予算を設ける予定)	制度なし
事業者選定条件		総合評価一般競争入札方式、または公募型プロポーザル方式により選定	政府主導事業は入札方式。PPP 案件は原則として公募入札、例外的に直接指名もある	公共入札又は直接交渉により選定	内閣が他の選択方法を承認しない限り、事業者の選択は競争入札	公開入札が一般的	選択の入札が可能

¹⁴ JICA の 2021 年度精算レート表に基づき、換算レート : IDR 1=JPY 0.00792

表 4-4 日本、東南アジアの FIT 価格

	日本	インドネシア	フィリピン	タイ	マレーシア	シンガポール
法律名 (制度名)	電気事業者による再生可能エネルギーの調達に関する特別措置法 (再生エネルギー特措法) (2012 年制定)	エネルギー鉱物資源大臣令 (2012 年第 4 号)	再生可能エネルギー法 (Renewable Energy Act) (2008 年)	法律なし。再生可能エネルギー開発計画 (2008 年-2022 年)、エネルギー規制委員会 (ERC : Energy Regulatory Commission) による PPA の基準と条件を定めた規定はある	持続可能エネルギー開発法 (2011 年)	該当なし
制度概要	再生可能エネルギーを用いた電気の一定の期間と価格で電気事業者が買い取ることを義務づける。2017 年の改正で、買取義務者を小売事業者から送配電事業者に変更。なお、旧法で PPA を締結している場合は、小売電気事業者が継続して買取義務を負う。	国有電力会社である PLN が再生エネルギーの電気を買い取ることを義務づける。	発電を多様化させるための民間の再生可能エネルギーの生産を義務づける。 2020 年 7 月に、Green Energy Auction Policy が発行され、再生可能エネルギー法の「再生可能エネルギー利用基準割合」プログラムを推進するために、Green Energy Auction (入札) を通して、再生エネルギーの調達を電力企業 (再生エネルギー小売業者や送配電事業者等) に義務づける枠組みを定めた。Green Energy Auction で決定した Green Energy Tariff (電力買取価格) は ERC が設定した上限額を超えてはならない。	2022 年までに最終エネルギー消費の 20.3% を代替エネルギーにする。本目標を達成する主な促進策として Adder (電力料金に一定額の上乗せ、2014 年に Adder の代わりとして FIT を導入) を位置づける。民間の事業者 ¹⁵ (SPP 及び VSPP) による再生可能エネルギーの電力を国営電力会社及び配電公社が固定価格で買い取ることを義務づける。	配電事業者 (Distribution Licensees) に、FIT 免許取得者 (Feed-in Approval Holders) が発電した再生可能エネルギーによる電力を一定期間購入することを義務づける。	参考： 太陽光発電による余剰発電は、政府系電力会社である SP Service に登録して売電、又は御売電力市場を統括するエネルギー市場会社 EMC に直接登録して売電する。御売市場を通じての売気は、EMC を通じて決済される。電事業者及び小売業者 (又は主要ユーザー) は、御売市場の外で財政に関する 2 社間の協定を締結することでも可能である。

¹⁵ SPP (Small Power Producers) : 10~50MW の小規模発電事業者、VSPP (Very Small Power Producers) : 10MW 未満の極小規模発電事業者

	日本	インドネシア	フィリピン	タイ	マレーシア	シンガポール
政府内の 担当機関	経済産業省資源エネルギー庁	エネルギー・鉱物資源省 新エネ・再エネ・エネルギー保全局	エネルギー省	エネルギー省	エネルギー省	
対象電力	太陽光、風力、水力、地熱、バイオマス/バイオガス、廃棄物	太陽光、風力、水力、地熱、バイオマス/バイオガス、廃棄物	太陽光、風力、水力、バイオマス (廃棄物を含む)、海洋	太陽光、風力、水力、バイオマス/バイオガス、廃棄物、バイオ燃料 (エタノール、バイオディーゼル)、運搬用天然ガス	太陽光、小型水力、バイオマス/バイオガス、廃棄物、地熱	
買取価格 の決定方 法	経済産業大臣が、関係省庁や調達価格等算定委員会と調整して年度開始前までに決定。	エネルギー・鉱物資源大臣規則で公表。	国家再生可能エネルギー委員会との協議の上、ERCによって決められる。ERCは独立した規制機関。	ERCが検討し、国家エネルギー政策委員会が承認する。	FIT 制度の実施は SEDA が一元的に担う。	
1kWh 当 たりの買 取価格(対 象電力*)	17 円/kWh (廃棄物)、調達期間 20 年 2020~2022 年度 FIT 認定 (変更認定を除く) には、2022 年度から地域活用要件 ※ を設定する (ただし、沖縄地域・離島等供給エリアは除く)。 ※ 地域活用要件とは、自家消費 (少なくとも 3 割を自家消費するなど) や地域一体的な活用 (災害	2018 年大統領令 35 号では、廃棄物発電に関して、場所も商業稼働日の制約もなく次のように規定。 ① 20MW 以下 : USD 13.35 cents/kWh ② 20MW 超 : 売電料金 (USD cents) = 14.54 - (0.076 x 発電能力)	Green Energy Auction の結果による。	MSW の VSPP (2015 年現在) 買取価格 = FIT 価格 (固定 20 年 + 変動) + バイオ燃料 プレミアム (8 年 THB 0.7) + 地域 プレミアム (事業期間中 THB 0.5) FIT 価格 (固定 + 変動) ・ 1MW 未満 : THB 6.34 (3.13 + 3.21) ・ 1-3MW : THB 5.82 (2.61 + 3.21) ・ 3MW 超 : THB 5.08 (2.39 + 2.69) ※ 変動はコアインフレによる。地域 プレミアム はパ	買取価格は少なくとも 3 年ごとに見直す 遞減率 に 従い 引き 下げ ら れ る 。 買 取 価 格 (Basic FIT Rate) 及 び ボー ナ ス 分 の 割 増 価 格 が あ る 。 廃棄物の買取価格 (FIT 採用後から 21 年間 ※) ・ 10MW 以下 : MYR ¹⁶ 0.3085 ・ 10MW 超 ~ 20MW 以下 : MYR 0.2886 ・ 20MW 超 ~ 30	

¹⁶ JICA の 2021 年度精算レート表に基づき、換算レート : MYR 1 = JPY 26.8173

	インドネシア	フィリピン	タイ	マレーシア	シンガポール
	日本 時の供給、地方自治 体が自ら事業を実 施又は直接投資す るなど)を促すも の。		<p>ッタニ、ヤラ、ナラシワツ トの南部 3 県とソククラ 一県の 4 地区が対象。</p> <p>産業廃棄物 (PPA) に基づく 商業電力供給日が 2019 年 12 月 31 日までを条件) 買取価格=FIT 価格 (固定 (20 年) + 変動) + プレミ アム価格 (8 年、プラズマ 技術は THB 1.7、その他一 般は THB 0.7) + 地域プレ ミアム (事業期間中 THB 0.5) FIT 価格 : THB 6.08 (3.39 +2.69) ※FIT 価格は商業電力供 給日 (COD : Commercial Operation Date) が 2017 年 までの価格で、2017 年後 の変動価格はコアインフ レによる。地域プレミアム はパッタニ、ヤラ、ナラシ ワットの南部 3 県とソク クラ一県の 4 地区 (Chana、 Tepa、Sabayoi、Natawee) が対象。</p>	<p>MW 以下 : MYR 0.2687</p> <p>割増価格</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ガス化技術の使 用 : +MYR 0.0199 ・ 蒸気による発電 (効率が全体の 20%超) : +MYR 0.0100 ・ 国内で生産又は 組み立てたボイ ラ又はガス化装 置の利用 : +MYR 0.0500 <p>※2019年12月23日 より前に割り当て られたFIT免許事業 者は16年。</p>	

(注) バングラデシュ国は FIT 制度がないので、本表で記載していない。

5. 日本の一般廃棄物焼却発電施設の導入事例

5.1. 一般廃棄物焼却発電施設の日本の事例

日本では1999年にPFI法が施行され、2001年、2005年、2011年、2013年、2015年及び2018年に改正され現在に至っている。PFI法の対象となる事業は下表に示すとおりで廃棄物諸施設も対象となっている。

表 5-1 日本でのPFI対象施設

公共施設	道路、鉄道、港湾、空港、河川、公園、水道、下水道、工業用水道等
公用施設	庁舎、宿舍等
公益的施設等	公営住宅、教育文化施設、廃棄物処理施設、医療施設、社会福祉施設、更生保護施設、駐車場、地下街等
その他の施設	情報通信施設、熱供給施設、新エネルギー施設、リサイクル施設、観光施設、研究施設

出典：内閣府 (https://www8.cao.go.jp/pfi/pfi_jouhou/aboutpfi/pfi_taishou.html)

廃棄物処理施設に限って言えば、PFIの手法は法律が制定された当初はBOT、BOO、BTO、DBO等の手法が試されたが、現在ではDBOが主流となっている。

5.1.1. ファイナンス上の官民負担割合

(1) 設計・建設業務費用

日本ではMSWの処理施設の設計・建設業務費用に対しては国庫から一定の割合で交付金が交付される仕組みがある。また、交付金以外の部分の財源として地方債の発行が認められている。

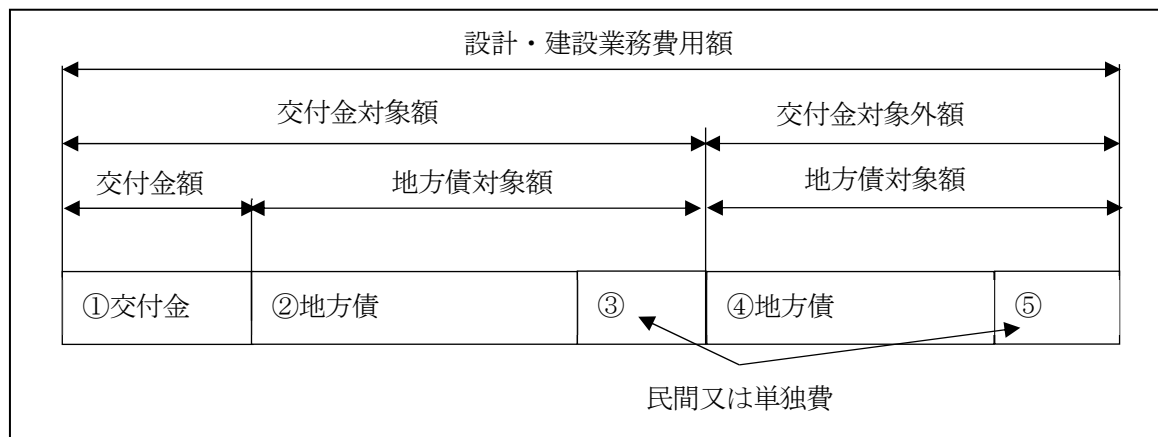


図 5-1 日本の設計・建設業務費用の財源構成

上図の①の値は交付対象額の1/3または1/2、②の値は地方債対象額の90%程度、③の民間部分は10%程度、交付金対象外額の④の値は75%程度⑤の部分は25%程度となっており（事業によって異なる）、地方債対象額の部分は公共側から事業運営期間内に民間事業者へ割賦で支払われるケースと割賦ではなく施設建設の出来高に応じて支払われるケースがある。

(2) 運営維持管理業務費

運営維持管理（Operation and Maintenance : OM）費用は、運営の固定費部分と運営の変動費部分に分けて、固定費部分は定額が公共側から民間事業者を支払われ、変動費部分は事業モニタリング結果に基づいて処理量に応じて支払われる例が多い。

5.1.2. 事業形式

過去3ヶ年（2017年～2020年）に着手された事業で資料が入手できた事業は15事業あり、そのうちDBOが12件、BTOが3件で、近年ではDBOが主流となっている。また、焼却処理施設以外に粗大ごみ処理施設やリサイクル施設が併設されている例が多く、純粋に焼却施設のための案件は表5-2、表5-3、表5-4に網掛けした2例のみであった。

表 5-2 日本の事業形式

施設規模 (トン/日)	事業方式	出典
508	BTO	新日明工場整備運営事業入札図書類
600	DBO	福山市次期ごみ処理施設整備・運営事業
145	DBO	南薩地区新クリーンセンター施設整備運営事業発注図書類
185	DBO	西知多医療厚生組合ごみ処理施設整備運営事業発注図書類
600	DBO	札幌市駒岡清掃工場更新事業発注図書類
149	DBO	西いぶり広域連合新中間処理施設整備・運営事業発注図書類
236	DBO	小平・村山・大和衛生組合（仮称）新ごみ処理施設整備・運営事業発注図書類
300	DBO	（仮称）倉敷西部クリーンセンター整備運営事業発注図書類
82	BTO	長岡市中之島新ごみ処理施設（仮称）整備事業発注図書類
585	DBO	千葉市新清掃工場建設及び運営事業発注図書類
420	DBO	さいたま市サーマルエネルギーセンター整備事業発注図書類
120	DBO	立川市新清掃工場整備運営事業発注図書類
399	BTO	浜松市新清掃工場及び新破砕処理センター施設整備運営事業発注図書類
160	DBO	鶴岡市ごみ焼却施設整備・運営事業発注図書類
220	DBO	鹿児島市新南部清掃工場発注図書類

5.1.3. 概算 CAPEX¹⁷及び OPEX¹⁸

CAPEX と OPEX に関して、その傾向を見るために、過去3ヶ年（2017年～2020年）に着手され、資料が公開され入手できた15の事業の落札額から施設規模別にCAPEXとOPEXを整理した。具体的には、以下のとおり算出した。但し、15件中3件はOPEXとCAPEXを併せた合計額のみしか示されていないため、CAPEXとOPEX別のごみ1トンあたりの単価は12件のものとなっている。

- CAPEX に関しては落札金額を定格処理能力で除して定格処理能力1トンあたり単価を算出
- OPEX に関しては落札金額を事業期間中のごみ処理見込み量で除してごみ1トンあたり単価を算出
- また、CAPEX と OPEX の合計額を事業期間中のごみ処理見込み量で除してごみ1トンあたり単価を算出

¹⁷ Capital Expenditure の略語

¹⁸ Operating Expenses の略語

表 5-3 日本における CAPEX と OPEX のトン単価

施設規模 (トン/日)	運営事業 期間	CAPEX トン単価 (円/トン)	OPEX トン単価 (円/トン)	出典
508	20 年間	57,189,531	6,307	新日明工場整備運営事業入札図書類
145	20 年間	105,262,069	13,401	南薩地区新クリーンセンター施設 整備運営事業発注図書類
185	20 年間	82,351,351	10,734	西知多医療厚生組合ごみ処理施設 整備運営事業発注図書類
600	20 年間	65,240,000	8,297	札幌市駒岡清掃工場更新事業発注 図書類
149	20 年間	130,785,235	15,229	西いぶり広域連合新中間処理施設 整備・運営事業発注図書類
236	20 年間	128,131,356	12,976	小平・村山・大和衛生組合（仮称） 新ごみ処理施設整備・運営事業発注 図書類
585	20 年間	66,449,573	8,327	千葉市新清掃工場建設及び運営事 業発注図書類
420	15 年間	86,880,952	9,744	さいたま市サーマルエネルギーセ ンター整備事業発注図書類
120	20 年間	81,916,667	11,919	立川市新清掃工場整備運営事業発 注図書類
160	17 年間	74,043,750	7,515	鶴岡市ごみ焼却施設整備・運営事業 発注図書類
220	20 年間	88,636,364	9,623	鹿児島市新南部清掃工場発注図書 類
平均		87,898,804	10,370	※発注図書類：入札説明書、要求水 準書、評価結果講評、入札決定書類
最大値		130,785,235	15,229	
最小値		57,189,531	6,307	

表 5-4 日本における CAPEX と OPEX の合計額のトン単価

施設規模 (トン/日)	全体価格トン単価 (円/トン)	出典
508	16,940	新日明工場整備運営事業入札図書類
600	24,684	福山市次期ごみ処理施設整備・運営事業
145	32,998	南薩地区新クリーンセンター施設整備運営事業発注図書類
185	26,068	西知多医療厚生組合ごみ処理施設整備運営事業発注図書類
600	23,352	札幌市駒岡清掃工場更新事業発注図書類
149	37,045	西いぶり広域連合新中間処理施設整備・運営事業発注図書類
236	37,577	小平・村山・大和衛生組合（仮称）新ごみ処理施設整備・運 営事業発注図書類
300	21,667	（仮称）倉敷西部クリーンセンター整備運営事業発注図書類
82	55,018	長岡市中之島新ごみ処理施設(仮称)整備事業発注図書類
585	19,402	千葉市新清掃工場建設及び運営事業発注図書類
420	33,298	さいたま市サーマルエネルギーセンター整備事業発注図書 類
120	28,754	立川市新清掃工場整備運営事業発注図書類
399	34,634	浜松市新清掃工場及び新破碎処理センター施設整備運営事 業発注図書類
160	18,999	鶴岡市ごみ焼却施設整備・運営事業発注図書類

施設規模 (トン/日)	全体価格トン単価 (円/トン)	出典
220	24,169	鹿児島市新南部清掃工場発注図書類
平均	28,974	※発注図書類：入札説明書、要求水準書、評価結果講評、入札決定書類
最大値	55,018	
最小値	16,940	

5.2. 民間資金を活用した PPP スキームによる施設整備事例

事例調査は前掲のように、資料が公開され入手できた 15 の事業について、入札説明書、要求水準書、提案書の評価結果講評及び落札者決定の書類について整理した。

5.2.1. 官側の負担事項

主な官側の負担事項に関する記述は、各事例で微妙に異なるものの、概ね似通ったものとなっている。以下にその例を示す。

用地の準備、環境影響評価の実施、可燃ごみ、不燃ごみ及び粗大ごみの搬入、資源物の資源化、処理不適物の処分等、本事業のモニタリング、住民への対応、施設見学者への対応、その他これらを実施する上で必要な業務
敷地の確保、環境影響評価手続き、業務実施状況のモニタリング、設計・建設期間及び運営期間中における住民対応、本件事業に必要な行政手続き、その他これらを実施する上で必要な業務
本事業の実施に関する地元同意の取得、交付金の申請手続、各種申請（建築確認申請等）の実施支援、施設の所有権移転に伴う諸手続等、計画管理、施設全体管理、搬出物の運搬、資源化（金属類等）及び最終処分（焼却残渣・不燃残渣）、見学者対応・住民対応、契約管理

5.2.2. 処理対象廃棄物の組成及び発熱量

以下に調査事例の基準質ごみの 3 成分組成と低位発熱量を示す。

表 5-5 日本における処理対象廃棄物の 3 成分組成及び低位発熱量

3 成分ごみ組成 (注)			低位発熱量		出典
水分	可燃分	灰分	基準質 発熱量 (kJ/kg)	基準質 発熱量 (kcal/kg)	
26.98%	55.69%	17.33%	10,740	2,566	新日明工場整備運営事業発注図書類
41.40%	48.40%	10.20%	9,200	2,198	浜松市新清掃工場及び新破碎処理センター施設整備運営事業 発注図書類
48.60%	43.50%	7.90%	8,270	1,976	鶴岡市ごみ焼却施設整備・運営事業発注図書類
39.65%	54.29%	6.06%	11,700	2,800	長岡市中之島新ごみ処理施設(仮称)整備事業発注図書類
43.60%	48.10%	8.30%	10,100	2,413	千葉市新清掃工場施設建設及び運営事業発注図書類
41.90%	50.70%	7.40%	9,000	2,150	福山市次期ごみ処理施設整備・運営事業発注図書類
50.00%	44.50%	5.50%	7,100	1,696	南薩地区新クリーンセンター 施設整備・運営事業発注図書類
41.90%	45.80%	12.30%	9,200	2,200	西知多医療厚生組合ごみ処理施設整備・運営事業発注図書類
48.60%	42.70%	8.70%	9,000	2,150	札幌市駒岡清掃工場更新事業発注図書類

3成分ごみ組成 (注)			低位発熱量		出典
水分	可燃分	灰分	基準質 発熱量 (kJ/kg)	基準質 発熱量 (kcal/kg)	
47.00%	46.30%	6.70%	9,700	2,317	西いぶり広域連合新中間処理施設整備・運営事業 発注図書類
43.32%	49.76%	6.92%	9,200	2,198	小平・村山・大和衛生組合 (仮称) 新ごみ処理施設整備・運営事業 発注図書類
45.80%	44.50%	9.70%	9,600	2,293	さいたま市サーマルエネルギーセンター整備事業発注図書類
47.50%	43.60%	8.90%	9,000	2,150	立川市新清掃工場整備運営事業発注図書類
51.00%	43.00%	6.00%	7,730	1,847	鹿児島市新南部清掃工場発注図書類
47.90%	45.90%	6.20%	8,480	2,030	(仮称) 倉敷西部クリーンセンター整備運営事業発注図書類

(注)：上記の3成分組成は複数の分析結果の平均値となっているものがあり、合計が100%にならない場合もある。

日本の廃棄物焼却発電対象ごみの発熱量は7,000～11,000kJ/kgであり、この程度の発熱量があれば、焼却炉のスタートアップ時を除いて、補助燃料なしで自己熱燃焼が可能となる。一方で、北ダッカ市のPre-FS結果¹⁹では低位発熱量は計算値で2,760kJ/kg、実測値で3,810kJ/kgであり、そのままでは自己熱燃焼が困難となる。

表 5-6 日本における処理対象廃棄物の化学組成

化学組成 (注)						出典
炭素	水素	酸素	窒素	硫黄	塩素	
48.60%	6.30%	43.70%	0.70%	0.20%	0.50%	新日明工場整備運営事業発注図書類
26.07%	3.69%	18.02%	0.42%	0.04%	0.18%	浜松市新清掃工場及び新破碎処理センター施設整備運営事業発注図書類
23.94%	3.52%	15.29%	0.52%	0.01%	0.22%	鶴岡市ごみ焼却施設整備・運営事業発注図書類
30.04%	4.00%	19.62%	0.44%	0.02%	0.17%	長岡市中之島新ごみ処理施設(仮称)整備事業発注図書類
27.50%	4.24%	15.66%	0.39%	0.05%	0.26%	千葉市新清掃工場施設建設及び運営事業発注図書類
記載なし						福山市次期ごみ処理施設整備・運営事業発注図書類
55.29%	7.44%	34.89%	1.76%	0.02%	0.60%	南薩地区新クリーンセンター 施設整備・運営事業発注図書類
57.58%	8.06%	31.75%	1.58%	0.06%	0.97%	西知多医療厚生組合ごみ処理施設整備・運営事業発注図書類
57.83%	8.15%	31.32%	1.21%	0.11%	1.38%	駒岡清掃工場更新事業発注図書類
51.50%	7.40%	38.60%	1.30%	0.10%	1.10%	西いぶり広域連合新中間処理施設整備・運営事業発注図書類
27.66%	3.35%	17.67%	0.56%	0.03%	0.49%	小平・村山・大和衛生組合 (仮称) 新ごみ処理施設整備・運営事業発注図書類
26.16%	4.02%	13.63%	0.47%	0.03%	0.19%	さいたま市サーマルエネルギーセンター整備事業発注図書類
54.70%	7.72%	35.87%	1.15%	0.06%	0.50%	立川市新清掃工場整備運営事業発注図書類
44.20%	5.90%	34.20%	1.50%	0.10%	0.40%	鹿児島市新南部清掃工場発注図書類

¹⁹ メーカー依頼資料/添付資料3 ごみ質設定根拠

化学組成 (注)						出典
炭素	水素	酸素	窒素	硫黄	塩素	
26.33%	3.78%	14.90%	0.41%	0.03%	0.45%	(仮称) 倉敷西部クリーンセンター整備運営事業発注図書類

(注): 上記の化学組成は複数の分析結果の平均値となっているものがあり、合計が 100%にならない場合もある。

5.2.3. 売電条件及び価格

2020 年の売電条件及び価格は巻末の「添付資料 1 日本における PPP に係る法令、関係省令、ガイドライン等」に示すように、MSW のバイオマスの部分に対して発電規模に関係なく「17 円/kW+税」が適用されている。

FIT 認定を受けたバイオマス発電設備は、毎月 1 回以上のバイオマス比率の算定・記録が認定基準として求められている。特に、一般廃棄物処理施設でのバイオマス発電設備を示す「廃棄物焼却発電設備」では、受け入れた廃棄物に占めるバイオマスの比率が常に変動することから、毎月「ごみ組成分析」を実施することで適正なバイオマス比率を算定する必要がある。

FIT によらない場合の買取価格は電力会社により多少異なるが 7~9 円/kWh 程度となっており、東京電力では FIT 後の買取価格を 8.50 円/kWh (税込)²⁰としている。

なお、廃棄物焼却発電施設仕様条件の整理については、巻末の「添付資料 3 廃棄物焼却発電施設仕様条件の整理」を参照のこと。

5.2.4. 廃棄物焼却発電施設運転時のモニタリング条件の整理

バングラデシュ国側で廃棄物焼却発電施設の運営状況のモニタリングする際に参考となるように導入する施設のモニタリング内容について建設された施設の公害防止条件に対するモニタリング項目、頻度を整理した。

²⁰ 東京電力エナジーパートナー. 再生可能エネルギー固定価格買取制度 (FIT)
 (https://www.tepco.co.jp/ep/renewable_energy/plan.html#plan01)

表 5-7 施設のモニタリング内容

番号	モニタリング項目	検証方法	備考
1	ごみ処理能力	ごみ量：トラックスケールデータ、ごみクレーンつかみ量	毎月の集積データ
		ごみ発熱量：処理能力の確認は運転データによって求められた低位発熱量を判断基準とする。 処理能力試験方法：熱精算により推定したごみ発熱量データを使用し、発注仕様書に示すごみ質の範囲において、実施設計図書に記載されたごみ処理能力曲線図に見合った処理量について確認を行う。	毎月1回チェック
2	排気ガス、騒音・振動、臭気など	仕様書で示した公害防止条件を満足すること。	半年ごとにチェック
3	焼却灰	焼却灰搬出装置出口にてサンプリング灰の熱しゃく減量試験で検証	毎月1回チェック
4	処理飛灰	処理飛灰搬出装置の出口付近でサンプリング、重金属類、ダイオキシン類	毎月1回チェック
5	騒音	敷地境界付近で測定（複数個所、4か所以上）	毎月1回チェック
6	振動	敷地境界付近で測定（複数個所、4か所以上）	毎月1回チェック
7	悪臭	敷地境界付近で測定（複数個所、4か所以上）	毎月1回チェック

なお、一般廃棄物焼却発電施設の東南アジア諸国の事例については、巻末の「添付資料4 一般廃棄物焼却発電施設の東南アジア諸国の事例」を参照のこと。

6. SEA の考え方に基づいた環境社会配慮の予備的検討の実施

6.1. バングラデシュ国における環境アセスメント制度とその運用状況

6.1.1. バングラデシュ国における環境社会配慮の根拠法規

バングラデシュ国政府は、憲法第 18 条 A において「国は、現在及び将来の国民のため、環境を保護及び改善し、天然資源、生物多様性、湿地、森林及び野生生物の保全に努めなければならない。」としている。1992 年に国家レベルの環境改善方針を策定し、これを基に環境保全法 (BECA : The Bangladesh Environment Conservation Act, 1995) が制定された (2000 年、2002 年、2010 年に改定)。同法では、以下の環境保全について規定している。

- 環境保全に係る審査／承認機能を DOE (Department of Environment : 環境局) に付与
- 生態的に危機的状況にある地域 (生態重要地域) の指定
- 一般大気環境への車両からの排気ガスの排出抑制
- 一般環境へ悪影響をもたらす事業活動の制限
- 制限を超える環境汚染物質の排出制限
- 生態系へ被害をもたらした個人又は法人による修復措置に係る対策の実施
- 全ての事業に対する ECC の実施

上記に加え、バングラデシュ国における関連法令を下表に記す。

表 6-1 バングラデシュ国における関連法令

法令名	策定年
環境社会配慮の基本法令	
Bangladesh Environmental Conservation Act	1995
Bangladesh Environmental Conservation Rules	1997
汚染関係	
Noise Pollution (control) Rules	2006
Medical Waste (Management and Processing) Rules	2008
Hazardous Waste and Ship Breaking Waste Management Rules	2011
自然資源関係	
Bangladesh Biological Diversity Act	2017
Ecologically Critical Area Management Rules	2016
Forest Act	1927
Marine Fisheries Ordinance	1983
Bangladesh Wildlife (Conservation and Security) Act	2012
Bangladesh Water Act	2008
Ground Water Management Ordinance	1985
社会関係	
Labour Act	2006
Disaster Management Act	2013

6.1.2. バングラデシュ国の EIA（環境アセスメント）制度

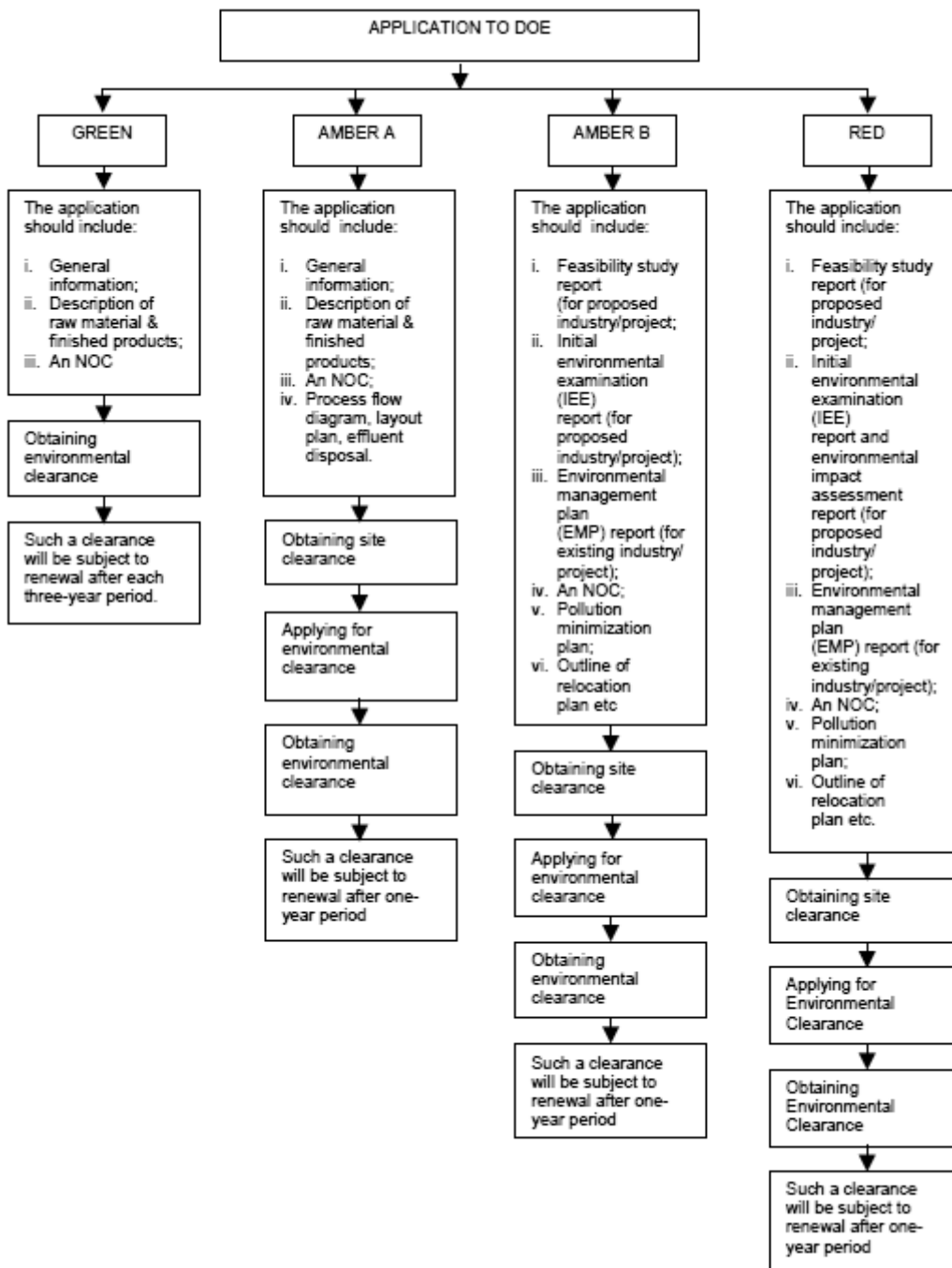
（１） ECC 取得手続き

環境保全法に基づき、全ての建設事業は環境保全規則（E.C.R.'97: Environmental Conservation Rules, 1997）（2002 年、2003 年に改定）に基づいて ECC を取得する必要がある。同規則には、事業の場所、規模、内容、環境への汚染影響等により、以下の 4 種類のカテゴリ分類が明記されており、ECC 取得には、まず該当する分類を確認する。

- Green
- Amber-A
- Amber-B
- Red

E.C.R.'97 において、廃棄物焼却プロジェクトは Red に分類されており、DOE で決裁が行われる。また、用地取得については、DOE の管轄ではないが、ECC 取得手続きの一環でもあるため、同局には取得の報告をする必要がある。

ECC 取得手続きは、①申請書の提出、②環境省による申請書の承認、③書類の審査（分類 Green および Amber-A の場合は、この時点で ECC の発行が決定する）、④環境許認可委員会（Environmental Clearance Committee）にて ECC 発行可否の決定（分類 Amber-B と Red のみ）、⑤ECC 発行、である。具体的な手続きは下図のとおりである。



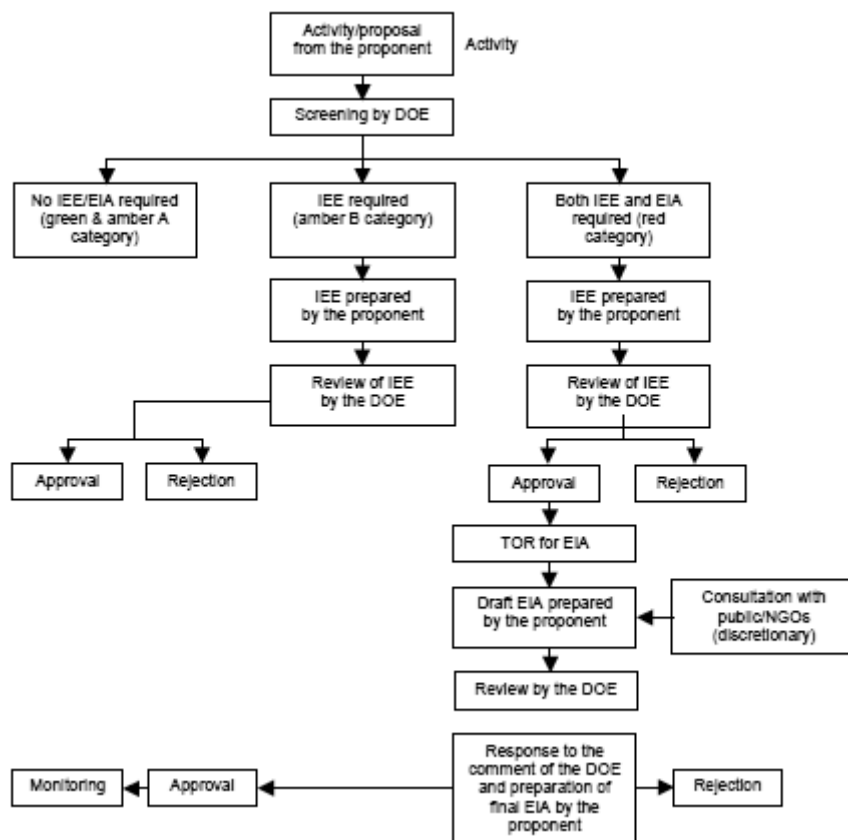
出典：Impact Assessment and Project Appraisal (20 February 2012)

図 6-1 ECCに係る手続き

(2) EIA (環境アセスメント) 手続き

廃棄物焼却プロジェクトは、前述の通り E.C.R.'97 で Red に分類されている。同分類では、EIA (Environmental Impact Assessment : 環境アセスメント) を義務付けている、初期環境影響評価 (IEE : Initial Environmental Examination) の DOE によるレビュー、EIA の TOR の作成、EIA 報告書案の DOE によるレビューを経て EIA 報告書が承認される。EIA 報告書が承認された場合にのみ、ECC の申請が認められる。なお、ECC 取得は工事着手前に完了させる必要がある。申請書とともに提出する主な書

類は、提案事業の FS 報告書、提案事業の初期環境影響評価報告書、EIA の実施項目案、及び事業対象地の地方政府から発行される実施同意書（NOC : No Objection Certificate）である。EIA の手続きは以下のとおり進められる。



出典：Evaluation of environmental impact assessment procedures and practice in Bangladesh (February 2012)

図 6-2 EIA の手続きに係るフローチャート

プロジェクトの計画または設計段階において、IEE および EIA 承認のためのレポート提出のタイミングは非常に重要であり、事業計画スケジュールに支障が出ないように、留意する必要がある。事業提案者は、Ministry of Environment, Forest and Climate Change（環境森林気候変動省）に対し、FS 段階でできるだけ早く EIA レポートを提出し、できればプレ FS 段階で環境の変化やプロジェクト計画の修正に関する推奨事項を反映するよう指示されている。下表に EIA レポート提出のタイミングを示す。

表 6-2 EIA レポート提出タイミングにかかる分類

事業計画時	提出時期	環境課題	環境計画サイクル
事業の特定とコンセプト、技術の調達	—	<ul style="list-style-type: none"> ■環境的に健全な事業であるか？ ■最先端でクリーンな技術か？ 	環境に配慮した事業および／または環境に配慮した技術の調査とスクリーニング
プレ FS／サイト決定、プロジェクトオプション	最も望ましい	<ul style="list-style-type: none"> ■提案されたサイトは環境的に問題ないか？ 	ベースライン調査と IEE の提出および EIA 調査の TOR
Feasibility / 事業設計	次に望ましい	<ul style="list-style-type: none"> ■事業設計には、必要な全ての防止およびその他の環境緩和策が組み込まれているか？ 	費用便益分析と完成版または詳細 EIA レポートの提出
詳細設計	—	<ul style="list-style-type: none"> ■設計は全ての仕様に準拠しているか？ 	汚染防止およびその他の環境緩和策の設計への組み込み
建設	—	<ul style="list-style-type: none"> ■事業の開発と建設は綿密に監理されているか？ 	環境管理とモニタリング
試運転	—	<ul style="list-style-type: none"> ■事業は設定された全ての基準と条件を満たしているか？ 	モニタリングと事業監査の継続
運転・保守	—	<ul style="list-style-type: none"> ■事業は常に課された基準に完全に準拠しているか？ 	環境モニタリング

出典：EIA GUIDELINES FOR INDUSTRIES (February 2021)より調査団作成

EIA プロセスには多くの関係者が関わる。以下に関係者毎の役割と責任を示す。

表 6-3 関係者リスト

番号	関係者	役割と責任
1	DOE	BECA, 1995 (2010 年に修正)、E.C.R'97 およびその後の 2002 年、2003 年の修正に基づく IEE および EIA プロセスの管理。SCC (Site Clearance Certificate: サイトクリアランス証明書) 及び ECC の発行を担当する。
2	事業提案者	事業の開始者および推進者。EIA の委託を含め、DOE および他局からの要件対応を担う。
3	EIA コンサルタント／評価者	プロジェクト提案者に代わり、EIA を実施し、承認のために DOE に提出するためのレポートを準備する。
4	事業承認者	通常、プロジェクトが属する関係部門の省庁が事業承認を担当する。
5	関係省庁	労働安全衛生を管轄する Ministry of Labor and Employment 下の Department of Inspection for Factory and Establishments や公衆衛生を管轄する保健省などが事業の間接的に利害関係を持つ政府機関となる。これらの機関からのフィードバックは、緩和策とプロジェクト全体の承認に関連し、緩和策の実施と監視／監査、及び／または規制と基準の準拠にも関与する。
6	影響を受ける一般および地方市民	事業によって直接的または間接的に影響を受ける可能性がある一般および地域市民の関心事項に対応する必要がある。
7	NGO (Non-governmental organization: 非政府組織)	特定の関心事項に係る課題に関連した情報を提供する。

出典：EIA GUIDELINES FOR INDUSTRIES (February 2021)

通常、Red 分類のプロジェクトの EIA 報告書には、プロジェクトの代替案との比較、住民協議、緊急対応計画を含む環境管理計画が含まれる。Red 分類のプロジェクトの EIA 報告書の項目例を示すと、次のとおりである。

- 第 1 章 サマリー
- 第 2 章 イントロダクション (方法論を含む)
- 第 3 章 法令、規制及び政策の検討
- 第 4 章 プロジェクト説明
- 第 5 章 環境社会ベースライン
- 第 6 章 代替案分析
- 第 7 章 重要な環境問題の特定と分析
- 第 8 章 環境社会影響
- 第 9 章 住民協議及び公開
- 第 10 章 環境管理計画及びモニタリング指標
- 第 11 章 影響軽減手段とモニタリングの費用推計
- 第 12 章 結論と提言

6.2. Pre-FS で実施された一般廃棄物焼却発電施設の整備に伴う環境社会配慮の検討結果の補足

Pre-FS で実施された環境社会配慮の検討結果について、JICA 環境社会言配慮ガイドライン (2010 年 4 月) の環境チェックリスト (廃棄物) を用いて、検討結果と当調査団の観察事項を次表に示す。なお、以下検討内容は、Pre-FS 報告書からの分析に留まる。

表 6-4 Pre-FS で実施された環境社会配慮の検討結果

分類	環境項目	主な子エック事項	環境社会配慮確認結果	JICA 調査団の観察
許認可・説明	(1) 及び環境許認可	① EIA レポート等は作成済みか。	現時点で作成されていない。事業化段階において、当該国法制度に基づき EIA レポートが作成される予定。	JICA のプレ FS で多く行われる、EIA レポート案の作成は行われていない。
		② EIA レポート等は当該国政府により承認されているか。	当該国法制度に基づき EIA レポートが環境省へ提出され、承認される必要がある。	
		③ EIA レポート等の承認は無条件か。付帯条件がある場合は、その条件は満たされるか。	現時点では未定である。	例えば、設計変更の場合の DOE の同意など ECC に条件が付されることが多い。
		④ 上記以外に必要な場合には現地所管官庁からの環境に関する許認可は取得済か。	現時点では未定であるが、必要な場合には取得する予定。	正式な EIA 手続き後に ECC 手続きとなる。
地域住民への説明	① プロジェクトの内容及び影響について、情報公開を含めて地域住民に適切な説明を行い、理解を得るか。	EIA レポート作成の段階で、EIA の公開やパブリックコメントの実施など、情報公開を含め地域住民に適切な説明を行う予定。	JICA のプレ FS で多く行われる、パブリック・コンサルテーションは開催されていない模様である。	
	② 住民及び所管官庁からのコメントに対して対応されるか。	住民等からのコメントを EIA に反映する等、適切に対応する予定。	上記のとおり、パブリック・コンサルテーションが開催されていないと、住民からのコメントを得る機会を設けていない可能性がある。	
汚染対策	(3) 代替案の検討	① プロジェクト計画の複数の代替案は (検討の際、環境・社会に係る項目も含めて) 検討されているか。	記載なし	JICA のプレ FS で多く行われる、EIA レポート案の作成が行われていれば、代替案が検討される。
	(1) 大気質	① ごみ発電施設、収集・運搬車両等から排出される硫黄酸化物 (SOx)、窒素酸化物 (NOx)、煤塵、ダイオキシン等の大気汚染物質は当該国の排出基準、環境基準を満足するか。	対象地周辺には移住地も確認されることから焼却施設からの排ガスに発生する住民への影響が懸念される。排ガス中には大気汚染物質 (煤塵、硫黄酸化物、窒素酸化物、ダイオキシン類等) が含まれるか、当該国基準を満たすよう排ガス処理施設を整備する予定。	バンングラデンシユ国の排ガス規制基準 (Environment Conservation Rules 中にある) については、工場またはプロジェクトからの排ガス基準がある。典型的な規制対象物質を見ると、煤塵、塩化水素、硫黄酸化物は含まれているが、窒素酸化物、ダイオキシンは含まれていない。このため、「当該国基準を満たすよう排ガス処理施設を整備する予定」ではなく、重要な規制対象物質を考慮して、排ガス基準を設定し、排ガス処理施設を整備する計画が必要となる。
水質	① 施設からの排水は当該国の排出基準、環境基準を満足するか。	排水は無放流方式を基本とする。ただし、余剰の排水が発生する場合は、発生する排水の水質	併設される最終処分場の浸出水処理施設の内容が記載されていないので、コメントできない。	

分類	環境項目	主な子エック事項	環境社会配慮確認結果	JICA 調査団の観察
			及び量を考慮して排水処理設備を設け、施設内で循環利用できるようにするか、併設される最終処分場の浸出水処理施設で適正に処理する予定。水塊への処理排水の排出については当該国基準を満足するよう計画する予定。	い。
		② 廃棄物処分場から発生する浸出水等の水質は当該国の排出基準、環境基準を満足するか。	隣接する廃棄物処分場はプロジェクト対象外であるが、施設からの残渣等搬入が見込まれることから、処分場浸出水対策について確認することが望ましい。	本施設で発生する焼却灰、飛灰が処分場に処分されることから、処分場の浸出水対策について確認することになる。
		③ これらの排水が表流水あるいは地下水を汚染しない対策がなされるか。	併設される最終処分場についてはプロジェクト対象外ではあるものの、プロジェクトからの排水を処分場の水処理施設が受け入れる場合には、基準を満たすような対策がなされることを確認することが望ましい。	プロジェクトからの排水を受け入れない場合でも、焼却灰、飛灰が処分場に処分されることから、処分場の浸出水対策について確認することになる。
(3) 廃棄物		① ゴミの破砕、選別工程で発生する処理残渣、焼却灰、飛灰、コンポスト施設から発生するコンポスト化不適物等の廃棄物は当該国の基準に従って適切に処理・処分されるか。	処理残渣、焼却灰、飛灰、バイオガス化施設からの脱水残渣等は隣接する最終処分場にて埋立処分される予定。	「処理残渣、焼却灰、飛灰、バイオガス化施設からの脱水残渣等は隣接する最終処分場に埋立処分される予定。」とされている(有害廃棄物については、さらに記載あり)。有害廃棄物以外の廃棄物についても、埋立処分することになる廃棄物の種類を示し、どのように処分を行うのかを示すことが重要である。
		② 有害廃棄物、危険物については、他の廃棄物と区別し、無害化された上で当該国の基準に従って適切に処理・処分されるか。	他の廃棄物と区別し、必要に応じて無害化された上で当該国の基準に従って適切に処理・処分される予定。 飛灰は鉛、亜鉛、カドミウム、銅等の金属類を高濃度を含むことから、世界的に有害廃棄物として位置付けられている。重金属類の溶出が無いよう、安定化処理を行ったうえで併設される最終処分場で適正に処分する必要がある。	最終処分場での処分を含めたEIA手続きが必要になると考えられる(バンングラデシユ国では、許可を得た、有害廃棄物の処理・処分施設がないため、処理処分方法を示すこととなる)。
(4) 土壌汚染		① 廃棄物処分場から発生する浸出水等により、土壌、地下水を汚染しない対策がなされるか。	併設される最終処分場についてはプロジェクト対象外ではあるものの、プロジェクト施設からの排水や残渣等の搬入が見込まれることから、基準を満たすような対策がなされることを確認することが望ましい。	当該プロジェクトで発生する廃棄物を併設される最終処分場で処分する計画であるから、最終処分場からの浸出水が土壌、地下水を汚染するリスクを考慮することになる。環境社会配慮結果では、「基準を満たすような対策が

分類	環境項目	主な子エック事項	環境社会配慮確認結果	JICA 調査団の観察
	(5) 騒音・振動	① 施設稼働（特にごみ発電施設、廃棄物選別・破碎施設）、ゴミの収集・運搬を行う車両の通行による騒音・振動は当該国の基準を満足するか。	機器の稼働や車両によるごみ搬入に伴う騒音・振動が懸念されるが、当該国基準を満たすよう対策を講じる予定。 騒音・振動の少ない機器を選定することと併せ、蒸気タービン、復水器、空圧縮機等騒音の発生が避けられない機器は、独立基礎とする、地下に設置する、あるいは建屋内に収納する等の配慮が必要である。	「当該国基準を満たすよう対策」が示されていないが、騒音・振動の発生源別に、発生源での対策、(必要に応じ) 防音壁等の発生後の対策を示すことになる。
		① 悪臭はないか。悪臭防止の対策は取られるか。	焼却施設及びバイオガス化施設のごみピットからの悪臭の発生が懸念されるが、適切な防止策を講じる予定。 通風方式は、押込み送風機と誘引送風機を設置する平衡通風方式とし、系統全体をマイナス圧とすることにより悪臭の拡散を防止するとともに必要に応じて薬剤の散布等局所的な悪臭対策を行うことが望ましい。	影響程度が示されていないが、対策は適切な方法が示されている。
	(6) 悪臭	① サイトは当該国の法律・国際条約等に定められた保護区に立地していないか。プロジェクトが保護区に影響を与えないか。 ① サイト原生林、熱帯の自然林、生態学的に重要な生息地（珊瑚礁、マングローブ湿地、干潟等）を含まないか。 ② サイトは当該国の法律・国際条約等で保護が必要とされる貴重種の生息地を含まないか。 ③ 生態系への重大な影響が懸念される場合、生態系への影響を減らす対策はなされるか。	施設は保護区内には立地しておらず、周辺にも保護区は存在していないため、影響は懸念されない。 サイト及びその周辺は、主に低湿地が広がっている。生態学的に重要な生息地が含まれている様子は見られないものの、EIA で詳細調査を行う予定。 貴重種の生息状況については、現時点で不明であるが、対象地は市街地に位置しており、周辺では既に開発が進んでいることから、重大な影響は懸念されない。EIA で詳細調査を行う予定。 対象地は市街地に位置しており、周辺では既に開発が進んでいることから、事業実施により生態系への重大な影響は懸念されないものの、	（コメントなし） （コメントなし）
自然環境	(1) 保護区 (2) 生態系		貴重種の生息状況は、NGO サイトに情報があ	る。
			Ecologically Critical Area が含まれているかいないかは確認可能である。	一般論として、水生生物がいるので、「雨季に

分類	環境項目	主な子エック事項	環境社会配慮確認結果	JICA 調査団の観察
		<p>④ 水生生物に悪影響を及ぼす恐れはないか。影響がある場合、対策はなされるか。</p> <p>⑤ 植生、野生動物に悪影響を及ぼす恐れはないか。影響がある場合、対策はなされるか。</p>	<p>EIA で詳細調査を行う予定。 Amin Bazar エコタウン及びナシラバッドエコタウンの建設予定地は湿地で雨季には水没するような場所であることから、植生、野生動物などの生態系への影響は小さいと考える。EIA にて詳細な調査を行う。</p> <p>施設からの排水に伴い、低湿地帯及び河川の水生生物への影響が懸念される。EIA で詳細調査を行う予定。</p> <p>事業実施に伴い、低湿地帯の埋立・造成が発生するため、低湿地帯に生息する野鳥等への影響が懸念される。EIA で詳細調査を行う予定。 最終処分場は本プロジェクト範囲外。</p>	<p>は水没するような場所であることから、植生、野生動物などの生態系への影響は小さい」とすることの根拠が曖昧である。</p> <p>(コメントなし)</p> <p>事業サイトでの植生、野生動物を確認することが望ましい。</p> <p>(コメントなし)</p>
社会環境	(1) 住民移転	<p>① プロジェクトの実施に伴い非自発的住民移転は生じないか。生じる場合は、移転による影響を最小限とする努力がなされるか。</p> <p>② 移転する住民に対し、移転前に補償・生活再建対策に関する適切な説明が行われるか。</p> <p>③ 住民移転のための調査がなされ、再取得価格による保証、移転後の生活基盤の回復を含む移転計画が立てられるか。</p> <p>④ 補償金の支払いが移転前に行われるか。</p> <p>⑤ 補償方針は文書で策定されているか。</p> <p>⑥ 移転住民のうち特に女性、子供、老人、貧困層、将帥民族・先住民族等の社会的弱者に適切な配慮がなされた計画か。</p> <p>⑦ 移転住民について移転前の合意は得られるか。</p>	<p>両エコタウン共に用地取得は最終処分場建設事業 (DPP プロジェクト) 側の所掌範囲であるが、各 Eco-Town にて以下の状況が確認されている。事業段階にて必要に応じ簡易住民移転計画を作成し対応する予定。</p> <p>【Amin Bazar Eco-Town】 レンガ工場やガソリンスタンドなどの移転が発生する。</p> <p>【Nasirabad Eco-Town】 建設予定地内に住居は存在しない。アクセス道路は既存の道路を一部拡張する必要があり、道路の拡幅のために住民移転が発生する可能性がある。</p>	<p>住民移転規模の情報を得ることが望ましい。補償の方針を確認することが望ましい。</p>

