

氏名	ふじ い ひで あき 藤 井 秀 昭
学位(専攻分野)	博 士 (エネルギー科学)
学位記番号	エネ博第54号
学位授与の日付	平成14年5月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
研究科・専攻	エネルギー科学研究科エネルギー社会・環境科学専攻
学位論文題目	東アジアのエネルギーセキュリティとエネルギー・シナリオ分析

論文調査委員 (主査) 教授 佐和隆光 教授 神田啓治 教授 手塚哲央

論 文 内 容 の 要 旨

近年、エネルギー需給は一時的にやや安定した状況にあるが、エネルギーセキュリティを取り巻く状況が大きく改善されたわけではない。むしろ、新たに地球環境問題が登場したことにより、以前よりも益々複雑化していると言える。本論文では、東アジアにおけるエネルギーセキュリティ問題を取り上げ、まず、過去のエネルギーセキュリティ問題の変遷を踏まえた上で、将来、温室効果ガス排出が主要な制約要因の一つとなることを指摘した。そして、独自に開発した世界エネルギー需給最適化型モデルを用いて、2020年までの東アジアのエネルギーセキュリティに対して検討されるべき対策オプションを体系的に整理し、その費用対効果を定量的に分析するとともに、東アジアのエネルギーセキュリティ戦略検討における政策的含意を明らかにした。

本論文は全6章から構成されており、その各章の内容は以下のとおりである。

第1章は序論であり、本論文で使用する基本的概念の定義、研究の目的と構成を記述したものである。

近い将来、中国をはじめ東アジア地域の経済成長に伴うエネルギー需要の増加が化石燃料の需給逼迫と地域的及び地球規模の環境問題を惹起する可能性がある。そのため、2020年に向けて、東アジアのエネルギーセキュリティが重要な問題の一つとして登場する。東アジアのエネルギーセキュリティは、従来の石油供給重視の国家エネルギーセキュリティの枠組みから脱し、複雑で重層的なリスク構造からなる新たな枠組みへと変貌したものと捉えられる。そこで、本論文では、東アジアのエネルギーセキュリティに対して検討されるべき対策オプション及びその費用対効果を、東アジアにおけるエネルギー需給最適化型モデルを用いて定量的に評価することを目的とする。

第2章は、東アジアのエネルギーセキュリティの枠組みに関する考察の記述である。

本章では、東アジアのエネルギーセキュリティ問題を1990年代初頭の米ソ冷戦構造終結の時期を境に伝統的な概念と新たな概念に区分し、それぞれの枠組みを具体的事例により考察した。前者の概念では、東アジアの石油供給重視の国家エネルギーセキュリティ問題であることを特徴とし、消費国においては石油を中心としたエネルギーの安定供給と価格高騰による経済的損失の回避ないしは最小化が最優先課題とされてきた。他方、後者の概念では原子力利用とエネルギーセキュリティ及びエネルギー消費起因の環境安全保障問題により、東アジアの地域協力に関する新たな枠組みの検討が求められる。これらの考察を踏まえて、2020年までの東アジアのエネルギーセキュリティに対して検討すべき4つの対策方針として、①東アジア（特に中国）におけるエネルギー・インフラ構築とエネルギー効率の向上、②東アジアにおける原子力発電所の建設、③東アジアにおける再生可能エネルギー開発及び利用促進、④東アジア地域のエネルギー環境共同体の創設、を提示した。

第3章代本論文で構築した世界エネルギー需給モデルの構造と主要な前提条件の説明に関する記述である。

本論文で構築した世界エネルギー需給モデル代東アジア地域を詳細かつ明示的に表現した静態型線型計画最適モデル(1990年～2020年、7期)であり、東アジアのエネルギーセキュリティに対して検討されるべき、上記対策オプションの効

果を定量的に推計することが可能である点で、既存の他のエネルギー需給モデルにはない特徴を有する。

第4章は、第3章で述べた世界エネルギー需給モデルを用いた、対策オプションの検証方法及び費用対効果分析の手法に関する記述である。

モデル分析は3つのステップに分けて実施される。第1ステップでは、2020年までの世界のエネルギー需給を制約する因子としてエネルギー需要量と二酸化炭素年間排出量を取り上げ、その制約条件の組み合わせとして得られる9シナリオに関するモデル計簿を実施して解析した。第2ステップで代第1ステップで実行不可能解となったC2シナリオ（1995年～2020年において世界のエネルギー需要が年率2%増、かつ2020年時の世界の二酸化炭素年間排出量上限が65億炭素換算トン）に対して、第2章で提示した対策オプションを導入したシナリオを新たに設定することにより実行可能解を得る。具体的には、地域別の原子力発電量、省エネルギー量、その他の内生的に決定される諸変数等を解析し、東アジアのエネルギーセキュリティにとって検討されるべき対策オプションの具体的なあり方を数量的に明らかにした。そして、第3ステップでは、東アジアのエネルギーセキュリティにとって検討されるべき対策オプションの費用対効果を分析した。

