

# 東京圏における産業の分布特性と アクセシビリティを考慮した生産関数の推定

中川 拓朗<sup>1</sup>・金子 雄一郎<sup>2</sup>

<sup>1</sup>学生会員 日本大学大学院理工学研究科博士前期課程土木工学専攻  
(〒101-8308 千代田区神田駿河台1-8-14)  
E-mail:csta16014@g.nihon-u.ac.jp

<sup>2</sup>正会員 日本大学教授 理工学部土木工学科 (〒101-8308 千代田区神田駿河台1-8-14)  
E-mail:kaneko@civil.cst.nihon-u.ac.jp

本研究は東京圏を対象に、平成24年経済センサスの活動調査データを用いて地域（市区町村）別の従業者数及び付加価値額の分布状況を産業ごとに把握し、その特性を明らかにするとともに、アクセシビリティを考慮したコブ・ダグラス型生産関数を推定したものである。分析の結果、「情報通信業」、「学術研究・専門技術サービス業」、「金融業、保険業」、「教育・学習支援業」については隣接する地域に集積している傾向が、それ以外の産業については比較的広範囲に分布している傾向がみられた。また、生産関数の推定結果について、決定係数は概ね0.9以上と良好であり、説明変数のうち従業者数は全産業で符号条件を満足し、t値も有意であったが、アクセシビリティ指標は一部の産業で符号条件を満足しないもしくはt値が有意でないという結果となった。

**Key Words :** *urban railway construction, productivity improvement, Tokyo metropolitan area*

## 1. はじめに

東京圏ではこれまで、国の審議会答申等に基づき鉄道ネットワークの充実化が図られてきた。このような都市鉄道の整備にともなうアクセシビリティの改善は、通勤や業務目的での移動時間の短縮や費用の削減などを通じて企業の生産性を向上させるとともに、鉄道駅周辺への立地を促進させる集積の効果を発生させる。

具体的には、集積による企業間の強い地理的結びつきにより、情報やアイデア、知識などの交換を通じて、研究開発やイノベーションを容易にすることにより発現するものである<sup>1)</sup>。このような産業集積に結びつく一因に、企業間の交流費用、すなわち face to face のコミュニケーション費用の低減が指摘されており<sup>2)</sup>、鉄道整備による移動時間の短縮がこれに寄与していることが考えられる。特に東京圏では、商業や交通・通信、教育・文化・娯楽、医療・福祉等の各種の都市機能のほか、企業の本社機能等の中枢管理機能の集中も進んでおり、その傾向が顕著であると言える。

上述した産業集積による効果は広範な効果 (Wider impacts) と呼称され、近年交通インフラ整備による間接便益として計測する方法論の構築が求められている<sup>3)</sup>。例えば、英国交通省 (Department for Transport) の交通投

資における費用便益分析においては、交通市場のみならず、労働、生産市場、土地市場などへの影響を捉えるためのガイドラインが策定されており<sup>4)</sup>、わが国でも議論が行なわれている<sup>5)</sup>。今後、少子高齢化が進展していく中で経済成長を実現していくためには、企業の生産性向上は不可欠な要素であり、そのための交通インフラの一層の強化が社会的要請となっている。

このような背景の下、中川ら<sup>6)</sup>は、東京圏を対象にアクセシビリティを考慮したコブ・ダグラス型生産関数を推定し、都市鉄道整備による生産性向上効果の計測を試みているが、生産関数の説明変数及び被説明変数である従業者数や付加価値額の空間的な分布特性については、必ずしも把握されていなかった。これらの特性は、生産関数の精度に影響を及ぼすものであることから、十分な考察が必要である。

以上を踏まえ本研究では、東京圏を対象に、平成24年経済センサスの活動調査データを用いて市区町村別の従業者数及び付加価値額の分布状況を産業ごとに把握し、その特性を明らかにするとともに、アクセシビリティ (ACC) を考慮したコブ・ダグラス型生産関数を推定することも目的とする。

## 2. 東京圏における市区町村別の従業者数及び付加価値額の分布特性の把握

### (1) 対象地域及び使用するデータ

本研究では、わが国のGDP（国内総生産）の約3割が集中する圏域で、高密度な鉄道ネットワークが形成されているおり、今後も複数のプロジェクトが計画されている東京圏を対象とする<sup>7)</sup>。具体的な対象地域は、東京都市圏パーソントリップ調査と同じ圏域（東京都、神奈川県、埼玉県、千葉県、茨城県南部）とする。

産業分類別の従業者数や付加価値額について、「平成24年経済センサスー活動調査」を用いる。主に対象とする産業については、日本標準産業分類17種のうち鉄道整備との関連性を踏まえて3次産業とする。3次産業における大分類は、「電気・ガス・熱供給・水道業」、「情報通信業」、「運輸業・郵便業」、「卸売業・小売業」、「金融業・保険業」、「不動産業・物品賃貸業」、「学術研究・専門・技術サービス業」、「宿泊業・飲食サービス業」、「生活関連サービス業・娯楽業」、「教育・学習支援業」、「医療・福祉」、「複合サービス事業」、「サービス業（その他）」である。なお、「電気・ガス・熱供給・水道業」は従業者数が少なく、立地場所も限られることから対象外とする。

これらの産業について、後述する生産関数を用いてパラメータ推定を行うことから、その前段として、説明変数である従業者数及び被説明変数である付加価値額について、空間的な分布特性を把握する。

### (2) 市区町村別従業者数の分布特性の把握

#### a) 従業者数の順位分布

まず、対象地域における市区町村別従業者数の順位分布を産業ごとに作成したものを図-1に示す。これより、大半の産業で都心3区（千代田区、中央区、港区）が上位を占めており、「卸売業・小売業」、「金融業・保険業」、「不動産業・物品賃貸業」、「学術研究・専門サービス業」、「宿泊業・飲食サービス業」、「生活関連サービス業・娯楽業」、「教育・学習支援業」、「サービス業（その他）」は、都心5区（都心3区+新宿区・渋谷区）でも多い傾向がみられる。また、一部の産業では、八王子市や千葉市など郊外部においても従業者数が多い。

以上の順位分布について、分布の形状によりパターン分類を行う。具体的には、「情報通信業」、「金融業、保険業」、「学術研究・専門技術サービス業」、「教育・学習支援業」のように従業者数が原点付近で急激に変化している産業をパターン1、それ以外の比較的緩やかに変化し

ている産業をパターン2とする。パターン1の場合、上位にある市区町村に当該産業の従業者数が集積していることを示しており、パターン2の場合、従業者が比較的広範囲に分布していることを示している。

#### b) 従業者数の空間分布

次に、産業別従業者数の割合について、空間的な分布を把握する。従業者数の割合は、産業ごとに各市区町村の従業者数を当該産業の東京圏全体の総数で除して算出する。これらの結果をGIS上に表示したものを図-2に示す。これより、前述した「情報通信業」、「金融業・保険業」、「学術研究・専門技術サービス業」については、都心3区を中心に集積している傾向がみられる。また、これら以外の産業については、比較的広範囲に分布している傾向がみられる。

### (3) 市区町村別付加価値額の分布特性の把握

#### a) 付加価値額の順位分布

まず、対象地域における市区町村別付加価値額の順位分布を図-3に示す。ここで、経済センサスにおける付加価値額は、売上高に給与総額及び租税公課を加算したもののから費用総額（売上原価に販売費及び一般管理費を加算）を差し引いて算出されたものである。これより、多くの産業で従業者数と同様に都心3区が上位を占めており、特に「金融業、保険業」はその傾向が顕著である。また、「運輸業・郵便業」、「卸売業・小売業」、「不動産業・物品賃貸業」、「宿泊業・飲食サービス業」、「生活関連サービス業、娯楽業」、「サービス業（その他）」は、都心5区でも多い傾向がみられる。

