# 地域間のフェイス・トゥ・フェイス・コミュニケーションによる企業の生産性向上を考慮した空間的応用一般均衡モデルの妥当性の検討

植田　綱基[1]・仮屋﨑　圭司[2]・石野　朝哉[3]・牧　浩太郎[4]
大田垣　聡[5]・髙村　望[6]・石倉　智樹[7]・塚井　誠人[8]

[1]正会員　鉄道・運輸機構 新幹線部（〒231-8315 神奈川県横浜市中区本町 6-50-1）
E-mail: ueda.tsu-pm7s@jrtt.go.jp

[2]正会員　鉄道・運輸機構 新幹線部（〒231-8315 神奈川県横浜市中区本町 6-50-1）
[3]非会員　鉄道・運輸機構 新幹線部（〒231-8315 神奈川県横浜市中区本町 6-50-1）
[4]正会員　三菱総合研究所（〒100-8141 東京都千代田区永田町 2-10-3）
[5]非会員　エム・アール・アイ リサーチアソシエイツ（〒100-0014 東京都千代田区永田町 2-10-3）
[6]正会員　エム・アール・アイ リサーチアソシエイツ（〒100-0014 東京都千代田区永田町 2-10-3）
[7]正会員　東京都立大学准教授 都市環境学部 都市基盤環境学科（〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1）
[8]正会員　広島大学准教授 大学院先進理工系科学研究科（〒739-8527 広島県東広島市鏡山 1-4-1）

都市間交通プロジェクトの評価にあたっては，事業による多種多様な効果・影響を踏まえた総合的な評価が必要である．本研究は，幹線交通整備によりフェイス・トゥ・フェイス・コミュニケーションが増加し，着地側の企業で生産性が向上する効果を，一種の「集積の経済」と捉え，その効果を技術的外部効果として生産関数に取り込んだ空間的応用一般均衡モデルを用いて計測を試みる．技術的外部効果は業務トリップの集中量で説明することとして，その妥当性について技術的外部効果を取り込まない場合のパラメータ推定結果と比較分析する．構築したモデルを用いて北陸新幹線を例に計測を試み，幹線交通整備において当該効果を含めた評価の可否と必要性を考察する．

***Key Words:*** *spatial computable general equilibrium model, face to face communication, productivity improvement, transport project evaluation*

## 1. はじめに

### (1) 背景

交通プロジェクトは国民のニーズの多様化などを背景として多様な意義・役割を担っている．例えば鉄道プロジェクトの評価では，プロジェクトの目的（ミッション）の達成に関わる多角的な視点からの総合的な評価が行われる[注 1)]．

特に定量的な評価は，交通プロジェクトの意義・役割の明確化とプロジェクトの比較と選択において重要であり，代表的な手法として費用便益分析が知られている．鉄道プロジェクトの評価手法マニュアル[注 1)]では，公共事業に関する国民へのアカウンタビリティを確保するため，貨幣換算の手法が確立された効果のみが費用便益分析の対象とされている．例えば鉄道整備の評価[注 2)][注 3)]では，移動時間短縮便益，乗換利便性向上便益などを台形公式により計測する．しかし，技術的外部効果については混雑緩和便益や環境等改善便益などを計測しているに過ぎず，それら以外は，計測対象外となっている．本来の総合的な評価は，プロジェクトの目的と照らして多様な効果を適切に計測するべきである．現在は評価対象外となっている効果についても，貨幣換算手法の確立を目指した技術的検討を重ねることは重要である．

### (2) フェイス・トゥ・フェイス・コミュニケーションによる効果のエコノミックナラティブ

2019 年 12 月以降，新型コロナウイルス感染拡大をきっかけに企業においてテレワークやオンラインによる会議が普及した[注 4)][注 5)]．一方で，オンライン会議は話し手の熱意や有形製品等の魅力が伝わりにくいなどのデメリ

ットが指摘されており，オンライン会議だけではなく対面の会議を取り入れる企業が一定数存在している [1), 注 5)]．この事実は，フェイス・トゥ・フェイス・コミュニケーションが企業の生産性に影響する可能性を示唆している．

地域間の業務トリップ（出張）では，着地側の企業が来訪者とフェイス・トゥ・フェイス・コミュニケーションを取ることにより，業務に関する新たな情報を得ていると考えられる [2)]．上述のミクロレベルのナラティブが正しければ，幹線交通整備では地域間の業務トリップ量（交流）の増加をもたらし，旅客の着地側の企業において知識交流のイノベーション効果で生産性が向上する技術的外部効果が生じると考えられる．この効果をマクロレベルで計測することは「フェイス・トゥ・フェイス・コミュニケーションが生産性を向上させる」という仮説を検証する上で，重要である．

2015 年 3 月に開業した北陸新幹線（長野・金沢間）では，2015 年度における富山県・石川県・福井県と首都圏の間の業務目的の鉄道流動量が，開業前の 2010 年度と比べて増加した（**図-1**）．また，富山県及び石川県のコンベンションの開催数が，開業前後を比較すると増加した（**図-2**，**図-3**）．これらは，対象地域内でフェイス・トゥ・フェイス・コミュニケーションを伴う交流が増加したというエビデンスである．さらに，金沢駅及び富山駅周辺の商業地価が開業前後で増加したことから（**図-4**），新幹線整備は企業の収益改善に寄与している．これらの現象の背景には新幹線開業以外にも様々な要因があると考えられるが，上述のナラティブを検証するモデルが，従来モデルよりも地域の生産性を説明できるなら，幹線交通整備による効果の一つとして同効果を考慮すべき根拠が増すと言えよう．