分類	環境項目	主な子エック事項	環境社会配慮確認結果	JICA 調査団の観察
	(2) 生活・生計	⑧ 住民移転を適切に実施するための体制は整えられるか。十分な実施能力と予算措置が講じられるか。		
		⑨ 移転による影響のモニタリングが計画されるか。		
		⑩ 苦情処理の仕組みが構築されているか。		
		① プロジェクトによる住民の生活への悪影響はないか。必要な場合は影響を緩和する配慮が行われるか。	悪臭等による周辺住民への影響が懸念される。EIA にて詳細に調査し緩和策を講じる予定。	現状とプロジェクトによる影響をそれぞれ考察することが重要である。
		② ウェストピッカー等を含めた既存の資源再回収システムへの配慮はなされるか。	一次収集人を中心として、家庭ごみの非公式な資源回収が行われている。また、Amin Bazar Eco-Town の処分場には、ウェストピッカーが居住・活動している。これらウェストピッカーを含む既存の資源回収システムは、事業導入後も存続できるよう工夫する予定。	プロジェクトによるウェストピッカーへの影響を考察することが重要である。
③ 廃棄物運搬による地域交通への影響はないか。		各 Eco-Town では以下の状況が確認できる。廃棄物運搬に伴う地域交通への影響については、事業実施段階で調査し、対策を講じる予定。	より定量的な影響把握が望ましい。	
			【Amin Bazar Eco-Town】 既存の道路があり隣接する処分場への車両が往来していることから、事業実施に伴う地域交通への影響は少ない。	
			【Nasirabad Eco-Town】 アクセス道路を新設する必要があり、収集車両の往来も多くなることから、地域交通への影響が懸念される。	(コメントなし)
		④ 本プロジェクトからの排水、廃棄物処分場から発生する浸出水等によって漁業及び地域住民の水利用（特に飲料水）に悪影響を及ぼさないか。	対象地及び周辺の低湿地帯では、漁業を行う住民が確認されている。施設からの排水は適切に処理し施設内での循環利用を基本とする予定であるが、事業実施段階にて詳細な影響調査と緩和策について検討する予定。	
		⑤ 衛生害虫は発生しないか。	有機性廃棄物を扱うことから、衛生害虫の発生が懸念される。事業実施段階で対応を適切な対応を講じる予定。	現在の最終処分場の状況から、影響を推測することは可能である。

分類	環境項目	主な子エック事項	環境社会配慮確認結果	JICA 調査団の観察
	(3) 文化遺産	① プロジェクトにより、考古学的、歴史的、文化的、宗教的に貴重な遺産、史跡等を損なう恐れはあるか。また、当該国の国内法上定められた措置が考慮されるか。 ① 特に配慮すべき景観への悪影響はないか。必要な対策は取られるか。	対象地域及び周辺地域に、文化遺産等は確認されていない。 以下の現況景観を考慮すると、事業実施による景観への深刻な影響は少ない。ただし、周辺にこう樹木帯はなく見通しもよい地域であることから、焼却炉の煙突の高さについては、周辺景観にも配慮し高さやデザインを決める予定。 【Amin Bazar Eco-Town】 既設処分場に隣接しており、また周辺にはレンガ工場や自動車修理工場が存在する工業地域である。 【Nasirabad Eco-Town】 現況は水田や低湿地帯であり、現在 Eco-Town 隣接地に下水道処理場を建設中である。	(コメントなし) (コメントなし)
	(4) 景観			
	(5) 少数民族、先住民	① 少数民族、先住民の文化、生活様式への影響を軽減する配慮がなされるか。	対象地は市街地に位置しており、少数民族、先住民は確認されていない。 記載なし。	(コメントなし)
		② 少数民族、先住民の関わり及び資源に関する諸権利は尊重されるか。		
		① プロジェクトにおいて遵守すべき当該国の労働環境に関する法律が守られるか。		
		② 労働災害防止に係る安全設備の設置、有害物質の管理等、プロジェクト関係者へのハード面での安全配慮が措置されるか。		
(6) 労働環境	③ 安全衛生計画の策定や作業員等に対する安全教育（交通安全や公衆衛生を含む）の実施等、プロジェクト関係者へのソフト面での対応が計画・実施されるか。		JICA のブレFS で多く行われる、EIA レポート案の作成が行われていれば、労働環境が検討される。	
	④ プロジェクトに関係する警備要員が、プロジェクト関係者・地域住民の安全を侵害することのないよう、適切な措置が講じられるか。			

分類	環境項目	主な子エック事項	環境社会配慮確認結果	JICA 調査団の観察
その他	(1) 工事中の影響	① 工事中の汚染（騒音、振動、濁水、粉塵、排ガス、廃棄物等）に対して緩和策が用意されるか。	対象地は殆どが低湿地帯及び水田であることから、土地埋立・造成の必要がある。工事中の汚染に対しては適切な緩和策を講じる予定。	土地埋立・造成による影響可能性を考察することが重要である。
		② 工事により自然環境（生態系）に悪影響を及ぼさないか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。	工事の実施に伴い、作業員の安全教育を実施する予定。	バンングラデシユ国の安全ルールを確認しておくことが重要である。
		③ 工事により社会環境に悪影響を及ぼさないか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。	当該国制度に基づき、必要な事項について事業者モニタリングを計画・実施する予定。	(コメントなし)
		④ 必要に応じ、作業員等のプロジェクト関係者に対して安全教育（交通安全・公衆衛生等）を行うか。	当該国制度及びEIA 結果に基づき、適切な項目、方法、頻度につき定める予定。	(コメントなし)
留意点	(2) モニタリング	① 上記の環境項目のうち、影響が考えられる項目に対して、事業者のモニタリングが計画・実施されるか。	事業者がモニタリングを実施できるよう体制構築を行う予定。	(コメントなし)
		② 当該計画の項目、方法、頻度等はそのように定められているか。	当該国制度及びEIA 結果に基づき、適切な報告方法、頻度につき規定する予定。	(コメントなし)
		③ 事業者のモニタリング体制（組織、人員、機材、予算等とそれらの継続性）は確立されているか。	記載なし	「必要な場合」ではない。
		④ 事業者から所管官庁等へ報告の方法、頻度は規定されているか。	焼却施設での焼却及びバイオガス施設稼働に伴い、温室効果ガスが発生するが、現状の処分場から発生しているメタンガスと比較すると、大幅に廃棄物処理に係る温室効果ガス発生を削減が期待できる。事業実施段階で、気候変動への影響について詳細に分析する予定。	「必要な場合」ではない。

出典：JICA 調査団作成（Pre-FS の検討結果は、Pre-FS 報告書、表 5-4 より）

6.3. 一般廃棄物焼却発電施設の導入と代替案（他の廃棄物中間処理手法）との比較検討

廃棄物焼却発電施設の代替案としては、エコタウンの構成施設として計画されており、その中で、建設コストが低く生産物の需要が想定できると考えられる、リサイクル施設を設定する。リサイクル施設の計画は具体化されていないため、最もシンプルな、選別・回収のみを行う MRF (Materials Recovery Facility：資源回収施設) で考える。エコタウンの他の構成施設（コンポストプラント、建設廃材リサイクル施設）は、建設スケジュールが設定されていないため、ここでは考慮しない。

代替案として MRF を設定した場合、MRF で回収されないもの（プラスチック、金属等以外）は、残渣として最終処分場に処分されることになる。

廃棄物焼却発電施設と MRF 施設の環境社会影響について、JICA の環境チェックリスト（廃棄物）の項目に従い、定性的な比較（相対比較を含む）を行うと、次表のとおりである。

表 6-5 廃棄物焼却発電施設と代替案の環境社会影響の比較

分類	廃棄物焼却発電施設	代替案 (MRF)
許認可・説明	<ul style="list-style-type: none"> Waste incinerator に該当し、ECC の Red カテゴリーとしての手続きが必要になる。 	<ul style="list-style-type: none"> (直接該当するものが、Plastic products に該当するとされた場合) ECC の Amber -B カテゴリーとしての手続きが必要になる。
汚染対策	<ul style="list-style-type: none"> 特に、大気、水質、悪臭、廃棄物に係る影響を検討する必要がある。 ダイオキシンを含む排気ガスの発生があるが、MRF にはない。 	<ul style="list-style-type: none"> 特に、水質、悪臭、廃棄物に係る影響を検討する必要がある。 大量の残渣が発生するが、廃棄物焼却発電の残渣は少ない。
自然環境	<ul style="list-style-type: none"> 保護区や生態学的に重要な生息地、分化遺産はない。 	<ul style="list-style-type: none"> 同左
社会環境	<ul style="list-style-type: none"> (エコタウンとしての扱いだが) 2つのサイトは、居住者はいないが、農業等への土地利用はある。 ウェイストピッカーが回収するものを焼却することになる。 	<ul style="list-style-type: none"> 同左 ウェイストピッカーが回収するものと回収物が競合する。影響軽減のためウェイストピッカーを雇用する手段はある。
その他	<ul style="list-style-type: none"> 土木・建築工事、プラント設備工事があり、工事の影響を検討する必要がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 工事の影響は要客発電施設よりもかなり小さい。

6.4. 計画・プログラム等の意思決定段階で、極めて重要な環境社会影響項目とその評価方法

計画・プログラム段階で行われる環境社会影響を SEA と呼ぶ。バングラデシュ国の環境影響評価法制度では、SEA を求める法規定はない。

本業務で検討する一般廃棄物焼却施設については、北ダッカ市廃棄物管理マスタープラン案 (2018-2032) に示されているため、同マスタープランにおける環境社会配慮について考察する。同マスタープランで施設プロジェクトとして、中間処理システムが 5.7、衛生処分場が 5.8 に示されている。同マスタープランは、環境社会配慮または戦略的環境アセスメントの項を含んでいないが、廃棄物処理施設整備の構想段階を含んでおり、これに基づき環境社会配慮を検討する。個別処理施設については、前項で検討しているため、同マスタープランのフレームワークにおける考えられるスコーピング（評

価の項目・方法等)と、それに関する同マスタープランの記載を比較する(次表)。

表 6-6 考えられるスコーピングと北ダッカ市廃棄物管理マスタープラン案(2018-2032)の記載

項目	考えられるスコーピング	北ダッカ市廃棄物管理マスタープラン案(2018-2032)の記載
戦略的環境アセスメントの目的	例えば、影響を調査・予測し、ネガティブな影響を最小化する方法を検討する。	「廃棄物により引き起こされる環境影響を環境上の先進技術で、回避・緩和する」を目標の一つに掲げている。
方法	例えば、複数案を設定し、比較する。	2つのシナリオを設定している。シナリオ1は、Business-as-usualとして、収集廃棄物はそのまま処分場で処分される。シナリオ2は、焼却、リサイクル等の中間処理を含む3R(Reduce, Reuse, Recycle: リデュース、リユース、リサイクル)を導入するもの(処分量は大きく減少)である。
比較	各影響を比較する。	2つのシナリオを、埋立能力、コスト、組織能力、社会的受容、環境影響の観点から比較し、特に処分場の用地取得が困難であることを挙げ、シナリオ2を好ましいオプションとしている。
環境影響	大気汚染、水質汚濁等の廃棄物管理に係る代表的な影響項目について、予測・評価を行う。	<ul style="list-style-type: none"> シナリオ1では、適切な水処理等を備える衛生処分場は環境影響を防止できる(個別項目別評価はなし)。 シナリオ2では、焼却による副生物が適切に処理されない場合に周辺環境に影響する可能性がある(個別項目別評価はなし)。
社会影響	ウエストピッカーへの影響等の廃棄物管理に係る代表的な影響項目について、予測・評価を行う。	<ul style="list-style-type: none"> シナリオ1では、処分場は北ダッカ市で新規のものではないので困難ではない、新規処分場で非自発的住民移転がシナリオより関連する可能性がある(個別項目別評価はなし)。 シナリオ2では、廃棄物焼却発電、他の中間処理施設に対し、市民の知識があまりないので、疑念をもつかもしい(個別項目別評価はなし)。

7. 一般廃棄物焼却発電施設の概算事業費の内容具体化

7.1. 初期投資費 (CAPEX)

CAPEX は詳細設計段階で見積る際の項目は下表に示した項目で構成される例が多く、これに対して FS 段階では詳細設計段階のように細かな部分まで計画しないため既往の計画あるいは実績の CAPEX と処理能力との関係进行分析し、プラント設置に必要な全体の金額を算出する。また、必要な場合には「プラント機器類調達および製作」「プラント機器類設置工事」「土木・建築工事」および「設計・積算」の 4 項目に構成割合で各項目の費用を配分する。

この 4 項目の構成割合は弊社の経験ではアジア圏の JICA 支援対象国での事例ではそれぞれ 45%、20%、20%、15%程度であった。詳細設計段階と FS 段階での費用項目関係を表に示す。

表 7-1 詳細設計段階と FS 段階での見積項目の関係

項目		FS 段階での費用構成割合			
プラント機器類調達および製作		45%			
プラント機器類設置工事		20%			
土木・建築工事		20%			
設計・積算		15%			
詳細設計段階での費用項目					
項目		プラント機器類 調達及び製作	プラント機器 類設置工事	土木・建築 工事	設計・積算
1 機械設備工事					
	1) 各設備共通設備	X	X		X
	2) 受入れ・供給設備	X	X		X
	3) 燃焼設備	X	X		X
	4) 燃焼ガス冷却設備	X	X		X
	5) 排ガス処理設備	X	X		X
	6) 余熱利用設備	X	X		X
	7) 通風設備	X	X		X
	8) 灰出し設備	X	X		X
	10) 給水設備	X	X		X
	11) 排水処理設備	X	X		X
	12) 電気設備	X	X		X
	13) 計装制御設備	X	X		X
	14) 雑設備	X	X		X
2 土木・建築工事					
	1) 建築工事			X	X
	2) 土木工事及び外構工事			X	X
	3) 建築設備工事			X	X
	4) 建築電気設備工事			X	X
3 その他の工事					
	1) 試運転及び運転指導費	X	X	X	X
	2) 予備品及び消耗品	X	X		X
	3) その他必要な工事	X	X	X	X

7.1.1. CAPEX の例

アジア圏の JICA 支援対象国での情報が比較的整った事例 10 件で処理能力と CAPEX の関係を整理した (下表)。

表 7-2 処理能力と CAPEX

処理能力 (トン/日)	CAPEX (百万 USD)	CAPEX 単価 (USD/トン・日)	参考 (国名)
400	45.6	114,000	ベトナム
600	72.0	120,000	マレーシア
500	27.9	55,800	タイ
250	27.6	110,484	タイ
476	55.8	117,227	タイ
800	62.0	77,500	タイ
400	55.8	139,500	タイ
700	62.0	88,571	タイ
1,200	120.0	100,000	インドネシア
1,000	120.0	120,000	インドネシア

7.1.2. 処理能力と CAPEX の関係

処理能力と CAPEX について単回帰分析した結果、残差平方和 $R^2 = 0.8147$ となり 1.0 に近いため処理能力と CAPEX の間には有意な関係があると判断できる。

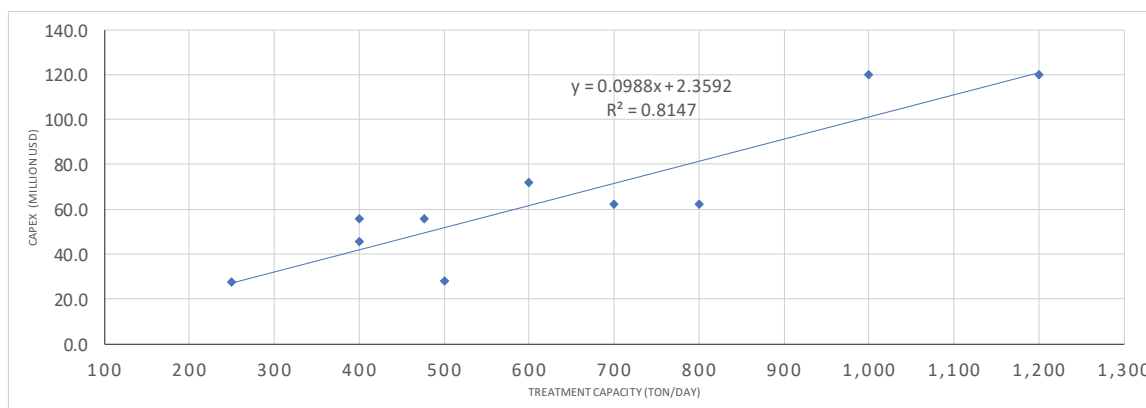


図 7-1 処理能力と CAPEX の直線回帰分析結果

単回帰分析結果

$$y = 0.0988x + 2.3592$$

y : CAPEX (百万 USD)

x : 処理能力 (トン/日)

しかし、単回帰分析結果から求められる CAPEX は目安としての数値であり、施設の内容、用地の条件、仕様水準、調達条件などによって CAPEX は異なってくる。

以上のことから提案された CAPEX の簡単な評価方法は

- 処理能力を $y = 0.0988x + 2.3592$ に当てはめて求めた結果との比較

上記の式で求めた値と提案された CAPEX に大きな乖離がある場合には提案者に CAPEX の内訳と内訳の根拠となる説明を求め、乖離の原因を追究し原因を排除する方策を検討・実施することを推奨する。

単回帰分析結果を用いて北ダッカ市の Pre-FS に示されている処理能力 500 トン/日について CAPEX を算出すると USD 51.8 百万となる。

表 7-3 単回帰分析結果と北ダッカ市 Pre-FS の CAPEX 比較

	A 社	B 社	平均	設定
Pre-FS の CAPEX (百万 USD)	57.44	82.34	69.89	70.00
Pre-FS の CAPEX ÷ 単回帰分析結果	111%	159%	135%	135%

北ダッカ市の Pre-FS に示されている A 社の値（最低価格）は、単回帰分析結果の約 1.1 倍で概ね最低価格と整合している。また、Pre-FS の設定値に関しては 1.35 倍であるが、この値は不確定要素を考慮して安全側に設定したものと判断できる。

7.2. 維持管理・運営費（OPEX）

OPEX はユーティリティー費用（電気料金、用水費用、燃料費、排ガス処理用薬品費用、排水処理用薬品費用、ボイラ用水水処理薬品費用、油脂類費用等で構成）、メンテナンス費用、施設運転に必要な人材の人件費で構成される。具体的には人件費（人件費はその国々によって異なるため）を除いた費用は概ね 1 年間の費用は CAPEX の 4~5% という例が多い。

8. 本邦技術活用可能性の検討

8.1. 本邦で運用されている WTE 技術

本邦で運用されている WTE 技術の主流は廃棄物焼却発電であり、それに次いで廃棄物ガス化発電（ガス化熔融技術が中心）となっており、廃棄物メタン発酵発電は僅かに実施されているのみであり、埋立ガス発電は実施されていない。

本邦で適用されている廃棄物焼却発電技術は、欧州の廃棄物焼却技術と基本的な部分では異なることはないが、本邦技術には以下の特徴がある。

- 欧州の廃棄物焼却処理技術は、エネルギー回収技術の一つとして位置づけられており、熱量の高い廃棄物のみを対象とした技術（熱量の高い廃棄物のみを投入する）であり、熱量の低い廃棄物には対応していない（欧州では、一般的に廃棄物の水分が低いことと、分別が進んでいることから、熱量の低い廃棄物は分別され、メタン発酵などによる処理が行われ焼却処理する必要がない）。
- 我が国では廃棄物焼却処理はエネルギーの回収ではなく、廃棄物の衛生処理を第一の目標として、焼却処理結果発生する廃熱を用いて発電を行うという発想を基に発展してきたものであり、現在では 2,000kcal/kg を超える高い発熱量の廃棄物から 1,000～1,200kcal/kg という低い廃棄物であっても補助燃料（化石燃料）を使用せずに焼却処理を行うことが可能である。
- わが国の焼却処理技術は、これまでの経験を踏まえて、適正な維持管理を行うことで長期に亘りパフォーマンスが落ちない施設稼働を実現することが可能である。

そのため、欧州の廃棄物とは異なる、水分が高く発熱量の低いバングラデシュ国の MSW に対して、適用できる可能性が高い。

8.2. 本邦技術のバングラデシュ国における適用可能性

バングラデシュ国の MSW は混合収集であり、その発熱量は 1,000kcal/kg（約 4,000kJ/kg）以下で、北ダッカ市の Amin Bazar Landfill のごみで測定した 3 成分（水分、可燃分、灰分）から求めた発熱量は 600kcal/kg（約 2,500kJ/kg）程度であり、そのままでは補助燃料なしでは焼却不可能である。

分別収集を導入し、厨芥類、可燃物、不燃物の分離が出来れば高い発熱利用の可燃物が確保でき、効率的な廃棄物焼却発電の導入が可能となる。しかし、分別収集の導入には長い期間を要する。そのため、北ダッカ市の Pre-FS では当面の対策として、廃棄物からの水分の除去に注目し、ごみピットに長期間貯留した場合と類似の状況を作り出し、そこにごみを投入し観察する試験を行った結果、1 週間程度の期間で水分が約 15%程度減少することが判明した。この結果を踏まえて Pre-FS では焼却対象ごみの発熱量を 1,200kcal/kg（5,000kJ/kg）と設定している。

この発熱量の廃棄物は、欧州の廃棄物焼却発電技術では焼却を行うために補助燃料（化石燃料）が必要となる。一方、日本の技術を用いればこの熱量の MSW は補助燃料（化石燃料）を用いること無しに廃棄物焼却発電を行うことが可能であり、技術的視点からは本邦技術の適用可能性は高い。

8.3. 本邦技術適用に係る課題

上述したとおり、技術そのものの適用性は懸念する部分が少ないものの、廃棄物発電事業の主な収益となる売電収益をどのようにして確保するかが大きな課題である。

バングラデシュ国には FIT 制度がなく、IPP (Independent Power Producer : 独立系発電事業者) 事業では民間事業者からの提案により合意を得て決定される仕組みとなっている²¹。

²¹ Pre-FS 報告書、10-24 頁

9. 本調査結果概要の普及・啓発

9.1. ワークショップ開催報告

9.1.1. 概要

調査では、現地渡航が困難であったため、現地のコンサルタントを雇用し、情報収集にあたり、普及・啓発に関しては2021年6月、11月、2022年2月の合計3回のワークショップをオンラインで開催した。その概要を以下に示す。

回	日時	概要	参加機関
1	2021年6月8日 現地時間 15:00～16:30	調査実施のためのインセプションワークショップという位置付けでMSWの埋立処分量を大幅に低減することができる廃棄物焼却発電に関して、日本人専門家が、他の発展途上国でWTE技術や事例を適用するための重要な要素を共有し、バングラデシュ国側と議論を行った。 <ul style="list-style-type: none"> テーマ1: MSW処理のための廃棄物焼却発電技術のキーポイント テーマ2: 諸外国における廃棄物焼却発電の開発と運用事例 テーマ3: 本調査の概要(目的、スコープ、調査項目、工程、チーム構成) 	<ul style="list-style-type: none"> Local Government Division (LGD) Local Government Engineering Department (LGED) Ministry of Environment, Forest and Climate Change Sustainable and Renewable Energy Development Authority (SREDA) City corporation その他の機関
2	2021年11月3日 現地時間 10:00～12:00	第1回の議論を踏まえて、プロジェクトのスキーム、概要、プロジェクトの開発・運営に必要な官側の能力と廃棄物焼却炉発電の基本的な技術内容と汚染防止対策について説明。 <ul style="list-style-type: none"> テーマ1: 廃棄物焼却発電の開発と運用 テーマ2: 廃棄物焼却炉発電技術の基本事項 	<ul style="list-style-type: none"> Local Government Division (LGD) Local Government Engineering Department (LGED) Power Division of the Ministry of Power, Energy and Mineral Resources Department of Environment (DOE) Ministry of Environment, Forest and Climate Change Sustainable and Renewable Energy Development Authority (SREDA) Public Private Partnership Authority (PPPA) City corporation その他の機関
3	2022年2月13日 現地時間 16:00～18:00	調査結果を踏まえ、廃棄物焼却炉発電の技術内容(技術の選定)、汚染防止対策、財務的実施可能性、調査からの提言について説明。 <ul style="list-style-type: none"> テーマ1: 廃棄物焼却発電の要求事項 テーマ2: 廃棄物焼却炉発電のモデルケース 	<ul style="list-style-type: none"> Local Government Division (LGD) Local Government Engineering Department (LGED) Power Division of the Ministry of Power, Energy and Mineral Resources Department of Environment (DOE) Ministry of Environment, Forest and Climate Change Sustainable and Renewable Energy Development Authority (SREDA) Public Private Partnership Authority (PPPA) City corporations その他の機関

9.1.2. 質疑応答

(1) 第1回

質問者所属	質疑・コメント内容	回答
SREDA	焼却技術は環境に優しいか。	WTE は、廃棄物処理に伴って発生する温室効果ガス（メタンガス）の排出量が、埋立処分に比べて非常に少ない。あらゆる手段を講じ、環境問題を考慮して技術を適用する。
その他の参加者	焼却は、健康に害のあるダイオキシンの最も重要な発生源であるが、これを制御する技術はないのか。	焼却炉の燃焼室の温度を 850°C以上として運転することでダイオキシンは分解される。更に、高温の排気ガスを冷却塔で急冷し 200°C程度まで下げ、バグフィルターでろ過処理することで、排気ガス中のダイオキシンの再合成を防ぎ、排気ガス中のダイオキシンの排出を防ぐことができる。
City corporation	WTE の導入は、財政的に持続可能なのか。	状況によって異なる。
Ministry of Environment, Forest and Climate Change	【コメント】廃棄物管理プロジェクトの開発においては、環境安全に重点を置きたいと考えている。現在、SWM 規則の制定に取り組んでおり、まもなく最終決定される予定。6月10日には省庁間の会議があり、この会議の後に最終決定されることが期待されている。現行の SWM 法では、固形廃棄物の分別の規定はないが、新法では規定され、環境への害がより少ないプロジェクトの開発に焦点を当てている。	【情報提供】環境リスクを回避するプロジェクトを行っている日本の例を提示。

(2) 第2回

質問者所属	質疑・コメント内容	回答
LGED	WTE の計画プロセスにおける地方自治体の役割と責任は何か。	日本の場合、地方自治体はその行政区域における SWM の主要な責任を負っている。従って、地方自治体は、WTE プロジェクトの設計、エンジニアリング、調達、建設、運営の全てに対応しているが、その多くは民間企業に委託されている。地方自治体は、民間企業による設計、エンジニアリング、建設プロセス、運営を評価する能力を有している。地方自治体は、プロジェクトが適切に実施されていることを確認するため、民間の WTE 開発者に対して、KPI に基づき、建設と運営の進捗状況を報告するよう求める権限を持っている。また、WTE プロジェクトの開発及び運営を評価するために活用される、WTE 施設とその運営・監視に関する技術基準もある。
	通常の廃棄物管理から WTE に転換する地方自治体には何が必要か。	廃棄物管理の役割と責任が中央政府と地方政府の間でどのように配分されているかはよくわからないが、地方政府は WTE プロジェクト

質問者所属	質疑・コメント内容	回答
		<p>の民間業者に直接接しているため、上記の能力を持つ必要がある。</p>
<p>DNCC (Dhaka North City Corporation) (City corporation)</p>	<p>シンガポール、タイ、日本の廃棄物の発熱量はどの程度か。</p>	<p>10年程前の日本は、焼却処理される廃棄物の発熱量は1,500kcal/kg程度であった。その後、廃棄物に含まれるプラスチックの増加により、現在の東京の廃棄物の発熱量は2,000kcal/kgに増加している。シンガポールの場合、Senoko施設での低位発熱量は1,200kcal/kg。タイの場合、20年前の調査では1,000kcal/kg程度であった。</p>
<p>PPP authority</p>	<p>【コメント】 諸外国のPPPによるWTEプロジェクトモデルに関連する多くの重要な情報の提供に感謝する。バングラデシュ国は、PPPのための独自の法律とガイドラインを持っており、WTEプロジェクトの開発において地方政府を支援する準備ができています。</p>	<p>—</p>
<p>City corporation</p>	<p>地方政府機関にとって、廃棄物を電気に変換するのと、廃棄物をSRF (Solid Recovered Fuel: 廃棄物固形燃料) に変換するのでは、どちらが良い解決策なのか。</p>	<p>SRFの実現可能性は、SRFの品質だけでなく、ユーザーの存在にも左右される。SRFの品質がユーザーの要求を満たさない場合、生産されたSRFは使用されずに埋立てられる可能性がある。また、全ての産業用ボイラがSRFをエネルギー資源として受け入れられるわけではない。タイの場合、SRFを燃料として受け入れることができるセメントキルンがあるため、RDF (Refuse-derived fuel: ごみ固形燃料) 発電が開発された。このようにSRFはそのユーザー候補の存在に依存する。また、SRFには多くのプラスチックが含まれている可能性があり、適切に焼却されないとダイオキシンを含む大気汚染物質の発生源となる可能性があるため、SRFの品質を考慮する必要がある。</p>
<p>DOE</p>	<p>【プロジェクト開発のプロセスとDOEの責任についてのコメント】 SWMは国の環境管理の面で大きな課題をもたらしていると理解している。このような状況で、WTEは既存埋立地の受け入れ可能容量の減少に対して、廃棄物の発生が増加しているという問題を解決するために不可欠な技術である。しかし、廃棄物のほとんどは有機物であり、水分が多く、発熱量が低いことを念頭に置く必要がある。そのため、塩化水素、フッ化水素、亜酸化窒素、硫黄酸化物など、廃棄物を燃焼させることによる大気汚染の可能性に注意しなければな</p>	<p>WTEプロジェクトを開始する前に、環境に関連する全ての法律や規制の要件を遵守しなければならない。</p>

質問者所属	質疑・コメント内容	回答
	<p>らない。WTE 技術は、リサイクルが困難な廃ゴムタイヤや多層構造のプラスチック廃棄物など、発熱量の高い非リサイクル廃棄物にも利用できる可能性がある。また、WTE プロジェクトを開始するためには、完全な EIA を伴うランドクリアランスプロセスが環境省によってクリアされ、承認される必要がある。</p>	
<p>その他の参加者</p>	<p>バングラデシュ国の市民は、WTE プロジェクトがエネルギー回収のために可燃性廃棄物だけを集めることができるように、不燃性廃棄物を分別すべきか。あるいは、WTE プロジェクトはすべての混合廃棄物（不燃性廃棄物と可燃性廃棄物）を一緒に受け入れることが可能か。</p>	<p>WTE 技術は、可燃性廃棄物と非可燃性廃棄物の混合廃棄物を処理することができるが、不燃性廃棄物は、スラグやその他の種類の残渣の形で発生することになる。そのため、これらの残渣を適切に処理する方法があれば、WTE は混合廃棄物を受け入れることが可能。ただし、不燃性廃棄物の割合が高いと発熱量やエネルギー（発電）効率が低下するため、常に不燃性廃棄物の割合を考慮する必要がある。危険な廃棄物に関しては、発火性や揮発性の高い種類の廃棄物が施設を損傷したり、爆発事故の危険性があるため、他の廃棄物と混合してはいけないものもある。このような危険な廃棄物は、WTE 施設での受け入れ時に除去されなければならない。</p>
<p>LGED</p>	<p>ダイオキシン類の排出によるリスクはどのようなものか。焼却に代わるより安全な方法はあるのか。</p>	<p>20 年前にはダイオキシンの発生はごみ焼却の深刻な問題であった。しかし、現在の WTE 技術については（上述のとおり）、適切な技術と運用方法を採用する限り、ダイオキシンの排出量は人体や環境へのリスクがないレベルにまで抑えられている。</p>
<p>City Corporation</p>	<p>1999 年の WB の報告書によると、焼却されるべき廃棄物の最小要件は以下の通りである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 発熱量が 7MJ/kg 又は 6,635BTU²²/kg であること。 ・ 水分含有量が 50%以下であること。 ・ 灰分が 60%以下であること。 ・ 可燃性物質または揮発性固体が 25%以上であること。 <p>JICA 調査団が北ダッカ市の Pre-FS で実施した試験において、Amin Bazar Landfill で採取したサンプルの結果は、以下のとおりであり、含水率が 50%を超えている。</p>	<p>WB の報告書で要求されているレベルよりも高い廃棄物の含水率については、様々な方法により、廃棄物を WTE に必要なレベルの発熱量に到達させることが可能である（プレゼン中にも説明）。また、WB が発表している 7MJ/kg という発熱量は、分別された高発熱量の廃棄物を処理するヨーロッパの WTE 技術に基づいて規定されている。一方日本の場合は、水分が多く発熱量の低い混合都市ごみを扱ってきた歴史があり、本邦技術を用いれば低熱量（発熱量 4.2MJ/kg 程度）のごみを補助燃料なしで自然できる。</p>

²² 英熱量：British thermal unit

質問者所属	質疑・コメント内容	回答
	<ul style="list-style-type: none"> 水分含有率 62.8% 灰分 14% 可燃物 23% 	
	<p>バングラデシュ国の持続可能な WTE プラントのためには、廃棄物 1 トンあたりどのくらいの補助金を支払わなければならないのか。また、どのようにすればバングラデシュ国で持続可能となるのか。</p>	<p>1 トンの廃棄物を処理するのにどれだけの補助金が必要かは、WTE プロジェクトの全期間における CAPEX と OPEX を含めたトータルコストによって決まる。WTE プロジェクトに設定すべき Tipping fee と FIT の水準は、プレゼン中で示した例から推測することができる。WTE プロジェクトの調査では、プロジェクトのすべての前提条件を設定する必要がある。特に資金に関連して、プロジェクトのための資金をどのように調達するか、プロジェクトがどのくらいの収入を生み出すか、CAPEX と OPEX の総コストはどのくらいか、などである。これらの前提条件を慎重に評価して、プロジェクトが資金的に実現可能かどうかを確認する。このような WTE プロジェクトの技術的・財政的評価を行わないと、他国の例にあるように、多くの先行 WTE プロジェクトが数年で施設運営を停止し失敗することになりかねない。</p>

(3) 第3回

質問者所属	質疑・コメント内容	回答
その他の参加者	<p>バングラデシュ国の廃棄物発電で、PPP モデルはどのようにワークするのか。</p>	<p>プロジェクトのモニタリングなど、公共セクターの役割は重要である。報告書に、提案を評価する際のチェックポイントを含めている。</p>
	<p>焼却灰はどのように処理するのか。</p>	<p>焼却灰には主灰と飛灰がある。主灰はセメントや建設資材などへのリサイクルが可能である。飛灰は有害物質を含んでいるため、日本では化学薬品による処理か特別な埋立地での処分が必要となる。</p>
	<p>排ガスはどのように処理するのか。</p>	<p>燃焼後の排ガスは、薬品を加え集塵することで処理される。</p>
LGED	<p>設計寿命 10 年、瑕疵担保責任 2 年ということだが、瑕疵担保責任は伸ばせるのか。</p>	<p>これは日本の場合であり、より長い期間を設定しうる。</p>
JICA	<p>ストーカ方式が推奨されているが、他の方式はなぜ推奨されないか。</p>	<p>ストーカ方式は 100 年以上の歴史において、経験を元に改良を重ねた安定的な技術であり、世界の 1,000 施設以上で稼働実績がある。流動床方式、ガス化熔融方式は、ストーカ方式に比べ、ごみ質への対応、熱バランスへの対応（補助燃料の必要性）などにおいて課題がある。</p>
(調査団)	<p>北ダッカ市の廃棄物焼却発電プロジェクトで課題はあるか。モニタリングすることを勧める。</p>	<p>(北ダッカ市より回答) DNCC は WTE に関して中国企業と既に契約を結んでいる。現在用地取得と譲渡のプロセス段階にあり、日量 3,000 トンの混合ごみ (Mixed solid waste) を中国企業に提供する必要がある。今のところ問題はない。</p>
City Corporation	<p>最低 1,000 kcal/kg の低位発熱量とするためのスペースをどのように確保すると良いのか。</p>	<p>ごみ質調査からは、水分含有量が高いため、対象とするごみの低位発熱量は 1,000 kcal/kg 未満であった。自然のためには乾燥が必要であり、1,000 トン/日を 7 日間乾燥すると、7,000 トンの貯留スペースが必要となる。自然で</p>

質問者所属	質疑・コメント内容	回答
		<p>きなければ補助燃料が必要であり費用もかかるため、乾燥をお勧めする。</p> <p>また不完全燃焼は、ダイオキシンの発生源となる問題や、減量割合低下（主灰の増加）の問題もある。</p>
City Corporation	<p>前処理（ごみの乾燥のための貯留）で、有害ガス、悪臭の問題はないか。</p>	<p>混合ごみには厨芥などが含まれているため、メタンが発生する可能性がある。悪臭防止のためには、ごみピットを覆う必要がある。また収集時においても、コンパクタートラックを利用し雨水のごみへの侵入を防止する必要がある。</p>

9.2. 啓発資料

ワークショップ開催当たっては、ワークショップの目的と概要を示すアジェンダを作成し参加者に対して内容の周知を行た。詳細は巻末の「添付資料 5 ワークショップ」に示す。

10. 民間セクターを活用した一般廃棄物焼却発電施設の導入の検討

10.1. 民間セクターを活用した一般廃棄物焼却発電施設導入に当たっての課題

10.1.1. PPP 制度面

PPPに基づく「公的サービス」を導入は、「公共サービスの提供が、そのレベルを維持あるいは改善しつつ、効率的に実施される。」ことが基本的な前提であり、これを民営化することによるサービス・レベルの低下を確実に防止し、市民による負担も最小限に留める必要がある。

このような点を踏まえ、バングラデシュ国において一般廃棄物焼却発電施設の導入を PPP によって行う際に重要となる制度面での課題は、以下の点にあると考えられる。

(1) 適切な技術/事業者選定プロセスの構築

本報告書においても詳細に示しているように、一般廃棄物を対象とした廃棄物焼却発電技術の導入に際しては、対象技術の妥当性を専門的な知見及びこれまでの他国における導入実績を踏まえて、適正な選定が行われなければならない。これを実施するにあたり必要であるのは、一定の規制能力を有する以下の技術指針の整備である。

- 廃棄物焼却発電施設の技術基準（施設建設に当たり遵守すべき技術基準）
- 廃棄物焼却発電施設の維持管理基準（施設稼働・運営時に遵守すべき維持管理基準）
- 廃棄物焼却発電施設の運営モニタリング基準（施設の適正な維持管理・運営を担保するためにモニタリングすべき項目、モニタリング方法、運営評価基準（Key Performance Indicators : KPIs）

さらに、PPPに基づき、民間企業からの事業提案の公募を行い、事業者選定を実施する際の基準（事業者の資格審査基準）についても、具体的に定め、廃棄物焼却発電事業の実施に十分な技術的知見及び実績を有する事業者を適切に選定する手続きを構築することが必要である。

特にバングラデシュ国において初めてとなる廃棄物焼却発電技術の導入に鑑み、他国で同種の施設建設・運営に十分な経験・実績を有する事業者を選定することが不可欠であるとともに、提案書上に示されている内容にのみ依拠せず、他国でも実施しているように事業提案者が実際に建設・運営している施設を視察・訪問し、現場での運営状況の確認を行うことが求められる。

(2) 段階的な事業実施プロセスの監理が可能な「行政による管理体制」の構築

事業実施プロセスの各段階において、事業の発注者となる政府側による段階的なプロジェクト監理は、プロジェクトの確実な実施を担保する上で不可欠である。全体のプロセスにおいてマイルストーンとなる時期・段階とその際の行政サイドによる監理・確認事項を以下の表に示す。

表 10-1 事業実施プロセスにおける段階毎の政府・行政サイドによる監理・確認事項

段階	確認事項・確認方法
事業提案の公募段階	<ul style="list-style-type: none"> ■ 廃棄物焼却発電施設仕様書の作成 (巻末の「添付資料3 廃棄物焼却発電施設仕様条件の整理」に示す仕様を作成する)。 ■ 公募段階で事業提案に際しての施設仕様条件として示す。あるいは技術仕様を提示せず、施設の性能条件のみを提示し、公募を行う方式も想定されるが、その場合にも提案書の技術評価をする上で施設仕様書の準備は不可欠である。 ■ 仕様書の作成に先立ち、複数の事業提案候補者へのヒアリングを行うことが、その後のプロセスをスムーズに進める上では有用と考えられる。
事業者選定段階	<ul style="list-style-type: none"> ■ 提案内容の技術審査 (仕様書に基づく妥当性の検証) ■ 提案者の実績評価 (類似施設の整備・建設・運営実績) ■ 提案者が運営する施設の現場確認 ■ 提案者の財務状況の評価
選定後の契約締結、施設建設着工段階	<ul style="list-style-type: none"> ■ 関連契約の締結 (処理サービス契約、電力購入契約) ■ 発注者 (国、地方自治体)、事業実施主体、投資・金融機関との間の三者合意) ■ 処理サービス契約及び電力購入契約における事業実施主体による性能保証の取得
施設完工から稼働までの段階	<ul style="list-style-type: none"> ■ T&C (Testing & Commissioning) 段階における性能保証事項の確認 (巻末の「添付資料3 廃棄物焼却発電施設仕様条件の整理」に示す仕様を参照)。ここで、処理能力や発電能力、受入れごみ量・ごみ質、各種環境関連基準の順守、安全・衛生基準の順守を確認する。
施設の全面稼働後	<ul style="list-style-type: none"> ■ 定期的な施設稼働状況のモニタリング (巻末の「添付資料3 廃棄物焼却発電施設仕様条件の整理」に示す KPI 及びその実施方法に基づき定期的に実施)。 ■ 事業主体の事業財務状況のモニタリング (財務諸表の確認)

上表に示した事業監理を実施するためには、廃棄物焼却発電施設の設計・建設・運営に実際に携わった経験・実績を有する専門的なエンジニアあるいはコンサルタントによる関与あるいは行政サイドに対する支援が不可欠であるが、これをバングラデシュ国が国内で人材調達を行うことは困難と想定される。これについては、JICA を含む海外の援助機関から、第三者的な立場で技術的な評価を行える人材を調達することが有効である。このような人材と協力して、上記のプロセスをバングラデシュ国の行政機関が運営することで、必要な知見や能力が蓄積されるものと期待される。

10.1.2. 廃棄物管理面

民間セクターは事業を運営することで利益を得る必要がある。安定した事業収入を得るためには一定の発熱量を持った一定の廃棄物廃棄物量が必要となる。

廃棄物焼却発電を前提とした場合の補助燃料なしで焼却による発電が可能となる最低の発熱量は欧州の技術では 1,400kcal/kg (約 6,000kJ/kg) 程度²³、本邦の技術では 1,000kcal/kg (約 4,200kJ/kg) 程度以上が必要となる。また、施設規模も発熱量と同様に重要な要素で大型化すればスケールメリットが働く傾向にある。このように発電の燃料としての廃棄物の評価は、廃棄物の発熱量と処理量によるところが大きい。発熱量に関しては北ダッカ市の Pre-FS にて北ダッカ市の Amin Bazar Landfill の廃棄物の発熱量の測定を行ったところ、658kcal/kg という結果となり、そのままでは廃棄物焼却発電の燃料としては不適切である判断されたが、この廃棄物を 7 日間貯留し毎日 3 回攪拌した結果 7 日目には水分が 17%減少した。この結果から発熱量を推定すると 1,000kcal/kg 程度となることが示され、廃棄物焼却発

²³ WCCET guideline series on intermediate municipal solid waste treatment technologies Waste-to-Energy Incineration, June 2020, 18page

電に必要な最低限の発熱量を確保できる見込みは立ったが、これは1回の試験結果であり、実際の施設整備段階では数多くの試験を行い、対策を十分検討する必要がある。

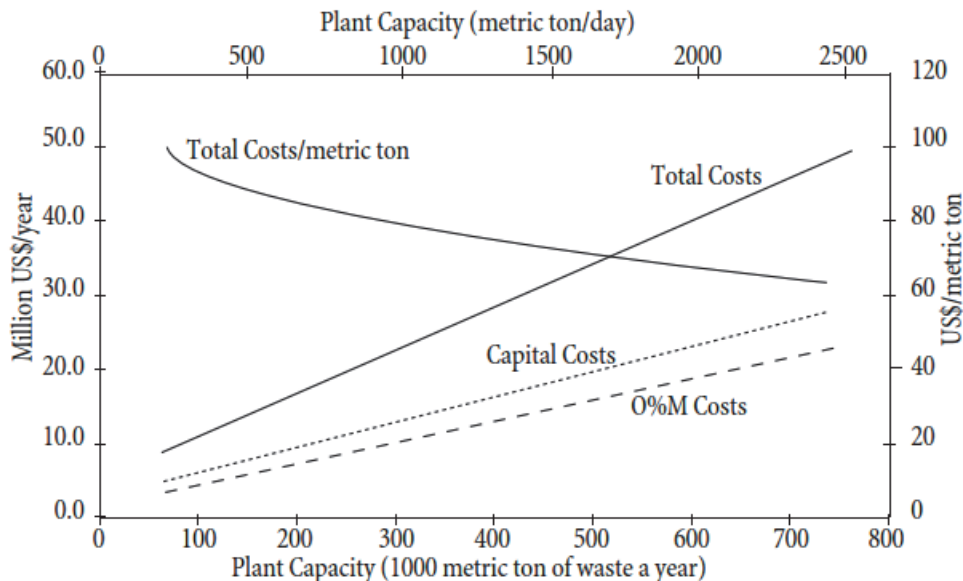


図 10-1 廃棄物焼却発電施設規模と総費用の関係²⁴

また、これらの要素以外に廃棄物の焼却過程で発生する有害物質（ばいじん、HCl、SO_x、NO_x、Hg、ダイオキシンなど）を適正に処理する必要があるが、今日ではこれらの有害物質を安定的に適正に処理することができる技術が開発されており、実際の施設に適用されている。

下図に一般的な廃棄物焼却発電フローシートと各処理行程で発生する物質とその処理を示す。

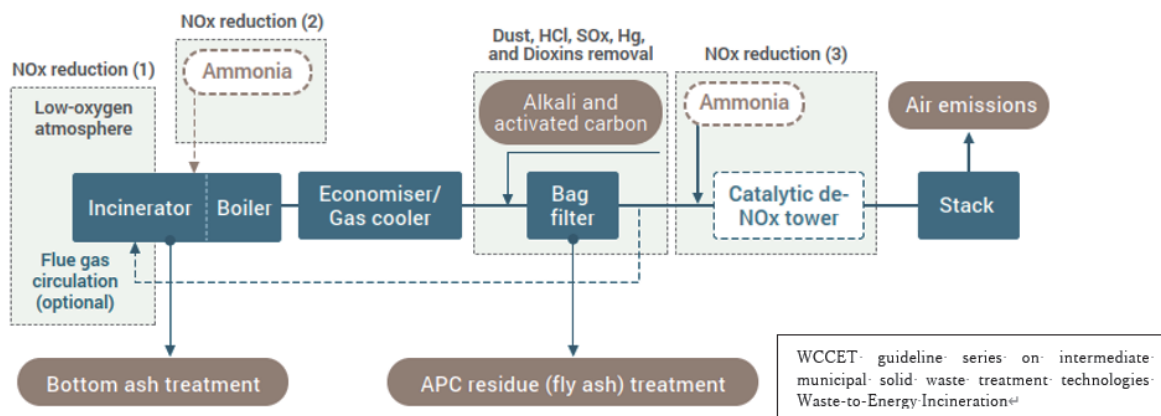


図 10-2 廃棄物焼却発電フローシートと各処理行程で発生する物質

このフローシートに示されている処理工程から外部に排出されるものは主灰 (Bottom ash)、飛灰 (Fly ash) および煙突 (Stack) から大気中に排出される排気ガスがある。

これらの排出物の中で主灰には有害物質がほとんど含まれておらず、主灰からは金属の回収や灰自

²⁴ WB. Technical Guidance Report, Municipal Solid Waste Incineration, August 1999, Figure 4.2 Costs of Incineration per Year

体をリサイクルすることも可能である。一方で飛灰には燃焼ガスの有害物除去行程で除去された有害物の多くが含まれている。そのため、飛灰は有害物の非溶出化処理行い衛生埋立処分場にて処分するか、非溶出化処理を行わない場合には厳重に管理がなされる飛灰専用の埋め立て処分場で処分が必要となる。

10.1.3. 環境社会配慮面

環境保全規則に基づき、一般廃棄物焼却発電施設は、Red カテゴリの手続きを行い、ECC を得る必要がある。このため、事業者は、実現可能性調査報告書を添付し、IEE 及び EIA を行うことになる。

環境影響評価の調査及び手続について、留意点を以下に述べる（EIA 関係の詳細は 6 章を参照）。

■ 用地とサイト調査

市が事業者により用地を提供する場合は、事業者による用地取得手続きは不要となる。事業者が用地を確保する場合で、自社用地でない場合は、用地取得からスタートすることになる。

いずれの場合も、事業者は、施設サイト及び周辺の、環境社会調査を行うことになる。Involuntary resettlement が生じる場合は、適切な対応のフレームワークを設定する必要がある。

■ 住民説明

事業者が、住民に説明を行い、住民からのコメントを得る機会を設ける必要が出てくると考えられる。事業者は通常、住民との接点を持っていないため、住民組織の確認を含め、住民とのコンタクト等の方法を、市と協議する必要が出てくる。

■ 大気質

バングラデシュ国の排ガス規制基準（Environment Conservation Rules 中にある²⁵）には、窒素酸化物、ダイオキシンは含まれていないが、これらを含めて、排ガス基準を設定し、排ガス処理施設を整備する計画が必要になると考えられる。

■ モニタリング

事業者モニタリングは、計画、事業者のモニタリング体制（組織、人員、機材、予算等とそれらの継続性）の確立を含む環境管理計画の作成が必要になると考えられる。

10.1.4. 官（バングラデシュ国政府）側の費用面も含めた負担事項

PPP 方式により、廃棄物焼却発電事業を実施する際の公民の役割分担は、採用する事業方式により、異なってくる（次章の 10.2 において詳述）が、これまで他国において実施されている廃棄物焼却発電事業において、焦点となる公民の役割分担に係る課題と対応策を以下に整理し、民間セクターを活用して同事業を実施する際の留意点について、以下に示す。

²⁵ Environment Conservation Rules, 1997 の Schedule-11 Standards for Gaseous Emission from Industries or Projects において、粒子状物質、塩素、塩酸、全フッ素、硫酸、鉛、水銀、二酸化硫黄、二酸化窒素、キルンばいじんの基準が定められている。

