

港湾取扱貨物量を明示化した道路ネットワーク評価モデルの構築 ～応用一般均衡モデル「RAEM-Light」を用いたアプローチ～

Modeling of Expressway Network Projects Evaluation Explicitly Considered of Shipping Freight Traffic - An Approach by Using Computable General Equilibrium Model "RAEM-Light"-*

小池淳司**・川本信秀***・佐藤啓輔****

By Atsushi KOIKE**・Nobuhide KAWAMOTO***・Keisuke SATO****

1. はじめに

東アジア諸国が目覚しい経済発展をしていく中、わが国は、国際競争力を一層強固にしていくとともに、生産体制の水平分業化などにより、東アジア諸国の発展を日本国内にうまく循環させることで、アジア地域全体として相乗的に活力を養うことが求められている。そのためにも、わが国の道路ネットワークをはじめとした社会資本整備の評価にあたっては、上述のような視点を踏まえた評価が必要となる。特に、道路ネットワークは、様々な物流施設と生産拠点をリンクする機能を有するという意味において、国際的な物流貨物の国内運搬を効率的かつ効果的に支援する役割があると言える。

しかし、従来の経済モデルによる道路ネットワーク評価においては、主に国内の地域間陸上物流を対象に評価が行われており、港湾と各地域の港湾取扱貨物の輸送額を考慮した評価はなされていなかった。つまり、港湾とその背後圏に広がる地域経済の関係性を明示化していなかったため、本来、道路ネットワークが機能として有する港湾取扱貨物輸送の背後圏への物流支援の視点での評価が欠けていたといえる。

そこで、本稿では、港湾と背後圏の経済的繋がりを明示化した上で、港湾取扱貨物輸送を考慮した国内の道路ネットワーク整備の評価を行う。具体的には、地域間陸上物流を対象にモデル化された従来のRAEM-Lightモデル¹⁾²⁾では港湾からの陸上取扱貨物が考慮されていなかったことから便益が過少に評価されていたため、港湾取扱貨物量を考慮した便益計測を行うことが出来るようモデルの再構築を行う。

なお、本稿で対象とする便益は、道路ネットワーク整備による「地域間陸上物流の物流効率化」および「港湾取扱貨物輸送の背後圏への物流効率化」の2点であり、港湾施設の整備による物流効率化などは対象としていない。

*キーワード：公共事業評価法，交通ネットワーク分析

**正員，工博

鳥取大学工学部社会開発システム工学科 准教授

(鳥取市湖山町南4-101, TEL0857-31-5313, FAX0857-31-0882)

***正員，工修

復建調査設計(株) 地域経済戦略チーム 研究員

(広島市東区光町2-10-11, TEL082-506-1853, FAX082-506-1893)

****正員，工修，技術士(建設部門)

復建調査設計(株) 地域経済戦略チーム 主任研究員

(広島市東区光町2-10-11, TEL082-506-1853, FAX082-506-1893)

2. 港湾取扱貨物量を考慮したRAEM-Lightモデル構造

従来のRAEM-Lightモデル¹⁾²⁾(以降ベースモデル)では、分析対象地域外との移輸出入を含まず、陸上地域間の企業と家計の地域間取引のみを表現しているのに対して、本稿で提示するモデルRAEM-Light SF (RAEM-Light Shipping Freight traffic) は、従来の陸上地域間取引に加えて、移輸出入のうち、海運によるものについて企業が取引を行い、港湾-地域間の陸上輸送費用を負担することを明示的にモデル構造に組み入れている。

なお、RAEM-Light SFのモデル化にあたっては、社会経済に対して以下の仮定を設け、図-1で示す社会構造を設定する。

- ①多地域多産業で構成された経済を想定する。
- ②財生産企業は、家計から提供される生産要素(資本・労働)を投入して、生産財を生産する。
- ③家計は企業に生産要素(資本・労働)を提供して所得を受け取る。そして、その所得をもとに財消費を行う。
- ④家計へ供給する財の交通抵抗をIce-berg型で考慮する。
- ⑤労働市場は地域で閉じているものの、資本市場は全地域に開放されているものとする。
- ⑥移輸出・移輸入財の量は政策前後で一定とする。
- ⑦移輸出・移輸入に関わる国内陸上移動費用はIceberg型で仮定し、その費用は企業が負担する。
- ⑧移輸出・移輸入に関わる国内陸上移動費用分、限界費用から価格がマークアップする。

