

タイトル	地域経済への空間的影響を考慮した政策評価に関する研究：前方連関効果アプローチによる分析評価手法の構築と実証
著者	平出， 渉
引用	
発行日	2023-03-31

2022 年度 博士論文

**地域経済への空間的影響を考慮した
政策評価に関する研究
－前方連関効果アプローチによる
分析評価手法の構築と実証－**

A study on policy evaluation with spatial effects on regional economies
- Development and validation of analytical evaluation methods based on
Forward-Linkage Effect Approach -

北海商科大学 大学院商学研究科

22070011

平出 渉

目次

第 1 章 序論	1
1.1 本研究の背景	1
1.2 本研究の目的と対象	6
1.3 本論文の内容と構成	7
第 2 章 政策評価手法の現状に関する研究	9
2.1 本章の目的	9
2.2 我が国における政策評価の現状と課題	9
2.3 政策評価における定量的な分析評価手法	18
2.4 大規模災害による経済的影響の推計	33
2.5 本章のまとめ	45
第 3 章 前方連関効果の推計条件に関する研究	46
3.1 本章の目的	46
3.2 前方連関効果の経済モデルに関する考察	46
3.3 前方連関効果における設定に関する課題と対策	55
3.4 本章のまとめ	63
第 4 章 実用的な地域間産業連関表の作成方法に関する研究	64
4.1 本章の目的	64
4.2 産業連関表の現状と課題	64
4.3 地域間産業連関表の作成方法に関する検討	74
4.4 本章のまとめ	96
4.5 補論:小地域産業連関表の作成と分析	97
第 5 章 政策評価の可視化に向けたケーススタディ	128
5.1 本章の目的	128
5.2 北海道農業の全国経済への貢献及び供給制約リスクに関する分析	128
5.3 北海道における貨物鉄道輸送網の維持に関する分析	160
5.4 地域経済における公共資本整備強靱化の必要性に関する分析	179
5.5 行政担当者へのヒアリング調査による有効性の検証	198
5.6 本章のまとめ	200
第 6 章 結論と今後の課題	201
6.1 本章の目的	201
6.2 結論と今後の課題	201

参考資料1 ヒアリング調査結果	205
参考資料2 表一覧	209
参考資料3 図一覧	211
引用・参考文献	213
謝 辞	221

第1章 序論

1.1 本研究の背景

1.1.1 供給制約がサプライチェーンに与える影響

経済活動は、原材料や中間製品（中間財）から最終製品（最終財）の生産、販売、そして消費という財・サービスの流れが連鎖的に繋がるサプライチェーン（Supply Chain）により成立している。サプライチェーン上の取引は複数の地域や産業部門を経由し、各地域の経済活動に影響を与える。一方、大規模地震や台風・豪雨等の災害発生時には、財・サービスの生産停止や物流網の停滞が発生することにより、産業間・地域間サプライチェーンの供給制約¹が経済活動に大きなインパクトショックをもたらす。

未曾有の大災害となった2011（平成23）年3月11日の東日本大震災では、被災地に立地していた化学製品、電子部品、輸送機器等の工場が数多く被災したことでサプライチェーンの供給制約が発生し、全国の被災していない地域の関連産業にも広く影響を与えた。また、2016（平成28）年8月に3つの台風が北海道に上陸・接近した2016年北海道豪雨は、収穫期を控えた農作物に甚大な被害を与え、出荷量が大きく減少したことにより市場での野菜価格の高騰や食料品製造業への影響が発生した。

直近の状況としては、2020（令和2）年2月以降の新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の世界的な拡大に伴い、日本国内での緊急事態宣言の発出による人流抑制や入国制限措置に起因した需要・生産の減少や物流の停滞が断続的に発生している。さらに、2022（令和4年）2月以降今なお続くロシア・ウクライナ情勢に伴っては、石油や天然ガス等のエネルギー、小麦やとうもろこし等の穀物など、これまで両国が世界中に輸出してきた原材料の供給減少が発生するなど、広範囲かつ長期間にわたってサプライチェーンの混乱を引き起こす事象が連続して生じている。

このように、大規模な自然災害等が発生した場合には、産業間・地域間サプライチェーンにおける供給制約が経済に与える影響は甚大である。そのため、こうした供給制約が特定の地域や産業に与える経済的影響を可視化し、定量的に評価分析することは、事後的な被害推計だけでなく、事前のリスク評価という視点

¹ 本論文では、供給制約（Supply Constraint）を「生産能力の低下や原材料の不足、物流網の途絶等の外部要因により、財・サービスの需要に供給が一時的に追いつかない経済状態」の意味で用いる。

でも意義深いと言えるであろう。特に、政府や地方自治体等の公共セクターにとっては、将来起こりうる災害等の発生に備えて必要な対策に公的資金を投入するという政策判断を行う上で、極めて重要な意味を持つ。

1.1.2 経済的影響の波及－前方連関効果と後方連関効果－

これらの経済的影響を定量的に分析する方法の一つとして、産業連関分析（Input-Output Analysis）が挙げられる。産業連関分析とは、産業部門間の投入・産出の構造を一つの経済の基本形として捉えた上で、ある産業部門の需要や供給が変化した場合の全産業部門あるいは特定産業部門の生産額の変化を分析する手法であり、国などが作成・公表している産業連関表（Input-Output Table）を用いて分析するものである。

産業連関分析においては、一般的に、需要量が供給量を決定するという均衡産出高モデルに基づき、ある産業部門において最終需要額の変化（増加あるいは減少）が起こったとき、それに対応して変化（増加あるいは減少）する他の産業部門の生産額が、経済波及効果（もしくは経済波及被害）として推計される。ここで推計されるのは、原材料や中間製品（中間財）から最終製品（最終財）へと連鎖的に繋がるサプライチェーンの動きとは逆に、需要側の産業部門（川下産業）の需要額の変化に対する供給側の産業部門（川上産業）の生産額の変化であり、これを「後方連関効果（Backward Linkage Effect）」と呼ぶ（図 1-1）。

一方で、災害等の発生により、農地や工場が直接的な被害を受けることで農業や製造業など特定産業の生産能力が減少したり、物流網の寸断や停滞によって産業間・地域間サプライチェーンに影響を与えた場合には、当該産業部門に原材料を供給している産業部門（供給側産業）への後方連関効果だけでなく、当該産業部門から原材料を調達している産業部門（需要側産業）への影響も同時に引き起こされる。このように、後方連関効果の波及フローとは逆方向に（すなわちサプライチェーンの動きと同方向に）、供給側の産業部門（川上産業）の生産額の変化が需要側の産業部門（川下産業）の生産額に与える効果を「前方連関効果（Forward Linkage Effect）」と呼ぶ（図 1-1）。

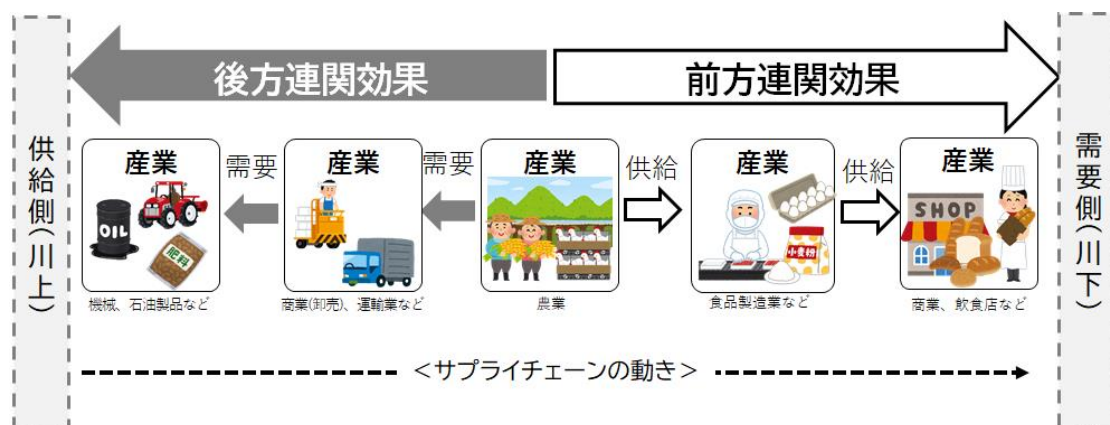


図 1-1 農業部門を中心とした前方連関効果と後方連関効果のイメージ

これまで産業連関分析を用いた災害等の被害推計では、多くの場合、産業連関分析においてベーシックな手法である後方連関効果による推計が行われてきたが、後方連関効果は需要サイドからみた波及被害であるため限定的な推計結果とならざるを得ない。そのため、産業間・地域間サプライチェーンにおける供給制約を適切に評価するためにも、供給サイドからみた波及被害を推計する前方連関効果を併せて推計し、双方向の波及被害を評価することが理想的であろう。

仮に、需要サイド・供給サイド双方からみた波及被害を評価することができれば、災害等の発生による経済的影響を適切に推計できるだけでなく、それらの波及被害を「事業を実施することにより軽減される被害額」とみなして公共事業の費用対効果に用いることや、特定産業が経済全体に与える影響度や貢献度として分析するなど、政策評価手法のみならず多くの応用が可能となる。

しかし、後方連関効果と比べ、前方連関効果は推計方法が未だ確立していないため、研究レベルでの推計事例はあるものの、国など行政レベルでの推計事例やそれを政策評価に取り入れた事例は極めて少ない。その理由として、前方連関効果には以下に示すような課題があると考えられる。

① 推計モデルに関する課題

前方連関効果を推計する Ghosh (1958)²による Ghosh モデルは、産出係数（配分係数）が一定で、かつ生産関数に完全代替の仮定を導入しているため、波及被害が過小推計されることになる点、また、付加価値額を外生的に扱っており生産要素は一定であると仮定している点が、モデルの理論的な課題とし

² Ghosh, A. "Input-output Approach in an Allocation System", *Economica* Vol.25(No.97), pp58-64, 1958.

て指摘されている。これらについては、長谷部（2002）³、下田・藤川（2012）⁴、岡田ら（2012）⁵等の先行研究によってモデルの改善や代替案が提案されているため、これらを参考にした推計モデルの確立が必要となろう。

② 推計条件の設定に関する課題

前方連関効果による被害推計では、上記の Ghosh モデルの課題に対応できる点からも、Schultz（1977）⁶や Miller & Blair（2009）⁷による仮説的抽出法（HEM：Hypothetical Extraction Method、特定産業部門の係数を削除あるいは変化させることにより、被災後の経済状態を表現する手法）による分析が有効であると考えられるが、その際、被災後の経済状態を表す際に各産業部門の供給能力をどう設定するかが課題となる。これらについては、岡田ら（2012）や株田（2014）⁸に詳しいが、すべての産業部門を供給能力ゼロとするか、産業ごとに個別に被害率を設定するかなど、推計上の条件設定が重要となる。

また、災害等の発生後のサプライチェーンへの影響は、東日本大震災のような巨大災害でない限りは短期的と考えられ、推計条件として被災期間をどう考えるかも課題となる⁹。これは、産業連関分析が経済波及のタイムラグを考慮していないという前提条件に伴う限界と、現実の災害時に起こりうる経済被害のタイムラグをどう考えるかに直結する。そのため、地域別の比較分析を行ったり、公共事業による間接的効果として評価するためにも、主軸となる中心的な推計手法を検討する必要がある。

③ 推計に必要な統計データに関する課題

産業連関分析によって産業間・地域間サプライチェーンを分析するためには、複数地域を対象とした地域間産業連関表が必要となるが、分析対象地域に

³ 長谷部勇一：災害の経済的評価－産業連関表による供給制約型モデル－，環太平洋産業連関分析学会第13回大会報告集，環太平洋産業連関分析学会，2002。

⁴ 下田充，藤川清史：産業連関分析モデルと東日本大震災による供給制約，産業連関20巻2号，環太平洋産業連関分析学会，pp.133-146，2012.6。

⁵ 岡田有祐，奥田隆明，林良嗣，加藤博和：前方連関効果を考慮した広域巨大災害の産業への影響評価，土木計画学研究講演集45，土木学会，2012.6。

⁶ Schultz, S. "Approaches to identifying key sectors empirically by means of input-output analysis," The Journal of Development Studies, 14(1), pp77-96, 1977.

⁷ Miller, R. & Blair, P. "Supply-Side Models, Linkages, and Important Coefficients. In Input-Output Analysis", Foundations and Extensions, pp.543-592, Cambridge University Press, 2009.

⁸ 株田文博：産業連関分析による食料供給制約リスクの分析－ボトルネック効果を組み込んだ Ghosh 型モデルによる前方連関効果計測－，農林水産政策研究第23号，農林水産政策研究所，pp1-21，2014.12。

⁹ 産業連関表は通常1年間の経済状態を対象にして作成されており、これをもとに推計された結果は1年間の波及効果として考えられるためである。

対応した地域間産業連関表が必ずしも整備されていないことや、全国を対象とした地域間産業連関表が経済産業省において 2005（平成 17）年表を最後に作成されていないなど、分析に用いる基礎データの制約が存在している。また、本研究のケーススタディにおいて対象地域とする北海道では、地域によって農林水産業、製造業等の生産構造や移出入構造も大きく異なるが、既存の産業連関表ではそれらを考慮できず、「北海道」として一括りに分析せざるを得ないという分析の限界も生じている。

したがって、産業連関分析を行うための基礎データとなる産業連関表をどのように作成するか、北海道でいえば、北海道内の地域分割や分析上の部門分類、北海道内と北海道外との移出入構造を表象できる全国－北海道間接続産業連関表の作表方法の検討が必要である。

1.2 本研究の目的と対象

以上のような背景の下、本研究は、政策評価における定量的な分析評価手法として多く用いられている産業連関分析に着目し、産業間・地域間サプライチェーンにおける供給制約を適切に評価するため、従来からの推計手法である後方連関効果アプローチに加え、原材料や中間製品（中間財）の供給停止が最終製品（最終財）の生産に及ぼす影響を分析する前方連関効果アプローチを新たに組み入れた分析評価手法を構築することを目的とする。

具体的には、前節で掲げた前方連関効果に関する課題について分析し、その解決策を検討するとともに、政策効果の可視化に向けたケーススタディとして、北海道における政策的課題（農業、物流、災害の3分野における強靱化に向けた課題）を事例とした実証分析を行うことにより、当該分析評価手法を実際に行政レベルでの政策評価に用いることの有効性を明らかにする（図1-2）。

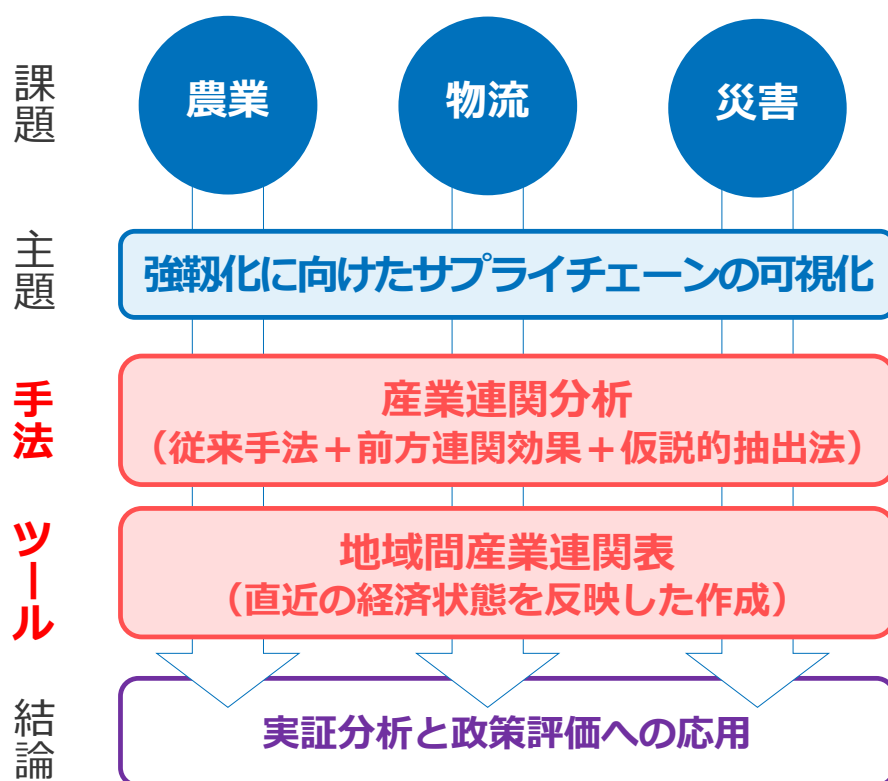


図 1-2 本研究の対象イメージ

1.3 本論文の内容と構成

本論文は本章を含め、第1章～第6章で構成される（図1-3）。

まず、第1章では、序論として、本研究の背景及び目的と対象、本論文の内容と構成を示す。

第2章では、我が国における政策評価の現状と課題について、政策評価制度の経緯や具体的内容、政策評価における定量的な分析評価手法（費用便益分析、産業連関分析等）を整理するとともに、過去に発生した災害時の被害推計の概要やその課題について、先行研究や政策評価マニュアルからの考察を行う。

第3章では、前方連関効果の理論モデルである Ghosh モデルに関して、基本的な経済モデルやこれまで指摘されてきた理論的課題を先行研究から整理するとともに、前方連関効果モデルを用いる上で必要となる条件について検討する。また、前方連関効果・後方連関効果の双方向を同時に推計可能な分析手法である「仮説的抽出法」を取り上げ、その理論的適合性を論ずる。

第4章では、様々な地域における政策評価に活用するため、既存の産業連関表を用いた接続表及び「完全分離法」による多地域間産業連関表を作成するとともに、既存の産業連関表と比較した推計結果の妥当性や応用可能性について考察する。

第5章では、第2章における政策評価手法の課題整理、第3章における推計条件と推計手法に関する研究結果、さらに第4章における地域間産業連関表の作成に関する研究結果を基に、北海道が命題とする政策的課題（農業、物流、災害の3分野）をケーススタディとして実証分析する。加えて、政策評価手法としての有効性を行政担当者へのヒアリング調査を通じて検証する。

そして第6章では、本論文の結論及び今後の課題を整理する。

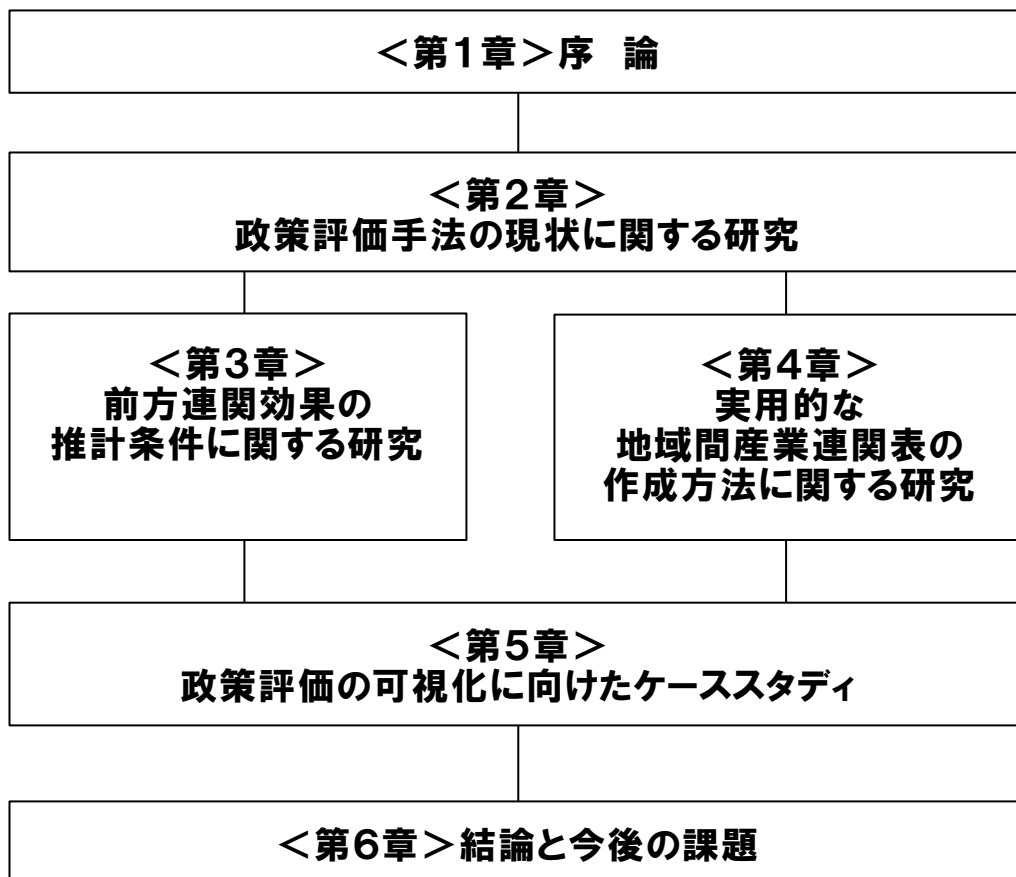


図 1-3 本論文の構成

第2章 政策評価手法の現状に関する研究

2.1 本章の目的

本章では、我が国における政策評価の現状と課題について、政策評価制度の経緯や具体的内容、政策評価における定量的な分析評価手法（費用便益分析、産業連関分析等）を整理するとともに、過去に発生した災害時の被害推計の概要やその課題について、先行研究や政策評価マニュアルからの考察を行う。

2.2 我が国における政策評価の現状と課題

2.2.1 政策評価制度の経緯

(1) 背景

深刻な財政悪化を背景とした 1990 年代後半における行財政改革の中で、公共部門では公共投資の採算性・効率性を重視した新しい評価システムの構築が進められていった。1994（平成 6）年 12 月には行政改革委員会¹⁰が「行政関与の在り方に関する基準」を策定し¹¹、事前評価及び事後評価における費用便益分析の活用、評価プロセスや結果の積極的な情報公開などが提言された。

これを受けて、1997（平成 9）年 12 月に当時の橋本内閣は、国が行うすべての新規事業における費用対効果分析（費用便益分析）の実施及び事業開始後の再評価システムの導入について、建設省や農林水産省など関係 6 省庁に対して指示した¹²。これを契機として、各省において政策評価や事業評価の法制化及びマニュアル化が加速することとなった。

法制化の動きとしては、1998（平成 10）年 6 月に成立した「中央省庁等改革基本法」¹³（以下、「改革基本法」という。）の中で、政策評価の大まかな枠組みが定められた。具体的には、改革基本法第 29 条において、「府省において、それぞれ、その政策について厳正かつ客観的な評価を行うための明確な位

¹⁰ 行政改革をさらに進めるために 1994（平成 6）年 12 月に政府が総理府に設置した第三者機関。委員長は飯田庸太郎・三菱重工業会長（当時）。

¹¹ 1996（平成 8）年 12 月 16 日策定。

¹² 1997（平成 9）年 12 月に「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（第 1 回）」において方向性が示され、翌 1998（平成 10）年 3 月の閣僚懇談会において建設省や農林水産省など関係 6 省庁から「再評価システム」を導入する旨の方針が明らかにされた。

¹³ 1998（平成 10）年 6 月 12 日公布。

置付けを与えられた評価部門を確立すること」(同条第1項)、「政策評価の総合性及び一層厳格な客観性を担保するため、府省の枠を超えて政策評価を行う機能を強化すること」(同条第2項)及び「政策評価に関する情報の公開を進めるとともに、政策の企画立案を行う部門が評価結果の政策への反映について国民に説明する責任を明確にすること」(同条第3項)が掲げられ、政策評価機能の充実強化のための措置を講ずることとされた。

また、改革基本法第46条においては、「社会資本の整備に関する計画等において主要な事業の実施場所等その具体的内容をできる限り明らかにすること、及び事業の実施の前後において、それぞれ、できる限り客観的な費用効果分析を行い、その結果を公表することにより、公共事業の決定過程の透明化及び評価の適正化を図ること」(同条第5項)とされ、事業の実施前、実施中、実施後における定期的な政策評価(事業評価)の実施と、その結果に応じた公共事業の見直しが明文化された。

(2) 行政評価法による政策評価

改革基本法に基づく2001(平成13)年1月の中央省庁再編に伴い、それまでの1府22省庁は1府12省庁に再編され、各省庁に政策評価の担当部署もしくは担当官が設置された。同年6月には、政策評価の基本方針を定めた「行政機関が行う政策の評価に関する法律¹⁴⁾(以下、「行政評価法」という。))及び同施行令が成立し、政策評価の法体系が構築された。

行政評価法第5条では、「政府は、政策評価の計画的かつ着実な推進を図るため、政策評価に関する基本方針を定めなければならない」(同条第1項)とされ、これに基づき、政策評価の標準的ガイドラインである「政策評価に関する基本方針¹⁵⁾(以下、「基本方針」という。))が策定されている。

行政評価法第12条では、「総務省は、二以上の行政機関に共通するそれぞれの政策であってその政府全体としての統一性を確保する見地から評価する必要があると認めるもの、又は二以上の行政機関の所掌に係る政策であってその総合的な推進を図る見地から評価する必要があると認めるものについて、統一性又は総合性を確保するための評価を行うものとする」(同条第1項)とされ、これに基づき、各省庁の政策評価を統括する機関として、総務省に行政評価局¹⁶⁾が設置された。

¹⁴⁾ 2001(平成13)年6月29日公布。

¹⁵⁾ 「政策評価に関する基本方針」は2001(平成13)年12月28日に閣議決定、その後2005(平成17)年12月16日に見直し版が閣議決定され、その後数度の一部変更を経て、現在最新の計画は2017(平成29)年7月28日版である。

¹⁶⁾ 旧総務庁行政監察局を再編強化したもの。

行政評価法第 15 条では、「総務大臣は、…必要な範囲において、行政機関の長に対し資料の提出及び説明を求め、又は行政機関の業務について実地に調査することができる」（同条第 1 項）とされ、基本方針に基づいて各省庁が行う政策評価を監視する役割を負う。さらに、「総務大臣は、…必要があると認めるときは、関係する行政機関の長に対し、当該評価の結果を政策に反映させるために必要な措置をとるべきことを勧告するとともに、当該勧告の内容を公表」（第 17 条第 1 項）し、「当該行政機関の長に対し、その勧告に基づいてとった措置について報告を求めることができる」（第 17 条第 2 項）。総務省が実施した各省庁（総務省を含む）の政策評価に対する調査及び勧告は毎年度実施され、「政策評価の点検結果¹⁷⁾」として総務省ホームページにおいて公表されている。

さらに、行政評価法第 19 条では、「政府は、毎年、政策評価等の実施状況並びにこれらの結果の政策への反映状況に関する報告書を作成し、これを国会に提出するとともに、公表しなければならない。」とされており、これに基づき、「政策評価等の実施状況及びこれらの結果の政策への反映状況に関する報告¹⁸⁾」が総務省ホームページにおいて公表されている。

以上のように、現在の我が国においては、各行政機関がそれぞれ所掌する政策について評価を行い、総務省（行政評価局）が複数省庁をまたぐ政策評価や各省庁が実施した政策評価の監視・点検を実施するという政策評価制度がとられている（図 2-1、図 2-2）。

¹⁷⁾ 総務省：「年度別取組結果」，
https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/hyouka/seisaku_n/torikumi.html（2022.10.5 閲覧）

¹⁸⁾ 総務省：「政策評価等の実施状況及びこれらの結果の政策への反映状況に関する報告」，https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/hyouka/seisaku_n/nenji_houkoku.html
（2022.10.5 閲覧）

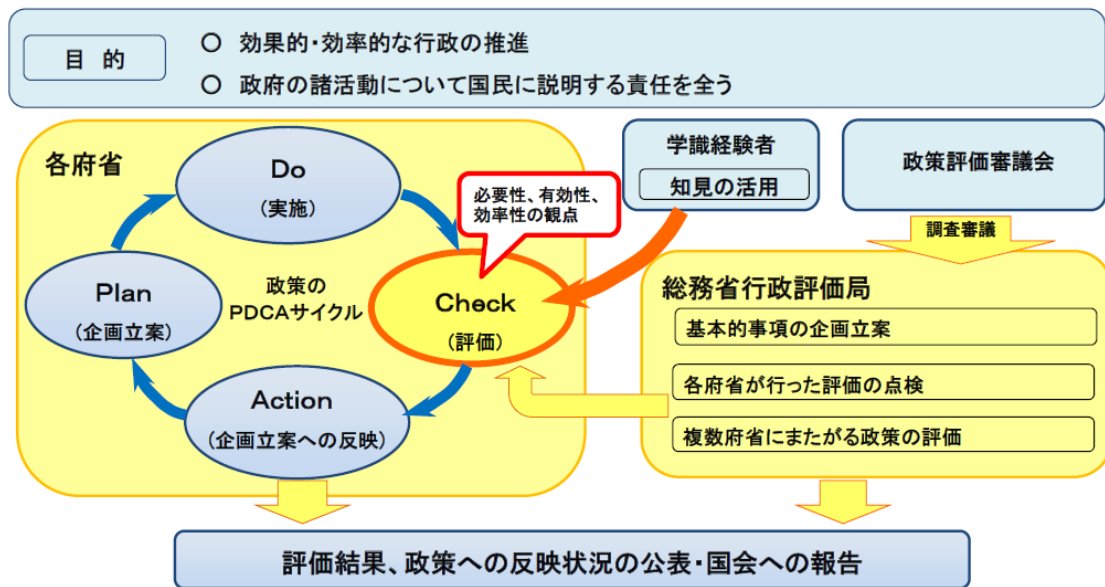


図 2-1 政策評価制度の概念図

出所：総務省「政策評価ポータルサイト」より引用。

https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/hyouka/seisaku_n/000065209.html

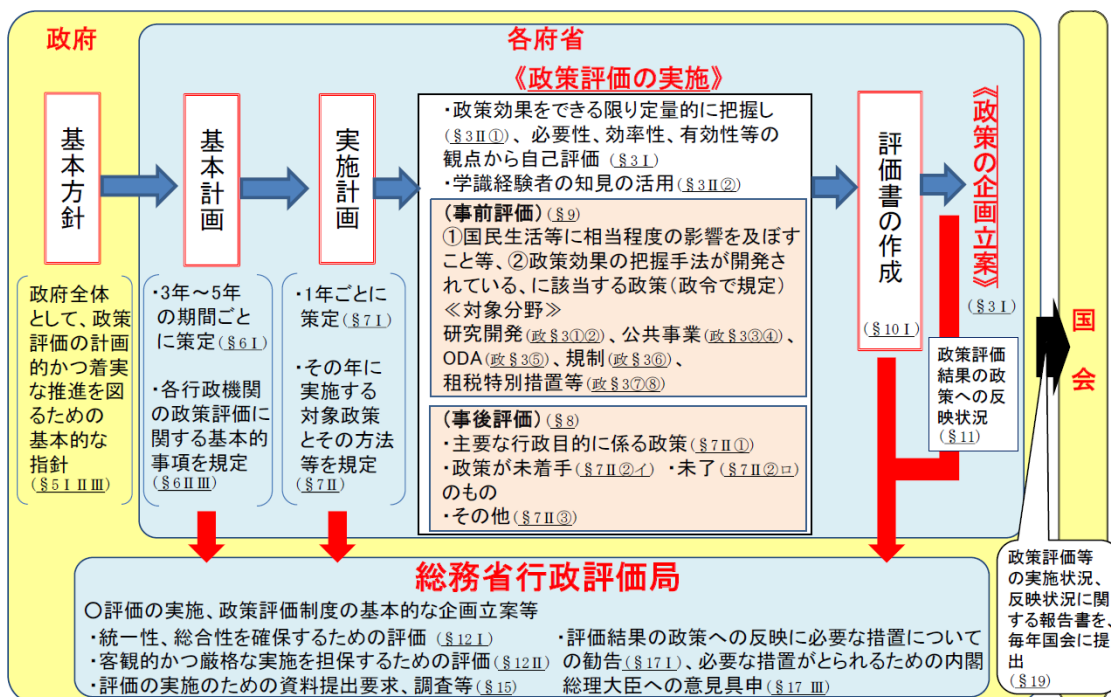


図 2-2 行政機関の政策評価フロー

出所：総務省「政策評価ポータルサイト」より引用。

https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/hyouka/seisaku_n/000065209.html

(3) 政策評価の実施状況

各省庁が所掌する政策について自ら評価を行うことは、国家行政組織法¹⁹において、「国の行政機関は、内閣の統轄の下に、その政策について、自ら評価し、企画及び立案を行う」ものと規定されており（同第2条第2項）、内閣府についても内閣府設置法²⁰に同様の規定が置かれている（同第5条第2項）。

行政評価法では、政策決定の時点を基準として、政策を決定する前に行う評価を「事前評価」、政策を決定した後に行う評価を「事後評価」としており、各行政機関における政策評価は、評価の対象によって事前評価が義務付けられている5分野（研究開発、公共事業、政府開発援助（ODA）、規制、租税特別措置等）とそれ以外の一般分野に分けられる。各行政機関は、図2-2に示すフローに従い、政策効果を可能な限り定量的に把握し（費用便益分析）、事業継続や中止など適切な政策判断を行わなければならない。

令和3年度の総務省「政策評価等の実施状況及びこれらの結果の政策への反映状況に関する報告」によれば、令和3年度の政策評価実施件数は2,227件であり、そのうち事前評価838件（37.6%）、事後評価1,389件（62.4%）となった。政策評価件数が多い省庁は国土交通省の970件で、全体の43.5%を占める。次いで厚生労働省の423件（19.0%）、農林水産省の395件（17.7%）と続く。国土交通省と農林水産省については、事前評価のうち公共事業評価が大勢を占める（表2-1）。

¹⁹ 1948（昭和23）年7月10日公布。

²⁰ 1999（平成11）年7月16日公布。

表 2-1 各省庁における政策評価の実施状況(令和 3 年度)

行政機関名	事前評価							事後評価							合計
	研究 開発	公共 事業	政府 開発 援助	規制	租税 特別 措置等	一般 分野	小計	研究 開発	公共 事業	政府 開発 援助	規制	租税 特別 措置等	一般 分野	小計	
内閣府	0	0	0	0	12	0	12	0	0	0	0	1	16	17	29
宮内庁	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
公正取引委員会	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3
国家公安委員会・警察庁	0	0	0	25	0	0	25	0	0	0	12	0	6	18	43
個人情報保護委員会	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	5
カジノ管理委員会	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
金融庁	0	0	0	5	2	0	7	0	0	0	14	0	14	28	35
消費者庁	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	10	11	11
デジタル庁	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
復興庁	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2
総務省	3	0	0	11	3	0	17	5	0	0	0	0	6	11	28
公害等調整委員会	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
法務省	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	15	15	17
外務省	0	0	34	3	0	0	37	0	0	12	0	1	7	20	57
財務省	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	30	30	31
文部科学省	9	0	0	4	1	0	14	0	0	0	0	0	17	17	31
厚生労働省	28	2	0	10	7	0	47	335	23	0	1	0	17	376	423
農林水産省	3	187	0	19	2	0	211	1	158	0	0	8	17	184	395
経済産業省	12	1	0	8	25	0	46	0	1	0	7	12	26	46	92
国土交通省	25	359	0	13	3	3	403	36	434	0	44	5	48	567	970
環境省	0	0	0	7	1	0	8	0	0	0	1	1	27	29	37
原子力規制委員会	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	5
防衛省	8	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	5	1	6	14
計	88	549	34	105	57	5	838	377	616	12	78	34	272	1,389	2,227
	833							1,117							

(注)1 「事前評価」については、法第9条等の規定により事前評価の実施が義務付けられているもののほか、各行政機関が自主的に評価を実施したものが含まれる。

2 「事前評価」及び「事後評価」の「規制」欄について、一つの評価書で複数の評価が行われている場合は、当該複数の評価の数を実施件数として計上している。また、「事後評価」の「規制」欄について、一つの規制を複数の行政機関で共管し、それぞれの行政機関が評価を実施した場合は、重複した分を除いて計上しているため、各行政機関の内訳を合計した数と「計」欄の数は一致しない。

出所：総務省「令和 3 年度 政策評価等の実施状況及びこれらの結果の政策への反映状況に関する報告」表 2 より作成。

https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/hyouka_r03houkoku-2.html

2.2.2 公共事業の政策評価

本項では、各省庁で行われている政策評価のうち、国土交通省における公共事業の政策評価（事業評価）の概要を整理する。

(1) 国土交通省の事業評価

国土交通省においては、公共事業の効率性及び実施過程の透明性の向上を図るため、個別の公共事業を対象として事業評価を実施している。1997（平成9）年12月、当時の橋本内閣において国が行うすべての事業に新規事業採択時評価と再評価を導入することを決定したことを受け²¹、建設省や農林水産省など関係6省庁において事業評価の運用指針の検討が進められた。その後、公共事業については、1999（平成11）年3月に旧運輸省が「運輸関係社会資本の整備に係る費用対効果分析に関する基本方針」、旧建設省が「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」をそれぞれ策定した。

2001（平成13）年1月の中央省庁再編に伴う国土交通省の発足により、これらの運用指針が一本化され、2001（平成13）年7月に「国土交通省所管公共事業の事業評価実施要領²²」が策定された。その後、必要に応じて実施要領が改定・追加され、現在は事業の進捗に応じて以下に示す4つの評価が行われている（図2-3）。

① 計画段階評価（平成24年度から導入）

計画段階評価は、事業の計画段階において、政策目標を明確化した上で、複数案の比較・評価を行うものである。

② 新規事業採択時評価（平成10年度から導入）

新規事業採択時評価は、事業費を予算化しようとする事業等について、予算化する前年度に費用対効果分析を含めた評価を行うものである。

²¹ 1996（平成8）年11月21日に総理府に設置された行政改革会議（会長：橋本龍太郎内閣総理大臣）において中央省庁再編や政策評価制度が審議され、1997（平成9）年12月3日に最終報告がとりまとめられた。

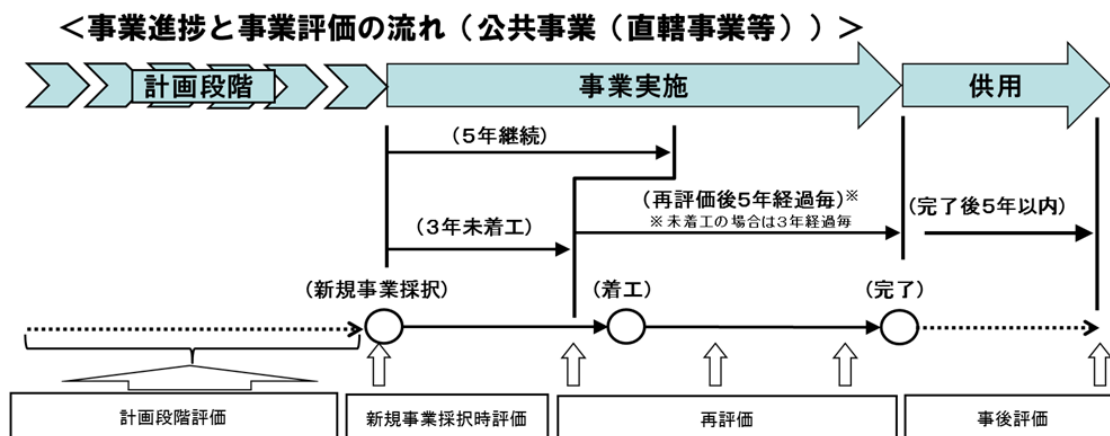
²² 国土交通省の事業評価実施要領は、学識者で構成される公共事業評価手法研究委員会において評価手法に関する事業種別間の整合性や評価指標の定量化等が検討され、国土交通省に提言される形で適宜改正されている。これまでの主な変更点としては、完了後の事業評価の追加（2003（平成15）年4月）、再評価実施間隔の5年から3年への短縮（2010（平成22）年4月）、計画段階評価の導入（2012（平成24）年12月）、再評価実施間隔の3年から5年への再変更（2018（平成30）年3月）である。

③ 再評価(平成 10 年度から導入)

再評価は、事業採択後一定期間（直轄事業は 3 年間）が経過した時点で未着工または事業採択後長期間（5 年間）が経過した時点で継続中の事業²³、及び再評価実施後一定期間（直轄事業は 5 年間）が経過している事業等について評価を行い、事業採択の際の前提となっている需要量の変化や地元情勢の変化等、事業を巡る社会情勢等の変化や、技術の進展に伴う新工法の採用等により、必要に応じその見直し・改善を行うものである。事業の継続が適当と認められない場合には、事業の中止を判断することとされている。

④ 完了後の事業評価(平成 15 年度から導入)

事後評価は、事業完了後一定期間（5 年以内）が経過した事業について、事業完了後の事業の効果、環境への影響等の確認を行い、必要に応じて適切な改善措置を検討するものであり、事後評価の結果を同種事業の計画・調査のあり方や事業評価の手法の見直し等に反映することを目的としている。



出所：国土交通省「事業評価の仕組み」より引用。
https://www.mlit.go.jp/tec/hyouka/public/09_public_01.html

²³ 行政評価法施行令では、再評価を行う対象を「政策決定後 5 年経過時点で未着工または政策決定後 10 年経過時点で継続中の事業」と定めているが、公共事業の性格を踏まえ、直轄事業ではそれより厳格に運用している。

(2) 事業評価マニュアルの整備状況

公共事業の政策評価は、費用対効果分析（費用便益分析）を含めた評価手法によって総合的に実施しており、客観的な評価を行うためのマニュアルが事業種別ごとに整備されている。

表 2-2 国土交通省における事業評価マニュアル

事業名	マニュアル名	策定・改訂 時期(最新)
国際競争拠点都市整備事業 (公共公益施設整備型)	国際競争拠点都市整備事業(公共公益施設整備型)の費用便益分析マニュアル(案)	R4.3
	国際競争拠点都市整備事業(公共公益施設整備型)史跡等一体都市開発事業の費用便益分析マニュアル(案)	R4.3
国際競争拠点都市整備事業 (国際競争業務継続拠点整備事業)	国際競争業務継続拠点整備事業の費用便益分析マニュアル(案)	H30.4
土地区画整理事業	土地区画整理事業における費用便益分析マニュアル(案)	H21.7
市街地再開発事業	市街地再開発事業の費用便益分析マニュアル案	H30
	暮らし・にぎわい再生事業の費用便益分析マニュアル(案)	H30.6
	市街地再開発事業における事後評価手法マニュアル(案)	R1
都市再生総合整備事業等	都市再生総合整備事業及び市街地環境整備事業の 新規採択時評価マニュアル案	H14.2
都市構造再編集集中支援事業	都市構造再編集集中支援事業(民間事業者等が実施する事業)の費用便益分析マニュアル(案)	R2.12
都市公園等事業	改訂第4版 大規模公園費用対効果分析手法マニュアル	H30.8
	改訂第2版 小規模公園費用対効果分析手法マニュアル	H30.8
下水道事業	下水道事業における費用対効果分析マニュアル	R3.4
道路事業・街路事業	費用便益分析マニュアル	R4.2
	費用便益分析マニュアル <連続立体交差事業編>	R4.2
河川及びダム事業	治水経済調査マニュアル(案)	R2.4
	水害の被害指標分析の手引(H25試行版)	H25.7
	河川に係る環境整備の経済評価の手引き【本編】【別冊】	H31.3
海岸事業	海岸事業の費用便益分析指針	R2.4
砂防事業等	砂防事業の費用便益分析マニュアル(案)	R3.1
	土石流対策事業の費用便益分析マニュアル(案)	R3.1
	地すべり対策事業の費用便益分析マニュアル(案)	R3.1
	急傾斜地崩壊対策事業の費用便益分析マニュアル(案)	R3.1
住宅市街地整備総合支援事業	住宅市街地整備総合支援事業費用対効果分析マニュアル	H30.4
鉄道関係公共事業	鉄道プロジェクトの費用対効果分析マニュアル	H24.7
港湾整備事業	港湾整備事業の費用対効果分析マニュアル	H29.3
	港湾局所管のいわゆる「その他施設費」による整備事業の費用対効果分析マニュアル	H23.6
航空関係公共事業	空港整備事業の費用対効果分析マニュアルVer.4	H18.3
	航空保安システムの費用対効果分析マニュアル ― 精密進入の高カテゴリー化・双方向化編 ―	H22.8
	航空保安システムの費用対効果分析マニュアル ― 航空衛星システム整備事業編 ―	H24.8
船舶交通安全基盤整備事業	船舶交通安全基盤整備事業の費用対効果分析 マニュアル	H21.7

注) 事業名は各種事業評価実施要領に記載されている名称を適用

出所：国土交通省「政策評価ポータルサイト」より作成。

https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/hyouka/seisaku_n/koukyou_jigyoku.html

2.3 政策評価における定量的な分析評価手法

本節では、政策評価における定量的な分析評価手法（費用便益分析、産業連関分析等）の特徴を整理する。

2.3.1 事業評価における費用便益分析

政策評価における定量的評価は、費用対効果分析（費用便益分析）により行われる。費用便益分析（CBA：Cost-Benefit Analysis）は、事業がもたらす便益と費用の差異によって事業の効率性を測定する手法である。河川事業評価における費用便益分析では、費用（Cost）は事業に係る整備費と維持管理費を年次別費用として計上したものである。それに対し、便益（Benefit）は、事業がもたらす社会的便益による年次別便益と評価期間最終年度の残存価値からなるが、このうち社会的便益の算出方法については、各事業主体が各々の事業の特性を踏まえて選択することとされている。

費用便益分析等の評価手法については、2001（平成 13）年 1 月の国土交通省の発足に伴って総合的な見地から整理する必要性が生じ、2001（平成 13）年 9 月に公共事業評価システム研究会が発足して議論が進められ、2002（平成 14）年 8 月に「公共事業評価の基本的考え方²⁴」が公表された。さらに、同研究会の作業部会である事業評価手法検討部会により、費用便益分析の技術的な実施方針をまとめた「公共事業評価の費用便益分析に関する技術指針（共通編）²⁵」が 2003（平成 15）年 2 月に公表された²⁶。

以下では、公共事業評価における費用便益分析の手法について、「公共事業評価の費用便益分析に関する技術指針（共通編）」から要点を整理する。

(1) 費用便益分析の評価指標

事業評価は、事業の投資効率性や波及的影響、実施環境といった多様な視点から総合的に行うべきものであるが、その中でも当該事業の投資効率性を確認することが最も重要であることから、原則として費用便益分析を行い、その

²⁴ 公共事業評価システム研究会：公共事業評価の基本的考え方, 2002.8.30, https://www.mlit.go.jp/tec/hyouka/public/09_public_05.html（2022.11.29 閲覧）

²⁵ 2008 年（平成 20）年 6 月、2009（平成 21）年 6 月に一部改定された。
公共事業評価手法研究委員会：公共事業評価の費用便益分析に関する技術指針（共通編）, 2009.6.1, <https://www.mlit.go.jp/tec/hyouka/public/090601/0906012.html>（2022.11.29 閲覧）

²⁶ 公共事業評価システム研究会は委員長を中村英夫・武蔵工業大学教授（当時）、事業評価手法検討部会は部会長を森地茂・東京大学教授（当時）として組織された。

結果を事業採択時の判断材料の一つとして活用する。

事業の投資効率性を様々な視点から判断するため、費用便益分析により純現在価値、費用便益比、経済的内部収益率の3指標を算出する（表2-3）。また、費用便益分析の算定に係る条件設定やデータは社会経済情勢等の変化の影響を受けるため、定期的に見直すとしている。

表 2-3 費用便益分析の主な評価指標と特徴

評価指標	定義	特徴
純現在価値 (NPV:Net Present Value)	$\sum_{t=1}^n \frac{B_t - C_t}{(1+i)^{t-1}}$	・事業実施による純便益の大きさが比較できる。 ・社会的割引率によって値が変化する。
費用便益比 (CBR:Cost Benefit Ratio)	$\frac{\sum_{t=1}^n B_t / (1+i)^{t-1}}{\sum_{t=1}^n C_t / (1+i)^{t-1}}$	・単位投資額あたりの便益の大きさにより事業の投資効率性を比較できる。 ・社会的割引率によって値が変化する。 ・事業間の比較に用いる場合は、各費目（営業費用、維持管理費用等）を便益側に計上するか、費用側に計上するか、考え方に注意が必要である。
経済的内部収益率 (EIRR:Economic Internal Rate of Return)	$\sum_{t=1}^n \frac{B_t - C_t}{(1+i_0)^{t-1}} = 0$ となる i_0	・社会的割引率との比較によって事業の投資効率性を判断できる。 ・社会割引率の影響を受けない。

ただし、 n ：評価期間、 B_t ： t 年次の便益、 C_t ： t 年次の費用、 i ：社会的割引率

出所：公共事業評価手法研究委員会「公共事業評価の費用便益分析に関する技術指針（共通編）」p4より作成。

<https://www.mlit.go.jp/tec/hyouka/public/090601/0906012.html>

(2) 社会的割引率

社会的割引率の設定については、理論的には、(i) 資本機会費用により設定する方法と、(ii) 社会的時間選好により設定する方法が考えられるが、実務的には (ii) の考え方に基づき社会的割引率を設定することは難しい。そこで、課題はあるものの、(i) の考え方に基づき市場利子率を参考に社会的割引率を設定することとし、具体的には国債の実質利回りを参考値として、社会的割引率を4%と設定している。ただし、社会的割引率の値については、今後の研究事例等を参考としながら必要に応じてその見直しを行うとしている²⁷。

²⁷ 社会的割引率については、2020（令和2）年度に開催された公共事業評価手法研究委員会（第1回・6月26日、第2回・11月24日）において、その妥当性について議論が行われた。平成16年度時点における国債の実質利回り等から4%が長らく採用されているが、同委員会においては、最近の金利動向を踏まえた社会的割引率としては2%が妥当であるとしながら、社会的割引率の引き下げは国全体の事業に影響が及ぶため、複数の社会的割引率によるB/C（費用便益比）を併記する案が出された。

(3) 残存価値

一般的に、公共事業によって整備される施設は評価期間以降も適切な維持管理によってその施設としての価値を発揮し続けると考えられるため、評価期間以降に発生する純便益を算定し、当該事業の評価期間最終年度における残存価値を計上する。

残存価値は、理論的には以下の式、すなわち評価期間以降も施設が永久に継続する場合の純便益によって与えられる。

$$\sum_{t=T+1}^{\infty} \frac{(B_t - C_t)}{(1+r)^{t-1}}$$

ただし、 T ：評価期間、 r ：社会的割引率、 B_t ： t 年次の便益、 C_t ： t 年次の費用

(4) 評価の対象期間

費用便益分析の評価対象期間は、対象事業の事業実施期間に耐用年数を考慮した供用期間とし、原則として評価対象期間は整備期間＋50年間とする。

現在価値化の基準時点は、理解の容易さを考慮して評価実施年度とする。このとき、費用及び便益の原単位は、物価変動分を除去するため現在価値化の基準年度の実質価格に変換する。

(5) 費用の計測

費用は、事業の特性を踏まえ、用地費、補償費、建設費等、適切な費用の範囲を設定し、適切な手法に基づいて現在価値化を行う。また、費用に計上されない事業費が存在する場合はその費目を明確にする。

(6) 便益の計測

便益の計測にあたっては、事業の実施により発現することが想定される効果を網羅的に整理し、これらの効果について可能な限り貨幣価値化し、便益として計上する。

技術的外部（不）経済効果については、代替法、旅行費用法、ヘドニック法、CVM（仮想的市場評価法）などの手法を用いて可能な限り貨幣換算するとともに、貨幣換算が困難な場合でも、可能な限り定量的評価を行う。定量的評価が困難なものについては、分かりやすい指標などを用いて定性的な評価を行うなど、効率的で効果的な評価の実施に留意する。

(7) 感度分析

事業の適切な執行管理や国民へのアカウンタビリティを果たすとともに、事業評価の精度や信頼性の向上を図るため、将来の不確実性を考慮した事業評価を実施する。要因別感度分析や再評価、事後評価の実施結果等の蓄積を踏まえ、上位ケース・下位ケースでの感度分析を実施する。

具体的には、費用便益分析の基本ケースに加え、評価実施年度の翌年度以降の残費用±10%、残工期±10%、資産（便益）±10%の3ケースを感度分析として計測する。感度分析の結果は、事業の採択や継続の判断材料として扱う。

(8) 分析結果の公開

事業評価の信頼性及び透明性を向上させるため、費用便益分析の算定に係る条件設定やデータに関する情報を分かりやすい形で公表しなければならない。国土交通省においては、毎年度の事業評価結果及び資料が「事業評価カルテ」としてホームページで公表されている²⁸。

²⁸ 国土交通省：事業評価カルテ検索，
<https://www.mlit.go.jp/tec/hyouka/public/jghks/chart.htm>（2022.11.29 閲覧）

2.3.2 産業連関分析(均衡産出高モデル)

産業連関分析とは、産業部門間の投入・産出の構造を一つの経済の基本形として捉えた上で、ある産業部門の需要や供給が変化した場合の全産業部門あるいは特定産業部門の生産額の変化を分析する手法であり、国などが作成・公表している産業連関表（Input-Output Table）を用いて分析するものである。

産業連関分析においては、一般的に、需要量が供給量を決定するという均衡産出高モデルに基づき、ある産業部門において最終需要額の変化（増加あるいは減少）が起こったとき、それに対応して変化（増加あるいは減少）する他の産業部門の生産額が、経済波及効果（もしくは経済波及被害）として推計される。

産業連関表の基本的構造については4.2節に詳述するが、本項では、産業連関分析の中でも最もベーシックな後方連関効果を計測する均衡産出高モデルについて整理する。

(1) 生産誘発効果

ある産業部門の最終需要が増加した場合、それを満たすために当該産業部門の生産が増加するとともに、原材料等の購入や雇用者所得の増加によって他の産業部門の生産も連鎖的に誘発されていく。これらの効果を「生産誘発効果」という。

生産誘発効果は、さらに次のように分けることができる。

①直接効果（最終需要額）

- ・新規需要の発生により誘発される生産増加で、新規需要額に域内自給率を乗じることにより求められる。

②原材料波及効果（第一次波及効果）

- ・新規需要（直接効果）の生産に投入される中間需要（原材料、サービスなど）を生産するために誘発される生産増加。
- ・直接効果に投入係数、域内自給率及び逆行列係数を乗じることにより求められる。

産業連関分析においては、一般的に「均衡産出高モデル」が用いられている。均衡産出高モデルとは、ある最終需要が発生したとき、それに対応して増加する域内生産額を計測するものである。

一般に、地域内の総需要と総供給のバランスは次のように表すことができる。

$$U + F + E = X + M \quad (2.1)$$

ここで、 U は中間需要、 F は域内最終需要、 E は移輸出、 X は産出額、 M は移輸入である。 A を投入係数行列とおくと $U = AX$ になるので、(2.1)式は次のように書き換えることができる。

$$AX + F + E = X + M \quad (2.2)$$

中間需要 $U = AX$ と域内最終需要 F に対する移輸入 M の比率、すなわち移輸入係数を $\hat{M} = M/(AX + F)$ とすると、

$$M = \hat{M}(AX + F) \quad (2.3)$$

となる。このとき $\hat{M}$ は移輸入係数 M を対角要素とする対角行列である。

(2.3)式を(2.2)式に代入して、

$$AX + F + E = X + \hat{M}(AX + F) \quad (2.4)$$

これを X について解くと次のようになり、この(2.6)式が均衡産出高モデルである。

$$[I - (I - \hat{M})A]X = (I - \hat{M})F + E \quad (2.5)$$

$$X = [I - (I - \hat{M})A]^{-1}[(I - \hat{M})F + E] \quad (2.6)$$

(2.6)式の右辺の $[I - (I - \hat{M})A]^{-1}$ は開放型（競争移輸入型）の逆行列係数、 $(I - \hat{M})$ は域内自給率であり、産業連関表から読み取ることができる。

したがって、(2.6)式に域内最終需要 F と移輸出 E を与えることにより、均衡産出額（域内生産額） X を求めることができる。

(2) 家計迂回効果

家計迂回効果（第二次波及効果）とは、生産誘発効果によって増加した生産によって各産業部門における雇用者所得が増加し、それが消費に転換することによってさらなる生産誘発を生み出す効果である。

直接効果及び原材料波及効果の生産誘発額と雇用者所得率から全産業部門の雇用者所得額を算出し、消費転換率や民間消費パターン、域内自給率及び逆行列係数を乗じることにより求められる。

このように家計消費を波及効果に組み入れたモデルを「家計消費内生化モデル」という。

いま、各最終需要を次のように定義する。

$$F = F_c + F' \quad (2.7)$$

$$F_c = cv \quad (2.8)$$

ここで、 F_c は地域内家計消費（雇用者所得の増加により誘発される消費）、 F' は家計消費以外の最終需要、 c は消費転換率を民間消費パターンで配分したベクトル、 v は雇用者所得率ベクトルであり、各産業部門の雇用者所得は自産業部門の生産額に比例する。

ここで、移輸入は地域内家計消費 F_c に対して依存すると考えると、 $\hat{M} = M/(AX + F_c + F)$ となるので、

$$M = \hat{M}(AX + F_c + F) \quad (2.9)$$

また、総需要と総供給のバランス式である(2.1)式に(2.7)～(2.9)式を代入すると、

$$U + F_c + F' + E = X + M \quad (2.10)$$

$$AX + cvX + F' + E = X + \hat{M}(AX + cvX + F') \quad (2.11)$$

(2.11)式を X について解くと次のようになり、この(2.12)式が家計消費内生モデルである。

$$X = [I - (I - \hat{M})(A + cv)]^{-1}[(I - \hat{M})F' + E] \quad (2.12)$$

$$s. t. \quad X = X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n$$

さて、家計消費内生モデルとは、家計消費部門を一つの産業部門と考え、労働力という生産物で産業間取引を行うとみなすモデルである。このモデルを用いると、家計迂回効果の波及効果は生産増→所得増→消費増→生産増… ∞ というように逐次的に進行していき、理論上は生産誘発額がゼロになるまで無限に続いていくことになる。

このため、家計迂回効果を繰り返し推計する分析事例もあるが、産業連関分析が基本的には短期（通常1年間を想定）の経済活動を対象としていることや、現実経済では在庫の取崩し等による波及の中断やタイムラグの問題が生じることから、家計迂回効果の推計を1回で打ち切る方法が一般的である。

推計を1回で打ち切る場合のモデル式は次のようになり、(2.13)式が生産誘発効果、(2.14)式が家計迂回効果を表している。

$$X_1 = [I - (I - \hat{M})A]^{-1}[(I - \hat{M})F + E] \quad (2.13)$$

$$X_2 = [I - (I - \hat{M})]^{-1}(I - \hat{M})(cv)X_1 \quad (2.14)$$

$$X = X_1 + X_2$$

2.3.3 河川事業における事業評価手法と便益の計上

国土交通省の事業評価では事業種別により実施要領やマニュアルを定めているが、本項ではそのうち河川事業について取り上げる。

(1) 評価項目

事業評価のプロセス（計画段階評価、新規事業採択時評価、再評価、完了後の事業評価の4段階）によって評価項目は異なるが、表2-4に再評価の評価項目を示す。表2-4の「(1) 事業の必要性」のうち「①事業を巡る社会経済情勢等の変化」「③事業の進捗状況」が定性的評価、「②事業の投資効果」が定量的評価となり、定量的評価は費用対効果分析（費用便益分析）により行われる。

表 2-4 河川事業の評価項目（再評価）

(1)事業の必要性等	①事業を巡る社会経済情勢等の変化
	1)災害発生時の影響 2)過去の災害実績 3)災害発生危険度の危険度 4)地域開発の状況 5)地域の協力体制 6)関連事業との整合 等 なお、環境整備に係る事業にあつては、 上記 4)～6)に加え、 7)河川環境等をとりまく状況 8)河川及びダム湖等の利用状況 等
	②事業の投資効果
	1)費用対効果分析 ※別に定める「治水経済調査マニュアル(案)」等に基づいて算定する
(2)事業の進捗の見込み	③事業の進捗状況
	1)事業採択年 2)用地着手年、工事着手年 3)事業進捗状況 等
	④今後の事業スケジュール 等

出所：国土交通省：「河川及びダム事業の再評価実施要領細目」より作成。

https://www.mlit.go.jp/river/basic_info/seisaku_hyouka/gaiyou/hyouka/hyouka.html

(2) 費用便益分析

費用便益分析（CBA：Cost-Benefit Analysis）は、前述のとおり、事業がもたらす便益と費用の差異によって事業の効率性を測定する手法である。河川事業評価における費用便益分析において、費用（Cost）は事業に係る整備費と維持管理費を年次別費用として計上したものである。それに対し、便益（Benefit）については、河川事業の中でも治水事業と環境整備事業とで計上方法が異なっている。

環境整備事業における便益は TCM（Travel Cost Method：トラベルコスト法）や CVM（Contingent Valuation Method：仮想的市場評価法）により測定することとなっており、「河川に係る環境整備の経済評価の手引き【本編及び別冊】²⁹」に具体的な評価手法や手順が掲載され、これに基づいた便益算定が実施されている³⁰。一方、治水事業においては、「治水経済評価マニュアル（案）³¹」により計上する便益が規定されている³²。

(3) 治水事業において計上される便益(事業効果)

河川事業のうち治水事業については、「治水経済評価マニュアル（案）」（以下、「マニュアル」という。）に基づく費用便益分析によって事業の投資効果を評価しているが、現在計上している便益は、治水事業の様々な効果のうち貨幣換算が可能な項目を被害軽減額として算出したものであり、治水事業の効果

²⁹ 国土交通省水管理・国土保全局河川環境課：「河川に係る環境整備の経済評価の手引き【本編・別冊】平成 31 年 3 月」, 2019.3.

https://www.mlit.go.jp/river/basic_info/seisaku_hyouka/gaiyou/hyouka/h3103/tebiki.pdf
https://www.mlit.go.jp/river/basic_info/seisaku_hyouka/gaiyou/hyouka/h2203/tebiki-b.pdf
(2022.9.15 閲覧)

³⁰ 2000（平成 12）年 6 月に「河川に係る環境整備の経済評価の手引き（試案）」（河川に係る環境整備の経済評価研究会）が作成され、環境整備事業の経済評価に関する基本的な考え方が示された。その後、2008（平成 20）年 5 月に「CVM を適用した河川環境整備事業の経済評価の指針（案）」（河川環境整備に関わる CVM を適用した経済評価検討会）、2009（平成 21）年 7 月に「仮想的市場評価法（CVM）適用の指針」（国土交通省）において CVM を中心とした具体的な評価手法の検討が進み、平成 22 年 3 月に「河川に係る環境整備の経済評価の手引き（案）」（国土交通省河川局河川環境課）がマニュアルとして策定された。その後の一部改定を挟み、現行マニュアルは 2019（平成 31）年 3 月に策定された「河川に係る環境整備の経済評価の手引き」（国土交通省水管理・国土保全局河川環境課）となっている。

³¹ 国土交通省水管理・国土保全局：「治水経済評価マニュアル（案）令和 2 年 4 月」, 2020.4.
https://www.mlit.go.jp/river/basic_info/seisaku_hyouka/gaiyou/hyouka/r204/chisui.pdf
(2022.9.15 閲覧)

³² 2009（平成 11）年 6 月に最初の「治水経済評価マニュアル（案）」が策定された。その後、直近の水害データを用いた被害率の更新、被害額の算定方法の見直し、新たな便益項目の追加等に伴い、2000（平成 12）年 5 月、2005（平成 17）年 4 月にそれぞれ改定され、現行マニュアルは 2020（令和 2）年 4 月に改定されている。

の一部の計上に留まっている。

現行のマニュアルにおいては、治水事業の効果をフロー効果とストック効果に分けている。フロー効果は事業に伴う支払等の金銭フローに着目した効果であり、被害額とは無関係である。一方、ストック効果は直接・間接の水害被害防止便益と、それに伴って将来的に発生する土地利用の高度化便益で構成され、表 2-5 のとおりである。

ただし、被害防止便益についてもすべてを計測できるわけではない。近年、頻発化・激甚化する傾向が強い水害の状況を踏まえると、今後の治水事業評価にあたっては、適切な便益計測のために貨幣換算の精緻化を図ることはもとより、これまで便益の計上を行ってこなかった項目についても定量的に貨幣換算化し、便益として組み入れることが求められている³³。

³³ 2020（令和 2）年度に開催された公共事業評価手法研究委員会（第 1 回・6 月 26 日、第 2 回・11 月 24 日）では、「社会的割引率を今後も 4%とする妥当性について検証すべき」、「B/C は効率性のみの指標であるため、便益の発生から帰着までの過程で様々な所に波及した効果を定量化して示すことが重要」との委員意見が出されている。
国土交通省：公共事業評価手法研究委員会、
https://www.mlit.go.jp/tec/hyouka/public/09_public_10.html（2022.11.29 閲覧）

表 2-5 治水事業のストック効果

分類					効果(被害)の内容		
被害防止便益	直接被害	資産被害抑止効果	一般資産被害	家屋	居住用・事業用建物の被害		
				家庭用品	家具・自動車等の浸水被害		
				事業所償却資産	事業所固定資産のうち、土地・建物を除いた償却資産の浸水被害		
				事業所在庫資産	事業所在庫品の浸水被害		
				農漁家償却資産	農漁集生産に係わる農漁家の固定資産のうち、土地・建物を除いた償却資産の浸水被害		
				農漁家在庫資産	農漁家の在庫品の浸水被害		
			農産物被害		浸水による農作物の被害		
			公共土木施設等被害		公共土木施設、公益事業施設、農地、農業用施設の浸水被害		
		人身被害抑止効果				人命損傷	
	間接被害	稼働被害抑止効果	営業停止被害	家計	浸水した世帯の平時の家事労働、余暇活動等が阻害される被害		
				事業所	浸水した事業所の生産の停止・停滞(生産高の減少)		
				公共・公益サービス	公共・公益サービスの停止・停滞		
		事後的被害抑止効果	応急対策費用	家計	浸水世帯の清掃等の事後活動、飲料水等の代替品購入に伴う新たな出費等の被害		
				事業所	家計と同様の被害		
				国・地方公共団体	水害廃棄物の処理費用 家計と同様の被害や市町村等が交付する緊急的な融資の利子、見舞金等		
			交通途絶による波及被害	道路、鉄道、空港、港湾等	道路や鉄道等の交通の途絶に伴う周辺地域を含めた波及被害		
			ライフライン切断による波及被害	電力、水道、ガス、通信等	電力、ガス、水道等の供給停止に伴う周辺地域を含めた波及被害		
			営業停止波及被害		中間製品の不足による周辺事業所の生産量の減少や病院等の公共・公益サービスの停止等による周辺地域を含めた波及被害		
			精神的被害抑止効果	資産被害に伴うもの		資産の被害による精神的打撃	
		稼働被害に伴うもの		稼働被害に伴う精神的打撃			
		人身被害に伴うもの		人身被害に伴う精神的打撃			
		事後的被害に伴うもの		清掃労働等による精神的打撃			
		波及被害に伴うもの		波及被害に伴う精神的打撃			
		リスクプレミアム				被災可能性に対する不安	
		高度化便益					治水安全度の向上による地価の上昇等

※地下街が浸水することによる被害等、その他の被害抑止効果も存在する。

(表中の は、本マニュアル(案)で被害率や被害単価を明示した項目)

出所：国土交通省水管理・国土保全局：「治水経済評価マニュアル（案）令和2年4月」P39より作成。

https://www.mlit.go.jp/river/basic_info/seisaku_hyouka/gaiyou/hyouka/r204/chisui.pdf

(4) 経済的波及被害の定量化の動き

このような問題意識のもと、2011（平成 23）年 9 月に国土交通省水管理・国土保全局において「河川事業の評価手法に関する研究会」が設置され、費用便益分析における便益の精度向上と、これまで便益に計上されていない被害項目の定量化に向けた検討が行われ、2013（平成 25）年 7 月に「水害の被害指標分析の手引き（H25 試行版）³⁴」（以下、「手引き」という。）として公表された。

手引きでは、従前より便益として計上している項目の他、重要と考えられる評価項目のうち定量化が可能な項目について、その推計方法が提案されている（表 2-6）。手引きで新たに定量的に可能な項目として追加されたものの一つに、表 2-6 で赤字で示す「経済被害の域内・域外の波及被害」がある³⁵。

