

1. 事業の概要と円借款による協力



サイト地図



本事業により整備されたムルタン変電所

1.1 背景

パキスタンの電力供給は、カラチ地区以外の全土を管轄する水利電力開発公社(WAPDA: Water and Power Development Authority)によって行われてきた。1981年の時点では、北部地区の水力発電1,874MWと火力発電1,389MW(北部地区での677MW、中部地区での480MW、クエッタ地区での58MW、南部地区での174MW)を含む発電設備容量合計のうち、約80%はWAPDAによって所有されていた。

ところが12月から6月までの乾季の間、水力発電はその供給容量を40%失うため、北部における乾季の電力不足は中部からの電力供給で賄われていた。一方、7月から11月までの雨季では、北部から中南部への送電により季節毎に生じる電力の過不足を融通していた。

タルベラ、ファイサラバード(ガティ)、ムルタン、グッドゥを結ぶ主要送電線は500kVの送電能力を提供していたが、ファイサラバード(ガティ)とムルタン、グッドゥ間の送電は500kVの必要性がなく、実際には220kVで行われていた。

WAPDAは、北部地域のタルベラ水力発電所の発電量を1985年6月までに1,050MWに拡張し、グッドゥ火力発電所の発電量を同時期までに510MWに増強する計画をしていた。そのため、発電容量の拡張にあわせて、ファイサラバード(ガティ)とムルタン、グッドゥを結ぶ既存の送電線電圧を1985年6月までに220kVから500kVに引き上げることが必要とされていた。

表1：電力需給予測

	1981		1982		1983		1984		1985		1988	
	乾季	雨季	乾季	雨季	乾季	雨季	乾季	雨季	乾季	雨季	乾季	雨季
北部地区												
需要	2,063	2,318	2,249	2,527	2,446	2,748	2,665	2,994	2,910	3,270	3,561	4,001
発電容量	1,740	2,635	1,740	2,635	2,160	3,435	2,160	3,435	2,265	3,825	2,365	4,995
供給容量	1,740	2,435	1,740	2,435	2,160	3,135	2,160	3,135	2,265	3,525	2,365	4,695
ギャップ	-323	+117	-509	-92	-286	+387	-505	+141	-645	+255	-1,196	+694
中南部地区												
需要	491	551	569	640	654	735	743	834	861	968	1,152	1,295
発電容量	640	640	640	640	640	658	943	943	943	1,143	1,613	1,993
供給容量	640	435	640	435	640	443	943	623	943	753	1,613	1,348
ギャップ	+149	-116	+71	-205	-14	-292	+200	-211	+82	-215	+461	+53
需要合計	2,554	2,869	2,818	3,167	3,100	3,483	3,408	3,828	3,771	4,238	4,713	5,296

出所：JBICのアブレイザル資料。

注：乾季=12月から6月、雨季=7月から11月。

1.2 目的

500/200kV 変電所をムルタンとグッドゥに建設する。また、ファイサラバード（ガティ）とグッドゥ間の送電容量を 220kV から 500kV に昇圧するため、ファイサラバード（ガティ）の変電所を拡張するもの。

1.3 事業範囲

本事業の範囲は以下のとおりである。

- a) ムルタンならびにグッドゥにおける 500kV 変電所の建設
- b) ファイサラバード（ガティ）の 500kV 変電所の拡張
- c) スペアパーツ、運営管理、試験装備等の調達
- d) コンサルティングサービス

1.4 借入人 / 実施機関

パキスタン回教共和国大統領 / 水利電力開発公社（WAPDA）

1.5 借款契約概要

円借款承諾額 / 実行額	12,200 百万円 9,354 百万円
交換公文締結 / 借款契約調印	1982 年 1 月 1982 年 3 月
借款契約条件	金利 2.75 %、返済 30 年（うち据置 10 年） 部分アンタイト
貸付完了	1989 年 3 月

2. 評価の結果

(1) 計画の妥当性

WAPDA は計画通り着実に発電容量を拡張してきた。タルベラ水力発電所とグッドゥ火力発電所の容量は拡張され続け、現在の両発電所の設備容量はタルベラ水力発電所で 3,478MW、グッドゥ火力発電所で 1,655MW となっている。しかしながら、両発電所間を結ぶ送電線の電圧容量は 220kV のままで、その送電能力は発電所の発電容量と比較して不十分と考えられていた。したがって、ファイサラバード（ガティ）とムルタン～グッドゥ間の既存の送電線を 220kV から 500kV に昇圧する計画は十分に妥当なものであったといえる。またその一方で、同国の最新の 3 ヶ年計画（2001～2004 年）によると、国レベルの電力需要は年率 6%の伸びが見込まれており、本事業は同国の将来的な電力需要・消費を下支えるという点でも妥当であるといえる。

