

パキスタン国
国営送電給電会社 (NTDC)

パキスタン国
最適電源・送電開発計画策定支援プロジェクト
(発電能力分析)

ファイナルレポート要約

平成27年3月
(2015年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

日本工営株式会社

産公
JR
15-025

パキスタン国
国営送電給電会社 (NTDC)

パキスタン国
最適電源・送電開発計画策定支援プロジェクト
(発電能力分析)

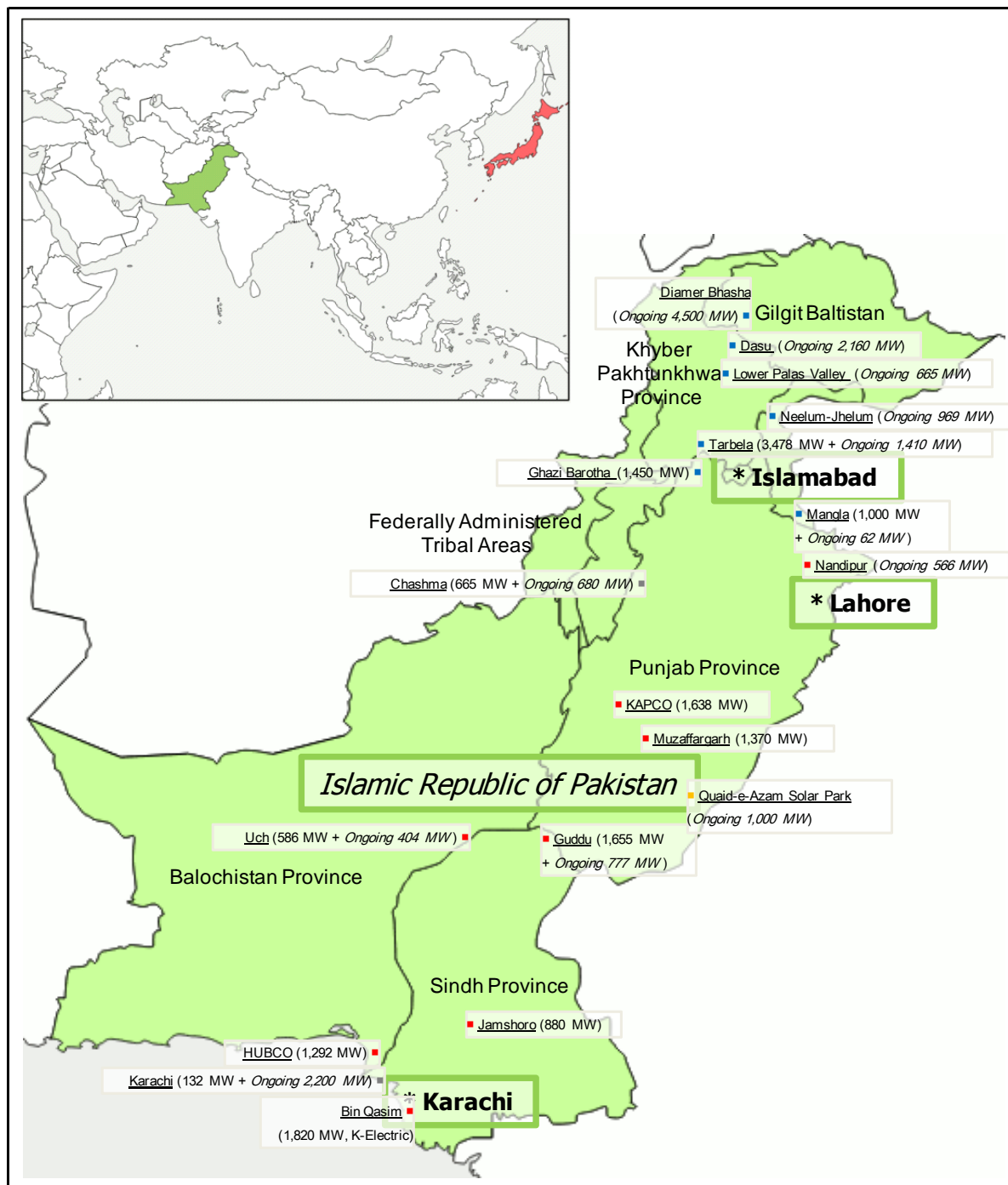
ファイナルレポート要約

平成27年3月
(2015年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

日本工営株式会社

調査対象位置図



- 火力発電(500MW以上)
- 水力発電(500MW以上)
- 太陽光発電(500MW以上)
- 原子力発電(500MW以上)

出所: JICA 調査団(<http://www.freemap.jp/> から入手した地図をもとに作成)

目次

目次.....	i
用語集.....	iii
用語の定義.....	iii
略語・主要用語.....	iv
第1章　はじめに.....	1
1.1　背景.....	1
1.2　調査の目的・項目.....	2
1.3　調査団.....	3
1.4　全体スケジュール.....	3
第2章　発電施設の現況.....	5
2.1　パキスタンの電力供給の概要.....	5
2.2　火力発電の現状.....	8
2.3　水力発電の現状.....	9
2.4　再生可能エネルギーによる発電の現状.....	10
2.5　原子力発電の現状.....	12
第3章　電源開発の実施中案件と計画案件.....	13
3.1　実施中案件と計画案件の定義.....	13
3.2　火力発電.....	13
3.2.1　火力発電の実施中案件.....	13
3.2.2　火力発電の計画案件.....	14
3.3　水力発電.....	16
3.3.1　水力発電の実施中案件.....	16
3.3.2　水力発電の計画案件.....	17
3.4　再生可能エネルギーによる発電.....	21
3.4.1　再生可能エネルギーによる発電の実施中案件.....	21
3.4.2　再生可能エネルギーによる発電の計画案件.....	22
3.5　原子力発電と電力輸入.....	25
3.5.1　原子力発電.....	25
3.5.2　電力輸入.....	26
第4章　まとめ.....	29

表目次

表 2.2-1	既設の火力発電設備(国家電力系統).....	8
表 2.2-2	既設の火力発電設備(K-Electric 電力系統).....	9
表 2.3-1	既設の水力発電設備	10
表 2.4-1	既存の風力発電設備	10
表 2.4-2	既存のバイオマス発電設備.....	11
表 2.5-1	Chashma 原子力発電所の情報	12
表 3.2.2-1	火力発電の計画案件(公共セクター).....	15
表 3.2.2-2	火力発電の計画案件(民間セクター).....	15
表 3.3.1-1	水力発電の実施中案件(WAPDA)	17
表 3.3.1-2	水力発電の実施中案件(PPIB-IPP)	17
表 3.3.1-3	水力発電の実施中案件(州レベル)	17
表 3.3.2-1	水力発電の計画案件(WAPDA)	18
表 3.3.2-1	水力発電の計画案件(PPIB-IPP)	18
表 3.3.2-3	水力発電の計画案件(州レベル)(1/2).....	19
表 3.3.2-4	水力発電の計画案件(州レベル)(2/2).....	20
表 3.4.1-1	風力発電の実施中案件	21
表 3.4.1-2	太陽光発電の実施中案件	22
表 3.4.1-3	バイオマス発電の実施中案件.....	22
表 3.4.2-1	風力発電の計画案件	23
表 3.4.2-2	太陽光発電の計画案件	24
表 3.4.2-3	バイオマス発電の計画案件.....	25
表 3.5.1-1	原子力発電の実施中案件	25
表 3.5.2-1	CASA-1000 の事業費見積りと資金調達計画	26
表 3.5.2-2	CASA-1000 の計画内容	26
表 4-1	パキスタンの電力供給能力の現在と将来	29
表 4-2	商業運転に入る実施中案件の期間毎の電源設備出力.....	30
表 4-3	冬期の送電端信頼出力と予測需要との需給ギャップ.....	31

図目次

図 2.1-1	電力供給における組織構成	5
図 2.1-2	国家電力系統の系統図	7
図 2.4-1	月平均風速と月間発電電力量	11
図 3.5.2-1	CASA-1000 の計画位置	27

用語集

用語の定義

電力系統

- ✓ 国家電力系統 (the national grid)
NTDC の運営・管理する電力系統で、電圧は 500 kV と 220 kV。
- ✓ K-Electric 電力系統 (K-Electric grid)
民間電力会社 K-Electric の運営・管理する電力系統で、配電系統も含む。
- ✓ 配電会社電電力系統 (DISCO grid)
国営配電会社 DISCO の運営・管理する電力系統および配電系統。
- ✓ 全国電力系統 (the total grid)
国家電力系統、K-Electric 電力系統、および配電会社電力系統の全体からなるパキスタン全国で同期連系運転されている電力系統。

電力出力

- ✓ 設備出力 (Installed Capacity)
発電設備の定格出力。大気温度など外部環境を一定に定めた標準条件の下で保証された出力。
- ✓ 修正出力 (Derated Capacity)
(=設備出力－標準条件との違いによる出力低下分)
設備の据付現場の外部環境下で保証される出力。火力発電設備では大気温度の違いが出力に大きく影響するため、火力発電設備についてのみ、修正出力を調査した。
- ✓ 信頼出力 (Dependable Capacity)
(=設備出力または修正出力－入力エネルギーの定格値に対する不足分による出力低下および経年劣化による出力低下)
設備の据え付けられた現場で、ある時期に実際に期待できる出力。水力発電では、その時期実際に利用できる水量によって期待できる出力が大きく異なる。火力や原子力発電設備では経年劣化による出力低下が大きい。
- ✓ 発電端出力 (Generating-end Capacity/Gross Capacity):
発電機端での出力

- ✓ 送電端出力 (Sending-end Capacity/Net Capacity)
(=発電端出力－所内消費電力)
発電所から送電線に送出される電力。水力発電設備および再生可能エネルギー発電設備では所内消費電力が小さいため、本調査では発電端出力と送電端出力を等しいものとし扱った。
- ✓ 送電端信頼出力 (Net Dependable Capacity)
送電端出力、信頼出力の定義を適用し、ある発電所である時期に送電線に送り出せると期待できる電力。

略語・主要用語

パキスタン政府機関・国営企業体

AEDB	Alternative Energy Development Board
AJK-PDO	AJK Power Development Organization
CPPA	Central Power Purchasing Agency
DISCO(s)	Distribution Company(ies)
GENCO(s)	Generation Company(ies)
GHCL	GENCO Holding Company Limited
GOP	Government of Pakistan
HEB	Hydro Electric Board (AJK)
IESCO	Islamabad Electricity Supply Company
KANUPP	Karachi Nuclear Power Plant
MEPCO	Multan Electric Power Company
MOWP	Ministry of Water and Power
MPNR	Ministry of Petroleum and Natural Resources
NEPRA	National Electric Power Regulatory Agency
NPCC	National Power Control Centre
NTDC	National Transmission and Despatch Company Limited
PAEC	Pakistan Atomic Energy Commission
PC	Planning Commission
PEC	Pakistan Engineering Council
PEDO	Pakhtunkhwa Energy Development Organization (formerly SHYDO and PHYDO)
PEPCO	Pakistan Electric Power Company Limited
PHYDO	Pakhtunkhwa Hydel Development Organization (Currently PEDO)
PPDB	Punjab Power Development Board
PPIB	Private Power Infrastructure Board
PSO	Pakistan State Oil Company Limited
SHYDO	Sarhad Hydel Development Organization (Currently PEDO)
SNGPL	Sui Northern Gas Pipeline Limited
SSGCL	Sui Southern Gas Company Limited
TCEB	Thar Coal Energy Board
WAPDA	Water and Power Development Authority
WPPO	WAPDA Power Privatization Organization

パキスタン国内企業

HUBCO	Hub Power Company Limited
KAPCO	Kot Addu Power Company Ltd.
KESC	Karachi Electric Supply Company (currently K-Electric)

外国企業

BEEGIL	Bright Eagle Enterprises Group Investments Limited
BT	Barki Tajik (National Transmission Company in Tajikistan)
CPIH	China Power International Holdings
DABS	Da Afghanistan Breshna Sherkat (National Transmission Company in Afghanistan)
EDBI	Export Development Bank of Iran
KOMIPO	Korea Midland Power Co., Ltd.
NEGK	National Electric Grid of Kyrgyzstan (National Transmission Company in Kyrgyz Republic)
TBEA	Tebian Electric Apparatus Stock Co., Ltd.