### (3) 既往研究のレビュー

交通整備による地域間流動の活性化が企業の生産額や観光需要を拡大させる経済波及効果は，空間的応用一般均衡モデルにおいて取り扱われてきた．空間的応用一般均衡モデルによる分析は，地域住民が社会基盤整備に合意するか否かの判断根拠を与える有力な定量評価ツールであり [注 9)]，これまでに同モデルに基づく交通プロジェクト評価に関する研究が数多く蓄積されている [3),4)]．

小池ら [5)]は，交通整備による旅客トリップの時間短縮効果をモデルに反映させるため，地域間業務トリップ発生量を企業の生産要素として，また地域間の観光及び私用・帰省トリップを世帯の消費活動として，それぞれ明示した空間的応用一般均衡モデルを構築した．このモデルは，鉄道プロジェクトの評価手法マニュアル [注 1)]に地域経済に関する評価例として掲載されており，整備新幹線の事業評価 [注 3)]において経済波及効果（企業の生産額の変化）を計測する際に活用されている．

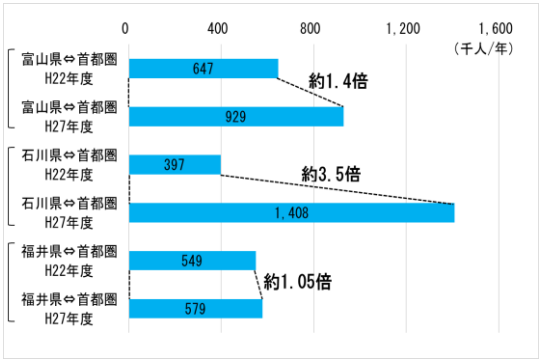



**図-1** 業務目的の鉄道流動量の変化[注6)]

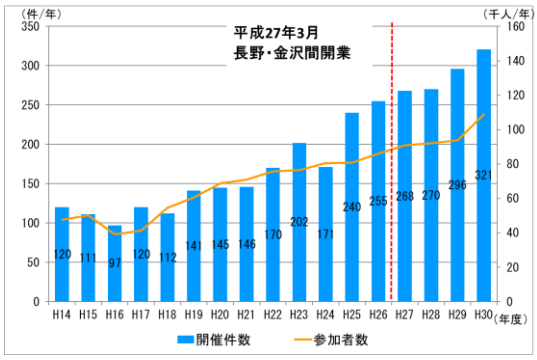



**図-2** 富山県のコンベンションの開催実績[注7)]

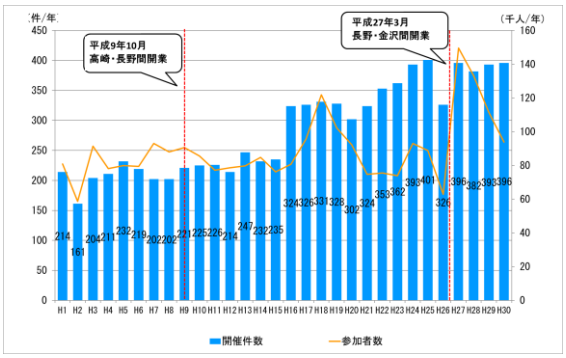



**図-3** 石川県のコンベンションの開催実績[注7)]

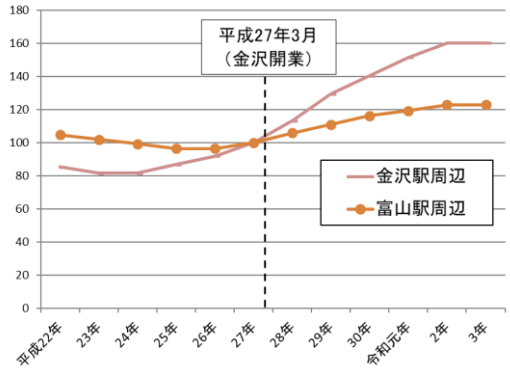



**図-4** 金沢駅及び富山駅周辺の商業地価の推移（平成 27 年を 100 とした場合）[注8)]

小林ら [6)]は同質な個人により「個人情報・近視眼的戦略・逐次決定」方式で行われる 2 人ミーティング過程で

生じるミーティング均衡の特性について，理論的な分析を試みている．この研究では交通施設整備が交通需要の量的な変化に加えて，ミーティングの付加価値の上昇という質的な変化をもらたすことを明らかにした．そのうえで，交通需要の増加のみに着目して交通施設の整備便益を評価することは便益の過少評価になる可能性を指摘している．

