

ボスニア・ヘルツェゴビナ

緊急電力整備事業

評価者：株式会社グローバル・グループ 21 ジャパン

菌田 元

現地調査：2008年10月

1. 事業の概要と円借款による協力



事業地域の位置図

(●はプロジェクトサイト)



カカニ火力発電所

1.1 背景：

バルカン半島の北西に位置するボスニア・ヘルツェゴビナは1992年にユーゴスラヴィアから独立した後、ボシュニャク人、クロアチア人に対して少数派のセルビア人が分離独立を唱え、約3年半におよぶボスニア紛争を経験した。1995年12月の Dayton 合意（ボスニア・ヘルツェゴビナ和平一般枠組み合意）により停戦が実現し、ボスニア・ヘルツェゴビナ連邦とスルプスカ共和国の二つの構成体を持つ同国の現在の政体が定められた¹。

紛争前、同国は石炭火力と水力による十分な発電能力を有し、発電量の約15%を輸出することができたが、紛争中に設備が破壊され適切な維持管理が行われなかったため、紛争終結後の発電所の稼働能力は紛争前の1割にまで低下していた。

紛争終了後、世界銀行は同国に対する復興開発計画を作成し、電力分野においては「緊急電力復興事業」により発電・送変電施設の応急的なりはびりを実施した。さらに、戦前の電力水準を回復し安定した電力供給を実現するため、世界銀行は電力部門の緊急復興の

¹ その後 2000 年に、どちらの構成体にも属しないとされるブルチコ行政区の存在が明確にされた。

第2段階として「第2次電力復興事業」を計画し、日本（無償資金協力²、円借款）、米国、英国、欧州連合等と協調してこれを実施し、その一部として1998年12月に本事業（「緊急電力整備事業」）の円借款契約が調印された。

1.2 目的：

カカニ火力発電所、および同発電所を含む4火力発電所に隣接する炭鉱のリハビリを行うことにより電力の供給増を図り、もって紛争後の経済復興および民生の安定・向上に寄与する。

1.3 借入人／実施機関：

借入人：ボスニア・ヘルツェゴビナ政府

実施機関：

<ボスニア・ヘルツェゴビナ連邦>

ボスニア・ヘルツェゴビナ連邦電力公社(EPBiH)、カカニ炭鉱公社(BCBK)、ブレザ炭鉱公社(BCBR)、クレカ・ドウルデビック炭鉱公社(CKMD)、バノビチ炭鉱公社(BCBA)

<スルプスカ共和国>

スルプスカ共和国電力公社(EPRS)

1.4 借款契約概要：

円借款承諾額／実行額	4,110 百万円／4,102 百万円
交換公文締結／借款契約調印	1998 年 9 月／1998 年 12 月
借款契約条件	金利0.75%、返済40年（据置10年） 一般アンタイド
貸付完了	2006 年 8 月（修正 LA＋貸付期限延長）
本体契約(10 億円以上のみ記載)	STEINMULLER-INSTANDSETZUNG KRAFTWERKE、 GMBH(ドイツ)
コンサルタント契約（1 億円以上のみ記載）	1億円以上なし
事業化調査（フィージビリティ・スタディ：F/S)等	1997年 USAIDによる炭鉱修復のF/S 1998年 世界銀行によるプロジェクト形成「第2次緊急電力復興事業」

2.評価結果（レーティング：B）

² 主要送電線復旧計画（1998 年、31 億円）

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

紛争終結直後、ボスニア・ヘルツェゴビナ中央政府は、経済活動の戦前レベルへの復興、民生の回復・安定を図る上で、電力部門の復興を最優先分野のひとつと位置付け、電力の安定した供給を実現するためには世界銀行による「第1次緊急電力復興事業」による応急的な修復の後も電力分野への継続的な設備投資を必要としていた。同国の発電電力量の3分の2は国内4ヶ所の石炭火力発電所が担っていたが、1997年の石炭算出量はボスニア・ヘルツェゴビナ連邦で紛争前の約26%、スルプスカ共和国で約60%の水準にとどまっており、発電設備の修復とともに発電所に石炭を供給する炭鉱の修復が急務とされていた。

2.1.2 事後評価時における計画の妥当性

ボスニア・ヘルツェゴビナ国内の豊富な石炭埋蔵量を背景に、エネルギー安全保障、産業振興、売電による外貨獲得などの観点から、エネルギーセクターは両構成体のそれぞれで優先セクターに位置づけられている³。世銀事業をはじめとした一連の援助事業により発電、送電、配電施設が復旧され、2005年に国内電力消費量は戦前のレベルに回復した。今後は連邦で年4%、共和国で年2%程度の電力需要増加が見込まれるほか、近隣諸国への売電需要も増加すると予想される⁴。

このように、発電能力の復旧は一段落し、既に緊急期を脱したといえるが、各炭鉱の石炭供給能力には現在もあまり余力がない。今後の電力需要増に対応するためには、発電能力・石炭供給能力の継続的な増強が必要である。

