

0. 要旨

「ウグレヴィック火力発電所排煙脱硫装置建設事業」（以下、「本事業」という）は、ボスニア・ヘルツェゴビナのウグレヴィック火力発電所に排煙脱硫装置を建設することにより大気汚染物質（二酸化硫黄及びダスト）の削減を図り、もって同国の環境改善、及び、将来のEU加盟に向けたEU環境基準の達成に寄与することを目的に実施された¹。

本事業は計画時、事後評価時ともにボスニア・ヘルツェゴビナの開発計画、開発ニーズ、及び、計画時の日本の開発協力方針と整合する。本事業の成果に結びつく他JICA事業や他ドナー事業との調整・連携はなかった。以上から、本事業の妥当性・整合性は高い。概ね計画通りのアウトプットが実現し、事業費は計画内に収まったが、事業期間が計画を大幅に上回ったことから本事業の効率性はやや低い。本事業が建設した排煙脱硫装置は高い脱硫性能を発揮しているものの、稼働時間が少なく、大気汚染物質の削減を図るという目標の達成度は高くない。発電所周辺の大気質には改善傾向が見られ、それに本事業が貢献した可能性があるものの、連続稼働運転に到っていない現状においては、本事業による2023年の二酸化硫黄削減量は全国排出量の3%程度に過ぎず、環境改善への貢献は大きくない。本事業はボスニア・ヘルツェゴビナのEU加盟のための条件整備の一部である。以上から、本事業の有効性・インパクトはやや低い。本事業の持続性について政策制度面、組織・体制面、技術面、環境社会配慮、リスクへの対応、運営・維持管理状況について特に課題はない。ウグレヴィック火力発電所とウグレヴィック炭鉱を一体的に運営する企業体であるウグレヴィック炭鉱・火力発電所（以下、「ウグレヴィック運営企業体」と呼ぶ）、及び、その親会社であるスルブスカ共和国電力公社（以下、「ERS」という）の今後の財務状況には注意する必要があるが²、財務面に差し迫った制約はない。よって、本事業の持続性は高い。

以上より、本事業は一部課題があると評価される。

¹ ボスニア・ヘルツェゴビナは、旧ユーゴスラビア連邦人民共和国が解体する過程で、独立を巡ってボスニアック人、クロアチア人、セルビア人の民族間武力闘争へと発展し、1992年4月から紛争状態に突入した。その後、国際社会による介入の結果、1995年12月の Dayton 合意によって紛争は漸く終了したが、同国には「ボスニア・ヘルツェゴビナ連邦」（主にボスニアック人及びクロアチア人から構成）並びに「スルブスカ共和国」（主にセルビア人から構成）という高度に分権化された二つの主体（エンティティ）が内部に存在することになり、両エンティティの調整機能は中央政府が有するという特異な国家形態をとることとなった。

² ERS はウグレヴィックとガツコの2つの炭鉱・火力発電所、3つの水力発電所、及び5つの配電会社を傘下に置く。

1. 事業の概要



事業位置図

(外務省 HP 地図を用いて評価者作成)



排煙脱硫装置³

1.1 事業の背景

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（主にボスニアック人及びクロアチア人から構成）並びにスルプスカ共和国（主にセルビア人から構成）という高度に分権化された二つの主体（エンティティ）を中央政府が調整するという特異な国家形態をとっている。同国は2003年以来、EU加盟を最大の外交目標とし、中央集権化・統一国家形成を進めてきた。

同国の電力セクターでは、ボスニア・ヘルツェゴビナ電力公社及びクロアチア共同体電力公社がボスニア・ヘルツェゴビナ連邦で発電及び配電事業を行い、ERSがスルプスカ共和国で発電及び配電事業を行っている。この他、国土全域に電力供給を行う送電会社が1社存在する。送電網は連結されているが、電力公社の経営は別々に行われている。通常期の送電は国内、配電は各電力公社内で完結しているが、必要に応じて電力公社間及び周辺国との間で電力売買を行っている。

同国には4カ所の大型の石炭火力発電所と複数の水力発電所があり、電源構成比はほぼ半分ずつである。各火力発電所には炭鉱が隣接しており、石炭採掘と発電事業は一体化している。

ボスニア・ヘルツェゴビナ北部、スルプスカ共和国にあるウグレヴィツク火力発電所は設備容量300MWで、1985年5月に運転が開始された。2007年時点で同発電所はスルプスカ共和国内の発電設備容量の約23%（ボスニア・ヘルツェゴビナ全体の発電設備容量の約8%）を占め、電力安定供給に不可欠な発電所であった。しかし、施設の老朽化や燃料となる石炭の性質上、4つの火力発電所の中で二酸化硫黄（以下、「SO₂」という）排出量が最も多いため、周辺地域に対する大気汚染による深刻な健康被害が

³ 本報告書の写真は、特に記載のない限り、全て外部評価者が現地調査時に撮影した。

懸念されていた⁴。SO₂排出量削減対策の一つとして硫黄分の少ない燃料源への転換が挙げられるが、石炭採掘と発電事業の一体化による経済性メリットに鑑みれば、輸送コストをかけて遠方から石炭を調達するよりも既存施設に排煙脱硫装置を建設した方がより低コストで現実的な解決策であった。

以上を背景に、2009年10月に、ウグレヴィック火力発電所に排煙脱硫装置を建設する本事業の借款契約が調印された。

1.2 事業概要

本事業は、ボスニア・ヘルツェゴビナのウグレヴィック火力発電所に排煙脱硫装置を建設することにより大気汚染物質（SO₂及びダスト）の削減を図り、もって同国の環境改善、及び、将来のEU加盟に向けたEU環境基準の達成に寄与する。

円借款承諾額/実行額	12,633 百万円 / 12,625 百万円
交換公文締結/ 借款契約調印	2009 年 10 月 / 2009 年 10 月
借款契約条件	金利 : 0.55% (本体)、0.01% (コンサルティングサービス) 返済 : 30 年 (うち据え置き : 10 年) 調達条件 : 一般アンタイト
借入人/実施機関	ボスニア・ヘルツェゴビナ / スルプスカ共和国電力公社 (ERS)
事業完成	2020 年 10 月
事業対象地域	スルプスカ共和国ウグレヴィック火力発電所
本体契約 (10 億円以上)	MITSUBISHI HITACHI POWERSYSTEMS (ドイツ) / 三菱日立パワーシステムズ (日本) / RUDIS D.O.O. TRBOVLJE (スロベニア)
コンサルタント契約	HAMON ENVIROSERV GMBH (ドイツ)
関連調査	「西バルカン地域主要火力発電所排煙脱硫装置建設計画に係る F/S 調査」(JETRO 地球環境・プラント活性化事業等調査、2006 年 3 月)、「ウグレヴィック火力発電所排煙脱硫装置建設事業」にかかる F/S 補強調査(国際協力銀行、東電設計、2008 年 8 月)
関連事業	なし

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

藪田 元 (株式会社グローバル・グループ 21 ジャパン)

