

|             |                                 |
|-------------|---------------------------------|
| 氏 名         | やま がた ひろ し<br>山 形 浩 史           |
| 学位(専攻分野)    | 博 士 (工 学)                       |
| 学 位 記 番 号   | 工 博 第 1579 号                    |
| 学位授与の日付     | 平 成 9 年 3 月 24 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 | 工 学 研 究 科 エ ネ ル ギ ー 応 用 工 学 専 攻 |
| 学 位 論 文 題 目 | 電 源 開 発 に 関 す る 社 会 工 学 的 考 察   |

論文調査委員 (主 査)  
教 授 神 田 啓 治      教 授 吉 川 榮 和      教 授 新 宮 秀 夫

### 論 文 内 容 の 要 旨

近年、電源開発政策において、問題となっているのは、第1に東アジアでの急速な経済成長に伴うエネルギー消費の増加であり、今後は石油への需要増により価格が上昇する可能性がある。石油価格の上昇は再び日本経済に重大な悪影響を与える可能性があり、エネルギーセキュリティを考慮した電源開発が必要となっている。第2は、発電所の安全等を規制するいわゆる「社会的規制」である。現在の社会的規制は、硬直的で経済社会に負担となりつつあることが懸念されており、電源開発においても同様である。第3は、「もんじゅ」のナトリウム漏出事故において、動力炉・核燃料開発事業団の事故対応が大きな問題となり、「もんじゅ」の安全性のみならず日本の原子力開発政策にも国民の不信の目が向けられ、原子力開発全般にも影響を与えかねない事態となったことである。そこで、本論文では、最適電源構成（エネルギーベストミックス）における原子力発電のエネルギーセキュリティ上の位置づけ、適切な安定規制にのあり方、社会の信頼とは何か、について社会工学的立場から論じている。

第1章は緒言で、研究の背景、目的、意義などを述べている。

第2章は、エネルギーセキュリティを考慮にいれた電源構成における原子力発電の役割を評価するための手法の開発に関するものである。

電源構成の計画を作成にあたっては、経済性、環境、エネルギーセキュリティなどを考慮に入れなければならないが、既存の評価手法ではセキュリティは正確に評価することは困難であった。当初の電源構成の基本的な評価手法では、目的関数はコストであり、技術特性の制約条件の下で、コストの最小化を線形計画法で解いていた。しかし、この手法の結果は、燃料価格や発電所の建設費などの仮定に大きく依存する。エネルギー価格の変化によってコストが大きく変化するようではエネルギーセキュリティが優れているとは言い難いという問題点があった。次に、エネルギーセキュリティとしてロバスト性を評価するための手法が開発されたが、この手法においては起こりやすいシナリオも起こりにくいシナリオも同等に扱われているため、起こりにくいシナリオが結果に大きな影響を与える可能性があるなどの問題点があった。

そこで、これらの問題点を解決するためには、シナリオを構成する様々なデータを客観的な確率分布で入力し、目的関数を（コストの期待値＋コストの標準偏差）とする方法を提案し、この方法に基づく計算プログラムを開発した。計算結果として、原子力発電所の比率を増やせばエネルギー価格が変化しても発電単価があまり変化しないことがわかった。この方法により、最適電源構成を考える上で、将来の不確実性の客観的な評価と、エネルギーセキュリティを考慮することができることを示した。原子力発電が電源構成のセキュリティにどのような役割を果たしているかを評価できることにより、今後の最適電源構成を計算するに役立つものも期待される。

第3章は、安全規制など社会的規制の今後の在り方を検討している。

発電所を規制する法律は非常に多く、社会的規制の在り方如何によっては、発電所の建設・運転がスムーズに行えなくなる可能性がある。これまでも、社会的規制の見直しについては、「自己責任原則の重視」、「必要最小限の規制」など基本的な方向は述べられていた。しかし、「必要最小限」とは何か、それを誰が責任を負って守るべきかなど、安全確保等をどのようにすればよいかという議論がなく、社会的規制の見直しが進まなくなっているのが現状である。