土谷ら [2]は，各地域への業務トリップの集中による生産性向上効果をフェイス・トゥ・フェイス・コミュニケーションによる効果と考えて，それを企業の生産関数に技術的外部効果として取り込んだ空間的応用一般均衡モデルを提案している．実データを用いたパラメータ推定とシミュレーション分析により，フェイス・トゥ・フェイス・コミュニケーションによる企業の生産性向上の便益は利用者便益と同程度のオーダーとなることを示して，その効果は，定量的に無視できないことを指摘している．このモデルは，リニア中央新幹線の開業によって形成が期待されるスーパー・メガリージョンの経済効果を分析する際に活用されている．同モデルでは，業務トリップ集中量を知識交流によるイノベーション創出の代替指標として扱っている[注 10]．このように同手法は実務での適用事例があるが，統計的に妥当なパラメータ推定結果が得られていないことへの対応や，企業の生産関数の妥当性の精査が不充分なことが，本手法の妥当性検証や，プロジェクト評価への適用に関する課題となっている．

### (4) 目的

本研究は，幹線交通整備による多種多様な効果・影響のうち，フェイス・トゥ・フェイス・コミュニケーションの増加により着地側の企業で生産性が向上する効果を一種の「集積の経済」と捉え，その効果の計測を目的とする．ただし，そのための手法としては，同効果を技術的外部効果として企業の生産関数に取り込んだ空間的応用一般均衡モデルが，既往研究で提案されている．

本研究の新規性は，同手法の妥当性検討を，エコノミックナラティブを踏まえて実証的に行う点にある．具体的には統計的に妥当なパラメータ推定結果を得るためのデータの見直し，及び企業の生産関数の妥当性の精査を行う．当該モデルは技術的外部効果を業務トリップ集中量で説明していることから，その適用及び制約条件について，技術的外部効果を取り込まない場合のパラメータ推定結果と比較し，検討する．そのうえで構築したモデルを用いて，北陸新幹線（長野・金沢間）を例にフェイス・トゥ・フェイス・コミュニケーションによる企業の生産性向上効果の計測を試み，幹線交通整備において当該効果を含めた評価の可否と必要性を考察する．

## 2. 空間的応用一般均衡モデルの定式化

本研究では北陸新幹線（長野・金沢間）の事後評価[注 3)]において使用された空間的応用一般均衡モデルに，土谷ら [2]の企業の付加価値関数を取り入れたモデルを用いる．本論文では主に企業の付加価値関数に関わる前提条件と定式化に絞って記述する．その他の前提条件と定式化については，北陸新幹線（長野・金沢間）事業に関する事後評価報告書の付属資料[注 3)]を参照されたい．

変数は以下の通り設定する．

$s \in \mathbf{S} = \{1, \cdots, s, \cdots, S\}$：地域を表すラベル

$i \in \mathbf{I} = \{1, \cdots, i, \cdots, I\}$：財の種類を表すラベル

$j \in \mathbf{J} = \{1, \cdots, j, \cdots, J\}$

：生産要素の種類を表すラベル

$t \in \mathbf{T} = \{1, \cdots, t, \cdots, T\}$：時点を表すラベル

ここで，$j = 1$：労働，$j = 2$：資本，$j = 3$：業務トリップ発生量とする．

モデルの概要図を**図-5** に示す．$S$個に分割された各地域$s$に，企業，世帯，旅客交通企業，貨物交通企業の 4 つの経済主体がある．企業は各地域$s$の財$i$毎に 1 つ存在し，世帯，旅客交通企業，貨物交通企業は各地域$s$に 1 つずつ存在する．市場は地域$s$毎に閉じており，労働，資本は地域間を移動しない．社会は長期的均衡状態にある．

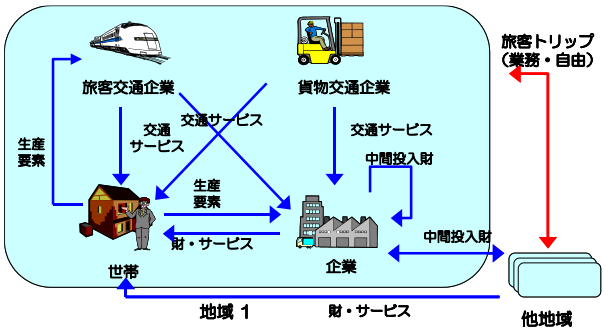



**図-5** 空間的応用一般均衡モデルの概要図

企業は，自・他地域において生産された中間投入合成財$X_{ii}^s$，及び自地域の世帯から提供される労働$f_{i1}^s$と資本$f_{i2}^s$，業務トリップ発生量$f_3^s$を投入して，財$i$を生産する．すなわち，業務トリップにかかる交通費用は発生側の企業が負担する．企業の生産関数の一部を以下に示す．

$$Q_i^s = \min\left[\frac{VA_i^s}{a_{vi}^s}, \frac{X_{1i}^s}{a_{1i}^s}, \cdots, \frac{X_{i'i}^s}{a_{i'i}^s}, \cdots, \frac{X_{Ii}^s}{a_{Ii}^s}\right] \quad (1)$$

$Q_i^s$：生産量

$VA_i^s$：付加価値関数

$X_{i'i}^s$：財$i$の生産に必要な中間合成財$i'$の投入量

$a_{vi}^s$：付加価値係数

$a_{i'i}^s$：投入係数

$$VA_i^s = \phi_i^s \left[ \sum_{k \in K} \delta_{ij}^s f_{ij}^{s\,\frac{\sigma_i - 1}{\sigma_i}} \right]^{\frac{\sigma_i}{\sigma_i - 1}} \quad (2)$$

$f_{ij}^s$：各生産要素の投入量

$\phi_i^s$：効率パラメータ

$\delta_{ij}^s$：分配パラメータ$\left( 0 \le \delta_{ij}^s \le 1, \sum_{j \in J} \delta_{ij}^s = 1 \right)$

