

中国

三河火力発電所建設事業 (1) (2)

評価報告：2003年 1月

現地調査：2002年 10月

1. 事業の概要と円借款による協力



中華人民共和国 北京東燕郊経済技術開発区
(北京市中心から東 37.5km 地点)



三河発電所 全景

1.1 背景：

中国全体における発電電力量は、80年代には年平均8%、90年代に入り1990～93年の間で年平均9.5%の伸びを示していた。1992年に見直しが行われた予測値では、1992～95年の間で年平均8～9%、1996～2000年の間で年平均8%の伸び率に計画が上方修正されていた。一方、工農業総生産は80年代には年平均11%の伸びであったが、90年代に入り1990～93年の間で年平均20%の伸びを示しており、電力量が工農業総生産に追いつかない状況が続いていた。

本事業が位置する北京 天津 唐山地区 (BTT 地区) は、華北電力網の一部として、北京と天津の両特別市を擁し、特に北京市の電力を担っていることから非常に重要なネットワークとして位置付けられており、同電力網における電力投資は中国の電力投資において最も重要なものの一つとされていた。BTT 地区電力需要の予測伸び率は GNP 予測伸び率の地区平均 10.6% と概ね整合性のある数値で、1991年～1995年では年平均 9.2%、1996～2000年では年平均 9.8% であった。BTT 地区は経済成長予測を基準に電力投資をすすめる計画であったが、電力需要の伸びおよび必要な設備容量に供給が追いつかず、当面電力不足の状況が続くものと予想されていた。

1.2 目的：

北京市の東方 37.5km の河北省三河市に 300MW 級×2 基の国内炭を燃料とした石炭火力発電所を建設し、北京 天津 唐山地区 (BTT 地区) の電力不足緩和に資する。

1.3 事業範囲：

- (i) 300MW 級 × 2 基の石炭火力発電所設備一式の建設
 - (ii) (i)に関連するコンサルティング・サービス
- 円借款の対象は上記に必要な外貨資金の全額である。

1.4 借入人 / 実施機関：

中華人民共和国政府対外経済貿易部¹ / 電力工業部、華北電力集团公司

1.5 借款契約概要：

	三河火力発電所建設事業(1)	三河火力発電所建設事業(2)
円借款承諾額 / 実行額	10,948 百万円 / 10,137 百万円	13,652 百万円 / 12,862 百万円
交換公文締結 / 借款契約調印	1995 年 1 月 / 1995 年 1 月	1995 年 10 月 / 1995 年 11 月
借款契約条件	金利 2.6% 返済 30 年 (うち据置 10 年) 一般アンタイト	金利 2.3% 返済 30 年 (うち据置 10 年) 一般アンタイト
貸付完了	2002 年 2 月	2002 年 12 月

2. 評価結果

2.1 計画の妥当性

1996～2000 年の BTT 地区の電力需要は年平均増加率 9.8%と予測されており、安定的な電力供給源を確保することが急務であった。1996～2000 年における電力需要・供給増の実績は年平均約 7%と、1990 年代後半のアジア通貨危機等による経済成長の鈍化の影響を受けて予測を若干下回っているものの、電力需要は継続的に増加傾向にあった。

また、電力需要は本事業完成以降も伸びており、三河発電所によると BTT 地区の 2002 年の電力需要増加率は約 10%になる見込みとのものである。こうした電力需要の伸びに対し、電力供給の状態は地区外からの送電もあり、本事業完成前の 1997 年以降深刻な不足状態にはないものの、BTT 地区は近年の中国において経済成長が著しい沿岸部、首都圏地域に位置しており、より効率性・安定性の高い電力供給が今日においても必要とされている。

さらに、本事業はアプレイザル時及びその後の北京市・河北省の計画²において、重要なインフラ建設事業の一つとして取り上げられていたものでもあり、対象地域における政策方針とも合致していた。

¹ 現在の対外貿易経済合作部。なお 99 年以降、対中国円借款の借入人は中華人民共和国政府 (財政部) に変更。

² 「北京市国民経済社会発展「九五」計画と 2010 年目標事項の見通し」、「河北省国民経済社会発展「九五」計画と 2010 年目標事項の見通し」の重要なインフラ建設事業として三河発電所が言及されている。