第5章は2020年を見据えた東アジアのエネルギーセキュリティの対策オプションとその費用対効果等を、シナリオ分析により検証した結果と評価についての記述である。

本章では第4章で示したモデル分析の枠組みの下で取得したシナリオ別の最適解を解析し、種々の感度分析及び費用対効果分析の結果を纏めている。

第6章は結論であり、第5章の中で明らかにしたシナリオ分析の解析結果をもとに、東アジアのエネルギーセキュリティ戦略検討に対して重要な政策的含意を提示し、次の5つの内容に取りまとめた。

第一に、モデルシミュレーションの結果からは、今後の日本の石油製品輸入比率の上昇が示唆される。これは、日本の石油消費地精製方式の維持を始めとし、東アジアにおける石油製品市場の整備、ならびに価格変動リスクをヘッジする先物市場等の取引制度やルールの再検討が必要であることを示すものである。第二に、東アジア地域（特に中国）における原子力の商業用発電利用の進展が示唆される。そのため、原子力発電に伴うリスクを回避するための制度等を整備しておくことが重要である。第三に、東アジア地域における省エネルギーの推進と天然ガス需要へのシフトが強く求められる。そのため、送配電ロス率の削減、効率的エネルギー利用を実現するエネルギー・インフラストラクチャーの整備が必要であり、特に北東アジアの天然ガスパイプライン建設計画が注目される。第四に、対策オプションの費用対効果分析の結果によると、需要側の省エネルギーのみに依存した対策では最も高いコストを伴うことが示唆される。すなわち、種々の対策オプションの組み合わせにのみ、将来のエネルギー需給の姿を見出すことが出来る。第五に、東アジアで二酸化炭素排出量を一括して制約することが費用対効果で優れていることが示されているが、そのためには東アジアのエネルギー環境共同体の創設やエネルギー環境情報の一元管理など、包括的な地域協力の枠組みが必要となる。

論文審査の結果の要旨

本論文では、まず、東アジアにおけるエネルギーセキュリティ問題を取り上げ、過去のエネルギーセキュリティ問題の変遷を踏まえた上で、将来、温室効果ガス排出が主要な制約要因の一つとなることを指摘した。そして、独自に開発した世界エネルギー需給最適化型モデルを用いて、2020年までの東アジアのエネルギーセキュリティに関して検討されるべき対策オプションを体系的に整理し、その費用対効果を定量的に分析するとともに、東アジアのエネルギーセキュリティ戦略検討における政策的含意を明らかにした。論文の主な成果と審査結果は以下のとおりである。

まず、東アジアのエネルギーセキュリティ問題を1990年代初頭の米ソ冷戦構造終結の時期を境に伝統的な概念と新たな概念に区分して考察した。前者の概念では石油供給重視の国家エネルギーセキュリティ問題によって特徴づけられる。一方、後者の概念では、原子力利用に係るエネルギーセキュリティや地域及び地球規模の環境安全保障問題に代表される、複雑かつ重層的なリスク構造を伴う問題へと変貌していることを事例に基づいて明らかにした。本研究では、このエネルギーセキュリティの概念の変遷を指摘した上で、2020年までの東アジアのエネルギーセキュリティに関して日本のとるべき対策方針を提案している。

次に、東アジアのエネルギーセキュリティのための上記の対策方針の効果を定量的に検証するための分析道具として、世

界エネルギー需給最適化型モデルを構築した。本研究で構築した世界エネルギー需給モデルは、エネルギー需給の地理的分布を考慮して東アジア地域のエネルギーセキュリティを詳細に分析できるようにした点に、大きな特徴がある。

さらに、この世界エネルギー需給モデルを用いて、エネルギー需要と二酸化炭素年間排出量を主要な制約条件とするシナリオ分析を行うことにより、上記で指摘した東アジアのエネルギーセキュリティに関する対策方針の効果を定量的に示した。すなわち、2020年までの東アジアのエネルギーセキュリティに関する日本の戦略を検討する際には、東アジアの石油製品市場において価格変動リスクをヘッジする先物市場等の取引制度の再検討が必要であること、原子力発電に伴うリスクを回避するための東アジアにおける制度の検討、エネルギー原単位の引き下げを実現するエネルギー・インフラストラクチャーや北東アジアの天然ガスパイプラインの整備、省エネルギー技術開発に対する経済的措置の東アジアにおける検討、及び東アジアのエネルギー環境共同体の創設やエネルギー環境情報の一元管理などの包括的な地域協力の枠組みの検討が必要であることを、定量的な分析結果に基づいて明示した。

線型計画モデルによる数値解析には、モデルで仮定される諸前提により分析結果が左右される固有の問題があり、モデルの構造やパラメータなどの前提条件とモデル分析結果との関係について一層の定量的議論が必要である。しかし、本論文で提示された東アジア地域におけるエネルギーセキュリティに関する考察結果、及び数理計画モデル分析による対策方針の費用対効果分析手法と分析結果には、学術上、寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（エネルギー科学）の学位論文としてふさわしいものと認められる。また、平成14年3月25日に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。