

ClimCOREプロジェクトの概要



東大先端研
Research Center for
Advanced Science and Technology
The University of Tokyo

中 村 尚

東京大学 先端科学技術研究センター（先端研）
シニアリサーチフェロー（特任研究員，名誉教授）

JST COI-NEXT “ClimCORE” Project Leader
[JPMJPF2013]



ClimCORE

科学技術振興機構 (JST)共創の場形成支援プログラム (COI-NEXT) 共創分野本格型 (2020~29年度)

• 拠点名称: 地域気象データと先端学術による戦略的社会共創拠点

• 拠点ビジョン: 気候変動・異常気象を読み解き, 安全・安心で 恵み豊かな未来社会の
戦略的実現 **—データ駆動型社会へ, 過去を識り, 今を理解し, 未来を共に創る—**

• 略称: **ClimCORE** (クライムコア):

Climate change actions with **CO**-creation powere

Regional weather information and **E**-technology

• 拠点: 東京大学

先端科学技術研究センター(先端研)

情報基盤センター; 工学系研究科

13大学・研究機関,

11民間企業・法人, 6地方自治体, 気象庁

<https://climcore.rcast.u-tokyo.ac.jp/about/>



気候変動・異常気象を読み解き、**安全・安心で恵み豊かな未来社会**の戦略的実現
—データ駆動型社会へ、過去を識り、今を理解し、未来を共に創る—

ターゲット1

地域気象ビッグデータの包括的整備

ターゲット0

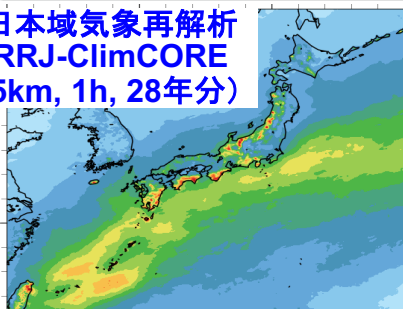
「共創の場」創造

ターゲット2

気象データを活用した
社会応用創発研究

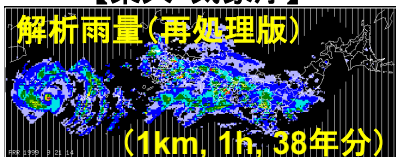


日本域気象再解析
RRJ-ClimCORE
(5km, 1h, 28年分)



【東大・気象庁】

解析雨量(再処理版)



(1km, 1h, 38年分)

地域将来気候シナリオ

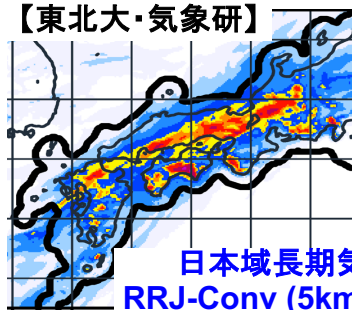


【国環研】

いずれも時間的に
均質な高解像度の
地域気象データ

→ AI学習に最適な
データ駆動型社会
の基盤データ

【東北大・気象研】



日本域長期気象再解析
RRJ-Conv (5km, 1h, 65年分)

「技術研究組合」

ユーザーニーズを踏まえた
使いやすい産業分野別
2次加工データ作成

使いやすい“online
Data Platform”の開発

→ 元データへのアクセスを
制限しつつ、使いやすい2次
加工データをアプリとともに
提供して利用を促す

様々な分野での社会実装

保険, 交通・物流, 再エネ,
農業, 防災・減災, 街づくり
など

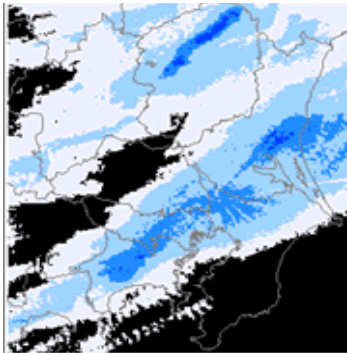


ClimCORE

H. Nakamura (RCAST, U-Tokyo)

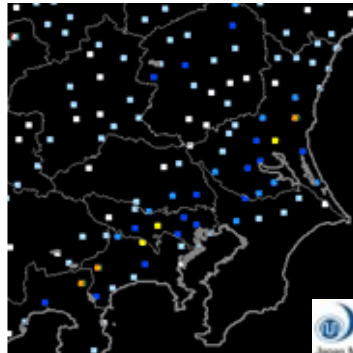


レーダー時間雨量



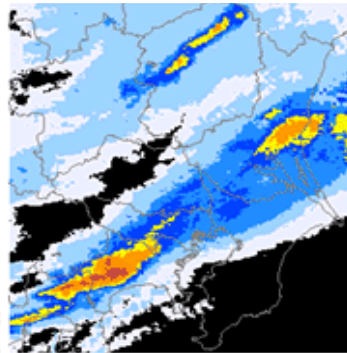
雨量の面的分布

AMeDAS時間雨量



正確な雨量

解析雨量 (1km, 1h)

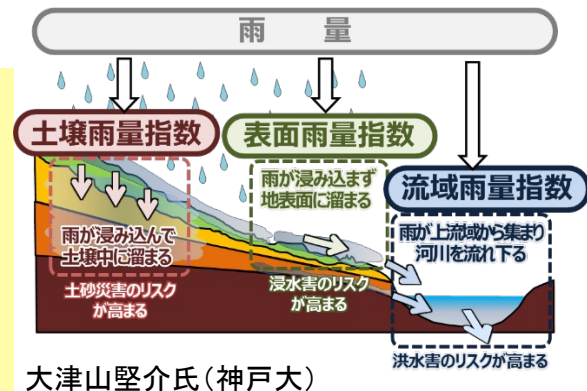


高品質の格子点データ

解析雨量 (気象庁現業プロダクト):

レーダーと雨量計データの融合
(1km, 1h毎; 但し, 2005年以前は低解像度)