2.2 実施の効率性

2.2.1 事業範囲

事業概要内容については、詳細な規格変更などはあったものの、工期あるいは事業費に大きく影響を与える変更はなかった。なお、発電機の定格出力につきアプレイザル時 300MW 級×2 基と計画されていたところ、実績では 350MW×2 基が建設された。

2.2.2 工期

全体で約 1 年の工期遅延があった。その理由は、設備の入札準備～契約までの遅れによるものである（約 9 ヶ月）。その他、設備の問題による遅延、搬入時の税関検査による遅れなどもあり、商業運転開始は計画に比較して 1 号機で約 1 年半、2 号機で約 1 年遅延した。

2.2.3 事業費

外貨分についてはほぼ計画事業費どおりの実績であったが、内貨分に関しては第 2 フェーズ時計画と比較して、約 23%の超過であった。内貨分の増加は設備の詳細な規格変更が影響した部分もあるが、主には物価上昇によるものである。

2.3 効果（目的達成度）

2.3.1 発電実績

1 号機は 1999 年 12 月に稼働開始、正式商業運転開始は 2000 年 6 月から、2 号機については 2000 年 4 月に稼働開始、正式商業運転開始は 2000 年 10 月からであった。発電機が稼働開始してから、正式商業運転に入るまでに時間がかかったのは、発電機稼働開始後に一部の設備に欠陥が見つかり（再熱器部分の圧力が設計に満たない等）、交換や設備調整を行ったためである。発電量実績をみると、当初は設備の問題で発電開始が遅れ、調整のための停止時間が多かったものの、対応が比較的迅速に図られたため、2000 年の発電量実績はアプレイザル時計画を上回っている（表 1 参照）。2001 年、2002 年（10 月までの実績）については、アプレイザル時の計画よりもやや低い発電量であるが、計画の 8 割以上の実績に達している。2001 年には 1 号機、2 号機とも稼働率は 8 割以上であり（表 2 参照）、前年よりも故障による停止時間、事故率はともに減少している（表 2、3 参照）。利用率がやや低い点がアプレイザル時計画に発電量が達していない主な要因とみられるが、これにはネットワーク全体の電力需要による要因も含まれ、設備自体は順調に稼働しつつあるので問題ないと考えられる。当初の 2 年間は設備が稼働し始めてから調整期間にあたるものであったが、3 年目の 2002 年に入り安定運転が達成されており、2002 年 11 月現在、連続 500 時間以上の安全運転を記録している。

表1：年間発電量実績（GWh）

項目	計画 (JBICアプレイザル時数値)	計画 (三河発電所の計画数値)	実績
稼働1年目(1999年) ¹	175	N.A.	46
稼働2年目(2000年)	2,500	N.A.	2,792
稼働3年目(2001年)	4,200	3,773	3,630
稼働4年目(2002年) ²	4,200	2,874	3,140

注1.実績値は売電実績からの推定値。

注2.実績値は10月までの実績値。

表2：利用率・稼働率・事故率実績

項目		2000年	2001年
利用率(%)	1号機	65.4	64.7
	2号機	65.2	69.2
稼働率(%)	1号機	88.1	86.1
	2号機	67.5	83.7
事故率(%)	1号機	1.9	1.6
	2号機	8.5	4.4

注：

利用率 = ある期間の発電電力量(kWh) / 同期間の可能発電電力量(kWh)

稼働率 = ある期間内の運転時間数(hr.) / 同期間内の送暦日時間数(hr.)

事故率 = 事故停止時間 / (運転時間 + 事故停止時間)

表3：稼働停止時間実績(時間)

項目	2000年	2001年	2002年 (10月まで)
定期点検による停止時間	1,263.60	721.66	795.00
故障による停止時間	779.53	467.35	19.07

出所：表1～3は三河発電所資料

2.3.2 電力供給不足の緩和

2.1「計画の妥当性」の項目で述べたようにBTT地区における電力需給状況を概観すると、1997年以降電力需給は安定しており、華北電力集团公司によると近年においては供給不足による給電規制の停電はないとのことである。

