

博士論文 令和6年(2024)年度

維持管理時代の交通インフラ
—効率的利用と資金調達の観点を中心に—

慶應義塾大学大学院 商学研究科

中村 知誠

目次

序章 はじめに

1. 交通インフラを対象とした研究の研究領域	4
2. 本論文の構成と概要	8

第1部：効率的なインフラ整備と既存インフラの効率的な使用の研究

第1章 道路整備と「ストック効果」

1-1. スtock効果計測の重要性	16
1-2. フロー効果とStock効果	17
1-3. 道路の事業評価とStock効果	17
1-4. 復興道路の概要	23
1-5. 復興道路沿道上の市町村の都市構造	29
1-6. 先行研究	32
1-7. 仮説の設定と分析の概略	34
1-8. 分析結果・考察	36
1-9. 復興道路におけるStock効果の発現事例と地域への効果	45
1-10. 小括と次章への展開	55

第2章 橋梁の老朽化と効率的な維持管理

2-1. 効率的な維持管理の必要性	56
2-2. 橋梁の老朽化の現状	56
2-3. 交通インフラの維持管理に関する先行研究	58
2-4. 公的サービスの近隣効果に関する先行研究	59
2-5. 仮説の設定と分析の概略	60
2-6. 分析結果・考察	64
2-7. 小括と次章への展開	70

第3章 空港の効率的利用と自治体戦略①：自治体間競争に焦点を当てた分析

3-1. インバウンドブームと「補助金競争」	71
3-2. 先行研究	75
3-3. 仮説の設定と分析の概略	77
3-4. 分析結果・考察	81
3-5. 自治体間の提携形成に向けた議論	85
3-6. 小括と次章への展開	87

Appendix. 空港運営主体と航空会社の交渉：交渉ゲームによる考察	88
-------------------------------------	----

第4章 空港の効率的利用と自治体戦略②：自治体間連携に向けた分析

4-1. 新型コロナ収束後の観光政策：「量」から「質」への転換	96
4-2. 訪日旅客の地方分散に関する現状整理	97
4-3. 先行研究	99
4-4. 仮説の設定と分析の概略	100
4-5. 分析結果・考察	103
4-6. 個票データによる検証	106
4-7. 小括と第2部への展開	110

第2部：インフラの資金調達と今後のインフラ整備に向けた展望

第5章 資金調達先の差異がインフラに与える影響：年金基金の空港経営への参加と環境パフォーマンスの関係

5-1. 空港運営主体の変化と分析の視点	113
5-2. 空港運営主体の多様化	114
5-3. 空港の所有形態とパフォーマンスに関する先行研究	119
5-4. 年金基金のインフラ投資に関する先行研究	122
5-5. 年金基金のエンゲージメントおよびESG投資に関する先行研究	128
5-6. 仮説の設定と分析の概略	131
5-7. 分析結果・考察	135
5-8. 内生性を考慮した分析結果	139
5-9. ケーススタディ：年金基金の経営参加と空港カーボン認証	141
5-10. 小括と次章への展開	149

第6章 新型コロナ収束後の需要変動と今後のインフラ整備に向けた展望

6-1. オンライン会議ツールの普及と長距離出張の代替	151
6-2. 進化ゲームによる分析	151
6-3. 先行研究	154
6-4. 仮説の設定と分析の概略	155
6-5. 分析結果・考察	160
6-6. 出張のオンライン代替が交通需要に与える影響	164
6-7. 小括	169

終章 おわりに

1. 本論文のまとめ -----170
2. 本稿の分析の今後の課題 -----174

初出一覧 -----177

参考文献 -----178

序章 はじめに

1. 交通インフラを対象とした研究の研究領域

交通インフラをめぐる議論は、主に、整備主体の財政状況や整備需要の変動などの経済的要因のほか、少子高齢化や過疎化といった社会環境要因、財源構成や議会や行政の意思決定などの政治的要因に応じて大きく変容してきた。筆者が渉猟した社会科学的アプローチを中心とする研究をもとに、近年の文献で主に扱われている主要論点を整理すると以下の表1のように8つの論点があげられる。

インフラの整備・改良に関連する研究は先進各国のみならず世界各地で多く蓄積されてきた。インフラ新設に向けた需要予測や建設コストの予測、定量的・定性的アプローチによる整備効果の分析、整備の際の基準となる費用便益分析に関する研究などがこの領域の主なテーマとしてあげられる。近年では、Xu and Nakajima (2017) や Yoshino and Abidhadjaev (2018)、Zhang et al. (2020) など、人口の増加や経済成長にともなって交通インフラへの需要が高まっている新興諸国を対象とした研究も多い。これらの国では、旺盛な建設需要を背景として新規の道路や鉄道の建設が進められていることから、因果推論等の統計的アプローチにもとづいて、新規整備区間の整備効果を計測する論文が多く見られる。

これに対して、先進諸国では主要なインフラは概成しており、新規の建設需要は新興諸国と比べて落ち着いている。他方、建設から年数が経過した既存のインフラの老朽化が顕著であり、維持管理と財源調達の問題が重要な論点となっている。例えば、この領域における代表的著作である Choate and Walter (1981) もそうした文献のうちのひとつである。この研究領域では、Zhang and Wang (2014) や Medina and González (2022) などのように、主に工学的視座からの論文が多く見られ、効果的な維持管理に寄与する技術や点検時のコストを縮減するための方法、老朽化の予測モデルの開発に関する知見などが広く蓄積されている。

表 1 交通インフラに関連する代表的な研究領域

主な研究領域	
1	インフラの（新規）整備/改良に関連する研究
2	既存インフラの維持管理に関連する研究
3	投資財源と費用負担の研究
4	所有形態/投資主体の研究
5	既存インフラの効率性の研究
6	インフラと環境の研究
7	災害に対応したインフラの研究
8	オンライン代替による影響の研究

第3から第5までの研究領域は資金調達に関連する分野である。杉山（1997）でも記されている通り、インフラ整備・維持管理のための財源の研究では、主に費用負担の主体と、財源の確保（資金調達）の2つが重要な論点とされている。

費用負担の方法は、税による公共負担と利用者負担、間接的な受益者を含む受益者負担の3種に大別される。わが国の交通インフラ整備では、伝統的に公的資金を使用したファイナンスがなされ、公共負担や利用者負担によるインフラ整備が進められてきた。特に、高度経済成長期以降には急速なインフラ需要の増大に対応するため、利用者負担にもとづくインフラ整備が進められた。例えば、道路特定財源制度はこの一例である。また、比較的新しいインフラである空港はプロジェクトの規模の大きさや財源の制約もあり、税による公共負担での整備は難しいことから、空港整備特別会計による利用者負担での整備がなされた¹。

こうした、費用負担の主体に着目した研究には、交通インフラ整備にかかる費用を対象として実質的な負担者の構成比率を計測した松中・中川（1997）や、受益と負担の関係を分析した後藤（2014）などがある。一方、財源の確保に焦点を当てた研究には、長峯（2004）や Zou et al.（2015）、Bilotkach（2018）などがある。長峯（2004）は、地方レベルの道路投資に着目して、国から地方への道路投資の財源の流れや県レベルでの道路財源の構成を整理するとともに、実証分析から、道路特定財源が定率型補助金として機能している可能性を示唆した。また、資金調達時の財源の差異が効率性に与える影響に焦点を当てた Zou et al.（2015）や、2009年のアメリカ再生・再投資法（ARRA）に含まれる空港補助金の配分に対する政治的要因を定量的に分析した Bilotkach（2018）は、空港の整備に関する財源に着目している。

¹ 空港の整備に際しては、一般会計や港湾整備特別会計による資金調達が困難になったことから、1970年に空港整備特別会計法にもとづき新たに空港整備特別会計が導入された。空港整備特別会計は、現在、財政投融资による長期債務の償還が終了するまでの経過措置として、自動車安全特別会計に繰り入れられ、空港整備勘定となっている。

所有形態および投資主体の研究は、主に交通インフラの民営化の進展を背景として進められてきた。民営化の広がりにより、交通インフラの所有形態は多様化しており、従来と比べて、運営に参加する運営主体や資金提供者も多様化している²。そのため、この領域では、Siemiatycki (2015) のように特定の投資主体に焦点を当てた研究、Kyriacou et al. (2019) や、赤井 (2010)、松本・後藤 (2015) のように交通インフラとガバナンスの関係を分析した研究などが見られている。

第5の研究領域は、既存インフラの効率性である。1980年～1990年代を中心に、インフラが経済成長に与えるインパクトを計測した著作が蓄積されている。インフラが経済成長に与える効果は主に生産力効果と呼ばれ、Ratner (1983)、Aschauer (1989)、Munnell (1990) などが代表的な著作として知られている。近年の研究では、生産力効果以外のアプローチとして、包絡分析法 (Data Envelopment Analysis : DEA) や確率的フロンティアモデル分析 (Stochastic Frontier Analysis : SFA)、全要素生産性 (Total Factor Productivity : TFP) を用いて効率性を計測する研究が特に多く見られている。例えば、DEA 分析を用いた研究には、Curi et al. (2010) や Storto (2018) があり、SFA 分析を用いた研究には、森脇 (2007) や吉川 (2015)、Scotti et al. (2012) などが、TFP を推計した研究には、Vasigh and Gorjidoz (2006) や吉田 (2014) などがある。その他にも、財務諸表分析の手法をもとに経営の効率性を評価した斉藤 (2002) や、効率性指標を直接の被説明変数として用いずに、商業収入を被説明変数とした Fuerst and Gross (2018) のようなアプローチも見られている。

特定の交通インフラを対象とした研究では、空港に焦点を当てた分析が多くなされている。特に海外では、空港の所有形態が多様化していることを背景として、Oum et al. (2006) や Malighetti et al. (2007)、Barros et al. (2008) などのような所有形態の差異による運営パフォーマンスの差異を検証した文献が見られている。一方、わが国では、2008年に空港整備法が空港法へと改正されたように、近年の空港政策は整備よりも効率的な維持管理・運営が中心となっており、横見 (2009) や小熊 (2017)、安達 (2019) のように「空港経営」という観点に着目した効率性分析が進められている。

効率性の研究は、投資財源の研究とも深く関わっている。田中ほか (2013) や奥平 (1999)、岩倉・家田 (1999) でも指摘される通り、わが国では、1990年代末から2000年代前半頃を中心に政府財政の悪化や環境破壊への懸念などから公共事業への批判が強まった。これを受けて、インフラの効率性に対する研究が多く蓄積された。例えば、社会資本ストックを対象として地域別の限界生産性分析を実施した光多 (1999) のように道路や港湾、空港の限界生産性を計測した研究や、杉山 (2000) のように、費用便益

² 例えば、空港における所有形態の多様化は、Graham and Morell (2017) (木谷・塩見監訳 (2018)) の第8章や加藤・中村 (2023) でも整理されている。特に空港では、所有形態の多様化に加えて、従来のインフラを専門とするファンドや建設会社以外にソブリン・ウェルス・ファンドや年金基金などが経営に参加するなど、投資主体も多様化している。

分析に注目し、経済効果の測定方法を中心に交通投資の効率性評価について論じた研究などもある。

第6の環境対応に関する研究は、近年の世界全体での環境意識の高まりから、交通分野でも積極的に進められてきた。とりわけ、騒音や混雑、大気汚染の問題は、経済学の観点から解釈すると技術的外部不経済として捉えられることから、工学のみならず経済学のアプローチにもとづく論文も多く蓄積されている。例えば、ヨーロッパの主要5空港における騒音性能に応じた着陸料の差別化と、航空会社の機材選択の関係を分析した高橋（2018）や、阪神高速道路堺線の上り区間を対象に、混雑料金を適用する場合の最適な賦課額の推定と、混雑料金の適用による社会的便益の変化を分析した小川・秋山（2002）、スペイン国内の空港を対象に、航空事業者のCO₂排出コストを考慮したラムゼイ・プライシングの適用について考察した Martín-Cejas（2010）などがあげられる。

第7のトピックは、災害に対応したインフラの研究である。近年の災害の激甚化の影響もあり、災害に関連したインフラの研究が世界各地で蓄積されている。例えば、ニュージーランド国内の空港の効率性を DEA 分析によって計測するとともに、2段階目のトービットモデルによる要因分析でクライストチャーチ地震の影響を変数に含めた Tsui et al.（2014）や、南阿蘇鉄道の事例を対象として、熊本地震からの復興プロセスと課題を提示した魚住（2016）、世界の空港を対象として地球温暖化にともなう海面上昇のリスクを分析した Yesudian and Dawson（2021）などがある。

最後にあげた研究トピックは、オンライン代替による影響の研究である。特に、情報通信技術を活用したサービスの普及と、交通インフラ整備の基礎となる交通需要の関係に着目した文献が蓄積されている。例えば、交通需要と通話サービスの関係を分析した中村（2001）や、交通需要とオンライン会議の関係を分析した Denstadli（2004）などがある。中村（2001）は、全国幹線旅客純流動調査の都道府県間流動のデータを用いて、交通を利用した場合のコストが高くなるほど通話サービスによって代替されやすいことを示している。また、Denstadli（2004）は、ノルウェーの国内線需要に焦点を当て、1998年から2003年の間に、国内線のビジネス目的トリップの約2.5~3.5%がオンライン会議で代替されたと推計している。

以上のように、交通インフラ投資をめぐる議論は、社会経済環境や自然環境要因、地域要因などの様々な要素が複雑に結びつくことで多様化している。本稿では、主に先進諸国の交通インフラ投資を対象として、以上で整理したインフラ投資における近年の主要論点に焦点を当てて分析し、今後の交通インフラ投資に向けた政策的インプリケーションと課題を提供することを目的とする。

2. 本論文の構成と概要

本論文では、交通インフラの投資というテーマに焦点を当て、交通インフラの効率的利用と資金調達を中心とする実証分析を実施した。本論文は合計で8つの章からなり、2部構成となっている（図2）。

本稿の各章の内容と表1に整理した研究領域の対応関係は、次の表2の通りである。

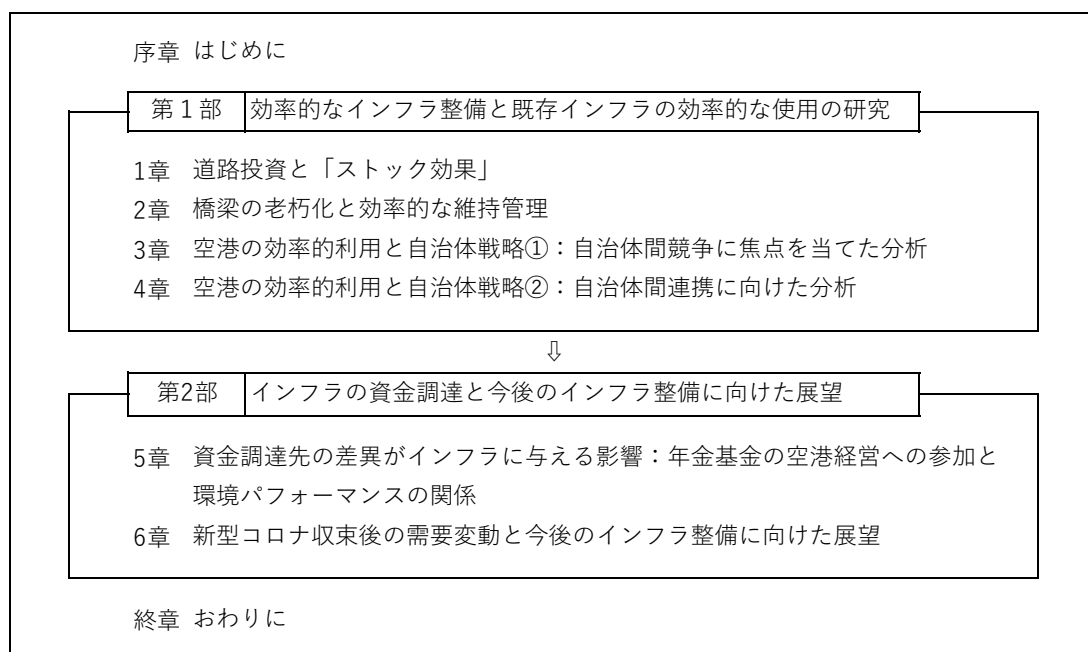


図2 本論文の構成

表2 交通インフラに関連する代表的な研究領域と本論文での該当章

主な研究領域		本稿の該当章
1	インフラの（新規）整備/改良に関連する研究	1章
2	既存インフラの維持管理に関連する研究	2章
3	投資財源と費用負担の研究	5章
4	所有形態/投資主体の研究	5章
5	既存インフラの効率性の研究	3章、4章
6	インフラと環境の研究	5章
7	災害に対応したインフラの研究	1章
8	オンライン代替による影響の研究	6章

序章では、本論文の構成や目的について整理している。各種の先行研究の内容から、交通インフラを対象とする研究の代表的な研究領域を整理・分類した。文献レビューを通じて、インフラの（新規）整備／改良に関連する研究や、既存インフラの維持管理に関連する研究、既存インフラの効率性の研究、投資財源の研究、所有形態／投資主体の研究、インフラと環境の研究、災害に対応したインフラの研究、オンライン代替による影響の研究という8つの研究領域に大別されることを明らかにした。そして、序章の最後では、これらの研究領域と本論文の各章の分析の対応関係とともに本論文の構成を示した。

つづく第1部では、新規の交通インフラの効率的な整備と、既存インフラの効率的な使用に焦点を当てる。第1部は4つの章から構成されており、1章では効率的な新規インフラ整備に、2章から4章では、既存インフラの効率的な使用について定量的に分析する。分析対象は、1章が道路、2章が橋梁、3章と4章が空港である。

第1章では、新規のインフラを整備する際の整備効果の計測に着目する。具体的には、費用便益分析でも考慮される便益の計測に焦点をあて、ストック効果を計測する。ストック効果は、第5次社会資本整備重点計画においても多用されており、概念上定着したとみてよい。しかし、効果の検証はインフラが区間別に供用されることや、整備効果が発現する範囲の確定が難しいことなどもあり、多くが事例の積み重ねにとどまる。そこで、統計的因果推論の代表的な手法である差の差（DID）分析を用いて、東日本大震災後に整備が進む復興道路のストック効果の計測を試みた。

計量モデルによる分析から、整備地域の人口が、非整備地域と比べて平均約4%高くなるなど、ストック効果の発現により、地域の各種指標が改善することが示された。

さらに、東北経済の中心地である仙台市からの距離が1km増加するごとに整備効果は減衰するものの、中小都市であってもストック効果が正となりうることや、新規のインフラが既存区間と接続されることで整備効果が平均5%高まること、開通からの年数が経過するほど整備効果が蓄積され大きくなることが明らかになった。また、事後評価の資料等を活用して、ミクロレベルでの整備効果も整理した。復興道路の各開通区間の事例から、費用便益分析で考慮される3便益（走行時間短縮便益、走行経費減少便益、交通事故減少便益）以外にも、防災や医療圏に関係する効果や、CO₂削減による環境改善効果など、多くのストック効果が発現していることが確認された。

本格的な導入から約25年が経過し、わが国でも費用便益分析は定着している。他方、森杉（2002）などでも指摘されるように、以下のような複数の課題も提起されている。それは、①便益の二重計算の防止と遺漏なき便益計上の難しさ、②時間短縮便益を算定する際の時間価値原単位の設定、③分野間での評価対象と評価範囲の違い、④分野間での評価期間と残存価値評価法の違い、⑤分野間での時間価値原単位の違い、⑥他分野の事業との組み合わせなどを考慮した計算の検討、⑦社会的割引率の設定である。

1章の分析は、この①の課題に焦点を当てたものである。わが国は少子高齢化や人口減少という問題も抱え、国、地方ともにインフラに公的資金を充当する余地が狭まっている。インフラの整備、維持管理のためには、より少ないコストで効果の高い投資が求められる。現在、ストック水準を把握するため、インフラ点検を経て道路の維持管理や更新への投資コストも試算されている。コストをかけるためには、便益(ストック効果)の把握も重要である。他方、ストック効果を定量的に計測する手法は確立されておらず、先行研究の蓄積も乏しい。1章の研究は新規整備後の効果発現の一事例と考えられ、因果推論のフレームワークを用いた試論である。しかし、三陸地域という人口希薄地域における諸問題を道路整備が緩和するという結果は、それこそがストック効果とみてもよいのではないだろうか。

新規整備に着目した1章とは異なり、2章から4章では、既存インフラの使用に焦点を当てている。第2章では、効率的な維持管理の問題について分析している。

わが国を含む先進諸国ではインフラの老朽化が急速に進行しており、点検技術の開発など老朽化問題を取り上げた研究が多く蓄積されている。しかし、工学的な視点からの分析が中心であり、経済学や政治学を中心に近年研究が進められている近隣自治体との関係に着目した定量的な研究は、維持管理の文脈では管見の限りきわめて少ない。そこで、2章では、交通インフラのうち、市町村が維持管理主体となっている橋梁に着目し、インフラの質の維持に寄与する要因を明らかにするとともに、近隣自治体との相互関係(近隣効果)がインフラの健全性に及ぼす影響を分析した。

計量分析に先立って、国土交通省が公表する点検データから、日本国内の橋梁の老朽化の現状を整理した結果、四国地域や北海道では、早期に修繕などの対応が必要であると判定された橋梁の比率が全国と比べても高いことが確認された。この結果をもとに、2章では、北海道内の市町村管理の橋梁を対象として、重回帰モデルや空間自己相関を考慮した空間ラグモデルによる分析を実施した。

一般的に老朽化のひとつの目安とされている年数は建設から50年とされるが、分析の結果、適切なメンテナンスがなされていれば、建築後50年以上経過した橋梁の割合が高くとも健全性指標が低くならない可能性が示された。また、凍害などの影響が及びやすい特別豪雪地帯では健全性指標に影響が生じやすいものの、維持補修費を多く、安定的に支出することで老朽化の進行を抑制できることも明らかになった。

研究の主眼である近隣効果は、近隣自治体のインフラの健全性が当該自治体のインフラの健全性に与える影響を計測するものであり、正の近隣効果が発現することが確認された。この結果は、近隣自治体の橋梁の健全性の高さが、当該自治体の橋梁の健全性の維持・向上に寄与することを意味する。つまり、近隣自治体間で競争が適切に機能すれば、財政制約下においても特別な枠組みにもとづく規制によらず、インフラの健全性が維持される可能性を示す。一方で、健全性が低い地域では、自治体間競争が十分に働いていない可能性がある。そうした自治体では、他自治体の維持管理状況を共有すること

からはじめ、人材確保や財源等の支援などを含めて競争が機能するための下地を整えることが重要だと考えられる。

維持管理には今後も多額の費用が必要になると予想されるため、EBPM（Evidence-Based Policy Making）の観点から、適切な維持管理のあり方や財源の確保に関する研究が進められている。自治体間の競争などがもたらす正の波及効果（近隣効果）の存在は、維持管理は単一自治体だけではなく、近隣自治体との相互関係を考慮する広域モニタリングによる維持管理が重要であるという視座を提供しており、今後の維持管理の研究や自治体の実務にも一助となるだろう。

第3章および第4章では、空港を分析対象として、既存インフラの効率的活用と自治体の戦略に焦点を当てている。

世界的な航空需要は今後も堅調に推移すると見られており、わが国では成田・羽田の両空港（首都圏空港）の容量逼迫への対策が課題となっている。この問題に対する解決策として、政府は、首都圏空港の容量拡大を順次進めるとともに、地方空港のゲートウェイ能力の強化を重視している。地方空港のうち、容量に余裕のある空港では、自治体を中心となって訪日旅客の誘致政策を進めており、既存の空港設備が効率的に活用されているかは、誘致政策の成果次第である。そこで、第3章と第4章では、主に地方空港を対象として、自治体を中心とする訪日旅客の誘致政策に焦点を当てる。新型コロナの感染拡大以前には、羽田・成田・関西の3空港を除いた国内空港でもアジアを中心とする訪日旅客が急増し、「インバウンドブーム」と呼ばれた。背景には、関係者による外国エアラインの誘致努力がある。

そこで、3章では、計量モデルを用いて、3空港を除いた国内空港の国際線の持続可能性に着目して、路線の持続に貢献しうる各種の要因を明らかにするとともに、地方自治体間の補助金支出による路線誘致の競争関係を疑似的に分析した。具体的には、（1）インセンティブ・パッケージ（以下、IPと略称）により国際線の運航便数が増加する、（2）IPにより国際線の持続性が高まる、（3）路線内競争や近隣空港との競争により国際線の運航便数が増加する、（4）路線内競争や近隣空港との競争により国際線の持続性が低下する、という4つの仮説を設定し、パネルデータ分析とサバイバル分析の手法を用いて仮説を検証した。

分析から、需要が安定していない地方路線を中心に補助金（IP）が持続のためのキーとなっていることが明らかになった。これは、近年、「補助金競争」とも言える状況が生じたことの証左となるだろう。一方、近隣空港との競争が持続性を低下させることも明らかになった。つまり、自治体間競争が囚人のジレンマ的構造になる可能性があることが示唆された。また、ダブルトラックとなっている路線で航空会社間の競争が適切に機能している可能性があることも示された。ここから、自治体が国際線の持続を望む場合、近隣との競合状況を把握、分析し、広域的な視点から合理的な補助を提供する必要があることを示唆している。近隣空港との競争があることを生かし、広域的な観点か

ら近隣地域等と連携したネットワーク形成を実現することで社会的余剰が高まるだろう。

そこで、第4章では、訪日旅客誘致に向けた地域連携の一例として、大都市と地方都市の連携について考察する。具体的には、訪日外国人消費動向調査の集計・個票データを用いて、訪日旅客の地方周遊と消費単価の関係を定量的アプローチから分析し、各地域に消費単価の高い旅客を誘客するためには、大都市からの周遊を促進することが有効であることを示す。

集計データを用いた分析では、訪日客の国籍や入国空港についての属性をコントロールしたパネルデータ分析を実施し、個票データ分析を用いた分析では、個人の来日時の満足度などの変数を考慮した、重回帰分析を実施した。分析から、消費単価は所得や為替レートといった経済変数の変化に影響を受けることや、旅行目的、旅行形態によっても消費額の多寡が異なることが示された。

4章の主題である訪日旅客の地方周遊が消費額に与える影響については、3空港以外から入国した旅客よりも、3空港から入国した旅客の方が、消費単価が高いことが示された。この結果は、羽田・成田・関西の3空港以外の空港を始点とする旅客よりも、3空港を始点とする旅客の地方周遊を促進することで消費単価の高い旅客を地方に誘客できることを示している。つまり、大都市の空港から入国する旅客を中心として、周遊型の訪日誘客を促進することで地方都市に消費単価の高い旅客を誘致することが可能であることを意味しており、大都市と地方都市間の連携が有効に機能する可能性を示唆する。訪日旅客による消費はサービスの輸出として捉えられることから、消費単価の高い旅客の誘致は、地域経済における「サービスの輸出」の増加につながる。

第2部では交通インフラの資金調達と今後のインフラ整備のあり方に着目している。民営化の進展により、交通インフラの所有形態や投資主体は多様化しており、これらの差異が運営に与える影響についての研究は世界的にも重要な研究テーマとなっている。そこで、第5章では、交通インフラの中でも運営形態や投資主体が多様化している空港を分析対象として、所有形態や投資主体の差異が運営に与える影響を考察した。

空港民営化の進展によって、空港の所有・運営形態や投資主体は多様化している。なかでも、ヨーロッパやオーストラリアの空港では、インフラファンドや建設会社だけでなく、年金基金が主要な資金提供者となるケースも見られる。ヨーロッパを中心として、年金基金は環境・社会・ガバナンスに配慮した ESG 投資（Environmental、Social、Governance の3要素に配慮した投資）に積極的に取り組んでおり、投資対象の環境パフォーマンスを重視するとされる。

そこで、世界の主要110空港を分析対象とするパネルデータ分析を実施し、空港の所有形態および年金基金の投資の有無が環境パフォーマンスに与える影響を明らかにした。分析の結果、民営化によって必ずしも環境悪化につながるものではなく、むしろ長期投資を考慮する年金基金を経営に参加させることによって環境改善にさえつながる

可能性があることが示された。空港経営に参画する資産規模の大きい年金基金の多くは、グローバル投資家としての影響力の大きさから ESG 投資に注力している。そのため、分析結果から、その他の投資先と同様に空港でも環境・社会・ガバナンスに配慮した投資がなされていると推察される。また、ウィーン空港やバーミンガム空港の事例からも、年金基金の影響力が向上することによって、環境指標が向上することも明らかになった。

第6章では、近年の新型コロナの流行による交通需要の変動を分析し、今後のインフラ整備のあり方に焦点を当てる。このテーマは、新型コロナの流行にともなう行動制限によって交通需要が減少したことを受けて、近年、急速に研究が進められている。

オンライン会議システムの普及による出張需要の減少は、長期的な交通インフラ整備のあり方にも影響を与える可能性がある。そこで、第6章では、長距離出張の属性がオンライン会議サービスへの代替に与える影響とオンライン代替が交通需要に与える影響に焦点を当てて分析した。なお、出張ごとの目的や費用、同一目的地への出張回数などのデータを収集するために、国内の勤労者を対象とした Web アンケート調査を実施し、得られたデータをもとに分析を試みた。分析では、(1) 1回のコストが高い出張ほど、オンライン会議で代替されやすい、(2) 回数の多い出張ほどオンライン会議に代替されやすい、(3) 出張目的により、オンライン会議への代替されやすさが異なるという3つの仮説を検証した。分析の結果、長距離出張とオンライン会議の代替関係の計量分析では、1回あたりのコスト(運賃)が高い出張ほどオンライン会議で代替されやすいことや、出張目的の違いによりオンライン代替の度合いが異なるという結果が得られた。

また、オンライン代替が将来の交通需要に与える影響については、社会全体でのオンライン会議システムの普及状況によっても交通需要が大きく変わることが示された。オンライン会議の普及度が現状と同様の水準である場合、ポストコロナ期でも新幹線を利用した出張は約8割、飛行機を利用した出張は約9割維持されることが示唆されている。一方、オンライン代替が急速に進み、ほぼ全ての業務がオンラインで代替可能となった場合は、新幹線や特急、飛行機といったモードの需要は大幅に減少する可能性があることが示された。また、出張目的による需要減少率の差異についても確認した。分析から、研修目的での出張の交通需要は減少しにくい一方、社内会議や顧客訪問・商談目的の交通需要は減少しやすい可能性があることが明らかになった。

終章はまとめの章であり、本論文の各章の結果を総括するとともに、分析における課題を提示している。

各章の分析結果から、厳しい財政制約や既存インフラの老朽化の進行、オンライン代替の普及による交通需要の減少といった社会環境のもとで交通インフラ投資を適切に進めていくためには、以下の6点が重要であることが示唆された。

- (1) 新規のインフラを整備するためには、整備効果（ストック効果）を適切に把握する必要があり、二重計算を防ぎつつ、現行の費用便益分析で含まれていない項目も含めて便益を試算すべきであること。
- (2) インフラの健全性の維持・向上においては、競争基盤が整っている自治体では自治体間競争が有効である一方、財政制約や技術系人材が不足するなど、競争基盤が十分には整っていない自治体では、市町村間の水平的連携などを進めていくことが重要であること。
- (3) 容量に余裕のある地方空港では、国際線誘致に補助金が有効であるものの、近隣自治体との間で限られた需要を奪い合う形の競争が生じた場合、路線維持に悪影響が生じること。
- (4) 国際線誘致において地域全体での厚生を高めるためには、過度な自治体間競争を防ぎ、近隣自治体や大都市との連携など、自治体間での協力体制を整備すべきであること。
- (5) 効率的なインフラ運営を考慮する上で、社会的余剰を高めるためには、外部性への配慮が必要であり、環境に配慮した空港運営を進めるためには、公的セクターの影響力が発揮される形の所有形態とすることや、長期投資に取り組む年金基金の株式保有を誘引することが重要であること。
- (6) ビジネス目的の交通需要は、利用する交通モードや出張目的によって変化することから、交通事業者がより正確に変動を分析するためには、自社が担うサービスの利用者の利用目的等についてより細かいセグメントに分割して把握することが重要であること。

分析における課題については、主にデータの制約に起因するものが多く見られた。例えば、1章のヘドニックアプローチにもとづいた地価分析の際の地価ポイントの少なさや、3章の分析に必要となる自治体別の補助金拠出額のデータの取得の難しさ、5章の分析に必要となる投資家別の株式保有比率の詳細なデータの取得の難しさなどである。これらの問題は今後、詳細なデータの開示が進められれば、解決可能である。また、分析方法や分析の精度といったその他の課題についても、近年、同様の課題に対処するための研究が世界各国で進められており、これらの研究成果を活用した分析を適用することで解決できると予想される。

**第 1 部：効率的なインフラ整備と既存インフラの
効率的な使用の研究**

第1章 道路整備と「ストック効果」

1-1. ストック効果計測の重要性

本章では、維持管理時代における新規の交通インフラ整備に着目する。序章でも言及した通り、先進国において多くの交通インフラは概成し、建設の時代から賢く使う時代にはいつている。少子高齢化等に起因する財政制約もあり、新規のインフラを整備する際には、コストに対して十分な整備効果が発現するか（「質の高い社会資本整備」）が重要な論点となる¹。そこで、維持管理の手法や財源調達とともに、需要効果（「フロー効果」）とは異なる「ストック効果」の計測が政策評価として課題となっている。

国土交通省（2021）では、フロー効果は有効需要の考え方にもとづいて「公共投資の事業自体により、雇用等の経済活動が創出され、短期的に経済全体を拡大させる効果」、また、ストック効果は「インフラが社会資本として蓄積され、機能することで継続的に中長期的にわたり得られる効果」と定義される²。第5次社会資本整備重点計画においてストック効果の最大化を通じて社会資本の整備目標を実現するとされるなど、ストック効果の呼称は定着している。とりわけ、ストック効果は事後評価において重要なポイントのひとつになっている。他方、効果そのものの検証は区間別に供用され、整備効果が発現する範囲の確定が難しいことなどから、事例紹介にとどまることが多い。

そこで、本章では交通インフラの整備効果を定量的かつより厳密に計測する手法の確立に向けた研究に資するため、整備による効果の大きさを明示的に推定することが可能な統計的因果推論を使用した定量的分析を試みる。具体的には、東日本大震災後に整備が進められた復興道路を対象とし、ストック効果を定量的に計測する。

¹ 「質の高いインフラ（Quality Infrastructure）」という用語は、2016年に発表された「質の高いインフラ輸出拡大イニシアティブ」などに代表されるように、主にわが国のインフラシステムを海外輸出・展開するという文脈の中で使用されてきた。G7伊勢志摩サミットでの「質の高いインフラ投資の推進のためのG7伊勢志摩原則」や、G20大阪サミットでの「質の高いインフラ投資に関するG20原則」など、日本国内で開催される国際会議で主要な議題のひとつとなっている。国内向けには主に、「質の高い社会資本整備」（質の高いインフラと同じく、英訳はQuality Infrastructure）という用語が用いられている。例えば、2021年5月28日に閣議決定された第5次社会資本整備重点計画では、ストック効果の拡大に向けて、整備段階から将来を見据えた持続可能かつ質の高い社会資本整備が重要であることが明記されている。

² 国土交通省（2021）p.158を参照のこと。

1-2. フロー効果とストック効果

交通インフラの整備によって生じる効果は、一般にフロー効果（事業効果）とストック効果（施設効果）の2つに大別される。井原（1997）は、両者を機能面と波及過程の違いによって2通りの定義づけを試みている。機能面に着目した場合、フロー効果は「道路投資の事業自体を完結させるために要請されるすべての経済的な波及の総効果を意味するもの」、ストック効果は「道路投資事業により供用可能となった道路施設を利用し、活用することによって惹起される経済的な波及の総効果を意味するもの」と定義される（p.124）。他方、波及過程に着目した場合では、フロー効果を後方連鎖効果、ストック効果を前方連鎖効果として定義している。前方連鎖効果と後方連鎖効果は、Hirschman（1958）の理論にもとづく。Hirschman（1958）は、前方連鎖効果と後方連鎖効果をそれぞれ「最終需要の充足だけを本来の目的とする産業以外のあらゆる経済活動が、その産出物を別の新しい経済活動の投入物として使用せんとする努力を誘発すること」（小島監訳、p.174）、「第一次産業以外のあらゆる経済活動が、自己の活動に必要な投入物を国内生産によって供給しようとする努力を誘発すること」（同、p.174）として定義している。

以上から、近藤（2012）の指摘するように、フロー効果は公共投資の需要面への効果をとらえるもの、ストック効果は公共投資の供給面への効果をとらえるものであると解釈できる³。

1-3. 道路の事業評価とストック効果

交通インフラは投資額の大きさや投資期間の長さ、完成後の社会的な影響の大きさなどから、整備の際には一定の基準にもとづき整備の可否が判断される。その際に判断基準として使用されるのがプロジェクト評価である。プロジェクト評価は定性的手法と定量的手法に大別されるが、現在では両者を組み合わせた評価がなされることが一般的である。こうした総合的な分析方法のひとつが費用対効果分析である。わが国の事業評価は、計画段階評価と新規事業評価、再評価、事後評価の4つに大別されるが、いずれの評価においても費用対効果分析が活用されている。費用対効果分析では、プロジェクト実施による影響や効果を金銭換算することが難しい効果も指標として分析に組み込むなどの取り組みが進められている。

現在、費用対効果分析において中心的な役割を担っているのが、定量的手法の費用便益分析である。費用便益分析は、with-without の原則にしたがって、プロジェクトを実施する場合と実施しない場合の社会的便益の大きさと社会的費用の大きさを金銭的に評価し、プロジェクト実施による社会的便益と社会的費用の増分を比較する方法である。

³ 近藤（2012）p.121 を参照されたい。

費用便益分析では、ストック効果のうち、高い精度で金銭的評価が可能な項目を社会的便益とし、機会費用にもとづいて計算される費用との比較がなされる。分析においては、太田（1987）や森杉（1997）、常木（2000）が指摘する通り、補償原理にもとづく評価が行われるため、「潜在的パレート改善」という概念が重視されている。潜在的パレート改善については、ある施策の実行によって利益を得た個人から、損失を被った個人に対して適切な補償をすることで全ての主体が純利益を得ることができる状況であるとされる（岡 2002、p.33）。道路事業における費用便益分析を例にとると、基本的な分析のフローは図 1-1 の通りである。図に示す通り、費用便益では費用と便益はいずれも現在価値ベースで比較され、費用便益比（B/C）が 1 以上であるかがひとつの判断基準として使用される。

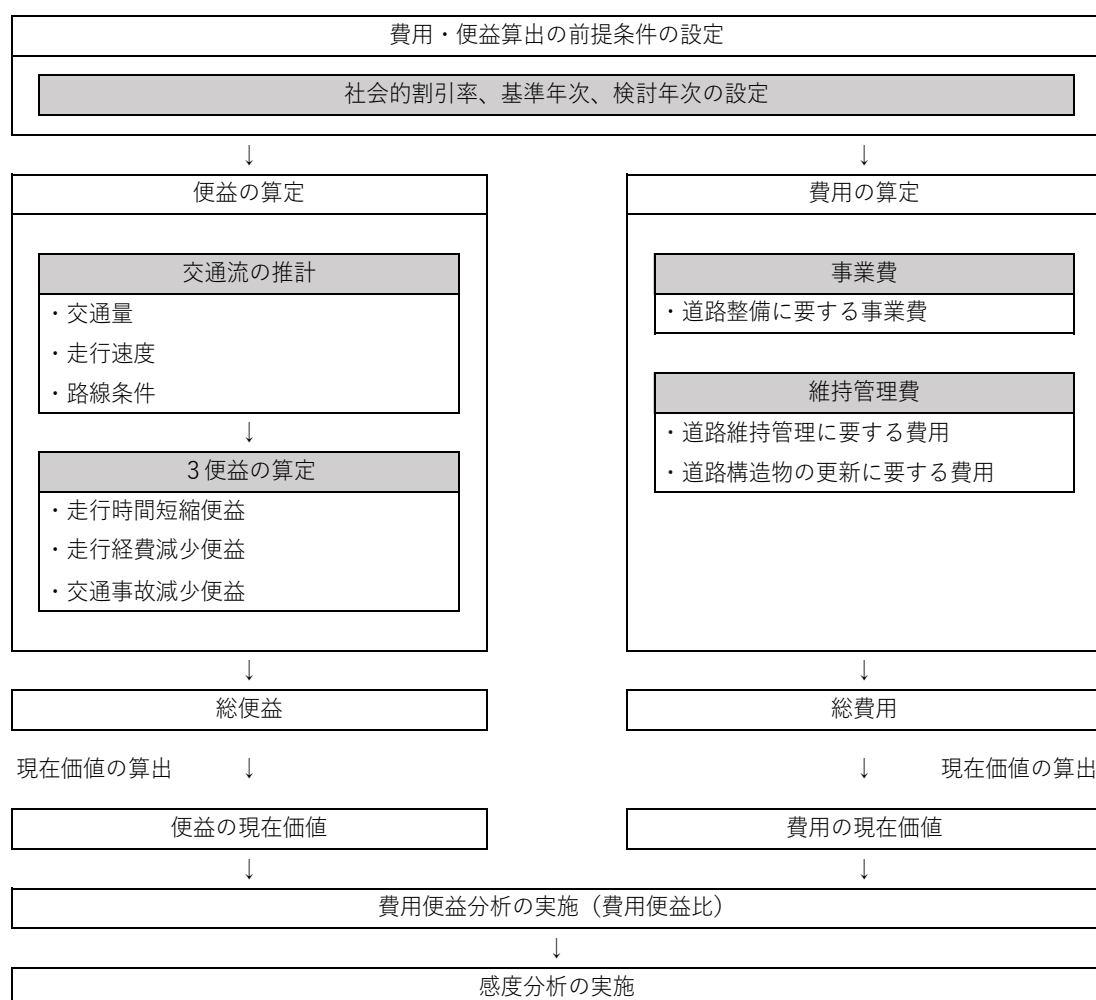


図 1-1 道路事業の費用便益分析の基本的な流れ

出所：国土交通省道路局・都市局（2023）p.3 をもとに筆者作成

表 1-1 は、わが国の事業評価制度の採用をめぐる略年表である。事業評価における費用対効果分析導入の歴史は、橋本・森田 (2018) や岩倉・家田 (1999)、湧口・太田 (2001)、栗山 (2005) をはじめとする多くの文献で整理されている。

わが国の公共事業に対して本格的に費用対効果分析が導入されたのは 1990 年代後半からであるとされる⁴。橋本・森田 (2018) や湧口・太田 (2001) によると、1996 年 11 月 7 日に橋本龍太郎総理大臣 (第 83 代内閣総理大臣) が関係 6 省庁 (北海道開発庁、沖縄開発庁、国土庁、農林水産省、運輸省、建設省) に対して、公共投資の投資効果をより高めるため、費用対効果分析の活用等を計画的に推進するよう指示したとされる。同年 11 月 29 日の第 139 回国会 (臨時会) の所信表明演説では、「国民生活の質の向上に直結する分野」や「次世代の発展基盤となる分野」に対する社会資本の整備を重点的に進めることとあわせて、道路等をはじめとする公共事業の投資効果を高めるために、省の枠を越えた横断的な連携や建設コストの抑制、費用対効果分析の活用に取り組む旨も述べられている⁵。

その後、1997 年 12 月 5 日の橋本内閣の閣僚会合 (「物流効率化による経済構造改革特別枠」に関する関係閣僚会合) で、国による公共事業での新規事業採択段階での費用対効果分析の活用と再評価システムの導入について指示が出されたことを受けて、費用対効果分析を本格的に導入することが義務付けられたとされる。1998 年から 1999 年には、運輸省と建設省で新規事業採択時と再評価時の評価実施要領が公開されているほか、鉄道や空港、道路など交通インフラごとの評価マニュアルも整備された。1999 年から 2000 年にかけては、事後評価の導入に向けた検討も進められている。

2001 年 1 月には、中央省庁の再編が実施され、運輸省と建設省、北海道開発庁、国土庁が統合され、新たに国土交通省が誕生した。これを受けて、2001 年 7 月に新たに「国土交通省所管公共事業の新規事業採択時評価実施要領」と「国土交通省所管公共事業の再評価実施要領」が、2003 年 4 月に「国土交通省所管公共事業の事後評価実施要領」が策定されている。

⁴岩倉・家田 (1999) では、1990 年代以前から、鉄道プロジェクトにおける政策判断の場面では費用便益分析が活用されていたとし、1970 年代の整備新幹線の事業評価で評価指標の一つとして費用便益分析が用いられたことを明らかにしている。

⁵ 詳細は「第百三十九回国会における橋本内閣総理大臣所信表明演説」の原文を確認されたい。
<https://warp.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/11242326/www.kantei.go.jp/jp/hasimotosouri/speech/1996/shoshin-1129.html>

表 1-1 事業評価制度の導入をめぐる略年表

西暦(年)	月	主な出来事	日本経済の主な動向	総理大臣 (在職期間)
1995	1	建設省「大規模公共事業に関する総合的な評価方策検討委員会」設置	阪神淡路大震災	総理大臣 村山富市（94.6.30～96.1.11）
	6	「大規模公共事業に関する総合的な評価方策検討委員会」報告書発行		
1996	10	総理大臣による関係各省への指示	首相による日本版金融ビッグバン構想の発表	橋本龍太郎（96.1.11～98.7.30）
	11	139回国会 所信表明演説	「財政健全化目標について」閣議決定	
1997	12	行政改革委員会「行政関与のあり方に関する基準」提言		
	1	「運輸関係公共事業の投資重点化、建設コスト削減に関するプロジェクトチーム」発足		
	4	「財政構造改革の推進について」閣議決定	消費税を5%に引き上げ 改正独占禁止法の成立（持株会社の解禁等を含む）	
	6	「公共投資基本計画の改定」閣議了解		
	8	「運輸関係公共事業の投資の重点化、費用対効果分析、建設コストの削減等に関するプロジェクトチーム」発足		
	11			
	12	「物流効率化による経済構造改革特別格」に関する関係閣僚会合（総理大臣による公共事業への再評価システム導入指示）	「財政構造改革の推進に関する特別措置法」成立 北海道拓殖銀行、山一證券破綻 首相、金融・景気対策として10兆円規模の国債発行の方針を発表	
1998	2	運輸省「運輸関係公共事業 再評価検討委員会」設置 省議決定	長野五輪の開催	
	3	建設省「建設省所管公共事業の再評価実施要領」および「建設省所管公共事業の新規事業採択時評価実施要領」策定		
	6	運輸省「運輸関係公共事業の再評価実施要領」策定		
	12	「中央省庁等改革基本法」成立		
1999	1	「中央省庁等改革に係る大綱」決定	金融再生委員会の発足	小淵恵三（98.7.30～00.4.5）
	2		ゼロ金利政策の開始	
	3	運輸省「運輸関係公共事業の新規事業採択時評価実施要領」策定 建設省「社会資本整備に係る費用対効果分析に関する統一的運用指針」策定 公共事業関連 6 省庁「費用対効果分析の共通的な運用方針（試行案）」策定	金融再生委員会、大手15行への総額7.5兆円額の公的資金注入を承認	
	7		中央省庁再編関連法の成立	
2000	8	建設省「建設省所管公共事業の事後評価基本方針（案）」策定		
	3	運輸省「事後評価導入に向けた基本的枠組み」策定		
2001	12	行政改革大綱（政策評価の法制化および法案の国会提出の明記）	中央省庁の再編、内閣府への経済財政諮問会議の設置 日銀による量的緩和政策の開始（金利政策からの転換） 経済諮問会議、構造改革の指針（「経済財政運営の基本方針」）を決定	森喜朗（00.4.5～01.4.26） 小泉純一郎（01.4.26～06.9.26）
	1	「政策評価に関する標準的ガイドライン」策定		
	3			
	6	「行政機関が行う政策の評価に関する法律」公布		
	7	「国土交通省所管公共事業の新規事業採択時評価実施要領」策定		
	12	「国土交通省所管公共事業の再評価実施要領」策定		
2003	4	「政策評価に関する基本方針」閣議決定 「国土交通省所管公共事業の事後評価実施要領」策定	産業再生機構の発足	

出所：橋本・森田（2018）、岩倉・家田（1999）、湧口・太田（2001）、矢部 編（2016）をもとに筆者作成。

つづいて、費用対効果分析のうち、本章で分析対象とする道路整備事業の費用便益分析の詳細を確認する。道路整備事業は、国土交通省が公開する「費用便益分析マニュアル」に整理されている。先述の図 1-1 の通り、現在のわが国の道路整備では、便益項目のうちの「走行時間短縮便益」、「走行経費減少便益」、「交通事故減少便益」の3点（いわゆる、「3 便益」）の便益が金銭的に算出されている。それぞれの項目を、最新の年度の費用便益分析マニュアルで確認すると、以下の通りとされる。

1 つ目の走行時間短縮便益は、以下の式 (1.1) のように、道路整備が実施されない場合の総走行時間費用 (BT_0) と実施される場合の総走行時間費用 (BT_w) の差をとったもの (BT) である。総走行時間費用は式 (1.2) によって定義される。

$$BT = BT_0 - BT_w \quad \cdots (1.1)$$

$$BT_{0i} = \sum_j \sum_l (Q_{ijl} \times T_{ijl} \times \alpha_j) \times 365 \quad \cdots (1.2)$$

ここで、式 (1.2) の添字 i は、整備が実施される場合には W 、実施されない場合には O と表される。添字 j と l はそれぞれ、車種とリンクを表し、 Q は当該リンクにおける交通量、 T は当該リンクにおける走行時間、 α は車種に応じた時間価値原単位である。時間価値原単位は、機会費用をベースとして、ある自動車 1 台の走行時間が 1 分短縮された場合の時間価値を評価している。2 つ目の走行経費減少便益は、式 (1.3) のように、道路整備が実施されない場合の総走行経費 (BR_0) と実施される場合の総走行経費 (BR_w) の差をとったもの (BR) である。総走行経費は式 (1.4) によって定義される。

$$BR = BR_0 - BR_w \quad \cdots (1.3)$$

$$BR_i = (Q_{ijl} \times L_l \times \beta_j) \times 365 \quad \cdots (1.4)$$

ここで、 L は当該リンクの延長 (km)、 β は車種に応じた走行経費原単位である。走行経費原単位は、ある自動車 1 台が 1 分走行した場合の経費を表す。

3 つ目の交通事故減少便益は、式 (1.5) のように、道路整備が実施されない場合の交通事故による社会的損失 (BA_0) と実施される場合の交通事故による社会的損失 (BA_w) の差をとったもの (BA) である。社会的損失は式 (1.6) によって定義される。

$$BA = BA_0 - BA_w \quad \cdots (1.5)$$

$$BA_i = \sum_l (AA_{il}) \quad \cdots (1.6)$$

ここで、 AA は当該リンクにおける交通事故の社会的損失を表す。

表 1-2 の通り、道路整備によって発現する効果は先述の 3 便益に限らない。このうち、ストック効果は、当該インフラを利用することにより利用者が直接享受する直接効果と、直接効果から波及して生じる間接効果（波及効果）に大別される。

表 1-2 道路整備の効果

効果の分類			効果の分類		費用便益分析に含まれる項目
投資効果	ストック効果	直接効果	道路利用に関する効果	走行時間短縮	○
				走行経費節約	○
				交通事故の減少	○
				定時性の確保	－
				走行快適性向上	－
				歩行安全性・快適性向上	－
			環境	大気汚染	－
				騒音	－
				景観	－
				その他	－
		間接効果	輸送費用低下の効果	生産コストの低減	－
				物価の低下	－
			交通立地条件向上の効果	生産力拡大	－
				地域開発の誘導	－
				沿道利用の高度化	－
				生活圏域の拡大	－
				公共公益サービスの広域化	－
				都市のアメニティ向上	－
				防災・安全性の向上	－
				その他	－
	フロー効果	間接効果	事業支出の効果	有効需要創出（乗数効果）	－

出所：奥平（1999）p.48 と国土交通省道路局・都市局（2023）をもとに筆者作成

事後評価では、直接効果と間接効果を定量的に評価する取り組みが進んでいる一方、新規採択・再評価時の費用便益分析では、直接効果のうちの 3 つの便益のみに焦点が当てられ、保守的に便益が算定される。これは、各項目が金銭的に正確に評価可能であり、かつ重複計算の恐れが少ないと見込まれる項目であることによる⁶。しかし、中洲ほか

⁶ 便益の二重計算の問題に関しては、多くの研究が蓄積されている。Kanemoto and Mera（1985）などをはじめとする理論研究から、価格の歪みが存在しないファースト・ベストの経済のもとでは、間接効果が相殺されることが明らかにされ、間接効果を加えて便益を計測すると二重計算と

(2021)でも記される通り、遺漏が少なくなるよう整備効果を計測するためには、より多様な効果を含めた分析が必要である。そのため、2024年9月には「公共事業評価の費用便益分析に関する技術指針」が改訂された(国土交通省(2024))。同指針では、計測すべき便益として「評価手法の確立、評価値の精度向上に向けた検討が必要な効果であっても、その旨明示した上で、必要に応じて貨幣換算化し、参考比較のため、これらの便益を計上した値を設定しても良い」(同上、p.13)とされた⁷。

以上のように、近年では、現在の費用便益分析に反映されていない各種の効果を正確に計測し、分析精度をより高める取り組みが重要となっている。本章で取り組むストック効果の定量的分析は試論ではあるものの、こうした取り組みに貢献する研究である。

1-4. 復興道路の概要

1-4-1 復興道路のルート設定

つづいて、本章で焦点をあてる復興道路の概要を説明する。2011年3月11日に東日本大震災が発生し、被災3県と呼ばれる岩手県、宮城県、福島県を中心に甚大な被害が発生した。4月11日には、震災からの復興にかかる諮問機関として、被災3県の知事や、防災・危機管理、土木工学、建築、政治学、民俗学など多様な分野の有識者から構成される東日本大震災復興構想会議が設置された。6月25日には、同会議による「復興への提言」が公開された。提言では、震災以前の状態を取り戻す「復旧」を目標とするのではなく、震災以前よりもより良い状態を創りだすことを目指す「創造的復興」が目標とされた。東日本大震災からの復興を目指す様々な計画で使用されている「創造的復興」という用語は、1995年1月の阪神・淡路大震災からの復興を目指す中で使用された用語であり、近年では地震や水害など大規模災害からの復興を目指す際の重要なキーワードとして強調されている⁸。6月25日に公開された「復興への提言」(復興庁(2011))では、地域経済を支える基盤を強化するための施策のひとつとして、太平洋沿岸や東北自動車道と太平洋沿岸を接続する道路網の強化が提言された。震災当時、三陸沿岸では高速道路の供用率が約36%であり、多くの車両が被災した国道45号を通行していたとされる⁹。その結果、物資の輸送などの際に、混雑等が深刻な問題となった。

また、道路網の強化に向けた提言が出された背景には、道路整備によって期待される地域経済活性化の効果に加えて、リダンダンシーの確保という観点が考慮されている。東北自動車道や並走する国道45号線と合わせて三陸縦貫道を整備し、ネットワークを

なると示されている。

⁷ 国土交通省(2024)の第5節第1項を参照のこと。

⁸ 1995年7月に策定された阪神・淡路震災復興計画でも「創造的復興」を成し遂げることが重要であることが強調されている。また、2016年に発生した熊本地震の被災地である熊本県でも、復興に向けた県の方針のキーワードに「創造的復興」があげられている。

⁹ 復興道路 HP ルート決定の経緯を参照のこと。

(<https://www.thr.mlit.go.jp/road/fukkou/content/summary/root.html>)

多重化することによって、いずれかの道路で災害が発生しても別のルートを使用することで代替が可能となり、発災時に現地のサプライチェーンが分断される可能性を低下させることができる。

提言を受けて7月から8月にかけて、太平洋沿岸をつなぐ復興道路と東北自動車道と太平洋沿岸をつなぐ復興支援道路の具体的なルートが確定された。隅蔵（2013）は、ルート決定のプロセスの概略を紹介している。これによると、まず、市町村や地域住民に対して、道路が通過すると予想される範囲（1km幅）を提示して意見を聴取し、その後、8月には通過範囲をより狭めた形（50m幅）で公表するとともに、インターチェンジ（IC）の位置も提示し、再度、地元からの意見を聴取するというプロセスが取られた。11月21日には、第三次補正予算が成立し、三陸沿岸道路の未事業化区間が復興道路として、宮古盛岡横断道路や東北横断自動車道釜石秋田線の釜石～花巻間、東北中央自動車道の相馬～福島間が復興支援道路として整備されることとなった（図1-2、図1-3）。復興道路および復興支援道路はいずれも高規格幹線道路ないし地域高規格道路であり、両道路の整備は復興に向けたリーディングプロジェクトに位置付けられている。

復興道路の設計に際しては、平時の地域住民の暮らしを支えることに加えて、災害時に命を守る機能をもった道路を整備することが前提とされた。同時に、低コストの整備も重視されており、これらを実現するために以下の6つの設計コンセプトが定められた。

- （1）強靱性の確保
- （2）低コストの実現
- （3）復興まちづくりの支援
- （4）拠点と連絡するIC等の弾力的配置
- （5）避難機能の強化
- （6）ICTによる通行可能性把握

復興道路プロジェクトの場合、津波の被害が甚大であった三陸地域を結ぶという特性から、強靱性の確保は重要な課題とされた。実際に、三陸縦貫自動車道の区間では可能な限り津波浸水区域を避けたルートが採用されており、95%が当該区域を回避しているとされる¹⁰。また、低コストによる整備を進めるために、従来の4車線かつトランペット型ICによる整備だけではなく、2車線整備かつコンパクト型ICによる整備も地域の実情に合わせて導入することが示された。

道路整備に際しては、住民の利便性や地域の産業拠点へのアクセスの良さなど、復興まちづくりを意識した整備が行われている。これに合わせて、ICの配置も弾力的に進

¹⁰ 復興道路 HP 三陸沿岸道路の新たな考え方

(<https://www.thr.mlit.go.jp/road/fukkou/content/summary/root.html>) を参照のこと。

めていく方針が示されており、産業拠点だけでなく、地域の防災拠点や拠点病院へのアクセスの良さなどを考慮した柔軟な IC 配置が進められたとされる。(5)の避難機能の強化については、震災発生時に三陸沿岸道路の既開通区間であった釜石山田道路が避難場所として機能し、地域住民の命を守った事例が見られたことから、三陸沿岸道路を避難場所として活用できるよう、緊急避難路や避難階段の設置などが進められている¹⁾。最後の ICT による通行可能性把握に対しては、ITS スポットや民間のプローブデータ等を活用することで、災害発生時に通行可能なルートをドライバーにリアルタイムで提供する体制が整えられている。

図 1-2 釜石以北の復興道路および復興支援のルート

出所：復興道路 HP (<https://www.thr.mlit.go.jp/road/fukkou/>)



図 1-3 釜石以南の復興道路および復興支援のルート
(2021 年 12 月時点、全線開通)

出所：復興道路 HP (<https://www.thr.mlit.go.jp/road/fukkou/>)

1-4-2 復興道路の整備財源

本節では、復興道路の建設財源の制度的根拠を確認する。一般に、高速道路、有料道路、一般国道や地方道など道路の新設、改築、修繕事業等の財源には、2009 年以前は道路特定財源が、2009 年以降は一般財源が主に使用されている。他方、復興道路の建設財源は通常の道路事業のスキームと異なり、東日本大震災復興特別会計（以下、復興特会）という震災復興を目的とする特別会計からの資金と、交付税及び譲与税配付金特別会計からの資金が使用されている。

復興特会は平成 23 年法律第 117 号「東日本大震災からの復興のための施策を実施するために必要な財源の確保に関する特別措置法」（以下、復興財源確保法）の附則第 17 条第 1 項の規定をもとに、2012 年から設置されたとされる。設置の目的は、「特別会計

に関する法律」（平成 19 年法律第 23 号）（以下、特別会計法）に記されており、復興に向けた国の資金の流れの透明性の確保と復興債の適切な償還であるとされる。

図 1-4 に復興特会の主要な歳入・歳出項目を示す。主な財源は、復興債発行収入と復興特別税による収入、一般会計からの繰入れである。復興債発行収入（復興公債金）は、復興財源確保法の第 69 条にもとづき発行される復興債からの収入である。復興特別税は、復興財源確保法の第 6 条から 39 条に規定される復興特別所得税と第 40 条から 68 条に規定される復興特別法人税の 2 種類に大別される。また、特別会計法 227 条にもとづいて、一般会計から復興特会に繰り入れがあり、歳入の柱のひとつとなっている。

歳出は主に予備費を含む東日本大震災復興費用と、交付税及び譲与税配付金特別会計にあてられている。復興道路の財源は両項目にわたっており、国費負担分は前者から、直轄負担金分は後者から支出される。2013 年以前までは、国費負担分は、復興特別会計から社会資本整備事業特別会計（以下、社整特会）の道路整備勘定に繰り入れられ、同勘定から東日本大震災復興地域連携道路事業費として支出された。

他方、直轄負担金分は、復興特会から交付税及び譲与税配付金特別会計の交付税及び譲与税配付金勘定に繰り入れられ、同勘定から地方交付税交付金（震災復興特別交付税）として支出された。2014 年以降は、社整特会と交付税及び譲与税配付金特別会計内の勘定が廃止された影響から、支出スキームが図 1-5 のように変更された。国費負担分は、従来の社整特会に繰り入れる形から、復興特会から直接支出する形となり、東日本大震災復興事業費として資金が支出されている。一方、直轄負担金分は、従来と同様に、復興特会から交付税及び譲与税配付金特別会計に繰り入れられ、地方交付税交付金（震災復興特別交付税）として支出されている。以上のようなスキームのもとで、復興道路事業への国費充当率は 3 分の 2 となっており、本来の地方負担分 1.7%も含めた残りの直轄負担金の相当額を全て交付税で補うことにより地元負担が実質的に生じない形で整備が進められた。

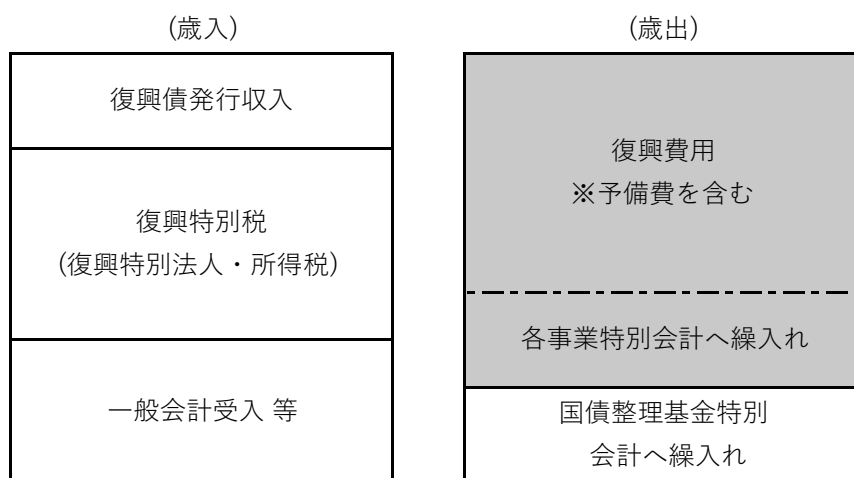
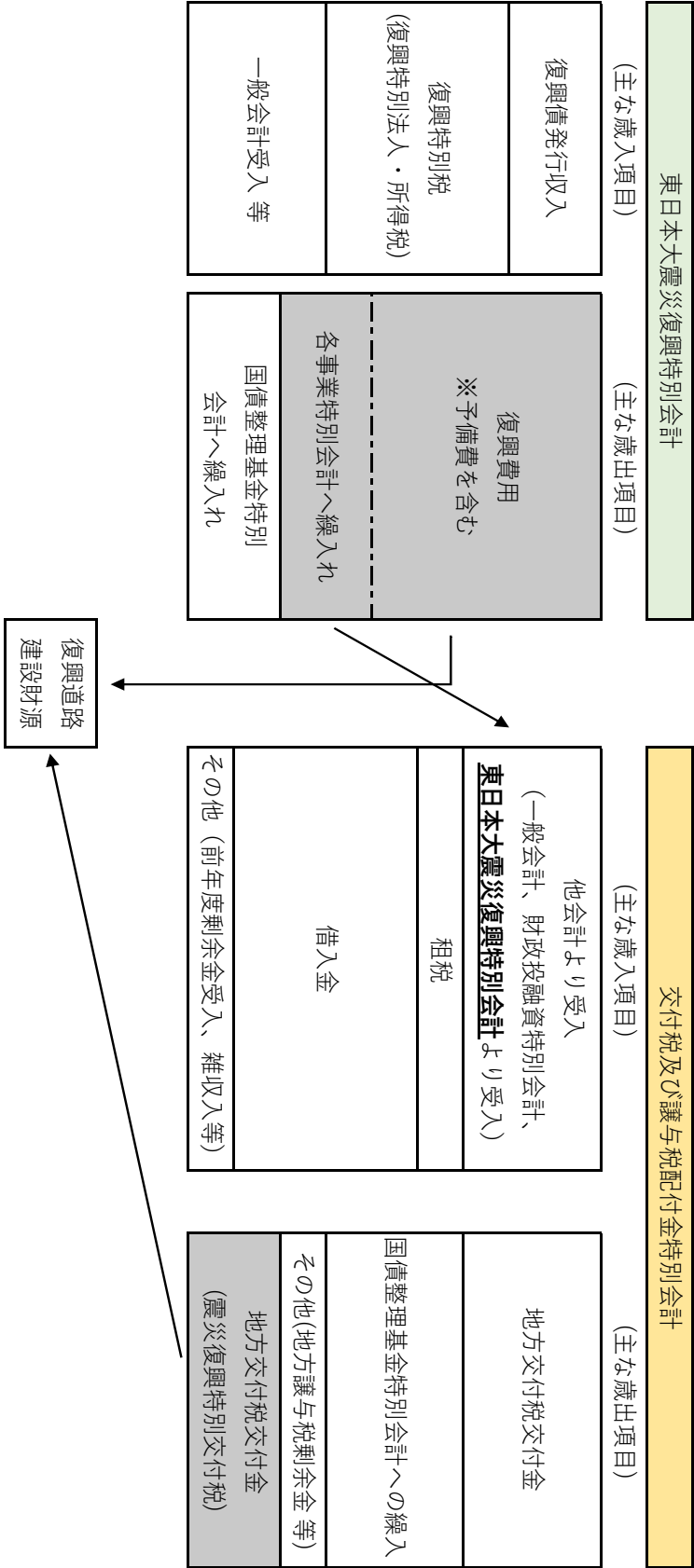


