

論文の内容の要旨

論文題目 経済発展に伴う需給の変化を考慮した
鉄鋼生産に関する気候変動緩和策の分析

氏名 行木 美弥

本研究では、経済成長を背景とした鉄鋼の需給の変化に伴う温室効果ガスの排出増加を研究対象として取り上げ、特に鉄鋼の需要増加が著しい中国・インドを含む途上国に焦点をおいて、温室効果ガスの排出削減の手法として有効と考えられるスクラップの活用と省エネルギー技術の導入について、効果と導入時の課題の検証を行った。そのうえで、これらの手法を推し進めるための策について、課題や留意点を整理し、望ましいあり方について分析し、効果的な気候変動緩和策の検討に資することを目的とした。

第1章においては、研究の背景をまとめ、先行研究の整理と本研究の位置づけを提示し、研究の目的と、研究の方法と構成を示した。

第2章においては、経済発展と鉄鋼の需要変化に伴う温室効果ガスの排出について整理を行った。まず、気候変動をめぐる状況として気候変動の影響予測と国際交渉の動向を整理し、気候変動の原因とされている温室効果ガスの中でも特に割合の大きい人為的な化石燃料の使用に起因するCO₂の排出に着目し、その主要な排出源としてどのような部門から、また、どのような国からの排出について今後特に取り組みを強化していくことが気候変動抑制の観点から必要かを整理した。

第3章においては、鉄鋼生産に関連する温室効果ガス排出削減技術と政策の整理を行った。まず、鉄鋼生産の主要な工程を示して生産の流れを整理し、そのうえで原料・プロセスによるエネルギー消費量の違い等について述べた。ついで、鉄鋼生産に関連する排出削減対策技術について主要な技術レビュー集のレビューを実施し、エネルギー効率を上げる技術、原料の転換や固定貯留等により温室効果ガスの排出を下げる技術、物質をより効果的に利用する技術に分け、その削減効果や導入時に必要な費用、費用回収にかかる年数等を整理した。次いで、鉄鋼生産に関連する排出削減を促す政策を取り上げ、地域・国内において対策技術の導入を促す取組と、国外への技術普及を促す取組に分けて既往文献をもとに整理を行った。

第4章においては、鉄鋼製造時にスクラップを活用すれば、還元に必要なエネルギーを省くことができる点に着目し、スクラップの活用でどの程度温室効果ガスの排出削減が可能であるかの推計を行った。対象はアジア諸国とし、2050年までの鉄鋼需要の中長期予測を行い、スクラップの利用可能性とそれに伴う温室効果ガスの排出抑制効果を検証した。推計においては、製鋼のプロセス・原料、用途の他、両国の製鋼業のエネルギー効率の違いも考慮した。推計の結果、経済成長の結果鉄鋼需要は増加する一方、経済成長の初期に必要とされるのは使用年数の長い建設・土木用途であり、スクラップの排出にはタイムラグがあることから、2010年から2050年までの累積で見ると、鉄鋼の需要(みかけの消費量)に対する自国で発生する老廃スクラップによる供給率は用途を考慮した利用上限も踏まえると、中国・インドともに一定量にとどま

るという結果となった。鉄鋼製造によるCO₂の排出は、2010年と2050年を比較すると、スクラップを最大限活用しても、中国・インドともにCO₂の排出量が増加する結果となった。これらの結果から、2050年時点でもスクラップの活用による温室効果ガス排出低減効果は限定的であり、それ以外の対策、特に炭素強度の高い高炉/転炉鋼の温室効果ガスの排出量を下げ、先進国の効率のよい省エネルギー技術を導入するといった取り組みが重要と考えられる。

第5章では、炭素強度の高い財の需給に着目した温室効果ガスの排出削減策の比較分析を実施した。第3章の鉄鋼生産に関連する排出削減を促す政策のレビューを基に炭素集約度の高い財に着目した温室効果ガスの排出削減策4つを取り上げ、温室効果ガスの排出削減効果や実行性等の評価項目について、我が国の専門家より評価を得るためインタビュー調査を実施し、Wilcoxonの符号付順位検定統計解析とクラスター分析を行った。その結果、提示した排出削減策の中では、環境保全上の効果と国際的な合意の可能性に関する評価がトレードオフの傾向を示し、とびぬけて全般的に高い評価を受けた削減策はみられなかった。4つの策それぞれの排出削減策の実現可能性と効果を高めるために留意すべき点あるいは解決すべき点として以下が示唆された。