⁴ ヨーロッパの非営利団体である The Health and Environment Alliance (HEAL) の報告書によると、2016 年当時、ウグレヴィック火力発電所が大気中に排出する SO₂ はボスニア・ヘルツェゴビナの全 SO₂ 排出量の半分近くを占め、その 1 年間に早期死亡 635 件、気管支炎の新規症例 1,689 件、入院 494 件、労働損失日数 192,236 日分の健康被害を引き起こしたと推計される。"Chronic Coal Pollution – EU Action on the Western Balkans Will Improve Health and Economics Across Europe" (HEAL、2019)

2.2 調査期間

今回の事後評価にあたっては、以下のとおり調査を実施した。

調査期間：2024年9月～2026年2月

現地調査：2024年11月18日～28日、2025年4月21日～26日

3. 評価結果（レーティング：C⁵）

3.1 妥当性・整合性（レーティング：③⁶）

3.1.1 妥当性（レーティング：③）

3.1.1.1 開発政策との整合性

ボスニア・ヘルツェゴビナでは『貧困削減戦略文書』に該当する『中期開発戦略』が2004年3月に策定され、「持続的で均衡の取れた経済発展のための条件整備」、「貧困削減」、「EU加盟の加速」が三大開発目標として掲げられた。

EU加盟を目指す西バルカン諸国では、EUが示す成長計画に沿った改革と開発が期待されてきた。ボスニア・ヘルツェゴビナは経済改革、制度改革と法の支配、持続可能性の推進、デジタルトランスフォーメーション、人的資源と社会福祉などの分野で改革を進めようとしてきた。電力分野では、再生可能エネルギーの利用拡大、環境に配慮したエネルギー政策及びインフラ整備が求められてきた。

ボスニア・ヘルツェゴビナは、EU加盟を目指す他の西バルカン諸国とともに、2006年にエネルギー共同体条約に加盟した⁷。この条約の下、加盟国はEUの環境政策を順守し、エネルギーセクターの汚染を削減することが求められる。ボスニア・ヘルツェゴビナは2015年に「国家排出削減計画（NERP：National Emission Reduction Plan）」を策定し、EUの排出基準達成に向けて、火力発電所からのSO₂、NO_x、ダストなどの汚染物質の削減に努めている。

計画時、本事業があるスルプスカ共和国は電力セクターの長期戦略である『スルプスカ共和国エネルギー開発戦略2007～2020』、及び、3カ年の短期戦略である『スルプスカ共和国エネルギー開発戦略2007～2009』を策定し、両戦略において火力発電所の環境保全への取り組み強化を規定した。事後評価時、同国承認した2035年までの新しいエネルギーセクター開発戦略は、再生可能エネルギーの活用促進、エネルギー供給の安全性向上、エネルギー効率の改善、大気汚染物質の排出量削減等を重点分野としている。

以上から、本事業は計画時、事後評価時のボスニア・ヘルツェゴビナの開発政策と整合している。

⁵ A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

⁶ ④：「非常に高い」、③：「高い」、②：「やや低い」、①：「低い」

⁷ この条約はEUと南東ヨーロッパ諸国がエネルギー市場の統合を目指して締結したもので、エネルギー分野における規制の調和、持続可能なエネルギー政策の促進、そしてエネルギー供給の安全性を強化することを目的とする。

3.1.1.2 開発ニーズとの整合性

「1.1 事業の背景」で述べたように、計画時、ウグレヴィツク火力発電所からの SO₂ 排出は深刻な健康被害をもたらすと考えられ、ボスニア・ヘルツェゴビナの重要な外交目標である EU 加盟に向けて、排煙脱硫装置の建設により汚染物質を削減することは喫緊の課題であった。また、ボスニア・ヘルツェゴビナの「国家排出削減計画」では、スルプスカ共和国の既存火力発電所は排煙脱硫装置がなければ 2028 年以降、発電を継続することができない⁸。さらに、スルプスカ共和国の環境法上、既存の火力発電所は環境保護対策を目的とした環境許認可を取得・更新する義務があり、そのためには排煙脱硫装置の建設が不可欠であった。この状況は事後評価時にも変わっていない。

以上から、本事業は計画時、事後評価時のボスニア・ヘルツェゴビナの開発ニーズと整合している。

3.1.1.3 事業計画やアプローチ等の適切さ

「3.3.1 有効性」で述べるように、本事業の排煙脱硫装置は計画どおりの高性能を発揮しているものの、気象条件の変化や国際紛争等の影響もあり、主に経済的な理由により十分に利用されず、有効性・インパクトの評価が低下した。

JETRO が実施した F/S 調査（2006 年）は投資額を分析したものの、運用コストは試算されず、内部収益率も計算されなかった。これを受けて国際協力銀行が実施した F/S 補強調査（2008 年）でも事業費積算以外の財務面の分析は行われなかった。計画時、以上を踏まえて JICA は「本事業を含む投資・維持管理費用を売電収入でまかなうための電力料金改定が今後行われる予定であり、財務面についての特段の問題はない」と判断した。しかし、その際、スルプスカ共和国で周辺国に比べて電力料金が低く抑えられてきた事実やその背景、及び、排煙脱硫装置の稼働には大きな機会費用（収益性の高い電力輸出の減少）があることなどを踏まえた ERS の財務への影響は考慮されなかった。また、排煙脱硫装置の利用を促進するための十分な方策、例えば、装置稼働のインセンティブが働くような料金制度の検討、その構築についてのスルプスカ共和国政府の合意取り付け、副産物である石膏の活用計画などは検討されなかった。

このように、計画時、排煙脱硫装置稼働コストやその ERS 財務への影響、及び、事業効果確保に向けての対応策の十分な分析が行われたとは言えない。ただし、本事業の必要性は明白であり、これが本事業の妥当性を損なったとまでは言えない。

⁸ スルプスカ共和国のもう一つの火力発電所（ガツコ火力発電所）は燃料炭の硫黄分が少なく SO₂ 排出濃度が低いため、国家排出削減計画では、排煙脱硫装置なしで 2028 年まで発電を継続することが認められている。

3.1.2 整合性（レーティング：②）

3.1.2.1 日本の開発協力方針との整合性

2004年4月に東京で日本政府がEUと共催した「西バルカン平和定着・経済発展閣僚会合」において、日本は、ボスニア・ヘルツェゴビナを含む西バルカン地域で取り組むべき課題として平和定着、経済発展、域内協力の3本柱を提唱した。これを踏まえ、計画時（2009年）の日本の対ボスニア・ヘルツェゴビナ援助の重点分野として、平和定着支援、市場経済化支援、環境保全の3つの分野が挙げられた。また、環境分野はODA大綱の重点課題である「地球的規模の問題への取組」に該当し、JICAの援助重点分野にも規定されていた。

よって、本事業は計画時の日本の開発協力方針と整合している。

3.1.2.2 内的整合性

計画時、本事業と他JICA事業との具体的な連携は想定されていなかった。JICAが実施する電力エネルギー分野の課題別研修（2000年以降）にボスニア・ヘルツェゴビナからの参加者は25名で、うち2名がスルプスカ共和国からの参加者であった。そのうち、2021年に参加した1名はウグレヴィツク火力発電所の排煙脱硫装置部門の責任者であり、研修で得られた知識と経験があらゆる面で排煙脱硫装置の運用・維持管理に役立っているとの報告があった。

