

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 5 月 10 日現在

機関番号：13904

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2014～2015

課題番号：26590039

研究課題名(和文)次世代自動車テクノロジーの空間応用一般均衡分析

研究課題名(英文)Spatial General Equilibrium Analysis of Next Generation Vehicle Technology

研究代表者

山口 誠(Yamaguchi, Makoto)

豊橋技術科学大学・工学(系)研究科(研究院)・教授

研究者番号：40174627

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,700,000円

研究成果の概要(和文)：次世代自動車テクノロジーの経済効果を計測するための空間経済モデルを開発し、我が国やアジア地域を対象として、従来型自動車から次世代型自動車への技術シフトがもたらす経済効果や環境負荷に与える影響を評価する。次世代自動車産業を組み込んだ多地域産業連関モデルと応用一般均衡モデルを用いて、日本と韓国の地域や豊橋市を対象にして、次世代自動車の生産や利用、技術移転、技術伝播拡散がもたらす影響を明らかにする。

研究成果の概要(英文)：We develop spatial economic models and evaluate the impacts of the technology shift from the conventional vehicle to the next-generation vehicles on the regional economy and environmental issue in Japan and Asia. Using the multi-regional input-output model and the spatial general equilibrium model with the next-generation vehicle industry, we show the impacts of the production, technological transfer and technological propagation of the next-generation vehicle in regions of Japan and Korea, and Toyohashi city.

研究分野：地域経済

キーワード：応用一般均衡分析 次世代自動車 技術変化 地域経済 環境負荷

1. 研究開始当初の背景

次世代自動車の技術革新が世界に広がりつつある。次世代自動車テクノロジーは、今後の日本経済や自動車関連産業、そしてアジア地域の経済や環境に様々な影響をもたらすことになる。次世代自動車テクノロジーが他産業や地域経済に与える影響を明らかにすることにより、各国及び各地域の特性に合わせた次世代自動車産業振興の政策立案が可能となる。

先端科学技術がもたらす経済効果については、国際科学振興財団(1986)が産業連関モデルを用いて、国内産業のハイテク化がもたらす国際的波及効果を明らかにしている。次世代型自動車出現による自動車需要変化(溝口等(2006))、環境負荷削減効果(三好等(2008)、徳永等(2008))及びライフサイクル分析などについて既存研究はみられる。

しかしながら、次世代型自動車の地域別の生産技術構造の変化や国際的な技術移転や技術伝播拡散がもたらす経済効果については、経済モデルを用いて計測した例はほとんどないため、研究の蓄積が期待されていた。

2. 研究の目的

本研究では、次世代自動車テクノロジーの経済効果を計測するための空間応用一般均衡モデルを開発し、我が国及びアジア地域を対象として、従来型自動車から次世代型自動車へのテクノロジーシフトがもたらす経済効果や環境負荷に与える影響を明らかにする。

次世代自動車のテクノロジー情報を収集し、次世代の自動車産業及び関連産業のテクノロジーを特定化する。次世代自動車産業を具体化した産業連関モデルや応用一般均衡モデルを用いて、日本、韓国、豊橋市などの様々な国・地域レベルで、次世代自動車の生産や利用、そして技術移転や技術伝播拡散がもたらす影響を計測する。

3. 研究の方法

(1)次世代自動車の技術変化を考慮した多地域産業連関モデル

次世代乗用車の地域生産の経済波及効果を分析する。ある地域における「乗用車」の生産技術の変化が考慮される。例えばA地域でハイブリッド乗用車が生産された場合やB地域で電気乗用車が生産された場合などの経済効果を区別して計測する。

特定地域の生産技術変化の経済効果を分析できるチェネリー・モーゼス型のモデルを用いる。地域の技術変化を投入係数の変化によって与え、需要1単位の増加がもたらす生産誘発額を求める。また、次世代乗用車の生産が本格化すると、部品産業の立地や交易パターンにも変化が生じる。これを地域間交易係数の変化として与える。地域間競争移入型の均衡産出モデルを用いて、変化した技術係数と交易係数の下における生産誘発額を