図 1-4 東日本大震災復興特別会計の歳入・歳出の概要

出所：平成 24 度版 特別会計ガイドブック p.227 をもとに筆者作成

図 1-5 復興道路の財源と支出スキーム



出所：東日本大震災復興特別会計歳入歳出予定額各目明細書および
各年度版 特別会計ガイドブックをもとに筆者作成。

1-5. 復興道路沿道上の市町村の都市構造

前節では、復興道路のルート設定の経緯と財源の概要を説明した。本節では、復興道路沿道に位置する市町村の都市構造に触れておきたい。沿道の市町村の人口規模は図 1-6 の通りである。ただし、復興道路整備による人口変動の影響を除くため、震災前の都市規模を示した。沿道で最大の都市は政令指定都市の仙台市（人口：約 101.6 万人）であり、人口規模で 2 位以下の都市を大きく引き離している。中核市に指定され、三八上北地方の中心都市となっている第 2 位の八戸市（人口：約 23.7 万人）と、石巻都市圏の核都市である 3 位の石巻市（人口：約 16.3 万人）を除く各市町村の人口規模は 10 万人未満である。

同様の傾向は、東北の都市システムを対象に都市階層を分析した高野（2010）でも明らかにされている。具体的には、Ⅰ：広域中心都市、Ⅱa：県庁所在地級都市、Ⅱb：県域の副次中心都市、Ⅲ：数群にまたがる中心市、Ⅳ：郡中心都市、Ⅴ：郡中心・副次中心地の 5 つに階層を分類し、各都市がどの階層に属するかが明らかにされている。復興道路沿道の各都市は、以下のように分類されている。ここから、八戸や石巻など各地域内で核となる都市は散見されるものの、沿道地域全体に影響を与えるような広域での影響力を有する都市は仙台のみであることがわかる。

Ⅰ：広域中心都市

仙台

Ⅱa：県庁所在地級都市

なし

Ⅱb：県域の副次中心都市

八戸

Ⅲ：数郡にまたがる中心市

石巻

Ⅳ：郡中心級市

宮古、釜石、気仙沼

Ⅴ：郡中心・副次中心地

その他の都市

本章の分析の中心は新設直轄としての復興道路のストック効果であるものの、既存の人口や産業の分布の影響は考慮せざるをえない。とりわけ、仙台市からのスピルオーバーの影響は大きいと予想されるため、まず、復興道路沿線の都市人口の現状分析を通じ、仙台市の影響をあらためて明らかにしておきたい。

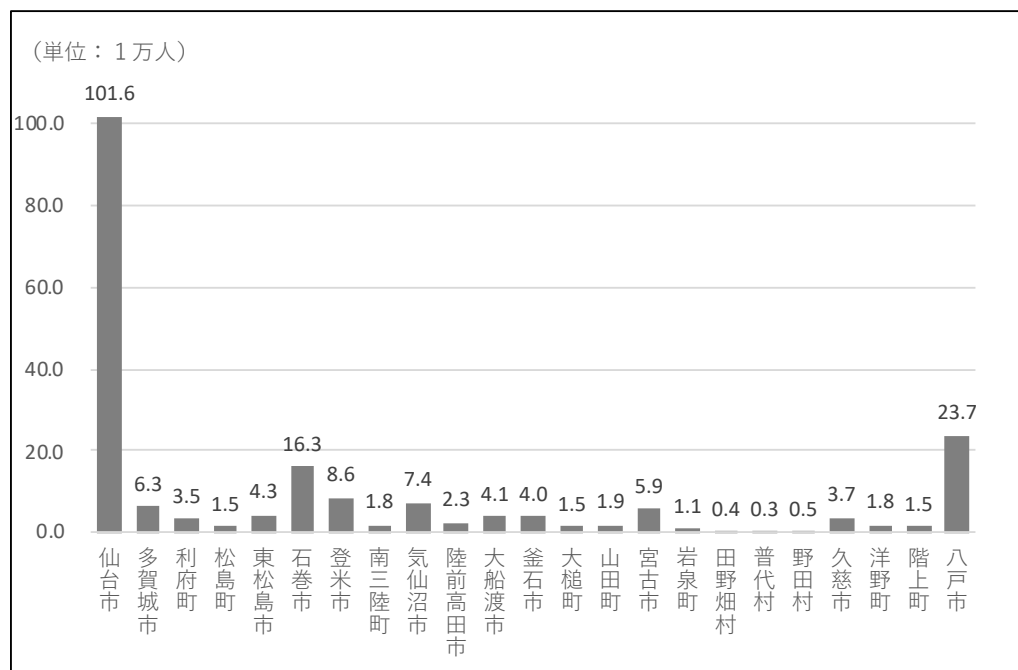


図 1-6 復興道路沿道の都市規模（震災前：2010 年）

出所：日経 NEEDS 住民基本台帳 人口
（日本人住民）データをもとに筆者作成

そこで、復興道路沿道地域の都市構造と仙台市の中心性を定量的なモデルから把握するため、ランク・サイズルール（都市の順位・規模法則）による分析を試みる。ランク・サイズルールは通常、都市の規模を表す S と都市規模に対する順位 R の 2 つの変数と、 α と k という 2 つの定数から構成され、以下の式 (1.7) のように表される。両辺に対数を取り、変換すると式 (1.8) が得られる。

$$R \cdot S^{\alpha} = k \quad \dots (1.7)$$

$$\ln R + \alpha \ln S = \ln k \quad \dots (1.8)$$

ここでは、式 (1.8) を変形し、誤差項を加えた式 (1.9) を使用し、沿道の 23 市町村の 2010 年の人口データを対象に、ランク・サイズルールが成立するか分析する。

$$\ln R = -\alpha \ln S + \beta + \varepsilon \quad \dots (1.9)$$

ここで、復興道路沿道上にある市町村の人口の順位を R 、市町村人口を S とし、 β は式 (1.8) の k の対数值（定数）、 ε は誤差項を表している。説明変数（市町村人口）の基本統計量は表 1-3 の通りであり、最小は普代村の 3088 人である。

分析結果は表 1-4 の通りであり、図 1-7 に散布図とともに回帰直線を示した。人口と定数がいずれも統計的に 5%水準で有意となっており、符号条件も満たしていることから、基本的にランク・サイズルールが成立していることが明らかになった。これは、日本の都市圏人口が法則に従うことを示した高橋（2012）や佐々木・文（2000）の記述とも一致する。特に、1990 年の東北地方の都市にもランクサイズルールが当てはまることを示した佐々木・文（2000）と同様の結果が得られたことから、復興道路沿道地域の都市構造は、東北地方の全体的な都市構造とほぼ同様であると推察される。

表 1-3 基本統計量（復興道路沿道の都市人口）

データ数	最小値	最大値	平均	標準偏差
23	3088	1016096	88669.87	209436.20

表 1-4 ランク・サイズルールの分析結果

被説明変数	順位（対数）
人口（対数）	-0.60*** (-15.43)
定数項	8.40*** (20.89)
R2	0.919
観測数	23

注 1：分析には STATA17 を使用した。

注 2：***は 5%水準で統計的に有意であることを示している。

注 3：カッコ内の数値は t 値を表す。

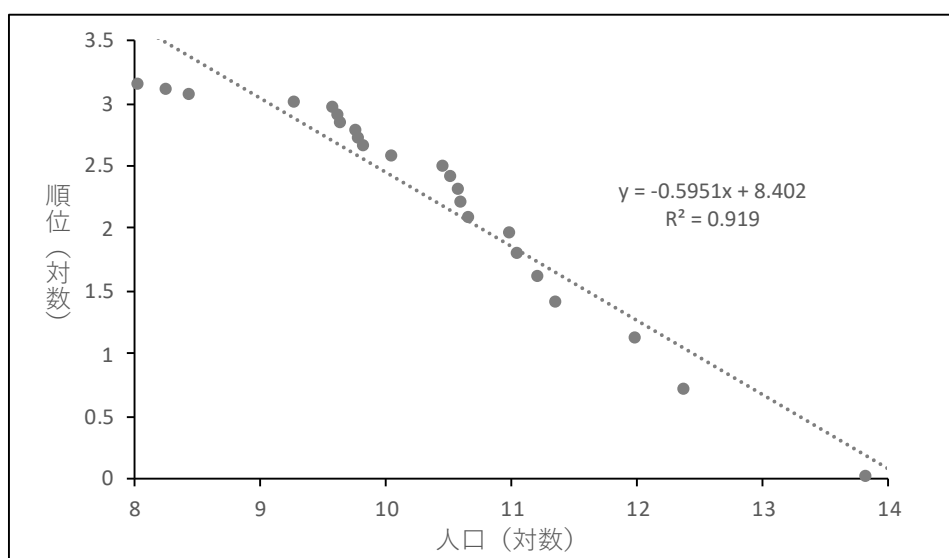


図 1-7 順位と人口の関係

つづいて、首位都市（プライメート・シティ）の首位性を計測するプライマシィ指数（首位性指数）をこの結果に適用して考察する。代表的なプライマシィ指数には、高橋ほか（1997）などで紹介される Two-city Index や、張（2006）や Tang et al.（2019）で紹介される Four-city Index などがある。それぞれの指標は、以下の式（1.10）と（1.11）から求められる。

$$\theta_2 = P_1 / P_2 \quad \cdots (1.10)$$

$$\theta_4 = P_1 / (P_2 + P_3 + P_4) \quad \cdots (1.11)$$

ここで、 θ_2 は Two-city Index、 θ_4 は Four-city Index を、 P_i は順位 i の都市の人口を表している。両式をもとに、プライマシィ指数の理論値を計算すると、Two-city Index は 3.21、Four-city Index は 1.76 となる。一方、実際の人口データを用いて両指標を計算すると、Two-city Index は 4.28、Four-city Index は 2.09 と、いずれも理論値よりも高くなる。ここから、復興道路沿道の都市構造は、高野（2010）の分析と同様に、首位都市である仙台市に人口が集中した状態であることが示された。

以上の結果から、復興道路沿道を分析するにあたり、大都市かつ首位都市である仙台市の影響を考慮することが不可欠である。

1-6. 先行研究

インフラ整備の効果を扱った研究には枚挙に暇がない。例えば、整備効果を定量的に分析した初期の研究として、Ratner（1983）や Aschauer（1989）をあげることができる。

Ratner（1983）は、1949 年から 1973 年のアメリカのデータを用いて、民間資本と労働とともに社会資本を加えたコブ・ダグラス型の生産関数を推定している。推定結果から、民間資本とともに社会資本が生産性向上に寄与していることが統計的に明らかにされている。Aschauer（1989）も同様に、アメリカのデータを用いて公共投資と経済成長との関わりを実証的に分析している。1949 年から 1985 年のデータを使用した生産関数の推定から両者の関係が明らかにされており、非軍事部門の公的資本ストックが生産性に正の影響を与えていることが示されている。さらに、道路や高速道路、空港、大量輸送、下水、水道といった「コア・インフラ」が生産性に対して大きな影響を与えていることも示されている。

Aschauer（1989）は早期の定量的分析の代表的研究として知られており、この論文が発表されて以降、世界各国の研究者が同様のテーマでの分析を進めたとされる。整備効果に焦点を当てたその後の多くの研究では、インフラ整備が生産性に正の影響を与えることが示唆されており、わが国に焦点を当てた研究をレビューした村田・大野（2000）でも同様の結果が主張されている。村田・大野（2000）は、国内ではコブ=ダグラス型

の生産関数を用いた分析が主流となっており、多くの論文で生産関数の推定から社会資本が生産性に正の影響を与えるという結論を導き出しているとしている。さらに、レビューから、社会資本が生産性に与える影響を表す弾力性の値は、おおむね 0.25 から 0.32 程度であることなどを明らかにしている。

一方、Aschauer (1989) のようなマクロ環境での分析ではなく、高速道路の整備が住宅価格に与える影響を分析した Boarnet and Chalermpong (2001) や高速鉄道の整備が地価に与える影響を分析した肥田野ほか (1992) などのように特定の交通インフラの整備効果に着目した文献も少なくない。前者の論文では、カリフォルニア州のオレンジカウンティで新たに高速道路が整備された際のデータをもとにする分析から、アクセスの利便性に応じて住宅価格にプレミアムが発生すること、すなわち高速道路へのアクセスが良い地域ほど住宅価格が高まることを示している。後者では、仙台市の一部の地域を対象に東北新幹線の整備による地価上昇額を計測し、整備によって正の効果が発現していることを明らかにしている。また、この効果が商業・業務地面積の広い都心部に多く帰着することも示唆している。

近年では、Yoshino and Abidhadjaev (2016)、近藤 (2017)、Zhang et al. (2020) をはじめ、差の差 (DID) 分析に代表される準実験の枠組みを用いた研究も増加している。Yoshino and Abidhadjaev (2016) は、九州新幹線を取り上げ、インフラ整備が県レベルの税収や地域経済に与える影響を分析している。広島や大阪などの大都市との接続により、九州地域の税収に正の影響が見られたとしている。また、近藤 (2017) は、九州新幹線の鹿児島ルートと大分自動車道を分析対象とし、人口、税収および地価などの地域経済の各種指標へのインフラ整備の影響を分析している。九州新幹線の開業により各種指標が改善し、開業効果は福岡市 (博多駅) から離れるほど減衰することが明らかにされた。また、長江デルタ地域の高速道路の整備効果を分析した Zhang et al. (2020) は、傾向スコアマッチングを使用した PSM-DID と呼ばれる手法等を使用し、インフラ整備が地域の GDP 向上に寄与していることを明らかにした。

また、交通インフラ整備の効果に関する邦語・英語文献をレビューした論文も見られている。朝日 (2022) は、わが国の道路インフラ整備にかかる事業評価システムや事後評価における課題を整理するとともに、道路・空港・鉄道などを含む交通インフラ整備効果を計測した国内外の文献をレビューしている。各種の文献から、整備効果を測るための指標が多様であることや、分析結果にばらつきが大きいことを明らかにしている。織田澤・大平 (2019) は、統計的因果推論の手法を用いた研究に焦点を当てたレビューを通じて、因果推論の代表的な手法を概説し、因果推論のアプローチを事後評価へ適用する際の論点を整理している。

以上の先行研究のレビューを通じて、交通インフラの整備効果を分析するうえで統計的因果推論のアプローチが有効であることや、整備が地域のさまざまな経済指標の改善に寄与することなどが明らかになった。さらに、地域の中心都市からの距離が大きくな

るにつれて整備効果が減衰する可能性も示唆されている。これは、大都市とその周辺ほど交通インフラ利用者が多いことに起因するだろう。一方、これは、大都市からの正の便益が沿道の地方都市に波及していることを示す結果ともとらえることができる。他方、交通インフラ整備の効果を計測した研究の中には DID 分析の考え方を適用しているものの、分析上必要な仮定を十分に満たしているとは言えないものも散見される。特に、わが国の交通インフラの整備効果をより厳密な DID 分析を適用して分析している論文は限定的である。そこで、本章では、Yoshino and Abidhadjaev (2016) や近藤 (2017) 、Zhang et al. (2020) などにならない、因果推論の手法のひとつである DID 分析を応用した手法をベースに整備効果を定量的に計測する。

1-7. 仮説の設定と分析の概略

本章で分析対象とする復興道路は、東北地方最大の都市である仙台市を起点に三陸地域の各都市を結んでおり、大都市からの正の便益の波及を計測するのに適している。そこで、本章では復興道路を対象とし、ストック効果を表現しうる複数の指標を分析する。ストック効果は主に、安心・安全効果、生活の質向上効果、生産性向上効果に大別されている (図 1-8)。復興道路整備事業では、災害時の代替機能の確保や災害発生時の被害の軽減などが安心・安全効果として見込まれるほか、地域内の中心都市への移動時間の短縮による住民の利便性の向上などが生活の質向上効果として想定されている。また、企業の生産活動の活発化や流通の活性化などが生産性向上効果として想定されている。分析で使用する住宅地地価は、地域住民の利便性向上により上昇することから主に生活の質向上効果を、人口は、地域の生活しやすさや雇用の状況などによって変化するため、主に生活の質向上効果や生産性向上効果を、商業地地価は、地域内の商業の活性化、すなわち、生産活動の活発化によって上昇することから主に生産性向上効果を表す変数と捉えられる¹²。

先行研究にもとづき、以下の 4 つの仮説を検証する。東北経済の中心地である仙台市 (仙台駅) からの正の便益の波及に対する距離の影響を計測するため、近藤 (2017) にならない仮説 (2) を、新規開通区間が開通済み区間と接続する効果を計測するため、仮説 (3) を設定している。既開通区間に接続して新規開通区間が整備されれば、他都市へのアクセシビリティが向上する。そのため、住民の利便性向上や、都市間の流通活性化などによりストック効果が高まると考えられる。また、ストック効果は中長期にわたって得られる効果と定義されることから、年数の経過による効果の変化を把握するために仮説 (4) を設定している。

¹² 国土交通省 (2017) を参照のこと。なお、安心・安全効果は、定量的な評価が難しいことから、本分析では対象外とした。

- 仮説（１）：インフラ整備により地域の各種指標が改善する。
- 仮説（２）：インフラ整備により地域の各種指標が改善し、かつ仙台市からの距離が増大するにつれて整備効果が減衰する。
- 仮説（３）：インフラ整備により地域の各種指標が改善し、かつ震災前から三陸沿岸道路の開通済み区間がある市町村ほど整備効果が大きくなる。
- 仮説（４）：インフラ整備により地域の各種指標が改善し、かつ開通からの年数が経過するほど整備効果が大きくなる。

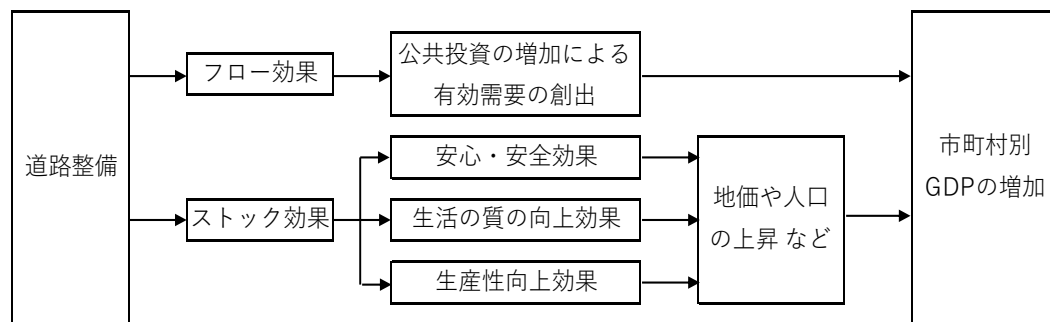


図 1-8 道路整備の効果

出所：国土交通省（2021）p.158、後藤（2017）p.411 をもとに筆者作成

本章では復興道路が通る 3 県（青森・岩手・宮城）の全市町村を分析対象とするパネルデータを作成し、分析した。分析期間は 2012 年から 2020 年までの 9 年間である。分析に使用した主な変数と基本統計量は表 1-5 の通りである。市町村別名目 GDP（市町村民経済計算の名目 GDP）のデータは、各県の HP および統計書から取得した¹³。地価および人口に関する指標は日経 NEEDS から取得している¹⁴。復興道路の開通状況のデータは、復興道路・復興支援道路情報サイトより取得し、市町村内のいずれかの地点に復興道路が開通していれば処置群とした¹⁵。

¹³ 市町村民経済計算で全市町村分が公開された最新のデータは 2017 年度のものであるため、データ数 648 となっている。

¹⁴ 日経 NEEDS のデータの仕様から、住宅地地価は地価公示の住宅地の市町村内での平均価格、商業地地価は地価公示の商業地の市町村内の最高価格となっている。また、地価のデータ数は、域内に地価ポイントがない市町村があるため、少なくなっている。人口のデータには、2012 年から連続してデータが取得可能な住民基本台帳の人口（日本人住民）を用いた。

¹⁵ 詳細は国土交通省東北地方整備局道路部（2021b）を参照のこと。

表 1-5 主な変数の基本統計量

	データ数	最小値	最大値	平均	標準偏差
人口（対数値）	972	7.20	13.86	9.88	1.19
市町村名目GDP（対数値）	648	8.20	15.50	11.02	1.27
住宅地地価（対数値）	774	8.65	11.48	9.88	0.53
商業地地価（対数値）	643	2.40	8.30	3.58	0.80
復興道路開通の有無	972	0	1	0.21	0.41
仙台市からの距離	972	0	361.35	164.75	110.09

本章では、分析手法に、因果推論のモデルのひとつである PSM-DID を採用した。この手法は2段階からなっている。第1段階では、主体 i が処置群 ($z=1$) に存在する確率を示した傾向スコアを計算し、得られたスコアを基準に処置群と統制群から最もスコアが近いペアをマッチングしている。そして、第2段階では、マッチングされた処置群と統制群を統計的に比較した差の差分分析を実施している。この手法は織田澤・大平(2019)でも紹介されているほか、Zhang et al. (2020) でも使用されている。サンプルの属性の近さなどをコントロールすれば、この手法はマッチングを使用しない DID 分析と比べてより正確な DID 推定量を推定できる。

1-8. 分析結果・考察

本章で使用する傾向スコアは、各自治体の「復興道路が整備される確率」、すなわち各自治体が、処置群である復興道路整備地域にどの程度割り当てられやすいかを示している。分析にあたっては、多くの先行研究にならい、傾向スコアの計算に二項ロジットモデルを使用した¹⁶。表 1-6 に推計結果を示している¹⁷。使用した変数は、復興道路のルート決定の経緯を記した隅蔵(2013)や、国土交通省 東北地方整備局 道路部(2021a)、高速道路の傾向スコアを算出している Zhang et al. (2020) を参考に選択した¹⁸。

¹⁶ 傾向スコア算出には、予測確率を明示的に計算することが可能なロジットモデルやプロビットモデルが広く使用されている。近年では、機械学習モデルを使用したスコア算出手法が用いられた研究もある。分析には STATA17 を使用した。

¹⁷ 表 1-6 は、青森・岩手・宮城の全 108 市町村のクロスセクションデータによる分析の結果であり、説明変数には、震災発生前年（2010 年）の経済指標と国土地理院（2011）から計算した震災による浸水率（2011 年）を使用している。

¹⁸ 国道 45 号ダミーは、国道 45 号線が通る自治体を 1 とするダミー変数である。一般国道である 45 号線に沿って復興道路が整備されていることから、分析に導入した。

表 1-6 傾向スコアの計算

被説明変数	treatment	t値
一人あたりGDP	-2.20E-04	(-0.26)
人口	1.43E-05**	(2.29)
標高	0.004	(0.94)
浸水率	-0.017	(-0.00)
主要港からの距離	-0.011	(-0.43)
東北新幹線駅からの距離	0.043**	(2.41)
国道45号ダミー	3.376***	(3.87)
定数項	-3.805*	(-1.71)
Log Likelihood	-323.298	
Number of obs	108	
Pseudo R ²	0.477	

注 1 : ***は 1 %、**は 5 %、*は 10%水準で有意であることを示す。

注 2 : カッコ内の数値は t 値を表す。

表 1-6 からは、人口や東北新幹線の駅からの距離および国道 45 号線ダミーの係数が正で有意あり、人口集積があり、東北新幹線の駅から遠く、国道 45 号線沿道の地域ほど復興道路が整備されやすいことがわかる。人口が正に有意となったのは、人口が道路需要を規定する要因であるためだろう。一方、東北新幹線の駅からの距離が正に有意となったのは、新幹線はネットワークが整備された内陸部を走るが、道路はネットワークの整備がより必要な沿海部寄りに整備されたことを示している。また、国道 45 号線ダミーの係数は、復興道路が国道 45 号線の代替・補完的な役割を担うことを想定していたルート策定の経緯と符合する結果である。

表 1-7 主な変数のマッチング後の基本統計量

		データ数	最小値	最大値	平均	標準偏差
マッチング前	人口（対数値）	972	7.20	13.86	9.88	1.19
	市町村名目GDP（対数値）	648	8.20	15.50	11.02	1.27
	住宅地地価（対数値）	774	8.65	11.48	9.88	0.53
	商業地地価（対数値）	643	2.40	8.30	3.58	0.80
マッチング① 後	人口（対数値）	504	7.20	13.86	9.94	1.43
	市町村名目GDP（対数値）	336	8.22	15.50	11.08	1.49
	住宅地地価（対数値）	360	8.65	11.48	9.95	0.56
	商業地地価（対数値）	283	2.56	8.30	3.92	0.99
マッチング② 後	人口（対数値）	180	8.57	12.61	10.27	1.16
	市町村名目GDP（対数値）	120	9.34	13.87	11.26	1.26
	住宅地地価（対数値）	144	8.96	11.01	9.93	0.57
	商業地地価（対数値）	117	2.64	5.76	3.80	0.88

本章では、ロジットモデルで得られた係数から傾向スコアを算出したのち、DID 分析に使用するために処置群と統制群のマッチングを実施している。マッチングの手法には、多くの先行研究で使用されている最近傍マッチングを採用した。これは、処置群から無作為に抽出したデータと、最も近い傾向スコアを持った統制群に属するデータとをマッチングする手法である。この手法を使用する場合、スコアがやや離れたデータとマッチングする可能性があるため、許容領域（キャリパー）を設定することが一般的である。先行研究の多くは、Austin（2011）や Rosenbaum and Rubin（1985）にしたがってキャリパーを設定している。Austin（2011）は傾向スコアの推定値をロジット変換した値の標準偏差に 0.2 を乗じた値をキャリパーとすることを推奨しており、Rosenbaum and Rubin（1985）は、傾向スコアの推定値の標準偏差に 0.25 を乗じた値を推奨している。本章では、マッチング①で Austin（2011）の推奨したキャリパーを設定し、マッチング②で Rosenbaum and Rubin（1985）が推奨したキャリパーを設定し、それぞれマッチングを実施した。各マッチング後の基本統計量は表 1-7 に示している。分析では、①よりも②の手法の方がマッチングの基準が厳しくなっており、②の方がマッチングされたデータ数が少ない。

つづいて、固定効果を考慮した DID 分析の結果を示す。表 1-8 の各モデルは住宅地地価、表 1-9 の各モデルは商業地地価、表 1-10 の各モデルは人口、表 1-11 の各モデルは市町村別名目 GDP を被説明変数としている。モデル（1）から（4）、（9）から（11）、（15）から（18）、（23）から（26）はマッチング①によるマッチングデータを用いた。また、モデル（5）から（8）、（12）から（14）、（19）から（22）、（27）から（29）はマッチング②によるマッチングデータを用いた。仮説との関係を整理すると、仮説（1）

を検証するためのモデルは（１）、（５）、（９）、（１２）、（１５）、（１９）、（２３）、（２７）である。仮説（２）の検証には整備効果と仙台市からの距離の交差項を加えたモデル（２）、（６）、（１０）、（１３）、（１６）、（２０）、（２４）、（２８）を使用する。仮説（３）の検証には、整備効果と三陸沿岸道路の開通済み区間がある市町村を１とするダミー変数の交差項を加えたモデル（３）、（７）、（１７）、（２１）、（２５）を使用する¹⁹。また、仮説（４）の検証には、整備効果と開通からの年数の交差項を加えたモデル（４）、（８）、（１１）、（１４）、（１８）、（２２）、（２６）、（２９）を使用する。

仮説（１）に対応する各モデルの分析結果から、市町村別 GDP を除くすべての指標で正の整備効果が統計上有意に確認された。住宅地と商業地の地価はともに上昇したことを示し、これは、キャピタリゼーション仮説にもとづくヘドニックアプローチでインフラの整備効果を分析した各種の先行研究と符合する結果である。（３）を除く各モデルの係数を平均すると、復興道路の整備によって住宅地地価は約 12% 上昇、商業地地価も約 14% 上昇することが示された。人口に関しても、表 1-10 に示す通り、（１７）、（１８）、（２１）、（２２）を除く推計結果から、インフラ整備が人口流出を緩和する可能性が認められた。整備効果のパラメータを平均すると、非整備地域と比べて整備地域の人口は約 4% 上回る。他方、表 1-11 に示すように、GDP に対しては係数に正負のばらつきがあり、しかも統計上も有意ではないため、明確な整備効果は確認されなかった。ここには、市町村別 GDP のデータの公表状況から分析期間が短くなったことが影響している可能性がある。人口や地価が 9 年分のデータを使用できるのに対し、市町村別 GDP は 6 年分のデータしか入手できなかった。データを増やしての分析は、今後の課題としたい。

¹⁹ 商業地地価を被説明変数としたモデルと市町村別 GDP を被説明変数としたモデルの一部では、多重共線性から推定ができなかった。そのため、表からは省略している。

表 1-8 分析結果①（住宅地地価）

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
分析対象年	2012-2020	2012-2020	2012-2020	2012-2020	2012-2020	2012-2020	2012-2020	2012-2020
マッチング	①	①	①	①	②	②	②	②
被説明変数	ln住宅地地価	ln住宅地地価	ln住宅地地価	ln住宅地地価	ln住宅地地価	ln住宅地地価	ln住宅地地価	ln住宅地地価
整備効果 (仮説（１）)	0.081*** (3.19)	0.161*** (3.89)	0.070 (1.42)	0.067*** (2.93)	0.127** (2.91)	0.105* (1.76)	0.184*** (11.92)	0.110*** (3.28)
整備効果×仙台市からの距離 (仮説（２）)	—	-0.001*** (-2.76)	—	—	—	4.58E-04 (1.19)	—	—
整備効果×既開通区間ダミー (仮説（３）)	—	—	0.012 (0.20)	—	—	—	-0.075 (-1.40)	—
整備効果×年数 (仮説（４）)	—	—	—	0.010 (1.20)	—	—	—	0.009 (0.86)
定数項	10.002*** (469.92)	10.004*** (494.71)	10.002*** (469.59)	10.002*** (470.57)	10.038*** (320.18)	10.038*** (321.55)	10.038*** (323.09)	10.038*** (317.18)
年次ダミー	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes
観測数	360	360	360	360	144	144	144	144
R2 (within)	0.206	0.275	0.206	0.220	0.480	0.486	0.489	0.487

注１：***は１％、**は５％、*は１０％水準で有意であることを示す。

注２：カッコ内の数値はt値を表す。

表 1-9 分析結果②（商業地地価）

	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
分析対象年	2012-2020	2012-2020	2012-2020	2012-2020	2012-2020	2012-2020
マッチング	①	①	①	②	②	②
被説明変数	ln商業地地価	ln商業地地価	ln商業地地価	ln商業地地価	ln商業地地価	ln商業地地価
整備効果 (仮説（１）)	0.126*** (3.15)	0.245*** (3.28)	0.080** (2.51)	0.130*** (3.90)	0.137*** (4.99)	0.106*** (4.79)
整備効果×仙台市からの距離 (仮説（２）)	—	-0.001** (-2.16)	—	—	-3.89E-04 (-0.34)	—
整備効果×既開通区間ダミー (仮説（３）)	—	—	—	—	—	—
整備効果×年数 (仮説（４）)	—	—	0.034*** (3.04)	—	—	0.011* (1.90)
定数項	3.984*** (173.98)	3.987*** (181.62)	3.986*** (178.76)	3.92*** (106.02)	3.92*** (105.53)	3.92*** (105.50)
年次ダミー	yes	yes	yes	yes	yes	yes
観測数	283	283	283	117	117	117
R2 (within)	0.282	0.378	0.354	0.537	0.537	0.541

注１：***は１％、**は５％、*は１０％水準で有意であることを示す。

注２：カッコ内の数値はt値を表す。

表 1-10 分析結果③（人口）

	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)
分析対象年	2012-2020	2012-2020	2012-2020	2012-2020	2012-2020	2012-2020	2012-2020	2012-2020
Caliper	①	①	①	①	②	②	②	②
被説明変数	ln人口	ln人口	ln人口	ln人口	ln人口	ln人口	ln人口	ln人口
整備効果 (仮説 (1))	0.018* (1.95)	0.047*** (3.19)	-0.016 (-0.93)	0.009 (1.23)	0.038*** (2.14)	0.060*** (3.68)	-0.008 (-0.95)	0.020 (1.67)
整備効果×仙台市からの距離 (仮説 (2))	—	-2.59E-04 (-2.67)	—	—	—	-4.64E-04*** (-4.63)	—	—
整備効果×既開通区間ダミー (仮説 (3))	—	—	0.040** (2.15)	—	—	—	0.060*** (3.71)	—
整備効果×年数 (仮説 (4))	—	—	—	0.006** (2.51)	—	—	—	0.010* (1.80)
定数項	9.994*** (2096.73)	9.994*** (2168.03)	9.993*** (2140.45)	9.994*** (2107.75)	10.315*** (1515.16)	10.315*** (1582.45)	10.315*** (1567.58)	10.315*** (1528.30)
年次ダミー	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes
観測数	504	504	504	504	180	180	180	180
R2 (within)	0.744	0.760	0.752	0.756	0.733	0.752	0.750	0.757

注 1：***は 1 %、**は 5 %、*は 10%水準で有意であることを示す。

注 2：カッコ内の数値は t 値を表す。

表 1-11 分析結果④（市町村別名目 GDP）

	(23)	(24)	(25)	(26)	(27)	(28)	(29)
分析対象年	2012-2017	2012-2017	2012-2017	2012-2017	2012-2017	2012-2017	2012-2017
マッチング	①	①	①	①	②	②	②
被説明変数	lnGDP	lnGDP	lnGDP	lnGDP	lnGDP	lnGDP	lnGDP
整備効果 (仮説 (1))	0.043 (1.88)	0.060 (1.34)	0.878 (0.82)	0.031 (0.83)	-0.032 (-1.36)	0.000 (0.02)	-0.043 (-1.52)
整備効果×仙台市からの距離 (仮説 (2))	—	-1.66E-04 (-0.55)	—	—	—	-0.002* (-2.09)	—
整備効果×既開通区間ダミー (仮説 (3))	—	—	-0.052 (-0.48)	—	—	—	—
整備効果×年数 (仮説 (4))	—	—	—	0.015 (0.51)	—	—	0.010 (0.42)
定数項	11.011*** (525.03)	11.011*** (524.76)	11.011*** (525.22)	11.011*** (520.67)	11.244*** (569.53)	11.244*** (567.00)	11.244*** (566.79)
年次ダミー	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes
観測数	336	336	336	336	120	120	120
R2 (within)	0.161	0.161	0.162	0.162	0.201	0.202	0.202

注 1：***は 1 %、**は 5 %、*は 1%水準で有意であることを示す。

注 2：カッコ内の数値は t 値を表す。

復興道路整備が人口維持に貢献するという結果は、都市経済学で使用される地域間人口移動モデルからも解釈できる。以下では、地域内に A と B の都市があり、地域内の人口は固定されているモデルを用いて説明する。単純化のため、両都市に居住する住民が同質的であると仮定すると、地域の人口と住民の効用水準の関係は、石倉・藤井・辻（2017）でも示されるように、図 1-9 のような上に凸の曲線として図示される。ここで、 u は効用水準、 p は人口水準を表し、住民の効用水準が最も高くなる時の人口と効用水準の組は (p^*, u^*) で表される。人口が p^* にいたるまでは集積の経済が集積の不経済の大きさを上回り、効用水準は向上するが、 p^* を超える人口規模に到達した場合、集積の不経済が上回り、効用水準は低下する。高橋（2012）は代表的な集積の不経済として、交通混雑や公害、社会環境の悪化などの外部不経済の発生と、企業の集中による企業の利潤の低下をあげている。

図 1-9 をもとに交通インフラ整備を考慮した 2 地域モデルに拡張すると、図 1-10 のように表すことができる。ここで、 U_i ($i=A, B$) は交通インフラ整備前の人口と効用水準の関係を表す曲線であり、 U_i' ($i=A, B$) は交通インフラ整備後の人口と効用水準の関係を表す曲線である²⁰。

人口配分の均衡点からも明らかな通り、図 1-10 では、都市 A は人口の多い都市（大都市）であり、都市 B は人口の少ない都市（小都市）を仮定してモデル化している。

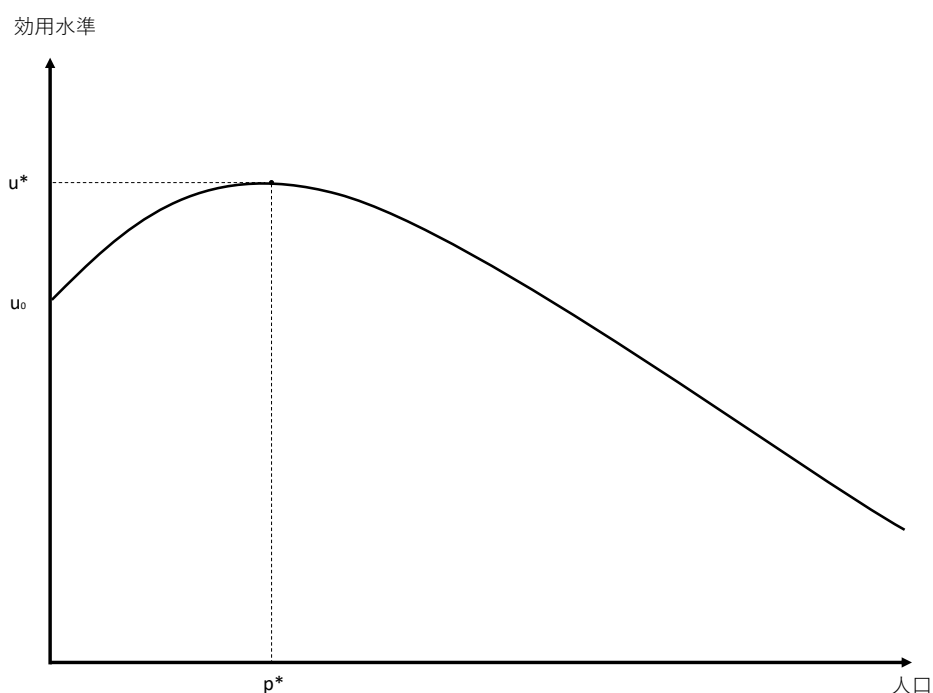


図 1-9 人口と効用水準の関係

出所：高橋（2012）p.81 を参考に筆者作成

²⁰ U_i は、いずれも都市間の住民の移動コストを考慮した曲線であると仮定する。

まず、交通インフラ整備前の最適配分人口を確認する。人口が p^* よりも小さい場合は $U_A > U_B$ となり、人口が p^* よりも小さい場合は $U_A < U_B$ となる。効用水準が低い地域から高い地域へと人口移動が発生することから、 p^* が人口配分の均衡点となっていることがわかる。この時、両都市の住民の効用水準はともに u^* となる。次に、交通インフラ整備後の最適配分人口を確認する。交通インフラが整備されることで、移動コストの削減をはじめとする効果が発現し、両都市の住民の効用水準は高まる。人口と効用水準の関係を表す曲線は両都市とも上方にシフトし、それぞれ、 U_i' ($i=A, B$) となる。これにより、最適配分人口の均衡点は、両都市の住民の効用水準が等しくなる p^{**} に定まる。

計量分析で得られた復興道路の整備が人口の維持に貢献するという結果は、 p^* と p^{**} の差が小さいことを意味する。両者の差が小さくなるためには、道路整備による住民の効用水準の増加幅が、大都市 A だけでなく、小都市 B でも大きくなる必要がある。大都市 A の効用水準の増加幅と比べ、小都市 B の効用水準の増加幅がきわめて小さければ、ストロー現象と呼ばれるように、大都市 A に人口が流出するが、復興道路整備全体の効果を見るとストロー効果は深刻な影響を与えておらず、小都市の住民の効用水準も十分に高まっていることがうかがわれる。

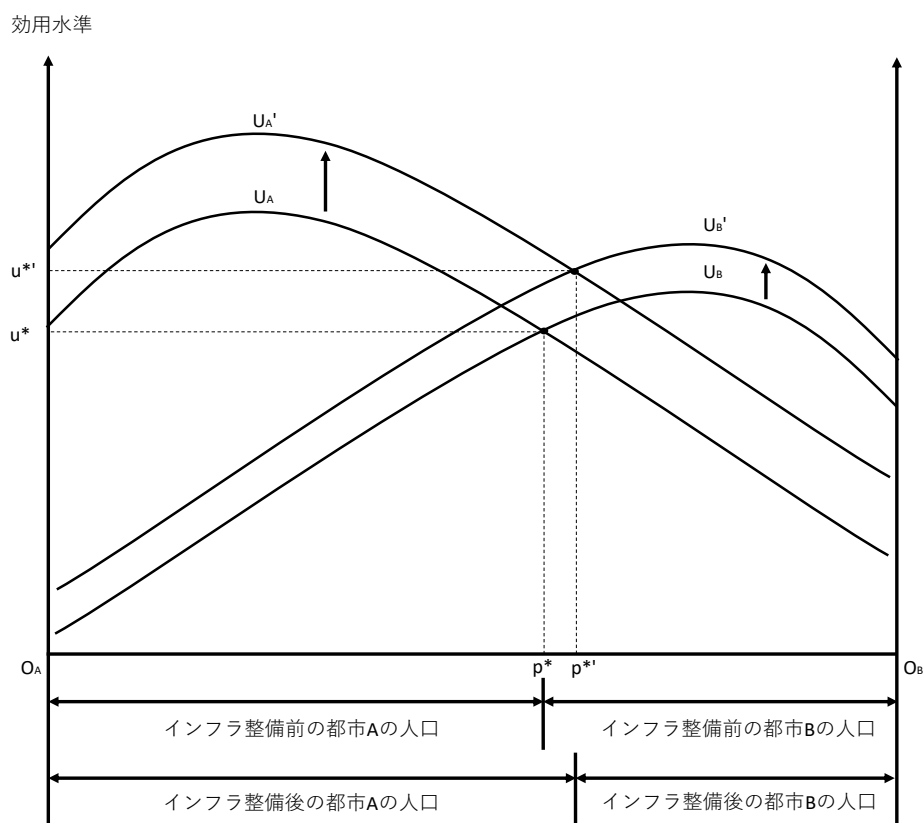


図 1-10 交通インフラ整備を考慮した 2 都市間の人口配分モデル

出所：高橋（2012）p.81 を参考に筆者作成

つづいて、仮説（２）に対応する各モデルの分析結果をみると、距離との交差項の符号は（６）を除いてすべて負となり、沿道最大の都市である仙台市から離れるほど整備効果が減衰することが明らかになった。距離との交差項が統計的に有意となったモデル（２）、（１０）、（２０）の係数は、仙台市からの距離が１km増加するごとに住宅地地価と商業地地価がそれぞれ０.１％ずつ、人口が０.０５％ずつ低下することを示唆する。距離による減衰の結果を明らかにするため、表１-１２に示すように、仙台市から離れた各都市の整備効果を考察した。約４０km離れた石巻市と約１４０km離れた釜石市を例にとると、前者では住宅地地価は約１２％の上昇、商業地地価は約２０％の上昇になると推測される一方、後者では、住宅地地価は約２％の上昇、商業地地価は約１０％の上昇にとどまる²¹。これは、道路利用者がきわめて多い仙台市近隣での便益が大きいことを示唆しており、あらためて東北経済における仙台市の影響が大きいことが確認された。同時に、大都市である仙台市の正の便益が三陸地域に波及していることもうかがえる。

表 1-12 仙台市からの距離と整備効果

沿線都市名	仙台市からの 距離	整備効果	
		住宅地地価	商業地地価
仙台市	0km	0.161	0.245
松島町	約21km	0.14	0.224
石巻市	約42km	0.119	0.203
登米市	約55km	0.106	0.19
南三陸町	約69km	0.092	0.176
気仙沼市	約94km	0.067	0.151
大船渡市	約116km	0.045	0.129
釜石市	約142km	0.019	0.103

つづいて、仮説（３）に対応する変数（整備効果と既開通区間ダミーの交差項）の分析結果を説明する。住宅地地価と商業地地価からは、仮説（３）を支持する結果は得られなかった一方、人口に関しては仮説を支持する結果が得られた。地価と人口の結果が分かれた要因は、ヘドニックアプローチ自体の特性ともいえるが、ひとつは、地価を被説明変数にしたモデルでの地価データの少なさである。全ての市町村のデータが得られた人口と比べ、公示地価データが公表されていない市町村が多い。いまひとつは、地価変動にはさまざまな要因が関係し、全てを完全にコントロールできていない可能性がある。そのなかで、統計上有意な結果を得たモデル（１７）と（２１）から、復興道路整備以前に三陸沿岸道路が開通していた区間では、整備効果が平均５％高まる。ここから、新規供用区間が開通済み区間と接続すれば道路のネットワーク機能が增強され、住民の利

²¹ モデル（２０）では、整備効果と仙台市との距離の交差項は有意な結果が得られたが、単体での整備効果は有意となっていない。そのため、人口についての考察は省略した。

便性が向上することが示唆された。これは、竹内（2008）が指摘するネットワークサイズの経済とも符合する結果である。

また、三陸地方は全国平均と比べて人口の減少度合いが大きいとされ、インフラ整備が人口流出を緩和するという結果は今後の災害被災地域の都市計画等に一定の示唆を提供する。

仮説（4）に対応する各モデルの結果を確認する。住宅地地価には正の効果が示唆されたものの有意とはならなかった。他方、商業地地価と人口には交差項が正に有意となっている。モデル（11）と（14）から、整備から1年経過するごとに、商業地地価が平均で2.2%上昇することが、（18）と（22）から、人口が平均で0.8%増加することが明らかになった。ここから、開通後の年数の経過につれて整備効果が累積され、ストック効果の定義通り、復興道路がインフラとして中長期にわたって継続的な効果をもたらすことが明らかになった。ただし、この結果は復興という特殊な環境下での結果であることに留意が必要である。一般的には、累積されるストック効果の多寡は、道路ネットワークが置かれた環境に依存している。

最後に、マッチングに使用したキャリパーについて付言する。Austin（2011）にもとづく①と Rosenbaum and Rubin（1985）にもとづく②のマッチングを使用した結果、有意性に差はあるものの、推定された係数の符号などで概ね同様の結果が得られている。他方、マッチング②は①に比べ有意性が低下しているのは、マッチング幅の狭さからデータ数が少なくなったことに起因すると推察される。

1-9. 復興道路におけるストック効果の発現事例と地域への効果

本章の分析から、復興道路の整備によって沿道地域にストック効果が発現し、人口増加や地価の上昇につながることが確認された。本節では、実際の復興道路整備区間で発現したストック効果の事例について地方整備局の事後評価資料や復興道路のホームページで公開されている資料をもとに整理し、分析結果を補強する。

1-9-1 国土交通省の事後評価資料にもとづく整理

本項では、国土交通省が公開する個別道路事業の事後評価結果の資料から、沿道地域に発現したストック効果を確認する。

事業評価は、図 1-11 に示す通り、計画段階での計画段階評価、新規採択時の新規採択時評価、事業実施段階での再評価、事業完了後に実施される事後評価の4種類からなる。そのうち、事後評価は、事業完了から一定期間（5年以内）が経過した事業が対象となる。評価においては、費用や事業期間といった費用対効果分析を算定する際の基礎要因の検証や、社会経済環境の変化の有無などだけでなく、事業による効果の発現状況についても検証している。

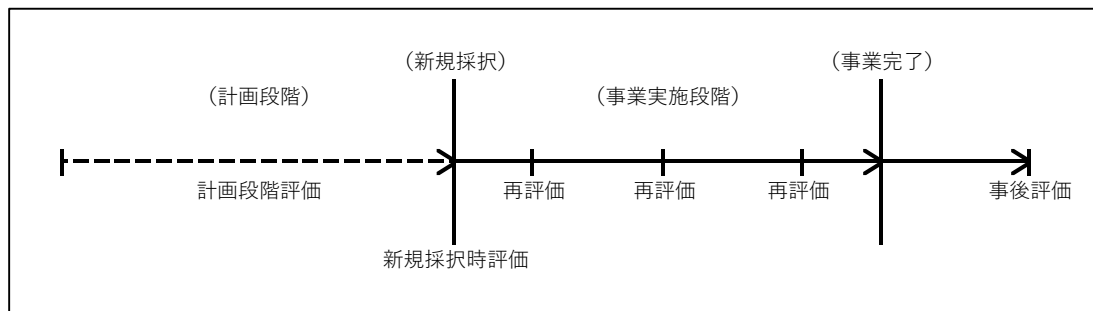


図 1-11 事業進捗と事業評価の流れ

出所：国土交通省 HP「事業評価の仕組み」を一部改変

本項では、震災発生後の 2012 年から 2022 年までに実施された事後評価の結果を整理し、沿道地域に発現したストック効果を確認する²²。

表 1-13 および表 1-14 は、2012 から 2022 年までに実施された復興道路の各事業（合計 19 事業）のストック効果に関する評価を示したものである。事後評価データでは、「事業の効果や必要性を評価するための指標」が公開されている。整備により発現したストック効果は、「活力」、「暮らし」、「安全」、「環境」、「その他」の 5 つに分類されているが、これらは、ストック効果の代表的な分類としての「安心・安全効果」、「生活の質向上効果」、「生産性向上効果」に完全には対応していない。そこで、事後評価のデータを用いて道路事業のストック効果を分類・分析した中洲ほか（2021）の分類方法になり、評価項目を上述の 3 区分に再分類した（表 1-13、表 1-14）²³。

再分類の結果、復興道路整備では、3 区分のうちの生活の質向上効果および安心・安全効果が主に発現していることが明らかになった。具体的には、道路整備による市内の既存道路の渋滞緩和や、渋滞解消にともなう CO₂ 排出量の削減、道路整備によるバス路線の利便性向上などが生活の質向上効果として取り上げられているほか、高度医療を支える三次医療施設へのアクセスの向上や、災害時の代替路線としての機能などが安心・安全効果として取り上げられている。一方、生産性向上効果では、農林水産品の流通の利便性向上と大型車両の通行可能区域の拡大が発現したとされている。

以上から、復興道路プロジェクトでは、地域生活圏の生活利便性の向上や都市間の人流・物流の促進という役割のほか、災害時に人流・物流を確保するための役割を担っていると推察される。

²² 復興道路の区間のうち、最新年度である 2023 年に事後評価が実施された区間は存在しなかった。そのため、年度を 2022 年度までとしている。また、2019 年に事後評価が実施された区間も存在しなかった。

²³ 「その他」の項目については、該当する効果が不明瞭であるため、代表的な 3 分類との対応も特定できなかった。

表 1-13 事後評価におけるストック効果の評価（2012 年～2018 年）

			対象箇所	八戸バイパス	桃生登米道路	中野バイパス
			事業実施期間	(1965～2008)	(1993～2010)	(1986～2010)
			事後評価実施年	2012	2013	2015
1	活 力	円滑な モビリティ の確保	現道、並行区間等の年間渋滞損失時間(人・時間)及び削減率	■	■	■
			現道等における混雑時旅行速度が20km/h未満であった区間の旅行速度の改善状況			
			当該路線の整備によるバス路線の利便性向上の状況/期待	■	■	■
			新幹線駅もしくは特急停車駅へのアクセス向上の状況	■		■
			第一種空港、第二種空港、第三種空港もしくは共用飛行場へのアクセス向上の状況	■	■	
	物流効率化の 支援		重要港湾もしくは特定重要港湾へのアクセス向上の状況	■	■	■
			農林水産業を主体とする地域における農林水産品の流通の利便性向上の状況	★	★	★
			現道等における総重量25tの車両もしくはISO規格背高海上コンテナ輸送車が通行できない区間が解消			
	都市の再生		広域道路整備基本計画に位置づけのある環状道路が形成(又は一部形成)されたことによる効果			
			DID区域内の都市計画道路整備であり、市街地の都市計画道路網密度が向上	■		
	国土・地域 ネットワーク の構築		高速自動車国道と並走する自専道(A路線)としての位置付けあり			
			地域高規格道路の位置付けあり		■	■
			当該路線が新たに拠点都市間を高規格幹線道路で連絡するルートを構成する		■	
			当該路線が隣接した日常活動圏中心都市間を最短時間で連絡する路線を構成する			■
			現道等における大型車のすれ違い困難区域が解消			■
			日常活動圏の中心都市へのアクセス向上の状況	■	■	■
	個性ある地域の 形成		拠点開発プロジェクト、地域連携プロジェクト、大規模イベントの支援に関する効果	■	■	■
			主要な観光地へのアクセス向上による効果	■	■	■
			新規整備の公共公益施設と直結された事による効果			
2	暮 ら し	無電柱化による 美しい町並みの 形成	対象区間が電線類地中化5ヶ年計画に位置づけあり			
			安心で安心できるくらしの確保	●	●	●
	安全	安全な生活環境 の確保	現道、並行区間等における交通量の減少、歩道の設置又は線形不良区間の解消等による安全性向上の状況	●	●	●
			歩道が無い又は狭小な区間に歩道が設置されたことによる安全性向上の状況			
		災害への備え	対象区間が、都道府県地域防災計画、緊急輸送道路ネットワーク計画又は地震対策緊急整備事業計画に位置づけがある、又は地震防災緊急事業五ヶ年計画に位置づけのある路線(以下「緊急輸送道路」という)として位置づけあり	●	●	●
			緊急輸送道路が通行止になった場合に大幅な迂回を強いられる区間の代替路線を形成		●	●
			並行する高速ネットワークの代替路線として機能			●
			現道等の防災点検又は震災点検要対策箇所もしくは架替の必要のある老朽橋梁における通行規制等が解消			
			現道等の事前通行規制区間、特殊通行規制区間又は冬期交通障害区間が解消			
4	環 境	地球環境の保全	対象道路の整備により、削減される自動車からのCO2排出量	■	■	■
		生活環境の改善・保全	現道等における自動車からのNO2排出削減率			
			現道等における自動車からのSPM排出削減率			
5	そ の 他	他のプロジェクトとの関係	関連する大規模道路事業との一体的整備の必要性または一体的整備による効果		◎	◎
			他機関との連携プログラムに関する効果			◎
		その他	その他、対象地域や事業に固有の事情等、以上の項目に属さない効果			

注：●は安心・安全、■は生活の質の向上、★は生産性向上、◎はその他の効果。

表 1-13 事後評価におけるストック効果の評価（2012 年～2018 年）（つづき）

唐桑道路 (2002～2010)	八戸南環状道路 (1991～2013)	八戸南道路 (1995～2012)	上北道路 (2005～2012)	宮古道路 (2003～2013)	高田道路 (1994～2014)	尾肝要道路 (2006～2014)	普代バイパス (1988～2013)	該当する ストック効果 の分類
2015	2017	2017	2017	2017	2018	2018	2018	
■	■	■	■	■	■	■	■	生活の質向上
								生活の質向上
■	■	■	■		■			生活の質向上
	■	■	■					生活の質向上
	■	■	■					生活の質向上
■		■	■	■	■	■	■	生活の質向上
★	★	★	★	★	★	★	★	生産性向上
★				★				生産性向上
	■							生活の質向上
								生活の質向上
			■					生活の質向上
						■	■	生活の質向上
■			■					生活の質向上
■	■	■	■	■	■	■	■	生活の質向上
							■	生活の質向上
■	■	■	■	■	■	■	■	生活の質向上
	■	■	■					生活の質向上
	■		■		■			生活の質向上
								生活の質向上
								生活の質向上
●	●	●	●	●	●	●	●	安心・安全
●				●	●	●	●	安心・安全
								安心・安全
	●	●	●	●	●	●	●	安心・安全
●		●	●	●	●	●	●	安心・安全
			●					安心・安全
				●		●	●	安心・安全
						●		安心・安全
■	■	■	■	■	■	■	■	生活の質向上
								生活の質向上
								生活の質向上
				◎	◎	◎	◎	
	◎	◎	◎	◎	◎			

出所：国土交通省 道路 IR サイト 事後評価結果のバックデータをもとに筆者作成

表 1-14 事後評価におけるストック効果の評価（2020 年～2022 年）

			対象箇所	吉浜道路	坂下拡張
			事業実施期間	(2007～2015)	(1972～2015)
			事後評価実施年	2020	2020
1	活 力	円滑な モビリティ の確保	現道、並行区間等の年間渋滞損失時間(人・時間)及び削減率	■	■
			現道等における混雑時旅行速度が20km/h未満であった区間の旅行速度の改善状況		■
			当該路線の整備によるバス路線の利便性向上の状況/期待	■	■
			新幹線駅もしくは特急停車駅へのアクセス向上の状況		■
			第一種空港、第二種空港、第三種空港もしくは共用飛行場へのアクセス向上の状況		
	物流効率化の 支援		重要港湾もしくは特定重要港湾へのアクセス向上の状況	■	■
			農林水産業を主体とする地域における農林水産品の流通の利便性向上の状況	★	
			現道等における総重量25tの車両もしくはISO規格背高海上コンテナ輸送車が通行できない区間が解消		
	都市の再生		広域道路整備基本計画に位置づけのある環状道路が形成(又は一部形成)されたことによる効果		
			DID区域内の都市計画道路整備であり、市街地の都市計画道路網密度が向上		
	国土・地域 ネットワーク の構築		高速自動車国道と並走する自専道（A'路線）としての位置付けあり		
			地域高規格道路の位置付けあり		
			当該路線が新たに拠点都市間を高規格幹線道路で連絡するルートを構成する	■	
			当該路線が隣接した日常活動圏中心都市間を最短時間で連絡する路線を構成する	■	■
			現道等における大型車のすれ違い困難区域が解消		
			日常活動圏の中心都市へのアクセス向上の状況		■
	個性ある地域の 形成		拠点開発プロジェクト、地域連携プロジェクト、大規模イベントの支援に関する効果		
			主要な観光地へのアクセス向上による効果	■	
			新規整備の公共公益施設と直結された事による効果		
2	暮 ら し	無電柱化による 美しい町並みの 形成	対象区間が電線類地中化5ヶ年計画に位置づけあり		■
		安心で安心できる くらしの確保	三次医療施設へのアクセス向上の状況	●	●
3	安 全	安全な生活環境 の確保	現道、並行区間等における交通量の減少、歩道の設置又は線形不良区間の解消等による 安全性向上の状況	●	●
			歩道が無い又は狭小な区間に歩道が設置されたことによる安全性向上の状況		●
	災害への備え		対象区間が、都道府県地域防災計画、緊急輸送道路ネットワーク計画又は地震対策緊急整備事業計画に位置づけがある、又は地震防災緊急事業五ヶ年計画に位置づけのある路線(以下「緊急輸送道路」という)として位置づけあり	●	●
			緊急輸送道路が通行止になった場合に大幅な迂回を強いられる区間の代替路線を形成 並行する高速ネットワークの代替路線として機能	●	
			現道等の防災点検又は震災点検要対策箇所もしくは架替の必要のある老朽橋梁における 通行規制等が解消		
			現道等の事前通行規制区間、特殊通行規制区間又は冬期交通障害区間が解消		
4	環 境	地球環境の保全	対象道路の整備により、削減される自動車からのCO2排出量	■	■
		生活環境の 改善・保全	現道等における自動車からのNO2排出削減率		
			現道等における自動車からのSPM排出削減率		
5	そ の 他	他のプロジェクトとの関係	関連する大規模道路事業との一体的整備の必要性または一体的整備による効果		
			他機関との連携プログラムに関する効果		
		その他	その他、対象地域や事業に固有の事情等、以上の項目に属さない効果		

注：●は安心・安全、■は生活の質の向上、★は生産性向上、◎はその他の効果。

表 1-14 事後評価におけるストック効果の評価（2020 年～2022 年）（つづき）

仙塩道路 (1982～2015)	矢本石巻道路 (1985～2016)	登米志津川道路 (1994～2016)	南三陸道路 (2008～2017)	本吉気仙沼道路 (2006～2017)	本吉気仙沼道路（Ⅱ） (2011～2018)	該当する ストック効果 の分類
2020	2021	2021	2022	2022	2022	
■	■	■	■	■	■	生活の質向上
	■					生活の質向上
■	■	■	■	■	■	生活の質向上
	■					生活の質向上
■	■	■	■	■	■	生活の質向上
■	■	■	■	■	■	生活の質向上
★	★	★	★	★	★	生産性向上
						生産性向上
						生活の質向上
						生活の質向上
						生活の質向上
						生活の質向上
■			■	■	■	生活の質向上
■	■		■	■	■	生活の質向上
						生活の質向上
■	■	■	■	■	■	生活の質向上
	■					生活の質向上
■	■		■	■	■	生活の質向上
	■					生活の質向上
						生活の質向上
	●	●	●	●	●	安心・安全
						安心・安全
						安心・安全
●	●	●	●	●	●	安心・安全
	●	●	●	●	●	安心・安全
●						安心・安全
						安心・安全
						安心・安全
■	■	■	■	■	■	生活の質向上
■						生活の質向上
■						生活の質向上
	◎	◎	◎	◎	◎	
		◎				

出所：国土交通省 道路 IR サイト 事後評価結果のバックデータをもとに筆者作成

1-9-2 ストック効果に対するその他の公式見解

前項につづいて、ここでは、復興道路ホームページで公開されている整備効果事例および東北地方整備局が公開する資料から、沿道地域に発現したストック効果の個別事例を確認する。

先述の通り、ストック効果は、安心・安全効果と生活の質向上効果、生産性向上効果という3つに大別され、それぞれの効果は表 1-15 のように細分化できる²⁴。

まず、安心・安全効果に関する事例を確認する。自然災害による被害の軽減効果には、災害時の代替機能の確保が含まれており、国土交通省東北地方整備局（2022a）は、岩手県で該当する事例を指摘する。2022 年 1 月 15 日にトンガ諸島で発生した大規模な噴火の影響から、翌 1 月 16 日にわが国の太平洋沿岸地域を中心に津波注意報や津波警報が発令された。岩手県の沿岸地域では、津波警報が発令されたことにより、津波による浸水が想定される区間に含まれる国道 45 号線の複数区間が通行止めとなった。しかし、こうした事態をあらかじめ想定して、津波浸水区間を回避するルートを設定していた三陸沿岸道路（復興道路）では通行止めは発生せず、通行止め時の代替路として機能したとされている。

一方、交通安全の確保の効果は、岩手県と宮城県の事例から確認できる。岩手県の事例は東北地方整備局が公表した資料に紹介されている²⁵。2014 年に開通した尾肝要道路は、一般道（国道 45 号）と並走している。並走区間には、国道 45 号最大の難所とも呼ばれる閉伊坂峠が含まれ、急勾配区間や急カーブ区間が多く存在している。同資料によると、線形不良区間の影響から、2012 年 3 月 2 日から 2014 年 3 月 1 日までの 24 ヶ月間の事故件数は 35 件にのぼっていたとされる。しかし、尾肝要道路開通後（2014 年 3 月 2 日から 2016 年 3 月 1 日まで）の同区間における 24 ヶ月間の事故件数は 24 件に減少している。尾肝要道路本線での事故も開通後の 24 ヶ月の間には起こっていないとされ、安全が確保されたとしている。

宮城県の事例も、同様に東北地方整備局が公表した資料で紹介されている²⁶。2016 年に開通した登米志津川道路は、一般道（国道 45 号や国道 398 号）と並走する。並走区間には、岩手県の事例と同様に事故の発生しやすい急カーブや幅員狭小箇所が存在しており、2009 年には当該箇所でも 27 件の事故が発生したとされている。

一方、登米志津川道路開通以降は、多くの車両が登米志津川道路を利用するようになったとされる。2021 年度の分担率の実績値を見ると、約 7 割が登米志津川道路を走行しており、並走区間の交通量は大きく減少している。その結果、並走区間での事故件数は 2 件（2019 年実績値）にまで減少したとされる。分担率の高い登米志津川道路区間で

²⁴ 国土交通省（2016）を参照のこと。

²⁵ 国土交通省東北地方整備局（2018）を参照のこと。

²⁶ 国土交通省東北地方整備局（2022c）を参照のこと。

の事故件数も 1 件（2019 年実績値）のみとなっており、2009 年と比べると全体で約 9 割の事故が削減されている。

つづいて、生活の質向上効果の事例に焦点をあてる。東北地方整備局三陸国道事務所が公表した資料によると、交通サービス水準の向上に該当する事例が沿道 3 県で確認されている²⁷。復興道路が開通したことを受け、新たに高速バス 3 路線の実証運行が行われた。ひとつは青森県南部の八戸市と岩手県北部の久慈市を結ぶ路線である。2021 年に実証運行が開始され、1 日 4 往復が設定された。高速バス路線の設定に合わせて久慈市内の観光地を結ぶ循環バスも運行され、さらなる観光誘客につなげることが企図されている。同じく、宮古市（岩手県）や気仙沼市（宮城県）と仙台市を結ぶ高速バスの実証運転も 2021 年 10 月に開始された。利用者へのアンケートで継続を求める意見が一定数得られたとされ、2022 年 4 月からは本格運行が開始された。現在では、1 日 2 往復のスケジュールで運行されている。これらの事例は事後評価における「当該路線の整備によるバス路線の利便性向上の状況/期待」の項目の具体例となっていると言えるだろう。

生活利便性の向上については、事後評価の「三次医療施設へのアクセス向上の状況」という項目の具体例となる、高次医療施設へのアクセス性が向上した事例が岩手県で見られている²⁸。2011 年 3 月の震災発生時点では、田野畑村の中心部から地域医療の拠点となっている県立宮古病院までの救急搬送時間は 50 分であったとされる。その後、復興道路整備が進み、田野畑村中心部から宮古市までの全線が開通したことによって、県立宮古病院までの救急搬送時間は約 30 分に短縮されたとされている。さらに、一般道区間の通行時間を短くすることで、カーブの多い区間を回避することが可能となり、患者に負担のかかる車両の横揺れを抑えて搬送することができるようになったとされる。

一方、環境改善の効果については、事後評価結果の資料では、全ての区間で効果が発現したとされていたものの、復興道路の Web ページの整備効果事例や、東北地方整備局が公開する資料では、筆者の管見する限りでは、個別区間での具体的な事例は公表されていなかった。近年では環境に対する意識の高まりから、インフラの整備においても環境は無視できない観点となっている。そのため、環境に着目したストック効果の個別事例の調査も今後さらに進められると考えられる。

例えば、同じ東北地方では、2003 年の秋田南バイパスの供用によって、国道 7 号線の本道の渋滞が緩和され、東京ドーム 250 個分相当の森林創出と同等程度の二酸化炭素削減につながったとされる事例が公表されている²⁹。現在では、宮城県渋滞対策連絡協議会が主要渋滞箇所の交通状況モニタリングの中で復興道路が開通した区間の調査を進めていることから、今後こうした環境に関連するストック効果の個別事例も蓄積される

²⁷ 国土交通省東北地方整備局 三陸国道事務所（2022）を参照のこと。

²⁸ 復興道路 HP「整備効果事例」

（<https://www.thr.mlit.go.jp/road/fukkou/content/revival/index.html>）を参照のこと。

²⁹ 国土交通省 2005 道路整備効果事例集「秋田南バイパス供用による整備効果（渋滞緩和、環境）」（<https://www.mlit.go.jp/road/koka5/8/8-2.html>）を参照のこと。

と考えられる³⁰。

最後に、生産性向上効果の事例を示す。事後評価で公開されたストック効果においては、復興道路区間での生産性向上効果に該当する項目は、「農林水産業を主体とする地域における農林水産品の流通の利便性向上の状況」と「現道等における総重量 25t の車両もしくは ISO 規格背高海上コンテナ輸送車が通行できない区間が解消」という 2 項目のみに絞られていた。そこで、本項では、生産や需要の増加といった項目の個別事例についても焦点を当てて確認する。

