

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

A Potential Model of Industrial Location considering Transportation Costs

水谷誠**・牧浩太郎***・土谷和之****・太田隆史*****・石川良文*****

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

・Takashi OOTA*****・Yoshifumi ISHIKAWA*****

1. はじめに

(1) 背景と目的

我が国の産業構造は、重厚長大型から、コンテナ輸送を活用した高付加価値型へと変化しつつある。

重厚長大型産業は港湾付近に集積しており、主に港湾からの輸送コストにより立地が説明されることが多い。一方、高付加価値型産業は港湾付近に限らず立地しており、立地に関して体系的な研究事例は少ない。

よって、本研究では、コンテナ化率の高い産業を対象に、各ゾーンにおける生産額を、各ゾーンにおける生産の効率性（産業立地ポテンシャル）によって説明するモデルを構築し、港湾、空港、道路等の整備が産業立地に与える影響を検討する。

ここで、各ゾーンの産業立地ポテンシャルとは、生産増加と新規立地の双方を考慮し、1単位の生産に必要な輸送コスト、面積、および確率項により説明されるものとする。生産活動にはこれらの他に労働や資本の投入が必要であるが、これら2要素は国内のどの地域でも概ね等しいと考えられるため、産業立地ポテンシャルの説明変数から除外した。

*キーワード：産業立地、物資流動、港湾計画、産業構造

**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、e-mail: mizutani-m2pc@pa.ktr.mlit.go.jp）

***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、e-mail: k-maki@mri.co.jp）

****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、e-mail: kazuyuki@mri.co.jp）

*****非会員、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中央合同庁舎2号館15階、e-mail: oota-t2pz@mlit.go.jp）

*****正員、博士、南山大学総合政策学部（瀬戸市せいれい町27番地、e-mail: yishi@ps.nanzan-u.ac.jp）

(2) 九州における産業立地の実態

本研究では、地理的にアジアに近く水平分業化が進んでおり、製造業の生産額が増加傾向にあり、さら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、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、港湾整備が進んだ北九州市小倉南区や、高速道路に隣接する福岡県甘木市等や、空港に隣接する熊本県大津町等で生産額が増加していることがわかる。

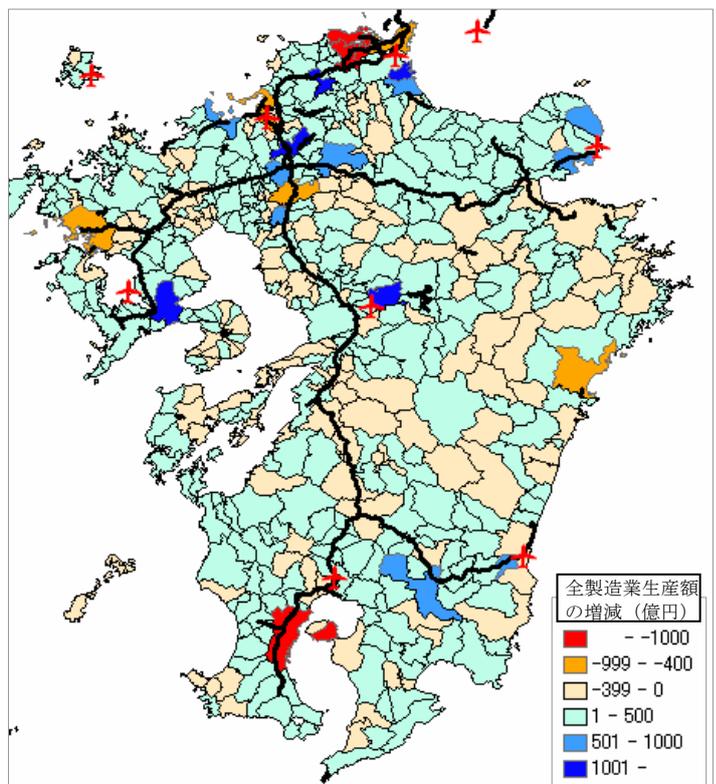


図1 1985年から1995年の間における全製造業の生産額の増減（工業統計調査¹⁾より）

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定式化

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。

$$\min_{n_i^k} \left(\sum_i A \cdot COST_i + \sum_i B \cdot AREA_i + \sum_i C \cdot DUM_i - \frac{1}{\theta} \sum_i n_i^k \ln n_i^k \right)$$

