

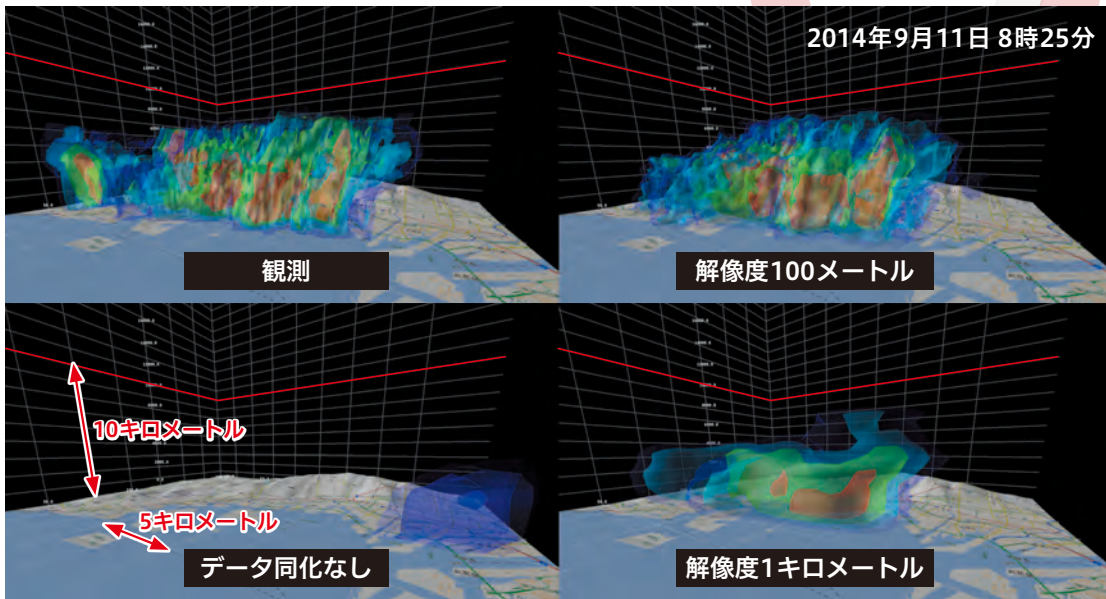
はかる

第10回

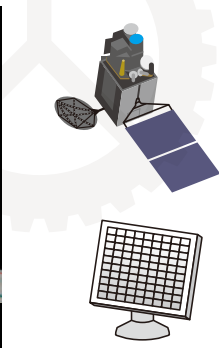
みよし たけまさ
三好 建正

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

2000年 京都大学理学部卒業。同年気象庁入庁。03年 人事院行政官長期在外研究員(米国メリーランド大学)。05年 博士(気象学)。気象庁予報部数値予報課技術専門官、メリーランド大学助教授を経て、13年より現職。気象予報士。



▲ 図1
「ビッグデータ同化」によるゲリラ豪雨のシミュレーション再現例。フェーズドアレイ気象レーダーにより100メートルの分解能で30秒ごとに観測される3次元降水分布と、解像度100メートルの高精細シミュレーションを組み合わせて、積乱雲内部の状態を詳細に再現できた。赤色は雨が最も強い部分。地図データは国土地理院提供。



	データ転送	データ同化	アンサンブル予測
現状	30秒	30秒	30秒
目標	5秒	10秒	10秒

▲ 図2「京」を使った数値予報にかかる時間(現状と目標)
現状ではデータ転送、データ同化、アンサンブル予測にそれぞれ約30秒かかっている。精度と速さのバランスを取りながら30秒以内での安定動作をめざす。

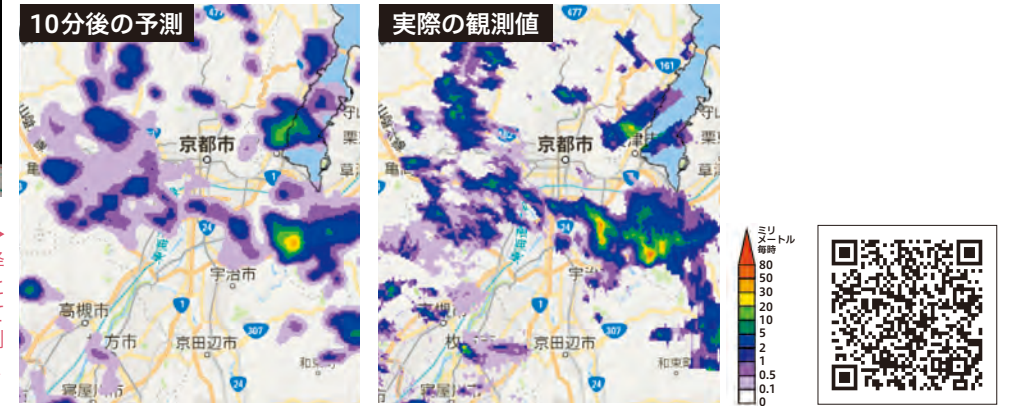


図3▶

3D降水ナウキャストによる10分後の降水分布予報の例。10分後の予測(左)と実際の観測値(右)を比べると、よく似ていることがわかる。リアルタイムの観測値と予報は、右のQRコードを読み取るか、「理研天気予報研究」で検索してほしい。

観測値と予測値の相乗効果で次世代天気予報をめざす

理化学研究所の三好建正チームリーダーは、スーパーコンピューター「京」によるシミュレーションと、高精細気象レーダーや気象衛星「ひまわり8号」の観測値を融合させる「データ同化」を用いて、気象の変化を高精度に高速で予測する手法を開発している。予測困難な突発的豪雨や洪水などの把握が期待でき、次世代気象予報として注目される技術だ。

