

ラオス

2017年度 外部事後評価報告書

無償資金協力「国道九号線（メコン地域東西経済回廊）整備計画」

外部評価者<sup>1</sup>：有限会社 ADAMIS 島田 徹

株式会社航空システムコンサルタンツ 安川 隆廣

## 0. 要旨

本プロジェクトは、隣国のタイとベトナムを結ぶ重要路線であり、更にラオスの経済活動の促進に対し重要な役割を担う国道九号線の損傷区間のアスファルト舗装構造や道路構造を改修することにより、交通状況に応じた国際幹線道路として十分な走行速度、安全性、快適性を有する道路に整備し、もってラオス中部地域における貿易・投資の促進及び後背地域の経済発展に寄与するものであった。

本事業の実施は、ラオスの開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策と十分に合致しており、妥当性は高く、事業費、事業期間ともに計画内に収まり効率性は高い。有効性については、走行速度は測定方法の違いのため単純比較はできないものの、実測において計画時に期待された走行速度を大幅に上回っており、ドライバーインタビューでも晴天時・雨天時の安全性、所要時間、快適性の全てにおいて一定の効果が確認できた。インパクトについても、国道九号線の改修が輸送時間・輸送費用の削減をもたらし、農業振興や生産拡大の意欲向上につながっていることが確認でき、インタビューを通して貿易・投資環境の改善、農業・商業活動の活発化、地域経済の発展への寄与を確認できた。また、その他の負のインパクトは確認できなかった。よって、概ね計画どおりの効果の発現が見られ、有効性・インパクトは高いと評価できる。さらに運営・維持管理体制は人的にも組織的にも改善されている。また、技術はソフトコンポーネントの研修参加者が維持管理業務に引き続き従事している。財務状況も、厳しい状況であるが将来的には定期的な補修予算が割り当てられることが期待でき、ともに問題ないことから、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言える。

---

<sup>1</sup> 本事後評価では、外部評価者による評価分析に加えてより専門的・技術的な分析を行うために、ケオラ・スックニラン研究員（日本貿易振興機構 アジア経済研究所 バンコク事務所（バンコク研究センター））による有識者分析を実施した。同研究員は国際分業、国有企業、計量経済学、ラオス経済を専門とし、ラオス国を中心とした情勢分析、特に衛星情報を活用したリモートセンシングおよびその分析で活躍している。本事後評価の第一次現地調査に参加し、現地視察、実施機関からの情報収集、住民へのインタビューを行った上で有識者分析ペーパーを作成した。本事後評価では、有識者分析ペーパーの要約をコラムとして掲載した。

## 1. 事業の概要

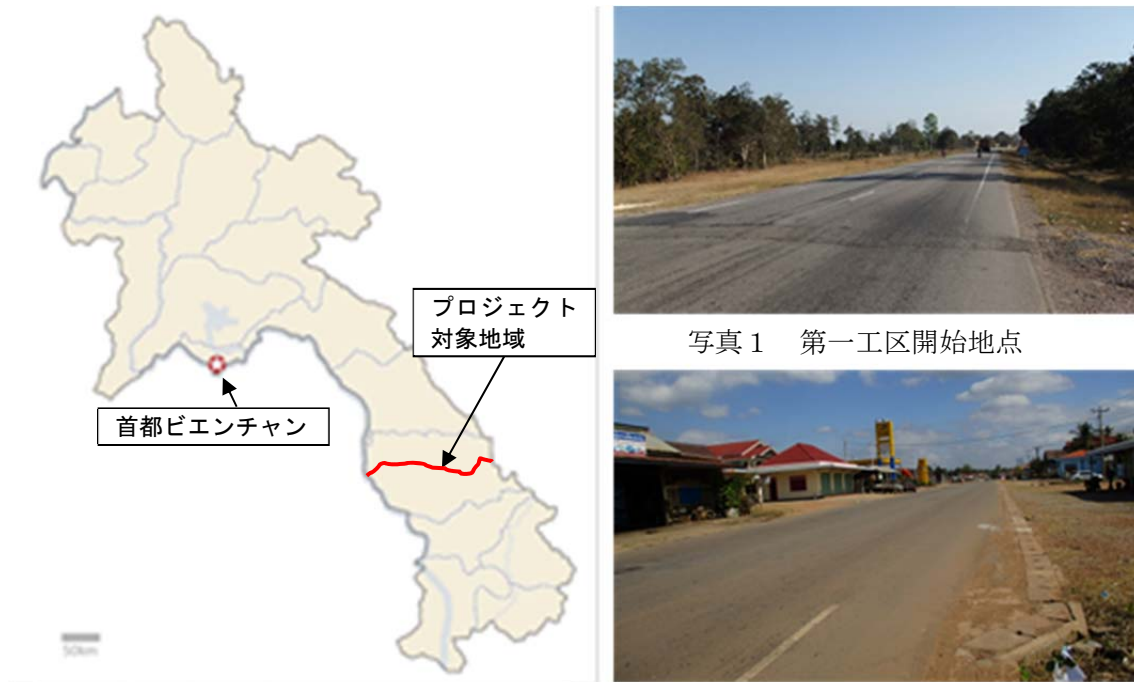


図1 本事業の対象地域

写真2 第二工区終了地点

### 1.1 事業の背景

ラオス政府は、運輸交通に重要な役割を果たしている道路交通網の整備に力を注いでいたが、厳しい予算環境のため、国道さえも舗装率は55%と十分な整備がなされていなかった。そのような中、我が国の無償資金協力とアジア開発銀行（ADB）の支援ローンによって、国道九号線の改修が1999年から2004年にかけて実施された。

国道九号線はサバナケットからベトナム国境のデンサワンに至る約240kmの幹線国道であり、インドシナ半島を横断して東シナ海へのアクセスを確保する重要な東西経済回廊の一部を構成している。また、当時はASEAN統合に向けた域内経済格差の是正という観点からも重要な意味を持っていた。

しかし改修工事後、鉱山の開発等により当時想定されていた以上に大型車両の通行量が増加したため、大規模かつ広範囲にわたる損傷が生じ、円滑な通行に支障をきたすようになった。

ラオスは国道九号線の東西経済回廊としての役割に鑑みて、国全体の道路維持管理予算の1/4を国道九号線の補修工事に充てるなど、最大限の努力を行ったが、前述の道路損傷にかかる大規模なリハビリテーションは、従来のラオス政府自身で確保可能な実施予算で対応することが困難な状況であった。

このことから、国際幹線道路である国道九号線の円滑な交通を回復するため、損傷の著しい舗装構造箇所を要求される強度に改修し、さらに排水設備を充実した道路の構造強化

に対する支援が不可欠となっていた。加えて適時適切な維持管理ができなかったことが、損傷の大規模化につながったことから、ラオス側の道路維持管理業務の一層の適正化が必要であった。

## 1.2 事業概要

国道九号線（セノ〜ムアンピン）において、損傷区間の舗装構造や道路構造を改修する（図2）ことにより、交通状況に応じた国際幹線道路として十分な走行速度、安全性、快適性を有する道路に整備し、もってラオス中部地域における貿易・投資の促進及び後背地域の経済発展に寄与する<sup>2</sup>。

