

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年6月15日現在

機関番号：82101

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2010～2011

課題番号：22860077

研究課題名（和文） アジアを対象とした応用一般均衡モデルを用いた温室効果ガス削減政策の経済影響評価

研究課題名（英文） Macroeconomic assessment of climate mitigation policy in Asian countries - CGE model approach

研究代表者

藤森 真一郎 (FUJIMORI SHINICHIRO)

独立行政法人国立環境研究所・社会環境システム研究センター・特別研究員

研究者番号：80585836

研究成果の概要（和文）：

本研究ではアジア主要国について2005から2050年を対象として、温室効果ガス削減を行った時のエネルギーシステム、マクロ経済への影響、炭素価格等を分析した。その結果、世界半減といったような目標を行う場合国によってその様相は大きく異なることがわかった。CCS技術や排出権取引等は排出量削減を効率的に進めるうえで重要であることがわかったが、それでもある一定のGDPロスは不可避である。

研究成果の概要（英文）：

This study aims to assess energy system, macroeconomic response and carbon price to GHG emission reduction. It covers major Asian countries and 2005 to 2050. As a result, if the strong climate mitigation target is kept such as halving global GHG emission in 2050, the measures and macroeconomic responses are totally different. CCS technology and emission trading among regions could be one of the fundamental measures to reduce the emissions efficiently in terms of cost. However, the GDP loss seems to be inevitable.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,230,000	369,000	1,599,000
2011年度	1,080,000	324,000	1,404,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,310,000	693,000	3,003,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：土木環境システム

キーワード：応用一般均衡モデル、社会会計表、データ調整、計量経済モデル

1. 研究開始当初の背景

(1) IPCCを中心とした気候変動に関連する知識の集積の結果、過去100年間の気温上昇の大部分が人間活動によって排出される温室効果ガス由来で引き起こされ、将来の気候変動による生態系、人間社会への影響は無視できないものである可能性が高いことがわ

かってきた。そして、その気候変動の影響を許容範囲内に収めようとした場合、温室効果ガス排出量を大幅に削減する必要があり、先進国だけでなく新興国や途上国もその大幅な削減を迫られることになる。

(2) 日本を対象とした温室効果ガス削減に向けたシナリオ分析の研究や調査として代表

的なのは、脱温暖化 2050 プロジェクトや中期目標検討委員会等であり、今後 10-40 年程度の温室効果ガス排出量の削減可能性やそのためのコスト、具体的なロードマップ等に関する検討がなされてきた。一方、新興国や途上国でも大きな社会変革が迫られることが予想されるが、具体的な温室効果ガス削減可能量やそのコストの算定を行ってきた研究はまだ十分ではない。

2. 研究の目的

(1)そこで、本研究課題では、2030 年-2050 年におけるアジア諸国における温室効果ガスの削減が国全体に対してどの程度のコストを負担させ、経済成長(GDP 成長率)をどの程度低下させるのかということを定量的に示すことを目的とする。

3. 研究の方法

(1) 研究目的達成のために、研究の方法を 2 つに分ける。

(2) 第一に、応用一般均衡モデルのパラメータを同定するのに用いるデータベースの作成である。この作成にはこれまで申請者が取り組んできた研究手法を応用した。本研究ではメインの分析ツールとして CGE モデルを用いるが、CGE モデルは社会会計表と呼ばれるデータセットが必要となる。ただし、この社会会計表は通常貨幣単位で財や生産要素等のやり取りを記述した表である。本研究ではエネルギー、GHG 排出量を物理量で扱うため、別途エネルギーバランス表、GHG 排出量に関する情報が必要となる。しかしこれらの情報は一般に整合していない。そこで、調整計算を行い整合的なデータを得た。

(3)本研究で用いる CGE モデルは国際食料政策研究所(International Food Policy Research Institute, IFPRI)が作成した Standard CGE model(Lofgren et al., 2002)をベースにし、それに改良を加えたものである。生産、消費、投資、貿易活動が各種生産要素、財等の価格を所与とした関数を用いて記述されている。また、本モデルは逐次動的に求解するものであるであり、計算ステップは 1 年ずつとした。各部門には蓄積された資本があり、次の年になると前年まで蓄積された資本の一部を減耗し、新たに資本の蓄積を行ったものを追加する。この減耗率は一律 4%とした。

