

イラク

2021年度 外部事後評価報告書
円借款「クルド地域電力セクター復興事業」

外部評価者：(株)メトリクスワークコンサルタンツ
石本 樹里/西野 宏/野本 綾子

0. 要旨

本事業は、クルド地域（ドホーク県、エルビル県、スレイマニア県）において、変電・配電用資機材の供給等により、電力供給の安定化を図り、もって同地域の経済・社会復興に寄与することを目的として実施された。本事業は審査時、事後評価時ともにイラク及びクルド地域の開発政策や開発ニーズと合致しており妥当性が確認できる。日本のイラクに対する開発協力方針との整合性は高く、また、国際協力機構（JICA）の他事業との整合もみられた。よって、妥当性・整合性は高い。本事業では、借款の未使用残を活用してコンポーネントが追加されたが、同コンポーネント追加後の変更計画に沿ったアウトプットが産出されており、事業期間は計画を若干上回ったものの、事業費は計画内であり、効率性は高い。有効性については、電化人口の増加がみられ、停電の改善など電力供給の安定性の向上は図られたといえる。また、本事業により技術職員の運営・維持管理能力が強化された。インパクトについては、市民生活の安定化促進、経済・産業の活性化に一定の貢献を行っていると考えられる。よって有効性・インパクトは高い。本事業の運営・維持管理には、組織・体制面、財務面、運営維持管理状況に一部軽微な問題はあるが、改善・解決の見通しが高いといえ、事業によって発現した効果の持続性は高い。以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

1. 事業の概要



事業位置図¹



本事業で建設されたチュワルタ変電所²

1.1 事業の背景

長年の経済制裁と紛争により、経済・社会に大きな打撃を受けたイラクは、戦後、国際

¹ 出所：白地図専門店

² 事後評価時に撮影。

社会の支援を得つつ、復興を進めていた。電力セクターはあらゆる経済・社会活動の基盤であるにもかかわらず、長年にわたる新規投資・維持管理の不足、略奪等のため、発電・送電・変電・配電すべての分野において、大幅に機能が低下しており、その回復は同国復興の最重要課題の一つであった。

イラク北部 3 県（ドホーク県、エルビル県、スレイマニア県）から構成されるクルド地域（人口約 440 万人）の電力は、二つの水力発電所、全国送電系統網からの供給等により賄われ、132kV、33kV、11kV の送電・配電網を通じて供給されていたが、慢性的な予算不足等による新規投資・維持管理不足等により、地域内の供給電力は、1991 年の平均 700MW から 2006 年には平均 400MW へと減少し、世帯電力需要の 40%を満たすのみとなっていた。また、日平均停電時間も 12 時間以上である等、市民生活や病院等の基礎インフラへの電力供給の不足と不安定が継続していた。クルド地域の発電・送電設備については他ドナーによる支援等が実施される予定であったが、変電・配電設備に対する支援は遅延しており、変電・配電機能の著しい低下が域内電力供給事情を悪化させている一因であることから、発電・送電設備に加えて、緊急に変電・配電設備の修復、整備等が必要であった。

1.2 事業概要

本事業は、クルド地域（ドホーク県、エルビル県、スレイマニア県）において、変電・配電用資機材の供給等により、電力供給の安定化を図り、もって同地域の経済・社会復興に寄与する。

円借款承諾額/実行額	14,747 百万円 / 11,773 百万円
交換公文締結/借款契約調印	2007 年 7 月 / 2008 年 6 月
借款契約条件	金利 0.75% (コンサルタント部分は 0.01%) 返済 40 年 (うち据置 10 年) 調達条件 一般アンタイト
借入人/実施機関	イラク共和国政府/クルド地域電力省 (Regional Government Ministry of Electricity Kurdistan)
事業完成	2018 年 8 月
事業対象地域	クルド地域 (ドホーク県、エルビル県、スレイマニア県)
本体契約	Consortium Luthardt Roland Berger Restrata (ドイツ)、Matelec S.A.L (レバノン)

コンサルタント契約	国連開発計画 (United Nations Development Programme : UNDP) (その他)
関連調査 (フィージビリティ・スタディ : F/S) 等	なし。
関連事業	【円借款】 「クルド地域上水道整備事業」(2009年～2014年)

2. 調査の概要

2.1 外部評価者³

石本 樹里／西野 宏／野本 綾子⁴ (株式会社メトリクスワークコンサルタンツ)

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 : 2022年1月～2023年1月

現地調査 (第三国)⁵ : 2022年9月25日～9月29日

2.3 評価の制約

本事後評価では治安上の理由から、現地調査業務は現地調査補助員が行った。外部評価者の指示のもと、実施機関への聞き取り・現地踏査により必要な情報収集を行った。また、第三国 (ヨルダン) にて、現地調査で得られた情報を現地調査補助員と確認・精査のうえ、分析・評価判断を行った。

3. 評価結果 (レーティング : A⁶)

3.1 妥当性・整合性 (レーティング : ③⁷)

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

審査時・事後評価時ともに、送配電設備への投資が重視されており、本事業は、イラク政府及びクルド地域の開発政策と合致している。

審査時、「第二次国家開発戦略 (2005年～2007年)」では、戦後荒廃した経済を復興するには、官民双方からの投資が必要としていた。水や電気、道路等のインフラ

³ 評価方針の策定までの作業及び衛星データ分析は石本・西野が担当し、評価方針策定以後のデータ収集・分析 (衛星データ分析を除く)、及び報告書作成については、野本が主導で行った。

⁴ (株) 国際開発センターより補強として参加。

⁵ ここでの現地調査は第三国 (ヨルダン) における現地調査補助員との協議を指す。

⁶ A : 「非常に高い」、B : 「高い」、C : 「一部課題がある」、D : 「低い」

⁷ ④ : 「非常に高い」、③ : 「高い」、② : 「やや低い」、① : 「低い」

への投資を通じて民間投資を活性化させるための環境を提供し、さらに民間投資によって雇用を創出し、国民生活を向上させることがめざされた。電力設備への投資は民間投資を促進させるものと位置づけられていた。信頼性と効率性の高い電力供給システムの構築を中期的目標に掲げ、発電容量を確保するために発電能力の向上、配電網の更新や送変電能力の増強等を優先課題としていた。

事後評価時、「国家開発計画（2018年～2022年）」は、過去にイラク経済が達成した成長率と同等の経済成長率を達成することをめざしている。そのために、資産管理の改善等によって電力を含むインフラの効率性を高め、経済成長促進の鍵となる生産部門（工業、農業）を促進させる必要があるとしている。同計画における配電分野の課題として、需要増加による高負荷や設備の老朽化が指摘されており、これら課題に対処するため、送電・配電網の拡張・更新や電力損失の減少等が目標に掲げられている。具体的な開発計画が示された「電力セクター開発マスタープラン（2010年～2030年）」において、イラクの電力需要を満たすため、発電所への燃料供給、送電網への接続、送電網の整備を並行して進める必要があるとしている。

