

鉄道貨物輸送の長期運休が地域経済に与える影響の分析手法の提案

-長野県と石油輸送列車を例に-

日本石油輸送株式会社

山田 裕太

1. はじめに

「集中豪雨により山陽本線が寸断、全線復旧は早くても11月中」…昨年発生した未曾有の大水害、西日本豪雨によって無残にも破壊された中国地方の鉄道に関する報道を見聞きし、言葉を失った人も少なくないはずだ。平成最後にして最大の水害となり、大きな爪痕を残した西日本豪雨は広範囲に多数の災害を与え、中国地方を中心に壊滅的な被害を受けた。なかでも、関西圏と九州圏を結ぶ物流の大動脈である山陽本線の長期間にわたる運転不能は、物流業界をはじめ様々な産業に打撃を与えた。令和となった今日も全国で様々な自然災害が発生しており、今後も一切油断は許されない状況にある。今後、未来の物流と鉄道貨物輸送を考えていく上で、変化する気象環境や多発する自然災害は目を背けてはいけない現実であることは確かである。

昨今の物流業界では、トラックドライバーの不足や地球温暖化の影響軽減のために自動車輸送から鉄道・船舶輸送へのモーダルシフトが推進されており、鉄道貨物輸送の物流業界における役割は非常に高まっている。一方で、先述のとおり多発する自然災害により、鉄道路線網が寸断され貨物列車も長期間の運休を強いられるケースが増加している。自然災害に対する施策として、道路網においては新東名高速道路や新名神高速道路などの開通が続き、道路ネットワークの多重化が計られている。一方で、鉄道輸送に関しては大規模な災害対策は施されておらず、災害発生時の対応は後手に回っているのが現状である。鉄道は道路と比較して復旧に時間がかかるため、災害発生時には自動車による代替輸送にて大部分を補完するという方法も考えられるが、社会問題にもなっている深刻なドライバー不足から、突発的に自動車による輸送量を多量に確保することは極めて困難だろう。加えて、緊急時の代替輸送であると一般貨物の取り扱いが主体となり、鉄道貨物輸送で多く取り扱われる化学品等の危険物は取り扱われないケースもある。今後、鉄道貨物輸送利用率の向上およびモーダルシフトを更に推進していくためにも、自然災害時の対策を強化し、代替・迂回輸送時の輸送力やリードタイムをある程度事前から示しておく必要がある。

しかし、公共交通機関とはいえ民間企業である鉄道会社に対し、国や地域のためとは言え、いつ発生するか分からない災害に対して多額のコストを掛け万全な体制を強いることは実現性が低い。鉄道路線網の災害対策をする上では官民一体となった対策が必要である。そこで、地域レベルでの経済予測などに広く用いられる地域計量経済モデルを使用し、鉄道貨物輸送の長期運休が地域経済に与える影響を分析することで鉄道貨物輸送の社会的必要性を明示し、国や地方自治体に対して線路設備の災害対策を行うべきであることを証明する材料として利用出来ないかと考えた。本稿では、鉄道貨物輸送の自然災害による長期運休の実態分析を行ったうえで、鉄道貨物輸送の特徴を考慮した地域計量経済モデルを構築し、長期運休が対象地域に与える影響とその波及効果を分析可能な手法を提案する。また、当モデルの使用例として、県内の石油製品輸送の大半を鉄道輸送に依存する長野県の地域経済と石油輸送列車を対象に分析を行う。

2. 鉄道貨物輸送の長期運休の実態と課題

2-1. 多発する自然災害と鉄道寸断

近年、日本全国で自然災害が多く発生し、様々な地域で甚大な被害を受けている。特に昨年は、西日本豪雨や台風 21 号などの気象災害、大阪北部地震や北海道胆振地震などの大規模地震災害が多数発生した。年末に発表される「今年の漢字」には「災」の文字が選ばれるなど、非常に災害の多い年であった。気象災害においては、「何十年に 1 度」「経験したことのないような」と表現される異常気象により、想像を超えた被害が発生し運輸・物流業界にも大きな影響を与えている。本稿執筆中にも新潟・山形地震の発生や九州地区での豪雨により 100 万人を超える住民に避難勧告が出されるなど、連続する災害は衰えを知らない。今後、将来の日本の国内物流を考える上でこうした自然災害への対策が最も大きな課題になることは確かである。はじめに、ここで近年発生した自然災害による鉄道寸断に伴い貨物列車の運行不能となった代表事例とその対応策について簡潔にまとめる。

・東日本大震災⁽¹⁾ -東北本線 2011 年 3 月 11 日～同年 4 月 20 日-

2011 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災においては、地震動および津波により内陸部を走行する東北本線および沿岸部を走行する常磐線、仙台臨海鉄道線等に大きな被害が発生した。東北本線は国内でも物流における鉄道貨物輸送への依存度が高い、北海道と首都圏を結ぶ物流の大動脈である。迂回輸送においては、早々に復旧した日本海縦貫線を使用し、名古屋(夕)～札幌(夕)間で 1 往復、隅田川駅～札幌(夕)間で 3 往復の迂回列車が運行された。一方、当時深刻となったのは被災地での生活物資の不足であった。特にガソリンや灯油などの燃料油は深刻であり、国からの要請もあり在来線では旅客列車よりも優先して貨物列車の運行ルートが確保された。日本海縦貫線に加え、普段は貨物列車の運行が無い磐越西線を使用し盛岡(夕)および郡山駅への輸送も行われるなど、鉄道輸送の速達性・大量輸送性の本領を發揮した例もあった。また、代替輸送としては RORO 船・フェリー等を利用し、東京港～苫小牧港間や舞鶴港～小樽港間にて船舶輸送が行われた。東日本大震災時は、被害が甚大かつ広範囲に及んでおり、発生前後の国内における社会活動が著しく変化していることから、単純な被害前後の輸送力比は参考にならない点もあるが、被災地に向けた物資輸送では全ての輸送モード合計で必要な輸送力の約 7 割を確保したとされている。対北海道における迂回・代替輸送においては、被災地への支援物資輸送を優先して行っていたため参考程度ではあるが、約 30%～40%程度の輸送力であったことと思われる。なお、常磐線については、原子力発電所事故の影響もあり来春の全線復旧が見込まれている。