表1 事業概要

供与限度額/実績額		3,273 百万円/2,969 百万円
交換公文締結/贈与契約締結		2011 年 8 月/2011 年 8 月
実施機関		公共事業運輸省
事業完成		2015 年 3 月
案件従事者	本体	株式会社大林組 大林道路株式会社 共同企業体
	コンサルタント	株式会社オリエンタルコンサルタンツ 株式会社国際開発センター 共同企業体
基本設計調査		2010 年 10 月~2011 年 8 月
関連事業		(技術協力) 道路維持管理能力強化プロジェクト、2011 年 9 月~2018 年 5 月 (円借款) 第 2 メコン国際橋架橋事業、2001 年 12 月 (無償資金協力) 国道 9 号改修計画、1999 年 7 月 第二次国道 9 号線改修計画、2001 年 5 月 国道 9 号線橋梁改修計画、2016 年 12 月 (その他国際機関、援助機関等) 国道九号線改修事業（ムアン・ピン〜ラオバオ）、2000 年 3 月、ADB

出所：国際協力機構（JICA）提供資料

<sup>2</sup> 事業事前評価表では「ラオスの経済活動促進において重要な役割担う国道九号線の損傷区間の舗装構造や道路構造を改修することにより、東西経済回廊のより円滑な通行の実現を図る。」とされているが、アウトカムとインパクトの設定が明確でないため、事前調査や事前評価における記述を基に、このように再整理した。

## 2. 調査の概要

### 2.1 外部評価者

島田 徹（有限会社 ADAMIS）

安川 隆廣（株式会社航空システムコンサルタンツ）

### 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：2017年9月～2018年10月

現地調査：2018年1月7日～1月31日、2018年4月2日～4月11日

## 3. 評価結果（レーティング：A<sup>3</sup>）

### 3.1 妥当性（レーティング：③<sup>4</sup>）

#### 3.1.1 開発政策との整合性

計画時の国家開発計画である「国家社会経済開発計画（2006-2010）」では、ガイドラインのひとつとして「既存インフラの維持を確立すること。特に貿易、投資、観光を促進することを目的とした社会経済発展活動を支援するための追加的なインフラを確立すること。社会経済発展のためのインフラへの投資を増加させること。人的資源を含む国家資源を効果的な発展のための潜在力として活用するため探索すること。また、効果的な経済構造を確立し、国際競争において優位な位置を占め備えるために、優先度をもった投資プロジェクトを確立すること。」と述べ、内陸輸送戦略の1つとして、「ラオスの近隣諸国へつながる国道は標準的な道路に改良されるであろう。優先度は、国境に伸びる高速道路および南北道路のうちボケオ、ルアンナムサへのセクション、サバナケットへの東西道路のうちのいくつかのセクション、ラオス - ベトナム - カンボジアの経済三角地帯（アタペプ、セコン、サラヴァン）へ続く道路、またラオス - タイ - カンボジア経済三角地帯（サラヴァン、チャンパサック）へ続く道路である。」と掲げていた。

現在の国家開発計画である「第8次5カ年国家社会経済開発計画（2016-2020）」では、3つの目標の1つとして「成長支援に必要なレベルまで低下した経済的脆弱性の中での持続包括的経済成長」を設定し、持続包括的経済成長を確保するための（インフラ）建設の優先活動を以下の通り設定している。

- ・「メコン地域圏回廊、アジア高速道路、東西回廊、南北経済回廊など、近隣諸国とつながる道路を改良する」

したがって、東西経済回廊としての国道九号線の改善は、開発政策と整合している。

<sup>3</sup> A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

<sup>4</sup> ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

### 3.1.2 開発ニーズとの整合性

本事業計画時、国道九号線の迂回路がないため、著しい道路損傷区間や箇所に対する改修には緊急性を要していた。また、ラオス国国内においても東西経済回廊を利用した中部地域の経済発展に資する道路として重要な位置づけにあった。

事後評価時において、公共事業交通省（Ministry of Public Works and Transport、以下「MPWT」と言う。）及びサバナケット県公共事業交通局（Department of Public Works and Transport、以下「DPWT」と言う。）によれば、国道九号線は、東はベトナムのダナン港、西はタイを通過してミャンマーのモーラマイン港までの全長 1,450km の東西経済回廊の一部をなし、内陸国であるラオスの経済発展にとって引き続き重要である。2011 年 11 月の第三タイ・ラオス友好橋の開通で国道 12 号線がタイとベトナム北部を結ぶ最短ルートになったが、ラオス国内からダナン港、モーラマイン港への海運ルートにつながる国道九号線がラオスの経済発展に果たす役割は依然として大きい。

以上から、計画時、事後評価時ともに、本事業の開発ニーズは高い。

### 3.1.3 日本の援助政策との整合性

「対ラオス国別援助計画」（2006 年 9 月）の重点分野に「社会経済インフラ整備及び既存インフラの有効活用」が含まれており、既存国道を改修する本事業は日本の援助政策との整合性が高い。

また、JICA ラオス事務所から入手した「国別分析ペーパー」（2011 年 4 月 Version 1.1）では、環境・格差是正に配慮した経済成長を促進するインフラ整備を重点分野の一つに掲げ、道路網の整備の重要性をその理由として挙げており、当時の JICA の方針との整合性も確認できた。

### 3.1.4 事業計画やアプローチ等の適切さ

計画と実績の大きな差として、工事期間中に行われた既設下層路盤の置き換えとアクセス道路及びそれに付随する横断排水管の新設が挙げられる。既設下層路盤の置換えは、1~1.5km 毎に実施した修正路床土支持力比（California Bearing Ratio、以下「CBR」と言う。）を含む材料物理試験の結果を基に既設下層路盤層を新しい舗装構造の路床層と位置付けて既設下層路盤上面での強度を CBR6%として舗装構造を設計したのに対して、施工段階で路面状態が悪い部分で行った現場 CBR 試験では平均 CBR が 3%と設計上の想定値より低いことが確認されたことから、既設下層路盤の健全性が損なわれていると確認された部分について行ったものであり、適切な舗装強度を実現するために必要であった。また、置換えが必要な箇所は事業区間全体に散在していることから、工事実績に基づいて数量を確定し精算したことは適切な措置であった。さらに、アクセス道路及びそれに付随する横断排水管の新設は近隣から国道九号線への出入りを円滑にするために必要な措置であった。

これらの設計変更は適切なものと考えられるが、設計変更によって業者契約金額が当初の約 2,188 百万円から約 2,678 百万円に増加したことには留意すべきである。

以上より、本事業の実施はラオスの開発政策、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 効率性（レーティング：③）

#### 3.2.1 アウトプット

本事業のアウトプットの計画と実績を表2に示す。

表2 事業アウトプット（計画・実績対比）

項目		計画	実績
道路舗装	アスファルト舗装	第一工区（新たな路盤材量による打替え）： 47.6km 第二工区（路上再生路盤工法による打替え）： 10.2km 合計 57.8km	47.0km 11.1km 58.1km
	コンクリート舗装	軸重検量所接続道路：215m	225m
道路土工	切土工 盛土工	13,100m <sup>3</sup> 48,100m <sup>3</sup>	5,100m <sup>3</sup> 19,900m <sup>3</sup>
ボックスカルバート		1基	同左
排水	道路側溝	53.4km（V型、蓋付U型、三面張）	105.64km
	横断排水	11箇所（φ800mm、φ1000mm）	66箇所
道路付帯工		1式（ガードレール、照明等）	同左
ソフトコンポーネント		アスファルト舗装による大規模補修工事の施工監理を適切に実施するための知識習得	同左