次に、BTT地区に位置する全発電所の設備容量に対する三河発電所の設備容量の比率は約4%程度であるものの(2000年数値)、本事業完成の2000年前後を始め電力供給は継続して増加傾向にあり(図1、表4参照)近年の電力需要の伸びへの貢献は大きいと考えられる。これまで、BTT地区において電力不足があった場合には、内モンゴルや山西省から受電していたことから、本事業の意義は、近年増加していた電力需要に対応するという点、及びもし本事業がなければ地区外から供給されたであろう電力の代替という点にあるといえる。特に最も電力需要の高い北京市の位置する首都圏地域に発電所を建設したことで、送電効率および電力供給への信頼性が高まった。

図1：電力需要量と供給量

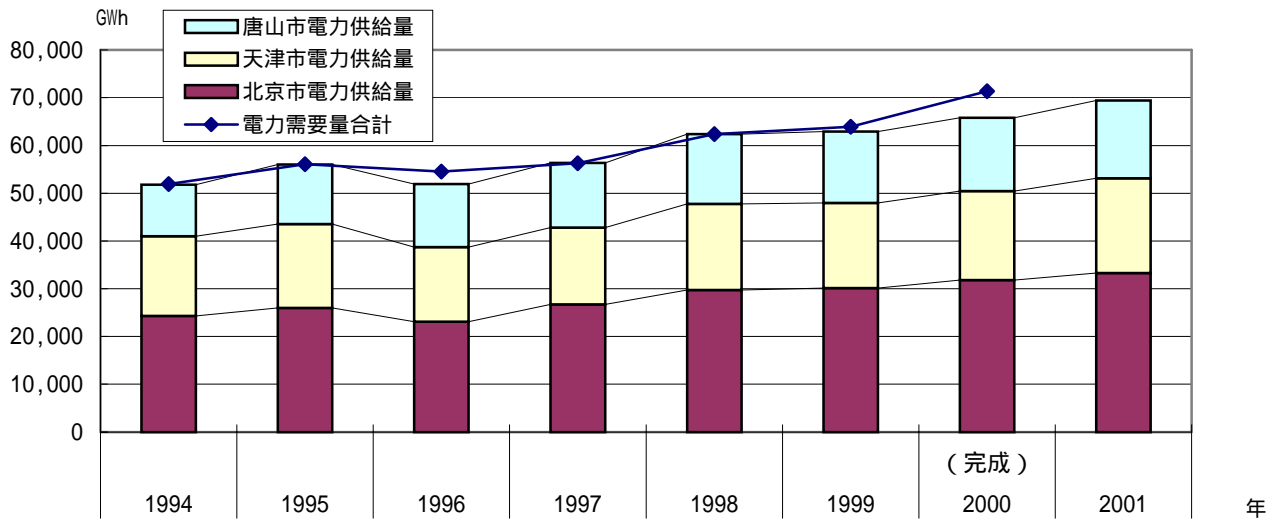


表4：BTT地区の電力指標

項目		1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
発電設備 (MW)	計画	11,154	11,979	13,619	15,144	15,929	17,729	20,929	22,629	N.A.
	実績	10,011	10,240	10,618	11,351	15,423	16,053	18,065	18,179	19,203
最大負荷 (GW)	計画	11,148	12,180	13,320	14,616	16,056	17,628	19,344	21,240	N.A.
	実績	8,567	9,199	10,391	9,975	10,243	11,529	11,757	14,000	15,210
発電量 (GWh)	計画	55,588	58,900	65,000	73,300	79,200	85,800	98,500	111,000	N.A.
	実績	49,485	51,057	52,531	58,629	69,291	70,178	76,034	84,507	77,568
他地区への供給量 (GWh)	計画	-	-	-	-	-	-	-	-	N.A.
	実績	-	-	-	-	-	-	-	-	1,000
他地区からの受電量 (GWh)	計画	2,723	3,000	3,000	3,000	3,500	3,500	3,500	3,500	N.A.
	実績	4,079	5,456	6,746	8,719	8,688	8,796	9,065	9,425	10,939
送配電ロス (%)	実績	N.A.	8.09	8.37	7.56	7.12	7.56	8.06	8.21	7.95

出所：図1、表4ともに華北電力集团公司資料

2.3.3 FIRRの再計算

アプレイザル時に以下の項目で財務的内部収益率を計算したところ、14.10%であったが、評価時までの実績および今後の予測に従って再計算した結果、8.19%となった。数値が下がった主な理由は、売電価格が年々上昇傾向にはあるものの予測よりは低い一方で、燃料費価格が予測より上昇したこと等で費用が予測よりも高くなっていること等による。

