

## GPM 全球降水マップのデータ同化手法の研究

報告書番号：R18JR0201

利用分野：宇宙技術

URL：https://www.jss.jaxa.jp/ar/j2018/9027/

### ● 責任者

松浦直人, 第一宇宙技術部門宇宙利用統括

### ● 問い合わせ先

第一宇宙技術部門 地球観測研究センター 久保田 拓志(kubota.takuji@jaxa.jp)

### ● メンバ

寺崎 康児, 小槻 峻司, 金丸 佳矢, 黒澤 賢太, Ying-Wen Chen, 三好 建正, 佐藤 正樹, 久保田 拓志

### ● 事業概要

GSMaP, GPM/DPR やその他の衛星観測データを, 先端的のアンサンブルデータ同化手法により数値天気予報モデルに取り込み, 大気客観解析及びこれを初期値とした予報に改善をもたらすと共に, 衛星観測データと数値モデルの双方を活かした新たな降水プロダクト NEXRA(NICAM-LETKF JAXA Research Analysis)を作成する.

参考 URL: [https://www.eorc.jaxa.jp/theme/NEXRA/index\\_j.htm](https://www.eorc.jaxa.jp/theme/NEXRA/index_j.htm)

### ● JSS2 利用の理由

本研究では, 全球大気データ同化システム(NICAM-LETKF)による衛星観測データ同化及び予測計算を行うが, 大規模な全球大気モデル計算, 及び, アンサンブルデータ同化を行うために, JSS2 は必須である.

### ● 今年度の成果

(1) NICAM-LETKF への GPM 二周波降水レーダー(GPM/DPR)同化

今年度は, これまでに開発したシステムを用いて, データ同化サイクル実験を行ったが, 残念ながら有意な改善は見られなかった. 降水と関連性の高い水蒸気混合比に改善傾向が見られる一方で, 中期天気予報に重要な気温場は改悪傾向である (Fig. 1).

GPM/DPR 観測の有効な方法として, 状態推定ではなくパラメータ推定により, NICAM のモデルパラメータを最適化することを検討している.

(2) 平成 30 年 7 月豪雨の予測可能性調査

全球大気データ同化システム NICAM-LETKF は, 2017 年 7 月より, NICAM-LETKF JAXA Research Analysis(NEXRA) として JSS2 上で継続実行されている. この NEXRA を用いて, 特に豪雨最盛期・7 月 6 日頃の西日本の雨の予測可能性を調査した. NEXRA では, 豪雨最盛期の西日本の豪雨を, 概ね 3 日ほど前から予測されていたことが示された(Fig. 2).

(3) NICAM-LETKF システムの開発

JSS2 上で動作する NICAM-LETKF を NICAM-LETKF JAXA research analysis (NEXRA)と名付た. NEXRA システムは 2 年間, 安定的に動作した. NEXRA データを可視化して, web 上 ([https://www.eorc.jaxa.jp/theme/NEXRA/index\\_j.htm](https://www.eorc.jaxa.jp/theme/NEXRA/index_j.htm))で公開した(Fig. 3).

(4) NEXRA データを用いた全球高解像度アンサンブル予報

NEXRA アンサンブルデータを用いた気象現象の予測可能性を探るため, 全球高解像度アンサンブル予報を実施した. 本研究では, 平成 30 年 7 月豪雨の再現を試みた. 14-km 解像度で 100 メンバアンサンブル予報を行った結果, いくつかの予報は降水域の空間分布予測に成功していた(Fig. 4). この結果を記事にして web 上で公開した(<https://www.eorc.jaxa.jp/earthview/2018/tp181114.html>).