ドナー機関

ADB	Asian Development Bank
IDA	International Development Association
IMF	International Monetary Fund
JICA	Japan International Cooperation Agency
USAID	U.S. Agency for International Development
WB	World Bank

一般用語

AC	Alternative Current
ARE	Alternative and Renewable Energy
BOO	Build, Own and Operate
BOOT	Build, Own, Operate and Transfer
BTU	British Thermal Unit (equivalent to 1055.06 J)
CCPP	Combined Cycle Power Plant
COD	Commercial Operation Date
CPP	Captive Power Plant
DC	Direct Current
DE	Diesel Engine
DG	Distributed Generation
EIA	Environmental Impact Assessment
EOI	Expression of Interest
EPA	Energy Purchase Agreement
EPC	Engineering, Procurement and Construction
ESIA	Environmental and Social Impact Assessment
FBC	Fluidized Bed Combustion
FCC	Fuel Cost Component
FO	Furnace Oil
FY	Fiscal Year or Financial Year
G/S	Grid Station
GEPS	Gas Engine Power Station
GT	Gas Turbine
GTCC	Gas Turbine Combined Cycle
GTPS	Gas Turbine Power Station
HHV	High Heating Value
HPP	Hydro Power Plant
HRSG	Heat Recovery Steam Generator
HSD	High Speed Diesel
HVDC	High Voltage Direct Current
IA	Implementation Agreement
IPP(s)	Independent Power Producer(s)
LCP	Least Cost Planning of the Power Generation and Transmission
LOI	Letter of Interest
LOS	Letter of Support
LSFO	Low Sulfur Furnace Oil
NGPS	Natural Gas Power Station
POE	Panel of Experts
PPA	Power Purchase Agreement
RE	Renewable Energy
RFO	Residual Furnace Oil
SITE	Sindh Industrial and Trading Estate
SPC	Specific (or Special) Purpose Company
SPP	Small Power Plant
SPS	Steam Power Station
ST	Steam Turbine
TPS	Thermal Power Station
V O&M	Variable O&M

州・地域名称

(州)

Balochistan	
KPK (KP)	Khyber Pakhtunkhwa (formerly NWFP: North-West Frontier Province)
Punjab	
Sindh	

(地域)

AJK	Azad Jammu and Kashmir
FATA	Federally Administered Tribal Areas
GB	Gilgit-Baltistan
ICT	Islamabad Capital Territory

本調査実施コンサルタント

NK	Nippon Koei Co., Ltd.
NEC	National Engineering Corporation

単位(面積・容積)

Acre	1 Acre = 4,047 m ²
MAF	Million Acre Feet (1 MAF= 1,233.482 m ³)

通貨単位・為替レート

JPY	Japanese Yen (JPY 1 = PKR 0.8619, as of FEB 04, 2015, State Bank of Pakistan)
PKR	Pakistani Rupee
USD	US Dollar (USD 1 = PKR 101.1311, as of FEB 04, 2015, State Bank of Pakistan)

第1章 はじめに

1.1 背景

パキスタンの電力不足は深刻な問題となっており、GDP 成長率が 3~4%押し下げられていると試算されている。深刻な電力不足を引き起こす大きな要因は電力セクターの構造上の問題であり、政治的に低く抑えられている電力料金、電力料金の低い徴収率、大きな送配電ロス等により、各電力会社がそれぞれのコストをカバーする十分な収入を得ることができず、配電会社は送電会社に、送電会社は発電会社に、発電会社は燃料供給会社にそれぞれ債務を抱える「循環債務」の状態にある。パキスタンの発電は 30%以上を石油が占めており、その 80%以上が輸入である。循環債務によって発電会社が石油等の燃料を十分に調達できないため、発電所の設備稼働率が低下し、需要に対して供給が大幅に不足する需給ギャップが生じている。

パキスタン政府は、財政収支及び国際収支危機を避けるため IMF に支援を要請し、2013 年 9 月から 66 億ドルの拡大ファンド・ファシリティーを通じた財政・構造改革に着手している。同改革の一環として、「National Power Policy 2013」を発表、それに基づき電力セクター改革に取り組んでいる。具体的には、電力料金の設定等セクターガバナンスの改善とともに発電コストの縮小に取り組んでおり、特に最適電源・送電計画(Least Cost Generation and Transmission Plan: LCP)を通じた発電コストの管理と同計画に沿った新規発電施設の整備を計画している。一方、国営送電給電会社は 2011 年に「National Power System Expansion Plan」を作成しているが、同計画は財政的・技術的制約を考慮した計画となっていない。そのため、同計画をベースとして制約要因を考慮した LCP を策定することが必要となっている。

JICA は上記電力セクター改革を支援するため、世銀及び ADB と共に「電力セクター改革プログラムローン」を形成し、2014 年 6 月 4 日にパキスタン政府と Loan Agreement (L/A)を調印した。

JICA はパキスタンの電力セクターにおける発電コスト縮小のため、今後 20 年を目標年次とした LCP 案の策定を支援する。

1.2 調査の目的・項目

調査の目的

本業務では、LCP 案の策定支援を行う際に必要な、主要諸元を含む既設発電所に係る供給能力の情報および、発電所の新設・改修計画に係る情報の入手・分析を行うことを目的とする。なお、LCP 案の策定は JICA が別途雇上するコンサルタント(以下、「LCP コンサルタント」)が行う。

調査項目

- ✓ 既存発電施設(主に火力・水力)の発電・供給能力にかかるデータ収集と分析
- ✓ 発電施設の新設や改修にかかるデータ収集と分析
- ✓ LCP コンサルタントに対する報告・調整
- ✓ 上記業務の成果品に係る報告・協議

LCP コンサルタントはソフトウェアを使用して LCP を策定する。本業務では、LCP コンサルタントが使用するソフトウェアの入力データ作成に必要なデータを収集・分析する。

LCP コンサルタントからは火力発電及び水力発電にかかるデータ収集フォーム(以下、「データシート」)が提供された。本業務ではこのデータシートに準じて、原子力発電、太陽光発電、風力発電、バイオマス発電のデータフォームを独自に用意した。

調査対象地域

パキスタン国全国

関係機関

以下の省庁・機関を関係機関とし、協議、データ収集を行った。

- ✓ 国営送電給電会社 (National Transmission and Distribution Company: NTDC)
- ✓ 中央電力調達機構 (Central Power Purchasing Agency: CPPA)
- ✓ WAPDA 電力民営化機構 (WAPDA Power Privatization Organization: WPPO)
- ✓ 国営水利電力公社 (Water and Power Development Authority: WAPDA)
- ✓ 国営発電会社 (Generation Company: GENCO)
- ✓ 水利電力省 (Ministry of Water and Power: MOWP)
- ✓ 石油・天然資源省 (Ministry of Petroleum and Natural Resources: MPNR)
- ✓ 電力規制委員会 (National Electric Power Regulatory Agency: NEPRA)
- ✓ 代替エネルギー開発庁 (Alternative Energy Development Board: AEDB)
- ✓ 電力およびインフラ民間投資委員会(Private Power Infrastructure Board: PPIB)
- ✓ GENCO ホールディングカンパニー (GENCO Holding Company Limited: GHCL)

1.3 調査団

調査団構成は以下のとおりである。

業務従事者

1	福地 智恭	総括/発電能力分析(再生可能エネルギー)	NK
2	佐藤 聡	発電能力分析(火力)	NK
3	小川 良輔	発電能力分析(水力)	NK

NK: 日本工営株式会社











現地専門家・スタッフ

1	Mr. Babar Mahmood	現地スタッフ総括/発電能力分析(水力・再生可能エネルギー)	NEC
2	Mr. Abdullah Akram Bajwa	発電能力分析(火力) (10/31 まで)	NEC
3	Mr. Zahid Umair	発電能力分析(火力) (11/5 から)	NEC
4	Mr. Tahir Nazir	事務管理・安全担当	NEC

NEC: National Engineering Corporation

1.4 全体スケジュール

本業務の全体スケジュールは以下のとおりである。

年月	2014年 9月	2014年 10月	2014年 11月	2014年 12月	2015年 1月	2015年 2月	2015年 3月
パキスタン 国内							
日本 国内							
報告書 提出	 インセプションレポート (9月上旬)			 インテリムレポート (12月上旬)		ファイナルレポート  (3月上旬)	

パキスタン国内での業務

- ✓ 第1次現地作業:
2014/9/15 ラホール着・2014/9/24 ラホール発(9/25 成田着)
- ✓ 第2次現地作業:
2014/10/27 ラホール着・2014/11/12 ラホール発(11/13 成田着)
- ✓ 第3次現地作業:
2014/12/9 ラホール着・2014/12/17 ラホール発(12/18 成田着)

報告書の提出

- ✓ インセプションレポート: 2014年9月初旬提出
- ✓ インテリムレポート: 2014年12月初旬提出
- ✓ ファイナルレポート: 2015年3月上旬提出