プロジェクトライフ：稼動開始後 25 年間

便益：売電収入

費用：本事業投資費、燃料費、運営維持管理費、税金

2.4 インパクト

2.4.1 地域経済社会発展

事業完成前後で BTT 地区の各都市経済は成長軌道にあり（表 5 参照）本事業の電力供給分（2000、2001 年実績では BTT 地区全体電力供給量の約 4%～5%）は、地域経済発展に伴う電力需要増に対応したといえる。本事業実施前後の BTT 地区の商業用、工業用、住宅用別の電力量の伸びを 1994 年の供給量を基準（= 100）として指数化すると（表 6 参照）1994 年から 2001 年にかけて全体で約 59%供給量が伸びている中で、商業用は約 379%、住宅用は約 162%の伸びと、この二つのセクターへの電力供給量が大きくなっていることがわかる。「効果」で述べたように、本事業は位置的に近い北京市に特に便益があると考えられるが、華北電力集团公司によると近年北京市においては特にエアコンなど家庭電化製品の使用量が増え、住宅用電力の伸びが顕著であるとのことである。

表5：BTT地区各都市GDP（単位：億元、1996年基準価格¹）

項目	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年
北京市	1,615.7	1,760.8	1,968.3	2,156.1	2,438.3	2,779.7
天津市	1,099.5	1,201.6	1,307.8	1,437.8	1,612.6	1,797.4
唐山市	607.3	691.5	764.5	825.4	900.0	983.1

出所：各地域統計年鑑、中国統計年鑑 2002

注：1）1996 を基準価格とした GDP。中国統計年鑑の全国都市部 CPI 指数に基づいて概算したもの。

表6：BTT地区セクター別電力供給量指標（1994 = 100とした場合）

電力供給量 (GWh)	項目	1995年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年
	商業	114.62	126.34	193.01	278.38	327.70	380.56	479.02
	工業	107.30	113.13	117.28	122.41	122.41	130.09	141.23
	住宅	116.64	129.38	152.51	176.95	192.92	224.08	262.13
	合計	108.25	114.79	121.98	130.60	133.08	143.77	159.19

出所：華北電力集团公司資料から計算。

2.4.2 社会・環境面でのインパクト

まず、社会面での影響についてであるが、本事業の実施にあたり住民移転はなかったものの、用地取得（農地）が行われている。実施機関からの報告によれば、用地取得に係る問題はなかったとのことである。

次に、環境面への影響に関しては、アプレイザル時において JBIC と実施機関との間で留意事項とされていた点、すなわち、

- ・硫黄含有量 0.63%の低硫黄炭を利用（実績は 0.49%）
- ・定期点検は「火力発電所環境観測条例」に基づいて実施
- ・電気式集塵機設置（現在電気式集塵機は 99.89%以上の集塵率を確保、稼働率は 100%）
- ・煙突の高さは 240m
- ・将来的な脱硫装置設置の場所の確保

が守られていることが現地視察及び調査により確認できた。また、廃棄物として発生する石炭灰もセメント等の建築材料として全て売却されている。さらに、事業完成後の2001年6月に実施された中国国家環境保護局による検査にも合格している。

完成後の排出口の大気測定、水質測定結果を検証すると、どの数値も中国国家基準の基準値を満たしている（表7参照）。発電所周辺の大気モニタリングに関しては、毎年夏・冬に1回ずつ、数日間継続してモニタリングを実施している。2000年冬、2001年冬の7日間連続の主要測定項目についてのモニタリング結果をサンプルとして検証したところ、特に本事業に起因すると特定できる問題はみられなかった³。また、発電所周辺にある住宅地は発電所職員住宅のみで、住民への影響はあまりないとみられる。さらに、三河発電所は2002年9月にISO14000環境管理システムの国内/国際認証を受けており、環境管理を重視して発電所の運用を行っている。