国土交通省東北地方整備局 三陸国道事務所（2022）では、生産の増加に関する事例として、復興道路・復興支援道路沿道の市町村への工場の新規立地が紹介されている。震災以降に新たに設立された工場は 245 件にのぼるとされており、復興道路沿道では、石巻市や気仙沼市、釜石市や八戸市などへの工場の立地が進んだとされている。さらに、気仙沼市では、気仙沼港 IC や気仙沼鹿折 IC の周辺に水産加工施設が集積したほか、共同トラックターミナルが整備され、地域産業を支える基盤が新たに構築されているとされる。

需要の増加については、国土交通省東北地方整備局（2022a）で、観光入込客数が増加した事例が紹介されている。東日本大震災発生以前の 2010 年度と新型コロナ流行以前の 2019 年の青森県と岩手県の三陸沿岸地域における観光入込客数を比較すると、2010 年が 1628 万人、2019 年が 1602 万人と、ほぼ同水準にまで回復していることが示されている。また、市町村別で見ると、一部の地域で 2010 年度比の入込客数が減少している箇所があるものの、青森県の階上町では 2010 年比で 189%まで入込客数が増加しているほか、岩手県の久慈市や宮古市でも入込客数が増加するなど、地域レベルで効果が発現していることがうかがわれる。観光入込客の増加は、復興道路や復興支援道路が開通したことで仙台市内や盛岡市といった地域からのアクセス性が向上したことが背景にあると考えられるだろう。

流通・交通の活性化については、国土交通省東北地方整備局（2022a）で紹介されている。特に、釜石港の事例は注目に値する。図 1-12 に示す通り、同港のコンテナ取扱量は 2009 年時点では 68TEU であったが、震災後の国際フィーダーコンテナ定期航路の開港などの効果から増加を続けている。2017 年のガントリークレーン稼働と外貿コンテナ航路（中国・韓国航路）の開港以降も取扱量は増えており、新型コロナ流行以前の 2019 年には取扱量は 9,292TEU に達した。港湾はサプライチェーンの重要な拠点であり、地域の産業を支えるインフラである。そのため、港湾でのストック効果の発現は地域にさらなる波及効果をもたらす可能性があると考えられる。

他方、雇用増加の個別事例については、現在のところ公表資料ベースでは見られていない。これは、復興道路の開業から日が浅いことがひとつの要因であると推察される。

³⁰ 宮城県渋滞対策連絡協議会（2022）を参照のこと。

生産の増加に関する事例で紹介した通り、復興道路・復興支援道路沿道の市町村で工場の新規立地が進んでいることから今後、開業からの年数が経つにつれて雇用も増加する可能性がある。

表 1-15 ストック効果の発現事例

	効果の名称	内容	事例の有無	効果発現箇所の 所在都道府県
ス ト ッ ク 効 果	安心・安全 効果	自然災害による被害の軽減	○	岩手県
		交通安全の確保	○	岩手県、宮城県
	生活の質 向上効果	交通サービス水準の向上	○	青森県、岩手県、宮城県
		環境の改善		
		生活利便性の向上	○	岩手県
	生産性 向上効果	生産の増加	○	青森県、岩手県、宮城県
		需要の増加	○	青森県、岩手県、宮城県
		雇用の増加		
		流通・交通の活性化	○	岩手県

出所：復興道路 HP、国土交通省東北地方整備局 HP 等をもとに筆者作成

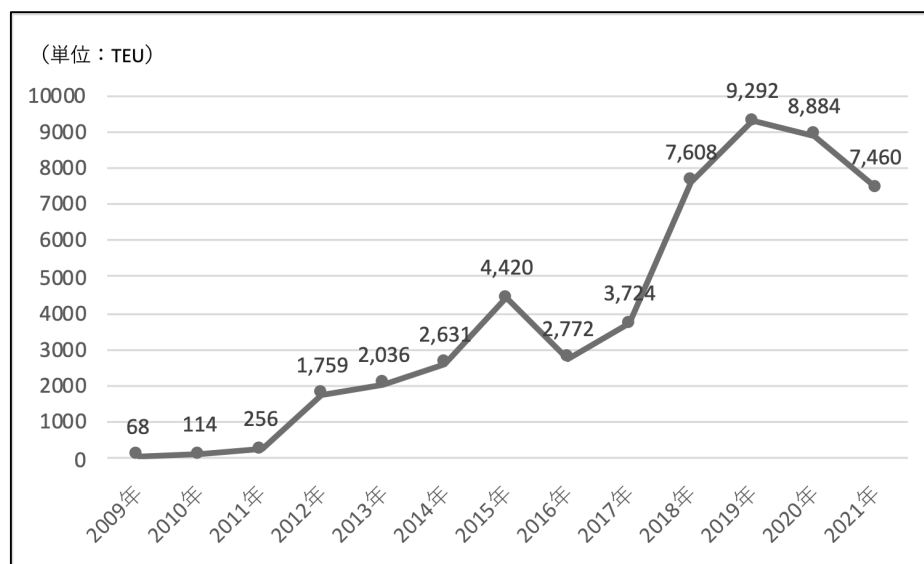


図 1-12 釜石港のコンテナ取扱量の推移 (2009 年から 2021 年)

出所：釜石市 HP「躍動する釜石港!!」をもとに筆者作成

1-10. 小括と次章への展開

1-10-1 小括

本章では新規インフラ整備に着目し、整備効果（「ストック効果」）の計測を主眼とする分析を実施した。分析では、復興道路整備事業を対象地域として選定し、統計的因果推論の代表的な手法を用いて、ストック効果の計測を試みた。マッチングに傾向スコアを組み入れた DID 分析（PSM-DID 分析）を使用した結果、大都市のみならず、沿道の中小規模の地域にも正のストック効果が発現していることが示された。とりわけ三陸沿岸地域には人口減少率が高い自治体も多く、整備効果による人口減少の抑制は地方税収の確保にもつながり、地域経済の活力を維持するうえでも重要な意義を有している。

また、地域経済の中心地からの距離が 1km 増加するごとに整備効果が減衰することや、新設区間が既存区間と接続されることで整備効果が高まること、開通からの年数の経過により整備効果が高まることが示された。これらの結果は、①都市部から沿道への便益が波及するスピルオーバー効果と距離による減衰、②既開通区間との接続による整備効果の増加および、③中長期にわたって発現するというストック効果の特徴を表すものと言えるだろう。

費用便益分析においては、便益を遺漏なく計上しつつ、重複した計測を防ぐことが課題とされており、正確なストック効果の計測に関する研究は今後も世界各国で進められると予想される。少子化やオンライン会議の普及によるインフラ需要の減少など、今後も社会環境の変化が進むと考えられ、新規のインフラ整備の必要性を適切に判断するための基準としてのストック効果の把握は重要な手続きとなろう。本章の分析はあくまで試論ではあるものの、ストック効果をより正確に計測するための今後の研究に貢献するものであると言ってよいだろう。

一方、本章では、発現したストック効果と実際の整備コストとの比較や、区間別の効果の大小比較などについては取り組めていない。これらについては今後の課題としたい。

1-10-2 次章への展開

わが国の主要な交通インフラは概成しつつある一方、高度経済成長期を中心に整備された多くのインフラの老朽化が全国で進行し、更新のための投資が急務となっている。厳しい財政制約のもとで交通インフラ投資に当てられる資金は限られるが、維持管理や更新の費用は老朽化にともなって今後いっそう増加すると見込まれる。既存インフラの健全性を維持するためには、維持管理にかかるコストを縮減し、効率的にメンテナンスを進めることが不可欠である。そこで、次章では、効率的な維持管理に貢献する要素を分析する。

第2章 橋梁の老朽化と効率的な維持管理

2-1. 効率的な維持管理の必要性

新規インフラの効率的な整備について検討した前章につづいて、本章では、既存インフラの効率的な維持管理の問題に焦点を当てる。

わが国では、近年、多くの先進諸国と同様に、インフラの維持管理の手法や財源調達への関心が高まっている。主要な交通インフラが概成した一方、高度経済成長期以降に集中的に整備されたインフラの多くが建設後 50 年以上を経過し、2012 年 12 月には中央自動車道笹子トンネルで天井板の崩落事故が発生した。その後も、2021 年 10 月に和歌山市における水道橋の崩落事故なども発生している。近い将来、インフラの老朽化はさらに進むと見られ、維持管理・更新費もさらに増加すると見込まれる。周知のように、高齢化による社会保障費の増大や人口減少による経済活動の収縮がもたらす税収の減少などによって、政府や地方自治体の財政状況はいっそう厳しくなることが予想される。つまり、財政制約という前提のもとでインフラの質の維持や長寿命化のための工夫が求められている。本章ではそうした状況の一助とするための試論として、全国に先駆けて高齢化と人口減少が進行する北海道地域の橋梁インフラの点検データを用いてインフラの質の維持に寄与する要因を定量的に分析する。そして、本章の主題である「近隣効果」を検証するため、分析対象は道内の市区町村管理橋梁とする。維持管理を通じた住民の利便性の増大に対して自治体間の競争が機能しうるか、という近隣効果を明らかにすることは、点検の際に重点をおくべき地域を見極めることが容易になり、何よりも維持管理費の選別や集中による効率性の改善というメリットがあると考えられる。

2-2. 橋梁の老朽化の現状

国土交通省は各種インフラの老朽化への対策を進めるべく、社会資本の老朽化対策に関する情報を一元的に整理した「インフラメンテナンス情報」を公開している。同サイトでは、道路、河川、港湾など 12 分野の老朽化の現状を鳥瞰できる¹。このデータを見ると、建設後 50 年以上が経過した橋梁の割合は、2015 年時点では約 18%であったが、2025 年には 42%程度にまで上昇すると予測される²。橋梁インフラは全国で約 72 万橋あり、管理者の内訳は図 2-1 の通りである。全体の約 91%が地方公共団体によって管理

¹ 国土交通省 インフラメンテナンス情報「社会資本の老朽化の現状と将来」を参照のこと。
(https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/maintenance/02research/02_01.html)

² 同上。この数値は建設年度が不明の橋梁 23 万橋を除く結果である。

されており、約 72%が政令市を含む市区町村によって管理されている。この数字からも、橋梁管理を担う主体としての市町村の役割の大きさが理解できる。

つづいて、国土交通省が公表する道路メンテナンス年報をもとに地域別の橋梁データを確認する。年報では、表 2-1 のようにインフラの健全性がⅠからⅣの 4 段階に分けられ、各インフラの状況に応じて健全度が判定される仕組みとなっている³。今後、高度経済成長期以降に集中的に整備された多くのインフラが老朽化のフェーズに突入することもあり、将来の維持管理・更新費用の抑制は急務である。そのため、道路インフラの健全度の評価においても予防保全の考え方が反映されていることがわかる⁴。

地域別に見た健全性の判定状況は表 2-2 の通りである。表 2-2 では、各判定の比率が全国値を上回るところが着色されている。中部、中国および九州沖縄地方は最良 (Ⅰ) の比率が全国値を上回り、比較的健全度が高い。それに比べ、四国地域や本章で分析対象とする北海道は、ⅢやⅣと判定された橋梁の比率が全国値と比べても高く、早期に修繕などの対応が必要な施設が多いことがわかる。

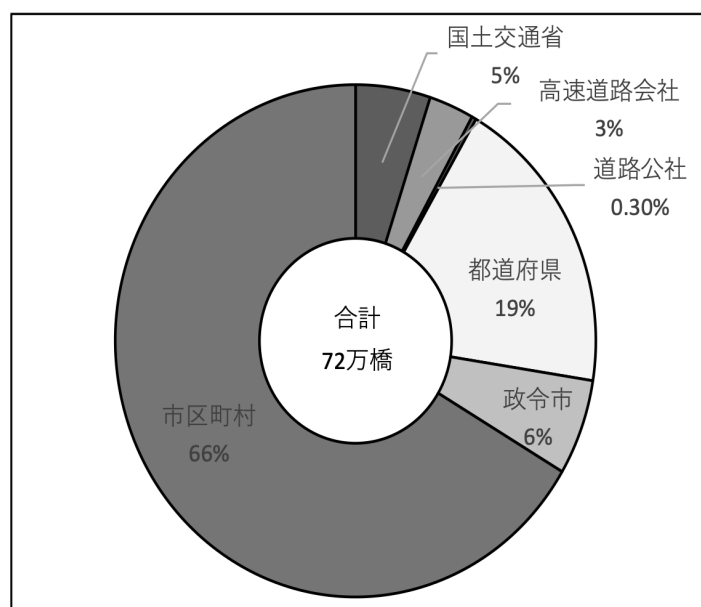


図 2-1 道路管理者別の橋梁数

出所：国土交通省 インフラメンテナンス情報
「社会資本の老朽化の現状と将来」より作成

³ 2013 年に道路法が改正されたことを受けて、翌 2014 年 7 月からすべての橋梁やトンネル等について、道路管理者に 5 年に 1 度の近接目視での点検が義務付けられたことによる。詳細は、国土交通省 (2014b) を参照されたい。

⁴ インフラ長寿命化基本計画でも指摘されている通り、近年では、大きな損傷が生じてから対処する事後保全型のメンテナンスから、損傷が深刻になる前に計画的に対応する予防保全型のメンテナンスへの転換が進められている。転換により、施設の長寿命化の実現とともに、総費用の縮減や費用の平準化が期待されている。

表 2-1 道路メンテナンス年報の判定区分

区分		状態
I	健全	構造物の機能に支障が生じていない状態。
II	予防保全段階	構造物の機能に支障が生じていないが、予防保全の観点から措置を講ずることが望ましい状態。
III	早期措置段階	構造物の機能に支障が生じる可能性があり、早期に措置を講ずべき状態。
IV	緊急措置段階	構造物の機能に支障が生じている、又は生じる可能性が著しく高く、緊急に措置を講ずるべき状態。

出所：国土交通省道路局 道路メンテナンス年報より作成

表 2-2 地域別の橋梁の判定区分内訳
(1 巡目：2014－2018 年実施)

	合計	I(%)	II (%)	III(%)	IV(%)
北海道	25683	37.5%	46.1%	16.2%	0.2%
東北	65388	32.4%	56.9%	12.2%	0.1%
関東	82965	41.0%	51.1%	7.8%	0.1%
中部	153738	43.5%	46.2%	18.0%	0.1%
近畿	98105	39.9%	52.3%	7.7%	0.1%
中国	87215	50.3%	39.7%	10.0%	0.0%
四国	43330	20.8%	66.5%	12.4%	0.2%
九州沖縄	99874	49.6%	42.8%	7.5%	0.1%
全国	656298	41.6%	48.8%	11.5%	0.1%

出所：国土交通省道路局 道路メンテナンス年報より作成

2-3. 交通インフラの維持管理に関する先行研究

インフラの維持管理に関する研究は先進国を中心に公刊されており、アメリカ国内のインフラの老朽化に対して警鐘を鳴らした著作である Choate and Walter (1981) が端緒として広く知られている。ここでは、1930 年代を中心に整備されたアメリカ国内の各種インフラが、公共投資の削減によって 70~80 年代に急速に老朽化したことが紹介されている。Choate and Walter (1981) は公共投資が雇用や地域経済に与える影響などに言及するとともに、現状を打破するための方策として、公共投資をより体系立てて進める必要性と公共投資予算の効率的な使用を主張している。国内では、中東 (2020) が「日本の社会資本 2017」で公開されたストックデータからわが国のインフラの老朽化の程度を計測し、航空（空港）や廃棄物処理などの分野での更新投資が不十分であったことを示している。中東 (2019) では橋梁の点検データにワイブル分布を仮定した生存分析

を適用し、積雪量の多い地域や普通交付税が交付されている地域で橋梁の維持管理のための投資が不十分であったことを示唆している。

こうした文献と並んで、老朽化対策に関する技術的な対策や老朽化の予測モデルの開発などの工学的視座からの研究成果も多く蓄積されている。例えば、Zhang and Wang (2014) は、インフラ資産の状態やメンテナンス履歴に関する情報やデータが限られていても、ベイズ線形法を活用した費用モデルを構築することで最適なメンテナンス戦略を特定することが可能であるとしている。また、国内では、岩城ほか(2013)が東北地方の国管理直轄国道の橋梁を対象に、橋梁の点検データや、凍害ハザードマップ、凍結防止剤散布データマップなどを統合した「ブリッジマネジメント支援ツール」を開発し、RC床板や下部工の劣化要因を明らかにしている。

2-4. 公的サービスの近隣効果に関する先行研究

近年では、Chen (2017) らの一連の業績のように、道路・橋梁の質の改善要因に加えて、近隣の州との州間競争が道路・橋梁の質の維持・向上に寄与すると示唆するものもある。こうした効果は、近隣効果 (neighborhood effect) や空間的相互依存 (spatial interdependence) などと呼ばれており、空間経済学や都市経済学、財政学、経済地理学などの分野で近年、研究が盛んに進められている。表 2-3 に公的サービスに対する近隣効果を扱った各種文献の概略を整理した。こうした効果は、主に、ある地域の政策が外部性を生み出し、近隣地域の住民の厚生に影響を与えるとするスピルオーバー効果や、特定の政府の政策決定が地域間で政策要素 (資本や労働力) の移動を引き起こし、他地域居住者に間接的な影響をもたらすことを描いた資源移動モデル (足による投票モデルなど)、ヤードスティック競争などを理論的背景として発生するとされる。

自治体間のヤードスティック競争では、エージェントである公共サービスを提供する自治体の首長や議員などとプリンシパルである地域住民の間に情報の非対称性がある状況を想定する。地域住民はプリンシパル (依頼人) として、首長や議員のパフォーマンスに関する情報を補うために、近隣の自治体の情報を比較の「ものさし」として選挙に臨む。一方、エージェント (代理人) である首長や議員は、当選や再選に向けて他地域の情報も考慮した上で行動する。これにより、近隣の地域間での政策競争がうながされ、近隣効果が発現する。

先行研究では多くの文献で正の効果が証明されていることから、各自治体の意思決定に対して、隣接する自治体 (近隣自治体) の状況が影響を与えている可能性がある。

表 2-3 近隣効果に関する近年の文献の一例

著者名	対象地域	近隣効果を受ける対象	近隣効果	近隣効果の理論的背景						
				スピルオーバー効果	資源移動モデル	ヤードスティック競争	取引効用モデル	制度的同型化	政策波及理論	その他
別所・宮本 (2012)	日本	妊婦検診：1人あたり助成額	+	○	○	○				
Chen (2017)	アメリカ	道路インフラの効率性	+							○
Chen et al. (2022)	アメリカ	州ガソリン税率の引き上げ政策	+						○	
Fusco and Allegrini (2020)	イタリア	廃棄物処理サービス	+			○		○		
Geys (2006)	ベルギー	公共財供給の効率性	+	○	○	○	○			
Hecker et al. (2020)	メキシコ	自治体における廃水処理	+							
Małkowska (2021)	ポーランド	固定資産税率	+			○				
松岡 (2016)	日本	介護給付水準	+	○		○				○
田中 (2009)	日本	育児支援施策	+	○	○	○				
山本 (2018)	日本	市町村の一人当たり歳出額（歳出分類別）	+	○	○	○				
山内 (2009)	日本	介護保険施設の供給	+	○	○	○				

わが国のインフラの維持管理に関して、近隣効果を分析した研究には大窪ほか(2018)や山崎・宇野(2022)がある。大窪ほか(2018)は、四国地域の高速道路での舗装劣化を対象に探索的空間データ分析を適用し、劣化が進行しやすい区間が集中する「ホットスポット」が存在するとしている。しかし、ホットスポットの特定とその特徴の分析に主眼が置かれており、市町村間の競争による近隣効果の発現という観点からの分析はなされていない。山崎・宇野(2022)は、社会資本の維持管理における広域連携に焦点を当てている。広域連携は垂直的連携（国や都道府県が市町村を補完・支援する連携）と水平的連携（市町村間や都道府県間など同じレベルの自治体間連携）に大別されるとし、北海道の道路・橋梁の維持管理では、道路メンテナンス会議などの仕組みによる垂直的連携が活用されている一方、水平的連携は積極的に志向されていないとする。

2-5. 仮説の設定と分析の概略

本章では山崎・宇野(2022)と同様に、北海道内の市町村が管理する橋梁に着目し、点検データをもとにインフラの質の維持に寄与する要因を探るとともに、近隣効果を定量的に分析する。分析では、先行研究のレビューで得られた知見をもとに4つの仮説を

設定した。仮説（１）から（３）は、インフラの質の維持に寄与する要因のうち、近隣効果以外の要因に焦点を当てており、仮説（４）は近隣効果に焦点を当てている。近隣効果を分析する際に、仮説（１）から（３）の要因と同時に分析することで、より正確な近隣効果の推定が可能となる。

仮説（１）：建設から 50 年以上経過した橋梁の割合が高い市町村ほど健全性指標が低い。

仮説（２）：維持補修に必要な資源を多く、かつ安定的に使用している市町村ほど健全性指標が高い⁵。

仮説（３）：3 大損傷（疲労・塩害・アルカリ骨材反応）が進行しやすい環境下の市町村ほど健全性指標が低い。

仮説（４）：健全性指標に対して正の近隣効果が発現する。

本節では、市町村別に公開される道路メンテナンス年報の一巡目（2014－2018 年実施）全体の橋梁点検データを使用した実証分析から仮説を検証する。分析に用いる変数とその基本統計量、データの出所は表 2-4 の通りである。分析には、重回帰モデルとトービットモデル、空間自己相関型の空間ラグモデル（Spatial Lag Model：SLM）を使用した⁶。推定式はそれぞれ（2.1）から（2.3）の通りである。

$$Y = \alpha + X\beta + \mu \quad \dots (2.1)$$

$$Y^* = \alpha + X\beta + \mu \quad \dots (2.2)$$

$$\begin{cases} Y = 0 & \text{if } 0 \geq Y^* \\ Y = Y^* & \text{if } 0 < Y^* < 100 \\ Y = 100 & \text{if } 100 \leq Y^* \end{cases}$$

$$Y = \alpha + X\beta + \rho WY + \mu \quad \dots (2.3)$$

ここで、被説明変数 Y は、市町村内の橋梁のうち健全度の最も高いⅠと評価された橋梁の割合（Ⅰ比率）や健全度の最も高いⅠおよび 2 番目に高いⅡと評価された橋梁の割合（Ⅰ+Ⅱ比率）である。また X は説明変数ベクトル、 μ は誤差項である。（2.3）式の W は空間

⁵ Chen and Flink（2022）は、1 人あたり維持管理支出の年次変化を州別にヒストグラムでまとめしており、支出にばらつきがあり、前年と比べて変動があることを示している。ここから支出の安定性がインフラの健全性に影響を与える。

⁶ 空間計量経済モデルには、空間ラグモデルの他に空間誤差モデルや、空間ダービンモデル（Spatial Durbin Model：SDM）などがある。近隣効果を分析する多くの研究では、より一般化されたモデルである SDM を使用した分析が多いが、瀬谷・堤（2014）が指摘する通り、多重共線性が生じやすいという問題がある。サンプルサイズが限られる本分析では、同様の問題が生じるため、SDM ではなく空間ラグモデルを採用した。

重み行列であり、 ρ が本章で検証する近隣効果を表すパラメータである。隣接する市町村の影響を分析するため、陸上で他の市町村と直接隣接しない奥尻町と礼文町は分析対象から除外している⁷。さらに、政令指定都市と他の市町村では道路行政の権能の差異が大きく、本章の分析では札幌市を分析対象から除外した。重回帰モデルとトービットモデルによる分析では、隣接する市町村のI比率（またはI+II比率）の平均値を説明変数に加えたモデルを使用し、近隣効果を分析する。

本分析では、被説明変数が0から100までの値に限定されることから、重回帰モデルに加えてトービットモデルを実施し、結果の頑健性を確かめている。両モデルは、地理情報を利用した空間重み行列の設定などの複雑な作業を必要としないため、比較的簡便に近隣効果を推定できるという利点がある。一方、隣接する市町村の各比率の平均値を近隣効果の説明変数に使用しているため、距離の影響を考慮できていないという問題がある。そこで、より厳密に近隣効果を計測するために、距離の影響を組み込んだ空間ラグモデルによる分析も同時に実施した。

表 2-4 分析に使用する変数の基本統計量

	データ数	最小値	最大値	平均	標準偏差	出所
被説明変数						
I 比率 (%)	176	0	77.186	29.355	20.100	道路メンテナンス年報より筆者計算
I+II 比率 (%)	176	16	100	80.985	15.411	道路メンテナンス年報より筆者計算
説明変数						
築50年以上比率	176	0	66.667	20.103	11.899	道路メンテナンス年報より筆者計算
維持補修費累計値 (対数値)	176	19.483	25.775	22.427	0.923	内閣府 経済・財政と暮らしの指標「見える化」データベースより筆者計算
維持補修費変動係数 (対数値)	176	-1.748	-0.183	-0.893	0.323	内閣府 経済・財政と暮らしの指標「見える化」データベースより筆者計算
財政力指数平均値 (対数値)	176	-2.470	0.542	-1.478	0.487	日経NEEDS データベースより筆者計算
人口あたり土木技師人数 (対数値)	176	-9.02	-5.866	-7.463	0.546	令和3年 地方公共団体定員管理調査
大型車24時間平均交通量 (対数値)	176	4.575	8.291	6.416	0.668	平成27年度全国道路・街路交通情勢調査 一般交通量調査 集計表より筆者計算
海沿いダミー	176	0	1	0.443	0.498	地理院地図より作成
日本海側海沿いダミー	176	0	1	0.176	0.382	地理院地図より作成
特別豪雪地帯ダミー	176	0	1	0.489	0.501	豪雪地帯及び特別豪雪地帯指定図より作成
1km ² あたり橋梁数 (対数値)	176	-4.376	1.627	-1.392	0.806	道路メンテナンス年報より筆者計算
人口増加率	176	-89.503	496.871	-35.201	56.638	日経NEEDS データベースより筆者計算
隣接市町村 I 比率 (平均)	176	1.906	64.052	30.053	11.466	道路メンテナンス年報より筆者計算
隣接市町村 I+II 比率 (平均)	176	58.765	94.150	81.365	7.220	道路メンテナンス年報より筆者計算

注：人口増加率は日経 NEEDS の住民基本台帳の人口データから算出した。

⁷ 本分析では鎌田・岩澤（2009）と同様に、市町村の連結性を考慮し、陸上で他市町村と隣接しない離島を除いて分析する。

説明変数のうち、仮説（１）を検証するための変数は築 50 年以上比率である。これは市町村内の橋梁に対して、各橋梁が完成した年度から 50 年以上が経過した橋梁が占める割合である。同様に、仮説（２）を検証するために維持補修費の累計額と変動係数および各市町村の人口あたりの土木技師数を変数に含めている⁸。地方自治体が公共施設等の維持を目的として支出する維持補修費は、内閣府が公表するデータのうち、全市町村分が公表されている 1977 年から 2020 年までの値を取得した。変動係数は支出の安定性の効果を分析するために導入している。土木技師数は、維持管理作業に従事する労働力をはかる代理変数として使用している。

仮説（３）には、3 大損傷それぞれに対応する変数を分析に組み入れることで対応した。疲労の影響は RC 床板等の疲労を引き起こす道路通行量に関する変数、塩害の影響は海に接する市町村を 1 とするダミー変数と日本海に接する市町村を 1 とするダミー変数、アルカリ骨材反応の影響は特別豪雪地帯に指定された市町村を 1 とするダミー変数で測定した⁹。ただし、市町村道の通行量データは公表されていないため、最新の道路センサスで公表されているデータを各市町村別に集計して得た 24 時間通行量の平均値を代理変数として使用した。

また、仮説（４）を検証するための変数として、重回帰モデルとトービットモデルでは隣接する市町村の I 比率または I+II 比率の平均値を変数に含める。一方、空間ラグモデルでは、被説明変数 Y の空間ラグ変数（空間重み行列で重み付けした変数）を推定することで近隣効果を計測する¹⁰。コントロール変数として、財政力指数の平均値と 1km²あたりの橋梁数、人口増加率を含めた。財政力指数の平均値は、各市町村の財政力指数のうち、全市町村のデータが得られた 2009 年から 2019 年の値を平均して算出した。この値が小さい市町村ほど財政が厳しい。一方、1km²あたりの橋梁数は市町村内の橋梁の総数を市町村面積で除した変数であり、この値が小さい市町村ほど、ひとつの橋梁により多くの資源を投入できると考えてよいだろう。人口増加率は、市町村間の人口条件をコントロールするための変数であり、1977 年から 2020 年までの人口増加率を表す。

⁸ 中島（2018）は、人口が多く規模の大きい自治体ほど建築技師や土木技師の数が多い傾向にあるとしている。そのため、本分析では土木技師数を人口で除し、人口あたりの土木技師数を説明変数として使用した。なお、維持補修費の累計額・変動係数のデータは、1977 年から 2020 年までの値から算出している。

⁹ 岩城ほか（2013）で述べられているように、海沿いの地域の中でも特に日本海側で塩害の被害が発生しやすいことから、本分析では海に接する市町村のダミー変数と日本海に接する市町村を表すダミー変数の 2 つの変数を説明変数に用いた。また、特別豪雪地帯ダミーをアルカリ骨材反応に対する変数としたのは、豪雪地帯（北海道は全域が対象地域）よりもさらに積雪の多い地域ではアルカリ骨材反応を促進させる要因のひとつである凍結防止剤の散布頻度が高いと推測されるためである。

¹⁰ 本分析では、空間重み行列に行和標準化した逆距離重み行列を用いた。空間重み行列に使用する距離には、市町村役場の緯度経度情報から算出した直線距離を用いている。

2-6. 分析結果・考察

分析結果を表 2-5 と表 2-6 に示す。表 2-5 のモデル（１）から（５）はⅠ比率を、表 2-6 の（６）から（１０）はⅠ+Ⅱ比率を被説明変数とする。（１）と（６）は式（2.1）の重回帰モデル、（２）と（７）は式（2.2）のトービットモデル、（３）から（５）と（８）から（１０）は式（2.3）の空間ラグモデルによる分析である。（４）と（９）は特別豪雪地帯ダミーと維持補修費の累計額（対数値）の交差項を、（５）と（１０）は特別豪雪地帯ダミーと維持補修費の変動係数（対数値）の交差項を加えたモデルである¹¹。

まず、仮説（１）に対応する築 50 年以上比率のパラメータを見ると、重回帰モデルとトービットモデルにより推計した（１）と（２）のみでパラメータが負に有意であり、築 50 年以上比率が 1%増加すると健全な橋梁の比率が 0.2%程度低下することを示す。また、有意ではないものの（９）以外ではパラメータは負である。ここから、建設から 50 年以上経過した橋梁の割合の高さは一部のケースで健全性指標を低下させているものの、健全性指標に決定的に大きな影響をもたないことが示唆された。

仮説（２）に対応する維持補修費の変数を見ると、交差項を含むモデル以外では有意な結果が得られず、特別豪雪地帯ダミーと維持補修費に関する変数の交差項を含む空間ラグモデルの（４）と（９）では、特別豪雪地帯ダミーと維持補修費の累計額の交差項のパラメータが正に有意となっている。つまり、特別豪雪地帯のような条件の厳しい地域でインフラを最も健全な状態で維持するためには、維持補修費の大きさが重要であることを物語る。しかし、両モデルの維持補修費の累計額のパラメータは負に有意となっており、累計額が 1%増加することで 0.03~0.05%健全な橋梁の割合が低下するという結果が得られている。これは仮説（２）と相反するが、当該の橋梁が健全ゆえに維持補修費を要しないという逆の因果を示していると推察される。逆の因果に対処することは今後の課題としたい。

変動係数は、空間ラグモデルで推定した（５）と（１０）の交差項のパラメータが負に有意となっており、変動係数が 1%増加することで 0.14~0.16%健全な橋梁の割合が低下することが明らかになった。つまり、特別豪雪地帯ではインフラを最も健全な状態で維持するためには、維持補修費を安定して支払い続けることの重要性を示す。

人口あたりの土木技師人数のパラメータはいずれのモデルでも有意な結果は得られていない。以上から、仮説（２）は一部のみ支持された。仮説（３）に対応する海沿いダミー、日本海側海沿いダミーは有意な結果が得られていない。一方、大型車 24 時間平均交通量は、Ⅰ比率を被説明変数とするモデルでは有意ではないが、Ⅰ+Ⅱ比率を被説明変数とするすべてのモデルでパラメータが負に有意となっている。これは大型車の平均

¹¹ 特別豪雪地帯ダミーと維持補修費の累計額（対数値）の交差項と、特別豪雪地帯ダミーと維持補修費の変動係数（対数値）の交差項の相関係数は 0.8 以上であり、両変数を含めたモデルを推定すると多重共線性が生じる恐れがある。なお、本分析の説明変数として使用したその他の変数の変数間の相関係数はいずれも 0.6 未満である。

通行量が1%増加することで0.05%~0.07%程度健全な橋梁の割合が低下することを意味し、インフラの疲労の影響が健全性に影響を与える可能性を示す。

特別豪雪地帯ダミーは、維持補修費に関する交差項を含めて空間ラグモデルで推定した(4)と(9)、(10)のみで負に有意であるが、その他のモデルでは有意とならない。つまり、当該地域では凍結防止剤や融雪剤の散布によるアルカリ骨材反応の加速や凍害による橋梁への負荷から、健全性指標が低下しうることは否定できないが、特別豪雪地帯と豪雪地帯での健全度に明示的な差がない可能性がある。しかし、この結果は中東(2019)と符合している。

表 2-5 分析結果 (I 比率)¹²

		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
分析手法		重回帰	Tobit	SLM	SLM	SLM
被説明変数		I 比率	I 比率	I 比率	I 比率	I 比率
築50年以上比率		-0.221*	-0.230*	-0.089	-0.045	-0.095
(仮説 (1))		(-1.67)	(-1.76)	(-0.65)	(-0.34)	(-0.71)
ln維持補修費累計額		-1.979	-1.925	-1.412	-4.825**	-1.298
(仮説 (2))		(-0.98)	(-0.97)	(-0.70)	(-2.15)	(-0.65)
ln維持補修費変動係数		-4.446	-5.208	-3.761	-2.825	3.726
(仮説 (2))		(-0.97)	(-1.14)	(-0.81)	(-0.62)	(0.59)
特別豪雪地帯ダミー * ln維持補修費累計額		—	—	—	10.484***	—
(仮説 (2))					(3.12)	
特別豪雪地帯ダミー * ln維持補修費変動係数		—	—	—	—	-15.556*
(仮説 (2))						(-1.73)
ln財政力指数平均値		9.032*	9.051*	11.092**	7.981	10.694**
		(1.85)	(1.88)	(2.25)	(1.63)	(2.19)
ln人口あたり土木技師数		-651.172	-326.379	-1013.579	-468.538	-1077.258
(仮説 (2))		(-0.17)	(-0.09)	(-0.26)	(-0.13)	(-0.28)
ln大型車24時間平均交通量		-0.197	0.118	0.475	1.595	0.241
(仮説 (3))		(-0.06)	(0.04)	(0.14)	(0.48)	(0.07)
海沿いダミー		-0.265	-0.021	0.501	1.584	0.272
(仮説 (3))		(-0.07)	(-0.01)	(0.13)	(0.43)	(0.07)
日本海側海沿いダミー		0.319	0.327	-0.818	-3.885	-1.255
(仮説 (3))		(0.07)	(0.07)	(-0.17)	(-0.81)	(-0.26)
特別豪雪地帯ダミー		4.124	4.228	4.185	-230.778***	-9.916
(仮説 (3))		(1.28)	(1.33)	(1.29)	(-3.06)	(-1.13)
ln1km ² あたり橋梁数		-1.967	-1.697	-2.299	-2.154	-2.152
		(-0.91)	(-0.79)	(-1.05)	(-1.01)	(-0.99)
人口増加率		-0.027	-0.028	-0.035	-0.022	-0.038
		(-0.84)	(-0.89)	(-1.06)	(-0.70)	(-1.18)
定数項		63.714	59.693	-71.519**	-8.980	-60.076
		(1.29)	(1.23)	(-1.25)	(-0.15)	(-1.07)
近隣効果	隣接市町村の I 比率 (平均)	0.660***	0.662***	—	—	—
	(仮説 (4))	(5.19)	(5.27)			
	I 比率 (空間行列: W を使用)	—	—	4.721***	4.820***	4.523***
	(仮説 (4))			(4.85)	(5.45)	(4.93)
観測数		176	176	176	176	176
対数尤度		—	-747.848	—	—	—
調整済 R ²		0.126	—	—	—	—
擬似 R ²		—	0.023	0.017	0.015	0.073

注 1 : ***は 1 %、**は 5 %、*は 10%水準で有意であることを示す。

注 2 : モデル (1)、(2) のカッコ内の数値は t 値を表す。

注 3 : モデル (3) 以降のカッコ内の数値は z 値を表す。

¹² 分析には統計ソフト STATA17 を使用した。空間ラグモデルは一般化空間 2 段階最小二乗法で推定した。空間計量経済学の文献では、AIC によるモデル比較がなされることが多いが、STATA では一般化空間 2 段階最小二乗法を用いた推定結果から AIC を計算することができない。この点は本分析の限界でもあり、別のソフトを用いての AIC 推計を今後の課題としたい。

表 2-6 分析結果 (I+II 比率)

		(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
分析手法		重回帰	Tobit	SLM	SLM	SLM
被説明変数		I + II 比率	I + II 比率	I + II 比率	I + II 比率	I + II 比率
築50年以上比率		-0.104	-0.083	-0.034	0.003	-0.045
(仮説 (1))		(-0.96)	(-0.78)	(-0.30)	(0.02)	(-0.40)
ln維持補修費累計額		-0.284	-0.876	-0.866	-3.434*	-0.713
(仮説 (2))		(-0.17)	(-0.53)	(-0.53)	(-1.88)	(-0.45)
ln維持補修費変動係数		-4.883	-5.249	-5.080	-4.432	1.902
(仮説 (2))		(-1.31)	(-1.44)	(-1.39)	(-1.23)	(0.38)
特別豪雪地帯ダミー * ln維持補修費累計額		—	—	—	7.765***	—
(仮説 (2))					(2.90)	
特別豪雪地帯ダミー * ln維持補修費変動係数		—	—	—	—	-14.314**
(仮説 (2))						(-2.05)
ln財政力指数平均値		6.264	8.078*	6.655*	4.377	6.267
		(1.57)	(1.94)	(1.70)	(1.12)	(1.63)
ln人口あたり土木技師数		1327.012	1388.354	191.097	535.666	182.521
(仮説 (2))		(0.43)	(0.46)	(0.06)	(0.18)	(0.06)
ln大型車24時間平均交通量		-6.760**	-7.263***	-5.706**	-4.825*	-5.960***
(仮説 (3))		(-2.47)	(-2.71)	(-2.10)	(-1.81)	(-2.23)
海沿いダミー		-4.546	-4.769	-3.808	-2.954	-4.083
(仮説 (3))		(-1.48)	(-1.59)	(0.88)	(-0.99)	(-1.37)
日本海側海沿いダミー		3.384	4.116	3.366	1.097	2.963
(仮説 (3))		(0.86)	(1.07)	(0.88)	(0.29)	(0.78)
特別豪雪地帯ダミー		1.187	1.200	0.748	-173.318***	-12.146*
(仮説 (3))		(0.45)	(0.47)	(0.29)	(-2.88)	(-1.78)
ln1km ² あたり橋梁数		2.354	2.508	2.407	2.524	2.523
		(1.33)	(1.45)	(1.39)	(1.48)	(1.48)
人口増加率		-0.013	-0.015	-0.016	-0.007	-0.018
		(-0.51)	(-0.57)	(-0.60)	(-0.26)	(-0.72)
定数項		142.866***	161.446***	2.193	37.523	27.260
		(3.42)	(3.77)	(0.02)	(0.43)	(0.31)
近 隣 効 果	隣接市町村の I + II 比率 (平均)	-0.028	-0.027	—	—	—
	(仮説 (4))	(-0.17)	(-0.17)			
	I + II 比率 (空間行列: Wを使用)	—	—	1.782*	1.951*	1.527
	(仮説 (4))			(1.69)	(1.93)	(1.50)
	観測数	176	176	176	176	176
	対数尤度	—	-715.962	—	—	—
	調整済 R ²	0.014	—	—	—	—
	擬似 R ²	—	0.011	0.085	0.117	0.103

注 1 : ***は 1 %、**は 5 %、*は 10%水準で有意であることを示す。

注 2 : モデル (6)、(7) のカッコ内の数値は t 値を表す。

注 3 : モデル (8) 以降のカッコ内の数値は z 値を表す。

つづいて、近隣効果に関する推定結果を確認する。I 比率を被説明変数とする（1）から（5）では、分析手法に関わらずすべてのモデルで近隣効果のパラメータが正に有意となった。また、重回帰やトービットモデルでは 0.66%とされた近隣効果は、空間ラグモデルでは 4.52~4.82%となっており、重回帰やトービットモデルを用いた場合、過小推定される可能性があると示された。一方、I+II 比率を被説明変数とするモデルでは重回帰モデルとトービットモデルで推定した（6）と（7）では有意となっていないものの、最も厳密に近隣効果を考慮する空間ラグモデルで推定した（8）と（9）ではパラメータは正に有意となった。この結果は、近隣市町村の I+II 比率が 1%上昇すると、当該自治体の I+II 比率が 1.78~1.95%向上することを意味している。ここから、仮説（4）はおおむね支持されたと言える。実際に、この傾向は地理的な空間的パターンとして階級区分図（コロプレス図）からも視認することができる。図 2-2 と図 2-3 の階級区分図は、STATA のコロプレス図作成機能を使用し、それぞれ I 比率と I+II 比率の高さが最も高い市町村群を濃い色となるように塗り分けたものである。図 2-2 からは、宗谷や十勝などの地域で I 比率が高い自治体が多い一方、オホーツク地域などでは I 比率が低い自治体が多い傾向にあることがうかがわれる。同様に、図 2-3 では、宗谷や根室といった地域に I+II 比率の高い自治体が集まっている傾向がうかがわれる¹³。

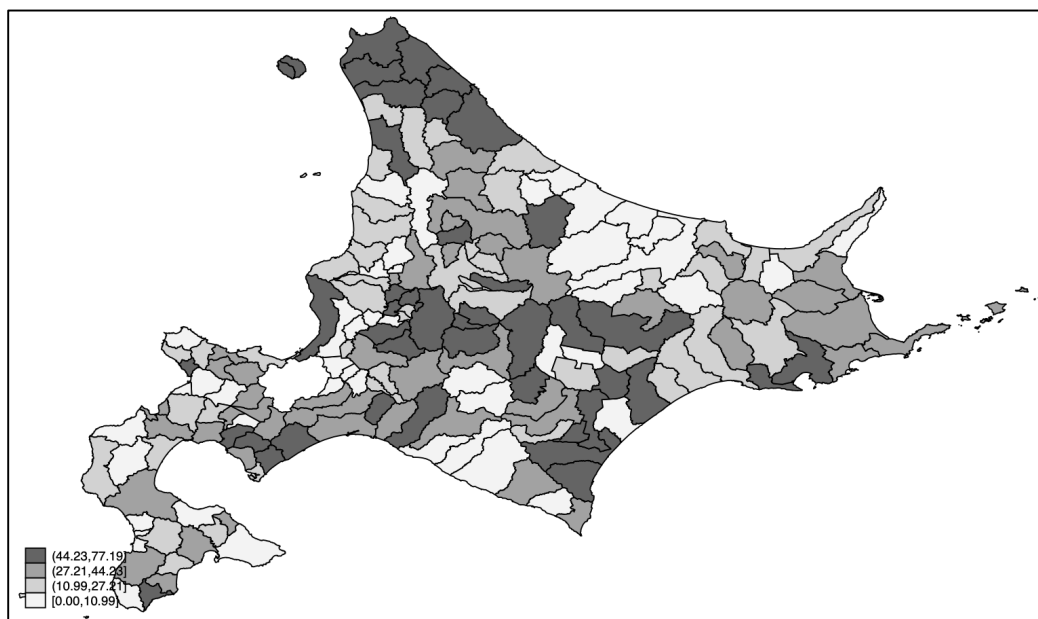


図 2-2 I 比率の階級区分図

¹³ 石狩地域をベースとして地域ダミー変数を加えたモデルでも推定を試みたが、いずれのモデルでも地域ダミーは有意な結果は得られなかった。

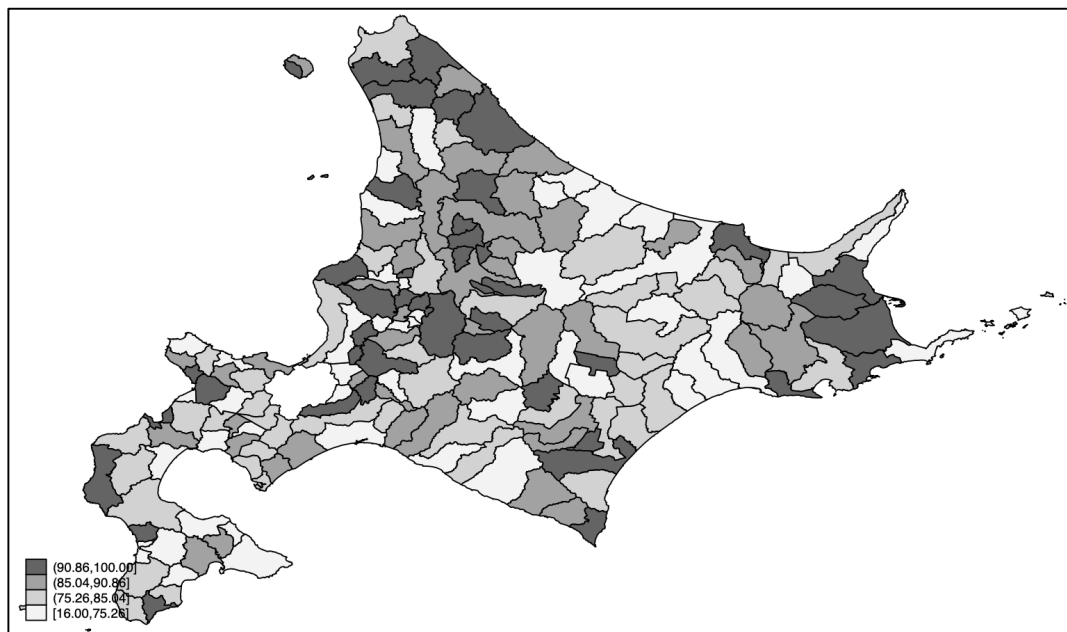


図 2-3 I+II 比率の階級区分図

こうした効果が生じる主因は、以下の 3 つではないかと推測される。第 1 は環境の類似性をもたらす影響である。例えば、同じ水系にかかる橋梁の場合、環境が類似しているとも考えられ、近隣効果が発現しうると考えられる。第 2 は点検業務における地域一括発注の影響である。山崎・宇野（2022）は、技術系人材の不足に対応するため、市町村の点検・診断業務を都道府県が一括して発注する地域一括発注制度が道内の約半数の自治体で利用されているとする。同一業者が点検・診断を担当することで健全度の評価が類似する可能性がある。第 3 は、ヤードスティック競争などによる他自治体との競争の効果も推察される。山崎・宇野（2022）が指摘する通り、道路や橋梁の維持管理は、建設とは異なって首長選挙等で主要な争点として取り上げられることはない。しかし、橋梁利用者である住民は近隣自治体の橋梁も定期的に利用している可能性が高い。そのため、各自治体は他地域と同様のサービスを提供する責任が生じ、近隣地域の状況を参照すると考えられる。ただし、山本（2018）が指摘する通り、近隣効果には多様な要因が関わり、正の効果が発現する理論的背景の厳密な特定は容易ではない点に注意が必要である。

コントロール変数のうち、 1km^2 あたりの橋梁数と人口増加率は、いずれのモデルでも有意な結果は得られていない。しかし、財政力指数の平均値のパラメータは（1）から（3）と（5）、（7）、（8）で正に有意となっており、このことは、維持管理に対する地元自治体の財政力の重要性を示す。

2-7. 小括と次章への展開

2-7-1 小括

本章では、交通インフラの効率的な維持管理について検討するため、インフラの質の維持に寄与する要因を分析した。市町村別の橋梁の点検データを対象とした分析から、老朽化のひとつの目安とされる 50 年以上が経過した橋梁の割合が高い場合でも、適切な維持補修によって健全性が担保されることが示された。また、特別豪雪地帯では、一般に、凍害などの影響が及びやすく、老朽化が進行しやすいとされるが、維持補修費を多く、かつ安定的に支出することで老朽化の進行を抑制できることが明らかになった。

また、自治体間競争が当該自治体のインフラの健全性に影響を与える効果（近隣効果）についても検証した。分析の結果、近隣自治体の橋梁の健全性の高さが、当該自治体の橋梁の健全性の維持・向上に寄与することを表すという正の近隣効果が発現することが確認された。この結果は、財政や技術系職員などの面で余力のある自治体においては、適切な自治体間競争によって、インフラの健全性が維持される可能性を示している。また、正の近隣効果は、近隣自治体の橋梁の健全性が低い場合、当該自治体の橋梁の健全性も低くなることも示唆している。つまり、健全性が低い地域では、自治体間競争が十分には働いていない可能性もある。そのため、このような地域では、人材確保や財源等の支援など、競争が機能するための下地を整備することも重要だろう。

一方、近隣効果によって、自治体の支出配分が歪む可能性もある。例えば、近隣地域の橋梁の健全度が高い場合、当該自治体が本来、産業振興のための投資や教育などの分野に投資すべき場合であっても、橋梁の健全度を高く保つために維持管理への配分を増やすかもしれない。特に、厳しい財政状況下にある自治体でこうした支出の歪みが生じる場合、地域内で必要とされている他領域への投資が充足されないという事態も起こりかねない¹⁴。本稿では、歳出の配分の問題については分析できていないため、市町村ごとの最適なインフラ投資予算比率の推定などは今後の課題としたい。

2-7-2 次章への展開

財政制約の下では、新規のインフラ整備は容易ではなく、交通インフラに対する様々なニーズに対応するためには、まず既存のインフラのキャパシティをいかに無駄なく利用するかがポイントとなる。そこで、次章では、維持管理に焦点を当てた本章につづいて、既存インフラの効率的活用の観点に着目した分析を実施する。具体的には、東京や大阪を後背地とする 3 空港（羽田・成田・関西）以外の空港への直行便の誘致の問題について、自治体の戦略の観点から考察する。

¹⁴ 歳出配分の問題は、地方財政の分野でも多く研究されている。例えば、財政の逼迫度が高い自治体ほど社会教育費が縮小される傾向にあることを示した細井（2015）のような研究も見られている。厳しい財政状況の自治体では限られた予算を効率的に配分する必要があり、インフラへの投資が過大となれば、住民が必要とする他分野への投資のための財源が不足する恐れがある。

第3章 空港の効率的利用と自治体戦略① ：自治体間競争に焦点を当てた分析

3-1. インバウンドブームと「補助金競争」

本章と次章では、空港を対象として既存の交通インフラをいかに効率的に活用するかに焦点を当て分析する。序章でも言及したように、近年のわが国では、「空港経営」の視点から、既存の空港が効率的に活用されているかを分析した研究が多く進められている。こうした効率性分析では手法の違いはあれども、より少ない投入要素（滑走路本数やターミナル面積、航空系営業費用など）を使用して、より多くの産出（乗降客数や貨物取扱量、航空系営業収入、非航空系営業収入など）が得られた空港の効率性が高く評価される。航空系営業収入や非航空系営業収入は乗降客数に影響を受けることから、既存の資本ストックを活用して効率的な空港経営を実現するためには、乗降客数を増やす取り組みが重要である。そこで、本章と次章では、近年増加している訪日旅客に着目する。

わが国政府は、訪日旅客の増加を目的として様々な施策を進めてきた。例えば、2003年には、2010年までに訪日外国人旅行者数を1,000万人にすることを目標とするビジット・ジャパン・キャンペーンが開始された。また、2007年の「観光立国推進基本法」制定や、2008年の国土交通省への「観光庁」設置など、訪日外国人旅行者の増加を目的とした政策を実施する体制が徐々に整えられてきた。2019年には、2020年に年間4,000万人、2030年に年間6,000万人の誘客を目指すことが発表され、その目標達成を支援するためのさまざまな取り組みが提案された。

図3-1に、1964年から2020年までの訪日客数の推移を示した。2020年の新型コロナウイルスの感染拡大以前、好調な世界経済を背景として世界の航空需要は堅調に推移してきた。わが国でもアジアを中心に訪日旅客数が急増し、「インバウンドブーム」と呼ばれた。2019年の公式訪日客数は31,882,049人であり、ビジット・ジャパン・キャンペーンが開始された2003年の5,211,725人と比べると、約6.1倍となっている（図3-1）。特に、訪日旅客の増加は、初めて1,000万人を突破した2013年以降、急速に増加している。新型コロナウイルスの流行により、2020年の訪日旅客年間4,000万人を目指すという目標は達成されなかったものの、新型コロナ終息後は、急速に旅客数が回復しており、今後の目標達成が期待されている。

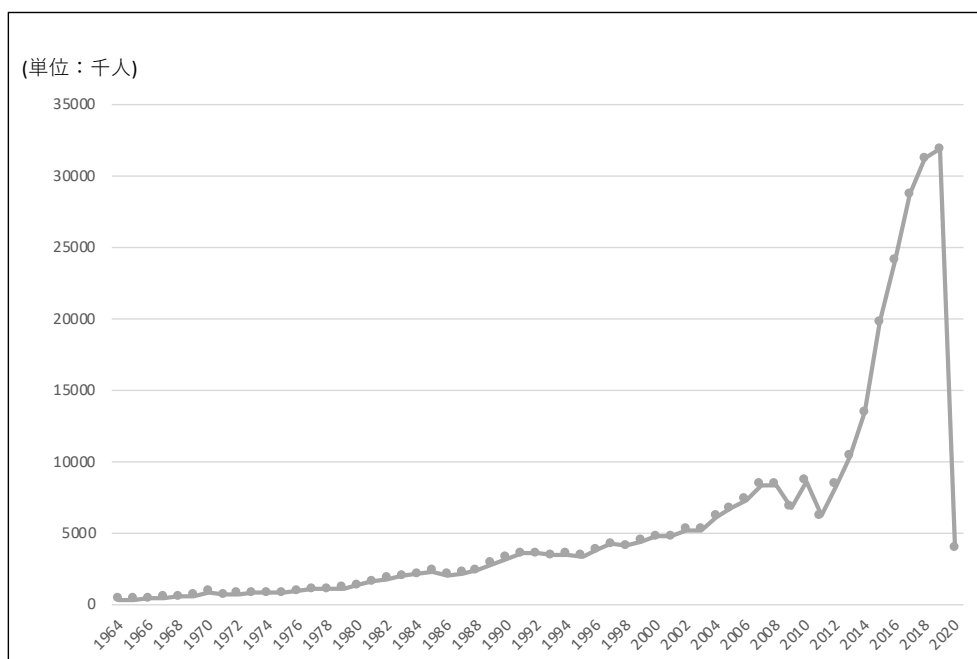


図 3-1 訪日客数の推移

出所：観光庁「日本の観光統計データ」訪日外客数の推移をもとに筆者作成。

2013 年以降における空港別の入国者数を見ると、成田国際空港・東京国際空港・関西国際空港（以下、「3 空港」と略称）の出入国数は増加した。しかし、それ以外の空港の入国者数の伸びは 3 空港を上回り、シェアが拡大した（図 3-2）。

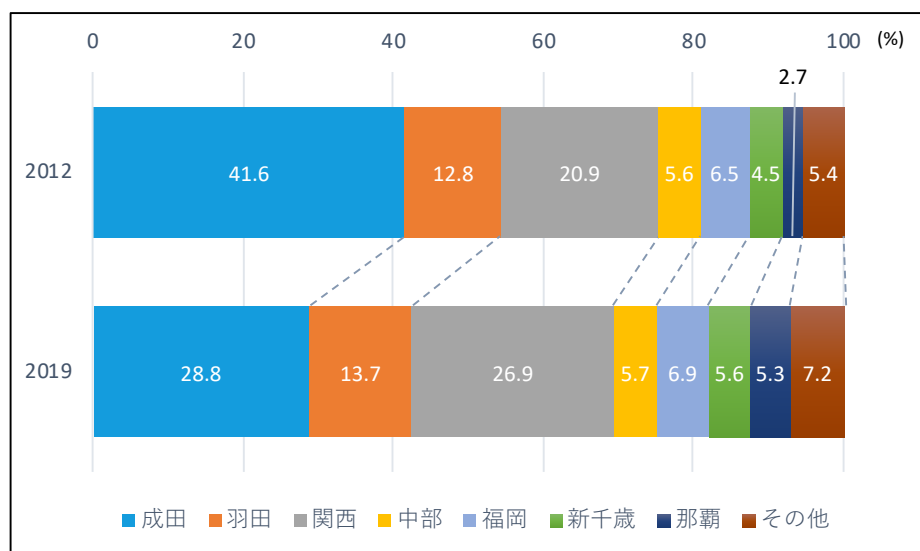


図 3-2 空港別の入国者数の比率

注：その他には、その他空港と港湾も含む。

出所：法務省「出入国管理統計」をもとに筆者作成。

背景には、地方空港のゲートウェイ機能の強化とともに、関係者による海外航空会社の誘致努力があり、海外航空会社や旅行会社に対するインセンティブや補助金の支払い（IP）はその典型である¹。例えば、空港所在の自治体による国際線運航会社に対する空港使用料などの運航経費の支援、旅行客に対する支援金の支出などがこれに該当する。

榊原・加藤（1997）では、エアライン・ハブの決定に焦点を当て、IP と空港間競争の関係を論じている。ユナイテッド航空の整備場誘致の事例を紹介し、空港間競争の鍵は航空会社と空港の関係にあると指摘している。航空会社のハブの設定は旅客数や貨物量、飛行距離、着陸料などというロケーション・アドバンテージ（LA）によるため、空港は航空会社に対して立地インセンティブを高めるような諸条件（IP）を提供してハブを誘致することが明らかにされており、ロケーション・アドバンテージで有利な地域は IP を抛出する必要性が少ない一方、不利な地域では、多くの IP の抛出が必要であるというトレードオフの関係がある可能性を示唆している。榊原・加藤（1997）は、両者のトレードオフの関係を概念図により図示している。図 3-3 に榊原・加藤（1997）で紹介されている概念図をもとに作成した図を示す。

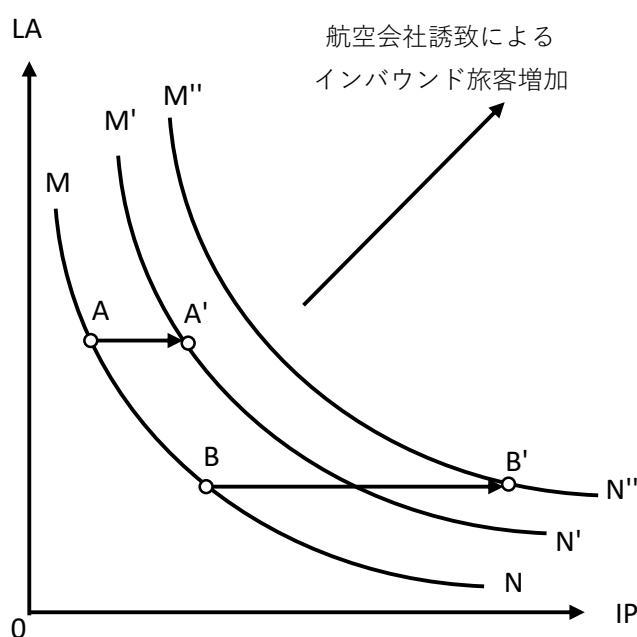


図 3-3 IP と LA の関係

出所：榊原・加藤（1997）p.62 をもとに筆者作成。

¹ 地方空港のゲートウェイ能力の強化の詳細については、国土交通省（2014a）や国土交通省（2021）の p.194 を参照されたい。

縦軸は LA の多さを表しており、原点から上方に離れるほど立地上のアドバンテージが大きいことを表している。他方、横軸は IP の多さを表しており、原点から右方に離れるほど IP が多く提供されていることを表している。また、MN 曲線は LA と IP のトレードオフの関係を表しており、空港選択における航空会社の無差別曲線と解釈することができる。曲線上の A 点と B 点を比較すると、LA が高い（すなわち、立地条件の良い）空港では、IP は少額で済み、LA の低い空港では、多くの IP が必要であることがわかる。また、各空港は、A 点から A' 点への移動や、B 点から B' 点への移動に見られるように、IP を増加させることで航空会社に好条件を提示することが可能となり、誘致とそれにともなう訪日旅客の増加に成功する可能性が高まると考えられる²。

一方、IP は、住民と自治体の間にエージェンシー問題を引き起こす恐れがある。住民と自治体の関係はプリンシパル＝エージェント理論からみれば、自治体に対する資金提供者である住民は依頼者（プリンシパル）、資金の受託者である自治体は代理人（エージェント）ととらえられる（図 3-4）。代理人たる自治体は「受託者責任」の観点から、住民から受託した資金を適切に使用しなければならないが、情報の非対称性が存在することから、それが十分チェックされていないかもしれない。

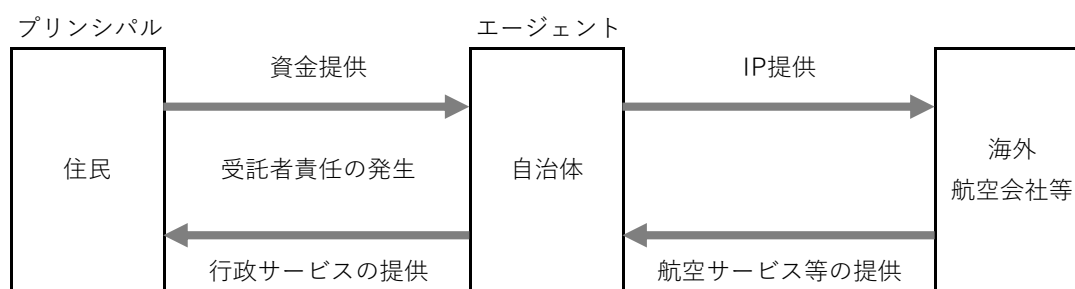


図 3-4 航空会社誘致における住民と自治体のエージェンシー関係

訪日旅客の誘致を目的とした IP でも同様である。さらに、近年、後発組の自治体もそこに加わり、「補助金競争」とも言える状況になっていた。IP を用いて旅客を呼び込み、既存の空港を活用して、地域経済を活性化するという目標は住民と自治体に共通している。しかし、IP が合理的な額であるか否かという点については、航空会社や旅行会社は自治体と個別に交渉し、加えて交渉内容は自治体間で共有されないため、地域住民が完全にチェックすることは難しい。得られる利益と比べて IP が過剰である場合、資源配分が適切に行われないことから、社会的余剰を損ねる可能性もある。したがって、IP の誘客に対する効果を検証することは重要である。また、個々の自治体にとって、各

² 例えば、LA が高い混雑空港では航空会社よりも空港側の交渉力が高く、LA が低い空港では、空港よりも航空会社の交渉力が高くなる。航空会社と空港の交渉については、本章末の補論で理論モデルを用いて考察した。補論では、交渉力を反映した一般化ナッシュ解による分析の有効性に言及している。

種の政策により路線を維持・誘致することが最適であったとしても、自治体間の競争などによって、限られた需要を取り合う形になれば、路線の休止・撤退などが発生し、地域全体での効用最大化（全体的合理性）が達成されない可能性がある。こうした囚人のジレンマと同様の構造を分析することも IP の効果の検証と並び重要である。

本章の目的は、以上のような状況に焦点をあて、3 空港以外の国際線の持続要因を定量的に分析し、地方自治体の航空・空港政策に対するインプリケーションを提示することにある。分析を通じて、路線の持続に貢献しうる要因を明らかにするとともに、地方自治体の補助金支出による路線誘致の競争関係を疑似的に分析する。

3-2. 先行研究

海外から訪問する旅客の増加要因に関する分析は、国内外で多く蓄積されている。とりわけ、グラビティモデルを使用した文献は多い。そうした文献では、出発地と到着地の GDP ないし 1 人あたり GDP という経済規模を表すマクロ経済変数とともに、両国間の距離の大きさをモデルに含むことが一般的である。さらに、これらの基本的な変数に加えて、文化的要因や政治的要因を加えた拡張モデルを使用した分析が世界各国で蓄積されている。例えば、2001 年から 2005 年までのデータを使用し、201 の国・地域からの訪米旅客の増加要因を明らかにした Vietze (2008) では、基本となる変数に加えて、相対物価やビザが免除される国に対するダミー変数、言語や宗教的要因の近さを表すダミー変数が説明変数に加えられている。分析結果からは、言語や宗教という文化的要素が近い国からの観光客数が多いことが明らかにされており、文化的差異の小ささが旅客数の規定要因のひとつとなることが示唆されている。

中澤 (2009) は、1996 年第一四半期から 2008 年第一四半期までのデータをもとに、相対物価や為替レート、言語の差異、ビザ免除の有無を考慮したモデルを用いて訪日旅客数の増加要因を分析している。また、ビジット・ジャパン・キャンペーンに関するダミー変数を説明変数に組み込むことで、同キャンペーンが訪日客増加に与えた影響についても分析している。分析からキャンペーンにおける重点国・地域に指定された国・地域で観光客数が増加することが示されていることから、中澤 (2009) はビジット・ジャパン・キャンペーンに一定の誘客効果を認めている。

同様に、宇佐美 (2016) は、2006 年から 2014 年までのデータをもとに訪日旅客の増加要因を分析している。さらに、グラビティモデルの基本となる変数に加えて、為替レートに関する変数や政府主導の政策的要因、地方自治体の施策的要因、航空業界の構造変化的要因に関するダミー変数を導入することで、政策の効果を検証している。その結果、低費用航空会社 (LCC) の新規就航やビザ緩和政策は誘客に貢献するが、地方自治体による補助金の拠出は誘客に結び付かない可能性があるとしている。後藤 (2019) は、訪日旅客の増加要因を明らかにするとともに、地方公共団体が展開する国際観光振興政

策や LCC 就航の効果を分析している。分析では、拡張グラビティモデルが採用されており、ビザの免除や LCC 就航など各種の変数に加えて、地方自治体による政策の効果を測る変数として、都道府県別の年間観光費が用いられている。分析から、短期入国ビザ要件の緩和・免除や LCC の就航数の多さなどに加えて、各都道府県の年間観光費が誘客に貢献するとしている。そして、各都道府県の国際観光振興政策が有効に機能している可能性を示唆している。

第2に、地方自治体と航空会社や旅行会社との関係を論じた文献に焦点を当てる。榊原・加藤（1997）は、3-1 節で紹介した通り、アメリカにおける整備場の誘致に際し、航空会社が空港の地元自治体と個別に交渉し、そして、自治体が情報を共有せず、IP が引き上げられるプロセスを描いている。喜多ほか（2002）は、繰り返し n 人非協力ゲームの枠組みにもとづくモデルから地方自治体の路線誘致行動を分析している。航空会社と利用者による需給均衡モデルを用いて定式化された繰り返し n 人非協力ゲームによる分析の結果、地方空港のネットワークを充実させるためには、長期的なネットワーク形成過程を適切に評価・予測した上で戦略を定める必要があること、最適なネットワークを実現するためには、近視眼的ではなく、長期的な観点からの意思決定が必要であることを明らかにしている。さらに、地方空港の活性化に向けた主要空港の容量拡張の重要性や、長期的な観点からの空港間連携の必要性についても示唆している。

