

〈論 文〉

東アジアの持続可能な低炭素経済モデル

李 秀 澈*

I はじめに

本研究は、環境と経済の両面で相互依存を深める日本・中国・韓国・台湾を中心とした東アジアの4カ国・地域（以下、東アジア地域）について、それぞれが進めている持続可能な低炭素経済を目指した政策の現状と課題について、国際比較の観点から考察を行うものである。その際、E3ME（An Energy-Environment-Economy Macro-Econometric Model）を中心とした先進的なグローバルE3（Energy-Economy-Environment）計量モデル¹⁾を用いて、低炭素経済関連の制度改革の効果と課題を定量的に評価する。こうして、各種の低炭素経済関連政策が一国だけでなく他国に及ぼす影響を評価した上で、さらに制度の定性的な側面も十分に検討し、東アジア地域におけるエネルギー利用の持続可能性の実現、温室効果ガスの排出削減、および低炭素技術革新投資を促すような、関連制度の改革の方向性を明らかにする。

近年、東アジア地域は経済的な相互依存関係を強めているが、それは他方で、それぞれの企業や産業部門にとっては国際競争が厳しさを増していることを意味する。TPP（Trans-Pacific Partnership）や日中韓FTA（Free Trade Agreement）、そして東アジア地域包括的経済連携（RCEP）など、財やサービスのさらなる自由貿易のための国際的な取り決めが進展すれば、そのような傾向は一層強まるであろう。そのため、それぞれの国にとっては、たとえ実効性のある環境・エネルギー政策措置であっても、国内産業に負担をもたらすようなものを導入することに懸念の声が上がっていることも現実である。

他方で、石油をはじめとする化石燃料の価格が高騰し、時には乱高下する中で、外国からの資源輸入の依存度の高さは東アジア諸国にとっては大きな難題である。気候変動防止を目的とするものか否かにかかわらず、再生可能エネルギー普及やエネルギー使用効率の向上は、化石燃料輸入費用の節約を通じて域内諸国にとっては経済的にプラスの貢献が期待される。そして、これを促進する政策措置の効果もまた、技術移転や関連製品の貿易を通じて、国境を越えて波及する性質のものである（いわゆるスピール・オーバー効果）。したがって、これからの東アジア地域の持続可能な低炭素経済関連改革を考える際には、従来の一国の枠組みだけでなく、複数国間の経済と環境に及ぼすプラス・マイナスの影響をも視野に入れた、同時的・総合的な考察が必要となる。

本研究の大きな特徴としては、東アジア地域で行われる低炭素政策の環境及び経済へ与える影響

* 名城大学経済学部教授

1) 経済・環境・エネルギーを総合的に分析するモデルの総称である。またE3MEモデルは、E3MG（An Energy-Environment-Economy Model at the Global level）の名称でも使われているが、両モデルは基本的にはほぼ同じ構造とロジックを持っている。E3MEモデルについて詳しくは付録を参照。

を一国レベルではなく、東アジア全体への影響をE3関連大規模グローバル計量経済モデルにより定量的に分析することである。これまで東アジア地域について実施されてきたE3モデル分析は、ひとつの国を対象としたものがいくつか見られるものの、相互依存しあう東アジア経済を総合的に分析対象としたものはきわめて少ない。このような観点から本研究は、経済・産業政策にも大きな影響を与える持続可能な低炭素経済政策に関連して、東アジア地域内の政策協調につながる知見をもたらさうる基盤的な研究として位置づけられたい。

本研究のモデル研究の特色は、欧州やIPCCなど国際機関で環境税制改革や気候変動政策等の様々な分析に力を発揮してきたマクロ計量経済モデルであるE3MEを、本研究の参加者達が、開発運用者である英国のCambridge Econometricsの協力を得て、東アジア地域でも精緻な分析が可能な独自のE3ME-Asiaモデルとして再構築し、活用する点である²⁾。E3MEモデルのグローバル・バージョンは全世界を59つの地域で分割し、G20国家やEU連合国家で区分することも可能である。最近このモデルは日本、中国、韓国、台湾など東アジア地域と東南アジア地域国家まで分析対象を拡大した³⁾。

このようなE3ME-Asiaモデル分析の結果を比較検証する側面からも、本研究ではいくつかの研究課題については、応用一般均衡モデル(Computable General Equilibrium, CGE)、そして国際産業連関分析モデルによる分析も用いた。

本研究の目標は、日本、中国、韓国そして台湾を中心とする東アジア地域における、持続可能な低炭素経済の実現のために必要な知見と政策課題を見出すことであり、そのための解明すべき問題を、下記の3つの政策課題に絞った。すなわち、第1に東アジアで持続可能なエネルギー・電源選択は如何なるものであるべきか、第2に東アジアで環境と経済が両立できるようなエネルギー・炭素税の制度設計は如何なるものであるべきか、第3に東アジアにおける自由貿易の流れの中で、環境と経済へ与える影響の評価と低炭素政策の協力は如何なるものであるべきかである。

以上の研究課題に対するモデル分析を踏まえ、本研究では、持続可能な低炭素経済に向けたエネルギー・環境関連制度改革の成果と課題を明らかにした上、低炭素経済への移行と経済活性化の両立を目指した改革の具体案を提示し、さらに東アジア域内における政策協調のあり方について提言したい。

II 東アジアの低炭素政策と原発・再生可能エネルギー普及状況

1 日本

近年、東アジア地域では低炭素社会の進展に資する制度的な基盤づくりが進められている。日本の場合、2008年に温室効果ガスの大幅削減など先駆的な取組にチャレンジする都市を選定・支援する「環境モデル都市」構想、2012年7月から実施された再生可能エネルギーに対する固定価格買取制度(Feed-in-Tariff)、そして同年10月から施行されている炭素税(制度名称は「地球温暖化対策税」)である。日本では、2011年の福島原発事故の後、脱原発と再生可能エネルギー普及

2) E3MEモデルをE3ME-Asiaモデルとした開発経緯について詳しくは、Lee, et al. (2015a) Chapter2 (pp. 29 ~ 42)をご参照。また、本研究の全編にかけたモデルシミュレーション結果は、Lee, et al. (2015a)の成果によるものである。

3) たとえば、日本の炭素税制改革評価(Lee, et al. (2012))と日本の2030年電力生産ミックスに対する評価に関する論文(Pollitt, et al. (2014))にE3MEモデルが活用された。

