

国名 ブータン王国	災害用緊急時移動通信網整備計画
--------------	-----------------

I 案件概要

事業の背景	ブータンでは、携帯電話の普及率は84.3%（2014年時点）と、固定電話の普及率3.4%を大きく上回っており、携帯電話は市民の情報伝達の主要な手段となっている。しかしながら、災害対策に肝要な移動体（モバイル）通信ネットワークの冗長化はまだ整っておらず、既存のモバイルコアシステムは首都ティンブーに設置された1機のみであった。このため、2015年4月に発生したネパール大地震の際、ブータン国内で回線輻輳が発生し、携帯電話の通話が断絶されたことから、災害に対する携帯電話の通信システムの脆弱性が浮き彫りになった。このような状況下、ブータン政府は、既存コアシステムと相互補完できる新しいコアシステムをジャカル（ティンブーの約110km東）に設置し、モバイル通信ネットワークの冗長化を図るために本事業の実施を日本政府に要請した。								
事業の目的	本事業は、ブムタン県ジャカル市において、移動体通信ネットワークの冗長化のためのコアシステムを整備することにより、ブータン国内の安定した通信ネットワークの確保を図り、もって同国の気候変動等による自然災害への対策及び防災機能強化を通じ、自然環境の悪化に対する脆弱性の軽減に寄与することをめざす。								
実施内容	<ol style="list-style-type: none"> 事業サイト：ブムタン県ジャカル市 日本側： <ol style="list-style-type: none"> 機材調達：回線交換機、メディアゲートウェイ、加入者データベースシステム、加入者パケット交換機、中継パケット交換機、ファイアーウォール、オペレーションシステムなど コンサルティング・サービス：詳細設計、入札補助、調達監視 相手国側：電源設備の強化、伝送設備の改善、土木工事、相互接続作業 								
事業期間	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;">交換公文締結日</td> <td style="width: 25%;">2017年12月19日</td> <td style="width: 25%;">事業完了日</td> <td style="width: 25%;">2019年6月29日</td> </tr> <tr> <td>贈与契約締結日</td> <td>2017年12月20日</td> <td>(計画)</td> <td>(実績)</td> </tr> </table>	交換公文締結日	2017年12月19日	事業完了日	2019年6月29日	贈与契約締結日	2017年12月20日	(計画)	(実績)
交換公文締結日	2017年12月19日	事業完了日	2019年6月29日						
贈与契約締結日	2017年12月20日	(計画)	(実績)						
事業費	交換公文供与限度額・贈与契約供与限度額：979百万円 実績額：979百万円								
相手国実施機関	ブータンテレコム (Bhutan Telecom Limited: BTL)								
案件従事者	コンサルタント：国際航業株式会社 調達代理機関：豊田通商株式会社								

II 評価結果

1 妥当性/整合性	<p><妥当性></p> <p>【事前評価時のブータン政府の開発政策との整合性】 本事業は、事前評価時点におけるブータン政府の開発政策と整合性が高い。ブータン政府は「第11次5カ年計画（2013年～2018年）」において通信インフラの整備を優先し、防災対策として強固な通信システムを構築するため、同11次計画に対応した「電子政府マスタープラン」（2014年）を策定した。</p> <p>【事前評価時のブータンにおける開発ニーズとの整合性】 本事業は、モバイル通信ネットワークを冗長化するための、既存コアシステムとの相互バックアップの必要性など、事前評価時点におけるブータン政府の開発ニーズと整合性が高い。</p> <p>【事業計画/アプローチの適切性】 本事業の計画/アプローチは適切である。事業計画/アプローチに起因する課題は確認されなかった。</p> <p>【評価判断】 以上より、本事業の妥当性は③¹と判断される。</p> <p><整合性></p> <p>【事前評価時における日本の援助方針との整合性】 本事業は、事前評価時の日本の援助方針と整合している。2015年時点のブータンに対する日本の開発協力方針²では、「脆弱性の軽減」を重点分野の一つに位置づけ、都市環境改善や気候変動対策・防災を通じて環境問題及び気候変動への対応を支援するとしている。</p> <p>【JICA他事業・支援との連携/調整】 事業実施中にJICA技術協力プロジェクト「災害対策強化に向けた通信BCP（Business Continuity Plan：事業継続計画）策定プロジェクト」（2018年～2021年）との連携/協力が想定され、事後評価時にその効果が確認された。ソフト面（技術協力プロジェクト）ではBTLの業務体制や人材育成を支援し、ハード面（本事業）では安定的な通信サービスのためのインフラ整備を行った。このソフトとハードの両輪の連携により、BTLは平時と災害時の両方で通信ネットワークの強靱性を確保しただけでなく、災害対策も強化した。</p> <p>【他機関との連携/国際的枠組みとの協調】 事前評価時において、他ドナーとの連携/協調は明確に計画されていなかった。</p> <p>【評価判断】</p>
-----------	---

