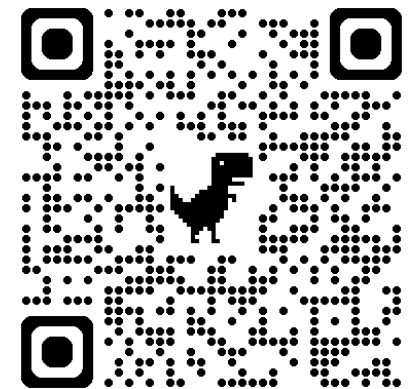
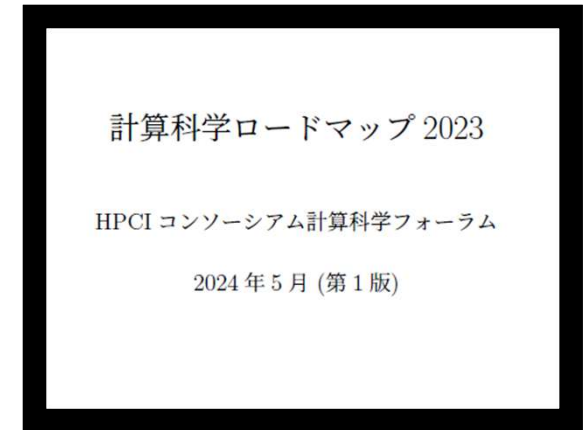


AI for Science ロードマップの紹介

中野満寿男（海洋研究開発機構）

計算科学ロードマップ2023

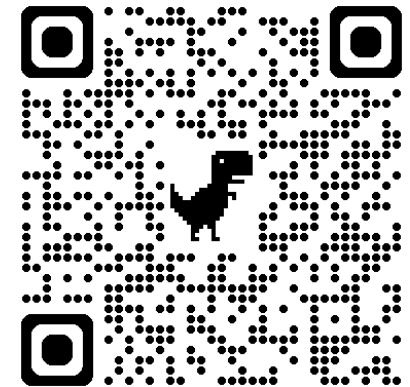
- HPCIコンソーシアムの下部組織の「計算科学フォーラム」が編纂
- ポスト「富岳」時代に計算科学が解決すべき社会的課題・期待される科学的ブレークスルーと、そのために必要となる計算機システム性能等



<https://cs-forum.github.io/roadmap-2023/>

AI for Science ロードマップ

- 計算科学RMの一部
 - 概要 (2.12)
 - 詳細 (4章)
 - 気象・気候は4.10



<https://cs-forum.github.io/roadmap-2023/>

気象・気候構成

2.12.3.9 気象気候の概要（八代@NIES）

4.10.1 サロゲートモデリング

4.10.1.1 雲微物理過程へのAIの適用（荒川@ClimTech Inc.）

4.10.1.2 重力波パラメタリゼーション（松岡@JAMSTEC）

4.10.1.3 Navier-Stokes乱流に対するリザバーコンピューティング・ミレニアム懸賞問題に対する展望（米田@一橋大）

4.10.2 気象予測への適用

4.10.2.1 GCMそのもののエミュレーション（澤田@東大）

4.10.2.2 AIデータ同化融合・降水ノウキャスト（三好・大塚@理研）

4.10.2.3 リザバー計算・気象予測への応用（本田@北大（現在東大））

4.10.3 データ分析コンペティション・データセット・モデル共有・相互比較のためのプラットフォーム（中野@JAMSTEC）

ご協力ありがとうございました。

おことわり

- 執筆は2023年10－12月に行われた。
 - 読んでいただくと、この分野の進歩が大変速いことが窺える。

例 1

“現状のAIによる全球の天気予報がすぐに現在の気象予報の在り方を根本から変えるというように考えるのは早計であろう。第一に天気予報において重要な降水量や雲などの情報をPangu-WeatherやGraphCastは予測することができていない。雲・降水プロセスは人間生活に極めて重要である一方で非線形性の強い現象で予測が難しく、AI天気予報はまだこの部分に手が届いていない。”

(計算科学ロードマップ2023 4.10節から一部引用)