本事業の審査時点において、同国では地域による電力需給の不均衡が報告されていた。つまり、水力発電が主要な北部地域では、雨季になると豊富な降水量により発電量が増し供給過剰の状態になっていた。その一方、乾季になると発電量は激減し、政府は中・南部等の他地域から電力を融通する必要に迫られていた。また、逆に雨季には余剰電力を中・南部へ送電し、中・南部地域における需給バランスの改善に資することも可能であった。以上のことから、北部および中・南部間の送電の安定性を担保する意味でも本事業の妥当性は高く評価されることである。

なお WAPDA の統計によると、1994 年の乾季（本事業完成から約 7 年後）には、南部地域で 1,355MW の余剰電力が発生する一方、降水不足に悩まされる北部では 2.892MW もの電力不足が生じていたという。この統計によれば、中・南部から北部へおよそ 1,350～1,550MW の電力がムルタンとグッドゥ変電所間を経て送電されたという。このことから、本事業は目的のひとつ

である「北部の電力不足解消」にかなりの程度貢献していることが明らかであり、妥当であるといえる。

(2) 実施の効率性

事業範囲

本事業はほぼ計画どおり実施された。但し、1986年10月の暴風雨により損壊したガティ変電所のブレーカーの修理を借款の残額を用いて修理することになり、この分だけ借款の支払い期間が延長された。

工期

当初の事業実施スケジュールは1982年5月（コンサルタントの選定と契約）から1985年6月（試運転）までの38ヶ月と見込まれていたが、実際には1983年3月から1987年2月までの48ヶ月を要した。

遅延の主たる要因は、請負業者が高い入札価格を提示したため、WAPDAと請負業者との間の契約手続き期間に時間を要したことが挙げられる。その結果、事業は20ヶ月遅れで完了した。

事業費

当初の総事業費は22,678百万円（外貨部分12,200百万円、内貨部分451百万ルピー）であったが、実際の総事業費は14,927百万円（外貨部分9,354百万円、内貨部分525百万ルピー）となった。外貨費用は23%（2,846百万円）減少し、内貨費用は16%（74百万ルピー）増加した。内貨部分の増加要因として考えられるのはインフレだが、外貨部分の減少要因は特定できなかった。

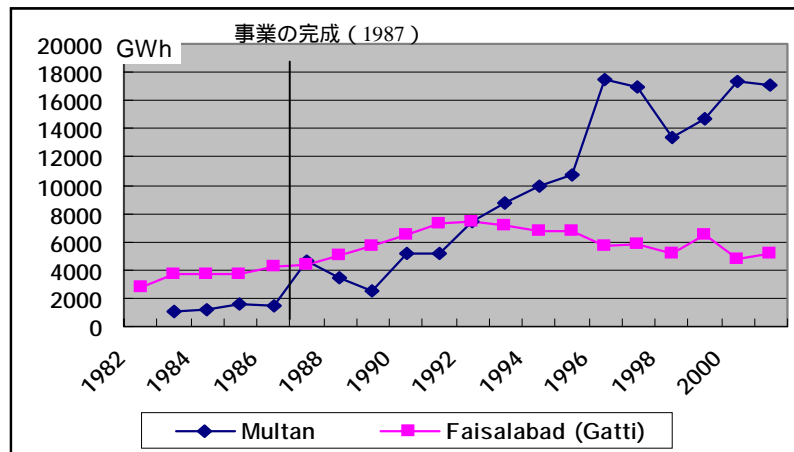
なお、コンサルティングサービスの調達費用は当初円借款でカバーされることになっていたが、実際にはWAPDAの自己資金で支出されたため、円借款の事業内容からは除外されることになった。

(3) 効果

電力供給

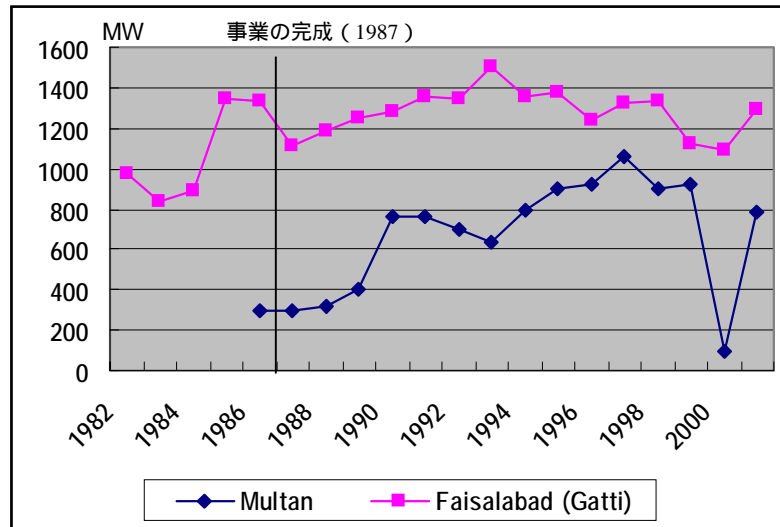
1987年の事業完了以降、ムルタン変電所の電力供給は大幅に増加した。ファイサラバード（ガティ）変電所の電力供給は目立った改善を見せていないものの、電力供給の改善に対する当事業の効果はムルタン変電所で明確に示されている。（なお、グッドゥ変電所の状況はデータ不足のため不明である）