以上を総合すると、本事業はボスニア・ヘルツェゴビナの重要分野である電力分野において必要性、緊急性が高い支援であり、本事業の実施は審査時及び事後評価時ともに、開発ニーズ、開発政策と十分に合致しており、事業実施の妥当性は高い。

³ 両構成体政府へのヒアリングによる。両構成体はそれぞれエネルギー戦略を策定中であるが、これが定まった後、中央政府としてのエネルギー戦略が取りまとめられる予定である。

⁴ ボスニア・ヘルツェゴビナは旧ユーゴスラビア全体に石炭、電力を供給するエネルギー基地であった。紛争後も電力輸出は続いており、南欧州地域においてエネルギー輸出国として位置づけられる。



ガツコ炭鉱で調達されたダンプ（左）と油圧式掘削機（右）

2.2 効率性（レーティング：b）

2.2.1 アウトプット

本事業により、カカニ火力発電所第5、第7ユニットの部分的修復および6ヶ所の炭鉱における石炭採掘・運搬設備の修復または新規調達等が行われた。各発電所・炭鉱で実現したアウトプットは以下のとおりである。さらに、詳細設計・調達の補助、施工監理、技術指導などのため、本邦コンサルタントによるコンサルティング・サービスが提供された。

表1 各発電所・炭鉱の事業内容

対象	事業内容（アウトプット）	費用
ボスニア・ヘルツェゴビナ連邦		
カカニ火力発電所	第5ユニットの監視制御装置修復、第7ユニットのボイラー修復	11.0 億円
カカニ炭鉱（露天）	炭鉱～発電所間の鉄道整備（橋梁と軌道）、大型掘削機3台（修復）、油圧式掘削機1台、ドリル1台、維持管理施設・付帯施設の整備	7.7 億円
ブレザ炭鉱（地下）	地下掘削機1台（修復）、坑内 Face Conveyor1台、主坑道ベルトコンベヤー1台、坑内支柱・電気部品などの調達	4.6 億円
クレカ炭鉱（露天）	ブルドーザー1台、油圧式掘削機1台、ベルトコンベヤーのベルト22km、各種機器のスペアパーツ調達	7.5 億円
バノビチ炭鉱（露天）	ダンプ、掘削機などのスペアパーツ調達	3.2 億円
スルプスカ共和国		
ガツコ炭鉱（露天）	ダンプ3台、油圧式掘削機1台、付帯設備の調達	6.6 億円
ウグリエビク炭鉱（露天）	ダンプ調達4台、ブルドーザー調達3台、油圧式掘削機調達1台、付帯設備調達	

（出典：各実施機関の事業完了報告書および質問票回答より作成）



図1 事業対象炭鉱・火力発電所および
受益した火力発電所

カカニ炭鉱で調達されたドリル（左）とダンプ（右）

本事業では各発電所・炭鉱において緊急に必要とされる設備が計画されていたが、後述するように借款契約の発効が1年以上遅れたことにより、カカニ炭鉱、ブレザ炭鉱をのぞく全てのサブプロジェクトで当初予定された事業スコープのほとんどまたは全てが他資金で実施された。従って、これらのサブプロジェクトで実現したアウトプットは審査時の計画と大きく入れ替わっている⁵。

このようにアウトプットは大幅な変更があったものの、設備の活用状況、効果発現状況などから判断すると（有効性の項で詳述）、その内容は概ね適切であったと判断される。

2.2.2 期間

審査時には本事業は1998年10月から2001年7月の33ヶ月間で実施される計画であったが、実際には2001年6月から2006年9月の63ヶ月間に実施され、当初事業終了予定から見ると5年近くにおよぶ大幅な遅れがあった（計画比191%）。主な原因は借款契約の発効が遅れた

⁵ 審査時の事業スコープは報告書末尾の主要計画・実績比較を参照。

こと、それによる事業内容見直しに時間を要したこと、およびカカニ火力発電所7号機とブレザ炭鉱において実施期間が大幅に増大したことである。

借款契約は1998年12月に調印されたが、その発効に必要なボスニア・ヘルツェゴビナ政府内の手続きに時間を要し、発効が1年以上遅れた⁶。このため事業の緊急部分が他資金で実施され、事業内容を見直す必要が生じた。この見直し作業にさらに1年近くを要した。

カカニ発電所では7号機ボイラー修復の契約交渉、前払い手続に時間を要した。建設期間は計画通りであったが、発電機（円借款対象外）の技術的問題により性能試験完了までに時間がかかり、2006年9月に完成した。

ブレザ炭鉱では一部炭鉱機械（Armored Face Conveyor）価格の審査時の見積もり過小、及びその後の急速な値上がりにより資金が不足し調達の見通しが立たなかったが、カカニ火力発電所の調達が終わり、資金が余ったため、これを再配分することで調達が行われた。このため、同炭鉱機械の運用開始は2006年6月に遅れた。

カカニ火力発電所7号機とブレザ炭鉱以外は、調達・据付は比較的順調に実施され、2004年3月までに完了した。

全体を通じてコンサルティング・サービスが事業の円滑な実施に貢献したと考えられるものの、JICA（旧JBIC）は東京本部が事業を管轄し担当者が頻繁に交代したことなどにより、一部の実施機関はJICAとのコミュニケーションが難しかったと感じている。