導出する。

(2)次世代自動車の技術変化を考慮した空間応用一般均衡モデル

多地域間の輸送ネットワークを考慮した空間応用一般均衡モデルを構築する。本モデルでは、ネットワークの距離情報と地域間の交易情報に用いて輸送費が求められる。地域間産業連関表を用いて、シミュレーションモデルがキャリブレーションにより特定化される。

モデルの基本的な前提は以下のとおりである。複数の地域により構成されている経済を想定する。この経済には、家計部門、生産部門、及び流通・輸送部門が存在する。生産部門は大きく一般財と輸送サービスにわけられる。政府部門は存在しないものとする。

経済の初期賦存として労働と資本が存在する。労働と資本は、産業間で移動可能と仮定する。財と生産要素の価格は、完全競争均衡で決定される。地域間の財の移出入から、輸送サービスの需要が派生する。単位輸送コストは内生的に決定される。

各地域で財が生産されるが、同一の生産部門で生産されたものであれば、これらの財の差別化は行われない。それゆえ、地域間の財の移出と移入は外生的な地域間交易係数によって決定される。地域間の財の取引は輸送部門によって行われる。すべての地域は、輸送ネットワークを介して接続されている。輸送ネットワークは、ノードとリンクから構成される。

二つの地域間を結ぶ輸送経路は1つとし、輸送リンクの距離は外生的に与えられる。次世代自動車テクノロジーの変化は、生産関数の技術係数の変化としてモデルに組み込まれる。

ハイブリッド自動車や電気自動車に代表される次世代自動車に注目し、次世代自動車の生産が地域経済に及ぼす影響を評価する。

(3)環境への影響を考慮した一般均衡モデル

地球環境やエネルギー資源に対する意識の高まりから、電気自動車が注目されている。電気自動車はグリーンな自動車と表現されるように、環境面でのメリットが多く見られ、窒素酸化物などの排出ガスが少ないことから、内燃機関自動車が従来抱えてきた大気汚染問題の緩和に大きく役立つと期待されている。しかし、電気自動車は電池交換が必要となるため、ライフサイクルアセスメントの観点からは、ガソリン車よりも環境負荷が大きくなる可能性も指摘されている。

豊橋市を対象とした応用一般均衡モデルを開発して、電気自動車社会に寄与する産業への補助金や炭素税を導入した場合の効果を分析する。

(4)技術伝播拡散を考慮した空間応用一般均衡モデル

技術が経済システムを波及するプロセスを考えると、市場メカニズムを介する場合と、市場メカニズムを介せずに、企業間、産業間

の相互作用による外部性によって普及する
 場合がある。前者は特許等の取引により代表
 される伝播拡散であり、後者は技術が体化さ
 れた機械や中間財を企業が購入する需要径
 路あるいは技術が体化された製品等の供給
 径路を介して、間接的に外部性として伝播拡
 散が生じる場合である。後者の別の例とし
 ては、科学知識がもつ公共財的性質から生
 じるスピルオーバーがあげられる。

技術伝播拡散効果を考慮した空間応用一
 般均衡モデルの定式化を行う。地域産業に
 生起するマーシャル型の技術進歩が、自地
 域のみならず、他の地域の生産活動にも外
 部性として伝播拡散する効果を組み込み、
 空間的に技術が伝播拡散するモデルを開発
 する。

4. 研究成果

(1) 多地域産業連関分析の結果

韓国の自動車産業の技術投入の構造を明
 らかにした。乗用車部門は、自動車車体・部
 品から 27.4%、内燃機関 13.3%、電池 0.7%、
 モーター・電気機械 0.1%の投入により乗用
 車を生産している（図 1）。

