

## 論文の内容の要旨

論文題目 都市の将来シナリオに基づく建築物のストック予測と  
二酸化炭素排出量の評価

氏 名 亀井 未穂

本論文は、今後、日本を含め世界の多くの都市に顕著である出生率の低下、高齢化率の上昇、人口減少による縮退化等に対応した都市の改変の必要性を踏まえ、インフラ、特に建築物の更新に基づく都市構造の抜本的改革を検討することを目的とする。また、この建築物、都市構造の再編と共に、持続可能性や気候変動対策を含む長期的視点に立脚した都市のビジョンや進むべき経路 (Pathways) を、社会経済シナリオを新たに構築することによって、統合的に分析することを試みた。

まず、第1章においては、研究の背景と目的を述べている。本研究の目的は、上記のような背景のもと、今後見込まれる都市の将来の社会像を見据えながら、持続可能な社会へと導くことの出来る経路 (Pathway) を定性的に分析するために、都市版社会経済シナリオの構築を行うことである。分野横断的な議論を必要とする気候変動政策研究に関連して、世界規模や国規模の社会経済シナリオは、既に構築が行われてきたが、都市版の社会経済シナリオは未完成である。そこで、構築の手法やプロセス、各指標などは、他都市にも適応可能となるよう都市版社会経済シナリオの原版を策定した。さらに、目的の第二段階として、第一段階において構築した社会経済シナリオの、各シナリオのパラメータの設定を行い、将来の建築ストックと運用時の二酸化炭素排出量の推計を行った。将来の変化を定性的に表現する社会経済シナリオは不確実な要素や定量的なパラメータの設定が困難な要素を多く含むため、定量的評価とのつながりが障壁となっている。そこで、本研究においては、第一段階で構築する社会経済シナリオの定性的ストーリーと第二段階の定量的な分析の整合性向上と統一的なプロセスの試行も目的としている。

第2章においては、第3章に関連する社会経済シナリオの構築、第4章に関連する建築寿命の推計手法、第5章に関連する二酸化炭素排出量の推計手法に分けて、それぞれ過去に行われた既往の研究についてのレビューと分析を述べた。

第3章においては、本研究の第一段階の目的である都市版社会経済シナリオの構築を行った。既往の研究や文献による基本フレームワーク (理論) をベースに各シナリオに

とって、促進力（Driving Force）となる要素の整理を行うとともに、共通の要素（社会的要素、経済的要素、環境的要素、都市構造的要素）の指標に分けて各シナリオを描き出す。各シナリオを構成する要素やストーリーラインの信頼性を高めるために、関連する分野（気候変動、エネルギー政策、環境都市政策、経済学、建築エンジニアリング）の専門家にインタビューを行い、シナリオの改訂と新たな文献レビューによるシナリオフレームワークの再構築のプロセスを繰り返し行った。過去のデータの分析により、定量的分析に活用することを目的とした、人口や経済成長率などのパラメータの設定も行った。本研究における都市版社会経済シナリオは、政策決定機関や関連する機関、研究者、技術者等が一貫して使用し、政策目標や将来ビジョンを共有して議論するプロセスや科学的裏付けのための分析に役立つことを想定している。

第4章においては、構築した都市版社会経済シナリオを用いて、将来の定量的分析を行うための前段階として、現状のデータより建築寿命を解析する手法とモデルによる将来推計の手法を考察した。まず、カプランマイヤー法変法により、近年の建築の平均寿命を求めた。その結果、木造も非木造も徐々に寿命を延ばしている傾向を示したが、近年の経済成長率の変化が滅失率に影響を与えている可能性も同時に読みとれた。そこで、詳細な影響を説明変数として加味することの出来る比例ハザードモデルを用い、過去のデータの非線形回帰を行ったところ、前年、当年、次年の3年間の経済成長率を説明変数とするモデルの推定値が、最も現実の実測値に近い傾向を示せていることがわかった。

第5章においては、まず、第4章で検証に用いた比例ハザードモデルに、第3章の都市版社会経済シナリオによって設定されたパラメータの値を用いて、将来の滅失率の推計を行った。その結果をもとに、各シナリオごとの将来のストック量の変化と新たな新築需要の推計を行った。この新築を含む将来ストック量に各建築構造別、用途別、年代別の二酸化炭素排出量の原単位を乗ずることにより、各シナリオごとの将来の運用時の二酸化炭素排出量の評価を行った。その結果、2050年においては、一人あたりの二酸化炭素排出量はBAUに比べ、Local Vitalityは約15%減少、Efficiencyは約16%減少することがわかった。新築への建て替えが最も促進され、最大の効率化を目的とするEfficiencyシナリオと、地域の拠点を中心とした改修による都市再生を目的とするLocal Vitalityシナリオについて、2050年の時点では、建築起源の運用段階における二酸化炭素排出量の削減率は大きく変わらず、どちらもBAUと比べると大幅な削減が見込めることが予測できた。

最終章においては結論を述べた。まず、本論文においては、主要目的の一つとして都市版社会経済シナリオの構築を行った。その中で、持続可能な社会へ2つの異なった経路（Local VitalityシナリオとEfficiencyシナリオ）を示した。この2つの経路はそれぞれ社会的トレードオフの要素を含んでおり、都市のビジョンを考察する際には、本研究において示した指標やストーリーラインなどを活用して、このような長期の社会的便益に関する分析と議論を各関連する主体が協働して行う必要性を示した。さらに、社会経

済シナリオを活用した定性的な分析と、具体的なパラメータの数値を活用した定量的な科学的分析を結び付けて行うことにより、複雑な現実社会の問題に対して包括的に解答を考察する手法を示した。