

氏名	き 多 はじめ 喜 多 一
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論 工 博 第 2432 号
学位授与の日付	平 成 3 年 1 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	STUDIES ON ECONOMIC EFFECTS OF TIME-VARYING PRICING IN ENERGY SUPPLY SYSTEMS (エネルギー供給システムにおける時変型料金制の経済的効果に関する研究)
論文調査委員	(主 査) 教 授 西 川 禎 一 教 授 若 林 二 郎 教 授 荒 木 光 彦

### 論 文 内 容 の 要 旨

電力と都市ガスは、現在最も重要な二次エネルギーであり、ともに極めて大規模な供給設備を保有している。ところで、その負荷は季節や時間帯によって大きく変動するので、供給者としてはピーク負荷を賄うに足る設備を具えなければならない。特に近年は、冷・暖房などの熱需要の著しい増加のためにピーク負荷が顕著に増大し、それに従って設備利用率（負荷率）はますます低下する傾向にある。廉価で安定な供給を行う立場からすれば、負荷率の低下は大きな障害となり、とりわけ電力貯蔵は容易でないから、電力システムでは負荷の平準化に対する要求が高まっている。

この論文は、負荷平準化の方策として近来注目されている、時変型料金制の導入によるロードマネジメントの経済的効果について、各種のモデルを用いた定量的なシステム分析を行った結果をまとめたものであり、本文6章と付録5章からなっている。

第1章は序論であり、本研究の動機・背景及び論文の構成を述べている。

第2章は、電力と都市ガス供給システムにおけるピーク負荷問題の現状と将来予測について述べ、また各種の時変型料金制によるロードマネジメントの考え方を紹介するとともに、最適料金設定の根拠となる限界費用価格原理について要約している。

第3章は、電力システムにおける負荷適応料金制の効果について分析したものである。同料金制は、時間を数分ないし1時間程度の短時間帯に区分し、各時間帯の初めに供給者は消費者に料金を通告し、それに基づいて消費者は自らの消費量を決定するという、閉ループ型の方式である。この方式を、1人のリーダー（供給者）と需要特性の異なる複数人のフォロワー（消費者）の間の動的 Stackelberg ゲームモデルにより定式化している。同モデルでは、気象要因などに起因する需要の不規則変動をマルコフ時系列として表現し、また消費者が適宜運用できる小形の電力貯蔵装置を考慮できるようにしている。このモデルに基づいて最適料金決定戦略を導出し、それが動的な限界費用価格を与えることを指摘している。そして、わが国の実際の電力システムのデータを用いて、ピーク負荷が顕著に現れる夏季平日についてシミュレーションを行い、一定料金制やピーク負荷料金制などと比較しながら、負荷適応料金制により得られる社会利得、

各種消費者の消費量と利得の変化、貯蔵装置の効用などについて、定量的に明らかにしている。

第4章では、時間帯別料金制（開ループ方式）を電力システムと都市ガス供給システムにともに導入し、両者の協調的供給をはかった場合の分析を行っている。現在のわが国では、電力消費のピークは冷房需要によって夏季に、都市ガス消費のそれは暖房・給湯需要によって冬季に現れる状況にある。そこで、これら需要はいずれも熱需要によるもので、利用機器の技術的改良を考慮すれば代替可能なものであることに注目し、適切な時間帯別料金制によって望ましい代替を誘発して、両者の負荷率を協調的に改善できることを具体的に示したものである。そのために、エネルギー価格、需要量及び供給設備容量を内生化した非線形計画型のエネルギー需給モデルを開発している。西暦2000年の近畿地方における推定需要データを用いて同モデルを定量化し、シミュレーションを行って、時間帯別料金制及びそれを簡略化した季節別料金制により得られる社会利得を推定し、十分な効果が期待されることを明らかにしている。

第5章では、前章の分析を補完する意味で、電力と都市ガスの供給者がそれぞれ別個の営利企業であって協調を考えず、自己の利得を最大化するように競争的な立場で時間帯別料金を設定する場合の分析を行ったものである。そのために、部分的に代替可能な需要を取り合うゲームモデルを作成している。そして、同モデルの均衡解について解析的ならびに数値シミュレーションによる検討を加え、競争が社会利得に負の影響をもたらす可能性を指摘している。

第6章は、本研究の結論と今後の課題をまとめたものである。

## 論文審査の結果の要旨

近年、冷・暖房などの熱需要の増加により、電力及び都市ガス供給システムの負荷率（設備利用率）は顕著に低下する傾向にある。負荷平準化方策のひとつとして、時変型料金制によるロードマネージメントが注目されつつある。この論文は、その経済的效果について各種のモデルを用いた定量的検討を行ったもので、得られた主な成果は以下の通りである。

1. 電力システムに負荷適応料金制を導入した状況を、1人のリーダー（供給者）と需要特性の異なる複数人のフォロワ（消費者）の間の動的 Stackelberg ゲームモデルにより定式化した。同モデルに基づいて社会利得を最大化する最適料金戦略を導き、それが動的な限界費用価格を与えることを指摘した。また、わが国の実データを用いてピーク負荷が顕著に現れる夏季平日についてシミュレーションを行い、負荷平準化の効果とそれにより得られる社会利得などについて、定量的に明らかにした。
2. 季節別・時間帯別（季時別）料金制を、電力と都市ガス供給システムにともに導入し、熱需要に対して両者が協調的供給をはかった場合について、非線形計画型のエネルギー需給モデルを作成した。そして、西暦2000年の推定需要データを用いて同モデルを定量化し、シミュレーションによって時間帯別及び季節別料金制により得られる社会利得を推定して、経済的有効性を明らかにした。
3. 電力と都市ガスの供給者が、競争的に季時別料金制を採用した場合についてゲームモデルにより検討を加え、負の経済効果をもたらす可能性があること、従って適切な規制を加える必要があることを指摘した。

以上要するに、本論文はいくつかの時変型料金制の経済効果について、各種のモデルを開発して数理的

検討を加えるとともに、実データを用いて代表的事例について定量的結果を導いたものであり、学術上、  
実際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。

また、平成2年12月11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。