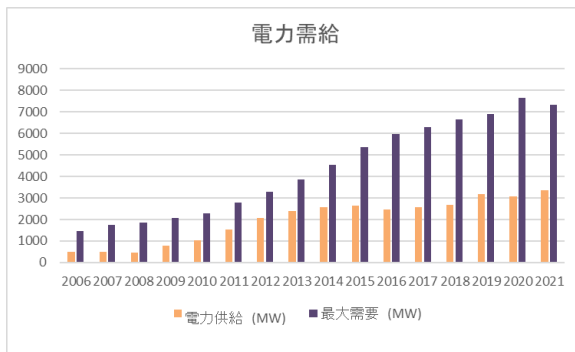
また、クルド地域政府は米国の支援により、「クルド地域送配電マスタープラン（2022年～2031年）」を策定中であるが、①400/132 kV、132/33/11 kV、33/11 kVの変電所の設置、②新しい変電所の接続による送電網の強化、③配電網を新しい地区や商業・工業施設に拡張し、また、一部の村や農村に電力を供給すること等がめざされている。

3.1.1.2 開発ニーズとの整合性

審査時・事後評価時ともにクルド地域における電力供給の安定化にかかる開発ニーズは高い。

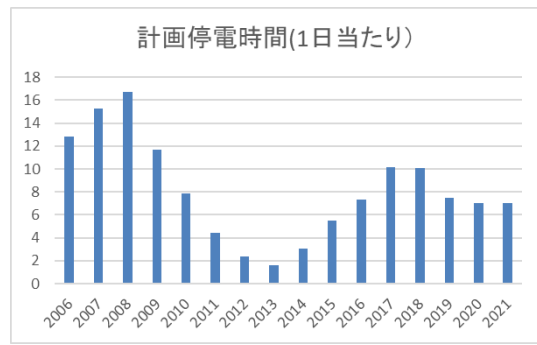
審査時、クルド地域では、2006年時点で地域内の電力供給（約400MW）は世帯電力需要の40%を満たすのみであった。また、2007年時点での電力供給は、ドホーク県で日平均10～11時間、エルビル県及びスレイマニア県で日平均5～6時間程度であった。クルド地域の変電・配電設備に対する支援は遅延しており、変電・配電機能の著しい低下が域内電力供給事情を悪化させていたことから、変電・配電設備の修復、整備等が必要とされていた。

事後評価時、図1にその推移を示すとおり、依然として強い電力需要に供給が追いついていない。よって、改善はみられるものの計画停電も引き続き行われている（図2）。これは発電容量の不足が主たる原因であるが、送電網・配電網容量不足も影響しており、引き続き電力の安定供給が必要とされている。



出所：実施機関提供資料

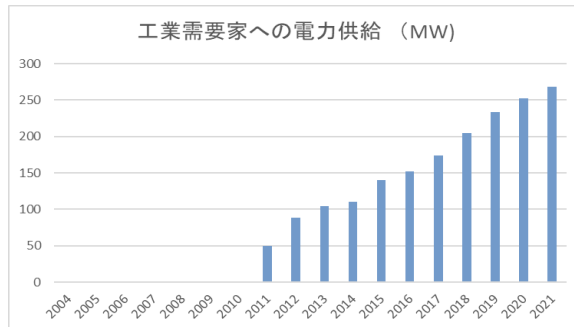
図1 電力需給



出所：実施機関提供資料

図2 計画停電時間

事後評価時点での需要の増加は、クルド地域の人口の増加（2020年の推定人口は6,171,083人⁸）、新しい村やビル、工場の建設などの開発（図3工業需要家への電力供給参照）が進んだこと、さらにシリアでの人道危機からのシリア人の流入（2012年）、ISISのニナワ県及びアンバール県への攻撃による2014年のイラク人国内避難民（Internally Displaced Persons、以下「IDP」という。）の増加により、数十のIDPや難民キャンプが建設され、そのすべてに電力が供給されたため、急激に電力需要が増加したことによる。



出所: 実施機関提供資料

注：2010年以前はデータなし。

図3 工業需要家への電力供給

事後評価時点では、図3の工業需要家への電力供給の伸びが示すように、本事業は、開発へのニーズに対応しつつ、引き続き増加する難民・IDPキャンプへの電力供給に寄与しており、公平な社会参加を阻害されている人々に便益をもたらしているといえる。

⁸ 出所：https://krso.gov.krd/en/statistics/population（2022年8月21日アクセス）

3.1.2 整合性（レーティング：③）

3.1.2.1 日本の開発協力量針との整合性

本事業は審査時、日本の開発協力量針と合致していた。日本政府は2003年10月のマドリードにおけるイラク支援国会合において、同国の緊急復興需要に対する15億ドルの無償支援に加えて、2005年より中期的復興需要に対する35億ドルの円借款支援を表明した。また、JICA（旧JBIC）「海外経済協力業務実施方針」（2005年4月）においても、中近東地域への支援方針の中で、各国の事情に応じて貧困削減や持続的成長に向けた経済・社会インフラ整備が重点分野とされていた。特にイラクに対しては、社会的安定と平和の定着に向けた中長期的な復興支援を積極的に進めることが示されていた。

3.1.2.2 内的整合性

本事業では、事業実施中に追加コンポーネントとして、円借款「クルド地域上水道整備事業」（2009年～2014年）で建設した上水道施設（取水施設、浄水場及び送配水施設）への電力供給を目的としてスレイマニア県ハラブジャ市に同事業への専用33kV送電線（約15km）と11kV配電線の建設を行った（「3.2.1 アウトプット」参照）。その結果、「3.3.1.1 定量的効果」にて記載したとおり、93,000人が新たに上水道へのアクセスを得られており、内的整合性がみられた。

3.1.2.3 外的整合性

具体的な連携や成果の計画・実施はない。

以上より、イラク及びクルド地域の開発政策との整合性、開発ニーズ（安定した電力供給）との整合性は合致、外的整合性は具体的な関係・成果はみられなかったが、日本の開発協力量針との整合性は高く、「クルド地域上水道整備事業」施設に対する電力供給により人々の上水へのアクセスが図られるなど内的整合性がみられた。よって、妥当性・整合性は高い。

3.2 効率性（レーティング：③）

3.2.1 アウトプット

（1）土木工事、調達機器

本事業のアウトプットは、審査時は、保守・点検用資機材の調達（サブプロジェクト1）、移動式変電設備の調達・据付（サブプロジェクト2）、配電用資機材の調達（サブプロジェクト3）、エルビル県での132/33kV変電所の建設（サブプロジェクト4）が計画されており、ほぼ計画どおり産出された。

また、後述（「3.2.2.1 事業費」）のとおり、円借款の未使用残が発生したため、有効活

用すべく、スレイマニア市内 132kV 送電線の建設（サブプロジェクト 5）、中央研修センターの改修・機材整備、各県検査施設の建設、研修実施（サブプロジェクト 6）、ハラブジャ市 33kV 架空送電線等の建設（サブプロジェクト 7）、コントロールセンターのミニ SCADA（監視制御システム）・VoIP（Voice over Internet Protocol）システムの調達（サブプロジェクト 8）が実施機関より申請され、JICA が同意、実施となり、アウトプットは変更後計画どおりに産出された。