図1：ムルタンとファイサラバード（ガティ）変電所における電力供給



出典 WAPDA

図2：ムルタンとファイサラバード（ガティ）変電所におけるピーク負荷



出典: WAPDA

送電ロス

当事業はムルタン、グッドゥ、ファイサラバード（ガティ）変電所間の送電ロスの改善に寄与することが期待されていた。データ・情報が不足しているため、対象となった各変電所間の送電ロスにどの程度効果があったかは明確ではないが、WAPDA 全体の送電システムでは、送配電ロスが目覚ましく減少している。つまり、1982 年の 27.7% から事業完了後の 1988 年は 23.0% となっていることから、本事業がある程度の送電ロス減少に貢献したものと考えられる。

表2：WAPDA 送電線における送配電ロス (%)

1978	1980	1982	1984	1986	1988	1990	1992	1994
33.5	30.5	27.7	27.1	24.5	23.0	21.3	20.7	21.6

出典：WAPDA 統計, 1995

最大負荷

WAPDA 提供の資料によると、主要な送電線および変電所の最大負荷（Maximum load）は、本事業により整備された機器・設備等が有効に活用されていることを示している。下表の変電所の数値は電力の出入りを示している。WAPDA では変圧器にかかる負荷は常に規格容量（1000 アンペア）以下としており、これは設備に無理な負担がかかることなく適切に利用されていることを意味している。

表3：主要送電線および変電所における最大負荷（AMP）

	送電線		変電所	
	ムルタン～ラホール間	グッドゥ～ムルタン間	ムルタン	グッドゥ
1992-1993	1,100A	900A	560A	1,940A
1993-1994	1,150A	960A	760A	1,830A
1994-1995	1,109A	850A	1,070A	1,830A
1995-1996	1,075A	800A	1,076A	1,860A

その他の指標

ムルタンとファイサラバード（ガティ）変電所提供のデータによると、1987年の事業完了後、両変電所の稼働率はいずれも高く安定している。特にムルタン変電所の稼働率は、相当の改善が見られる。

表4：他の運転指標

	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
1. 稼働率 (%)																				
ムルタン	-	-	-	-	37	37	39	49	93	82	86	79	98	111	113	130	111	113	123	96
ファイサラバード	81	69	73	111	110	92	98	103	105	112	111	124	112	114	102	107	110	92	89	107
2. 計画停電時間 (時間)																				
ムルタン	9	55	61	233	223	70	71	42	71	86	1067	157	128	54	62	350	107	273	2120	1772
ファイサラバード	96	90	53	88	64	113	69	79	190	61	160	282	299	360	214	202	144	113	211	251
3. 強制停電時間 (時間)																				
ムルタン	5	99	14	57	25	22	31	107	148	134	276	50	253	562	112	2499	45	75	432	841
ファイサラバード	n.a.	n.a.	n.a.	2	1	-	-	5	11	7	7	3	5	-	-	11	-	-	25	-

出典：WAPDA

しかしながら、1999年に行われたJBICの調査では、ムルタン変電所では回路遮断機の頻繁な故障（1994年から1998年までに7件）も報告されている。こうした故障により、ムルタン変電所の計画・強制停電期間は増加していた。ムルタン変電所の運転状況に関する詳細なデータはないものの、上のデータに基づくと、ムルタン変電所における技術上の問題は充分には解決されていないと推測され、今後の対策が必要と考えられる。

なお、ファイサラバード（ガティ）の運転状況は特段の問題もなく、総じて安定している。

財務的内部収益率(FIRR)

データやその他計算に必要な情報が得られなかったため、当事業のFIRRは再計算できなかった。なお、参考までに1993年のJBIC調査に向けた試験的な再計算によると、アプレイザル時の24.0%に比べ、38.6%と算定されている。

