

アジア開発途上国における既存統計調査結果を用いた道路整備の空間的な経済効果の把握

佐藤啓輔¹・吉野大介²・小池淳司³

¹学生会員 神戸大学大学院工学研究科博士後期課程／復建調査設計株式会社 地域経済戦略チーム
(〒101-0032東京都千代田区岩本町三丁目8-15)

E-mail: keisuke.sato@fukken.co.jp

²正会員 復建調査設計株式会社 地域経済戦略チーム (〒101-0032東京都千代田区岩本町三丁目8-15)

E-mail: d-yoshino@fukken.co.jp

³正会員 神戸大学大学院工学研究科 (〒657-8501神戸市灘区六甲台町1-1)

E-mail: koike@lion.kobe-u.ac.jp

アジアの"Land-locked" countriesと呼ばれている内陸国は、貿易にかかる輸送コストの比重が大きく、これが貿易の発展を阻害する大きな要因となっている。このボトルネックを解消すべく、現在、JICA、ADB等の援助機関が各国政府とともに国境をまたぐ幹線道路（アジアハイウェイ等）の整備を行っているが、これらの幹線道路の整備を各国の経済活動の活性化に繋げるには、道路整備が地域経済活動へ及ぼす影響を定量的に把握することが重要である。

本研究では、"Land-locked" countriesの一部であるタジキスタン、キルギス、新疆ウイグル自治区を含めた周辺諸国を対象に、現地の交通・物流状況を整理するとともに、公表されている既存の統計調査結果を用いた産業・物流の実態を分析する。分析にあたっては、現状把握に加えて、応用一般均衡（SCGE）モデルを適用することで幹線道路整備による空間的な経済効果の波及状況を試算する。

Key Words: *Spatial Computable General Equilibrium, Road Development, Central Asia*

1. はじめに

アジアの"Land-locked" countriesと呼ばれている内陸国は、貿易にかかる輸送コストの比重が大きく、これが貿易の発展を阻害する大きな要因となっている。このボトルネックを解消すべく、現在、JICA、ADB等の援助機関が各国政府とともに国境をまたぐ幹線道路（アジアハイウェイ等）の整備を行っているが、これらの幹線道路の整備を各国の経済活動の活性化に繋げるには、単なる道路整備だけではなく、貿易戦略や投資環境整備、産業政策等広範な展開が必要になる。

本研究では、"Land-locked" countriesの一部であるタジキスタン、キルギス、新疆ウイグル自治区を含めた周辺諸国を対象に、現地の交通・物流状況を整理するとともに、公表されている既存の統計調査結果を用いた産業・物流の実態を分析する。分析にあたっては、現状把握に加えて応用一般均衡（SCGE）モデルを適用することで幹線道路整備による空間的な経済効果の波及状況について試

算するとともに、このような分析手法の当該地域での適用可能性について整理する。

2. 対象地域の概況

現在、中央アジア地域では、中央アジア地域経済協力（Central Asia Regional Economic Cooperation : CAREC）プログラムによる各国政府からの投資援助により各種インフラ整備が行われている。CARECはアジア開発銀行（ADB）、世界銀行（WB）、国際通貨基金（IMF）、欧州復興開発銀行（EBRD）、イスラム開発銀行（IDB）、国連開発計画（UNDP）の計6機関をパートナーとする地域協力型開発イニシアチブであり、加盟国はアフガニスタン、アゼルバイジャン、中国、カザフスタン、キルギス、モンゴル、パキスタン、タジキスタン、トルクメニスタン、ウズベキスタンの10カ国となっている。2001年からはADBが事務局を務めており、図-1に示す域内を貫く6本の交通回廊（Corridor）やエネルギーイ