第 2 章 発電施設の現況

2.1 パキスタンの電力供給の概要

電力供給の組織

パキスタンの電力供給における組織構成を図 2.1-1 に示す。

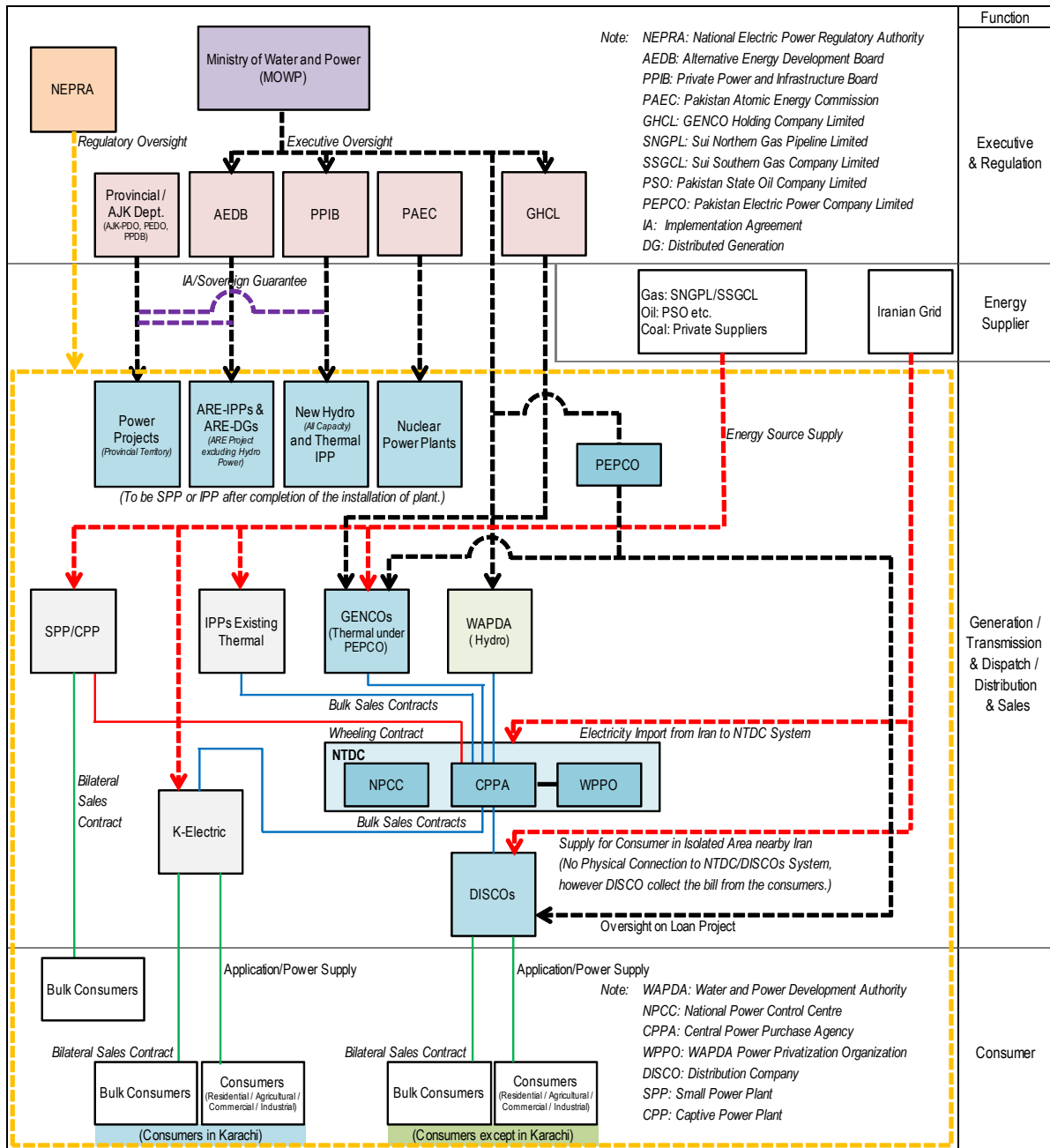


図 2.1-1 電力供給における組織構成

パキスタンの電力供給はパキスタン政府水利電力省(MOWP)が統括監理しており、その下、多くの組織が役割を分担し存在する。

AEDB は再生可能エネルギーの開発促進を、PPIB は再生可能エネルギー以外の全ての民間発電案件の促進を、PAECは原子力発電の開発および運営を、GHCLは国営発電所(GENCO)の意思決定を、WAPDA は国営水力発電の開発および運転を管轄している。

電力料金の決定、電力供給事業の許認可など電力供給における規制を実際に行っているのは NEPRA である。国家電力系統における需給制御、系統の運転および開発を実施しているのは NTDC である。

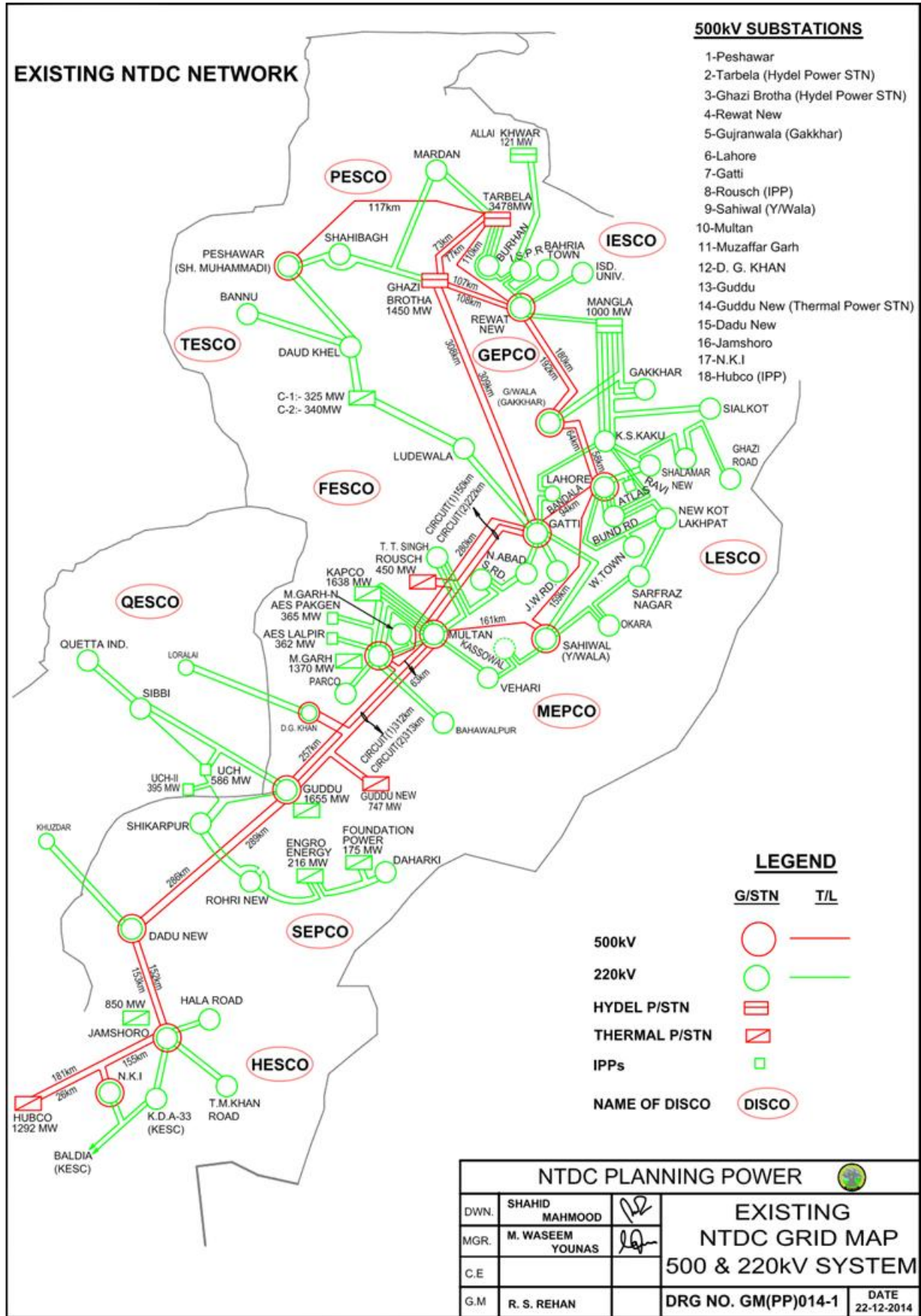
他に、電力開発を促進する州政府、各地域で配電事業を行う国営配電会社(DISCO)、カラチ地域で発電から配電まで垂直統合で電力供給事業を行っている民間電力会社 K-Electric (旧名: KESC)、民間発電事業者(IPP)などが電力供給における主要な組織とし活動している。

国家電力系統

国家電力系統は電圧 500 kV と 220 kV のシステムで構成されている。2014 年 12 月現在の国家電力系統の系統図を図 2.1-2 に示す。この図から、500 kV システムでは 13 の系統変電所と 5 つの発電所用変電所の計 18 変電所、220 kV システムでは 39 の系統変電所が連系されていることが分かる。

NTDC の 2013/14 年統計資料によれば、送電線の回線こう長は、500 kV 送電線が 5,147 km、220 kV 送電線が 8,605 km となっている。国家電力系統はパキスタン全国を南北に縦断する基幹系統となっており、国営配電会社と K-Electric の電力系統に電力供給を行っている。

パキスタン南西部に位置するバロチスタン州では、イラクとの国境を越えた送電線によりイラクから電力供給を受けている地域もある。ただし、この送電線は国家電力系統とは接続されていない。



出所: NTDC

図 2.1-2 国家電力システムの系統図

2.2 火力発電の現状

表 2.2-1 に国家電力系統に接続される国営発電会社(GENCO)および民間の発電所(IPP)の一覧を示す。

表 2.2-1 既設の火力発電設備(国家電力系統)

Sr. No.	Name of Power Station	Fuel	Installed Capacity (MW)	Net Dependable Capacity (MW)
Public Sector (GENCOs)				
1	TPS Jamshoro #1-4	Gas/FO/RFO	880	648
2	GTPS Kotri #1-7	Gas/HSD	144	120
Sub-Total GENCO-I			1,024	768
3	TPS Guddu Steam #1-4	Gas/FO	640	380
4	TPS Guddu C.C. #5-13	Gas	1,015	800
Sub-Total GENCO-II			1,655	1,180
5	TPS Muzaffargarh #1-6	RFO/FO/Gas	1,350	1,033
6	GTPS Faisalabad #1-9*2	Gas/HSD	244	0.00
7	SPS Faisalabad #1-2*2	FO/Gas/RFO	132	0.00
Sub-Total GENCO-III			1,726	1,033
8	FBC Lakhra	Coal	150	31
Sub-Total GENCO-IV			150	31
9	TPS Quetta*1	Gas	35	25
Sub-Total GENCOs			4,590	3,037
Private Sector (Thermal IPPs)				
1	Kot Addu Power Company Ltd. (KAPCO)	RFO/Gas/HSD	1,638	1,345
2	Hub Power Project (HUBCO)	RFO	1,292	1,205
3	Koihnoor Energy Ltd. (KEL)	RFO	131	124
4	AES Lalpir Ltd.	RFO	362	350
5	AES Pak Gen (Pvt) Ltd.	RFO	365	350
6	SEPCOL	RFO	135	110
7	Habibullah Energy Ltd. (HCPC)	Gas	140	131
8	Uch Power Project	Gas	586	551
9	Rousch (Pak) Power Ltd.	Gas	450	395
10	Fauji Kabirwala (FKPCL)	Gas	157	151
11	Saba Power Company	RFO	134	126
12	Liberty Power Project	Gas	235	212
13	Altern Energy Ltd. (AEL)	Gas	31	29
14	Attock Generation PP	RFO	163	156
15	ATLAS Power	RFO	219	214
16	Engro P.P. Daharki, Sindh	HSD/Gas/FO	226	214
17	Saif P.P. Sahiwal, Punjab	Gas/HSD	225	205
18	Orient P.P. Balloki, Punjab	Gas/HSD	225	213
19	Nishat P.P. Near Lahore	RFO	200	195
20	Nishat Chunian Proj. Lahore	RFO	200	196
21	Foundation Power	Gas	174	172
22	Saphire Muridke	Gas/HSD	225	212
23	Liberty Tech	RFO	200	196
24	Hubco Narawal	RFO	220	214
25	Halmore Bhikki	HSD/Gas	225	199
Sub-Total Thermal IPPs			8,158	7,465
Total Thermal (Public Sector + Private Sector)			12,748	10,502

注 *1: Quetta発電所は 国営発電所ではあるが、独立している発電所である。

*2: Faisalabad 発電所は2013年は発電していない。

FO:燃料油 / HSD: 高速ディーゼル油 / RFO : 残渣油

出所: JICA 調査団収集データおよび NEPRA ウェブサイトで公表されている各発電所のライセンスの写し

発電所のデータ収集のため、関係機関にデータシートを送付し、記入・返送を依頼した。GENCO に関しては、全ての発電所についてデータシートが記入され回収できた。一方で、IPP に関しては、依頼した 25 発電所中記入済みのデータシートが回収できたのは 5 発電所にとどまった。このため、データシートで求めているのと同等の情報について CPPA に対しても提供を求め、CPPA より提供された情報に基づき IPP のデータは取りまとめた。回収できたデータシートの情報は、表 2.2-1 に反映されている。

2014 年 12 月現在の火力発電設備の設備出力合計は、12,748 MW であるが、その送電端信頼出力は、設備出力の 82% である。同様に発電端信頼出力を、GENCO および IPP 別に確認すると、GENCO は設備出力の 66%、IPP では設備出力の 92% となる。

表 2.2-2 に K-Electric 電力系統に接続されて既存の火力発電設備を示す。

表 2.2-2 既設の火力発電設備(K-Electric 電力系統)