・2014 年台風 18 号被害⁽¹⁾ -東海道本線 2014 年 10 月 6 日～同年 10 月 15 日-

2014 年 10 月に発生した猛烈な台風 18 号により、東海道本線由比駅～興津駅間にて土砂災害が発生し、日本国内屈指の物流の大動脈である東海道本線が寸断された。東海道本線は首都圏と中京・関西圏を結ぶ 1 日の輸送量が約 5 万 5 千トンを誇る、言わずと知れた大

動脈である。迂回輸送の実施は、上越・日本海縦貫線を使用し東京(夕)～福岡(夕)間、名古屋(夕)～札幌(夕)間、中央本線を使用(線路設備都合によりコンテナ車最大 13 車)し東京(夕)～大阪(夕)間において、合わせて 1 日最大 4 往復の迂回列車を運転した。また、静岡県内の東海道本線沼津駅・富士駅・静岡貨物駅・西浜松駅等のコンテナ荷役の可能な駅を活かし、各駅の相互間でのトラック代行とそれに接続する区間列車を運転しトラック代行区間を最小限に留めた対応などを実施した。結果として、1 日最大約 1 万 1 千トン(通常時比約 20%)の輸送力を確保した。

・西日本豪雨⁽³⁾ -山陽本線 2018 年 7 月 5 日～同年 10 月 12 日-

昨年発生した西日本豪雨では、中国地方を中心に広範囲に渡り大規模な洪水被害・土砂災害が発生し、高速道路・鉄道路線ともに壊滅的な被害を受けた。特に物流業界においては、関西と九州を結び、1 日あたりの輸送量が約 2 万 3 千トンを誇る物流の大動脈である山陽本線が不通となった。迂回輸送では、伯備線～山陰本線～山口線を経由する臨時列車が名古屋(夕)～北九州(夕)間に設定された。しかし、山陰本線や山口線では第二種鉄道事業者免許の取得からはじめなければならなかったことに加え、当該ルートを走行可能なディーゼル機関車(DD51 形式)の車両数不足や線路設備面から、コンテナ車最大 7 車での 1 日 1 往復のみの運転に限られ、迂回輸送による輸送力は通常時の約 1%に留まった。また、JR 貨物乗務員の習熟訓練を行ったうえでの運行開始であったため、実際に運行が開始されたのは 2 ヶ月弱が経過した 8 月 28 日からであった。代替輸送では、早期に復旧した関西側の岡山(夕)と九州側の新南陽駅間においてトラック代行を行い、また復旧に際し広島(夕)や東福山駅などトラック代行区間を狭めていきながらの代行輸送となった。船舶代行においては、東京港・大阪港～博多港や大阪港・岡山港～北九州港などで 7 月下旬～8 月下旬では 1 日最大 2 往復、以降は最大 4 往復を確保した。迂回・代替輸送の合計で最大 6 千 2 百トン(通常時比約 27%)の輸送力確保となったが、迂回輸送や船舶代行においては開始までに非常に時間を要しており、災害発生後 1 ヶ月以上は 20%に満たない輸送力であったことが伺える。西日本豪雨では、岡山・広島両県を中心に甚大な被害を受け、また追い討ちをかけるように復旧工事中には台風 24 号の被害を受けるなどし、結果として全線復旧まで 100 日間を要した。前代未聞の大水害とはいえ、国内屈指の鉄道貨物輸送の大動脈への災害対策の欠落が露呈し、今後の災害発生時の物流を改めて考え直さなければならない結果となった。

以上 3 件の災害発生時の輸送事例を総合すると、鉄道貨物輸送における災害時の大きな弱点として「輸送経路の 1 箇所でも不通になると輸送不可能、または膨大なリードタイムの増大および輸送力の減少」という点が挙げられる。仮に不通区間のみ自動車代替輸送という手段を取ったとした場合においても、前後の貨物取り扱い駅にて荷役を行う必要がある上、荷役設備の関係などから輸送量はごく僅かに限られる。自動車輸送では高速道路などが通行止めになったとしても、一般道などによる少々の迂回で回避できることを考えると、やはり鉄道貨物輸送の災害発生時の柔軟性は低いと言えるだろう。

2-2. 長期間の運休と困難な迂回・代替輸送

・輸送力確保への障壁

2-1で例を挙げたように、鉄道路線が寸断され貨物列車が長期間の運休を強いられる場合、不通区間を迂回し遠回りして目的地へ向かう「迂回輸送」や、輸送モードを自動車や船舶に切り替える「代替輸送」といった方法を取って輸送力を確保する。しかし、このような場合には通常時の100%の輸送力を確保することは十中八九不可能であり、通常の輸送力よりも輸送力が激減しリードタイムも大幅に増加する場合がほとんどである。日本国内屈指の物流の大動脈である東海道本線といえども、被災時は迂回・代替輸送力が最大で20%程度であったことから、たとえ大動脈と言えども現状での鉄道貨物輸送のバックアップは非常に小さいと言える。西日本豪雨時の例においては、迂回輸送開始までに2ヶ月弱を要した上に輸送力も1%程度と鉄道による非常時の輸送力確保が出来たとは言い難い結果となっている。トラックドライバー不足に伴い鉄道輸送を利用している事業者が近年増加しているなかで、今後は今以上に代替となるトラック確保も非常に困難な状態となることが推測できる。トラックドライバー不足の打開策として期待される鉄道貨物輸送が、いざと言う時はトラック頼りというのは非常に不安定な要素を多く含んでおり、鉄道による迂回輸送力もある程度の確保が必要なことは間違いない。

