

氏 名	リュウ イ セン 劉 井 泉
学位(専攻分野)	博 士 (エネルギー科学)
学 位 記 番 号	エ ネ 博 第 137 号
学位授与の日付	平 成 18 年 9 月 25 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	Analytical Study on Nuclear Energy Development from Social Policy Aspects (原子力開発の社会政策的観点からの分析的研究)
論文調査委員	(主 査) 教 授 中 込 良 廣 教 授 代 谷 誠 治 助 教 授 下 田 宏

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、欧米諸国での原子力発電発展の歴史的過程を分析し、今後の原子力の持続的発展のための進化モデルを導出するとともに、原子力開発への社会的合意形成に資する分析・コミュニケーションツールを提起したもので、5章からなっている。

第1章は序論で、原子力開発を社会政策的観点から合理的に推進するには、これまでの原子力開発過程の歴史的、文化的側面を人文社会的観点から展望して適切な社会政策のあり方を考究することが求められ、特に日本や中国が推進している使用済み燃料の再処理を含む核燃料サイクルの確立には関係するステークホルダーが多角的な諸問題を見通しよく理解し、合意を形成することが必要であることを述べた後、本論文の構成を示している。

第2章では、主に市場均衡を取扱う古典的経済学では社会の変化に科学技術の発達が大きな影響を与えることを説明できないことに鑑みて、生物進化を選択・変異・継承の概念で説明する進化論を基盤とする進化経済学の観点から、世界の原子力開発国における原子力開発の歴史的、文化的経過を考察している。その結果、スリーマイル島やチェルノブイリ等の原子力事故が欧米各国での原子力開発の方向転換とその後の経過にどのように影響したかを考察して、欧米各国の原子力産業の進化モデルを提案している。提案した進化モデルは、1) 安全性、2) 核不拡散、3) 経済的競争力、4) 社会的受容性、5) 環境親和性の5つを目標に、原子力産業の競争的コンピタンスを再構成することを目的とするものであり、このモデルは、スリーマイル島やチェルノブイリ原子力事故の経験を経て、国際協力による原子力安全技術の高度化およびその技術の継承発展により、原子力産業の再生を進める欧米原子力産業の変化を、進化経済学での選択・変異・継承による進化発展のアナロジーとしてよく説明できるとしている。さらに、提案したモデルから、今後原子力開発を推進し、その最終目標を核燃料サイクルシステムの確立に置く我が国および中国での合理的な原子力開発の社会政策として必要な社会的受容性の向上ないし政策決定の合理的な合意形成に資するため、新たな分析・コミュニケーションツール導入の必要性を提起している。

第3章では、原子力発電に関連する問題のうち、特に核燃料サイクルの確立が様々な技術的、社会的要因が複雑にからみ、かつ長期的視点を要する政策課題であることを述べ、核燃料サイクルシステムに関わる様々なステークホルダーが、核燃料サイクルに関わる多角的な諸問題を見通しよく理解し、問題の分析、意思決定、理解促進と合意形成に資するための分析ツールとして、従来プロセスプラントの故障検出や異常診断に適用されている、機能モデリング手法であるマルチレベルフローモデル(Multi-level Flow Model; MFM)の新たな適用方法を提起している。すなわち核燃料サイクルシステムの各部の機能、目標、振舞いを理解し、各部の構成要素と全体システムとの関連、核燃料サイクル内の多様な物質・エネルギーの流れ、物質間の変換、長期にわたる資金投資のコストバランス、シナリオ変化の記述に資するため、従来のMFMでのグラフィカルな抽象化モデルにおいて、(1)核反応や化学反応の変換過程、(2)シナリオの切替、(3)金利計算などの取り扱いができるように機能を拡張した新たなモデルと記述方法を提案している。また提案した手法により、(1)原子力発電所での核分裂性物質と親物質の生成変換過程の表現法、(2)核燃料サイクル全体での使用済み核燃料の生成、貯蔵、再利用、廃棄処分過程