- メソ予報の初期値作成用に同化
- 「**キキクル**」への入力データ:
- 防災・減災の基盤データ



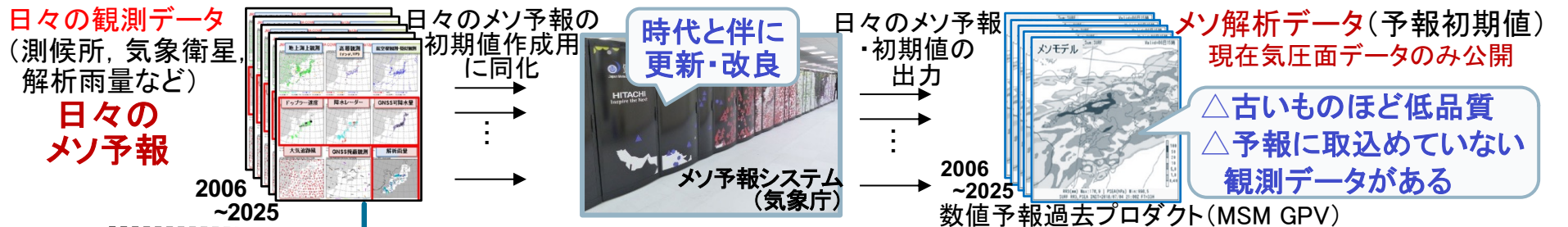
◆ ClimCOREにおける解析雨量の改良 (再処理)

- 海上の解析手法の改良: レーダー観測領域間の不連続低減
- 改良版アルゴリズムによる再計算: 2004~24年の作成完了
- 日本域気象再解析RRJ-ClimCORE特有の同化データ (2001以降)
- 自治体の革新的な豪雨対応訓練への活用 (熊本など)

- 1km, 1hで1990年代まで遡る → 線状降水帯発生 of 長期変化の解析; AIによる降水短時間予報の改良
- JR東日本の雨量計データやJAXA衛星データも利用し, 解析雨量の更なる精度向上を目指す



過去の「断片的な」各種観測データを最新の気象庁メソ予報システム(MSM)に同化し、**日本と周辺海域**における過去の**大気状態**を4次元(空間3次元+時間)格子点値として、**高い時・空間分解能(5km格子; 鉛直96層, 1時間毎)**で**時間的に均質に**再現

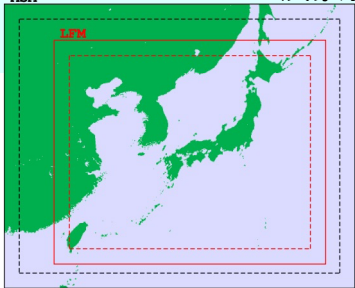


“3時間予報のやり直し”

日本域気象再解析
RRJ-ClimCORE

気象庁・東大の共同研究

メソ予報計算領域(気象庁)



過去の観測データを逐次同化

最新版に固定

最新のメソ予報システム
(東大のスパコンに移植)

初期値・予報の出力
(1時間毎;
地表データは
30分毎)

日本域気象再解析データ
(RRJ-ClimCORE)

- ◎時間方向に均質で高精度
- ◎リアルタイムで取込み切れなかった観測データも同化
- ◎解析雨量も改良版を同化

全球再解析より高解像度
(40km → 5km格子)

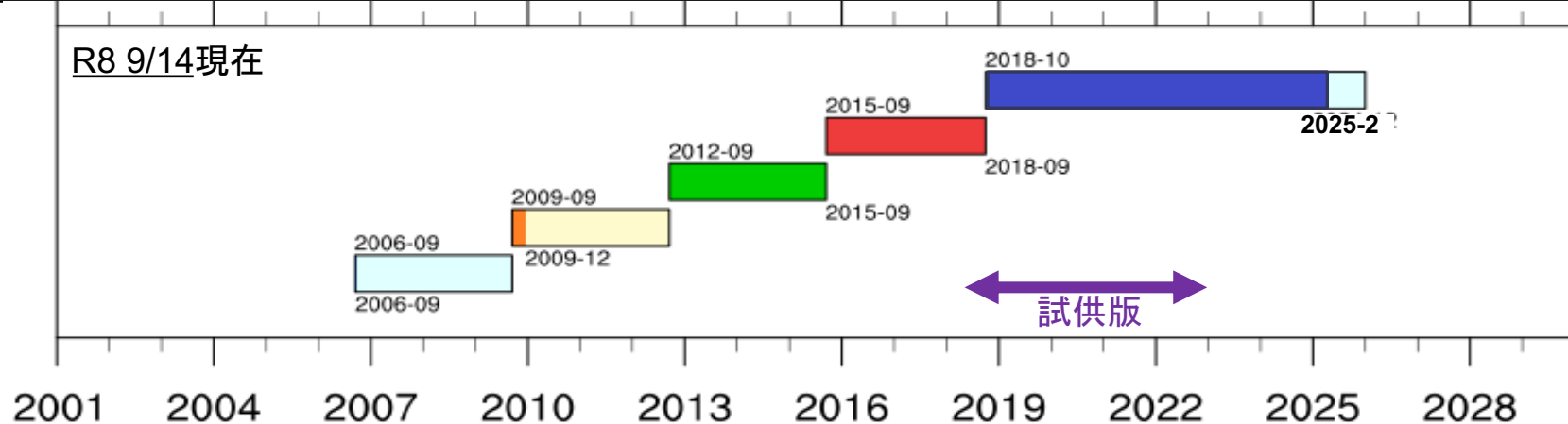
※日本域再解析: 水平5km間隔で気温・風・湿度・日射等の均質な過去データが列島・周辺海域で地表から上空37kmまで得られる → AMeDASより空間的に密

➔ 最新の地域的な気象予測情報を最大限に引き出すべく参照される過去再現データ

・今年度中に15年分完成見込; 2029年度までに2001年以降28年分完成



衛星・解析雨量データも同化するRRJ-ClimCORE(本計算)の対象期間: 2001~2028(最終目標)



