

審査の結果の要旨

氏名 渡邊裕美子

本論文は「人口構成の変化と建物配置を考慮した市街地地区におけるエネルギーシステム導入の長期的評価」と題し、市街地地区に着目し、人口構成の変化がエネルギーサービス需要に与える影響を推計する手法や、建物配置も考慮した上で地区における適切なエネルギー供給システムを評価するための手法を提案し、仮想的な地区や実在の地区に適用することによってその手法の実用性の確認や評価を実施したものであり、全部で5章から構成されている。

第1章は序論であり、地域におけるエネルギー政策への関心の高まりの背景や人口減少・高齢化問題とエネルギー問題との関わりについて整理され、本論文の目的を示している。なお、本論文が対象とする市街地地区とは、面積は数千平方メートル四方以内・人口は数万人程度という、日本の人口集中地区の半数を占める程度の規模のものであることが述べられている。

第2章は「地区のエネルギーサービス需要の分析」と題し、地域内の人口構成の変化がもたらすエネルギー需要変化を推計するためのモデルが構築され、世帯や地区レベルでの人口減少・高齢化によるエネルギーサービス需要への影響についての分析を行っている。推計手法として、地区の人口変化・世帯構成変化を個々人の加齢・異動に基づきシミュレーションした上で、その個々人の在宅・外出行動を推計し、これらから冷暖房・給湯・動力・移動のエネルギーサービス需要を統合的に推計する一連のモデルを提案している。これを用いて、世帯や地区レベルでの長期的なエネルギーサービス需要の変化を推計し、人口減少・世帯構成変化は、住宅の断熱化の進展による冷暖房需要減少や電気機器の使用増加に伴う動力需要増加と同程度には考慮すべき要因であることが指摘されている。また、このような需要の長期的変化が、家庭からの太陽光発電の余剰電力発生量や、家庭用給湯エネルギーシステムの投資回収可能性に与える影響が定量的に分析されている。

第3章は「地区のエネルギーシステムの分析」と題し、第2章におけるエネルギーサービス需要の長期的変化を踏まえつつ、地区内の建物配置の違いによる、望ましいエネルギー供給方法についての分析を行っている。分析にあつ

では地区内の仮想的な建物配置を生成するシミュレーションモデル、望ましいエネルギー供給システムを計算するための最適化型エネルギーモデルを構築し、建物配置の定量化としての建物配置の指標を示している。建物配置の生成モデルは最適化問題として定式化されており、所与の人口等に基づく制約式の下、目的関数中の異なるパラメータを変更することで様々な建物配置を仮想的に生成するものである。エネルギーモデルは地区内の家庭部門・業務部門全体のエネルギーサービス需要を対象とし、建物配置によるエネルギーの配送の違いも明示的に考慮されている。この手法を用いて、建物配置の違いや人口減少の条件が地区のエネルギーシステムの選択に与える影響分析が行われ、地区建物配置を考慮した全体最適なシステムを検討することは、省エネルギー可能性や二酸化炭素排出削減可能性に大きな影響を与えるわけではないが、インフラコスト削減には一定程度寄与することが指摘されている。

第4章は「千葉県柏市を対象としたケーススタディ」と題し、第3章、第4章で構築されたエネルギーサービス需要の推計や、エネルギー供給システム評価の手法を用いて、千葉県柏市の柏の葉キャンパス駅周辺地区を対象としたケーススタディを行っている。分析においてはこの地区にエネルギーを供給する事業者が存在し、電気・ガス・熱などの供給を一手に引き受けている状況が想定されており、このような事業者による地域熱電併給の効果が、エネルギー面・経済面で評価されている。

第5章では、本研究の結論と今後の課題・展望を述べている。

以上、これを要するに、本論文は、市街地地区を対象に、将来起こりうる人口減少や高齢化等を明示的に考慮しうる長期エネルギー需要モデルと、建物配置などを含めたエネルギー供給最適化モデルを開発し、これらを仮想的な地区や実在の地区に適用し、電力・ガス・熱等のエネルギーシステムの経済性・環境性評価を多面的に行ったものであり、電気工学、特にエネルギーシステム工学の発展に寄与するところが少なくない。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。