

平成 25 年度案件別事後評価：
パッケージ II-6
(トルコ、ブルガリア、ルーマニア)

平成 26 年 7 月
(2014 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

委託先
三州技術コンサルタント株式会社

評価
JR
14-32

序文

政府開発援助においては、1975 年以来個別プロジェクトの事後評価を実施しており、その対象を拡大させてきました。また、2003 年に改訂された「ODA 大綱」においても「評価の充実」と題して「ODA の成果を測定・分析し、客観的に判断すべく、専門的知識を有する第三者による評価を充実させる」と明記されています。

こうした背景の中、より客観的な立場から事業の成果を分析し、今後の類似事業等に活用できる教訓・提言の抽出を目的として、円借款事業については主に 2011 年度に完成した事業、また技術協力プロジェクトおよび無償資金協力事業については主に 2010 年度に終了した事業のうち、主に協力金額 10 億円以上の事業に関する事後評価を外部評価者に委託しました。本報告書にはその評価結果が記載されています。

本評価から導き出された教訓・提言は、国際協力機構内外の関係者と共有し、事業の改善に向けて活用していく所存です。

終わりに、本評価にご協力とご支援を頂いた多数の関係者の皆様に対し、心より感謝申し上げます。

2014 年 7 月
独立行政法人 国際協力機構
理事 植澤 利次

本評価結果の位置づけ

本報告書は、より客観性のある立場で評価を実施するために、外部評価者に委託した結果を取り纏めたものです。本報告書に示されているさまざまな見解・提言等は必ずしも国際協力機構の統一的な公式見解ではありません。

また、本報告書を国際協力機構のウェブサイトに掲載するにあたり、体裁面の微修正等を行うことがあります。

なお、外部評価者とJICA事業担当部の見解が異なる部分に関しては、JICAコメントとして評価結果の最後に記載することがあります。

本報告書に記載されている内容は、国際協力機構の許可なく、転載できません。

トルコ

イスタンブール長大橋耐震強化事業

外部評価者：三州技術コンサルタント株式会社

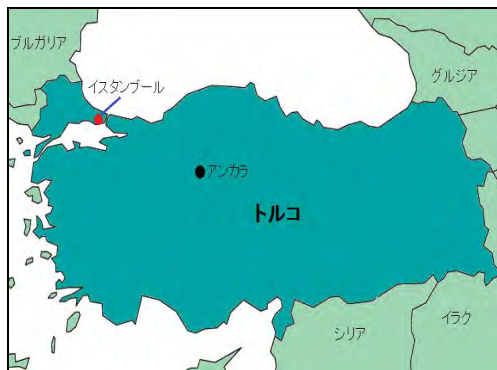
川畑 安弘

0. 要旨

本事業は、イスタンブールの主要長大橋及び付随する高架橋に対し、耐震補強工事を実施することにより、耐震性増強を図り、もって災害・緊急時の生命線（交通）の確保及び社会経済活動の保持に寄与することを目的としていた。本事業の実施はトルコの開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策と十分に合致しており、妥当性は高い。採用された耐震設計条件は、2011年の東北地方太平洋沖地震以前の日本の基準にほぼ合致しており、審査時の技術的判断の正当性に問題はない。また、実施機関によると、本事業対象3橋梁の耐震性増強が図られたことにより、大地震が発生しても、3橋梁の崩壊は避けられ、災害・緊急時の生命線（交通）は確保されているとの事であった。したがって、本事業の実施により、概ね計画通りの効果の発現が見られ、有効性・インパクトは高い。効率性については、当初の計画事業概要と実績概要は一部異なっているが、その変更は妥当なものである。本事業は、事業費については、計画内に収まったものの、事業期間が計画を大幅に上回ったため、効率性は中程度である。本事業の維持管理は体制、技術、財務状況ともに問題なく、本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. 案件の概要



プロジェクト位置図



メジデキョイ高架橋

1.1 事業の背景

イスタンブール市の第1、第2環状道路上に位置する本事業対象橋梁は、アジアとヨーロッパを結ぶ、交通量の非常に多いボスポラス海峡及びゴールデンホーン湾を横断する重要な構造物である。ボスポラス海峡及びゴールデンホーン湾の横断箇所では、フェリーによる横断以外、同等な代替ルート（道路）が無いと考えられ、本事業対象橋梁の崩落もしくは危惧的な被害が生じた場合、1) 両環状道路は基幹環状道路としての機能を完全に損失する、2) 災害発生後の救援及び復旧作業が大きく阻害される、3) 国の社会経済活動が長期間、低迷

すること等が想定されていた。

1999年8月のコジャエリ地震、同年11月のデュズジェ地震発生後の調査、研究の結果、新しい活断層がイスタンブール近くのマルマラ海海底で発見されており、イスタンブール近郊で大地震の発生する確率が高いと指摘されていた。また、1999年の地震発生後、第1、第2ボスポラス橋及びゴールデンホーン橋に対して地震被害調査が実施された。調査の結果、重大な被害は発見されなかったが、これらの橋梁が建設当時の耐震基準に基づき建設されたことから、耐震強化工事の必要性が指摘された。その結果、2000年9月に概略設計が、2000年11月にはF/S調査がそれぞれ実施された。

イスタンブール市策定の防災行動計画において、災害・緊急時の交通確保は最優先課題とされ、各幹線道路の緊急時の代替道路の設定が行われたが、本事業対象の橋梁区間については代替道路が無いと判定された。この結果を受け、2001年1月、トルコ政府は日本政府に対して本事業を対象とした特別円借款の要請を行った。

1.2 事業概要

イスタンブールの主要長大橋及び付随する高架橋に対し、耐震補強工事を実施することにより、耐震性増強を図り、もって災害・緊急時のライフライン（交通）の確保及び社会経済活動の保持に寄与する。本事業位置図を図1に示す。



図1 事業位置図

円借款承諾額／実行額	12,022 百万円／11,936 百万円
交換公文締結／借款契約調印	2002 年 3 月／2002 年 7 月
借款契約条件	金利 0.95%、返済 40 年（うち据置 10 年） 一般アンタイド（本体分） 金利 0.95%、返済 40 年（うち据置 10 年） 一般アンタイド（コンサルタント分）
借入人／実施機関	トルコ共和国／運輸海事通信省道路総局（KGM）
貸付完了	2012 年 2 月
本体契約	IHI
コンサルタント契約	日本構造橋梁研究所
関連調査 （フィージビリティ・スタディ：F/S）等	事前調査：国際建設技術者協会（2000 年） F/S：日本構造橋梁研究所（2000 年）
関連事業	技術協力： ・ JICA「イスタンブール地震防災計画基本調査」（2001－2003 年） ・ JICA「地震被害抑制プロジェクト」（2005－2008 年） 円借款： ・ ゴールデンホーン橋建設事業（L/A 調印：1972 年） ・ 第 2 ポスポラス橋・高速道路建設事業 I、II、III（L/A 調印：1985、1987、1987 年） ・ ゴールデンホーン橋補修拡幅事業（L/A 調印：1991 年） ・ 緊急震災復興計画（L/A 調印：1999 年） ・ ボジェイク・メケジェ道路改良事業（L/A 調印：1999 年） その他国際機関等： ・ Emergency Earthquake Recovery Loan（世銀） ・ Marmara Earth Emergency Reconstruction Loan（世銀） ・ Restructuring of Existing Loan（世銀）

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

川畑 安弘（三州技術コンサルタント株式会社）

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：2013 年 9 月～2014 年 8 月

現地調査：2013 年 11 月 24 日～11 月 29 日、2014 年 2 月 16 日～2 月 22 日

3. 評価結果（レーティング：A¹）

3.1 妥当性（レーティング：③²）

3.1.1 開発政策との整合性

審査時の第 8 次 5 ヶ年計画（2001-2005）の開発目標/優先課題は、1) 持続可能な高経済成長率の達成、2) 世界市場と競争可能なハイテク経済の育成、3) 人材育成及び雇用機会の増

¹ A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

² ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

加、4) インフラの改善及び環境保全、5) 地域格差の是正、農村開発の改善、貧困の削減、社会的格差の是正であった（出典：外務省国別評価報告書）。道路セクターの主要開発目的は、安全で経済的な旅客・貨物輸送の確保、環境への悪影響を軽減する施策の確立及び道路規格の向上であった。また、イスタンブール防災管理センター策定の防災行動計画（2000年）において、災害・緊急時の交通確保は最優先課題の一つとして位置付けされていた。

事後評価時の第9次5ヵ年開発計画（2007-2013）では、1) 競争力の向上、2) 雇用の増加、3) 人間開発と社会連帯の強化、4) 地域社会の確保、5) 公共サービスの質と効率性の向上を開発目標・優先課題としている。また同計画では、「地域開発や都市計画における防災管理の確保」が課題として取り上げられ、2012年4月に首相府緊急事態管理庁策定の「国家地震戦略及び行動計画（2012-2023）」に基づき、ハザードマップの作成や建築物・インフラの耐震化が進められている。

上述のように、審査時（2002年）及び事後評価時において本事業の実施はトルコ国の開発政策に整合している。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

審査時、本事業対象の3長大橋（第1ボスポラス橋、第2ボスポラス橋、新・旧ゴールデンホーン橋）及びそれに付随する高架橋はトルコの社会・経済活動及び市民生活にとって生命線とも言えるインフラであり、また、ヨーロッパとアジアを結ぶ国際幹線道路でもあった。トルコでは、1999年のトルコ北西部における2度の大地震のように、過去に大規模な地震が発生しているが、イスタンブール周辺においても近い将来、大地震が発生する可能性が指摘されていた。トルコ北西部における大地震と同等の規模として想定されている大地震が発生した場合、これら長大橋及び高架橋の建設計画時に想定していた対象橋梁の耐震設計条件を超える地震動が生じ、構造物が破壊される可能性が高く、これらの長大橋・高架橋の早急な耐震補強の必要性が指摘されていた。

当該3長大橋及びそれに付随する高架橋は、事後評価時でもトルコの社会・経済活動及び市民生活にとって、生命線であり国際幹線道路であることに変わりはない。また、上述の1999年の大地震の後、2003年5月にトルコ南東部のビンギュル県においてマグニチュード7.2、2011年10月にトルコ東部のヴァン県においてマグニチュード7.1の大地震が発生し、多くの犠牲者が出ている。さらに、近年のトルコにおける著しい経済発展による都市の拡大及び経済構造の高度化により災害に対する脆弱性が高まっている。このような状況の下、トルコ政府及び他ドナーの支援はイスタンブールのインフラを主体とした災害対策に向けられている。同時に、JICAを含むドナーは防災教育、効果的な災害リスク管理等のソフト面での技術協力支援を行っている。

本事業における災害・緊急時の生命線（交通）の確保を目的とした主要3長大橋及び高架橋の耐震補強工事の実施は、災害対策に取り組んでいるトルコ政府の開発ニーズに整合している。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

審査時の海外経済協力実施方針において、産油国に隣接した諸国を含めた中近東地域全体の安定は我が国にとって極めて重要な課題であり、経済インフラ整備とともに、社会的弱者支援や地方開発を重点分野とし、社会インフラ及び環境保全に対する支援を重視するとして

いたことから、日本の援助政策にも合致していた。また、特別円借款の対象分野の一つである大規模災害対策とも合致していた。

以上より、本事業の実施はトルコの開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策と十分に合致しており、妥当性は高い。

3.2 有効性³（レーティング：③）

3.2.1 定量的効果（運用・効果指標）

審査時、運用・効果指標として 1) 通過交通量、2) 落橋による被害者数、3) 落橋による被害車両数、及び 4) 落橋により交通を遮断されるフェリー数が挙げられているが、本事業完成後、落橋に至るほどの大地震は発生していないため、これらの運用・効果指標全てを採用することは困難である。したがって、本事後評価では通過交通量を除いた他指標は採択せず、過去に発生した大地震に関する情報（発生時期、震度等）及び耐震設計に用いた設計基準についてその適正さを確認し、有効性の判断に用いることとした。

(1) 通過交通量

本事業対象 3 長大橋における通過交通量の実績を表 1 に示す。

表 1 3 長大橋における通過交通量（実績値）

単位：台/日

	2000 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年
第 1 ボスポラス橋	186,600	191,000	190,000	196,000	230,000
第 2 ボスポラス橋	174,200	210,000	230,000	213,000	239,000
ゴールデンホーン橋	233,300	200,000	-	-	-

出典：事業完成報告書及び質問票への回答書

注 1：ゴールデンホーン橋は有料道路でないこともあり、過去 3 年間、交通量の計測はされていない。

第 1 ボスポラス橋（片側 3 車線）、第 2 ボスポラス橋（片側 4 車線）の通過交通量は 2000 年の段階でそれぞれの交通容量を超えていたが、その後も交通量は増え続け、一日に占める渋滞時間が長くなり、昼間は継続して混雑している状態である。他方、ゴールデンホーン橋については、2008 年に高速バス運輸システムが中央帯に完成・導入されたことにより車線数が減少し、2000 年と比較して 2010 年の交通容量は減少している。

(2) 過去に発生した大地震に関する情報（発生時期、震度等）及び本事業で想定した地震概要

1999 年のトルコ北西部における 2 度の大地震（共にイスタンブールから約 90km 以上の距離）の後、2003 年 5 月にトルコ南東部でマグニチュード 7.2、2011 年 10 月にトルコ東部でマグニチュード 7.1 の地震が発生しているが、本事業完成後、イスタンブール近郊では、大規模地震は発生していない。

³ 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。

本事業の審査時で想定された地震概要は、本事業の詳細設計の段階でも継続して採用された。

- ・ マグニチュード : 7.4
- ・ 震源地： マルマラ断層（北アナトリア断層の一部で、イスタンブールの中心部から南 20km に位置する）
- ・ 地震発生の確率 : 62±15%（2000 年からカウントした 30 年以内）
- ・ 震源地からの距離 : 20-30km
- ・ 基本地表面加速度 : 約 0.4G

(3) 耐震設計に用いた耐震設計条件（地表面最大加速度及び構造物最大加速度）

上述の地震概要と同様に、耐震設計条件においても、審査時にて設定されたものが詳細設計の段階でも継続して採用され、変更は無かった。

表 2 適用耐震設計条件

橋梁名	地盤条件	断層からの距離 (km)	最大加速度 (G)		
			当初建設時の地表面加速度	地表面	構造物
第 1 ボスポラス	硬質土	20	0.1	0.316	0.791
第 2 ボスポラス	極硬質土	26	0.15	0.270	0.690
ゴールデンホーン橋	硬質土	17	0.3	0.353	0.882

注：ゴールデンホーン橋の当初建設時の地表面加速度は新ゴールデンホーン橋に適用された設計条件

採用された耐震設計条件は、2011 年東北地方太平洋沖地震以前の日本の基準にほぼ合致しており、審査時の技術的判断の正当性に問題はない。ただし、日本では、同地震後の 2012 年 3 月に、発生頻度の低いプレート境界型の大規模な地震（本事業で想定される地震）に対しての地震動の標準加速度が約 1.2～2 倍（地盤状況による）に引き上げられる等、改正が行われている。

3.2.2 定性的効果

(1) イスタンブールの都市機能及び資産の震災からの保護

実施機関によると、ほぼ計画通りに耐震補強工事が実施され、耐震性増強を図られたことにより、大地震がきても本事業対象の 3 長大橋の崩壊は避けられ、災害・緊急時の生命線（交通）は確保されるとのことであった。

(2) トルコにおける耐震補強技術・知識の向上

実施機関によると、事業実施中の事業管理や工事業者による研修により、実施機関側の耐震補強技術・知識の向上が図られたと認識している。また、邦人コンサルタントと共同で詳細設計のレビュー、施工監理等に従事したローカルコンサルタントも、日常のコンサルティング業務を通じて技術・知識の向上が図られたとしている。

3.3 インパクト

3.3.1 インパクトの発現状況

実施機関によると、3長大橋に関しては、大地震がきても災害・緊急時の生命線（交通）や社会活動は確保され、国民の不安も低減されたとしている。また、実施機関の一般職員からも、同じ地震国であり先進的な技術を有する日本の援助で、耐震補強が出来たことに満足しているという声も聞かれた。

3.3.2 その他、正負のインパクト

(1) 自然環境へのインパクト

事業完成報告書によると、事業実施中、騒音、水質・大気汚染に関してモニタリングが実施されたが、本事業が既設インフラの補強工事であることもあり、特に大きな環境問題は発生していない。ただし、実施機関へのヒアリングによると、第2ボスポラス橋の橋台（アバットメント）における伸縮継目の交換は、当初の耐震補強工事には含まれていなかったが、騒音の苦情が出ていたため、両端で総取替え工事を行うとともに、遮音施設を設置し、ある程度の遮音効果は出ている。低周波騒音の完全な遮音対策は技術的に困難であるものの、苦情の申し出が続いているため、道路総局第1支局は更なる騒音対策工事（遮音施設の追加、改良等）の実施を計画している。

