

長期再解析実施計画書

平成 13 年 8 月 13 日

JRA-25 長期再解析実施グループ

長期再解析実施計画書

目次

目次.....	i
1. はじめに	1
2. 概要および目標	1
3. 全体計画	3
4. 実施体制	3
5. 詳細計画	4
5-1. システム仕様.....	5
5-2. 観測データ	6
5-3. 必要な作業	8
5-4. 出力要素.....	12
5-5. 計算機資源	12
6. データ利用.....	12
追記.....	13
用語集.....	13
長期再解析推進委員会（敬称略）.....	15
長期再解析実施グループ	16
添付資料一覧	17

1．はじめに

気候変動の原因解明と全球的な気候系監視の必要性の増大に応えて、米国および欧州では1990年代はじめから長期再解析プロジェクトが実施された。長期再解析とは、気象機関において現業的に実施される数値予報・データ同化システムのプログラムを用いて、同一のシステムで十年以上の長期間に渡る過去の観測データを与えて、品質の様な大気循環場と境界条件のデータセットを作成することを指す。このようなデータセットはそれまでに存在せず、長期再解析データのリリースは気候システム研究や気候系監視のあり方などに大きなインパクトを与えた。近年我が国においても、高精度の気候・環境情報やデータの提供ニーズの増大に伴って、気象庁の有する現業システムをベースとした独自の再解析実施の機運が高まり、気象庁と電力中央研究所（以下、電中研と表記）との共同研究を核に今年度からこれを実施する運びとなった。本長期再解析プロジェクトを JRA-25 (Japanese Re-Analysis 25 years) プロジェクトと称し、作成されるデータセット名称を JRA-25 とする。

2．概要および目標

気象庁・電中研は、互いに協力して1979年から2004年まで26年間の長期再解析実施に必要な計算機環境、ソフトウェアと人的資源を提供することに同意し、平成13年4月27日付けで共同研究契約を締結した。この契約に基づき、本長期再解析は平成13年度から5年計画の共同研究プロジェクトとして実施される。

両機関が長期再解析を行う最大の目的は、季節予報モデル、温暖化予測モデルの開発に不可欠な過去の予報実験用の初期値と検証データの作成、気候監視業務のための基盤データの作成、の2点である。一方、長期再解析は、気候メカニズムの解析研究等、国内外の気候研究の良質な基盤データとして有用であり、海洋大循環モデルや化学輸送モデルの入力データとしても利用できる。また、関連研究者と連携して再解析を実施することを通じて、予報・データ同化技術の改善にも資するものと期待される。

データ同化技術は、発展途上の技術であり、過去に作成された他機関の再解析データ(表1参照)は、実施システムにより特性が大きく異なるのが現状である。日本が新たな再解析データを整備することは、より真実に近い全球的な大気場の動向を把握する上で国際的な貢献となり得る。この観点からは、1979年以降について既存のNCEP/NCAR再解析よりも精度のよい再解析データ、およびそれに対応した準リアルタイムの同化データを提供することを目標とする。さらに次のような項目も目標とする。1) 台風位置データを取り入れた再解析データセット、2) アジア域の品質の重視。

JRA-25プロジェクトの実施にあたっては、再解析実施グループに対して専門的視点から助言を行うことを目的として、「長期再解析推進委員会」を設ける。この委員会は、気候系と全球数値予報モデル・データ同化システムについての専門的知識を有する学識経験者を委員とする。また膨大な出力データの様々な側面からの検証・評価の必要性と、再解析デ