についての関心も高まっている。制度施行後 2012 年 7 月から 2016 年 7 月までに、再生可能エネルギー設備は、太陽光を中心に 3,106 万 kW（累計設置基準、累計認定基準では 8,790 万 kW）も設置された（資源エネルギー庁（2016））。これを反映し、再生可能エネルギーの総発電に占める割合は、福島原発事故前には 3.5%（大型水力を含めれば 9.8%）であったが、2015 年には 6.4%（大型水力を含めれば 14.6%）と大幅に増えた（環境エネルギー政策研究所（2015））。

日本の炭素税は石油・石炭・天然ガスへの課税の上乗せという形で、アジアでは初めての試みであった。ただしその税率が CO₂ トン当たり 289 円の低率で、北欧を中心に行われている環境税制改革を実現できるレベルには程遠い⁴⁾。また、環境省を中心に進められてきた温室効果ガス排出権取引制度の導入は、日本経団連を中心とした産業界の強い反発で依然として実現していない。ただし、東京都では 2010 年から自治体レベルではアジア初の温室効果ガス排出権取引制度が実施されており、埼玉県（2011 年導入）など周辺自治体の導入にも影響を与えている。

エネルギー・電源計画においては、日本では従来、2030 年までの温室効果ガス削減目標（2013 年比で 26%削減）を達成する政策の中心に、2030 年までの総電源に占める原発の割合を当初福島第一原発事故前の約 50%から 20～22%までに下げているが、福島事故前の水準は維持しようとしている。そして再生可能エネルギー発電の 2030 年割合も、22～24%水準に留まっている。すなわち 2030 年温室効果ガス削減目標を達成したとしても、原発と化石エネルギー電源の割合が 8 割近く占めるという課題を抱えている。

2 中国

中国は、近年急速な経済成長に伴う様々な環境問題を解決するために努力している。段階的な成果として、第 11 次 5 ヶ年（2006-2010 年）計画の間に、GDP 原単位のエネルギー消費量を 20%近く減少した。中国では、従来、温室効果ガス削減や低炭素社会に向けた制度づくりに明確な方針を打ち出してはなかったが、2010 年代に入ってから状況は確かに変わっている。たとえば、2010 年に「中華人民共和国国民経済と社会発展・第 12 次 5 ヶ年（2011-2015 年）計画要綱」では、グローバル気候変動および環境保護への積極的対応を中心とする「グリーン発展・資源節約型・環境友好型社会の構築」の章が設けられており、2012 年 11 月に行われた 18 次共産党全党大会では、今後 5 年間の主要推進課題として生態文明建設、エネルギー部門改革、グリーン産業への大規模投資などを打ち出している。そして温室効果ガス削減目標として、2030 年までに温室効果ガス排出をピークに持っていくことを宣言している（2005 年排出量対比 80～100%増加）。

中国の省エネルギー・環境対策はまだ行政的な手段に依存しているが、経済的な政策手段の検討・実施を徐々に始めた。たとえば、石油や石炭などを対象にした資源税改革の施行の上、炭素税を含める環境税の導入についての議論を関連省庁の間で行っている。温室効果ガス排出権取引制度は、2011 年に北京市、天津市、上海市、重慶市、広東省、湖北省、深圳市の 2 省 5 都市ではすでにスタートしており、2017 年には韓国と同様、国レベルでの施行を目指しているが、実現可能性はまだ不透明である。

4) ここで環境税改革とは、一定水準以上の環境税（炭素税やエネルギー税）を導入し、その税収を消費税や所得税、もしくは企業の雇用関連費用を軽減するところへ使い、結果として、環境改善（二酸化炭素の削減など）と経済活性化（GDP、雇用増加）を同時に図ろうとする試みをいう。

エネルギー電源計画については、日本での事故後も依然として、原発拡大路線を堅持している。原発の増加は、エネルギー需要の成長がこれまで通り続く中で必ずしも温室効果ガスの抑制につながるとは限らず、自国のみならず近隣諸国に対しても大きな潜在的リスクをもたらすものである。さらに、中国ではタイトガス、メタンハイドレートなど非在来型天然ガス資源は、大量に存在すると推定されている。中国では近年、こうした非在来型天然ガス採掘の技術進歩などを受け、商用化・実用化へ向けての動きが活発化してきている。中国の非在来型天然ガス資源の開発は、依然として化石燃料による二酸化炭素排出が続けられる中で、その長期的な地球環境への影響は少なくないと推測される。

3 韓国, 台湾

韓国では、炭素税導入を含むエネルギー税制改革について、国レベルではあまり議論されること

表1 東アジアにおける GDP, CO₂ 排出, GHG 削減目標, エネルギー政策

		中国 (年)	日本 (年)	韓国 (年)	台湾 (年)
GDP	GDP (10 億 US\$)	390 (1990), 9,181 (2013)	3,104 (1990), 4,902 (2013)	270 (1990), 1,222 (2013)	165 (1990), 489 (2013)
	GDP (per capita US\$)	341 (1990), 6,747 (2013)	25,140 (1990), 38,491 (2013)	6,308 (1990), 24,329 (2013)	8,087 (1990), 20,930 (2013)
CO ₂ 排出量 および GHG 削減 目標	エネルギー起源 CO ₂ 排出量 (M CO ₂ ton)	2,461 (1990), 9,437 (2013)	1,095 (1990), 1,235 (2013)	247 (1990), 601 (2013)	137 (1990), 271 (2012)
	2030 GHG 削減目 標 (%)	CO ₂ 排出量を 2030 年にピークにし, GDP 原単位では 60~65%削減	-18.0(1990年対比) -25.4(2005年対比) -26.0(2013年対比)	-37.0%(BAU対比) -21%(2010年対比)	-50%(BAU対比) -20%(2005年対比)
再生可能エ ネルギー および 原子力発電 目標	再生可能エネ ルギー (総発電量の割合)	19.2% (うち水 力 17%) (2012) 15% of primary energy (2020)	10.7% (2013), 13.5% (2020), 22~24.0%(2030)	3.7% (2012), 10% (2022), 15% (2035) 11% of primary energy (2035)	5.2% (2012), 20% (2025)
	原子力発電 (総発電量の割合)	1.8% (2010), 2.1% (2013), 11GW (2012), 200GW (2030)	29.2% (2010), 1.7% (2013), 20~22% (2030)	32.2% (2010), 27.6% (2013), 27.8% (2024), 29% (2035)	19.3% (2010), 19.1% (2013), 0% (2025)
主要低炭素 政策	炭素税	議論中	289 yen/tCO ₂ (2012)	議論中	導入失敗
	排出権取引制度	地域レベルで試 験的に実施 (2011~)	東京都(2010~), 埼玉県(2011~) など地域レベル で実施	国レベルで施行 中 (2015~)	施行されていな い
	再生可能エネ ルギー政策	FIT (Feed-in-Tariff)	FIT	RPS (Renewable Portfolio Standard)	FIT