出所：準備調査報告書、JICA 提供資料、コンサルタント

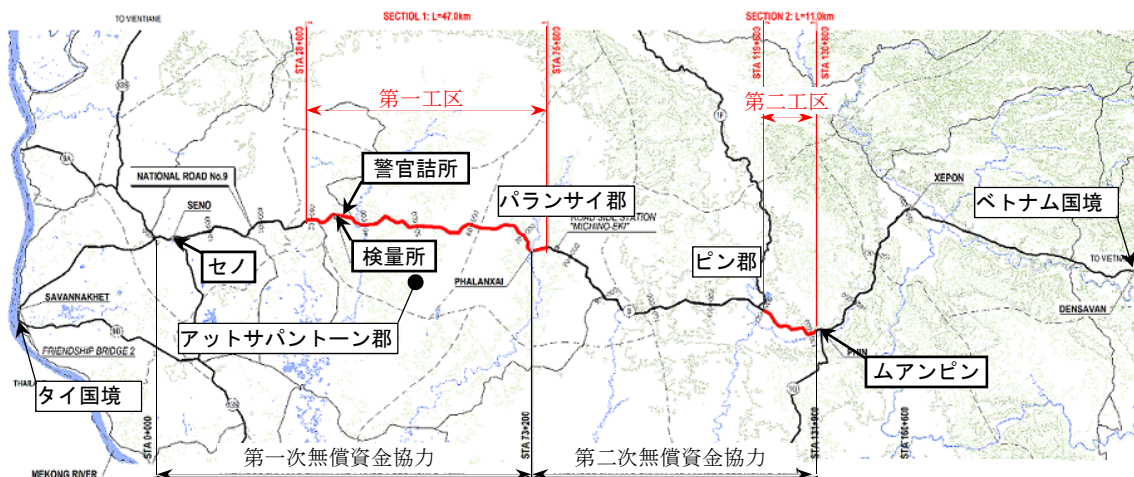


図2 本事業の工区区分と過去の無償資金協力区間

詳細設計における設計照査の結果、各工区の長さ、コンクリート舗装の長さ、土工数量等の変更が適切に行われた。また、工事期間中に既設下層路盤の置き換えとアクセス道路及びそれに付随する横断排水管の新設の設計変更が行われた。

実施機関によれば、「既設下層路盤の置き換えは、既設下層路盤上面での強度が設計上の想定値より低い部分について行ったものであり、適切な舗装強度を実現するために必

要であった。また、アクセス道路及び横断排水管の新設は、近隣から国道九号線への出入りを円滑にするために必要であった。」とのことであり、下層路盤の置き換えは効果の持続性、アクセス道路の新設は国道九号線使用の容易性の向上に有効なものと判断できる。

以上のように舗装構造などの適切な設計変更を実施し、目標達成に必要なアウトプットは概ね計画通りに産出された。また、コンサルタントによれば、相手国負担事項の「電柱・配電線の移設」及び「仮設ヤードの確保」も適切に実施された。

### 3.2.2 インプット

#### 3.2.2.1 事業費

事業費は表3に示す通り、日本側負担が競争入札により計画の91%に減少、ラオス側負担はDPWTの所掌範囲外で免税措置が取られたため計画の9%と大幅に減少し、全体で計画の85%に収まった。

表3 事業費（計画・実績対比）

項目	計画	実績	差異
事業費	3,523百万円	約2,991百万円	計画の85%
日本側負担	3,273百万円	2,968百万円	計画の91%
ラオス側負担	250百万円	約23百万円	計画の9%

出所：準備調査報告書、JICA提供資料、実施機関提供資料

注：日本側負担は、当初契約時には2,464百万円であった。ラオス側負担には、免税措置等、DPWTの所掌範囲外の費用が含まれていない。

#### 3.2.2.2 事業期間

本事業の期間は、詳細設計<sup>5</sup>から完工まで43ヶ月の計画で、実際のコンサルタント契約日（2011年9月-）から計算すると計画上の完工日は2015年4月となり、44ヶ月の計画となる。実際の完工は2015年3月で、事業期間は43ヶ月（計画の93%）であった。

以上より、本事業は事業費、事業期間ともに計画内に収まり、適切な変更を行って概ね計画通りのアウトプットを生み出しており、効率性は高い。

<sup>5</sup> 事業事前評価表に記載の計画期間は起点が不明であったため、協力準備調査報告書に記載の工程表を採用した。工程表では、本事業の計画期間に交換公文締結日や贈与契約締結日は含まれておらず、事業期間の開始は詳細設計（コンサルタント契約締結日）からとされていた。そのため、本事後評価における事業の開始は、計画・実績ともに、詳細設計開始からとみなした。

### 3.3 有効性・インパクト<sup>6</sup>（レーティング：③）

#### 3.3.1 有効性

##### 3.3.1.1 定量的効果

本事業の計画時には、舗装耐荷重（軸重）の増加と平均走行速度の向上が定量的効果として掲げられていた。舗装耐荷重（軸重）については、本事業以前に軸重規制が 9.1t から 11t に緩和されていたため、効果指標には採用できない。なお、設計期間の累積軸重<sup>7</sup>が従前の  $1.72 \times 10^6$  から本事業により  $2.88 \times 10^6$  に増加したが、これも設計基準値であるため効果指標としては採用できない。

一方、平均走行速度については、基準値も交通ネットワーク解析ソフト上で、区間ごとの道路状況や地形条件に基づいて交通容量や自由流速度等のパラメータを設定して、国道九号線全体の平均を求めたものであるが、計算に使用した具体的パラメータの記録がコンサルタントにも残っていないため、再計算による検証は不可能であった。そのため、参考として 8 人乗りワンボックスカーで事業対象区間を 1 往復して平均速度を実測した。その結果は、表 4 に示すとおり、目標値を大幅に上回る結果となった。

表 4 平均走行速度

基準値 (2011 年)	目標値 (2018 年)	実績値 (2018 年)
44.8 km/h	56.3 km/h	改修区間 1: 69～83 km/h 改修区間 2: 69～82 km/h

出所：準備調査報告書

注：基準値、目標値は交通ネットワークソフトによる計算値、実績値は走行による実測値。

交通ネットワーク解析ソフト上で計算した基準値及び目標値と借上車両による 1 往復の実測値を単純に比較することはできないが、関係者やドライバーのインタビュー調査（下記の定性的効果）でも走行速度が相当向上したことに疑いはない。

平均走行速度に加えて、補助指標として交通量の採用を検討したが、国道九号線の同一観測地点における交通量の経年データとしてはベトナム及びタイとの国境通過交通量のみが入手できた。ベトナムとの国境における年間車両通過台数は 2012 年と 2013 年の平均 6,633 台が 2016 年には 27,321 台に、タイとの国境では 71,443 台が 135,420 台と大幅に増加している。しかしながら、ベトナム及びタイとの国境と本事業対象区間の間に国道 1 号線及び国道 13 号線との交差点があるため、これらの交通量と本事業対象区間の交通量との相関の有無は確認できていない。

<sup>6</sup> 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。

<sup>7</sup> 累積軸重とは、18kip = 8.16ton の軸重が解析・設計期間等の対象期間内に対象道路を通過した回数で、計算によって求められる。



### 3.3.1.2 定性的効果

計画時には、改修後の道路の平坦性が保たれ、通過車両の安全性・快適性が向上することを定性的効果として挙げていた。これを検証する目的で、ベトナム国境付近、第一工区内の検量所及び検量所付近の警官詰所において、ドライバーに対し、晴天時の安全性、雨天時の安全性、所要時間、快適性について五者択一、自由回答形式のインタビューを実施した<sup>8</sup>。

インタビューの結果は表5～8に示すとおり、否定的な意見は皆無で、晴天時・雨天時の安全性、所要時間、快適性の全てにおいて向上の傾向がみられた。なお、車両が大型になるほど評価が高くなる傾向が見られた。これは、車両が大きくなるほど路面の影響を受けやすいためと推測される。

