

# 「富岳」ショーケース

R-CCSが大阪・関西万博で世界に提案した未来の暮らし

2026年5月11日

理化学研究所 計算科学研究センター「富岳」 Society 5.0 推進拠点

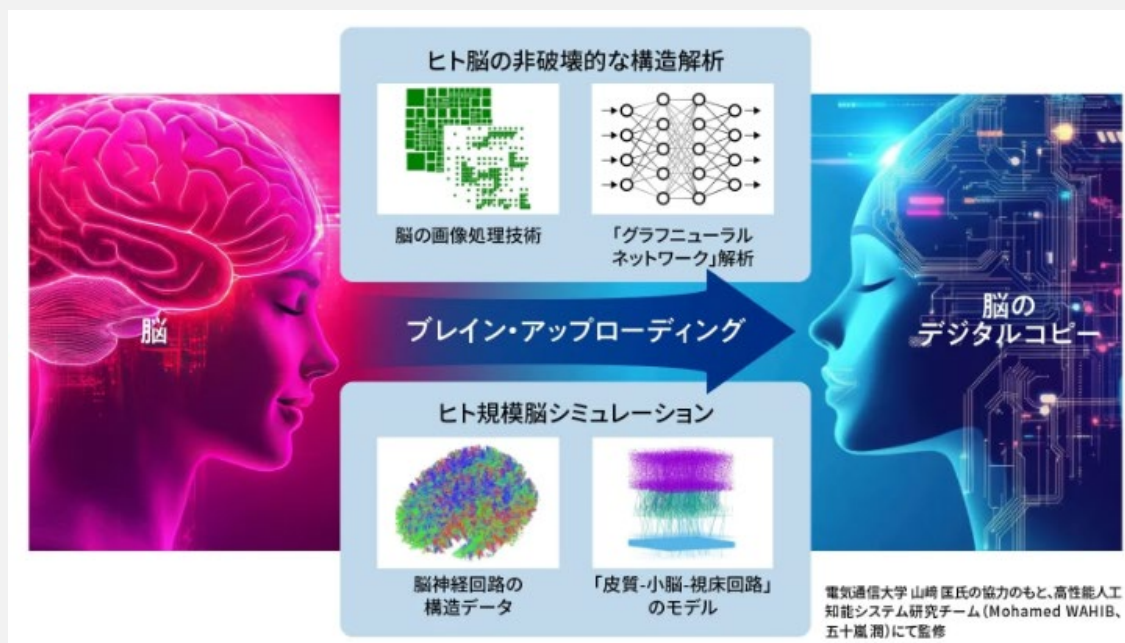
注：本資料は、各研究チームおよび関係機関のご協力を受け、「富岳」 Society 5.0 推進拠点にて作成しています。  
スライドに掲載されている組織名・所属機関・研究成果などは作成当時のものです。

# R-CCSが大阪・関西万博で世界に提案した未来の暮らし

R-CCSは、社会の革新的発展を目指し、科学や社会が抱える課題の解決に貢献するため、「シミュレーション」「ビッグデータ解析」「AI」を融合した最先端の研究を、ハイパフォーマンス・コンピューティング（HPC）で実践しています。2025年大阪・関西万博でその一部を紹介しました。

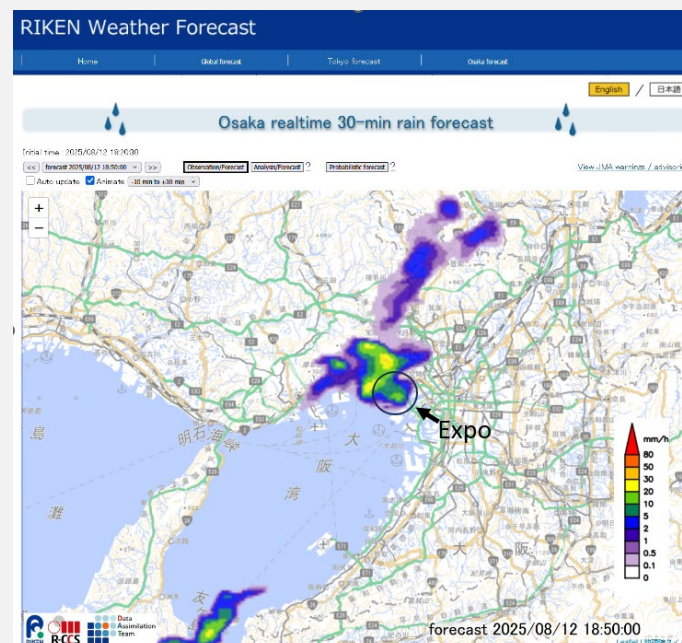
## シグネチャーパビリオン「いのちの未来」におけるR-CCSの取組み

「富岳」を活用し、人間の脳にある860億個もの神経細胞をコンピュータ上で再現しながら 脳の動作メカニズムを解明する「ヒト全脳シミュレーション」と、生成AIや画像解析技術を用いて脳がどのように情報を理解・判断しているのかを探る「ヒト全脳解析」の技術が、パネル展示で紹介されました。



## 大阪・関西万博アクションプラン「リモートセンシング技術による高精度データの解析及びリアルタイム配信の実証」におけるR-CCSの取組み

「富岳」と2台の次世代気象レーダ「マルチパラメータ・フェーズドアレイ気象レーダ」を用いた、大阪・関西万博会場と周辺地域のゲリラ豪雨を30秒ごとに30分先まで予測する超高速高性能リアルタイム降水予報の世界で初めての実証実験を行いました。



