

中国

ハルビン電力網拡充事業

評価者：広島大学 金子慎治・市橋勝、法政大学 藤倉良

現地調査：2007年9月、2008年3月

1. 事業の概要と円借款による協力



事業地域の位置図



ハルビン市に建設された変電設備

1.1 背景：

ハルビン市は黒龍江省の省都であり中国東北地方の重要工業都市である。同市の電力消費量は2000年の7.5TWhから2006年の11.2TWhまで年平均6.9%増加した。ハルビン市の主要電力網は220kV送電網を中心に、110kV、63kV、10kVの配電網から構成されているが、審査時には①送電線・配電線・変電所等の容量不足、②低圧変電所および配電線の老朽化、③配電コントロールシステムの自動化の遅れ、等の問題を抱えており、このまま放置すれば送配電網の過負荷状態・信頼度の低下はさらに進み、将来の新規電力需要への対応は困難であると懸念されていた。そのため、本事業は1)変電所や配電線を新設し、一配電線にかかる負荷を軽減し、2)配電線の太線化・変圧器の増設等による配電設備容量の増大、さらに3)事故未然防止のため、老朽化の著しい設備の取替えを行うことで電力網全体の供給信頼度の改善をはかる事業として計画された。

1.2 目的：

中国の重要工業都市である黒龍江省ハルビン市において、送配電網を整備・拡充することにより、電力網全体の供給信頼度の改善をはかり、もって同市の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／国家電力公司

1.4 借款契約概要：

円借款承諾額／実行額	60 億 7000 万円／41 億 1900 万円
交換公文締結／借款契約調印	2000 年 3 月 / 2000 年 3 月
借款契約条件	金利 2.2%、返済 30 年（うち据置 10 年）、 一般アンタイド
貸付完了	2005 年 7 月
本体契約 （10 億円以上のみ記載）	CHINA NATIONAL ELECTRIC WIRE & CABLE IMPORT AND EXPORT CORP.（中国）
コンサルタント契約 （1 億円以上のみ記載）	N/A
事業化調査（フィージビリティ・スタディ：F/S）等	1999 年 F/S （黒龍江省電力公司）

2. 評価結果（レーティング：A）

2.1 妥当性（レーティング：a）

2.1.1 審査時点における計画の妥当性

第 9 次国家 5 年計画(1996～2000 年)においては、2000 年までに全国を結ぶ電力網を構築することが掲げられていた。これを受けて黒龍江省の第 9 次 5 年計画(1996～2000 年)では、電力部門の効率化と開発を推進し、電力網建設を進め、電化率を改善することが目標に掲げられていた。

ハルビン市は中国東北地方の中心都市であり、同市の電力ネットワークは東北電力網の中で重要な位置を占めている。しかしながら、同市の電力網は送配電線・変電所の容量不足、既存配電設備の老朽化等の問題を抱えていた。審査時には電力需要が年率 6%前後で増加することが予想されており、本事業はハルビン市の電力ネットワーク全体の信頼性の改善をはかり、切迫した電力需要増に対応し、同市の経済発展に寄与すると考えられ、高い重要性を有していた。

2.1.2 評価時点における計画の妥当性

第 11 次国家 5 年計画(2006～2010 年)では、都市における電力網の整備および電力網設備の改良を目標に掲げている。黒龍江省の第 11 次 5 年計画(2006～2010 年)においても、省全体の電力網の完備を進めることが目標に掲げられている。

2000 年から 2006 年のハルビン市の年平均電力消費量は、6.9%と審査時の予想を上回るスピードで増加した。ハルビン市国民経済・社会発展の第 11 次 5 年計画(2006～2010 年)においては、ハルビン市の年平均経済成長率の目標値は 12%と高い数値が掲げられており、経済成長にともない、電力消費量はさらに増加する

ことが予測され、ハルビン市の電力網および変電設備改良の必要性は引き続き高い。

本事業の実施は審査時および事後評価時ともに、国家計画、施策、開発ニーズと合致しており、事業実施の妥当性はきわめて高い。

2.2 効率性（レーティング：b）

2.2.1 アウトプット

基本的には当初計画にそって、送変電設備や配電設備の建設が行われたが、220kV 送変電設備は設置されなかった。これは本事業が黒龍江省全体にわたる送電システム拡充計画の一部として位置づけられており、中国の電力部門全体の予算調整の結果、事業規模が 15 億元から 10 億元程度に縮小されたことによる。そのため、本事業のスコープから 220kV の変電所建設(新設 4 カ所、増設 1 カ所)と関連する送電設備が外され、その後、事後評価時までにこの部分は他事業の一部として建設された。その他の 66kV 送変電設備、10kV 配電設備および 380V 配電設備は基本的に計画どおり設置された。アウトプットの計画と実績について表 1 に示す。

