

輸送費，輸送インフラと産業集積が 国内物流に与える影響*

—— グラビティモデルにおける距離概念の再検討 ——

亀山嘉大

— 目次 —

- I はじめに
- II 日本の輸送インフラの整備と国内物流の実態
 - 1 日本の輸送インフラの整備の実態
 - 2 日本の国内物流の実態
- III 先行研究
 - 1 輸送費に関する制度的概念と空間的概念の整理
 - 2 地域間の輸送インフラと地域内の輸送インフラ
 - 3 空間経済学の実証分析の展開とグラビティモデル
- IV 実証分析
 - 1 グラビティモデルにおける距離概念の再検討
 - 2 推定結果
- V おわりに

I はじめに

天然の良港のような輸送・交通の結節点を保有している都市は、その開発戦略において、当該都市が輸送・交通の要衝にあることで、他の都市からのアクセスの利便性が高いことを強調している。産業立地や産業集積の誘引となる輸

* 本稿の作成の過程で、松本秀暢先生（神戸大学）にご助言をいただいた。記して感謝を申し上げます。本稿の誤りは全て筆者の責任である。本稿の作成のための調査・研究は、JSPS 科研費（研究課題：22730219，研究代表者：亀山嘉大）の助成を受けている。

送インフラの整備に関して、古典的な経済立地論は、天然の良港のような地域に固有な要素賦存としての自然条件 (the first nature) に都市発展の主要因を求めてきた。このような古典的な経済立地論に基づく開発戦略は、都市発展の方策を検討していく上で、現在でも有効なものと考えられている。例えば、北部九州の主要港湾である北九州港や博多港を抱えている北九州市や福岡市は、同様の発想のもと、都市発展の起爆剤として輸送インフラの整備を行っている。

一方で、現代の都市発展では、集積の経済が大きな役割をはたしていることが明らかになっている (Fujita, Krugman and Venables, 1999)。空間経済学 (Spatial Economy) は、地域に固有な要素賦存としての自然条件 (the first nature) を排除し、同質的な空間を想定した上で、自己組織的に産業集積 (集積の経済) が形成されるメカニズムを解明している。初期条件が似た2都市であっても経済に内在したメカニズムが働くことによって、全く異なる都市発展の経路をたどり得るのである。産業集積 (集積の経済) の形成メカニズムは、(多様性に基づく) 中間財や最終財の生産における規模の経済と輸送費の相対的な関係によって説明される。現実の社会では、都市 (産業集積) 間の輸送インフラの整備が、輸送費の低減を通じて、中間財や最終財の取引量 (物流量) に影響を与えている。空間経済学の視点から、これらのことを同時に検討していくことで、現実でおこっている輸送インフラの整備に基づく都市の開発戦略 (特に、物流振興) はさらに有意義なものになるであろう。今後の研究課題として、空間経済学の視点から、輸送費、輸送インフラと産業集積、そして、物流の関係を包括的に検討 (実証分析) していく必要がある。

ところで、空間経済学では、理論モデルの複雑さに起因して実証分析が遅れていた。近年、Redding and Venables (2004) や Hanson (2005) を嚆矢として、空間経済学の実証分析が盛んになってきている。詳細は後で述べるが、Redding and Venables (2004) は、グラビティモデル型の交易関数における地域特性をダミー変数で処理し、推定によって得られた交易パラメータをもとに、地域の市場アクセス (market access) と供給アクセス (supplier access) からなる賃金関数 (=市場ポテンシャル関数) を推定し、地域間の賃金格差を検証している。

これ以来，同様の分析方法による実証分析が盛んになされるとともに，空間経済学の視点から，グラビティモデルの経済学的な解釈が可能になったことで，グラビティモデルによる実証分析も再び盛んになされている。

これらのことを背景に，本稿では，グラビティモデルに基づき，輸送費，輸送インフラと産業集積が国内物流に与える影響を分析し，空間経済学の視点から解釈を加えていく。具体的には，輸送抵抗である距離概念を再検討し，輸送費や輸送時間に換え，輸送インフラを地域間の輸送インフラと地域内の輸送インフラに区別して，それらの効果を産業集積の効果とともに検証していく。

II 日本の輸送インフラの整備と国内物流の実態

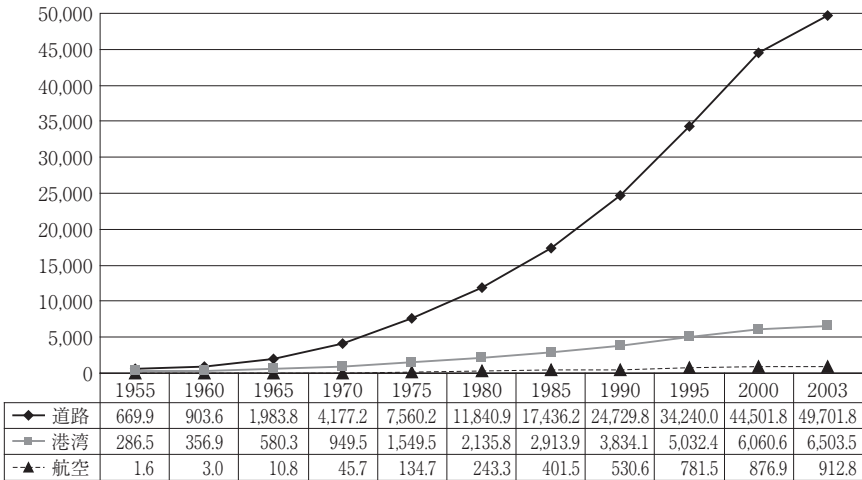
日本の国土計画では，道路・鉄道・港湾・空港をはじめとする輸送（移動）に関係した社会資本の整備が重点的になされてきた。このような輸送インフラの整備は，都市や地域の経済活動の金銭的時間的な移動費用に変化をもたらす。これらの変化は，ヒトやモノの流動に影響を与えるため，都市内の空間構造（産業構造）や都市間の空間構造（階層構造）を変容させる。言い換えると，都市化や都市システムにおける産業立地や産業分布を変容させる要因になっている。

1 日本の輸送インフラの整備の実態

図1～2は，内閣府政策統括官編（2007）の都道府県別・部門別の社会資本データに基づき，道路，港湾，航空の47都道府県の平均値と変動係数を図示したものである。図1（平均値の推移）を見ると，投資の規模は，道路が圧倒的に大きく，港湾，航空の順で続いている。直近の2003年を見ると，港湾と航空の（投資）規模は，道路のそれぞれ約8分の1と54分の1の水準に過ぎない。このように，港湾と航空の（投資）規模が小さいことは，港湾や航空の国際競争において，日本が韓国や中国の後塵を拝している原因の一端を示唆している⁽¹⁾。図2（変動係数の推移）を見ると，投資の地域間格差は，航空が圧倒的に大きく，港湾，道路の順で続いている。航空の係数値は1960年の約3.697

