

図1 1991年9月26日21:00(日本時間)の日本付近の海面気圧(等値線)と鉛直積算した水蒸気の流れ(ベクトル)の解析例

25年間の世界の気候を精緻に再現

気象庁と共同で全球気象データの長期再解析「JRA-25」を実施

「JRA-25」長期再解析とは
地球全体の気候を精緻に再現
地球環境研究の基礎データに

ひとこと 環境科学研究所 物理環境領域 主任研究員 筒井 純一

「JRA-25」長期再解析とは

電力中央研究所と気象庁は2001年度より、気象データの長期再解析データ「JRA-25 (Japanese 25-year Reanalysis)」の作成に共同で取り組み、このほどデータセットの計算を完了しました。JRA-25は全球規模での本格的な衛星観測が開始された1979年以降2004年までについて、世界の天気の様子を6時間毎の数値データで表現したものです。気象・気候研究の基礎データとして研究機関などに公開され、天気予報や地球温暖化に関する研究などに幅広く利用されることが期待されています。

過去の天気を再現する再解析

天気予報で示される地上や上空の実況天気図は、地球全体(全球)を覆う規則的な格子点上の風速、気温、湿度などの気象要素に基づいて描かれます。この格子点データは、さまざまな手段で観測された気象データを高度な計算技術を駆使して「解析」処理することで作成され、計算機による天気予報の初期値に使われます。天気予報の精度は、初期値の精度に大きく左右されるため、気象観測の解析処理方法は日々改良が続けられています。

再解析は、過去に実施された気象観測の解析処理を最新のデータ処理技術を用いて、再び実施することです(図2)。天気予報の過程で蓄積された格子点データは貴重な情報ですが、データ処理技術の向上に伴い精度や特性などの品質が変化するという問題があります。そのため、各種の平年値や変動を正確に理解するために、10年以上にわたる長期間の再解析データが必要です。欧米では1990年代から長期再解析が行われ、その成果は天気予報や気候変動研究における基礎データとして世界中で利用されています。

アジアで初めての取り組み

JRA-25の研究プロジェクトは2001年度から5年間、当研究所と気象庁の共同研究として実施し、100種類以上の気象要素についての6時間毎の全球格子点データを作成しました。空間解像度は、水平1.125度(赤道付近で約120km)、鉛直40層(上端高度は約50km)で、約25年間の全データ量は8TB*程度にもなります。

再解析は元になる気象観測データについても、古いデータを収集・追加したり、不良データを取り除くための適切な品質管理を施すなど、労力を要する作業です。このため頻繁に行えるものではありませんが、観測技術やデータ同化技術、計算機能力の向上にあわせて定期的に行い、気象研究の基礎データとして信頼性の高い格子点データを作っていくことは重要です。アジアで初めての長期再解析を行ったことで、日本の気象研究や解析技術の高さを示すことにもなりました。

*TB: テラバイト、テラ = 10^{12}

図2 長期再解析の概要

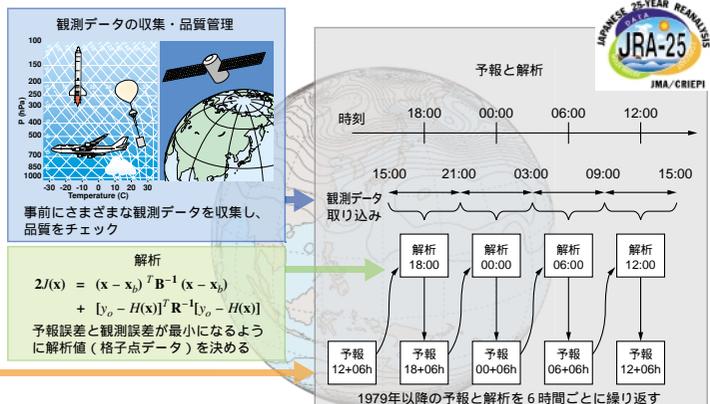
気象観測データには精度や分解能の異なる多種多様なものがある。その観測データを地球全体を覆う格子点データに内挿するために、数値モデルによる時間外挿(予報)と観測データによる修正(解析)を繰り返すという方法を用いる。