# シグネチャーパビリオン「いのちの未来」におけるR-CCSの取組み

理化学研究所 計算科学研究センター 高性能人工知能システム研究チーム

チームプリンシパル Mohamed WAHIB

上級研究員 五十嵐 潤

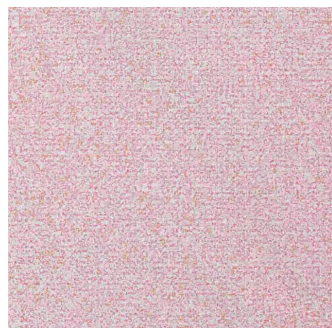
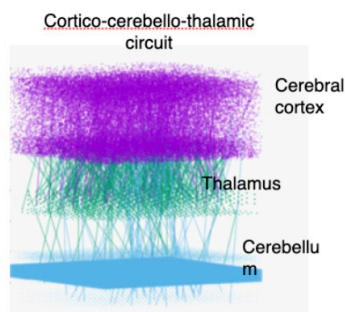
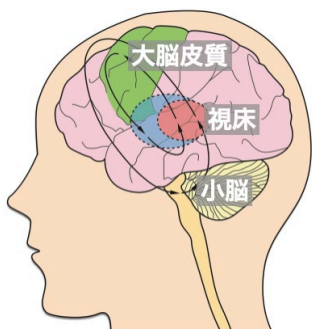
電気通信大学 大学院 情報理工学研究科 情報・ネットワーク工学専攻 山崎研究室

准教授 山崎 匡

# 1. 「富岳」を駆使した860億神経細胞からなるヒト規模脳シミュレーション

- 大きな数の神経細胞をスーパーコンピュータでシミュレーションできるようになり、脳の理解の推進が期待されています。
- 「富岳」による大脳皮質、小脳、大脳基底核等のシミュレーションや、脳モデル構築システムの開発が行われ、様々な動物脳のシミュレーションによる脳の理解へ向けた取り組みが行われています。

## ヒトスケール脳シミュレーション

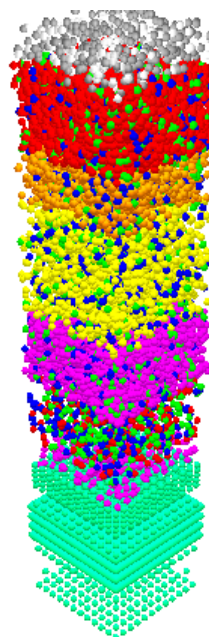


- 450億ニューロン・35兆シナプス **(世界初ヒトスケール)**
- $\beta$ 波・ $\gamma$ 波に相当する安静時脳活動を再現

大脳皮質・視床・小脳450億ニューロンの可視化  
Igarashi et al., 2022, Neuroscience2022

### 「富岳」の性能を引き出す シミュレータMONETの開発 (Igarashi, Yamaura, Yamazaki 2019)

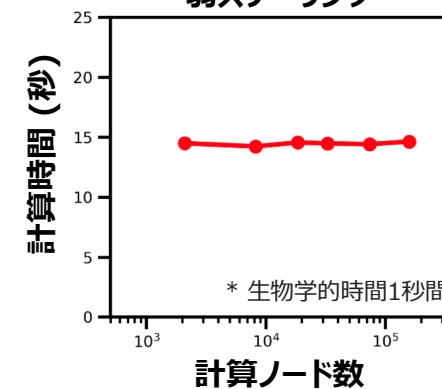
- タイルベース分割
- 計算と通信の同時実行
- 遠距離結合の非同期通信
- キャッシュブロッキング



