

## 論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※	第	号
------	---	---	---

氏名

謝 士晨/XIE Shichen

論文題目

An Empirical Study on Energy Use, Carbon Emissions  
and Economic Growth in China

論文審査担当者

主査 名古屋大学 教授 藤川清史

委員 名古屋大学 教授 梅村哲夫

委員 名古屋大学 准教授 新海尚子

# 論文審査の結果の要旨

## 1. 論文の概要と構成

改革開放政策採用後の中国の経済成長、とくに製造業の成長は目覚しく、現在は、世界の工場といわれるようになった。製造業の発展とともに、中国でのエネルギー消費量の増加も大きく、それとともに、地球温暖化の原因とされる CO<sub>2</sub> の排出量の増加も大きい。2013 年 11 月にポーランドで開催された第 19 回国連気候変動枠組み条約締約国会議(COP19)での、国際研究グループ「グローバル・カーボン・プロジェクト」の報告書によると、2012 年の中国の CO<sub>2</sub> 排出量は前年比 5.9%増で、2012 年の世界全体の CO<sub>2</sub> 排出量増加分の 70%を占めたとされている。2012 年の中国の排出量は約 85 億トンでこれは世界排出量の 3 割にあたる。中国の GDP の規模はアメリカの半分程度であるが、CO<sub>2</sub> 排出はアメリカを上回り世界で最も多い。中国の政府当局もそれなりに危機感をもっており、2009 年の COP15 では、2020 年までに GDP 当たりの CO<sub>2</sub> 排出量を 2005 年比で 40~45%削減すると誓約し、2014 年までに中国の 7 地域で CO<sub>2</sub> 排出量取引を試験的に導入する方針を発表するなど、CO<sub>2</sub> 排出抑制への動きも見せている。しかし、中国のエネルギー消費は拡大を続け、地域環境および地球環境に大きな負荷を与え続けているのが現状である。

本学位請求論文提出者は、中国の改革開放政策の 1 つの拠点である上海にある理系の大学(華東理工大学)の出身であり、そこで中国の経済成長を目の当たりにするとともに、エネルギーの大量消費による都市型・産業型の公害(大気汚染)も経験した。そして、中国のエネルギー消費削減(=エネルギー効率の改善)を、個々の要素技術の視点から分析することも重要であるが、マクロ経済との関連という視点から分析することも重要であると考えようになった。それが本論文の研究動機である。

本論文は 6 章から構成されている。第 1 章では論文の問題意識と方法論が述べられる。第 2 章では、中国のエネルギー・フロー・チャートが時系列で作成されている。エネルギー・フロー・チャートとは、どのような一次エネルギーが、どのようなエネルギー転換部門を通過し、どのような最終消費部門で消費されるかをたどる図である。この図を見ることで、中国のエネルギー構造の変化に大きな 3 点の特徴を指摘できる。第 1 の特徴は、中国経済が石炭依存であることである。石炭のシェアは低下傾向であるが、水準としては現在でも 7 割程度の高いシェアを占めている。石炭消費は煤煙を発生させると同時に、熱量あたりの CO<sub>2</sub> 排出が多く環境に優しくない燃料である。第 2 の特徴は、近年の中国は国産エネルギー(石炭)だけでは需要に追いつかず、エネルギーの輸入を増やしていることである。輸入エネルギーは主に原油であり、中国の原油市場への参入が近年の原油高に拍車をかけている。第 3 の特徴は、中国経済の電力化である。かつては石炭を直接エネルギーとして使用する場合が多かったが、現在では、石炭から電力に転換して利用する部分が多くなった。これは一方では都市部での煤煙の排出がおさえられるという環境にやさしい変化であるが、他方では、電力への転換にはエネルギー転

## 論文審査の結果の要旨

換ロスがあるので、石炭の消費量を増やすという環境負荷を増加させる変化でもある。GDP あたりのエネルギー消費(エネルギー集約度)および GDP あたりの CO<sub>2</sub> 排出量(CO<sub>2</sub> 集約度)は低下傾向であり、1980年に比べると2/3程度になっている。しかし、中国では GDP の拡大が続いているために、今後かなりの長期にわたりエネルギー消費の総量および CO<sub>2</sub> 排出が増加し続けると予想される。

第 3 章はエネルギー需要に焦点をあて、時系列でのエネルギー需要の変化の要因分解を行っている。その手法は、物量情報と金額情報を組み合わせたハイブリッドタイプの産業連関分析であり、通常の産業連関表にエネルギーバランス表の情報も組み入れるという工夫も凝らしている。その結果、エネルギー需要の主要因は、1990年代は家計消費であったが、その後は固定資本形成および輸出の要因が大きくなっていったことがわかった。固定資本形成に関しては、その間接的影響が圧倒的に大きい。つまり、固定資本形成は建設産業と一部機械産業での生産物が使われるが、その産業でのエネルギー消費よりも、建設産業や機械産業が投入物として用いる財を生産する産業でのエネルギー消費が大きい。これはシステムとしての省エネの余地が大きいことを示している。また、直近では、世界不況の影響を受けて輸出は減少要因となっており、固定資本形成の要因が突出するかたちとなっている。