水害による企業や工場等の生産拠点への被災は、浸水等の直接的な被害以外にも、サプライチェーンの寸断による間接的な被害が考えられる。復旧までの時間は、電力等のライフラインの復旧状況や、交換部品等の調達状況、また被災地域の人口流出の状況にも左右されるため、長期化するおそれがある。最悪の場合、競合企業にシェアを奪われたり、被災前の調達や納入業者との取引が中止したりする場合もあり、被災前の状態にまで生産水準が戻らない、あるいは被災地域から撤退してしまうということも考えられる。

これらの経済的波及被害を推計する方法として、手引きでは、以下のとおり産業連関分析による推計が推奨されている。

【以下、手引き 63P より引用】

- ・水害による被災地域の生産額の減少を、最終需要の減少という負のインプットとして捉え、被災地域内及び他地域の生産額の減少へと波及することをアウトプットとして捉える産業連関分析による推計を行う。
- ・全国、地域間、都道府県といったどの地域レベルの産業連関表を適用するか等の推計手法の設定については、既往の文献を参考にしつつ、被災地域と他地域との社会経済的なつながりや、被害規模等によって判断する。
- ・生産額が減少する期間（復旧期間）の設定については、被災規模により大きく異なるため、過去の水害のうち被災規模が似ていると考えられる事例を参考として、適宜設定する。

³⁴ 国土交通省水管理・国土保全局：「水害の被害指標分析の手引（H25 試行版）」，2013.7.
https://www.mlit.go.jp/river/basic_info/seisaku_hyouka/gaiyou/hyouka/pdf/higaisihyou_h25.pdf（2022.9.15 閲覧）

³⁵ その他、「社会機能低下被害」、「波及被害」のうち「交通途絶による波及被害」、「ライフラインの停止による波及被害」、「その他」があるが、本研究では対象としない。

表 2-6 「水害の被害指標分析の手引 (H25 試行版)」における治水経済評価マニュアル
(案)のストック効果の再整理

評価項目			定量化指標
直接被害			
資産被害			
一般資産被害	家屋	居住用・事業用の建物の浸水被害	
	家庭用品	家具・自動車等の浸水被害	
	事業所償却資産	事業所固定資産のうち、土地・建物を除いた償却資産の浸水被害	
	事業所在庫資産	事業所在庫品の浸水被害	
	農漁家償却資産	農漁業生産に関わる農漁家の固定資産のうち、土地・建物を除いた償却資産の浸水被害	
	農漁家在庫資産	農漁家の在庫品の浸水被害	
農産物被害		浸水による農作物の被害	
公共土木施設等被害		公共土木施設、公益事業施設、農地、農業用施設の浸水被害	
人的被害			
人的被害	・浸水区域内人口 ・災害時要援護者数 ・死者数 ・孤立者数 ・避難者数 等	・浸水区域内人口 ・浸水区域内の災害時要援護者数 ・想定死者数 ・最大孤立者数 ・3日以上孤立者数 ・10年あたり避難回数 ・10年あたり総避難者数 等	
間接被害			
稼働被害			
営業停止被害	家計	浸水した世帯の生活環境の悪化	
	事業所	浸水した事業所の生産の停止・停滞(生産高の減少)	
	公共・公益サービス	浸水した公共・公益施設サービスの停止・停滞	
応急対策費用	家計	浸水世帯の清掃等の事後活動、飲料水等の代替品購入に伴う新たな支出	
	事業所	家計と同様の支出	
	国・地方公共団体	家計と同様および市町村等が交付する緊急的な融資の利子や見舞金等の支出	
社会機能低下被害			
医療・社会福祉施設等の機能低下による被害	医療施設、社会福祉施設等	人住所の人的被害、救急医療等への影響など、医療・社会福祉施設等が浸水により機能低下し、医療・福祉サービス水準が低下することにより生じる被害	・機能低下する医療施設数 ・機能低下する医療施設で治療している入院患者数 ・機能低下する医療施設で治療している人工透析患者数 ・機能低下する社会福祉施設数 ・機能低下する社会福祉施設の利用者数 等
防災拠点施設の機能低下による被害	役所、警察、消防等の防災拠点施設	被災者救護の停滞、危機管理対応への影響など、役所、警察、消防等の防災拠点施設が浸水により機能低下し、公的サービス水準が低下することにより生じる被害	・機能低下する主要な防災拠点施設数 ・機能低下する防災拠点施設の管轄区域内人口(警察・消防・役所等) 等
波及被害			
交通途絶による波及被害	道路、鉄道、空港、港湾等	道路や鉄道等の交通の途絶に伴う周辺地域を含めた波及被害	・途絶する主要な道路 ・道路途絶により影響を受ける交通量 ・道路途絶(交通迂回)により増加する走行時間・経費等 ・途絶する主要な鉄道 ・鉄道途絶により影響を受ける利用者数 等
ライフラインの停止による波及被害	電力、水道、ガス、通信等	電力、ガス、水道等の停止に伴う周辺地域を含めた波及被害	・電力の停止による影響人口 ・ガスの停止による影響人口 ・上水道の停止による影響人口 ・下水道の停止による影響人口 ・通信(固定)の停止による影響人口 ・通信(携帯)の停止による影響人口 等
経済被害の域内・域外への波及被害	事業所	中間製品の不足による周辺事業所の生産量の減少に伴う域内外経済への波及被害	・産業連関分析等の経済モデルを用いた経済波及被害額 ・高い市場占有率を有する企業の被災に伴うサプライチェーンへの影響 ・浸水により被災する上場企業数 ・浸水により被災する事業所の従業者数 等
精神的被害		被災の影響による精神的打撃	
その他			
地下空間の被害		地下鉄、地下街等の地下施設の浸水被害、複雑に接続された地下空間内の浸水拡大に伴う逃げ遅れ被害、都市機能の麻痺、及びその波及被害等	・浸水する地下鉄等の路線、駅等 ・地下鉄等の浸水により影響を受ける利用者数 ・浸水する地下街・地下施設 ・地下街・地下施設の浸水により影響を受ける利用者数 等
文化施設等の被害		文化施設等の被害	・浸水する文化施設等 等
水害廃棄物の発生		水害廃棄物の仮置き場所・処分場の不足や、衛生環境上の問題発生等の被害	・水害廃棄物の発生量 ・水害廃棄物の処理費用 等
リスクプレミアム		被災可能性に対する不安	
水害により地域の社会経済構造が変化する被害		水害の規模が大きくなると地域全体が壊滅的な被害を受けることで復旧速度の著しい低下や復旧の長期化を招く場合があり、それが住民や企業の流出などの地域の社会構造の変化をもたらす、被災前の状態に復旧しない被害	
高度化便益			
従前より便益として計上している項目 追加・修正を行った項目 定量化指標として検討を行った項目 従前より便益として計上されておらず今回も定量化をしなかった項目			

- 従前より便益として計上している項目
- 追加・修正を行った項目
- 定量化指標として検討を行った項目
- 従前より便益として計上されておらず今回も定量化をしなかった項目

出所：国土交通省水管理・国土保全局：「水害の被害指標分析の手引 (H25 試行版)」 p5-6 より作成。
https://www.mlit.go.jp/river/basic_info/seisaku_hyouka/gaiyou/hyouka/pdf/higaisihyou_h25.pdf

(5) 産業連関分析による経済的波及被害推計の試み

国土交通省中国地方整備局（2005）³⁶は、行政機関が災害による経済的影響を産業連関分析により推計した初めての事例である。ここでは、2004（平成 16）年 9 月 7 日に中国地方に上陸した台風 18 号³⁷をモデルケースとして取り上げ、被害地域のうち広島県における経済的影響について、直接被害及び間接被害に分類して推計している。被害の把握方法としては、（i）広島県内の事業所を対象としたアンケート調査を実施し、（ii）アンケート調査結果を用いた県内事業所ベースの被害額を推計した上で、（iii）産業連関分析により波及被害額を推計している³⁸。

国土交通省中国地方整備局（2005）では、間接被害を図 2-4 のように整理している。直接被害がもたらす①～④の間接被害の発生によって、被害元の事業者では、自社製品の供給減少および自社の生産減少分に対応した原材料の需要減少が生じる。前者は、製品の納入先事業者の生産支障をもたらし、後者は原材料供給事業者の生産減を引き起こす。さらにこれらの生産減少分に対応した製品の供給減、原材料の需要減が生じ、取引先の生産減が生じるといった悪循環が発生することによって、①～④のような影響がなかった企業にも被害が波及する。製品の供給減に伴う被害波及（前方連関効果）を全て合計したのが⑤、原材料の需要減に伴う被害波及（後方連関効果）を合計したのが⑥である。

しかし、実際の推計においては、後方連関による被害波及分について産業連関表を用いた推計を行っているものの、前方連関による被害波及分については、「今回の調査では推計手法の確立が困難であったため」として、推計を行っていない。

³⁶ 国土交通省中部地方整備局：災害の社会経済的影響に関する調査－2004 年・台風 18 号をモデルケースとして－, 2005.9.

http://www.cgr.mlit.go.jp/saigai/cyousa/keizaieikyo/00_zenbun.pdf（2022.10.18 閲覧）

³⁷ 台風 18 号による全国の人的被害は、死者・行方不明者 47 人、負傷者 1,364 人に達した。そのうち中国地方での死者は 10 人、負傷者 355 人に及び、家屋被害も全壊・一部損壊が約 2 万 3 千棟、床上・床下浸水が約 6 千 6 百棟を数えるなど、多大な人的被害・家屋被害が発生した。特に広島県と山口県での被害が大きく、中国地方での人的・家屋被害のおよそ 9 割が両県に集中した。なお、北海道では死者 9 名、負傷者 473 名であった。札幌市内では最大瞬間風速 50.2m を記録し、北海道大構内のポプラ並木の多くが倒れたことから、「ポプラ台風」と呼称することがある。

気象庁：災害をもたらした気象事例・台風第 18 号

<https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/report/2004/20040904/20040904.html>（2022.12.5 閲覧）

³⁸ 広島県産業連関表（2000 年）の 41 部門表を用いて推計している。

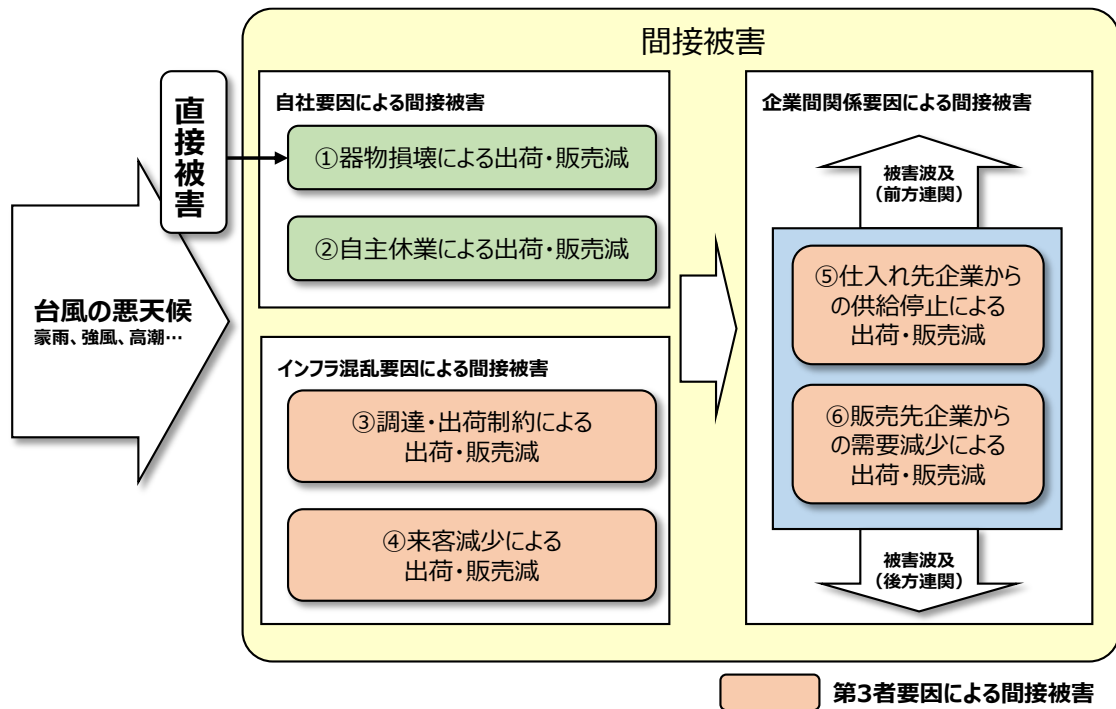


図 2-4 間接被害発生の流れ

出所：国土交通省中部地方整備局「災害の社会経済的影響に関する調査－2004年・台風18号をモデルケースとして－」p5より作成。

http://www.cgr.mlit.go.jp/saigai/cyousa/keizaieikyo/00_zenbun.pdf

2.4 大規模災害による経済的影響の推計

2.4.1 東日本大震災による経済的影響

(1) 被害の状況

2011（平成 23）年 3 月 11 日午後 2 時 46 分、三陸沖の宮城県牡鹿半島の東南東 130km 付近で、深さ約 24km を震源とする地震が発生した。地震の規模を示すマグニチュードは 9.0 で、日本の観測史上最大、1900 年以降世界でも 4 番目の規模の地震であった。最大震度は宮城県栗原市の震度 7、その他岩手県から千葉県までの広い範囲で震度 6 弱以上の激しい揺れが発生した。

地震発生直後、岩手、宮城、福島県を中心とした太平洋沿岸部を巨大な津波が襲った。各地を襲った津波の高さは、福島県相馬では 9.3m 以上、岩手県宮古で 8.5m 以上、大船渡で 8.0m 以上、宮城県石巻市鮎川で 7.6m 以上などが観測されたほか、宮城県女川漁港で 14.8m の津波痕跡も確認されている。また、遡上高（陸地の斜面を駆け上がった津波の高さ）では、全国津波合同調査グループによると、国内観測史上最大となる 40.5m が観測されている。

地震とその後の津波により、多数の尊い命が失われた。令和 3 年 3 月 9 日時点で判明している被害状況は、人的被害が死者 19,747 名、行方不明者 2,556 名、負傷者 6,242 名であり、建物被害は全壊 122,005 棟、半壊 283,156 棟、一部破損 749,732 棟となっている³⁹。国土交通省の調査⁴⁰によれば、建物被害のほとんどが津波によるものであった。

(2) サプライチェーンへの影響

東日本大震災は、直接的被害の範囲や規模が広範囲にわたったことに加え、電力供給の制約やサプライチェーンの寸断により、被災地域以外の地域にも広く影響が及んだ。特に、津波により直接的被害を受けた東京電力福島第一原子力発電所をはじめ、国内の原子力発電所が安全審査のため長期間の稼働停止を余儀なくされたことは、東日本の広範囲にわたり電力供給能力を大きく低下させ、全国の産業部門に生産・供給力の低下をもたらした⁴¹。

³⁹ 緊急災害対策本部：平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震（東日本大震災）について、2021.3.9, <https://www.bousai.go.jp/2011daishinsai/pdf/torimatome20210310.pdf>（2022.10.18 閲覧）

⁴⁰ 国土交通省都市局：東日本大震災による被災現況調査結果について（第 1 次報告）、2011.8.4, https://www.mlit.go.jp/report/press/city07_hh_000053.html（2022.10.18 閲覧）

⁴¹ 2022 年 12 月現在、国内で再稼働した原子力発電所は 6 発電所 10 基（関西電力美浜発電所 1 基、関西電力大飯発電所 2 基、関西電力高浜発電所 2 基、四国電力伊方発電所 1 基、九州電力玄海原子力発電所 2 基、九州電力川内原子力発電所 2 基）となっている。

東日本大震災においては、自動車などの輸送機器産業において全国的にサプライチェーンが寸断した。一般的に完成自動車 1 台には 3 万点以上の部品が必要と言われているが、それらの部品製造業は全国に立地しているため、地域をまたいだ広範囲なサプライチェーンが形成されている。そのため、特殊な部品製造や重要な生産工程を担う工場が被災した場合は、すべてのサプライチェーンに影響を与えることとなる。

特にトヨタ自動車では、トヨタ車の車両組み立てメーカーであるセントラル自動車・宮城工場（宮城県大衡村）、関東自動車工業・岩手工場（岩手県金ケ崎町）の操業再開の目処が立たず、完成自動車や部品の調達が困難となった。そのため、直接的被害が無かった地域の工場を含め、国内 17 の完成車工場が一斉に操業停止する事態となり⁴²、全面的な操業再開は震災発生から約 1 ヶ月後の 4 月 18 日であった⁴³。トヨタ自動車の生産停止や減産による影響台数は最大で海外合わせ約 40 万台に及び⁴⁴、2011（平成 23）年期の国内生産台数は前年比 26%減となった⁴⁵。

また、半導体大手のルネサスエレクトロニクス社が製造し、当時世界トップのシェアを有していた車載用マイコンの主力工場である那珂工場（茨城県ひたちなか市）が被災した。車載用マイコンは自動車の電子制御部品に搭載される重要部品であり、その生産停止により、国内自動車メーカーだけでなく、米国ゼネラルモーターズ社をはじめとする海外自動車メーカーの生産にも影響を与えることとなった。さらに、ルネサス社が製造するマイコンや集積回路など電子部品の供給不足は、スマートフォンや薄型テレビなどの家電産業や IT 関連製品産業にも深刻な打撃を与えた⁴⁶。

このように、東日本大震災ではサプライチェーンの川上を少ない企業が支えるダイヤモンド型サプライチェーン構造（図 2-5）のリスクを浮き彫りにした。これらを教訓として、震災後、サプライチェーンの可視化、部品調達先の分散化、特殊部品の汎用化などがリスク対策として進められることとなった。

原子力規制委員会：原子力発電所の現在の運転状況

https://www.nra.go.jp/jimusho/untent_jokyo.html（2022.12.26 閲覧）

⁴² 朝日新聞：トヨタ復旧めど立たず 業績回復に打撃 東日本大震災で工場操業停止，2011.3.15.

⁴³ 日本経済新聞電子版ニュース：トヨタ、完成車工場すべて再開 部品不足で 5 割稼働，2011.4.18, https://www.nikkei.com/article/DGXNASDD1800J_Y1A410C1000000/（2022.9.22 閲覧）

⁴⁴ 日本経済新聞：自動車減産が長期化 日本勢の世界シェアに影響必至，2011.4.22.

⁴⁵ トヨタ自動車：販売・生産・輸出実績詳細データによる。トヨタ（レクサス含む）の 2011 年期の国内生産台数は約 276 万台で前年比 23.9%減、海外生産台数は約 417 万台で前年比 4.0%減。 <https://global.toyota.jp/company/profile/production-sales-figures/>（2022.9.22 閲覧）

⁴⁶ 北海道新聞：製造業 部品調達の集約裏目 底辺少なく影響長期化，2011.5.11.

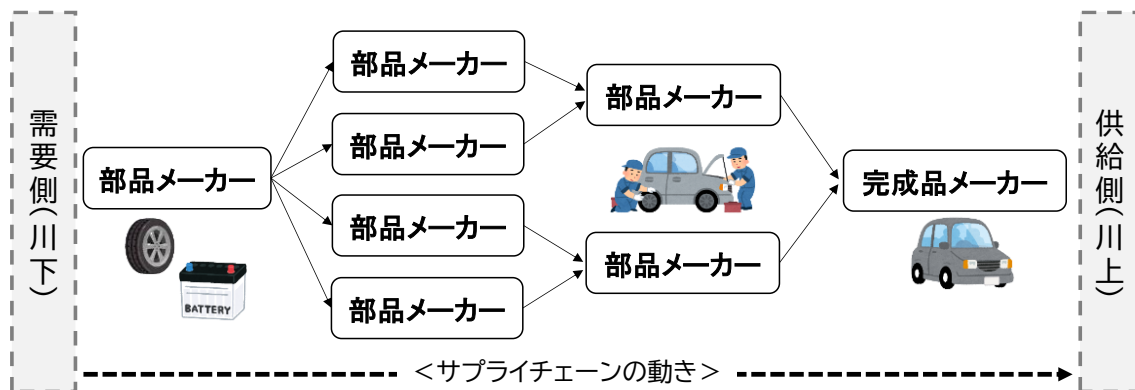


図 2-5 ダイヤモンド型サプライチェーン構造

出所：筆者作成。

(3) 東日本大震災の経済的波及被害

震災発生から2週間足らずの3月23日に、月例経済報告等関係閣僚会議において、内閣府内閣府経済財政分析担当により社会インフラ等経済ストックの被害額として16～25兆円という数字が報告された⁴⁷。その後、6月には、内閣府防災担当により16.9兆円と報告されている⁴⁸。

1995（平成7）年1月の阪神・淡路大震災の被害額が約9.6兆円（国土庁推計）、2004（平成16）年10月の新潟県中越地震の被害額が約3.0兆円（新潟県推計）⁴⁹、2016（平成28）年4月の熊本地震の被害額が約2.4～4.6兆円（内閣府経済財政分析担当推計）⁵⁰だったことを踏まえると、いかに東日本大震災の被害が甚大であったかがうかがえる⁵¹。

⁴⁷ 被災地を特に被害の大きかった被災3県とその他（北海道、青森県、茨城県、千葉県）に分け、さらに前者のうち津波被災地域と非津波被災地域に分けた上で、資本ストックの種類別に、その時点で入手可能な損壊状況に関する情報に基づいて損壊率を想定し、資本ストック額に乗じてそれぞれ推計したもの。

内閣府：月例経済報告等に関する関係閣僚会議震災対応特別会合資料, 2011.3.23.
<https://www5.cao.go.jp/keizai/bousai/pdf/keizaitekicikyou.pdf> (2022.10.18 閲覧)

⁴⁸ 各県及び関係府省からのストック（建築物、ライフライン施設、社会基盤施設等）の被害額に関する提供情報に基づき、内閣府防災担当においてとりまとめたもの。

内閣府政策統括官（防災担当）：東日本大震災における被害額の推計について、
 2011.6.24.

<https://www.bousai.go.jp/2011daishinsai/pdf/110624-1kisyu.pdf> (2022.10.18 閲覧)

⁴⁹ 新潟県地震災害対策本部発表, 2004.11.17.

⁵⁰ 内閣府政策統括官（経済財政分析担当）：平成28年熊本地震の影響試算について、
 2016.5.23. <https://www5.cao.go.jp/keizai3/kumamotoshisan/kumamotoshisan20160523.pdf>
 (2022.10.18 閲覧)

⁵¹ その他、民間シンクタンクや金融機関による被害額推計結果が多数公表されている。

表 2-7 東日本大震災と他の地震災害との被害額比較

災害名及び発生時期		阪神・淡路大震災 (1995.1.7)	東日本大震災 (2011.3.11)	新潟県中越地震 (2004.10.23)	熊本地震 (2016.4.16)
推計元		国土庁	内閣府防災担当	新潟県	内閣府 経済財政分析担当
建築物等 (住宅・宅地、店舗・事務所・工場、機械等)		6.3	10.4	0.7	1.6～3.1
ライフライン施設 (水道、ガス、電気、通信・放送施設)		0.6	1.3	0.1	0.1
社会基盤施設 (河川、道路、港湾、下水道、空港等)		2.2	2.2	1.2	0.4～0.7
その他	農林水産	0.5	1.9	0.4	0.4～0.7
	その他		1.1	0.6	
被害総額(兆円)		9.6	16.9	3.0	2.4～4.6

出所：内閣府政策統括官（防災担当）「東日本大震災における被害額の推計について」、内閣府政策統括官（経済財政分析担当）「平成 28 年熊本地震の影響試算について」、新潟県地震災害対策本部発表（2004）より作成。

佐藤（2011）⁵²は、東日本大震災のマクロ経済への影響を推計している。具体的には、まず、東日本大震災の被災県（青森県、岩手県、宮城県、福島県、茨城県、千葉県）の県内総生産（GDP）合計と、東南海・南海地震の被害想定県（静岡県、愛知県、三重県、和歌山県、高知県）の県内総生産（GDP）合計の比率を調整値とし、阪神・淡路大震災の直接被害額と域内 GDP 損失額の割合を用いて、東日本大震災による直接被害額を 24～35 兆円、域内 GDP 損失額を 6.3～9.3 兆円と推計している。ただし、道路等の公共インフラの毀損や産業間のサプライチェーンの途絶、電力不足の影響は反映されていない。

稲田ら（2011）⁵³は、直接的なストックを中心とする被害額を推定した上で、生産要素が稼働できないことで生じる生産活動の縮小や物流の混乱等による間接的な経済被害について、2005（平成 17）年地域間産業連関表を用いて、被災地域のみならず被災地域以外の全国経済に与える影響を推計している。その結果、ストックに対する直接被害額は 17.8 兆円、間接被害額は生産額ベースで 11.7 兆円、付加価値ベースで 6.0 兆円と推計している。ただし、被災した東北地域での消費・投資・輸出、および東北以外の地域での消費・投資にお

⁵² 佐藤主光：未曾有の東日本大震災による経済的損失の全貌，一橋大学大学院経済学研究科佐藤主光教授緊急インタビュー，ダイヤモンド・オンライン特別レポート第 138 回，2011. <https://diamond.jp/articles/-/11498>（2022.12.10 閲覧）

⁵³ 稲田義久，入江啓彰，島章弘，戸泉巧：東日本大震災による被害のマクロ経済に対する影響―地震、津波、原発の複合的被害―，アジア太平洋研究所政策レポート第 6 号，2011.4.12.

ける東北からの移入分について、それぞれ 20%が喪失されると仮定した上での試算結果である。

また、野崎ら（2011）⁵⁴は、2005（平成 17）年地域間産業連関表の中部地域以外の 8 地域の取引表を接合して交易係数を一部再推計し、17 地域間産業連関表に再構成して他の地域に対する間接被害額を推計している。まず、被害規模が多かった岩手県、宮城県、福島県、茨城県の 4 県を被災地域とし、経済センサスの従業者数・比率や県民経済計算の県別・産業別総生産を元に業種別の減失所得を 8.1 兆円と推定した。この減失所得を直接被害額とし、再構成した 17 地域間産業連関表を用いて、Leontief モデルと Ghosh モデルにより後方連関効果と前方連関効果をそれぞれ推計している。その結果、減失所得（直接被害額）8 兆 1,111 億円に対し、後方連関効果は 11 兆 9,660 億円、前方連関効果は 11 兆 4,367 億円と推計された。後方連関効果では鉄鋼、一般機械、飲食料品への波及被害が大きいのに対し、前方連関効果では一般機械、自動車、飲食料品への波及被害が大きい結果となっている。

さらに、徳井ら（2012）⁵⁵は、東日本大震災により福島第一原子力発電所の停止に伴って発生した電力不足や節電の影響による経済的波及被害に着目し、2005（平成 17）年地域間産業連関表を利用して、原子力発電による電力供給が 1 年間停止した場合の経済的影響を前方連関効果モデルにより分析している。その結果、原子力発電所の停止による直接被害額を 4.9 兆円と推定し、それが前方連関効果によって各産業部門に波及する間接被害額を 8.4 兆円、全体で 13.3 兆円の生産減少額となると推計している。さらに、実際には電力使用制限期間は 2011 年 7～9 月の 3 ヶ月間だったことを踏まえた推計も行っており、その場合、直接被害額は 1.2 兆円、間接被害額は 2.1 兆円、全体で 3.4 兆円の生産減少額と推計している。

以上のように、東日本大震災における経済的波及被害の推計にあたっては、直接被害額を推定した上で、地域間産業連関表を用いて全国経済への波及被害を推計する試みが行われてきた。また、その経済的影響の大きさや波及する方向に着目し、ベーシックな後方連関効果だけでなく、供給サイドからみた波及被害を推計する前方連関効果を併せて推計し、双方向の波及被害を評価する研究事例が蓄積してきていると言えるであろう。

⁵⁴ 野崎道哉，井原健雄，ティティポンタラグン・ノントチャイ：東日本大震災の経済被害のインパクト－中部圏への影響－，産業連関 19 巻，環太平洋産業連関分析学会，pp.28-39, 2011.3.

⁵⁵ 徳井丞次，荒井信幸，川崎一泰，宮川努，深尾京司，新井園枝，枝村一磨，児玉直美，野口尚洋：東日本大震災の経済的影響－過去の災害との比較，サプライチェーンの寸断効果，電力供給制約の影響－，RIETI Policy Discussion Paper Series 12，独立行政法人経済産業研究所，2012.3.

2.4.2 2016 年北海道豪雨による経済的影響⁵⁶

北海道の災害においては、浸水等の被害を受けた田畑面積に単位面積当たり被害額を乗じて算出する農業被害額がその都度発表されているが、直接的な農業被害がもたらした間接的な経済的波及被害を推計した行政機関の報告や研究は見当たらない。その中で小林・平出ら（2019）は、2016（平成 28）年 8 月北海道豪雨（以下、「2016 年北海道豪雨」という。）を事例として、地域間産業連関分析により全国に広がった経済的波及被害を推計している。

(1) 被害の状況

2016（平成 28）年 8 月 7 日～30 日にかけて北海道に 4 つの台風が上陸・接近し、激甚な被害が発生した。この 2016 年北海道豪雨により、国管理区間の 4 河川で堤防が決壊し、5 河川で氾濫が発生するとともに、北海道管理河川においても 5 河川で堤防決壊、79 河川で氾濫が発生した。

一連の台風による被害面積は 38,927ha に達し、被害総額は 543 億円、そのうち農業被害額は 263 億円となった⁵⁷。十勝地域やオホーツク地域などの道東の畑作地帯での被害が大きく、作物ではばれいしょやスイートコーン・たまねぎなどの野菜類が被害額の大部分を占めた。大雨による被害は、河川のみならず道路や農業へも及び、食料基地である北海道の農業被害が全国の食料供給に影響を与えることとなった。



図 2-6 北見市（常呂川流域）のたまねぎ畑の被災状況

出所：小林・平出ら（2019）より引用。

⁵⁶ 本節の分析内容は、次の研究報告を再構成した上で加筆修正したものである。
小林彩佳，君沢竜也，平出渉，吉田隆年，千葉学，佐々木博文，岡部博一：洪水による農業被害に伴う波及被害額の算定手法の検討，河川技術論文集第 25 巻，土木学会，pp19-24，2019.6.

⁵⁷ 平成 28 年 8 月北海道大雨激甚災害を踏まえた水防災対策検討委員会：委員会報告 参考資料，2016.3.
https://www.hkd.mlit.go.jp/ky/kn/kawa_kei/ud49g7000000f0l0-att/splaat000000hdsv.pdf
(2022.10.18 閲覧)

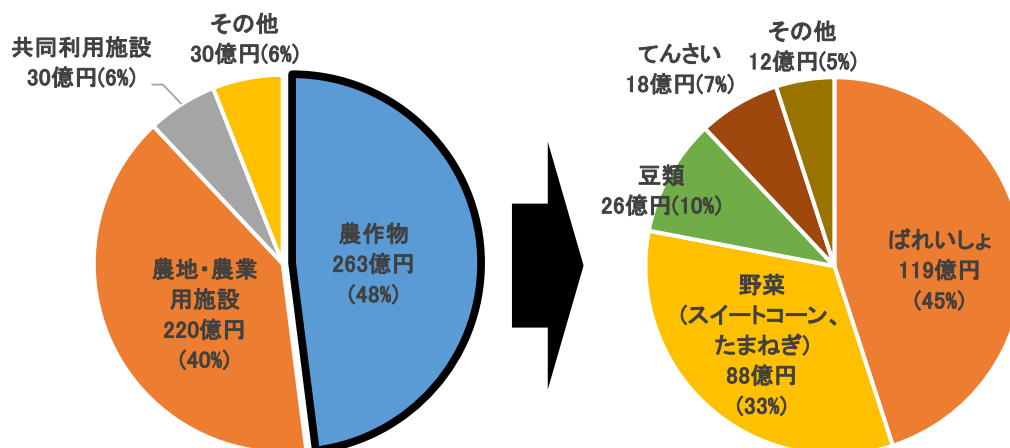


図 2-7 2016 年北海道豪雨による農業被害の内訳

出所：平成 28 年 8 月北海道大雨激甚災害を踏まえた水防災対策検討委員会「委員会報告参考資料」より作成。

https://www.hkd.mlit.go.jp/ky/kn/kawa_kei/ud49g7000000f010-att/splaat000000hdsv.pdf

(2) サプライチェーンへの影響

特に被害の大きかった十勝地方においては、ポテトチップスや冷凍コロッケ等に用いられる加工用ジャガイモの収穫量が大きく落ち込み、翌 2017（平成 29）年春には食品メーカーでの原料不足が深刻化した。十勝産ジャガイモを主な原料としていたスナック菓子大手のカルビーでは最大 33 種類、湖池屋では最大 16 種類の商品が販売終了や休止となった⁵⁸。これらの事態は、食品メーカーが複数の産地に調達先を広げることでリスクヘッジするきっかけとなった。

図 2-8 に、2016（平成 28）年 8～9 月における北海道産にんじんの取扱量と価格の推移を示す。例えば、秋にんじんは例年 8 月中旬より全国の主要卸売市場において北海道シェアが 9 割を占めるため、災害後に卸売数量が落ち込み、9 月中旬以降価格が過年度の 2 倍となる状況が生じた。

また、被害は農産加工業にも及ぶこととなり、製糖業者においては原材料となるてんさいの供給が減少したことにより、減産を余儀なくされるケースが発生した。このように農業被害に端を発した二次的な被害が全国に波及したことは、日本の食を支える北海道の災害による被害波及の大きさを示すものである。

⁵⁸ 北海道新聞：台風禍 ポテチ生産一部休止／ジャガイモ産地 十勝に被害集中，2017.4.11.

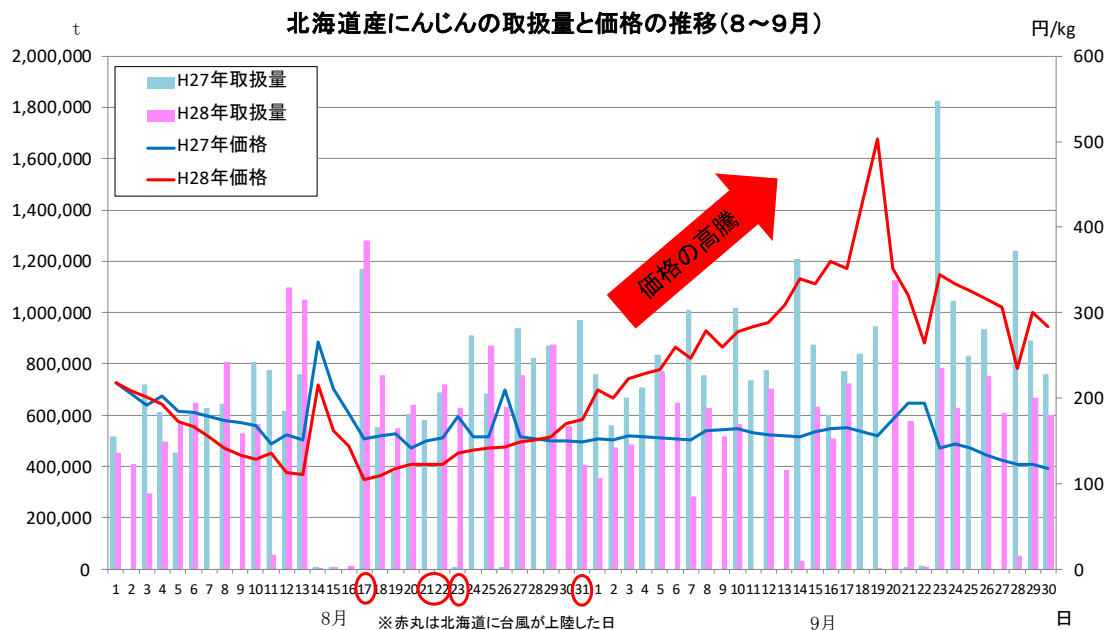


図 2-8 2016 年 8～9 月における北海道産にんじんの取扱量と価格の推移

出所：平成 28 年 8 月北海道大雨激甚災害を踏まえた水防災対策検討委員会「委員会報告参考資料」より作成。

https://www.hkd.mlit.go.jp/ky/kn/kawa_kei/ud49g7000000f0l0-att/splaat000000hdsv.pdf

(3) 農業被害項目の体系化

現在、国内における治水経済評価は、「治水経済調査マニュアル（案）^{59）}」（以下、「マニュアル」という。）に基づき行われている。その中で便益として計上している対象範囲は、治水事業の効果として考えられる項目のうち、貨幣換算が可能な一部の計上に留まっている現状にある。農業被害についていえば、浸水による農産物・農地・農業用施設等の直接的な農業被害について評価されているが、間接的な経済的波及被害は現段階において評価されていない。

そこで小林・平出ら（2019）は、まず 2016 年北海道豪雨による農業被害の全体像を把握するため、被災地域の農業協同組合、食品加工業者に加え被災地から原材料を調達している食品メーカー・食品加工場を対象にヒアリング調査を実施した。ヒアリング調査は被害発生 of 当該年及び翌年の 2 年間にわたって実施し、2016 年度は洪水発生直後の被害内容の把握、2017 年度は単年で把握することのできなかつた新たな被害の発生状況や被害額算定のため、必

^{59）} 国土交通省水管理・国土保全局：「治水経済評価マニュアル（案）令和 2 年 4 月」，2020.4.
https://www.mlit.go.jp/river/basic_info/seisaku_hyouka/gaiyou/hyouka/r204/chisui.pdf
 （2022.9.15 閲覧）

要となる情報収集を行った。

次いで、実施したヒアリング調査及び過去の河川氾濫事例から、調査すべき農業被害の事象について検討を行い、被害項目の体系化を行った。そして、台風被害（河川氾濫及び内水による湛水）による農産物や農業用施設の被災や、公共土木施設、生産基盤などの資産を喪失する「直接被害」に伴い、農業や関連産業の生産現場、地域社会において付随して発生する「波及被害」に分類した（図 2-9）。

また、マニュアルの評価項目との二重計上を回避する観点から、現行で評価対象としている農作物、農地等の直接被害と波及被害の対応関係について整理を行った。この時、農作物加工施設、集出荷施設の被害に伴う雇用機会の損失はマニュアルの評価項目の対象であるため、新たな波及被害として評価対象外としている。なお、直接被害額 262.7 億円（うち水害による被害額 247.2 億円）は、2016 年北海道豪雨による北海道全体の被害額である。

(4) 2016 年北海道豪雨の経済的波及被害

北海道の農業被害（北海道産農作物の供給制約）に伴う全国の関連産業（食品加工業者、運送業者、卸・小売業者、飲食店等）への経済的影響は、以下の方法により推計した。

① 産業連関表

本推計では、2016 年北海道豪雨による北海道産農作物の供給制約が全国に与える波及被害を推計するにあたり、全国 9 地域を対象とした経済産業省「2005（平成 17）年地域間産業連関表（29 部門表）」を用いた。

② 推計モデル

本推計では、原材料としての農作物の供給が停止した場合における他の産業に与える影響を含んだ被害額を算出するため、下田・藤川（2012）⁶⁰を参考に、前方連関効果と後方連関効果の双方を組み入れたモデルを用いて影響額を試算した。

後方連関による影響額は、次の式を計算する。

$$\Delta X_B = (I - A)^{-1} \Delta F \quad (2.15)$$

ここで、 ΔX_B は生産額の変化分、 I は単位行列、 A は投入係数行列、 ΔF は最終需要額の変化分である。

⁶⁰ 下田充，藤川清史：産業連関分析モデルと東日本大震災による供給制約，産業連関 20 巻 2 号，環太平洋産業連関分析学会，pp.133-146, 2012.6.

ΔX_B は、後方連関効果による波及被害額を示す。 A は産業連関表を用いて算出された投入係数行列で、ある産業において1単位の生産を行う際にどの地域のどの部門が原材料として必要とされるか表した単位である。 $(I - A)^{-1}$ は Leontief 逆行列と呼ばれ、商品を生産したときの需要側産業への波及効果を全て足し合わせたものであり、(2.15)式は最終需要 ΔF の変化により生産額がいくら変化するか (ΔX_B) を表している。

同様に、前方連関効果による影響額は、次の式を計算する。

$$\Delta X_F = (I - B)^{-1} \Delta V \quad (2.16)$$

ここで、 ΔX_F は生産額の変化分、 I は単位行列、 B は産出係数行列、 ΔV は付加価値額の変化分である。

ΔX_F は、前方連関効果による波及被害額を示す。 B は産業連関表を用いて算出された産出係数行列で、ある産業における1単位の生産がどの地域のどの部門に販売されたか表した単位である。 $(I - B)^{-1}$ は Ghosh 逆行列と呼ばれ、商品を生産したときの供給側産業への波及効果を全て足し合わせたものであり、(2.16)式は、付加価値 ΔV の変化により生産額がいくら変化するか (ΔX_F) を表している。

下田・藤川 (2012) は東日本大震災がもたらした供給制約による波及被害額の分析モデルを比較検証しているが、その中で前方連関効果と後方連関効果の双方を組み入れたモデルを提示している。具体的には、最初のステップにおいて Ghosh モデルによる前方連関効果による生産減少が起こり、次のステップにおいては Leontief モデルによる後方連関効果により生産減少が波及するモデルである。詳しくは第3章で考察するが、次式により求められる⁶¹。

$$\Delta X_{B,F} = (I - A)^{-1} (B \Delta V) \quad (2.17)$$

本推計においては、この(2.17)式に基づき、2016年北海道豪雨による北海道産農作物の供給制約が全国に与える波及被害を推計した。

③ 推計手順

本推計においては、北海道において発生した直接被害額を農業部門の移出額の比率で配分し各地域への移出減少額とした上で、Ghosh モデルに基づく産出係数に乗じることにより、北海道の農林水産業の減産による付加価値減少額（前方連関効果）を算出した。次いで、推計した付加価値減少額を Leontief モデルに基づく Leontief 逆行列表に乗じることにより、波及被害額（後方連関効果）を推計した。

⁶¹ 下田・藤川 (2012) の分析モデルを含め、前方連関効果、後方連関効果のモデルについては第3章で整理する。

付加価値減少額については、仮説的抽出法（HEM：Hypothetical Extraction Method）を用いて推計した。仮説的抽出法とは、ある地域・部門が削除された場合に、当該部門の産出が仮設的にどれだけ減少するかを評価する手法である。本推計では、北海道の農林水産業からの供給停止による前方連関効果を計測するために、農林水産業部門からの産出がゼロの場合と存在する場合の生産額の比率を算出し、これを付加価値への影響比率とした。

④ 推計結果と考察

2016 年北海道豪雨における北海道の農業被害額 247.2 億円について、これを原材料として見込んでいた全国の産業が被る波及被害額（前方連関効果）は 123.8 億円、波及被害額（後方連関効果）は 234.7 億円となり、波及被害額の合計は 358.4 億円と推計された。

図 2-9 において、農業被害額による関連産業への経済的影響は、体系化された被害額の中で突出している。これは、2016 年北海道豪雨にみられた北海道産の農作物の供給が途絶えることによる、市場、製造業者そして消費者へ与える影響を表したものである。金額が大きい理由は、北海道内だけではなく全国へ被害が波及すること、さらには様々な産業へ与える影響が大きいためと考えられる。

直接被害額 247.2 億円とした場合において、波及被害額は 358.4 億円であり、直接被害額の 1.4 倍にあたる。このことは、産業連関分析を用いた試算によると、北海道の農林水産業の生産がすべて途絶したという条件のもとで直接被害額に対する波及被害額は一律で 1.4 倍となることを示す。つまり、費用対効果を算出して外水氾濫による被害額を対象とする場合にも、この倍率を適用することが可能である。

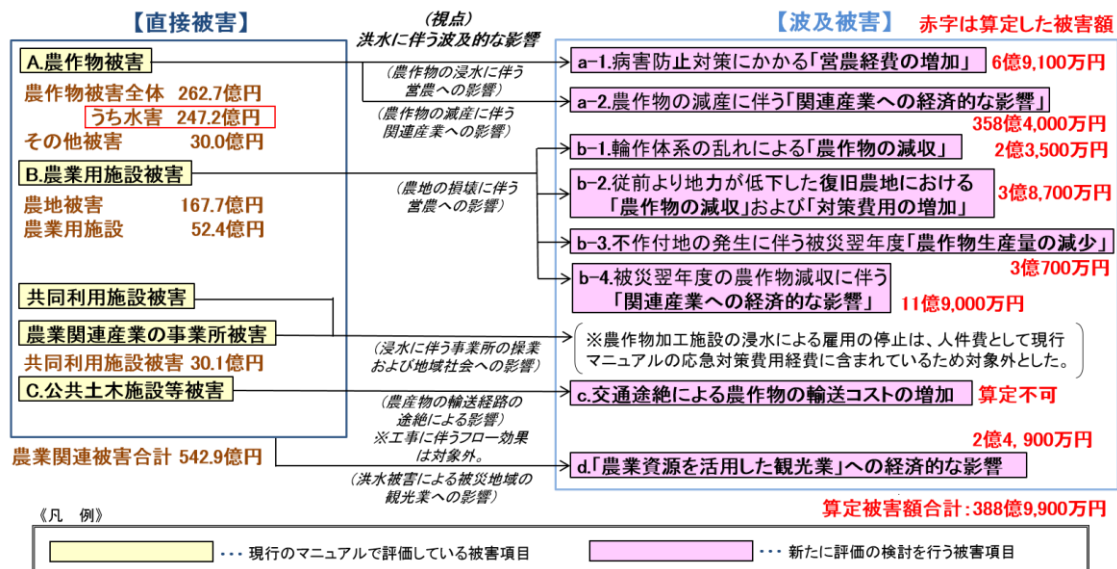


図 2-9 2016 年北海道豪雨による農業被害項目の体系図

出所：小林彩佳，君沢竜也，平出渉，吉田隆年，千葉学，佐々木博文，岡部博一：洪水による農業被害に伴う波及被害額の算定手法の検討，河川技術論文集第25巻，土木学会，pp19-24，2019.6.

2.5 本章のまとめ

本章では、まず、我が国における政策評価制度の経緯や、国土交通省が実施している公共事業の政策評価（事業評価）の概要を整理した（2.2）。

また、政策評価における定量的な分析評価手法である費用便益分析について、その評価手法を整理するとともに、公共事業のうち河川事業、とりわけ台風や水害等の発生による広範囲な水害被害に対応する治水事業に関し、現行マニュアルにおいて計上されている便益（事業効果）や、今後新たな便益として定量化が必要と考えられる便益について整理した（2.3）。

さらに、近年の大規模災害として 2011 年東日本大震災及び 2016 年 8 月北海道豪雨を取り上げ、産業連関分析による経済的波及被害の推計手法について、先行研究からのレビューを行った（2.4）。

本章の整理から、我が国における政策評価の現状と課題について、以下のよう

にまとめられる。

事業評価は、事業の種別、背景、事業規模、波及的影響などの多様な視点から総合的に実施するべきものであるものの、当該事業の投資効率性を示す費用便益分析による定量的評価が事業の実施または継続の判断基準として最も重要とされるため、事業の実施により発現すると想定される効果（便益）を可能な限り貨幣換算して定量的評価に組み込むことが必要である。

特に、広範囲かつ他方面に影響が波及する水害被害の発生を抑止するために実施される治水事業については、経済的波及被害を定量化して便益に組み込もうとする動きが出てきている。

こうした動きに呼応して、産業連関分析を用いた災害等の被害推計では、多くの場合、ベーシックな後方連関効果による推計が行われてきたが、後方連関効果は需要サイドからみた波及被害であるため限定的な推計に留まっている。そのため、産業間・地域間サプライチェーンにおける供給制約を適切に評価するためにも、供給サイドからみた波及被害を推計する前方連関効果を併せて推計し、双方向の波及被害を評価することが理想的である。

こうした現状を鑑みると、供給サイドからみた波及被害を推計できる前方連関効果による評価手法の確立は、災害等の発生による経済的影響を適切に推計するために有益であると言える。

第3章 前方連関効果の推計条件に関する研究

3.1 本章の目的

本章では、前方連関効果の理論モデルである Ghosh モデルに関して、基本的な経済モデルやこれまで指摘されてきた理論的課題を先行研究から整理するとともに、前方連関効果モデルを用いる上で必要となる条件について考察する。また、前方連関効果・後方連関効果の双方向を同時に推計可能な分析手法である「仮説的抽出法」を取り上げ、その理論的適合性を論ずる。

3.2 前方連関効果の経済モデルに関する考察

3.2.1 産業連関分析による波及被害推計モデル

本項では、産業連関分析の基本モデルと、東日本大震災に伴う供給制約に関する分析を行った下田・藤川（2012）⁶²が提案した推計モデルを整理する。下田・藤川（2012）は、供給制約の間接被害を計測するためのモデルを複数提示している。

(1) 基本モデル

生産額ベクトル X と最終需要ベクトル F 、投入係数行列 A を次のように示す。

$$X = \begin{bmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix}, \quad F = \begin{bmatrix} f_1 \\ \vdots \\ f_n \end{bmatrix}, \quad A = (a_1 \cdots a_n) = \begin{bmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

ここで、 a_{ij} は地域 j による地域 i からの投入係数行列、 x_i は地域 i の生産額ベクトル、 f_i は地域産品 i に対する最終需要ベクトルである。

このとき、中間需要、最終需要及び生産額の関係を示すバランス式は次のようになる。

$$\begin{bmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} f_1 \\ \vdots \\ f_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix}$$
$$X = AX + F \tag{3.1}$$

⁶² 下田充，藤川清史：産業連関分析モデルと東日本大震災による供給制約，産業連関 20 巻 2 号，環太平洋産業連関分析学会，pp.133-146, 2012.6.

さて、産業連関分析とは、最終需要 ΔF が与えられたとき、 $X = AX + F$ を満たす生産額 ΔX を導くことにほかならない。最終需要 ΔF を満たすためには、その原材料となる中間財もまた生産されなければならないので、追加需要 $A\Delta F$ が発生する。さらにその $A\Delta F$ を生産するために、さらなる追加需要 $A(A\Delta F) = A^2\Delta F$ が発生し、その後も $A^3\Delta F$ 、 $A^4\Delta F \dots$ と、追加需要の発生サイクルが連鎖的かつ無限に続いていくこととなる。これらの波及の流れを表すと次のようになる。

$$X = F + AF + A^2F + A^3F + \dots = (I + A + A^2 + A^3 + \dots)F \quad (3.2)$$

ここで $(I + A + A^2 + A^3 + \dots)$ は、「ソローの条件（投入係数の和がすべて1未満）」を満たすとき、 $(I - A)^{-1}$ に収束する。

したがって(3.2)式は、

$$X = (I - A)^{-1}F \quad (3.3)$$

$$s.t. \quad \sum_{j=1}^n a_{ij} < 1 \quad (j = 1, 2, \dots, n)$$

と書き換えることができる。

ここで I は単位行列（対角要素を1、非対角要素を0とした正方行列）、 $(I - A)^{-1}$ は生産部門間すべての直接・間接の波及効果を遡及した係数行列であり、Leontief 逆行列と呼ばれる。

(2) 後方連関効果モデル

需要が供給を決定する Leontief モデルにおいては、(3.1)式のとおり、最終需要 F が外生的に与えられ、生産額 X は中間財 AX と最終需要 F の合計額として決定される。

いま、3つの地域からなる経済を考え、そのうち地域3を被災地域とする。地域3を外生とすれば、地域1と地域2の均衡式は、

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} a_{13} & x_3 + f_1 \\ a_{23} & x_3 + f_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} \quad (3.4)$$

ここで投入係数⁶³を一定と仮定し、(3.4)式を x_1 と x_2 について解くと、

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} = \left[I - \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} \right]^{-1} \begin{bmatrix} a_{13}x_3 + f_1 \\ a_{23}x_3 + f_2 \end{bmatrix} \quad (3.5)$$

ここで、震災により地域3の生産額が Δx_3 減少した場合の地域1と地域2の生産額の変化は、次式で求めることができる。

$$\begin{bmatrix} \Delta x_1 \\ \Delta x_2 \end{bmatrix} = \left[I - \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} \right]^{-1} \begin{bmatrix} a_{13}\Delta x_3 \\ a_{23}\Delta x_3 \end{bmatrix} \quad (3.6)$$

⁶³ 実際の計算においては、投入係数 A には輸入分を控除した国産品投入係数を用いる。

(3.6)式のうち $a_{i3}\Delta x_3$ は地域3による地域産品 i への需要減少額であり、(3.6)式の解は被災地域の生産減少がもたらす後方連関効果の波及被害である。

(3) 前方連関効果モデル

付加価値 V （転置した行ベクトルを V' と表示）を次のように示す。

$$V' = \begin{bmatrix} v_1 \\ \vdots \\ v_n \end{bmatrix}$$

ここで、 v_i は地域 i の付加価値ベクトルである。需要が供給を決定する Leontief モデルに対し、供給が需要を決定する Ghosh モデルでは、付加価値 V が外生的に与えられ、生産額 X （転置した行ベクトルを X' と表示）は中間財 BX' と付加価値 V' の合計額として決定される。

$$\begin{bmatrix} b_{11} & \cdots & b_{n1} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{1n} & \cdots & b_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} v_1 \\ \vdots \\ v_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix}$$

$$X' = BX' + V' \quad (3.7)$$

$$X' = V'(I - B)^{-1} \quad (3.8)$$

このとき、 b_{ij} は地域 i から地域 j への産出額であり、 $b_{ij} = x_{ij}/X_i$ で示されるとともに、 B は産出係数行列である。

同じく、地域3を外生とすれば、地域1と地域2の均衡式は、

$$\begin{bmatrix} x'_1 \\ x'_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x'_1 \\ x'_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_{11} & b_{21} \\ b_{12} & b_{22} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} b_{31}x'_3 + v'_1 \\ b_{32}x'_3 + v'_2 \end{bmatrix} \quad (3.9)$$

産出係数を一定と仮定し、(3.9)式を x'_1 と x'_2 について解くと、

$$\begin{bmatrix} x'_1 \\ x'_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_{31}x'_3 + v'_1 \\ b_{32}x'_3 + v'_2 \end{bmatrix} \left[I - \begin{bmatrix} b_{11} & b_{21} \\ b_{12} & b_{22} \end{bmatrix} \right]^{-1} \quad (3.10)$$

ここで、震災により地域3の生産額が $\Delta x'_3$ 減少した場合の地域1と地域2の生産額の変化は、次式で求めることができる。

$$\begin{bmatrix} \Delta x'_1 \\ \Delta x'_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_{31}\Delta x'_3 \\ b_{32}\Delta x'_3 \end{bmatrix} \left[I - \begin{bmatrix} b_{11} & b_{21} \\ b_{12} & b_{22} \end{bmatrix} \right]^{-1} \quad (3.11)$$

(3.11)式のうち $b_{3i}\Delta x'_3$ は地域 i による地域産品3への投入減少額であり、(3.11)式の解は被災地域の生産減少がもたらす前方連関効果の波及被害である。

ただし、このモデルは完全代替性を仮定しており、災害発生時にも産出係数が安定的である等のモデル上の課題がある。

(4) 前方連関効果モデル＋後方連関効果モデル⁶⁴

上記①②のモデルとは別に、サプライチェーンの最初の段階において Ghosh モデルによる前方連関効果が作用し、次の段階においては Leontief モデルによる後方連関効果が働くモデルを考える。

同じく、地域 3 を外生とし、震災により地域 3 の生産額が Δx_3 減少した場合に、まず最初に前方連関効果が働くとすれば、(3.11)式より、地域 1 と地域 2 の生産額の減少はそれぞれ $b_{31}\Delta x_3$ と $b_{32}\Delta x_3$ となる。

この前方連関効果による生産減少額が、次のステップでは後方連関効果として働くとする、次式のとおりとなる。

$$\begin{bmatrix} \Delta x_1 \\ \Delta x_2 \end{bmatrix} = \left[I - \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} \right]^{-1} \begin{bmatrix} b_{31}\Delta x_3 \\ b_{32}\Delta x_3 \end{bmatrix} \quad (3.12)$$

⁶⁴ 2.4.2 で取り上げた小林・平出ら（2019）における 2016 年北海道豪雨の経済的波及被害は、このモデルを使用して推計したものである。

3.2.2 前方連関効果に関する理論的課題

前方連関効果を推計する Ghosh (1958)⁶⁵による Ghosh モデルには、理論的な課題が指摘されている。投入係数に基づき需要から産出量を導出する Leontief モデルに対し、Ghosh モデルは産出係数に基づき供給から産出量を導出するという、構造的に正反対の性質を持つため、多くの論争を招いている。

例えば Oosterhaven (1988)⁶⁶は、投入係数と配分係数の双対性（構造的な対称性）から、生産の成長率が部門間で均一であるならば投入係数が安定的であるとき配分係数も安定的であるとしながらも、需要が完全に供給サイドから決定されることの非現実性を指摘している。また、Dietzenbacher (1997)⁶⁷は、Leontief モデルが需要の増加に対応して生産を増加させ、それに伴って付加価値（生産要素）も増加するのに対し、Ghosh モデルでは付加価値を所与とするため、生産要素に変化が生じないと仮定している点に矛盾があると指摘している。

本項では、Ghosh モデルが持つ理論的課題のうち、「産出係数の安定性」と「完全代替性の仮定」について、その理論的背景と、Ghosh モデルを用いて経済的影響を推計する上での必要な対応について整理する。

(1) 産出係数の安定性

Ghosh モデルが持つ理論的課題の 1 つ目は、Ghosh モデルの産出係数（配分係数）が一定であると仮定している点である。これは、波及の過程で販売先の比率が変化しないということであり、言い換えれば被災前後において産業間取引に変化がないことを意味する。

Leontief モデルにおける投入係数の安定性の仮定は、産業連関表の作表年次と分析対象年次の間で生産技術の変化がないこと（生産技術水準の不変性）を意味しており、生産技術は短期間で大幅に変化するものではないと考えればその仮定も現実的であるが、販売先の比率は企業の行動によって短期間で容易に変化しうるとする指摘がある。

実際に、災害等の発生から元の経済状態に戻るまでの復旧期間が長期に及べば、被災地域に立地していた企業が撤退してしまったり、被災地域の企業から供給を受けていた取引先企業が別の地域の企業に乗り換えてしまい、完全

⁶⁵ Ghosh,A. “Input-output Approach in an Allocation System”, *Economica* Vol.25(No.97), pp58-64, 1958.

⁶⁶ Oosterhaven,J. “On the Plausibility of the Supply-Driven Input-Output Model”, *Journal of Regional Science*, Vlo.28, No.2, pp.203-217, 1988.

⁶⁷ Dietzenbacher,E. “In vindication of the ghosh model : A reinterpretation as a price model”, *Journal of regional science* Vol.37(No.4), pp629-651, 1997.

には被災前の経済状態に戻らないというケースも大いに想定できる。しかし、取引関係に影響を及ぼすほどではない災害等であれば、短期間には販売先の比率は変化しないと想定し、産出係数の安定性を仮定しても問題は無いと考えられる。

そのため、産出係数の安定性については、分析対象となる災害等の規模に応じて仮定条件を考えることが必要である。

(2) 完全代替性の仮定

Ghosh モデルが持つ理論的課題の 2 つ目は、Ghosh モデルが中間財や付加価値など生産関数の完全代替性を仮定している点である。すなわち、ある産業部門が被災して中間財の供給が停止した場合でも、別の産業部門によって当該中間財の代替生産が可能であるとする仮定となっており、被災した産業部門がサプライチェーンにおいて重要な中間財を生産している場合においては、波及被害額を過小評価してしまう可能性がある。しかし、災害等が発生した場合に他地域・他産業部門における代替が可能かどうかは、実際には被害の大きさや復旧期間の長さ、被災した産業部門やそこで生産される財の種類などの諸条件によって異なると考えられる。

例えば、小売業において、被災地域からの最終製品の供給が滞った場合に、緊急避難的に他地域で生産されている類似製品を調達して販売することは十分あり得るシチュエーションであり、その場合は代替性があると言える。しかし、製造業のように、中間財の供給がなければ次の生産工程に支障をきたし最終製品の生産に影響を及ぼすようなケースでは、少なくとも短期的には代替は不可能であると考えられる。

第 1 章で取り上げた東日本大震災や 2016 年北海道豪雨は、まさしく他地域・他産業部門における代替が不可能であったケースである。前述のとおり、東日本大震災では重要な自動車組み立て工場が被災したためトヨタの国内全工場が 1 ヶ月間操業停止し、2016 年北海道豪雨では加工用ジャガイモの供給が大幅に減少したため、約 6 ヶ月後には食品メーカーの在庫が枯渇して商品の販売停止へと繋がった。

このような現実の事例をみれば、災害等の発生時に完全代替性が成り立つことは現実的には難しく、推計モデルないし条件設定による対応が必要である。

3.2.3 Ghosh モデルの理論的課題に対応した先行研究

前項で示した Ghosh モデルの理論的課題に対応するため、Ghosh モデルに改良を加えた推計モデルが考えられている。本項では、産出係数の安定性や完全代替性の仮定に対応した長谷部（2002）、下田・藤川（2012）、岡田ら（2012）の先行研究を整理する。

(1) 長谷部(2002)⁶⁸による推計手法

長谷部（2002）は、東日本大震災による首都圏の製造業への経済的波及被害を、生産関数と東京都産業連関表⁶⁹に基づき推計している。

具体的には、まず東京都内における製造業、建設業、卸売・小売業、金融・保険業、不動産業、運輸・通信業、サービス業を対象に、1975 年から 1996 年までの事業所数と従業員数のデータを資本と労働の投入量としたコブ・ダグラス型生産関数を推定した。

次いで、東日本大震災後 1 年間の東京都内における資本と労働の投入量を既存データから推定した減少率を用いて推定し、東京都産業連関表における東京都内の全産業の域内生産額に乘じることにより、東京都内産業に及ぶ波及被害額を推計した。

さらに、東京都内・都外間の「中間財取引停止期間⁷⁰」を設定して年間の生産減少率を推定し、東京都産業連関表における東京都外の全産業の域内生産額に乘じることにより、東京都外産業に及ぶ波及被害額を推計した。

長谷部（2002）による推計手法は、完全非代替のレオンチェフ型生産関数を前提としながら、災害による供給制約を推計結果に反映するため、東京都内については生産要素の減少率、東京都外については取引停止期間による減少率を用いて波及被害額を推計している点に特徴がある。

ただし、産業連関表における産業別生産額を所与としているため、被災前後の産業間取引の変化は無いものとして取り扱っており、東日本大震災レベルの大災害においてその仮定が成り立つだろうかという点は指摘できよう。

⁶⁸ 長谷部勇一：災害の経済的評価－産業連関表による供給制約型モデル－，環太平洋産業連関分析学会第 13 回大会報告集，環太平洋産業連関分析学会，2002。

⁶⁹ 東京都産業連関表は、東京都内と東京都外の 2 地域間表として推計されている。

⁷⁰ 中間財の取引停止期間は阪神淡路大震災の調査結果から 14 日間とし、そこから推定した年間 4%の減少率を全産業の生産額に乘じて生産減少額としている。

(2) 下田・藤川(2012)⁷¹による推計手法

下田・藤川(2012)は、3.2.1で整理した3つの波及被害推計モデルのほか、前述の長谷部(2002)を参考として、生産関数の完全非代替性を導入した推計モデルを提案している。

具体的には、東日本大震災前の2011(平成23)年2月における東北地域の鉱工業生産指数と震災後3~5月の生産指数平均値の下落率を、経済産業省「2005(平成17)年地域間産業連関表」の東北地域の当該産業部門の生産額に乗じて生産減少額を算出し、それを(i)後方連関効果モデル、(ii)前方連関効果モデル、(iii)前方連関効果と後方連関効果を組み合わせたモデル、(iv)生産関数の完全非代替性を導入したモデルの4モデルでの推計を行い、比較検証を行っている。

推計結果としては、(i)(ii)で波及被害額の大きさにそれほどの変化は無いが、後方連関効果と前方連関効果の波及方向の違いから、(i)では素材関連産業、(ii)では最終製品産業でより大きな波及被害額となっており、LeontiefモデルとGhoshモデルの性質を反映している結果と言える。また、前方連関効果と後方連関効果を組み合わせた(iii)については、波及被害額や波及する産業部門ともに(ii)と似たような傾向となっている。一方、(iv)では波及被害額が他の3ケースと比較して5~6倍となっており、これは生産要素の完全非代替性を仮定しているため、中間財投入の被災地域産品比率が高い場合、投入量の多寡にかかわらず中間財の減少率に近い割合で生産が減少してしまうことが影響していると分析されている。

下田・藤川(2012)による推計手法は、(iii)が産出係数の安定性に部分的に対応したモデル、(iv)が生産関数の完全非代替性を導入したモデルである。このうち(iv)については、長谷部(2002)と同様に、東日本大震災レベルの大災害において産出係数の安定性の仮定が成り立つだろうかという指摘ができる。

(3) 岡田ら(2012)⁷²による推計手法

岡田(2012)は、Ghoshモデルの完全代替性の仮定に対応するため、「災害時産出係数⁷³」を導入している。すなわち、投入係数が設定した基準値よりも

⁷¹ 下田充, 藤川清史: 産業連関分析モデルと東日本大震災による供給制約, 産業連関 20 巻 2 号, 環太平洋産業連関分析学会, pp.133-146, 2012.6.

⁷² 岡田有祐, 奥田隆明, 林良嗣, 加藤博和: 前方連関効果を考慮した広域巨大災害の産業への影響評価, 土木計画学研究講演集 45, 土木学会, 2012.6.

⁷³ 岡田ら(2012)では「災害時投入係数」と表現されているが、本論文では文脈の整合性から「災害時産出係数」とした。

大きい産業部門を重要な中間財と判断し、その中間財の減少量に応じて生産も減少すると仮定する。この仮定により、重要な中間財の供給が減少した場合は大きく生産が減少し、あまり重要でない中間財の供給が減少した場合は生産への影響が小さいことが表現できる。

つまり、災害等の発生時には代替される中間財もあれば代替されない中間財もあると考え、Ghosh モデルの完全代替性を完全には排除せず、必要不可欠な中間財については他産業部門では代替できないという仮定を導入している。

また、被災後に残っている生産能力である残存生産率 λ をモデルに組み込んでいる点が特徴的である。被災率を d とした場合 $\lambda = (1 - d)$ で示され、 $\lambda = 1$ は被害発生前の経済状態、 $\lambda = 0$ は生産能力が 0 になった経済状態を示す。この残存生産率 λ を用いて被災後の付加価値額を推定した上で被災後の生産額を推計している。

$$V_j^s = \lambda_j^s \bar{V}_j^s \quad (3.13)$$

$$X_j^s = \frac{V_j^s}{v_j^s} \quad (3.14)$$

ここで、 X_j^s は被災後の生産額、 V_j^s は被災後の付加価値額、 $\bar{V}_j^s$ は被災前の付加価値額、 v_j^s は付加価値係数（産業部門別付加価値率）である。

さらに、次の式で被災後の生産額 X_j^s を Ghosh モデルにより各地域への波及被害額を推計する。

$$Y_j^s = B_j^s X_j^s \quad (3.15)$$

ここで、 Y_j^s は被災後の地域間供給量（波及被害額）、 B_j^s は産出係数である。

岡田ら（2012）による推計手法は、災害時産出係数の導入により産出係数の安定性に部分的に対応したモデルということができる。しかし、災害時投入係数を設定する際の投入係数の基準値や被災率はシナリオ設定によるものとしており、客観的な基準値や被災率の導出について触れられていない点が指摘できる。

3.3 前方連関効果における設定に関する課題と対策

3.3.1 仮説的抽出法の理論的適合性

前節で整理した前方連関効果の課題に対応する手法として、本論文では「仮説的抽出法（HEM：Hypothetical Extraction Method）」を取り上げる。仮説的抽出法とは、ある産業部門が経済から消滅したと想定したとき、経済の総生産額がどれだけ変化するかということを数量的に評価する手法である。

仮説的抽出法の基本的な考え方としては、ある産業部門を抽出（生産・供給能力がゼロと仮定し、当該行・列の中間投入額を基本取引表から削除）したとき、抽出された部門を除いた残りの部門で構成される産業連関モデルと、抽出する前の産業連関モデルの差を、当該産業部門が経済全体に与える影響額として推計するものである。

本項では、Schultz（1976）⁷⁴、Miller and Blair（2009）⁷⁵から基本モデルを整理する。

(1) 仮説的抽出法の基本モデル

仮説的抽出法の目的は、もし仮にある i 番目の産業部門が当該経済から削除されるとしたら、 n 部門経済の総産出がどれだけ減少するかを定量評価することである。産業連関モデルでは、投入係数や産出係数（配分係数）の行 i を基本取引表から削除することにより求められる。

① 後方連関効果の仮説的抽出法

部門 i が任意の生産部門から中間財をまったく購入（投入）しない場合を考える。部門 i がない投入係数行列を $\bar{A}_{(i)}$ とし、それに対応して変形された最終需要ベクトルを $\bar{f}_{(i)}$ とすると、部門 i が削除された経済は、

$$\bar{X}_{(i)} = [I - \bar{A}_{(i)}]^{-1} \bar{f}_{(i)} \quad (3.16)$$

で表される。完全な経済は、

$$X_{(i)} = [I - A_{(i)}]^{-1} f_{(i)} \quad (3.17)$$

であるから、 $X_{(i)} - \bar{X}_{(i)}$ は部門 i が失われた場合の経済損失（後方連関効果）の集計的測度である。

⁷⁴ Schultz, S. “Approaches to identifying key sectors empirically by means of input-output analysis”, The Journal of Development Studies, 14(1), pp77-96, 1977.