以上の順位分布について、分布の形状によりパターン分類を行う。具体的には、「情報通信業」、「運輸業・郵便業」、「金融業・保険業」、「不動産業・物品賃貸業」、「学術研究・専門技術サービス業」、「医療・福祉」のように付加価値額が原点付近で急激に変化している産業をパターン1、それ以外の比較的緩やかに変化しているそれ以外の産業をパターン2とする。

上位にある市区町村に当該産業の付加価値額が集中していることを示しており、パターン2の場合、比較的広範囲に分布していることを示している。

#### b) 付加価値額の空間分布

次に、従業者数の分析と同様、産業別付加価値額について、空間的な分布を把握する。付加価値額の割合は、産業ごとに各市区町村の付加価値額を当該産業の東京圏全体の総額で除して算出する。これらの結果をGIS上に表示したものを図-4に示す。これより、「情報通信業」、「運輸業・郵便業」、「金融業・保険業」、「不動産業・物品

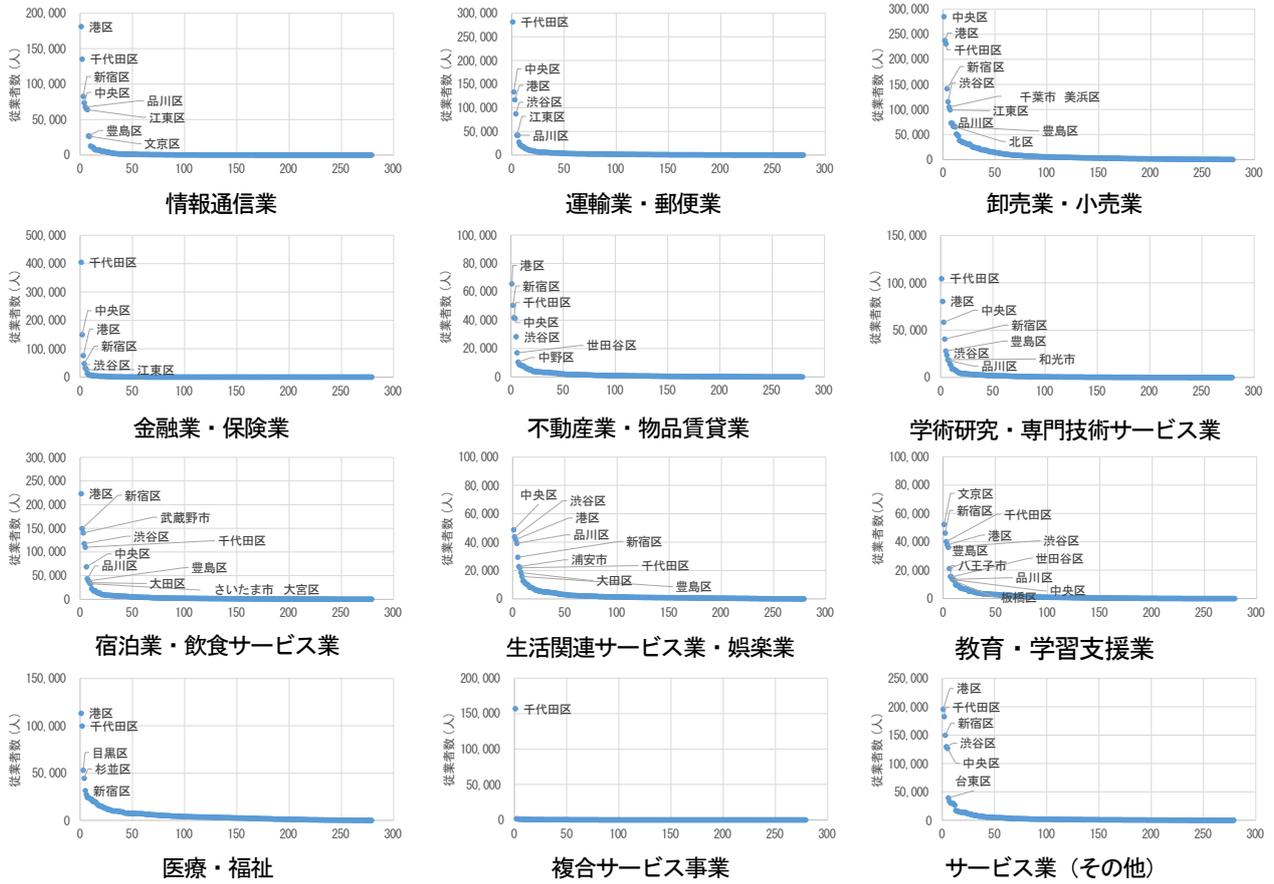
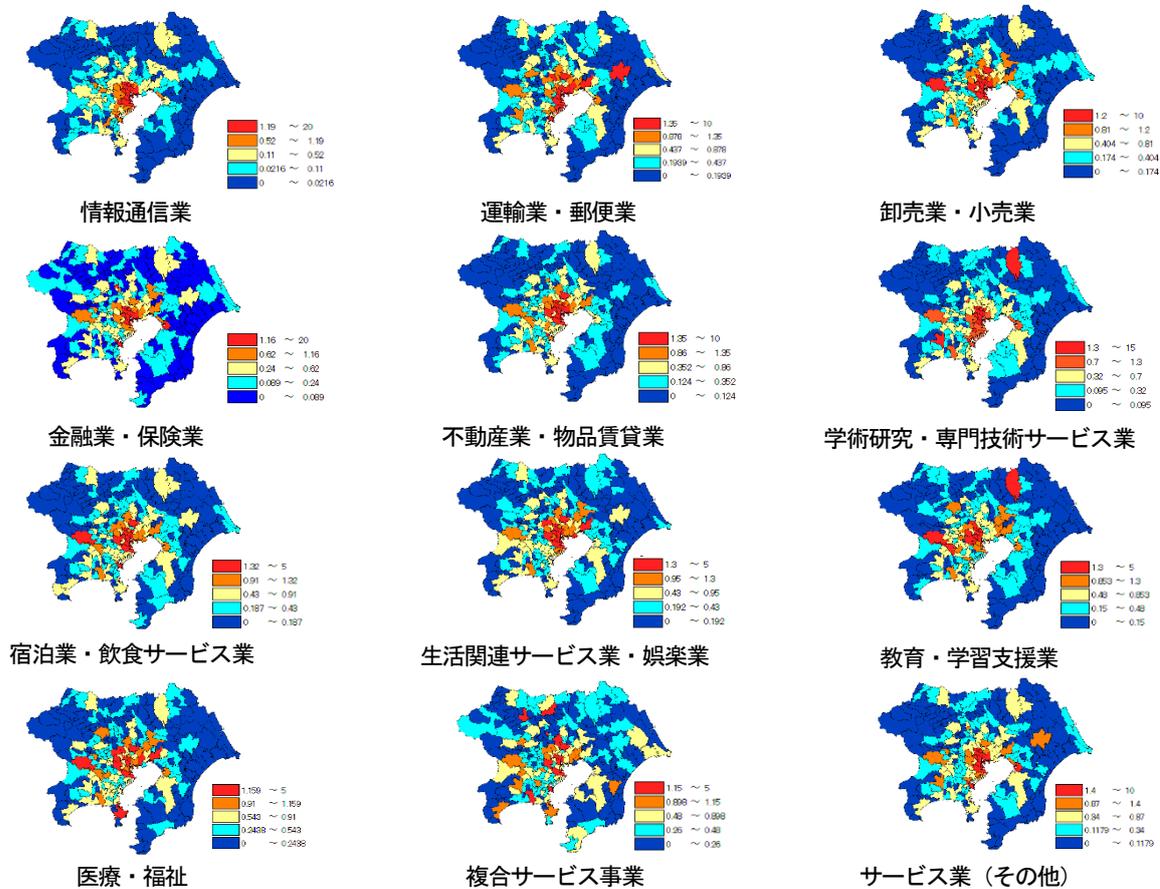