表 1 アウトプット（土木工事、調達機器）

サブプロジェクト	審査時計画*1	変更後計画	実績
1	・保守・点検用資機材の調達	・変更なし	・故障用探査機、高電圧テスター、試験機、デジタル測定器の調達
2	・移動式変電設備の調達・据付	・変更なし	・132/33kV、132/11.5kV、33/11.5kV の移動式変電所 13 台の調達・据付
3	・配電用資機材の調達	・変更なし	・250kVA、400kVA、630kVA の変圧器、630kVA、1,000kVA のキオスク型変電所等の調達
4	・132/33kV 変電所の建設（Azadi 変電所改修）（エルビル県）*2	・変更なし	・チュワルタ 132/33kV の変電所の建設（スレイマニア県スレイマニア市）
5	・当初計画なし	・132kV 送電線の建設 ・維持管理用倉庫の建設（スレイマニア県スレイマニア市内）	・チュワルタ変電所からスレイマニア市まで 132kV 送電線（25.3km）の建設 ・予備部品の保管倉庫の建設
6-1		・検査施設の建設 ・ゲストハウス（エルビル県）	・検査施設の建設 ・エルビルの中央訓練センターにゲストハウスの建設
6-2-1		・中央研修センターの改修（エルビル県エルビル市）	・中央研修センターの改修
6-2-2		・エルビル県中央研修センター機材の調達 ・RMEK への研修実施（エルビル県エルビル市）	・試験装置、オフィス家具、設備機器の調達 ・研修実施
6-3		・中央研修センターの運営・維持管理指導（エルビル県エルビル市）	・施設の運営・維持管理、研修運営指導

7		・ 架空送電線の建設 (スレイマニア県ハラ ブジャ市)	・ クルド地域上水道整備 事業に電力を供給する ため、ハラブジャに 33kV 送電線 (約 15km) と 11kV 配電線 の建設
8		・ クルド地域コントロ ールセンターのミニ SCADA 及び VoIP シ ステムの調達 (エル ビル県エルビル市)	・ 発電所、変電所、コン トロールセンター51 カ 所へのミニ SCADA と VoIP 通信システムの調 達

出所：JICA 提供資料、実施機関提供資料

注：*1 対象地域の記載がないものについては、ドホーク県、エルビル県、スレイマニア県に設置・据付
*2：審査時は既設変電所改修を想定。事業開始後に変電所建設予定地、必要性、スコープ構成等を記載した事業計画書（IP）を実施機関が作成し、JICA（当時JBIC）の同意を経て最終決定するとされていた。その後 2009 年 6 月、RMEK より、スレイマニア県スレイマニア市近郊のチュワルタ変電所建設に関する IP が提出され、JICA より同意がなされた。

追加サブプロジェクトの経緯・理由は以下に記すとおりであり、いずれも必要性・妥当性が認められる。

<サブプロジェクト 5>

当初実施機関の自己資金にて手配予定であり申請済みであったが、2009 年 7 月のクルド地域議会選挙を経て誕生した新議会が全省庁の予算計画の大幅な見直しを行った結果、当該年での予算確保が困難になった。送電線はチュワルタ変電所（サブプロジェクト 4）と需要家を接続するためのものであり、開発効果の持続的な発現にとって必要と考えられた。

<サブプロジェクト 6>

実施機関は運営・維持管理に係る体系的な研修プログラムをもっておらず、また研修施設、機材は十分に整備されていないことから、職員に十分な研修を提供できていなかった。本追加サブプロジェクトは変電・配電の状況を改善し、事業目的（電力の安定供給）に貢献するものであることから、その実施が認められた。

<サブプロジェクト 7>

円借款「クルド地域上水道整備事業」の浄水場建設（ハラブジャ市）及び配水管取替（スレイマニア市）に伴い必要となる電力供給につき、当初スレイマニア県政府が送電線建設の資金を用意する予定であったが、予算不足のために建設が不可能となった。同事業の実施機関（クルド自治観光省）から、本事業実施機関であるクルド地域電力省（Regional Ministry of Electricity in Kurdistan、以下「RMEK」という。）に対し、本サブプロジェクトの実施が要請された。同事業の効果発現のためには、本送配電線の建設による電力の安定供給が不可欠と認められた。

<サブプロジェクト 8>

需給バランスを保つために、クルド地域の変電所のデータの遠隔監視・操作のための SCADA システムの導入が必要とされたが、資金不足により導入が中断されていた。提案されているサブプロジェクトの範囲は、本事業の主なスコープである送電システムに含まれる。またクルド地域の電力供給は不安定かつ頻繁な電圧変動も見られるため、SCADA のような信頼性が高くより効率的な制御システムが必要である。

(2) コンサルティングサービス

コンサルティングサービスは、計画どおり実施された。

表2 アウトプット (コンサルティングサービス)

計画	実績
・ 調達支援 (事前資格審査書類・入札書類作成、入札準備・実施・評価、契約補助)	計画どおり。
・ 施工管理	計画どおり。

出所：JICA 提供資料、実施機関提供資料

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業費

事業費の計画・実績を表3に示す。追加コンポーネントがあったものの、事業費は計画 19,861 百万円に対して、実績 11,923 百万円となり (計画費 60%)、計画内に収まった。計画を下回った理由は、主に、イラクのセキュリティリスクを考慮し、コントラクター/サプライヤーの入札価格を高く見積もったが、実施期間中に治安が改善され、より多くの入札参加者を集めることができ、入札が競争的なものになったこと、またプライスエスカレーション、物的予備費が減じたことなどが挙げられる。

表3 事業費

項目	計画			実績		
	外貨 (百万 円)	内貨 (百万 円)	合計 (百万 円)	外貨 (百万 円)	内貨 (百万 円)	合計 (百万 円)
資機材調達	8,314	1,586	9,900	9,858	0	9,858
プライスエスカレーション	593	658	1,251	0	0	0
物的予備費	1,781	448	2,229	0	0	0
コンサルティングサービス	856	174	1,030	1,765	0	1,765
一般管理費	0	2,436	2,436	0	150	150
一時的な用地利用への補償費	0	1,876	1,876	0	0	0
税金	0	802	802	0	0	0
建中金利	337	0	337	150	0	150
合計	11,881	7,980	19,861	11,773	150	11,923

出所：審査時及び外貨実績は JICA 提供資料、内貨実績は実施機関提供資料。

注：イラク側負担分：一般管理費、一時的な用地利用への補償費、税金=5,115 百万円（計画）、150 百万円（実績）

内貨実績値は IFS レートにて換算（各年の支出を各 2009 年～2018 年年平均レートで換算）。

3.2.2.2 事業期間

事業期間は、変更後（サブプロジェクト追加後）計画 116 カ月に対し、実績は 121 カ月であり、計画を少し上回った（計画比 104%）。下表に項目ごとの事業期間の計画・実績を示すが、ほぼ計画どおりに実施されたといえる。

