

## 審査の結果の要旨

氏名 花岡 達也

本論文は、フルオロカーボン類の環境負荷に注目し、オゾン層保護策および温暖化抑制策として、フルオロカーボン類の排出量削減対策に関する定量的な評価をおこなったものである。特に、京都議定書とモントリオール議定書の枠組みから抜け落ちている CFCs および HCFCs の回収・破壊処理対策制度に注目し、対策の導入による環境負荷低減効果、費用対効果および回収・破壊処理プロジェクトの収益性などの分析をおこなっている。

本論文は 7 章からなり、まず、第 1 章では、本研究の背景となる、モントリオール議定書および京都議定書の経緯および内容について述べ、各議定書の問題点を整理し、フルオロカーボン類に対する国際間における課題がまとめられている。次に、第 2 章では、フルオロカーボン類の環境負荷の評価指標に用いられる「オゾン破壊係数 (ODP)」および「地球温暖化係数 (GWP)」など、フルオロカーボン類に関する従来の研究状況についてまとめられ、本論文の位置付けを明らかにしている。また、第 3 章では、回収・破壊処理技術について、現在の技術の状況と問題点がまとめられ、回収・破壊処理技術を海外へ技術移転した際のプロジェクトの評価方法やオゾン層破壊のリスクの評価方法について述べられている。また、第 4 章では、先進国諸国だけでなく途上国諸国を含め、世界におけるフルオロカーボン類の消費量のインベントリーを作成し、オゾン層破壊および地球温暖化への影響を把握するために必要となるデータベースが整理されている。そして、第 5 章では、国内対策として家電リサイクル法およびフロン回収破壊法に注目し、評価対象機器中に用いられているフルオロカーボン類の将来の排出量を予測することにより、それらに対する回収・破壊処理対策による環境負荷低減効果を定量的に評価している。そして、第 6 章では、モントリオール議定書および京都議定書の盲点となっている、CFCs および HCFCs の排出量削減対策に注目し、国際間技術協力の新たな枠組みを提案している。また、ケース・スタディーとして中国を対象にし、回収・破壊処理技術援助プロジェクトの導入による環境負荷低減効果およびプロジェクトの経済性評価をおこない、適切な経済的支援のあり方や国際間協力による回収・破壊処理対策の有効性を考察している。

最後に、第 7 章では、フルオロカーボン類に対する国内外の対策の展望についてまとめられ、次のような示唆が得られている。

1. 日本、EU、AFEAS（先進国諸国に相当）および途上国を含めた世界におけるフルオロカーボン類の消費量のインベントリーを作成し、GWP および ODP の指標を用いて地球温暖化およびオゾン層破壊への影響量を定量的に示した結果、過去に消費されたフルオロカーボン類によって、オゾン層破壊だけでなく地球温暖化へ多大な影響を与えてきた

ことがわかった。特に、CFCs および HCFCs が大きな割合を占めていることがわかった。

2. 国内対策として家電リサイクル法およびフロン回収破壊法に注目し、評価対象機器中に用いられている冷媒の将来の排出量を予測した結果、その推定排出量を CO<sub>2</sub> 換算し、1990 年の日本の 1 次エネルギー消費による CO<sub>2</sub> 排出量と比較すると、1996 年付近のピーク時において 1990 年の CO<sub>2</sub> 排出量の 7.9% に相当し、また、2010 年付近においては 1990 年の CO<sub>2</sub> 排出量の 2.7% 程度に相当する量が排出されることがわかった。また、漏洩量や回収・破壊処理におけるエネルギー消費による CO<sub>2</sub> 排出量を考慮しても、回収・破壊処理対策の費用対効果は約 1000~3000[円/t-CO<sub>2</sub> eq] となることがわかった。したがって、フルオロカーボン類の回収・破壊処理は、短期・中期的な CO<sub>2</sub> 換算削減量からみて大きな効果が得られるだけでなく、費用対効果の面からみても優れており、優先順位の高い温暖化抑制策であることがわかった。
3. 消費量のインベントリーの作成により、HFCs と比較して、CFCs および HCFCs が世界で最も多く消費されていることが把握されたが、途上国諸国では CFCs や HCFCs に対する回収・破壊処理対策が全く実施されていないため、消費されたものは全て大気へ排出されてしまっている。そこで、ケース・スタディーとして中国に注目し、日本における回収・破壊処理技術を中国へ技術移転した場合について考察した。その結果、その費用対効果は約 1[US\$/t-CO<sub>2</sub> eq] 程度となり、温暖化抑制策として優れていることがわかった。また、ハロカーボン・ファンドや ODS-CDM などの本論文で提案した新たな枠組みに沿って回収・破壊処理プロジェクトの収益性を評価した結果、現状の補助金や CER 取引価格によって、十分な収益性が見込まれ、プロジェクトの実現性があることがわかった。ただし、回収される冷媒がどの品種であるかによってその CO<sub>2</sub> 換算量や ODP 換算量が異なり、得られる収益の総量も大きく変化するため、将来的には、状況に応じて、ハロカーボン・ファンド、ODS-CDM および環境 ODA などの複合的な対策をさらに検討していく必要があることがわかった。

以上、本論文で指摘されているように、モントリオール議定書ではオゾン層破壊物質の「生産量・消費量」を、京都議定書では温室効果ガスの「排出量」を規制しているため、CFCs および HCFCs などに対する「排出量」の規制が国際法の枠組みから抜け落ちた形となっている。その結果、世界各国が両議定書を遵守したとしても、CFCs および HCFCs は大気中へ無対策のまま排出されるため、地球温暖化およびオゾン層破壊に大きな影響を与えることになり、回収および破壊処理などの適正な対策を導入することが国際的に重要な課題といえる。この問題点に注目し、フルオロカーボン類の排出量削減対策に関する定量的な評価をおこなった研究は、現在ほとんどおこなわれていない。特に、世界の消費量のインベントリーの作成、国内対策の定量的な評価、および国際間環境対策制度の枠組みの提案とその考察は、本論文のオリジナリティーとして認められるものである。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。