

JRA-25 長期再解析正式版と JCDAS の提供開始について

小出 寛(気象庁気候情報課)

1. はじめに

地球大気とそれに接する海面・陸面の長期間にわたる実況を定量的に正しく把握することは、気候系の監視や解析、季節予報などの業務において、あるいは気候変動のダイナミクスを研究する基盤としても根本的な要請である。このような要請に応えるデータセットとして、長期再解析(以下、再解析)が1980年台末に構想された(Bengtsson and Shukula, 1988)。再解析では、過去数十年の大気・地表面の観測データを収集し、数値天気予報の最新の4次元データ同化技術を使って長期間データ同化サイクルを実行する。途中でシステムに変更を加えず観測データが質・量共に均質であるならば[†]、長期間均質な大気循環場と地表面の格子点値を生成し得る。また再解析と同じシステムで実況を解析することによって、季節変化の振幅などと比較してはるかに微弱な、気候状態の平年偏差を正しく捉えることが可能となる。

10年以上長い期間の再解析は、世界で始めて NCEP(米国気候環境予測センター)によって、次いで ECMWF(欧州中期予報センター)において実施された(Kalney et al., 1996 および Gibson et al., 1997)。米国の NCEP/NCAR 再解析(以下 R-1)は、当初は対象期間 40 年の計画で実施され、実況に追いつくと、引き続き CDAS(気候データ同化システム)として現業運用を継続し、そのデータセットは無償で全世界に公開された。入手が容易なこともあり、これらのデータを利用した査読論文の数は最近にな

って 3000 を数えるに至っている(金光、私信)。

日本においてこの種のデータセットの整備は遅れていたが、このほどアジア域では初めての再解析として JRA-25(Japanese 25-year ReAnalysis) が、(財)電力中央研究所と気象庁の共同研究プロジェクトの成果として完成した。JRA-25 データセットは、既に研究用途に無償で Web 配布[‡]されている。また、2006 年 2 月末からは、リアルタイムの気候データ同化システム JCDAS(JMA Climate Data Assimilation System) が、更新された第 8 世代気象庁スーパーコンピュータシステムで新たに現業運用を開始し、2006 年 10 月からは JCDAS の外部提供を開始した。

本報告では JRA-25 と JCDAS データセットの背景と特徴について、主に利用上の観点から述べる。紙幅の制約もあり網羅的なものは意図していないので、必要に応じて Onogi et al.(2005)あるいは Onogi et al.(2006)をあわせて参照されたい。

2. システムの諸元

表 2-1 に利用した数値解析予報システムの諸元概要を示した。これらは JRA-25 の本計算を開始した 2004 年初めにおける気象庁システムにおおむね準拠した内容となっている。

CTM で別途算出された3次元オゾン分布の放射計算への反映(眞木ら,2004)と新しい層積雲パラメタリゼーション(Kawai and Inoue, 2006)、SSM/I 可降水量リトリバルの 3DVAR 同化(田

[†]実際には、再解析といえども過去の観測システムや観測データ量の変遷の影響はまぬがれないが、これまで大きな問題であった現業の数値解析予報システムの変遷による影響は除くことが出来る。

[‡] <http://jra.kishou.go.jp>

内, 2004)は、気象庁の全球数値解析予報システムに先立って導入された。また従来数値予報モデルで高速化のため行われていた東西・南北1格子間隔での放射計算の間引きはこれを廃している。

JRA-25とJCDASの諸元は原則として共通であるが、過去の観測データを取り扱うJRA-25に対して、JCDASはリアルタイムの運用であるために入電データに打ち切り時間の制約がある点異なる。

表 2.1 JRA-25/JCDAS システムの諸元

	JRA-25	JCDAS
運用	過去の観測データを用いて共同研究プロジェクトとして再解析実施	可能な限り再解析と同一システムで現業的に継続してデータ同化
使用計算機	FUJITSU VPP5000/32PE(電中研) (HITACHI SR8000/E1(気象庁))	HITACHI SR11000(気象庁)
基本方程式	プリミティブ方程式系	
座標系	水平:T106 ガウス格子 東西 320×南北 160 格子およそ 110km 間隔 鉛直: σ -p ハイブリッド座標 40 層(モデルトップ 0.4hPa)	
予報変数	U, V, T, SLP, 比湿, 雲水量	
数値計算手法	スペクトル法と有限差分法(鉛直),リープフロッグ法, 静水圧平衡近似	
データ同化手法	3次元変分法(3DVAR) TOVS/ATOVS 輝度温度データを直接同化	
陸面モデル	季節予報用に改良した JMA-SiB	
積雪解析	SYNOG 積雪深および日別 SSM /I 積雪被覆リターン(1987 以前は CPC の北半球週平均積雪被覆データを日別に内挿)を使用して陸面モデルと 6 時間間隔で結合	
SST(COBE 日別値) [†]	SST 解析当該日の前後 5 日間の観測を用いて解析	SST 解析当該日と過去 2 日分の観測を利用して解析
海氷(COBE 日別値) [†]	SSM/I より解析	SSM/I より解析 アルゴリズムバージョンアップあり
擬似的な台風周辺風データである TCWR (Fiorino, 2002)	FNMOG(米海軍気象海洋研究所)の全球をカバーする台風トラック過去データによる。	気象庁台風センター(RSMC)の受け持つ北西太平洋と南シナ海のみ入電保証、航空用の入電データも可能な限り利用。