(2) 住民移転・用地取得

本事業において、用地取得・住民移転は発生していない。

(3) その他正負のインパクト

特になし。

既存インフラに対する耐震補強事業の有効性・インパクトを定量的に検証することは、想定した規模の大地震が事業完成後、発生していないため、困難である。しかしながら、実施機関によると、本事業対象3長大橋の耐震性増強が図られたことにより、大地震が発生しても、3橋梁の崩壊は避けられ、災害・緊急時の生命線（交通）は確保されるとのことであった。

以上より、本事業の実施により、概ね計画通りの効果の発現が見られ、有効性・インパクトは高い。

3.4 効率性（レーティング：②）

3.4.1 アウトプット

本事業におけるアウトプット（計画及び実績）を表3に示す。

本事業で実施される予定であった事業概要は、審査時の各種報告書に記載されているが、これらはF/Sの結果に基づき計画された概要である。その後、事業実施段階で、工事業者が再度、現場の状況を調査した上で詳細設計を実施し、優先度の高い工事や事業概要を確定している。従って、計画事業概要と実績概要は一部異なっているが、あくまでも当初の事業予算内で実施可能な工種・数量にて耐震補強の優先性が高い事業内容を選定していることから、その変更は妥当なものと判断する。

表3 アウトプット比較 (計画/実績)

	審査時点での事業概要 (主項目)	事業完成時点での事業概要
<p>土木工事： 長大橋及び高架橋に対する耐震補強工事</p>	<p>(1) 鋼橋</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 第1 ボスボラス橋 <ol style="list-style-type: none"> 1) ケーブル・クランプの設置 2) 主塔部緩衝装置 3) 風荷重用支承の補強 ・ 第1 ボスボラス橋アプローチ橋 <ol style="list-style-type: none"> 1) 橋台部落橋防止装置 2) 主塔部落橋防止装置 3) 橋脚の補強 ・ 第2 ボスボラス橋 <ol style="list-style-type: none"> 1) 中央ステーケーブルの設置 2) 主塔部緩衝装置 3) 風荷重用支承の補強 ・ 新・旧ゴールデンホーン橋 <ol style="list-style-type: none"> 1) 橋脚の補強 2) 橋台部落橋防止装置 3) 旧ゴールデンホーン橋各橋脚部の主桁の補強 <p>(2) PC 橋</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 旧ゴールデンホーン橋アプローチ高架橋 <ol style="list-style-type: none"> 1) 橋脚の補強 ・ 新ゴールデンホーン橋アプローチ高架橋 <ol style="list-style-type: none"> 1) 橋脚の補強 <ul style="list-style-type: none"> ・ オルタキョイ高架橋 (V408, V409) <ol style="list-style-type: none"> 1) 橋脚の補強 2) 橋脚基礎の補強 	<p>(1) 鋼橋</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 第1 ボスボラス橋 <ol style="list-style-type: none"> 1) 削除 2) 計画通り 3) 削除 追加工事： 防護用塗装、照明ポール及び基板の補強等 ・ 第1 ボスボラス橋アプローチ橋 <ol style="list-style-type: none"> 1) 計画通り 2) 計画通り 3) 計画通り 追加工事： 固定点のゴム支承設置、アバットメントでの伸縮目地交換、タワー支柱の交換、主ケーブル保護鉄板の設置、照明ポール及び基板の補強等 ・ 第2 ボスボラス橋 <ol style="list-style-type: none"> 1) 削除 2) 計画通り 3) 削除 追加工事： アバットメントでの伸縮目地交換、デッキの防護用塗装等 ・ 新・旧ゴールデンホーン橋 <ol style="list-style-type: none"> 1) 計画通り 2) 計画通り 3) 計画通り 追加工事： 陸地側橋脚へのゴム支承設置、伸縮目地交換、橋脚基礎の補強、アバットメント地点での移動制御装置設置 (ダンパー)、防護用塗装、欄干取替え (新橋)、アプローチデッキ取替え (新橋) 等 <p>(2) PC 橋</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 旧ゴールデンホーン橋アプローチ高架橋 <ol style="list-style-type: none"> 1) 計画通り ・ 新ゴールデンホーン橋アプローチ高架橋 <ol style="list-style-type: none"> 1) 計画通り 追加工事： 落橋防止装置設置、陸地側橋脚へのゴム支承設置、アバットメント地点での移動制御装置設置 (ダンパー)、中間橋脚地点での移動制御装置設置、橋脚基礎の補強 (拡大)、防護用塗装、欄干の延長等 <ul style="list-style-type: none"> ・ オルタキョイ高架橋 (V408, V409) <ol style="list-style-type: none"> 1) 計画通り 2) 計画通り

	審査時点での事業概要（主項目）	事業完成時点での事業概要
	3) 橋脚頭部補強及び落橋防止装置の設置	3) 計画通り 追加工事： 移動制御装置設置（ダンパー）、 橋脚の追加、伸縮目地交換等 ・オルタキョイ高架橋（V411） －追加工事 1) 橋脚の補強 2) 基礎構造物の補強 3) 橋脚頭部補強及び落橋防止装置の設置 ・メジデキョイ高架橋－追加工事 1) 橋脚の補強 2) 免震ダンパー設置 3) 橋脚頭部補強
コンサルティング・サービス	<ul style="list-style-type: none"> ・基本設計 ・入札補助 ・詳細設計のレビュー ・施工監理 ・研修実施 ・広報行動計画策定 外国人専門家： 311 M/M ローカル専門家： 294 M/M 技術補助員： 392 M/M 事務職員： 236 M/M （ローカル合計 922 M/M）	業務内容は計画通り。 外国人専門家： 429 M/M ローカル専門家： 技術補助員： 事務職員： （ローカル合計 1,029 M/M）

出典： 審査時資料、事業完成報告書、質問票への回答書

詳細設計完了後の事業概要変更の主な点は次のとおりである。

- 1) オルタキョイ高架橋に関して、V411の耐震補強工事⁴を追加。
- 2) メジデキョイ高架橋の耐震補強工事を追加。

上記2工事については、当初、F/S段階では、他の高架橋と比較し優先性は低いと判断されていたが、両高架橋はいずれも第1ボスポラス橋とゴールデンホーン橋を結ぶ欧州道路網5号線（E-5）沿線に位置し、トルコの社会・経済活動及び市民生活にとって、生命線であり、地震時でも崩落は避ける必要があることから、事業実施中に耐震補強を実施すべきと判断され、追加工事として実施された。

⁴ オルタキョイ高架橋 V408、V409の工事と同様、橋脚の補強、基礎構造物の補強及び橋脚頭部補強及び落橋防止装置の設置である。



ゴールデンホーン橋 新橋
橋脚補強（鋼板巻き）



第1ボスポラス橋
アバットメント支点補強

3.4.2 インプット

3.4.2.1 事業費

審査時に積算された総事業費は 14,199 百万円（うち円借款部分は 12,022 百万円）であった。実績額は 14,082 百万円（うち円借款部分は 11,936 百万円）であり、計画を下回った（対当初計画比 99%）。当初の予定事業費内での事業実施を目標としたため、追加工事が発生した一方で優先度の低い当初計画の一部を削除し、当初の事業費内に収まっている。

既述の通り、本事業には特別円借款制度が適用されており、これに係る満足度調査を実施したところ、実施機関からは、本制度の適用により落札額がトルコ政府の見積額より高めとなったが、施工業者による工品の品質については大変満足しているとの回答が得られた。また、技術移転についても、地元下請工事業者への移転が十分になされ、さらに受注業者とは、現時点でもいつでもコンタクトが取れ、今後の維持管理について、彼らからの支援が得られることで不安が無いとしている。

3.4.2.2 事業期間

当初予定の事業実施期間は 2002 年 7 月（L/A 調印）より 2007 年 10 月（工事完了）までの 64 ヶ月であったが、実際は 2002 年 7 月（L/A 調印）より 2010 年 8 月（工事完了）までの 98 ヶ月であり、対計画比 153%であった。

表 4 事業期間比較（当初計画及び実績）

	計 画 (L/A 調印時)	実 績
コンサルタント選定	2002 年 5 月－2002 年 11 月	2002 年 5 月－2003 年 1 月
基本設計	2002 年 12 月－2003 年 11 月	2003 年 1 月－2004 年 1 月
コンサルティング・サービス (詳細設計レビュー及び施工監理)	2004 年 10 月－2007 年 10 月	2004 年 1 月－2010 年 8 月
土木工事入札	2003 年 3 月－2004 年 11 月	2003 年 1 月－2006 年 3 月
補強工事	2004 年 10 月－2007 年 10 月	2006 年 3 月－2010 年 8 月
瑕疵担保期間	2007 年 11 月－2008 年 10 月	2010 年 8 月－2011 年 8 月

出典： 審査時資料、事業完成報告書、質問票への回答

事業遅延及び工期延長の主な理由は次のとおりである。

- 1) 実施機関が JICA 調達ガイドライン及びプロセスに不慣れなため、工事業者の入札に時間を要し、約 1 年半の遅れを生じた。
- 2) 当初事業対象外とされていたメジデキョイ高架橋が本事業対象に追加され、2008 年 8 月に工事着工、2010 年 8 月に完成。この追加工事により、約 1 年半の工期延長を生じた。

3.4.3 内部収益率（参考数値）

事業完成後の財務的内部収益率（FIRR）及び経済的内部収益率（EIRR）を計算するために必要な費用及び便益に関するデータが実施機関より提供されなかったため、再計算は行っていない。

当初の計画事業概要と実績概要は一部異なっているが、これは詳細設計の結果に基づいた、あくまでも耐震補強の優先性が高い工事や事業概要を当初の事業予算内で実施可能な工種・数量を選定した結果であり、妥当なものである。

以上より、本事業は、事業費については計画内に収まったものの、事業期間が計画を大幅に上回ったため、効率性は中程度である。



ゴールデンホーン橋 ダンパー設置⁵

3.5 持続性（レーティング：③）

3.5.1 運営・維持管理の体制

事後評価時、第 1 ボスポラス橋及び第 2 ボスポラス橋の道路区間の運営・維持管理を担当している部局は、イスタンブールの KGM 第 1 支局（総職員数は約 1,600 人）の高速道路・橋梁・高架橋運営維持管理部（約 780 人）、第 1 ボスポラス橋チーフエンジニア部（約 50 人）、及び第 2 ボスポラス橋チーフエンジニア部（約 45 人）である。第 1 支局は、イスタンブール市周辺の高速道路 737km、国道 2,101km、地方道 1,407km の合計 4,245km の維持管理を担当している。なお、2012 年に本事業対象案件下の橋梁・道路区間の運用を民営化する計画が立案されたが、事後評価時までにおいて民営化はなされていない。

一方、ゴールデンホーン橋区間の道路・維持管理は、2004 年にイスタンブール市に移管

⁵ 地震時に、衝撃を弱めたり、振動が伝わるのを止めたりするための装置。

されたが、本事業下で橋梁下部工に設置、建設された機材・装置・インフラについては特殊な技術・技能を要するため、事後評価時においても上記 KGM 第 1 支局の 3 部局が引き続き担当することで両者合意している。



第 2 ボスポラス橋 全景



メジデキョイ高架橋 ダンパー設置

3.5.2 運営・維持管理の技術

KGM 第 1 支局総職員約 1,600 人の内、360 人が大学卒の学歴を有し、その内、190 人が工科系の学士号を有している。約 100 人は短大卒レベルの学歴を有し、残りの職員は現場職員、技能職、事務系職員等である。第 1 支局技術職員（管理職、技師、技能職等）個々の技術能力は適正であり、職員数も十分としている。職員の研修については、大卒新職員は、入局後、年 2 回、定期的に研修を受講しており、また、各部局は所属職員に対して、それぞれ内部研修を実施している。特記すべき研修は、第 1 支局が独自に第 1 ボスポラス橋に設置した構造物健全モニタリングシステム（Structural Health Monitoring System）について、分析結果の解析、運用に関する科目であり、担当職員の受講は必須となっている。なお、同科目は、災害・緊急時の橋梁の運用（地震発生時の橋梁閉鎖の必要性検討等）及びリスク管理に関する研修科目であり、他国での橋梁建設事業では、見られない科目である。

標準的なマニュアルの整備に関し、高速道路運用維持管理技術原則（2012 年）、高速道路維持管理ハンドブック（1998 年）、道路技術仕様書（2013 年）等、多くの料金徴収、交通管理、維持管理作業、サポートサービス等に関するマニュアルがあり、使用されている。

3.5.3 運営・維持管理の財務

KGM の予算は政府の一般会計からの配分によるが、2011 年度の予算は 55.1 億トルコリラで国家予算の約 1.8% を占めている。第 1 支局に対しては、18.5 億トルコリラの配分があったが、その約 70% が新設及び改修工事等へ支出されている。第 1 支局高速道路・橋梁・高架橋運営維持管理部への配分額は 0.32 億トルコリラであるが、その他の項目にも、維持管理費が含まれている。なお、本事業下で設置、建設された機材・装置・インフラについては、追加的な日常維持管理費は殆ど発生しない。また、定期的維持管理として発生する維持管理費用についても、現在第 1 支局に配分されている予算内で十分対応出来るとしている。

第 1 ボスポラス橋（1973 年完成）及び第 2 ボスポラス橋（1988 年完成）に関しては、通常の維持管理の一環として主要改修工事を行う計画が策定されており、2014 年初頭着工、2015 年夏までの完成を目指している。総事業費は約 247 百万トルコリラ（約 250 億円）で

本邦／トルコ共同企業体が受注契約を結んでいる。なお、この改修工事の目玉は、第1ポスポラス橋の斜めハンガーケーブルを鉛直ハンガーケーブルに架け替えることである。

3.5.4 運営・維持管理の状況

実施機関へのヒアリングによると、本事業下で設置、建設された機材・装置・インフラの定期点検については、日常維持作業の一貫として、目視により異常の有無が点検されている。また、構造物の定期点検は工事完成後、5年毎に実施されることになっている。

KGMは地震発生時の橋梁部の交通運用に関して、判断する根拠となるデータを得るため、第1、第2ポスポラス橋の両橋に、モニタリング装置を自己資金で設置している。第1ポスポラス橋に関しては、同橋梁の状態を把握するための構造物健全モニタリングシステムが導入され、加速度計、傾斜計測器、応力変換器、歪計測器、レーザー偏移計測器、GPSを含むセンサー、機器が168箇所を設置された。これらのセンサー、機器からの情報、データは両橋の現地管理事務所に送られ、同事務所での解析、判断（地震時の同橋閉鎖の必要性等）に使われている。

現在の維持管理体制は適切な組織の下、職員数も適切である。研修の実施やマニュアルの整備について特に問題はなく、本事業の効果を持続するにあたり技術的な課題は見られない。維持管理予算も適切に配分されており、財務上の問題はみられない。また、本事業下で設置・建設された機材、インフラについても、現地調査時での目視検査では、特に大きな破損、損傷箇所は見受けられなかった。

以上より、本事業の維持管理は体制、技術、財務状況ともに問題なく、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、イスタンブールの主要長大橋及び付随する高架橋に対し、耐震補強工事を実施することにより、耐震性増強を図り、もって災害・緊急時の生命線（交通）の確保及び社会経済活動の保持に寄与することを目的としていた。本事業の実施はトルコの開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策と十分に合致しており、妥当性は高い。採用された耐震設計条件は、2011年東北地方太平洋沖地震以前の日本の基準にほぼ合致しており、審査時の技術的判断の正当性に問題はない。また、実施機関によると、本事業対象3橋梁の耐震性増強が図られたことにより、大地震が発生しても、3橋梁の崩壊は避けられ、災害・緊急時の生命線（交通）は確保されているとの事であった。したがって、本事業の実施により、概ね計画通りの効果の発現が見られ、有効性・インパクトは高い。効率性については、当初の計画事業概要と実績概要は一部異なっているが、その変更は妥当なものである。本事業は、事業費については、計画内に収まったものの、事業期間が計画を大幅に上回ったため、効率性は中程度である。本事業の維持管理は体制、技術、財務状況ともに問題なく、本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

