

平成 29 年 7 月 4 日  
理化学研究所  
情報通信研究機構  
首都大学東京  
大阪大学  
科学技術振興機構

## 30 秒更新 10 分後までの超高速降水予報を開始 — 最新鋭気象レーダを活用したリアルタイム実証 —

### 【要旨】

理化学研究所（理研）計算科学研究機構データ同化研究チームの三好建正チームリーダーと情報通信研究機構電磁波研究所の佐藤晋介研究マネージャー、首都大学東京大学院システムデザイン研究科の牛尾知雄教授（大阪大学大学院工学研究科招へい教授）らの国際共同研究グループ<sup>※</sup>は、最新鋭気象レーダを生かした「3D 降水ナウキャスト手法」を開発し、30 秒毎に更新する 10 分後までの降水予報のリアルタイム実証を 7 月 3 日に開始しました。

降水分布の予測手法として、気象レーダが捉える降水パターンの動きを追跡し、将来もそのまま動き続けると仮定して予測する「降水ナウキャスト手法」が知られています。この手法は、シミュレーションと比べて計算量が大幅に少ないのが利点ですが、予測精度が急速に低下するという欠点があります。また平面上の降水パターンを追跡するもので、雨粒の鉛直方向の動きを考慮しないものでした。そこで、国際共同研究グループは、30 秒毎という高頻度で 60km 遠方までの雨粒を隙間なくスキャンする最新鋭の「フェーズドアレイ気象レーダ<sup>[1] 注 1)</sup>」のビッグデータを降水予報に生かすため、観測された雨粒の立体的な動きを捉え、将来もそのまま動き続けるといふ仮定の下で予測する「3D 降水ナウキャスト手法」を開発しました。今回、大阪大学に設置されたフェーズドアレイ気象レーダのデータを用いて、リアルタイムに予測を実行するシステムを構築し、世界初となる 30 秒更新 10 分後までの降水予報のリアルタイム実証を開始しました。この降水予報は、気象業務法に基づき、理研がインターネット上 (<https://weather.riken.jp>) で可能な限り発表します。

ゲリラ豪雨は、わずか 10 分の間に急激に川の水位を上昇させるなど、数分の対応の遅れが致命的になることがあります。10 分後までという短時間の予測情報であっても、適切に利用されれば、生活や防災等に役立てられるものと期待できます。また本成果とは別に、三好チームリーダーらは 2016 年、スーパーコンピュータ「京」<sup>[2]</sup>とフェーズドアレイ気象レーダを生かした「ゲリラ豪雨<sup>[3]</sup>」予測手法を開発し、リアルタイムではありませんが 30 分後までの高精細なゲリラ豪雨の予測にも成功しています<sup>注 2)</sup>。これらの技術を生かすことで、将来、これまで想像もつかなかったような超高速かつ超高精細な天気予報が可能になると期待されます。

3D 降水ナウキャスト手法に関しては、アメリカ気象学会による科学雑誌『*Weather and Forecasting*』（2016 年 2 月号）に掲載され、いくつかの実験結果が米国 IEEE による科学雑誌『*Proceedings of the IEEE*』（2016 年 11 月号）に掲載されました。

なお、本研究は、科学技術振興機構（JST）戦略的創造研究推進事業（CREST）「科学的発見・社会的課題解決に向けた各分野のビッグデータ利活用推進のための次世代アプリケーション技術の創出・高度化」研究領域（略称：CREST ビッグデータ応用、研究総括：田中譲・北海道大学名誉教授）における研究課題「ビッグデータ同化」の技術革新の創出によるゲリラ豪雨予測の実証」（研究代表者：三好建正）の支援を受けて行われました。

注 1) 2012 年 8 月 31 日情報通信研究機構プレスリリース「日本初「フェーズドアレイ気象レーダ」を開発」  
<https://www.nict.go.jp/press/2012/08/31-1.html>

注 2) 2016 年 8 月 9 日理化学研究所プレスリリース「京」と最新鋭気象レーダを生かしたゲリラ豪雨予測」  
[http://www.riken.jp/pr/press/2016/20160809\\_1/](http://www.riken.jp/pr/press/2016/20160809_1/)

## ※国際共同研究グループ

理化学研究所 計算科学研究機構

データ同化研究チーム

チームリーダー 三好 建正 (みよし たけまさ)  
研究員 大塚 成徳 (おおつか しげのり)  
特別研究員 近藤 圭一 (こんどう けいいち)  
テクニカルスタッフ 大東 真利茂 (おおひがし まりも)

フラッグシップ2020プロジェクト

プロジェクトリーダー 石川 裕 (いしかわ ゆたか)

情報通信研究機構 電磁波研究所

研究マネージャー 佐藤 晋介 (さとう しんすけ)

