

「アンサンブル予測」 におけるモデルの 不完全性について

(当社社員 発表風景)

モデルの不完全性について

工学研究所, 竹見 哲也(京都大学防災研究所)

するなどした予報である。アンサンブル予測情報の平均やばら
ることが可能であると期待されている。
アンサンブル予測は上位〇位やアンサンブル平均といった使われ
に活用されている。
①不完全性 ②気象場の非線形力学系の特性に基づく不確定
性 a)物理スキーム(地表面過程、雲微物理過程等)
についてはあまり強く認識されずにいると思われる。
場の非線形力学系の特性 に基づく不確実性に対して
が想定される。
雲微物理過程)の不完全性、b)時間間解像の不完全

表-1 WRFの計算条件

WRF V3.9	
Domain	D01:15km(格子:200×230) D02:5km(格子数:232×277)
鉛直層	27
時刻刻み	パターン1:D01:60秒 D02:20秒 パターン2:D01:90秒 D02:30秒
初期・境界値	米国GFS
物理オプション	雲微物理:8パターン 長波・短波放射:RRTMG 積雲対流:New Simplified Arakawa-Schubert 地表面:3パターン 境界層:YSU



図-5 台風の経路

を与えていた。地表面ス
った。
上陸前後で分けた予測実
用値の不完全性 ②気象
系結果に基づいてアンサン

1. 研究の概要

- アンサンブル予測とは、ある初期時刻に少しずつ異なる初期値を多数用意するなどした予測である。アンサンブル予測情報の平均やばらつき程度の統計的な情報を用いて気象現象の発生を確率的に捉えることが可能であると期待されている。
- アンサンブル予測は、不確実性を表現したデータとして認識されている。アンサンブル予測は上位〇位やアンサンブル平均といった使われ方をしており、台風予測や洪水時のダム流入量などの災害予測情報に大いに活用されている。
- アンサンブル予測情報の不確実性の要因としては、①予測計算の初期値の不完全性 ②気象場の非線形力学系の特性に基づく不確実性 ③予測モデルの不完全性 等がある。③予測モデルの不完全性の素因には、a)物理スキーム(地表面過程、雲微物理過程等) b)時空間解像度 等がある。
- 一般的なアンサンブル予測情報の利用においては、③予測モデルの不完全性についてはあまり強く認識されずにいると思われる。③予測モデルの不完全性の影響が、①予測計算の初期値の不完全性 ②気象場の非線形力学系の特性 に基づく不確実性に対して大きければ、アンサンブル予測の幅に実現象が収まらないケースが多くなることが想定される。
- 本研究では、③予測モデルの不完全性について、a)物理スキーム(地表面過程、雲微物理過程)の不完全性、b)時空間解像の不完全性について解析を行った。

2. データ・研究手法

- 解析対象は令和6年台風第10号とし、解析対象期間は2024年8月23日18時(UTC)から2024年8月28日12時(UTC)とした。
- 地表面過程の物理スキームを3パターン、雲微物理過程の物理スキームを8パターン、時空間解像度を2パターンの計48ケースで検証を行った。
- 最低気圧を台風を中心として、台風のルート及び鉛直風×ポテンシャル温度を鉛直熱輸送と定義し、ケース毎の違いを確認した。

表-1 WRFの計算条件

WRF V3.9	
Domain	D01:15km(格子:200×230) D02:5km(格子数:232×277)
鉛直層	27
時刻刻み	パターン1:D01:60秒 D02:20秒 パターン2:D01:90秒 D02:30秒
初期・境界値	米国GFS
物理オプション	雲微物理:8パターン 長波・短波放射:RRTMG 積雲対流:New Simplified Arakawa-Schubert 地表面:3パターン 境界層:YSU

表-2 雲微物理8パターン

1. Lin et al. scheme	2. WSM 3-class simple ice scheme	3. WSM 5-class scheme	4. WSM 6-class graupel scheme
5. Thompson scheme	6. Milbrandt-Yau 2-moment scheme	7. Morrison (2 moments)	8. WDM 6-class scheme

表-3 地表面3パターン

A. thermal diffusion scheme	B. RUC land-surface model	C. Noah-MP land-surface model
-----------------------------	---------------------------	-------------------------------

3. 結果

- 台風のルートは、雲微物理スキームを変更することによる計算結果に、明確な違いが確認された。地表面スキームの変更は本事例では雲微物理スキームの変更比べて計算結果への影響が小さかった。
- 鉛直熱輸送においても、雲微物理スキームの変更による明確な違いが見られた。