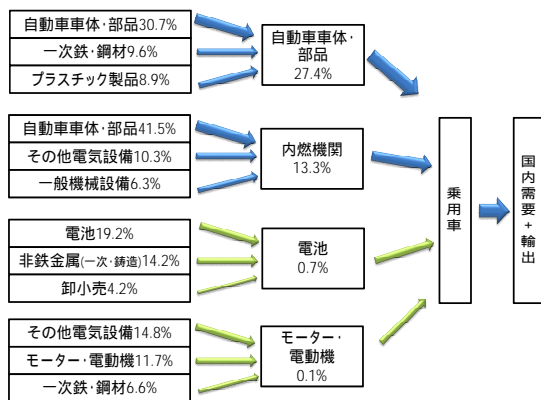


図 1 韓国の自動車産業の投入構造

ハイブリッド自動車の生産を韓国 16 地域
 の各地域で行った場合の生産誘発額を計測
 する。例えば、3 京畿道においてハイブリ
 ッド自動車のみを生産した場合、韓国全
 体の生産誘発額は 2.587 兆ウォンとなり、
 従来型自動車ケースの 2.574 兆ウォンよ
 りも大きい。この生産誘発額の地域別内
 訳をみると 3 京畿道と 13 蔚山におけ
 る誘発が大きいが、従来型自動車ケー
 スに比べると、13 蔚山地域では生産誘
 発額は若干減少する。

3 京畿道と 13 蔚山でハイブリッド自動
 車を生産すると、各地域にもたらされ
 る経済効果により大きな格差が生じる。
 例えば、13 蔚山でハイブリッド自動
 車が生産されると、韓国全体では生産
 誘発額が増加する。地域別にみると、
 13 蔚山では生産誘発額は減少し、1 ソ
 ウル、3 京畿道、14 慶南では生産誘
 発額は増加する。ハイブリッド自動
 車を 13 蔚山で生産すると、相対的に、
 モーターや二次電池の生産によって齎
 される経済効果の一部が、電

気機器産業が比較的多く立地する蔚山以
 外の地域へ漏れ出している。

電気自動車の生産を地域別に行う場合
 も経済効果に地域的な格差が生じる。ハ
 イブリッド自動車のケースに比べると、
 その格差は大きくなっている（図 2）。

例えば、3 京畿道で電気自動車を生産
 した場合、韓国全体では生産誘発額が
 減少し、3 京畿道では生産誘発額がよ
 り大きく減少する。同様に、13 蔚山
 で電気自動車を生産した場合、韓国全
 体の生産誘発額は減少するが、13 蔚
 山の減少の影響はより大きい。

全般的に、電気自動車の生産により、
 韓国全体の生産誘発額は減少する傾向
 がある。しかし、地域別にみれば、1 ソ
 ウルや 5 忠北では、電気関連産業の
 生産規模が比較的大きく、自動車部
 門の生産規模はそれほど大きくないた
 め、生産誘発額は増加する傾向にあ
 る。

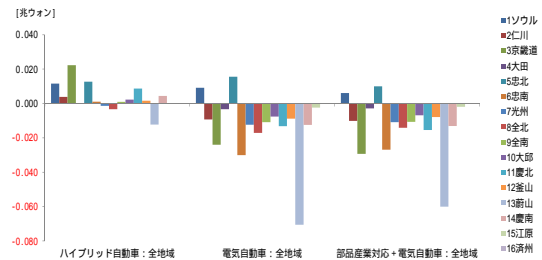


図 2 次世代自動車生産の影響（韓国）

(2) 空間応用一般均衡分析の結果

日本の 9 地域を対象として「乗用車」部
 門がハイブリッド乗用車を生産した場合
 の生産額の変化を分析した。産業別の
 効果を見ると、ハイブリッド乗用車
 を生産した場合には、「自動車部品・同
 付属品」の生産が若干減少する一方、
 「その他の電気機械」、「産業用電
 気機械」の生産が増加している。

ハイブリッド乗用車では、内燃機関に
 加えて、モーターや充電電池が装備さ
 れるため、モーターや充電電池を生
 産する部門の生産が増加するが、相
 対的に内燃機関の関連部品を生産す
 る部門の生産は若干減少する傾向が
 みられる。