[†]Ishii et al.(2005)

現状(2006年12月現在)では、日本時間の午前9時過ぎに、前日付の日本時間午前3時(およそ30時間前)までの1日分4回のデータ同化プロダクトがWeb上で公開される。JCDASは、米国CDASに次いで世界で2番目に運用される現業的な気候データ同化システムであり、その解像度(T106 ガウス格子、東西320×南北160格子、鉛直40層)は、現時点で全球気候データ同化システムとしては世界最高となった(CDASはT62、東西192×南北94格子)。

3. プロダクトの諸元

表3-1にJRA-25/JCDASのカテゴリーを示した。再解析の計算における各段階において、数値予報モデル積分による6時間予報値(第一推定値)、モデルスキームによる各種物理量モニター出力、3次元変分法による客観解析値(以下、解析値)、陸面モデル出力、積雪深解析値、などに分かれてプロダクトが生成される。

表 3.1 JRA-25/JCDAS 公開データの概要

カテゴリー名称	内容	格子系	格子点(・鉛直層)数
anl_p25	気圧面解析値	等緯度経度 2.5 度	144x73x23
anl_p	気圧面解析値	等緯度経度 1.25 度	288x145x23
anl_mdl	モデル面解析値	T106 ガウス格子	320x160x40
anl_chipsi25	気圧面解析値(追加要素)	等緯度経度 2.5 度	144x73x23
anl_chipsi	気圧面解析値(追加要素)	等緯度経度 1.25 度	288x145x23
anl_z25	帯状平均気圧面解析値	等緯度 2.5 度	73x23
anl_z	帯状平均気圧面解析値	等緯度 1.25 度	145x23
anl_isentrop25	等温位面解析値	等緯度経度 2.5 度	144x73x20
anl_isentrop	等温位面解析値	T106 ガウス格子	320x160x40
ges_p25	気圧面第1推定値	等緯度経度 2.5 度	144x73x23
ges_p	気圧面第1推定値	等緯度経度 1.25 度	288x145x23
ges_mdl	モデル面第1推定値(月平均のみ)	T106 ガウス格子	320x160x40
fcst_mdl	モデル面予報値(月平均のみ)	T106 ガウス格子	320x160x40
fcst_phy2m	2次元物理量モニター	T106 ガウス格子	320x160
fcst_phy2m25	2次元物理量モニター	等緯度経度 2.5 度	144x73
fcst_phy3m	3次元物理量モニター(月平均のみ)	T106 ガウス格子	320x160x40
fcst_phy3m25	3次元物理量モニター	等緯度経度 2.5 度	144x73x40
anl_land	陸面解析値	T106 ガウス格子	320x160(x3)
anl_land25	陸面解析値	等緯度経度 2.5 度	144x73(x3)
fcst_phyland	陸面物理量モニター(予報値)	T106 ガウス格子	320x160(x3)
anl_snow106_mdl	積雪深解析値(日別値)	T106 ガウス格子	320x160
anl_snow25	積雪深解析値(日別値)	等緯度経度 2.5 度	144x73

容量の大きい fcst_phy3m, ges_mdl, fcst_mdl は現在 6 時間データを公開していない

再解析のデータ同化サイクルにおいては、広範なユーザーのニーズを勘案して、現業の全球数値解析予報システムよりも多くの物理要素が出力・蓄積される(詳細は Onogi et al., 2006 または <http://jra.kishou.go.jp> を参照)。従来の予報変数、解析変数に加えて、モデルの各種物理過程の計算を監視するための物理量モニターを特に強化している。各カテゴリーには複数の層・要素が含まれ、要素種別は200種類以上、12bit で GRIB 圧縮した総データ容量は、JRA-25 期間のみで約8テラバイトに及ぶ。

地上気象観測、ゾンデ観測、航空機観測、衛星観測など各種の観測データは、大気解析値と積雪深解析値、境界値としての SST および海氷被覆率、3次元オゾン分布にそれぞれ反映されている。従来の再解析では利用されていない観測データとして、印刷刊行物である「中国地面気象月報」からデジタル化した中国域積雪深データ、及び熱帯低気圧の中心位置と強度データから推定した周辺風データ(Fiorino, 2002) が挙げられる。

モデル大気と自然にはまだ大きな差異があるため、モデルでいかに保存性の高いスキームを利用したとしても、観測データの同化によって場が変更されて水収支やエネルギー保存則は成り立たない。このため JRA-25/JCDAS では同化前の第一推定値についても提供データに含めた。

気圧面解析値(anl_p, anl_p25, anl_chipsi, anl_chipsi25)では、慣例的に地面に干渉する領域にもモデル面から外挿した値を入れてあるが、等温位面解析値(anl_isentrop, anl_isentrop25)の地面干渉部分については欠測とし、月平均値や平年値については期間内の6時間ごとの瞬間値全てが揃わない格子点は平均しない。地面の干渉を配慮した気圧面解析値の帯状平均場(anl_z, anl_z25)についても極周辺に極端な値が現れないように等温位面解析値と同様の