表 1 アウトプットの計画と実績

項目		計画	実績	変更理由
220kV 送変電設備	変電所	新設 4箇所 増設 1箇所	設置せず	本事業は黒龍江省全体にわたる送電システム拡充計画の一部として位置づけられているが、中国の電力部門全体の予算調整の結果、事業規模が15億元から10億元程度に縮小されたことにより、220kVの変電所と関連する送電設備は本事業スコープ対象外となった。
	架空送電線	70.0km		
	洞道	1.0km		
66kV 送変電設備	変電所	新設 7箇所 増設 1箇所	計画通り	変更なし
	架空送電線	新設(地下) 2箇所 新設 31.3km		
	地中送電線	新設 64.5km		
10kV 配電設備	架空配電線	新設 57.0km 交換 275.0km	合計1,127.6km	住宅地の増加によって計画値よりも大幅に増加。
	ケーブル	合計 353.0km		
	柱状開閉器	新設 538台		
	地上置変圧器	新設 111台		
	地上置開閉器	新設 49台		
	保守車両	新設 8台		
380V 配電設備	架空配電線	交換 760.0km	交換1,507.3km	架空配電線・地中線は都市計画の変更と需要の増加によって延長。 配電線の延長に事業費が多く費やされた為、コンデンサーの新設/交換数が減少した。
	地中線	新設 67.5km 交換 25.0km	合計372.2km	
	変圧器	交換 528台	交換543台	
	コンデンサー	新設 200台	新設15台	
	変電所コンデンサー	交換 1,500台	交換16台	
	保守車両	新設 1台	計画通り	
その他 設備	給電指令所の自動化等	1組	計画通り	変更なし
	光ファイバー通信施設	1組		
	変圧器検査機器	4台		

2.2.2 期間

本事業は 2000 年 3 月から 2002 年 12 月までの 34 カ月の実施期間が計画されていたが、実際には 2000 年 3 月から 2005 年 12 月までの 70 カ月を要し、計画と比

して36カ月(106%)超過した。事業は2003年12月までにほとんど完了したが、10kV配電線はハルビン市の都市整備計画事業の進捗にあわせて設置することになっており、2カ所で都市整備計画が遅れたため、審査時の計画よりも設置完了の時期が大幅に遅れた。さらにこの間、銅の価格が高騰したため、電線の供給を落札した国内企業との間で価格に関する交渉に時間がかかるとともに、この落札企業による原材料の調達・納品が遅れたことにも起因している。以上の理由から設置完了は2005年12月となった。

2.2.3 事業費

事業費は、当初計画額218億4300万円（うち円借款60億7000万円）に対し、実績額は176億7400万円（うち円借款41億1900万円）で、当初計画の81%となった。国際競争による効率的受注がおもな要因であるが、2003年12月までに完了しなかった部分の支払い(内貨分)は現在も完了しておらず、実施機関によれば概算で5000万元程度の追加支払いが見込まれている。上記事業費実績額にはこの5000万元も含まれる。

本事業は、事業費については計画よりも節約できたものの、事業期間が計画を上回ったため、効率性についての評価は中程度と判断される。

2.3 有効性（レーティング：a）

ここでは、本事業の運用効果指標の計画値と実績値の比較、定性的効果の確認、内部収益率の再推計を行った。これらの分析の結果、本事業の実施によりおおむね計画どおりの効果発現が見られ、有効性は高いと判断した。以下、各項目の分析を示す。

2.3.1 ハルビン電力網拡充事業の運用効果

送配電事業の運用効果指標を用いて、本事業で整備された設備に関して実施機関が定めた計画値と実績値を比較し、表2にまとめた。

全般的に運用効果指標の実績値は、事業開始前よりも大幅に改善しており、2005年の目標値を達成している。事業対象エリアでの世帯電化率は事業前から100%を達成していたが、事業開始時の2000年には1年間に約5回、需要家1軒あたり30時間ほど停電があった。事業完了後の2007年には停電回数は年間1.2回に減少し、需要家1軒あたりの停電時間も年間約0.8時間と大きく減少しており、本事業は事業対象エリアでの停電減少に大きく貢献している。送配電ロス率、売電量、最大電力および電圧合格率も事業開始前よりも大きく改善しており、目標値以上の効果発現が見られる。