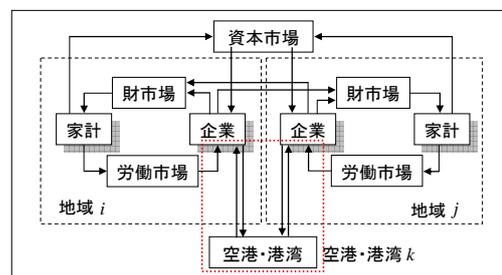


図-1 モデルの概略

以下で港湾取扱貨物量を考慮したRAEM-Light SFの定式化を行う。モデルの定式化において以下のサフィックスを導入する。

地域を表すサフィックス： $\mathbf{I} \in \{1, 2, \Lambda, i, \Lambda, k, \Lambda, J\}$

財を表すサフィックス： $\mathbf{M} \in \{1, 2, \Lambda, m, \Lambda, M\}$

(1) 企業行動モデル

各地域には生産財ごとに1つの企業が存在することを想定し、地域*i*において財*m*を生産する企業の生産関数をコブダグラス型で仮定すると以下ようになる。

$$y_i^m = A_i^m (L_i^m)^{\alpha_i^m} (K_i^m)^{1-\alpha_i^m} \quad (1)$$

ただし、 y_i^m : 生産量、 L_i^m : 労働投入、 K_i^m : 資本投入、 α_i^m : 分配パラメータ、 A_i^m : 効率パラメータ (全要素生産性)

移輸出入に関わる「港湾と陸上地域間の輸送コスト」は取引を行う陸上地域のそれぞれの企業が負担すると仮定すると、生産に関する最適化問題は以下のような生産技術制約下での利潤最大化行動となる。なお、各地域の企業と港湾との取引に関する交通費用は固定費用として扱う。

$$\max q_i^m y_i^m - w_i L_i^m - r K_i^m - \sum_{k \in I} \psi_{ki}^m t_{ki} (E_{ki}^m + I_{ki}^m) \quad (2)$$

$$s.t. y_i^m = A_i^m (L_i^m)^{\alpha_i^m} (K_i^m)^{1-\alpha_i^m}$$

ただし、 w_i : 賃金率、 r : 資本レント、 q_i^m : 生産者価格、 E_{ki}^m : 移輸出される財、 I_{ki}^m : 移輸入される財、 $\psi_{ki}^m t_{ki}$: 移輸出、移輸入1単位あたりの交通抵抗 (費用)

上式より、生産要素需要関数 L_i^m 、 K_i^m と生産者価格 q_i^m が、限界費用に生産一単位あたりの固定費用を加えた形で定義できる。

$$L_i^m = \frac{\alpha_i^m}{w_i} q_i^m y_i^m \quad (3)$$

$$K_i^m = \frac{1-\alpha_i^m}{r} q_i^m y_i^m \quad (4)$$

$$\begin{aligned} q_i^m (N_i, w_i, r) + M_i^m &= C_i^m (N_i, w_i, r) + M_i^m \\ &= \frac{w_i^{\alpha_i^m} r^{1-\alpha_i^m}}{A_i^m \alpha_i^m \alpha_i^m (1-\alpha_i^m)^{1-\alpha_i^m}} + \frac{\sum_{k \in I} \psi_{ki}^m t_{ki} (E_{ki}^m + I_{ki}^m)}{y_i^m} \\ &= (1 + \gamma_i^m) C_i^m \end{aligned} \quad (5)$$

ただし、 M_i^m : 財1単位あたりに含まれる港湾取扱貨物輸送コスト、 C_i^m : 限界費用、 γ_i^m : マークアップ率

移輸出入に関する港湾取扱貨物の陸上輸送費用にあたるマークアップ率 γ_i^m を考慮した点がベースモデルと異なる点である。

(2) 家計行動モデル

各地域には家計が存在し、自己の効用が最大になるよう自地域と他地域からの財を消費するとする。このような家計行動が以下のような所得制約下での効用最大化問題として定式化できる。

$$\begin{aligned} \max U_i(x_i^1, x_i^2, \Lambda, x_i^M) &= \sum_{m \in M} \beta_i^m \ln x_i^m \\ s.t. \bar{l}_i w_i + r \frac{\bar{K}}{T} &= \sum_{m \in M} p_i^m x_i^m \end{aligned} \quad (6)$$

ただし、 U_i : 効用関数、 x_i^m : 財*m*の消費水準、 β_i^m : 消費の分配パラメータ ($\sum_{m \in M} \beta_i^m = 1$)、 p_i^m : 消費者価格、 \bar{K} : 資本保有量、 T : 総人口 ($T = \sum_{i \in I} N_i$)、 \bar{l}_i : 一人あたりの労働投入量 ($\bar{l}_i = \sum_{m \in M} L_i^m / N_i$)

上式より、消費財の需要関数 x_i^m が得られる。

$$x_i^m = \beta_i^m \frac{1}{p_i^m} \left(\bar{l}_i w_i + r \frac{\bar{K}}{T} \right) \quad (7)$$