の表現法、(3)核燃料サイクルの投資フローとその平準化コストの計算法など、核燃料サイクルに関する幾つかの問題への具体的適用法を示している。またとくに提案した MFM 手法を中国が計画中の原子力拡大政策の分析に適用して、中国が原子力発電容量拡大を達成する上で必要な核燃料製造工程において必要とする調達目標を達成できないなどの課題を定量的に摘出している。また日本と中国の核燃料サイクル確立への要素技術の現状と課題を論じている。

第4章では、核燃料サイクルに関する様々な評価指標を総合して多角的な目標を満足させ最適解を導出するための意志決定手法として、様々な外部性を簡潔に評価手法に取り込める Externics と呼ばれる手法の適用を提案している。この意志決定支援手法は、各指標が満足できる範囲および許容できる範囲を指定すると、これをもとに構成されるそれぞれの評価値に関する一価の相関関数を組み合わせ、総合的に有利な方策を評価できるものである。その試行例として、核燃料を再処理する場合としない場合について、二酸化炭素排出量、燃料コスト、資源利用効率、公衆への被爆量を指標として、経済性、環境要因、健康への影響要因、資源の有効活用性の4つの観点の重要性を等しくしたときにいずれの場合がより有利かを計算している。その結果、双方とも受容可能だが、核燃料を再処理するほうが再処理しない場合より有利なこと、資源の有効活用性を考慮しないと再処理しない方が有利であると評価している。

第5章の結論では、本研究で得られた成果を要約し、今後の課題を展望している。

論文審査の結果の要旨

本論文は、欧米諸国での原子力発電発展の歴史的過程を分析し、今後の原子力の持続的発展のためのモデル提起と、原子力開発への社会的合意形成に資する分析・コミュニケーションツールを研究した結果をまとめたもので得られた主な成果は次のとおりである。

1. 市場均衡を取扱う古典的経済学では社会変化への技術発展の影響を説明できないとして、技術の選択・変異・継承で社会変化を説明する進化経済学的観点で原子力開発国における原子力開発の歴史的、文化的経過を考察した。
2. 進化経済学での技術の選択・変異・継承に対比させて、欧米原子力産業の進展を原子力大事故の経験、国際協力による安全技術の高度化およびその継承発展として説明し、これをもとに原子力産業の競争的コンピタンスを、安全性、核不拡散、経済的競争力、社会的受容性、環境親和性を目標に再構成する進化モデルを提案した。
3. 核燃料サイクルに関わる多角的な諸問題を見通しよく理解し、問題の分析、意思決定、理解促進と合意形成に資するための分析・コミュニケーションツールとして、従来のマルチレベルフローモデル (Multi-level Flow Model; MFM) を拡張した新たなモデルと記述方法を提案し、提案した手法の核燃料サイクルに関する幾つかの問題への具体的適用法を示した。またとくに提案した MFM 手法を中国が計画中の原子力拡大政策の分析に適用して、中国が原子力発電容量拡大を達成する上で必要な核燃料製造工程において必要とする調達目標を達成できないことを定量的に摘出した。
4. 核燃料サイクルに関する様々な評価指標を総合して最適解を導出するための意志決定手法として、各指標が満足できる範囲と許容できる範囲を指定すると、これをもとに構成されるそれぞれの評価値に関する一価の相関関数を組み合わせ、総合的に有利な方策を評価できる Externics と呼ばれる手法の適用を提案した。
5. 上記4で提案した手法を用いて、核燃料を再処理する場合としない場合について、経済性、環境要因、健康への影響要因、資源の有効活用性の4つの観点の重要性を等しくしたときにいずれの場合がより有利かを計算し、その結果、双方とも受容可能だが、核燃料を再処理するほうが再処理しない場合より有利なこと、資源の有効活用性を考慮しないと再処理しない方が有利であることを示した。

以上、要するに本論文は、今後の原子力の持続的発展のための新たなビジネスモデルと、原子力開発への社会的合意形成に資する分析・コミュニケーションツールの構成法を提起したもので、得られた成果は今後の原子力開発に関わる社会政策の向上に貢献するものであり、学術上、實際上、資するところが大きい。

よって、本論文は博士(エネルギー科学)の学位論文として価値あるものと認める。また、平成18年8月19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。