表7：排出口での大気測定結果

類別	測定項目	アプレザル時 留意事項	中国国家環境保護局 限界基準値 ¹	2000年 (完成年)	2001年	2002年 (11月時点)
大気	SO ₂		2,100 mg/Nm ³ (設備処理能力 = <1,500 mg/Nm ³)	904 mg/Nm ³	1,116mg/Nm ³	808.9 mg/Nm ³
	NO _x	< 400ppm (=約 810 mg/Nm ³) ²	650mg /Nm ³ (設備処理能力 = < 500 mg/Nm ³)	423 mg/Nm ³	346.5 mg/Nm ³	412.2 mg/Nm ³
	粉塵量	100mg/ Nm ³	200mg/Nm ³ (設備処理能力 = < 100 mg/Nm ³)	95.3 mg/Nm ³	47.5 mg/Nm ³	48.5 mg/Nm ³
排出口 水質	p h		6-9	9	8.71-8.83	8.56
	BOD		60mg/l	17.4 mg/l	9.9 mg/l	21.0 mg/l
	COD		150mg/l	13.1 mg/l	30.5 mg/l	4 mg/l
	SS		200 mg/l	9.3 mg/l	83.5 mg/l	16 mg/l
	Oil		10 mg/l	3.5 mg/l	0.8 mg/l	0.5 mg/l

注：1)大気のSO₂および粉塵についてはGB13223-1996の2級基準、NO_xについてはGB13223-1996の3級基準。排水については、GB8978-1996の基準値。

2)NO₂の値で換算したものを。

出所：三河発電所資料

2.5 持続性・自立発展性

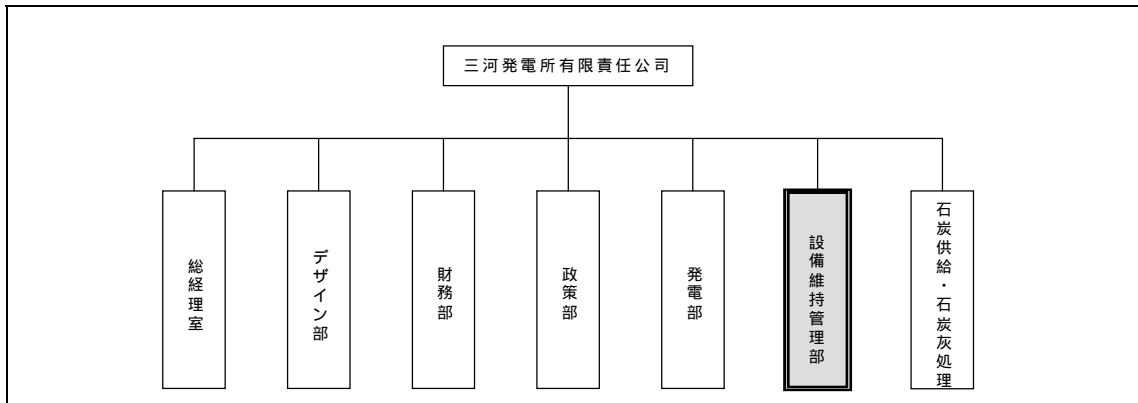
2.5.1 維持管理体制

現在、三河火力発電所は、「三河発電所有限責任公司」として運営・維持管理が行われている。本事業の実施機関であった華北電力集团公司から1999年3月に一部切り離されて設立された「北京国華電力公司」が55%の株式を所有している。

三河火力発電所は図2の組織図に示されるとおり、7部署からなり、全職員数444名、本事業施設の維持管理を担当しているのは図3に示される設備維持管理部であり、全部で91名の職員を配置している。

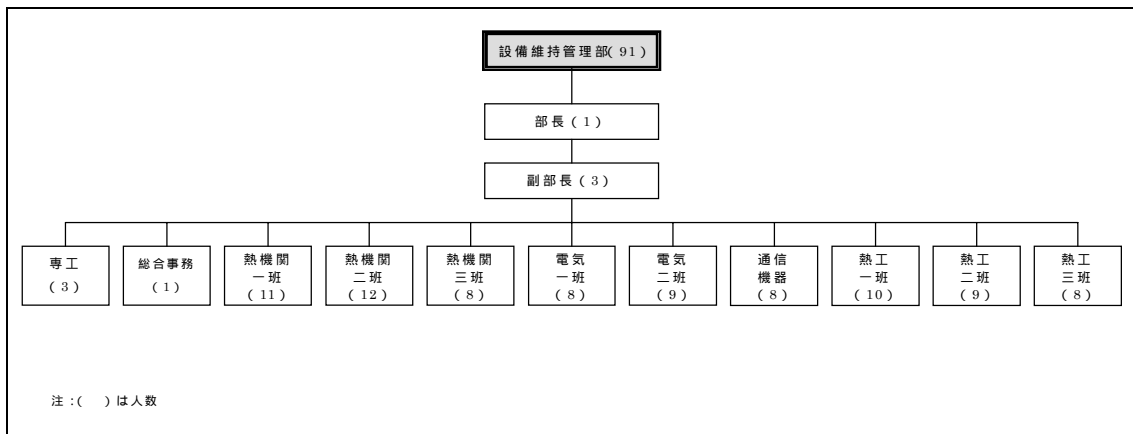
³ 項目によっては（PM10、COなど）基準値を超える数値もあるが、通常、大気汚染の値が高い冬季のデータである上、発電所以外の要因も含まれるので得られた情報のみでは厳密な判断が難しい。