### 優れたスケーリング性能

MONETは、優れたスケーリング性能（※下図）を持ち、従来不可能だったヒト脳規模でのシミュレーションを可能としました。

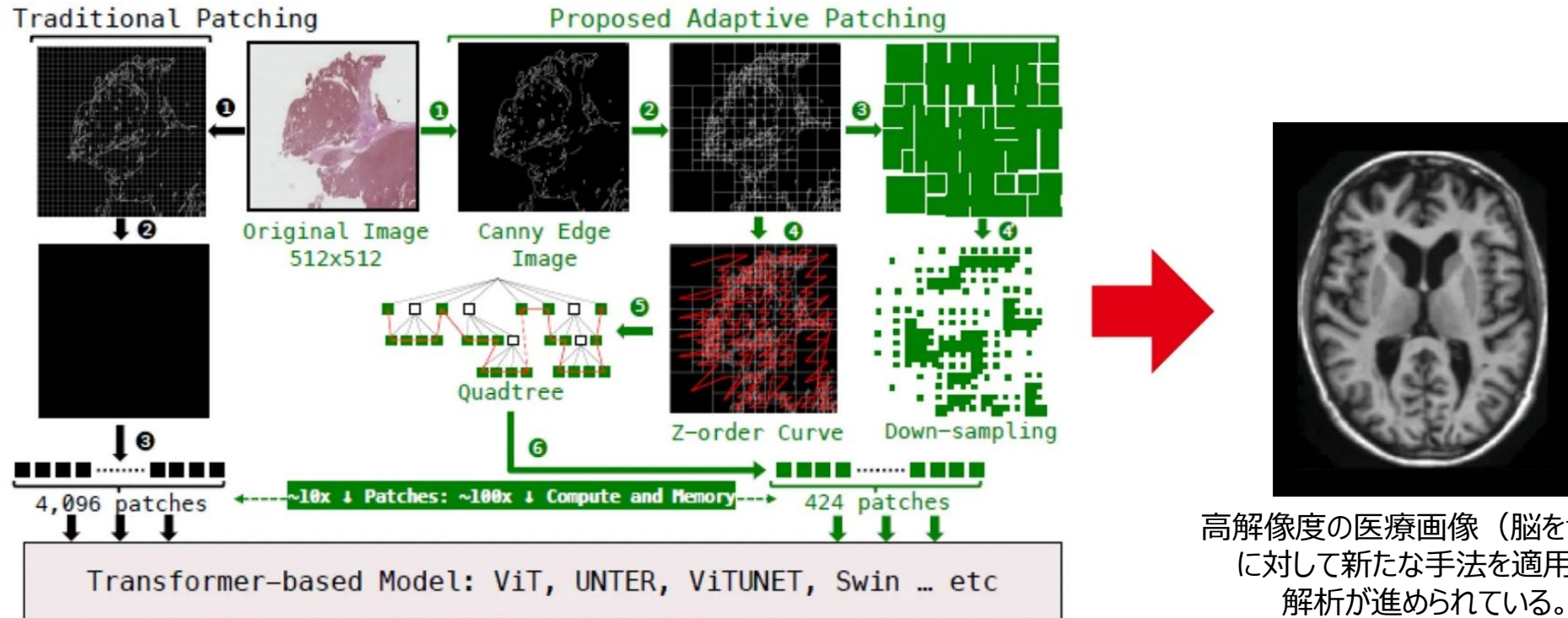
#### 弱スケーリング



シミュレーションに必要な計算ノード数（横軸）を桁違いに増やしても、計算時間（縦軸）が増えずに一定に保たれます。これは、「富岳」のような大量の計算ノードを持つスパコン上でMONETを使うことで、大規模な脳のシミュレーションを可能としたことを示しています。

## 2. 大規模言語モデルとグラフニューラルネットワークによる大規模画像データ解析

- 高解像度の医療画像解析（脳を含む）において、高度化の取り組みが行われています。
- 高解像度画像は詳細な情報を多く含むため、正確なセグメンテーションが求められますが、従来の方法では、画像を固定サイズのパッチに分割して処理するため、限界がありました。
- R-CCSでは、スーパーコンピュータ上でトランスフォーマーモデルを活用する上での新たな手法を提案し、高速化を実現しています。将来的には、他の画像処理タスクや異なるドメインへの適用も期待されます。



高解像度の医療画像（脳を含む）  
に対して新たな手法を適用し、  
解析が進められている。

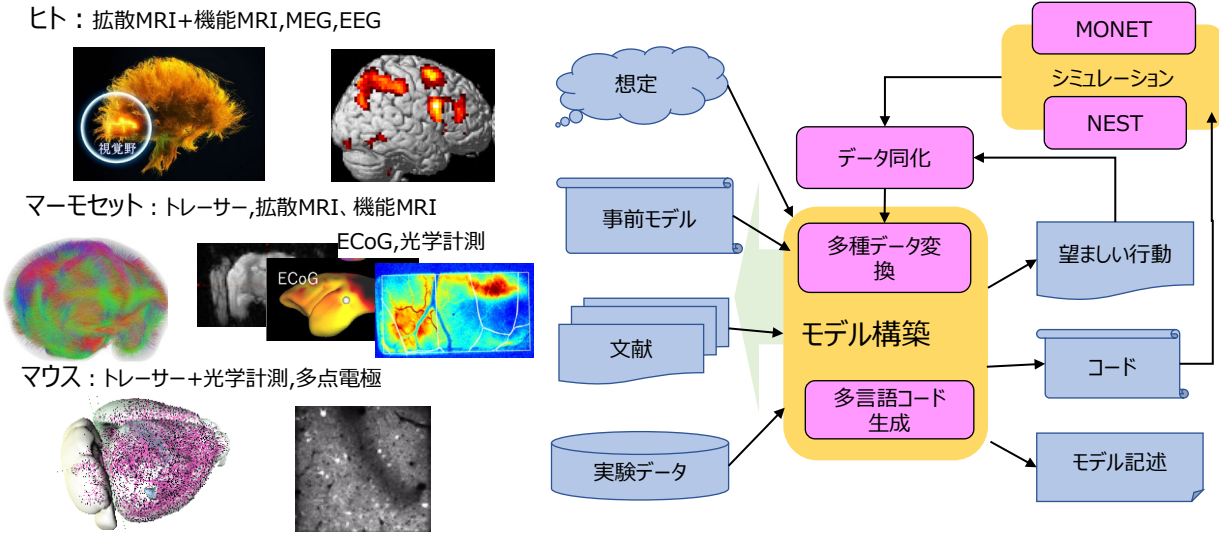
図の引用元：Adaptive Patching for High-resolution Image Segmentation with Transformers, Enzhi Zhang et al., arXiv:2404.09707v1 [cs.CV], <https://arxiv.org/abs/2404.09707> (トランスフォーマーによる高解像度画像セグメンテーションのための適応的パッチ処理)

fMRI画像提供：Yuankai Huo氏  
(Oak Ridge National Laboratory)

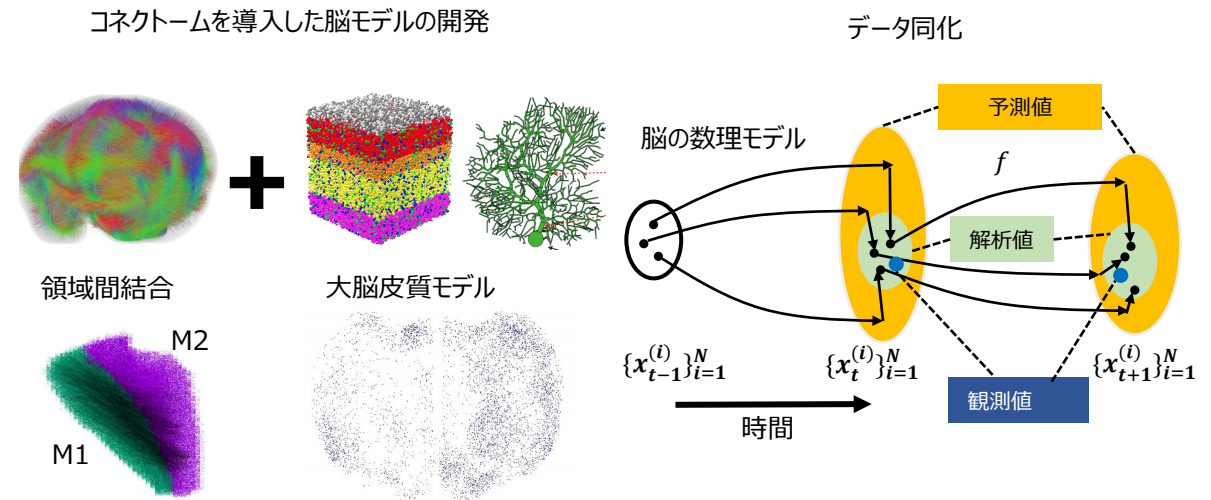
### 3. デジタルツインによるヒト脳の情報処理機構の解明

- 最近、脳の中の結合や神経細胞の活動の計測技術が急速に発展し、脳のデータが爆発的に増えています。
- 我々は、哺乳類の脳のデータをもとに、「富岳」上でデジタルの脳をつくりだす取り組みを行っています。
- データ同化という技術も駆使して、脳のシミュレーションをより正確に行うことで、脳の働きや神経疾患の理解を目指しています。

