

学 位 論 文 題 名

A STUDY ON ENERGY END-USE MODEL BASED
ON ENVIRONMENTAL EVALUATION AND
STRUCTURE CHANGE OF ENERGY CONSUMPTION

（環境影響評価およびエネルギー消費構造変化に基づく
エネルギーエンド・ユースモデルに関する研究）

学位論文内容の要旨

地球的規模の環境問題のなかで気候変動、とりわけ温暖化に対する関心が高まっている。温暖化の原因のひとつとして化石燃料の燃焼に伴う炭酸ガス（二酸化炭素）の排出抑制が急務となっている。ところがエネルギー消費は経済成長と密接な関係にあり、その削減は多くの困難性をもっている。

日本では 1970 年代の 2 度にわたる石油危機によるエネルギー価格の高騰に対してエネルギーの効率的な利用（省エネルギー）に取り組み、成功を収めてきた。しかし、近年、エネルギー消費は拡大してきており新たな対策が求められてきている。

こうした状況のなかで、化石燃料に代わってソフトエネルギーとして太陽光、風力、水力、バイオマスなどを利用することが注目されている。なかでも風力は米国、ドイツおよびデンマークに続いて日本でも建設が進んでいる。

本研究は以上の考察を基礎にして、風力発電による電力供給がエネルギー需給に効果があることに着目し、エネルギーの消費に伴う環境影響評価とソフトエネルギーの産業化による経済効果の計測を行った。

研究の前半では、1975 年と 1990 年の産業界におけるエネルギー消費構造を明らかにするため、315 業種を対象に主要エネルギーの消費の特徴について整理した。これによって需要のエネルギー消費構造をもとにした「エネルギーエンド・ユースモデル」を考案した。

従来のエネルギーに関するモデルは、トップダウン型モデルが主流であった。その特徴は国のエネルギー政策と GDP などの社会経済的な動きから評価するマクロ・モデルであった。

一方、化石燃料を消費する需要側の情報、すなわちエネルギー消費機器の効率性、寿命などをモデル化しようというボトムアップのエネルギー・モデルの開発が進められている。ボトムアップのモデルでは多数の部門のエネルギー消費構造に関するデータが必要となるためにほとんど整備されていない。

さらに、トップダウンの情報、すなわちマクロ的な社会経済に関する情報と、ボトムアップの情報、すなわち、エネルギー需要者の情報を盛り込んだモデルの開発が求められている。

これに対して本研究で開発したエネルギーエンド・ユースモデルは、315 部門の産業セクターにおける消費するエネルギーの量、種類を把握するためにデータの整理を行い、消費構造をミクロ的な視点から整理した。また、近年の日本のエネルギー消費の中心は、かつての製造業を中心とした産業部門ではなく、輸送部門、民生部門に移ってきていることに着目し、特に民生部門のエネルギー消費構造、とりわけ電力の消費についてシステム・ダイナミックスによるモデル化を試みた。本研究で開発した「エネルギー エンド・ユースモデル」は、従来のトップダウン型のモデルと、ボトムアップ型モデルのそれぞれの特徴を生かしながら、需要先のさまざまな動きを変数として組み込むことができる。

そのことはエネルギー政策を検討する上で、必要となるさまざまな政策変数を組み込み、自由にシミュレーションが可能になるという優れた特徴をもっている。

研究の後半では前半でモデル化した民生部門の電力消費に風力発電を組み込み、今後の動向についてシミュレーションを行った。

エネルギー消費に伴う環境問題の解決が強く求められている。なかでも、化石燃料に代わって太陽エネルギー、バイオマス、水力、地熱、風力などのソフトエネルギーの導入が求められる。しかしながら、太陽光、バイオマスは発電コストが高いこと、水力はダム建設が困難を極めていること、地熱は利用可能な地域が極めて限定されている。そのなかで風力発電はすでにいくつかの国では技術的に実用化レベルにあり普及がすすんでいる。経済的にも既存の発電に匹敵するものである。また、風力発電は、その大きさや動きを目にすることができることから需要者が目にしたときに与えるインパクトは非常に大きく、需要者がエネルギー問題に対する関心を高めるインセンティブとなることが期待できる。

また、北海道において導入されている「グリーンファンド」は需要者が自ら出資することによってエネルギー供給に参加できる仕組みをもっている。このように「エネルギー エンド・ユースモデル」の開発にあたって需要側から、エネルギー対策に参加できるものとして風力発電を対象とした。

日本全国と北海道についてモデル化を行い、評価を行った。このことにより北海道における風力発電を中心としたソフトエネルギーの導入の優位性を明らかにした。

以上、本研究は近年民生部門の電力消費の増大に注目して、需要面からエネルギー消費構造を分析する「エネルギーエンド・ユースモデル」を考案し、実際の適用として、全国及び北海道のシステム・ダイナミックスモデルを作成し、ソフトエネルギーとして実績のある風力発電の導入による環境影響評価およびソフトエネルギーの産業化による経済効果の計測を行い、「エネルギーエンド・ユースモデル」の有用性を示した。