図1 都道府県別・部門（道路・港湾・航空）別の社会資本の平均値の推移

〔単位：億円（2000 暦年価格）〕

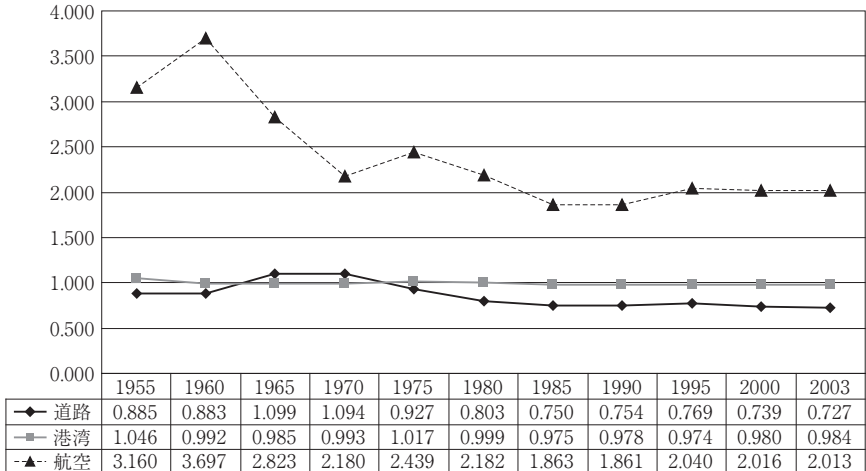


（出所）内閣府政策統括官編（2007）『日本の社会資本 2007』に基づき筆者作成

がピークで、多少の上下動を示しているが、長期的には値を下げてきている。直近の2003年の値と比較しても、航空で約2.013、港湾で約0.984、道路で約0.727となっており、航空の係数値が（相対的に）大きくなっている。航空の係数値が（相対的に）大きいのは、47都道府県のなかに空港法の定める4種類の空港（拠点空港、地方管理空港、その他の空港、共用空港）のどの種類のものも保有していない府県が複数あることに起因している。そのため、実行の可能性を問わないなら、航空の追加的（新規）に投資を行うことで、輸送の利便性やアクセシビリティを高めることができるであろう。しかし、航空の投資のあり方は、日本政府の“選択と集中”の方針のもと、地方都市の空港の新設を抑制し、大都市の空港の機能を拡充していく方針に転換されている。港湾の

（1） 港湾や航空の国際競争に関する議論は、亀山（2009）や木村（2009）を参照されたい。また、Ishiguro and Kameyama（2009）では、1980年、1990年、2000年の3時点で、都道府県を対象として、各地域の内国貿易（移出）と外国貿易（輸出）に対して、3年のラグを付けた社会資本（道路、港湾、航空）の効果を検証したが、社会資本が内国貿易（移出）に寄与することはあっても、外国貿易（輸出）に寄与することはなかった。

図2 都道府県別・部門（道路・港湾・航空）別の社会資本の変動係数の推移



(出所) 内閣府政策統括官編 (2007) 『日本の社会資本 2007』に基づき筆者作成

係数値は1959年の約1.05がピークで、1960年代以降、ほぼ横這いとなっている。道路の係数値は1968年の約1.12がピークで、1970年代後半に向けて急速に値を下げ、1980年代初頭からほぼ横這いとなっている。道路や港湾の係数値は（相対的に）小さいため、追加的（新規）に投資を行ったとしても、輸送の利便性やアクセシビリティを大幅に高めることはできないであろう。

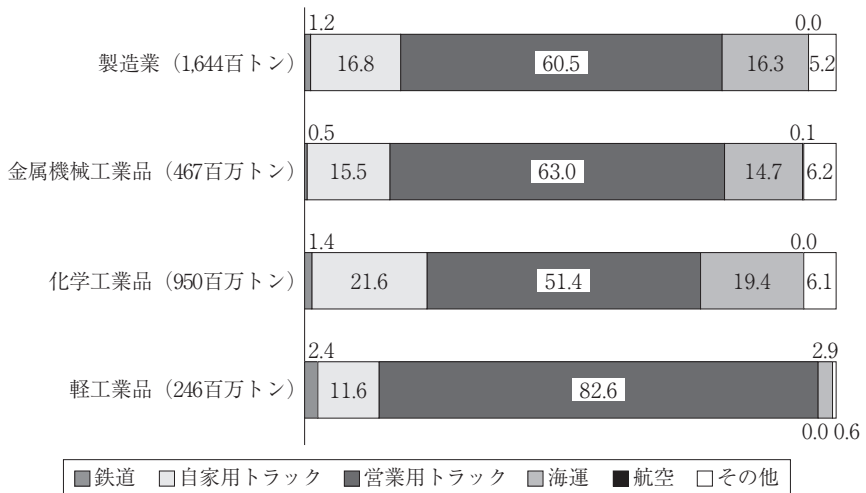
平均値と変動係数の推移から、日本の輸送インフラの整備は、1962年の全国総合開発計画（一全総）以来、日本の開発計画が基本目標としてきた“地域間の均衡ある発展”を体現したものになっていると解釈できる。そして、道路、港湾、航空のなかでは、道路は（平均値の比較から）投資の規模で傑出しているだけでなく、（変動係数の比較から）地域間格差が小さくなっているため、どの地域にとっても平準化されて利用しやすい環境にあるといえる。

2 日本の国内物流の実態

1970年以來、国土交通省は5年毎に国内の貨物流動を調査し、『全国貨物純流動調査（物流センサス）報告書』を刊行している。以下では、2010年10月の調査に基づく、第9回の『全国貨物純流動調査（物流センサス）報告書』の概要を見ていく。年間出荷量は、2010年調査で25億9,011万トン、2005年調査で30億6,174万トンとなっており、全体で15.4%減少していることになる。年間出荷量の産業構成は、2010年調査で①製造業が63.5%、②卸売業が17.8%、③鉱業が9.9%、④倉庫業が8.8%となっており、製造業の占める比率が高くなっている。製造業の年間出荷量16億4,400万トンの内訳を見ると、①窯業・土石製品が33.9%、②石油製品・石炭製品が18.7%、③鉄鋼業が11.7%、④化学工業が8.0%、⑤食料品製造業が5.7%となっており、上位4業種の素材型の製造業で72.4%を占めている（国土交通省、2012、pp.41-42）。素材型の製造業の製品は重量があるので、妥当な結果であろう。また、年間出荷量の品類構成は、2010年調査で①化学工業品が36.7%、②鉱産品が18.6%、③金属機械工業品が18.0%、④軽工業品が9.5%、⑤農水産品が5.5%となっており、上位3品類で73.3%を占めている（国土交通省、2012、p.46）。鉱産品と軽工業品を入れ替えると、製造業の上位3品類で64.2%を占めている。

図3は、製造業の全体と品目別の出荷貨物の代表輸送機関分担を示したものである。製造業の全体では、①営業用トラックが60.5%、②自家用トラックが16.8%、③海運が16.3%、④その他が5.2%、⑤鉄道が1.2%となっており、上位2輸送機関であるトラック輸送で77.3%を占めている。これに海運の16.3%を加えると93.6%になる。この傾向は、製造業の品類別でも同様で、金属機械工業品でトラック輸送が78.5%を占めており、海運の14.7%を加えると93.2%になる。化学工業品でトラック輸送が73.0%を占めており、海運の19.4%を加えると92.4%になる。軽工業品でトラック輸送が94.7%を占めている。このように、製造業の国内物流は、どの品目もトラック輸送に70%以上の依存をしており、海運を加えると90%以上の依存をしているのである。