¹ ④：「非常に高い」、③：「高い」、②：「やや低い」、①：「低い」

² 出所：ODA国別データ集（2015年）

以上より、本事業の整合性は③と判断される。

【妥当性・整合性の評価判断】

以上、本事業の妥当性及び整合性は③と判断される。

2 有効性・インパクト

【有効性】

本事業の目的は、計画を超えて達成された。ジャカールのコアシステムは、2019年6月の試運転以来、大規模な障害/中断を経験していない。指標として設定されたモバイルコアシステムの中断時間は、2022年までに0.25時間/年以下とすることが目標として定められたが、2022年の実際の中断時間は発生しなかった。同様に、ティンプーのモバイルコアシステムも大きな中断がなく安定して稼働している。これは、二つのコアシステムが負荷を分担する形で稼働しており、コアレベルでの大きな回線混雑を防いでいることを示している。特にモバイルネットワークの通信量が大幅に増加した新型コロナウイルス感染症(Covid-19)の発生時に、その安定性は顕著であった。したがって、ジャカールのコアシステムを導入することで、モバイルネットワークの輻輳は緩和され、安定した通信ネットワークが確保されたといえる。

【インパクト】

事後評価時までにブータンでは大きな自然災害が発生していないため、気候変動による災害対策への具体的な貢献度を示すデータはない。ただし、2023年7月にルンチュェ県ウンガー村で23人の命が犠牲になった鉄砲水が発生した際、通信に混雑は発生しなかった。災害当日の通信使用量(12時間)は2G Voiceで20.79 Erlangs³、3G Voiceで80.99 Erlangsであったが、それは、災害の一週間前の通信使用量(12時間)である2G Voiceで7.41Erlangs、3G Voiceで24.58 Erlangsの約3倍の通信量に相当する。これは、同国の安定した通信ネットワークが確保されたことで、BTLのモバイルネットワークが災害に対して強靱になったことを示しており、災害管理能力が強化されたといえる。

上記のとおり、本事業は、モバイルネットワークのコアレベルでの冗長性を確保し、ティンプーとジャカールのコアシステムのいずれかが大規模な自然災害によって故障しても、もう一方のコアシステムが稼働し続けることを可能にした。しかし、例えばティンプーのコアシステムに障害が発生した場合、ティンプーのコアシステムに接続されたセルサイトや基地局も稼働を停止するという課題は残ったままであった。ジャカールのコアシステムに障害が発生した場合も同じ状況になるが、この対策については本事業のスコープ外であった。本事業完了後、BTLはこの課題に対処するためにRAN(Radio Access Network)セグメントに投資し、すべてのセルサイトと基地局を両方のコアシステムに相互接続した。これにより、一方のコアシステムに障害が発生しても、ネットワーク内のすべてのセルサイトと基地局が稼働を維持できるようになった。この拡張により、モバイル通信ネットワークの冗長性が大幅に強化された。

【評価判断】

以上より、本事業の有効性・インパクトは④と判断される。

定量的効果

指標	基準値 2016年 計画年	目標値 2022年 事業完成3年後	実績値 2020年 事業完成1年後	実績値 2021年 事業完成2年後	実績値 2022年 事業完成3年後	出所
移動体(モバイル)通信サービス中断時間(時間/年) (災害によらず中断している時間)	10時間/年以上	0.25時間/年以下	5.3時間/年*	0時間/年	0時間/年	BTL

* 中断が発生したのはジャカールのコアシステムのみで、これは初期エラーによるもので、その後修正された。なお通信はティンプーのコアシステムを通じて行われたため、モバイル接続全体への影響はなかった。

3 効率性

事業費は計画どおりであり(計画比:100%)、事業期間はわずかに計画を上回った(計画比:112%)。事業期間の延長は、国境付近の道路沿いの橋が損傷したことにより、本事業で調達した機材の(計3回の輸送のうち)2回目の輸送が迂回を余儀なくされたために発生した。その結果、機材納入が遅れ、その後の取り付け、テスト、試運転のプロセスにも遅れが生じた。