首都大学東京 大学院システムデザイン研究科

教授 牛尾 知雄 (うしお ともお) (大阪大学大学院工学研究科 招へい教授)

ブエノスアイレス大学 大気海洋研究センター

研究員 ファン・ルイス (Juan Ruiz)

## 1. 背景

近年、局地的に急激な大雨をもたらす「ゲリラ豪雨」が増えています。ゲリラ豪雨は日常生活や社会経済に大きな影響を及ぼし、時には人命を奪う災害をもたらします。

ゲリラ豪雨を引き起こす積乱雲は、わずか数分の間に急激に発生、発達します。最新鋭のフェーズドアレイ気象レーダは、30秒毎という高頻度で60km遠方までの雨粒を3次元的に隙間なくスキャンし、数分間の急激な変動を詳細に捉えます。これにより、雨粒の立体的な動きを目で追うことができます。

天気予報には、スーパーコンピュータを使ったシミュレーションを用いる方法が有効です。しかし、ゲリラ豪雨をシミュレーションにより予測するには、空間的・時間的に桁違いの天気予報シミュレーションが必要となるため、膨大な計算機資源が必要です。

一方、降水分布の予測手法として、気象レーダが捉える降水パターンの動きを追跡し、将来もそのまま動き続けると仮定して予測する「降水ナウキャスト手法」が知られています。この手法は、シミュレーションと比べて計算量が大幅に少ないのが利点ですが、予測精度が急速に低下するという欠点があります。また、従来の降水ナウキャスト手法は、平面上の降水パターンを追跡するもので、鉛直方向の動きを考慮しないものでした。これは、通常用いられるパラボラアンテナによるレーダが仰角方向に15層程度を約5分間かけてスキャンするため、雨雲を3次元的に隙間なく捉えることができなかったためです。

## 2. 研究手法と成果

国際共同研究グループは、3次元的に隙間なくスキャンするフェーズドアレイ気象レーダの特長を生かした立体的な「3D降水ナウキャスト手法」を新たに開発しました。従来の平面的な降水ナウキャスト手法を鉛直方向にも拡張し、急激に変動する積乱雲の立体的な動きを追跡できるようにすることで、上空から落下する雨粒によって降水が強くなるなど、より高精度な予測が可能となります。ただし、3D降水ナウキャスト手法による予測は、局地的に急激に変動する積乱雲の場合、精度が急速に低下していくため、気象学的に妥当な降水パターンは10分程度先までに限られることがあります。

さらに、国際共同研究グループは、3D降水ナウキャスト手法のリアルタイム処理に必要なシステム全体の高速化を進め、リアルタイム実行を可能としました。まず、3D降水ナウキャスト手法の計算速度を向上することで、10秒程度で10分後までの予測計算を完了できるようになりました。また、フェーズドアレイ気象レーダの観測データを数秒以内で転送するシステムを開発しました。これにより、30秒毎に得られるフェーズドアレイ気象レーダの観測データをリアルタイムに処理し、10分後までの予測データを算出することが可能となりました。この30秒毎に更新する10分後までの降水予報は、気象業務法に基づき、7月3日より可能な限りインターネット上 (<https://weather.riken.jp>) で発表します。図1は、最近の大雨の事例について、本手法による10分後の降水分布予報の例を示します。図2に示すように、降水分布がおおむね良く予測されていることが分かります。