図3 製造業の品類別の出荷貨物の代表輸送機関分担 [単位：%]



(注) 製造業の品目の内、雑工業品は省略している。図中の () 内は年間出荷量を示している。

(出所) 国土交通省 (2013) 『全国貨物純流動調査 (物流センサス) 報告書』に基づき筆者作成

なお、報告書では、代表輸送機関の選択理由の調査結果が報告されている。複数回答による調査結果は、①輸送コストの低さが66.7%，②到着時間の正確さが40.5%，③出荷1件あたり重量に適合が33.3%，④所要時間の短さが28.0%，⑤荷傷みの少なさが15.6%となっており、輸送費や輸送時間が重視されている。先述したように、道路、港湾、航空の輸送インフラの整備水準は、社会資本で見ると、道路が圧倒的に大きく、地域間格差も小さくなっている。このことを背景に、日本の製造業は、トラック輸送に依存した国内物流を形成してきたものと考えられる。

Ⅲ 先行研究

本稿の関心は、輸送インフラの整備に基づく都市の開発戦略（特に、物流振興）にある。そのため、空間経済学の視点から、輸送費、輸送インフラと産業集積、そして、物流の関係を包括的に検討（実証分析）していくことには意義

がある。先行研究のサーベイに先立って、輸送費に関する制度的概念と空間的概念の整理をしておく。

1 輸送費に関する制度的概念と空間的概念の整理

輸送インフラの整備にあたっては、輸送費の概念を制度的概念と空間的概念の2つの概念に基づいて考える必要がある。制度的概念では、物的インフラ (physical infrastructure) と制度的インフラ (institutional infrastructure) を区別していく必要がある。物流の決定要因の1つである (トータルの) 輸送費は、実際の輸送費用・取引費用・時間費用 (輸送時間) によって決定される。輸送費用や時間費用は、輸送技術の進歩によって低減し、市場要因で決定されている部分が多い。一方で、輸送費用や時間費用は、道路・港湾・空港の整備といった物的インフラの改善でも低減し、また、輸送費用・取引費用・時間費用は、関税の引き下げや非関税障壁の撤廃といった制度的インフラの改善でも低減している。

次に、空間的概念では、地域間の輸送と地域内の輸送を区別していく必要がある。高速道路や港湾・空港といった輸送インフラの整備 (造営) は、地域間の輸送を向上させるが、これらの輸送インフラと都心を結ぶアクセス道路やアクセス鉄道の整備 (拡充) によって、地域内の輸送を同時に向上させていかないと総合的な利便性は享受できない。そのため、地域内の輸送インフラの整備を同時に行っていく必要がある。一方で、地域間の輸送の向上は、吸引効果 (ストロー効果) と波及効果のバランスの問題を含んでいるため、当該地域の産業集積 (立地) を必ずしも促進しない。集積力 (経済規模) の異なる2地域を地域間の輸送インフラの整備によって繋げると、その効果は、集積力で優る地域に有利に働き、集積力で劣る地域に不利に働く。即ち、集積力で劣る地域の労働人口や消費人口、さらには、企業が集積力で優る地域へ流出してしまうのである。同様の指摘は、井原(1996)でもなされている。そのため、輸送インフラの整備によって、地域の競争力 (あるいは、港湾や空港の国際競争力) を高めていくためには、これらのことを考慮した上で、施策を講じていく必要がある。

2 地域間の輸送インフラと地域内の輸送インフラ

Martin and Rogers (1995) は、空間経済学において、産業集積（集積の経済）の形成メカニズムを輸送インフラの整備と関連付けて理論的に説明した先駆けである。Martin and Rogers (1995) は、輸送インフラを地域間の輸送インフラと地域内の輸送インフラに区別した上で、（前節の輸送費に関する空間的概念で述べたことのメカニズムを）輸送インフラと産業立地の関係を説明している。具体例として、集積力の異なる2地域からなる経済を取り上げる。①地域1で地域内の輸送インフラの整備が行われると、地域1の輸送費が低減し、地域1で生産される財の価格も低下し、地域1の住民の実質所得が高まる。これによって、地域1で生産される財の需要が増加し、地域1の企業の利潤も増加するので、地域2の企業は地域1へ移転する。この過程を経て、地域1は成長していく。次に、②2地域を地域間の輸送インフラの整備によって繋げると、2地域間の輸送費が低減し、地域1と地域2に別々に立地して（同じ）財を生産していた企業の立地に影響を与える。もともと立地していた地域（＝消費地）以外への立地が容易になるので、集積力で劣る地域の企業は、集積力で優る地域へ移転する。そのため、集積力で優る地域は成長し、集積力で劣る地域は衰退していく。即ち、輸送インフラの整備によって、ある地域における地域間・地域内のアクセシビリティを高めると、当該地域の実質所得が高まるのである。

Martin and Rogers (1995) の含意の1つは、輸送インフラを地域間の輸送インフラと地域内の輸送インフラに区別して理論分析を行ったことである。これを踏まえた実証分析として、中里 (2001) や亀山 (2006) をあげることができる。中里 (2001) は、Barro-regression に基づき、地域間の輸送インフラと地域内の輸送インフラが都道府県の域内総生産の成長に与える影響を分析している。推定結果から、1) 地域内の輸送インフラの効果は有意ではないこと、2) 地域間の輸送インフラの効果は有意であり、経済成長に寄与しているが、その効果は年代とともに減少していることが示されている。亀山 (2006) は、集積の経済の程度を特化係数とハーフィンダール指数で算出し、地域間の輸送インフラ

と地域内の輸送インフラが都市圏の製造業の集積の経済の形成に与える影響を分析している。推定結果から、1) 地域内の輸送インフラの効果は地域特化の水準を上昇させていること、2) 地域間の輸送インフラの効果は地域特化の水準を低下させ、産業の多様化を促進させていることが示されている。しかし、これらの研究は、輸送インフラと域内総生産や集積の経済の関係を分析したものであり、輸送費、輸送インフラと国内物流の関係を分析したものではない。⁽²⁾

3 空間経済学の実証分析の展開とグラビティモデル

先述したように、空間経済学では、理論モデルの複雑さに起因して実証分析が遅れていた。Redding and Venables (2004) や Hanson (2005) は、空間経済学の実証分析の先駆けである。国内の研究では、Redding and Venables (2004) に沿ったものとして、中村・猪原・森田 (2010) をあげることができる。これらの研究は、賃金関数＝市場ポテンシャル関数 (market potential function) の推定で、地域間の賃金格差を検証しようというものである。⁽³⁾ 実証分析にあたって、Redding and Venables (2004) は、第1段階で、移出地域の地域特性 (移出地域ダミー)、移入地域の地域特性 (移入地域ダミー)、地域間の輸送費 (地域間の距離) からなる交易関数を推定し、交易パラメータを得ている。途中、これらの交易パラメータをそれぞれの地域の価格指数で実質化し、地域の市場

