

| | | | |
|---------|---|------------|--------------|
| 氏名 | 野崎 乃倫子 | | |
| 学位の種類 | 博 士 (環 境 学) | | |
| 学位記番号 | 博 甲 第 9 4 9 2 号 | | |
| 学位授与年月日 | 令和2年3月25日 | | |
| 学位授与の要件 | 学位規則第4条第1項該当 | | |
| 審査研究科 | 生命環境科学研究科 | | |
| 学位論文題目 | 東京都における水域と大気域環境負荷同時削減のための環境経済政策シミュレーション分析 | | |
| 主査 | 筑波大学准教授 | 博士 (学 術) | 水野谷 剛 |
| 副査 | 筑波大学教授 | 博士 (農 学) | 張 振亜 |
| 副査 | 筑波大学准教授 | 博士 (工 学) | Helmut Yabar |
| 副査 | 筑波大学准教授 | 博士 (農 学) | 清水 和哉 |

論 文 の 要 旨

本論文で著者は、2013年から2030年の東京都区部と多摩地域を対象に、下水処理の高度化や各種再生可能エネルギーの導入を包含した複数環境域負荷の同時削減政策の総合評価を、動学的拡大産業連関分析モデルによるシミュレーション分析によって行い、実施されるべき政策の最適組み合わせとそれによる影響を定量的に明らかにしている。本論文は、全6章で構成される。

第1章は序論であり、研究の背景、先行研究のサーベイ、研究目的をまとめている。東京都では現在、可燃ごみが完全焼却されているが、資源循環による持続可能な社会を目指す観点から焼却以外の処理方法の普及促進を検討する必要性が生じていること、また、温室効果ガス等の環境負荷物質排出削減を目指す上では社会経済に投入する資源エネルギーを再生可能なものにすることが不可欠であること、そして真に環境負荷削減を行うには、物質収支を考慮に入れた複数環境域負荷の同時削減が必要であることを述べている。著者はこのような背景のもと、太陽光発電及び廃棄物対策としてのバイオマス発電の利用促進と下水処理の高度化を通じ、複数域の環境負荷同時削減を図る地域環境政策の在り方を提言することを本研究の目的としている。

第2章では、対象地域の地理、人口、経済状況の分析を行うと同時に、水域への環境負荷と温室効果ガス排出、エネルギー消費、再生可能エネルギーに関して実際に実施されている施策の分析を行っている。加えて現状掲げられている環境負荷削減目標についてもまとめている。

第3章で著者は、各種データをもとに太陽光及びバイオマスエネルギーのポテンシャル推計を行っている。また本研究で対象とするメタン発酵、バイオディーゼル燃料 (BDF: Bio Diesel Fuel) 化、木質バイオマス燃焼、RPF (Refuse Paper & Plastic Fuel) 化の4つのバイオマス利活用技術について、東京都及びその周辺での導入事例をもとに詳細な分析を行っている。

第4章では、著者はまず研究対象地域を河川流域と廃棄物処理場の立地に基づいたエリア分けをしたのち、モデルの定式化を行っている。モデルの根幹は、社会経済の活動主体を14の産業部門、政府、家計に分類した多地域多部門動学的産業連関モデルである。ここではこれに水質汚濁物質動態、温室効果ガス排出、大気汚染物質動態、廃棄物及びエネルギーのフローを記述した各サブモデルを一括にリンクし、環境と社会経済の相互依存関係を内生的に導出し、分析可能とするモデルとなっている。またここでは、

削減対象物質である水質汚濁物質（窒素、りん、COD（化学的酸素要求量：Chemical Oxygen Demand））、温室効果ガス（CO₂、CH₄、N₂O）、大気汚染物質（SO_x、NO_x）の各負荷係数と、太陽光、バイオマスによる再生可能エネルギー発電の諸係数の算出方法の説明を行っている。

