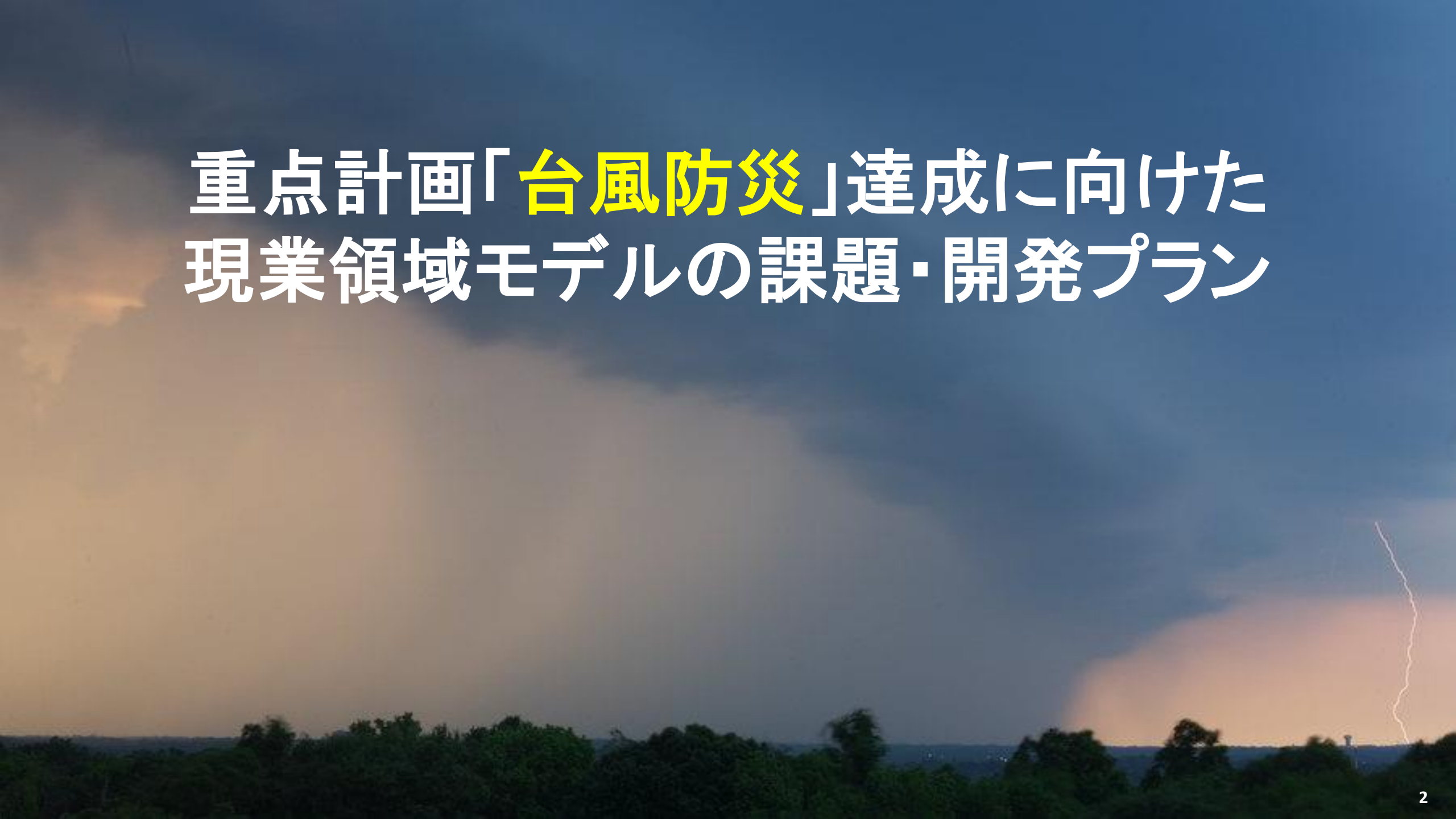
台風防災におけるメソモデルの課題

沢田雅洋

重点計画「台風防災」達成に向けた現業領域モデルの課題・開発プラン



「台風防災」の長期ビジョン

気象庁は「2030 年に向けた数値予報技術開発重点計画」を策定（2018年10月4日発表）

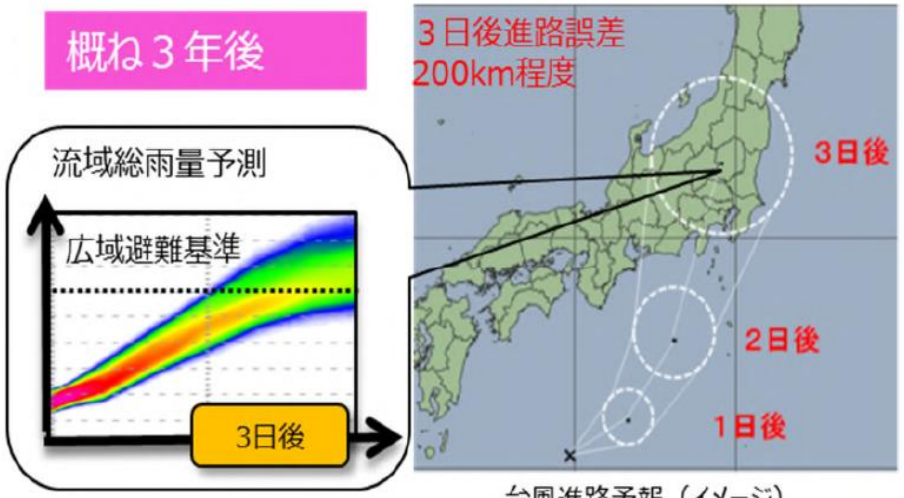
「大規模災害に備えた広域避難・対応を可能にする数日先予測の高精度化」