(2) 阿部・谷口・新家・岸田 (2004) は、都道府県間平均所要時間の短縮量と貨物流動の余剰増分を推計し、高速道路の整備が地域間貨物流動に与える影響を分析している。そして、高速道路の整備の効果は、所要時間短縮、貨物流動の利便性の改善のどちらで見ても、国土軸としての高速道路が整備された1975～90年の時期よりも、地方圏で多数の高速道路が整備された1995～2000年の期間の方が、大きくなっているということを示している。阿部・谷口・新家・岸田 (2004) は、輸送インフラを地域間の輸送インフラと地域内の輸送インフラに必ずしも区別していないが、高速道路が地域間の輸送インフラの役割を担っていることを示唆している。

(3) Redding and Venables (2004) や Hanson (2005) 以前、浜口・藤田 (2000) は、ポテンシャル関数に基づいたシミュレーションによって実証分析を試みている。ポテンシャル関数の実証分析では、弾力性のデータの取り扱いをはじめとして分析に必要なデータの収集にともなう困難が大きい。浜口・藤田 (2000) では、聞き取り調査で得た数字 (データ) をあわせて使用し、シミュレーションによって輸送費の効果を検証している。なお、國田・檜垣 (2006) は、これらと同様の研究目的に関して、従来の地域科学の枠組みのポテンシャル関数によって分析し、輸送費の効果を検証している。

アクセス (market access) と供給アクセス (supplier access) を計算している。そして、第2段階で、地域の市場アクセス (market access) と供給アクセス (supplier access) からなる賃金関数を推定している。即ち、ある地域における市場アクセス (market access) や供給アクセス (supplier access) が高いと、当該地域の生産性の上昇を通じて、実質所得 (賃金) が高まるのである。

理論的には、賃金関数は交易関数から導出されるが、理論の厳密性を担保した交易関数の推定は極めて困難である。その意味で、Redding and Venables (2004) が優れているのは、地域特性をダミー変数で処理し、実証分析を可能とした点である。副次的には、空間経済学の視点から、グラビティモデルの経済学的な解釈が可能になった点である。先述したように、本稿の関心は、輸送インフラの整備に基づく都市の開発戦略（特に、物流振興）にある。ここまでの議論をあわせると、Martin and Rogers (1995) の理論分析の含意を Redding and Venables (2004) 以来の実証分析に展開（敷衍）していくことで、空間経済学の視点から、輸送費、輸送インフラと産業集積が物流に与える影響を分析できるものと考えられる。

IV 実証分析

1 グラビティモデルにおける距離概念の再検討

先述したように、Redding and Venables (2004) 以来、空間経済学の視点から、グラビティモデルの経済学的な解釈が可能になったことで、グラビティモデルによる実証分析も再び盛んになっている。Redding and Venables (2004) を踏襲し、グラビティモデル型の交易関数（さらには、賃金関数）を推定したものと、Head and Mayer (2011) や Hering and Poncet (2011) をあげることができる。一方で、従来のグラビティモデルによって、国境効果を推定したものと、Okubo (2004) や Sohn (2005) をあげることができ、これら以外にも相当な記述の蓄積が進んでいる。また、空港のハブ効果を推定したものと、Matsumoto (2007) や井尻 (2008, 2011) をあげることができる。

一般的に、グラビティモデルは、地域間の貿易量や交易量、あるいは、旅客

流動量や貨物流動量を各地域の経済規模や輸送抵抗（輸送距離）で説明していくものである。グラビティモデルの基本形は、以下のように示される。

$$F_{ij} = G \frac{M_i^\alpha M_j^\beta}{D_{ij}^\gamma} \quad (1)$$

F_{ij} は地域 i と地域 j の 2 地域間の貿易量や交易量であり、 G は定数、 M_i は地域 i の経済規模、 M_j は地域 j の経済規模、 D_{ij} は地域 i と地域 j の 2 地域間の輸送抵抗（輸送距離）である。両辺を対数変換し、以下の式が得られる。なお、 μ は誤差項である。

$$\ln F_{ij} = \ln G + \alpha \ln M_i + \beta \ln M_j - \gamma \ln D_{ij} + \mu \quad (2)$$

パラメータ推定量の期待される符号条件は、経済規模で正、輸送抵抗（輸送距離）で負であり、先行研究でも、これらの符号条件が確認されている。同様に、Redding and Venables (2004) が提唱しているグラビティモデル型の交易関数（地域 i から地域 j への移出）は、以下のように示される。なお、交易関数の導出プロセスの詳細は、Redding and Venables (2004) を参照されたい。

$$X_{ij} = n_i p_i x_{ij} = n_i p_i^{1-\sigma} (T_{ij})^{1-\sigma} E_j G_j^{\sigma-1} \quad (3)$$

$n_i p_i x_{ij}$ は、地域 j の需要に応じて地域 i で生産される財の生産量 x_{ij} に、地域 i の企業数 n_i 、地域 i の集計価格指数 p_i を掛けて実質化した 2 地域間の交易量である。 $n_i p_i^{1-\sigma}$ は発地側＝供給側の地域特性（供給キャパシティ＝supply capacity）、 $(T_{ij})^{1-\sigma}$ は地域 i と地域 j の 2 地域間の輸送費、 $E_j G_j^{\sigma-1}$ は着地側＝需要側の地域特性（需要キャパシティ＝demand capacity）である。 E_j は地域 j の製造業の総支出、 $G_j^{\sigma-1}$ は地域 j の集計価格指数である。Redding and Venables (2004) は、供給側の地域特性を $s_i = n_i p_i^{1-\sigma}$ とし、需要側の地域特性を $m_j = E_j G_j^{\sigma-1}$ とし、(3)式を $n_i p_i x_{ij} = s_i (T_{ij})^{1-\sigma} m_j$ のように書き直してから、それぞれの地域特性をダミー変数で処理し、交易関数の推定によって得られた交易パラメータをもとに、地域の市場アクセス（market access）と供給アクセス

(supplier access) からなる賃金関数を推定している。

しかし、本稿の関心は、賃金関数の推定にある訳ではない。従来のグラビティモデルである(2)式とグラビティモデル型の交易関数（空間経済学の交易関数）である(3)式は、類似した構造になっている。中村・猪原・森田（2010）の指摘にもあるように、(2)式と(3)式の違いは、価格変数が考慮されているかどうかである。とはいえ、繰り返しになるが、グラビティモデル型の交易関数の推定にあたっては、供給側の地域特性 $s_i = n_i p_i^{1-\sigma}$ と需要側の地域特性 $m_j = E_j G_j^{\sigma-1}$ をダミー変数で処理している⁽⁴⁾ので、本来の構成要素を十分に評価できない可能性がある。