#### データ駆動脳モデル構築フレームワーク



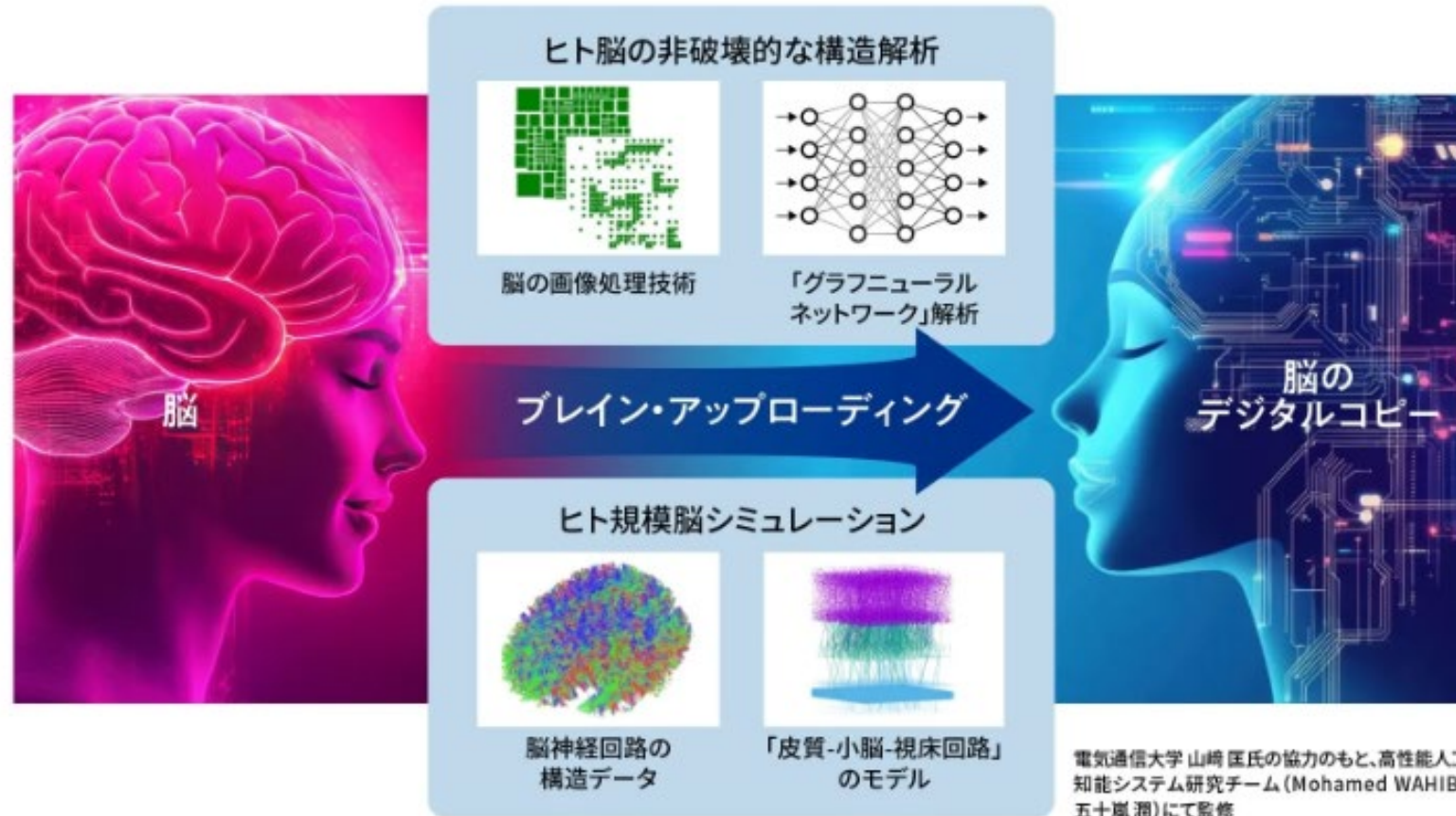
#### 全脳シミュレーションと振動現象の探求



「富岳」成果創出加速プログラム 包括的計測情報による多種全脳データ同化と特異的振動活動の探求  
 (左図) サブ課題 1. (右図) サブ課題 2

# 4. ヒト全脳シミュレーションとヒト全脳解析がもたらす汎用人工知能 ～ヒト脳のデジタルコピーを創る未来～（1/2）

- 幅広い課題に柔軟に対応できる汎用人工知能の開発に向けて、人間の脳という最も優れた情報処理システムの解析が進められています。「富岳」を活用し、人間の脳にある860億個もの神経細胞をコンピュータ上で再現しながら、脳の動作メカニズムを解明する「ヒト全脳シミュレーション」。さらに、生成AIや画像解析技術を用いて、脳がどのように情報を理解・判断しているのかを探る「ヒト全脳解析」。この2つの技術によって、人間の脳のような“高度な知性とエネルギー効率の高さ”を兼ね備えた汎用人工知能の開発が可能となります。そして、それはデジタル空間上に脳のデジタルコピーを創る未来へ繋がっていきます。



