

論文審査の結果の要旨

氏名 宮崎浩之

世界的な都市人口の急増に象徴されるように都市はほぼ全ての国で経済活動、社会活動の中心となっており、人間活動による環境影響を評価したり、環境変動が人間活動に与える影響を評価したりする上で、極めて重要な分析単位である。特に環境問題が個別の地域スケールに留まらず、国際的、地球的な広がりを見せるにつれ、都市域マップを世界的な規模で作成することの重要性が強く認識され始めた。その一方で、空間分解能の高い衛星画像（例えば ASTER 画像（分解能 15m）やランドサット画像（分解能 30m））の全球アーカイブが構築されるなど、全球を対象とした都市域マップを作成する準備が整いつつある。しかしながら、全球を対象とした既存の都市域マップは、空間的分解能が 1km であるなど改善の余地が大きい。そこで本論文は、ASTER 画像の全球アーカイブを利用してより高分解能な全球都市域マップを構築する手法を開発し、マップを試作すると同時に、検証用データを整備・補強して精度評価を行い、既存の都市域マップとの定量的な比較を行うことを目的としている。本論文は 5 章からなっている。

第 1 章は研究の背景と目的であり、詳細な全球都市域マップの必要性や空間的分解能の高い衛星画像を用いてマッピングする上での技術的な課題、既存の全球都市域マップの問題点などを整理し、研究の目的を定義している。

第 2 章は全球都市マッピングシステムの開発であり、グリッドコンピューティングシステム上に実装された ASTER 画像の全球アーカイブを利用して全球都市域マップを作成する手順を開発している。すなわち雲量などを考慮しながら適切な ASTER 画像を自動的に選択する方法や、ASTER 画像のクラスタリング結果に対しより正確な都市・非都市ラベルを自動的に付与する方法、また ASTER 画像が植生などの季節変化情報や都市の灯火情報などを十分に反映できない欠点を補うために、MODIS 画像のように高い時間的分解能を有する衛星画像から作成された土地被覆データや、都市灯火データから作成された都市域マップなどを組み合わせる方法などを開発している。

第 3 章は、全球都市域マップの精度を評価するために作成したグラウンド・トゥルスデータベースについて述べている。従来の都市域マップの多くは全球土地被覆データの一環として作成された経緯があり、都市だけに着目した精度評価は極めて不十分であった。また精度評価を行うための検証点情報も不足していた。そこで、代表的な人口集中地の地名辞典である GRUMP Settlement Points から、人口 10 万人以上の人口集中地の代表地点を選び、グラウンド・トゥルスデータを作成した。すなわち、代表点について ASTER/VNIR 画像を背景として目視判読を行って確認し、確実に都市となる検証点データ（2144 地点が都市、1388 地点が非都市）を作成した。なお、データの分布は大陸間、人口階級間で偏りが小さいことから、本研究の都市域マッピングに適切であることが認められた。

第 4 章は都市域マッピングシステムを実際に適用して全球都市域マップを作成するプロセスと、精度評価の結果を述べている。具体的には開発したシステムを用いて、世界に 3372 地点ある人口 10 万人以上の人口集中地全てについて都市域マッピングを行い、空間分解能 15m の都市域マップを作成した。また、第 3 章で作成されたグラウンド・トゥルスデータベースを利用して精度評価を行い、

Overall Accuracy は 0.664, Kappa 係数は 0.342 となることを明らかにし、従来の都市域マップに比べ解像度が優れているだけでなく、分類精度も改善されたことを実証した。

第 5 章は結論と今後の課題を述べている。今後は一層のグラウンド・トゥールースデータの充実、ウェブを介したボランティアによるグラウンド・トゥールースデータの収集、合成開口レーダ画像を利用した処理精度の向上などが挙げられている。

以上をまとめると、本論文は ASTER 画像の全球アーカイブを駆使して全球都市マップを作成したのと同時に、精度検証用のデータを自ら作成・適用して精度評価を行っており、提案マップが既存マップに比べ精度が向上した世界最高水準のものであることを示すことに成功している。IPCC でも Global Human Settlement Map の重要性が議論されるなど、都市域マップの必要性はますます高くなっており、本論文により、都市域マップの作成手法の開発からシステムとしての実装、精度検証用データの作成とそれを利用した精度評価に至る一連の手順が構築され、実際に世界最高水準のマップが作成されたことは、空間情報学の進歩に大きく貢献したと考えられる。

本論文の成果は柴崎亮介や岩男弘毅らと共著で公表されているが、論文提出者が主体となって研究を実施しており、論文提出者の寄与は十分である。したがって、博士（環境学）の学位を授与できると認める。