図-1 東京圏における市区町村別従業員数の順位分布（産業別）



注：各図の凡例のランクは上から順に、①上位5%以内、②5%～10%、③10%～25%、④25%～50%、⑤50%～の5区分としている。

図-2 東京圏における市区町村別従業員数割合の空間分布（産業別）

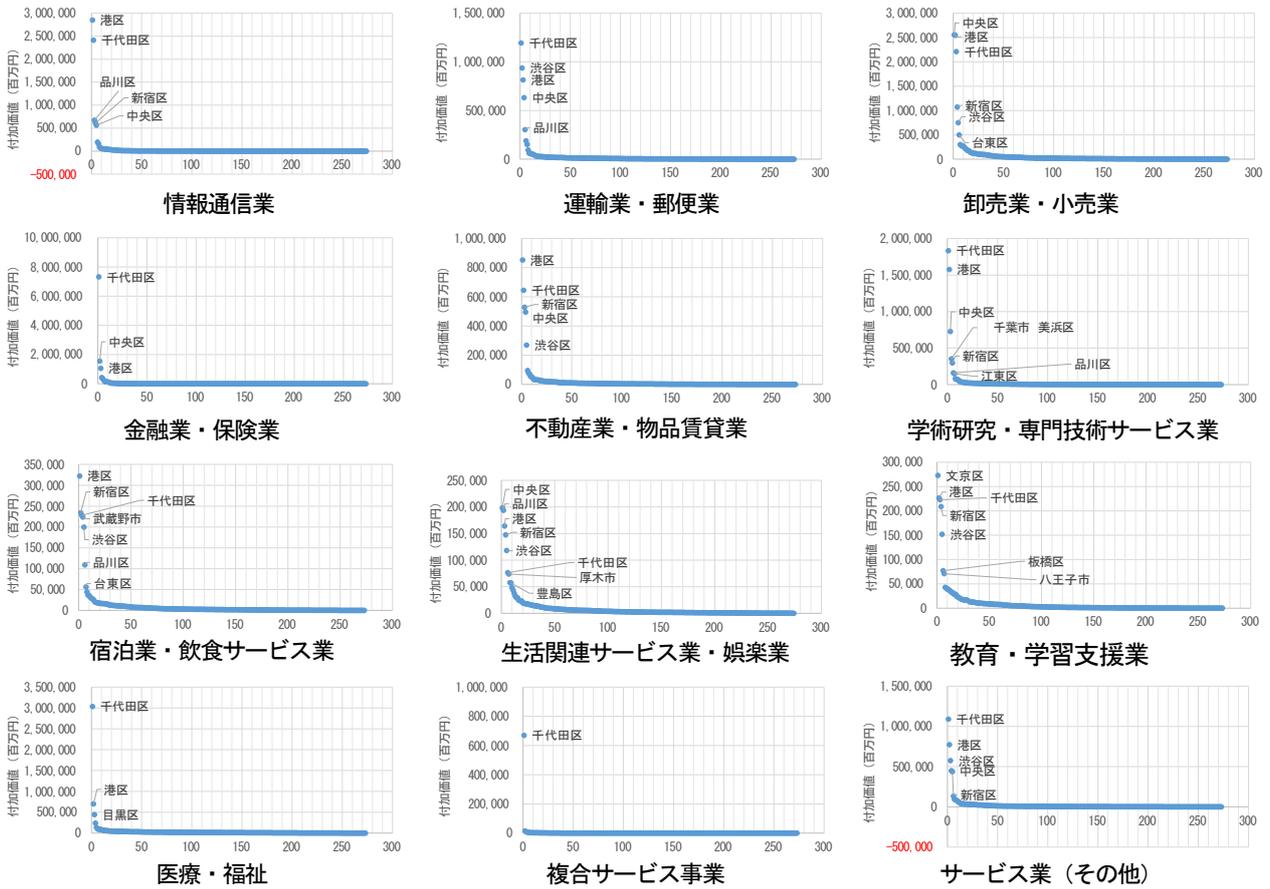
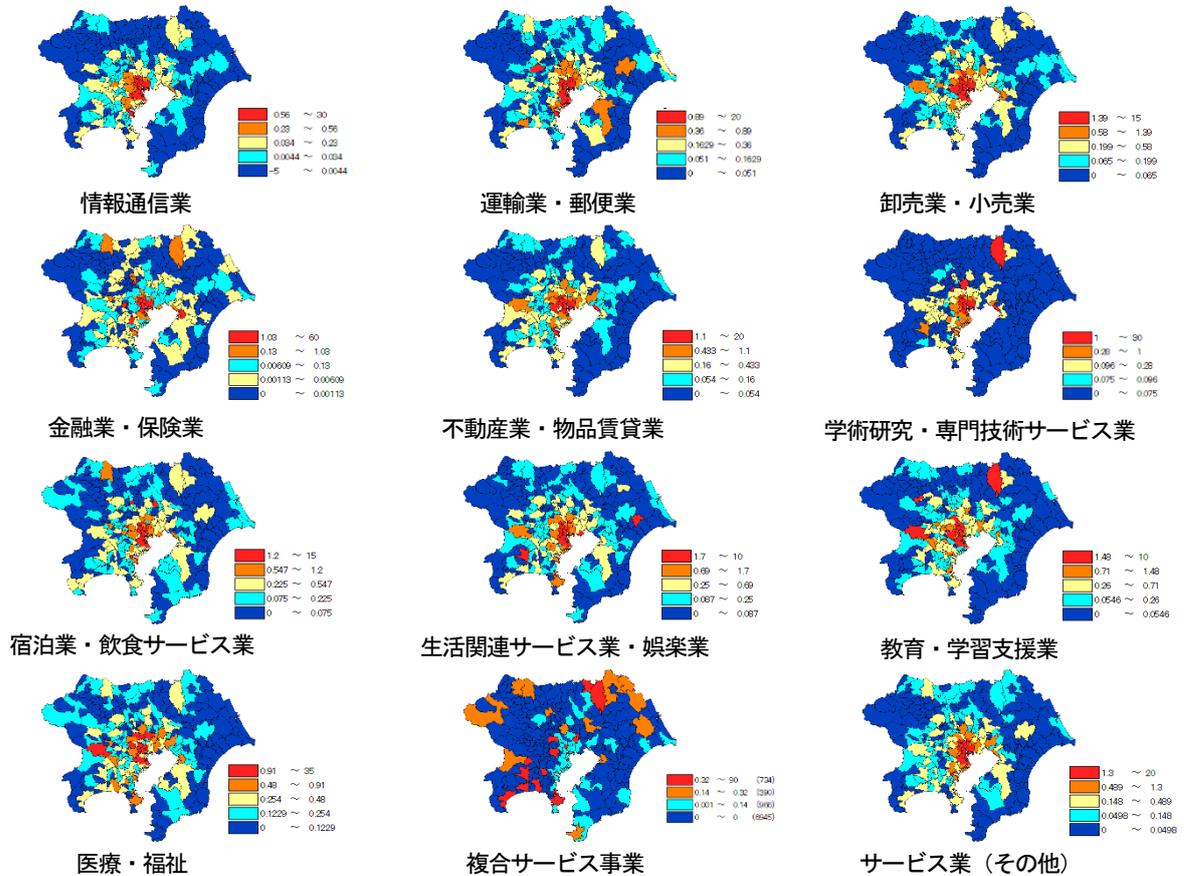