4. 研究成果

(1) 実際にデータの準備、モデルの実装からシナリオ分析まで達成した国は、以下の 5 か国、すなわち日本、中国、インド、ベトナム、タイであった。以下ではその概要を日本、中国、インドについて述べる。それ以外の結果については成果発表されている論文を参照

されたい。

(2) 日本

① 2009 年に開かれた国連気候変動首脳会合において、鳩山首相は 2020 年における日本の GHG 排出量削減目標を 1990 年比 25%減と明言した。長期目標についても、日本の 2050 年における GHG 排出量削減目標は 2005 年比 80%削減と明記している。そこで本研究では 2050 年の排出削減目標を守る道筋は現実には可能なのか応用一般均衡モデルを用いることで分析した。さらに、2011 年の東日本大震災により原子力発電の稼働については極めて不確実性が増しており、今後の日本の気候政策はそれによって大きく左右される可能性がある。そこで、本研究では原子力や CCS 等の使用可能性について以下の表のようなシナリオケース設定を行い、網羅的にシナリオ分析を行った。

表 1 シナリオの構成(1)

ケース分類	ケース名	GHG 排出量 制約	原子力		GHG排出許可証取引			CCS技術	
			原子力 増加	原子力 撤廃	取引無	取引高	取引低	CCS 高	CCS 低
基準 ケース	BaU		○					○	
	CM	○	○			○		○	
比較 ケース	原子力撤廃			○					○
	取引無					○			○
	取引低						○		○
	CCS低							○	○

表 2 シナリオの構成(2)

対策	シナリオ名	シナリオの内容
原子力発電	原子力増加	2011年に33%減、その後長期エネルギー需給見通しに従う
	原子力撤廃	2011年に33%減、その後2050年に撤廃を目指す
	取引無	取引無
GHG排出許可証取引	取引高	2010年取引開始、2020年以降取引の上限が緩い
	取引低	2010年取引開始、2020年以降取引の上限が厳しい
	CCS高	2020年CCS技術導入開始、導入速度が高位
CCS技術	CCS低	2020年CCS技術導入開始、導入速度は低位

②まず排出量のパスは図 1 のようになる。排出制約のない BaU は 2050 年にかけて 2005 年から若干下がる。一方、排出制約を行う CM ケースでは 80%削減を 2050 年で行う。ただし、排出権取引を行うかどうかによって最終的な排出量は若干異なる。これを標準ケースとして先の原子力の有無等に関するシナリオを入れる。そしてその時の GDP の変化をプロットしたものが図 2 となる。

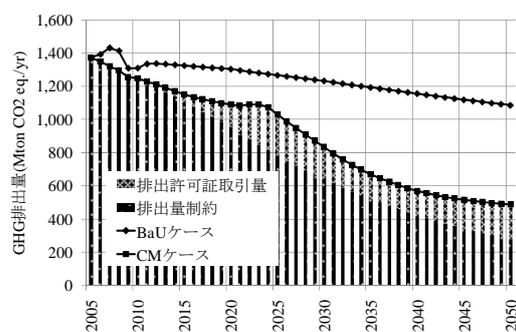


図 1 日本の GHG 排出量

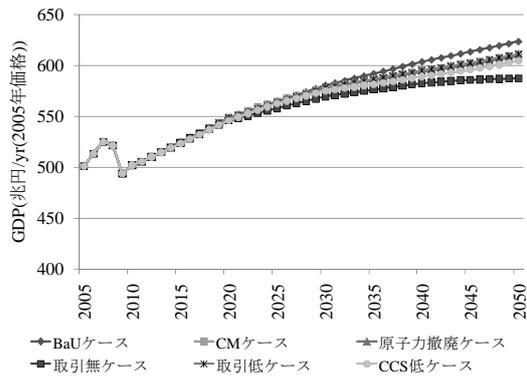


図2 日本のGDP

③2050年においてGDPが最大となるのはBaUケースであり、最小となるのは取引無ケースである。2050年における取引無ケースとCMケースを比較すると、取引無ケースのGDPはCMケースのGDPより3.8%減少する。取引無ケースの次にGDPが低いのは原子力撤廃ケースであるが、原子力撤廃ケースとCMケースのGDP差は最大でもGDPの0.3%であり、その差は微小である。取引低ケース、CCS低ケースのGDPはほぼCMケースと等しいと言える。