$\sigma_i$：代替パラメータ

なお，企業，旅客交通企業，貨物交通企業は完全競争市場と規模に関して収穫一定の技術（一次同次）を仮定する．企業，旅客交通企業，貨物交通企業は常に需要に見合うだけの生産を行う．従って，本モデルの均衡条件としては，生産要素市場（労働及び資本）において需要と供給が均衡すればよい．

土谷ら [2]が提案した，業務トリップ集中量を技術的外部効果として取り込んだ企業の付加価値関数を以下に示す．パラメータ$\beta_D$は，技術的外部効果を表現するパラメータであり，キャリブレーション手法により決定することができないため，複数地域（47 都道府県），複数時点（2005，2010，2015 年度の 3 時点）のデータから最小二乗法により推定する．パラメータ推定については，第 3 章(1)節にて後述する．

$$VA_{st} = \left( \Theta' D_{st}^{\beta_D} \right) K_{st}^{\beta_K} L_{st}^{\beta_L} O_{st}^{\beta_O} \quad (3)$$

$VA_{st}$：地域$s$，時点$t$における付加価値量
$D_{st}$：地域$s$，時点$t$における業務トリップ集中量
$K_{st}$：地域$s$，時点$t$における資本の投入量
$L_{st}$：地域$s$，時点$t$における労働の投入量
$O_{st}$：地域$s$，時点$t$における業務トリップ発生量
$\Theta'$，$\beta_D$，$\beta_K$，$\beta_L$，$\beta_O$：パラメータ
$\beta_K + \beta_L + \beta_O = 1$

フェイス・トゥ・フェイス・コミュニケーションによる企業の生産性向上効果を含む経済波及効果を計測する際は，最小二乗法により推定したパラメータ$\beta_D$を式(2)の効率パラメータ$\phi_i^s$に反映させた，以下の企業の付加価値関数を用いる．

$$VA_i^s = \left( \phi'^s_i D_s^{\beta_D} \right) \left[ \sum_{j \in J} \delta_{ij}^s f_{ij}^{s\,\frac{\sigma_i - 1}{\sigma_i}} \right]^{\frac{\sigma_i}{\sigma_i - 1}} \quad (4)$$

式(4)では，企業の生産性$(\phi'^s_i D_s^{\beta_D})$は，業務トリップの着地側の企業が交通費用の負担無しで変化することを示しており，業務トリップ集中量を技術的外部効果として取り込んでいる．

なお，弾力性パラメータ$\phi'^s_i$は，キャリブレーション手法により決定した式(2)の効率パラメータ$\phi_i^s$と整合させるため，以下の式により計算する．

$$\phi'^s_i = \frac{\phi_i^s}{D_s^{\beta_D}} \quad (5)$$

効率パラメータと分配パラメータについては，キャリブレーション手法によらず，最小二乗法により推定する方法も考えられる．しかし本論文では，第 4 章にて後述する北陸新幹線（長野・金沢間）の事後評価[注 3)]で使用された従来の空間的応用一般均衡モデルによる数値計算結果との比較を容易にするため，従来と同様キャリブレーション手法でパラメータ$\phi_i^s$，$\delta_{ij}^s$を定める．なお，上記を含む空間的応用一般均衡モデルのキャリブレーション手法によるパラメータの決定および各変数の初期設定は，2011 年の 47 都道府県間産業連関表 [7,8]を国民経済計算[注 11)]を用いて 2015 年に更新した値によることとした．

## 3. 空間的応用一般均衡モデルのパラメータ推定及び妥当性の検討

### (1) 企業の付加価値関数のパラメータ推定

第 2 章にて定式化した式(3)の企業の付加価値関数のパラメータ推定に用いた統計データを**表-1**，およびその結果を**表-2** の①に示す．

$\beta_O$以外のパラメータは t 値の絶対値が 1.96 以上となっており，統計的に有意な結果が得られた．特に$\beta_D$について統計的に有意な結果が得られたことから，業務トリップ集中量$D_s$を説明変数とすることは妥当と考えられる．一方で$\beta_O$の t 値は 1.96 未満となった．業務トリップ発生量$O_{st}$及び集中量$D_{st}$は居住地から旅行先のトリップデータを用いているため，非対称 OD とはなっているものの，多重共線性や一次同次制約が影響していると考えられる．一次同次制約の妥当性については，第 3 章(5)節にて後述する．自由度補正済決定係数が 0.941 であり現況再現性の高いモデルを構築できていることから，パラメータ推定結果は概ね良好と考えられる．

土谷ら [2]の研究では一次同次を仮定して推定した場合，符号条件を満たさなかったため式(3)は無制約で推定されていたが，本研究では一次同次制約付きでも符号条件を満たし，かつ概ね統計的に有意な結果が得られた．その理由は，土谷ら [2]の研究では 1995 年と 2000 年の 2 時点の限られたデータを用いて推定が行われていたのに対して，本研究では 2005 年，2010 年，2015 年の 3 時点のデータを用いたためと考えられる．また，資本の投入量について，土谷ら [2]は県民経済計算年報の一部でデータが得られない時点を簡易的に推計していたが，本研究では

