

産業立地ポテンシャルモデルを用いた港湾等の整備効果に関する研究*

Analysis of Effects of Port Improvement by Potential Model of Industrial Location*

國田淳**・水谷誠***・牧浩太郎****・土谷和之*****・上田孝行*****・石川良文*****・宅間文夫*****

By Atsushi KUNITA**・Makoto MIZUTANI ***・Kotaro MAKI ****・Kazuyuki TSUCHIYA*****

・Taka UEDA*****・Yoshifumi ISHIKAWA*****・Fumio TAKUMA*****

1. はじめに

(1) 背景と目的

近年、製造業の国際水平分業の進展やコンテナ等による物流の高質化に伴い、港湾等のインフラ整備が産業立地等の経済活動に与える効果の評価がますます重要になっている。これまで輸送コストと産業立地との関係については数多くの研究が行われてきたが、多くの研究は立地動向に関する事業者へのヒアリング等に基づく個別事例を扱うもので、産業間の投入・産出構造や地域間の交易構造と産業立地との関係について定量的に分析した研究事例は少ない。

よって、本研究では、産業連関表¹⁾から把握した投入・産出構造、交易構造に基づき、輸入、移出入、地域内投入、地域内産出といった輸送コスト等を説明変数とし、工業統計²⁾より得られる製造品出荷額等を被説明変数とする産業立地ポテンシャルモデル³⁾を構築する。構築したモデルを用いて、港湾整備等に関するシナリオにおける産業の生産や立地の変化を定量的に分析する。ここで、産業立地ポテンシャルは、生産額の推計値であるが、事業所移転(新規立地、転出など)や生産設備増強等の抵抗については十分には考慮していないため、生産額の潜在的な可能性を示す値である。

*キーワード：産業立地、物資流動、港湾計画、産業構造

**正員、学士、国土交通省国土交通政策研究所(東京都千代田区霞が関2-1-2)

***正員、工修、国土交通省関東地方整備局東京港湾事務所(東京都江東区青海2丁目43番青海フロンティアビル18階)

****正員、環境修、株式会社三菱総合研究所社会システム研究本部(東京都千代田区大手町2-3-6、Tel:03-3270-9211)

*****正員、工修、株式会社三菱総合研究所社会システム研究本部(東京都千代田区大手町2-3-6)

*****正員、博士、東京大学大学院工学系研究科(東京都文京区本郷7-3-1)

*****正員、博士、南山大学総合政策学部(愛知県瀬戸市せいれい町27番地)

*****正員、博士、明海大学不動産学部(千葉県浦安市明海8)

(2) 九州における産業立地の実態

本研究では、水平分業が進んだアジアに近く、製造業の生産額が増加傾向にあるとともに、国内他地域と海により隔てられた九州を分析対象とする。また、後述の産業連関表などのデータの入手が可能な1985年、1990年、1995年の3時点のデータに基づき、分析を行なう。

1985年から1995年までの10年間の各市区町村における全製造業の生産額の増減を示したのが図1である。図1より、この間に新たな港湾整備が進んだ福岡県苅田町や高速道路近傍の福岡県甘木市などで生産額が増加していることがわかる。