Sr. No.	Name of Power Station	Fuel	Installed Capacity (MW)	De-Rated Capacity ^{*1} (MW)	Net Dependable Capacity	COD
1	TPS Bin Qasim I Unit #1-6	Gas/RFO	1,260.00	1,200.00	1,170.60	from 1983 to 1997
2	TPS Korangi Unit 3	Gas/RFO	125.00	90.00	80.10	1970
3	CCPP Korangi Unit #1-5 (4GT+1ST)	Gas/HSD	220.00	213.40	199.70	2008-2009
4	GTPS Korangi Town Unit 3	Gas/HSD	25.00	18.00	17.10	1978
5	GEPS Korangi Town Unit #1-32	Gas	97.31	87.65	84.61	2009
6	GTPS SITE Unit 2	Gas	25.00	18.00	17.10	No Information
7	GEPS SITE	Gas	97.31	87.65	84.61	2009
8	CCPP Bin Qasim II	Gas/HSD	572.67	528.40	502.10	2012
	Total		2,422.29	2,243.10	2,155.92	

Note: ^{*1} Reduce by ambient temperature and include some limitation by deterioration

出所: JICA 調査回収データおよび NEPRA ウェブサイトで公表されている各発電所のライセンスの写し

2.3 水力発電の現状

パキスタンの国家電力系統の総発電設備容量は 20,849 MW であるが、このうち 34% の 7,097 MW は水力発電である。既存の水力発電設備の総容量 7,097 MW のうち、Tarbela、Mangla、Ghazi Barotha の 3 発電所が 8 割以上を占めている。

既存の水力発電施設のうち 20 施設(総設備容量 6,902 MW)は WAPDA が、残りの 3 施設(総設備容量 195 MW)は IPP が、それぞれ管理・運転している。

NTDC では可能発電出力(Dependable Capacity)¹を、雨期である夏期は 7,002 MW、河川の流量が低下する冬期は 2,449 MW としている。運転開始後 50 年近くを経過している発電施設もあるが、リハビリの計画や実施がおおむね良好に行われるものと判断する。

既存の水力発電設備を以下の表 2.3-1 に示す。

¹ NTDC Planning では、過去 5 年間の日別最大出力に基づいて水力の可能発電出力を算定している。各月の上旬・中旬・下旬の各日の最大出力の平均値を算出し、この平均値(過去 5 年間)から各月の可能発電出力を算出している。この計算の結果、Tarbela の夏期の可能発電出力が設備出力を上回っている。

表 2.3-1 既設の水力発電設備

Sr. No.	Name of Power Station	Location	Type	Installed Capacity (MW)	Dependable Capacity ¹ (MW)		COD (Oldest Unit)
					Summer	Winter	
WAPDA							
1	Tarbela	KPK	Reservoir	3,478	3,633	829	Jul. 1977
2	Mangla	AJK	Reservoir	1,000	960	350	1967
3	Ghazi Barotha	Punjab	Small Reservoir	1,450	1,357	794	2003
4	Warsak	KPK	Reservoir	243	200	139	Jun. 1960
5	Chashma	Punjab	Run-of-the-River	184	157	67	2000
6	Allai Khwar	KPK	Small Reservoir	121	121	60	Mar. 2013
7	Jinnah	Punjab	Run-of-the-River	96	96	40	2012
8-18	Small Hydros ²	Punjab/KPK	Run-of-the-River	128	81	26	
19	Khan Khwar	KPK	Small Reservoir	72	72	15	Oct. 2010
20	Dubair Khwar	KPK	Small Reservoir	130	130	65	Jun. 2013
Sub-Total (WAPDA)				6,902	6,807	2,385	
IPPs							
21	Jagran Hydro	AJK	Run-of-the-river	30	30	10	Oct. 2000
22	Malakand-III Hydro	KPK	Run-of-the-river	81	81	20	Nov. 2008
23	New Bong Escape	AJK	Run-of-the-river	84	84	34	Mar. 2013
Sub-Total (IPPs)				195	195	64	
Total (WAPDA + IPPs)				7,097	7,002	2,449	

¹ Hydro Capability is based on last 5 years' average. "Dependable Capacity" of Tarbela is more than "Installed Capacity" because of more water discharge in summer.

² 11 Stations: Dargai, Malakand, Rasul, Chichoki-Mallian, Shadiwal, Nandipur, Kurram Garhi, Renala, Chitral, Gomal Zam and Jabban

出所: "Existing Installed Capacity & Capability of X-WAPDA DISCOs System"(as of August 2014)(NTDC)をもとに JICA 調査団作成

2.4 再生可能エネルギーによる発電の現状

本調査の目的は国家電力系統の発電能力分析であることから、再生可能エネルギーでは、国家電力系統に連系された再生可能エネルギー発電設備のみを対象とした。

風力発電

既存の風力発電設備は、2015年1月現在、設備容量155.9 MWで全てシンド州の好風況地帯に設置されている。

表 2.4-1 に既存の風力発電設備を示す。

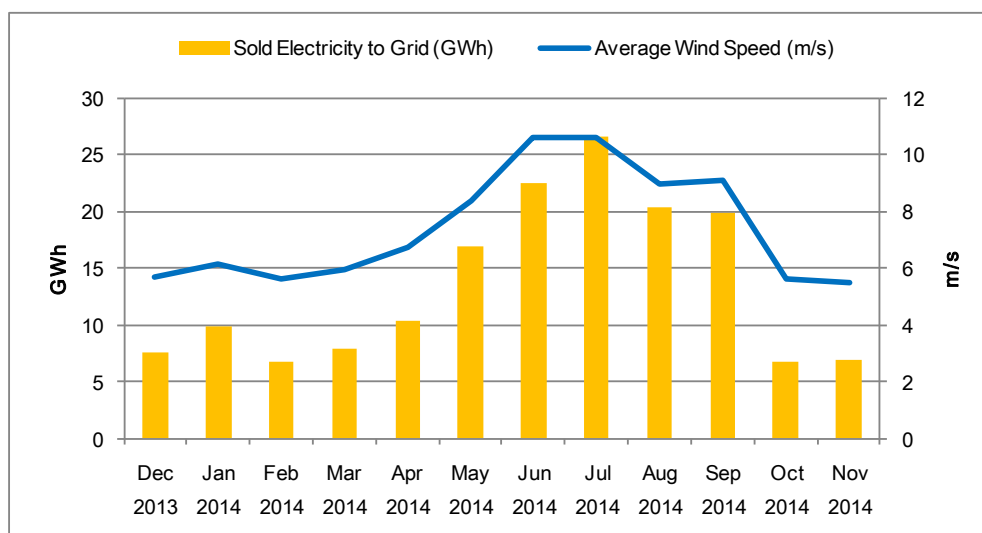
表 2.4-1 既存の風力発電設備

Sr. No.	Name of Company	Location	Installed Capacity (MW)	Tariff* (Rs/kWh)	Commercial Operation Date
1	Fauji Fertilizer Company Energy Ltd.	Jhimpir, Thatta District, Sindh Province	49.5	-	Dec, 2012
2	Zorlu Enerji Pakistan Ltd.	Jhimpir, Thatta District, Sindh Province	56.4	11.3511	July, 2013
3	Three Gorges Wind Farm	Jhimpir, Thatta District, Sindh Province	50.0	-	Dec, 2014
Total			155.9		

Note: * Levelized Tariff for 20 years

出所: JICA 調査団の風力発電設備現場で入手した情報

上表の Zorlu Energi Pakistan Limited による風力発電について、2013 年 12 月から 2014 年 11 月までの 1 年間の月毎の平均風速と月間発電電力量を図 2.4-1 に示す。



出所: 風力発電設備現場で入手した情報より JICA 調査団作成

図 2.4-1 月平均風速と月間発電電力量

太陽光発電

系統連系された既存太陽光発電設備は、2 ヶ所に設置されている。両設備との日本の環境プログラム無償資金協力で導入された設備で、設置場所は首都イスラマバードのパキスタン政府計画委員会(PC: Planning Commission)および技術委員会(PEC: Pakistan Engineering Council)である。設備容量は両設備とも等しく、それぞれ 174 kW である。

バイオマス発電

既存のバイオマス発電設備は 2 ヶ所に設置されており、ともにバガスを燃料としている。設備容量は合計で 52.7 MW である。

表 2.4-2 に既存のバイオマス発電設備を示す。

表 2.4-2 既存のバイオマス発電設備

Sr. No.	Name of Power Station	Location	Installed Capacity (MW)	Auxiliary Load (MW)	Net Capacity (MW)	Net Annual Output in Year 2014 (MWh)	Tariff (Rs/kWh)
1	JDW-II	Rahim Yar Khan District, Punjab Province	26.35	2.35	24.00	88,044.70	10.4078
2	JDW-III	Ghotki District, Sindh Province	26.35	2.35	24.00	39,235.64	10.4078
Total			52.70	4.70	48.00	127,280.34	

出所: CPPA

両設備とも商業運転開始は 2014 年 6 月である。

バガスを燃料とするバイオマス発電は、燃料が確保できれば年間通して発電可能である。バガスの元となるサトウキビの収穫は、パキスタンでは年に 1 回、時期は 11 月から 3 月である。

2.5 原子力発電の現状

パキスタンでは、原子力発電の計画から建設、運転まで、一貫してパキスタン原子力エネルギー委員会(PAEC: Pakistan Atomic Energy Commission)が担当している。

既存設備は、KANUPP(Karachi Nuclear Power Plant)と Chashma 原子力発電所の 2 つの発電所である。

KANUPP はシンド州カラチ市にあり、K-Electric 電力系統に連系されている。運転開始は 1971 年 10 月 18 日と古く、現在の信頼出力は 100 MW とされている。

Chashma 原子力発電所はパンジャブ州の Chashma 地区にあり国家電力系統に連系されている。表 2.5-1 に Chashma 原子力発電所の情報を示す。

表 2.5-1 Chashma 原子力発電所の情報

Sr. No.	Name of Power Station	Installed Capacity (MW)	Auxiliary Load (MW)	Net Capacity (MW)	Date of Grid Connection	Net Annual Output in Year 2014 (GWh)	Tariff (Rs/kWh)
1	C-1	325	25	300	June 13, 2000	2,178	5.38
2	C-2	340	25	315	March 14, 2011	2,190	7.72
	Total	665	50	615		4,368	

出所: WPP0 and Economic Survey of Pakistan Report 2013-14

第3章 電源開発の実施中案件と計画案件

3.1 実施中案件と計画案件の定義

電力不足問題の解決が喫緊の課題であるパキスタンでは、多くの電源開発案件が存在する。しかし、案件の知名度だけが高く、実際には案件の早期実現性の低いものも多くある。案件の熟度はそれぞれ異なっている。

検討に値する案件の情報を効率的に収集するため、本調査では案件を実施中案件と計画案件との2つのカテゴリーに分類し、それぞれの定義を以下のとおり定めた。

(1) 「実施中案件」(Ongoing Project)

- ✓ 公共セクターの案件
EPC 契約またはプロジェクトの主たる部分の入札図書が完成しているもの
- ✓ 民間セクターのプロジェクト
EPC 契約またはプロジェクトの主たる部分の契約の締結が完了しているもの

(2) 「計画案件」(Development Plan)

- ✓ 公共セクターのプロジェクト
F/S 調査または同等レベルの調査が終了しているもの
- ✓ 民間セクターのプロジェクト
当該案件を管轄する組織から LOI (Letter of Intent)が与えられた上で、正式に F/S 調査が終了しているもの

3.2 火力発電

3.2.1 火力発電の実施中案件

公共セクター

火力発電の公共セクターにおける実施中案件を表 3.2.1-1 に示す。

表 3.2.1-1 火力発電の実施中案件(公共セクター)