ただし、

$$COST_i = \sum_{k'} C_{0 \rightarrow i}^{k' \rightarrow k} + \sum_{k'} \sum_{i'} C_{i' \rightarrow i}^{k' \rightarrow k} + \sum_{i'} C_{i \rightarrow i'}^{k \rightarrow m} + \sum_{k'} \sum_a (C_{a \rightarrow i}^{k' \rightarrow k} + C_{i \rightarrow a}^{k \rightarrow m})$$

$$X^k = \sum_i n_i^k$$

n_i^k : ゾーン i 、産業 k の生産額

$COST_i$: ゾーン i における 1 単位の生産に要する
輸送コスト

$AREA_i$: ゾーン i の面積

DUM_i : ゾーン i に関するダミー

A, B, C : 各変数の係数

θ : パラメータ

$C_{0 \rightarrow i}^{k' \rightarrow k}$: 産業 k' の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' への最終消費財の輸送コスト

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

$C_{i \rightarrow a}^{k \rightarrow m}$: 他地域 a への最終消費財の輸送コスト

X^k : 対象地域における産業 k の生産額合計

(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。

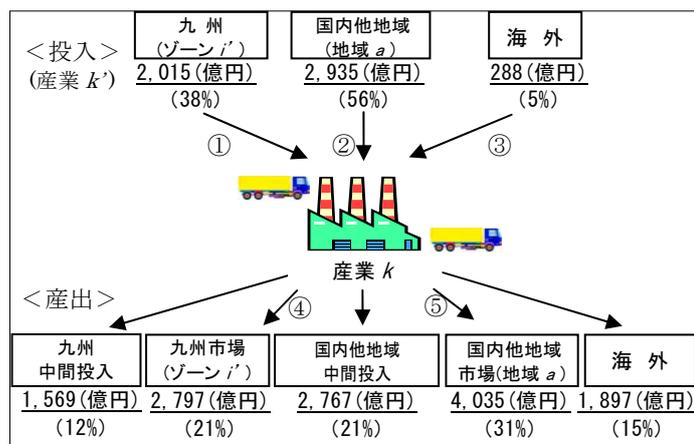


図 2 生産活動に伴う物流と投入額・産出額

※ 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²⁾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。

表 1 産業 k が負担する輸送コスト

輸送コスト	区間	製品
①九州内から投入される原材料の輸送コスト	ゾーン i' → ゾーン i	産業 k' の製品
②国内他地域から投入される原材料の輸送コスト	地域 A → ゾーン i	産業 k' の製品
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	産業 k' の製品
④九州内への最終消費財の輸送コスト	ゾーン i → 九州内	産業 k の製品
⑤国内他地域への最終消費財の輸送コスト	ゾーン i → 地域 A	産業 k の製品

<荷物の時間価値の取扱>

輸送コストは、輸送に必要な経費のみを考慮し、荷物の時間価値は取扱わない。

<輸送手段>

4tトラックによる陸上輸送を仮定した。

<ゾーンの設定>

離島を除く九州の各市区町村とした。

各ゾーン間の経路は、各市区町村役場間の経路とし、最短所要時間の経路（道路のみ利用）とした。

<国内他地域との間の輸送コスト>

国内他地域は、地域間産業連関表²⁾の 9 地域のうち、九州と陸路でつながっている東北・関東・中部・近畿・中国・四国とし、国内他地域の代表地点は、宮城県庁・東京都庁・愛知県庁・大阪府庁・広島県庁・愛媛県庁とした。