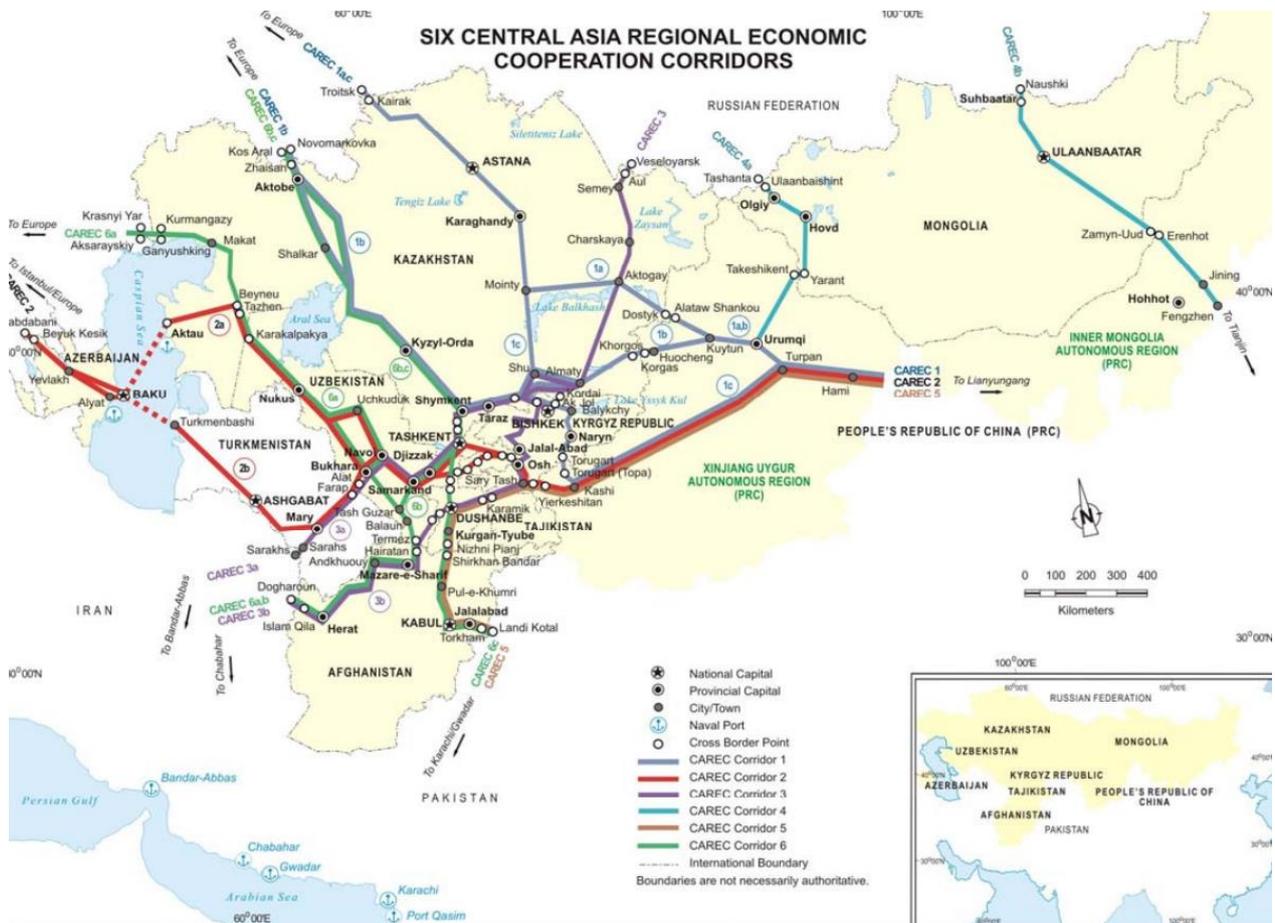


図-1 CAREC Corridorのネットワーク

資料：ADB Publishing¹⁾

インフラの整備など、これまでの投資は120件以上、総額170億ドル規模に達している。

このCAREC Corridor沿線での最貧国と呼ばれている国がタジキスタン（GDP：68億ドル/年）とキルギス（GDP：64億ドル/年）の2カ国（図-2参照）である。両国は現況の産業規模は小さいものの、周辺諸国との積極的な貿易によって、今後の国内経済の成長ポテンシャルを有している国々である。その際、重要な貿易ルートとなるのが、新疆ウイグル自治区を介した中国国内へのルート、そしてアフガニスタン、パキスタンを介し各国へつながる海上ルートの2つのルートである。現在、この2つのルートの物流効率化を目的にCAREC Corridorの1つであるCorridor 5の整備が進められている。

Corridor 5は、パキスタンのLandi-Kotalからアフガニスタンの首都Kabul、タジキスタンの首都Dushanbe、キルギス南部の都市Sary-Tash、新疆ウイグル自治区のKashiを経由し、Hamiまで伸びる全長約3,600kmの道路ネットワーク（図-3参照）である。

当路線は、2012年時点でタジキスタンの一部区間（首都Dushanbeから50km東のObigarm周辺約30km区間）を除くほぼ全ての区間でネットワーク化はほぼ完了している

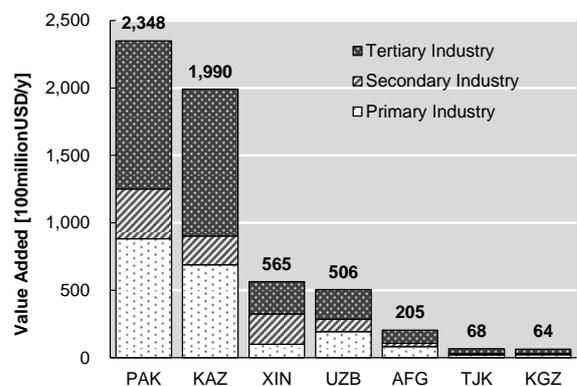


図-2 周辺諸国のGDP（2011年）

資料：UNData²⁾及び新疆統計年鑑2009³⁾をもとに筆者が作成

ものの、BCPs (Border Crossing Points)における大幅な時間ロス、路面の管理不徹底等、未だいくつかの課題を抱えているのが実態である。そこで本研究では、このCorridor 5を対象に、近年整備された区間の経済効果を試算するとともに、現時点で残されている課題を改善することで、さらにどの程度の効果が期待されるかを示し、当該地域における道路ネットワークが周辺諸国の経済活動上、どの程度の重要性を有しているかを明らかにする。