表 2 運用効果指標の計画値と実績値

指標名	(単位)	基準値 (1998年)	目標値 (2005年)	実績値		
				2005年	2006年	2007年
世帯電化率	(%)	100	100	100	100	100
需要家1軒当たり年間 事故停電時間	(時間/年・世帯)	29.4 (2000年)	17.3	0.7	1.9	0.8
停電回数	(回/年)	5.0 (2000年)	2.7	0.9	1.4	1.2
送配電ロス率	(%)	8.9	7.0	5.9	5.9	6.6
売電量	(GWh)	5,268	7,641	10,600	11,239	10,300
最大電力	(MW)	1,069	1,740	1,973	2,010	2,012
電圧合格率	(%)	98.0 (2000年)	98.2	99.0	99.2	99.0

出典)ハルビン電力公司

(注)需要家1軒当たり年間事故停電時間=事業対象エリアにおける需要家1軒あたりの停電時間

停電回数=事業対象エリアにおける1分間以上継続した停電の回数

送配電ロス率={送電端電力量(kWh)-変電所内電力消費量(kWh)-受電端電力量(kWh)}/送電端

世帯電化率=電化された世帯数(軒)×100/全世帯数(軒)

電圧合格率=電圧基準値の合格時間/年間通電時間

2.3.2 内部収益率(IRR)の再計算

2.3.2.1 財務的内部収益率(FIRR)

本事業は、事業効果範囲を特定し財政的評価を行うことが困難であったため、審査時に内部収益率の算定は実施されていなかった。今次評価においては事業範囲を以下の方法を用いて概算的に算出し、内部収益率の推計を行った。

内部収益率算出のための費用として、本事業の建設費と維持管理費を用いたが、維持管理費は維持管理機関であるハルビン電力公司全体の値しか得ることが出来なかった。そのため維持管理費を次のように算出した。ハルビン電力公司は 220kV の高圧変電所を 16 カ所管理しており、このうち本事業は 5 カ所の変電所から送電される電力を用いているため、高圧変電所 1 カ所あたりの処理電力量を一定と仮定し、高圧変電所数の比率(5/16)を用いて本事業による維持管理費を推計した。

便益についても、ハルビン電力公司全体の値しか得られなかったため、2000 年以降の便益増加分に 220kV 変電所数の比率を乗じ、本事業の便益とした。その結果、評価時における FIRR は 19.3% となり、概算ではあるが高い収益率であると言える。

2.3.2.2 経済的内部収益率(EIRR)

事業にともなう間接的な便益を推計するために、停電減少による便益に対する支払意志額 (WTP) を受益者調査から得た。受益者調査は、ハルビン市の市民 421 人(有効回答数 230 人)を対象に実施し、停電回数の減少、停電時間の減少に対する WTP をそれぞれ推計し、実際に改善された停電回数や停電時間から便益を推計し