地域別の効果を見ると、全ての地域
 で生産が増加し、とくに中部地域での
 生産増加が大きくなっている。ハイ
 ブリッド乗用車により、乗用車部門
 の投入財が増えるため、全体的に生
 産が増加する傾向がみられる。同様
 に、「乗用車」部門がすべての地域で
 電気乗用車を生産した場合の生産額
 の変化率を計測した。

ハイブリッド乗用車を生産する場合
 には、全般的に生産にはプラスのイン
 パクトをもたらす。電気乗用車を生
 産する場合には、負のインパクトを
 与える傾向がみられた。特に、電
 気乗用車を全国で生産する場合には、
 自動車産業が集積している中部地
 域の生産活動に大きな影響がもたら
 されることが示された（図 2）。

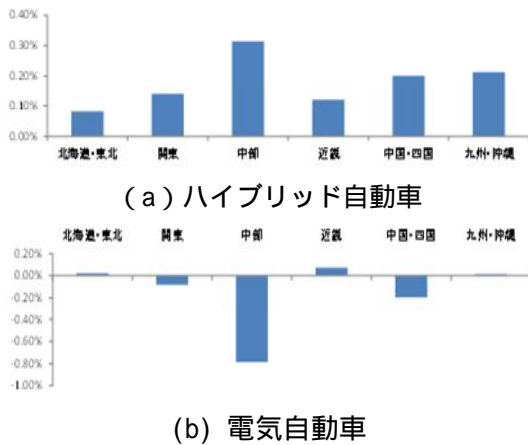


図2 次世代自動車生産の影響（日本）

(3) 豊橋市の応用一般均衡分析の結果

豊橋市における補助金による電気自動車社会への転換は、電気自動車製造、太陽光発電、コジェネレーション、電気自動車輸送、その他輸送の産出量を増加させる結果となった。それと代替する形で鉱業、石油・石炭製品などの産出量は減少している。また家計部門においては電気自動車の購入が増加する結果となった。

しかし多量のCO2を排出する産業の生産増加に伴い、CO2の総排出量はわずかながら増加する。これは省資源型の電気自動車普及によるリバウンド効果と解釈される。

一方、炭素税を導入したケースでは追加的補助金の対象となる産業の産出量を増加させ、多くのCO2を排出する鉄鋼業、電力、その他窯業・土石製品産業の産出量を減少させた。その結果、総産出量は若干減少している。しかし同時にCO2総排出量の減少も見られた。これは価格インセンティブ効果から多くのCO2を排出する産業の産出量が減少したためである。

(4) 技術伝播拡散効果の空間モデル

複数の地域から構成される空間応用一般均衡モデルを構築した。この経済には、企業にとっては外部的、産業にとっては内部的なマーシャル型外部性が発生している。この外部性は、産業の規模、すなわち産業内の総労働投入量に依存する。企業の主体的行動では、この外部性は所与とみなされる。また、この経済には伝播拡散による外部性が存在する。この外部性は、当該産業の生産性ばかりでなく、地域を超えて、前方と後方の関連産業に形成される生産性向上にも影響を与える。

次のような条件のもとで非負の価格ベクトルが存在するとき、市場は均衡状態にあるとする。各家計が所得で購入することができる財の組み合わせの範囲内で満足が最大である。企業が生産技術を前提条件に、利潤を最大化している。各財と労働に正の超過需要あるいは超過供給は存在していない。マーシャルの外部性と伝播拡散外部性がすべての地域、産業に漏れなく重複なくいきわたっている。各地域の企業総数は与えられる。地

域内の産業間の企業の参入・退出により、均衡時には各企業の利潤レベルは等しくなる。

ある地域の産業レベルで生じる規模拡大による外部性は、同産業の生産性を向上させる。この外部性は、自地域内の当該産業のみならず、地域を超えて、当該産業の前方（供給側）及び後方（需要側）の関連する産業にも外部性を誘発させる。そして、それら関連産業とそれぞれにおいて生起するマーシャルの外部効果が、リパーカッションとして当該産業に返ってくる。この効果を空間応用一般均衡モデルに組み込み定式化を行った（図3）。