なし。

以上

主要計画／実績比較

項 目	計 画	実 績
<p>① アウト プット 1) 土木工事</p>	<p>(1)鋼橋 ・ 第1ボスボラス橋 1) ケーブル・クランプの設置 2) 主塔部緩衝装置 3) 風荷重用支承の補強</p> <p>・ 第1ボスボラス橋アプローチ橋 1) 橋台部落橋防止装置 2) 主塔部落橋防止装置 3) 橋脚の補強</p> <p>・ 第2ボスボラス橋 1) 中央ステーケーブルの設置 2) 主塔部緩衝装置 3) 風荷重用支承の補強</p> <p>・ 新・旧ゴールデンホーン橋 1) 橋脚の補強 2) 橋台部落橋防止装置 3) 旧ゴールデンホーン橋各橋脚部の主桁の補強</p> <p>(2)PC 橋 ・ 旧ゴールデンホーン橋アプローチ高架橋 1) 橋脚の補強 ・ 新ゴールデンホーン橋アプローチ高架橋 1) 橋脚の補強</p>	<p>(1)鋼橋 ・ 第1ボスボラス橋 1) 削除 2) 計画通り 3) 削除 追加工事： 防護用塗装、照明ポール及び基板の補強等</p> <p>・ 第1ボスボラス橋アプローチ橋 1) 計画通り 2) 計画通り 3) 計画通り 追加工事： 固定点のゴム支承設置、アバットメントでの伸縮目地交換、タワー支柱の交換、主ケーブル保護鉄板の設置、照明ポール及び基板の補強等</p> <p>・ 第2ボスボラス橋 1) 削除 2) 計画通り 3) 削除 追加工事： アバットメントでの伸縮目地交換、デッキの防護用塗装等</p> <p>・ 新・旧ゴールデンホーン橋 1) 計画通り 2) 計画通り 3) 計画通り 追加工事： 陸地側橋脚へのゴム支承設置、伸縮目地交換、橋脚基礎の補強、アバットメント地点での移動制御装置設置（ダンパー）、防護用塗装、欄干取替え（新橋）、アプローチデッキ取替え（新橋）等 PC 橋</p> <p>(2)PC 橋 ・ 旧ゴールデンホーン橋アプローチ高架橋 1) 計画通り ・ 新ゴールデンホーン橋アプローチ高架橋 1) 計画通り 追加工事： 落橋防止装置設置、陸地側橋脚へのゴム支承設置、アバットメント地点での移動制御装置設置（ダンパー）、中間橋脚地点での移動制御装置設置、橋脚基礎の補強（拡大）、防護用塗装、欄干の延長等</p>

項 目	計 画	実 績
	<ul style="list-style-type: none"> ・ オルタキョイ高架橋 (V408, V409) 1) 橋脚の補強 2) 橋脚基礎の補強 3) 橋脚頭部補強及び落橋防止装置の設置 	<ul style="list-style-type: none"> ・ オルタキョイ高架橋 (V408, V409) 1) 計画通り 2) 計画通り 3) 計画通り 追加工事： 移動制御装置設置（ダンパー）、橋脚の追加、伸縮目地交換等 ・ オルタキョイ高架橋 (V411) －追加工事 1) 橋脚の補強 2) 基礎構造物の補強 3) 橋脚頭部補強及び落橋防止装置の設置 ・ メジデキョイ高架橋 －追加工事 1) 橋脚の補強 2) 免震ダンパー設置 3) 橋脚頭部補強
2) コンサルティング・サービス	<ul style="list-style-type: none"> ・ 基本設計 ・ 入札補助 ・ 詳細設計のレビュー ・ 施工監理 ・ 研修実施 ・ 広報行動計画策定 外国人専門家： 311 M/M ローカル専門家： 294 M/M 技術補助員： 392 M/M 事務職員： 236 M/M (ローカル合計 922 M/M)	業務内容は計画通り。 外国人専門家： 429 M/M ローカル専門家： 技術補助員： 事務職員： (ローカル合計 1,029 M/M)
② 期間	2002年7月～2007年10月 (64ヶ月)	2002年7月～2010年8月 (98ヶ月)
③ 事業費		
外貨	7,623百万円	不明
内貨	6,576百万円	不明
合計	14,199百万円	14,083百万円
うち円借款分	12,022百万円	11,936百万円
換算レート	1円＝10,802トルコリラ (2001年12月時点)	1円＝0.02082新トルコリラ (2014年1月現在)

ブルガリア

ソフィア地下鉄拡張事業

外部評価者：三州技術コンサルタント株式会社

富田まさみ

0. 要旨

本事業はブルガリアの首都ソフィア市において、審査時の地下鉄建設計画（1号線の第1～第16駅まで総延長約19km）における第2期分（第7～第16駅）のうち、第7～第9駅間のトンネルおよび駅を建設することにより、同市内交通システムの効率化を図ることを目的としていた。

本事業はブルガリアの開発政策および日本の援助政策における重点分野と整合しており、開発ニーズも高いことから、事業の妥当性は高い。事業完成2年後の乗客数実績値は中間レビュー時予測値の8割程度であり、列車運行数、運行間隔、本事業の運営・維持管理機関であるメトロ社の旅客収入・純利益は審査時と比して大きく改善されている。受益者調査結果によれば、本事業路線利用開始後の移動時間は短縮され、路面交通渋滞状況や交通騒音・大気汚染等が事業完成後に改善されたとの意見が多く、本事業の有効性・インパクトは高い。本事業の事業費は計画内に収まったものの、事業期間が計画を大幅に上回ったため、効率性は中程度である。運営・維持管理の体制、技術、財務状況とも大きな問題はなく、本事業による効果の持続性は高いといえる。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

1. 案件の概要



プロジェクト位置図



第9駅プラットフォーム

1.1 事業の背景

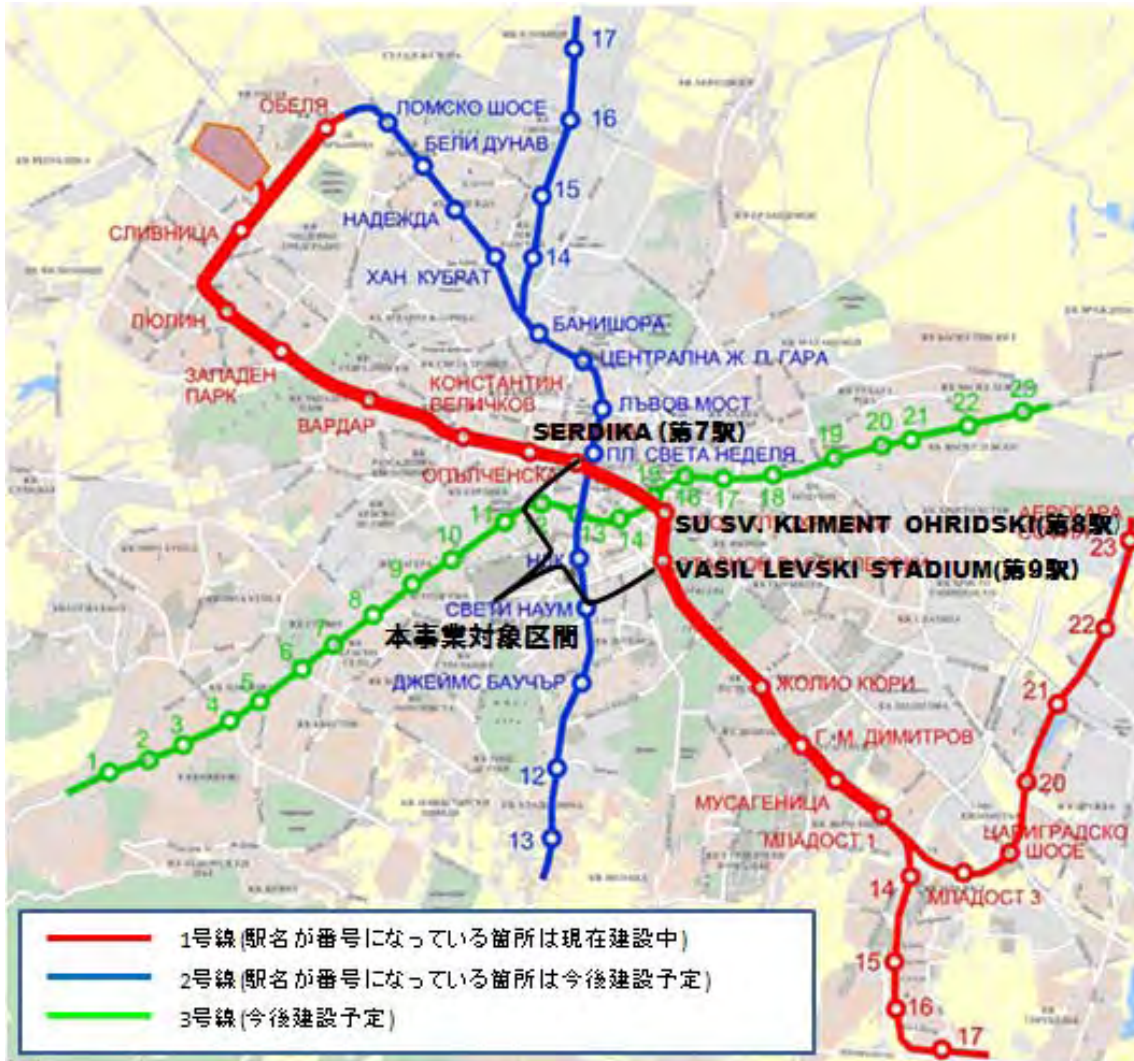
ソフィア市は盆地に位置し、周辺への都市拡大が地勢的に困難なことから人口密度が高い¹。審査時には、狭隘な市内道路事情に加え、自動車数の増加（過去 10 年間で倍増）による深刻な交通渋滞問題を抱えていた²。また、トラム、トロリーバス、バス等の市内公共交通システムは旧社会主義体制のもとで必要な公共投資がなされていなかった結果、老朽化が進み、市民の移動ニーズとのミスマッチ等の問題を抱えていた³。同市は都市機能の近代化を目的として、複雑に入り組み多くの重複が見られる市内交通システムについて、地下鉄を中核とする再編計画に従い、トラム等既存路線の一部廃止またはルート変更による市内交通システムの効率化、およびこれによる交通渋滞緩和を目指していた⁴。また、観光産業により外貨獲得を目指すブルガリアにおいて、同市は「ビューティフルソフィアキャンペーン」のもとに市の景観改善に注力しており、地上公共交通の整理とともに、特に市中心部の文化財の美観を損ねない交通モードである地下鉄が重要であった⁵。このため同市は 1972 年に地下鉄事業の検討に着手し、1998 年に 1 号線の第 1 駅から第 6 駅、2000 年に第 7 駅を完成させたものの、市の西部住宅街から市中心部の一部に到達しているのみであり、当該路線の延長が公共交通システム全般の見直しにとって不可欠であった⁶。かかる状況の中、本事業は実施されたものである。

1.2 事業概要

ブルガリアの首都ソフィア市において、地下鉄建設計画（1 号線の第 1～第 16 駅まで総延長約 19km）における第 2 期分（第 7～第 16 駅まで総延長約 11km）のうち、第 7～第 9 駅間（約 2km）のトンネルおよび駅を建設することにより、同市内交通システムの効率化を図り、もって首都の都市機能強化を促進し市民生活の充実に寄与する。

本事業位置図を図 1 に示す。

¹ 出典：JICA 審査時資料
² 出典：同上
³ 出典：JICA 審査時資料
⁴ 出典：同上
⁵ 出典：同上
⁶ 出典：同上



出典：BAGTC (Bulgarian Association for Geotechnical and Tunnel Construction) HP を基に編集

図1 事業位置図

円借款承諾額／実行額	12,894 百万円／12,833 百万円
交換公文締結／借款契約調印	2002 年 2 月／2002 年 2 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 （コンサルタントは金利 1.8%）
借入人／実施機関	ソフィア市／同左（ブルガリア共和国政府保証）
貸付完了	2011 年 7 月
本体契約	大成建設（日本）
コンサルタント契約	パデコ（日本）／ オリエンタルコンサルタンツ（日本）（JV）
関連調査 （フィージビリティ・スタディ：F/S）等	F/S（1998 年、オリエンタルコンサルタンツ）、 案件形成促進調査（SAPROF）（2001 年）
関連事業	JICA 専門家派遣（2004～2005 年）、 JICA 本邦研修（2007 年）

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

富田 まさみ（三州技術コンサルタント株式会社）

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：2013年9月～2014年8月

現地調査：2013年11月16日～11月24日、2014年2月10日～2月17日

3. 評価結果（レーティング：A⁷）

3.1 妥当性（レーティング：③⁸）

3.1.1 開発政策との整合性

本事業の審査時点では、EU加盟を政策上の最重要課題としていたブルガリアにおいて、その首都であるソフィア市の都市機能の充実が必要であり、国家中期計画である「地域開発国家計画（2000-2006）」の案件リストの中で、本事業はソフィア地域における主要案件として明記されていた⁹。

事後評価時においては、EUの運輸政策に沿った形でブルガリアの運輸インフラを整備することを記した同国の「運輸セクター運営プログラム（Operational Programme on Transport: 2007-2013）」において、ソフィア市における持続可能かつクリーンな都市交通システム確立のために地下鉄網の整備が必要である旨が明記されており、ソフィア地下鉄1号線の第19駅までの延伸や2号線の建設が優先事業として挙げられている¹⁰。また、全ての地下鉄建設計画（1号線～3号線）が完了した際には乗客数が7.5万人/日（本プログラム作成時点）から58万人/日に増加し、公共交通に占める地下鉄シェアが45%にまで増加することが予想されている¹¹。

従って、ブルガリアの国家開発計画において、審査時および事後評価時ともにソフィア地下鉄の整備が重視されており、本事業と開発政策との整合性は保たれている。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

本事業の審査時点では、既述のとおり、ソフィア市は狭隘な市内道路事情に加え、自動車数の増加による深刻な交通渋滞問題を抱えており、地下鉄を市内交通システムの中核とし、トラム等既存路線の一部廃止またはルート変更を行うことによるシステムの効率化、およびこれによる交通渋滞緩和を目指していた。審査時において運行していた地下鉄路線は1号線の第1～第7駅のみであり、地下鉄を市内交通システムの中核とするためには第2期分（第7～第16駅まで約11km）を建設し、市中心部を貫通の上、東側住宅地まで延長される必要があった。しかしながら、シールド工法が必要とされる第7～第9駅区間（約2km）につい

⁷ A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

⁸ ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

⁹ 出典：JICA 審査時資料

¹⁰ 出典：運輸セクター運営プログラム（Operational Programme on Transport: 2007-2013）

¹¹ 出典：同上

ては、ブルガリアでは同工法の経験がないため、日本からの技術支援を必要としていた¹²。

事後評価時においては、表 1 に示すとおり、ソフィア市内の自動車登録台数（乗用車・トラック・バス・トロリーバス・トラムの合計）は 2004 年の約 65 万台から 2012 年の約 74 万台へと（増加率 14%）、大幅な増加ではないが増加し続けている¹³。

表 1：ソフィア市内の自動車登録台数の変化

(単位：台/年)

	2004 年	2012 年
乗用車	581,995	643,015
トラック	61,580	87,492
バス	6,389	5,544
トロリーバス	146	150
トラム	336	309
合計	650,446	736,510

出典：ブルガリア国家統計局

また、バスやトラム等の市内公共交通システムの既存路線は一部廃止およびルート変更されており¹⁴、地下鉄を中核とする市内公共交通システム最適化のための調査が引き続き行われている¹⁵。また、事後評価時現在、1 号線（計 16 駅）および 2 号線（計 11 駅）が開通しており、これら路線は Obelya 駅で接続しており、実質的には 1 路線のような形で運行している。現在、1 号線のソフィア市南東部への更なる延長工事が行われており、ソフィア空港までの延長工事は 2015 年半ばに完了予定である¹⁶。尚、最新のソフィア市における地下鉄建設計画によれば、今後、計 62km・計 63 駅に及ぶ 1 号線～3 号線を建設・延長し、完成後には 110 万人/日の乗客数が見込まれている¹⁷。2004 年時点でソフィア市内の公共交通に占める地下鉄シェアはわずか 5%であったが、2012 年には 14%に達しており、着実に増加している¹⁸。

従って、審査時および事後評価時ともに、ソフィア市内の交通渋滞緩和および市内交通システム効率化のため、地下鉄整備へのニーズは高い。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

「政府開発援助（ODA）国別データブック」（2002 年）によれば、我が国はブルガリアの市場経済移行支援、環境対策、経済インフラ整備等を重点分野としており、本事業は経済インフラ整備支援に資するものであった。また、JICA 国別業務実施方針（2001 年）によれば、ブルガリアが当時直面していた、①EU 加盟基準を満たすために法制度、運営体制の両面で

¹² 出典：JICA 審査時資料

¹³ 出典：ブルガリア国家統計局

¹⁴ 例えば、地下鉄 1 号線の 0 駅～1 駅と並行して走行していたバス路線 No.51 やトラム路線 No.20 および No.22 と重複して走行していたトラム路線 No.21 が廃止された（出典：質問票回答）。