扱いにした。

データ同化は6時間間隔で実行されるため、時刻の取り扱いは基本的に協定世界時00,06,12,18時(00が日本時間午前9時)となる。観測データの取り込みは原則として当該時刻の前後3時間、計6時間のウィンドウを用いる。積雪深解析と境界値の SST/海氷、3次元オゾン分布は日別に取り扱われ、SST/海氷は JRA-25/JCDAS を通じて前日日付のものが大気解析に与えられる。JCDAS では3次元オゾン分布は化学輸送モデルの予報値による当該日の値となる。また陸面の植生パラメーターは内挿なしに月ごとに切り替わる。

プロダクトのカテゴリー(表 3-1 参照)のうち、名称が fcst および ges で始まるものは全て大気または陸面モデルの6時間予報瞬間値、あるいはそれらの物理過程で取り扱う要素の積算・平均値、6時間内での最大・最小値である。瞬間値以外で対象時刻に幅のあるものは、GRIB ファイル名の示す時刻の前6時間内での値となっている。名称が anl で始まるものは客観解析値で全てファイル名時刻の瞬間値である。計算順序としては、6時間予報を行って求めた第一推定値に観測データを同化して対象時刻の解析値を生成する。例えば2005年1月1日00Zの解析値を求める段階で、前日2004年12月31日18Zからの6時間予報を計算するので、JRA-25では、2004年の最後6時間分は予報モデル積分としてカバーされず、1978年の最後の6時間は含まれている。

最終プロダクトのストリームの接続については、図 3.2 のようになっている。当初計画では計算ストリームは2本のみで、衛星データの処理負荷の大きい1990年代以降のストリームを初めに計算開始した。また2005年以降の計算は JCDAS 立ち上げのスケジュールの制約で JRA-25 の完了前に開始する必要があった。そのため、正式プロダクトの1990年の終わりから

1991 年はじめと、JRA-25 と JCDAS の間(2004 年の終わりから 2005 年はじめ)に初期値の引き

継ぎのない不連続がある。これらの影響は土壌水分など履歴の見られる要素に残っている。

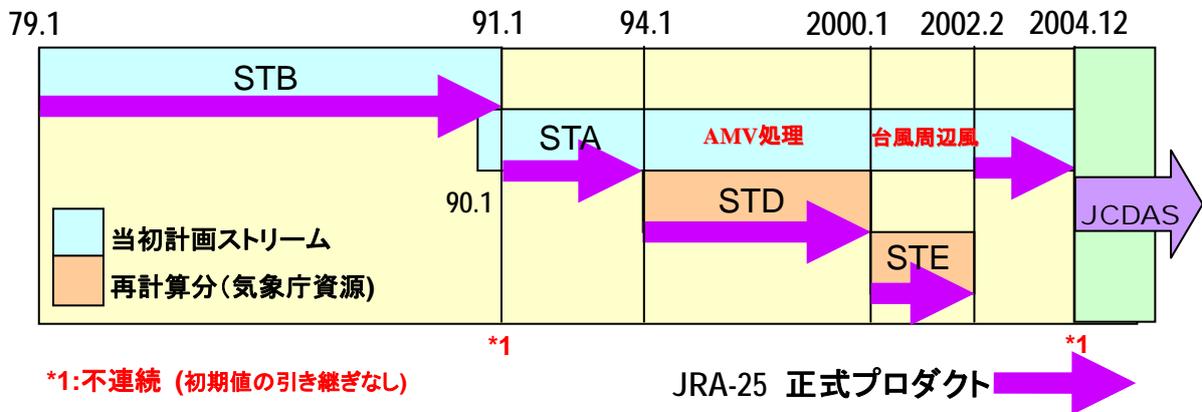


図 3-2 JRA-25 の計算ストリーム

STA, STB 等は計算ストリームの略称(大野木による図を改変)

4. プロダクトの特性

本節ではこれまで判明している JRA-25 プロダクトの特性についての検討結果を記述する。

4-1. 熱帯の発散の時系列

第 4-1 図に 200hPa 熱帯域(20° S~20° N)で平均した発散の標準偏差の時系列を示す。赤い線は以前に気象庁気候情報課(旧長期予報課)が利用していた循環場の累年データによるもので、入手可能な NMC(米国気象センター)や ECMWF の現業の解析値に 1980 年台末から入手できるようになった気象庁の全球客観解析値 GANAL を継いだ 200hPa 風(U,V)によるものである。過去の現業解析値による大気循環場データセットは、計算機能力とモデル気候値・データ同化技術の変遷によって、要素によってはきわめて不均質で、気候解析を行ってもその結果に信頼がおけない場合が多く見られた。黒線が JRA-25 によるものであるが、赤線と比較して長期間安定した挙動を示していることが見て取れる。また気象庁が積雲対流スキームに Kuo スキームを採用していた全球モデル GSM8911 の期間(1989 年 11 月~1996 年 3