図-3 東京圏における市区町村別の付加価値額の順位分布 (産業別)



注：各図の凡例のランクは上から順に、①上位5%以内、②5%~10%、③10%~25%、④25%~50%、⑤50%~の5区分としている。

図-4 東京圏における市区町村別付加価値額割合の空間分布 (産業別)

賃貸業」,「学術研究・専門技術サービス業」など,従業者数が多い地域ほど付加価値額も高くなっていることがわかる。一方,従業者数が広域的に分布している産業に関しては,郊外部を中心に付加価値額が高い割合を示している。

なお,一部の産業については従業者数と付加価値額の関連性があるか判断できないことから,事業所数など他のデータと組み合わせる必要がある。

### 3. アクセシビリティを考慮した生産関数の構築

#### (1) 定式化

本研究では既往研究<sup>8)</sup>を参考に,各地域のアクセシビリティを技術進歩要因と見なし,コブ・ダグラス型生産関数を仮定する。

$$Y_{i,m} = \exp(\beta_0 + \beta_1 ACC_{i,m}) K_{i,m}^{\beta_2} L_{i,m}^{\beta_3} \quad (1)$$

ここで,  $Y$ : 生産量,  $ACC$ : アクセシビリティ,  $K$ : 民間資本ストック,  $L$ : 労働者数,  $i$ : 市区町村,  $m$ : 産業,  $\beta_1 \sim \beta_3$ : パラメータである。また, アクセシビリティ(以下  $ACC$  指標と表記)は以下で表わされる。

$$ACC_i = \sum_j \frac{X_j}{GC_{ij}^\alpha} \quad (2)$$

ここで,  $X_j$ : 市区町村  $j$  の産業人口,  $GC_{ij}$ : 市区町村  $ij$  間の一般化費用(円),  $\alpha$ : 減衰係数である。

$ACC$  指標は,人口集積の高い地域からアクセスが良好な地域ほど値が大きくなる性質を有している。なお,  $i=j$  の場合, 自地域内のアクセシビリティが改善することで, 経済や人口規模が不変でも同指標が増大する。

式(1)の両辺について対数をとると, 次のような推定式が得られる。

$$\ln Y_{i,m} = \beta_0 + \beta_1 ACC_{i,m} + \beta_2 \ln K_{i,m} + \beta_3 \ln L_{i,m} \quad (3)$$

式(3)については, 最小二乗法を用いてパラメータ推定を行う。

#### (2) 一般化費用の算定

市区町村間の一般化費用については, 利用交通機関が鉄道のみの場合と鉄道・バス・自動車の場合の2ケース設定し, 各交通機関の所要時間や費用等を基に算出する。具体的に前者については, 鉄道経路選択モデル(プロビットモデル)による配分結果を用い, 後者については交

通機関選択モデル(ロジットモデル)の選択枝中の最大効用の期待値であるログサム値を用いる。パラメータについては, 交通政策審議会答申第198号(2016年4月)で用いられた推定値(業務目的, 非高齢者)を採用する<sup>9)</sup>。

#### (3) 使用データ

分析に使用するデータを表-1に整理する。いずれも平成24年経済センサスに収録されているものである。なお, 民間資本ストックに用いる有形固定資産は, 平成23年1年間に土地を除き有形固定資産に新規に計上した額である。本来はストック額を用いることが望ましいが, 市区町村単位のストック額データは存在しないため, 上述の値を用いることとする。

また,  $ACC$ 指標の分子の人口変数については, 1)当該産業の従業者数を用いた場合, 2)3次産業全体と2次産業(「鉱業, 採石業, 砂利採取業」, 「建設業」, 「製造業」)の従業者数の合計を用いた場合, 3)平成27年国勢調査の夜間人口を用いた場合の3ケースを設定し, 比較検討する。さらに, 分母の一般化費用については, 上述した交通機関選択モデル及び鉄道経路配分モデルを用いて算出した2ケースを比較検討する。

表-1 分析に用いるデータ

変数	データ
生産量 $Y$	市区町村別・産業分類別の付加価値額(百万円)
民間資本 ストック $K$	市区町村別・産業分類別の有形固定資産(百万円)
労働者数 $L$	市区町村別・産業分類別の従業者数(人)

注: 付加価値額及び従業者数は, 事業所ベースの値

#### (4) $ACC$ 指標の分布特性の把握

式(2)の分子に個別の3次産業の従業者数, 分母に交通機関選択モデルに基づく一般化費用及び減衰係数  $\alpha$  を1.5として算出した  $ACC$  指標について, 市区町村別の順位分布を図-5に示す。これより, 多くの産業においても都心3区のアクセス性が良好であることがわかる。産業別にみた場合の特徴として, 「教育・学習支援業」では市川市, 「医療, 福祉」では市川市及び横浜市都筑区など, 夜間人口が多い郊外部で値が高いことが挙げられる。