さらに、この「エネルギーエンド・ユースモデル」を用いることにより、住民のエネルギーに対する意識や役割などをさらに解明することができると期待される。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 山 村 悦 夫

副 査 教 授 甲 山 隆 司

副 査 教 授 加賀屋 誠 一 (北海道大学大学院工学研究科)

学 位 論 文 題 名

A STUDY ON ENERGY END-USE MODEL BASED ON ENVIRONMENTAL EVALUATION AND STRUCTURE CHANGE OF ENERGY CONSUMPTION

(環境影響評価およびエネルギー消費構造変化に基づく

エネルギーエンド・ユースモデルに関する研究)

地球的規模の環境問題のなかで気候変動、とりわけ温暖化に対する関心が高まっている。温暖化の原因のひとつとして化石燃料の燃焼に伴う炭酸ガス(二酸化炭素)の排出抑制が急務となっている。

本研究は以上の考察を基礎にして、最近、日本でも建設が進んでいる風力発電による電力供給が、エネルギー需給に効果があることに着目し、エネルギーの消費に伴う環境影響評価とソフトエネルギーの産業化による経済効果の計測を行った。

研究の前半では、エネルギー消費の特徴について整理した。これによって需要のエネルギー消費構造をもとにした「エネルギーエンド・ユースモデル」を開発した。

従来のエネルギーに関するモデルは、トップダウン型モデルが主流であった。その特徴は国のエネルギー政策とGDPなどの社会経済的な動きから評価するマクロ・モデルであった。一方、化石燃料を消費する需要側の情報、すなわちエネルギー消費機器の効率性、寿命などをモデル化しようというボトムアップのエネルギー・モデルの開発が進められている。ボトムアップのモデルでは多数の部門のエネルギー消費構造に関するデータが必要となるためにほとんど整備されていない。

これに対して本研究で開発した「エネルギーエンド・ユースモデル」は、近年の日本のエネルギー消費の中心は、かつての製造業を中心とした産業部門ではなく、輸送部門、民生部門に移ってきていることに着目し、特に民生部門のエネルギー消費構造、とりわけ電力の消費についてシステム・ダイナミックスによるモデル化を試みた。本研究で開発した「エネルギー エンド・ユースモデル」は、従来のトップダウン型のモデルと、ボトムアップ型モデルのそれぞれの特徴を生かしながら、需要先のさまざまな動きを変数として組み込むことができる。そのことはエネルギー政策を検討する上で、必要となるさまざまな政策変数を組み

込み、自由にシミュレーションが可能になるという優れた特徴をもっている。

研究の後半では、こうした研究を踏まえ、前半でモデル化した民生部門の電力消費に風力発電を取り込み、日本全国モデルと風力発電が発展している北海道モデルを考察した。

全国モデルでは、風力発電による経済効果と二酸化炭素の削減効果、特に風力発電機器の国産化による効果を計測した。

北海道モデルでは、北海道において導入されている「グリーンファンド」は需要者が自ら醸出することによってエネルギー供給に参加できる仕組みをもっている。このように「エネルギーエンド・ユースモデル」の開発にあたって、需要側からエネルギー対策に参加できるものとして北海道で導入が進んでいる風力発電を対象とした。

特に北海道のモデルにおいては風力発電事業を積極的に誘致している苫前町民に対して二段階二肢選択仮想市場法 (Double-Bounded Dichotomous Choice CVM) に基づくアンケート調査を実施し、一世帯あたり風力発電の建設のための支払意思額を算出した。それをモデルに組み込むなど三つのシナリオによるシミュレーションを行った。第一の基金醸出方式は苫前町で実施した二段階二肢選択仮想市場法のアンケートより、一世帯あたり 314 円 / 月の支払いに応じてくれる結果より、風力発電の導入が発展することをシミュレーションした。第二の基金留保方式は、電力会社の発電コストの削減によって電力料金が値下げされた分を、風力発電の建設のために留保しておくものである。第三の義務量取引方式は、民間事業による電力を積極的に電力会社が買い上げるものである。以上のシナリオ分析により、北海道での風力発電導入可能性が高く、それによる経済効果や二酸化炭素の削減効果が高い事が明らかとなった。

以上、本論文は近年民生部門の電力消費の増大に注目して、二段階二肢選択仮想市場法に基づくアンケート調査等の需要面からエネルギー消費構造を分析する「エネルギーエンド・ユースモデル」を考案し、実際の適用として、全国及び北海道のシステム・ダイナミックスモデルを作成し、ソフトエネルギーとして実績のある風力発電の導入による二酸化炭素の削減およびソフトエネルギーの産業化による経済効果の計測を行い、「エネルギーエンド・ユースモデル」の有用性を示している。

審査員一同は、これらの成果を高く評価し、また研究者として誠実かつ熱心であり、大学院課程における研鑽や取得単位なども併せ申請者が博士 (地球環境科学) の学位を受けるのに十分な資格を有するものと判定した。