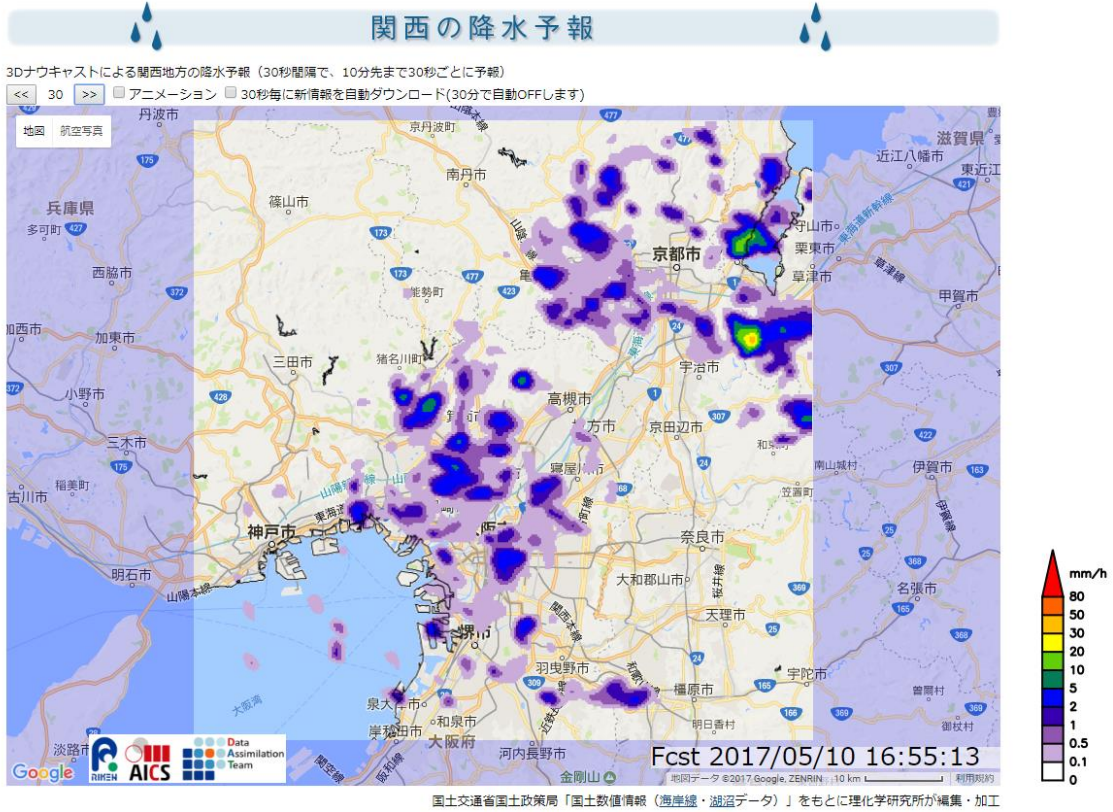


図1 10分後の降水分布予報の例

2017年5月10日関西地方の降水に関して、午後4時45分13秒に予報された10分後(午後4時55分13秒)の降水分布。

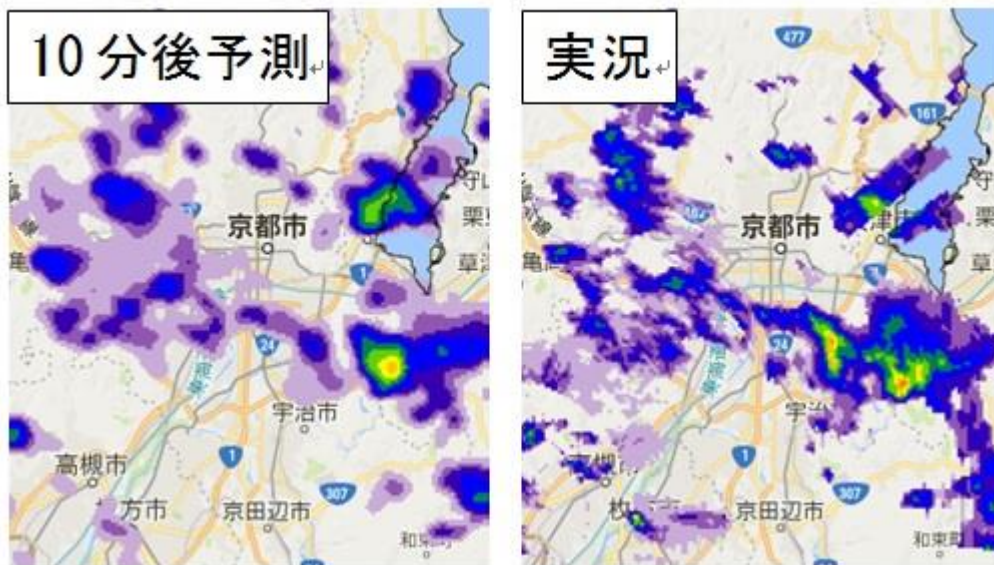


図2 10分後の降水分布予報と実況の比較

左は図1の予報の京都付近の拡大図。右は予測した時刻の10分後の実況。降水分布がおおむね良く予測できていることが分かる。

### 3. 今後の期待

ゲリラ豪雨により、わずか 10 分の間に急激に川の水位が上昇したり、浸水が起こったりするなど、わずか数分の対応の遅れが致命的になることがあります。10 分後までの予測情報であっても、適切に利用されれば、防災に役立てられる可能性があります。また、生活上も有効に利用されることが期待できます。

30 秒更新という超高速な降水予報は、これまでにない新しいものになります。これが有効に活用されるためには、予報の配信方法や、受け手の受け取り方、対応の仕方など、多くの課題があります。これらの課題に取り組むには、実際に定常的に配信を行う実証実験が必要です。理研は、スマホアプリ「3D 雨雲ウォッチ～フェーズドアレイレーダ～」を開発運用する株式会社エムティーアイ（エムティーアイ）と共同研究<sup>注3)</sup>を実施しており、本研究で開発した 3D 降水ナウキャストによる 10 分後予測情報を、スマホアプリを通じてリアルタイム配信する研究を進めています。今後、エムティーアイが実際に配信をはじめ、利用者からのフィードバックを得ながら、共同して予測情報の有効な活用方法を探っていきます。