④また、原子力を撤廃した時の電力供給についてみてみると、以下のような図となる。

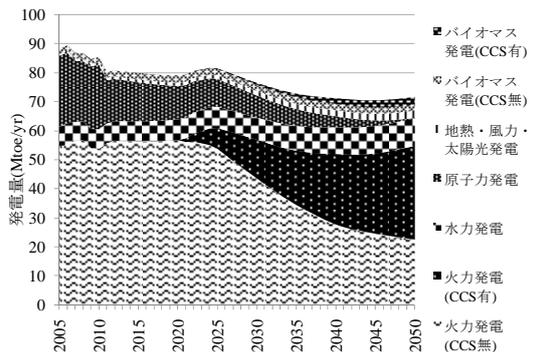


図3 日本の発電構成

原子力発電以外の各電源は増加を示し、特に火力発電(CCS無)と火力発電(CCS有)はCMケースと比べてそれぞれ45%と43%増加する。火力発電の次に増加率が大きいのは、地熱・風力・太陽光発電であり、CMケースと比べて12%の増加を示す。

⑤本研究からは以下のような示唆が得られた。日本がGHG排出削減目標を達成するにあたって最も大きな影響を与えるのは排出許可証取引の有無であることが分かる。取引を一切しない取引無ケースでは、日本は原子力、再生可能エネルギー、最終用途の構造変化・活動量などCCS技術導入以外の様々な対策により排出量削減を行う。ここでCCS技術の導入がCMケースよりも進まないのは、CCS技術を導入する対象となる火力発電自体がCMケースよりも少ないためである。様々な対策を

講じるものの、国内削減にかかる費用は取引における国際価格よりも高く、GHG排出価格は2030年に624USD(2005年価格)、2050年に2560USD(2005年価格)まで上昇し、さらに、GDPは2050年にCMケースと比較して3.8%減少する。取引における取引量の上限については、国内と国外の排出価格のバランスによって影響が異なるため、上限を上げることがGHG排出価格の低下には必ずしもつながらない。本研究では2020年以降、取引量の上限を2005年の排出量と排出量削減目標の差の半分まで、もしくは四分の一とした。しかしながら、上限に達した期間は限られており、特に2030年以降はすべてのケースで上限に達しなかったため、上限の変更による排出価格やGDPへの影響はみられず、上限を下げることで排出価格の上昇には必ずしもつながらなかった。

原子力発電の撤廃を目指す場合には、電力量自体の減少が起こり、それと同時に原子力発電以外の発電で原子力発電の減少分を補うことが分かる。火力発電はその補完において重要な役割を果たし、また、自然エネルギーの導入も進むことが分かる。GHG排出量は、排出量の少ない原子力発電から火力発電に変更することから増加するが、排出許可証取引と2020年から導入が始まるCCS技術を有効活用することによって排出価格はCMケースとほぼ同等とすることが可能である。GDPの減少も最大でCMケースより0.3%減少と、影響はほとんどないと言える。

CCS技術の導入スピードについては、導入スピードを遅くすることでCMケースより発電量は減少し、GHG排出量は増加する。しかしながら、GHG排出量の増加分を排出許可証取引で補うことが可能であるため、GHG排出価格やGDPにほとんど変化はなく、経済的な影響はほとんどない。

(3) 中国

①中国は2009年のCOP16において2020年の排出量に関する公約を宣言した。それはGDPあたりのCO₂排出量を基準年比40%削減するというものであった。ただし、この公約はそれほど厳しいものではないと一般に考えられており、2050年に世界全体のGHGを半減するといったような厳しい削減目標を掲げる場合中国は一段と厳しい削減を迫られる。例えば、2050年における一人当たりの排出量を全世界で一定にすると仮定した場合、およそ70%削減をしなければいけない。本研究ではそれを2つの代表的な社会経済シナリオに基づいて分析した。一つは高い経済成長が続き技術進歩が速い、もう一つはその対極的な緩慢な世界である。それぞれの世界について排出量制約を課した。