た。本事業による停電削減の便益は、ハルビン市区全体にわたるとしてEIRRの推計を行った。その結果、EIRRは19.4%となり十分な便益が確認できた。

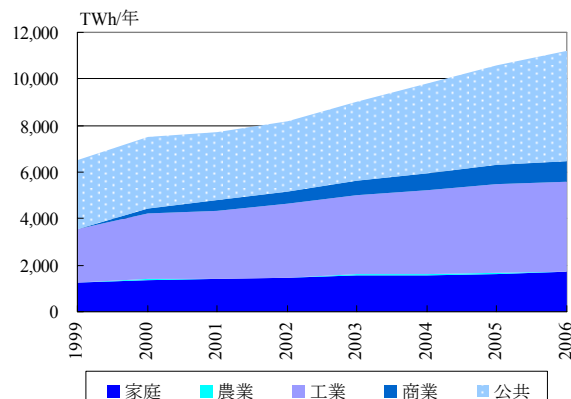
2.4 インパクト

2.4.1 対象地域及び対象者への裨益

本事業は、ハルビン市の電力供給能力および電力網の供給信頼度の改善、ならびにそれらによる地域経済振興をはかるものであった。

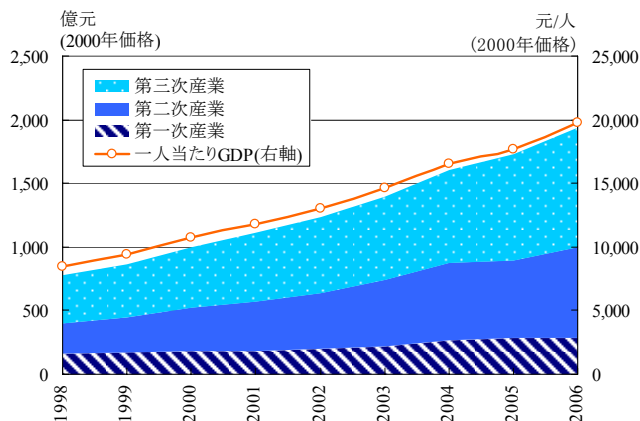
ハルビン市では本事業開始以降、工業部門と公共部門の電力消費量が大きく増加しており(図1)、経済状況も第二次産業および第三次産業の成長が大きい(図2)。この間の経済成長率は年平均11.6%と高い成長を維持しており、電力網拡充による電力の安定供給が産業基盤を支えた結果である。

図1 ハルビン市の産業別電力消費量



出典) ハルビン電力公司

図2 ハルビン市の経済状況



出典) 中国統計年鑑各年版

2.4.2 自然環境へのインパクト

本事業において整備された変圧器や関連設備からの汚染物質放出等は報告されていない。事業実施時には古い変圧器から新しい変圧器への交換も行われたが、廃棄する変圧器はリサイクル会社に売却し、銅や鉄は資材として回収するなど環境への配慮もなされている。

2.4.3 住民移転・用地取得

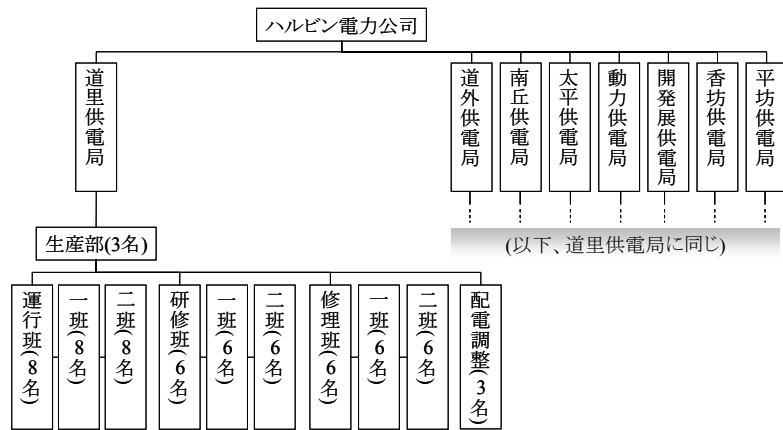
審査時には屋内に変電設備を設置する計画であったが、詳細設計において屋外に設置する必要があることが判明したため、計画(12954m²)より広い用地が必要となった。この変更の対象となった変電所は8カ所であり、計18500m²が必要となった。なお、用地取得のために住民移転が必要となり、中国政府によって用地取得・住民移転が行われた。

2.5 持続性（レーティング：a）

本事業は実施機関の能力および維持管理体制ともに問題なく、高い持続性が見込まれると評価される。

以下、実施機関の運営・維持管理の体制、技術、財務、維持管理状況についての分析を行う。

図 3 ハルビン電力会社の各発電局の運営・維持管理部門



2.5.1 実施機関

2.5.1.1 運営・維持管理の体制

本事業の運営・維持管理は、ハルビン電力

会社が担当している。ハルビン電力会社は、8カ所の発電局を管理しており、おもな維持管理は図3に示す生産部3名、運行班24名、研修班18名、修理班18名、配電調整3名の計66名で構成されている。運営・維持管理の体制については特段に問題はない。

2.5.1.2 運営・維持管理における技術

ハルビン電力会社にはトレーニングセンターが整備されており、ハルビン市で使用されている送変電設備の全機種の実シミュレーションを行うことが可能であり、職員はさまざまなトラブルに対応できるように訓練を受けている。ハルビン電力会社の技術者は、入社時にトレーニングセンターで研修を受けることとなっており、管理職クラス的全職員は、毎年3~4日間の技術研修を受けている。マニュアル、トレーニング、研修制度などの制度、設備が整っており、運営・維持管理における技術に問題ない。