ECMWF's AI forecasts become operational

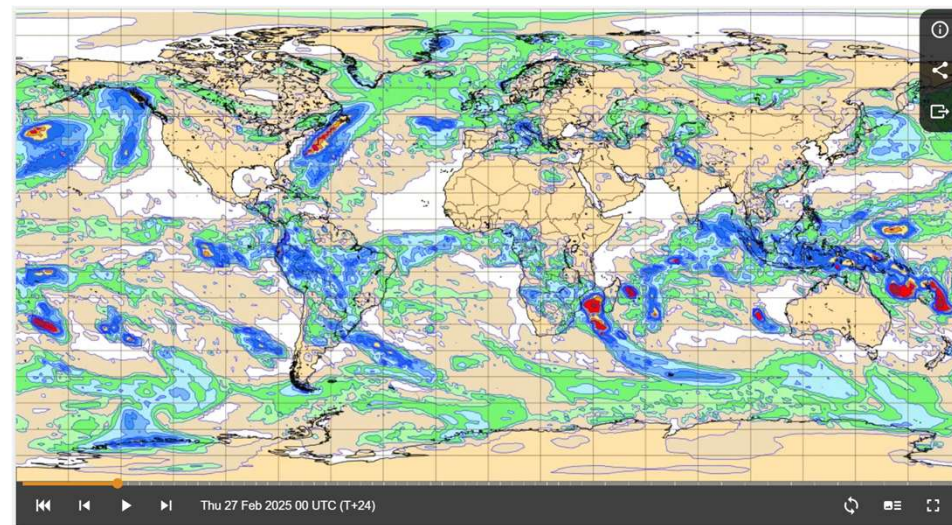
25 February 2025

Share

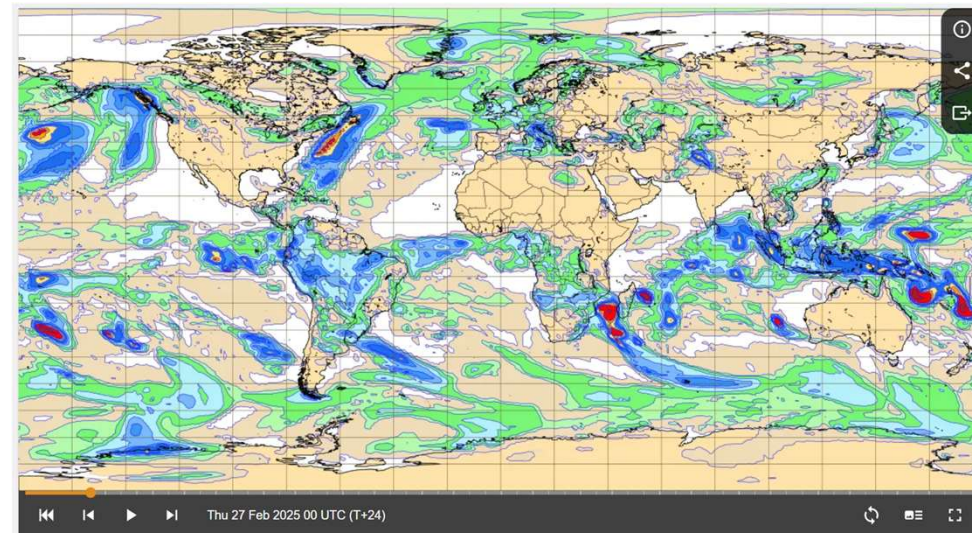


ECMWF has taken the Artificial Intelligence Forecasting System (AIFS) into operations today, 25 February 2025, to run side by side with its traditional physics-based Integrated Forecasting System (IFS) to advance numerical weather prediction.

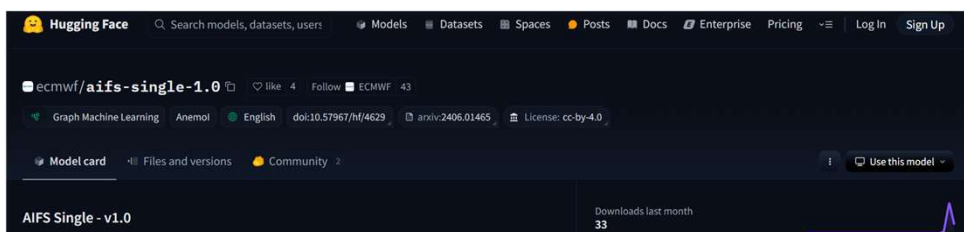
<https://www.ecmwf.int/en/about/media-centre/news/2025/ecmwfs-ai-forecasts-become-operational>



These charts are from the ECMWF Control Forecast (ex-HRES).