表 10-2 民間セクターを活用した廃棄物焼却発電事業における公民の役割分担に係る重要項目

項目	基本的な公民の役割分担	交渉課題と対応策
廃棄物管理	(公共) ■対象となる廃棄物の収集及び処理施設までの輸送 (民間) ■受け取った廃棄物の適正処理・処分	(課題1) ■ごみ量・ごみ質の保証 (対応策) ■公共が take-or-pay による契約を処理事業者との間で締結し、capacity payment を実施することで対応する。 (課題2) ■焼却残渣（特に主灰及び飛灰）の最終処分 (対応策) ■残渣中に含まれる有害物質の無害化は、処理事業者の責任とする一方、無害化された残渣の最終処分については、一定の費用を支払い、公共側が運営する適正な最終処分場で処分する。 ■適正な処分場が存在しない場合は、処理事業者が最終処分までを責任をもって実施する。
発電事業	(公共) ■PPA に基づく電力の買取 (民間) ■PPA に基づく電力の供給・売却	(課題1) ■廃棄物焼却発電施設とグリッド電源との系統連携設備（逆送電に係る設備）の整備 (対応策) ■施設整備敷地内と敷地外で役割分担を行うのが通常の見方ではあるが、施設整備地域周辺の変送電インフラの状況によって協議が必要。 (課題2) ■電力の供給・売買取引条件（安定的な電力供給が処理する廃棄物の量・質によって影響を受けることから、これに伴う発電事業者とグリッド電力との間の条件設定が課題となる） (対応策) ■供給する実際の電力量に応じて支払う。 ■基準供給量を設定し、Capacity payment 方式の契約とする。
資金調達／費用負担	(公共) ■処理サービス契約に基づく処理費用を支払う ■PPA に基づき、電力を買い取る (民間) ■上記の契約に基づく収入をベースとして、総事業費を負担する	(課題1) ■公的資金による VGF の可能性 (対応策) ■バングラデシュ国 PPP 庁が有する VGF の活用（補助金及び低利融資）。 (課題2) ■CAPEX 及び OPEX の抑制 (対応策) ■融資条件の緩和（低利、返済猶予期間の設定や輸入関税、法人税等の減免措置の活用による CAPEX 及び事業開始当初における事業費用の抑制）。 (課題3) ■事業収入の安定化 (対応策) ■処理サービス契約及び PPA の長期契約による事業収入のプロジェクト期間中の安定化（これによりプロジェクト・ファイナンスも可能となる場合がある）。

10.2. 公的資金を活用した DBO 方式と（民間資金を活用した）BTO 及び BOO 方式を活用した場合の一般廃棄物焼却発電施設導入の比較評価

10.2.1. 事業方式

廃棄物焼却発電の事業方式には、Design-Build (DB) 方式、DBO 方式、BTO 方式、BOT 方式および BOO 方式がある。これらの各方式の概要を下表に示す。

表 10-3 事業方式の概要

方式	概要	資金調達	設計建設	管理運営	施設所有
DB	官側が資金調達し、民間事業者は性能仕様を満たすように施設を設計・建設する。施設の維持管理・運営は公共が行う。	官	民	官	官
DBO	官側が資金調達し、民間事業者は施設の設計・建設・維持管理・運営を一括して行う。	官	民	民	官
BTO	民間資金で建設した施設を官側が買取り又は無償譲渡により所有して、民間事業者に使用権を与え民間事業者が OM を行う。	民	民	民	官
BOT	民間事業者が資金を調達して施設を整備し、この施設を用いて民間企業が公共サービスを行う。このサービスに対して官側は対価を払う。契約期間が満了した時点で民間事業者は施設を公共に譲渡する。	民	民	民	民 ↓ 官
BOO	民間事業者が資金調達を行い、施設の設計・建設、維持管理・運営を一括して行う。官側は処理に対す対価を民間側に支払う。契約期間終了後も民間事業者が施設を所有して事業を継続する。	民	民	民	民

これらの内、従来の公共事業として実施されているものは DB 方式であるが、廃棄物焼却発電施設の場合には道路、橋梁、公共建築物のように官側が自ら設計あるいは民間に設計委託を行い設計し、その設計に基づいて官側が工事発注と施工管理を行い施設完工後公共の物として施設所有し運用・管理を行う。

廃棄物焼却発電施設ではその施設の性能（処理能力、発電量、公害防止基準など）を確保するためプラントメーカーによる性能保証付き責任設計施工方式がとられる例が多い。

10.2.2. 公的資金を活用した DBO 方式

DBO 方式は、官側が資金調達を行い民間事業者によって性能保証付き責任設計施工で設建設を行い完成後官側に引き渡しを行った後に施設の運営・管理を民間事業者と契約期間を定めて行うもので、官側の視点からは、

- 従来の DB では施設建設時に支出のピークが現れ、大きな資金調達が必要であるが DBO では建設費・OM 費を事業期間中に平準化して支払う契約を締結できるため、官側の財政支出を長期にわたって平準化できる。
- 民間事業者自らが運転管理を行うことを前提に施設の建設を行うため、維持管理を見据えた合理的な計画がなされ建設費の削減が期待できる。
- 建設と運営を一括で発注することで運営部分にも競争性を働かせることができる。
- DB の場合には、官側は施設運営開始後の適正処理に必要なそれぞれの個別業務立案、予算化、入札、契約、業務管理、支払いおよびその他事務などが煩雑になるが、DBO の場合には 20 年間程度の長期契約となるため毎年度の契約手続きの負担が軽減される。
- 官側の施設所有となるため、官側が作成する要求水準書で、官側の要望を盛り込んだ施設を建設することが可能。

という利点があるが、官側には適切な要求水準書を作成し、これに基づいた民間事業者からの提案内容の評価、事業着手後の事業実施（設計、建設、運営、管理）状況のモニタリングなどの機能が求められる。

また、民間事業者の視点からは、

- 建設費を官側が用意するため、民間事業者が資金調達する必要がない。
- 官側が施設を所有しているため、施設は課税対象とはならないため税負担がない。

という利点がある。

10.2.3. 民間資金を活用した BTO 及び BOO 方式

- BTO、BOO ともに施設整備、運営に要する資金調達は民間事業者側が市中銀行からの借入などでまかなうため、官側による資金調達（例えば円借款）コストより高くなる可能性が高く、結果としてごみ処理費用が DBO 方式より高価なることが見込まれる。
- BOO の場合には、資金調達コストに加えて施設に対して課税がなされるためこの面からもごみ処理費用は DBO 方式より高価なることが見込まれる。反面、公共側は税収入を得ることができる。
- BTO では施設建設終了後に官側に施設が引き渡されるため、施設に対する税負担は無くなり BOO に比べてごみ処理費用は民間事業者側の税負担は安くなるが見込まれる。公共側は税収入を得ることができない。
- また、設計・施工ともに民間事業者に委ねるので、官側の要望を盛り込んだ施設を建設することが出来にくい。
- 適切な廃棄物焼却発電事業の管理運営を行うためには BTO、BOO であっても DBO と同等かそれ以上のモニタリング能力が官側に求められる。

10.2.4. 比較評価

DB、DBO と BTO、BOO の比較結果を下表に示すが、DBO および施設買取型 BTO では概ね官側の意思に基づいて、計画策定、施設建設、運営管理を行うことができるが、施設無償譲渡型 BTO および BOO では民間事業者の意思決定によるところが大きい。

表 10-4 DB、DBO、BTO、BOO の比較

項目	DB	DBO	施設買取型 BTO	施設無償譲渡型 BTO	BOO
事業計画策定	官側主体で策定			民間事業者主体で策定	
施設計画の自由度	官側が主体で施設計画を策定できるため、自由度は高い。			多くの部分は民間事業者が決定するが、施設引取りの条件を課すことは可能なため BOO より自由度はある。	全て民間事業者の決定が優先し自由度は低い。
施設のグレード	官側の意思で決定できる。			民間事業者が決定	民間事業者が決定
官側の資金調達	支出のピークが発生	支出が平準化される。	施設買取条件によっては支出のピークが発生	官側支出の平準化されるが、支出額の妥当性評価が必要	
売電収入の官側収入化	可能			Tipping fee との兼ね合いとなるが、多くの場合民間事業者側の収入となる	
処理条件の変更（ごみ発熱量）	柔軟に対応可能			契約条件のごみ発熱量より低い場合にはペナルティー（追加支出）が発生	
処理条件の変更（施設投入ごみ量）	柔軟に対応可能			契約条件のごみ量より低い場合にはペナルティー（追加支出）が発生	
施設からの税込	なし				あり

11. 提言（バングラデシュ国における WTE 事業の基本モデル）

11.1. バングラデシュ国における WTE 導入時の前提条件

本調査でのバングラデシュ国における現在の廃棄物管理に関する現況把握結果から、同国において WTE 事業を行う場合に考慮すべき前提条件は、以下の表に示すものとなると考えられる。

表 11-1 バングラデシュ国における WTE 導入時の前提条件

項目	前提条件
処理規模	1. 前提条件 ■ 1,000 トン/日（500 トン/日の能力を有する焼却炉を 2 基導入する。） 2. 根拠・理由 ■ 現在のダッカにおける MSW の埋立処分量（北ダッカ市：2,744 トン/日、南ダッカ市：2,372 トン/日）を考慮すると、日量 1,000 トンの処理能力を有する施設が 5 か所は必要となることから、日量 1,000 トンクラスの処理量を有する WTE 施設をモデルとして想定した。 ■ 日量 1,000 トン/日は、日本での施設建設・運営実績に基づくノウハウが十分蓄積されており、かつ規模効率性が最大となる処理規模として想定した。 ■ 焼却炉を 2 基としたのは、1 基とすることによるリスク（故障時やメンテ期間中における施設の全面停止）を防止し、年間の安定稼働を担保するため。
廃棄物の発熱量 （低位発熱量：LHV）	1. 前提条件 ■ 1,000kcal/kg 2. 根拠・理由 ■ ダッカでのごみ調査に基づく低位発熱量は 700kcal/kg と推定されるが、この熱量ではごみの自然による焼却処理は不可能である。 ■ したがって、収集したごみを WTE 施設において 7 日間貯留・自然乾燥することで含水率を低減し、1,000kcal/kg まで向上させる。
廃棄物処理における基本 要求事項	WTE 技術の選定に際し、バングラデシュ国での廃棄物処理において最も基本的かつ重要な要求事項として以下のものを位置づける。 ■ 廃棄物の減量・減容の最大化 ■ エネルギーの最大限の回収・利用 ■ 現行法規制を遵守するための適切な環境汚染防止対策の実施 ■ WTE 事業における費用効果の最大化
事業実施期間	20 年間（WTE 事業の標準的な事業期間として設定）
事業収入	MSW を対象とする WTE 事業において一般的に想定される事業収入としては、「処理料金収入」と「売電収入」が想定される。

11.2. バングラデシュ国における WTE 技術の選定

現在実用化されている WTE 技術としては、発電を目的としては、「埋立処分場からのガス回収（Landfill Gas Recovery）」、「バイオガス回収（Biogas Recovery）」、「RDF 発電（Refuse-Derived Fuel Power Generation）」及び「廃棄物焼却発電（Waste Incineration with Power Generation）」がある。

このうち、「埋立処分場からのガス回収」は、埋立処分場から発生する可燃性のガス（多くはメタンガス）を回収し、ガスエンジンを用いて発電を行うものであるが、バングラデシュ国において喫緊の課題である「廃棄物の量的削減」に資する技術ではないことから、選定技術の対象外とした。

「バイオガス回収」は、廃棄物中に含まれる有機分を嫌氣的に発酵させることで、メタンガスを効

率的に発生させ、回収・エネルギー利用を行う技術である。現在のバングラデシュ国において収集されている廃棄物は、有機系廃棄物（厨芥や草木類等）と非有機系廃棄物（金属・プラ類等）が混合しているため、このうちの有機分のみがエネルギー回収の対象となる。一方、有機系廃棄物の処理残渣及び未処理の非有機系廃棄物が排出され、さらなる処理・処分あるいは再資源化が必要となる。本来、バイオガス回収は、適切に分別回収された有機系廃棄物を対象とした場合に最も効率的なガス回収や、処理残渣の肥料や土壌改良剤としての再資源化が可能となる技術であり、大量の混合廃棄物を処理する場合、減量化という点での効率性は相対的に低い。

RDF 発電は、廃棄物を乾燥・固形化し、水分を 10%、発熱量を石炭レベルまで高めた形に燃料化し、これを燃料として発電を行う技術である。乾燥・固形化を通して廃棄物が減量化され、かつ発熱量の高い燃料を得ることが大きなメリットとなる。一方、MSW における廃棄物の燃料としての質を安定化することは廃棄物の成分が多様かつ不均衡であることから不安定となりがちであるため、RDF を燃料として受け入れる設備（セメント工場、産業用ボイラ、発電所等）の受入れ基準を充たすことが難しくなる可能性がある。そのような設備がない場合には、RDF 発電設備を独自で整備する必要があるが、直接焼却・発電する場合と比較し、処理プロセスが一つ加わることで、発電効率が相対的に低下することとなる。RDF 発電は燃料に適した廃棄物を分別排出する場合により適した手法である。

上記の技術と比較し、廃棄物焼却発電は、不安定な質を有する混合された MSW の処理を目的としてデザインされた施設であり、減量化やエネルギー利用、環境対策の点でも優位性を有する処理技術である。以下に、各技術の特性を相対的に比較した表を示す。

表 11-2 WTE 技術の比較表

比較項目	WTE 技術		
	バイオガス・エネルギー回収	RDF 発電	廃棄物焼却発電
廃棄物の減量・減容化	低 (非有機廃棄物が未処理となる。)	高 (RDF の受入先が必要)	最も高い (全ての焼却可能廃棄物を大きく減量・減容化)
スケール・メリット	有	有	有
廃棄物の質に対する対応性	普通 (有機系と非有機系廃棄物が混合されている場合には効率性が低い。)	普通 (廃棄物の質によって製造される RDF の質が変動する。)	良い (廃棄物の質への柔軟性が高い。)
エネルギー回収効率	普通 (有機系廃棄物からのみエネルギー回収が行われる。)	良い (全ての可燃性廃棄物が RDF 燃料に転換される。)	良い (全ての可燃性廃棄物を焼却し、エネルギー回収・発電を行う。)
環境面での課題	処理・リサイクル残渣の取り扱い(有機・非有機廃棄物)	RDF が燃料として利用(燃焼)された際の排ガス及び処理残渣	焼却に伴う排ガス及び焼却残渣
費用	普通	高	高

11.3. 廃棄物焼却発電技術の選定

11.3.1. 廃棄物焼却発電の基本プロセス

廃棄物焼却発電施設は、廃棄物を投入し焼却を行う「炉本体」、焼却に伴って発生する高温ガスを利用して蒸気を作る「ボイラ」、ボイラで発生した蒸気を用いて発電する「蒸気タービン発電機」及び排気ガス中の有害物質を除去する「排気ガス処理装置」で構成されている。

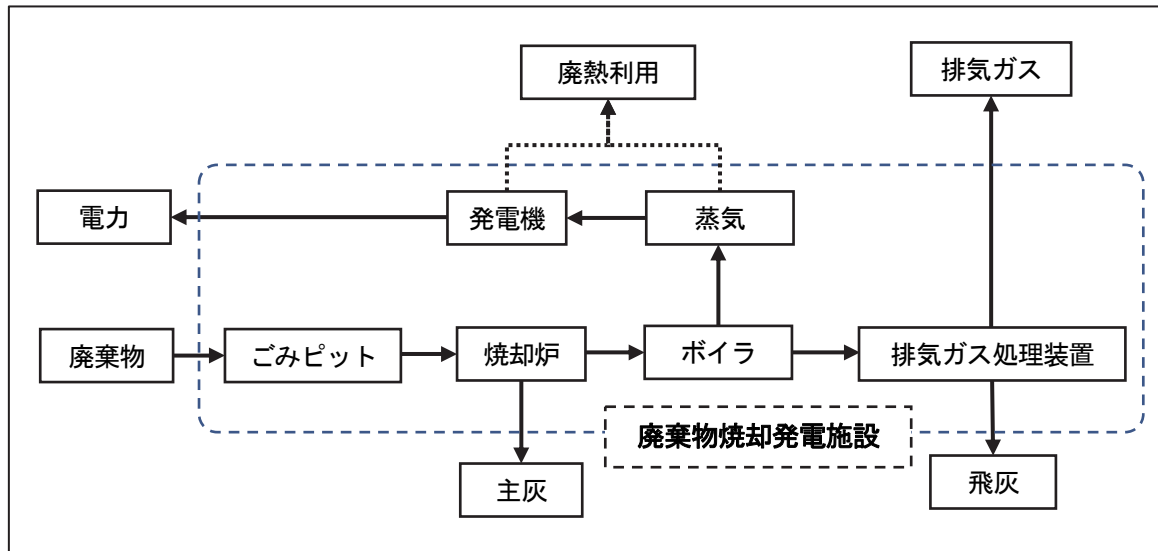


図 11-1 廃棄物焼却発電プロセスの構成

この構成要素それぞれについて、施設計画・運営を行う際の留意点（詳細については巻末の「添付資料3 廃棄物焼却発電施設仕様条件の整理」に記載）を以下に示す。

(1) 廃棄物

廃棄物焼却発電のみならず、廃棄物をそれ自身が持っている発熱量のみで自燃させるための必要最低限の発熱量は、日本の技術を用いた場合には1,000kcal/kg (4,200kJ/kg)程度で、欧州の技術の場合には1,400kcal/kg (6,000kJ/kg)程度である。

一方、Pre-FSにて北ダッカ市の Amin Bazar Landfill の廃棄物の発熱量の測定を行ったところ、658kcal/kg という結果となり、そのままでは廃棄物焼却発電の燃料としては不適切であると判断された。

廃棄物の発熱量は廃棄物中の可燃分の割合、水分の割合で変化する。特に水分が発熱量に与える影響は大きい。水分を低下させる対策について、前述の Pre-FS では

- 水分を低減させるために、ごみの排出前に家庭での水切りを行う。
- 水分の少ないごみが排出されている高所得者層住居地域のごみを廃棄物焼却発電施設に投入する。
- 収集車両をコンパクトトラックとして雨水のごみへの侵入を防止する。
- 廃棄物焼却発電施設のごみピットの滞留時間を7日以上として、施設側で水分低下操作を行う。

を提唱しており、この対策は有効である。

(2) ごみピット

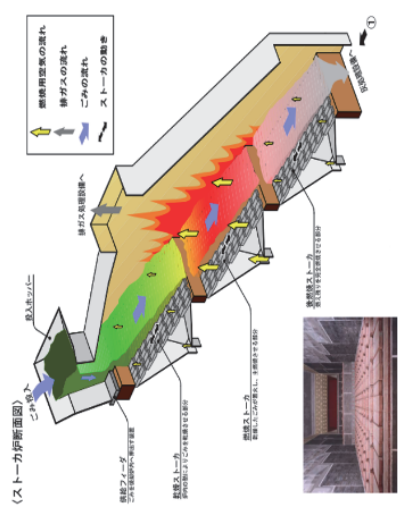
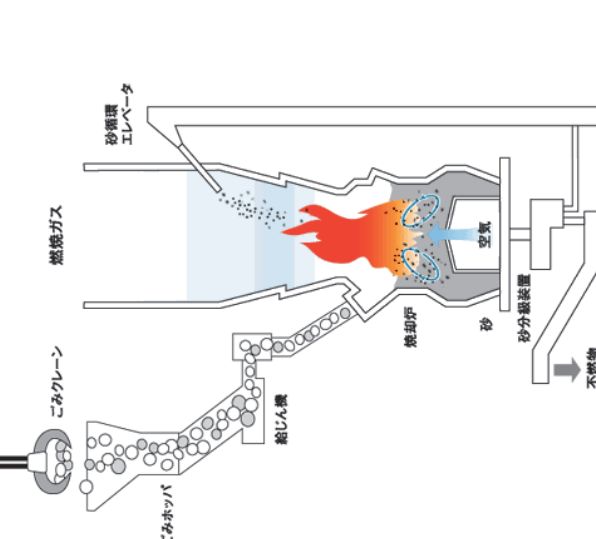
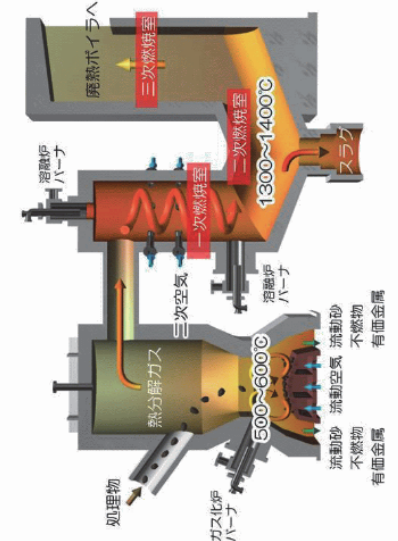
ピットは投入された廃棄物を攪拌することで極力均質化して焼却炉へ投入し安定した焼却を実現するために必要不可欠な設備である。ごみピットの容量は、一般的には焼却処理量の3日分程度であるが、バングラデシュ国においては前述の Pre-FS の提言を尊重して7日以上容量を確保することを推奨する。

7日分以上のごみの貯留において発生する可能性のあるメタンガスについて、焼却炉稼働の間は、ごみピット室からの燃焼用空気として吸い取るため問題とならない。一方、全ラインの休炉時は、停止前にごみピットのごみ全てを焼却し、ピット内にごみが残らないようにしたうえで停止するという操作が必要となる。

(3) 焼却システム

現在までに実用化されている焼却システムは、ストーカ方式 (Moving Grate 方式) と流動床方式及びガス化熔融炉方式の三種類がある。それぞれの処理方式の特徴を以下に示す。

表 11-3 処理方式とその特徴

処理方式	ストーカ (Moving Grate) 方式	流動床方式	ガス化溶融方式
<p>概要と特徴</p>	<p>ストーカ方式は廃棄物焼却炉としては、100年を超える歴史を有する方式である。焼却炉に投入されるMSWのごみの発熱量は刻々と変化するので、この形式の炉は焼却処理時間が2~3時間あるため、焼却炉に投入されるごみ質の変動に強く、現在最も安定した処理が行える方式として全世界で1,000以上の施設が運転されるなど広く導入されている。</p>	<p>流動床方式は、褐炭など低品位の燃料から効率よくエネルギーを回収するために発案された炉形式で、1980年代後半から90年代にかけて、日本でMSW焼却炉向けに開発が進んだ。特徴は燃焼時間が2~3分と短いため、炉自体の小型化が可能で小型炉に適した方式として日本全国各地で建設された。しかし、焼却炉に投入されるMSWのごみの発熱量は刻々と変化するため、2~3分の燃焼時間では安定した燃焼が困難である点と、ストーカ炉に比べて周辺機器の種類、数量が多いことから故障確率が大きく、今日至っている。また、大型化が困難で最大で1炉当たりの規模の条件は200トン/日程度である。</p>	<p>廃棄物を空気の少ない状態で蒸し焼きにすることで可燃ガスを発生させ、このガスを用いて焼却灰を溶融処理するもので、2000年頃に日本各地で盛んに導入された。廃棄物の持つ熱量のみで廃棄物の焼却と焼却灰の溶融を行うことが可能であるという前提に基づき施設設計、建設が行われたが、実際には想定した熱収支が実現できず、補助燃料を用いて灰溶融を行う結果となり、採算が合わない施設の廃止が相次いだ。現在では産業廃棄物などの安定的に高い発熱量を持つ廃棄物を対象にした施設以外に適用されている例は稀である。</p>
<p>概要と特徴</p>			

MSW のように、質が安定せず発熱量が相対的に低い混合廃棄物の焼却処理方式としては、処理の安定性からストーカ方式 (Moving Grate 方式) が主流である。また、いずれの方式においても、廃棄物焼却に伴うダイオキシン類の生成を抑制するために、焼却温度を酸素存在下で 850°C以上、ガス滞留時間を 2 秒以上とする必要がある。この炉内における温度制御技術が最も蓄積されているのも、導入数及び稼働年数が最も高いストーカ方式である。以下に、上述の 3 つの焼却方式に係る相対的評価を示す。

表 11-4 廃棄物焼却方式の比較表

焼却方式	ストーカ方式 (Moving Grate Technology)	流動床方式 (Fluidized Bed Combustion)	ガス化溶融方式 (Gasification and Melting)
処理容量/能力	高	普通	高
廃棄物の質への 対応力	高：廃棄物の質に対して最も対応性が高い。	普通	低：高熱量の廃棄物において、より適する。
技術の複雑性	低	普通	高
稼働実績	高：1,000 基以上が世界で稼働。稼働年数も最も長い。	普通：数百基の稼働実績がある。	低：MSW 処理施設としての利用は限定的。
環境保全対策	良い：安定的な排ガス/排水対策技術が既に実用化されている。 課題：有害物質を含む処理残渣の適正処理・処分		
ダイオキシン対策	高：温度管理に係る制御技術・ノウハウが最も蓄積されている。	普通	低：稼働実績が少ないため、ノウハウの蓄積も少ない。
費用	普通	普通	高

(4) ボイラ及び発電効率

高温の焼却ガスをボイラによって冷却することで高温の蒸気が発生する。蒸気温度を高くすることでより大きなエネルギーを得ることができるが、そのためには蒸気を作る圧力を高くする必要がある。一方で、廃棄物焼却ガスには様々な物質が含まれ、これを高温にすることにより、炉を構成する金属の腐食を促進する可能性がある。このようなことを考慮し、2000 年代初頭までは圧力 3MPaG、温度 300°C程度での設定が主流であった。その後研究が進んだことで、今日では 4MPaG、温度 400°Cが主流となっている。

投入したエネルギーからどれだけの電力を取り出すことができるかを示す指標として発電効率がある。蒸気圧力が 3MPaG、温度が 300°Cの時代における発電効率が 15~20%程度であったのに対し、これらがそれぞれ 4MPaG、400°Cに改良されたことで、発電効率は 20~25%まで向上している。このことから、廃棄物焼却発電施設の計画や評価のための発電効率は蒸気条件を 4MPaG、400°Cとして、20~25%とすることが妥当である。前述の Pre-FS でも発電効率を 20~25%としている。

なお、廃棄物焼却発電事業における売電可能な発電量は、自己消費する電力量も加味して設定する必要がある。施設での自己消費量は日本国内では、発電機定格出力の 15~20%であることが多いが、炉室を建物で覆わないなどの廉価を意識した構造とすれば所内使用費電力は 10~15%まで低減できる。

(5) 排気ガス処理装置

排気ガス処理装置は、様々な装置を組み合わせることで環境保全のための排気ガスの排出基準値を遵守できるシステムとする必要がある。廃棄物焼却発電における排気ガス処理は、燃焼ガスを冷却する減温

設備と排ガス中の有害物質を除去する濾過式集塵機により全体的な排ガス処理を行う場合が一般的である。

1) ガス温度と減温設備

ボイラを通過した燃焼ガス温度が 300~400°Cに低下すると、焼却炉で分解されたダイオキシンが再合成されるため、ボイラ通過後のガス温度を 200°C以下に急冷する必要がある。そのためボイラ通過ガスを急冷する減温設備を設置し、ガス温度を常時 200°C以下に保つことが重要である。

2) 濾過式集塵機

減温設備で 200°C以下に減温された排気ガスに排出基準値を遵守できるように必要な薬剤（一般的には、重金属とダイオキシン対策としての活性炭、HCl 除去のための石灰等）を加え、排気ガスを濾過し、有害物質を除去する。このように排気ガスを「濾過」することによって、排気ガス中に含まれる煤塵や各種の有害物質は飛灰として排出される。

(6) 灰処理

焼却処理によって発生する灰には焼却炉本体から発生する主灰（Bottom Ash）と排気ガス処理装置から発生する飛灰（Fly Ash）があるが、主灰には有害物質がほとんど含まれておらず、主灰からは金属の回収や灰自体をリサイクルすることも可能である。一方、飛灰には煤塵のほかにも多くの有害物質（重金属類、ダイオキシン、塩化水素、硫化水素など）が含まれているため、有害物質の非溶出化処理（キレート処理による非溶出化、ハンドリング改善のためのセメント処理）を行い衛生埋立処分場にて処分するか、非溶出化処理を行わない場合には厳重に管理する飛灰専用の埋め立て処分場での処分が必要となるが、この場合も灰処理作業者の安全の確保と作業ハンドリングの改善のために、粉塵化対策としてセメント固化を併用する必要がある。

11.4. WTE 事業の基本モデル

11.1~11.3 で述べてきた事業の前提条件や WTE 技術の選定を踏まえて、バングラデシュ国における WTE 事業のモデルを、以下の基本仕様を持つものと設定する。

表 11-5 WTE 事業モデルの基本仕様

項目	基本仕様
設計処理能力	1,000 トン/日 (500 トン/日の焼却炉を 2 基)
焼却技術	ストーカ方式 (Moving Grate Technology)
処理廃棄物の低位発熱量 (LHV)	1,000kcal/kg (前処理後の発熱量)
発電方式	蒸気タービン発電
発電効率	23%
発電容量	11MW
電力の自家消費率	15%

同施設は、以下の図に示すように、廃棄物収集車が廃棄物をごみピットへ投入するためのプラット

ホーム、ごみピット、焼却炉室、各種機械室、灰ピット及び煙突などで構成される。



図 11-2 WTE モデル施設のレイアウト

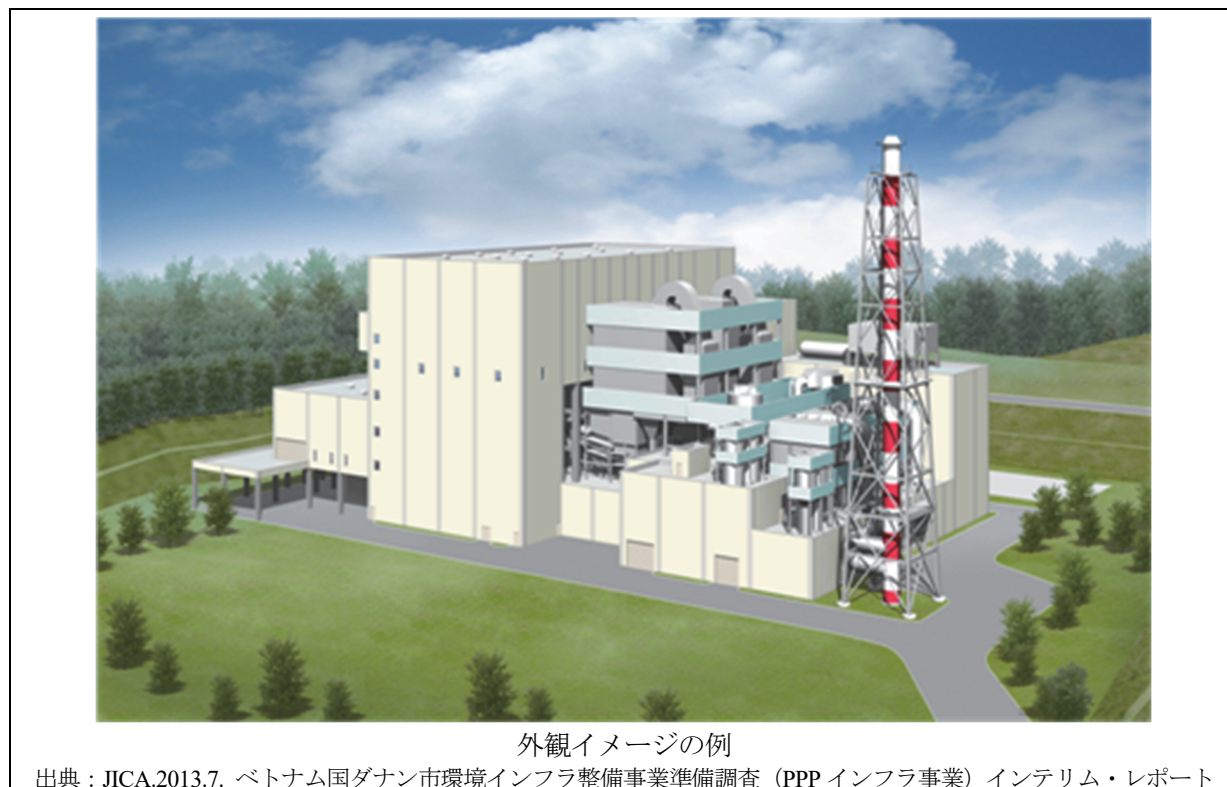


図 11-3 施設のイメージ図

11.5. WTE モデル事業費用の算定

11.5.1. CAPEX の算定

CAPEX の算定に当たっては、アジア地域の JICA 支援対象国において実施された同種の WTE 事業を 10 件抽出し、処理能力と CAPEX から、施設の CAPEX 単価を算定した。CAPEX は、「7.1.2 処理能力と CAPEX の関係」に示した方程式を参照されたい。

これに基づき、1,000 トンの処理能力を有する廃棄物焼却発電施設の CAPEX は、約 USD 101,159,000 と算定した。

ただし、この CAPEX は既往事例の分析結果に基づく目安としての数値であり、施設の内容、用地条件、仕様水準、調達条件などによって異なってくると推定されることから、実際の事業計画策定に当たっては、施設・設備の詳細設計に基づく積算を行い、より正確な費用を算定する必要がある。

11.5.2. OPEX の算定

施設の維持管理・運営コストには、各種ユーティリティー費（電気料金、水道費用等）、燃料費、排ガス処理用薬品費、排水処理用薬品費、ボイラ用ろ過処理薬品費、油脂類費等に加え、メンテナンス費、施設運転に必要な人材の人件費等が含まれる。廃棄物焼却発電施設における年間維持管理・運営コストは、我が国及びアジア諸国における同種の WTE 施設の OPEX を見ると、CAPEX の 4～5% の範囲となっている。

これに基づき、廃棄物焼却発電事業における処理規模ごとの CAPEX 及び OPEX を概算した結果を、以下の表に示す。CAPEX は前述の方程式より算出、OPEX は、これまでの実績（CAPEX の 4～5%）の中間値である 4.5% を採用した。

表 11-6 廃棄物焼却発電事業における処理規模別の CAPEX 及び OPEX

処理能力	CAPEX (百万 USD)	OPEX (百万 USD/年)
250	27.1	1.218
500	51.8	2.329
750	76.5	3.441
1,000	101.2	4.552
1,250	125.9	5.664
1,500	150.6	6.775
1,750	175.3	7.887
2,000	200.0	8.998

上記の算定結果に基づき、廃棄物焼却発電モデル事業の OPEX を年平均 USD 4,552,000 と算定した。

ただし、この OPEX についても、CAPEX と同様にアジア諸国における同種事業のコスト分析に基づく目安であり、実際の事業計画あるいは本格 FS においては、具体的な維持管理・運営計画に基づくとともに、事業実施対象国でのコスト情報収集を行い、個別費用を積み上げて正確なコストを算定する必要がある。

11.6. 事業実施方式

11.6.1. 事業実施における基本方針

バングラデシュ国における廃棄物管理の現況及びこれまでの近隣諸国における WTE 事業の実施方式を踏まえ、事業実施における基本方針として以下の点を定めることを提案する。

表 11-7 バングラデシュ国における WTE 事業実施の基本方針

基本方針 1	WTE 施設整備・運営は、整備・運営実績を有する海外の事業者と国内事業者（自治体の参加も含む。）の合弁企業によって実施されるものとする。（海外技術の導入・移転を図るとともに、国内事業者の技術・経験の蓄積を行うため。）
基本方針 2	事業者選定においては、透明性及び競争性を担保する手続きを制度的に導入する。
基本方針 3	事業者は、発注者（国あるいは自治体）との長期契約（10 年以上）に基づき、施設的设计・建設/施工、維持管理・運営を行う。
基本方針 4	発注者（国あるいは自治体）は、MSW 処理の第一責任者として、プロジェクト期間全般（設計・建設/施工から維持管理・運営）まで継続的に事業監理・モニタリングを行う。
基本方針 5	事業の基本収入源は、処理収入及び売電収入から構成されるものとする。したがって、事業者は、発注者との間で「処理サービス契約」及び「PPA」を締結する。
基本方針 6	事業に係る資金調達については、建設資金（初期投資資金）に係る発注者側及び事業者側の負担あるいは配分について、発注者側が事前に決定し、それに基づき、それぞれが調達責任を有するものとする。

11.6.2. WTE 事業の実施スキーム

11.6.1 で示した「WTE 事業実施の基本方針」に基づく事業の実施スキームは、以下の図に示すようなものとなると想定される。

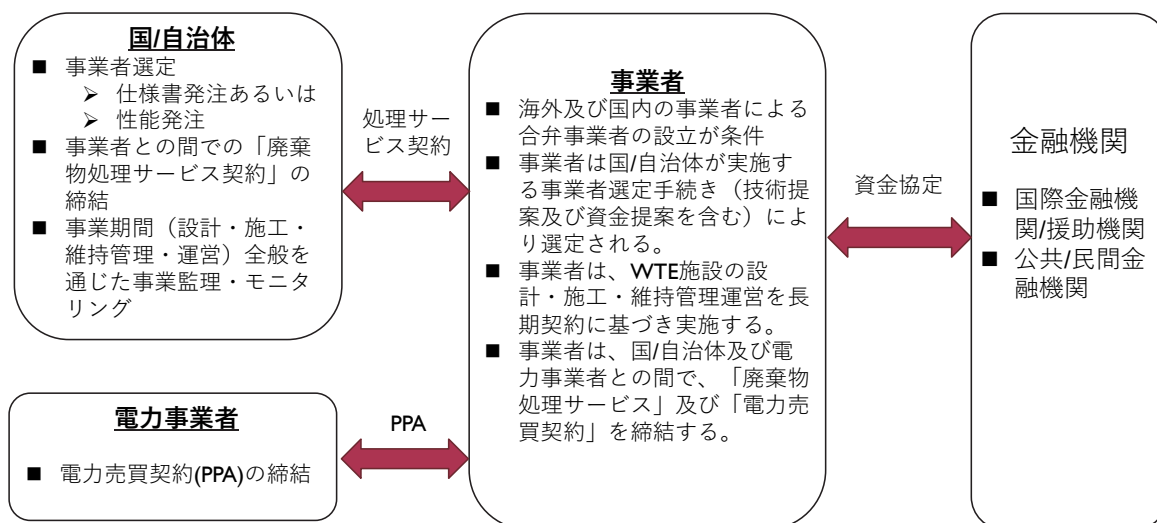


図 11-4 WTE 事業の実施スキーム

11.7. WTE 事業の採算性に係るシミュレーション

ここでは、前述のモデル事業の設定に基づき、以下に示す条件の下で、モデル事業の採算性についてシミュレーションを行った。

表 11-8 事業採算性シミュレーションの前提条件

項目	前提条件	備考
MSW 処理量	1,000 トン/日	モデル事業に基づき設定
発電容量	11MW	
年間稼働日数	320 日/年	既往事例での年間稼働日数実績に基づき設定
事業実施期間	20 年	モデル事業に基づき設定
CAPEX	USD 101,159,000	CAPEX 及び OPEX の算定結果
OPEX	USD 4,552,000/年	
事業収入	廃棄物処理収入及び売電収入	既往事例における WTE 事業の基本収入源として設定
目標採算性指標	事業の FIRR (財務的内部収益率: Financial Internal Rate of Return) 10% (20 年間)	廃棄物焼却発電事業が海外で実施される場合に求められる事業収益率の目安

上記の前提条件に基づき、WTE の事業収入源である廃棄物処理収入と売電収入の割合が異なった場合に、設定される処理価格及び売電価格がどのように変動するかについてシミュレーションを行った。

以下にシミュレーション結果を示す。

表 11-9 WTE 事業における処理料金及び売電料金のシミュレーション結果

事業採算性条件 : FIRR 10%		
設定条件	処理料金 (USD/トン)	売電料金 (USD/kWh)
収入の全てを売電料金で賄う場合	0	0.226
収入の 70%を売電料金で賄い、残り 30%を処理料金で賄う場合	15	0.158
収入を売電料金及び処理料金で 50%ずつ賄う場合	26	0.11
収入の 70%を処理料金で賄い、残り 30%を売電料金で賄う場合	36	0.07
収入の全てを処理料金で賄う場合	51	0

上表のシミュレーション結果から、どの収入構成を選択するかについては、現在の廃棄物処理及び発電事業における資金調達状況に基づき、国あるいは自治体が判断することとなる。

今回事業採算性の基準値として設定した FIRR10%は、あくまでもこれまでの他国での民間事業としての実施事例に基づく目安であり、バングラデシュ国における資金調達条件やインフレ率によって変わること留意して設定することが必要である。

なお、参考までに、施設整備が公的資金によって全面的に賄われたと想定して年間収支を計算すると、現在のバングラデシュ国における電力卸売り価格 (USD 0.06/kWh) を適用した場合、年間電力収入は USD4,365,446²⁶となり、年間 OPEX USD 4,552,000 を若干下回る。

²⁶ (USD 0.06/kWh) × 227,367(kWh/day) × 320(days/year) = USD 4,365,446

一日発電量 227,367(kWh/day)は、(1,000kcal/kg) × 発電量の熱量換算値 (0.001163 kWh/kcal) × 発電効率 (23%) × 廃棄物処理量 (1,000ton/day) - 自家消費量 (総発電量の 15%) で算定している。

11.8. WTE 技術の適正な導入・普及に向けた提言

本調査を通じて得たバングラデシュ国における廃棄物処理の現状と課題及び WTE 技術の導入に向けた取り組み状況を踏まえ、今後適正かつ持続可能な WTE 事業を推進していく上で必要な事柄を、ここで改めて提言する。

11.8.1. 透明性及び競争性を担保した調達システムの確立

他のアジア諸国と同様に、バングラデシュ国に対しても、WTE 事業に係る提案が都市部を対象に多く存在している。一方、単独企業の提案 (unsolicited proposal) が他の提案との比較競争等のプロセスもなく進められていることには多くのリスクが伴うと考えられる。

東南アジアの中進国 (タイ、マレーシア、インドネシア、フィリピン等) は、大規模な初期投資を伴う WTE 事業について、一定の透明性及び競争性を担保した調達システム (国際入札や Swiss Challenge のシステム等) を制度的に確立しており、単独企業の提案がそのまま採用され、事業化されるケースはほとんど見られない。このような制度の確立は上記の国々における様々な失敗経験に基づいておこなわれたものであり、バングラデシュ国においても同じ間違いを繰り返さないように、早急に透明性及び競争性を担保した調達システムを確立することが必要である。

11.8.2. WTE 事業への適切な公共関与

廃棄物処理事業は、人々の安全かつ衛生的な生活を支える上でのライフラインに関わる事業である。WTE 事業もその一環を担うものであり、そのサービス・レベルの保障は、公的機関が担うべき責任である。したがって、事業期間の全般に渡り適切なサービスが実施されるよう持続的に監視すべき役割を公的機関にある。WTE 施設は、一旦故障や不具合でその稼働が止まってしまうと、短期間で廃棄物が行き場なく街中にあふれてしまう懸念も有している。

これを防ぐためには、調達後の施設設計・施工・維持管理・運営を含む全てのプロジェクト期間を通じて、事業の着実な実施を幾重にも担保していく「公共関与の仕組み」が構築される必要がある。

11.8.3. 国及び自治体のキャパシティ・ディベロップメント

上述した「調達システムの確立」や「公共関与」は、これを行う国及び自治体が十分な知見及び経験を有して、制度を担うことによって初めて成立する。WTE 技術は、バングラデシュ国において、まだ導入経験がなく、「実践値」が存在しない技術である。これを蓄積していくためには、実際の事業あるいは施設運営の中に公民を含めてバングラデシュ国民が参加することが不可欠である。本章の事業実施方式のところで、WTE 事業の事業主体を海外/国内の合弁企業とすることを提案した背景には、このような理由がある。

加えて、公共関与を行う国及び自治体に対しては、我が国の知見・経験を活かしてトレーニングを実施し、WTE 事業の適正な監理・モニタリングを行える能力を確実に構築させていくことが必要である。この点で、こうした能力が備わっていない中で、海外の民間企業に事業全体を委託する「民営化方式」はリスクがある。

11.8.4. 本邦技術導入の可能性

本調査でも示したように、MSW の焼却発電処理実績を最も有しているのは我が国である。我が国で主要技術として採用されている「ストーカ技術」は、世界的にみても最も普及している WTE 技術である。さらに、我が国は世界でも有数の厳しい環境基準を設定し、これを遵守する技術を開発・導入してきており、環境対策においても世界の先頭に今も立っている。

これまで、WTE 分野（特に廃棄物焼却発電分野）において障壁となっていたのは「コストの高さ」であったが、今回の分析でも明らかになったように、他国との間でのコスト面での差は近年縮まってきた。これは日本の事業者が、物品資材の海外調達や、他国への一部技術の移転・生産等によるコスト削減努力を行ってきたことと、これまで人件費面で競争力を有していた他国の優位性が経済成長により相対的に低下してきていることにある。この点において、WTE 分野における本邦技術導入の可能性は、かつてと比べて相対的に高まっている。

加えて、これまで EPC（Engineering, Procurement, and Construction：設計・調達・建設）契約をベースとしていた我が国のプラントメーカーの多くが実際の事業運営も担う方向に事業戦略の転換を実施してきており、その際に現地の人的リソースを有効に活用する経験も積んできている。

このような点でも今後バングラデシュ国の WTE 事業において本邦技術の導入を推進していく余地は十分にありと推定される。

添付資料

目 次 (添付資料)

目 次 (添付資料)	i
表目次	iii
図目次	iv
添付資料 1 日本における PPP に係る法令、関係省令、ガイドライン等	5
1.1. 法律	5
1.2. 関係政令、省令等	5
1.3. ガイドライン	5
1.4. 日本における PPP 事業の官側の役割	6
1.5. 日本における PPP 事業の支援・促進制度の概要	10
1.6. 日本における FIT 制度の概要	11
添付資料 2 東南アジア諸国における PPP に係る法令、関係省令、ガイドライン等	12
2.1. インドネシア	12
2.2. フィリピン	13
2.3. タイ	14
2.4. マレーシア	15
2.5. シンガポール	16
添付資料 3 廃棄物焼却発電施設仕様条件の整理	17
添付資料 4 一般廃棄物焼却発電施設の東南アジア諸国の事例	29
4.1. タイ	29
4.1.1. タイにおける WTE 施設に対する FIT の適用	30
4.1.2. タイにおける WTE 事業	30
4.1.3. 産業廃棄物 (非有害) を対象とする WTE 事業	32
4.1.4. タイにおける WTE 事業の進展と特徴	32
4.2. マレーシア	33
4.2.1. SMART WTE Plant (Negri Sembilan 州 Landang Tanah Merah 地区)	33
4.2.2. 現在事業者選定中の WTE 事業	33
4.3. シンガポール	34
4.3.1. WTE 導入の背景と経緯	35
4.3.2. シンガポールにおける WTE 事業手法	36
4.3.3. WTE 事業費用及び処理料金	39
4.4. ベトナム	41
4.4.1. Nam Son における WTE 事業	41
4.4.2. Can Tho における WTE 事業	45
4.5. インド	47
4.5.1. クリーン・インド政策	47

4.5.2.	サンプル文書.....	47
4.5.3.	電気料金.....	55
4.5.4.	一般廃棄物焼却発電施設の事例.....	56
添付資料 5	ワークショップ.....	58
5.1.	第1回ワークショップ.....	58
5.2.	第2回ワークショップ.....	66
5.3.	第3回ワークショップ.....	76

表目次

表 1-1	日本の PPP/PFI 事業ガイドラインの種類と概要	6
表 1-2	日本の PFI 事業のプロセスと官側の役割	6
表 1-3	日本における PPP 事業の支援・促進制度の概要	10
表 1-4	日本のバイオマス発電による電力買取価格	11
表 4-1	タイにおける WTE 施設の概要	29
表 4-2	タイにおける 2017 年 VSPP の FIT 価格	30
表 4-3	タイにおける WTE 事業	31
表 4-4	タイにおける産業廃棄物（非有害）を対象とした WTE 事業のモデル	32
表 4-5	タイにおける WTE 事業の特徴	32
表 4-6	マレーシアにおける SMART WTE 施設及び事業の概要	33
表 4-7	マレーシアで民間事業者選定中の WTE 事業の概要	34
表 4-8	シンガポールにおいて現在稼働している WTE 施設	34
表 4-9	シンガポールの PPP による WTE 事業の成功要因	37
表 4-10	シンガポールにおける PPP に基づく WTE 事業を構成する契約と概要	38
表 4-11	シンガポールにおける WTE 施設の概要	40
表 4-12	Nam Son 廃棄物発電事業の概要	42
表 4-13	実証事業における役割分担（ベトナムでの NEDO 実証事業）	44
表 4-14	カントー市における廃棄物焼却施設	45
表 4-15	カントー市 Thoi Lai 地区における WTE 事業の概要	45
表 4-16	インドにおける技術提案評価のためのパラメーターと基準	49
表 4-17	インドにおける DBFOT プロジェクトの特徴	50
表 4-18	インドにおける公共部門及び民間部門の責任（DBFOT プロジェクトタイプ）	51
表 4-19	インドの WTE の技術能力評価	52
表 4-20	インドの WTE の財務能力評価（入札者が 2 社から成るコンソーシアムと仮定した 場合）	53
表 4-21	インドにおける公共部門及び民間部門の責任及び権利（BOOT プロジェクト）	53
表 4-22	マディヤ・プラデシュ州における料金決定のパラメーター	55
表 4-23	カルナタカ州における料金決定のパラメーター	56

図目次

図 2-1	インドネシアにおける大統領令に基づく PPP 案件形成プロセス	12
図 2-2	フィリピンにおける PPP プロセスの概要	14
図 4-1	シンガポールにおける廃棄物発生量と WTE 施設の推移	36
図 4-2	シンガポールにおける PPP による WTE 事業の基本構造	38
図 4-3	ロータリーキルン・ストーカ炉の原理と特徴	43
図 4-4	インドの入札プロセスのスケジュール	48
図 4-5	インドの民間開発者の視点からのプロジェクト範囲における義務・責任	49
図 4-6	BOT の官民負担	50

添付資料1 日本における PPP に係る法令、関係省令、ガイドライン等

1.1. 法律

日本の PPP に係る法律には「民間資金等の活用による公共施設等の整備等の促進に関する法律」がある。この法律は、1999 年に制定され、2001 年 12 月に施行された。施行後 2003 年、2005 年、2007 年、2011 年、2013 年、2016 年、2018 年に改正され、今日に至っている。

日本政府は、PPP/PFI の着実な推進を図る観点から、2013 年から 10 年間で 21 兆円の事業規模目標を掲げている。最新版の法律では「この目標を達成するために国による支援機能を強化するとともに、国際会議場施設等の公共施設等運営事業（コンセッション事業）の実施の円滑化に資する制度面での改善措置、及び上下水道事業におけるコンセッション事業の促進に資するインセンティブ措置を講ずる¹」としている。その概要は、

- 公共施設等の管理者等及び民間事業者に対する国の支援機能の強化等
- 公共施設等運営権者が公の施設の指定管理者を兼ねる場合における地方自治法の特例の設定
- 水道事業等に係る旧資金運用部資金等の繰上償還に係る補償金の免除

から成っている。

1.2. 関係政令、省令等

上記の改正された法律を施行する際に必要となる、政令および内閣府令が規定されている。

この政令では、法律の施行日、地方債繰上償還に関するルールや手続きを定めている。内閣府令では対象貸付金を算定する基準、コンセッション事業の見通しなどの経営改善計画の記載事項、利用料金の算定方法などを規定している。このように、日本では PFI 法が改正される都度その改正内容を実現するための政令、省令（府令）が通達される。

1.3. ガイドライン

内閣府では以下に示すガイドライン²を定めており、概要を以下に示す。

¹ 民間資金等の活用による公共施設等の整備等の促進に関する法律（PFI 法）の一部を改正する法律（平成 30 年法律第 60 号）の概要（内閣府. https://www8.cao.go.jp/pfi/hourei/kaisei/h30_pfihoukaisei.html）

