

審査の結果の要旨

氏名 ラクワティン プリーサン

温暖化等の環境や気候の変動は、我々の生活や生態系に大きな影響を及ぼすことから、その変動の把握は今日の最重要課題の一つとなっている。雲の分布は、気候変動を示す変数の一つであり、気象現象の把握のみならず、気候・生態系変動の把握にとっても重要な変数である。このために、地域規模から大陸、さらには地球規模での雲の分布を計測する試みが始められている。しかしながら、広い範囲を対象として、高頻度で雲の分布を地上観測のみで計測することは難しい。衛星観測による広域、高頻度、また高精度での雲分布計測に期待が寄せられている。本研究では、地球観測衛星 **TERRA** および **AQUA** に搭載されたセンサ **MODIS** のデータを利用して、東アジア、東南アジアを対象として高頻度で雲の分布を計測する手法を開発することを目的とした。さらに、雲分布の通年観測により、地理的、気象学的な要因が雲分布にどのような影響を与えているのか、その関係を解析することを目的とした。

MODIS は、大気、陸域、海洋における環境や気候に関する変数を広域・高頻度で観測することを目的に設計された地球観測センサである。空間分解能は、バンドにより **250m**、**500m**、**1 km** と粗いが、同一地点を毎日観測することができる。また、可視波長域から、近赤外、中間赤外、熱赤外波長域までに **36** のバンドを有する。既に、**MODIS** データを基に、海面温度や植生指数など様々な変数の分布図が作成されてきた。しかしながら、**MODIS** センサは、打ち上げ時の衝撃等による影響のために、バンドによって走査線雑音やデータ欠損が生じていることが明らかとなっている。このために当初期待されていた変数や現象の観測が必ずしも十分に行われていないものも少なくない。特に、雲分布の観測では、雲の検出に有効といわれていたバンドに、検出器ごとの感度の違いなどによる走査線雑音が発生しているため、大きな雲検出誤差が生ずることが指摘されていた。現在までに、これらの走査線雑音が、検出器の違いによるもの、回転鏡によるもの、ランダムな走査線雑音の三種類に分類されることが知られている。

本研究では、ヒストグラムマッチング法（以降、**HM** 法）と、繰返し重み付け最小二乗ファセットフィルター法（以降、**FF** 法）を結合することにより、前述の 3 種類の走査線雑音を効果的に低減する新たな手法を開発した。**HM** 法は、検出器の違いによる雑音と回転鏡による雑音を低減し、**FF** 法はランダム雑音を低減する。開発された手法を **MODIS** の画像に適用した結果、本手法が原衛星データの画質を損なうことなく、走査線雑音を低減することが示された。

また、MODIS では雲・雪・エアロゾルなどの検出に有効なバンド6においても、多くの検出器が機能していない、または非常に雑音成分が高いという問題を有していた。本研究では、バンド6の雑音をHM法により除去し、さらに、バンド6と波長が近いバンド7との関係をモデル化することにより、バンド6の濃度を推定する手法を開発した。本手法を人工的に雑音化した画像に適用して、雑音が低減化されることを定量的に評価した。

これらの走査線雑音低減化手法を、一年間に観測された全てのMODISデータに適用して雑音を低減化し、これらの画像に対して、雲検出アルゴリズムを適用し、東アジアおよび東南アジアの雲分布画像を作成した。雲検出は、閾値処理により行い、複数の閾値に対して雲検出精度の比較を行なったうえで、閾値を選択した。

さらに、計測された雲分布を、様々な地理的要因、気象学的な要因と比較するために、日本において観測されたAMeDASと比較した。この結果、日照時間と可降水量の分布が、雲分布と高い相関を有することが明らかとなった。また、雲の分布が、山脈によって大きく影響を受けることも定性的にはあるが、明らかとなった。

本論文の新規性は、MODIS センサに発生している複数の原因による走査線雑音の低減手法を新たに開発したことにある。この手法により、実用レベルでの衛星データの画質改善が可能となった。衛星データの利用者コミュニティへの貢献は大きい。さらに、開発された手法を利用して、年間を通じての大陸スケールでの雲分布図を作成し、雲分布の地理学的、気象学的な意味を科学的に検証する基礎を作ったことにも新規性があると評価する。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。