・代替輸送時の輸送品目の障壁

国内の鉄道貨物輸送では近年はコンテナ輸送が主流となってきているが、現在も区間によっては車扱輸送が数多く残る区間も存在し、特に石油製品輸送においては地域のインフラを大きく支えている区間も存在する。また、コンテナ輸送のなかでもタンクコンテナ等の危険品や化学工業製品を積載するコンテナが多数往来している区間も存在している。これらで扱われる荷物は揮発油や石油類などのインフラ物資、様々な工業製品や化学製品のもととなる原材料などが多いものと考えられる。ここで、コンテナ輸送および車扱輸送の輸送実績における各品目の割合⁽³⁾を以下に示す。

表1 品目別輸送実績(コンテナ輸送)

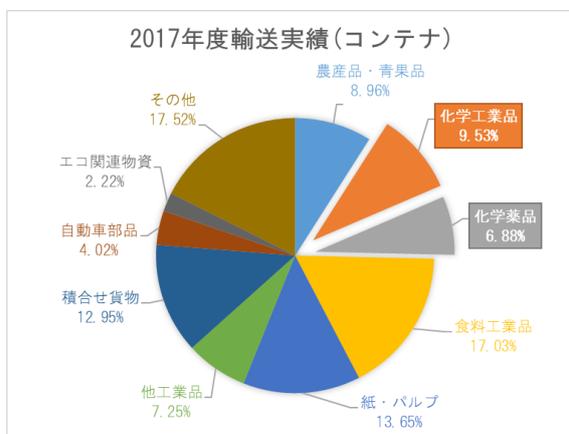


表2 品目別輸送実績(車扱輸送)

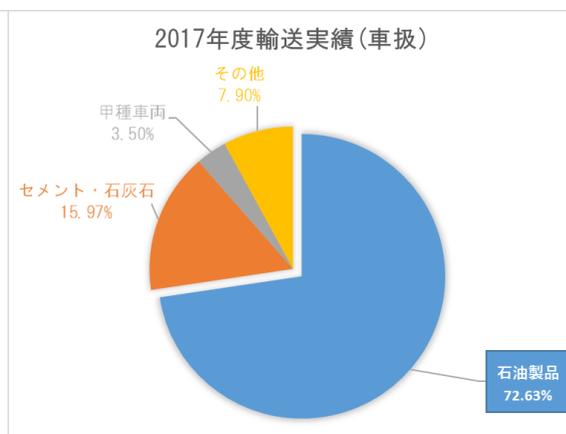


表 1 よりコンテナ輸送における化学工業品・化学薬品の占める割合は合わせて約 16%、表 2 より車扱輸送における石油製品の割合は約 72%となっていることがわかる。もし仮にこれらの流通が途絶えてしまうと産業活動の根源に影響が発生し、地域や物資によっては地域社会に非常に大きな影響を与え、波及する可能性がある。

しかし、代替輸送においては、急遽仕立てられた輸送手段ゆえに取り扱う貨物に制限が発生する場合がある。西日本豪雨時には自動車・船舶代替輸送において取り扱い貨物が一般貨物のみ限定されていた。わずか通常時比 1%程度の輸送力のためにわざわざ様々な障害を乗り越えた上で鉄道による迂回輸送を行った理由の一つにはこういった理由があったものと考えられる。実際に運転された迂回列車の積載コンテナでは、ISO タンクコンテナや化学品を積載したコンテナが目立っていたようだ。東日本大震災時には石油製品輸送が最優先して行われるなど、突発的な自動車・船舶代替輸送による危険品等の輸送力確保が困難な場合には鉄道輸送が頼みの綱となる。このため、単なる貨物列車の運行本数のみでは鉄道輸送の持つ地域経済への影響力は計り知れない部分があり、輸送品目と着駅となる対象地域の産業構成などとの関係性を十分に考慮した対策を考えるべきである。

2-3. 『物流は国家の血液』しかし…

社会経済における物流の重要性について、「物流は国家の血液である」との表現がある。物流業は国家を支える重要な業務であるが、物流業は公共事業として国や地方自治体により運営されているわけではなく、「物流企業」は一般的には民間会社である。そのなかで、自動車輸送においては道路、船舶輸送においては港湾など公共事業により建設・改修が行われ、簡潔に言ってしまうと「上下分離」がなされている。一方で、鉄道貨物輸送では少々異なった形態を取っている。先述の流れでいくと鉄道貨物輸送においては、線路設備が公共事業により整備されているように思われがちであるが、実際には日本国内の鉄道貨物輸送は非常に複雑な業務形態をとっている。1987 年の国鉄民営化以前は道路と同じように公共事業として、私鉄路線を除き国が鉄道路線はおろか鉄道車両や従業員を保有し列車を運行していたが、国鉄民営化により鉄道会社は旅客会社と貨物会社に分かれることとなる。これにより、貨物列車の運行を行う上で国内の大半の運行路線において、線路設備の管理・保有するのは旅客会社(第一種鉄道事業者)、貨物車両を保有し線路使用料を支払った上で貨物列車を運行するのが貨物会社(第二種鉄道事業者)というように業務分掌がなされている。つまり、線路設備の維持管理は旅客鉄道会社が行っており、基本的に JR が保有する線路設備において公共事業として整備が行われることはない。なお、近年の整備新幹線開業に伴い第 3 セクター方式の運営となる路線に関しては、沿線の各地方自治体によって線路設備を維持することとなっている。

旅客会社にとっては線路使用料を支払われているとはいえ、編成が長く重量のある貨物列車が走行するために、旅客列車のみの運行であれば必要のない余計な線路設備を維持しなければならないこととなる。貨物列車は車両の車輪 1 つに掛かる重量がとても大きい上、

