NICT の次世代気象レーダー

～「フェーズドアレイ気象レーダー（PAWR）」によるゲリラ豪雨予測 ～

NICT が開発したマルチパラメータフェーズドアレイ気象レーダー（MP-PAWR）の観測データの利活用に関して、2025 年大阪・関西万博にて 2 台の MP-PAWR と理研の「富岳」を利用した気象予報実証実験、スマホアプリ「3D 雨雲ウォッチ」による観測・予測データの配信、AI ナウキャストによる短時間予測について紹介する。

神戸市の NICT 未来 ICT 研究所（左）と吹田市の大阪大学（右）に設置された MP-PAWR

国立研究開発法人情報通信研究機構（NICT）
電磁波研究所 電磁波伝搬研究センター
リモートセンシング研究室
総括研究員　佐藤 晋介

はじめに

近年、局地的大雨の年間発生回数は増加しており、特に強い雨の増加が顕著である。このような局地的・突発的に降るゲリラ豪雨による被害を減らすには、豪雨の兆候を早期に検知して、その規模や位置を正確に予測して適切な情報提供を行うことが求められる。情報通信研究機構（NICT）では、30 秒間隔で高精度な三次元観測が可能な次世代気象レーダー「フェーズドアレイ気象レーダー（PAWR）」を開発してきた。2012 年には初号機を大阪大学吹田キャンパスに設置した［1］。このレーダーは、30 秒間で隙間のない 3 次元降水分布を観測できることが最大の特徴で、局地的大雨をもたらす積乱雲の急発達（ゲリラ豪雨の卵）を観測することが可能になった。2014 年には兵庫県神戸市岩岡町にある NICT 未来 ICT 研究所と NICT 沖縄電磁波技術センターに吹田と同型の PAWR を展開し、以来 10 年近くの運用を通して、数値予報やスマホアプリへの応用などリアルタイム観測データの利用を推進してきた［2］。さらに、2017 年には二重偏波観測機能を有するマルチパラメータ・フェーズドアレイ気象レーダー（MP-PAWR）を、内閣府の SIP「レジリエントな防災・減災機能の強化」の施策として開発し、埼玉大学に設置した［3］。2022 年から 2023 年には、補正予算によって吹田と神戸の PAWR をさいたま MP-PAWR とほぼ同型の MP-PAWR へ換装した。これによって、関西地域では、吹田・神戸の 2 台の MP-PAWR による偏波を含めた高精度観測が可能になった。

NICT 観測データ公開ページと「きゅむろん」4D 閲覧システム

さいたま・吹田・神戸の 3 台の MP-PAWR の観測データは、NICT の Web ページ（https://pawr.nict.go.jp）を通して一般に公開されている。図 1 はそのトップページで、リアルタイム観測データとして高度 2km のレーダー反射強度を実時間からわずか 1 分程度の遅れで表示できる。また、各レーダーのページから過去のデータについて検索できるようになっており、例えば 2025/9/11 のさいたま MP-PAWR の過去データは図 2 のように表示される。ここでは、ドップラー速度分布や鉛直断面図、1 日の平均降雨量や降雨面積などを示す降雨サマリーのグラフも示され、海岸線表示だけでなく、地図表示も可能となっている。過去のデータ表示はユーザーにとって過去の降雨事例を探したり、大まかな降雨分布を調べたりするのに非常に便利であり重宝されている。

2022 年から 2024 年にかけて、総務省委託研究「リモートセンシング技術のユーザー最適型データ提供に関する要素技術の研究開発」が実施された。㈱ Preferred Network（PFN）が代表機関として情報通信研究機構と連携して受託し、この委託研究の中で、大量に生成される MP-PAWR 観測データを機械学習を利用して高効率に圧縮する技術を利用いたデータ配信プラットフォーム「きゅむろん」が開発された［4］。この「きゅむろん」には 4D 閲覧システムという降雨の 3 次元立体表示を 30 秒間隔で表示するウェブ機能があり、ユーザー登録すれば誰でも利用できる（図 3）。

