

【学位論文審査の要旨】

メソスケールデータ同化は、高解像度かつ高頻度にモデルシミュレーションと観測データを数学的理論に基づいて最適に結びつけることで、ある領域における詳細な気象場を準リアルタイムに作成する。特に数日程度の天気予報や防災情報作成に不可欠で、次の予報のための初期値作成や、種々の現象分析のための詳細な解析値の提供等に使われている。

本研究では、次世代静止気象衛星 (GEO) ひまわり 8 号により、新たに多チャンネルで、時空間的に高解像度で得られるようになったデータを、メソスケール数値予報において活用するためのデータ同化手法を明らかにした。メソスケール数値予報は、領域内で急速に発達する天気を予測・解析する必要があるため、従来の衛星観測は解像度や頻度の点で十分でないため、レーダ等の地上観測が主に用いられてきた。他方で次世代 GEO データの同化利用は、同化システムで考慮すべきデータ特性の理解不足のため、未だに十分には進んでいない現状があった。そこで本研究では、新しい GEO データとして、高頻度観測による大気追跡風 (RS-AMV) と最適雲解析プロダクト (OCA) を用い、これらの観測データの特性と数値予報へのインパクトについて、他のデータセットとの比較や同化実験を通じて明らかにした。

まず GEO に先立つ運輸多目的衛星 (MTSAT) による 5 分間隔 RS-AMV が、従前の 30 分間隔の観測から得られる AMV に比べて、より小さなスケールの大気の流れを捉えることができることに着目して解析を行った。その結果、気象庁非静力学モデル (NHM) による第一推定値との比較から、RS-AMV が気象庁非静力学メソ 4 次元変分法同化システム (JNoVA) での同化に十分なデータ品質であることを示した。2012 年 8 月 13 日の九州付近での停滞前線に伴う大雨事例に対して、RS-AMV を 10 分間隔の高頻度に同化した結果、風の初期場において、海上の前線付近で上層の発散と下層の収束が強まった。この初期値からの予報では、予報時刻の初期において降水量が増加し、降水予報精度に改善がみられた。海上の比較的小さいスケールの風の変化が、前線強化に関わっていたことを示唆する結果を得た。

次いでひまわり 8 号では、7 つの多チャンネルで、2.5 分の高頻度観測から可視では 2.5 分間隔、その他のチャンネルでは 5 分間隔で 3 枚の連続画像を抽出して、10 分ごとに RS-AMV が算出され、データ数は、通常利用されている AMV の 20 倍以上となる。この RS-AMV を解析した結果、気象庁のメソ解析やゾンデ・ウィンドプロファイラ観測と概ねよく一致し、JNoVA での同化利用に十分な精度があることがわかった。一方、各チャンネルでの誤差特性には違いがみられた。JNoVA を用いて、2016 年 6 月の寒冷渦の事例に対して、RS-AMV の同化実験を行った結果、全予報時刻を通じて、下層風に精度向上がみられた。多チャンネルで高解像度な RS-AMV の同化によって、従来の AMV では捉え難かった下層も含めて、新たに 3 次元的に詳細な風の予測・解析値が得られた。

最後にひまわり 8 号による 16 バンドを全て利用しての雲相・雲頂高度・光学的厚さ・雲粒有効半径・雲水量を推定する OCA について検討した。様々な観測データや NHM と比較

した結果から、下層から中層における、光学的厚さが中程度の水雲が、同化に利用可能と考えられた。OCA プロダクトから擬似湿度を作成し、数例の暖候期の大雨事例でデータ同化実験を行った結果、水蒸気の初期場に顕著な変化があり、風などの予報変数にも影響を及ぼした。特に海上からの下層流入を捉えられた事例では、長い時間で降水予報に対する正のインパクトがみられた。OCA の同化により、海上も含めた広い領域で時空間的に高解像度な水蒸気の分布が得られ、日本で頻発する大雨に対して予測の初期値改善や水蒸気流入の解析、発生要因の解明等に役立つ可能性があることが明らかになった。

本研究では、GEO で高頻度に得られるようになった高解像度かつ多チャンネルでの RS-AMV や OCA が、データ特性を適切に把握したうえで、メソスケールモデルへの同化利用することによって、メソスケール数値予報の改善やメソ気象の詳細な解析、あるいはメカニズムの解明に活用できる可能性が示唆された。格段に増加した気象衛星からの大量の観測情報についてのデータ特性を詳細に解明し、メソスケールモデルによる気象予報の改善や、メソスケール顕著現象の解明にも資する解析データの創出に関して、多くの新知見を得ており、気象学的・気候学的にも重要な成果である。以上により、本論文は博士（理学）の学位を授与するのに十分な価値があるものと認められた。