注：韓国の 2022 年および 2030 年目標には水力発電は含まれていない。

出所：Lee et al. (2015b) P. 3 の表より。

もなく見送られている。台湾でも炭素税の導入について順次政府の中で議論されたが、産業界の強い政治的抵抗に直面し実現されなかった。これは、この地域において低炭素政策は、産業界国際競争力低下への懸念という現実の壁を乗り越える水準までには達していないことを物語っている。ただし、韓国の場合、炭素税を除くと2009年頃から李明博前政府が国家主導で進めてきた低炭素グリーン成長政策は、韓国の低炭素経済を大きく進展させた原動力となった。その象徴的な政策が、アジア地域で国家レベルでは初めて導入された排出権取引制度であるといえる（2012年関連法律制定、2015年施行）。ただし、排出権取引制度は、低炭素グリーン成長基本法に導入が明示されて以来、2年余りの議論の末、産業界の意見を多く受け入れた形で、施行時期の延期（当初2013年から2015年へ）、無償割り当ての拡大、罰則規定の緩和など当初の案よりは緩やかな形で施行されている（李（2013））。こうしたことにより、制度施行の後、2年が経た現在に至るまで、排出権取引市場がほとんど活性化されていないなどの課題を抱えている。

韓国も、日本での福島第一原発事故後も依然として原発を低炭素エネルギー政策の大黒柱と位置づけ、原発維持路線を堅持している。一方、台湾では近年、蔡英文政権への交代と共に、脱原発と再生可能エネルギー拡大への動きが明確に出てきた。2016年10月に台湾政府は、原発シェアを2015年の14%から2025年にゼロ、再生可能エネルギーを同じく2015年の4%から2025年に20%まで拡大することを柱とする電力業改正案を立法院に提出、2017年成立を目指している。

表1は、以上の中国、日本、韓国、台湾を中心とした東アジアの経済成長、温室効果ガスと削減目標、再生可能エネルギーおよび原子力発電の状況と目標、そして主な低炭素政策の推進状況をまとめたものである⁵⁾。

Ⅲ 東アジア地域の持続可能な低炭素経済のモデリング

本研究では東アジア地域において低炭素政策のモデル分析は、記述したようにE3MEモデルを中心としたE3関連計量経済モデル分析を用いて次のような3つのテーマに分けて考察を行う。第1に、東アジアにおけるエネルギー利用の持続可能性と安全性、第2に、環境と経済の両立を目指した環境税制改革、第3に、東アジア地域において自由貿易の流れの経済・環境影響評価と政策協調のあり方である。

モデル分析の際に、重要な政策シナリオ設定条件の1つとしては、東アジア諸国が目標とした温室効果ガス（もしくは二酸化炭素）排出水準を達成するために、必要なカーボンコスト（炭素税率として）を求めることである。本研究では、基本的に各国が公表した2020年温室効果ガス削減目標を達成するためのカーボンコストの推定を優先し、2030年までの削減には基本的に2020年目標の延長線上として考えた。その理由は、本研究のモデル推定時点（2015年初頭）ではまだ東アジア諸国の2030年目標が公表されていないためである。

1 東アジアの持続可能なエネルギー・電源選択

まず、本研究では東アジアにおける①原発シェア拡大を認めない原発規制シナリオ、②石炭火力のシェア拡大を認めない石炭火力規制シナリオ、③原発と石炭火力の同時規制シナリオを用いて、

5) 東アジア地域のエネルギー・環境政策について詳しくは、李（編）（2014）も参照されたい。

こうした規制が各国の電源選択および環境と経済に与える影響についてモデル分析を行った。

その結果、原発規制シナリオ（上記シナリオ①）では、再生可能エネルギーよりも石炭火力が大幅に選択され、CO₂排出量が急増してしまうことが明らかになった。それに対して石炭火力規制、そして石炭火力と原発の同時規制シナリオ（上記シナリオ②、③）では、当然ながら再生可能エネルギーのシェア増大が実現され、CO₂排出の大幅な削減がもたらされることになる（Lee, et al. 2015a, Chapter3）。したがって、原発のシェアを抑制しつつ、持続可能な低炭素経済を実現するには、石炭をはじめとする化石燃料の利用を抑制する政策も同時に求められることがわかる。

図1と図2では、上記3つのシナリオよる2030年までの日本と中国の電源構成の変化が表現されている（Lee, et al. 2015a, Chapter3）。当然ながら両国共に原発と石炭火力の同時規制シナリオのみ、再生可能エネルギーのシェア増大が実現され、CO₂排出の大幅な削減がもたらされることになる。したがって、原発のシェアを抑制しつつ、持続可能な低炭素経済を実現するには、石炭をはじめとする化石燃料の利用を抑制する政策も同時に求められることがわかる。

以上の分析からは、さらに次の3つの重要な政策インプリケーションが得られた。1つ目は、上記のいずれのシナリオも経済成長を大きく損なうことがないという分析結果である。すなわち、原発そして石炭火力の規制による再生可能エネルギーのシェア拡大は、短期的には電源コストの増加により経済の負担要因となる。しかし、それが化石燃料の輸入減をもたらし、また再生可能エネルギーの投資需要増加がGDPを引き上げる（有効需要効果）ので、経済への悪影響はあまり見られないということである。

2つ目の大きな政策インプリケーションは、上記の3つの政策シナリオが、東アジアの国々単独で行われるより、政策協調により同時に行われる場合のほうが、多くのケースで経済指標の改善が実現されるということである（Lee, et al. 2015a, Chapter4）。3つ目は、再生可能エネルギーのシェア拡大は、CO₂排出削減による気候変動緩和に寄与するだけでなく、それぞれの国でエネルギー安全保障にも大きく寄与するということが、CGEモデル分析により確認できた（Lee, et al. 2015a, Chapter7）。また東アジア地域では古いエネルギー設備の更新により省エネルギーが進められる潜在力が大きいことが明らかになった（Lee, et al. 2015a, Chapter6）。