月)には、この図に見られる GANAL の熱帯の発散特性は安定して JRA-25 に近かったことがわかる。

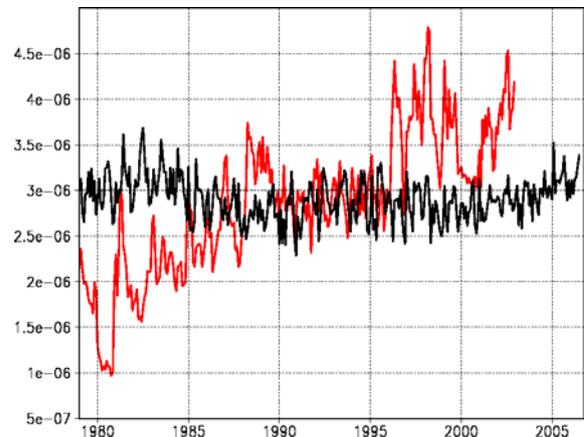


図 4-1 熱帯域の発散の標準偏差

200hPa の熱帯域(20° S~20° N)で平均した時系列, 条件を揃えるため 5° × 5° 間隔の格子に間引いて算出, 線の色については本文内で説明

4-2. 降水量分布

降水量は、モデルの積雲対流や境界層のスキーム、気候学的な気温、水蒸気量や大気循環などに依存しており、データ同化システムの

総合的な性能の良い指標となると考えられる。JRA-25と他の再解析の6時間予報降水量[†]、および観測から推定した降水量データセット GPCP version-2(Adler et al., 2003)の月平均値を比較した。既存の再解析については図が煩雑になるため ECMWF と NCEP のそれぞれ最新の再解析である ERA-40 および NCEP-DOE Reanalysis II (R-2) についてのみ描画した。各再解析プロダクトの月平均降水量と GPCP との全球の面積加重した空間相関についての時系列を作成して図 4-2 に示す。比較はあらかじめ 2.5 度等緯度経度格子に内挿してから行った。JRA-25 は開始直後から 1987 年途中までを見ても比較的良好なパフォーマンスを示しており、それ以降は明瞭な差をつけて世界一の精度を示すことが分かる。

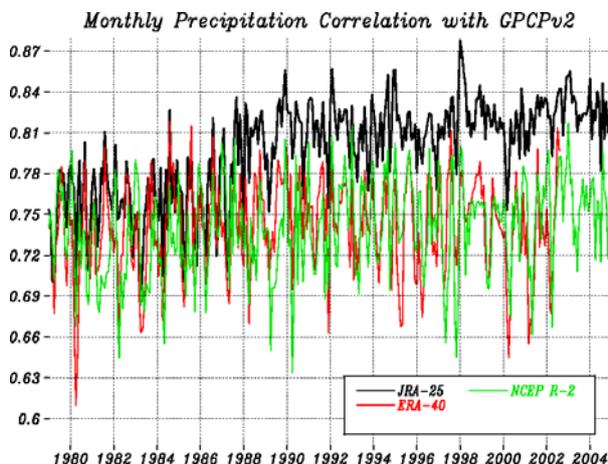


図 4-2 月降水量の GPCPv2 と各再解析の空間相関時系列

Global-averaged Monthly Precipitation

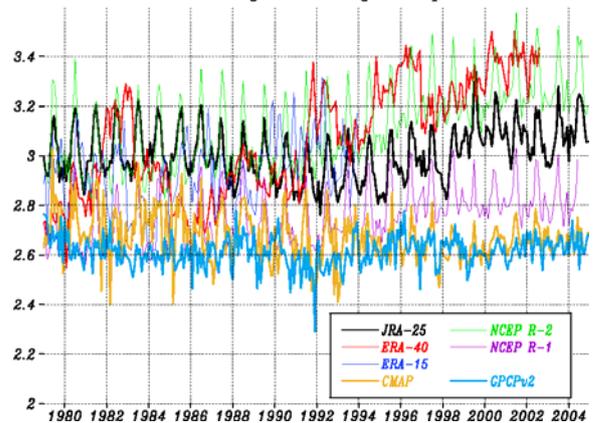


図 4-3 各再解析と GPCPv2, CMAP の全球平均月降水量時系列

JRA-25 のパフォーマンスに時代による差が見られるのは、1987 年途中から利用可能となった DMS(米国軍事気象衛星計画)衛星のマイクロ波センサー SSM/I の可降水量リトリバルを同化することにより、海上降水量の精度が大幅に改善したためである。再解析計算途中から SSM/I 可降水量を導入することは、長期間の均質性を損なう恐れもあるが、全球平均月降水量の時系列(図 4-3)を見る限りでは、黒の太線で示した JRA-25 のストリームの 1987 年前後に大きなギャップは見られない。可降水量のリトリバルに対モデルのバイアス補正を施して使用した(田内, 2004)ため平均としては過大な降水を生じなかったと見られる[‡]。一方、気温や水蒸気量の鉛直分布の再現に重要な役割を果たす NOAA 衛星のサウンダーのデータを TOVS から ATOVS に切り替えた 1998 年 11 月以降には、JRA-25 の降水量に増加が見られる。

SSM/I を使わず他の衛星についても全て解

[†]ERA-40 についてはオリジナルデータから 6 時間予報降水量を抽出したものを使用した。ERA-40 月平均降水量には他にスピンアップの影響がより少ないとみられる 12-24 時間予報降水量も存在する。

