

氏名	王 汝慈		
学位の種類	博 士 (理 学)		
学位記番号	博 甲 第 9 4 3 8 号		
学位授与年月日	令和2年3月25日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
審査研究科	生命環境科学研究科		
学位論文題目	Scenario Simulation of Land Use/Cover Changes Based on Markov Model and Land Change Modeler in the Tokyo Metropolitan Area: Towards Future Sustainable Development (東京大都市圏におけるマルコフモデルとLand Change Modelerに基づく土地利用/被覆変化のシナリオシミュレーション：将来の持続的な発展をめざして)		
主査	筑波大学講師	博士 (理学)	森本 健弘
副査	筑波大学教授	博士 (理学)	松井 圭介
副査	筑波大学教授	博士 (理学)	堤 純
副査	筑波大学名誉教授	理学博士	村山 祐司

論 文 の 要 旨

審査対象論文は東京大都市圏を対象に、土地利用・土地被覆のこれまでの変化の時空間的パターンを分析し、それを元にシナリオ分析を用いて将来における土地利用・土地被覆の状況を予測し、都市の持続的発展に資する土地利用政策に貢献しようと試みた研究である。東京大都市圏はアジアの中で現代の都市計画をリードし、拡大から改善・改良へと都市計画の転換が図られてきた顕著な例であり、人間生活の持続的発展を考える上でその将来の土地利用・土地被覆の代替的方向性の検討は大きな意義を有すると著者は指摘する。そのため著者は、近年発展した空間モデリング手法に、詳細で大量な土地利用・土地被覆に関するデータを組み合わせ、自然生態系保護、あるいは食料生産の保全といった持続的発展に資するシナリオを適用して、将来の土地利用・土地被覆パターンを検討することを目的として、本研究に取り組んだ。

著者は第1章で研究背景、従来の研究、研究目的、研究枠組を記述し、第2章で対象地域である東京大都市圏の地理的概観、人口の推移、社会経済的変動、ならびに都市計画の展開と変遷の過程を概説した。

第3章で著者は3年次（2001年、2007年、2017年）それぞれの時点における土地利用・土地被覆を明らかにし、16年にわたる変化の時間的・空間的メカニズムを究明した。具体的には各時点のLandsat画像を用い1ピクセル約30m四方の詳細なデータを市街地、農地、緑地、および水域の4種目の土地利用・土地被覆に分類した。著者によれば16年間に市街地の面積比率は20.6%から27.2%へ増加、農地は24.3%から20.5%へ、緑地は51.9%から49.4%へ、水域は3.3%から2.9%へとそれぞれ減少した。これらのデータから土地利用・土地被覆種目間の変化速度が2001-2007、2007-2017、および2001-2017について明らかになった。

続いて第4章で著者はピクセルを単位とする土地利用・土地被覆の変化シミュレーションを行った。まずマルコフ連鎖モデルにより土地利用・土地被覆の4種目間の変化確率を求めた。次に将来にわたり東京大都市圏の土地利用・土地被覆変化のドライビングフォースとなりうる因子として標高、傾斜、CBDからの距離、鉄道駅からの距離、幹線道路からの距離、重要港湾からの距離の6つを選定した。土地利用・土地被覆変化

を制約しうる因子として市街化区域、市街化調整区域、保護地域、その他緑地保全地域の4つを選定した。これらの情報を著者は多層パーセプトロンニューラルネットワークによって処理し、土地利用・土地被覆の変化ポテンシャルの空間的分布を得た。これを用いてラスタデータ解析ソフトウェアによる将来シミュレーションが可能になった。著者はまず2001年から2017年までのシミュレーション結果と実際の変化とを比較してこの手法の有効性を確認した。続いて著者は3種類のシナリオ、すなわち自然発生的シナリオ、生態保護重視シナリオ、および都市近隣農地保護重視のシナリオを用意した。自然発生的シナリオでは保護地域のみが制約となり、生態保護重視シナリオでは保護地域・その他緑地保全地域のほか全ての因子が制約となる。近隣農地保護重視のシナリオでは農地の維持および農地への変化が優先となり、保護地域とその他緑地保全地域の制約が外される。著者はこれらを適用して2030年および2050年の土地利用・土地被覆をピクセル単位で求め、地図化し、種目ごとの増減を定量的に比較した。

第5章で著者はシミュレーション結果の空間的プロセスの把握を試みた。シナリオごとに、2017、2030、2050の各年次について、都心を中心とする幅5キロのゾーンを単位として土地利用・土地被覆の面積比率を求め、都心から周辺へ向かい、どこでどのように土地利用・土地被覆が変動するかを把握した。あわせて東西9km・南北5kmの事例地区を都心から5-10km付近、20-25km付近、40-45km付近、ならびに50-55km付近に各1か所、計4か所とって、その内部の土地利用・土地被覆の変化をシナリオごとに詳細に検討して、上記の変動を具体的に確認した。自然発生的シナリオでは周辺部での市街地拡大とその他の大幅な縮小が起きること、生態保護重視シナリオでは緑地の増加および市街地の増加幅の縮小が起きること、都市近隣農地保護重視シナリオの結果では農地が全般的に維持され特に都心に近い市街地周辺で増加し、同時に緑地の縮小がみられたことを著者は指摘した。

最後に著者は第6章において、こうした詳細なデータと新しい時空間的モデリングを組み合わせたシナリオシミュレーションが、複数の条件を組み込んだ土地利用・土地被覆の将来予測を得る有用な方法であること、それを適用した研究成果が東京大都市圏の将来の持続可能性を議論するうえで有意義であると主張した。

審 査 の 要 旨

本研究はピクセル単位の詳細かつ大量のデータを扱い、土地利用種目間の変化ポテンシャルを機械学習を取り入れた新たな手法によって評価し、そこに明確なシナリオによる条件を加えてシミュレーションを実施、その結果を定量的に検討するといった方法論を広範な東京大都市圏に適用した、意欲的な土地利用・土地被覆変化研究であり、土地利用・土地被覆の将来予測について新たな貢献を示している。これらの点で本研究を高く評価できる。また、この方法論が国を問わず様々な都市地域に適用可能な性格を持っていることも有意義である。急速な発展が今後予想されているもののデータ整備の遅れている発展途上国の大都市圏において、その将来計画に貢献することが期待できる。研究過程では空間情報科学の手法が十分に活用され、その発展に十分な貢献をなすものと言える。

令和2年2月4日、学位論文審査委員会において、審査委員全員出席のもとに論文の審査及び最終試験を行い、本論文について著者に説明を求め、関連事項について質疑応答を行った。その結果、審査委員全員によって合格と判定された。

よって、著者は博士（理学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものとして認める。