1列車あたりの編成両数も長いことから、レールや枕木に掛かる負荷も大きく、駅や信号所なども貨物列車が停車できるように広大な設備が必要だ。これは、線路整備を行う旅客鉄道会社にとっても非常に大きな負担であり、貨物列車の走行可能な路線が減少している要因の一つでもある。近年は人口の都市部集中により地方交通線は経営難が続く。災害時に使用する可能性があるとはいえども、貨物列車が走行していない路線に対しても災害に備えて必要な線路設備を旅客会社に維持管理させることは少々実現性が低い。また、線路を整備するのは鉄道会社の範疇であるが、周辺の山林や河川の整備は地方自治体によるものであり、公共交通機関とはいえ今や民間会社である各鉄道会社による単独での完璧な災害対策は困難な面がある。

一方、線路の周辺の災害対策においても、近年の情勢を考えると地方自治体単独でも限界があることが考えられる。後述する中央本線を例に挙げると、輸送先は長野県であるものの、途中岐阜県や神奈川県などの山間部も一部走行する。路線全体の災害対策としてはこういった区間においても各県協力の上での対策が必須であるが、多くの資金を投資し大規模な対策を行うことがそのまま各県の経済へ還元されるかという点、そうではない地域も出てきてしまう。このような点を考えると、地方自治体のみならず国や国土交通省などの協力が必須であると考えられ、国家の血液を途絶えさせないためにも鉄道路線の災害対策は国と一体となって行っていくべきである。

2-4. 現状分析の総括

2-1～3で述べたこれらの現状から、鉄道貨物輸送の長期運休を考慮した地域計量経済モデルを構築する上で考慮すべき点を以下の3つにまとめた。本稿ではこれらを踏まえた地域計量経済モデルの構築を行う。

- ①自然災害等により対象地域の社会環境には甚大な影響は無く、あくまでも鉄道路線が寸断されたことで貨物列車の長期運休が発生し、様々な産業において生産力が低下した場合の地域経済への影響とその波及効果を分析可能であること。
- ②鉄道貨物輸送の特徴でもある危険品を含めた様々な輸送品目と企業間物流に着目し、単なる輸送量だけでなく、各産業間の取引を考慮できること。
- ③国や地方自治体でも簡易的に鉄道貨物輸送が地域経済に与える影響を推計することが可能である(推計に用いるデータが公表データである)こと。

3. 地域計量経済モデルの構築

3-1. 地域計量経済モデルとは

計量経済モデルとは、経済現象について様々な社会経済変数の相互依存関係を多数の方程式を用いて表現し、その係数値を統計的に推定したものである。国や地域レベルでの経済予測や経済財政に関する試算などを行う際に用いられている。内閣府では政策の審議・検討の際に、中長期の経済社会の展望を試算する手法として計量経済モデルが用いられており、比較の実用性が高い推計手法である。本稿で用いる地域計量経済モデルとは、地域レベルでの経済予測で用いられるものであり、計量経済モデルよりもよりミクロな視点で組み立てるものといえる。

国家レベル、地域ブロックレベルでの交通施策が社会経済に及ぼす影響の計測手法としては、これまで様々なタイプの地域計量経済モデルが提案され、実際のプロジェクト評価に用いられてきた。鉄道施策においては、新幹線鉄道開通による経済効果の分析やその波及効果などに用いられ、災害時の交通施策においても被害の波及効果の分析に用いられている。しかし、鉄道貨物輸送に焦点を当てた地域計量経済モデルは確固たるものが確立されておらず、地域単位や路線単位での鉄道貨物輸送の長期運休が地域経済に与える影響を分析可能なモデルは存在しない。そこで本稿では、鉄道貨物輸送の長期運休が地域社会に与える影響を路線単位で分析することを目的とし、また輸送品目ごとにより詳細な分析を可能にすべく、産業連関を考慮した新たな地域計量モデルを提案する。これにより、今後増加するであろう自然災害の対策として、分析対象地域の社会経済における鉄道貨物輸送の重要性を提示することで、国や地方自治体から線路設備や周辺設備の災害対策に協力を得られるような経済予測を行うことが出来るようになる。