**表-1** 企業の付加価値関数（式(3)）のパラメータ推定に用いた統計データ

| データ項目 | 出典 | 整備方法 |
|---|---|---|
| 付加価値量$VA_{st}$ | 県民経済計算年報（内閣府）（2005, 2010, 2015 年度） | 都道府県別実質総生産額を適用する. |
| 資本の投入量$K_{st}$ | 都道府県別経済財政モデル（内閣府）（2005, 2010, 2015 年） | 実質民間資本ストックの全産業計のデータを適用する. |
| 労働の投入量$L_{st}$ | ①県民経済計算年報（内閣府）<br>②毎月勤労統計調査年報地方調査（厚生労働省）（2005, 2010, 2015 年度） | ①から得られる県内就業者数データに，②の都道府県別 1 人当たり平均月間労働時間を乗じ，12 倍する. |
| 業務トリップ発生量$O_{st}$・集中量$D_{st}$ | 全国幹線旅客純流動調査（国土交通省）（2005, 2010, 2015 年度） | 居住地から旅行先の都道府県間流動表の業務目的トリップデータを適用する. |

**表-2** 企業の付加価値関数（式(3)）のパラメータ推定結果

| パラメータ | 一次同次制約付き | | | | | | 一次同次制約無し | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ①発生量$O_{st}$と集中量$D_{st}$の両方を説明変数とした場合 $(\beta_K+\beta_L+\beta_O=1)$ | | ②集中量$D_{st}$を除いた場合 $(\beta_K+\beta_L+\beta_O=1)$ | | ③発生量$O_{st}$を除いた場合 $(\beta_K+\beta_L=1)$ | | ④発生量$O_{st}$と集中量$D_{st}$の両方を説明変数とした場合 $(\beta_K+\beta_L+\beta_O=1.099\fallingdotseq 1)$ | |
| | 推定値 | t 値 | 推定値 | t 値 | 推定値 | t 値 | 推定値 | t 値 |
| $\ln\Theta'$ | -2.561 | -8.06 | -1.033 | -4.08 | -2.654 | -15.38 | -2.709 | -8.93 |
| $\beta_D$ | 0.083 | 6.69 | — | — | 0.085 | 7.51 | -0.014 | -0.53 |
| $\beta_K$ | 0.399 | 9.24 | 0.475 | 9.91 | 0.400 | 9.30 | 0.408 | 9.96 |
| $\beta_L$ | 0.593 | 12.51 | 0.458 | 9.30 | 0.600 | 13.95 | 0.599 | 13.32 |
| $\beta_O$ | 0.008 | 0.35 | 0.067 | 2.93 | — | — | 0.092 | 3.13 |
| 自由度補正済決定係数 | 0.941 | | 0.922 | | 0.593 | | 0.988 | |

2008 年以降に公表された都道府県別経済財政モデルのデータを新たに用いたことも良好な結果が得られた理由と考えられる．さらに全国幹線旅客純流動調査においては，2005 年度以降の休日調査の導入，サンプル数の拡大及び調査実施時期の統一など，調査方法の改善が行われてきており[注 12)]，これも統計的に有意な結果が得られた要因の 1 つと考えられる．

### (2) 企業の生産性と業務トリップ集中量の関係性

企業の付加価値関数の効率パラメータ$\phi_i^s$に業務トリップ集中量を技術的外部効果として取り込む妥当性について，実績データから確認する．具体的には，効率パラメータ$\phi_i^s$に相当する実績データである TFP（全要素生産性）[注 13)]と業務トリップ集中量[注 6)]の関係を分析する．47 都道府県について 2010 年を 1 とした場合の 2015 年実績値をプロットした図を**図-6** に示す．

**図-6** の両軸は，それぞれ TFP と業務トリップ集中量の変化を表すことに留意する．同図の相関係数が 0.233 であり，弱いが正の相関が見られた．同図の第 1 および第 3 象限に位置する，TFP と業務トリップ集中量が共に増加または減少した都道府県が 30 都道府県（64%≒30/47）

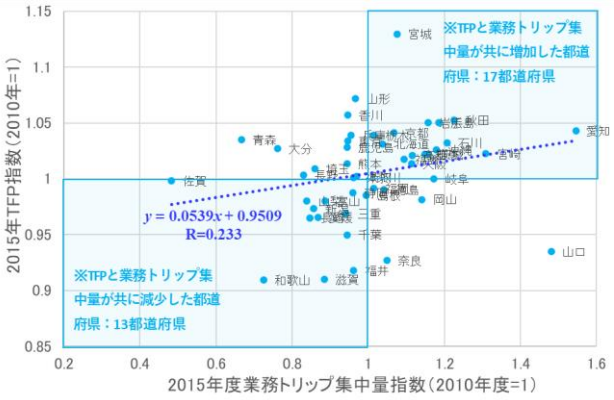



**図-6** TFP[注 13)]と業務トリップ集中量[注 6)]の実績

存在していることから，業務トリップ集中量を技術的外部効果として効率パラメータに取り込むことについて，一定の妥当性があると考えられる．

### (3) 業務トリップ集中量を除いたモデルとの比較検討

従来の企業の付加価値関数の説明変数に業務トリップ集中量を加えることがモデルの改良に寄与しているかを確認するため，業務トリップ集中量を除いた場合のパラ

メータ推定結果（**表-2** の②）との比較分析を行う．

全てのパラメータにおいて t 値の絶対値が 1.96 以上となっており，統計的に有意な結果が得られ，$\beta_O$ の t 値が増加した点に着目すると，**表-2** の①において$\beta_O$ の t 値が 1.96 未満となった要因は，発生量と集中量の多重共線性によると考えられる．しかし，**表-2** の①の$\beta_D$ について統計的に有意な結果が得られ，自由度補正済決定係数が集中量$D_{st}$ を加えることにより 0.922 から 0.941 に改善することから，集中量$D_{st}$ を説明変数として採用した方がモデルの精度が高いと考えられる．