2 エネルギー・炭素税改革の制度設計

本研究では、持続可能な低炭素経済に向けた炭素税を用いた環境税制改革の先駆的な制度設計のあり方を提案した。結論的には、欧州で一定の成果が報告されてきた環境税制改革が東アジアでも有効であることが確認された。すなわち各国が表明した温室効果ガス削減目標を達成するのに十分な炭素税の税率を計算するとともに、その炭素税の税収を消費税、所得税、企業の労働関連コスト（社会保障負担など）の軽減のために還元するシナリオ分析を行った結果、二酸化炭素排出削減と経済活性化の同時達成という「二重の配当（double dividend）」が見られた（Lee, et al. 2015b, Chapter8, 9）。特に本研究のモデル分析では、炭素税の税収が消費税の軽減財源として用いられたときに、最も大きな効果が確認された。

表2に、日本に関する結果が要約されている。モデルでは電源構成や経済構成が短期で柔軟に変化できないので、目標達成には、ある程度高い炭素税率（153.7米ドル/tCO₂）が必要となる⁶⁾。し

6) ここでは論じないが、エネルギー供給構造の調整の余地が小さい韓国や台湾ではさらに高い炭素税率が必要

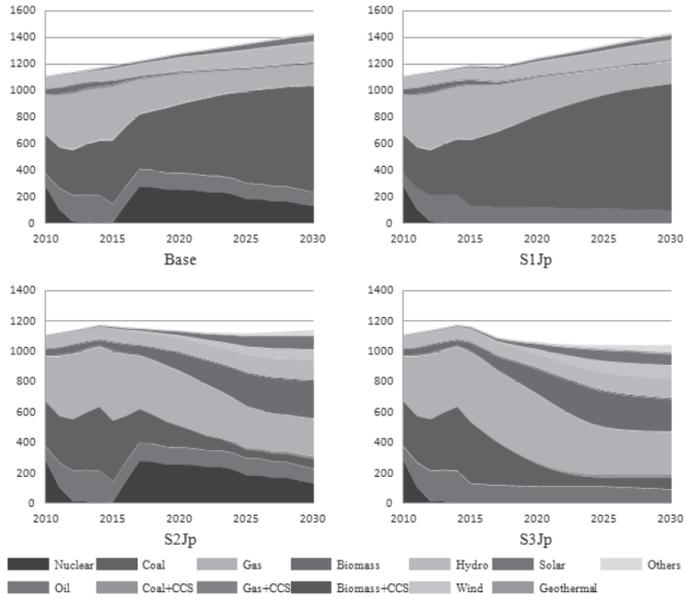


図1 日本のエネルギー政策別 2030年電源構成予測

注：Base は、日本が現状維持のエネルギー政策を行った場合の電源構成予測。S1Jp は原子力稼働を規制した場合の電源構成予測。S2Jp は石炭火力を規制した場合の電源構成予測。S3Jp は原子力と石炭火力を同時に規制した場合の電源構成予測。

出所：Ogawa, et al., (2015) p. 57, Figure3.3 より。

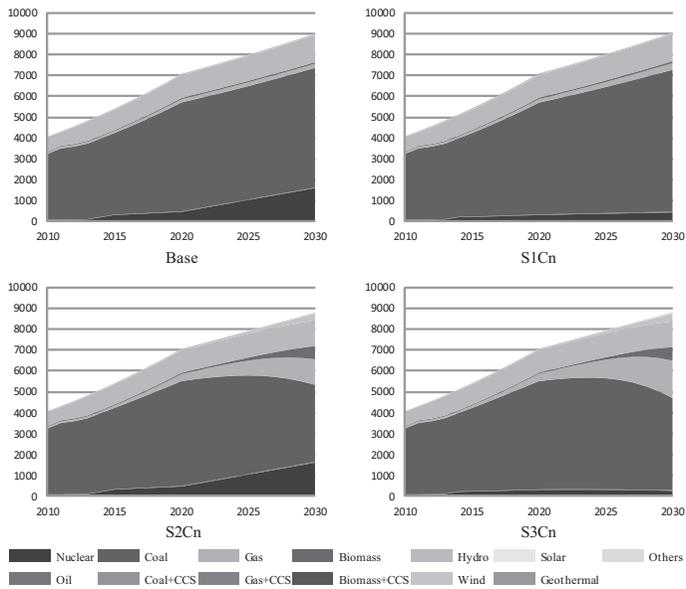


図2 中国のエネルギー政策別 2030年電源構成予測

注：Base～S3Cn は、図1の注の中国のケースである。

出所：Ogawa, et al., (2015) p. 56, Figure 3.2 により。

表2 日本の2020年温室効果ガス削減目標達成に必要な炭素税と炭素課税の経済影響

ベースラインからの乖離(%)

シナリオ	2020				2030			
	JNN	JNC	JNI	JNL	JNN	JNC	JNI	JNL
実質 GDP	-1.25	1.45	1.17	-0.70	-0.99	2.80	1.83	-0.19
CO ₂	-11.22	-8.42	-9.03	-10.72	-13.20	-9.26	-10.40	-12.36
雇用	-0.50	0.53	0.47	0.09	-0.87	1.23	0.72	-0.19
消費者物価	3.72	-3.19	2.39	2.33	2.31	-3.72	2.00	0.70
名目賃金率	1.47	-0.91	2.58	2.10	0.42	-1.17	2.92	0.61
炭素税率 (\$/tCO ₂)	153.70	153.70	153.70	153.70	181.92	181.92	181.92	181.92

注) 表内のシナリオを分類する「JN-」は、日本 (Japan, J-) が単独 (national, -N-) で、温暖化防止目標を達成しうだけの炭素税を導入することを意味する。最後の1字は、炭素税の税収を還元しないこと (no-recycling, -N)、あるいは炭素税収を用いて減税する税の種類 (consumption tax, -C; income tax, -I; labor tax, -L) を意味する。2020年までの目標を制約条件として炭素税率を求め、それ以降2030年までの炭素税率は実質で一定(物価に応じた引き上げ)とする。

出所: Park, et al., (2015b), p. 313, Table8.6 より。

かし、このことが経済指標の目立つ悪化を引き起こすことはない。税収還元しないシナリオでも、実質 GDP の落ち込みは1%前後に過ぎない。また、税収還元を行えば、消費税や所得税減税を用いたシナリオで実質 GDP が上昇する「二重の配当」が見られた。完全雇用を前提とする CGE モデルの場合、経済にゆがみをもたらしている税を減税することが二重の配当につながるとされるが、本研究のモデルの場合には有効需要(消費)を増加させうる税収還元方法が経済に良い効果をもたらす結果となった。

