（ 続紙 １ ）

京都大学	博士（　地球環境学)	氏名	堤田成政
論文題目	Examination of Urban Expansion and its Environmental Impacts using Remotely Sensed Time-Series Imagery in Ulaanbaatar, Mongolia		

（論文内容の要旨）

モンゴル国（以下，モンゴル）は，１９９２年に民主化し，職業選択や移動の自由などが国民にもたらされた。職や就学の機会を求めて首都ウランバートルへ人口が集中し，さらに，２００３年に土地法が改正されて一定面積までの土地を無償で私有化することが可能となったため，ウランバートル市街地の周縁部ではゲル地域といわれる小プロットの住宅地が無秩序に形成されることとなった。そこでは，生活環境の基盤施設が十分に整備されていないため，衛生環境が悪化し，大気汚染や周辺地域の自然環境破壊の原因となっている。

本論文は，このような課題に対して地域計画学の観点から調査研究を実施し，その成果をまとめたものである。論文は７章からなっており，以下に各章の内容を説明する。

第１章は序論であり，ウランバートルの人口増加，その周縁部での土地利用変化がもたらす環境問題を概説し，本論文の研究の背景と目的を明示している。

第２章では，関連文献を解題しながら途上国を中心とした国々で発生している都市域拡大に起因する一般的な環境問題を解説し，近年の研究動向と課題を示している。また，ＬＡＮＤＳＡＴやＭＯＤＩＳ等の無料で公開されている衛星画像や，商用衛星で撮影した超高解像度衛星画像など，各種衛星画像の持つモニタリング機能の長所と短所を空間分解能と時間分解能の違いから説明し，複雑な現象である都市域拡大をモニタリングするためには単一センサーだけでは限界があることに言及し，複数のセンサーを用いた複眼的な分析が不可欠であることを指摘している。

第３章では，ウランバートルの気象条件，地勢，土地利用を概説した上で，土地法の改正後にウランバートルに移住者が集まり，その周縁部に都市計画上の位置づけが不明確なゲル地域が拡大していることを記している。また，分析に用いた衛星画像データについて，それぞれの特徴を紹介している。

第４章は，ウランバートル中心部から北西に位置するゲル地域を対象として，ゲル地域拡大のメカニズムを検証している。高空間分解能を持つＩＫＯＮＯＳとＱＵＩＣＫＢＩＲＤの衛星画像を用いて居住地一区画ごとの拡大過程を精緻に追跡した上で，道路からの距離，給水所からの距離がゲル地域拡大を規定していることを空間ロジスティックモデルにより明らかにしている。また，虫食い的ではなく一定の集塊性を持って変化している空間的な特徴も示している。さらに，土地法改正後に急激にゲル地域が拡大したが，その後，その拡大の速度は鈍化していることを示す一方で，急傾斜で居住地としては条件の良くない土地が継続的に新たに開発されていることを指摘している。また，モデル式で得たパラメータを用いてゲル地域は今後も拡大することを推定し，適切な土地利用計画の必要性を説いている。

第５章は，ウランバートルの都市域を対象とし，時間分解能の高いＭＯＤＩＳによる衛星画像を用いて，ＢＦＡＳＴ法によって土地被覆変化の時空間の推定を行う方法を新たに提示している。植生量の情報を３つの要素（トレンド成分，季節成分，誤差）に分けて土地被覆の変化点を推定し，時間を追うごとに市街地周辺の土地被覆変化が郊外に向かって発生していることを明らかにしている。また,ここで得られた結果を実際のゲル地域の分布図と重ね合わせて検証し，精度の高い推定結果が得られたことを証明している。

第６章では，移動を伴わない牧畜活動による過放牧や森林での薪炭材の過剰採取によりウランバートル周辺地域で進行している植生劣化と植生変化の発生地点の推定を，ＭＯＤＩＳの衛星画像を時系列で用い，広域的に行っている。正規化植生指数の時系列変化から植生量の増減した地点を統計的に検出し，これらの結果を現地調査で検証し精緻な推定が行われたことを証明している。また，植生量が豊富な場所の周辺域などで展葉期の遅延傾向を検出し，森林伐採による植生変化が発生していることを明らかにしている。

第７章は結論であり，各章で得られた結果を総括し，ゲル地域拡大防止策を計画的観点から提言し，さらに今後の研究の課題を示している。

（続紙　２　）

（論文審査の結果の要旨）

民主化後のモンゴルでは，国民をとりまく社会経済状況が激変してきた。首都ウランバートルでは地方からの移住者が急速に増加し，新たな居住地が市街地周縁部に拡大したため，大気汚染や森林伐採などの様々な環境問題が発生しており，その対策が急務である。一方で，住民登録せずに滞在する者も多数いるため，実際の居住地の拡大の様子は統計資料からは正確に読み解けず，対策を阻む一因となっている。本論文はこのような課題に対して時系列の衛星画像を用い，ウランバートルの都市域拡大過程とその環境影響に関する研究を実施したものである。得られた主な成果は以下の通りである。

第一に，各種衛星画像の特性を最大限に生かし，都市域拡大過程を観察，研究する際の新しい利用可能性を提示している。近年，都市空間をモニタリングするための衛星画像を始めとした種々の空間情報が世界的に急速に整備されており，時空間の分解能が飛躍的に高まり，かつ利便性も増してきたが，これらの情報を有効に活用するための分析手法や方法論は発展途上にあり，実際の地域課題への学術的取り組み，それら情報が保持する利点が十分に活かされていない。本論文は，そうした乖離を埋めるべく，空間情報が持つ能力を的確に引き出して地域課題を読み解いており，実践的かつ学術的な意義が大きい。

第二に，超高解像度衛星画像を利用して個々の住宅地の変遷を正確に追い，地形条件等との関連性をモデル化して，その形成過程と要因を解明している。このモデルを用いることで，今後のゲル地域の拡大範囲を推定することが可能となり，都市計画や土地利用計画によって適切な土地利用の誘導を行うために有用な情報を提供しており実践的意義が大きい。

第三に，植生劣化と植生変化の発生地点を空間的に特定することを可能にする分析方法を提示し，実際に当該地点を推定し，その推定精度の高さを現地調査を通じて実証している。過放牧が常態化しても直ちに裸地へと変化するのではなく，家畜の不嗜好性植物が優占する状態を一定期間経た後に砂漠化が進行するため，植生量自体の変化は少ない。そのため，広域的に植生劣化を判別するのが困難で，砂漠化対策への障害の一つとなっていたが，この問題を具体的に解決する成果を挙げており，社会的かつ実践的意義が大きい。

第四に，高時間分解能の衛星画像を用いて，土地被覆の変遷を時空間で推定する新しい分析方法を活用し，その有効性を実証している。土地利用計画やゾーニングの効果を評価する際にも応用が可能であり，実践的かつ学術的な意義が大きい。

以上のように本論文は，都市域拡大の過程とこれに起因する環境問題に対する新たな分析方法を提示し，その有効性を実証し，かつ地域計画策定に有用な提言を行っており，地域計画学，地球環境学に寄与するところが大きい。

よって本論文は博士（地球環境学）の学位論文として価値あるものと認める。また，平成２６年２月７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。

要旨公開可能日：　　　　　年　　　月　　　日以降