一方、遠藤（2021）は、地方自治体と航空会社や旅行会社との関係について、地方自治体のエアポートセールスの観点から分析している。論文は2パートに大別され、前半では、路線誘致に向けて、地方自治体や地方空港が商談会に参加していることや複数社の路線計画担当者と新規路線就航に向けた交渉を行った沖縄県の例など、地方空港におけるエアポートセールスの事例を紹介している。後半では、エアポートセールスの実態を調査するため、空港がある道県や北九州市、北海道内で空港管理者となっている市、仙台国際空港株式会社の国際線誘致担当者を対象とした記名式アンケートを実施し、定量的に分析をしている。アンケート調査から、地方自治体がエアポートセールスに積極的であることが示されているほか、多くの自治体が FSC だけでなく LCC もエアポートセールスの対象としていることが明らかにされている。一方、路線誘致に向けた外部コンサルタントの活用については、一部の自治体で進められているものの、諸外国と比べると低いと述べられている。また、アンケート調査のデータを使用した計量分析では、各空港の2018年の定期便数とチャーター便数の合計値を被説明変数、グラビティモデルの変数とエアポートセールスに関する変数を説明変数とする5つのモデルを推定している。分析から、エアポートセールスの代理変数である商談会への参加回数のパラメータが正に有意となっており、エアポートセールスが運航便数に正の影響をもたらしていることが明らかにされている。

第3に、航空路線の持続性を論じた文献を紹介する。高田・藤生（2012）は、国内線における航空会社の路線撤退にサバイバル分析を適用し、要因分析を試みている。ハザ

ード関数にワイブル分布を仮定した比例ハザードモデルによる分析から、平均旅客数や運航回数の変動係数、路線数が撤退確率に影響していることが明らかにされている。さらに、推定したモデルを使用して、撤退確率が高い路線を特定し、当該路線で実際に撤退しているかを検証しており、検証の結果、そうした路線の多くが実際に撤退していることが示されている。

他方、錦織（2020）は3大都市圏外空港の国際線の持続性を分析している。3大都市圏外空港の国際線は路線開設後に需要を喚起する傾向にあると指摘し、維持には需要の定着が必要だと主張している。そして、①近隣空港の就航路線に影響を受けやすいこと、②空港の受け入れ環境が求められていること、③中国の地方都市の路線は中断後、再開しづらく、台湾や韓国からの路線は再開しやすいこと、④長期間路線が持続している空港ほど個人客の利用割合が高いこと、という4つの点を明らかにしている。

3-3. 仮説の設定と分析の概略

先行研究において、訪日需要の分析にはグラビティモデルの各変数が有効であること、路線開設後に需要が喚起される傾向にある地方空港では、近隣空港の就航路線に影響を受けることなどが明らかにされた。しかし、訪日旅客誘致に向けた地方自治体の取り組みの評価は、明確に定まっていない。そこで、本章では、地方自治体の取り組みとして、訪日誘客のIPに焦点を当て、以下の仮説（1）、（2）を分析する。さらに、路線の維持・誘致に関して囚人のジレンマ的構造が存在するかを分析するために仮説（3）、（4）を設定する。この意図は、表3-1に示す最もシンプルな自治体間競争ゲームの利得行列から説明できる。囚人のジレンマは、「個人合理的な戦略と集団合理的な戦略が相反するとき」（岡田（2014）、p.95）に生じる。つまり、利得の大きさが $B > D > A > C$ である場合、各自治体にとっての個人合理的な戦略（IPの活用）が、集団合理的な戦略（IPなし）と相反し、囚人のジレンマ的構造になる。ナッシュ均衡である両自治体がIPを活用するケースは、IPがない場合に比べ利得が減少する恐れがあるためである。こうした現象は、自治体による住民誘致の競争をタロック型のコンテスト成功関数（contest success function）を用いて理論的に分析した安藤（2017）でも指摘されている。

加えて、仮説（4）を設定した背景には、錦織（2020）が指摘するように、3空港を除く空港の国際線需要が安定していないことがある。訪日旅客中心の航空会社間での競争や近隣空港との競争によって需要を奪い合う場合、競争が国際線の持続性に負の影響を与える可能性がある。

表 3-1 自治体間競争ゲームにおける利得行列の一例

		自治体 II	
		IP活用	IPなし
自治体 I	IP活用	(A , A)	(B , C)
	IPなし	(C , B)	(D , D)

仮説（１）：IP が国際線の運航便数に対して効果をあげている。

仮説（２）：IP が国際線の持続性に対して効果をあげている。

仮説（３）：路線内での航空会社間競争や近隣空港との競争により、国際線の運航便数が増加する。

仮説（４）：路線内での航空会社間競争や近隣空港との競争を通じ、国際線の持続性が低下する。

仮説の検証のために、２つの分析手法を用いる。ひとつは固定効果モデルを使用した運航便数の要因分析である。固定効果モデルでは、次の式（3.1）を推定する。

$$Y_{it} = \alpha + \beta_1 x_{1it} + \beta_2 x_{2it} + \dots + \beta_n x_{nit} + v_i + u_{it} \quad \dots (3.1)$$

ここで、添字 i はサンプル内の各主体、 t は時点を表している。また、 a_i と u_{it} は、それぞれ固定効果と誤差項である。

いまひとつは、国際線の持続性に対するサバイバル分析である。サバイバル分析は、主に、生存時間や生存率、ハザード率などを被説明変数に用いてイベントの持続に寄与する要因等を分析する手法である。分析で使用するセミノンパラメトリックモデルは、パラメトリックモデルと異なり、事前にハザード関数に確率分布を仮定する必要がないため、医学や生物学など多くの研究で用いられる。代表的手法として Cox 比例ハザードモデルが知られており、本章の持続要因分析にも、このモデルを使用する³。モデルは、時点 t においてあるイベントが持続しているという仮定の下で、次の極めて微小な時間でイベントが打ち切られる確率を表すハザード関数を式（3.2）のように定義する。

$$h(t|x) = h_0(t) \exp(\beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \dots + \beta_n x_{ni}), \quad \dots (3.2)$$

³ Cox 比例ハザードモデルの結果の解釈はやや特殊である。パラメータが 1 未満の場合は、 z 値が負となり、生存に貢献する要因とみなされる。1 以上の場合は z 値が正となり撤退に寄与する要因とみなされる。詳しくは山本（2015）等を参照されたい。

添字 i はサンプル内の各主体を、 β はそれぞれの変数に対する回帰係数を、 x はそれぞれの説明変数を表している。ハザード関数は、時間に依存するベースラインハザード $h_0(t)$ と、共変量に依存する相対危険度関数 $\exp(\beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \dots + \beta_n x_{ni})$ に分割される。説明変数がダミー変数 1 つのみである例をもとに表記すると、Cox 比例ハザードモデルでは、式 (3.3) の通り、説明変数に応じてハザード関数の比をとれば、ベースラインハザードを推定せずに分析できる。

$$\frac{h(t|x=1)}{h(t|x=0)} = \frac{h_0(t) \exp(\beta \cdot 1)}{h_0(t) \exp(\beta \cdot 0)} = \exp(\beta) \quad \dots (3.3)$$

仮説の検証に向けて、6 つのモデルを使用した。モデル (1) と (2) では、運航便数を被説明変数とする固定効果モデルを用いた⁴。運航便数は前年の実績に強く影響を受けるため、前年の運航便数を説明変数に加えている。モデル (3) から (6) では、Cox 比例ハザードモデルを使用し分析している。大規模空港ダミーなどの時間不変の変数は固定効果による推定ができないため、Cox 比例ハザードモデルのみで使用した。固定効果によって推定した (1) と (2) のモデルでは、これらの変数の効果をとらえるために、交差項として説明変数に加えている⁵。

モデル (1)、(2)、(3)、(5) の分析対象は 3 空港を除く全空港であり、モデル (4) と (6) の分析対象は、3 空港と新千歳・中部・福岡・那覇（以下、大規模空港と略称）を除く全空港である。モデル (4) と (6) で大規模空港を除外した背景には、大規模空港の着陸回数がその他の空港と比べて際立って多いことがあげられる。なお、分析対象期間は後掲の表 3-3 に記している。モデル (1)、(3)、(4) では、名目県内総生産を説明変数に含めているため、県内総生産の最新のデータが反映される 2017 年までを分析期間としている。他方、モデル (2)、(5)、(6) では、県内総生産を説明変数から除くことで分析期間を 2019 年までに拡張している。

3-3-1 データ

本章では、海外を出発して国内の各空港を目的地とする路線（航空会社別）の年次データを使用する。路線の持続性について、本章では、おおむね週 1 便に相当する年間 52

⁴ 平均機体サイズの変数は運航便数から作成した変数であるため、固定効果モデルの推定では、分析に含めていない。

⁵ 持続路線の多くが大規模空港のデータであることから、大規模空港ダミーと、観光費と大規模空港ダミーの交差項は強く相関している。そのため、大規模空港ダミーを説明変数に含まない固定効果モデルでの分析（モデル (1) と (2)）では観光費と大規模空港ダミーの交差項を含めているが、Cox 比例ハザードモデルでは、交差項を含めず、大規模空港を含むモデルと含まないモデルを分けて分析した。

便以上で3年以上運航している路線を「持続路線」と定義する。これにより、プログラムチャーターを除く不定期チャーター便などの影響を除いた分析が可能となる。

運航便数や路線距離をはじめとする主なデータは、OAG が提供するデータベース (Schedules Analyser) から収集した。説明変数に用いた平均機体サイズは、各路線の供給席数を運航便数で除して算出した。また、仮説 (3)、(4) の検証に使用する競争に関するダミー変数もデータベースの情報をもとに作成した。そのうち、同一路線複数社参入ダミーは、同一路線の中で他の航空会社が年間 52 便以上運航している場合を 1 とする変数である。この変数を分析に用いることで、同一路線内における航空会社間の競争の影響を確認できる。他方、近隣空港同一路線ダミーは、自動車でおおむね 2 時間の距離 (120km) を各空港の勢力圏と仮定し、勢力圏内の他空港に年間 52 便以上の同一路線がある場合を 1 とする変数である。空港の勢力圏の大きさを検証した Morrison (2001) では、75 マイル (約 120km) が勢力圏として妥当であると結論づけており、本章では、これにならい、勢力圏を 120km と仮定した⁶。相手国 GDP は、マクロ経済データを網羅した CEIC のデータベースから米ドルをベースとして収集した。また、都道府県の名目県内総生産は、日経 NEEDS の県民経済計算年報データを取得した⁷。

宇佐美 (2016)、後藤 (2019) および遠藤 (2021) でも言及されている通り、近年、地方自治体は IP に代表される訪日誘客に対する取り組みを活発化させている。他方、後藤 (2019) が指摘するように、地方自治体による LCC 誘致の補助金制度のデータは体系的に公表されていない。本章では後藤 (2019) にならい、路線誘致に向けた IP の代理変数として都道府県の観光費額を説明変数に加えた。観光費は、遠藤 (2021) でもエアポートセールスの代理変数となりうると述べられている。観光費のデータは、総務省が公表する都道府県決算状況調書から取得している⁸。都道府県内に複数の空港が立地する場合、2019 年度の空港管理調書に記された各空港の暦年の国際線乗降客数にもとづいて県内各空港の乗降客数シェアを計算し、シェアに応じて空港別に観光費を按分した⁹。分析に用いた変数の基本統計量は表 3-2 の通りである。

航空会社閉業ダミーは、航空会社が閉業した場合 1 となるダミー変数であり、航空会社の経営悪化等による路線撤退をコントロールする変数である。本章の分析対象路線に

⁶ わが国の航空旅客動態調査では空港ごとに「出発旅客数 (出発地)」が公開されている。このデータから、多くの空港の利用者が 2 時間圏内から出発していることが確認可能である。

⁷ 名目県内総生産は、Federal Reserve Bank of St Louis のデータベースから抽出した各年末の為替レートを用いて調整した。

⁸ 複数の県にヒアリングを実施し、観光費に誘致のためのインセンティブや補助金が含まれていることを確認している。

⁹ 福岡空港には IP に拠らずとも就航希望があるが、たとえ、県が路線誘致に取り組んだとしても、混雑空港であることから、受け入れは難しい。そこで、福岡県の観光費は、例外的に次の 2 ステップで計算した。①福岡空港と北九州空港のシェアをそれぞれ計算する。②観光費に北九州空港のシェアを乗じた値を福岡空港の観光費投入額とし、観光費に福岡空港のシェアを乗じた値を北九州空港の観光費投入額とする。

も閉業によって撤退した路線が含まれているため、導入した。国内航空会社ダミーは、わが国に拠点を置く航空会社を1とするダミーである。外国航空会社との路線の撤退しやすさの差異を検証するため導入した。中国ダミーは中国本土の路線を1とするダミー変数である。この変数は、廃止・休止路線に中国の地方都市への路線が多いことを示した錦織（2020）に対応して導入した。

大規模空港ダミーは、大規模空港（新千歳、中部、福岡、那覇の4空港）を1とするダミー変数である。分析対象空港の中でもこれらの空港の離着陸回数は極めて多く、その他の空港と比べて、より路線が持続しやすいと推測されるため、このダミー変数を導入した。

支援空港ダミーは「訪日誘客支援空港」に認定された空港を1とするダミー変数である。訪日誘客支援空港の制度は、主に地方空港に訪日客を誘致することを目的とした国土交通省による支援制度である。支援空港に認定された空港は、新規就航や増便時の着陸料やグラウンドハンドリングの経費だけでなく、CIQ（税関：Customs、出入国管理：Immigration、検疫：Quarantine）施設の整備など、旅客の受入環境の整備に対しても支援を受けることが可能である。そのため、支援空港の方がその他の空港よりも路線の持続期間が長くなると推測される。

表 3-2 分析に使用した主な変数の基本統計量

	データ数	最小値	最大値	平均値	標準偏差
前年運航便数	5795	0	1697	125.432	2.520
平均機体サイズ	5795	0	420	99.623	107.788
相手国名目GDP（対数値）	5795	1.166	9.930	5.225	1.654
都道府県名目県内総生産（対数値）	5795	2.681	6.120	4.867	0.852
距離（対数値）	5795	5.412	9.261	7.401	0.010
同一路線複数社参入ダミー	5795	0	1	0.412	0.006
近隣空港同一路線ダミー	5795	0	1	0.218	0.005
観光費額（対数値）	5795	9.309	16.759	13.324	0.022
航空会社閉業ダミー	5795	0	1	0.016	0.002
国内航空会社ダミー	5795	0	1	0.118	0.004
中国ダミー	5795	0	1	0.285	0.006
大規模空港ダミー	5795	0	1	0.659	0.006
支援空港ダミー	5795	0	1	0.433	0.007

3-4. 分析結果・考察

分析結果は表 3-3 の通りである。まず、運航便数に関するモデル（1）と（2）の結果を要約する。前年運航便数のパラメータは、前年運航便数が1便増加すると、当該年

度の運航便数が 0.74~0.87 便増加することを示しており、運航便数が前年の実績に強く影響されることを表す。また、グラビティモデルの各変数に着目すると、モデル（１）で前年の都道府県の名目県内総生産が 1%増加すると、年間の運航便数は 0.8 便増加することや路線距離が 1%増加することによって年間の運航便数が 0.92 便減少することが示されるなど、モデル（１）の相手国 GDP を除いて理論と一致する結果が得られた。

競争に関する変数に目を転ずると、モデル（１）で同一路線複数社ダミーが正に有意であり、同一路線で複数社が運航している場合、当該路線の年間運航便数が 13.5 便増加することが示された。また、近隣空港同一路線ダミーは両モデルで正に有意であり、近隣空港に同一路線がある場合、当該路線の年間運航便数は 0.09~0.2 便増加することが示された。つまり、複数社が運航し、近隣空港にも同一路線があっても便数は逆に増えており、仮説（３）が成立することが示された。

続いて、持続要因に関するモデル（３）から（６）の結果を整理する。機体サイズのパラメータはいずれも 0.984 から 0.992 と 1 未満であり、ハザード率が相対的に小さい。つまり、機体サイズが大きいほど路線の持続につながることを示唆しており、これは、高需要路線ほど翌年も高需要が見込め、航空会社が大型機材を投入している結果であろう。グラビティモデルの各変数を見ると、相手国 GDP と都道府県名目県内総生産のパラメータが 1 を超えており、ハザード率が相対的に大きいことが明らかになった。これは、GDP が高い地域への路線および名目県内総生産が高い地域からの路線が撤退しやすいことを表し、理論とは逆の結果となっている。他方、路線距離のパラメータは 1 未満とハザード率は相対的に小さく、長距離便ほど運航休止や撤退の確率が高まることを示す。これは、国内空港の多くの国際線がアジア諸国との間を結ぶ路線であり、それが維持されている傾向を示唆する。

競争に関する変数に目を転ずると、同一路線複数社参入ダミーのパラメータがいずれも 1 より大きく、同一路線内での航空会社間競争が運航休止や撤退の確率を高めていることが示された。さらに、近隣空港同一路線ダミーのパラメータも同様にいずれも 1 より大きく、近隣空港に同一路線があると休止や撤退の確率が高まるという結果が得られた。この結果は錦織（2020）とも一致する。一般に複数社が運航する路線や近隣に同一目的地への便がある路線は高需要路線と考えられるが、3 空港を除けば、訪日需要が供給座席数を持続的に満たす需要があるかどうかは他要因にも影響を受ける。たとえば、近隣地域が同時期に路線を誘致すれば、結果的に需要を奪い合うこととなり、撤退確率が高まると考えられる。この分析結果は、仮説（４）と符合する。ここから、路線の持続が囚人のジレンマ的構造になりうることを示唆された。もっとも、上述のように便数の増加とともに訪日客も増加しており、このことをあわせて考えると、就航地を変更しながら便数を増やしてきたといえる。つまり、当該地域への訪日需要が一巡すれば、別の就航地に路線を開設するという構造がみてとれる。

他方、持続性に対する観光費の影響では2つの結果が得られた。モデル(3)ではパラメータが1より大きい一方、モデル(6)では、パラメータが0.739と1未満である。この結果は、モデル(3)のデータの6割を占める大規模空港では観光費が路線の持続に貢献せず、大規模空港以外の空港では、観光費が持続に貢献している可能性を示している。つまり、大規模空港を除いた空港ではIPが路線の持続に効果をもつと解釈できる。これは仮説(2)と一致する。

最後に、コントロール変数の結果を紹介する。航空会社閉業ダミーの結果を見ると、モデル(3)と(5)でパラメータが1より大きく、航空会社閉業によって持続期間が短くなることが示された。実際に、台湾のトランスアジア航空(復興航空)が財務状況の悪化を背景に2016年に会社の解散を決定し、旭川空港や新千歳空港、函館空港、那覇空港などに就航していた台北路線が廃止されていることから、この影響が反映された結果であろう。ただし、モデル(3)と(4)では逆の結果となっている。これは大規模空港以外の空港には閉業した航空会社の路線のデータが少なく、閉業した航空会社が運航していた持続期間の長い特定の路線データに影響されたためであろう。

つづいて、国内航空会社ダミーに着目する。このダミー変数のパラメータを見ると、モデル(3)と(6)でいずれも1未満となっている。つまり、国内航空会社の路線ほど持続しやすく、外国航空会社の路線ほど撤退しやすいことが示唆されている。この結果から、外国航空会社を誘致する場合には、撤退を防ぐために、IPを安定して拠出することが重要だと言えるだろう。

中国本土の路線を1とする中国ダミーを確認すると、いずれのモデルでもパラメータが1より大きいことから、中国本土路線の持続期間が短くなる可能性が確認された。主に、北京や上海以外の都市との路線が近年増加し、就航年数の短いサンプルが増加したことが影響しているが、錦織(2020)とも符合する結果である。

続いて、大規模空港ダミーの結果を確認する。大規模空港を1とした大規模空港ダミーのパラメータは、いずれも1未満でハザード率が相対的に小さいことから、大規模空港ほど路線が持続していることが明らかになった。これは、航空会社の大規模空港への就航意欲を裏付ける結果ともいえよう。

また、支援空港ダミーは全空港をサンプルとしたモデル(5)では有意とならなかったが、大規模空港を除いたモデル(6)ではパラメータが1未満であり、支援制度が持続に貢献することが示唆された¹⁰。政策により就航地を変えることは容易ではないが、こうした支援制度が大規模空港を除く空港で重要な役割を果たしていることがうかがわれる。

¹⁰ 訪日誘客支援空港制度では、主に訪日旅客誘致に一定の実績をあげている空港が選定されている。そのため、推定結果にバイアスが生じている可能性がある。

表 3-3 分析結果

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
分析期間	2001-2017年	2001-2019年	2000-2017年	2000-2017年	2000-2019年	2000-2019年
分析対象	大規模空港有	大規模空港有	大規模空港有	大規模空港無	大規模空港有	大規模空港無
分析手法	Fixed Effect	Fixed Effect	Cox比例 ハザード	Cox比例 ハザード	Cox比例 ハザード	Cox比例 ハザード
被説明変数	運航便数	運航便数	ハザード比	ハザード比	ハザード比	ハザード比
前年運航便数	0.739*** (46.53)	0.865*** (112.8)	—	—	—	—
平均機体サイズ	—	—	0.992*** (-8.98)	0.989*** (-9.23)	0.986*** (-28.09)	0.984*** (-15.75)
グラビティモデルの変数						
ln相手国名目GDP（前年）	-17.211* (-1.95)	16.350*** (3.24)	1.178*** (6.75)	1.211*** (3.39)	1.279*** (11.59)	1.177*** (3.73)
中国ダミー × ln相手国名目GDP	21.788*** (2.79)	-6.767 (-1.51)	—	—	—	—
ln都道府県名目県内総生産（前	80.339* (1.85)	—	1.161* (1.94)	3.495*** (5.11)	—	—
名目県内総生産基準変更ダミー	-4.420 (-0.49)	—	0.288*** (-8.98)	0.272*** (-5.45)	—	—
ln距離	-91.815* (-1.80)	-17.726 (-0.77)	2.069*** (10.90)	2.804*** (7.02)	2.588*** (16.72)	3.924*** (9.68)
競争に関する変数						
同一路線複数社参入ダミー	13.536** (2.04)	3.353 (0.91)	1.484*** (3.83)	1.556** (2.49)	1.209** (2.24)	2.090*** (5.05)
近隣空港同一路線ダミー	20.425* (1.64)	9.333* (1.91)	1.381*** (2.58)	2.283*** (4.74)	1.459*** (5.34)	2.471*** (6.20)
IPに関する変数						
ln観光費額	-4.875 (-0.74)	2.522 (0.69)	1.079*** (3.09)	1.108 (1.28)	1.005 (0.23)	0.739*** (-5.82)
大規模空港ダミー × ln観光費額	5.883 (0.84)	6.510 (1.62)	—	—	—	—
コントロール変数						
航空会社閉業ダミー	—	—	2.546*** (3.44)	0.247** (-1.88)	3.149*** (5.34)	0.434* (-1.88)
国内航空会社ダミー	—	—	0.649*** (-3.49)	0.726 (-1.58)	1.128 (1.37)	0.664** (-2.28)
中国ダミー	—	—	4.768*** (13.50)	2.403*** (4.22)	2.472*** (10.18)	1.391** (2.17)
大規模空港ダミー	—	—	0.713** (-2.52)	—	0.581*** (-3.84)	—
支援空港ダミー	—	—	—	—	0.993 (-0.05)	0.519*** (-2.60)
cons	384.621 (1.19)	-5.184 (-0.03)	—	—	—	—
年次ダミー	yes	yes	—	—	—	—
観測数	1,938	5,795	2,053	775	6,100	2,080
Adj R-squared	0.674	0.895	—	—	—	—
対数尤度	—	—	-4405.592	-1174.756	-6796.250	-1907.679

注 1：分析には stata17 を使用した。***、**、* はそれぞれ 1%、5%、10% 水準での有意性を示している。

注 2：モデル（1）、（2）の括弧内は t 値、モデル（3）から（6）の括弧内は z 値を示している。

3-5. 自治体間の提携形成に向けた議論

前節までの計量分析・考察を通じて、これからの自治体の国際線誘致政策として、近隣空港との競争があることを生かし、広域的な観点から近隣地域と連携したネットワーク形成を実現することが重要であることを示唆した。こうした意思決定主体間の提携に関する研究は、多く蓄積されており、その理論的な背景のひとつとなっているのが協力ゲームの理論である。協力ゲーム理論では、提携によって得られた総利得をプレイヤー間でいかに分配するかを研究する利得分配の問題と並んで、プレイヤー間でどのような提携が形成されるかに焦点を当てる提携構造形成問題が主要な研究テーマとされている。

協力ゲームでは、一般的に提携形ゲームと呼ばれる代表的なモデルを使用した分析が進められる¹¹。鈴木（1994）と岡田（2011）、岸本（2015）、Maschler et al.（2020）から、譲渡可能な効用を仮定した提携形ゲームの定義を整理すると以下ようになる。

定義 3.1 譲渡可能な効用のもとでの提携形ゲームは、プレイヤーの集合と特性関数の組 (N, v) と表現される。ここで、 $N = \{1, 2, \dots, n\}$ はプレイヤーの集合を表し、 N の非空な部分集合 S はプレイヤーの提携と呼ばれる。また、 N の任意の提携 S に対してひとつの実数 $v(S)$ を対応させる関数 v は特性関数と呼ばれ、 $v(S)$ は提携値と呼ばれる。

定義から、特性関数をいかに設定するかが提携構造について議論する上での重要な論点であると考えられる。従来から、多くの協力ゲームにもとづく文献では、以下の定義に示す優加法的な特性関数を仮定したうえで分析を進めている。

定義 3.2 特性関数 v が優加法的であるとは、 $S \cap T = \emptyset$ であるような任意の提携 S と T に対して以下の式（3.4）が成り立つことである。ただし、提携 S と T はいずれも N の非空な部分集合であるとする。

$$v(S \cup T) \geq v(S) + v(T) \quad \dots (3.4)$$

特性関数 v が優加法的であるとき、提携形ゲーム (N, v) も優加法的であるとされる。優加法的な特性関数のもとでは、式（3.4）の通り、小さな提携によって得られる提携値の合計よりも、合併して、より大きな提携を組んだ場合に得られる提携値が大きくなる。そのため、優加法的な提携形ゲームにおいては、提携構造形成問題の解は自明であり、

¹¹ 本節の協力ゲームに関する記述の多くは鈴木（1994）と岡田（2011）、Maschler et al.（2020）に依っている。本節では、譲渡可能な効用を持つ提携形ゲームのみを紹介する。譲渡可能でない効用を持つ提携形ゲームについては、鈴木・武藤（1985）などが詳しい。

最適な提携は全体提携 N となる。つまり、提携構造形成問題が重要となるのは、主に優加法性が満たされない場合だといえるだろう。そこで、提携構造形成問題では、提携値の総和が最大となるような提携をいかに実現するかが論点となる。最適な提携を導き出すためのアルゴリズムなどについての研究は多く蓄積されており、レビュー論文である Rahwan et al. (2009) では動的計画法や随時アルゴリズム (anytime algorithms) を軸に手法が整理されている。

本節の焦点であるわが国の自治体間の提携に対して、提携形成モデルから考察している論文は限られているが、萩原・渡辺 (1984) や鈴木ほか (2009) などがある。前者は、水利用の広域化によって生じる市町村間の提携に焦点を当てて分析している。水道を広域化するには、提携を結ぶ自治体同士が地理的に隣接している必要があるため、地理的に離れた自治体同士の提携は制限される。そのため、提携案の抽出にあたっては、市町村同士の結びつきを表した無向グラフから非現実的な枝 (エッジ) を排除したうえで、ハッセ図が作成される。対象地域は明らかにされていないが、実際の自治体を対象としたケーススタディも実施されており、水価 (円/ m^3) を提携値 $v(S)$ として採用したうえで、各提携を比較・考察している。分析から、全体提携が他の提携と比べて好ましくないと評価される可能性があること示されており、全体提携を実現するのであれば、行政による費用負担が必要となりうると主張されている。

一方、鈴木ほか (2009) では、市町村合併に焦点をあて、広島県江田島市の事例を対象として最適な提携の形を分析している。Hart and Kurz (1983) が提案した Owen 値を提携値として提携構造を分析するモデルを改良し、提携値として提携構造を考慮したシャープレイ値を使用する方法を提起している。これにより、全体提携を前提としない分析が可能であるとされる。江田島市を対象としたケーススタディでは、市町村の収支を実証モデルで推定した竹本ほか (2007) の予測値を使用して特性関数を定めたうえでシミュレーションがなされ、均衡の安定性の面からさまざまな提携パターンの比較がされている。

これらの先行研究から、国際線の誘致をめぐる自治体間の提携形成を考えると、特性関数の優加法性が満たされる可能性は低く、全体提携が必ずしも最適になるとはならないと考えられる。そのため、最適な提携パターンを分析するには、さまざまな提携パターンの比較が重要となるといえるだろう。また、通常、空港は各県にひとつもしくは複数あり、提携を形成するには県内での連携や都道府県をまたぐ連携が必要となる。都道府県をまたぐ連携は、通常の都道府県内での連携と比べても制度面の差異なども大きく難しいと考えられる。

以上のように、自治体間の提携を考える上では、制度面などの問題から提携の形成に参加することのできないプレイヤーが存在する可能性がある。参加不可能なプレイヤーを考慮した提携構造形成問題についての論文も近年では多く蓄積されており、自治体間提携の形成を考える上では、こうした研究の知見を活かすことがより重要だろう。

3-6. 小括と次章への展開

3-6-1 小括

本章の主眼は、地方自治体の今後の航空・空港政策に対するインプリケーションを提示することである。分析では、既存インフラの効率的使用という観点をもとに、3空港を除く空港を対象に国際線の持続要因を定量的にした。

パネルデータ分析とサバイバル分析の結果、IP が地方路線の持続に貢献していることが示された。この結果は、補助金による路線維持が一定程度合理的であることを示唆しており、近年、自治体間での「補助金競争」が生じてきたことと符合する。

一方、空港間競争に関しては、近隣空港との競争が路線の持続性を低下させうるという結果が得られた。つまり、IP によって路線維持を目指す場合であっても、近隣自治体との過度な競争が生じていれば、IP の効果が十分に発揮されない可能性がある。そのため、自治体が国際線の持続を望む場合には、近隣との競合状況を把握・分析する必要があることが明らかにされた。この結果を受けて、本章では、協力ゲームにおける提携構造形成問題に着目し、自治体間での提携の問題についても検討した。単一の空港での誘致と比べて、複数空港で提携して誘致する方が航空会社に対する交渉力も高まるため、提携は有効である。各種の先行研究のレビューから、自治体間の提携では、特性関数の優加法性が満たされる可能性は低く、全体提携が必ずしも最適になるとは限らないことが示唆され、複数の提携パターンから最適な提携パターンを探る必要があることが明らかにされた。

自治体の誘致戦略からこれを解釈すると、需要の限られた地域では、近隣地域全体での提携が有効に機能する可能性がある一方、そうした提携よりも効果の高い個別の提携パターンも存在する可能性があるにとらえることができる。

3-6-2 次章への展開

現在、わが国には 97 の空港があり、既存の空港をいかに効率的に活用するかという問題は重要な論点である。そこで、本章では、既存インフラの活用という観点から、訪日旅客誘致戦略における自治体間競争や協力について分析した。本章では、主に補助金を活用した地方空港への直行便の誘致に着目した分析を実施したが、海外からの旅客の多くが東京や大阪を目的地として訪日することを考慮すると、両地域を後背地とする 3 空港から来訪する旅客をいかにその他の空港に誘致するかという点も、各空港の利用者を増加させるためのポイントとなる。

そこで、次章では、直行便に加えて、3 空港からの国内線への乗り継ぎも考慮した訪日旅客誘致に着目する。そして、分析の結果から、近隣地域全体での提携以外の提携パターンとしての、大都市と地方都市との提携の重要性についても議論する。

Appendix. 空港運営主体と航空会社の交渉：交渉ゲームによる考察

路線別のスケジュールデータを使用した本章の分析では、空港運営主体と航空会社間の交渉が既に完了していることが前提となっていた。そのため、両者による交渉自体については考察できていない。そこで、本補論では、空港運営主体による航空会社の誘致をゲーム理論の側面から考察する。

空港運営主体による航空会社誘致をゲームとしてとらえる場合、2つのゲームに大別することができる。ひとつは空港運営主体と航空会社間という2プレイヤーによる交渉ゲームであり、いまひとつは航空会社誘致をめぐる空港間の競争のゲームである。本補論では、前者の交渉ゲームについて整理する¹²。

空港運営主体と航空会社間による路線就航をめぐるゲームを最も単純化した場合、1社の空港運営主体と1社の航空会社による単純な2プレイヤーによる交渉ゲームとしてとらえることが可能である。交渉ゲームについては、Nash (1950) や Nash (1953) を嚆矢として数多くの研究が蓄積されており、経済学や経営学のみならず、工学など多様な分野での研究に利用されている。

2プレイヤーによる交渉問題は、鈴木 (1994) と岡田 (2011)、Maschler et al. (2020) から、以下のように定式化できる¹³。

定義 3.3 2プレイヤーによる交渉問題は、実現可能集合と交渉の不一致点の組 (U, d) によって定義される。ただし、 U は実現可能集合であり、 d は $d = (d_1, d_2)$ となる交渉の不一致点を表している。ここで、 U について以下の3つの条件を仮定する。

条件 (1) : U は2次元ユークリッド空間の有界閉で凸な部分集合であること。

条件 (2) : $d \in U$ であること。

条件 (3) : U はすべての i ($i = 1, 2$) について、 $u_i > d_i$ となる点 $u = (u_1, u_2)$ を少なくとも1つ含むこと。

2プレイヤーによる交渉問題では、実現可能集合は、交渉によって実現されうる各プレイヤーの効用の組 (u_1, u_2) の集合を表しており、交渉の不一致点は、交渉が成立しなかった場合の各プレイヤーの効用の組 (d_1, d_2) を表している。交渉問題 (U, d) が与えられたとき、実現可能集合 U においてある点 $s = (s_1, s_2)$ が、両プレイヤーが納得す

¹² 交渉ゲームに関する説明は、主に鈴木 (1994) と岡田 (2011)、Maschler et al. (2020) に依っている。

¹³ N 人のプレイヤーによる交渉問題は、 (N, U, d) として表される。ここで、 N はプレイヤーの集合である。

るただ1つの点であるとき、この点 s は交渉の妥結点と呼ばれる。プレイヤーが交渉する際には、一般的にパレート最適性と個人合理性の2つの公準が考慮される。2プレイヤーによる交渉ゲームにおける両公準を鈴木(1994)と岡田(2011)、Maschler et al. (2020)にもとづいて整理すると以下ようになる。また、これらを満たす実現可能集合 U の領域は交渉領域と呼ばれる。

公準 3.1 : パレート最適性

$t_i > u_i$ ($i = 1, 2$) である実現可能集合 U の利得ベクトル $t = (t_1, t_2)$ が存在しないとき、 U の利得ベクトル $u = (u_1, u_2)$ はパレート最適である。

公準 3.2 : 個人合理性

$d = (d_1, d_2)$ が交渉不一致点であり、 $u_i \geq d_i$ ($i = 1, 2$) となるとき、実現可能集合の利得ベクトル $u = (u_1, u_2)$ は個人合理的である。

ここから、一般的な「交渉」とは、ある交渉の不一致点を基準点とする交渉問題に対して、参加するプレイヤーが納得できる唯一の点である妥結点を、交渉領域から、何かしらの方法をもって決定することだといえる。

空港運営主体と航空会社間の交渉内容は多岐にわたると推測されるが、本章では、3大都市圏外の空港における国際航空路線の維持という観点に主眼をおいている。こうした場面での交渉を交渉ゲームの理論から考えると、既存路線が維持されることによる効用(便益)からなる実現可能集合と、交渉の不一致点となる既存路線が維持されない場合の効用(便益)により定まる交渉問題に対する1つの妥結点を探る議論が空港運営主体と航空会社間でされているといえる。

交渉問題に対してただ1つの妥結点を決めるためのルールは、交渉解と呼ばれる。以下では、鈴木(1994)と岡田(2011)にもとづき、交渉解に関する定理や公理を整理する。

定義 3.4 2プレイヤーによる交渉問題 (U, d) に対して、ただ1つの妥結点 $s \in S$ を対応させるルールは関数 F によって、以下の式 (3.5) のように表される。このルールを交渉解と呼ぶ。

$$F(U, d) = s \quad \cdots (3.5)$$

すなわち、交渉解とは関数 F を表しており、これにより一意に定まる妥結点が解とされる。解の決め方のルールは無数に存在するが、代表的なルールとして、利得を均等に配分するルールや、すべてのプレイヤーの利得の和を最大化するルールなどが知られてい

る。前者のルールにもとづく解は均等解と呼ばれ、後者にもとづく解は功利主義的解と呼ばれる。また、交渉解が満たすべき性質を公理として定式化し、公理から演繹的に交渉解を導き出す公理的アプローチから得られる代表的な解として Nash (1950) によるナッシュ解も知られている。ナッシュ解は、Nash (1950) によって以下の4つの公理を満たすただひとつの解であることが証明されている。領域内で各プレイヤーの効用差の積である以下の式 (3.6) を最大化する点がナッシュ解と呼ばれる¹⁴。

$$\begin{aligned} \max \quad & (u_1 - d_1)(u_2 - d_2) \\ & d \in U : u_i \geq d_i \end{aligned} \quad \dots (3.6)$$

公理 3.1 : (強) パレート効率性

すべてのプレイヤー($i = 1, 2$) に対して $t_i \geq f_i(U, d)$ であり、少なくとも1つの i に対して $t_i > f_i(U, d)$ が成り立つような U の点 $t = (t_1, t_2)$ は存在しない。

公理 3.2 : 対称性

交渉問題 (U, d) が対称であるならば、 $f_1(U, d) = f_2(U, d)$ が成り立つ。

公理 3.3 : 効用の正1次変換 (正アフィン変換) からの独立性

交渉問題 (U', d') が、交渉問題 (U, d) の効用の正1次変換 $u'_i = \alpha_i u_i + \beta_i$ (ただし、 $\alpha_i > 0, i = 1, 2$) によって得られるとき、

$$f_i(U', d') = \alpha_i f_i(U, d) + \beta_i \quad \dots (3.7)$$

が成り立つ。

公理 3.4 : 無関係な結果からの独立性

2つの交渉問題 (U, d) と (T, d) が存在し、 $T \subset U$ であるとする。このとき、 $f(U, d) \in T$ ならば、

$$f(T, d) = f(U, d) \quad \dots (3.8)$$

が成り立つとき、この関数 f は無関係な結果から独立であるという。

¹⁴ 公理の定義は鈴木 (1994) と岡田 (2011)、Maschler et al. (2020) にもとづく。

ナッシュ解は、結果の扱いやすさ等の理由から多くの研究で交渉をモデル化する場合に用いられており、労使交渉の分析などにも用いられる¹⁵。

空港運営主体と航空会社の間の交渉にもナッシュ解による分析が適用可能であり、実際に福山（2010）は 2007 年の鳥取県における米子ーソウル（仁川）便の運航継続をめぐる目標搭乗率の交渉をモデル化している¹⁶¹⁷。鳥取県とアジアナ航空の 2 プレイヤーの存在を仮定し、両者の間で運航の継続をめぐる交渉する過程が交渉ゲームとして描写されている。両プレイヤーの利得は、各プレイヤーの便益と費用をもとに設定されており、間接効果は含めず直接効果のみが含まれている。空港運営主体である鳥取県の利得（ u_T ）は、式（3.9）のように表される。便益には、韓国からの旅客がもたらす便益および鳥取県民が他空港のソウル便を使う場合と比べた時間の短縮便益が考慮されている。費用には、緊急運航支援金の支払い額が考慮されている。運航会社であるアジアナ航空の利得（ u_A ）は、米子ーソウル（仁川）便を運航して得られる収益および、鳥取県からの緊急運航支援金の 2 つから構成されており、式（3.10）のように表される。

$$u_T(\varepsilon, x_t) = b + B - \max(\varepsilon - x_t, 0) \times \gamma NA \quad \cdots (3.9)$$

$$u_A(\varepsilon, x_t) = NA(x_t + \max(\varepsilon - x_t, 0) \times \gamma) \quad \cdots (3.10)$$

ただし、 b は韓国からの旅客がもたらす便益、 B は時間短縮効果による鳥取県民の便益、 ε は目標搭乗率、 x_t は t 年度の利用率を示している。また、 γ は補助割合、 N は米子ーソウル（仁川）便の年間座席数、 A は米子ーソウル（仁川）便の 1 座席あたりの単価である。なお、アジアナ航空の利得（ u_A ）ではソウル以遠の便益は考慮されていない。

交渉が成立せず、米子ーソウル（仁川）便が停止されたときの両者の利得は（0,0）として基準化されている。ソウル便が運航しない場合の鳥取県側の便益と費用はいずれも 0 となるため、鳥取県側の不一致点での利得は 0 となる。一方、鳥取県による空港使用料等の負担、使用機材が他路線に容易に転用可能、という条件を仮定することで、ソウル便を運航しない場合のアシアナ航空側の利得は 0 に設定されている。

交渉領域と交渉の不一致点から、ナッシュ積についての最大化問題を解くことでナッシュ解を求め、その式から、運航継続に必要な目標搭乗率 ε が計算される。ナッシュ積

¹⁵ 労使交渉の分析にナッシュ解を適用した論文には、石田（2011）や大野（2013）などがある。

¹⁶ 鳥取県が公表している 2007 年 9 月 20 日の企画土木常任委員会会議録でも示されている通り、アジアナ航空が損益分岐点とする 70% を基準（目標搭乗率）として、これを割り込んだ場合には 1 席あたり 9,000 円の緊急運航費支援金を鳥取県がアジアナ航空に支払う制度が定められていた。

¹⁷ 搭乗率保証の制度に関する研究は、能登空港の事例が多く研究されている。例えば、時系列モデルから搭乗率と保証金の予測モデルを作成した日原（200）や、不完備契約理論から能登空港の搭乗率保証制度をモデル化した橋本（2017）などの研究がある。

の最大化問題から導出される 2007 年の目標搭乗率は 75.7%となり、同年の実際の交渉で定められた目標搭乗率 70%と近い結果が得られたと述べられている。そのうえで、2007 年から 2010 年までのナッシュ解にもとづく目標搭乗率を計算した結果、交渉で定められた目標搭乗率 70%よりも大きな値となっており、鳥取県の支払額がより高くなる可能性があったことを示唆している。

以上のように、福山（2010）は、空港と航空会社間の交渉結果が交渉ゲームの解と近似する可能性を示唆した一方、地方空港（自治体）と航空会社の交渉力の差がないことを仮定したモデルを使用しており、航空会社の交渉力が強いことを仮定したモデルでの考察がされていないことや、ナッシュ解以外の解概念を比較していないことなど、いくつかの課題も散見される。

交渉力の強さを考慮した一般化ナッシュ解については、石田（2011）などでも紹介されている通り、ナッシュ積の各項に交渉力を表すパラメータ（ α と $1-\alpha$ ）を付した以下の式（3.11）を最大化する点を計算することで導出可能である。わが国では、羽田以外の国際線の多くはシングルトラックである。さらに地方空港を中心に、IP を活用して航空会社を誘致している。そのため、羽田以外の国際線では、基本的に航空会社側の交渉力が高いと考えて良いだろう¹⁸。そのため、現実により即した分析を行うためには、(3.11) のような一般化されたモデルを用いて、両者の交渉力の差異を明示した分析が必要である。

航空会社と空港の交渉をより現実に近い形で分析するためには、交渉力の強さを反映する必要がある。例えば、LA が高い空港を分析する際には、航空会社よりも空港側の交渉力を高く、LA が低い空港を分析する際には、空港よりも航空会社の交渉力が高くなるようにパラメータを設定することで、より現実に近い交渉解を導出できる。

$$\begin{aligned} & \max (u_1 - d_1)^\alpha (u_2 - d_2)^{1-\alpha} \quad \cdots (3.11) \\ & d \in U : u_i \geq d_i \end{aligned}$$

つづいて、他の解概念の空港・航空会社間交渉への適用について考察する。空港・航空会社間交渉を対象に複数の解概念を比較した著作は、筆者の管見する限り見られない。そこで、本補論では、ナッシュ解以外の複数の解概念の特性を整理し、空港・航空会社間交渉への適用可能性について議論する。

ナッシュ解は交渉ゲームを扱う多くの文献の分析で使用されているが、公理 3.4 で紹介した無関係な結果からの独立性について批判を述べた文献も散見される¹⁹。代表的な

¹⁸ 航空会社の影響力が強くなる背景には、日本国内での自治体間競争に加えて、主に、国費の投入により空港使用料を抑えているアジアの大規模空港との競争もある。

¹⁹ 鈴木（1994）は、レンズベルクの定理から、ナッシュ解は公理 3.4 の無関連な代替案からの独立性に強く依存しているわけではないとしている。

文献のひとつが Kalai and Smorodinsky (1975) であり、ここでは、ナッシュ解が以下の公理 3.5 に示す単調性を満たさないことを示し、ナッシュ解に変わる解としてカライ・スモロディンスキー解を提案している。つまり、この解はナッシュ解の公理 3.4 を公理 3.5 に置き換えたものであるといえる。

以下では、鈴木 (1994) と Kalai and Smorodinsky (1975) 、Maschler et al. (2020) にもとづいて、2 プレイヤーの交渉ゲームにおける公理 3.5 の定義とカライ・スモロディンスキー解について整理する。

公理 3.5 : 個人単調性

まず、理想点を以下の式 (3.8) のように定義する。

$$a_i(U, d) = \max \{ u_i \mid u_i \in U, u = d \} \quad (i = 1, 2) \quad \cdots (3.12)$$

このとき、 $U \subset T$ であるような 2 つの交渉問題 (U, d) と (T, d) が存在し、 $a_i(U, d) = a_i(T, d)$ ($i = 1, 2$) ならば、 $F_i(T, d) \geq F_i(U, d)$ ($i = 1, 2$) であるとき、解 F は個人単調であるという。

カライ・スモロディンスキー解は、式 (3.12) で示した理想点と交渉領域におけるパレート最適な点の集合 (パレート・フロンティア) を基準に求めることが可能である。ここで、交渉領域 U におけるパレート最適な点の集合を $Pa(U)$ 、交渉の不一致点と理想点 a を結ぶ線分を $L(d, a)$ とすると、交渉領域 U に対するカライ・スモロディンスキー解 (ここでは、 $KS(U)$ と表記する) は以下の式 (3.13) のように示すことができる。

$$KS(U) = Pa(U) \cap L(d, a) \quad \cdots (3.13)$$

この定義の通り、カライ・スモロディンスキー解は無関係な結果からの独立性が成り立つナッシュ解とは異なり、理想点に依存した解であることから、交渉領域のわずかな変化によっても解が変化する可能性がある。例えば、図 3-5 と図 3-6 のように交渉問題 (T, d) と交渉問題 (S, d) があり、交渉領域 S は T を上部にわずかに拡張した (濃灰色に着色した部分) ものであり、 $T \subset S$ が成り立つ場合を考える。このとき、交渉問題 (T, d) と (S, d) に対して、ナッシュ積が最大となるナッシュ解はともに同じく N である。一方、カライ・スモロディンスキー解は交渉領域が T である場合は理想点が $a(T, d)$ となるため、ナッシュ解 N と同じ点である KS_1 となる。一方、交渉領域が U である場合は理想点が $a(S, d)$ となるため、カライ・スモロディンスキー解は KS_2 となり、 KS_1 と異なる点となる。

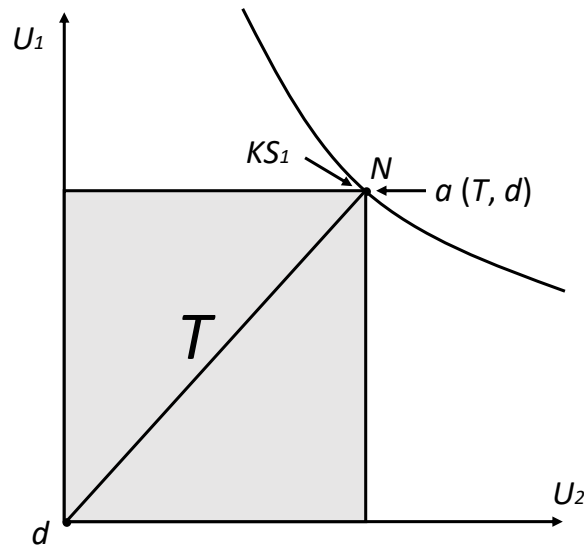


図 3-5 ナッシュ解と KS 解の関係（交渉領域が T の場合）

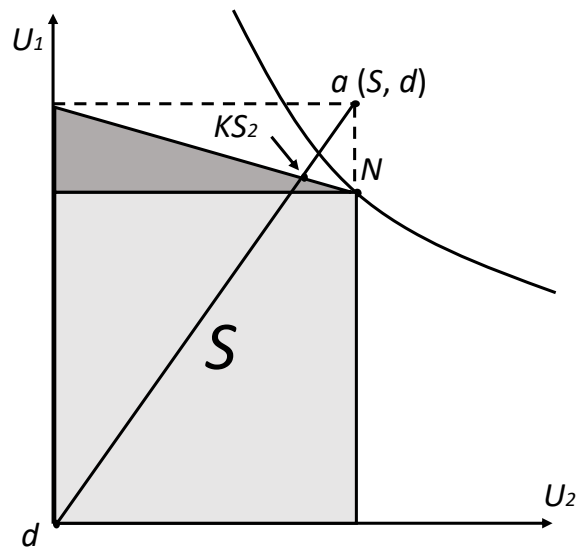


図 3-6 ナッシュ解と KS 解の関係（交渉領域が S の場合）

以上のように、カライ・スモロディンスキー解はナッシュ解と異なる特性を持っている。他の解と同様にカライ・スモロディンスキー解を用いて、交渉モデルを分析することは可能であるが、この解を用いて空港運営主体と航空会社の交渉を分析した文献は管見の限り見られていない。しかし、この解には、各交渉主体の最大効用に依存したルール（交渉解）によって導き出されるため、ナッシュ解と比べて、各交渉主体（空港運営主体と航空会社）が理想とする状態が解に反映されるという利点がある。需要の限られる地方空港では、地域経済の活性化の観点から、国際線の誘致によって得られる便益の大きさが特に重要であり、航空会社の便益の最大値だけでなく、空港運営主体（地方自治体）の便益の最大値が解に反映されるカライ・スモロディンスキー解は有効だろう。

その他の代表的な解には、均等解や功利主義解などがある。均等解は名称の通り、両プレイヤーの利得を平等とする解であり、功利主義解はプレイヤーの利得の和を最大化するような解である。鈴木（1994）が指摘するように、前者の解はパレート最適とならない可能性があること、後者の解は利得の和が一定である場合、妥結点を一意に定めることができないという課題がある。そのため、空港・航空会社間の交渉への適用は容易ではないと推察される。

本補論では、空港運営主体と航空会社の交渉は、交渉ゲームの枠組みから理論的にとらえることが可能であることを示した。実際の空港運営主体と航空会社間の交渉では、現実には単一の議題だけでなく、機材のローテーションや現状の利用率などさまざまな条件を考慮して多面的に交渉が進められる。そのため、必ずしも交渉ゲームのモデルから得られる各種の解と一致する結果が得られるわけではない。しかし、公理論的アプローチにもとづく解が実際の交渉の結果と近くなるとする福山（2010）のように、参加する主体（プレイヤー）同士が合理的な価値判断にもとづいて交渉を進めることで、理論的に望ましいとされる結果と近似する可能性はあると考えられる。そこで、空港運営主体と航空会社はともに、地元住民や自社にとってどのような点を重視すべきかを念頭においたうえで、どのようなルール、すなわちどのような交渉解をもとに交渉を進めていくのかを適切に判断し、合理的な妥結点を決定するべきであろう。

また、学術的な側面から、過去の交渉結果の是非を議論するうえでは、単一の解だけでなく複数の解と実際の結果を比較しながら議論することが重要であろう。本補論の貢献は、空港・航空会社間交渉の特性と交渉解の特性を考慮し、複数の解を比較した点である。空港・航空会社間の交渉においては、多様な交渉解のうち、交渉力で重みづけをした一般化ナッシュ解とカライ・スモロディンスキー解が特に有効であることが示唆された。実際の交渉においては、情報の非対称性が存在するため、各自治体は、他自治体での空港運営主体と航空会社間の交渉の情報についての交渉条件を正確に知ることはできない。その結果、各自治体が不利な交渉を強いられる可能性がある。交渉ゲームから得られる解は、考慮すべき様々な要素を捨象した理論上の解であるため、現実と一致するわけではないが、各自治体が過去のデータを基準として、合理的な妥結点を自ら予測することができるという利点を持つ。そのため、他の自治体の情報を得られない交渉においては、判断基準のひとつとして機能するのではないだろうか。

第4章 空港の効率的利用と自治体戦略②

：自治体間連携に向けた分析

4-1. 新型コロナ収束後の観光政策：「量」から「質」への転換

前章でも述べたとおり、新型コロナ拡大以前にはインバウンドブームと呼ばれる状況が生じた。訪日旅客の多くは東京や大阪などの都市部を目的地とし、羽田、成田および関西の3つの空港（以下、3空港）からの入国者数とその約7割を占めた。こうして、いわゆるゴールデンルートが維持され、そして都市部へと観光客が集中し、地域住民の生活に負の影響を与えるといったオーバーツーリズムと呼ばれる現象もみられた。観光客の過度な集中は、交通量の増加による道路渋滞や公共交通機関の混雑問題等をもたらした。社会的余剰を低下させる。つまり、オーバーツーリズムは外部不経済の観点から望ましくないと言える。こうした現象を解消するためには、外部性の内部化が有効な手段であり、宿泊税や入島税といった観光税の導入が有効な手段のひとつとされている。実際に、東京都や大阪府、京都市などでは宿泊税が、広島県の宮島では入島税として宮島訪問税が導入されている。観光税は観光客の集中を抑制する有効な手段である一方、水準設定の難しさなどの問題がある。そのため、他の施策と合わせて実施することが重要であろう。

その他の施策として有効と考えられているのが観光客の地方分散を進めることである。地方分散が進めば、観光客の総数が増加した場合でも特定の都市への観光客の集中を避けることが可能となるほか、地方部においても訪日客の消費活動による経済の活性化が期待できる。そのため、新型コロナ収束後の観光政策においても、訪日旅客の分散は観光の高付加価値化とともに、「持続可能な観光」の実現にあたって観光政策の重要な課題とされている¹。「持続可能」には、観光産業自体の低付加価値、低賃金という構造問題の改善というインプリケーションも含まれる。

¹ 持続可能な観光は、United nations environment programme and World tourism organization（2005）において「現在および将来の経済、社会、環境への影響を十分に考慮し、訪問客、業界、環境および訪問客を受け入れるコミュニティのニーズに対応する観光」（p.11）と定義されている。また、持続可能な観光についてのコンセプトも示されており、自然遺産や生物多様性の保全や、コミュニティの社会文化面の尊重等に加えて、訪問客を受け入れるコミュニティでの安定した雇用や収入の獲得機会の確保など、経済面も重視されている。第4次観光立国推進基本計画においても新型コロナの流行によって打撃を受けた観光地および観光産業を再生するための方策として、付加価値の高い旅行商品の造成による消費額の高い旅客の誘致を含めた、観光産業における収益力の向上に焦点が当てられている。

2023 年 3 月には、観光立国推進基本法の規定にもとづいて第 4 次観光立国推進基本計画が閣議決定された。2023 年から 2025 年を計画期間とするこの基本計画では、「持続可能な観光」、「消費額拡大」、「地方誘客促進」という 3 つのキーワードが重視されている。新たな数値目標では、訪日外国人旅行消費額単価や、訪日外国人旅行者 1 人あたり地方部宿泊数の数値目標が設定されるなど、2017 年に策定された前回の基本計画と比べて「量」から「質」への転換が図られている。

そこで、本章では、訪日旅客のうち、消費単価の高い旅客の地方分散に焦点を当てる。前章でも言及した通り、多くの訪日旅客が東京や大阪を目的地として訪日することから、地方空港では、直行便の誘致だけでなく、両都市からの周遊旅客の取り込みも重視するべきである。前章の分析から、誘致戦略における自治体間協力の重要性も示唆されていることから、本章では、周遊旅客を誘致するための取り組みとして、大都市と地方都市の協力の可能性について検討する。

4-2. 訪日旅客の地方分散に関する現状整理

観光庁は、総務省の承認のもとで 3 つの一般統計調査を実施している。統計調査は供給サイドの統計と需要サイドの統計の 2 つに大別される。国内の宿泊施設を対象とする宿泊旅行統計調査は前者に、訪日旅客を対象とする訪日外国人消費動向調査と日本人を対象とする旅行・観光消費動向調査は後者に該当する。

本章で焦点を当てる消費単価や地方分散に関する詳細なデータは、いずれも訪日外国人消費動向調査から確認できる。消費単価は、国籍・地域別（韓国、台湾、香港、中国、タイ、シンガポール、マレーシア、インドネシア、フィリピン、ベトナム、インド、イギリス、ドイツ、フランス、イタリア、スペイン、ロシア、アメリカ、カナダ、オーストラリア、その他、の 21 区分）に公開されている。都道府県別訪問率も同様であり、訪日旅客の各県への訪問が国籍・地域別に記録されている。

まず、分析に先立ち、訪日外国人消費動向調査のデータを用いて、訪日旅客の地方分散の現状を確認する。表 4-1 に 2019 年のデータをもとに訪日旅客の国籍・地域別の訪問率を示す。訪日外国人消費動向調査では、各都道府県の訪問率と同時に地域別の訪問率として、運輸局別の訪問率のデータが集計されている。

表 4-1 では、これをもとに旅客の訪問率を国籍別に整理し、入国者のうちの 1 割以上が訪問した地域にハッチをかけた。着色箇所からは、韓国や香港からの旅客の九州への訪問率が高いことや、タイやシンガポール、マレーシアといった東南アジアからの旅客の北海道への訪問率が高いことなど、国籍によって訪問地が異なることが確認される。つまり、訪日旅客の地方周遊に関するデータを分析するためには、国籍を考慮する必要があると推察される。

表 4-1 訪日旅客の国籍・地域別の訪問率 (2019)

	国籍・地域（アジア）（単位：％）											
	韓国	台湾	香港	中国	タイ	シンガポール	マレーシア	インドネシア	フィリピン	ベトナム	インド	
北海道運輸局	9.9	10.6		6.8	13.7	11.1	15.0	3.9	3.6	1.2	2.7	
東北運輸局	0.7	4.0		0.8	2.6	1.5	0.9	1.5	1.9	1.4	1.2	
関東運輸局	23.5	32.4		34.3	54.9	64.3	54.3	86.6	59.6	70.8	89.7	
北陸信越運輸局	1.2	9.5		7.0	6.4	5.7	6.2	9.0	3.4	2.4	1.3	
中部運輸局	4.1	10.1		10.8	14.0	8.9	9.1	18.4	13.5	23.9	8.2	
近畿運輸局	28.9	26.5		31.9	59.7	36.2	41.0	49.1	38.8	45.1	29.4	
中国運輸局	3.4	3.2		4.1	1.7	3.6	3.0	2.9	3.2	4.0	6.5	
四国運輸局	0.8	1.8			0.6	1.0	0.8	1.2	0.9	0.2	2.2	
九州運輸局	26.9	8.5		3.7	4.8	5.4	8.7	2.5	6.4	5.5	0.9	
沖縄総合事務局	7.8	15.6		8.5	3.6	4.3	0.1	0.1	0.4	0.0	0.6	

	国籍・地域 (欧州・北米・オセアニア・その他) (単位：%)									
	英国	ドイツ	フランス	イタリア	スペイン	ロシア	米国	カナダ	オーストラリア	その他
北海道運輸局	5.1	4.1	3.5	2.0	1.9	7.0	4.7	4.0	8.9	4.6
東北運輸局	2.6	3.4	2.5	1.4	1.7	2.4	3.1	3.0	3.9	3.2
関東運輸局	89.8	86.8	90.1	90.7	94.2	90.4	87.8	91.3	91.1	88.3
北陸信越運輸局	10.1	9.0	8.1	18.4	13.7	6.2	5.0	9.2	20.2	8.9
中部運輸局	12.6	17.3	14.2	20.0	22.9	6.3	9.4	13.5	14.1	13.5
近畿運輸局	45.2	49.4	55.0	56.9	70.0	31.5	40.1	54.0	54.4	47.1
中国運輸局	16.0	16.6	15.6	18.1	24.3	8.0	8.6	13.5	18.2	13.6
四国運輸局	2.6	2.9	2.9	1.8	0.7	0.6	1.6	2.6	2.2	2.4
九州運輸局	8.3	6.7	5.4	3.1	3.1	1.7	4.4	5.6	4.8	7.3
沖縄総合事務局	1.3	2.7	2.4	1.7	2.4	1.7	3.9	1.6	1.4	2.3

注：訪日外国人消費動向調査では、回答者は訪問地を複数回答することができるとある。

出所：訪日外国人消費動向調査 (2019 年) より筆者作成

4-3. 先行研究

訪日旅客に関するデータを分析した著作は枚挙に暇がなく、各文献で扱われるテーマも多様である。例えば、国際線の持続性を分析した文献も見られる。中村（2022）は、3空港を除いた空港から入国する訪日旅客が増加した背景に、地方自治体から外国航空会社などへのインセンティブの供与が訪日を促進し、近隣空港間におけるインセンティブ競争の存在が国際線の持続性に負の影響を与えうることを明らかにしている。この分析は、直行便の効果に焦点を当て、訪日客が地域に消費をもたらすことを前提としているが、本章の主題である訪日客の周遊と消費を明示的に分析していない。

消費額に関する分析を含む近年の著作には、栗原ほか（2014）や矢ヶ崎（2020）、稲田・松林（2019）などがある。栗原ほか（2014）は、日本人旅行者と外国人旅行者の観光消費に関するデータを比較可能な形に整理し、地方ブロック別・国籍別の消費特性を分析している。分析では、外国人旅行者の飲食費と買物代が多く地域において日本人旅行者に比べて高い傾向にあること、外国人旅行者の消費が都市部に集中していることも明らかにされている。矢ヶ崎（2020）は、訪日旅行市場の概況とともに、持続可能な訪日旅客誘致の実現に向け、誘致の意義や課題などを整理している。訪日外国人消費動向調査の結果から、1人当たりの延宿泊数が多いと旅行支出額が多くなることを明らかにし、滞在時間が観光消費に影響を与える可能性を指摘している。同様に、稲田・松林（2019）は、訪日外国人消費動向調査の個票データを用いて、訪日旅客の総消費額の決定要因を定量的に分析している。クロスセクションの分析から、為替レートや所得、ビザの緩和が消費額に影響を与えていることを示している。

初訪日の旅客と複数回の訪日経験がある旅客の消費行動の差異を分析した研究も見られる。栗原ほか（2015）では、複数回の訪日経験がある旅客をリピーターとして定義し、初訪日の旅行者との消費行動の差異を分析している。消費単価を被説明変数とする定量分析から、訪日6回以上のリピーター客を除き、リピーター客の単価は初訪日の旅客と比べて低い傾向にあることを明らかにしている。また、矢部ほか（2022）は3回の訪日経験がある旅行者に Web アンケート調査を実施し、過去の訪日時の消費額と支出項目の選択に影響を与えた要因を明らかにしている。一泊あたりの娯楽費と買物代を被説明変数とする消費額に焦点を当てた分析では、娯楽費と買物代に対して訪日旅客の居住地や情報収集源が影響を与えること、娯楽費に対して役職が影響すること、買物代に対して訪日回数が影響することなどが明らかにされている。

一方、訪日旅客の地方分散を分析した近年の文献には、小竹（2017）、松井ほか（2016）および川口ほか（2021）などがある。小竹（2017）は、訪日旅客の観光動向に関するビッグデータを分析し、個人旅行者の地方周遊の現状を明らかにしている。東北と瀬戸内地域を対象にした分析では、訪日回数が多い旅行者が周遊する傾向があると述べ、そうした旅客は観光地周辺の温泉地などへも訪問していることが明らかにされている。また、

各地域での滞在を増やすためには、当該地域からの入国が重要となると述べている。松井ほか（2016）は、8 カ国・地域（台湾、韓国、中国、香港、タイ、オーストラリア、マレーシア、シンガポール）からの訪日旅客の行動データを分析し、団体旅行か個人旅行かといった旅行形態の差異が、訪問地の選択の傾向に影響を与えている可能性を示唆している。特に個人旅行と比べ、団体旅行は地方への観光を促進する傾向にあると述べている。また、川口ほか（2021）は、市場占有率やジニ係数を用いて都道府県別の訪問者数と消費の地方分散の程度を明らかにしている。個人観光客の地方分散に関しては、訪問者数の分散よりも消費の分散が小さいが、この要因として、東京や大阪などに消費が集中し、隣接地域の消費が訪問者数規模と比べて小さいと指摘している。また、矢ヶ崎（2020）と同様に、宿泊日数が長いほど消費額が高く、地方分散につながりやすいという結果が示されている。

4-4. 仮説の設定と分析の概略

以上のような先行研究をもとに、本章では、訪日旅客の消費単価の決定要因を分析するため、以下の3つの仮説を設定する。仮説（1）は稲田・松林（2019）にもとづき、経済環境の変化が消費額に与える影響を、仮説（2）は栗原ほか（2015）や矢部ほか（2022）にもとづき、訪日回数の増加が消費額に与える影響を分析する。そして、管見の限り、本章の主題である地方周遊が消費単価に与える影響に関する先行する定量的分析はなく、地方周遊の効果に焦点を当てた仮説（3）を独自に設定した。2023年に策定された第4次観光立国推進基本計画では、地方への誘客に向けた戦略の核として、直行便の増加と大都市からの地方周遊の促進が指摘されており、ここでも大都市から地方への周遊の効果に焦点を当てる。4-1節で述べた通り、訪日旅客の約7割が羽田・成田・関西の3空港から入国していることから、本章では3空港からの周遊の効果に関する仮説を設定した。東京や大阪では、特産品の販売とともに、地方自治体の観光情報を提供するアンテナショップや他府県の観光情報を紹介する観光案内所等も多く立地しており、観光案内所の多言語への対応も進められつつある。こうした情報提供は、旅客の考慮集合を拡大する効果があり、潜在的な消費額の増加につながりうる。一方、玉木・権藤（2018）が指摘する通り、地方都市では、大都市と比べて観光案内所の多言語化が遅れているなどの課題があり、情報提供を含めた訪日旅客へのマーケティング活動が十分でない可能性がある。そのため、3空港から入国し、他地域を含めて周遊する旅客は、地方空港から周遊する旅客よりも消費単価が高いと予想される。

仮説（1）：訪日旅客の消費単価は、所得や為替レートなどの経済環境の変化に影響を受ける。

仮説（２）：複数回の訪日を経験している旅客よりも、初訪日の旅客の割合が高いほど消費単価が高くなる。

仮説（３）：３空港から他地域への周遊により、消費単価が高まる。

仮説を検証するために、訪日外国人消費動向調査の集計データを使用した実証分析を実施する。分析に用いる変数とその基本統計量、データの出所は表 4-2 の通りであり、使用するデータセットは、年ごとに、各国籍の旅客がどの空港から入国したかを整理したものである。ただし、全 1640 レコードのうち、消費単価と宿泊日数の回答がないものを除外したため、データ数 932 のアンバランスドパネルデータとなっている（表 4-3、表 4-4）。分析では、年次・国籍・入国空港の 3 要素を考慮した固定効果モデルを使用し、国籍や入国空港の差異による影響をコントロールする。推定式は式 (4.1) の通りである。集計データでは、入国空港別と出国空港別の集計が個別になされており、両者を同時に反映した集計結果は公表されていない。そのため、入国空港と出国空港が異なる旅客のデータは正確に把握できない。そこで、以下の分析では入国空港のみを考慮する。

$$Y_{ijt} = \alpha_{ijt} + X\beta_{ijt} + \mu_{ijt} \quad \dots (4.1)$$

表 4-2 分析に使用する変数の概要と基本統計量

	データ数	最小値	最大値	平均	標準偏差	データの概要	出所
被説明変数							
消費単価（対数値）	932	8.63	14.22	11.74	0.59	訪日外国人消費動向調査における旅行中支出額の平均値の対数値。	訪日外国人消費動向調査
一泊あたり消費単価（対数値）	932	4.33	11.44	9.31	0.73	消費単価を平均泊数で割った値の対数値。	訪日外国人消費動向調査
説明変数							
一人当たりGDP（対数値）	932	7.35	11.11	9.77	1.13	相手国の一人当たりGDPの対数値。	CEIC Data
為替レート（対数値）	932	-0.29	5.36	3.16	1.81	為替レート（相手国通貨/日本円）。	（ベトナム以外）みずほ銀行 外国為替公示相場 ヒストリカルデータ（ベトナムのみ）Google Finance
初訪問率	932	23.36	88.23	45.57	14.60	訪日外国人消費動向調査の回答者のうち、初訪日である回答者の割合。	訪日外国人消費動向調査
平均泊数（対数値）	932	0.69	5.89	2.42	0.83	訪日外国人消費動向調査における国籍・地域別の平均泊数の対数値。	訪日外国人消費動向調査
他地域訪問率（延）合計	932	50.42	241.66	148.04	40.96	入国空港が所在する地域ブロック以外の地域ブロックへの訪問率の（延）合計。	訪日外国人消費動向調査
交通費（対数値）	932	8.97	10.63	10.00	0.37	訪日外国人消費動向調査における国籍・地域別 費目別購入者単価の対数値。	訪日外国人消費動向調査
観光目的比率	932	8.31	93.00	58.30	19.33	訪日外国人消費動向調査の回答者のうち、旅行目的が観光である回答者の割合。	訪日外国人消費動向調査
団体ツアー比率	932	2.22	42.24	12.35	9.55	訪日外国人消費動向調査の回答者のうち、団体ツアーで来日した回答者の割合。	訪日外国人消費動向調査

被説明変数 Y には、1人1回当たり旅行消費単価の対数値と、消費単価を表4-2の平均泊数で割った値の対数値の2種類を使用する²。 X は説明変数ベクトル、 μ は誤差項であり、国籍や入国空港に関する個別効果項や時間効果項を含んでいる。また、添字 i と j 、 t はそれぞれ、国籍、入国空港、時間を表している。分析年は2014年から2019年までの6年間である。説明変数のうち、仮説(1)を検証するための変数は為替レートと1人あたりGDPであり、仮説(2)を検証するための変数は初訪問率である。そして、仮説(3)の周遊の効果を分析するための変数として、他地域訪問率の延合計値と3空港それぞれのダミー変数との交差項を合わせて説明変数に加えている³。なお、消費額は宿泊日数の長さや交通費の多寡、旅行目的、旅行形態に応じても影響を受けると想定されるため、コントロール変数として、平均泊数、交通費、観光目的比率、団体ツアー比率を含めた。

表 4-3 データセットにおけるデータの内訳

対象空港	2014-2019年全てのデータが公表されている空港 新千歳、仙台、羽田、成田、中部国際、関西国際、広島、高松、福岡、那覇 2015-2019年のデータが公表されている空港 函館、静岡、小松、鹿児島 2015-2017年のデータが公表されている空港 新潟
回答者の国籍	2014-2019年全てのデータが公表されている国 韓国、台湾、中国、香港、タイ、ベトナム、フィリピン、マレーシア、シンガポール、インドネシア、インド、オーストラリア、アメリカ、カナダ、イギリス、ドイツ、フランス、ロシア 2015-2019年のデータが公表されている国 イタリア、スペイン

² 消費単価には、パッケージツアーの参加費に含まれる日本国内での支出や、日本の航空・船舶会社に支払われる国際旅客運賃は含まれない。

³ 本分析では、訪日旅客による「周遊」を、入国時の空港が所在する運輸局のエリアを超え、他のエリアを訪問することと定義する。そのため、たとえば、成田空港から入国した旅客が東京へ移動するケースや、関西空港から入国した旅客が京都府を訪問するケースは、「周遊」に該当しないものとする。他地域訪問率の延合計値は、訪日外国人消費動向調査で国籍別に公表されている運輸局別の訪問率（当該地域を訪問した回答者数÷全回答者数）のうち、入国空港が所在する運輸局以外の訪問率の値を合計して算出した。

表 4-4 データセットのイメージ

年次	国籍	入国地	消費単価	平均泊数	...	観光比率
2019	韓国	新千歳				
2019	中国	新千歳				
2019	台湾	新千歳			...	
⋮						⋮
2014	ロシア	那覇				
2014	カナダ	那覇				
2014	アメリカ	那覇			...	

