

貨物輸送の時間価値計測のための 新たな手法の提案

小池 淳司¹・高村 望²・山崎 雅人³・織田澤 利守⁴

¹正会員 神戸大学教授 大学院工学研究科市民工学専攻 (〒657-8501 神戸市灘区六甲台町1-1)

E-mail:koike@lion.kobe-u.ac.jp

²正会員 工学修士 エム・アール・アイリサーチアソシエイツ株式会社 (〒100-6105 東京都千代田区永田町2-11-1)

³正会員 名古屋大学准教授 減災連携研究センター (〒464-8601 名古屋市千種区不老町)

E-mail:yamazaki.masato@nagoya-u.jp

⁴正会員 神戸大学准教授 大学院工学研究科市民工学専攻 (〒657-8501 神戸市灘区六甲台町1-1)

E-mail:ota@opal.kobe-u.ac.jp

道路など交通施設を評価する上で重要な指標となるのが時間価値である。本研究の問題意識は、貨物輸送は物流やサプライチェーンを通じて社会・経済全体に影響を及ぼすという点にある。そこで、本研究では貨物輸送の時間価値を道路整備による経済厚生を増加分と地域間物流量を用いて新たに定義した。これらの算出には完全競争を仮定した標準的な空間的応用一般均衡モデルを用いている。さらに、モデル上で東日本大震災の被害を再現するようパラメータを外生的に設定した。これにより、従来計測が不可能であった被災状況下での貨物輸送の時間価値計測を行った。シミュレーションの結果、従来の推定手法は時間短縮の経済的価値を過小評価している可能性が示唆された。さらに、災害時には貨物輸送の時間価値が上昇することが計測された。

Key Words : *the value of freight travel time savings, computable general equilibrium model, Great East Japan earthquake, supply chain*

1. はじめに

時間価値は、交通施設整備などの公共事業を評価する上で重要な指標である。これは時間を金銭換算したものであり、日本の公共事業評価の費用便益分析に関する技術指針¹⁾では人、車両、貨物に対して設定されている。貨物輸送の時間短縮の経済的価値、つまり貨物輸送の時間価値(the Value of Freight Travel Time Savings; VFTTS)については数多くの先行研究がある。De Jong(2007)²⁾は先行の推定手法を要素費用法もしくはモデルを用いた手法に分類している。要素費用法においては、輸送時間の短縮で節約される全ての投入コスト、または増加でかかる追加的なコストによってVFTTSが推定されてきた。モデルを用いた手法においては、輸送時間を短縮することへの支払意思額によって推定されてきた³⁾。しかし、これらはいずれも個別事象を対象としたミクロ的アプローチであるといえる。そのため、波及的影響を包括的に考慮しておらず、また理論的根拠や値の外的妥当性に関して統一

的見解を示すことが難しい。

また、従来の推定手法では、経済集積の外部性や詳細な地域単位での分析、輸送・交通の適切な取扱、災害時の物資輸送やサプライチェーン寸断といった特定条件がVFTTSに及ぼす影響を分析できず、そのための方法論も存在していない。特に災害発生後の貨物輸送については、消費者や生産者が平時の消費活動や生産活動をいち早く取り戻す上で重要である。このときのVFTTSを計測することは、自然災害に見舞われることの多いわが国において道路の役割を適切に把握し、その整備を整備する上で極めて重要である。

本研究における問題意識は、貨物輸送は荷主や荷受人といった個別主体だけでなく、物流やサプライチェーンを通じて社会・経済全体に影響を及ぼすという点にある。この問題意識のもと、本研究ではVFTTSを新たに定義し、定式化する。定式化には経済厚生を増加分と地域間物流量を用いている。いずれも、全ての市場の連関を定量的

に表現できる空間的応用一般均衡(Spatial Computable General Equilibrium; SCGE)モデルによって算出される点が本研究の特徴である。また、シミュレーションによる計測結果と既往研究における推定値を比べることで、前提条件に伴うVFTTSの解釈・議論に資する。さらに、SCGEモデル上の外生パラメータを災害時の推定値に設定することで災害時の経済環境を再現する。これにより、従来計測されていなかった被災状況下でのVFTTS計測を行う。