増えるゲリラ豪雨を予測する

天気予報を大きく進歩させているのは、気象衛星や高精細気象レーダーなどによる観測とスーパーコンピューターによるシミュレーション予測(数値予報)である。気象モデルによるシミュレーション結果を、一定時間ごとに実際の観測値と突き合わせて軌道修正する。この「データ同化」と呼ばれる技術が、三好さんの専門である。

竜巻や「ゲリラ豪雨」と呼ばれる局所的な大雨などの気象変化は、狭い範囲で急激に発生する。ゲリラ豪雨を引き起こす積乱雲は、数キロメートル程度と小さく、1駅違っただけで天気がまったく違うことも珍しくない。変化が急激で局所的なことから、1キロメートルより粗い従来の気象モデルの解像度では、予測が難しかった。

三好さんが開発しているのは、このような局所的な現象を30分前に予測する気象モデルだ。100メートルの解像度で30秒ごとの予報更新をめざしている。これは、従来とは比べものにならないほど緻密で高速な数値予報である。

三好さんは、スーパーコンピューター「京」とフェーズドアレイ気象レーダー(PAWR)を活用してこの問題に挑んできた。

PAWRは1枚の板の上に多数のアンテナを並べたレーダーである。2012年に大阪大学吹田キャンパスに国内で初めて設置され、三好さんらもその観測値を利用している。京阪神の中心部を覆う半径60キロメートル、高度14キロメートルの範囲を100メートルの格子状に区切った観測値が30秒ごとに送られてくるため、雨の様子を詳細に観測できる。

1時間の計算を98秒まで短縮

「最初は雲をまともに作ることもできませんでした」と振り返る。まず「京」でPAWRから送られてくる大量の観測値を処理して数値予報ができるようにシステムを改良する必要があった。数値予報の確度を上げるため、観測値の誤差などを加味して同時に100通りの計算を行い、最も現実起こりうる予測の組み合わせをはじき出す「アンサンブルデータ同化」も取り入れた。

2016年8月には、実際の観測値からゲリラ豪雨の様子を再現することに成功した。この時は計算処理に1時間を要したが、世界でもまれに見るほどの大規模で高頻度のビッグデータ同化により、実際に起きたのと同じようなゲリラ豪雨を「京」の中に再現した(図1)。データ同化を行わない従来のシミュレーションでは、予測不可能だった気象の変化だ。

その後、「京」で数値予報やデータ同化の効率化を徹底的に進め、約98秒で30分後の天気予報を計算できるまで処理速度が向上した。しかし、当初の目標通り30秒で30分後の天気を予報するには、現状の3倍以上の高速化が必要になる(図2)。

「現状でも『京』の計算資源をほぼ全て利用しています。多くの研究者が共同利用する施設を独占的に使い続けることはできませんから、計算の高速化とは違う工夫をしなければ、30秒で30分後の予報は実現できないと判断しました。」

そこで、数値予報やデータ同化の精度と確度のバランスを考え始めた。例えば、100メートルの格子を200メートルに広げても予報の精度がさほど変わらないなら、データ量を減らし処理速度を上げることができる。予報精度を下げずに速度を上げる最適なバランスを見つけ、短時間で精密な天気予報ができる方法を探っている。

社会での実用化に向けた試み

三好さんらは、実用化に向けた試みとして、PAWRを生かした「3D降水ナウキャスト」という手法を開発し、30秒ごとに更新される10分後までのリアルタイム降水予報を、昨年7月から公開している(図3)。

リアルタイム予測のほか、気象衛星「ひまわり8号」との連携にも取り組む。8号は7号に比べて観測性能が大幅に向上した。地球全体を撮影する頻度が従来の1時間に1回から10分に1回に増えたほか、センサーの性能も向上し、データ量は従来の約50倍に増えている。三好さんらは、このビッグデータを「京」で処理することで、これまで困難だった急速に発達する台風や、集中豪雨を高い精度で予測する手法を開発した。

2015年9月の「関東・東北豪雨」を例にシミュレーションした結果、従来の手法では12時間先の雨の範囲が実際より西に

約100キロメートルずれて予測されたが、新たな手法では実際に雨が降った地域とほぼ同じ範囲で大雨が予測された。従来は6時間に1度しか更新できなかった鬼怒川の流量の予測も、更新頻度を上げれば洪水の危険をより早く察知できる。

CRESTでの研究は、あと1年ほどで区切りを迎える。2年後の東京オリンピック・パラリンピック競技大会で予報システムを活用するという研究当初からの目標は今も変わらないが、三好さんはすでにその先を見据えている。

「リアルタイムでの天気予報を可能にする数値予報の手順やソフトウェアを、この夏までに作り上げます。オリンピックに間に合わせる計画ですが、そこがゴールではありません。実際に利用して見てきた課題を解決し、世界標準となる技術をめざします。」

「データ同化」のさらなる可能性

観測値とシミュレーションを融合していくデータ同化は、気象分野以外にもさまざまな分野で応用できそう。三好さんはその可能性を探っている。

例えば、衛星データを使った森林の増減シミュレーションだ。まず、人工衛星が撮影した画像を使って緑の濃さから葉の面積を割り出す。これを観測値として木々の予測値に融合させることで、気象変化に伴う森林の増減を高精度で予測できるようになると考えている。マグロの行動や赤潮の予測など、水産分野での活用も期待できる。

「従来はフィールドでの観測値から推論するしかなかった分野でも、シミュレーションを生かして議論できるようになります。実測値と予測値の両方を生かして情報を最大限に引き出すというデータ同化のコンセプトも、大量のデータを高速で処理する技術も、いろいろな分野で役立てられると考えています。」

関連記事:「JSTnews」2014年6月号p3-7「ゲリラ豪雨を30分前に予測せよ！」