

中国

上海宝山インフラ整備事業(1)、(2)

外部評価者：三島 光恵 (**オーバ-シーズ・プロジェクト・マネージメント・コンサルタンツ(株)**)

現地調査：2004年11月

1. 事業の概要と円借款による協力



事業地域の位置図（上海市宝山地区）



本事業対象バース（左）と発電機（右）

1.1 背景：

【港湾】

上海港は中国南北沿海、長江流域そして国際輸送の中枢をなす中国最大の商業港¹であり、同港のバースは市中心を流れる黄浦江沿いに建設されている。上海市中心から約20km北に位置する上海宝山地区のバースは、宝山鋼鉄会社内バース4基、宝山14区港コンテナバース、石洞口火力発電所1期バースから成り立ち、1992年の貨物取扱能力は計2,940万トン/年であった。しかしながら、当時同地区における貨物取扱需要は2000年には6,640万トンに達するものと見込まれていたため、既存の施設のみでは同地区の貨物需要に追いつかなくなることは確実であり、取扱能力の拡充が必要となっていた。

【発電所】

中国全体の発電電力量は、90～93年の間で年平均9.5%の伸びを示していたが、第八次国家5カ年計画（91～95年）の92年見直しによると、電力量が工農業生産の伸びに追いつかない状況が続くことが明らかであった。また、当時上海市の電力の逼迫状況はかなり深刻で、供給予備力（供給力 - 最大負荷）実際の需要量に対する供給量ともマイナス値が続いていた。これは、電力需要のピークロードのみならず、近い将来ベースロードにすら対応できなくなる懸念があることを示しているため、早急な改善が必要なることは明らかであった。

本事業は、上記を背景として、上海宝山地区に位置する宝山鋼鉄会社の第3期

¹ 1992年の貨物取扱総量実績は1億6,297万トンと国内第1位（全体の26.9%）であった。

拡張工事²の生産ライン増設に伴い、主要原材料を運ぶための港湾設備拡充と生産に必要な電力を確保するための発電所拡張を行うものである。

1.2 目的：

揚子江下流域に位置する上海市宝山地区に、係留施設（バース）を新規に建設することにより、石炭・鉄鉱石等の需要増大への対応を図るとともに、中国の国内炭を燃料とする火力発電所を建設することにより、急増する電力需要への対応を図り、もって上海の鉄鋼業の成長を通じた経済発展に寄与する。

1.3 借入人／実施機関：

中華人民共和国政府／上海市人民政府計画委員会

1.4 借款契約概要：

案件名	上海宝山インフラ整備事業(1)	上海宝山インフラ整備事業(2)
円借款承諾額／ 実行額	143億9,300万円／ 127億8,400万円	166億600万円／ 81億500万円
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) 一般アンタイド	金利 2.3%、 返済 30年 (うち据置 10年) 一般アンタイド
貸付完了	2002年2月	2002年12月
本体契約	三菱重工業・三菱商事・三菱電機（日本）、MOTHERWELL SYSTEMS PTY LTD.（オーストラリア）、VOEST-ALPINE BERGTECHNIK GMBH（オーストリア）、KONECRANES VLC CORPORATION（フィンランド）	
コンサルタント契約	東電設計	
事業化調査 (フィージビリティ・ スタディ：F/S)等	【港湾】中国政府（1992年） 【発電所】中国政府（1993年）	

2．評価結果

2.1 妥当性

中国の第九次国家5カ年計画（1996～2000年）では、素材工業（鉄鋼業を含む）

² 1993年に工事開始、2000年に終了。投資総額623.4億元で、鉄325万トン、溶鋼129万トン、鋼材294.4万トンの生産増大をめざすものであった。

を担う企業の競争力向上が目標とされており、石炭、原油、鉄鉱石等の輸送のために上海を含む沿海の港湾整備を重点的に進めることが課題とされていた。また、電力については、供給量を平均年率 7% 増加させることが計画されていた。本事業は、係留施設（バース）および火力発電所を建設する（主な需要家は宝山鋼鉄公司）ことで、上記の課題・計画に対応するものであり、優先度・緊急度の高い事業であった。