<海外からの輸入の輸送コスト>

輸入港は、国際コンテナ航路の開設されている港湾のうち各ゾーンからの所要時間の短い港湾とした。

3. データの収集・作成

(1) 輸送時間当たりの輸送コスト

(a) 定式化の各方法と今回の方針

トラックの輸送コストの定式化の方法は、費用を積上げて算出する方法と、届出運賃を用いる方法と、実勢運賃より算出する方法が考えられる。このうち、

費用を積上げて算出する方法では、要因毎の定式化によって誤差が生じやすいため、今回の分析に相応しくない。また、届出運賃は、輸送距離による割引が十分に表現されておらず、また実勢運賃よりも割高であると指摘されている³⁾。よって、実勢運賃を用いて輸送コストを求めることとし、株式会社カサイ経営によるアンケート調査結果⁴⁾を利用する。この調査では、トラックサイズ別発業種別に距離帯別運賃を集計しており、発業種別に運賃を定式化した。

(b) 実勢運賃の定式化

実勢運賃の1kmあたりの増加率は100kmを境に低減する傾向が見られたため、実勢運賃を、トラックのサイズ別発業種別に100kmで折れる折れ線関数として近似して定式化した。

(c) 所要時間あたりの輸送コストへの変換

高速道路の新規整備等による物流の時間短縮効果を説明するため、輸送コストを所要時間あたりの輸送コストへ変換した。トラックの速度は、道路交通センサス⁵⁾を参考に40km/hと仮定した。

(d) 1トンあたりの輸送コストへの変換

貨物1トンあたりの輸送コストを算出する必要があるため、トラックの積載率から、輸送コストをトラック1車あたりから1トンあたりに変換した。積載率は「自動車輸送統計年報」⁶⁾(2002年度調査)より、42.8%とした。

(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を説明する各値(a^{kk} , M^k , $ap_a^{k \rightarrow k}$, fd_d^k , fd_a^k)の算出にあたっては、1995年の国内9地域間産業連関表²⁾を使用した。

(3) 3時点の市区町村別生産額(工業統計)

1985年1990年および1995年におけるゾーン*i*の産業*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¹⁾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。なお、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計

(1) 産業立地ポテンシャル推計の条件

(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時点分をブールし、産業立地ポテンシャルモデルを推計した。

(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、コンテナ化率が高く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、一般機械の生産が認められる福岡県内の各市区町村の産業立地ポテンシャルを推計した。

(d) 設定した変数

① 輸送コスト(定式化は前章までを参照)

国内他地域からの投入の輸送コストと国内他地域の市場への産出の輸送コストは、相関が高いため、両者を合計した変数とした。

② 地域ダミー

各3時点の若松区、戸畑区、小倉北区および小倉南区について、産業構造や歴史的な経緯を踏まえ、「北九州工業地域ダミー」を設定した。また、大牟田市、久留米市、直方市、筑後市および古賀市について、内陸型の工業団地の立地などを踏まえ、「内陸工業地域ダミー」を設定した。

③ その他の変数

各ゾーンの面積・地価等は導入せずに分析した。

(2) 産業立地ポテンシャル推計の結果

各変数の係数とt値などを表2に示す。「九州内からの投入(輸送コスト)」のt値は低い値となったものの、それ以外は有意な結果となった。

各変数の係数は、「九州の市場への産出(輸送コスト)」の係数の符号は正となったが、それ以外の輸送コストは負となり妥当な結果であった。また、両地域ダミーの符号条件も満たされた。

また、3時点のうち1990年の生産額の実績値と推計値を図3と図4に示した。いずれの図においても北九州市付近と県南西部に生産が集中しているものの、十分に再現できていないゾーンもある。

表 2 産業立地ポテンシャル推計の結果

変数	係数	t
九州内からの投入 (輸送コスト)	-4.053	-1.361
九州の市場への産出(輸送コスト)	4.100	2.792
海外からの投入 (輸送コスト)	-2.992	-5.043
国内他地域からの投入・国内他地域の市場への産出 (輸送コスト)	-8.321	-2.493
北九州工業地域ダミー	1.891	6.145
内陸工業地域ダミー	2.476	8.766
サンプル数	166	
自由度修正済み決定係数	0.8056	