(3) 地域間交易モデル

Harkerモデル³⁾に基づいて、各地域の需要者は消費者価格 (c. i. f. price) が最小となるような生産地の組み合わせを購入先として選ぶとする。地域*j*に住む需要者が生産地*i*を購入先として選択したとし、その誤差項がガンベル分布に従うと仮定すると、その選択確率は、次式のLogitモデルで表現できる。

$$s_{ij}^m = \frac{y_i^m \exp[-\lambda_i^m q_i^m (1 + \psi_{ij}^m t_{ij}^m)]}{\sum_{i \in I} y_i^m \exp[-\lambda_i^m q_i^m (1 + \psi_{ij}^m t_{ij}^m)]} \quad (8)$$

ただし、 s_{ij}^m : 購入先選択確率、 t_{ij}^m : 交通抵抗 (所要時間)、 λ_i^m, ψ_{ij}^m : 交易パラメータ

この選択確率を用いることで財*m*が地域*i*から地域*j*へ供給される地域間交易量は次のように表される。

$$z_{ij}^m = s_{ij}^m N_j x_j^m \quad (9)$$

ただし、 z_{ij}^m : 地域間の財の交易量、 N_i : 地域人口

港湾取扱貨物量の陸上輸送費用をマークアップ率として考慮したことで、消費者価格は次式で表される。

$$p_j^m = \sum_{i \in I} s_{ij}^m (1 + \gamma_i^m) q_i^m (1 + \psi_{ij}^m t_{ij}^m) \quad (10)$$

(4) 市場均衡条件式

RAEM-Light SFでは以下の市場均衡条件が成立する。なお、財市場 (供給) の均衡条件については、ベースモデルの均衡条件における地域間交易量に対して港湾取扱貨物の陸上輸送費用をマークアップする。

$$\text{労働市場} \quad \sum_{m \in M} L_i^m = \bar{l}_i \quad (11)$$

$$\text{経常収支均衡} \quad r \left(\sum_{i \in I} \sum_{m \in M} K_i^m - \bar{K} \right) = 0 \quad (12)$$

$$\text{財市場 (需要)} \quad N_j x_j^m = \sum_{i \in I} z_{ij}^m \quad (13)$$

$$\text{財市場（供給）} \quad y_i^m = (1 + \gamma_i^m) \sum_{j \in J} (1 + \psi^m t_{ij}^m) z_{ij}^m \quad (14)$$

ただし、 \bar{L}_i : 地域*i*の労働保有量

(5) 便益の定義

本モデルでは施策の効果を計測する指標として経済的効果を等価変分 (EV: Equivalent Variation) を用いて以下のように定義した。

$$EV_i = \left(\bar{L}_i w_i + r \frac{\bar{K}}{T} \right) \left(\frac{e^{U_i^1} - e^{U_i^0}}{e^{U_i^0}} \right) \quad (15)$$

ただし、 EV_i : 一人あたりのEV, 0,1 : 道路整備の有無無しを表すサフィックス

以上のように、ベースモデルに港湾取扱貨物量の陸上輸送費用のマークアップ率 γ_i^m を考慮することで、港湾一地域間輸送コスト削減便益を計測でき、港湾取扱貨物量の変動を踏まえた道路整備効果も計測可能である。

3. 実証分析

(1) 対象範囲・対象道路ネットワーク・対象港湾

分析対象範囲は、図-2で示すように、中国・四国地方を中心とした地域とし、中国・四国地方を2次生活圏でゾーニングをおこなった。



図-2 対象範囲・ゾーニング

対象とする道路ネットワークの現況(without)はH 19時点のものとし、将来(with)については、中国地方で高規格幹線道路ネットワークとして計画されている姫路鳥取線、山陰自動車道、尾道松江線、東広島呉道路を対象とした。(図-3参照) また、対象とする港湾については、港湾統計(陸上出入貨物調査)における調査対象港湾とした(表-1参照)。