現行の第十次国家 5 力年計画（01～05 年）においても引き続き素材工業の発展が目標とされている他、上海市第十次 5 力年計画においては、鉄鋼業を主導産業とし、宝山鋼鉄公司の強化が奨励されている。また、沿海の主要港湾の貨物取扱能力の増強は、引き続き重要な課題として掲げられており、電力については供給量を平均年率 5% 増加させることが計画されている。よって、現在においても成長の著しい上海において石炭・鉄鉱石や電力の需要に対応する本事業の重要性は高い。

2.2 効率性

2.2.1 アウトプット

港湾、発電所ともに以下のとおり、計画通りのアウトプットであった。

【港湾】

- ・ バース 3 基（取扱能力：1,400 万トン/年、ヤード 430,000m³）
- ・ 荷役機械（1,800 トン/h×2、1,200 トン/h×2 等）
- ・ 港湾管理設備（コンピューター等）
- ・ 港湾サービス設備（タグボート）
- ・ 給電、給排水、通信施設他

【発電所】

- ・ 出力 350MW の火力発電設備一式（ボイラーおよび関連設備、蒸気タービン および関連設備、発電機、変圧器、運炭・貯炭設備、灰処理設備等）
- ・ コンサルティングサービス（発電所：60M/M、大気汚染物質排出量削減計画：8M/M）

2.2.2 期間

港湾の工期は、審査時計画の 1995 年 1 月～98 年 11 月（47 カ月）に対し、実績では 95 年 1 月～99 年 3 月（51 カ月）と 4 カ月ほど延びたものの、ほぼ計画通りであった。発電所については、審査時計画の 95 年 1 月～99 年 2 月（50 カ月）に対し、実績では 95 年 1 月～99 年 11 月（59 カ月）と 9 カ月遅れた。主な遅延要因は、ボイラーの正常稼働に向けての調整に時間を要したことである（7 カ月の遅れ）。

2.2.3 事業費

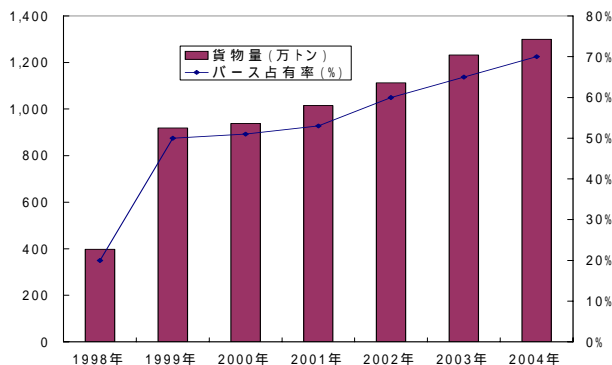
総事業費は審査時計画 476 億 1,300 万円の約 89%にあたる 423 億 3,200 万円であり、円借款の実行額も 208 億 9,000 万円と承諾額（309 億 9,900 万円）以内に収まった。内訳は港湾が計画の 241 億 5,300 万円に対し実績が 201 億 1,400 万円、円借款の実行額が 63 億 7,300 万円、発電所が計画の 234 億 6,000 万円に対し実績が 222 億 2,700 万円、円借款の実行額が 145 億 2,600 万円となっている³。事業費の縮小は、競争による効率的な受注によるものである。

2.3 有効性

2.3.1 港湾設備拡充による石炭、鉄鉱石の輸送量増

本事業により建設された港湾バース⁴の取扱貨物量とバース占有率は、図 1 のとおり供用開始後、年々上昇している。取扱貨物量は、2003 年に取扱能力 1,400 万トン/年の約 9 割にも達した。また、バース占有率と平均待ち時間はそれぞれ計画値の 69%、27 時間に対し、実績（04 年）では 70%、19 時間となっており、利用状況は良好である。