2.2.3 事業費

各サブプロジェクトで予算内に収まるようスコープの削除（他資金による実施）、入替えが行われた結果、本事業の費用は計画比98%で審査時の予算内に収まった。カカニ・ブレザ炭鉱はそれでも予算超過のため、JICAの同意を得て他サブプロジェクト予算が流用された。つまり、計画された事業費の範囲内に収まるように事業内容が入れ替わっているため、事業費が計画内に収まったことが単純に効率性の評価に結びつかない。

表2 事業費の計画／実績対比（単位：百万円）

	計画			実績		
	外貨	内貨	合計	外貨	内貨	合計
カカニ火力発電所	1,264	17	1,297	1,096	0	1,096
カカニ・ブレザ炭鉱	1,078	15	1,107	1,219	0	1,219
クレカ・バノビチ炭鉱	1,060	15	1,060	1,057	0	1,057
ガツコ・ウグリエビツク	658	6	669	651	0	651

⁶ ボスニア・ヘルツェゴビナはボスニア・ヘルツェゴビナ連邦とスルプスカ共和国の2つの構成体があり、またセルビア人、モスリム、クロアチア人の3民族を擁するため、政治的に不安定である。1998年12月の借款契約署名に前後してセルビア人を中心とするスルプスカ共和国大統領がボスニア・ヘルツェゴビナ上級代表により解任されたことをきっかけとした政治的動揺が起り、借款契約発効に必要なボスニア・ヘルツェゴビナ側の署名が遅れた。

炭鉱						
建中金利	50	0	50	76	0	76
合計	4,110	53	4,163	4,098	0	4,098

(出典：各実施機関の事業完了報告書より作成)

注：内貨費用は審査時に通関手数料が想定されたが、実際は支払われなかった。

以上より、本事業は事業費についてはほぼ計画通りであったものの、期間が計画を大幅に上回ったため、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）

(1) カカニ火力発電所修復

表 3 に示すように、カカニ火力発電所の 5 号機、7 号機は全体としてパフォーマンスが大幅に向上している（修復事業全体に対する円借款の設備投資額の比率は 13%）。

5 号機では 2003-2004 年に 2100 万ユーロかけて修復が行われ、円借款資金による監視装置修復のほか、ボイラー、タービン、発電機などが修復され、設備の寿命は 2018 年まで延長された。円借款による投資額は全修復費用の 5%程度である。修復により全体として設備運用のパフォーマンスが改善しており、円借款事業は、監視制御装置の近代化により監視・記録・操作の多くがデジタル化、自動化されたことを通じて発電の安全性、信頼性の向上に貢献したと考えられる。

7 号機では 2005 年に 3300 万ユーロかけて修復が行われた。円借款資金によるボイラー修復のほか、監視制御装置、発電機などが修復され、設備の寿命は 2029 年まで延長された。円借款による投資額は全修復額の 18%程度であるが、円借款により実施されたボイラー修復は運用パフォーマンスの改善に大きく貢献している。修復前、ボイラーは配管が 7~10 日毎に故障して頻繁な停止を余儀なくされていたが、事業実施によりそれが解決したことにより、稼働率と発電量が大きく増加した。さらに、ボイラーの熱効率が改善し SO_x、CO₂ 排出量が削減されたほか、燃焼温度改善などにより NO_x、ダストの排出が減少した。年間発電量、NO_x、ダストはいずれも修復目標値を達成している⁷。

表 3 カカニ火力発電所 5 号、7 号機の修復効果

	5 号機		7 号機	
	修復前	修復後	修復前	修復後
最大出力* (MW)	95	118	230	230
熱消費率* (kJ/kWh)	13500	11500	12816	11811
NO _x * (mg/Nm ³)	1800	750	1800	664 - 879

⁷ 年間発電量の実績（5 号機 681GWh、7 号機 1744GWh）はボスニア・ヘルツェゴビナ電力公社がもつ同目標（5 号機 626GWh、7 号機 1310GWh）を上回る。NO_x 排出濃度の目標は 900 mg/NM₃、ダスト排出濃度の目標は 150 mg/NM₃ であり、5 号機、7 号機ともにこれを達成している。

ダスト* (mg/Nm3)	200	150	180	111
稼働率 (%)	74	91	68	93
年間発電量 (GWh)	441	681	905	1744
所内率 (%)	12.1	10.1	12.5	8.8
運転時間 (時間/年)	5127	6938	4398	8170
計画停止時間 (時間/年)	3339	1545	2533	392
計画外停止時間(時間/年)	302	277	1837	198

(注) 「*」印は修復前の平均値と性能試験結果の比較。稼働率(Availability Ratio)は修復前の平均値と2007年の比較。それ以外は修復前(5号機は2000-2002年平均、7号機は2002-2004年平均)と修復後(5号機は2005-2007年、7号機は(2007年)の比較。(出典：ボスニア・ヘルツェゴビナ電力公社)