さらに本研究では、EUでもまだフロンティアであり、アジアでは先駆的な環境税制改革のシナリオ分析を試みた。すなわち炭素税の税収を、人的資本投資(教育・訓練)に用いるシナリオや、また炭素税の逆進性に対処すべく国民年金や低所得層の所得補填に用いたシナリオを立てて、モデル分析を行った。その結果、労働生産性の向上と分配の改善、そしてそれによる GDP など経済パフォーマンスの増大が確認された (Lee, et al. 2015a, Chapter11, 12)。

図3で日本のケースにおいて、税収還元方法による実質所得への影響の違いを見ると、炭素税税収の還元がない場合 (JNN) や労働税減税の場合 (JNL)、炭素税導入によって生じる実質所得が減少し、低所得者ほど減少幅が大きく、逆進性があることが示された。一方、消費税減税 (JNC) および所得税減税 (JNI) の場合、両方ともに実質所得が増加するものの、所得税の方は高所得者ほどその増加分が大きいが、消費税減税の方は所得階級別の差が小さくなることがわかった。

本研究ではもうひとつ環境税制改革に関して新たな視点からのモデル分析を行った。従来は、税収中立型の環境税制改革による二重の配当に研究者の主な関心が集まっていたが、本研究では、主要国に共通して見られる財政赤字の問題を背景に、財政健全化の財源として「増税するならどの税がよいのか」という観点からシナリオ分析を行い、その結果、消費税や所得税よりも炭素税の方が経済的に好ましいことを示した (Lee, et al. 2015a, Chapter 10)。これは、有効需要を直接的に幅広く抑制する消費税や所得税に比べて、エネルギー集約度の低い財の消費が妨げられない炭素税の方が好ましいということである。こうして本研究では、東アジアにおいて環境税制改革が有効であり、公正で持続可能な低炭素経済の実現に貢献しうることが明らかにされた。

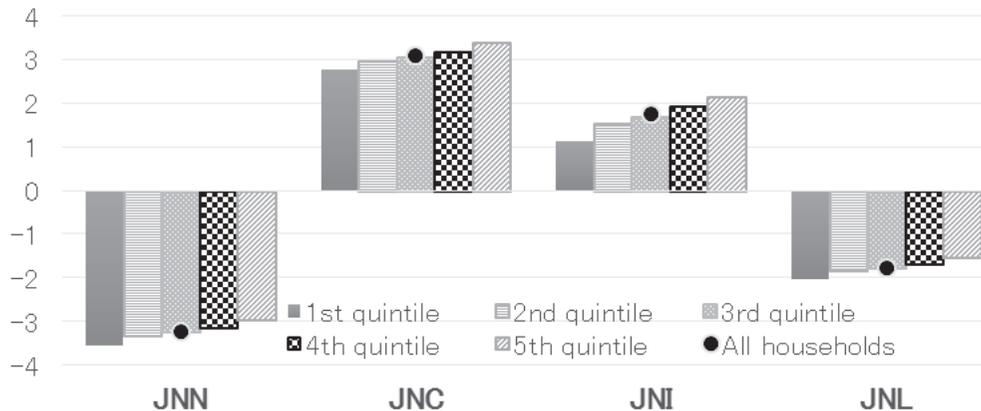


図3 日本の炭素税改革の2020年所得階層別実質所得影響(%ベースライン(炭素税非課税)との乖離)
注: J: 日本, 2番目のN: 国の目標達成, N: 税収還元なし, C: 消費税減税, I: 所得税減税, L: 労働関連費用減免を表す。

出所: Chewpreecha and Lee (2015), p. 183, Figure 11.7 より。

3 東アジア地域における低炭素政策の選択と協力

本研究では、自由貿易と持続可能な低炭素経済の関係が示された。近年、中韓FTA、日中韓FTAをはじめとする自由貿易の流れにより、東アジア地域における貿易が活性化し、経済の相互依存がさらに強まることが予想される。自由貿易は、関税撤廃によるエネルギー価格低減と貿易活性化による二酸化炭素排出の増加をもたらすと予想される。つまり、貿易の深化は、この地域の経済厚生を高める一方で、持続可能な低炭素経済の実現を阻害するおそれがある。

貿易の深化によって、これまでのように製品の生産国にCO₂排出の「責任」を負わせるだけでなく、消費国の「責任」についても考える必要が生じている。本研究のGTAP (Global Trade Analysis Project) をベースにした The international IO structure in the Asia-Pacific region モデル分析から、二酸化炭素排出の「責任」を生産地から消費地に移すことによって、地域ごとの排出量の大小関係や、排出量の推移が、全く違った姿で見えるようになった (Lee, et al. 2015a, Chapter18, 19)。また貿易に伴う海上物流 (船舶) からの排出量も無視できないレベルに達しており、低炭素輸送のための東アジアベースでの共同国際貨物輸送網構築など効果的な対策の必要性が示された (Lee, et al. 2015a, Chapter17)。

そして東アジア諸国間の自由貿易 (関税撤廃) が環境・経済に与える影響について、E3ME-Asia モデルとGTAPの2つのモデルを用いて定量的に分析した。両モデル分析から、自由貿易はおおむね経済状況 (GDPと雇用) を改善させ (TPP ケースでの中国と韓国を除く)、環境 (CO₂ 排出) を悪化させるという結果が得られた (表3)。

一方で、これら2つの研究によれば、貿易に伴い先進国の低炭素技術が途上国 (たとえば日本と韓国から中国へ) へ移転されれば、産業によっては東アジア地域全体で二酸化炭素の排出抑制が実現されることも明らかになった。なお、国際的な相互依存の深化に伴い、個別の国々が独自に低炭素政策をとることの難しさ、すなわちリーキーエッジの問題がますます強調されており、対応策が求められている。たとえば、税収還元によってはマクロ経済にプラスの効果をもたらさうとしても、

表3 自由貿易の経済およびCO₂排出影響(2030年までにベースラインとの乖離, %)

GDP	JK	CJK	TPP	TPPJJK	TPPCJK
中国	0.0	0.1	-0.2	-0.2	-0.1
日本	0.1	0.4	0.5	0.8	1.1
韓国	0.0	0.1	-0.1	0.2	0.4
CO ₂ 排出量	JK	CJK	TPP	TPPJJK	TPPCJK
中国	0.0	0.1	-0.1	-0.1	0.0
日本	0.1	0.2	0.3	0.5	0.7
韓国	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0
輸入	JK	CJK	TPP	TPPJJK	TPPCJK
中国	-0.1	0.4	-0.2	-0.3	0.3
日本	0.2	0.6	0.6	1.1	1.6
韓国	0.0	0.1	-0.2	0.0	0.2
輸出	JK	CJK	TPP	TPPJJK	TPPCJK
中国	0.0	0.1	-0.2	-0.2	-0.1
日本	0.1	0.4	0.5	0.8	1.1
韓国	0.0	0.1	-0.1	0.2	0.4

