

# 自然災害に伴う鉄道寸断が石油輸送および地域経済に及ぼす影響とその対策

## Impact of railway disruption caused by natural disasters on oil transportation and regional economy and related measures

佐藤徹治研究室 1524285 藤川 元樹  
1524342 山田 裕太

### 1. はじめに

近年、自動車から鉄道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における役割は高まっている。鉄道への輸送モード転換が進む一方、2011年3月の東日本大震災、2018年7月の西日本豪雨など、鉄道が長期寸断された際には物流への影響も甚大であった。一方、鉄道による迂回輸送が大きな力を発揮した例もあった。今後も鉄道貨物輸送の需要の増加が予想される中、自然災害への対策は急務である。

災害時の石油輸送に関する既往研究としては、山口ら(2013)<sup>1)</sup>が東日本大震災時の石油不足と輸送実態について需給ギャップやOD輸送量を用いて分析している。本研究では、鉄道の寸断による時系列の地域経済への影響について、産業連関表および地域計量経済モデルを用いた計測手法を提案する。さらに、石油供給量の大半を鉄道輸送に依存する長野県を対象に、鉄道寸断の影響分析、分析結果を踏まえた災害に強い鉄道関連施策の提案を行う。

### 2. 長野県における鉄道石油輸送の実態

長野県は内陸地であり、大量輸送の手段は鉄道に限られ、現代においても県内の石油供給の約8割は専用貨車による鉄道輸送によるものである。輸送経路として使用する中央本線は山岳路線であり、急勾配・急カーブが連続する。2014年2月の大雪や同年7月の南木曾町土石流災害の際は長期間寸断された。今後も自然災害により広範囲・長期間にわたる寸断が発生した場合には、石油供給量が大幅に減少し、県内での社会・経済活動が著しく低下することが予想される。

### 3. 被害額の推計方法

#### (1) 鉄道寸断の影響フロー

鉄道の寸断は、石油供給量の減少に伴う潜在生産力の低下を通じ地域経済に影響を及ぼすと考えられる。図-1に影響フローを示す。

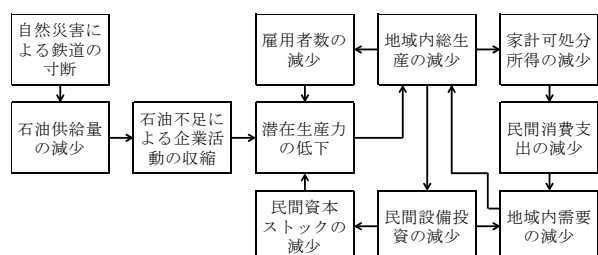


図-1 モデルの全体フロー

#### (2) 被害額の推計

鉄道寸断に伴う石油輸送量の減少による各産業の生産額の減少は、(1)式のレオンチェフ型の生産関数により推計できる。具体的な手順としては、まず災害発生時に鉄道が寸断された場合の石油の移入量を、産業連関表を参照して産業別に算出する。次にその算出結果を(1)式に代入し、災害時の付加価値額を推計する。さらに、災害時の付加価値額に一致するような民間資本稼働率指数・平均労働時間指数を算出する。

$$X_j = \min \left\{ \frac{VA_j(L_j, K_j)}{a_{0j}}, \frac{x_{1j}}{a_{1j}}, \frac{x_{2j}}{a_{2j}}, \dots, \frac{x_{ij}}{a_{ij}} \right\} \quad (1)$$

$$L_j = LHR_j \cdot NW_j \quad (2)$$

$$K_j = ROW_j \cdot KP_j \quad (3)$$

$i, j$ は産業、 $X$ は租生産額、 $L$ は労働投入、 $K$ は資本投入、 $VA$ は付加価値、 $x_{ij}$ は産業*i*から*j*への中間投入量、 $\alpha_{0j}$ は1単位の生産に必要な付加価値を示す付加価値比率、 $\alpha_{ij}$ は投入係数 ( $\alpha \neq 1$ )、 $LHR$ は平均労働時間指数、 $NW$ は就業者数、 $ROW$ は民間資本稼働率指数、 $KP$ は民間資本ストックを表す。

#### (3) 被害の時系列的波及の推計方法

被害の時系列的波及は、既存の地域計量経済モデルを利用し推計を行う。モデル式の一部を(4)~(7)式に示す。

##### ①潜在生産力

$$VA_i = f(LHR_{i,t} \cdot NW_{i,t}, ROW_{i,t} \cdot KP_{i,t}) \quad (4)$$

##### ②就業者数

$$NW_{i,t} = f(NW_{i,t-1}, GRP_{i,t}) \quad (5)$$

##### ③民間資本ストック

$$KP_{i,t} = \eta KP_{i,t-1} + IP_{i,t} \quad (6)$$

##### ④民間企業設備投資

$$IP_{i,t} = f(GRP_{i,t}, KP_{i,t-1}) \quad (7)$$

ここで、 $i$ は産業、 $t$ は年度、 $VA$ は潜在生産力、 $IP$ は民間企業設備投資額を表す。

#### 4. 中央本線寸断が長野県経済に及ぼす影響

##### (1) パラメータ推定と現況再現性

モデルの各関数のパラメータ推定は、定常性が検証された時系列データを用いて、OLS法（最小2乗法）により推定を行う。また、(4)～(7)式の推定は15産業別に行う。推定結果の一部を表-1に示す。

$$VA_i = e^{\alpha + \alpha' DUM1} \cdot (LHR_{i,t} \cdot NW_{i,t})^{1-\beta} \cdot (ROW_{i,t} \cdot KP_{i,t})^\beta \quad (4)'$$