[‡]全球平均で見ると変化は少ないが、SSM/I 以前に湿りの観測データが乏しい南半球海洋域等では降水量や比湿に不連続があるので注意が必要である。

析変数へのリトリバルを使用した NCEP R-1 では、データの変遷による大きなギャップらしきものは見られない。一方、赤い細実線で示した ERA-40 の降水量の長期変動の振幅は極めて大きく、熱帯の降水量の年々変動を解析する場合などは使用に耐えない。このような ERA-40 の品質変化の原因としては、SSM/I 可降水量の同化開始に加えて、エルチチョン(メキシコ, 1982年3~4月)とピナトゥボ(フィリピン, 1991年6月)の大規模火山噴火による大気へのエアロゾル放出が、衛星センサーのうち対流圏の水蒸気量を測れるチャンネルを介して影響したことや、1990年代半ばからの TOVS のバイアス補正が不適切であったことが挙げられる(Simmons, 私信)。JRA-25 ではこれらのチャンネルの利用を晴天海上の条件のよいデータのみに限ったこと(Sakamoto et al., 2005)などが功を奏したと言える。可降水量を衛星観測から推定した NVAP(Randel et al., 1996)と比較した場合にも、JRA-25 プロダクトは既存再解析の中でパフォーマンスが高く(図略)、全球、特に熱帯域で見た降水関連のプロダクトの精度において、JRA-25 はひとまず好結果を納めたと言えよう。

4-3. 亜熱帯の大陸西岸海洋上の層積雲

導入された新しい層積雲スキーム(Kawai and Inoue, 2006)は、カリフォルニア沖やペルー沖に代表される大陸西岸沖に特有の層積雲を巧みにパラメタライズしている。このため JRA-25 プロダクトでは、従来全球モデルで表現の難しかったこれらの領域の下層雲の分布がよく再現されており、放射収支でも導入前の予備実験に比して大きな改善が得られている。図 4-4 に、1983年から2001年まで平均した北半球夏季の7月の下層雲量を、衛星観測の雲量推定値である ISCCP-D2 の VIS-IR 下層雲量(Rossow et al.,

1996)と、JRA-25 および ERA-40 の下層雲量を比較して示した。JRA-25 の下層雲は南北アメリカ大陸の海岸線にぴったり隣接して分布しており、ISCCP と同等かむしろ強いコントラストで雲量を再現している。これに対して、既存の再解析プロダクトの中では比較的優れていると見なされる ERA-40 でも、JRA-25 に比べると沿岸部分での表現が不明瞭でコントラストもかなり弱いことが分かる。

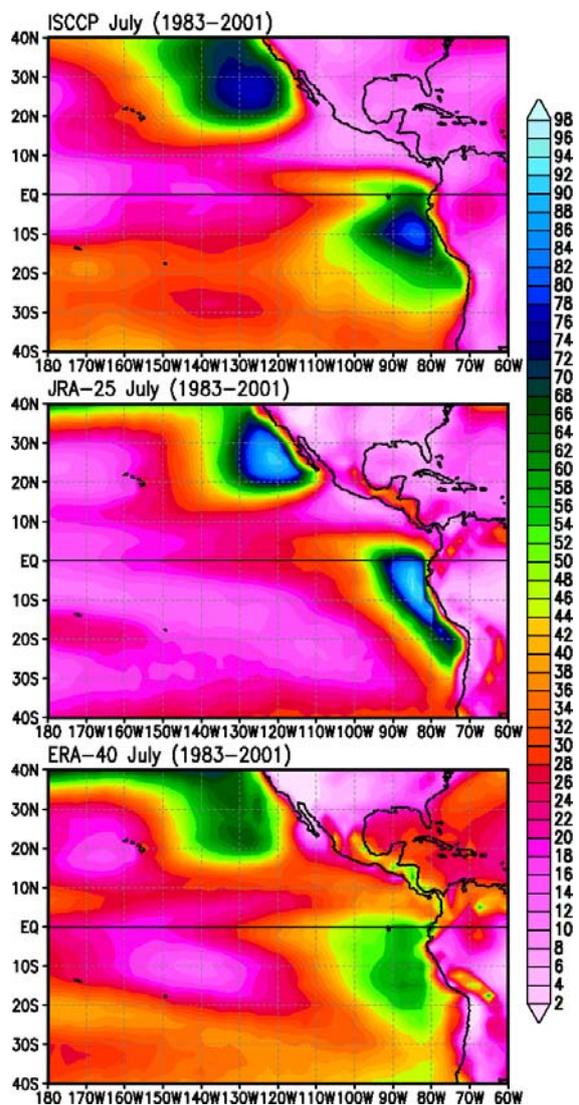


図 4-4 7月平均下層雲量(%)