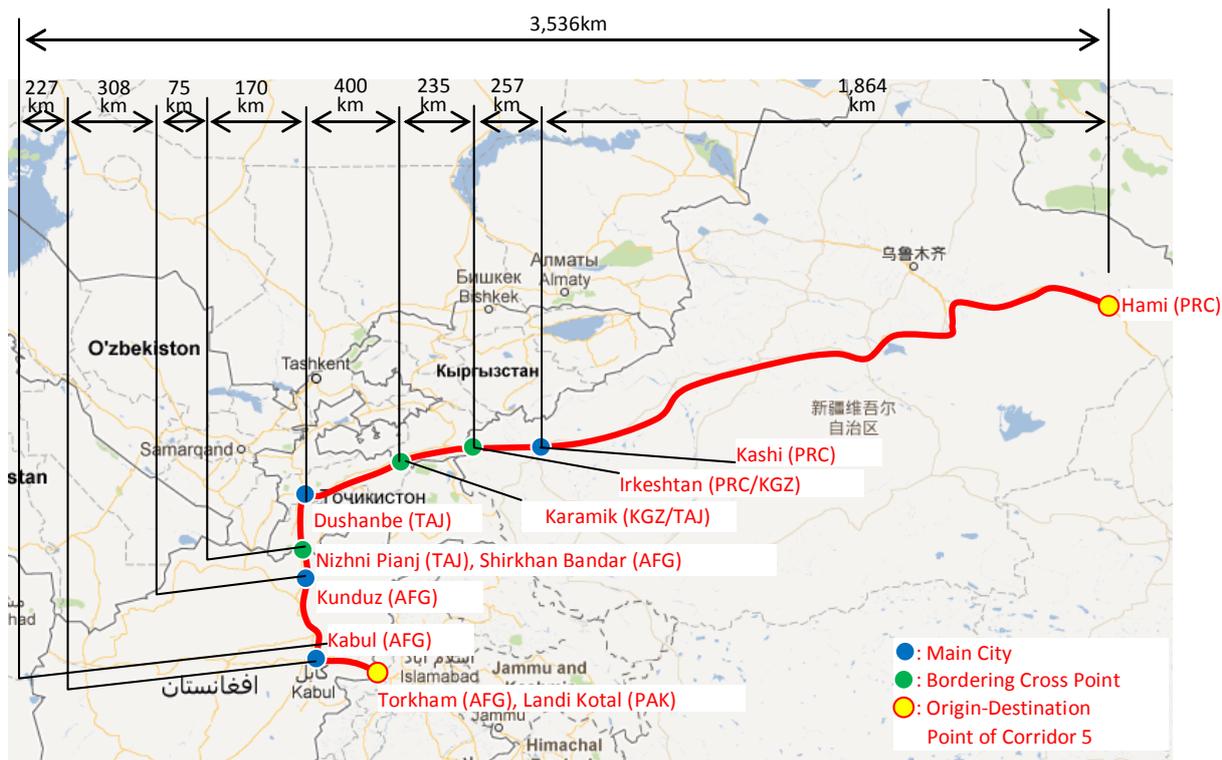


図-3 CAREC Corridor 5の位置図

資料：CPMM Annual Reportをもとに筆者が作成

3. 統計データの整備状況と課題

(1) 交通データの整備状況

道路整備による時間短縮効果を把握するにあたり必要になる指標は、当該区間の旅行速度および BCPs の通過時間である。CAREC では、加盟国における交通の統一的なデータとして CPMM (Conidor Performance Measurement and Monitoring) データ⁴⁾を整備している。CPMM データは、CAREC が事務局となり、各国の物流協会の協力によりドライバーに対する聞き取り調査をもとに、表-1 に示す通り、旅行速度及び積載品目、BCPs 等での道路上での停車要因別の所要時間及び所要費用についてデータ化されているものである。このうち、旅行速度については、都市間の所要時間と延長から算出する SWD (Speed With Delay) 及び BCPs や警官による検問、宿泊等の停車時間を除いた速度である SWOD (Speed Without Delay) の2種類が収録されている。

本調査データは、2009 年から月単位で一定規模のサンプルが確保されており、季節変動等の解析も可能である。なお、CAREC 全体での年間の取得サンプル数は 2009 年：2,627 サンプル、2010 年：4,062 サンプルである。国によってデータの収録レベルには差があるものの、本研究で取り扱う Corridor 5 の主要沿線国であるタジキスタン及びキルギスについては表-2 に示す通り概ね良好な収集状況であった。

表-1 CPMM の主な収録データ

データ	収録内容
旅行速度	SWD: Speed With Delay (※1) SWOD: Speed Without Delay (※2) ※1 都市間の所要時間と延長から算出 ※2 BCPs や警官による検問、宿泊等の停車時間を除いた速度
積載品目	13 品目 (Machinery, Metals, Products of chemical or allied industries, Mineral Products, General merchandise, Vegetable products, Textiles, Consolidated goods, Prepared food stuffs, Building Products, Wood, Stone and Others)
BCPs 等の道路上での停車時間とその要因	停車要因別の所要時間と所要費用

資料：2010年 CPMM Annual Report

表-2 CPMM データ収集状況 (2010年)

COUNTRY	Name of Association	2010											
		Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Alghanistan	AAFFCO	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Azerbaijan	ABADA	2	5	8	5						3		
Kazakhstan	KFFA	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	KAZATO				30	30	30	30	30	30	30	30	30
Kyrgyz Republic	FOA		9	15		25	3	4	15	33	30	30	30
	AIA			21	9	10	30						1
Mongolia	KGZ FFA									2			
	MNCCI / NITFC	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
PRC	NARTAM	20	20	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	CIFA	10	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	IMAR	30	30	30	30	60	60	30	30	30	30	30	30
	XUAR			2					15	15			
Tajikistan	CFXU						30	30	30	30	30	30	30
	ABBAT	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Uzbekistan	AIRCZ	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	ADEL	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
TOTAL		242	274	316	314	385	393	334	360	380	363	360	361

資料：2010年 CPMM Annual Report

(2) 交通データの課題

現在入手できる交通データである CPMM データの課題として、実際の道路の整備状況と交通データが示唆する整備状況が必ずしも一致していない点、BCPs の実態とデータが乖離している点の2点が挙げられる。

まず1つ目の課題である道路の整備状況と交通データとの関係についてであるが、現在、CAREC は各国政府からの情報提供をもとに道路整備状況を把握するとともに CPMM データによる旅行速度の把握を行っているが、この両者が必ずしも整合的なデータとなっていない。理由としては、現地政府から上げられる最新の道路整備状況が不正確である点、CPMM データが都市間の旅行速度であるとともにドライバーへの聞き取りから推計されているため必ずしも精度が高くない点などが挙げられる。そのため、特定の区間に絞ったマイクロな分析等を行う際には留意が必要となる。

なお、Corridor 5に着目し、2010年のCPMMデータをもとにした旅行速度と CAREC が整理している2010年時点の道路整備状況を比べると図-4 のようになる。例えば、キルギスの Karamik から Irkeshtan までの区間については、Karamik から Sary Tash 間は比較的旅行速度が高い (29.2km/h) のに対して、Sary Tash から Irkeshtan の間は低め (8.4km/h) となっている。しかしながら、現地政府へのヒアリング結果からは、Sary Tash~Irkeshtan 間は2010年時点で一部供用されていたとの情報もあり、当該年次で未整備区間がどの区間であったのかについては、正確な情報が無い。また、他の区間についても、CPMM データが都市間データであることから、一部の限定的な未舗装区間における極端な旅行速度低下が都市間の速度を下げていることも考えられ、旅行速度から詳細かつ正確な道路整備状況を推定することは困難である。

次に、もう1つの課題である BCPs の実態とデータの乖離であるが、CPMM の BCPs に関する所要時間データを整理したものを図-5 に示す。図-5 において、例えば Karamik (キルギス側) における BCPs 通過時間は平均 24.9 時間を要しているが、現地の Custom オフィスへのヒアリング結果によると、これらの時間は積載品目、車両の登録国籍、目的地によって大きく乖離があることが確認されている。例えば、外国籍の車両は書類認可をキルギス南部の主要都市 Osh で受ける必要があり、その際には約 72 時間もの間 Karamik において待つ場合もあることから、BCPs における所要時間にはかなりのバラつきがあることが分かる。なお、このような BCPs の利用実態については、ADB の RIBS (Regional Improvement of Border Services project inception) において実態調査がなされているものの、2012年時点の所要時間のデータについては現時点では収録されていないことから、正確に BCPs においてどの程度の停止時間を求められているの

かについて把握することができないのが現状である。

ただし、少なくとも BCPs における停車時間は特定のポイントによっては非常に多くの時間を要することから、物流活動を行う上で大きな障壁となっているのは事実であろう。よって、道路整備の効果を分析するにあたっては、仮に路面舗装の改善により単路部における旅行速度向上が図られたとしても、BCPs において数日間の停止を求められることも想定される、このような状況下であれば、同地域における道路整備単体による効果の恩恵は非常に限定的になることが懸念される。

