

豊橋市における環境共生型都市形成と二酸化炭素固定化技術導入の経済的影響評価

豊橋技術科学大学 学生会員 ○酒井 一
 豊橋技術科学大学 正会員 宮田 譲
 豊橋技術科学大学 正会員 渋澤 博幸

1. はじめに

日本では、エネルギー起源の二酸化炭素(以下「CO₂」と呼ぶ)が年間 12 億トン排出されている。これは世界で 5 番目に多い排出量であり、地球温暖化への寄与も大きいと考えられる。しかし私たちの営む現代の社会生活は、原則としてエネルギーを大量に消費するため、二酸化炭素の排出なく現在の生活を営むことは困難である。

しかし、近年の研究開発により革新的な新技術が生み出されている。その中には経済成長の低下を抑えつつ、CO₂ 排出量の減少が可能な技術も存在する。Carbon Capture and Storage(以下「CCS」と呼ぶ)は、先に挙げた両者の目標を達成し得る革新的な新技術である。

そこで本研究は、豊橋市を事例として、炭素税を導入し、導入して得た税金を環境共生型都市の形成と CCS 技術導入とに対して使用した場合について考える。

そして、応用一般均衡モデル(CGE)によって、豊橋市が環境共生型都市の形成と CCS の導入の有無によって変化する経済並びに二酸化炭素排出量等を分析し、その影響を考察する。

2. 応用一般均衡分析

2.1 モデルの主要前提条件

本研究のモデルは豊橋市の経済を対象とし、経済主体は豊橋市の家計、38 産業、政府、市外部門とする。市場は 38 生産物市場、労働市場、資本市場の 40 市場とし、これらの市場は競争的に均衡状態にあるとする。

2.2 産業分類

豊橋市には産業連関表が無いいため、公表されている愛知県産業連関表を細分化し、豊橋市の産業連関表を推計した。基本となる愛知県の 40 部門表を、表 1 のように 38 部門表に組み替えた。

2.3 モデルの構造

(1) 産業

企業は、中間財、労働、資本を投入し、財を生産する。企業の技術は中間投入に関して Leontief 型技術、資本と労働については Cobb-Douglas 型とし、企業の行動は技術の一次同次性から、与えられた産出量に対し、費用最小化行動として定式化される。さらに完全競争化における長期均衡の仮定よりゼロ利潤条件を得る。

(2) 家計

家計は、現在消費と余暇との消費合成財である現在財と、貯蓄による将来財に関して CES 型効用関数を持つとし、予算制約のもとで効用を最大化するような現在財と将来財を選択する、と定式化している。

表 1 産業分類

部門番号	部門名	部門番号	部門名
1	農林漁業	2	鉱業
3	食料品	4	繊維製品
5	パルプ・紙・木製品	6	化学製品
7	石油・石炭製品	8	プラスチック製品
9	陶磁器	10	その他の窯業・土石製品
11	鉄鋼	12	非鉄金属
13	金属製品	14	一般機械
15	電気機械	16	情報・通信機器
17	電子部品	18	ガソリン自動車
19	電気自動車	20	航空機
21	その他の輸送機械	22	精密機械
23	その他の製造工業製品	24	建設
25	電力	26	太陽光
27	都市ガス	28	熱供給
29	コージェネレーション	30	水道・廃棄物処理
31	商業	32	金融・保険
33	不動産	34	ガソリン車輸送
35	電気自動車輸送	36	その他輸送
37	情報通信	38	サービス

表 2 シミュレーションケース

ケース設定	炭素税(課税方式)	CCS導入	CCS方式	追加的補助金変化率
Base Case	0 円/tCO ₂	非導入	-	0%
Case1	1,000 円/tCO ₂	非導入	-	0%
Case2	1,000 円/tCO ₂	導入	地中隔離法 ³⁾	0%
Case3	1,000 円/tCO ₂	導入	廃コン固定 ³⁾	0%

(3) 政府

政府は、豊橋市からの直接税、純間接税の税収と、市外からの経常移転を歳入とし、政府消費、家計への経常移転、市外への経常移転を歳出とし、歳入と歳出の差額は貯蓄されるものとした。

(4) 市外部門

市外部門は、豊橋市の移輸入、政府から市外への経常移転、市外への雇用者所得、市外への財産所得を所得とする。また、豊橋市への移輸出、家計への経常移転、政府への経常移転、豊橋市への雇用者所得、豊橋市への財産所得、稼働している CCS 施設に対する金銭的支出、を支出とした。

(5) 財価格

企業のゼロ利潤条件から費用構成が導かれ、これにより賃金率、資本収益率が与えられる時、財価格を求まる。

3. シミュレーション分析

3.1 シミュレーションケースの設定

環境共生型都市形成のために新産業の導入を想定する。新産業の普及率は、電気自動車生産が自動車生産の 15%、太陽光発電が電力供給の 10%、コージェネレーションがガス・熱供給の 10%、電気自動車輸送が道路輸送の 15%、と設定した。炭素税収は CCS 導入しない場合、環境共生型都市の技術、二酸化炭素を排出する産業に対しての補助金に使用すると考え、追加的補助金は導入していない。CCS 導入ケースは、炭素税収全てを CCS に支出すると考えた。表 2 に各ケースの設定について示す。