まず、排出削減策1「上流炭素税」については、この策に最も消極的なグループであっても他の3つの排出削減策より温室効果ガスの排出削減効果の評価は高く、煩雑さやデータの入手可能性といった実行性に関する課題も少ないが、この策に最も支持的なグループであっても合意の可能性は低いと考えるとの結果となった。この方策の検討にあたっては、期待される効果を実現するため適切な運用を行うための配慮と、利害関係者への他の方策と比した利点に着目した働きかけが重要と考えられる。

排出削減策2「消費ベース排出算定」については、他グループよりも排出削減策全般に対し消極的な回答をするグループが特に消極的な評価を行い、「実施費用負担」や「煩雑さ」、「データ入手可能性」といった実行性に関する事項について懸念が示された。この方策の検討にあたっては、実行性を高めるため簡便化した算定を行うこととし、具体的な算定手法等の明示により実行にあたる負担を軽減することが重要と考えられる。

排出削減策3「国際認証」については、比較的支持的な回答が多かったが、財によって大きく状況は異なるという指摘や、ルール調整などによる「煩雑さ」を課題とする意見がみられた。この方策の検討にあたっては、国際調和の状況等から対象とする財を定め、煩雑さを軽減するためにルールを明確に提示し、狙った効果が得られるよう考慮して認証を行う取り組みのレベルを定めることが重要と考えられる。

排出削減策4「JCM」については、一つのグループを除き、全体に弱い支持的な回答が目立った。また、他の策3つと比して「技術革新」は有意に低い点数となったが、技術普及と合意の可能性に関する評価項目への回答は高い点数となった。全般的に消極的な評価をした専門家グループが唯一支持的な回答をしたのもこの策となった。他方、効果が限定的となる点を懸念する意見もみられた。この方策の検討にあたっては、効果的な取り組みを広げるための配慮が重要であり、既存のCDMでは主要な対象となっていない国や技術を捉えて実施し、測定・報告・検証(MRV)の徹底により効果を確実とすること等が重要と考えられる。なお、この方策は合意の蓋然性については4つの策のなかで最も高い評価となっており、本来、温室効果ガスの排出削減効果が高く技術の革新に貢献する策を優先すべきであるが、短期的には合意が容易く、現存する優れた技術の普及に貢献する点には一定の意義があると考えられる。

第6章では、鉄鋼業における温室効果ガス排出削減策に関する考察を行い、鉄鋼生産時の温室効果ガス排出削減技術導入の課題としては、まず、自国で排出されるスクラップの利用可能性には限界があること。次いで中国・インドともに効率の悪い老朽施設が使用されており、温室効果ガス排出削減に寄与する技術を導入する必要があること、さらに、効果的な技術の導入に必要な費用は途上国の企業のみで負担するのは容易ではないことがあげられる。これらの

課題を踏まえ第 5 章の結果から温室効果ガス排出削減技術の導入を促進する気候変動のあり方について考察を行った。第 5 章で述べたとおり、鉄鋼の場合、財としてしばしば貿易もなされるため、その生産の検討には国際的な需給がからむ。特に第 1 章の既往文献の整理でまとめたとおり、一部の先進国には温室効果ガスの排出削減目標が課され、気候変動緩和策が進められる一方、削減義務のかからない途上国において、先進国での需要を満たすための供給が進み、温室効果ガスの排出が増加する炭素リーケージが起きていることも知られている。これを避けるためには、主要な国の鉄鋼の需給を踏まえた対策を進める必要がある。第 5 章で述べたとおり、国際的な枠組みとしては、本来は炭素集約度の高い財の生産を抑制する効果が高いと期待される対策が優先されるべきであり、専門家による排出削減効果の評価が高かった排出削減策 1「上流炭素税」や排出削減策 2「消費ベース排出算定」といった策が推し進められるべきである。しかし、専門家の評価の結果、効果が高い排出削減策は合意の蓋然性が低いという結果が得られている。第 5 章で検討した合意の蓋然性が高い排出削減策には排出削減策 3「国際認証」と排出削減策 4「JCM」がある。短期的に導入が可能ということでは双方共通であるが、「国際認証」の場合、まず対応を進めるのは国際的に財の流通を積極的に行っている大企業が中心と考えられる。中・印ともに特に効率が悪い施設は中小企業が多いと考えられるため、国内に効果が普及し老朽施設の改善がするまでには一定の時間がかかるおそれがある。一方、「JCM」については、数は限定的となるものの直接老朽施設の補修に対し出資することが可能という利点がある。JCM で扱うプロジェクトだけで中印全ての老朽施設の補修を進めることは困難であるが、過去の中国における日本による技術援助を契機としたコークス乾式消火設備技術 (Coke Dry Quenching, CDQ) 導入の事例により、他の技術についても一定の波及効果が期待される。