2. 貨物輸送の時間価値の定義と定式化

本研究ではVFTTSを貨物の総輸送時間が1単位減少したことによる経済厚生³の増加分と定義する。そして、交通プロジェクト等の道路整備によって貨物の輸送に費やす時間 T_i^{rs} が減少した時の経済厚生³の増加分と貨物輸送の時間価値の関係より、以下の式(1a)~(1d)のように定式化する。

$$VFT = \frac{\sum_r EV^r}{TF_a - TF_b} \quad (1a)$$

$$TF_a = \sum_r \sum_s \sum_i T_i^{rs} QR_i^{rs} \quad (1b)$$

$$TF_b = \sum_r \sum_s \sum_i T_i^{rs} QR_i^{rs} \quad (1c)$$

$$QR_i^{rs} = qf_i^{rs} + \sum_j q_{ij}^{rs} \quad (1d)$$

ただし、 VFT ：単位取引額当たりの貨物輸送の時間価値[円/分]、 EV^r ：地域別便益[円]、 TF ：貨物の総輸送時間[分]、 QR_i^{rs} ：地域間物流量、 T_i^{rs} ：産業別の地域間道路所要時間[分](非製造業は0)、 q_{ij}^{rs} ：地域 r 産業 i から地域 s 産業 j への中間投入量、 qf_i^{rs} ：地域 s の家計の地域 r 財 i の需要量、 ab ：道路整備のあり(with)、なし(without)を表す添え字である。

経済厚生³の増加分は全地域の便益の和とし、貨物の総輸送時間には地域間道路所要時間と地域間物流量を用いる。ここで、本研究では地域間産業連関表上の取引額を物流量と考えている。その定式化にはSCGEモデル上で量変数として表される中間財投入量および消費財需要量を用いている。VFTTSの単位について、従来は輸送車両1台当たりもしくは単位重量当たりの時間価値[円/分]で表されていた。一方、式(1a)で求められるのは取引額1円当たりのVFTTSである。これを道路輸送に着目している本研究において輸送車両1台当たり⁴に換算するには、単位取引額の設定が必要である。この値には営業用普通貨物車の1台当たり輸送貨物の価値額⁴513,346[円/台]を用いている。

3. 空間的応用一般均衡モデルの概説

本研究におけるVFTTSの計測には、完全競争を仮定し

た標準的なSCGEモデルを用いる。これにより、VFTTSを計測することができる。記述方法には双対アプローチ⁵を用いており、用いる関数形については産業の生産構造の第一段階を除きすべてCES型で定式化している。

(1) モデルの前提条件

モデルが表現する社会経済に対して、以下の仮定を置く。①8地域21産業で構成された経済を想定する②各地域には21種類の財が存在し、それぞれに代表的産業がある。また、各地域には一つずつ代表的家計が存在する。③Armingtonの仮定において地域間取引をCES型関数で表現する。④輸送費用をIceberg型で仮定する。⑤生産要素は労働と資本である。これらの生産要素市場は地域間で開放されており、地域間・産業間の生産要素の流入出は自由に行われる。⑥全ての市場は完全競争的であり、長期均衡状態にある。⑦家計の保有する生産要素の賦存量は一定である。

なお、モデル式内の添え字は以下のように用いている。

財の生産地を表す添え字： $r \in R = \{1, 2, \dots, R\}$

財の消費地を表す添え字： $s \in S = \{1, 2, \dots, S\}$

生産地での財種別を表す添え字： $i \in I = \{1, 2, \dots, I\}$

消費地での財種別を表す添え字： $j \in J = \{1, 2, \dots, J\}$

生産要素の種別を表す添え字： $f \in \phi = \{lab, cap\}$

(2) 家計の行動モデル

各地域の代表的家計は2段階のNested-CES型効用関数を持つと仮定する。まず、家計の支出関数および所得制約式をそれぞれ式(2)および式(3)のように定式化する。式(3)では、地域間の名目所得移転額を基準時の所得移転額と効用の価格の積として考慮している。ただし、名目所得移転額の全地域での和が0となるように、効用の価格は特定の地域³のものを設定しなければならない。本モデルでは、最も経済規模が大きいという理由から東京を含んでいる地域³のものを定式化している。

$$U^r = \frac{I^r}{PU^r} \quad (2)$$

$$I^r = \sum_{f \in \phi} (PF_f^r \text{endow}_{0f}^r) + PU^r|_{r=3} \text{trn}_0^r \quad (3)$$