第 4 章は、CO<sub>2</sub> 排出の要因分析を行っている。CO<sub>2</sub> 排出はエネルギー消費の副産物である。熱量あたりの CO<sub>2</sub> 排出量は、石炭、石油、天然ガスの順に多いが、中国では石炭の比重が圧倒的に大きく、一次エネルギーのシェアがそれほど大きくは変動していないことから、エネルギー消費量の動きとほぼ連動し、第 3 章と類似の結果を得た。産業別にみると、近年の CO<sub>2</sub> 排出増加の主要因は、固定資本投資形成であるが、この要素の大半は建設需要である。建設産業の投入物には、セメントや鉄鋼、および電力というエネルギー集約的な産業があるため、間接的な CO<sub>2</sub> 排出が大きくなる。

第 5 章は、投入物としてのエネルギーに焦点をあて、エネルギー投入を含むトランスログ型(対数 2 次関数型)の生産関数を生産フロンティア方式で推定した。生産フロンティア方式とは、通常の観測誤差に加えて、生産効率の上限からの乖離(非効率性)を示す誤差の 2 種類の誤差を導入する方式である。ここでは中国の省別のデータを時系列で準備するというパネルデータを用いている。推計の結果、マクロでは中国の経済成長の 3 分の 1 程度は全要素生産性(TFP)の上昇で説明されることがわかり、中国での経済成長は投入の拡大が主要因であり効率改善の寄与は小さいという議論に対しての 1 つの反証を示すことができた。また生産フロンティア方式では、効率性を省ごとに推定することができるが、中国の省の中では広東省が最も効率が高いことがわかった。もし中国の全省の効率が広東省と同じ程度に向上すれば、中国全土のエネルギー消費は約 3 分の 1 減少する(3 分の 2 になる)ことになる。

第 6 章は結論である。中国のエネルギー消費の増加は、固定資本投資形成、とくに

## 論文審査の結果の要旨

建設部門に依存していることがわかった。中国の固定資本投資は政府によるインフラ投資および大型国営企業による設備投資が中心である。エネルギー消費の増加に需要面から歯止めをかけるためには、中国政府の政策転換が必要であろう。また、マクロの生産面から言うと、中国の生産性は向上しているものの、まだ内陸地域を中心に改善の余地がある。中国の企業にエネルギー消費節約に向けた動機付けをどのように与えるかが鍵になるであろう。

本研究の成果は2編の学術論文にまとめられている。1編は、本論文3章に対応する内容であり、雑誌 Energy Policy に公刊されている。もう1編は本文の5章に対応する内容であり、現在公刊の準備中である。

### 2. 評価

本論文は中国のエネルギー構造を需要面と生産面から分析した研究である。学位論文として以下のように評価すべき点を含んでいる。

- 1) 物量情報と金額情報を組み合わせたハイブリッドタイプの産業連関分析、および通常の産業連関表にエネルギーバランス表の情報も組み入れるという新しいタイプの産業連関分析の手法を提案している。その結果、最終需要の変化とエネルギー利用およびCO<sub>2</sub>排出の関係が見えやすくなった。
- 2) 直接的排出のみならず間接的排出を加味すると、固定資本形成のCO<sub>2</sub>負荷は大きい。国有企業中心の経済運営が重複投資や不採算投資の背景にあることを考えると、経済の市場化もマクロのエネルギー効率を高めるために有益であることがわかった。
- 3) 生産フロンティアをもっているトランスログ型の生産関数の推計により、中国の経済成長の1/3程度は全要素生産性の上昇によるという結果を得、効率の改善が進んでいることが確認された。また、資本とエネルギーの代替の弾力性は、1990年代半ばまではプラス(代替的)であったが、近年は、マイナス(補完的)になっていることも確認された。その意味でも固定資本形成のCO<sub>2</sub>負荷は大きいことが分かった。
- 4) 中国の各省が最も効率的な広東州と同程度の効率になれば、中国の総エネルギー消費が約1/3程度削減されることが分かった。

ただ同時に、本論文は以下のような不十分な点も含んでいる。

- 1) 競争輸入型の産業連関表を用いているために、輸入の扱いが正確ではない。非競争の輸入型の産業連関表を用いた分析が求められる。また、産業連関表とエネルギーバランス表の産業分類も完全には比較可能ではない。分析の信頼性を高めるために、更なる産業分類の検討が必要である。
- 2) トランスログ型の生産関数の推計では、付加価値を生産とした分析であるにもかか

## 論文審査の結果の要旨

ならず、説明変数としてエネルギー投入を加えている。投入物と産出が必ずしも対応していないので、分析結果にバイアスが生じている可能性がある。分析の信頼性を高めるために、この点についての検討が必要である。

- 3) 産業連関分析では、価格変化とエネルギー需要の変化の関係が明示的には分析できない。今後は、価格変化によるエネルギー需要を分析対象とし、また財の供給側の分析を同時に行うためにも、応用一般均衡モデルへの拡張も検討する必要がある。

しかしこうした改善はかなり大掛かりな研究組織を必要とするものであり、本学位請求論文提出者が今後の研究活動の中で行なわれる将来的研究課題であると考えられるので、本論文の博士論文としての価値を損なうものではない。

### 3. 結論

以上の評価により、本論文は博士(国際開発学)の学位に値するものである。