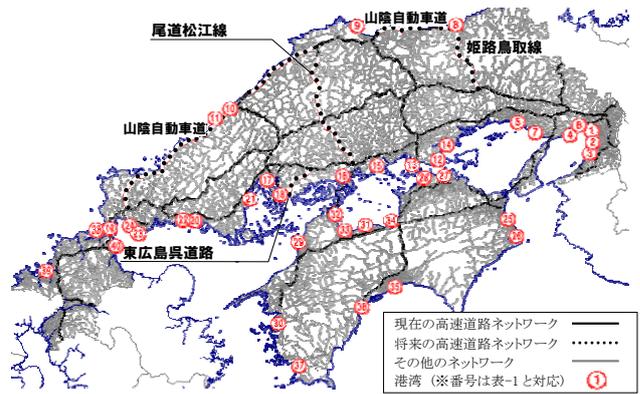


図-3 対象道路ネットワークと対象港湾

表-1 対象港湾一覧

No.	対象港湾	No.	対象港湾
1	大阪港	22	三田尻港
2	堺泉北港	23	宇部港
3	阪南港	24	小野田港
4	神戸港	25	徳島小松島港
5	姫路港	26	橘港
6	尼崎西宮芦屋港	27	高松港
7	東播磨港	28	坂出港
8	鳥取港	29	松山港
9	境港	30	宇和島港
10	浜田港	31	新居浜港
11	三隅港	32	今治港
12	宇野港	33	東予港
13	水島港	34	三島川之江港
14	岡山港	35	高知港
15	福山港	36	須崎港
16	尾道糸崎港	37	宿毛彦港
17	広島港	38	北九州港
18	呉港	39	博多港
19	下関港	40	苅田港
20	徳山下松港	41	三池港
21	岩国港		

(2) 港湾データの設定

本モデルで必要となる港湾データは、港湾一地域間の港湾搬出入額、港湾取扱貨物の輸送コストであるが、両データともに統計情報としては存在しないため、既存の統計データから以下の方法により導出した(表-2参照)。なお、本導出方法は簡便的なものであることから、今後の精緻化が求められる。

表-2 港湾データの導出方法

データ	導出方法
港湾搬出入額	港湾搬出入量に1フレートトンあたりの搬出入額(総移輸出額/総搬入量、総移輸入額/総搬出量)を乗じて算出。 ※総移輸出入額は産業連関表の移輸出入額に物流センサスの海運輸送シェアを乗じて算出。 ※港湾搬出入量は、港湾統計(H17・18 陸上出入貨物調査)
港湾取扱貨物輸送コスト	地域間輸送コストと港湾地域間輸送コストが同じものとし、財1単位あたりの輸送コストを所要時間にロジットパラメータ ψ_i^m を乗じた値として設定。
港湾一地域間OD	港湾統計(H17・18 陸上出入貨物調査)のOD

(3) 基準均衡データ

本モデルで用いる基準均衡データを表-3に示す。

表-3 基準均衡データ

基準均衡データ	根拠資料等
y_i^m	H16 市町村経済計算 純生産額 ※市町村経済計算が存在しない地域では、産業連関表の付加価値を事業所企業統計調査従業者数、あるいは工業統計調査付加価値額で按分し算出。
L_i^m	y_i^m に各県産業連関表の付加価値額に占める労働所得の割合を乗じて算出。※労働所得は、家計外消費支出、雇業者所得、間接税、経常補助金とした。
K_i^m	y_i^m に各県産業連関表の付加価値額に占める資本所得の割合を乗じて算出。※資本所得は、営業余剰と資本減耗引当とした。
N_i	H17 国勢調査 市町村別人口
t_{ij}^m	DRM1900 を利用、H17 道路交通センサス速度を用いて Dijkstra 法による所要時間最短経路探索により算出。

(4) パラメータ

企業、家計のモデルに関するパラメータの導出方法を表-4に示す。分配パラメータ α_i^m 、効率パラメータ A_i^m および消費の分配パラメータ β_i^m については、市町村経済計算や産業連関表を用いてキャリブレーションにより各県別に推定した。地域間取引モデルにおけるパラメータ λ_i^m, ψ_i^m については、取引状況が県内でも大きくことなる地域が存在することから地域別に推定した。なお、推定にあたっての産業分類は、第1次産業、2次産業、3次産業の3分類とし、第3次産業については、取引に関する統計データが存在しないことから本研究では、地域間取引に関する輸送コストはないものとして設定した。パラメータの推定結果は表-5~8に示す。

表-4 パラメータ推定法

パラメータ	推定方法
α_i^m : 分配パラメータ	$\alpha_i^m = \frac{w_i L_i^m}{w_i L_i^m + r K_i^m}$
A_i^m : 効率パラメータ	$A_i^m = \frac{y_i^m}{(L_i^m)^{\alpha_i^m} (K_i^m)^{1-\alpha_i^m}}$
β_i^m : 消費の分配パラメータ	総最終需要額に占める各財最終需要のシェアと設定。
λ_i^m, ψ_i^m : 地域間取引モデルのロジットパラメータ	グリッドサーチ ⁴⁾ により推定。実測値の地域間取引量は付加価値に β_i^m を乗じて各財の消費額を算出し、その消費額に各財の交通 OD シェアを乗じて地域間取引量を算出している。なお、各財の交通 OD は、施設間流動データである H17 道路交通センサスの積載品目別 OD を活用している。しかし、本来、経済データと整合性のある交通データは純流動ベースのデータであることから、本稿では施設間流動データを補正し活用している。具体的には、内々率の補正として各県の産業連

関表の産業別の自給率を各財の交通 OD の内々率におきかえることで交通 OD データを作成している。本手法による推計は、内々率が県内で一定となるため、より精度の高い交通 OD の推計方法については今後検討していく必要がある。なお、港湾一地域間の港湾取扱量の OD は、陸上出入貨物調査結果を用いている。

