

# 論文審査の要旨及び担当者

No.1

報告番号	甲 第 号	氏 名	ゴンザレス スンバド, ロドリゴ
論文審査担当者	主 査	：大沼 あゆみ (慶應義塾大学経済学部教授 博士(経済学))	
	副 査	：細田 衛士 (慶應義塾大学名誉教授 博士(経済学))	
		：マッケンジー, コリン (慶應義塾大学経済学部教授 Ph.D.)	
	面接担当	：武山 政直 (慶應義塾大学経済学部教授 Ph.D.)	
		：大久保 敏弘 (慶應義塾大学経済学部教授 Ph.D.)	
(論文審査の要旨)			
論文題名 : AN ANALYSIS OF THE ENVIRONMENTAL IMPACT OF AIRCRAFT EMISSIONS: THE CASE OF JAPAN			
1. 本論文の目的			
<p>交通部門による環境問題は、環境経済学の中でも多く扱われてきた問題である。しかし、その多くは大気汚染を発生させる自動車部門を対象とし、交通手段としての航空部門を対象にした研究は多くはない。確かに航空部門による環境負荷を対象にした研究もないことはないが、それらのほとんどが航空機による騒音や大気汚染などを分析したものである。航空機利用が地球温暖化に与える影響の大きさは以前より指摘されているにも関わらず、航空部門からの CO2 排出に関する要因を分析し政策的含意を導き出す分析を行った研究は見当たらない。</p> <p>そうした中、航空業界は景気の変動いかににかかわらず持続的に成長しており、実際、1990 年から 2014 年で、国際航空から排出される CO2 は約 2 倍になっている。すなわち航空機からの CO2 排出量をいかに削減するかが今大きな問題となりつつある。問題解決のためには、その地球環境に与える影響を経済学的に詳細に分析し対応策を提示することが不可欠である。本論文はこの新しい領域を開拓するものであり、航空部門と気候変動に関する最新の情報に基づき、航空部門の引き起こす環境問題 (CO2 の排出による地球温暖化問題) について詳細に分析を行っている。</p>			
2. 本論文の概要			
<p>第 1 章は、日本の航空燃料税をめぐる CO2 排出を分析している。日本では、2011 年 4 月に、航空業界からの強い要望もあり、日本航空の経営破綻を機に航空燃料税の 30%の減税を行った。著者は、この減税前後の CO2 排出量を比較分析することで、減税による影響を causal impact analysis によって分析している。この研究では、まず、減税がなかったとした場合の航空機燃料の消費量の推移 (counter factual path) を推計し、それを現</p>			

実に見られた（つまり減税の下での）消費量の推移と比較する。そして減税がなかった場合と比べて2011年4月から2015年12月の間に実際に消費された燃料がどれくらい増加したかを計算することで、減税による燃料消費量の増加すなわちCO<sub>2</sub>排出量の増加の効果を推定した。具体的には、Bayesianの構造的時系列分析を基礎に Brodersen et. al. (*Annals of Applied Statistics*, 2015)によって新たに開発された手法（causal impact analysis）を用いて、減税後に消費された燃料の実測値と税が変更されなかった場合に得られたであろう（観察されていない）値との差を測定する因果関係メカニズムの分析を行ったわけである。この手法を使うと、経済学的なモデルを組む必要が一切ないという特徴がある。燃料消費とCO<sub>2</sub>排出量との関係が技術によって決まっているという前提をおいた上で、結果として、減税が実施されなかった場合と比較して、対象期間でCO<sub>2</sub>排出量を年間9.23～10.42%増加させたことが示された。結果の頑健さを確認するために、減税が実施された時点ではなく発表された時期で効果を調べたことや説明変数を変更したことなども特徴としてあげられる。この結果は、CO<sub>2</sub>排出量削減方法としての航空燃料税の有効性を明確に示すもので、航空部門のCO<sub>2</sub>排出量がますます増加する傾向にある中、環境政策研究において価値ある研究と言えよう。なお、この研究の元となった論文は、すでに *Journal of Air Transport Management* 誌に公刊されている。

第2章は、航空機の常連（regular）利用者と非常連（non-regular）利用者の、航空機利用と環境についての行動を分析している。これは、2017年にインターネットを通じた約500世帯の調査を用いて、環境情報を付与することで航空機利用を新幹線等の代替交通機関に変更する可能性のあるプロファイルは何かを求めることで、より効率的な環境政策に資する情報を提供するものである。分析では、航空機の環境への悪影響を考えてオフセットを行おうとする人々は、主婦や退職者など、航空機をめったに利用しない人々である一方で、環境影響を配慮せず他の交通手段に代替しない層は、正規の職にある所得が高い人々で、航空機を頻繁に利用する人々であるなど、興味深い性質が見いだされている。これらの結果は、たとえ航空燃料税のような気候変動緩和のための税を航空料金に上乗せしても、航空利用需要を減じるような大きな影響は見られないだろうという政策的に見て興味深い含意を有している。