4-5. 分析結果・考察

分析結果を表 4-5 に示す。モデル（１）と（２）は仮説（３）の周遊に関わる変数を除き、消費額の決定要因を分析し、（３）と（４）は周遊に関する変数を含めて分析したモデルである。モデル（２）と（４）では、仮説（２）の検証のための変数（初訪問率）を説明変数に含めたが、モデル（１）と（３）では、含めていない⁴。また、頑健性をチェックするため、モデル（５）と（６）で被説明変数を一泊あたりの消費単価にした分析も実施した。

まず、仮説（１）に対応する１人あたり GDP と為替レートのパラメータを確認すると、モデル（１）、（２）、（５）、（６）で１人あたり GDP のパラメータが正に有意となっており、１人あたり GDP が１％増加すると消費単価が 0.87～1.04％、一泊あたりの消費単価が 1.57～1.55％程度増加することが明らかになった。また、有意ではないものの（３）と（４）でも符号が正となっている。一方、為替レートについては、いずれも有意な結果は得られなかった。以上から、仮説（１）は部分的に支持された。

続いて、仮説（２）に係わる変数に着目する。初訪問率のパラメータは、いずれも符号が正であるものの、有意な結果は得られていない。そのため、仮説（２）は支持されず、初訪問の旅客と複数回訪日経験がある旅客との間に明確な差があるという結論は得られなかった。

⁴ 初訪問率は交通費の対数値との相関係数が 0.7 以上であり、交通費を含めたモデル（１）と（３）では説明変数から除いている。

表 4-5 分析結果

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
被説明変数	ln消費単価	ln消費単価	ln消費単価	ln消費単価	ln一泊あたり 消費単価	ln一泊あたり 消費単価
ln一人当たりGDP (仮説(1))	0.870* (1.80)	1.042** (2.47)	0.638 (1.25)	0.617 (1.26)	1.571*** (2.90)	1.545*** (3.04)
ln為替レート (仮説(1))	-0.116 (-0.28)	-0.004 (-0.84)	0.016 (0.04)	0.021 (0.05)	-0.252 (-0.46)	-0.235 (-0.43)
ln平均泊数	0.400*** (6.50)	0.401*** (6.56)	0.404*** (6.51)	0.400*** (6.42)	—	—
他地域訪問率(延)合計 (仮説(3))	—	—	-0.010** (-2.08)	-0.012** (-2.36)	-0.0123** (-2.19)	-0.013** (-2.16)
羽田空港×他地域訪問率(延)合計 (仮説(3))	—	—	0.012** (2.09)	0.013** (2.21)	0.016* (1.92)	0.016* (1.91)
成田空港×他地域訪問率(延)合計 (仮説(3))	—	—	0.010** (1.99)	0.011** (2.16)	0.014** (2.36)	0.014** (2.33)
関西空港×他地域訪問率(延)合計 (仮説(3))	—	—	0.009* (1.82)	0.010* (1.93)	0.006 (0.79)	0.006 (0.80)
初訪問率 (仮説(2))	—	0.001 (0.26)	—	0.007 (1.31)	—	0.001 (0.14)
ln交通費	-0.065 (-0.29)	—	0.077 (0.34)	—	0.066 (0.21)	—
観光目的比率	0.002 (1.37)	0.002 (1.35)	0.002 (1.54)	0.002 (1.42)	0.000 (0.17)	0.000 (0.14)
団体ツアー比率	0.001 (0.25)	-0.000 (-0.04)	0.005 (0.96)	0.001 (0.23)	0.013* (1.92)	0.013* (1.74)
定数項	3.028 (0.57)	0.576 (0.14)	4.297 (0.79)	5.189 (1.16)	-5.157 (-0.77)	-4.330 (-0.88)
年次ダミー	yes	yes	yes	yes	yes	yes
観測数	932	932	932	932	932	932
調整済 R2 (within)	0.573	0.574	0.576	0.578	0.569	0.569

注1：分析には stata17 を使用した。

注2：***は1%、**は5%、*は10%水準で有意であることを示す。

注3：カッコ内の数値はt値を表す。

次に、本章の主題である仮説(3)に関する推定結果を確認する。周遊行動に関する変数には、他地域訪問率の延合計値と、他地域訪問率の延合計値と3空港(羽田・成田・関西)それぞれのダミー変数の交差項を使用した。

他地域訪問率の延合計値のパラメータについては統計的に負に有意となっており、他地域訪問率の延合計値が1単位増加すると、消費単価が1%程度、一泊あたり消費単価が1.2~1.3%程度低下することが示された。一方、仮説(3)を検証するための変数である各交差項のパラメータは、モデル(5)と(6)の関西空港ダミーとの交差項を除いて、いずれも正に有意となっている。他地域訪問率の延合計値のパラメータと各空港との交差項のパラメータの合計値を計算すると、表4-6のようになる。

表 4-6 周遊の有無による効果の差異
(他地域訪問率の延合計値および交差項のパラメータの合計値：モデル別)

	消費単価		一泊あたり消費単価	
	(3)	(4)	(5)	(6)
関西空港	-0.001	-0.002	-0.012	-0.013
成田空港	0.000	-0.001	0.002	0.001
羽田空港	0.002	0.001	0.004	0.003
その他の空港	-0.010	-0.012	-0.012	-0.013

表 4-6 の結果から、3 空港以外から入国した旅客グループの他地域訪問率が高くなれば消費単価が下がるものの、成田や関西から入国したグループでは、交差項の結果から、この効果が緩和されることが示された。また、羽田から入国したグループでは、いずれのモデルでもパラメータの値が他地域訪問率の延合計値のパラメータの値よりわずかに大きく、他地域訪問率の延合計値が 1 単位増加すると、消費単価が 0.1～0.2%、一泊あたり消費単価が 0.3～0.4%程度増加することが示された。他地域訪問率が高くなれば消費単価が上がるという結果は、羽田からの旅客が関東地方以外の各県を訪問することで、わずかではあるものの、消費額が増加することを表している。つまり、周遊の効果により、直行便と同等ないしは、直行便をわずかに上回る消費額が期待されると解釈できるだろう。この効果が生じた理由として、2 つの要因が推察される。ひとつは、東京および大阪のアンテナショップや観光案内所等での地域マーケティング活動が機能していることである。いまひとつは、消費単価の高いヨーロッパ・北米・オーストラリアからの路線が 3 空港に集中していることである。経済要因および国籍については統計的手法によりコントロールしているものの、消費単価の高い地域からの旅客の多さが 3 空港からの周遊者の消費単価を押し上げていると推察される。一方、3 空港以外から入国した場合に、他地域訪問率が高くなれば消費単価が下がるという結果が得られた背景には、近年、地方空港で LCC による国際線が増加していることも影響している可能性がある⁵。集計データでは、正確に LCC の影響をコントロールできないため、この影響については次節で分析する。

最後にコントロール変数の推計結果を確認する。交通費や観光目的比率のパラメータは、いずれも統計的に有意な結果は得られておらず、明確な結論は得られなかった。一方、団体ツアー比率のパラメータは、モデル（5）と（6）で正に有意であり、団体ツアー比率が 1 %上がると、一泊あたりの消費単価が 1.3%上昇することが明らかになった。また、平均泊数のパラメータは（1）から（4）の全てのモデルで正に有意となっ

⁵ 例えば、東アジアからの訪日客を対象に需要構造を分析した西川（2023）では、シナリオ分析から、LCC の普及によって、旅客数が増加した一方、訪日時の 1 人当たり支出額は低下したことを明らかにしている。

ており、平均泊数が1%増加すると、消費単価が0.4%増加すると示された。国籍や旅行目的など様々な要因をコントロールした上でも、滞在期間の長さが消費単価に影響することを表すこの結果は、矢ヶ崎（2020）や川口ほか（2021）と符合するものだと言えるだろう。

4-6. 個票データによる検証

前節で実施した集計データでのパネルデータ分析には、国籍や入国空港などの属性を固定効果としてコントロールして分析できるという利点がある。同時に、各個人の属性や訪日時の満足度などの情報を考慮した分析ができないという問題があった。また、集計データを用いる場合、個人の訪問先を確認できないことから、3大都市圏のみを訪問した旅客のデータとそれ以外の旅客のデータを区別できないという問題もあった。

これらの問題は、個票データを用いた分析により対処できる。そこで、本節では個票データを用いて、消費額と個人の周遊行動の関係を検証する。分析における仮説は以下の3つである。仮説（1）と（3）は集計データの時と同一の仮説であるが、初訪問率に関する仮説（2）のみ修正を加えた。

仮説（1）：訪日旅客の消費単価は、所得や為替レートなどの経済環境の変化に影響を受ける。

仮説（2）’：複数回の訪日を経験している旅客よりも、初訪日の旅客の消費単価は高い。

仮説（3）：3空港から他地域への周遊により、消費単価が高まる。

分析に用いる変数とその基本統計量は表4-7の通りであり、集計データ利用時と同様に訪日外国人消費動向調査のデータを使用している。今回利用した個票データは、新型コロナ流行以前の2018年と2019年の2年分であり、いずれの年次とも回答者は異なることから、分析には重回帰モデルを使用した。

被説明変数には各個人の訪日時の旅行消費単価の対数値を用い、説明変数には前節の各仮説を検証するための変数とコントロール変数を含めた。仮説（1）を検証するための変数は、為替レートと世帯年収であり、仮説（2）を検証するための変数は初訪問ダミーである。周遊の効果に関する変数には、複数地域訪問ダミーを使用した。仮説（3）を検証するために、複数地域訪問ダミーと3空港（関西、成田、羽田）それぞれのダミー変数との交差項を合わせて説明変数に加えた。コントロール変数には、前節と同様に、宿泊日数の長さや、旅行目的、旅行形態などの影響を想定して、宿泊日数、観光目的ダミー、団体旅行ダミーなどを含めた。個人の属性や年次、季節性についてもコントロールするため、国籍ダミーや性別ダミー、年次・四半期ダミーなども説明変数に含めた。

表 4-7 分析に使用する変数の概要と基本統計量

	データ数	最小値	最大値	平均	標準偏差	データの概要	出所
被説明変数							
消費単価（対数値）	12,179	6.21	15.02	11.52	0.93	訪日外国人消費動向調査における旅行中支出額。	訪日外国人消費動向調査
説明変数							
世帯年収	12,179	0	300000000	8282300	10700000	各個人の年間の所得額。	訪日外国人消費動向調査
為替レート（対数値）	12,179	-4.97	5.14	3.53	1.67	国別の物価差を考慮した為替レート（対数値）。	為替公示相場ヒストリカルデータ（ベトナムのみ）Google Finance
初訪問ダミー	12,179	0	1	0.33	0.47	初訪日の旅客を1とするダミー変数。	訪日外国人消費動向調査
宿泊日数	12,179	0	126	7.87	9.17	各個人の訪日時の宿泊日数。	訪日外国人消費動向調査
複数地域訪問ダミー	12,179	0	1	0.28	0.45	各個人が複数の地域を訪問した場合に1となるダミー変数。	訪日外国人消費動向調査
関西空港ダミー	12,179	0	1	0.12	0.32	入国地が関西空港である場合に1となるダミー変数。	訪日外国人消費動向調査
成田空港ダミー	12,179	0	1	0.43	0.50	入国地が成田空港である場合に1となるダミー変数。	訪日外国人消費動向調査
羽田空港ダミー	12,179	0	1	0.16	0.36	入国地が羽田空港である場合に1となるダミー変数。	訪日外国人消費動向調査
訪日時満足度	12,179	1	7	1.43	0.67	訪日時の満足度を表す7段階のリッカート尺度。1が最も満足度が高く、7が最も満足度が低い。	訪日外国人消費動向調査
年齢	12,179	1	12	5.14	2.27	年齢階層を表す変数。15歳から19歳を表す1から、70歳以上を表す12までの12段階の段階。	訪日外国人消費動向調査
観光目的ダミー	12,179	0	1	0.71	0.45	訪日目的が観光である場合に1となるダミー変数。	訪日外国人消費動向調査
団体旅行ダミー	12,179	0	1	0.14	0.34	団体旅行で訪日した場合に1となるダミー変数。	訪日外国人消費動向調査
個人旅行ダミー	12,179	0	1	0.29	0.46	個人旅行で訪日した場合に1となるダミー変数。	訪日外国人消費動向調査
LCC利用ダミー	12,179	0	1	0.16	0.37	LCCを利用して訪日した場合に1となるダミー変数。	訪日外国人消費動向調査
上位座席利用ダミー	12,179	0	1	0.02	0.15	訪日時にビジネス/ファーストクラスなどの上位座席を利用した場合に1となるダミー変数。	訪日外国人消費動向調査

分析結果は表 4-8 の通りである。モデル（1）と（2）は、それぞれ異なるデータを用いて分析したものである。（1）は、3大都市圏の中でも特に観光消費額が高い関東地方と近畿地方のみを訪問した旅客のデータを含むデータであり、（2）は、関東と近畿地方のみを訪問した旅客のデータを除いたデータである。両者の分析結果を比較するとほぼ同様の結果となっていることが確認できる。

まず、仮説（1）に対応する変数のパラメータを確認すると、モデル（1）と（2）のいずれも、世帯所得と為替レートが正に有意となっている。世帯所得のパラメータを確認すると、モデル（1）が 9.60×10^{-9} 、モデル（2）が 9.24×10^{-9} であることから、関東と近畿のみを訪問した個人のデータを含まない場合は、世帯収入が 100 万円増加すると消費単価が 0.92%増加すると解釈でき、含む場合は、世帯収入が 100 万円増加すると消費単価が 0.96%増加すると解釈できる。為替レートについても、モデル（1）・（2）から、為替レートが 1%円安に振れると消費単価が約 0.04%増加すると解釈でき

る。つまり、所得が高い旅行者ほど訪日時に消費額が大きく、相手国通貨と円の為替レートが円安に進むと消費額が増える。以上から、仮説（１）は支持された。

続いて、仮説（２）'についての変数に着目する。初訪問ダミーのパラメータを見ると、両モデルとも有意な結果は得られていない。そのため、仮説（２）'は支持されず、前節と同様に、初訪問の旅客と複数回訪日経験がある旅客との間に明確な差があるという結論は得られなかった。

本章の主題である仮説（３）に関する推定結果を確認する。周遊行動に関する変数には、複数地域訪問ダミーと、複数地域訪問ダミーと３空港それぞれのダミー変数の交差項を使用している。複数地域訪問ダミーのパラメータは両モデルとも正に有意となっており、ここから、３空港以外から入国した旅客が他地域に周遊することで消費単価が上がるということが明らかになった。一方、仮説（３）を検証するための変数である各交差項のパラメータは、羽田空港ダミーとの交差項のみがモデル（１）と（２）で負に有意となっている。複数地域訪問ダミーのパラメータと各空港との交差項のパラメータの合計値を計算すると、表 4-9 のようになる。例えば、関東と近畿のみを訪問した個人のデータを含むモデル（１）のケースで消費額を比べると、関西空港から入国後に周遊した旅客の消費額は 27.3%、成田空港から入国後に周遊した旅客は 34.5%、羽田空港から入国後に周遊した旅客は 30.9%、３空港以外から入国後に周遊した旅客は 15.9%、３空港以外から入国後に周遊しなかった旅客を上回ると解釈できる。ここから、３空港から入国した個人の消費額は、周遊しない旅客を周遊する旅客が上回ることや、３空港外から直接入国した個人よりも、３空港から入国後に周遊した個人の方が消費額のパラメータの合計値が大きいことが読み取れる。つまり、宿泊日数の長さや大都市への滞在などの条件を考慮した上でも、周遊の効果により、直行便を上回る消費額の増加が期待される。

最後にコントロール変数の推計結果を確認する。コントロール変数のうち、パラメータが正に有意となったのは、宿泊日数と観光目的ダミー、個人旅行ダミー、上位座席利用ダミーの４つであった。ここから、観光目的の個人旅行で、上位クラスの座席を利用して訪日した宿泊日数の長い個人の消費額が大きくなることがわかる。一方、訪日時の満足度や団体旅行ダミー、LCC 利用ダミーは負に有意となった。満足度についての分析結果は、満足度が最も高くなるほど低くなる変数であることから、訪日時の満足度が高い個人ほど消費額が大きいことを意味している。団体旅行ダミーは、団体旅行で訪日した旅客の消費額が小さいことを示唆している。また、LCC 利用ダミーについては、関東と近畿のみを訪問した個人のデータを含まない場合は、LCC で訪日した旅客の消費単価はフルサービスの航空会社で訪日した旅客よりも 6.8%小さく、関東と近畿のみを周遊した個人のデータを含む場合は、LCC で訪日した旅客の消費単価はフルサービスの航空会社で訪日した旅客よりも 6.0%小さいことが示された。ここから、前節の集計データでの分析で３空港以外からの周遊が負の効果をもたらすという結果が得られたのは、LCC 利用を考慮できていないことが一因だと考えられる。

表 4-8 分析結果

	(1)	(2)
データセット	関東と近畿のみの 周遊を含むデータ	関東と近畿のみの 周遊を含まないデータ
所得	9.60E-09***	9.24E-09***
(仮説 (1))	(13.31)	(11.99)
ln為替レート	0.041***	0.036***
(仮説 (1))	(3.88)	(3.20)
初訪問ダミー	-0.008	-0.024
(仮説 (2))	(-0.45)	(-1.30)
宿泊日数	0.023***	0.023***
	(27.81)	(26.10)
複数地域訪問ダミー	0.159***	0.150***
(仮説 (3))	(4.02)	(3.74)
複数地域訪問ダミー×関西空港ダミー	-0.012	-0.017
(仮説 (3))	(-0.21)	(-0.28)
複数地域訪問ダミー×成田空港ダミー	0.002	-0.025
(仮説 (3))	(0.04)	(-0.53)
複数地域訪問ダミー×羽田空港ダミー	-0.095*	-0.104*
(仮説 (3))	(-1.71)	(-1.74)
関西空港ダミー	0.115***	0.093***
	(3.67)	(2.86)
成田空港ダミー	0.187***	0.172***
	(8.22)	(7.26)
羽田空港ダミー	0.245***	0.235***
	(8.85)	(8.12)
訪日時満足度	-0.040***	-0.040***
	(-3.50)	(-3.32)
年齢	-0.004	-0.004
	(-1.33)	(-1.18)
観光目的ダミー	0.184***	0.167***
	(9.80)	(8.29)
団体旅行ダミー	-0.811***	-0.800***
	(-35.85)	(-33.60)
個人旅行ダミー	0.049**	0.046**
	(2.81)	(2.44)
LCC利用ダミー	-0.068***	-0.060***
	(-3.14)	(-2.65)
上位座席利用ダミー	0.239***	0.246***
	(5.11)	(4.88)
定数項	10.562***	10.599***
	(191.14)	(180.83)
性別ダミー	yes	yes
年次ダミー	yes	yes
四半期ダミー	yes	yes
国籍ダミー	yes	yes
観測数	12,179	10,941
調整済 R2	0.313	0.303

注 1 : 分析には stata17 を使用した。

注 2 : ***は 1 %、**は 5 %、*は 10%水準で有意であることを示す。

注 3 : カッコ内の数値は t 値を表す。

表 4-9 周遊の有無による効果の差異
(他地域訪問率の延合計値および交差項のパラメータの合計値：モデル別)

	関東と近畿のみの周遊を 含むデータ		関東と近畿のみの周遊を 含まないデータ	
	周遊あり	周遊なし	周遊あり	周遊なし
関西空港	0.273	0.115	0.243	0.093
成田空港	0.345	0.187	0.322	0.172
羽田空港	0.309	0.245	0.281	0.235
その他の空港	0.159	—	0.150	—

4-7. 小括と第2部への展開

4-7-1 小括

本章では、前章に続いて、既存空港の活用という観点から、訪日旅客の誘致と自治体の戦略を分析した。前章では、主に地方空港への直行便誘致という視点から自治体間競争や協力について考察し、需要が限られた地域での過度な自治体間競争は路線の持続性を低下させる可能性を示した。分析結果から、近隣自治体との協力を含む自治体間の協力の重要性が示唆されたことから、本章では、大都市と地方都市の協力の可能性に着目した。約7割の旅客が3空港から入国していることを考慮すると、地方空港への訪日旅客誘致においては、直行便の誘致だけでなく、3空港からの周遊旅客の取り込みも重視するべきである。

分析では、訪日旅客のうち、消費単価の高い旅客の地方分散に焦点を当てた。訪日外国人消費動向調査のデータを使用し、1人1回の旅行あたりの消費単価を被説明変数とする分析を実施した。集計データを用いたパネルデータ分析と個票データを用いた重回帰分析の2通りの分析を通じて、消費単価に影響を与える要因を示している。分析の結果、所得や為替レートといった代表的な経済変数や、旅行の目的、旅行の形態といった要素が消費単価に影響を与えることが確認された。

また、消費単価と訪日旅客の地方周遊との関係についても調査した。分析の結果、3空港から入国した旅客の方が、その他の空港から入国した旅客よりも消費単価が高い可能性が示唆された。ここから、地域の各種産業への波及効果の高い、高付加価値の（消費単価の高い）旅客を地方に誘客するためには、羽田・成田・関西を始点とする旅客の地方周遊を促進することが重要であるというインプリケーションが得られた⁶。この結

⁶ 本章の分析では、被説明変数を消費単価としたため、支出の詳細な内容については検討できていない。例えば、総消費額に占める都市間の交通費が高ければ、地域で消費される金額は小さくなる可能性もある。詳細な支出項目を被説明変数とする分析については、今後の課題としたい。

果を、自治体間連携の観点からとらえると、近隣地域全体での提携以外にも、大都市と地方都市が提携することが地域にとって有効だと考えることができる。

4-7-2 第2部への展開

以上、新規インフラの効果的な整備と維持管理コストを縮減するための効率的な維持管理に焦点を当てた第1章と2章、既存インフラの活用の観点から、空港への訪日旅客誘致を対象として、自治体間競争・協力について考察した第3章と4章を通じて、交通インフラの効率的な整備・維持管理・活用について整理した。

近年の民営化の進展により、ヨーロッパ等を中心に交通インフラの所有形態や投資主体は多様化し、これらの差異が経営・運営に与える影響を分析した研究が進められているが、第1部ではこれらについて考察できていない。また、新型コロナの流行以降、盛んに研究が進められているオンライン会議システムの普及による影響の分析についても考察できていない。そこで、第2部の前半（5章）では交通インフラの資金調達に着目し、所有形態や投資主体の差異がパフォーマンスに与える影響を分析し、後半（6章）では、長距離出張の属性がオンライン会議サービスへの代替に与える影響とオンライン代替が交通需要に与える影響に焦点を当てて分析した。

第2部：インフラの資金調達と今後のインフラ整備に向けた展望

第5章 資金調達先の差異がインフラに与える影響： 年金基金の空港経営への参加と環境パフォーマンスの関係

5-1. 空港運営主体の変化と分析の視点

新型コロナの世界的な感染拡大が見られるまで、好調な世界経済を背景として世界の航空需要は堅調に推移してきた¹。そうした航空需要の促進とともに、旅客や貨物の受け皿としての空港が重要なインフラ資産として注目を浴びてきた。

空港は従来、安全保障上の問題や公共財的な特性などから公的セクターによって運営されることが多かった。しかし、世界各国で空港の民営化が進み運営主体にも変化が見られている。民営化以降は従来までの空港運営公社などの公的セクターに加え、民間の金融機関や建設会社による投資など、様々な主体が空港の資金調達に関わる主体として経営に参画するようになってきている。その中でも特に年金基金は、保有する資金の大きさや安定的なキャッシュフローの確保の必要性などから、先進国の空港民営化案件における資金提供者として重要な役割を担っている。年金基金がインフラ投資において存在感を増している理由は、インフラ資産が持つ特性と大きく関係している。つまり、年金運用上、長期間にわたって比較的安定した収入をもたらすという特性が、長期負債としての特性を持つ年金債務と潜在的に適合していると考えられるからである。年金基金によるインフラ投資の形態は直接投資とファンドを通じた間接投資に大別される。資産額の大きいカナダの公的年金などでは、投資に向けて基金内にインフラ専門部門を保有する事例もある。

民間のファンド等と比べてより長期的な投資に取り組む傾向のある年金基金は、近年、ESG（環境・社会・ガバナンス）を反映させた投資の意思決定を重視している²。これは、各年金基金が ESG の重視という社会的な要請に呼応しているだけでなく、投資期間中におけるビジネス環境の変化リスクに対するレジリエンスや長期的なリターンの獲得のために ESG の要素や持続可能性といった点を重視していることによると考えられる。そのため、年金基金が企業に投資する際には、株主として持ちうる権利を積極的に

¹ ACI（2020）が公表した 2000 年から 2018 年の地域別航空旅客数の平均成長率（年率ベース）を見ると、ヨーロッパでは 4.1%、北米では 1.5%、オセアニアを含むアジア太平洋地域では 7.5% とそれぞれ堅調に航空需要が伸びていることが確認される。

² 伊藤（2021）は、近年、機関投資家が ESG 要素を重視する背景として、企業価値評価において、従来の会計情報だけでなく、無形資産や非財務情報がより重要となっていることをあげている。

行使し、投資先企業の ESG 分野におけるパフォーマンスを維持・向上させることが予測される。

以上の点を踏まえ、本章では年金基金のインフラ投資の一例として、経営参加と ESG 分野でのパフォーマンスの向上という点に着目した分析を試みる。空港を分析対象として、実際のデータから、年金基金が投資に参加する空港とそうではない空港の環境面でのパフォーマンスの差異を明確にすることを目的としている。

5-2. 空港運営主体の多様化

従来、空港は安全保障の観点や大規模災害発生時の拠点としての機能の確保などの観点から、完全公営という形で公的セクターの管理の下で運営されるケースが一般的であった。しかし、完全民営空港や部分民営空港が誕生したことで、空港の所有形態はより多様化してきている。

空港民営化の目的に言及した論文は枚挙にいとまがない。近年では、Rhodes et al. (2014) や Graham (2011) などが体系的に民営化目的を整理している。

Rhodes et al. (2014) は、民営化の主な動機を 3 点あげ、それぞれが密接に関連しあっていると主張している。ひとつ目は、資金調達の面での利点とされる。民営化の多くのケースでは、財政的なコミットメントが求められる代わりに、政府を含む公的機関から民間へと責任が移転されるとしている。資産保有者である公的機関は、売却にともなって収益を得られるほか、資産を保有することによって生じる維持管理コストを民間へと移転することにより、毎年の支出を削減することが可能となる。その際たる例は、BP（ブリティッシュ・ペトロリアム）の政府保有株式の分割売却であり、売却により、政府は多額の収益を得たとされる。他方、様々な資産が民営化された時期の大蔵大臣であったナイジェル・ローソン氏の言説をもとに、売却益などを主な目的として売却する明快なケースは稀であると主張している。つまり、多くの民営化案件では、民営化後に得られる収益は重要であるものの、あくまでもそれは副次的なものにすぎないとしている。ふたつ目は、産業効率化の観点である。1980 年代初頭の保守党政府の主張をもとに、当該産業の効率性が民営化によって向上しうると主張されている。具体的には、国営の場合、経営面のパフォーマンスのコントロールやモニターについての方法が非効率的である可能性があることや、大臣などからの「政治的干渉」によって、戦略的意思決定や効率的な運営に関する能力が阻害されかねないこと、非常に多くの労働組合員が単一の雇用主のために働くことで、労働組合の力が拡大する可能性があることという 3 点を紹介している。

最後は、株式による所有権の拡大の観点である。彼らは、株式の公開販売による民営化の結果の一つとして、株式の保有者が増えたとして述べている。保守党政権下で大蔵大臣を担当したノーマン・ラモント氏の意見を援用し、1980 年代の公益事業における株式

公開は、少なくとも部分的には、株式所有権を拡大したいという願望に動機付けられていたと主張する。具体的には、所有権の分割は、人々が経済に積極的に参加する「起業家社会」を促進するための重要な方法と見られていることや、人々に利益をもたらさうとする組織に出資をすることで、所有権の分割が「富を広げる」方法となりうることに触れている。

一方、Graham（2011）は、英語文献の体系的レビューを通じて、空港民営化の目的や結果を包括的に整理している。レビュー対象となった論文のうち、一般的な空港民営化に関する目的に着目している論文は41本であり、全体の59%に当たるとされている。そうした論文の中で最も多く紹介されていた民営化の目的は、（1）効率性および経営パフォーマンスの改善、（2）新たな投資の供与、（3）経営の改善と多角化の促進、（4）サービス品質の改善、（5）公的機関に対する財政的な利益の創出、（6）公的機関からの影響力の軽減という6つであると述べられている。

目的（1）はレビュー対象となった論文のうちの33本で取り上げられているとされる。理論的な枠組みから計算した生産効率性を用いた分析や、DEA（包絡分析法）による分析を中心として、収益性指標による分析などによるものも散見されたという。ここで重要なことは、利潤を最大化する民営空港と社会的余剰を最大化する公営空港の間で目標に相違があるということである。目的（2）は、26の論文で取り上げられていたとされる。新たな投資の供与という視点が多くの論文で紹介された背景には、公的機関が必要な資金を提供することが困難、もしくは提供に消極的であることがあるとされる。このような財政制約の一方で、航空領域で今後も長期的な成長が見込まれることから、空港セクターを投資対象として考慮する主体も多い。そのため、民営化は新たな投資を呼び込む契機となるとされる。また、目的（3）や（4）では、法的な制約等が課されやすい公的機関と比べて、民営の場合は、人材や設備といった経営資源をより迅速に動員できるという柔軟性があることや、民営化によって非航空系収入や新規ビジネス分野が強化され、成長する可能性があるという主張が取り上げられている。

目的（5）の公的機関に対する財政的な利益の創出については、公的機関の財政制約とも深く結びついている。売却益やコンセッション契約からの収入が得られることで直接的に経済的利益が得られるだけでなく、公的機関の財政的負担を減らすことが可能であるためである。一方、目的（6）の公的機関からの影響力の軽減については、公的部門から責任とリスクを民間部門へと移転することで、公的機関の管理・干渉を排除しうることがメリットとして主張される。

総合的な文献レビューに加えて、Graham（2011）はオーストラリアや韓国など、特定の地域に限定したケーススタディ形式の論文もレビューしている。レビューから、全体の文献調査で得られた一般的な民営化目的に加えて、地域独自の目的があることも示唆されている。例えば、Park et al.（2011）は、仁川国際空港で民営化が実施された理由を空港の主要ハブとしての機能をより強化するためであったとしている。

以上のように、空港の民営化はおおむね一般的なインフラの民営化目的と一致すると考えられる。しかし、民営化によって非航空系収入や新規ビジネス分野が拡大しうることや、地域独自の目的がある場合など、空港固有の要素も強い。そのため、民営化前後での各種パフォーマンスの変化を確認し、地域固有の要因を考慮する必要があるだろう。

次に、民営化の現状を確認する。世界の空港や空港ビルの管理者もしくは所有者を会員とする国際機関である ACI（国際空港評議会）では、2010 年と 2016 年にヨーロッパの空港の所有形態を調査している。調査から得られた空港別の所有形態データは、ACI Europe (2010) および ACI Europe (2016) として公表されている。空港運営主体への電話調査など様々なソースをもとにした調査から、所有形態や株式の保有者、株式の保有割合が詳細に整理され、記述されている。民営化の現状を把握するために、両調査をもとに空港の所有形態を完全民営、官民混合（部分民営）、完全公営という 3 タイプに大別し、図 5-1 から 5-3 にそれぞれの比率を図示する。

ACI Europe (2010) はヨーロッパ域内にある 404 の商業空港を対象に調査した結果にもとづいてまとめている。図 5-1 を見ると、完全公営の空港は全体の 78%にあたる 317 空港であり、官民混合で運営される空港は全体の 13%にあたる 52 空港、完全民営の空港は 35 空港（全体の 9%）となっている。これを EU 圏内と圏外の地域で比較すると、図 5-2 と図 5-3 のようになる。EU 圏内の 306 空港のうち、完全公営の空港は全体の 77%にあたる 237 空港であり、官民混合で運営する空港は全体の 14%にあたる 43 空港、完全民営の空港は 26 空港（全体の 9%）であるとされる（図 5-2）。EU 圏外では 98 空港のうち、完全公営の空港は 80 空港（全体の 82%に相当）、官民混合で運営する空港は 9 空港（9%）、完全民営の空港は 9 空港（9%）であったとされる（図 5-3）。

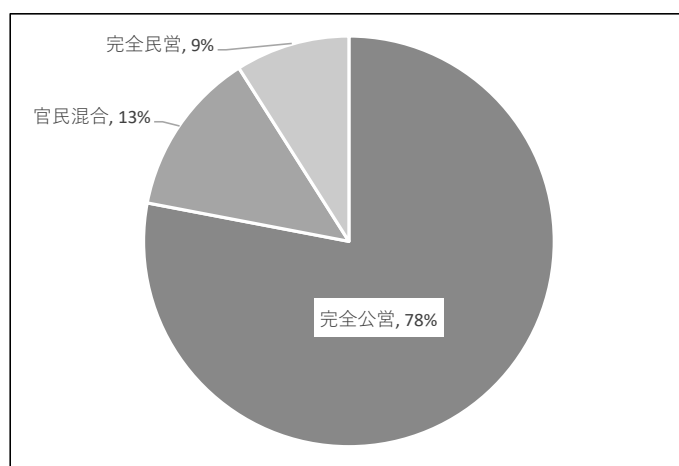


図 5-1 ACI Europe (2010) で公表された所有形態の比率：ヨーロッパ地域全体

出所：ACI Europe (2010) より筆者作成

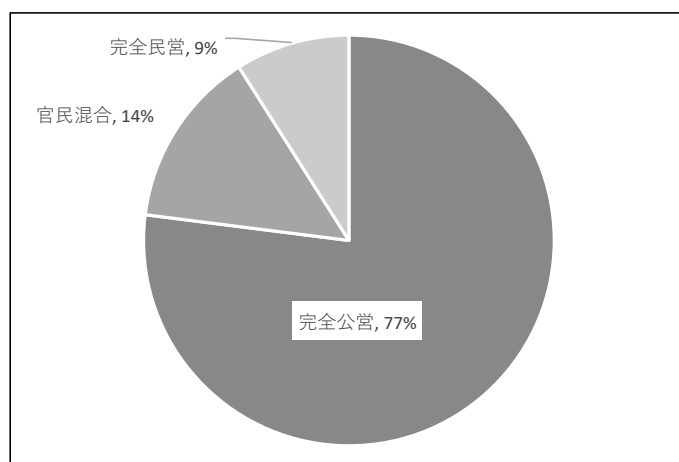


図 5-2 ACI Europe (2010) で公表された所有形態の比率：EU 圏内

出所：ACI Europe (2010) より筆者作成

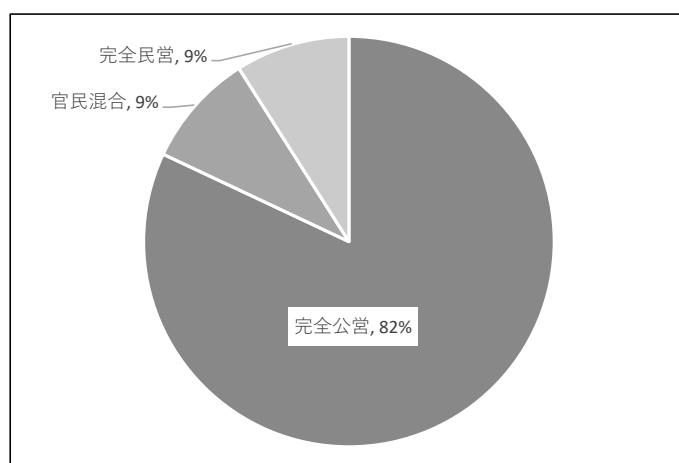


図 5-3 ACI Europe (2010) で公表された所有形態の比率：EU 圏外

出所：ACI Europe (2010) より筆者作成

ACI Europe (2016)では、2010 年当時の 404 空港から 500 空港へと調査対象が増加している。これを同様に図 5-4 から 5-6 のように所有形態別に示す。完全公営の空港は全体の 59%にあたる 295 空港であり、官民混合で運営する空港は 126 空港(全体の約 25%)、完全民営の空港は 79 空港 (全体の約 16%) となっている (図 5-4)。また、EU 圏内と圏外で分けた場合、EU 圏内では完全公営の空港は 355 の空港のうちの 189 空港 (全体の 53.2%)、官民混合で運営されている空港は 106 空港 (全体の 29.9%)、完全民営の空港は 60 空港 (全体の約 16.9%) となっている (図 5-5)。一方、EU 圏外では、完全公営の空港は 145 空港のうちの 106 空港 (73.1%)、官民混合で運営されている空港は 20 空港 (13.8%)、完全民営の空港は 19 空港 (13.1%) となっている (図 5-6)。

2010 年と 2016 年のヨーロッパの空港の所有形態を比較すると、完全民営空港の占める割合が 9%から 15.8%に増加していること、部分民営空港の占める割合が 13%から 25%に増加していることが確認される。ここから、空港の民営化が進展していることがわかる。また、EU 圏内では完全民営空港の占める割合が約 8%ポイント、部分民営空港の割合が約 16%ポイント増加しており、EU 圏外のそれぞれの増加幅（約 4%ポイントと約 5%ポイント）と比較して大きいことが確認できる。ここから、民営化は EU 圏外と比べて EU 圏内の方が相対的に加速しているといえる。

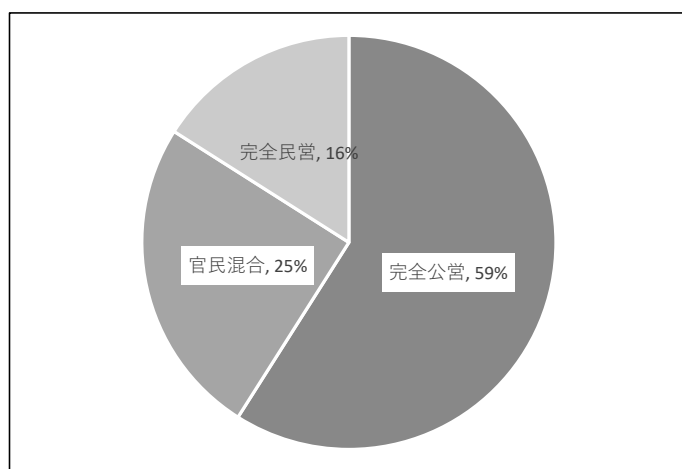


図 5-4 ACI Europe (2016) で公表された所有形態の比率：ヨーロッパ地域全体
出所：ACI Europe (2016) より筆者作成

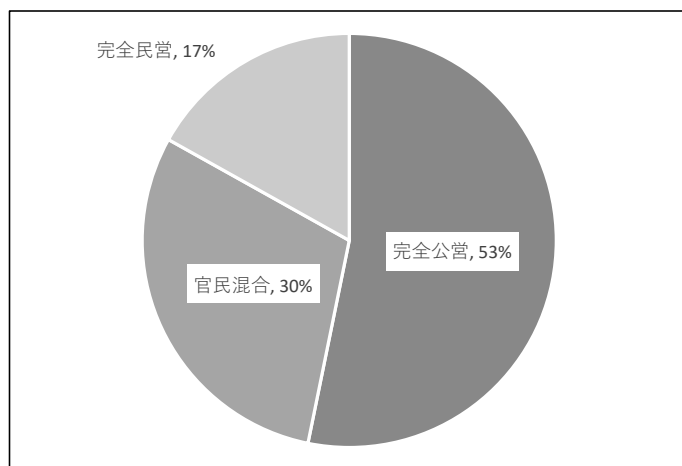


図 5-5 ACI Europe (2016) で公表された所有形態の比率：EU 圏内
出所：ACI Europe (2016) より筆者作成

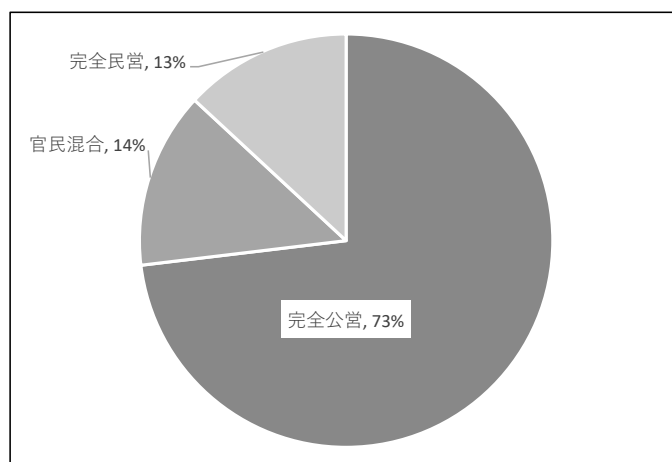


図 5-6 ACI Europe (2016) で公表された所有形態の比率：EU 圏外

出所：ACI Europe (2016) より筆者作成

5-3. 空港の所有形態とパフォーマンスに関する先行研究

空港民営化と並行するように、関連テーマの著作が多数蓄積されている。理論的な分析から民営化全般について論じたものや、民営化の影響を定量的な分析により明らかにしたもの、特定の地域に焦点を当て事例をまとめたものに加えて、これらの知見を整理したレビュー論文も多く公刊されている。本項では、空港の所有形態や投資主体とパフォーマンスの関係に言及している文献をレビューする。

まずは、経営パフォーマンスに関する前出のレビュー論文である Graham (2011) は、(1) 民営化の目的の比較、(2) 民営化の結果や経験の比較および (3) 目的と結果の比較を通じた評価、という 3 つの視点から、先行業績が整理され、民営化の目的や問題点とともに、民営化の帰結に関しても論じられている。そして、結論では、民営化と民営化後のパフォーマンスの関係を正しくとらえることの難しさが課題と述べられている。例えば、類似のデータを用いた研究であっても、パラメータが正と負で反対の結果が導出されることがあり、一致した結果が得られないケースも多い。また、民営化には多様なタイプがあることや、民間の関与の度合いに差異があることに言及し、これらをどのように比較するべきかといった問題提起もなされている。

橋本ほか (2010) は、民営化に対する評価と日本への政策的示唆という観点から、イギリスとオーストラリアの空港民営化に関する国内外の論文を整理・レビューしている。具体的には、民営化政策に対する全般的な評価や、経済的規制の評価、空港と航空会社の関係、空港運営の効率性評価という論点が設定されている。Graham (2011) と同様に、民営化の効果については正とする文献が多い一方、負の影響があったことを示す文献も散見されるとし、評価が一定に定まっていないことや、民営化には多様な手段があるこ

となどが言及されている。

Aulich and Hughes (2013) は、シドニー、メルボルン、ブリスベン空港というオーストラリアの3つの大規模空港の民営化後の財務パフォーマンスが計測されている。オーストラリア国内の民営化の経緯を整理し、3つの空港の事例が分析されている。財務データから、シドニー空港では2004年から2010年までの間、2007年を除いて営業損失が毎年発生して、多額の累積損失が生じていることや、2006年以降、営業キャッシュフローが増加しているにもかかわらず、借入れコストの上昇などの影響から、財務パフォーマンスの向上につながっていないことが示されている。一方、メルボルン空港では営業活動を通じて正のキャッシュフローが生まれ、借入れコストも抑制されたことから、好ましい財務パフォーマンスを達成できているとしている。ブリスベン空港については、民営化から2004年までの間は財務パフォーマンスに変動がある状態が続いたが、営業キャッシュフローが正に転換するなど、近年、改善の兆候が見られるとされている。そして、3空港の事例分析から、彼らは必ずしも民営化は財務パフォーマンスを向上させるとは言えないと結論づけており、政府は民営化の決定に際して公益性を考慮する責任があると主張している。

Fuerst and Gross (2018) は、1998年から2009年までの30カ国75空港のパネルデータを用いて世界の空港の商業的パフォーマンスを分析している。小売や外貨両替などを含む商業収入、旅客1人あたりの商業収入、空港の商業収入を総商業売上高で除して百分率で表示した商業的イールドを被説明変数とする分析から、総旅客数が多い空港や商業エリアの面積が大きい空港の商業的パフォーマンスが高いという結果が示されている。また、国際旅客のシェアが高い空港ほどパフォーマンスが良いことも示されている。所有形態による差異については、商業的イールドを被説明変数とする分析から明らかにされており、完全民営の時に最もパフォーマンスが高くなることが示唆されている。

つづいて、Merkert and Mangia (2014) を紹介する。この論文では、2007年から2009年までのイタリアの35空港とノルウェーの46空港のデータを用いて、効率性計測と要因分析を試みている。第1段階の効率性計測では、DEA（包絡分析法）が使用されている。離着陸数、乗客数、取扱貨物量の3要素をアウトプット項目とし、2種類のインプット項目を使用して2種類の効率性値が計測されている。ひとつは、ターミナル面積や、滑走路数、滑走路長、従業員数などの技術的なインプット変数を用いたモデルであり、いまひとつは、営業費用や従業員の人件費、原材料費という財務上のインプットを用いたモデルである。第2段階では、DEA分析で得られた効率性値を被説明変数として、その決定要因をトービットモデルにもとづいて分析している。

分析では、軍との共用空港や、収益性が高い空港の効率性が高くなることが示されているほか、モード間競争が効率性に好影響を与えるとは限らないとしている。また、効率性に対して勢力圏の人口はそれほど影響しないことも明らかにされている。この論文では、民営化には直接言及していないものの、国有企業によって運営されているノルウ

エーの空港と一部の空港の運営に民間が参画しているイタリアの空港を比較することで、所有形態が効率性に差異をもたらすことを暗示しているだろう。

また、特定の投資主体と経営パフォーマンスの関係に焦点を当てた研究も見られる。例えば、Howell et al. (2022) は、年間 1 万人以上の旅客が利用している世界の 2400 箇所の空港を対象にして経営パフォーマンスを分析している。所有形態については、公営よりも民営空港の方が効率的であるとし、投資主体によって差があることを示唆している。投資主体としては、PE（プライベートエクイティ）ファンドに焦点を当てており、PE ファンドが投資している空港は、その他の投資家が投資している空港と比べて 1 便あたりの乗客数や純営業利益などが高いことが示されている³。この研究では、政府系ファンドや年金基金については、空港セクターでは少数株主となることが多いとして分析対象としていない。

以上のように、所有形態や投資主体と経営パフォーマンスの関係に焦点を当てた研究は多く蓄積されており、対象国、対象年次、分析手法によって結果は異なり、評価は明確に定まっていないものの、民営セクターの影響力が効率性に正の影響を与えることが多いとされている。

一方、所有形態と環境パフォーマンスの関係に関する文献は、安達ほか (2022) や Falk and Hagsten (2020) などに限られる。安達ほか (2022) は、理論モデルを用いて、空港の環境配慮行動が社会的余剰に与える影響を分析している。所有形態に関する結果を整理すると、空港が公営の場合には、環境負荷の低減の効果が環境配慮によって生じる社会的余剰の減少を常に上回り、民営の場合には、環境負荷の低減の効果が環境配慮によって生じる社会的余剰の減少を下回ることがあるとしている。この結果から、民営空港に対して環境配慮を強く求めた場合、社会全体で望ましくない結果となる可能性があることが示されている。

Falk and Hagsten (2020) は、2009 年から 2017 年の約 600 空港のデータを用いて、環境指標である空港カーボン認証（Airport Carbon Accreditation : ACA）への参加に寄与する要因を分析している。大規模空港や、旅客の伸びが大きい空港などが認証へ参加しやすい一方、LCC のハブである空港は認証に参加しにくいことが示されている。一方、所有形態については、明確な差異は確認されなかったとしている。

以上のように、所有形態と環境パフォーマンスの関係に関する分析については明確な結論は得られていない。また、投資主体と環境パフォーマンスの関係を分析した文献は、筆者の管見する限り見られない。しかし、空港運営と環境配慮の問題は外部性の考慮という観点からも重要であることから、詳細な検討が必要だろう。

³ また、空港を対象とした分析ではないが、Howell et al. (2022) と同様に PE ファンドに着目した Baird (2013) もある。Baird (2013) は、PE ファンドが所有する港湾の財務的特徴を中心に整理している。経営パフォーマンスについては、EBITDA マージンが高く、収益性が高いことを示している。分析対象の港湾会社には、リバプール空港を運営する Peel グループが運営している港湾も含まれている。

本章では、所有形態や投資主体と環境パフォーマンスの関係の分析を試みる。投資主体としては、保有資産額が大きく長期投資に取り組み、空港への投資事例も多い年金基金に着目する。

5-4. 年金基金のインフラ投資に関する先行研究

前節では、民営化に関する文献レビューを通じ、所有形態と経営パフォーマンスの関係を分析した論文が多いことを確認した。一方、投資主体として年金基金に焦点を当てた研究は筆者の管見する限り少ない。

近年、年金基金はインフラの資金調達において重要な役割を果たしている。たとえば、ロンドンシティ空港やガトウィック空港などの事例にも見られる通り、ヨーロッパの空港では年金基金が主要な資金提供源となっているケースが少なくない⁴。背景には、5-1節で述べたように、インフラと年金債務の特性が潜在的に適合することがあげられる。

2014年2月には、年金積立金管理運用独立行政法人（GPIF）⁵が株式会社日本政策投資銀行（DBJ）およびオンタリオ州公務員年金基金（OMERS）との共同投資協定をもとにインフラ投資を開始すると報道され、わが国においても年金基金によるインフラ投資に対して社会的関心が高まっている⁶。インフラ投資において多くの実績を有し、先進的であるとされているのはオーストラリアとカナダの基金であり、両国の年金基金は各地で機関投資家として存在感を発揮している。

そこで、本節では主にカナダとオーストラリアの年金基金によるインフラ投資に焦点を当てた先行研究を紹介する。インフラ投資と年金基金の関わりを紹介した先行研究には、Chong and Poole（2013）やInderst（2014）、Siemiatycki（2015）、森本・西迫（2014）などがある。

Chong and Poole（2013）は、近年、先進国を中心にインフラファイナンスの主体が公から民へと移りつつある現状を紹介し、インフラ・ファイナンスや民間資金調達を促進するために政府がどのような手法を用いているかを、民間資金の割合が大きく異なる4カ国（中国、インド、オーストラリア、イギリス）の事例をもとに整理し、検討したものである。彼らは、計画・建設に多額の投資が必要となるなど、インフラ投資には自然独占の特徴があることが多いとしている。同時に、公共財に近い性質をも一部持ちうる述べ、民間企業によって供給される場合は過小供給になる可能性があると主張している。そのうえで、主な資金調達の方法には、政府による調達、民間による調達、およびその中間に位置するPPPでの調達があると示す。

⁴ 詳しくはGraham and Morrell（2017）（木谷・塩見監訳（2018））第7章を参照のこと。

⁵ わが国では公的年金の安定的な制度運営のために、厚生労働大臣からの寄託のもとで年金積立金管理運用独立行政法人（GPIF）が積立金を管理、運用している。

⁶ 年金積立金管理運用独立行政法人（2017）を参照のこと。

そして、Chong and Poole (2013) は、インフラへの資金調達の際には、多くの国で予算配分プロセスを通じた公的融資が用いられているとする。この手法には、借入時のコストが低いことや透明性が高いという利点とともに、政府や自治体の予算ルールによる制約を受けるという欠点もある。また、その他の手法には、政府が部分的に所有・監督する法的に独立した機関である **Government Trading Enterprises (GTEs)** を通じた資金調達があるとする。民間からの資金調達にはデット（負債）とエクイティという2種類があり、インフラファイナンスの大部分をデットファイナンスが占めるとする。特に、長期負債を保有する年金基金などの機関投資家には、インフレ連動債が適していると主張している。エクイティファイナンスについては、近年、グリーンフィールド段階で大型の年金基金や老齢年金基金が株式に直接投資するという動きが見られるとする。

また、彼らは、国別の事例から、国ごとに資金調達に差異があることも示している。例えば、中国では、近年の5カ年計画の中でインフラを重視していることから、中央・地方政府などによるインフラファイナンスが主となっていることが示されている。一方、インドでは、歴史的に公的セクターの役割が強かったものの、近年では政府の取り組みの中で民間による資金調達も増加してきていることが明らかにされている。イギリスでは主要なインフラ資産と GTEs が民営化されたことによってインフラに対する民間資金の割合が最も高くなっていること、オーストラリアでは民間のインフラファイナンスにおいて、年金基金から資金が提供される割合が高いこと、などが明らかにされている。

Inderst (2014) はオーストラリアとカナダの年金制度やインフラ投資の歴史、投資モデルにフォーカスを当てた論文である。冒頭では、年金基金とインフラ特性の相性について次のように整理されている。低金利と不安定な市場に直面する年金基金と保険会社は、ポートフォリオをより分散、すなわち多様化させ、長期的な資産負債マネジメント (**Asset Liability Management : ALM**) を強化しようとしている。そのため、長期にわたって安定し、インフレに連動するキャッシュフローという潜在的に望ましい投資特性を持つインフラ資産に魅力を感じつつあると言及している⁷。論文の前半では、オーストラリアについての分析がなされている。まず、同国の年金基金の大部分が確定拠出型 (**DC**) 制度であることが紹介され、近年、比較的短期間のうちに世界の年金基金の総資産ランキングにおいて上位にある大規模な基金が複数生まれていることなどが明らかにされている。背景には、1992 年の強制積立の職業年金制度 (**スーパーアニュエーション**) の導入による制度変更があったとされる。そのうえで、確定拠出型年金がインフラ投資を進める際の阻害要因として、次の3点を提示している。第1はインフラ資産が非流動的で巨大な資産であることであり、第2は個人勘定が多数であることである。第3は加入者（制度構成員）の予防的な流動性選好があることを指摘する。そして、多

⁷ Inderst (2014) P.40 参照。

くの阻害要因が存在するにも関わらず、同国の基金がいわば逆説的にインフラ投資における重要なプレイヤーの位置を占めるに至った要因を5点あげている。

- (1) 1990年代初頭において政府による公共資産の大規模な民営化が進められ、同時期にスーパーアニュエーション制度が導入されたこと。
- (2) 経済成長を遂げ、年金資産が急速に貯蓄されていること。
- (3) 投資銀行や資産運用会社などの金融仲介機関の出現によって、民間のインフラ投資のブームが加速されたこと。
- (4) 年金受託者が、年金制度や制度構成員にとって有用なアセットクラスとしてインフラを認識していること。
- (5) 確定拠出型のスキームにおいて流動性準備金の管理を促すためにデフォルトファンドやレンジが絞られた標準投資オプションが使用されていること⁸。

加えて、彼は、オーストラリアの年金基金のインフラ投資が従来、外部のファンドマネジャーに委託されていたことから、同国の投資銀行は民営化されたその他のインフラ資産を主に上場ファンド商品に組み入れる先駆者であったと述べている。金融危機後は、年金基金の優先ルートが非上場のオープンエンド型ファンドへと変化したと主張している。

Inderst (2014) の後半は、カナダの制度を分析している。まず、同国の年金基金の大部分がオーストラリアと異なり、確定給付型 (DB) 制度であることが紹介され、そのうえで、世界の年金基金の総資産ランキングにおいて上位に含まれる大規模な基金が複数存在することが示されている。さらに、カナダの年金制度には成熟度が高まったため拠出額が増加したり、資金不足に陥るケースがあることも示されている。そうした状況を改善させるために株式を削減するなど、ポートフォリオ内のリスクを回避したり、給付設計が変更されていることなどが主な論点となっているとされる。

同時に、カナダ国内のインフラ市場の特性についても要約されている。インフラの大部分が公的資金によって建設・維持されていることや、PPP (Public Private Partnership) はイギリスやオーストラリアと比べて採用される事例が多くないことに加えて、銀行が保守的に管理されており、インフラへの融資に慎重であるため短期融資が中心であることが示されている。さらに、カナダが世界で最も発達したプロジェクト債市場の1つでありインフラ債券が投資適格となることも多いことや、生命保険業界が長期資金の提供において重要な役割を果たしてきたことなども紹介されている。

そのうえで Inderst (2014) は、成熟した確定給付型年金型年金におけるインフラ投資の阻害要因を整理している。ネットキャッシュフローがマイナスである、すなわち、給

⁸ デフォルトファンドは、スーパーアニュエーションの加入者が自身で加入するファンドを選択しない場合に投資先となるファンドである。多くの加入者が同ファンドに加入するとされる。

付が掛金収入よりも多くなるため流動性ニーズが高まること、債券とスワップに焦点を当てた負債主導型の投資戦略が取られること、受託者およびスポンサー側がリスクを回避することなどがあげられている。このような阻害要因があるにもかかわらず、オンタリオ州教職員年金基金（OTPP）やオンタリオ州公務員年金基金（OMERS）をはじめとする同国の年金基金がインフラ投資の重要なプレイヤーとなっているとする。ただし、その要因として、年金基金の資産を従来のアセットクラスを超えて分散させたいという願いによるもの、と論じる点は説得力を減じさせている。

また、同論文ではカナダのインフラ投資が主に直接投資モデルであることも記されており、その利点として、外部のインフラファンドに委託するよりもコストを抑えることが可能であること、ファンドマネジャーとのエージェンシー問題を回避できること、参入退出の決定や資産の管理を直接進めることが可能であることという 3 点があげられている。他方、内部資源が不十分となる可能性や、問題発生時の評判および法律に関わる問題、高報酬の労働市場に属するべき能力を有する人を市場ベースの報酬で雇用する必要があることなどが短所として指摘される。そのうえで、カナダの直接投資モデルは以下のように評価されている。

- （１）独立した専門家委員会にもとづく強力なガバナンスモデルであること。
- （２）何年にもわたり構築されてきた洗練された内部投資チームが存在すること。
- （３）巨大なインフラプロジェクトに参入できる大規模な資金を有すること。

Siemiatycki（2015）も、カナダに焦点を当てた論文である。交通インフラ分野の資金調達面で重要な役割を担いつつある年金基金の今後の可能性や直面する障壁を明らかにするという問題意識を持って書かれたものである。具体的には、カナダ年金制度（Canada Pension Plan Investment Board：CPPIB）、オンタリオ州公務員年金基金（Ontario Municipal Employees Retirement System：OMERS）、オンタリオ州公務員組合年金信託（OPSEU Pension Plan Trust Fund：OPTrust）、ブリティッシュコロンビア州投資マネジメント（British Columbia Investment Management Corporation：BCIMC）、オンタリオ州教職員年金基金（Ontario Teachers' Pension Plan：OTPP）、ケベック年金制度（Quebec Pension Plan：QPP）、アルバータ州遺産貯蓄信託基金（Alberta Investment Management Corporation：AIMCo）といったカナダ国内の代表的な 7 つの年金基金による交通インフラ投資の現状をケーススタディ形式で分析した論文となっている。

他の機関投資家と比べて年金基金は長期的なリターンを追求する傾向にあるため、インフラプロジェクトの特性と合致していること、カナダとオーストラリアの年金基金が代表的なインフラ投資家であること、インフラ資産への直接投資を実施するには基金内部に専門知識を持つ人材や大規模な資本が必要であること、カナダ国内において PPP プロジェクトへの投資はあまり魅力的な投資対象としてとらえられていないことなど、

多くの点で Inderst (2014) と同様の結果が示されている。しかし、カナダの年金基金のすべてが直接投資家であるわけではないとする点が Inderst (2014) の記述と相違する。Siemiatycki (2015) はカナダの年金基金を公的年金基金と私的年金基金に区分し、前者は主要な直接投資家である一方で、後者は主要な直接投資家であるとは言えないと主張している。背景には、基金内部に専門知識を有する人材が揃っており、多額の資本を有している公的年金基金と必ずしもそれらを有しない私的年金基金の条件の差があるとしている。

また、Siemiatycki (2015) は、年金基金にとって投資目的を満たすために最も魅力的なインフラ資産の条件についても論じている。直接の競争下や潜在的な代替が制限される規制環境のもとで運営されていること、使用料収入などによってインフレーションに対応していること、既知の技術でありながらも代替されるリスクが低いことといった条件を満たすインフラ資産は年金基金にとって魅力的であるとしている。さらに、2012 年にカナダ国内の主要年金基金が保有していた交通インフラ資産の内訳をもとに、空港や港湾、有料道路や橋が魅力的な投資対象とされている一方、都市内や都市間の鉄道などといった「持続可能な交通」への投資については、魅力的な投資対象とまでは言えないとされる。これは、自らの基金で管理可能な領域を超えて支援が必要であることや、土地利用政策などに影響を受けるためであると記されている。

Siemiatycki (2015) は、カナダの年金基金によるインフラ投資への参加モデルにも紙幅を割いている。基金による交通インフラへのエクイティ投資の構造には、空港や港湾といった運営中の民間の交通系資産への株式投資や、インフラ資産を運用するための長期コンセッションを保有する既存企業への投資という 2 つのタイプがあるとする。また、国内大手の年金基金が典型的なインフラ投資家であり、社内に配置された熟達した専門的スタッフを通じてリスク調整済みの非上場取引に参加することができるという特徴についても指摘している。そして、社内の管理チームの規模やインフラへの直接投資に対する取引コストの大きさを考慮することで、年金基金が投資家として関心を持つ取引のタイプが決定されるとしている。具体的には以下の点について言及されている。

- (1) 基金内部のインフラ部門に対する投資チームは必ずしも多くの人員を抱えているわけではないため、単一のインフラストラクチャーに多額の投資が行われる傾向があること。
- (2) 年金基金は入札や公的な競売ではない取引に参加しようとする。
- (3) 基金に対して、基金内の投資チームが、経営チームが既に業績を記録しているような企業への投資を促すこと。
- (4) PPP はあまり魅力的な投資対象ではなく、近年増えている PPP への投資は仲介を行う企業を通じたものであること