¹⁵ 出典：質問票回答

¹⁶ 出典：同上

¹⁷ 出典：質問票回答。尚、最新の地下鉄建設計画によれば、1 号線は計 29km・計 27 駅、2 号線は計 17km・計 17 駅、3 号線は計 16km・計 19 駅となる見込み。

¹⁸ 出典：同上

の大幅な改善が求められている環境分野、②汎欧州運輸回廊構想¹⁹に基づく整備を進めることが EU 側から強く望まれている運輸セクター、③従来の強みであり今後の成長が期待される農業および農業加工分野を重点に支援を行うとされており、本事業は②に該当するものであり、我が国の援助政策に合致していた²⁰。

以上より、本事業の実施はブルガリアの開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策と十分に合致しており、妥当性は高い。

3.2 有効性²¹（レーティング：③）

3.2.1 定量的効果（運用・効果指標）

3.2.1.1 乗客数

本事業対象路線（1号線）の乗客数の予測値と実績値を表2に示す。

表2 1号線の乗客数

（単位：万人/日）

2001年 （審査時 実績）	2006年 （中間レビ ュー時実 績）	2010年 （中間レビ ュー時予 測）	2009年 （事業完 成時実 績）	2010年 （完成1 年後実 績）	2011年 （完成2 年後実 績）	2012年 （完成3 年後実 績）
5.7	7.0	20.4	11.7	16.9	16.1	17.6

出典：予測値：JICA 内部資料、実績値：質問票回答

注： 中間レビュー時（2006年）には第7駅までが開通しており、2009年に第13駅までが完成。第14駅～第17駅（1号線の支線）は建設中であり、まだ開通していないが、第18駅および第19駅は2012年に開通。

尚、JICA 審査時資料には2001年の実績値は6.9万人/日、JICA 内部資料には2006年の実績値は8.0万人/日とあるが、メトロ社によれば、2001年は5.7万人/日、2006年は7.0万人/日が正しい実績とのことであった。

乗客数については審査時に目標値（予測値）が設定されていたものの、事業実施遅延等に伴い中間レビュー時に目標値（予測値）が再設定されているため、本事後評価では同レビュー時の予測値を本事業の目標値として採用する。中間レビュー時の予測値20.4万人/日は事業完成2年後における第0駅～第13駅までの乗客数予測値とみられることから、これと2011年の実績値を比較すると、目標達成率は約80%である。実績値が予測値を2割程度下回る理由は、本事業の運営・維持管理機関であるメトロ社によれば、本事業完成後まだ長期間が経っておらず、モーダルシフト²²に時間がかかるためのことであった。

¹⁹ EU 諸国と中・東欧諸国を回廊によって連結させることを目指した構想。

²⁰ 出典：JICA 審査時資料

²¹ 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。

²² ここでは道路交通から鉄道へ輸送手段の転換を図ることを指す。

3.2.1.2 列車運行数

審査時および本事業完成以降の1号線の列車運行数実績値を表3に示す。

表3 1号線の列車運行数

(単位：本数/日、本数/ピーク時)

	2001年 (審査時実績)	2009年 (事業完成時実績)	2010年 (完成1年後実績)	2011年 (完成2年後実績)	2012年 (完成3年後実績)
日	268	281	354	358	392
ピーク時	10	14	15	15	18

出典：質問票回答

審査時において列車運行数にかかる目標値は設定されていないが、鉄道セクター事業の基本的な指標であるため、評価指標として採用する。事後評価時における1号線の列車運行数は、審査時と比して着実に増加している。

3.2.1.3 運行間隔

審査時および本事業完成以降の1号線のピーク時運行間隔実績値を表4に示す。

表4 1号線のピーク時運行間隔

(単位：分)

2001年 (審査時実績)	2009年 (事業完成時実績)	2010年 (完成1年後実績)	2011年 (完成2年後実績)	2012年 (完成3年後実績)
6.0	4.5	4.0	4.0	3.5

出典：質問票回答

審査時において列車運行間隔にかかる目標値は設定されていないが、鉄道セクター事業の基本的な指標であるため、評価指標として採用する。事後評価時における1号線の運行間隔は、審査時と比して着実に短縮されている。

3.2.1.4 車両稼働率

審査時および本事業完成以降の1号線の車両稼働率実績値を表5に示す。

表5 1号線の車両稼働率

(単位：%)

2001年 (審査時実績)	2009年 (事業完成時実績)	2010年 (完成1年後実績)	2011年 (完成2年後実績)	2012年 (完成3年後実績)
83	78	81	81	83

出典：質問票回答

審査時において車両稼働率にかかる目標値は設定されていないが、鉄道セクター事業の基本的な指標であるため、評価指標として採用する。審査時以降、車両稼働率は概ね80%程度で稼働しており、概ね問題ない。尚、メトロ社によれば、残り20%程度の車両は定期点検・修理に加え、突然の事故などの緊急時に備え待機中とのことであった。

3.2.1.5 メトロ社の旅客収入

本事業の運営・維持管理機関であるメトロ社の旅客収入にかかる予測値と実績値を表 6 に示す。

表 6 メトロ社の旅客収入

(単位：百万レバ)

2001年 (審査時 実績)	2006年 (中間レビ ュー時実 績)	2010年 (中間レビ ュー時予 測)	2009年 (事業完 成時実 績)	2010年 (完成1 年後実 績)	2011年 (完成2 年後実 績)	2012年 (完成3 年後実 績)
7.6	12.4	30.0	23.5	37.6	36.8	44.8

出典：予測値：JICA 内部資料、実績値：質問票回答

メトロ社の旅客収入については審査時に目標値（予測値）が設定されていたものの、事業実施遅延等に伴い中間レビュー時に目標値（予測値）が再設定されているため、本事後評価では同レビュー時の予測値を本事業の目標値として採用する。2011年（事業完成後2年）の実績値は中間レビュー時予測値を上回っている。乗客数は予測値をやや下回った一方、審査時の地下鉄運賃は一律 0.3 レバであったが、事後評価時現在、1.0 レバに値上げされていること等が影響しているかと考えられる²³。

3.2.1.6 メトロ社の地下鉄事業に係る純利益

メトロ社の純利益にかかる審査時以降の実績値を表 7 に示す。

表 7 メトロ社の地下鉄事業に係る純利益

(単位：百万レバ)

2001年 (審査時 実績)	2006年 (中間レビ ュー時実 績)	2009年 (事業完 成時実 績)	2010年 (完成1 年後実 績)	2011年 (完成2 年後実 績)	2012年 (完成3 年後実 績)
0.009	▲0.055	0.821	5.977	2.580	0.843

出典：質問票回答

注： JICA 内部資料には 2001 年の実績は 0.002 百万レバ、2006 年の実績は 1.663 百万レバとあるが、メトロ社によれば、2001 年は 0.009 百万レバ、2006 年は -0.055 百万レバが正しいとのことであった。尚、JICA 内部資料によれば、同資料に記載の純利益には 2003 年にソフィア市から移管された駅舎等の資産にかかる減価償却費の影響が含まれておらず、これを考慮すると 2006 年は赤字であるとの説明がある。

本事業完成以降、純利益は審査時と比して大幅に改善されているが、2012 年に 2 号線が開通したことにより、原材料費、光熱費、消耗品費、人件費、減価償却費等が増加しており、結果として 2012 年の純利益は前年と比して減少している。

²³ ブルガリアの消費者物価指数は 2002 年（審査時）から 2013 年（事後評価時）において 1.67 倍に上昇している一方（出典：ブルガリア国家統計局）、地下鉄運賃は 3.3 倍の上昇となっており、物価上昇率を上回る値上げとなっている。

3.2.2 定性的効果

3.2.2.1 特定区間の所要時間

1号線の第7駅（市中心部）～第13駅（市南東部）間の地下鉄による所要時間は14分程度である。一方、現地調査時（2013年11月21日（木）午前9時頃）に第7駅～第13駅と平行する道路を乗用車（セダン）で走行したところ、所要時間は上り・下りともに24分程度であった。ソフィア市内の一部区間のみにおいて調査を行ったため、一般化できないが、上記区間については道路交通による所要時間が地下鉄による所要時間の約1.7倍となっており、地下鉄の優位性が高い。

3.2.2.2 受益者調査結果から確認できた定性的効果

本事後評価の定性的効果を測るため、受益者調査を実施した²⁴。以下に受益者調査結果概要を示す。

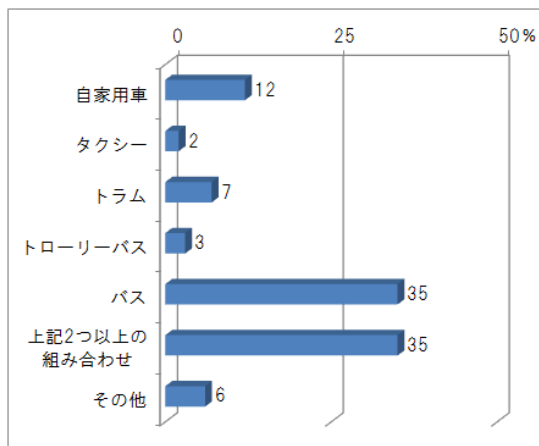


図2 本事業路線利用前の交通手段

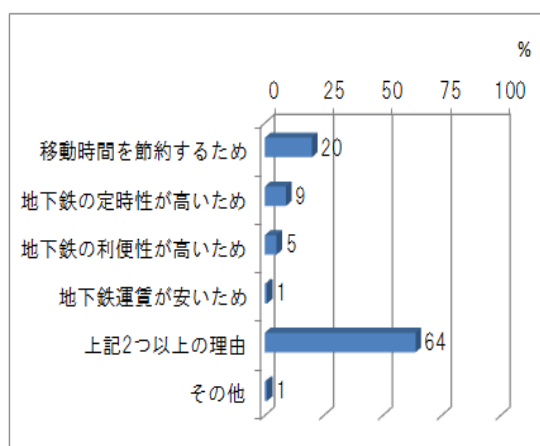


図3 本事業路線利用の理由

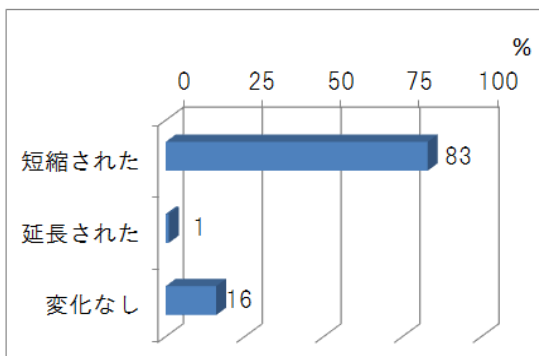


図4 本事業路線利用開始後の移動時間の変化

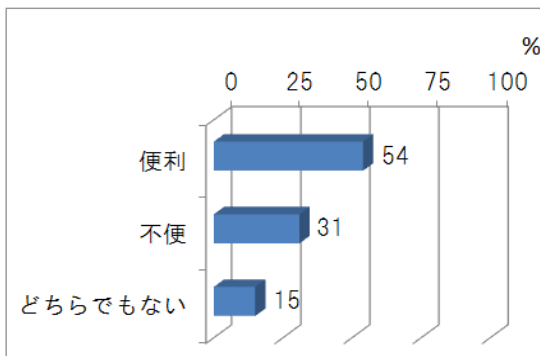


図5 現在の他交通モードとの接続状況

短縮されたと回答した人のうち、短縮された時間は53%が10分～20分、31%が20分～30分と回答

²⁴ 次の要領にて受益者調査を実施した。実施時期：2013年12月、サンプル数：計100（第8駅48人、第9駅52人（男性43人、女性57人））、方法：質問票調査

既述のとおり事後評価時点の1号線の乗客数は17.6万人/日であり、受益者調査結果によれば同路線利用前に最も利用されていた交通手段はバスと考えられることから、これを仮にバス（平均乗車人数を15人/台と仮定）に置き換えると12,000台/日程度となり、道路交通量の一部削減につながっているものと考えられる。また、本事業路線を利用する理由として、移動時間の節約、地下鉄の定時性や利便性の高さ等があげられており、8割以上の回答者が本事業路線利用開始後に移動時間が短縮されたと回答している。

以上より、本事業はソフィア市内交通システムの効率化に一定程度貢献しているものと考えられる。一方、他交通モードとの接続状況については不便と感じている人が3割程度いる他、地下鉄の混雑状況を不快に感じている人が6割程度、運行間隔の更なる短縮を求めている人が4割弱見られた。今後更に道路交通から地下鉄への乗客の転換を進めるには、これらの問題への対処が求められる。

3.3 インパクト

3.3.1 インパクトの発現状況

3.3.1.1 本事業実施前後の路面交通渋滞状況・環境の変化

本事業完成後の1号線沿線の路面交通渋滞状況や環境（交通騒音や大気汚染等）の変化にかかる受益者調査結果を以下に示す。

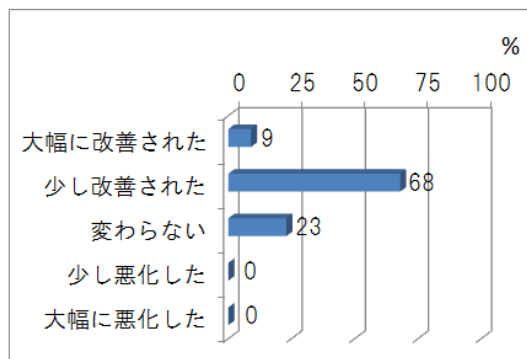


図6 1号線沿線の路面交通渋滞状況

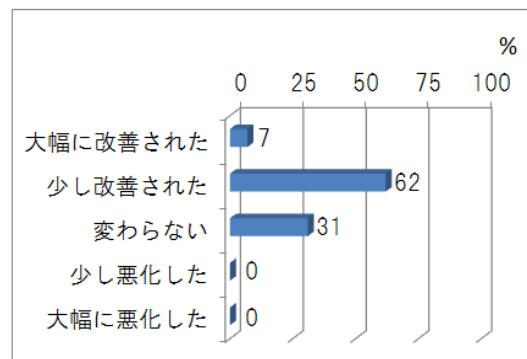


図7 1号線沿線の交通騒音状況

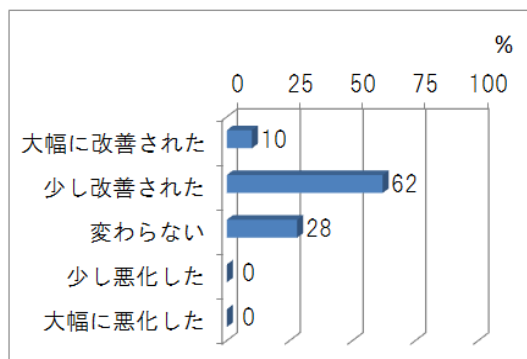


図8 1号線沿線の大気汚染状況

8割近くの回答者が本事業実施後に路面交通渋滞状況が改善されたと感じており、7割程度が交通騒音や大気汚染状況も改善されたと感じている。よって、本事業は路面交通渋滞や都市環境の改善に一定程度貢献しているものと考えられ、これらを通じて市民生活の利便性向上や首都の都市機能強化にも一定程度貢献しているものと考えられる。

3.3.2 その他、正負のインパクト

3.3.2.1 自然環境へのインパクト

審査時において、本事業は一部文化財保護地域を通ることが想定されていた他（第7駅周辺）、ブルガリア共和国環境保護法により全ての鉄道事業に2段階環境影響評価（Environmental Impact Assessment：EIA）が義務付けられていた²⁵。第1段階のEIAは2000年12月に環境省より承認済であり、基本設計終了後および本体工事入札前に第2段階のEIAが実施される予定であった²⁶。

事後評価時において、環境省による全てのEIA手続きが完了しており（第2段階のEIAは2002年に完了）、第7駅および第8駅周辺で遺跡は発見されず、工事への影響は発生しなかった²⁷。しかし、2005年に建設工事により第8駅付近の公園の木の一部を伐採する必要が生じ、NGOからの反対があったが、これについてはソフィア市が樹木を保護し、他の場所に移植することや工事完了後の再植林といった解決策を提示した結果、解決された²⁸。また、本事業実施中に建設サイト付近の歴史的建造物「ミリタリー・クラブ」に亀裂が生じたが、亀裂の修復や補強工事がコントラクターにより行われ、同問題は解決済みである²⁹。実施機関によれば、上記のような問題が一部あったものの、本事業実施中のコンサルタントによるEIA手続きのモニタリングや環境対策はコントラクターとの密接な協力の下で適切に行われたとのことである。