図 1 港湾バースの利用・稼働状況の推移



出所：宝山鋼鉄公司

表 1 港湾バースの取扱貨物の変化

単位：万トン

貨物内容	1999年	2003年
鉄鉱石	400	510
石炭	519	722
合計	919	1,232

出所：宝山鋼鉄公司

同バースの取扱貨物は表 1 に示すように石炭と鉄鉱石である。石炭は製鉄用コークスの原料および発電所の燃料として、また鉄鉱石は生産用原料として、利用されている（宝山鋼鉄公司）。

2.3.2 発電所拡張による電力供給増

表 2 のとおり、1999 年の本事業による発電機（3 号機）の運用開始後、発電量は年々伸びて 2003 年には 2,428GWh/年に達しており、計画値の 2,303GWh/年を超

³ 円借款の実行額の実績は、実施機関の用いたレートを適用したものの。

⁴ 上海市全体の港湾バースをみると、2003 年に 3.16 億トンに達しており、本事業によるバースの取扱能力 1,400 万トン/年はその約 4.4%に相当する。

えている⁵。また、施設利用率と稼働率はそれぞれ計画値の75%、79%に対し、実績(03年)では79%、92%となっており、稼働状況は良好である。宝山鋼鉄会社の1・2号機が年数を経ているため、改修点検に時間がかかる状況下、本事業による3号機の位置づけは重要である。

過去数年間の実績では、宝山鋼鉄会社の全発電量のうち、95%前後が自社内で消費されており、残りの5%前後が上海市の電力網に供給されている。上海市全体の電力需要をみると、90年代を通じて電力負荷は年間平均9.7%伸びており、現在も特に夏・冬のピーク時には電力需給が逼迫している。

表2 本事業による発電機(3号機)の稼働状況

	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年
発電端発電量 (GWh/年)	439	2,071	2,076	2,390	2,428
施設利用率(%)	14	68	68	78	79
稼働率(%)	14	83	83	91	92

出所：宝山鋼鉄公司

2.3.3 財務的および経済的内部収益率の再計算

【港湾】

審査時の財務的内部収益率(FIRR)は4.2%、経済的内部収益率(EIRR)は12.9%であった。本評価時点で再計算したところ、FIRRは8.9%、EIRRは16.0%となった。審査時と比較して値が高くなったのは、主に投資費用の実績が計画より減少した(元ベースで約38%減)ことによるものである。

(FIRR計算の前提)

プロジェクトライフ：25年

便益：本事業による営業収入

費用：初期投資費用 + 営業費用 + 管理費 + 税金

(EIRR計算の前提)

プロジェクトライフ：25年

便益：本事業により節約される滞船費用 + 代替輸送費

費用：初期投資費用 + 営業費用 + 管理費

⁵ 宝山鋼鉄会社の発電所は全部で4機、合計1,200MWの出力で、本事業による発電機(3号機)の出力は350MWである。

【発電所】

審査時の FIRR は 12.5% で、本評価時点で再計算したところ、4.4% となった。値が低くなったのは、主に売電価格の実績が審査時の想定の半分になったこと（審査時 0.4 元 / kWh に対し、実績では 0.2 元 / kWh）によるものである⁶。

（ FIRR再計算の前提）

プロジェクトライフ：25年

便益：売電収入

費用：初期投資費用 + 燃料費 + 維持管理費 + 税金

2.4 インパクト

2.4.1 産業（鉄鋼業）の成長を通じた経済発展

宝山鋼鉄公司はその生産規模において中国国内最大の鉄鋼会社であり、たとえば粗鋼生産規模は日本の新日本製鉄の約 4 割である。1.1 に記述したとおり、本事業は同公司の第 3 期拡張工事に伴い、インフラの拡充を行ったもので、粗鋼の生産高は 1999 年の 750 万トンから 2003 年には 1,155 万トンへ増加した。