3-2. 本稿で提案するモデルの説明

はじめに、自然災害による鉄道寸断が地域内総生産に及ぼす影響をフロー図にて以下に示す。

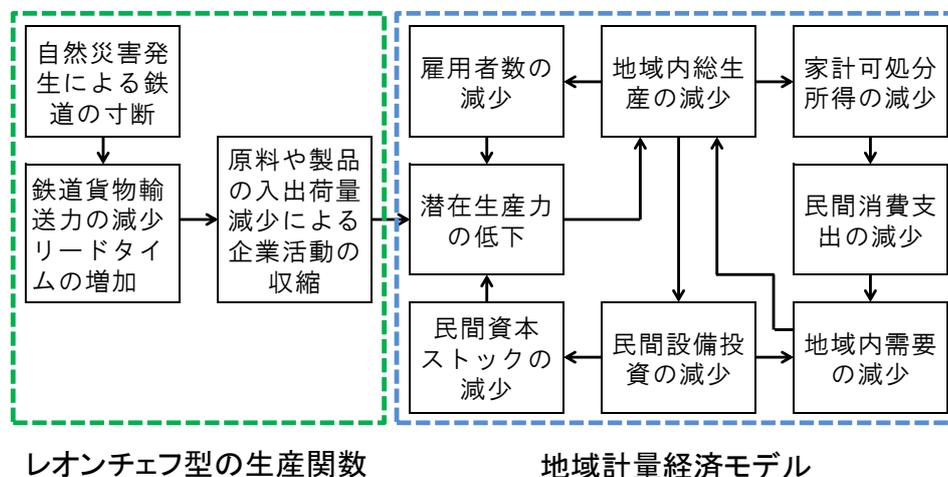


図1 自然災害による鉄道寸断の影響フロー図

図1の影響フロー図において、まず自然災害発生時には鉄道寸断の影響により貨物列車が運行不能になることで、鉄道貨物輸送力が減少しリードタイムが増加することが予測できる。それに伴い、生産品や原材料の発送・着受量が減少することで、企業活動が収縮することが考えられる。ここで原材料の着受はもちろん、生産品の発送においても倉庫などの保管設備には限界があるため、どちらか一方でも輸送力が減少することで企業活動には影響が発生するものと考えた。企業活動が縮小することは各産業の潜在的な生産力を低下させる。潜在生産力の低下は、地域内総生産の減少につながり、雇用者数の減少および所得の減少や民間設備投資・民間資本ストックなどの企業資本の減少、そして地域内の需要低下へと波及する。これらの波及により、地域内総生産に影響を及ぼし、最終的には地域経済の収縮へ繋がるものとする。本稿では、異常の影響フローを関数の組み合わせで表現するモデルを構築する。今回提案するモデルの特徴として、潜在生産力の低下度を算出する際に産業連関を考慮したレオンチェフ型の生産関数を利用することで産業間の取引を反映させる。これにより、目に見え辛い企業間における物流を考慮すること可能としている。

3-3. 本稿で用いる社会変数の出典

地域計量経済モデルの特徴として、分析に用いる変数の全ては国や都道府県などから公表されている統計データのみから実証モデルを構築することができることが挙げられる。よって、一般的には誰でも同様の手法を使用することで構築が可能であるという利点がある。本稿で用いるモデルにおける各データの出典は右記の通りである。国から公表されているデータのほか、各都道府県の統計サイト等で公表されているデータを用いて各変数の推計を行う。本稿では長野県を例に行うため、長野県のデータを使用する。

表3 社会変数データの出典一覧

| 変数名 | データ出展 |
|----------|-------------|
| 潜在生産力 | 県民経済計算 |
| 就業者数 | 県民経済計算 |
| 労働時間指数 | 厚生労働省 |
| 民間設備投資 | 県民経済計算 |
| 民間資本ストック | 県民経済計算 |
| 民間資本稼働率 | 経済産業省 |
| 人口 | 総務省・人口問題研究所 |
| 世帯数 | 国勢調査 |
| 家計可処分所得 | 県民経済計算 |
| 民間最終消費支出 | 県民経済計算 |
| 政府最終消費支出 | 県民経済計算 |
| 民間住宅投資 | 県民経済計算 |
| 公的総資本形成 | 県民経済計算 |
| 在庫品投資 | 県民経済計算 |
| 移輸入 | 県民経済計算 |

3-4. 社会変数間の関係性の推定

地域計量経済モデルに用いる社会変数は、フロー図中の矢印のようにそれぞれに関係性があるものを使用しなければならない。その関係性の強さは、各変数を使用して連立方程式を作成し、その方程式に社会変数の時系列データを代入してパラメータ推定を行うことで求められる。仮に変数同士の関係性が全く無いとなると、構築したモデルにより推定された値は、実際の値とかけ離れたものになってしまう。ここでは、構築したいくつかのモデル式のうち、就業者数を推計する式を例に挙げる。

$$NW_{i,t} = f\{NW_{i,t-1}, GRP_{i,t}\} \dots \dots \dots (1)$$

(1)式において、*NW*は就業者数、*GRP*は地域内総生産、*i*は各産業、*t*は年度を表す。

(1)式は、*t*年度の*i*産業における就業者数は、前年度の就業者数と地域内総生産によって決定されるという論理式である。この各社会変数同士の関係性を調べるため、対象地域の時系列データを代入し、パラメータ推定を行うことで各変数間の関係性の強さを求める。各変数同士に関係性が無いことが認められれば、就業者数は何によって定義されるのか、論理式を改める必要がある。本稿では、県民経済計算および統計ステーションながのにて公表されている、2006年～2015年間の長野県の時系列データを代入して重回帰分析を行い、パラメータ推定を行った。時系列データを用いて推定する場合、時系列データが定常性を満たさない場合、推計結果の信頼性が低いことが知られているため、あらかじめADFテストにより定常性の検証を行っている。なお、外部要因にて影響がもたらされている可能性のある年度に関しては、精度向上のためダミー変数を試行錯誤的に加味する。

$$NW_{i,t} = \alpha + \beta NW_{i,t-1} + \gamma GRP_{i,t} + \delta DUM11 \dots \dots \dots (2)$$

パラメータ推定を行う際には、(2)式のように連立方程式を組み立てて行う。今回掲載例とした長野県の窯業・土石製品業においては、東日本大震災発生による影響を考慮して2011年にダミー変数を加味している。次に、パラメータ推定の結果例を示す。

表4 パラメータ推定結果例

| | α | β | γ | δ | R ² | D. W. |
|-------|---------------------|--------------------|-------------------|------------------------|----------------|-------|
| ダミーなし | 1221.975 (0.839) | 0.443 (1.588) | 0.029 (2.020*) | | 0.558 | 2.523 |
| ダミー加味 | 1183.944 (1.375) | 0.448 (4.117**) | 0.031 (3.632*) | -695.228 (-3.488**) | 0.871 | 1.666 |

注) ()内はt値。

**：1%有意、*：5%有意。

DUM11:1(2011),0(その他)

内容を簡潔に説明すると、まず $\beta \cdot \gamma \cdot \delta$ の各係数が有意性を示しており、ここでは5%有意までの値を有意性があると認めている。R²は決定係数であり、この数値が1.0に近いほど説明変数は目的変数をよく説明していると言える。D. W. (ダービンワトソン比)は、推定式における誤差項の系列相関を評価する指標であり、一般的には2.0に近いほど良いとされ結果は良好であった。これらの結果から、長野県の窯業・土石製品業において *t* 年度の就業者数は *t* 年度の地域内総生産と前年度の就業者数に強い関係があることが分かる。