ただし、 U^r ：地域 r の家計の効用関数、 I^r ：地域 r の家計の所得、 $PU^r|_{r=3}$ ：地域³における効用の価格、 PF_f^r ：地域 r における生産要素価格、 endow_{0f}^r ：地域 r の家計が保有する生産要素賦存量、 trn_0^r ：地域 r の実質所得移転額(ただし、 $\sum_r \text{trn}_0^r = 0$)である。

次に、第一段階の家計の支出最小化行動を式(4a),(4b)のように定式化する。

ただし、 Qf_i^s ：地域 s における産業 i の消費合成財消費量、 PQf_i^s ：地域 s における産業 i の消費合成財価格、 ω_i^s ：消費合成財シェアパラメータ、 σ_u ：消費合成財に

関する代替弾力性である。

$$\min \sum_{i \in I} PQf_i^s Qf_i^s \quad (4a)$$

$$\begin{aligned} \text{s. t. } U^s(Qf_1^s, Qf_2^s, \dots, Qf_l^s) \\ = \left(\sum_{i \in I} \omega_i^s Qf_i^s \frac{\sigma_u - 1}{\sigma_u} \right)^{\frac{\sigma_u}{\sigma_u - 1}} \end{aligned} \quad (4b)$$

地域sにおける効用の価格は式(4)の最適化問題に付随するラグランジュ乗数より式(5)のように得られる。

$$PU^s = \left[\sum_{i \in I} (\omega_i^s)^{\sigma_u} (PQf_i^s)^{1 - \sigma_u} \right]^{\frac{1}{1 - \sigma_u}} \quad (5)$$

最後に、第二段階の費用最小化行動を式(6a),(6b)のように定式化する。

$$\min_{qf_i^{rs}} \sum_{r \in R} (1 + t_i^{rs}) Py_i^r qf_i^{rs} \quad (6a)$$

$$\begin{aligned} \text{s. t. } Qf_i^s(qf_i^{1s}, qf_i^{2s}, \dots, qf_i^{Rs}) \\ = \left(\sum_{r \in R} \theta_i^{rs} qf_i^{rs} \frac{\sigma_{q_i} - 1}{\sigma_{q_i}} \right)^{\frac{\sigma_{q_i}}{\sigma_{q_i} - 1}} \end{aligned} \quad (6b)$$

ただし、 t_i^{rs} ：地域rから地域sへの財iの輸送費用のマークアップ、 Py_i^r ：地域r産業iの財価格、 qf_i^{rs} ：地域sにおける地域r産業iの財消費量、 θ_i^{rs} ：財消費シェアパラメータである、 σ_{q_i} ：財iの生産地間の代替弾力性である。

最適化問題(6)を解くことにより、家計の消費財需要量が式(7)のように得られる。

$$qf_i^{rs} = \left[\frac{\theta_i^{rs} PQf_i^s}{(1 + t_i^{rs}) Py_i^r} \right]^{\sigma_{q_i}} Qf_i^s \quad (7)$$

(3) 産業の行動モデル

各地域・財の代表的産業は3段階のNested-CES型生産関数を持つと仮定する。まず、第一段階の中間合成財および付加価値の産業別の投入関係を式(8)のように定式化する。

$$y_j^s = \min \left[\frac{V_j^s}{\alpha_{v_j}^s}, \frac{Q_{1j}^s}{\alpha_{1j}^s}, \frac{Q_{2j}^s}{\alpha_{2j}^s}, \dots, \frac{Q_{lj}^s}{\alpha_{lj}^s} \right] \quad (8)$$

ただし、 y_j^s ：地域s産業jの生産量、 V_j^s ：地域s産業jにおける付加価値投入量、 Q_{ij}^s ：地域s産業jにおける産業iの中間合成財投入量、 $\alpha_{v_j}^s$ ：付加価値比率、 α_{ij}^s ：投入係数である。