ここで検討したいのは、グラビティモデルにおける距離概念の変数（輸送抵抗）である。過去、グラビティモデルの推定では、データ制約を理由に、2地点（地域）の緯度と経度から算出される物理的距離を代理指標として使用し、輸送抵抗の効果を検証してきた。現実的には、自動車、鉄道、船舶、飛行機といった輸送技術の進歩は、輸送しなくてはならない空間的な輸送抵抗の大きさを小さくし、輸送費を低減させてきた。それにもかかわらず、物理的距離は一定（不変）である。さらに、輸送における規模の経済を考慮した場合、経済規模が大きな地域同士では、物理的距離のもつ意味は小さくなっていく。そのため、本来、2地域間の輸送抵抗の効果は、物理的距離ではなく、実際の輸送にかかる輸送費や輸送時間によって検証していく必要がある。あるいは、道路の実延長のような輸送の実態を把握できる輸送距離によって検証していく必要がある。実際、道路種別（道路の種類）に応じて実延長を見ることで、スクラップアンドビルド（掛け替え）や地形の影響による道路の伸縮を把握でき、また、道路の役割を地域間の輸送インフラと地域内の輸送インフラに区別して把握できる。道路の実延長は、地形の影響を含んだ輸送距離のデータであるとともに、ストックのデータでもある。先行研究のレビューでも述べたように、中里（2001）や亀山（2006）は、国土交通省『道路統計年報』の都道府県別・道

(4) この点の改良を志向して、中村・猪原・森田（2010）は、地域特性（地域ダミー）の構成要素である地域所得や価格指数に回帰させるための試みを行っている。

路種別の道路の実延長を使用し、地域間の輸送インフラと地域内の輸送インフラに区別して実証分析を行っている。⁽⁵⁾

ここまでの議論をまとめておく。先行研究では、データ制約を理由に、グラビティモデルにおける距離概念の変数（輸送抵抗）は、物理的距離を輸送距離として使用してきた。しかし、輸送における規模の経済や実際の道路の伸縮を考慮した場合、物理的距離を輸送抵抗として使用していく意味は小さくなっている。そのため、輸送費や輸送時間はもとより、例えば、地形の影響を含んだ（現実的な）輸送距離のデータを活用し、それらの有効性を検証していく必要がある。また、地域間の輸送インフラと地域内の輸送インフラの効果や役割が違おうという理論や現実も、同時に考慮していく必要がある。

2 推定結果

本節では、グラビティモデルに基づき、輸送費、輸送インフラと産業集積が国内物流に与える影響を分析し、空間経済学の視点から解釈を加えていく。具体的には、第1に、グラビティモデルの輸送距離を輸送費や輸送時間に換えて、それらの有効性を検証していく。地域*i*と地域*j*の経済規模は産業集積の規模とし、(1)式の D_{ij} を地域*i*と地域*j*の2地域間の輸送費 $TCost_{ij}$ に換えたものが(4)式、輸送時間 $TTime_{ij}$ に換えたものが(5)式である。

$$\ln F_{ij} = \ln G + \alpha \ln M_i + \beta \ln M_j - \gamma \ln TCost_{ij} + \mu \quad (4)$$

$$\ln F_{ij} = \ln G + \alpha \ln M_i + \beta \ln M_j - \gamma \ln TTime_{ij} + \mu \quad (5)$$

(5) 中里(2001)は、①高速自動車国道を地域間の輸送インフラとし、②～⑥の合計値、即ち、②一般国道・指定区間、③一般国道・指定区間外、④主要地方道、⑤一般都道府県道、⑥市町村道の合計値を地域内の輸送インフラとしている。亀山(2006)は、①～②の合計値を地域間の輸送インフラとし、③～⑥の合計値を地域内の輸送インフラとしている。どちらの場合でも、①～⑥の数値は、各都道府県で集計されたものなので、都道府県レベルの地域内の輸送インフラと見ることでもできる。しかし、一般的に、高速自動車国道（一般国道・指定区間）は全国に繋がるネットワーク機能をもっており、遠距離間の移動で利用されるので、地域間の移動に利用される可能性が潜在的に高いため、地域間の輸送インフラとして解釈している。

第2に、Martin and Rogers (1995) の理論分析の含意を踏まえて、輸送インフラを地域間の輸送インフラと地域内の輸送インフラに区別して、それらの有効性を検証していく。(1)式の D_{ij} を地域 i と地域 j の2地域間の輸送インフラ $InterRoad_{ij}$ と地域 j の地域内の輸送インフラ $IntraRoad_j$ に換えたものが(6)式である。なお、地域間の輸送インフラ $InterRoad_{ij}$ と(地域 j の)地域内の輸送インフラ $IntraRoad_j$ のパラメータ推定量に関して、期待される符号条件は、前者 ($InterRoad_{ij}$) は負であるが、後者 ($IntraRoad_j$) は議論が必要である。通常のグラビティモデルの理解にしたがう場合、地域内の輸送インフラであっても、輸送抵抗なので期待される符号条件は負である。しかし、Martin and Rogers (1995) の理論分析の含意を考慮した場合、地域内の輸送インフラの整備は域内のアクセシビリティを高め、地域外から企業の立地を促進し、産業分布や産業立地に変化をもたらす。そのため、2地域を想定した場合、繋がっている他地域から当該地域へ企業の立地があると交易量は減る可能性がある。しかし、それ以外の地域から当該地域へ企業の立地があると(間接的な効果もあり)交易量は増える可能性がある。したがって、符号条件は正と負のどちらの可能性もあり、推定結果を見て判断していく必要があるものと考えられる。

$$\ln F_{ij} = \ln G + \alpha \ln M_i + \beta \ln M_j - \gamma_1 \ln InterRoad_{ij} - \gamma_2 \ln IntraRoad_j + \mu \quad (6)$$

推定式である(4)~(6)式に関して、以下の要領でデータを充当していく。被説明変数の物流量は、国土交通省『全国貨物純流動調査(物流センサス)』の都道府県間流動量(代表輸送機関・品別)の重量のデータを使用し、代表輸送機関の合計とトラックの合計に関して、製造業の3品類(金属機械工業品、化学工業品、軽工業品)に限定した分析を行っていく。分析対象の年次は、2000年、2005年、2010年である。説明変数としては、経済規模(産業集積の規模)は、経済産業省『工業統計表』の都道府県の粗付加価値額で充当し、都道府県間流動量の製造業の3品類の品目にあわせて、産業中分類のデータを再集計した。表1に『全国貨物純流動調査(物流センサス)』の製造業の3品類の品目と『工業統計表』の産業中分類の対応関係を示している。粗付加価値額によっ

表1 『全国貨物純流動調査』の品類・品目と『工業統計表』の産業中分類の対応関係

全国貨物純流動調査			工業統計表	
コード	品類	品目	コード	産業中分類
4011	金属機械工業品	鉄鋼	23	鉄鋼業
4021		非鉄金属	24	非鉄金属製造業
4031		金属製品	25	金属製品製造業
4041		産業機械	26	一般機械器具製造業
4051		電気機械	27	電気機械器具製造業
4061		自動車	28	情報通信機械器具製造業
4062		自動車部品	29	電子部品・デバイス製造業
4071		その他の輸送機械	30	輸送用機械器具製造業
4081		精密機械	31	精密機械器具製造業
4082		その他の機械		
5011	化学工業品	セメント	17	化学工業
5021		生コンクリート	18	石油製品・石炭製品製造業
5031		セメント製品	19	プラスチック製品製造業（別掲を除く）
5041		ガラス・ガラス製品	22	窯業・土石製品製造業
5051		陶磁器		
5052		その他の窯業品		
5061		重油		
5071		揮発油		
5081		その他の石油		
5091		LNG・LPG		
5092		その他の石油製品		
5101		コークス		
5102		その他の石炭製品		
5111		化学薬品		
5121		化学肥料		
5131		染料・顔料・塗料		
5141		合成樹脂		
5151	動植物性油脂			
5161	その他の化学工業品			
6011	軽工業品	パルプ	09	食料品製造業
6021		紙	10	飲料・たばこ・飼料製造業
6031		糸	11	繊維工業（衣服、その他の繊維製品を除く）
6041		織物	12	衣服・その他の繊維製品製造業
6051		砂糖	15	パルプ・紙・紙加工品製造業
6052		その他の食料工業品		
6061	飲料			