3.1.2.3 外的整合性

その他のドナー事業との計画された、あるいは計画されていなかった連携や相乗効果は見られない。

このように、本事業は計画時、事後評価時ともにボスニア・ヘルツェゴビナの開発計画、開発ニーズ、及び、計画時の日本の開発協力方針と整合する。本事業の成果に結びつく他JICA事業や他ドナー事業との調整・連携はなかった。

以上より、妥当性・整合性は高い。



写真1 ウグレヴィツク火力発電所

3.2 効率性（レーティング：②）

3.2.1 アウトプット

本事業がウグレヴィック火力発電所に建設した排煙脱硫装置は、排ガス中の SO₂ を除去する設備である。冷却部で排ガスを適温に調整し、吸収塔で SO₂ を吸収液（本事業では石灰石スラリー）と反応させ⁹、硫酸カルシウム（石膏）に変換する。除霧装置によりミストを除去し、SO₂ が除去された排煙を大気中に放出する。この過程で排ガス中のダストも一部、除去される。

本事業のアウトプットは表 1 の通り、概ね計画通り実現した。石膏を排煙脱硫装置から離れた最終処分場（既存の石炭灰・スラグ処分場の一部）まで運搬するため、全長約 2.7km のベルトコンベヤーがアウトプットに追加され、円借款を活用して建設された。このコンベヤーは石膏だけでなく発電所から排出される灰・スラグの運搬にも使用され、運搬効率を向上させるとともに、トラック輸送に伴う粉塵、騒音、振動などの環境負荷の軽減が期待され、計画時には、トラック輸送の代替案とされていた。

詳細設計及び工事実施段階で、発電所の既存施設で排煙脱硫装置建設に関連する追加的な修復・改善作業の必要性が明らかとなり、事業範囲に追加された。その他、吸収剤（石灰石）の特性に応じた設計変更、高濃度の SO₂ を扱うための設計変更が行われた。これらはいずれも審査時計画の範囲内の変更と見なすことができる。

表 1 アウトプットの計画と実績

計画	実績
排煙脱硫装置（湿式石灰石膏法） <ul style="list-style-type: none"> ・ 脱硫通風機 ・ 冷却部 ・ 吸収塔 ・ 除霧装置 	計画通り
関連設備 <ul style="list-style-type: none"> ・ 石灰石供給設備（サイロ、ミル、石灰石スラリー用水設備） ・ 石膏脱水設備 ・ 電源設備（動力変圧器、開閉器、ケーブル等） ・ 計装設備（排煙脱硫装置自動制御装置、運転監視パネル等） 	石膏運搬設備を追加
コンサルティングサービス <p style="margin-left: 20px;">詳細設計、入札補助、施工監理、排煙脱硫装置運営・維持 管理手法の技術移転、環境社会配慮モニタリング支援等</p>	計画通り

出典：JICA 提供資料、実施機関提供資料

注：各装置・設備の交換部品も併せて調達された。

⁹ スラリーとは固体と液体が混合した懸濁液のこと。

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業費

本事業の事業費は 15,900 百万円、うち円借款額は 12,633 百万円の計画であった。表 2 のとおり、事業費の実績は 15,362 百万円（計画比 96.6%）、円借款額の実績は 12,625 百万円（計画比 100%）であり、いずれも計画内に収まった。

表 2 事業費の計画と実績

（単位：百万円）

項目	計画			実績			
	JICA	BiH	合計	JICA	BiH	合計	計画比
土木工事	9,375	327	9,702	11,492	0	11,492	118.4%
コンサルティングサービス	758	0	758	867	0	867	114.4%
プライスエスカレーション	1,047	104	1,151	0	0	0	-
予備費	1,042	43	1,085	0	0	0	-
建中金利	311	0	311	158	0	158	50.8%
コミットメントチャージ	100	0	100	109	0	109	109.0%
税金	0	2,158	2,158	0	2,101*	2,101*	97.4%
管理費	0	635	635	0	635**	635**	100.0%
土地取得費	0	0	0	0	0	0	-
合計	12,633	3267	15,900	12,626	2,736	15,362	96.6%

出典：JICA 提供資料、実施機関提供資料

注： BiH はボスニア・ヘルツェゴビナの略語

一部推定値を含む（*付加価値税率 17%として推定、**計画と同じとして推定）

3.2.2.2 事業期間

本事業は 2009 年 10 月の借款契約署名から排煙脱硫装置が稼働開始する 2015 年 2 月までの 65 カ月間で完成する予定であった。実際は排煙脱硫装置の稼働開始は 2020 年 10 月となり、事業期間は 126 カ月間、計画比 194%であった。コロナ禍による期間延長（約 5.6 カ月間）を除く事業期間は約 120.4 カ月（計画比 185%）と、計画を大幅に上回った。なお、土木工事契約では当初 1 年間と想定された瑕疵担保期間を 2 年間（一部設備については 5 年間）とした。

表 3 事業期間の計画と実績

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
借款契約	-	=												
コンサルタント調達		----												
コンサルタント実施			=====											
土木工事調達			-----											
土木工事実施				-----										
保証期間							-----							=====

出典：JICA 資料により評価者作成

注： ---- 計画 ===実績

ウグレヴィック運営企業体及び ERS によると、事業期間は主に以下の理由により増大した。

- ・ 借入契約発効の遅れ：議会の承認に時間を要したため、ボスニア・ヘルツェゴビナ政府による借入契約発効が遅れた。
- ・ コンサルタント調達の遅れ：コンサルタントの契約までに計画の倍以上の期間を要した。本事業は西バルカン地域で初めての排煙脱硫装置であるとともに、極めて高い脱硫効率が求められ、技術的難度が高かった。このため、コンサルタントの業務範囲には計画時に認識されていなかった多数の作業を含める必要があり、調達の準備、応札者の評価・検討に時間を要した。
- ・ 追加調査の実施：本事業の技術的難度の高さと複雑さ、及び、投資額の大きさから、脱硫技術の選択のために、コンサルタントによる追加的な情報収集・分析が行われた。計画時の想定以上に詳細な情報収集・分析が必要とされ、作業量が大幅に増加したため、この調査に長期間を要した。
- ・ 土木工事調達の遅れ：ERS には排煙脱硫装置建設の経験、円借入事業の経験がなかったため、複雑な排煙脱硫装置建設契約について、起こり得るあらゆる事態を想定した詳細が徹底的に議論された。さらに、JICA の標準的な入札書類のひな型を調整する必要もあり、調達準備に計画以上の時間を要した。入札者からの質問や要望の処理にも時間を要した。
- ・ 建設許可取得の遅れ：工事契約の後、施工業者が必要な技術文書を準備して、数段階の審査を経て空間計画・建設・環境省の建設許可を得て工事に着手するまでに、約半年間を要した。
- ・ 工期の増大：契約時の工期は約 28 カ月であったが、以下の理由により約 14 カ月（431 日）延長された。
 - 既存建屋の撤去に時間を要したことによる建設サイトの引き渡し遅れ（54 日間）
 - 既存施設の移設工事による遅れ（60 日間）
 - 火力発電所のオーバーホール時期変更による一部工事の遅れ（148 日間）
 - 新型コロナによる運転開始の延期（169 日間）