図 4 トレーニングセンター



図 5 マニュアルの整備



2.5.1.3 運営・維持管理における財務

ハルビン電力公司是黒龍江省電力公司の支部組織であり、ハルビン電力公司の運営・維持管理資金が不足に陥った場合には黒龍江省電力公司が支援することになっている。黒龍江省電力公司の流動性比率は審査時において130%程度であり、事後評価時点において低くなっているが、売上高純利益率は安定しており、維持管理費用も安定して確保されており、維持管理における財務について特段に問題はない。

表 3 黒龍江省電力公司の財務指標

	2004	2005	2006
流動資産(百万元)	11,528	10,421	9,770
固定資産(百万元)	17,354	16,934	17,917
資産総額(百万元)	29,230	27,786	28,067
流動負債(百万元)	8,579	6,753	7,677
負債総額(百万元)	20,811	19,197	19,152
売上高(百万元)	16,969	18,736	23,579
純利益(百万元)	177	159	184
維持管理費用(百万元)	2,041	2,180	2,391
流動性比率(%)	74.4	64.8	78.6
売上高純利益率(%)	1.0	0.8	0.8
総資本純利益率(%)	0.6	0.6	0.7

出典) ハルビン電力公司

2.5.2 運営・維持管理状況

変電所については週2回、電線については月1回の点検が行われており、事故が発生した場合には、修理班が設備の修理を迅速に行う体制を整えている。生産部は事故に備えて備品の管理を行っており、運営・維持管理上の問題は特に見られない。

3. 結論および教訓・提言

3.1 結論

本事業は、事業期間が延長されたため効率性についての評価は中程度であるが、妥当性、有効性、持続性いずれも問題なく、本事業の評価は非常に高いと言える。

3.2 教訓

なし。

3.3 提言

なし。

～コラム：本事後評価を終えて～

本事業は事業費全体のうち、円借款分が比較的小規模であるという理由から事業全体の評価に対する実施機関からの協力が得られにくく、情報収集が困難であった。また、実施機関から提出された本事業の事業完了報告書に記述されていた完成時期や事業スコープ（アウトプットの数値）が実績と異なっており、詳細を確認するのにかなりの工数を費やした。事後評価実施の方針や重要性について実施機関からの理解が得られた上で事後評価を行うことが望ましい。

以 上

主要計画／実績比較

項目	計画	実績
①アウトプット (1) 220kV 送変電設備 ・ 変電所 ・ 架空送電線 ・ 洞道 (2) 66kV 送変電設備 ・ 変電所 ・ 架空送電線 ・ 地中送電線 (3) 10kV 配電設備 ・ 架空配電線 ・ ケーブル ・ 柱状開閉器 ・ 地上置変圧器 ・ 地上置開閉器 ・ 保守車両 (4) 380V 配電設備 ・ 架空送電線 ・ 地中線 ・ 変圧器 ・ コンデンサー ・ 変電所コンデンサー (5) 給電指令所の自動化等 (6) 光ファイバー通信施設 (7) 変圧器検査機器 コンサルティングサービス	・ 新設4カ所、増設1カ所 ・ 70km ・ 1km ・ 新設7カ所、増設1カ所、 新設(地下)2カ所 ・ 新設31.3km ・ 新設64.5km ・ 新設57km、交換275km ・ 合計353km ・ 新設538台 ・ 新設111台 ・ 新設49台 ・ 新設8台 ・ 交換760km ・ 新設67.5km、交換25km ・ 交換528台 ・ 新設200台 ・ 交換1500台 ・ 1組 ・ 1組 ・ 4台 なし	} スコープの変更により 220kV の送変電設備 は設置されなかった } 同左 ・ 合計1127.6km } 同左 ・ 交換1507.3km ・ 合計372.2km ・ 交換543台 ・ 新設15台 ・ 交換16台 } 同左
②期間	2000年3月～2002年12月 (34カ月)	2000年3月～2005年12月 (70カ月)
③事業費		
外貨	60億7000万円	41億1900万円
内貨	157億7300万円 (10億5100万円)	135億5500万円 (96億4200万円)
合計	218億4300万円	176億7400万円
うち円借款分	60億7000万円	41億1900万円
換算レート	1元 = 15.0円 (1999年7月 審査 調査書)	1元 = 14.5円 (2002年レート、ただし、 未払い分の5000万円 は2006年のレートで換 算)