数日前からの大規模災害に備えた広域避難に資する台風・集中豪雨などの予測精度向上

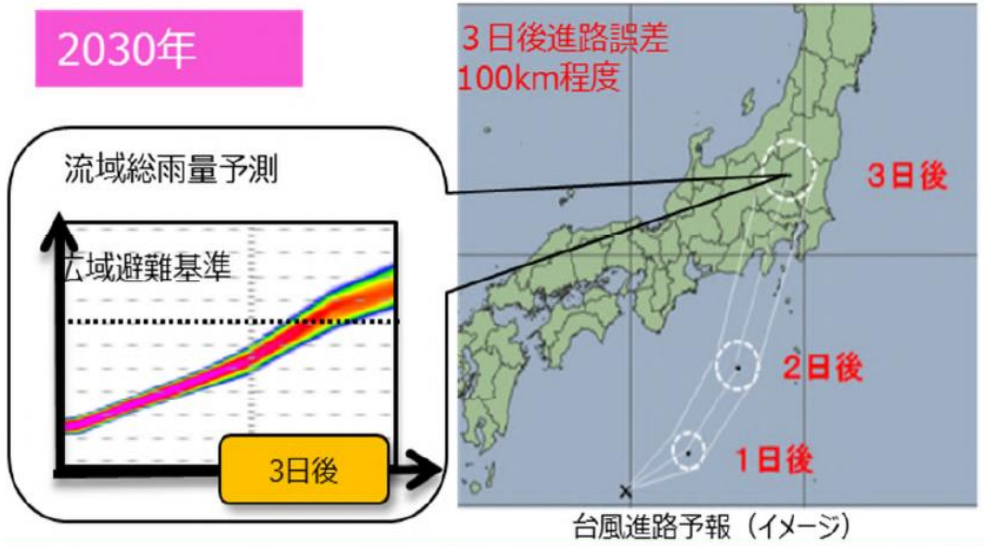
◎ 台風の予測精度や雨量予測を大幅に向上させ、台風や梅雨前線の停滞等に伴う３日先までの雨量予測や、高潮等の予測を精度良く提供。これにより、３日程度前から河川流域の雨量や高潮等の見通しを把握することが可能となり、的確な広域避難オペレーションに貢献。