## 4. ヒト全脳シミュレーションとヒト全脳解析がもたらす汎用人工知能 ～ヒト脳のデジタルコピーを創る未来～（2/2）

### 「脳を創れるのか」（※1）

2030年にマウス全脳、2040年に人間以外の霊長類全脳のシミュレーションを実行し、脳の再現の可否を調べられるようになると予測されている。

マウス全脳と人間以外の霊長類全脳のシミュレーションが成功するならば、計算機の性能があと1桁程度向上すればヒト全脳に達することができる。

2022年以降の急激なAIの進歩は、ヒトの脳を創ることをさらに加速すると予測されている（※2）。

※1. 解説：大型計算機と脳計測の技術動向から予測する哺乳類全脳シミュレーションの将来  
<https://doi.org/10.3902/jnns.28.172>

※2. J. Igarashi, Future projections for mammalian whole-brain simulations based on technological trends in related fields,  
2024, Neuroscience Research

## 5. シグネチャーパビリオン「いのちの未来」におけるR-CCSの取組み

- 2022年から理化学研究所・電気通信大学は、パビリオン構想の科学的背景となる50年後の世界を実現する「近未来の技術」についての議論に参画しました。
- その議論の結果、「近未来の技術」の一つである、「ヒト全脳シミュレーションとヒト全脳解析がもたらす汎用人工知能 ～ヒト脳のデジタルコピーを創る未来～」を50年後の姿として、パネルに表現・作成し、パネルがパビリオンに展示されました。