また、宝山鋼鉄公司の主な顧客は国内のメーカーであり、鉄鋼製品のなかでも熱延製品は国内シェアが 56% に上る（03 年実績）。本事業実施前後において、同公司の主な顧客企業の製品である自動車⁷や家電の生産量は大幅に伸びており、自動車は 95 年の 145.3 万台から 03 年には 444.4 万台へ、カラーテレビは 95 年の 2,057.7 万台から 03 年には 6,541.4 万台へと急激な生産増が確認された。

なお、99～03 年の中国全体の GDP 実質成長率平均は 7.98% であった一方、上海市の同成長率平均は 10.78% と全国平均を上回る経済成長を遂げた。

2.4.2 環境へのインパクト

2000 年 6 月に本事業による設備を含む宝山鋼鉄第 3 期工事は、上海市環境保護局より「国家および地方政府の定める基準に一致している」との認定を受けている。また、宝山鋼鉄公司は 1998 年に環境マネジメントシステムに関する ISO14000 の認証をすでに取得済みである。本事業による設備に関しては、以下の現状から、環境へのマイナスのインパクトを最小限にする努力がなされているといえる。

⁶ 宝山鋼鉄公司によると、上海電力への売電価格が低い代わりに、同社からの買電価格も安くなっており（自社消費分については売電したうえで買う形となっているが、上海市内電力市場平均供給価格約 0.5～0.6 元 / kWh に対し、宝山鋼鉄公司は 0.295 元 / kWh で買っている）、売電収入の他に、買電費用の節約分（市場平均価格との差 = 約 0.2 元 / kWh）分を便益として計上すると、FIRR の値は 26.0% になる。

⁷ 同公司の主要製品である自動車用鋼板は国内の自動車産業の急速な需要増を受け、生産能力の改善・増強に注力している（2003 年新日鉄との合併会社を設立）。

【港湾】

作業場の粉塵の観測値(03年・04年)は、国家規定基準値の範囲内であった(宝山鋼鉄公司からの報告)。また、周辺の海域漁業への影響はなく、汚水についても排水路を経由して集められ、粉塵等を沈澱させたうえで処理されている。

【発電所】

審査時の計画通り、低硫黄炭が使用されている(宝山鋼鉄公司からの報告)。また、排出口の大気および水質のモニタリングを行っており、半年に一度、上海市環境保護局へ数値を報告しているが、表3のとおり過去2年の観測結果は、最新の排出基準上限値の範囲内である。将来的には、脱硫装置の導入も検討されている⁸。

表3 排出口の大気および水質測定結果

類別	測定項目	参考：中国国家環境保護局 上限値 ²⁾	2003年	2004年
大気 ¹⁾	SO ₂	1,200mg/Nm ³	411mg/Nm ³	664mg/Nm ³
	NOx	650mg/N m ³	385mg/Nm ³	285mg/Nm ³
	粉塵量	200mg/Nm ³	82mg/Nm ³	90mg/Nm ³
水質	ph	6-9	6-9	6-9
	BOD	60mg/l	1.1mg/l	1.3mg/l
	COD	150mg/l	10.3mg/l	11.7mg/l
	SS	200 mg/l	38mg/l	8mg/l

出所：宝山鋼鉄公司資料、中華人民共和國国家標準「火力発電所大気汚染物排気標準」GB13223-2003

注1) 本事業対象の第3号機発電機のみに関する数値。

注2) 大気については、排出基準規定「GB13223-2003」(04年12月公布、05年1月1日から施行)の2級基準⁹⁾のもの。水質については、上海市の排出基準規定「基DB31/199-1997」の基準値。

