

GPM 全球降水マップのデータ同化手法の研究

報告書番号：R24JR0201

利用分野：宇宙技術

URL：https://www.jss.jaxa.jp/ar/j2024/26800/

● 責任者

沖理子, 第一宇宙技術部門地球観測研究センター

● 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

松岸 修平, 佐藤 正樹, 三好 建正, 小槻 峻司, 山本 晃輔, 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

● JAXA スーパーコンピュータを使用する理由と利点

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, JSS3 は必須である.

● 今年度の成果

NEXRA3.0 の開発を行った. 昨年度から引き続きスピニアップを行い, 2024 年 5 月に現実時刻に追いつきリアルタイムで運用を開始した. 2024 年 7 月 1 日から NEXRA サイト

(https://www.eorc.jaxa.jp/theme/NEXRA/index_j.htm) についても切り替えを行った. 図 1 に NEXRA3 の降水分布を示す. 図 2 の NEXRA2 の降水に比べて主に熱帯域で降水域が広がっている. 特に弱い雨の分布が広がるようになった. NEXRA2 と NEXRA3 の結果を比較した論文について現在投稿中である.

これまで運用してきた NEXRA2.0 のデータについては,

DOI(10.57746/EO.01jac0dzq2azqzpm56mxyrn048)を取得しデータ公開を行った. 公開したデータのリストを図 3 に示す. データはユーザー登録後, FTP サイトから取得可能になっている. データに関

