

ポスト「京」重点課題解説

気象予測とスパコン

気象学は、計算科学の中でも早くから研究が始まった分野の1つです。ここでは、計算による気象予測が発展してきた歴史をたどったのち、ポスト「京」で何をめざすのかをご紹介します。

関連する課題：

重点課題(4) 観測ビッグデータを活用した気象と地球環境の予測の高度化

明日の天気は計算でわかる？

気象の基本となる大気の状態は、気温、気圧、湿度、風速、風向などの物理量(数値)で表すことができ、これらの数値は、流体力学などの物理法則に基づいて時間とともに変化していきます。ですから、観測したデータを、物理法則を表す方程式に入れて計算すれば、未来の大気の状態を予測できるはず。この考えに基づいて計算を行い、未来の気象を予測するのが「数値天気予報」です。スパコンは、数値天気予報のために使われており、その結果を採り入れて天気予報が行われています。

数値天気予報の概念は、1912年にノルウェーのビャークネスが提唱し、1920年ごろイギリスのリチャードソンが、世界で初めて数値天気予報を試みました。しかし、すべて手計算で行ったため、6時間分の予測をするのに2ヵ月もかかりました。

1940年代にコンピュータが誕生し、1950年にアメリカでENIACという大型コンピュータを用いて数値天気予報の「実験」が

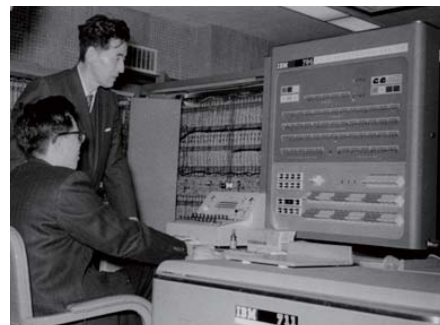


リチャードソンの夢(気象庁ホームページより)
リチャードソンは、「6万4000人が大きなホールに集まり1人の指揮者のもとで整然と計算を行えば、実際の時間の進行と同程度の速さで予測計算を実行できる」と考えた。

成功しました。その後、気象当局による業務としての数値天気予報が始まり、日本でも1959年に開始されました。しかし、当時の数値天気予報の精度は低く、実際の天気予報に採り入れられるようになるまでには、長い年月がかかりました。

コンピュータとともに進歩してきた数値天気予報

数値天気予報の計算では、地球を取り巻く大気を格子で区切り、その格子点をもつ



数値天気予報開始当時、気象庁に導入されたコンピュータ(気象庁ホームページより)

物理量で、格子を代表させます。そして、「気象モデル」と呼ばれる方程式のセットを用いて、格子点の物理量の変化を計算します。気候モデルは、大気の状態変化を表す基本の方程式群に、雲の発生などに関係するパラメーターを付け加えたもので、目的に応じてさまざまなものがあります。

格子を細かくすれば気象現象をより詳しく捉えられますが、格子点が増え、計算量も増えてしまいます。数値天気予報の歴史を振り返ると、コンピュータの性能が上がることで、より細かい格子の上で計算を行える



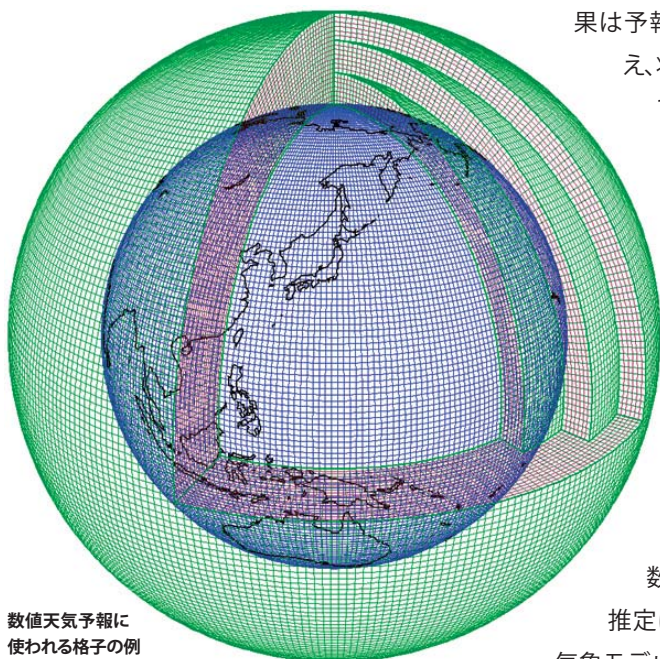
ようになり、また、計算できる領域も広がって、より精度の高い予測ができるようになってきました。「数値天気予報の歴史はコンピュータの歴史である」といっても過言ではないのです。