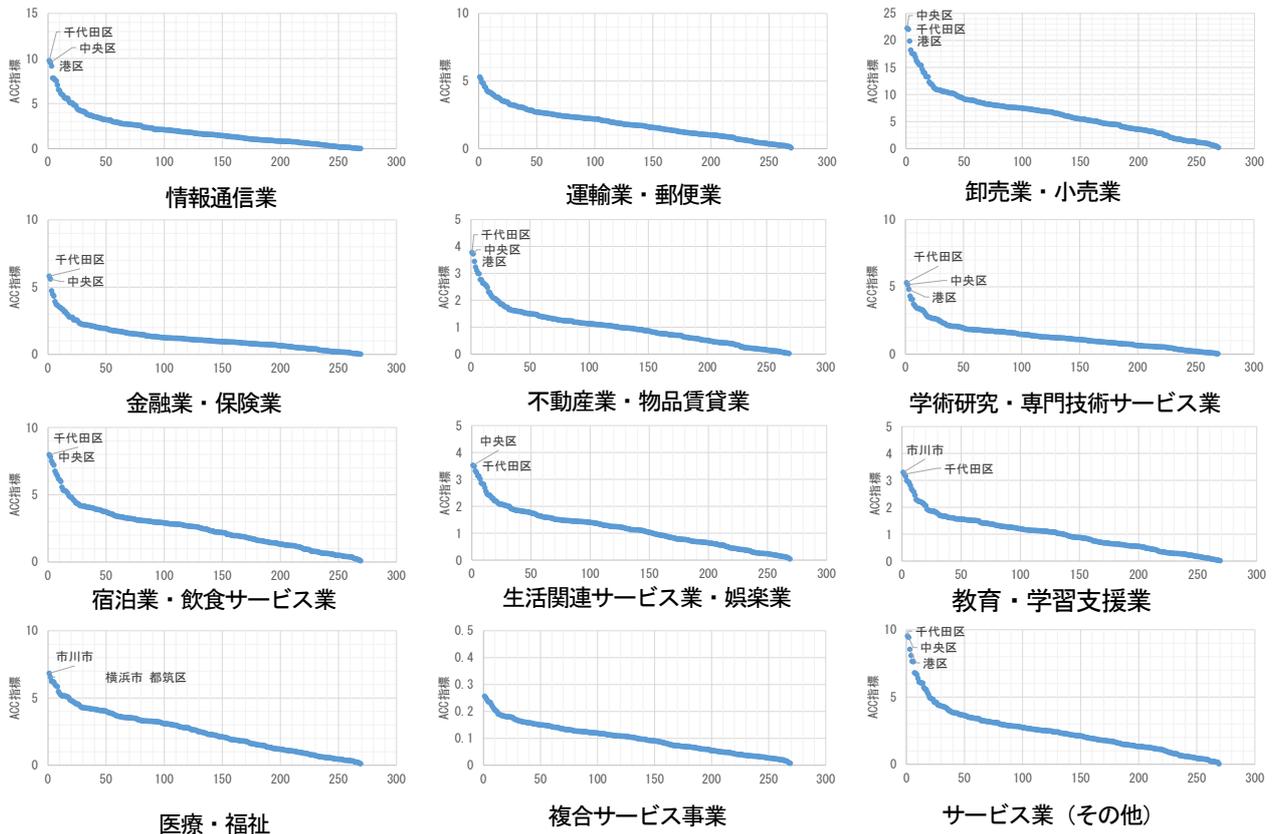


図-5 東京圏における市区町村別 ACC 指標の順位分布（産業別）

#### 4. 生産関数の推定結果

##### (1) 当該産業の従業者数を用いた場合

まず、式(2)の ACC 指標の分子の人口変数に当該産業の従業者数を用いて、生産関数のパラメータを推定した。ACC 指標の分母に交通機関選択モデルに基づく一般化費用を用いて生産関数のパラメータを推定した結果を表-2a に、経路選択モデルに基づく一般化費用を用いて推定した結果を表-2b にそれぞれ示す。これより決定係数は 0.9 以上と良好であり、各説明変数については、従業者数 (lnL) は全産業で符号条件を満足し、t 値も有意であったが、ACC 指標については、「運輸業・郵便業」、「卸売業・小売業」、「不動産業・物品賃貸業」、「医療・福祉」以外の産業では符号条件を満足しない、もしくは t 値が有意とならなかった。なお、ACC 指標の分母の一般化費用がどちらのケースでも、特に傾向は変わらなかった。

##### (2) 3 次産業と 2 次産業の従業者数の合計を用いた場合

次に、式(2)の ACC 指標の分子の人口変数に 3 次産業と 2 次産業の従業者数の合計を用いて生産関数のパラメータを推定した。(1)と同様に、ACC 指標の分母に交通機

関選択モデルに基づく一般化費用を用いて生産関数のパラメータを推定した結果を表-3a に、経路選択モデルに基づく一般化費用を用いて推定した結果を表-3b にそれぞれ示す。これより決定係数は 0.9 以上と良好であり、各説明変数については、従業者数 (lnL) は全産業で符号条件を満足し、t 値も有意であったが、ACC 指標については、「運輸業・郵便業」、「卸売業・小売業」、「金融業・保険業」、「不動産業・物品賃貸業」、「医療・福祉」、「サービス業（その他）」以外の産業では符号条件を満足しない、もしくは t 値が有意とならなかった。また ACC 指標の分母の一般化費用については、「金融業・保険業」、「医療・福祉」、「サービス業（その他）」は交通機関選択モデルを用いた場合が有意な結果となった。

##### (3) 夜間人口を用いた場合

最後に、式(2)の ACC 指標の分子の人口変数に 3 次産業と 2 次産業の従業者数の合計を用いて生産関数のパラメータを推定した。(1)と同様に、ACC 指標の分母に交通機関選択モデルに基づく一般化費用を用いて生産関数のパラメータを推定した結果を表-4a に、経路選択モデルに基づく一般化費用を用いて推定した結果を表-4b にそれぞれ示す。

これより決定係数はいずれのケースにおいても 0.9 以上と良好であり、各説明変数については、従業者数 (ln L) は全産業で符号条件を満足し、t 値も有意であった。ACC 指標については、「運輸業・郵便業」、「卸売業・小売業」、「金融業・保険業」、「不動産業・物品賃貸業」、「医療・福祉」以外の産業では符号条件を満足しない、もしくは t 値が有意とならなかった。また ACC 指標の分母の一般化費用を変化させた場合、「金融業、保険業」、「複合サービス業」は経路配分モデルに比べ機関分担モデルが、「医療、福祉」は機関分担モデルに比べ経路配分モデルのほうがそれぞれ有意な結果となった。

以上より、決定係数は ACC 指標の分子及び分母がいずれのケースにおいても 0.9 以上で良好であった。また説明変数については、従業者数 (lnL) は符号条件を満足し、t 値も有意な結果となったが、ACC 指標は、「情報通信業」、「学術研究・専門技術サービス業」、「教育、学習支援業」はいずれのケースでも符号条件を満足しない結果となった。この点の改善については、今後の課題としたい。

表-2a パラメータ推定結果 (交通機関選択モデルを用いて一般化費用を算定)