注：JK：日本と韓国の自由貿易協定，CJK：中国，日本，韓国との自由貿易協定，TPPJJK：TPP + JK，TPPCJK：TPP + CJKを意味する。

出所：Ban and Fujikawa (2015)，Chewpreecha (2015)，p. 337, Table19.2, Table19.3より。

鉄鋼やセメント等のエネルギー集約産業の国際競争力には懸念が残りがねない。

本研究では、炭素税の国境税調整についての分析を行い、その有効性を示した (Lee, et al. 2015a, Chapter14)。これにより、国境税調整には輸入を抑え輸出を増加させる効果があることがわかる。ちなみに、原産国を差別せず、輸入品に国産品と同等の負担を課すものであれば、WTOルールに抵触しないとされている。国境税調整の実質GDPへの影響については、日本は顕著な改善が見られており、中国と韓国も微細ながら改善されている (表4)。中国と韓国の改善が日本より少ない一因として、これらの国々の工業も周辺国からの鉄鋼等の輸入依存度が高いことが考えられる。以上のように、本研究では、東アジア諸国間の低炭素政策の必要性和有効性が示唆されている。

IV. 結論

本研究に収めた様々な分析と考察の結果として、東アジアの持続可能な低炭素経済への道は以下の3つであると結論づけられる。

第1に、原子力の規制と低炭素制度設計による持続可能なエネルギー・電源ミックスの実現である。東アジア諸国におけるエネルギーの需要・供給面に関わる政策、特に原子力推進・撤退政策、

表 4 国境税調整の経済影響 (2020 年までにベースラインとの乖離, %)

	国境税調整がないときのベースラインとの乖離				国境税調整があるときのベースラインとの乖離			
	中国	日本	韓国	台湾	中国	日本	韓国	台湾
実質 GDP	-0.85	-1.25	-1.00	-2.49	-0.79	-0.88	-0.96	-2.51
輸入	0.17	-2.16	-1.94	-3.43	0.09	-2.13	-1.90	-3.05
輸出	0.04	0.00	-0.19	0.03	0.09	0.97	-0.08	0.52
消費支出	-1.42	-2.48	-3.28	-7.61	-1.36	-2.33	-3.28	-7.79
投資	-0.86	-0.81	-1.42	-2.35	-0.84	-0.65	-1.38	-2.20
輸入平均単価	0.50	-0.05	-0.08	-1.18	0.65	0.36	0.47	0.33
輸出平均	0.09	0.01	0.04	0.06	-0.07	-0.50	-0.53	-2.09
消費者物価	2.96	3.72	3.87	10.01	2.94	3.54	3.89	10.37
雇用	-0.16	-0.50	-0.45	-3.17	-0.14	-0.40	-0.42	-3.07
炭素税率 (\$/tCO ₂)	52.44	153.70	213.37	495.44	52.44	153.70	213.37	495.44
CO ₂ 排出量	-5.34	-11.22	-30.14	-43.71	-5.25	-10.67	-30.10	-43.19
付加価値に占める EITE 割合	10.78	2.65	6.11	6.30	10.78	2.65	6.11	6.30
カーボンリーケージ率 (%)	0.7	-0.5	-0.8	-0.9	-0.3	-5.8	-1.1	-1.2

出所：Park, et al. (2015a), p. 237, Table14.4 より。

再生可能エネルギー普及政策、電力システムの改革に関する最新の情報を収集・分析し、モデルシミュレーションを行った。特に、東アジア地域での再生可能エネルギー普及には、原発と石炭火力発電の規制なしでは難しいというモデル分析の結果は示唆するところが多いであろう。

第2に、環境税制改革による環境と経済の両立と、人的資本生産性の向上、分配問題の緩和、そして財政赤字問題の解消である。本研究では東アジア地域の経済発展段階や政治状況を考慮した望ましい環境税制改革 (ETR) を提案した。東アジア地域の税制現状をふまえ、炭素税収の多様な還元シナリオに関するモデルシミュレーションに基づき、二重の配当が効果的に保障される改革案を提示した。また、炭素税の税収を、人的資本投資 (教育・訓練) に用いるシナリオや、また炭素税の逆進性に対処すべく国民年金や低所得層の所得補填に用いる先進的な環境税制改革のシナリオも提案した。

第3に、低炭素・エネルギー問題における東アジアの政策協調ができる東アジア低炭素パートナーシップの実現である。東アジア地域における FTA および TPP 参加が自国や他国の経済 (GDP, 雇用など) と環境 (CO₂, 有害汚染物質など) に及ぼす影響を定量的に評価した。それに基づき、この種の経済協定による経済活性化がもたらす温室効果ガス排出量の増加と、それを相殺するための国境税調整と関連政策協調のあり方について、その方向性を明らかにした。

本研究が以上の問題にどれだけ答えることができたか、別途の評価に譲るべきではあるが、少なくとも東アジア地域の視野から、大規模グローバル計量モデル分析に基づいて持続可能な低炭素経済への道を模索したことは、先駆的であると自負したい。

ただし、本研究では残された課題もある。今回はこれまで東アジア各国の提案や先行研究と比較可能にすることを優先したことから、我々の考える各国のあるべき長期目標およびベストな税収還元方法を提示し、その下で分析を行うことができなかった。これらの課題は、これからも継続して

取り組んでいきたい。

もうひとつ、本文にも述べたが、本研究の3つのテーマについて行ったモデル分析の際に、重要な政策シナリオの1つとして、東アジア諸国地域が低炭素経済に向かうための必要なカーボンコスト（炭素税率として）を求めることであった。本研究では、モデル分析が2015年度の初頭に行われたため、各国の2020年温室効果ガス削減目標を達成するためのカーボンコストの推定を優先にし、2030年までについてはその延長線での削減を想定した。パリ協定により、東アジア諸国の2030年までのNDC（Nationally Determined Contributions）も決まったので、今後はこの削減目標だけでなく、2℃以下目標達成に必要なカーボンコストも求め、このカーボンコストが低炭素経済に与える影響とエネルギーシステム・税制改革の方向性に関する研究も続けたい。