表-5 分配パラメータ

	第1次産業	第2次産業	第3次産業
鳥取県	0.1879	0.7077	0.6609
島根県	0.2818	0.7217	0.6081
岡山県	0.1926	0.7593	0.6225
広島県	0.1999	0.7156	0.5964
山口県	0.2817	0.7074	0.6155
徳島県	0.2817	0.7074	0.6155
香川県	0.1950	0.7814	0.6240
愛媛県	0.2762	0.6310	0.5946
高知県	0.3065	0.6320	0.6529
兵庫県	0.2424	0.7133	0.5968
大阪市	0.6852	0.7559	0.6567
その他大阪府	0.4250	0.7560	0.6632
福岡県	0.2038	0.7610	0.6316

表-6 効率パラメータ

	第1次産業	第2次産業	第3次産業
鳥取県	1.6213	1.8297	1.8974
島根県	1.8124	1.8064	1.9534
岡山県	1.6322	1.7365	1.9403
広島県	1.6492	1.8169	1.9630
山口県	1.8121	1.8303	1.9469
徳島県	1.7288	1.9190	1.9889
香川県	1.6377	1.6907	1.9389
愛媛県	1.8027	1.9318	1.9643
高知県	1.8521	1.9307	1.9073
兵庫県	1.7400	1.8205	1.9626
大阪市	1.8643	1.7433	1.9026
その他大阪府	1.9775	1.7430	1.8944
福岡県	1.6581	1.7332	1.9311

表-7 消費の分配パラメータ

	第1次産業	第2次産業	第3次産業
鳥取県	0.0155	0.3731	0.6115
島根県	0.0274	0.3402	0.6324
岡山県	0.0030	0.4646	0.5324
広島県	1E-09	0.3696	0.6304
山口県	0.0028	0.4646	0.5326
徳島県	0.0240	0.3872	0.5888
香川県	0.0174	0.4059	0.5767
愛媛県	0.0262	0.4204	0.5535
高知県	0.0468	0.2413	0.7119
兵庫県	1E-09	0.4308	0.5692
大阪市	1E-09	0.1009	0.8991
その他大阪府	1E-09	0.2668	0.7332
福岡県	0.0076	0.3298	0.6626

表-8 交易モデルのパラメータ

		山陰	山陽	四国	近畿	九州
第1次産業	λ^m	10.00	3.03	0.99	9.93	2.17
	ψ^m	1.00	0.16	0.54	0.86	0.65
第2次産業	λ^m	9.98	2.23	6.46	1.29	2.41
	ψ^m	0.88	0.16	0.11	0.42	0.12

(5) 現況再現性

生産額と地域間取引の現況再現性の確認を行った。まず生産額の結果について表-9に示す。本モデルは、地域内総生産 (GRP) ベースで均衡計算を行っていることから、地域内総生産は、非常に高い再現性を確保でき

そこで、このマークアップ率の減少が各地域にどの程度の規模の便益を帰着させているのかについて分析を行う。

図-5の分析結果からは、ベースモデル・RAEM-Light SF共通の傾向として、姫路鳥取線、山陰自動車道、尾道松江線を整備することによる山陰側に地区への便益帰着、東広島呉道路の整備による呉地区への便益帰着を確認することが出来る。

一方、モデル間の帰着便益状況を比較すると、地区全体の総便益では、ベースモデルが794億円に対して、RAEM-Light SFが1,180億円となっており、386億円（約1.5倍）増加する結果になっている。

次に、地区別にみると、山陰地区および関西地区での便益の増加幅が高くなっている一方で、呉地区や福山地区などでは便益が減少していることが分かる。そこで、各地区と港湾との取引の関係性を考慮しながら、代表的な現象について整理すると、以下のa)～c)のようになる。