次に、第二段階の産業の中間合成財に関する費用最小化行動を式(9a),(9b)のように定式化する。

$$\min_{q_{ij}^{rs}} \sum_{r \in R} (1 + t_i^{rs}) Py_i^r q_{ij}^{rs} \quad (9a)$$

$$\begin{aligned} \text{s. t. } Q_{ij}^s(q_{ij}^{1s}, q_{ij}^{2s}, \dots, q_{ij}^{Rs}) \\ = \left(\sum_{r \in R} \theta_{ij}^{rs} q_{ij}^{rs} \frac{\sigma_{q_i} - 1}{\sigma_{q_i}} \right)^{\frac{\sigma_{q_i}}{\sigma_{q_i} - 1}} \end{aligned} \quad (9b)$$

ただし、 q_{ij}^{rs} ：地域s産業jにおける地域r産業iの中間

財投入量、 θ_{ij}^{rs} ：中間財投入シェアパラメータである。

最適化問題(9)を解くことにより、産業の中間財需要量が式(10)のように得られる。

$$q_{ij}^{rs} = \left[\frac{\theta_{ij}^{rs} PQ_{ij}^s}{(1 + t_i^{rs}) Py_i^r} \right]^{\sigma_{q_i}} Q_{ij}^s \quad (10)$$

また、同じく第二段階の産業の付加価値に関する費用最小化行動を式(11a),(11b)のように定式化する。

$$\min_{v_{fj}^s} \sum_{f \in \Phi} P v_{fj}^s v_{fj}^s \quad (11a)$$

$$\text{s. t. } V_j^s = \left(\sum_{f \in \Phi} \beta_{fj}^s v_{fj}^s \frac{\sigma_{v_j} - 1}{\sigma_{v_j}} \right)^{\frac{\sigma_{v_j}}{\sigma_{v_j} - 1}} \quad (11b)$$

ただし、 v_{fj}^s ：地域s産業jにおける生産要素投入量、 $P v_{fj}^s$ ：地域s産業jにおける生産要素価格、 σ_{v_j} ：産業jにおける生産要素の代替弾力性、 β_{fj}^s ：要素投入シェアパラメータである。

最後に、第三段階の産業の生産要素に関する費用最小化行動を式(12a),(12b)のように定式化する。

$$\min_{F_{fj}^{rs}} \sum_{r \in R} P F_f^r F_{fj}^{rs} \quad (12a)$$

$$\text{s. t. } v_{fj}^s = \left(\sum_{r \in R} \delta_{fj}^{rs} F_{fj}^{rs} \frac{\sigma_f - 1}{\sigma_f} \right)^{\frac{\sigma_f}{\sigma_f - 1}} \quad (12b)$$

ただし、 F_{fj}^{rs} ：地域s産業jにおける地域rの生産要素投入量、 $P F_f^r$ ：地域rにおける生産要素価格、 σ_f ：生産要素の供給地間の代替弾力性、 δ_{fj}^{rs} ：供給地別の要素投入シェアパラメータである。

(4) 市場均衡条件

本モデルでは市場均衡条件が式(14)のように成立する。

$$\begin{aligned} y_i^r = \sum_{s \in S} \sum_{j \in J} \{ (1 + t_i^{rs}) q_{ij}^{rs} \} \\ + \sum_{s \in S} \{ (1 + t_i^{rs}) qf_i^{rs} \} \end{aligned} \quad (14)$$

また、産業の生産関数が規模に関して収穫一定であるため、産業の超過利潤はゼロとなる。このとき、式(15)が成立する。

$$P y_j^s = \sum_{i \in I} \alpha_{ij}^s P Q_{ij}^s + \alpha_{v_j}^s P V_j^s \quad (15)$$

産業の生産要素需要関数は式(12a),(12b)を解くことにより得られる。本モデルでは生産要素賦存量は一定と仮定するため、生産要素の需給均衡条件は式(13)のように表される。

$$\text{endow}_{of}^r = \sum_{s \in S} \sum_{j \in J} \left[\left(\frac{\delta_{fj}^{rs} P v_{fj}^s}{P F_f^r} \right)^{\sigma_f} v_{fj}^s \right] \quad (13)$$