第3章では、日本における格安航空会社（LCC）に焦点を当てた分析を行っている。LCCは世界で急速に成長しているが、日本も例外ではない。通常の航空会社（フルサービス航空会社、FSA）が市場シェアを落としている一方、LCCはシェアを急速に伸ばしているのである。当然、LCCの参入・拡大による環境負荷の影響（CO<sub>2</sub>排出量の増加）が懸念される場所である。本章は、第2章と同様のウェブ調査により、FSAとLCC

の利用者の選択行動に影響を与える要因を分析している。それとともに、LCC への利用需要を求め、さらには航空機燃料税が導入されたときの費用と料金に与える影響を導出することによって、利用需要に対してどのような影響がもたらされるかを分析している。その結果、LCC の参入は FSA からの旅客需要の移動というよりも新規の顧客の創出という面が大きいこと、また航空機燃料税が現在前の水準に戻っても、FSA、LCC ともにほとんど需要を減らさないということが示された。この結果は、気候変動緩和の観点からは、この税がほとんど効果を持たないことを示している。

### 3. 評価と課題の指摘

第 1 章の分析は、航空機燃料税の減税は炭素税の減税を意味し、その結果 CO<sub>2</sub> 排出量が増加してしまったと解釈することもできる。税のグリーン化の視点からもこの結論は斬新で重要である。分析手法としては、causal impact analysis を利用して counterfactual な CO<sub>2</sub> 排出量推移を求めているところに特徴がある。しかし、この手法は経済学ではまだ馴染みの薄い手法であり、この分析手法を選んだ必然性についてより詳細に述べるとともに経済的意味を説明する必要があるだろう。

第 2 章は、クラスター分析および主成分分析を用いて、どのような経済社会的属性を持った人々が CO<sub>2</sub> 排出量抑制に貢献する行動をとり得るのかを示した点は環境政策的な面で意義深い。著者があまり強調していない点だが、高所得で高い教育を受けた人々は航空機による地球温暖化への影響に対して支払いをしたがらず、また代替手段を取る必要もないと思っているという通常の想定と逆の分析結果は興味深い。また個人の環境保全行動や責任意識の方が、集団的な行為や意識よりも環境負荷低減行動に結びつきやすいことを示した点も非常に興味深い。ただ一方で、航空機燃料税などの増加によって航空運賃が上昇しても、新幹線などのより CO<sub>2</sub> 排出量の少ない代替手段を取らせる効果が小さいという結論には疑問も残る。現実には新幹線と飛行機の競合が起きている区間も見られ、ここでの結論がそのまま日本全体に適用できるかという疑問なしとはしない。

最後に第 3 章で、最近急成長の LCC の実証的分析を行い、LCC が新たに航空需要を作り出した可能性の大きいこと、この需要が所得・年齢・目的によって大きく影響されることを示した点は興味深い。それとともに、航空燃料税が 2011 年以前の水準に戻ったとしても LCC 需要に対する影響はほとんどないことを示した点も意義深い。すなわち、LCC の環境負荷性と環境税（炭素税）の限界が示されたことにもなる。

分析手法について言えば、Bivariate Analysis で分析を行った後に Multivariate Analysis で補強し、さらに OLS によっても結論を補強しており、LCC の需要決定要因

が所得・年齢・目的によって左右されると言う結論を一層確固たるものとしている。これらの結論は説得的であり、また興味深くもあるが、しかし政策的含意となるとあまり明確でないという問題がある。つまり、著者は環境政策的な観点から LCC の分析を行っているのであるが、第3章からは明確な政策的含意が導き出せていない。第2章の分析と重ね合わせると新幹線への代替も考えられないわけではないが、これも推測にとどまり、また具体的な誘導策となるとまったく言及されていない。第3章の結果がより具体的な CO2 削減政策に結びつくような政策的含意を導く努力が必要である。

#### 4. 全体的評価と結論

本論文はこれまでほとんど研究されてこなかった航空部門の CO2 排出問題を取り上げ、実証的な手法によって航空機燃料税削減による CO2 排出量の上昇効果、新幹線などの低炭素交通機関への代替可能性、LCC の需要要因などを実証的に分析した意義は大きく評価に値する。今後の航空部門からの CO2 排出抑制政策にとって重要な知見となり、地球温暖化対策の政策研究に一石を投じるものとなるだろう。第2章と第3章では、著者の問題意識に合う独自の調査2件を実施したことを高く評価すべきものである。

しかしながら同時に若干の不満も残る。3つの章全体を重ね合わせた時、どのような環境政策上の具体的含意が得られたかという点必ずしも明確ではない。航空機燃料税の税率を元の値に戻したとき CO2 排出量は減少することが示されたのだが、同時に航空需要は減少することはないことも示された。航空会社の機体の選定やオペレーションによって CO2 を減少させるには限界があることを考えると、需要面での対策が欠かせないと思うが、この点については言及がない。

また既に個別の論点で指摘したように、新しい実証分析手法を採用した経済学的必然性やクラスター分析などの経済的意味合いに関する説明も十分なものとは言えない。だがこうした批判的論点を考慮に入れても本論文で得られた結論の学術的価値および環境政策的意義は減じられるべきものではない。よって、本審査委員会は本論文が博士学位授与にふさわしいものであると判断した。