カカニ火力発電所で修復された7号機ボイラー施設(左)と5号機監視制御装置(右)

(2) 炭鉱修復

事業対象の6つの炭鉱ではドナーによる援助、商業銀行からの借入れ、自己資金などにより1998年以来およそ150億円相当の設備投資が行われ、石炭供給が維持・回復されてきた。円借款による投資額30億円はその約2割に相当する。

円借款で供与された設備は、カカニ炭鉱の鉄道が運用されていない以外、十分に活用されている。ブルドーザー、掘削機には計画以上の運用時間を記録したものが多い。



カカニ炭鉱と発電所を結ぶ鉄道施設

カカニ炭鉱では炭鉱と発電所を結ぶ鉄道橋・軌道が建設されたが（4.2 億円）、石炭積込設備が未建設で、貨車・機関車も調達されておらず運用は開始されていない。これらの施設は審査時から事業範囲に含まれていなかった。石炭は現在も以前と同様トラックで運搬されているが、付近を通る高速道路の完成後、2012 年にはそのルートを使えなくなるため、カカニ火力発電所を運営するボスニア・ヘルツェゴビナ連邦電力公社が資金を拠出することで、2010 年の完成を目指して 2008 年 11 月に石炭積込設備の入札手続が開始された⁸。

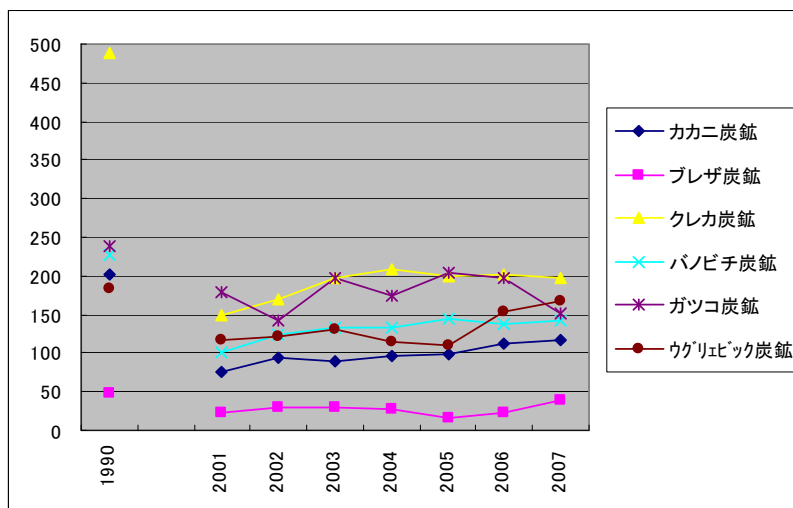


修復された大型掘削機（カカニ炭鉱）



修復されたブルドーザー（バノビチ炭鉱）

図 2 各炭鉱の石炭年間生産量の推移（単位：万トン）



（出典：各実施機関の質問票回答より作成）

⁸ 高速道路では石炭運搬トラックの走行は禁じられているが、特別の許可により 2012 年まではトラックによる運搬が認められた。資金力のないカカニ炭鉱に変わり連邦電力公社が資金を拠出し、炭鉱側は石炭の増産によりこれを返済する予定である。この方法は、連邦省政府による炭鉱構造改革と並行して決定された。

戦後の各炭鉱における総設備投資額に対する円借款による投資の比率、調達のタイミング、調達された設備の内容から判断すると、6つの炭鉱のうちブレザ炭鉱、クレカ炭鉱では生産の維持・回復に円借款による設備投資が重要な役割を果たしたと考えられる。他の炭鉱では活用されている円借款は設備投資全体の1割程度とあまり大きくないものの、円借款による設備投資が安全性向上、生産効率向上、生産コスト削減に結びついた炭鉱もある。