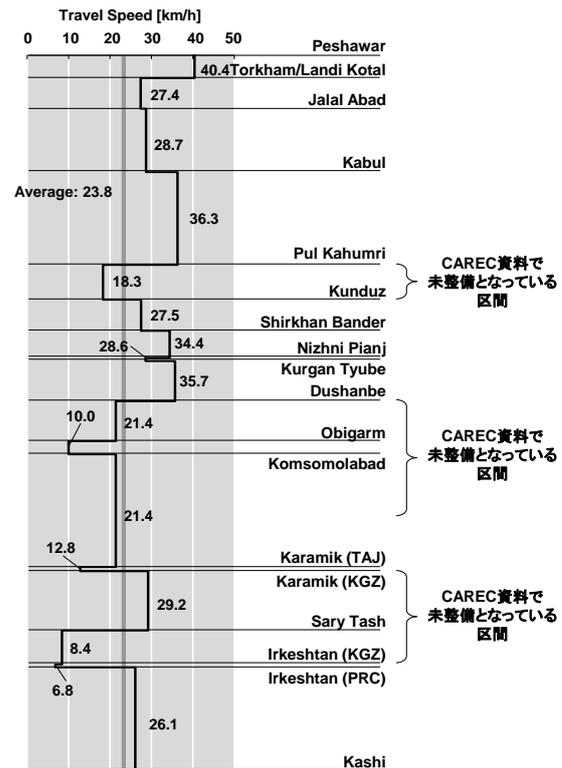


図-4 Coridor 5の旅行速度 (2010年)

資料：2010年 CPMM Annual Report

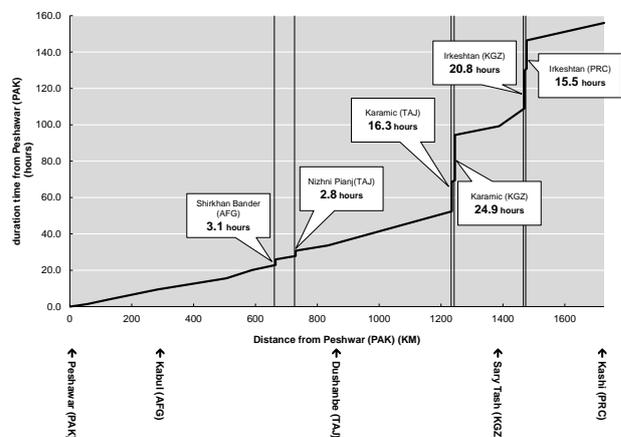


図-5 Coridor 5のBCPs通過時間

資料：2010年 CPMM Annual Report

(3) 経済データの整備状況

経済データについては、世界統一データとして、国連が整備しているITC (International Trade Center) データ⁴⁾等の各種基本統計が存在する。その他、各国によって整備レベルにはバラつきがあるものの、一部の国では国内の地域別(県別・都市別)データ等も存在する。

例えば、タジキスタンについては統計局のホームページ (<http://www.stat.tj>) において輸出入統計、雇用統計、物価統計、所得統計等について国レベルの数値が公表されている。一方、キルギスについては政府が国家プログラムとして2010年～2014年の期間に統計情報の積極的な整備・公表 (<http://www.stat.kg>) を行っている。また、両国に隣接するアフガニスタン、カザフスタン、パキスタン、ウズベキスタン等においても、国によって若干の整備レベルの差異はあるものの、同様の統計データを各国の統計局においてダウンロード可能である。これらの統計データについては、いずれも無償で入手することが可能であり、ダウンロードページは英語に対応しているため、誰でも容易にアクセス可能である。なお、キルギスにおいては国内の小地域レベルの経済データについてもオーダーメイドで集計・販売するサービスを統計局が提供していることから、国内を対象とした各種分析を行うにあたっては非常に有効である。

新疆ウイグル自治区については、新疆ウイグル自治区政府ホームページ等で無償公開されている経済データは若干限定的であるものの、新疆統計年鑑や新疆生産建設兵団統計年鑑等の統計年鑑が毎年発行されており、これらを用いることで、概ね基礎自治体レベルの社会経済動向の把握は可能であり、他地域と比較して経済データの整備レベルは高い。

(4) 経済データの課題

物流実態の把握を行う上での課題としては、貿易統計と物流実態との乖離が挙げられる。現在、ITCが公表しているTrade Map (<http://www.trademap.org>)⁵⁾により、国家間の貿易統計は毎年、97品目別に詳細に整備されているものの、現地政府へのヒアリング結果からは、これらの統計が必ずしも現状を反映しているものではないことが確認されている。また、数年で貿易品目が大きく変化している点についても、その背景が不明確であることから、どの程度実態を反映しているかが定かではない。

例えば、図-6・図-7はTrade Mapを用いて、タジキスタンからキルギス及びキルギスからタジキスタンそれぞれの主要輸出品目の2008年と2010年の比較をしたものである。両グラフからわかるように、両国間の輸出品目は2008年から2010年に大きく変わっている。例えば、タジキスタンからキルギスへの輸出品目では、2008年時点では鉱物が3割程度で輸出品トップであったのに対

して、2010年には機械製品が3割程度を占め、輸出品トップとなっている。キルギスにおいても同様に、2008年時点では鉱物が輸出品トップであったが、2010年には鉱物は3位に転落し、代わりに飲料・酒類が輸出品目1位となっている。しかし、タジキスタン・キルギスいずれの現地政府担当者についても、このような変化に対する認識は確認されておらず、統計データ上で生じているこのような変化が実際に国内に生じていたのかについては定かではない。

また、キルギスの首都 Bishkek にある Manas 国際空港内には、米軍の中央アジア最大の基地 (Manas 米空軍基地) があり、当該基地からアフガニスタンへの支援物資や米軍向けの各種物資の配送を行っている。これらの物資はキルギスから Corridor 5 を使ってタジキスタンを経由し、アフガニスタンまで配送されているが、これらの物資については道路整備に物流コスト削減効果が帰着しない取引であることから、分析に際しては留意が必要である。

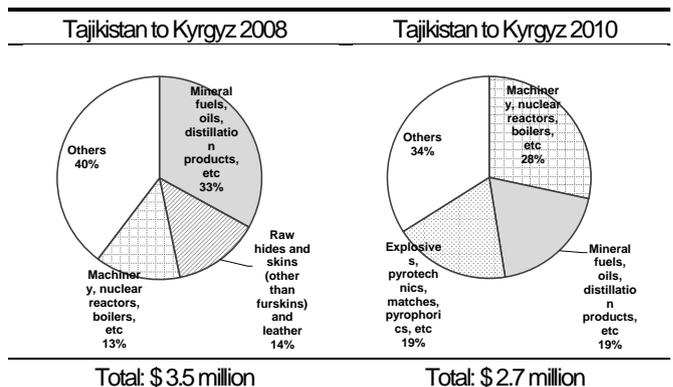


図-6 タジキスタンからキルギスへの輸出品目 (2008年と2010年の比較)