3.2.3 内部収益率（参考数値）

排煙脱硫装置は財務的な収益を生まないこと、大気汚染緩和による医療費削減等の経済的便益の算出が難しいことから、計画時、内部収益率（FIRR、EIRR）は算出されなかった。本事後評価においても内部収益率は算出しなかった。

以上から効率性についてまとめると、本事業では概ね計画通りのアウトプットが実現し、事業費は計画内であったが、事業期間は計画を大幅に上回った。以上より、効率性はやや低い。

3.3 有効性・インパクト¹⁰（レーティング：②）

3.3.1 有効性

3.3.1.1 定量的効果（運用・効果指標）

本事業の目的は「大気汚染物質（SO₂及びダスト）の削減を図る」ことであり、計画時、その指標としてSO₂排出濃度、脱硫効率、ダスト排出濃度が設定されていた。これらは排煙脱硫装置の性能を図る指標であるが、実際に大気汚染物質が削減されるためには排煙脱硫装置を稼働（運転）する必要がある。よって事後評価では排煙脱硫装置稼働時間、SO₂排出削減量を追加的な指標として情報を収集した。これらの指標及びその他の参考指標の実績を表4に示す。

表4 運用・効果指標の実績

		2021	2022	2023	2024 1-10月	平均 (合計)
① SO ₂ 排出濃度 (mg/m ³ N)	指標	96	152	189	193	163
② 脱硫効率 (%)	指標	99.3	99.0	98.7	99.1	99.0
③ ダスト排出濃度 (mg/m ³ N)	指標	1.8	4.4	3.4	6.3	3.1
④ 発電時間 (時間)	参考情報	6,958	6,780	7,079	4,654	(25,471)
⑤ 排煙脱硫装置稼働時間 (時間)	追加指標	271	573	495	760	(2,099)
⑥ 排煙脱硫装置稼働時間/発電時間 (%)	参考情報	3.9	8.5	7.0	16.3	8.2
⑦ SO ₂ 排出削減量 (トン)	追加指標	2,635	6,975	6,265	11,545	(27,420)
⑧ 環境へのSO ₂ 排出量 (トン)	参考情報	86,774	85,526	97,189	74,557	(333,413)

出典：①～⑥はERS提供資料より評価者が算出

⑦⑧は上記資料と”Comply or Close, 2024 update”より評価者が算出

① SO₂排出濃度（指標）

脱硫前の排煙のSO₂濃度は、石炭中の硫黄濃度の変動に応じておよそ13,000～20,000 mg/m³Nの範囲で変動する。脱硫後の排出濃度は審査時の目標値400mg/m³Nを大きく下回り、欧州基準の200mg/m³Nを上回ることはほとんどない¹¹。ERSは、排煙のSO₂濃度の変動に応じてSO₂濃度を200mg/m³N以下に維持できるように排煙脱硫装置の運転条件を調節している。2021年1月～2024年10月の排煙脱硫装置稼働時の平均排出濃度は163 mg/m³Nであった。

¹⁰ 有効性の判断にインパクトも加味して、レーティングを行う。

¹¹ ウグレヴィック運営企業体の説明によると、スルプスカ共和国の排出基準は2028年まで400 mg/m³Nであるが、本事業ではEU基準に合わせて200 mg/m³Nを達成できる施設が建設された。

② 脱硫効率（指標）

各年の脱硫効率（排煙脱硫装置運転時）は 98.7～99.4%の範囲で、2021 年 1 月～2024 年 10 月の平均値は 99.0%と目標値 98.4%を上回る。よって、排煙脱硫装置は SO₂ 除去に関する非常に高い性能を計画通り実現している。

③ ダスト排出濃度（指標）

排煙脱硫装置では SO₂ とともにダストが除去される。ウグレヴィック火力発電所では本事業に先立ち自己資金により電気集塵機が設置されており、脱硫前の排煙中のダスト濃度はおよそ 100～300 mg/m³N の範囲で変動するが、脱硫後の排煙濃度は計画時の目標値 50mg/m³N を大きく下回り、1～6 mg/m³N の範囲にある¹²。よって、排煙脱硫装置はダスト除去に関する性能を計画通り実現している。

④ 発電時間（参考情報）

発電所は年間約 30～45 日間のメンテナンス、4～5 年に一度、3 カ月程度のオーバーホールを行うが、それ以外は連続して発電を行う。ウグレヴィック火力発電所では故障等による計画外停止時間も考慮し、通常は、年間約 6,000～7,000 時間の発電が計画される。2021～2022 年の平均発電時間は 6,939 時間/年であった。

⑤ 排煙脱硫装置稼働時間（追加指標）、⑥ 発電時間に占める排煙脱硫装置稼働時間の比率（参考情報）

排煙脱硫装置は、発電所が発電している間は常に稼働していることが理想であるが、計画時には具体的な目標値は明示されていなかった。2020 年 11 月の運転開始以来、排煙脱硫装置の稼働時間が発電時間に占める比率には増加傾向が見られるが、2024 年 1～10 月には 16.3%、全期間を平均すると 8.0%にとどまった。その後も稼働時間は限定されている¹³。なお、修理・点検などで完全に停止している時間を除き、稼働していない排煙脱硫装置は常にスタンバイ状態にあり、必要に応じて 1 時間以内に運転開始できる。

⑦ 排煙脱硫装置による SO₂ 排出削減量（追加指標）、⑧ 環境への SO₂ 排出量（参考情報）

稼働時間が少ないため、2023 年 10 月までの排煙脱硫装置による SO₂ 除去量（24,420 トン）は発電所からの総排出量（27,420+333,413 トン）の約 7%にとどまる。環境への年間 SO₂ 排出量は国家排出削減計画の許容水準（15,000 トン/年）

¹² 本事業の排煙脱硫装置は脱硫後のダストの濃度が 20mg/m³N 以下になるように設計されている。

¹³ 2024 年 12 月～2025 年 1 月は石炭供給の制約により発電所と排煙脱硫装置は運転停止していた。その後、2025 年 2 月に排煙脱硫装置の脱硫通風機の羽根に亀裂が見つかり、事故防止のために運転を停止した。同年 4 月から 6 月に実施された発電所のオーバーホール期間を活用して修理を実施できるように修理作業の調達が行われたが、応札者の提出書類に不備があったため、再公示となった。2025 年 6 月末現在の見通しでは、修理は同年 8 月末に完了する予定。

を大幅に超える¹⁴。

3.3.1.2 制約要因と対応

上述のとおり、排煙脱硫装置は計画通りの高い脱硫性能を発揮しているが、その稼働時間は発電時間の1割以下と少なく、ウグレヴィック火力発電所は国家排出削減計画の排出許容量を大幅に超えるSO₂を排出している。