表4 事業期間

項目	審査時計画	変更後計画	実績
コンサルタント選定	2008年9月～ 2009年8月（12 カ月）	変更なし	2008年8月～2009年 1月（6カ月）
コンサルティングサービス	2009年9月～ 2014年1月（53 カ月）	2009年1月～2016 年3月（87カ月）	2009年1月～2018年 8月（116カ月）
サブプロジェクト1 （保守・点検用資機材）	2009年11月～ 2011年8月（22 カ月）	変更なし	2010年5月～2011年 6月（14カ月）
サブプロジェクト2 （移動式変電設備）	2009年11月～ 2013年1月（39 カ月）	変更なし	2010年3月～2011年 4月（14カ月）
サブプロジェクト3 （配電用資機材）	2009年11月～ 2012年12月 （38カ月）	変更なし	2010年9月～2010年 10月（14カ月）

サブプロジェクト 4 (チュワルタ 132/33kV 変電所)	2009年11月～ 2013年1月 (39 カ月)	2011年9月～2013 年7月 (23カ月)	2012年4月～2014年 4月 (25カ月)
サブプロジェクト 5 (132kV 送電線)	当初計画なし	2012年9月～2014 年6月 (22カ月)	2012年11月～2014年 8月 (22カ月)
サブプロジェクト 6 (検査施設、研修施設 機材、研修等)		2013年5月～2016 年12月 (44カ月)	2016年2月～2018年 7月 (30カ月)
サブプロジェクト 7 (ハラブジャ 33 kV 架 空送電線等)		2014年11月～2016 年1月 (15カ月)	2015年7月～2016年 3月 (9カ月)
サブプロジェクト 8 (ミニ SCADA システ ム等)		2016年11月～2018 年4月 (18カ月)	2017年12月～2018年 8月 (9カ月)
合計	2008年9月～ 2014年1月 (65 カ月)	2008年9月～2018 年4月 (116カ 月) *1	2008年8月～2018年 8月 (121カ月)

出所：JICA 提供資料、実施機関提供資料

注：*1「追加変更前の事業開始予定時期～追加コンポーネントの一番遅い予定完了時期」を変更後の計画期間と定義。

以上より、アウトプットは計画どおり産出され、事業期間は計画を少し上回ったが、事業費は計画内に収まり、効率性は高い。



250kVA 変圧器



移動式変電所



チュワルタ変電所からの
132kV 送電線

3.3 有効性・インパクト⁹ (レーティング：③)

3.3.1 有効性

3.3.1.1 定量的効果 (運用・効果指標)

審査時には、本事業の運用・効果指標及びその目標値が設定されておらず、借款契約調印後に対象地域に限定したベースライン調査を実施することで運用効果指標

⁹ 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。

の基準値及び目標値を設定することとされていた。しかし、事後評価時、ベースライン調査の実施状況・結果は確認することができなかった。

事業完了時に RMEK から提出された報告書には、「新規電化人口」「質の向上した電気アクセスできる人口」「電化により上水の供給を得られた人口」が本事業の効果を表す指標として実績値とともに提出された。しかし、事業完了時以降のデータは、新型コロナウイルスの影響もあり実施機関でデータを収集しておらず、事後評価時にデータを入手することはできなかった。

表 5 事業完了時設定指標

指標名	サブプロジェクト	基準値	実績値		
		2007年	2018年 事業完成年	2019年 事業完成 1年後	2020年 事業完成 2年後
新規電化人口	2	0	31,909	-	-
	3	0	77,522	-	-
	4と5	0	19,333	-	-
	合計	0	128,764	-	-
質の向上した電気アクセスできる人口	2	0	287,182	-	-
	3	0	1,400,187	-	-
	4と5	0	42,889 *1	-	-
	合計	0	1,730,258		
電化により上水の供給を得られた人口	7	NA	1,287,600 *2	-	-

出所：実施機関提供資料

注：*1 事後評価時の現地踏査での聞き取り（RMEK スレイマニア地域局送電部門）では、現在のサブプロジェクト 4、5 による電化人口は 18,300 人とのことである。

*2 事後評価時の現地踏査での聞き取りでは（ハラブジャ県水利担当官）、本事業の結果、上水の供給を得られた人口は、93,000 人、その他ハラブジャ県政府事務所、国立公園への給水も行っているとのことであった。

代替的に、入手できた 2016 年以降の RMEK 全体の需要家数のうち一般家庭の需要家数を表 6 に示す。クルド地域の平均世帯人数は 5.1 人であるところ¹⁰、電化人口は表 6 のとおりと推定される。「3.1.1.2 開発ニーズとの整合性」で記載したとおり、クルド地域の推定人口は 2020 年で 6,171,083 人であることから、電化率はほぼ 100%と推定され、本事業による新規接続人口も貢献していると考えられる。データは得られなかったが、RMEK によれば、サブプロジェクト 3 の配電設備や移動式変電設備（サブプロジェクト 2）は、以前は電力へのアクセスのなかった新たに開発された住宅地や遠隔地に持続的な電力を供給している。

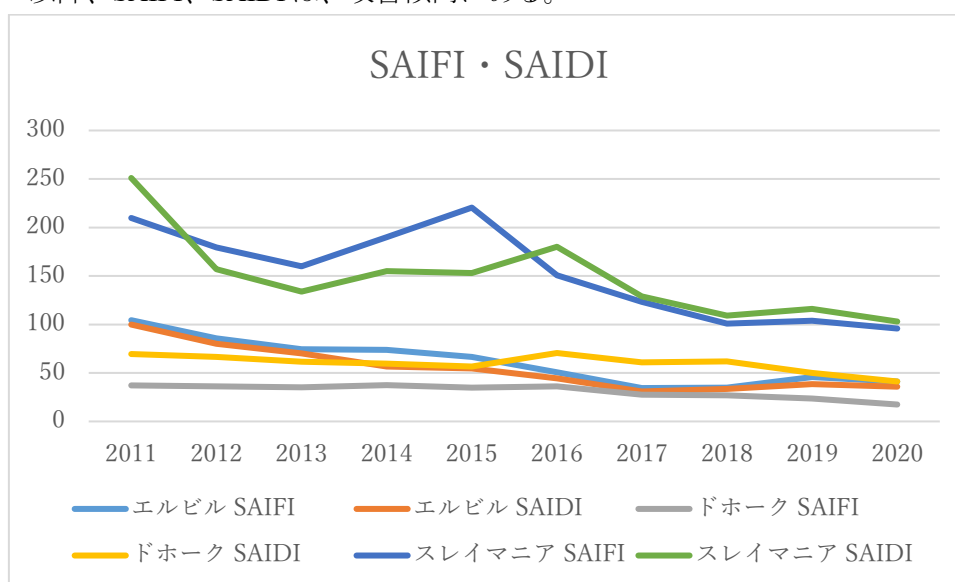
¹⁰ 出所：“Demographic survey July 2018”, IMO

表6 推定電化人口

	2016	2017	2018	2019	2020	2021
一般家庭需要家	430,177	1,256,789	1,295,207	1,356,614	1,414,953	1,472,922
推定電化人口	2,193,903	6,409,624	6,605,556	6,918,731	7,216,260	7,511,902

出所：実施機関提供資料、<https://krso.gov.krd/en/statistics/population> (2022年8月21日アクセス)