表5 晴天時安全性インタビュー結果

回答	人数
非常に改善した	24
やや改善した	4
変わらない	0
やや悪化した	0
非常に悪化した	0

表6 雨天時安全性インタビュー結果

回答	人数
非常に改善した	23
やや改善した	5
変わらない	0
やや悪化した	0
非常に悪化した	0

表7 所要時間インタビュー結果

回答	人数
非常に短縮された	22
やや短縮された	6
変わらない	0
やや伸びた	0
非常に伸びた	0

表8 快適性インタビュー結果

回答	人数
非常に改善した	25
やや改善した	2
変わらない	1
やや悪化した	0
非常に悪化した	0

主な変化の理由としては以下の様な回答を得ている。

晴天時安全性：「路面の状態が良い」、また「舗装面が厚い」「穴が無い」等

雨天時安全性：「路面の状態が良い」、また「白線が引かれて視認性が良い」等

所要時間：「路面の状態が良い」、また「道幅が広く高速になった」等

快適性：「路面の状態が良い」、また「移動時間が短縮された」等

なお、これらの回答の中には本事業対象区間以外の評価も含まれている可能性もあるが、本事業は最も状態が悪い区間を対象に改修を実施したものであるため、回答の大半

<sup>8</sup> サンプルサイズ：運転手 28 名。ベトナム国境付近：大型車 4 (男 4)・中小型車 1 (男 1)、検量所付近警官詰所：大型車 5 (男 5)・中小型車 7 (男 7)・自動二輪車

8 (男 4、女 4)、検量所：大型車 3 (男 2 女 1)

は本事業の効果と考えてもよい。

質問書に対するサバナケット県警察の回答によれば、国道九号線における交通事故は2012～2014年の平均211件/年から2015～2016年の平均85件/年に、死者も50名/年から19名/年に減少しており、国道九号線における安全性が向上していることが確認された。ただし、この統計は国道九号線全線に対する統計であり、本事業対象区間以外の事故も含まれていると考えられる。

### 3.3.2 インパクト

#### 3.3.2.1 インパクトの発現状況

計画時には以下の定性的インパクトが挙げられている。

- 中部地域(サバナケット県、カムアン件、ポリカムサイ県、サイソムブーン県、ビエンチャン県及びビエンチャン都)における貿易・投資が促進される。
- 農業や商業活動が活発化し、地域経済の発展に寄与する。

#### (1) 貿易・投資環境

2012年と2017年の国道九号線国境での貿易額は表9に示すとおりで、中継貿易額と輸入額は大きく増加、輸出額は微減している。中継貿易額の増加については本事業による国道九号線通行の安全性・快適性の向上が寄与しているものと考えられるが、寄与の程度は不明である。輸入額、輸出額の変化については、本事業対象区間を経由せずに国道13号線や国道1号線に接続するルートがあるため、本事業との関連は不明である。

表9 国道九号線国境での貿易額 (単位:米ドル)

		2012年	2017年	増加比
タイ 国境	輸入	1,549.63 百万	3,014.34 百万	1.94
	輸出	873.21 百万	784.5 百万	0.90
ベトナム 国境	輸入	83.56 百万	200.87 百万	2.39
	輸出	73.60 百万	73.44 百万	0.99
中継貿易		83.19 百万	700.65 百万*	8.45

出所：第2メコン友好橋管理事務所、デンサワン国際国境税関

注：中継貿易\*2016年のデータ

2012年～2017年の中部地域の投資承認額は表10に示すとおりで、特段の傾向は認められない。

表10 中部地域の投資承認額 (単位:米ドル)

2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年
457 百万	1,112 百万	535 百万	158 百万	2,447 百万	1,395 百万

出所：計画投資省 計画投資局提供資料

本事業によるサバナケット県における貿易・投資の促進効果を検証する目的で、サバナケット県において貿易・投資環境の状況変化及びそれらに対して本事業が与えた影響について五者択一、自由回答形式のインタビューを実施した<sup>9</sup>。

インタビューの結果は以下に記載するとおり、貿易環境、投資環境ともに改善したことを示している。

表 1 1 貿易環境インタビュー結果

回答	人数
非常に改善した	6
やや改善した	1
変わらない	0
やや悪化した	0
非常に悪化した	0

表 1 2 投資環境インタビュー結果

回答	人数
非常に改善した	4
やや改善した	3
変わらない	0
やや悪化した	0
非常に悪化した	0

なお、主な変化の理由としては以下の様な回答を得ている。

貿易環境：「路面の状態が良く物流が早くなった」、「タイ・ベトナム国境間の移動が容易、短時間になった」等

投資環境：「路面の状態が良く物流が早くなった」、「道路が良くなり外国からの投資が増えた」、「工事期間中は不便であった」等

なお、国道九号線が貿易環境、投資環境に与えた影響については、「大きい」とする回答と「少ない」とする回答が拮抗した。また、これらの改善には「道路維持管理能力強化プロジェクト<sup>10</sup>」（以下「関連技術協力」と言う）の下でラオス側が実施している国道九号線の整備効果も含まれていると思われる。

## (2) 農業・商業活動

サバナケット県の農業生産額は表 1 3 に示すとおり、4 年間で 1.5 倍に増加し、農業活動の活発化を裏付けている。サバナケット県農林局によれば、農業生産額増加の主な要因は JICA、ADB、世界銀行、その他による農業振興事業（灌漑による作付け面積の拡大等）、外国投資による砂糖、ゴム等の工場の生産拡大等であり、国道九号線の改良は輸送時間・費用の削減をもたらし、農業振興や生産拡大の意欲向上につながっている。

<sup>9</sup> サンプルサイズ：7 名（産業商業州局（Provincial Department of Industry & Commerce、以下「PDIC」と言う。）職員 3（男 3:総務課長、計画課長、輸出入課副課長）、貿易会社経営者 4（男 3、女 1））

<sup>10</sup> 2011 年 9 月から 2017 年 9 月まで、サバナケット県とビエンチャン県公共事業・運輸局の維持管理計画の立案能力向上、技術マニュアルやガイドライン類の整備、技術者の能力向上を支援し、対象県の道路・橋梁の維持管理能力の強化を図った JICA の技術協力事業。

表 1 3 サバナケット州農業生産量 (単位: ラオキープ)

2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年
3,773 百万	4,471 百万	4,671 百万	5,508 百万	5,690 百万

出所：実施機関提供資料

本事業による後背地（沿道）における農業・商業の促進効果を検証する目的で、本事業の対象区間とほぼ重なるアットサバントーン、パランサイおよびピン郡において、後背地の農業・商業活動の状況変化及びそれらに対して本事業が与えた影響について五者択一、自由回答形式のインタビューを実施した<sup>11</sup>。