- **概ね３年後**： 台風が日本に接近する可能性がある場合等には、メソモデルによる雨量予測を39時間先から78時間先まで延長し、３日先までの総雨量予測情報の提供を行う。次世代高潮モデルを運用し、より長期かつ高精度な予測の提供。
- **2030年**： 数値予報技術の大幅な高度化により、台風の３日先の進路予測誤差を100km程度（現在の１日先の誤差程度）にまで改善し、雨量や高潮予測の精度を大幅に改善。加えて、３日先までの時間・地域別の雨量予測情報の提供等を開始。

2022年度



予測幅はまだ大きいものの、３日先までの流域総雨量を把握



https://www.jma.go.jp/jma/press/1810/04b/nwp_strategic_plan_towards_2030_181004.html

台風防災のための開発の方向性

- メソモデルでの台風（や前線等）に伴う大雨の表現を向上
  - メソモデルの物理過程を改良
    - 台風・前線等に伴う大雨のメカニズム研究による、最新の科学的知見に基づく改良
  - モデルスペック・システムを高度化
    - 予報時間を78時間に延長したときの予測精度向上

- メソモデルでの台風の指向流・環境場の再現性を向上
  - 全球モデル境界値との整合性向上（進路予報が悪化しないように）
    - メソモデルの系統誤差縮小のための改良
    - （台風進路は全球モデルで再現して頂く…それだけでいいのか？）
  - モデルスペック・システムを高度化
    - メソモデルの予報領域拡大