² 内閣府. <https://www8.cao.go.jp/pfi/hourei/guideline/guideline.html>

表 1-1 日本の PPP/PFI 事業ガイドラインの種類と概要

名称	概要
PFI 事業実施プロセスに関するガイドライン	国が PFI 事業を実施する上での実務上の指針の一つとして、PFI 事業の実施に関する一連の手続について、その流れを概説するとともに、それぞれの手続における留意点を示している。
PFI 事業におけるリスク分担等に関するガイドライン	国が PFI 事業を実施する上での実務上の指針の一つとして、PFI 事業におけるリスク分担等を検討する上の留意事項等を示している。
VFM (Value For Money) に関するガイドライン	国が PFI 事業を実施する上での実務上の指針の一つとして、特定事業の選定等に当たって行われる VFM の評価について解説している。
契約に関するガイドライン	国が PFI 法第 5 条第 2 項第 5 号に定める事業契約、直接協定、及び基本協定の締結にかかる検討を行う上での実務上の指針の一つとして、現在までに公表されている我が国の PFI 事業契約等の規定内容などを踏まえ、多くの PFI 事業契約において規定が置かれることが想定される事項ごとに、主たる規定の概要、趣旨、適用法令及び留意点等を解説している。
モニタリングに関するガイドライン	国が PFI 事業を実施する上での実務上の指針の一つとして、PFI 事業においてモニタリング (監視) を検討する上での留意事項等を示している。
公共施設等運営権及び公共施設等運営事業に関するガイドライン	国が PFI 事業を実施する上での実務上の指針の一つとして、公共施設等運営権及び公共施設等運営事業について解説している。

1.4. 日本における PPP 事業の官側の役割

(1) PFI 事業プロセス別の官側の役割

PFI 事業のプロセスに沿って官側の役割を整理した結果を以下に示す。

表 1-2 日本の PFI 事業のプロセスと官側の役割

ステップ	官側の役割
特定事業の選定 ステップ 1 民間事業者からの提案を含む事業の提案	<ul style="list-style-type: none"> - PFI 事業として実施することの検討、民間事業者からの提案の積極的な取り上げ - 民間提案に係る受付、評価等を行う体制の整備等 - 民間提案に必要な情報の提供、今後事業として実施できる可能性のある事業については、計画として公表 - PFI 事業としての適合性が高く、かつ、国民のニーズに照らし、早期に着手すべきものと判断される事業から、実施方針を策定する等の手続に着手
ステップ 2 実施方針の策定および公表	<ul style="list-style-type: none"> - PFI 法第 15 条に基づく実施方針の策定の見通しの公表 - 公平性、透明性に配慮した、早い段階での実施方針の策定公表 - 民間事業者の参入に配慮した内容の具体性と、検討進捗に伴う内容の順次詳細化、補完の許容 - 公共施設等の管理者等の関与、想定されるリスク及びその分担をできる限り具体的に明確化 - 必要な許認可等、民間事業者が行い得る公共施設等の維持管理又は運営の範囲、適用可能な補助金、融資等の具体的内容をできる限り明確化
ステップ 3 特定事業の評価・選定、公表	<ul style="list-style-type: none"> - PFI 事業として実施することにより、効率的かつ効果的に事業実施できることが基本要件 (同一サービス水準の下での公的財政負担の縮減、同一負担水準の下での公共サービス水準の向上等があること) - 所要の適切な調整を行った上での公的財政負担の総額の現在価値換算による評価 - 定量的評価の原則と、これが困難な場合における客観性を確保した上での定性的評価 - 選定の結果等の公表における透明性の確保

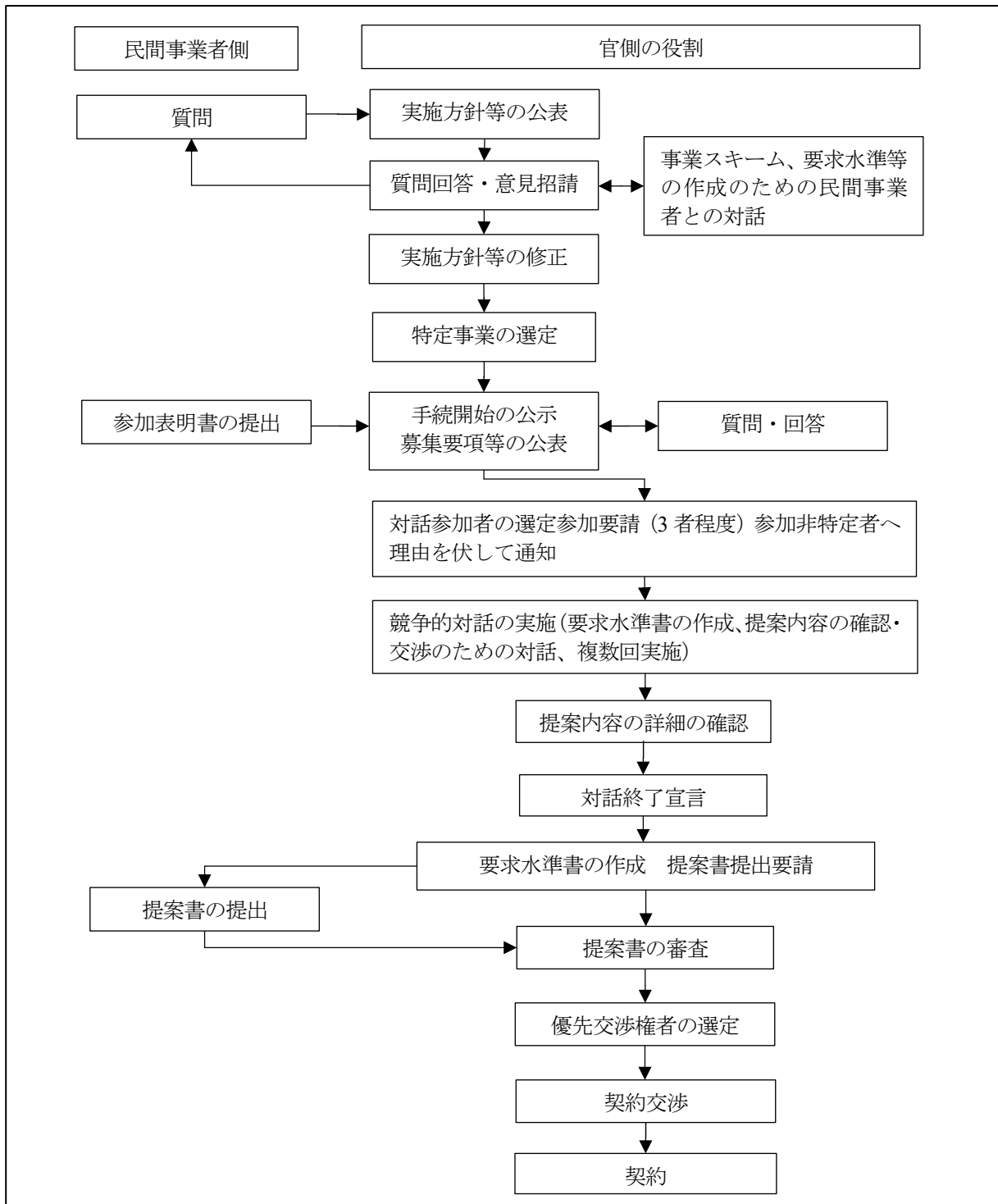
ステップ		官側の役割
民間事業者の募集	ステップ4 民間事業者の募集、評価・選定、公表	<ul style="list-style-type: none"> - 競争性の担保、手続の透明性の確保 - 民間事業者の創意工夫の発揮への留意、提案準備期間確保への配慮 - 企画競争、公募型プロポーザル等の競争性のある随意契約（競争的対話方式）の活用 - 競争性のある随意契約の必要がない場合、総合評価一般競争入札の活用 - 価格以外の条件をも考慮した「総合評価」を行う場合における評価基準の客観性の確保 - 技術提案制度の活用 - いわゆる性能発注の重視 - 民間事業者の質問に対する公正な情報提供 - 民間提案が実施方針の策定に寄与した程度を勘案し、加点点評価を行う等、適切に評価 - 寄与した程度は、提案内容の先進性等を勘案して評価し、原則として、知的財産に該当するものが評価対象となるが、個別の事業に応じ、幅広く評価することも可能 - 選定の結果等の公表における透明性の確保
民間事業者の選定	ステップ5 事業契約等の締結等	<ul style="list-style-type: none"> - 事業契約等による規定とその公開 <ul style="list-style-type: none"> ・ 当事者間の権利義務等についての具体的かつ明確な取決め ・ 適正な公共サービス提供の担保のための規定 - 公共サービス水準の監視 - 実施状況、財務状況についての報告 - 問題があった場合の報告と第三者である専門家による調査・報告の提出 - 公共サービスの適正かつ確実な提供を確保するための必要かつ合理的な措置等 - 安全性の確保、環境の保全等に必要な範囲での公共の関与 <ul style="list-style-type: none"> ・ リスク配分の適正化に配慮したリスク分担の明確化、リスクの軽減・除去への対応の明確化 ・ 事業終了時、事業継続困難の場合、契約解除に関する具体的かつ明確な規定 ・ 選定事業の態様等に応じた適切な取決め ・ 事業契約等の解釈に疑義が生じた場合等についての具体的かつ明確な規定
事業の実施	ステップ6 事業の実施、監視等	<ul style="list-style-type: none"> - 事業契約等に従った事業の実施 - 提供される公共サービスの水準の監視等
	ステップ7 事業の終了	<ul style="list-style-type: none"> - 土地等の明渡し等、あらかじめ事業契約等で定めた資産の取扱いにのっとりした措置

出典：PFI 事業実施プロセスに関するガイドライン（内閣府）から調査団作成

（２） 事業者選定における官側の役割

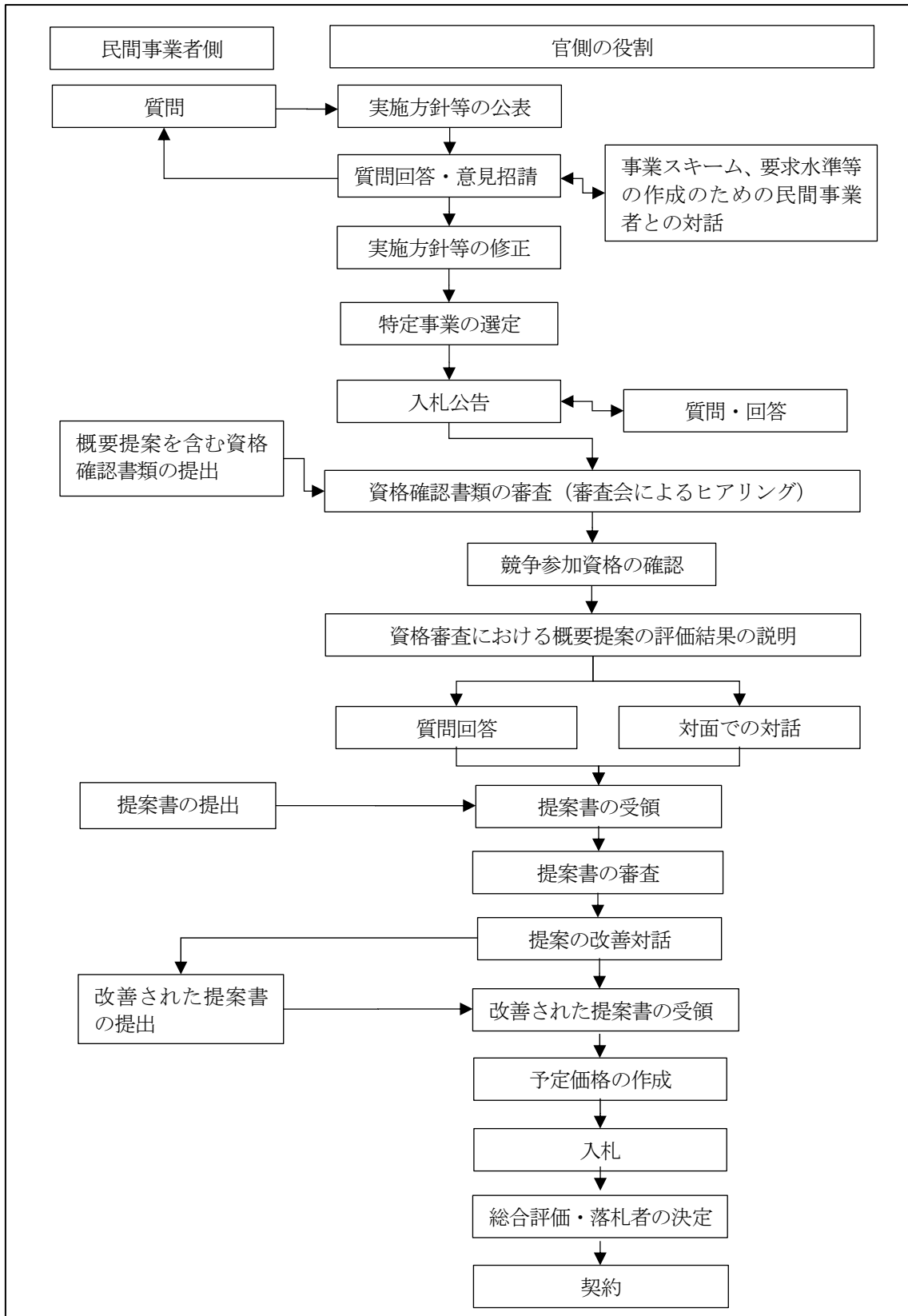
日本では、PFI 事業者選定当たっては「競争的対話方式」または「総合評価一般競争入札」によることとなっている。以下に方式別の官側の役割とその選定手順を示す。

1) 競争的対話方式の手順と官側の役割



出典：PFI 事業実施プロセスに関するガイドライン（日本政府/内閣府）から調査団作成

2) 総合評価一般競争入札方式の手順と官側の役割



出典：PFI 事業実施プロセスに関するガイドライン（内閣府）から調査団作成

1.5. 日本における PPP 事業の支援・促進制度の概要

日本では、内閣府および国土交通省が中心となって公共施設等の整備に対して PPP/PFI の推進を行っている。その概要を下表に示す。

表 1-3 日本における PPP 事業の支援・促進制度の概要

名称	対象	概要	備考
民間資金等活用事業調査費補助事業	地方公共団体	公共施設等の整備を対象とした、導入可能性調査、デューデリジェンス、その他公共施設等の導入に必要な検討業務を支援	内閣府所掌補助事業
PPP/PFI 地域プラットフォームの協定制度	地方公共団体	内閣府及び国土交通省が、地方公共団体を始め地域の関係者の PPP/PFI に対する理解度の向上を図るとともに、地域の様々な事業分野の民間事業者の企画力・提案力・事業推進力の向上やその能力を活用した案件の形成を促進するために、地域の産官学金が集まって、PPP/PFI 事業のノウハウ取得や官民対話を含めた情報交換等を行う地域プラットフォームの代表者と協定を結び、活動を支援	内閣府及び国土交通省所掌
地域プラットフォーム形成支援	地方公共団体	<ul style="list-style-type: none"> 地域における PPP/PFI 案件の形成能力の向上を図るため、行政、金融機関、企業等の関係者が集い、ノウハウの習得や情報の交換等を容易にする場（地域プラットフォーム）の立ち上げや運営を支援 地域プラットフォームに寄せられる案件候補情報のうち、横展開の可能性が高いものについては、サウンディング調査はじめ案件形成に資する支援を併せて実施 	内閣府所掌
優先的検討規程運用支援	地方公共団体	PPP/PFI 手法の適用を、従来型手法に優先して検討する「優先的検討規程」の策定や、規程を運用して具体の事業を PPP/PFI 手法にて進捗させる過程を支援	内閣府所掌
民間提案活用支援	地方公共団体	PPP/PFI 事業の実施にあたり、PFI 法に基づく民間提案の制度を活用し、民間事業者のアイデアや能力を導入する事業に対して、公募、受付、評価、活用検討等の取組を一連で支援	内閣府所掌
高度専門家による課題検討支援	地方公共団体	コンセッション事業、収益型事業、公的不動産利活用事業、複数の所管に関わる包括的民間委託等の実施を検討している地方公共団体等に対し、法律、会計、税務、金融等の高度な専門的知識を有する専門家による助言や情報提供等の支援を実施	内閣府所掌
先導的官民連携支援事業 事業手法検討支援型	地方公共団体等	先導的な官民連携事業の導入や実施に向けた検討のための調査	国土交通省所掌
先導的官民連携支援事業 情報整備支援型	地方公共団体等	先導的な官民連携事業の導入判断等に必要情報の整備等のための調査	国土交通省所掌
官民連携モデル形成支援	人口20万人未満の地方公共団体	<ol style="list-style-type: none"> ① 分野連携による官民連携事業 ② 広域連携による官民連携事業 ③ 官民が連携して実施する公共施設等の集約・再編事業 ④ インフラの老朽化対策としての官民連携事業 上記の①～④の事業を実施するに当たって必要となる調査・検討、関係資料の作成等を支援	国土交通省所掌
専門家派遣によるハンズオン支援		地方公共団体職員が行う書類作成業務や自立的に官民連携事業を実施するための体制構築を支援	国土交通省所掌

出典：内閣府 (https://www8.cao.go.jp/pfi/shien/shien_index.html)、

国土交通省 (PPP (官民連携) /PFI.

https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/kanminrenkei/sosei_kanminrenkei_tk1_000037.html)

また、廃棄物処理施設整備に関しては、従来の公共事業スキーム、PPP/PFI スキームを問わず利用できる、環境省所掌の循環型社会形成推進交付金³制度がある。これは、市町村が、廃棄物の 3R を総合的に推進するため、広域的かつ総合的に廃棄物処理・リサイクル施設整備の計画（循環型社会形成推進地域計画）を策定し、その計画に位置付けられた施設整備に対し交付金が交付されるものである。交付率は交付対象経費の 1/3。ただし、高効率ごみ発電施設等の一部の先進的な施設については 1/2。

交付対象施設は、

- マテリアルリサイクル推進施設（不燃物、プラスチック等の資源化施設、ストックヤード 等）
- エネルギー回収型廃棄物処理施設（ごみ発電施設、熱回収施設、バイオガス化施設 等）
- 有機性廃棄物リサイクル推進施設（し尿・生ごみ等の資源化施設）
- 浄化槽
- 最終処分場
- 既設の廃棄物処理施設の基幹的設備改良事業
- 廃棄物処理施設における長寿命化計画策定支援事業

となっている。

1.6. 日本における FIT 制度の概要

日本の再生可能エネルギーの FIT 制度は太陽光発電、風力発電、水力発電、地熱発電およびバイオマス発電によって得られた電力の買取制度である。

ごみ焼却発電に対しては廃棄物に含まれるバイオマス部分の比率で買取価格が設定されている。FIT 認定を受けたバイオマス発電設備は、毎月 1 回以上のバイオマス比率の算定・記録が認定基準として求められている。特に、一般廃棄物処理施設でのバイオマス発電設備を示す「廃棄物焼却発電設備」では、受け入れた廃棄物に占めるバイオマスの比率が常に変動することから、毎月「ごみ組成分析」を実施することで適正なバイオマス比率を算定する必要がある。

表 1-4 日本のバイオマス発電による電力買取価格

電源種別	規模	買取価格
メタン発酵バイオガス発電	全規模	39 円/kW+税
未利用材バイオマス発電	2,000kW 未満	40 円/kW+税
	2,000kW 以上	32 円/kW+税
建設資材廃棄物バイオマス発電	全規模	13 円/kW+税
一般廃棄物バイオマス発電	全規模	17 円/kW+税

出典：経済産業省. 2020. FIT 制度における 2020 年度の買取価格・賦課金単価等を決定しました (<https://www.meti.go.jp/press/2019/03/20200323005/20200323005.html>)

但し、FIT 制度は 2019 年以降順次終了⁴となる。

³ 環境省. 循環型社会形成推進交付金サイト (https://www.env.go.jp/recycle/waste/3r_network/index.html)

⁴ 東京電力エナジーパートナー. 再生可能エネルギーの固定価格買取制度についての大切なお知らせ (https://www.pco.co.jp/ep/renewable_energy/after-fit.html)

添付資料2 東南アジア諸国における PPP に係る法令、関係省令、ガイドライン等

東南アジア諸国（インドネシア、フィリピン、タイ、マレーシア、シンガポール）における PPP に係る法令・ガイドライン、実施体制、支援・促進制度等について、国別に説明する。

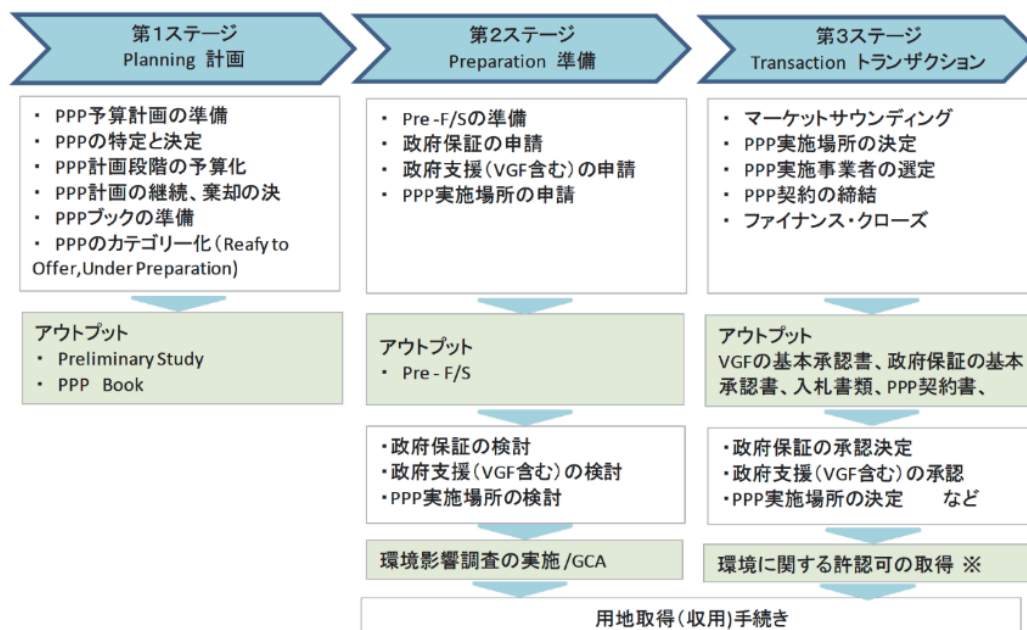
2.1. インドネシア

(1) 法令と PPP 事業の手続き等

2015 年に PPP に関する大統領令 2015 年 38 号が制定され、対象セクター範囲が拡大されるとともに、後述のアベイラビリティ・ペイメントが導入された。案件の計画・準備・入札等の手続きについては、同大統領令の実施細則にあたる BAPPENAS 省令 2015 年第 4 号、また入札にかかる詳細については国家調達庁長官令 2015 年第 19 号に規定されている。

政府内の担当機関としては、BAPPENAS が PPP を進める中心的な役割を担う機関となっている。

PPP 事業の手続きについては、政府および政府契約機関が主導する「Solicited project」と、民間事業者からの提案ベースとなる「Unsolicited project」の 2 種類があり、手続きが異なる。政府主導事業は入札方式によって選定される。PPP 案件における事業者選定は原則、公募入札で行われるが、例外的に直接指名の可能性もある。すなわち、対象事業が特定条件（対象となるインフラが既に当該事業者により運転されている場合、当該技術を提供できるのが当該事業者のみの場合、当該事業者が事業に必要な土地を概ねまたは完全にコントロールしている場合）を満たす場合、または、事前資格審査をした結果、通過事業者が 1 グループのみの場合には、事業者を直接指名することができる。案件の計画・準備・入札等の手続きの概要は下図のとおりである。



出典：JICA（2017年5月）インドネシア共和国 PPP ハンドブック

図 2-1 インドネシアにおける大統領令に基づく PPP 案件形成プロセス

(2) 支援・促進制度

財務省は100%出資により2009年末にIIGFを設立した。IIGFは、PPP事業において、GCAの契約履行を保証しており、民間事業者のリスクを軽減している。IIGFが設立されたことで、民間事業者は、IIGFとの保証内容の協議を通じて保障内容を明確にする形で保証契約を締結することができるようになった。

VGFは、VGFに係る財務大臣令(2012年第223号)に基づく財務省から供与されるPPP事業に対する財政的支援である。社会的な利益が大きいにも関わらず事業採算性の低い案件に対して、財務省が建設費の一部を支援することにより、PPP事業としての成立を支援することを目的としている。ここでいう建設費には、建設費、機器費用、設置費用、建中期間の利払い費、その他建設に係る費用が含まれる。ただし、用地取得に要する費用、及び税制優遇策(tax incentive)に係る費用は含まれない。

アヴェイラビリティ・ペイメントは、大統領令2015年38号で新たに導入された制度である。所定の品質でインフラサービスが提供される場合に、その対価として、GCAから民間業者に定額の支払を約束する制度である。なお、GCAはアヴェイラビリティ・ペイメントについて民間事業者と契約をするが、当該契約の履行保証については、IIGFを利用することになる。

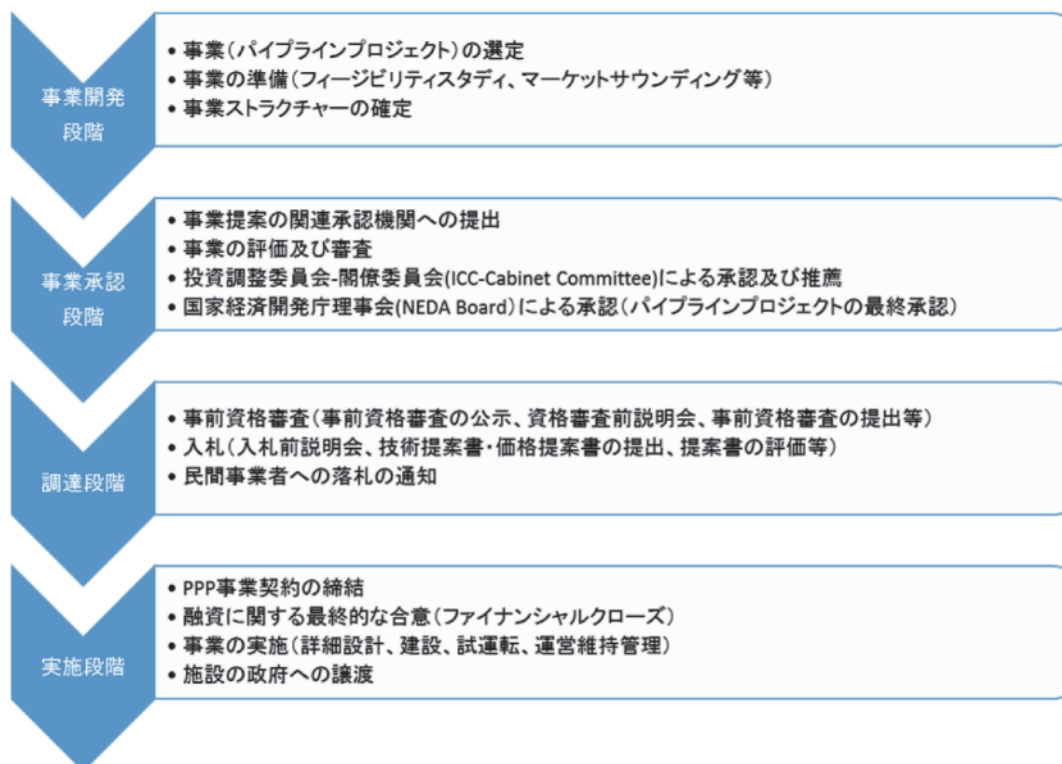
2.2. フィリピン

(1) 法令とPPP事業の手続き等

1990年に「BOT法」(共和国法第6957号)が施行され、1994年にはBOT法が一部改正(改正BOT法)され、同法の実施細則があわせて整備されている。改正BOT法等では、PPPの対象事業として、各種交通(道路、鉄道、港、空港など)、電力、通信、ICTシステム・設備、農業、運河・ダム・灌漑、上下水、観光・教育・健康施設など、公共インフラとして通常想定されうる事業セクターが広く含まれている。BOT法において様々なPPP形態が規定されているが、大半のPPP事業はBOT、BT(Build-Transfer:建設-移転)、BTOの形態で計画・実施されている。

政府内の担当機関については、NEDAが、政策レベルにて国家開発プログラムとPPP事業との整合を行う。NEDA内にPPPセンターを設置し、PPPの枠組みの強化(各事業実施機関との連携・能力強化及び省庁間の調整)、PPP事業の推進、データベースの構築・管理を行う。また、投資調整委員会は、NEDA傘下の省庁横断組織であり、PPP事業の政策・指針を設定する。

PPP事業は、事業形成から事業完了まで、基本的に以下のプロセスを経る。大別すると、事業開発段階、事業承認段階、調達段階、実施段階の4段階となる。



出典：JICA. 2017年12月. フィリピン共和国 PPP ハンドブック

図 2-2 フィリピンにおける PPP プロセスの概要

(2) 支援・促進制度

改正 BOT 法及び改正実施細則において、事業実施機関の契約義務履行に対する保証 (Performance Undertaking) と信用補完 (Credit Enhancement) として偶発債務に対する政府保証に関する規定がある。

VGF については、PPP 理事会政策通達第 04-2015 号 (Policy Circular No.04-2015) が発布され、CAPEX 資本費用に対する資金支援 (即ち CAPEX に対する補助金) として VGF が制度化された。コンセッションの形態をとる公的主体発案 (Solicited) で、経済的便益は認められるが財務的実現性がないと判断された PPP 事業のみが対象となる。

また、事業実施機関に案件準備のために資金を提供する事業開発モニタリングファシリテイ (Project Development and Monitoring Facility : PDMF) が整備されている。

2.3. タイ

(1) 法令と PPP 事業の手続き等

1992 年に PPP に関する法律が成立し、2019 年に PPP 法が成立している。PPP を、特にインフラ及び公共サービス事業における、あらゆる形態による民間との公共投資、又は認可の発行、コンセッションの付与、又はあらゆる形態の権利による民間投資と定義している。PPP の適用対象事業は、道路、鉄道、空港輸送、港湾、上下水道、エネルギー事業、病院、教育等の 12 項目が指定されており、いずれかに該当するインフラや公共サービスに関する PPP プロジェクトと定義されている。

PPP法の管轄機関は、MOF傘下のSEPOである。

PPPプロジェクト推進のためには、プロジェクトの具体的な内容を確定し、PPP法に従って、当局から承認を得る必要がある。プロジェクトを実施する政府機関は、コンサルタントを起用し、作成したプロジェクトの調査報告書を所轄省庁の大臣に提出し、承認を得る必要がある。その上で、PPP委員会での承認と内閣からの承認を得る必要がある。なお、各審査期間については、PPP委員会が定める期間となっており、明確な期間規定はない。その後、事業者選定委員会が設置（プロジェクトを実施する政府機関が議長を務める）され、当委員会が、入札、選定、契約交渉、契約締結等の役割を負う。選定については、PPP法に従い、原則的に入札によって行われる（内閣の承認がある場合は、その限りではない）。

（２） 支援・促進制度

PPPを推進するためのPPP推進ファンド（PPP Promotion Fund）が財務省によって設立され、PPPの戦略プランの策定、FSの実施等に活用される。

政府保証・VGFについては、PPP法には政府サポートに関する明確な規定はない。

投資奨励法（B.E.2520(1977)）に基づく租税減免等の投資奨励措置が制度上可能な政府サポートとして、民活インフラ事業等において利用されている。

2.4. マレーシア

（１） 法令とPPP事業の手続き等

PPPに関する法律はなく、各分野の個別法とPPPガイドライン（2009年）に基づきPPPプロジェクトを実施している。PPPに関連のあるガイドラインは以下のとおりである。

- 民営化MP（Privatization Master Plan）
- PPPガイドライン（Public Private Partnership Guideline）
- ファシリテーション・ファンドガイドライン（Facilitation Fund Guidelines）

PPPガイドラインによれば、PPP事業は、VFMが見込める公共調達として位置づけられている。

首相府の下の民営化・民間資金活用を担当する事業庁（現在は官民協働事業庁（マレー語でUKAS））がPPPを担当している。

UKASホームページでは、PPPプロジェクトのプロセスをフロー形式で示している。プロジェクトは、関連省庁の発案により行われ、競争入札によって選定される。

(2) 支援・促進制度

政府による債務保証やローン等の金銭支援はない。

政府支援ファンドとして、MYR 200 億（＝約 5,363 億円）規模のファシリテーションファンド（Facilitation Fund）を創設した。同ファンドの目的は、インフラ、教育、観光及び医療のような優先的な分野における事業の採算性や継続性のギャップを埋め、民間による PPP 事業を推進することであり、現在 UKAS によって運営されている。補助金の金額は、プロジェクトコストの 10%又は MYR 2 億のいずれか低い方を上限としている。

2.5. シンガポール

(1) 法令と PPP 事業の手続き等

該当法令はないが、財務省による PPP ハンドブック（2004 年 10 月発行、2012 年改訂）によって運営されている。同ハンドブックでは、PPP は、民間と協力して、特に新規の物理的資産の開発を要求するサービス提供を行う、もう一つの最良調達形態と位置付けている。

PPP 担当機関はないが、MOF が、PPP プロジェクトを推進し、PPP プロジェクトの評価を行い、PPP を検討している省庁に助言を行う。

政府調達規定では、全ての政府機関は、SGD 6,000⁵（＝約 498,000 円）を超える全ての公共調達に対して見積もりと入札の公示を政府の電子ビジネスポータルサイト（GeBIZ）（www.gebiz.gov.sg）で行う必要がある。PPP の場合、基本的に、政府調達機関は PPP プロバイダー（事業者）を選択するための選択的入札を採用することができる。事前に入札資格審査を通過した特定プロバイダーが入札の要請を受ける。なお、政府調達規定では、調達の性質に応じた十分な時間を与えた上で、競争を妨げるような過剰な要件もなく、必要に応じて GeBIZ での公表をサプライヤーに警告しても 1 者しか入札がない場合には、その入札を拒否する必要はないとしている。

(2) 支援・促進制度

政府保証及び VGF の制度はない。財務省と世界銀行（World Bank : WB）は、2010 年 11 月に、地方自治体の採算の取れるインフラ事業を支援するため、Infrastructure Finance Centre of Excellence (IFCOE) を設立している。IFCOE は、直接取引の助言は行わないが、次のような業務を担う。

- 技術支援と能力開発：地方自治体の政策決定を支援し、実践的な技術アドバイスを通じて最良の慣行の採用を促進
- コンサルティングと FS：公共部門を支援するために、事業を構築するための官民の専門知識を提供
- マーケティングとプロモーション：官民協働事業をマーケティングするための巡回興行や会議を開催
- 調査：プロジェクト構造、ボイラープレート契約、関連する政策等を含むインフラファイナンスの最良の慣行をまとめるために事例やその他ツールを活用

⁵ JICA の 2021 年度精算レート表に基づき、換算レート：SGD 1 = JPY 82.9568

添付資料3 廃棄物焼却発電施設仕様条件の整理

バングラデシュ国側で廃棄物焼却発電施設を導入する際に参考となるように導入する施設の仕様内容について日本の標準的な廃棄物焼却発電施設建設の仕様項目⁶に沿って各項目で注意を要する点を整理した。

項目	留意点
第1章 総則	
第1節 計画概要	<p>一般概要として</p> <ul style="list-style-type: none"> - 導入する施設のMPでの位置づけ、施設建設に関する発注者の基本的な考え方を示す。 - 施設規模 施設規模はMPで示された値を基本として、年間の運転時間を考慮して規模の設定を行う。 - 1日当たりの運転時間 廃棄物焼却発電施設は1日24時間連続運転を行う。最低連続運転日数は90日が妥当。 - 年間運転時間 定期的に焼却炉の運転を停止して、各設備の点検、補修を行う必要があるため1年間の運転時間を7,000時間から8,000時間とする必要がある。8,000時間は施設の耐久性の限界の時間であるので一般的には7,500時間程度とするのが妥当である。 - その他事項 建設場所、使用可能ユーティリティ（電力、水道、ガスなど）、敷地面積、全体配置の考え方、立地条件（地形、地質、気象）、工期など必要事項を示す。
第2節 計画要目	<ul style="list-style-type: none"> - 焼却対象ごみの種類 焼却対象ごみの種類（家庭系、事業系、産業廃棄物など）として焼却対象ごみの種類を明確にする。 - 計画ごみ組成 低質、基準質、高質のそれぞれの水分、可燃分、灰分、低位発熱量、単位体積重量、元素組成（C,H,O,S,N,Cl）を示す。 低質ごみの発熱量によって焼却炉の炉床の大きさが決まり、高質ごみの発熱量によって送風機の大きさが決まる。そのため、合理的な炉の設計を行うためには高質ごみの発熱量は低質ごみの発熱量の2.5倍以内とするべきである。また、安定的な焼却炉の運転を行うためには低質ごみの発熱量は1,000 kcal/kg (4,200 kJ/kg) 程度が必要となる。 - 焼却炉の系列数 1炉が休止しても連続的に運転することを前提として最低2系列とすることが妥当である。1炉1系列とする。（1炉、1系列とは、最低限必要な共通部分（電気、発電、排水処理等）を除き、各炉を単独で運転（他の炉が修理中の場合）できる構造）。 - 受入・供給設備 ピットアンドクレーン方式が妥当である。 - 燃焼設備 ストーカ方式、シャフト式、キルン式、流動床式が実用化されているがストーカ方式が主流。 - 燃焼室について以下の条件を必ず満足すること 温度は850℃以上 ガスの滞留時間2秒以上 - 燃焼ガス冷却設備 発電を行うため全ボイラとして

⁶ 廃棄物処理施設の発注仕様書作成の手引き（標準発注仕様書及びその解説）エネルギー回収推進施設編 ごみ焼却施設（第2版）環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部廃棄物対策課

項目	留意点
	<p>常用蒸気圧力（過熱器出口）：4.0MPa 常用蒸気温度（過熱器出口）：400℃ 程度の条件が妥当である。</p> <p>－ 排ガス処理設備 公害防止基準値を遵守できるシステムであることが基本条件で、減温塔は後段の濾過式集塵機のフィルターを保護できる温度まで排ガスを急冷できる性能が必要。 排ガスに消石灰および粉末活性炭吹込+濾過式集塵機システムまたはこれと同程度の性能を有する設備。</p> <p>－ 灰処理設備 廃棄物焼却発電に伴って発生する灰には、焼却炉の炉下から発生する主灰と排ガス処理設備から発生する飛灰がある。 主灰は金属類の回収によるリサイクル、回収後の灰の再利用が可能である。 飛灰には重金属などの有害物が含まれているため慎重に処理・処分を行う必要がある。</p>
<p>第3節 施設機能の確保</p>	<p>－ 性能と規模 本施設に採用する設備、装置及び機器類は、本施設の目的達成のために必要な能力と規模を有し、かつ管理的経費の節減を十分考慮する必要がある。</p> <p>－ 公害防止 排気ガス、騒音・振動、臭気など環境基準を遵守できる十分な公害防止対策が行われていること。</p>
<p>第4節 材料及び機器</p>	<p>－ 使用材料規格 使用材料及び機器は全てそれぞれ用途に適合する欠点のない製品で、かつ全て新品として、先進国で定めている各種工業規格合致またはそれ以上の品質を有するものが必要。</p> <p>－ 使用材質 特に高温部に使用される材料は耐熱性に優れたものを使用し、また、酸、アルカリ等腐食性のある条件下で使用される材料についてはそれぞれ耐酸、耐アルカリ性を考慮した材料を使用する。</p>
<p>第5節 試運転及び指導期間</p>	<p>－ 試運転</p> <ul style="list-style-type: none"> • 工事完了後、工期内に試運転を行うものとする。この期間は、受電後の単体機器調整、空運転、乾燥吹き、負荷運転、性能試験及び性能試験結果確認を含めて180日間が必要。 試運転は、受注者が発注者とあらかじめ協議のうえ作成した実施要領書に基づき、受注者が運転を行うこと。 • 試運転の実施において支障が生じた場合は、発注者が現場の状況を判断し指示する。受注者は試運転期間中の運転・調整記録を作成し、提出すること。 • この期間に行われる調整及び点検には、原則として発注者の立会を要し、発見された補修箇所及び物件については、その原因及び補修内容を発注者に報告すること。 • 補修に際しては、受注者はあらかじめ補修実施要領書を作成し、発注者の承諾を得ること。 <p>－ 運転指導</p> <ul style="list-style-type: none"> • 受注者は本施設に配置される発注者の職員（運転委託職員を含む）に対し、施設の円滑な操業に必要な機器の運転管理及び取り扱い（点検業務を含む）について、教育指導計画書に基づき必要にして十分な教育指導を行うこと。なお、教育指導計画書はあらかじめ受注者が作成し、発注者の承諾を受けなければならない。（運転指導は取扱説明書による机上研修、現場研修、実施研修（交代勤務）の順で行われる。） • 本施設の運転指導期間は試運転期間中の90日間程度が必要。 • この期間以外であっても教育指導を行う必要が生じた場合、又は教育指導を行うことがより効果が上がると判断される場合には、発注

項目	留意点
	<p>者と受注者の協議のうえ、実施する。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 受注者は試運転期間中に引渡性能試験結果の報告を行い、発注者の承諾を受ける。 • 施設の引渡しを受けた後、直ちに発注者側において本稼働に入るためには、事前に管理運営体制を整え、運転要員に対する教育、指導を完了しておくことが必要。 <p>－ 試運転及び運転指導にかかる経費</p> <p>発注者側の負担</p> <ul style="list-style-type: none"> • ごみの搬入 • 各処理物の搬出・処分 • 本施設に配置される職員の人件費（運転委託職員を含む） <p>受注者の負担</p> <ul style="list-style-type: none"> • 前項以外の用役費等試運転・運転指導に必要なすべての経費を受注者が負担する。
<p>第 6 節 性能保証</p>	<p>－ 性能保証事項の確認については、施設を引き渡す際に行う引渡性能試験に基づいて行う。引渡性能試験の実施条件等は以下に示すとおりである。</p> <p>－ 保証事項</p> <p>責任施工</p> <ul style="list-style-type: none"> • 本施設の処理能力及び性能は全て受注者の責任により発揮させなければならない。また、受注者は設計図書に明示されていない事項であっても性能を発揮するために当然必要なものは、発注者の指示に従い、受注者の負担で施工する。 <p>性能保証事項（ごみ処理能力及び公害防止基準）</p> <ul style="list-style-type: none"> • ごみ処理能力 • 焼却条件 • 公害防止基準 • 作業環境基準 • 緊急動作試験による施設の機能の安全を確認する <p>－ 予備性能試験</p> <ul style="list-style-type: none"> • 引渡性能試験を順調に実施し、かつその後の完全な運転を行うために、受注者は、引渡性能試験の前に予備性能試験を行い、予備性能試験成績書を引渡性能試験前に発注者に提出する。予備性能試験期間は3日以上とする。 • 予備性能試験成績書は、この期間中の施設の処理実績及び運転データを収録、整理して作成すること。ただし、性能が発揮されない場合は、受注者の責任において対策を施し引き続き再試験を実施すること。 <p>－ 引渡性能試験</p> <ul style="list-style-type: none"> • 工事期間中に引渡性能試験を行うものとする。試験に先立って2日以上前から定格運転に入るものとし、引き続き処理能力に見合った焼却量における試験を3日以上連続して行うものとする。 • 引渡性能試験は、発注者立会のもとに性能保証事項について実施すること。 • 引渡性能試験における施設の運転は、可能な範囲で引渡後、実際に運転にたずさわる者が実施し、機器の調整、試料の採取、計測・分析・記録等その他の事項は受注者が実施する。 • 引渡性能試験における性能保証事項等の計測及び分析の依頼先は、法的資格を有する第三者機関とすること。ただし、特殊な事項の計測及び分析については、発注者の承諾を得て他の適切な機関に依頼する。 • 引渡性能試験の結果、性能保証値を満足できない場合は、必要な改造、調整を行い改めて引渡性能試験を行う。 • 引渡性能試験は、原則としては全炉同時運転により実施する。 <p>－ 引渡性能試験方法</p> <ul style="list-style-type: none"> • 受注者は、引渡性能試験を行うに当たって、あらかじめ発注者と協

項目	留意点
	<p>議のうえ、試験項目及び試験条件に基づいて試験の内容及び運転計画等を明記した引渡性能試験要領書を作成し、発注者の承諾を得ること。</p> <ul style="list-style-type: none"> 性能保証事項に関する引渡性能試験方法（分析方法、測定方法、試験方法）は、それぞれの項目ごとに関係法令及び規格等に準拠して行うものとする。ただし、該当する試験方法のない場合は、最も適切な試験方法を発注者に提出し、承諾を得て実施する。 予備性能試験、引渡性能試験による性能確認に必要な費用については、分析等試験費用はすべて受注者負担とする。
<p>第7節 瑕疵担保</p>	<p>多くの廃棄物焼却発電施設は性能発注（設計施工契約）という発注方法であるため、受注者は施工の瑕疵に加えて設計の瑕疵についても担保する責任を負う。</p> <p>瑕疵の改善等に関しては、瑕疵担保期間を定め、この期間内に性能、機能、耐用等に関して疑義が発生した場合、発注者は受注者に対し瑕疵の改善を要求する。</p> <p>瑕疵の有無については、適時瑕疵検査を行いその結果を基に判定するものとする。</p> <ul style="list-style-type: none"> 設計の瑕疵担保 設計の瑕疵担保期間は原則として、引渡後10年間とする。この期間内に発生した設計の瑕疵は、設計図書に記載した施設の性能及び機能、主要装置の耐用に対して、すべて受注者の責任において、改善等すること。 施工の瑕疵担保 <ul style="list-style-type: none"> プラント工事における、プラント工事関係の瑕疵担保期間は原則として、引渡後2年間とする。 建築工事関係の瑕疵担保期間は原則として引渡後2年間とするが、屋根防水に関しては10年間とする。 瑕疵の基準 瑕疵確認の基準は以下のとおり。 <ul style="list-style-type: none"> 運転上支障がある事態が発生した場合 構造上・施工上の欠陥が発見された場合 主要部分に亀裂、破損、脱落、曲がり、摩耗等が発生し、著しく機能が損なわれた場合 性能に著しい低下が認められた場合 主要装置の耐用が著しく短い場合 瑕疵の改善、補修 <ul style="list-style-type: none"> 瑕疵担保期間中に生じた瑕疵は、発注者の指定する時期に受注者が無償で改善・補修すること。改善・補修に当たっては、改善・補修要領書を提出し、承諾を受けること。 瑕疵担保期間中の瑕疵判定に要する経費は受注者の負担とする。
<p>第8節 正式引渡し</p>	<p>工事竣工後、本施設を正式引渡しするものとする。工事竣工とは、すべての工事を全て完了し、引渡性能試験により所定の性能が確認された後、契約書に規定する竣工検査を受け、これに合格した時点とする。</p>
<p>第9節 その他</p>	<ul style="list-style-type: none"> 予備品 予備品を必要とする数量を納入することを受注者に対して求める。予備品とは、定常運転において定期的に必要とする部品でなく、不測の事故等を考慮して準備・納入しておく以下の部品。 <ul style="list-style-type: none"> 同一部品を多く使用しているもの 数が多いことにより破損の確率の高い部品 市販性が無く納期がかかり、かつ破損により施設の運転が不能となる部品等 消耗品 消耗品は、正式引渡し後、2年間に必要とする数量を納入することを受注者に求める。消耗品とは、定常運転において定期的に交換することにより機器本来の機能を満足させうる部分とする。
<p>第2章 機械設備工事仕様</p>	
<p>第1節 各設備共通仕様</p>	

項目	留意点
1 歩廊・階段・点検床等	<ul style="list-style-type: none"> － 構造：グレーチング必要に応じて縞鋼板 － 階段角度：45度以下 － 通路幅：主要部 1.2m、主要部以外 0.8m － 手すり高さ：平場 1.1m 以上、階段 0.9m 以上 <ul style="list-style-type: none"> • 階段の高さが 4m を超える場合は、高さ 4m 以内ごとに踊り場を設ける。 • 梯子の使用はできる限り避けること。 • 主要通路については原則として行き止まりを設けてはならない。(2方向避難の確保) • 主要階段の傾斜面は、原則として水平に対して 45 度以下とし、階段の傾斜角、蹴上げ、踏み面等の寸法は極力統一すること。 • 手摺りの支柱間隔は 1,100mm とすること。 • 歩廊にはトープレートを設置すること。
2 防熱・保温	夏季において非常時を除いて機器の表面温度を室温+40℃以下となるよう適切な防熱処置を行うこと。
3 配管	勾配、保温、火傷防止、防露、防錆、防振、凍結防止、ドレンアタック防止、エア抜き等を考慮して計画し、材質は使用目的に応じた最適なものとし、つまりが生じやすい流体用の管には掃除が容易なように考慮すること。 污水系統の配管材質は、管(内面)の腐食、強度、温度等を考慮し適切な材質を選択すること。
4 塗装	耐熱、耐薬品、防食、配色等を考慮すること。また、配管の塗装は、各流体別に色分けし、流体表示と流れ方向を明記する。
5 機器構成	<ul style="list-style-type: none"> － 主要な機器の運転操作は、必要に応じて切換方式により中央制御室から遠隔操作と現場操作が可能な方式とすること。 － 振動・騒音の発生する機器には、防振・防音対策に十分配慮すること。 － 粉塵が発生する箇所には集じん装置や散水装置を設ける等適切な防塵対策を講じ、作業環境の保全に配慮すること。 － 臭気が発生する箇所には負圧管理、密閉化等適切な臭気対策を講ずること。 － 可燃性ガスの発生する恐れがある個所には防爆対策を十分に行うとともに、爆発に対しては、爆風を逃がせるよう配慮し、二次災害を防止すること。 － ベルトコンベヤを採用する場合、機側には緊急停止装置(引き綱式等)等安全対策を講じること。
6 塩害対策	<ul style="list-style-type: none"> － 屋外配管の保温カバーは熔融亜鉛めっき製の耐食性のある材料とすること。 － 屋外の露出配管は SUS (Stainless steel : ステンレス鋼)、熔融亜鉛メッキ、マリンペイント塗装等耐食性を考慮した仕上げとすること。 － ステンレスは応力腐蝕が懸念されるため、塩害対策としての採用には十分配慮すること。 － 鋼製の屋外歩廊架台、手摺等は亜鉛ドブ付け、マリンペイント塗装等耐食性を考慮した仕上げとすること。 － 屋外設置機器については、その機能上の必要に応じて屋根、カバー等を設置すること。
7 その他	<ul style="list-style-type: none"> － 必要な箇所に荷役用ハッチ、電動ホイストを設けること。 － 道路を横断する配管、ダクト類は道路面からの有効高さを 4m 以上とすること。 － 交換部品重量が 100kg を超える機器の上部には、必要に応じて吊フック、ホイスト及びホイストレールを設置すること。 － 労働安全上危険とおもわれる場所には、安全標識を設けること。
第2節 受入れ供給設備	
1 計量機	<ul style="list-style-type: none"> － 数量は、普通計量時間として 20～30 秒/車かかるので、計画の搬入台数を想定して計画する。 － 最大秤量及び積載台寸法は想定される最大車両に対応できる寸法とする。また、屋根や計量棟の要否を検討する。 － 本装置は搬入・搬出車等に対して計量操作を行うもので必要に応じて料