(5) 便益の定義

Iceberg型輸送費用の低下に伴う地域別便益 EV^r を等価変分(Equivalent Variation)を用いて式(16)のように定義する。

ただし、 PF_{0f}^r : 基準均衡時点における生産要素価格 (=1), $PU_0^r=3$: 基準均衡時点における効用の価格 (=1) である。

$$EV^r = \left(\sum_{f \in \phi} PF_{0f}^r \text{endow}_f^r + PU_0^r |_{r=3} \text{trn}_0^r \right) \left(\frac{U_b^r - U_a^r}{U_a^r} \right) \quad (16)$$

(6) パラメータの設定

災害時の代替弾力性および資本ストック既存率については、東日本大震災から1ヶ月後の生産状況を再現する値がYamazaki(2018)⁶⁾において推定されている。本研究においても、同じ被災状況を想定するためこの推定値を用いている。その他の代替弾力性については、先行研究の値を参考に設定している。輸送費用のマークアップについては、平常時および災害時の地域間道路所要時間より算出している。これらの推定方法を表-1に示す。

生産要素賦存量等、代替弾力性とマークアップを除く全てのパラメータの設定にはキャリブレーション手法を用いた。必要な基準均衡データとしてはYamazaki(2018)⁶⁾と同じく9地域間産業連関表⁷⁾を用いている。

表-1 東日本大震災前後の所要時間算出条件

検討項目	設定内容
対象路線	一般都道府県道以上の道路及び指定市の市道
平常時の道路ネットワーク	H25年度のDRMをベースに高規格幹線道路のみH23年度時点のネットワークとなるよう調整
災害時の道路ネットワーク	平常時の道路ネットワークに対して、東日本大震災翌日の道路途絶状況を反映
所要時間の算出	一般化費用最小ルートをダイクストラ法により算出、有料道路料金を時間換算
旅行速度の設定	H22道路交通センサスの混雑時旅行速度または規制速度、ただし東北地方においては民間プローブデータ(2011年3月4日～4月14日)の速度を利用 ⁸⁾ ※途絶区間の道路網は0.1km/hと設定

4. シミュレーション分析

本研究における平常時および災害時のVFTTS計測には、代替弾力性、輸送費用のマークアップ、資本ストックの既存率が深くかかわっていると考える。よってこれらの外生変数に着目し、設定値の組み合わせ方によって場合

分けをする。

(1) シナリオ設定

本研究では道路整備(with)により地域間道路所要時間の東北-関東間が10分、東北内々が5分減少するシナリオを想定する。これにより輸送費用のマークアップが下がり、SCGEモデルにより経済厚生が増加分と貨物の総輸送時間の減少分が算出できる。このシナリオは全ケースで共通している。

(2) ケース設定

まず、東日本大震災発生前を平常時(case0)と考え、この時の経済環境をモデル上で再現する。次に、東日本大震災発生直後を災害時と考える。このときの経済構造を、3種類の外生変数を平常時の設定値から災害時の設定値に置き換えることでモデル上で再現する。

第一に、災害時には代替弾力性が低下する。災害時には、情報の入手や取引の調整が平常時よりも困難となる。代替弾力性の低下は、経済にもたらされる急激な変化に対して投入要素の供給元の切り替えが困難となることを表している。第二に、輸送費用のマークアップが増大する。これは、道路途絶区間において貨物輸送にかかる時間と費用が大幅に増大することを表している。第三に、社会資本だけでなく民間の資本ストックも毀損する。これは、地震や津波により生産施設が被害を受け、生産能力が低下することを表している。ここでは、Yamazaki(2018)⁶⁾と同様に中野ら(2018)⁹⁾における生産能力の低下率を資本ストック毀損率として解釈している。産業別の資本ストックの既存率を用いて災害時の資本ストックの投入量 $K_j^{s'}$ を算出している。これらの外生変数がシミュレーション結果に及ぼす影響をそれぞれ分析するため、表-2のようにケース設定をする。ただし、 $\zeta^0 = \{\sigma_v^0, \sigma_q^0, \sigma_u^0, \sigma_f^0\}$: 平常時の各種代替弾力性, $0, \hat{\cdot}$: 平常時, 災害時を表す添え字である。