②図4はGDPを表している。前者のシナリオ

は上の2つであり、排出量に制約がかかることで GDP のロスが生じている。

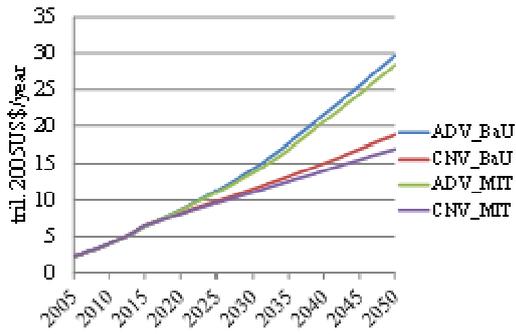


図4 中国のGDP

③エネルギー供給量についてみると、排出制約を課すと 2050 年にはシナリオ間で大きな差ができる。前者では現状の2倍程度であるが、後者のシナリオでは、現状比1.5倍程度である。これは社会経済に関するGDPの想定、CCS技術の利用可能性が後者のシナリオで制限されているために発生しているものと考えられる。

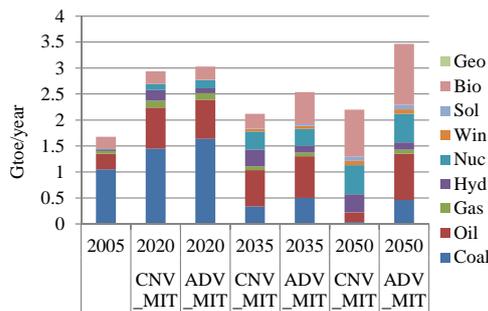
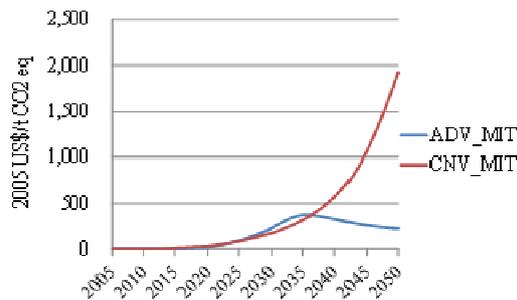


図5 中国のエネルギー供給

④次にGHG排出価格についてみると、前者のシナリオが2050年で200\$付近なのに対して、後者では1000\$を突破する。仮にCCS技術を後者の世界で投入できた場合を想定して同様のシミュレーションを行ったら170\$まで減少した。すなわちCCS技術は中国にとって必要不可欠な技術となる可能性が高いと考えられる。



中国のGHG排出価格

(4) インド

①インドは中国と同様にCOP16で排出量制約を宣言したが中国よりさらに緩いGDP比CO2排出量を2020年で25%削減するというものであった。ここでは中国と同様のフレームワークで解析を行った。

②まずはGDPについてみる。GDPは中国と同様にシナリオ間で大きく幅がある。さらにGDPロスは中国よりも大きく例えば前者のシナリオでは7%となった(中国は5%)。

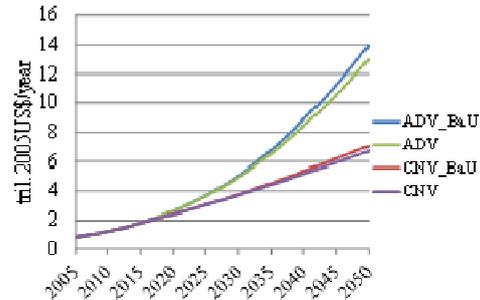


図7 インドのGDP

③次にエネルギー供給についてみると2050年では中国よりもその増加幅が大きいがわかる、インドの2050年における排出制約は中国のそれよりも緩く、現状の訳2倍程度排出をしても良い。従って、中国と比べるとエネルギーの増加の余地が残っていると言える。