3.3.2.2 住民移転・用地取得

本事業において、用地取得・住民移転は発生していない³⁰。

以上より、本事業の実施により概ね計画通りの効果の発現が見られ、有効性・インパクトは高い。

²⁵ 出典：JICA 審査時資料

²⁶ 出典：同上

²⁷ 出典：JICA 内部資料・質問票回答

²⁸ 出典：JICA 内部資料

²⁹ 出典：同上

³⁰ 出典：質問票回答

3.4 効率性（レーティング：②）

3.4.1 アウトプット

本事業において整備されたアウトプット（計画および実績）を表 8 に示す。

表 8 アウトプット比較（計画/実績）

項目	計画	実績
土木工事/ 機器調達	<ul style="list-style-type: none"> 第 7 駅～第 9 駅間トンネル建設（片方向 1.83km x 2 = 計 3.66km）* 第 8 駅および第 9 駅地下駅舎建設（延長各 110m） 折返し設備建設 信号・通信・電力設備 	<ul style="list-style-type: none"> 第 7 駅～第 9 駅間トンネル建設（片方向 1.74km x 2 = 計 3.48km）* 第 8 駅および第 9 駅地下駅舎建設（延長各 110m） 折返し設備建設 信号・通信・電力設備
コンサルティングサービス	<p>① エンジニアリングコンサルタント</p> <ul style="list-style-type: none"> 入札書類レビュー・入札補助 シールドトンネル工法の設計・施工監理 環境対策（工事中の環境影響に対する指導・助言）等 <p>計 1,664M/M</p> <p>② マネジメントコンサルタント</p> <ul style="list-style-type: none"> メトロ社の収入・コスト管理体制の策定 メトロ社の組織改革支援 職員へのトレーニング 等 <p>計 72M/M</p>	<p>① エンジニアリングコンサルタント</p> <ul style="list-style-type: none"> 入札書類レビュー・入札補助 シールドトンネル工法の設計・施工監理 環境対策（工事中の環境影響に対する指導・助言）等 <p>計 1,731M/M</p> <p>② マネジメントコンサルタント</p> <ul style="list-style-type: none"> メトロ社の収入・コスト管理体制の策定 メトロ社の組織改革支援 職員へのトレーニング 等 <p>計 344M/M</p>

出典：計画：JICA 審査時資料、実績：質問票回答

* 注：第 7 駅～第 9 駅間は単線並列シールド工法による建設のため、1 方向延長 x2 によりトンネル建設延長を算出。

アウトプット実績は概ね計画通りであり、コンサルティングサービスは事業期間の延長に伴い増加した。



第 8 駅プラットフォーム



リモート監視・制御システム

3.4.2 インプット

3.4.2.1 事業費

審査時の事業費計画額は 17,192 百万円（外貨 8,661 百万円、内貨 8,531 百万円）、うち円借款対象 12,894 百万円であったが³¹、実績額は 12,901 百万円（外貨 12,821 百万円、内貨 80 百万円）、うち円借款対象 12,833 百万円であり³²、計画内に収まった（計画比 75%）³³。事業費実績額には事業完了後還付された付加価値税が含まれていないが、同付加価値税の還付額が事後評価時に確認できなかったため、税金を除いた事業費計画額（15,770 百万円）と比較を行ったところ、計画比 82%で計画内に収まっている。理由としては、過去のブルガリアにおける円借款事業において計画額超過が発生していたことに鑑み、かかるリスクを踏まえた事業費積算を行っていたためと考えられる。

3.4.2.2 事業期間

審査時に計画された事業期間は 2002 年 2 月（借款契約調印）～2006 年 9 月（工事完了）の計 56 カ月であったが³⁴、実績は 2002 年 2 月（借款契約調印）～2009 年 9 月（工事完了）の計 92 カ月であり³⁵、計画を大幅に上回った（計画比 164%）。実績が計画を大幅に上回った理由は、①本体工事入札において、実施機関による事前資格審査書類不備の訂正、同審査評価基準の明確化、入札図書不備の訂正等に時間を要し、特にソフィア市は対外借入を用いて大規模事業を実施した経験がなく、手続きに不慣れであったため、数度に亘る照会作業が発生したこと、②技術札評価に 5 社中 3 社が合格した旨、JICA に対し同意申請があったものの、評価報告書に不備があり、やり直しを求めた結果、うち 1 社についてはその後失格となる等、入札評価作業に時間を要したこと、③コントラクターによるサブコントラクター選定の遅延やトンネルボーリングマシンおよびセグメント（トンネル本体が分割されたブロック）の仕様変更が生じたこと、④第 7 駅周辺の共同溝（電気、ガス、水道等ライフラインを地下に収容したもの）の構造体が当初想定していた以上に老朽化しており、これに伴う回転立坑の位置変更や既存第 7 駅接続部の度重なる再設計作業に時間を要したこと等による³⁶。

表 9 事業期間の比較

内容	計画	実績
コンサルタント選定	2002 年 1 月-2002 年 6 月（6 カ月）	不明-2002 年 8 月
本体工事入札・契約	2002 年 4 月-2003 年 9 月（18 カ月）	2002 年 9 月-2004 年 11 月（27 カ月）
工事・機器調達	2003 年 10 月-2006 年 9 月（36 カ月）	2004 年 11 月-2009 年 9 月（59 カ月）
コンサルティングサービス	2002 年 7 月-2006 年 9 月（39 カ月）	2002 年 9 月-2010 年 12 月（100 カ月）

出典：計画：JICA 審査時資料、実績：JICA 内部資料

注： JICA 審査時資料によれば、コンサルティングサービスの計画期間は瑕疵担保期間を含まないように見受けられるが、実績期間は瑕疵担保期間を含む。

³¹ 出典：JICA 審査時資料

³² 出典：質問票回答および JICA 内部資料

³³ 尚、本事業の実績額は事業完了報告書に記載された額と異なるが、メトロ社および施工監理コンサルタントに問い合わせたところ、メトロ社より提供された上記額が正しい実績額とのことであった。

³⁴ 出典：JICA 審査時資料

³⁵ 出典：JICA 内部資料

³⁶ 出典：同上

3.4.3 内部収益率（参考数値）

3.4.3.1 財務的内部収益率（FIRR）

案件形成促進調査（SAPROF）報告書における前提条件と実際の状況が異なるため（SAPROFでは第13駅開通以降、第1～第7駅間の乗客数は一定である一方、第8～第10駅間の乗客数は増加する等と見込まれており、各駅間の乗客数が把握可能な前提で算出されている一方、実際には各駅間の乗客数が把握できない）、算出できない。

3.4.3.2 経済的内部収益率（EIRR）

算出に必要なデータが入手できなかったため、算出できない。

以上より、本事業は事業費については計画内に収まったものの、事業期間が計画を上回ったため、効率性は中程度である。

3.5 持続性（レーティング：③）

3.5.1 運営・維持管理の体制

審査時において、ソフィア市の交通運営は、市（運輸担当副市長を責任者とする運輸局）が政策決定を行い、地下鉄事業の場合にはメトロ社（市が100%出資する特殊法人で地下鉄事業に関し市から独占的に事業の運営を委託されている）が、バス・トラム等他の公共交通システムについては各々の運営機関が政策を実施する体制であった³⁷。事後評価時においても同体制に変更はなく、地下鉄事業の経営や保守・運行についてはメトロ社が行っている。事後評価時におけるメトロ社の総職員数は1,403名であり、うち1号線の運営・維持管理に携わる職員数は923名である³⁸。

表10 1号線の運営・維持管理に携わる職員数内訳

部門	人数
マネジメント	42
車両基地	288
リモート監視・制御および通信システム	74
電力設備	67
交通運行	337
電気機械	47
線路・インフラ設備	68
合計	923

出典：質問票回答

メトロ社はごく一部の特殊な電気機械等を除いて、ほぼ全ての設備の運営・維持管理を自前で行っている³⁹。SAPROF報告書において2015年（第16駅まで開通）時点において1号線の運営・維持管理に携わる職員数は1,000名程度と予測されており、ほぼ同程度の人数が配置されていることから、体制・人数に概ね問題ないものと考えられる。

³⁷ 出典：JICA 審査時資料

³⁸ 出典：質問票回答

³⁹ 出典：メトロ社からのヒアリング

3.5.2 運営・維持管理の技術

1号線の運営・維持管理に携わる計923名のうち、エンジニアは305名、エンジニアリング以外専攻の大卒者は104名、高等技術学校卒業者は317名である⁴⁰。車両、線路、換気・空調設備、上下水道設備等の維持管理マニュアルが整備されており、これに従って点検・維持管理が行われている⁴¹。本事業実施中にメトロ社内および外部の専門家を通じて各種トレーニング（運転手：計4カ月、リモート監視・制御システムおよびCCTV等の安全管理設備：計2カ月、電力設備：計40日、線路：計30日）が実施され、運用開始後も年に1度、各種トレーニング（トレーニング完了時には理解度を確認するための試験が行われる）を実施している⁴²。十分な数の技術者が配置されており、各種維持管理マニュアルも整備されている他、トレーニングも定期的実施されており、技術上の問題は特にないものと思われる。

3.5.3 運営・維持管理の財務

審査時、メトロ社は2000年度の損益計算書にて利益を計上していたが、乗客数を正確に把握・分析し、将来の運営・投資計画を策定する体制にはなっていなかった（定期券はバス・トラム等と共通チケット制のため、市交通公社が販売し、各運営機関に利益を配分していた）⁴³。このため、本事業ではメトロ社の経営改善のためにJICA専門家派遣や本邦研修を行うとともに、本事業において雇用されるマネジメントコンサルタントがソフィア市の財政負担を軽減できるような経営形態の確立が図れるよう、メトロ社の経営・財務上の問題点の整理および将来の改善計画を策定・実施する予定であった⁴⁴。

本事業実施中に、ソフィア市に対して計3名のJICA短期専門家（市の交通体系アドバイザー：3カ月、公共部門財務管理アドバイザー：6カ月、交通体系効率化・利用促進アドバイザー：7カ月）が派遣され、メトロ社よりエコノミスト1名が2007年1月～2月に東京での「鉄道経営研修コース」を受講した⁴⁵。また、「3.4.1 アウトプット」に記載のとおり、本事業において雇用されたマネジメントコンサルタントがメトロ社の収入・コスト管理体制の策定や組織改革支援（具体的には、乗客数および切符販売データの集中管理、職員数の最適化、経費削減等の取り組み）を行った。結果として、事後評価時現在、自動改札機による乗客数カウントが可能となっている。しかし、各駅にて乗車する人数のみ把握が可能であり、下車する人数については未だ把握ができない仕組みとなっている。現在の地下鉄運賃は他の公共交通同様、乗車距離に拘らず一律1.0レバ（片道）であるが、回数券（10回分が8.0レバ）や定期券（35.0レバ/月）等も販売されている。メトロ社の運賃収入は、①乗客からの直接の売上収入と②市交通公社（Sofia Urban Mobility Center）からの分配収入（審査時同様、定期券は他の公共交通と共通チケット制のため、市交通公社が販売し、運行距離に応じて利益が配分されている）から成る⁴⁶。直近3年間におけるメトロ社の財務データを以下に示す。

⁴⁰ 出典：質問票回答

⁴¹ 出典：メトロ社からのヒアリング

⁴² 出典：質問票回答

⁴³ 出典：JICA 審査時資料

⁴⁴ 出典：同上

⁴⁵ 出典：JICA 内部資料

⁴⁶ 出典：質問票回答・ソフィア市およびメトロ社からのヒアリング

表 11 メトロ社の損益計算書

(単位：百万レバ)

	2010	2011	2012
売上高	37.615	36.804	44.827
運賃収入	36.795	35.781	40.567
その他	0.820	1.023	4.260
売上原価	9.641	11.428	15.965
原材料費	5.951	7.039	9.500
委託サービス	3.690	4.389	6.465
売上総利益	27.974	25.376	28.862
販売管理費	28.401	29.890	39.513
給与等	15.082	16.568	22.038
減価償却費	8.541	9.200	13.262
その他	4.778	4.122	4.213
営業利益	▲0.427	▲4.514	▲10.651
営業外収益	7.269	7.830	12.150
営業外費用	0.021	0.011	0.030
特別利益	0.000	0.000	0.000
特別損失	0.374	0.433	0.532
税金	0.470	0.292	0.094
当期純利益	5.977	2.580	0.843

出典：質問票回答を基に作成

注：売上高の「その他」には広告費、賃借料、ソフィア市から施工監理を請け負った際のサービス料等が含まれ、営業外収益には政府補助金等が含まれる。

表 12 メトロ社の貸借対照表

(単位：百万レバ)

	2010	2011	2012
資産の部			
固定資産	1,032.871	1,340.148	1,702.078
流動資産	52.614	50.232	67.231
資産合計	1,085.485	1,390.380	1,769.309
負債/資本の部			
資本金	14.746	15.596	16.439
固定負債	1,000.897	1,342.127	1,690.309
流動負債	69.842	32.657	62.561
負債/資本合計	1,085.485	1,390.380	1,769.309

出典：質問票回答

表 13 メトロ社のキャッシュフロー

(単位：百万レバ)

	2010	2011	2012
営業活動によるキャッシュフロー	▲6.425	76.088	65.323
投資活動によるキャッシュフロー	▲245.050	▲427.525	▲442.933
財務活動によるキャッシュフロー	252.509	354.037	376.824
現金および現金同等物の増加額	1.034	2.600	▲0.786
現金および現金同等物の期首残高	4.784	5.818	8.418
現金および現金同等物の期末残高	5.818	8.418	7.632

出典：質問票回答

また、直近3年間における1号線の運営・維持管理費は18～27百万レバ/年程度（約1,200～1,800百万円/年）であり、うち本事業対象区間（7駅～9駅）の運営・維持管理費は1.8～2.6百万レバ/年程度（約120～180百万円/年）である⁴⁷。

上記のとおり、売上高は順調に増加しており、減価償却費の影響により営業利益は赤字であるが、政府補助金等により純利益は黒字となっている。メトロ社によれば、毎年必要な補助金額についてメトロ社が計画を立て政府に申請し、配分される仕組みとなっている。近年の流動比率は100%を上回り短期支払能力にも大きな問題はないと考えられ、キャッシュフローもプラスである。2012年に2号線が開通したことに伴い、原材料費、光熱費、消耗品費、人件費、減価償却費等が増加しており、結果として2012年の純利益は前年と比して減少しており、今後の動向を注視する必要はあるが、本事業対象施設の運営・維持管理費は売上で十分に賄えており、運営・維持管理にかかる財務状況に概ね問題ないと考えられる。

3.5.4 運営・維持管理の状況

車両については日常の点検・清掃および走行距離に応じて点検・機能検証・部品交換等が行われており、線路、暖房・冷房設備、換気設備、上下水道設備等についても維持管理マニュアルに基づき維持管理が行われている⁴⁸。メトロ社によれば本事業で建設・調達された施設・設備に特に問題は生じていない。現地調査時に駅構内や車両基地（本事業対象外）を視察したが、いずれも清掃が行き届き、きちんと管理されており、特段の問題は見受けられなかった。

以上より、本事業の維持管理は体制、技術、財務状況ともに問題なく、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

本事業はブルガリアの首都ソフィア市において、審査時の地下鉄建設計画（1号線の第1～第16駅まで総延長約19km）における第2期分（第7～第16駅）のうち、第7～第9駅間のトンネルおよび駅を建設することにより、同市内交通システムの効率化を図ることを目的としていた。

本事業はブルガリアの開発政策および日本の援助政策における重点分野と整合しており、開発ニーズも高いことから、事業の妥当性は高い。事業完成2年後の乗客数実績値は中間レビュー時予測値の8割程度であり、列車運行数、運行間隔、本事業の運営・維持管理機関であるメトロ社の旅客収入・純利益は審査時と比して大きく改善されている。受益者調査結果によれば、本事業路線利用開始後の移動時間は短縮され、路面交通渋滞状況や交通騒音・大気汚染等が事業完成後に改善されたとの意見が多く、本事業の有効性・インパクトは高い。本事業の事業費は計画内に収まったものの、事業期間が計画を大幅に上回ったため、効率性は中程度である。運営・維持管理の体制、技術、財務状況とも大きな問題はなく、本事業による効果の持続性は高いといえる。

⁴⁷ 出典：質問票回答

⁴⁸ 出典：メトロ社からのヒアリング

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（ソフィア市）への提言

既述のとおり、市民の利便性を考慮し、全公共交通システムにおいて運賃は均一料金となっており、市交通公社が販売したチケット（定期券）の売上は運行距離に応じて各運営会社に分配されている。事後評価時現在、運営・維持管理にかかる財務状況に大きな問題は生じていないが、本来、運賃は実際の乗客数や運営・維持管理費を反映して設定されるべきである。特に地下鉄は他の公共交通と比して運営・維持管理費が高いため、乗客数および運営・維持管理費実績に基づき、ゾーン毎に異なる運賃設定を行うなどの取り組みがなされることが望ましい。