資料: ITC Trade Map

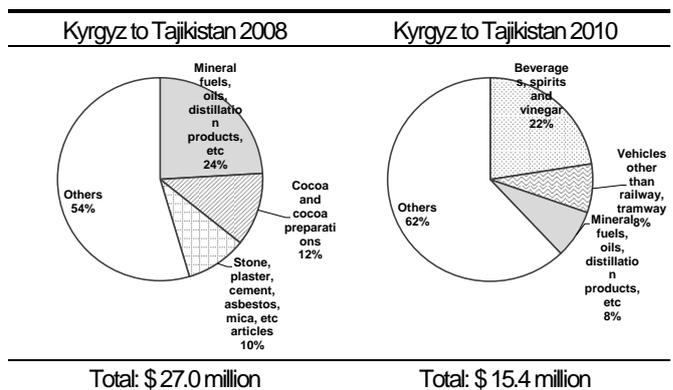


図-7 タジキスタンからキルギスへの輸出品目 (2008年と2010年の比較)

資料: ITC Trade Map

4. 道路整備効果の分析

(1) 道路整備効果の分析視点

前章で示したように、統計データと実態の乖離など、中央アジア地域において道路整備の必要性・有効活用策を考えるにあたって立ちはだかる課題は多い。このような課題解決のアプローチとして、JICA (2010) ⁶⁾ のように物流実態の把握を精緻に行いながら当該地域において道路を有効に活用し地域経済を活性化していく方向性を見出すミクロ的アプローチは1つの有効な手段として考えられる。

一方で、限定された情報ではあるものの、現在入手可能なデータを用いて、今後推進するインフラ整備と併せて現時点で国家若しくは地域全体として目指すべき方向性を明確化するマクロ的アプローチも並行して進めることも有効なアプローチと言える。特に、中央アジアのような統計データの整備途上地域においては、データの精緻化に多大な時間と労力を要することが予測されることから、まずは既存データを用いてインフラ整備の効果を定量化し、政府関係者等がマクロ的視点から今後の経済戦略の方向性を共有化する方法は有効であろう。また、今回取り扱うCorridor 5のように、国家を跨いで整備が進められている道路ネットワークについては、その効果が空間的にどの国にどの程度帰着し、その効果が当該国の経済成長にとって、どの程度のインパクトがあるのかを定量化することが重要な視点であると言える。

このような分析を可能にするのが貿易政策の分析等に

おいて活用がなされている空間的応用一般均衡 (Spatial Computable General Equilibrium : SCGE) モデルであり、本研究ではこのSCGEモデルを用いてCorridor 5の整備効果を計測する。世界的に見ても統計データの整備不足が顕著な中央アジア地域であるが、ある特定の国・地域に着目した空間を考慮しない応用一般均衡 (Computable General Equilibrium : CGE) モデルや産業連関分析による政策評価については、数は少ないもののいくつか既往事例が存在している。例えば、新疆ウイグル自治区を対象にして産業連関分析を行った雪合来提 (2004) ⁷⁾、阿不力米提 (2006) ⁸⁾ をはじめ、キルギスではADB (2006) ⁹⁾、カザフスタンではNaumov (2009) ¹⁰⁾、パキスタンではRizvi and Staeglin (2007) ¹¹⁾、タジキスタンではZavkiev (2005) ¹²⁾ などがそれぞれ経済モデルを用いた政策評価を行っている。中でも、キルギスを対象に分析が行われたADB (2006) では、空間を考慮しないCGEモデルを用いて他国との道路整備による物流コスト削減効果を試算している。当該研究では、各産業の代表的な企業に対してヒアリングを実施することで、将来期待される整備に対する産業別の時間短縮効果を大まかに把握し産業別の経済効果を試算している。しかし当該研究では、空間の概念を入れていないことから、特定の道路整備を対象とした効果分析が出来ないだけでなく、周辺国への効果の波及等を考慮することが出来ていないことから、今後の政策分析につなげるためには十分なアプローチとは言えない。

表-3 各国の経済データ整備状況

Statistical data		TAJ	KGZ	PRC (Xinjiang)	AFG	KAZ	PAK	UZB
Input-Output table	National data or Regional data	National	National	Regional	-	National	National	National
	Number of industrial sector	27 sectors	34 sectors	42 sectors	-	62 sectors	12 sectors	13 sectors
	Year	2001	2009	2002	-	-	1999	2005
Value Added	National data or Regional data	National	National	National	National	National	National	National
	Number of industrial sector	7 sectors	7 sectors	17 sectors	7 sectors	17 sectors	7 sectors	25 sectors
	Year	2011	2011	2008	2011	2008	2011	2008
Population	National data or Regional data	Regional	Regional	Regional	Regional	Regional	Regional	Regional
	Year	2008	2008	2008	2008	2009	2008	2009
International trade origin destination	National data or Regional data	National	National	National	National	National	National	National
	Number of industrial sector	97 sectors	97 sectors	97 sectors	97 sectors	97 sectors	97 sectors	97 sectors
	Year	2010	2010	2010	2010	2010	2010	2010

資料：各国統計局ポータルサイト、新疆統計年鑑2009、ADB Report等を参考に筆者作成

(2) SCGEモデルの適用

伝統的なSCGEモデルは、産業連関表をベースにモデル構築を行うため、分析対象地域において産業連関表が整備されていることが条件となる。SCGEモデルを中央アジアにおいて適用するにあたっての最も大きな障壁は、産業連関表が未整備であるか、もしくは整備されていたとしても年次が古いなどの問題を有している点である。前頁表-3に示すように、伝統的なSCGEモデルが必要とする統計データの整備状況をみると、当該諸国では産業連関表が一定レベルで整備されているものの、その整備年次は一部の国で古くなっており、経済動向の変化の激しい途上国において政策分析を行う上では望ましくはない。

そこで、この産業連関表の整備状況に依存しない汎用性の高いSCGEモデル「RAEM-Light」が小池ら（2008）¹³⁾によって提唱されている。当該モデルの特徴は、交通工学の分野で活用されてきた離散選択モデルを活用し地域間の取引関係を推定することで産業連関表に依存せず政策実施による空間的な経済効果を計測できる点にある。