する記述論文を現在投稿中である。

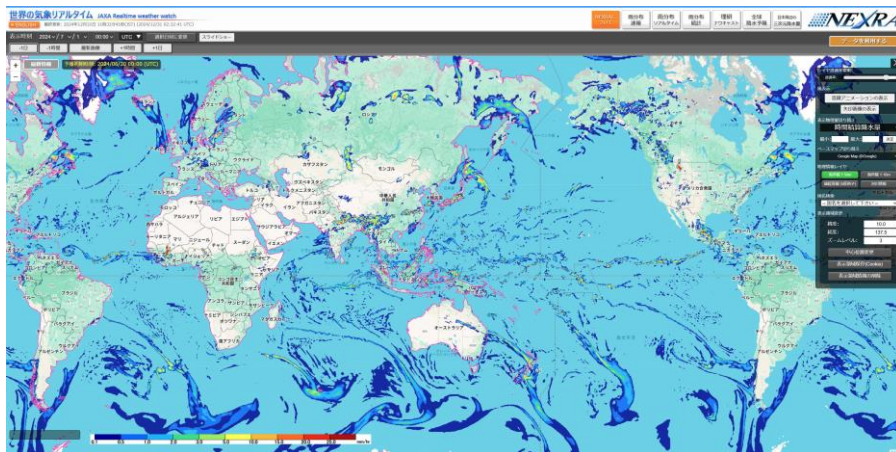


図 1: NEXRA3 の 2024 年 7 月 1 日 00UTC の 1 時間降水量

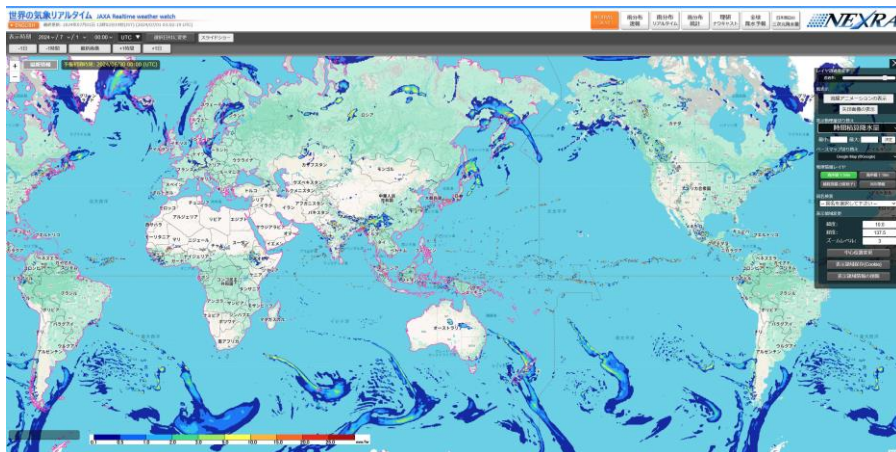


図 2: NEXRA2 の 2024 年 7 月 1 日 00UTC の 1 時間降水量

アンサンブル平均・スプレッド

Variable name	Dimension	Units	Description
z	time, lev, lat, lon	meter	Geopotential height
t	time, lev, lat, lon	K	Temperature
u	time, lev, lat, lon	m s ⁻¹	Zonal wind
v	time, lev, lat, lon	m s ⁻¹	Meridional wind
w	time, lev, lat, lon	m s ⁻¹	Vertical wind
qv	time, lev, lat, lon	kg kg ⁻¹	Specific humidity
qc	time, lev, lat, lon	kg kg ⁻¹	Cloud water
slp	time, lat, lon	Pa	Pressure
tpn	time, lat, lon	mm/s	6 hour mean precipitation intensity

128メンバー地表面データ

Variable name	Dimension	Units	Description
sa_lwd_sfc	time, lat, lon	W m ⁻²	surface longwave radiation (downward)
sa_swd_sfc	time, lat, lon	W m ⁻²	surface shortwave radiation (downward)
sa_tpn	time, lat, lon	kg m ⁻² s ⁻¹	Precipitation intensity
ss_ps	time, lat, lon	Pa	Surface pressure
ss_q2m	time, lat, lon	kg kg ⁻¹	2m specific humidity
ss_t2m	time, lat, lon	K	2m temperature
ss_u10m	time, lat, lon	m s ⁻¹	10m zonal wind
ss_v10m	time, lat, lon	m s ⁻¹	10m meridional wind

図 3: NEXRA2 の公開データ

● 成果の公表

-査読付き論文

- Arakawa, T., Yashiro, H., Sumimoto, S., and Nakajima, K., 2025: Large Scale Ensemble Coupling of Non-hydrostatic Atmospheric Model NICAM. In Proceedings of the International Conference on High Performance Computing in Asia-Pacific Region (HPCAsia '25). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, in press.

- Furukawa, K., H. Sakamoto, M. Ohhigashi, S. Shima, T. Sluka, and T. Miyoshi, 2024: Particle filter data assimilation for ubiquitous unstable trajectories of two-dimensional three-state cellular automata. Nonlinear Dyn., doi:10.1007/s11071-024-09803-5

- Guannan H., S. L. Dance, A. Fowler, D. Simanin, J. Waller, T. Auligne, S. Healy, D. Hotta, U. Löhnen, T. Miyoshi, N. C. Prive, O. Stiller, X. Wang, M. Weissmann, 2024: On methods for assessment of the influence and impact of observations in convection-permitting numerical weather prediction. QJRM, in press

- Li, L., J. Li, and T. Miyoshi, 2024: Chaos suppression through Chaos enhancement, Nonlinear

Dyn(2024)., doi:10.1007/s11071-024-10426-z

- Muto, Y. and Kotsuki, S. (2024): Estimating global precipitation fields by interpolating rain gauge observations using the local ensemble transform Kalman filter and reanalysis precipitation. Hydrol. Earth Syst. Sci., 28, 24, 5401-5417. doi:10.5194/hess-28-5401-2024

- Ohishi, Shun, Takemasa Miyoshi, and Misako Kachi, 2024: Impact of atmospheric forcing on SST in the LETKF-based ocean research analysis (LORA), Ocean Modelling, 189, 102357, doi:10.1016/j.ocemod.2024.102357

- Ohishi, Shun, Takemasa Miyoshi, Takafusa Ando, Tomohiko Higashiuwatoko, Eri Yoshizawa, Hiroshi Murakami, and Misako Kachi, 2024, LETKF-based Ocean Research Analysis (LORA) version 1.0, Geoscience Data Journal, 11, 995-1006, doi:10.1002/gdj3.271

- Ohishi, Shun, Yuki Kobayashi, Takemasa Miyoshi, 2025, Including cross-correlation forecast and observation errors in an ensemble Kalman filter, Monthly Weather Review, in press

- Okamoto, K., T. Ishibashi, I. Okabe, and H. Shimizu, 2024: Extension of all-sky radiance assimilation to hyperspectral infrared sounders. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, 150(765), 5472-5497, <https://doi.org/10.1002/qj.4883> C38