（出所）2005年時点の国土交通省『全国貨物純流動調査（物流センサス）報告書』と経済産業省『工業統計表』に基づき筆者作成

て、地域特性の一翼を担っている産業集積の規模の効果を検証できる。輸送費は、『全国貨物純流動調査（物流センサス）』の都道府県間輸送単価（代表輸送機関・品類別）のデータで充当し、輸送時間は、『全国貨物純流動調査（物流センサス）』の都道府県間物流時間（代表輸送機関別）のデータで充当した。輸送費と輸送時間の数値は、代表輸送機関の合計とトラックの合計のデータである。また、輸送インフラは、国土交通省『道路統計年報』の都道府県別道路現況の道路種別（道路の種類）の実延長のデータを使用し、地域間の輸送インフラは、道路種別の①高速自動車国道と②一般国道・指定区間の合計値で充当し、地域内の輸送インフラは、道路種別の③～⑥の合計値、即ち、③一般国道・指定区間外、④主要地方道、⑤一般都道府県道、⑥市町村道で充当した。実際の推定にあたっては、2000年、2005年、2010年の3時点のデータをプールした上で、2000年を基準に（2005年と2010年の識別のために）2005年ダミーと2010年ダミーを変数に追加して最小二乗法で推定した⁽⁶⁾。

表2～4は、推定結果をまとめたものである。表2の上段にある代表輸送機関の合計の推定結果を見ても、下段にあるトラックの合計の推定結果を見ても、金属機械工業品と化学工業品の2品類では、発地側の産業集積の規模 $\ln M_i$ 、着地側の産業集積の規模 $\ln M_j$ 、2地域間の輸送費 $\ln TCost_{ij}$ が有意で符号条件を満たしている。しかし、軽工業品では、輸送費の変数が有意であるが符号条件を満たしていない。表3の上段にある代表輸送機関の合計の推定結果を見ても、下段にあるトラックの合計の推定結果を見ても、金属機械工業品、化学工業品、軽工業品の3品類では、発地側の産業集積の規模 $\ln M_i$ 、着地側の産業集積の規模 $\ln M_j$ 、2地域間の輸送時間 $\ln TTime_{ij}$ が有意で符号条件を満たしている。

これらの推定結果から、以下の4点を知見としてあげることができる。第1に、発地側の産業集積の規模 $\ln M_i$ と着地側の産業集積の規模 $\ln M_j$ のパラメ

(6) 2000年、2005年、2010年の3時点における都道府県のOD（Origin-Destination）行列からなるパネル形式のデータベースになっている。しかし、『全国貨物純流動調査（物流センサス）』が3日間調査であることから、標本になっている企業の連続性に課題がある。この点を考慮して、本稿では、最小二乗法を採用した。

表 2 推定結果：輸送費

都道府県間流動量（代表輸送機関の合計）						
	金属機械工業品		化学工業品		軽工業品	
	Coef.	t-value	Coef.	t-value	Coef.	t-value
$\ln M_i$	1.348	47.63*	1.261	38.92*	1.158	32.51*
$\ln M_j$	1.053	41.67*	0.851	28.37*	1.491	42.06*
$\ln TCost_{ij}$	-0.525	-18.70*	-0.420	-11.25*	0.102	3.26*
Year DM-2005	0.057	0.88	0.074	0.90	0.343	5.23*
Year DM-2010	0.325	4.98*	0.193	2.34*	0.529	7.98*
Const.	-37.188	-49.15*	-30.118	-36.06*	-41.633	-45.43*
Adj. R ²	0.410		0.319		0.318	
Probability > F-statistics	0.000		0.000		0.000	
Obs.	6,110		5,585		5,835	
都道府県間流動量（トラックの合計）						
	金属機械工業品		化学工業品		軽工業品	
	Coef.	t-value	Coef.	t-value	Coef.	t-value
$\ln M_i$	1.347	46.40*	1.261	39.75*	1.156	30.81*
$\ln M_j$	1.090	41.19*	0.856	28.98*	1.450	38.81*
$\ln TCost_{ij}$ （トラック）	-0.249	-7.92*	-0.118	-3.03*	0.236	6.88*
Year DM-2005	0.032	0.48	0.133	1.64	0.308	4.47*
Year DM-2010	0.231	3.44*	0.215	2.64*	0.527	7.56*
Const.	-39.133	-49.78*	-31.655	-38.44*	-41.565	-42.97*
Adj. R ²	0.404		0.305		0.291	
Probability > F-statistics	0.000		0.000		0.000	
Obs.	5,992		5,488		5,745	

(注) *は1%水準で有意であることを示している。

一タ推定量の比較から、金属機械工業品と化学工業品では、発地側の産業集積の規模 $\ln M_i$ の方が着地側の産業集積の規模 $\ln M_j$ よりも大きくなっている。反対に、軽工業品では、着地側の産業集積の規模 $\ln M_j$ の方が発地側の産業集積の規模 $\ln M_i$ よりも大きくなっている。即ち、金属機械工業品と化学工業品では、発地側の産業集積の規模の方が着地側の産業集積の規模よりも国内物流

表3 推定結果：輸送時間

都道府県間流動量（代表輸送機関の合計）						
	金属機械工業品		化学工業品		軽工業品	
	Coef.	t-value	Coef.	t-value	Coef.	t-value
$\ln M_i$	1.438	60.85*	1.340	52.35*	1.219	41.43*
$\ln M_j$	0.914	41.69*	0.697	28.72*	1.413	48.34*
$\ln TTime_{ij}$	-2.026	-51.11*	-2.574	-55.12*	-1.966	-52.04*
Year DM-2005	0.140	2.50*	0.189	2.83*	0.410	7.47*
Year DM-2010	0.305	5.44*	0.207	3.09*	0.560	10.12*
Const.	-32.332	-50.91*	-22.860	-34.59*	-35.250	-47.12*
Adj. R ²	0.595		0.550		0.534	
Probability > F-statistics	0.000		0.000		0.000	
Obs.	6,201		5,857		6,195	
都道府県間流動量（トラックの合計）						
	金属機械工業品		化学工業品		軽工業品	
	Coef.	t-value	Coef.	t-value	Coef.	t-value
$\ln M_i$	1.353	59.38*	1.273	55.02*	1.219	41.02*
$\ln M_j$	0.889	41.53*	0.664	30.44*	1.343	45.53*
$\ln TTime_{ij}$ （トラック）	-2.210	-59.61*	-2.778	-67.63*	-2.182	-58.80*
Year DM-2005	0.150	2.80*	0.296	4.94*	0.406	7.34*
Year DM-2010	0.305	5.68*	0.338	5.64*	0.601	10.78*
Const.	-30.040	-48.76*	-20.935	-35.28*	-33.564	-44.64*
Adj. R ²	0.622		0.619		0.554	
Probability > F-statistics	0.000		0.000		0.000	
Obs.	6,079		5,702		6,061	

