

(論文内容の要旨)

本論文は、エネルギー政策策定のためのエネルギー需給モデル分析を対象として、第三者による分析結果の理解と拡張を可能とする数理モデル、すなわち、拡張（継承）可能なモデル(**Extendable Model**)構築の枠組みについて論じた結果をまとめたもので、6章からなっている。

第1章は序論であり、エネルギー需給システムの分析・評価における数理モデルの役割について述べた後、第三者によるモデル分析結果の理解やモデルの拡張を考える場合には、モデルの前提条件、システム境界、パラメータ推定手法、各種データの根拠などの情報を理解することが不可欠であることを主張し、本論文の目的について述べている。

第2章では、拡張可能なモデルの構築のための新たな枠組みを提案している。種々のエネルギー政策の分析・評価を目的として、数多くの数理モデルが構築されているが、実際の政策策定に数理モデルによる分析結果が有効に利用されているとはいいがたい。その理由の一つとして、モデルの前提条件、システム境界、パラメータ推定手法、各種データの根拠などが第三者に理解されていないことが理由として挙げられる。そこで、本論文では、従来の数理モデルに、第三者がモデルおよびモデル分析結果を理解するために必要とする情報を含んだものを「拡張（継承）可能なモデル」と呼び、拡張可能なモデル構築のための基本的な枠組みを新たに構築するとともに、その具体的な構築手法として **eXtensible Markup Language (XML)**を用いたモデル化手法を提案している。拡張可能なモデルでは、モデル作成者が第三者に提供すべきと判断した情報を容易にモデルに付加、参照することができる点が特長である。例えば、モデル構造に関わる情報だけではなくモデル分析結果の理解に必要な感度分析結果などの情報もモデルに含めることができる。

次に第3章では、提案したモデル化手法の有効性を検証するために、まずマクロ的視点からタイ国におけるバイオマス利用による二酸化炭素排出量削減量を推定するモデルを構築している。具体的には、タイ国のエネルギーバランス表を再現できる拡張可能な数理モデルを構築、現行のエネルギー政策などの前提条件の下におけるバイオマスによる二酸化炭素排出量の削減可能性を推定している。その際、前提条件やパラメータ推定手順を含む拡張可能なモデルを構築すると共に、それらのモデル情報の利用が分析結果の解釈に有効であることを確認している。

第4章と第5章では、ミクロ的視点に基づく分析事例として、タイ国スファンブリ県 (**Suphanburi Province**) における籾殻を含むバイオマスの効率的利用にかかわるエネルギー利用制度分析を行っている。

第4章では、現地の粃摺り工場、流通業者、農家へのヒヤリング調査、アンケート調査を通して、粃殻の肥料、レンガ生産、養豚・養鶏業、発電事業などへの利用実態と他のバイオマスとの代替可能性を評価している。また、発電部門への粃殻の利用の調査に焦点を当て、タイ国における粃殻価格高騰とバイオマス利用促進制度の関係について、燃料代替を困難なものとするバイオマス発電導入促進制度がその主な原因となっていることを、調査結果に基づいて指摘している。

第5章では、第4章の調査結果に基づいてスファンブリ県におけるバイオマス利用のミクロ的モデルを構築し、粃殻を含むバイオマスの有効利用分析を行っている。具体的には、スファンブリ県をさらに110の地域に分割し、各地域での発電プラント、粃摺り工場の規模、各種バイオマスの生産量を推定し、またバイオマス利用に際して必要となるバイオマス輸送距離を算出している。そして、その結果に基づき、前章のバイオマス利用調査結果、分析の際に設定した前提条件や各種モデルパラメータ推定に関わる情報、重要なパラメータに関する感度分析結果等を第三者が理解できる拡張可能なモデルを構築した。そして分析結果としては、自由度の高いバイオマス利用制度が、輸送費用を含むバイオマス利用費用の低減につながることを定量的に示した。

第6章は結論であり、本論文において得られた結論を述べるとともに、今後の課題について説明している。

(論文審査の結果の要旨)

本論文は、エネルギー政策策定のためのエネルギー需給モデル分析を対象として、第三者によるモデル分析結果の理解と拡張を可能とするモデル構築の枠組みについて、具体的手法を提案すると共にその手法をタイ国におけるバイオマス利用の分析と評価に適用した成果をまとめたものである。得られた主な成果は次の通りである。

- (1) エネルギー需給モデルによる分析結果を理解しそのモデルをさらに発展させるためには、モデルの前提条件、システム境界、パラメータ推定手法、各種データの根拠などの理解が不可欠であることを指摘し、これらの情報を従来の数理モデルに含めた第三者による「拡張（継承）可能なモデル(Extendable Model)」について、そのモデル化の基本的な枠組みを示した。そして、その具体的手法として、モデル作成者が第三者に提供すべきと判断した情報を容易にモデルに付加・参照できる、eXtensible Markup Language (XML)を用いたモデル化手法を提案した。
- (2) 提案したモデル化手法の有効性を検証するために、まずマクロ的視点からタイ国におけるバイオマス利用による二酸化炭素排出量削減量を推定するモデルを構築した。具体的には、タイ国のエネルギーバランス表を再現できる数理モデルを構築、現行のエネルギー政策などの前提条件の下におけるバイオマスによる二酸化炭素排出量の削減可能性を推定した。その際、モデル化の前提条件やパラメータ推定手法等を含む「拡張可能なモデル」を作成し、モデル情報の理解が分析結果の解釈に有効であることを確認した。
- (3) 次に、ミクロ的視点に基づく分析事例として、タイ国スファンブリ県（Suphanburi Province）におけるバイオマス利用モデルを構築し、籾殻を含むバイオマスの効率的利用について分析を行った。具体的には、(a) タイ国の籾摺り工場、流通業者、農家へのヒヤリング調査とアンケート調査を通して、籾殻の肥料、レンガ生産、養豚・養鶏業、発電事業などへの利用実態と他のバイオマス等との代替可能性を分析、(b) スファンブリ県をさらに詳細な地域に分割することにより、各地域での発電プラント、籾摺り工場等の規模、各種バイオマスの生産量、潜在需要量を推定、そして(c) バイオマス利用調査結果、分析の前提条件やパラメータ推定に関わる情報、感度分析結果等を含む「拡張可能なモデル」を構築した。また、モデル分析結果として、自由度の高いバイオマス利用制度が輸送費用を含むバイオマス利用費用の低減につながることを定量的に示した。

以上の研究は、エネルギー政策策定における数理モデルの効果的利用を目的とした、エネルギー需給モデル構築の新規な枠組を提案したものであり、エネルギー政策に関わる意思決定に資する多くの有用な知見を提供するものである。よって、本論文は博士（エネルギー科学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成 20 年 8 月 27 日実施した論文内容とそれに関連した試問の結果合格と認めた。