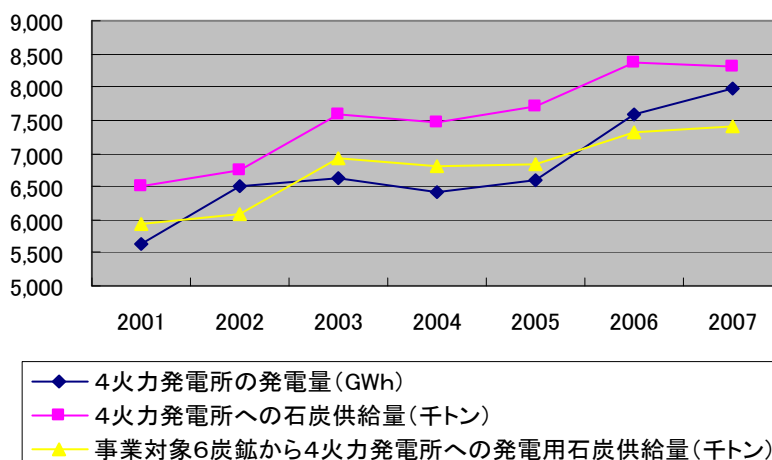
表4 各炭鉱における円借款事業の主な貢献

対象	円借款事業の主な貢献	資金寄与率
カカニ炭鉱	掘削機修復により2003年からの生産効率と生産量の維持・増加に貢献。2003-2004年に生産は7%増加。ただし円借款の寄与率は小さい。	11%
ブレザ炭鉱	地下掘削設備の修復、主坑道のコンベヤー修復により2007年の生産量は2001-2006年の平均より6割増加。円借款による投資が主に貢献。	75%
クレカ炭鉱	投資前後(2002-2004)の露天掘り生産は約35%増加。円借款による投資がなければ運搬能力不足がネックとなり生産は制約を受けていた。	17%
バノビチ炭鉱	老朽化した設備の耐用年数延長、稼働率向上により生産能力維持・増加に貢献。投資前後(2002-2004)に生産は33%増加。ただし円借款の寄与率は小さい。	7%
ガツコ炭鉱	老朽化したダンプの更新により生産能力維持・増加、外部委託削減により収益改善に貢献。ただし円借款の寄与率は小さい。	11%
ウグリビック炭鉱	老朽化したダンプ、ブルドーザーの更新により生産能力維持・増加、外部委託削減により収益改善に貢献。ただし円借款の寄与率は小さい。	10%

(注)資金寄与率＝戦後の各炭鉱における総設備投資額に対する円借款による投資額の比率。

対象となった6カ所の炭鉱の合計石炭生産量は事業前の644万トン(2001年)に比べ27%増加し、817万トン(2007年)となった。これは紛争前の1389万トン(1990年)の59%に相当し、その89%(730万トン)が発電所に供給された。

図3 国内4火力発電所の発電量と石炭供給量の推移



(出典：両構成体電力公社への質問票回答より作成)

これまで発電電力量の主な制約は設備の老朽化、頻繁な停止などであり、石炭供給の不足が発電を制約したことはない。各炭鉱の石炭生産量は主に発電所の需要量に基づいて計画されるが、発電需要が比較的少ないパノビチ炭鉱以外の炭鉱は生産能力の限界にほぼ達している。

2001年以降、事業対象6炭鉱は4火力発電所への石炭供給のほぼ9割を担っている。図3に示されるように、火力発電所への石炭供給量と発電電力量は一樣に増加しており、本事業により確保された石炭が発電増加に貢献してきたことが伺える。

(3) 有効性のまとめ

事業実施の遅れにより当初予定された緊急支援の内容の多くが他のドナー資金で実施されたことなどから、本事業は必ずしも緊急支援とはならなかった。本事業はカカニ発電所の2つのユニットと6炭鉱において、紛争後これまでに行われた設備投資額の2割近くを提供しており、カカニ炭鉱の鉄道では実施機関が必要な設備を建設できていないため一部設備が活用されていないが、それ以外、本事業による設備の8割以上（投資額ベース）は十分に活用されている。投資額への寄与率は大きくないものの、本事業は、カカニ発電所の発電量の大幅な増加、およびカカニ発電所を含む国内全4ヶ所の発電所が必要とする石炭の確保に貢献があったと考えられる。よって、本事業の実施により概ね計画通りの効果発現が見られ、有効性は高い。



主坑道のコンベヤーと地下坑内の石炭掘削運搬設備（ブレザ炭鉞）

2.4 インパクト

(1) 電力供給確保への寄与

ボスニア・ヘルツェゴビナでは紛争後も電力不足は生じていない。これは、ボスニア・ヘルツェゴビナでは紛争終了後、産業の停止、送配電網の切断により電力需要が大きく落ち込んだためである。その後、発電設備とともに送配電網が順次修復され、国内の電力供給、電力消費はいずれも2005年には紛争前の水準（約11,500GWh）に回復した。また、同国では紛争後も電力供給には余裕があり、1996年以降平均して年1,200GWhを近隣諸国に輸出してきた。電力の質（周波数、電圧、停電）は、ボスニア・ヘルツェゴビナの送電網は2004年に欧州地域送電網に接続済みであり、高圧送電網においては特に問題はない⁹。

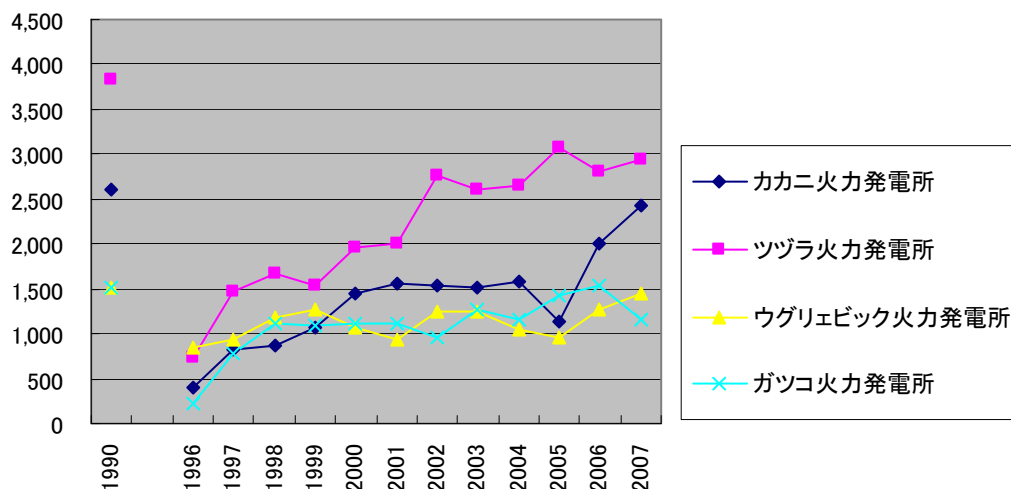
本事業の対象となった6つの炭鉱から石炭の供給を受ける4つの火力発電所の合計年間発電電力量は、2007年には紛争前の84%に相当する7,972GWhまで回復した。また、4火力発電所への石炭供給量（本事業対象でない炭鉱からの供給も含む）は、紛争前の74%に相当する831万トン（2007）まで回復した。

