

論文の内容の要旨

論文題目 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

氏名 渡邊 裕美子

温室効果ガス削減の国際的要請や長期的な化石燃料資源価格上昇に加え、日本では、少子化による人口減少、地方都市における中心市街地の衰退などの課題に直面している。地域におけるエネルギー政策やコンパクトなまちづくりが、これらを一度に解決するものとの期待が高まっている。しかし、エネルギーへ着目した解決策がその他の問題に比較してより優れているか、またある解決策がどの程度エネルギー需給を改善するかについての定量的な議論はあまりなされていない。

そこで本論文では、地域の中でも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。

本論文は、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し、上述したような本論文の目的を示した。なお、分析対象とする「市街地地区」とは、面積は数キロ平方メートル四方以内・人口は数万人程度の規模で、国内の人口集中地区の半数を占めている。

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を構築し、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た。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整合的に推計する一連のモデルを提案した。

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を指摘した。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を定量的に分析した。

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た。分析にあたっては、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た。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を選択に与える影響分析を行った。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を指摘した。

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実在の地区にも適用する手順を示した。具体的には、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た。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を想定しており、このような事業者による地域熱電併給の効果を、エネルギー面・経済面で評価した。

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。

本論文では、地区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シミュレーションモデルを提案し、これにより住民の年齢構成変化がエネルギーシステ

ム選択に与える影響が評価可能となった。また、地区の建物配置がエネルギー供給技術オプションの選択に与える影響を評価するためのモデルを提案し、地区の建物配置やその集約化がエネルギー供給システムの選択に与える影響が評価可能となった。

ここで構築した手法は、地域のエネルギー政策を巡る議論に定量的な示唆を与えるための有益な方法となるものであるが、実際に応用するにあたっては課題が残されており、パラメータの精査や感度分析、エネルギー以外の知見の取り入れ、ツールとしての整備などを挙げている。