4.2.2 JICA への提言

なし

4.3 教訓

円借款事業を初めて実施する実施機関の場合のリスク管理の必要性：本事業では本体工事入札手続きおよび本体工事の遅延により事業実施期間実績が計画を大幅に上回った。先方借入人・実施機関が円借款で定められた調達手続き等に不慣れで遅延の恐れがある場合は、審査時にリスクを捉えて対応・対処を考えておくことが望まれる。例えば世界銀行では国別調達評価レポートを基に、審査時に新規事業の調達評価レポートを作成し、この中で実施機関の入札業務に関する能力審査やリスクの評価等を行い、同レポートに基づき詳細な事業実施計画を策定しており、このような方法も一案と思われる。

以上

主要計画／実績比較

項 目	計 画	実 績
① アウトプット	<ul style="list-style-type: none"> ・ 第7駅～第9駅間トンネル建設 ・ 第8駅および第9駅地下駅舎建設 ・ 折返し設備建設 ・ 信号・通信・電力設備 	計画どおり
② 期間	2002年2月～2006年9月 (56ヶ月)	2002年2月～2009年9月 (92ヶ月)
③ 事業費		
外貨	8,661百万円	12,821百万円
内貨	8,531百万円 (148百万レバ)	80百万円 (1.2百万レバ)
合計	17,192百万円	12,901百万円
うち円借款分	12,894百万円	12,833百万円
換算レート	1レバ＝57.65円 (2001年6月現在)	1レバ＝69.09円 (2002年2月～2011年7月平均)

以 上

0. 要旨

本事業は、国道6号線の内、ティミショアラ周辺及びクライオバ周辺のバイパス建設、ティミショアラ～ルゴジ区間の既存道路の拡幅・改修を行うことにより、交通混雑の解消を図り、もって地域経済活動活性化に寄与することを目的としていた。本事業の実施はルーマニアの開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策と十分に合致しており、妥当性は高い。また、本事業の事業目的である交通混雑の解消に関しては、ティミショアラ～ルゴジ区間道路及びティミショアラ・バイパスの交通量は、ほぼ予測値通りの交通量を記録している。予測値が設定されていなかったクライオバ・バイパスの交通量についても、開通6年後の時点（2013年）で、2車線道路の交通容量の約70%の交通量に達している。また、受益者調査を通じて、本事業の経済活動活性化に対する貢献については、77～85%の人が「大幅に改善」もしくは「かなり改善」と認識している。本事業の実施により、概ね計画どおりの効果の発現が見られ、有効性・インパクトは高い。効率性については、当初の計画事業概要と実績概要/アウトプットが一部変更されているが、その変更は妥当なものであった。しかしながら事業費が計画を上回り、事業期間も計画を大幅に上回ったため、効率性は低い。本事業の運営・維持管理は体制、技術、財務状況ともに問題なく、本事業によって発現した効果の持続性は高い。

以上より、本事業の評価は高いといえる。

1. 案件の概要



プロジェクト位置図



ティミショアラ・バイパス

1.1 事業の背景

1994年時点で、ルーマニアの道路網総延長は73,000kmであり、そのうち15,000kmが全国を網羅する国道となっており、その舗装率は98%であった。しかしながら、社会主義政権下での鉄道重視政策により、長期間にわたり、道路の改良¹・アップグレード²が行われなかったため、道路規格が当時の交通状況に合わなくなっていた。また、車線幅員や路肩が狭いために追越しが出来ず、交通渋滞が発生し、さらに、舗装や橋梁の強度が十分でないために、貨物車両の重量を10トン以下に制限せざるを得ず、輸送効率が悪い状況となっていた。

このような状況の中、交通量、特に都市部での貨物車両が増加したために、政府は、基幹国道の改良及びアップグレードに取り組み始めていた。その改良計画の一環として、1992年に、ルーマニア政府はクライオバを経由し、西に向かう同国首都のブカレストと国境都市のセナドを結ぶ国道6号線の数区間について円借款要請を行った。このうち、特に交通量が多く、経済性の高い3区間³が日本政府による円借款対象区間として選定された。

1.2 事業概要

国道6号線の内、ティミショアラ周辺及びクライオバ周辺のバイパス建設、ティミショアラ～ルゴジ区間の既存道路の拡幅・改修を行うことにより、交通混雑の解消を図り、もって地域経済活動活性化に寄与することを目的としていた。本事業位置図を図1に示す。

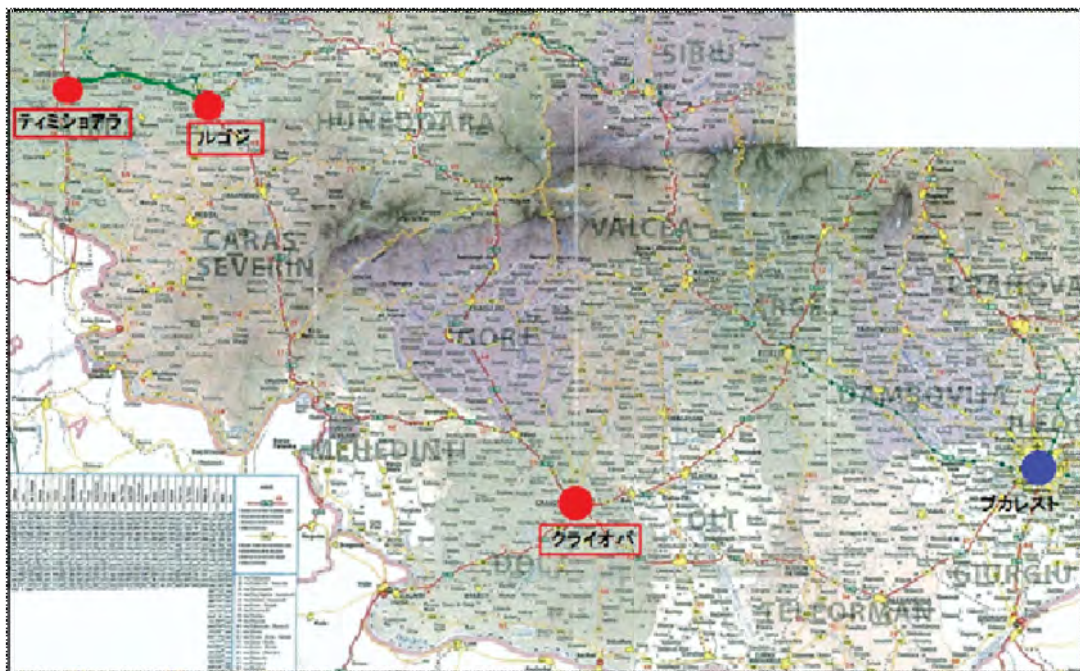


図1 事業位置図

- ¹ 改良とは、道路の一部線形の修正工事、路面の舗装、排水溝、法面保護の設置等をいう。
- ² アップグレードとは、一般道路から高速道路、自動車専用道路等への道路規格を上 げる改良もしくは新築工事をいう。
- ³ 本事業対象道路区間に含まれる3都市の特色は次のとおりである。ティミショアラ（セルビアとの国境に近いルーマニア第4の主要な工業都市）、ルゴジ（ティミショアラの約60km東に位置するかつての要塞都市）、クライオバ（ブカレスト西方に位置するルーマニア第6の主要商業都市）

円借款承諾額／実行額	9,189 百万円／8,983 百万円
交換公文締結／借款契約調印	1997 年 7 月／1998 年 2 月
借款契約条件	金利 2.70%、返済 30 年（うち据置 10 年） 一般アンタイド（本体分） 金利 2.30%、返済 30 年（うち据置 10 年） 一般アンタイド（コンサルタント分）
借入人／実施機関	ルーマニア国公共財務省／ルーマニア国営高速道路・国道会社（RNCMNR）
貸付完了	当初予定：2004 年 9 月 25 日 第一回変更後：2007 年 6 月 25 日 第二回変更後：2011 年 7 月 25 日
本体契約	Efklidis（ギリシャ）／Aegek（ギリシャ）／鴻池組（JV）（2003 年 1 月～2006 年 11 月）、SC Romstrade SRL（ルーマニア）／SC Vectra Service SRL（ルーマニア）（JV）及び F.C.C. Construction（スペイン）（2008 年 2 月～2010 年 4 月）はティミショアラ・バイパス及びティミショアラ～ルゴジ区間道路担当、Italstrade. P.A.（イタリア）／Astaldi SPA.（イタリア）（JV）はクライオバ・バイパス担当。
コンサルタント契約	建設企画コンサルタント（2000 年 4 月～2009 年 5 月）、Egis Romania（ルーマニア）（2009 年 8 月～2014 年 1 月）
関連調査 （フィージビリティ・スタディ：F/S）等	プレ F/S：IPTANA S.A.（1995 年） F/S：Louis Berger/SPEA（1996 年） 案件形成促進調査（1997 年）（以下、「SAPROF」という）
関連事業	「Second Roads Project」（世界銀行、L/A 調印：1997 年）

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

川畑 安弘（三州技術コンサルタント株式会社）

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：2013 年 9 月～2014 年 8 月

現地調査：2013 年 11 月 16 日～11 月 23 日、2014 年 2 月 11 日～2 月 14 日

3. 評価結果（レーティング：B⁴）

3.1 妥当性（レーティング：③⁵）

3.1.1 開発政策との整合性

ルーマニアは 1989 年の体制転換後、EU 加盟を国家目標に掲げ、市場経済制度の整備やマクロ経済の安定化を目指してきた。そのため、1990 年代は経済政策への対応が優先され、道路、運輸セクターのみならず、他のセクターを含む包括的な国家開発計画はまだ策定され

⁴ A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

⁵ ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

ていなかった。しかしながら、審査時点（1997年）では、3カ年投資計画（プロジェクトリストを含む）の基礎となる「1997-2000 Governance Program（管理計画）」が1996年12月に発表されており、同計画のインフラ部門ではエネルギー、通信セクターとともに、運輸セクターの重要性が認識され、特に国道及び鉄道網のリハビリ計画が最優先課題として挙げられていた。

事後評価時の「国家開発計画 2007-2013」では、開発優先項目として、1) 経済競争力の強化及び欧州の経験・知見に基づく経済発展、2) 運輸インフラの整備及び近代化、3) 環境保護及びその質の改善、4) 人材育成、雇用の増加促進及び行政能力の強化、5) 地方経済の促進及び農業セクターにおける生産性の向上、及び6) 地域間開発格差の是正の6項目が掲げられている。特に、運輸インフラの整備及び近代化に関しては、ルーマニアが2007年1月、EUに加盟したこともあり、EUの基準に準拠したインフラの改修・整備は、緊急に取り組む課題とされている。

審査時において、ルーマニアでは、運輸セクターの重要性が認識され、特に国道及び鉄道網のリハビリ計画が最優先課題として挙げられていた。また事後評価時点では、EUの基準に準拠したインフラの改修・整備は、緊急に取り組む課題であり、本事業の実施はルーマニアの開発政策に整合している。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

ルーマニアでは、社会主義政権下での鉄道重視政策により、長期間にわたり、道路の改良・アップグレードは実施されず、同時代に建設された既存の国道網に対して小規模な維持管理のみ行われていた。90年代に入り、市場経済制度化及びモータリゼーションの進展により、道路輸送・交通に対する需要が急増していた（1990-1995年の全国道の日交通量平均増加率は約5%）。そのため、既存の国道網では、交通量の増加及び車両の大型化に対応出来なくなっていた。特に、既存道路の拡幅が困難な大都市周辺では、大型車の通過による騒音、混雑等の問題が生じており、バイパス建設の必要性が指摘されていた。

2007年のEU加盟後、同国では道路整備が進められてきている。特に欧州自動車道路⁶と重なる国道を主体に主要幹線道路のリハビリが行われてきており、舗装状況は改善されてきている。本事業対象路線区間を含む国道6号線（欧州自動車道70号線）のルゴジ〜クライオバ間のリハビリ工事は完了しているが、2020年以降に高速道路に改修される計画も検討されている。事後評価時点でも、道路インフラ整備は政府の最優先事項の一つである。また、2012年1〜2月の豪雪時には除雪作業が追いつかず、経済活動及び市民生活に支障をきたしたこともあり、ハード・ソフト両面での物流環境向上に今後も取り組む計画である。

以上より、審査時点で、交通量の増加及び車両の大型化に伴い、既存道路の拡幅が困難な大都市周辺では、バイパス建設の必要性が指摘されていた。また、現時点でも、ハード・ソフト両面での物流環境向上のための道路インフラ整備は政府の最優先事項の一つであり、開発ニーズに整合している。

⁶ ヨーロッパにおける国際的な道路網。国境をまたがって伸びており、ルートの設定は欧州経済委員会によって行われている。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

海外経済協力業務実施方針（1999年12月策定）において、欧州地域（中・東欧諸国及び旧ソ連邦諸国）については、民主化、市場経済への移行途上にあり、また、旧体制からの流れの中で経済・社会インフラの維持管理の不備、環境問題の顕在化が生じていると指摘していた。このため、多様化している各国の開発ニーズに応じて、経済・社会インフラの修復・整備、環境保全対策等の支援を重点とするとしており、日本の援助政策にも合致していた。

以上より、本事業の実施はルーマニアの開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策と十分に合致しており、妥当性は高い。

3.2 有効性⁷（レーティング：③）

3.2.1 定量的効果（運用・効果指標）

審査時点では、本事業の運用効果指標は設定されておらず、経済的内部収益率（EIRR）のみの算出であった。本事後評価では、交通量予測値と実績値との差異及び事業実施前・後の所要時間の変化によって、定量的効果を検討することとした。

(1) 交通量

対象道路の年平均日交通量を表1に示す。

表1 年平均日交通量

単位：乗用車換算車両（台/日）

	基準値	実測値（当初予測値）	
	1995年	2010年	2013年
ティミショアラ～ギロダ 4車線区間（2.6km区間）	11,200	23,300 (22,600)	24,900 (25,400)
レカス～ルゴジ 2車線区間（32.2km区間）	6,500	13,000 (13,000)	14,000 (14,600)
クライオバ・バイパス	-	11,000 (不明)	12,740 (不明)
ティミショアラ・バイパス	-	5,030 (5,430)	5,700 (5,900)

出典：審査時資料、SAPROF報告書、質問票への回答書

注1：ギロダ～レカス間の交通量は不明。

注2：（ ）内数字は、SAPROFによる予測値

注3：主要道路の交通量測定は、全国一斉に5年毎のみの実施。

ただし、ティミショアラ～ルゴジ間については、一部区間に自動交通量測定機が設置されているため、本事後評価ではそのデータを使用している。

注4：乗用車換算車両（台/日）は各種車両の交通車両台数を乗用車の台数に換算した単位。

注5：クライオバ、ティミショアラ両バイパスの2013年の実績交通量は、本調査内で2013年11月末のピーク時交通量を測定し、日当りの交通量に換算した数字。

注6：ティミショアラ～ルゴジ区間道路及びティミショアラ・バイパスの完成は2010年であり、クライオバ・バイパスの完成は2007年である。

⁷ 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。

ティミショアラ〜ルゴジ区間道路のうちティミショアラ〜ギロダ 4 車線区間及びレカス〜ルゴジ 2 車線区間の交通量に関し、2010 年及び 2013 年時点（完成後 3 年）において、ほぼ予測値通りの交通量を記録している。一方、クライオバ・バイパスの交通量は過去 3 年間で約 5.1%/年の増加となっている。2013 年年（開通 6 年後）時点では、2 車線道路の交通容量（一般的には約 18,000 台/日と言われる）の約 70%の交通量に達しており、同道路が既存道路の代替道路として活用されていることがうかがえる。ティミショアラ・バイパスの交通量は過去 3 年間で約 4.4%/年の増加となっており、ほぼ計画値どおりの交通量を示している。同バイパスの交通量がクライオバ・バイパスと比較し、まだ、大きく増加していない（交通容量の約 30%）理由は当バイパスを含む環状道路が未完成でネットワークが構築されていないことによる。

(2) 所要時間

所要時間の変化を表 2 に示す。

表 2 所要時間の変化

単位：(分)

道路	基準値	実測値	
	1995 年	2010 年	2013 年
ティミショアラ〜ルゴジ	63	47	60
クライオバ・バイパス（新設）	-	18	23
ティミショアラ・バイパス（新設）	-	22	30

出典：質問票への回答書

事業開始前のティミショアラ〜ルゴジ区間道路の平均所要時間は 63 分であり、同道路完成直後の 2010 年時点では 47 分まで短縮されたが、経済成長に伴う交通量の増加とともに交通混雑が増加し、事業完了 3 年後の 2013 年時点での平均所要時間は 60 分まで増大している。ただし、同道路の道路幅員が広がった事で、運転がし易くなり、安全性が増したと評価している意見が受益者から聞かれた。