本事業が直接・間接に支援した4火力発電所は全国総発電量の約7割を発電している。有効性の項で述べたように、本事業はカカニ火力発電所5号、7号機のパフォーマンス向上ならびに複数の炭鉱における生産維持・拡大に重要な貢献があったが、4火力発電所およびこれに石炭を供給する6炭鉱への戦後の設備投資総額に対する本事業の寄与は1割以下である。

以上から、ボスニア・ヘルツェゴビナの電力供給は紛争終了後も確保されているが、本事業の寄与は大きくないと言える。

⁹ ただし一部農村地域で配電網の改善が望ましい地域は残されている。

図4 火力発電所の年間発電量の推移（単位：GWh）



(出典：両構成体電力公社への質問票回答より作成)

(2) 経済復興、民生向上への寄与

ボスニア・ヘルツェゴビナでは紛争後、第三次産業の成長が著しく、GDP 成長率は 2000 年以降平均で約 4%と比較的良好である。近年はサービス業、商業を中心とした中小企業が増加し始めており、電力供給の安定はこれに良好な環境を提供していると考えられる。他方、紛争前の経済を牽引していた重工業は、旧ユーゴスラビアの解体により市場を失い、かつ紛争により設備投資が遅れたため、今も停滞している。電力供給はこれらの重工業にとって重要であるものの、その回復のための十分条件とはならなかった。一方、余剰電力の輸出は貴重な外貨収入をもたらし、経済復興に役立ったと考えられる。

ボスニア・ヘルツェゴビナでは一人当たり電力消費量（民生向け）が紛争前より 4～5 割程度、増加したと考えられ、電力の安定供給が民生向上に寄与したと見られる¹⁰。

以上から、本事業は部分的ではあるものの電力供給の確保を通じてボスニア・ヘルツェゴビナの経済復興と民生向上に間接的に貢献していると言える。

(3) 環境へのインパクト

カカニ火力発電所 7 号機のボイラー修復により排出ガス中の汚染物質が削減され、NO_x、ダストについては環境基準を達成したほか、CO₂、SO_xが約 17%削減された¹¹。

¹⁰ 両構成体の電力公社によると、紛争前は大規模産業による電力需要が全需要の 3 分の 2 を占めたが、現在は 3 分の 1 程度である。産業と民生を合わせた電力需要が紛争前の水準に回復したことから、一人当たり民生用電力消費量が増加したことが伺われる。

¹¹ ボスニア・ヘルツェゴビナ連邦電力公社はカカニ発電所の NO_x、ダストの排出量について継続的

カカニ火力発電所はカカニ（人口約 5 万人）に、ツヅラ火力発電所はツヅラ（人口約 13 万人）およびルカバチ（人口約 7 万人）の都市地域暖房に熱蒸気を供給している。これら 3 都市への発電所からの熱供給量は 2000～2005 年の期間に約 33%増加しており、薪による暖房からの転換が促進されたことにより、本事業がなかった場合と比べると本事業の実施が森林伐採の抑制に結びついたと考えられる。

なお、事業実施に際し、適切な環境関連手続きが行われ、必要な許認可が取得されていた。また、修復事業のため新たな用地取得や住民移転は発生しなかった。

2.5 持続性（レーティング：b）

2.5.1 実施機関

2.5.1.1 運営・維持管理の体制

ボスニア・ヘルツェゴビナは欧州電力市場に参入する条件整備の一環として、電力部門の構造改革について行動計画を定め、独立した規制組織の設置（実施済み）、送電部門の分離（実施済み）、発電部門と配電部門の分離（共和国では実施済み、連邦は準備中）などが順次実施されている。

ボスニア・ヘルツェゴビナ連邦では、発電所は電力公社の一部門であるが、炭鉱はそれぞれ独立した国営企業である。これらの炭鉱は以下のように、余剰人員、恒常的な赤字、設備投資不足などの問題を抱えている。