(3) 汎用型のSCGEモデル「RAEM-Light」の概略

本研究では、小池らが提案した汎用型のSCGEモデル「RAEM-Light」をベースに、中間投入を考慮しない簡略的なモデルを適用して効果計測を行う。以下がモデルの基本構造である。

a) 企業行動モデル

各地域には生産財ごとに1つの企業が存在することを想定し、地域*i*において財*m*を生産する企業の付加価値関数をコブダグラス型で仮定すると以下通り表される。

$$y_i^m = A_i^m (L_i^m)^{\alpha_i^m} (K_i^m)^{1-\alpha_i^m} \quad (1)$$

ただし、 L_i^m ：労働投入、 K_i^m ：資本投入、 α_i^m ：分配パラメータ、 A_i^m ：効率パラメータ。

付加価値生産に関する最適化問題は以下のように費用最小化行動となる。

$$\begin{aligned} \min. & w_i L_i^m + r K_i^m \\ \text{s.t.} & y_i^m = A_i^m (L_i^m)^{\alpha_i^m} (K_i^m)^{1-\alpha_i^m} \end{aligned} \quad (2)$$

ただし、 w_i ：賃金率、 r ：資本レント、 q_i^m ：生産者価格。

上式より、生産要素需要関数 L_i^m 、 K_i^m と生産者価格 q_i^m が超過利潤ゼロの条件から平均費用として得られる。

$$L_i^m = \frac{\alpha_i^m}{w_i} q_i^m y_i^m \quad (3)$$

$$K_i^m = \frac{1-\alpha_i^m}{r} q_i^m y_i^m \quad (4)$$

$$q_i^m(w_i, r) = C_i^m(w_i, r) = \frac{w_i^{\alpha_i^m} r^{1-\alpha_i^m}}{A_i^m \alpha_i^m \alpha_i^m (1-\alpha_i^m)^{1-\alpha_i^m}} \quad (5)$$

b) 家計行動モデル

各地域には家計が存在し、自己の効用が最大になるよう自地域と他地域からの財を消費する仮定を置く。このような家計行動が以下のような所得制約下での効用最大化問題として定式化できる。

$$\begin{aligned} \max U_i(x_i^1, x_i^2, \dots, x_i^M) &= \sum_{m \in M} \beta^m \ln x_i^m \\ \text{s.t.} \bar{l}_i w_i + r \frac{\bar{K}}{T} &= \sum_{m \in M} p_i^m x_i^m \end{aligned} \quad (6)$$

ただし、 U_i ：効用関数、 x_i^m ：財*m*の消費水準、 β^m ：消費の分配パラメータ（ $\sum_{m \in M} \beta^m = 1$ ）、 p_i^m ：消費者価格、 \bar{K} ：資本保有量、 \bar{l}_i ：1人当たりの労働投入量（ $\bar{l}_i = \sum_{m \in M} L_i^m / N_i$ ）。

上式より、消費財の需要関数 x_i^m が得られる。

$$x_i^m = \beta^m \frac{1}{p_i^m} \left(\bar{l}_i w_i + r \frac{\bar{K}}{T} \right) \quad (7)$$

c) 地域間交易モデル

Harkerモデル¹⁴⁾に基づいて、各地域の需要者は消費者価格（c.i.f.price）が最小となるような生産地の組み合わせを購入先として選ぶと仮定する。地域*j*に住む需要者が生産地*i*を購入先として選択したとし、その誤差項がガンベル分布に従うと仮定すると、その選択確率は次式のLogitモデルで表現できる。

$$s_{ij}^m = \frac{y_i^m \exp\left[-\lambda_j^m q_i^m (1 + \psi_j^m t_{ij}^m)\right]}{\sum_{k \in I} y_k^m \exp\left[-\lambda_j^m q_k^m (1 + \psi_j^m t_{ij}^m)\right]} \quad (8)$$

ただし、 t_{ij}^m ：交通抵抗（費用）、 λ_j^m, ψ_j^m ：パラメータ。

この選択確率を用いることで財 m が地域 i から地域 j へ供給される地域間交易量は次のように表される。

$$z_{ij}^m = N_j x_j^m s_{ij}^m \quad (9)$$

ただし、 z_{ij}^m : 地域間の財の交易量。

また、消費者価格は次の式を満たしている。

$$p_j^m = \sum_{i \in I} s_{ij}^m q_i^m (1 + \psi_j^m t_{ij}^m) \quad (10)$$

d) 市場均衡条件式

本モデルでは、短期均衡であることを考慮して、以下の市場均衡条件が成立するとしている。なおワルラス法則は式(13)で満たされる構造となる。

$$\text{労働市場} \quad \sum_{m \in M} L_i^m = \bar{L}_i \quad (11)$$

$$\text{資本市場} \quad \sum_{i \in I} \sum_{m \in M} K_i^m = \bar{K} \quad (12)$$

$$\text{財市場 (需要)} \quad N_j x_j^m = \sum_{i \in I} z_{ij}^m \quad (13)$$

$$\text{財市場 (供給)} \quad y_i^m = \sum_{j \in J} (1 + \psi_j^m t_{ij}^m) z_{ij}^m \quad (14)$$

(4) 使用データ

SCGE モデルは、基準均衡状態を再現した上で政策実施による効果を With-Without 分析により計測するものである。RAEM-Light では、現況の経済活動を表現する基準均衡データ及び道路整備による地域間の所要時間変化を表現する交通データの2種類をインプットし、ゾーン別の産業別付加価値額変化、交易変化、所得水準変化、消費変化、帰着便益をアウトプットとして得ることができる。本研究では、RAEM-Light のアウトプットのうち、特に今後の経済戦略の検討に有益な指標となる産業別付加価値額変化及び交易変化に着目した効果検証を行う。

a) 分析対象範囲の設定

分析対象範囲の設定にあたっては、分析対象路線である Corridor 5 の整備により物流活動に影響が及ぶと思われる範囲を設定することが望ましい。そこで、設定にあたっては、まず ITC の Trade Map を用いてタジキスタン及びキルギスの主要貿易パートナーを抽出した上で、現地政府へのヒアリング結果を踏まえて、Corridor 5 を利用する