-招待講演

2024/4/3 Takemasa Miyoshi, "Tokyo Olympics/Paralympics forecast experiment with phased array weather radar", Deepdive session at IMT Atlantique, Brest, France

2024/5/28 Takemasa Miyoshi, Every 30-second Phased Array Radar Data Assimilation Proven Effective for Short-range Convective Weather Forecast, The 8th WMO Workshop on the Impact of Various Observing Systems on Numerical Weather Prediction and Earth System Prediction, SMHI, Sweden (Keynote)

2024/6/18 Takemasa Miyoshi, "Big Data Assimilation: Real-time 30-Second-Refresh Heavy Rain Forecast Using Fugaku during Tokyo Olympics and Paralympics", Seminar, Central Weather Administration, Taiwan.

2024/6/19 Takemasa Miyoshi, "Toward next 100 years of data assimilation and numerical weather prediction", MSROC Centennial Celebration and Symposium, Central Weather Administration, Taiwan. Keynote.

2024/7/2 Takemasa Miyoshi, Big Data Assimilation Revolutionizing Numerical Weather Prediction Using Fugaku, 24th International Conference on Computational Science (ICCS2024), Malaga, Spain (Keynote)

2024/8/21 Takemasa Miyoshi, ビッグデータ同化：ゲリラ豪雨予測から予測科学へ, Big Data Assimilation Revolutionizing Numerical Weather Prediction Using Fugaku, IEEE 東京支部第 5 回講演会, オンライン

2024/9/17 Takemasa Miyoshi, Toward next 100 years of data assimilation and numerical weather prediction, The CRC International Summer school 2024, Boltenhagen, Germany

2024/9/17 Takemasa Miyoshi, Toward efficient control of extreme weather events, The CRC International Summer school 2024, Boltenhagen, Germany

2024/9/28 大塚成徳: ゲリラ豪雨と天気予報. 三宮図書館で識る, 神戸

2024/11/28 三好建正, データ同化研究の最先端と将来展望, AI 技術利用に関するセミナー「ものづ

くりにおける AI の活用」, POWTEX2024 第 25 回国際粉体工業展, 東京

2025/1/29 Takemasa Miyoshi, Prediction Science: the fifth science integrating inductive and deductive sciences, ISDA Online

2025/2/26 三好建正, ゲリラ豪雨予報と金星大気, 理研第 16 回情報系研究会, オンライン

2025/3/6 Takemasa Miyoshi, Prediction Science: the fifth science integrating inductive and deductive sciences, ISEE Symposium Frontier of Space-Earth Environmental Research as Predictive Science, Nagoya University

2025/3/12 Otsuka, S., T. Miyoshi, J. Liang, M. Goodliff, G. Saliou, S. Ouala, and P. Tandeo, Toward integration of ML/NWP/DA. Super Computing Asia 2025, Singapore

2025/3/13 Takemasa Miyoshi, RIKEN's activities to integrate DA and AI/ML, DA Forum by University of Melbourne, Bureau of Meteorology, Melbourne, Australia

2025/3/14 大塚成徳: 「富岳」による天気予報とビッグデータ同化. 第 100 回関西 CAE 懇話会, 大阪 (Keynote)

-口頭発表

2024/04/16 Ohishi, Shun, Takemasa Miyoshi, and Misako Kachi, 'LETKF-based Ocean Research Analysis (LORA): A new ensemble ocean analysis dataset', EGU General Assembly 2024, Vienna, Austria

2024/4/24 大石俊, 三好建正, 可知美佐子「アンサンブルカルマンフィルタを用いた海洋データ同化システムの開発」, ISEE 談話会, 愛知県

2024/5/22 Yashiro H., Feasibility study for the next flagship supercomputer development and high-resolution climate modeling efforts in Japan. 8-th ENES HPC workshop on "High-resolution climate and weather modelling", Lecce, Italy

2024/5/26 Konduru, R.T., Liang, J., Otsuka, S. and Miyoshi, T. Enhancing Small-Scale Global Weather Forecasting by High-Frequency Satellite Data Assimilation: A Horizontal Localization Aspect. JpGU, Chiba

