

京都大学工学部地球工学科 学生会員 ○岸本 将明
京都大学大学院工学研究科 正会員 須崎 純一

1. はじめに

高層建築物の建設に伴う都市空間の高密度化は周辺地域に急激な変化をもたらし、インフラの整備不足やヒートアイランド現象などの問題を引き起こす。このような問題を解決する際、もしくは将来発生する地域を予測する際に都市構造を把握しておくことは重要である。都市構造を把握するための指標の一つに都市密度というものがある。都市密度というのは建蔽率や容積率に相当する二つの意味を含んでいる[1]。ただ、これらは高価な GIS データから求められることが多く、比較的安価な衛星画像からの推定が望ましい。しかし、現在は一都市内での相対的な都市密度推定手法は確立されている[2]ものの多都市間で比較できる絶対都市密度推定は確立されていない。そこで、本論文では一都市内での相対的な都市密度推定手法を改良することにより多偏波 SAR (Synthetic Aperture Radar) データを用いた多都市間で比較できる絶対都市密度推定手法の開発を試みた。

2. 使用データ及び対象地域

2006 年 1 月 24 日に宇宙航空研究開発機構 (JAXA) により打ち上げられた ALOS (Advanced Land Observing Satellite) に搭載された PALSAR (Phased Array type L-band SAR) のフルポラリメトリモード (四偏波観測モード) によって観測された国内外 17 都市のデータを用いる。本研究では生データにレンジ圧縮及びシングルルックアジマス圧縮が施されているレベル 1.1 データを使用した。軌道はすべてアセンディング軌道で、オフナディア角 (衛星鉛直直下と衛星のレーダ照射方向のなす角度) は全て 21.5° である。本研究では計算過程でアジマス方向を $1/8$ に圧縮するように 8 ルックのマルチルッキング処理を施した。また、精度検証用データとして同じく ALOS に搭載された AVNIR-2 (Advanced Visible and Near Infrared

Radiometer type 2) と Zmap-TOWN II (ゼンリン社) を用いた。

3. 都市密度推定方法

都市密度推定手順を図 1 に示す。まず PolSAR データから POA (Polarization Orientation Angle) を計算する。その計算した POA と PolSAR データから四成分分解を行う。そして、堆積散乱と全電力を用いた分類により都市域と山地を推定し、POA のランダム性を利用した分類を用いて都市域を抽出する。その後、抽出した都市域内で均一な POA に属する区画の抽出を行い、次に各 POA スペースにおける散乱強度を全都市共通の平均・標準偏差を用いた正規化を行うことで絶対都市密度を推定する。本研究では P_v と P_c を足し合わせたものから都市密度を推定した。

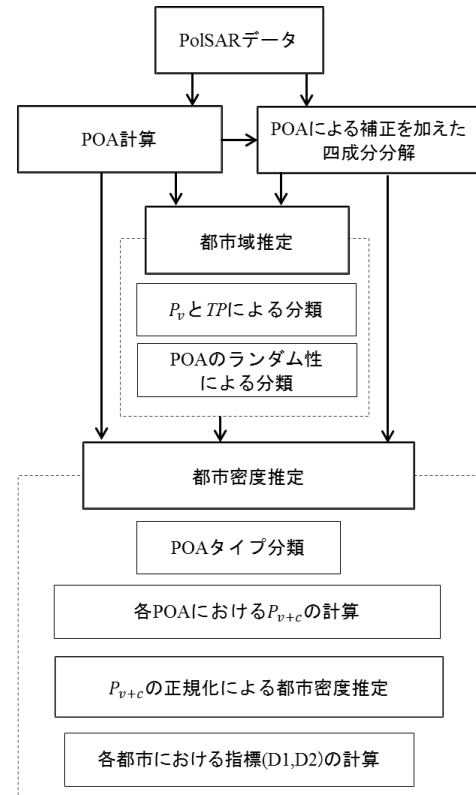


図 1: 都市密度推定手順

4. 結果と考察

都市密度を推定した結果が図2となっている。ただし、SAR画像を基準にしたので画像はスラントレンジ座標系になっている。

この推定結果をよりわかりやすく都市間で比較するために局所的な都市密度の集中度を表す指標 (D_1) と広範囲での都市密度の分布の偏りを表す指標 (D_2) を作った。 D_1 は自動で抽出した都市の中心部 (2.5 km×2.5 km) の都市域のみの都市密度平均の値とした。 D_2 は画像全体の歪度の値とした。 D_1 の値が大きければ都市の中心部が高密度であり小さければ低密度、また D_2 の値が大きければ都市の広がり局所的で小さければ比較的均一な都市が広がっていると考えた。 D_1 , D_2 を用いて都市間を比較した結果は図3のようになった。図2, 図3を見ると D_1 , D_2 共に大きいニューヨークでは高密度な都市が局所的に存在することがわかり、 D_1 , D_2 共に小さいビエンチャンでは低密度な都市が均一に広がっていることがわかる。またシドニーとメルボルンのような似た都市構造を持っている都市では相互比較した際にほぼ同じ位置にプロットされていることがわかる。よって作成した指標 D_1 , D_2 は都市の集積と広がりを反映しており、指標を用いて比較すると都市構造の類似性を見ることができるとわかった。

