

氏 名	たかしま まさすけ 高 島 正 典
学位(専攻分野)	博 士 (情 報 学)
学 位 記 番 号	情 博 第 68 号
学位授与の日付	平 成 15 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	情 報 学 研 究 科 社 会 情 報 学 専 攻
学位論文題目	DMSP 夜間可視画像による地震被害ポテンシャルの推定と地震被害想定への応用

論文調査委員	(主 査) 教 授 林 春 男	教 授 石 田 亨	教 授 河 田 恵 昭
--------	--------------------	-----------	-------------

論 文 内 容 の 要 旨

防災に関わる意思決定には、現状の把握が不可欠である。すなわち、災害発生前であれば、現状において災害がもたらしうる被害を事前に想定する必要がある。災害発生後においては、実際に発生した被害や時間とともに変化する被災地の状況を把握する必要がある。本論文は、米国の軍事気象衛星 DMSP が日々捉える地表面夜間可視画像を利用し、事前の被害想定に必要な対象地域に関する基礎データのモニタリングと事後の災害対応における現状把握を一体的に実施することを目的として、既存の社会経済統計よりも高い空間解像度と更新頻度で社会システムの状態をモニタリングする指標としての都市光分布を抽出する手法の開発と、その地震被害想定への応用に関する研究をまとめたものである。

DMSP の本来の目的は、回帰周期1.0日でグローバルに雲の分布を把握し、米軍に提供することである。DMSP の可視センサは、新月の夜においても雲を観測できるほどの高い感度を有しており、晴れた夜には都市の光が捕捉される。この夜間可視画像が捉える都市光分布と、人口、GDP、電力消費量といった社会経済統計の空間分布との間には、強い相関があることが知られている。既存の都市光抽出手法では、雲、雷、ノイズ等は手作業で除去されている。また米国空軍への都市光観測用のゲイン調節の依頼が必要である。そのため、社会システムの状態のモニタリングには適さない。本研究では、大量の観測画像の重ね合わせにより、作業バイアスを避け、かつ周期的なゲイン調節の影響や、雲、雷、ノイズを除去し、衛星観測の即時性を活かして都市光分布を作成する手法が提案されている。検証の結果、既存の都市光抽出手法にもとづき得られた都市光分布と比べ、本手法で提案する手法によって得られた都市光分布の方が、より多くの各市町村庁所在地点を捕捉できることが確認されている。また、本研究で提案する手法から得られた都市光分布は、1万人以上の人口を持つ市町村を90%以上捕捉できていることを明らかにしている。

従来、被害想定に必要な人口・建物棟数といった被害ポテンシャル・データとして用いられてきた既存の社会・経済統計には、その空間的な集計単位と更新頻度のあいだにトレードオフの問題がある。また、自国の状態を把握する高解像度の社会・経済統計が未整備である発展途上国にとっては、被害ポテンシャルのモニタリングが、被害想定を行う際の大きな課題となっている。そこで、本論文では、本論文で提案する抽出手法から得られた都市光分布と、国勢調査や事業所統計にもとづく人口・建物棟数の関係を1 km メッシュ単位で分析し、都市光分布から、被害ポテンシャルを1 km メッシュ単位でモニターする手法を提案した。また、従来の被害想定は、各自治体ごとに実施されることが多いが、2035年前後の発生が危惧されている南海・東南海・東海地震のような巨大災害においては、被災地が複数の行政界にまたがる恐れがある。本来、人間の営みは“都市圏”とよばれる連続した空間的広がりを単位として成立しており、ある都市圏の一部が災害に見舞われれば、その都市圏全体が影響を受ける可能性がある。そこで、本研究では、被害想定の実施単位としての都市圏を都市光分布から同定する手法を提案している。検証の結果、都市光分布から推定される1995年から2000年の都市圏の変化が、実際の人口増減をよく反映していること、人口1万人以上、建物棟数1万棟以上の市町村内の人口や建物棟数を推定可能であることが確かめられている。

本論文では、都市光分布を用いた都市圏同定手法、人口・建物推定手法の適用例として、既存の外力推定手法、被害率関数と組み合わせることにより、南海・東南海・東海地震が同時に発生した場合の被害想定が行われている。想定の結果、一部損壊以上の被害を受ける建物棟数は27万棟、死者数は8千人におよび、そのほとんどが静岡県内に集中するという結果が得られている。被害想定結果の都市圏単位での吟味も行われ、沼津・三島圏、富士・富士宮圏、静岡・清水圏が特に大きなインパクトを受けることが明らかになり、これら3都市圏に属する自治体は、特に連携して対策を行う必要があることを指摘している。

論文審査の結果の要旨

本論文は、事前の被害想定に必要な対象地域に関する基礎データのモニタリングと事後の災害対応における現状把握を一体的に実施することを目的として、米国の軍事気象衛星 DMSP が日々捉える地表面夜間可視画像を利用し、既存の社会経済統計よりも高い空間解像度と更新頻度で社会システムの状態をモニタリングする指標としての都市光分布を抽出する手法の開発と、その地震被害想定への応用に関する研究をまとめたものである。

1.0日という回帰周期で観測され、0.9 km 解像度で提供される DMSP 夜間可視画像が捉える都市光分布と、人口、GDP、電力消費量といった社会・経済統計の空間分布との間の相関関係に着目して、従来、災害発生前後の社会システムの状態のモニタリングに用いられてきた社会・経済統計が抱える、集計単位の空間解像度と更新頻度の間のトレードオフの問題を克服している。

本論文の成果は以下のとおりである。

- DMSP 夜間可視画像を用いて、既存の手法では考慮されなかった継続的なモニタリングを可能にする都市光分布抽出法を提案し、この手法によって得られる都市光分布が、既存の手法によって得られた都市光分布よりも多くの都市を捕捉可能であることを示した。
- 都市光分布を用いた都市圏同定手法を提案し、都市圏の時間変化が実際の人口変動と一致していることを検証した。この手法により、都市圏単位での被害想定結果の再統合が可能になった。
- 都市光分布を用いて人口・建物棟数といったストック被害ポテンシャルを1 km メッシュ単位で推定する手法を開発し、その適用範囲を明らかにした。
- 上記の都市圏同定手法、ストック被害ポテンシャルの適用事例として、南海・東南海・東海地震が同時発生した場合の被害想定を行った。被害想定結果を都市圏単位で吟味した結果、沼津・三島圏、富士・富士宮圏、静岡・清水圏が特に大きなインパクトを受けることが明らかになり、これら3都市圏に属する自治体は、特に連携して対策を行う必要があることが明らかになった。

本論文で提案された一連の手法は、災害発生前後を通じた一体的な現状把握を支える基礎技術となるものである。また、本論文では地震災害を対象としているものの、提案された被害ポテンシャル推定手法は地震だけでなく、各種自然外力、人為外力による災害を対象とした被害想定への適用可能性も有している。

よって、本論文は博士（情報学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成15年2月3日実施した論文内容とそれに関連した試問の結果合格と認めた。