1983年から2001年の平均値, 上から ISCCP(D2 VIS-IR), JRA-25, ERA-40

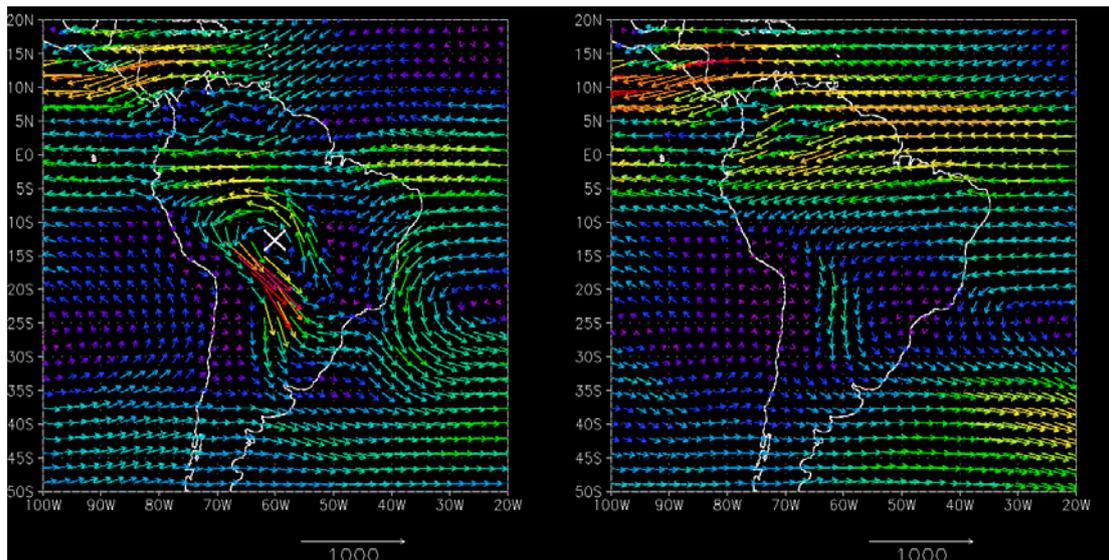


図 4-5 鉛直積算した月平均水蒸気フラックス

(左)JRA-25 の 1991 年 12 月,×はもっとも影響の大きかった地上気象観測地点, (右)数値予報モデルだけを数年間積分したある年の 12 月(気象庁数値予報課平井雅之の実験による)

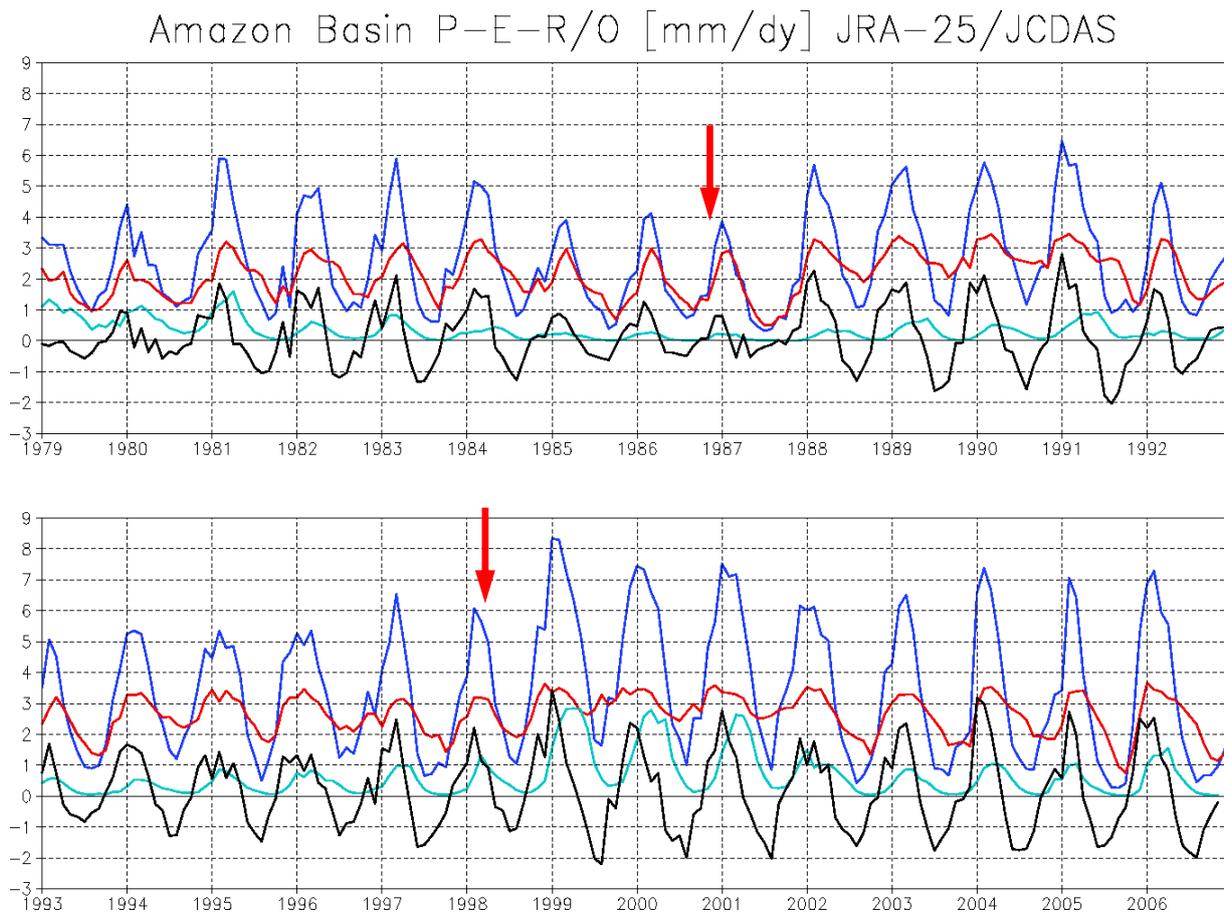


図 4-6 JRA-25/JCDAS のアマゾン域で平均した水収支

青:降水量 P, 赤:蒸発量 E, 水色:ランオフ R/O, 黒:収支(P-E-R/O), 矢印は特定地点の地上気圧観測の利用を取り止めた時期(1986 年 11 月, 1998 年 3 月)