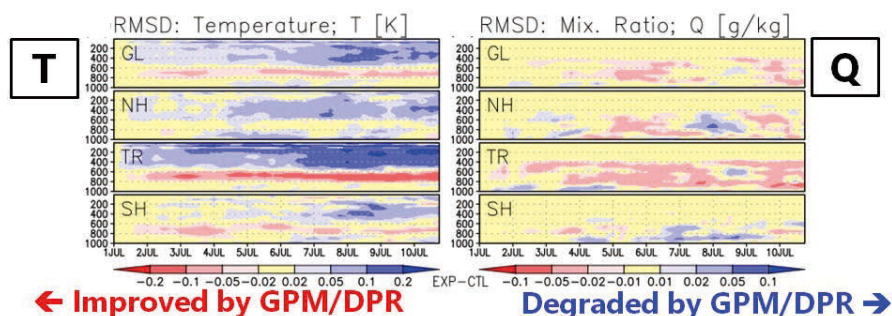


図 1: GPM/DPR 直接同化による(左)気温 (T)と右)水蒸気混合比(g/kg)の ERA-Interim に対する平均二乗偏差の変化. 暖色・寒色はそれぞれ, GPM/DPR 同化による改善・改悪を示す. 縦軸・横軸はそれぞれ気圧面 (hPa)と時系列(2014 年 7 月の 10 日間)であり, 4 つのパネルは全球(GL), 北半球 (NH), 熱帯 (TR), 南半球 (SH)を示す.

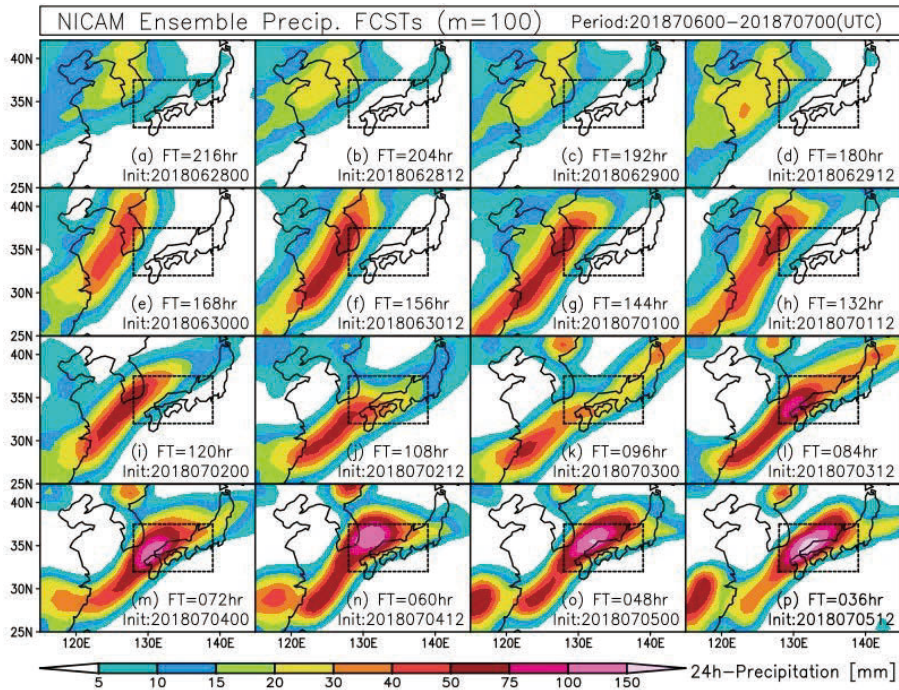


図 2: 豪雨最盛期の 7 月 6 日 24 時間の積算降水量予測. 100 メンバー・アンサンブル予測の平均値を示しており, (a)-(p) の順に, 12 時間毎に初期時刻を変えた結果を示す. (Kotsuki et al. 2019 から引用)

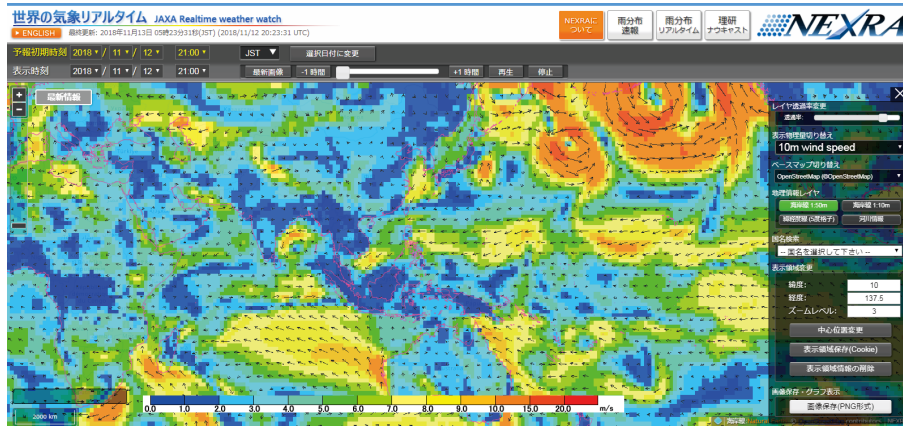


図 3: NEXRA を可視化するホームページ「世界の気象リアルタイム」  
 ([https://www.eorc.jaxa.jp/theme/NEXRA/index\\_j.htm](https://www.eorc.jaxa.jp/theme/NEXRA/index_j.htm))