また、本事業とアウトカム（電力供給の安定化）の関係を検証するために収集した、平均停電回数指標（System Average Interruption Frequency Index、以下「SAIFI」という。）、平均停電継続時間指標（System Average Interruption Duration Index、以下「SAIDI」という。）を図4に示す¹¹。サブプロジェクト1、2、3が完了した2011年以降、SAIFI、SAIDIは、改善傾向にある。



出所：実施機関提供資料

図4 各県 SAIFI、SAIDI

計画停電時間については「3.1.1.2 開発ニーズとの整合性」で記したとおり、近年の需給状態（図1参照）によりやや増加傾向にあるものの、2011年以降改善がみられる（図2参照）。

これらの改善状況には、移動式変電設備の調達（サブプロジェクト2）及び250kVA、400kVA、630kVAの変圧器、630kVA、1,000kVAのキオスク型変電所などの各種配電設備調達・整備（サブプロジェクト3）による配電容量の拡大、既存変圧設備への過負荷の解消、さらに保守・点検資機材の調達（サブプロジェクト1）や研修施設整備（サブプロジェクト6）による運営・維持管理技術の強化が上記改善に寄与している。

¹¹ SAIFIは、顧客一軒当たり年間停電回数であり、単位は回数/軒で表され、SAIDIは、顧客一軒当たり年間停電時間であり、単位は時間/軒で表される。ともに値が低いほど良い。

3.3.1.2 定性的効果（その他の効果）

（1）クルド地域電力省の実施、運営・維持管理体制の強化

RMEKによれば、本事業の測定・検査機材整備（サブプロジェクト1）により、各県の技術職員（若手技術者、エンジニア、ディレクター等）は、配電、変電、送電部門の日常的な運用・維持管理作業を効果的かつ効率的に行うことができるようになった。

また、本事業による中央研修センターの改修、各県の検査施設建設（サブプロジェクト6）により、表7に示すとおり継続して研修が実施されている。実施機関によれば、事業実施前より研修数は増加し、より上級の研修を行えるようになった。理論及び実践的な研修を通じて、職員の運営・維持管理の能力は向上した。中央研修センターはマネジャー及び研修マネジャーを任命し、定期的に研修を行っている。

表7 各施設での研修回数・受講者数

	2019		2020		2021	
	研修回数	受講者数	研修回数	受講者数	研修回数	受講者数
中央研修センター	54	217	41	235	52	246
エルビル検査施設	-	-	-	-	11	356
スレイマニア検査施設	-	-	-	-	12	164
ドホーク検査施設	12	150	2	24	12	96

出所：実施機関提供資料

注：事後評価年（2022年）は予算不足によりスレイマニア及びドホークで研修は行われていない。回数・受講者数に関する情報は得られなかったが、エルビルでは、2019年には、国際規格に基づく配電・変電施設の維持管理・点検、SCADAシステム、33-11KV変電所の維持管理・点検、地中ケーブルと架空線の配電網設計、送電システム保護他、多様な研修、2020年には高圧架空送電に関する研修が行われた。また、スレイマニアでは、2019年に電気ネットワークに関する研修が行われた。

3.3.2 インパクト

3.3.2.1 インパクトの発現状況

事前評価表で想定されていた効果のうち、「市民生活の安定化促進」「経済・産業の活性化」をインパクトとして整理した。

（1）市民生活の安定化促進

上述（「3.3.1.1 定量的効果」）のとおり、改善はみられるものの、計画停電は依然継続している。しかし、大規模病院及び上水道施設はできるだけ計画停電の対象外となっている。また本事業で整備した移動変電所の一つのフィーダーは直接病院へ電力を供給している。さらに、本事業によるハラブジャでの送電線・配電線建設（サブプロジェクト7）は上水道設備に電力を供給し、上水道へのアクセスが向上した。

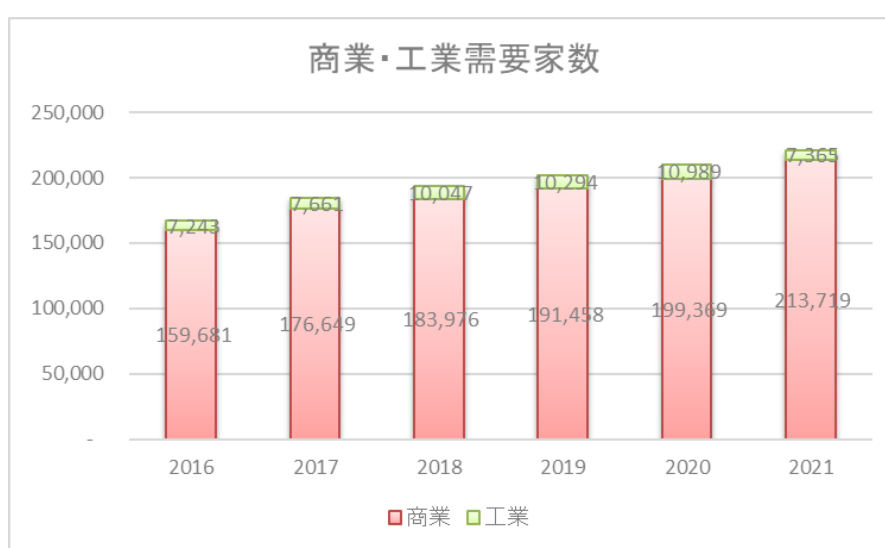
このように、本事業による電力供給の安定化は、市民生活の安定化に一定の貢献

を行っているといえる。

(2) 経済・産業の活性化

クルド地域の域内総生産等は算出されていないため、具体的な経済・産業の活性化を示すデータは得られなかった。代替的に、工業部門への電力供給の推移及び夜間光の推移を示す。

図3（「3.1.1.2 開発ニーズとの整合性」）に示したとおり、工業部門への電力供給は一貫して増加している。また、図5に示すとおり商業及び工業部門の電力需要家数は一定の伸びがみられ、本事業も一定の貢献を示しているものと思われる。



出所：実施機関提供資料

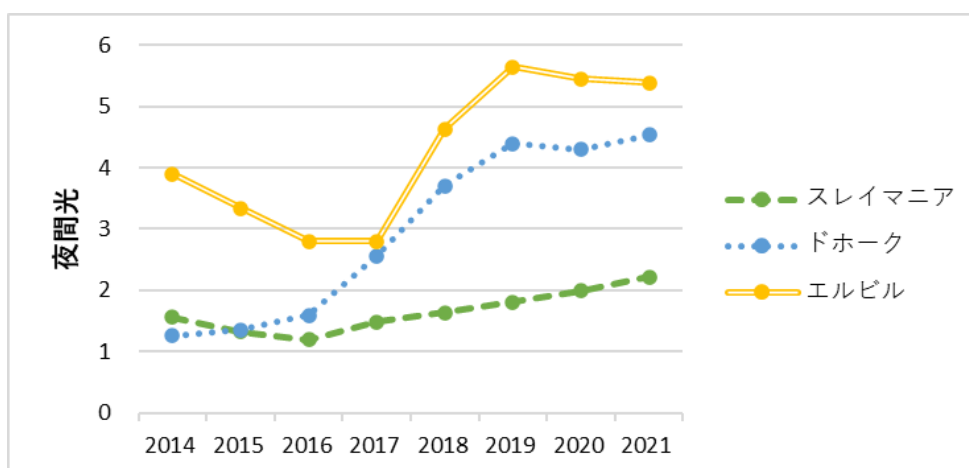
注：2020年まで主要な商業部門の需要家は工業部門にカウントされていたが、2021年以降は商業部門に分類された。

