

氏名（本籍）	LIU FEI		
学位の種類	博士（理学）		
学位記番号	博 甲 第 9831 号		
学位授与年月日	令和 3 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	Spatiotemporal Evaluation of Comprehensive Carrying Capacity: A Case Study Focusing on Sustainable Development of Guangdong–Hong Kong–Macao Greater Bay Area, China (総合的な環境収容力の時空間的評価:—中国粵港澳大湾地域における 持続可能な開発を事例に—)		
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）	堤 純
副査	筑波大学助教	博士（理学）	山下 亜紀郎
副査	筑波大学名誉教授	理学博士	村山 祐司

## 論 文 の 要 旨

著者は、近年とくに途上国・地域において著しい都市のスプロールの拡大が、資源消費や環境への圧力を急激に増加させ、人間活動を地域が支える収容力を圧迫していると指摘する。審査対象論文で著者は、2000年代以降発展してきた、都市の環境収容力評価の枠組みをもとに、地域の総合的な環境収容力を定量的に評価することで、人間活動の発展・拡大の持続可能性を検討することを試みた。著者は研究対象地域として中国の急速に発展・拡大する大都市地域の代表例と言える広東-香港-マカオのグレーターベイエリア（以下ではGBAとする）を選び、2000年と2015年を比較した持続可能性の時空間的な変動を評価することを目的とした。

著者は第1章で研究背景、従来の研究、研究目的および対象地域を記述し、第2章で従来の研究レビューを通じて審査対象論文の位置付けを行っている。著者は従来の研究に対する本研究の新規性として第1に広域的な大都市圏を対象とすることで現代の都市発展の実態を反映した分析を行うこと、第2にエコロジカル・フットプリントのモデルに社会開発、経済、環境資源、交通・通信の諸指標の分析を統合することで地域の総合的な環境収容力の定量化を行うこと、第3にリモート・センシング（RS）と地理情報システム（GIS）を活用してマルチスケールの解析を行うこと、等を挙げている。続いて第3章では研究方法およびデータ取得について記載し、第4、5、6章において解析を実施し、結果を示すとともに議論を行い、第7章で結論を述べている。データ源は2000年と2015年の衛星画像、および自然環境、人間活動の地理空間情報である。まず、人口集積、土地開発の進展、都市建設のための土地適性をもとに、GBAにおける土地資源への圧力を算定し、その空間的パターンと時間的な変動を検討した。次にGBAにおけるエコロジカル・フットプリント（EF）と生物生産力（BC）をそれぞれ算定し、それらの空間的パターンと時間的な変動を測定した。また、EFとBCの数量的関係から判断できる環境負荷をグリッドスケールと行政区域スケールで空間的に評価した。さらに、GBAにおける地域の総合的な環境収容力を、社会開発、経済、環境資源、交通・通信の各次元の38の指標を多基準意思決定分析に基づいて構築した新たな枠組みによって算定し、行政区域スケールで空間的・時間的に評価するとともに、総合的な環境収容力の構成を分析した。総合的な環境収容力を支持する指標とそれに圧力を加える指標を対比して、

GBAにおける地域的な均衡・不均衡の状態を明らかにした。

著者は結果の要点を次のようにまとめる。まず2000年から2015年にかけて、GBAでは土地開発圧力の空間的な差異が顕著に増加しており、総合的な環境への負荷が地域差を拡大しつつ増大してきた。この期間にGBAにおける環境負荷の増加の大部分は人口が密集し、都市化が高度に進んだ都市、すなわち深圳、香港、広州、東莞、マカオ、佛山などに空間的に明確に集中してきた。そして、著者はGBAの地域の総合的な環境収容力はこの期間に上昇傾向にあり、持続可能性は相対的に改善したとする。これには交通・通信の発展と環境資源の活用が改善が主な寄与をしたという。ただし著者は、地域的にみると総合的な環境収容力には空間的な差異が拡大し、GBAの中央部・沿岸部には総合的な環境収容力が過剰に消費されている都市が集中する一方、他の地域では総合的な環境収容力の余剰があったという。この背景を、総合的な環境収容力を支持する指標とそれに圧力を加える指標の均衡・不均衡状態の地域差によって著者は説明した。

著者は結論において以上の知見をまとめるとともに次の点を主張した。都市間や地域間で土地資源への圧力、人間活動の特性とそれがもたらす環境負荷の特性、および総合的な持続可能性とそれを左右する構成要素の関係が、すべて空間的に不均一であることが明瞭となり、こうした空間的な差異を重視した政策・計画が求められること、および地域の総合的な環境収容力の評価は人間活動の地域的な最適化と地域間の補完、すなわち広域的な連携と統合の促進を組み込んだ地域開発に指針を与えることである。

## 審 査 の 要 旨

審査対象論文で著者は大都市地域の持続可能性の評価という大きくかつ喫緊の課題に取り組んだ。著者は環境と人間活動の多岐にわたる諸指標を総合し、地域の総合的な環境収容力の定量的評価を実施した。これはリモートセンシングを活用したデータ生成、新たな種類の指標の統合による環境収容力評価の枠組みの構築、多基準意思決定分析による地理空間情報の評価、エコロジカル・フットプリント算出における諸係数の修正など、著者による多数の試みや改良によって実現したものであり、その新規性と有用性を高く評価できる。当該論文は大都市地域における環境への圧力、人間活動の持続可能性、およびそれらを構成する諸要素を、空間的な差異を踏まえて定量的に検討する方法を示している。これは地域内部での人間活動や環境利用の配置の改善に資する可能性を有している。また著者の方法論は様々な地域に適用可能な性格を有しており、人間活動の持続可能性に関する地球環境科学の研究への貢献が期待される。

令和3年1月29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。