※現在までに2025年2月までの約**12年半**の本計算を実施(最終版データ; 5km, 96層)
R8年度中に2009年10月以降の約15年分が完成予定(順調なら2006年10月以降の18年分)
→ R8年度末には利用ルール策定(気象庁・東大・気象業務支援センター, etc)
→ ClimCOREメンバーに提供開始

RRJ-ClimCORE試供版 2018.7~2022.12(4.5年分)実施; 共同研究にて利用・検証中

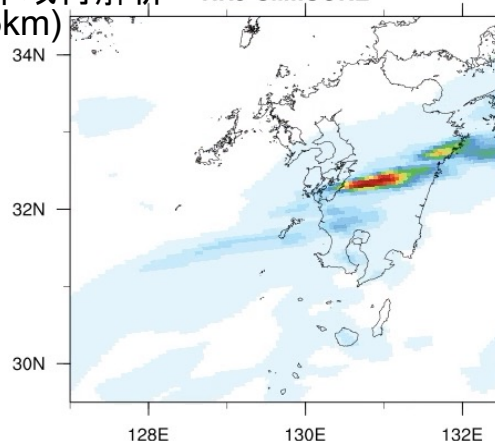
• 鉛直96層試供版(準本計算: 5km, 側面境界条件は現業全球解析値)



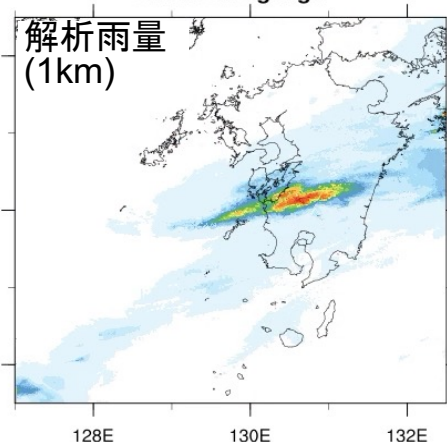
Precipitation [mm/h] 2020/07/03 2300 UTC 日本時間-9時

日本域再解析
(5km)

RRJ-ClimCORE



Radar/Raingauge

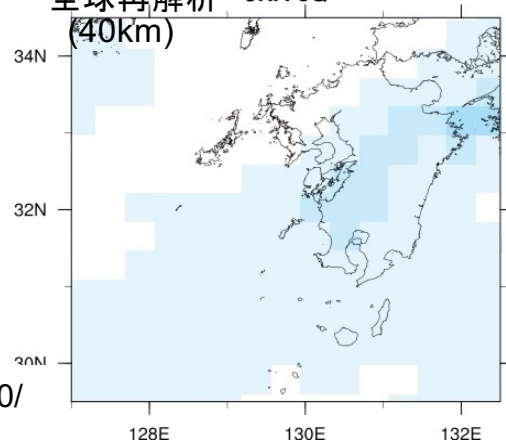
解析雨量
(1km)

氾濫した球磨川(西日本新聞)

西日本新聞

全球再解析
(40km)

JRA-3Q

宮坂貴文氏
(東大・先端研)<https://www.nishinippon.co.jp/image/243520/>

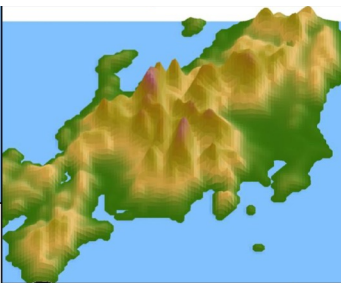
- 2020年7月初め球磨川流域に記録的豪雨をもたらした「線状降水帯」は、解析雨量データを同化した5km格子間隔の日本域気象再解析データであれば表現可能。
- 但し、降水帯の発生時刻には誤差がある。



2019年10月中旬, 東日本太平洋側をゆっくり北上した「東日本台風(19号)」に伴い, 東寄りの強風が吹きつけた関東・甲信, 東北地方の山地の東向き斜面で記録的な大雨となった。

地形による降水の局地的強化は, 全球大気再解析では表現できず, 5-km 格子のRRJ-ClimCOREなら表現可能

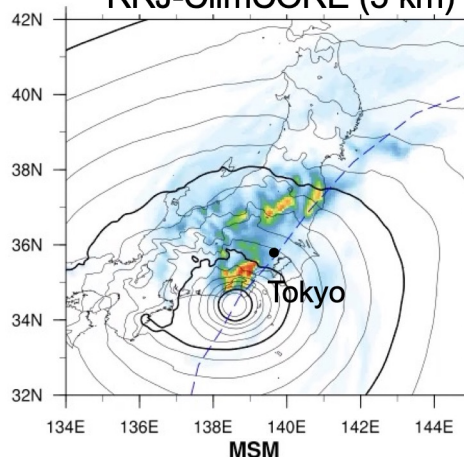
→ 過去に豪雨災害をもたらした台風の予報再現実験, 擬似温暖化実験に有用



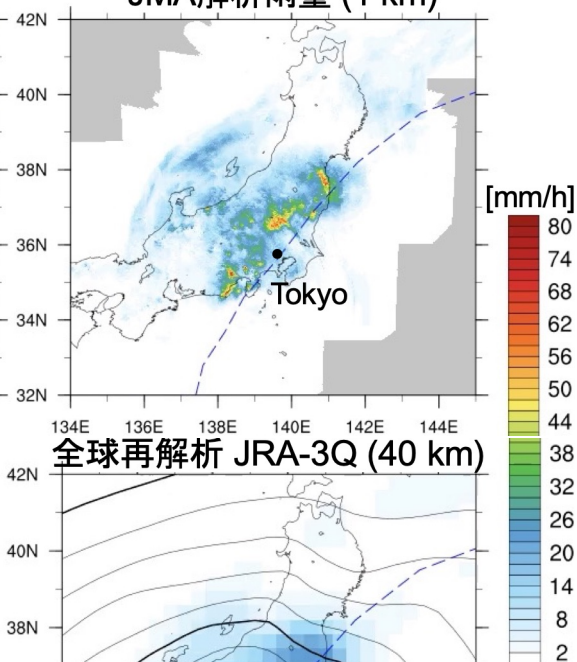
H. Nakamura (RCAST, U-Tokyo)