Sr. No.	Project Name	Sponsor / Company Name	Location	Fuel	Installed Capacity (MW)	Net Dependable Capacity (MW)	Present Status	Target Commercial Operation Date
1	Guddu GT-14, GT-15, STG-16 GTCC	GHCPL (GENCO II)	Shikhapura District, Punjab Province	Gas	777	720	Commissioning Test	Mar 2015
2	Nandipur GTCC	GHCPL (GENCO III)	Gujranwala District, Punjab Province	RFO	566	510	Commissioning Test	Mar 2015
Total					1,342	1,230		

出所: NEPR Website 発電ライセンス情報を元に JICA 調査団作成

公共セクターにおける実施中の案件は、GudduとNandipur プロジェクトの2件で、いずれもガスコンバインドサイクル発電方式を採用している。両プロジェクトとも、当初 2011 年の運開予定であったが、大幅に遅れ 2014 年 12 月現在試運転中である。2014 年 11 月 24 日 JICA 調査団パキスタン団員が Guddu プロジェクトの現場を視察し、試運転は順調に進んでいることを確認した。同現在、Nandipur プロジェクトは、3 台のガスタービンのうち試運転で稼働しているのは 1 台のみである。

同現在、売電単価は、両プロジェクトともまだ NEPRA より認可されていない。

民間セクター

火力発電の民間セクターにおける実施中案件を表 3.2.1-2 に示す。

表 3.2.1-2 火力発電の実施中案件(民間セクター)

Sr. No.	Project Name	Sponsor / Company Name	Location	Fuel	Installed Capacity (MW)	Net Dependable Capacity (MW)	Present Status	Target Commercial Operation Date
1	Uch II	GDF Suez	Naseerbad District, Balochistan Province	Gas	404	375	Commissioning Test	Mar 2014
Total					404	375		

出所: NEPR Website 発電ライセンス情報を元に JICA 調査団作成

実施中案件は上表に示す Uchi II プロジェクト 1 件である。同プロジェクトは 2013 年 11 月に試運転が開始されたものの、2014 年 12 月現在、公式に引き渡しされたことが確認できていない。同現在、売電単価も NEPRA より認可されていない。

3.2.2 火力発電の計画案件

公共セクター

火力発電の公共セクターにおける計画案件を表 3.2.2-1 に示す。

表 3.2.2-1 火力発電の計画案件(公共セクター)

Sr. No.	Project Name	Sponsor / Company Name	Location	Fuel	Installed Capacity (MW)	Present Status
1	Jamshoro 2x660MW Project (ADB)	GENCO	Jamshoro District, Sindh Province	Coal	1,320	L/A conclusion
2	Lakhra 1x660MW Project (JICA)	GENCO	Dadu District, Sindh Province	Coal	660	F/S underway
Total					1,980	

出所: Public Sector Development Programme 2014-2015 (パキスタン政府, 2014 年 6 月)

上表 2 案件の現状は以下のとおりである。

- ✓ Jamshoro プロジェクトは ADB が支援している。ADB とパキスタン政府間で L/A (Loan Agreement) が締結され、GHCL (GENCO Holding Company Limited) 内にプロジェクト管理ユニットが設置され、現在輸入炭の調達の準備を進めている。1 基目が 2018 年、2 基目が 2019 年の運転開始を目標としている。
- ✓ Lakhra プロジェクトは JICA が支援している。2015 年 2 月現在、JICA が準備調査を進めている。同現在、同プロジェクトの目標商業運転開始時期は 2021 年 12 月に設定している。Lakhra プロジェクトは F/S 調査に相当する上記準備調査が完了していないが、同調査完了は確実であることから、計画案件に含めた。

民間セクター

火力発電の民間セクターにおける計画案件を表 3.2.2-2 に示す。

表 3.2.2-2 火力発電の計画案件(民間セクター)

Sr. No.	Project Name	Sponsor / Company Name	Location	Fuel	Installed Capacity (MW)	Target Commercial Operation Date
1	2x660MW Thar Coal based Power Project	China Power International Holding Ltd.(CPIH)	Thar Block-I, Sindh Province	Coal (Thar)	1,320	Pre-qualification of Sponsors under Process (COD:Jun. and Dec.2018)
2	2x330MW Thar Coal based Power Project	Engro Powergen Ltd.	Thar Block-II, Sindh Province	Coal (Thar)	660	Pre-qualification of Sponsors under Process (COD:Jun. and Dec.2018)
3	Port Qasim Project (2x660 MW Imported Coal Power Project)	Shinohydro Resources Ltd. / Al Miraquab Capital, Qatar	Port Qasim, Karachi, Sindh Province	Coal (Import)	1,320	LOI Issued (COD:Jun. and Dec.2018)
Total					3,300	

出所: PPIB Website, タール石炭エネルギー委員会(TCEB)プレゼンテーション資料および各プロジェクト F/S 報告書をもとに JICA 調査団作成

上表に示す 3 つの計画案件は全て石炭火力発電プロジェクトである。

内 2 件はタール炭田エリアのプロジェクトで、タール炭田の石炭を燃料として計画されている。タール炭田では、炭鉱開発の融資がまだ確定しておらず、同炭田より石炭供給が開始できる時期に目処がたっていない。このため、タール炭田エリアの 2 つのプロジェクトの商業運転開始は計画より遅れるものと考えられる。

Port Qasim プロジェクトは輸入炭を燃料として計画されている。灰処理など環境対策が問題とな

りプロジェクトの開発が中断されている。このため、商業運転開始は、計画より遅れると予想される。

上記 3 案件の他に、計画案件の定義には当てはまらないが新聞等で度々報道されているプロジェクトもある。定義に当てはまらず、また、実際に案件の実現可能性が低いと調査団は評価し、本調査では計画案件として取り上げないが、話題になっている以下 2 件のプロジェクトについて記述する。

- ✓ **Sahiwar 石炭火力発電プロジェクト (Sahiwar District, Punjab Province):** 輸入炭を燃料として出力 1,320 MW (2 x 660 MW) で計画されているプロジェクトである。カラチからの燃料石炭輸送、水供給、環境対策などの課題が山積している。F/S 調査は完了しているとの情報であったが、PPDB (Punjab Power Development Board) から調査報告書の開示はなく、F/S 調査完了の確認は取れなかった。
- ✓ **Gadani 石炭火力発電プロジェクト (Gadani District, Balochistan Province):** 輸入炭を燃料とし出力 6,600 MW (10 x 660 MW) で計画されているプロジェクトである。EOI (Expression of Interest) の受付が公示され、受付締め切り期限を複数回延長していたが、応募者が出なかった。また、関連するインフラ整備費用、環境対策などに課題が多い。

3.3 水力発電

水力発電の案件は実施主体および監理組織により、以下のとおり分類した。

- ✓ WAPDA が実施主体の案件
- ✓ PPIB (Private Power Infrastructure Board) 監理下で IPP が実施主体の案件
- ✓ 各州政府機関(AJK-PDO・PEDO・PPDB)が実施主体またはその監理の下で IPP が実施主体の案件(州レベルの案件)

一般に、大規模な水力発電案件は WAPDA または PPIB が管轄し、比較的小規模な案件は各州政府機関が管轄している。

なお、州レベルの案件について、本調査では NTDC より各州政府機関にそれぞれの管轄する案件の進捗に係る情報提供を依頼し、また、JICA 調査団より直接依頼もしたが、十分な情報が得られなかった。そのため、州レベルの案件については、各州政府機関のインターネットウェブサイトで公表されている情報に基づいて状況を整理した。進捗状況については建設中のものを実施中案件、F/S 調査が完了しているものを計画案件とした。F/S 調査完了は確認できたが、その後建設工事が開始されたかなどの進捗状況が不明である案件も計画案件とした。Pre-F/S レベルの進捗のものは整理の対象外とした。

3.3.1 水力発電の実施中案件

WAPDA による案件、PPIB 監理の下 IPP による案件、州レベルの案件のうち、実施中案件に分類されるものを、以下の表 3.3.1-1、表 3.3.1-2、表 3.3.1-3 にそれぞれ示す。

表 3.3.1-1 水力発電の実施中案件(WAPDA)

Sr. No.	Name of Project	Location	Type	Installed Capacity (MW)	Target Commercial Operation Date
WAPDA (Ongoing Project)					
1	Neelum Jhelum Hydel	AJK	Small Reservoir	969	Nov. 2016
2	Golen Gol HPP	KPK	Reservoir	106	Dec. 2016
3	Mangla Upgradation Phase1	AJK	Reservoir	62	Dec. 2016
4	Tarbela 4th Ext.	KPK	Reservoir	1,410	Mar. 2017
5	Keyal Khwar	KPK	Small Reservoir	122	Oct. 2017
6	Basho Hydel	GB	Small Reservoir	40.5	Jun. 2019
7	Harpo Hydel	GB	Small Reservoir	34.5	Jun. 2019
8	Phandar Hydro	GB	Small Reservoir	80	May. 2020
9	Dasu-1	KPK	Small Reservoir	2,160	Jun. 2020
10	Diamer Bhasha	GB	Reservoir	4,500	Dec. 2024
Total				9,484	
WAPDA PPP Mode (Ongoing Project)					
11	Lower Palas Valley HPP	KPK	Small Reservoir	665	Dec. 2022
12	Lower Spat Gah HPP	KPK	Small Reservoir	496	Dec. 2022
Total				1,161	
Total (WAPDA + PPP Mode)				10,645	

出所: NTDC での聞き取り結果をもとに JICA 調査団作成

表 3.3.1-2 水力発電の実施中案件(PIIB-IPP)

Sr. No.	Name of Project	Location	Type	Installed Capacity (MW)	Target Commercial Operation Date
PIIB (Ongoing Project)					
1	Patrind HPP	KPK/AJK	Small Reservoir	147	Apr. 2017
Total				147	

出所: NTDC での聞き取り結果をもとに JICA 調査団作成

表 3.3.1-3 水力発電の実施中案件(州レベル)

Province / Territory	Status	Sr. No.	Power Station	Installed Capacity (MW)
AJK	Under Construction	1	Sharda, Neelum	3.00
		2	Battar, Havelli	4.80
		3	Dhanna, Kotli	1.50
		4	Rehra, Bagh	3.20
		5	Guin Nullah, Poonch	0.25
		6	Hillan, Havelli	0.60
		7	Rangar-II, Poonch	0.45
		8	Kel, Neelum	0.75
		9	Patikka, Muzaffarabad	0.50
		10	Jhing, Muzaffarabad	14.40
		12	Jari-II, Mirpur	4.00
		13	Jagran-II, Neelum	48.00
		Total		

出所: AJK-PDO のウェブサイトをもとに JICA 調査団作成

3.3.2 水力発電の計画案件

WAPDA による案件、PIIB 経由の IPP による案件のうち、計画案件に分類されるものを、以下の表 3.3.2-1、表 3.3.2-2 にそれぞれ示す。

表 3.3.2-1 水力発電の計画案件(WAPDA)

Sr. No.	Name of Project	Location	Type	Installed Capacity (MW)	Target Commercial Operation Date
WAPDA (Development Plan)					
1	Mangla Upgradation Phase2	AJK	Reservoir	62	Dec. 2018
2	Tarbela 5th Ext.	KPK	Reservoir	1,320	Jul. 2019
3	Mangla Upgradation Phase3	AJK	Reservoir	62	Dec. 2020
4	Mangla Upgradation Phase4	AJK	Reservoir	62	Dec. 2022
5	Munda Dam	KPK	Reservoir	740	Jun. 2023
6	Mangla Upgradation Phase5	AJK	Reservoir	62	Dec. 2024
7	Dasu-II	KPK	Small Reservoir	2,160	Dec. 2027
8	Bunji	KPK	Small Reservoir	7,200	Dec. 2027
	Total			11,668	

出所: NTDC での聞き取り結果をもとに JICA 調査団作成

表 3.3.2-1 水力発電の計画案件(PPIB-IPP)