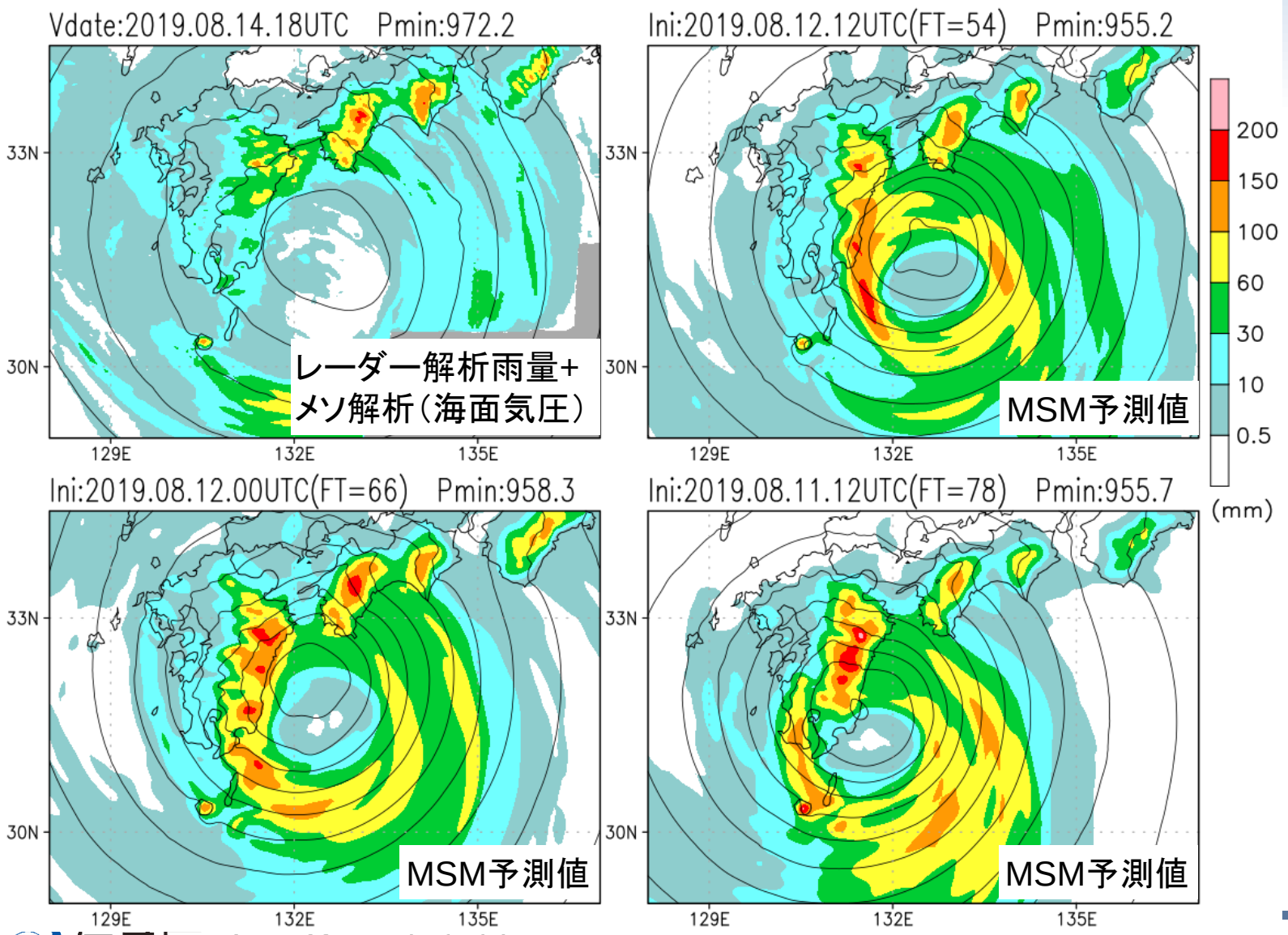
MSMにおける台風予測の課題

- 台風強度・構造予測の改善
  - 過発達傾向：海面過程（SST低下）の表現が必要and/or対流が深過ぎ？
  - 水平スケールの小さい台風を表現できない（雨・風速分布の表現がよくない）：海上での運動量交換係数、台風ボーガス、水平格子間隔不足？

- （台風に伴う）雨量が過大（「豪雨防災」の課題で紹介）
  - 台風過発達により雨量が過大
  - メソモデルの特性として雨の過多：物理過程改良が必須

- 台風進路の悪化
  - GSMに比べて、台風進路を大きく外すことがある
  - 予報時間が長いほど、GSMより進路誤差が大きい傾向
  - 環境場のドリフト傾向の軽減（e.g. サブハイが張り出す傾向）