©FUTURE OF LIFE / EXPO2025



大阪・関西万博  
石黒浩・シグネチャーパビリオン  
「いのちの未来」

脳・心の情報をロボットに移せるようになった社会で  
生きる家族のドラマ

理化学研究所、電気通信大学が参加し、構想の  
科学的背景について議論

- 脳の計測技術
- デジタルの脳の構築
- ロボットへの搭載

# 大阪・関西万博アクションプラン 「リモートセンシング技術による高精度データの解析及び リアルタイム配信の実証」におけるR-CCSの取組み

## 理化学研究所 計算科学研究センター

### データ同化研究チーム

チームプリンシパル  
上級研究員

研究員  
研究員  
特別研究員

三好 建正  
大塚 成徳  
James Taylor  
雨宮 新  
垂水 勇太

### 複合系気候科学研究チーム

チームプリンシパル  
上級研究員

富田 浩文  
西澤 誠也

### 運用技術部門

副部門長 井口 裕次

#### 先端運用技術ユニット

ユニットリーダー 山本 啓二

#### データ連携技術ユニット

ユニットリーダー 甲斐 俊彦

#### ソフトウェア開発技術ユニット

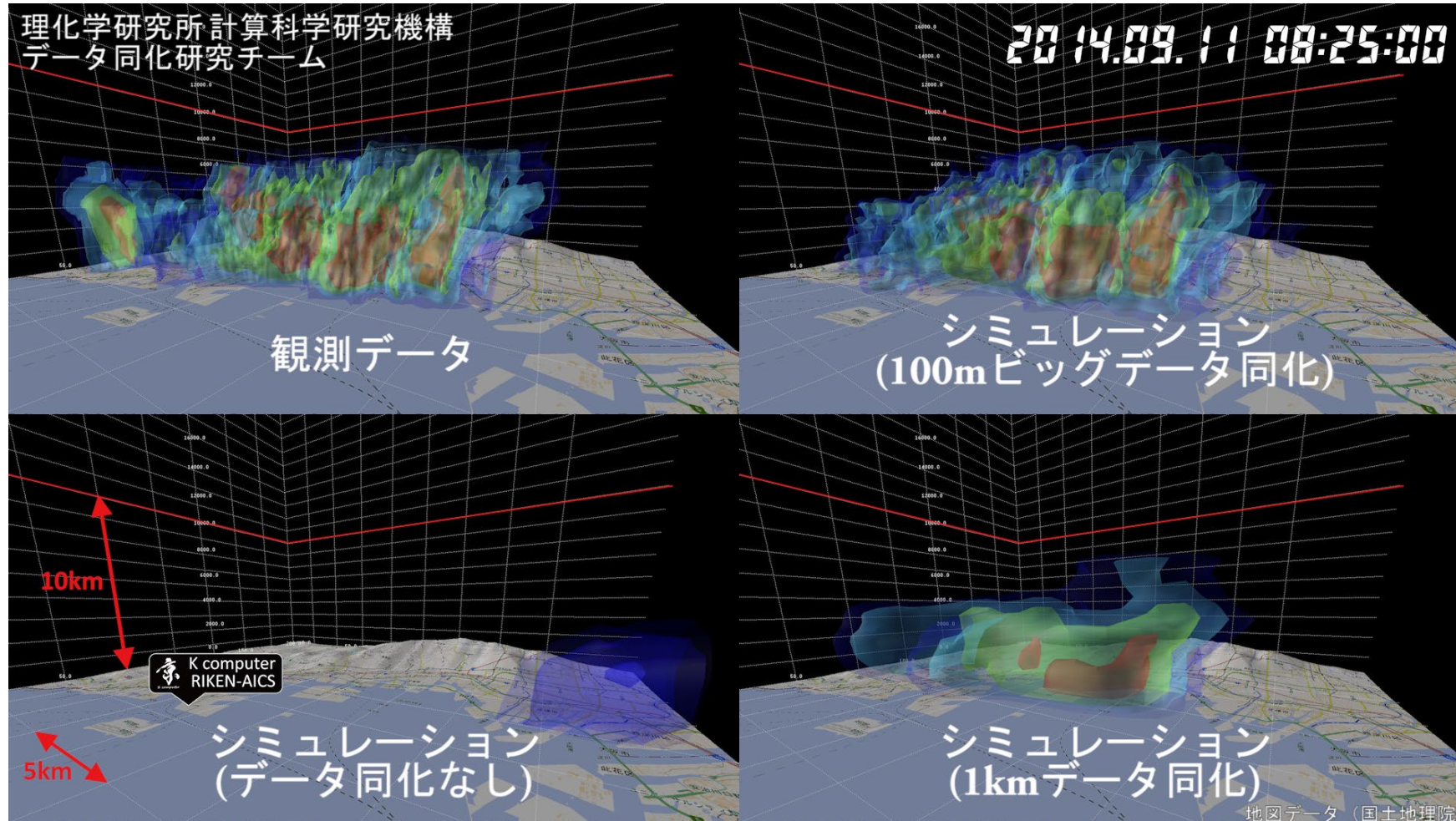
上級技師 中村 宜文

#### システム運転技術ユニット

技師 岡本 光央

# 1. 30秒更新のゲリラ豪雨予測手法

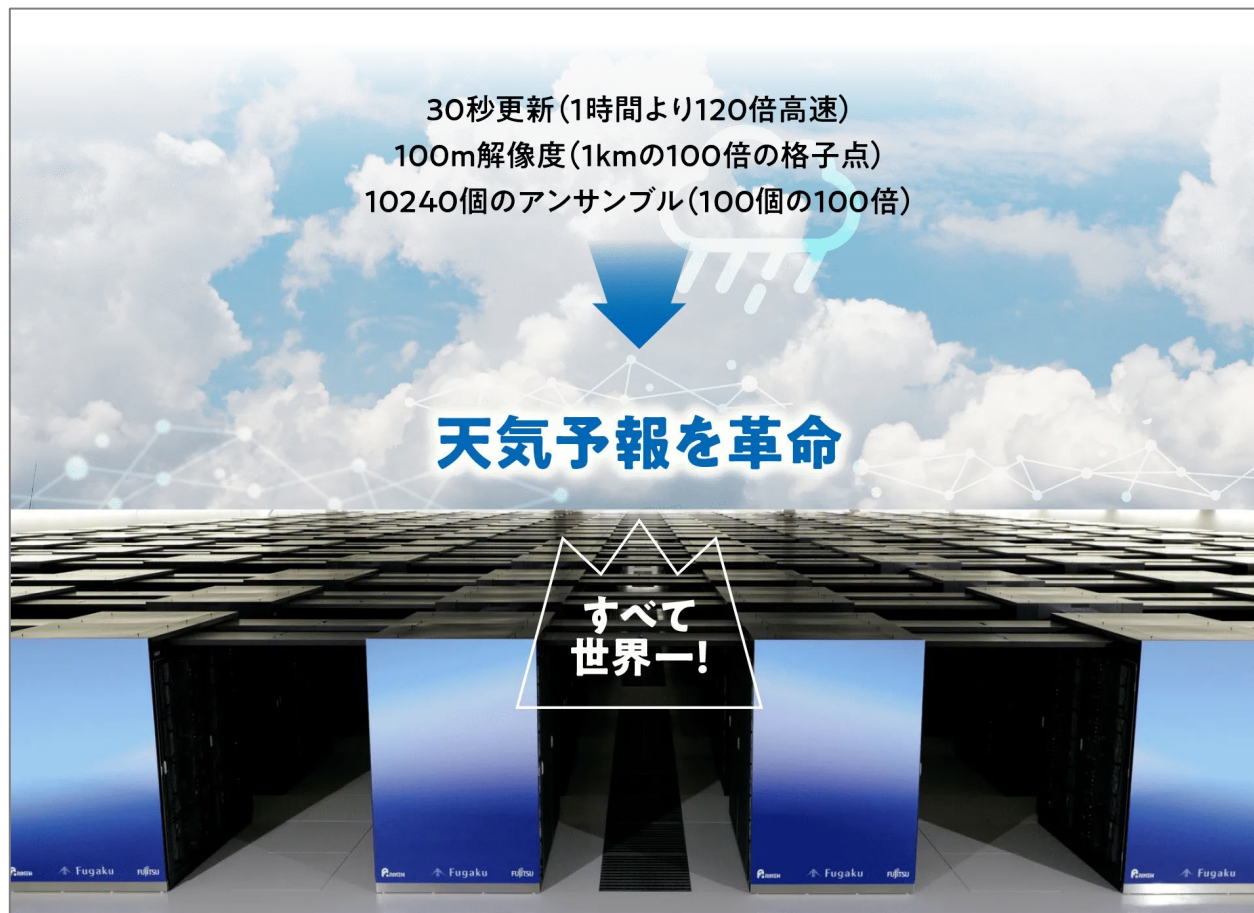
- ゲリラ豪雨は脅威です。わずか5分や10分といった短時間で状況が急激に変化するため、前もって予測し備えるのが難しいことから、「ゲリラ」に例えられています。三好建正チームリーダーらは2016年に「解像度100mで30秒ごとに更新する30分後までの天気予報」という、空間的・時間的に桁違いな「ゲリラ豪雨予測手法」を開発しました。



## 2. スーパーコンピュータ「京」「富岳」で切り拓いた天気予報革命

- 脅威が増す豪雨災害に立ち向かうため、新型センサによるビッグデータと、次世代スーパーコンピュータによるビッグシミュレーションを掛け合わせる「ビッグデータ同化」の技術革新により、天気予報に革命を起こしてきました。

### ビッグデータ × ビッグシミュレーション



### 3. 大阪・関西万博にて世界初の実証

- 大阪・関西万博アクションプラン「リモートセンシング技術による高精度データの解析及びリアルタイム配信の実証」として、世界初、「富岳」と2台の最新鋭マルチパラメータ・フェーズドレイ気象レーダ（MP-PAWR）を用いた超高速高精度なリアルタイム予測の実証実験を、大阪・関西万博の会場を含む関西圏で実施しました。
- 気象レーダーでは「降雨減衰」と呼ばれる強い雨の後ろ側の雨が見えなくなる事象がありますが、レーダーが2台の場合は強い雨の後ろ側が見えるため「降雨減衰」が解消できます。加えて、風の情報が正しく見えることで、雨の予報の精度向上が期待されています。