Precipitation [mm/h] & SLP [hPa] 2019/10/12 0800 UTC

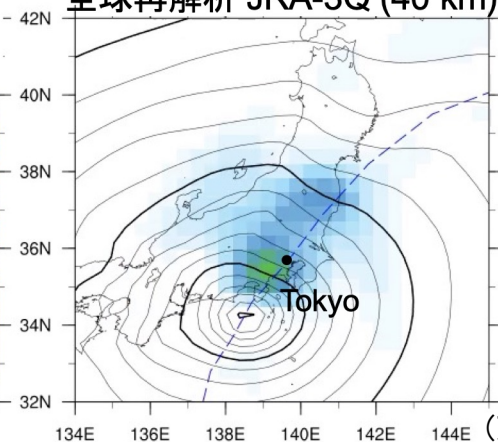
RRJ-ClimCORE (5 km)



JMA解析雨量 (1 km) (日本時間-9時)



全球再解析 JRA-3Q (40 km)



令和元年東日本台風(19号)で水没した新幹線車両基地 (産経新聞)



<https://www.sankei.com/article/20200527-YF6QV6AJEVIZVP35SIV7E4RSVA/>

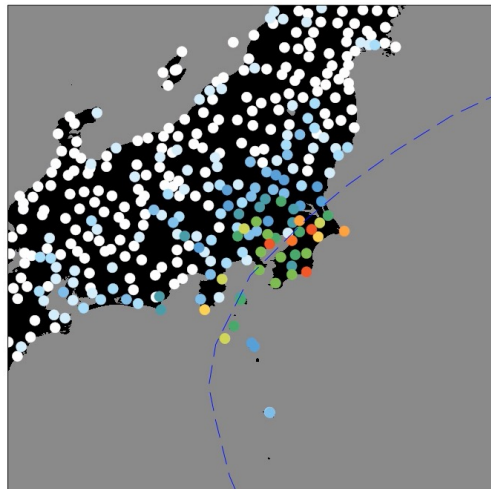
宮坂貴文氏
(東大・先端研)



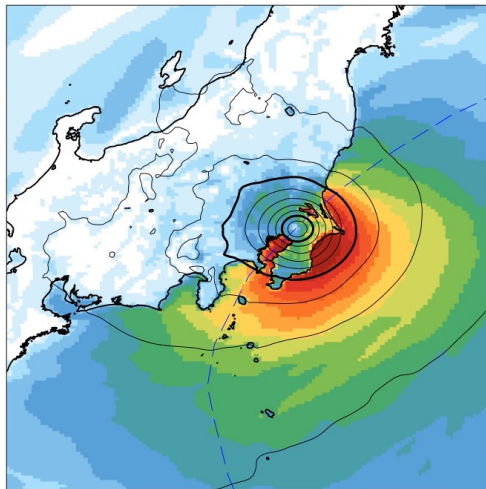
2019年9月上旬, 東京湾をを北上した「房総半島台風(15号)」に伴い, 千葉県では暴風による甚大な被害が生じた。このコンパクトな台風の暴風は日本域気象再解析データなら表現できるが, 全球再解析データでは表現できない。

Surface wind speed [m/s] & SLP [hPa]

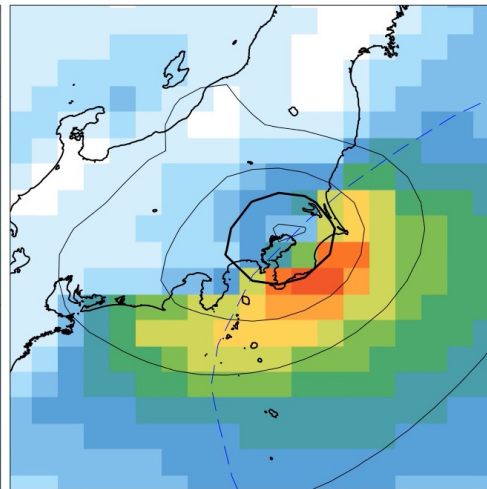
AMeDAS (17 km, 1 hr)
2019/09/08 20:00 UTC