2024/5/27 三好 建正, 大石 俊, Liang Jianyu, Konduru Rakesh Teja, 大塚 成徳, 小槻 峻司, 寺崎 康児, 岡崎 淳史, 富田 浩文, 金丸 佳矢, 佐藤 正樹, 八代 尚, 岡本 幸三, Kalnay Eugenia, 久保田 拓志, 可知 美佐子, Advances and Applications of Satellite Data Assimilation of Clouds, Precipitation, and the Ocean, Japan Geoscience Union Meeting 2024, Chiba(online)

2024/5/28 三好 建正, 大石 俊, 富田 浩文, 大塚 成徳, Taylor James, Liang Jianyu, Konduru Rakesh Teja, 佐藤 正樹, 松岸 修平, 小槻 峻司, 岡崎 淳史, 本田 匠, 岡本 幸三, 幾田 泰醇, 寺崎 康児, 八代 尚, 金丸 佳矢, 山崎 哲, A platform to design and pre-evaluate frequent satellite observing systems for innovating weather, ocean and land surface prediction, Japan Geoscience Union Meeting 2024, Chiba(online)

2024/5/30 Ohishi, Shun, Takemasa Miyoshi, and Misako Kachi, 'Deterministic and Ensemble forecasts of Kuroshio south of Japan', Japan Geoscience Union Meeting 2024, Chiba

2024/5/27-30 Okamoto. K., T. Ishibashi, I. Okabe, 2024: All-sky infrared radiance assimilation in the operational global system, 8th WMO workshop of the impact of various observation system on NWP and earth system prediction, Norrköping, Sweden

2024/6/20 Ohishi, Shun, Takemasa Miyoshi, and Misako Kachi, 'LETKF-based Ocean Research

Analysis (LORA): A new ensemble ocean analysis dataset', 14th International Workshop on Modeling the Ocean 2024, Sapporo

2024/6/27 Takemasa MIYOSHI, Yanina SKABAR, Shigenori OTSUKA, Arata AMEMIYA, Juan RUIZ, Tomoo USHIO, Hirofumi TOMITA, Tomoki USHIYAMA, Masaya KONISHI, Second Year Progress of PREVENIR: Japan-argentina Cooperation Project for Heavy Rain and Urban Flood Disaster Prevention, 2024 AOGS Annual Meeting, Alpensia Convention Centre, Pyeongchang, Korea

2024/7/11 Yashiro H., Niwa Y., Goto D., Someya Y., Saeki T., Matsunaga T., Development of a short-term prediction system for greenhouse gases and SLCFs in conjunction with GOSAT-GW and TANSO-3 observations. The 1st NIES-IAP Young Scientists Symposium on Atmospheric Environment and Climate Change, Tsukuba

2024/7/18 Takemasa Miyoshi, Advances and applications of satellite data assimilation of clouds, precipitation, and the ocean, 11th workshop of International Precipitation Working Group(IPWG-11), Tokyo

2024/8/5 Otsuka, S., Application of quantitative precipitation estimates to nowcasting. PREVENIR short course on "Quantitative precipitation estimation with satellites and its applications to nowcasting", Buenos Aires, Argentina

2024/8/21 小林勇毅, 大石俊, 三好建正, 「予報誤差と観測誤差の相関を含む拡張アンサンブルカルマンフィルタ: 未知の相関の推定」, 第 28 回海洋データ同化夏の学校, 青森

2024/8/22 大石俊, 三好建正, 可知美佐子, 「黒潮の決定論的予測とアンサンブル予測」, 第 28 回海洋データ同化夏の学校, 青森

2024/9/18 小林勇毅, 大石俊, 三好建正, 「予報誤差と観測誤差の相関を含む拡張アンサンブルカルマンフィルタ: 未知の相関の推定」, 日本海洋学会 2024 年度秋季大会, 東京

2024/9/19 大石俊, 三好建正, 可知美佐子, 「黒潮の決定論的予測とアンサンブル予測」, 日本海洋学会 2024 年度秋季大会, 東京

2024/9/24 大石俊, 三好建正, 可知美佐子「アンサンブルカルマンフィルタを用いた海洋データ同化システムの開発」, ハビタブル日本サマースクール, 広島

2024/9/30-10/4 Okamoto, K., M. Hayashi, M. Nakagawa, G. Kikuchi, T. Kubota, 2024, Preparation for EarthCARE/CPR assimilation, EUMETSAT Meteorological Satellite Conference, Würzburg, Germany