第5章で著者は、構築したモデルを用い、2013年から2030年を対象に、各環境負荷物質排出量制約下での対象期間の累積GRP最大化問題として解いた分析結果について述べている。シミュレーションは、対象期間の傾向予測を行った基準ケースの他、下水処理高度化の促進、太陽光とバイオマスを利用した再生可能エネルギー発電政策の導入の有無により、計3つのケース分けを行っている。東京都の下水道政策、太陽光発電政策、バイオマス発電政策、生産資本減少補助政策への毎年の予算総額は100億円とし、環境負荷物質の各排出量の削減率を1%刻みに設定して実施している。下水処理の高度化の促進と再生可能エネルギー発電政策を導入した場合、最大で10%まで環境負荷の同時削減が可能であるが、GRPの期間合計と、導出された2030年における環境負荷量と制約値との比較、各政策への累計予算配分の傾向により、本研究で想定した補助金政策実施による環境負荷同時削減率は最大で6%であると著者は結論づけている。この場合、累積GRPは基準ケースよりも0.2%の減少が生じるものの、GRP年平均成長率では3.5%の増加がみられること、また窒素負荷量及び大気域への環境負荷量は削減率6%にとどまるが、りんでは7.4%、CODでは12.8%まで大きくすることができることを明らかにしている。またこの際の政策予算額として期間合計で1,658億円が必要であり、下水道高度化に62%に当たる1,029億円、太陽光発電政策に467億円、バイオマス発電政策はBDFとRPFに136億円の配分が求められるとの結果を示している。また、著者は政策手段毎に予算を重点的に支出すべき地域として、下水道高度化には足立区、葛飾区、江戸川区へ合わせて275億円、太陽光発電政策は八王子市、町田市、多摩市へ合わせて72億円、バイオマス発電政策はBDFに千代田区、中央区、文京区に5億円、RPFには港区、新宿区、江東区、品川区へ合わせて59億円とすることが必要であることを明らかにしている。著者は更にバイオマス発電の技術革新を想定し、建設投資及び維持管理費を4分の1に設定しシミュレーションを行った結果、依然としてメタン発酵と木質バイオマス発電の導入は東京都にとって非効率であり、さらなる技術革新が必要であることも示している。この場合、環境負荷削減率6%は下水道政策に1,008億円、太陽光発電政策に467億円、バイオマス発電政策のBDFに3.3億円、RPFに69億円配分することで実現可能であり、技術革新によってバイオマスの活用量は紙84万t、廃食油1.3万tと、それぞれ技術革新前の4.4倍、1.4倍にまで押し上げる効果があること等の有益な結果を示している。

第6章で著者は、結論と今後の課題について述べている。

審 査 の 要 旨

一都市ながら一国並みの経済規模を持つ東京都は、我が国経済の中心地域であると同時に最大の温室効果ガス排出地域でもある。同地域は温室効果ガス排出削減を念頭に2030年までにエネルギー消費における再生可能エネルギーの割合を30%まで引き上げることを目標に掲げており、再生可能エネルギーの導入過程とその効果について定量的に詳細に明らかにした本研究は時宜を得たものであり、有益で示唆に富む結果が得られている。また本研究では、複数環境域の負荷の同時削減を念頭に置いた政策提言を行っており、温室効果ガスの排出制御のみならず、地域の環境問題を包括的に捉えて分析を行った点で大きな学術的独自性を持つ。

直面している研究課題の設定、背景の分析、先行研究のサーベイ、モデル構造式の設定、用いたデータやパラメータの推定は何れも適切になされており、シミュレーションケースの設定、結果の分析と結論の導出も適切である。東京都を対象として、環境経済政策の導入を複数環境域負荷の同時削減目標達成のためのツールとして念頭に置き、再生可能エネルギー導入や下水処理の高度化を考慮に入れ、定量的に総合評価した研究は見当たらない。研究成果は国際学術雑誌に掲載され、学会からも高い評価を得ている。

令和2年1月22日、学位論文審査委員会において、審査委員全員出席のもとに論文の審査及び最終試験を行い、本論文について著者に説明を求め、関連事項について質疑応答を行った。その結果、審査委員全員によって合格と判定された。

よって、著者は博士（環境学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものとして認める。