

氏名	龔 浩		
学位の種類	博 士 (理学)		
学位記番号	博 甲 第 8 5 4 8 号		
学位授与年月日	平成 3 0 年 3 月 2 3 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	<b>A Study on Urbanization and Future Sustainable Development  in Shanghai Using Geospatial Predictive Models</b> (地理空間予測モデルを用いた上海の都市化と持続的発展に関する研究)		
主査	筑波大学教授	理学博士	村山 祐司
副査	筑波大学講師	博士 (理学)	森本 健弘
副査	筑波大学助教	博士 (理学)	山下 亜紀郎
副査	筑波大学教授	博士 (理学)	日下 博幸

## 論 文 の 要 旨

本論文は、近年目覚ましい経済成長を遂げている中国の上海市を対象に、急激な都市化をもたらした地理的要因を解明し、将来における持続可能な都市成長に資する政策的提言を行うことを課題としている。この目的を達成するため、著者は、リモートセンシングと GIS を援用して、1980 年代後半から現在にかけての上海都市域の拡大を分析し空間プロセスモデルを開発するとともに、現在から 2040 年までを対象に都市空間の構造変容の予測を試みた。具体的には、上海市における都市成長の将来像として 3 つのシナリオを想定し、持続的発展のための方策を探究した。

本論文は 7 章からなる。第 1 章では、本研究の背景、目的、構成が示される。第 2 章では、従来の研究、分析手法、対象地域の概略などが述べられる。第 3 章では、本研究の目的を達成するための方法論および分析データの特性について説示される。ついで著者は、1980 年代後半から現在までの都市化の実態を明らかにすべく、土地利用分析を行った。教師付き OBIA 法を Landsat 画像データに適用し、1988 年・1995 年・2000 年・2006 年・2013 年の土地利用を解析した結果、過去 25 年の間に、CBD から郊外に向かって同心円状に市街化が進むとともに、地下鉄や主要道路に沿って市街地がリボン状に発展し、2013 年には全体を覆うように都市化が進んでいることが明らかになった。上海市の市街地は 1988 年の 6.8% から 2013 年には 44.9% へとほぼ 6 倍になっている。中心部では、都市化はほぼ飽和状態に達し、水平的拡大よりも垂直的拡大が卓越する。都市化のスピードには地域差がみられ、とくに南部方向と東部方向への拡大が近年著しいことが判明した。

第 4 章は、急激な都市化をもたらした地理的要因を解明している。都市政策・人口成長・経済活動・交通システムを取り上げ、これら 4 要素が都市化のドライビングフォースとしてどの程度機能しているかを探った。分析の結果、1) 都市政策では、多極分散化政策が中心部の発展を抑制し郊外核の成長を誘導していること、2) 人口成長では、とくに周辺部や南部・東部地域において人口が急増し、地方からの農民人口の流入が都市化の原動力になっていること、3) 経済活動では、第 3 次産業とくに商業が都市の発展を牽引していること、さらに外国資本の流入が経済の活性化を導いていること、4) 交通システムでは、CBD から郊外に向かって放射状に伸びる地下鉄が新たな都市化を誘導し、住宅団地の開発を促していることが明らかになった。

第 5 章では、前章で行った都市化の要因解明を踏まえ、空間的プロセスモデルが構築される。著者は、まず 2006 年～2013 年の土地利用変化が今後も継続すると仮定して、2020 年・2030 年・2040 年における土地利用

パターンの推定を試みた。土地利用の将来予測には、様々な手法が開発され実証研究に適用されてきた。そのなかで汎用性があり評価の高い手法として、LR モデル（ロジスティック回帰）と MLP モデル（多層パーセプトロン）があげられる。この点を踏まえ、実証実験によってどちらが本研究に適切かを検証した。2000 年～2006 年の土地利用変化から 2013 年の土地利用を推定し、実際の 2013 年の土地利用と比較した結果、適合度は MLP モデルの方が高いことが判明した。そこで、このモデルに改良を加え、シミュレーションの初期条件や入力変数を精査しながら、本分析に合致する MLP-EAI モデルを構築して、都市構造の将来予測を試みた。具体的には、3つの制約条件を設けてシナリオ分析を行った。すなわち、1) 過去から現在（2006 年～2013 年）までの土地利用変化がそのまま将来も継続する場合、2) 5つのニュータウン・2つの中核都市・8つの郊外都市が概成し、多極分散政策が効果を発揮する場合、3) 多極分散政策に環境保護重視の規制が加わり、緑地の減少が止む場合、の3ケースである。

シナリオ分析の結果は第6章で論じられる。これまでの土地利用変化が今後も継続すると仮定した1)のケースでは、緑地や農地の虫食い現象が今後より顕在化し、持続的な都市成長が困難になることが明らかになった。この場合スプロール的な都市拡大を抑制する強力な対策が求められる。多極分散政策を推進する2)のケースでは、一部の地域では限定的に市街地の拡大が食い止められるが、全体的には都市膨張が止まず、緑地も減少して持続可能とはならないことが明らかになった。また、環境保護重視の3)のケースでは、環境保護と市街地形成がバランスよく保たれ、緑地の形成と保存によって持続可能性が向上することが見いだされた。以上を踏まえ、著者は、メガシティ上海市の将来を持続可能にするには、均衡のとれた土地利用計画を早急に立案するとともに、実効性のある都市化抑制政策を推進することが重要であると結論づけている（第7章）。

## 審 査 の 要 旨

本論文では、GISとリモートセンシングの技法を駆使して、中国のメガシティ上海市における都市化のメカニズムを定量的に把握するとともに、帰納的プロセスモデルを構築して、将来の都市空間構造を定量的に予測している。本論文には、高いオリジナリティが認められる。

この研究で著者は、非線形ニューラルネットワークとマルコフ連鎖モデルを融合した複雑系モデルを構築し、精度の高い土地利用変化の分析に成功している。MLP-EAIモデルを用いてシナリオ分析を実施し、説得力のある政策的提言を行ったことは高く評価できる。都市化のドライビングフォースの実証分析で明らかになった知見をもとに、的確な変数をモデルに投入して将来を予測しており、分析結果は高い信頼性を有する。また、経済指標の入手が困難な状況にあって、DMSP-OLS（衛星夜間光観測データ）から経済活動の程度を示す指標としてエネルギー消費量を導出したことも、独創的なアイデアとして評価できる。

本研究の成果は、上海市の今後の地域計画や都市政策の有力な基礎資料になることが期待される。本研究で提示した都市化予測の方法論には汎用性が認められ、上海市にとどまらず、中国における他の大都市にも適用することができる。さらに、都市属性に応じて変数のパラメータを適切に加重すれば、この手法は世界各地のメガシティにも応用可能と考えられる。

平成30年1月31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。