

氏名	唐 兀
学位(専攻分野)	博士(工学)
学位記番号	論工博第3922号
学位授与の日付	平成19年1月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学位論文題目	Reducing CO <sub>2</sub> Emission in a City through Household Behavior Induction and Housing Arrangement (世帯行動の誘導と住宅配置による都市のCO <sub>2</sub> 排出量の削減に関する研究)
論文調査委員	(主査) 教授 宗本 順三 教授 鈴木 修一 教授 門内 輝行

### 論文内容の要旨

本論文は、都市住宅の適切な配置をおこなって移動CO<sub>2</sub>排出量を減少させて、その排出量の余剰分を住宅の規模や生活のサービス向上に配分する均衡モデルを用いて、削減目標を達成する都市空間を利用した環境負荷の新たな軽減方法の研究である。論文は、全6章から構成されている。

第1章では、研究の背景と問題の所在として、日本の都市では人口が減少しても世帯数は増えており、家庭や職場の室内環境水準や生活利便性は向上していることを指摘し、目的とする都市の環境負荷の軽減には、世帯の通勤などの日常生活行動のグリーン化への誘導が必要であり、都市のコンパクト化による環境負荷の軽減方法について述べている。研究の方法として、ゲーム理論にマルチエージェントシステム(MAS)を用いて適切な削減行動の誘導方法を求め、つぎに遺伝的アルゴリズム(GA)を用いて効果的な住宅の配置方法について述べた後に、既往の環境負荷軽減方法の研究と都市のコンパクト化の研究の検討を通して本研究の位置づけを行っている。

第2章では、年間CO<sub>2</sub>排出量の制約を個別に世帯が受ける条件で、各世帯が排出量と削減費用をできる限り減らすような住宅の立地選択、通勤、生活行動を各世帯がとることをMASモデルで再現している。その結果、世帯のさまざまな削減行動により都市全体のCO<sub>2</sub>排出量の軽減ができること、さらに世帯を対象とするCO<sub>2</sub>排出量の取引の仕組みを導入することにより、導入しない場合に比べて低いコストで世帯の削減行動を促進できることを明らかにしている。次に、これに加えて期限内に都市のCO<sub>2</sub>排出量の削減目標を達成するには、世帯の利得と削減の状況を繋ぐ、世帯のCO<sub>2</sub>排出量の削減行動の誘導が必要となることを指摘している。

第3章では、個体としての世帯の行動と全体としての都市のCO<sub>2</sub>排出量の削減目標の達成の相互関係を、「共有地の悲劇」のモデルの有する個人利得と社会利得のジレンマ構造を用いて分析している。すなわち、都市のCO<sub>2</sub>排出量の削減目標を達成するために、環境公益費とCO<sub>2</sub>排出量の取引の仕組みを導入し、世帯の利得と削減目標の達成状況を利得関数で表して、世帯の削減行動を誘発する効果的な誘導方法をMASモデルを用いて求めている。得られた誘導方法により、世帯が積極的に削減行動を採り、都市全体のCO<sub>2</sub>排出量の削減目標を期間内で達成し、さらに世帯が通勤距離を減少する立地行動をとった結果として都市空間をコンパクト化させることをシミュレーションで示している。

第4章では、世帯数が一定の平面都市で都市のCO<sub>2</sub>排出量を制限する条件の下で、住宅床面積を最大化させる住宅の配置方法を示している。住宅の配置の変化による移動CO<sub>2</sub>排出量の減少量を、その余剰排出量として住宅面積の増分に振り向ける均衡モデルを用いて、最も移動CO<sub>2</sub>排出量を減少させる住宅配置パターンと最大化された住宅の床面積を求めている。その結果、住宅の床面積は都心に近いほど大きくなり、異なる交通手段に依存する都市の最適化された住宅配置パターンは、“Public-mode”通勤手段を利用する都市は放射状、“Self-mode”通勤手段を利用する都市は同心円状、“Mixed-mode”通勤手段を利用する都市は菱形状の住宅配置となることを示している。

第5章では、京都市の中京区・下京区で近年供給された分譲マンションを調査し、1999年以前は約30%が都心部に立地し、70%は周辺部に立地していた。1999年以降2006年までの累計では、56%の分譲マンションは都心部に、44%は周辺部に立地