### (4) 業務トリップ発生量を除いたモデルとの比較検討

**表-2** の①において，パラメータ$\beta_O$ が統計的に有意にならなかったことを踏まえ，業務トリップ発生量を除いた場合のパラメータ推定結果（**表-2** の③）との比較分析を行う．パラメータの t 値の絶対値が 1.96 以上となり，統計的に有意な結果が得られたが，自由度補正済決定係数が 0.593 となり現況再現性が低下した．すなわち，発生量$O_{st}$ は説明変数とした方が精度が高いと考えられる．

以上の結果より，企業の付加価値関数において業務トリップ発生量$O_{st}$ と集中量$D_{st}$ の両方を説明変数として採用した方が，妥当性は高いことが分かった．

### (5) 一次同次制約の妥当性

各モデルのパラメータ推定において仮定した一次同次制約（$\beta_K + \beta_L + \beta_O = 1$）が推定結果に悪影響を与えていないかを確認するため，一次同次を仮定しない場合のパラメータ推定結果（**表-2** の④）との比較分析を行う．

一次同次を仮定しない場合，$\beta_D$ の符号は負，t 値は-0.53 となって，統計的に有意な結果が得られなかった．これは発生量$O_{st}$ と集中量$D_{st}$ の多重共線性が影響していると考えられる．しかし現段階では，この問題の解消に適切なデータが得られないため，これ以上の改善は行わないこととする．

一方で，$\beta_K + \beta_L + \beta_O = 1.099 \fallingdotseq 1$であることから，一次同次を仮定することについて，一定の妥当性はあると考えられる．従って，第 4 章では一次同次を仮定した場合のパラメータ推定結果（**表-2** の①の$\beta_D = 0.083$）を用いた数値計算例について述べる．

## 4. 数値計算例：北陸新幹線（長野・金沢間）

業務トリップの集中による技術的外部効果が計測できることと，その効果の考慮の有無が幹線交通整備評価に影響を与えうることを示すため，2015 年 3 月に開業した北陸新幹線（長野・金沢間）を例に世帯への帰着便益を計測する．帰着便益は，応用一般均衡分析において一般的な等価変分の概念[注 9)]を用いて計測する．すなわち，交通整備前の世帯の所得に交通整備前後の世帯の効用水