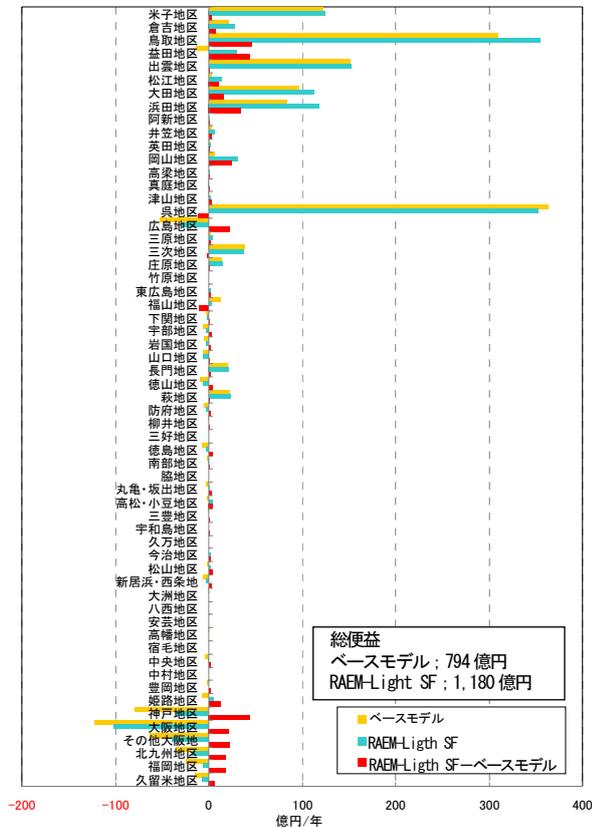


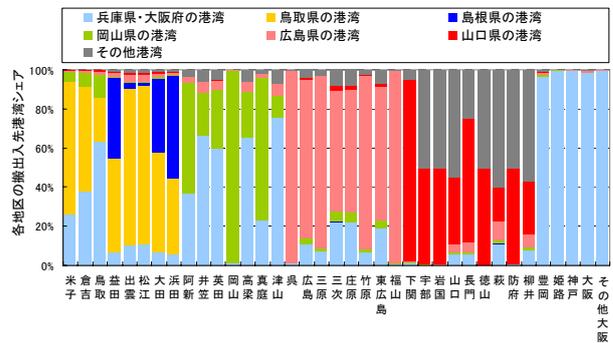
図-5 ベースモデルとRAEM-Light SFの帰着便益比較 (総便益分布；億円/年)

a) ベースモデルに対して便益が増加する地区①

【山陰地区（鳥取、松江、益田、浜田地区など）において見られる現象】

図-6は、地区別の搬出入先港湾シェアを示したものである。この図からは、大阪方面および山陽方面（特に広島県）では、自地域の港湾との取引が非常に多いものの、鳥取、松江、益田、浜田地区などの山陰方面の地区では、自地域内ではなく、県を越えた比較的遠方の他地

域の港湾に存在する傾向がみられる。そのため、姫路鳥取線や山陰自動車道などの高規格幹線道路整備により、地域間陸上貨物輸送コストおよび港湾取扱貨物輸送コストの両コストが減少することで、ベースモデルに比べてRAEM-Light SFで便益が増加する結果となっている。



※H17/18港湾統計（陸上出入貨物調査結果）より作成
※依存度は、（対象港湾との取引量）/（全港湾との取引量）×100%

図-6 中国地方内の各地区の主要取引港湾

b) ベースモデルに対して便益が増加する地区②

【大阪・広島・岡山地区などにおいて見られる現象】

図-6から、大阪・広島・岡山の地区の主な取引先港湾は、近隣の自地域内にあることから、道路ネットワーク整備による港湾貨取扱貨物輸送コストの減少は大きくない。このことは、図-4のマークアップ率の減少率をみても、当該地区が山陰地方と比較して低い傾向にあることから確認できる。

しかし、このような条件下でも便益が増加する要因は、便益増加地区からのスピルオーバー効果にある。つまり、当該地域のような大規模な消費地では、山陰地方との取引がある程度存在することから、山陰地方の港湾取扱貨物輸送コスト減少による便益増加（ベースモデルに対して）が陸上地域間取引を介して当該地区に伝播するため結果的に便益が増加することになる。

c) ベースモデルに対して便益が低下する地区

【呉・福山地区などにおいて見られる現象】

呉・福山地区では、道路整備により時間が短縮するものの、取引先港湾が近隣にある（図-6参照）ため、港湾取引に対する道路整備の影響度合いが少なく、単に地域間陸上貨物輸送コストのみを対象としているベースモデルに対してRAEM-Light SFは港湾取扱貨物輸送コストを負荷していることから物流コストが増加する。また、当該地区が現象②の対象地区のような大規模消費地でないため、他地区での便益増加を間接的に受けることもないため、結果的に便益が低下することになる。

(8) シナリオ②

「港湾取扱貨物量の変化が道路ネットワーク整備効果へ与える影響分析～RAEM-Light SFを用いたアプローチ～」

シナリオ②は、RAEM-Light SFを用いることで、道路

ネットワーク整備にあわせて港湾取扱貨物量が変化したケースと変化しないケースを比較することで、港湾取扱貨物量の変化が道路ネットワーク整備効果にどのような影響を及ぼすのかについて分析を行う。なお、本稿では、道路ネットワーク整備による時間短縮が港湾取扱貨物の陸上輸送コストへ及ぼす影響のみを対象にしており、港湾取扱貨物量の増加にともなう1単位当たりの輸送コスト減少効果については計測していない点に留意する必要がある。また、本シナリオで設定する港湾取扱貨物量の変化量は、H17年と18年の各港湾の取扱貨物量の変化率がH30年まで継続したことを想定した数値であり、図-7のようになっている。