図 2：三河発電所組織図



出所：三河発電所資料

図 3：設備維持管理部 組織図



出所：三河発電所資料

2.5.2 維持管理に係る技術力

調査時点では、設備のメンテナンス及び発電状況は良好であり、特に技術的問題はみられない。メンテナンスについては三河発電所検修規定が定められており、規定に沿った定期点検・保守が実施されているほか、管理についてはマネジメントシステムとして NOSA の管理システム⁴が導入されている。また、各職員は社内の専門技術力評価やトレーニングを受け、試験に合格して資格を得た上で職場についており、生産開始前にも国内の他の発電所へ職員を派遣して国内研修を行ったほか、123名の職員の海外研修も実施済である。トレーニングは毎年計画・実施されており、技術力不足の場合は

⁴ National Occupational Safety Organization(NOSA)により、1951年に南アフリカで開発されたシステムで、5段階(5つ星)の安全管理システムのレーティングを行うものである。南米(ブラジル、チリ、ペルー)、香港、オーストラリアなどで普及し始めた。三河発電所は現在レベル「3」(3つ星)で、レベル「4」(4つ星)に移行しつつあるとのことであった。

技術サービス契約を結んでいる外部の技術者（華北電力科学研究院）からサービスを受けている。また、メンテナンスについては必要があれば北京国華力源工程公司（同じ北京国華電力会社の系列会社）からの援助を受けている。

2.5.3 財務状況

事業完成の2000年は設備の稼働がまだ安定しておらず、純利益はマイナスであったが、2001年に入り設備稼働の安定化及び売電価格の上昇に伴い売上高が増加し、コスト削減も実現されたことで純利益が増加した（表8参照）。各財務指標も2000年から2001年にかけて改善している。収入は当面の維持管理のための費用を賄えるレベルである。今後は当初の全体計画で決定された1,200MWの規模を目指し、300MW×2のユニット増設が計画されている。

表8：財務情報

項目	2000年（千元）	2001年（千元）	項目	2000年	2001年
流動資産	395,441	288,734	流動比率	52.8%	67.5%
流動負債	748,587	427,420	自己資本比率	20.8%	27.4%
資本	856,395	1,034,130	売上高純利益率	0.0%	23.1%
総資産（総資本）	4,101,374	3,765,602	総資本利益率	0.0%	4.7%
売上高	564,467	768,399	自己資本利益率	0.0%	17.1%
純利益	74	177,735			