ERS及びウグレヴィック運営企業体によると、排煙脱硫装置の稼働時間が短い主な理由は以下のとおりである。

- ・ 排煙脱硫装置の稼働には発電所の発電量の約5%に相当する電力が必要となるほか、硫黄分を吸着するための石灰石の調達など多額のコストが発生する。ウグレヴィック運営企業体で発電された電力はERSに定額で買い取られ、その価格には排煙脱硫装置稼働コストが反映されているものの、排煙脱硫装置が稼働しているかどうかにかかわらず、電力の買い取り価格に差はない。このため、排煙脱硫装置を稼働しなくてもウグレヴィック運営企業体に財務的な損失は生じず、逆に、稼働すればするほど収益が悪化する。すなわち、現行の仕組みには排煙脱硫装置の稼働を促す経済的インセンティブが組み込まれていない。
- ・ スルブスカ共和国は電力の約半分を水力に依存するが、近年の降水量の減少による水不足の影響で水力発電量が低下し、火力への依存度が高まっている。ウクライナ情勢を背景に欧州の電力市場が大きく混乱し、国際的な電力取引価格が急騰したことも、同国内で比較的安価に供給される火力への需要を一層押し上げた。このためERSは火力発電所の発電量を最大限に引き上げる必要に迫られたが、ウグレヴィック火力発電所に燃料を供給するウグレヴィック炭鉱では、近年、石炭の品質が低下し、発電量がおおよそ30%減少していた。このような状況の中、発電電力量の約5%を消費する排煙脱硫装置を継続的に稼働させることは、電力の輸出減少（または輸入増加）を招き、ERSの収益圧迫に直結するため難しかった¹⁵。

¹⁴ “Comply or Close 2024”による。

¹⁵ ボスニア・ヘルツェゴビナは発電電力の2~3割を国内で消費せず、近隣諸国に輸出している。ウグレヴィック火力発電所が発電した電力は、ウグレヴィック運営企業体を通じてERSが買い取り、配電会社への供給や輸出に利用されている。ウクライナ情勢の影響等により、欧州の電力取引価格は2022年に最大500ユーロ/MWhに達した後、落ち着きを見せ、2023年には約110ユーロ/MWhとなった。一方、ウグレヴィック運営企業体からERSへの売電価格は約65ユーロ/MWh（2024年）で、国際市場価格の半分強にとどまっている。このため、ウグレヴィック火力発電所の発電量が減少すると、収益性の高い電力輸出が減る、または輸入が増えることになり、ERSにとって大きな経済的損失につながる。なお、ボスニア・ヘルツェゴビナでは電力料金が非常に低く、2023年の一般家庭向け価格は0.08ユーロ/kWhと、EU平均の3割以下である。これは、政治的判断により料金の引き上げが見送られてきたためだとされている。

このように、気象条件・国際紛争などの外部要因が重なったことを背景に、国内外での電力価格の差、排煙脱硫装置稼働への経済的インセンティブの不在といった構造的な理由により排煙脱硫装置の活用が進んでいない¹⁶。これに対し、ERS 及びウグレヴィック運営企業体は排煙脱硫装置の連続稼働運転に向けた条件を整えるために、以下のような努力を行っている。

- ・ 石灰石の自給によるコスト削減：火力発電所に隣接する炭鉱地区には石灰石が埋蔵されている。排煙脱硫装置の運転開始以来、外部企業から割高な石灰石が調達されてきたが、これを利用すれば、その費用は半分以下に大きく圧縮される。ウグレヴィック運営企業体は、本事業計画時から炭鉱地区の石灰石の活用を検討してきた。これまでに、資源探査や評価、コンセッションの獲得を経て採石場事業計画が策定され、ERS による投資を待っている。
- ・ 石膏の商業利用による収益化：脱硫の副産物として、排煙脱硫装置が連続稼働運転した場合には年間約 30～35 万トンの石膏が生産される。計画時、石膏は炭鉱地区内の処分場で埋め立て処分されることが想定されていたが、セメントや建材の原料となる石膏には商業的な価値がある¹⁷。2022 年以来、ERS は 2 つのセメント工場に年間 8～9 万トン販売してきた。排煙脱硫装置が連続稼働運転した場合でも全ての石膏を活用するため、ウグレヴィック運営企業体は中国の建材企業と 2022 年 6 月に合弁企業を設立し、炭鉱地区に石膏ボード工場の建設を進めている。計画通りこの工場が 2026 年中に操業を開始すれば、その他の売買契約と合わせて、排煙脱硫装置が連続稼働運転した場合でも石膏の全てを活用することができ、その収益により石灰石購入費用の 6～7 割をカバーできる見通しである。
- ・ 石炭供給の改善：ウグレヴィック炭鉱では新たな鉱区で発熱量のより大きな石炭採掘が開始され、低発熱量による発電電力量の減少が改善される見込みである。ウグレヴィック運営企業体は十分な石炭備蓄を準備し、発電上の制約が生じないように備えている。
- ・ 発電効率の改善：ERS は増加する電力需要に対応するために再生可能エネルギーの開発に注力するとともに、重要な地下資源である石炭を長期的に活用するために、ウグレヴィックとガツコの両火力発電所の運転を 2050 年まで継続すべく、両発電所の近代化計画を策定している。ウグレヴィック火力発電所では

¹⁶ この他、運転開始の直後には、公共調達制度に基づく石灰石の調達に時間を要したことが排煙脱硫装置稼働の制約になっていた。

¹⁷ コンサルタントによると、本事業計画時、スルプスカ共和国には十分な石膏需要がなかったため埋め立て処分が想定されていたが、その後、民間のセメント工場ができたことにより石膏需要が生まれた。

2027年にタービンの交換を含む大規模なオーバーホールが計画されており、これによりNOx排出量が削減されるとともに、発電能力が約12%増加すると見込まれる。

以上のように、排煙脱硫装置は高い性能を維持しているものの、稼働時間が少なく、大気汚染物質の削減を図るという目標の達成度は高くない。他方、排煙脱硫装置を十分に活用するための条件が整い、その稼働時間が増加すれば、今後、本事業の目的達成度が高まると考えられる。

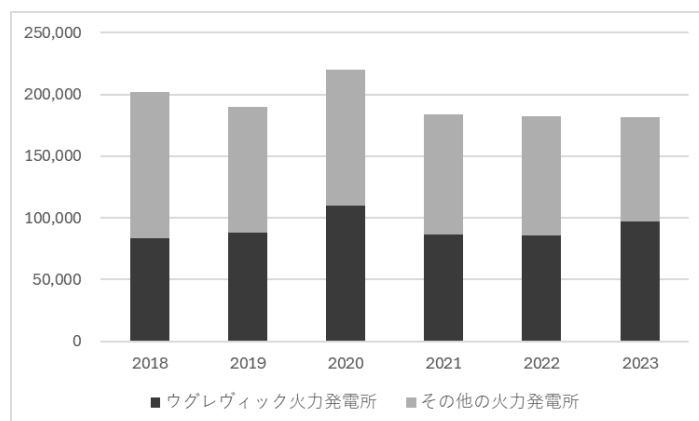
3.3.2 インパクト

3.3.2.1 インパクトの発現状況

本事業では、排煙脱硫装置による汚染物質削減による大気汚染の緩和、及び、将来のEU加盟に向けたEU環境基準の達成に寄与することが期待されていた。以下、本事業の大気汚染緩和及びEU加盟促進への貢献について分析する。