4-4. アマゾン域の乾燥傾向

JRA-25 に特有の欠点として、アマゾン域の表層の土壌水分は他再解析に比較して少なすぎ、顕熱フラックスが大きく潜熱フラックスが小さくなる傾向がある。また降水量、蒸発量は共に小さ過ぎる。これらの傾向は、季節変化の中で乾季の終わりから雨季の始まりに当たる11月～1月に最も顕著であり、この領域で大気・土壌の湿りの季節変化の振幅は他プロダクトに比較して大きい。

陸面モデルと大気モデルを6時間間隔で結合して、フィードバックがかかる条件下で長期間に渡って計算したことは、気象庁の数値解析予報システムでは初めての試みであり、同じ陸面モデルを大気モデルの計算結果で一方に強制した場合にはこのような乾燥は起きない(徳広, 2002)。

ストリームの開始後に乾燥化が発生する際には、雨季のはじまる時期に以下のような現象が見られた。

- ① 南アメリカ大陸中心部で、特定地点の地上気圧観測データが背景場との差によって下層大気の局所的冷却・高気圧性循環のインクリメント(データ同化による場の変更)をもたらす。
- ② これにより下層の水蒸気は発散傾向を示し、その周辺で雨量抑制、土壌乾燥、雲量低下、短波加熱卓越が見られる。
- ③ 周辺の地表面・下層大気の加熱によって最初の地点観測データのインクリメントがより強化される。

わずかな観測インクリメントによる大規模な場の変更は、季節進行の中で①から③のフィードバックが起きていると考えることで説明できる。乾燥化の情報は土壌水分に保持され持続あるいは増幅するので、JRA-25のアマゾン域には乾燥化ドリフトが発生する。

これらの特徴は2つのストリーム開始当初の数

年間で顕在化した(図 4-6)ため、やむを得ず、原因となった特定の観測地点の地上気圧データを排除してストリームを続行することによりこれを回避した。しかしこれは根本的な解決ではなく、乾燥化の履歴は公開データに含まれている。アマゾン域など熱帯雨林の陸面の改良は今後の再解析に残された課題である。

4-5. ATOVS 切り替えに伴う成層圏の変化

再解析で最も重大な観測データの一つであるNOAA 衛星の鉛直探査計(サウンダー)のデータのTOVSからATOVSへの切り替えを1998年11月に行った。これによる解析値の特性変化は、他の観測が少ない成層圏に顕著に現れる。下部成層圏より上の気温鉛直プロファイルなどにギャップが生じており、気候系監視のための層厚換算温度の時系列などの場合には利用が難しい。

4-6 その他の問題

その他に現時点まで次のような主要な問題点が明らかになっている。これらは、従来の数値予報で開発目標でなかったか優先順位の低かった部分に起因するものと、再解析実施における人為的なエラーなどによるものがある。カッコ内に問題点の発現する期間を示した。

- ・極域の湿り要素に見られるさざ波模様(全期間)

極域では気温が低いために比湿や飽和水蒸気量は極めて小さい数値になっている。このため水蒸気の波格子変換に伴う波数切断で生じる微小な偽の変化により湿度が大きく変化し、容易に過飽和状態に達することで雲水量にも影響する。両極で緯度にして50度より高緯度では湿り要素にさざ波状の模様が見られ、下層では地形に影響されるため月平均値にも顕著に見られる。なお、水蒸気の波格子変換を行わずに時間発展を計算できるセミラグランジアンモ

デルでは、この欠点は解消することが確認されている(吉村裕正, 私信)。

・極域の沿岸海氷の不適切な開水面(期間 1979.1~1982.4 と 1991.1~1993.12)

海水データをオリジナルからガウス格子に変換した際に不適切な海陸マスクを用いたため、カナダ多島海などの沿岸部に、真冬でも不自然な開水面が存在する。問題が発見され修正されるまでの間、ここで局所的に大きな潜熱・顕熱フラックスが出て、周りより地上気温が高くなっている他、周辺の降水量にも影響が見られる。

・成層圏の水蒸気の表現(全期間)

気象庁の全球大気モデルには、成層圏の水蒸気の化学生成過程が含まれておらず、絶対値の少ない成層圏の水蒸気はもともとプロダクトとして扱われていなかった。またストリーム開始時点で過去のデータ同化実験から引き継いだ初期値の南極周辺の圏界面付近に過大な比湿が含まれていた。このため成層圏の比湿は各ストリーム開始後数年間は強い減少トレンドがある。ただし放射過程の計算には別途気候値の水蒸気量を用いているためこれに伴う問題は生じない。気圧面で 100hPa、等温位面で 400K より上層の比湿は特に変動が大きかったので公開プロダクトから削っているが、100hPa 付近にはまだ影響が見られる。

5. おわりに

再解析は、本邦気候系監視・気候解析関係者の宿願であったが、一度実行して積年の恨みが晴れたかという、そうではなく前節に示したような新たな悩みもある。計算機資源の拡充と数値解析予報システムの進歩に応じて、更に気候システムの再現をも目指して、今後も挑戦を繰り返すべきであろう。