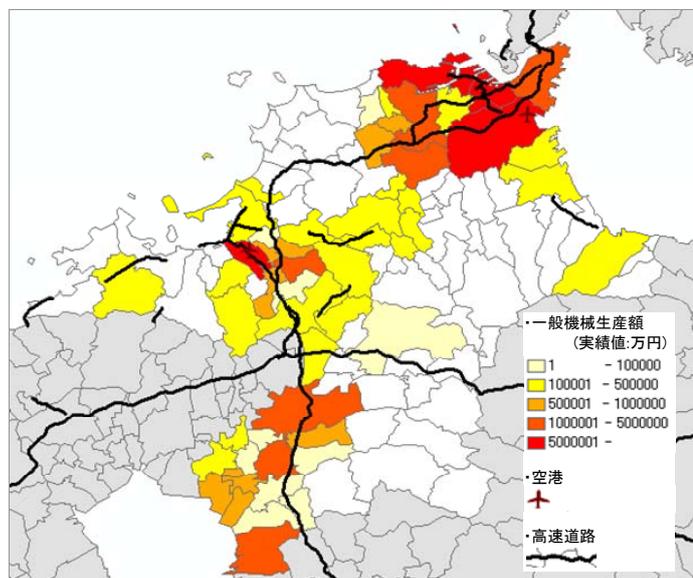


図 3 一般機械生産額の実績値(1990年の場合)
(工業統計調査¹⁾より)

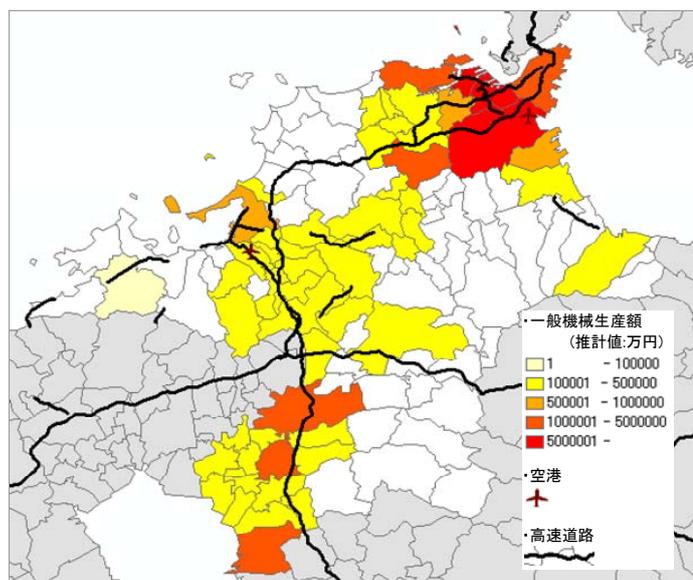


図 4 一般機械生産額の推計値(1990年の場合)

5. 考察

以上の推計結果より、一般機械について、輸送コストにより各市区町村における生産額が概ね説明できることから、投入産業からの近接性が産業立地ポテンシャルを高めていることがわかった。特に、海外や国内他地域からの投入に伴う輸送コストが大きく効いていることから、国際的に水平分業化が進展している一般機械において、遠隔地の投入産業からの輸送コストが産業立地に大きく影響していることがわかった。

また現況再現性を確認した図 3、図 4より、概ね再現できているものの、モデルの改良の余地があることが分かった。

今後、産業立地ポテンシャルの推計対象を九州全体へ拡大するとともに、空港からの輸送コストも考慮したモデルを構築する必要がある。また、九州全体へ拡大した場合は、経年的な港湾整備を考慮した分析を行なうことが望ましい。さらに、本研究で使用した統計データに加え、個別のゾーンの状況を説明する変数を追加する必要がある。

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、東京大学大学院上田孝行教授をはじめ、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、同WGにおける検討は継続して行われており、本稿で示した分析結果については今後変更される可能性がある。また、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) 通商産業省：平成7年工業統計調査，1997 他

2) 経済産業省：平成7年地域間産業連関表，2001

3) 例えば、貨物自動車運送事業及び貨物運送取扱事業の在り方に関する懇談会：今後のトラック事業及び貨物運送取扱事業の在り方について(懇談会報告)，2001

4) 加西健次，西田拓稔：業種別のトラック運賃がわかる本，日本流通新聞社，2002

5) 道路交通センサス

(http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-data/data_shu.html)

6) 社団法人日本自動車会議所：自動車輸送統計年報2002年度分，2003