	事業費(日本側の支出のみ、円)	事業期間(月)
計画(事前評価時)	979百万円	17カ月
実績	979百万円	19カ月
割合(%)	100%	112%

アウトプットは計画どおり産出された。

以上より、効率性は③と判断される。

4 持続性

【制度・体制面】

BTLが管理する全国的なネットワークの運営・維持管理(Operation and Maintenance: O&M)は、西部地域、南西部地域、中部地域、東部地域の四つの地域にまたがって行われている。中部地域では、コアシステムの日常的なO&Mはジャカールにあるプロフィット・センターが担っている。ジャカールのプロフィット・センターには責任者であるマネージャーと、22人のスタッフが配置されている。そのうち8人がジャカールのコアシステムの日常的なO&Mを担当している。ジャカールのO&Mチームでは対応できない大規模な故障が発生した場合は、ティンプーのモバイルコアのエンジニアが遠隔サポートを提供している。ティンプーのエンジニアでも故障を修理できない場合は、年間保守契約(Annual Maintenance Contract: AMC)の下、機材販売業者であるエリクソン社の専門家に依頼することになっている。BTLによると、日常的なO&Mのためのスタッフの数は十分であり、大規模な故障が発生した場合のO&M体制も確立されている。さらにBTLは、より

³ 時間当たりの通話量を表す単位。

良いサービスを提供するためジャカルに新しいネットワーク・オペレーション・センターを建設する計画を立てており、O&Mの拡充を図る予定である。

【技術面】

BTLによると、O&Mのスタッフはマニュアルを活用しており、技術的な問題は発生していない。ジャカルとティンブーのコアシステムはモバイル通信ネットワークの基盤であるため、BTLはコアシステムのO&Mのための継続的な人材育成の重要性を認識している。BTLは、年次人材育成計画に基づき、コアシステムとRANネットワークの両方に関する技術研修が実施されている。また、インドやシンガポールなどの第三国でも技術研修を実施し、スタッフの技術向上を図っている。BTLは、コアシステムの日常的なO&Mのための組織内の継続的な能力開発に加えて、機材販売業者とのAMCを継続し、大規模なO&Mを強化する方針である。さらに、BTLと東日本電信電話(NTT東日本)は覚書を締結し、BTLのエンジニアを日本に派遣することや、NTT東日本のエンジニアをブータンに受け入れることで、人材の能力開発の強化を図っている。

【財務面】

BTLは年間活動計画に基づき必要なO&M予算を策定し、BTL取締役会によって審査と承認を受ける。承認されたO&M予算は、顧客へのサービス提供から得られる収入で賄われる。モバイルサービスが主要な収入源であることを踏まえ、BTLはコアシステム機器を含むモバイルネットワークコンポーネントのO&Mに相当な予算を割り当てる方針である。モバイル事業はBTLの基盤であることから、BTLは将来的にわたりコアシステムのO&Mにかかる財務的持続性を確保するといえる。

【環境・社会面】

環境・社会面の問題は確認されず、対応策を講じる必要はなかった。

【運営・維持管理の状況】

本事業で導入されたすべての機材は問題なく稼働しており、関連するメンテナンスも問題なく定期的に行われている。コアシステム機材のさまざまなコンポーネントのソフトウェアのアップグレードは、毎年、あるいはアップグレードが可能になったときに実施されている。コアシステム機材のすべての重要なコンポーネントのスペアパーツは、査定のうえ調達され、在庫は確保されている。

【評価判断】

以上より、本事業の運営・維持管理は、制度・体制、技術、財務、状況、環境社会配慮いずれも問題なく、本事業によって発現した効果の持続性は④と判断される。

5 総合評価

本事業の目的は計画を超えて達成し、ジャカルに導入されたコアシステムは、ブータン全土に安定した通信ネットワークを確保し、モバイル通信ネットワークの冗長性を強化した。整合性に関しては、JICAの技術協力プロジェクトとの連携を通じて、BTLは平時と災害時の両方で通信ネットワークの強靭性を確保しただけでなく、災害対策も強化した。また、制度・組織面、技術面、財政面にかかる持続性は確保されている。

以上より、総合的に判断すると、本事業の評価は非常に高いといえる。

III 提言・教訓

JICAへの教訓：

・BTLの事業継続計画策定を目的とした技術協力プロジェクトは、本事業（無償資金協力事業）を補完する形で実施された。技術協力プロジェクトの実施により、BTLの運営体制の整備や人材育成などの技術移転が行われ、その結果、本事業（無償資金協力事業）の持続性は確保され、平時と災害時の両方で通信ネットワークの強靭性と災害対策強化という相乗効果を生んだ。さらに、ブータン政府は、これら二つの事業で得た経験を活かし、次期5カ年計画に関連機関の緊急時対策計画の策定を盛り込むことを検討している。このように、無償資金協力事業（ハードコンポーネント）と技術協力事業（ソフトコンポーネント）を組み合わせることで、相乗効果を生んだことに加え、無償資金協力事業で整備された施設の適切な運営・維持管理を図り、事業の持続性を確保した。



左：ジャカルにて、モバイルネットワークコアシステムの視察

右：ジャカルのプロフィット・センターのエンジニアがモバイルコアシステムの定期メンテナンスを実施する様子