3-5. 実証分析

本稿では、組み立てた地域計量経済モデルの使用例として長野県と石油製品輸送を対象に分析を行う。対象とする長野県は内陸県であり、県内で消費される石油製品の約80%は

鉄道輸送によるものである。なお、地域貨物流動調査⁽⁸⁾および石油製品の都道府県別販売実績⁽⁹⁾から算出^{※1}した2017年の輸送実績は鉄道による輸送が約90%であるなど、石油製品の輸送の大半を鉄道貨物輸送に依存している。一方で、輸送経路である中央東線および中央西線は山岳部を走行し、2014年には南木曾町土砂災害や関東甲信越地方の雪害に伴い長期間にわたり貨物列車の運行が不能となっており、今後も気象災害により長期間にわたり運行不能となる可能性がある。石油製品は日常生活に欠かせないものである上、産業活動においても製造機械やトラックの燃料にも使用されるなど、社会生活に欠かせない物資である。そのため、中央本線が寸断された場合には、石油製品の輸送力が低下し長野県の地域経済に大きな影響が出るのが予想できる。

・現況再現性の検証

はじめに、公表データを用いて構築したモデルの現況再現性の検証を行う。現在公表されている県民経済計算の統計は2015年までの値であるため、検証は2015年までのデータで行う。現況再現性とは、実際の地域内総生産(GRP)の実績値と、モデルによる推計値の差異を検証することである。結果は以下の通りであった。

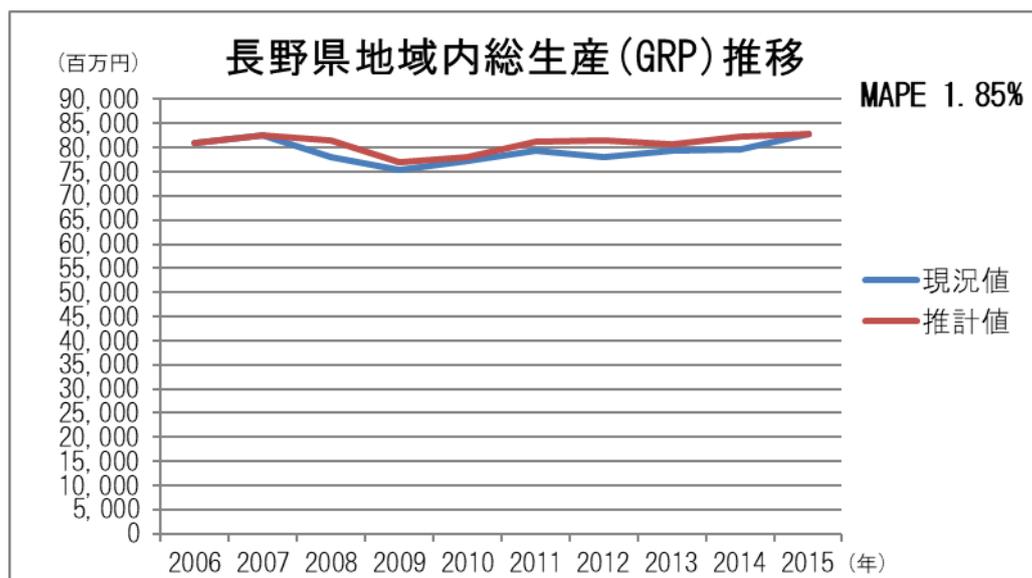


図2 現況再現性の検証結果

図2から、実績値と推計値との差はごく僅かであり、現況再現における平均絶対誤差率(MAPE)は1.85%であるため、本モデルの現況再現性は非常に高いものと言える。よって、将来値の分析においても実際の値に限りなく近い値が推計できるものと判断できる。

・シミュレーション分析

モデルの現況再現性が非常に高いことが確認できたため、構築したモデルを用いて中央本線の寸断が長野県の地域経済に及ぼす影響のシミュレーション分析を行う。本稿では、2021年に自然災害が発生するものと仮定し、中央本線(中央東線・中央西線)の鉄道貨物輸送

力が1年間減少するものとする。シミュレーションケースとして、災害発生から完全復旧までの石油製品の輸送力はcase1(50%)、case2(30%)、case3(70%)の3パターンを想定して行う。これは、鉄道および自動車輸送の合計の値である。case1~3輸送力を反映させたシミュレーション分析による地域内総生産の値をcase0(平常時)での分析による地域内総生産の値と比較し、鉄道貨物輸送の長期間運休による影響を分析する。シミュレーション分析の結果、表6のような結果となった。

表5 シミュレーションケース一覧

| シミュレーションケース | 輸送力(平常時比) |
|-------------|-----------|
| case0 | 100%(平常時) |
| case1 | 50% |
| case2 | 30% |
| case3 | 70% |

表6 シミュレーション分析結果

| 年度 | (百万円) | | | |
|------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | case0 | case1 | case2 | case3 |
| 2020 | 8,104,535 | 8,104,535 | 8,104,535 | 8,104,535 |
| 2021 | 8,082,292 | 4,816,463 | 3,509,067 | 6,123,780 |
| 2025 | 7,992,634 | 7,821,125 | 7,753,151 | 7,889,270 |
| 2030 | 7,887,148 | 7,780,754 | 7,740,361 | 7,822,205 |
| 2035 | 7,803,459 | 7,682,862 | 7,638,090 | 7,729,428 |
| 2040 | 7,750,860 | 7,610,263 | 7,558,884 | 7,664,204 |

以下には、災害が発生しなかった場合(case0)との差額と増減率を表す表を示す。

表7 case0と比較した減少額

| 年度 | (百万円) | | |
|------|------------|------------|------------|
| | case1 | case2 | case3 |
| 2020 | 0 | 0 | 0 |
| 2021 | -3,265,829 | -4,573,225 | -1,958,512 |
| 2025 | -171,509 | -239,483 | -103,364 |
| 2030 | -106,394 | -146,787 | -64,943 |
| 2035 | -120,597 | -165,369 | -74,031 |
| 2040 | -140,597 | -191,976 | -86,656 |