2024/10/21 Takemasa Miyoshi, Kalnay Session, ISDA2024, Kobe

2024/10/22 Kobayashi, Yuki, Shun Ohishi, Takemasa Miyoshi, 'Including cross correlations between the forecast and observation errors in the ensemble Kalman filter', The 10th International Symposium on Data Assimilation, Kobe

2024/10/24 Otsuka, S. and T. Miyoshi, Global precipitation nowcasting using a ConvLSTM with adversarial training. ISDA2024, Kobe

2024/10/21-25 Okamoto. K., T. Ishibashi, I. Okabe, 2024, Global assimilation of all-sky radiance from infrared imagers and sounders, The 10th International Symposium on Data Assimilation (ISDA), Kobe, Japan

2024/10/29 Ohishi, Shun, Takemasa Miyoshi, and Misako Kachi, 'LETKF-based Ocean Research Analysis (LORA) in 2015–2023', 6th WCRP International Conference on Reanalysis, Tokyo

2024/11/12 大塚成徳, 三好建正, ConvLSTM と敵対的学習を用いた全球降水ナウキャスト, 日本気象学会 2024 年度秋季大会, B105, つくば

2024/11/14 Otsuka, S. and T. Miyoshi, Global precipitation nowcasting with GSMaP. World Meteorological Center Beijing workshop on new technology and products, Guangzhou (hybrid)

2024/11/18 Ohishi, Shun, Takemasa Miyoshi, and Misako Kachi, 'Deterministic and Ensemble forecasts of Kuroshio south of Japan', OceanPredict Symposium 2024, Paris, France

2024/11/21 Ohishi, Shun, Takemasa Miyoshi, and Misako Kachi, 'LETKF-based Ocean Research Analysis (LORA): A new ocean analysis', The Joint PI Meeting of JAXA Earth Observation Missions FY2024, Tokyo

2024/12/12 Miyoshi, T., Skabar, Y. G., Otsuka, S., Amemiya, A., Ruiz, J., Ushio, T., Tomita, H., Ushiyama, T., and Konishi, M, Third Year Progress of PREVENIR: Japan-Argentina Cooperation Project for Heavy Rain and Urban Flood Disaster Prevention. American Geophysical Union Annual meeting, Washington, D.C., USA

2024/12/24 Takemasa Miyoshi, 予測科学/ Prediction Science, U Toyama-RIKEN Joint Workshop on Prediction Science Toyama

2025/1/16 Miyoshi, T., Skabar, Y. G., Otsuka, S., Amemiya, A., Ruiz, J., Ushio, T., Tomita, H., Ushiyama, T., and Konishi, M, Third Year Progress of PREVENIR: Japan-Argentina Cooperation Project for Heavy Rain and Urban Flood Disaster Prevention Conference Title: 29th Conference on Integrated Observing and Assimilation Systems for the Atmosphere, Oceans, and Land Surface (IOAS-AOLS) Meeting Title: 105th AMS Annual Meeting, New Orleans, USA

2025/3/19 Takemasa Miyoshi, "Introduction of Earth data assimilation", Workshop for Venus modelling and observations 2025, Paris, France

-ポスター

2024/4/15 Miyoshi, T., Skabar, Y. G., Otsuka, S., Amemiya, A., Ruiz, J., Ushio, T., Tomita, H., Ushiyama, T., and Konishi, M.: Second Year Progress of PREVENIR: Japan-Argentina Cooperation Project for Heavy Rain and Urban Flood Disaster Prevention, EGU General Assembly 2024, Vienna, Austria

2024/5/21 寺崎康児, 川畑拓矢: asuca-Var をベースとした LETKF の開発. 日本気象学会 2024 年度秋季大会, オンライン

2024/5/29 Yashiro H., Sugita T., Saeki T., Someya Y., Fujinawa T., Yoshida Y., Kikuchi S., Kawazoe F., Kamei A., Kajihara T., Kanagawa M., Gognadze N., Tanimoto H., Matsunaga T., Preparation status of the data processing system for GOSAT-GW/TANSO-3 in NIES. 20th International Workshop on Greenhouse Gas Measurements from Space (IWGGMS-20), Boulder, USA