項目	留意点
	<p>金の計算、領収書の発行を行うものとする。</p> <ul style="list-style-type: none"> - 本計量機にはデータ処理装置を設け、搬入・搬出される物の集計に必要な種別の集計、日報、月報の作成を行うものとする。 - 搬入量は中央データ処理装置へデータ転送を行うことも検討する。 - ピットタイプの場合は積載台を地面から100～300mm程度かさあげし雨水が同ピット内に入りにくくし、同時にピット内の排水対策を講ずる。
2 プラットホーム	<ul style="list-style-type: none"> - プラットホームは、投入作業が安全かつ容易なスペース、構造を持つものとする。 - 排水溝はごみ投入位置における搬入車両の前端部よりやや中央寄りに設けること。 - 自然光を極力採り入れること。 - 洗浄栓、手洗栓、便所を設け、必要により消火栓を設けること。 - 本プラットホーム内にプラットホーム監視室を設けること。 - 各ごみ投入扉間にはごみ投入作業時の安全区域（マーク等）を設けること。
3 投入扉	<ul style="list-style-type: none"> - 使用のごみ収集・運搬車両の寸法、仕様及び1日搬入台数に適合するものとする。 - 一般持込み用車両に対して、ダンピングボックスを設置することが望ましい。 - 扉の幅及び高さは、使用する収集・運搬車の車種に応じて十分な大きさとする。 - 扉の設置基数は、ごみ収集・運搬車の投入作業時間（1台最大5分間程度を要する。）及び集中度合いを考慮して設定する。 - 投入扉は動力開閉式とする。動力は扉の形式によって、油圧式、空圧式または電動式を選定する。 - 扉開閉時に本扉とごみクレーンバケットが接触しないよう考慮することが必要。 - 空気取入口としては、投入扉を全て閉じた時でも燃焼用空気を吸引できるようにしておくこと。
4 ダンピングボックス	<ul style="list-style-type: none"> - 搬入ごみを車両から受入れ一時貯留し、受入ホッパに適時供給する機能と危険物・処理困難物及び有価物の選別作業を行うことができる構造とする。 - 搬入物のチェック用又は一般車からの受入れ用として設ける。
5 ごみピット	<ul style="list-style-type: none"> - ごみピットは地下水の漏水を考慮し、水密性鉄筋コンクリート造とし、容量は施設規模の7日分以上とする。 - ごみピット容量算定用のごみの見かけ比重は基準ごみ時見かけ比重0.2～0.3 t/m³程度が一般的である。 - 構造計算上はごみの圧密を考慮し、0.4～0.5 t/m³程度を用いる。 - ごみピット容量の算定は原則として、投入扉下面の水平線（プラットホームレベル）以下の容量とする。 - ごみピット内より臭気が外部に漏れないよう、建屋の密閉性を考慮すること。 - ピットの奥行きはごみクレーンの自動運転を考慮し、クレーンバケットの開き寸法に対して、2.5倍以上とする。 - ごみ搬入車両とクレーンバケットとの衝突を防ぐよう配慮すること。 - ごみ搬入車両の転落防止対策を施すこと。
6 ごみクレーン	<ul style="list-style-type: none"> - 走行レールに沿って、クレーン等安全規則、法規等に準拠した安全通路を設けること。 - クレーンガーダ上の電動機及び電気品は防塵、防滴型とすること。 - ごみホッパへの投入時にごみが極力飛散しないよう、バケットの開動作等により対処する。
7 可燃性粗大ごみ処理装置	<ul style="list-style-type: none"> - 処理装置とは焼却炉での処理に支障のない大きさに破碎や切断等行うために設置する。せん断式が一般的である。
8 脱臭装置	<ul style="list-style-type: none"> - 全炉停止時に、ごみピット、プラットホーム内の臭気を吸引し、活性炭により脱臭後、屋外へ排出する。

項目		留意点
		<ul style="list-style-type: none"> - 活性炭の取替が容易にできる構造とすること。 - 脱臭容量は、ごみピット室の換気回数2回/時間以上とする。
	9 薬液噴霧装置	<ul style="list-style-type: none"> - プラットホームに消毒薬剤を噴霧するために設置。 - ノズルは、ごみ投入扉毎に設置する。
	第3節 焼却設備	ストーカ式を標準とする。
	1 ごみ投入ホップ・シュート	<ul style="list-style-type: none"> - ごみホップ・シュートは、ごみクレーンにより投入されたごみを、極力つまることのないように円滑に炉内へ供給できるものであること。 - ごみホップ・シュートはごみ自身により、あるいはその他の方法により、炉内と外部を遮断できる構造とする。 - 安全対策上ホップの上端は投入ホップステージ床から0.8m程度以上とし、ごみの投入の際、ごみやほこりが飛散しにくいよう配慮する。
	2 焼却装置	<ul style="list-style-type: none"> - 給じん装置 <ul style="list-style-type: none"> • 給じん装置は、ごみホップ内のごみを炉内へ安定して連続的に供給しかつ、その量を調整できるものでなければならない。 • ストーカを兼用したものと、独立したプッシャータイプがあるが、形式にかかわらず落じんができる限り少ない構造とする。 - 焼却装置 <ul style="list-style-type: none"> • ごみ層への空気供給を均一に行い、ごみを連続的に攪拌し、焼却後の灰及び不燃物の排出が容易に行うこと。 • 構造は十分堅固なものとし、材質は焼損、腐食等の防止に適したものとする。 - 焼却装置駆動用油圧装置 <ul style="list-style-type: none"> • 本装置周辺には油交換、点検スペースを設けること。
	3 焼却炉本体	<ul style="list-style-type: none"> - 焼却炉本体 <ul style="list-style-type: none"> • 焼却炉本体の内部において焼却ガスが十分に混合され、所定の時間内に所定のごみ量を焼却し得るものとする。 • 構造は、地震及び熱膨張等により崩壊しない堅牢なものであって、かつ、外気と安全に遮断されたものとし、ケーシングは溶接密閉構造とする。 • 焼却室内側壁は、数段に分割し、金物に支持された煉瓦積構造又は不定型耐火物構造とし、火炉側の部分については高耐熱性の耐火材を用い、適切な膨張目地を入れる。 • 耐火物に替えて、壁面や天井にボイラ水管を配置したり、空冷壁構造としてもよい。 • 炉側壁にはクリンカが生じやすい傾向にあるので、空冷壁、水冷壁等のクリンカ付着防止対策を施す。 • ケーシング表面温度（外表面）は、火傷防止上室温+40℃以下となるよう、耐火物、断熱材の構成を十分検討すること。 • 視窓には灰の堆積対応、清掃等を考慮しておくこと。 • 焼却ガスの再燃室の内の温度は850℃以上、ガス滞留時間を2秒以上とすること。
	4 助燃装置	<ul style="list-style-type: none"> - 本装置は、焼却室に設け、耐火物の乾燥、炉の立上げ、立下げ及び焼却が計画通りに行われることを促進するために設けるものである。 - 使用燃料は、灯油、重油又は燃料ガスとし、バーナ安全装置、燃料供給設備及びその他必要な付属品を含むものとする。 - 形式として、低圧、高圧噴霧式、ロータリー式、ガン式等があるがいずれの形式でも良い。
	第4節 焼却ガス冷却設備	本設備は、ボイラおよび蒸気復水設備を主体に構成されるもので、ごみ焼却により発生する焼却ガスを所定の温度まで冷却し、蒸気を発生させるための設備と発生蒸気を復水し、循環利用するための設備である。
	1 ボイラ	<ul style="list-style-type: none"> - ボイラ各部の設計は、発電用火力設備に関する法制度に適合すること。 - 蒸発量を安定化させるための制御ができるようにすること。 - 伝熱面はクリンカ・灰による詰まりの少ない構造とすること。 - 過熱器はダストや排ガスによる摩耗・腐食の起こり難い材質・構造・位置に特別の配慮をすること。

項目	留意点
	<ul style="list-style-type: none"> - スートブロワからの蒸気噴射によるボイラチューブの減肉対策を行うこと。
2 スートブロワ	<ul style="list-style-type: none"> - 本機はボイラ伝熱面のダストの吹き落とすために設置する。 - 蒸気（過熱蒸気を含む）式と圧縮空気式とがあるが、経済性の点から蒸気式の採用が一般的。 - 蒸気式の場合、特にドレンアタックには注意する。種類は、長抜差式、定置式に分けられる。 - テールエンドボイラの場合は槌打式が主体となる。
3 ボイラ給水ポンプ	<ul style="list-style-type: none"> - 容量は、最大蒸発量に対してさらに20%以上の余裕を見込むこと（過熱防止用のミニマムフロー水量は含まない）。
4 脱気器	<ul style="list-style-type: none"> - 本装置は給水中の酸素、炭酸ガス等の非凝縮性ガスを除去するもので、ボイラ等の腐食を防止することを目的とする。 - 本装置の脱気能力は、ボイラ給水能力及び復水の全量に対して、余裕を見込んだものとする。 - 貯水容量は、最大ボイラ給水量（1 缶分）に対して、10 分間以上とする。
5 脱気器給水ポンプ	<ul style="list-style-type: none"> - 復水タンクから脱気器へボイラ給水を移送するために設置する。 - ポンプの容量は、脱気器の能力に十分な余裕を見込んだ容量とすること。
6 ボイラ用薬液注入装置	<ul style="list-style-type: none"> - 脱酸剤及び清缶剤をボイラに注入し、ボイラ缶水の水質を保持するために設置する。 - タンクには給水（純水）を配管し希釈できること。 - ポンプは注入量調整が容易な構造とすること。 - 希釈槽は薬品手動投入後、容易に薬剤との混合攪拌ができること。 - 清缶剤、脱酸剤、及び復水処理剤の効用を併せ持つ一液タイプの使用も可とする。
7 連続ブロー装置	<ul style="list-style-type: none"> - ボイラ缶水の導電率及びpH 値が最適値となるよう、ブロー量を調整できること。 - ブロー水は、プラント排水受槽等へ排水すること。
8 蒸気だめ	<ul style="list-style-type: none"> - ボイラで発生した蒸気を受け入れて各設備に供給するためのものである。 <ul style="list-style-type: none"> • 本装置には圧力計・温度計を設け、予備ノズル（フランジ等）を設ける。 • 本装置は、ドレン抜きを設け、定期点検、清掃が容易な構造とすること。 • 本装置架台は、熱膨張を考慮した構造とすること。
9 蒸気復水器	<ul style="list-style-type: none"> - 余剰蒸気を復水するためのものである。 - 復水器の冷却方法により分類すると、水冷間接式、水冷直接式、空冷式とがあるが、一般的には空冷式が採用される。 - 高圧蒸気復水器とタービン排気復水器があるが、タービンを有する場合は、高圧蒸気復水器を設けない場合が多い。 - 排気が再循環しない構造とすること。 - 本装置は、通常はタービン排気を復水するものであるが、タービン発電機を使用しない時の余剰蒸気を復水できるものとする。 - 夏期全炉高質ごみ定格運転において、タービン排気もしくは全量タービンバイパス時に全量復水できる容量とする。 - 必要に応じて吸気エリア、排気エリアの防鳥対策を行うこと。 - 寒冷時期に制御用機器及び配管の凍結防止を考慮すること。
10 復水タンク	<ul style="list-style-type: none"> - 高圧蒸気復水、タービン排気復水、ボイラ用給水などを貯留するためのものである。 - タンクの容量は、全ボイラ最大給水量の30分以上とすること。
11 純水装置	<ul style="list-style-type: none"> - 本設備は、ボイラ給水用として純水装置を設け、純水を製造するもので、必要な質と量を貯留するものとする。 - 1日当たりの純水製造量は、ボイラ1基分に対して24時間以内に満水保たせる容量とする。

項目	留意点
12 純水タンク	<ul style="list-style-type: none"> - 材質はステンレスまたはFRP（Fiber Reinforced Plastic：繊維強化プラスチック）する。 - タンクの容量は、純水再生中のボイラ補給水量を確保するとともにボイラ水張り容量も考慮すること。
13 純水移送ポンプ	<ul style="list-style-type: none"> - ポンプの容量は、純水装置の能力に十分な余裕を見込んだ容量とすること。
第5節 排ガス処理設備	<p>排ガス処理設備は排ガス中の処理対象物質を指定された濃度以下とするものでなければならない。</p> <p>また、腐食、閉そくが起らないように配慮するとともに当該設備以降の排ガス経路や排水処理、あるいは集じん灰処理等に与える影響についても考慮して、計画しなければならない。</p>
1 減温塔	<ul style="list-style-type: none"> - 燃焼ガスを所定の集じん器入口温度まで冷却できる能力を有するものとし、噴射水が完全に蒸発するものである必要がある。 - 内部ばいじん付着や本体の低温腐食対策に配慮しなければならない。 - 噴射ノズルは、減温塔内を通過する燃焼ガスに完全蒸発可能な大きさに微粒化した水を噴射することにより、所定の温度までの冷却を図るもので、燃焼ガスの量及び温度が変化しても減温塔出口ガス温度が一定に保てるよう、広範囲の自動水量制御が必要。 - また、ノズルの目詰まり、腐食に対して配慮するとともに、ノズルチップの消耗に対しては容易に脱着でき交換しやすいものとする。
2 集じん機	<ul style="list-style-type: none"> - 形式はろ過式集じん器とする。 - ろ布の耐熱性、耐久性等、計画条件に対する性能及び経済性を考えるとともに、炉停止時の吸湿防止対策を講ずる必要がある。
3 有害ガス除去設備	<ul style="list-style-type: none"> - 有害ガス除去設備は有害ガスの性質により、HCl、SOxの除去を目的とするものと、NOxの低減あるいは除去を目的とするものに大別される。 <p>HCl、SOxの除去</p> <ul style="list-style-type: none"> • 排ガス中のHCl、SOxをアルカリ剤（消石灰）と反応させて除去するもので、各種のものが実用化されており、乾式法と湿式法に大別されるが乾式法が主流。 <p>NOx除去設備</p> <ul style="list-style-type: none"> • 燃焼制御法と乾式法に大別されるが燃焼制御法が主流。
4 ダイオキシン類除去設備	<ul style="list-style-type: none"> - 排ガス処理過程におけるダイオキシン類を低減化・分解させるためのもので、主な方式は乾式吸着法（粉末活性炭）および触媒分解法があるが粉末活性炭を使用した乾式吸着法が主流。 - 消石灰と粉末活性炭を、ろ過式集塵機を通過させてHCl、SOxおよびダイオキシン類を除去する仕組みが主流。
第6節 余熱利用設備	
1 発電設備	<ul style="list-style-type: none"> - 発電設備を設置にあたっては供給蒸気量の変動を少なくする等、安定した運転が可能な方式とする。 - 電設備の容量は、使用できる蒸気量、発電電力の逆送電の可否、施設の需要電力等を考慮して適切に定める。 <p>蒸気タービン</p> <ul style="list-style-type: none"> • 蒸気条件を適切に定め、湿り域における壊食および腐食策を講ずる。 • 連続最大出力を指定しない場合は、出力選定のためのごみ焼却量、ごみの発熱量、余熱利用条件、及び大気温度などの考え方、基準等を指示する。 • バイパス使用時の騒音を考慮して設置場所の選定及び遮音を設ける必要がある。 <p>発電機</p> <ul style="list-style-type: none"> • 蒸気タービン発電機には一般的に同期発電機が使用される。
第7節 通風設備	<p>本設備は、ごみ焼却に要する燃焼用空気を供給し、燃焼により生じた排ガスを誘引し、煙突を経て大気に拡散させる設備である。</p> <p>構成する設備は押込送風機、空気予熱器、風道、煙道、誘引送風機および煙突などである。</p>

項目	留意点
1 押込送風機	<ul style="list-style-type: none"> - 押込送風機の容量は、計算によって求められる最大風量に10%以上の余裕を持つものでなければならない。また、風圧についても炉の円滑な燃焼に必要なかつ十分な静圧を有するものとする。 - 押込送風機は焼却炉に燃焼用の空気を吹き込むために用いるが、押込送風機は、ごみピット上部のホップステージに設置されるため、吸引口にスクリーンを設け、運転中にスクリーン交換・清掃が安全にできる構造とすること。 - 燃焼制御について、自動燃焼制御方式を採用する。その調節要素に風量調節を加えた場合には押込送風機の風量制御についても自動燃焼制御システムを構成するひとつの要素とする。
2 二次送風機	<ul style="list-style-type: none"> - 二次燃焼は一次燃焼によって発生した可燃性のガス、粒子状のカーボンを燃焼するために行う。 - 二次送風機は焼却炉内での二次燃焼に必要な空気を送り込む装置。 - 二次送風機の容量は、計算によって求められる最大風量に10%以上の余裕を持つものでなければならない。また、風圧についても炉の円滑な二次燃焼に必要なかつ十分な静圧を有するものとする。 - 吸引口にスクリーンを設け、運転中にスクリーン交換・清掃が安全にできる構造とすること。
3 空気予熱器	<ul style="list-style-type: none"> - ごみは多量の水分を含んでいるため、高温の空気で燃焼する必要があるため、燃焼用空気を予熱するためのもので、蒸気式と燃焼ガス式の二種類があるが蒸気式の例が多い。 - 蒸気式はボイラより発生する蒸気を利用して、燃焼用空気を予熱するものであり、押込送風機と焼却炉間の風道に設ける。 - 予熱管は十分な厚さを有し、点検・清掃の可能な構造とすること。 - フィンチューブの場合は本装置への入口側にフィルタを設けることとし、フィルタの清掃、交換が可能な構造とすること。 - ケーシングには清掃・点検用のマンホールを設けること。
4 風道	<ul style="list-style-type: none"> - 風道は溶接構造とし、通過空気量に見合った形状、寸法とし、空気予熱器以降の高温部は表面温度室温+40℃以下となるよう保温する。 - 空気取り入れ口には金網を設けるとともに、点検、清掃が容易な構造とする。また、角形の大きいものについては補強リブを入れ、振動の防止につとめる。 - 常用の最大風速は12m/秒程度とする。
5 誘引送風機	<ul style="list-style-type: none"> - ろ過式集塵機から排ガスを吸出し煙突へ送るための送風機。 - インペラーは形状、寸法など均整に製作し、十分な強度を持ち、高速運転に耐えるものとし、据付には振動、騒音防止に特に留意する。 - 誘引送風機は、計算によって求められる最大ガス量に15%以上の余裕を持つものとし、最大風速は15m/秒程度とする。 - 上部階に設置する場合は、防振架台等で振動防止対策を行うこと。
6 煙道	<ul style="list-style-type: none"> - 煙道は、通過排ガス量に見合った形状、寸法とし、排ガスによる露点腐食および排ガス温度の低下を極力防止するため保温を行う。 - 伸縮継手はインナーガイド付きとし、ガスの漏洩がないようにすること。 - 点検口等の気密性に留意すること。
7 煙突	<ul style="list-style-type: none"> - 煙突は、通風力、排ガスの大気拡散等を考慮した高さ、頂上口径を有するものとし、排ガス測定基準に適合する位置に測定孔および踊場を設ける。 - 点検用梯子、必要に応じて避雷針、昼間障害標識、航空障害灯を設ける。 - 頂部は、頂部ノズル部分のダウンウォッシュによる腐食等を考慮した構造とすること。
第8節 灰出し設備	<p>本設備は焼却灰および各部で捕集されたダストをとり集め、焼却残渣溶融施設へ搬送、もしくは飛灰処理をし、場外へ搬出するための設備である。</p>
1 灰冷却装置	<ul style="list-style-type: none"> - 湿式法もしくは半湿式法を必要に応じて設置する。 - 運転中は、炉内圧力が変動しない気密性の高い構造とすること。 - 本装置清掃時に内部の焼却灰を全て排出し易いように考慮すること。

項目	留意点
	<ul style="list-style-type: none"> - 運転中の可燃性ガスは炉内に排出すること。 - 本装置より下流側機器とのインターロックを計画すること。
2 落じんコンベヤ	<ul style="list-style-type: none"> - 構造はその用途に適した簡単、堅牢なものとする。 - 本装置より下流側機器とのインターロックを計画すること。
3 灰搬出装置	<ul style="list-style-type: none"> - 焼却炉から排出された灰を焼却残渣溶融設備又は灰ピットやバンカへ搬送するために設ける。短距離の移送にはプッシャやシュートが用いられることもあり、また前述の灰冷却装置に組込まれているものもある。 - 本装置より下流側機器とのインターロックを計画すること。 - 飛じんの発生の無いように計画すること。特に乗り継ぎ部の構造には細心の注意を払い、必要に応じて局所排気装置を計画すること。
4 灰ピット	<ul style="list-style-type: none"> - 焼却灰を一時貯留するピットで容量は搬出予定を考慮して決定する。 - 灰搬出装置のシュート下を上限として容量を計画すること。 - 灰ピット隅角部は面取りとし、灰クレーンでピット内全域をつかむことができる構造とする。 - 灰ピット底部は、汚水の滞留がない構造とする。 - 灰ピット内は十分な照度を確保するとともに、照明器具の保守点検が可能な構造とする。
5 灰クレーン	<ul style="list-style-type: none"> - ピットに貯留した灰を搬出するために用いる。 - 走行レールに沿って片側に、安全通路を設けること。 - クレーンの点検整備のためにバケット置き場と安全通路との往来階段を設けること。 - クレーンの制御用電気品は専用室に収納し騒音及び発熱に対して十分配慮すること。 - バケット置き場ではバケットの清掃、点検が容易に行えるよう十分なスペースを確保するとともに洗浄用配管を設け床面は排水を速やかに排出できること。 - クレーンガータ上の電動機及び電気品は防塵、防滴型とすること。
6 飛灰搬出装置	<ul style="list-style-type: none"> - 本装置は、各部又は集じん器に堆積又は集められたダストを適切に飛灰処理設備へ搬送するものである。 - 本装置を複数乗り継ぐ計画とする場合は、下流側の機器とのインターロックを計画すること。 - 飛じんの発生の無いように計画すること。特に乗り継ぎ部の構造には細心の注意を払うこと。
7 飛灰処理設備	<ul style="list-style-type: none"> - 本設備では、集じん施設で捕集されたばいじんを安全に処理する。 - 処理方式はセメント固化、薬剤処理が実用的である。
第8節 排水処理設備	<p>本設備はごみ焼却施設から排出される排水を処理するものである。排水には、ごみピット排水、洗車排水、プラットフォーム洗浄排水、生活系排水、灰出し排水、水噴射排水、純水装置排水、ボイラ排水、湿式排ガス洗浄排水等がある。特に洗車排水については対象車種を示すとともに1日当りの洗車台数及び洗車方法（パッカー車の場合、内部も洗車するか）について提示する必要がある。</p> <p>排水処理の計画に当たっては、各排水の水質、水収支、処理・再利用・放流条件を考慮して合理的なものとするのが重要である。</p>
第9節 電気設備	<p>本施設の運転に必要なすべての電気設備とする。使用する電気設備は関係法令、規格を順守し使用条件を十分満足するよう合理的に設計、製作されたものとする。</p> <p>計画需要電力は、施設の各負荷設備が正常に稼働する場合の最大電力をもとにして算定する。</p> <p>受電電圧および契約電力は、電力供給者の規定により計画する。</p> <p>受電設備は本施設で使用する全電力に対し十分な容量を有する適切な形式とする。</p>
第10節 計装制御設備	<p>本設備はごみ焼却施設の運転に必要な自動制御設備、遠方監視、遠隔操作装置およびこれらに関する計器（指示、記録、積算、警報等）、操作機器、ITV、計装盤の製作、据付、配管、配線等の一切を含むものとする。また、公害防止監視装置、データ処理装置を設ける場合は本項に含む。計器、計装盤を個別に設置せず、中央監視操作装置（オペレータコンソール）に計器、計</p>

項目	留意点
第11節 雑設備	装盤の監視機能を組み込むことも多い。 その他、ごみ焼却施設の運転に必要な真空掃除機など諸備。
第3章 土木建築工 事仕様	発注者が想定している土木建築部分の計画基本事項、建築設計・工事、土木設計・工事、外構設計・工事、建築設備設計・工事、建築電気設備設計・工事に関する諸条件および仕様内容について示す。

添付資料4 一般廃棄物焼却発電施設の東南アジア諸国の事例

ここでは、東南アジア諸国における「一般廃棄物焼却発電施設」の導入・運営事例を、分析し、バングラデシュ国における同施設の導入・運営に向けた条件および課題を整理した。

4.1. タイ

タイでは、現在日量約 71,700 トンの一般廃棄物が発生している一方、リサイクルや中間処理による減量化が図られているのは極めて限られており、多くの廃棄物が最終埋め立て処分場に廃棄されている。首都バンコクにおいても日量約 8,800 トンの廃棄物が発生しており、WTE を含む中間処理による減量化は、埋め立て処分場整備に必要な新規土地取得が困難となっている中で、喫緊の課題となっている。

このよう中で、タイ政府は国内のすべての州に WTE 設備を導入し、廃棄物の削減を行うとともに、そのエネルギー利用を推進しており、徐々にではあるが、WTE 施設の導入が進んできている。以下に 2021 年現在における WTE 施設の概要を示す。

表 4-1 タイにおける WTE 施設の概要

WTE 施設の種類	場所	処理規模 (トン/日)	備考
廃棄物焼却発電	Nong Khaem District, Western Bangkok	500	2016 年より稼働中
	Phuket 1	250	1999 年より稼働 (現在は不明)
	Phuket 2	700	2012 年より稼働
	Petchaburi Province	500	2019 年建設終了
	Krabi	450	2020 年より稼働
	Khon Kaen Province	450~600	2016 年より稼働
RDF 発電	Samut Prakan	600~800	2017 年より稼働
	タイ国内 3 か所	—	2015~2018 年に稼働 3 か所で 150MW
	Phichit Province	270	2019 年予定 (現状は不明)
メタン発酵発電	Rayong Municipality	70	2004 年稼働開始 2007 年停止
ガス化溶融	Songkhla Province	250	2014 年より稼働
熱分解・油化	Ayuthaya Province	230	2017 年より稼働 (処分場埋立ごみからのプラ選別・油化)
	Chonburi/Phayao Province	100	2010 年より稼働

注 1) 上記施設には「埋め立て処分場からのガス回収事業」は含まれていない。

注 2) 調査段階で施設竣工に至っていないあるいは不明の事業は含まれていない。

出典：各種文献情報等に基づき調査団が作成

なお、表 4-1 タイにおける WTE 施設の概要には、産業・有害廃棄物を対象とする WTE 施設は含まれていない (バンコク首都圏には、複数の産業・有害廃棄物を対象とする WTE 施設が存在し、日本企業が EPC 契約に基づき、製造・納入しているプラントも含まれている。)

4.1.1. タイにおける WTE 施設に対する FIT の適用

2000 年代からタイ政府は再生可能エネルギーの普及を目指していたが、高額な CAPEX とその低い利益率から民間投資が進まなかったため、2006 年よりバイオマス、バイオガス、廃棄物、風力及び小規模水力事業を対象に FIT 制度を導入した。現在の再生可能エネルギーを対象とする FIT の概要を以下の表に示す。

表 4-2 タイにおける 2017 年 VSPP の FIT 価格

再生可能エネルギーの種類	FIT (THB/kWh)			期間 (年)	FIT premium (THB/kWh)	
	FIT _f	FIT _v ¹⁾	FIT _{Total}		8 年間	南部の 3 県 ²⁾ 、プロジェクト期間
バイオマス						
< 1MW	3.13	2.21	5.34	20	0.5	0.5
1~3 MW	2.61	2.21	4.82	20	0.4	0.5
> 3MW	2.39	1.85	4.24	20	0.3	0.5
バイオガス						
排水・廃棄物	3.76	-	3.76	20	0.5	0.5
エネルギー栽培	2.79	2.55	5.34	20	0.5	0.5
MSW 焼却・ガス化						
< 1MW	3.13	2.21	5.34	20	0.5	0.5
1~3 MW	2.61	2.21	4.82	20	0.4	0.5
> 3 MW	2.39	1.85	4.24	20	0.3	0.5
MSW 処分場						
MSW 処分場	5.6	-	5.6	10	-	0.5
産業廃棄物	3.39	2.69	6.08	20	0.7	0.5
一般技術	3.39	2.69	6.08	20	0.7	0.5
プラズマ技術 ³⁾	3.39	2.69	6.08	20	1.7	0.5
水力						
capacity ≤ 200kW	4.9	-	4.9	20	-	0.5
風力						
風力	6.06	-	6.06	20	-	0.5
太陽光						
ソーラーファーム	5.66	-	5.66	25	-	-
屋上 (家庭)、< 10kWp	6.85	-	6.85	25	-	-
屋上 (工場、商用施設)、10~250 kWp	6.4	-	6.4	25	-	-
屋上 (工場、商用施設)、250~1,000 kWp	6.01	-	6.01	25	-	-

備考：1) FIT_v はコア・インフレに基づき変動、2) 対象地区はヤラー県、パッタニ県、ナラティワート県、及びソクラー県のチャナ・テパ、サバ・ヨイ、ナ・タウィの各郡、3) 追加の売電料を受領する産業廃棄物発電事業は有害、非有害産業廃棄物の残渣を発電燃料利用すること

kWp：平均して 1kW の発電を行うことのできる設備。発電量が一定しない太陽光などで用いられる単位
出典：DEDE (The Department of Alternative Energy Development and Efficiency：代替エネルギー開発・効率局)、ERC の資料に基づき調査団作成

4.1.2. タイにおける WTE 事業

ここでは、表 4-1 タイにおける WTE 施設の概要に掲げた WTE 事業の中から、廃棄物焼却発電事業に分類され、かつ事業に関する詳細な情報が公開されているものを 3 件選定し、以下に事業の概要を紹介する。

表 4-3 タイにおける WTE 事業

施設	概要	
Nong Khaem WTE Plant	稼働年	2016年5月
	場所	Nong Khaem District, Western Bangkok
	事業主体	C&G Environmental Protection Holdings Ltd. (Hong Kong)
	設計処理容量	500 トン/日
	処理方式	廃棄物焼却発電（具体的技術は不明。保有する技術はストーカ炉と流動床）
	設計発電容量	9.8MW
	総工費	THB 9 億（約 30 億円）
	事業方式	20 年間のコンセッション（営業権）設定に基づく BOT 方式
	処理料金	THB 970/トン（約 3,300 円/トン）
	売電価格	契約当初は基本料金+THB 3.5/kwh の上乗せ。現在は FIT 制度が改訂されており、不明。
	その他	<ul style="list-style-type: none"> ■ 事業主体は、中国で多数の WTE 施設導入経験を有する。 ■ 同施設の能力原価（capacity cost）は、約 600 万円/トン ■ 資金調達は自己資本及び銀行融資（Equity and Debt Finance）
Phuket WTE Plant 1	稼働年	1999年6月
	場所	プーケット州
	EPC Contractor	三菱重工、Martin and MC Incineration Co. (German)
	運営主体	Palcon Monteny
	設計処理容量	250 トン/日
	処理方式	焼却（ストーカ炉）
	設計発電容量	2.5MW
	総工費	THB 7.8 億（約 26.5 億円）
	事業方式	公設民営方式
	処理料金	THB 300/トン（約 1,000 円/トン）から 2010 年より THB 528/トン（約 1,800 円/トン）に値上げ
	売電価格	契約当初は不明。その後 2007 年からは基本料金+THB 3.5/kwh の上乗せ。
その他	<ul style="list-style-type: none"> ■ 同施設の能力原価（capacity cost）は、約 1,060 万円/トン ■ 事業収入は、処理料金収入及び売電収入に加えて、政府からの補助金から構成され、補助金の占める割合が 6~7 割に達していた。 ■ 2004 年のバランスシートによれば、トン当たりの施設運営費用は THB 642（約 2,200 円）。 	
Phuket WTE Plant 2	稼働年	2012年
	場所	プーケット州
	事業主体	PJT Technology Co., Ltd. (Hong Kong)
	設計処理容量	700 トン/日（350 トン/日×2 units）
	処理方式	焼却（ストーカ炉）
	設計発電容量	12MW
	総工費	THB 9.4 億（約 32 億円）
	事業方式	20 年間のコンセッション（営業権）設定に基づく BOT 方式
	処理料金	THB 528/トン（約 1,800 円/トン）
	売電価格	現在は FIT が適用されているが、具体的な価格は不明
	その他	<ul style="list-style-type: none"> ■ 同施設の能力原価（capacity cost）は、約 460 万円/トン ■ 2017 年の PJT 社の報告によれば 1 トン処理当たりの収入及び支出は以下の通りとなっている。 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 事業収入：THB 2,433/トン（処理料金+売電） ➢ 事業支出：THB 1,266/トン（OM 費）

4.1.3. 産業廃棄物（非有害）を対象とする WTE 事業

産業廃棄物（非有害）を対象とする WTE 事業については、タイで工業団地から排出される廃棄物を対象とするものが複数、バンコク首都圏を中心に展開されている。

弊社が実施した業務では、産業廃棄物（非有害）を対象とする WTE 事業を実施する場合の諸条件を現地での諸条件も踏まえ、以下のように設定している。

表 4-4 タイにおける産業廃棄物（非有害）を対象とした WTE 事業のモデル

廃棄物の処理方式	ストーカ炉による廃棄物焼却発電施設
設計処理能力	産業廃棄物（非有害）を対象として 300 トン/日
事業期間	20 年（310 日/年）の稼働
廃棄物の低位発熱量	11.3MJ/kg
発電容量	8.6MW（うち売電容量は 6.9MW）
CAPEX	THB 1,650 百万
OPEX	THB 87 百万 /年
想定 FIT 価格	平均 THB 6.71/kWh
廃棄物処理料金	THB 800/トン（工業団地における実勢処理料金に基づき設定）
その他	8 年間の法人所得税免除（タイの投資インセンティブ）

表 4-4 タイにおける産業廃棄物（非有害）を対象とした WTE 事業のモデルに示した条件での事業採算性は、FIRR が 15%となっており、海外での WTE 事業としては十分な採算性を有するものとなっている。通常、海外における民間企業による WTE 事業の採算分岐点と言われる 9~10%の FIRR を前提とすると、処理料金は THB 500/トン程度まで下げることが可能というのが、当モデルにおける結論となっている。

4.1.4. タイにおける WTE 事業の進展と特徴

タイにおける WTE 事業は、1999 年に同国最大の観光・リゾート地であるプーケット島における「廃棄物焼却発電」事業を皮切りに、様々な WTE 事業が展開されてきている。その主な特徴と言えるのは以下に示すような点である。

表 4-5 タイにおける WTE 事業の特徴

項目	内容
WTE 技術の導入	<ul style="list-style-type: none"> ■ 幅広い WTE 技術について取組が行われている一方、一定以上の処理規模を有する WTE 技術として導入されているのは、「廃棄物焼却発電」及び「RDF 製造・発電」である。特に RDF 発電については、セメント製造燃料や発電燃料としての市場が存在することから、積極的な導入が図られている。その他の技術については、まだその導入は試験的・限定的なものに留まっている。
事業方式	<ul style="list-style-type: none"> ■ 当初は公設民営による WTE 事業から始まったが、その後は BOT 方式による PPP ベースでの事業が中心となっている。その際、政府は民間事業者との間で「処理サービス契約」を結ぶ一方、FIT 制度の導入により比較的高い売電価格の設定や投資・税制面でのインセンティブを供与することで、民間のイニシャティブによる WTE 事業を支援している。 ■ RDF 製造・発電事業の普及は、FIT の積極的導入と再生可能エネルギー推進の相乗効果で、同国内の発電事業者も積極的にこれに関与することで、進んでいるものと推定される。
その他	<ul style="list-style-type: none"> ■ タイにおいては、WTE 事業のキャッシュフローを安定させるための事業収入面での適切なインセンティブの付与（FIT や投資・税制面でのインセンティブ）に係る政策措置を積極的に行うことで、WTE 事業に対する国内外民間企業の投資を呼び込むことに一定程度成功している。

4.2. マレーシア

マレーシア政府は「住宅・地方自治省」の声明⁷として、2025年までに国内6か所にWTE施設の導入を図ることを整備目標として掲げている。最初のWTE施設として現在整備が進められているのは、Negri Sembilan州のLadang Tanah Merah地区において、マレーシア企業であるCypark Resources Bhd.が建設を進めているWTE事業である。これに加え、現在2件のWTE事業について、民間企業による提案が募集され、選定プロセスに入っている（一つはJohor州のBukit Payong地区、もう一つはMelaka州のSungai Udang地区である。詳細は後述。）これに加え、3州（Selangor、Terengganu、Pahang）においても施設整備に向けた準備が進められている。

4.2.1. SMART WTE Plant（Negri Sembilan州Ladang Tanah Merah地区）

マレーシア企業であるCypark Resources Sdn. Bhd.がBOT方式に基づくPPP事業として実施する契約をマレーシア政府等と締結したSMART WTE Plantは、建設終了後の試運転に向けた海外のEPC契約企業（日本、ドイツ等）からの専門家派遣が、コロナの影響によって事実上ストップしており、2021年12月現在に至るも、全面的な運用開始には至っていない。

同WTE施設及び事業の概要を、以下に示す。

表 4-6 マレーシアにおけるSMART WTE施設及び事業の概要

項目	概要
稼働年	施設建設は終了しているが、コロナの影響でT&C (Test & Commissioning) が終了しておらず、2021年12月現在、まだ稼働していない。
場所	Negrei Sembilan州Ladan Tanah Merah地区
事業主体	Cypark Resources Sdn. Bhd.（マレーシア国内企業）
事業方式	BOT方式のPPP事業
処理方式	ストーカ炉（日本企業：日立造船の技術を導入）
設計処理容量	600トン/日（1 unit）
対象廃棄物	MSW
発電設備	蒸気タービン発電機（定格発電量：18.0MWという記述と25MWという記述あり）
事業費	約MYR 300百万（約80億円）
処理料金	非公開
売電価格	非公開

出典：Cypark社のHP（<http://www.crbenv.com/smart-wte-plant.php>）

日立造船資料（https://www.jase-w.eccj.or.jp/indonesiaforum/pdf/11-35_hitachizosen.pdf）

4.2.2. 現在事業者選定中のWTE事業

マレーシアでは、現在2か所で新たなWTE事業実施に向けた事業者選定が実施されている。その概要は、以下の通りである。

⁷ The Malaysian Reserve. 2020. Govt targets six waste-to-energy plants by 2021.

<https://themalaysianreserve.com/2020/07/03/govt-targets-six-waste-to-energy-plants-by-2021/> (2022/2/8 アクセス)

表 4-7 マレーシアで民間事業者選定中の WTE 事業の概要

地域	Johor (Bukit Payong)	Melaka (Sungai Udang)
公示日	2020年7月(2021年1月に締切)	2021年2月(2021年5月に締切)
事業実施条件	<ul style="list-style-type: none"> ■ 事業主体の資本金の51%が地元企業による出資であること。 ■ 廃棄物処理・埋め立て処分を含む廃棄物管理事業の経験を有すること。 ■ 日量800トン以上の廃棄物処理施設運営の経験を有すること。 ■ 提案する技術が3年以上の導入実績を有すること。 ■ 提案する技術が年間8,000時間以上稼働するものであること。 	
提案に際しての留意事項	<ul style="list-style-type: none"> ■ 廃棄物処理サービス契約及び電力買取契約に係る条件については交渉できない可能性があるため、事前に契約条件を精査すること。 ■ 事業に対する融資可能性の判断基準が、国際金融機関の場合はより厳しい可能性があることから、より条件が緩和されているマレーシア国金融機関による融資も視野に入れること。 ■ 施設整備対象地区の現地調査(地質調査等)を適切に行い、想定されるリスクを把握すること。 ■ 周辺住民あるいは環境NGO等による反対運動に留意すること。 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 廃棄物処理サービス契約及び電力買取契約に係る条件については交渉できない可能性があるため、事前に契約条件を精査すること。 ■ 事業に対する融資可能性の判断基準が、国際金融機関の場合はより厳しい可能性があることから、より条件が緩和されているマレーシア国金融機関による融資も視野に入れること。 ■ 土地は政府より貸与される。 ■ ごみ質や対象地区の土地状況に関する調査を実施すること。その際には、コロナの影響に鑑み、ローカル・コンサルタントの活用を奨励する。 ■ 周辺住民あるいは環境NGO等による反対運動に留意すること。 ■ コロナの影響によるプロジェクトの遅延に十分留意し、事業スケジュールおよび費用面でのリスク保全を行うこと。

上記の通り、現在までのところマレーシアでは、一般廃棄物を対象として全面的に稼働している WTE 施設がないことから、現段階での事業評価は困難である。

4.3. シンガポール

シンガポールにおいて、最初の「一般廃棄物焼却発電施設」が導入されたのは1979年であり、それ以前の1960～1970年代は、その大部分が埋め立て処分されていた。経済成長に伴い、廃棄物の発生量が増大する中で、最終埋め立て処分場の容量は急激に逼迫し、政府は自身のイニシャティブによる廃棄物焼却発電施設の導入を決定、1979年に Ulu Pandan WTE Plant がその稼働を開始した(同施設は30年後の2009年に閉鎖されている。)

その後も公共のイニシャティブ及びPPPによる施設整備が進み、2020年現在4つの一般廃棄物焼却施設が稼働している。

表 4-8 シンガポールにおいて現在稼働している WTE 施設

プラント名	処理容量(トン/日)	発電容量(MW)
Tuas Incineration Plant (TIP)	1,400 (5 units)	30
Tuas South Incineration Plant (TSIP)	3,000 (6 units)	80
Senoko Waste-to-Energy Plant (SWTE)	2,310 (6 units)	56
Keppel Seghers Tuas Waste-to-Energy Plant (KSTP)	800 (2 units)	22

出典:シンガポール国家環境保護庁(NEA:National Environment Agency)及びKeppel Infrastructure Trust(KIT)のHP NEA:<https://www.nea.gov.sg/> KIT:<https://www.keppelinfrastructure.com/>

4.3.1. WTE 導入の背景と経緯

シンガポールにおける WTE 導入の背景となったのは、人口増大及び経済成長に伴う一般廃棄物発生量の急激な増大とそれに伴う最終埋め立て処分場用地の不足である。1970 年に日量約 1,200 トンであった廃棄物発生量は、2017 年には約 7 倍に当たる 8,440 トンまで増大した。1972 年代初頭から重点的に整備された「収集システム」により一般廃棄物の収集率は向上し、100%に近づく一方で、当時 3 ヶ所に設置されていた最終処分場の容量は急激に逼迫化し、限られた国土の中で、廃棄物の減量化をどのように進めるかが重要な環境衛生上の課題となった。

当時、WTE 施設は欧州及び日本を除いてその本格的な導入が図られておらず、施設整備費用も高いものであったが、シンガポール政府は最終処分場の逼迫という緊急課題に対応するために、1973 年に日本を除いてアジア諸国初の WTE 施設の整備・導入を決断した。

Ulu Pandang に整備された最初の WTE 施設は、日量 1,100 トン (4 units) の処理容量及び 16MW の発電容量を有し、2009 年まで運営されてきた。施設整備に要した CAPEX は SGD 約 1 億 3,000 万 (1979 年価格で約 130 億円) で、WB より USD 約 2,500 万の融資を受けたものの、残りは政府予算からの資金調達によって導入された⁸公設公営の施設である。

この後、次の 4 つの WTE 施設が建設され、稼働している。

- Tuas Incineration Plant (1986)
- Senoko WTE Plant (1992)
- Tuas South Incineration Plant (2000)
- Keppel Seghers Tuas WTE Plant (2009)

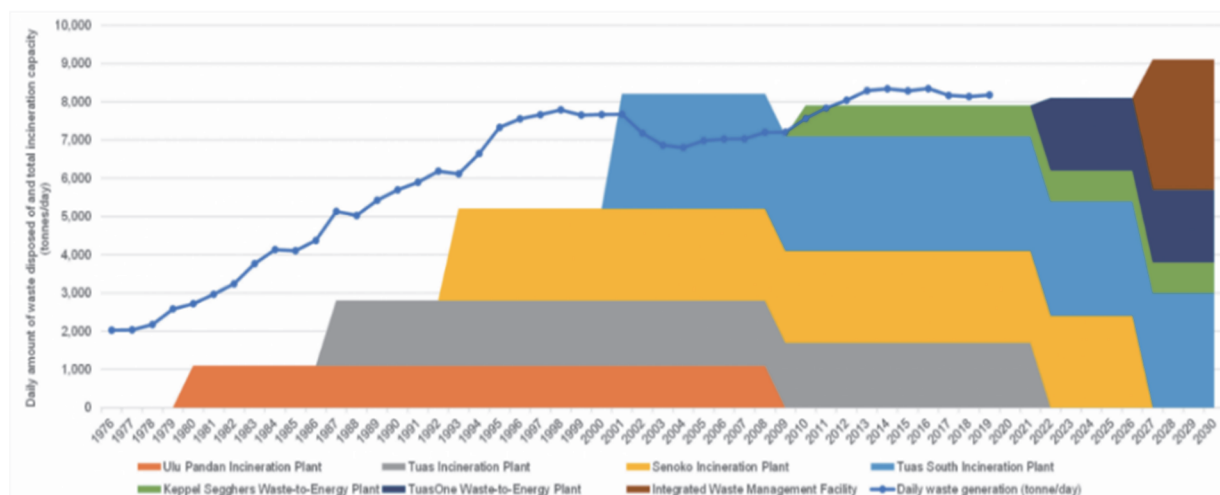
これら 4 つの WTE 施設により日量約 7,600 トンの廃棄物が処理されている。

さらに、2015 年には、Tuas 西部地区において新たな WTE 施設整備を PPP によって実施する契約がシンガポール政府と民間企業 (シンガポールの HIFLUX 社と三菱重工グループの合弁により設立された SPC (Special Purpose Company : 特別目的会社)) の間で締結され、近く竣工・稼働する予定である (計画処理容量 : 3,600 トン/日、発電容量 : 120MW)。

また、Tuas 地区には、日量 6,000 トンの廃棄物を処理する「統合型廃棄物管理複合施設 (Integrated Waste Management Facility)」を整備する計画もあり、既に第一期工事が開始されている。

以下の図は、シンガポールにおける廃棄物の発生量と、各 WTE 施設による処理容量の現在までの進展と将来計画を示したものである。

⁸ Ministry of Sustainability and the Environment. Year Towards Zero Waste (<https://www.towardszerowaste.gov.sg/>)



出典：ZERO WASTE CITY の HP (<https://zerowastecity.com/>)

図 4-1 シンガポールにおける廃棄物発生量と WTE 施設の推移

4.3.2. シンガポールにおける WTE 事業手法

シンガポールにおける WTE 施設の整備は、当初シンガポール政府のイニシャティブによる公設公営方式で実施された。施設整備については、競争入札による民間企業との間での EPC 契約に基づき行われ、施設所有権は国に属し、運営も原則として国によって実施された（一部は民間委託あり）。

最初に PPP による WTE 事業が導入されたのは、2009 年より稼働している Keppel Seghers Tuas WTE Plant (KSTP) である。KSTP は、1979 年以来稼働している、同国で最初に整備された Ulu Pandang の WTE 施設に替わる新規 WTE 施設として導入が計画されたものである。

この新たな WTE 施設の導入については、これまでの公設公営方式から、PPP 方式による導入が計画され、2001 年に最初の国際一般競争入札 (International Open Tender) が実施された。

しかし、この入札は結果として不調に終わる (シンガポール政府によれば、応札をした事業主体は、明らかに事業者としての事前審査基準を充たさない 1 社のみであった。)

これを踏まえて、シンガポール政府は想定される国内外のディベロッパーに対するヒアリングを行うなど、入札が不調に終わった原因究明のための調査を実施、その結果、WTE 事業における公民の役割分担が不均衡であり、事業者側のリスク負担が過大であったという結論を導き出した。上記の最初の入札においては、事業に係る「財務リスク」、「設計・計画リスク」、「需要リスク」が全て事業者側の負うべき責任となっており、特に「需要リスク (計画通りのごみ処理及び発電が可能なごみ量・ごみ質の確保に係るリスク)」が全て事業者側の責任となっている点が、安定的な施設運営に基づく安定的な事業収入による持続可能な事業運営が困難と事業者側に判断されたことが入札不調の原因と認識された。

この結果に基づき、シンガポール政府は PPP による WTE 事業実施に向けた入札条件を以下の様なものに変更した。

- a) 政府と民間事業者との間のテイク・オア・ペイ (Take-or-Pay) 契約に基づく DBOO (Design-Build-Own-Operate : 設計-建設-所有-運営) 方式の採用。
- b) 事業者への 25 年間の長期営業権 (Long-term concession) の付与。
- c) 事業者の責任は、政府との間で合意された「技術的要求水準」、「サービス水準」を順守することに基本的に限定。
- d) 入札は上記の条件を踏まえた上での WTE 事業に係る「技術提案」と「価格提案」から構成され、技術提案が c) を満たすものについて、「価格提案」の開札を行い、より低価格の提案を選定。

この入札条件の変更により、複数の事業者より応札があり、結果として Keppel Seghers が事業者として選定され、最初の PPP による WTE 事業が実現した。

これ以降、シンガポールにおける WTE 事業は、上記の条件に基づく DBOO 方式での PPP 事業として展開されている (現段階で 2 つの WTE 事業が PPP 方式で行われており、もう 1 件の新規事業が既に契約合意に達し、施設整備が進められている)。

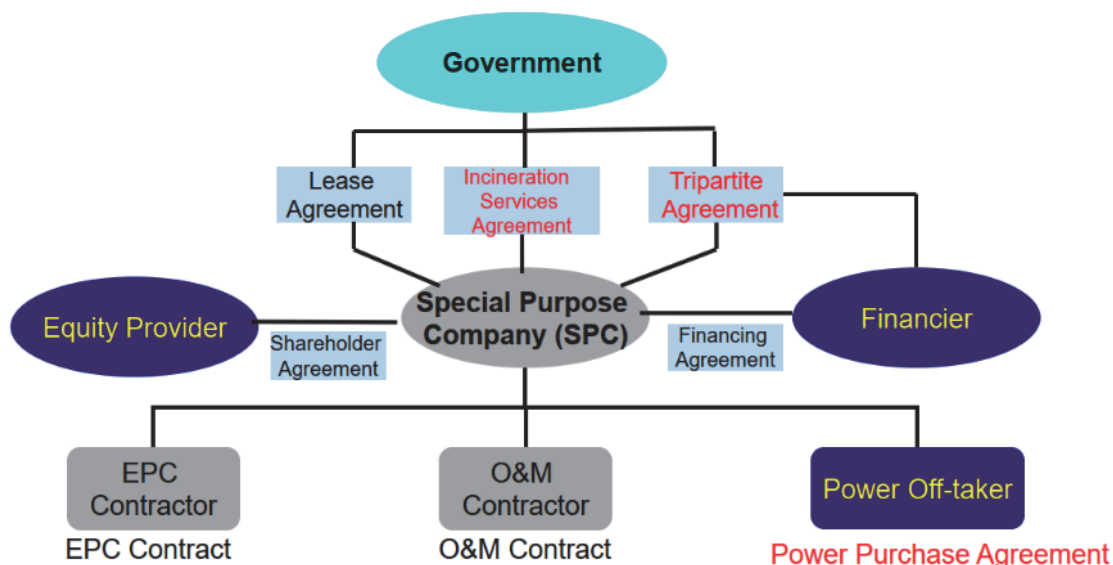
最初の PPP による WTE 事業をシンガポールで実施した Keppel Seghers は、プロジェクトが成功に至った重要な要因として、以下のものを掲げている。

表 4-9 シンガポールの PPP による WTE 事業の成功要因

成功要因	詳細
事業の基本構造	<ul style="list-style-type: none"> ■ 政府が廃棄物の焼却処理サービスを購入する契約を事業者との間で締結する方式 (Incineration Service Agreement) を採用したこと。 ■ テイク・オア・ペイ (Take-or-Pay) 方式による支払を政府が行うことにより、事業者への供給ごみ量を実質的に保証し、事業収入の一部を安定化させることで、事業性を担保したこと。
プロジェクト・ファイナンスの適用	<ul style="list-style-type: none"> ■ 25 年の長期営業権 (Concession) が付与されることで、プロジェクトの長期に渡る持続性を政府が担保し、金融機関によるプロジェクト・ファイナンスを可能なものとしたこと。 ■ これにより、CAPEX に係る費用を事業者側が自己資本と負債金融 (銀行融資) によって 100% 負担することが可能となったこと (Equity and Debt Finance by Developer)
事業運営の適切な監視・モニタリング	<ul style="list-style-type: none"> ■ 測定可能な (Measurable) が事業実績評価指標 (Performance Indicators) <ul style="list-style-type: none"> ➢ 焼却可能処理容量 (Available Incineration Capacity) ➢ 契約電力供給量 (Contracted unit of electricity export) ➢ 焼却灰の品質及び排ガス基準 (Ash Quality and Flue Gas to meet national standards) ➢ 施設サービス水準 (環境・衛生・安全基準、納期等)