これらの変化をもとに、道路ネットワーク整備の効果変化を整理したものを図-8に示す。

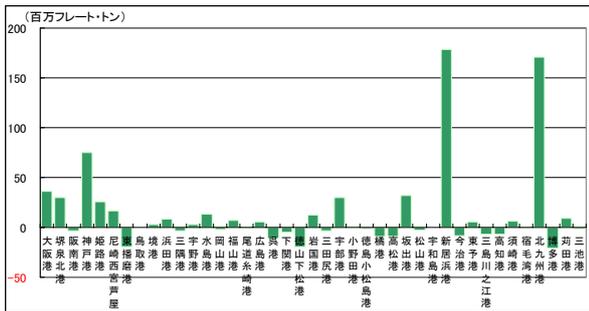


図-7 想定する港湾取扱貨物の変化量(H30-H17)

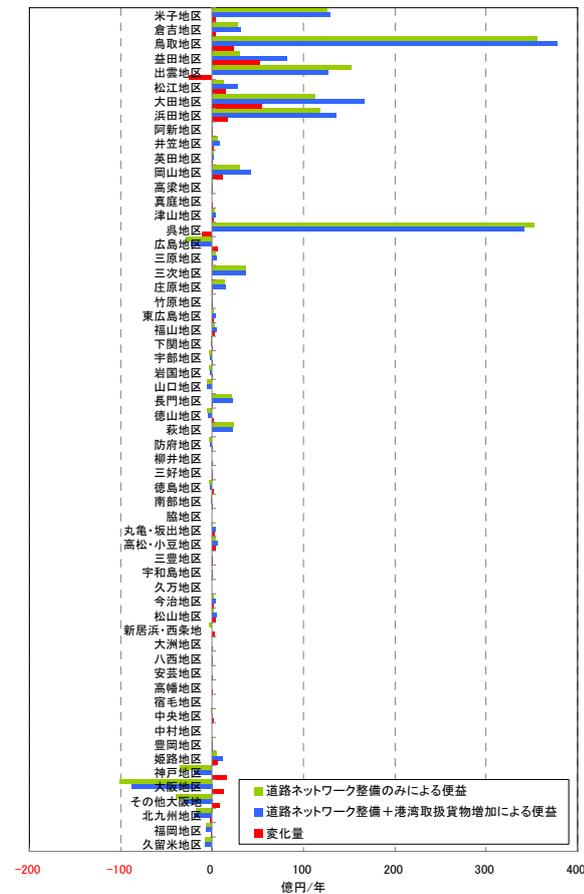


図-8 道路ネットワーク整備にあわせて港湾取扱量を変化させたケースとさせないケースの帰着便益比較

図-7の港湾取扱貨物の変化量を見ると新居浜港および北九州港の増加量が目立つものの、本シナリオでは将来の道路ネットワーク整備は、中国地方内を想定しているため、その影響度合いは少ない。一方で、神戸・大阪港や、山陰側の浜田港・境港の取扱増については、当該港湾周辺に道路ネットワークが整備されることから、その影響が顕在化するものと思われる。

以上を踏まえて図-8の算出結果をみると、関西方面の港湾への依存度が高い鳥取地区においては、姫路鳥取線の整備にあわせて関西方面の港湾の取引が増加することで、便益が向上する結果となっている。また、浜田港への依存度が高い益田、浜田、大田地区においても山陰自動車道整備に加えて浜田港の取扱貨物量が増加することにより、便益が向上する結果となっている。

一方、出雲地区では周辺の港湾取扱貨物量が増加するにもかかわらず、便益が減少している。これは、山陰側の港湾では、浜田港の取引が大きく増加する中で、浜田港への依存度が強い大田地区は生産規模拡大により便益が向上する一方で、浜田港への依存度が大田地区に比べて低い出雲地区にとっては、隣接する大田地区の生産増を需要する地区になってしまい、結果的に大田地区から出雲地区内への財の移入が発生し出雲地区の生産規模が衰退・便益が減少という結果となっている。同様のことは浜田港への依存度が弱い松江地区においても生じる可能性があるが、松江地区は、従前から大田地区との取引を活発に行っていないため、大きな影響を受けない結果となっている。このような現象は、港湾取扱貨物量の増加が必ずしも全ての地域へプラスの影響を及ぼすわけではなく、競合関係にある一部の地域にとってはマイナスの影響を被る可能性があることを示唆している。

4. おわりに

本稿では、港湾取扱貨物量を考慮したRAEM-Lightモデル「RAEM-Light SF」を用い、「地域間の陸上貨物物流」および「港湾取扱貨物の背後圏への物流」の2つの視点から、道路ネットワーク整備による物流コスト減少を明示化し帰着便益を計測した。