インタビューの結果は表 1 4～1 6 に示すとおり、輸送時間は短縮、輸送コストは低下、および商店数は増加の傾向にある。

なお、主な変化の理由としては以下の様な回答を得ている。

輸送時間：主に「路面の状態が良く多くの物を早く運べる」、「バスで物が運べるようになった」等

輸送コスト：「路面の状態が良く早く運べる」、「燃料の節約」、「車両の損傷が少ない」等

商店数：「路面の状態が良く便利」、「観光客が増えた」「7割くらい店舗が増えた」等

表 1 4 輸送時間インタビュー結果

回答	人数
非常に短縮された	31
やや短縮された	3
変わらない	0
やや伸びた	0
非常に伸びた	0

表 1 5 輸送コストインタビュー結果

回答	人数
非常に低下した	27
やや低下した	7
変わらない	0
やや上昇した	0
非常に上昇した	0

<sup>11</sup> サンプルサイズ:34名(農林業州局(Provincial Department of Agriculture and Forestry 以下「PDAF」と言う。)職員4(男4:畜水産課副課長、農業課副課長、計画課副課長、広報課副課長)、ピン郡公共事業交通事務所(Office of Public Work and Transport、以下「OPWT」と言う。)職員2(男1:所長、女1:副所長)、商業従事者3(男3:コンビニ経営2、食料品店経営)、農業従事者6(男6)、パランサイ郡商業従事者5(男5:携帯販売店経営、ガソリンスタンド店員、食料品店経営、バイク店経営、飲料品店経営)農業従事者4(男4)、アットサバントーン郡 OPWT 職員1(男1:所長)、商業従事者6(男4:食料品経営2、雑貨店経営、運送業経営、女2:食料品店経営、雑貨店経営)、農業従事者3(男3))

表 1 6 商店数インタビュー結果

回答	人数
非常に増加しれた	22
やや増加しれた	7
変わらない	1
やや減少した	3
非常に減少した	1

商店数に関する否定的意見の 4 名はアットサパントーンの商店主で縁石の設置により顧客や納品業者が店舗前に車を止められなくなったため営業がしにくくなったことを主張している。これについて、DPWT は交通安全上必要な措置であるとし、設計担当コンサルタントは開口部を設けて悪影響を最小限にしたとしている。しかしながら、アットサパントーンでは一部に比較的長区間にわたって開口部が設けられていない部分があり、住民が行ったと思われる縁石撤去も確認された。そのため、アットサパントーン郡 OPWT は開口部の増設を検討している。



写真 3 住民が開けたと思われる開口

### (3) 周辺の土地の浸水状況

準備調査報告書には明記されていないが、本事業はパランサイの盛土区間周辺の土地の浸水状況に正のインパクト（浸水の減少）を与えることが想定されたため、パランサイの盛土区間周辺地域において、浸水状況の変化及びそれらに対して本事業が与えた影響について五者択一、自由回答形式のインタビューを実施した<sup>12</sup>。

インタビューの結果は表 1 7 及び 1 8 に示すとおり、浸水範囲は改善、浸水時間は 1 名を除いて改善したことを示している。パランサイ盛土区間では、既設の管渠を排水能力が高い 2 連函渠に改良したことによって、国道九号線の北側の水田の冠水の範囲及び時間が減少したことが周辺住民のインタビューで



写真 4 国道九号線北側の排水路

<sup>12</sup> サンプル数：11 名（OPWT 職員 2（男 2:所長、総務課長）、商業従事者 5（男 5:食料品店経営、携帯販売店経営、バイク販売店経営、飲料品店経営、ガソリンスタンド店員）、農業従事者 4（男 4））

確認できた。

表 1 7 浸水範囲インタビュー結果

回答	人数
非常に減少した	10
やや減少した	1
変わらない	0
やや増加した	0
非常に増加した	0

表 1 8 浸水時間インタビュー結果

回答	人数
非常に減少した	10
やや減少した	0
変わらない	0
やや増加した	0
非常に増加した	1

主な変化の理由としては以下の様な回答を得ている。

浸水範囲：「排水が良い」、「水の流れが良い」等

浸水時間：「排水が良い」、「以前は3日間くらい浸水していたが、今は1日で水がなくなる」等

「浸水時間が非常に増大した」と回答した1名の農業従事者によれば「田が3日間50cmくらい浸水する」とのことである。現場で状況を確認したところ、本事業実施前からあるハウアイカオ橋（パラサイ郡）の下を流れてくる水が増えたとのことであった。周辺ではADB支援による灌漑事業も行われていること



写真5 ホウアイカオ橋下流側の状況

もあって断定はできないが、本事業で整備した国道九号線北側の排水路が浸水増加の一因となっている可能性も否定できないとの評価者の意見に実施機関も同意した。いずれにしても、パラサイ盛土区間周辺地域を俯瞰した場合、本事業によって浸水状況が改善したことは間違いない。なお、当該地域の浸水の根本的原因は国道九号線北側約1.4kmのセサムソイ川の屈曲部（パラサイ郡）における越流であり、二次的にはハウアイカオ橋の下流に当たる河川の流下能力不足が原因である。

### 3.3.2.2 その他、正負のインパクト

本事業の初期環境評価は「JICA 環境社会配慮ガイドライン」（2004年4月）に基づいて実施された。

#### (1) 自然環境へのインパクト

「初期環境評価報告書」（2011年6月）（Initial Environmental Evaluation : (IEE)）で、「国道九号線はドンカポ生産保護林を横切っているが、改良区間の部分ではない。第二工区はドンプーヴィエング国立公園の北側境界の外に位置する。本事業は拡幅を伴わない改

修であるため周辺の自然環境への負の影響はない。」とされており、実施機関によれば自然環境への負の影響はなく、特段の緩和策も講じられなかったとのことであった。

また、環境モニタリング等の記録に基づく確認はできなかったが、DPWTによれば、工事中の環境影響は無かった。IEEによれば、本事業に土壌侵食や水質汚染が発生する工事はなく、汚染防止対策としては散水による砂ぼこりの防止等が必要としている。これらの汚染対策は道路工事においては一般的なものであり、適切に対応され、特筆すべき工事中の環境汚染は無かったものと思われる。

これらより、計画通り自然環境への望ましくない影響は最小限であったと考えられる。

## (2) 住民移転・用地取得

本事業は拡幅を伴わない既存国道の整備であるため用地取得は発生していない<sup>13</sup>。IEEによれば、道路中心線から市街地では10m、郊外では14mを工事の影響を受ける可能性がある範囲と想定して、46世帯、218名を被影響住民として特定し、撤去・移転が必要な部分は特定しない状態で、第一回の住民協議を行った結果、43世帯は公道用地内の構造物（柵、ひさし等の小構造物）を補償無しで撤去・移転することに合意し、残り3世帯の内の1世帯は「必要であれば、補償無しで撤去・移転する」、1世帯は「補償があれば撤去・移転する」、1世帯は「収入源を失うため、撤去・移転できない」との結果であった。DPWTによれば、その後の住民協議で、設計の進捗に伴って、影響範囲・程度が少なく、収入源も失わない事が明らかになった段階で全世帯が、2002年7月16日付の公道用地指定に係る合意書に基づき、補償無しで影響範囲内の構造物（柵、ひさし等の小構造物）を撤去・移転することに同意したとのことである。住民移転計画は、被影響世帯が50世帯未満であるため、政令PM/WREA No.12により不要と判定された。

なお、沿道の農業・商業従事者へのインタビュー調査の際に「店につながる道路の国道九号線との接続部分の舗装が工事によって壊され、修復されなかった」というコメントがあった<sup>14</sup>が、この住民は上記の46世帯には含まれていなかった。

これらより、公道用地内に設置された小構造物（柵、ひさし等）の撤去は必要であったが、店舗や住居本体の取壊し、住民移転、用地取得は発生していない。

上記のとおり、有効性については測定方法の違いがあるため単純な比較はできないものの実測では計画時に期待された走行速度を大幅に上回っており、インタビューでも一定の効果は確認できた。また、安全性、快適性の向上については定性的に確認できた。

インパクトについては農業活動の活発化が定量的に確認でき、貿易・投資環境の改善、農業・商業活動の活発化、地域経済の発展への寄与が定性的に確認でき、その他の負のインパクトは確認できなかった。