追記と謝辞

本研究は、科研費（基盤研究（A）25241030、研究代表者：李秀澈）の研究成果である。本研究は、著者を含む、国内研究者20名、中国・韓国・台湾の研究者3人、EUの研究者7人、総勢30人の研究成果である。国内研究者の中では、特に関西学院大学の朴勝俊教授、龍谷大学の李態妍教授、京都大学大学院地球環境学舎博士課程の小川祐貴氏、神戸学院大学の伴ひかり教授、名古屋大学の藤川清史教授、そして長崎大学の松本健一准教授に大きな役割をしていただいた。また本研究成果の一部は、環境経済政策学会誌の環境論壇2017に、朴勝俊教授と李態妍教授との連名で投稿された。

最後に、筆者は1994年日本留学以来今日に至るまでに、植田和弘先生に計り知れない学恩を頂いた。本研究も先生からの学恩に基づいているものである。この場を借りて先生に心から感謝の念を表したい。

参考文献

- 李秀澈「日韓の低炭素政策の形成過程と制度設計の比較考察—排出権取引制度を題材として—」『名城論叢』第13巻第4号、2013年3月、159～172ページ。
- 李秀澈（編著）『東アジアのエネルギー・環境政策—原子力発電／地球温暖化／大気・水質環境』、昭和堂、2014年。
- 環境エネルギー政策研究所『自然エネルギー白書』、2015年。
- 資源エネルギー庁の固定価格買取制度情報公表用ウェブサイト
http://www.fit.go.jp/statistics/public_sp.html
- Ban, H. and Kiyoshi Fujikawa, “An environmental assessment of FTA in East Asian regions using the CGE modeling approach”, in *Low-carbon, Sustainable Future in East Asia: Improving energy systems, taxation and policy cooperation*, ed. by Soocheol Lee, Hector Pollitt and Park Seung-Joon, Routledge Pub., 2015, pp. 311～328
- Chewpreecha, U., Tae-Yeoun Lee, “The distributional effects of low carbon policies in Japan and South Korea”, in *Low-carbon, Sustainable Future in East Asia: Improving energy systems, taxation and policy cooperation*, ed. by Soocheol Lee, Hector Pollitt and Park Seung-Joon, Routledge Pub., 2015c, pp. 171～189
- Lee, S., Hector Pollitt, and Kazuhiro Ueta “An Assessment of Japanese Carbon Tax Reform Using the E3MG Econometric Model”, *The Scientific World Journal*, 2012.
- Lee, S., Hector Pollitt and Park Seung-Joon. eds., *Low-carbon, Sustainable Future in East Asia: Improving energy systems, taxation and policy cooperation*, Routledge Pub., 2015a
- Lee, S., Xianbing Liu, Ken'ichi Mastumoto, Sungin Na, Li-chun Chen, “Energy systems and environmental policy

- in East Asia”, in *Low-carbon, Sustainable Future in East Asia: Improving energy systems, taxation and policy cooperation*, ed. by Socheol Lee, Hector Pollitt and Park Seung-Joon, Routledge Pub., 2015b, pp. 1 ~ 28
- Ogawa, Y., Jean-Francois Mercure, Socheol Lee and Hector Pollitt, “Modeling the Power Sectors in East Asia —The choice of Power Sources”, in *Low-carbon, Sustainable Future in East Asia: Improving energy systems, taxation and policy cooperation*, ed. by Socheol Lee, Hector Pollitt and Park Seung-Joon, Routledge Pub., 2015a, pp. 45 ~ 62
- Park, S., Unnada Chewprecha, Hector Pollitt, “The role for Border Tax Adjustments”, in *Low-carbon, Sustainable Future in East Asia: Improving energy systems, taxation and policy cooperation*, ed. by Socheol Lee, Hector Pollitt and Park Seung-Joon, Routledge Pub., 2015a, pp. 227 ~ 244
- Park, S., Yuki Ogawa, Takeshi Kawakatsu, Hector Pollitt, “The double dividend of an environmental tax reform in East Asian economies”, in *Low-carbon, Sustainable Future in East Asia: Improving energy systems, taxation and policy cooperation*, ed. by Socheol Lee, Hector Pollitt and Park Seung-Joon, Routledge Pub., 2015b, pp. 121 ~ 139
- Pollitt, H., Socheol Lee, Seung-Joon Park and Kazuhiro Ueta, ‘An Economic and Environmental Assessment of Future Electricity Generation Mixes in Japan — An assessment using the E3MG macro-econometric model’, *Energy Policy*, Volume 67, 2014c, pp. 243-254.

付録 E3ME モデルについて

(1) モデルの概要

E3ME-Asia とは、An Energy-Environment-Economy Macro-Econometric Model for Asia の略である。英国 Cambridge 大学と Cambridge Econometrics 研究所が開発した E3ME モデルを、本研究参加者のスタディグループである東アジア環境政策研究会の協力関係のもと、東アジアのデータを充実させて E3ME-Asia モデルとして強化した。E3ME モデルについて、詳しくは次のウェブを参照されたい。<http://www.camecon.com/how/e3me-model/>

E3ME の主な概要は、以下のとおりある：

- ・ EU28 カ国をはじめとして、合計 59 の国や地域を含む多国モデル
- ・ 世界分類基準に従った 43 つの産業部門を有する多部門モデル
- ・ 家計支出の 28 種類区分
- ・ 12 種類の燃料類型と 22 のエネルギー使用者分類（産業別）
- ・ 京都議定書で定めた 6 種類温室ガスを含んだ 14 種類類型の大気汚染物質

E3ME モデルには、GDP の構成要素（消費、投資、貿易）や物価水準、エネルギー需要関数や原料需要関数など、合計 33 種の計量推定方程式があるが、それが、国や地域の数だけ存在する膨大な体系となる。これらは価格メカニズムによる需給均衡を前提としない、需要主導型の不均衡モデルである。1970 年から 2014 年までのデータベースに基づき、パラメタの推定が行われている。この方程式体系を用いて 2050 年までの年度別シミュレーションが可能である。

さらに、電力部門についてはボトムアップモデルである FTT モデルを有する。これは、最適な電源ミックスを前提とするものではなく、既存の技術ストックと、各技術のコスト構造に応じて漸進的に発電技術の置き換えが行われるものと想定されている。これによって、再生可能エネルギーに対する FIT 制度などの効果につき、より精緻な分析が可能である。

(2) モデルの標準産出物

国民経済勘定の総構造を基盤とした一般経済モデルとして E3ME モデルは広範囲な経済指標だけでなくエネルギー環境関連指標も推定・分析可能となっている。次は最も一般的なモデル産出物指標である。