また、Siemiatycki (2015) は、カナダの主要年金基金は、年金負債の回収のために、リスクのある期間が終了しており収入がすぐに収益となるブラウンフィールドの株式を主に購入する傾向があると指摘する。ブラウンフィールドの場合、新規投資ではないため政治的リスクが低く、グリーンフィールドと比べて不確実性も低いためである。また、年金基金が投資先として重視している国は、政府の意思決定において汚職が少なく、透明性やアカウンタビリティのある政治的に安定した国であることが示されている。その結果、投資先の多くが北米やヨーロッパ諸国となっていることが明らかにされた。ただし、例外的にチリはカナダの年金基金からの投資を引きつけている。これは、チリのインフラ部門への民間参入の歴史が長く、ブラウンフィールド資産が多く蓄積されていることや、民間投資への政治的介入リスクが少ないと考えられるためだと主張されている。また、年金基金が積極的な投資家として、政治的リスクやプロジェクトの管理などに対する戦略的ガバナンスの役割を果たしていることについても言及されている。同様に、年金基金が、過剰なレバレッジや負債によるリファイナンスなどのリスクの高い短期的な戦略を避けることについても紹介されている。

Siemiatycki (2015) はカナダの年金基金は世界で最も積極的なインフラ投資家の1つであるにも関わらず、自国内への投資はあまり多くないと述べ、PPPを含む同国内の交通インフラが魅力的な投資対象となっていないと主張している。この原因について、インフラ投資を行うカナダの大手公的年金基金の中には、インフラ部門の民営化やPPPに反対する労働組合に属する被雇用者の退職貯蓄を保有している基金があることを明らかにし、公的年金基金と労働組合の利益との間に対立的関係がある可能性を示唆している。ただし、筆者はこの点について、年金基金への聞き取りや管理委員への調査から、労働組合が年金基金のインフラ投資に反対している場合であっても、投資意思決定には大きな影響は見られなかったとしている。

海外の年金基金によるインフラ投資の事例を整理した森本・西迫(2014)では、オーストラリアとカナダの基金によるインフラ投資に主眼を当てつつ、ヨーロッパやアメリカ、韓国の年金基金の事例も併せて紹介している。

オーストラリアに関する記述を整理すると次の通りである。Inderst (2014) と同様に、年金制度は確定拠出型年金が主であることが示され、1992年の強制積立の職業年金制度の開始が資産額の急成長の契機となったとする。また、インフラ投資が開始された時期がスーパーアニュエーション制度とほぼ同時期の1990年代頃であることも記されている。スーパーアニュエーション制度の中には、比較的資産額の小さな基金が多く含まれていたことから、合併が進められたことも示されている。インフラ投資については、当初、民間のインフラファンドが多数存在していたと述べ、現在では、複数の年金基金によって年金基金向けのインフラファンドが設立されているとする。投資対象は自国が中心とされるが、近年では、海外の案件への投資も増えているとする。著者は、オーストラリアで年金基金によるインフラ投資が促された背景を、株式や債券といった一般的

な投資対象が不足しており、新規の投資領域を開拓する必要であったためだと主張している。さらに、1980年代から1990年代にかけて同国内で緊縮財政がとられ、インフラ資産への投資が減少したことから、現在でも年金基金の投資対象となりうるインフラ資産が残っているとしている。

一方、カナダに関する記述は次のように整理することができる。Inderst (2014) と同様に、年金制度は確定給付型年金が主であることが示されている。同国でインフラ投資が開始された時期は、オーストラリアよりやや遅い 2000 年前後であるとする。国内で PPP プロジェクトなどが増えつつあるものの、投資対象は海外案件が中心であるとされる。さらに、同国の年金基金が近年、負債でのインフラ投資を増やしつつあるものの、従来までエクイティによる投資が主であったことが記されている。著者は、カナダで年金基金によるインフラ投資が促された背景について、年金負債との親和性に加えて、安定したインカム・ゲインが見込まれることや株式市場との相関が低いことといったリスク・リターン特性が評価されたためであると主張している。

以上のレビューから、年金基金が民間による資金調達の中で重要な役割を担っていることが確認された。また、インフラ投資分野で数多くの実績を有するオーストラリアとカナダの両国に焦点を当てて先行研究の結果を整理すると、両国の間で以下の4点を含む様々な差異があることが示唆された。

- (1) 年金制度（確定拠出型中心と確定給付型中心の違い）
- (2) 歴史的背景（インフラ資産の同時民営化によるものかどうか）
- (3) 投資モデル（ファンドを通じた投資と直接投資）
- (4) PPP プロジェクトへの投資の多さ（オーストラリアと比べてカナダの方が少ない）

5-5. 年金基金のエンゲージメントおよび ESG 投資に関する先行研究

年金基金と ESG 投資の関係を整理した先行研究は多く蓄積されている。近年では、その中でも特に、機関投資家の「エンゲージメント」という概念がファイナンス分野を中心に着目されている。エンゲージメントの概念を整理した論文には、Martin et al. (2007) や Winter (2011) がある。

Martin et al. (2007) は、投資家のエンゲージメントを定義するのは容易ではないと前置きしつつ、2つの考え方を紹介している。ひとつは、「企業のミスマネジメントに対して投資家が積極的にアプローチする各種の取り組みと同様に、特定の企業のマネジメントの決定および投票に関する情報を収集するために費やす時間」という狭義の概念である。いまひとつは、「企業における戦略の発展や実行への積極的な介入」という広義の概念である。そして、それらを踏まえ、投資家のエンゲージメントを「特定のポートフォリオ企業のマネジメントプロセスに影響を与えるための投資家による『残余コント

ロール権』の使用」と定義している⁹。より具体的には、「投資家の発言権を行使して直接的かつ柔軟に経営者の規律付けを可能にするもの」だと述べられている¹⁰。

一方、Winter（2011）では、機関投資家のエンゲージメントは、レベル分けすることによってより明確に理解することができると主張し、以下の3段階のレベルを設定している。

第1段階はコンプライアンス（Compliance）・エンゲージメントである。これは、議決権行使において特定の方針を持つことや、実際に議決権を行使することを表している。この段階におけるエンゲージメントは、あくまで投資の価値向上に向けた手段ではなく、必要な場合にのみ実施するものである。そのため、機関投資家の役割は限定されとしている。第2段階は、関与（Intervention）エンゲージメントである。投資先の企業が市場や競争対象の企業と比べて大きく出遅れていると見なされる場合や、投資家が介入の必要性を感じた場合などに、機関投資家は戦略や方針を調整するために企業経営者と対話を開始するとされる。ここでは、第1段階と比べて、企業に関する知識や理解とともに、対話の持続に向けた意志が重要であるとされる。第3段階はスチュワードシップ（Stewardship）・エンゲージメントである。この段階では、時間や特定の問題に限定しないという点が特徴である。第2段階のエンゲージメントに加えて、長期的な投資に価値を付与することを目指すため、投資先企業とのより継続的な対話が必要とされる。

以上のように、エンゲージメントについては、定義をひとつに定めることは容易ではないものの、総じて、投資家が目的達成のために、自らの持つ発言権を行使して対話を通じて柔軟に経営者を規律付けることであると捉えられる。

つづいて、年金基金のエンゲージメントに関する先行研究を紹介する。第1に紹介する三和（2015）は、国内外の機関投資家を対象にヒアリング調査を実施し、海外と国内の機関投資家のエンゲージメントについて体系的に整理した文献である。ここでは、先述の Winter（2011）にもとづいて、アメリカのヘッジファンド・アクティビズムやわが国のアクティビスト・ファンドのエンゲージメントが第2段階に、ヨーロッパ各地の年金基金のエンゲージメントが第3段階にあたるとしている。さらに、国連責任投資原則（UNPRI）への署名を背景として、ヨーロッパの大手公的年金基金がエンゲージメントに注力していることについて、2つの理由を提示している。ひとつは、公的年金の資産規模が大きいため、頻繁に売買をしてしまうと市場へ大きな影響が生じる恐れがあることであり、いまひとつは、企業に対するエンゲージメントを通じて、持続可能性や価値が向上されることで、年金資産の価値を安定的に増大させられる可能性があることだとされる。

三和（2015）では、エンゲージメントに関わる取り組みの現状についてのヒアリング調査も実施されており、イギリスの英国鉄道年金受託会社（RPMI）と英国大学退職年

⁹ Martin et al.（2007）の p.19 を参照のこと。

¹⁰ Martin et al.（2007）の pp.19-21 を参照のこと。

金（USS）、ノルウェーのノルウェー中央銀行投資管理部門（Norway Pension Fund の運用を担う機関）、スウェーデンの AP1 基金と AP4 基金、オランダの PGGM、日本の年金基金積立金管理運用独立行政法人（GPIF）、地方公務員共済組合連合会、全国市町村職員共済組合連合会および企業年金連合会に対するヒアリングの結果が要約されている。ここから、1つを除いて、海外の各基金では3～6人で構成されるエンゲージメントの専門部署が設けられていることが明らかにされている。そして、年金基金によるエンゲージメントの特徴は、母体となる年金基金が尊重する考え方、哲学などを配慮した対話がなされることや、独自性の高いテーマにもとづく対話がなされることであると指摘する。

第2に、コーポレートガバナンスの一部として、公的年金基金がエンゲージメントを利用する合理性に焦点を当て、論じた鈴木（2016）を紹介する。鈴木（2016）は、近年、公的機関投資家のアクティビスト活動によって、パッシブ運用をした場合でも市場ポートフォリオよりも高いリターンが得られるようになっていることを紹介している。あわせて、ヨーロッパの長期保有投資家の権利や役割にも言及している。特に、企業は長期投資家が自社の安定的な株主となることを求めており、そのニーズに応えるために、長期投資家に対するインセンティブとして複数投票権制度を設けていることが記されている。一方、限られた投資主体のみによる株式の大量保有は、企業にとって経営の脅威になる可能性があることから、投資上限や議決権の上制限のシステムを設けることでこれを防いでいると述べている。

著者は、アメリカの年金基金で議決権行使が必須となった要因についても整理しており、1988年のエイボンレターにおいて議決権の行使が受託者責任（フィデューシャリー・デューティー）の対象となることが明確化されたことが原因であるとしている。2001年以降、わが国においても企業年金が積極的に議決権の行使を進めていると述べている一方、政府による投資先企業の支配への懸念から、公的年金では議決権行使に積極的ではないとしている。このような背景のもとで、議決権行使などの直接的な手段の代わりに、公的年金ではエンゲージメントを含めたソフトガバナンスが着目されていると述べている。そして、公的年金と企業の2プレイヤーを想定してゲームのモデルを作成し、繰り返しゲームによるシミュレーションからエンゲージメントの有効性を検証している。

つづいて、年金基金の ESG 投資に関連する先行研究を2つ紹介する。第1に紹介する宮井（2008）は、先行研究のレビューから、企業価値の評価指標である企業の財務パフォーマンス（CFP）に対して、ESG 要素などを含む非財務データであるコーポレート・ソーシャル・パフォーマンス（CSP）が正の影響を及ぼしている可能性があることを示唆している。そこで、UNPRI に署名している欧米の年金基金と同様に、受託者責任のある年金基金は ESG を投資判断に組み入れるべきであると主張している。一方、先行研究における各種の分析には、いくつかの問題点があるとしている。特に ESG スコアの

レーティング手法などに結果が左右される恐れがあることや、年金基金などが期待する長期評価としては有効ではない可能性があるという点を指摘する。

第2に機関投資家のスチュワードシップ責任とESG投資について論じた寺山(2015)を紹介する。2014年に日本版スチュワードシップ・コード(「責任ある機関投資家」の諸原則)が公表されたことを受けて、ESG投資の歴史をもとにスチュワードシップ・コードの本質を明らかにすることを目的としている。著者は、2000年の英国年金法改正がESG投資の発展の契機となったと主張している。同法で、投資の際に環境や社会、倫理面を考慮する場合は開示要求方式が採用されたことにより、年金基金等の機関投資家による環境等を考慮した投資の信任を高めることになったとする。そして、この方式がヨーロッパ各国へと広がったことで、2000年代以降のヨーロッパにおけるESG投資の増加につながったとされている。そのうえで、イギリスのスチュワードシップ・コードにも開示要求方式が受け継がれていることを紹介している。その他にCeres原則におけるプリンシプル・ベースの考え方、キャドバリー報告書に見られる「コンプライ・オア・エクスプレイン」の概念、エンゲージメントが含まれているUNPRI、機関投資家による共同エンゲージメントを含む共同イニシアチブなどがスチュワードシップ・コードに影響を与えたとして紹介されている。

また、寺山(2015)は2000年の英国年金法の改正以降、ヨーロッパ・アメリカのファンド・年金基金を中心にグローバルな視点からESG投資が拡大しているとする一方、わが国においては、企業年金基金のUNPRIへの署名が少ないことからESG投資は限定的であると述べている。他方、日本版スチュワードシップ・コードについては順調に受け入れ表明が進んでいるとしている。

以上の先行研究のレビューから、長期投資において年金資産の価値を安定的に増大させる手段として、欧米を中心とする年金基金がエンゲージメントに注力していること、英国年金法改正やUNPRIの策定を契機として機関投資家によるESG投資が拡大しており、年金基金が積極的にESGを考慮した投資をしていることが確認された。

5-6. 仮説の設定と分析の概略

先行研究のレビューを通じて、年金基金にとってインフラ資産が魅力的な投資対象であることや、年金基金がESG要素を重視して投資していることが明らかになった。これは、近年、世界各国の年金基金が国連責任投資原則(UNPRI)などの責任投資の枠組みに参加している現状とも符合する。

本章では空港に焦点を当て、年金基金の経営参加や所有形態と環境パフォーマンスの関わりを分析する。先述のように年金基金がESG投資を重視するのであれば、年金基金の投資の有無によって環境面でのパフォーマンスに差異が生じることが予想される。分析では、次の仮説(1)を主題として設定・検証するとともに、環境面のパフォーマ

ンスと所有形態の関係に着目し、次の仮説（２）と（３）をサブトピックとして設定・検証する。

仮説（１）：年金基金が投資している空港の方が、投資していない空港よりも環境面でのパフォーマンスが高い。

仮説（２）：利潤関数を目的関数とする私的企業（完全民営空港）は、利潤最大化に向けて環境面でのパフォーマンスに注力することなく生産活動を続ける可能性があり、環境面での格付けは低くなりうる。

仮説（３）：社会的余剰の最大化を行動原理とする公的企業すなわち、公的セクターが経営参加している空港では環境面のパフォーマンスが高くなりうる。

仮説（１）は宮井（2008）や寺山（2015）などにもとづく。一方、仮説（２）および（３）は、民営化が環境に及ぼす影響を理論的に分析した Beladi and Chao（2006）や利光（2014）などをもとに設定する。Beladi and Chao（2006）は、独占企業を想定し、当該企業の財の生産にともなう環境負荷が発生すると仮定した数理モデルを設定している。政府と企業を主体とする以下のような２段階のゲームを後ろ向き帰納法で解くことで民営化の影響が示されている。

第１段階：政府は企業に対して、社会的余剰を最大化するように汚染税（Pollution Tax）を課す。

第２段階：企業は汚染税の税率を所与として、目的関数を最大化する。

分析の結果、需要関数の形状次第で結果が変わることが明らかにされ、需要関数が十分に凸である場合、税率による間接効果の影響の大きさから、民営化が環境に悪影響を及ぼすと示されている¹¹。同様に、利光（2014）は、公企業一社のみが市場に存在する場合と、公企業と私企業による混合複占市場が存在する場合の２つのモデルを分析している。前者の場合、民営化は独占企業化につながるとし、価格上昇や汚染物質の削減努力に対して負の効果があるほか、価格の上昇による需要の減少が環境負荷を低減させると示している。後者の分析では、最低限の環境基準を満たす財を生産する公企業と環境品質の高い財を生産する私企業の２主体を想定し、以下の２段階ゲームを後ろ向き帰納法で解き、民営化の影響を明らかにしている。

第１段階：私企業が環境負荷に対する削減努力水準を決定する。

第２段階：公企業と私企業の両社が価格を設定する。

¹¹ Saha（2012）は、この論文のモデルを一部改良し、必ずしも民営化は環境悪化につながるわけではないと主張している。

分析から、混合複占市場下で公企業を民営化すると、私企業の環境品質改善努力に負の効果がもたらされるとともに、環境を悪化させることが示されている。

以上のように、理論研究では、所有形態の差異による環境パフォーマンスの差異に焦点を当てた研究が蓄積されている。そこで、本章では Beladi and Chao (2006) や利光 (2014) にもとづき仮説 (2) と (3) を設定することで所有形態の差異と環境指標の関係を明らかにする。

5-6-1 データ

分析に際しては、国際空港評議会 (ACI) が公表している 3 つの資料を主に使用している。第 1 は、空港カーボン認証 (ACA) の年次報告書である。第 2 は、ヨーロッパの空港の所有形態を記した報告書である ACI Europe (2010) と ACI Europe (2016) である。第 3 は、世界各国の空港の旅客者数や貨物取扱量などを一覧にした Annual world airport traffic report の各年版である。加えて、インフラに関するデータベースである Inframation で公開されている取引データを使用し、所有形態の変動も確認した。データの期間は 2013 年から 2018 年までの 6 年間で、対象はヨーロッパの 67 空港とオセアニア (オーストラリアおよびニュージーランド) の 13 空港、そしてアメリカの 30 空港である。本分析では 3 つの地域のデータを集取することで地理的な分散を確保し、地域差に起因するバイアスを緩和している。ヨーロッパとオセアニアを分析対象とすることで民営化空港の地域要因を考慮するとともに、アメリカを分析対象とすることで公共セクター空港の地域差についても考慮している。なお、所有形態は ACI Europe (2010) および ACI Europe (2016) と同様に、公的セクターの株式所有比率が 100% であれば「完全公営」、50% 超から 100% 未満であれば「準公営」、50% であれば「半官半民」、0% 超から 50% 未満であれば「準民営」、0% であれば「完全民営」と設定した。

企業の環境パフォーマンスを示す指標として、一般的に用いられるものは、ESG スコアである。しかし、ESG スコアは会社別に開示され、空港別のスコアは存在しない。そこで、本分析では、空港別の ESG スコアともいえる空港カーボン認証の格付けスコアを用いる。このスコアは CO₂ の排出量削減に取り組む各空港に対して付与されるため、ESG スコアよりも詳細な分析に適している。また、民営空港のみならず完全公営の空港も認証制度に参加していることから、所有形態による環境パフォーマンスの差異を分析する上でも有用である。

現在、認証格付けには Level 1 から Level 5 までの 7 つのレベル (1、2、3、3+、4、4+、5) が設定されているが、本章で分析対象とした、新型コロナ流行以前の認証格付けは現在よりも少なく、Level 1 から Level 3⁺ までの 4 つのレベル (1、2、3、3+) が設定されていた¹²。Level 1 の Mapping (数値化) に認定されるためには、温室

¹² 空港カーボン認証の格付け制度は、2009 年から 2019 年までは Level 3+ までの 4 段階であつ

効果ガス排出量を算定することが要件である。Level 2 の Reduction（削減）に認定されるためには、カーボンマネジメントや空港内での温室効果ガス排出量の削減など空港内で取り組める様々な対策を実行する必要がある。より厳格な Level 3 の Optimisation（最適化）に認定されるためには、Level 2 までの要件を満たすことに加えて、航空会社やグランドハンドリング業者などの空港運営体が直接管理していない第三者との協働による温室効果ガス排出の算定、削減のための計画が策定されなければならない。最も厳格とされた Level 3⁺の Neutrality（カーボン・ニュートラル化）に認定されるためには、Level 3 までの要件を全て満たし、空港で生じる温室効果ガスの排出量を第三者との協働を通じてオフセットすることが必要となっていた。

説明変数には、CO₂ 排出の主要因を表す変数、仮説（1）から（3）までの検証に用いる各種ダミー変数、コントロール変数、年次ダミー変数を使用する。CO₂ 排出の主要因を表す変数には、航空機の離着陸回数を用いた。離着陸回数が増えれば CO₂ の排出量が増え、空港カーボン認証格付けの向上が難しいと考えられる。そのため、推定されるパラメータは負になると予測される。上述の仮説（1）に対応する変数には、年金基金が経営に参加する空港を 1 とするダミー変数を設定する。同様に、仮説（2）と（3）に対応する変数として、所有形態を表すダミー変数を設定する。ただし、ダミー変数のベースは完全公営の空港とする。

コントロール変数には、それぞれ就航便の多くが低費用航空会社（LCC）であるような「LCC 空港」を示すダミー変数¹³、国別のダミー変数、空港カーボン認証に初年度から加盟しているかを示すシニアリティダミー変数、収益性を表す変数を用いている¹⁴。LCC が主に使用する空港は、低廉な空港使用料をはじめ、航空会社への好条件を武器として航空路線を誘致する。そのため、空港側よりも航空会社側の交渉力が強くなると考えられる。とりわけ、費用低減を目指す LCC にとっては、環境への配慮に追加的なコストが必要となりうる空港カーボン認証格付けが高い空港よりも、そうした格付けが低く、環境規制の比較的緩やかな空港を選択するインセンティブが存在するだろう。

国別のダミー変数については、国による環境制度の差異をコントロールするために採用した。初年度から空港カーボン認証に加盟していた空港については、認証制度に対する意識の高さから格付けの向上にコミットした行動をとると予想されるため、ダミー変数を設定した。収益性を表す変数としては、空港の旅客数に応じたダミー変数を採用している。空港の旅客数がヨーロッパの上位 10 位以上に対応する 4,000 万人以上である場合に 1 となる変数と、同じくヨーロッパの上位 30 位以上の旅客数に対応する 2000 万

たが、2020 年から Level 4 と 4+が、2024 年から Level 5 が追加されるなど、近年の世界的な環境意識の高まりを受けて拡大を続けている。

¹³ 本章の分析では、LCC が拠点に指定している大都市圏のセカンダリー空港を LCC 空港と定義する。

¹⁴ 追加可能なコントロール変数として空港の格付けなどが考えうるが、データ制約上の問題や収益性変数との相関の強さなどの観点から分析では除外した。

人以上 4,000 万人未満の場合に 1 となる変数の 2 つを収益性の代理変数として用いている¹⁵。なお、旅客数のダミー変数だけでなく、収益性指標として経営分析で広く使用される総資産利益率を用いた分析を同時に実施することで結果の頑健性を確認する。

5-7. 分析結果・考察

分析で用いた主要な変数の基本統計量を以下の表 5-1 に示す。全体のデータ数 660 のうち、空港カーボン認証格付けを有している空港のデータ（変数名：ACA）は 335 個、総資産利益率（変数名：ROA）のデータが得られたのは 336 個であった。なお、空港カーボン認証の格付けで 3+の評価を受けている空港のデータは、4 と入力している。データセット内の空港カーボン認証格付けの平均は 2.7 となっており、2018-2019 年の世界の空港カーボン認証格付けの平均 2.3 をやや上回っている¹⁶。離着陸回数は 2013 年のサラエボ国際空港が 5,512 回で最少、同年のハーツフィールド・ジャクソン・アトランタ国際空港が 911,074 回で最多であった。

表 5-1 分析に使用した変数の基本統計量

	データ数	最小値	最大値	平均	標準偏差
ACA_listup	660	0	1	0.5	0.5
ACA	335	1	4	2.7	1.0
離着陸回数	660	5512	911074	230973.2	178161.6
年金基金の経営参加ダミー	660	0	1	0.2	0.4
完全民営ダミー	660	0	1	0.2	0.4
準民営+半官半民ダミー	660	0	1	0.2	0.4
準公営ダミー	660	0	1	0.2	0.4
旅客数4000万人以上ダミー	660	0	1	0.2	0.4
旅客数2000万人以上4000万人未満ダミー	660	0	1	0.2	0.4
ROA	336	-2	16.4	4.6	2.7
LCC空港ダミー	660	0	1	0.0	0.2
初年次加盟空港ダミー	660	0	1	0.1	0.3

つづいて、表 5-2 に分析結果を示す。モデル（1）と（2）、（5）では空港カーボン認証プログラムへの参加の有無を示すダミー変数（変数名：ACA_listup）を被説明変数として変量効果ロジットモデルで分析している。モデル（3）、（4）、（7）は、空港カーボン認証格付けがなされていない空港の格付けデータ（変数名：ACA）を空欄

¹⁵ 旅客数は離着陸回数との相関が強く、直接、収益性の代理変数とすると分析の際に多重共線性が起きうる。そのため、分析では 2 種類のダミー変数を設定した。旅客数が 2,000 万人未満の空港をベースとし、4,000 万人以上の空港を 1 とするダミーと 2,000 万人以上 4,000 万人未満の空港を 1 とするダミーを導入することで収益性の多寡による影響を詳細にコントロールした。

¹⁶ 2018-2019 年の平均値については、Airport Carbon Accreditation（2019）で公表されているデータをもとに筆者計算。

として処理したアンバランスドパネルデータを用いた分析である。モデル（３）と（４）は空港カーボン認証格付け（変数名：ACA）を被説明変数とする変量効果の順序ロジットモデルにより、年金基金の経営参画や所有形態の差異が格付けの水準に与える影響を分析している。モデル（２）と（４）は、収益性の変数として旅客数の指標の代わりに総資産利益率を用い、モデル（１）と（３）で得られた結果の頑健性を確かめている。

モデル（５）と（６）は、空港カーボン認証格付けがなされていない空港のデータに０を入力する処理を施したバランスドパネルデータを用いた分析である。前者は被説明変数に空港カーボン認証プログラムへの参加の有無を示すダミー変数を使用したためモデル（１）と（２）と、後者は被説明変数に空港カーボン認証格付けを使用したためモデル（３）と（４）と比較することでそれぞれ頑健性を確かめられる。

さらに、固定効果を考慮したモデル（７）を設定し、分析を試みている。（１）から（６）までの変量効果の各モデルでも国ごとに異なる政治制度や環境規制などの異質性をコントロールするために国ごとのダミー変数を導入しているが、固定効果を考慮することによって、より正確にコントロールすることが可能である。なお、モデル（７）では対数変換した空港カーボン認証格付けの値を被説明変数とする。格付け変数は離散変数であるため、効果の解釈を容易にするため対数変換した。

CO₂発生の主要因である離発着にかかる変数（離着陸回数）は、モデル（２）を除きいずれも有意とならなかった。これは、空港と航空会社間の交渉力や空港側の制約に起因する可能性がある。離着陸回数の多い空港には容量制約があり、航空会社が利潤最大化行動をとれるかどうかはわからない。たとえば、混雑空港の場合、空港側の交渉力が航空会社を優越していることは明らかである。航空会社の交渉力が強いLCC空港とは反対に、たとえ空港が厳格な環境規制の方針を示したとしても、航空会社は自社の発着枠を得るためにそうした規制に従わざるを得ない。そのため、離着陸回数が多い空港の格付けが高くなる可能性がある。

本章の主題である年金基金の経営参画に関するパラメータは、全てのモデルで正に有意となっていることが確認できる。（１）、（２）、（５）の各モデルからは、年金基金が経営に参画する空港では空港カーボン認証プログラムへの参加が促進されうることが、モデル（３）、（４）、（６）、（７）からは年金基金の経営参画が空港カーボン認証格付けの高さと結びついていることが示唆された。この結果は、年金基金が投資している空港の方が投資していない空港よりも環境面でのパフォーマンスが高いとする仮説（１）と整合的である。

ここから、年金基金は株主としての権利の行使やエンゲージメント、対話などの様々な取り組みを通じて空港の環境パフォーマンスを向上させていることがうかがえる。実際に、ブリュッセル空港では、年金基金の経営参加後にカーボンニュートラル化が達成された事例も確認されている。投資家の一員であるカナダのオンタリオ州教職員年金基金はグローバル投資家としての影響力を活かして責任投資の実践を促進すると主張し、

その一例としてブリュッセル空港の事例を紹介している。同空港は、エネルギー効率の高い再生可能エネルギープロジェクトへの投資やグリーン電力の購入、カーボンオフセットプロジェクトなどへの投資を進め、カーボンニュートラル化を達成したとされる。加えて、航空会社へのインセンティブとして航空機の騒音性能に応じて金額を設定する仕組みを整えることによって、航空会社がより騒音の少なく燃費の良い航空機を利用することを促進しているとされる。

所有形態と環境パフォーマンスの関係に目を転ずると、仮説（２）と（３）で言及した２種類の所有形態（完全民営と完全公営）については明確な結果が得られなかった。他方、部分的な民営化については、モデル（１）、（５）、（６）で準民営および半官半民の空港を表すダミー変数のパラメータが負に有意となったほか、準公営空港を表すダミー変数のパラメータがモデル（２）と（７）を除き正に有意となっている。ここから、次の２点が推察される。ひとつは、公的セクターの影響力の強さが環境パフォーマンスに正の影響を与えうることである。いまひとつは、民間企業の参入による効果である。民間企業にとって、利害関係者への情報開示は企業経営や資金調達のためにきわめて重要である。そのため、企業情報を開示する際、空港カーボン認証のような指標を用いて自社の戦略や ESG 方針を対外的にアピールすれば、より効率的に資金を調達できる。すなわち、民間企業は ESG 指標向上による資金調達上のメリットが環境への配慮によるコスト上昇というデメリットを上回る場合、環境パフォーマンスを向上させうる。

続いて、収益性の変数に着目する。説明変数に旅客数に基づくダミー変数を使用したモデル（３）、（６）、（７）では正に有意となっており、収益性が高い企業ほど環境面に配慮することが示唆される。これは、企業の環境パフォーマンスと経済パフォーマンスに正の相関があることが多くの先行研究から発見されたとする西谷(2014)と符合する。他方、説明変数に ROA を使用したモデル（４）では負に有意となった。これは、ESG の効果が株式リターンや財務パフォーマンスに負の影響を与えている先行研究もあるとする宮井(2008)の言説と合致している。次に LCC 空港ダミーに目を転ずると、（２）を除く全てのモデルでパラメータが負に有意となっている。LCC は運航費用を抑えるため、空港使用料が安く、かつ環境規制が厳格ではない空港を選択すると予想される。これらの条件を満たす空港とは、空港管理者よりも航空会社の交渉力が優る空港であり、彼らはそのような空港を拠点としていると換言することもできよう。

年次ダミーはモデル（７）の 2014 年を除いて正に有意となった。これは、空港カーボン認証プログラムに参加する空港が 2013 年以降増加していることや、すでに参加している空港の空港カーボン認証格付けが向上しているという現状を適切に反映している。

表 5-2 各モデルによる分析結果

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
使用データ	unbalanced	unbalanced	unbalanced	unbalanced	balanced	balanced	unbalanced
分析手法	Logit (RE)	Logit (RE)	Ordered Logit (RE)	Ordered Logit (RE)	Logit (RE)	Ordered Logit (RE)	Fixed Effect
被説明変数	ACA_listup	ACA_listup	ACA	ACA	ACA_listup	ACA	lnACA
離着陸回数	2.24E-06 (0.44)	3.62E-05** (2.48)	7.68E-06 (1.64)	5.12E-06 (1.18)	2.24E-06 (0.44)	2.91E-06 (0.86)	-3.08E-07 (-0.23)
年金基金の経営参加ダミー	6.601*** (3.01)	5.914* (1.66)	3.296*** (2.65)	2.926** (2.29)	6.601*** (3.01)	3.952*** (3.95)	0.435*** (3.09)
所有形態							
完全民営ダミー	1.144 (0.45)	0.985 (0.34)	-1.081 (-0.60)	-0.326 (-0.17)	1.144 (0.45)	-0.386 (-0.33)	0.265 (1.30)
仮説 (2))							
準民営+半官半民ダミー	-3.668* (-1.79)	-2.999 (-0.95)	-0.021 (-0.02)	1.882 (1.62)	-3.668* (-1.79)	-1.500* (-1.71)	0.182 (1.53)
仮説 (3))							
準公営ダミー	5.479** (2.09)	6.104 (1.34)	5.275*** (2.91)	5.877*** (3.23)	5.479** (2.09)	5.783*** (3.54)	0.295 (1.53)
仮説 (3))							
収益性指標							
年間旅客数4000万人	1.790 (0.88)	—	2.369* (1.66)	—	1.790 (0.88)	1.929* (1.86)	0.287** (2.30)
以上ダミー							
年間旅客数2000万人以上	2.042 (1.42)	—	1.285 (1.39)	—	2.042 (1.42)	1.308* (1.88)	0.137 (1.64)
4000万人以下ダミー							
ROA	— (0.10)	0.031 (0.10)	—	-0.271* (-1.72)	—	—	—
コントロール変数							
LCC空港ダミー	-10.701*** (-2.78)	-9.237 (-1.39)	-12.419*** (-4.13)	-13.253*** (-4.30)	-10.701*** (-2.78)	-13.416*** (-5.25)	—
初年次加盟空港ダミー	1.134 (0.31)	27.397 (0.00)	-1.990 (-0.95)	-1.342 (-0.66)	1.134 (0.31)	-1.726 (-0.89)	—
2018年ダミー	5.450*** (5.92)	5.082*** (2.81)	5.822*** (7.05)	5.371*** (5.46)	5.450*** (5.92)	4.371*** (8.77)	0.382*** (6.65)
2017年ダミー	5.338*** (5.87)	4.481*** (2.57)	4.563*** (6.05)	4.944*** (5.27)	5.338*** (5.87)	4.031*** (8.50)	0.266*** (4.92)
2016年ダミー	3.978*** (4.83)	3.101** (1.99)	3.732*** (5.20)	4.446*** (4.95)	3.978*** (4.83)	3.068*** (6.84)	0.213*** (4.14)
2015年ダミー	2.057*** (2.74)	2.358* (1.67)	1.682*** (2.68)	2.095*** (2.85)	2.057*** (2.74)	1.430*** (3.47)	0.111** (2.30)
2014年ダミー	1.449** (1.97)	2.328* (1.69)	1.218* (1.95)	1.511** (2.17)	1.449** (1.97)	0.989** (2.40)	0.068 (1.43)
国別ダミー	yes	yes	yes	yes		yes	—
定数項	-10.897*** (-3.40)	-12.971*** (-2.68)	—	—	-10.897*** (-3.40)	—	0.376 (1.24)
観測数	516	263	335	222	660	336	335
対数尤度	-155.230	-50.307	-206.413	-130.083	-441.405	-224.249	—

注 1：分析には stata17 を使用した。***、**、*はそれぞれ 1 %、5 %、10%水準での有意性を示している。

注 2：モデル (1) から (6) のカッコ内の数値は z 値を、モデル (7) のカッコ内の数値は t 値を示している。

注 3：一部のモデルで国別ダミー変数間の相関の強さからサンプルが欠落している。

5-8. 内生性を考慮した分析結果

本章では、年金基金の経営参加が空港カーボン認証格付けを高めうることを示唆した。しかし、年金基金の投資と ESG 指標との間には、年金基金の投資により ESG 指標が向上するという因果だけでなく、ESG 指標が向上しやすい対象に年金基金が投資をするという逆の因果も存在する。前節では、パネルデータ分析の手法を用いることで逆の因果の問題に一部対処した。本節では、内生性に対処するために操作変数法を用いて前節の分析結果の頑健性を確かめる。分析には、前節と同じデータセットを使用する。

一般に、操作変数法によって適切な推定をするためには、説明変数である内生変数と相関しており、誤差項と無相関である変数を操作変数として用いる必要がある。本節の分析では、WGI (Worldwide Governance Indicators) の規制の質指標と、民間投資家が空港投資に参加しているかを示すダミー変数の交差項を操作変数としている。WGI は世界銀行が公表する国別の政治経済に関するガバナンス環境を数値化した指標であり、世界各国の政府機関や企業等が投資等を行う際のリスク評価に使用されている。なかでも、規制の質 (Regulatory Quality) の指標は、政府の能力のうち、民間部門の発展を促進するために、健全な政策や規制を策定、実施する能力を数値化したものである¹⁷。

Siemiatycki (2015) が指摘する通り、年金基金が経営参加を決定する際には、カントリリスクの比較的低い国に投資をする傾向にあることから、この交差項は、説明変数である年金基金の経営参加の有無を表すダミー変数に影響を与える変数である。両変数の相関係数は 0.547 である。また、WGI の交差項は、被説明変数の空港カーボン認証格付けから直接の影響は受けないため、適切な操作変数として機能すると推察される。

操作変数法による分析には、表 5-3 の (8) から (13) の 6 つのモデルを使用した。モデル (8) と (9) はベースとなる最もシンプルなモデルであり、(10) と (11) はベースとなるモデルに収益性指標の変数を追加したモデル、(12) と (13) はベースとなるモデルに所有形態の変数と収益性指標の変数を追加したモデルである。いずれも偶数番号が割り当てられたモデルは固定効果、奇数番号が割り当てられたモデルは変量効果により推定している。ハウスマン検定により、各モデルで変量効果が採用されたことから、ここでは、モデル (9)、(11)、(13) の結果に着目する¹⁸。本章の主題である年金基金の経営参加に関する変数の推定結果を確認すると、弱操作変数の問題により推定結果にバイアスが生じている可能性がある (13) では有意となっていないものの、(9)

¹⁷ 規制の質指標の詳細は、World bank (2024) を参照されたい。

¹⁸ モデル (8) と (9) のハウスマン検定の結果は $\text{Prob} > \chi^2 = 0.6269$ 、モデル (10) と (11) の結果は $\text{Prob} > \chi^2 = 0.9640$ 、モデル (12) と (13) の結果は $\text{Prob} > \chi^2 = 0.9933$ であった。そのため、いずれも変量効果で推定したモデルが採用された。分析に使用した Stata のコマンド (xtivreg2) では、固定効果モデルのみ 1 段階目の F 統計量を表示可能である。(8) と (10) の F 統計量は、41.93 と 41.14 であり、操作変数の使用基準とされる 10 を大きく上回っている。一方、(12) は 2.39 と低く、弱操作変数の問題が生じている可能性がある。

と(11)では正に有意となっている。線形モデルであることから、偏弾性値に着目すると、年金基金の経営参加がカーボン認証格付けを約70%高めうると解釈することができる。この結果は、前節で示唆された、年金基金の経営参加がカーボン認証格付けに正の影響を与えるという結果と符合する。

表 5-3 内生性を考慮した各モデルによる分析結果

	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
使用データ	unbalanced	unbalanced	unbalanced	unbalanced	unbalanced	unbalanced
分析手法	Fixed Effect	Random Effect	Fixed Effect	Random Effect	Fixed Effect	Random Effect
被説明変数	lnACA	lnACA	lnACA	lnACA	lnACA	lnACA
離着陸回数	0.060 (0.61)	0.220*** (3.82)	0.052 (0.53)	0.157** (2.39)	0.047 (0.47)	0.183** (2.35)
年金基金の経営参加ダミー (仮説(1))	0.657 (1.13)	0.707* (1.85)	0.720 (1.23)	0.672* (1.74)	-0.082 (-0.03)	-0.047 (-0.03)
所有形態						
完全民営ダミー (仮説(2))	-	-	-	-	0.202 (0.83)	0.210 (0.98)
準民営+半官半民ダミー (仮説(3))	-	-	-	-	0.171 (0.18)	0.066 (0.15)
準公営ダミー (仮説(3))	-	-	-	-	0.152 (0.51)	0.388 (1.24)
収益性指標						
年間旅客数4000万人 以上ダミー	-	-	0.087 (1.08)	0.088 (1.24)	0.079 (0.95)	0.065 (0.86)
年間旅客数2000万人以上 4000万人以下ダミー	-	-	0.112 (1.05)	0.119 (1.42)	0.106 (0.98)	0.123 (1.25)
コントロール変数						
年次ダミー	yes	yes	yes	yes	yes	yes
国別ダミー	-	yes	-	yes	-	yes
定数項	-0.392 (-0.33)	-2.511*** (-3.88)	-0.369 (-0.31)	-1.789** (-2.40)	-0.245 (-0.19)	-1.900** (-2.55)
観測数	550	550	550	550	550	550
R2 (Within)	0.232	0.227	0.233	0.235	0.242	0.238
R2 (Between)	0.086	0.685	0.101	0.689	0.089	0.697
R2 (Overall)	0.108	0.608	0.120	0.613	0.111	0.620
操作変数	民間*WGI	民間*WGI	民間*WGI	民間*WGI	民間*WGI	民間*WGI

注1：分析には stata17 を使用した。***、**、*はそれぞれ1%、5%、10%水準での有意性を示している。

注2：各モデルのカッコ内の数値はt値を示している。

5-9. ケーススタディ：年金基金の経営参加と空港カーボン認証

本章の分析から、年金基金の経営参加によって、空港カーボン認証プログラムの参加が促進される可能性があることおよび、認証格付けの高さと結びついていることが明らかにされた。本節では、年金基金が経営に参加する2つの空港に着目し、空港カーボン認証が向上した実例を紹介する。

5-9-1 ウィーン国際空港の事例

5-9-1-1 ウィーン国際空港の概要

ウィーン国際空港（以下、ウィーン空港）はオーストリア共和国の首都ウィーン市内から鉄道で約20分の距離に位置する。2023年度の旅客数（トランジットを含む）と貨物取扱量の実績値は、それぞれ、29,533,186人、245,009トンとなっている。同空港はオーストリアのフラッグキャリアであるオーストリア航空のハブであると同時に、現在では65カ国、203の目的地へのネットワークが整備されており、ヨーロッパの中でも重要なハブ空港として機能している¹⁹。2024年8月には、コロナ禍で休止していた全日空の羽田－ウィーン便が再開されたことから、日本からの利用客数も今後増加すると期待されている。

図5-7には、ウィーン空港の勢力圏を擬似的に確認するため、直線距離で120km以内のエリアを円で囲った²⁰。同空港はオーストリアの東部に位置しており、中央ヨーロッパ各国の代表的な都市へのアクセスに優れている。そのため、中東欧諸国へのハブとしての強みを有している。実際に、図5-7で勢力圏を確認すると、オーストリアの東部地域に加えて、スロバキア共和国の首都ブラチスラバや、チェコ共和国の第二の都市ブルノ、ハンガリー北西部の主要都市ジェールや西部の都市ソンバトヘイなど、中東欧の主要都市が勢力圏内に含まれることが確認できる。さらに、スロバキアのブラチスラバ空港（ミラン・ラスチラウ・シュテファニク空港）とウィーン空港の両空港は特に距離が近いことから空港間競争が存在している。そのため、ウィーン空港ではフルサービスキャリア中心のネットワークが、ブラチスラバ空港ではLCCや季節運航便中心のネットワークが提供され、擬似的な機能分担の様相を呈している。ウィーン空港からは、ルーマニアの首都ブカレスト、ブルガリア共和国の首都ソフィアなどへの直行便も就航しており、空路による東欧地域へのアクセスにも優れている。そのため、ウィーン空港では、東欧各国への直行便を持たない地域からの乗り継ぎ需要も取り込んでいる。

現在、ウィーン空港の運営主体はFlughafen Wien AGであり、同社の株式はウィーン証券取引所で上場されている。現在（2024年）の同社の株主構成を見ると、年金ファンドであるIFM Investorsが44.0%、地元のウィーン市とオーストリア国内の州がそれぞれ

¹⁹ ウィーン国際空港ホームページ Traffic Results より。

(https://www.viennaairport.com/en/company/investor_relations/news/traffic_results_1)

²⁰ 作図には、Rのパッケージ“leaflet”を使用した。

20%ずつ、従業員基金が 10%、浮動株が 6.0%となっている²¹。現在の筆頭株主である IFM Investors は、間接子会社である Airports Group Europe S.à r.l.を通じて 2014 年の 12 月に 29.9%の株式を取得し、2016 年 4 月に 8.26%の株式を追加取得するなど、ウィーン空港への投資を積極的に進めている。IFM Investors の投資以前の同空港は、公的部門と従業員基金の株式持分が 50%であり、半官半民の形式で経営されていた。

IFM Investors はオーストラリアのファンドであり、主に年金基金から集めた資金を運用する。同ファンドでは、オーストラリア国内のインフラ投資を IFM AI (IFM Australian Infrastructure Fund) が担い、IFM Global Infrastructure Fund が海外のインフラ投資を担当している。ポートフォリオには、有料道路や港湾などのインフラ資産に加えて、マンチェスター空港グループやウィーン国際空港、ブリスベン空港など多くの空港が組み込まれており、空港への専門的知識がファンド内に蓄積されている。

同社はファンドの運営主体として長期的な運用益を高めることを目標としており、運用に際しては、出資者である年金基金との対話を通じて目標の共有・統一を図っている。そのため、運用方針や運用目的については、多くの年金基金とおおむね共通していると言える。同ファンドでは、各国の年金基金と同様に責任投資への様々な枠組み・取組みに参加している。例えば、2008 年には国連責任原則へと加盟しているほか、オーストラリア退職年金基金投資家評議会 (Australian Council of Superannuation Investors) やオーストラリア ESG リサーチ (ESG Research Australia)、カーボン・ディスクロージャー・プロジェクト (Carbon Disclosure Project)、米国サステナビリティ会計基準審議会 (Sustainable Accounting Standards Board)、気候変動に関する投資家団体 (Investor Group on Climate Change) などといった責任投資に関連する組織およびイニシアチブのメンバーとなっており、ESG の分野に積極的にコミットしている²²。

²¹ ウィーン国際空港ホームページ Shareholder Structure より。

(https://www.viennaairport.com/en/company/investor_relations/company)

²² 詳細については、IFM investors ホームページのサステナブル投資のページを参照されたい。

(<https://www.ifminvestors.com/ja-jp/sustainable-investing/>)

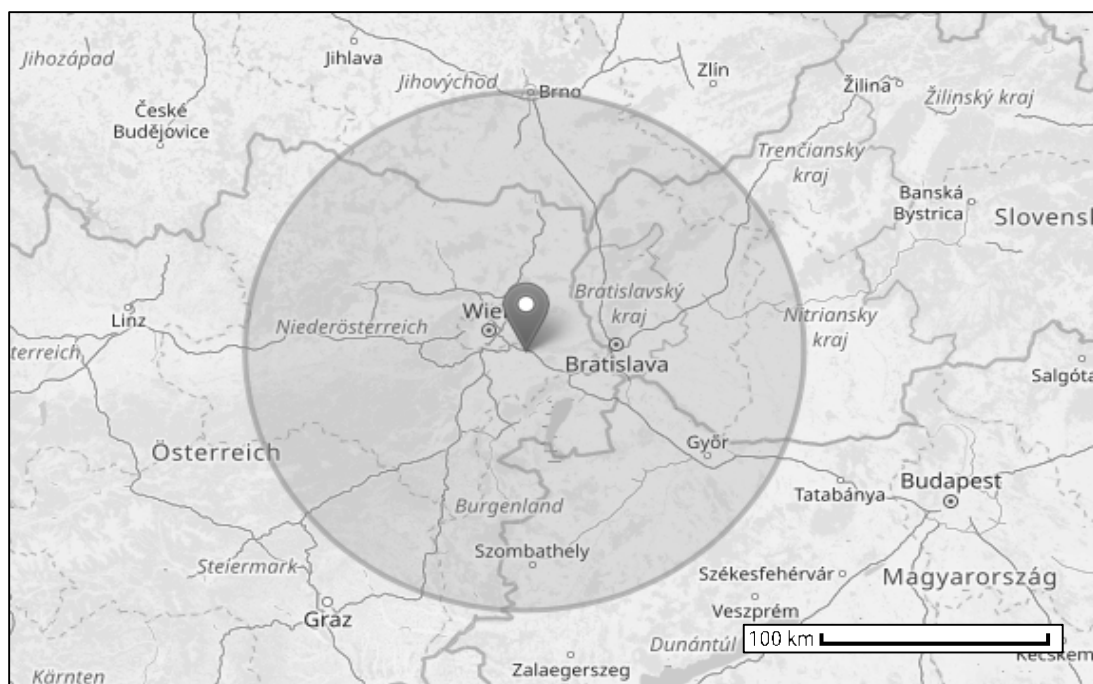


図 5-7 ウィーン国際空港から 120km 圏内の地域

5-9-1-2 空港カーボン認証への取組みと年金基金の影響力

つづいて、空港カーボン認証への取組みと年金基金の影響力の関係に焦点を当てる。ここでは、本章の分析と同様に、空港カーボン認証の制度変更および新型コロナの流行による影響を受けない 2019 年までのデータを対象として、空港カーボン認証の格付け推移と年金基金の影響力の関係を分析する。

ウィーン空港では、従来から環境に配慮した取り組みを進めており、IFM Investors が投資する以前の 2013 年に空港カーボン認証に参加している。認定された当初の格付けはレベル 1 であった。その後、2014 年にはレベル 2 を、2016 年にはレベル 3 の認定を取得しており、継続的に環境に配慮した取り組みを進めていることがわかる。つづいて、年金基金の影響力の推移に着目する。株主の影響力の強さを表す代表的な指標には、株式保有割合があるが、本分析では、より詳細な影響力の変化をとらえるため、シャープレイ・シュービック指数（以下、SS 指数）を用いた²³。図 5-8 には、空港カーボン認証の格付けの推移とウィーン空港の株式を保有する IFM Investors の影響力の変動（SS 指数）をともに示した²⁴。縦軸第一軸には SS 指数を、縦軸第二軸には空港カーボン認証を

²³ SS 指数を算出する際の基礎となるシャープレイ値の概念については、岡田（2011）や Maschler et al.（2020）に詳しい。指数の計算にあたっては、R で公開されている Game Theory のパッケージを用いている。

²⁴ ウィーン空港の空港カーボン認証格付けは、2024 年現在も Level 3 から変わっておらず、株式の所有者についても大きな変化は見られない。そのため、2018 年以降のデータは図から除外した。

示している。なお、SS 指数については、議決権の過半数を上回る提携を勝利提携とする場合と、2/3 以上を上回る提携を勝利提携とする場合の 2 パターンで算出している。図 5-8 より、年金ファンドの影響力を示した SS 指数は勝利提携の設定基準に関わらず、いずれも上昇していることが確認される。加えて、年金ファンドの影響力の増加と連動するように空港カーボン認証が向上していることも明らかにされた。これは、年金基金が経営参加している空港カーボン認証の格付けが高いとする分析結果と符合する。さらに、年金基金が経営参加することによって空港カーボン認証が向上するという因果関係も示唆している。

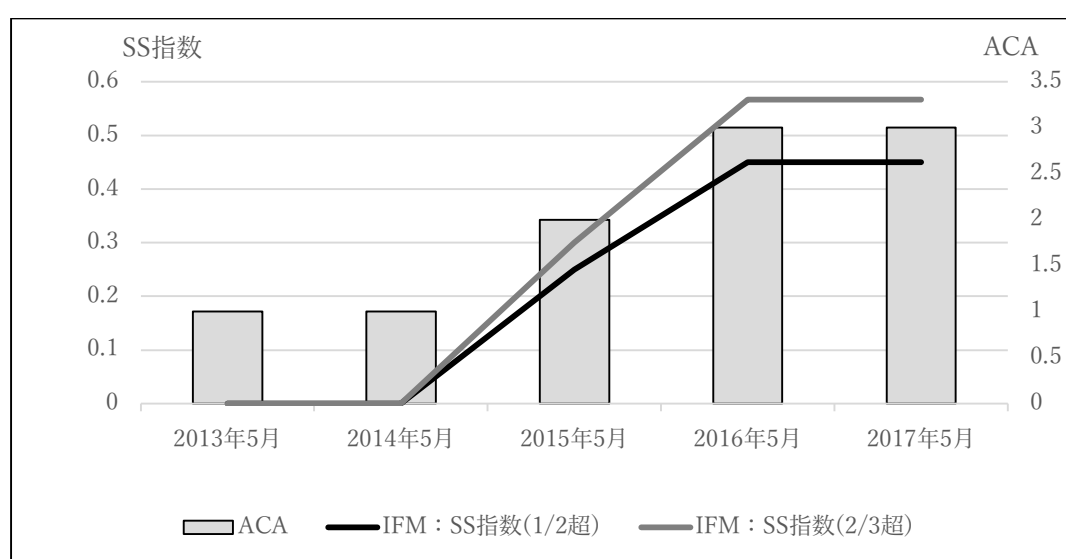


図 5-8 空港カーボン認証と年金基金の影響力の変動

出所：ウィーン国際空港の年次報告書および、空港カーボン認証の年次報告書の各年版をもとに筆者作成

5-9-1-3 ウィーン空港におけるサステナビリティ関係部署の組織構造

空港カーボン認証と SS 指数の推移から、認証格付けの向上の背景に年金基金の影響力の拡大があることが示唆された。つづいて、サステナビリティに関係する部署の組織構造について確認する。

図 5-9 は Flughafen Wien AG におけるサステナビリティに関連する組織の組織図である。株主である IFM Investors は利害関係者に該当する。利害関係者は、ESG に関して取締役会への要望を提出することが可能であるだけでなく、空港運営会社内の各ビジネスユニット等と対話することが可能な体制となっている。

同社では、「環境」、「人事・社会」、「コンプライアンス・経済」の各分野から選出された 3 名の役員がサステナビリティ・マネジメントの中核を担っており、環境やサステナビリティ・マネジメントを担当する部門では、持続可能性に関する課題の調整等に取り組み、結果等を取締役に直接報告することが可能である。

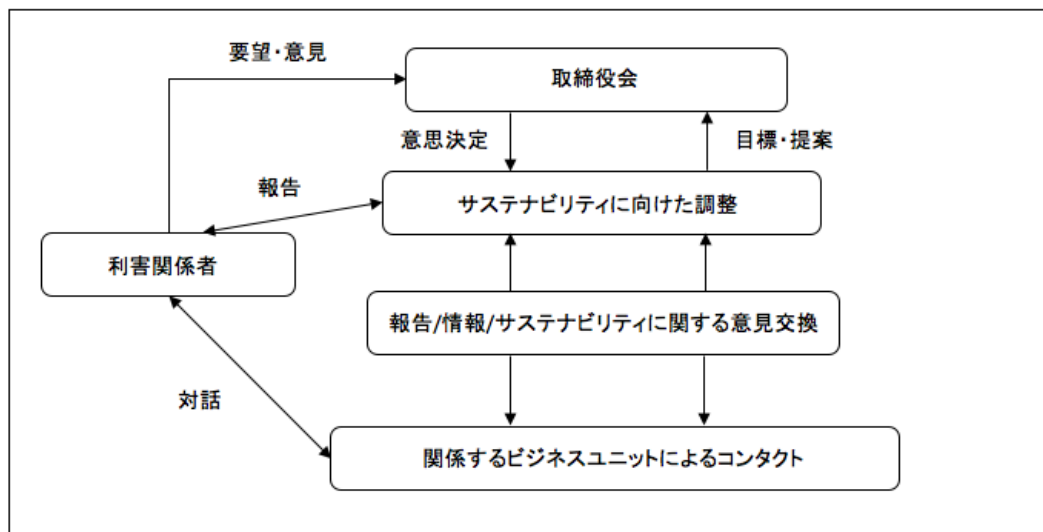


図 5-9 サステナビリティ関係部署の組織構造

出所：Flughafen Wien AG, “Nachhaltigkeitsbericht 2021”, p.12 をもとに筆者作成。

5-9-2 バーミンガム空港の事例

5-9-2-1 バーミンガム国際空港の概要

ウィーン国際空港の事例につづいて、イギリスのバーミンガム空港の事例を紹介する。図 5-10 に示すように、バーミンガム市は、ロンドンとマンチェスターのおおむね中間地点に位置する。同市を中心とする都市圏は、国内ではロンドン都市圏とマンチェスター都市圏に次ぐ第3の都市圏であり、同市単体での人口は国内で2番目である。

産業革命以降、工業都市として発展してきた長い歴史を有するため、伝統的にイギリス国外の国籍を有する市民がイングランドの他地域よりも多く、特に、インドやパキスタン、バングラデシュをはじめとした南アジアからの移民が約25%を占めていることが大きな特徴と言える。

バーミンガム空港は、同市の中心部から鉄道で15分程度の距離にあり、市街地からのアクセスに優れた空港である。表 5-4 に示すように、2019年の旅客数は国内で第7位を誇っており、総旅客数は日本の中部国際空港とほぼ同規模である。路線の特徴を見ると、国際線比率の低いスコットランドや北アイルランドの空港と対照的に、およそ90%が国際線である。主にスペインやフランスなど南欧地域への路線が中心であるが、南アジア地域や西アジア地域、東欧地域への路線も整備されている。一方、国内線は、イングランドの他空港と同様に少なく、エディンバラやグラスゴーといったスコットランド路線や北アイルランド路線、ジャージー島などの離島路線などが中心である。背景には、充実したネットワークを持つ鉄道とのモード間競合の影響がある。バーミンガム市の中心部に位置するバーミンガム・ニューストリート駅は、イギリス国内の主要幹線のひとつである西海岸本線（West Coast Main Line）に属する。西海岸本線はロンドン（ロンドン・ユーストン駅）からグラスゴー（グラスゴー・セントラル駅）間を結ぶ長距離路線

であり、マンチェスターやリバプールといった大都市とも接続されている。そのため、バーミンガムからイングランドの各主要都市への鉄路でのアクセスは容易である。

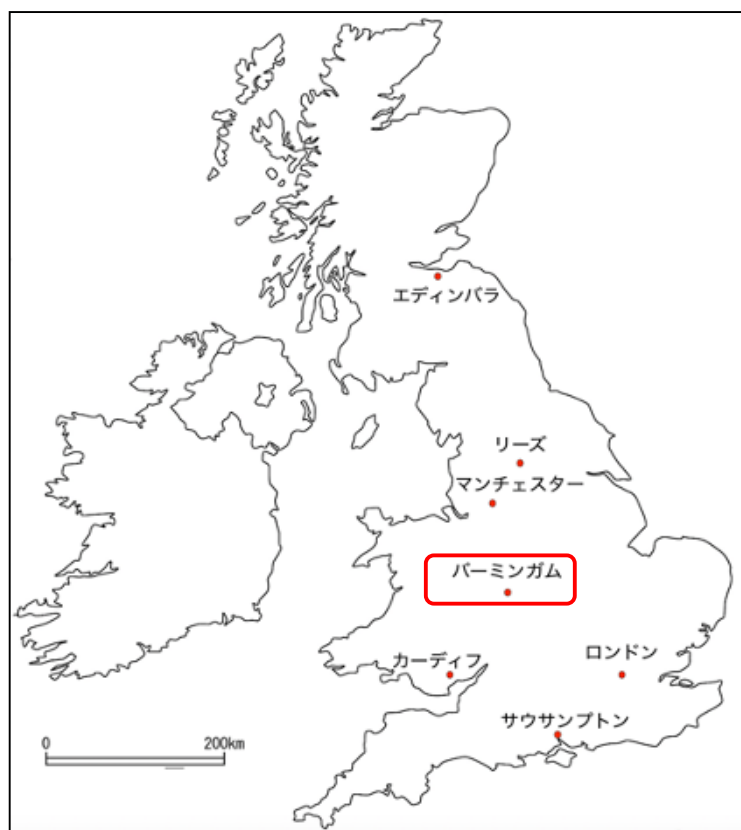


図 5-10 バーミンガム市の立地

出所：白地図専門店 (<https://www.freemap.jp/listAllItems.html>)
の白地図に地名・縮尺を加筆し筆者作成。

表 5-4 イギリス国内の総旅客数上位空港（2019 年）

順位	空港	総旅客数	国際線比率
1	ロンドン・ヒースロー空港 (LHR)	80,126,320	94.0%
2	ロンドン・ガトウィック空港 (LGW)	46,432,630	91.2%
3	マンチェスター空港 (MAN)	28,356,074	90.7%
4	ロンドン・スタンステッド空港 (STN)	27,996,116	93.1%
5	ロンドン・ルートン空港 (LTN)	16,769,634	92.8%
6	エディンバラ空港 (EDI)	14,310,403	62.4%
7	バーミンガム空港 (BHX)	12,880,000	89.8%
8	グラスゴー国際空港 (GLA)	9,660,645	56.1%
9	ブリストル空港 (BRS)	8,698,581	84.4%
10	ベルファスト国際空港 (BFS)	6,286,403	37.5%

出所：ACI（2019）より筆者作成。

大手格付け機関である Moody's Investors Service (2022) は、ヨーロッパの他空港と比較して、バーミンガム空港の航空系イールドが低いと指摘している。しかし、免税店の拡大や小売店・飲食店の増加、駐車場サービスの強化等により、商業および非航空事業の強化に注力した結果、コロナ禍前は非航空系収入が総収入の 60% 近くを占めていた。

バーミンガム空港当局は、勢力圏を 2 時間程度としており、1 時間圏域と 2 時間圏域の人口は、各々、1,000 万人と 3,500 万人となっている²⁵。

バーミンガム空港は、1997 年にトレード・セール方式で民営化された。現在は、持株会社である Birmingham Airport Holdings Limited を中心とする図 5-11 のようなグループ構造のもとで運営されている。表 5-5 に示した 2024 年 3 月時点の株式保有者の内訳から、地元 7 自治体 (West Midlands District Councils) が約半分の株式を保有し、最大の株主となっていることが分かる。民間投資家の株式保有割合は 48.25% であり、オンタリオ州教職員年金基金 (Ontario Teacher's Pension Plan) のようなオルタナティブ投資に取り組む年金基金も株式を保有していることが確認される。背景には、長期間にわたって比較的安定した収入をもたらすという空港の特性が、年金を運用する上での年金債務の存在と、潜在的に適合していることがあるだろう。

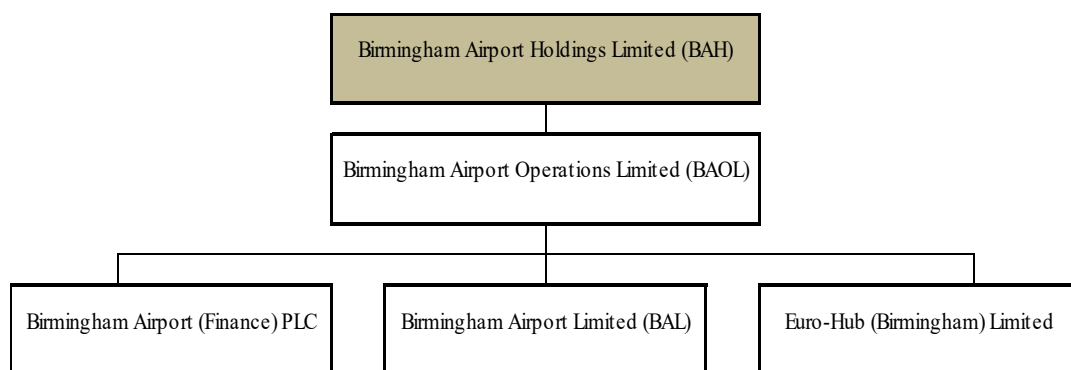


図 5-11 バーミンガム空港の運営構造

出所: Moody's Investors Service (2022) p.9 をもとに作成。

表 5-5 バーミンガム空港の株式保有者

株式保有者	株式保有割合
地元7自治体 (West Midlands District Councils)	49.0%
Ontario Teacher's Pension Plan を中心とする民間投資家	48.25%
Employees	2.75%

出所: Birmingham Airport (2018) および Inframation (<https://www.inframationgroup.com>) より作成。

²⁵ Birmingham Airport (2018) の p.63 を参照のこと。

5-9-2-2 サステナビリティに関する組織と利害関係者との対話

イギリス政府は、2022 年 7 月に、2040 年までに国内の航空・空港でのネット・ゼロを達成することを盛り込んだジェット・ゼロ戦略を公表しており、他国と同様にカーボンニュートラルに向けた取り組みを重視している。バーミンガム空港でも環境改善に注力しており、2033 年までにネットゼロを達成することを目標とするなど、脱炭素プロジェクトは主要課題とされている。実際に、2023 年からは空港カーボン認証にも参加しており、現在は、Level 3 の Optimisation（最適化）に認定されている。

同空港では、サステナビリティに関する懸案に対して、主に 2 つのルートで利害関係者との対話が可能な体制が整えられている。ひとつは空港諮問委員会（Airport Consultative Committee）であり、いまひとつは取締役会である。

空港諮問委員会は、1982 年民間航空法（The Civil Aviation Act 1982）セクション 35 にもとづき、イギリス国内の主要商業空港では設置が義務づけられている²⁶。バーミンガム空港でも諮問委員会が設置されており、この委員会での議論を通じて、地元自治体や住民の代表者などと定期的な意見交換の場が設けられている。また、情報公開にも積極的に対話の成果は、議事録として空港運営会社の Web ページ上で公表されている。一方、取締役会では、株主であるオンタリオ州教職員年金基金の子会社で空港運営プロジェクトに特化した Ontario Airports Investments から、資産管理担当の取締役 (Asset Director) や常務取締役 (Managing Director) が選出されており、年金基金側の意思決定が間接的に反映される仕組みとなっている。

以上のような体制のもとで、バーミンガム空港では、利害関係者との対話が実施されていることが確認された。つづいて、本章の主題である年金基金と空港カーボン認証向上に向けた取り組みの関係を確認する。この点については、オンタリオ州教職員年金基金が投資する空港での脱炭素化を促進するためのサステナビリティ・フォーラムを開催したことなどが 2023 年度年次報告書に記載されているものの、空港の年次報告書や Web ページで公表されている情報は一部にとどまるため、空港担当者へのヒアリングを実施した。

ヒアリングの概要は次の表 5-6 の通りである。ヒアリング調査は、半構造化インタビュー形式でオンライン会議システムを用いて実施した。ESG に関する調査に先立ち、空港の株式保有者についてもヒアリングを行い、表 5-5 の内容と相違ないことを確認している。

²⁶ 空港諮問委員会についてのガイドライン（“Guidelines for airport consultative committees”）は、イギリス運輸省（Department for Transport）によって公開されている。

表 5-6 バーミンガム空港担当者へのヒアリングの概要

調査方法	半構造化インタビュー形式での調査 (質問項目は事前に電子メールにて送付)
調査日時	2023 年 8 月 9 日※オンライン会議システムを使用して実施。
ヒアリング回答者	Tom Screen 氏 (バーミンガム空港 Aviation Director)
調査内容	・ 空港の株主について (所有形態や株式保有比率など) ・ 空港運営環境について (近隣空港や他モードとの競争の影響、滑走路延長の影響など) ・ <u>ESG 関連の取り組みとステークホルダーの関与について</u> (<u>環境に対する年金基金や自治体の関与について</u>)

Screen 氏は、まず、バーミンガム空港では ESG を重視しており、2033 年のネット・ゼロの達成や、持続可能な働き方の実現といったテーマに重点をおいて行動していると述べている。そして、空港カーボン認証への参加も一連の ESG 関連施策の一部であるとしている。

ESG 施策の実施には、株主の理解と支援が重要であることを強調しており、空港カーボン認証の取得に際しても同様であったとしている。同氏は、バーミンガム空港の主要株主であるオンタリオ州教職員年金基金は特に ESG に積極的な姿勢を見せているとし、実際に、空港カーボン認証への参加に際しても、同年金基金からの強い後押しがあったとしている。また、同基金が ESG に積極的であることの証左として、コペンハーゲン空港等でも空港カーボン認証に参加し、環境に優しい空港を目指すよう働きかけたという事例もあわせて紹介していた。