表-2 ケース別の各外生変数の設定値

	case0	case1	case2	case3	case4
代替弾力性	ζ^0		$\sigma_v^{\hat{\cdot}}, \sigma_q^{\hat{\cdot}}, \sigma_u^{\hat{\cdot}}, \sigma_f^{\hat{\cdot}}$		
マークアップ	t_i^{rs0}	$t_i^{rs\hat{\cdot}}$	$t_i^{rs'}$	t_i^{rs0}	$t_i^{rs'}$
資本ストックの投入量	K_j^{s0}	$K_j^{s\hat{\cdot}}$	$K_j^{s'}$	$K_j^{s'}$	$K_j^{s'}$

(3) 資本ストックの既存と計算過程

まずcase1およびcase2においては、代替弾力性およびマークアップを災害時の値に設定した後にキャリブレーションを行い基準均衡(without)とした。一方、case3およびcase4においては、これらキャリブレーションを行っ

た後に外生的に資本ストックの量を産業別の毀損率に従って減少させた。均衡計算を行い、得られた新たな均衡状態をwithoutとしている。これは、経済厚生の変化分に資本ストックの毀損による効果を含めず、道路整備の効果のみを計測するためである。また本研究では、ケース別の結果を比較するため、 EV^r 算出には資本ストック毀損後もキャリブレーション時の価格と生産要素賦存量を

用いている。この一連の計算過程は図-1に表される。

(4) 分析結果

まず、国内の時間価値原単位の算出方法⁴⁾におけるVFTTSを確認する。ここでは貨物車の時間価値が小型・普通、自家用・営業用別に算出されている。これらの算出方法は貨物輸送において人・車両・貨物の機会費用を積み上げる方式(要素費用法)である。これらのうち最も値の大きい営業用普通貨物車の時間価値は64.35[円/分]と算出されている。次に、シミュレーションによって得られた結果を図-2～図-4に示す。これらの結果について考察を加える。

平常時を表現したcase0については、単位取引額当たりのVFTTSは182.5[円/分]と計測された。これは上記の値より2.8倍以上大きく、従来考えられていた以上に道路の役割が重要であることを示唆しているものと考えられる。以下、災害時を表現したケースについても確認する。

第一に、case0に比べて代替弾力性のみ置き換えたcase1では7.4[円/分]、4.1%大きいVFTTS計測値が得られた。このVFTTSの分子、経済厚生の変化分をみても、case0に比べて約62億円大きい。地域別でみると、東北の便益が

