Kobe University Repository : Kernel

PDF issue: 2025-07-12

Studies on Rate-based Emissions Trading

Kato, Shinya

(Degree)
博士（経済学）

(Date of Degree)
2014-03-25

(Date of Publication)
2015-03-01

(Resource Type)
doctoral thesis

(Report Number)
甲第6142号

(URL)
https://hdl.handle.net/20.500.14094/D1006142

※ 当コンテンツは神戸大学の学術成果です。無断複製・不正使用等を禁じます。著作権法で認められている範囲内で、適切にご利用ください。

論文内容の要旨

氏　名　　加藤 真也
専　攻　　経済学

論文題目

Studies on Rate-based Emissions Trading
（排出量取引における原単位方式の諸研究）

要旨

本論文は，生産量当たり排出量に対して規制を行う「原単位規制」に関する研究をまとめたものである。

第 1 章「導入」では，途上国における原単位目標の実施状況や，日本経団連による産業ごとの原単位目標の設定状況について概観し，本論文の目的と構成について述べている。

第 2 章「限界削減費用の推定と原単位規制」では，二酸化炭素の排出量を 2020 年までに 1990 年比で 25%削減することを政策目標として，二酸化炭素排出量の多い鉄鋼，化学，窯業土石，紙・パルプ産業の 4 つの産業に，原単位規制を含む排出量取引を導入した場合に追加的にかかる二酸化炭素削減費用について分析を行った。各産業の付加価値額と二酸化炭素排出量の時系列データを用いて，限界削減費用を推計し，排出量取引導入の影響を検討した。その結果，4 つの産業全体で約 178 億円の削減費用がかかると試算された。政府が目標排出量を実現する最適な原単位を設定した場合には，総削減費用をその水準で抑えることができるが，最適な原単位の設定には産業の費用構造に関する情報を把握する必要があり，これは困難であることが予想される。そこで，最適な値から乖離した原単位を設定した場合にどの程度の追加的な費用が発生するかについて検討を行った。例えば，鉄鋼産業のみに原単位規制を導入するケースを考えたとき，政府の設定する原単位が最適な値である 73tCO_2/百万円ではなく，仮に 1%上方に設定された場合，総削減費用は 36 億円ほど増加してしまうと試算された。また，同様に窯業土石産業のみに原単位規制を導入するケースを考えたとき，政府の設定する原単位が最適な値である 9.4tCO_2/百万円ではなく，仮に 1%上方に設定された場合，総削減費用は 3.7 億円ほど増加すると試算された。

原単位規制が好まれる理由として，政府が設定する原単位に対して，各産業が技術水準を上昇させることで，生産量と排出量をあまり減少させることなく，目標原単位を実現できることが考えられる。しかし，第 2 章では，政府が各産業の技術進歩を完全に予見しているため，原単位の直接規制が可能となっている。さらに，便益関数が非線形であるため，原単位を直接規制することで，各産業の付加価値額と排出量が一意に定まってしまう。これらのため，第 2 章で検討している原単位規制は，実質的に総量規制と同じような特徴をもっていることに留意が必要である。そこで第 3 章では，各産業が内生的に技術水準を決定し，政府が外生的に原単位を設定する場合について議論を行うこととする。これによって総量規制と原単位規制の違いに着目した分析が可能となる。

第 3 章「総量規制方式と原単位方式の理論的比較」では，排出量取引制度における総量規制方式と原単位方式の理論モデルを作成し，比較を行った。生産量と排出量に線形の関係があるという仮定の下で，原単位方式の導入により，個別企業レベル，産業レベルともに生産量は増加傾向となり，排出に関する技術水準も個別企業レベル，産業レベルとも上昇傾向にあることが示された。

また，数値シミュレーションによって，設定する原単位を変更した場合の排出量や利潤について検討をおこなった。これによって，原単位の設定水準を十分に厳しくすることで，総排出量を規制がない場合よりも低くすることは可能であることを示した。しかしながら，そうした厳しい水準の原単位を設定することには，困難が伴うものと考えられる。なぜならば，排出量取引の制度設計において原単位方式が提案される背景には，経済活動に制約を設けることそのものに対する抵抗や，規制によって大きな負担が発生する産業部門への配慮があるものと推察されるからである。

さらに，数値シミュレーションによって，総量規制方式と原単位方式の効率性の比較も行った。両方式において同じ目標排出量を実現しようとした場合，総量規制方式よりも原単位方式の方が利潤は小さくなり，経済的効率性が低下することが示された。これは，原単位方式の下で総排出量を規制しようとすると，総量規制方式よりも制約が増えることになり，効率性が低下するためと考えられる。