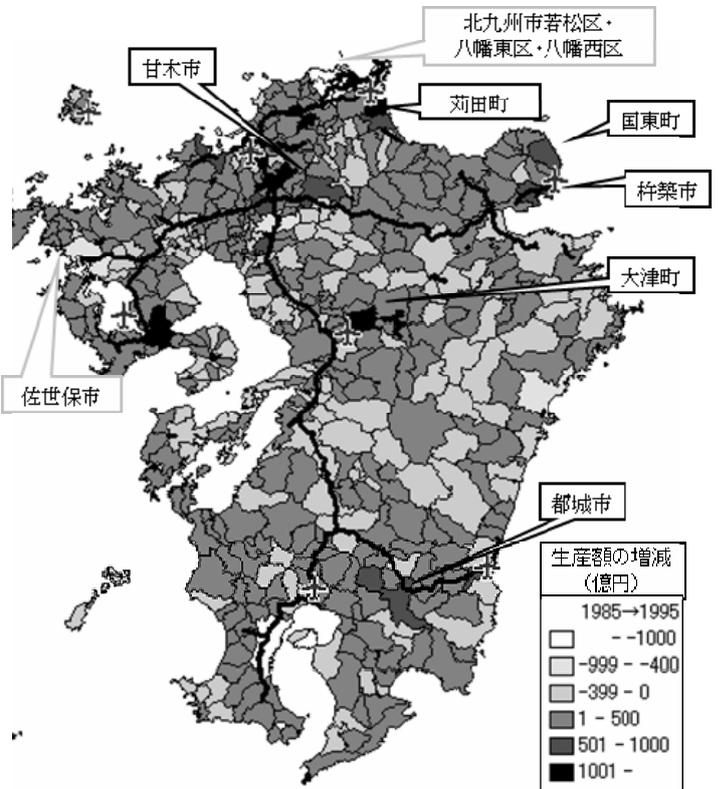


図1 1985年から1995年の間における全製造業の生産額の増減(工業統計調査²⁾より)

2. 産業立地ポテンシャルモデルの定式化

(1) 産業立地ポテンシャルモデルの概要

分析対象地域において最も効率的に生産が行なわれるように生産額が分布すると仮定し、産業立地ポテンシャルモデルを定式化する。ゾーン i 、産業 k の生産額 n_i^k の解は以下の最小化問題の解として計測される。

$$\min_{n_i^k} \left(A \cdot \sum_i \sum_{k'} C_{0 \rightarrow i}^{k' \rightarrow k} + B \cdot \sum_i \sum_{k'} \sum_{i'} C_{i' \rightarrow i}^{k' \rightarrow k} + C \cdot \sum_i \sum_{i'} C_{i \rightarrow i'}^{k \rightarrow m} + D \cdot \sum_i \sum_{k'} (C_{a \rightarrow i}^{k' \rightarrow k} + C_{i \rightarrow a}^{k \rightarrow m}) + \sum_i (E_i \cdot DUM_i) - \frac{1}{\theta} \sum_i n_i^k \ln n_i^k \right)$$

ただし、 $X^k = \sum_i n_i^k$

n_i^k : ゾーン i 、産業 k の生産額

DUM_i : ゾーン i に関する地域ダミー

A, B, C, D, E_i : 各変数の係数

θ : パラメータ

$C_{0 \rightarrow i}^{k' \rightarrow k}$: 産業 k' 製品の輸入港からの輸送コスト

$C_{i' \rightarrow i}^{k' \rightarrow k}$: ゾーン i' の産業 k' からの輸送コスト

$C_{i \rightarrow i'}^{k \rightarrow m}$: ゾーン i' への産業 k 製品の輸送コスト

$C_{a \rightarrow i}^{k' \rightarrow k}$: 産業 k' 製品の移入港からの輸送コスト

$C_{i \rightarrow a}^{k \rightarrow m}$: 産業 k 製品の移出港への輸送コスト

X^k : 九州全体の産業 k の生産額の合計

(2) 輸送コストの設定

生産活動に伴う物流を図 2 に整理した。

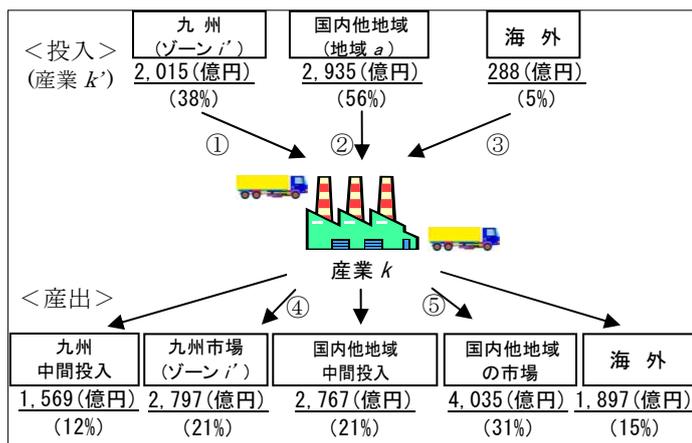


図 2 生産活動に伴う物流と投入額・産出額

* 投入額・産出額は、一般機械器具製造業(以下、一般機械とする:ボイラ・産業用ロボット・金型・複写機等の製造業)の場合
* 金額は、平成7年地域間産業連関表⁹⁾より