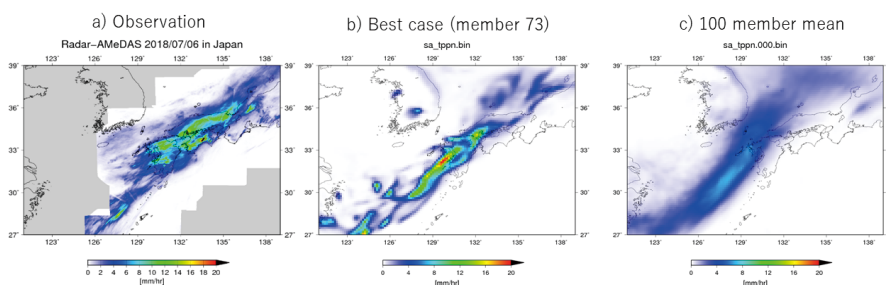


図 4: 2018/07/06 00-24UTC で平均した降水量 [mm/hr]. a) 地上観測値, b) 14 km 実験で再現性が良かった結果. c) 14 km 実験 100 メンバアンサンブル平均. 予報は 2018/07/05 00UTC を初期時刻として行った.

## ● 成果の公表

### -査読付き論文

(1) Kotsuki, S., Terasaki, K., Yashiro, H., Tomita, H., Satoh, M., & Miyoshi, T. (2018): Online model parameter estimation with ensemble data assimilation in the real global atmosphere: A case with the Nonhydrostatic Icosahedral Atmospheric Model (NICAM) and the Global Satellite Mapping of Precipitation data. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 123, 7375-7392. doi:10.1029/2017JD028092

(2) Kotsuki S., Terasaki K., Kanemaru K., Satoh M., Kubota T. & Miyoshi T. (2019): Predictability of Record-Breaking Rainfall in Japan in July 2018: Ensemble Forecast Experiments with the Near-real-time Global Atmospheric Data Assimilation System NEXRA. *SOLA*, 2019 Volume 15A Pages 1-7. doi:10.2151/sola.15A-001

(3) Terasaki, Koji & Kotsuki, Shunji & Miyoshi, Takemasa (2019): Multi-year analysis using the NICAM-LETKF data assimilation system. *SOLA*. Volume 15 Pages 41-46. doi:10.2151/sola.2019-009.

### -招待講演

(1) 2018/5/13 三好建正, "天気予報の数理:データ同化と予測可能性", 第 26 回 JST 数学キャラバン, 大阪星光学院

(2) 2018/5/15 三好建正, "データ同化:シミュレーションと実測データを融合するデータサイエンス", 九大-理研-福岡市・ISIT 三者連携シンポジウム「数理・AI が解く未来!～計算科学の展開と期待～」, 福岡

(3) 2018/5/20 Terasaki, K., T. Miyoshi, "Accounting for the observation error correlation in data assimilation", JpGU2018, Makuhari (poster)

(4) 2018/6/4 Takemasa MIYOSHI, Shunji KOTSUKI, Koji TERASAKI, Keiichi KONDO, Guo-Yuan LIEN, Kenta KUROSAWA, Masaki SATOH, Hirofumi TOMITA, and Eugenia KALNAY, "Enhancing Data Assimilation of GPM Observations", AOGS, Honolulu, Hawaii

(5) 2018/10/5 T. Miyoshi, "Satellite data assimilation and parameter estimation with NICAM-LETKF", CEN/CiSAP WORKSHOP "Climate Data Assimilation", Hamburg, Germany



(6) 2018/10/11 T. Miyoshi, "Data assimilation for nonlinear ensemble forecasts", Fourth meeting of the WWRP PDEF Working Group, Tokyo

(7) 2018/11/16 三好建正, "NICAM と SCALE を使ったデータ同化研究—観測ビッグデータとスパコン「京」のコラボレーション ビッグデータで見える世界—", 5th International Workshop on Nonhydrostatic Models (NHM2018) オープンセミナー「非静力学モデリングの進展と数値気象予測の今後の展望」, 東京