RRJ-ClimCORE (5 km, 30 min.)
2019/09/08 20:30 UTC



JRA-3Q (40 km, 3 hr)
2019/09/08 20:00 UTC

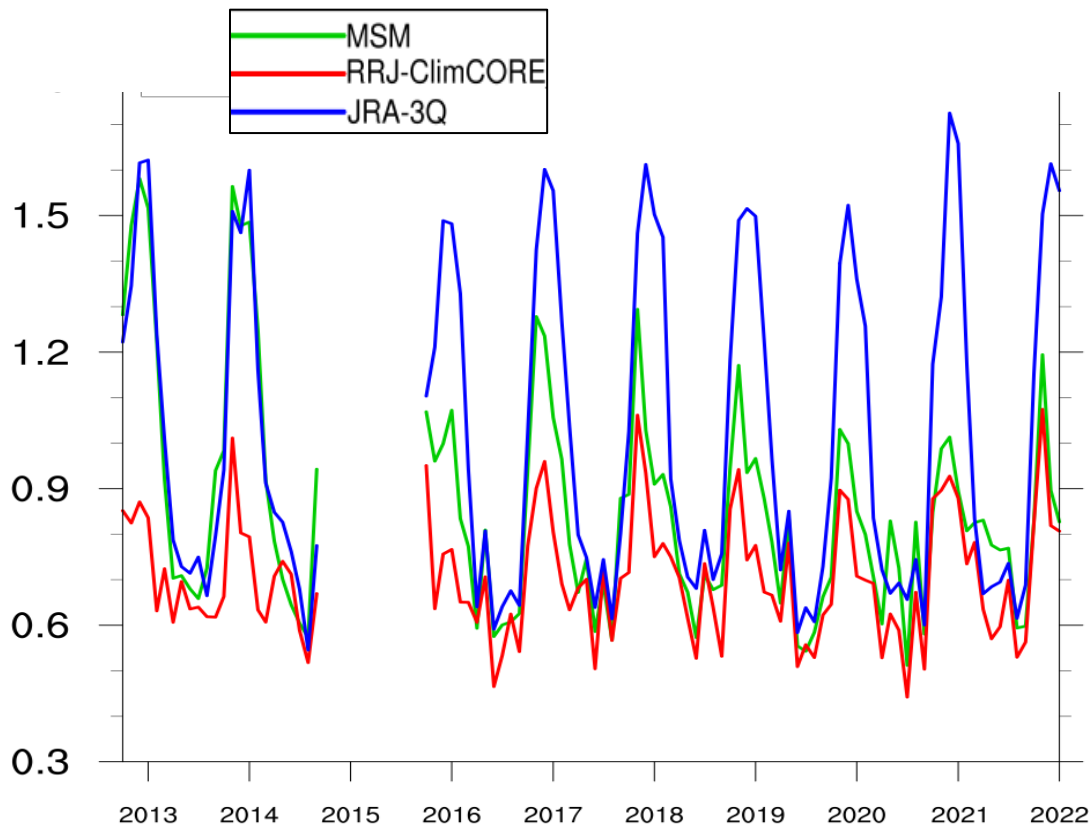


宮坂貴文氏
(東大・先端研)



宮坂(東大・先端研)(東大・気象庁共同研究;論文化中)

AMeDASに対する月平均気温のRMSE (°C)の遷移



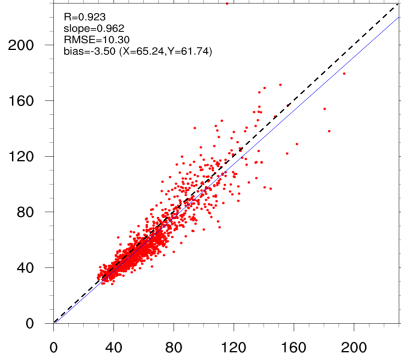
- AMeDASに対する 月平均地表気温の空間RMS誤差は日本域気象再解析データが最小:

RRJ-ClimCORE < MSM < JRA-3Q

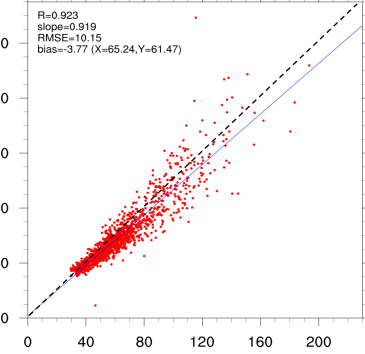
- 日本域気象再解析データの誤差の小ささは経年的に安定しているが、メソ解析(MSM)の誤差は年代を遡るほど拡大(予報システム改良の現れ).

→ 再解析データの長所の現れ

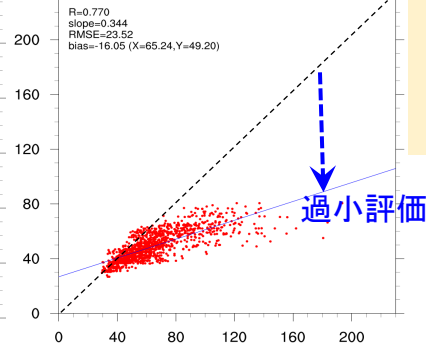
現業メソ解析(MSM)



RRJ-ClimCORE



全球再解析JRA-3Q



各地点での99パーセント日降水量 (mm/d): 対AMeDAS

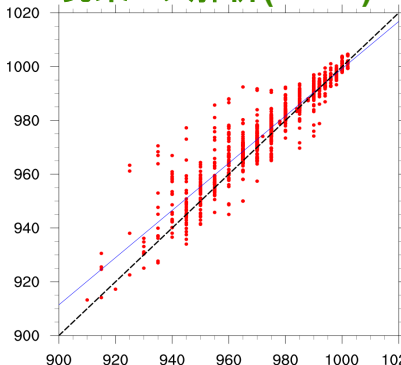
RRJ-ClimCOREの降水量再現性は
全球再解析より明らかに優れ、
現業メソ解析と同程度

比較期間(9年間)

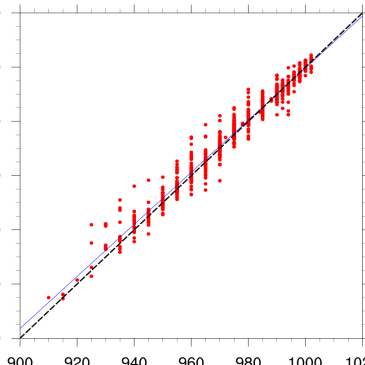
Jan. 2013 ~ Dec. 2014, Jan. 2016 ~ Dec. 2022

宮坂(東大・先端研)
(東大・気象庁共同研究; 論文化中)

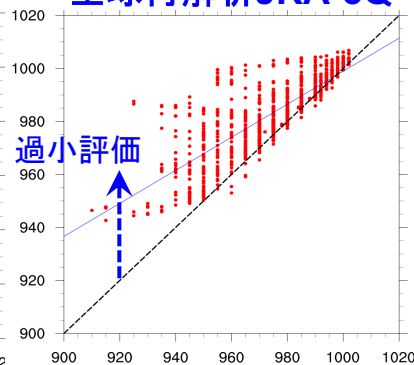
現業メソ解析(MSM)