可能性のある国を絞り込んだ。

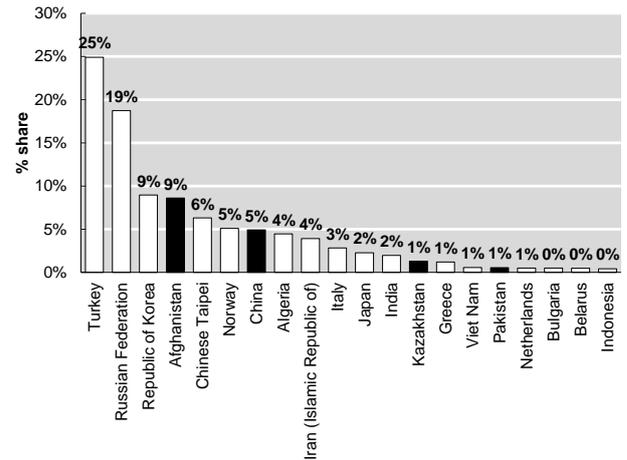


図-8 タジキスタン輸出相手国のシェア (2010年降順)

資料: ITC Trade Map

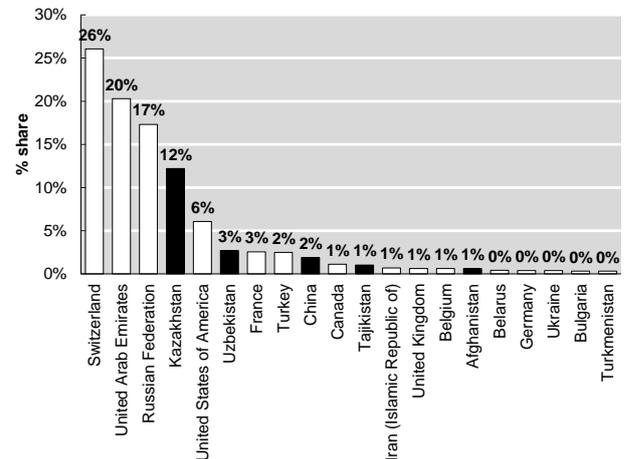


図-9 キルギス輸出相手国のシェア (2010年降順)

資料: ITC Trade Map

図-8、図-9にTrade Mapの集計結果を示しているが、タジキスタンについては、トルコ（輸出総額の25%）を筆頭に、ロシア（18.6%）、韓国（8.9%）、アフガニスタン（8.5%）など、比較的ユーラシア大陸の国家間での取引が多いことが分かる。一方、キルギスについては、スイス（26.1%）、UAE（20.3%）、ロシア（17.3%）、カザフスタン（12.2%）と、ヨーロッパ・中東との取引がタジキスタンと比較して多い。これらの取引のうち、ヨーロッパや東南アジアのような長距離輸送については航空便や鉄道便のシェアが大きいため、道路整備の影響を直接的に受けにくい。また、トルコ、ロシア等への輸出の際にはトラックが用いられることもあるが、輸送時間が膨大であることに加え、BCPsを複数通過することにより所要時間が非常に大きくなることから、Corridor 5内

の一部区間（数十～数百キロ程度）の道路整備効果は限定的であると言える。よって、Corridor 5の整備効果はタジキスタン・キルギスに隣接する国家間での物流活動にある程度限定される可能性が高い。以上より、分析対象範囲については、タジキスタン、キルギスに加え、アフガニスタン、パキスタン、新疆ウイグル自治区、カザフスタン、ウズベキスタンの7か国（地域）とした。

b) 基準均衡データ

表-4 に本研究で分析する際の基準均衡データを示す。なお、本研究では途上国における統計データ活用の可能性検証を主目的とするため、モデル構造にあたっては簡易的な試算としたことから、産業分類は3分類とし、ゾーニングは国レベルで計算した。この設定については、例えば、キルギスは国内の行政区域レベル（9 地域）別の付加価値額等が揃っていることから、国内を細分化し設定することも可能である。また、産業分類についても従業員数で按分するなどの対応により、3 分類よりも細かい分類での分析も行うことが可能である。

表-4 基準均衡データ

基準均衡データ	設定方法
V_i^m 付加価値	<ul style="list-style-type: none"> ・UN data(2010)¹⁾より設定 ・新疆ウイグルについては新疆統計年鑑2009³⁾により設定
L_i^m, K_i^m 労働・資本投入比率	<ul style="list-style-type: none"> ・各国産業連関表より設定 ・キルギス、カザフスタン、ウズベキスタンについては各国の統計局 HP 等から入手。 ・新疆ウイグルについては新疆統計年鑑2009³⁾に掲載されているものを使用) ・パキスタンについては、Rizvi, H. and Staeglin, R. (2007)¹¹⁾内に記載されている産業連関表をもとに設定 ・タジキスタンについては Zavkiev(2005)¹²⁾が作成した SAMをもとに設定 ・アフガニスタンについては産業連関表が整備されていないため、分析対象地域の平均値を採用
S_{ij}^m 購入先選択確率	<ul style="list-style-type: none"> ・ITCの貿易データ(Trade Map)⁹⁾及び各国産業連関表(出典は労働資本投入比率と同様)を用いて設定
N_i 人口	<ul style="list-style-type: none"> ・UN data(2010)¹⁾より設定 ・新疆ウイグルについては新疆統計年鑑2009³⁾により設定

c) 交通データ

地域間所要時間 t_{ij}^m については、以下表-5に示す道路ネットワーク条件のもとで設定した。

表-5 道路ネットワーク条件

時点	内容
現況	<ul style="list-style-type: none"> ・2010年時点の CAREC Corridor 及び National Road を対象に現況道路ネットワークを構築 ・2010年 CPMM Annual Report によって旅行速度が把握できる路線については、同 Report 内記載の速度を設定、それ以外の路線については一律 30km/h で設定 ・ダイクストラ法に基づく各国首都間の最短経路探索により所要時間を算出
将来	<ul style="list-style-type: none"> ・現況ネットワークに対して Corridor 5 の以下 2 ケースの区間が整備された場合の所要時間を計測 ・整備区間における設計速度は一律 80km/h として計測。 ＜ケース 1＞2010年～2011年の間に整備された区間 ＜ケース 2＞2012年以降に整備される区間(約 30km)

(5) 分析結果

分析結果については、講演時に示す。

5. 考察

本研究では、統計データの整備状況が著しく不足している中央アジア地域を対象として、同地域における道路整備の空間的な経済波及効果を計測するにあたってのデータ収集に係る課題を整理し、試行的にSCGEモデルを用いて分析を行った。以下に本研究にて得られた知見を示す。