(1) 大気汚染緩和への貢献

ボスニア・ヘルツェゴビナのウグレヴィック火力発電所及びその他の発電所によるSO₂排出量の推移は図1の通りである。2020年以来、国全体の排出量は漸減しているが、2023年の全国排出量181,807トンは排出削減計画の許容量22,194トンの8倍以上に達し、その約半分がウグレヴィック火力発電所による排出であった。本事業がこれまで十分に連続稼働できなかつたため、本事業による削減量（2023年に約6,300トン：有効性指標⑦を参照）は全国排出量の3%程度に過ぎず、現時点でその貢献は必ずしも大きくない。



(出典：Comply or Close 2024、<https://www.complyorclose.org/>：2025年5月10日アクセス)

図1 ボスニア・ヘルツェゴビナの火力発電所からのSO₂排出量(トン)

ウグレヴィック火力発電所周辺の大気質について、スルプスカ共和国気象庁ウグレヴィック観測所の観測データに基づき、以下のように評価することができる。

- ・ SO₂濃度は2020年の60 µg/m³から、2021年の28 µg/m³、2023年の11 µg/m³に減少した。環境基準は50 µg/m³である。2016年には137 µg/m³を記録したこともある同観測所のSO₂濃度は大幅に低下しており、これに本事業が寄与した可能性がある。
- ・ ダスト濃度は2020年の43 µg/m³から、2021年の40 µg/m³、2023年の30 µg/m³に減少した。環境基準は40 µg/m³である。2017年には52 µg/m³を記録したこともある同観測所のダスト濃度は低下しており、これに本事業が寄与した可能性がある。

(2) EU加盟促進への貢献

西バルカン諸国がEU加盟を目指すためには、法の支配と司法改革、人権と少数派保護、経済改革と競争力の向上、外交と地域安定などについてEUの勧告に沿った改革を進める必要がある。各国は加盟申請後、加盟候補国の地位を得たうえで、各交渉分野でEU基準を国内法に取り入れ、条件が満たされると、EU理事会が加盟を承認し、正式な加盟となる¹⁸。

ボスニア・ヘルツェゴビナは2022年に候補国の地位を獲得した。その後、司法制度の改革、汚職対策、移民政策の改善などに一定の進捗があったことを受けて、2024年3月に欧州理事会が正式な加盟交渉の開始を承認した。今後の加盟実現には、国内の政治的安定とEU基準への更なる適合が求められている。

本事業は、国家排出削減計画の実施を通して環境と気候変動分野でボスニア・ヘルツェゴビナのEU加盟条件の一部を満たすことにより、同国のEU加盟促進に貢献している。ただし、同国のEU加盟には他にも多数の分野で条件を満たす必要がある。

3.3.2.2 その他、正負のインパクト

(1) 環境へのインパクト

本事業は、「環境社会配慮確認のための国際協力銀行ガイドライン」（2002年4月制定）に掲げる影響を及ぼしやすいセクター・特性及び影響を受けやすい地域に該当せず、環境への望ましくない影響は重大でないと判断されるため、カテゴリBに該当するとされた。

スルプスカ共和国の火力発電所は環境影響評価調査に基づき同国空間計画・建設・環境省の環境許認可を取得する必要がある。ウグレヴィック火力発電所は2009年8月

¹⁸ 交渉の対象には内部市場、法と基本的権利、公共政策と統治、環境と持続可能性、農業・漁業、外部関係、経済と雇用などの広範な分野が含まれる。

に、排煙脱硫装置は2021年11月に環境許認可を取得した。2024年8月には、同省の検査官による情報収集と現地視察、発電所側との協議を経て、2つの環境許認可を統合した環境許認可が承認された。

本事業の建設期間中、ウグレヴィック運営企業体はウグレヴィック火力発電所（本事業の建設サイトが含まれる）に与えられた環境許認可に伴う環境モニタリングを実施した。また、本事業のコンサルタントは環境専門家を配置して環境モニタリングを実施した。同企業体によると、本事業では建設工事で発生する粉塵、汚水、固形廃棄物による環境汚染を防止する措置が取られており、建設期間中、特に問題は発生しなかった。

統合された環境許認可文書によると、プラントの運転中に環境保護法に沿った基本的な環境保護対策が履行されている。また、大気質、排出物、ノイズ、排水水質、表流水・地下水の水質、土壌質、廃棄物についての定期的な環境モニタリングが行われ、騒音・水質・土壌・廃棄物について特に問題は指摘されていない。本事業及び大気汚染に関しては、以下のように述べられている。

- ・ ウグレヴィック火力発電所は、2018年から2027年までの期間にボスニア・ヘルツェゴビナの国家排出削減計画で規定されている大気汚染物質排出制限に準拠するプロセスにある。
- ・ 排煙脱硫装置の稼働中はSO₂とダストの排出量は大幅に削減され、大気質の改善と環境保護に明らかに寄与している。しかし、国家排出削減計画に沿ったSO₂排出量の全体的な削減に大きな影響を与えるのに必要な稼働レベルには達していない。
- ・ ウグレヴィック運営企業体はSO₂、NO_x、およびダストの排出削減に向けた段階的な取り組みを行っている。ウグレヴィック運営企業体は排煙脱硫装置を機能的な状態で維持する義務を負うとともに、排煙脱硫装置の連続稼働を確保するための措置が必要とされている。

ウグレヴィック運営企業体は排煙脱硫装置の連続的な稼働を求める強力な勧告を環境当局から受けている。同企業体の説明によると、排煙脱硫装置の稼働には主に経済的な制約があるが、コスト削減や収益改善に向けた具体的な取り組みを実施していることを説明し、協議した結果、当局から「理解」を得て環境許認可の承認を受けた。

(2) 住民移転・用地取得

本事業はウグレヴィック火力発電所の敷地内に建設され、住民移転や用地取得は発生しなかった。なお、ウグレヴィック運営企業体によると、排煙脱硫装置が汚染物質を削減することは広く知られており、周辺住民はその稼働を歓迎している。

(3) ジェンダー、公平な社会参加を阻害されている人々、社会的システムや規範・人々のウェルビーイング・人権
なし

(4) その他正負のインパクト

ボスニア・ヘルツェゴビナのもうひとつのエンティティであるボスニア・ヘルツェゴビナ連邦のカカニ火力発電所では 2024 年に排煙脱硫装置の建設が開始された。同連邦電力公社によると、これまでに同公社の技術者チームが何度も本事業を訪問して技術的な交流を行い、本事業の情報や経験が新たな排煙脱硫装置事業に活用された。