⁷⁵ Miller, R. & Blair, P. “Supply-Side Models, Linkages, and Important Coefficients. In Input-Output Analysis”, Foundations and Extensions, pp.543-592, Cambridge University Press, 2009.

② 前方連関効果の仮説的抽出法

部門*i*が任意の生産部門に対し中間財をまったく販売（供給）しない場合を考える。部門*i*がない産出係数行列を $\bar{B}_{(i)}$ とすると、部門*i*が削除された経済は、

$$\bar{X}'_{(i)} = [I - \bar{B}'_{(i)}]^{-1} v'_{(i)} \quad (3.18)$$

である。完全な経済は、

$$X'_{(i)} = [I - B'_{(i)}]^{-1} v'_{(i)} \quad (3.19)$$

であるから、 $X'_{(i)} - \bar{X}'_{(i)}$ は部門*i*が失われた場合の経済損失（前方連関効果）の集計的測度である。

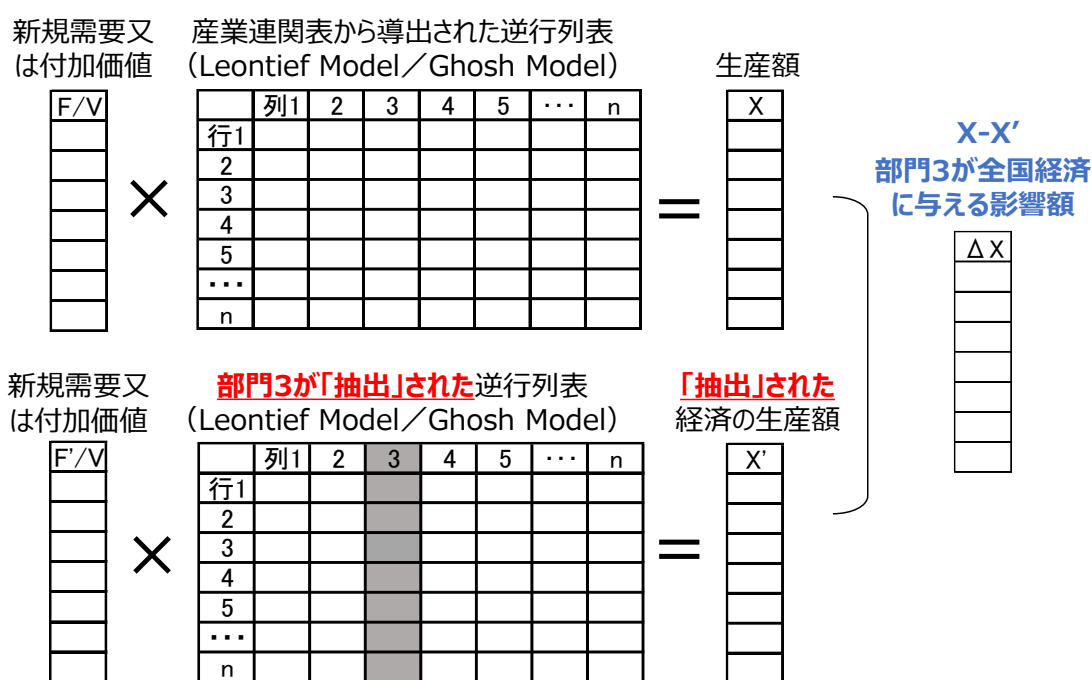


図 3-1 仮説的抽出法による生産額推計の概念図

(2) Ghosh モデルの理論的課題への対応

前項で示した仮説的抽出法は、前方連関効果を計測する上でいかにどの理論的適合性を有するであろうか。以下では、Ghosh モデルの理論的課題である「産出係数の安定性」と「完全代替性の仮定」の観点から考察する。

① 産出係数の安定性に対する仮説的抽出法の適合性

Ghosh モデルの産出係数（配分係数）が一定、すなわち、波及の過程で産業間取引に変化がないとする仮定について、仮説的抽出法により解決できる。なぜなら、仮説的抽出法によって被災前後の経済状態を作り出すことにより、後方連関効果であれば投入構造を、前方連関効果であれば産出構造の変化を表現できるからである。特定地域・特定産業部門の投入構造や産出構造を任意に設定できる点は、仮説的抽出法の最大の特徴である。

② 完全代替性の仮定に対する仮説的抽出法の適合性

Ghosh モデルが中間財や付加価値など生産関数の完全代替性を仮定している、すなわち、ある産業部門の中間財を別の産業部門が生産・供給できるとする仮定についても、仮説的抽出法により解決できる。なぜなら、投入・産出が完全に無ければ生産への影響も及ばないと考えられるからである⁷⁶。

一方で、当該産業部門の投入・産出がまったく無いというケースは現実的には想定しにくい。そのため、岡田（2012）や株田（2014）が提案したように、産出係数行列を残存生産率により重み付けすることにより、当該産業部門の生産能力を可變的に調整することが有益であろう。

この点は、次節にて、仮説的抽出法と残存生産率を用いた前方連関効果の推計方法について触れる。

⁷⁶ Oosterhaven（1988）は、投入係数と産出係数の生産成長率が部門間で均一な場合（経済が安定的である場合）は、投入係数が安定的であるとき、産出係数も安定性であると述べている。

Oosterhaven,J. “On the Plausibility of the Supply-Driven Input-Output Model”, Journal of Regional Science, Vlo.28, No.2, pp.203-217, 1988.

(3) 仮説的抽出法と残存生産率を用いた前方連関効果の推計

① 推計モデル

前方連関効果の基本モデルとなる Ghosh モデルでは、生産額 X （転置した行ベクトルを X' と表示）、付加価値 V （転置した行ベクトルを V' と表示）、 B を産出係数行列として、次のように示される。

$$V' = \begin{bmatrix} v_1 \\ \vdots \\ v_n \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} b_{11} & \cdots & b_{n1} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{1n} & \cdots & b_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} v_1 \\ \vdots \\ v_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix}$$

$$X' = BX' + V' \quad (3.20)$$

$$X' = V'(I - B)^{-1} \quad (3.21)$$

ここで、 v_i は地域 i の付加価値ベクトル、産出係数は $b_{ij} = x_{ij}/X_i$ （部門 i からの部門 j への産出額）であり、 B は産出係数行列である。

需要が供給を決定する Leontief モデルに対し、供給が需要を決定する Ghosh モデルでは、付加価値 V' が外生的に与えられ、生産額 X' は中間財 BX' と付加価値 V' の合計額として決定される。

仮説的抽出法に基づく前方連関効果の推計モデルは、部門 i がない産出係数行列を $\bar{B}_{(i)}$ とすると、(3.20)及び(3.21)式より以下のとおりである。

$$\bar{X}'_{(i)} = [I - \bar{B}'_{(i)}]^{-1} v'_{(i)} \quad (3.22)$$

$$X'_{(i)} = [I - B'_{(i)}]^{-1} v'_{(i)} \quad (3.23)$$

$$\Delta X = X'_{(i)} - \bar{X}'_{(i)}$$

② 前方連関効果(基本ケース)

ここで、残存生産率を λ 、被災率を d ($0 < d < 1$)とした場合、被災後の生産能力は $\lambda = (1 - d)$ で表すことができる。 $\lambda = 1$ ($d = 0$)は被災前の経済状態、 $\lambda = 0$ ($d = 1$)は生産能力が0となった経済状態を示している。

生産能力が完全に失われた状態、すなわち $\lambda = 0$ ($d = 1$)では、被災した産業部門の産出係数ベクトルをすべて0で書き換えた産出係数行列 $\hat{\lambda}B'$ を作表する。

したがって、地域 i の残存生産率ベクトルを r_i 、 $\hat{\lambda} = 0$ とすると、前方連関効果は(3.22)及び(3.23)式から、

$$\Delta X = [I - B'_{(i)}]^{-1} v'_{(i)} - [I - \hat{\lambda}B'_{(i)}]^{-1} v'_{(i)} \quad (3.24)$$

$$\text{このとき、} \hat{\lambda}B' = \begin{bmatrix} r_1 \\ \vdots \\ r_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_{11} & \cdots & b_{n1} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{1n} & \cdots & b_{nn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_{11} & \cdots & b_{n1} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{1n} & \cdots & b_{nn} \end{bmatrix} \quad (3.25)$$

しかし、実際には当該部門の生産能力が完全に失われるというシチュエーションは稀であろう。そのため、被災前と被災後の生産減少額から産業部門別に残存生産率 $\tilde{\lambda} = 1 - d_i$ を導出し、これを中間投入額に乗じて被災後の産出係数行列 $\tilde{B}$ を作表することが適当である。その場合の $\tilde{\lambda}B'$ は次のようになる。

$$\Delta X = [I - B'_{(i)}]^{-1} v'_{(i)} - [I - \tilde{\lambda}B'_{(i)}]^{-1} v'_{(i)} \quad (3.26)$$

$$\text{このとき、} \tilde{\lambda}B' = \begin{bmatrix} r_1 \\ \vdots \\ r_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_{11} & \cdots & b_{n1} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{1n} & \cdots & b_{nn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 - d_1 \\ \vdots \\ 1 - d_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_{11} & \cdots & b_{n1} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{1n} & \cdots & b_{nn} \end{bmatrix} \quad (3.27)$$

被災前後の生産減少額は、生産関数による算出、もしくは、災害等に伴い算出された直接被害額と産業連関表の産業部門別生産額など、利用できる既存データを用いて算出する。

③ 前方連関効果(完全代替性の仮定に対応したケース)

Ghosh モデルの理論的課題である完全代替性の仮定に対応するため、産出係数行列に当該産業部門の重要度を残存生産率により重み付けする。

具体的には、産出係数 $b_{ij} = x_{ij}/X_i$ の閾値(t)を設定し、その閾値より産出係数が大きければ、他の地域・産業部門では代替できない中間財 ($\tilde{\lambda} = 0$) として当該産業部門の産出係数ベクトルをすべて 0 とし、閾値より産出係数が小さければ、代替可能な中間財 ($0 < \tilde{\lambda} < 1$) として残存生産率 $\tilde{\lambda} = 1 - \check{d}_i$ を適用する。この閾値については任意の設定値となるため、シナリオでの設定もしくは平均値などから適切な値を選択することになる⁷⁷。

これにより設定した残存生産率 $\tilde{\lambda}$ を中間投入額に乗じた産出係数行列 $\tilde{B}$ を作表することが適当である。その場合の $\tilde{\lambda}B'$ は次のようになる。

$$\Delta X = [I - B'_{(i)}]^{-1} v'_{(i)} - [\tilde{\lambda}B'_{(i)}]^{-1} v'_{(i)} \quad (3.28)$$

このとき、 $x_{ij}/X_i \geq t$ ($0 < t < 1$)であれば $\tilde{\lambda}^1 = 0$ とし、

$$\tilde{\lambda}^1 B' = \begin{bmatrix} r_1 \\ \vdots \\ r_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_{11} & \cdots & b_{n1} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{1n} & \cdots & b_{nn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_{11} & \cdots & b_{n1} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{1n} & \cdots & b_{nn} \end{bmatrix} \quad (3.29)$$

$x_{ij}/X_i \leq t$ ($0 < t < 1$)であれば $\tilde{\lambda}^2 = 1 - \check{d}_i$ とし、

$$\tilde{\lambda}^2 B' = \begin{bmatrix} r_1 \\ \vdots \\ r_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_{11} & \cdots & b_{n1} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{1n} & \cdots & b_{nn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 - \check{d}_1 \\ \vdots \\ 1 - \check{d}_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_{11} & \cdots & b_{n1} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{1n} & \cdots & b_{nn} \end{bmatrix} \quad (3.30)$$

⁷⁷ 株田 (2014) では、当該部門の投入額が中間投入額計の 1 割以上であれば代替不可能、1 割以下であれば代替可能とした推計を行っている。

3.3.2 その他の条件設定に関する考察

災害等の発生後のサプライチェーンへの影響は、被害の大きさにより数週間から数ヶ月に及ぶ。直接的被害を受けた地域では、人的被害や建物被害が発生するが、そこから派生する間接的な被害にはタイムラグが発生する。以下の表 3-1 に段階別の一般的な被害を整理した。

表 3-1 災害後に発生すると想定される短期的・長期的な被害例

被害	短期的な被害 (被災直後～数週間後)	長期的な被害 (数週間後～数ヶ月後)
建物・資産の被害	・建物が損壊、喪失する	・浸水等により液状化が発生し、土地の地価が低下する
生産施設の被害	・工場が被災し、生産や出荷ができない ・従業員が被災し、人手が足りない	・生産額が減少し、顧客離れが起こる
電力・水道などライフラインの被害	・ライフラインの停止または供給減少(節電など)により、生産稼働率が減少する	・電力等の抑制により生産額が減少し、顧客離れが起こる
サプライチェーンの被害、交通網の寸断	・重要部品の生産停止や、物流の寸断による供給遅延が起こり、全国の関連産業の生産額が減少する ・被災地に原材料が届かず、生産額が減少する	・全国の関連産業が原材料の調達先を切り替え、顧客離れが起こる ・特定商品が品薄になり希少化し、価格が高騰する
企業立地	・派遣労働者(外国人労働者など)の引き揚げが起こる	・労働力の低下や生産額の減少により、採算が悪化した企業の倒産が発生する
雇用状況	・生産減少により雇い止めが発生し、失業者が増加する	・企業が元の状態に戻らず、雇用状況が安定しない

災害等の発生により、経済的なダメージを被った経済が元の状態に回復する期間はケースバイケースであるが、過去の被害推計における想定をみると、被災によるプラス面とマイナス面の経済影響が混在し、概ね被災前の状況に戻るまでの想定期間としては、1年間を想定している例が多い。経済的波及被害を推計できる産業連関分析は、基本的に1年を単位とした分析を行うものであることから、1年間を被災期間として設定することは妥当性を有するであろう。

災害等の発生による経済波及被害にタイムラグがあることは前述のとおりである。実際に2つのパターンを見てみる。

東日本大震災における自動車産業においては、被災地域に重要な組み立て工場が立地していたことから完成自動車や自動車部品の供給制約が被災直後から発生し、約1ヶ月間にわたって国内全工場での操業停止が起こったことで、サプライチェーン上の生産が一斉停止する事態となった。その後、段階的に生産能力が回復し、約半年後には被災前の状況に戻った。このパターンは図3-2で表すことができる。

一方、2016年北海道豪雨では、北海道産の加工品ジャガイモの供給停止が発生したものの、北海道産品を原材料とした生産を食品メーカーが行うまでに数ヶ月の期間があったことから、被災後、約半年後に生産能力への影響が現れることとなった。このパターンは図3-3で表すことができる。

被災後1年間を復旧に要する期間と仮定して分析を実施することができれば、図中の赤点線枠内で示す生産額を平常時から減少した生産額（積み上げ）として推計を行うことができよう。

通常の前方連関効果、後方連関効果においては、この生産減少額を最終需要額もしくは付加価値額として3.2.1に示すLeontiefモデル、Ghoshモデルに投入し、以降の計算を行うことにより、波及被害額を推計することができる。また、仮説的抽出法においては、被災による生産減少額を平常時年間生産額で除した割合を産業部門別被災率（年率）とし、それを中間投入額もしくは中間需要額に乘じて減じた上で投入係数行列もしくは産出係数行列を作成した上で、3.3.1に示すモデルに投入し、以降の計算を行うことにより、波及被害額を推計することができる。

ただし、被災期間を最長1年間として考えた場合には、例えば浸水した農地により、次の年の収穫作物に与える影響までは推計上考慮できないことに留意すべきである。北海道の農業では輪作体系が確立しており、十勝地域では甜菜（ビート）・豆類・ジャガイモ・小麦を4年間で回すのが一般的な輪作サイクルとなっている。そのため2016年北海道豪雨においては、ジャガイモの収穫量減少という直接的被害に加えて、秋まき小麦の作付ができずに輪作体系のバランスが崩れ、翌年以降も影響が続いた地域も存在した。このような、被災の影響による翌年度以降の生産減少については、別途算定して直接被害額に組み入れるなどの対応が必要である⁷⁸。

⁷⁸ 2.4.2で取り上げた小林・平出ら（2019）では、浸水被害による収穫量減少という直接被害額とは別に、「不作付地の発生に伴う被災翌年度の農作物生産量の減少」を被害額として別途算定している。具体的には、浸水により土壌が流亡するなど翌年の作付に間に合わなかった面積を「不作付地面積」とし、「農作物資産額（円/ha）×不

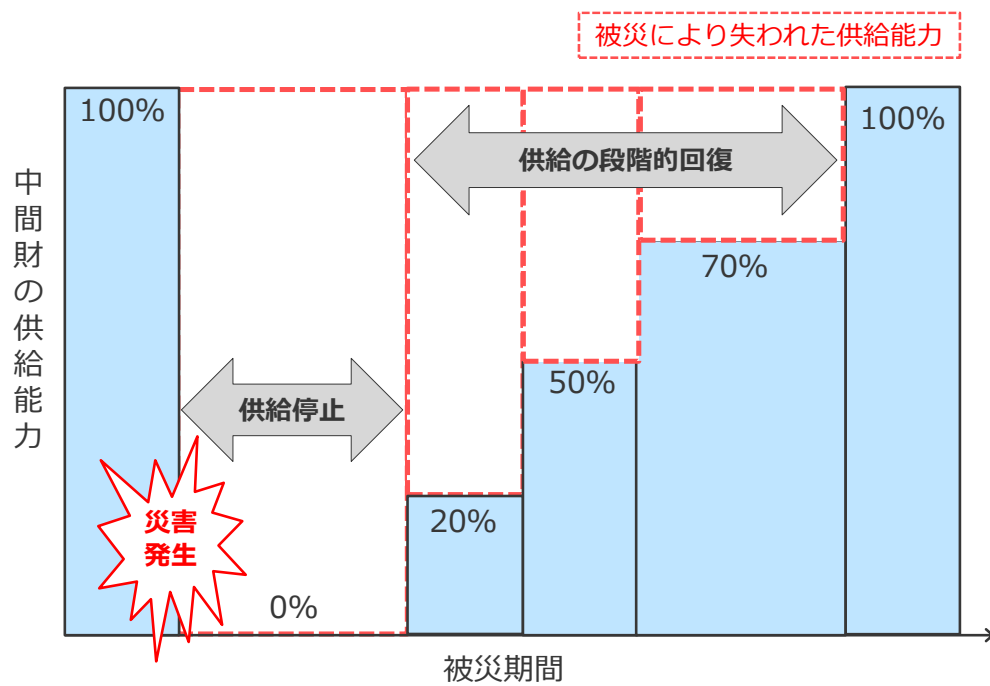


図 3-2 生産能力の復旧パターン(その 1)

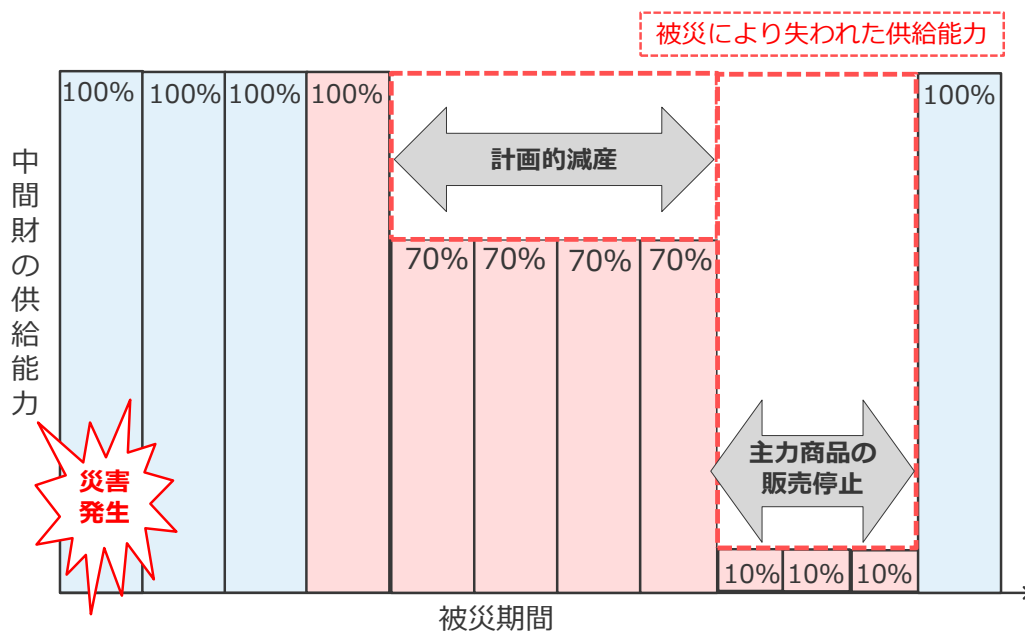


図 3-3 生産能力の復旧パターン(その 2)

「作付地面積」を不作付地による損失収益（被害額）として算出している。

3.4 本章のまとめ

本章では、まず、前方連関効果の理論モデルである Ghosh モデルに関して、これまで指摘されてきた理論的課題を先行研究から整理するとともに、前方連関効果モデルを用いる上で必要となる条件について考察した (3.2)。

また、前方連関効果・後方連関効果の双方向を同時に推計可能な分析手法である「仮說的抽出法」を取り上げ、その理論的適合性を論ずるとともに、被災期間の設定など推計上の条件設定について考察した (3.3)。

本章の整理から、前方連関効果の推計条件について、以下のようにまとめられる。

前方連関効果を推計する Ghosh モデルの理論的課題の一つである産出係数の安定性については、仮說的抽出法により投入構造や産出構造を任意に設定することにより解決できると考えられる。また、完全代替性の仮定については、仮說的抽出法により当該産業部門の投入・産出が完全に無いとする場合には対応できるが、そうでない場合には代替性を仮定していることになる。その点については、残存生産率の考え方に基づき、当該産業部門の生産能力を可變的に調整することにより部分的に対応することが妥当であると考えられる。

被災期間については、産業連関分析が通常 1 年間を対象にしていることから、1 年間を対象に直接被害額を算定 (積み上げもしくは年率方式) することで計算を行うことが妥当である。

第4章 実用的な地域間産業連関表の作成方法に関する研究

4.1 本章の目的

本章では、様々な地域における政策評価に活用するため、既存の産業連関表を用いた接続表及び「完全分離法」による多地域間産業連関表を作成するとともに、既存の産業連関表と比較した推計結果の妥当性や応用可能性について考察する。

4.2 産業連関表の現状と課題

4.2.1 産業連関表の作成状況

(1) 産業連関表の沿革

産業連関表は、ソビエト連邦出身でアメリカの経済学者である W・レオンチェフが開発した⁷⁹。レオンチェフによる最初の産業連関表は 1936 年に公表され、その後、アメリカ労働統計局の援助によって 1919 年、1929 年、1939 年のアメリカ経済を対象とした産業連関表が作成された。

産業連関表を用いた分析は第二次世界大戦後のアメリカ経済の構造分析と予測に用いられ、その予測結果はそれまでの他の分析方法と比較して非常に精度が高かったことから、広く世界で用いられるようになった。レオンチェフはこれらの功績により、1973 年に「投入産出分析の発展と、重要な経済問題に対する投入産出分析の応用」によりノーベル経済学賞を受賞している。

(2) 我が国における産業連関表の作成状況

国内における国レベルの産業連関表は、経済企画庁の前身である経済審議庁（現・内閣府）、通商産業省（現・経済産業省）がそれぞれ独自に試算表として作成した、1951（昭和 26）年を対象年次とするものが最初である。その後、1955（昭和 30）年表以降、概ね 5 年ごとに関係府省庁の共同事業として作成されている。また、多様な分析に対応できるよう、産業連関表（全国表）をベースとした様々な産業連関表が作成されている。現在、国が作成・公表している主な産業連関表を表 4-1 に示す。

⁷⁹ ワシリー・レオンチェフ（Wassily Leontief：1905～1999 年）はソビエト連邦出身で 1925 年にアメリカ国籍を取得。1932 年よりハーバード大学、1975 年よりニューヨーク大学に在籍した。

産業連関表は、国や都道府県単位など1つの特定地域を対象とする「地域内産業連関表（以下、「地域内表」という。）」が主であるが、全国を9ブロック⁸⁰に分けて地域間取引を記述した「地域間産業連関表（以下、「地域間表」という。）」が1960（昭和35）年に作成されて以降、経済産業省により作成・公表されてきた。しかしながら、地域間表の作成には膨大なデータの整理や専門ノウハウを持つ人員の確保、また地域間取引量（移出入）の推定のため独自の調査（商品流通調査）を行う必要があることなどの理由から、国レベルの地域間表は2005（平成17）年表を最後に作成されていない。

(3) 北海道における産業連関表作成状況

都道府県レベルにおいては、国の産業連関表をベースとして各都道府県が地域産業連関表を作成しており、平成2年からはすべての都道府県で作成されている。

北海道を対象とした産業連関表は、北海道や国土交通省北海道開発局など5機関が共同で「北海道産業連関表（以下、「北海道内表」という。）」を作成しており、現時点で2015（平成27）年表が公表されている。また、地域間表については、北海道内を6ブロック⁸¹に分けた「北海道内地域間産業連関表（以下、「道内地域間表」という。）」が北海道開発局から公表されており、こちらは北海道内表の作成から概ね5年遅れで公表されるため、現時点での最新表は2011（平成23）年表となっている。

これらの全道表をベースとして、自治体など特定地域とした小地域産業連関表⁸²など、分析対象や目的に応じた様々な産業連関表が作成され、産業構造分析や経済波及効果分析などに利用されている。また市町村レベルでは、政令指定都市である札幌市において1980（昭和55）年以降、5年毎に産業連関表を作成しているほか、旭川市、釧路市、小樽市、恵庭市、ニセコ観光圏（倶知安町、ニセコ町、蘭越町）等で産業連関表の作成実績がある。北海道を対象とした主な産業連関表を表4-2に示す。

⁸⁰ 1960（昭和35）年表は北海道、東北、関東、東海、北陸、近畿、中国、四国、九州の9ブロック、その後沖縄県の国土復帰や地域統合を経て、2005（平成17）年表では北海道、東北、関東、中部、近畿、中国、四国、九州、沖縄の9ブロックである。

⁸¹ 道央、道北、道南、オホーツク、十勝、釧路・根室の6ブロックである。

⁸² 産業連関表の基本的構造や小地域産業連関表の作成については、本章の補論4.6を参照。

表 4-1 国で作成している主な産業連関表⁸³

表 名	作成機関	作成年	概 要
産業連関表 (全国表)	内閣府、経済産業省など 10 府省庁	昭和 30 年表以降、概ね 5 年毎	我が国において最も基本となる全国ベースの産業連関表で、現在 10 府省庁が共同で作成にあたっている。
地域内産業連関表	経済産業省、各都道府県など	昭和 35 年表以降、概ね 5 年毎	地域別の産業構造を表した産業連関表で、全国 9 地域表が作成されている(北海道、東北、関東、中部、近畿、中国、四国、九州、沖縄)。
地域間産業連関表	経済産業省	昭和 35 年表以降、概ね 5 年毎(平成 17 年以降休止)	当該地域だけでなく地域相互間の財・サービスの取引関係を表したもの。
延長産業連関表	経済産業省	昭和 48 年表以降、毎年(平成 12 年～15 年は休止)	刻々と変化する経済構造に即した分析に利用する産業連関表で、5 年毎の産業連関表(基本表)の中間年次を補う役割を果たしている。
簡易延長産業連関表	経済産業省	平成 12 年表以降、毎年	延長産業連関表の速報として位置づけられており、延長産業連関表よりも部門数が粗いものの、1 年早く公表される。
接続産業連関表	経済産業省	随時	時系列比較を行うため、過去の産業連関表について、最新年次の産業連関表の部門分類や概念・定義・範囲に合わせて改めて再推計を行ったもの。
建設部門分析用産業連関表	国土交通省	昭和 35 年表以降、概ね 5 年毎	建設投資や公共投資の経済効果分析、建設業の構造分析等のため、全国表をベースに、建設部門をさらに細分化して作成し、他の部門を組み替えたもの。
環境分野分析用産業連関表	環境省	平成 23 年表	我が国の経済及び環境問題の相互関係に関する構造を把握するとともに、間接的な波及効果も含めた経済・環境分析を行うもの。
国際産業連関表	経済産業省	随時	日本及び相手国の産業連関表を利用し、日本及び相手国の産業部門分類の概念・定義をもとに作成した二国間もしくは多国間共通部門分類により非競争輸入型表にしてとりまとめたもの。

⁸³ 産業連関表は通常 5 年に 1 度、西暦の末桁が 5 と 0 の年を対象に作成されるが、関連する統計調査の実施状況によって調整されることがある。例えば、2005 (平成 17) 年表と 2015 (平成 27) 年表の間が 2011 (平成 23) 年表となっているのは、産業連関表を作成する上で重要な基礎資料となる「経済センサス活動調査」が 2011 (平成 23) 年を対象として実施されたことを受け、産業連関表の作成対象年を 1 年ずらして作成したためである。

表 4-2 北海道で作成している主な産業連関表

表 名	作成機関	作成年
北海道産業連関表	国土交通省北海道開発局、 北海道など 5 機関	昭和 30 年表以降、5 年毎
北海道地域産業連関表	経済産業省 北海道経済産業局	昭和 35 年表以降、5 年毎 (平成 17 年以降休止)
延長北海道産業連関表	国土交通省北海道開発局	昭和 30 年表以降、5 年毎
北海道内地域間産業連関表	国土交通省北海道開発局	昭和 30 年表以降、5 年毎
道内支庁別産業連関表	北海道	平成 7 年表、10 年表
釧路・根室地域産業連関表	国土交通省北海道開発局	平成 7 年表
札幌市産業連関表	札幌市	昭和 55 年表以降、5 年毎
旭川市産業連関表	旭川市	昭和 55 年表、昭和 60 年表、 平成 7 年表
釧路市産業連関表	釧路市	昭和 45 年表以降、5 年毎
小樽市産業連関表	小樽市	昭和 60 年表、平成 27 年表
恵庭市産業連関表	恵庭市	平成 17 年表
十勝産業連関表	帯広畜産大学・帯広信用金庫	平成 7 年表、12 年表
ニセコ観光圏産業連関表	ニセコ観光圏プラットフォーム (倶知安町、ニセコ町、蘭越町)	平成 23 年表

(4) 産業連関表の利用

産業連関表は、各産業部門において一定期間（通常 1 年間）に行われたすべての財・サービスの生産及び販売の実態を表したものであり、市民経済計算等では対象とならない中間生産物についても、産業部門別にその生産及び取引実態が把握できることが大きな特徴である。

産業連関表は、これをこのまま読み取るだけでも、対象年次の産業構造や産業部門間の相互依存関係など地域経済の構造を総体的に把握・分析することができる。また、産業連関表の各種係数を用いて産業連関分析を行うことにより、行政施策による経済効果のシミュレーションや将来の経済構造の全体像を推定するといった予測分析等が可能となる。

主な利用方法を挙げると、次のとおりである。

① 経済構造の分析

産業連関表には、各財・サービスの域内生産額、需要先別販売額（中間需要、消費、投資、移輸出等）及び費用構成（中間投入、労働費用（雇用者所得）、減価償却費（資本減耗引当）等）が、産業部門別に詳細に掲載されている。

これらのデータを用いることにより、例えば産業別投入構造や雇用者所得比率、各最終需要項目の商品構成や商品別の移輸出入率など、経済構造の特徴を読み取ることができる。

② 経済機能の分析

産業連関表から得られる投入係数、逆行列係数などの係数を用いて、対象年次における最終需要と生産との関係、最終需要と粗付加価値との関係、最終需要と移輸入との関係等を最終需要項目別に明らかにすることができる。

③ 経済の予測

産業連関表から得られる投入係数、逆行列係数などの係数を用いて、投資や移輸出の増加などによる最終需要の変化が各財・サービスの生産や移輸入にどのような影響を及ぼすかを明らかにすることができる。これは、経済に関する各種計画や見通しの作成の際に広く用いられる方法である。

④ 経済政策の効果分析

経済の予測と同様に、最終需要と各財・サービスの生産水準等との関係を利用して、特定の経済政策が各産業部門にどのような影響をもたらすかを分析することができる。

4.2.2 産業連関表の基本構造

(1) 産業連関表の構造

産業連関表（取引基本表）の構造を図 4-1 に示す。産業連関表では、タテ方向の計数の並びを「列」（column）という。列にはその部門の財・サービスの生産にあたって用いられた原材料、燃料、労働力などへの支払いの内訳（費用構成）が示されており、この支払いを産業連関表では「投入」（input）と呼ぶ。

一方、ヨコ方向の計数の並びを「行」（row）という。行にはその部門の財・サービスがどの需要部門でどれだけ用いられたのかという。販売先の内訳（販路構成）が示されており、この販売を「産出」（output）と呼ぶ。

このように、産業連関表は各産業部門における財・サービスの投入・産出の構成を示していることから、「投入産出表」（I-O 表：Input-Output Table）とも呼ばれている。

産業連関表では、最終需要部門及び粗付加価値部門を「外生部門」（Exogenous Sector）というのに対し、中間需要部門及び中間投入部門を「内生部門」（Endogenous Sector）という。これは、外生部門の数値が他の部門とは関係なく独立的に決定されるのに対して、内生部門間の取引は、外生部門の大小によって受動的に決定されるというメカニズムの存在が前提にあるからである。

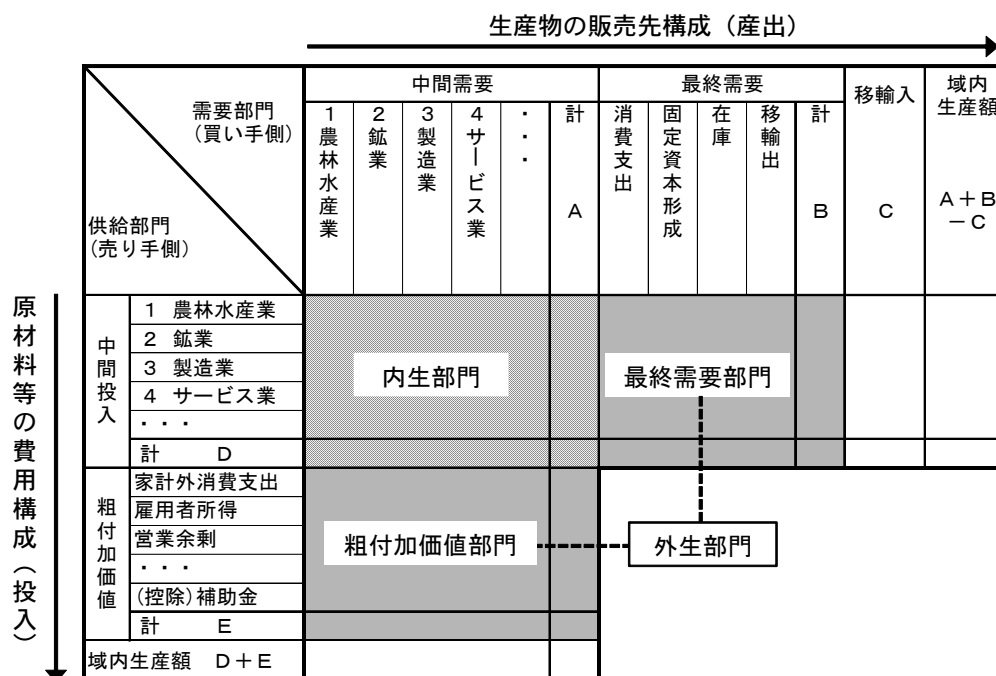


図 4-1 産業連関表(取引基本表)の構成

(2) 産業連関表の見方

① 産出側(ヨコ・行方向)

産業連関表をヨコ方向にみると、各財・サービスの需要部門（買い手）が並び、「中間需要部門」と「最終需要部門」からなっている。このうち「中間需要部門」は、中間財として各産業部門に販売された各財・サービスの販売額であり、各産業部門は生産のために必要な原材料、燃料等の中間財を購入し、それらを加工（労働、資材等を投入）して生産活動を行う。また「最終需要部門」は、具体的には消費支出、投資及び移輸出であり、主として完成品としての消費財、資本財等の買い手である。

すなわち、ヨコ方向でみると、各産業部門が原材料や消費、投資等として財・サービスをどのくらい販売したかという販路構成が分かるようになっている。

$$\text{域内生産額} = \text{中間需要計（A）} + \text{最終需要計（B）} - \text{移輸入（C）}$$

② 投入側(タテ・列方向)

一方、産業連関表をタテ方向にみると、各財・サービスの供給部門（売り手）が並び、「中間投入部門」と「粗付加価値部門」からなっている。このうち「中間投入部門」は、中間財として使用した各財・サービスの費用であり、「粗付加価値部門」は、各財・サービスの生産のために必要とした労働、資本などの要素費用その他である。

すなわち、タテ方向でみると、各産業部門が財・サービスを生産するために、どの産業部門から原材料等を購入したか、またどのくらいの労働力を要したかなどの費用構成が分かるようになっている。

$$\text{域内生産額} = \text{中間投入計（D）} + \text{粗付加価値部門計（E）}$$

③ 投入と産出のバランス

産業連関表では、タテ・列方向からみた投入額合計（域内生産額）と、ヨコ・行方向からみた産出額合計（域内生産額）とは、定義を同じくするすべての部門について完全に一致しており、この点が産業連関表の大きな特徴となっている。

タテ・ヨコの各部門の関係は、次のとおりである。

- a) 総 供 給 $=$ 域内生産額 $+$ 移輸入
 $=$ 中間需要計 $+$ 最終需要計 $=$ 総需要
- b) 域内生産額 $=$ 中間投入計 $+$ 粗付加価値部門計
 $=$ 中間需要計 $+$ 最終需要計 $-$ 移輸入
- c) 中間投入計 $=$ 中間需要計
- d) 粗付加価値額 $=$ 最終需要計 $-$ 移輸入
 $=$ 域内最終需要計 $+$ 移輸出 $-$ 移輸入

なお、上記の a 及び b については各行・列の部門ごとに成立するが、c 及び d については産業部門計（部門の合計）についてのみ成立する。

(3) 産業連関表の構成

産業連関表は、主に次の 3 つの表により構成されている。

① 取引基本表

取引基本表とは、産業部門間及び産業部門と最終需要部門間で取引された財・サービスを金額で表示したものであり、一般的に産業連関表というとき、この取引基本表を指している。

② 投入係数表

投入係数とは、取引基本表の中間需要の各列（タテ）ごとに、中間投入額を当該産業部門の生産額で除した係数である。つまり、ある産業において 1 単位の生産を行う際に必要となる原材料等の費用構成比を示したものであり、それを産業部門別に一覧表にしたものが投入係数表（Input Coefficient Table）である。

③ 逆行列係数表

逆行列係数とは、ある産業に対して 1 単位の最終需要が発生した場合、各産業部門の生産が最終的にどれだけ必要になるか、すなわち、直接的・間接的な波及効果の大きさを示す係数であり、それを産業部門別に一覧表にしたものが逆行列係数表（Inverse Matrix Coefficient Table）である。

逆行列係数表のタテの合計を「列和」といい、当該産業部門に対して 1 単位の最終需要が発生した場合の、全産業部門への波及の大きさを示している。

同じく、ヨコの合計を「行和」といい、他の産業部門に 1 単位ずつ最終需要が発生した場合の、当該産業部門への波及の大きさを示している。

(4) 産業連関分析の留意点

産業連関分析は応用範囲が広く、多くの実用的利点があることから、経済分析を行う上で広く活用されているが、次のような仮定や前提条件があることに注意しなければならない。

① 基本的仮定

- 1) すべての生産は最終需要を満たすために行われ、生産を行う上での制約条件（ボトルネック）は一切ない。そのため、例えば生産能力の限界によって生産が停止するといった事態は発生しない。
- 2) 生産波及は途中段階で中断することなく最後まで波及する。つまり、追加需要の増加にはすべて生産増で対応し、在庫取り崩し等による波及の中断はない。
- 3) 各商品と各産業部門とは1対1の関係にあり、1つの生産物（商品）はただ1つの産業部門から供給される。したがって、複数の産業部門が1つの生産物を供給したり、1つの産業部門が複数の生産物を供給することはない。
- 4) 商品の生産に必要な投入構造は生産物（商品）ごとに固有であり、かつ、短期的には変化せず一定である。したがって、生産技術の変化や財・サービスの価格変化等に伴う投入構造の変化はない。
- 5) 各産業部門が使用する投入量はその部門の生産水準に比例する。そのため、大量生産によってコストが減少する規模の経済は成立せず、生産水準が2倍になれば原材料等の投入量も2倍になる。
- 6) 各産業部門が生産活動を個別に行った効果の和は、それらの産業部門が生産活動を同時に行ったときの総効果に等しい。すなわち、産業部門間の相互干渉はなく、ある産業の生産活動が他産業の生産活動に影響を及ぼす外部経済や外部不経済は存在しない。
- 7) 波及効果の達成される期間は不明である。

② 分析上の前提条件

- 1) 分析結果は産業連関表の作成対象年の産業構造を前提としている。そのため、分析対象時点の産業構造と完全に一致するものではない。
- 2) 推計方法や分析に用いる各種係数の設定によって、分析結果は異なる。

4.2.3 産業連関表をめぐる課題

地域間・産業間サプライチェーンを分析する上で地域間表の活用は必須であるが、全国地域間表は 2005（平成 17）年表を最後に作成されていない。その理由について、新井（2016）⁸⁴では、統計部署の人員削減によりノウハウを有する人材確保が困難になったことや、長期にわたる統計調査が縮小（調査回数の縮小や規模の縮小）または廃止傾向にあることを挙げている。実際、経済産業省は 2000（平成 12）年地域間表の作成を取りやめたが（各経済産業局における地域表の作成は実施された）、経済産業省内外有志により作成された地域間表が、試算表として公表されている。

そのため、地域間の産業連関分析を行う上では、2005（平成 17）年全国地域間表が最新表であるという状況が長らく続いている。しかし、今から 20 年近く前の国内経済を前提とする分析結果が現状を的確に示すのかという、年次ギャップの課題は払拭できない。

加えて、地域間産業連関表は対象となっている地域について、それぞれの地域内及び複数地域間の産業間取引を表象したものであり、産業連関表の地域とは別の地域で分析を行いたい場合は必ずしも当該地域の経済特性を反映していない結果となることは、地域間産業連関表を用いた分析の限界として指摘されよう。2005（平成 17）年全国地域間表は全国 9 ブロックを対象としたものであり、その中の 1 ブロックである北海道はそのまま都道府県単位の北海道とみることができるとしても、広大な北海道において、札幌市を中心に製造業をはじめとした産業や人口が集積する道央地域や、産業規模は小さくとも耕種農業など第 1 次産業の特化係数⁸⁵が大きいオホーツク地域などの地方部を同一に分析することの課題も存在している。

すなわち、現在の地域間産業連関表には、(i) 産業連関表の作成年次と分析年次との年次ギャップの課題、(ii) 対象地域の課題の 2 点が存在している。これらの課題に対応する方法として、(i) については「完全分離法」、(ii) については「完全分離法」もしくは「接続表」による多地域間産業連関表の作成が考えられる。次節以降、これらの手法による多地域間産業連関表の作成方法を整理するとともに、「完全分離法」により作成した多地域間産業連関表について既存の産業連関表と比較した推計結果の妥当性や応用可能性について考察する。

⁸⁴ 新井園枝：経済産業省の地域産業連関表の作成について、産業連関 23 巻 1-2 号，環太平洋産業連関分析学会，pp18-29, 2016.1.

⁸⁵ 特化係数とは、地域 r における産業 i の構成比 ÷ 全国における産業 i の構成比で示し、値が 1 より大きければ全国よりも地域 r において産業 i のシェアが高い（特化している）と言う。

4.3 地域間産業連関表の作成方法に関する検討

4.3.1 地域分割による地域間産業連関表の作成

前節で整理した地域間産業連関表の課題に対応する方法の一つとして、経済産業省「2005（平成 17）年地域間産業連関表」（以下、「2005 年全国地域間表」と言う。）の北海道ブロックを、北海道開発局「2005（平成 17）年北海道内地域間産業連関表」（以下、「2005 年北海道内地域間表」と言う。）を用いて道内 6 圏域を分割した、14 地域間産業連関表を作成する方法を整理する。

(1) 作成手順

① 産業部門の統合

経済産業省による 2005 年全国地域間表は、全国 9 ブロック（北海道、東北、関東、中部、近畿、中国、四国、九州）で作成されている。このうち北海道ブロックを、2005 年北海道内地域間表で作成されている道内 6 ブロック（道央、道南、道北、オホーツク、十勝、釧路・根室）で分割推計する。

まず、2 表の部門統合を行う。2005 年全国地域間表では 12 部門、29 部門、53 部門が、2005 年北海道内地域間表では 3 部門、13 部門、33 部門、65 部門がそれぞれ公表されている。本項においては、貨物地域流動調査品目との対応も考慮し、表 4-3 に示す 8 部門で 14 地域間産業連関表を作成することとした。

② 産業部門別域内生産額、中間需要額、最終需要額の分割推計

2005 年北海道内地域間表では、6 ブロック別の域内生産額が表示されているが、その合計値は 2005 年全国地域間表における北海道の域内生産額と一致しない。そのため、2005 年北海道内地域間表における道内各ブロック・産業部門別域内生産額シェアを算出し、それを 2005 年全国地域間表における北海道の域内生産額に乗じて推計した。

同様に、中間需要額、最終需要額（家計外消費支出（列）、民間消費支出、政府消費支出、地域内総固定資本形成（公的）、地域内総固定資本形成（民間）、在庫純増）についても、道内各ブロック・産業部門別に推計した。

③ 産業部門別域中間投入額、付加価値額の分割推計

②は横方向（表では右）の計算であるが、③は縦方向（表では下）の計算を行う。2005 年北海道内地域間表における道内各ブロック・産業部門別付加価値率を算出し、それを 2005 年全国地域間表における北海道の域内生産額に乗じて中間投入額及び付加価値額（家計外消費支出（行）、雇用者所得、営業余

剰、資本減耗引当、間接税（除関税）、（控除）補助金）を求めた。

④ 移輸出・移輸入額の推計

- 1) まず、2005 年北海道内地域間表の域内需要合計から、自地域の域内需要を差し引き、道内各ブロック・産業部門別の道内移出額を推定する（例：道央の域内需要合計－道央の域内需要計＝道央からの道内移出）。
- 2) 次に、道内各ブロック・産業部門別の道外移出額を推計するが、2005 年北海道内地域間表では「輸出及び道外移出」として統合されているため、この合計値をまず分割する必要がある。そこで、2005 年全国地域間表における北海道の産業部門別移出額（＝域内需要合計－北海道の域内需要計）及び輸出額の割合を算出し、この割合を 2005 年北海道内地域間表の「輸出及び道外移出」の合計額に乘じることにより「輸出」と「道外移出」に分割した。これにより、道内 6 ブロックの輸出額が確定する。
- 3) 次に、移出係数表を作成する。まず、2005 年北海道内地域間表には地域内表も併せて公表されており、そこには仕向地域別の移出額も表示されているため、道内 6 ブロック×道内 6 ブロックの移出額表が作成できる。次いで、2005 年全国地域間表における北海道の対全国 8 ブロックへの移出率を算定し、これを 2) で算定した道外移出額に乘じることにより、道内 6 ブロック×全国 8 ブロックの移出額を算定し、これを割合で表示した移出係数表を作成する⁸⁶。
- 4) さらに、2) の手順と同じく、2005 年北海道内地域間表の「輸入及び道外移入」を「輸入」と「道外移入」に分割した。これにより、道内 6 ブロックへの輸入額が確定する。

各地域からの移出額は、地域間産業連関表においては各地域における域内需要計の欄に表示される。例えば道央（行）において、道南（列）における域内需要計は道央から道南への移出額であり、関東（列）における地域内需要計は道央から関東への移出額である。

ここまでで、道内 6 ブロックの輸出額、輸入額は確定している。しかし、道内 6 ブロック×（道内 6 ブロック＋全国 8 ブロック）の移出額はバランス調整を行った後、最終確定する。

⁸⁶ このとき、道内 6 ブロックから全国 8 ブロックへの移出率は、2005 年全国地域間表における北海道の対全国 8 ブロックへの移出先に等しいと仮定しており、非現実的ではあるものの、推計上やむを得ないと考えて採用している。

⑤ バランス調整による各数値の最終確定

ここまでの各数値は個別に分割推計したものであるため、産業連関表のバランス式である、中間需要＋最終需要＋輸出－輸入＝域内生産額が、すべての行（8 部門×14 ブロック＝112 行）で成り立つとは限らない。

そのため、バランス式が成立するよう数値の調整を行っていく。本節では、以下の方法によりバランス調整を行った。

- 1) 輸出－輸入により「純移輸出額」を算出し、CT（コントロール・トータル）とする。
- 2) 域内自給率が概念上 100%以上となる産業部門（建設、公共事業、公務など）について、純移輸出額がマイナスならば移輸出をゼロとし、純移輸出額がプラスならば移輸入をゼロとする（その場合、ゼロでないほうの数値は純移輸出額となる）。
- 3) バランス式に誤差が出る場合は、その誤差分を輸入額で調整する。ただし、輸入額で吸収できない場合は最終需要部門の在庫純増で吸収する。
- 4) バランス式が成立するように数値が合致すると、道内 6 ブロックの域内生産額と域内需要合計（＝中間需要合計＋最終需要合計）が確定する。この域内需要合計に、④3) で作成した移出係数表を用いて、各地域（列）の域内需要計を推計する。
- 5) 最後に、各地域（行）における中間需要合計に占める地域計（列）の産業部門別中間需要の割合を用いて、各地域（列）の産業部門別中間需要を配分する。

以上により、全国－北海道の 14 地域間産業連関表（8 部門表）を完成させた。なお、作成した 14 地域間産業連関表（8 部門表）を用いた経済波及効果の推計を 5.3 で行っているが、これまで北海道 1 地域でしか推計できなかった効果を、道内 6 地域別に推計することが可能となる。

表 4-3 産業部門の統合(8 部門)

	平成17年全国地域間 産業連関表 (29部門表)		平成17年北海道内地域間 産業連関表 (33部門表)		統合8部門表
1	農林水産業	1	耕種農業	1	農林水産業
		2	畜産		
		3	林業		
		4	漁業		
2	鉱業	5	鉱業	2	鉱業
3	飲食料品	6	と畜・肉・酪農品	3	飲食料品
		7	水産食料品		
		8	その他の食料品		
4	繊維製品	9	繊維	4	紙パルプ・繊維
5	製材・木製品・家具	10	製材・家具	5	製材・木製品・家具
6	パルプ・紙・板紙・加工紙	11	パルプ・紙	4	紙パルプ・繊維
7	化学製品	13	化学製品	6	化学製品
8	石油・石炭製品	14	石油・石炭製品		
10	窯業・土石製品	16	窯業・土石製品		
11	鉄鋼製品	17	鉄鉄・粗鋼	7	金属機械
		18	鉄鋼一次製品		
12	非鉄金属製品	19	非鉄金属一次製品		
13	金属製品	20	金属製品		
14	一般機械	21	機械		
15	電気機械				
16	輸送機械				
17	精密機械				
9	プラスチック製品	22	その他の製造品		
18	その他の製造工業製品	12	印刷・製版・製本		
		15	皮革・ゴム		
19	建設	23	建築・土木	8	その他
20	公益事業	24	電力・ガス・水道		
21	商業	25	商業		
22	金融・保険・不動産	26	金融・保険・不動産		
23	運輸	27	運輸		
24	情報通信	28	情報通信		
25	公務・教育・研究	29	公務		
		30	公共サービス		
26	医療・保健・社会保障・介護	31	サービス業		
27	対事業所サービス				
28	対個人サービス				
29	その他	32	事務用品		
		33	分類不明		

4.3.2 完全分離法による地域間産業連関表の作成⁸⁷

(1) 完全分離法の基本概念

「完全分離法（Perfect Separation Method）」とは、既存の地域内表を活用して地域間表を作成する手法であり、浅利・土居（2011⁸⁸、2012⁸⁹、2016⁹⁰）によって考案された。公表済みの産業連関表を用いるため、地域間取引量（地域間交易係数）を推定するための独自調査が必要ないことがメリットである。具体的には、都道府県等の複数地域の産業連関表とそれらの地域を除いた産業連関表を導出し、それらを連結して多地域間産業連関表を作成する。

ここで、浅利・土居（2016）で紹介されている垂直的拡張と並列的拡張の考え方を解説しておく。全国の地域内産業連関表（以下、「全国地域内表」という。）と、ある地域の地域内産業連関表（以下、「地域内表」という。）を接続させて3地域の地域間産業連関表を作成することを考えると、その3表の関係は図4-2のとおり、2つに分けることができる。

1つ目は「垂直的拡張」であり、全国地域内表－A地域内表（例えば北海道）－B地域内表（例えば札幌市）のように垂直的方向に包含関係がある取引関係である。2つ目は「並列的拡張」であり、A地域内表とB地域内表が同じ地域レベルの関係にあり、全国表－A地域内表（例えば北海道）－B地域内表（例えば東京都）のように並列的方向に包含関係がある取引関係である。

これら2つの接続方法は、地域間交易係数を何らかの方法により推定することにより可能となるが、完全分離法では地域間交易係数を移入率、輸入率、自給率から計算するため、地域間の移出・移入の割り振りをどのように行うかがポイントとなる。

本項においては、垂直的拡張と並列的拡張のうち垂直的拡張の手法により、全国表－北海道表－オホーツク地域表の3表を接続した3地域間産業連関表を作表した。

⁸⁷ 本項の分析内容は、次の研究報告を再構成した上で加筆修正したものである。

平出渉，阿部秀明：北海道オホーツク地域を対象とした3地域間産業連関表の作成とサプライチェーン分析への応用，第39回日本物流学会全国大会研究報告集，日本物流学会，pp97-100，2022.9.

⁸⁸ 浅利一郎，土居英二：完全分離法の並列的拡張による他地域間連結産業連関表の理論と手順，静岡大学経済研究15巻4号，pp155-174，2011.2.

⁸⁹ 浅利一郎，土居英二：完全分離法の垂直的拡張による他地域間連結産業連関表の理論と手順，静岡大学経済研究16巻4号，pp133-155，2012.4.

⁹⁰ 浅利一郎，土居英二：『地域間産業連関表分析の理論と実際』，日本評論社，2016.2.

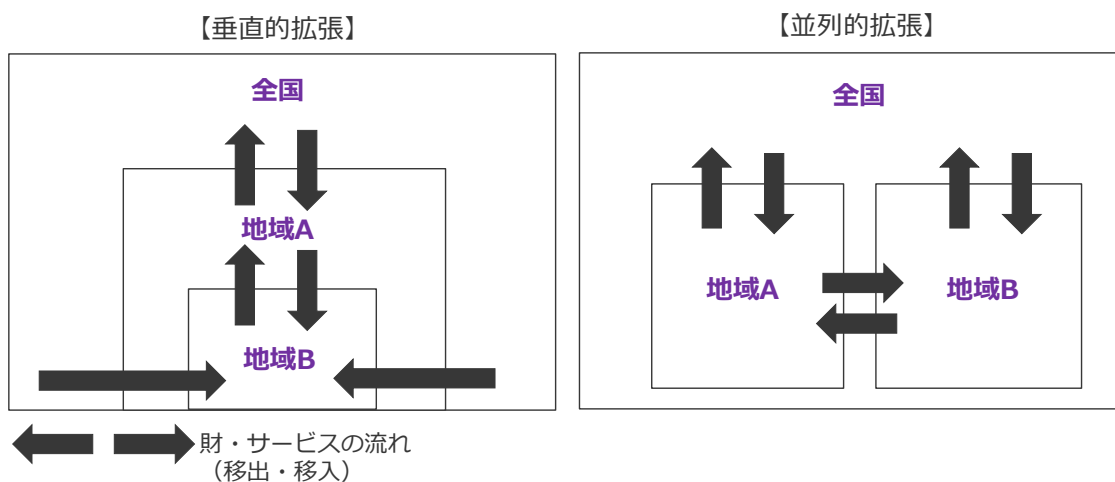


図 4-2 垂直的拡張と並列的拡張

出所：浅利（2016）より作成。

(2) 完全分離法による多地域間産業連関表の作成

① 産業連関表の用意及び産業部門の統合

完全分離法により 3 地域間表を作成するための準備として、2015 年全国地域内表、2015 年北海道内表、2015 年オホーツク地域内表（試算表）を用意した。このうち、オホーツク地域内表については、分析時点で最新表である 2011 年北海道内地域間表を構成する 6 地域⁹¹のうち 1 地域として公表されている。

しかし、当該表は 2011 年表であるため、2011 年北海道内表と 2015 年北海道内表を後述する産業部門数に統合した上で、産業別道内生産額の 2011 年～2015 年の増減率を 2011 年オホーツク地域内表の産業別域内生産額に適用し、2015 年の産業別域内生産額を試算した。また、中間需要、最終需要、移出入及び輸出入に関しては、2011 年表における各数値の対域内生産額比を用いて推計し、バランス調整を行った上で 2015 年オホーツク地域内表（試算表）を完成させた。

産業部門については、2015 年全国地域内表 107 部門、2015 年北海道内表 105 部門、2015 年オホーツク地域内表 63 部門から、32 部門に集約・統合した（表 4-4）。これにより、2015 年全国地域内表、2015 年北海道内表、2015 年オホーツク地域内表の 32 部門表を作成した上で、以降の作業を行う。

⁹¹ 道央、道北、道南、オホーツク、十勝、釧路・根室の 6 ブロックである。

表 4-4 産業部門の統合(32 部門)

平成27年全国産業連関表 (107部門表)		平成27年北海道産業連関表 (105部門表)		平成23年北海道内産業連関表 (63部門表)		統合32部門表	
1	耕種農業	1	食用耕種農業	1	食用耕種農業	1	耕種農業
2	畜産	2	非食用耕種農業	2	非食用耕種農業	2	畜産
3	農業サービス	3	畜産	3	畜産	3	農業サービス
4	林業	4	農業サービス	4	農業サービス	4	林業
5	漁業	5	林業	5	林業	5	漁業
6	その他の鉱業	6	漁業	6	金属鉱物・非金属鉱物	6	鉱業
7	石炭・原油・天然ガス	7	その他の鉱業	7	石炭・原油・天然ガス		
8	食料品	8	石炭・原油・天然ガス	8	石炭・原油・天然ガス		
9	飲料	9	畜産食料品	9	食肉・畜産食料品	7	食料品
10	飼料・有機質肥料(別掲を除く。)	10	水産食料品	10	水産食料品		
11	たばこ	11	精穀・製粉	11	精穀・製粉		
12	繊維工業製品	12	その他の食料品	12	その他の食料品		
13	衣服・その他の繊維既製品	13	飲料	13	飲料		
14	木材・木製品	14	飼料・有機質肥料(別掲を除く。)	14	飼料・有機質肥料(別掲を除く。)	8	繊維
15	家具・装備品	15	繊維工業製品	15	繊維工業製品	9	製材・家具
16	ハルブ・紙・板紙・加工紙	16	衣服・その他の繊維既製品	16	衣服・その他の繊維既製品	10	ハルブ・紙
17	紙加工品	17	木材・木製品	17	木材・木製品	11	印刷・製版・製本
18	印刷・製版・製本	18	家具・装備品	18	家具・装備品		
19	化学肥料	19	ハルブ・紙・板紙・加工紙	19	ハルブ・紙・板紙・加工紙		
20	無機化学工業製品	20	紙加工品	20	紙加工品		
21	石油化学系基促製品	21	印刷・製版・製本	21	印刷・製版・製本		
22	有機化学工業製品(石油化学系基促製品・合成樹脂を除く。)	22	化学肥料	22	化学肥料	12	化学製品
23	合成樹脂	23	無機化学工業製品	23	化学工業製品		
24	医薬品	24	有機化学工業製品・合成樹脂	24	化学最終製品	13	石油・石炭製品
25	化学繊維	25	医薬品	25	石油・石炭製品	14	皮革・ゴム
26	化学最終製品(医薬品を除く。)	26	化学最終製品(医薬品を除く。)	26	なめし革・毛皮・同製品	15	窯業・土石製品
27	石油製品	27	石油製品	27	ガラス・ガラス製品		
28	石炭製品	28	石炭製品	28	セメント・セメント製品	28	窯業・土石製品
29	ゴム製品	29	ゴム製品	29	陶磁器		
30	なめし革・革製品・毛皮	30	なめし革・毛皮・同製品	30	陶磁器		
31	ガラス・ガラス製品	31	ガラス・ガラス製品	31	その他の窯業・土石製品	29	鉄鉄・粗鋼
32	セメント・セメント製品	32	セメント・セメント製品	32	鉄鉄・粗鋼	30	鉄鋼一次製品
33	陶磁器	33	陶磁器	33	鉄鋼一次製品	31	非鉄金属一次製品
34	その他の窯業・土石製品	34	その他の窯業・土石製品	34	非鉄金属一次製品	32	金属製品
35	鉄鉄・粗鋼	35	鉄鉄・粗鋼	35	金属製品	33	一般機械
36	鋼材	36	鋼材	36	一般機械		
37	鉄鋼製品(鉄)	37	鉄鋼製品(鉄)	37	一般機械		
38	その他の鉄鋼製品	38	その他の鉄鋼製品	38	一般機械		
39	非鉄金属加工製品	39	非鉄金属加工製品	39	一般機械		
40	非鉄金属製錬・精製	40	非鉄金属製錬・精製	40	一般機械		
41	建設用・建築用金属製品	41	建設・建築用金属製品	41	一般機械		
42	その他の金属製品	42	その他の金属製品	42	一般機械		
43	はん用機械	43	はん用機械	43	一般機械		
44	生産用機械	44	生産用機械	44	一般機械		
45	業務用機械	45	業務用機械	45	一般機械		
46	電子デバイス	46	電子デバイス	46	一般機械		
47	その他の電子部品	47	その他の電子部品	47	一般機械		
48	産業用電気機器	48	産業用電気機器	48	一般機械		
49	民生用電気機器	49	民生用電気機器	49	一般機械		
50	電子応用装置・電気計測器	50	電子応用装置・電気計測器	50	一般機械		
51	その他の電気機械	51	その他の電気機械	51	一般機械		
52	通信・映像・音響機器	52	通信・映像・音響機器	52	一般機械		
53	電子計算機・同附属装置	53	電子計算機・同附属装置	53	一般機械		
54	乗用車	54	乗用車	54	一般機械		
55	その他の自動車	55	自動車	55	一般機械		
56	自動車部品・同附属品	56	自動車部品・同附属品	56	一般機械		
57	船舶・同修理	57	船舶・同修理	57	一般機械		
58	その他の輸送機械・同修理	58	その他の輸送機械・同修理	58	一般機械		
59	その他の製造工業製品	59	その他の製造工業製品	59	一般機械		
60	プラスチック製品	60	プラスチック製品	60	一般機械		
61	再生资源回収・加工処理	61	再生资源回収・加工処理	61	一般機械		
62	建築	62	建築	62	一般機械		
63	建設補修	63	建設補修	63	一般機械		
64	公共事業	64	公共事業	64	一般機械		
65	その他の土木建設	65	その他の土木建設	65	一般機械		
66	電力	66	電力	66	一般機械		
67	ガス・熱供給	67	ガス・熱供給	67	一般機械		
68	水道	68	水道	68	一般機械		
69	廃棄物処理	69	廃棄物処理	69	一般機械		
70	商業	70	商業	70	一般機械		
71	金融・保険	71	金融・保険	71	一般機械		
72	不動産仲介及び賃貸	72	不動産仲介及び賃貸	72	一般機械		
73	住宅賃貸料	73	住宅賃貸料	73	一般機械		
74	住宅賃貸料(帰属家賃)	74	住宅賃貸料(帰属家賃)	74	一般機械		
75	鉄道輸送	75	鉄道輸送	75	一般機械		
76	道路輸送(自家輸送を除く。)	76	道路輸送	76	一般機械		
77	自家輸送	77	道路輸送	77	一般機械		
78	水運	78	水運	78	一般機械		
79	航空輸送	79	航空輸送	79	一般機械		
80	貨物利用運送	80	貨物利用運送	80	一般機械		
81	倉庫	81	倉庫	81	一般機械		
82	運輸附帯サービス	82	運輸附帯サービス	82	一般機械		
83	郵便・信書便	83	郵便・信書便	83	一般機械		
84	通信	84	通信	84	一般機械		
85	放送	85	放送	85	一般機械		
86	情報サービス	86	情報サービス	86	一般機械		
87	インターネット付随サービス	87	インターネット付随サービス	87	一般機械		
88	映像・音声・文字情報制作	88	映像・音声・文字情報制作	88	一般機械		
89	公務	89	公務	89	一般機械		
90	教育	90	教育	90	一般機械		
91	研究	91	研究	91	一般機械		
92	医療	92	医療	92	一般機械		
93	保健衛生	93	保健衛生	93	一般機械		
94	社会保険・社会福祉	94	社会保険・社会福祉	94	一般機械		
95	介護	95	介護	95	一般機械		
96	他に分類されない会員制団体	96	他に分類されない会員制団体	96	一般機械		
97	物品賃貸サービス	97	物品賃貸サービス	97	一般機械		
98	広告	98	広告	98	一般機械		
99	自動車整備・機械修理	99	自動車整備・機械修理	99	一般機械		
100	その他の対事業所サービス	100	その他の対事業所サービス	100	一般機械		
101	宿泊業	101	宿泊業	101	一般機械		
102	飲食サービス	102	飲食サービス	102	一般機械		
103	娯楽サービス	103	娯楽サービス	103	一般機械		
104	洗濯・理容・美容・浴場業	104	洗濯・理容・美容・浴場業	104	一般機械		
105	その他の対個人サービス	105	その他の対個人サービス	105	一般機械		
106	事務用品	106	事務用品	106	一般機械		
107	分類不明	107	分類不明	107	一般機械		

② 3 地域内表の分離

まず、2015 年北海道内表（ S 表）から 2015 年オホーツク地域内表（ t 表）の数値を差し引き、「オホーツク地域を除く全道地域内表（ s 表）」を作成した。次に、2015 年全国地域内表（ R 表）から 2015 年北海道内表（ S 表）を差し引き、「北海道を除く全国地域内表（ r 表）」を作成した。これにより、2015 年全国地域内表（ R 表）は r 表、 s 表、 t 表の 3 表に完全に分離され、この 3 表の合計値は 2015 年全国地域内表（ R 表）の各数値に一致する（図 4-3）。

