

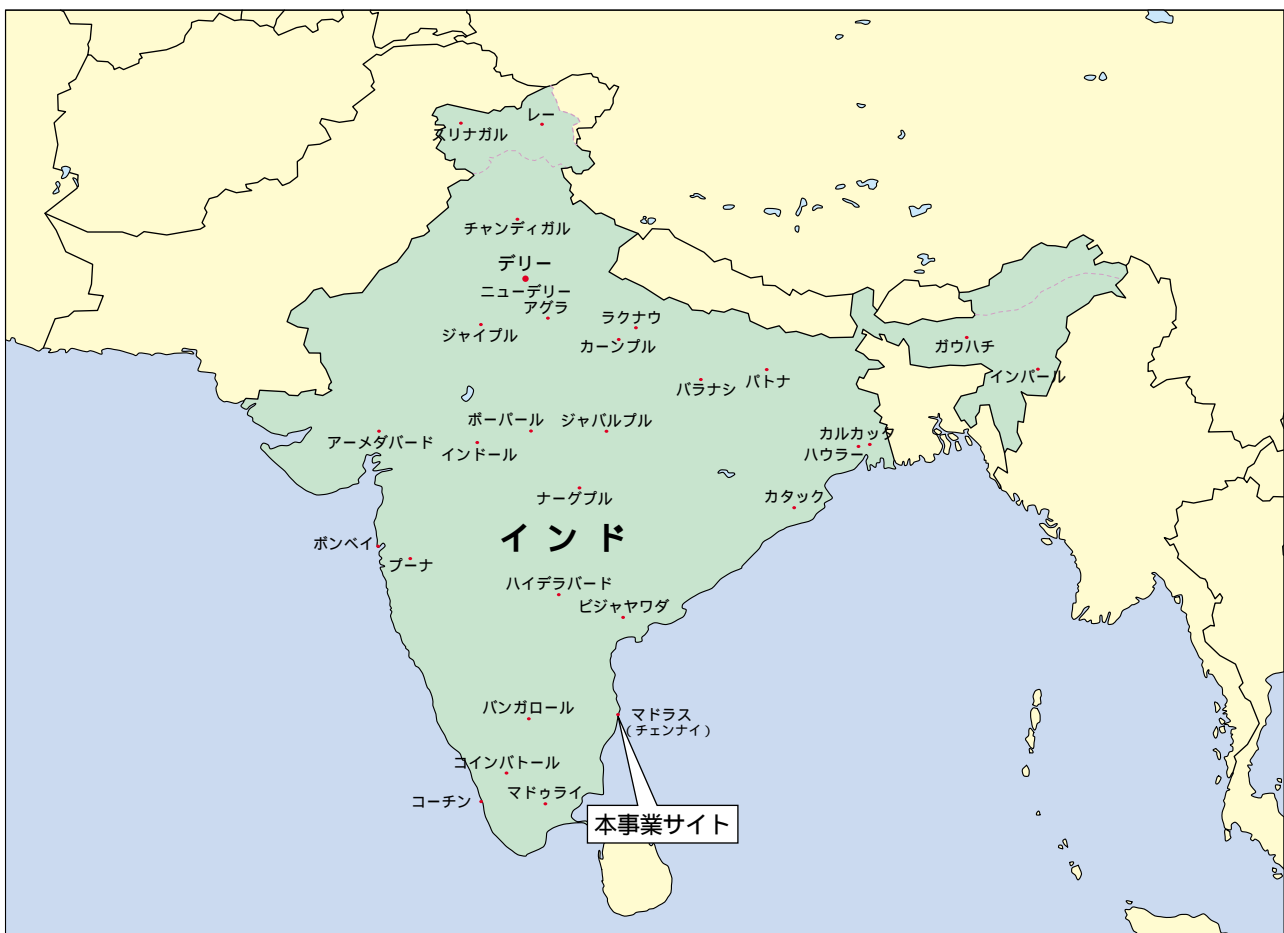
# ベイスンブリッジ火力発電所建設事業

評価報告：2000年 3月  
現地調査：1999年11月

## 1 事業の概要と国際協力銀行の協力

### (1) 背景

ベイスンブリッジ発電所が所在するタミールナド州（州都チェンナイ（旧名マドラス））では、1987/88年度は州内に設備容量4,984MW（ピーク出力2,503MW）の発電所を有し、年間15,600GWhの電力を供給していた。ただし、水力の渇水期の出力低下及び老朽化により実質の発電能力は設備容量を下まわっており、実際には同州は他州から電力を購入し（87/88年度は712GWhを購入）かつピーク時は需要制限をかけるなど電力は不足していた。同州の電力需要は1989/90年度に20,414GWh、94/95年度に30,614GWhに伸びることが予想されており、ベースロード対応の発電所の新設が求められ、北チェンナイ火力発電所（630MW）の建設計画がADB融資を前提に進んでいた。さらに、同州の電力消費は、約120万台の灌漑ポンプ（農業・生活用の井戸水汲み上げ）が一斉に運転される朝と夕方に電力消費のピークが発生することが特徴であった。当時からピーク時の需要に供給が追いつかない状況であり、午前・午後の数時間は電力の供給カットが主要産業セクターに対して頻繁に行われるなど、経済、社会生活に与える影響は深刻であった。このピーク時の電力不足は、89/90年度は931MW、94/95年度には1,772MWに達すると予想されていた。このため、電力供給量の増大



と共にピーク時の電力需要に対応できる発電設備の整備が必要な状況にあった。

## (2) 目的

チェンナイ市の中心にある既存のベイスン・ブリッジ火力発電所（石炭火力：老朽化・公害防止のため閉鎖・解体中）隣接地にHSD（High Speed Diesel）/LDO（Light Diesel Oil）等を燃料とするガス火力発電所を設置し、主に朝夕のピーク需要時に発電を行ない電力の供給安定による民生の向上、経済の活性化を図らんとするものである。