RRJ-ClimCORE



全球再解析JRA-3Q



台風中心気圧 (hPa): 対best track

全球再解析に比べ、RRJ-ClimCOREは台風中心気圧を現実的に再現(MSMよりも更に高い再現性) → **AI予測に有利**

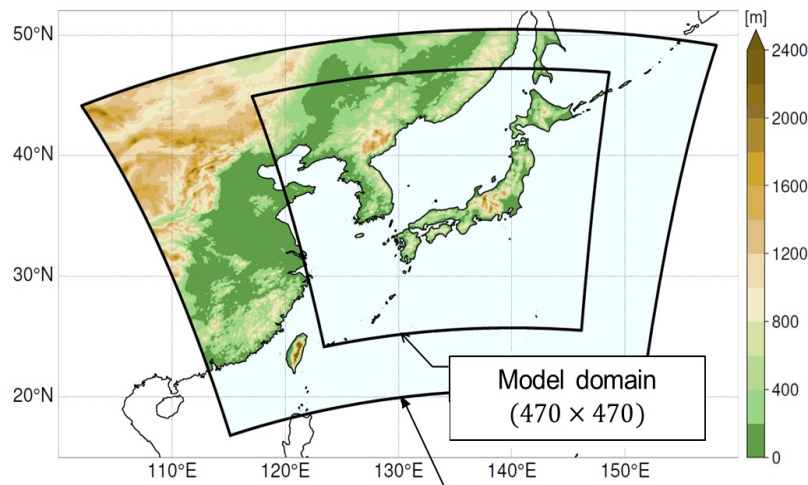
比較期間:

Sep. 2012 ~ Apr. 2015, Sep. 2015 ~ Dec. 2022



H. Ikeuchi et al. (2026 SOLA)

- 日本域を予測対象に含む既存のAI気象モデルはERA5(水平25km格子)など全球再解析データを学習させたため、台風経路の予報精度は既存の数値予報モデルを凌ぐものの、強度は過小評価が顕著
- そこで、RRJ-ClimCORE 試供版(3年分)を試験的に学習させたAIモデルで台風強度予測の改善を図る(29カ月分を学習, 7カ月分を検定でモデル構築 → 2022年分を評価)
- サロゲートモデルには open-source graph neural network model “Hi-LAM” を利用 (Oskarsson et al. 2023)



H. Nakamura (RCAST, U-Tokyo)

prognostic variables

Type	Variable
Surface 8変数	SAT (1.5m)
	Usfc (10m)
	Vsfc (10m)
	SLP
	Precipitation
	Total precipitable water
	Downward LW flux
	Downward SW flux
Pressure level (1000, 850, 500, 300hPa) 5変数・4層	T
	U
	V
	Q (Specific humidity)
	Z

- 領域再解析データを学習させたAIモデルは全球再解析を学習させたものよりも台風強度の予測が改善

2022年台風14号 (Nanmadol)の強度予測

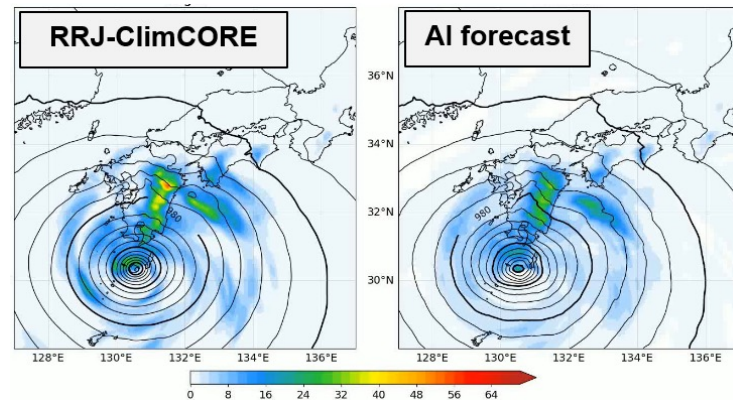
(valid: 2022-09-18 0600UTC)

	Best track	大気再解析		AI 6時間予測	
		RRJ-ClimCORE	ERA5 (global)	Ours* (regional)	AIFS (global)
Central SLP [hPa]	930.0	934.6	955.3	943.4	952.6
Wind speed [m/s]	46.3	37.7	28.3	34.1	26.1

損失評価関数として共にRMS誤差を採用

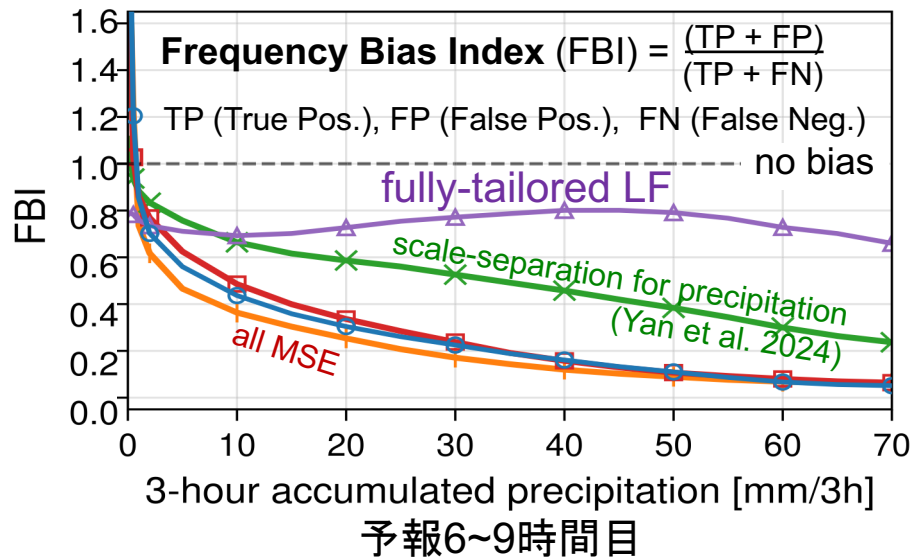
- 5km格子データを学習させると、
ある程度の予測精度向上に成功
※まだ改善の余地があるのでは？