し、都心部と周辺部に立地するマンションの比率は逆転し、都心部へ立地が集中化していることを分析している。次に、パーソントリップ調査から、住民の都心への通勤・買物などの移動で削減されるCO<sub>2</sub>排出量を推計して、京都市のコンパクト化によるCO<sub>2</sub>排出量の削減効果を示している。

第6章では、本論で導いた世帯の削減行動を誘発する誘導方法とCO<sub>2</sub>排出量を軽減させながら生活水準を上昇できる住宅の配置方法が、空間を考慮した新たな環境負荷の軽減方法であり、世帯間のCO<sub>2</sub>排出量の取引の仕組みの導入と立地選択の行動誘導そして適切な住宅配置は、持続的にCO<sub>2</sub>排出量を低減する都市の形成に寄与することについて取り纏めている。

今後の研究課題として、モデル研究と実際の人間の行動との関係についてより研究が必要であること、世帯間のCO<sub>2</sub>排出量の取引市場を如何に設定するか、またCO<sub>2</sub>排出量の都市環境観測システムを如何に構築するのか等の課題に、環境経済学など関連分野の研究と連携する必要性について述べている。今後の展望として、市場メカニズムによる集合住宅の供給では十分な都市社会や環境が形成されるとは言えず、都市計画の観点から、都市のコンパクト化に向けた計画的な誘導が、CO<sub>2</sub>排出量を減らしながらより豊かな住宅や居住環境を創出するのに重要であることを述べている。

### 論文審査の結果の要旨

本論文は、都市住宅の適切な配置をおこなって移動CO<sub>2</sub>排出量を減少させ、その排出量の余剰分を住宅の規模や生活のサービス向上に配分しながら環境負荷の削減目標を達成する都市空間を利用した環境負荷の新たな軽減方法の研究で、得られた主な成果は次のとおりである。

1、都市のCO<sub>2</sub>排出量の削減には、世帯のCO<sub>2</sub>排出量の削減が重要であることを指摘した後に、年間CO<sub>2</sub>排出量の制約を個別に世帯が受ける条件では、各世帯が排出量と削減費用をできる限り減らすような住宅の立地選択、通勤、生活行動をとることによって、都市のCO<sub>2</sub>排出量の軽減ができること、さらに世帯を対象とするCO<sub>2</sub>排出量取引の仕組みを導入することにより、導入しない場合に比べて低いコストで世帯の削減行動を促進できることをMASモデルで明らかにした。

2、都市のCO<sub>2</sub>排出量の削減目標を達成するために、環境公益費とCO<sub>2</sub>排出量の取引仕組みの導入を提案し、世帯の利得と削減目標の達成状況を利得関数によって表し、世帯の削減行動を誘発する効果的な誘導方法をMASモデルで求めた。これにより、世帯が積極的に削減行動を採り、都市全体のCO<sub>2</sub>排出量の削減目標を期間内で達成し、さらに世帯が通勤距離を減少する立地行動をとった結果として都市空間がコンパクト化することを示した。

3、世帯数が一定の平面都市で都市のCO<sub>2</sub>排出量の制約の下で、住宅の配置の変化による移動CO<sub>2</sub>排出量の減少量を、その余剰排出量として住宅面積の増分に振り向ける均衡モデルを用いて、最も移動CO<sub>2</sub>排出量を減少させる住宅配置パターンと最大化された住宅の床面積を求めることに成功した。都市の最適化された住宅配置パターンは、異なる交通手段に依存して形状が異なることを指摘した。

4、京都市の中京区・下京区で近年供給された分譲マンションを調査して、1999年以前と以降では、都心部と周辺部に立地するマンションの比率は逆転し、都心部へ立地が集中化していることを示した後に、住民の都心への通勤・買物などの移動で削減されるCO<sub>2</sub>排出量を推計して、京都市におけるコンパクト化によるCO<sub>2</sub>排出量の削減効果を示した。

以上、要するに本論文は、都市住宅の適切な配置をおこなって移動CO<sub>2</sub>排出量を減少させて、その排出量の余剰分を住宅の規模や生活のサービス向上に配分する均衡モデルを用いて、都市空間を利用した削減目標を達成する方法を提案し、都市計画でその有効性を示したもので、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士(工学)の学位論文として価値あるものと認める。また、平成18年11月17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。