また、認証の取得に際しては、株主である自治体の理解も大事であったとしている。特にバーミンガム空港では、地元の 7 自治体が約 49%の株式を保有していることから、自治体の影響力も大きく、ESG の問題については自治体側も重視している。自治体側が積極的である背景には、自治体側が地元地域に誇れる空港を目指すうえで、ESG に関連する認証を得ることが重要な要素だったのではないかと語っている。

5-10. 小括と次章への展開

5-10-1 小括

本章では、交通インフラの所有形態や投資主体の差異が環境パフォーマンスに与える影響に着目した。分析では、所有形態や投資主体が多様化しているインフラとして空港に焦点を当て、なかでも投資主体としての年金基金に注目した。先行研究のレビューから、交通インフラの民間による資金調達において、年金基金が重要な役割を担っていることが明らかにされた。背景には、長期間にわたって比較的安定した収入が得られることやキャッシュフローがインフレに連動することといった交通インフラの特性が、年金

債務の存在と潜在的に適合していることがあげられている。また、近年、資産額の大きい年金基金を中心に、ESG（環境・社会・ガバナンス）に積極的にコミットしている現状があることも示唆された。

実証分析では、ヨーロッパ・北米・オセアニアの主要 110 空港を対象とするパネルデータ分析を実施した。分析の結果、年金基金の経営参加が環境格付け制度への参加を促進し、環境格付けの向上に寄与しうることが示唆された。また、個別の事例を対象とする分析やヒアリング調査からも、年金基金の影響力の向上と環境格付けに対応関係があることが示された。これらの結果は、年金基金が、他セクターへの投資と同様に、空港へ投資する際にも ESG に配慮していることを意味している。

本章では主に環境負荷の低減の効果に着目したが、安達ほか（2022）が指摘するとおり、空港運営主体が環境パフォーマンスを斟酌することによって社会的余剰が歪められる可能性もある。社会的余剰全体の変化を考慮するためには、環境配慮による社会的便益の減少と環境負荷の低減の効果を比較考慮すべきである²⁷。経済厚生の変化に関する分析は今後の課題としたい。

5-10-2 次章への展開

以上、1 章から 5 章を通じて、交通インフラの効率的な整備・維持管理、既存ストックの効率的活用、所有形態や投資主体の多様化という、維持管理時代の交通インフラ投資の主要な研究領域について分析・考察した。一方、今後のインフラ整備のあり方に影響を与える将来の交通需要の動向についての分析については、5 章までで実施できていない。

2020 年に発生した新型コロナの流行を受けて、近年、急速にオンライン会議が普及し、オンライン代替によって交通需要が減少する事例が多く、これは、将来の交通インフラ投資の前提となる需要の落ち込みを予見させる。こうした背景のもとでオンライン会議の普及と交通需要への影響を分析した研究が世界的に蓄積されつつある。そのため、5 章までの分析で考察できていなかったこの観点を、次章で分析する。具体的には、オンライン代替による長距離出張需要の変動について分析し、今後のインフラ整備のあり方について考察する。

²⁷ 安達ほか（2022）は、空港が環境配慮する場合には着陸料が上昇するとし、その結果、航空会社は運賃を引き上げ、運航頻度を低下させるとした。そして、運賃上昇と運航頻度低下によって厚生が損なわれるとしている。

第6章 新型コロナ収束後の需要変動と 今後のインフラ整備に向けた展望

6-1. オンライン会議ツールの普及と長距離出張の代替

新型コロナの世界的な流行を契機として、企業を取り巻く社会・経済環境は大きく変化した。多くの国々で行動制限措置をとるよう感染防止施策がとられ、対面でのビジネス活動が制限された。なかでも大きな影響を受けたと見られているのが長距離出張である。感染拡大防止の観点にもとづく行動制限措置等の影響から、多くの企業が長距離出張を含む移動を自粛した。その間、対面でのビジネス活動の代替手段として、zoom や Webex などのオンライン会議ツールが活用された。従来のやり方を変更するにはスイッチングコストを伴うが、コロナ禍で対面でのビジネス活動は大きくオンラインへシフトせざるを得なかった。しかし、オンラインにスイッチした出張が、新型コロナ収束後も、引き続きオンライン会議サービスに代替されるのではないかとする論調も多く見られる。

長距離出張がオンラインに代替されることは、昨今の社会課題となっている働き方改革の流れにも資すると考えられる。そして、どのような長距離出張がオンラインに代替されやすいかを明らかにすることは、今後の関連政策の立案の際にも有用な情報となるだろう。加えて、オンライン代替の特徴を明らかにすることは、将来の長距離出張の需要動向を把握するためにも有用である。観光庁が公表した旅行・観光消費動向調査のデータでは、業務目的旅行ないし出張を経験したと回答した個人の割合が約1割（2019年度）を占めており、出張マーケットの需要変動は交通や宿泊など関連産業に一定の影響を与える。

そこで、本章では多くの企業の出張規定で定められている100km超の出張を長距離出張と定義し、長距離出張とオンライン会議がどのような代替関係にあるか、またオンライン代替が交通需要に与える影響を分析する。

6-2. 進化ゲームによる分析

次節で紹介する通り、出張活動とオンライン会議の関係を分析した著作は蓄積されている一方、筆者の管見する限り、両者の代替関係について進化ゲームの理論から分析した著作は見られていない。そこで、本節では、出張活動とオンライン会議の代替関係をシンプルな進化ゲーム理論のモデルを用いて分析する。

前提として、多数のプレイヤーからなる集団があり、構成員である複数のプレイヤーが無作為に選ばれ、ゲームに参加するランダム・マッチング・ゲームを仮定する。ある集団から2人のプレイヤーが無作為に選択され、両者が出張とオンライン会議から1つをそれぞれ選択するものとする。両者は同一の選択をすることで商談などの目的を達成し、正の利得 ($A > 0$ 、 $B > 0$) を得るが、それぞれ異なる選択をした場合は目的が達成されず利得はゼロになるとする¹。

これを利得表に表すと以下の表 6-1 のとおりとなる。一回限りのゲームでは、両者が出張もしくはオンライン会議を選択する状況が純粋戦略ナッシュ均衡となる。

表 6-1 出張・オンライン選択ゲームの利得表

	出張	オンライン会議
出張	(A,A)	(0,0)
オンライン会議	(0,0)	(B,B)

集団内で出張を選択するプレイヤーとオンライン会議を選択するプレイヤーの比率を x 対 $1 - x$ (ただし、 x は 0 以上 1 未満) とするとき、出張を選択するプレイヤーの利得の期待値は Ax 、オンライン会議を選択するプレイヤーの利得の期待値は $B(1 - x)$ となる。つまり、 $x > B/(A + B)$ では、出張を選択するプレイヤーの期待利得がオンライン会議を選択するプレイヤーの期待利得よりも大きくなるため、適応行動は出張を選択する戦略となる。反対に、 $x < B/(A + B)$ では、適応行動はオンライン会議を選択する戦略となる。表 6-1 の利得の設定にもとづく適応行動の位相図は、図 6-1 と図 6-2 の通りである²。両図の縦軸は個人の期待利得を、横軸は戦略として「出張」を選択するプレイヤーの比率を表している。図 6-1 は、出張を選択する利得が高い $A > B > 0$ の場合を、図 6-2 はオンライン会議を選択する利得が高い $B > A > 0$ の場合を表している。

両図から、 x の初期値が $B/(A + B)$ より大きいときは、出張の期待利得の方が大きいため、長期的に $x = 1$ に収束し、 $B/(A + B)$ 未満のときは、オンライン会議の期待利得の方が大きいため、長期的に $x = 0$ で収束することが確認される。すなわち、出張・オンライン選択ゲームにおける 2 つの純粋戦略ナッシュ均衡はともに進化的に安定な均衡であり、 $x = B/(A + B)$ のもとでのナッシュ均衡は進化的に安定な均衡ではない。この結果は出張・オンライン選択ゲームに歴史経路依存性があり、初期条件によって、どちらが選択されやすいかが決まることを示唆している。

¹ 本章の分析では、出張の利得は、出張により得られる効果から、移動・宿泊コストを差し引いたものと仮定する。

² 各戦略をとるプレイヤーの比率の推移は、利得単調な動学ゲームによるものとする。

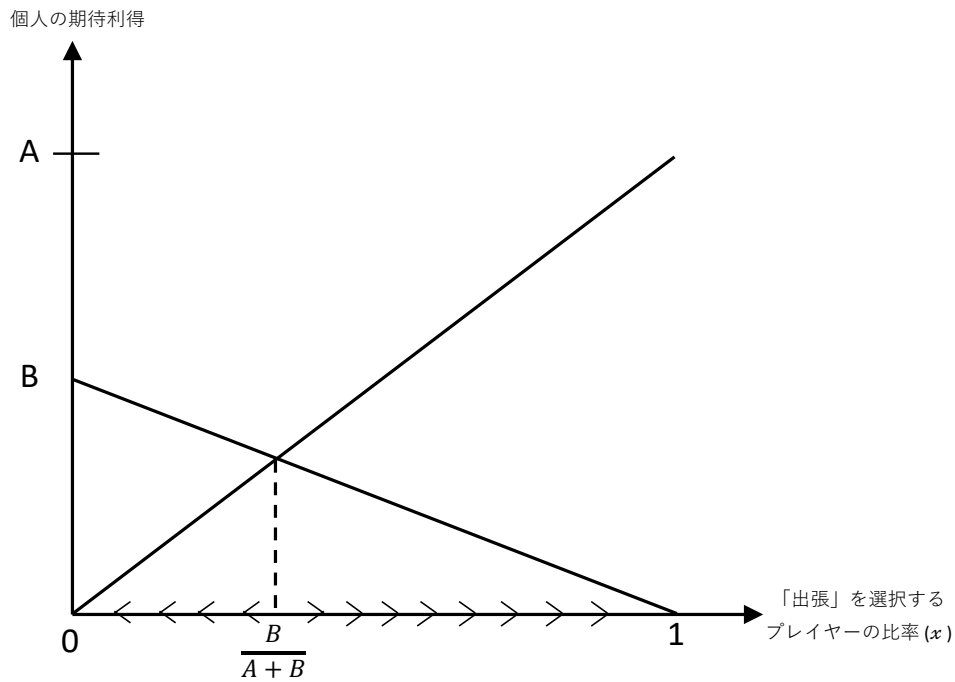


図 6-1 出張・オンライン選択ゲームの位相図 ($A > B > 0$ の場合)

出所：岡田（2011）p.426 をもとに筆者作成

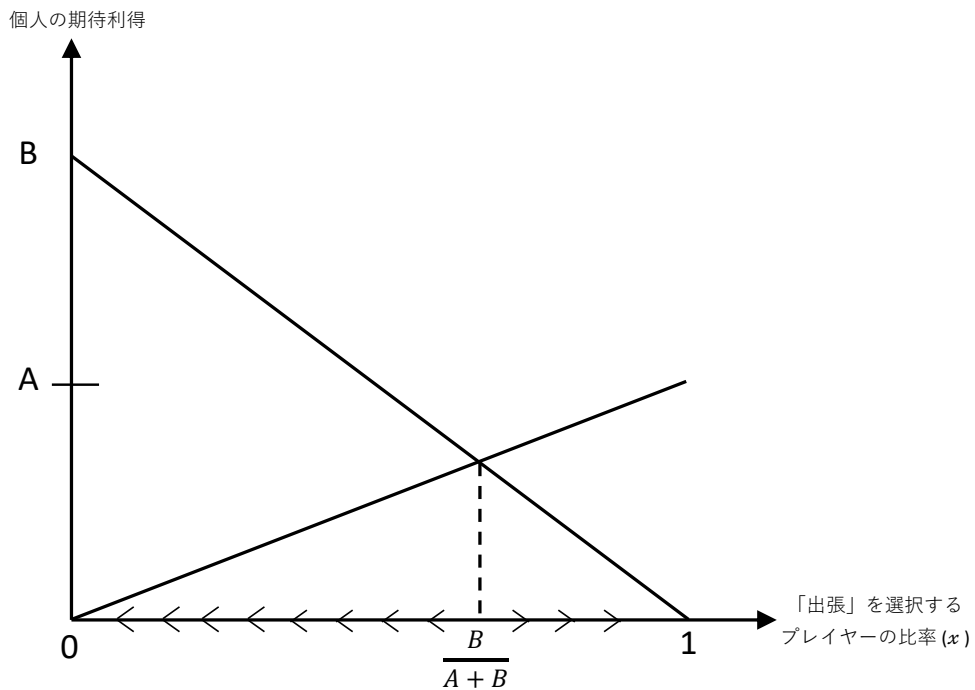


図 6-2 出張・オンライン選択ゲームの位相図 ($B > A > 0$ の場合)

出所：岡田（2011）p.426 をもとに筆者作成

従来、多くの企業で出張が選択されたのは、対面出張の方が複雑な交渉などが容易であり、移動・宿泊コストを負担しても、出張による利得がオンライン会議によって得られる利得を上回る ($A > B$) 状態となっていたからだと説明できる (図 6-1)。この状態でオンライン会議が社会に普及するためには、出張を選択するプレイヤーの比率が分水嶺である $B/(A+B) < 1/2$ を下回る必要がある。他方、感染症拡大防止施策などが実施されている状況では、出張を選択するコストが潜在的に高まり、相対的にオンライン会議選択時の利得が高くなったと考えられる (図 6-2)。この場合、出張を選択するプレイヤーの比率が分水嶺の $B/(A+B) > 1/2$ を上回らない限りオンライン会議が選択される。

以上から、オンライン会議サービスが安定的に利用され続けるためには、2通りのシナリオが想定される。第1は、出張を選択するプレイヤーの比率 x の初期値が低いシナリオ、つまり、初期値 x が $B/(A+B)$ 未満の場合である。第2は、オンライン会議選択時の利得が出張選択時の利得を大きく上回るシナリオである。このとき、 $B/(A+B)$ は1に近い値となり、初期値は分水嶺を超えにくくなる。前者を実現するためには、オンラインを選択するプレイヤーの比率を高める各種の施策が想定される。後者のシナリオが実現するかは、そもそもオンライン会議と対面出張でどのような費用・便益の差があるかによる。一般にオンラインと対面では対面の方がやり取りできる情報量が多く便益は大きいと想定される。一方、対面出張では時間と交通費の負担は大きい。そのため、どのようなタイプの用務・旅行先が後者のケースに当てはまるかを分析することで後者のシナリオが実現するか否かが明らかとなる。

6-3. 先行研究

対面によるビジネス活動と ICT を用いた代替サービスの関係を分析した研究には、これまで一定の蓄積がある。とりわけ、航空による移動の観点から両者の関係を分析した研究は多い。

例えば、台湾のテクノロジー企業を調査した Lu and Peeta (2009) や、ノルウェー企業を対象とした Denstadli (2004) では、ビジネス航空利用とオンライン会議との間に一定の代替性があることを明らかにしている。また、ノルウェーの航空旅客の調査データを用いて分析した Denstadli et al. (2013) では、両者に代替と補完の2つの関係がある可能性を示唆している。

わが国を対象とした研究としては、馬場 (2000) がある。馬場 (2000) は、会議や打ち合わせと電子会議システムに代替関係があるとし、会議内容が複雑であるほど対面の出張が望まれるとする。また、出張を含む交通行動と通話の関係を分析した中村 (2001) は、情報交流距離が遠くなるほど両者が代替的になることなどを示唆している。

このように、コロナ禍前の対面ビジネス活動と ICT による代替サービスの関係を分析した論文は少なくない。一方で、コロナ禍を経てコミュニケーション手段がオンラインへスイッチした後の状況を踏まえて、出張とオンライン会議サービスの関係を分析した研究は、安達（2022）や山口・齊藤（2022）など少数にとどまっている。安達（2022）では、新型コロナ流行以前の 2019 年に出張経験のある日本国内の勤労者のうち、コロナ禍において転職・部署移動を経験していない個人を対象に調査している。アンケートの結果、新型コロナ流行前と比べた年間の出張回数はコロナ禍で約 4 割、コロナ終息後は約 6 割に減少することが示されているほか、Web 会議に慣れていない個人ほど対面出張を望む傾向にあることが示唆されている。山口・齊藤（2022）でも、売上が 100 億円以上で首都圏・関西圏にオフィスを持つ企業の社員のうち、コロナ前に出張経験のある企業担当者を対象としたアンケートを実施しており、安達（2022）の結果と同様に新型コロナ収束後の出張は新型コロナ流行前の約 6 割となるという結果を提示している。また、社内会議を目的とした出張がオンラインに代替されやすいことも示唆されている。なお、関連する研究として、出張ではなく、通勤と在宅勤務に焦点を当てた Reiffer et al.（2022）があり、同研究では、実証分析から在宅勤務経験の有無や子供の有無などの個人属性が在宅勤務の選択に影響を与えることが示されている。

以上の先行研究のレビューから、出張とオンライン会議サービスの間に代替関係があること、個人属性が出張の選択しやすさに影響を与えること、会議内容に応じて出張の選択されやすさが異なることが確認された。

6-4. 仮説の設定と分析の概略

コロナ禍以降を対象とした研究では、個人属性が対面とオンラインの選択に与える影響を中心に分析されており、どのような出張がオンラインに代替されやすいかという点は詳細に分析されていない。しかし、オンラインに代替されやすい出張のタイプを明らかにすることは、今後、社会全体でオンライン化が進展した場合に、企業が、どの出張を維持し、どの出張をオンラインで代替するかを判別する上でも重要な情報となる。また、出張の削減は、移動による身体的負担の軽減や出張準備に関連する業務の削減など、近年進められている働き方改革にも寄与する重要なテーマである。

そこで、本分析では新型コロナ流行を経てオンライン会議が普及した後の世界を想定したアンケート調査を実施し、そのデータから、どのような長距離出張がオンラインに代替されやすいか、その出張の属性を明らかにする。具体的には、出張目的、出張回数、出張費用の 3 要素を代替関係に影響を与える要因として想定し、先行研究等にもとづいて以下の 3 つの仮説を設定した。

仮説（1）：1 回のコストが高い出張ほど、オンライン会議で代替されやすい。

仮説（２）：新型コロナ流行以前に頻度が高かった目的地への出張ほどオンライン会議に代替されやすい。

仮説（３）：出張目的により、オンライン会議への代替されやすさが異なる。

仮説（１）では、出張にかかるコストとオンライン代替の関係に着目している。会社のコスト削減方針に従い個人が合理的な出張方法を選択する場合、コストが高い出張は削減されると予想されるからである。これは、通勤距離が長いほど在宅勤務の頻度が高くなる傾向を示した Reiffer et al. (2022) と関連する。また、コストの高さは 6-2 節の分析で出張を選択した場合の利得水準とも関係する要素である。

仮説（２）は、同一目的地への出張頻度の多さとオンライン代替の関係についてである。これは、企業の生産関数において出張を生産要素のひとつとして捉えた場合、労働生産性の通減と同様に、出張回数の増加によって限界生産性が通減する可能性があることから設定した。

出張目的と代替の程度の差に着目した仮説（３）は、内容が複雑になりやすい出張目的ほど対面出張が望まれるとする馬場（2000）や、社内打ち合わせを目的とする出張がオンライン代替されやすいとした山口・齊藤（2022）にもとづく。この仮説も、6-2 節の分析と関係している。出張目的によって、対面出張を選択した場合の利得やオンライン会議を選択した場合の利得は異なることが予想される。つまり、図 6-1 や図 6-2 で示した位相図上の分水嶺の値が出張目的ごとに変化するのであれば、出張目的に応じてオンラインへの代替されやすさも変化すると予想される。

6-4-1 アンケート実施に向けた枠組み

本章では出張とオンライン会議の代替関係に影響を与える要因に焦点を当てていることから、企業全体での代替傾向ではなく、出張ごとの特性による代替行動の差異に関するデータを収集する必要がある。そのため、調査においてそれぞれの出張に関して目的や頻度等を問うことになるが、企業を対象にした場合、代表して回答する担当部署が個別出張の詳細な内容を回答することは難しい。このような回答のしやすさを考慮し、企業ではなく個人に対してアンケートを実施した¹。出張とオンライン会議の選択が上司の指示によるか自発的意思かは、回答者ごとに異なる可能性はあるが、分析では、各回答者が、自社の方針にもとづく自身の出張事例について回答していると想定して、分析を進めることとした。

¹ 各個人の出張ごとの特性による代替行動の差異をより厳密に分析するためには、各企業を通じて社員個人へのアンケートを実施することが望ましい。一方、直接、個人を対象とした調査をすることで、企業を通じて社員に調査する場合よりも多様な属性データを得られる。そのため本分析ではこちらの方法を採用した。

長距離出張とオンラインの代替関係を長期の視点から分析するため、分析では4つのフェーズを想定し出張行動の変容を調査した（図6-3）。まず、フェーズ①として2019年1月～12月までの新型コロナ流行直前の状況を、フェーズ②では、2021年4月～2022年3月の新型コロナ流行中の状況を想定する。一方、フェーズ③と④は、ともにポストコロナ期という仮想的な状況を想定する。フェーズ③は、現状ベースでコロナが収束した状況を想定した社会を、フェーズ④では、オンライン会議が現状よりも進展し、オンラインで実施可能な業務は全てオンラインで実施されるといったオンライン会議が社会においてほぼ完全に普及した状況を想定している。ポストコロナ期の社会について2通りのシナリオを仮定することで、社会全体でのオンライン利用の普及が出張の代替に与える影響を考慮できる。

以上のような枠組みにもとづいて Web アンケート調査を実施した。

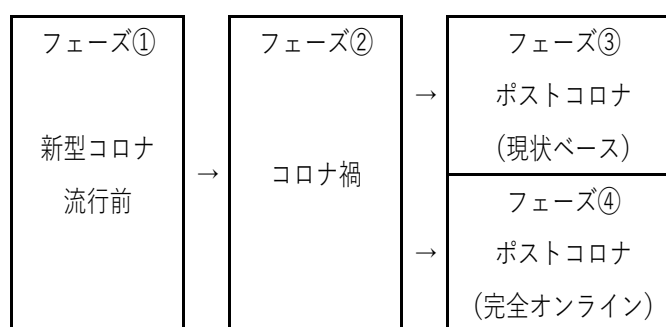


図 6-3 分析で想定するフェーズ

6-4-2 Web アンケート調査

分析に用いる Web アンケート調査（以下、「本調査」）は、2022年8月に調査会社（マイボイスコム株式会社）のモニターから、20代から70代の勤労者を対象に実施した。年代・性別分布は、総務省の労働力調査（基本集計）の最新の分布と一致する形で割り付け配信して、データを収集した。なお、勤務形態がアルバイトやパートである個人は、その出張行動が個人の本業と関係するものであるか正確に判断できないため、対象から除外した。

本調査では、図6-3の各フェーズにおける出張行動のデータを収集した。フェーズ③、④の状況を含むため、各個人が仮想的な状況を想定して回答する方法を用いた。ただし、仮想的な設問は、実際の意思決定に近い正確な回答を収集するため、過去の具体的な出張行動に関する設問の後に各回答者に提示している。

具体的には、まず、フェーズ①の長距離出張の回数や、代替関係に影響を与える要因（出張目的、出張回数、実際の出張に使用した費用）を具体的に尋ねる設問を提示し、その後、同じ出張先・目的・費用での長距離出張が各フェーズでどのように変化するかを尋ねる設計としている。各フェーズでの出張回数は、1年に0回から7回以上まで

の 8 段階の選択肢で尋ねており、7 回以上出張していると回答した個人には、実際の回数を記述方式で尋ねている。

表 6-2 に Web アンケート調査データのサンプル分布を示した。回収数は 3,200 であり、男女比は男性 66.8%と女性 33.2%、年齢の範囲は 25 歳から 75 歳であった。年齢別の構成比は 20 代：9.0%、30 代：26.0%、40 代：29.0%、50 代：25.3%、60 代：9.1%、70 代：1.8%であり、回答者の職種は、会社員・役員が 79.9%と最も多く、次いで自営業が 8.8%、専門職が 4.4%、公務員が 6.9%であった。回答者の地域分布は、北海道：4.2%、東北：5.8%、関東：42.2%、北陸：3.7%、中部：11.1%、近畿：18.5%、中国：4.6%、四国：2.6%、九州・沖縄：7.3%となっており、関東と近畿の回答者が人口比よりもやや多い。

表 6-2 アンケート調査のサンプル分布

地域	年代		性別		結婚の有無		職業		
	度数		度数		度数		度数		度数
北海道	135	10代	－	男性	2138	結婚していない	1528	会社員・役員	2558
東北	184	20代	287	女性	1062	(未婚・離死別)		自営業	281
関東	1351	30代	831	その他	－	結婚している	1672	専門職	140
北陸	118	40代	928					公務員	221
中部	355	50代	808					その他	－
近畿	593	60代	290						
中国	148	70代	56						
四国	83	80代以上	－						
九州・沖縄	233								
合計	3200	合計	3200	合計	3200	合計	3200	合計	3200

6-4-3 分析の概要

前節で設定した仮説を検証するため、各仮説に対応する変数を含めた以下の式 (6.1) を推定する。推定には、本調査で回収した新型コロナ流行直前の 1 年間における国内長距離出張経験者の回答を個人かつ出張先別に整理したデータを用いる。例えば、ある個人が東京と大阪に出張した場合、その個人に東京へのお出張と大阪へのお出張という 2 つのレコードが作られる。

$$\begin{aligned}
(\text{オンライン代替率})_{it}^* = & \alpha + \beta_1(\text{片道運賃})_{it} + \beta_2(\text{フェーズ別出張回数})_{it} + \\
& \beta_3(\text{研修D})_{it} + \beta_4(\text{社内会議D})_{it} + \beta_5(\text{調査D})_{it} + \beta_6(\text{現場指導D})_{it} + \\
& \beta_7(\text{催事・学会D})_{it} + \beta_8(\text{納入保守点検修理D})_{it} + \beta_9(\text{監査D})_{it} + \\
& \beta_{10}(\text{その他目的D})_{it} + \beta_{11}(\text{個人の出張意欲})_{it} + \\
& \beta_{12}(\text{出張先のテレワーク積極性})_{it} + v_{it} + \varepsilon_{it} \quad \dots (6.1)
\end{aligned}$$

ここで i は各回答者を t は個別出張をそれぞれ示す添え字、 α は定数項、 $v_i \sim N(0, \sigma_v^2)$ は個別効果、 $\varepsilon_{it} \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2)$ は誤差項である。被説明変数には当該出張のオンライン代替率を用いた。オンライン代替率の値は、フェーズ①から②への移行時の実際の代替率（オンライン代替率A）、フェーズ①から③への移行時の予測値（オンライン代替率B）、フェーズ①から④への移行時の予測値（オンライン代替率C）、フェーズ③から④への移行時の予測値（オンライン代替率D）をそれぞれアンケートで収集している。

説明変数の詳細と基本統計量を表 6-3 に示す。実際の出張にかかった運賃（自家用車の場合はガソリン代等を含む）を表す片道運賃は仮説（1）を、フェーズ①の出張回数は仮説（2）を検証するための変数である²。顧客訪問・商談をベースとする目的別ダミー変数は仮説（3）を検証するための変数である。また、出張に際しては、相手先がオンライン代替に理解を示しているかや、個人の出張意欲が出張行動に影響を与えると推察される³。そこで、出張相手先のオンライン代替の受容度の代理変数となるテレワーク積極性や、個人の出張意欲を示す変数を説明変数に含めた。

Reiffer et al. (2022) において在宅勤務の選択に個人属性の影響が示唆されることと同様に、出張行動は回答者が属する企業や地域に影響を受けると想定される。そこで本章では、個別属性要因をコントロールできる一元配置のパネル推定モデルを分析に用いる。長距離出張経験者を母集団とする行動変容の分析を目的とするため、過去に出張していない回答者のデータを分析から除外しても、サンプルセレクションバイアスは生じない。

² 運賃の水準はフェーズ移行時に変更される可能性があるが、本分析では、分析の基準を統一するため、新型コロナ流行以前のフェーズ①の運賃を基準として使用した。

³ 実際に、本調査の実施前に行ったプレアンケートからも、相手先の理解や個人の出張意欲が出張に影響を与える可能性があるとする回答が得られた。

表 6-3 分析に用いた説明変数の定義と基本統計量

	変数の定義	データ数	最小値	最大値	平均	標準偏差
オンライン代替率A	フェーズ①からフェーズ②への移行時の各出張のオンライン代替率。	16,000	0	1	0.11	0.27
オンライン代替率B	フェーズ①からフェーズ③への移行時の各出張のオンライン代替率。	16,000	0	1	0.10	0.25
オンライン代替率C	フェーズ①からフェーズ④への移行時の各出張のオンライン代替率。	16,000	0	1	0.12	0.28
オンライン代替率D	フェーズ③からフェーズ④への移行時の各出張のオンライン代替率。	16,000	0	1	0.12	0.28
片道運賃	各出張先までの片道運賃。	16,000	0	600000	2154.09	13074.06
フェーズ①の出張回数	フェーズ①における出張回数。	16,000	0	200	0.52	2.93
フェーズ③の出張回数	フェーズ③における出張回数（予想値）。	16,000	0	200	0.42	3.02
研修D	出張目的が研修であれば1をとるダミー変数。	16,000	0	1	0.02	0.15
社内会議D	出張目的が社内会議であれば1をとるダミー変数。	16,000	0	1	0.02	0.15
調査D	出張目的が調査であれば1をとるダミー変数。	16,000	0	1	0.02	0.13
現場指導D	出張目的が現場指導であれば1をとるダミー変数。	16,000	0	1	0.01	0.12
催事・学会D	出張目的が催事・学会であれば1をとるダミー変数。	16,000	0	1	0.01	0.11
納入保守点検修理D	出張目的が納入保守点検修理であれば1をとるダミー変数。	16,000	0	1	0.01	0.09
監査D	出張目的が監査であれば1をとるダミー変数。	16,000	0	1	0.01	0.08
その他目的D	出張目的がその他の目的であれば1をとるダミー変数。	16,000	0	1	0.01	0.09
個人の出張意欲	個人の出張意欲を表すリッカート尺度。1の「とても行きたいと考えていた」から6の「とても行きたいと考えていた」の6段階の変数。出張に行っていない場合は0となる。	16,000	0	6	0.34	1.00
出張先のテレワーク積極性	出張先ごとのテレワークへの積極性を表すリッカート尺度。1の「とても積極的」から5の「とても消極的」の6段階の変数。出張に行っていない場合は0となる。	16,000	0	5	0.34	0.96

注：フェーズ①：新型コロナ流行前、フェーズ②：コロナ禍、フェーズ③：ポストコロナ（現状ベースのオンライン社会）、フェーズ④：ポストコロナ（完全オンライン社会）

6-5. 分析結果・考察

固定効果モデルによる分析結果を表 6-4 に示した。モデル（1）は図 6-3 のフェーズ①から②に移行した際のオンライン代替率（オンライン代替率 A）を、モデル（2）はフェーズ①から③に移行する際の代替率（オンライン代替率 B）を、モデル（3）はフェーズ①から④に移行する際の代替率（オンライン代替率 C）を、モデル（4）はフェーズ③から④に移行する際の代替率（オンライン代替率 D）をそれぞれ、被説明変数とする。

推計結果を見ると、片道運賃変数のパラメータはいずれのモデルでも正に有意となっている。4つのモデルのパラメータから、片道運賃が1万円高くなると約1%各フェーズ移行時の代替率が高くなることが明らかになった。ここから、仮説（1）が支持され、1回あたりのコストが高い出張ほどオンラインに代替されやすいことが示された。背景には、近年の急速な経営環境の変化に対応するため、各企業がコスト削減を進めており、その一環として長距離出張が削減される傾向にあることがあげられる。また、新型コロナ

ナ流行前とコロナ禍を比較したモデル（１）でコストの高い出張が削減されているもうひとつの背景には、感染症予防の観点もあるだろう。本章のアンケート調査で得られた長距離出張データは、主に首都圏や近畿圏へ出張が中心である。そのため、人口が多く感染症罹患リスクの高い３大都市圏等を主な目的地とする長距離移動そのものを忌避した可能性があるかもしれない⁴。

仮説（２）については、モデル（１）から（３）ではフェーズ①の出張回数のパラメータから、モデル（４）ではフェーズ③の出張回数のパラメータから検証できる。モデル（１）から（３）では、各モデルとも統計的に有意な結果は確認されていない。ただし、フェーズ①の出張回数の多さとオンライン代替率の関係は、正負両面の効果が混在した結果、一意な結果が得られていない可能性も否定できない。例えば、分析で設定した、限界生産性の通減の観点から、出張回数が多いほど代替が進みやすいとする仮説のほかに、出張回数が元々多かった出張は、メールや電話、FAX といった手段による代替が難しかったことから代替率が低くなるという仮説も考えられる。

一方、モデル（４）ではフェーズ③の出張回数が負に有意となっており、パラメータから、フェーズ③の出張が１回増えるとフェーズ④への移行時の代替率が 0.2%低下すると解釈できる。つまり、ポストコロナ期で比較した場合、仮説（２）とは逆に、頻度が高い出張ほどオンライン代替率が減少しにくいことが明らかになった。以上から、本分析では仮説（２）は支持されなかった。

つづいて、出張目的に着目する。顧客訪問・商談をベースとする出張目的の各ダミー変数のパラメータの検定結果を見ると、全てのモデルで、出張目的により代替されやすさが異なることが確認された。特に、研修ダミーと社内会議ダミーはいずれも全てのモデルで、催事・学会ダミーは（４）を除く全てのモデルで正に有意となっていることから、顧客訪問や商談と比べて代替されやすいことが明らかになった。例えば、フェーズ①から③への移行時の場合、モデル（２）のパラメータから、顧客訪問や商談目的の出張と比べて、研修目的の出張は 12.8%、社内会議目的の出張は 16.3%、催事・学会目的の出張は 6.9%代替率が高くなることが示されている。

顧客訪問や商談は取引相手との関係構築のために実施することが多く、自社でオンライン代替を望んでいても、相手方が対面出張を望むと代替できない可能性がある。それに対して、社内会議や多くの研修は、自社内で完結する業務であることから、オンラインで代替するか否かの意思決定が容易である。そのため、研修や社内会議の代替率が高

⁴ 固定効果モデルにより個人属性をコントロールすることにより、個人ごとの出張に対する意識の違いを考慮して分析することが可能になる。出張に対する個人意識の違いは、個人によって、出張による利得よりも出張にともなう新型コロナ感染症への罹患による損失を過大に評価する可能性があることによって生じると推察される。

これは、行動経済学におけるプロスペクト理論から解釈可能であり、損失回避性（出張回避の度合い）が個人によって異なる可能性があることを意味している。そのため、損失回避性の異なる複数の個人のデータを含む本分析では、固定効果モデルが有効である。

くなると推察される。また、学会や催事は大人数が集まることから、コロナ禍では対面での開催が控えられ、オンライン開催が主であった。その後、多くの学会や催事でも対面開催が増加しつつあるものの、現在もオンライン開催もしくはオンライン併用方式が採用されることも多い。そのため、モデル（２）や（３）で正に有意となったと考えられる。ポストコロナでのオンライン普及度合いによる代替率の差異を分析したモデル（４）からは、催事・学会ダミーに関しては明確な結果は得られておらず、社会全体でオンラインが普及し、オンラインで代替可能な業務が増えた場合でも、催事や学会目的の出張はあまり変化しない可能性が示唆された。以上の結果から、仮説（３）は支持されたと言える。この結果は、図 6-1 や図 6-2 で示した出張またはオンライン会議選択に関する分水嶺（ $B/(A+B)$ ）の値が出張目的ごとに異なることを意味している。特にオンライン会議で代替されやすいという結果が得られた研修や社内会議の場合、オンライン会議選択時の利得が出張選択時の利得と同等もしくは上回る図 6-2 のような状況になると考えられる⁵。

最後に、個人の出張意欲や、出張相手先のオンライン代替への理解度が出張行動に与える影響に焦点を当てる。前者に対応する変数のパラメータは、全てのモデルで正に有意となっている。モデル（３）を例に取ると、この結果は、個人の出張意欲に関する指標が１単位増えると、8.5%代替率が高くなることを示している。個人の出張意欲に関する変数は、最も出張意欲が高い場合を１、最も出張意欲が低い場合を６とするリッカート尺度で表されていることから、この結果は、個人の出張意欲が低いほどオンライン代替が進みやすいことを意味している。また、後者に対応する変数のパラメータは、モデル（２）を除いていずれも正に有意となっている。モデル（３）を例に取ると、この結果は、出張相手先のオンライン代替への理解度に関する指標が１単位増えると、3.5%代替率が高くなることを示している。出張相手先のオンライン代替の受容度については、先述の通り、出張相手先のテレワークへの積極性を代理変数としている。この変数は、個人の出張意欲に関する変数と同様に、最もテレワークに積極的である場合を１、最もテレワークに消極的である場合を５とするリッカート尺度で表されていることから、この分析結果は、出張相手先がテレワークに積極的でない場合、オンライン代替が進みやすいことを意味している。これは予想と逆の結果であるが、テレワークに積極的な企業は既に多くの出張をオンラインで代替しており、さらなる代替の余地は少ないものの、テレワークに消極的な企業では対面出張が多く残されており、代替の余地が残されていることが一因として考えられる。

以上から、出張のオンライン代替には、個人の意思や出張先の理解が深く影響を与えていることが示された。

⁵ オンライン会議を選択した場合と出張を選択した場合の効果がほぼ同等である場合、移動・宿泊コストを必要としない分、オンライン会議を選択した場合の利得が出張を選択した場合の利得を上回る。

表 6-4 分析結果

	(1)	(2)	(3)	(4)
被説明変数	オンライン代替率A	オンライン代替率B	オンライン代替率C	オンライン代替率D
フェーズ	① → ②	① → ③	① → ④	③ → ④
片道運賃	1.25E-06***	1.06E-06***	9.82E-07***	1.01E-06***
(仮説 (1))	(2.84)	(3.65)	(2.66)	(2.67)
フェーズ①の出張回数	7.56E-04	6.59E-04	2.93E-04	—
(仮説 (2))	(-0.69)	(-0.69)	(0.26)	
フェーズ③の出張回数	—	—	—	-0.002***
				(-2.83)
研修ダミー	0.134***	0.128***	0.137***	0.116***
(仮説 (3))	(4.72)	(4.94)	(4.96)	(4.29)
社内会議ダミー	0.180***	0.163***	0.187***	0.019***
(仮説 (3))	(6.60)	(6.49)	(7.09)	(7.15)
調査ダミー	0.057*	0.042	0.044	0.043
(仮説 (3))	(1.74)	(1.42)	(1.39)	(1.41)
現場指導ダミー	0.020	0.038	0.027	0.030
(仮説 (3))	(0.53)	(1.17)	(0.74)	(0.86)
催事・学会ダミー	0.094**	0.069**	0.063*	0.054
(仮説 (3))	(2.39)	(1.98)	(1.69)	(1.50)
納入保守点検修理ダミー	0.050	0.048	0.017	0.259
(仮説 (3))	(1.00)	(0.98)	(0.32)	(0.53)
監査ダミー	0.080	0.019	-0.004	0.030
(仮説 (3))	(1.40)	(0.41)	(-0.09)	(0.56)
その他目的ダミー	-0.008	-0.029	-0.047	-0.029
(仮説 (3))	(-0.14)	(-0.63)	(-0.94)	(-0.59)
個人の出張意欲	0.076***	0.076***	0.085***	0.087***
	(7.95)	(8.75)	(9.20)	(9.59)
出張先のテレワーク積極性	0.023**	0.014	0.035***	0.034***
	(2.32)	(1.59)	(3.64)	(3.47)
定数項	0.059***	0.055***	0.067***	0.065***
	(27.63)	(28.45)	(32.39)	(32.23)
観測数	16,000	16,000	16,000	16,000
調整済 R2 (within)	0.338	0.363	0.345	0.359
Prob > F =	0.000	0.000	0.000	0.000

注 1：分析には stata17 を使用した。***、**、*はそれぞれ 1%、5%、10%水準で有意であることを、括弧内の数値は t 値を示す。

注 2：フェーズ①：新型コロナ流行前、フェーズ②：コロナ禍、フェーズ③：ポストコロナ（現状ベースのオンライン社会）、フェーズ④：ポストコロナ（完全オンライン社会）

6-6. 出張のオンライン代替が交通需要に与える影響

本節では、前節までの分析で使用した Web アンケートの調査データから、出張のオンライン代替が交通需要に与える影響を分析する。Web アンケートでは、各回答者がフェーズ①で経験した各出張の際に利用した全ての交通機関について尋ねているため、全回答者の交通モード利用回数を図 6-3 で示した 4 つのフェーズごとに集計することができる。集計されたモード別利用回数をもとにフェーズ移行時の交通需要の減少率を計測する。

まず、分析の基礎となる新型コロナ流行以前のフェーズ①（2019 年 1 月～12 月）のモード別利用回数（図 6-4）から確認する。最も利用が多い交通モードは新幹線であり、利用回数の延べ合計値は 3,425 回であった。つづいて利用が多かったのは、自家用車であり、2,268 回であった。これは、自家用車で出張が一定程度存在していることに加えて、新幹線や飛行機を利用する際の駅や空港までの移動に自家用車が利用されていることも一因である。3 番目に多かったのは飛行機で 1,667 回であった。一方、高速バスやフェリー等の利用回数は低位に止まっている。ここから、100km 以上の長距離出張では、主に速達性に優れる交通機関が活用されていることが示された⁶。

つづいて、コロナ禍以降の利用回数の変化を確認する。新型コロナ流行下であるフェーズ②（2021 年 4 月～2022 年 3 月）のモード別利用回数は図 6-5、現状と同様のオンライン普及率で新型コロナが収束した社会を想定したフェーズ③のモード別利用回数は図 6-6、オンライン化が現状よりも進展し、オンラインで実施可能な業務は全てオンライン上で実施されるような社会を想定したフェーズ④のモード別利用回数は図 6-7 の通りであり、回答数が少ないフェリー等や貸切バスなどを除いた多くの交通モードで、フェーズ①よりも利用回数が減少していることが示された。

フェーズごとの利用回数をもとに、フェーズ移行時の交通需要の減少率を計算すると、表 6-5 の通りとなる。特に利用回数の多かった交通モードごとの結果を確認する。

新幹線の場合、フェーズ①から②への移行時の減少率は 29.23%、①から③への移行時の減少率は 19.01%、①から④への移行時の減少率は 45.49%と推計される。この結果を解釈すれば、オンライン会議の普及度が現状と変わらなければ、ポストコロナ期でも約 8 割の需要が維持されることになり、業務目的の新幹線需要は今後も安定していることが示唆される。ただし、フェーズ①から④の減少率から予測されるように、オンライン会議が現状よりも急速に普及した場合、業務需要は大幅に減少する可能性がある。

同様に、飛行機の場合、フェーズ①から②への移行時の減少率は 26.75%、①から③への移行時の減少率は 11.16%、①から④への移行時の減少率は 40.37%と推計される。

⁶ 特急列車を除く鉄道や路線バスの利用回数は、4 番目に多い 1,253 回であったが、これは、自家用車のケースと同様に、新幹線や特急からの乗り換えや駅や空港からの路線バス利用を含むためである。

ポストコロナ期においても、オンライン会議が現状並みの普及度なら約9割、オンライン化が急速に進行した場合の完全オンライン社会でも約6割の需要が維持されることが示唆されており、業務目的の需要は新幹線の需要よりも安定していることが示唆された。背景には、日本旅行ビジネスクリエイト（2022）で記される通り、企業によっては、旅費規定において距離や時間など、航空利用の基準が明確に定められるケースもあり、実質的に他モード等での代替が難しい遠距離出張の場合にのみ航空利用が認められることもあげられる。

一方、回答数は少ないものの、特徴的な変動を見せた交通モードもあった。例えば、高速バスは、フェーズ①から②への移行時の減少率は11.46%、①から④への移行時の減少率は16.89%であり、新幹線や飛行機と比べても減少率は小さい。また、現状ベースでのポストコロナ期（フェーズ③）には、新型コロナ流行前よりも、わずかに需要が増加する可能性があることが示唆されている。これは、企業のコスト削減や早朝から業務に着手できる夜行バスの活用などもあり、高速バスのビジネス利用が普及しつつあることも影響しているだろう。その他に、貸切バスは、フェーズ②や③の需要がフェーズ①の需要とほぼ同水準であることに加えて、オンライン会議が完全に普及したフェーズ④では、需要がむしろ増加するという結果が得られている。これは、貸切バスを使用すれば、公共交通機関のダイヤに影響されずに移動でき、待ち時間や乗り換え時間を削減できるという利点があるからであろう。また、フェリーやジェットフォイルの場合も、フェーズ③の需要がフェーズ①の需要とほぼ同じ水準である一方、フェーズ④において需要がむしろ増加する可能性がある。背景には、近年の働き方改革の一環として、移動時間中に休憩を取れることや、カーフェリーを利用すれば社用車・自家用車などと一緒に移動できるといった利点があると推察される。

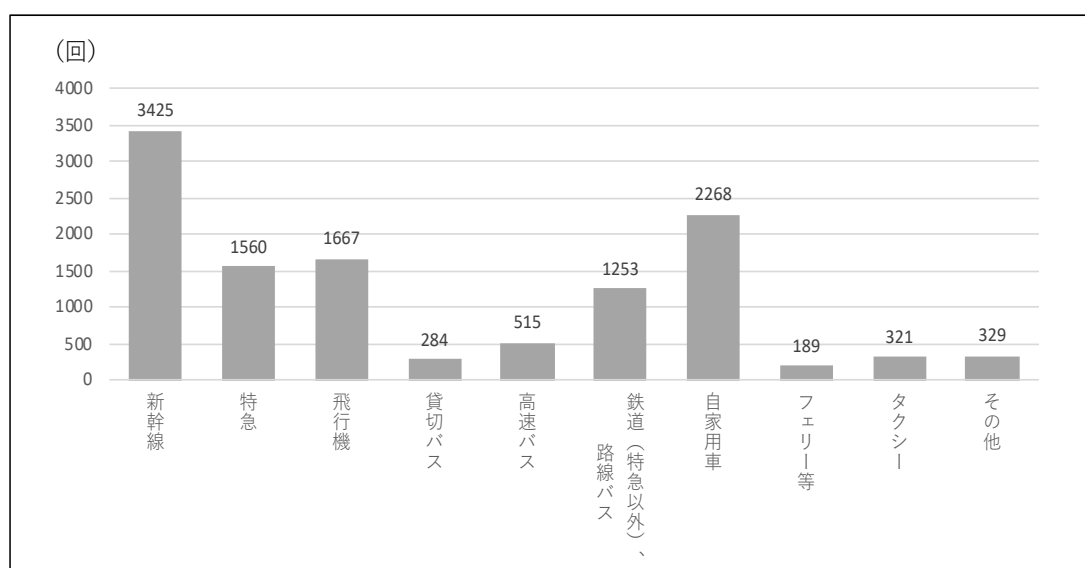


図 6-4 フェーズ①（2019 年 1 月-12 月）の交通モード別利用回数

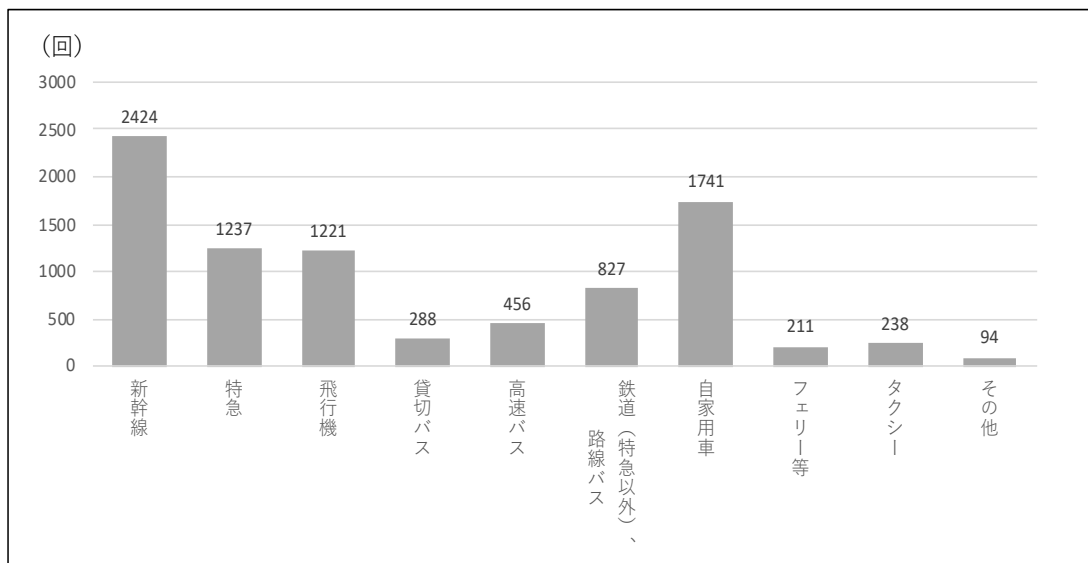


図 6-5 フェーズ② (2021 年 4 月-3 月) の交通モード別利用回数

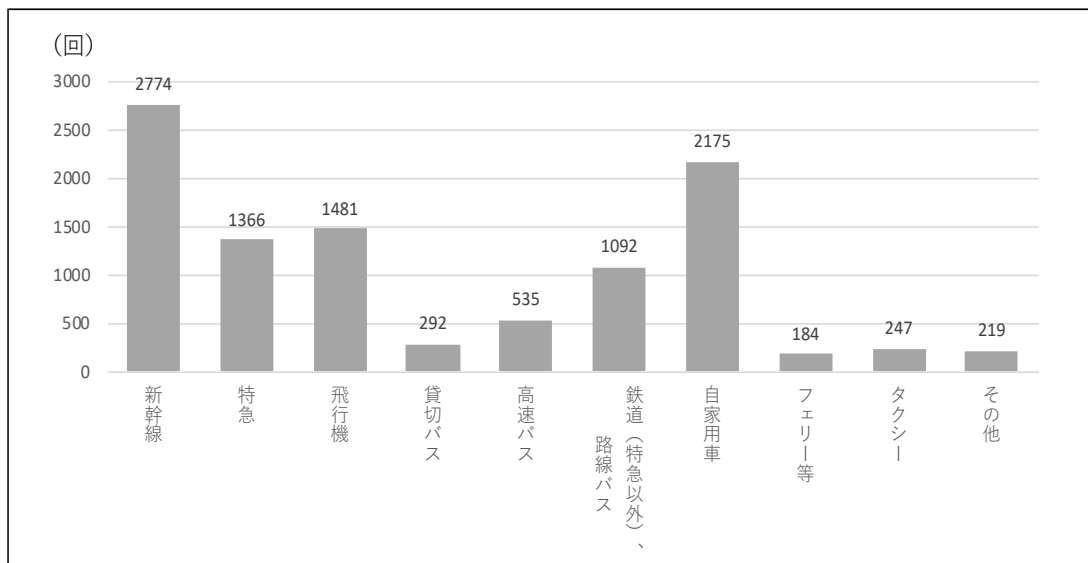


図 6-6 フェーズ③の交通モード別利用回数

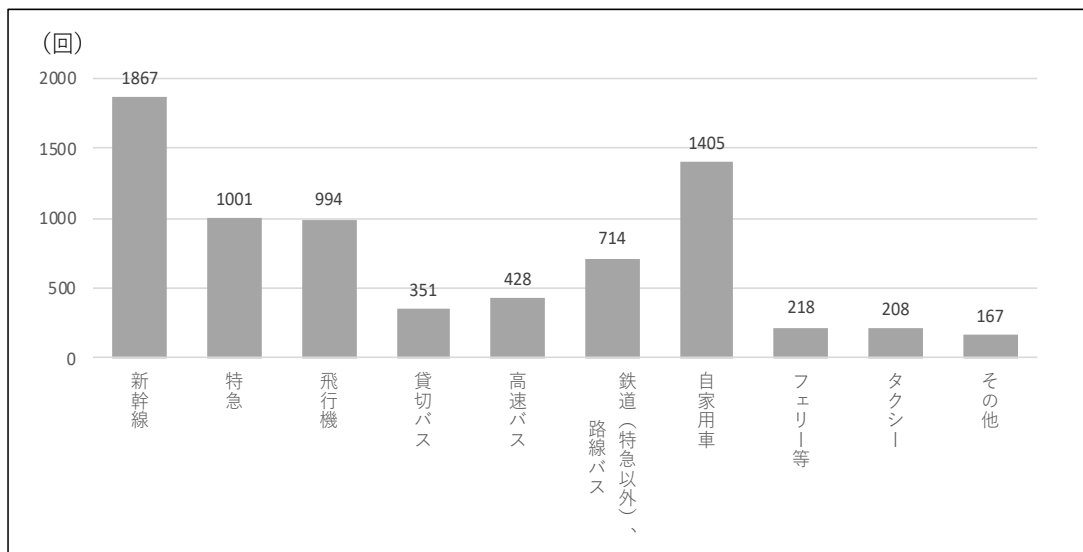


図 6-7 フェーズ④の交通モード別利用回数

表 6-5 モード別の需要変動（単位：％）

減少率（％）	新幹線	特急	飛行機	貸切バス	高速バス	特急以外の 鉄道、路線 バス	自家用車	フェリー・ 船・ジェッ トfoil	タクシー	その他
フェーズ①→②	29.23	20.71	26.75	-1.41	11.46	34.00	23.24	-11.64	25.86	71.43
フェーズ①→③	19.01	12.44	11.16	-2.82	-3.88	12.85	4.10	2.65	23.05	33.43
フェーズ①→④	45.49	35.83	40.37	-23.59	16.89	43.02	38.05	-15.34	35.20	49.24

つづいて、特に利用回数の多い主要公共交通機関（新幹線、特急、飛行機）の出張目的別の需要減少率を推計する。表 6-6 にはフェーズ①から②に移行する際、表 6-7 にはフェーズ①から③に移行する際、表 6-8 にはフェーズ①から④に移行する際の出張目的別の需要減少率をそれぞれ示した。いずれの表でも、全目的の需要減少率の平均値と比べて減少率が大きい場合にハッチをかけた。

まず、表 6-6 からは、コロナ禍において特に社内会議と現場指導が削減されたことが看取できる。特に社内会議目的の新幹線需要は約 3 割、特急と飛行機の需要は約 2 割減少している。一方、現場指導では、特急と飛行機の需要減少率が大きいものの、新幹線の減少率は小さいことから、長距離出張のうち、特に距離が遠い出張や比較的距離が短い移動が減ったと考えられる。

つづいて、表 6-7 に着目すると、現状ベースのポストコロナ期には、特に顧客訪問や商談と現場指導が削減されることがうかがえる。特に顧客訪問は、新幹線、特急、飛行機の需要減少率がいずれも全目的の平均減少率よりも大きい。他方、現場指導では、特急と飛行機の需要減少率が大きいものの、新幹線の減少率は小さく、コロナ禍のデータと同様となっている。そのほか、社内会議目的の新幹線利用が約 2 割減少することや、対面が望まれる監査目的でも、特急利用が減少する可能性があることが示唆されている。

最後に、表 6-8 に着目すると、ポストコロナ期にオンラインでほぼ全ての業務が可能になった場合、特に顧客訪問・商談やその他目的での出張の移動需要が減少するという結果が得られた。顧客訪問は、フェーズ③への移行時と同様の傾向が見られ、新幹線、特急、飛行機の需要減少率がいずれも全目的の平均減少率よりも大きい。一方、その他目的での出張の減少は、特に新幹線や特急の需要に大きな影響を与えることが示された。WEB アンケートでは、その他の出張の内容について自由記述で収集している。具体的な内容を見ると、需要減少率が大きいとされた新幹線や特急を使用した出張は、取材や役所との折衝、協力会社の株主総会への出席などであった。一方、比較的減少率が小さい飛行機を使用した出張は、修学旅行の引率や現場での設計・制作、棚卸作業など、今後もオンライン化が比較的難しいと予想される内容が主であった。

表 6-6 出張目的別の需要減少率（フェーズ①→②への移行時）

減少率 (%) フェーズ①→②	顧客訪問・ 商談	研修	社内会議	調査	現場指導	催事・学会	納入・保守 点検・修理	監査	その他	全体平均
新幹線	26.78	19.21	33.19	14.21	6.26	7.47	19.37	-23.73	18.60	29.23
特急	19.42	13.28	22.69	18.74	22.61	20.60	14.63	-20.83	41.67	20.71
飛行機	19.50	10.73	23.41	-4.62	36.04	-11.16	9.14	-22.02	14.16	26.75

表 6-7 出張目的別の需要減少率（フェーズ①→③への移行時）

減少率 (%) フェーズ①→③	顧客訪問・ 商談	研修	社内会議	調査	現場指導	催事・学会	納入・保守 点検・修理	監査	その他	全体平均
新幹線	20.87	9.36	19.96	6.29	-5.52	2.06	4.93	-12.29	11.63	19.01
特急	21.19	-3.11	12.04	2.11	14.32	18.35	-1.63	12.50	-1.19	12.44
飛行機	13.83	-4.72	6.56	7.08	13.96	-9.87	-5.14	-16.67	13.27	11.16

表 6-8 出張目的別の需要減少率（フェーズ①→④への移行時）

減少率 (%) フェーズ①→④	顧客訪問・ 商談	研修	社内会議	調査	現場指導	催事・学会	納入・保守 点検・修理	監査	その他	全体平均
新幹線	51.50	25.12	42.05	25.36	21.73	40.46	8.80	30.93	56.59	45.49
特急	38.83	29.38	39.81	29.47	35.68	35.58	32.93	17.36	84.52	35.83
飛行機	46.13	-3.43	28.88	28.00	29.19	30.90	-13.14	25.00	38.05	40.37

以上の分析から、各モードの交通需要は、社会全体でのオンライン代替の普及度だけでなく、出張目的によっても異なることが明らかになった。前節までの分析では、出張目的によってオンライン代替率が変わることを明らかにし、なかでも、社内会議目的や研修目的の出張が代替されやすいことを示した。一方、オンライン代替が交通需要に与える影響を計測した本節の分析からは、社内会議や顧客訪問・商談を目的とする交通需要は減少しやすいことが示された一方、研修目的の出張の交通需要は他の目的と比べても減少しにくいという結果が得られた。

ポストコロナ期においては、対面で議論や交渉をした方がオンライン代替と比べて有利だと判断された出張のみが維持されることになる。つまり、回数が減少しやすい目的の出張ほど、1回あたりの出張の重要度が高まると考えられる。出張の成果を最大にす

るためには、打ち合わせ前の資料作成・確認など、事前の周到な準備が不可欠である。そこで、交通事業者は、こうした出張者のニーズを満たすサービスを強化することが重要であろう。例えば、現在、主要な駅や空港などで進められている個室タイプのビジネスブースの設置をより進めていくこともサービス強化につながるだろう。また、現在、新幹線で導入が進められている車内でのビジネス専用エリア・ブースの提供も有効だろう。他の旅客を気にせず作業が可能な専用エリアを提供することで、出張者は用務の直前まで資料の作成や修正、オンライン会議が可能となるためである。

これらの取り組みは、ビジネス目的の旅客以外にも効果があると考えられる。例えば、高尾ほか（2023）は、旅行中のテレワークが可能になることで消費者の観光行動が変化するという結果を本研究とあわせて発表している。つまり、移動中・旅行中でもテレワークで仕事が進められる環境を提供することにより、観光・帰省目的の旅客の増加に貢献する可能性がある。将来のオンライン会議のさらなる普及を見据えると、交通事業者はビジネス目的の交通需要の減少を最小限に抑え、観光や帰省等の目的の需要を増加させる必要がある。そのため、こうしたビジネス目的の旅客と観光・帰省目的の旅客の両者に求められるサービスの提供がより重要となっていくだろう。

6-7. 小括

1章で言及した通り、少子高齢化による人口動態の変化やオンライン会議システムの普及等もあり、近年、交通インフラの整備・運営の基盤は大きく変化している。

本章では、今後の交通インフラ整備に向けた展望について考察するため、オンライン会議の普及と交通需要の関係に焦点を当てて分析した。コロナ禍における急速なオンライン会議システムの普及によってコロナ前とは交通需要をめぐる環境は変化しており、オンライン代替の普及度と交通需要の関係に焦点を当てた長期的な需要予測が重要になっている。そこで、本章では、長距離出張とオンライン会議の代替関係を分析した。出張に関する Web アンケート調査データを用いた分析から、運賃の高い出張はオンラインで代替されやすいことや、出張の目的によってオンライン会議への代替されやすさが異なるとする結果が得られた。

同時に、Web アンケート調査のデータを用いて、出張のオンライン代替が将来の交通需要に与える影響も調査した。オンライン会議の普及度が現状と同様の水準であれば、ポストコロナ期でも新幹線や飛行機を利用した出張は約1～2割の減少にとどまる可能性が示唆された。他方、ほぼ全ての業務がオンラインで代替可能となるような、オンライン代替が急速に進んだケースにおいては、出張目的での交通需要は大幅に減少することも示された。また、出張目的別の需要減少率の差異についても分析しており、社内会議や顧客訪問・商談といった出張目的の交通需要が減少しやすいことや、研修目的の出張では、交通需要が減少しにくい可能性が示唆された。

終章 おわりに

1. 本論文のまとめ

本論文では、交通インフラの投資というテーマを軸として、効率的な交通インフラの新規整備や効率的な使用、資金調達に焦点を当てた分析を実施した。本論文は2部構成で、合計8つの章からなる。表1は、序章の表2を再掲したものであり、本稿の各章がどの領域を研究対象としたかを示したものである。

第1部では、表1の研究領域のうちの1と2、5、7の論点について扱っている。

交通インフラは、地域住民の移動手段の確保や地域の経済活動の促進という重要な役割を担うことから、今後も整備・維持管理のための投資を一定程度進めていかなければならない。例えば、航空の分野では、世界の観光市場が2024年までにほぼ新型コロナ流行前と同等の水準まで回復し、それ以降は増加に転ずるとの見通しもIATA（2022）によって示されており、今後の訪日旅客の増加が予想されている。受け入れの中心となる首都圏空港の機能強化も進められており、羽田は発着枠の上限があるため自由に増やせないものの、2028年度に成田の3本目の滑走路が完成することで容量に余裕ができると見込まれている。

一方、国や自治体は厳しい財政制約の下にあり、インフラ投資に使用できる予算は限られている。そのため、交通インフラの新規整備・改良においては、従来よりも、過剰投資を避けつつ、各地域のニーズに適切に応えるような投資を意識しなければならない。不十分な投資および過剰投資を避けるためには、整備効果（ストック効果）を適切に計測する必要がある。現行の費用便益分析では、便益の二重計算を防止する観点などもあり、便益は保守的に計測されているが、事後評価などでは、貨幣価値換算が可能な便益以外の項目も含めた多様なストック効果が計測されている。例えば、災害対応という観点での項目などもこれらのストック効果に該当する。

近年では、2011年の東日本大震災や2016年の熊本地震、2018年の胆振東部地震など、各地で災害による甚大な被害が確認されており、1章で扱った復興道路のように、高規格の交通インフラが持つ、災害による被害を軽減させる機能や災害時の代替路としての機能などもますます求められている。2024年9月に改訂された「公共事業評価の費用便益分析に関する技術指針（共通編）」（国土交通省（2024））で、計測すべき便益として「評価手法の確立、評価値の精度向上に向けた検討が必要な効果であっても、その旨明示した上で、必要に応じて貨幣換算化し、参考比較のため、これらの便益を計上した値を設定しても良い」（p.13）と記されるなど、今後は、事後評価で蓄積されたデー

タ等を活用し、多様なストック効果を反映する費用便益分析・費用対効果分析の研究がより進められるだろう。

例えば、近年では、「広範な経済効果」(Wider Economic Impacts)の計測に関しても重点的に議論がなされている¹。広範な経済効果の計測は、発生ベースの便益と帰着ベースの便益のギャップを埋めるための間接効果計測の試論だと言える。広範な経済効果は、①誘発投資、②雇用効果、③生産力効果という3つの効果からなる。誘発投資は土地利用の規制や不完全競争による価格体系の歪み、雇用効果は労働市場での税による価格体系の歪みを想定した追加便益項目であり、生産力効果は、交通投資によるアクセシビリティの改善により企業間の交流や人材交流が促進されることなど、集積の効果による生産性向上を想定した追加便益項目である。現実世界における価格の歪みを考慮した場合、これらの効果を含む便益の試算を進めていくことも重要だろう。その際には、二重計算の防止が課題となることから、上田ほか(1999)などで紹介されている便益帰着構成表を導入することで二重計算が発生していないかを精査することも重要だろう²。

また、厳しい財政制約にある現状を考慮すると、インフラの新設だけでなく、既存インフラの維持管理や既存インフラをいかに無駄なく活用するかという視点も重要である。維持管理に関しては、高度経済成長期以降に集中的に整備されたインフラの多くが建設後50年以上を経過し、老朽化対策が各地で喫緊の課題とされている。2章の分析からは、インフラの健全性の維持・向上に対して、近隣効果が発現することが明らかにされている。これは、住民によるモニタリング(近隣自治体との相互参照行動)を背景とした自治体間競争が寄与することを意味している。一方、近年では人口減少による人手不足等を背景として、技術系職員が不足する市町村も多いことから、市町村間での水平的連携も進めていく必要があることも示唆された。社会資本整備審議会・交通政策審議会技術分科会 技術部会(2022)でも、市町村の枠を超えた広域連携の必要性が示されており、今後、市町村間での水平的連携・都道府県と市町村間の垂直的連携などが進められていくと予想される。

3章および4章では既存インフラの効率的活用に着目し、既存空港のキャパシティの活用に焦点を当てた。3章の分析からは、容量に余裕のある地方路線を中心として、補助金が国際線誘致に寄与していることが示唆されており、需要が安定していない地域では補助金を活用した誘客が有効に機能することが示された。一方、近隣自治体との間で、

¹ 価格の歪みが存在せず、価格が社会的限界費用と一致する社会では、間接効果は相殺され、発生ベースと帰着ベースの便益が一致するが、税制や不完全競争、外部性などによって価格体系が歪む場合、間接効果の影響により、帰着ベースの便益の方が発生ベースよりも大きくなる。詳細は、Laird and Venables (2017)を参照されたい。

² 理論モデルにもとづく樋野(2020)や金本(2013)などでは、広範な経済効果の計測は二重計算にはあたらないことが示されている。一方、Graham and Gibbons (2019)のように、理論と計測の乖離を課題とする意見も見られており、効果計測時に二重計算が生じる可能性は排除できない。

限られた需要を奪い合う形の競争が生じた場合、需要に負の影響を与える可能性が示唆されており、自治体間での競争だけでは不十分である可能性がうかがわれる。この結果から、後背地での需要が限られる場合には、過度に競争するのではなく、自治体間の協力が重要であることが示唆される。特に路線の維持という観点からは、近隣自治体間との協力が重要であることが明らかになった。