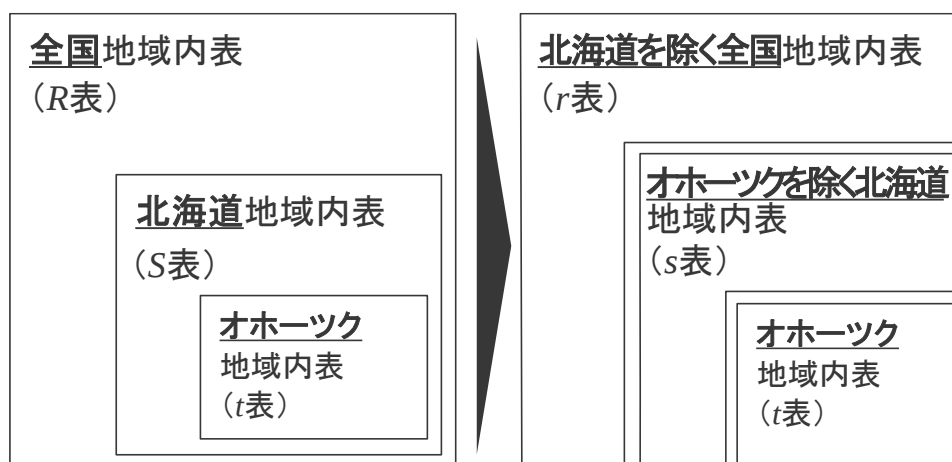


図 4-3 完全分離法による分割イメージ

オホーツク地域内表(t 表)

	部門1	...	部門32	中間需要計	域内最終需要	移出	輸出	移入	輸入	生産額
部門1										
...										
部門32										
中間投入計										
粗付加価値額										
生産額										

北海道地域内表(s 表)

	部門1	...	部門32	中間需要計	域内最終需要	移出	輸出	移入	輸入	生産額
部門1										
...										
部門32										
中間投入計										
粗付加価値額										
生産額										

全国地域内表(r 表)

	部門1	...	部門32	中間需要計	域内最終需要	移出	輸出	移入	輸入	生産額
部門1										
...										
部門32										
中間投入計										
粗付加価値額										
生産額										

オホーツク地域内表(t 表)

	部門1	...	部門32	中間需要計	域内最終需要	移出	輸出	移入	輸入	生産額
部門1										
...										
部門32										
中間投入計										
粗付加価値額										
生産額										

オホーツクを除く北海道地域内表(s 表)

	部門1	...	部門32	中間需要計	域内最終需要	移出	輸出	移入	輸入	生産額
部門1										
...										
部門32										
中間投入計										
粗付加価値額										
生産額										

北海道を除く全国地域内表(r 表)

	部門1	...	部門32	中間需要計	域内最終需要	移出	輸出	移入	輸入	生産額
部門1										
...										
部門32										
中間投入計										
粗付加価値額										
生産額										

3地域間表

		オホーツク (<i>t</i>)			オホーツクを除く北海道 (<i>s</i>)			北海道を除く全国 (<i>r</i>)			中間需要計	オホーツク (<i>t</i>)	北海道 (<i>s</i>)	全国 (<i>r</i>)	輸出	生産額
		部門1	...	部門32	部門1	...	部門32	部門1	...	部門32		域内最終需要				
オホーツク(<i>t</i>)	部門1															
	...															
	部門32															
オホーツクを除く北海道(<i>s</i>)	部門1															
	...															
	部門32															
北海道を除く全国(<i>r</i>)	部門1															
	...															
	部門32															
輸入	部門1															
	...															
	部門32															
中間投入計																
粗付加価値額																
生産額																

図 4-4 完全分離法による3地域間表の作表イメージ

③ 3 地域間の移出入額の設定

②で分離した 3 表を連結するためには、3 地域×3 地域の移出入を推定することが必要となる。移出を N 、移入を $-N$ と表し、オホーツク(t)からオホーツクを除く北海道(s)への移出を N^{ts} と表すと、3 地域×3 地域の移出入はそれぞれ表 4-5 のようになる。

今回、オホーツク地域内表に用いた北海道内地域間産業連関表では、輸出入の他、道内 6 地域及び道外との移出入が別個に記述されており、これを地域間交易係数としてそのまま用いたため、表 4-5 のうち下線部の数値は自動的に求まる⁹²。移出と移入は地域間でプラス・マイナスの関係であり、例えばオホーツク(t)からその他全国(r)への移出 N^{tr} にマイナス符号を付ければ、その他全国(r)におけるオホーツク(t)からの移入 $-N^{tr}$ となる。また、表 4-5 のうち下線部が付いていない数値は、全道地域内表（ S 表）における移出額を用いて導出できる。

表 4-5 3 地域間の移出入額の推定

地 域	移 出(N)			移 入($-N$)		
	オホーツク (t)へ	その他全道 (s)へ	その他全国 (r)へ	オホーツク (t)から	その他全道 (s)から	その他全国 (r)から
オホーツク (t)		<u>N^{ts}</u>	<u>N^{tr}</u>		<u>$-N^{st}$</u>	<u>$-N^{rt}$</u>
その他全道 (s)	<u>N^{st}</u>		N^{sr} $= N^{Sr} - \underline{N^{tr}}$	<u>$-N^{ts}$</u>		$-N^{rs}$ $= -N^{rS} - \underline{N^{rt}}$
その他全国 (r)	<u>N^{rt}</u>	N^{rs} $= N^{rS} - \underline{N^{rt}}$		<u>$-N^{tr}$</u>	$-N^{sr}$ $= -N^{Sr} - \underline{N^{tr}}$	

④ 逆行列係数の導出

さて、3 地域間産業連関表の需給バランスは、

$$X = TAX + TF + E \quad (4.1)$$

$$M = M^*(TAX + TF) \quad (4.2)$$

である。

ここで X は産出高ベクトル、 T は地域間交易係数行列、 A は投入係数行列、 F は域内最終需要ベクトル、 M は輸入ベクトル、 M^* は輸入係数行列、 E は輸出ベクトルである。 TAX は 3 地域内表において移出入が考慮された中間需要、 TF は域内最終需要となる。

⁹² 地域間交易係数の設定については、4.3.4 で詳述する。

(4.1)式を展開すると、

$$X = (I - TA)^{-1}(TF + E) \quad (4.3)$$

となり、逆行列表 $(I - TA)^{-1}$ を含む均衡産出高モデルが導出される。

なお、(4.2)及び(4.3)式より、

$$M = M^*[TA(I - TA)^{-1}(TF + E)] + TF \quad (4.4)$$

以上のモデル式に基づき、全国－北海道－オホーツク 3 地域間産業連関表を作成した。

(3) 作成した 3 地域間産業連関表の精度検証

作成した「2015（平成 27）年全国－北海道－オホーツク 3 地域間産業連関表（32 部門表）」を元に、推計精度の検証のための試算を行った。ここではオホーツク地域の農業部門（耕種農業）、林業部門、漁業部門にそれぞれ 100 億円の新規需要が発生した場合に、その他全道及び全国地域に与える経済波及効果を推計した（表 4-6、表 4-7、表 4-8）。

仮にオホーツク地域の農業部門に 100 億円の新規需要が発生した場合、作成した 3 地域間表では、オホーツク地域で 129.3 億円、その他全道に 19.7 億円、その他全国に 37.0 億円の波及効果が発生すると推計された。比較のために、2011 年北海道内地域間産業連関表を用いて同様に計算すると、オホーツク地域内で 130.0 億円、その他全道で 21.6 億円の波及効果が発生すると推計された（表 4-6）。

北海道内地域間産業連関表では道内 6 地域別の波及効果額しか計測できず、その推計結果は、作成した 3 地域間表におけるオホーツク地域内及び道内への波及効果額とほぼ同じ数値となっている。その上で、3 地域間表では、新たにその他全国への波及効果が推計されていることになる。同様に、林業、商業でも同じ推計を行ったが同様の結果であった（表 4-7、表 4-8）。

したがって、今回作成した 3 地域間表は既存の地域間表と比較しても推計精度が確保されていることに加え、既存の地域間表では計測できなかった道外への経済波及額が計測できることが分かった。そのため、このように分析対象に併せて他地域間産業連関表を作成することで、任意の地域でサプライチェーンの分析を行うことが可能であると言える。

表 4-6 農業部門に 100 億円の新規需要が発生した場合の経済波及効果

(単位：百万円)

地 域	新規需要	農業部門	
		作成した 3 地域間表	2011 年 北海道内地域間表
オホーツク	10,000	12,928	12,995
その他全道	－	1,969	2,159
その他全国	－	3,703	－
合 計	－	18,599	15,154

(単位：百万円)

	産業部門	2011年 3地域間表 北海道内地域間表		2011年 3地域間表 北海道内地域間表		2011年 3地域間表 北海道内地域間表		2011年 3地域間表 北海道内地域間表	
		オホーツク		オホーツクを除く北海道		北海道を除く全国		合計	
1	耕種農業	10,319	10,406	73	106	137	－	10,530	10,512
2	畜産	144	875	42	167	14	－	200	1,042
3	農業サービス	811	－	7	－	8	－	826	－
4	林業	5	6	3	4	1	－	10	10
5	漁業	6	2	4	1	4	－	14	3
6	鉱業	4	4	18	17	10	－	31	21
7	食料品	69	117	58	128	109	－	235	245
8	繊維	0	0	3	2	21	－	24	3
9	製材・家具	4	6	7	8	15	－	26	14
10	パルプ・紙	8	7	146	132	199	－	353	140
11	印刷・製版・製本	2	2	7	7	17	－	26	9
12	化学製品	95	95	214	213	1,334	－	1,644	308
13	石油・石炭製品	0	0	280	287	317	－	597	287
14	皮革・ゴム	0	0	2	2	24	－	26	2
15	窯業・土石製品	27	26	16	17	28	－	70	43
16	鉄鋼	0	0	10	8	38	－	48	9
17	金属製品	0	0	0	0	17	－	17	0
18	非鉄金属製品	4	4	11	12	35	－	50	16
19	機械	4	3	7	4	100	－	111	7
21	その他の製造品	66	9	4	27	12	－	82	35
20	建設	9	67	28	13	106	－	142	80
22	電力・ガス・水道	89	86	122	123	103	－	314	209
23	商業	488	488	208	220	365	－	1,061	708
24	金融・保険・不動産	63	59	110	107	76	－	249	167
25	運輸	178	191	99	104	195	－	471	295
26	情報通信	7	7	74	63	110	－	192	69
27	公務	5	5	16	15	3	－	25	20
28	公共サービス	18	17	6	28	7	－	31	45
29	対事業所サービス	454	472	268	223	281	－	1,003	695
30	対個人サービス	2	－	2	－	3	－	7	0
31	事務用品	5	5	2	2	3	－	10	7
32	分類不明	39	38	121	119	13	－	173	157
	合計	12,928	12,995	1,969	2,159	3,703	－	18,599	15,154

表 4-7 林業部門に 100 億円の新規需要が発生した場合の経済波及効果

(単位：百万円)

地 域	新規需要	農業部門	
		作成した 3 地域間表	2011 年 北海道内地域間表
オホーツク	10,000	13,147	13,189
その他全道	-	1,734	1,735
その他全国	-	1,190	-
合 計	-	16,072	14,924

(単位：百万円)

	産業部門	2011年 3地域間表 北海道内地域間表		2011年 3地域間表 北海道内地域間表		2011年 3地域間表 北海道内地域間表		2011年 3地域間表 北海道内地域間表	
		オホーツク		オホーツクを除く北海道		北海道を除く全国		合計	
1	耕種農業	16	21	6	9	11	-	32	29
2	畜産	5	5	5	3	4	-	13	9
3	農業サービス	2	-	1	-	1	-	3	-
4	林業	12,092	12,091	504	503	18	-	12,614	12,594
5	漁業	3	1	2	1	2	-	7	2
6	鉱業	2	2	14	12	6	-	23	14
7	食料品	35	41	29	42	50	-	114	83
8	繊維	0	0	1	1	11	-	13	2
9	製材・家具	18	19	7	8	12	-	38	26
10	パルプ・紙	2	2	33	33	43	-	77	34
11	印刷・製版・製本	1	1	4	4	7	-	12	5
12	化学製品	2	2	5	5	63	-	70	7
13	石油・石炭製品	0	0	267	279	216	-	484	280
14	皮革・ゴム	0	0	2	1	16	-	18	1
15	窯業・土石製品	5	5	4	5	6	-	14	10
16	鉄鋼	0	0	6	6	21	-	28	6
17	金属製品	0	0	0	0	8	-	8	0
18	非鉄金属製品	2	2	7	6	14	-	23	9
19	機械	4	2	6	4	76	-	85	6
21	その他の製造品	38	17	3	48	3	-	44	65
20	建設	17	39	48	9	114	-	180	48
22	電力・ガス・水道	49	55	64	72	26	-	138	128
23	商業	132	138	69	76	105	-	305	214
24	金融・保険・不動産	51	52	90	89	33	-	174	140
25	運輸	214	216	115	104	131	-	460	320
26	情報通信	5	6	57	50	52	-	115	55
27	公務	6	6	20	20	2	-	28	26
28	公共サービス	28	28	5	15	3	-	36	43
29	対事業所サービス	343	365	208	175	128	-	679	541
30	対個人サービス	4		2		2	-	7	0
31	事務用品	22	22	3	2	1	-	26	24
32	分類不明	48	50	148	154	6	-	203	204
合計		13,147	13,189	1,734	1,735	1,190	-	16,072	14,924

表 4-8 商業部門に 100 億円の新規需要が発生した場合の経済波及効果

(単位：百万円)

地 域	新規需要	農業部門	
		作成した 3 地域間表	2011 年 北海道内地域間表
オホーツク	10,000	11,662	11,750
その他全道	－	1,772	1,784
その他全国	－	1,353	－
合 計	－	14,787	13,533

(単位：百万円)

	産業部門	2011年 3地域間表 北海道内地域間表		2011年 3地域間表 北海道内地域間表		2011年 3地域間表 北海道内地域間表		2011年 3地域間表 北海道内地域間表	
		オホーツク		オホーツクを除く北海道		北海道を除く全国		合計	
1	耕種農業	1	6	1	4	1	－	3	10
2	畜産	0	4	0	3	0	－	1	7
3	農業サービス	0	－	0	－	0	－	0	－
4	林業	4	5	3	3	1	－	8	8
5	漁業	0	2	0	1	0	－	1	3
6	鉱業	4	4	12	12	4	－	20	17
7	食料品	1	20	2	20	4	－	7	40
8	繊維	0	0	2	2	19	－	21	3
9	製材・家具	15	15	7	8	12	－	33	23
10	パルプ・紙	3	3	61	60	76	－	140	64
11	印刷・製版・製本	14	14	37	36	32	－	83	51
12	化学製品	1	1	4	4	51	－	56	5
13	石油・石炭製品	0	0	141	151	121	－	262	151
14	皮革・ゴム	0	0	1	1	12	－	13	1
15	窯業・土石製品	4	4	3	5	6	－	14	9
16	鉄鋼	0	0	12	10	39	－	51	10
17	金属製品	0	0	0	0	11	－	12	0
18	非鉄金属製品	8	8	18	18	31	－	56	26
19	機械	7	5	10	6	127	－	144	11
21	その他の製造品	81	9	6	26	4	－	91	36
20	建設	9	82	27	21	74	－	110	103
22	電力・ガス・水道	189	200	177	193	30	－	396	393
23	商業	10,154	10,164	77	89	117	－	10,349	10,253
24	金融・保険・不動産	260	262	344	344	73	－	677	606
25	運輸	181	184	86	86	114	－	381	270
26	情報通信	35	35	297	289	178	－	510	324
27	公務	3	3	10	10	1	－	15	13
28	公共サービス	50	51	9	21	4	－	64	72
29	対事業所サービス	578	619	341	280	197	－	1,116	899
30	対個人サービス	9	－	5	－	4	－	18	0
31	事務用品	23	24	2	2	2	－	27	26
32	分類不明	24	24	77	78	6	－	107	102
	合計	11,662	11,750	1,772	1,784	1,353	－	14,787	13,533

4.3.3 地域間交易係数の設定についての考察

地域間産業連関表の作成において、最も重要な作業が地域間交易係数、すなわち各地域からの移出・移入及び輸出・輸入の設定である。移出・移入は地域間取引を表象するものであり、使用する産業連関表がどれだけ現実の経済状態を反映するかどうかに関結する。

本節における全国－北海道－オホーツク 3 地域間産業連関表の作成にあたっては、ベースとした産業連関表の移出・移入、輸出・輸入を活用することができた。公表されている産業連関表は、作成過程で財・サービスに関する実態調査を行った上で移輸出額・移輸入額を推定していることからその精度は高く、これを活用することが最も望ましいことは言うまでもない。しかしながら、分析対象とする地域が公表されている産業連関表の地域区分と異なる場合や、産業連関表の作成年次と分析年次にギャップがある場合には、それをそのまま活用することは、推計結果の精度に影響を与えるかもしれない。

そこで、本項では、地域間交易係数を設定するいくつかの方法について整理する。

(1) サーベイ法

サーベイ法とは、産業連関表のバランス式を利用して移輸出額・移輸入額を推定する方法である。

$$X = AX + F + E - M \quad (4.5)$$

ここで E を移輸出、 M を移輸入として展開すれば、

$$M = (AX + F + E) - X \quad (4.6)$$

$$E - M = X - (AX + F) \quad (4.7)$$

である。(4.7)式は、

移輸出－移輸入＝域内生産額－（中間需要計＋域内最終需要計）

移輸出－移輸入＝域内生産額－域内需要計

となり、域内生産額から域内需要を差し引いた金額は、移輸出から移輸入を差し引いた金額（＝純移輸出）と同額になることを意味する。したがって、域内生産額と域内需要額が確定していれば、あとは移輸出額か移輸入額のどちらかを推計できれば、もう片方は自動的に求めることができる。

サーベイ法は比較的精度が高いことで知られているが、精度が高い地域間交易係数を得るためには十分なサンプル数による調査データが必要である。必然的に大規模な調査と高い回収率が必要となり、調査コストや労力の面などから実務上困難な状況にある。また、サーベイ法では残差として誤差を含む

形で純移輸出が決定されることになることも課題の一つである⁹³。最も理想的なのは、移輸出額・移輸入額を実態調査でそれぞれ推定することである。しかし、多くの費用や期間を要する点がデメリットとなり、コストを考慮すればある程度の精度誤差は捨象せざるを得ない面がある。

なお、本田・中澤（2000）では、域内自給率を 100%として扱う部門以外については純輸移出を市内総生産額から中間需要、最終消費、在庫品増減などを差し引いた残差として推計し、域内自給率を 100%として扱う部門については市内総生産額を再推計するバランス調整を繰り返し、最終的な誤差を任意の最終部門に吸収させるという手法を採用している。

サーベイ法の中でも、移輸出入額については対象地域における事業所アンケート調査を実施し、その結果を反映する部分サーベイ法が採られることも多い。部分サーベイ法を用いた事例としては、1995（平成 7）年深川市産業連関表を作成した今西（2004）⁹⁴に加え、筆者が受託調査として 2011（平成 23）年ニセコ観光圏産業連関表を作成した（一社）ニセコプロモーションボード（2015）⁹⁵、同じく 2015（平成 27）年小樽市産業連関表を作成した小樽市（2021）⁹⁶などがある。

⁹³ この点について、本田・中澤（2000）では、「地域経済における輸移出や輸移入の重要性を考えると、このように誤差を含む形で純輸移出を定義することは望ましくないが、既存の官公庁のデータでは市町村レベルの純輸移出を推計する際の基礎データを得ることができない。産業別の生産額（CT）やこれに投入係数を乗じて求める中間投入額などは、まだ基礎となるデータが存在したり、アクティビティ・ベースといった原理があるため比較的簡単に推計し易いが、輸移出や輸移入の推計は非常に困難な作業であり、地域産業連関表を作成する際の大きなネックとなっている。」（pp.56）と述べている。

本田豊，中澤純治：市町村産業連関表の作成と応用，立命館経済学第 49 巻第 4 号，立命館大学経済学会，pp51-76, 2000.

⁹⁴ 今西英俊：深川市産業連関表の作成手法の研究，産業連関第 12 巻 3 号，環太平洋産業連関分析学会，pp.38-49, 2004.10.

⁹⁵ 一般社団法人ニセコプロモーションボード：平成 27 年度ニセコ観光圏経済波及効果調査業務報告書，株式会社ドーコン受託，2017.12.

⁹⁶ 小樽市：令和 2 年度小樽市観光基礎調査報告書（令和 3 年 8 月訂正版），株式会社ドーコン受託，2021.8.

(2) ノン・サーベイ法

サーベイ法に対して、具体的な実態調査を行うことなく移輸出額・移輸入額を推定するのがノン・サーベイ法である。

① 地域間移輸入法

作成対象となる複数地域間の移出入が完全に対応している場合、地域間交易係数を直接推計することが可能である。この方法は、移出入が対応関係にある既存の産業連関表が整備されている場合にのみ可能である。4.4.2 で作成した3地域間産業連関表はこの手法である。

しかし、産業連関表によっては移出と輸出、移入と輸入がそれぞれ移輸出、移輸入として統合されて表示されている場合がある。この場合は、そのまま地域間交易係数を求めることができないため、まず移出入と輸出入とに分離する作業が必要となる。対象地域における他地域からの移入率と輸入率がそれぞれ推定されていれば理想的であるが、多くの場合はデータが無い。

そのため、対象となる小地域（例えばオホーツク）とベースとなる地域表（例えば北海道）の輸入率は等しいと仮定し、まず生産額や域内需要額の割合により小地域の輸入額を推定した上で、ベースとなる地域の移入額・輸入額の比率から小地域の移入額を推定し、純移輸出による残差として移出額・輸出額を推定する、という方法が採られることが多い。

② LQM

ノン・サーベイ法の代表的な手法は自給率と特化係数の相関関係を利用するLQM（Location Quotient Method）である⁹⁷。LQMの中でも最もシンプルなSLQ法（Simple Location Quotient Method）では、まず産業部門別に特化係数を算出する。特化係数（LQ：Location Quotient）とは、ある地域の産業部門別構成比を、比較したい地域の産業部門別構成比（生産額もしくは従業者数を採用することが多い）で除した数値であり、その値が1よりも大きければその産業が比較優位性を持つと考える。

いま、地域 $r(1,2)$ があり、各地域に n 部門の産業があるとする。また $x_{i,r}$ を小地域 r の部門 i の生産額、 $x_{i,m}$ を中地域 m の部門 i の生産額とすると、特化係数 $(l_{i,r})$

⁹⁷ その他、浅利・土居（2016）では、生産額と移輸出額の線形関係を利用したEMALEX（Estimation Method Assuming Linearity between E and X）が考案されている。また、前川（2012）では、供給側・需要側から生産シェア・需要シェアを用いて按分する簡易推計法が紹介されている。
前川和史：市町村の作成，小長谷一之・前川和史（編）『経済効果入門』第7章所収，pp94-142，日本評論社，2012.6.

は以下の式で示される。

$$l_{i,r} = \left(\frac{x_{i,r}}{\sum_{i=1}^n x_{i,r}} \right) / \left(\frac{x_{i,m}}{\sum_{i=1}^n x_{i,m}} \right) \quad (4.8)$$

すなわち、特化係数が 1 未満の産業部門は自給ができずに移入によって地域の需要を補っていると考えられる。逆に 1 以上であれば、その地域の産業は自地域の需要を賄った上で移出をしていると考える。このとき、地域の自給率 ($t_{i,r}$) は以下の式で示される。

$$t_{i,r} = \begin{cases} l_{i,r} & \text{if } l_{i,r} < 1 \quad \text{less localized} \\ l_{i,r} & \text{if } l_{i,r} \geq 1 \quad \text{more localized} \end{cases} \quad (4.9)$$

つまり、ある産業部門において地域 1 の特化係数が 1 未満であれば、その特化係数は地域 2 から地域 1 への移入率（移入額÷域内需要）となる。このとき地域 2 の特化係数は必ず 1 より大きくなり、(1－特化係数) が地域 2 から地域 1 への移出率（移出額÷域内生産額）となる。

一般的には、LQM によってまず移輸入額を推定し、純移輸出（生産額－中間需要－域内最終需要）との残差として移輸出額を推定する。ただし、移輸入額は域内需要額より小さいとは限らない。輸入した商品をそのまま輸出するという「再移輸出」は無いと産業連関分析で仮定しているため、移輸入額が域内需要額を上回することは概念上あり得ない。また、域内自給率が概念上 100% となる産業部門（建設、公共事業、公務など）では純移輸出額は形式上ゼロとなるはずだが、バランス式で導出される純移輸出額がゼロとならない場合がある。

そのため、移輸入額が域内需要額を上回った部門に関しては、純移輸出額を用いて以下のように推定する。

- (i) 純移輸出額がマイナスならば、移輸出はゼロ、移輸入は純移輸出額
- (ii) 純移輸出額がプラスならば、移輸出は純移輸出額、移輸入はゼロ

LQM による移出入額の推計は、簡便な方法にもかかわらず比較的精度が高い点がメリットとして挙げられており、1995（平成 7）年名古屋市産業連関表を作成した朝日（2004）⁹⁸、2000（平成 12）年愛知県－名古屋市－その他県内地域の 3 地域間産業連関表を作成した石川（2004）⁹⁹をはじめ、小地域を対象とする産業連関表の作成におけるベーシックな手法として用いられている。

しかし、現実の地域間取引は各地域間で双方向の取引関係となるが、LQM では移出額または移入額のどちらかを推計値とし、いずれかを 0 とするため、

⁹⁸ 朝日幸代：平成 7 年名古屋市産業連関表の作成の試み，産業連関第 12 巻 1 号，環太平洋産業連関分析学会，pp.16-24，2004.2.

⁹⁹ 石川良文：Nonsurvey 手法を用いた小都市圏レベルの 3 地域間産業連関モデル，土木学会論文集 758 巻 4-39 号，pp.45-55，2004.

移出入の双方向性が排除され、地域間の経済波及効果が過小評価されてしまう点が指摘されている¹⁰⁰。

③ グラビティモデル

グラビティモデル（Gravity model）とは、ニュートン力学における万有引力の法則を地域間取引に適用しようとするものである。万有引力の法則によれば、二物体間の引き合う力は両物体の質量に比例し、物体間の距離に反比例する。グラビティモデルでは、この考え方にに基づき、都市交通量や、国際貿易取引等において適用されている。

産業連関表の作成に関しては、2000（平成 12）年愛知県内 3 地域間産業連関表を作成した中野・西村（2007）¹⁰¹などの事例がある。また、2005（平成 17）年愛知県内 4 地域間産業連関表を作成した山田・大脇（2012）¹⁰²や山田（2013）¹⁰³においては、グラビティモデルでの推定値を初期値とした RAS 法による収束計算により県内移出入を推計するグラビティ-RAS 法が提案されている。

グラビティモデルでは LQM で指摘される双方向性の排除は生じないが、変数及び重力定数の設定、利用するデータの入手が困難な場合が多い点が指摘されている。利用する距離データについては、全国地域間産業連関表の移出額・移入額データか、Google Map 等での距離データが用いられることが多い。

¹⁰⁰ この点について、浅利・土居（2016）では、「（作表する地域のうち最小地域）の経済規模が小さいほど、Location Quotient Method によるノンサーベイ法とサーベイ法との交易係数の差が大きくなる傾向がある。」（pp.76）と述べている。

¹⁰¹ 中野諭，西村一彦：地域産業連関表の分割における他地域間交易の推定，産業連関第 15 巻 3 号，環太平洋産業連関分析学会，pp.44-53，2007.

¹⁰² 山田光男，大脇祐一：2005 年愛知県内 4 地域間産業連関表の推計，Discussion Paper Serires No.1205，中京大学経済学部附属経済研究所，2012.

¹⁰³ 山田光男：グラビティ-RAS 法による地域間交易の推計，Discussion Paper Serires No.1301，中京大学経済学部附属経済研究所，2013.

4.3.4 地域間産業連関表の実用性に関する検討

(1) 地域間交易係数の年次ギャップに関する課題

今回作成した3地域間産業連関表においては、地域間交易係数は2011年北海道内産業連関表の係数を採用したが、分析対象年は2015年としたため、2011年と2015年との4年間のギャップが生じている。こうした年次ギャップが存在する場合、その間に大きな経済状態の変化があった際に地域間交易係数に影響を与える（移出入構造が変化する）ことに留意しなければならない。

仮に2011～2015年の間に大きな移出入構造の変化があるとすれば、2011年の産業連関表の係数を採用することはそぐわないかもしれない。

(2) オホーツク地域の現状に関するヒアリング

そこで上記の課題に関し、オホーツク地域における近年の移出入構造の変化や経済構造を把握するため、関係機関へヒアリング調査を実施した。主に農業・物流分野に関し、産業連関表の作成年次である2011～2015年のオホーツク地域の産業構造や移出入に大きな変化を与えるような事象が発生しているかどうかについて、北海道オホーツク総合振興局産業振興部に聞き取りを行った¹⁰⁴。

主に特徴的な事象が発現された産業部門について、ヒアリング結果の概要を以下に示す。

① 林業の状況（林業出荷額増加の背景）

2007年以降、ロシアの丸太原木輸出規制により外国産木材の輸入が落ち込み国産材に需要が向いたこと、また木材の集成材や乾燥技術の高まりにより、住宅建築部材として活用が困難だったカラマツやスギなど道産木材の生産が増えたことにより、林業出荷額が増加している。また、木材加工で国内競争力の高い優良な企業も管内で増えてきている。

② 漁業の状況（漁獲額増加の背景）

ホタテは欧州での輸入規制やHACCPによる規制強化に伴い、冷凍生ホタテ（玉冷）の需要が増加し、漁獲額は2011～2014年にかけて右肩上がりが増加した。しかし、2014年末の大型低気圧の通過によりホタテガイが大量に窒息死する事象が発生し、2015年の漁獲額は大きく減少したが、その後回復してきている。

¹⁰⁴ ヒアリング議事録を参考資料に付す。

③ 農業(酪農)の状況(生乳出荷額増加の背景)

生乳出荷額は増加傾向であり、本州での生乳生産量が減少していることもあり、これまで加工品に回っていた生乳がほくれん丸(釧路港～茨城港)により輸送されている。飼肥料関係には近年変化はない。

④ 産業・移出入構造への影響

オホーツク地域は移輸出型の産業が多く、より一層輸出促進の動きを高めていく必要があるが、産業構造や移出入構造に大きな影響を与えるほどの事象は2011～2015年の間では発生していない。

4.4 本章のまとめ

本節では、まず産業連関表の作成状況や基本構造を整理するとともに、産業間・地域間サプライチェーンの分析を行う上で極めて重要な地域間産業連関表の課題について整理した（4.2）。

そうした地域間産業連関表の課題への対応策として、既存の地域間産業連関表を用いた接続表の作成、及び、北海道オホーツク地域と北海道、全国を対象とした完全分離法に基づく 3 地域間産業連関表の作成を試みるとともに、その課題と実用性について、関係機関へのヒアリングも踏まえて考察した（4.3）。

本章の整理から、実用的な地域間産業連関表の作成方法について、以下のよう

にまとめられる。

全国を対象とする地域間産業連関表が 2005（平成 17）年表以降作成されていないこと、分析対象地域設定の柔軟性を踏まえると、現在定期的に作成・公表されている地域内産業連関表を地域間産業連関表に加工して分析に用いることが適当であろう。その方法として本節で取り上げた「完全分離法」による地域間産業連関表の作成は、既存の全国地域間産業連関表では全国ブロックレベルでしか対応できなかった、任意の地域を対象とした地域間サプライチェーンの分析が可能となるとともに、データ作成年次の課題にも対応できることが明らかとなり、その有効性や汎用性が確認された。

一方で、産業間・地域間サプライチェーンの特徴を示す上で重要である地域間交易係数については、既存の産業連関表データが地域間交易係数として利用できる場合（産業連関表の地域区分と、分析する地域区分が同一など）には、精度が高い結果が得られるであろう。しかし、分析対象とする地域が公表されている産業連関表の地域区分と異なる場合や、産業連関表の作成年次と分析年次にギャップがある場合には、小地域産業連関表の作成でも広く用いられている LQM での推計を行うことが望ましいと考えられる。

4.5 補論：小地域産業連関表の作成と分析¹⁰⁵

4.5.1 補論の目的

地域振興や地域活性化のため地域内で経済を循環させることが重要となる中で、自治体やそれに相当する地域単位での産業連関分析の必要性が高まっている。これら「小地域」の産業連関表を作成することは、地方自治体にとって、自地域の産業構造を的確に把握すること、政策効果の妥当性を評価してより効果の高い政策を実行すること、また、自治体の政策判断に定量的根拠を見いだせることなど、様々なメリットがある。

本節では、そのような小地域産業連関表の作成方法と産業連関表から可視化できる産業構造について、北海道内の自治体（A市）において実際に作成した小地域産業連関表を例に整理する。

4.5.2 小地域産業連関表の作成方法

小地域産業連関表の作成方法は大きく2つに分類することができる。1つは「サーベイ法（Survey Approach）」と呼ばれ、アンケート等の独自調査や既存統計資料の活用によって対象地域の取引額を直接的に把握して作表する。もう1つは「ノンサーベイ法（Non-Survey Approach）」と呼ばれ、既存の産業連関表や統計資料を用いて対象地域の取引額を推定して作表する方法である。

サーベイ法のように、産業連関表で表象される取引額すべてを独自調査により確定させることは期間や費用の観点からも極めて困難であり、ほとんどの産業連関表はノンサーベイ法によって作成されていると言ってよい。しかし、小地域産業連関表の作成においては、対象地域の産業構造や他地域との取引関係を可能な限り反映させるため、特徴的な部分についてのみ独自調査を実施する「部分サーベイ法」の手法が採られている。

A市表の作成においては、国土交通省北海道開発局「2015（平成27）年北海道産業連関表」からA市分の指標を分割推計するノンサーベイ法を基本としながら、A市外との交易状況を表す移輸出額については市内の企業・事業所アンケート調査の実測値も参考とすることとした。

¹⁰⁵ 本節の分析内容は、次の研究報告を再構成した上で加筆修正したものである。
平出渉，阿部秀明：地域経済に着目した連関分析，阿部秀明編『地域経済におけるサプライチェーン強靱化の課題－地域産業連関分析によるアプローチ』第2章所収，共同文化社，pp53-91，2022.5.

	中間需要	最終需要		移輸入	生産額
		最終需要	移輸出		
中間投入	②	④	⑤	⑥	①
粗付加価値	③				
生産額	①				

図 4-5 産業連関表の構成

A市表については、図 4-5 の概略図の①～⑥の順に推定する。

- ① 産業別市内生産額（コントロール・トータolz）を求める。
- ② ①に「2015（平成 27）年北海道産業連関表」の対応する産業部門の投入係数を乗じ、中間投入額を求める。
- ③ ①に「2015（平成 27）年北海道産業連関表」の対応する産業部門の投入係数を乗じ、粗付加価値額を求める。
- ④ 最終需要項目を推計する。
- ⑤ 移輸出を推計する。
- ⑥ 移輸入を推計する。
- ⑦ 部門統合、バランス調整を行い、表中の不突合を収束させる。

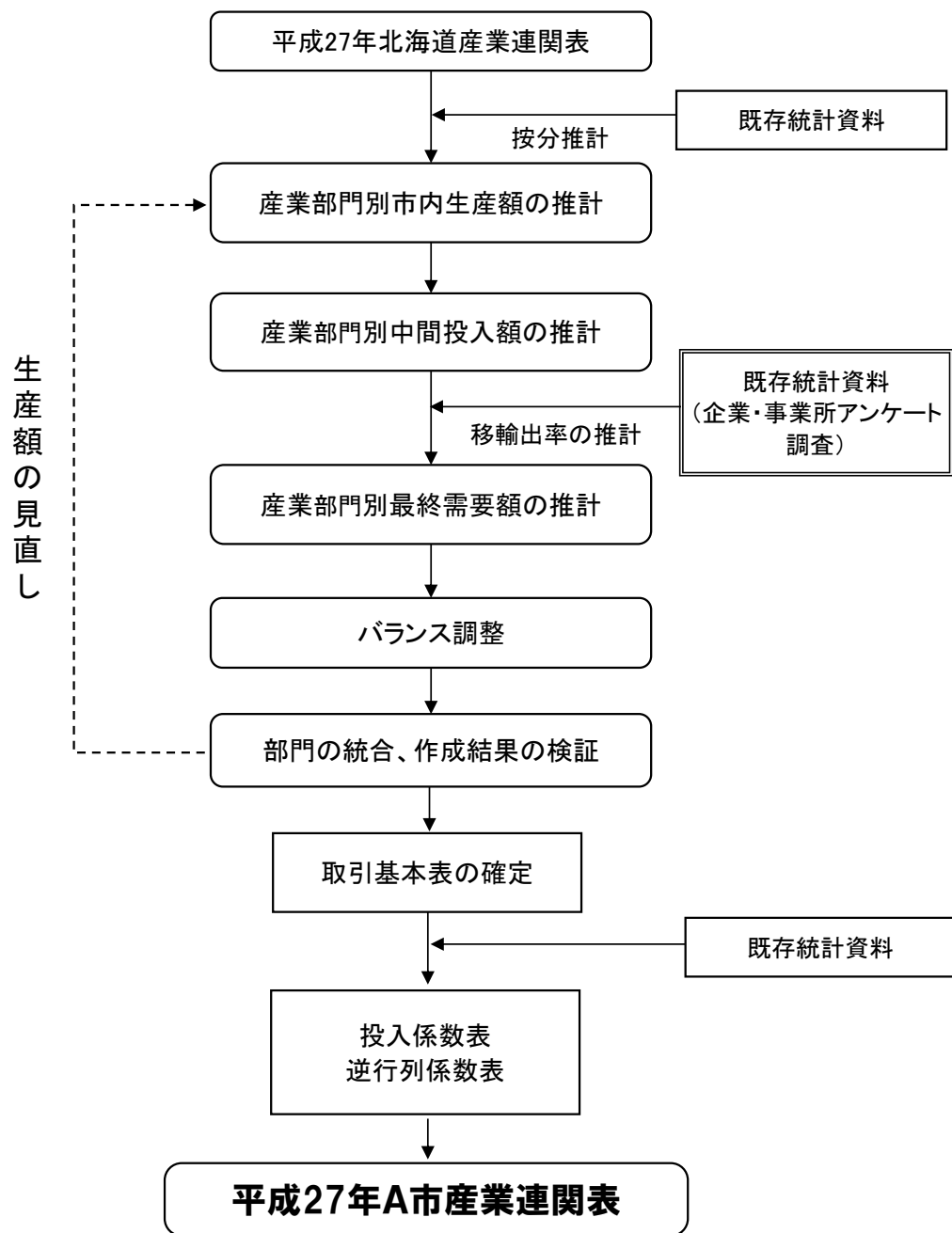


図 4-6 A市産業連関表の作成フロー

4.5.3 基本条件

(1) 対象期間

2015（平成 27）年 1 月～12 月の 1 年間を対象としている。

(2) 市内概念

産業連関表の記録の対象は、一定期間内（通常 1 年間）に一定地域内で生産された中間生産物を含むすべての財・サービスであり、その生産の範囲はいわゆる「市内概念」によって規定されている。したがって、居住者が市外から受け取った雇用者所得、企業所得及び財産所得は含まれず、市内の企業が非居住者に支払った賃金、配当などは含まれる。

また、市内の事業所による市外でのサービスに関する収入や市内での非居住者へのサービスに関する収入は、すべて「移出」として取扱う。

(3) 移輸入の取扱い

地域の経済を対象とする産業連関表においては、移輸入の取扱いには大別して競争移輸入型と非競争移輸入型の 2 つの方法がある。

「競争移輸入型」とは、同じ種類の財については市内産品と移輸入品とを区別せず、まったく同じ取扱いをする同一の部門として処理する方式であり、小樽市表ではこの方式によっている。これに対して「非競争移輸入型」とは、まったく同じ種類の財であっても市内産品と移輸入品とを区別して取扱う方式である。

(4) 取引活動記録時点

産業連関表が対象とする生産活動及び取引の記録の時点は、原則として「発生主義」による。発生主義とは、当該取引が実際に発生した時点を記録時点として適用することをいう。

発生主義に対して「現金主義」があるが、これは所得や支払いが実際に行われた時点を記録時点として適用する方法である。生産活動に伴う所得の発生と分配、支払いまでの経済の流れは通常タイムラグを生ずるので、現金主義で記録すると産業連関表の二面等価（付加価値部門の合計＝最終需要部門合計）は成立しない。しかし、発生主義で記録すると二面等価は常に達成されることになる。

(5) 価格評価

産業連関表には、価格の概念として「生産者価格」と「購入者価格」の2つがある。「生産者価格」とは、生産者が出荷する段階での販売価格を指し、流通コスト（国内貨物運賃及び商業マージン）を含まない。これに対して「購入者価格」とは、消費者（需要者）が購入する段階での流通コスト（同）を含む。小樽市表の価格評価は「生産者価格」である。

また、現実経済ではたとえ同一の財、量の生産物であっても、時期的要因・コスト・取引形態等の要因によって様々な価格で取引される。小樽市表においては、実際に取引が行われたときの価格である「実際価格」で評価している。

さらに、価格は2015（平成27）年時の価格である。消費税の取扱いについては、各取引額に消費税を含むいわゆる「グロス（Gross）表示」である。

(6) 部門分類

全道表の105部門をベースに統合した42部門とした（表4-9）。

表 4-9 全道表(105 部門)とA市表(42 部門)の対応

H27全道表(105部門)	H27A市表(42部門)
01 食用耕種農業	1 農業
02 非食用耕種農業	1 農業
03 畜産	1 農業
04 農業サービス	1 農業
05 林業	42 分類不明
06 漁業	2 漁業
07 石炭・原油・天然ガス	3 鉱業
08 その他の鉱業	3 鉱業
09 畜産食料品	4 食肉・畜産食料品
10 水産食料品	5 水産食料品
11 精穀・製粉	6 その他の食料品
12 その他の食料品	6 その他の食料品
13 飲料	6 その他の食料品
14 飼料・有機質肥料（別掲を除く。）・たばこ	6 その他の食料品
15 繊維工業製品	7 繊維工業製品
16 衣服・その他の繊維既製品	7 衣服・その他の繊維製品
17 木材・木製品	8 木材・木製品
18 家具・装備品	8 家具・装備品
19 ハルブ・紙・板紙・加工紙	9 ハルブ・紙
20 紙加工品	9 ハルブ・紙
21 印刷・製版・製本	10 印刷・製版・製本
22 化学肥料	11 化学製品
23 無機化学工業製品	11 化学製品
24 有機化学工業製品・合成樹脂	11 化学製品
25 医薬品	11 化学製品
26 化学最終製品（医薬品を除く。）	11 化学製品
27 石油製品	12 石油・石炭製品
28 石炭製品	12 石油・石炭製品
29 プラスチック製品	21 プラスチック
30 ゴム製品	13 皮革・ゴム
31 なめし革・毛皮・同製品	13 皮革・ゴム
32 ガラス・ガラス製品	14 窯業・土石製品
33 セメント・セメント製品	14 窯業・土石製品
34 陶磁器	14 窯業・土石製品
35 その他の窯業・土石製品	14 窯業・土石製品
36 鉄鉄・粗鋼	15 鉄鋼
37 鋼材	15 鉄鋼
38 鋳鍛造品（鉄）	15 鉄鋼
39 その他の鉄鋼製品	15 鉄鋼
40 非鉄金属製錬・精製	16 非鉄金属
41 非鉄金属加工製品	16 非鉄金属
42 建設・建築用金属製品	17 金属製品
43 その他の金属製品	17 金属製品
44 はん用機械	18 一般機械
45 生産用機械	18 一般機械
46 業務用機械	18 一般機械
47 電子デバイス	18 一般機械
48 その他の電子部品	18 一般機械
49 産業用電気機器	19 電気機械
50 民生用電気機器	19 電気機械
51 電子応用装置・電気計測器	19 電気機械
52 その他の電気機械	19 電気機械
53 通信・映像・音響機器	19 電気機械
54 電子計算機・同付属装置	19 電気機械
55 自動車	20 輸送機械
56 自動車部品・同附属品	20 輸送機械
57 船舶・同修理	20 輸送機械
58 その他の輸送機械・同修理	20 輸送機械
59 その他の製造工業製品	22 その他の製造品
60 再生資源回収・加工処理	22 その他の製造品
61 建築	23 建築
62 建設補修	23 建築
63 公共事業	24 土木
64 その他の土木建設	24 土木
65 電力	25 電力・ガス・水道
66 ガス・熱供給	25 電力・ガス・水道
67 水道	25 電力・ガス・水道
68 廃棄物処理	25 電力・ガス・水道
69 商業	26 卸売
70 金融・保険	27 小売
71 不動産仲介及び賃貸	28 金融・保険・不動産
72 住宅賃貸料	28 金融・保険・不動産
73 住宅賃貸料（帰属家賃）	28 金融・保険・不動産
74 鉄道輸送	29 鉄道輸送
75 道路輸送	30 道路輸送
76 水運	31 水運
77 航空輸送	33 その他運輸・郵便
78 貨物利用運送	33 その他運輸・郵便
79 倉庫	32 倉庫
80 運輸附帯サービス	33 その他運輸・郵便
81 郵便・信書便	33 その他運輸・郵便
82 通信	34 情報通信
83 放送	34 情報通信
84 情報サービス	34 情報通信
85 インターネット付随サービス	34 情報通信
86 映像・音声・文字情報制作	34 情報通信
87 公務	35 公務
88 教育	36 公共サービス
89 研究	36 公共サービス
90 医療	36 公共サービス
91 保健衛生	36 公共サービス
92 社会保険・社会福祉	36 公共サービス
93 のし	36 公共サービス
94 他に分類されない会員制団体	36 公共サービス
95 物品賃貸サービス	37 対事業所サービス
96 広告	37 対事業所サービス
97 自動車整備・機械修理	37 対事業所サービス
98 その他の対事業所サービス	37 対事業所サービス
99 宿泊業	39 宿泊業
100 飲食サービス	40 飲食サービス
101 洗濯・理容・美容・浴場業	38 対個人サービス
102 娯楽サービス	38 対個人サービス
103 その他の対個人サービス	38 対個人サービス
104 事務用品	41 事務用品
105 分類不明	42 分類不明

※「卸売」「小売」については、北海道表の非公表の統合小分類（185部門）から抽出した。

4.5.4 取引基本表の作成

(1) 市内生産額の推計

生産額は産業連関表の行と列を統制する極めて重要な数値であり、その内訳として投入額及び産出額の推計が行われる。このような意味において、生産額は「コントロール・トータルス（CT：Control-Totals）」とも言う。

産業部門別市内生産額の推計は、作成する産業部門別に既存統計調査結果からA市対全道比を算出し、それを按分比率として全道表の対応する産業部門の道内生産額に乗じて求めた。

例を挙げると次のとおりである。

「26.卸売」	使用データ：年間商品販売額（商業統計調査）
卸売の市内生産額	$= \text{卸売の道内生産額（全道表）} \times \frac{\text{A市の年間卸売商品販売額}}{\text{全道の年間卸売商品販売額}}$
「35.卸売」	使用データ：就業者数（国勢調査）
公務の市内生産額	$= \text{公務の道内生産額（全道表）} \times \frac{\text{A市の公務就業者数}}{\text{全道の公務就業者数}}$

按分比率を算出するために使用する既存統計調査結果は、産業連関表の対象年次である2015（平成27）年値を用いたが、統計調査の実施時期の関係で2015（平成27）年値が得られない場合は最も近い年次のデータとした。

なお、「41.事務用品」は各産業が一般的かつ平均的に事務用品を投入するものを範囲とし、また「42.分類不明」は他のいずれの部門にも属さない財・サービス部門の生産活動を範囲としている。よって、この2部門については生産額を次の手法により求めた。

まず、全道表から「事務用品」及び「分類不明」の道内生産額と、2部門を除く道内生産額との比率をそれぞれ算出した。そしてこの比率をA市表の2部門を除く市内生産額にそれぞれ乗じて、2部門の生産額を求めた。

表 4-10 産業部門別市内生産額の推計データ

	産業部門	統計資料名	年次	使用データ
1	農業	生産農業所得統計	2015	農業産出額
2	漁業	北海道水産現勢	2015	漁業生産額
3	鉱業	経済センサス	2014	従業者数(C鉱業、採石業、砂利採取業)
4	食肉・畜産食料品	経済センサス	2014	従業者数(09食料品製造業のうち、091畜産食料品製造業)
5	水産食料品	経済センサス	2014	従業者数(09食料品製造業のうち、092水産食料品製造業)
6	その他の食料品	経済センサス	2014	従業者数(09食料品製造業のうち、091畜産食料品製造業、092水産食料品製造業以外、10飲料・たばこ・飼料製造業)
7	繊維工業製品	経済センサス	2014	従業者数(11繊維工業)
8	木材・木製品	経済センサス	2014	従業者数(12木材・木製品製造業(家具を除く)、13家具・装備品製造業)
9	パルプ・紙	経済センサス	2014	従業者数(14パルプ・紙・紙加工品製造業)
10	印刷・製版・製本	経済センサス	2014	従業者数(15印刷・同関連業)
11	化学製品	経済センサス	2014	従業者数(16化学工業)
12	石油・石炭製品	経済センサス	2014	従業者数(17石油製品・石炭製品製造業)
13	皮革・ゴム	経済センサス	2014	従業者数(19ゴム製品製造業、20なめし革・同製品・毛皮製造業)
14	窯業・土石製品	経済センサス	2014	従業者数(21窯業・土石製品製造業)
15	鉄鋼	経済センサス	2014	従業者数(22鉄鋼業)
16	非鉄金属	経済センサス	2014	従業者数(23非鉄金属製造業)
17	金属製品	経済センサス	2014	従業者数(24金属製品製造業)
18	一般機械	経済センサス	2014	従業者数(25はん用機械器具製造業、26生産用機械器具製造業、27業務用機械器具製造業)
19	電気機械	経済センサス	2014	従業者数(28電子部品・デバイス・電子回路製造業、29電気機械器具製造業、30情報通信機械器具製造業)
20	輸送機械	経済センサス	2014	従業者数(31輸送用機械器具製造業)
21	プラスチック	経済センサス	2014	従業者数(18プラスチック製品製造業(別掲を除く))
22	その他の製造品	経済センサス	2014	従業者数(32その他の製造業)
23	建築	経済センサス	2014	従業者数(D建設業のうち、061一般土木建築工事業、062土木工事業(舗装工事業を除く)、063舗装工事業)
24	土木	経済センサス	2014	従業者数(D建設業のうち、061一般土木建築工事業、062土木工事業(舗装工事業を除く)、063舗装工事業以外)
25	電力・ガス・水道	経済センサス	2014	従業者数(F電気・ガス・熱供給・水道業、88廃棄物処理業)
26	卸売	商業統計調査	2014	年間商品販売額(卸売)
27	小売	商業統計調査	2014	年間商品販売額(小売)
28	金融・保険・不動産	経済センサス	2014	就業者数(J金融業、保険業、68不動産取引業、69不動産賃貸業・管理業)
29	鉄道輸送	経済センサス	2014	従業者数(42鉄道業)
30	道路輸送	経済センサス	2014	従業者数(43道路旅客運送業、44道路貨物運送業)
31	水運	経済センサス	2014	従業者数(45水運業)
32	倉庫	経済センサス	2014	従業者数(47倉庫業)
33	その他運輸・郵便	経済センサス	2014	従業者数(46航空運輸業、48運輸に付帯するサービス業、49郵便業(信書便事業を含む))
34	情報通信	経済センサス	2014	従業者数(G情報通信業)
35	公務	国勢調査	2015	就業者数(公務)
36	公共サービス	経済センサス	2014	従業者数(71学術・開発研究機関、72専門サービス業、O教育、学習支援業、P医療、福祉、Q複合サービス業、91職業紹介・労働者派遣業、93政治・経済・文化団体、94宗教、95その他のサービス業)
37	対事業所サービス	経済センサス	2014	従業者数(70物品賃貸業、73広告業、74技術サービス業、89自動車整備業、90機械等修理業(別掲を除く)、92その他の事業サービス業)
38	対個人サービス	経済センサス	2014	従業者数(N生活関連サービス業、娯楽業)
39	宿泊業	経済センサス	2014	従業者数(75宿泊業)
40	飲食サービス	経済センサス	2014	従業者数(76飲食店、77持ち帰り・配達飲食サービス業)
41	事務用品	別途推計(※)		
42	分類不明	別途推計(※)		

※ 事務用品部門は各産業が一般的かつ平均的に事務用品を投入するものを範囲とし、またその他（分類不明）部門は他のいずれの部門にも属さない財・サービス部門の生産活動を範囲としている。よって、この2部門については生産額を次の手法により求めた。
まず、全道表から事務用品及びその他（分類不明）部門の道内生産額と、2部門を除く道内生産額との比率をそれぞれ算出した。
そしてこの比率をA市表の2部門を除く市内生産額にそれぞれ乗じて、2部門の生産額を求めた。

(2) 中間投入額の推計

全道表から 42 部門の投入係数を求め、それに市内生産額を乗じて産業部門別中間投入額を推計した。

(3) 粗付加価値額の推計

全道表から粗付加価値係数を求め、それに市内生産額を乗じて産業部門別粗付加価値額を推計した。これにより、粗付加価値部門の以下の項目が推計された。

- 1) 家計外消費支出（行）
- 2) 雇用者所得
- 3) 営業余剰
- 4) 資本減耗引当
- 5) 資本減耗引当（社会資本等減耗分）
- 6) 間接税（除関税）
- 7) （控除）経常補助金

(4) 最終需要額の推計

全道表の最終需要額及び既存統計調査等をもとに、産業部門別最終需要額を以下の方法により推計した。

① 家計外消費支出(列)

家計外消費支出（列）の合計は、粗付加価値部門の家計外消費支出（行）の合計に等しいため、その合計を全道表の家計外消費支出（列）の産業部門別構成比により配分した。

② 民間消費支出

全道表の民間消費支出の合計を、A市の人口対全道比（2015（平成 27）年国勢調査）により按分した。その合計を全道表の民間消費支出の産業部門別構成比により配分した。

③ 一般政府消費支出

全道表の一般政府消費支出の合計を、A市の公務就業者数の対全道比（2015（平成 27）年国勢調査）により按分した。その合計を全道表の一般政府消費支出の産業部門別構成比により配分した。

④ 一般政府消費支出(社会資本等減耗)

全道表の一般政府消費支出(社会資本等減耗)の合計を、A市の公務就業者数の対全道比(2015(平成27)年国勢調査)により按分した。その合計を全道表の一般政府消費支出(社会資本等減耗)の産業部門別構成比により配分した。

⑤ 総固定資本形成(公的)

全道表の総固定資本形成(公的)の合計を、A市の公務就業者数の対全道比(2015(平成27)年国勢調査)により按分した。その合計を全道表の総固定資本形成(公的)の産業部門別構成比により配分した。

⑥ 総固定資本形成(民間)

全道表の総固定資本形成(民間)の合計を、A市の有形固定資産額(平成27年工業統計調査)の対全道比で按分した。その合計を全道表の総固定資本形成(民間)の産業部門別構成比により配分した。

⑦ 在庫純増

全道表の産業部門別在庫純増の対道内生産額比を算出し、それに産業部門別市内生産額を乗じて求めた。

(5) 移輸出額の推計

移輸出及び移輸入は、バランス式から次のように定義できる。

$$\text{域内生産額} = \text{中間需要計} + \text{最終需要計} - \text{移輸入} \quad \cdots (a)$$

$$\text{最終需要計} = \text{域内最終需要計} + \text{移輸出}$$

$$\text{域内需要計} = \text{中間需要計} + \text{域内最終需要計}$$

よって、(a)式は次のように組み替えることができる。

$$\text{域内生産額} = \text{域内需要計} + \text{移輸出} - \text{移輸入}$$

$$\text{域内生産額} - \text{域内需要計} = \text{移輸出} - \text{移輸入} \quad \cdots (b)$$

上記の(b)式は、「純移輸出」ともいう。市内生産額及び市内需要はこれまでの過程で推計されていることから、純移輸出が算出できる。したがって、移輸出か移輸入のどちらかを推計できれば、もう片方は純移輸出から差し引くことによって求めることができる。A市表の作成においては、まず移輸出額を推計して確定させたのち、純移輸出から移輸出額を差し引くことで移輸入額を求めた。

各産業部門の移輸出額は、産業部門別市内生産額に各産業部門の移輸出率を乗じることにより求めた。移輸出率には全道表の移輸出と市内の企業・事業所アンケート調査による実測値を用いて設定した。

ただし、次の 4 部門については純移輸出の値を市内最終需要部門に配分した。これらの部門は産業連関表の定義上、移輸出入が発生しないため自給率が 100%となる部門である。

「23.建築」「24.土木」「35.公務」「41.事務用品」

(6) 移輸入額の推計

バランス式で求められる各産業部門の純移輸出額から、移輸出額を差し引くことによって求めた。

(7) バランス調整

① 最終需要部門のバランス調整

産業連関表の定義上、移輸出入が発生しないため、バランス式で求められる純移輸出の値を市内最終需要部門に配分した産業部門については、列・行のバランスが崩れ、数値上の不突合が生じることとなる。

このため、行バランス（市内最終需要部門内の構成比）を維持したまま、各需要部門の値をプラス・マイナス調整した。

② 表全体のバランス調整

投入側（タテ）と産出側（ヨコ）の整合を取るため、機械的に調整を行った。基本的には投入側を固定し、産出側の数値で調整した。

バランス調整における留意事項は次のとおりである。

- ・最終需要部門計と粗付加価値部門計は等しい（二面等価）。
- ・家計外消費支出（行）の合計と家計外消費支出（列）の合計は等しい。
- ・移輸出額が市内生産額を超えてはならない。
- ・移輸入額が市内需要額を超えてはならない。

4.5.5 投入係数表の作成

A市表の投入係数は、全道表の投入係数を用いているものの、バランス調整により若干の誤差が生じている。

そのため、確定した取引基本表の中間投入額を市内生産額で除することにより産業部門別に投入係数を求め、投入係数表を作成した。

4.5.6 逆行列係数表の作成

作成した投入係数表、移輸入係数等をもとに逆行列係数を求め、逆行列係数表を作成した。なお、逆行列係数表は、移輸出を考慮した $[I - (I - M)A]^{-1}$ 型、移輸出を考慮しない $(I - A)^{-1}$ 型の2表を作成した。

(1) 開放型の逆行列係数表

$[I - (I - M)A]^{-1}$ 型は、財・サービスの移輸入を考慮して、市内産業だけに対する波及効果を考える場合に使われる開放型の逆行列係数表である。つまり、移輸入が存在する現実の市経済構造を表現したものである。モデル式で表すと次のとおりである。

$$[I - (I - \bar{M})A]^{-1}$$

I : 単位行列 M : 移輸入ベクトル A : 投入係数行列

具体的には、以下のように計算する。

- ①単位行列 I : 作成部門数×作成部門数のマトリックス表に、1を対角行列で表す。
- ②市内自給率の対角行列 $(I - \bar{M})$: マトリックス表に市内自給率を対角行列で表す。市内自給率は、 $1 - (\text{移輸入} \div \text{市内需要計})$ で求められる。このうち $(\text{移輸入} \div \text{市内需要計})$ の部分は「移輸入係数」という。
- ③ $(I - \bar{M})A$: ②の市内自給率対角行列と、投入係数表を行列計算で乗じる。
- ④ $[I - (I - \bar{M})A]$: ①表の値から③表の値を引く。
- ⑤ $[I - (I - \bar{M})A]^{-1}$: ④表を逆行列計算する。

(2) 閉鎖型の逆行列係数表

$[I - (I - M)A]^{-1}$ 型に対して $(I - A)^{-1}$ 型は、移輸入がないと仮定した場合の生産波及効果を考える場合に使われる閉鎖型の逆行列係数表である。

移輸入を考慮する $[I - (I - M)A]^{-1}$ 型の逆行列係数は、移輸入を考慮しない $(I - A)^{-1}$ 型の逆行列係数よりも数値が小さくなる傾向がある。これは移輸入によって生産波及効果が市外に流出するためであり、両係数の差はこの流出分の大きさを表している。

具体的には、以下のように計算する。

- ①単位行列 I ：作成部門数×作成部門数のマトリックス表に 1 を対角行列で表す。
- ② $(I - A)$ ：①表の値から投入係数表の値を引く。
- ③ $(I - A)^{-1}$ ：②表を逆行列計算する。

4.5.7 付表の作成

(1) 最終需要項目別生産誘発額

各産業部門の域内生産額が、究極的にどの最終需要項目によって誘発されたのかを表したものであり、次のモデル式で表すことができる。

$$[I - (I - M)A]^{-1}[(I - M)Y + E]$$

I ：単位行列 Y ：域内最終需要ベクトル M ：移輸入ベクトル

E ：移輸出ベクトル A ：投入係数行列

モデル式の左側の $[I - (I - M)A]^{-1}$ は、移輸入を考慮した開放型の逆行列係数表である。また、 $(I - M)$ は域内自給率ベクトルを示している。

具体的には、以下のように計算する。

- ① $[(I - M)Y + E]$ ：取引基本表の最終需要部門のうち、移輸出を除く項目（家計外消費支出から在庫純増まで）の産業部門別の値に各産業部門の域内自給率を乗じる。移輸出額には自給率を乗じない。
- ② $[I - (I - M)A]^{-1}[(I - M)Y + E]$ ：開放型の逆行列係数表に、①表を行列計算で乗じる。

最終需要項目別生産誘発額は、言い換えれば、各産業部門の生産額を最終需要項目別に分解したものであることから、各産業部門の最終需要項目別生産誘発額の合計は、当該産業部門の域内生産額に一致する。

(2) 最終需要項目別生産誘発係数

最終需要項目が1単位増加した場合、各産業部門の生産額がどれだけ増加するかを表す係数である。

最終需要項目別生産誘発額を、対応する最終需要項目の合計で除して求める。最終需要項目別生産誘発額の合計については最終需要計部門の合計で除する。

(3) 最終需要項目別生産誘発依存度

各産業部門における最終需要項目別生産誘発額の構成比であり、各産業部門の生産が最終需要項目によってどれだけ誘発されるかを表す係数である。

最終需要項目別生産誘発額を、各産業部門の最終需要項目別生産誘発額の合計（ヨコの合計）で除して求める。

(4) 最終需要項目別粗付加価値誘発額

各産業部門の粗付加価値額が、究極的にどの最終需要項目によって誘発されたのかを表したものであり、次のモデル式で表すことができる。

$$\hat{v}[I - (I - M)A]^{-1}[(I - M)Y + E]$$

$\hat{v}$ ：粗付加価値行列

つまり、最終需要項目別生産誘発額に、各産業部門の粗付加価値率（投入係数表における粗付加価値部門計の投入係数）を乗じて求める。

最終需要項目別生産誘発額と同様に、各産業部門の最終需要項目別粗付加価値誘発額の合計は、当該産業部門の粗付加価値部門計に一致する。

(5) 最終需要項目別粗付加価値誘発係数

最終需要項目が1単位増加した場合、各産業部門の粗付加価値額がどれだけ増加するかを表す係数である。

最終需要項目別粗付加価値誘発額を、対応する最終需要項目の合計で除して求める。最終需要項目別粗付加価値誘発額の合計については最終需要計部門の合計で除する。

(6) 最終需要項目別粗付加価値誘発依存度

各産業部門における最終需要項目別粗付加価値誘発額の構成比であり、各産業部門の粗付加価値が最終需要項目によってどれだけ誘発されるかを表す。

最終需要項目別粗付加価値誘発額を、各産業部門の最終需要項目別粗付加価値誘発額の合計（ヨコの合計）で除して求める。

(7) 最終需要項目別移輸入誘発額

各産業部門の最終需要項目によって誘発される移輸入額を表しており、次のモデル式で表すことができる。

$$MA[I - (I - M)A]^{-1}[(I - M)Y + E] + MY$$

MA ：輸入品投入係数、 MY ：移輸出を除く域内最終需要の移輸入額

具体的には、以下のように計算する。

- ①移輸入品投入係数 MA ：投入係数表における内生部門の投入係数に、各産業部門の移輸入係数を乗じる。移輸入係数は（移輸入÷域内需要計）で求められる。
- ② $MA[I - (I - M)A]^{-1}[(I - M)Y + E]$ ：①表に、最終需要項目別生産誘発額を行列計算で乗じる。これは最終需要部門での移輸入誘発額を表している。
- ③ MY ：取引基本表の最終需要部門のうち移輸出を除く項目（家計外消費支出から在庫純増まで）の産業部門別の値に、それぞれ各産業部門の移輸入係数を乗じる。
- ④ $MA[I - (I - M)A]^{-1}[(I - M)Y + E] + MY$ ：②表と③表を合計する。

最終需要項目別生産誘発額、最終需要項目別粗付加価値誘発額と同様に、各産業部門の最終需要項目別移輸入誘発額の合計は、当該産業部門の移輸入額に一致する。

(8) 最終需要項目別移輸入誘発係数

最終需要項目が1単位増加した場合、各産業部門の移輸入額がどれだけ増加するかを表す係数である。

最終需要項目別移輸入誘発額を、対応する最終需要項目の合計で除して求める。最終需要項目別粗付加価値誘発額の合計については最終需要計部門の合計で除する。

(9) 最終需要項目別移輸入誘発依存度

各産業部門における最終需要項目別輸入誘発額の構成比であり、各産業部門の移輸入がどの最終需要項目によってどれだけ誘発されるかを表す。

最終需要項目別移輸入誘発額を、各産業部門の最終需要項目別移輸入誘発額の合計（ヨコの合計）で除して求める。

4.5.8 係数表の作成

その他、産業連関分析に必要な係数を推計する。

- ・ 移輸入係数＝移輸入÷市内需要計
- ・ 自給率＝1－移輸入係数
- ・ 雇用者所得率¹⁰⁶＝雇用者所得÷市内生産額
- ・ 付加価値率＝（粗付加価値部門計－家計外消費支出）÷市内生産額
- ・ 粗付加価値率＝粗付加価値部門計÷市内生産額
- ・ 民間消費支出構成比＝民間消費支出÷民間消費支出計
- ・ 雇用係数＝従業者数÷市内生産額

¹⁰⁶ 雇用者所得率は、一般には雇用者所得÷市内生産額で算出するが、（雇用者所得＋営業余剰）÷市内生産額として算出する事例もある。営業余剰は生産活動から生み出された報酬のことで、企業の利益に相当するものであるが、企業等に雇用されていない個人事業主や家族従業者の所得も含まれている。そのため、個人事業主や家族従業者の割合が多い産業部門（例えば農林水産業や飲食店など）では、雇用者所得率としてどちらを用いるかによって推計される雇用者所得額の変動が大きくなる。

4.5.9 産業連関表からみた産業構造

(1) 市内生産額

2015（平成 27）年の 1 年間に A 市の全産業が生産した財・サービスの総額である市内生産額は、7,178 億円となっている。

を投入側（タテ方向）からみると、生産を行うために必要な原材料・燃料等の購入費用である中間投入は 3,212 億円であり、生産のために投入された労働、資本などの要素費用である粗付加価値は 3,966 億円となっている。市内生産額に市外からの供給である移輸入 4,040 億円を加えた総供給は 1 兆 1,218 億円となっている。

一方、産出側（ヨコ方向）からみると、生産を行うための原材料・燃料等の財・サービスとして各産業部門間で取引された中間需要は、中間投入と等しい 3,212 億円となった。また、市内における家計や政府の消費、企業の設備投資などの市内最終需要は 4,770 億円、さらに市外からの需要である移輸出 3,236 億円を加えた総需要は、総供給と等しい 1 兆 1,218 億円である。