G 情報通信業						H 運輸業、郵便業						I 卸売業、小売業								
a=1.0		a=1.5		a=2.0		a=1.0		a=1.5		a=2.0		a=1.0		a=1.5		a=2.0				
推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値			
定数項	0.870	7.207***	0.843	6.766***	0.839	6.690***	定数項	1.267	9.535***	1.224	9.347***	1.097	8.919***	定数項	0.820	6.062***	0.855	6.728***	0.755	6.572***
ACC	0.000	-0.817	-0.028	-1.149	-1.319	-1.198	ACC	0.001	3.660***	0.063	3.286***	1.508	2.074**	ACC	0.000	3.851***	0.023	4.794***	0.905	4.813***
Ln K	0.026	1.687*	0.028	1.795*	0.029	1.830**	Ln K	0.040	3.705***	0.042	3.821***	0.048	4.185***	Ln K	0.035	3.055***	0.031	2.720***	0.031	2.818***
Ln L	1.111	37.474***	1.114	39.605***	1.113	41.374***	Ln L	0.980	41.976***	0.987	42.512***	1.008	45.254***	Ln L	1.031	47.452***	1.027	49.982***	1.041	54.220***
決定係数	0.975	0.976					決定係数	0.970	0.970	0.969	0.969			決定係数	0.983	0.983	0.983	0.984	0.984	0.984
観測数	163	163		163			観測数	241	241	241	241			観測数	266	266	266	266	266	266
注:***1%有意、**5%有意、*10%有意						注:***1%有意、**5%有意、*10%有意						注:***1%有意、**5%有意、*10%有意								
J 金融業、保険業						K 不動産業、物品賃貸業						L 学術研究、専門・技術サービス業								
a=1.0		a=1.5		a=2.0		a=1.0		a=1.5		a=2.0		a=1.0		a=1.5		a=2.0				
推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値			
定数項	1.626	5.936***	1.586	5.817***	1.552	5.795***	定数項	1.128	7.216***	1.061	7.105***	0.928	6.850***	定数項	0.353	2.101**	0.385	2.309**	0.431	2.713***
ACC	0.002	1.662*	0.068	1.437	2.737	1.291	ACC	0.004	3.828***	0.171	3.568***	0.562	2.936***	ACC	-0.001	-0.572	-0.011	-0.230	0.667	0.342
Ln K	-0.027	-1.692	-0.030	-1.896	-0.301	-1.975	Ln K	0.061	3.495***	0.061	3.481***	0.062	3.524***	Ln K	-0.004	-0.179	-0.005	-0.260	-0.009	-0.427
Ln L	1.101	22.206***	1.114	23.568***	1.123	24.823***	Ln L	0.987	27.050***	1.003	28.756***	1.030	31.838***	Ln L	1.207	32.793***	1.199	33.556***	1.190	34.995***
決定係数	0.933	0.932	0.932	0.932			決定係数	0.969	0.969	0.969	0.969			決定係数	0.954	0.954	0.954	0.954	0.954	0.954
観測数	140	140		140			観測数	239	239	239	239			観測数	241	241	241	241	241	241
注:***1%有意、**5%有意、*10%有意						注:***1%有意、**5%有意、*10%有意						注:***1%有意、**5%有意、*10%有意								
M 宿泊業、飲食サービス業						N 生活関連サービス業、娯楽業						O 教育、学習支援業								
a=1.0		a=1.5		a=2.0		a=1.0		a=1.5		a=2.0		a=1.0		a=1.5		a=2.0				
推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値			
定数項	0.223	2.244**	-0.331	-2.403**	0.233	2.603***	定数項	0.482	2.602**	0.469	2.676**	0.405	2.628***	定数項	-0.021	-0.166	0.011	0.955	0.066	0.395
ACC	0.000	-0.300	-0.003	-0.242	-0.234	-0.446	ACC	0.000	0.363	0.013	0.298	-0.642	-0.417	ACC	-0.001	-0.762	-0.030	-0.565	-0.161	-1.119
Ln K	0.042	3.238***	0.042	3.235***	0.042	3.202***	Ln K	0.036	2.359**	0.036	2.368**	0.037	2.424**	Ln K	0.022	1.361	0.022	1.355	0.022	1.348
Ln L	1.008	40.271***	1.007	41.744***	1.008	45.303***	Ln L	1.055	30.288***	1.057	31.690***	1.070	35.626***	Ln L	1.156	28.290***	1.150	29.261***	1.137	33.621***
決定係数	0.971	0.971	0.971	0.971	0.971	0.971	決定係数	0.945	0.945	0.945	0.945			決定係数	0.951	0.951	0.951	0.951	0.951	0.951
観測数	258	258		258			観測数	260	260	260	260			観測数	227	227	227	227	227	227
注:***1%有意、**5%有意、*10%有意						注:***1%有意、**5%有意、*10%有意						注:***1%有意、**5%有意、*10%有意								
P 医療、福祉						Q 複合サービス業						R サービス業(その他産業)								
a=1.0		a=1.5		a=2.0		a=1.0		a=1.5		a=2.0		a=1.0		a=1.5		a=2.0				
推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値			
定数項	1.370	7.487***	1.264	7.270***	1.098	7.440***	定数項	1.201	2.100**	1.450	2.704**	1.545	3.697***	定数項	0.653	4.375***	0.685	4.730***	0.694	5.201***
ACC	0.001	2.156**	0.026	1.499	0.087	0.127	ACC	0.022	1.371	1.835	2.143**	121.248	3.704***	ACC	0.000	1.305	0.031	1.741**	1.716	2.299**
Ln K	0.030	1.940**	0.039	2.012**	0.032	2.039**	Ln K	0.014	0.761	0.017	1.003	0.013	0.899	Ln K	0.027	1.712*	0.025	1.560	0.023	1.447
Ln L	0.962	29.898***	0.978	31.136***	1.007	36.746***	Ln L	1.014	8.885***	0.958	9.868***	0.928	11.512***	Ln L	1.039	37.655***	1.035	39.088***	1.033	41.875***
決定係数	0.953	0.952	0.952	0.952			決定係数	0.904	0.910	0.910	0.927			決定係数	0.967	0.967	0.967	0.968	0.968	0.968
観測数	264	264		264			観測数	40	40	40	40			観測数	257	257	257	257	257	257
注:***1%有意、**5%有意、*10%有意						注:***1%有意、**5%有意、*10%有意						注:***1%有意、**5%有意、*10%有意								

表-2b パラメータ推定結果 (経路選択モデルを用いて一般化費用を算定)

G 情報通信業						H 運輸業、郵便業						I 卸売業、小売業								
a=1.0		a=1.5		a=2.0		a=1.0		a=1.5		a=2.0		a=1.0		a=1.5		a=2.0				
推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値			
定数項	0.852	7.676***	0.839	7.469***	0.836	7.369***	定数項	1.149	10.035***	1.141	10.091***	1.043	9.635***	定数項	0.611	5.926***	0.616	5.636***	0.569	5.349***
ACC	-0.001	-2.621**	-0.050	-2.534**	-2.131	-2.362**	ACC	0.002	4.064***	0.090	4.216***	1.851	3.889***	ACC	0.000	3.244***	0.017	3.683***	0.031	3.852***
Ln K	0.030	1.940**	0.031	2.012**	0.032	2.039**	Ln K	0.036	3.284***	0.034	3.115***	0.035	3.107***	Ln K	0.036	3.171***	0.035	3.071***	0.035	3.184***
Ln L	1.121	45.737***	1.118	46.186***	1.114	46.528***	Ln L	1.001	49.800***	1.005	51.042***	1.024	54.249***	Ln L	1.058	55.839***	1.060	56.821***	1.087	58.093***
決定係数	0.976	0.976	0.976	0.976			決定係数	0.971	0.971	0.971	0.971			決定係数	0.983	0.983	0.983	0.983	0.983	0.983
観測数	163	163		163			観測数	241	241	241	241			観測数	266	266	266	266	266	266
注:***1%有意、**5%有意、*10%有意						注:***1%有意、**5%有意、*10%有意						注:***1%有意、**5%有意、*10%有意								
J 金融業、保険業						K 不動産業、物品賃貸業						L 学術研究、専門・技術サービス業								
a=1.0		a=1.5		a=2.0		a=1.0		a=1.5		a=2.0		a=1.0		a=1.5		a=2.0				
推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値			
定数項	1.477	6.022***	1.477	5.951***	1.447	5.805***	定数項	0.766	6.194***	0.771	6.232***	0.745	6.227***	定数項	0.414	2.914***	0.415	2.911***	0.414	2.918***
ACC	0.001	1.166	0.044	1.087	0.796	0.783	ACC	0.001	1.223	0.054	1.324	0.682	1.067	ACC	0.000	0.420	0.015	0.401	0.383	0.450
Ln K	-0.030	-1.879	-0.030	-1.914	-0.030	-1.903	Ln K	0.066	3.720***	0.066	3.715***	0.067	3.736***	Ln K	-0.009	-0.432	-0.009	-0.428	-0.009	-0.433
Ln L	1.135	27.453***	1.137	27.691***	1.144	28.253***	Ln L	1.062	34.109***	1.062	34.451***	1.068	35.681***	Ln L	1.192	38.186***	1.193	38.404***	1.193	38.910***
決定係数	0.932	0.932	0.932	0.932			決定係数	0.968	0.968	0.968	0.969			決定係数	0.954	0.954	0.954	0.954	0.954	0.954
観測数	140	140		140			観測数	239	239	239	239			観測数	241	241	241	241	241	241
注:***1%有意、**5%有意、*10%有意						注:***1%有意、**5%有意、*10%有意						注:***1%有意、**5%有意、*10%有意								
M 宿泊業、飲食サービス業						N 生活関連サービス業、娯楽業						O 教育、学習支援業								
a=1.0		a=1.5		a=2.0		a=1.0		a=1.5		a=2.0		a=1.0		a=1.5		a=2.0				
推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値			
定数項	0.368	3.260***	0.372	3.336***	0.381	3.393***	定数項	0.511	3.309***	0.519	3.412***	0.470	3.347***	定数項	0.052	0.317	0.059	0.363	0.090	0.575
ACC	0.000	0.410	0.009	0.577**	0.032	0.665**	ACC	0.001	1.016	0.054	1.200	0.606	0.928	ACC	0.000	-0.378	-0.014	-0.252	0.578	0.374**
Ln K	0.040	2.948***	0.039	2.861***	0.039	2.814***	Ln K	0.035	2.305**	0.035	2.275**	0.035	2.307**	Ln K	0.023	1.391	0.023	1.375	0.021	1.246
Ln L	1.000	51.130***	1.000	52.012***	1.002	53.954***	Ln L	1.049	35.335***	1.048	36.181***	1.057	39.57							