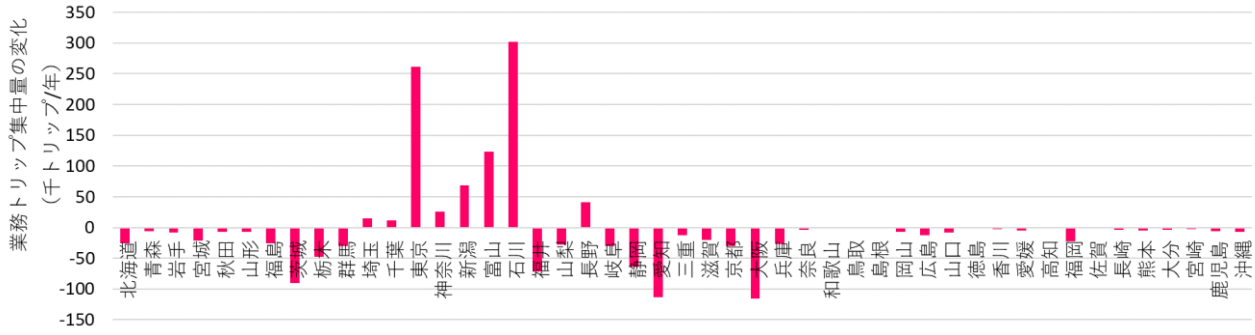



**図-7** 北陸新幹線（長野・金沢間）開業による業務トリップ集中量の変化（$D_{s,wi} - D_{s,wo}$）
（四段階推定法により推定した結果[注3)]）

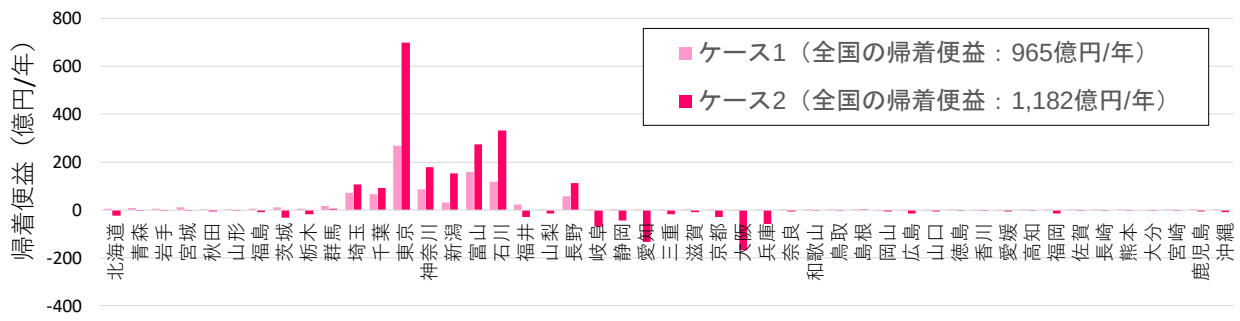



**図-8** 北陸新幹線（長野・金沢間）開業による帰着便益（ケース 1：$\beta_D = 0$，ケース 2：$\beta_D = 0.083$）

準の変化率を乗じて計算する．企業の付加価値関数を式(2)として，各地域への業務トリップの集中による企業の生産性向上効果を考慮しない場合（$\beta_D = 0$の場合）をケース 1，企業の付加価値関数を式(4)として各地域への業務トリップの集中による企業の生産性向上効果を考慮する場合（$\beta_D = 0.083$の場合）をケース 2 とする．なお，ケース 1 の空間的応用一般均衡モデルは，北陸新幹線（長野・金沢間）の事後評価[注 3)]の際に用いられたモデルと同様としている．

北陸新幹線（長野・金沢間）開業による帰着便益を計測したところ，ケース 1 は 965 億円/年であるのに対し，ケース 2 は 217 億円/年増加し 1,182 億円/年となった．従来の手法では計測できなかった各地域への業務トリップの集中による企業の生産性向上効果（217 億円/年）を新たに計測できることが確認できた．また，ケース 1 に対してケース 2 の帰着便益が 1.22 倍（≒1,182 / 965）の規模となったことから，業務トリップの集中による技術的外部効果の考慮の有無は交通整備評価に大きな影響を与えうることが示された．

また，北陸新幹線（長野・金沢間）開業による業務トリップ集中量の変化を**図-7**，帰着便益の各地域の内訳を**図-8** に示す．なお，業務トリップ集中量$D_s$については，四段階推定法がマニュアル[注 1)]で推奨されていることから，北陸新幹線（長野・金沢間）の事後評価[注 3)]にて当該手法により推定された結果を用いて外生的に設定している．業務トリップ集中量が増加する地域の帰着便益はケース 1 よりケース 2 で増加しているのに対し，集中量が減少する地域の帰着便益はケース 1 よりケース 2 の方が減少している．2 つのモデル挙動は論理的に妥当であり，計測結果は良好と考えられる．

## 5. おわりに

### (1) 結論

本研究では，既往研究を基に，フェイス・トゥ・フェイス・コミュニケーションによる企業の生産性向上効果をマクロレベルで検証するため，地域間業務トリップ集中量を技術的外部効果として取り込んだ空間的応用一般均衡モデルの妥当性を検討した．まず，統計的に妥当な水準のパラメータ推定結果を得るため，最新データを用いた推定を行った．次に，地域間業務トリップ集中量を企業の生産性向上の技術的外部効果として取り込むことに一定の妥当性があることを，実績データ（全要素生産性）を用いて確認した．さらに，本研究で構築した企業の生産関数について，地域間業務トリップ発生量または集中量を説明変数から除いた場合のパラメータ推定結果と比較を行った．その結果，発生量と集中量の両方を説明変数とすることの妥当性を確認した．最後に，2015 年 3 月に開業した北陸新幹線（長野・金沢間）を例に計測を試み，従来では計測できなかった各地域への業務トリップの集中量がもらたす企業の生産性向上効果を新たに計測できることと，その考慮の有無が幹線交通整備の評価に影響を与えうることを示した．

### (2) 本手法の限界

北陸新幹線（長野・金沢間）の数値計算例では，地域間業務トリップ集中量を技術的外部効果として企業の生産関数に取り込むことにより，全国の帰着便益が増加する結果となった．しかし，新幹線整備による業務トリップ集中量の減少によって帰着便益が減少する地域も存在した．交通整備によっては全国の帰着便益が本モデルの適用により却って減少する可能性がある．

英国の TAG では，例えば交通投資における広範な効果として不完全競争市場における死荷重解消効果について記載されている[注 14)]が，完全競争市場を仮定している現在の手法では対象外となっている．フェイス・トゥ・フェイス・コミュニケーションによる企業の生産性向上効果を考慮したとしても定量的な観点では安全側の評価となっている一方で，本手法でも依然として定量化できていない効果が存在する可能性については留意が必要である．

### (3) 今後の課題

本研究において企業の付加価値関数に地域間業務トリップ発生量と集中量の両方を説明変数として取り込むことの妥当性が確認できたことから，空間的応用一般均衡モデルによる経済波及効果の精度向上に寄与したと考えられる．一方で，発生量のパラメータにおいて統計的に有意な結果が得られていないことについては，集中量との多重共線性が原因と考えられ，更なる改良が必要である．集中量については，国土交通省の公表資料[注 15)]に基づき四段階推定法により推計したが，全国の集中量が新幹線の開業前後で変化しないモデルになっており，それが交通整備の効果を定量的に評価する際の制約になっていると考えられる．幹線旅客流動量が 1990 年度から 2015 年度にかけて増加した[注 16)]背景に，新幹線や空港，高速道路などの幹線交通整備が進められてきたことがあると考えられることから，幹線交通整備による全国の発生集中量の変化を考慮した需要推計も必要である．また，第 5 章(2)節にて述べた交通整備によっては本モデルの適用により全国の帰着便益が却って減少する可能性があることについても妥当性を検討する必要がある．これらを踏まえると，企業の生産性向上効果の精度を更に向上させるためには，モデルの改良を視野に入れた検討が必要であると考えられる．