Sr. No.	Name of Project	Location	Type	Installed Capacity (MW)	Target Commercial Operation Date
PPIB (Development Plan)					
1	Gulpur Poonch	AJK	Small Reservoir	100	Dec. 2017
2	Sehra HPP	AJK	Small Reservoir	130	Dec. 2018
3	Karot HPP	Punjab	Small Reservoir	720	Jun. 2020
4	Azad Pattan HPP	AJK	Small Reservoir	640	Jun. 2020
5	Suki Kinari HPP	KPK	Small Reservoir	840	Jun. 2020
6	Kotli	AJK	Small Reservoir	100	Jun. 2020
7	Chakoti Hattian HPP	AJK	Small Reservoir	500	Dec. 2020
8	Kohala HPP	AJK	Small Reservoir	1,100	Dec. 2020
9	Kaigah HPP	KPK	Small Reservoir	548	Dec. 2022
10	Madian HPP	KPK	Small Reservoir	157	Dec. 2022
11	Asrit-Kedam HPP	KPK	Small Reservoir	215	Dec. 2022
12	Mahl HPP	KPK	Small Reservoir	590	Dec. 2023
	Total			5,640	

出所: NTDC 及び PPIB での聞き取り結果をもとに JICA 調査団作成

州レベルの案件のうち、実施中案件に分類されるものを、以下の表 3.3.2-3、表 3.3.2-4 に示す。

表 3.3.2-3 水力発電の計画案件(州レベル)(1/2)

Province / Territory	Status	Sr. No.	Power Station	Installed Capacity (MW)
AJK	PC-I Approved (Public Sector Project)	1	Dow arian HPP	40.00
		2	Nagdar HPP	35.00
		Total		75.00
	In Process of PC-I Approval (Public Sector Project)	3	Shounter HPP	48.00
		4	Jagran-IV HPP	22.00
		5	Rajhdhani HPP	132.00
		6	Chamfall HPP	6.40
		7	Bhedi Doba HPP	1.00
		8	Up-gradation of Kundal SHahi HPP	1.00
		9	Galetar HPP	1.00
		10	Sandoa Cross HPP	1.75
		Total		213.15
		N/A (Private Sector Project)	11	Riali-II HPP
	12		Dachhor Miran HPP	3.00
	13		Jagran-III HPP	3.50
	14		Ghail HPP	0.80
	15		Bheri HPP	2.87
	16		Riali-III	3.07
	17		Jhing-II	6.05
	18		Arja Talen Dhalkot HPP	36.00
	19		Chitter Pari HPP	1.00
	20		Kathai-III HPP	1.00
	21		Ashkot HPP	40.00
	22		Batdara HPP	10.20
	23		Luat HPP	49.00
	24		Naushera HPP	4.60
	25		Kathai-II HPP	4.60
	26		Gumatnar HPP	40.00
	27		Sahng HPP	10.00
	28		Sankaya HPP	7.00
	29		Khari-II	2.50
	30		Raili-I HPP	1.60
31	Hotteri HPP	5.40		
32	Dakhari HPP	2.20		
Total		239.19		
KPK	Feasibility Studies Completed	1	Balakot HPP	300.0
		2	Naran HPP	188.0
		3	Ghor band Khw ar HPP	20.6
		4	Nandihar Khw ar HPP	12.3
		5	Arkari Gol HPP	99.0
		6	Mujigram-Shoghor HPP	64.3
		7	Istaru-Booni HPP	72.0
		8	Shogo-Sin HPP	132.0
		9	Sharmai HPP	150.0
		10	Shusgai-Zhendoli	144.0
Total		1,182.2		

出所: AJK-PDO・PEDO のウェブサイトをもとに JICA 調査団作成

表 3.3.2-4 水力発電の計画案件(州レベル)(2/2)

Province / Territory	Status	Sr. No.	Power Station	Installed Capacity (MW)	
Punjab	Status: N/A (Public Sector Project)	1	MARALA	7.20	
		2	PAK PATTAN CANAL	3.20	
		3	DEGOUT FALL	5.00	
		4	CHIANWALI	5.00	
		5	OKARA	4.00	
		6	Low er Chenab Canal (LCC)	7.55	
		7	Khanki Barrage (KB)	14.09	
		8	Qadirabad Barrage (QB)	23.00	
		9	Upper Chenab Canal (UCC)	3.58	
		10	Qadirabad Balloki Link Canal (QBLC)	7.68	
		11	Taunsa Hydropow er	120.00	
		Total		200.30	
		Status: N/A (Private Sector Project)	12	Rasul HPP (Jhelum)	20.00
	13		Punjnad HPP (Chenab)	15.00	
	14		B.S. Link Canal (RD.106+250)	11.00	
	15		Marala (Lucky HPP)(Chenab)	20.00	
	16		T.P. Link Canal (RD.183+000)	9.00	
	17		B.S.Link 1 (Tail)(RD.266+000)	9.00	
	18		C.J. Link Tail Canal Fall (RD. 316+622)	44.30	
	19		Jhang Branch Canal (RD. 0+000 to 69+000)	1.80	
	20		L.B.D.C. (RD. 489 + 000)	3.30	
	21		Muzzaffargarh Canal (RD. 64+357 to 147+500)	2.64	
	22		B.R.B.D Link Canal (RD. 0+000) (Bombanw ala)	2.00	
	23		LBDC Canal (RD. 589+000 to 640+200)	1.80	
	24		PAKPATTAN CANAL (RD. 315 + 000)	1.80	
	25		Northern Branch ofL.J.C. Low er (RD. 24+320)	1.00	
	26		Upper Gugera (RD. 214+000 to 220+000)	2.57	
	27		Run of Canal Project at QB Link Whole Canal except falls at RD.304+985 and RD.379+265	3.00	
	28		Low er Jhelum Feeder Canal (RD. 8 + 626)	5.20	
	29		Marala Ravi Link Canal (RD. 249 + 850)	9.00	
	30		Marala Ravi Link Canal (RD. 265 + 400)	12.00	
	31		B.S. Link II Canal (RD.33+430)	11.00	
	32		Low er Gugera Branch Canal (RD. 27 + 000)	1.17	
	33		Marala Ravi Link Canal (RD. 313+500), Out Falls	13.00	
	34		Low er Chenab Canal (RD. 40+200)	1.77	
	35		B.S. Link II Canal (RD.193+339)	5.00	
	36		Trimmu Barrage	19.20	
	37		SAHIWAL HYDRO POWER PROJECT L.B.D.C. RD.329+058 to RD.340+850	4.80	
	38		KHOKHRA HYDRO POWER PROJECT GUJRAT BRANCH CANAL RD.0+000 to 2+500	3.20	
39	Jhang Branch Canal Upper, Prototype Low Head Pilot HPP		1.00		
	Total		234.55		
Total				2,144	

出所: PPDB のウェブサイトをもとに JICA 調査団作成

3.4 再生可能エネルギーによる発電

3.4.1 再生可能エネルギーによる発電の実施中案件

風力発電

風力発電では 8 案件が実施中案件であり、これら全てシンド州の好風況地帯で進められている。設備容量はどれも約 50 MW である。

表 3.4.1-1 に風力発電の実施中案件を示す。

表 3.4.1-1 風力発電の実施中案件

Sr. No.	Name of Company	Location	Installed Capacity (MW)	Tariff (US cent/kWh)	Present Status	Target Commercial Operation Date
1	Foundation Wind Energy-I Ltd.	Gharo, Thatta District, Sindh Province	50.0	14.1359	Energy Purchase Agreement (EPA) signed on December 20, 2012 / Financial Close achieved on July 18, 2013	January 2015
2	Foundation Wind Energy-II Ltd.	Gharo, Thatta District, Sindh Province	50.0	14.1164	EPA signed on December 20, 2012 / Financial Close achieved on July 18, 2013	December 2014
3	Three Gorges First Wind Farm Pakistan (Pvt.) Ltd.	Jhimpir, Thatta District, Sindh Province	49.5	-	EPA signed on January 4, 2013 / Financial Close achieved on July 17, 2013	January 2015
4	Sapphire Wind Power Co. Ltd.	Jhimpir, Thatta District, Sindh Province	50.0	13.52	EPA signed on 20th February 20, 2014 / Financial Close achieved on July 7, 2014	January 2016
5	Metro Power Co. Ltd.	Jhimpir, Thatta District, Sindh Province	50.0	-	EPA signed on February 26, 2014	March 2016
6	Sachal Energy Development Ltd.	Jhimpir, Thatta District, Sindh Province	50.0	14.8618	EPA signed on February 27, 2014	March 2016
7	Yunus Energy Ltd.	Jhimpir, Thatta District, Sindh Province	50.0	-	EPA signed on March 26, 2014	March 2016
8	HydroChina Dawood Power Ltd.	Jhimpir, Thatta District, Sindh Province	49.5	-	EPA signed on September 25, 2014	March 2016
Total			398.0			

出所: CPPA

太陽光発電

パンジャブ州政府は Bahawalpur 郡 Cholistan 地区に Quaid-e-Azam ソーラーパークを建設し、民間企業による太陽光発電導入を促進している。ソーラーパークの敷地面積は 10,000 エーカー(約 4,000 ha)で、太陽光発電の開発企業にリースされる。

表 3.4.1-2 に太陽光発電の実施中案件を示す。

表 3.4.1-2 太陽光発電の実施中案件

Sr. No.	Name of Company	Location	Installed Capacity (MW)	Present Status	Target Commercial Operation Date
1	Quaid-e-Azam Solar (Pvt) Ltd. Company (owned by the government of Punjab)	Bahawalpur District, Punjab Province	100.0	As of January 2015, 90% of construction has been completed	Feb. 2015
2	Zonergy Company Limited	Bahawalpur District, Punjab Province	900.0	The construction will commence in March 2015 at Quaid-e-Azam Solar Park.	June 2016 (300 MW) June 2017 (600 MW)
Total			1,000.0		

出所: Quaid-e-Azam 及びパンジャブ州政府

バイオマス発電

CPPA の情報によれば、バイオマス発電の実施中案件は 2 件で、ともに民間企業によるものである。設備容量はそれぞれ、62.4 MW と 30 MW で合計 92.4 MW となる。

表 3.4.1-3 にバイオマス発電の実施中案件を示す。

表 3.4.1-3 バイオマス発電の実施中案件

Sr. No.	Name of Company	Location	Installed Capacity (MW)	Tariff (Rs/kWh)	Present Status	Target Commercial Operation Date
1	Chiniot Power Ltd.	Chiniot District, Punjab Province	62.4	10.4078	Energy Purchase Agreement (EPA) signed on July 22, 2014	June 2015
2	RYK Mills Ltd.	Rahim Yar Khan District, Punjab Province	30.0	10.4078	EPA signed on October 10, 2014	December 2014
Total			92.4			

出所: CPPA

3.4.2 再生可能エネルギーによる発電の計画案件

3.1 章の定義にしたがい選定された再生可能エネルギーによる発電の計画案件について以下に述べる。

風力発電

CPPA の情報によれば、風力発電の計画案件は 22 件で、合計設備容量は 1,804 MW となる。そのうち約半数の案件は 2016 年中の商業運転開始を計画している。いずれもシンド州の好風況地帯での計画である。