These charts are the most recent from the ECMWF AIFS Single.



<https://huggingface.co/ecmwf/aifs-single-1.0>

<https://charts.ecmwf.int/>

例 1 2025/2/27の現状に合わせた改訂案

“現状のAIによる全球の天気予報がすぐに現在の気象予報の在り方を根本から変えつつある」というように考えるのは早計であろう。第一に天気予報において重要な降水量や雲などの情報を Pangu-

Weather やGraphCast は予測することができていなかったが、2024年2月にECMWFが開発したAIFSでは予測できるようになり、その改良版が2025年2月より現業化された。雲・降水プロセスは人間生活に極めて重要である一方で非線形性の強い現象で予測が難しく、AI天気予報はまだこの部分に手が届いていない。AIモデル登場当初に指摘されていた、スムージング問題、アンサンブルできない問題も拡散モデルの利用や損失関数の見直しなどにより改善が試みられている。”

例 2

“第三に AI が（観測データではなくて）データ同化の解析値を学習している限り、従前の物理法則を記述するタイプの全球気象モデルは未だ欠かせない。”

（計算科学ロードマップ2023 4.10節から一部引用）

GRAPHDOP: TOWARDS SKILFUL DATA-DRIVEN MEDIUM-RANGE WEATHER FORECASTS LEARNT AND INITIALISED DIRECTLY FROM OBSERVATIONS

A PREPRINT

- Mihai Alexe
- Eulalie Boucher
- Peter Lean
- Ewan Pinnington
- Patrick Laloyaux
- Anthony McNally
- Simon Lang
- Matthew Chantry
- Chris Burrows
- Marcin Chrust
- Florian Pinault
- Ethel Villeneuve
- Niels Bormann
- Sean Healy

European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF)

December 23, 2024

ABSTRACT

We introduce GraphDOP, a new data-driven, end-to-end forecast system developed at the European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF) that is trained and initialised exclusively from Earth System observations, with no physics-based (re)analysis inputs or feedbacks. GraphDOP learns the correlations between observed quantities - such as brightness temperatures from polar orbiters and geostationary satellites - and geophysical quantities of interest (that are measured by conventional observations), to form a coherent latent representation of Earth System state dynamics and physical processes, and is capable of producing skilful predictions of relevant weather parameters up to five days into the future.

<http://arxiv.org/abs/2412.15687>

AI-NWPモデルに従来観測 + 衛星観測 + レーダーを直接同化
 現状、なにもしないよりはまし、ぐらいな予報しかできないが、時間の問題か？

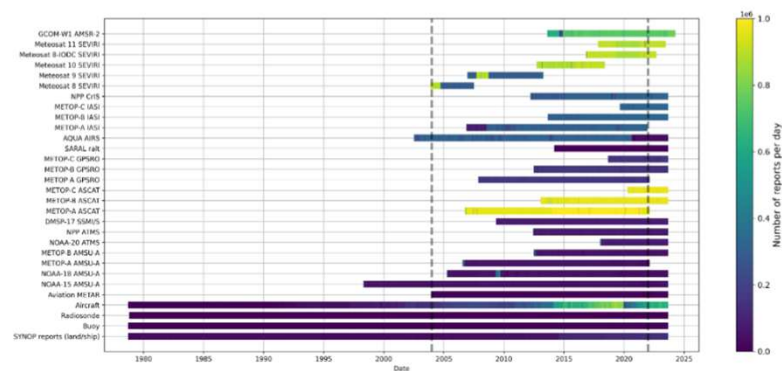


Figure 2: A summary and timeline of the observation types currently included in the training dataset. This comprises both in-situ conventional data (from, e.g., surface stations and weather balloons) and Level-1 satellite observations from several instruments, including from geostationary and polar orbiters. Satellite observations are generally indicated by satellite names and instrument names; see the Appendix for a full list. Colours indicate the number of reports per day (each report may contain multiple observed variables or satellite channels). The period used for training the model described in this paper is marked by vertical dashed lines.