## (3) 事業範囲

ベイスンブリッジ火力発電所内にガスタービン発電機4基（30MW×4基）を新設すると共に、付帯設備（燃料搬入設備、変圧器等）の建設およびコンサルティング・サービスよりなる。円借款対象は税金及びコンサルティング・サービス費用を除く外・内貨分である。

## (4) 借入人/実施機関

インド大統領/タミールナド州電力庁

## (5) 借款契約概要

貸付承諾額/実行額	11,450百万円 / 10,779百万円
交換公文締結/借款契約調印	1989年11月 / 1990年3月
借款契約条件	金利2.5%、償還30年（うち据置10年）、部分アンタイト
貸付完了	1998年3月

## 2 評価結果

### (1) 事業実施

#### 事業範囲

安全性を高めるために、燃料ナフサの搬入方法がローリー車から地下パイプライン（4.5km）へと変更されたこと、燃料のLDOは調達に難点があるため発電機の仕様がHSD/ナフサ対応に変更されたこと以外事業内容に大きな変更はなく、概ね計画どおり実施された。

#### 工期

1992年12月の完工予定が1998年2月へと5年2ヶ月遅延した（発電機は1996年3月に完成しHSDを使用した運転が開始された）。遅延の原因には大きく分けて、実施機関の調達手続き、土木工事、コンサルタントの設計作業の遅れ、の3点が挙げられる。このうち、実施機関の調達手続きに関しては、関係部署間の調整が不十分であり決議に至るまで多くの時間が掛かっている。例えば、コンサルタント選定は計画より7ヶ月遅れ、さらにガスタービン発電機調達の入札締切りから契約締結に至るまでに、4ヶ月の予定が1年3ヶ月を要している。このため、契約締結の時点で計画より2年5ヶ月の遅延であった。土木工事は計画より3年8ヶ月遅れた1994年1月に開始された。工事開始後も、建設場所である旧発電所内の遊休地に埋設されていた予想外のパイプやケーブルの除去や地下水対策に時間が掛かったことにより、計画では1年6ヶ月の工期を予定していたもの実際には完工まで4年2ヶ月を要した。コンサルタントによる燃料設備やスイッチヤード等の設計作業の遅れはコントラクターとの調整に時間が掛かったことが主因であるが、付帯設備等の工事着工遅延につながった。これらの要因により工期全体にわたり遅延が生じ、HSDを使用した運転は1996年に開始されたが、ナフサを燃料とする運転は、ナフサ搬入設備が完成した1998年後半からとなった。