第 4 章「原単位方式導入の CGE 分析」では，日本に総量規制方式，原単位方式による排出量取引制度を導入するシミュレーションを行った。まず，静学 CGE 分析において，総量規制方式と原単位方式の比較を行った。両方式において，二酸化炭素の排出量を 1990 年比で 25%削減するように，排出権の供給量と原単位の低下率を設定した。このとき，実質 GDP が総量規制方式では 0.64%減少し，原単位方式では 0.74%減少することが分かった。これは，同じ排出量を実現するにあたって，原単位方式は総量規制方式に比べて，生産量を全体的に低下させてしまうことを表している。しかし，産業別に生産量の落ち込みを見てみると，原単位方式は総量規制方式と比べ，産業間の生産量減少率が均等化される傾向にあることが確認された。原単位方式は実質的に生産量に対して補助金を与え，排出量に対して課税をする方式であることから，生産量の大きい産業は多くの補助金を受け取ることができ，生産量の落ち込みが小さくなっているためであると考えられる。一方，総量規制方式であれば，生産量が大きく，排出量に関しても限界削減費用の小さい産業は，生産量を大きく減少させる必要がある。このように，原単位方式が，総量規制方式と比べ経済効率性は劣っているものの，産業間の公平性という観点からは優れている方式であることが伺

える。

さらに，静学 CGE 分析では，原単位方式において，基準年における原単位を仮に 25%厳しく設定した場合に，総排出量が 25%以上削減されてしまうことを示した。これは，原単位が 25%低下すると同時に，生産量も減少することから，25%以上の排出削減が実現するものと考えられる。この静学分析の結果は，短期においては生産部門が技術水準を上昇させることができず，原単位の設定以上に排出量が削減されてしまうことを示している。

しかし動学モデルに拡張した場合，この結果は必ずしも成り立たない。資本蓄積，労働生産性の向上，エネルギー財の投入効率の上昇投入といった技術進歩を考えた場合，原単位方式は総排出量で規制されないため，生産量と排出量を同時に増やすことが可能となる。本章では，労働生産性の上昇率が比較的低い水準においても，原単位方式の導入によって排出量が増えてしまう可能性があることを示した。これにより，原単位方式は経済成長を阻害しないという特徴をもつ一方で，目標排出量が実現できない可能性が高いという特徴をもつことが確認できた。

本論文全体の結論は，以下のようなものである。原単位による直接規制でも，原単位に応じて排出権を無償配分する原単位方式でも，原単位を上手く設定することで，総量規制方式と同じように目標排出量を実現することは可能である。しかしながら，規制当局が排出主体の限界削減費用などを正しく認識することは困難であるため，社会的費用を最小化するように原単位を設定することは難しい。効率性の観点からは，原単位規制方式よりも総量規制方式が望ましいが，特定の産業部門に対する費用負担の緩和という観点からは原単位方式の方が望ましい可能性がある。また技術水準の上昇を考慮に入れた際には，原単位方式は経済成長を阻害しないという特徴を持つ一方，目標排出量を実現できない可能性が高いことを示した。

指導教官　竹内 憲司

加藤真也氏　学位請求論文審査報告要旨

論文『Studies on Rate-based Emissions Trading』

論文内容の要旨

本論文は、生産量当たり排出量（原単位）に対して規制を行う「原単位規制」に関する経済学的研究をまとめたものである。

第 1 章「Introduction」では、途上国における原単位目標の実施状況や、日本経団連による産業ごとの原単位目標の設定状況について言及した。その上で、本論文の全体的な目的と構成について述べている。

第 2 章「Estimation of marginal abatement cost and rate-based regulation」では、二酸化炭素の排出量を 2020 年までに 1990 年比で 25%削減することを政策目標として、二酸化炭素排出量の多い鉄鋼、化学、窯業土石、紙・パルプ産業の 4 つの産業に、原単位方式による直接規制を導入したケースについて分析を行った。分析を行うにあたって、各産業の付加価値額と二酸化炭素排出量の時系列データを用いて、各産業の限界削減費用を推計し、規制導入の影響を分析した。その結果、4 つの産業内で、二酸化炭素排出量を 2020 年時点で 1990 年比 25%削減するために、産業全体として最小で約 178 億円の追加的費用がかかると試算された。また、産業の費用構造を把握することが困難なために、政府が原単位の設定を最適な値から乖離させてしまった場合に、どれほど社会的費用が増大するのかを検討した。例えば、限界削減費用の最も低い鉄鋼産業のみに原単位規制を導入するケースを考えたとき、政府の設定する原単位が最適な値である 73tCO_2/百万円ではなく、仮に 74tCO_2/百万円と設定された場合、社会的総費用は 66 億円ほど増加すると試算された。