2.5 持続性

2.5.1 実施機関

2.5.1.1 技術

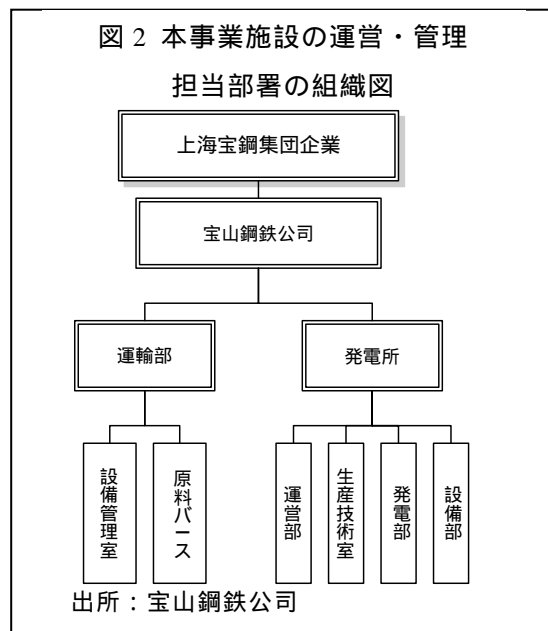
本事業の施設については、宝山鋼鉄公司が一括して管理しており、港湾や発電所については既存の施設で長年の運営・管理経験を有している。技能、管理、新技術の訓練については職務に就く前に数カ月、就いた後にも定期的に行われている。また、設備の状態および個人の業績等により、毎年職員の技術能力評価を行っている。以上のことから、本事業による施設の運営・管理技術については問題ないとみられる。

⁸ 先に建設した2号機、1号機の順番で脱硫装置を設置し、本事業による3号機は10年に設置することを予定している。

⁹ 1997年1月1日から2003年12月31日までに新規建設、拡張、改修が行われた火力発電所に適用されるもの。

2.5.1.2 体制

宝山鋼鉄公司是、上海宝山製鉄所として1977年に設立され、当初、日本の新日鉄が鉄鋼生産に関する技術協力を実施した。その後、98年に上海宝山製鉄所やその他関連会社等を取りまとめ、国有会社（100%国家出資）「上海宝钢集团企業」が設立された。同企業は、子会社22社、持ち株会社14社を抱える大グループ企業である（2003年末時点）。00年に入り、宝山鋼鉄公司是株式会社となり、現在は上海宝钢集团企業がその株式を85%所有している（04年時点）。宝山鋼鉄公司是、日本のJIS規格をはじめとして英国、米国等、各国の工業規格を取得するなど中国の鉄鋼会社としていち早く国際的な水準での運営・管理体制を整備しており、国内の他鉄鋼公司の模範として取り扱われている。



本事業による設備の運営・管理を担当している部署を示したのが図2である。

04年現在、宝山鋼鉄公司が同設備の資産を所有し、運営・管理を担当している。港湾については運輸部が担当しており、設備管理室6人、原料バースは130人が担当する体制である。発電所の運営・管理は、運営部、生産技術室、発電部、設備部の合計64人からなっており（内訳は管理者8人、現場での技術管理・操作を行う職員56人）、各部署に妥当な人数が配置されている。

以上のことから、体制面の問題はないと判断される。

2.5.1.3 財務

宝山鋼鉄公司の過去3年間の損益計算書（表4参照）、主要財務実績・指標（表5参照）をみると、毎年売上が増加しているほか、純利益も大きく伸びており、総資本利益率、総資本回転率、売上高純利益率の値からも、高い収益性を維持していることがわかる。また、2003年の自己資本比率は57%と高く、安定性にも問題はみられない。

以上のことから、財務状況は良好であるといえる。

表 4 損益計算書 (単位：万元)

項目	2001年	2002年	2003年
売上高	2,920,782	3,389,677	4,452,421
売上原価	2,316,525	2,445,558	3,082,543
販売費	28,574	32,806	36,775
一般管理費	159,305	193,997	215,794
営業利益	370,993	611,322	1,004,927
営業外費用	25,307	79,049	76,153
税引前利益/損失	370,956	594,175	992,860

出所：宝山鋼鉄公司

表 5 主要財務実績・指標 (単位：万元)

項目	2001年	2002年	2003年
財務実績			
流動資産	789,785	1,161,123	1,143,601
流動負債	806,938	943,325	982,083
資本	2,629,003	3,068,746	3,546,609
総資本	5,804,206	6,091,757	6,148,919
売上	2,920,782	3,389,677	4,452,421
純利益	256,121	427,193	697,572
財務指標			
総資本利益率(%) /	4.4%	7.0%	11.3%
総資本回転率(回) /	0.50	0.56	0.72
売上高純利益率(%) /	8.8%	12.6%	15.7%
流動比率(%) /	97.9%	123.1%	116.4%
自己資本比率(%) /	45.3%	50.4%	57.7%

