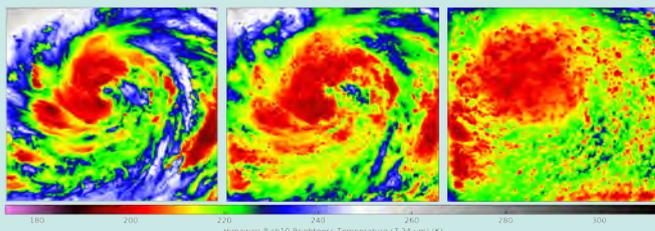


静止軌道気象衛星の全天候同化が拓く 台風予測の新フロンティア

東京大学 南出 将志

事例の概要

台風の発生や急速な強まりは、大気のわずかな乱れが増幅する“バタフライ効果”に支配され、長年予測が難しく、課題であった。本研究では、従来は利用が困難であった静止軌道気象衛星の雲域観測データを対象に、安定した数値予報同化を可能とする新技术を開発し、台風強度予測誤差の約20%低減を達成した。静止気象衛星の潜在力を引き出すことで、極端気象の予測精度向上を実証した本成果は、台風予測の新たなフロンティアを示し、社会の減災に資するものである。



ひまわり8号により捉えられた、発達期の2022年のスーパー台風Nanmadol(左)と、その再現結果(中:衛星+従来観測、右:従来観測のみ)。(Minamide & Posselt, 2025に基づき作成)

受賞のポイント(選考委員講評)

研究としての価値は高く、本研究が天気予報に組み込まれることで、台風強度予測の精度が定常的に向上し、天気予報の価値向上や社会の減災に貢献したことは高く評価できる。

安定して数値予報に取り込む新技术を開発・検証し、台風強度予測の誤差を約20%低減の成功により、静止気象衛星の潜在力を引き出し、極端気象の予測精度を飛躍的に高めたことは高く評価できる。

具体的成果等

1. 宇宙開発利用の新たな領域創造への貢献

短時間で急発達し、社会に大きな被害をもたらす台風や豪雨などの極端気象は、予測が極めて難しい現象である。その背景には、大気のわずかな乱れが急激に増幅するカオスの性質がある。こうした予測限界を克服するためには、台風内部の構造を精密に捉え、その情報を数値予報モデルに反映させることが不可欠である。しかし、特に日本に大きな影響を及ぼす台風の多くは陸上観測網の届かない海上で発達するため、内部構造の直接観測は困難であった。

静止軌道気象衛星は多くの場合において、このような観測の空白を埋めうる、事実上唯一の観測網であるが、赤外線観測では雲を透過できないという制約から、雲域の観測情報は数値予報で十分に活用されてこなかった。本研究はこの長年の課題に正面から取り組み、雲の影響を統計的に補正しながら衛星データを安定的に数値予報へ取り込む新手法を開発した。雲に阻まれ直接観測が困難な大気領域においても、適切に推定可能な情報を抽出・活用することで、数値予報への安定的な活用可能性を実証した。従来は除外されてきた静止気象衛星の雲域観測を、数値気象予報における有効な資源として位置づけ直した点に、本成果の新規性がある。

2. 宇宙開発利用市場の拡大への貢献

本成果は、従来は数値予報で十分に活用されてこなかった静止軌道気象衛星の雲域観測における利用可能性を実証し、既存の衛星観測インフラの価値を拡張するものである。静止軌道気象衛星は世界各国で運用される観測基盤として全球をカバーしており、既存および将来の衛星を問わず、特定の地域や現象に限定されない手法として、各国気象機関や国際的な予報センターへの展開が期待される。未活用であった大量の観測データを有効な資源へと転換可能にし、宇宙データ利活用の裾野を広げ、将来的な民間気象・防災関連サービスを含む市場拡大の基盤を提供するものである。

3. 経済・社会の高度化への貢献

台風は発生初期における予測が特に難しく、従来の数値予報では発達を弱く

見積もる傾向や、発生直前まで予測自体が困難な事例が少なくなかった。本研究は、雲域を含む全天候の静止軌道気象衛星観測を数値予報に取り込む新手法を確立し、発生初期から台風の内部構造をより精度高く再現することを可能とした。その結果、台風強度予測の平均誤差を約20%低減し、急速な発達の兆候をより早期に把握できるようになった。防災対応や社会運用における意思決定の確信度と時間的余裕の向上が期待され、過小・過剰対応の双方を抑えた、より合理的な減災に貢献する。

4. 技術への貢献

これまで、衛星データを気象条件によらず数値予報モデルに取り込む「全天候データ同化」は、最も難しい課題の一つであった。雲の存在によって観測値とモデルのずれが非線形に増幅し、従来の誤差設定では計算が不安定になるためである。本研究は、この問題を「誤差の扱い」に立ち返って再定義し、観測の信頼度を自動的に調整する適応的観測誤差膨張(AOEI)と、モデル側の不確かさを状況に応じて拡張する適応的背景誤差膨張(ABEI)という二つの仕組みを提案した。これらを組み合わせることで、雲を含む全天候下においても安定的に動作する数値気象予報・データ同化システムを構築・実証した。

本枠組みは、観測演算の非線形性が誤差に与える影響を改めて整理する点で、静止気象衛星にとどまらない幅広い応用可能性を示すものである。今後、他の衛星センサーや次世代観測網への展開も期待され、衛星観測データの活用可能性を拡張する技術として、数値予報・データ同化手法の高度化に資する。

5. 国民理解の増進・人材育成への貢献

「宇宙を拓いてこそ、私たちは地球をより深く理解できる」という理念のもと、宇宙開発と気象研究のつながりを社会に伝える活動を行ってきた。大学内外において講義や研究指導、セミナーなどを通じて、気象予報の仕組みや衛星が防災や日常の安全に果たす役割を紹介している。宇宙技術と身近な気象現象との意外な結びつきを伝えることで、幅広い世代に科学への関心と日々の防災意識を広げている。