以上より、本事業の実施による効果の発現は計画と比して一定程度しか確認できず、有効性・インパクトはやや低い。

3.4 持続性（レーティング：③）

3.4.1 政策・制度

スルプスカ共和国は再生可能エネルギー利用の拡大を目指しているが、当面は火力発電にも依存せざるを得ない。EU 基準に合わせる中で同国の石炭火力発電所は排煙脱硫装置がなければ存続できないところ、本事業の重要性は高い。よって、政策・制度面で持続性の課題はない。

3.4.2 組織・体制

ウグレヴィツク火力発電所の運営・維持管理は、ERS の子会社であるウグレヴィツク運営企業体が行う。同企業体には、発電所に関連して発電部門、排煙脱硫部門、維持管理部門がある。排煙脱硫部門は本事業により新たに設置されたもので、2025 年 4 月現在、36 名の職員が 4 交代制で勤務している。同企業体によると、排煙脱硫部門の人員は排煙脱硫装置が連続稼働運転した場合でも十分である。

排煙脱硫装置の運転と日常の保守点検は排煙脱硫部門の職員が行うが、定期的な点検・補修や修理は、設備の種類別に複数の外部企業に委託している¹⁹。

ウグレヴィツク火力発電所には排煙脱硫部門とは別に維持管理部門がある。これは発電所のために設置されていたもので、主に発電所の維持管理を行っている。同部門では本事業後も増員はなく、排煙脱硫装置の維持管理に携わる余裕はあまりないものの、維持管理計画の立案を補助するほか、排煙脱硫部門の要請に応じて可能な範囲で一般的な設備の修理を行う。

新しい部門設置と外部委託により本事業の運営・維持管理の組織体制は明確であり、大きな課題はない。

¹⁹ 2024 年 11 月時点で、本事業のサブコントラクター等 7 社と契約済・契約手続き中。

3.4.3 技術

本事業ではコントラクターにより排煙脱硫装置の運営・維持管理についての技術移転が行われた。また、コンサルタントにより装置のマニュアル、完成図面、運営・維持管理計画等が提供された。マニュアルや図面は適切に保管され、必要に応じて参照されている。

排煙脱硫部門の36名の職員の学歴別内訳は、11名が大学・大学院卒、25名が職業訓練校・高校卒である。同部門によると、本事業のコントラクター及びコンサルタントによる研修を通じて、同部門の職員は排煙脱硫装置の各部の運転と保守・点検について十分な知識と経験を取得し、日常の運営・維持管理は外部企業の支援がなくても問題なく行うことができる。特に、スロベニアのショシュタニ火力発電所における2度の現地訓練、及び、試験運転期間の現地訓練を通して実践的な技術を獲得したことが非常に有用であった。

排煙脱硫部門は本事業に関与した全ての製造業者とのコンタクトを維持しており、問題が起きた時にはすぐに連絡することができる。また、複数の外部業者との維持管理契約を通じて、技術的な問題への助言やスペアパーツ等をタイムリーに受けることができる体制にある。

以上から、本事業の持続性について技術面の課題はない。

3.4.4 財務

ERSの近年の財務状況は以下のとおり。2021～2023年は黒字を達成している。

表5 ERSの財務状況

(単位：千兌換マルク)

	2021	2022	2023
総収入	825,025	1,084,791	1,080,149
総支出	745,198	1,077,872	918,678
税金等調整	11,272	660	-17,358
純損益	68,555	6,258	144,113

出典：ERSのウェブサイト公開資料より作成

注：1兌換マルク＝約83円

ウグレヴィツク運営企業体の財務状況は表6のとおり。事業収入及び事業費はいずれも増加傾向にあり、純利益が得られている。収入のほとんどはERSへの売電収入である。基本的に、ERSへの売電価格は各発電所の発電費用をもとに親会社であるERSが定めることから、収支バランスが大きく崩れることはないと考えられる。また、同企業体は円借款元本の返済を滞りなく進めている。

表6 ウグレヴィック運営企業体の財務状況

(単位：千兌換マルク)

	2021	2022	2023
総収入	157,450	194,755	198,785
事業収入	150,330	172,207	182,722
金融収入	5,324	14,730	14,780
固定資産価値調整	565	7,609	229
その他	1,175	209	962
前期の誤りの修正	56	0	93
総支出	156,912	193,959	197,677
事業費	151,870	180,098	188,853
財務的支出	3,008	6,775	5,756
その他の費用	1,769	1,596	1,050
資産価値調整	97	5,272	1,932
前期の誤りの修正	141	217	87
税引き前損益	539	795	1,109
税金の調整	-192	-221	-131
純損益	347	574	978

出典：ウグレヴィック運営企業体提供資料より作成

1 兌換マルク＝約 83 円

排煙脱硫装置が適切に稼働することは火力発電所が閉鎖されることなく発電を続けるための必要条件であることから、排煙脱硫装置の運営・維持管理のための財源は計画的に確保されている。ウグレヴィック運営企業体によると、運用・維持管理について財務上の大きな制約はない。

他方、2023年7月にはウグレヴィック火力発電所を巡る国際仲裁の判断が下され、ERSは巨額の財政的負担を負うこととなった。また、ウグレヴィック運営企業体の財政状況は2024年に悪化し、増資や資本再編といった対策を講じることで、財務の安定化を図った経緯がある。さらに、今後、EUの方針に沿った炭素税が導入されるようになると、収益がさらに圧迫される可能性がある²⁰。

以上から、本事業の維持管理について、財務面の差し迫った制約は確認されないが、ウグレヴィック運営企業体及びERSの今後の財務状況には注意する必要がある。

3.4.5 環境社会配慮・リスクへの対応

排煙脱硫装置の運転は大気中への汚染物質を削減するためのもので、それ自体に環境への望ましくないインパクトはない。環境許認可に沿って、ウグレヴィック運営企業体は継続的な環境モニタリングを行い、必要な対策を講じている。また、年に一度、環境当局の監査官が現地で環境対策の状況を確認し、必要な改善を勧告することで、

²⁰ EUの炭素税（Carbon Border Adjustment Mechanism, CBAM）は、EU域内での気候変動対策を強化し、高排出国への生産移転の防止を目的とした新しい制度で、域外からEUに輸入される電力を含む特定の製品に対して、二酸化炭素排出量に応じた課税を行う仕組み。2023年10月から試験期間として運用が開始され、2026年には本格実施が予定されている。

その実効性が確保されている。また、排煙脱硫装置について住民等との紛争は起きていない。

石炭の質の低下が発電及び排煙脱硫装置の稼働に影響を与えたことがあるが、新しい鉱区に移ったことから、当面は、同様の事態が起きるリスクは小さい。

以上により、環境社会配慮・リスクへの対応について本事業の持続性への課題は見られない。

3.4.6 運営・維持管理の状況

保証期間中に排煙脱硫装置では以下の計画外停止（故障）があったが、いずれも迅速に無償で修理された。

- ・ 2021年9月に脱硫通風機の羽根に亀裂が見つかり、迅速に部品交換が行われた。製造業者（ドイツ）の技術者と監督者が現場に派遣され、本体契約企業（スロベニア）の支援も得つつ、問題は15日以内に解決された。
- ・ 2024年7月、吸収塔のゴムライニングが修理された。この作業は製造業者（ドイツ）の技術者と監督者により7日間で完了した。

