

氏名（本籍） Adrianus AMHEKA （ インドネシア ）

学位の種類 博 士 （ 環境学 ）

学位記番号 博 甲 第 7166 号

学位授与年月日 平成26年11月30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 Comprehensive Evaluation of Energy Structure Transformation Policies to Reduce GHG Emission in Kupang, NTT, Indonesia: Assessment of Renewable Energy Technologies with Extended Dual Input-Output Analysis

（インドネシア、NTT、クパンのGHG排出量削減のためのエネルギー構造変換政策の総合評価：拡大双対型産業連関表を用いた再生可能エネルギー技術の評価）

主査	筑波大学教授	学術博士	氷 鮑 揚 四 郎
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）	ヤバール・ヘルムート
副査	筑波大学准教授	博士（学術）	水野谷 剛

## 論 文 の 要 旨

この論文は、インドネシア東ヌサトゥンガラ州クパン市（NTT Kupang）を研究対象地域として、再生可能エネルギー技術（RET）の導入による温室効果ガス（GHG）削減効果とその社会経済に対するインパクトを非線型の双対型拡大産業連関モデルを用いて分析したものである。本論文は全7章で構成される。第1章は、序論であり、先行研究のレビュー、投入産出分析手法の有用性、インドネシアのGHG排出量の推移と予測、RET開発の動向について分析し、研究目的について述べている。第2章は、現存する州レベル（NTT）の2006年産業連関表を用いて、2010年クパン市産業連関表を推定し、各生産部門の誘発係数の計測、付加価値率変化に対する価格変化等の基礎的な分析を行ない、クパン経済の構造分析を行った。第3章は、第2章で推定した産業連関表の部門ごとに大気汚染物質（窒素酸化物、硫黄酸化物）及び二酸化炭素、メタン、亜酸化窒素等のGHG排出係数を、先行文献、日本等先進国の過去の排出係数等を参考にして推定した。GHGについては、IPCCのタイムスケール20年と100年の地球温暖化係数（GWP）を用いて比較検討し、畜産業と電力・水供給産業以外は大きな差が無いこと、各産業のインドネシア全体に対する排出シェアの分布をみると、相対的に電力、建築、商業、政府サービス等が大きく、農業部門が小さい等の特徴を明らかにした。最も排出量が大きな部門は、肥料・化学工業・精製部門、第2番目は政府部門である。電力部門は、第5番目でクパン市排出量の11%を占める、等を明らかにし、ミレニアム開発目標としてクパン市政府がGHG排出削減を重視し、バイオマス利用等のRETへ転換政策の背景を浮き彫りした。

第4章は、クパン市の電力供給について、RETシェア、電化率、電力需要の伸び率等について分析している。RETはほとんど導入されておらず、すべてディーゼル発電で賄われている。他方クパン市の電化率は95%前後と比較的高く、今後生活水準の上昇に伴って電力需要の伸びが予測され、このまま行けばGHG排出量の増加が予測されることを示した。また気候条件等から、風力発電、太陽光発電のポテンシャルを分析した。風力については、小型装置が相応しいこと、太陽光発電については何れの装置も稼働可であることを明らかにした。第5章では、推定したクパン市産業連関表に基づく拡大産業連関表を推定し、シミュレーションモデルを特定化した。資本ストックデータが利用できないことから、静学分析でのRETのGHG排出削減貢献ポテンシャルを分析するモデルを提示した。RET技術（装置）としては、3.5kW容量の太陽光発電装置、日稼働率24%を想定して5.8kWh/日の風力発電装置を想定した。電力系統安定化装置も設置費用に計上し、電力価格は市場において一つの値に均衡することを仮定した。市政府は、GHG排出税収を目的税とし、各産業へ補助金として支出する他、固定価格買取制度（FIT）

Feed-in tariff) を想定して RET の生産量に応じて補助金として支出する。分析したケースは、GHG 排出税なし、RET なしのケース 1、排出税のみ新規導入するケース 2、排出税、RET 産業育成のための FIT を想定するケース 3 である。

第 6 章は、シミュレーション結果の分析である。ケース 1 と 2 の比較によって、排出税導入効果が分析され、排出税が無い場合には、GHG 削減率が 10%を過ぎるとクパン市地域総生産 (GRP) は急激に減少し、排出税の導入した場合、GHG 削減率 12%までは GRP はほとんど現状に維持されること、最適排出税率は 14%削減率のとき、226,100 RP/トン二酸化炭素換算 (120 RP $\approx$ 1 円) で最大になること等を明らかにした。また、GRP の値はすべての GHG 削減率で、ケース 2 がケース 1 よりも大きな値を示していることから、排出税は、GHG 削減率増加による経済への負の影響を緩和する効果があることを明らかにした。ケース 2 とケース 3 の比較では、RET への FIT 効果が分析された。GRP は GHG 削減率 18%までほとんど現状のまま維持され、RET 技術 (および FIT) 導入の効果が示された。削減率が 14%以上になると、RET はすべて有効であること、RET のシェアは、28%前後になること等を明らかにした。社会的便益費用比率の値は、バイオマス発電が最も高く、削減率が上昇するとすべての RET についてその値は急激に上昇することからも RET の有効性が示された。第 7 章は、本論文のまとめと結論、今後の課題をまとめている。

## 審 査 の 要 旨

クパン市の産業連関表および GHG 排出構造は本研究によって初めて明らかにされたものである。これは今後 Kupang 市の経済政策、環境政策を考える上で重要で基礎的な資料となるものであり、まずこの点を高く評価した。現状では、全く RET が導入されていない中で、同市の気候、自然的条件、バイオマス賦存状況等を考慮して、RET 各々の発電能力、発電構造および費用構造を推定しているが、FIT を前提として、太陽光発電、風力発電は家計需要を対象とする分散配置、バイオマス発電は基幹送電網への集中型配置を想定し、各々標準的な規格の技術を想定した費用構造の推定方法に工夫とオリジナリティが見られる。非線型の拡大産業連関モデルは、価値・数量構造式にマクロ経済モデルを組み込んで構築し、特定化したものである。これを用いたシミュレーションでは、地方交付税率、GHG 排出税率、RET 買取価格等の主要な政策変数が内生的に導出され、他の既存文献のシミュレーションモデルと比較して、RET 導入による GHG 排出削減効果の分析、同技術導入促進政策の分析に優位性をもつ。

利用可能な社会経済データが限られており、特に、資本ストック関連のデータが入手不可能であったため、静学モデルでの分析を行っている点は、本研究の分析結果を解釈するうえでの大きな制約となっている。しかし、RET 部門の産業連関表への組み込みにおいて、運転費用、初期投資費用を考慮した投入産出係数の推定等に新規性と工夫がみられ、この点を補っている。第 6 章のシミュレーション分析の結果は、持続可能性に重点を置いた今後のクパン市の経済政策を考える上で有益な情報を提供するもので高く評価できる。

平成26年10月14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。