また、移輸出から移輸入を差し引いた域際収支¹⁰⁷は 804 億円の移輸入超過となっている。

表 4-11 A市の産業構造					
総需要 1,121,823			(単位：百万円)		
総供給 1,121,823	①中間需要	321,245	②市内最終需要	477,012	③移輸出
	ア 中間投入		消費	372,609	④移輸入
			家計外消費支出	9,595	323,566
			民間消費支出	276,479	403,976
			一般政府消費支出	71,777	
			消費支出(社会資本減耗分)	14,758	
			投資	104,403	
			総固定資本形成(公的)	25,232	
			総固定資本形成(民間)	78,452	
			在庫純増	719	
	イ 粗付加価値	396,602			
	家計外消費支出	9,595			
	雇用者所得	208,041			
	営業余剰	71,912			
	資本減耗引当	84,568			
	間接税(除関税)	26,386			
	(控除)経常補助金 ▲	3,900			
	市内生産額(ア+イ)	717,847			
	移輸入	403,976			

¹⁰⁷ 域際収支：移輸出と移輸入の差額で、地域間取引の状況を示す指標の一つ。国家間取引でいえば貿易収支に相当する。

(2) 生産構造

2015（平成 27）年の A 市の市内生産額は 7,178 億円となっており、これを産業部門別にみると、「36.公共サービス」が 1,153 億円（全体の 16.1%）を占めて最も多く、次いで「6.その他の食料品」608 億円（8.5%）、「28.金融・不動産」の 567 億円（7.9%）、「35.公務」403 億円（5.6%）、「27.小売」399 億円（5.6%）、「37.対事業者サービス」398 億円（5.6%）となっている。

42 部門を集約した 12 部門の市内生産額を道内生産額の傾向と比較すると、「製造業」の全体構成比は北海道の 19.1%に対して A 市は 30.9%となっており、北海道を 11.9 ポイント上回っている。同様に「サービス」では北海道が 24.9%、A 市が 27.2%であり、北海道を 2.3 ポイント上回っている。

一方、「農林水産業」では北海道が 4.9%に対して A 市が 0.5%に留まり、北海道より 4.4 ポイント下回っている。

表 4-12 市内生産額(42 部門)

(単位：百万円)

産 業 部 門	市内生産額		(参考)道内生産額	
	金額	構成比	金額	構成比
全 産 業	717,847	100.0%	35,566,092	100.0%
1 農 業	627	0.1%	1,429,565	4.0%
2 漁 業	2,807	0.4%	322,219	0.9%
3 鉱 業	152	0.0%	81,893	0.2%
4 食 肉・畜産食料品	23,331	3.3%	613,808	1.7%
5 水産食料品	28,564	4.0%	648,854	1.8%
6 その他食料品	60,828	8.5%	1,182,425	3.3%
7 繊維工業製品	3,236	0.5%	33,508	0.1%
8 木材・木製品	5,268	0.7%	182,366	0.5%
9 パルプ・紙	26,772	3.7%	510,394	1.4%
10 印刷・製版・製本	1,404	0.2%	105,498	0.3%
11 化学製品	4,515	0.6%	244,395	0.7%
12 石油・石炭製品	4,011	0.6%	1,059,932	3.0%
13 皮革・ゴム	2,475	0.3%	16,244	0.0%
14 窯業・土石製品	2,565	0.4%	141,994	0.4%
15 鉄鋼	17,450	2.4%	745,201	2.1%
16 非金属製品	575	0.1%	25,999	0.1%
17 金 属 製 品	14,932	2.1%	233,869	0.7%
18 一般機械	9,920	1.4%	330,117	0.9%
19 電気機械	723	0.1%	113,594	0.3%
20 輸送機械	912	0.1%	424,795	1.2%
21 ブラス・チッキ	12,769	1.8%	93,253	0.3%
22 その他の製造品	1,769	0.2%	71,848	0.2%
23 建築	21,228	3.0%	1,601,656	4.5%
24 土木	17,720	2.5%	1,215,807	3.4%
25 電力・ガス・水道	29,394	4.1%	1,334,388	3.8%
26 卸売	22,855	3.2%	1,776,258	5.0%
27 小売	39,889	5.6%	1,869,780	5.3%
28 金融・保険・不動産	56,736	7.9%	3,792,018	10.7%
29 鉄道輸送	2,231	0.3%	142,809	0.4%
30 道路輸送	20,515	2.9%	858,652	2.4%
31 水運	18,611	2.6%	243,208	0.7%
32 倉庫	7,790	1.1%	137,788	0.4%
33 その他運輸・郵便	8,715	1.2%	793,982	2.2%
34 情報通	4,048	0.6%	1,336,003	3.8%
35 公務	40,342	5.6%	2,661,603	7.5%
36 公共サービス	115,329	16.1%	4,624,707	13.0%
37 対事業所サービス	39,842	5.6%	2,512,690	7.1%
38 対個人サービス	15,949	2.2%	728,221	2.0%
39 宿泊業	7,544	1.1%	296,528	0.8%
40 飲食サービス	16,746	2.3%	693,335	1.9%
41 事務用品	1,060	0.1%	52,517	0.1%
42 分類不明	5,698	0.8%	282,371	0.8%
(参考)				
財 ※	293,947	40.9%	12,763,622	35.9%
サ ー ビ ス ※	423,900	59.1%	22,802,470	64.1%

※ 「財」は、農林水産業、鉱業、製造業、建設業及び電力・ガス・水道業の合計であり、それ以外の産業部門を「サービス」としている。

(3) 投入構造¹⁰⁸

2015(平成 27)年の中間投入は 3,212 億円、粗付加価値は 3,966 億円となり、全産業の中間投入率は 44.8%、中間投入に占めるサービスの割合は全体で 41.7%である。

中間投入率を 42 部門別にみると、ほぼすべてが中間投入とみなされる「41.事務用品」を除くと、「4.食肉・畜産食料品」が 75.7%で最も高く、次に「15.鉄鋼」(75.2%)、「16.非鉄金属」(74.8%)、「19.電気機械」(71.2%)、「20.輸送機械」(69.5%)と、製造業部門が上位を占めている。

一方、中間投入率が低い産業部門は、「28.金融・保険・不動産」(20.6%)、「26.卸売」(23.8%)、「35.公務」(26.3%)、「27.小売」(29.3%)とサービス部門が中心である。

¹⁰⁸ A 市表の投入係数は全道表の投入係数を用いているため、北海道と投入構造が等しいと仮定している。

表 4-13 中間投入率(42 部門)

産 業 部 門		中間投入率	サービスの割合
全	産 業	44.8%	41.7%
1	農 業	57.6%	25.5%
2	漁 業	39.4%	32.9%
3	鉱 業	38.8%	47.5%
4	食 肉 ・ 畜 産 食 料	75.7%	14.6%
5	水 産 食 料	61.0%	17.7%
6	そ の 他 の 食 料	67.9%	21.8%
7	織 維 工 業 製 品	54.7%	28.0%
8	木 材 ・ 木 製 品	61.4%	60.3%
9	パ ル プ ・ 紙	65.9%	18.6%
10	印 刷 ・ 製 版 ・ 製 本	39.0%	33.8%
11	化 学 製 品	62.2%	16.0%
12	石 油 ・ 石 炭 製 品	65.1%	6.6%
13	皮 革 ・ 土 工 品	51.9%	25.4%
14	窯 業 ・ 土 石 製 品	48.1%	30.7%
15	鉄 鋼	75.2%	4.4%
16	非 鉄 金 属	74.8%	13.7%
17	金 属 製 品	55.8%	19.3%
18	一 般 機 械	53.9%	18.9%
19	電 気 機 械	71.2%	18.6%
20	輸 送 機 械	69.5%	11.5%
21	プ ラ ス チ ッ ク	57.6%	17.8%
22	そ の 他 の 製 造 品	58.7%	57.5%
23	建 築	52.7%	44.3%
24	土 木	49.6%	53.6%
25	電 力 ・ ガ ス ・ 水 道	42.5%	42.6%
26	卸 売	23.8%	81.5%
27	小 売	29.3%	68.3%
28	金 融 ・ 保 険 ・ 不 動 産	20.6%	88.8%
29	鉄 道 輸 送	33.9%	35.8%
30	道 路 輸 送	31.0%	77.8%
31	水 運	66.5%	85.9%
32	倉 庫	29.8%	71.7%
33	そ の 他 運 輸 ・ 郵 便	55.2%	65.2%
34	情 報 通 信	42.9%	84.9%
35	公 務	26.3%	66.7%
36	公 共 サ ー ビ ス	32.7%	50.0%
37	対 事 業 所 サ ー ビ ス	36.2%	64.6%
38	対 個 人 サ ー ビ ス	31.3%	57.3%
39	宿 泊 業	53.1%	49.0%
40	飲 食 サ ー ビ ス	61.8%	35.2%
41	事 務 用 品	99.9%	26.3%
42	分 類 不 明	46.8%	84.7%

※ 中間投入率＝中間投入÷市内生産額

サービスの割合＝「サービス」の中間投入÷中間投入計

(4) 需要構造

中間投入と中間需要の相互依存関係をみると、各産業部門は以下のように分類される。

① 最終需要財供給型：中間投入率 50%以上、中間需要率 50%以下

多くの財・サービスを投入し、生産物の多くを最終需要部門に供給している。

「4.食肉・畜産食料品」「19.電気機械」「20.輸送機械」「40.飲食サービス」等

② 最終需要サービス供給型：中間投入率、中間需要率ともに 50%以下

財・サービスの投入が少なく、生産物の多くを最終需要部門に供給している。

「26.卸売」「27.小売」「28.金融・保険・不動産」「29.鉄道輸送」「30.道路輸送」「34.情報通信」「38.対個人サービス」等

③ 中間需要財供給型：中間投入率、中間需要率ともに 50%以上

多くの財・サービスを投入し、生産物の多くを他の産業部門に供給している。

「1.農業」「15.鉄鋼」「11.化学製品」「16.非鉄金属」「12.石油・石炭製品」等

④ 中間需要サービス供給型：中間投入率 50%以下、中間需要率 50%以上

財・サービスの投入が少なく、生産物の多くを他の産業部門に供給している。

「14.窯業・土石製品」「25.電力・ガス・水道業」「37.対事業者サービス」等

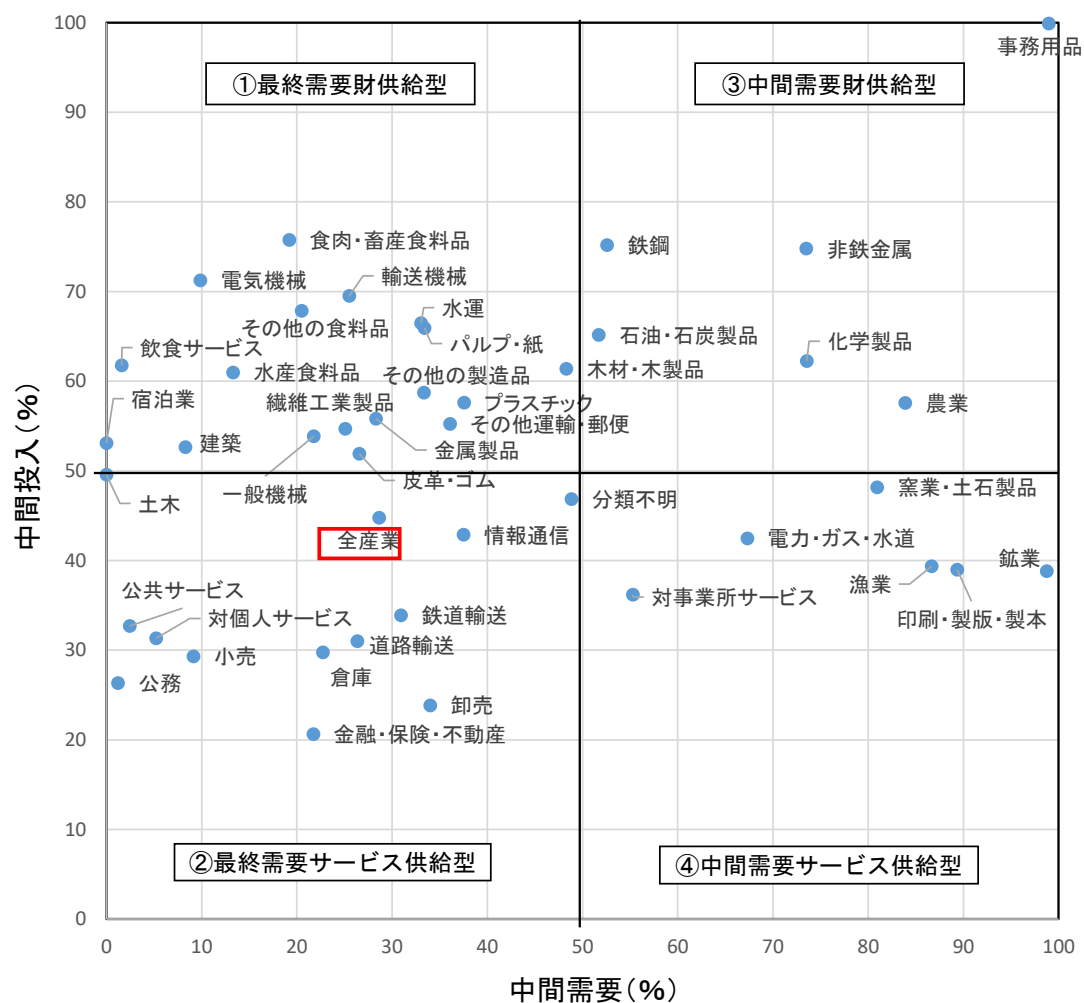


図 4-7 中間投入率及び中間需要率からみたA市の産業類型

(5) 移輸出入構造

移輸出率と移輸入率の相互依存関係をみると、各産業部門は以下のように分類される。

① 移輸出型：移輸出率 50%以上、移輸入率 50%以下

生産した財の多くを移輸出している。

「9.パルプ、紙」「32.倉庫」

② 域内自給型：移輸出率、移輸入率ともに 50%以下

市内需要の多くを市内で賄っている。

「14.窯業・土石製品」「36.公共サービス」「27.小売」「28.金融・保険・不動産」等

③ 通過型：移輸出率、移輸入率ともに 50%以上

域内で生産された製品の多くが移輸出されているとともに、その製品の多くが移輸入で賄われている。

「6.水産食料品」「7.その他の食料品」「15.鉄鋼」「22.運輸」「32.宿泊業」等

④ 移輸入型：移輸出率 50%以下、移輸入率 50%以上

域内需要の多くを移輸入に依存している。

「2.漁業」「10.印刷・製版・製本」「34.情報通信」「29.鉄道輸送」

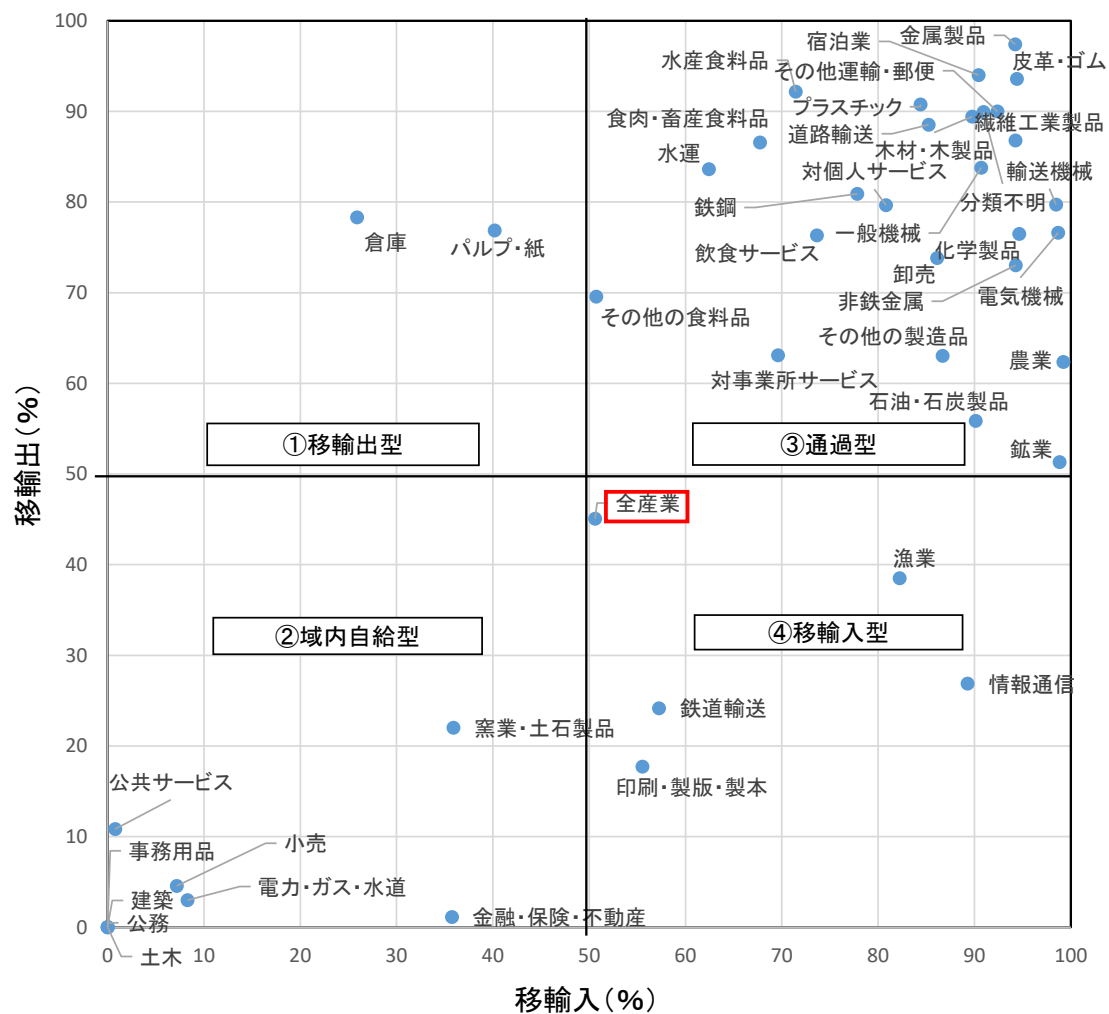


図 4-8 移輸出率と移輸入率からみたA市の産業類型

(6) 生産誘発構造

影響力係数とは、逆行列係数表の各列の列和（タテの合計）を列和の平均値で割ったものである。この係数が大きいほど、当該産業部門に需要が発生したときに産業全体に与える生産波及の影響が強いことを表す。

影響力係数を 42 部門別（「41.事務用品」「42.分類不明」を除く）にみると、「9.パルプ・紙」が 1.18507 で最も高くなっており、「40.飲食サービス」(1.12344)、「39.宿泊業」(1.09970)、「31.水運」(1.09416)、「25.電力・ガス・水道業」(1.04144)と続いている。

一方、感応度係数は、逆行列係数表の各行の行和（ヨコの合計）を行和の平均値で割ったものである。この係数が大きいほど、すべての産業部門に均等に需要が発生したとき、当該産業部門の生産が他の産業部門に比べて強い影響を受けることを表す。

感応度係数では、「25.電力・ガス・水道業」が 2.11534 で最も高く、次いで「37.対事業所サービス業」(1.49686)、「28.金融・保険・不動産」(1.47593)、「9.パルプ・紙」(1.47395)、「27.小売」(1.16037)の順となっている。

表 4-14 影響力係数及び感応度係数(42 部門)

産 業 部 門		影響力係数	感応度係数
1	農 業	1.00888	0.86440
2	漁 業	0.94952	0.91325
3	鉱 業	0.99109	0.86732
4	食 肉 ・ 畜 産 食 料 品	0.95129	0.94073
5	水 産 食 料 品	0.99655	0.90788
6	そ の 他 の 食 料 品	1.03394	1.15433
7	織 維 工 業 製 品	0.96198	0.87777
8	木 材 ・ 木 製 品	0.96478	0.89322
9	パ ル プ ・ 紙	1.18507	1.47395
10	印 刷 ・ 製 版 ・ 製 本	1.01560	0.91567
11	化 学 製 品	0.96639	0.90939
12	石 油 ・ 石 炭 製 品	0.89605	0.94215
13	皮 革 ・ ゴ ム	0.95308	0.86622
14	窯 業 ・ 土 石 製 品	1.02510	1.04069
15	鉄 鋼	1.03329	1.09525
16	非 鉄 金 属	0.96563	0.89408
17	金 属 製 品	0.98233	0.87982
18	一 般 機 械	0.96281	0.91634
19	電 気 機 械	0.96378	0.85906
20	輸 送 機 械	0.92098	0.86617
21	プ ラ ス チ ッ ク	0.97302	0.95633
22	そ の 他 の 製 造 品	1.00759	0.89929
23	建 築	0.97560	0.95538
24	土 木	0.98731	0.85695
25	電 力 ・ ガ ス ・ 水 道	1.04144	2.11534
26	卸 売	0.94848	1.03464
27	小 売	0.98477	1.16070
28	金 融 ・ 保 険 ・ 不 動 産	0.95830	1.47593
29	鉄 道 輸 送	0.99257	0.88797
30	道 路 輸 送	0.93333	0.96347
31	水 運	1.09416	1.04253
32	倉 庫	1.02276	0.94077
33	そ の 他 運 輸 ・ 郵 便	0.95547	0.89363
34	情 報 通 信	0.98240	0.92215
35	公 務	0.95485	0.93503
36	公 共 サ ー ビ ス	0.95738	0.99234
37	対 事 業 所 サ ー ビ ス	0.94286	1.49686
38	対 個 人 サ ー ビ ス	0.99938	0.86799
39	宿 泊 業	1.09970	0.85695
40	飲 食 サ ー ビ ス	1.12344	0.86226
41	事 務 用 品	1.29867	0.90328
42	分 類 不 明	1.03837	0.90249

※ 影響力係数＝各産業部門の列和÷列和の平均値
感応度係数＝各産業部門の行和÷行和の平均値

影響力係数と感応度係数から、各産業部門は次のように分類される。

① 影響力係数 1.0 以下、感応度係数 1.0 以上

他の産業部門に与える影響は小さいが、他の産業部門から受ける影響は大きい。

「27.小売」「28.金融・保険・不動産」「37.対事業者サービス」

② 影響力係数、感応度係数ともに 1.0 以下

他の産業部門に与える影響、他の産業部門から受ける影響のどちらも小さい。

「2.漁業」「11.化学製品」「19.電気機械」「20.輸送機械」「23.建築」「24.土木」「30.道路輸送」「34.情報通信」「35.公務」など

③ 影響力係数、感応度係数ともに 1.0 以上

他の産業部門に与える影響が大きく、かつ、他の産業部門から受ける影響も大きい。

「3.鉄鋼」「6.その他の食料品」「9.パルプ・紙」「14.窯業・土石製品」「31.水運」など

④ 影響力係数 1.0 以上、感応度係数 1.0 以下

他の産業部門に与える影響は大きいが、他の産業部門から受ける影響は小さい。

「10.印刷・製版・製本」「22.その他の製造品」「39.宿泊業」「40.飲食サービス」「32.倉庫」など

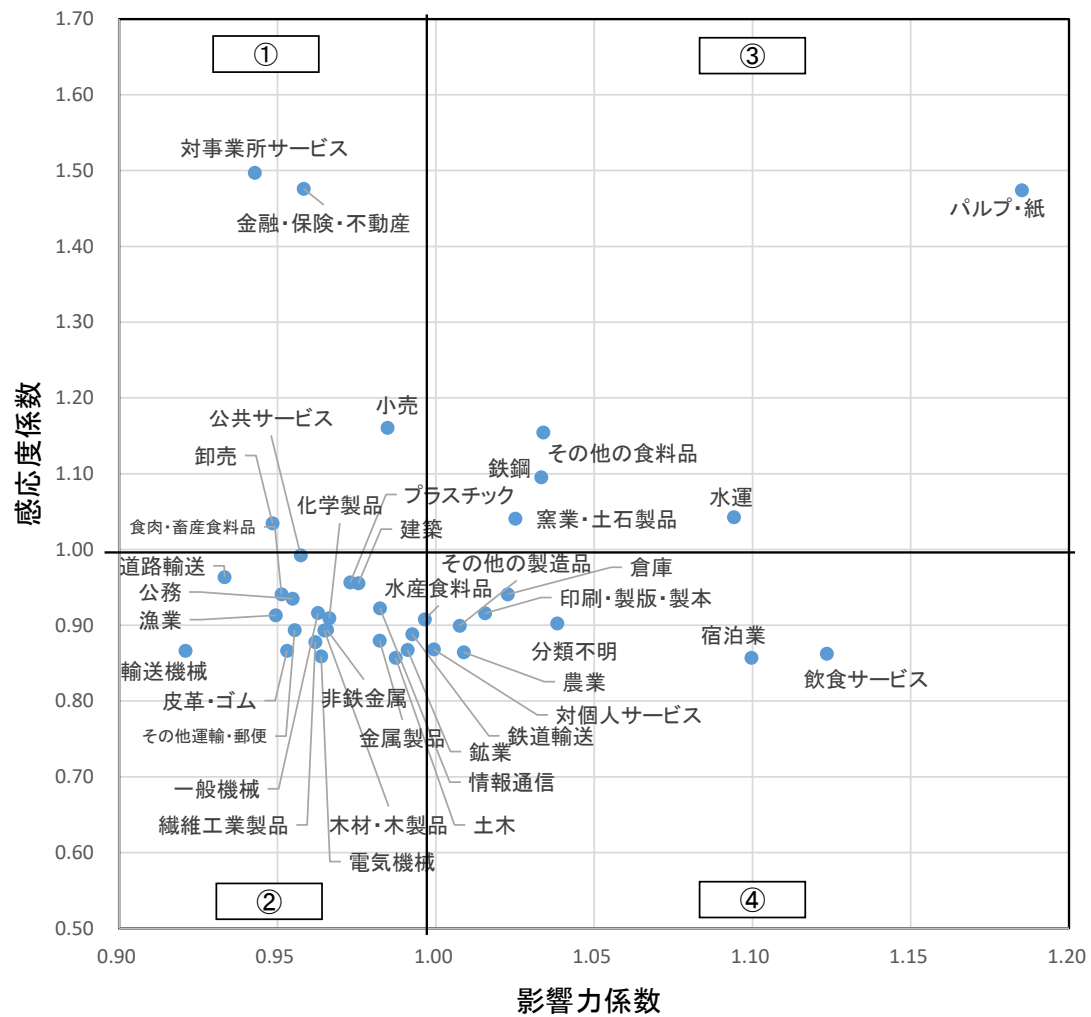
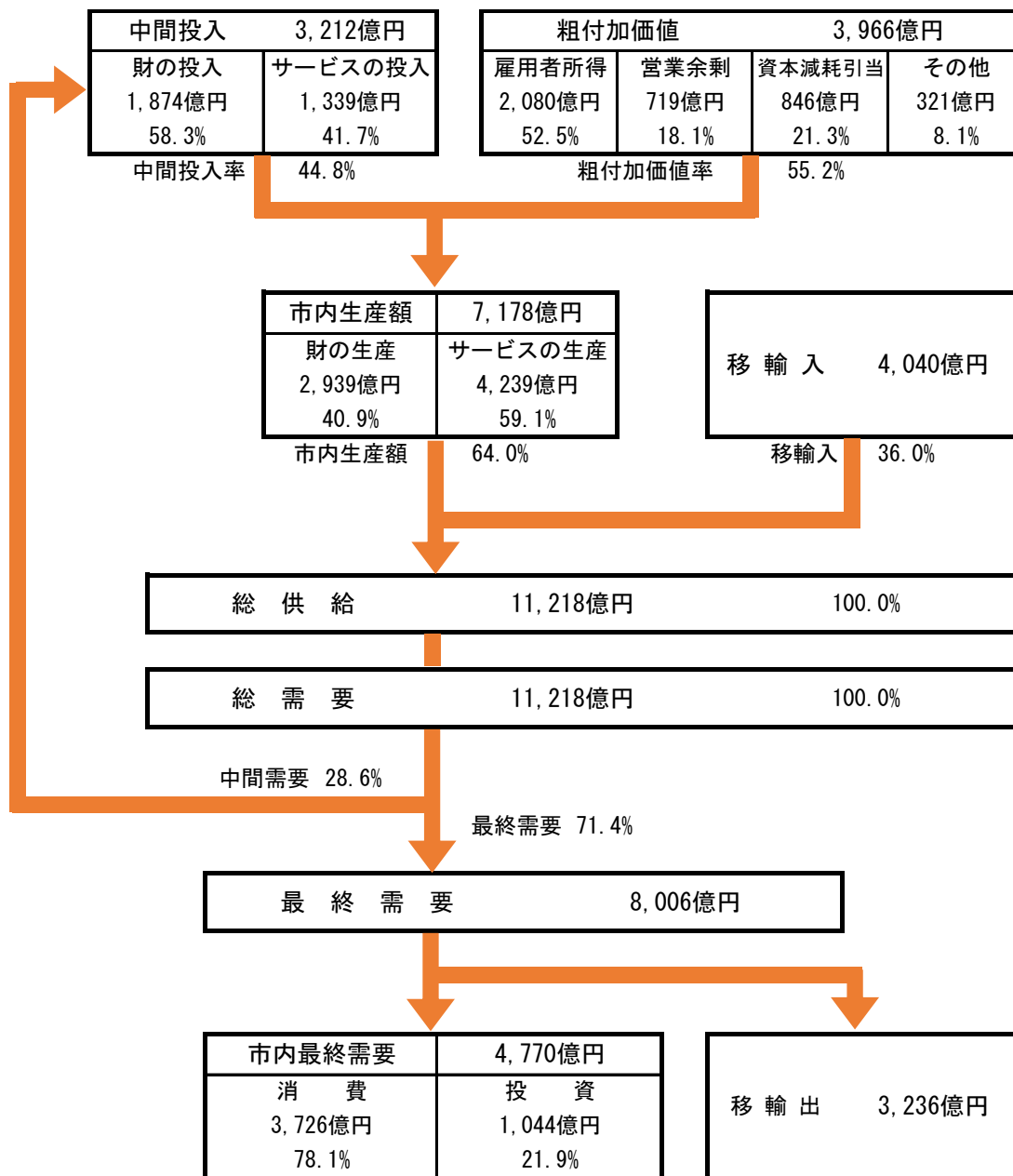


図 4-9 影響力係数と感応度係数からみたA市の産業類型



注1) ここでいう「財」とは、農林水産業、鉱業、製造業、建設業及び電力・ガス・水道業とし、それ以外の産業部門を「サービス」とした。

注2) 四捨五入の関係で、内訳と合計が一致しない場合がある。

注3) ここでいう「消費」とは、家計外消費支出、民間消費支出及び一般政府消費支出であり、「投資」は総固定資本形成（公的）、総固定資本形成（民間）、在庫純増である。

図 4-10 2015(平成 27)年A市産業連関表からみた財・サービスの流れ

4.5.10 補論のまとめ

補論では、地域産業連関分析に必要な産業連関表の基本構造について整理した。また、地方自治体による地方創生の取り組みが進む中、地域構造の把握や政策評価を行うためのツールとしてその作成の重要性が高まっている「小地域産業連関表」について、北海道内の自治体であるA市を例にその作成方法を解説した。これらの手法により、域外との取引構造（移輸出率）に関する精度の違いはあるものの、簡便に小地域産業連関表を作成することが可能である¹⁰⁹。

¹⁰⁹ 小地域産業連関表の作成について、自治体職員向けに簡便な作成ツールを提供している行政機関もある。北海道において、国土交通省北海道開発局では、2018（平成30）年度から「小地域産業連関表作成研究会」における検討を進めており、その成果として「小地域産業連関表作成マニュアル」を提供している。
国土交通省北海道開発局小地域産業連関表作成研究会：小地域産業連関表作成マニュアル（概要版），<https://htri.co.jp/ht/wp-content/uploads/2021/03/manual.pdf>（2021.11.22 閲覧）

第5章 政策評価の可視化に向けたケーススタディ

5.1 本章の目的

本章では、第2章における政策評価手法の課題整理、第3章における推計条件と推計手法に関する研究結果、さらに第4章における地域間産業連関表の作成に関する研究結果を基に、北海道が命題とする政策的課題（農業、物流、災害の3分野）をケーススタディとして実証分析する。

5.2 北海道農業の全国経済への貢献及び供給制約リスクに関する分析¹¹⁰

5.2.1 北海道農業をめぐる動向

(1) 北海道の食料自給率

全国の食料自給率は2018（平成26）年度値でカロリーベース38%、生産額ベース66%と発表されている。特にカロリーベース食料自給率は、統計が開始された1965（昭和40）年度には73%であったものの、米の需要減少が響いて年々低下し、2018年度は過去最低水準の38%となっている（図5-1）¹¹¹。

本来、国産で国内需要量を満たすことのできる米の消費が、高齢化や人口減少、食の多様化などの要因により減少傾向にある一方、飼料や原料の多くを海外に依存する畜産物や油脂類の消費が増加していることが大きな要因となっている。

¹¹⁰ 本節の分析内容は、次の研究報告を再構成した上で加筆修正したものである。

平出渉，阿部秀明：アグリビジネスに着目した連関分析，阿部秀明編『地域経済におけるサプライチェーン強靱化の課題－地域産業連関分析によるアプローチ』第1章所収，共同文化社，pp7-52，2022.5.

平出渉，相浦宣徳，阿部秀明：農業部門の供給制約が及ぼすインパクト～仮説的抽出法によるアプローチ～，フロンティア農業経済研究第25巻第1・2号，北海道農業経済学会，2023掲載決定。

¹¹¹ 茅野（2005）は、カロリーベース食料自給率に比べて生産額ベース食料自給率の低下が少ない理由について、「これは、経済成長にともなう畜産物消費の増大を、栄養素をベースにした場合、食料消費の変化は食料自給率の低下に大きく結びついた。しかし、安い輸入飼料への依存を高めながら、畜産物の付加価値を高めてきた国内生産を経済価値の自給率で評価した場合、相対的に高い自給率に結びついたといえよう。」と述べている。

茅野甚次郎：食料需給構造と自給率の低下，農業経済研究第77巻第3号，日本農業経済学会，pp.97-112，2005.

政府は、農林水産省の「食料・農業・農村基本計画」¹¹²において、2030（令和 12）年度までにカロリーベース食料自給率を 45%、生産額ベース食料自給率を 75%に高める目標を掲げているが、先行きは不透明である。そのような中で、北海道の食料自給率はカロリーベース 216%（全国第 1 位）、生産額ベース 211%（全国第 4 位）と全国トップクラスを誇り、我が国の食料基地としての立場を確保している¹¹³。

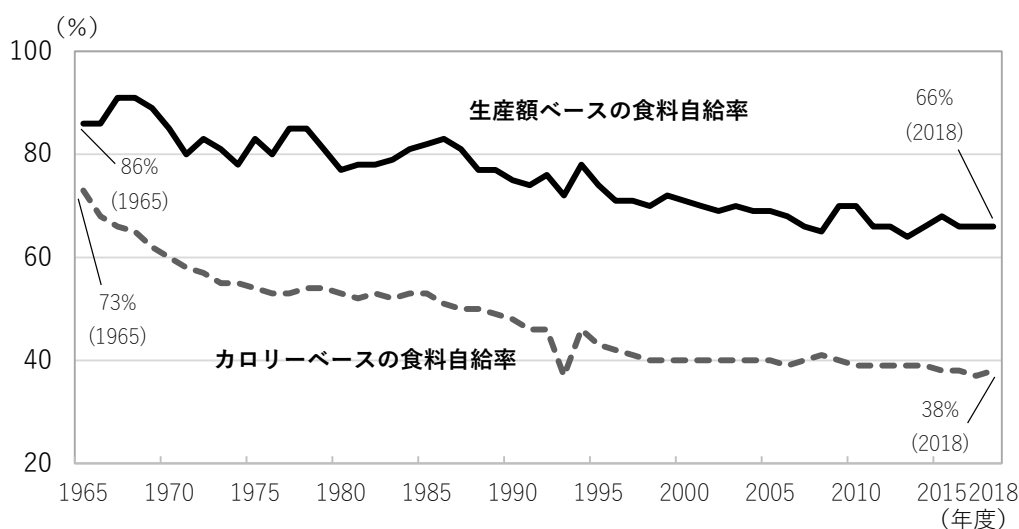


図 5-1 全国の食料自給率の推移

資料：農林水産省「食料需給表」より作成。

(2) 北海道の産業構造の特徴

2018（平成 30）年度の道内総生産（名目）は 19.7 兆円であり、国内総生産 548.4 兆円のうち 3.6%を占めている¹¹⁴。北海道の産業構造の特徴として、第 1 次産業のシェアの高さが挙げられる。全国では第 1 次産業 1.1%、第 2 次産業 27.8%、第 3 次産業 71.1%のシェアであるのに対して、北海道では第 1 次産業 4.3%、第 2 次産業 17.3%、第 3 次産業 78.4%となっており、第 1 次産業・第 3 次産業のシェアが全国に比べて高く、逆に第 2 次産業のシェアが低い(図 5-2、表 5-1)。

¹¹² 農林水産省：食料・農業・農村基本計画（2020.3.31 閣議決定），
https://www.maff.go.jp/j/keikaku/k_aratana/（2021.9.30 閲覧）

¹¹³ 農林水産省：食料需給表，<https://www.maff.go.jp/j/zyukyu/fbs/>（2022.12.6 閲覧）

¹¹⁴ 北海道経済部経済企画局経済企画課：平成 30 年度（2018 年度）道民経済計算年報，
<https://www.pref.hokkaido.lg.jp/kz/kks/ksk/tgs/keisan-kakuhou.html>（2022.12.6 閲覧）
 内閣府：県民経済計算（平成 18 年度-平成 30 年度）（2008SNA、平成 23 年基準計数）
 ※47 都道府県、11 政令指定都市分，
https://www.esri.cao.go.jp/jp/sna/data/data_list/kenmin/files/contents/main_2018.html
 （2022.12.6 閲覧）

第 1 次産業のシェアの高さは北海道の産業構造の特徴であり、なかでも農林水産業から林業を除いた農水産業の総生産は 8,440 億円と全国の 14.5% のシェアを占め、全国第 1 位となっている（図 5-3）。

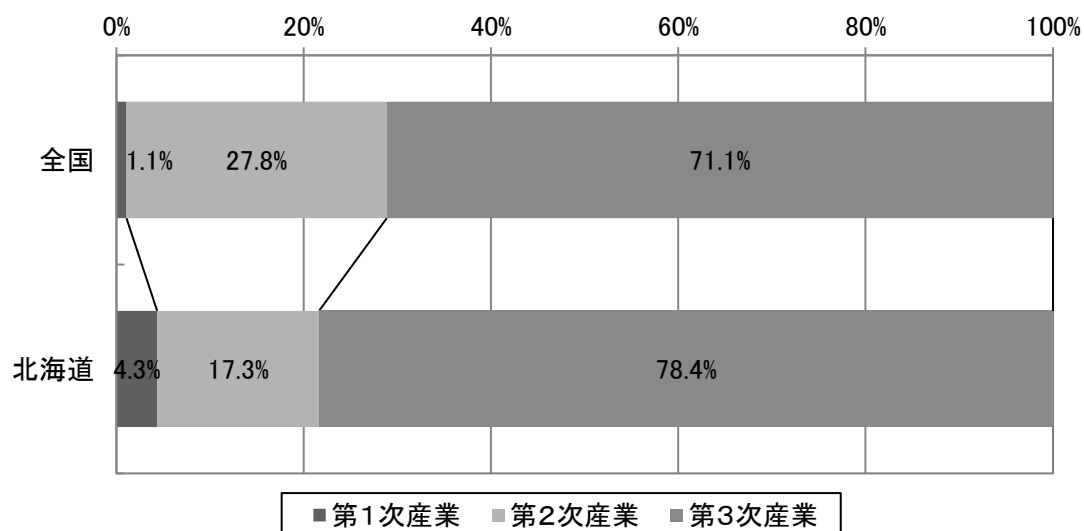


図 5-2 全国及び北海道の産業別総生産のシェア（2018 年度）

出所：北海道経済部経済企画局経済企画課「平成 30 年度（2018 年度）道民経済計算年報」、内閣府「県民経済計算（平成 18 年度-平成 30 年度）（2008SNA、平成 23 年基準計数）※47 都道府県、11 政令指定都市分」より作成。

表 5-1 全国及び北海道の産業別域内総生産及びシェア(2014～18 年度)

(上段:総生産、下段:シェア)

(単位:億円)

北海道	道内総生産	第1次産業	第2次産業	第3次産業
2014年度	184,043	7,508 4.1%	31,733 17.2%	144,802 78.7%
2015年度	189,738	8,325 4.4%	33,854 17.8%	147,559 77.8%
2016年度	190,117	8,478 4.5%	33,438 17.6%	148,201 78.0%
2017年度	193,068	9,048 4.7%	34,199 17.7%	149,821 77.6%
2018年度	194,740	8,440 4.3%	33,716 17.3%	152,583 78.4%

(上段:総生産、下段:シェア)

(単位:億円)

全国	県内総生産	第1次産業	第2次産業	第3次産業
2014年度	5,241,556	50,167 1.0%	1,386,929 26.5%	3,804,460 72.6%
2015年度	5,415,851	56,114 1.0%	1,463,744 27.0%	3,895,993 71.9%
2016年度	5,467,701	61,035 1.1%	1,487,765 27.2%	3,918,901 71.7%
2017年度	5,573,060	61,951 1.1%	1,547,673 27.8%	3,963,436 71.1%
2018年度	5,625,892	59,659 1.1%	1,563,450 27.8%	4,002,783 71.1%

出所：北海道経済部経済企画局経済企画課「平成30年度道民経済計算年報」

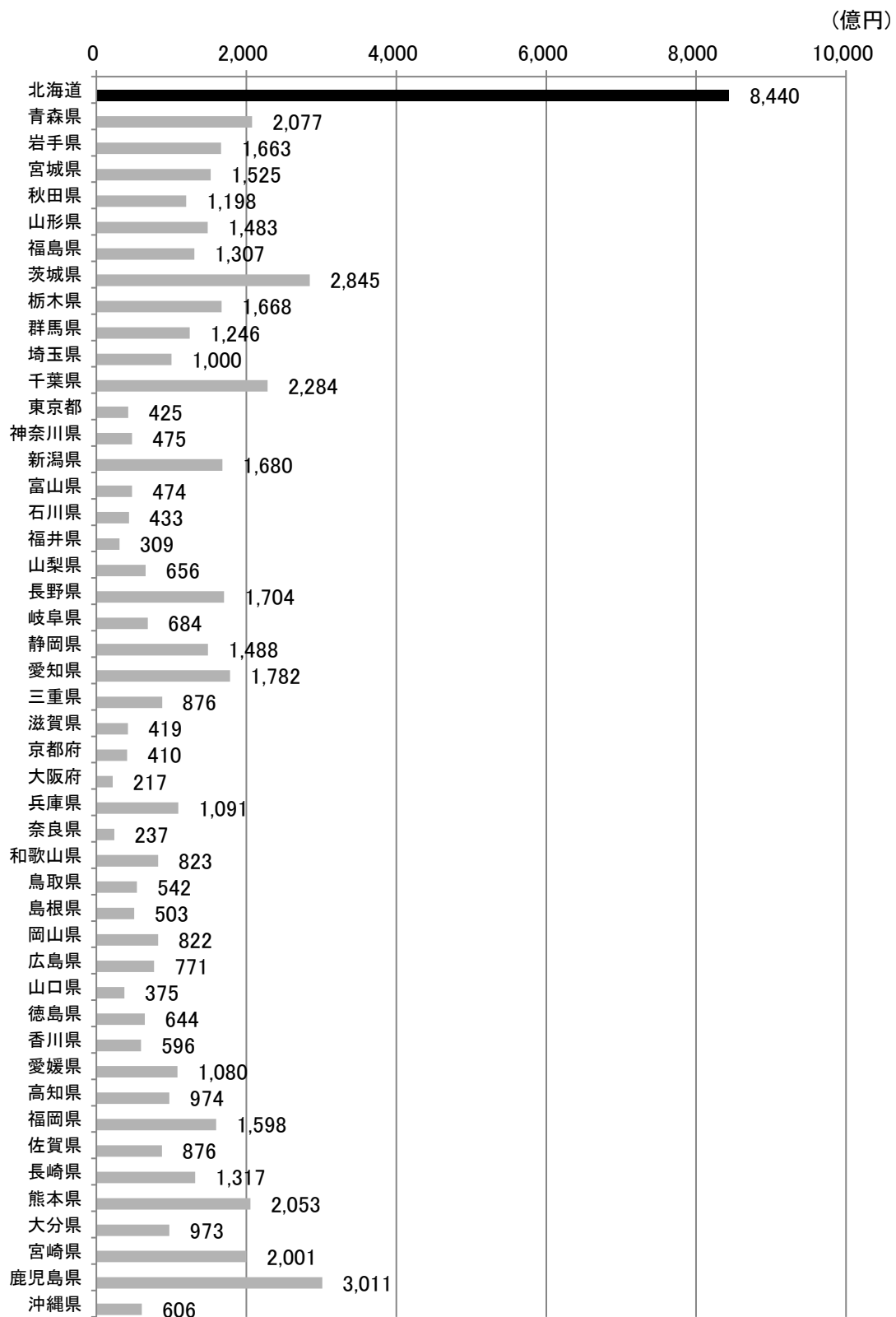


図 5-3 全国及び北海道の農水産業の総生産

出所：内閣府「県民経済計算（平成 18 年度-平成 30 年度）（2008SNA、平成 23 年基準計数）※47 都道府県、11 政令指定都市分」より作成。

また、農水産業に食料品製造業、飲食店等を含めた「食料関連産業」が地域内総生産に占める割合は、北海道が14.8%で最も高く、他の都府県と比較して食料関連産業の位置付けが大きい（図5-4）。

食料品製造業は農水産業とのつながりが強く、県内総産出額に占める農水産業産出額の割合が高い地域ほど、全製造業に占める食品製造業出荷額割合も高い傾向がみられる。全国では、鹿児島県、北海道、宮崎県などが、地域で生産される農水産物を扱う食料品製造業の比重が高い地域と言えるだろう（図5-5）。

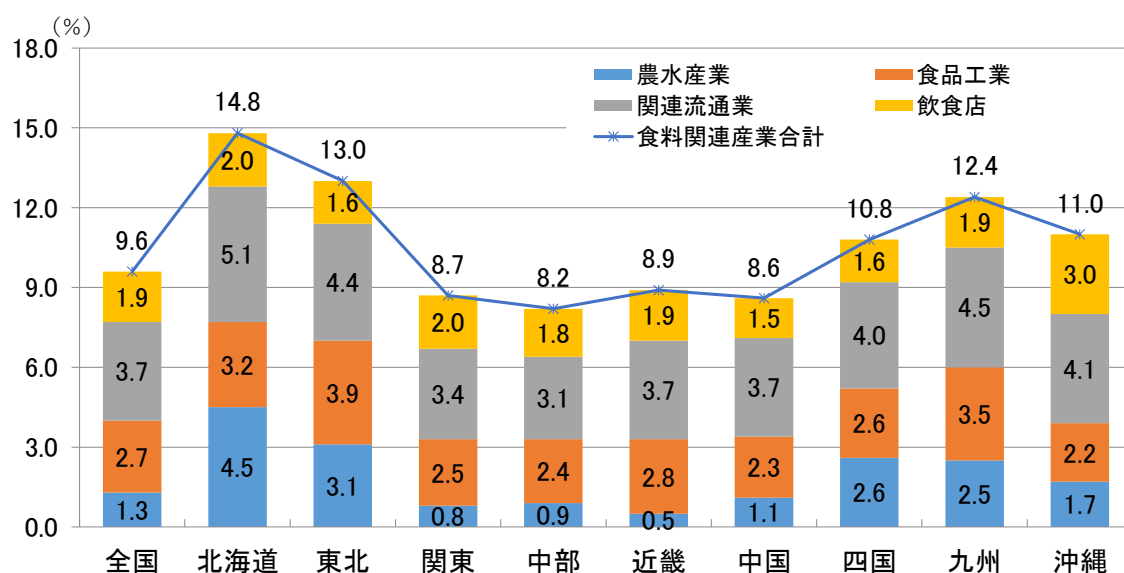


図5-4 地域内総生産に占める食品関連産業のシェア(2005年)

出所：農林水産省「平成21年度食料・農業・農村白書」p66より作成。

注：総務省他9府省庁「平成17年産業連関表」、経済産業省「平成17年地域産業連関表」、「平成14年商業統計調査」、「平成19年商業統計調査」を基に農林水産省で作成したもの。

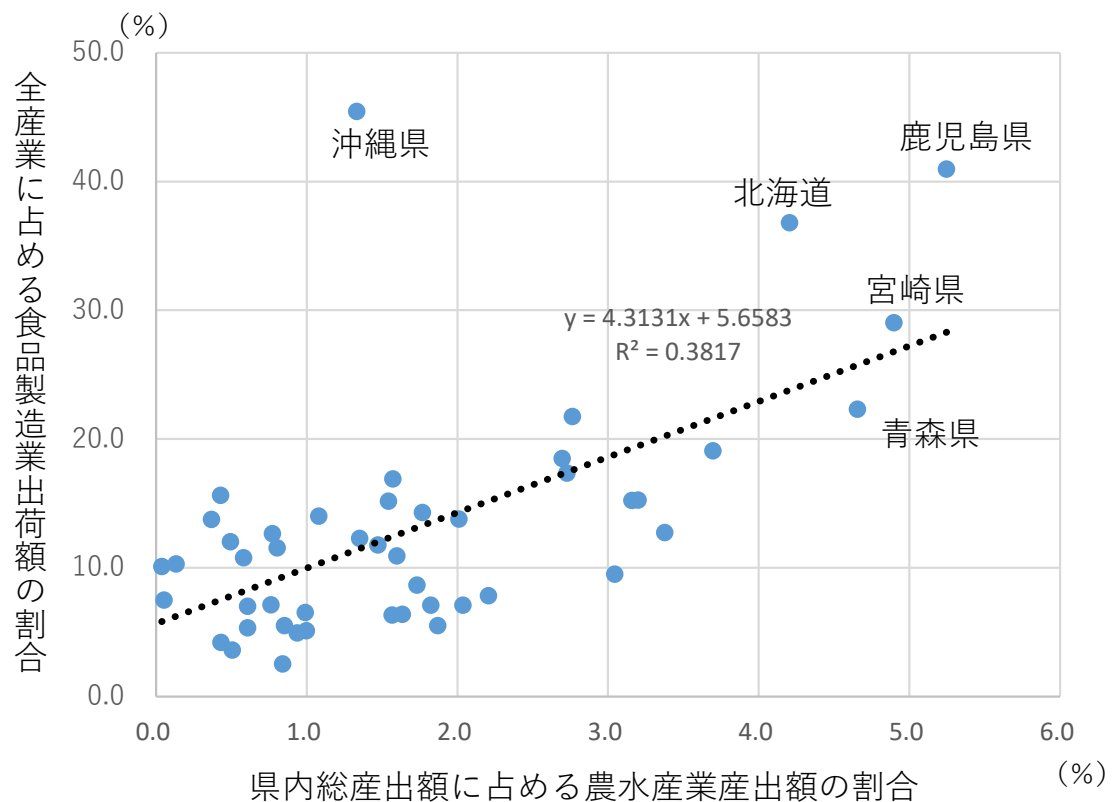


図 5-5 食品製造業と農水産業の関係

出所：農林水産省「平成 21 年度食料・農業・農村白書」p68 を参考に、内閣府「県民経済計算（平成 18 年度-平成 30 年度）（2008SNA、平成 23 年基準計数）※47 都道府県、11 政令指定都市分」、経済産業省「2019 年工業統計調査確報」より作成。

注：県民経済計算 2018 年度値、工業統計 2018 年値、食料品製造業全体は、食料品製造業及び飲料・たばこ・飼料製造業のうち、たばこ製造業、飼料・有機質肥料製造業を除く業種としている。

(3) 産業連関表からみた食料関連産業の他地域との連関構造

ここでは、経済産業省「2005（平成 17）年地域間産業連関表（29 部門表）」から北海道と国内他地域との連関構造をみる。

表 5-2 に示すとおり、2005（平成 17）年地域間産業連関表における北海道の域際収支（移出－移入）は 1 兆 3,348 億円の赤字であるが、その一方で、農林水産業部門では 5,171 億円の黒字、食料品製造業に対応する飲食料品部門では 4,821 億円の黒字となっており、食料関連産業は北海道の域際収支を下支えしているとともに、域外からの資金を呼び込むポテンシャルのある重要産業であるといえることができる。

全産業部門の道外への移出額では、関東（3 兆 4,410 億円）、中部（9,535 億円）、近畿（9,486 億円）の順、道外からの移入額では、関東（4 兆 5,217 億円）、近畿（1 兆 1,285 億円）、中部（9,975 億円）の順となっており、いずれも 3 大都市圏との結びつきが強い。

表 5-2 北海道の移出入及び域際収支（2005 年）

（単位：億円）

地 域		北海道	東北	関東	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄
全産業	移出	69,252	8,637	34,410	9,535	9,486	2,731	964	3,282	207
			12.5%	49.7%	13.8%	13.7%	3.9%	1.4%	4.7%	0.3%
	移入	▲ 82,600	▲ 8,098	▲ 45,217	▲ 9,975	▲ 11,285	▲ 3,759	▲ 1,310	▲ 2,852	▲ 104
			9.8%	54.7%	12.1%	13.7%	4.6%	1.6%	3.5%	0.1%
	域際収支	▲ 13,348	540	▲ 10,807	▲ 440	▲ 1,799	▲ 1,028	▲ 346	430	103
農林水産業	移出	7,293	753	3,682	516	1,225	241	112	752	12
			10.3%	50.5%	7.1%	16.8%	3.3%	1.5%	10.3%	0.2%
	移入	▲ 2,121	▲ 883	▲ 567	▲ 138	▲ 84	▲ 43	▲ 54	▲ 334	▲ 18
			41.6%	26.8%	6.5%	4.0%	2.0%	2.5%	15.8%	0.8%
	域際収支	5,172	▲ 130	3,115	378	1,141	198	58	417	▲ 6
飲食料品	移出	12,636	1,013	6,444	1,623	2,218	367	197	761	12
			8.0%	51.0%	12.8%	17.6%	2.9%	1.6%	6.0%	0.1%
	移入	▲ 7,814	▲ 1,614	▲ 3,863	▲ 672	▲ 1,050	▲ 210	▲ 77	▲ 314	▲ 15
			20.7%	49.4%	8.6%	13.4%	2.7%	1.0%	4.0%	0.2%
	域際収支	4,822	▲ 601	2,581	951	1,168	158	120	448	▲ 3

出所：経済産業省「2005（平成 17）年地域間産業連関表」より作成。

注：域際収支＝移出－移入

以下では、重要産業と位置づけた、農林水産業部門と食料品製造業部門について地域間取引の特徴を考察する。

① 農林水産業部門

農林水産業部門における北海道と国内他地域との地域間取引額を表 5-3 に示す。道外への移出では、関東（3,682 億円）、近畿（1,225 億円）、東北（753 億円）、九州（752 億円）の順、道外からの移入では、東北（883 億円）、関東（567 億円）、九州（334 億円）の順となっている。

さらに、農林水産業部門の移出入を中間需要と最終需要とに分けると、移出は中間需要 82.4%、最終需要 17.6%となり、中間財としての移出が中心であることが分かる。これらは北海道の農水産品が主に原料や一次加工品として道外へ移出されており、最終製品としての出荷が少ない現状を表している。

最終財の移出が多い地域は流通の中心地である関東（移出に占める最終需要のシェア 22.3%）、九州（同 17.6%）が多いが、中国・四国においては 5%程度である。一方、移入については中間需要 73.0%、最終需要 27.0%となっており、移出に比べると全国からの最終財の移入割合が多い。

表 5-3 農林水産業の需要別地域別移出入額(2005 年)

(単位:億円)

地域	移出	移出		移入	移入	
		うち中間需要	うち最終需要		うち中間需要	うち最終需要
東北	753	645	108	883	704	179
		85.7%	14.3%		79.8%	20.2%
関東	3,682	2,860	822	567	370	198
		77.7%	22.3%		65.2%	34.8%
中部	516	452	64	138	111	27
		87.6%	12.4%		80.7%	19.3%
近畿	1,225	1,087	138	84	40	45
		88.7%	11.3%		47.1%	52.9%
中国	241	228	12	43	27	15
		94.9%	5.1%		63.9%	36.1%
四国	112	109	3	54	32	22
		97.1%	2.9%		58.6%	41.4%
九州	752	619	133	334	254	80
		82.4%	17.6%		76.1%	23.9%
沖縄	12	10	2	18	9	8
		83.6%	16.4%		51.8%	48.2%
合計	7,293	6,010	1,282	2,121	1,547	574
		82.4%	17.6%		73.0%	27.0%

出所：経済産業省「2005（平成 17）年地域間産業連関表」より作成。

② 飲食料品部門

次に、表 5-4 に示すとおり、飲食料品部門に関しては、道外への移出では、関東（6,444 億円）、近畿（2,218 億円）、中部（1,623 億円）、東北（1,013 億円）の順、道外からの移入では、関東（3,863 億円）、東北（1,614 億円）、近畿（1,050 億円）の順となっている。

飲食料品部門の移出入を中間需要・最終需要の内訳で見ると、移出は中間需要 40.2%、最終需要 59.8%となり、中間財・最終財どちらも移出されているが、移入については、中間需要 30.8%、最終需要 69.2%となっており、移出に比べると全国からの最終財の移入割合が高いことが特徴的である。これらの結果から、北海道の農林水産業及び食料品製造業は、北海道の域際収支を下支えしている重要産業であり、特に関東、近畿との地域間取引が大きな比重を占めていることが窺えよう。

表 5-4 飲食料品の需要別地域別移出入額(2005 年)

(単位:億円)

地域	移出	うち中間需要		移入	うち最終需要	
		うち中間需要	うち最終需要		うち中間需要	うち最終需要
東北	1,013	408	605	1,614	440	1,174
		40.3%	59.7%		27.3%	72.7%
関東	6,444	2,697	3,747	3,863	1,219	2,645
		41.9%	58.1%		31.5%	68.5%
中部	1,623	639	984	672	281	390
		39.4%	60.6%		41.9%	58.1%
近畿	2,218	781	1,437	1,050	262	788
		35.2%	64.8%		24.9%	75.1%
中国	367	141	226	210	54	156
		38.4%	61.6%		25.8%	74.2%
四国	197	93	105	77	20	56
		47.0%	53.0%		26.4%	73.6%
九州	761	309	452	314	125	189
		40.6%	59.4%		39.7%	60.3%
沖縄	12	5	7	15	8	7
		42.5%	57.5%		53.9%	46.1%
合計	12,636	5,074	7,562	7,814	2,409	5,406
		40.2%	59.8%		30.8%	69.2%

出所：経済産業省「2005（平成 17）年地域間産業連関表」より作成。

(4) 北海道のアグリビジネスの特殊性

前項で整理したように、北海道の農林水産業の移出の 8 割強を中間財が占めていることは、北海道の農水産品が原料や一次加工品として道外へ移出され、最終製品としての出荷が少ないことを意味している。

食料関連産業が大きなウェイトを占める北海道において、構造的な課題として指摘されるのが食料品製造業の付加価値の低さである。2005（平成 17）年地域間産業連関表における粗付加価値率を全国他地域と比較すると、食料品製造業に対応する飲食料品部門の粗付加価値率は 27.9%と全国で最も低い（表 5-5）。すなわち、食品の原材料となる農林水産物の生産は大きいものの、北海道内において加工し、付加価値を付けて道外に出荷することが相対的に劣っているという課題が指摘される。

吉本（2021）¹¹⁵は、北海道の食品製造業の付加価値額が低い要因として、大消費地である関東、関西、中部から地理的に離れている立地条件を挙げている。北海道は食産業の付加価値を高める食品最終製品や外食サービスを 3 大都市圏に直接提供できないため、北海道で生産される食用農水産物・食用加工品 1 兆 5,910 億円のうち、47.1%に相当する 7,500 億円が都府県の食品製造業や外食産業向けの原材料として供給されている。つまり、北海道のアグリビジネスは構造的に「原材料供給」が中心になっている。食用加工品も食品製造業向けの一次加工品が多いため粗付加価値率が低く、北海道では、飲食料品部門の生産額が全産業部門の中で最も大きいにも関わらず、粗付加価値額は農林水産業が大きくなるという特殊な状況が生じている¹¹⁶。

もちろん、気候条件や季節変動により農作物の収穫時期に制約があることや、物流の移出入がアンバランスであること、輸入増加による厳しい価格競争など、北海道が強みを有していた大規模農業による大量生産・大量販売といったスケールメリットによる食品産業の拡大はもはや通用しない時代に突入している。そのため、北海道の農水産品の付加価値を今以上に高めていくためには、粗付加価値率の高い生鮮の農水産品など「最終製品」としての全国供給を増やすこと、価格競争力を高めるための生産性向上によるコスト縮減などが強く求められるところである。

¹¹⁵ 吉本論：『フードシステムの産業連関分析－北海道の食産業を考える－』，農林統計出版，2021.3.

¹¹⁶ 吉本（2021）は産業連関表を元に北海道と都府県の 2005 年飲食費フローを作成し、飲食費の地域別・産業部門別の帰属額及び帰属割合を推計している。それによれば、仮に国内で飲食費 1,000 円が支払われたとすると、北海道の農水産物に 15 円及び食品製造業に 12 円、都府県の農水産物に 113 円及び食品製造業に 249 円が帰着する。

表 5-5 全国地域別の飲食料品部門の粗付加価値率(2005 年)

(単位:億円)

		北海道	東北	関東	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	全国計
農 林 水 産 業	地域内生産額	20,576	19,652	32,645	10,215	8,039	7,548	7,235	24,584	1,052	110,969
	粗付加価値 部門計	11,121	10,174	17,522	5,367	4,530	4,246	3,782	12,232	539	58,393
	粗付加価値率	54.0%	51.8%	53.7%	52.5%	56.4%	56.3%	52.3%	49.8%	51.2%	52.6%
飲 食 料 品	地域内生産額	23,418	31,003	139,078	37,152	55,889	18,494	10,317	41,835	2,181	335,950
	粗付加価値 部門計	6,539	12,303	54,356	13,982	23,060	6,863	3,604	15,436	710	130,315
	粗付加価値率	27.9%	39.7%	39.1%	37.6%	41.3%	37.1%	34.9%	36.9%	32.5%	38.8%

出所：経済産業省「2005（平成 17）年地域間産業連関表」より作成。

注：粗付加価値部門計＝地域内生産額×粗付加価値率

5.2.2 食料基地北海道が全国にもたらす経済的影響の推計

災害発生時には、生産停止や物流網の停滞が起こり、産業間・地域間のサプライチェーンの供給制約が経済活動に大きなインパクトショックを与える。特に農業部門においては、農産物の生産からエンドユーザーである飲食店や消費者までの間にいくつもの産業を経由しているため、サプライチェーンのスタート地点とも言える農作物の供給制約が関連産業に与える影響は非常に大きい。

そこで本節では、産業連関表やそれにより計測される連関効果について整理した上で、主に農業部門の供給制約に焦点を当てた産業連関分析を試みる。具体的には、農業部門の供給制約が発生した場合の経済的影響を地域間産業連関表と仮説的抽出法により導出することにより、北海道農業が全国の経済活動に与える貢献度を分析する。

(1) 産業連関分析

産業連関表は、一定期間において財・サービスが各産業部門間でどのように生産され、販売されたかについて、行列の形で一覧表にとりまとめたものであり、これを活用して各種施策の経済影響評価に用いることができる。

ベーシックな産業連関分析は、ある産業部門において最終需要額の変化（増加あるいは減少）が起こったとき、それに対応して変化する他の産業部門の生産額を推計するものである。ここで推計されるのは、需要側の産業部門（川下産業）の需要変化に対する供給側の産業部門（川上産業）の生産額の変化であり、これを「後方連関効果（Backward Linkage Effect）」と呼ぶ（図 5-6）。

後方連関効果の均衡産出高モデルにおいては、投入係数行列 A （中間投入額を当該産業部門の各列の生産額で除した係数。原材料等の費用構成比を示したもの）が組み込まれており、最終需要額 F が変化した場合（ ΔF ）に、その原材料（ $A\Delta F$ ）が追加需要として発生し、さらにその原材料（ $A\Delta F$ ）を生産するための原材料（ $A^2\Delta F, A^3\Delta F \dots$ ）と連鎖的に生産が波及する。

一般的な競争輸入型産業連関表の横のバランス式である

$$X = AX + F + E - M \quad (5.1)$$

を解くと、

$$X = [I - (I - M)A]^{-1}[(I - M)F + E] \quad (5.2)$$

が求まり、このうち $[I - (I - M)A]^{-1}$ を Leontief 逆行列と呼ぶ。

ここで、 X は生産額（列ベクトル）、 I は単位行列、 A は投入係数行列、 F は地域最終需要額（列ベクトル）、 E は輸出（列ベクトル）、 M は輸行列である。

一方、供給側の産業部門（川上産業）の生産額の変化が需要側の産業部門（「川下産業」の生産額に与える効果を「前方連関効果（Forward Linkage Effect）」と呼ぶ（図 5-6）。

前方連関効果においては産出係数行列 B （各要素から輸入品を取り除いた上で、中間需要額を当該産業部門の各行の生産額で除した係数。原材料等の販路構成比を示したもの）を考慮することになり、産業連関表の縦のバランス式である

$$X = BX + V \quad (5.3)$$

を解くと、

$$X = V(I - B)^{-1} \quad (5.4)$$

が求まり、このうち $(I - B)^{-1}$ を Ghosh 逆行列¹¹⁷と呼ぶ。ここで、 V は付加価値額（行ベクトル）である。

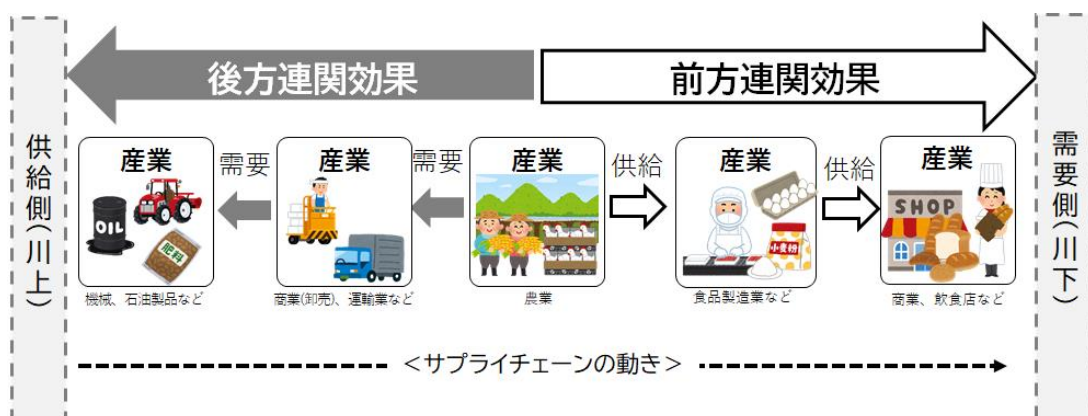


図 5-6 農業部門を中心とした前方連関効果と後方連関効果のイメージ

¹¹⁷ Ghosh モデルは、地域間の完全代替性の仮定を置いている点がモデル上の問題点として指摘されている。岡田ら（2012）は Ghosh モデルについて、「例えば A 産業が被災後に川下への製品供給が止まった場合でも、B 産業による代替生産が可能とする完全代替の仮定を導入しているため、非常に重要な産業が壊滅的な被害を受けても、その影響波及を過小評価するモデルとなっている」と指摘している。

(2) 仮説的抽出法

「仮説的抽出法（HEM：Hypothetical Extraction Method）」とは、ある産業部門が経済から消滅したと想定したとき、経済の総生産額がどれだけ変化するかということを数量的に評価する手法である（Schultz, 1977¹¹⁸、Miller and Blair, 2009¹¹⁹）。基本的な考え方としては、ある産業部門を抽出（生産・供給能力がゼロと仮定し、当該行・列の中間投入額を基本取引表から削除）したとき、抽出された部門を除いた残りの部門で構成される産業連関モデルと、抽出する前の産業連関モデルの差を、当該産業部門が経済全体に与える影響額として推計するものである。

一方、岡田ら（2012）¹²⁰や株田（2014）¹²¹は、これらのモデルに残存生産率を組み込んだ分析を行っている。すなわち、生産能力を λ 、被災率（生産減少率）を $d(0 < d < 1)$ とした場合、被災後の生産能力は $\lambda = (1 - d)$ で表すことができる。 $\lambda = 1$ ($d = 0$)は被災前の経済状態、 $\lambda = 0$ ($d = 1$)は生産能力が0となった経済状態を示している。

本節では、これらの先行研究を参考に、北海道の農業部門が全国経済に与える影響額を推計するため、当該産業部門の生産・供給能力をゼロすなわち $\lambda = 0$ ($d = 1$)として分析を行った。加えて、台風被害による農業部門の経済的影響を推計するため、2016（平成 28）年北海道豪雨災害の際の被害額を用いた残存生産率 $\lambda = (1 - d)$ を用いて分析した。

(3) 北海道農業の全国経済への貢献度の推計

① 分析に使用する産業連関表

経済産業省「2005（平成 17）年地域間産業連関表」を用いて、仮説的抽出法に基づき、北海道の農業部門を抽出、つまり北海道の農業部門が生産・供給をすべて停止して他部門との中間財・最終需要部門との取引を一切行わなくなるケースを想定する。具体的には、北海道の農業部門を抽出した場合の産業別生産額と、抽出しない場合（＝平常時の経済）の産業別生産額を比較し、その差（減少分）を北海道の農業部門が全国経済に与える影響額として推計する

¹¹⁸ Schultz, S., “Approaches to identifying key sectors empirically by means of input-output analysis”, The Journal of Development Studies, 14(1), pp77-96, 1977.