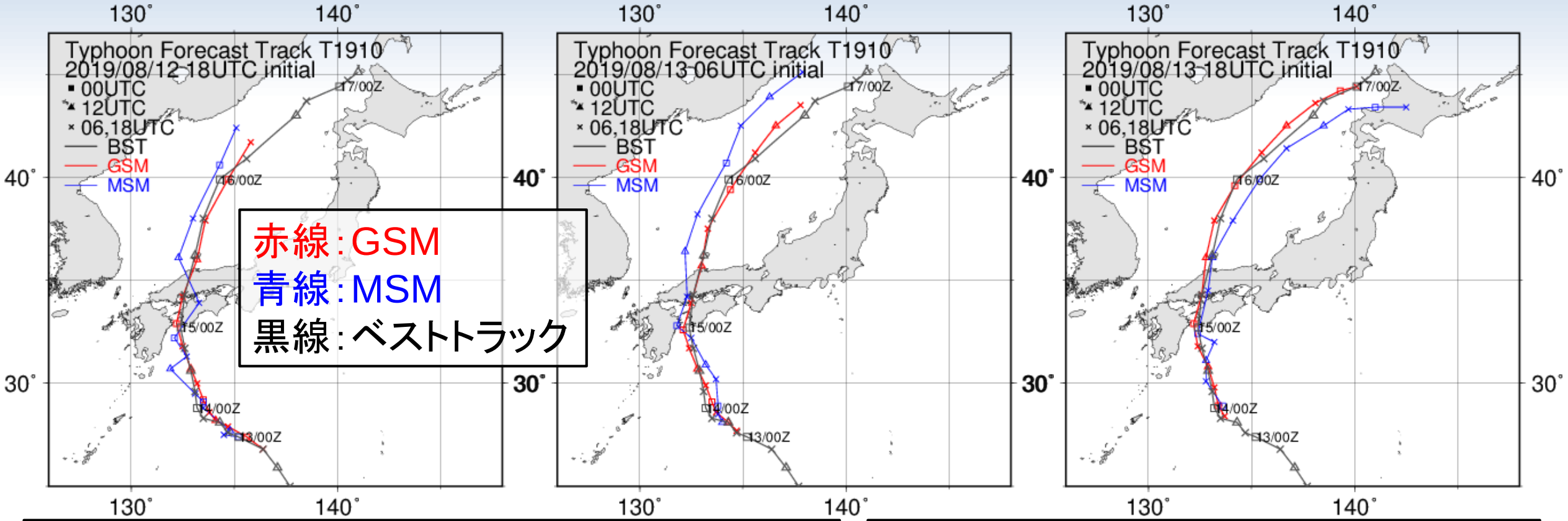
台風に伴う雨が過大だった例



〇2019年台風第10号の予測結果
カラー：2019年8月14日18UTCの
前6時間積算降水量
コンター：海面気圧(4hPa間隔)
ベストトラック中心気圧970hPa

- 台風の中心気圧がベストトラックより10hPa以上低い（過発達）
- 九州東側で顕著な降水過多

台風進路予測誤差がGSMより大きかった例



○2019年台風第10号の予測結果
・GSM：MSMの6時間前初期値とした予測結果
・MSM：側面境界値は6時間前を初期値とした
GSM予測値（各図のGSM予測値）を利用