港湾取扱貨物の陸上物流を明示化することは、従来考慮されていなかった現象を加えることで便益額が増加するだけでなく、将来的に港湾の取扱貨物量が増加した際に、それが背後圏の地域へどのように波及していくのかについて把握できるという意味において、政策シナリオの幅が広がり政策判断の際の重要な情報源になるものと思われる。なお、本稿で構築したRAEM-Light SFにより算出される結果について港湾取引が関連する事象については主に以下の留意点がある。なお、陸上地域間の取引の留意点については、既往研究²⁾を参照頂きたい。

- ① 本稿は、陸上輸送のうちトラック輸送のODを陸上地域間・陸上-港湾間のODに分けて分析している。一方、その他の交通モードはすべて政策前後

で影響を受けないものとしており、機関分担も固定となっている。そのため、例えば瀬戸内海地区のような海路と陸路の競合関係が激しい地域においては、結果に誤差が生じることが懸念されることから今後改善していく必要がある。

- ② 企業間の中間投入財を考慮していない。ただし、中間投入財を考慮したモデルは別途開発⁵⁾しており、今後は本稿で構築した RAEM-Light SF との結合を行っていく必要がある。
- ③ 陸上地域が利用（選択）する港湾は政策前後で固定としている。港湾背後圏の道路整備によって陸上地域は利用する港湾を合理的に変更する可能性があることから、既往研究⁶⁾等を参照し今後は港湾選択要因を明確化し適宜考慮する必要がある。
- ④ 本稿では、陸上地域間物流および陸上地域と港湾間の物流のコスト縮減のみを対象としているため、港湾取扱貨物増加に伴う一単位当たりの輸送コスト削減効果については考慮していない。今後はこのような集積の経済による現象を考慮可能なモデルへ改良し港湾整備シナリオの検討を行うなどモデルが対象とする政策シナリオの幅を広げていく必要がある。
- ⑤ 本稿では、簡易的に移輸出入ともに「港湾と陸上地域間の輸送コスト」は取引を行う陸上地域の企業がすべて負担することとしている。このことは、費用負担のダブルカウントにはなっていないが、生産・消費の分別をした適正な費用負担にはなっていないという問題がある。今後は、適正な費用

負担状況を反映可能なデータセットの作成等により改善していく必要がある。

謝辞

本研究に対して、匿名の査読者から有益なコメントを多数頂いた、記して感謝する。なお、本研究に対する一切の責任は著者らが負うものである。

参考文献

- 1) 小池淳司・川本信秀, 集積の経済性を考慮した準動学 SCGE モデルによる都市部交通渋滞の影響評価, 土木計画学研究・論文集, Vol.23, pp.179-186, 2006.
- 2) Atsushi KOIKE, Keisuke SATO, Lori Tavasszy, Research reports "Uddevalla Symposium 2008", pp.457-470, 2008.
- 3) Harker, P. T.: Predicting Intercity Freight Flows, VNU Science Press BV, 1987.
- 4) Christian G, A. Monfort, Q. Vuong, Statistics and Econometric Models, Cambridge University Press, P458, 1995
- 5) 小池淳司・佐藤啓輔・川本信秀, 帰着便益分析による道路ネットワーク評価～応用一般均衡分析モデル「RAEM-Light」による実務的アプローチ～, 第37回土木計画学研究発表会, 2008
- 6) 市村眞一・土井正幸, 港湾と地域の経済学, 多賀出版, 2003.

港湾取扱貨物量を明示化した道路ネットワーク評価モデルの構築 ～応用一般均衡モデル「RAEM-Light」を用いたアプローチ～

小池淳司**・川本信秀***・佐藤啓輔****

従来の経済モデルによる道路ネットワーク評価においては、主に国内の地域間陸上物流を対象に行われており、港湾と各地域の港湾取扱貨物の経済的繋がりを明示的に考慮した評価はなされていなかった。そこで、本研究では、「地域間の陸上貨物物流効率化」および「港湾取扱貨物の背後圏への物流効率化」の2つの視点から帰着便益を計測可能な応用一般均衡モデル「RAEM-Light モデル」を構築するとともに、いくつかの政策シナリオを設定することでモデルの実務的有効性を示した。

Modeling of Expressway Network Projects Evaluation Explicitly Considered of Shipping Freight Traffic - An Approach by Using Computable General Equilibrium Model "RAEM-Light" -*

By Atsushi KOIKE**・Nobuhide KAWAMOTO***・Keisuke SATO****

Traditional evaluations of expressway network projects by computable general equilibrium model have used benefits calculated with regional transport cost reductions. These models have evaluated expressway network not considering shipping freight traffic costs explicitly. In this paper, we built RAEM-Light model which can evaluate expressway network projects in context of regional transport cost and shipping freight transport cost, and we applied this model to empirical study.