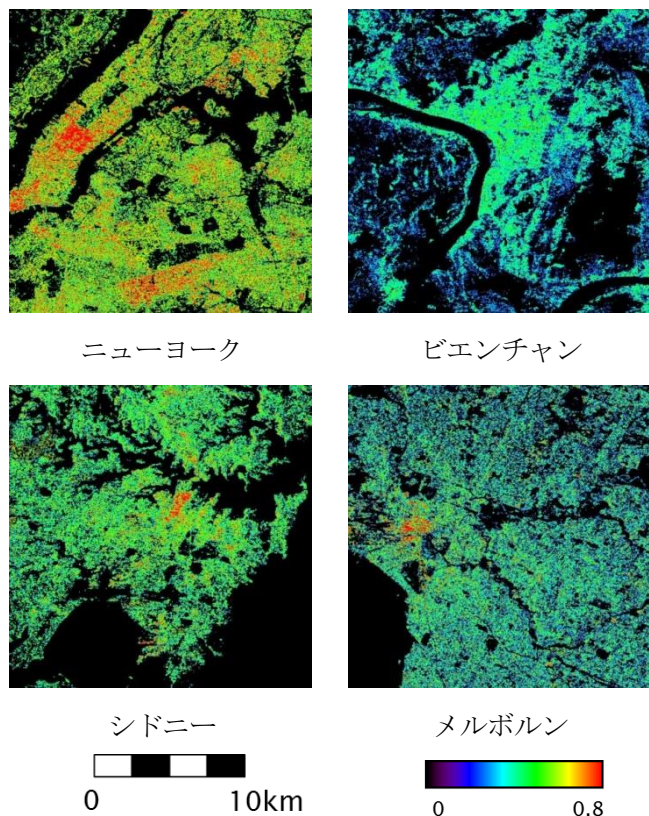


図2: 都市密度推定結果

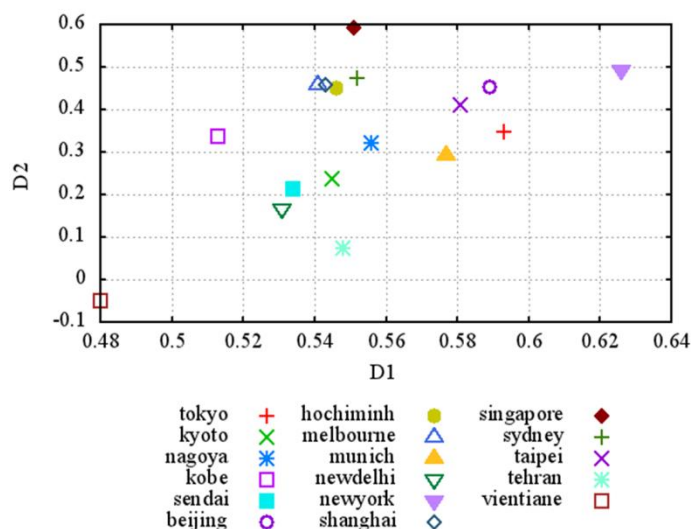


図3: 多都市間の相互比較

今後の課題としては本研究ではオフナディア角 21.5° のデータのみを使用したが、 21.5° 以外のデータしかない地域もあるので 21.5° 以外のデータへの適用の可能性を検証する必要がある。また、本研究では一時期のみのデータを使い都市構造の特徴を比較したが、多時期のデータから都市密度を比較することによって都市の発展の特徴を知ることができ、様々な分野に役立つと考えられる。そのためには単偏波のデータしかない90年代でも都市密度推定が必要となってくる。

以上のように様々な比較を行う際には課題が存在する。しかしこれらを解決することができれば発展途上国の都市計画など様々な分野で利用できる有益な情報が得られると考えられる。

参考文献

- [1] 田中耕市, “地理空間情報を活用した都市密度推定指標の確立 - 東京大都市圏を事例として -”, 平成 22 年度国土政策関係研究支援事業 研究成果報告書, 2011.
- [2] M. Kajimoto and J. Susaki, “Urban area extraction from polarimetric SAR images using polarization orientation angle”, IEEE Geoscience Remote Sensing Letters, vol. 10, no. 2, pp. 337-341, 2013.