第 3 章「Theoretical comparison of cap-and-trade policy and rate-based policy」では、排出量取引制度における総量規制方式と原単位方式のモデルを作成し比較した。生産量と排出量に線形の関係があるという仮定の下で、原単位方式の導入によって個別企業レベル、産業レベルとも生産量は増加傾向となり、排出量に関する技術水準も個別企業レベル、産業レベルとも上昇傾向にあることが得られた。また、数値シミュレーションによって、設定する原単位を変更した場合の排出量や利潤について検討をおこなった。これによって、原単位の設定水準を十分に厳しくすることで、総排出量を規制がない場合よりも低くすることは可能であることが判明した。しかしながら、そうした厳しい水準の原単位を設定することには、困難が伴うものと予想できる。なぜなら、排出量取引の制度設計において原単位方式が提案される背景には、経済活動に制約を設けることそのものに対する抵抗や、規制によって大きな負担が発生する産業部門への配慮があるからである。また、総量規制方式と原単位方式において、同じ目標排出量を実現するには、総量規制方式よりも原単位方式の方が利潤は小さくなり、効率性が低下することが判明した。これは、原単位方式の下で総排出量を規制しようとすると、総量規制方式よりも制約が増えるためであ

ると考えられる。

第 4 章「Introduction of rate-based policy in Japan: a CGE analysis」では、総量規制方式と原単位方式による排出量取引制度を日本に導入するシミュレーションを行った。静学 CGE 分析では、基準年における原単位を 25%厳しく設定した場合に総排出量が 25%以上削減されることを示した。この理由は、原単位の設定を 25%低下させると、同時に生産量も減少することから、25%以上の排出削減が実現するというものである。これは、技術水準の上昇を考えない短期においては、原単位の設定以上に排出量が削減されることを示している。しかし、この特徴は動学モデルでは異なってくる。資本蓄積や、労働生産性の向上、エネルギー財の投入効率の上昇といった技術進歩を考えた場合、原単位方式は排出総量で規制されないため、生産量と排出量を同時に増やすことが考えられるようになる。本章では、労働生産性の上昇率が比較的低い水準においても、原単位方式の導入によって排出量が増えてしまう可能性があることを示した。

本研究の結論は以下のようにまとめることができる。原単位による直接規制でも、原単位に応じて排出権を無償配分する原単位方式でも、原単位を上手く設定することで、総量規制方式と同じように目標排出量を実現することができる。しかしながら、規制当局が排出主体の限界削減費用などを正しく認識するには費用がかかるため、社会的費用を最小化するように原単位を設定することは困難である。また効率性の観点からは、総量規制方式が望ましいこともの、負担の公平性という観点からは原単位規制の方が望ましい可能性がある。さらに、技術水準の上昇を考慮に入れた場合には、原単位方式は目標排出量を実現できない可能性が高いことが示された。

論文審査の結果の要旨

本論文は、原単位方式を用いた気候変動政策について、理論的、実証的な分析をおこなっている。その主たる貢献は、以下の３点にまとめることができる。

第１に、原単位規制という新たな政策アプローチに着目し、理論分析、計量分析、CGE 分析という多様な分析方法を駆使して研究をおこなっている点である。原単位方式に基づく環境規制がもたらす経済学的含意については、これまで十分な研究蓄積がなく、明確な結論が得られていない。本論文では多様な分析方法を採用することで、これまで検討されてこなかった政策の失敗による社会的費用の増大や、技術進歩の効果についても分析の視野を広げ、新たな知見を得ている。

第２に、原単位方式に基づく排出量取引を、総量規制方式に基づく排出量取引と理論的に比較し、その得失を明らかにしている点である。これまでの研究では、どちらの方法でも同じ排出量が実現されることを前提とした分析が行われてきたが、本研究ではこれを前提としない分析の枠組みを提示し、独創的な比較を行っている。

第３に、CGE モデルによる分析によって、産業部門ごとの生産量の変化を検討している点である。その結果、総量規制方式に基づく排出量取引に比べて、原単位方式に基づく排出量取引は、産業部門ごとの負担をより公平にするものの、低炭素型経済への移行を促す効果は弱くなるという興味深い結論が得られている。

本論文に望まれる改善と分析の発展の方向として、次の２点を指摘できる。

第１に、結果の頑健性についてさらに検討を加えることである。モデルの構造やパラメータの設定など、本研究で選択されている分析手続きを変更した場合に、結果がどの程度変化するのか、慎重な検討を加える必要がある。

第２に、気候変動問題の特徴を踏まえ、国際的な側面を考慮した分析を展開することである。例えば、ある国々では原単位方式の政策が採用され、別の国々では総量規制方式の政策が採用されているときに、どのような国際的制度の構築が可能か等、挑戦すべき課題は多数ある。

しかし、これらの点は今後の更なる研究に待つべきものであり、本論文の価値を損なうものではない。

以上を総合して、下記審査委員は一致して、本論文の執筆者が博士（経済学）の学位を授与されるに十分値すると判断する。

平成 26 年３月６日

審査委員

主　査　准教授　竹　内　憲　司

教　授　石　川　雅　紀

教　授　萩　原　泰　治