- ・ 各炭鉱の労働者の 2-3 割は障害者（炭鉱労働あるいは紛争等により負傷したもの）であり、生産活動への貢献がほとんどないのに満額の給与を支給され、生産コストの増大をもたらしている。
- ・ 現状では発電所への石炭販売価格は政府が統制し、生産コストを下回る水準に据え置かれ、恒常的な赤字をもたらしている。また、生産額が紛争前の 6 割程度に止まり、膨大な固定費用が生産単価増大に繋がっている。
- ・ ほとんどの炭鉱は恒常的な赤字で設備投資が適時に行えず、生産効率が低下している。

このような課題を解決し発電所が必要とする石炭を安定して供給できるように、連邦政府は 8 つの炭鉱と電力公社（発電部門）を経営統合する方針を定めた。国営企業に関する法改正が行われ、2008 年末までに電力公社が支配会社、各炭鉱が従属会社となって経営の統合が実現する予定である。

スルプスカ共和国では炭鉱は電力公社の一部門であり、各発電所と一体となって運営さ

なモニタリングを行っている。そのデータによると、NO_x の環境基準 900 mg/N m³ に対し 664 - 879 mg/N m³ を実現、ダストは環境基準 150 mg/N m³ に対し最大 111 mg/N m³ を実現。CO₂、SO_x はボイラーの熱効率向上により発電量あたり排出量が削減した。

れている。いずれも 100%国が出資する国営企業である。スルプスカ共和国の炭鉱も余剰労働者の問題を抱えているが、電力公社の一部門であることにより、ボスニア・ヘルツェゴビナ連邦の炭鉱で見られた恒常的な赤字、設備投資不足等の問題は顕在化していない。

2.5.1.2 運営・維持管理における技術

カカニ火力発電所は 2008 年 8 月に品質管理と環境管理について ISO を取得した。修復後の発電機の運用パフォーマンスは優れており、技術力は十分と考えられる。

ボスニア・ヘルツェゴビナの石炭産業は 100 年以上の歴史を誇り、各炭鉱には経験豊富で能力の高い技術者が配置され、全般に技術水準は十分高いと考えられる¹²。

2.5.1.3 運営・維持管理における財務

(1) 電力公社の財務状況

ボスニア・ヘルツェゴビナ連邦電力公社は 2005 年に黒字に転じている。カカニ発電所では年間売上額の 4%程度が維持管理予算に充てられるが、発電所はこの額は必ずしも十分でないと考えている。また、今後炭鉱との経営統合により黒字が圧縮されることも十分考えられ、注意が必要である。

スルプスカ共和国電力公社の収支は 2001 年以降大幅に改善され 2004～2006 年は黒字またはほぼ収支均衡であったが、2007 年に再び約 2000 万 KM (約 16 億円) の損失を計上した。売電収入が前年に比べやや減少したこと、人件費が増加したことが直接の原因である。ただし、同年の売電収入約 4 億 KM (約 320 億円) に比べるとこの赤字はそれほど大きくない。また負債比率 (Debt Equity Ratio) は約 6% と低いことから長期的な財務の安全性は高いと考えられる。

表 5 電力公社の収支 (百万 KM)

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
ボスニア・ヘルツェゴビナ連邦	-77.8	-74.8	-145.2	-55.3	2.7	5.4	11.5
スルプスカ共和国 (注)	-141.2	-108.2	-27.5	3.3	3.4	-0.2	-20.1

(注：共和国の電力公社は炭鉱部門を含む) (出典：各電力公社)

(2) 炭鉱部門の財務状況

ボスニア・ヘルツェゴビナ連邦の炭鉱はバノビチ炭鉱を除き赤字経営であり、税の減免などの措置により政府から補助を受けている。このため、バノビチ炭鉱以外の炭鉱は維持管

¹² 2007 年にはボスニア・ヘルツェゴビナの炭鉱全体で学位取得者は 866 名に達し (大卒 811 名、修士号 46 名、博士号 9 名)、各炭鉱の全炭鉱労働者の 4～8% が学位取得者である。なお、本事業を支援した本邦コンサルタントは、ボスニア・ヘルツェゴビナの炭鉱技術者の能力は十分高いと判断している。

理予算の制約が深刻である。ボスニア・ヘルツェゴビナ連邦の炭鉱が赤字となる主要因は、①発電所への石炭販売価格が政策的に抑制されていること、②生産量が少ないため固定費用が嵩むこと、③障害者など生産性の低い人材を多量に抱えていることの3点であると考えられる。

他方、スルプスカ共和国の炭鉱は電力公社の一部門であり、維持管理予算は特に制約となっていない。



修理中のドリル（カカニ炭鉱）



修理中のダンプ（ウグリエビツク炭鉱）

2.5.2 運営・維持管理状況

カカニ発電所の施設は雑然とした部分もあるが運用実績は良好で、設備は概ね適切に維持管理されていると考えられる。各炭鉱には維持管理部門があり、設備の維持管理・修理を行っている。修理工場の設備の水準は炭鉱により異なるが、基本的な整備点検、修理を行う設備と技術は備えていると見られる。発電所、炭鉱いずれにおいても日常的な維持管理と修理は直営で行い、オーバーホールや修復作業は外部委託する。