(注) *は1%水準で有意であることを示している。

の増加に与える影響が強く、反対に、軽工業品では、着地側の産業集積の規模の方が発地側の産業集積の規模よりも国内物流の増加に与える影響が強いということを示唆している。第2に、輸送抵抗の変数として、輸送時間 $\ln TTime_{ij}$ は、金属機械工業品、化学工業品、軽工業品の3品類の全てで、有意で符号条件を満たしている。このことは、輸送時間 $\ln TTime_{ij}$ の方が輸送費 $\ln TCost_{ij}$

表4 推定結果：地域間の輸送インフラと地域内の輸送インフラ

都道府県間流動量（代表輸送機関の合計）						
	金属機械工業品		化学工業品		軽工業品	
	Coef.	t-value	Coef.	t-value	Coef.	t-value
$\ln M_i$	1.504	53.54*	1.415	45.46*	1.270	36.44*
$\ln M_j$	1.105	31.78*	0.793	22.64*	1.668	34.16*
$\ln InterRoad_{ij}$	0.016	0.22	-0.106	-1.27	-0.358	-5.48*
$\ln IntraRoad_{ij}$	0.082	0.90	0.458	4.73*	-0.064	-0.74
Year DM-2005	0.027	0.41	0.019	0.24	0.382	5.80*
Year DM-2010	0.238	3.55*	0.099	1.20	0.634	9.49*
Const.	-43.951	-57.77*	-37.287	-42.67*	-43.564	-49.94*
Adj. R ²	0.428		0.328		0.342	
Probability > F-statistics	0.000		0.000		0.000	
Obs.	6,228		5,897		6,254	
都道府県間流動量（トラックの合計）						
	金属機械工業品		化学工業品		軽工業品	
	Coef.	t-value	Coef.	t-value	Coef.	t-value
$\ln M_i$	1.431	50.15*	1.368	45.31*	1.222	33.29*
$\ln M_j$	1.121	31.74*	0.788	23.18*	1.631	32.01*
$\ln InterRoad_{ij}$	-0.075	-1.05	-0.309	-3.82*	-0.471	-6.88*
$\ln IntraRoad_{ij}$	0.041	0.45	0.496	5.26*	-0.053	-0.59
Year DM-2005	0.035	0.53	0.111	1.39	0.334	4.83*
Year DM-2010	0.222	3.29*	0.185	2.31*	0.594	8.49*
Const.	-42.190	-54.41*	-35.910	-42.20*	-41.665	-45.42*
Adj. R ²	0.407		0.331		0.311	
Probability > F-statistics	0.000		0.000		0.000	
Obs.	6,128		5,796		6,121	

(注) *は1%水準で有意であることを示している。

よりも当て嵌まりが良く、説明力をもっていることを示している。第3に、輸送費 $\ln TCost_{ij}$ も、金属機械工業品と化学工業品の2品類で、十分な説明力をもっていることを示している。第4に、輸送費 $\ln TCost_{ij}$ と輸送時間 $\ln TTime_{ij}$ のパラメータ推定量の比較から、輸送時間 $\ln TTime_{ij}$ の方が輸送費 $\ln TCost_{ij}$

よりも（絶対値で）大きくなっている。即ち，輸送時間の方が輸送費よりも国内物流の増減に与える影響が強いということを示唆している。先述したように，第9回の『全国貨物純流動調査（物流センサス）報告書』では，代表輸送機関の選択理由の調査結果が，①輸送コストの低さ，②到着時間の正確さ，③出荷1件あたり重量に適合，④所要時間の短さ，⑤荷傷みの少なさの順で報告されていた。本稿の推定結果は，金属機械工業品や化学工業品で，②到着時間の正確さや③所要時間の少なさが①輸送コストの低さよりも重要であることを示唆しているが，②と③はどちらも輸送時間（リードタイム）の問題であり，一本化して考えると整合的と解釈できる。

表4の上段にある代表輸送機関の合計の推定結果を見ると，金属機械工業品では，発地側の産業集積の規模 $\ln M_i$ ，着地側の産業集積の規模 $\ln M_j$ が有意で符号条件を満たしている。地域間の輸送インフラ $InterRoad_{ij}$ と（地域 j の）地域内の輸送インフラ $IntraRoad_j$ は，有意ではなくどちらも正の符号を示している。化学工業品では，発地側の産業集積の規模 $\ln M_i$ ，着地側の産業集積の規模 $\ln M_j$ が有意で符号条件を満たしている。（地域 j の）地域内の輸送インフラ $IntraRoad_j$ は，有意で正の符号を示している。軽工業品では，発地側の産業集積の規模 $\ln M_i$ ，着地側の産業集積の規模 $\ln M_j$ ，地域間の輸送インフラ $InterRoad_{ij}$ が有意で符号条件を満たしている。（地域 j の）地域内の輸送インフラ $IntraRoad_j$ は，有意ではなく負の符号を示している。表4の下段にあるトラックの合計の推定結果を見ると，金属機械工業品では，発地側の産業集積の規模 $\ln M_i$ ，着地側の産業集積の規模 $\ln M_j$ が有意で符号条件を満たしている。地域間の輸送インフラ $InterRoad_{ij}$ と（地域 j の）地域内の輸送インフラ $IntraRoad_j$ は，有意ではなくどちらも正の符号を示している。化学工業品では，発地側の産業集積の規模 $\ln M_i$ ，着地側の産業集積の規模 $\ln M_j$ ，地域間の輸送インフラ $InterRoad_{ij}$ が有意で符号条件を満たしている。（地域 j の）地域内の輸送インフラ $IntraRoad_j$ は，有意で正の符号を示している。軽工業品では，発地側の産業集積の規模 $\ln M_i$ ，着地側の産業集積の規模 $\ln M_j$ ，地域間の輸送インフラ $InterRoad_{ij}$ が有意で符号条件を満たしている。（地域 j の）

地域内の輸送インフラ $IntraRoad_j$ は、有意ではなく負の符号を示している。

これらの推定結果から、以下の4点を知見としてあげることができる。第1に、金属機械工業品、化学工業品、軽工業品の3品類で、地域間の輸送インフラ $InterRoad_{ij}$ と地域内の輸送インフラ $IntraRoad_j$ の効果が違ったものになっている。第2に、金属機械工業品では、どちらの変数も有意ではないことから、道路の実延長という地形の影響を含んだ輸送距離は説明力をもっていないことが示された。第3に、化学工業品では、地域間の輸送インフラ $InterRoad_{ij}$ は有意で負の符号を示しており、通常のグラビティモデルの理解と同様である。一方で、地域内の輸送インフラ $IntraRoad_j$ は有意で正の符号を示しており、通常のグラビティモデルの理解とは違ったものになってくる。即ち、地域内の輸送インフラ $IntraRoad_j$ が流動量の増加に寄与していることから、地域内の輸送インフラの整備が地域内のアクセシビリティを高め、繋がっている他地域外から当該地域へ企業の立地が進んだことで（間接的な効果もあり）交易量が増えているものと解釈できる。第4に、軽工業品では、地域間の輸送インフラ $InterRoad_{ij}$ は有意で負の符号を示しており、通常のグラビティモデルの理解と同様である。一方で、地域内の輸送インフラ $IntraRoad_j$ は有意ではないことから、道路の実延長という地形の影響を含んだ輸送距離は説明力をもっていないことが示された。あるいは、地域間の輸送インフラ $InterRoad_{ij}$ が単独で十分な説明力をもっていることが示された。