クライオバ及びティミショアラ両バイパスの平均所要時間についても、ティミショアラ〜ルゴジ区間道路と同様に、経済成長に伴う交通量の増加とともに所要時間は増大してきている。

3.2.2 定性的効果

本事業による定性的効果（地域経済活動の効率化・活性化及び騒音、大気汚染等の環境の改善）を検証するため、以下の要領で受益者調査⁸を実施した。

⁸ サンプル数：計 120：本事業対象 3 道路、各 40 サンプル、運転手（31%）、輸送会社従業員（26%）、ビジネスマン（10%）、その他職種合計（33%）、男性（68%）、女性（32%）、方法：質問票調査

受益者調査結果：

(1) 地域経済活動の効率化・活性化

アクセスの改善に関する評価結果を図2、移動・通勤時間の短縮に関する評価結果を図3に示す。

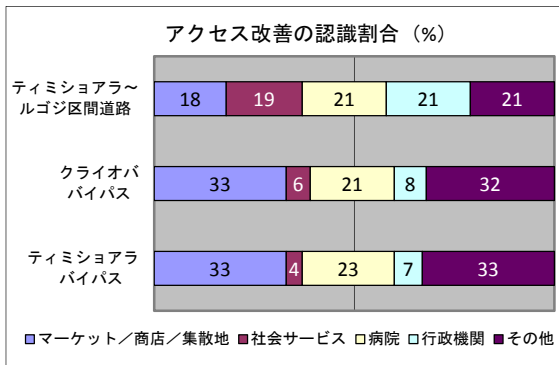


図2 アクセスの改善⁹

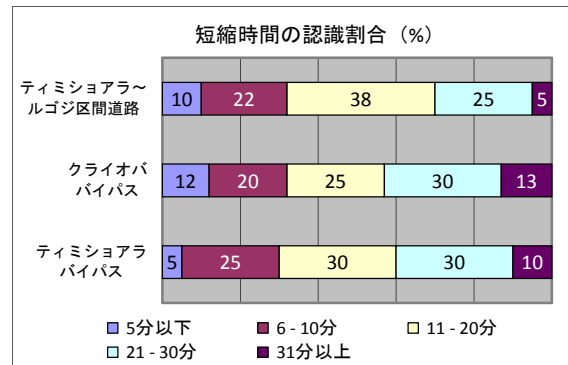


図3 移動・通勤時間の短縮

アクセスの改善に関して、都市間道路であるティミショアラ〜ルゴジ区間道路の利用者及び沿線住民は、平均的にすべての施設へのアクセスが改善されたと評価している。一方、クライオバ及びティミショアラ両バイパスの利用者及び沿線住民は特に、マーケット・商店・集散地及び病院へのアクセスが改善されたとしている。

移動・通勤時間の短縮に関しては、都市間道路であるティミショアラ〜ルゴジ区間道路の利用者及び沿線住民は、所要時間が平均約15分短縮されたとしている。一方、クライオバ及びティミショアラ両バイパスの利用者及び沿線住民は、平均約17〜18分短縮されたとしており、本事業は地域経済活動の効率化・活性化に貢献していると思われる。

(2) 環境の改善

交通渋滞の緩和、大気汚染の改善及び騒音の軽減に関する評価結果をそれぞれ、図4、図5及び図6に示す。

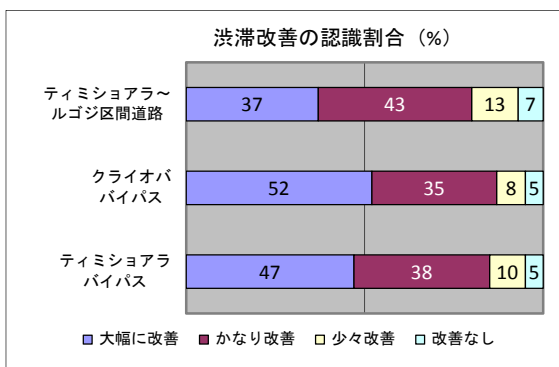


図4 交通渋滞の緩和

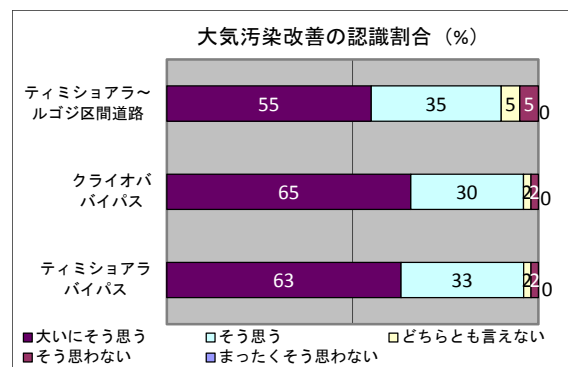


図5 大気汚染の改善

⁹ 各施設へのアクセスについて改善の有無を問う質問で、複数回答を認めている。

本事業対象3路線による、交通渋滞の緩和に対する貢献については、約80～87%の人が「大幅に改善」、もしくは「かなり改善」されたと認識している。

大気汚染の改善に対する貢献については、90～96%の人が「そう思う」、もしくは「大いにそう思う」と認識している。特に、ティミショアラ～ルゴジ区間道路については、既存道路の拡幅・改良であるが、交通渋滞が緩和されたことにより、大気汚染の改善が認識されていることは評価される点である。

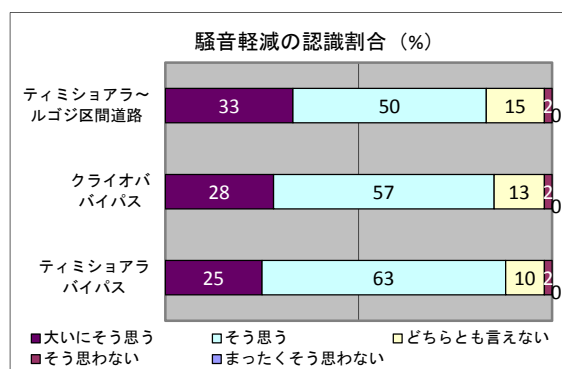


図6 騒音の軽減

本事業対象3路線による、騒音の軽減に対する貢献については、交通渋滞が緩和されたこともあり、83～88%の人が「大いにそう思う」、もしくは「そう思う」、と認識している。

3.3 インパクト

3.3.1 インパクトの発現状況

本事業の地域経済発展への貢献に関して、ティミショアラ～ルゴジ区間道路に関しては、新規に沿線への広告版設置が認可された件数を、クライオバ・バイパスについては、農地開発認可件数を現地で調査した。その結果を表3及び表4に示す。

表3 沿線への広告版設置認可件数

沿線への広告版設置認可	単位：件				
	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年
	4	2	10	2	8

出典：質問票への回答書

ティミショアラ～ルゴジ区間道路に関しては、工事完成後の2011年に10件、2013年には8件の広告版設置認可があり、企業が同地域の経済発展の可能性を認識していると推測できる。

表4 農地開発認可件数

農地開発認可	単位：件				
	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年
	3	5	4	-	3

出典：質問票への回答書

クライオバ・バイパスに関しては、工事完成後、2011年を除き毎年新規の農地開発認可が数件ある。アクセスが改善されたことで農産物の都市への運搬が便利となり、同沿線地域の経済発展の可能性が認識されたと推測できる。

さらに、経済発展の具体的な事例として、本事業完成後、両バイパス沿線にどのような企業が進出しているか、調査したところ、ティミショアラ・バイパス沿線には、自動車のヘッドランプを製造する企業、フォード車及びランドローヴァー車のショールーム、物流/運送会社、ガソリンスタンド2社等が進出して来ている。また、クライオバ・バイパス沿線には、モーター1軒、ホテル1軒（プール完備）、窓・ドア加工販売会社、農産物・食品加工・倉庫、物流・倉庫/配送会社等が進出していることがわかった。

受益者調査による地域経済発展への貢献については、次のような認識結果が得られた。

① 経済活動の活性化

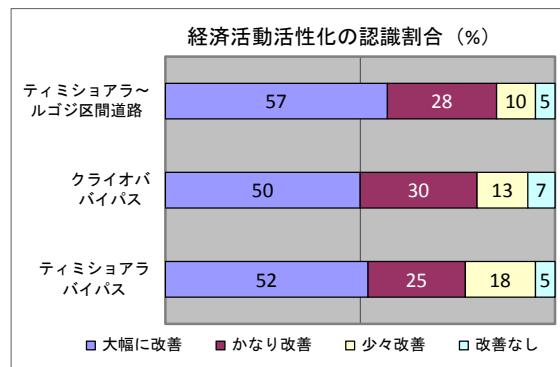


図7 経済活動活性化

本事業対象3路線による、経済活動活性化に対する貢献については、77～85%の人が「大幅に改善」もしくは「かなり改善」と認識している。

② ビジネス機会の増加

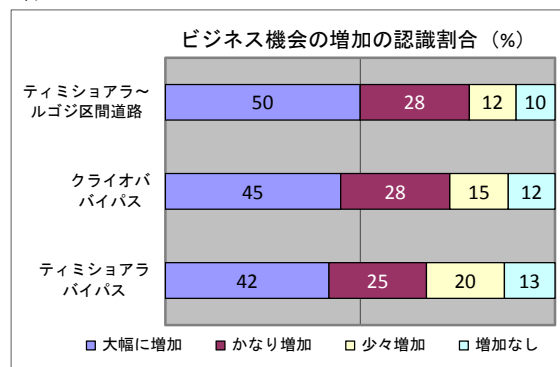


図8 ビジネス機会の増加

本事業対象3路線による、ビジネス機会の増加に対する貢献については、67～78%の人が「大幅に増加」もしくは「かなり増加」と認識している

③ 土地利用の活性化

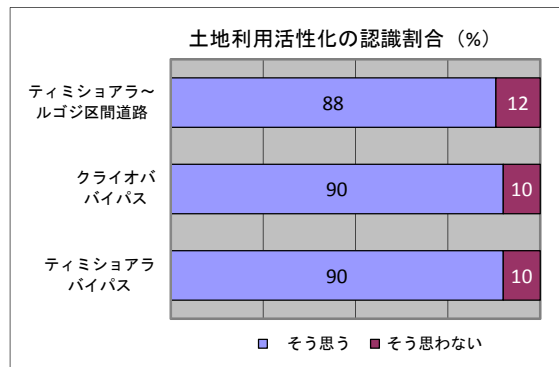


図9 土地利用活性化

本事業対象3路線による、土地利用の活性化に対する貢献については、約90%の人が「そう思う」と認識している。

3.3.2 その他、正負のインパクト

(1) 自然環境へのインパクト

本事業対象3路線に対する水域・森林・環境保全省からのEA（環境認可）取得は次のとおりである。

- ・ ティミショアラ～ルゴジ区間道路の改良：2001年9月
- ・ クライオバ市街地迂回バイパスの建設：1998年8月
- ・ ティミショアラ市街地迂回バイパス：改訂版2001年4月（当初版は1999年1月）

事業実施中、環境モニタリングが実施され、降雨時の排水処理及び住民敷地へのアクセス¹⁰が問題となったケースが発生したが、実施機関の指示により工事業者が排水溝及びアクセスの追加敷設等を実施し、適切に処理している。また、残土の処理及び法面崩壊保護に関しても、指定された埋立地への運搬及び植生工の実施等を含む対策が講じられた。事業完成後に簡易な環境影響調査も実施され、騒音及び振動等の問題箇所については、速度制限の交通標識等が設置された。

(2) 住民移転・用地取得

計画・実際の住民移転世帯数及び用地取得面積は次のとおりである。

表5 住民移転世帯数及び用地取得面積

		計画	実績
用地取得面積	ティミショアラ～ルゴジ	9.9 ha	0
	クライオバ・バイパス	30.4 ha	43.2 ha
	ティミショアラ・バイパス	33.0 ha	41.0 ha
	計	73.3 ha	84.2 ha
住民移転世帯数	4-5 世帯		0
補償費	US\$ 3.49 百万		クライオバ・バイパス 3.98 百万レイ (現在の為替レートで約 US\$1.22 百万)

2013年12月現在の為替レート：1レイ＝US\$0.30266

¹⁰ 敷地へ接続する道路の無い状態であった。

用地取得面積の増加は、主に、諸施設を移設するために必要な用地及び交差点設置箇所に必要な面積を確保したことによる。

クライオバ・バイパス新設のための用地取得に関して、土地所有者と称する住民がその所有権を証明する登記簿に類する書類を所持していなかったため、補償手続きに多大な時間を有した。なお、所有権の認定については、登記簿に代わり、証明が可能な他の公的文書を所有する人への補償はなされ、国内法に準拠し、補償金支払いがなされた。また、部分的流入制限のバイパスに並行して側道を設けなかったため、バイパスにより所有の土地が分割された結果、一部用地にアクセス不能の用地が発生し、クライオバ地方道路局に対して住民は訴訟を起こした。裁判の結果、住民への補償金支払いが命じられ、支払いが行われると同時に敷地分断への対応として、アクセスの確保対応も実施された。このように裁判に時間を要したことも工期の延長につながった。

(3) その他正負のインパクト

特になし。

以上より、ティミショアラ〜ルゴジ区間道路及びティミショアラ・バイパスの交通量に関しては、ほぼ予測値通りの交通量を記録している。また、クライオバ・バイパスの交通量に関しては、2車線道路の交通容量の約70%の交通量に達しており、同道路が既存道路の代替道路として活用されている。所要時間の変化については、事業開始前のティミショアラ〜ルゴジ区間道路の所要時間は63分であり、同道路完成直後の2010年時点では47分まで短縮されたが、経済成長に伴う交通量の増加とともに交通混雑が増加、2013年時点での所要時間は60分まで増大している。一方、クライオバ及びティミショアラ両バイパスの所要時間についても、経済成長に伴う交通量の増加とともに所要時間は増大してきている。本事業対象3路線による、大気汚染の改善に対する貢献については、90~96%の人が「そう思う」、もしくは「大いにそう思う」と認識しており、騒音の軽減に対する貢献については、83~88%の人が「そう思う」、もしくは「大いにそう思う」と認識している。

地域経済発展への貢献（インパクト）に関して、本事業対象3路線による、経済活動活性化に対する貢献については、77~85%の人が「大幅に改善」もしくは「かなり改善」と認識しており、ビジネス機会の増加に対する貢献については、67~78%の人が「大幅に増加」もしくは「かなり増加」と認識している。

以上より、本事業の実施により概ね計画通りの効果の発現が見られ、有効性・インパクトは高い。

3.4 効率性（レーティング：①）

3.4.1 アウトプット

本事業におけるアウトプット（計画及び実績）を表6に示す。

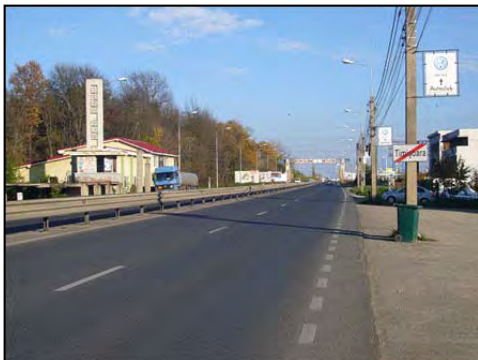
当初（審査時点）の事業概要は1999年完成のF/Sの事業概要・数量に基づき、計画されていたが、本事業下で詳細設計が実施され、事業概要は一部変更された。

表6 アウトプット比較（計画/実績）

項目	審査時点での事業概要	事業完成時点での事業概要
土木工事	<ul style="list-style-type: none"> ・ ティミショアラ〜ルゴジ区間道路の改良（52.2km）（内、49.6km区間は2車線区間の改良、橋梁10箇所、2.6km区間は4車線区間の改良） ・ クライオバ市街地迂回バイパスの建設（13.8km）1箇所の橋梁建設と3箇所の交差点整備を含む。 ・ ティミショアラ市街地迂回バイパスの建設（15km）3箇所の橋梁建設と3箇所の交差点整備を含む。 	<p>道路延長は計画通り。 橋梁に関して、3ヶ所の旧橋梁は撤去、新設工事として実施。</p> <p>道路延長はほぼ計画通り。（14.1km） 焼却灰を運搬する既存パイプをまたぐため、1ヶ所の中小橋梁を追加工事として実施。バイパス起終点の交差点を箇所数に加えると整備箇所数は5ヶ所。</p> <p>道路延長は12.6kmへ短縮（一部ルート変更）。橋梁建設箇所数は5箇所に変更。交差点整備箇所数は1箇所追加、バイパス起終点の交差点を箇所数に加えると整備箇所数は6ヶ所。</p>
コンサルティング ・ サービス	<ul style="list-style-type: none"> ・ 詳細設計 ・ 入札補助（準備、評価） ・ 施工監理 <p>外国人専門家：95M/M ローカル専門家：119M/M</p>	業務内容は計画通り。

