

氏名(本籍)	うち 内	だ 田	すすむ 晋(茨城県)
学位の種類	博士(学術)		
学位記番号	博甲第4707号		
学位授与年月日	平成20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	循環型社会に適したエネルギー技術とその普及政策の最適化モデルシミュレーションによる評価		
主査	筑波大学教授	学術博士	水 匏 揚 四 郎
副査	筑波大学教授	農学博士	佐 竹 隆 顕
副査	筑波大学教授	農学博士	杉 浦 則 夫
副査	筑波大学准教授	博士(農学)	張 振 亜
副査	筑波大学教授	Ph.D.	徳 永 澄 憲

### 論 文 の 内 容 の 要 旨

本論文は、4章で構成されている。第1章では、研究の背景と目的が述べられている。目的は2つある。循環型社会に適し、気候変動問題の緩和に貢献する持続型エネルギー技術の特殊性を考慮した総合評価モデルを構築すること。またこれを用いて、シミュレーションによりそれらの技術を普及させるための経済政策の効果や、その普及を通じて日本経済全体の産業構造や経済規模、また温室効果ガス排出量に与える効果を評価し、普及のための政策の在り方について提言することである。

第2章ではバイオマス系廃棄物のエネルギーリカバリー技術について検討している。ここでは9種類の技術とともに廃棄物の物質フローを新たに考慮したモデルを開発し、用途別に分類された従来エネルギーと廃棄物エネルギーの組み合わせの中で代替がどのように進むかをシミュレーションにより調べた。その結果、排出量制約、排出税+補助金のどちらの手段でも廃棄物エネルギーの導入が進み、メタン発酵、木質ペレット、スーパーごみ発電の3つの技術が促進された。そして温室効果ガス排出量当たりのGDPが改善され、経済成長と両立した排出量の削減が可能であることがわかった。排出税率については、炭素換算トン当たり20,000円以上で京都議定書の排出量目標をクリアした。

次に第3章では住宅用太陽光発電の普及について検討を行った。持続型エネルギーはいずれも産業として初期段階にあり、また環境価値を有することから、習熟効果と仮想評価法の理論を応用した、持続型エネルギーの新たな成長モデルの開発を行なっている。これを総合評価モデルと結合し、住宅用太陽光発電の普及が全体の経済システムや温室効果ガス排出量に及ぼす影響、そして排出税や補助金がそれらに及ぼす影響について明らかにした。

成長モデルでは習熟効果による価格の低下とそれによる需要の増加のサイクルで生産量が拡大する。ここでは従来エネルギーと持続型エネルギーの価格差を環境価値に対する支払い意思とみなし、住宅用太陽光発電システムの価格と生産量のデータを用いて需要関数のいくつかの候補の中から関数形およびそのパラメータを推定した。その結果、パラメータ変化を考慮したワイルドモデルが市場データとの一致性に最も優れて

いた。この成長モデルと総合評価モデルを結合しシミュレーションを行った結果、太陽光発電システムの新規導入量はしばらく低下した後やや増加に転じるという予測結果が示された。排出税や補助金は普及促進には効果があるものの全体の経済規模や総排出量への効果は顕著ではなく、経済全体に排出税をかける方が産業のみにかかるよりも排出量当たりのGDPが改善した。また補助金の普及促進効果は開始年に集中することがわかった。また排出量制約をかけるケースでは、排出税や補助金を導入することによりGDPの値やGDP当たりの排出量が改善されるという結果が得られた。

以上の結果に基づいて第4章では、持続型エネルギーの最適な普及促進政策についての考察が行なわれている。排出量制約と排出税+補助金の2つの経済政策はともにGDPあたりの排出量削減や持続型エネルギーの普及促進への効果が見られたが、実行可能性で判断すると排出税+補助金を用いるのが管理コストの面では有利と考えられる。税率については対象となる産業の普及促進だけを考えればその産業規模に見合った税率（住宅用太陽光発電の場合、2,000円/tC）で十分だが、全体の産業構造の変革に効果を及ぼすのは20,000円/tC程度の税率である。また住宅用太陽光発電のような装置タイプの持続型エネルギーの普及を促進する際は、初年度に効果が集中しないよう補助金の支給パターンの検討も必要である。

## 審査の結果の要旨

地球温暖化や資源枯渇を食い止め、その先にある持続可能社会や循環型社会を構築するには、再生可能エネルギー（持続型エネルギー）を中心としたシステムへの変革が必要である。これまで持続型エネルギーの要素技術や、温室効果ガス排出の地球環境への影響についての知見は数多く得られてきたが、要素技術をどのように普及させるか、また普及した場合の温室効果ガス排出量の変化といった点の定量的・総合的な研究は他の分野と比較して進んでいない。また、従来のマクロ経済モデルでは廃棄物の有効利用、産業として新しいこと、環境価値を有することといった持続型エネルギーの産業としての特殊性が十分考慮されておらず、その普及促進政策に焦点をおいた検討という目的には適していないと考えられる。本研究はこうした特殊性を考慮した総合評価を行う最適化シミュレーションモデルを開発し、持続型エネルギー普及促進政策の効果やそれらが経済規模や温室効果ガス総排出量といったマクロ要因に及ぼす影響をシミュレーションにより明らかにし、最適な政策手段を明らかにすることを試みたものであり、この点を高く評価した。

持続型社会の達成のためには、本研究で取り上げた技術だけでなく持続型エネルギー全体の普及促進を図る必要がある。その際には本研究のモデルをベースにした政策評価の他技術への展開が必要であり、その結果は恐らく経済政策の効果を部分的には支持する可能性が高いが、最終的な導入目標の達成のために持続型エネルギー全体の普及促進と、経済政策以外の手段を総合的に検討していく必要があると思われる。本研究の予測モデルや総合評価モデルには改良の余地があるものの、全体のエネルギーシステムに対する政策評価への応用可能性は十分高いものであり、この点も高く評価できる。

個別の政策分析は、より具体的にGHG削減数値制約に基づく税率、補助金が導出されており、示唆される政策の内容も具体的であり、政策担当者には示唆に富む有意義なものである。

よって、著者は博士（学術）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。