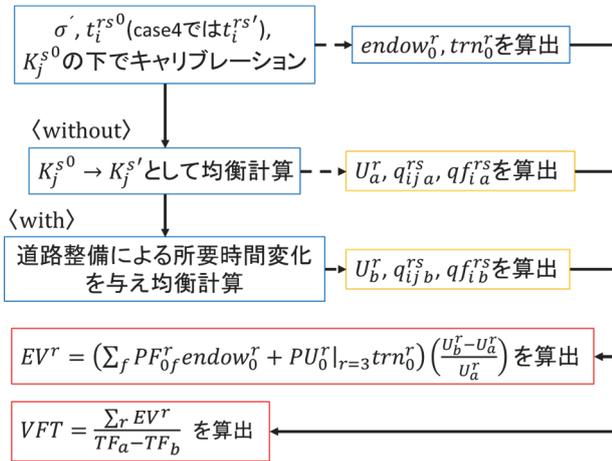


図-1 資本ストックの毀損と計算過程



図-2 ケース別の単位取引額当たりVFT[円/分]計測結果

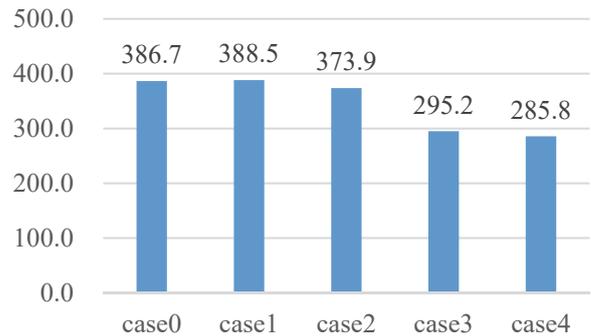


図-3 ケース別の $TF_a - TF_b$ (単位: 10^6 分)算出結果

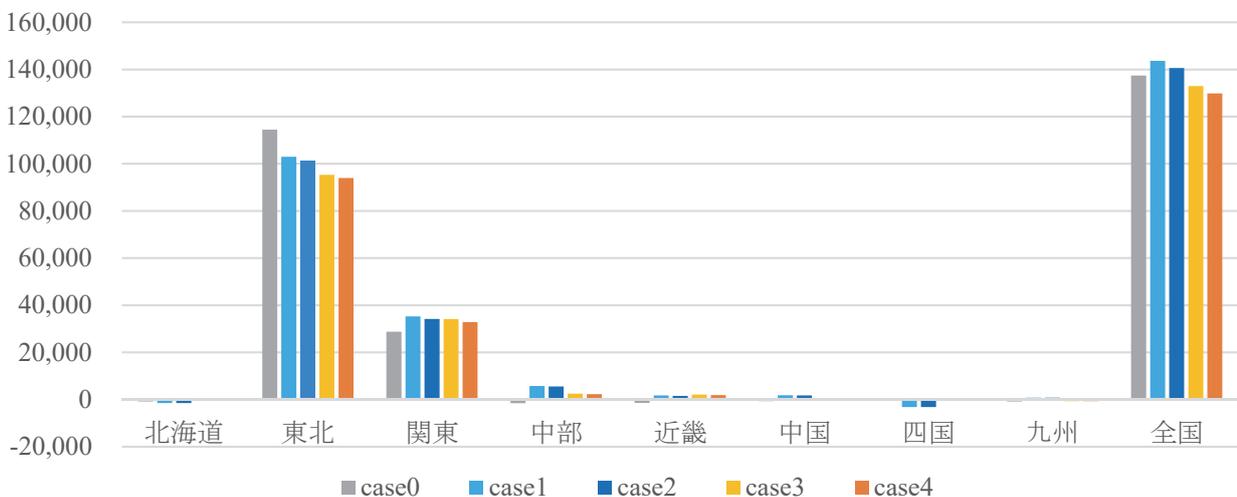


図-4 ケース別の地域別便益(単位:100万円)算出結果

小さくその他地域の便益が大きいことがわかる。これは、代替弾力性が小さかったため、東北への道路整備を行っても他地域からの代替があまりなされなかった結果と考えられる。一方、地域間物流量については、case0より東北-関東間および東北内々は大きくその他は小さい傾向にある。つまり、VFTの分母である貨物の総輸送時間の減少量が拡大している。すなわち、同じ所要時間の変化に対して代替弾力性が小さいほうが貨物の総輸送時間の減少量が大きい、それ以上に経済厚生が増加分が大きいため、より大きなVFTTSが計測された。第二に、case1に比べて道路整備による所要時間変化率が小さいcase2では3.2[円/分]、2.1%大きいVFTTS計測値が得られた。第三に、case1に比べて資本ストックが毀損したcase3では48.7[円/分]、26.7%大きいVFTTS計測値が得られた。しかし、経済厚生が増加分については約107億円減少しており、東北の便益が著しく低くなっている。これは、道路整備前の時点で東北産の財価格が高騰しており、道路整備を行っても他地域からの代替や東北の生産量が伸びなかったためと考えられる。同じ理由でwithoutからwithの地域間物流量が伸びず、貨物の総輸送時間の減少量が拡大しなかったと考えられる。最後に、災害時を表現したcase4では平常時のcase0に比べ50.7[円/分]、27.8%大きいVFTTS計測値が得られた。Case.3の結果と同様であるが、これは経済規模が縮小した後も道路の経済的価値がむしろ上昇することを示唆していると考えられる。これは経済厚生や物流量のみでは計り知れない知見である。

4. おわりに

本研究ではVFTTSを経済厚生が増加分と貨物の総輸送時間を用いて定義し、その計測のための新たな手法を提案した。この手法により、平常時および災害時のVFTTS計測も行った。結果、平常時の計測値は従来の推定手法は時間短縮の経済的価値を過小評価している可能性が示唆された。ただし、一般均衡理論に基づく本研究の計測値と投入要素全ての機会費用に基づく従来の推定値は、完全競争のもとでは一致することが考えられる。つまり、従来推定値は、統計データの計測誤差や不適切な価格付けに強く影響されている可能性がある。また、災害時の計測値は有事には道路の経済的役割がいっそう重要になることを示唆している。道路ネットワークの強靱化や多重化による被害軽減効果が極めて重要であることを示す結果である。