GSMに比べてMSMは予測後半でベストトラックとの差が大きくなっている

台風特有の課題解決に向けたプラン

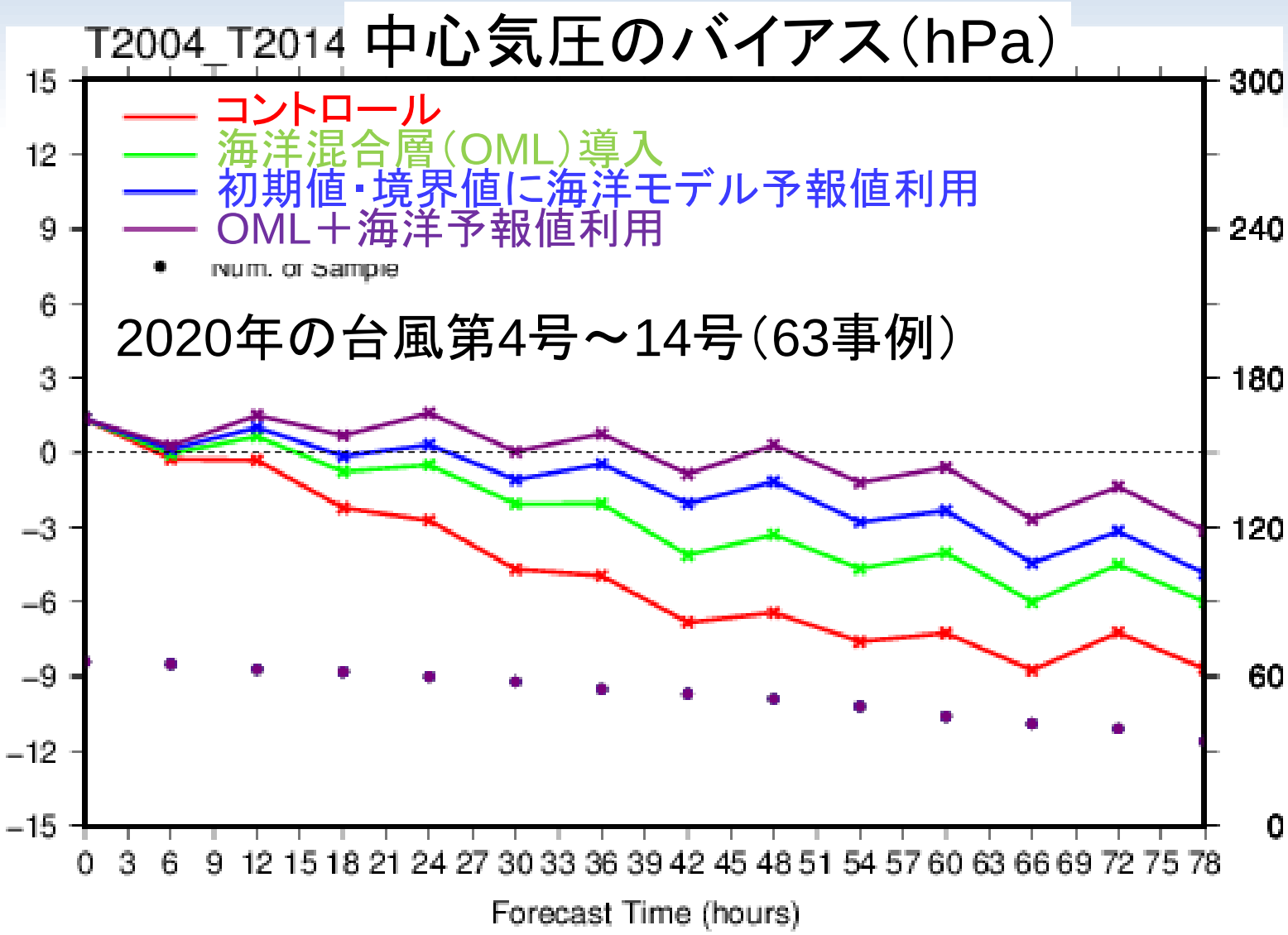
海面過程の課題

- 海面水温（SST）の時間変化をモデルで考慮
  - 1次元海洋混合層モデルの導入
    - 台風過発達はある程度軽減できる見込み
    - 3次元海洋モデル導入のメリットはどのくらい？遅い台風、海洋混合層が浅い時は効く？
    - 3次元的な効果（エクマン湧昇）を1次元海洋モデルで表現できないか？
- 海面フラックス（潜熱・運動量）のモデリング見直し
  - スカラー量に関する粗度診断方法の見直し、Salinity Effect、Capped Drag…など
    - Capped Dragを導入すると、台風過発達が悪化しそう…
- （台風防災とは関連しないが）夏季（台風）以外への影響も要評価

海洋（SST）の初期値・境界値の課題

- <u>入力するSST初期値および境界値の改善</u>
  - SST初期値改善のため短期数値予報モデル用のSSTデータ利用or開発？
    - HIMSSTは、MGDSSTよりは時間応答が改善しているが、解析の応答遅れはまだあり
  - 3次元海洋モデル予報値を下部初期値・境界値に用いる手も
    - SST初期値改善のため短期数値予報モデル用のSSTデータ利用or開発？
    - SST時間変化（境界値）を予報値あるいは気候値で与える？
- 短期予報における大気海洋結合同化のメリットはどのくらい？