2024/5/30 三好 建正, Skabar Yanina G., 大塚 成徳, 雨宮 新, Ruiz Juan, 牛尾 知雄, 富田 浩文, 牛山 朋来, 小西 雅也, Second Year Progress of PREVENIR: Japan-Argentina Cooperation Project for Heavy Rain and Urban Flood Disaster Prevention, Japan Geoscience Union Meeting 2024, Chiba(online)

2024/5/30 Hirose, Naoki, Shuichi Watanabe, Shoichiro Kido, Shun Ohishi, Nariaki Hirose, Takashi Sakamoto, and Teiji In, 'Intercomparison and ensemble project of coastal ocean prediction models in Japan', Japan Geoscience Union Meeting 2024, Chiba

2024/9/17 中島知宙, 根田昌典, 大石俊「北太平洋亜熱帯モード水の南方への移流に伴う亜表層水温の鉛直構造変化」, 日本海洋学会 2024 年度秋季大会, 東京

2024/10/21 Ohishi, Shun, Takemasa Miyoshi, and Misako Kachi, 'LETKF-based Ocean Research Analysis (LORA): A new ensemble ocean analysis', The 10th International Symposium on Data Assimilation, Kobe

2024/10/24 Terasaki, K., Y. Ikuta, and T. Kawabata, Development of LETKF system based on the JMA operational ASUCA-Var, ISDA2024, Kobe, Japan

2024/10/25 Takemasa Miyoshi, Advances and applications of satellite data assimilation of clouds, precipitation, and the ocean, ISDA2024, Kobe

2024/11/15 青野憲史, Nguyen Tat Trung, 前田崇, 富井直弥, 岡崎淳史, 観測システムシミュレーション実験による SAMRAI 観測が台風 Nanmadol (2022) の予測に与えるインパクト, 日本気象学会秋季大会, つくば

2024/11/18 Ohishi, Shun, Takemasa Miyoshi, and Misako Kachi, 'LETKF-based Ocean Research Analysis (LORA): A new ocean analysis', The Joint PI Meeting of JAXA Earth Observation Missions FY2024, Tokyo

2024/11/21 Takemasa Miyoshi, Advances and applications of satellite data assimilation of clouds, precipitation, and the ocean, Jaxa PI meeting, Tokyo

2024/12/23 Ohishi, Shun, Takemasa Miyoshi, and Misako Kachi, 'Deterministic and Ensemble forecasts of Kuroshio south of Japan', U Toyama-RIKEN Joint Workshop on Prediction Science, Toyama

2025/1/23 Ohishi, Shun, Takemasa Miyoshi, and Misako Kachi, 'Deterministic and Ensemble forecasts of Kuroshio south of Japan', The 7th R-CCS International Symposium, Kobe

2025/1/23 Otsuka, S. and T. Miyoshi, Global precipitation nowcasting using a ConvLSTM with adversarial training, The 7th R-CCS International Symposium, Kobe

2025/3/7 大石俊, 三好建正, 可知美佐子, 「黒潮の決定論的予測とアンサンブル予測」, ハビタブル日本全体会議, 新潟県

● JSS 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	4 - 1024
1 ケースあたりの経過時間	30 分

● JSS3 利用量

総資源に占める利用割合※1 (%) : 2.59

内訳

計算資源		
計算システム名	CPU 利用量(コア・時)	資源の利用割合※2 (%)
TOKI-SORA	21,475,623.03	0.98
TOKI-ST	4,017.82	0.00
TOKI-GP	0.00	0.00
TOKI-XM	0.00	0.00
TOKI-LM	0.00	0.00
TOKI-TST	0.00	0.00
TOKI-TGP	0.00	0.00
TOKI-TLM	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	2,336.00	1.58
/data 及び/data2	649,530.00	3.11
/ssd	66,860.00	3.58

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	43.22	0.14

※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

● ISV 利用量

ISV ソフトウェア資源		
	利用量(時)	資源の利用割合※2 (%)
ISV ソフトウェア(合計)	0.00	0.00

※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