本研究の課題は大きく分けて2点ある。まず、輸送費用のモデリングについて、実際の物流の輸送時間・輸送

費用データに基づいていない点が挙げられる。次に、本研究では災害時の代替弾力性として東日本大震災よりヶ月後の生産量を再現するようキャリブレートされた値を用いた。しかし、長期均衡を仮定した静的なSCGEモデルを用いており、分析対象期間について整合しているかは慎重に検証する必要がある。最後に、本研究では災害時を再現した本研究のシミュレーションにおいても需要された物流量すべてが輸送されることを暗に仮定している。しかし、実際の被災状況下では輸送可能な量に制約があると考えられる。つまりYamazaki(2018)⁹⁾が指摘するように自然災害の短期的かつ集中的な影響を捉えきれない可能性がある。

参考文献

- 1) 国土交通省：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。
- 2) De Jong, G.: Value of freight travel-time savings, Chapter 34 in Hensher, D.A. and Button, K.J. (Eds.) Handbook of Transportation Modelling (2nd Edition), Emerald Group Publishing Limited, 2007.
- 3) 瀬木俊輔：在庫管理モデルを応用した貨物の時間価値に対する理論的アプローチ，土木学会論文集 D3(土木計画学)，Vol.72, No.2, pp.113-127, 2016。
- 4) 国土交通省：時間価値原単位および走行経費原単位(平成20年価格)の算出方法，第4回道路事業の評価手法に関する検討委員会，参考資料1
- 5) 武田史郎：双対アプローチによる一般均衡モデルの記述，2013。
- 6) Masato Yamazaki, Atsushi Koike and Yoshinori Son e: A Heuristic Approach to the Estimation of Key Parameters for a Monthly, Recursive, Dynamic CGE Model, Springer International Publishing AG, part of Springer Nature 2018, 04 May 2018.
- 7) 経済産業省：2005年地域間産業連関表(作成報告書，取引基本表)，2010
- 8) 中尾聡史，小野寺哲也，片山慎太郎，東徹，川端祐一郎，藤井聡：大規模震災がもたらす道路破断の予測モデルの構築に関する研究，土木学会論文集 D3(土木計画学)，Vol.75, No.5, I_407-I_417, 2019。
- 9) 中野一慶，梶谷義雄，多々納裕一：地震災害による産業部門の操業能力の低下を対象とした機能的フラジリティ曲線の推計，土木学会論文集 A1(構造・地震工学)，Vol.69, No.1, p.57-68, 2013。

(2020. ?? . ?? 受付)

A NEW METHODOLOGY OF MEASURING THE VALUE OF FREIGHT TRAVEL TIME SAVINGS

Atsushi KOIKE, Nozomu TAKAMURA, Masato YAMAZAKI
and Toshimori OTAZAWA

Most of domestic freight are carried by cars, where roads play vital roles. In assessing transportation facilities such as roads, values of time is the significant index, where time is evaluated in terms of money. The value of freight travel time savings (VFTTS) have been defined and estimated based on opportunity costs of factors or willingness-to-pay for reducing transportation time. However, these are microscopic approaches which deal with each instance. Moreover, conventional methods cannot analyze the effects of specific conditions on VFTTS, such as the externalities of agglomeration and goods transportation and disruptions of the supply chains right after natural disasters. A new methodology is required to understand roles of roads and plan them properly. In this study, it is hypothesized that freight transportations affect society and the economy through logistics and supply chains. VFTTS is newly defined by using the increment of economic welfare and the decrement of total freight transportation time caused by road improvements. To calculate these variables, a standard spacial computable general equilibrium model which assumes perfect competition is used. Moreover, parameters are set exogenously to reproduce the disaster on the model, which enables us to measure VFTTS right after natural disasters. These parameters in case of emergency had been estimated in a previous study to reproduce the damage of the Great East Japan Earthquake. As the results of simulation, it has been clarified that previous studies ignored the ripple effects and underestimated VFTTS. Moreover, it has demonstrated that VFTTS would rise right after natural disasters.