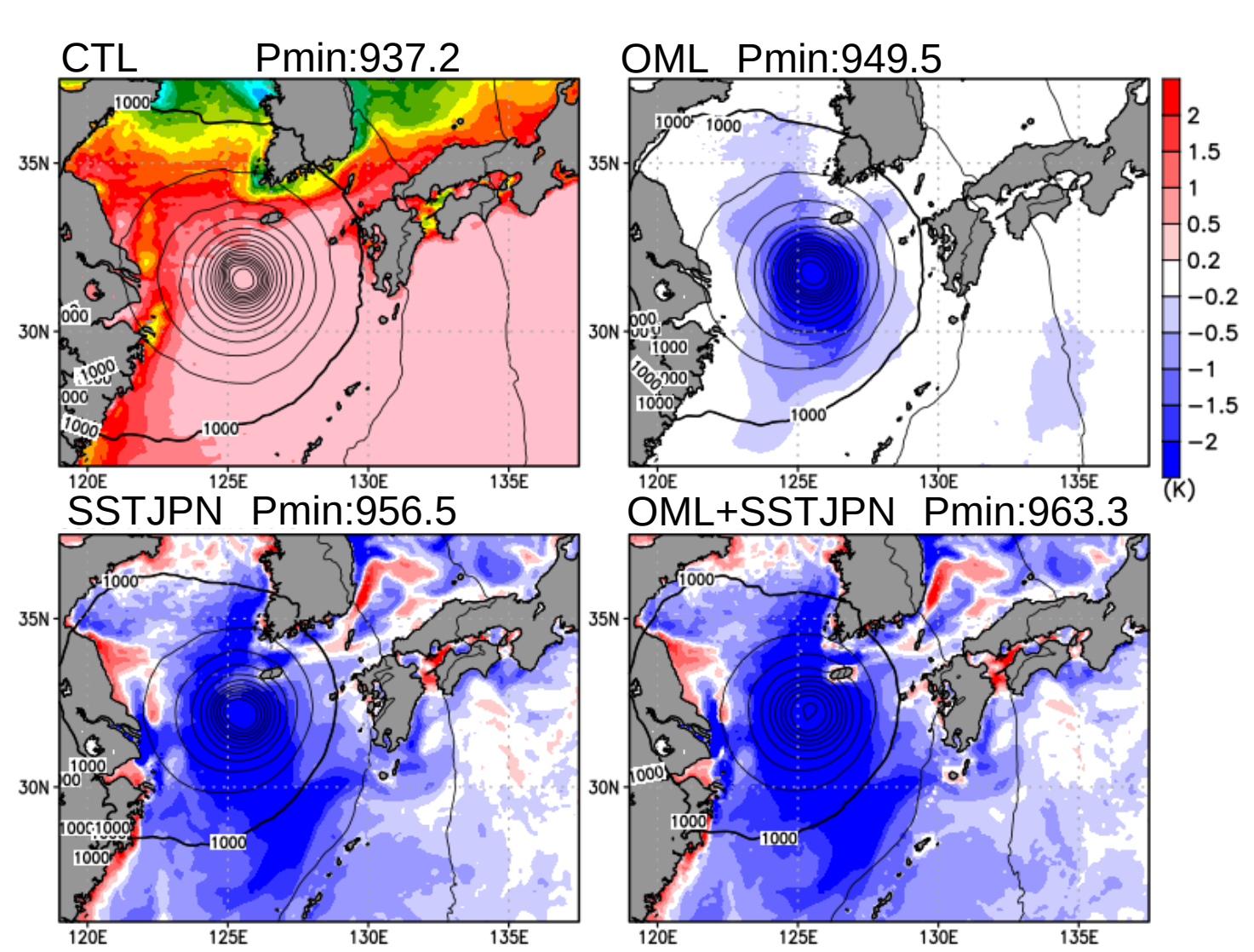
海洋混合層モデル導入、SST入替のインパクト



- 海洋混合層モデル導入で過発達を緩和
- 海洋モデル(MRI.COM-JPN)予報値利用で過発達緩和 =>現在使用しているSSTにバイアス？(詳しい要因調査は今後)
- 両方組み合わせることでさらに過発達緩和。しかし、まだ過発達傾向

=>他の物理過程改良も必要

SST分布の違いの例：2020年台風第8号



2020年8月23日00UTC初期値

予測時間72h

カラー：SST（CTL），CTLからの偏差

コンター：海面気圧(4hPa間隔)

ベストトラック：950hPa

- 海洋混合層モデルは台風周辺とその経路でSST低下
- 海洋モデル（MRI.COM-JPN）予報値でも台風周辺とその経路でのSST低下
- 両方組み合わせることでさらにSST低下=>事例別にみると、台風強度が弱化し過ぎることもある