6. 最先端の科学技術

## リモートセンシング技術による高精度データの解析及びリアルタイム配信の実証

**①実施概要**

次世代の気象レーダーであるマルチパラメータフェーズドレイ気象レーダ（MP-PAWR）を活用し、世界初の試みとなる2台のMP-PAWRで特定地域の積乱雲等の立体的な雨雲の観測を行い、スーパーコンピュータ等で解析することで、これまでにない高精度な気象予測情報を博覧会協会・来場者等へ提供する。

(実施主体) NICT、理研(R-CCS)、防災科研、大阪大学、(株)Preferred Networks、(株)エムティーアイ  
 (実施場所) 万博会場を含む特定地域  
 (実施期間) 全会期中

連絡先 総務省国際戦略局技術政策課研究推進室  
03-5253-5730

**②今後の実施方針**

- MP-PAWRの膨大な観測データを伝送するための圧縮、復元技術の開発
- プッシュ通知機能等の開発
- 気象予測システムの開発と実証

**③予算**

- 令和5年度補正予算額：1,200百万円の内数

高精度観測データを圧縮復元技術で伝送し、スーパーコンピュータ等の解析によって、気象予測を実施。

2台のMP-PAWR  
 博覧会協会及び一般向け

- スマホアプリでの局地的大雨の予測のプッシュ通知等
- 研究機関のWebサイトでの予測結果の公表

**④工程表**

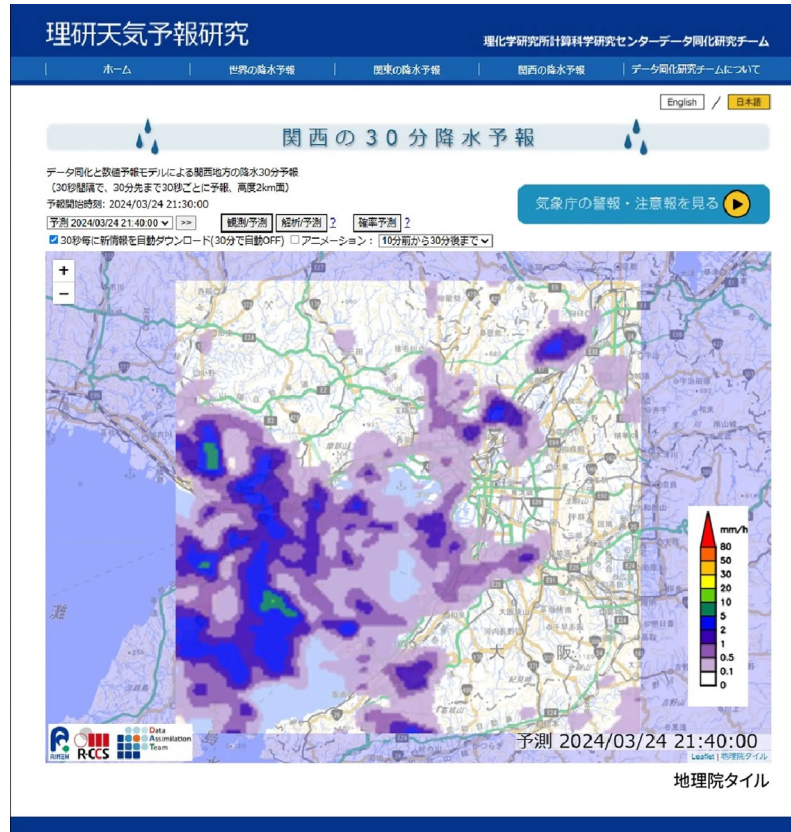
2024年度	2025年度
MP-PAWRの観測データに関する圧縮・復元技術の開発	<b>大阪・関西万博において 高精度気象予測情報を提供</b>
気象予測情報に関するプッシュ通知機能等の開発	
MP-PAWRの観測データを基に気象予測を行うためのシステム開発	
実証実験 → 実証実験の結果を踏まえた調整	

2025年大阪・関西万博アクションプラン Ver.7 (令和7年2月3日)より引用

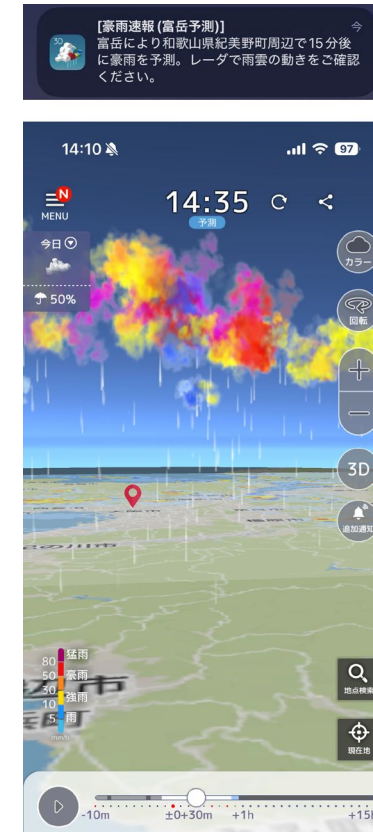
13

# 4. 大阪・関西万博「未来社会の実験場」への寄与

- 実証実験では、5～10分という短時間で状況が急激に変化するゲリラ豪雨を予測するため、「富岳」の約17%の計算資源を占有し、500メートル解像度で30秒毎に更新する30分先の予測を行いました。実証実験で得る予報データは、気象業務法に基づく予報業務許可のもと、理化学研究所の天気予報研究のウェブページおよび株式会社エムティーアイのスマートフォンアプリ「3D雨雲ウォッチ」で、万博期間中の8/5～8/31に公開しました。理化学研究所は大阪・関西万博アクションプランを通して、万博に寄与しました。