2025年2月に脱硫通風機の羽根に先回と同様の亀裂が見つかり、事故防止のために運転を停止した。ウグレヴィック運営企業体は製造業者（ドイツ）、本体契約企業（日本、スロベニア）及び同様の施設を運用するスロベニアの火力発電所の助言を受けて対応を試みたが、問題は解決されなかった。本事業で予備の羽根が納入されていたため、製造業者の支援を得つつ、羽根の取り換えを行う国内施工業者を調達し、2025年8月末までに修理を完了する予定である。

本事業の一部として建設されたコンベアーはトラックの接触事故により破損して停止した。2025年6月末までに修理が完了し、再起動の準備作業が開始された。排煙脱硫装置で発生する石膏は外部企業に販売されるため、コンベアーの停止は排煙脱硫装置の運転に直接影響しない。

以上のように、これまで、排煙脱硫装置の不具合には外部企業の支援を受けつつ適切な対応が採られており、本事業の運営・維持管理状況については特に課題はない。

以上をまとめると、本事業の持続性について政策制度面、組織・体制面、技術面、環境社会配慮、リスクへの対応、運営・維持管理状況について特に課題はない。財務面では、ウグレヴィック運営企業体及びERSの今後の財務状況には注意する必要があるが、差し迫った制約はない。よって、本事業によって発現した効果の持続性は高い。

4. 結論及び提言・教訓

4.1 結論

本事業は、ボスニア・ヘルツェゴビナのウグレヴィック火力発電所に排煙脱硫装置を建設することにより大気汚染物質（SO₂及びダスト）の削減を図り、もって同国の環境改善、及び、将来のEU加盟に向けたEU環境基準の達成に寄与することを目的に実施された。

本事業は計画時、事後評価時ともにボスニア・ヘルツェゴビナの開発計画、開発ニーズ、及び、計画時の日本の開発協力方針と整合する。本事業の成果に結びつく他JICA事業や他ドナー事業との調整・連携はなかった。以上から、本事業の妥当性・整合性は高い。概ね計画通りのアウトプットが実現し、事業費は計画内に収まったが、事業期間が計画を大幅に上回ったことから本事業の効率性はやや低い。本事業が建設した排煙脱硫装置は高い脱硫性能を発揮しているものの、稼働時間が少なく、大気汚染物質の削減を図るという目標の達成度は高くない。発電所周辺の大気質には改善傾向が見られ、それに本事業が貢献した可能性があるものの、連続稼働運転に到っていない現状においては、本事業による2023年のSO₂削減量は全国排出量の3%程度に過ぎず、環境改善への貢献は大きくない。本事業はボスニア・ヘルツェゴビナのEU加盟のための条件整備の一部である。以上から、本事業の有効性・インパクトはやや低い。本事業の持続性について政策制度面、組織・体制面、技術面、環境社会配慮、リスクへの対応、運営・維持管理状況について特に課題はない。ウグレヴィック運営企業体及びERSの今後の財務状況には注意する必要があるが、財務面に差し迫った制約はない。よって、本事業の持続性は高い。

以上より、本事業は一部課題があると評価される。

4.2 提言

4.2.1 実施機関への提言

ウグレヴィック運営企業体及びERSは、本事業が建設した排煙脱硫装置の稼働時間を増やすために以下のことに取り組み、ウグレヴィック火力発電所による深刻な大気汚染を早急に緩和する必要がある。

- ・ 石灰石調達コスト削減のため、炭鉱地区における石灰石採掘を早期に開始する。
- ・ 石膏の商業利用による収益化を進めるため、合弁企業による石膏の活用を早期に実現する。
- ・ ウグレヴィック運営企業体からERSへの電力販売に関して、排煙脱硫装置の稼働が促進されるようなインセンティブの導入を検討する。例えば、排煙脱硫装置の稼働時の売電価格を非稼働時の売電価格より高く設定するなどの方法が示唆される。

4.2.2 JICA への提言

JICA は実施機関による上記提言の実施状況をモニタリングし、必要に応じて、その実施を促進するための助言を行う。

4.3 教訓

直接の収益を生まない事業の財務的妥当性

本事業の計画時、排煙脱硫装置稼働コストやその ERS 財務への影響、及び、事業効果確保に向けての対応策の十分な分析が行われていなかった。しかし、本事業の完了後、気象条件や国際紛争といった外的要因を背景に、国内外の電力価格の差や、装置稼働に対する経済的インセンティブの欠如といった構造的な課題が表面化し、経済的側面から排煙脱硫装置の本格的な活用には至っていない。

以上を踏まえ、直接の収益を生まない排煙脱硫装置などの事業を形成する場合、運用・維持管理にかかる費用を精査し、それが運営・維持管理組織の財務にどのような影響を与えるかについて、具体的に分析する必要がある。その分析においては、本事業で装置稼働の制約となったような機会費用の存在に留意するとともに、事業の運用に影響を与える外部条件の存在を確認し、リスクを評価することが重要である。さらに、事業の運用を促進するための十分な方策を検討し、その実施を担保するために、実施機関と合意しておくことが重要である。

5. ノンスコア項目

5.1 適応・貢献

5.1.1 客観的な観点による振り返り

本事業の実施中、JICA バルカン事務所（ベオグラード）は、ERS、ウグレヴィック運営企業体、コンサルタント、および本体契約業者とともに月例会議を開催し、円滑な事業進捗のための調整および課題解決に尽力した。実施機関は、円借款の手続きに不慣れであったことから一定の困難を抱えたものの、JICA によるきめ細やかな支援を受けたことで、コンサルタントや本体契約業者と対等な立場で協働できるようになった。ERS とウグレヴィック運営企業体は JICA バルカン事務所による支援を高く評価し、なかでも、JICA が雇用した実施促進支援専門家による支援が財務管理の効率化に大きく貢献したと評価している。

5.2 付加価値・創造価値（特になし）

以上

主要計画/実績比較

項 目	計 画	実 績
① アウトプット <u>土木工事</u>	排煙脱硫装置（湿式石灰石膏法） ・脱硫通風機 ・冷却部 ・吸収塔 ・除霧装置 関連設備 ・石灰石供給設備（サイロ、ミル、石灰石スラリー用水設備） ・石膏脱水設備 ・電源設備（動力変圧器、開閉器、ケーブル等） ・計装設備（排煙脱硫装置自動制御装置、運転監視パネル等）	計画通り 石膏運搬設備を追加
<u>コンサルティング・サービス</u>	詳細設計、入札補助、施工監理、排煙脱硫装置運営・維持管理手法の技術移転、環境社会配慮モニタリング支援等	計画通り
② 期間	2009年10月～2015年2月 (65カ月)	2009年10月～2020年10月 (126カ月間)
③ 事業費		
合計	15,900百万円	15,362百万円
うち円借款分	12,633百万円	12,625百万円
換算レート	1ドル=107円 1兌換マルク=86円 (2008年8月)	1ユーロ=127.5円 1兌換マルク=65.8円 (実際の適用レート)
④ 貸付完了	2022年4月	