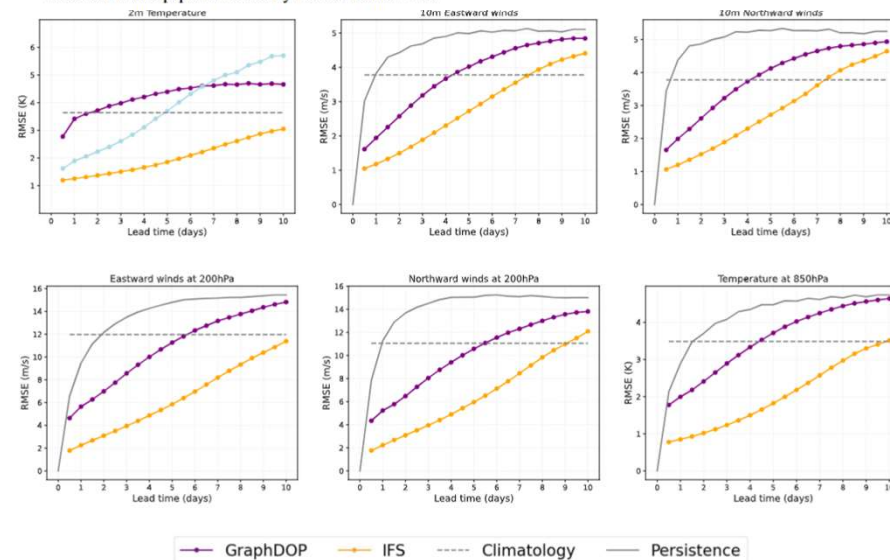


Figure 11: RMSE of gridded global GraphDOP forecasts, evaluated against ERA5 reanalysis, as a function of lead time. Statistics are computed for six variables: three surface variables (2-meter temperature and 10-meter zonal and meridional winds), and three upper-atmosphere variables (zonal and meridional 200 hPa winds and temperature at 850 hPa), and were computed on January 2023 forecasts. Persistence was left out for 2-meter temperature because of the diurnal cycle.

今月からスタート

WeatherGenerator: An EU Horizon project to create a 'foundation model'



Project Goals

- European AI model built for weather and climate
- Enhance predictions across timescales
- Deepen Earth system understanding
- Optimize energy planning and disaster aid
- Offer open-source tools and data
- Train AI experts in Earth sciences

The graphic features a satellite-style image of a coastline with swirling ocean currents. The text "Project Goals" is written in large white letters on the left. On the right, there are six white rounded rectangular boxes, each containing a colored arrow icon and a goal description.

<https://weathergenerator.eu/>

Project description



Climate modelling for a changing world

As climate change intensifies, predicting weather patterns and climate impacts has become increasingly complex. Traditional models struggle with task-specific limitations and high computational demands, often failing to keep pace with rapidly changing data. These challenges make it difficult to provide accurate, timely insights across diverse applications, from renewable energy forecasting to disaster preparedness. Addressing these demands requires a resilient approach to Earth system modelling. The EU-funded WeatherGenerator project will build a state-of-the-art foundation model as a new digital twin for the European Commission's Destination Earth initiative. Based on advanced representation learning, the project integrates extensive Earth system data and uses Europe's supercomputers to offer fast, accurate predictions for diverse applications, setting a new standard in climate modelling innovation.

Hide the project objective

Objective

<https://cordis.europa.eu/project/id/101187947>

Project Information

WeatherGenerator

Grant agreement ID: 101187947

DOI

[10.3030/101187947](https://doi.org/10.3030/101187947)

EC signature date

15 October 2024

Start date

1 February 2025

End date

31 January 2029

Funded under

Research infrastructures

Total cost

No data

EU contribution

€ 14 994 619,25

23.4億円/4年

(1EUR=156JPY)

Coordinated by

EUROPEAN CENTRE FOR MEDIUM-RANGE
WEATHER FORECASTS

 United Kingdom

はたして富岳NEXTが
くるころ、どうなっ
ているのだろうか？

自由討論

自由討論

- 科学的理解とAI
 - 次世代のモデル
 - AI-GCM
 - GPU対応
 - やってみたいこと
 - やらねばならぬこと
 - ヒト、カネ、（モノ = 富岳NEXT）
 - さらに先、QC
- などなど