出典：審査時資料、完了時報告書、質問票への回答書

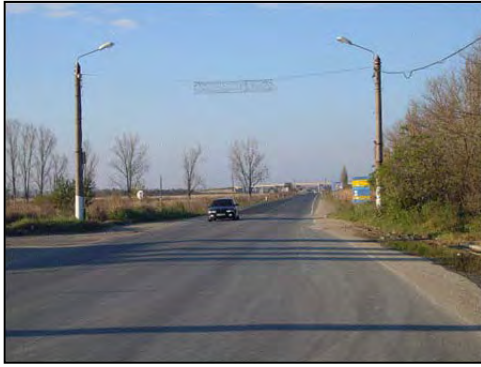
事業概要については、現地状況・実情を勘案して詳細設計を実施した段階で一部変更されているが、いずれも適切な変更である。コンサルティング・サービスについては、事業期間が大幅に延長されたため、コンサルタントのインプットも大幅に増加している。



ティミショアラ〜ルゴジ区間道路起点
（4車線区間）



ティミショアラ〜ルゴジ区間道路
（2車線区間）



ティミショアラ〜ルゴジ区間道路終点
(2車線区間)

3.4.2 インプット

3.4.2.1 事業費

審査時に積算された総事業費は14,608百万円(うち円借款部分は9,189百万円)であった。実績額は18,549百万円(うち円借款部分は8,983百万円)であり、計画を上回った(対当初計画比127%)。

表7 事業費比較(計画値および実績値)

単位：百万円

項目	計画値			実績値		
	円借款	自己資金	合計	円借款	自己資金	合計
・ 土木工事	8,734	0	8,734	7,938	6,342	14,280
1. ティミショアラ〜ルゴジ区間道路	3,353	-	3,353	3,640	2,227	5,867
2. クライオバ・バイパス	1,858	-	1,858	2,135	1,969	4,104
3. ティミショアラ・バイパス	1,812	-	1,812	2,163	2,146	4,309
4. プライス・エスカレーション	1,295	0	1,295	-	-	-
5. 予備費	416	0	416	-	-	-
・ コンサルティング・サービス	455	0	455	1,045	28	1,073
・ 土地収用費	0	550	550	0	224	224
・ 税金	0	4,869	4,869	0	2,972	2,972
合計	9,189	5,419	14,608	8,983	9,566	18,549

出典：審査時資料、完了時報告書、質問票への回答書

為替レート：審査時：1 US\$ = 118 円 1 US\$ = 3,492 旧レイ、100 円 = 2,959 旧レイ、
2002年1月：100 円 = 2.469 レイ、2013年12月：100 円 = 3.1868 レイ

コスト積算基準時期：1997年

注1：工事業者との契約金は2002年10月28付けの為替レートで固定された。

事業費増加の主な理由は次のとおりである。

- 1) 事業期間が大幅に延伸された。(当初の計画工事期間56ヶ月が151ヶ月となった。)
- 2) 事業実施期間中に3契約区間の内、2契約区間の工事業者が変更となった。また、事業最終段階で、施工監理を担当した邦人コンサルタントも撤退し、別の外国コンサルタント(現地支店)が同業務を引き継いだ。
- 3) 一部、事業概要が変更となり、実際の工事数量が増加した。

3.4.2.2 事業期間

当初予定の事業実施期間は1998年2月（L/A調印）より2002年9月（工事完成）までの56ヶ月であったが、実際は1998年2月（L/A調印）より2010年8月（工事完成）までの151ヶ月であり、対計画比270%であった。

表8 事業期間比較（当初計画および実績）

	計 画 (L/A 調印時)	実 績
コンサルタント選定	1997年9月 ～1998年5月	
詳細設計	1998年6月 ～1998年11月	2001年～2002年11月
用地取得	1999年1月 ～1999年12月	
土木工事入札	1998年10月 ～2000年3月	2007年6月～2008年2月 (J1及びJ2工区の再入札)
土木工事 ① ティミショアラ-ルゴジ ② クライオバ・バイパス ③ ティミショアラ・バイパス	2000年4月 ～2002年9月	① 当初：2003年1月～2006年11月； 再入札後：2008年2月～2010年4月 ② 2003年8月～2007年6月 ③ 当初：2003年1月～2006年11月； 再入札後：2008年2月～2010年8月
コンサルティング・サービス	1998年6月 ～2002年10月	当初契約：2000年4月～2009年5月 再選定後：2009年8月～2014年1月

出典：審査時資料、完了時報告書、質問票への回答書

注1：施工監理を担当するコンサルタントが非従事の2009年6月～7月については、ティミショアラ地方道路局が担当。

事業遅延の主な理由は次のとおりである。

- 1) 工事開始前（2003年1月）の各業務（コンサルタント選定、詳細設計、用地取得、土木工事入札）の実績詳細が不明であるが、土木工事開始時点で計画より約3年の遅延が生じている。主な理由は、次のとおりである。
 - 貸付実行方式の変更。
 - コンサルタント契約交渉の延長。
 - 詳細設計段階で地下埋設物（ガスパイプ等）の特定作業。
 - 入札図書中の各条項のルーマニアの法律との整合確認。
 - 工事業者との支払い手続きに関する調整。
- 2) ティミショアラ～ルゴジ区間道路の改良区間で、特に現舗装の損傷・劣化が顕著であり、当初の必要最小限の現道再舗装（オーバーレイ）から現舗装を剥がして基礎から再舗装する必要のある区間延長が4,610mから26,340mに変更されたため、12ヶ月工期が延長された。
- 3) 用地取得に関しては、特に大きな問題は想定されていなかったが、クライオバ・バイパス事業に関しては、土地所有者との用地取得交渉に約2年の時間を要した。
- 4) ティミショアラ～ルゴジ区間道路改良及びティミショアラ・バイパス建設工事を受注したギリシャ籍2社及び邦人企業1社よりなる企業連合の履行実績不良（ギリシ

ア籍 2 社の財政破綻) により、2006 年 11 月に契約を解除、工事業者雇用のため、再入札が行われた。工事は新しい業者により、2008 年 2 月に再開され、2010 年 4 月及び 2010 年 8 月にそれぞれ完成した。

- 5) 再入札後、ティミショアラ・バイパス建設工事を受注した業者の、特に工事再開初期の段階での履行実績が不良なため、工期の延長につながった。
- 6) 詳細設計、施工監理を含むコンサルティング業務を受注した邦人コンサルタント会社が 2008 年 9 月に倒産したこともあり、2009 年 5 月には正式に契約解除となり、その後、再選定が実施された。なお、コンサルタントが不在の間はティミショアラ地方道路局が同業務を代行していた。

3.4.3 内部収益率

審査時に算定された 3 事業全体の経済的内部収益率 (EIRR) は 28.3%であった。評価時点における内部収益率については、計算に必要な費用 (建設費及び維持管理費の年別エコノミック費用) 及び便益 (車種別車両運行費用、時間費用単価、死傷/物損交通事故の平均損害額等) に関するデータが入手出来なかったため、再計算は困難である。当初の計画事業概要と実績概要・アウトプットは一部、変更されているが、その変更は妥当なものである。

以上より、本事業は、事業費が計画を上回り、事業期間が計画を大幅に上回ったため、効率性は低い。

3.5 持続性 (レーティング : ③)

3.5.1 運営・維持管理の体制

国家道路管理庁 (National Road Agency: NRA) は 2004 年 2 月にルーマニア国営高速道路国道会社 (Romanian National Company of Motorways and National Roads: RNCMNR) に改編され、それまで NRA の行っていた業務に高速道路の建設・運営維持管理業務が加わった。事後評価時点での RNCMNR の管理下にある道路延長は、高速道路 548km を含む約 17,000km である。RNCMNR では本部の下、全国 7 箇所地方道路局は設置されており、本事業対象道路のティミショアラ〜ルゴジ区間道路及びティミショアラ・バイパスの運営・維持管理はティミショアラ地方道路局が、クライオバ・バイパスの運営・維持管理はクライオバ地方道路局が担当している。ティミショアラ地方道路局は運営・維持管理を担当する部を含む 5 部からなり、総職員は約 210 名で、特に運営・維持管理を担当する部署の職員数は約 65 名である。地方道路局の下部組織として管轄地域内 5 ヶ所に出張所があり、その総職員数は約 540 人である。クライオバ地方道路局もほぼ同じ規模の組織からなり、運営・維持管理を担当する部を含む 5 部からなり、総職員は約 210 名で、特に、運営・維持管理を担当する部署の職員数は約 50 名である。地方道路局の下部組織として管轄地域内 5 ヶ所に出張所があり、その総職員数は約 530 人である。ティミショアラ及びクライオバ地方道路局とも、競争入札で選ばれた維持管理専門の民間業者と複数年契約を結び、日常及び定期的維持管理作業を外部委託している。



クライオバ・バイパス 終点交差点



クライオバ・バイパス

3.5.2 運営・維持管理の技術

本事業下で建設・改良された道路区間の運営・維持管理を担当するティミショアラ及びクライオバ地方道路局の職員数はそれぞれ、22名、19名であり、地方道路局幹部職員によると適正だとしている。これらの職員は大部分が事務職であり、一般業務・契約管理を行っている。事務職が多いということもあり、特別な外部研修は施されていない。ただし、運営・維持管理作業に関しての、ガイドライン・マニュアル等はEU融資道路改良事業等を通じて整備されている。主なものとしては、公道改修基準、維持作業及び道路・橋梁改修工事検収手法、橋梁の保全基準指示書等がある。上述したように、両ティミショアラ及びクライオバ地方道路局とも、日常及び定期的維持管理作業は複数の民間企業に外部委託しているが、入札選定の際には、会社の技術力（会社としての類似業務の経験、社員の学歴・資格・経験、保有作業機械）及び財務力（過去の受注高、資産状況、収支バランス）等を審査した上で、応札価格を評価し、請負業者を選定している。落札業者は業務指示書及びブルーマニア国営高速道路国道会社の各種ガイドライン・マニュアルに基づき、維持管理作業を実施している。現地視察時に道路を目視した結果では、特に問題箇所は見当たらず、実施機関側にも維持管理作業を監督する技術力があると判断できる。

3.5.3 運営・維持管理の財務

ティミショアラ地方道路局及びクライオバ地方道路局の過去3年間の維持管理支出額は表9のとおりである。

表9 過去3年間の地方道路局維持管理支出額

単位：百万レイ

地方道路局	2010年	2011年	2012年
ティミショアラ	61.1	132.0	473.5
クライオバ	68.7	74.2	100.7

過去3年間の両地方道路局の維持管理支出額は、年々増額している。ティミショアラ地方道路局の支出額が2011年から2012年にかけて約3.6倍に急増しているが、その理由はティミショアラからアラドを経て西方の国境に向かう高速道路1号線が2012年に開通し、モニタリング機器を設置したことによる。また、本事業で整備された3道路区間の過去3年間の

維持管理支出額は表 10 のとおりである。

表 10 過去 3 年間の道路別維持管理支出額

単位：レイ

道路名	2010 年	2011 年	2012 年
ティミショアラ-ルゴジ区間道路	146,168	175,781	209,082
クライオバ バイパス	211,970	394,198	359,250
ティミショアラ バイパス	671,079	674,905	771,192

過去 3 年間に本事業で整備された 3 道路区間に支出された維持管理支出額は、年により横ばいの時もあるが、全体的には増額傾向にある。

3.5.4 運営・維持管理の状況

維持管理作業はティミショアラ及びクライオバ両地方道路局の監督の下、外部委託業者が実施しているが、日常維持管理作業としては、次の作業項目を含む巡視作業を毎日実施している。

- ・ 路面の破損及び平坦性
- ・ 排水溝及び排水路の正常性
- ・ 路肩の平坦性及び障害物の有無
- ・ 防護柵・柱の破損
- ・ 標識・路面表示の正常性等

また、以下の項目のような異常の見られた施設及び箇所の簡易な修理については、毎週実施される。

- ・ 排水溝の目詰まり除去及び排水路の清掃
- ・ 事故による破損防護柵の交換
- ・ 標識の修理・路面表示の清掃等

さらに、定期的維持管理作業には路面表示の再塗装、交通信号及び防護柵の修理等が含まれるが、ほぼ 2 ヶ月ごとに実施されている。さらに冬季期間中には、必要に応じて毎日、除雪作業を行っている。

また、本事業下で整備された道路区間に関して、現地調査中、実施した目視検査では、特に大きな破損、損傷箇所は見受けられなかった。

現在の運営・維持管理体制は適切な組織の下、職員数も適切である。マニュアルの整備について特に問題はなく、本事業の効果を持続するにあたり技術的な課題は見られない。運営・維持管理予算も適切に配分されており、財務上の問題はみられない。また、本事業下で整備された道路区間に関して、実施した目視検査では、特に大きな破損、損傷箇所は見受けられなかった。

本事業の運営・維持管理は体制、技術、財務状況ともに問題なく、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、国道6号線の内、ティミショアラ周辺及びクライオバ周辺のバイパス建設、ティミショアラ〜ルゴジ区間の既存道路の拡幅・改修を行うことにより、交通混雑の解消を図り、もって地域経済活動活性化に寄与することを目的としていた。本事業の実施はルーマニアの開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策と十分に合致しており、妥当性は高い。また、本事業の事業目的である交通混雑の解消に関しては、ティミショアラ〜ルゴジ区間道路

及びティミショアラ・バイパスの交通量は、ほぼ予測値通りの交通量を記録している。予測値が設定されていなかったクライオバ・バイパスの交通量についても、開通6年後の時点（2013年）で、2車線道路の交通容量の約70%の交通量に達している。また、受益者調査を通じて、本事業の経済活動活性化に対する貢献については、77～85%の人が「大幅に改善」もしくは「かなり改善」と認識している。本事業の実施により、概ね計画どおりの効果の発現が見られ、有効性・インパクトは高い。効率性については、当初の計画事業概要と実績概要/アウトプットが一部変更されているが、その変更は妥当なものであった。しかしながら、事業費が計画を上回り、事業期間が計画を大幅に上回ったため、効率性は低い。本事業の運営・維持管理は体制、技術、財務状況ともに問題なく、本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

- (1) 地域の分断を伴う用地取得が発生する際の住民のアクセスを確保する計画の必要性
クライオバ・バイパス新設のための用地取得に関しては、補償手続き等に多大な時間を要しているが、特に、住民が所有する土地区画が本事業により分割された結果、一部用地へのアクセスが不可能となった土地区画が発生し、実施機関が住民より提訴されたケースが発生したため、補償手続き等に多大な時間を要した。この事は、詳細設計の段階で、地域の分断を含む用地取得に関する諸問題の検討、調査が不十分であったことを示唆している。JICAは、審査段階から、実施機関に対して正確に現状を把握・反映した用地取得・住民移転計画の提出を求める必要がある。

主要計画／実績比較

項 目	審査時点での事業概要	事業完成時点での事業概要
① アウトプット 土木工事	<ul style="list-style-type: none"> ・ ティミショアラ〜ルゴジ区間道路の改良 (52.2km) (内、49.6km 区間は2車線区間の改良、橋梁10箇所、2.6km 区間は4車線区間の改良) ・ クライオバ市街地迂回バイパスの建設 (13.8km) 1箇所の橋梁建設と3箇所の交差点整備を含む。 ・ ティミショアラ市街地迂回バイパスの建設 (15km) 3箇所の橋梁建設と3箇所の交差点整備を含む。 	<p>道路延長は計画通り。 橋梁に関して、3ヶ所の旧橋梁は撤去、新設工事として実施。</p> <p>道路延長はほぼ計画通り。 (14.1km) 焼却灰を運搬する既存パイプをまたぐため、1ヶ所の中小橋梁を追加工事として実施。バイパス起終点の交差点を箇所数に加えると整備箇所数は5ヶ所。</p> <p>道路延長は12.6kmへ短縮(一部ルート変更)。橋梁建設箇所数は5箇所に変更。交差点整備箇所数は1箇所追加、バイパス起終点の交差点を箇所数に加えると整備箇所数は6ヶ所。</p>
コンサルティング・サービス	<ul style="list-style-type: none"> ・ 詳細設計 ・ 入札補助 (準備、評価) ・ 施工監理 <p>外国人専門家 : 95M/M ローカル専門家 : 119M/M</p>	業務内容は計画通り。
② 期間	1998年2月～2002年9月 (計56カ月)	1998年2月～2010年8月 (計151カ月)
③ 事業費 外貨 内貨 合計 うち円借款分 換算レート	<p>6,636百万円 7,972百万円 14,608百万円 9,189百万円 100円=2,959旧レイ (1996年9月現在)</p>	<p>不明 不明 18,549百万円 8,983百万円 100円=3.18レイ (2013年12月現在)</p>