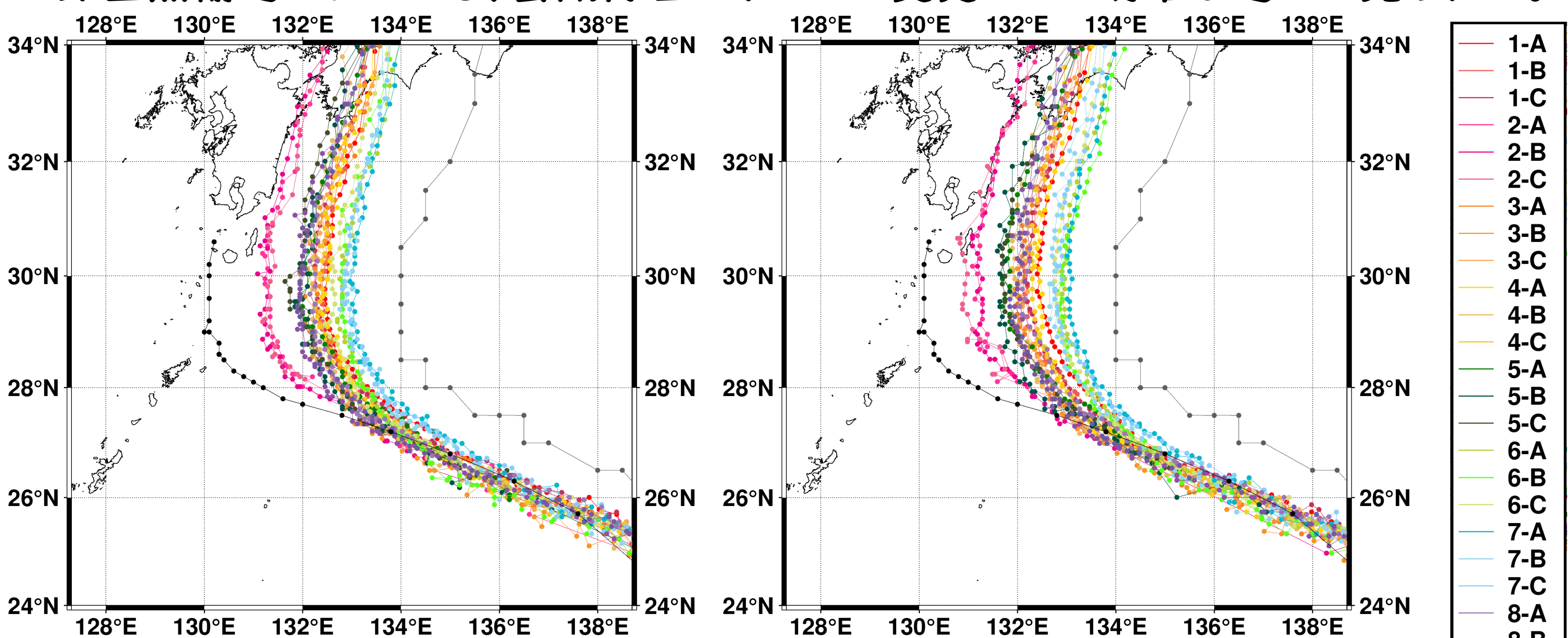


図-3 台風の経路図

左:時刻刻みパターン1、右:時刻刻みパターン2

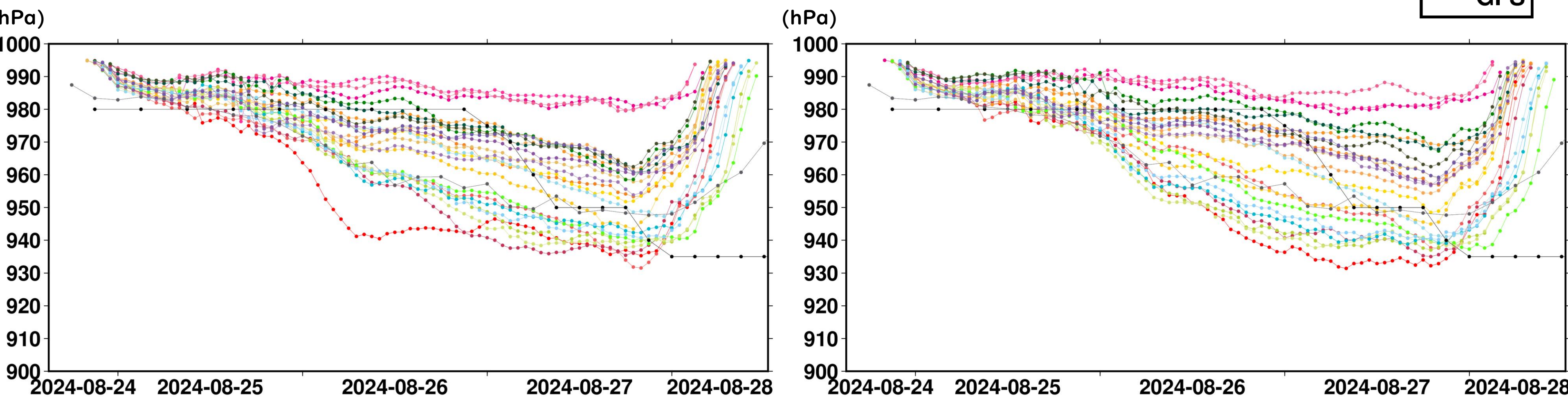


図-4 台風の最低気圧の時系列図

左:時刻刻みパターン1、右:時刻刻みパターン2

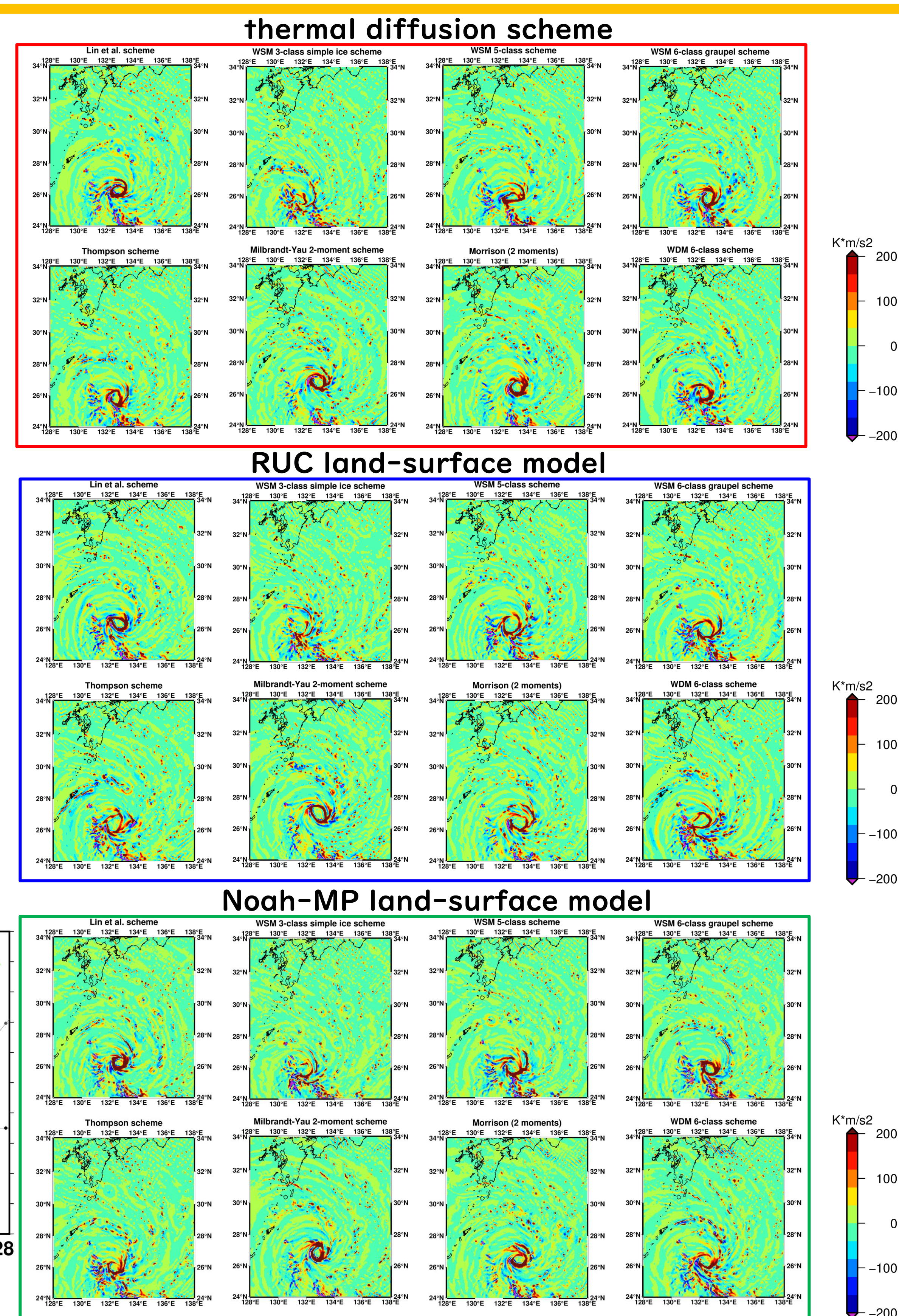


図-5 台風の鉛直熱輸送(上空約1500m、t=95、時刻刻みパターン1)

4. まとめ、今後の課題

- 本事例では、雲微物理スキームの変更が、台風の進路に大きな影響を与えていた。地表面スキームや時刻刻みの変更は、雲微物理スキームの変更比べて、本事例では計算結果への影響が小さかった。
- 地表面スキームの影響を評価するため、台風上陸事例を対象に、上陸前後で分けた予測実験を行う予定である。
- アンサンブル予測の不確実性の原因について、①予測計算の初期値の不完全性 ②気象場の非線形力学系の特性に基づく不確実性 ③予測モデルの不完全性 の影響をそれぞれで評価し、その評価結果に基づいてアンサンブル予測情報の実効性のある活用方法について検討していきたい。