発電所と炭鉱のいずれにおいても、スペアパーツの調達に長期間を要することが迅速な修理の妨げとなっている。2003年に調達制度が厳格化され、さらに難しくなった。これに対処するため、ボスニア・ヘルツェゴビナ連邦の電力公社では内部手続の簡素化が検討されている。

以上を総合すると、本事業は余剰人員、恒常的な赤字、設備投資不足などの問題を抱えるボスニア・ヘルツェゴビナ連邦の炭鉱部門の改革が今後の課題であり、事業の持続性には懸念が残されている。従って、持続性は中程度と評価される。

3. 結論及び教訓・提言

3.1 結論

本事業はボスニア・ヘルツェゴビナで重要な電力分野における妥当性の高い投資事業で

あり、カカニ火力発電所の2つの発電ユニットと国内6ヶ所の炭鉱において、紛争後これまでに行われた設備投資額の2割近くを提供した。事業の実施が遅れたため緊急投資として計画されていた事業内容の多くが入れ替わったが、実現した設備はカカニ炭鉱の鉄道を除いて十分に運用されており、火力発電所が必要とする石炭の確保およびカカニ火力発電所の発電電力量の大幅な増加に貢献している。

ボスニア・ヘルツェゴビナでは紛争後も電力供給が確保され、電力不足は起きていない。本事業の寄与は限定的であるものの、電力供給を通じて紛争後の民生向上、産業復興に間接的に貢献している。

設備の運営維持管理については、実施機関の技術水準は全般に高い。ただ、ボスニア・ヘルツェゴビナ連邦の炭鉱は恒常的に損失を出しており、設備の維持管理と更新の財源に懸念がある。同連邦は電力会社との経営統合によりこの問題の解決を図っており、その動向に注意を払う必要がある。

以上を総合し、本事業の評価は高いといえる。

3.2 教訓

施設に対する部分的投資は、その施設を適切に運用できるようにするため、残りの部分の実現が確実であることを確認した上で実施する必要がある。本事業ではカカニ炭鉱から発電所への石炭運搬のための鉄道施設のうち駅舎・橋梁・軌道が事業に含まれたが、石炭積み込み施設、機関車・貨車が調達されなかったため、完成後も運用されていない。

3.3 提言

- ・ カカニ炭鉱は早期に石炭積込施設および機関車・貨車を調達し、鉄道による石炭運搬を開始する必要がある。
- ・ 連邦政府は早期に炭鉱と発電所の統合等により石炭生産の効率化を図り、炭鉱設備への必要な投資を継続できる体制を整える必要がある。

主要計画／実績比較

項 目	計 画	実 績
①アウトプット	①カカニ火力発電所リハビリ ・ ユニット5, 6の監視制御装置リハビリ、 スペアパーツ供給 ・ 冷却水装置、ポンプ、パイプ等の水処理施設リハビリ ・ ユニット6のエアヒーター、ボイラーパイプのリハビリ ・ ボイラー、タービン等のスペアパーツ供給 ②カカニ・ブレザ炭鉱リハビリ ・ 石炭運搬用鉄道整備（鉄橋、軌道） ・ 掘削機、炭鉱運搬用車両等のスペアパーツ供給 ・ ベルトコンベヤーのリハビリ ③クレカ・バノビチ炭鉱リハビリ ・ 掘削機、炭鉱運搬用車両等のスペアパーツ供給 ・ ベルトコンベヤーのリハビリ ・ ブルドーザー、ダンプトラックの供給 ・ 排水ポンプの供給 ④ガツコ・ウガレビック炭鉱リハビリ ・ 掘削機、ブルドーザー、炭鉱運搬用車両等のスペアパーツ供給 ・ ダンプトラック、ポンプの供給 ⑤コンサルティング・サービス ・ 事業内容確認、詳細設計、入札補助 ・ 施工監理、技術指導 ・ 環境関連の操業指導 ・ 連絡調整、報告書作成補助	①カカニ火力発電所リハビリ （当初計画の大部分は他資金で実施） ・ ユニット5の監視制御装置リハビリ ・ ユニット7のボイラー修復 ②カカニ・ブレザ炭鉱リハビリ ・ 概ね計画通り（一部他資金、入替え等あり） ③クレカ・バノビチ炭鉱リハビリ 当初スコープは緊急のため他資金で実施。スコープは全て入れ替わった。 ・ ブルドーザー、掘削機の供給 ・ ベルトコンベヤー、重機のスペアパーツ ④ガツコ・ウガレビック炭鉱リハビリ （当初計画は他資金で実施） ・ ブルドーザー、掘削機、ダンプなどの供給 ⑤コンサルティング・サービス 概ね計画通り
②期間	1998年10月 ～2001年7月（33ヶ月間）	2001年6月 ～2006年9月（63ヶ月間）
③事業費 外貨 内貨 合計 うち円借款分 換算レート	4,110百万円 53百万円 4,163百万円 4,163百万円 1ドル＝126.05円 （1998年3月現在）	4,098百万円 0百万円 4,098百万円 4,098百万円 （各支払い時の為替レートに基づく）