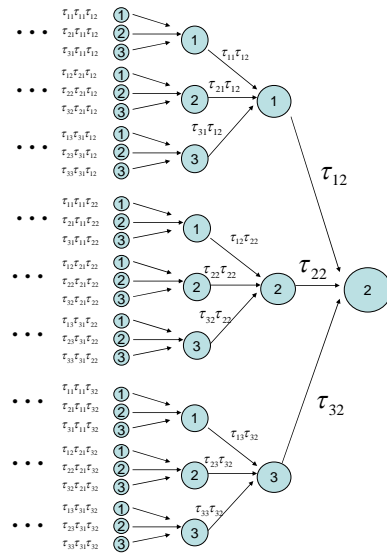


図3 伝播拡散の概念図

ある産業で生じた外部性は、ある産業から別の産業へと多段階的に伝播拡散するが、その結果を再帰式により導出した。マーシャルの外部効果が伝播拡散した結果が、全地域全産業の外部性ベクトルと投入構造ベクトルに依存することが明らかとなった。具体的な数値例を用いてシミュレーションを行うことが今後の研究課題である。

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計4件）

- 下澤博幸, 菅原喬史, 宮田譲, 韓国における次世代自動車生産の経済効果, 『環境共生』, Vol.25, 2014, pp.23-32, 査読有.
- 下澤博幸, 山口誠, 宮田譲, 空間応用一般均衡モデルを用いた次世代自動車生産の経済的評価に関する研究, 『雲雀野』, No.37, 2015, pp.27-37, 査読無.
- Miyata, Y., Shibusawa, H., Fujii, T., Economic Impact of Subsidy Policies to Electric Vehicle Society in Toyohashi

City in Japan - A CGE-Modeling Approach, The Singapore Economic Review, (in press) (accepted Oct 19, 2015), 査読有.

渋澤博幸, 宮田譲, 山口誠, 技術的伝播拡散の外部性を伴う空間応用一般均衡モデルに関する研究, 『雲雀野』, No.38, 2016, pp.29-40, 査読無.

豊橋技術科学大学・大学院工学研究科・准教授

研究者番号 : 70291416

〔学会発表〕(計4件)

Miyata, Y., Shibusawa, H., Fujii, T., Economic and Environmental Impacts of Electric Vehicle Society in Toyohashi City in Japan -A CGE Modeling Approach, 54th ERSA Congress, Saint Petersburg, Russia, 27 August, 2014.

Shibusawa, H., Miyata, Y., Modal Shift from Road to Sea Transportation by Electric Vehicles, 61st North American Meetings of the RSAI, Washington D.C., pp.1-12, 2014.11.14.

Shibusawa, H. and Miyata, Y., Evaluating Model Shift from Road to Ferry by Electric Vehicles in Japan, The 24th Pacific Conference of the RSAI, Vina del Mar, Chile, pp.1-12, August 2015.

藤井友章, 宮田譲, 渋澤博幸, 豊橋市における炭素税導入を考慮した電気自動車普及の環境・経済的影響評価, 日本地域学会第52回(2015年)年次大会, 岡山大学, pp.1-6, 2015.10.12.

〔図書〕(計2件)

Shibusawa, H. and Miyata, Y., Evaluating the Economic Impacts of Hybrid and Electric Vehicles on Japan's Regional Economy: Input - Output model Approach, Socioeconomic, Environmental Policies and Evaluations in Regional Science : Essays in Honor of Prof. Yoshiro Higano, Springer, 2016 (in press).

Miyata, Y., Shibusawa, H. and Fujii, T., Economic Impact of CO2 Emissions and Carbon Tax in Electric Vehicle Society in Toyohashi City in Japan, Socioeconomic, Environmental Policies and Evaluations in Regional Science : Essays in Honor of Prof. Yoshiro Higano, Springer, 2016 (in press).

6. 研究組織

(1) 研究代表者

山口 誠 (YAMAGUCHI, Makoto)

豊橋技術科学大学・大学院工学研究科・教授

研究者番号 : 40174627

(2) 研究分担者

渋澤 博幸 (SHIBUSAWA, Hiroyuki)