**謝辞**：本研究に際してご助言，ご示唆頂きました岩倉先生他勉強会にご出席いただきました皆様に謝礼申し上げます.

**NOTES**

注1) 国土交通省鉄道局：鉄道プロジェクトの評価手法マニュアル，2012.7.
注2) 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，2017.6.30.
注3) 鉄道建設・運輸施設整備支援機構：北陸新幹線（長野・金沢間）事業に関する事後評価報告書 付属資料，2020.3.
注4) 総務省：令和 3 年版情報通信白書，pp.194-202，2021.
注5) 帝国データバンク情報統括部：社内外会議に関する企業の実態調査，2023.4.25. https://www.tdb-di.com/special-planning-survey/sp20230425.php
注6) 国土交通省：第 6 回（2015 年度）及び第 5 回（2010 年度）全国幹線旅客純流動調査.
注7) 富山・金沢コンベンションビューロー：コンベンション統計.
注8) 国土交通省：公示地価（各年 1 月 1 日時点）.
注9) 小池淳司：社会資本整備の空間経済分析－汎用型空間的応用一般均衡モデル（RAEM-Light）による実証方法ー，コロナ社，2019.1.
注10) 国土交通省国土政策局：経済分析検討ワーキングについて，第 12 回スーパー・メガリージョン構想検討会，資料 2，2018.6.1.
注11) 内閣府：2015 年度国民経済計算（2011 年基準・2008SNA），2015.
注12) 新倉淳史：第 4 回（2005）全国幹線旅客純流動調査の概要，機関誌「運輸政策研究」Vol.10 No.3，pp.78-83，2007.
注13) 経済産業研究所：都道府県別産業生産性（R-JIP）データベース 2021.
注14) 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 計量計画研究所研究活動報告，pp.78-83，2016.
注15) 国土交通省鉄道局：費用便益分析における将来交通需要推計手法の改善について，2010.11.
注16) 国土交通省：第 6 回（2015 年度）全国幹線旅客純流動調査　幹線旅客流動の実態　～全国幹線旅客純データの分析～，pp.7，2015.

**REFERENCES**

1) 塚井誠人，円山琢也，田中優大，奥村誠：COVID-19 以降の対面または Web による業務目的会議に関する調査，第 64 回土木計画学研究発表会・講演集，2021.
2) 土谷和之，小池淳司，上田孝行：地域間のフェイス・トゥ・フェイス・コミュニケーションによる生産性の向上を考慮した SCGE モデルの検討，土木計画学研究・論文集 Vol.22 No.1，2005.10.
3) 石倉智樹，小池淳司：特集『土木計画学における空間的応用一般均衡分析－現在の到達点－』，土木学会論文集 D3，Vol.76，No.2，pp.63-71，2020.
4) 小池淳司，石倉智樹，堤盛人：特集『土木計画における経済均衡モデル研究の最新動向：応用一般均衡モデルと応用都市経済モデル』，土木学会論文集 D3，Vol.68，No.4，pp.285-290，2012.
5) 小池淳司，上田孝行，宮下光宏：旅客トリップを明示した SCGE モデルの構築とその応用，土木計画学研究・論文集 No.17，2000.9.
6) 小林潔司，福山敬，松島格也：フェイス・ツゥ・フェイスのコミュニケーション過程に関する理論的研究，土木学会論文集，No.590/IV-39，pp.11-22，1998.
7) 宮城俊彦，石川良文，由利昌平，土谷和之：地域内産業連関表を用いた都道府県間産業連関表の作成，土木計画学研究・論文集 Vol.20 No.1,2003.
8) Tithipongtrakul Nontachai，仲条仁，石川良文，土谷和之：既存地域産業連関表と 47 都道府県間産業連関表の整合性，環太平洋産業連関分析学会，第 25 回大会，2014.

**(Received ? ?, ?)**
**(Accepted ? ?, ?)**

# VALIDITY CONSIDERATION OF SPATIAL COMPUTABLE GENERAL EQUILIBRIUM MODEL INTRODUCING PRODUCTIVITY IMPROVEMENT BY INTERREGIONAL FACE TO FACE COMMUNICATION

Tsunaki UEDA, Keiji KARIYAZAKI, Tomoya ISHINO, Kotaro MAKI, Akira OHTAGAKI, Nozomu TAKAMURA, Tomoki ISHIKURA and Makoto TSUKAI

The purpose of this study is to quantify and to test the productivity improvement by interregional face to face communication by using the spatial computable general equilibrium (SCGE) model, developed in the previous study. The previous study specified the production function which can measure an impact of business trip volumes of destinations as a technological externality in addition to three factors of production; capital, labor and business trip volumes of origins, in the SCGE model. This paper uses the updated data for parameter estimation in order to test the significance of the externality of face to face communications that have been left unclear in the previous study. In addition, the significance of business trip volumes of both origins and destinations as explanatory variables is validated by comparisons of the alternative parameter setting models with the null setting models.