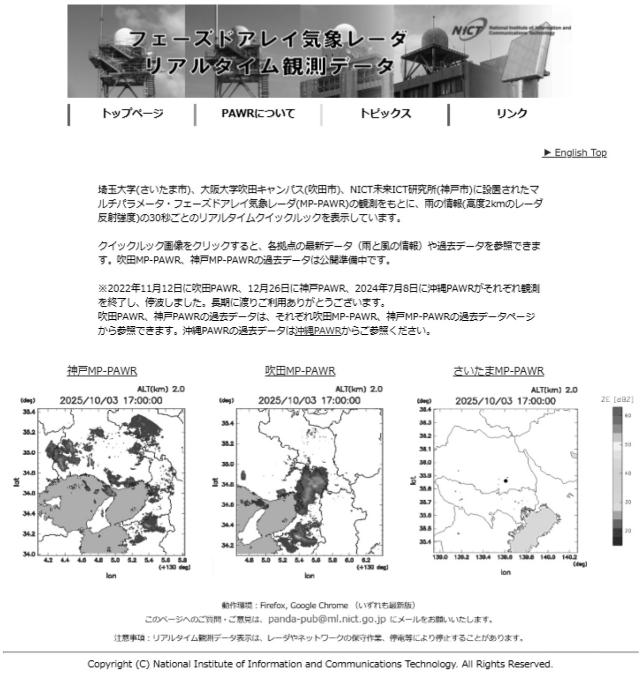

図１　NICT の Web ページにおけるさいたま・吹田・神戸 MP-PAWR の観測データ公開

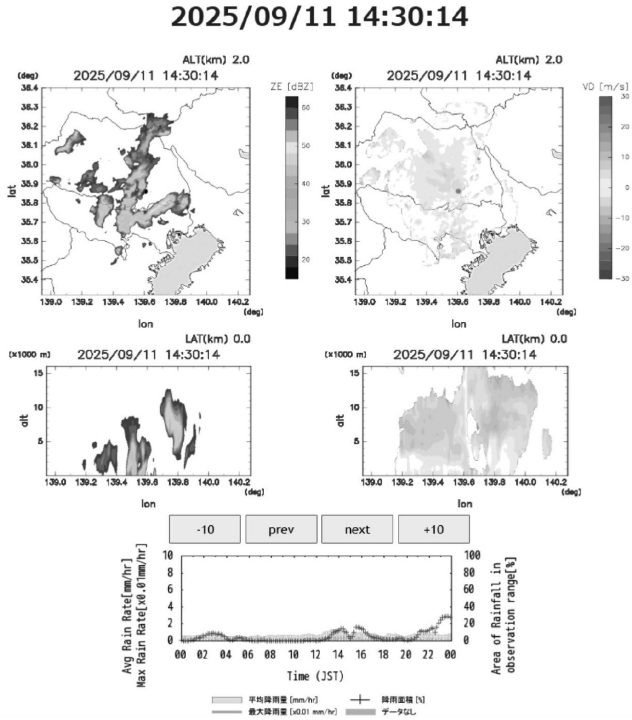

図２　NICT の Web ページにおけるさいたま MP-PAWR の過去のデータ公開

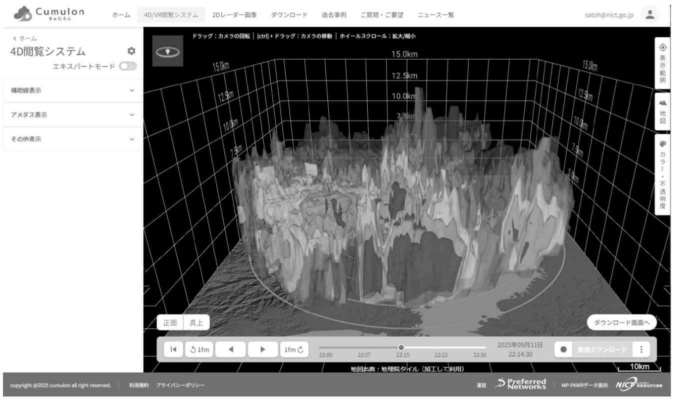

図３「きゅむろん」4D 閲覧システムによるさいたま MP-PAWR の降雨立体表示（2025 年 9 月 11 日、22:15）

大阪・関西万博における高精度気象予測情報の提供

吹田・神戸 MP-PAWR と「きゅむろん」を活用する応用事例として、大阪・関西万博における気象予報実験が計画され、NICT、理化学研究所、大阪大学、防災科学研究所、㈱ PFN、㈱エムティーアイの 6 者が連携して実施することになった［5］。図 4 に示すようにNICT と大阪大学が MP-PAWR の観測運用、防災科研が高精度な 3 次元降雨量推定技術の提供、PFN がデータ圧縮・配信プラットフォーム「きゅむろん」を通じての MP-PAWR データのリアルタイム配信を担当する。理研では、スーパーコンピューター「富岳」を用いて降水予報計算を実行し、リアルタイムで豪雨予測を行う。エムティーアイでは、MP-PAWR の観測データおよび理研による豪雨予測結果を無料のスマホアプリ「3D 雨雲ウォッチ」を通して一般に配信する［6］。