図5 商業・工業部門需要家数

また、本事後評価では、補完情報として、対象3県における夜間光¹²の分析を行った。夜間光は地域経済活動と相関関係があることが確認されており、地域の経済・産業の活性化を測定する代理指標となり得る。具体的な分析としては、夜間光の明るさを3県別に年平均値として集計し、2014年から2021年までのトレンドを把握することで、経済・産業活性化の発現を検証した。

図6は、対象3県における夜間光の推移を示している。3県ともに夜間光が2016年（すべての送変電設備の設置完了）以降に増加している。特にエルビルとドホークにおいては、夜間光が大きく増加している。

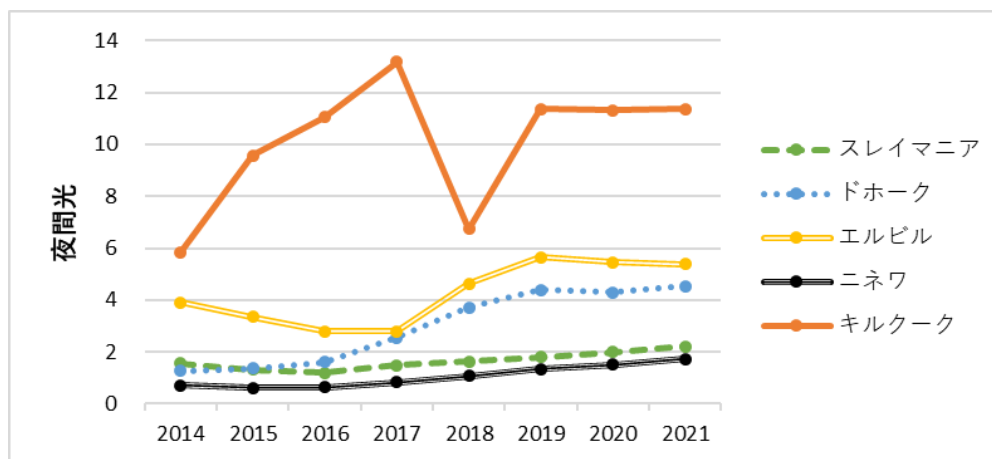
¹² VIIRS Stray Light Corrected Nighttime Day/Night Band Composites Version 1（2014～2021）（解像度：約500m）。



注：グラフ縦軸は光源の明るさ（放射輝度）を示しており、最小値は-1.5、最大値は 193,564 を取る（単位は「nanoWatts/cm2/sr」）。

図6 対象3県の夜間光

また、本事業の経済・産業活性化への直接的な影響を検証するため、事業対象外の県（比較群¹³）と対象3県の夜間光の推移を比較した（図7）。キルクーク県は、2017年から2018年にかけて大きく減少している¹⁴が、2014年と比べると全体的に夜間光が大きく増加している。ニネワ県は、緩やかではあるが対象3県と同様に夜間光が増加している。



注：グラフ縦軸は光源の明るさ（放射輝度）を示しており、最小値は-1.5、最大値は 193,564 を取る（単位は「nanoWatts/cm2/sr」）。

図7 比較群との夜間光の比較

¹³ 比較群には、地理的・社会的条件（標高、気温、年間降水量、土地利用、人口）について、対象3県と相対的に似ているキルクーク県とニネワ県を採用した。

¹⁴ キルクーク及びエルビルでの夜間光が途中で減少している。現地調査補助員に確認したが、その要因についてはわからなかった。

以上の結果から、事業の対象とならなかった比較群においても夜間光が増加傾向にあることから、本事業以外の要因が経済・産業活性化に影響を及ぼしている可能性も排除できず、本事業と経済・産業活性化との因果関係は本分析からは明確には示すことができなかつた。ただし、2016年以降に夜間光が増加傾向にあることから、本事業は対象3県の経済・産業活性化に少なくとも間接的には貢献していると考えられる。

3.3.2.2 その他、正負のインパクト

(1) 自然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た(カテゴリ B)。本事業に係る環境影響評価報告書はイラクの国内法上作成が義務づけられておらず、本体コンサルタントによる支援のもと作成される環境モニタリング計画等に基づき、RMEKがモニタリングを実施することとなっていた。

建設を伴うサブプロジェクト4、5、6、7について、計画時・事業実施中に環境への負の影響が最小限になるように対策が取られた。例えば、樹木の伐採を最小限に抑えるようなルートの設定、土壌侵食や地滑り予防のための保持壁の建設などである。事業実施中には、RMEKがコンサルタントであるUNDPとモニタリング・チームを結成し、環境影響の綿密なモニタリングを行い、騒音、振動、粉塵、廃棄物に関し、適切にモニタリング・対応が行われ、RMEKによれば環境への負の影響は生じていない。

(2) 住民移転・用地取得

本事業での施設建設は、主に各県の土地、既存のRMEK施設内での実施であり、用地取得は生じていない。サブプロジェクト4に関しては、土地は県のものであったが、対象地で耕作を行っていた農家がありRMEK、UNDP、建設業者、地方政府と農家の間で交渉が行われ、合意に基づく対応がなされた。サブプロジェクト7に関しては、農業省、県、農家等との調整のうえルート設定が行われた。県は補償に関する委員会を結成、本事業による建設に伴う作物の損害賠償費として農家25戸に対し、イラク国内法に基づく適切な補償金額を見積もった。クルド地域省庁間協議会は補償の支払いに同意し、2022年6月22日に、クルド地域財務経済省に対し支払い手続きを行うよう正式なレターを発出した。

(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・人々の幸福・人権、その他

本事業は、未電化地域の電化や、上水道整備事業への電力供給による水への供給など、全住民の生活環境の改善に寄与している。また、難民や IDP キャンプへの安定した電力供給により、これら公平な社会参加を阻害された人々に便益をもたらしている。

以上のとおり、想定された効果のうち、電化人口の増加がみられ、SAIFI・SAIDIの改善や計画停電の改善など電力供給の安定性の向上は図られたといえる。また、定性的効果について、技術職員の運営・維持管理能力は強化された。期待されたインパクトについては、本事業は市民生活の安定化促進、経済・産業の活性化に一定の貢献を行っていると考えられる。また、本事業は公平な社会的参加を阻害された人々への正の便益をもたらしているといえる。社会、環境、経済面でのマイナス面でのインパクトはほとんどないと考えられる。

以上より、本事業の実施により、おおむね計画どおりの効果の発現がみられ、有効性・インパクトは高い。

3.4 持続性（レーティング：③）

3.4.1 政策・制度

「3.1.1.1 開発政策との整合性」で述べたとおり、送配電網の拡大はイラク政府「国家開発計画（2018年～2022年）」及び「クルド地域送配電マスタープラン（2022年～2031年）」でめざされており、政策・制度面での持続性は確保されている。