表 3.4.2-1 に風力発電の計画案件を示す。

表 3.4.2-1 風力発電の計画案件

Sr. No.	Name of Company	Location	Installed Capacity (MW)	Tariff (US cent/kWh)	Present Status	Target Commercial Operation Date
1	Tenaga Generasi Limited	Kuttikun, Thatta District, Sindh Province	49.6	14.316	Energy Purchase Agreement (EPA) under negotiation	October 2016
2	Master Wind Energy Limited	Jhimpir, Thatta District, Sindh Province	50.0	-	EPA under negotiation	March 2016
3	Zephyr Power Limited	Bhambore, Thatta District, Sindh Province	50.0	-	Approval of interconnection study is awaited.	-
4	Gul Ahmed Energy Limited	Jhimpir, Thatta District, Sindh Province	50.0	-	EPA under negotiation	March 2016
5	Wind Eagle Limited – I	Jhimpir, Thatta District, Sindh Province	50.0	-	Approval of interconnection study is awaited.	December 2016.
6	Wind Eagle Limited – II	Jhimpir, Thatta District, Sindh Province	50.0	-	Approval of interconnection study is awaited.	December 2016
7	HAWA Holding Limited	Jhimpir, Thatta District, Sindh Province	50.0	-	Approval of interconnection study is awaited.	-
8	United Energy Pakistan Ltd.	Jhimpir, Thatta District, Sindh Province	100.0	-	EPA under negotiation	March 2016
9	Jhimpir Wind Power Limited	Jhimpir, Thatta District, Sindh Province	49.6	13.5	EPA under negotiation	June 2016
10	Tapal Wind	Jhimpir, Thatta District, Sindh Province	30.0	-	EPA under negotiation	March 2016
11	NBT Wind Power Pakistan (Pvt) Limited	Jhimpir, Thatta District, Sindh Province	500.0	-	Power Acquisition Request submitted to NEPRA	-
12	Titan Energy Pakistan (Pvt) Limited	Jhimpir, Thatta District, Sindh Province	10.0	-	Approval of interconnection study is awaited.	-
13	China Sunec Energy (Pvt) Limited	Jhimpir, Thatta District, Sindh Province	50.0	-	Interconnection study approved	June 2016.
14	Tricon Boston Consulting Corporation	Jhimpir, Thatta District, Sindh Province	50.0	-	Approval of interconnection study is awaited.	-
15	Tricon Boston Consulting Corporation	Jhimpir, Thatta District, Sindh Province	50.0	-	Approval of interconnection study is awaited.	-
16	Tricon Boston Consulting Corporation	Jhimpir, Thatta District, Sindh Province	50.0	-	Approval of interconnection study is awaited.	-
17	Burj Wind Energy (Pvt) Limited	Jhimpir, Thatta District, Sindh Province	13.5	16.0	Approval of interconnection study is awaited.	May 2016
18	Hartford Alternate Energy	Jhimpir, Thatta District, Sindh Province	50.0	-	Approval of interconnection study is awaited.	-
19	Western Energy (Pvt) Ltd	Jhimpir, Thatta District, Sindh Province	50.0	13.1998	Approval of interconnection study is awaited.	-
20	United Energy Pakistan Limited	Sindh Province	350.0	-	Letter of Intent (LOI) was obtained and Feasibility Study was done. Land is not allocated.	-
21	Zaver Petroleum Corporation Limited	Sindh Province	50.0	-	LOI was obtained and Feasibility Study was done. Land is not allocated.	-
22	Trident Energy (Pvt) Limited	Sindh Province	50.0	-	LOI was obtained and Feasibility Study was done. Land is not allocated.	-
	Total		1,804.0			

出所: CPPA

太陽光発電

太陽光発電は計画案件として 11 案件あり、その合計設備容量は 249.5 MW となる。

表 3.4.2-2 に太陽光発電の計画案件を示す。

表 3.4.2-2 太陽光発電の計画案件

Sr. No.	Name of Company	Location	Installed Capacity (MW)	Tariff (US cent/kWh)	Present Status
1	M/s. Dacc Associates	Bahawalpur District, Punjab Province	50.0	Awaiting announcement of upfront tariff by NEPRA	Negotiating on EPA with CPPA and IA with AEDB, awaiting land allocation by Punjab gov.
2	First Solar 2 MW Solar Power Project	Bahawalpur District, Punjab Province	2.0	Applied to NEPRA	Generation License awarded, applied for tariff, however, Lol expired.
3	Access Solar Pvt Ltd	Pind Dadan Khan, Jhelum District, Punjab Province	11.5	17.003 (Levelized)	Feasibility study done, generation license and upfront tariff awarded, obtained LOS from AEDB, negotiating EPA and IA
4	Access Electric Pvt Ltd	Pind Dadan Khan, Jhelum District, Punjab Province	10.0	17.003 (Levelized)	Feasibility study done, generation license and upfront tariff awarded, obtained LOS from AEDB, negotiating EPA and IA
5	M/s. Sanjwal Solar (Pvt) Ltd.	Sanjawal, Attock District Punjab Province	5.0	17.003 (Levelized)	Feasibility study done, generation license and upfront tariff awarded, obtained LOS from AEDB, negotiating EPA and IA
6	M/s. Bakhsh Energy (Pvt) Ltd.	Bahawalpur District, Punjab Province	10.0	17.003 (Levelized)	Feasibility study done, generation license and upfront tariff awarded, obtained LOS from AEDB, negotiating EPA and IA
7	Safe Solar (Pvt) Ltd	Bahawalpur District, Punjab Province	10.0	17.003 (Levelized)	Feasibility study done, generation license and upfront tariff awarded, obtained LOS from AEDB, negotiating EPA and IA
8	M/s. Integrated Power Solution	Sindh Province	50.0	Awaiting announcement of upfront tariff by NEPRA	Feasibility study done, applying for generation license and upfront tariff
9	M/s. Jafri & Associates	Sindh Province	50.0	Awaiting announcement of upfront tariff by NEPRA	Feasibility study done, applying for generation license and upfront tariff
10	M/s. Solar Blue (Pvt) Ltd.	Sindh Province	50.0	Awaiting announcement of upfront tariff by NEPRA	Feasibility study done, applying for generation license and upfront tariff
11	Blue Star Hydel (Pvt) Ltd.	Pind Dadan Khan, Jhelum District, Punjab Province	1.0	17.003 (Levelized)	Feasibility study done, generation license and upfront tariff awarded, obtained LOS from AEDB, negotiating EPA and IA
Total			249.5		

出所: AEDB

バイオマス発電

CPPA の情報によれば、バイオマス発電の計画案件は 7 件で、5 件がパンジャブ州、残る 2 件がシンド州で計画されている。合計設備容量は 216 MW となる。

表 3.4.2-3 にバイオマス発電の計画案件を示す。

表 3.4.2-3 バイオマス発電の計画案件

Sr. No.	Name of Company	Location	Installed Capacity (MW)	Tariff (Rs/kWh)	Present Status
1	Hamza Sugar Mills Ltd.	Rahim Yar Khan District, Punjab Province	15.0	10.4078	Energy Purchase Agreement (EPA) negotiation is being executed.
2	SSJD Bio energy Ltd.	Mirpurkhas District, Sindh Province	12.0	10.4078	Economic Coordination Committee (ECC) approval on the draft EPA is awaited.
3	Kamalia Sugar Mills Ltd.	Kamalia, Toba Tek Singh District, Punjab Province	17.0	10.4078	Approval of interconnection study is awaited.
4	Alliance Sugar Mills Ltd.	Ghotki District, Sindh Province	30.0	10.4078	Approval of interconnection study is awaited.
5	Almoiz Industries Ltd.	Mianwali District, Punjab Province	45.0	10.4078	Approval of interconnection study is awaited.
6	Layyah Sugar Mills Ltd.	Layyah District, Punjab Province	30.0	10.4078	Approval of interconnection study is awaited.
7	Etihad Power Generation Ltd.	Rahim Yar Khan District, Punjab Province	67.0	10.4078	Approval of interconnection study is awaited.
Total			216.0		

出所: CPPA

3.5 原子力発電と電力輸入

3.5.1 原子力発電

Economic Survey Report 2013-2014 によれば、原子力エネルギー委員会が Chashma 原子力発電所と KANUPP (Karachi Nuclear Power Plant) で原子力発電所の建設を進めている。両発電所とも 2 ユニットずつの新規建設が進められている。建設が既に進められていることから、実施中案件と言える。

表 3.5.1-1 にこれら原子力発電の実施中案件を示す。

表 3.5.1-1 原子力発電の実施中案件

Sr. No.	Name of Project	Location	Capacity (MW)	Target Commissioning Date
1	Chashma Unit 3 (C-3)	Chashma, District Mianwali, Punjab Province	340	April 2016
2	Chashma Unit 4 (C-4)		340	December 2016
3	KANUPP Unit 2 (K-2)	Karachi, Sindh Province	1,100	August 2020
4	KANUPP Unit 3 (K-3)		1,100	June 2021
Total			2,880	

出所: Economic Survey Report 2013-2014

原子力エネルギー委員会はパキスタン政府のエネルギー安全保障計画で設定した原子力プログラム 2030 を実施している。このプログラムでは、2030 年までに原子力発電設備を 8,800 MW まで増加させるとしている。しかし、具体的な開発計画に関する情報は得られなかった。

3.5.2 電力輸入

キルギス共和国およびタジキスタン共和国からの電力輸入(CASA-1000)

夏期における中央アジアの余剰電力(約 1,000 MW)を南アジアに送電しようとする計画が進められており、CASA-1000 と呼ばれている。計画では、中央アジアのキルギスとタジキスタンの夏期余剰電力を直流送電により、アフガニスタンに 300 MW、パキスタンに 1,000 MW 送電することとしている。

主要な計画内容は以下のとおりである。

- ◆ ±500 kV 直流送電線(1,300 MW 容量)建設: タジキスタン Sangtuda からアフガニスタン Kabul を経由してパキスタン Peshawar まで(750 km)
- ◆ 交流・直流変換所(3カ所)建設: Sangtuda(1,300 MW 容量)、Kabul(300 MW 容量)、Peshawar(1,000 MW 容量)
- ◆ 500 kV 交流送電線建設: キルギス Datka からタジキスタン Khujand まで(477 km)
- ◆ タジキスタン内電力系統強化工事: タジキスタン Regar 変電所から Sangtuda 変電所間(115 km)の交流 500 kV 送電線他。

CASA-1000 は世界銀行がまとめ役となり進められている実施中案件である。資金調達計画は表 3.5.2-1 に示すようになっている。

表 3.5.2-1 CASA-1000 の事業費見積りと資金調達計画

(Unit: million USD)

Total Project Cost:	1,170.00
For Loans/Credits/Others Amount	
Borrower/Recipient	134.50
World Bank	526.50
<i>International Development Association (IDA) (WB)</i>	<i>158.25</i>
<i>IDA Grant (WB)</i>	<i>368.25</i>
Afghanistan Reconstruction Trust Fund	40.00
US (USAID, State Department)	15.00
Islamic Development Bank	250.00
Bilateral Agencies (unidentified)	31.00
Total Financial Arrangement:	997.00
Financing Gap:	173.00

出所: Implementation Status & Results Report, Dec. 27, 2014, the World Bank, and <http://www.casa-1000.org/>

表 3.5.2-2 に CASA-1000 の計画内容をまとめた。

表 3.5.2-2 CASA-1000 の計画内容

Name of Project	Import from	Capacity (MW)	Time of Year for Import	Import Tariff (US cent/kWh)	Present Status	Target Commissioning Date
CASA-1000	The Kyrgyz Republic and Tajikistan via Afghanistan	1,000	Summer: 4 months mid-May to mid-September, for Peak 2.5 hours every day	Purchase price: 5.00 Transit fee: 1.25	Under bidding for major part of the Project with deadline for bid submission of March 2, 2015	December 31, 2020

出所: Implementation Status & Results Report, Dec. 27, 2014, the World Bank, and <http://www.casa-1000.org/>, and CASA-1000 Project Feasibility Study Update Final Report, February 2011