ただし、産業間の物流については、ひとつの輸送に対して産出する事業者と投入を受ける事業者が介在するため、「産業間の輸送コストは購入者が負担

し、市場への輸送コストは生産者が負担する」と仮定した。よって、産業 k は、①, ②, ③, ④, ⑤の5パターンの輸送コストを負担するものとした。また②と⑤については、いずれも最寄りの移出入港とゾーン i との間の輸送コストで説明できるものと仮定し、両者を合計した輸送コストを1つの説明変数としてモデルの推定を行う。

表 1 産業 k が負担する輸送コスト

| 輸送コスト | 区間 |
|---|-------------------|
| ①九州内から投入される原材料の輸送コスト | 九州内 → ゾーン i |
| ②国内他地域から投入される原材料の輸送コスト・⑤国内他地域への製品の輸送コスト | 移出入港 ⇄ ゾーン i |
| ③海外から投入される原材料の輸送コスト | 輸入港 → ゾーン i |
| ④九州内への最終消費財の輸送コスト | ゾーン i →九州内 |

輸送コストは、輸送に必要な経費のみを考慮し、荷物の時間価値は考慮しないこととした。九州内の輸送は貨物車による陸上輸送を仮定した。ゾーンの単位は離島を除く九州の各二次生活圏とし、各ゾーン間の経路は各市区町村役場間の最短所要時間経路より推計した。

輸入港・移出入港は公共ふ頭における貨物の取扱量上位の港湾に設定した。すなわち、輸入港は、博多港、北九州港、八代港および志布志港のうち各ゾーンからの所要時間の最も短い港湾とした。移出入港は、北九州港、博多港、大分港、別府港、宮崎港、鹿児島港および関門海峡ⁱのうち各ゾーンからの所要時間の最も短い港湾とした。

3. データの収集・作成

(1) 輸送時間当たりの輸送コスト

産業立地ポテンシャルモデルにおける輸送コストは、輸送運賃に加えて集積のメリットなども含む概念である。実勢運賃³⁾では特に短距離の輸送について集積のメリットを十分に説明できないと考えられるため、輸送コストは所要時間の対数形の関数とした。

$$\{(\text{輸送コスト}) = a \cdot \text{LN}\{(\text{所要時間}) + 1\} \quad a: \text{パラメータ}$$

ⁱ 関門海峡は、港湾ではないものの、国内他地域と九州各地の間で貨物を陸上輸送する際の唯一の経路であるため、本研究では移出入港として取扱う。

(2) 産業間の投入産出構造および交易構造

九州内および国内他地域における各産業間の投入産出構造および交易構造については、1995年の国内9地域間産業連関表¹⁾をもとに設定した。

(3) 3時点の二次生活圏別生産額

1985年1990年および1995年の各二次生活圏(ゾーン*i*)における産業*k*の生産額(n_i^k)の算出にあたり、通商産業省(現経済産業省)の市区町村別工業統計調査²⁾および、九州各県の市区町村別工業統計調査の製造品出荷額等を使用した。各産業の事業所が少数であるため製造品出荷額等が秘匿となっている場合は、製造品出荷額等は0円であるとみなした。

4. 産業立地ポテンシャルの推定

(1) 産業立地ポテンシャル推定の条件

(a) 分析方針

各ゾーンにおける生産額と輸送コストについて、それぞれ1985年、1990年、1995年の3時点分をプールし、産業立地ポテンシャルモデルを推定した。

(b) 分析対象の産業

国際貿易構造の変化による産業立地動向の典型例として、投入産出構造に水平分業化が見られかつ生産額が大きいという特徴を持つ、一般機械ⁱⁱを分析対象とした。

(c) 分析対象の範囲

投入元および産出先は、九州全体、国内他地域および海外とし、九州内の各二次生活圏の産業立地ポテンシャルを推定した。

(d) 設定した変数

説明変数として、輸送コスト(定式化は前章までを参照)および地域ダミーを設定した。産業構造などを踏まえ、「長崎生活圏」および「甘木生活圏および八女生活圏」に地域ダミーを設定した。