<sup>13</sup> 国道では中心線から25mが公道用地となっており、許可を得れば公道用地を使用することが出来る。

<sup>14</sup> 同発言者は「補償を求めているわけではない」としていた。

以上により、本事業の実施によりおおむね計画通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 運営・維持管理の体制

国道九号線の道路維持管理体制は計画時と事後評価時で表19のように変化し、実態に即したより迅速な対応を図るべく地方への権限移譲が進められている。一例として、日常維持管理は、計画時においてはMPWTが点検計画と維持管理計画を行い、実施は全てDPWTが行ったが、評価時は維持管理計画と事業評価はDPWTとOPWTが共同で行う以外は全てOPWTが行っている。

表19 国道九号線の道路維持管理体制

維持管理項目 <sup>15</sup>	日常維持管理		定期維持管理		改修/緊急補修	
	計画時	評価時	計画時	評価時	計画時	評価時
点検計画	MPWT	OPWT	MPWT	DPWT	MPWT	DPWT
点検実施	DPWT	OPWT	MPWT	DPWT	DPWT	DPWT
データベース更新・管理	DPWT	OPWT	MPWT	DPWT	MPWT	MPWT/ DPWT
維持管理計画	MPWT	DPWT/ OPWT	MPWT	MPWT/ DPWT	MPWT・ 地方政府	MPWT/ DPWT
予算計画・配分	MPWT	MPWT/ OPWT	MPWT	MPWT/ DPWT	MPWT・ 地方政府	MPWT/ DPWT
維持管理実施	委託業者		委託業者		委託業者	
事業評価	DPWT	DPWT/ OPWT	MPWT	MPWT/ DPWT	MPWT・ 地方政府	MPWT/ DPWT
監査	道路基金	OPWT	道路基金	DPWT	道路基金	DPWT

事後評価時において、全国の国道の維持管理の総責任は道路局（Department of Road、以下「DOR」と言う。）にあり、維持管理業務の実施には各県のDPWTとOPWTがDORに協力している。道路維持管理に関連する職員数はDORが98名、サバナケット県DPWTが142名、県内15郡のOPWTが125名（国道九号線の運営維持管理に関わるカイソン、オウソムフォン、アットサパントーン、パランサイ、ピン、セポンの6郡の合計人員数

<sup>15</sup> 「日常維持管理」とは、草刈や排水施設の清掃等のように日常的に行う管理であるが、今後はパトロールや簡易な補修なども行えるようにする方向である。「定期維持管理」とは、路面標識の塗り直し等のように一定期間ごとに行う管理である。



は 55 名) であり、計画時の 279 名から 365 名 (国道九号線の運営維持管理に関わる 6 郡の OPWT 職員は 28 名から 55 名) に増強され、地方組織への権限移譲に伴って地方組織に多くの人員が配置されている。

また、DPWT/OPWT は保守班を新たに設立して、定期的な点検と軽微な補修を自らが行う事を計画している。

以上により、運営・維持管理体制は計画時と比較して改善されていると考えられる。

#### 3.4.2 運営・維持管理の技術

運営・維持管理の技術については、関連技術協力によって、DOR、DPWT、公共交通事業訓練センター、公共交通事業研究所から選抜されたプロジェクトメンバーに対し、その技術能力開発・強化が行われた。2017 年 3 月に実施された関連技術協力の終了時評価によれば、サバナケット県の DPWT は維持管理活動の全ての側面で、目標に向けて能力が向上している。

DOR、DPWT 及び国道九号線の維持管理に関わる 6 郡の OPWT 職員の内 28 名は本事業のソフトコンポーネントまたは関連技術協力の研修参加者である<sup>16</sup>。また、OPWT では関連技術協力で作成した道路マニュアル (Technical Manual for Road Maintenance and Management) が業務に活用されている。さらに、本事業の工事に下請けとして従事した工事会社が研修等で移転された技術を活用して国道九号線の他の区間の補修工事を行っており、アスファルト舗装工事の技術は蓄積されている。

なお、DOR、DPWT、OPWT には自前の職員研修制度はなく、諸外国の援助プロジェクトの機会を捉えて職員の研修を行っており、関連技術協力の終了時評価によれば、日本における国別研修及び長期研修を含んだ JICA の戦略的協力計画を最大限に活用して、更なる高等教育の機会を可能性のある人材に継続的に提供することが期待されている。

これらのことから、ソフトコンポーネント及び関連技術協力の研修参加者の大半が現在も道路維持管理業務に従事しており、研修で移転された運営維持管理技術が道路維持管理業務に生かされ、民間においてもアスファルト舗装工事の技術が蓄積されていることから、運営・維持管理の技術に問題はないと考えられる。

#### 3.4.3 運営・維持管理の財務

国道九号線の維持・補修費は表 2 0 に示すとおりで、2012 年と 2017 年を比較すると維持費は 1.6 倍、補修費は 9.2 倍に増加している。

---

<sup>16</sup> 研修参加者の内の数名は、組織内の移動によって道路維持管理業務から離れてしまっている。

表 2 0 国道九号線の維持・補修費（執行額、単位：ラオキープ）

	維持費	補修費
2012 年	242 百万	22,195,000 百万
2013 年	242 百万	-
2014 年	242 百万	-
2015 年	387 百万	202,376,000 百万
2016 年	562 百万	202,376,000 百万
2017 年	387 百万	202,376,000 百万

出所：実施機関提供資料

注：2013 年、2014 年は本事業により補修が行われた。

しかしながら、実施機関によれば、維持費は定期的な草刈りや水路の清掃に充てられており、定期補修のために予算の増額が必要である。ちなみに、2017 年の国道九号線（全 244km）の維持費は約 159 万 LAK/km であり、準備調査で推計された当初 4 年間の事業対象区間（58km）の年間維持管理費 747USD/km の約 27%に留まっている。

国道の運営・維持管理の財源として道路基金が設けられており、その歳入・歳出の推移は表 2 1 に示すとおりである。

表 2 1 道路基金歳入出（単位：ラオキープ）

	歳入	歳出	累積残高
2012 年度	370,600 百万	416,400 百万	25,400 百万
2013 年度 (10 月～9 月)	392,400 百万	360,300 百万	57,600 百万
2014 年度 (10 月～9 月)	549,300 百万	437,700 百万	169,100 百万
2015 年度 (10 月～9 月)	625,600 百万	392,100 百万	402,700 百万
2016 年 (10 月～12 月)	148,100 百万	142,100 百万	408,600 百万
2017 年 (1 月～12 月)	664,300 百万	948,700 百万	124,200 百万

出所：実施機関提供資料

注：2016 年は会計年度の変更（従前の 10 月～9 月を 1 月～12 月に変更）に伴う経過措置のため 10 月～12 月の 3 か月間

2017 年の道路基金の歳入は、燃料税の増税（1.4 倍）等により、計画時に参照した 2008 年度の 3.8 倍に増加しているが、更なる増税は容易でなく、自然増に留まる可能性がある。

2017 年を例にとると、DOR は道路基金の歳入の約 300 倍の資金を投入して国道九号線の他区間の大規模補修工事を実施し、道路基金の累積残高を大きく減少させている。そのため定期的な補修を含む維持管理の予算確保が困難な状況にあることは計画時の状況とほぼ変わらない。ただし、今後は国道九号線の他区間の補修工事が一段落することも