Precipitation [mm/h] & SLP [hPa], valid: 2022-09-18 0600UTC (FT=3h)

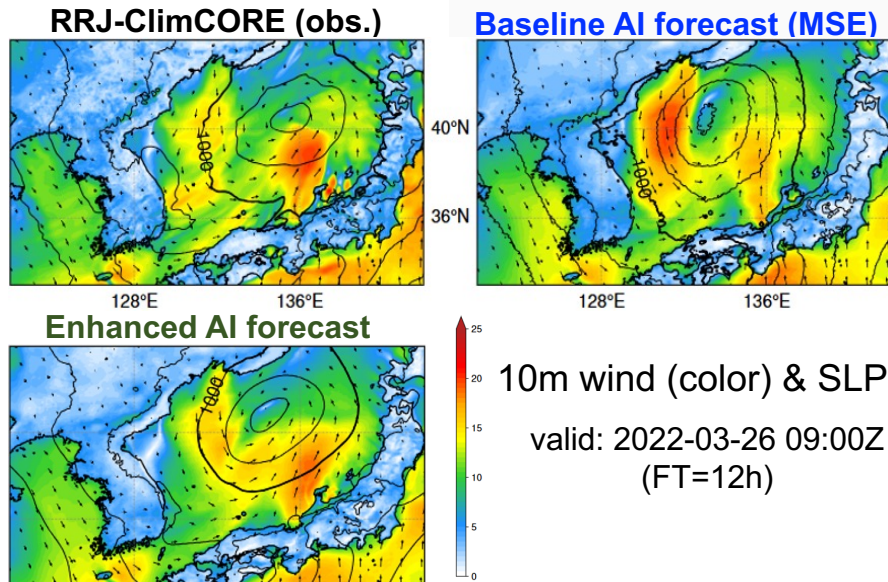


- 高解像度の学習データの一層活かすべく、損失評価関数として一律に平均自乗誤差を用いるのではなく、予報変数毎に最適な関数を定義して学習過程をさらに工夫すると、**短い学習期間でも予測精度が一層向上** (世界初)。(例)降水は空間規模別;風は、風速・風向・回転・発散別

Fuzzy verification (<100km) :3時間降水量



日本海低気圧の12時間 AI予測 (地上風, 海面気圧)

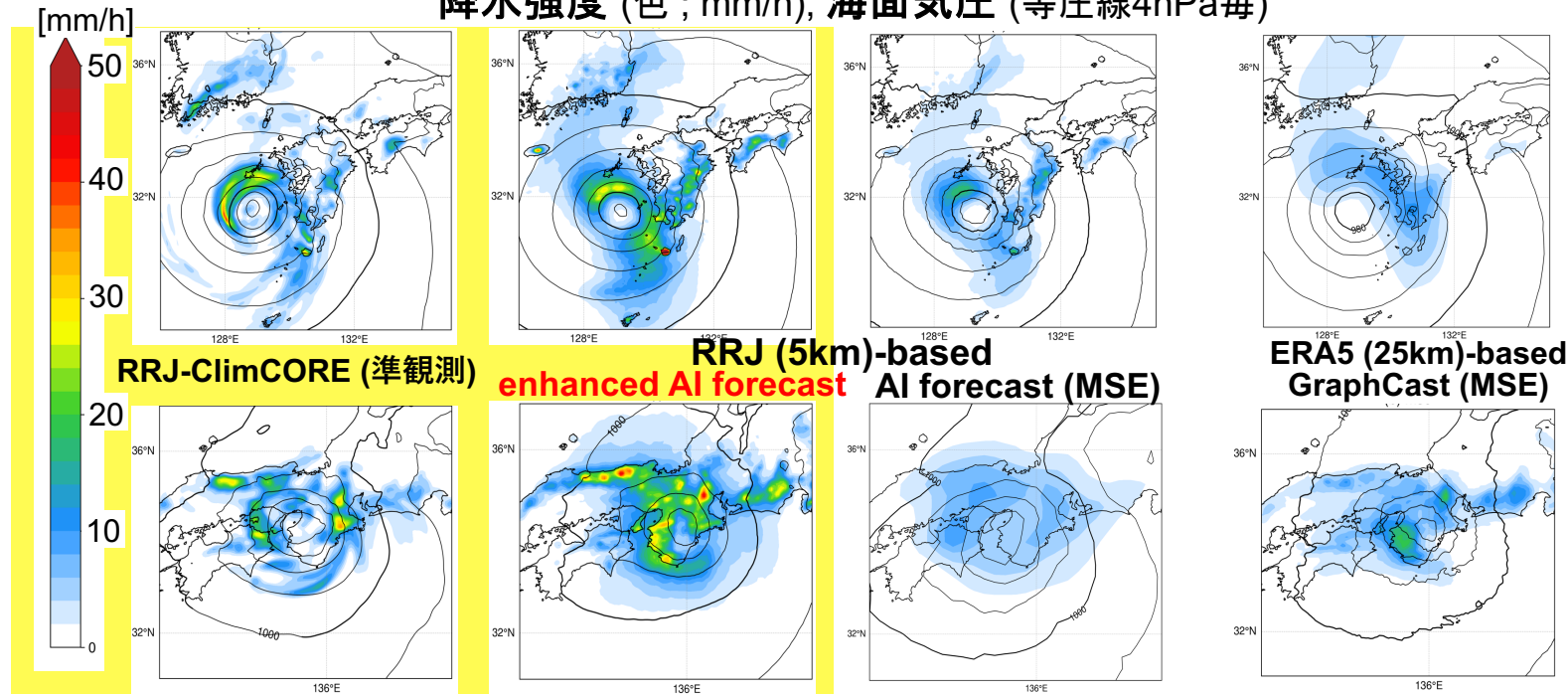




池内: ClimCOREと宇宙戦略基金(2026~)との連携(論文化中)

