

氏名	大塚 道子 <sup>オオツカ ミチコ</sup>
学位の種類	博士（理学）
学位記番号	都市環境博 第 311 号
学位授与の日付	令和 3 年 9 月 16 日
課程・論文の別	学位規則第 4 条第 2 項該当
学位論文題名	メソスケール数値天気予報における次世代静止気象衛星のデータ同化に関する研究 (Assimilation of New-generation Geostationary Meteorological Satellite Data in Mesoscale Numerical Weather Prediction)
論文審査委員	主査 教授 松本 淳 委員 教授 高橋 日出男 委員 教授 松山 洋

### 【論文の内容の要旨】

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。特に直近の数日程度の天気予報や防災情報の作成に不可欠であり、次の予報のための初期値を作成したり、様々な現象を分析するための詳細な解析値を提供したりすることができる。本研究では、大雨などの極端な現象の予測のための初期値改善、それらの顕著な現象を引き起こした要因とメカニズムの理解を目指す観点から、次世代の静止気象衛星（GEO）であるひまわり 8 号によって、あらたに多チャンネルに時空間的に高解像度で得られたデータを、いかにメソスケール数値予報において最大に活用できるかを明らかにする。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・解析する必要があり、従来の衛星観測は解像度や頻度の点で十分でなかったため、レーダーなどの地上設置型のローカルな観測に頼っていた。一方で、次世代 GEO 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が主な障害となり、未だに十分に進んでいない。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）を対象にし、これらの観測データ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、以下の点を明らかにした。

運輸多目的衛星による 5 分間隔 RS-AMV は、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。まず、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分間隔の高頻度で同化した結果、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様子が詳細に捉えられた。この初期値から予報を行うと、予報時刻の初期においては、降水量が増加して降水予報精度にわずかに改善がみられた。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が示唆された。

ひまわり8号では、可視、近赤外と赤外、3つの水蒸気吸収帯チャンネル、二酸化炭素吸収帯の7つの多チャンネルで、2.5分の高頻度観測から可視は2.5分間隔、その他のチャンネルは5分間隔で3枚の連続画像を抽出して、10分ごとにRS-AMVが算出される。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は、気象庁のメソ解析やゾンデ観測、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。同化期間に寒冷渦が通過した北日本では、12時間より前の初期の予報時刻で、風の予報に若干の向上がみられた。さらに、全予報時刻を通じて、わずかながら下層風の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、あらたに3次元的に詳細な風の予測・解析値が得られた。

ひまわり8号によるOCAは、16バンドを全て利用して、雲相・雲頂高度・光学的厚さ・雲粒有効半径・雲水量を推定するものである。OCAプロダクトを様々な観測データ(地上目視、ゾンデやシーロメータ)やNHMと比較し、データ特性の調査とJNoVAへの適合性を検討した結果から、下層から中層で光学的厚さが中程度の水雲であれば、同化利用が可能と考えられた。次に、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。OCA擬似湿度は、水蒸気の初期場に顕著な変化をもたらし、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。

GEOで高頻度で得られる高解像度かつ多チャンネルなRS-AMVやOCAは、データ特性を適切に把握して同化利用することで、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。これらのデータから観測情報を同化によって最大限に引き出すには、観測誤差特性のさらなる調査と同化事例の蓄積が必要である。