V おわりに

本稿では、グラビティモデルに基づき、輸送費、輸送インフラと産業集積が国内物流に与える影響を分析し、空間経済学の視点から解釈を加えてきた。

グラビティモデルの輸送抵抗（輸送距離）を輸送費や輸送時間に換えて、それらの有効性を検証したところ、1）金属機械工業品と化学工業品では、発地側の産業集積の規模の方が着地側の産業集積の規模よりも国内物流の増加に与える影響が強く、反対に、軽工業品では、着地側の産業集積の規模の方が発地側の産業集積の規模よりも国内物流の増加に与える影響が強いこと、2）輸送

抵抗の変数として、輸送時間は、金属機械工業品、化学工業品、軽工業品の3品類の全てで、説明力をもっていること、3) 輸送費も、金属機械工業品と化学工業品の2品類で、十分な説明力をもっていること、4) 輸送時間の方が輸送費よりも国内物流の増減に与える影響が強いことが示された。

また、Martin and Rogers (1995) の理論分析の含意を踏まえて、輸送インフラを地域間の輸送インフラと地域内の輸送インフラに区別して、それらの有効性を検証したところ、1) 金属機械工業品、化学工業品、軽工業品の3品類で、地域間の輸送インフラと地域内の輸送インフラの効果が違っていること、2) 化学工業品では、輸送抵抗の変数として、地域間の輸送インフラが十分な説明力をもっているとともに、地域内の輸送インフラが国内物流の増加に寄与していること、3) 軽工業品では、輸送抵抗の変数として、地域間の輸送インフラが十分な説明力をもっていることが示された。以上のことから、国内物流においては、輸送費や輸送時間の方が(道路の実延長という)地形の影響を含んだ輸送距離よりも、輸送抵抗の変数として説明力があることが示された。

これらを踏まえて、政策的含意をあげておく。製造業の品類によって、発地側の産業集積の規模と着地側の産業集積の規模の効果が違っていたり、また、国内物流における輸送費と輸送時間の効果が違っていたり、地域間の輸送インフラと地域内の輸送インフラの効果が違っていたりしたことから、自地域の製造業の特性を把握した上で、地域間の輸送インフラの整備と地域内の輸送インフラの整備のどちらに比重を置いていくかを検討していく必要がある。

参 考 文 献

- [1] 阿部宏史・谷口守・新家誠憲・岸田康治(2004)「高速道路整備による都道府県間所要時間の短縮と地域間貨物流動への影響」『地域学研究』34(1), pp. 185-201.
- [2] 井尻直彦(2008)「グラビティモデルによるアメリカの航空輸送流動量の分析」『紀要』(日本大学経済学部), 38, pp. 69-81.
- [3] 井尻直彦(2011)「中国の国内航空輸送流動量の決定要因分析」『紀要』(日本大学経済学部), 41, pp. 141-156.
- [4] 井原健雄(1996)「全国総合開発計画における瀬戸大橋の位置づけ」井原健雄編『瀬

- 戸大橋と地域経済-21世紀への架け橋の軌跡と課題-』勁草書房, pp.25-49.
- [5] 亀山嘉大 (2006)『集積の経済と都市の成長・衰退』大学教育出版.
- [6] 亀山嘉大 (2009)「環黄海地域におけるコンテナ物流とポートアライアンス」『東アジアへの視点』20 (2), pp.57-68.
- [7] 木村達也 (2009)「貨物ゲートウェイ空港の国内立地のための方策-アジアの活力を取り込んだ経済成長向上に向けて-」『Economic Review』(富士通総研 (FRI) 経済研究所) 13 (2), pp.47-70.
- [8] 國田淳・檜垣史彦 (2006)「輸送コストを考慮した産業立地ポテンシャルモデルの構築について-九州地域を事例として-」『国土交通省国土交通政策研究』72 (平成18年10月).
- [9] 国土交通省 (2012)『全国貨物純流動調査(物流センサス)報告書』(<http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/transport/butsuryucensus/rep9all.pdf>).
- [10] 内閣府政策統括官編 (2007)『日本の社会資本2007』国立印刷局.
- [11] 中里透 (2001)「交通関連社会資本と経済成長」『日本経済研究』43, pp.101-115.
- [12] 中村良平・猪原龍介・森田学 (2010)「地域ポテンシャルと賃金格差, 地域統合と雇用分布のシミュレーション-地域間産業連関構造を考慮したNEGモデルの実証-」RIETI Discussion Paper Series, 10-J-031.
- [13] 浜口伸明・藤田昌久 (2000)「[新空間経済モデル]を用いた投資転換効果-北米自由貿易協定とわが国電子産業の事例への適用-」大野幸一編『経済発展と地域経済構造-地域経済学的アプローチの展望-』アジア経済研究所研究双書506, pp.161-182.
- [14] Fujita, M., P. Krugman and A. Venables (1999), *The Spatial Economy: Cities, Regions and International Trade*, Cambridge, MA: MIT Press.
- [15] Hanson, G. (2005), "Market Potential, Increasing Returns, and Geographic Concentration," *Journal of International Economics*, Vol. 67, pp.1-24.
- [16] Head, K and T. Mayer (2011), "Gravity, Market Potential and Economic Development," *Journal of Economic Geography*, Vol. 11, pp.281-294.
- [17] Hering, L. and S. Poncet (2011), "Market Access and Individual Wages: Evidence from China," *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 92, pp.145-159.
- [18] Ishiguro, K. and Y. Kameyama (2009), "Effects of Transport Infrastructure Improvement on the International and Domestic Freight Flow in Japan," ICSEAD Working Paper, 2009-11.
- [19] Martin, P. and C. Rogers (1995), "Industrial Location and Public Infrastructure," *Journal of International Economics*, Vol. 39, pp.333-351.
- [20] Matsumoto, H. (2007), "International Air Network Structures and Air Traffic Density of World Cities," *Transportation Research E*, Vol. 43, pp.269-282.
- [21] Okubo, T. (2004), "The Border Effect in the Japanese Market: A Gravity Model Analysis," *Journal of the Japanese and International Economies*, Vol. 18, pp.1-11.
- [22] Redding, S. and A. Venables (2004), "Economic Geography and International Inequality,"

Journal of International Economics, Vol. 62, pp. 53-82.

- [23] Sohn, C. -H. (2005), "Does the Gravity Model Explain South Korea's Trade Flows?" *The Japanese Economic Review*, Vol. 55, pp. 417-430.