¹¹⁹ Miller, R. & Blair, P. “Supply-Side Models, Linkages, and Important Coefficients. In Input-Output Analysis”, Foundations and Extensions, pp.543-592, Cambridge University Press, 2009.

¹²⁰ 岡田有祐, 奥田隆明, 林良嗣, 加藤博和：前方連関効果を考慮した広域巨大災害の産業への影響評価, 土木計画学研究講演集 45, 2012.6.

¹²¹ 株田文博：産業連関分析による食料供給制約リスクの分析ーボトルネック効果を組み込んだ Ghosh 型モデルによる前方連関効果計測ー, 農林水産政策研究第 23 号, 農林水産政策研究所, pp1-21, 2014.12.

ものである。

さて、「2005（平成 17）年地域間産業連関表」は、経済産業省ホームページにより 12・29・53 部門表が公表されているが、農業部門は林業・水産業を含む「農林水産業」としてまとめられている。そこで本節では、農業部門を詳細に分析する目的から、29 部門表をベースとして、全国 9 地域の地域産業連関表・公表用基本分類（行部門 404×列部門 350）を用いて「農林水産業」を「水稻」「豆類」「野菜」「食用工芸作物」「非食用耕種作物」「酪農」「畜産」「農業サービス」の農業 8 部門と「林業・水産業」の計 9 部門に分割し、37 部門の全国地域間表を分析用に加工した（表 5-6）。

表 5-6 農林水産業の部門分割

公表用基本分類 (行404x列350部門)	推計用37部門表	公表用基本分類 (行404x列350部門)	推計用37部門表
米	水稻	鶏卵	畜産
麦類		肉鶏	
豆類	豆類	豚	
いも類	野菜	肉用牛	
野菜(露地)		その他の畜産	
野菜(施設)		獣医業	農業サービス
果実		農業サービス(除獣医業)	
砂糖原料作物	食用工芸作物	育林	林業・水産業
飲料用作物		素材	
その他の食用耕種作物		特用林産物(含狩猟業)	
飼料作物	非食用耕種作物	沿岸漁業	
種苗		沖合漁業	
花き・花木類		遠洋漁業	
その他の非食用耕種作物		海面養殖業	
酪農	酪農	内水面漁業	
		内水面養殖業	

出所：経済産業省経済産業局（全国 9 地域）「2005（平成 17）年地域産業連関表・公表用基本分類（行 404×列 350 部門）」に基づき作成。

② 推計方法

本節では、分析用 37 部門表を用い、仮説的抽出法に基づき、農業部門から間接的に影響を受ける後方連関・前方連関双方の影響額を推計する。農業部門を抽出することは、後方連関においては他の産業から中間財を全く購入しないこと、前方連関においては他の産業へ全く中間財を販売しないことを、産業連関モデルの中で仮説的に表現することを意味する。そのため、後方連関にお

いては北海道の農業部門に中間財を供給していた他産業へ、前方連関においては北海道の農業部門から中間財を購入していた他産業へ、それぞれ与える影響額が推計されることになる。

③ 後方連関効果の推計

経済産業省が作成している地域間非競争移入・競争輸入型の地域間産業連関表においては、生産額 X （列ベクトル）は以下のように示される。

$$X = [I - (A - \hat{M}A^*)]^{-1}(F - \hat{M}F^* + E) \quad (5.3)$$

ここで、 X は生産額（列ベクトル）、 I は単位行列、 A は投入係数行列、 A^* は地域別投入係数行列、 F は地域最終需要額（列ベクトル）、 F^* は地域別最終需要額（列ベクトル）、 E は輸出（列ベクトル）、 M は輸入行列、 $\hat{M}$ は地域別輸入係数行列である。

このとき、地域を $i = 1, 2$ とおいた場合、

$$A = \begin{bmatrix} A^{11} & A^{12} \\ A^{21} & A^{22} \end{bmatrix} \quad A^* = \begin{bmatrix} A^{11} & 0 \\ 0 & A^{22} \end{bmatrix}$$

$$F = \begin{bmatrix} F^{11} + F^{12} \\ F^{21} + F^{22} \end{bmatrix} \quad F^* = \begin{bmatrix} F^{11} \\ F^{22} \end{bmatrix}$$

$$M = \begin{bmatrix} M^{11} & 0 \\ 0 & M^{22} \end{bmatrix} \quad \hat{M} = M / (A^*X + F^*)$$

である。

仮説的抽出法に基づき、北海道の農業部門 8 部門の中間投入額を抽出（当該産業部門の生産能力をゼロと仮定し、当該行の中間投入額を基本取引表から削除）した場合の投入係数行列 $\bar{A}$ を用いて Leontief 逆行列 $[I - (\bar{A} - \hat{M}\bar{A}^*)]^{-1}$ を算出する。

これに、中間投入額の変化により減少した地域最終需要額 $\bar{F}$ 及び地域別最終需要額 $\bar{F}^*$ から成る最終需要額 $(\bar{F} - \hat{M}\bar{F}^* + E)$ を乗じると、北海道の農業部門が抽出された場合の生産額 $\bar{X}$ が推計される¹²²。

この $\bar{X}$ ともとの生産額 X の差である ΔX を、北海道の農業部門による全国経済への影響額とする。

$$\Delta X = X - \bar{X}$$

$$X = [I - (A - \hat{M}A^*)]^{-1}(F - \hat{M}F^* + E) \quad (5.4)$$

$$\bar{X} = [I - (\bar{A} - \hat{M}\bar{A}^*)]^{-1}(\bar{F} - \hat{M}\bar{F}^* + E) \quad (5.5)$$

¹²² 中間投入額又は中間需要額をゼロ（完全に削除）もしくは減少させた場合、最終需要額や生産額、付加価値額も連動して減少することで新たな産業連関表ができるため、産業連関表のバランスは維持される。

④ 前方連関効果の推計

前方連関効果の基本モデルとなる Ghosh モデルでは、生産額 X （転置した行ベクトルを X' と表示）は以下のように示される。

$$X' = V'(I - B)^{-1} \quad (5.6)$$

ここで、 V は付加価値額（転置した行ベクトルを V' と表示）、 B は産出係数行列である。

仮説的抽出法に基づき、北海道の農業部門 8 部門の中間需要額を抽出（当該産業部門の供給能力をゼロと仮定し、当該列の中間需要額を基本取引表から削除）した場合の産出係数行列 $\bar{B}$ を用いて Ghosh 逆行列 $(I - \bar{B})^{-1}$ を算出する。これに付加価値額 V' を乗じると、北海道の農業部門が抽出された場合の生産額 $\bar{X}'$ が推計される。この $\bar{X}'$ ともとの生産額 X' の差である $\Delta X'$ を、北海道の農業部門による全国経済への影響額とする。

$$\Delta X' = X' - \bar{X}'$$

$$X' = V'(I - B)^{-1} \quad (5.7)$$

$$\bar{X}' = V'(I - \bar{B})^{-1} \quad (5.8)$$

$$s. t. \quad X' = BX' + V'$$

⑤ 経済的影響額の推計結果

「2005（平成 17）年地域間産業連関表」における農業部門の道内生産額は 1 兆 4,445 億円である。北海道の農業部門を抽出した全国の生産減少額のうち後方連関効果についてみると、北海道 4,903 億円（55.4%）、関東 1,789 億円（20.2%）、東北 527 億円（5.9%）、中部 460 億円（5.2%）の順となり、北海道に影響が集中している（表 5-7）。

影響が大きい産業部門をみると、北海道の「飲食料品」、「対事業所サービス」、「金融・保険・不動産」、「商業」、「運輸」が上位 5 位を占めており、農業部門の生産のために必要となる中間財を生産し供給している北海道内の産業部門への影響が大きい（表 5-8）。

一方、前方連関効果では、北海道 5,886 億円（37.2%）の他、関東 4,747 億円（30.0%）、近畿 1,735 億円（11.0%）、九州 1,078 億円（6.8%）、東北 911 億円（5.8%）と、全国各地に影響が波及する（表 5-7）。影響が大きい産業部門をみると、北海道のみならず全国の「飲食料品」、「対個人サービス」への影響が大きく、食品製造業や外食産業等への波及の大きさを示している（表 5-9）。

すなわち、北海道の農業部門の経済的影響は、生産した農作物を販売（供給）する他の産業部門に対し、より大きな波及をもたらす。その影響額は、後方連関効果 8,855 億円に対し前方連関効果 1 兆 5,834 億円と約 2 倍の影響額となっている。

後方連関効果は北海道内への影響が大であるとともに、関東圏への波及プロセスが顕著に現れている。一方、前方連関効果では北海道内への波及もあるが、関東・近畿圏への波及も大である点が指摘できる。

表 5-7 仮説的抽出法による北海道農業部門の全国経済への影響額

(単位：億円)

地域	直接効果		後方連関効果		前方連関効果	
北海道	14,445	100.0%	4,903	55.4%	5,886	37.2%
東北	0	0.0%	527	5.9%	911	5.8%
関東	0	0.0%	1,789	20.2%	4,747	30.0%
中部	0	0.0%	460	5.2%	878	5.5%
近畿	0	0.0%	416	4.7%	1,735	11.0%
中国	0	0.0%	360	4.1%	363	2.3%
四国	0	0.0%	93	1.0%	206	1.3%
九州	0	0.0%	292	3.3%	1,078	6.8%
沖縄	0	0.0%	15	0.2%	30	0.2%
合計	14,445	100.0%	8,855	100.0%	15,834	100.0%

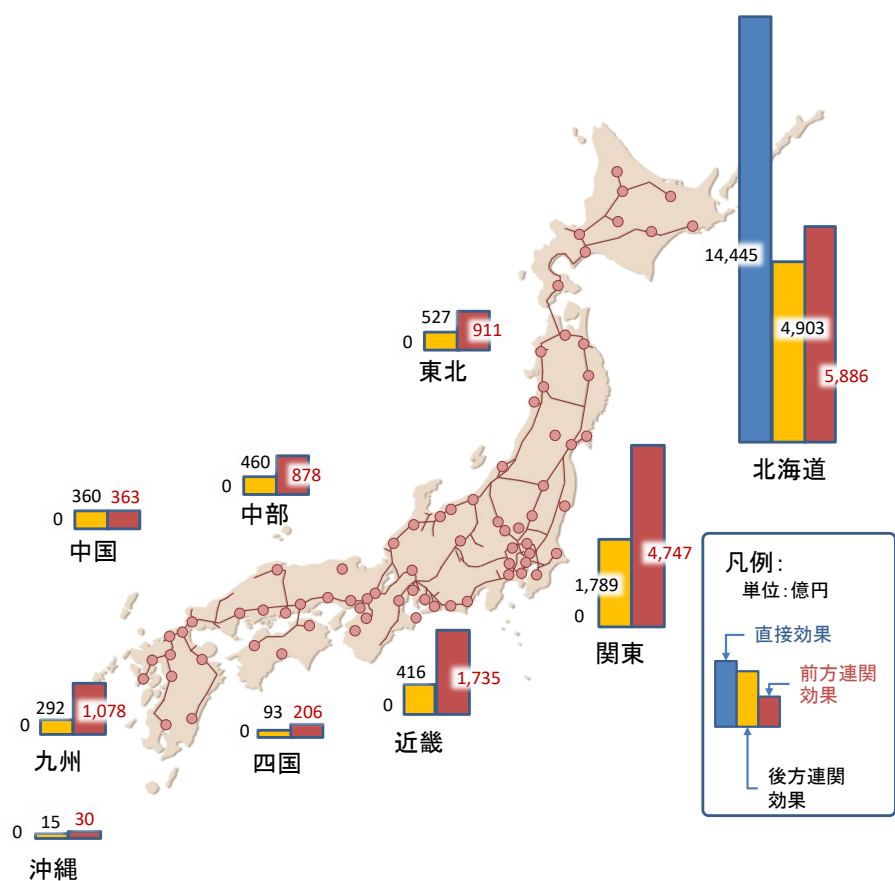


図 5-7 仮説的抽出法による北海道農業部門の全国経済への影響額

表 5-8 影響が大きい産業部門(後方連関効果・上位 15 部門)

(単位：億円)

地域名	部門名称	生産減少額
北海道	飲食料品	1,327
北海道	対事業所サービス	589
北海道	金融・保険・不動産	571
北海道	商業	560
北海道	運輸	373
関東	商業	264
北海道	公益事業	240
北海道	化学製品	226
関東	化学製品	210
関東	対事業所サービス	209
北海道	石油・石炭製品	196
中国	化学製品	165
北海道	その他	162
関東	運輸	137
関東	飲食料品	132

表 5-9 影響が大きい産業部門(前方連関効果・上位 15 部門)

(単位：億円)

地域名	部門名称	生産減少額
北海道	飲食料品	5,020
関東	飲食料品	3,000
近畿	飲食料品	1,218
関東	対個人サービス	941
北海道	対個人サービス	603
九州	飲食料品	561
東北	飲食料品	529
中部	飲食料品	519
近畿	対個人サービス	276
九州	畜産	198
関東	畜産	185
中国	飲食料品	184
中部	対個人サービス	154
北海道	医療・保健・社会保障・介護	144
東北	対個人サービス	118

表 5-10 仮説的抽出法による北海道農業部門の影響額(後方連関効果・産業別)

(単位:百万円)

部門 コード	部門名称	北海道	東北	関東	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	合計
1	水稲	0	1,862	1,216	371	131	179	160	946	25	4,891
2	豆類	0	102	63	18	8	11	13	54	1	270
3	野菜	0	483	363	102	36	47	48	273	10	1,362
4	食用工芸作物	0	573	320	92	31	30	34	242	42	1,363
5	非食用耕種作物	0	4,709	3,059	662	324	490	584	2,440	24	12,292
6	酪農	0	2,434	1,561	384	151	207	219	1,180	24	6,159
7	畜産	0	2,945	1,829	455	193	278	293	1,837	52	7,883
8	農業サービス	0	3,296	1,961	456	218	324	378	1,568	15	8,216
9	林業・水産業	12,310	1,447	653	239	68	86	67	584	13	15,468
10	鉱業	1,163	175	417	89	40	76	19	42	6	2,026
11	飲食料品	132,694	7,669	13,152	4,588	1,455	1,196	242	6,224	802	168,021
12	繊維製品	157	131	458	751	472	276	59	49	1	2,354
13	製材・木製品・家具	3,648	261	511	347	219	209	99	92	0	5,387
14	パルプ・紙・板紙・加工紙	12,984	1,113	4,967	1,153	1,520	503	821	350	7	23,419
15	化学製品	22,573	4,637	20,983	9,006	8,546	16,489	2,310	2,948	22	87,514
16	石油・石炭製品	19,613	1,421	12,471	3,242	833	4,025	483	347	47	42,482
17	プラスチック製品	4,005	709	4,638	2,237	1,854	818	253	311	5	14,831
18	窯業・土石製品	2,707	364	1,009	356	320	178	52	101	3	5,090
19	鉄鋼製品	706	101	1,594	635	1,123	906	49	343	1	5,457
20	非鉄金属製品	24	126	644	479	229	84	107	58	1	1,753
21	金属製品	2,071	282	1,778	689	1,101	283	65	218	5	6,491
22	一般機械	146	125	1,425	509	813	170	59	94	0	3,342
23	電気機械	73	325	1,147	431	526	148	95	132	0	2,878
24	輸送機械	208	144	2,398	3,670	386	1,061	29	125	3	8,024
25	精密機械	10	31	142	26	46	10	4	24	0	293
26	その他の製造工業製品	2,807	414	3,612	976	1,054	349	100	464	6	9,783
27	建設	8,366	255	1,933	284	547	180	47	162	6	11,780
28	公益事業	23,961	1,394	3,022	1,044	1,100	1,209	237	572	31	32,571
29	商業	55,991	5,787	26,414	5,352	7,536	1,383	593	2,300	97	105,454
30	金融・保険・不動産	57,142	1,609	11,078	1,300	2,157	748	475	922	55	75,485
31	運輸	37,266	4,185	13,734	2,351	3,128	1,893	627	2,308	157	65,650
32	情報通信	8,027	508	11,661	584	1,024	288	119	294	18	22,523
33	公務・教育・研究	4,904	721	6,388	1,152	1,495	803	216	322	7	16,008
34	医療・保健・社会保障・介護	897	84	138	42	38	50	22	50	3	1,324
35	対事業所サービス	58,929	1,790	20,891	1,719	2,628	901	240	1,014	46	88,159
36	対個人サービス	669	31	274	23	36	13	3	17	1	1,066
37	その他	16,206	435	950	218	236	115	58	196	7	18,422
	合計	490,259	52,679	178,858	46,031	41,625	36,015	9,281	29,203	1,539	885,491

表 5-11 仮説的抽出法による北海道農業部門の影響額(前方連関効果・産業別)

(単位:百万円)

部門 コード	部門名称	北海道	東北	関東	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	合計
1	水稻	0	5,826	10,689	2,726	3,398	2,337	804	3,487	4	29,270
2	豆類	0	92	225	84	93	66	7	91	0	658
3	野菜	0	2,455	9,013	1,633	1,798	960	1,272	4,292	57	21,479
4	食用工芸作物	0	20	844	59	54	21	7	261	56	1,322
5	非食用耕種作物	0	509	1,676	791	373	271	294	1,640	40	5,594
6	酪農	0	2,004	6,711	1,242	1,144	1,022	518	3,852	69	16,563
7	畜産	0	8,855	18,483	4,364	3,636	4,151	1,856	19,799	213	61,357
8	農業サービス	0	297	415	120	125	95	51	218	2	1,323
9	林業・水産業	3,006	372	496	189	134	126	400	771	14	5,508
10	鉱業	14	3	9	2	3	2	1	3	0	38
11	飲食料品	502,037	52,915	300,028	51,949	121,828	18,410	10,938	56,136	1,400	1,115,641
12	繊維製品	179	76	437	474	504	144	84	98	1	1,996
13	製材・木製品・家具	252	97	172	114	94	92	67	101	0	990
14	パルプ・紙・板紙・加工紙	460	131	605	260	240	112	182	89	1	2,079
15	化学製品	335	281	3,186	847	1,892	352	231	231	1	7,355
16	石油・石炭製品	115	12	139	41	43	50	16	16	3	436
17	プラスチック製品	23	45	410	227	211	55	24	36	0	1,031
18	窯業・土石製品	37	30	120	116	66	21	9	34	1	434
19	鉄鋼製品	59	18	220	100	148	120	5	61	1	732
20	非鉄金属製品	2	19	111	67	37	12	11	11	0	270
21	金属製品	25	17	116	58	73	14	6	17	1	328
22	一般機械	12	46	430	205	202	56	18	44	0	1,012
23	電気機械	32	204	775	327	350	102	37	114	0	1,941
24	輸送機械	24	53	893	890	143	199	17	151	0	2,370
25	精密機械	1	16	82	9	21	4	1	6	0	140
26	その他の製造工業製品	617	465	2,078	573	919	231	43	380	6	5,312
27	建設	2,971	246	1,521	349	616	209	94	285	21	6,312
28	公益事業	144	72	270	79	111	41	15	55	5	792
29	商業	768	168	1,274	261	445	108	47	170	9	3,249
30	金融・保険・不動産	358	83	724	125	263	60	31	98	7	1,750
31	運輸	357	49	519	83	160	47	20	84	17	1,336
32	情報通信	265	101	2,371	173	335	71	38	152	13	3,520
33	公務・教育・研究	1,427	425	2,392	722	898	354	203	436	24	6,881
34	医療・保健・社会保障・介護	14,371	3,073	11,484	2,921	5,071	1,460	886	3,100	207	42,572
35	対事業所サービス	276	105	1,304	174	327	67	26	120	9	2,408
36	対個人サービス	60,266	11,827	94,134	15,358	27,616	4,852	2,361	11,318	795	228,528
37	その他	147	54	325	86	127	38	20	55	3	854
	合計	588,580	91,061	474,679	87,800	173,497	36,330	20,637	107,812	2,984	1,583,382

⑥ 農業部門別影響額の推計結果

同様の方法で、主要な農業部門である「水稲」「野菜」「酪農」「畜産」部門の前方連関効果を仮説的抽出法により推計した（表 5-12）。

水稲は前方連関効果 4,120 億円のうち北海道 1,437 億円（34.9%）、関東 1,304 億円（31.7%）、近畿 585 億円（14.2%）、野菜は前方連関効果 1,482 億円のうち北海道 614 億円（41.4%）、関東 499 億円（33.6%）、近畿 171 億円（11.5%）となり、北海道内への影響はもとより、関東・近畿等の大都市圏への流通・消費面への波及が大きいことが特徴的である。

一方、酪農は前方連関効果 3,848 億円のうち北海道が 2,249 億円（58.5%）と多く、生乳加工など北海道内での一次加工の割合の大きさを示すものとなっている。さらに、畜産は前方連関効果 3,284 億円のうち北海道 1,340 億円（40.8%）、関東 883 億円（26.9%）となっており、北海道内への影響はもとより、関東圏などの大都市圏への流通・消費面への波及も大きいことが窺える。

表 5-12 仮説的抽出法による主要な農業部門の影響額（前方連関効果）

（単位：億円）

地域	水稲		野菜		酪農		畜産	
北海道	1,437	34.9%	614	41.4%	2,249	58.5%	1,340	40.8%
東北	268	6.5%	63	4.3%	129	3.3%	208	6.3%
関東	1,304	31.7%	499	33.6%	829	21.5%	883	26.9%
中部	235	5.7%	68	4.6%	143	3.7%	160	4.9%
近畿	585	14.2%	171	11.5%	258	6.7%	302	9.2%
中国	83	2.0%	20	1.4%	53	1.4%	70	2.1%
四国	48	1.2%	14	1.0%	29	0.8%	48	1.5%
九州	160	3.9%	32	2.2%	157	4.1%	274	8.3%
沖縄	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
合計	4,120	100.0%	1,482	100.0%	3,848	100.0%	3,284	100.0%

5.2.3 農業被害の間接的被害推計—2016 年北海道豪雨災害を例に—

(1) 直接被害額

2016（平成 28）年 8 月に発生した北海道豪雨災害では、相次いで 4 つの台風（7 号、11 号、9 号、10 号）が上陸・接近し、広範囲に河川氾濫や土砂災害をもたらした。北海道豪雨災害による農業被害は、被害面積 38,927ha、被害額 543 億円と公表された。この 543 億円の内訳は、農作物被害が全体の約半分である 263 億円、次いで農地・農業用施設（用排水路など）で 220 億円である。

農作物被害は畑作物が大部分を占め、ばれいしょ 119 億円、野菜 88 億円（うち、たまねぎ 27 億円、スイートコーン 11 億円）となっている。地域別では、十勝（300 億円）やオホーツク（121 億円）など道東の畑作地帯の被害が大きくなっている¹²³。

(2) 間接的被害額の推計方法

直接被害額を北海道豪雨災害による農作物被害額 263 億円とした場合の間接的被害を、比較考察のため次の 4 パターンで推計した¹²⁴。

① 通常の産業連関モデルによる後方連関効果

農産物被害額 263 億円から中間需要額を差し引いた最終需要減少額を後方連関モデルに投入し、そこで推計された生産誘発額を、農産物被害により失われた生産減少額（後方連関効果）とする。

② 通常の産業連関モデルによる前方連関効果

農産物被害額 263 億円による付加価値減少額を前方連関モデルに投入し、そこで推計された生産誘発額を、農産物被害により失われた生産減少額（前方連関効果）とする。

③ 仮説的抽出法による後方連関効果

農産物被害額 263 億円を北海道の農業部門の生産減少額とした際の被災率（生産減少率）を算出し、 $\lambda = (1 - d)$ で示す残存生産率をモデルに組み込む。具体的には、北海道の農業部門の中間投入額に部門毎の残存生産率を乗

¹²³ 北海道総務部危機対策局危機対策課：平成 27 年 10 月 7 日(水)からの台風 23 号による被害状況等（第 5 報／最終報），2015.10.13.
https://www.pref.hokkaido.lg.jp/fs/2/3/2/8/6/4/_/27.10.7taihuu23gou_5.pdf
(2022.10.18 閲覧)

¹²⁴ 後方連関効果及び前方連関効果の推計モデル、仮説的抽出法を用いた産業連関モデルについては、3.2.1 及び 3.3.1 で示しているため本節では記載を省略した。

じた投入係数行列 $\tilde{A}$ を被災後の投入構造と仮定して Leontief 逆行列 $[I - (\tilde{A} - \hat{M}\tilde{A}^*)]^{-1}$ を算出する。

前述した仮説的抽出法に基づき、被災後の生産額 $\tilde{X}$ と、もとの生産額 X の差である ΔX を、農産物被害により失われた生産減少額（後方連関効果）とする。

④ 仮説的抽出法による前方連関効果

3)と同様に、北海道の農業部門の中間需要額に部門毎の残存生産率を乗じた産出係数行列 $\tilde{B}$ を被災後の産出構造と仮定して Ghosh 逆行列 $(I - \tilde{B})^{-1}$ を算出する。前述した仮説的抽出法に基づき、被災後の生産額 $\tilde{X}$ と、もとの生産額 X の差である ΔX を、農産物被害により失われた生産減少額（前方連関効果）とする。

(3) 間接的被害額の推計結果

農業部門の直接被害額（農産物被害額）263 億円による全国経済への間接被害額は、後方連関効果では、①通常の産業連関モデルによる推計値が 80 億円、③仮説的抽出法による推計値が 179 億円と、仮説的抽出法を用いた推計値が 2.2 倍大きくなった。一方、前方連関効果では、②通常の産業連関モデルによる推計値が 135 億円、④仮説的抽出法による推計値が 231 億円と、仮説的抽出法を用いた推計値が 1.7 倍大きくなった（表 5-13）。

①及び②の通常の産業連関モデルでは、産業構造は被災前後でも変化しないと仮定しているため、被災前の産業構造を前提とした直接的な生産減・供給減による影響のみが推計される。これに対し、③及び④の仮説的抽出法では、被災により変化した産業構造が表現されているため、直接的な生産減・供給減による影響に加え、産業部門間の中間財の供給停止など産業構造の変化による影響が推計される。

災害により工場等の生産拠点が稼働停止となった場合、その期間が長期にわたったり被災地域が広範囲に及ぶ際には、当該地域の産業構造が変化するという仮定も現実的であろう。そのため、供給制約による影響を把握し、災害発生時の被害推計や事前シミュレーションを行う上で、仮説的抽出法は有効な推計方法であると推察される。

表 5-13 2016 年北海道豪雨による経済的波及被害（波及効果・推計方法別）

（単位：億円）

地域	直接効果		通常の産業連関モデル			
			①後方連関効果		②前方連関効果	
北海道	263.0	100.0%	46.0	57.6%	58.3	43.3%
東北	0.0	0.0%	3.3	4.1%	4.9	3.7%
関東	0.0	0.0%	15.8	19.8%	42.4	31.5%
中部	0.0	0.0%	4.3	5.3%	6.5	4.8%
近畿	0.0	0.0%	4.2	5.3%	14.9	11.1%
中国	0.0	0.0%	3.9	4.9%	1.9	1.4%
四国	0.0	0.0%	1.0	1.3%	1.5	1.1%
九州	0.0	0.0%	1.4	1.7%	4.1	3.0%
沖縄	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.2	0.1%
合計	263.0	100.0%	79.8	100.0%	134.7	100.0%

（単位：億円）

地域	直接効果		仮説的抽出法			
			③後方連関効果		④前方連関効果	
北海道	263.0	100.0%	101.7	56.9%	99.6	43.0%
東北	0.0	0.0%	7.4	4.1%	8.4	3.6%
関東	0.0	0.0%	35.6	19.9%	73.1	31.6%
中部	0.0	0.0%	9.7	5.4%	11.2	4.8%
近畿	0.0	0.0%	9.6	5.4%	25.9	11.2%
中国	0.0	0.0%	9.2	5.1%	3.3	1.4%
四国	0.0	0.0%	2.3	1.3%	2.6	1.1%
九州	0.0	0.0%	3.1	1.8%	7.0	3.0%
沖縄	0.0	0.0%	0.1	0.1%	0.3	0.1%
合計	263.0	100.0%	178.7	100.0%	231.4	100.0%

表 5-14 2016 年北海道豪雨による経済的波及被害(①後方連関効果)

(単位:百万円)

部門 コード	部門名称	北海道	東北	関東	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	合計
1	水稻	32	3	2	1	0	0	0	2	0	40
2	豆類	29	2	1	0	0	0	0	1	0	34
3	野菜	273	13	8	2	1	1	2	7	0	307
4	食用工芸作物	4	1	0	0	0	0	0	0	0	5
5	非食用耕種作物	190	12	8	2	1	1	2	6	0	222
6	酪農	41	2	2	0	0	0	0	1	0	47
7	畜産	28	2	1	0	0	0	0	2	0	34
8	農業サービス	488	22	14	3	1	2	3	11	0	543
9	林業・水産業	20	2	1	0	0	0	0	1	0	26
10	鉱業	14	2	5	1	0	1	0	0	0	23
11	飲食料品	151	9	17	7	2	2	0	8	1	198
12	繊維製品	1	1	5	7	5	3	1	0	0	24
13	製材・木製品・家具	22	2	4	2	2	1	1	1	0	34
14	パルプ・紙・板紙・加工紙	351	16	80	16	26	7	13	3	0	513
15	化学製品	283	55	258	112	105	206	28	34	0	1,082
16	石油・石炭製品	259	16	153	40	9	49	5	3	0	534
17	プラスチック製品	82	11	71	35	29	13	4	3	0	249
18	窯業・土石製品	15	2	7	3	3	1	0	1	0	32
19	鉄鋼製品	7	1	13	5	10	8	1	3	0	48
20	非鉄金属製品	0	1	5	4	2	1	1	0	0	14
21	金属製品	14	2	12	5	9	2	1	1	0	46
22	一般機械	1	1	13	4	7	2	0	1	0	30
23	電気機械	1	3	10	4	4	1	1	1	0	24
24	輸送機械	1	1	18	29	3	8	0	1	0	62
25	精密機械	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2
26	その他の製造工業製品	22	3	32	9	9	4	1	4	0	83
27	建設	67	2	17	3	5	2	0	1	0	98
28	公益事業	131	11	27	10	10	14	2	4	0	211
29	商業	605	60	266	55	78	14	6	20	1	1,104
30	金融・保険・不動産	375	12	85	12	20	8	4	6	0	520
31	運輸	233	26	95	17	23	15	5	15	1	430
32	情報通信	66	4	99	6	10	3	1	2	0	191
33	公務・教育・研究	62	7	63	13	16	9	2	3	0	176
34	医療・保健・社会保障・介護	6	1	1	0	0	1	0	0	0	10
35	対事業所サービス	481	13	178	16	25	9	2	7	0	732
36	対個人サービス	4	0	2	0	0	0	0	0	0	8
37	その他	235	3	8	2	2	1	1	1	0	253
	合計	4,597	327	1,584	427	419	389	89	154	4	7,990

表 5-15 2016 年北海道豪雨による経済的波及被害(②前方連関効果)

(単位:百万円)

部門 コード	部門名称	北海道	東北	関東	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	合計
1	水稲	5	2	4	1	1	1	0	1	0	14
2	豆類	48	1	3	1	1	1	0	2	0	57
3	野菜	334	5	33	4	4	2	3	24	0	408
4	食用工芸作物	5	0	6	0	0	0	0	1	1	13
5	非食用耕種作物	33	1	1	0	0	0	0	1	0	36
6	酪農	127	2	7	2	1	1	1	3	0	143
7	畜産	132	17	42	10	7	6	4	26	1	244
8	農業サービス	3	1	1	0	0	0	0	0	0	6
9	林業・水産業	19	2	3	1	1	1	3	4	0	33
10	鉱業	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	飲食料品	3,591	248	2,516	404	1,060	113	75	253	7	8,269
12	繊維製品	0	0	2	1	2	0	0	0	0	6
13	製材・木製品・家具	2	1	1	1	1	0	0	1	0	6
14	パルプ・紙・板紙・加工紙	2	1	4	2	2	1	1	0	0	13
15	化学製品	1	2	23	6	14	2	2	1	0	51
16	石油・石炭製品	1	0	1	0	0	0	0	0	0	3
17	プラスチック製品	0	0	3	2	1	0	0	0	0	7
18	窯業・土石製品	0	0	1	1	0	0	0	0	0	3
19	鉄鋼製品	0	0	1	1	1	1	0	0	0	5
20	非鉄金属製品	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2
21	金属製品	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2
22	一般機械	0	0	3	1	1	0	0	0	0	6
23	電気機械	0	1	5	2	2	1	0	1	0	12
24	輸送機械	0	0	5	5	1	1	0	1	0	13
25	精密機械	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
26	その他の製造工業製品	1	1	5	1	4	0	0	1	0	13
27	建設	4	1	7	2	2	1	0	1	0	18
28	公益事業	1	1	2	1	1	0	0	0	0	6
29	商業	6	1	10	2	3	1	0	1	0	24
30	金融・保険・不動産	3	1	6	1	2	0	0	1	0	14
31	運輸	7	0	6	1	1	0	0	1	0	17
32	情報通信	3	1	25	1	3	1	0	1	0	36
33	公務・教育・研究	11	2	12	3	4	1	1	2	0	35
34	医療・保健・社会保障・介護	354	46	184	30	58	12	7	26	2	719
35	対事業所サービス	3	1	12	1	3	0	0	1	0	21
36	対個人サービス	1,131	152	1,303	159	313	42	22	108	8	3,238
37	その他	1	0	2	1	1	0	0	0	0	6
	合計	5,830	493	4,243	646	1,496	191	122	461	20	13,501

表 5-16 2016 年北海道豪雨による経済的波及被害(③後方連関効果)

(単位:百万円)

部門 コード	部門名称	北海道	東北	関東	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	合計
1	水稲	66	7	4	1	1	1	1	3	0	84
2	豆類	83	5	3	1	0	1	1	3	0	97
3	野菜	505	24	16	3	2	2	3	12	0	568
4	食用工芸作物	15	2	1	0	0	0	0	1	0	19
5	非食用耕種作物	407	25	17	4	2	3	3	13	0	474
6	酪農	91	5	4	1	0	0	0	3	0	104
7	畜産	102	7	5	1	1	1	1	5	0	122
8	農業サービス	1,105	49	31	7	3	5	6	24	0	1,230
9	林業・水産業	46	5	2	1	0	1	0	2	0	57
10	鉱業	30	4	11	2	1	2	0	1	0	51
11	飲食料品	357	23	41	16	6	4	1	18	2	468
12	繊維製品	4	3	11	18	11	6	1	1	0	56
13	製材・木製品・家具	44	4	9	5	4	2	2	1	0	72
14	パルプ・紙・板紙・加工紙	712	34	166	34	54	14	28	7	0	1,049
15	化学製品	699	135	616	272	255	502	69	83	0	2,632
16	石油・石炭製品	558	36	331	87	20	111	12	8	1	1,162
17	プラスチック製品	157	21	141	70	58	25	9	7	0	489
18	窯業・土石製品	31	5	16	7	6	3	1	2	0	71
19	鉄鋼製品	15	2	30	12	22	18	1	6	0	106
20	非鉄金属製品	1	3	12	9	4	2	2	1	0	33
21	金属製品	33	5	27	13	21	5	1	3	0	109
22	一般機械	3	2	29	10	16	3	1	2	0	66
23	電気機械	1	6	22	8	9	3	2	3	0	55
24	輸送機械	3	2	41	67	7	19	1	2	0	142
25	精密機械	0	0	3	1	1	0	0	0	0	5
26	その他の製造工業製品	52	8	75	20	22	8	2	9	0	196
27	建設	148	4	38	6	12	5	1	2	0	216
28	公益事業	284	26	62	24	23	34	5	9	0	467
29	商業	1,347	133	594	123	174	31	13	46	1	2,462
30	金融・保険・不動産	881	26	197	27	45	18	9	13	1	1,217
31	運輸	518	59	212	37	51	33	11	33	2	957
32	情報通信	149	10	225	13	23	7	3	5	0	435
33	公務・教育・研究	126	17	147	29	37	23	6	7	0	391
34	医療・保健・社会保障・介護	15	2	3	1	1	1	1	1	0	24
35	対事業所サービス	1,110	30	406	37	58	22	5	15	1	1,684
36	対個人サービス	10	1	5	0	1	0	0	0	0	18
37	その他	461	7	18	4	5	3	1	3	0	502
	合計	10,167	738	3,568	973	956	919	203	354	10	17,887

表 5-17 2016 年北海道豪雨による経済的波及被害(④前方連関効果)

(単位:百万円)

部門 コード	部門名称	北海道	東北	関東	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	合計
1	水稲	9	3	6	1	2	1	1	2	0	25
2	豆類	93	2	6	2	2	1	0	3	0	109
3	野菜	557	8	58	7	6	4	5	41	1	687
4	食用工芸作物	10	0	11	0	0	0	0	2	1	23
5	非食用耕種作物	57	1	2	1	0	0	0	1	0	63
6	酪農	219	4	12	3	2	2	1	5	0	248
7	畜産	228	29	74	17	12	10	7	44	1	422
8	農業サービス	5	1	2	0	1	0	0	1	0	11
9	林業・水産業	32	3	5	2	2	1	5	6	0	56
10	鉱業	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
11	飲食料品	6,186	428	4,389	706	1,846	198	131	437	13	14,334
12	繊維製品	1	0	3	2	3	1	0	0	0	10
13	製材・木製品・家具	3	1	2	1	1	1	1	1	0	10
14	パルプ・紙・板紙・加工紙	4	1	7	3	3	1	2	1	0	23
15	化学製品	1	3	40	10	24	4	3	2	0	88
16	石油・石炭製品	2	0	2	0	1	1	0	0	0	5
17	プラスチック製品	0	1	5	3	3	1	0	0	0	12
18	窯業・土石製品	1	0	1	1	1	0	0	0	0	5
19	鉄鋼製品	1	0	3	1	2	1	0	1	0	8
20	非鉄金属製品	0	0	1	1	0	0	0	0	0	3
21	金属製品	0	0	1	1	1	0	0	0	0	4
22	一般機械	0	1	5	2	2	1	0	0	0	11
23	電気機械	0	2	9	3	4	1	0	1	0	21
24	輸送機械	0	1	9	8	1	2	0	1	0	23
25	精密機械	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
26	その他の製造工業製品	2	2	8	2	6	1	0	1	0	22
27	建設	7	2	12	3	4	1	1	2	0	32
28	公益事業	2	1	4	1	1	0	0	1	0	10
29	商業	9	2	18	3	5	1	0	2	0	41
30	金融・保険・不動産	5	1	10	2	3	1	0	1	0	24
31	運輸	12	1	10	1	2	1	0	1	0	28
32	情報通信	6	2	43	3	5	1	1	2	0	62
33	公務・教育・研究	18	3	21	4	7	2	1	3	0	59
34	医療・保健・社会保障・介護	590	77	311	51	98	21	12	44	4	1,208
35	対事業所サービス	5	1	20	2	4	1	0	1	0	35
36	対個人サービス	1,895	257	2,207	272	534	73	37	184	13	5,471
37	その他	2	1	4	1	1	0	0	1	0	10
	合計	9,963	842	7,320	1,120	2,591	332	211	793	34	23,206

5.2.4 本節のまとめ

本節では、産業連関分析においてベーシックな後方連関効果に加え、前方連関効果の視点を加えて北海道農業部門の影響額を分析した。仮説的抽出法を用いると、後方連関効果よりも前方連関効果で大きな経済的影響があることが分かった。全国への原材料供給基地という北海道農業の位置付けを踏まえると、前方連関効果を推計することで改めてその貢献度が浮き彫りとなった。

一方で、仮説的抽出法は推計のために一定の仮定を置くものであり、現実的なサプライチェーンや取引構造との違いがあることは前提として考慮しておかなければならない。特に農作物の場合、被害を受けた内容やタイミングで間接的被害の意味合いが変わる。現実には、被害を受けた時期が収穫前か収穫後かにより直接被害額や経済的影響は大きく変動するであろうし、対象となる財が需要側産業において代替可能なケース（同じ財を別の地域から調達するなど）であれば経済的影響はそこまで広がらないかもしれない。この点については、3.3で考察しているとおり、当該産業部門の重要度をモデルに反映するなどの工夫が必要となろう。

このように、地域間産業連関モデルを利用する場合には、モデルの前提条件やその限界に留意する必要があるが、前方連関効果・後方連関効果ともに間接的な波及を定量的に把握することは、間接的被害に対するリスク分析や政策評価を実施する上で有意義であり、こうした分析が有効であることが示唆された。

5.3 北海道における貨物鉄道輸送網の維持に関する分析¹²⁵

5.3.1 本節の目的

北海道新幹線は、2016（平成 28）年 3 月 26 日に新青森・新函館北斗間 148.8km が開業し、現在、2030（令和 12）年度末の新函館北斗～札幌間 211.5km の開業を目指して延伸工事が進められている。新函館北斗～札幌間には、新八雲（仮称）駅、長万部駅、倶知安駅、新小樽（仮称）駅の 4 駅が設けられる予定であり、札幌延伸時には、並行在来線である JR 函館線・函館～小樽間 287.8km が JR 北海道から経営分離される予定となっており、それらの並行在来線を通行する鉄道貨物輸送網の維持が議論されている¹²⁶。

本節では、青森から青函共用走行区間¹²⁷（図 5-8 のうち①）を通過し、北海道新幹線並行在来線（函館・長万部間）（図 5-8 のうち②）を経て、北海道と本州を結ぶ貨物鉄道輸送リンクを対象とした分析を行う。これらは、個別に議論・報道されることが多いため、個々の問題として捉えられがちであるが、北海道・本州間の輸送においては双方が同時に機能する必要があることから、本節では両者をまとめて「青函ルート」と総称する。なお、北海道・本州間の輸送を担う貨物列車はすべてこの青函ルートを通過している。

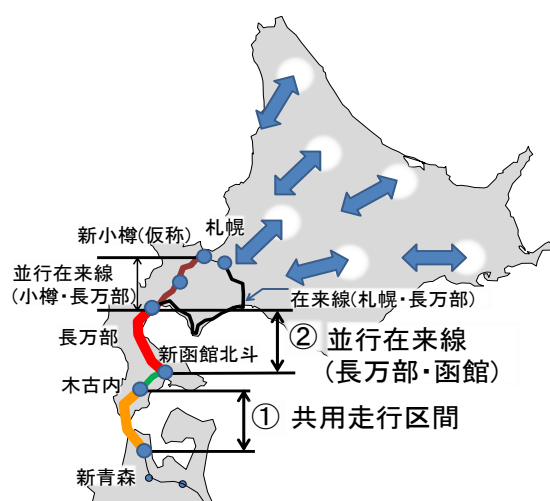


図 5-8 青函ルート

¹²⁵ 本章の分析内容は、次の研究報告を再構成した上で加筆修正したものである。

平出渉, 相浦宣徳：北海道新幹線並行在来線と青函共用走行区間における貨物鉄道輸送に関する一考察～議論の整理と仮説的抽出法アプローチによる影響分析～, 日本物流学会誌第 30 号, 日本物流学会, pp219-226, 2022.6.

¹²⁶ 北海道総合政策部交通政策局交通企画課：函館線（函館・小樽間）について（北海道新幹線並行在来線対策協議会）, <https://www.pref.hokkaido.lg.jp/ss/stk/heizai.html> (2022.11.28 閲覧)

¹²⁷ 北海道新幹線と貨物列車が三線軌条を用い共用走行する青函トンネルを含む約 82km の区間を指す。

本節では、昨今の青函ルートに関する議論を整理すると共に、同ルートを走行する貨物鉄道輸送の在り方について、重要性と同ルートを通る貨物鉄道輸送ができなくなった場合の北海道及び全国各地への経済的影響という2つの観点から検討する。経済的影響については、仮説的抽出法を用いた産業連関分析により推計する。

5.3.2 青函ルートにより輸送される貨物の特徴

(1) 輸送量・主な品目

現在、青函ルートを通過する貨物鉄道輸送によって、北海道を発着するユニットロード貨物の約20%に相当する、移出236万トン、移入231万トンの荷物が運ばれている¹²⁸。図5-9のとおり、北海道から全国各地へは道内各地で生産された農産品や加工食品などが運ばれ、全国各地からは北海道民の生活に欠かせない日用雑貨や食料などが運び込まれている¹²⁹。青函ルートはまさに道内各地域と道外を結ぶ物流の大動脈であり、この輸送ができなくなった場合には全国の経済活動に大きな影響を及ぼすこととなる。

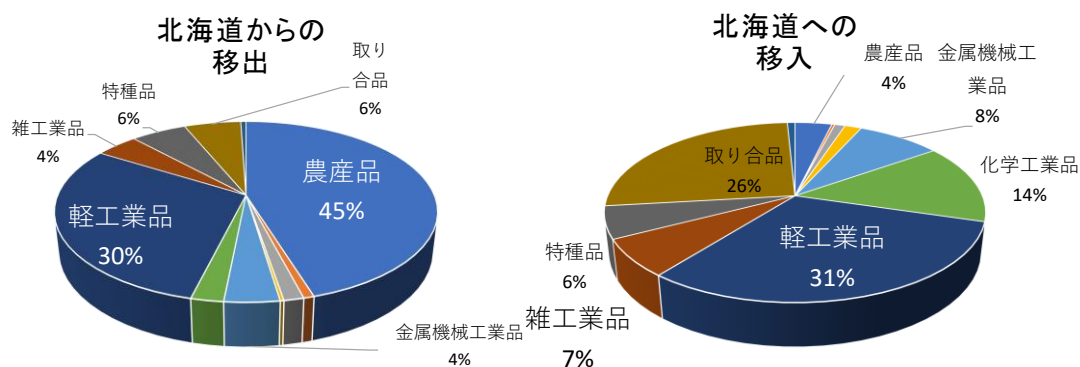


図 5-9 北海道の移出・移入の品目別内訳

出所：貨物・地域流動調査（平成25～29年度平均）より作成。

¹²⁸ 貨物・地域流動調査における平成25～29年度平均。

¹²⁹ 相浦宣徳, 富田義昭：『激変する農産物輸送 HAJA ブックレットグローバルバージョンと北海道』, 北海道農業ジャーナリストの会, 2019.7.

(2) 方面別・地域別シェア

ユニットロード貨物として、北海道から大量に移出・移入される品目（農産品、軽工業品、雑工業品など）について、移出先地域別、移入元地域別に鉄道貨物の輸送機関分担率をみると、九州（北海道からの移出 81.7%、北海道への移入 67.9%）、中国（移出 77.5%、移入 44.9%）、四国（移出 73.4%、移入 74.6%）など、より遠方の地域や北海道からのフェリー・RORO 船の乗り継ぎの便が悪い地域において貨物鉄道輸送が貢献している（図 5-10、図 5-11）。

また、北海道内の地域においては、貨物鉄道輸送への依存度に大きな差がある。地域別に鉄道貨物の輸送機関分担率をみると、オホーツク地域（60.1%）、道北地域（49.2%）、十勝地域（32.2%）が高い一方、並行在来線沿線地域である道南地域では 4.4%と極端に低い。

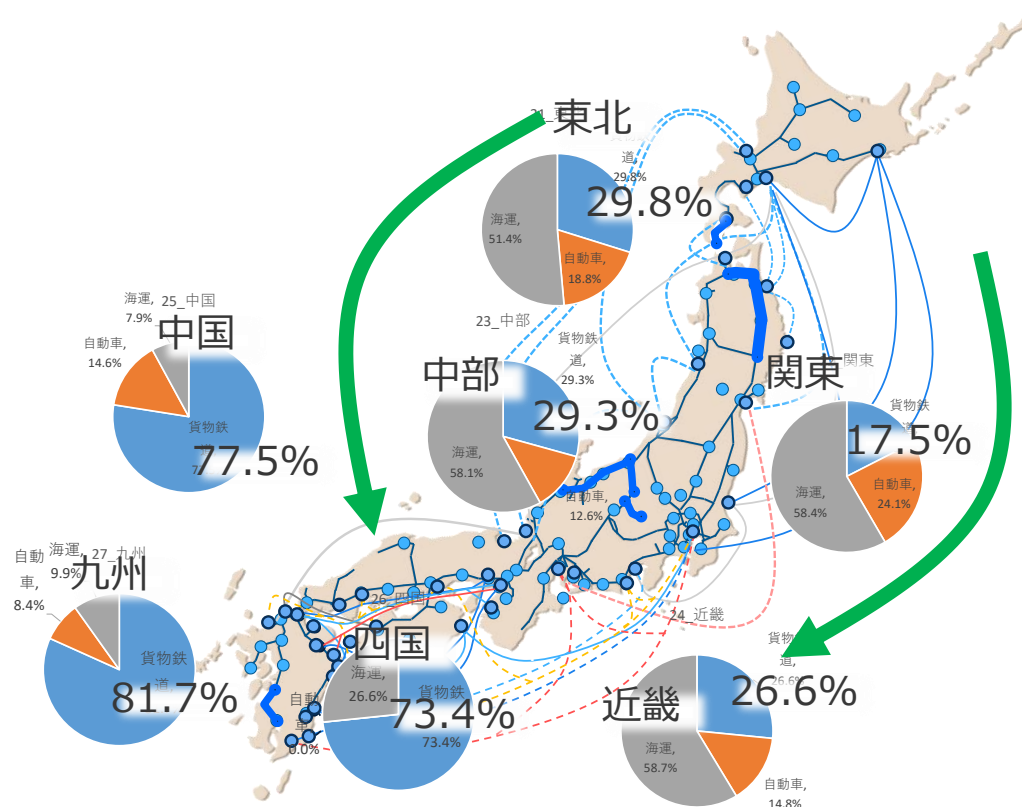


図 5-10 輸送機関別分担率(移出)

出所：貨物・地域流動調査、日本貨物鉄道貨物株式会社輸送実績より作成（平成 25~29 年度平均）。

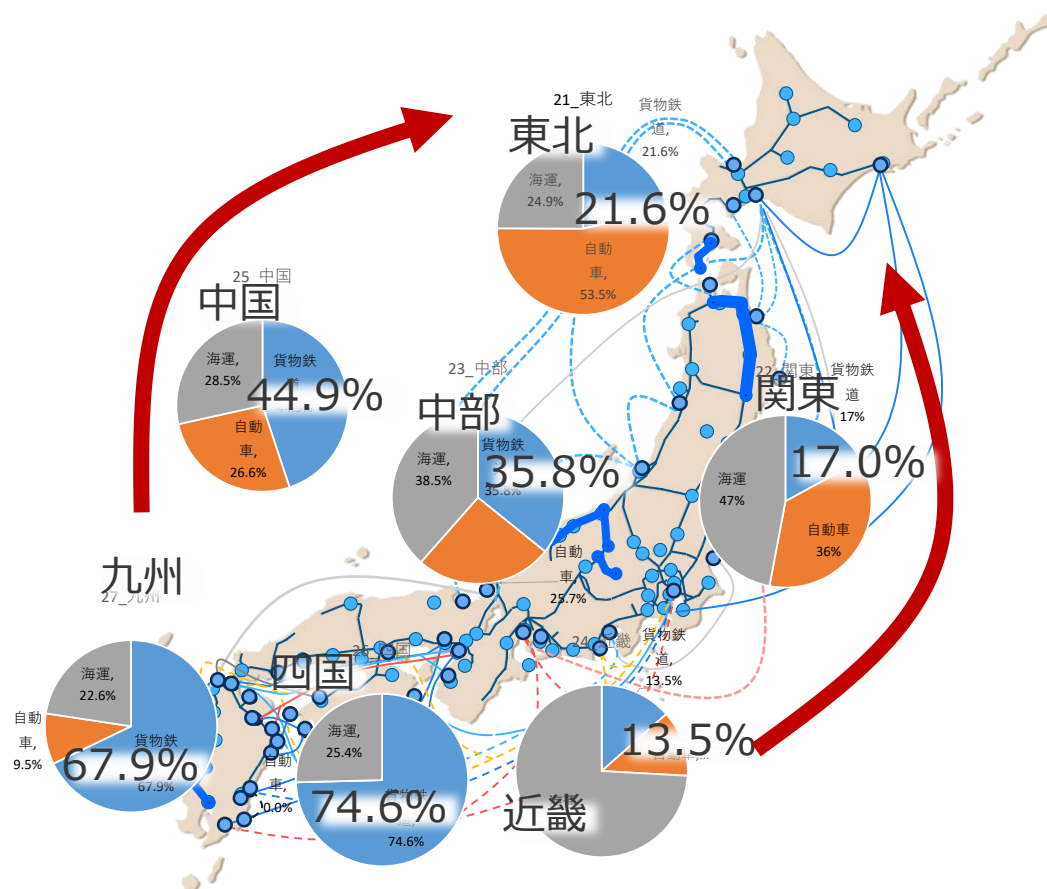


図 5-11 輸送機関別分担率(移入)

出所：貨物・地域流動調査、日本貨物鉄道貨物株式会社輸送実績より作成（平成 25~29 年度平均）。

(3) ロットサイズと輸送トリップ(配達)

北海道発の鉄道コンテナデータに基づく分析結果から、全配達回数の約 86% の配達が生産コンテナ 1 個単位で配達されており、コンテナ 2 個での配達を合わせると約 97%にのぼる。5t~10t という比較的小さいロット¹³⁰で 9 割を超える配達が行なわれている。これらの貨物が小ロットで流通する理由としては、配達先の事業規模、保管スペースの制約、周辺の狭隘道路などによる接車制限などがあげられる。

図 5-12 は出荷元荷主と配達先荷主の組合せが同じ輸送トリップ(配達)の年間発生回数(図の横軸)、発生間隔の平均(同縦軸)を示したものである¹³¹。分析には、北海道内利用運送事業者 6 社より貸与された約 27 万件のデータを用いた。発生間隔は、出荷元・配達先荷主の組合せが同じ配達が発生する度に、前の配達の発生時との間隔を算出し、合計値を配達発生回数から 1 を減じた数で除して求めている。図 5-12 から、貨物鉄道は、年間配達回数が少ない配達先、配達間隔が長い配達先への輸送を担っていることが分かる¹³²。

また、図 5-12 のうち①の領域、すなわち、年間配達回数が比較的多く配達間隔の短い配達は、20t 単位で輸送できるフェリー・RORO 船を介したトラック・シャーシ輸送(以降、単に「トラック・シャーシ輸送」と称す)でなされている可能性が高い¹³³。これに対し、前述した貨物鉄道輸送では 5t~10t という相対的に小さなロットで 9 割を超える配達が行なわれていること、配達発生間隔の長さなどから、小ロット・低頻度での配達を求める顧客のニーズ、配達先周辺の狭隘道路などによる接車制約などに、トラック・シャーシ輸送に比べ貨物鉄道輸送が適応していることが分かる。

過去には 1 台のトレーラが 20t の荷物を混載し、3~4 か所で取卸していたが、ドライバーの運転時間、拘束時間の制約から、現在では 1 か所ないし 2 か所が上限といわれている。そのため、巡回箇所数の減少に伴って積載率の低下が想定される。また、複数箇所を巡回することにより、荷主の希望しない時間に集荷・配達されることも起こりうる。

¹³⁰ フェリー・RORO 船を介したトラック・シャーシ輸送の場合の輸送ロットは概ね 20t である。

¹³¹ 例えば、間隔 2 日、回数 10 回のドットは、農産品出荷繁忙期等に集中配達(2 日間隔で年間 10 回配達)されている。

¹³² 全国通運株式会社・河野敏幸氏らへのヒアリングによると、配達間隔を詰めてより多くのコンテナをまとめて配達することも理論的には可能であるが、配達先との需要調整、分配拠点の設置など流通システムの変更などが必要となる。

¹³³ 北海道から全国各地に移出を行う荷主企業へのヒアリングによる。

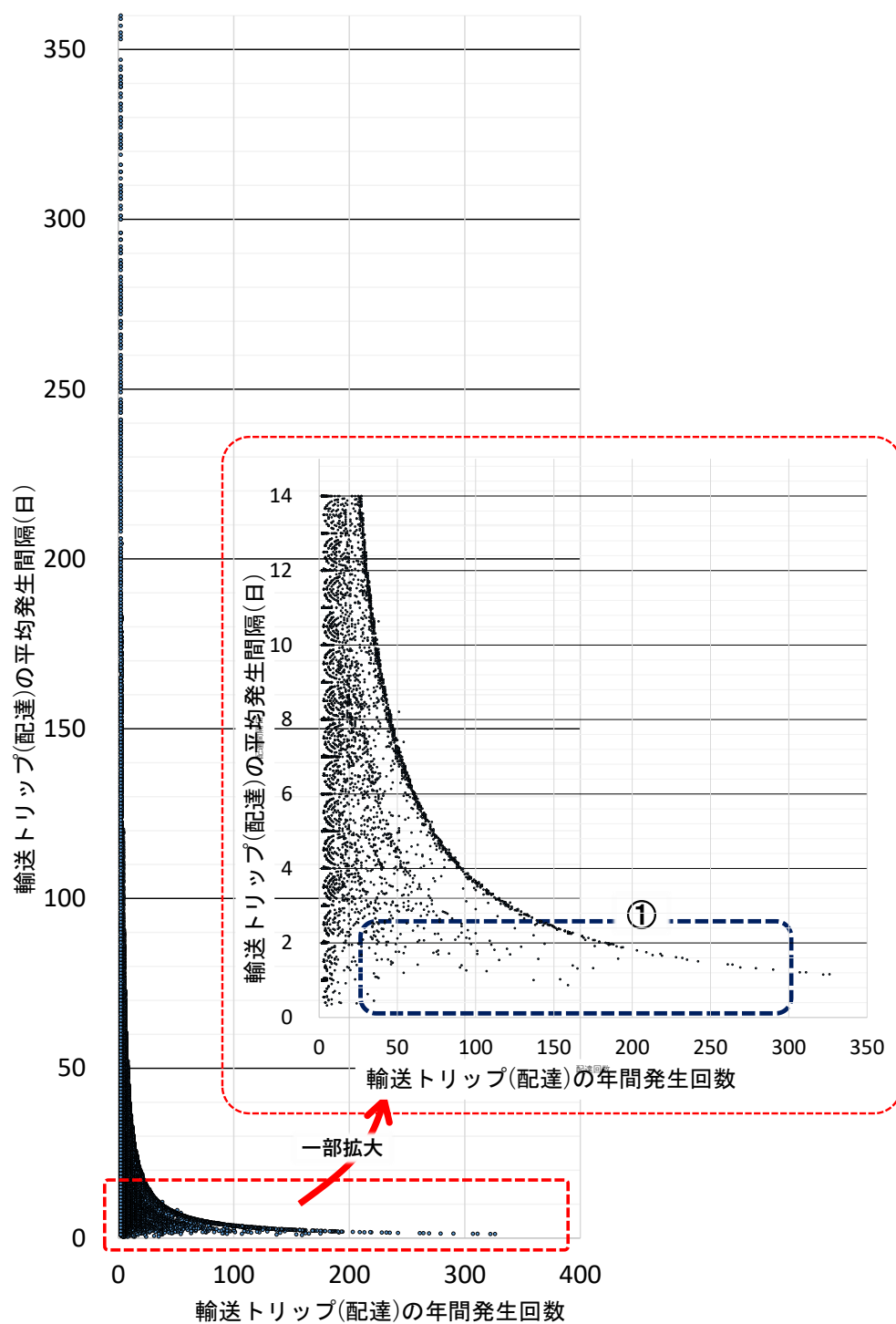


図 5-12 輸送トリップ(配達)の年間発生回数と平均発生間隔

(4) 貨物駅・港湾までの道路輸送距離

昨今、トラックドライバー不足や時間外労働の上限規制の運輸業への適用が話題となっているが、これらは貨物鉄道輸送やトラック・シャーシ輸送にも影響する。荷主と貨物駅や港湾との間の輸送にはトラックによる道路輸送が欠かせないためである。

図 5-13 で、ホクレン農業協同組合連合会より提供を受けた農産品出荷データ（2017 年 9 月）を用いて推計した「(あ) 貨物駅までのコンテナの道路輸送距離」と「(い) フェリー・RORO 船の発着港湾までの道路輸送距離」を比較する。道内の荷主から貨物駅までのコンテナ輸送（あ）の平均は 32.3km で、道外では約 15.0km であった。対して、トラック・シャーシ輸送に伴う道路輸送では、道内では平均 184.8km の道路輸送（い）が必要となる。地域別に（あ）と（い）を比較すると、関東では（あ）19.6km と（い）66.3km、近畿では（あ）15.9km と（い）140.3km となった。

トラック・シャーシ輸送に伴う道路輸送距離は、貨物鉄道輸送に比較して、北海道内では約 5.7 倍、本州では 3.4 倍～8.9 倍に及ぶ。ドライバー不足に『2024 年問題』¹³⁴によるドライバーの労働時間に関する制約が相乗し、トラックによる道路輸送力の低下が懸念される状況において、北海道・道外間の輸送力確保という観点から、道路輸送への依存度がより低い貨物鉄道輸送は重要な輸送モードとなろう。

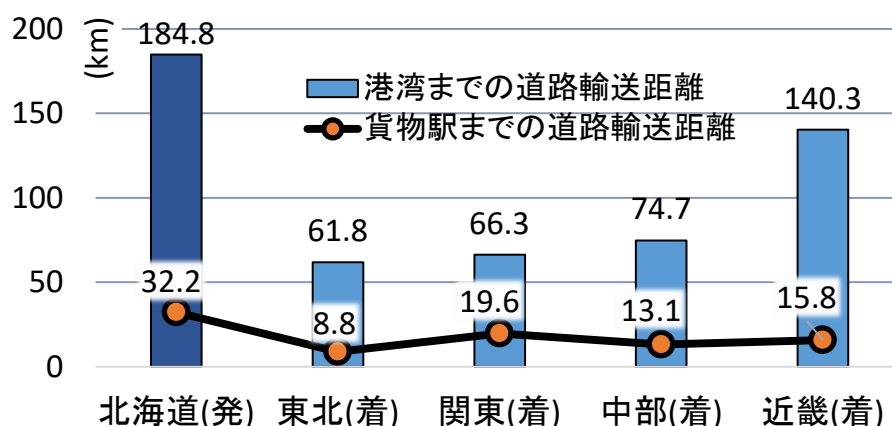


図 5-13 貨物駅・港湾までの道路輸送距離の比較

出所：ホクレン農業協同組合連合会・農産品移出データ（2017 年 9 月）より推計して作成。

¹³⁴ 働き方改革関連法により、2024（令和 6）年 4 月 1 日から「自動車運転業務における時間外労働時間」が上限 960 時間に罰則付きで制限される。これにより生ずる諸問題を意味する。

5.3.3 青函ルートを取り巻く議論

(1) 青函共用走行問題に関する議論

青函共用走行問題とは、新幹線と貨物列車が三線軌条により共用走行する青函共用走行区間（図 5-14）における、新幹線と貨物列車のすれ違い時の安全性に起因する問題である。

現在、青函ルートにおいては、「青函共用走行区間」と「並行在来線（函館・長万部間）」における貨物輸送の在り方に関する議論がなされている。2013（平成 25）年に青函共用走行区間技術検討 WG により「当面の方針」が示された後、様々な方策が検討された。最近の報道等に基づく、「時間帯区分案」が昨今の主たる方策となっている。2020（令和 2）年の年末年始、2021（令和 3）年の GW 及びお盆期間には、貨物列車の走行に影響が小さい期間に限り新幹線の高速走行が行われた。

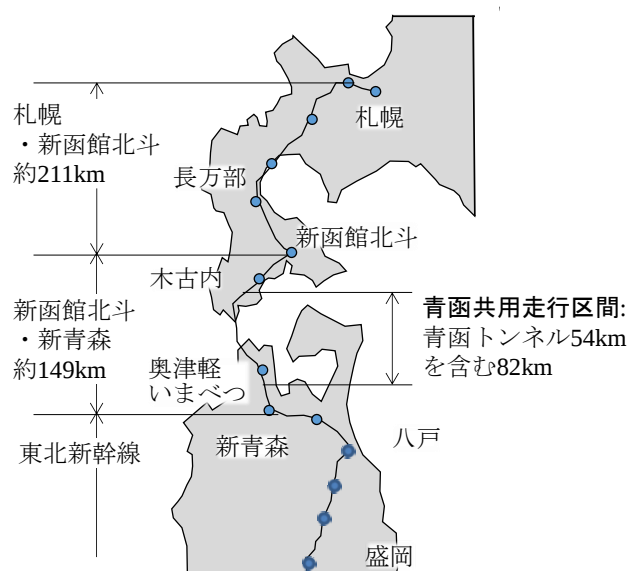


図 5-14 青函共用走行区間

2020（令和 2）年の年末年始での高速走行（210km/h）を受けた報道によると^{135,136}、現在の「貨物列車の走行に影響が小さい期間に限り新幹線の高速走行」から、貨物列車の通常運転期における「1 日の内の時間帯を区切っての新幹線の高速走行」に展開される可能性が読み取れる。現在は、旅客・貨物双方が、互いの影響を最小限に抑え、輸送サービスの維持・向上をすべく、関係者間（国土交通省、JR 東日本、JR 北海道、JR 貨物）で調整を行っているタ

¹³⁵ 鉄道ジャーナル 2021.4.

¹³⁶ 日刊工業新聞：北海道新幹線 きょう開業 5 年 需要喚起に挑む, 2021.3.26, pp32.