見方を変えると、コンピュータの進歩は、気象モデルの進歩を促してきたとも言えます。実は、大きな格子を想定してつくった気象モデルによる計算を、小さな格子の上で行うと、おかしな結果が得られる場合があります。これは、大きな格子と小さな格子で表現される現象が違ってくるために起こります。このような場合、研究者は、気象モデルを見直して方程式に修正を加えるのです。

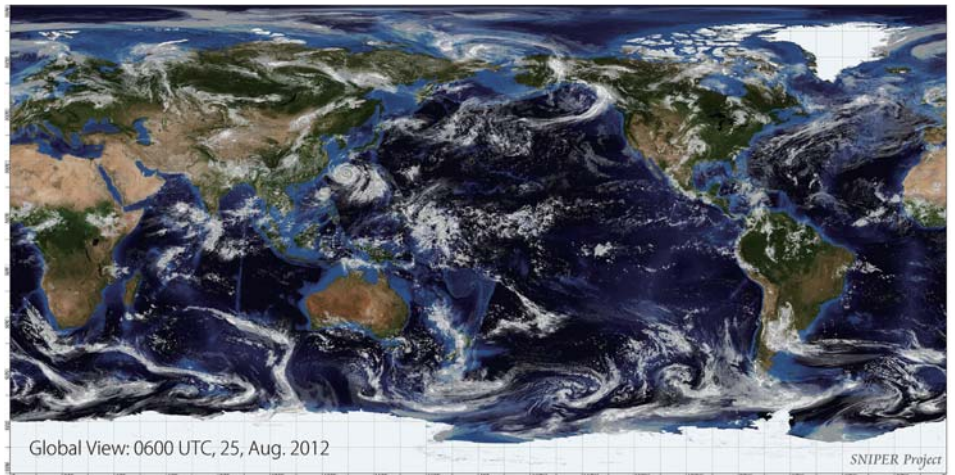
「京」で進んだ気象への理解

「京」の成果の1つとして、水平方向の格子間隔870mという細かい格子(それまでの最高は3.5km)で、全球の大気のシミュレーションに世界で初めて成功したことがあげられます。

一つひとつの積乱雲はサイズが数km程度であるため、これまでの格子ではきちんと表現できなかったのですが、このシミュレーションでは、1個の積乱雲を複数の格子点で表現すること



数値天気予報に使われる格子の例
(気象庁ホームページより)



格子間隔870mでの全球シミュレーション
2012年8月25日00時の気象データを初期値としてシミュレーションした結果(6時間後)。大気の流れ、台風15号の構造などが、精度よく再現されている。

ができ、たくさんの積乱雲の集まりとも言える台風の構造も精度よく再現できました。

この結果は、格子を細かくとり、その格子サイズに適した気象モデルを開発することで、現実には起こっている現象をより詳細に再現できることを示しています。ただし、このシミュレーションが、すぐに実際の天気予報に利用されるわけではありません。「京」クラスのスパコンが予報業務の現場に導入されるのは少し先の話です。新たな気象モデルが数値予報に使われるようになるまでには、10年程度の時間がかかるのが普通だからです。しかし、「京」での成果は予報業務の現場にも影響を与え、将来の数値天気予報を変えていくことでしょう。

ポスト「京」は命を救う 数値天気予報をめざす

ポスト「京」では、「京」とは少し視点を変え、データ同化に重点をおいた研究開発が行われます(重点課題(4)サブ課題A 革新的な数値天気予報と被害レベル推定に基づく高度な気象防災)。

気象モデルによる計算では、最初に観

測データを与えるだけでなく、計算の途中でも、その時点の観測データと照らし合わせて「軌道修正」をします。これがデータ同化です。

研究テーマの1つは、豪雨の予測です。最近、日本では豪雨による人的被害が相次いでいるため、より早い時点で豪雨を予測し、適切な避難につなげることが求められています。しかし、このような豪雨をもたらす雲は、亜熱帯から伸びる「湿舌」に由来し、これまでの観測データではとらえることが難しいものでした。

そこで、ポスト「京」では、最新の観測衛星やレーダーからのデータを活用した数値天気予報により、豪雨の発生をいち早く予測することをめざします。大量のデータがどんどん送られてくる状況で、データ同化をいかに行うのがカギとなります。

この研究開発が成功し、豪雨の襲来が半日前にわかるようになれば、豪雨による被害を軽減することが可能になります。「京」での成果と同様、これも、すぐに天気予報の現場で使われるという性格のものではありませんが、気象予測の進歩を牽引する成果となることは間違いありません。 ■