図 5 に示すように万博会場を含む地域では吹田・神戸 MP-PAWR の 2 台により異なる方向から降雨観測を行うことで降雨による電波減衰の影響を改善するほか、雨粒の移動速度を 2 方向から計測することにより、予測精度の向上が期待できる。理研では「富岳」を用いて、2 台の MP-PAWR データの同化を行い、30 分先までに数値予報計算を実行し、ゲリラ豪雨予測を行う。使用するデータ同化手法と数値モデルは、局所アンサンブル変換カルマンフィルタ（LETKF）*1 と領域気象モデル SCALE *2 であり、これらを組み合わせ

*1 局所変換アンサンブル変換カルマンフィルタは気象予測などに用いられるデータ同化手法の一つで、局所的な領域に焦点を当てて観測データとシミュレーションのずれを補正するために使われる
*2 領域気象モデル SCALE (Scalable Computing for Advanced Library and Environment) は超並列計算機で性能を出せるように計算科学の研究者が開発した気象シミュレーション用ライブラリで、オープンソースの数値モデルとして提供されている

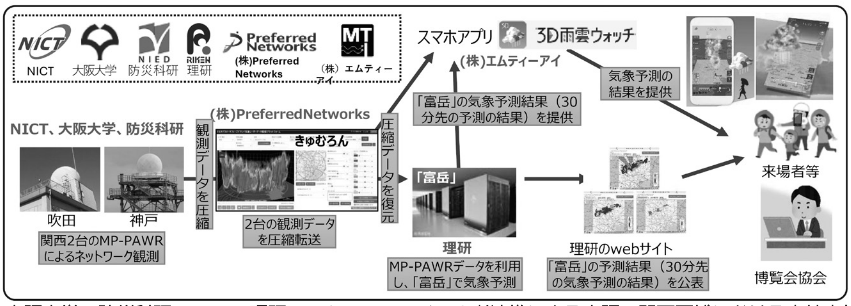

図４　NICT、大阪大学、防災科研、PFN、理研、エムティーアイの６者連携による大阪・関西万博における高精度気象予測情報の提供の模式図
（2025 年３月 26 日プレスリリースより [5]）