JRA-25 のプロダクトは評価グループを設けてサンプルデータとして再解析計算中より早期配

布していたが、その後、問題の発見された期間を再計算するなど部分的に幾度か更新している。また JCDAS の運用を開始してからも台風周辺風データが正しく生成されていなかったり、衛星データに起因するドリフトが生じるなどの問題が発生しているため、JRA-25/JCDAS の利用にあたっては、公開サイト内の最新情報を精査して最新のデータセットを確認の上でご使用頂きたい。

現在、気象庁の気候系監視や季節予報業務の基盤データは、JRA-25/JCDAS プロダクトに順次移行作業中であり、これは 2007 年度中に完了する予定である。また異常気象の要因分析といった今後の課題においても再解析の利用が見込まれている。このような業務を立ち上げるにあたっては、気候変動のメカニズムに未解明の部分が多いため気候分野の研究者の協力が必要不可欠であり、知見を集約して見解を取りまとめる仕組みが望ましい。そのため気候情報課では、対話的な気候解析システムの構築・提供など、新たな枠組みで JRA-25/JCDAS の有効利用を図っていくことを計画している。

参考文献

- 田内利治 2004: マイクロ波放射計可降水量の同化。数値予報課報告・別冊, 気象庁予報部, 50, 116-121.
- 徳広貴之 2002: 陸面解析の現業化に向けて。平成 13 年度全国季節予報技術検討会資料, 気象庁気候・海洋気象部, 44-48.
- 眞木貴史・海老田綾貴・石水尊久・永田和彦・佐々木徹 2004: 長期再解析(JRA-25)用オゾン 3 次元日別値の作成について 2004 年度春季大会講演予稿集, 日本気象学会, 85, 383.
- Adler R. F., G. J. Huffman, A. Chang, and Coauthors, 2003: The version-2 Global Precipitation Climatology Project (GPCP)

- monthly precipitation analysis (1979–present), *J. Hydrometeor.*, 4, 1147–1167.
- Bengtsson, L., and J. Shukula (1988) : Integration of space and in situ observations to study global climate change, *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 69, 1130–1143.
- Fiorino, M. 2002: Analysis and forecasts of tropical cyclones in the ECMWF 40–year reanalysis (ERA-40). Extended abstract of 25th Conference on Hurricanes and Tropical Meteorology, 261–264.
- Ishii, M., A. Shouji, S. Sugimoto, and T. Matsumoto, 2005: Objective analyses of SST and marine meteorological variables for the 20th century using ICOADS and the Kobe Collection. *Int. J. Climatology*, 25, 865–879.
- Kalnay, E., M. Kanamitsu, R. Kistler, W. Collins, D. Deaven, L. Gandin, M. Iredell, S. Saha, G. White, J. Woollen, Y. Zhu, M. Chelliah, W. Ebisuzaki, W. Higgins, J. Janowiak, K. C. Mo, C. Ropelewski, J. Wang, A. Leetmaa, R. Rdynolds, R. Jenne and D. Joseph (1996): The NCEP/NCAR 40–year reanalysis project, *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 77, 437–471.
- Kawai, H. and T. Inoue, 2006: A simple parameterization scheme for subtropical marine stratocumulus. *SOLA*, Vol. 2, 017.020, doi:10.2151/sola.2006.005.
- Onogi, K., H. Koide, M. Sakamoto, S. Kobayashi, J. Tsutsui, H. Hatsushika, T. Matsumoto, N. Yamazaki, H. Kamahori, K. Takahashi, K. Kato, T. Ose, S. Kadokura and K. Wada 2005: JRA-25; Japanese 25–year Reanalysis --- progress and status ---. *Quart. J. R. Meteorol. Soc.*, 131, 3259–3268.
- Onogi, K., J. Tsutsui, H. Koide, M. Sakamoto, S. Kobayashi, H. Hatsushika, T. Matsumoto, N. Yamazaki, H. Kamahori, K. Takahashi, S. Kadokura, K. Wada, K. Kato, R. Oyama, T. Ose, N. Mannoji and R. Taira 2007: The JRA-25 Reanalysis. *J. Meteorol. Soc. Japan*, submitted.
- Randel, D. L., T. H. V. Haar, M. A. Ringerud, G. L. Stephens, T. J. Greenwald, and C. L. Combs, 1996: A new global water vapor dataset. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 77, 1233.1246.
- Rossow, W.B., A.W. Walker, D.E. Beuschel, and M.D. Roiter, 1996: International Satellite Cloud Climatology Project (ISCCP) Documentation of New Cloud Datasets. WMO/TD-No. 737, World Meteorological Organization, 115 pp.
- Sakamoto, M., S. Kobayashi, K. Kato, T. Matsumoto, H. Koide, K. Onogi, T. Ose and H. Hatsushika 2005: Ongoing Japanese Long-term Reanalysis Project (JRA-25); Assimilation of NOAA Polar-orbiter Satellite Sounder Data. Proceeding of the 85th American Meteorological Society annual meeting, Ninth Symposium on Integrated Observing and Assimilation Systems for Atmosphere, Oceans, and Land Surface, Jan 8–14, 2005, P1.10.