- AIモデルのデータ学習に際して損失評価関数を変数毎に定義し, 9年分(2013~21)のRRJ-ClimCOREデータを学習させると, 台風の予測精度(降水分布も含む)が格段に向上 → AI予測実用化への第1歩

降水強度 (色 ; mm/h), 海面気圧 (等圧線4hPa毎)



← typhoon
Khanun
(2023年6号)

valid: 2023-08-09
0600UTC
(6時間予報)

← typhoon
Lan
(2023年7号)

valid: 2023-08-15
0000UTC
(12時間予報)

池内光希氏
(東大・先端研)



- ・気象庁の季節予報では全球大気海洋結合モデル(40~55km格子)によるアンサンブル予報(51メンバー)が用いられている。もし、そこから**全メンバーについて日本域の地域スケールの情報が引き出せれば、予報の不確実性の情報も含め、社会での利用を大幅に拡大できる。**
※ 気象庁「1週間から数か月先の情報の高度化に関する検討会報告書」(2026年8月)
- ・但し、数値モデルを用いた力学的ダウンスケーリングを全アンサンブルメンバーに適用するには、余りに膨大な計算資源と時間を要する。寧ろ、**AIによる統計的ダウンスケーリングが現実的。**
- ・そこで、季節予報用の大気モデルと同等の水平解像度の**全球再解析データ(JRA-3Q)と日本域気象再解析データ(RRJ-ClimCORE)との関係を、損失評価関数を変数毎に定義してAIに学習させれば、有効なダウンスケーリングモデルが構築可能(40km → 5km)。**
- ・ダウンスケールされた予測データはバイアス補正等を施した上、気象庁から地域レベルの季節予報として発表される他、各産業分野別に2次加工されデータプラットフォームから提供されることが期待される。



池内:ClimCOREと宇宙戦略基金(2026~)との連携(論文化中)

日本海低気圧
(2022年3月26日)

季節予報に相当 →

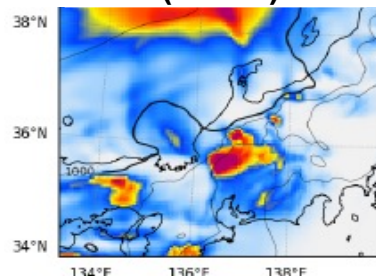
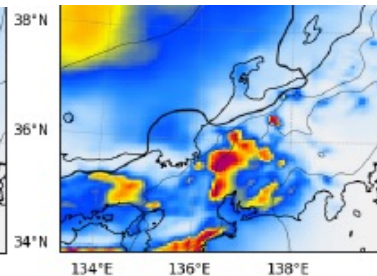
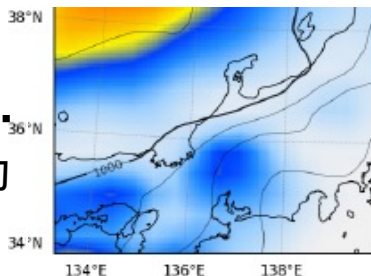
JRA-3Qからの
線形補間

→ **AI downscaling**
(regression)

RRJ-ClimCORE
(~実況)

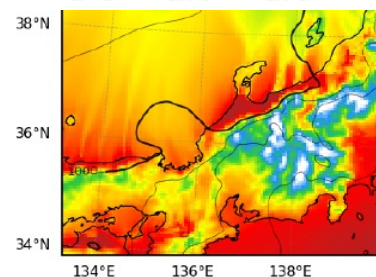
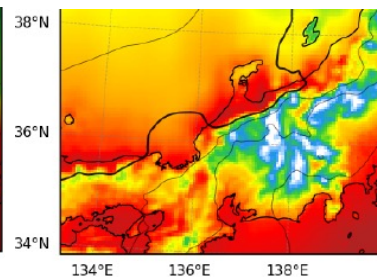
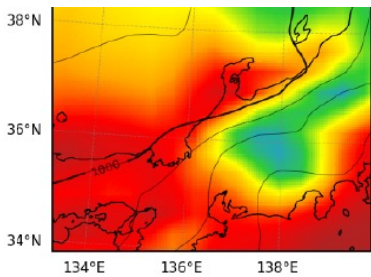
降水量

AIモデルは北陸南部・
近畿北西部の地域的
強雨を再現



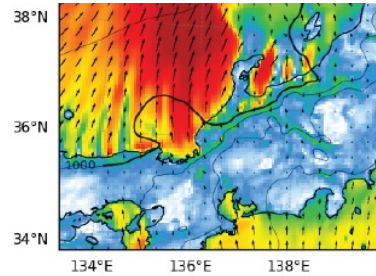
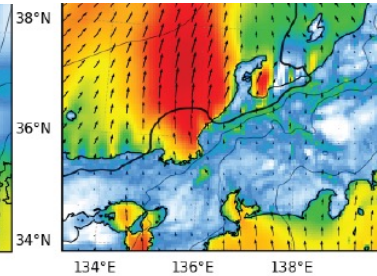
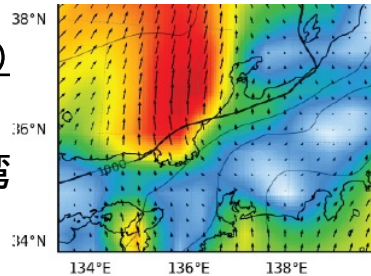
地表気温

AIモデルは内陸
(山地)の地域的
気温分布を再現



地上風(色:風速)

AIモデルは富山湾・
若狭湾・大阪湾・伊勢湾
の地域的強風を再現



Corrdiff (regression)

(NVIDIA open source,
Mardani et al. 2025)

- 学習: 2013–20年,
検定: 21年; 評価
22・23年

- 全 11 変数を単一
モデルで同時出力
(雲量: 6時間平均;
降水量・日射量:
6時間積算)

- 17指定気圧面

- 下層に過重

池内光希氏
(東大・先端研)