予報

$$\frac{d\mathbf{x}}{dt} = -\nabla\phi - f\mathbf{k} \times \mathbf{v} + F$$

$$C_p \frac{dT}{dt} - \alpha \frac{dp}{dt} = Q$$

...
方程式にしたがって6時間後を予測



地球全体の気候を精緻に再現

アジア地域や熱帯海洋上の再現性が向上

JRA-25ではアジア初の長期再解析として、アジア地域や熱帯海洋上の品質向上を目指し、気象庁の最新の数値モデルなどを含む広範な観測データを使いました。その結果、熱帯低気圧や降水強度の空間分布などの面で、欧米の再解析データと比べて優れた品質が得られました。

再解析データを使うと、表紙の図1に示すように過去の天気を簡単に調べることができます。この事例では、日本に大きな被害をもたらした1991年の19号台風が日本の南海上に位置し、日本付近には大量の水蒸気が南方から流れ込んでいることがわかります。このように熱帯海洋上の品質の優れたJRA-25を活用して、台風のような過去の顕著な気象事象を詳細に分析することが可能になります。例えば、風速や波浪などを扱う高解像度の数値モデルに、JRA-25データを初期・境界条件に適用することで、過去の台風に伴う特定の地点の強風や波浪を精度よく再現することができます。また、共同研究相手の気象庁では、気候系の監視、季節予報モデルの開発や検証に、JRA-25データが活用されています。

長期再解析データを利用して

JRA-25データは全期間を通じて良好な精度が保たれており、自然の気候変動を理解するための基盤データとしても利用できます。分析例として、北極振動の空間構造と経年変化を図3に示します。

北極振動は、北極を中心とする大規模な西風（ジェット気流）の強弱と関係し、日本の冬の天候に大きく影響します。例えば、2005年12月は日本各地で記録的な大雪となりましたが、この要因として、北極振動が挙げられています。2005-06年冬季の大雪と寒波は、電力施設や発電用燃料の調達の面で、電気事業にも大きく影響しました。現状では北極振動の変化を前もって予測することは困難ですが、気候変動の理解と予報精度の向上により、今後、異常気象に対する早期警戒に役立つ情報が得られるようになると期待されます。

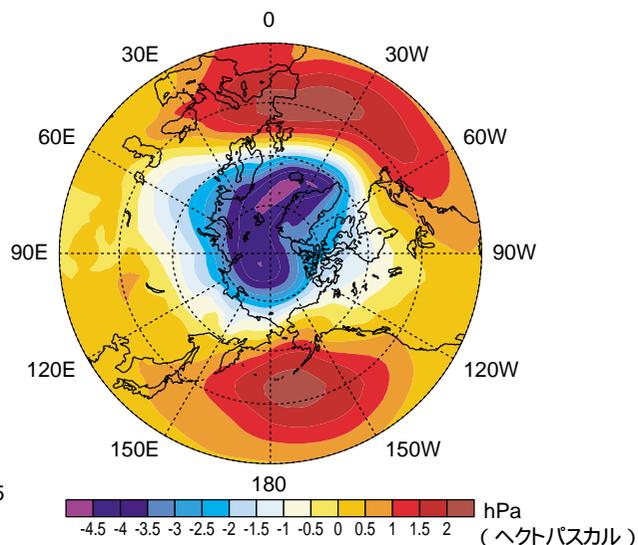
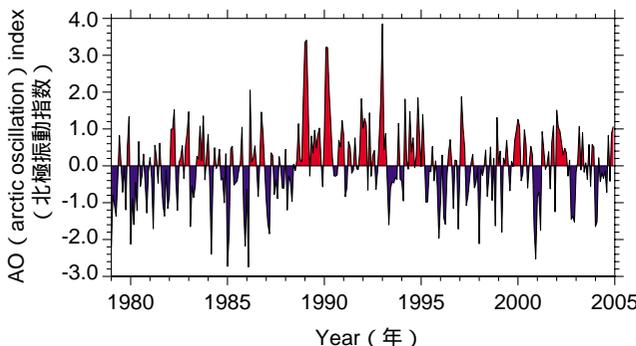