上表に示した点は、いずれもバングラデシュ国において、PPP に基づく WTE 事業を実施する際にも考慮すべき重要なポイントとなることが推定される。

以下に、シンガポールにおける PPP に基づく WTE 事業の基本構造を示す。



出典：Waste-To-Energy Plants-Public Private Partnership, Singapore: presentation in Asia Clean Energy Forum 2016, https://www.asiacleanenergyforum.org/wp-content/uploads/2016/03/B4_2_TUAN-Loh-Ah_Keppel-Seghers-Engineering-Singapore.pdf

図 4-2 シンガポールにおける PPP による WTE 事業の基本構造

上表に示されているように、PPP による WTE 事業を実施する上での核となる事業関連契約として「廃棄物処理サービス契約 (Incineration Service Agreement)」、「買電契約 (PPA)」、「三者協定 (Tripartite Agreement)」がある。シンガポールでの PPP による WTE 事業においては、以下の 3 つの契約が関係主体間で締結され、事業の持続性を担保するものとなった。

表 4-10 シンガポールにおける PPP に基づく WTE 事業を構成する契約と概要

契約	主な内容
廃棄物処理サービス契約 (Incineration Service Agreement)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 政府と廃棄物焼却発電事業を実施する民間事業者との間での長期のテイク・オア・ペイ方式によるサービス契約 (Capacity Payment) に基づき、政府が処理料金を徴収し、事業者に支払う。 ■ 民間事業者による発電電力の系統電源への供給の義務付け ■ 民間事業者は同契約で規定された「処理料金」、「技術的、法的義務」及び「事業実施基準 (Performance Standard)」を順守するとともに、国の定める環境規制を順守する。
買電契約 (PPA)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 廃棄物焼却発電事業者と系統電源供給事業者との間で締結 ■ 廃棄物焼却発電事業者による電力の供給義務 ■ 契約に定める「技術的、法的義務」の両者による履行義務
三者協定 (Tripartite Agreement)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 政府、廃棄物焼却発電事業者及び銀行による協定 ■ デフォルト (債務不履行) 時の銀行による WTE 施設の接收 ■ 支払い不能及び破産時の政府による事業の引継ぎ

出典：Waste-To-Energy Plants-Public Private Partnership, Singapore: presentation in Asia Clean Energy Forum 2016, https://www.asiacleanenergyforum.org/wp-content/uploads/2016/03/B4_2_TUAN-Loh-Ah_Keppel-Seghers-Engineering-Singapore.pdf

Bangladesh 国において WTE 事業を PPP に基づいて実施する際にも、上記の 3 つの契約は、事業の持続性を担保する上で核となる不可欠の公民主体間の契約・協定である。

4.3.3. WTE 事業費用及び処理料金

シンガポールにおいて、これまで実施、計画されてきている WTE 事業の費用及び設定されている処理料金を含む基礎情報を次ページの表に示す。

表 4-11 シンガポールにおける WTE 施設の概要

施設名	Uju Pandang Incineration Plant	Tuas Incineration Plant	Senoko Incineration Plant	Tuas South Incineration Plant	Keppel Seghers Waste-to-energy Plant	Tuas One Waste-to-Energy Plant	Integrated Waste Management Facility
事業期間	1979-2009 (30年)	1986~ (34年)	1992~ (28年)	2000~ (20年)	2009~ (11年)	2021年予定	2027年予定
処理容量	1,100 トン/日	1,700 トン/日	2,400 トン/日	3,000 トン/日	800 トン/日	3,600 トン/日	5,800 トン/日
発電容量	1×16MW	2×23MW	2×27MW	2×66MW	22MW	120MW	~230MW
焼却ユニット数	4	5	6	6	2	—	—
処理方式	ストローカ炉 公設公営 (EPC)	ストローカ炉 公設公営 (EPC)	ストローカ炉 公設公営 (EPC)	ストローカ炉 公設公営 (EPC)	ストローカ炉	ストローカ炉	—
事業方式	公設公営 (EPC)	公設公営 (EPC)	公設公営 (EPC)	公設公営 (EPC)	DBOO (PPP)	DBOO (PPP)	—
資金調達	政府による自己資金調達*1	政府による自己資金調達*1	政府による自己資金調達*1	政府による自己資金調達*1	民間資金調達*2	民間資金調達*2 (Project Finance)	—
総工費	SGD 170 百万	SGD 200 百万	SGD 560 百万	SGD 890 百万	SGD 160 百万	SGD 750 百万	~SGD 3,000 百万
処理料金	—	SGD 77/トン	SGD 81/トン	SGD 77/トン	SGD 77/トン	—	—

*1：政府による自己資金調達には、国家予算措置及び国際金融機関による融資が含まれる。

*2：民間資金調達には、自己資本及び融資（プロジェクト・ファイナンスを含む）が含まれる。Tuas One Waste-to-Energy Plant については、みずほ銀行がプロジェクト・ファイナンスを実施。

出典：以下の資料等から、情報を抜粋し整理。

- NEA 及び KIT の HP (NEA : <https://www.nea.gov.sg/>, KIT : <https://www.kepinfratrust.com/>)
- Waste-To-Energy Plants-Public Private Partnership, Singapore: presentation in Asia Clean Energy Forum 2016, https://www.asiacleanenergyforum.org/wp-content/uploads/2016/03/B4_2_TUAN-Loh-Ah_Keppel-Seghers-Engineering-Singapore.pdf
- 第11回日中省エネルギー・環境総合フォーラム「省エネルギー・環境分野における日中の第三国市場協力（金融）」みずほ銀行（2017年12月）
https://jcpape.jp/fl7/01_dai3goku/01_dai3goku_02_mizuho_oka.jp.pdf?1528416000024

前頁の表より、シンガポールにおける WTE 事業の実施について、以下の特徴を抽出することができる。

- 1979 年における最初の WTE 事業実施以降、WTE 施設が 20～30 年に渡り、公設公営方式での運営により適切に維持されてきている。
- いわゆる PPP 方式による WTE 事業が導入されたのは上記の経験を経たのちの 2009 年以降である。
- 導入される WTE 施設は全て「ストーカ方式」の焼却システムを導入している（焼却方式の中でも相対的に低コストで燃焼安定性も高く、受入れ廃棄物の柔軟性も高い）。
- 焼却炉は、1 ユニット当たり 250～500 トン/日の処理規模のものを複数導入する形式を採用している（これにより、炉のメンテナンス時にも弾力的な利用が可能）。
- 公設公営での整備においては、国際金融機関からの長期融資を受ける一方、PPP においては事業者がプロジェクト・ファイナンスによる長期融資を受けている。
- WTE 施設における処理料金については、SGD 70～80 で設定されている。

上記の特徴は、バングラデシュ国において、WTE 事業の形成を図る際にも十分に検討・留意すべき事項である。

4.4. ベトナム

ベトナムでは、全国で年間約 2,400 万トンの一般廃棄物が発生しており、年平均 10～16%の割合でその発生量は増大していると言われている。都市における廃棄物の収集率は平均して 85%に達し、安定的な収集サービスが行われている一方、埋め立て処分を行う最終処分場の容量が多く都市で逼迫してきており、中間処理による減容化が喫緊の課題となっている。

中間処理において廃棄物の大幅な減容化が期待される廃棄物発電を含む焼却処理については、医療・有害廃棄物を対象とする小規模な焼却施設の導入は比較的進んでいるものの、数百トンから千トン規模の一般廃棄物を対象とする焼却施設の導入は、まだ十分に進んでいない。

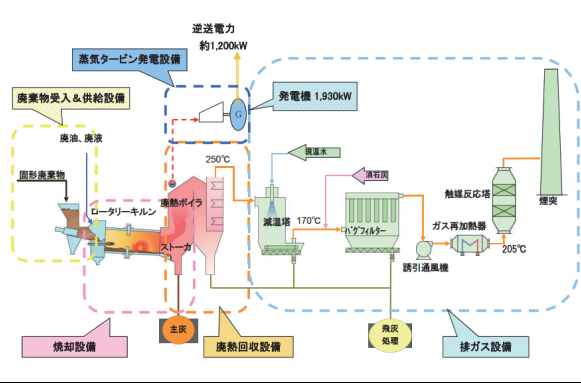
これに対し、ベトナム政府は 2010 年代より、都市部における「ごみ発電施設」の導入を図るため、優先的な FIT 制度等を通じて、国内外の民間企業との連携による施設整備を推進している。

ここでは、このような中で施設整備・運営が行われている「ごみ発電施設」を事例として取り上げ、どのような事業方式・手法により「ごみ発電事業」が実施されているかを概観する。

4.4.1. Nam Son における WTE 事業

2017 年 4 月よりハノイ市の Nam Son 地区で稼働している「Nam Son 廃棄物発電事業」は、我が国における NEDO（国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構）の「国際エネルギー実証事業」として計画・実施された事業であり、ベトナムにおける最初の「廃棄物発電」事業として位置づけられている。事業の概要を以下の表に示す。

表 4-12 Nam Son 廃棄物発電事業の概要

項目	概要
稼働年	2017年4月（2016年5月からの約1年間の試運転を経て2017年4月より本格稼働。2017年4月～9月までは実証運転として様々なデータを収集、その効果に係る事後評価がNEDOにより実施されている）
場所	ハノイ市 Nam Son 地区の「統合的廃棄物管理複合施設」内
事業方式	NEDOの実証事業として実施 ■ NEDOがベトナム天然資源環境省及びハノイ市人民委員会との間でMOUを締結。 ■ 上記のMOUに基づきNEDOより日立造船㈱に業務を委託。 ■ 実証事業のベトナム側カウンターパートとして「ハノイ市都市環境公社」をベトナム側が任命し、共同事業として実施。
処理方式	ロータリーキルン・ストーカ炉
設計処理容量	75 トン/日
対象廃棄物	工業団地から排出される縫製屑、ソール切断屑、ゴム屑、塗料カス等を主体とすることを想定。
想定低位発熱量	16,000 kJ/kg (3,824 kcal/kg)
発電設備	蒸気タービン発電機（定格発電量：1,930kW、逆送電量：1,230kW）
事業費	予算総額：23.3 億円 （内訳） NEDO 負担：16.0 億円（実証機器等） 委託先負担：1.8 億円（労務費・旅費等） 相手国負担：5.5 億円（土木工事費等）
処理料金	非公開
売電価格	FITにより、10.05 US cent/kWh で設定
	
施設の外観	システム・フロー

出典：NEDO「エネルギー消費の効率化等に資する我が国技術の国際実証事業」産業廃棄物発電技術実証事業（ベトナム）事後評価（2018年）

（1）WTE 技術の特徴と妥当性

本事業において導入された「ロータリーキルン・ストーカ炉」は、国内外でも10年以上の稼働実績を有する技術で、廃棄物の一次燃焼を「ロータリーキルン」で二次燃焼を「ストーカ炉」で行うことにより、効率的かつ安定的な焼却を行い、焼却残渣を最小限に抑えるもので、2,500～4,000kcal/kgの発熱量を有する産業・医療廃棄物の減量化・無害化に適した技術である。

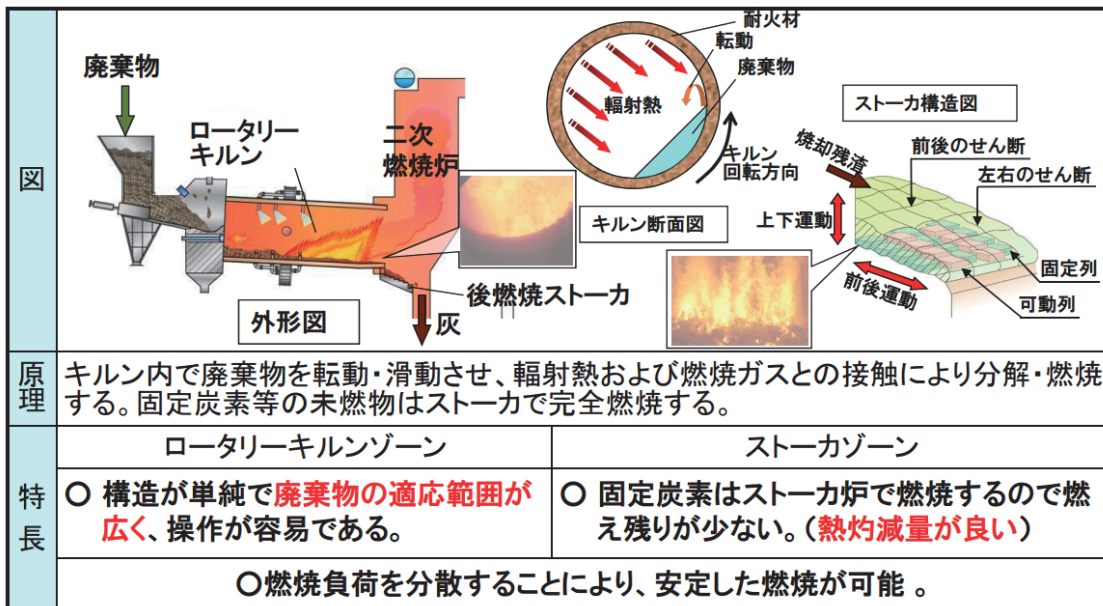
2017年4～9月に行われた実証期間中には、5,566トンの産業廃棄物（うち医療廃棄物1,344トン）を処理し、約210万kWhを発電、うち100万kWhを売電している。

また、本プラントでは連続の排ガス分析計を導入し、燃焼中の排ガスについて連続監視を行ったが、同国が定めるダイオキシンを含むすべての規制項目を安定してクリアしていることが確認されている。



施設で処理された医療系廃棄物

施設で処理された産業廃棄物



出典：NEDO「エネルギー消費の効率化等に資する我が国技術の国際実証事業」産業廃棄物発電技術実証事業（ベトナム）事後評価（2018年）

図 4-3 ロータリーキルン・ストーカ炉の原理と特徴

（2）事業方式と関係主体の役割分担

NEDO の実証事業として実施された本事業では、以下の表に示す役割分担が、日本側及びベトナム側であらかじめ合意され、実施された。

表 4-13 実証事業における役割分担（ベトナムでの NEDO 実証事業）

No.	項目		日本	ベトナム
1	現地調査	日本側所掌の詳細調査 ベトナム側所掌の詳細調査	◎	◎
2	基本計画策定	基本計画 工程管理 a) 申請手続き b) 設計 c) 納期 d) 据付・試運転	◎ △ ◎ ◎ ◎	○ ◎ ◎ ◎ ◎
3	基本設計・詳細設計・機器製作・調達	機械装置 a) 主要機器 b) 補助設備 c) 既存設備の改造等 d) ユーティリティー設備	◎ ○ ○ △	◎ ◎ ◎ ◎
4	輸送	主要機器の船積・海上輸送 ベトナム内通関・輸送	◎	◎
5	土木・建築工事		△	◎
6	機器据付・試運転	試運転準備 マニュアル 技術指導	○ ◎ ◎	◎
7	実証運転		○	◎
8	普及活動	セミナー開催等	○	◎

◎実施 ○協力/支援 △助言

出典：NEDO「エネルギー消費の効率化等に資する我が国技術の国際実証事業」産業廃棄物発電技術実証事業（ベトナム）事後評価（2018年）

本事業における両国の役割分担に係る重要なポイントは、以下の点にあると考えられる。

- プロジェクト形成の初期段階より、両国による MOU 締結を通じて、役割分担を明確にし、共同での実施を持続的に実施した。また、度重なる協議を通じて、プロジェクトに係る共通認識が細部に渡るまで図られた。
- ベトナムでの許認可、EPC 業者選定、輸入・免税手続き等を円滑に進めるために、両国関係者によるワーキング・グループがベトナム側の主導で設置され、約 5 年間で 40 回の会議を開催、工程の進捗、課題抽出に係るきめ細かな対応が持続的に展開された。
- 基本/詳細設計から機器製作・調達に至るプロセスにおいて、厳格な品質管理のもとで、現地業務委託、第三国/現地調達によるコスト削減が試みられることで、コスト抑制が図られるとともに、ベトナム側主導による設計・土木工事、機器調達・製造が実施されることで、プロジェクトの当事者意識（オーナーシップ）が高まった。
- 試運転時から継続的に実施した現場でのベトナムカウンターパートに対する技術指導を踏まえ、実証運転時には全面的にベトナム側による施設運営管理が実施され、環境指標のモニタリングも行われたことにより、ベトナム事業者の能力が向上し、WTE 施設運営に関する知見が着実に定着・蓄積された。
- 事業費の約 25%をベトナム側が拠出することにより、プロジェクト・オーナーとしての高い意識をもって、事業運営が実施された。

4.4.2. Can Tho における WTE 事業

メコン川下流のハウ川南岸に位置するカントー (Can Tho) 市は、2018 年現在約 128 万人の人口を有する都市であり、メコン川流域の都市化・工業化に伴う経済成長により、2014 年における一人当たりの地域総生産 (GRDP) が約 USD 3,300 に達している。

現在カントー市では、日量約 600 トンの廃棄物 (有害・産業廃棄物を除く) が収集されている。カントー市の資料によれば、市内には 4 つの焼却処理施設が存在するものの、以下の表に示すように、2018 年より稼働を開始した WTE 施設を除いては、環境基準に適合しない小規模な焼却施設であり、近く修繕あるいは稼働停止が予定されている。

表 4-14 カントー市における廃棄物焼却施設

処理地区	設計処理能力 (トン/日)	処理実績 (トン/日)	備考
O Mon	250	30~35	<ul style="list-style-type: none"> ■ 焼却施設 ■ 2014 年竣工 ■ 環境基準に不適合 ■ 廃棄物処理計画に合致せず、修繕あるいは停止予定
Thot Not	70	45~50	<ul style="list-style-type: none"> ■ 焼却施設 ■ 2015 年竣工 ■ 環境基準に不適合 ■ 廃棄物処理計画に合致せず、修繕あるいは停止予定
Co Do	80	60~70	<ul style="list-style-type: none"> ■ 焼却施設 ■ 2014 年竣工 ■ 環境基準に不適合 ■ 廃棄物処理計画に合致せず、修繕あるいは停止予定
Thoi Lai	400	430~450	<ul style="list-style-type: none"> ■ 廃棄物焼却発電施設 ■ 2018 年に竣工 ■ 環境基準・廃棄物処理計画に合致し、現在稼働中

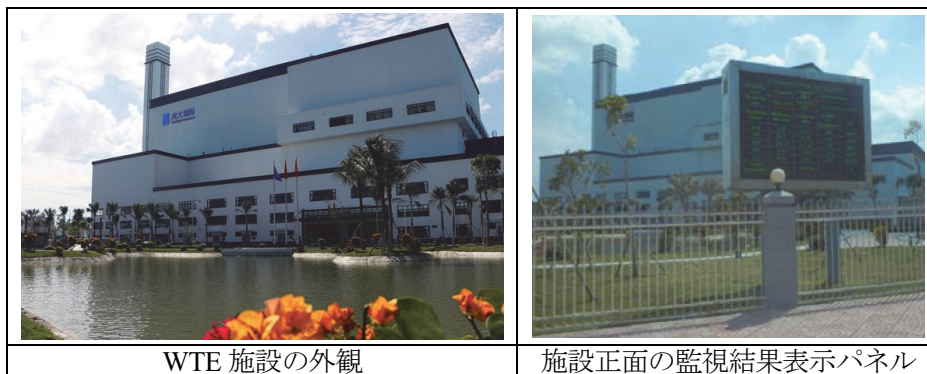
出典：島村通代、宮川隆、川緑匠、藤原周史「ベトナム国カントー市の廃棄物発電施設の実態調査報告（一般財団法人日本環境衛生センター研究奨励制度の助成による調査）2018 年」

上表にあるように、現在カントー市において環境基準を遵守して、安定的な稼働を行っているのは、Thoi Lai 地区にある WTE 施設のみである。以下にその概要を示す。

表 4-15 カントー市 Thoi Lai 地区における WTE 事業の概要

項目	概要
稼働年	2018 年 10 月
場所	カントー市 Thoi Lai 地区
事業主体	Can Tho Everbright Protection Holdings Ltd. (香港に本社を置く中国系企業)
事業方式	海外からの民間投資による民間事業 (ADB (Asian Development Bank) からの融資あり)
処理方式	ストーカ炉
設計処理容量	400 トン/日 (1 unit)
対象廃棄物	MSW (有害・産業廃棄物は対象外)
発電設備	蒸気タービン発電機 (定格発電量: 7.5MW、逆送電量: 6.5MW)
事業費	約 47 億円 (USD 4,700 万)
処理料金	VND 40 万 (約 1,800 円) ⁹⁾ /トン
売電価格	FIT により、10.05 US cent/kwh で設定

⁹⁾ VND 1= JPY 0.0045 で計算



WTE 施設の外観

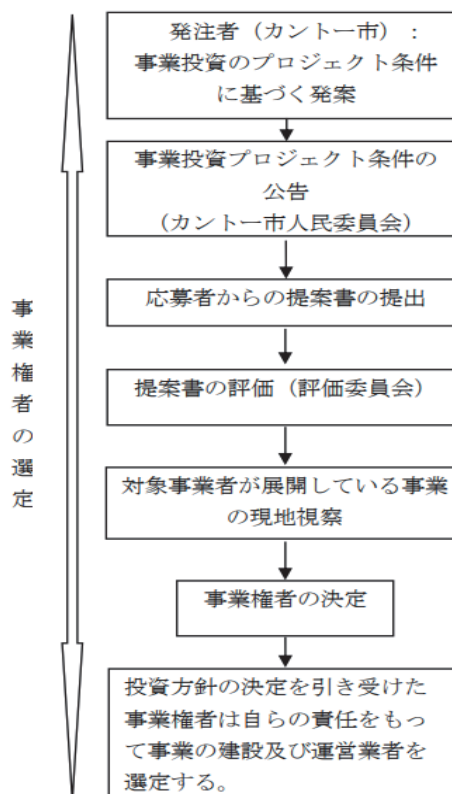
施設正面の監視結果表示パネル

出典：島村通代、宮川隆、川緑匠、藤原周史「ベトナム国カントー市の廃棄物発電施設の実態調査報告（一般財団法人日本環境衛生センター研究奨励制度の助成による調査）2018年」他

（1）Thoi Lai 地区 WTE 事業の経緯

Thoi Lai 地区における WTE 事業は、カントー市の発案に基づき、国際入札のための入札図書が作成され、事業公告、事業権者選定のプロセスを通じて実施された純粋な民間企業による投資事業である。

まず、カントー市の建設局、財務局、環境局のメンバーから構成される「プロジェクト・チーム」が設置され、このなかで事業投資プロジェクトの条件が固められ、「カントー市人民委員会」に提出、審議のうえ、認定された。これに基づき、入札書類がカントー市により作成され、プロジェクトの入札公告を行った。これに対しては 24 社からの応募があり、応募者は、事業計画を含む FS を実施し、これを提出。提案書類は、プロジェクト・チーム及び同国の技術専門家から構成される評価委員会による審査が行われた。右の図に示した事業権者の選定及び契約に至るまでは、約 5 年を要している。さらに、このプロセスで見逃してならないのは、事業権者選定プロセスにおいて、提案者が実際に展開している事業の現地視察を行っている点である。これにより、事業権者の実際の事業経験が確認され、豊富な経験を有する適切な事業権者が結果として選定されている。



(2) 事業実施後の状況

Thoi Lai 地区における WTE 事業は、ほぼ当初計画通りに実施され、関連環境規制等の順守、安定的な発電・電力供給も実施されてきた一方、2019 年初頭に焼却灰（主灰及び飛灰）及び焼却残渣（スラグ）の適正処分が問題となった。当初計画ではカントー市が処分先を確保することとなっていたが、事業開始後もそれが行われず、日量 15~18 トン発生していた焼却灰及びスラグが施設用地内に設けられた 0.9ha の土地に貯留されていたが、その量が 2 か月で 1,000 トンを超え、カントー市人民委員会は、この解決策を事業者及び市環境局に要請している。

焼却灰を含む焼却残渣については、有害物質が含まれている（特に飛灰）ことから、埋め立て処分を行う場合にも、適切な処理による無害化が必要であり、この問題は本事例のみならず、廃棄物焼却技術を導入するどの国においても、事前に十分検討し、適切な処理・処分方法をあらかじめ確立しておくことが重要である。

4.5. インド

バングラデシュ国の隣接国であるインドでは、政府により参考となる文書が提供され、また既に稼働中の施設もあるなど、一般廃棄物焼却発電施設の導入が進みつつある。インドでの事例は、バングラデシュ国でも参考になると考えられることから、インドでの PPP による一般廃棄物焼却発電の取り組みを紹介する。

4.5.1. クリーン・インディア政策

「クリーン・インディア政策（Clean India Mission）」と訳される Swachh Bharat Mission（SBM）は、複数の利害関係者が関与する共同の枠組みの下で、全国の保健、廃棄物管理及び衛生を保証するために、インド政府によって 2014 年に開始された全国的なキャンペーンである。SBM は、住宅都市省（Ministry of Housing and Urban Affairs : MHUA）と飲料水衛生省（Ministry of Drinking Water and Sanitation）によって、それぞれ都市部と農村部で実施され、PPP は、民間資本を呼び込み、民間部門の効率を高めることから奨励されている。

SBM の活動では、PPP で廃棄物管理施設を整備する場合のサンプル文書を作成している。以下に示す PPP スキーム下での官民の責任分担や入札手続きは、MHUA（現、都市開発省 : Ministry of Urban Development）が、国、州、地方機関を支援するために作成したサンプル文書であり、MHUA のホームページから抽出したものである。

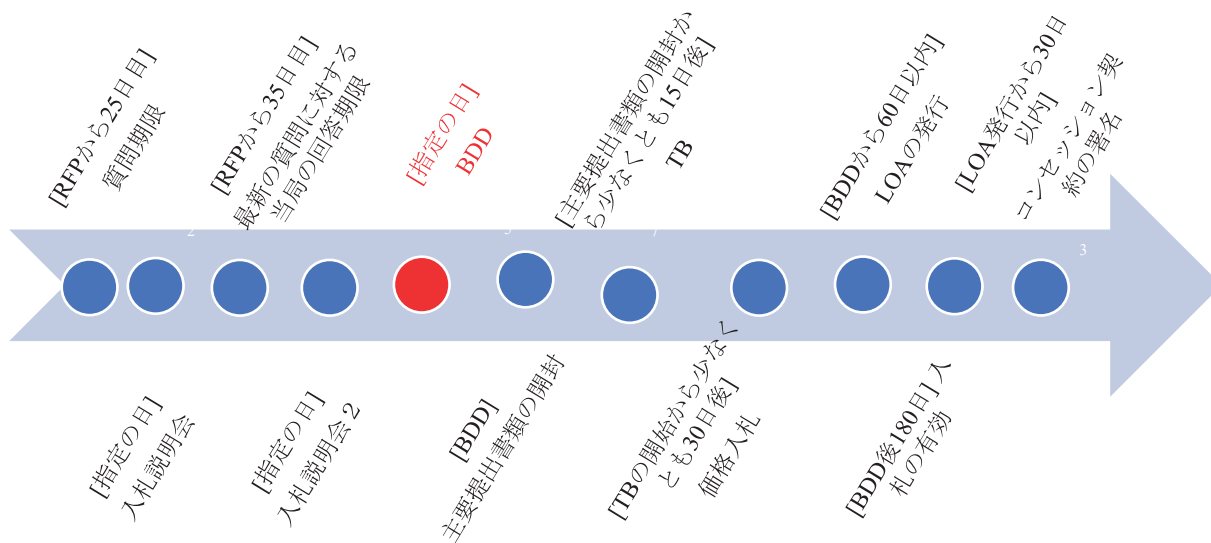
4.5.2. サンプル文書

(1) WTE 及び処分場の入札書類の提案依頼書

提案依頼書（RFP : Request for Proposal）は、入札の準備や提出に必要な情報を関係者に提供するものである。ここでは、スケジュールを含む入札プロセスについて説明する。

入札による事業者選定は、「資格ステージ」（RFQ（Request for Qualification : 公募資格審査））に基づく適格な応募者のショートリストの作成）と「入札ステージ」（技術的及び財政的入札）の二段階プロセスで実施される。入札書類には、コンセッション契約案と FS 報告書が含まれる。

入札プロセスのスケジュールを下図に示す。入札は、入札期日（Bid due date：BDD）から少なくとも180日間有効である。入札者はBDDの前に、質問を提出するか、入札説明会において、説明を求めるとは提案を行うことが可能である。入札説明会はプロジェクトにより1回で十分な場合もあるが、複雑なプロジェクトの場合は2回以上必要となることもある。BDDに提出が求められる主要提出書類（入札レター（Letter of Bid）や入札保証等）はBDD当日に開封され、技術提案（Technical Bid：TB）はBDDの少なくとも15日以降に開封されるとされている。TBスコアが70/100以上の入札者はショートリストに残り、価格入札（Financial Bid）のための最終候補者となる。当局が支払う処理費（Tipping Fee Rate：TFR）が入札評価の唯一の基準となるため、最も低いTFRを見積もった技術的に資格のある入札者が最終的に選定されることになる。選定後、当局は選定された入札者にLOA（Letter of Award：落札通知書）を発行し、30日以内にコンセッション契約に署名される。

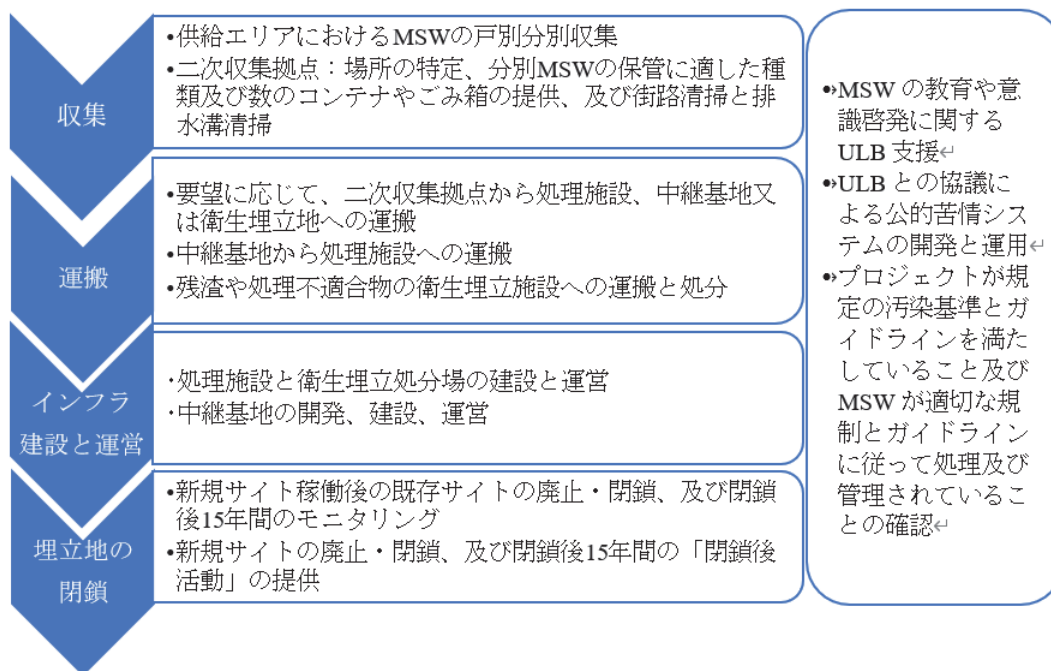


出典：Model RFP for WTE and Disposal Facility Bidding Document, Art. 1.3 を元に JICA 調査団作成

図 4-4 インドの入札プロセスのスケジュール

（2） 統合的廃棄物管理の RFP

本サンプル文書は、都市ごみの収集運搬を含む統合的廃棄物管理システムの開発、及び PPP (BOT) による都市ごみの処理処分施設の開発や維持管理に適用されるものである。下図に、プロジェクトの範囲で規定される民間開発者の義務及び責任を示す。



出典：Model RFP for Integrated SWM に基づき JICA 調査団作成

図 4-5 インドの民間開発者の視点からのプロジェクト範囲における義務・責任

民間開発者は、入札評価に基づき選定される。技術提案は、下表のパラメーターと評価基準に照らして評価され、各パラメーターにおいて合否判定がなされるが、価格入札への参加資格を得るためには、全パラメーターにおいて「合格」する必要がある。

表 4-16 インドにおける技術提案評価のためのパラメーターと基準

No.	パラメーター	評価基準
1	サイトの閉鎖及び閉鎖後のモニタリングを含むバリューチェーンの全てにおける建設/リハビリのための技術的計画	<ul style="list-style-type: none"> コンセッション契約に定められた要件への準拠 地域の状況への適用性 提案の計画及びタイムラインの現実性 提案の計画及び原価計算の仮定の一貫性
2	運営及び維持管理計画	<ul style="list-style-type: none"> 計画が提示された原価計算と一致していること 地域の状況への計画の適用性 コンセッション契約に定められた要件への準拠
3	組織・人員配置	<ul style="list-style-type: none"> 提案された組織の妥当性 提案技術及び維持管理計画が可能な役割と責任の明示 (覚書に記載されているような) 政府の期待に沿った現地スタッフの配置
4	変更管理計画	<ul style="list-style-type: none"> 地域の状況を勘案した計画であること
5	プロジェクトの持続可能性計画	<ul style="list-style-type: none"> 提案された計画の現実性
6	環境、健康、安全の方針と実践	<ul style="list-style-type: none"> コンセッション契約に定められた要件への準拠

出典：Model RFP for Integrated SWM, Annex VII

(3) WTE コンセッション契約 - アンドラプラデーシュ州

サンプル文書に記載されているプロジェクトは、WTE を介した MSW の処理処分であり、BOT タイプである DBFOT (Design-Build-Finance-Operate-Transfer：設計-建設-資金調達-運営-移転) として導入されている。

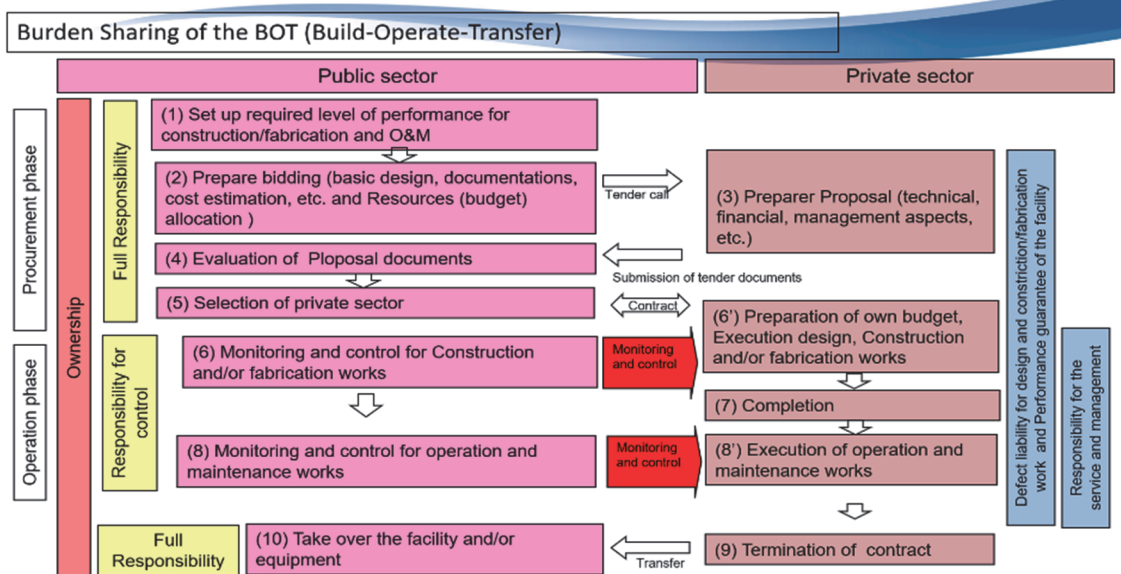
表 4-17 インドにおける DBFOT プロジェクトの特徴

タイプ	DBFOT
詳細	コンセッション期間中のプロジェクトの設計、建設、資金調達、運営については、民間事業者が全責任を負う。契約期間満了時に、民間事業者は施設を公共部門に譲渡する。
要求レベルの設定	公共部門
資金調達	民間事業者
設計・施工	民間事業者
運営管理	民間事業者
所有	民間事業者・公共部門

出典：WTE Concession Agreement-Andhra Pradesh, Art. 3.1.2 を元に JICA 調査団作成

一般に BOT プロジェクトは、ネットワーク全体の開発ではなく個別資産を開発するために用いられ、通常は全く新しいものか未開発のものである（改修の場合もある）¹⁰。民間事業者は多くのリスクを負っているため、通常は特別目的会社（Special Purpose Vehicle：SPV）を形成し、政府から何らかの形の保証やコミットメントを求めるのが一般的である¹¹。ULB（Urban Local Body：都市部の地方自治体）は、コンセッションネアからの計画やレポートのレビュー、査察、レポートの作成、推奨事項の作成、証明書の交付などを行う、コンセッション期間において任命された第三者機関である Independent Engineer（独立エンジニア）を通じてモニタリング及び管理責任を果たす。BOT プロジェクトの様々な段階における、公共部門及び民間部門間の責任分担について、下図及び下表に示す。

Project Development and Operation Scheme



出典：JICA 調査団作成

図 4-6 BOT の官民負担

¹⁰ World Bank, PPP Legal Resource Center, <https://ppp.worldbank.org/public-private-partnership/agreements/concessions-bots-dbos> (2021/9/16 アクセス)

¹¹ Ibid.

表 4-18 インドにおける公共部門及び民間部門の責任 (DBFOT プロジェクトタイプ)

プロジェクトの段階	ULB の責任 (公共部門)	コンセッショネアの責任 (民間部門)
設計	<ul style="list-style-type: none"> ・ タイムリーな許可 ・ 必要な全ての承認、許可及び権限付与の取得支援 	<ul style="list-style-type: none"> ・ プロジェクトの資金調達と、プロジェクトの設計の請負 ・ 全ての許可、所有権、ライセンス、契約及びプロジェクトで使用する又はプロジェクトに組み込まれている材料、方法、プロセス及びシステムのための許可の取得
建設	<ul style="list-style-type: none"> ・ コンセッショネアへの土地の譲渡 ・ サイト周辺において、未開発居住区を宣言して維持する又は宣言して維持させる ・ 独立エンジニア (Independent Engineer) による以下の監視 <ul style="list-style-type: none"> - 建設期間中、少なくとも月に1回、プロジェクトの施設建設を査察し査察報告を実施 - 独立エンジニアの推薦により、ULB が、コンセッショネアに建設工事の全て又は一部を直ちに中断するよう要求する場合がある 	<ul style="list-style-type: none"> ・ インフラ施設を含むプロジェクトの EPC のための資金調達 ・ MSW の処理技術は、入札で提案されたものでなければならず、選定された入札者による、技術提供者の変更は不可 ・ 処理施設の入口と出口、及び埋立地入口へのトラックスケールの設置 ・ 銀行保証 (建設工事のパフォーマンスセキュリティ) の提供 ・ 「月次進捗報告書」の提出 ・ 検査費用の負担と、必要に応じた改善策の実施
運営及び維持管理	<ul style="list-style-type: none"> ・ 許可の確保や、ビザ及び就労許可の取得含む、コンセッショネアへの支援と協力 ・ MSW の保証量のプロジェクトサイトへの搬入。搬入量の変動により、義務量を超える場合に搬入が拒否される、又は最小保証量より少ない場合はコンセッショネアに補償がなされることがある ・ 運営及び維持管理モニタリング： <ul style="list-style-type: none"> - 独立エンジニアによる、最低月1回の施設査察と、「運営及び維持管理査察報告書」の作成 - コンセッショネアの記録の閲覧権利 - 追加の監査人を自己負担で任命する権利 	<ul style="list-style-type: none"> ・ プロジェクトの資金調達と、運営及び維持管理の請負 ・ 商業運転開始日の達成による、オペレーションパフォーマンスセキュリティの提供 ・ MSW の義務量の受け入れ処理 ・ WTE 施設からの発電と、APXPDCL¹²への売電 ・ 「廃棄物報告書」の作成、及び搬入ごみの正味重量決定のための運搬トラックの重量及び体積の記録 ・ OM モニタリングのための「月次進捗報告書」の提出 ・ 安全な環境の提供のためのモニタリング及び安全プログラムの開発、実施及び管理 ・ 監査役の任命 ・ 必要な全ての保険の購入と保持

出典：WTE Concession Agreement-Andhra Pradesh, Sections 5 and 6 を元に JICA 調査団作成

(4) アンドラプラデーシュ州の WTE の開発事業者選定の RFP

PPP プロジェクトにおいては、有能で信頼できる民間パートナーの選定は、政府にとって重要なステップである。PPP プロジェクトの開発と実施を成功させるため、入札者の選定プロセスでは、最良の可能性を秘めたパートナー候補を評価し、特定するものでなければならない。本サンプル文書で設定された、技術的および財政的能力の観点から入札者が適格となるための評価パラメーターおよび最低要件は、表 4-19 及び表 4-20 に示すとおりである。

¹² APXPDCL : (Eastern/ Southern) Power Distribution Company of Andhra Pradesh Limited の略。(東部/南部) アンドラプラデーシュ配電事業者の意。

表 4-19 インドの WTE の技術能力評価

評価基準	最低要件	備考
BDD の少なくとも 12 カ月前に稼働している WTE プロジェクトの技術提供者	各 2MW 以上の少なくとも 2 つの WTE プロジェクト、及び少なくとも 5MW の累積容量	MSW の保証量が 500 トン/日未満の場合*
	各 2MW 以上の少なくとも 2 つの WTE プロジェクト、及び少なくとも 10MW の累積容量	MSW の保証量が 500 トン/日を超える場合*
又は		
BDD より前の過去 5 会計年度における WTE プロジェクトの開発又は運営の経験者	各 2MW 以上の少なくとも 2 つの WTE プロジェクト、及び少なくとも 5MW の累積容量	MSW の保証量が 500 トン/日未満の場合*
	各 2MW 以上の少なくとも 2 つの WTE プロジェクト、及び少なくとも 10MW の累積容量	MSW の保証量が 500 トン/日を超える場合*
又は		
入札者が、技術提供者でも WTE 施設の開発者又は運営者でもない場合	-	上記基準を満たす WTE 施設の技術提供者と拘束力のある契約を結んでいる場合に適格
及び		
BDD より前の過去 3 会計年度に処理された廃棄物の総量	年間 60,000 トンの MSW	MSW の保証量が 500 トン/日未満の場合*
	年間 150,000 トンの MSW	MSW の保証量が 500 トン/日を超える場合*
及び		
BDD より前の過去 10 会計年度におけるインドでの PPP プロジェクトの経験（入札者がインドで PPP での WTE 施設の開発又は運営の経験を有していない場合に必要）	資本コストがそれぞれ INR ¹³ 8 千万以上で、累積資本コストが INR 8 億以上のプロジェクト	MSW の保証量が 500 トン/日未満の場合*
	資本コストがそれぞれ INR 2 億以上で、累積資本コストが INR 20 億以上のプロジェクト	MSW の保証量が 500 トン/日を超える場合*

*運用 1 年目

出典：RFP for selection of development partners for WTE -Andhra Pradesh, p.44-45

財務能力は、過去 3 会計年度の平均純資産に基づき評価される。入札者がコンソーシアムの場合、コンソーシアムの純資産は、個々のメンバーの過去 3 会計年度の平均純資産を、コンソーシアムで提案されているそれぞれの株式シェア (%) で重み付けすることによって計算される。以下は、2 社からなるコンソーシアムを想定したコンソーシアム純資産の計算方法の例である。

¹³ JICA の 2021 年度精算レート表に基づき、換算レート：INR 1=JPY 1.51559

表 4-20 インドの WTE の財務能力評価（入札者が2社から成るコンソーシアムと仮定した場合）

コンソーシアムメンバー企業		アンドラプラデーシュ州における MSW のエネルギー処理施設への提案された株式シェア	過去3会計年度の平均純資産 (INR 1,000 万)
A 社 (リード企業)		90%	160
B 社 (その他のコンソーシアムメンバー)		10%	70
コンソーシアムメンバー企業	WTE プロジェクトで提案された株式シェア	過去3会計年度の平均純資産 (INR 1,000 万)	加重純資産 (INR 1,000 万)
A 社	90%	160	144
B 社	10%	70	7
コンソーシアム純資産			151

(5) ニューデリー市行政委員会管轄デリー (NDMC) における WTE のコンセッション契約

本サンプル文書は、Build-Own-Operate-Transfer (BOOT: 建設-所有-運営-移転) における WTE プロジェクトのコンセッション契約とリース契約の主な条項の概要を示している。下表に、プロジェクトの各段階における公共部門と民間部門の責任と権利を示す。

表 4-21 インドにおける公共部門及び民間部門の責任及び権利 (BOOT プロジェクト)

段階	NDMC の責任及び権利 (公共部門)	コンセッショナーの責任及び権利 (民間部門)
全般	<ul style="list-style-type: none"> 経済的又はその他支援を提供する義務はない コンセッショナーが施設の開発、OM に使用する技術 (独自技術) に対する権利、権原 (所有権等) 又は影響力はない 法律の変更によりコンセッショナーに追加費用が発生した場合、NDMC はその金額をコンセッショナーに支払うものとする 	<ul style="list-style-type: none"> 施設の資金調達、設計、製図、製造、供給、提供、設置、建設、テスト及び試運転を担当 指定された期間の施設の所有、運営及び維持管理 全段階における環境クリアランス及び安全性の確保。必要な報告書を関連する政府機関に提出 SPV を形成する権利
工事前	<ul style="list-style-type: none"> NDMC への金銭的負担なしに、必要に応じた推薦状の発行 該当する全 NDMC 料金の免除 	<ul style="list-style-type: none"> 必要な許可及び同意/承認の取得 MSW の詳細分析と調査の実施
工事	<ul style="list-style-type: none"> 土地を利用可能にするが、関連費用と法的責任をもって所有権を維持 指定のプロジェクト用地でプロジェクトが実行可能でない場合、代替土地の割り当て サイトへのアクセスの確保 土地が適切に区画されていること、及びサイトが、グリッド接続を含む、基本的なユーティリティーにアクセス可能であることの確認 	<ul style="list-style-type: none"> 指定場所でのプロジェクトの建設及び運営 契約締結後 18 か月以内における、施設の建設、テスト及び試運転の完了 搬入される MSW 計測のためのトラックスケールの建設
運営及び維持管理	<ul style="list-style-type: none"> 合意された量と組成の廃棄物を収集し、コンセッショナーのサイトに運搬する責任 廃棄物量： <ul style="list-style-type: none"> 少なくとも「最低保証廃棄物量」を搬入 コンセッショナーは、1 日の保証廃棄物量の 5% を超える受け入れを拒否する可能性がある 廃棄物組成： 	<ul style="list-style-type: none"> 施設管理： <ul style="list-style-type: none"> 施設が、年平均、施設総容量の 80% 以上で稼働していることを確認 必要に応じて、補助燃料やその他の補助品を入手 MSW の中断ない受け入れのため、修理及び保守作業を設計、計画、スケジュールする カーボンクレジット登録の試み 廃棄物量及び質：

段階	NDMC の責任及び権利 (公共部門)	コンセッションアの責任及び権利 (民間部門)
	<ul style="list-style-type: none"> - 非家庭由来 MSW は、搬入前に取り除かれなければならない - コンセッションアに搬入される MSW は、未分別のものとする（リサイクル可能な材料、特にプラスチックやその他高カロリーのごみは、非公式又は公式に取り除いてはならない）。 - 受け入れに適さない MSW と合意されたレベルを超える不活性廃棄物はコンセッションアにより分別後、収集し、施設から取り出す - コンセッションアが使用しない不適合品や灰を処理して廃棄 - コンセッションアが定期的に支払う料金で水の供給を確保 ・ コンセッションアにグリッド接続を提供。コンセッションアは、ケーブル敷設、道路切断など、グリッド接続にかかる料金の支払い免除を受ける 	<ul style="list-style-type: none"> - NDMC が「最低保証廃棄物量」を提供できない場合、独自に手配しごみ量を確保する。結果、生じる廃棄物収集運搬費用は、NDMC が提供する廃棄物供給保証（Waste Supply Guarantee）から賄われるものとする - 施設で発生し、合意された量（投入廃棄物量の最大 20%）内で NDMC に返送される不適合品や灰の保持 - 合意されたレベルを超える不活性廃棄物の自己負担による分別 - サイトに搬入された材料の販売又は処分、及び MSW の処理及び処理後に得られた製品の販売から生じた収益を保持する権利 ・ 情報： <ul style="list-style-type: none"> - 環境モニタリング計画と定期報告書の提出 - 施設とそのプロセスに関する詳細を提供するウェブサイトの管理
コンセッション期間の終了	<ul style="list-style-type: none"> ・ コンセッション期間満了後、コンセッションの延長又は更新に同意する場合がある ・ コンセッションアへの契約終了時支払金により施設を引き取るオプションがある 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 指定された場合、プロジェクト全体、土地、機械の所有権を、通常の運転状態で NDMC に譲渡 ・ NDMC が施設の引き継ぎを希望せず、コンセッションアが契約期間の延長も希望しない場合は、施設全体を自費で解体及び処分。施設販売から受け取る全収益を保持する権利がある

NDMC (New Delhi Municipal Corporation) : ニューデリー市行政委員会

出典 : Waste to Energy Concession Agreement in NDMC Delhi を元に JICA 調査団作成

本事例は、変動によるペナルティや廃棄物がコンセッションアに受け入れられない可能性があるため、現在の廃棄物の量及び質（組成）の正確な理解、及び信頼性のある将来発生量の推定の重要性を強調している。これに伴い、効率的な収集システム（車両が良好に維持管理されており、サイトへのアクセスにおいて妨げがない等）と、搬入量を正確に監視するためのトラックスケールなどの設置は不可欠である。公共部門はまた、プロジェクトに適切な土地を割り当て、必要に応じて代替案を提供する必要がある。公共部門は従って、適切なプロジェクト用地を選択するために十分注意を払い、必要な全ての分析を実施しなければならない。さらに政府は、コンセッションアに運搬される廃棄物からプラスチックなどリサイクル可能なものを取り除くことの禁止が、ウエストピッカーを含むリサイクルセクターに影響を及ぼし、潜在的に経済的及び社会的悪影響につながる可能性があることを認識しなければならない。

4.5.3. 電気料金

インドでは、州政府が固定電力買取価格を設定している。以下は料金の例である。

(1) マディア・プラデシュ州

マディア・プラデシュ電力規制委員会は、新規の都市固形廃棄物発電プロジェクトについて、20年のプロジェクト期間中、均等化発電原価を INR 6.39 (約 9.50 円¹⁴) /kWh に設定した。この料金設定においては、助成金や補助金を考慮していない。一方、開発・発電事業者が減価償却に対する前払いを利用する場合、料金は INR 5.89 (約 8.76 円) /kWh となる。2019年3月31日に期限切れ予定であったこれら料金の適用期間は、新しい料金と条件が確定するまで延長された (2021年9月の時点で追加情報は無い)。下表に2016年の Tariff Order を示す。

表 4-22 マディア・プラデシュ州における料金決定のパラメーター

No.	パラメーター	委員会による決定
1	Power evacuation ¹⁵ コストを含む資本コスト (INR Lakh ¹⁶ /MW)	1,500
2	施設負荷率 (%)	1年目は65%、2年目以降は75%
3	運営及び維持管理費 (INR Lakh/年)	初年度は資本コストの5%、その後は毎年5.72%増大
4	施設の寿命 (年)	20
5	減価償却 (%)	最初の10年間は年率7%、次の10年間は残り20%
6	株主資本利益率 (%)	税引前20%
7	年間の債務利息 (%)	12
8	負債資本比率	70:30
9	以下の運営資金の利子 (%) (i) 1ヶ月間の運営及び維持管理業務費 (ii) 標準のCUF (Capacity Utilization Factor : 設備稼働率)での2か月分のエネルギー料金相当額 (iii) 運営及び維持管理業務費の15%でのメンテナンス予備費	12.5
10	補助電力消費量 (%)	15

出典：Tariff Order for procurement of power from Municipal Solid Waste based power generating plants in Madhya Pradesh (2016), Art. 10.1