上表が示すように、パキスタンが 1,000 MW の電力輸入が可能なのは、1 日に 2 時間半で、5 月中旬から 9 月中旬までの夏期 4 ヶ月間とされている。

図 3.5.2-1 に CASA-1000 の計画位置を示す。

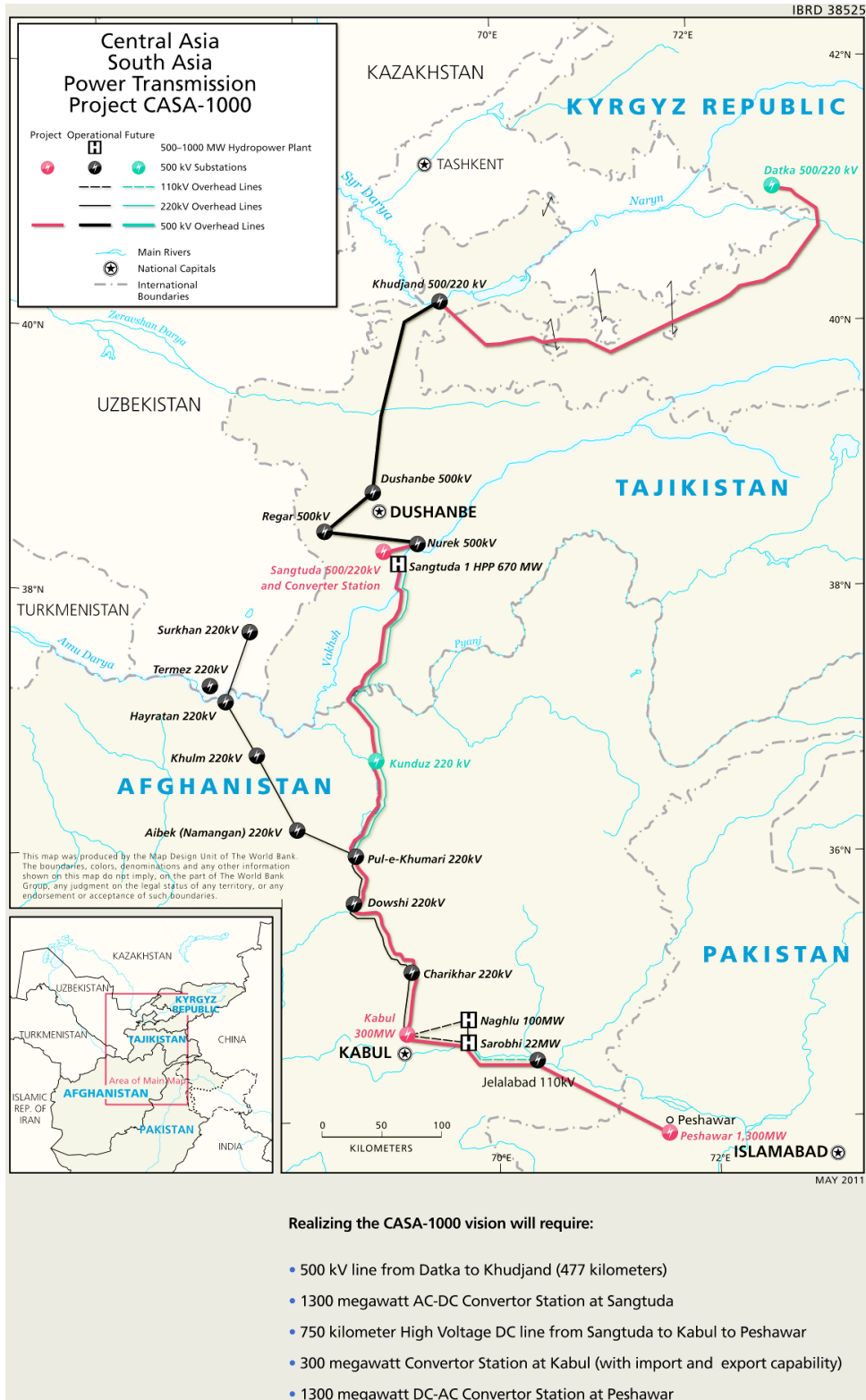


図 3.5.2-1

CASA-1000 の計画位置

イラン・イスラム共和国からの電力輸入

イランからパキスタンへの 220 kV 送電線を建設し、100 MW の電力をイランから輸入するという案件が進められていた。また、それとは別に±500 kV の直流送電線を建設し、1,000 MW の電力を輸入するという計画案件もあった。

しかしながら、イランに対する経済制裁により、両案件とも中断し、2015 年 1 月現在、NTDC はこれらの案件を将来計画に含めていない。

第4章 まとめ

本調査のまとめとして、パキスタンの電力供給能力の現在と将来を整理し表 4-1 に示す。

表 4-1 パキスタンの電力供給能力の現在と将来

(Unit: MW)

Electric Power Source	Existing			Ongoing Project	Development Plan
	Installed	Net Dependable ^{*1}			
Thermal Power Generation	Installed	Net Dependable^{*1}		Installed	Installed
Total	15,170	12,657		1,746	5,280
NTDC grid by GENCOs	4,590	3,037		1,342	1,980
NTDC grid by IPPs	8,158	7,465		404	3,300
K-Electric	2,422	2,155		-	-
Hydro Power Generation	Installed	Dependable^{*2} Summer	Dependable^{*2} Winter	Installed	Installed
Total	7,097	7,002	2,449	10,873	19,452
by WAPDA	6,902	6,807	2,385	10,645	11,668
by IPPs	195	195	64	147	5,640
by Provincial Organizations and IPPs	-	-	-	81	2,144
Renewable Energy Generation	Installed	Net Dependable Summer	Net Dependable Winter	Installed	Installed
Total	207	94	47	1,490	2,269
Wind ^{*3}	155	74	27	398	1,804
Solar	0.3	-	-	1,000	249
Biomass ^{*4}	52	20	20	92	216
Nuclear Power Generation	Installed	Net^{*5}	Net Dependable^{*6}	Installed	Installed
Total	797	705	564	2,880	-
KANUPP	132	90	72	2,200	-
Chashma Nuclear Power Plant	665	615	492	680	-
Power Import				Installed^{*7}	
from Kyrgyz Republic and Tajikistan (CASA-1000)	-	-	-	1,000	-
	Installed	Estimated Net Dependable Summer	Estimated Net Dependable Winter	Installed	Installed
Grand Total	23,271	20,317	15,717	17,989	27,001

Notes

*1: Net dependable capacity means dependable capacity at sending-end of power station to transmission line.

*2: This is dependable capacity at generating-end of power station (gross capacity). Since the station service consumption of hydro power plant is small, it is regarded as the same value as net dependable capacity for the calculation of the grand total.

*3: The net dependable capacities in summer and winter are estimated as average generating output in each season assuming that load factor is 48% in summer and 18% in winter the station service load is negligible.

*4: The net dependable capacities in summer and winter are estimated as average generating output through the year assuming that load factor at the sending-end is 41.6% with 48 MW of net capacity.

*5: These are estimated values with the installed capacities and station service loads. The station service load is assumed at 10 MW for KANUPP and 50 MW is applied for Chashma Nuclear Power Plant.

*6: These are estimated values with the net capacities and the capacity factor which is assumed be 80% for both KANUPP and Chashma Nuclear Power Plant.

*7: Power import is available for 4 months in summer from the middle of May to the middle of September.

出所: JICA 調査団作成

火力発電の送電端信頼出力(net dependable capacity)は技術的な信頼出力とした。つまり、現在の燃料高騰や売電料金の不払いなど経済的な理由による IPP の発電停止は考慮していない。したがって、現在の実際の火力発電の送電端信頼出力は上表に示す 12,657 MW より低いと考えられる。既存水力の送電端信頼出力は、冬期に減少し設備容量の 35%程度になる。これが冬期の送電端信頼出力総合計を夏期のそれより大幅に低くしている主要な理由である。

将来の電力供給能力を分析するため、本調査では現在のプロジェクトや計画を「実施中案件(Ongoing Project)」と「計画案件(Development Plan)」に分類した。実施中案件は計画案件と比較し、案件の実現する可能性が極めて高く、また、実現するまでの期間も短い。より現実的な視点で将来の電力供給能力を理解するため、実施中案件に絞りその商業運転に入る設備出力を期間毎にまとめた。結果を表 4-2 に示す。

表 4-2 商業運転に入る実施中案件の期間毎の電源設備出力

(Unit: MW)

Electric Power Source	Installed Capacity Targeting on Entering Commercial Operation in the Period of :				
	2015-17 end	2018-20 end	2020-25 end	2026-35 end	2015-35 end (Total)
Thermal Power Generation Total	1,746	-	-	-	1,746
NTDC grid by GENCOs	1,342	-	-	-	1,342
NTDC grid by IPPs	404	-	-	-	404
K-Electric	-	-	-	-	-
Hydro Power Generation Total	2,897	2,315	5,661	-	10,873
by WAPDA	2,669	2,315	5,661	-	10,645
by IPPs	147	-	-	-	147
by Provincial Organizations and IPPs*	81	-	-	-	81
Renewable Energy Generation Total	1,490	-	-	-	1,490
Wind	398	-	-	-	398
Solar	1,000	-	-	-	1,000
Biomass	92	-	-	-	92
Nuclear Power Generation Total	680	1,100	1,100	-	2,880
KANUPP	-	1,100	1,100	-	2,200
Chashma Nuclear Power Plant	680	-	-	-	680
Power Import Total	-	1,000	-	-	1,000
from Kyrgyz Republic and Tajikistan (CASA-1000)	-	1,000	-	-	1,000
Grand Total	6,813	4,415	6,761	-	17,989

Notes

*: Since no information has been obtained about the targeting commercial operation date, the assumption for the projects to enter their commercial operation by the end of 2017 is placed.

出所: JICA 調査団作成

現在 2015 年から 2017 年末までの間に、電源設備出力は 6,813 MW 増加する。同様に、2018 年から 2020 年末までの間、2020 年から 2025 年末までの間で、電源設備出力はそれぞれ 4,415 MW および 6,761 MW 増加する。

上記の電源設備出力増加がパキスタンの電力不足問題を短期的にどの程度解消するのかを確認するため、冬期の送電端信頼出力と予測需要との需給ギャップを 2014 年 12 月、2017 年 12 月、2020 年 12 月について行った。結果を表 4-3 に示す。

表 4-3 冬期の送電端信頼出力と予測需要との需給ギャップ

(Unit: MW)

Net Dependable Capacity in Winter	Dec. 2014	Dec. 2017		Dec. 2020	
	(Existing)	Increased	Accumulate	Increased	Accumulate
Thermal Power Generation	12,657	1,456	14,113		14,113
Hydro Power Generation	2,449	999	3,448	798	4,246
Renewable Energy Generation*1	47	904	951		951
Nuclear Power Generation	564	480	1,044	777	1,821
Total	15,717	3,839	19,556	1,575	21,131
Estimated Demand including Unserved Electricity by Load Shedding and Export to K-Electric*2	2014/15		2017/18		2020/21
	23,202		26,715		30,766
Estimated Gap between Demand and Supply*3	-7,485		-7,159		-9,635

Notes

*1: Solar power generation is included as day time power supply at 80% of the installed capacity into the increase capacity by December 2017.

*2: Source: Demand Forecast Report December 2012, NTDC

*3: The estimated gaps in 2017/18 and 2020/21 are -7,959 MW and -10,435, respectively, without increase of the solar power generation.

出所: JICA 調査団作成

先に説明したように、既存火力発電の実際の供給出力は、上表に示した送電端信頼出力より低い。したがって、2014年12月の想定需給ギャップは実際には7,485 MWより大きいと考えられる。上表から分かることは、短期的には電力不足は解消されず、むしろ状況は悪化するということである。

2020年12月までには、いくつかの計画案件が完成し商業運転を開始するであろう。しかし、計画案件の短期間での実現はそう簡単ではない。計画案件に対する楽観的な完成時期の設定により、多くの計画案件は設定した完成予定時期までの商業運転開始に失敗するであろう。

このような状況であるため、例えば2020年12月までのような短期間での電力供給能力増強の対策が必要である。