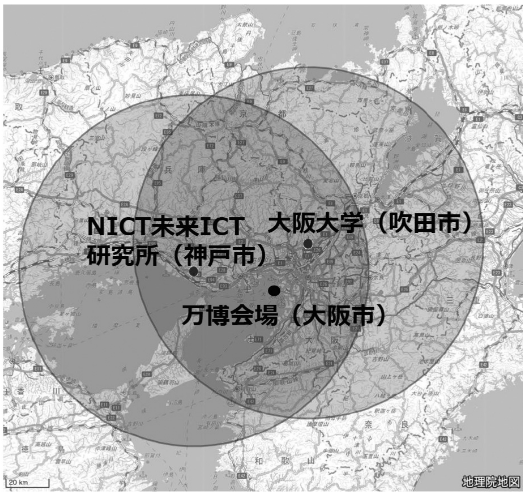

図５　吹田と神戸 MP-PAWR の観測範囲（半径 80km）と大阪・関西万博会場の位置

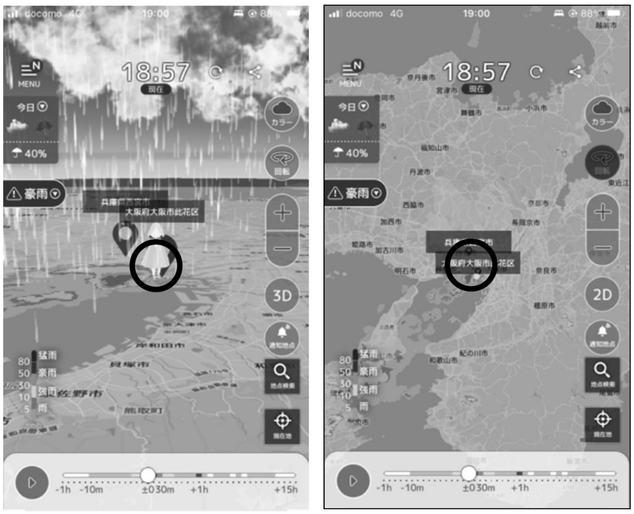

図６　3D 雨雲ウォッチの画面例
（8/12 19:00 万博会場でのゲリラ豪雨の予測結果）（エムティーアイ提供）

た SCALE-LETKF による「ビッグデータ同化」システムを用いる［7］。フェーズドアレイ気象レーダーで得られる 30 秒毎のリアルタイム観測データを「きゅむろん」を通して NICT から理研に送信して、反射強度とドップラー速度の３次元観測データを局所アンサンブル変換カルマンフィルタ（LETKF）を用いて領域気象モデル SCALE に同化し、30 分先までの予測計算を行う。データ同化に続き、予測の信頼性向上のため、アンサンブル予報を行うが、今回のメッシュサイズは 500 m で、アンサンブルメンバー数は前半 500、後半 1000 である。この「富岳」で計算された予報実証実験の結果は、理研のホームページ（https://weather.riken.jp）及び図６に示すエムティーアイの「3D 雨雲ウォッチ」を通して一般に公開される。「富岳」を用いた予報実証実験は、2025 年の８月５日から 31 日にかけて行われた。万博開催期間は、４月 13 日から 10 月 13 日までの６ヶ月間に及ぶが、確保された「富岳」の計算機資源は約１ヶ月であり、ゲリラ豪雨が予想される８月に実験が行われた。予測領域では、８月 7-8 日、10-17 日、22-28 日などに多様な降雨エコーが観測され、予報実証に資するデータが取得された。

NICT AI ナウキャスト

NICT では、万博に向けた取り組みとは別に、人工知能（AI）を用いた短時間気象予測（ナウキャスト）の研究を進めている（［8］［9］）。従来の気象予測は、物理法則を数式に置き換え微小時間毎のステップで計算を行う数値計算なのに対して、AI ナウキャストは、人工ニューラルネットワーク（ANN）という機械学習手法を用いて過去の観測データを学習して、少ない計算資源で 10 ～ 15 分程度の短い時間の気象変化を予測するものである。AI ナウキャストは、図７に示すように convLSTM3D という３次元空間の畳み込み長短期記憶を用いて、30 秒毎に観測される高密度の MP-PAWR 観測データ（ZH*3 と ZDR*4）を入力し、敵対的生成ネットワーク GAN を合わせることで、10 分後までの１分毎の予測値を高度 2 km の反射強度（400 m メッシュ）で予測する。予測結果はリアルタイムで

*3 ZH：水平偏波のレーダー反射因子（強度）
*4 ZDR：レーダー反射因子差（ZHとZV*5の比）
*5 ZV：垂直偏波のレーダー反射因子

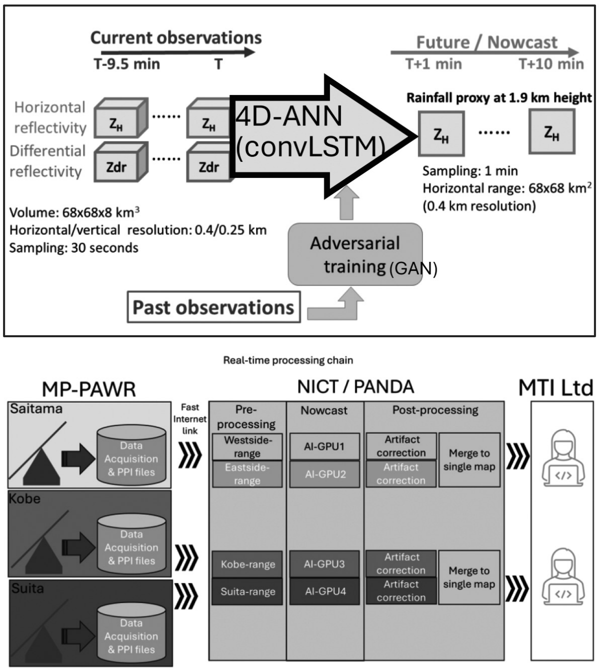

図７　NICT AIナウキャストのモデル概要（上）と
リアルタイム処理フロー（下）

ANN：人工ニューラルネットワーク
convLSTM：畳み込み長短期記憶
GAN：敵対的生成ネットワーク

エムティーアイに送信され、スマホアプリ「3D雨雲ウォッチ」で広く一般に公開されている。

まとめ

NICTが開発してきた30秒間で隙間のない３次元降水分布を観測できるマルチパラメータ・フェーズドアレイ気象レーダー（MP-PAWR）に関して、その観測データの利活用について紹介した。2025年８月には大阪・関西万博にて、２台のMP-PAWRとスーパーコンピューター「富岳」を活用した気象予報実証実験が実施された。PFNが開発した「きゅむろん」により観測データをリアルタイム配信し、理研が豪雨予測を行い、結果は理研ホームページとエムティーアイのスマホアプリ「3D雨雲ウォッチ」で一般公開された。８月の実験期間中に予報実証に資するデータが取得され、NICT AIナウキャストによる短時間予測も併用された。予報結果の検証はこれからであり、気象予報の精度向上と情報提供のあり方を検討していく。