あって、後述する「国道九号線の定期的な補修に必要な予算を確保すること」という提言の実行が期待できる。

#### 3.4.4 運営・維持管理の状況

現地視察の結果、本事業による改良区間の運営・維持管理の現状に特筆すべき問題は見受けられなかった。また、関連技術協力の効果も大きいと思われるが、ラオス政府による国道九号線の他区間の補修工事が継続されている。さらに、第一工区内の検量所における過積載（軸重 11t 超の）車両台数は表 2 2 に示すとおりで、関連技術協力による過積載車両管理の強化が進行中である。

表 2 2 検量所過積載車両数

年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年
台数	96 台	5 台	0 台	6 台

出所：実施機関提供資料

上記のとおり運営・維持管理状況に特筆すべき問題は見られない。

過積載車両は 2014 年に比べて少なくなっているが、検量所を正式に稼動して過積載の管理をさらに強化することが望まれる。

以上より、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

本プロジェクトは、隣国のタイとベトナムを結ぶ重要路線であり、更にラオスの経済活動の促進に対し重要な役割を担う国道九号線の損傷区間のアスファルト舗装構造や道路構造を改修することにより、交通状況に応じた国際幹線道路として十分な走行速度、安全性、快適性を有する道路に整備し、もってラオス中部地域における貿易・投資の促進及び後背地域の経済発展に寄与するものであった。

本事業の実施は、ラオスの開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策と十分に合致しており、妥当性は高く、事業費、事業期間ともに計画内に収まり効率性は高い。有効性については、走行速度は測定方法の違いのため単純比較はできないものの、実測において計画時に期待された走行速度を大幅に上回っており、ドライバーインタビューでも晴天時・雨天時の安全性、所要時間、快適性の全てにおいて一定の効果が確認できた。インパクトについても、国道九号線の改修が輸送時間・輸送費用の削減をもたらし、農業振興や生産拡大の意欲向上につながっていることが確認でき、インタビューを通して貿易・投資環境の改善、農業・商業活動の活発化、地域経済の発展への寄与を確認できた。また、その他の負のインパクトは確認できなかった。よって、概ね計画どおりの効果の発現がみられ、有効性・インパクトは高いと評価できる。さらに運営・維持管理体制は人的にも組織的にも改

善されている。また、技術はソフトコンポーネントの研修参加者が維持管理業務に引き続き従事している。財務状況も、厳しい状況であるが将来的には定期的な補修予算が割り当てられることが期待でき、ともに問題ないことから、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言える。

## 4.2 提言

### 4.2.1 実施機関への提言

ラオス実施機関への提言は以下の通りである。

- ・MPWT/運輸局（DOT）は、事業の効果を長く持続させるために、関連技術協力で支援中の検量所を正式に稼働して過積載の管理を強化すること。
- ・MPWT/DOR は、事業の効果を更に高めるために、関連技術協力で支援中の国道九号線の他の区間の改修を完了すること。また、DPWT/OPWT による保守班が国道九号線の定期点検及び軽微な補修を行えるよう、制度・予算面で支援すること。
- ・DOR/DPWT は、国道九号線の定期的な補修に必要な予算を確保すること。

### 4.2.2 JICA への提言

なし

## 4.3 教訓

### (1) 設計精度の向上

本事業では幸いにも残余金が発生したために、工事期間中に確認された既設下層路盤上面での強度不足に対応するための設計変更が可能であった。道路整備・改良事業において設計時に全線の状況を正確に把握することは容易でないかもしれないが、予備的経費には限りがあるので、概略設計、詳細設計において十分な土質調査等を行って設計精度を高めることが必要である。

### (2) 定量的効果指標の明確化

本事業では、準備調査で設定された2つの定量的効果の指標が、一つは不適當であったため、もう一つは測定方法が不明となってしまったために、事後評価に使用できなかった。このような事態を避けるために、協力準備調査報告書に指標の定義及び測定方法を明記すると共に、事業完了時にそれらの測定をコンサルタントと実施機関が共同で行うことにより、事後評価時に実施機関が独自に測定できるようにすることが必要である。

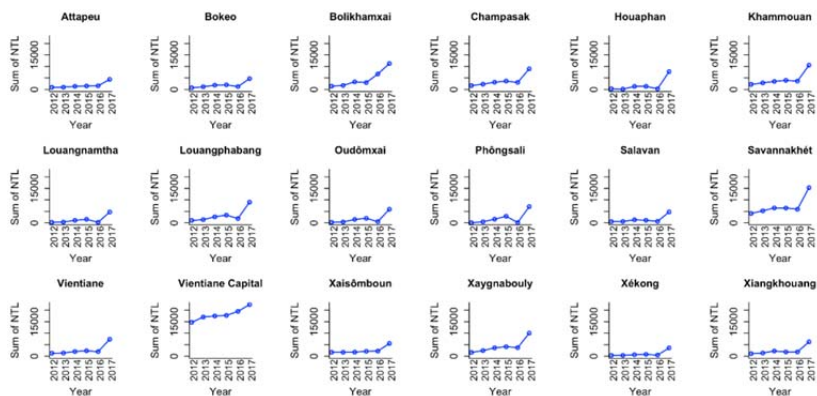
以上

コラム：ラオス地域経済に対する国道9号線改修事業の効果の要約

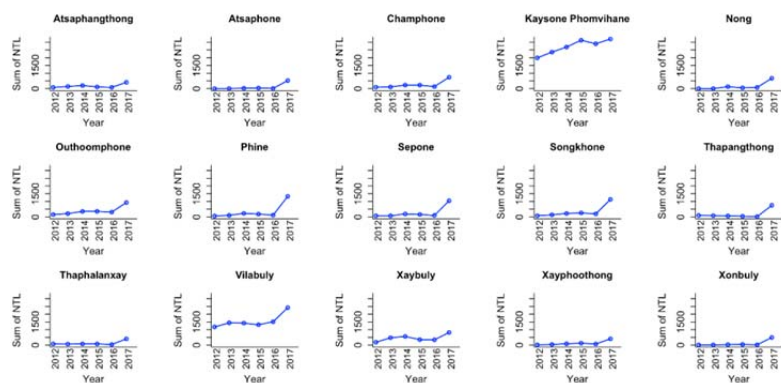
日本貿易振興機構バンコク・バンコク研究センター  
 研究員  
 ケオラ・スックニラン

本稿は空間を明示的に考慮しながら、2012年から2015年にかけて国際協力機構（JICA）により実施された無償資金協力「国道九号線（メコン地域東西経済回廊）整備計画」において、国道9号線（National Road Number 9、以下「NR9」という。）の改修事業が、ラオスの地域経済にどのような効果をもたらしたかを検証した。空間情報の不足・欠如している行政データの問題に対処するため、高精細な時空間情報をもつリモートセンシングデータを活用した。

図1. 行政界別夜間光量の変化（2012～2017年）



a. 県別



b. サバナケット県の郡別

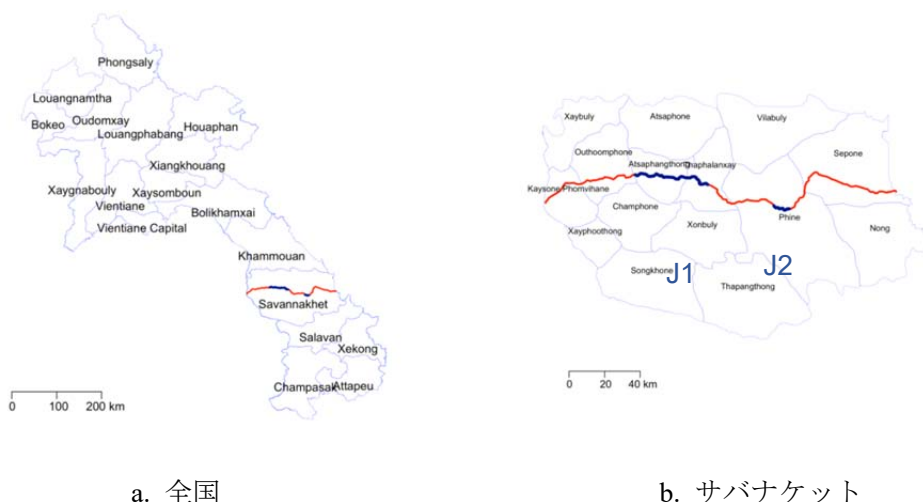
出所: GADM（Global Administrative Areas）及び Suomi NPP-VIIRS に基づき、筆者作成