表8 case0と比較した減少率

| 年度 | case1 | case2 | case3 |
|------|--------|--------|--------|
| 2020 | 0.00% | 0.00% | 0.00% |
| 2021 | 0.00% | 0.00% | 0.00% |
| 2025 | -1.30% | 0.00% | 0.00% |
| 2030 | -1.62% | 0.00% | 0.00% |
| 2035 | -0.96% | 0.00% | 0.00% |
| 2040 | -1.81% | -2.48% | -1.12% |

シミュレーション結果から、case0(平常時)と比較してcase1(50%)の輸送力を確保した場合は1年間で約3兆円強の経済損失が発生することが分かった。増減率にすると約40%の減少である。これは1年間の寸断で推計しているため、季節需要等は考慮せずに1ヶ月あ

たりにすると約 2700 億円の経済損失である。2021 年に発生したこの経済損失の影響は以降の年度にも波及し、2040 年度の GRP 予想値は災害が発生しなかった場合と比較して 1400 億円の減少となった。減少率では約 1.8%の減少である。輸送力別の case2(30%), case3(70%) の場合の分析結果は表 6 のとおりである。これらのシミュレーション分析結果より、長野県の地域経済は中央本線を走行する貨物列車に大きく支えられていることが分かった。

・分析結果から考えられる課題と対策案

分析結果から、仮に 50%の輸送力が確保できたとしても非常に大きな経済損失が発生することが分かった。長野県内向けの石油製品輸送は、関東地区の製油所からは中央東線、中京地区の製油所からは中央西線の 2 ルートを使用している。両路線とも同時に被災する可能性は低いと考えられるが、仮に両路線とも被災した場合には甚大な影響は免れない。迂回経路としては、JR 線のほか 2015 年の北陸新幹線開業時に第 3 セクター化された旧信越本線の長野駅～直江津駅間が考えられる。当該区間は現在も JR 貨物が第 2 種鉄道事業者免許を保有⁽⁴⁾しており、非常時には貨物列車の運行が可能とみられるが、JR 貨物保有の機関車が走行試験や訓練運転を行っている実績は見当たらず、迅速な輸送開始が可能であるかは不明瞭である。また、中京地区からの輸送に使用している中央西線および関西本線においては、機関車の老朽化が進み 2019 年 3 月ダイヤ改正において列車の減便が行われた。予定臨の設定はあるものの、仮に中央東線が被災し不通となった際に機関車の絶対数が不足するとすると、通常時の最大 4 往復/日以上輸送力は確保できないものと考えられる。近年はトラックドライバーも不足しており、長野県は内陸県であることから自動車代替輸送のみで多量の輸送量を補填することは難しい面があると考えられる。よって、長野県においては①予想される迂回経路の線路整備、②被災に備えた車両整備等が必要と考えられる。もちろん、災害を最小限に抑えるための線路設備周辺の災害対策強化も必須である。

このように輸送力に対する経済損失が推定できれば、その数字を元に国や各地方自治体と連携し、最低限どの程度の輸送力が欲しいのか(=被災時にどの程度の経済損失を想定するか)といった観点から協議し、理想とする輸送力確保のために必要な車両整備や迂回経路になる線路設備などを官民一体となって保持するきっかけになるのではないだろうか。

・本稿の提案内容の総括

本稿で提案する地域計量経済モデルを利用した手法では、このように輸送品目に着目し、任意の輸送力を設定してシミュレーションを行うことで、対象地域の地域経済に与える影響を分析することが可能である。また迂回・代替輸送手段を考える上でも、災害発生時にどの程度の輸送力を確保することで、どの程度の経済損失を抑えられるのかというデータも得ることができる。そのデータは鉄道会社にとっても車両や人員配置などを決定する際にも活かすことができるものと考えられる。これは鉄道貨物輸送の長期運休が地域経済に与える影響を分析可能な手法として、非常に画期的な手法であると考えている。

4. 今後の課題

・季節変動や短期間の運休の考慮

本稿では、公表されている様々な社会経済変数を元に、災害発生による1年間の長期運休を仮定し分析を行った。しかし、貨物列車が多数往来する幹線路線において1年間列車の運行が不能になる可能性は低い。算出された値を12ヶ月で除することで1ヶ月あたりの値を概算することは可能ではあるが、この方法で高精度の結果が算出可能なのは1年間を通して一定した量の輸送が行われている品目と地域に限られる。分析例に用いた石油製品や、コンテナ輸送において主要品目である農作物や飲料品など季節による変動が大きい品目も多数あり、高い精度の分析結果を得るには季節ごとの算出が必須である。そのため、1ヶ月単位もしくは四半期単位での推計を可能にすることが出来れば、推計精度は向上されるものと考えられる。しかし、社会経済変数の一部は1年単位での公表のみとなっている変数が多く、1年よりも短い期間で推計するためには公表データから推測するほかないため、推計精度の向上は非常に難しい面がある。よって、1年間の累計輸送量に対する1ヶ月もしくは四半期ごとの輸送比率を把握し、モデルに組み込むことが出来れば比較的推計精度は向上されるのではないかと考える。だが、都道府県間での輸送モード別貨物発着量を調査・公表している貨物地域流動調査では、コンテナ輸送における品目ごとの数値は公表されておらず、推計精度向上には限界点も感じられる。しかし、これらの推計精度の向上は、鉄道貨物輸送と地域経済の関係性を分析する上で非常に有用だと考えられ、今後の課題として第一に挙げられる。