(8) 2019/1/25 T. Miyoshi, "Enhancing Data Assimilation of GPM Observations", The Joint PI Meeting of JAXA Earth Observation Missions FY2018, TOKYO

-口頭発表

(1) 2018/4/9 Takemasa Miyoshi, Shunji Kotsuki, Koji Terasaki, Keiichi Kondo, Guo-Yuan Lien, Kenta Kurosawa, Masaki Satoh, Hirofumi Tomita, and Eugenia Kalnay, "Enhancing data assimilation of GPM observations", EGU, Vienna, Austria2018/4/26

(2) 小槻峻司, 黒澤賢太, 三好建正, "全球大気データ同化システム NICAM-LETKF を使った EFSO 観測インパクト推定", 第2回 理研・気象庁データ同化研究会, 東京

(3) 2018/5/7 Kotsuki S., Kurosawa K., and Miyoshi T., "Ensemble Forecast Sensitivity to Observations Verified with Multiple References", The 8th EnKF Data Assimilation Workshop, Montreal, Canada

(4) 2018/7/12 小槻峻司, 寺崎康児, 三好建正, "NICAM-LETKF を用いた GPM/DPR データ同化実験", 衛星シミュレーター研究会, 東京

(5) 2019/8/4 三好建正, "7月豪雨の理研システムでの検討状況について", 平成30年度第1回高解像度豪雨予測とアンサンブル同化摂動手法に関する研究会, 帯広

(6) 2018/9/5 三好建正, "GPM 観測のデータ同化の高度化", 2018年度降水観測ミッションサイエンスチーム国内会合, 東京

(7) 2018/9/12 小槻峻司, 黒澤賢太, 三好建正, "全球大気・水文結合データ同化システムの開発; 水文ビッグデータ同化による大気・水文予測の改善に向けて", 水文・水資源学会 2018年研究発表会, 三重

(8) 2018/10/9 寺崎康児, 三好建正, "NICAM-LETKF システムの更新 全球 28km 解像度での平成30年7月豪雨事例実験", NICAM 開発者会議, 群馬

(9) 2018/10/29 寺崎康児, 小槻峻司, 三好建正, "GSMaP 降水データの観測誤差相関を考慮したデータ同化実験", 日本気象学会秋季大会, 仙台

(10) 2018/11/15 Kotsuki S., Sato Y., Terasaki K., Yashiro H., Tomita H., Satoh M. and Miyoshi T., "Model Parameter Estimation with Data Assimilation using NICAM-LETKF", 5th International Workshop on Nonhydrostatic Models, Tokyo

(11) 2018/12/17 三好建正, "Enhancing Data Assimilation of GPM Observations", NICAM-LETKF and Satellite DA Mtg, 神戸

(12) 2019/1/22 Kotsuki S., Sato Y., Terasaki K., Yashiro H., Tomita H., Satoh M. and Miyoshi T., "Model Parameter Estimation with Data Assimilation using NICAM-LETKF", 7th International Symposium on Data Assimilation, Kobe

(13) 2019/3/18 小槻峻司, 寺崎康児, 黒澤賢太, 金丸佳矢, 三好建正, "NICAM-LETKF を用いた GPM/DPR データ同化実験", 平成30年度 GPM および衛星シミュレーター合同研究集会, 名古屋

(14) 2018/5/22 Kaya Kanemaru and Masaki Satoh, Satellite and Model Analysis of Short-Term Characteristics Related with Convective Activity over Tropical Oceans, AS46-D3-PM1-P-017, AOGS 2018, Hawaii, June, 2018

(15) 2019/8/17 金丸佳矢, 佐藤正樹, 寺崎康児, 小槻峻司, 三好健正, 久保田拓志 JAXA 版アンサンブル再解析データを用いた高解像度全球アンサンブル予報の結果平成 30 年 7 月豪雨に関する緊急対応研究会, 神戸, 2018 年 8 月

(16) 2019/3/18 金丸佳矢, 佐藤正樹, 全球雲システム解像モデルを用いた降水短時間相関の雲微物理スキーム比較, GPM および衛星シミュレータ合同研究集会, 名古屋, 2019 年 3 月

-ポスター

(1) 2018/5/9 Kotsuki S., Terasaki K., and Miyoshi T., "Ensemble-Based Data Assimilation of GPM/DPR Reflectivity into the Nonhydrostatic Icosahedral Atmospheric Model NICAM", The 8th EnKF Data Assimilation Workshop, Quebec, Canada