Henderson et al. (2012) や Keola et al. (2015)<sup>17</sup>に従い、上空にある人工衛星から得られた夜間光（Nighttime Light、以下「NTL」という。）を地上の経済活動の代理変数として

<sup>17</sup> Henderson, J. Vernon, Adam Storeygard, and David N. Weil. "Measuring economic growth from outer space." American economic review 102.2 (2012): 994-1028. Keola, Souknilanh, Magnus Andersson, and Ola Hall. "Monitoring economic development from space: using nighttime light and

る。しかしながら、最新版のデータが 2013 までしか公表しておらず、今回の分析対象期間の一部しかカバーしていないため、既述の先行研究が利用しているアメリカ軍の気象衛星 (DMSP : Defense Meteorological Satellite Program) に搭載された Operation Line Scan (OLS) センサーではなく、Suomi National Polar-orbiting Partnership (Suomi NPP) に搭載された Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS) センサーから得られた NTL のデータを利用した。図 1 a (2012 年から 2017 年の県別の 12 月の NTL) ではラオスの県別の相対的な経済規模の違いを合理的に表している。一方、サバナケット県では、県都であるカイソン・ポムヴィハーン郡以外、2017 年に NTL が急激に増加していることが分かる。NR9 の相対的な位置は、図 2 で示されている。本分析は改修区間のインパクトを図ることに重きを置く。

図 2. ラオスにおける国道 9 号線



出所: 県・郡の境界は GADM に基づく。赤い線は NR9、青線は JICA の改修区間を示す。

約 500 メートル x 500 メートルメッシュの NTL と NR9、そして JICA が実施した二つ補修区間 (J1 と J2、図 2 参照) の関係に関する計量分析の結果は次のように要約できる。まず、ラオスにある約 140 の郡の違いをコントロールした場合、NTL と NR9、J1 と J2 への距離の逆数の係数は、頑健かつ有意な正の関係をもつ。言い換えれば、すべての他の条件が同じ場合、NR9 に近いメッシュの方がより多い NTL が観測される (表 1 および図 4)。しかしながら、NTL は NR9 の相対的な重要性は距離とともに、またはアクセス条件がいい郡かどうかで小さくなる。郡のダミー変数の係数が、サバナケットや隣接及びカムアン、サラワン、アタプーなど周辺県で負の値となっていることがその根拠である (図 4)。負の係数は、NR9 への当該郡のより高い依存度を表している。これに対し、その他の県やメコン川に面するサバナケット郡ではどの変数の係数も正の値となっている。

次に、J1 と J2 とも改修効果は、改修された区間からの 2 キロメートルのバッファごとに区切られた地域を、工事が基本的に完了した 2015 年と 2017 年の年効果 (year effect) の差異を計算することによって検出した。図 3 にこの差異を示している。年効果は、道路補修による効果を含む多くの要因を捉えている。J1 の場合、年効果の差異は距離 50 キロメートルから補修された区間に向かって上昇傾向をたどる。補修以外の要因による年効果が同じと考えることができれば、2015 年から 2017 年間では、本事業の道路改修により、改修された場所に近いところで地域経済への正の効果が強く発現しており、そして距離とともに減少していくと解釈できる。J2 では 45 キロメートルから 30 キロメートル距離まで

land cover data to measure economic growth." World Development 66 (2015): 322-334 を参照。

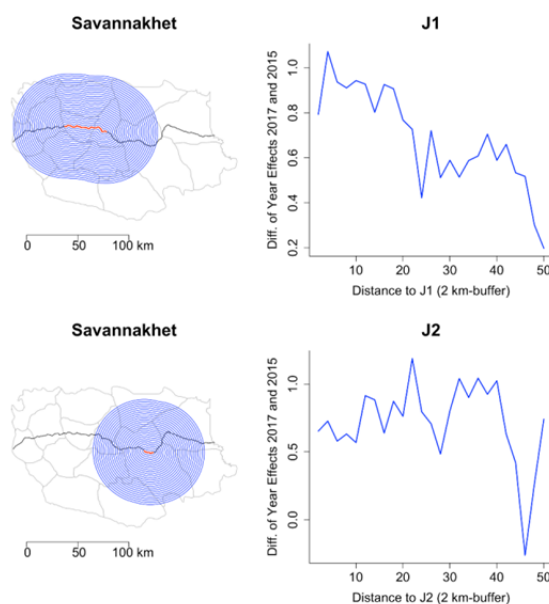
の領域で上昇傾向が明らかであるが、それより短い距離では横ばいか若干減少する。しかしながら J2 区間の距離は J1 の 4 分の 1 以下である。これが J2 におけるこのような結果に影響していると考えられる。筆者が 1 月に実施した本事業改修道路沿いの 10 数名の住民に対する聞き取り調査では、その全員が、自信を持って即座に道路の補修はビジネスまたは生活に良い変化をもたらしたと回答している。県庁の各課などが整備した NR9 を通るヒト、モノや交通量のマクロ統計データからも 2016 年からの増加が明らかである。本分析では、宇宙空間より観測し、作成されたりモートセンシングデータによって、地上において行われた調査で得られた主観的な洞察を補完するものであり、包括的かつ比較可能な数量的な分析結果を提供している。

表 1. NR9 の主要結果

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
log(1/dis_r9)	0.293	0.002	125.524	0.000
factor(year)2012	(0.885)	0.015	(57.137)	0.000
factor(year)2013	(1.372)	0.015	(91.537)	0.000
factor(year)2014	(1.940)	0.015	(131.560)	0.000
factor(year)2015	(1.990)	0.015	(135.217)	0.000
factor(year)2016	(1.187)	0.015	(79.067)	0.000
factor(year)2017	(1.241)	0.015	(84.624)	0.000

Residual standard error: 0.9277 on 1885886 degrees of freedom  
 Multiple R-squared: 0.8978, Adjusted R-squared: 0.8978  
 F-statistic: 1.119e+05 on 148 and 1885886 DF, p-value: < 2.2e-16  
 注：郡ダミー変数の係数は図 4 で示す。

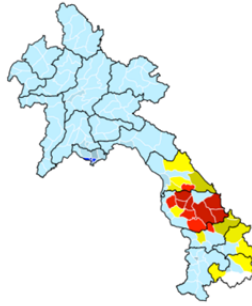
図 3. 2017 年と 2015 年の年効果の差異



出所: 筆者の計算。

図 4. 郡ダミー変数の係数

- 5 and higher
- 4 to less than 5
- 3 to less than 4
- 2 to less than 3
- 1 to less than 2
- more than 0 to less than 1
- 0
- less than 0 to more than -0.1
- -0.1 to more than -0.2
- -0.2 to more than -0.3
- -0.3 to more than -0.4
- -0.4 to more than -0.5
- -0.5 and smaller



出所: 筆者の分析による。