図3 北極振動の空間パターンと時系列

北極振動は、北極域と中緯度域の気圧の間のシーソー的な変動で、右の図は北極振動に係る海面気圧の偏差（平均値との差）、左の図は、北極振動指数（数値が大きいと日本では暖冬傾向）の時間変化を表す。

地球環境研究の基礎データに

地球温暖化研究に役立てる

地球温暖化が進行しつつあることが広く認識され、特に1970年代以降、地球の平均気温が急激に上昇していることが地上観測データから確認されています。JRA-25データは、温暖化の実態把握に役立てることもできます。地上気温は図4に示すように、地球規模では温暖化傾向が顕著ですが、その度合いは地域によって大きく異なることが確認されます。地上気温の観測データは海洋上や大陸の奥地では非常に少ないのですが、再解析では観測データを数値モデルと融合させることにより、誤差の小さい最適な推定値として、全球の分布が得られます。また、

精度などの面で注意すべき点がありますが、上空の気温や風速などの他の気象要素も合わせた分析が可能となります。

変化しつつある地球環境に電気事業が適切に対応するには、高度な気象・気候情報を活用する必要があります。JRA-25データはこのようなニーズに応える基礎データであり、今後さまざまな形で活用していきます。

*JRA-25の共同研究の成果により当研究所は、平成18年度気象庁長官表彰を受けました。

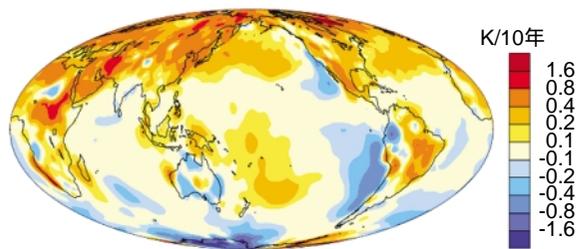
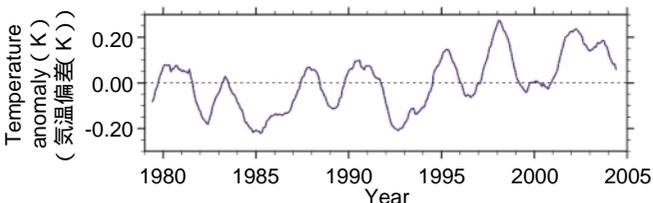


図4 月平均地上気温偏差の経年変化

1979年から2004年の月ごとに、平年と比べてどのくらい寒暖の差があったかを解析。上のグラフは全球の平均値で、長期的に温暖化の傾向にあることがわかる。下の図は10年あたりの気温変化の分布をあらわしたもので、北半球の中・高緯度の温度上昇が大きく、地域によって異なることがわかった。

ひとこと



環境科学研究所
物理環境領域
主任研究員
筒井 純一

JRA-25長期再解析プロジェクトには、当研究所と気象庁から、十数名の実施担当者が参加し、他にも国内外の多くの方々からご協力いただきました。このような大きな研究プロジェクトに計画段階から関わり、主体的に実施することができたことは、その成果だけでなく、研究過程を通じて得られた知見や人間関係の面でも意義のあるものでした。

環境科学研究所 物理環境領域 主任研究員 筒井 純一

JRA-25の作成に携わったことで、過去の気象やデータ処理技術などについて、当研究所はさまざまな知見を得ることができました。今後はこれらの知見とJRA-25のデータを活用し、地球環境研究の一環として、台風や豪雨の変化傾向の分析や将来予測に関する研究などを進めていきたいと考えています。

既刊「電中研ニュース」ご案内

No.435 一人暮らしのお年寄りを見守る

No.433 電気自動車社会はどのような効果をもたらすか

No.434 地域経済の成長に対する産業集積の効果を検証

No.432 ヒューマンエラー防止の新手法を考案