出所：三河発電所有限公司 監査報告及び会計報告

3. フィードバック事項

3.1 教訓

特になし。

3.2 提言

特になし。

主要計画 / 実績比較

項 目	当初計画 (第1フェーズ時)	修正計画 (第2フェーズ時)	実 績
事業範囲 (1) 300MW級 × 2基の 石炭火力発電所建設 (2) コンサルティング サービス	・ ボイラー・蒸気タービン発電機各2基 ・ 変圧器、電気諸設備、計装並びに制御 装置 ・ 運炭装置、灰捨設備 ・ 主建物及び補助建屋 ・ コンクリート製集合内筒式煙突 ・ 鉄道引き込み線 ・ 純水製造装置、排水処理装置、石油タ ンク ・ 建設機械、各種試験装置及び工具、特 殊工具、予備品等 外国人コンサルタント55M/M	・ 同左 ・ 同左 ・ 同左 ・ 同左 ・ 同左 ・ 同左 ・ 同左 ・ 同左 ・ 同左 同左	・ 350MW × 2基 ・ 計画どおり ・ 計画どおり ・ 計画どおり ・ 計画どおり ・ 計画どおり ・ 計画どおり ・ 計画どおり 計画どおり
工期 ・ コンサルタント選定 ・ 入札準備～入札～入札 評価～契約承認 ・ 予備設計～承認～D/D ・ 発電設備設置 ・ 商業運転開始	1994年8月～1995年1月 1995年2月～1996年1月 1996年3月～1998年8月 1996年8月～1998年12月(1号機) 1997年6月～1999年10月(2号機) 1998年12月～(1号機) 1999年11月～(2号機)	同左	1994年9月 1995年2月～1996年10月 1997年3月～1999年初旬 1996年11月～1999年12月 1997年6月～2000年4月 2000年6月～(1号機) 2000年10月～(2号機)
事業費 外貨 内貨 合計 うち円借款分 換算レート	25,243百万円 14,144百万円 (1,189百万円) 39,387百万円 25,243百万円 RMB1=JP¥11.9 (1994年レート)	24,600百万円 20,756百万円 (1,774百万円) 45,356百万円 24,600百万円 RMB1=JP¥11.7 (1994年レート)	22,999百万円 31,522百万円 (2,186百万円) 54,521百万円 22,999百万円 RMB1=JP¥14.4 (1996年～2002年平均レート)

第三者評価意見 三河火力発電所建設事業

林家彬
社会発展研究部 副部長
中国国务院発展研究センター

1. 計画の妥当性

本事業が位置する北京 - 天津 - 唐山地区(BTT 地区)は、中国において経済成長の著しい首都圏地域であり、電力網区分では華北電力網に属する。この地区の 1996 - 2000 年の電力需要は年平均増加率 9.8%と予測されており、安定的な電力供給源を確保することが急務であった。アジア通貨危機の影響で経済成長が若干鈍化し、電力需要・供給の実績は年平均約 7%と予測を少し下回っているものの、電力需要は継続的、高い増加傾向にあることに変わりがなかった。また、本事業は北京市と河北省の第九次五カ年計画の中でいずれも重要なインフラ建設事業の一つとして位置付けられている。以上から判断して、本事業の妥当性が極めて高い。

2. 実施の効率性

本事業の工期は、全体で約 1 年の遅延があった。その主な理由は、設備の入札準備 契約までの遅れによるものである。

本事業の事業費は、外貨分についてはほぼ計画通りの実績であったが、内貨部分が約 23%増加した。その原因は、設備の詳細な規格変更が影響した部分もあるが、主に物価上昇によるものである。

3. 効果とインパクト

本事業完成の 2000 年前後をはじめ、BTT 地区の電力供給は継続して増加傾向にあり、近年の電力需要の伸びへの本事業の貢献は大きいと考えられる。これまで、BTT 地区において電力不足があった場合、内モンゴルや山西省から電力を調達していたことから、本事業の意義は、近年増加していた電力需要に対応するという点、及びもし本事業がなければ地区外から供給されたであろう電力の代替という点にあるといえる。特に最も電力需要の高い北京市の位置する首都圏地域に発電所を建設したことで、送電効率及び電力供給への信頼性が高まった。また、近年北京市においては特にエアコンなど家庭電化製品の使用量が増え、住宅用電力の伸びが顕著であったことから、本事業は北京市民の消費生活水準の向上に貢献したといえる。

本事業の環境への影響に関しては、低硫炭の使用、定期点検の徹底、電気式集塵器の設置、高さ 240m の高煙突の設置、将来的な脱硫装置設置場所の確保などが守られているため、排気と排水はいずれも中国国家環境基準の基準値を満たしている。また、廃棄物として発生する石炭灰もセメント等の原料としてすべて売却されている。さらに、三河発電所は 2002 年 9 月に ISO14000 環境管理システムの国内 / 国際認証を受けており、環境管理を重視して発電所の運用を行っている。

4. 事業の持続性

現在、三河火力発電所は、「三河発電所有限責任公司」として運営・維持管理が行われている。組織面、技術・人材面、財政面から判断して本事業の持続性に特段の問題は見受けられない。今後は当初の全体計画で決定されていた 1,200MW の規模を目指し、300MW × 2 のユニット増設が計画されている。

5. 今後への提言

特になし。