一方、4章では、自治体間の協力のうち、主に大都市圏の自治体と地方都市の協力の焦点を当てた。分析から、3空港（羽田・成田・関西）から入国して周遊した旅客の方が、直行便によって入国した旅客よりも消費単価が高いことが示唆されている。ここから、地方空港においても、直行便の誘致だけに注力するのではなく、大都市からの乗り継ぎも重視するべきであると言える。国内においては、人口減少が進んでおり、将来的に国内線マーケットは縮小する可能性がある。大都市から地方都市への訪日旅客の誘致は、国内線の需要の維持にもつながる。そのため、今後は、近隣自治体との連携に加えて、大都市圏と地方都市の協力も重要になるだろう。

第2部では、表1の研究領域のうちの3、4、6、8の各論点について扱っている。従来、交通インフラは公的セクターにより整備・運営されることが多かったが、財政制約等を背景として、民間セクターが整備・運営に参加する事例も増えている。特に空港などのインフラでは、運営主体の多様化が進むとともに、様々な投資家が運営に参加しており、これらの点に着目した研究が世界各地で蓄積されてきた。そうした文献では、運営形態や投資主体の差異が経営パフォーマンスに与える影響を計測したものなどが多く見られている一方、環境面でのパフォーマンスに与える影響について定量的に分析した文献は限定的である。世界全体での環境意識の高まりもあり、交通産業でも、他産業と同様に環境への対応が今後ますます重要となっている。

そこで、5章では、表1の3、4、6の各論点に対する知見を得るために、所有形態や投資主体が多様化している空港を対象に、運営形態や投資主体の差異が環境パフォーマンスに与える影響を実証分析により明らかにした。関連する先行研究のレビューおよび実証分析、ケース分析を通じて、近年、交通インフラの運営においても環境が強く意識されていることや、交通インフラ投資の財源を調達するために、空港では、民営化の進展以降、金融機関や建設会社、年金基金など多様な主体からの投資を呼び込んでいることが示された。その中でも、近年では、年金基金がインフラ投資に積極的に関与しており、存在感を増していることが明らかになった。

所有形態については、2つの結論が得られた。ひとつは、公的セクターの影響力の強さが環境パフォーマンスに正の影響を与えうることであり、いまひとつは、民間セクターの参入効果である。民間セクターの場合は、ESG 指標向上による資金調達上のメリットが環境への配慮によるコスト上昇というデメリットを上回る場合、環境パフォーマンスを向上させうると考えられる。以上から、環境パフォーマンスを維持・向上させるためには、公的セクターと民間セクターがそれぞれの影響力を上手く活用することが重要

だろう。また、民営化によって必ずしも環境悪化にはつながらず、むしろ長期投資を考慮する年金基金の経営参加によって環境改善につながる可能性があることが明らかになった。環境パフォーマンスの向上は、社会的余剰の改善にもつながりうることから、経済的なパフォーマンスとともに注視すべき観点である。環境への配慮を重視した空港運営を進めるためには、公的セクターの影響力が発揮される形の所有形態で民営化し、民間の投資家として長期投資に取り組む年金基金の株式保有を誘引することが重要だと示唆された。

一方、6章では、表1の8の論点に対する知見を得るために、交通インフラ投資の基盤となる長期的な交通需要の変動に着目し、オンライン会議に代替されやすい長距離出張の特徴やオンライン会議への代替が進むことによる交通需要の変化についての分析を実施した。6章の内容は、世界的な感染症の流行による人流の減少という、交通市場の需要のあり方を大きく変える出来事を踏まえた長期的な需要トレンドの予測であり、今後の交通インフラ投資についての議論の前提として重要な意味をもっている。

分析からは、長期的な交通需要変動をとらえるために3つの点が重要であるという結論が得られた。第1は、出張のオンライン代替がどのような要素に応じて決まりやすいかを理解する必要があるという点である。この情報を得るためには、6章の分析で実施した Web アンケート調査のように、それぞれの出張の目標や出張にかかる費用などの特徴を的確に把握した上で分析しなければならない。第2は、オンライン代替による交通需要の変動が、交通モード別や、出張目的別に異なるという点である。ここから、交通事業者がより正確に交通需要の変動を分析するためには、自社が担うサービスの利用者の利用目的等についてより細かいセグメントに分割して把握しなければならないだろう。第3は、オンライン代替による交通需要の変動が、社会全体でのオンライン化の進行度合いにより影響を受けやすいことである。現状では、対面によってのみ可能な出張業務が多く残っていることから、必ずしも全ての出張業務が削減されるわけではない。しかし、今後、オンラインでほぼ全ての業務が可能になるような状況に近づいた場合、多くの出張業務が削減される可能性がある。その際には、6章の分析からも示されたように、交通需要も大幅に落ち込むことが予想される。そのため、交通事業者は、社会全体でのオンライン化の進行度合いを注視して経営を進めていくべきだと考えられる。利用者負担をインフラ整備の原資とする場合、交通需要の大幅な減少は、インフラ整備主体の投資余力の減少を意味する。そのため、利用者の負担を過度に高めず投資に向けた原資を十分確保するためには、直接的な受益者である利用者だけではなく、間接的な受益者となる幅広い主体からの費用負担についても考慮する必要があるかもしれない。

表 1 交通インフラに関連する代表的な研究領域と
本論文での該当章（序章 表 2 の再掲）

	主な研究領域	本稿の該当章
1	インフラの（新規）整備/改良に関連する研究	1章
2	既存インフラの維持管理に関連する研究	2章
3	投資財源と費用負担の研究	5章
4	所有形態/投資主体の研究	5章
5	既存インフラの効率性の研究	3章、4章
6	インフラと環境の研究	5章
7	災害に対応したインフラの研究	1章
8	オンライン代替による影響の研究	6章

2. 本稿の分析の今後の課題

最後に、各章で実施した分析の課題について整理する。

第 1 章では、ヘドニックアプローチにもとづいて、地価を被説明変数とする分析を含んでいるが、この手法に起因する 2 つの課題が明らかになった。

ひとつは、大都市圏以外の地域における地価ポイントが少なく、細かな範囲での分析が容易ではないことである。織田澤ほか（2021）が指摘する通り、DID 分析を実施する上では、分析対象の空間的範囲の設定が分析の精度を左右する。そのため、地価ポイントが多く存在する都市部の高速道路を対象とした研究では、山鹿（2014）のようにインターチェンジから半径 10km までの範囲を処置群とするなどの対応がなされている。一方、今回の分析では、地価ポイントの少ない地域を対象としていることから、一部の市町村では、IC からやや離れたポイントも処置群に含まれている。そのため、分析の精度に課題が存在する。いまひとつは、関連要因を完全にコントロールできないという点である。地価に影響を与える要因は多様であり、地価を被説明変数とする分析では、しばしば欠落変数バイアスによって推定値が偏る可能性が指摘される。本分析では、固定効果モデルによる推定を用いることで時間を通じて変化しない要素をコントロールした分析を行なっているが、地価に影響する要因を全てコントロールすることは容易ではなく、推定結果に偏りが生じている可能性を完全に否定することはできない。

また、その他の課題として、道路を対象として PSM-DID 分析を適用したことによる課題もある。道路整備による効果は広範な地域に波及する可能性があることから、今回、統制群とした地域の一部にも効果が波及している可能性もある。また、年次データを用いて分析しているため、完成した月の違いによる差なども考慮できていない。これらの点から、分析結果には一部バイアスが生じている可能性がある。

第 2 章では、橋梁の健全性を被説明変数とし、適切な維持補修費の支出が健全性に与える影響を分析した。しかし、補修費が増加すると健全度が上昇するというロジックと

は反対に、健全度が高い橋梁ほど維持補修費が少ないことも想定される。実際に、空間ラグモデルで推定した一部の結果で、維持補修費の累計額のパラメータが負に有意となっており、当該の橋梁が健全ゆえに維持修理費を要しないという逆の因果を示していると推察される。逆の因果に対処するためには、適切な操作変数を見つけ分析する必要があるが、現時点ではこの問題をクリアできていないため、今後の課題である。

また、分析の各モデルの自由度修正済決定係数や擬似決定係数が高くないことも課題である。橋梁の健全性に対しては、建設に用いた材料（骨材）の差異などの情報も重要であると考えられるが、詳細な材料の情報などを全て入手することは困難であり、分析では変数に含めていない。こうした要因を考慮できていないことも課題である。これらの要因は、時間を通じて不変であることから、2巡目以降のデータが揃えばパネルデータに分析を拡張することで改善可能であると考えられる。

第3章では、需要に関する変数の設定が課題である。航空利用者数に関する実需のデータは限られており、正確な利用者数を把握することは困難である。そうしたデータ制約から、需要要因をグラビティモデルの変数でとらえて分析した。グラビティモデルは航空需要予測にも多く用いられており、需要要因を分析するための有効な手法ではあるが、実需により近い需要データを直接、変数として使用することで、より実態に即した分析結果が得られると考えられる。

また、路線誘致に向けたIP（補助金）については、自治体ごとにいくら拠出したのかという正確なデータは取得が困難である。そのため、分析では、代理変数として都道府県別の観光費額を説明変数に加えた。しかし、この変数についても、より正確な金額のデータを収集できれば、さらに精緻な分析結果が得られるだろう。

第4章には、2つの課題が存在する。ひとつは、分析で使用した「周遊」という用語の定義に起因する課題である。一般に、観光政策で期待される「周遊」には、3大都市圏外の地域への訪問を企図しており、同一エリア内での複数都道府県の訪問なども「周遊」とみなされる。一方、分析では、羽田空港から入国した個人が北海道を訪問する場合などのように、入国時の空港が所在する地域エリアを超えて他の地域エリアを訪問することを「周遊」と定義した。そのため、地域エリア内での「周遊」の効果は計測できていない点が課題である。

いまひとつは、データ制約と分析手法に起因する課題である。分析では、集計データを用いた分析に加えて、集計データの分析では考慮できなかった個人ごとの属性情報等を考慮した、個票データによる分析を実施している。しかし、個票データによる分析には2つの問題がある。第1は、取得することができたデータが2018年と2019年の2年分のみであったことから分析期間が短いという問題である。第2は、調査年ごとに回答者が変わる繰り返しクロスセクションデータ（Repeated Cross Section Data）であるため、個人ごとの属性の差異を考慮したパネルデータ分析ができないことである。そのため、分析ではパネルデータ分析ではなく、重回帰モデルによるプール回帰で分析を実施した。

この問題に対応するためには、統計的マッチング等を活用して擬似的なコーホートを設定する擬似パネルデータ分析のような方法も有効であると考えられる。これらの分析は今後の課題としたい。

第5章では、変数に関する課題と分析地域に関する課題の2つが残された。分析では、主題である年金基金の経営参加の有無を二値（Binary）変数として処理したが、株式の持分を正確に収集することが可能であれば経営に対する年金基金の影響力の強さを測定できるため、さらに精緻な分析が可能となるだろう。

また、今回の分析では、所有形態や投資主体に関する体系的なデータの取得が困難であることからアジア地域を除外しているが、近年ではアジア地域でも ESG に対する関心が高まり、空港カーボン認証に参加する空港が増加していることから、分析対象をアジア地域にも拡大して分析することでより普遍的な分析となるだろう。

第6章では、変数の設定に関する課題が残された。ひとつは、被説明変数の設定である。被説明変数のオンライン代替率を算定する際のベースとなる新型コロナ流行以前の対面出張回数は1年間の実績値であるため、偶然、当該年の出張が多くなった可能性がある。そのため、今後の調査では、アンケート調査で過去3年間などの平均出張回数を聞き、結果を比較することも必要だろう。

いまひとつは、説明変数の設定である。分析では出張回数の変動要因を表す変数として出張目的や出張費用、個人の出張意欲、出張相手先のテレワークへの積極性を使用しているが、実際の出張回数は出張の目的以外にも、出張相手先企業の担当者が出張を望んでいるかどうかや、自社の方針でオンラインが奨励されているかなど、さまざまな要因に影響されることが予測される。そこで、実際に企業等がどのような点を重視して出張の意思決定をするかをさらに細かく調査して分析に加えれば、より正確な結果が得られると見込まれる。

また、出張回数の推定結果の内生性には厳密に対処しきれていない可能性もあり、適切な操作変数を追加し、分析することでさらに正確な結果が得られると期待される。

以上のように、本稿の分析にはいくつかの課題が残されている。こうした課題の多くはデータ入手の制約によるものであり、近年の EBPM の流れ等を受けて、今後より一層詳細なデータの開示が進められれば、解決できると予想される。また、分析方法や分析の精度についての課題は、交通インフラ投資に関する先行研究の多くでも言及されており、改良に向けた研究が世界各国で進められている。これらの点については、今後の研究課題としたい。

初出一覧

本稿の各章の初出は以下の通りである。ただし、本稿の作成時に大幅な加筆・修正を加えている。

第1章：「「ストック効果」の定量的分析：復興道路整備を対象として」

中村知誠 (2022) 「「ストック効果」の定量的分析：復興道路整備を対象として」『交通学研究』、pp.27-34。

第2章：「維持管理における近隣効果の分析：橋梁のメンテナンスデータを対象に」

中村知誠 (2023) 「維持管理における近隣効果の分析：橋梁のメンテナンスデータを対象に」『交通学研究』、pp.1-8。

第3章：「地方自治体の国際線誘致施策と国際線の持続要因－成田・関西・羽田以外の空港を中心に－」

中村知誠 (2022) 「地方自治体の国際線誘致施策と国際線の持続要因－成田・関西・羽田以外の空港を中心に－」『公益事業研究』第73巻2号、pp.41-48。

加藤一誠・中村知誠 (2021) 「地方自治体のインバウンド観光戦略と『インセンティブ競争』」『日本都市学会第68回大会 要旨集』。

第4章：「訪日旅客の消費単価と地方周遊の関係」

中村知誠 (2024) 「訪日旅客の消費単価と地方周遊の関係」『交通学研究』、pp.117-124。

第5章：「年金基金の空港経営への参加が与える環境パフォーマンスへの影響」

中村知誠 (2019) 「年金基金のインフラ投資に関する3つの論文」『日交研シリーズ A-753 インフラの所有運営スキームの変更と「失敗」の研究』、pp.1-9。

中村知誠 (2021) 「年金基金の空港経営への参加が与える環境パフォーマンスへの影響」『交通学研究』、pp.75-82。

加藤一誠・中村知誠 (2022) 「第3都市圏の空港ネットワーク－バーミンガムの事例－」『中部圏研究』、pp.68-76。

加藤一誠、中村知誠 (2023) 「空港経営の世界的潮流」加藤一誠、引頭雄一 編著『特別研究プロジェクト報告書 航空における利用者負担のあり方』航空政策研究会、pp.1-8。

第6章：「長距離出張がオンライン会議へ置きかわる要因は何か？－Web アンケート調査による実証分析－」

中村知誠、高尾美鈴、後藤孝夫、中村彰宏 (2023) 「長距離出張の属性がオンライン会議による代替に与える影響－Web アンケート調査による実証分析－」『運輸と経済』、pp.102-108。

中村知誠 (2023) 「新型コロナ収束後の国内線における業務需要の研究」『KANSAI 空港レビュー』、pp. 27-29。

参考文献：和文

- 赤井伸郎（2010）『交通インフラとガバナンスの経済学：空港・港湾・地方有料道路の財政分析』、有斐閣。
- 朝日亮太（2022）「インフラ整備による効果計測に関する整理」『バス交通、インフラの整備効果・維持・財源調達にかかわる 5 つの論文』、日交研シリーズ A-859、pp.1-11。
- 安達晃史（2019）「空港の効率性と非航空系収入比率の関係に関する考察」『交通学研究』、第 62 号、pp.189-196。
- 安達晃史、竹林幹人、角田侑史、水田誠一郎（2022）「空港における環境への配慮が環境負荷と社会厚生に及ぼす影響」『海運経済研究』、第 56 号、pp.21-30。
- 安達弘展（2022）「新型コロナウイルスが出張に与えた影響と終息後の出張について」『運輸と経済』、2022 年 6 月号、pp.42-47。
- 安藤至大（2017）「自治体間の住民誘致競争がもたらす非効率性」『都市住宅学』、第 96 号、pp.36-40。
- 石倉智樹、藤井修平、辻裕之（2017）「集積外部性と建物床市場を考慮した応用都市経済モデル」『土木学会論文集 D3 (土木計画学)』、第 73 巻 5 号、pp.95-103。
- 石田潤一郎（2011）「個別労働紛争解決の経済学」『日本労働研究雑誌』、2011 年 8 月号、pp.4-15。
- 伊藤邦雄（2021）『企業価値経営』、日本経済新聞社。
- 稲田義久・松林洋一（2019）「『訪日外国人消費動向調査』個票データを用いたインバウンド需要の計量分析」『APIR Trend Watch』、No.56、pp.1-16。
- 井原健雄（1997）「所得増大便益の計測」中村英夫編著『道路投資の社会経済評価』東洋経済新報社、pp.124-149。
- 岩城一郎、子田康弘、石川雅美、小山田桂夫（2013）「東北地方におけるブリッジマネジメント支援ツールの構築」『コンクリート工学論文集』、第 24 巻 3 号、pp. 75-87。
- 岩倉成志、家田仁（1999）「鉄道プロジェクトの費用対効果分析－実用化の系譜と課題」『運輸政策研究』、第 1 巻 3 号、pp. 2-13。
- 上田孝行、高木朗義、森杉壽芳、小池淳司（1999）「便益帰着構成表アプローチの現状と発展方向について」『運輸政策研究』、第 2 巻 2 号、pp.2-12。
- 魚住弘久（2016）「熊本地震と南阿蘇鉄道：自然災害からの交通インフラ復旧の視点と論点」『熊本法学』、第 138 号、pp.75-124。
- 宇佐美宗勝（2016）「わが国へのインバウンド需要拡大に伴う航空旅客数の増加要因に関する実証分析」『航政研シリーズ』、第 603 号、pp.1-34。
- 遠藤伸明（2021）「わが国地方自治体における外国航空会社等を対象としたエアポートセールスへの取り組みと影響：アンケート調査からの分析」『交通学研究』、第 64 号、pp.67-74。
- 大窪和明、全邦釘、橋爪謙治、藤田尚（2018）「道路舗装の劣化速度に関する探索的空間データ分析」『土木学会論文集 E1 (舗装工学)』、第 74 巻 3 号、pp.95-103。
- 太田和博（1987）「費用便益分析の厚生経済学的基礎」『公共選択の研究』、第 9 号、pp.84-94。
- 大野隆（2013）「経営裁量権仮説と効率的交渉仮説 再考」『立命館経済学』、第 61 巻 6 号、pp.1030-1057。
- 岡敏弘（2002）「政策評価における費用便益分析の意義と限界」『会計検査研究』、第 25 号、pp.31-42。

岡田章（2011）『ゲーム理論 新版』、有斐閣。

岡田章（2014）『ゲーム理論・入門 新版』、有斐閣。

小川圭一、秋山孝正（2002）「渋滞シミュレーションを用いた都市高速道路の混雑料金に関する実証的分析」『交通学研究』、第 45 号、pp.197-206。

奥平聖（1999）「道路投資の費用対効果分析」『運輸政策研究』、1999 年第 1 巻 3 号、pp.47-53。

小熊仁（2017）「ネットワーク DEA を用いた空港運営の効率性評価と要因分析」『交通学研究』、第 60 号、pp.63-70。

小田切宏之（2017）『新しい産業組織論：理論・実証・政策』、有斐閣。

小田切宏之（2019）『産業組織論—理論・戦略・政策を学ぶ』、有斐閣。

織田澤利守・大平悠季（2019）「交通インフラ整備効果の因果推論：論点整理と展望」『土木計画学研究・論文集』36、pp.1-15。

小淵洋一（2000）『現代の交通経済学（第 3 版）』、中央経済社。

加藤一誠、中村知誠（2023）「空港経営の世界的潮流」加藤一誠、引頭雄一 編著『特別研究プロジェクト報告書 航空における利用者負担のあり方』、航空政策研究会、pp.1-8。

金本良嗣（2013）「集積の経済と交通投資の幅広い便益」『集積の経済を考慮した都市、交通分析—政策分析への応用—』、日交研シリーズ A-583、pp.1-27。

金本良嗣（2018）「公共事業評価と EBPM」『運輸と経済』、2018 年第 7 号、pp. 37-44。

鎌田健司、岩澤美帆（2009）「出生力の地域格差の要因分析 —非定常性を考慮した地理的加重回帰法による検証—」『人口学研究』、第 45 巻、pp.1-20。

川口明子・小林隆史・大澤義明（2021）「訪日観光客による消費の地方分散に関する研究 ～個人観光時代に求められる方策の立案に向けて～」『計画行政』、第 44 巻第 3 号、pp.63-74。

神取道宏（2014）『ミクロ経済学の力』、日本評論社。

岸本信（2015）「協力ゲーム理論入門」『オペレーションズ・リサーチ』、第 60 巻 6 号、pp.343-350。

喜多秀行・坂田裕彦・谷本圭志（2002）「航空ネットワークの形成に及ぼすエアポートセールスの効果に関するモデル分析」『土木計画学研究・論文集』、第 19 巻 4 号、pp.27-58。

栗原剛・荒谷太郎・岡本直久（2014）「地方ブロック別にみた日本人と外国人の観光消費特性に関する基礎的研究」『交通学研究』第 57 号、pp.137-144。

栗原剛・坂本将吾・泊尚志（2015）「訪日リピーターの観光消費に関する基礎的研究」『土木学会論文集 D3（土木計画学）』、第 71 巻 5 号、pp.I_387-I_396。

栗山浩一（2005）「環境政策の費用便益分析」『フィナンシャルレビュー』、第 3 号、pp.149-163。

黒木重史（2014）「海外インフラ投資と年金運用」『年金と経済』、第 33 巻 1 号、pp.14-23。

黒木龍三・大熊美音子・ダフチャンアンナ（2017）「開放経済と観光」中平千彦・薮田雅弘編著『観光経済学の基礎講義』、九州大学出版会、pp.189-207。

経済産業省（2016）『通商白書 2016』。

国土交通省（2020）「空港管理状況調書」『空港管理状況』。

国土交通省（2021）『令和 3 年版 国土交通白書 2021』。

国土交通省東北地方整備局（2022a）『パンフレット 復興道路・復興支援道路の 10 年青森県・岩手県版』。

国土交通省東北地方整備局（2022b）『復興道路 10 年 パンフレット 三陸エリアと復興道路 宮城県版』。

国土交通省 東北地方整備局 道路部（2021a）「東北の未来に向けた復興道路・復興支援道路の整備」『高速道路と自動車』、第 64 巻 3 号、pp.28-31。

国土交通省道路局・都市局（2023）「費用便益分析マニュアル」。

小竹輝幸（2017）「ビッグデータを用いた訪日外国人観光動態分析」『電気設備学会誌』、第 37 巻 10 月号、pp.716-719。

後藤孝夫（2014）「自動車利用者の受益と税負担の地域間バランス」『国際交通安全学会誌』、第 38 巻 3 号、pp.191-198。

後藤孝夫（2017）「高速道路のストック効果と交通近接性 一近畿圏を対象とした試算一」『商経学叢』、第 63 巻 3 号、pp. 67-76。

後藤孝夫（2019）「グラビティモデルによる空港別国籍別入国者数の決定要因分析」『インフラの所有運営スキームの変更と「失敗」の研究』、日交研シリーズ A-753、pp.110-122。

近藤春生（2012）「社会資本整備と都市圏の経済成長-大都市雇用圏データを用いた実証分析」『西南学院大学経済論集』、第 46 巻 3・4 号、pp.121-145。

近藤春生（2017）「交通インフラの地域経済効果」『国民経済雑誌』、第 215 巻 1 号、pp.19-34。

斉藤純（2002）「港湾の効率的な経営に関する研究-港湾管理者財務の内外比較分析と港湾政策への示唆」『運輸政策研究』、第 5 巻 2 号、pp.14-22。

榊原胖夫・加藤一誠（1997）「空港間競争とエアラインハブの決定」『運輸と経済』、第 57 巻第 9 号、pp.59-66。

佐々木公明、文世一（2000）『都市経済学の基礎』、有斐閣アルマ。

杉山武彦（1997）「社会資本整備の展望―費用負担と財源の視点から」『都市計画』、第 210 号、pp.11-14。

杉山雅洋（2000）「交通投資の効率的側面の検討: 新道路整備五箇年計画を中心に」『三田商学研究』、第 43 巻 3 号、pp.23-37。

鈴木明宏、高橋広雅、竹本亨（2009）「提携形成モデルを用いた市町村合併のゲーム論的考察: 広島県江田島市の事例に基づいたシミュレーション分析」『山形大学大学院社会文化システム研究科紀要』、第 6 号、pp.35-45。

鈴木誠（2016）「公的年金基金によるコーポレートガバナンス: エンゲージメントを用いる合理性」『証券経済研究』、第 94 号、pp. 17-29。

鈴木眞志.（2005）「市町村合併の投票ゲーム分析 提携形成条件を考慮したシャープレイ・シュービック指数およびバンザフ指数に関する一考察」『理論と方法』、第 20 巻 2 号、pp.197-210。

鈴木光男（1994）『新ゲーム理論』、勁草書房。

鈴木光男・武藤滋夫（1985）『協力ゲームの理論』、東京大学出版会。

隅蔵雄一郎（2013）「道路の復旧・復興状況について」『建設マネジメント技術』、2013 年 3 月号、pp.27-34。

瀬谷創・堤盛人（2014）『空間統計学：自然科学から人文・社会科学まで』、朝倉書店。

総務省「都道府県決算状況調」『地方財政状況調査関係資料』。

高尾美鈴、中村知誠、後藤孝夫、中村彰宏（2023）「テレワーク実施で観光行動は変化するのか？」『交通学研究』、第 66 号、pp.63-70。

高田和幸・藤生慎（2012）「航空事業者の路線撤退要因に関する分析」『土木学会論文誌 D3（土木計画学）』、第 68 巻 5 号、pp.1079-1085。

- 高野岳彦（2010）「人口減少時代を迎える東北地方の都市システムの動向」『東北学院大学東北文化研究所紀要』、第 42 号、pp.34-18。
- 高橋孝明（2012）『都市経済学』、有斐閣ブックス。
- 高橋達（2018）「欧州主要空港における騒音を考慮した離着陸料と航空会社の航空機選択」『交通学研究』、第 61 号、pp.61-68。
- 高橋伸夫、菅野峰明、村山祐司、伊藤悟（1997）『新しい都市地理学』、東洋書林。
- 竹内健蔵（2008）『交通経済学入門』、有斐閣ブックス。
- 竹本亨、高橋広雅、鈴木明宏（2007）「効率化インセンティブを考慮した税源移譲のシミュレーションー移譲財源の違いがもたらす財政的影響についてー」『日本経済研究』、第 56 巻、pp.122-146。
- 田中皓介、神田佑亮、藤井聡（2013）「公共政策に関する大手新聞社報道についての時系列分析」『土木学会論文集 D3（土木計画学）』、第 69 巻 5 号、pp. I_373-I_379。
- 田中宏樹（2009）「育児支援施策をめぐる自治体間財政競争 都道府県別クロスセクションデータを用いた実証分析」『公共選択の研究』、第 52 号、pp.25-36。
- 玉木欽也・権藤俊彦（2018）「P2M フレームワークを適用した地方創生人材育成プログラムの提案-着地型観光志向の体験ツーリズムと価値共創を担う地方創生ディレクターの役割と業務内容の考察-」『国際 P2M 学会誌』、第 12 巻 2 号、pp. 17-37。
- 張長平（2006）「中国東部地域における都市の順位規模に関する実証分析」『国際地域学研究』、第 9 号、pp.93-105。
- 常木淳（2000）『費用便益分析の基礎』、東京大学出版会。
- 寺山恵（2015）「機関投資家のスチュワードシップ責任と ESG 投資: ESG 投資の歴史から日本版スチュワードシップ・コードを理解する（特集 公的年金の運用について）」『年金と経済』、第 34 巻 2 号、pp.32-43。
- 利光強（2014）「民営化と環境問題：民営化は環境を改善させるか？」『経済学論究』、第 68 巻 3 号、pp.535-550。
- 長尾義三、笠島勝治（1983）「不確実な需要下における計画目標期の設定」『土木学会論文報告集』、第 336 号、pp.139-147。
- 中澤栄一（2009）「訪日観光客数の決定要因ーグラビティ・モデルを用いた誘致政策の評価」『現代経営経済研究』、第 2 巻 3 号、pp.27-58。
- 中島洋行（2018）「地方自治体におけるライフサイクル・コスト算定の現状と課題ー17 自治体に対するインタビュー 調査結果に基づく考察ー」『明星大学経営学研究紀要』、第 13 号、pp.99-115。
- 中洲啓太、日比野正臣、大城秀彰、森本恵美、光谷友樹（2021）「事後評価アーカイブを活用した道路事業のストック効果事例分析」『土木学会論文集 F4（建設マネジメント）』、第 77 巻 1 号、pp.243-252。
- 中東雅樹（2019）「日本における橋梁の維持管理の適正性評価ー市町村管理の橋梁における健全性の点検結果を用いて」『財政研究』、第 15 巻、pp.144-162。
- 中東雅樹（2020）「ストックデータからみた日本におけるインフラの老朽化」『IATSS Review（国際交通安全学会誌）』、第 44 巻 3 号、pp.170-177。
- 長峯純一（2004）「地方道路投資の決定と道路特定財源による効果」『公共選択の研究』、第 42 巻、pp.46-64。
- 中村彰宏（2001）「交通と通話の代替・補完」『交通学研究』、第 45 号、pp.137-146。
- 中村知誠（2022）「地方自治体の国際線誘致施策と国際線の持続要因ー成田・関西・羽田以外の空港を中心にー」『公益事業研究』、第 73 巻第 2 号、pp.41-48。

西川浩平（2023）「訪日外国人の支出行動における LCC 普及の影響」『関西大学経済論集』、第 73 巻 2 号、pp.27-53。

錦織剛（2020）「地方空港の国際線の持続性とインバウンド」『国際交通安全学会誌』、第 45 巻 1 号、pp.43-50。

西谷公孝（2014）「企業の環境への取り組みやその情報開示が株主価値に与える影響」『環境経済・政策研究』、第 7 巻 1 号、pp.10-22。

日本旅行ビジネスクリエイト（2022）『2021 年度財務省調査 民間企業の旅費及び国内宿泊料金に関する実態調査報告書』。

萩原良巳、渡辺晴彦（1984）「広域的水利用における市町村提携に関する一考察」『土木計画学研究・論文集』、第 1 巻、pp.219-226。

橋本悟（2017）「地方による空港経営と航空会社との関係」手塚広一郎・加藤一誠編著『交通インフラの多様性』、日本評論社、pp.135-158。

橋本悟、深山剛、越智成基、山内弘隆（2010）「イギリス・オーストラリアの空港民営化に関する国内外の論文紹介-我が国における今後の空港政策検討への材料提供として」『運輸政策研究』、第 13 巻 1 号、pp.22-29。

橋本亮、森田早紀（2018）「公共事業評価制度のあゆみ」『運輸と経済』、2018 年第 7 号、pp.23-29。

馬場健司（2000）「情報通信技術による交通—コミュニケーション行動の補完と代替」『土木計画学研究・論文集』、第 17 巻、pp.163-168。

林亮輔（2019）「交通インフラ整備による経済効果：ネットワーク形成と効果の空間的広がりを考慮した実証的研究」『経済学論究』、第 73 巻 1 号、pp.103-123。

樋口美雄、太田清、新保一成（2006）『入門パネルデータによる経済分析』、日本評論社。

肥田野登、林山泰久、山村能郎（1992）「都市間交通施設整備がもたらす便益と地価変動」『土木学会論文集』、第 449 号 IV-17、pp.67-76。

樋野誠一（2020）「外部効果がある場合の交通投資の簡易的な便益計測方法」『地域学研究』、第 50 巻 2 号、pp. 243-257。

日原勝也（2008）「能登空港の「搭乗率保証制度」のペイオフに関する計量分析について」『交通学研究』、第 51 号、pp.169-178。

福山敬（2010）「地方空港国際定期路線の維持のための地域による交渉と支援」『オペレーションズ・リサーチ』、第 55 巻 11 号、pp.674-681。

別所俊一郎、宮本由紀（2012）「妊婦健診をめぐる自治体間財政競争」『財政研究』、第 8 巻、pp. 251-267。

星野崇宏（2009）『調査観察データの統計科学 因果推論・選択バイアス・データ融合』、岩波書店。

細井雅代（2015）「自治体財政の状況と社会教育費の関係」『追手門経済論集』、第 49 巻 2 号、pp.1-22。

松井祐樹・日比野直彦・森地茂・家田仁（2016）「訪日外国人旅行者の個人行動データを用いた訪問地および観光活動に着目した観光行動分析」『土木学会論文集 D3（土木計画学）』、第 72 巻 5 号、pp.I_533-I_546。

松岡佑和（2016）「介護給付水準の保険者間相互参照行動：裁量権の違いに着目して」『経済経営研究』、第 66 巻、pp. 1-37。

松中亮治、中川大（1997）「交通整備財源の負担者比較手法を用いた事業種別の財源構成」『土木計画学研究・論文集』、第 14 号、pp.43-50。

松本守、後藤孝夫（2015）「株式所有構造や取締役会構成が鉄道事業の経営パフォーマンスに与える影響」『交通学研究』、第 58 号、pp.65-72。

光多長温（1999）「社会資本の地域別限界生産性分析」『地域学研究』、第 30 巻 1 号、pp.97-111。

宮井博（2008）「ESG（環境・社会・ガバナンス）責任投資の進展と年金資産運用への導入」『退職給付ビッグバン研究会（2008 年度年次総会資料）』、pp.1-18。

三和裕美子（2015）「機関投資家のエンゲージメントとはなにか—国内外の機関投資家の調査をもとに—」『証券経済年報』、第 50 号別冊、pp.1-21。

村上英樹（2012）「米国における LCC 対 FSC の競争形態」『運輸政策研究』、第 15 巻 3 号、pp.10-17。

村田治・大野泰資（2000）「日本の社会資本の生産性効果に関するサーベイ」『経済学論究（関西学院大学）』、第 54 巻 1 号、pp.97-130。

森杉壽芳（2002）「社会資本整備投資に関する評価システムの現状と課題」『会計検査研究』、第 25 号、pp.23-30。

森杉壽芳（1997）「便益評価の基礎理論と便益帰着構成表」森杉壽芳編著『社会資本整備の便益評価 一般均衡理論によるアプローチ』、勁草書房、pp.13-41。

森本晴久・西迫伸一（2014）「海外年金のインフラ投資（特集 インフラ投資）」『年金と経済』、第 33 巻 1 号、pp.4-13。

森脇祥太（2007）「中国の経済発展における道路資本の生産力効果に関する計量分析」『中国経済研究』、第 4 巻 1 号、pp.1-13。

矢ヶ崎紀子（2020）「訪日外国人旅行の意義・動向・課題」『IATSS Review』、第 45 巻 1 号、pp.6-17。

矢部直人・栗原 剛・永井克郎・山地秀幸・新藤宏聡（2022）「縦断データによる訪日外国人旅行者の消費金額・支出項目に影響する要因の分析」『New ESRI Working Paper』、No.62、pp.1-29。

矢部洋三 代表編（2016）『現代日本経済史年表：1868~2015 年』、日本経済評論社。

山内康弘（2009）「介護保険施設の供給における地方自治体間の空間自己相関の検証」『大阪大学経済学』、第 59 巻 3 号、pp.206-222。

山鹿久木（2014）「「差の差」の手法によるインフラ整備の影響の定量化：高速道路インターチェンジの整備を例に」長峯純一編著『公共インフラと地域振興』、中央経済社、pp.22-33。

山口涼、齊藤千紗（2022）「ポストコロナの働き方と鉄道事業者が注目すべき変化」『運輸と経済』、2022 年 6 月号、pp.28-36。

山崎幹根、宇野二郎（2022）「社会資本維持管理と広域連携：道路・橋梁・水道を事例として」『年報 公共政策学（北海道大学）』、第 16 巻、pp.187-205。

山本勲（2015）『実証分析のための計量経済学 正しい手法と結果の読み方』、中央経済社。

山本航（2018）「わが国における財政競争—市町村・歳出分類別の分析」『財政研究』、第 14 巻、pp.145-163。

湧口清隆、太田和博（2001）「交通社会資本投資の効率化」藤井彌太郎監修、中条潮、太田和博編『自由化時代の交通政策 現代交通政策Ⅱ』、東京大学出版会、pp.85-101。

横見宗樹（2009）「日本の地方空港における効率的な所有・運営体系の日英比較に基づく実証的研究」『交通学研究』、第 52 号、pp.221-230。

吉川丈（2015）「日本の鉄道事業者に対する効率性分析—第 3 セクター鉄道と私鉄の技術効率性比較—」『地域学研究』、第 45 巻 1 号、pp.29-40。

吉田雄一朗 (2014) 「空港の経済的評価」一般財団法人関西空港調査会監修、加藤一誠、引頭雄一、山内芳樹編著『空港経営と地域 航空・空港政策のフロンティア』、成山堂書店、pp.114-127。

参考文献：英文

- Airports Council International (2014), *Annual world airport traffic report 2013 EDITION*.
Airports Council International (2015), *Annual world airport traffic report 2014 EDITION*.
Airports Council International (2016), *Annual world airport traffic report 2015 EDITION*.
Airports Council International (2017), *Annual world airport traffic report 2016 EDITION*.
Airports Council International (2018), *Annual world airport traffic report 2017 EDITION*.
Airports Council International (2019), *Annual world airport traffic report 2018 EDITION*.
Airports Council International (2020), *Annual world airport traffic report 2019 EDITION*.
ACI Europe (2010), *The ownership of Europe's airports 2010*.
ACI Europe (2016), *The ownership of Europe's airports 2016*.
Airport Carbon Accreditation (2014), *Annual report 2013– 2014*.
Airport Carbon Accreditation (2015), *Annual report 2014– 2015*.
Airport Carbon Accreditation (2016), *Annual report 2015– 2016*.
Airport Carbon Accreditation (2017), *Annual report 2016 – 2017*.
Airport Carbon Accreditation (2018), *Annual report 2017 – 2018*.
Airport Carbon Accreditation (2019), *Annual report 2018 – 2019*.
Aschauer, D.A. (1989), “Is public expenditure productive?”, *Journal of Monetary Economics*, 23, pp.177-200.
Aulich, C., and Hughes, M. (2013), “Privatizing Australian airports: ownership, divestment and financial performance”, *Public Organization Review*, 13(2), pp.175-184.
Austin, P. C. (2011), “Optimal caliper widths for propensity-score matching when estimating differences in means and differences in proportions in observational studies”, *Pharmaceutical statistics*, 10(2), pp.150-161.
Baird, A. J. (2013), “Acquisition of UK ports by private equity funds”, *Research in Transportation Business & Management*, 8, pp.158-165.
Barros, C.P., Dieke, P.U.C. (2008), “Measuring the economic efficiency of airports: A simar–Wilson methodology analysis”, *Transportation Research Part E*, 44(6), pp.1039-1051.
Beladi, H., and Chao, C. C. (2006), “Does privatization improve the environment?”, *Economics Letters*, 93(3), pp.343-347.
Bilotkach, V. (2018), “Political economy of infrastructure investment: Evidence from the economic stimulus airport grants”, *Economics of Transportation*, 13, pp.27-35.
Boarnet, M. G., and Chalermpong, S. (2001), “New highways, house prices, and urban development: A case study of toll roads in Orange County, CA”, *Housing policy debate*, 12(3), pp.575-605.
Calvert, J(2015), “Pensions and Public – Private partnerships: A cautionary note for union trustees”, *Just Labour*, 5, pp.1-13.
Chen, C.(2017), “Does money matter for infrastructure Outcomes?: The effects of public infrastructure finance on state infrastructure quality”, *Journal of Public Budgeting, Accounting & Financial Management*, 29(3), pp.375-408.
Chen, C., and Flink, C., (2022), “Budgetary changes and organizational performance: Evidence from state transportation agencies,” *Policy Studies Journal*, 50(3), pp595-613.
Chen, C., Su, M., and Zhang, P. (2022), “What drives states to raise gas tax rates? An empirical analysis”, *Public Works Management & Policy*, 27(3), pp.222-237.

- Choate, P., and Walter, S. (1981), *America in ruins: The decaying infrastructure*. Duke Press Paperbacks (パット・チョート、スーザン・ウォルター著、岡野行秀 監訳 (1983) 『荒廃するアメリカ』、開発問題研究所) .
- Chong, S., and Poole, E. (2013), “Financing infrastructure: a spectrum of country approaches”, *RBA Bulletin*, pp.65-76.
- Curi, C., S. Gitto and P. Mancuso. (2010), “The Italian airport industry in transition: A performance analysis”, *Journal of Air Transport Management*, 16 (4) , pp.218-221.
- Denstadli, J. M. (2004), “Impacts of videoconferencing on business travel: the Norwegian experience”, *Journal of Air Transport Management*, 10, pp.371-376.
- Denstadli, J. M., Gripsrud, M., Hjorthol, R., and Julsrud, T. E. (2013), “Videoconferencing and business air travel: Do new technologies produce new interaction patterns?”, *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 29, pp.1-13.
- Falk, M. T., and Hagsten, E. (2020), “Time for carbon neutrality and other emission reduction measures at European airports”, *Business Strategy and the Environment*, 29(3), pp.1448-1464.
- Fuerst, F. and Gross, S(2018), “The commercial performance of global airports”, *Transport Policy*, 61, pp.123-131.
- Fusco, E., and Allegrini, V. (2020), “The role of spatial interdependence in local government cost efficiency: An application to waste Italian sector”, *Socio-Economic Planning Sciences*, 69, pp.1-10.
- Geys, B (2006), “Looking across borders: A test of spatial policy interdependence using local government efficiency ratings”, *Journal of Urban Economics*, 60, pp.443-462.
- Graham, A. (2011), “The objectives and outcomes of airport privatization”, *Research in Transportation Business & Management*, 1(1), pp.3-14.
- Graham, A. and Morell, P. (2017), *Airport Finance and Investment in the Global Economy*, Routledge (グラハム・モレル著、木谷直俊・塩見英治 監訳 (2018) 『グローバル経済における空港のファイナンスと投資』、創成社) .
- Graham, D. J., and Gibbons, S. (2019), “Quantifying wider economic impacts of agglomeration for transport appraisal: Existing evidence and future directions”, *Economics of Transportation*, 19, 100121.
- Hart, S., and Kurz, M. (1983), “Endogenous formation of coalitions”, 51(4), *Econometrica: Journal of the econometric society*, pp.1047-1064.
- Hecker, L. P., Wätzold, F., and Markwardt, G. (2020), “Spotlight on spatial spillovers: an econometric analysis of wastewater treatment in Mexican municipalities”, *Ecological Economics*, 175, 106693.
- Hirschman, A. O. (1958), *The Strategy of Economic Development*, Yale University Press (アルバート・O・ハーシュマン著、小島清 監訳 (2018) 『経済発展の戦略』、巖松堂出版) .
- Howell, S. T., Jang, Y., Kim, H., and Weisbach, M. S. (2022), “All clear for takeoff: Evidence from airports on the effects of infrastructure privatization”, *NBER Working paper series*, No. w30544, National Bureau of Economic Research.
- Inderst, G(2014), “Pension fund investment in infrastructure: Lessons from Australia and Canada”, *Rotman International Journal of Pension Management*, 7(1), pp.40-48.
- International Monetary Fund (2020), *IMF Fiscal Monitor*.
- Jia, S., Zou, C., Qin, C. (2017), “No difference in effect of high-speed rail on regional economic growth based on match effect perspective?”, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 106, pp.144-157.
- Kalai, E., and Smorodinsky, M. (1975) “Other solutions to Nash's bargaining problem”, *Econometrica*, 43(3), pp.513-518.
- Kanasugi, H. and Ushijima, K. (2017), “The impact of a high-speed railway on residential land prices”, *Papers in Regional Science*, 97(4), pp.1-31.

Kanemoto, Y., and Mera, K. (1985), "General equilibrium analysis of the benefits of large transportation improvements", *Regional Science and Urban Economics*, 15(3), pp.343-363.

Kyriacou, A. P., Muinelo-Gallo, L., and Roca-Sagalés, O. (2019), "The efficiency of transport infrastructure investment and the role of government quality: An empirical analysis", *Transport Policy*, 74, pp.93-102.

Laird, J. J., and Venables, A. J. (2017), "Transport investment and economic performance: A framework for project appraisal", *Transport policy*, Vol.56, pp.1-11.

Lu, J. L., Peeta, S. (2009), "Analysis of the factors that influence the relationship between business air travel and videoconferencing", *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 43, pp.709-721.

Malighetti, P., Martini, G., Paleari, S., Redondi, R. (2007), "An empirical investigation on the efficiency, capacity and ownership of Italian airports", *IDEAS Working Paper Series from RePEc*, pp.1-35.

Małkowska, A., Telega, A., Głuszak, M., and Marona, B. (2021) "Spatial diversification of property tax policy—searching for yardstick competition in Polish metropolitan areas", *Land Use Policy*, 109, 105613.

Martin, R., Casson, P. D. and Nisar, T. M (2007), *Investor engagement: investors and management practice under shareholder value*, Oxford University Press.

Martín-Cejas, R. R. (2010), "Ramsey pricing including CO2 emission cost: An application to Spanish airports", *Journal of Air Transport Management*, 16(1), pp.45-47.

Maschler, M., Zamir, S., and Solan, E. (2020), *Game theory*, Cambridge University Press.

Matsumura, T., and Matsushima, N. (2012) "Airport privatization and international competition", *The Japanese Economic Review*, 63(4), pp.431- 450.

Medina, P. A., and González, J. L., (2022) "Reinforced concrete long-term deterioration prediction for the implementation of a bridge management system", *Materials Today: Proceedings*, 58, pp.1265-1271.

Merkert, R., and Mangia, L. (2014), "Efficiency of Italian and Norwegian airports: a matter of management or of the level of competition in remote regions?", *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 62, pp.30-38.

Moody's Investors Service (2022), "Birmingham Airport (Finance) Plc Update to credit analysis".

Morrison, S. A. (2001), "Actual, adjacent, and potential competition estimating the full effect of Southwest airlines", *Journal of Transport Economics and Policy*, 35(2), pp.239-256.

Munnell, A. H. (1990), "How Does Public Infrastructure Affect Regional Economic Performance?", *New England Economic Review*, pp.11-32.

Nash, J. F. (1950), "The bargaining problem", *Econometrica*, 18, pp.155-162.

Nash, J. F. (1953), "Two-person cooperative games", *Econometrica*, 21, pp.128-140.

Oum, T. H., N. Adler and C. Yu. (2006), "Privatization, corporatization, ownership forms and their effects on the performance of the world's major airports", *Journal of Air Transport Management*, 12(3), pp.109-121.

Park, J., Kim, K., and Shin, H., (2011), "The privatization of Korea's Incheon International Airport", *Journal of Air Transport Management*, 17(4), pp.233–236.

Rahwan, T., Ramchurn, S. D., Jennings, N. R., and Giovannucci, A. (2009), "An anytime algorithm for optimal coalition structure generation", *Journal of artificial intelligence research*, 34, pp.521-567.

Ratner, J. B. (1983), "Government capital and the production function for US private output", *Economics Letters*, 13(2-3), pp.213-217.

Reiffer, A., Magdolen, M., Ecke, L., and Vortisch, P. (2022), "Effects of COVID-19 on telework and commuting Behavior: Evidence from 3 years of panel data", 2677(4), *Transportation Research Record*, pp.1-16.

- Rhodes, C., Hough, D., and Butcher, L. (2014), "House of commons library privatisation", *Research Paper 14/61*.
- Rosenbaum, P. R., and Rubin, D. B. (1985), "Constructing a control group using multivariate matched sampling methods that incorporate the propensity score", *The American Statistician*, 39(1), pp.33-38.
- Saha, B. (2012), "Does privatization improve the environment? Revisiting the monopoly case", *Economics Letters*, 115(1), pp.97-99.
- Scotti, D., Malighetti, P., Martini, G., Volta, N. (2012), "The impact of airport competition technical efficiency: A stochastic frontier analysis applied to Italian airport", *Journal of Air Transport Management*, 22, pp.9-15.
- Siemiatycki, M(2015), "Canadian pension fund investors in transport infrastructure: A case study", *Case Studies on Transport Policy*, 3(2), pp.166-175.
- Storto, C.L. (2018), "The analysis of the cost-revenue production cycle efficiency of the Italian airports: A NSBM DEA approach", *Journal of Air Transport Management*, 72, pp.77-85.
- Tang, D., Li, Z., and Bethel, B. J. (2019), "Relevance analysis of sustainable development of China's Yangtze river economic belt based on spatial structure", *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(17), 3076.
- Tsui, W. H. K., Gilbey, A., and Balli, H. O. (2014), "Estimating airport efficiency of New Zealand airports", *Journal of Air Transport Management*, 35, pp.78-86.
- United nations environment programme and World tourism organization (2005). *Making tourism more sustainable-A guide for policy makers* (English version).
- Vasigh, B., Gorjidoz, J. (2006), "Productivity analysis of public and private airports: A causal investigation", *Journal of Air Transportation*, 11(3), pp.145-163.
- Vietze, C. (2008), "Cultural effects on inbound tourism into the USA: A Gravity Approach", *Jena Economic Research Papers*, 18, pp.1-24.
- Winter, J. W. (2011), "Shareholder engagement and stewardship: the realities and illusions of institutional share ownership", *SSRN 1867564*.
- Xu, H. and Nakajima, K., (2017) , "Highways and industrial development in the peripheral regions of China", *Papers in Regional Science*, 96(2), pp.325-356.
- Yesudian, A. N., and Dawson, R. J. (2021), "Global analysis of sea level rise risk to airports", *Climate Risk Management*, 31, 100266, pp.1-12.
- Yoshino, N. and Abidhadjaev, U., (2016), "Impact of Infrastructure investment on tax: estimating spillover effects of the kyusyu high-speed rail line in Japan on regional tax revenue", 574, *ADB Working Paper Series*.
- Yoshino, N., and Abidhadjaev, U., (2018), "An impact evaluation of infrastructure investment: The case of the Tashguzar-Boysun-Kumkurgon railway in Uzbekistan", *Financing Infrastructure in Asia and the Pacific*, pp.13-46.
- Zhang ,X., Hu, Y., Lin, Y., (2020), "The influence of highway on local economy: Evidence from China's Yangtze river delta region", *Journal of Transport Geography*, 82, pp.1-16.
- Zhang, W., and Wang, W. (2014), "Cost modelling in maintenance strategy optimisation for infrastructure assets with limited data", *Reliability Engineering & System Safety*, 130, pp.33-41.
- Zou, B., Kafle, N., Chang, Y. T., and Park, K. (2015), "US airport financial reform and its implications for airport efficiency: An exploratory investigation", *Journal of Air Transport Management*, 47, pp.66-78.

参考 URL : 和文

インフラ老朽化対策の推進に関する関係省庁連絡会議（2013）「インフラ長寿命化基本計画」（<https://www.mlit.go.jp/common/001040309.pdf>）（最終閲覧日：2024 年 8 月 1 日）。

釜石市「躍動する釜石港!!」（<https://www.city.kamaishi.iwate.jp/docs/2020030600078/>）（最終閲覧日：2023 年 8 月 1 日）。

観光庁「訪日外国人消費動向調査」（<https://www.mlit.go.jp/kankocho/siryou/toukei/syouthityousa.html>）（最終閲覧日：2023 年 8 月 1 日）。

観光庁「旅行・観光消費動向調査」（https://www.mlit.go.jp/kankocho/tokei_hakusyo/shohidoko.html）（最終閲覧日：2023 年 8 月 1 日）。

観光庁（2023）「観光立国推進基本計画」（<https://www.mlit.go.jp/common/001299664.pdf>）（最終閲覧日：2023 年 8 月 1 日）。

国土交通省「2005 道路整備効果事例集 秋田南バイパス供用による整備効果（渋滞緩和、環境）」（<https://www.mlit.go.jp/road/koka5/8/8-2.html>）（最終閲覧日：2022 年 9 月 13 日）。

国土交通省「インフラメンテナンス情報」（<https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/maintenance/index.html>）（最終閲覧日：2022 年 7 月 29 日）。

国土交通省「事業評価の仕組み」（https://www.mlit.go.jp/tec/hyouka/public/09_public_01.html）（最終閲覧日：2024 年 7 月 29 日）。

国土交通省「道路メンテナンス年報」（https://www.mlit.go.jp/road/sisaku/yobohozen/yobohozen_maint_index.html）（最終閲覧日：2022 年 7 月 29 日）。

国土交通省「復興道路ホームページ」（<http://www.thr.mlit.go.jp/road/fukkou/content/road/sanriku/>）（最終閲覧日：2022 年 9 月 10 日）。

国土交通省「平成 27 年度全国道路・街路交通情勢調査 一般交通量調査 集計表」（<https://www.mlit.go.jp/road/census/h27/>）（最終閲覧日：2022 年 7 月 29 日）。

国土交通省（2014a）「首都圏空港の更なる機能強化について」（https://www.chisou.go.jp/tiiki/toshisaisei/hk_renkeikyouka/dai1/sankou3.pdf）（最終閲覧日：2024 年 10 月 17 日）。

国土交通省（2014b）「道路の老朽化対策の本格実施について」（<https://www.mlit.go.jp/common/001046640.pdf>）（最終閲覧日：2022 年 7 月 29 日）。

国土交通省（2016）「社会資本整備等 WG 説明資料」（<https://www5.cao.go.jp/keizai-shimon/kaigi/special/reform/wg2/281107/shiryout1.pdf>）（最終閲覧日：2022 年 9 月 13 日）。

国土交通省（2017）「社会資本整備におけるストック効果の向上について」（<https://www5.cao.go.jp/keizai-shimon/kaigi/special/reform/wg6/290306/pdf/shiryout2-2-1.pdf>）（最終閲覧日：2021 年 8 月 13 日）。

国土交通省（2024）「公共事業評価の費用便益分析 に関する技術指針（共通編）」（<https://www.mlit.go.jp/tec/hyouka/public/24090501/shishin/shishin240905.pdf>）（最終閲覧日：2024 年 10 月 14 日）。

国土交通省東京航空局（2017）「航空・空港利用促進のための取り組み（東京航空局管内）」（https://www.cab.mlit.go.jp/tcab/img/activity/pdf_oshirase/2017_ttorikumi.pdf）（最終閲覧日 2022 年 9 月 7 日）。

国土交通省東北地方整備局「震災伝承館」（<https://infra-archive311.thr.mlit.go.jp>）（最終閲覧日：2022 年 9 月 13 日）。

国土交通省東北地方整備局（2018）「平成 30 年度第 3 回事業評価監視委員会 資料 道路事業 事後評価 要点審議事業」（<https://www.thr.mlit.go.jp/bumon/b00097/k00360/h13jhyouka/310301/shiryou3003/shiryou3.pdf>）（最終閲覧日：2022 年 9 月 13 日）。

国土交通省東北地方整備局（2022c）「令和 3 年度第 4 回事業評価監視委員会 資料 道路事業 事後評価 一般国道 45 号（三陸沿岸道路）登米志津川道路」（<http://www.thr.mlit.go.jp/bumon/b00097/k00360/h13jhyouka/040221/shiryou0221/shiryou03-1.pdf>）（最終閲覧日：2022 年 9 月 13 日）。

国土交通省東北地方整備局 三陸国道事務所（2022）「令和 3 年度 第 2 回三陸沿岸道路等利活用懇談会 資料 三陸沿岸道路等の整備効果」（https://www.thr.mlit.go.jp/sanriku/05_area/utilization/data/02/05_資料2%E3%80%80三陸沿岸道路の整備効果.pdf）（最終閲覧日：2022 年 9 月 13 日）。

国土交通省東北地方整備局道路部（2021b）「これまでの開通状況等（R3.12 月時点）」（<http://www.thr.mlit.go.jp/road/fukkou/content/road/sanriku/>）（最終閲覧日：2024 年 12 月 1 日）。

国土交通省道路 IR サイト「事後評価結果」（<https://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-hyouka/ir-hyouka.html>）（最終閲覧日：2024 年 10 月 29 日）。

国土地理院（2011）「津波による浸水範囲の面積(概略値)について（第 5 報）」（<https://www.gsi.go.jp/common/000059939.pdf>）（最終閲覧日：2022 年 9 月 13 日）。

財務省主計局（2011）「平成 23 年度版 特別会計ガイドブック」（https://dl.ndl.go.jp/view/download/digidepo_10954912_po_tokkai2307_00.pdf?contentNo=1&alternativeNo=）（最終閲覧日：2021 年 8 月 13 日）。

財務省主計局（2012）「平成 24 年度版 特別会計ガイドブック」（https://dl.ndl.go.jp/view/download/digidepo_10954913_po_tokkai2407_00.pdf?contentNo=1&alternativeNo=）（最終閲覧日：2021 年 8 月 13 日）。

財務省主計局（2013）「平成 25 年度版 特別会計ガイドブック」（https://dl.ndl.go.jp/view/download/digidepo_10954914_po_tokkai2512_00.pdf?contentNo=1&alternativeNo=）（最終閲覧日：2021 年 8 月 13 日）。

財務省主計局（2014）「平成 26 年度版 特別会計ガイドブック」（https://dl.ndl.go.jp/view/download/digidepo_10954915_po_tokkai2612_00.pdf?contentNo=1&alternativeNo=）（最終閲覧日：2021 年 8 月 13 日）。

財務省主計局（2015）「平成 27 年度版 特別会計ガイドブック」（https://dl.ndl.go.jp/view/download/digidepo_10954916_po_tokkai27togo.pdf?contentNo=1&alternativeNo=）（最終閲覧日：2021 年 8 月 13 日）。

財務省主計局（2016）「平成 28 年度版 特別会計ガイドブック」（https://dl.ndl.go.jp/view/download/digidepo_10954917_po_tokkaitog028.pdf?contentNo=1&alternativeNo=）（最終閲覧日：2021 年 8 月 13 日）。

財務省主計局（2017）「平成 29 年度版 特別会計ガイドブック」（https://www.mof.go.jp/policy/budget/topics/special_account/fy2017/index.html）（最終閲覧日：2021 年 8 月 13 日）。

財務省主計局（2018）「平成 30 年度版 特別会計ガイドブック」

(https://www.mof.go.jp/budget/topics/special_account/fy2018/index.html) (最終閲覧日：2021年8月13日)。
 財務省主計局 (2019) 「令和元年度版 特別会計ガイドブック」
 (https://www.mof.go.jp/policy/budget/topics/special_account/fy2019/index.html) (最終閲覧日：2021年8月13日)。
 財務省主計局 (2020) 「令和2年度版 特別会計ガイドブック」
 (https://www.mof.go.jp/policy/budget/topics/special_account/fy2020/index.html) (最終閲覧日：2021年8月13日)。
 財務省主計局 (2021) 「令和3年度版 特別会計ガイドブック」
 (https://www.mof.go.jp/policy/budget/topics/special_account/fy2021/index.html) (最終閲覧日：2022年8月10日)。
 社会資本整備審議会・交通政策審議会技術分科会 技術部会 (2022) 「総力戦で取り組むべき次世代の「地域インフラ群再生戦略マネジメント」～インフラメンテナンス第2フェーズへ～」 (<https://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/content/001580090.pdf>) (最終閲覧日：2024年12月17日)。
 首相官邸「第百三十九回国会における橋本内閣総理大臣所信表明演説」
 (<https://warp.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/11242326/www.kantei.go.jp/jp/hasimotosouri/speech/1996/shoshin-1129.html>) (最終閲覧日：2023年9月1日)。
 総務省統計局 (2022) 「労働力調査 (基本集計) 2021年 (令和3年) 平均結果の要約」
 (<https://www.stat.go.jp/data/roudou/sokuhou/nen/ft/pdf/index1.pdf>) (最終閲覧日：2022年4月5日)。
 鳥取県議会 「平成19年度会議録・活動報告 平成19年9月20日会議録」
 (<https://www.pref.tottori.lg.jp/item/655126.htm>) (最終閲覧日：2022年9月7日)。
 年金積立金管理運用独立行政法人 (2017) 「国内外の機関投資家との共同投資協定に基づくインフラ投資の開始について」
 (<https://www.gpif.go.jp/operation/committee/pdf/kanri02iinkai1143.pdf>) (最終閲覧日：2024年8月13日)。
 白地図専門店 (<https://www.freemap.jp>) (最終閲覧日：2024年11月1日)。
 復興庁 (2011) 「復興への提言～悲惨の中の希望～」、2011年6月25日
 (<https://www.reconstruction.go.jp/topics/hukkouhenoteigen.pdf>) (最終閲覧日：2021年8月13日)。
 復興庁 (2012) 「平成24年度 東日本大震災復興特別会計歳入歳出予定額各目明細書」 (<https://www.reconstruction.go.jp/topics/20121691100.pdf>) (最終閲覧日：2021年8月13日)。
 復興庁 (2013) 「平成25年度 東日本大震災復興特別会計歳入歳出予定額各目明細書」 (https://www.reconstruction.go.jp/topics/20130415_fukukoukakumoku.pdf) (最終閲覧日：2021年8月13日)。
 復興庁 (2014) 「平成26年度 東日本大震災復興特別会計歳入歳出予定額各目明細書」 (https://www.reconstruction.go.jp/topics/main-cat8/sub-cat8-3/20140219_fukko26kakumoku.pdf) (最終閲覧日：2021年8月13日)。
 復興庁 (2015) 「平成27年度 東日本大震災復興特別会計歳入歳出予定額各目明細書」 (https://www.reconstruction.go.jp/topics/20150410_fukko27zanteikakumoku.pdf) (最終閲覧日：2021年8月13日)。

復興庁（2016）「平成 28 年度 東日本大震災復興特別会計歳入歳出予算額各目明細書」（https://www.reconstruction.go.jp/topics/main-cat8/sub-cat8-3/20160208_fukko28kakumoku.pdf）（最終閲覧日：2021 年 8 月 13 日）。

復興庁（2017）「平成 29 年度 東日本大震災復興特別会計歳入歳出予算額各目明細書」（https://www.reconstruction.go.jp/topics/main-cat8/sub-cat8-3/20170207_fukko29kakumoku.pdf）（最終閲覧日：2021 年 8 月 13 日）。

復興庁（2018）「平成 30 年度 東日本大震災復興特別会計歳入歳出予算額各目明細書」（<https://www.reconstruction.go.jp/topics/main-cat8/sub-cat8-3/2018kakumoku.pdf>）（最終閲覧日：2021 年 8 月 13 日）。

復興庁（2019）「平成 31 年度 東日本大震災復興特別会計歳入歳出予算額各目明細書」（<https://www.reconstruction.go.jp/topics/main-cat8/sub-cat8-3/2019kakumoku.pdf>）（最終閲覧日：2021 年 8 月 13 日）。

復興庁（2020）「令和 2 年度 東日本大震災復興特別会計歳入歳出予算額各目明細書」（<https://www.reconstruction.go.jp/topics/main-cat8/sub-cat8-3/yosan2020/material/2020kakumoku.pdf>）（最終閲覧日：2021 年 8 月 13 日）。

復興庁（2021）「令和 3 年度 東日本大震災復興特別会計歳入歳出予算額各目明細書」（<https://www.reconstruction.go.jp/topics/sozai/2021kakumoku.pdf>）（最終閲覧日：2022 年 8 月 13 日）。

復興庁（2022）「令和 4 年度 東日本大震災復興特別会計歳入歳出予算額各目明細書」（https://www.reconstruction.go.jp/topics/sozai/2022_kakumoku.pdf）（最終閲覧日：2022 年 8 月 10 日）。

法務省「出入国管理統計」（https://www.moj.go.jp/isa/policies/statistics/toukei_ichiran_nyukan.html）（最終閲覧日：2023 年 8 月 1 日）。

みずほ銀行「外国為替公示相場ヒストリカルデータ」（<https://www.mizuhobank.co.jp/market/historical.html>）（最終閲覧日：2023 年 8 月 1 日）。

宮城県渋滞対策連絡協議会（2022）「主要渋滞箇所の交通状況モニタリング」（http://www.thr.mlit.go.jp/sendai/douro/mzyutai/kyo/pdf/R4/R4_siryoku_02.pdf）（最終閲覧日：2022 年 9 月 13 日）。

参考 URL：英文

Birmingham airport, “Community and Environment”,
（<https://corporate.birminghamairport.co.uk/community-and-environment/>）（最終閲覧日：2024 年 8 月 1 日）。

Birmingham airport（2018）, “Birmingham Airport Master Plan 2018”,
（<https://authoring.birminghamairport.co.uk/media/5538/birmingham-airport-master-plan-2018-webres.pdf>）（最終閲覧日：2024 年 8 月 1 日）。

CEIC data (<https://www.ceicdata.com/ja>)（最終閲覧日：2023 年 8 月 1 日）。

Department for Transport（2014）, “Guidelines for airport consultative committees”,
（<https://assets.publishing.service.gov.uk/media/607ff458d3bf7f012fa75def/guidelines-airport-consultative-committees.pdf>）（最終閲覧日：2024 年 8 月 1 日）。

Federal Reserve Bank of St Louis, “Federal reserve economic data” (<https://fred.stlouisfed.org>)
（最終閲覧日：2024 年 11 月 1 日）。

Flughafen Wien AG, “Traffic Results”,

(https://www.viennaairport.com/en/company/investor_relations/news/traffic_results_1) (最終閲覧日：2024年8月1日)。

Flughafen Wien AG (2021), “Nachhaltigkeitsbericht 2021”,
(https://www.viennaairport.com/jart/prj3/va/uploads/data-uploads/Konzern/Investor%20Relations/Nachhaltigkeitsbericht/VIE_Nachhaltigkeitsbericht_2021.pdf) (最終閲覧日：2024年8月1日)。

Google finance (<https://www.google.com/finance/?hl=ja>) (最終閲覧日：2023年8月1日)。

IATA, “Air Passenger Numbers to Recover in 2024”, (<https://www.iata.org/en/pressroom/2022-releases/2022-03-01-01/>) (最終閲覧日：2023年8月1日)。

IFM investors, “Sustainable investing”, (<https://www.iata.org/en/pressroom/2022-releases/2022-03-01-01/>) (最終閲覧日：2024年12月1日)。

Inframation, (<https://www.inframationnews.com>) (最終閲覧日 2020年8月8日)。

OAG Schedules Analyser (<https://analytics.oag.com/>) (最終閲覧日：2020年11月7日)。

Ontario Teachers’ Pension Plan, (<https://www.otpp.com/home>) (最終閲覧日 2020年8月8日)。

Ontario Teachers’ Pension Plan (2024), “2023 Annual report”,
(<https://www.otpp.com/content/dam/otpp/documents/reports/2023-ar/otpp-2023-annual-report-eng.pdf>) (最終閲覧日：2024年8月8日)。

World bank, “Worldwide Governance Indicators”,
(<https://www.worldbank.org/en/publication/worldwide-governance-indicators/>) (最終閲覧日：2024年8月1日)。

World bank (2024), “Regulatory Quality”,
(<https://www.worldbank.org/content/dam/sites/govindicators/doc/rq.pdf>) (最終閲覧日：2024年11月1日)。