また本成果とは別に、三好チームリーダーらは 2016 年、スーパーコンピュータ「京」とフェーズドアレイ気象レーダを生かした「ゲリラ豪雨」予測手法を開発し、リアルタイムではありませんが 30 分後までの高精細なゲリラ豪雨の予測にも成功しています<sup>注1)</sup>。これらの技術を生かすことで、将来、これまで想像もつかなかったような超高速かつ超高精細な天気予報が可能になると期待されます。

注 3) 2017 年 3 月 1 日株式会社エムティーアイプレスリリース「理化学研究所×『3D 雨雲ウォッチ～フェーズドアレイレーダ～』～より早くて正確なゲリラ豪雨予測のサービス化を目指し、共同研究を開始～」  
<http://www.mti.co.jp/?p=21823>

### 4. 論文情報

#### <タイトル>

Precipitation Nowcasting with Three-Dimensional Space-Time Extrapolation of Dense and Frequent Phased-Array Weather Radar Observations

#### <著者名>

Otsuka, S., G. Tuerhong, R. Kikuchi, Y. Kitano, Y. Taniguchi, J. J. Ruiz, S. Satoh, T. Ushio, and T. Miyoshi

#### <雑誌>

*Weather and Forecasting*

#### <DOI>

10.1175/WAF-D-15-0063.1

#### <タイトル>

“Big Data Assimilation” toward Post-peta-scale Severe Weather Prediction: An Overview and Progress

#### <著者名>

Miyoshi, T., G.-Y. Lien, S. Satoh, T. Ushio, K. Bessho, H. Tomita, S. Nishizawa, R. Yoshida, S. A. Adachi, J. Liao, B. Gerofi, Y. Ishikawa, M. Kunii, J. Ruiz, Y. Maejima, S. Otsuka, M. Otsuka, K. Okamoto, and H. Seko

#### <雑誌>

*Proceedings of the IEEE*

#### <DOI>

10.1109/JPROC.2016.2602560

## 5. 補足説明

### [1] フェーズドアレイ気象レーダ

ゲリラ豪雨や竜巻などを観測するため、東芝、大阪大学、情報通信研究機構が開発した最短 10 秒間隔で隙間のない三次元降水分布を 100m の分解能で観測することが可能な最新鋭の気象レーダ。将来的には突発的気象災害の監視や短時間予測に役立つことが期待されている。

### [2] スーパーコンピュータ「京」

文部科学省が推進する「革新的ハイパフォーマンス・コンピューティング・インフラ（HPCI）の構築」プログラムの中核システムとして、理研と富士通が共同で開発を行い、2012 年 9 月に共用を開始した計算速度 10 ペタ FLOPS 級のスーパーコンピュータ。

### [3] ゲリラ豪雨

予測が困難で、不意を突いて急に局地的に起こる大雨を比喻して、「ゲリラ豪雨」と一般的に呼ばれる。学術用語ではなく、定量的・客観的な定義はない。

## 6. 発表者・機関窓口

<発表者> ※研究内容については発表者にお問い合わせ下さい

理化学研究所 計算科学研究機構 研究部門 データ同化研究チーム

チームリーダー 三好 建正（みよし たけまさ）

TEL : 078-940-5810 FAX : 078-304-4961 E-mail : takemasa.miyoshi@riken.jp

情報通信研究機構 電磁波研究所

研究マネージャー 佐藤 晋介（さとう しんすけ）

TEL : 042-327-6642 FAX : 042-327-5521 E-mail : satoh@nict.go.jp

首都大学東京 大学院システムデザイン研究科

教授 牛尾 知雄（うしお ともお）

（大阪大学大学院工学研究科 招へい教授）

TEL : 042-585-8660 FAX : 042-583-5119 E-mail : tushio@tmu.ac.jp

<機関窓口>

理化学研究所 広報室 報道担当

TEL : 048-467-9272 FAX : 048-462-4715 E-mail : ex-press@riken.jp

情報通信研究機構 広報部 報道室

TEL : 042-327-6923 FAX : 042-327-7587 E-mail : publicity@nict.go.jp

首都大学東京 URA 室

TEL : 042-677-2759 FAX : 042-677-5640 E-mail : ragroup@jmj.tmu.ac.jp

大阪大学 工学研究科 総務課評価・広報係

TEL : 06-6879-7231 FAX : 06-6879-7210

E-mail : kou-soumu-hyokakouhou@office.osaka-u.ac.jp

科学技術振興機構 広報課

TEL : 03-5214-8404 FAX : 03-5214-8432 E-mail : jstkoho@jst.go.jp