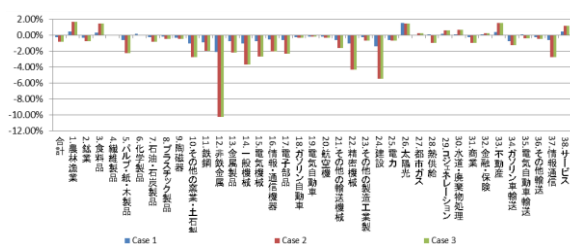


図1 産業産出量 変化率

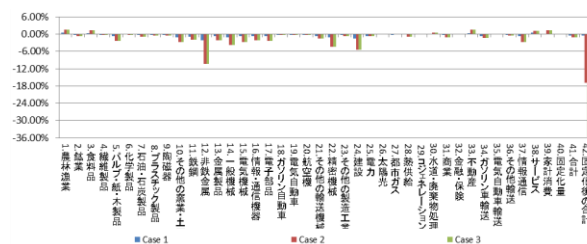
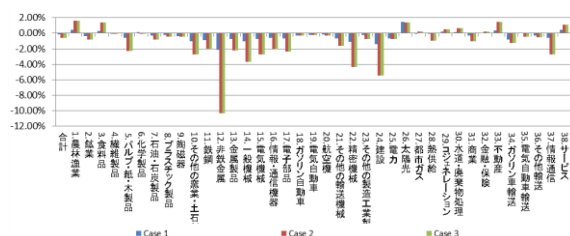
図3 CO₂排出量 変化率

図2 市内 GDP 変化率

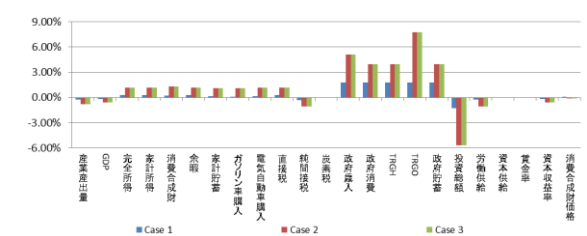


図4 主要変数 変化率

3.2 シミュレーション結果

図1に産業産出量の変化率、図2に市内 GDP の変化率、及び図3にCO₂排出量の変化率、並びに図5に主要変数の変化率を示す。なお、この変化率は Base Case と各結果とを比較した際の変化率を指す。

(1) 産業産出量

産業産出量は炭素税の影響により、生産の際に二酸化炭素を排出する産業の産出量が大きく減少している。また、炭素税の導入によって産業産出量に与える影響が大きく、CCS 導入により炭素税による補助金が無くなったことで与える影響が非常に大きくなった。

(2) 市内 GDP

市内 GDP の変化率は、産業産出量の変化率と同様の増減を示し、産業産出量と市内 GDP の変化の牽連性を示している。

(3) 二酸化炭素排出量

CO₂排出量の変化率は、CCS を導入しないケースで第2次産業を主とした多くの産業でCO₂排出量が減少した。CCS を導入したケースでは、導入しないケースと比べ、CO₂は大きく減少となった。それぞれの合計の変化率を比較すると、CCS を導入しないケースは約0.6%のCO₂減少であった。しかし、CCS を導入したCase2では約16%のCO₂減少、Case3では36%のCO₂減少となっている。

(4) 主要変数

稼働している CCS 施設に対する金銭的支出は政府から市外への経常移転(TRGO)に含まれており、CCS に対して炭素税をすべて金銭的支出に充てているため、CCS を導入すると Base Case と比べて、TRGO が大きくなった。なお、等価的偏差はCCS を導入していない場合において、約34億円、人口1人あたり9,200円、CCS を導入した場合において約209億円、人口1人あたり56,000円の厚生改善となった。

4. まとめ

豊橋市における炭素税によって、環境共生型都市およびCCSの導入を行うことで、二酸化炭素排出量を大きく減少させた。特にCase3では国の定めるCO₂削減目標の20.9%を大きく上回って達成することができた。

しかし、環境共生型都市形成のために導入された新産業以外のほとんどの産業では、産出量・市内 GDP 等が減少した。これより、CO₂排出に対する炭素税を導入することは、経済にマイナスの影響を与えることが分かった。加えて、炭素税の導入について、主に工業系の属する第2次産業の産出量は、第1次産業および第3次産業の産出量の減少に対して、減少の幅が大きかった。

また、Case1並びにCase2とCase3のCO₂排出量の結果より、CCSの導入がCO₂を減少させることに大きく貢献している。また、ケースごとの産出量等とCO₂との減少量とを勘案すると、Case2とCase3はCase1に比べて、より効果的であると言える。

今回の研究では市外において稼働している CCS 施設に対して金銭的支出を行い、この支出のリターンとして市外で固定化されたCO₂を豊橋市でのCO₂削減量とみなしてシミュレーションを行った。そのため、今後の目標課題として、市内におけるCCS施設を想定し、これに対して投資を行った際の市内産業に対する経済効果をシミュレーションにより測定することがある。

参考文献

- 1) G.Hirte and S.Tscharaktschiew(2013), *The Optimal Subsidy on Electric Vehicles in German Metropolitan Areas : A spatial General Equilibrium Analysis*, pp.515-528, *Energy Economics*, Vol. 40
- 2) V.J.Karplus, S.Paltsev and J.Reilly(2010), *Prospects for Plug-in Hybrid Electric Vehicles in the United States and Japan : A General Equilibrium Analysis*, pp.620-641, *Elsevier, Transportation Research Part A*, Vol.44
- 3) 飯塚 淳、藤井 実、山崎 章弘、柳沢 幸雄(2002)、廃コンクリートを用いた新規な二酸化炭素固定プロセス、化学工学論文集 28巻5号 p. 587-592