(2) 2018/8/17 小槻峻司, 寺崎康児, 三好健正, "平成 30 年 7 月豪雨の予測可能性: NICAM-LETKF を用いた 100 アンサンブル予測実験", 平成 30 年 7 月豪雨に関する緊急対応研究会, 神戸

(3) 2018/8/17 寺崎康児, 三好健正, "NICAM-LETKF を用いた水平解像度による豪雨の再現性について", 平成 30 年 7 月豪雨に関する緊急対応研究会, 神戸

(4) 2018/11/14 Koji Terasaki, Takemasa Miyoshi, "Data assimilation and forecast experiments for the record-breaking rainfall event in Japan in July 2018 with NICAM-LETKF at 112-km and 28-km resolution", 5th International Workshop on Nonhydrostatic Models (NHM2018), Tokyo

(5) 2019/1/21 Koji Terasaki, Shunji Kotsuki, Takemasa Miyoshi, "Accounting for the horizontal observation error correlation of precipitation observation, "7th International Symposium on Data Assimilation (ISDA2019), Kobe

(6) 2019/1/22 Kotsuki S., Ota Y., and Miyoshi T., "Adaptive covariance relaxation methods for ensemble data assimilation based on innovation statistics", 7th International Symposium on Data Assimilation, Kobe

(7) 2019/1/22 Kotsuki S., Terasaki K., and Miyoshi T., "Ensemble-Based Data Assimilation of GPM/DPR Reflectivity into the Nonhydrostatic Icosahedral Atmospheric Model NICAM", 7th International Symposium on Data Assimilation, Kobe

(8) 2019/1/22 Kotsuki S., Kurosawa K., and Miyoshi T., "Properties on Ensemble Forecast Sensitivity to Observations", 7th International Symposium on Data Assimilation, Kobe

(9) 2019/2/18 Kotsuki S., Sato Y., Terasaki K., Yashiro H., Tomita H., Satoh M. and Miyoshi T., "Model Parameter Estimation with Data Assimilation using NICAM-LETKF", The 1st R-CCS International Symposium, Kobe

(10) 2019/2/18 Koji Terasaki, Takemasa Miyoshi, "Data assimilation and forecast experiments for the record-breaking rainfall event in Japan in July 2018 with NICAM-LETKF at 112-km and 28-km resolution", The 1st R-CCS International Symposium, Kobe

(11) 2018/6/6 Kaya Kanemaru and Masaki Satoh: Satellite and model analysis of short-term precipitation characteristics over tropical oceans, AAS04-11, Japan Geoscience Union Meeting 2018, Chiba, May 2018

(12) 2018/10 Kaya Kanemaru, Masaki Satoh, Koji Terasaki, Shunji Totsuki, Takemasa Miyoshi, and Takuji Kubota: 3.5km Mesh Ensemble Simulations by NICAM-LETKF Assimilating GSMaP, 2018 PMM Science Team Meeting, Phoenix , October 2018

-Web

[http://www.data-assimilation.riken.jp/nicam-letkf/achievements\\_nl.html](http://www.data-assimilation.riken.jp/nicam-letkf/achievements_nl.html)

## ● JSS2 利用状況

### ● 計算情報

プロセス並列手法	MPI
スレッド並列手法	OpenMP
プロセス並列数	5 - 400
1 ケースあたりの経過時間	12 時間

### ● 利用量

総資源に占める利用割合※1 (%) : 5.80

内訳

計算資源		
計算システム名	コア時間(コア・h)	資源の利用割合※2 (%)
SORA-MA	50,190,065.49	6.14
SORA-PP	17,050.09	0.14
SORA-LM	0.00	0.00
SORA-TPP	0.00	0.00

ファイルシステム資源		
ファイルシステム名	ストレージ割当量(GiB)	資源の利用割合※2 (%)
/home	1,935.96	2.00
/data	684,166.27	12.07
/ltmp	13,671.88	1.17

アーカイバ資源		
アーカイバシステム名	利用量(TiB)	資源の利用割合※2 (%)
J-SPACE	19.88	0.70

※1 総資源に占める利用割合 : 3つの資源(計算,ファイルシステム,アーカイバ)の利用割合の加重平均

※2 資源の利用割合 : 対象資源一年間の総利用量に対する利用割合