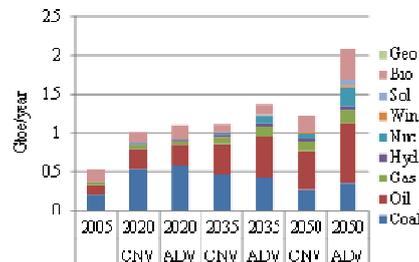


図8 インドのエネルギー供給

④次にGHG排出価格についてみる。すると両シナリオともに200\$以下となる。中国や日本と比べるとその価格は非常に低い。これは排出制約が相対的に緩いことが影響していると考えられる。

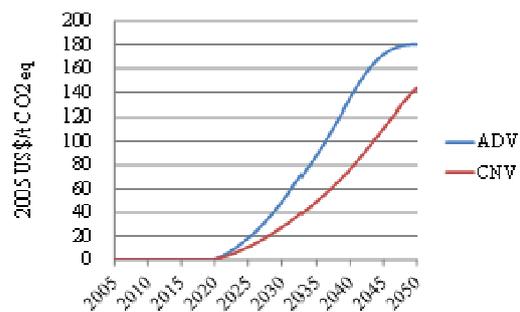


図9 インドの排出価格

(5) 本研究では、アジア主要国について温室効果ガスの排出量削減について解析を行った。これらの成果は今後の気候変動問題に対する国際制度例えば、ポスト京都議定書の策定、あるいは各国内における政策等へ貢献するものと考えられる。

(6) 最後に本研究の限界と今後の発展についていくつか述べる。第一に本研究は経済モデルを主要なツールとしたが、技術的に本当にこれらが可能なかは不明瞭である。この点についてはボトムアップタイムのモデルとの結合が切望される。第二に、CCS 技術はまだ試験段階でありこれが技術的に大規模に行えるかどうか、また社会的に受容されるかどうかは不確実である。最後に本研究の前提となっている 2050 年で世界の排出量を半減するといった公約をとりあえず守るとしても、各国のバーデンシェアをどのようにするかは多くの議論がある。本研究では一つのスキームしか扱わなかったが、今後はいくつかの提案されているスキームについて検討を行いたい。

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 6 件)

- ① Fujimori S., Matsuoka Y, Development of method for estimation of world industrial energy consumption and its application. Energy Economics, 33 (3), 461-473, 2011. (査読有)
- ② Tran, T.T., Fujimori, S., and Y. Matsuoka, Potential of GHG emission reduction in Vietnam and its implications, Journal of Global Environmental Research, Vol. 67(5), ppI-161-170, 2011. (査読有)
- ③ 生津路子, 藤森真一郎, 松岡譲, 応用一般均衡モデルを用いた日本における温室効果ガス削減目標の分析, 環境システム研究論文集, Vol.39, ppII-255-266, 2011. (査読有)
- ④ Thepkhun P., Fujimori S., Masui T., Limmeechokchai B., Analyses of Climate Change Mitigation Measures to GHG Mitigation and Energy Consumption in Thailand towards 2030 using AIM/CGE Model. Climate Thailand Conference 2011, 358-367, 2011.
- ⑤ 生津路子, 藤森真一郎, 松岡譲, 日本における温室効果ガス削減対策の評価: 応用一般均衡モデルを用いた分析. 環境衛生工学研究, 25 (3), 88-91, 2011.
- ⑥ Tran, T.T., Fujimori, S., and Y.

Matsuoka, Changes of energy consumption and the CO2 emissions structure in Vietnam from 1986 to 2005, Environmental systems research, Vol. 38, pp289-299, 2010. (査読有)

[学会発表] (計 2 件)

- ① 生津路子, 藤森真一郎, 松岡 譲, 応用一般均衡モデルを用いた日本における温室効果ガス削減目標の分析, 第 38 回環境システム研究論文発表会, 東京, 桜美林大学, 2011.10.22.
- ② Tran, T.T., Fujimori, S., and Y. Matsuoka, Potential of GHG emission reduction in Vietnam and its implications, 地球環境シンポジウム, 茨城大学, 2011.9.15.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

藤森 真一郎 (FUJIMORI SHINICHIRO)
独立行政法人国立環境研究所・社会環境システム研究センター・特別研究員
研究者番号: 80585836

(2) 研究分担者

該当なし

(3) 連携研究者

該当なし