- 道路整備の効果を検証するにあたって必要となる交通データ、経済データともに、データが示唆する状況と現地政府が把握している実態との間にギャップが存在している。しかし、現地政府が把握している実態についても担当部局により意見が違うなど必ずしも「現地の正確な実態」を表現しているわけではない。そのため、ミクロな実態把握にあたっては、既存の統計情報の調査・整備手法をふまえるとともに、現地における継続的なモニタリング調査、関係者へのヒアリング調査により把握する必要がある。
- 一方で、既存の統計制約を前提としたマクロな効果の傾向分析の重要性は高い。特に、本稿で対象とした国家間を跨ぐ道路整備のように非常に規模の大きなプロジェクトについては、各国政府に整備される道路の維持管理の重要性を認識してもらうこと、そして、当該道路を活用した産業政策を検討してもらうことなどが重要となる。そのためには、道路整備によって、地域全体が具体的にどのような効果を楽しむことができるのか、そして、その効果を空間・産業で細分化した場合に、どのような傾向にあるのかについて客観的な情報を現地政府に提供することが有効である。
- 本稿では、以上の認識に基づき、汎用的なSCGEモ

デルの適用可能性を検討した。当該モデルを用いることで、各国の産業連関表の整備状況に大きく依存しない経済効果の捕捉が可能となることから、途上国のような統計制約のある国においても政策分析ツールとしての活用が期待できる。

- なお、当該モデルをはじめとした産業構造、貿易政策等の精緻な分析にあたっては、産業連関表が果たす役割は大きい。しかし、産業連関表は、わが国でも公表のタイミングは5年ピッチである点、調査の精緻化には膨大なコストがかかる点などから、整備のためのハードルは高い。特に、途上国のように日々刻々と経済状況が変化するような国では、古いデータを活用した政策分析は致命的な欠陥をとまなうことから、統計情報の整備拡充に並行して、統計制約条件を緩和した政策分析モデルの構築・適用も重要となる。
- “Land-locked” countries である中央アジア諸国の共通課題として、BCPsにおける膨大な所要時間のロスに伴う物流コストの発生が挙げられる。このロスは道路整備のみでの時間短縮効果が霞むほど大きなものであることもあることから、Corridorの整備促進とともにBCPsでの手続き効率化も併せて推進すべき重要な課題であると言える。その際には、例えば、SCGEの結果を現地政府と共有することによって経済戦略面でのゴールを明確化できるため、ゴールに向けて排除すべきバリア（道路整備・BCPs）を効率的に議論することが可能になるものと考えられる。
- なお、SCGEによる分析結果より得られる知見については、講演時に譲る。

謝辞：本論文は、平成24年度にアジア開発銀行より復建調査設計(株)が受託したTime Reduction Impacts of CAREC Corridor 5, CAREC Corridor Development Pilot Study, RETA-6409 (REG): Strengthening Central Asia Regional Economic Cooperation (2007-2012)における成果の一部を活用したものです。当該業務の成果の遂行にあたりご協力頂いたADBの玉置知己氏、田染潮氏、Ms. Nina Fentonおよび成果の本稿への活用を快諾頂いたMr. Tatsuji Hayakawa、Ms. Sonoko Sunayamaにこの場を借りて感謝申し上げます。なお、本論文の内容についての全ての責任は筆者が負うものであ

ります。

参考文献

- 1) ADB Publishing: CAREC Transport and Trade Facilitation –Partnership for Prosperity–, 2009.
- 2) United Nations: UN data, <http://data.un.org/>.
- 3) 新疆統計局編：新疆統計年鑑 2009，中国統計出版社，2009.
- 4) CAREC Corridor Performance Measurement and Monitoring Annual Report, 2010.
- 5) International Trade Centre: Trade Map, <http://www.trademap.org/>.
- 6) JICA: タジキスタン国総合物流システム情報収集・確認調査，2010.
- 7) 雪合来提馬合木提：新疆ウイグル自治区を編入した中国 9 地域間産業連関表の作成，経済論叢別冊 調査と研究，Vol.29, pp.54-66, 2004.
- 8) 阿不力米提克力木：新疆ウイグル自治区経済の産業連関構造と成長要因，国際開発学研究，Vol.6, No.1, pp.111-118, 2006.
- 9) ADB Publishing: CENTRAL ASIA –Increasing Gains from Trade Through Regional Cooperation in Trade Policy, Transport, and Customs Transit–, 2006.
- 10) Naumov, A.: An Analysis of Kazakhstan and Its Energy Sector Using SAM and CGE Modeling, Thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy, Centre for Economic Reform and Transportation Department of Economics Heriot-Watt University, 2009.
- 11) Rizvi, H. and Staeglin, R.: Towards an experimental Input-Output Table of Pakistan for 1999 – 2000, 16th International Conference on Input-Output Techniques, 2-6 July 2007 Istanbul, 2007.
- 12) Zavkiev, Z.: Constructing a 2001 Social Accounting Matrix of Tajikistan, CAMA Working Paper Series, The Australian National University, 2005.
- 13) 小池淳司，佐藤啓輔，川本信秀：帰着便益分析による道路ネットワーク整備の公平性評価—RAEM-Lightモデルを用いたアプローチ—，高速道路と自動車，Vol.51, No.12, pp.27-33, 2008.
- 14) Harker, P. T.: Predicting Intercity Freight Flows, VNU Science Press BV, 1987.
- 15) ADB Report: Increasing Gains from Trade through Regional Cooperation in Trade Policy, Transport, and Customs Transit, 2006.
- 16) ADB Report: Time reduction impacts of CAREC corridor 5, CAREC Corridor Development Pilot Study, RETA-6409 (REG), 2012.

(20?? . ?? . ?? 受付)

THE ESTIMATION OF SPATIAL ECONOMIC EFFECT ON THE CORRIDOR DEVELOPMENT IN ASIA DEVELOPING COUNTRIES

Keisuke SATO, Daisuke YOSHINO and Atsushi KOIKE

This report will assess the current development status of Corridor 5 as a transport corridor. To assess the current development status, the report will observe the road conditions and Border Crossing Point (BCP) procedure processing durations. Second, impact of the improvement of Corridor 5 on Tajikistan and Kyrgyz Republic exports to major trading partners will be considered. Third, the report will estimate the possible time reduction of transportation along Corridor 5 and consider the impacts of time saving on exports of Tajikistan and Kyrgyz Republic. The findings of the report will be utilized as basis for the study to consider Corridor 5 as an economic corridor. The report originally intended to conduct a model analysis using a Spatial Computable General Equilibrium (CGE) model called RAEM-Light model. It assesses how time reduction of transportation along Corridor 5 due to improvement of the corridor will expand exports from Tajikistan and Kyrgyz Republic.