表-3a パラメータ推定結果（交通機関選択モデルを用いて一般化費用を算定）

G 情報通信業					H 運輸業、郵便業					I 卸売業、小売業									
a=1.0		a=1.5		a=2.0		a=1.0		a=1.5		a=2.0		a=1.0		a=1.5		a=2.0			
推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値		
定数項	0.883	7.656	***	0.888	7.764	***	0.904	8.116	***	0.808	5.937	***	0.844	6.586	***	0.751	6.472	***	
ACC	0.000	-0.811		-0.002	-0.782		-0.048	-0.532		0.000	3.469	***	0.005	4.472	***	0.199	4.663	***	
Ln K	0.026	1.659	**	0.026	1.662	**	0.025	1.609		Ln K	0.036	3.115	***	0.032	2.837	**	0.034	3.008	***
Ln L	1.110	37.872	***	1.108	39.335	***	1.102	42.850	***	Ln L	1.032	47.158	***	1.028	49.404	***	1.040	53.397	***
決定係数	0.975		0.975		0.975		0.971		0.971		0.983		0.983		0.983		0.983		
観測数	163		163		163		241		241		266		266		266		266		
注:***1%有意, **5%有意, *10%有意																			
J 金融業、保険業					K 不動産業、物品賃貸業					L 学術研究、専門・技術サービス業									
a=1.0		a=1.5		a=2.0		a=1.0		a=1.5		a=2.0		a=1.0		a=1.5		a=2.0			
推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値		
定数項	1.736	6.359	***	1.738	6.582	***	1.646	6.768	***	定数項	1.159	7.506	***	1.082	7.515	***	0.881	7.047	***
ACC	0.000	2.341	**	0.006	2.591	***	0.280	2.748	***	ACC	0.000	4.194	***	0.008	4.083	***	0.211	3.194	***
Ln K	-0.022	-1.372		-0.024	-1.500		-0.024	-1.548		Ln K	0.058	3.402	***	0.058	3.329	***	0.060	3.410	***
Ln L	1.073	21.142	***	1.073	22.222	***	1.088	25.058	***	Ln L	0.978	26.782	***	0.995	28.899	***	1.036	33.306	***
決定係数	0.954		0.935		0.935		0.970		0.969		0.954		0.954		0.954		0.954		
観測数	140		140		140		239		239		241		241		241		241		
注:***1%有意, **5%有意, *10%有意																			
M 宿泊業、飲食サービス業					N 生活関連サービス業、娯楽業					O 教育学習支援業									
a=1.0		a=1.5		a=2.0		a=1.0		a=1.5		a=2.0		a=1.0		a=1.5		a=2.0			
推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値		
定数項	0.322	2.251	**	0.334	2.451	**	0.326	2.627	***	定数項	0.489	2.654	**	0.499	2.873	**	0.440	2.837	***
ACC	0.000	-0.304		0.000	-0.205		-0.018	-0.389		ACC	0.000	0.427		0.001	0.582		0.004	0.056	
Ln K	0.042	3.239	***	0.042	3.236	***	0.042	3.219	***	Ln K	0.036	2.345	**	0.036	2.320	**	0.037	2.394	**
Ln L	1.006	40.415	***	1.006	42.827	***	1.008	45.410	***	Ln L	1.054	30.455	***	1.052	32.088	***	1.063	35.628	***
決定係数	0.971		0.971		0.971		0.945		0.945		0.957		0.952		0.952		0.952		
観測数	258		258		258		260		260		227		227		227		227		
注:***1%有意, **5%有意, *10%有意																			
P 医療、福祉					Q 複合サービス業					R サービス業(その他産業)									
a=1.0		a=1.5		a=2.0		a=1.0		a=1.5		a=2.0		a=1.0		a=1.5		a=2.0			
推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値		
定数項	1.475	8.433	***	1.482	9.067	***	1.338	8.990	***	定数項	0.781	1.392		0.775	1.212		0.734	1.393	
ACC	0.000	3.217	***	0.005	3.791	***	0.170	3.229	***	ACC	0.000	0.416		0.000	0.140		0.033	0.326	
Ln K	0.038	2.386	**	0.036	2.320	**	0.036	2.298	**	Ln K	0.005	0.256		0.002	0.106		0.003	0.161	
Ln L	0.946	30.840	***	0.944	32.717	***	0.967	35.946	***	Ln L	1.107	9.972	***	1.132	10.596	***	1.120	11.255	***
決定係数	0.954		0.954		0.954		0.899		0.899		0.967		0.968		0.968		0.968		
観測数	264		264		264		40		40		257		257		257		257		
注:***1%有意, **5%有意, *10%有意																			

表-3b パラメータ推定結果（経路選択モデルを用いて一般化費用を算定）

G 情報通信業					H 運輸業、郵便業					I 卸売業、小売業									
a=1.0		a=1.5		a=2.0		a=1.0		a=1.5		a=2.0		a=1.0		a=1.5		a=2.0			
推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値		
定数項	0.838	7.413	***	0.830	7.276	***	0.829	7.218	***	定数項	0.610	5.509	***	0.615	5.616	***	0.618	5.691	***
ACC	0.000	-2.441		-0.006	-2.410		-0.259	-2.291		ACC	0.000	3.176	***	0.004	3.607	***	0.202	3.950	***
Ln K	0.032	2.034	**	0.032	2.069	**	0.033	2.075	**	Ln K	0.036	3.183	***	0.035	3.086	**	0.034	3.024	***
Ln L	1.127	43.373	***	1.123	44.292	***	1.119	45.038	***	Ln L	1.059	55.770	***	1.060	56.543	***	1.061	57.168	***
決定係数	0.976		0.976		0.976		0.971		0.971		0.983		0.983		0.983		0.983		
観測数	163		163		163		241		241		266		266		266		266		
注:***1%有意, **5%有意, *10%有意																			
J 金融業、保険業					K 不動産業、物品賃貸業					L 学術研究、専門・技術サービス業									
a=1.0		a=1.5		a=2.0		a=1.0		a=1.5		a=2.0		a=1.0		a=1.5		a=2.0			
推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値		
定数項	1.572	6.042	***	1.556	5.974	***	1.537	5.904	***	定数項	0.413	2.877	***	0.415	2.884	***	0.416	2.888	***
ACC	0.000	1.578		0.004	1.456		0.164	1.317		ACC	0.000	0.283		0.001	0.311		0.036	0.337	
Ln K	-0.029	-1.824		-0.030	-1.887		-0.031	-1.928		Ln K	-0.008	-0.401		-0.008	-0.412		-0.009	-0.418	
Ln L	1.115	24.613	***	1.121	25.305	***	1.127	25.983	***	Ln L	1.193	37.633	***	1.193	37.955	***	1.193	38.214	***
決定係数	0.953		0.932		0.932		0.968		0.968		0.954		0.954		0.954		0.954		
観測数	140		140		140		239		239		241		241		241		241		
注:***1%有意, **5%有意, *10%有意																			
M 宿泊業、飲食サービス業					N 生活関連サービス業、娯楽業					O 教育学習支援業									
a=1.0		a=1.5		a=2.0		a=1.0		a=1.5		a=2.0		a=1.0		a=1.5		a=2.0			
推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値		
定数項	0.366	3.282	***	0.369	3.345	***	0.372	3.392	***	定数項	0.733	4.553	***	0.729	4.491	***	0.733	4.519	***
ACC	0.000	0.400		0.001	0.557		0.042	0.694		ACC	0.000	0.011		0.000	0.148		0.024	0.261	
Ln K	0.040	2.954	***	0.039	2.871	***	0.039	2.800	***	Ln K	0.022	1.342		0.022	1.326		0.022	1.314	
Ln L	1.001	51.584	***	1.000	52.404	***	1.000	52.988	***	Ln L	1.136	34.432	***	1.134	34.874	***	1.133	35.214	***
決定係数	0.971		0.971		0.971		0.945		0.945		0.957		0.952		0.952		0.952		
観測数	258		258		258		260		260		227		227		227		227		
注:***1%有意, **5%有意, *10%有意																			
P 医療、福祉					Q 複合サービス業					R サービス業(その他産業)									
a=1.0		a=1.5		a=2.0		a=1.0		a=1.5		a=2.0		a=1.0		a=1.5		a=2.0			
推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値		
定数項	1.319	9.786	***	1.320	10.035	***	1.319	10.265	***	定数項	0.584	4.833	***	0.592	4.916	***	0.598	4.991	***
ACC	0.000	4.557	***	0.006	5.164	***	0.352	5.802	***	ACC	0.000	1.313		0.002	1.510		0.125	1.693	**
Ln K	0.037	2.367	**	0.034	2.216	**	0.031	2.042	**	Ln K	0.028	1.811	**	0.027	1.767	**	0.027	1.729	**
Ln L	0.965	38.702	***	0.968	40.131	***	0.971	41.478	***	Ln L	1.050	44.862	***	1.049	45.608	***	1.049	46.227	***
決定係数	0.955		0.956		0.957		0.907		0.907		0.967		0.967		0.967		0.967		
観測数	264		264		264		40		40		257		257		257		257		
注:***1%有意, **5%有意, *10%有意																			