3.4.2 組織・体制

本事業で整備された施設の運営・維持管理は、実施機関 RMEK のドホーク、エルビル、スレイマニアの各地域局が行う。各地域局の下に、送電部門（送電線・変電所の運営・維持管理）、配電部門（配電線、変圧器等の運営・維持管理）、管理・通信部門（負荷の管理・編成、データ収集）がある。さらに各地域局の下、地方事務所（Districts、Sub-districts、送電チームセンター、維持管理センター）に技術スタッフが配属され、地方部の配電線、変圧器等の日常の運営・維持管理にあたる。

また、各地域局の研修部門が研修の実施を行う。事業完了後、RMEK は研修中央委員会を設置し、各県の研修部門と連携して年間能力開発計画を作成・実施している。主な研修は中央研修センターで実施され、補助的なコースが各県の検査施設で実施される。

RMEK の 2021 年 12 月末時点の職員総数は 13,844 人であり、審査時（2006 年）の職員数 12,161 人から安定しているといえる。各局の配置人数は下表のとおりで、このうち、

エンジニア（技術者）1,138人、テクニシャン（技能者）5,332人である。2014年以降、イラク政府との緊張によるクルド地域政府への予算配賦中止やクルド地域政府による合理化の方針により新規職員の採用は行われていないが、運営・維持管理に関し現状の職員数で問題はみられない。またクルド政府は、行政サービス委員会を設立し、各省庁、特に技術職員に不足が生じた際には省庁間で融通する仕組みを構築しており、特に電力の重要性を鑑み RMEK の要請は最優先されている。

表7 実施機関職員数

局名	職員数
本部（Dewan Directorate and General Directorate）	385
コントロールセンター総局	110
エルビル地域局	4,142
スレイマニア地域局	5,896
ドホーク地域局	1,806
ガーミアン地域局 ¹⁵	713
ハラブジャ地域局 ¹⁶	792
合計	13,844

出所：実施機関提供資料

以上より、変電所、送電線、配電設備等の運営・維持管理体制は確立されており、職員数も必要な人数が確保されていると考えられ、組織・体制の持続性はおおむね確保されている。

3.4.3 技術

RMEK によれば、運営・維持管理にあたる技術系職員（エンジニア、テクニシャン）は経験豊富であり、オンザジョブトレーニング（OJT）により能力強化を行い、電力網の定期的な維持管理、緊急な修理を行うに十分な技術を有している。さらに、「3.3.1.2 定性的効果（その他の効果）」で記載したとおり、中央研修センターと各県の検査施設で研修を行っている。

現地踏査では、マニュアルが適切に保管され、参照されていることが確認された。

以上より、技術面の持続性はおおむね確保されている。

3.4.4 財務

2014年以降、イラク政府・クルド地域政府は深刻な財政難に直面しており、また、イラク政府とクルド地域政府間の緊張から、RMEK を含むクルド地域政府への予算は承

¹⁵ スレイマニア県に属するが独立した地域局をもつ。

¹⁶ ハラブジャ県は2021年にスレイマニア県から分離。

認されていない。よって RMEK は運営・維持管理費用捻出の工夫を試みている。

過去 5 年の RMEK の収入を表 8 に示す。RMEK はスマートメーターを設置し、スマートメーターから収集した電力消費量に基づく料金を徴収したことにより、2019 年、2020 年は収入が大幅に増加した。2021 年には顧客の約 80% にスマートメーターが設置され引き続き収入は増加しており、2022 年以降も増加が見込まれている。

表 8 RMEK 収入

(単位：百万イラクディナール¹⁷)

地域局	2018	2019	2020	2021	2022
					(8/31 現在)
エルビル	103,765	135,715	130,910	176,432	103,840
スレイマニア	130,927	347,313	235,642	324,397	225,702
ドホーク	53,427	76,960	57,221	78,037	42,073
ガーミアン	3,884	8,934	5,243	7,312	5,008
ハラブジャ	-	-	-	-	3,680
合計	292,003	568,922	429,016	586,178	380,303

出所：実施機関提供資料

また、維持管理支出に関して、2018 年 2 月 8 日付で、クルド地域財務経済省は、売電収入の 8% を運営・維持管理に支出することを認めるレターを RMEK に発出し、RMEK は 2019 年以降、運営・維持管理に充当している。2019 年以降の運営・維持管理支出実績は下表のとおりである。

表 9 運営・維持管理支出実績

(単位：百万イラクディナール)

地域局	2019	2020	2021
エルビル	6,606	9,787	10,651
スレイマニア	25,115	6,893	21,178
ドホーク	4,539	2,653	3,803
ガーミアン	0	0	585
ハラブジャ	434	77	453
合計	36,694	19,410	36,670

出所：実施機関提供資料

¹⁷ 1 イラクディナール=0.100870 円 (2022 年 10 月)

RMEK は 8%に加え、必要に応じ、緊急のリハビリテーション等に関し支出を行っている。例えば、スレイマニア地域局では、2020年にスレイマニア県にあるすべての変電所（69カ所の変電所、130台の変圧器を含む）の維持管理のための調査が行われ、38,000,000 イラクディナールの費用を RMEK は承認し、維持管理が行われた。

また、RMEK 全体の支出推移は表 10 のとおりである。下記支出は、経常支出（給与、維持管理支出、一般管理費）及び資本支出から成る。投資に関しては、独立系発電事業者など民間資本によって行われているものもあり、下記支出には含まれていない。

表 10 RMEK 支出推移

(単位：百万イラクディナール)

	2019	2020	2021
RMEK 支出	549,892	369,715	555,258

出所：実施機関提供資料

以上より、財務面での持続性は、予算配賦上の問題はあるものの、収入向上の努力、一定の運営・維持管理支出が行われており、おおむね確保されているといえる。

3.4.5 環境社会配慮

事後評価時点で環境社会面での懸念はみられず、持続性リスクはみられない。

3.4.6 リスクへの対応

その他持続性リスクはみられない。

3.4.7 運営・維持管理の状況

各施設の稼働状況は、表 11 に示すとおり、おおむね良好である。

表 11 施設・機材の状況

サブプロジェクト	機材の状況
1：保守・点検用機材	保守・点検機材は、各地域局、さらに Districts、Sub-districts に配置されている。現地踏査を行った際に確認した検査用車両及びその他保守・点検機材は良好な状態であった。
2：移動式変電設備	現地踏査で確認した 6 つ（ドホーク・スレイマニア各 1、エルビル 4）の移動式変電所の状態はいずれも良好であり、RMEK によればその他の移動変電所の稼働状況も良好である。