イミングにある。関係者間の調整においては、北海道側の運行ダイヤだけでなく、本州の運行ダイヤも含め調整されるが、「旅客輸送のニーズ」に偏らず、「貨物輸送のニーズ」も含め、双方から十分な議論がなされるべきである。

貨物列車の価値・使命は発時間と着時間の組み合わせ、すなわちダイヤによって決まる。輸送需要に合わない列車運用は列車が走っていないこととほぼ同義であろう。「貨物輸送の真のニーズ」を熟知している利用運送事業者、発荷主・着荷主の知恵、参画が必要である。

(2) 並行在来線(函館～長万部間)における貨物鉄道輸送の在り方に関する議論

「全国新幹線鉄道整備法の一部を改正する法律案に対する附帯決議 衆議院運輸委員会（1997.4）」には、『整備新幹線の建設に伴う並行在来線の経営分離によって、将来 JR 貨物の輸送ネットワークが寸断されないよう、万全の措置を講ずること』とある。加えて、「全国新幹線鉄道整備法施行令の一部を改正する政令（2002.10）」により貨物調整金制度が創設され、2009（平成 21）年及び 2011（平成 23）年には、並行在来線鉄道会社や沿線地方公共団体からの要望などにより貨物調整金の拡充がなされた¹³⁷。このように、整備新幹線供用後の「貨物鉄道輸送ネットワーク」は国により堅持されてきたと言える。

一方、「整備新幹線着工等について 政府・与党申合せ（1990.12）」に『建設着工する区間の並行在来線は、開業時に JR 旅客各社の経営から分離することを認可前に確認する』とあるように、並行在来線の運営を含めた地域交通の在り方については、沿線自治体（北海道においては道と沿線市町村）で議論されている。

ここで、吉見（2020）¹³⁸による『並行在来線分離の形態』を紹介する。しなの鉄道、あいの風とやま鉄道、IR いしかわ鉄道は「①旅客輸送型」に、IGR いわて銀河鉄道、青い森鉄道、肥薩おれんじ鉄道、道南いさりび鉄道等は「②貨物輸送中心型」に分類されている。その他、現在まで存在していないが「③貨物輸送専業型」と「④廃線」が定義されている。

図 5-15 に日本貨物鉄道株式会社の輸送実績から、貨物輸送からみた並行在来線の機能を整理した。大別して、次の 2 つの機能がみられる。（あ）大量の通過貨物を支え、わが国の貨物鉄道ネットワークの一役を担う機能、（い）沿線駅の発着貨物を有し、地域から全国各地への出入口として地域を支える機能、である。しなの鉄道、肥薩おれんじ鉄道は主に（い）の機能、北陸 4 社、

¹³⁷ 大嶋満：貨物調整金制度の見直しに向けて、参議院常任委員会調査室・特別調査室，立法と調査 No.428, 2020.10.

¹³⁸ 吉見宏：函館本線「並行在来線」の行方，成美堂出版(株)，鉄道ジャーナル No.642, 2020.4.

東北2社は（あ）（い）双方の機能を担っている。これに対し、通過貨物の多い「道南いさりび鉄道」は、特に（あ）の機能が強い。

前項までに示したように、北海道の各地域と全国各地の間を往来する貨物列車で輸送される貨物はほぼ全量、並行在来線（函館～長万部間）を通過する。沿線駅の発着貨物が相対的に少ない点も含め、並行在来線（函館～長万部間）は、正に、前述した「（あ）大量の通過貨物を支え、わが国の貨物鉄道輸送ネットワークの一役を担う機能」を果たす重要なリンクである。

全国の貨物輸送ネットワークを寸断されないよう万全の措置を講ずるという観点から、そして、北海道内の各地地域と道外のモノの往来を健全に保ち、地域を守るという観点からも、初の「③貨物輸送専業型」となる可能性も含め検討すべきであろう。

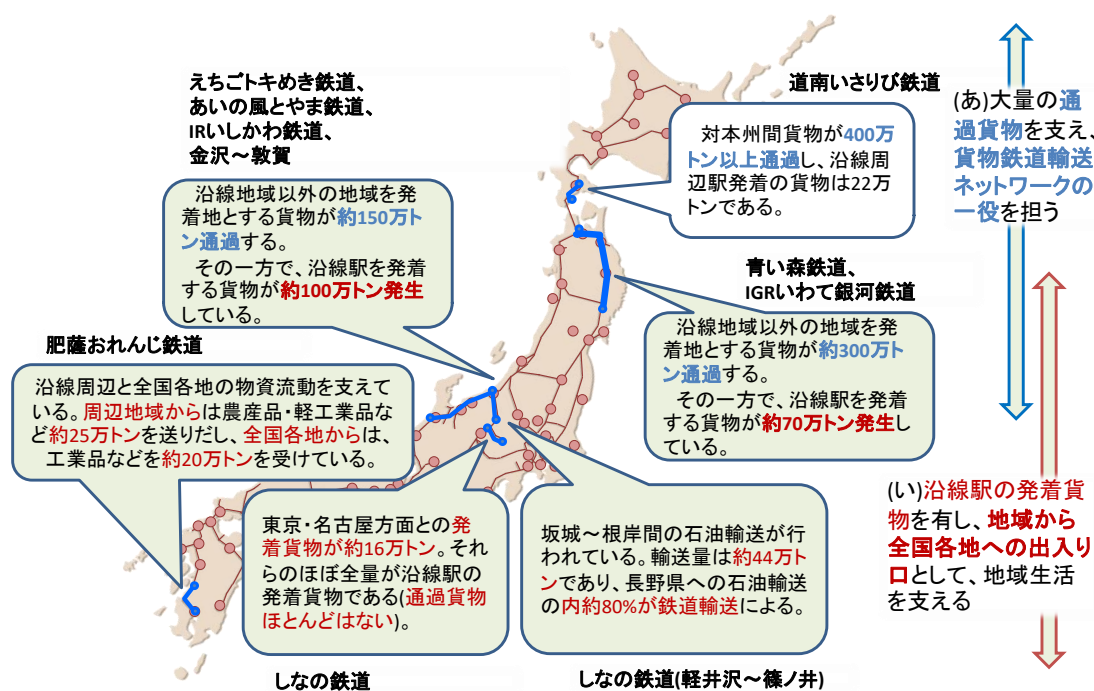


図 5-15 貨物輸送からみた「並行在来線」の機能

出所：吉見（2020）等を参考に作成。

(3) 青函ルートを取り巻く議論のまとめ

現在、「青函共用走行区間」と「並行在来線（函館～長万部間）」における貨物鉄道輸送の在り方については、①国による JR 貨物の輸送網を寸断させない万全の措置、②国土交通省、JR 東日本、JR 北海道、JR 貨物による青函共用走行の調整、③並行在来線沿線市町村等による地域公共交通についての協議、などが必要である。

並行在来線（函館～長万部間）¹³⁹については、国土交通省と北海道は 11 月 7 日、国、北海道、JR 貨物、JR 北海道の 4 者協議を行い、国や自治体が線路設備を保有して鉄道会社が運行する「上下分離方式」も含めた議論を開始した¹⁴⁰。

青函ルートはわが国の幹線物流ネットワークの重要リンクであり、次節以降で示すように、輸送できなくなった際の影響は全国各地に及ぶと共に、北海道の各地と道外のモノの往来を途絶させ、地域経済の脆弱化を招く可能性を含む。さらに、本項で示した議論は「整備新幹線の取扱いについて（政府・与党申合せ、2015.1）」の『4.貨物調整金制度の見直し』、ひいては、全国各地の並行在来線の将来の姿にも大きな影響を与えるものである。

以上を鑑みると、数年後に描かれる「青函ルートの姿」は、まさにわが国の幹線物流ネットワークの将来の行く末を投影するものとなろう。健全なネットワークを将来に引き継ぐために、①～③を包括した議論を展開する「土俵と行司」が必要である。

¹³⁹ 小樽～長万部間（約 140.2km）については、2022（令和 4）年 3 月 27 日に開催された北海道新幹線並行在来線対策協議会第 13 回後志ブロック会議においてバス転換が決定し、事実上の廃線が確定した。
北海道総合政策部交通政策局交通企画課：函館線（函館・小樽間）について（北海道新幹線並行在来線対策協議会），<https://www.pref.hokkaido.lg.jp/ss/stk/heizai.html>（2022.11.28 閲覧）

¹⁴⁰ 日本経済新聞：北の鉄路見えないくさび（下）函館～長万部 存続に暗雲 貨物線、費用分担定まらず，2022.12.2.

5.3.4 貨物鉄道輸送ができなくなった場合の影響

本項では、貨物鉄道輸送による配達をフェリー・RORO 船を介したトラック・シャーシ輸送に転換した際のトラック輸送距離の変化を推計し、トラック輸送への依存度を考察する。

具体的には、ホクレン農業協同組合連合会より提供を受けた農産品移出データ（2017 年 9 月、約 17,000 コンテナ分）に基づき、北海道の集荷元から本州方面の配達先に届けるまでに発生するトラック輸送費用と輸送距離を比較する。貨物鉄道輸送では、集荷元から道内貨物駅へのトラック輸送、本州方面の貨物駅から配達先へのトラック輸送が発生する。一方、トラック・シャーシ輸送では、集荷元から道内港湾へのトラック輸送、本州方面の港湾から配達先へのトラック輸送が発生する。

まず、北海道の集荷先から本州の配達先までの輸送距離について、貨物鉄道で輸送した場合とトラック・シャーシで輸送した場合について推計し¹⁴¹、その変化を「増加倍率」として比較した。増加倍率は、北海道内については「集荷元・道内港湾間の輸送距離」を「集荷元・道内貨物駅間の輸送距離」で除した値とし、道外については「道外港湾・配達先間の輸送距離」を「道外貨物駅・配達先間の輸送距離」で除した値とした。

図 5-16 に北海道内でのトラック輸送距離の増加倍率を市町村別に示し、図 5-17 に本州方面でのトラック輸送距離の増加倍率を都府県別に示す。全国各地に約 140 ある貨物駅を終点（または起点）とするトラック輸送から、フェリー・RORO 船就航港湾を終点（または起点）とするトラック輸送に代わることで、北海道内、本州共に、走行距離の大幅な増長が見られた。

¹⁴¹ （あ）使用データ：青果物の移出コンテナ流動データ（2017 年 9 月分）約 17,000 コンテナ分。全コンテナデータについて、次の（い）～（き）に従い、輸送費用、所要時間を算出。（い）輸送単位（一度に集荷・配達するコンテナ数）：輸送実績。（う）貨物鉄道輸送時の発着駅の選定：輸送実績。（え）フェリー・RORO 船利用時の使用航路の選定：本州側の道路輸送が最小となる航路を選択、ただし、船腹などのリンク容量は考慮しない。（お）使用車両など：13m シャーシ（20t）の無人航送とする。

（か）所要時間算出に係る情報：発地・着地が所在する市役所・町村役場住所と貨物駅・港湾の住所から Google マップを使用して計測。（き）運賃算出に係る情報：①貨物鉄道輸送に係る運賃・道内・発送料*、鉄道運賃*、青函付加料金†、道外・到着料*。②フェリー・RORO 船を介するトラック輸送に係る運賃、道内・道路輸送料‡、乗船料金（フェリー）†、フェリー・RORO 船シャーシ航送料†、下船料金（フェリー）†、道外・道路輸送料‡。*：「コンテナ営業ガイド（JR 貨物）」、†：ヒアリングによる、‡：H11 距離制タリフ。

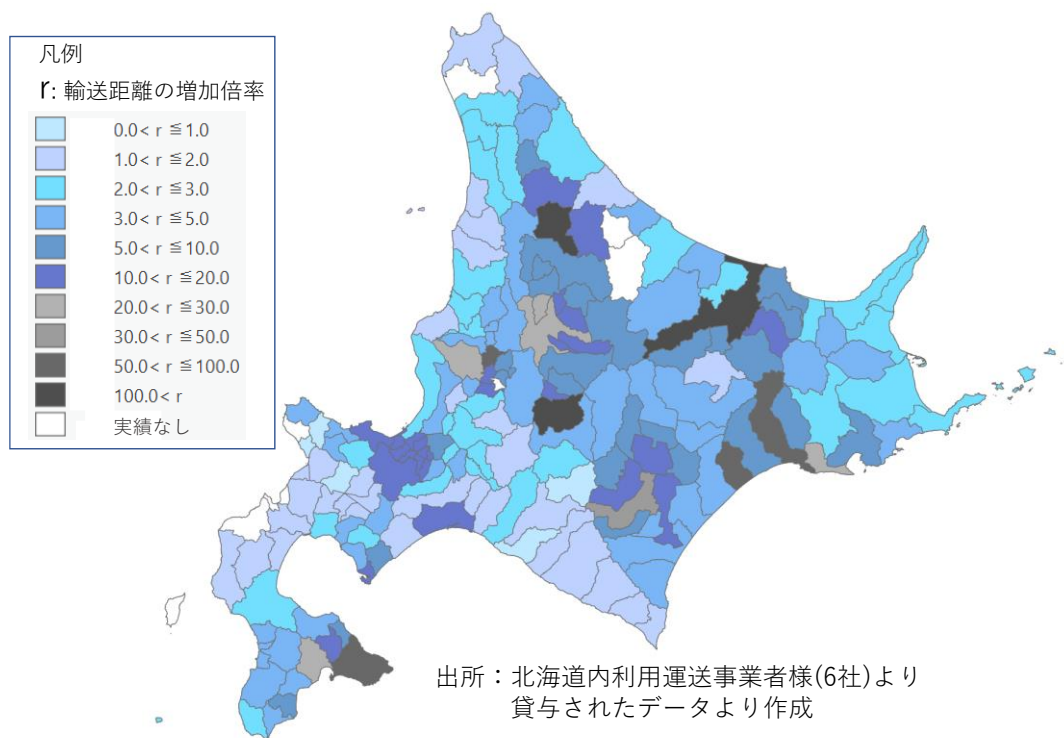


図 5-16 トラック輸送距離の変化(北海道内)

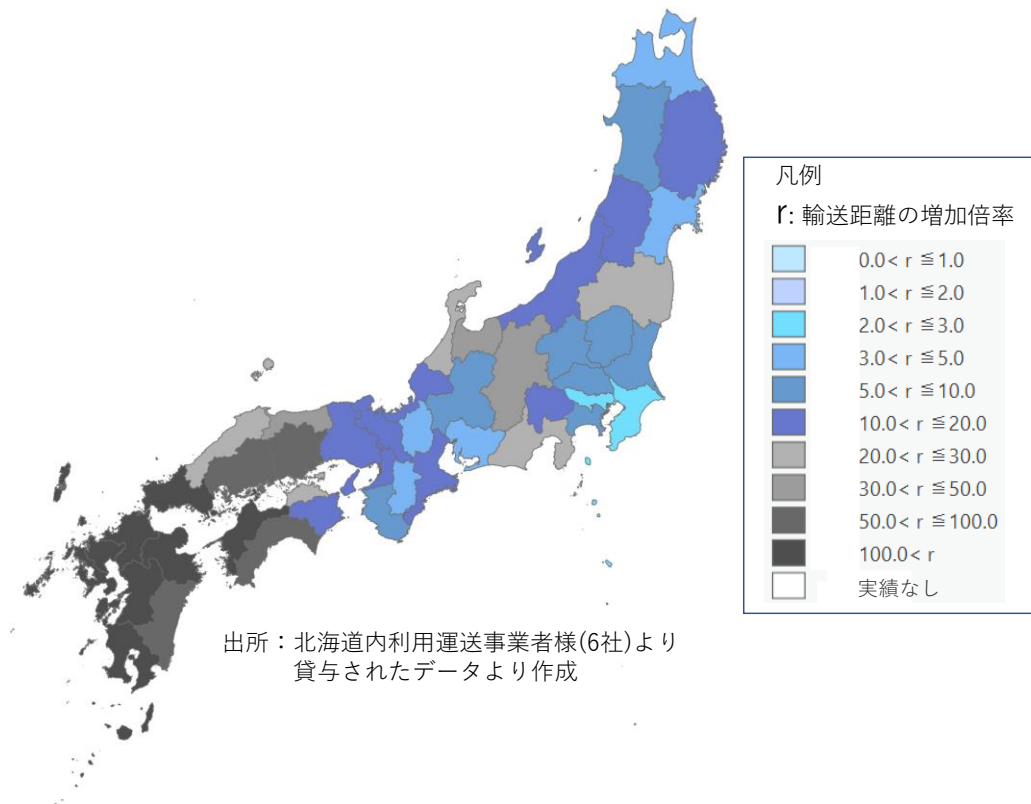


図 5-17 トラック輸送距離の変化(北海道外)

次に、貨物鉄道に代わってフェリー・RORO 船を介したトラック・シャーシ輸送を行った場合について、北海道の集荷先から本州の配達先に届けるまでの総費用を求め「増加倍率」を推計した（図 5-18）。その結果、輸送実績のある全ての市町村において、費用の増加がみられた。

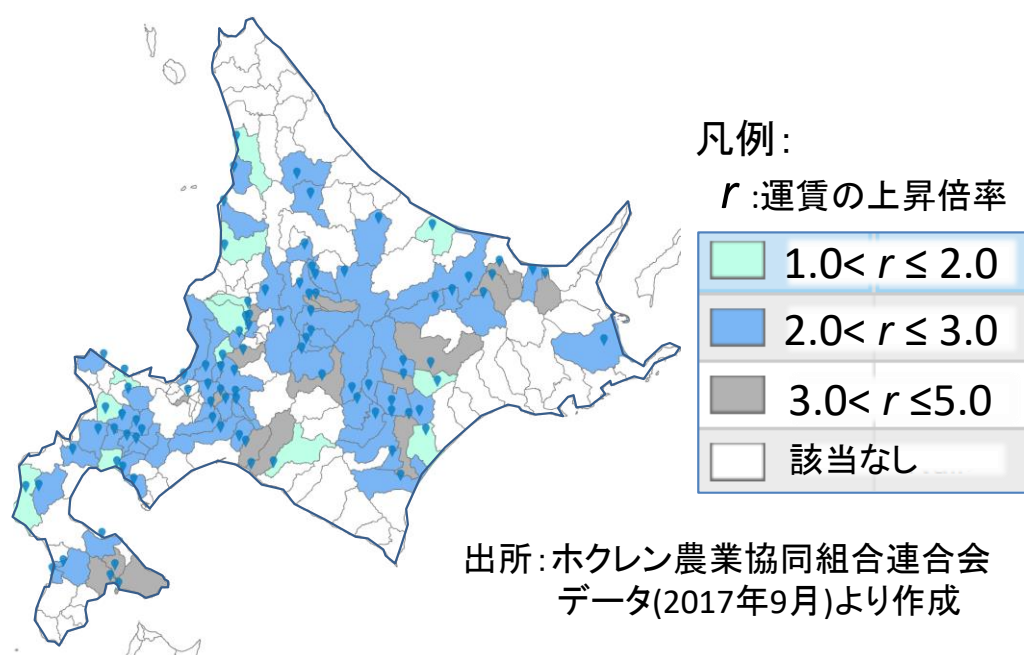


図 5-18 トラック輸送費用の変化(北海道内)

5.3.5 青函ルートの貨物鉄道輸送が全国経済に与える経済的影響の推計

ここでは、並行在来線が廃止され、青函ルートを通る貨物鉄道輸送ができなくなった場合に想定される北海道及び全国各地への経済的影響について、仮説的抽出法を用いた産業連関分析により推計する。

具体的には、青函ルートを通過する貨物鉄道輸送量(a)から、青函ルートで貨物が輸送できなくなった場合に想定されるフェリー輸送等の他モード・他ルートによる代替輸送可能量(b)を差し引いたものを、青函ルートでの輸送ができなくなった場合の輸送量減少分(a－b)と仮定し、これを金額換算した移出減少額を基に全国に及ぼす経済的影響を分析する。

(1) 分析の方法

① 産業連関表

分析にあたっては、経済産業省「2005（平成 17）年地域間産業連関表」と北海道開発局「2005（平成 17）年北海道内地域間産業連関表」を接続した「2005（平成 17）年全国－北海道地域間産業連関表（8 部門表）¹⁴²」を作成した。これにより、道内 6 地域・その他全国 8 地域の計 14 地域別に、地域間・産業間取引を分析することができる。

② 移出減少額の算定

本項では移出減少額を、現在青函ルートを通過する貨物鉄道輸送量(a)から代替輸送可能量(b)を差し引いた輸送量減少分(a－b)を金額換算して算出した。

まず、青函ルートを通過している北海道・本州間の貨物鉄道輸送量(a)を金額換算した。北海道内 6 地域とその他全国 8 地域との貨物流動における「貨物鉄道輸送の品目別分担率」を「各品目が関連する産業部門の移出額において貨物鉄道輸送が担う割合」と仮定し、産業連関表における各地域間の産業部門別移出額に乗じて算出した。

次に、青函ルートで貨物の輸送ができなくなった場合に想定される代替輸送可能量(b)については、北海道通運業連合会へのヒアリング結果から、トラック・シャーシ輸送等への代替輸送可能率を移出・入、共に約 6 割とし¹⁴³、各

¹⁴² 本節で使用した「2005（平成 17）年全国－北海道地域間産業連関表（8 部門表）」の作成方法は 4.3.1 で整理している。

¹⁴³ 「北海道通運業連合会 北海道・本州間物流の調査・研究分科委員会」による有珠山噴火時（2000.3）の輸送実績、JR 貨物輸送実績（平成 24～29 年度平均）などに基づく試算値である。有珠山噴火時には長万部・室蘭間が不通となり、札幌タから長万部・五稜郭駅へのトラック輸送、札幌タから五稜郭駅への迂回列車による輸送、道内・外の鉄道網と苫小牧港・発着航路とを組合せた Sea & Rail 輸送など、総動員体制で代替輸送がなされた。なお、試算値には、並行在来線（小樽・長万部間）の貨物鉄

地域の移出減少額を推定した。

なお、この割合は脚注 143 に記載の通り、2000（平成 12）年 3 月に発生した有珠山噴火時の代替輸送実績に基づく値であるが、次の 1）～3）から実際の代替輸送可能量はこの値をさらに下回ることが大いに想定される。

- 1) 昨今の運転手不足等が運転手確保と機材確保に与える影響は考慮していない。
- 2) 前回の噴火は輸送閑散期の 3 月であり、出来秋の輸送繁忙期に発生した際にはドライバー確保はさらに困難になる。
- 3) 全ての代替輸送に伴い大幅な運賃の上昇が見込まれる。

③ 生産減少額(影響額)の推計

仮説的抽出法による前方連関効果と後方連関効果の推計方法は、下記の手順で行った。

- 1) 産業連関表から逆行列係数表（前方連関効果：Ghosh モデル、後方連関効果：Leontief モデルによる）を導出する。
- 2) 推定した移出減少額を各産業部門の中間投入（中間需要）から減少させた逆行列係数表を作表する（これにより、当該輸送量が失われた場合の経済構造を仮説的に表現する）。
- 3) 前方連関効果：産業連関表の付加価値額を上記 1) 表、2) 表（Ghosh モデル）にそれぞれ乗じ、その差を生産減少額とする。
- 4) 後方連関効果：産業連関表の最終需要額を上記 1) 表、2) 表（Leontief モデル）にそれぞれ乗じ、その差を生産減少額とする。

(2) 経済的影響額の推計結果

青函ルートで貨物を輸送できなくなり、他モードにおける代替輸送が前述の代替輸送可能率に留まり輸送力が低下した場合、北海道では移出 4,128 億円、移入 4,665 億円が減少し、それによる生産減少額は、後方連関効果 3,282 億円、前方連関効果 2,700 億円にのぼると推計された（表 5-18、図 5-19）。

また、全国的には、後方連関効果 1 兆 796 億円、前方連関効果 1 兆 2,507 億円となり、なかでも関東圏は後方連関効果 3,201 億円、前方連関効果 4,217 億円と、北海道を超える経済的影響を被ることとなる。これらは正に、青函ルートの輸送力が北海道のみならず全国経済に大きな影響を与えることの証左である。

また、並行在来線の沿線地域である道南での影響が最も小さいのに対し、並

道による迂回輸送は含めていない。

行在来線の沿線外の地域、すなわち、本州からみて、より奥地に位置する道北、オホーツク、十勝、釧路・根室での影響が大きいことが特徴的である。これは、地域公共交通の観点から並行在来線の存続を議論する地域と並行在来線を通過する貨物列車を失った際の影響が大きい地域が異なることを示していると言えよう。

表 5-18 青函ルート of 輸送力低下による経済的影響額

(単位：億円)

地域	移出減少額		後方連関効果		前方連関効果	
	金額	構成比	金額	構成比	金額	構成比
北海道	4,128	51.2%	3,282	32.2%	2,700	23.0%
道央	812	8.5%	1,066	9.9%	784	6.2%
道南	328	3.4%	247	2.2%	293	2.2%
道北	892	9.3%	531	4.7%	535	4.1%
オホーツク	943	9.9%	538	5.0%	446	3.5%
十勝	671	7.0%	521	4.7%	375	3.0%
釧路・根室	482	13.1%	379	5.7%	268	4.1%
東北	476	5.0%	664	6.1%	716	5.6%
関東	1,650	17.2%	3,201	29.1%	4,217	33.5%
中部	818	8.6%	1,199	10.8%	1,579	12.4%
近畿	804	8.4%	1,131	10.1%	1,585	12.4%
中国	449	4.7%	647	5.8%	694	5.3%
四国	149	1.6%	198	1.8%	229	1.8%
九州	319	3.3%	465	4.2%	751	5.8%
沖縄	0	0.0%	10	0.1%	35	0.3%
合 計	8,793	100.0%	10,796	100.0%	12,507	100.0%

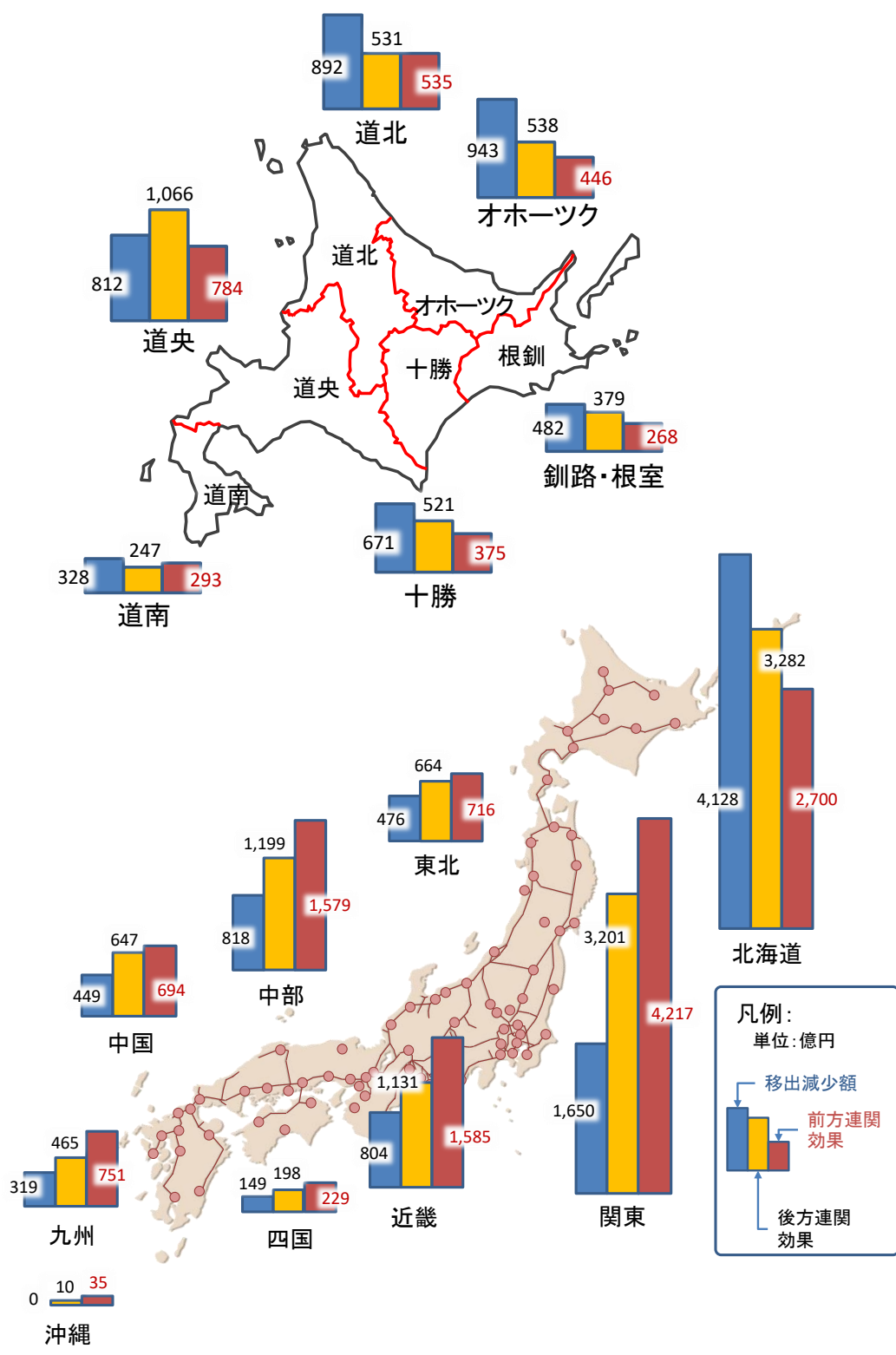


図 5-19 青函ルートの輸送力低下による経済的影響額

5.3.6 本節のまとめ

本節では、青函共用走行区間および並行在来線（函館～長万部間）の貨物鉄道輸送を巡る議論を整理した上で、仮に青函ルートを通る貨物鉄道輸送ができなくなった場合の経済的影響の大きさなどを考察した。

青函ルートは北海道と道外を結ぶ重要な貨物鉄道の大動脈であると共に、そのネットワークが変化することは、北海道のみならず全国経済に影響を及ぼす。そのため、「青函ルートの貨物輸送の在り方」に関する今後の展開にあたっては、「全国各地の並行在来線の在り方」、「わが国の幹線物流ネットワークの将来の在り方」を踏まえた上で、国による JR 貨物の輸送ネットワークを寸断させない万全の措置、北海道による関係者と連携した対応、貨物輸送のニーズを熟知する利用運送事業者を含めた十分な連携が必要である。

さらには、地域公共交通の観点から並行在来線の存続を議論する地域と並行在来線を通過する貨物列車を失った際の経済的影響が大きい地域が異なるケースは、過去に類を見ない。現在、北海道と沿線市町村による協議会では「地域公共交通としての在り方」が議論されており、その後のステージでなされる「貨物輸送の議論」では、この点を十分留意すべきである。

また、青函ルートで貨物を輸送できなくなり、他モードにおける代替輸送が前述の代替輸送可能率に留まった場合、全国への影響額は、後方連関効果 1 兆 796 億円、前方連関効果 1 兆 2,507 億円と推計された。これらは正に、青函ルートの輸送力が北海道のみならず全国経済に大きな影響を与えることの証左であろう。

また、過去の同様の分析においては、貨物の発地域の産業がどのような経済的影響を受けるか（後方連関効果）といった分析がなされてきた¹⁴⁴。本節では、経済的影響は貨物の発地域に留まらないとの前提に立ち、貨物の着地域にも広く及ぶ影響を前方連関効果として推計したことにより、その影響の広がり が定量的に明らかとなった。

¹⁴⁴ 後方連関効果に限定した分析事例として、北海道発の貨物鉄道輸送をすべて海上輸送に転換した場合の道内産業の経済損失額を 1,492 億円と推計した JR 貨物・みずほ総研の試算がある。

北海道新聞：青函貨物廃止で道内 1,492 億円損失 みずほ総研試算, 2020.5.31.

5.4 地域経済における公共資本整備強靱化の必要性に関する分析¹⁴⁵

5.4.1 本節の目的

近年、自然災害により地域と地域を結ぶ貨物鉄道ネットワークが寸断され、生産地から消費地への物資の供給など、地域を跨ぐサプライチェーンが滞る事態が多発している。重大なミッシングリンクが発生した過去の例では、2018（平成30）年7月豪雨（西日本豪雨）による山陽線の寸断が3ヶ月間におよび、物流に大きな影響を与えた。また、将来的には次の噴火周期が近づく有珠山噴火¹⁴⁶による室蘭線・函館線の寸断の可能性がある。

地域間を結ぶサプライチェーンの観点からは、輸送経路の寸断は単に「モノの流れの停留」ではなく「経済的な波及効果の縮小」である。また、モノの発着地域近傍の輸送だけではなく、全国規模の視点からネットワークのあるべき姿を検討することが必要である。

そこで、本節では、「ネットワークのあるべき姿の検討」の前提となる貨物鉄道ネットワーク上の途絶が及ぼす影響を推計することで、その重要性を可視化する。

5.4.2 分析の対象と内容

(1) 分析対象

本節では、①2014（平成26）年の台風18号による東海道線の寸断、②2018（平成30）年7月豪雨（西日本豪雨）による山陽線の寸断、③2000（平成12）年有珠山噴火による室蘭線の寸断という、3つの貨物鉄道ネットワーク上の途絶事例を対象として、その経済的影響を地域間産業連関表と仮説的抽出法により導出する。①は日本の東西の物量が行き交う大動脈であり、②③は本州と九州・北海道とを結ぶ唯一の貨物鉄道輸送ルートである（図5-20）。

これらの①～③について、サプライチェーンの供給制約発生による経済的影響を導出し、ネットワーク上の途絶地点と影響がおよぶ地域との関係などについて比較分析する。

¹⁴⁵ 本章の分析内容は、次の研究報告を再構成した上で加筆修正したものである。

相浦宣徳，平出渉：災害等による貨物鉄道ネットワークの途絶が及ぼす経済的インパクトに関する研究，Annual Review No24，pp25-29，一般社団法人研友社，2022.5.

¹⁴⁶ 最短噴火周期：23年間、前回噴火：2000（平成12）年

③有珠山2000年噴火による室蘭線の寸断

- ・発生日 :平成12日3月29日
- ・発生個所:室蘭線線 東室蘭～長万部間
- ・運転再開:平成12日6月26日

②平成30年7月豪雨(西日本豪雨)・
台風24号による山陽線の寸断

- ・発生日 :平成30年7月5日～10月12日)
- ・発生個所:山陽線 岡山(夕)～新南陽間
- ・運転再開:平成30年10月12日
- ・延べ運休本数: 4,421本

①台風18号による東海道線の寸断

- ・発生日 :平成26日10月6日
- ・発生個所:東海道線 由比～興津間
- ・運転再開:平成26日10月16日
- ・延べ運休本数: 858本

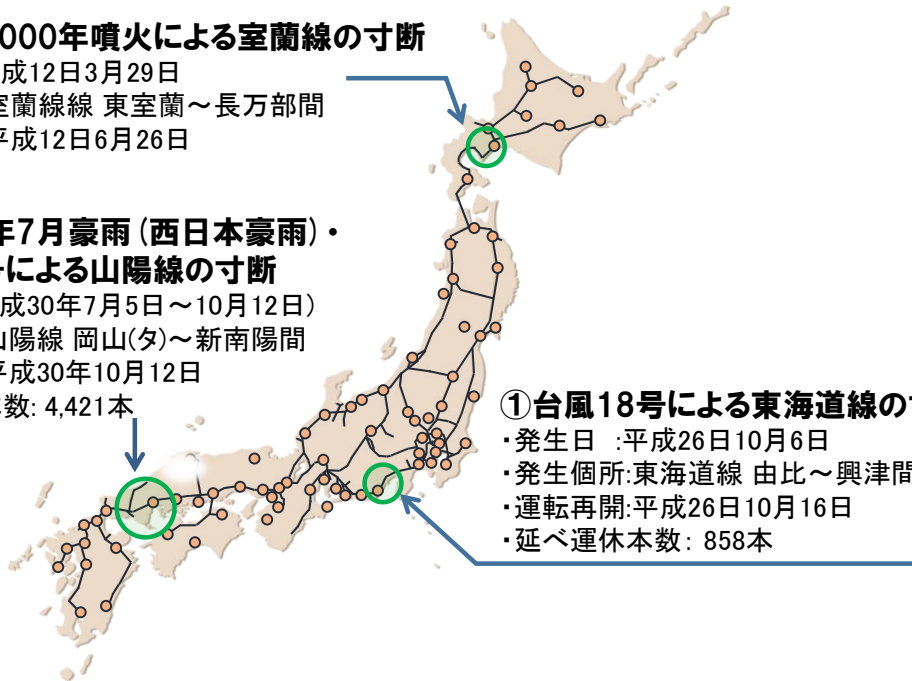


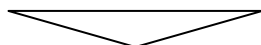
図 5-20 本節における調査対象

(2) 分析方法

本節においては、次の手順により経済的影響を推計した。

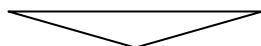
【手順 1】

貨物・地域流動調査等の既存データを用い、全輸送モードによる国内貨物輸送量に占める、当該区間を通過する貨物鉄道輸送シェアを推計。



【手順 2】

日本貨物鉄道株式会社（以下、「JR 貨物」という）公表資料からネットワーク寸断による当該区間の年間輸送量減少率を設定し、（手順 1）で推計した当該区間の貨物鉄道輸送シェアに乗じることにより、全輸送モードによる国内貨物輸送量の減少率を地域別・輸送品目別に推計する。



【手順 3】

（手順 2）で推計した全輸送モードによる国内貨物輸送量の減少率を、地域間産業連関表における地域別移出額に乗じることにより、ネットワーク寸断による移出減少額を推定。この移出減少額を、仮説的抽出法を用いた産業連関モデルに投入し、経済的影響（前方連関効果、後方連関効果）を導出する。

図 5-21 本節における分析手順

(3) 産業連関表と推計条件の設定

本節では、経済産業省「2005（平成 17）年地域間産業連関表（29 部門表）」を用い、仮説的抽出法を用いて前方連関効果と後方連関効果をそれぞれ推計した。具体的には、ネットワーク寸断による供給制約の経済的影響を計測するため、当該路線が途絶した期間に輸送できなかった貨物鉄道輸送量を推定し、これを産業連関表の地域間取引額に割り当てて金額換算したものを移出減少額として、産業連関モデルに投入することにより推計を行った。

なお、途絶により輸送できなかった貨物鉄道輸送量については、JR 貨物が公表した、不通期間における不通期間輸送量のカバー率や年間輸送日数等をもとに年間輸送量減少率を算出し、これを当該路線の貨物鉄道輸送量に乗じることにより求めた（表 5-19）。

表 5-19 輸送量減少率の設定

項 目	事例①	事例②	事例③	備 考
	東海道線寸断	山陽線寸断	室蘭線寸断	
災害(物流寸断の事象)	2014 年 10 月 台風 18 号	2018 年 7 月豪雨	2000 年有珠山 噴火による影響	
不通区間(最大)	東海道線 由比～興津	山陽線 岡山(夕)～ 新南陽	室蘭線 東室蘭～長万部	
不通期間 (完全再開までの期間)	2014. 10. 6～ 10. 16	2018. 7. 5. ～ 10. 12	2000. 3. 29～ 6. 8	
不通日数 ※1	10	93	62	①
不通期間の代替輸送力 ※2 (不通期間輸送量のカバー率)	18. 0%	26. 6%	52. 0%	②
年間輸送日数 ※3	338	338	338	③
平常時輸送日数 (影響を受けなかった日数)	328	245	276	④=③-①
不通期間輸送量の減少を 加味した輸送日数(換算)	330	270	308	⑤= ④+(①×②)
年間輸送量減少率	2.4%	22.3%	11.8%	1-(⑤÷③)

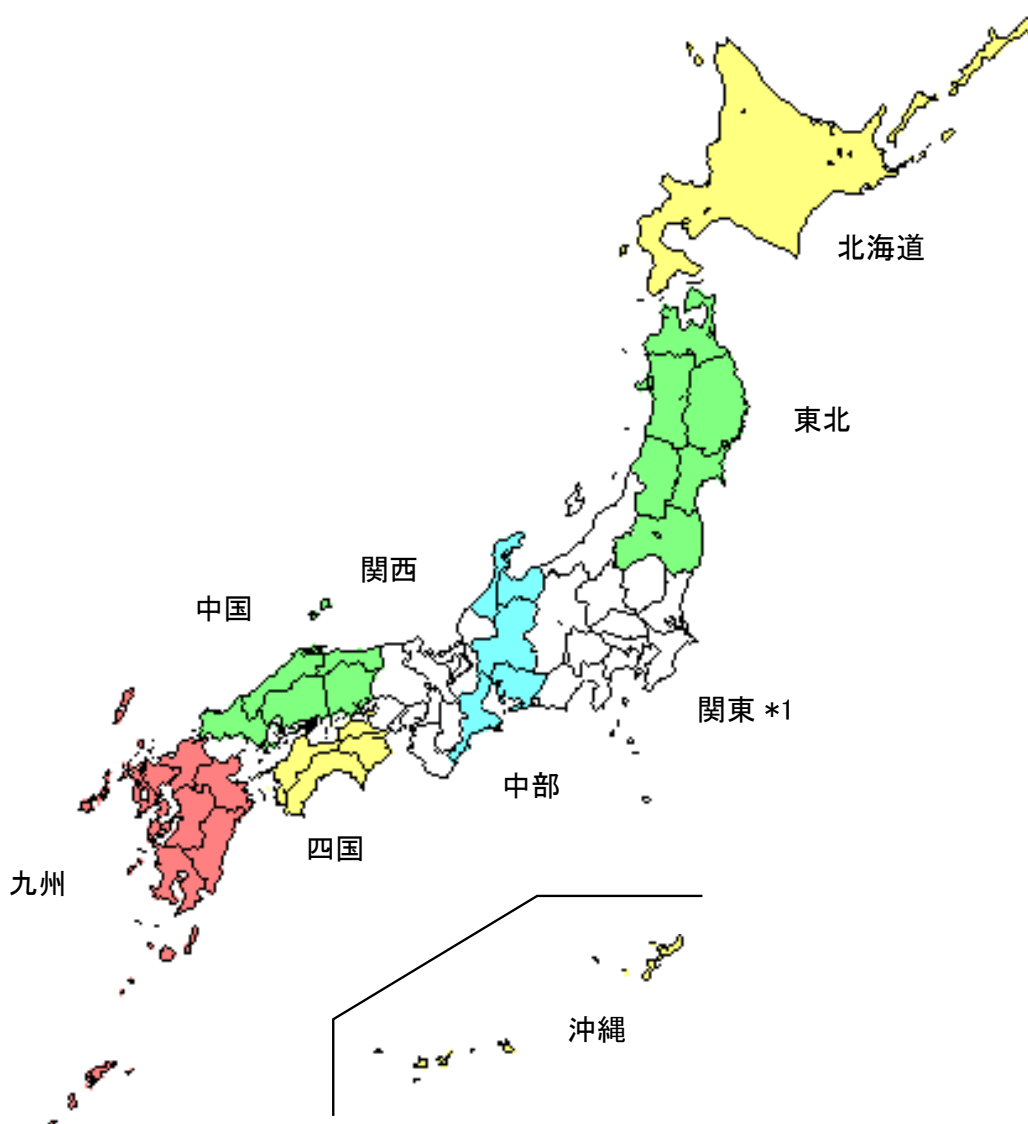
※1：不通期間から、貨物列車の稼働が少ない期間（年末年始：約 10 日間、GW：約 10 日間、お盆：約 7 日間と想定）を減じた日数

※2：JR 貨物(株)公表資料より

※3：365 日から※1 の 27 日を減じた日数

なお、「2005（平成 17）年地域間産業連関表」における地域区分は、全国 9 地域（北海道、東北、関東、中部、近畿、中国、四国、九州、沖縄）である（図 5-22）。

産業部門については、輸送品目分類を貨物地域流動調査（国土交通省）から 11 品目（農林水産品、鉱産品、金属機械工業品、化学工業品、紙パルプ・繊維、食料工業品、雑工業品、特種品、取り合わせ品、産廃物・廃土砂、その他）とし、産業連関表の 29 部門に割り当てた（表 5-20）。



注 *1 静岡県は関東地域に区分される。

図 5-22 本節における分析対象地域

表 5-20 産業部門と輸送品目の対応

産業部門	産業部門 (H17 地域間産業連関表)	輸送品目 (貨物地域流動調査)
1	農林水産業	I1_0 農林水産品
2	鉱業	I3_0 鉱産品
3	飲食料品	I6_2 食料工業品
4	繊維製品	I6_1 紙パルプ・繊維
5	製材・木製品・家具	I7_0 雑工業品
6	パルプ・紙・板紙・加工紙	I6_1 紙パルプ・繊維
7	化学製品	I5_0 化学工業品
8	石油・石炭製品	I5_0 化学工業品
9	プラスチック製品	I5_0 化学工業品
10	窯業・土石製品	I5_0 化学工業品
11	鉄鋼製品	I4_0 金属機械工業品
12	非鉄金属製品	I4_0 金属機械工業品
13	金属製品	I4_0 金属機械工業品
14	一般機械	I4_0 金属機械工業品
15	電気機械	I4_0 金属機械工業品
16	輸送機械	I4_0 金属機械工業品
17	精密機械	I4_0 金属機械工業品
18	その他の製造工業製品	I4_0 金属機械工業品
19	建設	I9_9 該当なし
20	公益事業	I9_9 該当なし
21	商業	I9_9 該当なし
22	金融・保険・不動産	I9_9 該当なし
23	運輸	I9_9 該当なし
24	情報通信	I9_9 該当なし
25	公務・教育・研究	I9_9 該当なし
26	医療・保健・社会保障・介護	I9_9 該当なし
27	対事業所サービス	I9_9 該当なし
28	対個人サービス	I9_9 該当なし
29	その他	I9_9 該当なし

5.4.3 貨物鉄道ネットワーク上の途絶が及ぼす経済的影響の推計

(1) 当該区間を通過する貨物列車による輸送シェアの推計(手順 1)

平成 12～23 年度輸送実績から、寸断した区間を通過する貨物鉄道輸送量を把握し、鉄道貨物全体に占める割合を発着地域別・品目別に算出した(表 5-21)。

これに、全輸送モードによる国内貨物輸送量に対する鉄道貨物の輸送分担率¹⁴⁷(表 5-22)を乗じることにより、平時における「当該区間を通過する貨物鉄道輸送シェア」を推計した(表 5-23)。

以下に、室蘭線寸断における農林水産物を例に掲載する。

表 5-21 鉄道貨物全体に対する当該区間通過輸送量の割合(農林水産品)

着 発	北海道	東北	関東	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄
北海道	0.00	0.00	0.10	0.75	0.44	0.88	0.68	0.33	0.00
東北	0.00	0.00	0.13	0.78	0.68	0.88	0.76	0.78	0.00
関東	0.18	0.39	0.12	0.49	0.23	0.56	0.49	0.63	0.00
中部	0.71	0.93	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
近畿	0.43	0.62	0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
中国	0.87	0.91	0.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
四国	0.21	0.93	0.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
九州	0.07	0.84	0.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
沖縄	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

注：鉄道貨物全体に占める室蘭線寸断区間における通過輸送量シェア(農林水産品)。

表 5-22 鉄道貨物の輸送分担率(農林水産品)

着 発	北海道	東北	関東	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄
北海道	0.00	0.24	0.22	0.33	0.31	0.44	0.60	0.69	0.00
東北	0.23	0.00	0.01	0.08	0.14	0.40	0.17	0.43	0.00
関東	0.07	0.01	0.00	0.00	0.02	0.03	0.02	0.06	0.00
中部	0.24	0.06	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.09	0.00
近畿	0.05	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
中国	0.51	0.10	0.06	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
四国	0.24	0.06	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
九州	0.83	0.07	0.09	0.04	0.04	0.00	0.01	0.00	0.00
沖縄	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

注：鉄道貨物全体に占める室蘭線寸断区間における通過輸送量シェア(農林水産品)。

¹⁴⁷ 鉄道貨物輸送、自動車輸送、海運の輸送量から輸送機関別分担率を算出した。鉄道貨物輸送については、日本貨物鉄道株式会社輸送実績(平成 12～23 年度)、自動車輸送、海運は貨物地域流動調査(平成 12～23 年度)より輸送量を求めた。

表 5-23 当該区間を通過する貨物鉄道輸送シェア(農林水産品)

着 発	北海道	東北	関東	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄
北海道	0.00	0.00	0.02	0.25	0.13	0.39	0.41	0.23	0.00
東北	0.00	0.00	0.00	0.06	0.10	0.36	0.13	0.34	0.00
関東	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.04	0.00
中部	0.17	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
近畿	0.02	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
中国	0.44	0.09	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
四国	0.05	0.06	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
九州	0.06	0.06	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
沖縄	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

注：室蘭線寸断時の当該区間における農林水産品の貨物鉄道輸送シェア。

(2) 輸送力低下による影響度の算出(手順 2)

JR 貨物公表資料から設定したネットワーク寸断による当該区間の年間輸送量減少率(表 5-24)を、推計した当該区間の貨物鉄道輸送シェア(表 5-23)に乘じることにより、全輸送モードによる国内貨物輸送量の減少率(=輸送力低下による影響度)を地域別・輸送品目別に推計した(表 5-25)。

以下では、事例①：東海道寸断における輸送力減少率を掲載する。なお、本研究において使用した年間輸送量減少率は表 5-19 に示すとおりである。

表 5-24 東海道線寸断における当該区間の年間輸送量減少率(農林水産品)

着 発	北海道	東北	関東	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄
北海道	0.00	0.00	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.00
東北	0.00	0.00	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.00
関東	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.00
中部	0.02	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
近畿	0.02	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
中国	0.02	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
四国	0.02	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
九州	0.02	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
沖縄	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

注 1：東海道線寸断時の当該区間における農林水産品の年間輸送量減少率。

注 2：全 11 品目について輸送力低下率を設定した。本表では、全要素に対し「輸送力低下率」を一律に設定しているが、シナリオに応じて、要素毎に「輸送力低下率」を変えて、推計することが可能である。

表 5-25 東海道線寸断における全輸送モードの年間輸送量減少率（農林水産品）

着 発	北海道	東北	関東	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄
北海道	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00
東北	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00
関東	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
中部	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
近畿	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
中国	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
四国	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
九州	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
沖縄	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

注：東海道線寸断時の農林水産品の年間輸送量減少率。

(3) 移出減少額の推定と仮説的抽出法による推計(手順 3)

以上の手順で推計した発着地域別・品目別の「全輸送モードの年間輸送量減少率」を、表 5-20 で割り当てた各品目に対応する産業部門における「各地域からの移出額の減少率」と仮定し、ネットワーク寸断による移出減少額を推定した（手順 3）。

そしてこの移出減少額を、仮説的抽出法を用いた産業連関モデルに投入し、経済的インパクト（前方連関効果、後方連関効果）を推計した¹⁴⁸。

¹⁴⁸ 仮説的抽出法を用いた産業連関モデルについては、第 3 章で示しているため本節では記載を省略した。

5.4.4 推計結果と考察

(1) 事例①:東海道線の寸断に伴う経済的影響の推計結果

東海道線の寸断による直接被害額である移出減少額は全国で 473 億円であり、地域別順に関東 133 億円（全体の 28.2%）、東北 71 億円（同 14.9%）、近畿 64 億円（同 13.6%）、中国 59 億円（同 12.4%）となっている。

各地域の移出減少に伴う間接被害額（後方連関効果）は全国で 572 億円であり、そのうち関東が全体の 36.6%を占める 209 億円、近畿 82 億円（同 14.3%）、中部 68 億円（同 11.8%）、中国 59 億円（同 10.3%）、東北 50 億円（同 8.7%）と推計される。

一方、間接被害額（前方連関効果）は全国で 675 億円であり、後方連関効果より影響が大きい。そのうち関東が全体の 37.3%を占める 252 億円、次いで近畿 99 億円（同 14.7%）、中部 88 億円（同 13.0%）、中国 60 億円（同 9.0%）と推計される。

表 5-26 事例①:東海道線寸断による経済的影響額

（単位：百万円）

地域	移出減少額		後方連関効果		前方連関効果	
	金額	構成比	金額	構成比	金額	構成比
北海道	4,671	9.9%	4,357	7.6%	3,658	5.4%
東北	7,051	14.9%	4,981	8.7%	5,926	8.8%
関東	13,342	28.2%	20,924	36.6%	25,160	37.3%
中部	4,406	9.3%	6,756	11.8%	8,809	13.0%
近畿	6,415	13.6%	8,160	14.3%	9,898	14.7%
中国	5,861	12.4%	5,879	10.3%	6,046	9.0%
四国	1,291	2.7%	1,607	2.8%	1,817	2.7%
九州	4,291	9.1%	4,462	7.8%	5,940	8.8%
沖縄	0	0.0%	68	0.1%	252	0.4%
合 計	47,328	100.0%	57,193	100.0%	67,506	100.0%

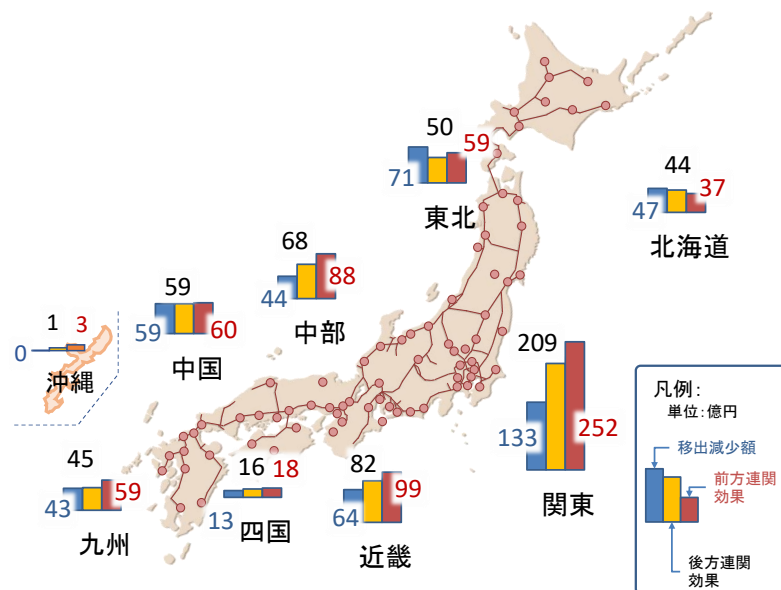


図 5-23 事例①東海道線寸断による経済的影響額

表 5-27 事例①東海道線寸断による移出減少額

(単位: 百万円)

部門コード	部門名称	北海道	東北	関東	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	合計
1	農林水産業	1,653	970	94	91	15	150	73	632	0	3,679
2	鉱業	2	4	5	1	9	1	0	0	0	23
3	飲食料品	2,545	1,252	3,325	1,059	1,942	609	178	2,084	0	12,995
4	繊維製品	3	612	445	504	305	1,651	85	343	0	3,947
5	製材・木製品・家具	78	148	134	77	45	71	19	152	0	724
6	パルプ・紙・板紙・加工紙	198	975	901	575	151	1,421	355	247	0	4,823
7	化学製品	10	584	3,741	309	1,272	571	166	194	0	6,848
8	石油・石炭製品	9	8	269	200	104	227	141	15	0	973
9	プラスチック製品	1	187	762	163	462	87	29	46	0	1,737
10	窯業・土石製品	1	245	221	134	150	79	20	73	0	924
11	鉄鋼製品	52	137	193	66	174	169	10	50	0	851
12	非鉄金属製品	2	93	144	62	48	32	29	15	0	424
13	金属製品	3	102	155	106	206	52	21	31	0	678
14	一般機械	13	282	684	233	479	163	49	87	0	1,990
15	電気機械	46	959	945	217	648	216	76	133	0	3,240
16	輸送機械	50	254	886	519	170	288	25	131	0	2,323
17	精密機械	0	131	98	9	32	10	3	13	0	297
18	その他の製造工業製品	4	108	337	81	202	64	13	45	0	854
19	建設	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	公益事業	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	商業	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	金融・保険・不動産	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	運輸	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	情報通信	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	公務・教育・研究	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	医療・保健・社会保障・介護	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	対事業所サービス	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	対個人サービス	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	その他	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	合計	4,671	7,051	13,342	4,406	6,415	5,861	1,291	4,291	0	47,328

表 5-28 事例①東海道線寸断による後方連関効果

(単位:百万円)

部門 コード	部門名称	北海道	東北	関東	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	合計
1	農林水産業	1,518	812	646	231	189	217	129	917	11	4,671
2	鉱業	17	19	46	15	10	12	9	17	2	148
3	飲食料品	574	322	828	279	313	173	51	487	10	3,038
4	繊維製品	2	40	202	459	530	149	42	32	1	1,457
5	製材・木製品・家具	44	94	80	64	46	110	28	46	0	512
6	パルプ・紙・板紙・加工紙	227	419	756	294	283	377	224	216	0	2,796
7	化学製品	70	178	2,542	593	798	1,059	238	294	1	5,774
8	石油・石炭製品	176	63	700	157	178	400	102	76	8	1,860
9	プラスチック製品	37	129	850	399	370	133	40	85	0	2,043
10	窯業・土石製品	17	66	147	88	88	43	14	49	0	512
11	鉄鋼製品	86	97	784	322	589	605	20	231	0	2,734
12	非鉄金属製品	3	79	278	181	86	45	53	34	0	758
13	金属製品	29	61	358	133	230	59	16	57	0	942
14	一般機械	4	36	292	147	176	55	18	31	0	759
15	電気機械	13	238	518	277	259	106	36	76	0	1,522
16	輸送機械	17	81	859	821	143	208	5	51	0	2,184
17	精密機械	0	4	18	3	5	1	0	1	0	32
18	その他の製造工業製品	33	80	437	147	182	104	17	67	1	1,066
19	建設	31	64	283	62	127	63	14	45	0	690
20	公益事業	150	417	636	280	310	368	73	174	1	2,410
21	商業	429	354	2,648	564	1,019	284	113	437	7	5,855
22	金融・保険・不動産	227	297	1,191	259	467	329	82	229	3	3,085
23	運輸	241	264	852	207	354	319	107	299	15	2,659
24	情報通信	50	87	1,109	106	212	88	29	70	2	1,752
25	公務・教育・研究	37	237	1,177	234	387	184	56	92	0	2,405
26	医療・保健・社会保障・介護	11	19	28	10	12	18	6	16	1	121
27	対事業所サービス	249	336	2,465	366	714	309	67	272	4	4,782
28	対個人サービス	4	4	27	4	7	4	1	4	0	55
29	その他	62	84	164	53	77	59	16	56	0	571
	合計	4,357	4,981	20,924	6,756	8,160	5,879	1,607	4,462	68	57,193

表 5-29 事例①東海道線寸断による前方連関効果

(単位:百万円)

部門 コード	部門名称	北海道	東北	関東	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	合計
1	農林水産業	646	460	396	129	89	135	93	507	11	2,467
2	鉱業	3	5	11	4	5	4	2	6	1	40
3	飲食料品	1,270	900	2,398	662	990	440	182	1,016	31	7,888
4	繊維製品	6	147	262	269	355	301	54	94	1	1,489
5	製材・木製品・家具	74	112	168	105	88	86	29	78	1	741
6	パルプ・紙・板紙・加工紙	124	365	782	312	321	331	242	161	2	2,640
7	化学製品	23	175	2,370	469	809	676	182	221	1	4,926
8	石油・石炭製品	33	29	232	82	190	158	33	28	4	790
9	プラスチック製品	15	114	874	398	389	151	50	80	1	2,072
10	窯業・土石製品	9	58	130	113	78	43	14	52	2	498
11	鉄鋼製品	53	64	489	214	401	455	14	142	1	1,834
12	非鉄金属製品	2	50	227	135	79	33	21	20	0	567
13	金属製品	16	53	243	123	162	45	15	40	2	697
14	一般機械	8	127	925	415	439	154	39	102	1	2,209
15	電気機械	26	675	1,712	637	730	299	79	249	0	4,406
16	輸送機械	24	174	2,348	2,015	352	605	41	409	1	5,969
17	精密機械	1	52	170	17	43	13	2	13	0	310
18	その他の製造工業製品	31	164	900	275	370	169	29	163	4	2,104
19	建設	183	451	1,613	418	635	295	119	369	27	4,110
20	公益事業	26	99	302	108	179	84	27	68	6	899
21	商業	78	192	1,032	255	392	247	57	198	12	2,463
22	金融・保険・不動産	38	80	532	100	202	86	30	93	7	1,167
23	運輸	44	61	451	110	175	133	36	110	13	1,133
24	情報通信	41	75	1,225	119	227	68	27	100	8	1,890
25	公務・教育・研究	96	175	687	168	239	152	45	178	16	1,756
26	医療・保健・社会保障・介護	291	462	1,384	408	752	405	201	688	54	4,645
27	対事業所サービス	70	151	1,101	196	325	125	38	158	11	2,175
28	対個人サービス	397	367	1,852	442	732	250	92	517	31	4,681
29	その他	32	91	343	107	150	104	26	80	6	940
	合計	3,658	5,926	25,160	8,809	9,898	6,046	1,817	5,940	252	67,506

(2) 事例②：山陽線の寸断に伴う経済的影響の推計結果

山陽線の寸断による直接被害額である移出減少額は全国で 3,216 億円であり、九州 1,157 億円（全体の 36.0%）、関東 808 億円（同 25.1%）に大きな影響が及んだ。

各地域の移出減少に伴う間接被害額（後方連関効果）は全国で 3,836 億円であり、そのうち関東が 1,297 億円（同 33.8%）と、九州 774 億円（同 20.2%）を超える影響額となっている。

一方、間接被害額（前方連関効果）は全国で 3,969 億円に達し、後方連関効果より影響が大きい。そのうち関東が 1,346 億円（同 33.9%）と最も多く、後方連関効果と同様に九州 850 億円（同 21.4%）を超える影響額となっている。その他、中部 495 億円（同 12.5%）、近畿 484 億円（同 12.2%）の影響も大きい。

山陽線寸断は 100 日間の長期に及んだことから、全国経済に与えた影響額は他の寸断事例と比較して大きくなっている。

表 5-30 事例②山陽線寸断による経済的影響額

（単位：百万円）

地域	移出減少額		後方連関効果		前方連関効果	
	金額	構成比	金額	構成比	金額	構成比
北海道	26,640	8.3%	26,393	6.9%	21,011	5.3%
東北	35,615	11.1%	27,784	7.2%	28,900	7.3%
関東	80,774	25.1%	129,658	33.8%	134,621	33.9%
中部	32,047	10.0%	45,160	11.8%	49,489	12.5%
近畿	25,813	8.0%	44,805	11.7%	48,402	12.2%
中国	4,230	1.3%	24,320	6.3%	20,285	5.1%
四国	766	0.2%	7,401	1.9%	7,117	1.8%
九州	115,677	36.0%	77,417	20.2%	84,971	21.4%
沖縄	0	0.0%	711	0.2%	2,129	0.5%
合 計	321,563	100.0%	383,649	100.0%	396,927	100.0%

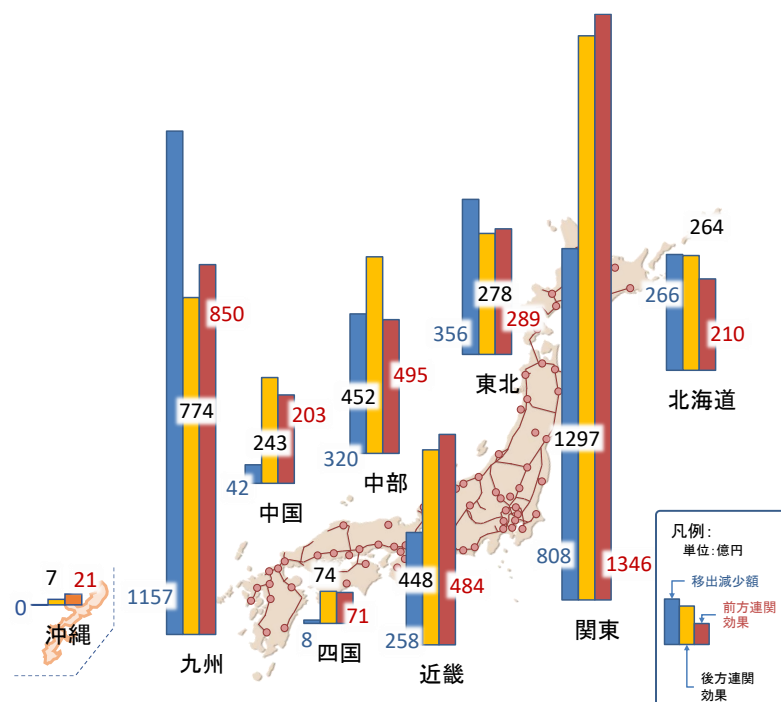


図 5-24 事例②山陽線寸断による経済的影響額

表 5-31 事例②山陽線寸断による移出減少額

		(単位: 百万円)								
部門コード	部門名称	北海道	東北	関東	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄
1	農林水産業	11,979	6,277	479	239	89	92	88	25,604	0
2	鉱業	7	10	61	4	1	0	0	26	0
3	飲食料品	13,652	11,954	25,528	3,469	12,216	1,775	69	51,884	0
4	繊維製品	28	1,509	3,359	4,596	2,699	625	23	7,746	0
5	製材・木製品・家具	276	221	955	968	155	24	18	6,584	0
6	パルプ・紙・板紙・加工紙	442	1,374	5,640	2,645	1,668	416	163	5,079	0
7	化学製品	56	3,183	22,042	5,264	2,164	183	41	3,106	0
8	石油・石炭製品	7	5	623	414	709	524	108	392	0
9	プラスチック製品	9	836	3,065	1,380	463	52	8	626	0
10	窯業・土石製品	1	1,927	936	1,708	336	34	6	1,269	0
11	鉄鋼製品	41	171	457	392	467	83	22	1,464	0
12	非鉄金属製品	3	161	653	358	144	11	34	318	0
13	金属製品	1	347	629	712	463	29	18	781	0
14	一般機械	53	1,327	3,688	1,834	1,488	76	63	2,301	0
15	電気機械	53	3,832	4,630	1,731	1,460	62	76	2,696	0
16	輸送機械	26	1,504	5,760	5,675	768	209	16	4,148	0
17	精密機械	1	491	525	89	111	6	4	406	0
18	その他の製造工業製品	6	487	1,742	567	411	29	11	1,245	0
19	建設	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	公益事業	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	商業	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	金融・保険・不動産	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	運輸	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	情報通信	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	公務・教育・研究	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	医療・保健・社会保障・介護	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	対事業所サービス	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	対個人サービス	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	その他	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	合計	26,640	35,615	80,774	32,047	25,813	4,230	766	115,677	0

表 5-32 事例②山陽線寸断による後方連関効果

(単位:百万円)

部門 コード	部門名称	北海道	東北	関東	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	合計
1	農林水産業	10,102	6,271	5,058	1,195	1,313	1,392	626	20,400	173	46,530
2	鉱業	90	85	249	73	59	59	38	193	13	859
3	飲食料品	3,854	2,502	6,318	1,657	2,328	1,493	312	10,414	89	28,965
4	繊維製品	12	202	1,211	2,787	3,276	604	195	272	4	8,563
5	製材・木製品・家具	189	306	545	433	337	313	175	947	0	3,246
6	パルプ・紙・板紙・加工紙	867	1,341	4,490	1,671	1,690	900	934	3,211	2	15,107
7	化学製品	446	1,049	14,755	4,072	4,144	4,853	1,156	2,765	8	33,247
8	石油・石炭製品	1,070	360	4,119	1,076	954	2,472	671	1,163	103	11,988
9	プラスチック製品	210	672	4,735	2,382	1,883	679	228	1,193	2	11,983
10	窯業・土石製品	104	438	889	611	522	215	66	499	1	3,345
11	鉄鋼製品	293	359	3,845	2,002	2,712	2,295	104	3,041	1	14,653
12	非鉄金属製品	11	363	1,576	1,064	403	229	281	245	0	4,172
13	金属製品	155	352	2,314	865	1,320	293	78	915	3	6,295
14	一般機械	22	206	1,719	893	955	253	100	277	1	4,426
15	電気機械	64	1,133	2,733	1,623	1,261	457	199	471	0	7,941
16	輸送機械	136	594	6,730	7,046	1,012	1,171	30	678	2	17,399
17	精密機械	1	20	109	18	28	6	1	8	0	191
18	その他の製造工業製品	178	407	2,734	933	1,030	374	69	861	4	6,589
19	建設	175	307	1,719	438	610	128	39	913	3	4,333
20	公益事業	764	1,838	3,827	1,864	1,508	734	200	3,414	12	14,162
21	商業	2,463	2,079	16,638	3,652	6,114	1,583	616	6,638	76	39,859
22	金融・保険・不動産	1,363	1,456	7,537	1,811	2,495	659	252	4,739	31	20,343
23	運輸	1,427	1,513	5,380	1,350	2,066	1,488	496	4,514	118	18,353
24	情報通信	288	437	6,834	757	1,045	226	98	1,183	15	10,881
25	公務・教育・研究	194	1,164	6,840	1,857	1,711	487	158	1,515	3	13,930
26	医療・保健・社会保障・介護	62	96	167	68	58	46	24	262	4	787
27	対事業所サービス	1,454	1,732	15,391	2,589	3,543	777	206	5,306	35	31,032
28	対個人サービス	23	23	166	29	34	10	3	72	0	361
29	その他	378	481	1,027	344	395	125	46	1,308	4	4,109
	合計	26,393	27,784	129,658	45,160	44,805	24,320	7,401	77,417	711	383,649