・大規模災害時の推計手法

また、大規模な災害の場合は、災害発生前後で社会構造そのものが大きく変化することとなる。例に挙げると、被災により住民の生活が激変することによる地域内での需要の変化や、工場等そのものの被災による生産中止などによるものがある。本稿で用いたモデルはあくまでも線路設備が被災し、貨物列車が運行不能になった場合を想定しており、東日本大震災のような社会構造に甚大な影響を及ぼす場合の推計は、地域計量経済モデルを使用した分析の限界でもあり、非常に難しく他の手法で分析が必要となる。しかし、東日本大震災時は被災地への支援物資輸送にも鉄道貨物輸送は活躍している。大規模災害発生から支援物資輸送開始までの期間や自動車・船舶輸送との輸送力・リードタイムの比較、そして復興需要などから地域内総生産へ及ぼされる影響などを分析する新たな手法を起案することができれば、大規模災害発生時の鉄道貨物輸送のあり方や必要性を考える上で、非常に役立つのではないかと考えている。

5. おわりに

本稿では、近年発生した災害時の鉄道貨物輸送における長期運休の実態や対応を分析した上で、鉄道貨物輸送の長期運休が地域経済に与える影響の分析手法として、地域計量経済モデルを使用した手法を提案した。また、モデルの使用例として長野県の地域経済と石油製品輸送に着目し、分析を行った。分析結果から、長野県の地域経済は鉄道貨物輸送に大きく支えられていることが分かった。鉄道貨物輸送が陰ながら地域経済を支えている地域は他にも多数存在するだろう。しかし、近年の日本では様々な所で合理化が進められており、貨物列車が走行可能な路線や貨物取り扱い駅などは年々減少傾向にある。それは、災害時に柔軟な輸送を行うことを難化させる要因にもなる。果たして、合理性ばかり求めることが長い目で見た際に善と出るか悪と出るか、今一度改めて考え直していくべきではないだろうか。

東日本大震災の発生後、関係各社が一丸となって行った迂回輸送に感銘を受けた人も少なくは無いのではないだろうか。当時まだ学生だった私もその一人である。まだ冬の明けきらない東北の被災地へ石油製品を輸送する姿はもちろん、被災により発生してしまった瓦礫を満載にして東北から運び出す姿もまた、復旧・復興に大きく貢献し鉄道貨物輸送の持つ潜在能力の高さを改めて世間に知らしめた。東日本大震災から早くも8年の時が経ち、当時引退間際で東北地方を奮走した車両も多くが引退した。おそらく、今同じ輸送力を確保しようと考えても残念ながら不可能だと考えられる。災害が増加する今日、「減災」というキーワードをもとに様々な対策が練られるなか、物流業そして鉄道貨物輸送においてもこれまで以上の対策を考えていかなければならない。「前回の災害の時には輸送できたが、車両数や線路設備を縮小したため今後は輸送できません」ということは、あってはならないはずだ。

「利益を出す」—これが社会的な企業の立場として第一に考えることである。しかし、物流業に従事する人間として、「荷物があり、荷物を待つ人が居る」のであればたとえ利益が出ずとも、どのような手を使ってでも、荷物を待つ人の元へ届けたいという想いが一番であるはずだ。荷物があり、待つ人が居るにも関わらず輸送手段・輸送ルートが確保できず輸送ができない。こんなに悔しいことはなく、あってはならないことであるはずだ。非常に便利で、「モノが届いて当たり前」となりつつある世の中ではあるが、ゼロから「当たり前」と思われるまでの物流システムを築き上げたのは数多くの物流業界の先人たちである。昨今の目まぐるしく変化する世の中で、今後も明日の「当たり前」を守っていくのが、今の我々の使命ではないだろうか。

最後に、本稿が今後の物流業界、そして鉄道貨物輸送の将来に少しでも寄与することが出来れば幸いである。また、今後とも鉄道貨物輸送の発展に向けて様々な分析や提案を行っていく所存である。

謝辞

本稿を執筆するにあたり、社内の皆様をはじめ学生時代お世話になった教授や級友の皆様からも助言・ご教示頂きました。末筆ではありますが、御礼を申し上げます。

参考文献・資料

・プレスリリース

- (1) JR 貨物(平成 27 年 2 月): 貨物鉄道の輸送障碍児の代替輸送に係る現状と課題
- (2) JR 貨物(平成 30 年 4 月): 平成 29 年度輸送実績(速報)
- (3) JR 貨物(平成 30 年 10 月): 「平成 30 年 7 月豪雨」等の影響について

・参考資料(図書)

- (4) 公益社団法人 鉄道貨物協会(2019 年 3 月): JR 貨物時刻表(2019 年 3 月ダイヤ改正)
- (5) 日本物流団体連合会(平成 30 年 12 月): 数字で見る物流(2018 年度版)

・参考資料(統計データ)

- (6) 統計ステーションながの(長野県の統計情報): 各種公表統計データ一覧

URL: <https://tokei.pref.nagano.lg.jp/>

- (7) 表 3 記載、各種統計情報の出所

e-Stat: 国勢調査・県民経済計算

URL: <https://www.e-stat.go.jp/>

厚生労働省: 労働統計要覧

URL: <https://www.mhlw.go.jp/toukei/youran/>

経済産業省: 鉱工業指数

URL: <https://www.meti.go.jp/statistics/tyo/iip/>

総務省統計局: 人口推計

URL: <https://www.stat.go.jp/data/jinsui/>

国立社会保障・人口問題研究所: 将来推計人口

URL: <http://www.ipss.go.jp/syoushika/tohkei/Mainmenu.asp>

- (8) e-Stat: 貨物地域流動調査(2017 年度)

URL: <https://www.e-stat.go.jp/>

- (9) 石油連盟 統計情報: 都道府県別販売実績(2017 年度)

URL: <https://www.paj.gr.jp/statis/statis/>

※1 貨物地域流動調査の値に、石油積貨車の設計比重である 0.73 を除して算出