(2) 産業立地ポテンシャルの推定結果

産業立地ポテンシャルの推定結果を表2に示す。

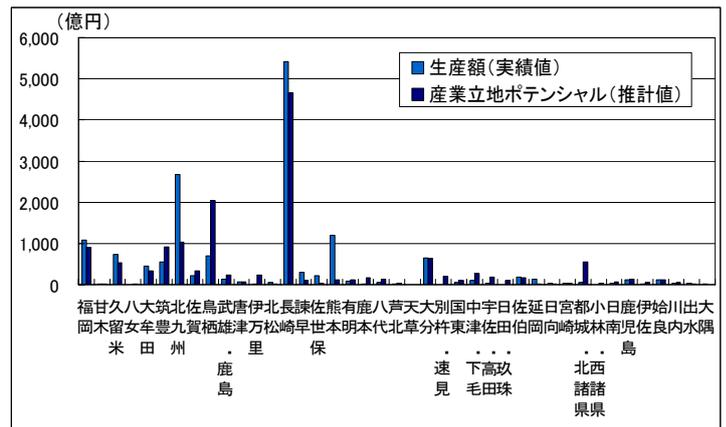
ⁱⁱ主要6産業を対象に九州の各二次生活圏における産業立地ポテンシャルモデルを推定し、シナリオ分析を実施した。紙面の関係上、本論文では一般機械の分析結果のみを報告する。

輸送コストについては、統計的に有意な結果の得られた3種類の輸送コストのみを変数として設定した。各変数の符号条件およびt値から統計的に有意な結果が得られた。3時点のうち1995年の生産額の実績値と産業立地ポテンシャルの推計値を図3に示した。生産額の分布傾向を概ね再現できていると考えられる。

表2 産業立地ポテンシャルモデルの推定結果

| 変数 | | 係数 | t値 |
|-----------------|---------------|---------------------|-------|
| 輸送コスト | 九州内からの投入 | -5.34×10^6 | -6.99 |
| | 国内他地域からの投入・産出 | -3.92×10^5 | -4.28 |
| | 海外からの投入 | -7.50×10^6 | -3.10 |
| 地域ダミー | 長崎生活圏ダミー | 4.524 | 4.51 |
| | 甘木、八女生活圏ダミー | -3.789 | -5.42 |
| サンプル数(3時点のゾーン数) | | 114 | |
| 自由度修正済み決定係数 | | 0.715 | |

※輸送コストの係数(-)は、輸送コストが大きいほど産業立地ポテンシャルが低いことを示しており、妥当な結果である。



※1985年、1990年、1995年の3時点のデータを用いて産業立地ポテンシャルモデルを推定したが、1995年の結果のみを示す。

図3 再現性の確認(実績値と推計値の比較)

5. シナリオ分析

前章で推定した産業立地ポテンシャルモデルを用いて、将来の港湾整備等を想定したシナリオ分析を行った。港湾整備としては、モデル推定の際に移出入港とした大分港、別府港、宮崎港、鹿児島港の輸入港化(輸入拠点港湾の拡大・強化)を想定するとともに、この間に路線発表済の高速道路の開通が進展するケースを想定した。九州全体の一般機械の生産額の合計(X^k)は、蹴揚ほか(2006)⁴⁾により推計された九州における港湾整備を想定した2015年における九州全体の一般機械の生産額を用いた。推計された輸送コスト(表1に整理した4種

類の輸送コストの合計値)の変化率及び産業立地ポテンシャルを図4に示す。図4より、港湾整備や高速道路(東九州自動車道など)の整備が行われる大分生活圏などや、高速道路(西九州自動車道など)の整備に伴いより一層の産業集積が期待される福岡生活圏などでは産業立地ポテンシャルが高まる結果となった。一方、整備される港湾や高速道路から遠方の二次生活圏では、産業立地ポテンシャルが相対的に低下する傾向が見られた。

に係らず一律の輸入港等の港湾設定としているが、より精緻に港湾を設定する余地があると考えられる。さらに、本モデルでは輸入および移出入に関して航空貨物輸送を考慮していない点も課題である。