#### 事業費

事業費は、外内貨合計で計画の13,641百万円が実績12,970百万円であり概ね計画どおりであった。

### 主要計画/実績比較

事業範囲	計 画	実 績	
a) ガスタービン 発電機の設置	・ ガスタービン発電機：4基	同	左
	* 形式：ヘビー・デューティ型一軸 ガスタービン	同	左
	* 出力：37MW(ISO)	同	左

	31MW(SITE) * 燃料：HSD/ナフサ/LDO	HSD / ナフサ
b) 付帯設備調達	・ 変圧器・スイッチギア等	同 左
c) 土木工事	・ 杭打ち・建設・給排水システム建設等	同 左
d) 燃料輸送システム	・ ローリー・トラックによる輸送	・ パイプライン(4.5 km)による輸送 (ナフサ)
e) コンサルタント	・ 入札補助、詳細設計等	同 左
<b>工期</b>		
(コンサルタント起用～工事完成)	1989年9月～1992年12月 (40ヶ月)	1990年4月～1998年2月 (95ヶ月)
<b>事業費</b>		
外貨	9,258百万円	6,611百万円
内貨	4,383百万円	6,359百万円
合計	13,641百万円	12,970百万円
うち国際協力銀行分	11,450百万円	10,779百万円
換算レート	1ルピー = 8.5円	1ルピー = 3.3円

## (2) 実施機関の体制（実施および完成後の運営・維持管理）

### 実施体制

本事業の実施機関はタミールナド州電力庁（TNEB）である。入札はガスタービン発電機 / 燃料設備 / 土木工事 / 付帯設備に分かれ実施された。この内ガスタービン発電機の入札は国際競争入札で実施され残りは国内競争入札であった。また、付帯設備は機器毎に小ロットに分け入札が行われた。設計及び施工検査については、中央電力公社（Central Electricity Authority : CEA）がコンサルタントとして実施した。工事の質には問題はなかったものの前述のとおり工期が大幅に遅延している。通常コンサルタントが行なう施工監理はガスタービン発電所建設経験のないTNEBが行ない、CEAは設計どおりの施工がなされているかを検査する時に現場に赴くという業務の分担であった。このために、TNEBは施工監理上の種々の問題を円滑に解決、調整することが十分にできなかった。事業の遅れが明らかになった1994年に、国際協力銀行はSAPI（案件実施支援調査）を行ない遅延の原因究明とその対策をTNEBに提言している。TNEBの施工監理能力が十分にあれば、あるいは業務経験豊富なコンサルタントが施工監理を行なっていれば、工期遅延は最小限に止めることができたと思われる。

### 運営・維持管理

事業完成後の運営および保守管理は、十分な熟練技術者が配置されており、5年分の予備部品を常時保管するなど運営・維持管理体制に問題はない。

### 運転状況

本事業の運転状況は良好である。本発電所は当初計画どおり電力ピーク時のみ運転されており、電力需要に応じて稼働する発電機の数を一～四基に調整している。運転時間は1日6時間、年間240日稼働の1,440時間を年間運転時間の目安としている（年間計画発電量：172.8GWh）。1996年の運転開始後、徐々に発電量は増加し、99年の発電量は155.1GWhであり、ほぼ計画どおりの運転が行われている。

## (3) 環境への影響

本発電所はチェンナイ市の中心に位置するため公害への配慮が特に求められ、ナフサを燃料とするガスタービン発電機が選定された。なお、ナフサの硫黄含有率等に鑑み、本事業における排出ガス中の有害物質としてはNO<sub>x</sub>が着目され、排出ガス中のNO<sub>x</sub>を70ppm以下にする計画とされた。そのためにHSD / ナフサというクリーンな燃料を使用するとともに、水噴霧法<sup>1</sup>を採用してNO<sub>x</sub>の低減を図っている。ガスタービンの煙突は当初75mの高さとする計画であったが、インド環境省及びタミールナド州公害管理局の事業認可にあたり30m以上あれば基準を満たすことが明らかになったため、

<sup>1</sup> 燃焼により生ずる窒素酸化物（NO<sub>x</sub>）の量は燃焼温度が高い程多くなる。このため、燃焼火炎中に水を吹き込むことにより、火炎温度を低下させNO<sub>x</sub>の発生量の低減を図る方法。