(2) カルナタカ州

カルナタカ州で委託される WTE プロジェクトには、商業運転を達成した日から20年間、INR 7.08 (約 10.53 円¹⁷) /kWh の料金が付与される。承認されたパラメーターの詳細を以下の表に示す。

¹⁴ OANDA Corporation. <https://www1.oanda.com/> (2021/9/16 アクセス)

¹⁵ 発電された電力を発電所から即座にグリッドに送電し配電できるようにする機能

¹⁶ 100,000 (10万) の意。

¹⁷ OANDA Corporation. <https://www1.oanda.com/> (2021/9/16 アクセス)

表 4-23 カルナタカ州における料金決定のパラメーター

No.	パラメーター	委員会による決定
1	施設負荷率 (%)	初年度は 65%、残り施設の寿命までの期間は 75%
2	総発電量に占める発電所の補助電力消費量の割合 (%)	統合施設と発電所の場合は 12%
3	COD から施設の耐用年数 (年)	20
4	1MW 当たりの資本コスト (INR Lakh /MW)	1,700.00 (INR 1 億 7,000 万/MW の意)
5	負債資本比率	70:30
6	ローン返済期間 (年)	12
7	年間のローンの利息 (%)	12%
8	運営資金	2 ヶ月の売掛金に相当
9	年間の運営資金の利子 (%)	12.5%
10	運営及び維持管理費	資本コストの 6%、年率 5.72% で増大
11	減価償却 (%)	最初の 12 年間は 5.83%、残りの 8 年間は 2.50%
12	株主資本利益率	年間 16%
13	割引率 (%)	13.20%
14	その他の収益や収入	BBMP (Bruhat Bengaluru Mahanagara Palike : バンガロール市) 及びその他都市の地方団体からの毎月の領収書、及び ESCOM (Electricity supply companies in Karnataka : カルナタカ州電力供給会社) に渡されるその他の情報源に基づくテイッピング・フィー及びその他の収益からの収入

出典 : Order dated September 19, 2016 in the matter of “Determination of tariff from Municipal Solid Waste based Power Plants”, extended on June 3, 2021 for the period April 1, 2021 to March 31, 2022

4.5.4. 一般廃棄物焼却発電施設の事例

(1) マディア・プラデシュ州ジャバルプル

2014 年、ジャバルプル市との PPP (BOT) による WTE 施設の建設と運営に対し入札が行われた。インドのインフラ会社である Essel Infraprojects Ltd. が完全所有する SPV である Essel Jabalpur Projects Pvt Ltd が 20 年間のコンセッションを委託された。Hitachi Zosen India Private Limited (日立造船株式会社の 100% 子会社) と ISGEC Heavy Engineering Ltd (インドの会社) はコンソーシアムを形成し Essel Jabalpur Projects Pvt Ltd より EPC 請負を受注。ターンキー契約に基づき、コンソーシアムは、土工事を除く、施設のエンジニアリング、調達及び建設 (設計、燃焼火格子、ボイラ、発電設備などの機器の供給、設置、エンジニアの提供を含む) を請け負い¹⁸、WTE 施設は 2016 年正常に稼働を開始した。1 日あたり最大 600 トンの廃棄物を処理し、ストーカタイプの焼却炉 1 炉で 11.5MW の電力が発電可能な施設である。排ガス、排水及び灰処理により、プロセスから発生する全ての廃棄物は確実に処理され、排出はヨーロッパ基準を満たすように設定されている¹⁹。プロジェクトの投資コストは約 INR 17.8 億であった²⁰。事業者は配電会社と 1kWh あたり INR 6.39 の電力販売について合意したとされている²¹。

¹⁸ Hitachi Zosen Corporation Press Release. 2014. “Order for Construction of Energy-from-Waste Plant in India — First Waste-to-Energy Project in India by Japanese Company —” (2021/9/24 アクセス)

¹⁹ Essel Press Release. 2016. Essel Infra announces the successful commissioning of its flagship Waste to Energy plant in Jabalpur! [Esselgroup -](#) (2021/9/24 アクセス)

²⁰ Department of Economic Affairs Ministry of Finance, Government of India, PPP Project Info “Waste Based Power Unit (Kathonda)” (2021/9/24 アクセス)

²¹ Karnataka Electricity Regulatory Commission Bangalore. 2015. Concept Paper on Power Generation from Municipal Solid Waste, p.11 (PDF) Concept Paper on Power Generation from Municipal Solid Waste (researchgate.net)

(2) カルナタカ州バンガロール

2020年3月、Karnataka Power Corporation Limited (KPCL: カルナタカ電力会社) は、バンガロールから約32kmのラマナガー地区のビダディでWTEプロジェクトの入札を実施した。スコープは、設計、エンジニアリング、製造、品質査察、テスト、梱包、供給、配送、建設、試運転及びすべての土木、構造、機械電気、制御、及び計装作業を伴う性能保証試験の実施である。また入札では、請負業者がプラントの操作性、保守性、信頼性及び安全性を確保するために必要な全ての材料、機器及びサービスを提供する責任を負うことも規定した²²。この建設は、ISGEC Heavy Engineering と、そのコンソーシアムパートナーである Hitachi Zosen India が受注した。空冷式ストーカタイプの焼却炉は、600トン/日(市の固形廃棄物発生量の約25%)のMSW及びRDFを処理し、11.5MWの電力を発電する能力を備えている²³。推定費用はINR 24億²⁴~26億²⁵で、KPCLとBBMPが均等に負担する。本プロジェクトは、埋立施設のコストを回避するという観点から、BBMPにとって年間INR 1.4億のコスト削減が見込まれている。本プロジェクトに対する中央政府のインセンティブは助成金の形で最大35%あり、州の負担はSBMに基づきプロジェクト費用の23.3%となる²⁶。施設は2022年末までに稼働予定であり、カルナタカ州で最初のWTE施設となる予定である。

²² Mercom India. 2020. Karnataka Issues Tender for an 11.5 MW Waste to Energy Project in Bidadi.
<https://mercomindia.com/karnataka-tender-waste-energy-bidadi/> (2021/9/24 アクセス)

²³ 日立造船(株) HP. 2021. Order received for Energy from Waste plant in India (Press release of 1 February 2021).
<https://www.hitachizosen.co.jp/english/news/2021/02/003653.html> (2021/9/24 アクセス)

²⁴ BangaloreMirror. 2020. Waste-to-energy plant to come up in Bidadi in 2 yrs.
<https://bangaloremirror.indiatimes.com/bangalore/others/waste-to-energy-plant-to-come-up-in-bidadi-in-2-yrs/articleshow/79538433.cms> (2021/9/24 アクセス)


²⁵ Business Standard. 2020. KPCL to set up waste to energy plant at Rs 260 crore in Bengaluru.
https://www.business-standard.com/article/current-affairs/kpcl-to-set-up-waste-to-energy-plant-at-rs-260-crore-in-bengaluru-120100901511_1.html (2021/9/24 アクセス)

²⁶ BangaloreMirror. 2020. Waste-to-energy plant to come up in Bidadi in 2 yrs.
<https://bangaloremirror.indiatimes.com/bangalore/others/waste-to-energy-plant-to-come-up-in-bidadi-in-2-yrs/articleshow/79538433.cms> (2021/9/24 アクセス)

添付資料5 ワークショップ

5.1. 第1回ワークショップ

(1) アジェンダ




Inception Workshop on Sustainable Waste to Energy (WTE) in Bangladesh Venue: Online (Zoom) *Meeting ID & Pass will be shared later with the participants

Date: 8 June 2021, 3:00 am to 4:30 am

Effective solid waste management is indispensable for keeping people's healthy life and environmental protection. However, the capacity of existing landfills in the mega cities will last for few more years and the land availability for new landfill sites are limited. One of the eco-friendly solutions for waste reduction is WTE (Waste to Energy). In this Inception Workshop, Japanese experts would like to share and discuss some key factors for application of WTE technologies and cases in the other developing countries. The workshop also consists of introduction of the data collection study that will be commenced by JICA after this event. We would like to cordially invite you to participate this workshop.

Indicative Agenda:

Title	Overview	Time
Opening remarks	Mr. Takeshi Saheki, Senior Representative, JICA Bangladesh Office	3:00- 3:05
Remarks from the Chief Guest	Mr. Helal Uddin Ahmed (tentative) Senior Secretary, Local Government Division Ministry of Local Government, Rural Development and Cooperatives	3:05- 3:10
Keys of applying WTE technologies for treatment of municipal solid waste	- Types and features of various WTE technologies - Relevant waste composition to WTE technologies Mr. Hiroshi KATO Team leader / Waste incineration power generation / Facility operation and maintenance	3:10- 3:25
WTE facility development and operation in other countries	- WTE project development and operation scheme (BTO, BOT, BOO, DBO) - Financing of WTE project (Keys of financially feasible project development and operation) Mr. Satoshi SUGIMOTO Deputy Team leader / Waste incineration power generation / Facility O&M and finance / PPP / Financial analysis	3:25- 3:40
Q & A session		3:40- 3:55
Outline of the data collection survey	- Outline of the Data collection survey on introducing Incineration System in North and South Dhaka City Mr. Satoshi SUGIMOTO	3:55- 4:10
Q & A session		4:10- 4:25
Closing remarks	TBD Mr. Hideaki Matsuoka, Director, JICA Global Environment Department	4:25- 4:30



(2) プレゼンテーション

Keys of applying WTE technologies for treatment of municipal solid waste

People's Republic of Bangladesh
Japan International Cooperation Agency

Keys of applying WTE technologies for treatment of municipal solid waste

JICA survey team

Contents

1. Achievements of recent years of Presenter company (EX Research Institute Ltd.)
2. Keys to the waste incineration power generation project
3. Types and features of various WTE technologies
4. Relevant waste composition to WTE(Incineration with Power Generation) technologies
5. Key message

EX Research Institute Ltd.
Date of Establishment : March 1971, over 50 years of experience

1. Achievements of recent years

- Ministry of the Environment, Japan Policy Development for the Environmental Sound Management of E-waste in Basel Convention Compliance: November 2004 - present
- Crown Agent Japan The Project for the Construction of Waste-to-Energy Facilities in Davao City November 2019- April 2020
- JICA The Project for Development of Mechanism for Household E-Waste Management in Malaysia (Phase 2) June 2015-June 2018
- JICA Data Collection Survey on WIE Solid Waste Management in Turkey: January 2015-December 2015
- JICA The Preparatory Survey on Wastewater Management and Solid Waste Management for Da Nang City The Socialist Republic of Viet Nam March 2012-November 2014
- Ministry of the Environment Japan Replacing Grid Electricity with Sustainable Biomass Based Power Generation in Sri Lanka July 2013 - March 2014
- JICA Improvement of Capacity for Solid Waste Management in Havana city, the Republic of Cuba August 2009 - September 2014
- NEDO Feasibility Study on Installation of Hybrid Power Generation System in Mozambique Under the BOCM October 2011 - March 2013
- JICA Capacity Enhancement for Integrated Solid Waste Management in Santo Domingo National District: May 2009 - September 2012
- JICA Study for Promoting Import/Investment in Bioethanol Production Business November July 2007-2008 to 2008

2. Keys to the waste incineration power generation project

There are various keys to the waste incineration power generation project.

- The main ones are technology, waste composition, finance, project scheme, legal system, public administrative burden, and environmental/social considerations.
- The survey team would like to explain the technology, waste composition as fuel in this section
- At the same time, the survey team explains the WTE Project Development and Operation Scheme in next section
- This survey will hold multiple workshops and meetings to explain and discuss the keys mentioned above. We sincerely look forward to your participation.

Keys to the waste Incineration power generation project

3. Types and features of various WTE technologies

What is Waste to Energy

The Gasification system was built in various parts of Japan as a new technology about 20 years ago. Still, it is rarely built now because of its complicated operation and higher maintenance costs than expected.

What is Waste to Energy

- Landfill Gas Recovery Technology
- Bio-methanization technologies

Antalya Landfill in Turkey

Incineration technologies

Moving Gate Technologies type

- Most prevailing and reliable technology for waste thermal treatment.
- More than 1,000 operational plants exist worldwide

Matsudo city Wanagaya WTE in Japan

Moving Gate Furnace

Features:
Waste Retention time : 2 to 3hours
Stable combustion

Photo (shot from ①)

Fluidised Bed Furnace

Features:

- Waste Retention time: 2 to 3 minutes
- high speed combustion
- Can incinerate low calorific value wastes
- Key factors when applying to solid wastes:
 - Homogenization of input waste
 - Appropriate combustion control

Good combustion system for constant calorific value matters (such as bio-mass, coal, etc.)

Calorific value of input wastes changes from time to time
Therefore, appropriate combustion control of this type is required
In recent years, this type is rarely considered in Japan

Source: <https://www.union.tokyo23-setsoo.lg.jp/shiro/shori/kanen/higashi.html>

4. Relevant waste composition to WTE (Incineration with Power Generation) technologies

Evaluation of solid waste as fuel

- Waste incineration power generation is generating electricity using waste as fuel.
- Therefore, how much energy can be extracted from solid waste is one of the keys.
- Consequently, it is necessary to evaluate solid waste as fuel.
- I will explain the result of assessing the solid waste of Dhaka city as fuel.

Contents of solid waste

Municipal Solid Waste consists three components i.e. Ash, Combustible, Water

Waste : 100%

Three contents : Ash, Combustible, Water
Calorific value of a waste is depend on the three contents

Solid waste calorific value

Waste : 100%

- Ash : aa % → 0 kcal/kg
- Combustible : bb % → 4,500 kcal/kg
- Water : cc% → -600 kcal/kg

calorific value (kcal/kg) = 4,500*bb - 600*cc

Solid waste calorific value in Dhaka North City Corporation

Sample from Amin Bazar Landfill site	Water contents (cc)	Combustible contents (bb)	Ash contents	Total
	62.8%	23.0%	14.3%	100.0%

Source: Pre Feasibility Study (section 4.1.4)

Solid waste calorific value

Waste : 100%

- Ash : aa % → 0 kcal/kg
- Combustible : bb % → 23% x 4,500 = 1,035 kcal/kg
- Water : cc% → 62.8% x 600 = -377 kcal/kg

calorific value (kcal/kg) = 1,035 - 377 = 658 kcal/kg or 2,753 kJ/kg

Required Minimum calorific value

Minimum calorific value for waste incineration power generation: 1,000 kcal/kg or 4,184 kJ/kg

Countermeasures to improve calorific value:
Dehydration or Separate collection

- If combustible waste and other waste are separated, and only combustible waste is taken out, the calorific value of the waste will be dramatically improved.
- However, in that case, the processing of kitchen waste becomes a problem.
- Also, the introduction of a separate collection system requires a long time and a significant investment.
- Therefore, dehydration in the waste pit is a good option in the short term.

Required Minimum calorific value

Effect of the Dehydration

Waste : 100%

- Ash : aa %
- Combustible : bb %
- Water : cc%

Reducing water contents

day	Weight(kg)	Weight change rate	Waste amount(g)
1	28,526	100.0%	271
2	25,704	90.1%	244
3	26,202	91.9%	249
4	25,440	89.2%	242
5	24,812	87.1%	236
6	24,250	85.0%	230
7	23,842	83.6%	227
8	23,597	82.7%	224

Result of the Dehydration test

- A test to confirm this was conducted in the pre-feasibility study for North Dhaka City Corporation.
- Specifically, the waste storage for 8 days and the waste agitated 3 times per day and weighing the waste every day.
- By storing the waste for a few days, the water content can be reducing.
- The result is shown on the right.

Required Minimum calorific value

Minimum calorific value for waste incineration power generation: 1,000 kcal/kg or 4,184 kJ/kg

The number of storage days and the status of improvement in calorific value are shown below from the above test results. It has exceeded 1,000 kcal/kg after about 4 days. However, this value is calculated from the results of one test, and a more detailed investigation is required when implementing the project.

Day	Water contents (%)	Combustible contents (%)	Ash contents (%)	Total	calorific value	
					4,500B	600W
1	62.8%	23.0%	14.3%	100.0%	1,034	377
2	56.6%	29.2%	14.3%	100.0%	1,312	340
3	57.7%	28.1%	14.3%	100.0%	1,263	346
4	56.0%	29.7%	14.3%	100.0%	1,338	336
5	54.7%	31.1%	14.3%	100.0%	1,398	328
6	53.4%	32.3%	14.3%	100.0%	1,455	320
7	52.5%	33.3%	14.3%	100.0%	1,496	315
8	51.9%	33.8%	14.3%	100.0%	1,521	312

Source: The survey team estimated based on Pre-Feasibility Study for Waste Power Generation for North Dhaka City Corporation in Bangladesh

Possible amount of power generation

Assumptions:
Waste amount : 500 ton/day (Pre-feasibility study for North Dhaka City Corporation)
Waste calorific value 1,000 to 1,200 kcal/kg
Power generation efficiency 18 to 24%

Waste calorific value (kcal/kg)	Power generation efficiency			
	18%	20%	22%	24%
1,000	4,361 kWh	4,846 kWh	5,330 kWh	5,815 kWh
1,050	4,579 kWh	5,088 kWh	5,597 kWh	6,106 kWh
1,100	4,797 kWh	5,330 kWh	5,863 kWh	6,397 kWh
1,150	5,015 kWh	5,573 kWh	6,130 kWh	6,687 kWh
1,200	5,234 kWh	5,815 kWh	6,397 kWh	6,978 kWh

Self-consumption amount 20% to 30% of power generated amount

Possible power sale amount				
Self-consumption amount 20%				
Waste calorific value (kcal/kg)	Power generation efficiency			
	18%	20%	22%	24%
1,000	3,489 kWh	3,877 kWh	4,264 kWh	4,652 kWh
1,050	3,663 kWh	4,071 kWh	4,478 kWh	4,885 kWh
1,100	3,838 kWh	4,264 kWh	4,691 kWh	5,117 kWh
1,150	4,012 kWh	4,458 kWh	4,904 kWh	5,350 kWh
1,200	4,187 kWh	4,652 kWh	5,117 kWh	5,582 kWh

Self-consumption amount 30%				
Waste calorific value (kcal/kg)	Power generation efficiency			
	18%	20%	22%	24%
1,000	3,053 kWh	3,392 kWh	3,731 kWh	4,071 kWh
1,050	3,206 kWh	3,562 kWh	3,918 kWh	4,274 kWh
1,100	3,358 kWh	3,731 kWh	4,104 kWh	4,478 kWh
1,150	3,511 kWh	3,901 kWh	4,291 kWh	4,681 kWh
1,200	3,663 kWh	4,071 kWh	4,478 kWh	4,885 kWh

Daily revenue from selling electricity (BDT/day)				
Selling unit price : assumed 5 BDT/kWh				
Self-consumption amount 20%				
Waste calorific value (kcal/kg)	Power generation efficiency			
	18%	20%	22%	24%
1,000	418,680	465,200	511,720	558,240
1,050	439,614	488,460	537,306	586,152
1,100	460,548	511,720	562,892	614,064
1,150	481,482	534,980	588,478	641,976
1,200	502,416	558,240	614,064	669,888

Self-consumption amount 30%				
Waste calorific value (kcal/kg)	Power generation efficiency			
	18%	20%	22%	24%
1,000	366,345	407,050	447,755	488,460
1,050	384,662	427,403	470,143	512,883
1,100	402,980	447,755	492,531	537,306
1,150	421,297	468,108	514,918	561,729
1,200	439,614	488,460	537,306	586,152

- 5. Key message**
- Type of WTE: Incineration power generation is recommendable
 - Furnace type: Moving Grate Technologies type is recommendable
 - It is possible to sell 3,000 to 5,500 kWh of electricity at a 500 tons/day treatment scale and dehydrating the current waste in Amin Bazar landfill
 - Even with the PPP scheme, there are many roles the public side must play.
- Example of public roles on PPP waste incineration power generation project in Japan
- Obtaining local consent for the implementation of the project,
 - Selection of PPP implementation companies
 - Government grant application procedure
 - Implementation support for various public applications (building permit, etc.)
 - Procedures associated with the transfer of ownership of the facility
 - Monitoring the project implementation status of PPP implementation companies
 - Transportation of recycling (metals, etc.) item, and final disposal of incineration residue / non-combustible residue
 - Support for information and explanations for facility visitors
 - Contract management

Thank you so much for your attention

WTE facility development and operation in other countries

Inception Workshop on Sustainable Waste to Energy (WTE) in Bangladesh

WTE Facility Development and Operation in Asian Countries

How to Develop and Finance WTE project

8 June 2021

Satoshi Sugimoto
Deputy Team Leader
JICA Study Team

Contents

1. WTE Project Development and Operation Scheme
2. WTE Projects in Asian Countries
3. Keys of Financially Feasible Development and Operation of WTE Project
 - A) Amount and Quality of Waste (Energy Resource Efficiency)
 - B) Balanced Project Income and Expenditure
 - C) Proper Identification of Project Risks

1. WTE Project Development and Operation Scheme

A) Non-PPP scheme

Scheme	Details
Construction and Operation by Public Sector	<ul style="list-style-type: none"> National or local government builds and operates WTE facility by public funding. Singapore applied this scheme in the beginning period of introducing WTE facilities for treatment of municipal solid waste. Design and construction of WTE facilities is usually carried out by private sector under the EPC (Engineering, Procurement and Construction) contract with public sector. Public tender was usually carried out for selection of EPC contractor.
Construction by Public Sector and Operation by Private Sector	<ul style="list-style-type: none"> National or local government builds WTE facility by public funding (through EPC contract with private contractor), while its operation is carried out by private contractors (through operation contract). The cases of full cost coverage of facility construction by public sector are found in Japan, China, Korea, and Singapore while not in other Asian countries.

1. WTE Project Development and Operation Scheme

A) PPP scheme

Scheme	Details
Service Contract between Public and Private Sectors	<ul style="list-style-type: none"> The most applied scheme of WTE project development and operation in South and South-Eastern Asia countries. Private sector builds and operates WTE facilities while public sector pays fees for receiving waste management services from the WTE facilities. Private sector sells electricity to grid electricity supplier based on PPA (Power Purchase Agreement). Roles and responsibilities of public and private sector are specified in the service contract.
Joint Venture between Public and Private Sectors	<ul style="list-style-type: none"> Construction and operation of WTE facilities shall be carried by public and private sector funding. In general, the WTE construction and operation are carried out by private sector while public sector covers the initial investment cost by provision of subsidy (grant) or equity participation (Joint venture). Service contract may be made between public and private sector for treatment of solid waste.

2. WTE Projects in operation in Asian Countries

Country	WTE location	Treatment Capacity (ton/day)	Power Generation Capacity (MW)	Project Operation
India	Jabalpur, Madhya Pradesh	600	11.5	Service contract
	Timarpur, Okhla (South Delhi)	1,950	16	Service contract (25 yrs) RDF production and power generation
	Ghaziipur (East Delhi)	1,500	12	Service contract (25yrs) RDF production and power generation
	Narela-Bawana (North Delhi)	2,000	24	Service contract

2. WTE Projects in operation in Asian Countries

Country	WTE location	Treatment Capacity (ton/day)	Power Generation Capacity (MW)	Project Operation
Thailand	Phetchaburi	480	8	Service contract
	Phuket	250	2.5	Service contract BOT
	Bangkok	500	5	Service contract (20yrs) Treatment fee: US\$30/ton
Malaysia	Negeri Sembilan	600	18	Service contract (25yrs)
Vietnam	Can Tho	400	7.5	Service contract

2. WTE Projects in operation in Asian Countries

Country	WTE location	Treatment Capacity (ton/day)	Power Generation Capacity (MW)	Project Operation
Singapore	Ulu Pandan	1,600	16	Public sector initiative
	Tuas	2,000	46	Public sector initiative
	Senoko	2,100	36	Service contract (20yrs)
	South Tuas	4,320	132	Public sector initiative
	Tuas (new) 1	800	22	Service contract (25yrs)
	Tuas (new) 2	3,600	120	Service contract (25yrs)

Most of the current WTE projects is operated under service contract between public and private sector
The contract period is 20~25yrs on average.

Reference: WTE Project Development and Operation in Japan

1. Laws/regulations and guidelines

Basic Law: Law on promotion of public facility development with private sector financing initiative (PFI Law)

Guidelines	Outline
Guideline for project implementation under PFI	It provides the basic procedure for planning and implementing public facility development under PFI
Guideline for allocation of project risks between public and private sector	It provides how project risks should be allocated between public and private sector in public facility development
Guideline for evaluation of project proposal by private sector	It provides the basic criteria for evaluating the project proposal by private sector on public facility development
Guideline for contracts between public and private sector on public facility development and operation	It provides the detailed contents of the contract to be made between public and private sector on public facility development and operation
Guideline for project operation and monitoring	It provides how public sector guides and monitor the public facility development and operation under PFI

Reference: WTE Project Development and Operation in Japan

2. Project development process and roles of public sector under PFI

Roles of Public Sector

```

    graph TD
      A[Project Planning Phase] --> B[Selection of Private Contractor]
      B --> C[Project Implementation (construction and operation)]
      A --- D[Formulation of Basic Project Plan (WTE facility plan)]
      A --- E[Competitive dialogue with potential contractors]
      A --- F[Determining the minimum level of technical requirement]
      A --- G[Preparation of public tender document]
      B --- H[Public announcement of public tender]
      B --- I[Evaluation of project proposals (inc. dialogue with project proponents)]
      B --- J[Selection of preferred bidders]
      C --- K[Contract negotiation]
      C --- L[Construction supervision]
      C --- M[Monitoring project operation]
    
```

Reference: WTE Project Development and Operation in Japan

2. Financing WTE projects in Japan

A) Cost of facility design and construction

Government subsidy 50%	Local bond 40 to 45%	Own budget 5 to 10%
------------------------	----------------------	---------------------

The percentage of financial sources vary depending upon the financial capacity of each local government.
Local bond will be usually underwritten by a syndicate of local financial institutes (banks, securities), with national gov't guarantee on principal

B) Cost of facility operation and maintenance

Local government pays the cost to project operator.
The cost is divided into fixed and variable costs in which variable costs will be paid in accordance with the monitoring results of project operation performance.

<p>3. Keys of Financially Feasible Development and Operation of WTE Project</p> <p>A) Amount and Quality of Waste (Energy Resource Efficiency)</p> <p>B) Balanced Project income and Expenditure</p> <p>C) Proper identification of project risks</p>	<p>3. Keys of Financially Feasible Development and Operation of WTE Project</p> <pre> graph TD WA[Waste Amount] --> SSW[Stable Supply of waste] WQ[Waste Quality] --> SSW WQ --> NCU[No contamination of unsuitable waste] WQ --> SHV[Stable heat value of waste] SSW --> EOW[Efficient Operation of WTE Facility] NCU --> EOW SHV --> SEP[Stable and efficient power/energy production] EOW --> SEP TF[Treatment Fee] --> BPIE[Balanced Project Income and Expenditure] EP[Energy Power selling] --> BPIE SEP --> BPIE </pre>
<p>3. Keys of Financially Feasible Development and Operation of WTE Project</p> <p>In WTE Project under PPP (most probably under service contract between public and private sector, allocation of the following risks between public and private sector is the key to success or failure)</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Waste supply risk (amount and quality) ■ Payment risk (treatment service fee and energy selling) ■ Service risk (Proper treatment of received waste) ■ Environmental risk (Proper prevention of environmental pollution) 	

(3) 議事記録

MINUTES OF MEETING
On
THE PROJECT FOR DATA COLLECTION SURVEY ON INTRODUCING INCINERATION
SYSTEM
IN NORTH AND SOUTH DHAKA CITY.
INCEPTION WORKSHOP ON SUSTAINABLE WASTE TO ENERGY (WTE) IN BANGLADESH

Date and Time: 8 June 2021, 3:00 pm to 4:30 pm (BST) & 6.00 a.m. to 7.30 a.m. (JST)

Venue: Online Meeting through Zoom.

Participants:

- Local Government Division (LGD)
- Local Government Engineering Department (LGED)
- Sustainable and Renewable Energy Development Authority (SREDA)
- City Corporation (Dhaka South, Dhaka North, Sylhet, Khulna, Gazipur, Mymensingh, Chittagong and Cumilla)

Agenda:

1. Opening remarks
2. Remarks from the Chief Guest
3. Keys of applying WTE technologies for the treatment of municipal solid waste
4. WTE facility development and operation in other countries
5. Q&A session
6. Outline of the data collection survey
7. Q&A session
8. Closing remarks

Discussion:

1. SREDA asked a question. Is incineration technology environmentally friendly?
2. JICA expert replied that the technology used for the project reduces greenhouse gas emissions. Take all measures during project implementation and apply the technology considering the environmental issue. So, there is no issue for the environment.
3. There is a question. Incineration is the most significant source of dioxins, which is very harmful to health. Is there any technology to control this?
4. JICA expert replied that an 850-degree centigrade economizer used in the operation stage and cooling chamber utilizing baghouse filter avoid dioxin emissions.

5. There is a question. Various technologies regarding WTE operation are very important. Can it be sustainable financially if these are implemented?
6. JICA expert replied yes but that it depends on the situation.
7. Ministry of Environment, Forest and Climate Change, made a comment. She wants to focus on environmental safety during the project development. They are working on solid waste management rules which will be finalized very soon. They have an inter-ministerial meeting on June 10th and hopefully, it will be finalized after this meeting. Till now, there is no provision on the segregation of solid waste in the current solid waste law. But the new law has a provision on solid waste segregation. Their focus is on developing such kind of projects which are less harmful to the environment.
8. JICA expert ensured that they will consider the issue and gave an example of Japan conducting a project to avoid environmental risk.

5.2. 第2回ワークショップ

(1) アジェンダ




2nd Workshop on Sustainable Waste to Energy (WTE) in Bangladesh

Venue: Online (Zoom) *Meeting ID & Pass will be shared later with the participants

Date: 3 November 2021, 10:00 am to 12:00 pm

JICA is delighted to announce that we are conducting the 2nd round of workshop on sustainable Waste to Energy. Building on the discussion in the 1st workshop, we decided to include the environmental aspects to be considered in the WTE projects. In the first presentation, we will explain the project scheme, the outline and the required level for project development and operation. Then, in the second presentation, the basic technical contents of waste incinerator power generation and pollution prevention measures will be discussed. We look forward to your participation and active discussion.


Workshop Proceedings

Title	Overview	Time
Welcome Remarks from JICA	Takeshi Saeki Representative, JICA Bangladesh Office	3-5 min.
Opening Remarks from the Chief Guest	Mr. Helal Uddin Ahmed Senior Secretary Local Government Division Ministry of Local Government, Rural Development and Cooperatives	10 min
WTE Project Development and Operation	Mr. Satoshi SUGIMOTO Deputy Team leader / Waste incineration power generation / Facility O&M and finance / PPP / Financial analysis Contents: <ul style="list-style-type: none"> - What is WTE (Waste-to-Energy) - WTE technologies in the Municipal Solid Waste Management Hierarchy - Myths and Facts of WTE Technology - Key Preconditions for Introducing WTE Technology - Variation of WTE Project Implementation Scheme - Examples of WTE Projects in Asian Countries 	30min.
Q&A session		20min.
Fundamental Points of Waste incinerator power generation technologies	Mr. Hiroshi KATO Team leader / Waste incineration power generation / Facility operation and maintenance Contents: <ul style="list-style-type: none"> - Definition of MSW Waste-to-Energy (WTE) incineration - Historical Background of waste incineration technology - Basic concept of waste incineration technology - Waste incineration products - Pollution Control - Key message 	30min.
Q & A session		20min.
Closing remarks	Sayaka Takuwa Global Environment Department, JICA Headquarter	10min.

(2) プレゼンテーション

WTE Project Development and Operation

2nd Workshop on Sustainable Waste to Energy (WTE) in Bangladesh



WTE Project Development and Operation

- A Guide for Assessment of WTE Project -

Satoshi Sugimoto
Deputy Team Leader
Project Design and PPP/Finance Expert

CONTENTS

1. What is WTE (Waste-to-energy)
2. WTE technologies in the Municipal Solid Waste Management Hierarchy
3. Myths and Facts of WTE technology
4. Key Preconditions for Introducing WTE technologies
5. Variation of WTE Project Implementation Scheme
6. Examples of WTE Projects in Asian Countries
7. Key Messages

1. What is WTE (Waste-To-Energy)

WTE (Waste-to-Energy)

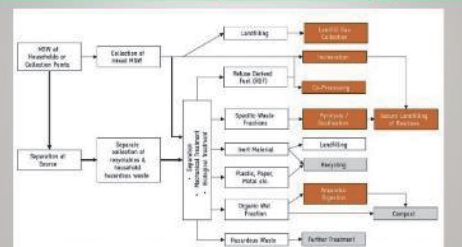
➔ A group of technologies that treat waste to recover energy in the form of:

- Heat;
- Electricity; or
- Alternative fuels (e.g.: RDF, RPF, Biogas, bioethanol, etc.)

WTE Technologies at the municipal scale application

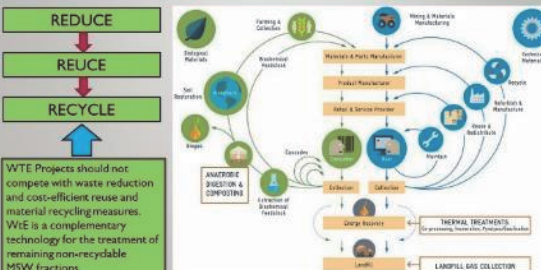
- Landfill Gas Collection
- Incineration with energy recovery
- Waste-derived fuel production (RDF, RPF, etc.)
- Anaerobic digestion for biogas production
- Others (Pyrolysis and Gasification)

1. What is WTE (Waste-To-Energy)



Flow of MSW and Different Options of Recycling and Treatment

2. WTE technologies in the MSW Management Hierarchy



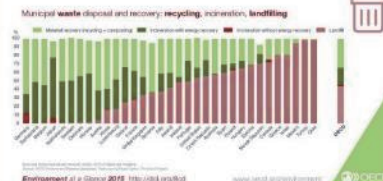
REDUCE
↓
REUSE
↓
RECYCLE
↑
WTE

WTE Projects should not compete with waste reduction and cost-efficient reuse and material recycling measures. WTE is a complementary technology for the treatment of remaining non-recyclable MSW fractions.

3. Myths and Facts of WTE Technology

Myth 1: Waste-to-Energy hinders recycling

➔ Many countries with high rate of material recycling of waste (e.g. Japan and EU countries) applies WTE technologies as well for energy recovery of non-recyclable and hazardous waste.

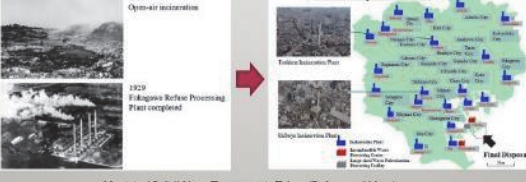


Municipal waste disposal and recovery: recycling, incineration, landfill

3. Myths and Facts of WTE Technology

Myth 2: Waste-to-Energy Pollutes the Environment

➔ With strict enforcement of environment regulations, waste-to-energy plants are among the industrial facilities of the lowest emission rates in many countries.



1976 Open-air incineration
1929 Filibagosa Refuse Processing Plant completed
21 incineration plants (as of 2012)

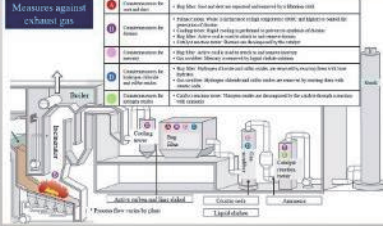
Municipal Solid Waste Treatment in Tokyo (Before and Now)

3. Myths and Facts of WTE Technology

Myth 3: Waste-to-Energy = Dioxins

➔ Proven technologies are available and applied in WTE facilities to limit dioxin exposures to the level of no human and environmental risk.

- Temperature control
- Removal and decomposition of dioxin



Measures against dioxin

3. Myths and Facts of WTE Technology

Myth 3: WTE Plant can self-finance its operation by its own income from produced/recovered energy sales with minimum gate fees.

➔ Even in developed countries, where calorific value of waste as well as energy price are both higher than emerging countries inc. Bangladesh, WTE projects are somehow subsidized by the Government e.g. Feed-in-Tariff for electricity sale, provision of grant facility for initial cost of the plant as "viability gap financing (VGF)".

Myth 4: Many international companies are queuing up to invest and operate WTE plants in emerging countries at their own risk (under private sector initiative).

➔ It is mostly not true as many experienced international companies recognize the legal, financial, and reputational risks of investing in WTE in emerging countries. There are a considerable number of failures in WTE projects due to lack of knowledge and experience among the relevant public and private sector stakeholders.

4. Key Preconditions for Introducing WTE Technologies

Type of Preconditions	Level of Requirement	
	Must	Strongly Advisable
Social Conditions	<ul style="list-style-type: none"> ■ A certain population scale and guaranteed volume of MSW. ■ Stable and operation system of SWM collection and transportation. ■ Secured landfill for final disposal. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Strong/immediate social needs for waste reduction, e.g. scarcity of the land for final disposal. ■ Sufficient/stable utility services in place (energy, water, sewerage service). ■ Laws on pollution prevention and EIA in place and properly enforced.
Public Awareness and Cooperation of Residents	<ul style="list-style-type: none"> ■ Proper separation at source. (separation of non-combustible and hazardous wastes) ■ Proper non-biased understanding on WTE by residents. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Public consensus obtained from the residents nearby the planned locations of WTE facility.

4. Key Preconditions for Introducing WTE Technologies

Type of Precondition s	Level of Requirement	
	Must	Strongly Advisable
Institutional/ Governance Aspects	<ul style="list-style-type: none"> Basic laws and rules on SWM in place and enforced. Technological standard for WTE facility construction, operation and monitoring provided. The land for WTE secured. WTE is clearly identified in upper level policies and plans. Central/local government's willingness to introduce WTE. 	<ul style="list-style-type: none"> Stable administrative body in charge of SWM. Technically qualified personnel to monitor WTE operations available. Energy departments and electric power companies have developed technical and operation standards to facilitate WTE as the source of renewable energy (IPP, FIT, etc.)

4. Key Preconditions for Introducing WTE Technologies

Type of Precondition s	Level of Requirement	
	Must	Strongly Advisable
Financial Aspects	<ul style="list-style-type: none"> Total costs for WTE (construction and operation) secured. <ul style="list-style-type: none"> Tipping fee Energy/electricity sale Carbon finance Tax incentives 	<ul style="list-style-type: none"> Tipping fees set at stable price over a long period of time (20yrs) based on the SWM service contract. Power selling price set at stable price over a long period based on PPA. Low cost financing of the Project (use of long-term low-interest loan with a certain grace period.) Tax exemption/reduction available.

4. Key Preconditions for Introducing WTE Technologies

Type of Precondition s	Level of Requirement	
	Must	Strongly Advisable
Technological Aspects	<ul style="list-style-type: none"> Waste composition stable and meet the required LCV for efficient WTE operations. Bottom ash and APC (fly ash) are safely treated. Proper pollution control system installed in WTE facility 	<ul style="list-style-type: none"> Plant manufacturers have enough expertise and experiences in WTE. Environmental monitoring system in place. Capacity building and training available for qualified human resource development.

5. Variation of WTE Project Implementation Scheme

Type	DB (Design-Build)	DBO (Design-Build-Operate)	BTO (Build-Transfer-Operate)	BOT (Build-Operate-Transfer)	BOO (Build-Own-Operate)	
Detail	The public sector raises funds and the private business operator designs and builds a facility with sufficient capacity. The public sector also operates and manages the facility.	The public sector raises funds. The private operator designs, constructs, manages and operates the facility under a long-term comprehensive contract.	The private business operator raises funds to build a facility. After building the facility, the investor transfers it to the public sector. The private operator manages and operates the facility under a long-term comprehensive contract.	The private business operator raises funds and performs a public service using the constructed facility. The public sector compensates the private business operator for services. When the contract term expires, the private operator transfers the facility to the public sector.	The private business operator raises funds and performs a public service using the constructed facility. When the contract term expires, the private operator takes possession of the facility and continues operations.	The private business operator raises funds and performs a public service using the constructed facility. When the contract term expires, the private operator takes possession of the facility and continues operations.
Set up required level	Public	Public	Public	Public	Public	
Financing	Public	Public	Private	Private	Private	
Design and construction	Private	Private	Private	Private	Private	
Management administration	Public	Private	Private	Private	Private	
Ownership	Public	Public	Public	Private/Public	Private	

Source: CCET guideline series on intermediate municipal solid waste treatment technologies IGES

6. Examples of WTE Project in Asian Countries

1. Singapore

- The first 4 WTE plants were built and operated by the Government with EPC contract with private sector companies.
- Now 3 WTE plants were built and operated under PPP contract.
- DBOO (Design-Build-Own-Operation) is applied based on the long-term "take-or-pay" service agreement with the Government.

6. Examples of WTE Project in Asian Countries

WTE Project under PPP in Singapore

Kappel Seghers Waste-to-Energy Plant (Start operation in 2009)

Design Treatment Amount	800 ton/day (2units)	<ul style="list-style-type: none"> 25 year long-term concession of waste treatment under SWM service agreement with Sing. Govt.] Take-or-Pay approach applied (capacity payment)
Treatment Technology	Stoker Type Incinerator	
Power Generation Capacity	22MW	
Project Implementation Scheme	DBOO (Design-Build-Own-Operation)	
Finance	Equity and Debt Finance by Private Contractor	
Initial Investment Cost	S\$ 160 million (119 mil. US\$)	
Tipping fee	S\$ 77/ton (S7 US\$)	
Project Contracts	<ul style="list-style-type: none"> SWM service agreement PPA (Power Purchase Agreement) Tripartite Agreement 	

6. Examples of WTE Project in Asian Countries

History of the 1st WTE project under PPP in Singapore

(Failure of public tender in 2001)

- The government called the open tender for its 5th WTE plant under PPP in which **the developers must undertake financial, design, and demand risks**.
- The tender was not well received by the market and only one non-compliant proposal submitted.
- The result found that the developers were unable to bear the demand risks because of:
 - Uncertain waste growth; and
 - Waste stream for the plant not guaranteed.
- No award of tender.

↓

(New open tender in 2005)

- Apply DBOO (Design, Build, Own, and Operation)
- Government to enter service agreement with the developer based on Take-or-Pay approach (Government to bear demand risks by giving operator full capacity payment)
- 25 years concession of WTE facility operation given to the developer.
- Developer must comply with the technical requirements, service performance standards, and other conditions in the above agreement.
- Contract price will be determined through tender process.

6. Examples of WTE Project in Asian Countries

Keys of Success in WTE Project under PPP in Singapore

Key Factors	Details
Project Implementation scheme	<ul style="list-style-type: none"> Under DBOO scheme, Singapore Gov't entered into SWM service agreement with the private project owner (SPC). Apply "Take-or-Pay" approach, in which Singapore Gov't guaranteed the amount of waste supplied to WTE facility through capacity payment (Even though the amount of waste supplied to the facility is less than the capacity required, the gov't must pay the fees based on the treatment capacity of WTE.) Long-term concession (25years) is given to the private project owner.
Financing	<ul style="list-style-type: none"> With the above take-or-pay approach and long-term concession, financial sustainability is guaranteed by the government that enabled project finance. Project owner can cover all the project cost with equity and debt finance based on the above guaranteed stable income for a long-term.
Monitoring and supervision of the Project by the Gov't	<ul style="list-style-type: none"> The private project owner provides guaranteed operation to comply with the following performance indicators set and agreed by both side: <ul style="list-style-type: none"> Available incineration (treatment) capacity. Contracted unit of electricity export Ash quality and flue gas to meet the national standards SWM service standards (pollution control, sanitation and safety codes, etc.)

6. Examples of WTE Project in Asian Countries



Keys of Success in WTE Project under PPP in Singapore

Key Factors	Details
Project Implementation scheme	<ul style="list-style-type: none"> Under DBOO scheme, Singapore Gov't entered into SWM service agreement with the private project owner (SPC). Apply "Take-or-Pay" approach, in which Singapore Gov't guaranteed the amount of waste supplied to WTE facility through capacity payment (Even though the amount of waste supplied to the facility is less than the capacity required, the gov't must pay the fees based on the treatment capacity of WTE.) Long-term concession (25years) is given to the private project owner.
Financing	<ul style="list-style-type: none"> With the above take-or-pay approach and long-term concession, financial sustainability is guaranteed by the government that enabled project finance. Project owner can cover all the project cost with equity and debt finance based on the above guaranteed stable income for a long-term.
Monitoring and supervision of the Project by the Gov't	<ul style="list-style-type: none"> The private project owner provides guaranteed operation to comply with the following performance indicators set and agreed by both side: <ul style="list-style-type: none"> Available incineration (treatment) capacity. Contracted unit of electricity export Ash quality and flue gas to meet the national standards SWM service standards (pollution control, sanitation and safety codes, etc.)

6. Examples of WTE Project in Asian Countries

2. Thailand

Type of WTE	Location	Treatment Capacity	Remarks
Waste Incineration and power	Nong Khaem District, Western Bangkok	500 ton/day	Since 2016, BOT
	Phuket 1	250 ton/day	Since 1999, DBO
	Phuket 2	700 ton/day	Since 2012, BOT
RDF Power	Petchaburi Prov.	500 ton/day	2019 completed, BOT
	Krabi	450 ton/day	Since 2020
	Khon Kaen Prov.	450-600 ton/day	Since 2016
RDF Power	Samut Prakan	600-800 ton/day	Since 2017, BOO
	Phichit Prov.	270 ton/day	Planned operation in 2020
Others			3 locations (total 150MW)

6. Examples of WTE Project in Asian Countries																	
WTE Project under PPP in Thailand Nong Khaem Waste-to-Energy Plant (Start operation in 2016)																	
<table border="1"> <tr> <td>Design Treatment Amount</td> <td>500 ton/day (2units)</td> </tr> <tr> <td>Treatment Technology</td> <td>Stoker Type or Fluidized bed incinerator</td> </tr> <tr> <td>Power Generation Capacity</td> <td>9.8 MW</td> </tr> <tr> <td>Project Implementation Scheme</td> <td>BOT (Build-Operation-Transfer)</td> </tr> <tr> <td>Finance</td> <td>Equity and Debt Finance by Private Contractor</td> </tr> <tr> <td>Initial Investment Cost</td> <td>THB 900 million (27 mil. US\$)</td> </tr> <tr> <td>Tipping fee</td> <td>THB 970/ton (29 US\$)</td> </tr> <tr> <td>Contracts</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> ■ SWM service agreement ■ PPA (Power Purchase Agreement) </td> </tr> </table>	Design Treatment Amount	500 ton/day (2units)	Treatment Technology	Stoker Type or Fluidized bed incinerator	Power Generation Capacity	9.8 MW	Project Implementation Scheme	BOT (Build-Operation-Transfer)	Finance	Equity and Debt Finance by Private Contractor	Initial Investment Cost	THB 900 million (27 mil. US\$)	Tipping fee	THB 970/ton (29 US\$)	Contracts	<ul style="list-style-type: none"> ■ SWM service agreement ■ PPA (Power Purchase Agreement) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 20-year concession of waste treatment under SWM service agreement ■ Approximately THB 6/ton (0.17 US\$) FIT is applied. 
Design Treatment Amount	500 ton/day (2units)																
Treatment Technology	Stoker Type or Fluidized bed incinerator																
Power Generation Capacity	9.8 MW																
Project Implementation Scheme	BOT (Build-Operation-Transfer)																
Finance	Equity and Debt Finance by Private Contractor																
Initial Investment Cost	THB 900 million (27 mil. US\$)																
Tipping fee	THB 970/ton (29 US\$)																
Contracts	<ul style="list-style-type: none"> ■ SWM service agreement ■ PPA (Power Purchase Agreement) 																
6. Examples of WTE Project in Asian Countries																	
3. Vietnam WTE Project in Vietnam Thoi Lai Waste-to-Energy Plant (Start operation in 2018)																	
<table border="1"> <tr> <td>Design Treatment Amount</td> <td>400 ton/day</td> </tr> <tr> <td>Treatment Technology</td> <td>Stoker Type</td> </tr> <tr> <td>Power Generation Capacity</td> <td>7.5 MW</td> </tr> <tr> <td>Project Implementation Scheme</td> <td>DBOO (Design-Build-Own-Operation)</td> </tr> <tr> <td>Finance</td> <td>Equity and Debt Finance by Private Contractor (ADB Finance)</td> </tr> <tr> <td>Initial Investment Cost</td> <td>USD 47 million</td> </tr> <tr> <td>Tipping fee</td> <td>USD 18/ton</td> </tr> <tr> <td>Contracts</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> ■ SWM service agreement ■ PPA (Power Purchase Agreement) </td> </tr> </table>	Design Treatment Amount	400 ton/day	Treatment Technology	Stoker Type	Power Generation Capacity	7.5 MW	Project Implementation Scheme	DBOO (Design-Build-Own-Operation)	Finance	Equity and Debt Finance by Private Contractor (ADB Finance)	Initial Investment Cost	USD 47 million	Tipping fee	USD 18/ton	Contracts	<ul style="list-style-type: none"> ■ SWM service agreement ■ PPA (Power Purchase Agreement) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 22-year concession of waste treatment under SWM service agreement ■ Approximately US\$ 0.09/ton FIT is applied. 
Design Treatment Amount	400 ton/day																
Treatment Technology	Stoker Type																
Power Generation Capacity	7.5 MW																
Project Implementation Scheme	DBOO (Design-Build-Own-Operation)																
Finance	Equity and Debt Finance by Private Contractor (ADB Finance)																
Initial Investment Cost	USD 47 million																
Tipping fee	USD 18/ton																
Contracts	<ul style="list-style-type: none"> ■ SWM service agreement ■ PPA (Power Purchase Agreement) 																
6. Examples of WTE Project in Asian Countries																	
7. Key Messages (Wrap-up)																	
A) WTE technology is not a magical technologies of converting any types of waste into energies as well as reducing the amount. It has pros. and cons. Some of preconditions must be met for its proper application such as: <ul style="list-style-type: none"> ■ Waste Characteristics (especially LHV); ■ Proper pollution control (especially air pollutants and ashes); ■ Skills and experiences required for optimum operation of WTE (e.g. temperature control, blending of waste to levelize LHV, close monitoring of performance). 																	
B) WTE introduction under PPP must be carefully designed with a view to: <ul style="list-style-type: none"> ■ Proper and clear allocation of roles and responsibilities between public and private sector (100% privatization should be avoided as the public responsibility of the Government.); ■ Contracts with the WTE technology service provider is important, which must include contingency plan. ■ How to finance is of great importance in feasible operation of WTE. 																	

Fundamental Points of Waste incinerator power generation technologies

People's Republic of Bangladesh
Japan International Cooperation Agency

WTE Technologies and Pollution Control

JICA Survey Team

Contents

1. Definition of MSW Waste-to-Energy (WTE) incineration
2. Historical Background of waste incineration technology
3. Basic concept of waste incineration technology
4. Waste incineration products
5. Pollution Control
6. Key message
7. Example of public roles on PPP waste incineration power generation project in Japan

Definition of MSW Waste-to-Energy (WTE) incineration

- WTE incineration is the process of direct controlled burning of waste in the presence of oxygen at temperatures of 850 degrees Celsius and above, coupled with basic mechanisms to recover heat and energy and more sophisticated mechanisms to clean flue gas.
- The main benefits of MSW incineration are waste disposal volume reduction, disease control and benefit of using waste as a resource to produce energy

Typical flow chart of WTE incineration plant
Source: CCTT guidelines on intermediate waste final solid waste treatment technologies: IGFS

Historical Background of waste incineration technology

- There are two basic trends in waste incinerator technology, Japan and Europe.
- The starting point for waste incinerator power generation in Japan
 - Sanitary treatment of waste
 - The main purpose of Japanese technology is to incinerate high-moisture contents with low calorific value waste hygienically.
 - Suitable for Asian countries
- The starting point for waste incinerator power generation in Europe
 - Heat recovery from waste
 - Many countries in Europe have a climate in which the temperature drops significantly in winter, so a heat source is indispensable for living.
 - The idea is to collect high-calorie waste and use it as fuel. Therefore, European technology is not suitable for incinerating low calorific waste.