謝辞

さいたま、吹田、神戸MP-PAWRの観測運用は、総務省から受託した「電波伝搬の観測･分析等の推進」の支援を受け行われている。また、本プロジェクトは総務省委託研究「リモートセンシング技術のユーザー最適型データ提供に関する要素技術の研究」の支援を受けたものである。図６はエムティーアイの佐藤有貴氏、芦川謙吾氏から提供いただいた。図の提供に深く感謝いたします。

＜参考文献＞
[1]NICT報道発表，日本初「フェーズドアレイ気象レーダ」を開発～ゲリラ豪雨や竜巻の詳細な３次元構造をわずか10秒で観測可能に～ https://www.nict.go.jp/press/2012/08/31-1.html
[2]佐藤晋介、花土弘、フェーズドアレイ気象レーダーのリアルタイム観測データの利用。情報通信研究機構研究報告（リモートセンシング技術特集）、Vol.65, No.1、9-14, 2019.
[3]NICT報道発表，世界初の実用型「マルチパラメータ・フェーズドアレイ気象レーダ(MP-PAWR)」を開発・設置 https://www.nict.go.jp/press/2017/11/29-1.html
[4]NICT報道発表，最新気象レーダー MP-PAWRのデータ配信プラットフォーム「きゅむろん」（β版）を公開 https://www.nict.go.jp/publicity/topics/2024/05/22-1.html
[5]NICT報道発表，NICT、大阪大学、防災科研、PFN、理研、エムティーアイが2025年大阪・関西万博における高精度気象予測情報の提供に向け連携を開始 https://www.nict.go.jp/press/2025/03/26-1.html
[6]NICT報道発表，大阪･関西万博会場周辺のゲリラ豪雨予報ースパコン「富岳」と次世代気象レーダ２台を使った実証実験ー https://www.nict.go.jp/press/2025/07/30-1.html
[7]Miyoshi, T., M. Kunii, J. J. Ruiz, G.-Y. Lien, S. Satoh, T. Ushio, K. Bessho, H. Seko, H. Tomita, and Y. Ishikawa: "Big Data Assimilation" revolutionizing severe weather prediction, Bull. Amer. Meteor. Soc., vol. 97, 1347-1354, 2016. doi: 10.1175/BAMSD-15-00144.1.
[8]Baron, P., K. Kawashima, D.-K. Kim, H. Hanado, S. Kawamura, T. Maesaka ,K. Nakagawa, S. Satoh, and T. Ushio: Nowcasting Multi-Parameter Phased-Array Weather Radar (MP-PAWR) echoes of localized heavy precipitation using a 3D Recurrent Neural Network trained with an adversarial technique. J. Atmos. and Ocea. Tech. 2023, https://doi.org/10.1175/JTECH-D-22-0109.1.
[9]Baron P., S. Otsuka, S. Satoh, S. Kawamura, and T. Ushio, Real-Time Nowcasting of Sudden Heavy Rainfall Using Artificial Neural Network and Multi-Parameter Phased Array Radar, SOLA, Vol. 21, 319-328, 2025, https://doi.org/10.2151/sola.2025-039.

佐藤　晋介

●略歴：北海道大学大学院博士課程修了後、1995年通信総合研究所（現NICT）に入所。1998年オクラホマ大学気象学部客員研究員、2002年宇宙開発事業団（現JAXA）副主任開発部員、2005年NICT沖縄亜熱帯計測技術センター長。2014年文部科学大臣表彰、科学技術賞を受賞。現在、電磁波研究所電磁波伝搬研究センター リモートセンシング研究室総括研究員。博士（理学）。

●研究内容：衛星搭載二周波降水レーダー（GPM/DPR）、沖縄バイスタティック偏波降雨レーダー（COBRA）、フェーズドアレイ気象レーダー（PAWR/MP-PAWR）など最先端気象レーダーおよびそれらのデータ処理・解析に関する研究開発に従事。専門はレーダー気象学。

●今後の展望：ユーザーが必要とする新しい気象レーダーを考案し開発していくとともに、その最先端レーダーで得られた観測データを応用することで新しい価値を生むようなデータ利活用の研究を行っていきたい。