出所：宝山鋼鉄公司

2.5.2 維持管理

【港湾】

2004年7月に台風による強風で2台の1,800トン/hの荷役機械が故障し、現地調査時には修理中であったため稼働していなかったものの、状況を再確認したところ必要な処置は迅速にとられており、修理は終了し、再稼働している。他は大きなトラブルはなく、順調に稼働している。

【発電所】

大きなトラブルはなく、順調に稼働している。

3 . フィードバック事項

3.1 教訓

なし

3.2 提言

なし

主要計画 / 実績比較

項目	計画	実績
アウトプット	【港湾】 1) バース 3 基 (取扱能力: 1,400 万トン/年)、ヤード 430,000m ³ 2) 荷役機械 (1,800 トン/h × 2、1,200 トン/h × 3 等) 3) 港湾管理設備 (コンピュータ等) 4) 港湾サービス設備 (タグボート) 5) 給電、給排水、電気設備、通信施設他 【発電所】 1) 出力 350MW の火力発電設備一式 (ボイラーおよび関連設備、蒸気タービンおよび関連設備、発電機、変圧器、運炭・貯炭設備、灰処理設備等) 2) コンサルティングサービス (発電所: 60M/M、大気汚染物質排出量削減計画: 8M/M)	【港湾】 同左 (ただし、荷役機械は 1,200 トン/h の機械が 2 台に減少) 【発電所】 同左
期間 【港湾】 1. 土木工事 2. 荷役機械 3. 港湾管理設備 4. 港湾サービス設備 5. 給電施設 6. 給排水施設 7. 通信施設 8. 制御システム配線 完成 【発電所】 1. コンサルタントの選定 2. 入札準備 ~ 契約承認 3. 建物 4. ボイラー 5. タービン・発電機 6. 燃料システム、灰除去装置、水供給システム、電気システム 7. 試運転 (コントラクター) 8. 試運転 (施主) 完成	1994年7月 ~ 1996年12月 1997年4月 ~ 1998年3月 1996年7月 ~ 1998年3月 1994年7月 ~ 1996年12月 1995年7月 ~ 1997年9月 1995年7月 ~ 1997年3月 1996年7月 ~ 1997年9月 1997年1月 ~ 1997年9月 1998年11月 1995年1月 ~ 1995年6月 1995年2月 ~ 1996年1月 1996年5月 ~ 1997年7月 1997年2月 ~ 1998年7月 1997年6月 ~ 1998年7月 1996年12月 ~ 1998年7月 1997年4月 ~ 1998年4月 1998年8月 ~ 1998年10月 1999年2月	1994年8月 ~ 1996年11月 1997年12月 ~ 1999年1月 1996年7月 ~ 1998年7月 1996年5月 ~ 1996年11月 1995年8月 ~ 1998年6月 1995年7月 ~ 1998年6月 1995年7月 ~ 1998年7月 1995年7月 ~ 1998年7月 1999年3月 1995年1月 ~ 1995年6月 1995年2月 ~ 1996年7月 1997年2月 ~ 1997年12月 1997年12月 ~ 1999年1月 1998年1月 ~ 1999年1月 1997年8月 ~ 1998年2月 1999年1月 ~ 1999年3月 1999年3月 ~ 1999年10月 1999年11月
事業費 外貨 内貨 合計 うち JBIC 分 換算レート	309 億 9,900 万円 166 億 1,400 万円 (14 億 2,000 万円) 476 億 1,300 万円 309 億 9,900 万円 1 元 = 11.7 円	208 億 9,000 万円 214 億 4,200 万円 (14 億 2,000 万円) 423 億 3,200 万円 208 億 9,000 万円 1 元 = 15.1 円