煙突の高さは30mに変更された<sup>2</sup>。実際1999年9月のタミールナド州公害監査局の調査では、排出ガス中のNO<sub>x</sub>は64ppmであり計画数値（70ppm）以内の実績を達成している。騒音については、サイレンサーを設置しており調査時点で問題は報告されていない。

### 3 事業効果

#### (1) 発電実績

運転開始後の発電実績は、下表のとおりでありピーク時対応能力の増強が図られた。

	1996	1997	1998	1999	2000～2013 計画
発電量 (GWh)	19.1	47.9	77.2	155.1	172.8
年間計画量比 <sup>1)</sup>	- <sup>2)</sup>	- <sup>2)</sup>	45% <sup>3)</sup>	90%	100%

注：1) 年間計画量：120MW x 1,440時間 = 172.8GWh

2) 1996・1997年はナフサ燃料搬入設備完成前のHSDを使用しての発電実績であることから、計画量との比較は行なえない。

3) ナフサを使用しての本格稼動が開始したのは1998年5月からである。

現在のチェンナイ市の発電設備能力は7,120MWに達し、ピーク時電力需要は朝（8:00）が4,775MW、夕方（19:00）が5,014MWである。本発電所での対応が必要なピーク時の電力は、水力発電量が減少する夏期で120MW、水力発電量の増える冬期で60～100MWであるとTNEBは算定している。これは、本発電所の発電能力で賄えるピーク時需要であり、本事業はピーク時対応という目的に適った効果をあげていると考えられる。

#### (2) 経済的效果

本発電所は、同時期に建設された北チェンナイ火力発電所（ベースロード対応の630MW能力）を補完し、ベース・ピークそれぞれの電力供給力の増強に資する目的であった。本発電所の建設により、ピーク時でも安定した電力供給が可能となり朝夕の電力カットが見られなくなったことから、州内の電力事情は大幅に改善されたと考えられる。

<sup>2</sup> 国際協力銀行は1994年に調査団を送り、30mの煙突で環境基準（着地濃度でSO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>ともに80μg/m<sup>3</sup>）を満たすかの調査を行なった。ナフサを主燃料とする仕様になると、煙突高30mでもSO<sub>2</sub>はそれぞれ11μg/m<sup>3</sup>、20μg/m<sup>3</sup>となり環境基準を十分下回る予測計算結果であったため、煙突高は30mとする実施機関の設計に同意した。



ベイスンブリッジ火力発電所全景



設置されたガスタービン発電機



# ジャムショロ火力発電所建設事業

評価報告：1999年3月

## 1 事業の概要と国際協力銀行の協力

本事業は、カラチの北東160km、インダス川西岸のジャムショロ郊外に能力250MWの重油専焼火力発電機1基を建設し、ハイデラバードを中心とする電力需要の急増に対応するもの。

円借款対象は、事業費の外貨分全額である。

借入人／事業実施機関	パキスタン・イスラム共和国大統領／パキスタン水利電力開発公社（WAPDA）
貸付承諾額／実行額	21,736 百万円／20,987 百万円
交換公文締結／借款契約調印	1983年11月／1984年2月
貸付完了	1993年12月

## 2 評価結果

### (1) 事業実施

#### 事業範囲

現場の状況に合わせ小さな変更はなされたが、主要設備は計画どおり設置された。コンサルティングサービスの増加は工期遅延によるもの。

#### 工期

プラントの引渡しは、アプレイザル時の計画からは約27ヶ月遅れの、1990年4月に行われた。さらに、付帯施設（倉庫、重油タンク、整備棟）の建設および整備用資機材の調達にはプラント引渡しまでに完了することができず、これらを含めた事業全体の完成は、計画より6年遅れの1994年1月となった。

このうち、プラント部分の遅延の内訳は、着工までに22ヶ月、工期自体で5ヶ月である。前者は、入札準備に15ヶ月、入札評価・契約手続に19ヶ月と、それぞれ長時間を要したためである。また、後者は、地元土木工事業者の経験不足から作業手順に手戻りが生じたこと、およびインダス川の洪水、納入機器の国内輸送