表-1 潜在生産力パラメータ推定結果(一部)

	$\alpha$	$\beta$	$R^2$	D. W.
飲食料品	-0.295 (-0.410)	0.767 (3.638**)	0.806	1.753
繊維・紙製品	0.918 (6.242)	0.129 (2.603*)	0.993	2.628
石油・化学製品	-0.094 (-0.295)	0.965 (6.733**)	0.850	1.995
窯業・土石製品	-0.825 (-2.085)	0.738 (7.996**)	0.934	1.895
鉄鋼・金属製品	-0.086 (-0.193)	0.594 (5.102**)	0.908	2.267

注) ( ) 内はt値。

\*\* : 1%有意、\* : 5%有意。ダミーのパラメータは省略。

推定された各関数を用いて、2006～2015年の長野県の地域内総生産の推計値を算出した結果、実績値との平均絶対誤差率(MAPE)は、1.85%程度であり、モデルの現況再現性は比較的良好であると言える。

##### (2) 鉄道寸断の仮定と寸断時の輸送力の算定

中央本線東京駅～名古屋駅間のうち、貨物列車が走行し、加えて山間部を走行する八王子駅～中津川駅間(中央東線・中央西線)が大規模災害により寸断された場合を想定する。迂回ルートはJR貨物が第2種鉄道事業免許を所持している路線<sup>2)</sup>から、列車ダイヤや線路設備等を考慮して選定し、輸送力については列車編成や運転本数を仮定して算定する。算定した結果、鉄道による迂回輸送力は通常時の1/4程度である2往復(20%程度)であった。道路輸送に関しても同様に災害時の代替輸送力を算定した結果、列車1往復相当(10%)であった。これらに通常時の自動車輸送20%の輸送力に加えると合計で50%程度の輸送力を確保できる。この結果から、寸断時の石油移入量は半減することが想定できる。

##### (3) 民間資本稼働率指数・平均労働時間指数の設定

レオンチェフ型の生産関数の特性により、石油の移入量が半減した場合、各産業の付加価値関数も半減する。このため本研究では、各産業においてコブ・ダグラス型の生産構造を仮定し、民間資本稼働率指数・平均労働時間指数も半減することとする。

##### (4) シミュレーション分析

本研究では仮に2021年に災害が発生し、中央本線の寸断が1年間発生することを想定する。災害の有無による2021～2040年までの長野県の地域内総生産の変化の算出結果を表-2に示す。

表-2 長野県の地域内総生産の変化(百万円)

年度	災害なし	災害あり	ありーなし
2021	8,082,292	4,816,463	-3,265,829
2025	7,992,634	7,821,125	-171,509
2030	7,887,148	7,780,754	-106,394
2035	7,803,459	7,682,862	-120,597
2040	7,750,860	7,610,263	-140,597

シミュレーション分析の結果、長野県の地域内総生産は災害発生年に3兆円強の被害が発生し、20年後の2040年には災害なしの場合と比較して2%程度の減少が予想される。

#### 5. 災害に備えた鉄道関連施策の提案

本研究では、石油貨物列車の迂回運転を行うものと仮定し、50%の輸送力を確保できるとして推計を行った。しかし、現実には迂回運転を行う上での障害が線路面や車両面などに多数存在する。実際に西日本豪雨時は、迂回輸送開始までに53日を要したものの、運転された迂回列車の補填率は1%程度であり、自動車輸送を含めた代替輸送力は30%弱に留まった。災害時に迅速かつ効果的な鉄道による迂回運転を行うためには、線路設備や鉄道車両面の障害を踏まえて予め迂回ルートを選定し、線路設備を改修しておく必要がある。また、車両面では電源方式や建築基準が異なる様々な線区に対応可能な機関車を開発・増備し、災害発生時に迅速に迂回列車を運行できるように準備しておく必要があると考えられる。

近年、災害の多発により線路設備の維持管理責任について鉄道会社と自治体の間で頻繁に議論されている。特に貨物列車が運行されている路線や迂回経路として利用される可能性のある路線は、近年の災害を見る限り、今まで以上に災害対策を行う必要があると考えられる。鉄道会社と自治体がこれまで以上に一体となり、鉄道輸送網を維持していくことが必要である。

#### 6. 今後の課題

本研究では、産業連関表を基に中央本線の1年間の寸断を想定し分析を行ったが、幹線路線が1年間寸断されるということは考えにくい。また貨物列車の運行頻度や石油需要にも季節差があり、迂回運転や代替輸送も開始までにはある程度の時間が必要である。寸断期間・時期や迂回・代替輸送開始に必要な日数による影響をさらに細かく推計することで推計精度が上がるのが考えられ、これは今後の課題としたい。

#### 参考文献

- 山口裕通・赤松隆・長江剛志・円山琢也・金進英(2013):東日本大震災時の東北地域に対する石油製品輸送実態の把握、運輸政策研究、Vol.16、No.1、pp.031-041
- 公益社団法人 鉄道貨物協会(2018):JR 貨物時刻表(平成30年ダイヤ改正)