(4) インパクト

ムルタン変電所によると、電力サービスの拡充に伴い、主要道路と送電線を結ぶ道路沿いでは、工場や小規模ホテルなどの経済活動が活性化された。

本事業については、環境への負の影響や住民移転などの問題は特段報告されていない。

(5) 持続性・自立発展性

運営・維持管理体制

WAPDAは、カラチ地域での電力供給サービスを除いた下記の全分野での業務を管轄する国有企業で、具体的には発電、送電、配電、灌漑、水道、排水、浸水・土壌塩害の防止、水害管理、内陸航行を行っている。WAPDAでは世界銀行との協力により、制度改革と民営化を断行し、WAPDAの発電、送電、配電の各部門は下記の12の公営企業に再編された。（再編は1999年10月に完了した）

- 3つの火力発電会社(GENCOs)
- 1つの送電会社(NTDC)
- 8つの配電会社(DISCOs)

なお、送電線・変電所を含めた事業設備の運営・維持管理は、WAPDA の一部である Grid System Operation (GSO) によって行われている。送電線は約 200 人の GSO 職員により 3～4 ヶ月毎にパトロールされている。

技術力

ムルタン、グッドゥ、ファイサラバード（ガティ）の各変電所の運営・維持管理は、納入業者提供の専門マニュアルと WAPDA の指示に基づき、各変電所の GSO 職員により実施されている。ムルタン変電所には職員 18 人が運営にあたり、23 人がメンテナンスにあっている。（グッドゥ、ファイサラバード変電所の状況についてはデータが得られず不明）

ムルタン変電所の職員によると、事業施設の主な問題は、内的・外的要因によって回路遮断機が頻繁に破損・故障することである。例えば内的要因、外国の納入業者に注文してスペアパーツを調達するのはなかなか難しく、こうした問題に対処するために、関係機関では職員が現地物資を購入し、大半の故障を修理するようにしている。しかしながら、このような努力にもかかわらず、頻繁なメンテナンスのためにムルタン変電所では長時間の停電が余儀なくされている。

財務状況

送電が目的である本事業については、NTDC が事業の運営・管理を行っている。NTDC は利用者に直接電力供給をすることはしておらず、代わりに配電会社からの収入から料金を徴収している。徴収率の低さ（50～60%）が問題となっているが、これは末端利用者の未払い、頻繁な盗電、公的機関の支払い遅延等が原因である。

収入徴収に関連した点を含め、財務的な問題はパキスタンの電力部門では一般的な問題である。したがって、この分野での公共企業の健全性には重大な懸念が存在しており、パキスタン政府では電力セクター改革への一層の関与を表明している。具体的には、政策立案と規制、電力サービス提供の分離、電力市場の自由化、公共企業の組織改革と漸進的民営化、といった対策がこれから加速していくものと思われる。

主要計画 / 実績比較

項目	計画	実績
1. 事業内容		
a) 変電所	- 900MVA 変圧器と分路リアクトル付き500kV 変電所の建設 (ムルタン)	計画に同じ
	- 900MVA 変圧器と分路リアクトル付き500kV 変電所の建設 (グッドウ)	計画に同じ
	- busboy と分路リアクトル付き500kV 変電所の拡張 (ファイサラバード)	計画に同じ
b) PLC	上記変電所間の PLC 電気通信システムの建設、既存 PLC 通信の220kV システムから500kV への昇級(グッドウ、NGPS ムルタン、500kV ムルタン、ガティ、タルベラ、Load Dispatch センター間)	計画に同じ
c) その他	スペアパーツ、運営管理、試験装備の調達	計画に同じ
d) コンサルティングサービス	合計 : 257.5 M/M	計画に同じ
- 設計		
- 入札書類評価		
- 監督		
2. 工期		
a) コンサルタントの選定・契約	1982年5月	1983年3月
b) 入札	1982年12月-1983年2月 (3ヶ月)	1983年11月
c) 入札評価	1983年3月-1983年5月 (3ヶ月)	1983年11月-1984年1月 (3ヶ月)
d) 請負業者との契約	1983年6月	1985年4月
e) 設計	1983年7月-1983年10月 (4ヶ月)	1985年4月-1986年5月 (2ヶ月)
f) 製造、出荷、搬送	1983年9月-1985年2月 (18ヶ月)	1985年6月-1986年8月 (15ヶ月)
g) 土木工事	1984年2月-1984年11月 (10ヶ月)	1985年8月-1986年12月 (17ヶ月)
h) 建設	1984年3月-1985年5月 (15ヶ月)	1985年12月-1986年12月 (12ヶ月)
i) 試運転	1985年6月	1987年2月
合計実施期間	1982年5月-1985年6月 (38ヶ月)	1983年3月-1987年2月 (48ヶ月)
3. 事業費		
外貨	12,200 百万円	9,389 百万円
内貨	10,478 百万円	5,573 百万円
合計	(=451 百万ルピー)	(=525 百万ルピー)
うち円借款分	22,678 百万円	14,927 百万円
換算レート	12,200 百万円	9,354 百万円
	1 ルピー = 23.2 円	1 ルピー = 10.5 円