Basic concept of waste incineration technology

- Incineration by self-calorific value
- Use auxiliary fuel (kerosene) at only the start of the incineration.
- After ignition to waste, incinerate only the self calorific value of the waste without using auxiliary fuel.
- An incinerator operates 24 hours a day and runs continuously for about 90 days.
- The annual incinerator running time is 7,500 to 8,000 hours.
- Therefore waste calorific value one of important factor for waste incineration with power generation
- Minimum calorific value for waste incineration power generation: 1,000 kcal/kg or 4,184 kJ/kg
- Type of incineration technologies
 - Incineration technologies
 - Moving Grate Technologies
 - Fluidised Bed Technologies

Solid waste calorific value in Dhaka North City Corporation

Water contents (cc)	Combustible contents (bb)	Ash contents	Total
62.8%	23.9%	14.3%	100.0%

Source: Pre Feasibility Study (section 4.1.4)

calorific value
0 kcal/kg

Waste: 100%

- Ash : aa %
- Combustible : bb % $\rightarrow 23\% \times 4,500 = 1,035 \text{ kcal/kg}$
- Water : cc% $\rightarrow 62.8\% \times 600 = -377 \text{ kcal/kg}$

calorific value (kcal/kg) = $1,035 - 377 = 658 \text{ kcal/kg}$ or $2,753 \text{ kJ/kg}$

Solid waste calorific value in Dhaka North City Corporation

Minimum calorific value for waste incineration power generation: 1,000 kcal/kg
The number of storage days and the status of improvement in calorific value are shown below. However, this value is calculated from the results of one test, and a more detailed investigation is required when implementing the project.

- Drain off the water from the food waste
- Target waste from high income area
- Dump truck & Container carrier \rightarrow Compactor truck
- Enlarge waste pit

Item	Before	After
Weight (moisture) decreased	17%	17%
Calorific value	658 kcal/kg	$\Rightarrow 1,000 \text{ kcal/kg}$

Weight (moisture) decreased 17%
Calorific value : 658 kcal/kg $\Rightarrow 1,000 \text{ kcal/kg}$

Source : Pre-Feasibility Study for Waste Power Generation for North Dhaka City Corporation in Bangladesh

Incineration technologies

Moving Grate Technologies type

- Most prevailing and reliable technology for waste thermal treatment.
- More than 1,000 operational plants exist worldwide

Air pollution control equipment

Matsudo city Wanagaya WTE in Japan

Moving Grate Furnace

Features:
Waste Retention time : 2 to 3 hours
Stable combustion

Input waste
Waste hopper
Waste feeder
Drying zone
Combustion zone
Post combustion zone
Bottom ash

Air for combustion
Exhaust gas
Waste flow
Grate motion

Solid waste contain various matters
 \rightarrow Input calorific value in incinerator changes from time to time
 \rightarrow Therefore, long waste retention time in the incinerator is one of important factors to make stable combustion

Photo (shot from ①)

Fluidised Bed Furnace

Features:
Waste Retention time: 2 to 3 minutes
High speed combustion
Can incinerate low calorific value wastes
Key factors when applying to solid wastes:
 \rightarrow Homogenization of input waste
 \rightarrow Appropriate combustion control

Used combustion system for constant calorific value matters (such as bio-mass, coal, etc.)

Calorific value of input wastes changes from time to time
 \rightarrow Therefore, appropriate combustion control of this type is difficult
 \rightarrow In recent years, this type is rarely constructed in Japan

Source : <https://www.union.tokyo23-seisou.lg.jp/shiro/shori/kansen/higoshi.html>

Waste Incineration products

- ① Heat
- ② Electricity
- ③ Combustion gas with harmful substances
- ④ Clean gas with harmful substances removed
- ⑤ Bottom ash
- ⑥ Fly ash

Source: IIGCC/Center for Business and Environment/Toyo Soda, Inc. (2012)

Pollution Control

- Combustion gas contain harmful substances
- Air Pollution Control requirements for dust, HCl, SO₂, NOx, mercury, heavy metals and dioxin removal.
- The condition for avoiding the generation of dioxins in the waste incinerator keeps the gas temperature at 850 degrees Celsius and gas detention time more than 2 second.

Air Pollution Control equipment

12

Pollution Control

- Combustion gas contain harmful substances
- The waste incineration gas is recomposing dioxins in the temperature range of 300 to 400degrees Celsius. Avoid this. It is rapidly cooling the waste incineration gas to 200 degrees Celsius or less in a cooling chamber.
- 850 degrees Celsius and gas detention time more than 2 second
- rapidly cooling the waste incineration gas to 200 degrees Celsius
- After cooling, it is filtered with a baghouse filter (filtration type dust collector) to remove contaminants from the combustion gas. After that, NOx is removing by the denitration reactor. After that, clean gas emits to stack.
- The pollutants removed by APC are contained in fly ash and discharged. Therefore, proper treatment of fly ash is required.

Example of a Moving Grate Incinerator

Source: CCET guideline series on intermediate municipal solid waste treatment technologies, IGES.

13

Pollution Control

- Flue gas
- Contain dust, HCl, SO₂, NOx, mercury, heavy metals and dioxin
- Ash
- The two types of ash(bottom ash and fly ash) generate from waste incineration.
- Since it is a waste incinerator, many harmful substances move to the incineration gas side.
- Therefore, probability that the bottom ash contains harmful substances is low.
- Fly ash (APC residue) contains many pollutants, as mentioned previously.

Example of a Moving Grate Incinerator

Source: CCET guideline series on intermediate municipal solid waste treatment technologies, IGES.

14

Pollution Control

- Flue gas treatment
- Baghouse filter with chemicals (slaked lime, activated carbon, others)
- Fly ash treatment
- Chelate (heavy metals elution inhibitor)
- Cement (fly ash molding)

Fly ash handling system

Example flow sheet of Moving Grate Incinerator

Fly ash: Treatment required

Bottom ash: recycle and/or landfill

Source: CCET guideline series on intermediate municipal solid waste treatment technologies, IGES.

15

5. Key message

- Type of WtE: Incineration power generation is recommendable
- Efforts should be made to increase the calorific value of solid wastes
 - Draining off water from the waste at home
 - Collect waste in high income residential area
 - Dump truck & container career which easily affected by rain to compactor truck
 - Reduction of moisture by enlargement of waste pits
- Furnace type: Moving Grate Technologies type is recommendable
- The negative environmental impact of the WtE(waste incineration)project can eliminate by using appropriate technology.
- Need to obtain ECC (Environmental Clearance Certificate)
- Even with the PPP scheme, there are many roles the public side must play.

16

7. Example of public roles on PPP waste incineration power generation project in Japan

- Obtaining local consent for the implementation of the project,
- Selection of PPP implementation companies
- Government grant application procedure
- Implementation support for various public applications (building permit, etc.)
- Procedures associated with the transfer of ownership of the facility
- Monitoring the project implementation status of PPP implementation companies
- Transportation of recycling (metals, etc.) item, and final disposal of incineration residue / non-combustible residue
- Support for Information and explanations for facility visitors
- Contract management

17

(3) Meeting Record

MINUTES OF MEETING
on
THE PROJECT FOR DATA COLLECTION SURVEY ON INTRODUCING INCINERATION
SYSTEM
IN NORTH AND SOUTH DHAKA CITY.
2ND WORKSHOP ON SUSTAINABLE WASTE TO ENERGY (WTE) IN BANGLADESH

Date and Time: 3 November 2021, 10:00 am to 12:00 p.m. (BST) & 1.00 p.m. to 3.00 p.m. (JST)

Venue: Online Meeting through Zoom.

Participants:

- Local Government Division (LGD)
- Local Government Engineering Department (LGED)
- Power division of the Ministry of power, energy and mineral resources
- Department of Environment (DOE) Ministry of Environment, Forest and Climate Change
- Sustainable and Renewable Energy Development Authority (SREDA)
- Public Private Partnership Authority (PPPA)
- City corporation (Dhaka North, Chittagong, Gazipur, Rangpur, Sylhet, Khulna, Barisal and Mymensingh)

Agenda:

1. Welcome Remarks from JICA
2. Opening Remarks from the Chief Guest
3. WTE Project Development and Operation
4. Q&A session
5. Fundamental Points of Waste incinerator power generation technologies
6. Q&A session
7. Closing Remarks

Discussion:

“WTE Project Development and Operation – A Guide for Assessment of WTE Project”

1. LGED asked what were the roles and responsibilities of local authorities in the planning process of WTE, and how much was the additional amount to be paid by a local body to switch from usual practice of waste management to WTE.
2. JICA expert replied that in the case of Japan, the local government holds the primary responsibility of SWM in its administration area. Therefore, the local government deals with all the process of WTE projects, including design, engineering, procurement, construction, and operation though many of them are contracted out to private companies. The local government has the capacity to assess and evaluate the

design, engineering, building process and operation of the private sector. The local government has the power to require the private WTE developer to report on the progress of construction and operation based on determined performance standard indicators to make sure that the project is properly implemented. It has technological standards for WTE facility and its operation and monitoring that are utilized to assess WTE project development operation. This is the case of Japan. Although he was not sure about how the roles and responsibilities of SWM were allocated between the central and local governments, he supposed that the local government should have the above capacity as it is directly facing the private contractors of WTE projects.

3. NCC asked a question about the calorific value of the waste in Singapore, Thailand, and Japan.
4. JICA expert replied that about 10 years ago, in Japan, the calorific value of waste used for incineration was more or less 1,500 kcal/kg. After that, because of the increased content of plastic in waste, the calorific value of waste in Tokyo increased to 2,000kcal/kg now. In the case of Singapore, the minimum required LHV in Senoko plant is 1,200 kcal/kg. As for Thailand, it was about 1,000 kcal/kg when the survey was conducted 20 years ago.
5. PPP Authority did not ask a question but shared his thought on how they would help JICA if anyone came for assistance. He thanked for the presentation that contained many important information related to WTE project models under PPP in other countries. Bangladesh has its own laws and guidelines for PPP and they are ready to support local government in the development of WTE projects.
6. Sylhet City Corporation asked a question. Which is the best solution between waste to electricity and waste to SRF (Solid Recovered Fuel) for local government institutions?
7. JICA expert replied that the feasibility of SRF depends on the existence of its users as well as the quality of SRF. If the quality of SRF does not meet the requirement of the users, the produced SRF may go to landfill without any use. Not all industrial boilers can accept SRF as energy source. In the case of Thailand, there are cement kilns ready to accept SRF as fuel. That's why RDF power has been developed. It really depends on the existence of candidate users of SRF. It is also necessary to consider the quality of SRF as it may contain a lot of plastic and become possible source of air pollutants including dioxin emissions if it is not properly incinerated.
8. Department of Environment did not ask a question but rather explained the process for developing the project and the responsibility of DOE. They understand that SWM brings a big challenge in terms of environmental management of the country. In this context, WTE is an essential technology to solve the issue of increased waste generation with almost exhausted capacity of existing landfills. However, it must be kept in mind that most of the waste is organic, highly moistened and with low calorific value. So, one

must be careful about possible emission of air pollution by combusting such waste, such as hydrogen chloride, hydrogen fluoride, nitrous and sulfur oxides, and so forth. It may be possible to use WTE technology for non-recyclable waste with high calorific values such as waste rubber tires and multi-layered plastic wastes that are all difficult to recycle. Also, to start WTE projects, she would like to remind that land clearance process with a complete EIA needs to be cleared and approved by the Department of Environment.

9. JICA expert replied that he completely agreed with the comments. As he mentioned in his presentation, all legal and regulatory requirements related to the environment must be complied with before starting any WTE project.
10. There is a question. Should citizens in Bangladesh separate non-combustible waste so that the WTE project can collect only combustible waste for energy recovery? Or can the WTE project accept mixed waste (non-combustible waste and combustible waste together)?
11. JICA expert replied that WTE technology can treat mixed waste of combustible and non-combustible waste. Non-combustible waste is to be generated in the form of slags or other types of residues. So, if there is a proper way for disposing of these residues, WTE can accept mixed waste. However, they always consider the percentage of non-combustible waste because a high percentage of non-combustible waste reduces the calorific value and energy (electricity) generation efficiency. As for hazardous waste, some of them should not be mixed with other waste since some types of waste with a high ignitability or volatility may damage the facility and there is a risk of explosion incidents. These types of dangerous waste must be removed from the waste when accepted by the WTE facility.

“Fundamental Points of Waste incinerator power generation technologies”.

12. LGED asked a question. What risk is there from dioxin emissions? Are there safer alternatives to incineration?
13. JICA expert replied that 20 years ago, dioxin emissions were a serious problem of waste incineration. However, as he just explained, with the current WTE technologies, dioxin emissions are minimized up to a level where there is no human and environmental risks as far as proper technology and operation measures are applied.
14. Sylhet City Corporation asked a question.
In 1999, according to a World Bank report, the minimum requirements for waste to be incinerated were:
 - (a) Lower calorific value must be 7MJ/kg or 6,635 BTU/kg.
 - (b) Moisture content must be less than 50%.
 - (c) Ash content must be less than 60%.

(d) Combustible matter or volatile solid must be greater than 25%.

A test was conducted in the feasibility study for DNCC by JICA survey team. Sample collected in Amin Bazar landfill site were:

(a) Moisture content: 62.8%.

(b) Ash content: 14%.

(c) Combustible matter: 23%.



Moisture content is higher than 50%.

For sustainable WTE plant in Bangladesh, how much subsidies have to be paid per ton of waste? How will it be sustainable in Bangladesh?

15. JICA expert replied that regarding the moisture content of waste which is higher than the required level in the World Bank report, it can be solved by various measures of reduction, as mentioned in his presentation. So, this issue can be solved by making the waste reach the required level of calorific value.
16. JICA expert replied that concerning the amount of subsidy that is required for one ton of waste treated, it depends on the total cost of the WTE project, including CAPEX and OPEX during the whole period of the project. One can see and estimate from the examples showed in the presentation about the level of tipping fee and FIT (feed-in-tariff) to be set for a WTE project. He also suggested to conduct a full-scale feasibility study when starting the first WTE project. The study should set all the preconditions of the project. Especially related to finance, how to procure the fund for the project, how much the project produces incomes, and the total cost of CAPEX and OPEX. All these preconditions are carefully assessed to make sure that the project is financially feasible. Without this technological and financial assessment of the WTE project, they know many WTE projects that failed in other countries by stopping its facility operation within a few years. They do not want Bangladesh to repeat this kind of failure.
17. JICA expert also added that he would like to add one thing about the required calorific value of waste for WTE facility. The calorific value stated in the World Bank of 7 MJ/kg is based on European WTE technology to deal with well-separated high calorific waste. In the case of Japan, since the country has been dealing with mixed municipal waste with low calorific value, the technology has been improved to self-combust waste with a minimum calorific value of 4.2 MJ/kg.

5.3. 第3回ワークショップ

(1) アジェンダ

3rd Workshop on Sustainable Waste to Energy (WTE) in Bangladesh

Online (Zoom) *Meeting ID & Pass will be shared later with the participants

Date: 13 February 2022, 16:00PM-

JICA is delighted to announce that we are conducting the 3rd round of workshop on sustainable Waste to Energy. Building on the discussion in the 1st workshop on the keys on WTE project and the discussion in the 2nd WS on myths on WTE project and technology on waste incineration including pollution control, we decided to share the findings from JICA's study, and discuss issues and measures in detail.

In the first part, we will explain the detailed project scheme and risks. Then, in the second part, issues on specifications on WTE facility and recommendation from the JICA survey will be introduced. We look forward to your participation and active discussion.

Indicative Agenda: ←

Title↵	Overview↵	Time↵
Opening remarks ↵	Mr. Takeshi SAHEKI ↵ Senior Representative↵ JICA Bangladesh Office↵	5min.↵
Remarks from the Chief Guest ↵	Mr. Helal Uddin Ahmed ↵ Senior Secretary↵ Local Government Division↵ Ministry of Local Government, Rural Development and Cooperatives↵	5min.↵
Specifications in WTE facilities ↵	Mr. Hiroshi KATO ↵ - Waste Incineration Power Generation Project by PPP in Japan & ↓ Points of require attention in the specifications for waste incinerator power generation facilities↵	20min↵
Q&A ↵	↵	10min↵
Typical models of WTE project development ↵	Mr. Satoshi SUGIMOTO ↵ Deputy Team leader / Waste incineration power generation / Facility O&M and finance / PPP / Financial analysis↵ Contents: ↵ - Basic Preconditions of WTE project in Bangladesh↵ - Selection of WTE technology↵ - Model case of WTE project↵ - Simulation of financial feasibility↵ - Recommendations↵	30min.↵
Q&A and Discussion ↵	Initiating discussion by raising questions from the JICA Study team ↵ For example,↵ - What is the responsibility of city corporation?↵ - What shall the city corporation monitor and supervise in implementation stage?↵	15min.↵
Closing remarks ↵	Mr. Hideaki MATSUOKA ↵ Director, Environmental Management Team1, Environmental Management Group, Global Environment Department, JICA HQ↵	5min.↵

(2) プレゼンテーション

Points of Require Attention in the Specifications for WTEs

	<p>Contents</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Waste Incineration Power Generation Project by PPP in Japan 2. Points of require attention in the specifications for waste incinerator power generation facilities 3. For reference (CAPEX and OPEX) 4. Key message 																																																												
<p>Waste Incineration Power Generation Project by PPP in Japan</p> <p>Example of public roles on PPP waste incineration power generation project in Japan</p> <ul style="list-style-type: none"> • Obtaining local consent for the implementation of the project, • Selection of PPP implementation companies • Government grant application procedure • Implementation support for various public applications (building permit, etc.) • Procedures associated with the transfer of ownership of the facility • Monitoring the project implementation status of PPP implementation companies • Transportation of recycling (metals, etc.)item, and final disposal of incineration residue / non-combustible residue • Support for information and explanations for facility visitors • Contract management 	<p>Waste Incineration Power Generation Project by PPP in Japan</p> <p>Preparation stage</p> <pre> graph TD A[Formulate a solid waste management master plan] --> B[Basic design of the project - Setting of planned waste amount and composition and treatment capacity - Setting of incineration power generation system - Conceptual design of the incineration power generation plant - Examination of precondition conditions] B --> C[Preparation of specifications for the project] C --> D[Selection of project implementer] </pre>																																																												
<p>Waste Incineration Power Generation Project by PPP in Japan</p> <p>Selection stage 1</p> <pre> graph TD A[Submission of qualification documents for bidding by private companies] --> B[Qualification Screening] B -- "Eligibility cannot be confirmed" --> C[Disqualification] B --> D[Submission of Proposals by Qualified Bidders] D --> E[Project Proposal] D --> F[Financial Proposal] E --> G[Basic screening] F --> G G --> H[Disqualification] G --> I[Evaluation of proposals] I --> J[Opening price proposals] J -- "Exceeded the maximum bid price" --> K[Disqualification] J --> L[Price evaluation] L --> M[Comprehensive evaluation] </pre>	<p>Waste Incineration Power Generation Project by PPP in Japan</p> <p>Selection stage 2</p> <pre> graph TD A[Comprehensive evaluation] --> B[Selection of the best candidate] A -- "If the price of the proposer with the highest overall evaluation score is lower than the base price." --> C[Low-price bid survey] B --> D[Determination of successful bidder] </pre>																																																												
<p>Waste Incineration Power Generation Project by PPP in Japan</p> <p>Examples of evaluation items</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">Evaluation Item</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. Safe, secure, and stable treatment</td> <td>2. Efficiency and ease of maintenance and operation</td> <td>3. Overall layout and flow line planning</td> <td>4. Optimization of life cycle costs</td> </tr> <tr> <td>(1) Stable treatment</td> <td>(2) Efficiency and ease of maintenance and operation</td> <td>(3) Overall layout and flow line planning</td> <td>(1) Extend the service life of facilities</td> </tr> <tr> <td>(2) Efficiency and ease of maintenance and operation</td> <td>(3) Overall layout and flow line planning</td> <td>(4) Operation plan (normal operation)</td> <td>(2) Stable management plan and income and expenditure plan</td> </tr> <tr> <td>(3) Overall layout and flow line planning</td> <td>(4) Operation plan (normal operation)</td> <td></td> <td>(3) Risk management for stable management</td> </tr> <tr> <td>(4) Operation plan (normal operation)</td> <td></td> <td></td> <td>(4) Operation plan (normal operation)</td> </tr> <tr> <td>2. Environmental Preservation</td> <td>3. Disaster Response Measures</td> <td>4. Overall plan (secure handover and operation)</td> <td>5. Contribution to local communities</td> </tr> <tr> <td>(1) Consideration for the surrounding environment</td> <td>(2) Measures against global warming</td> <td>(1) Project implementation system</td> <td>(1) Contribution to local companies</td> </tr> <tr> <td>(2) Measures against global warming</td> <td>(3) Environmental education and awareness raising</td> <td>(2) Design and construction plan</td> <td>(2) Contribution to local residents</td> </tr> <tr> <td>(3) Environmental education and awareness raising</td> <td></td> <td>(3) Free proposals</td> <td>(3) Risk management for stable management</td> </tr> <tr> <td>(4) Operation plan (normal operation)</td> <td></td> <td></td> <td>(4) Operation plan (normal operation)</td> </tr> <tr> <td>3. Disaster Response Measures</td> <td>4. Overall plan (secure handover and operation)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>(1) Business continuity plan</td> <td>(1) Project implementation system</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>(2) Disaster response plan</td> <td>(2) Design and construction plan</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>(3) Use as a shelter</td> <td>(3) Free proposals</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Evaluation Item				1. Safe, secure, and stable treatment	2. Efficiency and ease of maintenance and operation	3. Overall layout and flow line planning	4. Optimization of life cycle costs	(1) Stable treatment	(2) Efficiency and ease of maintenance and operation	(3) Overall layout and flow line planning	(1) Extend the service life of facilities	(2) Efficiency and ease of maintenance and operation	(3) Overall layout and flow line planning	(4) Operation plan (normal operation)	(2) Stable management plan and income and expenditure plan	(3) Overall layout and flow line planning	(4) Operation plan (normal operation)		(3) Risk management for stable management	(4) Operation plan (normal operation)			(4) Operation plan (normal operation)	2. Environmental Preservation	3. Disaster Response Measures	4. Overall plan (secure handover and operation)	5. Contribution to local communities	(1) Consideration for the surrounding environment	(2) Measures against global warming	(1) Project implementation system	(1) Contribution to local companies	(2) Measures against global warming	(3) Environmental education and awareness raising	(2) Design and construction plan	(2) Contribution to local residents	(3) Environmental education and awareness raising		(3) Free proposals	(3) Risk management for stable management	(4) Operation plan (normal operation)			(4) Operation plan (normal operation)	3. Disaster Response Measures	4. Overall plan (secure handover and operation)			(1) Business continuity plan	(1) Project implementation system			(2) Disaster response plan	(2) Design and construction plan			(3) Use as a shelter	(3) Free proposals			<p>Points of require attention in the specifications for waste incinerator power generation facilities</p> <p>Overview of the plan</p> <ul style="list-style-type: none"> • The location of the facility • Facility scale • Operating hours per day: 24 hours a day, minimum continuous operation 90 days. • Annual operating hours: 7,500 hours. <p>Outline of the plan(1)</p> <p>Types of waste to be incinerated</p> <ul style="list-style-type: none"> • Clarify the types of waste (household, commercials, industrial waste, etc.) and Planned waste composition • Show waste composition <ul style="list-style-type: none"> • moisture content, combustible content, ash content, • calorific value (low, medium, and high), • unit weight and elemental composition (C, H, O, S, N, Cl) • the calorific value of low-quality waste needs about 1,000 kcal/kg (4,200 kJ/kg) to operate the incinerator stably.
Evaluation Item																																																													
1. Safe, secure, and stable treatment	2. Efficiency and ease of maintenance and operation	3. Overall layout and flow line planning	4. Optimization of life cycle costs																																																										
(1) Stable treatment	(2) Efficiency and ease of maintenance and operation	(3) Overall layout and flow line planning	(1) Extend the service life of facilities																																																										
(2) Efficiency and ease of maintenance and operation	(3) Overall layout and flow line planning	(4) Operation plan (normal operation)	(2) Stable management plan and income and expenditure plan																																																										
(3) Overall layout and flow line planning	(4) Operation plan (normal operation)		(3) Risk management for stable management																																																										
(4) Operation plan (normal operation)			(4) Operation plan (normal operation)																																																										
2. Environmental Preservation	3. Disaster Response Measures	4. Overall plan (secure handover and operation)	5. Contribution to local communities																																																										
(1) Consideration for the surrounding environment	(2) Measures against global warming	(1) Project implementation system	(1) Contribution to local companies																																																										
(2) Measures against global warming	(3) Environmental education and awareness raising	(2) Design and construction plan	(2) Contribution to local residents																																																										
(3) Environmental education and awareness raising		(3) Free proposals	(3) Risk management for stable management																																																										
(4) Operation plan (normal operation)			(4) Operation plan (normal operation)																																																										
3. Disaster Response Measures	4. Overall plan (secure handover and operation)																																																												
(1) Business continuity plan	(1) Project implementation system																																																												
(2) Disaster response plan	(2) Design and construction plan																																																												
(3) Use as a shelter	(3) Free proposals																																																												
<p>Points of require attention in the specifications for waste incinerator power generation facilities</p> <p>Outline of the plan(2)</p> <p>Number of incineration lines</p> <ul style="list-style-type: none"> • It is appropriate to have at least two lines (one furnace operates continuously even if the other goes down) <p>Reception and supply equipment</p> <ul style="list-style-type: none"> • The pit and crane method is appropriate. <p>Combustion equipment</p> <ul style="list-style-type: none"> • the stoker type is the most common. <p>Conditions for the combustion chamber</p> <ul style="list-style-type: none"> • Temperature is 850 °C or above • Retention time of gas is 2 seconds or more <p>Combustion gas cooling equipment</p> <ul style="list-style-type: none"> • Full boilers to generate electricity. • Regular steam pressure (superheater outlet): 4.0 MPa • Regular steam temperature (superheater outlet): 400 °C 	<p>Points of require attention in the specifications for waste incinerator power generation facilities</p> <p>Outline of the plan(3)</p> <p>Exhaust gas treatment equipment</p> <ul style="list-style-type: none"> • The system can comply with pollution control standard values. • The exhaust gas treatment method <ul style="list-style-type: none"> • slaked lime and powdered activated carbon blowing + filtration type dust collector system <p>Ash treatment equipment</p> <ul style="list-style-type: none"> • The ash generated by incineration: <ul style="list-style-type: none"> • bottom ash (remaining at the bottom of the incinerator) • fly ash generated from the exhaust gas treatment equipment. • The bottom ash can be recyclable • Fly ash contains hazardous substances such as heavy metals, so it is necessary to treat and dispose of it carefully. 																																																												

<p>Points of require attention in the specifications for waste incinerator power generation facilities</p> <p>Required facility functions</p> <p>Pollution prevention</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Sufficient pollution control measures must be taken to comply with <ul style="list-style-type: none"> ○ environmental standards ○ EIA results (exhaust gas, noise and vibration, and odors, etc.) <p>Materials and equipment</p> <p>Specifications for materials used</p> <ul style="list-style-type: none"> ● All materials and equipment used must be products that are suitable for the intended use, ● have no defects, must be new and have quality that meets or exceeds various industrial standards set by developed countries. <p>Materials used</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Materials used in parts exposed to high -temperature shall have excellent heat resistance ● Materials used under corrosive conditions such as acid and alkali, <ul style="list-style-type: none"> ○ acid resistance ○ alkali resistance <p style="text-align: right;">11</p>	<p>Points of require attention in the specifications for waste incinerator power generation facilities</p> <p>Trial run and guidance period (1)</p> <p>Trial run</p> <ul style="list-style-type: none"> ● After the construction is completed, a trial run within the construction period ● This test period requires 180 days and include <ul style="list-style-type: none"> ○ the adjustment of single devices after power reception, ○ dry running, dry firing, load operation, ○ performance test and confirmation of performance test results. ● The trial run shall be carried out by the contractor ● If there is a problem during the trial run, <ul style="list-style-type: none"> ○ the contractee will judge the situation on -site and give instructions. ○ The contractor must create and submit an operation and adjustment record during the trial run period. ● When repairing, <ul style="list-style-type: none"> ○ the contractor must prepare the repair implementation guideline in advance and ○ obtain approval of the contractee. <p style="text-align: right;">12</p>
<p>Points of require attention in the specifications for waste incinerator power generation facilities</p> <p>Trial run and guidance period (2)</p> <p>Operational guidance</p> <ul style="list-style-type: none"> ● The contractor provides necessary and sufficient training to the staff of the contractee ● The training plan must be prepared by the contractor in advance and approval from the contractee must be obtained. ● The operational guidance period of the facility requires about 90 days during the trial run period. ● The contractor reports the results of the performance tests during the trial run period and obtains the approval of the contractee. ● For the contractee to start full-scale operation immediately upon handover of the facility, ● It is necessary to prepare a management and operation system in advance <ul style="list-style-type: none"> ○ complete training ○ guidance of the operators. <p style="text-align: right;">13</p>	<p>Points of require attention in the specifications for waste incinerator power generation facilities</p> <p>Trial run and guidance period (3)</p> <p>Expenses for the trial run and operational guidance</p> <ul style="list-style-type: none"> ● The contractor provides necessary and sufficient training to the staff of the contractee <p>Burden on the contractee side:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Delivery of waste ● Removal and disposal of each processed product ● Personnel expenses for staff assigned to the facility (including consignment staff) <p>Burden on the contractor side:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● The contractor bears all expenses necessary for the trial run and operational guidance, <p style="text-align: right;">14</p>
<p>Points of require attention in the specifications for waste incinerator power generation facilities</p> <p>Performance guarantee(1)</p> <p>Confirmation of performance guarantee items is based on the performance test conducted when the facility is handed over.</p> <p>The conditions for conducting the performance test are as shown below.</p> <p>Guarantee</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Responsible construction: <ul style="list-style-type: none"> ○ The processing capacity and performance of the facility are under the full responsibility of the contractor. ● Performance guarantee (Waste treatment capacity and pollution control standards) <ul style="list-style-type: none"> ○ Waste treatment capacity ○ Incinerator conditions ○ Pollution control standards ○ Work environment standards ● Confirmation of the safety of the facility functions through emergency operation test <p style="text-align: right;">15</p>	<p>Points of require attention in the specifications for waste incinerator power generation facilities</p> <p>Performance guarantee(2)</p> <p>Preliminary performance test</p> <ul style="list-style-type: none"> ● The contractor conducts a preliminary performance test before the performance test for handover ● The contractor submits the preliminary performance test report before the performance test for handover. ● The preliminary performance test period shall last 3 days or more. ● The preliminary performance test report shall be prepared by whole record during this period. ● However, if the performance is not demonstrated, it is the responsibility of the contractor to take measures and conduct a retest. <p>Performance test for handover</p> <ul style="list-style-type: none"> ● The performance test for handover shall be conducted during the construction period. ● Normal operation started 2 days or more prior to the test ● The test shall be carried out continuously for 3 days or more with a waste amount suited to the plant capacity. ● The performance test for handover shall be conducted on performance guarantee items in the presence of the contractee. <p style="text-align: right;">16</p>
<p>Points of require attention in the specifications for waste incinerator power generation facilities</p> <p>Performance guarantee(3)</p> <p>Performance test for handover</p> <ul style="list-style-type: none"> ● The operation of the facility during the performance test for handover is carried out <ul style="list-style-type: none"> ○ to the extent possible ○ by the person who will actually be involved in the operation after handover, ○ and the contractor carries out other matters such as equipment adjustment, sample collection, measurement, analysis and recording ● If the guaranteed performance value is not satisfied as a result of the performance test for handover, ● Necessary modifications and adjustments shall be made and the performance test for handover shall be conducted again. ● As a rule, the performance test for handover is carried out with simultaneous operation of all furnaces. <p style="text-align: right;">17</p>	<p>Points of require attention in the specifications for waste incinerator power generation facilities</p> <p>Warranty against defects(1)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Since many waste incineration power generation facilities use the performance -based ordering (design and construction contract) method, <ul style="list-style-type: none"> ○ the contractor is responsible for guaranteeing design defects in addition to construction defects. ● Regarding the correction of defects, <ul style="list-style-type: none"> ○ a defect warranty period is defined, ○ if doubts arise regarding performance, function, durability or else within this period, ○ the contractee requests the contractor to correct the defects. ● Defects be determined based on the results of a timely inspection. <p>Design defect warranty</p> <ul style="list-style-type: none"> ● As a rule, the defect warranty period for design shall be 10 years after handover. ● Any design defects that occur during this period be corrected at the responsibility of the contractor <p>Construction defect warranty</p> <ul style="list-style-type: none"> ● As a rule, the warranty period for plant construction is two years after handover. ● As a rule, the warranty period for construction is two years after handover, but 10 years for roof waterproofing. <p style="text-align: right;">18</p>
<p>Points of require attention in the specifications for waste incinerator power generation facilities</p> <p>Warranty against defects(2)</p> <p>Criteria for defects</p> <ul style="list-style-type: none"> ● When troubles that hinder operation occur. ● When structural and construction defects are found. ● When the main parts are cracked, damaged, dropped, bent, worn and others, and their functions are significantly impaired. ● When significant deterioration in performance is confirmed. ● When the service life of the main equipment is extremely short. <p>Correction and repair of defects</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Defects that occur during the defect warranty period shall be corrected and repaired free of charge by the contractor at the time specified by the contractee. For correction/repair, documentation on the correction/repair procedure shall be submitted and approval must be obtained. ● The contractor shall bear the expenses required for the detection of defects during the warranty period. <p>Formal handover</p> <ul style="list-style-type: none"> ● After the construction is completed, the facility shall be officially handed over. <ul style="list-style-type: none"> ○ Completion of construction is the time when all construction is completed, the prescribed performance is confirmed by the performance test, and the completion inspection specified in the contract is performed and passed. <p style="text-align: right;">19</p>	<p>Points of require attention in the specifications for waste incinerator power generation facilities</p> <p>Others</p> <p>Spare parts</p> <p>Request the contractor to deliver the necessary quantity of spare parts.</p> <p>Spare parts are not the parts that are regularly required in normal operation, but the following parts that are prepared and delivered in consideration of unexpected accidents:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Parts used in large quantity. ● Parts with a high probability of damage due to the large number. ● Parts that are not commercially available, take time to deliver, and make the facility inoperable in case of damage. <p>Consumables</p> <ul style="list-style-type: none"> ● The contractor is required to prepare the quantity of consumables necessary for two years after official handover. ● Consumables are parts that can fulfill the original functions of the equipment by being replaced regularly during steady operation. <p style="text-align: right;">20</p>

For reference

Relationship between processing capacity and CAPEX (Capital Expenditure)

In this study, a simple regression analysis was conducted to determine the relationship between treatment capacity and CAPEX in 10 cases in JICA-supported countries in Asia, and the following equation was obtained.

$$y = 0.0988x + 2.3592$$

Where y : CAPEX (million USD), x : treatment capacity (tons/day)

- The residual sum of squares of this equation is $R^2 = 0.8147$, close to 1.0 and therefore has a high degree of reliability.
- If there is a large discrepancy between the value obtained by this equation and the CPAEX proposed by the private sector, it is necessary to investigate the cause.

OPEX(Operating expense)

In many cases, the cost excluding labor costs (since labor costs vary from country to country) is generally 4-5% of CAPEX for one year.

21



Key message

- Even with the PPP scheme, there are many roles the public side must play.
- When implementing a WtE project under PPP, the public side needs to decide at least the following items
 - The location of the facility and Facility scale based on the SWM M/P
 - Clarify the types of waste(household, commercials, industrial waste, etc.) and Planned waste composition
 - Determination of guarantee matters by the private sector
 - Determination of the content and scope of defect warranty
 - Method of monitoring after the start of facility operation.
- Furnace type: Moving Grate Technologies type is recommendable
- Fly ash contains hazardous substances, so careful consideration should be given to its treatment and disposal methods.
- The negative environmental impact of the WtE(waste incineration)project can eliminate by using appropriate technology.
- Need to obtain ECC (Environmental Clearance Certificate)

22

Standard Model of WTE Project in Bangladesh

Final Workshop on Sustainable Waste to Energy (WTE) in Bangladesh

Standard Model of WTE Project in Bangladesh
-Recommendations from JICA Study Team-

Satoshi Sugimoto
Deputy Team Leader
Project Design and PPP/Finance Expert

CONTENTS

1. Basic Preconditions for Building the Model Project
2. Selection of WTE Technologies
3. WTE system with moving grate technology
4. Model Case of WTE Project with its estimated cost
5. Basic Scheme of Project Operation
6. Simulation of financial feasibility of the model project

1. Basic Preconditions for Building the Model Project

Item	Preconditions	Grounds (Basis)
Treatment amount	1,000 ton/day (2 units of 500 ton/day)	Assumed in consideration of: <ul style="list-style-type: none"> Current amount of municipal solid waste disposed at landfill in North and South Dhaka. (North Dhaka: 2,774ton/day, South Dhaka: 2,372 ton/day) Scale of economy as well as the safe and stable operation level of WTE facility based on the experience in Japan.
Low heat value (LHV) of waste	1,000kcal/kg	Assumed that: <ul style="list-style-type: none"> LHV of waste with no pre-treatment is about 700kcal/kg, that cannot be self-incinerated. By natural drying of waste with 7 days storage, LHV is to be increased up to self-burnable level of 1,000 kcal/kg
Key requirement for waste treatment	Technology to be selected taking into account the following requirement. <ul style="list-style-type: none"> Maximum reduction of waste volume. Maximum energy recovery with treatment Proper pollution control measures (compliance with relevant laws and regulations) Maximum cost efficiency in project development and operation 	
Project Period	20years	Standard period for WTE project
Project income	5.36 TK/kwh (US\$0.06/kwh)	<ul style="list-style-type: none"> Current electricity wholesale price under DPDC regulation. No solid waste management service fee charged.

2. Selection of WTE Technologies

Comparison of WTE Technologies

Types of WTE Technology	Biogas energy	RDF (Refuse-Derived-Fuel) power	Incineration and Power Generation
Reduction of waste volume	Low (Inorganic waste remains)	High (Users of RDF must exist)	Highest (All burnable waste is incinerated)
Scale of economy	Good	Good	Good
Suitability to waste properties	Moderate (Not efficient for mixed waste of organic and inorganic types)	Moderate (RDF quality may vary with waste properties)	Good (Flexible to waste properties)
Energy recovery	Moderate (Energy conversion comes from organic waste only)	Good (All burnable waste is converted to RDF)	Good (All burnable waste is incinerated with energy recovery)
Environmental concerns	Treatment/recycling of residues (Organic and inorganic)	Air emission and residues when RDF is used (incinerated) as fuel	Air emission and residues when incinerated
Cost	Moderate	High	High

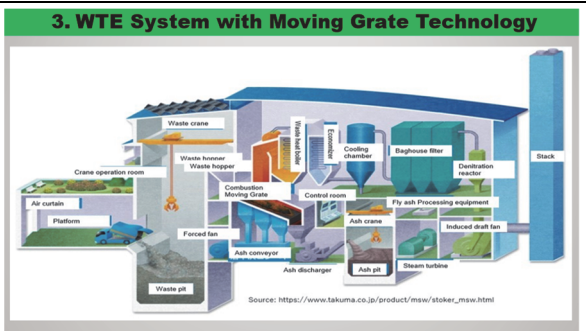
Recommendation: Taking the urgency of waste reduction in big cities into account, as well as the difficulty in identifying the appropriate users of RDF, incineration and power generation is the most

2. Selection of WTE Technologies

Comparison of Waste Incineration and Power Generation Technologies

Types of Technology	Moving Grate Technology	Fluidized Bed Combustion	Gasification
Treatment Capacity	High	Moderate	High
Flexibility to Waste properties	High (The most flexible to heat value of waste)	Moderate	Low (high heat value of waste required)
Simplicity of technology	High	Moderate	Low
Track records of operation	High (more than 1000 facilities in operation)	Moderate (hundreds facilities in operation)	Low (limited in treatment of municipal solid waste)
Environmental protection	Good (Fully modernized air and water pollution abatement system exist.) Concern (Generation of hazardous residues needs to be properly managed.)		
Cost	Moderate	Moderate	High

Recommendation: Among the technologies above, the moving grate technology is the best option in all of the important evaluation criteria shown above.



3. WTE System with Moving Grate Technology

Configuration of Waste Treatment Mechanism

System Composition	Function and Mechanism
Waste Pit	<ul style="list-style-type: none"> Collected waste is to be agitated for homogenization of waste property. Waste is to be dried by retaining it within the pit for 7 days so that it can reach self-burnable heat value (approx. 1,000kcal/kg). Considering the above, waste pit have enough capacity to store 7 days of collected waste (7,000 tons of storing capacity)
Combustion Furnace (moving grate type)	<ul style="list-style-type: none"> Waste is to be incinerated for 2 to 3 hours. To prevent emission of dioxin and furans, the temperature in the furnace must be maintained at above 850 °C under oxygen presence while the residence time of flaming gas has to be more than 2 seconds.
Waste heat boiler	<ul style="list-style-type: none"> By cooling the flaming gas in the waste heat boiler, a high temperature steam are generated to be converted into electricity with steam turbine generator. The flaming gas is pressurized at 4 MPaG (Megapascal gauge) to produce the steam of 400 °C for power generation. Power generation efficiency ranges from 20 to 25%.

3. WTE System with Moving Grate Technology

Configuration of Waste Treatment Mechanism

System Composition	Function and Mechanism
Exhaust gas treatment	<ul style="list-style-type: none"> Exhaust gas treatment is carried out by a combination of gas cooling and filtration (bag filter) type dust collector. To avoid recombination of dioxin and furans, the temperature of flaming gas transferred from waste heat boiler must be immediately cooled down to below 200 °C. The cooled gas is to be further treated in dust collector with injection of activated carbon and lime to remove heavy metals, hydrogen chloride and other hazardous substances. By filtration, the hazardous substances contained in the exhaust gas is captured as fly ash.
Ash treatment and disposal	<ul style="list-style-type: none"> Waste incineration process produces so-called fly ash and bottom ash. Bottom ash is produced from incineration process while fly ash is from exhaust gas treatment process. Bottom ash can be further recycled by collecting the metals and/or converting it into cement or concrete. Fly ash needs special attention in terms of its high content of hazardous substances. So-called non-elution treatment (avoiding elution of hazardous substances) needs to be taken before its disposal (e.g. solidification).

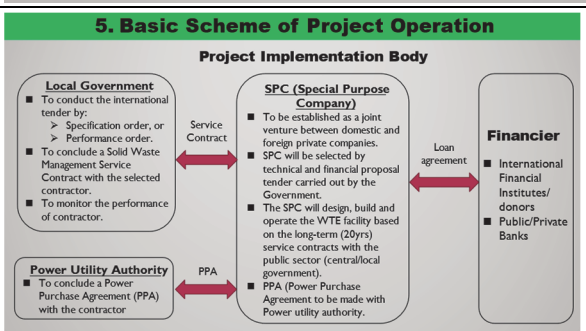
4. Model Case of WTE Project with Estimated Cost

Basic Specification of WTE

System	Specification
Design treatment Capacity	1,000 ton/day (2 units of 500 ton/day)
Incineration technology	Moving grate technology
Low heat value (LHV) of waste	1,000 kcal/kg (after pre-treatment)
Power generation technology	Steam turbine power
Power generation efficiency	23%
Power generation capacity	11MW
Self-consumption rate (electricity)	15%

Estimated Project

Item	Cost (000 US\$)
Capital Expenditure (CAPEX)	101,159
Operational Expenditure (OPEX)	4,552



6. Simulation of financial feasibility of the Project			
Target financial feasibility level: 10% of IRR (Internal Rate of Return)			
Preconditions of Simulation		Simulation of the combination of required treatment fee and power selling rate	
Item	Preconditions	Assumption	Power selling rate (US\$/kwh)
Treatment amount	1,000 ton/day		
Power generation capacity	11MW	Project income only comes from power selling	0
Annual operation days	320 days/year	70% of income from power selling while 30% from treatment fee	0.158
Project Operation Period	20 years	50% from power selling as well as from treatment fee	0.11
CAPEX (Construction cost)	US\$101,159,000	70% of income from treatment fee while 30% from power selling	0.07
OPEX (Operation Cost)	US\$4,552,000/year	Project income only come from treatment fee	0
Source of Project Income	Treatment fee Power selling		

7. Recommended model of WTE Project in Bangladesh	
Item	Recommendation
Target Waste	Municipal Solid Waste Management (Waste from household and businesses)
Design Treatment Capacity	1,000 ton/day (2 units of 500 ton/day)
Incineration technology	Moving Grate Technology (The most disseminated and experienced technology)
Acceptable heat value of waste	1,000 kcal/kg (need to be pre-treated to reach this calorific value as self burnable)
Power Generation Capacity	Approximately 11MW
Key requirement in WTE operation	<ul style="list-style-type: none"> ■ Prevention of dioxin <ul style="list-style-type: none"> ➢ To maintain the temperature in the furnace above 850°C. ➢ Residence time of flaming gas at more than 2 seconds. ➢ Immediate cooling of flaming gas to below 200°C. ➢ Filtration (bag filter) type dust collection. ■ Ash treatment disposal <ul style="list-style-type: none"> ➢ Non-elution treatment (solidification, etc.) ➢ Proper disposal at controlled landfill
Selection of project operator	<ul style="list-style-type: none"> ■ International tender based on specification or performance order. ■ Selection process must be transparent and competitive. ■ Need to be joint-venture between foreign and local
Project Operation Scheme	<ul style="list-style-type: none"> ■ DBO (Design, Build and Operation) by the private sector ■ The responsibility of supervision and monitoring the project by the public sector is the must.
Main source of project income	<ul style="list-style-type: none"> ■ Treatment fee and power selling

(3) 議事記録

MINUTES OF MEETING
On
THE PROJECT FOR DATA COLLECTION SURVEY ON INTRODUCING INCINERATION
SYSTEM
IN NORTH AND SOUTH DHAKA CITY.
3RD WORKSHOP ON SUSTAINABLE WASTE TO ENERGY (WTE) IN BANGLADESH

Date and Time: 13 February 2022, 4:00 pm to 6:00 p.m. (BST) & 7.00 p.m. to 9.00 p.m. (JST)

Venue: Online Meeting through Zoom.

Participants:

- Local Government Division (LGD)
- Local Government Engineering Department (LGED)
- Power division of the Ministry of Power, Energy and Mineral Resources
- Department of Environment (DOE) Ministry of Environment, Forest and Climate Change
- City Corporations (Dhaka North, Dhaka South, Chattogram, Rangpur, Sylhet, Khulna, Mymensingh, Narayanganj)

Agenda:

1. Opening remarks
2. Remarks from the Chief Guest
3. Specifications in WTE facilities
4. Q&A
5. Typical models of WTE project development
6. Q&A and Discussion
7. Closing remarks

Discussion:

1. There was a question. How will PPP model work for WTE projects in Bangladesh?
2. JICA expert replied that this issue was covered in the presentation and in the key messages. The public sector has an important role to play in PPP. The public sector should also monitor and control the project (not only the private sector). He also added that the Survey Team has prepared a document with check points that will be useful to evaluate proposals from the private sector.
3. LGED asked a question. In conventional method of waste management there is no residue but by-products (ash). How will it be disposed?

4. JICA expert replied that two types of ash are produced, namely bottom ash and fly ash. Bottom ash can contain recyclable materials such as steel. It can also be used in cement or construction material. Fly ash can contain hazardous material and should be controlled. In Japan, it is treated using chemicals so that it does not affect the environment. If there is no treatment, it should be disposed of in a special landfill.
5. LGED replied that there should be a chapter on ash management in the report, and also asked a question about smoke and dust management.
6. JICA expert replied that it was all explained in the report. Smoke is not a problem. As described earlier, chemicals are used for cleaning the gas.
7. LGED commented that the Design Life was 10 years, but the defects liability period was only 2 years and asked a question. How is that to increase the defects liability period?
8. JICA expert replied that it was just the case of Japan. Bangladesh government can adjust based on projects.
9. There was a question. In order to maintain 1,000 kcal/kg or above, should we select 1,000 ton/day waste of higher calorific value from total 2,770 ton/day in case of DNCC, e.g., waste from high income residential waste, commercial waste, institutional wastes, etc. that are less wet? In order to explain your recommendation of Moving Grate Technology: What are not-recommended technologies and why? (e.g., gasification technology recommended or not and why? Fluidized bed incineration chamber recommended or not and why?) Hazardous substances in fly ash are only heavy metals or dioxins are also contained in fly ash? The best fly ash treatment technology is to reduce the generation of dioxins in the process? Or is to capture almost 100% of the dioxin in the fly ash to be safely treated/disposed afterward? Or both i.e., reduce generation of dioxins and also capture it safely?
10. JICA expert explained that the Moving Grate type has a history of over 100 years and is a stable technology that has been improved through the accumulation of various experiences, and there are over 1,000 facilities of this Moving Grate type in the world. Fluidized bed was put to practical use in Japan in the late 1980s. Its combustion time was only 2 to 3 minutes, but it could not keep up with the changes in waste quality from time to time, while the Moving Grate type has a combustion time of 2 to 3 hours, but it can sufficiently respond to the changes in waste quality from time to time.
Gasification was actively introduced in Japan around 2000, but it is not currently used due to problems such as the need for auxiliary fuel because the heat balance does not match the actual heat balance, although the theoretical heat balance can be obtained.
For these reasons, fluidized bed and gasification are rarely used for municipal waste incineration in Japan today.

11. LGED made a request. Could you please make a slide in terms of investment and return in ten years period for a medium type (about 20-30 ton/day) WTE project in Bangladesh, so that viability may be visualized in a simple way.
12. JICA expert replied that they will consider showing project viability in this way in the final report.
13. There was a comment. As MGT was available maybe since 1960's, somebody misunderstand MGT is a traditional and obsolete technology. But it is NOT. MGT has been a common and reliable technology to date and MGT is improved day-by-day and is a proven technology.
14. JICA expert asked a question. What is the status of the incineration project in DNCC?
15. DNCC replied that they have already signed an agreement with a Chinese company regarding WTE. Now in the process of acquiring and handing over the land and the project is ongoing. 3,000 tons per day of mixed solid waste have to be handed over to the Chinese company. And based on that, they will provide power. At this moment implementation has not yet started, and there is no problem with them for now.
16. Sylhet City Corporation asked a question. Low heat value of waste is 1,000 kcal/kg. After treatment it needs more space for self-vulnerable. How will we arrange more space for pre-treatment?
17. JICA expert replied that it was mentioned in the presentation that the minimum requirement for the caloric value was 1,000 kcal. According to the survey, the original caloric value is less than 1,000 kcal/kg because of high moisture content. In this case, need to dry the waste. For that, need to obtain space from the City Corporation (if receive 1,000 tons of waste per day and need to store it for about 7 days to dry, need to prepare storage space for about 7,000 tons). If there is no self-combustion, it requires auxiliary fuel and it costs money. Try to reduce fuel cost in this WTE project so it is better to dry the waste before putting it into the furnace. Also, incomplete combustion is source of dioxins, and reduction rate will be lower (lots of bottom ash).
18. LGED replied that if waste is stored for 6-7 days as pre-treatment, harmful gas will be emitted from the waste. What is the opinion regarding this?
19. JICA expert replied that mixed waste includes kitchen waste, etc. and may therefore produce methane. This will need to be addressed and it will be described in the final report. Need to cover the waste pit to prevent odor to come out. When collecting waste, should use closed dumping trucks and not open trucks (to prevent water to enter the waste when it rains). All issues related to the question and measures to reduce water content will be covered in the final report.

20. There was a comment. NDCC does not produce 3,000 ton/day today of waste. Only 2,770 ton/day are generated. Also, as pre-treatment is needed to increase the waste calorific to 1,000 kcal/kg or more, an important point is who takes care of pre-treatment: the local government or the project implementer?