また、主要な説明変数である輸送コストは、貨物1円あたりの輸送コストとしてモデル化しているが、コンテナの高付加価値化(貨物の金額あたりの重量の低下)などによる貨物1円あたりの重量は変化しないと仮定している。

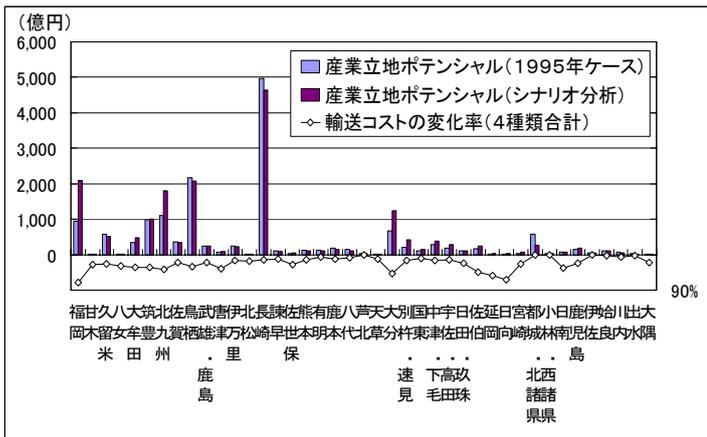
投入産出構造については、九州内から投入される原材料の輸送コストについては製造業からの投入のみを考慮することとし、九州内の製造業以外からの投入は産業立地に影響しないと仮定している。当該産業の立地ポテンシャルの分布変化による立地変化が投入産出関係にある他産業の立地に影響し、その産業の立地変化がまた他の産業の立地に影響するといった波及的な影響があると考えられるが、本モデルではこの波及的な影響を十分に説明できていない。

今後は、本研究で構築した産業立地ポテンシャルモデルにおけるこれらの課題についてより一層の改善を図るとともに、本モデルを実用的なツールとして発展させることが重要であると考えられる。

謝辞

本稿は「政策効果の分析システムに関する研究会WG」(国土交通省国土交通政策研究所)での成果を元に加筆・修正したものである。同WGにおいては、東北大学大学院森杉壽芳教授をはじめ、多くの学識経験者・政策担当者の方々から貴重なご示唆をいただいた。ここに記して感謝の意を表す。なお、本稿は研究会の見解とは独立なものであり、本稿に関するあらゆる誤りや責任は筆者に帰属するものである。

1) 経済産業省：平成7年地域間産業連関表，2001。
 2) 通商産業省：平成7年工業統計調査，1997。他
 3) 水谷誠・牧浩太郎・土谷和之・太田隆史・石川良文：輸送コストを考慮した産業立地ポテンシャルモデルの構築，土木計画学研究・講演集 vol.31，2005。
 4) 蹴揚秀男・國田淳・水谷誠・土谷和之・秋吉盛司・上田孝行・小池淳司・石川良文・石黒一彦：SCGEモデルによる国際物流需要予測に関する分析，土木計画学研究・講演集 vol.33，2006。(投稿中)



※ 産業立地ポテンシャルは潜在的な生産額を輸送コストの大きさで説明したものである。
 ※ 産業立地ポテンシャルは各二次生活圏の相対的な生産の優位性を定量的に示したものであり、推計年次における各二次生活圏の生産額そのものを推計したものではない。

図4 シナリオ分析の結果

(輸送コストの変化と産業立地ポテンシャル)

6. 考察

一般機械について産業立地ポテンシャルモデルを推定し、九州内の各二次生活圏における生産額を輸送コストと一部の地域ダミーにより説明することができた。このことより、輸送コストが産業立地に大きく影響すると考えられる。

また、シナリオ分析を通じて、周辺地域の輸送コストを低減させる港湾や高速道路といったインフラ整備が産業立地に与える影響を、産業立地ポテンシャルモデルにより分析できることを確認された。これにより、今後の物流ネットワーク整備のあり方や産業立地政策の立案に活用していくことが考えられる。

なお、本モデルでは、港湾の設定に関していくつかの課題がある。すなわち、九州内の港湾を「輸入港」「移出入港」および分析対象としない港湾の3種類に区分しており、また品目や輸入元の地域など