天気予報研究のウェブページのイメージ



(株) エムティーアイ

スマートフォンアプリのイメージ

# 5. 実証実験の結果

- 実証実験の期間中、複数回の局所的な大雨を高精度に予測することに成功しました。天気予報研究のウェブページやスマートフォンアプリのプッシュ通知等を通して、迅速に博覧会協会や来場者等に配信しました。

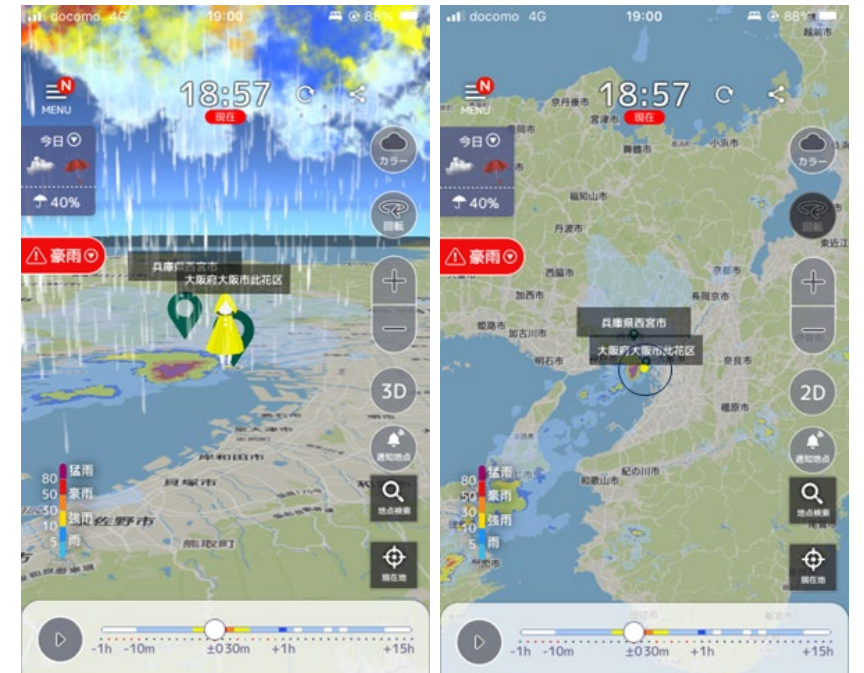
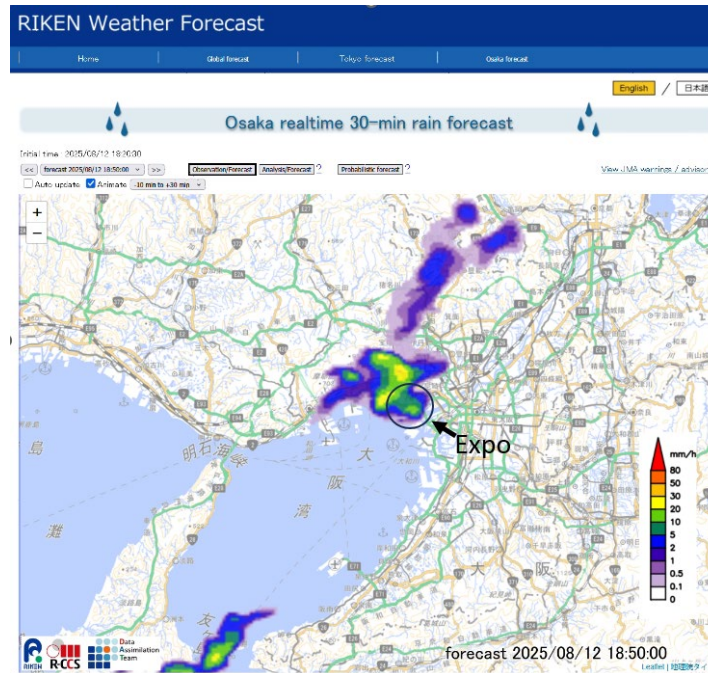
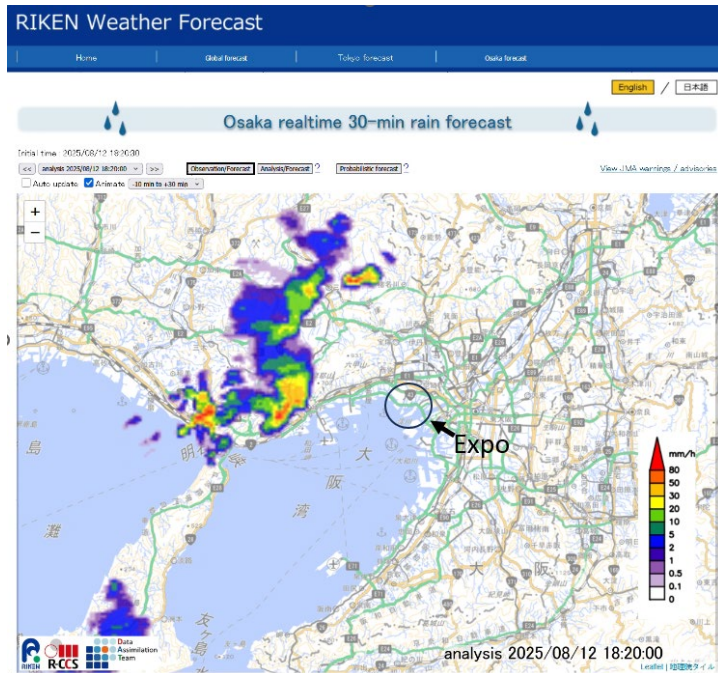
## 【観測・予測事例：2025年8月12日18時20分に30分先の局所的な大雨を予測】

### 天気予報研究ウェブページの配信例

### スマートフォンアプリの配信例

18時20分時点の観測

18時20分時点の30分先予測



(株) エムティーアイ

80mm/時間を超える大雨を伴う積乱雲の帯の急速な東進を予測

3D描画とプッシュ通知で予測情報を配信