- GDP と GDP の総構成要素（家計支出、投資、政府支出、国際貿易）
- 産業部門別産出と GVA、価格、貿易、競争力効果
- 産業部門、原産地、目的地にともなう国際貿易
- 消費者価格と支出
- 産業部門別雇用、失業、賃金と労働供給
- 産業部門別、燃料別エネルギー需要とエネルギー価格
- 産業部門別、燃料別二酸化炭素排出
- その他大気汚染物質排出

モデル分析により導き出された結果値は、研究目的により加工されたりする。そしてすべての指標は、国家水準、地域水準別に 2050 年まで年間単位でプロジェクト可能である。

(3) E3ME モデルの構造

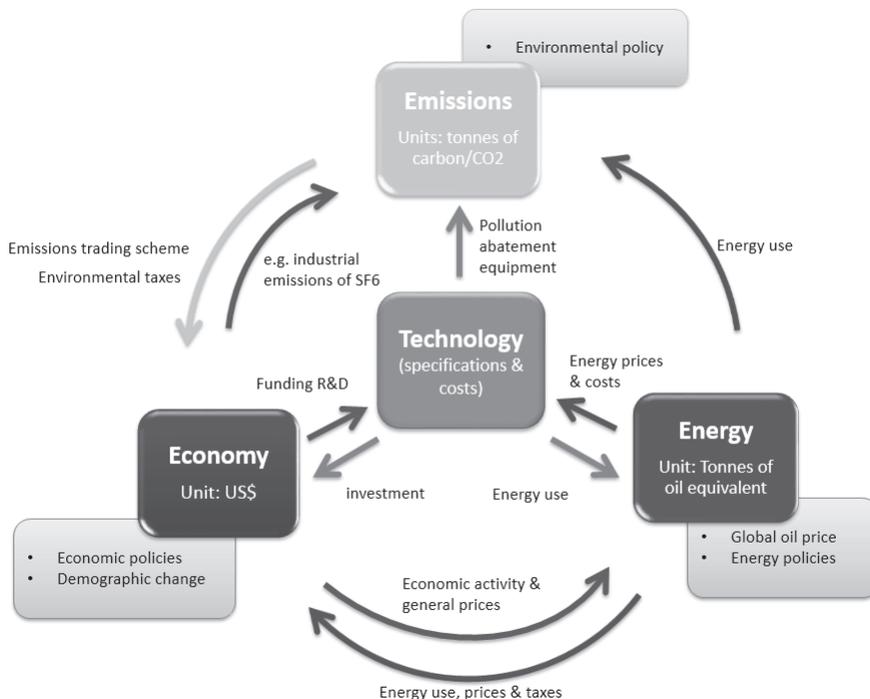
E3ME モデルは基本的に国民経済勘定に基づいており、さらにエネルギー需要と温室ガス排出と密接に関連している。モデルで考慮する労働市場は、自発的失業と非自発的失業を含んでいる。E3ME モデルは GDP の構成要素（消費、投資、貿易）と物価水準、エネルギー需要および原料に対する需要を含んで合計 33 個の束 (set) の計量推定方程式がある。それぞれの方程式束は国家別、部門別に分けられる。

E3ME モデルには部門別相互関連性がある。ある部門で産出を増加させるならば、投入をさらに多く必要とすることで、これは投入物の供給者が自身に財貨を供給する供給者から購買を増加させることになる。これは第 1 類型の乗数と類似の概念である。また、他のある部門で産出を増やした場合、これは雇用増加とこれに伴う収入増加、そして消費者支出につながる。企業が産出を増加させて未来産出物の増加を期待するときに企業は投資を通じて生産能力を増大させなければならない。これは建設、エンジニアリングと同じ投資材を生産する部門や供給鎖に対する需要を増加させる。

E3ME のデータベースは 1970 年から 2014 年までのデータを構築しており、モデルを通じて 2050 年までの年度別シミュレーションが可能である。日本のデータは主に OECD STAN で提供されて、UN, World Bank, IMF, ILO, 各国の統計庁の資料も利用される。

(4) 環境、エネルギー、経済の連携

付録図 1 はどのようにモデルでエネルギー、環境、経済の 3 つの構成要素がお互いを一致させる



付録図 1 E3ME モデルで E3 (Energy-Economy-Environment) の連携

出所：http://camecon.com

かを図式化したものである。それぞれの構成要素はボックスと表現されている。

モデル外で与えられる外生変数は各構成要素の投入要素で各チャートの端に表示されている。各地域経済で外生変数は税率、政府支出の成長率、利率、為替レートなどである。構成要素のうち環境の外生変数は、大型燃焼施設で事後処理技術を利用してSO₂排出を縮小しようとする環境政策などが想定される。モデルで各構成要素の連携は、どのような値が伝えられるかを表す矢印と表現されている。

経済モジュールは、エネルギーモジュールに経済活動を測定した値と物価水準を送る。エネルギーモジュールは、主な大気汚染物質の排出量を環境モジュールへ伝送して、反対に環境モジュールは健康と建物の被害程度をエネルギーモジュールへ伝送する。エネルギーモジュールは、経済のエネルギー使用量と全般的なエネルギー価格だけでなく経済モジュールとは区別されるエネルギーの価格水準を算出する。

(5) CGE モデルとの比較

E3ME モデルはしばしば演算可能な一般均衡モデル (CGE, Computable General Equilibrium) と比較されたりする。多くの部分において、特にモデリング接近方式が非常に似ているといえる。また、GDP、産業連関関連の資料が必要であり分析結果で導き出される内容は類似している。だが、2つの接近方法には大きな理論的差が存在する。

一般的な CGE 体系では、経済主体の最適の行動が仮定されており、結果値は供給側制約によって決定されるために、すべての使用可能な capacity を使う前提に価格が決められる。だが、E3ME モデルでは結果値は post-Keynesian framework によって決定されており、余分の capacity を持つことが可能である。すなわち、E3ME モデルは需要中心的な側面が強く、価格が市場清算水準で常に調整される仮定はしない。

上記のような2つのモデルの差異点は、重要な実践的含意を有しているといえる。E3ME の主な強みを要約すれば次のとおりである。

- 経済、エネルギーシステムおよび環境の緊密な統合、各構成要素間の両方向連結
- モデル分類にあたっての細部的な部門別分類、類似の詳細シナリオ分析可能
- 国家水準の分析だけでなく全世界的次元の分析可能
- 計量経済学的接近法、これは該当モデルにおいて経験的根拠に基づいており CGE モデルに共通して適用される制限的な仮定(たとえば市場均衡、完全雇用、供給制約)に依存しなくても良い
- モデルの計量経済学的設定により長期傾向分析だけでなく中・短期政策評価にも適合