5. おわりに

本研究では東京圏を対象し、平成 24 年経済センサスの活動調査データを用いて地域（市区町村）別の従業者数及び付加価値額の分布状況を産業ごとに把握し、その特性を明らかにするとともに、アクセシビリティを考慮したコブ・ダグラス型生産関数を推定した。その結果、「情報通信業」、「学術研究・専門技術サービス業」、「金融業、保険業」、「教育・学習支援業」については隣接する地域に集積している傾向が、それ以外の産業については比較的広範囲に分布している傾向がみられた。

また、生産関数の推定結果について、決定係数は概ね 0.9 以上と良好であり、説明変数のうち従業者数は全産

業で符号条件を満足し、t 値も有意であったが、アクセシビリティ指標は一部の産業で符号条件を満足しないもしくはt値が有意でないという結果となった。

今後の課題として、産業分類をより細かい中分類で把握し、産業間の偏りなど把握する必要がある。また、生産関数のパラメータ推定で有意な結果が得られなかった産業について、変数の設定等の改善に向けた検討が必要である。

謝辞

本研究を進める上で、東京大学大学院教授の加藤浩徳氏からは、有益なコメントをいただきました。また、一般化費用の算定にあたりましては、社会システム株式会社の山下良久氏にご協力をいただきました。記して謝意を表します。

表-4a パラメータ推定結果 (交通機関選択モデルを用いて一般化費用を算定)

G 情報通信業					H 運輸業、郵便業					I 卸売業、小売業								
a=1.0		a=1.5		a=2.0		a=1.0		a=1.5		a=2.0		a=1.0		a=1.5		a=2.0		
推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	
定数項	0.895	7.940	0.909	8.178	0.906	8.044	1.239	9.586	1.173	9.495	1.064	9.291	0.688	5.081	0.650	5.146	0.574	5.063
ACC	0.000	-0.703	0.000	-0.220	0.005	0.154	ACC	0.000	3.940	0.003	3.215	0.006	3.295	ACC	0.000	2.138	0.001	2.083
Ln K	0.025	1.599	0.025	1.572	0.025	1.591	Ln K	0.044	4.032	0.047	4.335	0.050	4.508	Ln K	0.040	3.463	0.041	3.583
Ln L	1.107	39.230	1.099	41.366	1.094	45.143	Ln L	0.983	42.494	0.991	43.742	1.009	47.631	Ln L	1.048	47.463	1.052	49.654
決定係数	0.975		0.975		0.975		決定係数	0.970		0.970		0.969		決定係数	0.982		0.982	
観測数	163		163		163		観測数	241		241		241		観測数	266		266	
注:***1%有意, **5%有意, *10%有意					注:***1%有意, **5%有意, *10%有意					注:***1%有意, **5%有意, *10%有意								

表-4b パラメータ推定結果 (経路選択モデルを用いて一般化費用を算定)

G 情報通信業					H 運輸業、郵便業					I 卸売業、小売業								
a=1.0		a=1.5		a=2.0		a=1.0		a=1.5		a=2.0		a=1.0		a=1.5		a=2.0		
推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	
定数項	0.854	7.257	0.863	7.453	0.868	7.398	1.192	10.211	1.139	10.392	1.122	11.469	0.654	5.546	0.657	5.648	0.667	5.709
ACC	0.000	-1.545	0.002	-1.573	0.000	-1.555	ACC	0.000	4.458	0.003	4.703	0.001	4.910	ACC	0.000	2.810	0.002	3.038
Ln K	0.030	1.885	0.030	1.899	0.030	1.900	Ln K	0.036	3.302	0.035	3.191	0.034	3.077	Ln K	0.037	3.175	0.036	3.132
Ln L	1.119	41.087	1.118	41.564	1.117	42.007	Ln L	0.995	49.120	0.997	50.143	0.999	51.097	Ln L	1.053	52.924	1.053	53.603
決定係数	0.976		0.976		0.976		決定係数	0.971		0.971		0.972		決定係数	0.983		0.983	
観測数	163		163		163		観測数	241		241		241		観測数	266		266	
注:***1%有意, **5%有意, *10%有意					注:***1%有意, **5%有意, *10%有意					注:***1%有意, **5%有意, *10%有意								

参考文献

- 1) 内閣府政策統括官：地域の経済 2012—集積を活かした地域づくり。
- 2) 八田達夫, 田淵隆俊：東京一極集中の諸要因と対策, 八田達夫編, 東京一極集中の経済分析, 日本経済新聞社, 1 章, pp.1-32, 1994.
- 3) 樋野誠一, 国府田樹, 小林広和, 田中啓介：英国の交通投資の新しい評価方法 “Wider Impacts” (広範な効果), IBS Annual Report 研究活動報告 2016.
- 4) Department for Transport: TAG unit A2-1 wider impacts, 2014.
- 5) 国土交通省社会資本整備審議会・交通政策審議会交通体系分科会計画部会専門小委員会：ストック効果の最大化に向けて～その具体的戦略の提言～ (参考資料), 2017.

- 6) 中川拓朗, 堀江岳, 金子雄一郎：都市鉄道整備にともなうアクセシビリティの改善と生産性向上効果, 土木計画学研究・講演集, Vol.55, 2017
- 7) 交通政策審議会：東京圏における今後の都市鉄道のあり方について (答申), 2016.
- 8) 山口勝弘, 山縣延文, 押井裕也, 望月隆志：わが国の都市・国土空間におけるアクセシビリティと経済活動に関する研究, 国土交通政策研究, 第 19 号, 2003.
- 9) 交通政策審議会陸上交通分科会鉄道部会東京圏における今後の都市鉄道のあり方に関する小委員会需要評価・分析・推計手法ワーキング・グループ：鉄道需要分析手法に関するテクニカルレポート, 2016.

(2017.7.31 受付)

ESTIMATION OF PRODUCTION FUNCTION CONSIDERING INDUSTRIAL DISTRIBUTION CHARACTERISTICS AND ACCESSIBILITY IN THE TOKYO AREA

Takuro NAKAGAWA and Yuichiro KANEKO