表 5-33 事例②山陽線寸断による前方連関効果

(単位:百万円)

部門 コード	部門名称	北海道	東北	関東	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	合計
1	農林水産業	4,172	2,901	2,544	714	566	671	415	10,627	163	22,774
2	鉱業	15	18	52	17	19	11	7	54	3	197
3	飲食料品	8,529	6,081	17,310	4,134	7,688	2,722	996	23,776	402	71,639
4	繊維製品	34	610	1,523	1,946	1,957	633	212	1,053	8	7,977
5	製材・木製品・家具	447	524	933	659	486	498	137	1,890	8	5,582
6	パルプ・紙・板紙・加工紙	422	759	3,185	1,180	1,135	512	519	2,365	17	10,094
7	化学製品	115	826	12,605	2,844	3,173	1,814	627	1,829	5	23,837
8	石油・石炭製品	135	97	1,508	347	323	358	97	326	23	3,215
9	プラスチック製品	74	533	4,272	2,121	1,525	512	237	521	4	9,799
10	窯業・土石製品	41	242	661	605	333	128	56	643	12	2,721
11	鉄鋼製品	103	182	1,870	955	1,384	995	38	2,141	5	7,674
12	非鉄金属製品	6	162	1,034	631	314	108	65	223	0	2,543
13	金属製品	51	162	1,020	562	614	128	53	410	12	3,013
14	一般機械	31	512	4,249	2,058	1,814	517	150	880	4	10,214
15	電気機械	103	2,765	7,961	3,280	2,924	879	300	2,028	1	20,242
16	輸送機械	101	911	12,800	12,282	1,711	2,260	182	3,111	7	33,364
17	精密機械	2	213	788	86	171	36	7	113	0	1,416
18	その他の製造工業製品	119	654	3,855	1,362	1,544	443	100	1,747	22	9,846
19	建設	799	2,138	8,582	2,719	3,024	1,106	462	5,680	235	24,746
20	公益事業	112	392	1,566	494	553	229	81	724	38	4,187
21	商業	318	646	5,034	1,260	1,786	503	188	2,226	64	12,026
22	金融・保険・不動産	163	322	2,595	525	899	251	121	980	42	5,898
23	運輸	175	233	2,238	513	768	306	107	997	71	5,408
24	情報通信	154	233	5,007	492	851	171	92	869	43	7,912
25	公務・教育・研究	370	756	3,339	837	1,031	443	177	1,740	94	8,787
26	医療・保健・社会保障・介護	1,560	2,456	7,611	2,483	3,977	1,720	945	6,358	343	27,453
27	対事業所サービス	316	683	5,343	1,040	1,450	384	163	1,323	63	10,766
28	対個人サービス	2,423	2,617	13,606	2,862	5,781	1,742	510	9,705	413	39,659
29	その他	121	273	1,527	479	602	204	74	632	25	3,938
	合計	21,011	28,900	134,621	49,489	48,402	20,285	7,117	84,971	2,129	396,927

(3) 事例③：室蘭線の寸断に伴う経済的影響の推計結果

室蘭線の寸断による直接被害額である移出減少額は全国で 1,019 億円であり、そのうち北海道が全体の 55.9%を占める 569 億円、次いで関東 159 億円（同 15.6%）となった。

各地域の移出減少に伴う間接被害額（後方連関効果）は全国で 1,156 億円に達し、そのうち北海道 402 億円（同 34.8%）、関東 327 億円（28.3%）となっている。

一方、間接被害額（前方連関効果）は全国で 1,196 億円と推計され、後方連関効果より影響が大きい。そのうち関東が全体の 32.6%を占める 390 億円、次いで北海道 310 億円（同 25.9%）、近畿 139 億円（同 11.6%）、中部 115 億円（同 9.6%）と推計され、間接的被害においては関東や近畿、中部などの大都市圏に大きな影響が及んだことがうかがえる。

表 5-34 事例③室蘭線寸断による経済的影響額

（単位：百万円）

地域	移出減少額		後方連関効果		前方連関効果	
	金額	構成比	金額	構成比	金額	構成比
北海道	56,938	55.9%	40,220	34.8%	31,004	25.9%
東北	8,364	8.2%	9,537	8.3%	8,558	7.2%
関東	15,946	15.6%	32,680	28.3%	38,990	32.6%
中部	5,902	5.8%	9,539	8.3%	11,484	9.6%
近畿	6,126	6.0%	10,118	8.8%	13,906	11.6%
中国	2,824	2.8%	5,474	4.7%	5,039	4.2%
四国	1,300	1.3%	2,050	1.8%	2,133	1.8%
九州	4,530	4.4%	5,801	5.0%	8,184	6.8%
沖縄	0	0.0%	135	0.1%	341	0.3%
合 計	101,931	100.0%	115,554	100.0%	119,639	100.0%

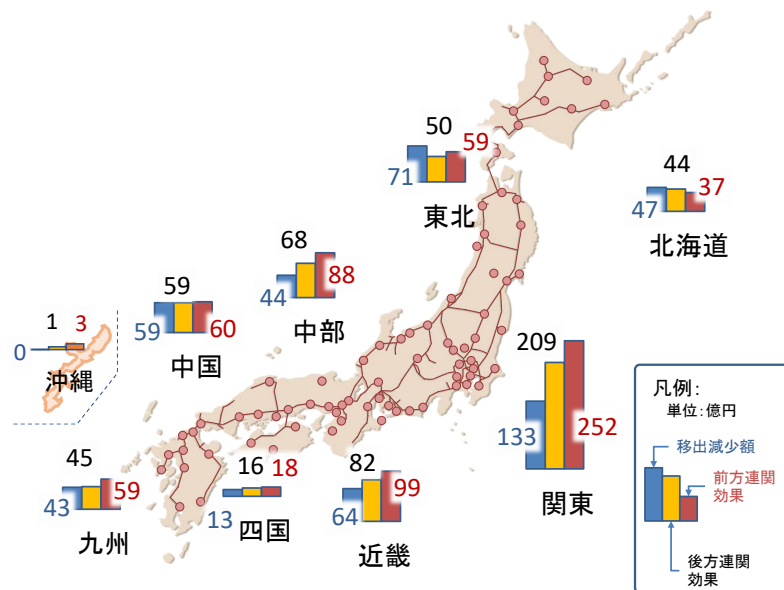


図 5-25 事例③室蘭線寸断による経済的影響額

表 5-35 事例③室蘭線寸断による移出減少額

(単位: 百万円)											
部門コード	部門名称	北海道	東北	関東	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	合計
1	農林水産業	19,690	1,782	336	296	35	193	114	2,450	0	24,896
2	鉱業	22	3	4	3	18	2	0	0	0	52
3	飲食料品	31,852	4,685	8,260	2,997	2,130	502	152	1,095	0	51,672
4	繊維製品	93	566	897	351	678	899	150	216	0	3,849
5	製材・木製品・家具	1,382	46	172	144	26	83	35	61	0	1,949
6	パルプ・紙・板紙・加工紙	2,107	825	1,853	283	329	156	526	97	0	6,177
7	化学製品	132	33	951	420	1,466	149	103	86	0	3,339
8	石油・石炭製品	257	35	929	366	57	198	1	3	0	1,847
9	プラスチック製品	15	10	142	149	226	33	12	10	0	596
10	窯業・土石製品	28	13	82	119	70	14	5	15	0	345
11	鉄鋼製品	392	10	150	25	80	45	15	38	0	754
12	非鉄金属製品	22	17	62	33	25	3	8	2	0	172
13	金属製品	84	50	167	46	106	41	16	17	0	527
14	一般機械	132	40	427	152	378	110	37	78	0	1,354
15	電気機械	364	154	613	97	331	98	62	42	0	1,761
16	輸送機械	294	19	463	341	58	270	48	219	0	1,713
17	精密機械	6	28	69	9	25	5	3	27	0	172
18	その他の製造工業製品	67	48	369	69	89	23	15	75	0	756
19	建設	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	公益事業	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	商業	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	金融・保険・不動産	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	運輸	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	情報通信	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	公務・教育・研究	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	医療・保健・社会保障・介護	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	対事業所サービス	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	対個人サービス	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	その他	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	合計	56,938	8,364	15,946	5,902	6,126	2,824	1,300	4,530	0	101,931

表 5-36 事例③室蘭線寸断による後方連関効果

(単位:百万円)

部門 コード	部門名称	北海道	東北	関東	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	合計
1	農林水産業	15,681	3,220	2,160	734	316	298	260	1,499	26	24,194
2	鉱業	86	25	78	21	10	12	6	13	2	252
3	飲食料品	5,485	1,266	3,201	930	662	304	91	917	35	12,891
4	繊維製品	16	57	271	535	608	148	51	33	1	1,720
5	製材・木製品・家具	377	132	144	90	59	65	43	39	0	949
6	パルプ・紙・板紙・加工紙	1,190	526	1,441	386	378	212	291	171	1	4,596
7	化学製品	490	283	2,364	776	949	1,109	265	358	2	6,597
8	石油・石炭製品	1,065	141	1,178	344	221	458	100	88	11	3,605
9	プラスチック製品	378	155	1,102	521	447	173	54	88	0	2,917
10	窯業・土石製品	113	73	218	103	90	35	13	44	0	688
11	鉄鋼製品	401	49	824	291	524	467	25	203	0	2,785
12	非鉄金属製品	7	47	263	196	92	37	45	27	0	713
13	金属製品	296	85	629	199	312	76	19	64	0	1,679
14	一般機械	13	29	287	136	177	49	17	29	0	737
15	電気機械	20	136	436	195	199	74	45	57	0	1,162
16	輸送機械	57	57	798	819	154	281	9	67	0	2,242
17	精密機械	0	4	21	4	6	1	0	1	0	38
18	その他の製造工業製品	292	107	695	203	239	89	23	82	1	1,733
19	建設	317	84	391	78	148	39	17	53	1	1,127
20	公益事業	1,509	476	851	347	364	203	88	168	2	4,008
21	商業	4,031	759	4,754	927	1,466	314	141	532	12	12,936
22	金融・保険・不動産	2,351	419	1,918	354	596	224	113	278	6	6,259
23	運輸	1,947	520	1,628	351	509	329	136	417	23	5,860
24	情報通信	452	104	1,702	140	256	66	33	78	3	2,833
25	公務・教育・研究	317	152	1,252	264	402	135	57	89	1	2,668
26	医療・保健・社会保障・介護	103	23	35	13	14	13	7	16	1	224
27	対事業所サービス	2,521	446	3,727	498	824	221	79	304	6	8,627
28	对个人サービス	39	7	43	6	8	3	1	5	0	111
29	その他	665	156	268	82	89	41	21	78	1	1,401
	合計	40,220	9,537	32,680	9,539	10,118	5,474	2,050	5,801	135	115,554

表 5-37 事例③室蘭線寸断による前方連関効果

(単位:百万円)

部門 コード	部門名称	北海道	東北	関東	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	合計
1	農林水産業	6,874	1,140	1,289	401	266	254	212	1,228	18	11,684
2	鉱業	14	6	15	5	5	3	2	5	1	55
3	飲食料品	13,334	2,801	10,221	2,498	3,602	846	456	2,827	68	36,654
4	繊維製品	17	146	322	261	392	204	61	86	1	1,489
5	製材・木製品・家具	781	165	336	204	192	164	42	147	1	2,032
6	パルプ・紙・板紙・加工紙	1,138	373	1,131	286	361	177	233	94	2	3,796
7	化学製品	67	105	1,662	415	785	361	127	136	1	3,659
8	石油・石炭製品	206	30	294	130	307	169	26	22	4	1,188
9	プラスチック製品	20	50	459	269	260	75	27	41	0	1,201
10	窯業・土石製品	32	42	129	118	77	26	10	36	1	472
11	鉄鋼製品	312	33	539	201	342	255	11	111	1	1,806
12	非鉄金属製品	7	33	159	104	64	23	16	14	0	420
13	金属製品	58	33	225	107	137	28	12	31	1	633
14	一般機械	25	79	766	354	365	108	33	79	1	1,809
15	電気機械	67	330	1,312	473	552	175	62	167	0	3,139
16	輸送機械	59	93	1,621	1,703	265	438	35	312	1	4,527
17	精密機械	2	25	131	13	32	7	1	9	0	220
18	その他の製造工業製品	115	166	1,108	308	423	106	27	151	8	2,412
19	建設	1,195	351	2,021	465	715	229	103	304	27	5,410
20	公益事業	129	101	368	143	228	72	20	56	6	1,122
21	商業	354	197	1,386	274	436	144	57	157	13	3,018
22	金融・保険・不動産	157	76	664	112	222	62	30	84	9	1,415
23	運輸	197	84	633	135	195	89	30	91	13	1,467
24	情報通信	163	85	1,733	162	302	48	29	86	18	2,625
25	公務・教育・研究	347	163	844	197	266	115	46	163	18	2,159
26	医療・保健・社会保障・介護	1,118	474	1,587	506	831	326	185	632	48	5,706
27	対事業所サービス	185	113	1,148	189	318	88	34	130	13	2,219
28	对个人サービス	3,920	1,170	6,419	1,338	1,801	391	177	921	59	16,196
29	その他	111	92	469	115	166	55	28	65	7	1,107
	合計	31,004	8,558	38,990	11,484	13,906	5,039	2,133	8,184	341	119,639

5.4.5 本節のまとめ

本節では、過去の災害により貨物鉄道ネットワークが寸断された 3 つの事例を取り上げ、それにより波及した経済的影響を推計した。いずれの事例においても、その経済的影響が輸送貨物の発着地域に留まることなく、全国各地域へと波及したことが推計結果から確認された。

以下に、分析結果における特徴的なポイントをまとめる。

事例①（2014 年：東海道線寸断）については、寸断期間が 10 日間であることから、直接被害額は全国で 473 億円と、今回の分析事例の中で最も小さかった。その影響は主に関東に及んでいるが、わが国の東西間の物資流動を分断したことから、各地域への影響差は他の事例に比較すると相対的に小さい。

事例②（2018 年：山陽線寸断）については、寸断期間が 100 日間という長期にわたったことから、全国経済に与えた影響額は他の分析事例と比較して非常に大きいものとなった。輸送貨物の停滞による直接被害額が最も大きかったのは九州であるが、間接被害額については関東が後方連関効果、前方連関効果ともに他地域に比較して大きく、また中部、近畿を含め、大都市圏・産業集積地への経済的影響が顕著であったことが指摘される。

事例③（2000 年：室蘭線寸断）では、直接的・間接的ともに北海道に最も大きい影響が及ぼされた。後方連関効果については北海道が最も大きいのに対し、前方連関効果では関東が最も大きい結果となった。北海道での後方連関効果は、道外へ移出する中間財の製造産業などへの影響である。一方、関東への前方連関効果は、北海道から供給される中間財を原材料とする産業や最終財を取り扱う産業に与えた影響であり、北海道の農水産品や一次加工品の供給制約が首都圏の生産・消費活動に影響を与えたことを示唆するものである。

災害発生により貨物鉄道ネットワークが物理的に寸断することにより、輸送が滞って平常時の輸送量が運べなくなる事態が生じると、その影響は輸送貨物の発着地域に留まらず、輸送貨物の原材料を生産する地域（後方連関効果の帰着地域）や、輸送貨物を原材料として完成品を最終生産する地域（前方連関効果の帰着地域）に及ぶ。

本節では、各地域の生産活動・消費活動が縮小した被災後の経済状態を仮説的抽出法により表現し、平常時の経済状態と比較することによりその経済的影響を推計した。これにより、その経済的影響を推計し定量的に明らかにするとともに、貨物鉄道ネットワークの途絶が単なる「モノの流れの滞留」ではなく、サプライチェーンの寸断、すなわち「経済的な負の波及効果」を全国的に生じさせるという、経済的影響の広がりを見視化することができた。

5.5 行政担当者へのヒアリング調査による有効性の検証

本論文で検討・整理し、今後、政策評価の可視化に向けた分析評価手法として有効であると考えられる具体的な手法は以下である。

- ・仮説的抽出法を用いて前方連関効果、後方連関効果双方を計測すること
- ・分析対象地域に応じて、完全分離法による多地域間産業連関表を用いること

第2章で整理したように、これらの分析手法を災害等の被害推計に適用することにより、産業間・地域間サプライチェーンにおける供給制約を適切に評価することが可能となり、事前のリスク評価として事業評価における便益算定にも用いることができると思われる。

この点について、北海道における河川事業の評価を担う国土交通省 北海道開発局 河川計画課に対し、本手法の有効性や今後の政策評価への応用可能性について聞き取りを行った¹⁴⁹。

主なコメントについて、ヒアリング結果の概要を以下に示す。

(1) 現在の事業評価における「これまで計測していない便益の定量化」の動き

治水事業の事業評価においては、「治水経済調査マニュアル（案）平成17年4月」を長らく使用しており、その中では平成8年までの水害被害実態調査をもとに各種被害率が設定されていた。しかし、近年の水害における被害実態等を踏まえ、被害率の更新を図ることとなり、2016年北海道豪雨を含む近年の河川水害をもとにした被害率等を更新したマニュアルが2020（令和2）年4月を改定されている。それらに加え、北海道独自の指標についても組み入れることになり、北海道内の治水事業については、独自の被害率を用いて便益の算定を行っている。

一方、経済被害については、過去に検討を行ったものの、具体的に便益に算入していこうという動きは未だなく、今後の対応が待たれるところである。

(2) 当該手法の有効性や今後の政策評価への応用可能性

以上のことから、地域性に応じて便益の算定方法が異なることは問題なく、本手法のように、サプライチェーン上の北海道の独自性が可視化できる手法の構築は歓迎すべきものである。また、産業連関表を用いた分析など、対象地域によって分析を行うことのできる当該手法は汎用性が高いと評価できる。

一方で、実際に本手法を政策評価として取り入れていくためには、既存研究としての蓄積が重要になると思われる。今後、同手法を用いた分析が蓄積され

¹⁴⁹ ヒアリング議事録を参考資料に付す。

ることにより、当局として具体的検討を始めるなど、行政機関としても政策評価に取り入れやすい状況となっていくため、今後の研究に期待したい。

以上のヒアリング結果から、当該手法の有効性について以下のようなことが言えるであろう。

政策評価を行う行政機関の立場から、本手法はこれまで計測していない便益を定量化する方法として高い評価を受けた。特に、近年の河川水害は激甚化しているため、より強度の高い公共事業を行い国民の命と財産を守る立場からも、事業がもたらす効果（便益）をできる限り可視化していくことは重要との認識であった。また、本手法の汎用性についても高い評価を受け、既存データの利活用を含めた“扱いやすさ”という点でも有効性が確認された。

しかしながら、理論的・手法的な有効性とは別に、実際に政策評価手法として用いられるためには研究の蓄積が必要との意見もあり、今後、同手法を用いた推計事例を積み重ねていくことが重要と考えられる。

5.6 本章のまとめ

本章では、第 2 章における政策評価手法の課題整理、第 3 章における推計条件と推計手法に関する研究結果、さらに第 4 章における地域間産業連関表の作成に関する研究結果を基に、北海道が命題とする政策的課題（農業、物流、災害の 3 分野）をケーススタディとして実証分析した。

まず、北海道農業の全国への貢献度を分析するため、産業連関分析においてベーシックな後方連関効果に加え、前方連関効果の観点から北海道の農業部門の影響額を分析した（5-2）。仮説的抽出法を用いると、後方連関効果よりも前方連関効果で大きな経済的インパクトがあることが確認された。全国への原材料供給基地という北海道農業の位置付けを踏まえると、前方連関効果を推計することで改めてその貢献度が浮き彫りとなった。

次に、青函共用走行区間および並行在来線（函館～長万部間）の貨物鉄道輸送を巡る議論を整理した上で、仮に青函ルートを通る貨物鉄道輸送ができなくなった場合の経済的影響の大きさなどを考察した（5-3）。これまでの分析において、貨物の発地域の産業がどのような経済的影響を受けるか（後方連関効果）といった分析がなされてきた中、前方連関効果を併せて推計することにより、その経済的影響が貨物の発地域に留まることなく、貨物の着地域にも広く及ぶという影響の広がり定量的に明らかとなった。

さらに、過去に災害により貨物鉄道ネットワークが寸断された 3 つの事例を取り上げ、それにより波及した経済的影響を推計した（5-4）。いずれの事例においても、その経済的影響が輸送貨物の発着地域に留まることなく、全国各地域へと波及したことが推計結果から確認された。

このように、各地域の生産活動・消費活動が縮小した後の経済状態と、平常時の経済状態と比較することによりその経済的影響を推計する仮説的抽出法を用いることにより、経済的影響の広がりを可視化することが可能であり、政策評価の可視化において有効な分析手法であるということが言えよう。

また、行政機関へのヒアリング調査を実施し、政策評価を行う行政機関の立場から当該分析評価手法の有効性について把握した（5-5）。その結果、本手法はこれまで計測していない便益を定量化する方法として高い評価を受けた。特に、近年の河川水害は激甚化しているため、より強度の高い公共事業を行い国民の命と財産を守る立場からも、事業がもたらす効果（便益）をできる限り可視化していくことは重要との認識である。また、本手法の汎用性についても高い評価を受け、既存データの利活用を含めた“扱いやすさ”という点でも有効性が確認された。

第6章 結論と今後の課題

6.1 本章の目的

本論文の結びとなる本章では、本論文の結論及び今後の課題を整理する。

6.2 結論と今後の課題

(1) 政策評価手法の現状に関する研究

本論文では、まず、我が国における政策評価制度の経緯や、国土交通省が実施している公共事業の政策評価（事業評価）の概要を整理した。また、政策評価における定量的な分析評価手法である費用便益分析について、その評価手法を整理するとともに、公共事業のうち河川事業、とりわけ台風や水害等の発生による広範囲な水害被害に対応する治水事業に関し、現行マニュアルにおいて計上されている便益（事業効果）や、今後新たな便益として定量化が必要と考えられる便益について整理した。

事業評価は、事業の種別、背景、事業規模、波及的影響などの多様な視点から総合的に実施するべきものであるものの、当該事業の投資効率性を示す費用便益分析による定量的評価が事業の実施または継続の判断基準として最も重要とされるため、事業の実施により発現すると想定される効果（便益）を可能な限り貨幣換算して定量的評価に組み込むことが重要である。

特に、広範囲かつ他方面に影響が波及する水害被害の発生を抑止するために実施される治水事業については、経済的波及被害を定量化して便益に組み込もうとする動きが出てきている。

こうした動きに呼応して、産業連関分析を用いた災害等の被害推計では、多くの場合ベーシックな後方連関効果による推計が行われてきたが、後方連関効果は需要サイドからみた波及被害であるため限定的な推計に留まっており、産業間・地域間サプライチェーンにおける供給制約を適切に評価するためにも、供給サイドからみた波及被害を推計する前方連関効果を併せて推計し、双方向の波及被害を評価することが理想的である。

こうした現状を鑑みると、供給サイドからみた波及被害を推計できる前方連関効果による評価手法の確立は、災害等の発生による経済的影響を適切に推計するために有益であると結論づけられる。

(2) 前方連関効果の推計条件に関する研究

本論文では、前方連関効果の理論モデルである Ghosh モデルに関して、基本的な経済モデルやこれまで指摘されてきた理論的課題を先行研究から整理するとともに、前方連関効果モデルを用いる上で必要となる条件について検討した。

前方連関効果を推計する Ghosh モデルの理論的課題の一つである産出係数の安定性については、取引関係に影響を及ぼすほどではない災害等であれば、短期間には販売先の比率は変化しないと想定し、産出係数の安定性を仮定しても問題は無いと考えられる。そのため、産出係数の安定性については、分析対象となる災害等の規模に応じて仮定条件を考えることが必要である。

また、完全代替性の仮定については、災害等が発生した場合に他地域・他産業部門における代替が可能かどうかは、実際には被害の大きさや復旧期間の長さ、被災した産業部門やそこで生産される財の種類などの諸条件によって異なると考えられるため、推計モデルないし条件設定による対応が必要である。

これらの理論的課題に対応する分析手法として、本論文では、前方連関効果・後方連関効果の双方向を同時に推計可能な分析手法である「仮説的抽出法」を取り上げ、基本的な経済モデルとその理論的適合性を論述した。

その結果、前方連関効果の課題である「産出係数の安定性」については、仮説的抽出法によって被災前後の経済状態を作り出すことにより、後方連関効果であれば投入構造を、前方連関効果であれば産出構造の変化を表現できるため、産出係数の安定性を仮定する必要はない。特定地域・特定産業部門の投入構造や産出構造を任意に設定できる点は、仮説的抽出法の最大の特徴であると考えられる。

また、もう 1 点の課題である「完全代替性の仮定」については、産出係数行列を残存生産率により重み付けすることにより、当該産業部門の生産能力を可變的に調整することが有益である。

以上のことから、仮説的抽出法を用いた分析評価手法は、前方連関効果の理論的課題に対応することができる手法であると結論づけられる。

加えて、被災期間については、産業連関分析が通常 1 年間を対象にしていることから、1 年間を対象に直接被害額を算定（積み上げもしくは年率方式）することで計算を行うことが妥当である。

(3) 実用的な地域間産業連関表の作成方法に関する研究

本論文では、様々な地域における政策評価に活用するため、既存の産業連関

表を用いた接続表及び「完全分離法（Perfect Separation Method）」による多地域間産業連関表を作成するとともに、既存の産業連関表と比較した推計結果の妥当性や応用可能性について考察した。

完全分離法に基づく多地域間産業連関表の作成により、既存の全国地域間産業連関表では全国ブロックレベルでしか対応できなかった、任意の地域を対象とした地域間サプライチェーンの分析が可能となるとともに、データ作成年次の課題にも対応できることが明らかとなり、完全分離法に基づく地域間産業連関表の作成の有効性が確認された。

一方で、産業間・地域間サプライチェーンの特徴を示す上で重要である地域間交易係数については、既存の産業連関表データが地域間交易係数として利用できる場合（産業連関表の地域区分と、分析する地域区分が同一など）には、精度が高い結果が得られるであろう。しかし、分析対象とする地域が公表されている産業連関表の地域区分と異なる場合や、産業連関表の作成年次と分析年次にギャップがある場合には、小地域産業連関表の作成でも広く用いられている LQM での推計を行うことが望ましいと考えられる。

今後に向けては、本論文で作成した地域よりもさらに小さい地域での分析を行った場合に生じる課題や対応策を検討し、どの地域レベルにおいても適用可能な推計手法としての構築を目指していく。

(4) 政策評価の可視化に向けたケーススタディ

本論文では、その有効性が明らかとなった仮説的抽出法を用いた産業連関分析により、後方連関効果に加え前方連関効果の観点から、北海道が命題とする政策的課題（農業、物流、災害の3分野）をケーススタディとして実証分析した。いずれのケースにおいても、産業間・地域間サプライチェーンにおける供給制約について、需要側・供給側双方へ与える影響を分析することができた。

このように、各地域の生産活動・消費活動が縮小した後の経済状態と、平常時の経済状態と比較することによりその経済的影響を推計する仮説的抽出法を用いることにより、経済的影響の広がりを可視化することが可能であり、政策評価の可視化において有効な分析手法であると結論づけられる。

今後に向けては、同様のテーマで継続的にケーススタディを重ね、分析事例を増やしていくとともに、本研究では深く考察できなかった地域間サプライチェーンの定量化（跳ね返り）についても計測していく。

(5) 評価分析手法としての有効性

最後に、本論文では、行政機関へのヒアリング調査を実施し、政策評価を行

う行政機関の立場から、本手法はこれまで計測していない便益を定量化する方法として高い評価を受けた。特に、近年の河川水害は激甚化しているため、より強度の高い公共事業を行い国民の命と財産を守る立場からも、事業がもたらす効果（便益）をできる限り可視化していくことは重要との認識である。また、本手法の汎用性についても高い評価を受け、既存データの利活用を含めた“扱いやすさ”という点でも有効性が確認された。

しかしながら、理論的・手法的な有効性とは別に、実際に政策評価手法として用いられるためには研究の蓄積が必要との意見もあり、今後、同手法を用いた推計事例を積み重ねていくことが重要と考えられる。

また、具体的な政策評価への応用を考える場合には、使用するデータ、推計手順、推計結果の考え方などの統一を図ることが重要である。今後は本手法を用いた事例研究を引き続き進めるとともに、誰もが同じ方法で推計を行えるような推計手法のマニュアル化・ツール化を併せて検討していく必要がある。

参考資料1 ヒアリング調査結果

1. オホーツク地域における近年の移出入構造の変化や経済構造についてのヒアリング議事録

日 時：2022 年 7 月 27 日（水）

場 所：北海道 オホーツク 総合振興局

対応者：北海道 オホーツク 総合振興局 産業振興部長 畠山 透 氏

(1) 林業の状況(林業出荷額増加の背景)

- ・2007 年以降、ロシアの丸太原木輸出規制により外国産木材の輸入が落ち込み国産材に需要が向いた。そのタイミングで、これまで植林はしていてもそのままになっていた道有林があり、木材需要に対応できた。
- ・また木材の集成材や乾燥技術の高まりにより、使いづらいと言われ住宅建築部材として活用が困難だったカラマツやスギなど道産木材の生産が増えたことにより、林業出荷額が大きく増加したものと考えられる。
- ・丸太原木のまま出荷するものもあれば、木材加工で国内競争力の高い優良な企業も管内で増えてきている。最近では、公共施設でも道産材を使うところが増えてきている。

(2) 漁業の状況(漁獲額増加の背景)

- ・ホタテは欧州での輸入規制や HACCP による規制強化に伴い、冷凍生ホタテ（玉冷）の需要が増加し、漁獲額は 2011～2014 年にかけて右肩上がりが増加した。
- ・特に玉冷については、干し貝柱よりも衛生基準が厳しく、貝毒も出るため水揚げ後の衛生管理なども必要となる。北海道では、常呂・湧別周辺と噴火湾周辺のホタテ工場が厳しい欧州 HACCP を最初にクリアし、2013 年頃から輸出が大きく伸びていった。今後もその傾向は続くと思われるが、単価が高くなるともっと良い。
- ・しかし、2014 年末の大型低気圧の通過によりホタテガイが大量に窒息死する事象が発生し、2015 年の漁獲額は大きく減少したが、その後回復してきている。
- ・鮭については、全道的に漁獲量が落ち込んでいるものの、オホーツク側は単価が上がっているため、金額ベースでは変わらない。逆に加工業者が困っている。雄武では「めじか鮭」など単価が高い鮭が揚がっている。

(3) 農業(酪農)の状況(生乳出荷額増加の背景)

- ・生乳出荷額は増加傾向であり、乳製品の生産も増えている一方で、本州での生乳生産量が減少している。そのためホクレンも、これまで道内での加工用で回っていた生乳がほくれん丸(釧路港～茨城港)により道外へ輸送されている。
- ・飼肥料は、海外から入ってきて釧路港に入り、飼料工場から配達される状況で近年変化はない。飼肥料は専用タンクで運ぶため帰り荷はない。飼肥料関係はJA系や商社系などメーカーが多い状況。飼肥料といっても飼料と肥料で季節変動が異なるので特性に違いはあるかもしれない。
- ・(飼肥料のストックヤードをどこに置くべきかという質問に対し)
業界で「飼肥料の先取り」という表現がある。共同購入のようなもので、JAグループがまとめて夏頃に次年度分の需要量を把握し価格交渉して輸入し、モノは後から入ってくるという状況。ストックヤードについては、一気に入ってくるわけではなく、混合飼料など原料を二次加工して秋口に農家に納品しているため、そこまでの必要性は感じない。

(4) 産業・移出入構造への影響

- ・オホーツク地域は移輸出型(漁業、その他食料品)の産業が多く、より一層輸出促進の動きを高めていく必要がある。特に漁業は、水揚げと加工が自地域内で行えるため、輸出促進を行う方向に向かっていくべきであろう。林業については丸太原木のままでは売れないため、自地域で加工していくことが期待される。
- ・全体的にみれば、産業構造や移出入構造に大きな影響を与えるほどの事象は2011～2015年の間では発生していない。

2. 本手法の有効性や今後の政策評価への応用可能性についてのヒアリング 議事録

日 時：2022 年 12 月 19 日（月）

場 所：国土交通省 北海道開発局 河川計画課

対応者：国土交通省 北海道開発局 河川計画課 計画第 3 係長 小泉 和久 氏

(1) 現在の事業評価における経済評価の定量化の動きについて

- ・ 2020（令和 2）年 4 月に「治水経済評価マニュアル」が改定され、公共土木施設等被害率について、一般資産被害の中に農地や農業用施設等を含めて被害率を算出していたが、農地や農業施設の被害率を切り離す運用に変わった。
- ・ しかし、農地や農業用施設については細かく被害率が算出されているのに対して、公共土木施設等は今までどおりの被害率と変更がない改定となっている。
- ・ 加えて、インフラに関する被害率について、例えば一人当たり道路面積は全国平均に対して北海道が 4.3 倍であるなど、全国の被害率を北海道に当てはめてしまうと被害額が過小評価される。そのため、公共土木施設等については、北海道独自の被害率を使って便益を算定する手法を採っている。
- ・ 前方連関効果や後方連関効果による経済波及被害など、現在表に出てきていない便益（被害）については、手法が確立されていないところもあり、事業評価ではなかなか便益に反映されていない現状である。
- ・ 当局においても、過去に定量化できる便益の検討を行った経緯があるが、具体的に便益に算入していこうという動きは未だに無い。しかし、これらの検討が、治水経済評価における北海道独自の被害率の運用に繋がった可能性はある。
- ・ 河川事業や砂防事業については、事業費における物価増の影響が大きく、それらを反映した事業費の改定を再評価のタイミングで行っている。

(2) 本手法の有効性や今後の事業評価への応用可能性について

- ・ 現在の第 8 期北海道総合開発計画において食や観光がクローズアップされているところであり、KPI など施策の目標設定として用いることができれば、良い指標になるかもしれない。
- ・ 治水経済評価マニュアルにおいても、地域性に応じて便益の算定方法が異なることは問題ないとされており、本手法のように、サプライチェーン上の北海道の独自性が可視化できる手法の構築は歓迎すべきものである。
- ・ また、産業連関表を用いた分析など、対象地域によって分析を行うことので

きる当該手法は汎用性が高いと評価できる。

- 一方で、実際に本手法を政策評価として取り入れていくためには、そのための検討素材として既存研究の蓄積が重要になると思われる。今後、同手法を用いた分析が蓄積されることにより、当局として具体的検討を始めるなど、行政機関としても政策評価に取り入れやすい状況となっていくため、今後の研究に期待したい。

参考資料2 表一覧

表 2-1 各省庁における政策評価の実施状況(令和 3 年度)	14
表 2-2 国土交通省における事業評価マニュアル	17
表 2-3 費用便益分析の主な評価指標と特徴	19
表 2-4 河川事業の評価項目(再評価)	25
表 2-5 治水事業のストック効果	28
表 2-6 「水害の被害指標分析の手引(H25 試行版)」における治水経済評価マニュアル (案)のストック効果の再整理	30
表 2-7 東日本大震災と他の地震災害との被害額比較	36
表 3-1 災害後に発生すると想定される短期的・長期的な被害例	60
表 4-1 国で作成している主な産業連関表	66
表 4-2 北海道で作成している主な産業連関表	67
表 4-3 産業部門の統合(8 部門)	77
表 4-4 産業部門の統合(32 部門)	80
表 4-5 3 地域間の移出入額の推定	83
表 4-6 農業部門に 100 億円の新規需要が発生した場合の経済波及効果	86
表 4-7 林業部門に 100 億円の新規需要が発生した場合の経済波及効果	87
表 4-8 商業部門に 100 億円の新規需要が発生した場合の経済波及効果	88
表 4-9 全道表(105 部門)とA市表(42 部門)の対応	102
表 4-10 産業部門別市内生産額の推計データ	104
表 4-11 A市の産業構造	113
表 4-12 市内生産額(42 部門)	115
表 4-13 中間投入率(42 部門)	117
表 4-14 影響力係数及び感応度係数(42 部門)	123
表 5-1 全国及び北海道の産業別域内総生産及びシェア(2014~18 年度)	131
表 5-2 北海道の移出入及び域際収支(2005 年)	135
表 5-3 農林水産業の需要別地域別移出入額(2005 年)	136
表 5-4 飲食料品の需要別地域別移出入額(2005 年)	137
表 5-5 全国地域別の飲食料品部門の粗付加価値率(2005 年)	139
表 5-6 農林水産業の部門分割	143
表 5-7 仮説的抽出法による北海道農業部門の全国経済への影響額	147
表 5-8 影響が大きい産業部門(後方連関効果・上位 15 部門)	148
表 5-9 影響が大きい産業部門(前方連関効果・上位 15 部門)	148

表 5-10	仮説的抽出法による北海道農業部門の影響額(後方連関効果・産業別)	149
表 5-11	仮説的抽出法による北海道農業部門の影響額(前方連関効果・産業別)	150
表 5-12	仮説的抽出法による主要な農業部門の影響額(前方連関効果)	151
表 5-13	2016 年北海道豪雨による経済的波及被害(波及効果・推計方法別)	154
表 5-14	2016 年北海道豪雨による経済的波及被害(①後方連関効果)	155
表 5-15	2016 年北海道豪雨による経済的波及被害(②前方連関効果)	156
表 5-16	2016 年北海道豪雨による経済的波及被害(③後方連関効果)	157
表 5-17	2016 年北海道豪雨による経済的波及被害(④前方連関効果)	158
表 5-18	青函ルート of 輸送力低下による経済的影響額	176
表 5-19	輸送量減少率の設定	182
表 5-20	産業部門と輸送品目の対応	184
表 5-21	鉄道貨物全体に対する当該区間通過輸送量の割合(農林水産品)	185
表 5-22	鉄道貨物の輸送分担率(農林水産品)	185
表 5-23	当該区間を通過する貨物鉄道輸送シェア(農林水産品)	186
表 5-24	東海道線寸断における当該区間の年間輸送量減少率(農林水産品)	186
表 5-25	東海道線寸断における全輸送モードの年間輸送量減少率(農林水産品)	187
表 5-26	事例①:東海道線寸断による経済的影響額	188
表 5-27	事例①東海道線寸断による移出減少額	189
表 5-28	事例①東海道線寸断による後方連関効果	190
表 5-29	事例①東海道線寸断による前方連関効果	190
表 5-30	事例②山陽線寸断による経済的影響額	191
表 5-31	事例②山陽線寸断による移出減少額	192
表 5-32	事例②山陽線寸断による後方連関効果	193
表 5-33	事例②山陽線寸断による前方連関効果	193
表 5-34	事例③室蘭線寸断による経済的影響額	194
表 5-35	事例③室蘭線寸断による移出減少額	195
表 5-36	事例③室蘭線寸断による後方連関効果	196
表 5-37	事例③室蘭線寸断による前方連関効果	196

参考資料3 図一覧

図 1-1 農業部門を中心とした前方連関効果と後方連関効果のイメージ	3
図 1-2 本研究の対象イメージ	6
図 1-3 本論文の構成	8
図 2-1 政策評価制度の概念図	12
図 2-2 行政機関の政策評価フロー	12
図 2-3 事業評価のプロセス	16
図 2-4 間接被害発生の流れ	32
図 2-5 ダイヤモンド型サプライチェーン構造	35
図 2-6 北見市(常呂川流域)のタマネギ畑の被災状況	38
図 2-7 2016 年北海道豪雨による農業被害の内訳	39
図 2-8 2016 年 8～9 月における北海道産にんじんの取扱量と価格の推移	40
図 2-9 2016 年北海道豪雨による農業被害項目の体系図	44
図 3-1 仮説的抽出法による生産額推計の概念図	56
図 3-2 生産能力の復旧パターン(その 1)	62
図 3-3 生産能力の復旧パターン(その 2)	62
図 4-1 産業連関表(取引基本表)の構成	69
図 4-2 垂直的拡張と並列的拡張	79
図 4-3 完全分離法による分割イメージ	81
図 4-4 完全分離法による 3 地域間表の作表イメージ	82
図 4-5 産業連関表の構成	98
図 4-6 A市産業連関表の作成フロー	99
図 4-7 中間投入率及び中間需要率からみたA市の産業類型	119
図 4-8 移輸出率と移輸入率からみたA市の産業類型	121
図 4-9 影響力係数と感応度係数からみたA市の産業類型	125
図 4-10 2015(平成 27)年A市産業連関表からみた財・サービスの流れ	126
図 5-1 全国の食料自給率の推移	129
図 5-2 全国及び北海道の産業別総生産のシェア(2018 年度)	130
図 5-3 全国及び北海道の農水産業の総生産	132
図 5-4 地域内総生産に占める食品関連産業のシェア(2005 年)	133
図 5-5 食品製造業と農水産業の関係	134
図 5-6 農業部門を中心とした前方連関効果と後方連関効果のイメージ	141
図 5-7 仮説的抽出法による北海道農業部門の全国経済への影響額	147

図 5-8 青函ルート	160
図 5-9 北海道の移出・移入の品目別内訳	161
図 5-10 輸送機関別分担率(移出)	162
図 5-11 輸送機関別分担率(移入)	163
図 5-12 輸送トリップ(配達)の年間発生回数と平均発生間隔	165
図 5-13 貨物駅・港湾までの道路輸送距離の比較	166
図 5-14 青函共用走行区間	167
図 5-15 貨物輸送からみた「並行在来線」の機能	169
図 5-16 トラック輸送距離の変化(北海道内)	172
図 5-17 トラック輸送距離の変化(北海道外)	172
図 5-18 トラック輸送費用の変化(北海道内)	173
図 5-19 青函ルートの輸送力低下による経済的影響額	177
図 5-20 本節における調査対象	180
図 5-21 本節における分析手順	181
図 5-22 本節における分析対象地域	183
図 5-23 事例①東海道線寸断による経済的影響額	189
図 5-24 事例②山陽線寸断による経済的影響額	192
図 5-25 事例③室蘭線寸断による経済的影響額	195

引用・参考文献

<文献>

- [1] 相浦宣徳, 富田義昭:『激変する農産物輸送』、HAJA ブックレットグローバルバージョンと北海道 No.2, 北海道農業ジャーナリストの会, 2019.7.
- [2] 相浦宣徳, 平出渉: 災害等による貨物鉄道ネットワークの途絶が及ぼす経済的影響に関する研究, Annual Review No24, pp25-29, 一般社団法人研友社, 2022.5.
- [3] 朝日幸代: 平成 7 年名古屋市産業連関表の作成の試み, 産業連関第 12 巻 1 号, 環太平洋産業連関分析学会, pp.16-24, 2004.2.
- [4] 浅利一郎, 土居英二: 完全分離法の並列的拡張による他地域間連結産業連関表の理論と手順, 静岡大学経済研究 15 巻 4 号, pp155-174, 2011.2.
- [5] 浅利一郎, 土居英二: 完全分離法の垂直的拡張による他地域間連結産業連関表の理論と手順, 静岡大学経済研究 16 巻 4 号, pp133-155, 2012.4.
- [6] 浅利一郎, 土居英二:『地域間産業連関表分析の理論と実際』, 日本評論社, 2016.2.
- [7] 阿部秀明(編著), 平出渉, 相浦宣徳(共著):『地域経済におけるサプライチェーン強靱化の課題ー地域産業連関分析によるアプローチ』, 共同文化社, 2022.5.
- [8] 新井園枝: 経済産業省の地域産業連関表の作成について, 産業連関 23 巻 1-2 号, 環太平洋産業連関分析学会, pp18-29, 2016.1.
- [9] 石川良文: Nonsurvey 手法を用いた小都市圏レベルの 3 地域間産業連関モデル, 土木学会論文集 758 巻 4-39 号, pp45-55, 2004.
- [10] 石川良文, 宮城俊彦: 全国都道府県間産業連関表による地域間産業連関構造の分析, 地域学研究第 34 巻第 1 号, 日本地域学会, pp.139-152, 2004.
- [11] 石倉智樹, 横松宗太:『公共事業評価のための経済学』, コロナ社, 2013.6.
- [12] 石村貞夫, 劉晨, 玉村千治:『Excel でやさしく学ぶ産業連関分析』, 日本評論社, 2009.
- [13] 稲田義久, 入江啓彰, 島章弘, 戸泉巧: 東日本大震災による被害のマクロ経済に対する影響ー地震、津波、原発の複合的被害ー, アジア太平洋研究所政策レポート第 6 号, 2011.4.12.
- [14] 今西英俊: 深川市産業連関表の作成手法の研究, 産業連関第 12 巻 3 号, 環太平洋産業連関分析学会, pp.38-49, 2004.10.
- [15] 入谷貴夫:『地域と雇用をつくる産業連関分析入門』, 自治体研究社, 2012.8.

- [16] 大嶋満：貨物調整金制度の見直しに向けて，参議院常任委員会調査室・特別調査室，立法と調査 No.428, pp132-146, 2020.10.
- [17] 岡田有祐，奥田隆明，林良嗣，加藤博和：前方連関効果を考慮した広域巨大災害の産業への影響評価，土木計画学研究講演集 45，土木学会，2012.6.
- [18] 沖山充，徳永澄憲：自然災害による農林水産業の前方連関が与える地域経済への影響分析－47 都道府県の地域間産業連関表を用いて－，農業経済研究第 90 巻第 1 号，日本農業経済学会，pp65-71, 2018.
- [19] 株田文博：産業連関分析による食料供給制約リスクの分析－ボトルネック効果を組み込んだ Ghosh 型モデルによる前方連関効果計測－，農林水産政策研究第 23 号，農林水産政策研究所，pp1-21, 2014.12.
- [20] 環太平洋産業連関分析学会（編）：『産業連関分析ハンドブック』，東洋経済新報社，2010.11.
- [21] 公益財団法人中部圏社会経済研究所：中部圏地域間産業連関表（2005 年版）の活用～原票の活かし方と実証分析の例示～，2013.
- [22] 小林彩佳，君沢竜也，平出渉，吉田隆年，千葉学，佐々木博文，岡部博一：洪水による農業被害に伴う波及被害額の算定手法の検討，河川技術論文集第 25 巻，土木学会，pp19-24, 2019.6.
- [23] 近藤巧，吉本諭：食料品製造業の付加価値率変動要因と地域経済貢献～北海道の食クラスター形成を目指した基礎的研究～，財団法人北海道開発協会平成 22 年度助成研究論文集，pp.119-147, 2011.
- [24] 佐藤主光：未曾有の東日本大震災による経済的損失の全貌，一橋大学大学院経済学研究科佐藤主光教授緊急インタビュー，ダイヤモンド・オンライン特別レポート第 138 回，2011.
<https://diamond.jp/articles/-/11498>（2022.12.10 閲覧）
- [25] 食と農のサプライチェーンレジリエンス研究会：食と農のサプライチェーンレジリエンス強化にむけた提言書，一般社団法人レジリエンスジャパン推進協議会『国土強靱化政策への提言書』所収，2020.6.
- [26] 下田充，藤川清史：産業連関分析モデルと東日本大震災による供給制約，産業連関 20 巻 2 号，環太平洋産業連関分析学会，pp.133-146, 2012.6.
- [27] 茅野甚次郎：食料需給構造と自給率の低下，農業経済研究第 77 巻第 3 号，日本農業経済学会，pp.97-112, 2005.
- [28] 塚本高浩，小見山尚子，根本二郎：愛知県内全市町村間産業連関表の作成と市町村間の空間的相互依存関係に関する分析，産業連関 26 巻 1 号，環太平洋産業連関分析学会，pp.1-20, 2018.7.
- [29] 土居英二，浅利一郎，中野親徳：『はじめよう地域産業連関分析 基礎編〔改訂版〕』，日本評論社，2019.

- [30] 土居英二, 浅利一郎, 中野親徳:『はじめよう地域産業連関分析 事例分析編 [改訂版]』, 日本評論社, 2020.
- [31] 徳井丞次, 荒井信幸, 川崎一泰, 宮川努, 深尾京司, 新井園枝, 枝村一磨, 児玉直美, 野口尚洋: 東日本大震災の経済的影響ー過去の災害との比較, サプライチェーンの寸断効果, 電力供給制約の影響ー, RIETI Policy Discussion Paper Series 12, 独立行政法人経済産業研究所, 2012.3.
- [32] 中澤純治: 市町村産業連関表の作成とその問題点, 政策科学第 9 巻第 2 号, 立命館大学政策科学会, pp113-125, 2002.
- [33] 中野諭, 西村一彦: 地域産業連関表の分割における他地域間交易の推定, 産業連関第 15 巻 3 号, 環太平洋産業連関分析学会, pp.44-53, 2007.
- [34] 野崎道哉: 日本の地域経済における生産ショック・インフラショックの地域間インパクトー仮説的地域抽出アプローチー, 岐阜経済大学論集 51 巻 1 号, pp23-37, 2017.
- [35] 野崎道哉, 井原健雄, ティティポンタラグン・ノンタチャイ: 東日本大震災の経済被害のインパクトー中部圏への影響ー, 産業連関 19 巻, 環太平洋産業連関分析学会, pp.28-39, 2011.3.
- [36] 長谷部勇一: 災害の経済的評価ー産業連関表による供給制約型モデルー, 環太平洋産業連関分析学会第 13 回大会報告集, 環太平洋産業連関分析学会, 2002.
- [37] 平出渉: 公共投資評価の実践的適用, 北星学園大学大学院経済学研究科修士論文, 2007.3.
- [38] 平出渉, 相浦宣徳: 北海道新幹線並行在来線と青函共用走行区間における貨物鉄道輸送に関する一考察ー議論の整理と仮説的抽出法による影響分析ー, 日本物流学会誌第 30 号, 日本物流学会, pp219-226, 2022.6.
- [39] 平出渉, 相浦宣徳, 阿部秀明: 農業部門の供給制約が及ぼすインパクトー仮説的抽出法によるアプローチー, フロンティア農業経済研究第 25 巻第 1・2 号, 北海道農業経済学会, 2023 掲載決定.
- [40] 平出渉, 相浦宣徳, 永吉大介: 幹線物流ネットワーク上の途絶が及ぼす影響と強靱化に関する一考察ー平成 30 年山陽線 100 日間不通を事例としてー, 第 37 回日本物流学会全国大会研究報告集, 日本物流学会, pp89-92, 2020.9.
- [41] 平出渉, 阿部秀明: 北海道オホーツク地域を対象とした 3 地域間産業連関表の作成とサプライチェーン分析への応用, 第 39 回日本物流学会全国大会研究報告集, 日本物流学会, pp97-100, 2022.9.
- [42] 平出渉, 阿部秀明, 相浦宣徳: 全国経済活動における北海道・道外間鉄道貨物輸送の貢献度と北海道新幹線による貨物輸送の経済効果, 日本物流学会誌第 25 号, 日本物流学会, pp31-38, 2017.6.

- [43] 本田豊, 中澤純治: 市町村産業連関表の作成と応用, 立命館経済学第 49 巻第 4 号, 立命館大学経済学会, pp51-76, 2000.
- [44] 山田光男: グラビティーRAS 法による地域間交易の推計, Discussion Paper Serires No.1301, 中京大学経済学部附属経済研究所, 2013.
- [45] 山田光男, 大脇祐一: 2005 年愛知県内 4 地域間産業連関表の推計, Discussion Paper Serires No.1205, 中京大学経済学部附属経済研究所, 2012.
- [46] 山谷清志: 『政策評価』, ミネルヴァ書房, 2012.2.
- [47] 吉見宏: 函館本線『並行在来線』の行方, 鉄道ジャーナル No.642, 2020.2.
- [48] 吉本諭: 『フードシステムの産業連関分析ー北海道の食産業を考えるー』, 農林統計出版, 2021.3.
- [49] 前川和史: 市町村の作成, 小長谷一之・前川和史(編)『経済効果入門』第 7 章所収, pp94-142, 日本評論社, 2012.6.
- [50] 馬奈木俊介(編): 『災害の経済学』, 中央経済社, 2013.4.
- [51] Dietzenbacher,E. “In vindication of the ghosh model : A reinterpretation as a price model”, Journal of regional science Vol.37(No.4), pp629-651, 1997.
- [52] Ghosh,A. “Input-output Approach in an Allocation System”, Economica Vol.25(No.97), pp58-64, 1958.
- [53] Miller,R.& Blair,P. “Supply-Side Models, Linkages, and Important Coefficients. In Input-Output Analysis”, Foundations and Extensions, pp.543-592, Cambridge University Press, 2009.
- [54] Oosterhaven,J. “On the Plausibility of the Supply-Driven Input-Output Model”, Journal of Regional Science, Vlo.28, No.2, pp.203-217, 1988.
- [55] Schultz,S. “Approaches to identifying key sectors empirically by means of input-output analysis”, The Journal of Development Studies, 14(1), pp77-96, 1977.

＜資料・レポート＞

- [56] 一般社団法人ニセコプロモーションボード: 平成 27 年度ニセコ観光圏経済波及効果調査業務報告書, 株式会社ドーコン受託, 2017.12.
- [57] 小樽市: 令和 2 年度小樽市観光基礎調査報告書(令和 3 年 8 月訂正版), 株式会社ドーコン受託, 2021.8.
- [58] 気象庁: 災害をもたらした気象事例・台風第 18 号
<https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/report/2004/20040904/20040904.html> (2022.12.5 閲覧)
- [59] 緊急災害対策本部: 平成 23 年(2011 年)東北地方太平洋沖地震(東日本大震災)について, 2021.3.9,
<https://www.bousai.go.jp/2011daishinsai/pdf/torimatome20210310.pdf>

(2022.10.18 閲覧)

- [60] 国土交通省中部地方整備局：災害の社会経済的影響に関する調査－2004 年・台風 18 号をモデルケースとして－, 2005.9.

http://www.cgr.mlit.go.jp/saigai/cyousa/keizaieikyo/00_zenbun.pdf

(2022.10.18 閲覧)

- [61] 国土交通省都市局：東日本大震災による被災現況調査結果について（第 1 次報告）, 2011.8.4.

https://www.mlit.go.jp/report/press/city07_hh_000053.html

(2022.10.18 閲覧)

- [62] 国土交通省北海道開発局小地域産業連関表作成研究会：小地域産業連関表作成マニュアル（概要版）,

<https://htri.co.jp/ht/wp-content/uploads/2021/03/manual.pdf> (2021.11.22 閲覧)

- [63] 経済産業省：通商白書 2022.

https://www.meti.go.jp/report/tsuhaku2022/whitepaper_2022.html

(2022.12.3 閲覧)

- [64] 原子力規制委員会：原子力発電所の現在の運転状況

https://www.nra.go.jp/jimusho/untan_jokyo.html (2022.12.26 閲覧)

- [65] 総務省：政策評価制度の在り方に関する最終報告, 2000.12.

https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/hyouka/81884.htm (2022.10.5 閲覧)

- [66] 総務省：平成 27（2015）年産業連関表 総合解説編, 2020.1.

https://www.soumu.go.jp/main_content/000680591.pdf (2022.10.5 閲覧)

- [67] 内閣府：月例経済報告等に関する関係閣僚会議震災対応特別会合資料, 2011.3.23.

<https://www5.cao.go.jp/keizai/bousai/pdf/keizaitekieikyou.pdf> (2022.10.18 閲覧)

- [68] 内閣府政策統括官（経済財政分析担当）：平成 28 年熊本地震の影響試算について, 2016.5.23.

<https://www5.cao.go.jp/keizai3/kumamotoshisan/kumamotoshisan20160523.pdf>

(2022.10.18 閲覧)

- [69] 内閣府政策統括官（防災担当）：東日本大震災における被害額の推計について, 2011.6.24.

<https://www.bousai.go.jp/2011daishinsai/pdf/110624-1kisyu.pdf>

(2022.10.18 閲覧)

- [70] 日本貨物鉄道株式会社関西支社：山陽線 100 日間不通の記録～平成 30 年 7 月豪雨災害コンテナ輸送力確保にむけた取り組みの記録～, 2019.3.

- [71] 農林水産省：食料・農業・農村基本計画（令和 2 年 3 月 31 日閣議決定）,

https://www.maff.go.jp/j/keikaku/k_aratana/ (2021.9.30 閲覧)

- [72] 平成 28 年 8 月北海道大雨激甚災害を踏まえた水防災対策検討委員会：委員会報告 参考資料, 2016.3.
https://www.hkd.mlit.go.jp/ky/kn/kawa_kei/ud49g7000000f010-att/splaat000000hdsv.pdf (2022.10.18 閲覧)
- [73] 北海道総合政策部交通政策局交通企画課：函館線（函館・小樽間）について（北海道新幹線並行在来線対策協議会）,
<https://www.pref.hokkaido.lg.jp/ss/stk/heizai.html> (2022.11.28 閲覧)

＜指針・マニュアル＞

- [74] 公共事業評価システム研究会：公共事業評価の基本的考え方, 2002.8.30,
https://www.mlit.go.jp/tec/hyouka/public/09_public_05.html (2022.11.29 閲覧)
- [75] 公共事業評価手法研究委員会：公共事業評価の費用便益分析に関する技術指針（共通編）, 2009.6.1,
<https://www.mlit.go.jp/tec/hyouka/public/090601/0906012.html> (2022.11.29 閲覧)
- [76] 国土交通省：河川及びダム事業の再評価実施要領細目,
https://www.mlit.go.jp/river/basic_info/seisaku_hyouka/gaiyou/hyouka/hyouka.html (2022.10.18 閲覧)
- [77] 国土交通省：公共事業評価手法研究委員会,
https://www.mlit.go.jp/tec/hyouka/public/09_public_10.html (2022.11.29 閲覧)
- [78] 国土交通省：政策評価ポータルサイト,
https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/hyouka/seisaku_n/koukyou_jigyoku.html (2022.10.18 閲覧)
- [79] 国土交通省：事業評価カルテ検索,
<https://www.mlit.go.jp/tec/hyouka/public/jghks/chart.htm> (2022.11.29 閲覧)
- [80] 国土交通省水管理・国土保全局：「水害の被害指標分析の手引（H25 試行版）」, 2013.7.
https://www.mlit.go.jp/river/basic_info/seisaku_hyouka/gaiyou/hyouka/pdf/higaisihyou_h25.pdf (2022.9.15 閲覧)
- [81] 国土交通省水管理・国土保全局：「治水経済調査マニュアル（案）令和 2 年 4 月」, 2020.4.
https://www.mlit.go.jp/river/basic_info/seisaku_hyouka/gaiyou/hyouka/r204/chisui.pdf (2022.9.15 閲覧)
- [82] 国土交通省水管理・国土保全局河川環境課：「河川に係る環境整備の経済評価の手引き【本編・別冊】平成 31 年 3 月」, 2019.3.
https://www.mlit.go.jp/river/basic_info/seisaku_hyouka/gaiyou/hyouka/h3103/tebiki.pdf
https://www.mlit.go.jp/river/basic_info/seisaku_hyouka/gaiyou/hyouka/h2203/tebiki-b.pdf

(2022.9.15 閲覧)

- [83] 総務省：政策評価等の実施状況及びこれらの結果の政策への反映状況に関する報告.

https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/hyouka/seisaku_n/nenji_houkoku.html

(2022.10.5 閲覧)

- [84] 総務省：政策評価ポータルサイト,

https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/hyouka/seisaku_n/000065209.html

(2022.10.18 閲覧)

- [85] 総務省：年度別取組結果,

https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/hyouka/seisaku_n/torikumi.html

(2022.10.5 閲覧)

<統計資料・データ> すべて 2022.12.6 閲覧

- [86] 経済産業省：2005（平成 17）年地域間産業連関表

https://www.meti.go.jp/statistics/tyo/tiikiio/result/result_02.html

- [87] 国土交通省北海道開発局：2005（平成 17）年北海道産業連関表

<https://www.hkd.mlit.go.jp/ky/ki/keikaku/u23dsn0000001mzq.html>

- [88] 国土交通省北海道開発局：2011（平成 23）年北海道産業連関表

<https://www.hkd.mlit.go.jp/ky/ki/keikaku/u23dsn0000001mmi.html>

- [89] 国土交通省北海道開発局：2015（平成 27）年北海道産業連関表（令和 3 年 5 月 28 日訂正版）

<https://www.hkd.mlit.go.jp/ky/ki/keikaku/splaat0000001yqxt.htm>

- [90] 国土交通省北海道開発局：2005（平成 17）年北海道内地域間産業連関表

<https://www.hkd.mlit.go.jp/ky/ki/keikaku/u23dsn0000001p1j.html>

- [91] 国土交通省北海道開発局：2011（平成 23）年北海道内地域間産業連関表

<https://www.hkd.mlit.go.jp/ky/ki/keikaku/u23dsn0000001p1j.html>

- [92] 総務省：2005（平成 17）年産業連関表（確報）

[https://www.e-stat.go.jp/stat-](https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00200603&tstat=000001026283&cycle=0)

[search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00200603&tstat=000001026283&cycle=0](https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00200603&tstat=000001026283&cycle=0)

- [93] 総務省：2011（平成 23）年産業連関表（確報）

[https://www.e-stat.go.jp/stat-](https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00200603&tstat=000001073129&cycle=0)

[search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00200603&tstat=000001073129&cycle=0](https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00200603&tstat=000001073129&cycle=0)

- [94] 総務省：2015（平成 27）年産業連関表（確報）

[https://www.e-stat.go.jp/stat-](https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00200603&tstat=000001130583&cycle=0)

[search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00200603&tstat=000001130583&cycle=0](https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00200603&tstat=000001130583&cycle=0)
&year=20150&month=0

- [95] 内閣府：県民経済計算（平成 18 年度－平成 30 年度）（2008SNA、平成 23 年基準計数）※47 都道府県、11 政令指定都市分，
https://www.esri.cao.go.jp/jp/sna/data/data_list/kenmin/files/contents/main_2018.html
- [96] 農林水産省：食料需給表，<https://www.maff.go.jp/j/zyukyu/fbs/>
- [97] 北海道経済部経済企画局経済企画課：平成 30 年度（2018 年度）道民経済計算年報，<https://www.pref.hokkaido.lg.jp/kz/kks/ksk/tgs/keisan-kakuhou.html>

謝 辞

本論文は、私が北海商科大学大学院商学研究科博士後期課程に在学中の研究成果をとりまとめたものです。

北海商科大学大学院教授 阿部秀明先生には、私が 2020 年 4 月に博士後期課程に社会人入学して以降、指導教官及び論文主査として、研究計画から博士論文の完成に至るまで、ひとかたならぬご支援とご指導を賜りました。ここに深く感謝申し上げます。

阿部先生に初めてお会いしたのは、2010 年、私が勤務先で北海道の観光産業の経済効果分析の業務を担当することになり、産業連関分析に詳しい有識者のご意見をいただくため、阿部先生と旧知の先輩職員に連れられ先生の研究室を訪問した時でした。大学時代にうっすらと学んではいたものの、実際の分析方法や計量経済学の考え方が身に付いていなかった私は、その後、定期的に先生から様々なアドバイスをいただきながら分析を進め、お陰様で 2 年間にわたる調査業務を無事終えることができました。

実は、この調査業務を担当したことを契機として、その後、産業連関分析を用いた案件が私に多く入るようになり、本研究の礎となりました。その後も、分析手法で行き詰まった際には定期的にご相談させていただき、先生からいつもの確なアドバイスを頂戴しました。このような経緯もあり、阿部先生には在学中の 3 年間だけでなく、これまで 10 年以上の長きに渡ってご指導いただいたことになり、感謝の気持ちしかありません。本当にありがとうございました。

また、北海商科大学大学院教授 相浦宣徳先生には、本論文を構成する研究や学術論文の執筆を一緒に進めさせていただくとともに、副査として多くのご助言や励ましの言葉を頂戴し、大変感謝しております。

相浦先生とは、2015 年から貨物鉄道ネットワークにおける経済的影響の推計についての共同研究を行わせていただいております、そこで得た分析ノウハウや知見が、私が博士後期課程に進もうと思う強い動機となりました。学会発表や論文執筆にあたっては、関連データの取扱いや推計方法を何度も議論させていただくとともに、業界団体へのヒアリング調査や打合せにも同行させていただき、先生のたゆまぬ探究心を間近で感じることができました。本当に各場面で貴重なご指導を賜りましたこと、厚く御礼申し上げます。

さらに、副査を務めて頂いた北海商科大学大学院教授（学長） 伊藤昭男先生には、研究報告会などの場面で本研究への的確なご助言を賜りましたこと、心より感謝申し上げます。伊藤先生のご指摘は、ややもすれば方法論に偏りがちになる本研究に理論的な厚みを加えるものであり、結果として本論文がよりアカデミックなものになったと実感しております。誠にありがとうございました。

私と同時期に社会人学生として在学し、一足先に博士号を取得された永吉大介氏（富良野通運株式会社 代表取締役社長）は、お会いする度にお互いの研究の進捗を報告しあったりと、私にとっては半年先に行く心強い先輩でした。本論文を構成する研究でも共著者として多くのご支援をいただき、深く感謝申し上げます。

加えて、各研究に用いたデータをご提供いただきました日本貨物鉄道株式会社に、ホクレン農業協同組合連合会様、北海道通運業連合会様、また、ヒアリング調査にご協力いただきました北海道オホーツク総合振興局産業振興部長 畠山透氏、国土交通省北海道開発局建設部河川計画課 小泉和久氏、ならびに、過去の共同研究成果の活用を快諾いただいた国土交通省都市局市街地整備課 小林彩佳氏に、この場を借りて御礼申し上げます。

また、快適な研究環境を作っていただいた北海商科大学職員の皆様や、在学中の研究報告会などでご指摘やご意見、励ましのお言葉をいただきました北海商科大学大学院の諸先生方にも改めて感謝申し上げます次第です。

私が 2007 年から勤務している株式会社ドーコンでは、この 3 年間、私が業務と学業を両立する上で多くのご理解とご配慮を頂きました。所属する総合計画部の山本一彦部長、朝倉俊一次長、岡本真和次長ならびに職員の皆様に深く感謝いたします。

思えば私が在学したこの 3 年間は、新型コロナウイルス感染症と切り離せないものとなりました。入学した 2020 年春は緊急事態宣言の発出で入学式も中止となり、しばらくは学内立ち入りも制限されていました。在学中に行った学会発表はすべてオンラインで、自室からの参加でした。これも珍しい経験かもしれません。

しかし、新型コロナウイルス感染症の世界的拡大は、私が研究テーマとした地域間・産業間サプライチェーンの重要性を再認識した出来事となりました。サプライチェーンのどこか 1 点でも途絶すれば、その影響は各方面に伝播し広がっていきます。だからこそサプライチェーンの重要性を可視化するための本研究には社会的意義があるのだと、自分を奮い立たせてきました。

この度、3年間の研究成果を本論文としてとりまとめましたが、残された課題については今後も引き続き研究を進めていく所存です。特に、2030年の北海道新幹線札幌延伸に伴う並行在来線及び鉄道貨物の存続問題や、日本の食糧基地である北海道農業の生産力維持のための物流ネットワークの確保は喫緊の政策課題となっています。

北海道だけでなく全国経済に波及するサプライチェーンの強靱化の視点から、本研究がこれらの政策課題に関する議論を活性化させる一助となることを期待するとともに、本研究の知見を活用し今後も研鑽に励んでいきたいと強く思っています。改めて関係する皆様に謝意を表するとともに、今後ともご指導ご鞭撻を賜りますようお願い申し上げます。

最後になりますが、社会人学生として研究活動を行うことは、勤め人として日々の業務もあるため時間確保という点で決して簡単ではありませんでした。特に博士論文提出前の数ヶ月間は、勤務終了後や休日、さらには会社の有給休暇を活用して論文執筆の時間に充て、一人部屋に籠もる生活が続きました。

そのため、家族の理解が無ければ、研究活動に時間を割くことは到底できませんでした。何よりも、博士後期課程への社会人入学という我が儘な決断に理解を示し、多大な支援をしてくれた妻あきに、心から深く感謝したいと思います。また、2人の子供たち、芽依子、太一は、いつも応援してくれました。将来、少しでも君たちが誇れる成果となれば嬉しいです。みんな、本当にありがとう。

2023年3月

平出 渉