環境場再現性向上（進路予報改善）に向けた課題

- 高気圧の張り出しが過大（実験期間による）
- 夏季対流圏下層の乾燥バイアス
- どちらも複数の物理過程の課題が絡んでいると考えられるので（compensation errors）、単体での調査はおそらく困難。他の調査・開発と合わせてインパクトを評価し、原因を探る。

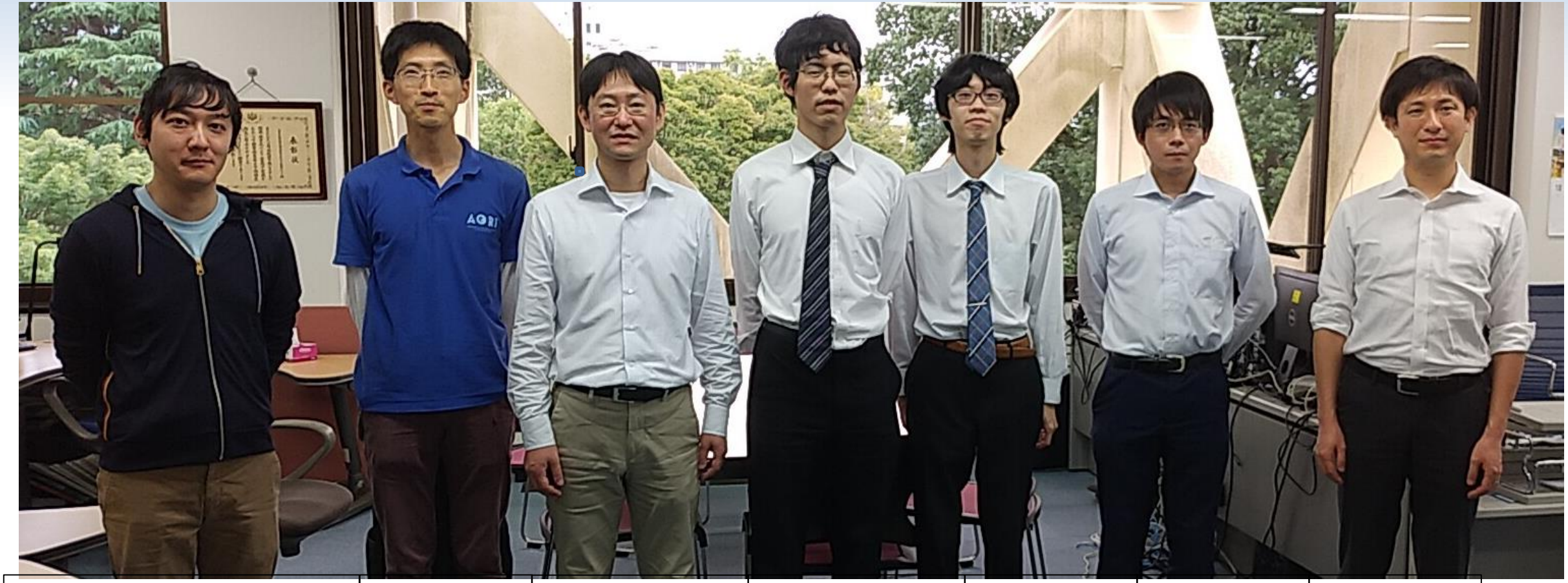
「台風防災」に向けたメソモデル課題のまとめ

- 海面過程＆海面水温などの扱いの高度化（台風特有）
- 対流の表現向上に向けた物理過程改良(「豪雨防災」と同様)
- モデルスペックの高度化を含めた、モデルバイアス軽減に向けた各物理過程の改良

これらに関わる研究・開発において、研究者の方々と連携して課題解決に取り組みたい

…それで誰に話をすればいいの？

メソモデルチームの紹介＆大まかな担当



草開 浩	沢田 雅洋	北村 祐二	西本 秀祐	相河 卓哉	山﨑 行浩	松林 健吾
陸面・放射・境界層・雲	雲・台風	境界層・力学	境界層・台風	力学	地表面	対流

※各自担当がありますが、各過程は相互作用するので、自分の開発以外にも目を向けます。