本論文では、このような社会的規制の基本的考え方の実現に向けて、具体的議論を展開するため、社会的規制に関し、その概要、適正な基準の設定と規制の適切な制度設計、事故などが発生した場合の事後救済、経済の国際化に伴う規制の国際調和について検討している。適正な基準の設定については、リスク・アセスメントや保険を活用することを提言し、適切な制度設計では、仕様基準から性能基準への移行や複数の認証機関による市場原理の活用を提言している。事後救済の在り方についても、危険・欠陥責任によって被害者の負担を軽減するとともに、確実な資力担保を提言している。さらに、今後の国際化に対応するため、日本が国際調和のイニシアティブを知るとともに、相互承認体制の整備の必要性を示した懐この検討は社会的規制の見直しを促進し、ひいては適切な電源構成の形成に役立つ。

第4章は、原子力開発において安全性などの信頼性が形成されていく過程を、定量的に分析する枠組みを構築し、適切な信頼形成のために何が必要なのかを検討している。

1995年に動力炉・核燃料開発事業団が運転を開始した高速増殖炉「もんじゅ」におけるナトリウム漏れ事故及びその事故対応により、「もんじゅ」の安全性のみならず日本の原子力開発政策にも国民の不信の目が向けられている。このような事態に陥った原因には、関係者が国民との安全性などについてのコミュニケーションを誤ったこともあると考えられるが、根本的には日本の原子力界では国民とのコミュニケーションという観点からの研究が進んでいないことがある。

本論文では、このような状況を改善するため、原子力開発において安全性などの信頼が形成されていく過程を、意志決定理論（ベイズの理論）を用いて説明する理論的枠組みを構築し、定量的分析を試みた。また、適切な信頼形成のために何が必要なのかを明らかにしている。すなわち、原子力発電所において事故、無事故運転、情報隠し等が行われた場合について、国民の信頼が形成されていく過程の数値的解析を行った。その結果は、①国民の信頼を得るには長期間を要するが、失うのは1回の事故であり、情報操作を行うと看做されれば、国民の信頼は得られないこと、②特に運転初期において、国民にできるだけ多くの情報を提供することが、より正しい判断を導くということ、を定量的に示した。原子力船「むつ」のた

どった道を、うまく説明すると共に、「もんじゅ」の今後進むべき道を示した。

第5章は結論で、本研究で得られた成果を総括している。

### 論文審査の結果の要旨

電源開発が社会との係わりを深めるなか、エネルギーセキュリティの考え方も変化してきている。特に、電源構成に原子力を含める場合はなおさらである。本論文は、最適電源構成（エネルギーベストミックス）における、原子力発電のエネルギーセキュリティ上の位置づけ、適切な安全規制のあり方、社会の信頼とは何か、を社会工学的立場から論じたもので、主な成果は次の通りである。

1. 最適電源構成を評価する際、従来のロバスト性（強靱性）評価法などで扱えなかったシナリオの発生確率の問題を解決し、電力需要、設備容量、二酸化炭素排出量、揚水発電効率などを含めて発電単価を評価する方法をみ出して、エネルギーセキュリティを定量的に評価できるようにした。計算結果の一例として、原子力発電の比率を増やせば、エネルギー価格が変化しても、発電単価があまり変化しないことを示した。
2. 社会的規制について、消費者や労働者の安全・健康の確保、環境の保全、災害の防止などの規制を整理し、規制の基準策定の方角を示した。具体的には、適正な基準設定と規制の適切な制度設計、事故などが発生した場合の事後救済、経済の国際化に伴う規制の国際調和などである。また、保険制度の活用などを含めた認証機関認定制度などを提案した。
3. 原子力開発における信頼性形成過程を、意志決定論（ベイズの理論）によって定量的に評価できるようにした。国民の信頼と事故との関係、信頼を得るための情報公開の位置づけ、情報操作の弊害などを定量的に示した。原子力船「むつ」のたどった道を説明すると共に、最近事故を起こした「もんじゅ」について今後進むべき道を示した。

これらは、我が国の将来の電源開発策定に必要な事項を整理し、エネルギーセキュリティの定量化、特に原子力発電の進むべき道を定量的に評価したもので、電源開発における社会工学的問題に学術的にも実際的にも極めて重要な知見を与えた。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成9年1月22日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。