3：配電用資機材（変圧器、キオスク型変電所）	調達機材は、各地域局、さらに Districts、Sub-districts 以下に配置されている。現地踏査を行った際に確認した変圧器、キオスク型変電所の状態は良好であった。エルビル地域局変電部門によれば、本事業で調達した変圧器は品質が良く故障・焼損率は年間 2%程度である（ドホークの故障・焼損率は事業実施前の 2009 年で 13.87%であり、事業実施前の変圧器と比較すると故障・焼損率は低い）。またスレイマニア地域局配電部門によれば、調達した変圧器の 90%以上が稼働しているとのことであった。
4：チュワルタ 132/33kV 変電所 5：同変電所からの 132kV 送電線	両施設とも良好な状態で稼働、障害は生じていない。
6：中央研修センター・各県検査施設	中央研修センター、各県検査施設、整備された検査機材ともに状態は良好である。
7：ハラブジャ 33kV 架空送電線等	良好な状態。支障なく稼働している。
8：ミニ SCADA、VoIP 通信システム	エルビル、ドホーク、スレイマニアに整備したミニ SCADA はいずれも稼働していない。米国の支援によりフル SCADA を調達中である。VoIP に関しては、ファイバー接続の変更により、使用されていない。

出所：実施機関提供資料、エルビル、ドホーク、スレイマニア各地域局インタビュー、各施設現地踏査

日常の維持管理に関しては、各地域局への聞き取りから得られた活動内容は以下のとおりである。

<エルビル地域局>

- ・送電部門（送電線、変電所）：移動変電所を含む変電所の維持管理は、必要な時（毎シーズン 1 回程度）行っている。すべての変電所は、変電所を監視し、障害が発生した場合は報告する責任を負う変電所監視員が管理している。
- ・配電部門（変圧器、キオスク型変電所）：目視でオイル漏れ等をチェックしており、点検は記録されている。

<ドホーク地域局>

- ・配電部門では目視によるチェックを行っている。
- ・各維持管理センターでは緊急対応用にスペアパーツが保管され、問題が生じた時はすぐに対応を行っている。

<スレイマニア地域局>

- ・変圧器の日常点検は、変圧器の目視点検を行う技術者を派遣し、点検・日報の提出を行っている。
- ・維持管理技術スタッフは、既存のスペアパーツと月々の定期予算の範囲内で、可能な限り修理を行い、さらに必要に応じ、変圧器の修理の申請を本部に行い、予算を確保

する。

以上のとおり、運営・維持管理状況は、おおむね良好であり、不稼働のミニ SCADA も更新が見込まれるところ、問題はみられない。

以上より、本事業の運営・維持管理には、組織・体制面、財務面、運営維持管理状況に一部軽微な問題はあるが、改善・解決の見通しが高いといえ、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、クルド地域（ドホーク県、エルビル県、スレイマニア県）において、変電・配電用資機材の供給等により、電力供給の安定化を図り、もって同地域の経済・社会復興に寄与することを目的として実施された。本事業は審査時、事後評価時ともにイラク及びクルド地域の開発政策や開発ニーズと合致しており妥当性が確認できる。日本のイラクに対する開発協力方針との整合性は高く、また、JICA の他事業との整合もみられた。よって、妥当性・整合性は高い。本事業では、借款の未使用残を活用しコンポーネントが追加されたが、同コンポーネント追加後の変更計画に沿ったアウトプットが産出されており、事業期間は計画を若干上回ったものの、事業費は計画内であり、効率性は高い。有効性については、電化人口の増加がみられ、停電の改善など電力供給の安定性の向上は図られたといえる。また、本事業により技術職員の運営・維持管理能力が強化された。期待されたインパクトについては、市民生活の安定化促進、経済・産業の活性化に一定の貢献を行っていると考えられる。よって有効性・インパクトは高い。本事業の運営・維持管理には、組織・体制面、財務面、運営維持管理状況に一部軽微な問題はあるが、改善・解決の見通しが高いといえ、事業によって発現した効果の持続性は高い。以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

4.2 提言

4.2.1 実施機関への提言

なし。

4.2.2 JICA への提言

なし。

4.3 教訓

適切な指標の設定及びフォローアップの必要性

審査時には、「借款契約調印後に対象地域に限定したベースライン調査を実施することで運用効果指標の基準値及び目標値を設定」となっていたが、事後評価時には、ベースライン調査結果を確認することはできなかった。完了時に実施機関から提出された報告書に効果指標として記載された「新規電化人口」「質の向上した電気にアクセスできる人口」「電化により上水の供給を得られた人口」については、JICA が内容を承諾したものと考えられるが、目標値の設定が行われておらず、また定義も曖昧であり、同指標をもとに評価することは困難であった。審査時に指標及び目標値が設定されていない場合には、審査時にベースライン調査の実施主体、実施期限を相手国側・JICA 双方で合意し、その確実な実施を確保することが必要である。また、事業開始後に確実にベースライン調査を実施し、JICA が指標及び目標値の設定を確認し、その結果を記録として残すことが重要である。

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評価

(1) JICA の貢献

実施機関からの同意要請や問い合わせに対し JICA から適時の対応が行われ、事業の円滑な実施につながった。

(2) UNDP との連携

イラクは円借款による事業実施は不馴れであり、円滑な事業実施のためには調達手続き等に関する技術支援が不可欠であった。UNDP はクルド地域に拠点をもち、電力セクターの支援を長年行ってきた経験を有することから、円借款の円滑な実施のために UNDP にコンサルティングサービスを委託することとなった。長年 RMEK を支援してきた経緯も踏まえ、本事業でのコンサルタントとして、事業全期間を通じて、調達支援、実施支援、技術支援、財務管理、技術移転（電力品質や運営・維持管理にかかるトレーニング）、環境モニタリング等で重要な役割を果たした。RMEK 側の本事業実施への熱意・積極性に加え、UNDP と RMEK の信頼関係によりきめ細かな事業実施支援が行われ、本事業の円滑な実施・完了につながった。

以 上

主要計画/実績比較

項 目	計 画	実 績
①アウトプット	【土木工事・調達機器】 1) 保守・点検用資機材の調達 2) 移動式変電設備の調達・据付 3) 配電用資機材の調達 4) 132/33kV 変電所の建設 (以下追加コンポーネント) 5) 132kV 送電線の建設、維持 管理用倉庫の建設 6) 中央研修センターの改修、 検査施設の建設、研修機材 調達、研修実施 7) 架空送電線の建設 (スレイ マニア県ハラブジャ市) 8) ミニ SCADA 及び VoIP シス テムの調達 【コンサルティングサービス】	【土木工事・調達機器】 1) 計画どおり 2) 計画どおり 3) 計画どおり 4) 対象変電所を特定 (スレイ マニア市チュワルタ変電所 建設) 5) 計画どおり 6) 計画どおり 7) 計画どおり 8) 計画どおり 【コンサルティングサービス】 計画どおり
②期間	(変更後事業期間) 2008年9月～ 2018年4月 (116カ月)	2008年8月～ 2018年8月 (121カ月)
③事業費 外貨 内貨 合計 うち円借款分 換算レート	11,881百万円 7,980百万円 (92,575百万イラクディナール) 19,861百万円 14,747百万円 1イラクディナール=0.0862円 (2007年2月時点)	11,773百万円 150百万円 (1,780百万イラクディナール) 11,923百万円 11,773百万円 1イラクディナール=0.0843円 (2009年～2018年平均)
④貸付完了	2018年10月	