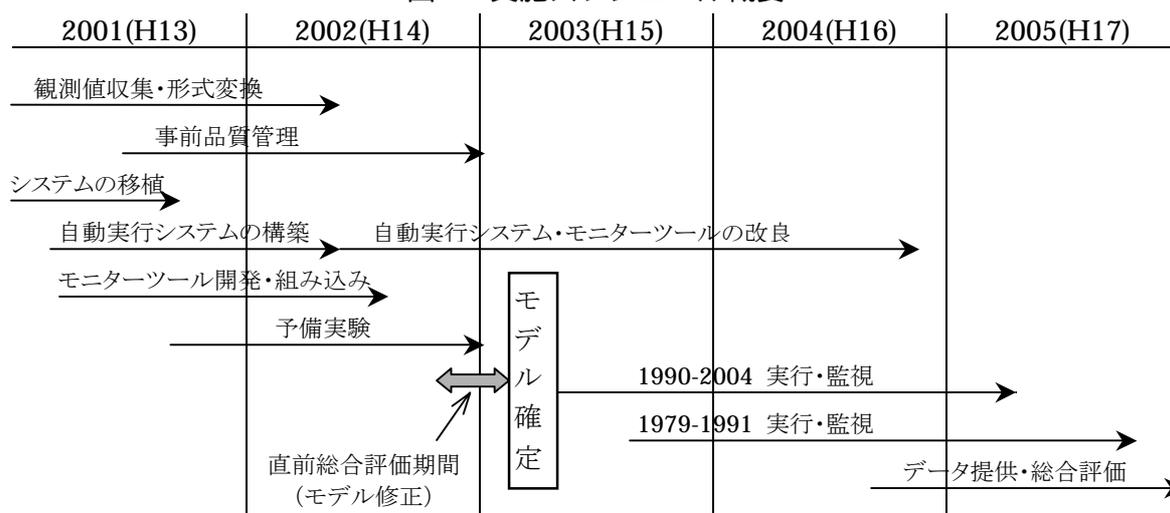
ータ利用の効果的な促進のために、大学等研究機関から広く研究者の参加を募って「長期再解析データ評価グループ」(以下、評価グループと表記)を設ける。

表 1 JRA-25 と従来の再解析の比較

再解析名称	実施機関	期間	モデルの解像度	データ同化手法	備考
JRA-25	JMA/CRIEPI	1979-2004	T106L40(予定)	3DVAR	
ERA-15	ECMWF	1979-1993	T106 L31	最適内挿法	完了、1996年に計算終了
ERA-40	ECMWF	1958-現在	TL159 L60	3D VAR	現在進行中、2003年なかばには結果が出る予定
NCEP-NCAR再解析	NCEP-NCAR	1948-現在	T62 L28	3D VAR	1957～1996(40年分)を1996年頃公開、延長してCDASを運用
NCEP-DOE AMIP-II再解析	NCEP-DOE	1979-1999	T62 L28	3D VAR	1996年分まで計算終了
GEOS1	NASA/DAO	1980-1996	2×2.5 L20	最適内挿法 + IAU	1994年分まで計算終了
GEOS2	NASA/DAO	1979から開始	1×1 L48	3D VAR	FGGE期間を開始

モデル解像度の T, TL は切断波数、L は鉛直の層の数
T106, TL159 は格子間隔約 110km 相当、T62 は格子間隔約 180km 相当

図 1 実施スケジュール概要



3．全体計画

実施スケジュール案の概要を図 1 に、詳細な実施スケジュール案を別紙 2 に示す。本再解析計画の実施期間は平成 13 年度～17 年度の 5 年間であるが、進捗の段階に伴い必要となる作業内容は推移する。

1) 最初の 2 年間（平成 13, 14 年度）観測値準備、実行システム構築期間

この期間の作業は、まず、観測値の収集、形式変換、事前品質管理を行うことである。

同時に、長期の計算を能率良く実施できる実行システムとデータ同化品質を随時監視できる可視化（画像）ツールの整備を行う。

そして、本番の長期の同化実施に先立って、様々な短期間の予備的な同化実験を行ない、再解析実施モデルを確定する。この、データ同化実験は、はじめは観測データの品質情報を収集することを主眼とするが、中盤以後は長期の同化品質を確保するため予報・同化モデルの物理過程、陸面過程、モデルバイアスなどをチェックする。この期間の実験は、モデルの専門家の密接な連係・指導の下に進める必要がある。実験期間の終盤に 1～2 年分のデータ評価を行って最終的に同化システムを確定する。また、実験期間後半の結果は、随時評価用サンプルデータとして評価グループに提供してコメントを受け、最終システム確定の判断に反映させる。

2) 3, 4 年目（平成 15, 16 年度）長期データ同化処理の実施期間

確定した同化システムを自動実行システムの上で実行する。計算時間の節約のため、実行は 1990 年～2004 年の 15 年間と 1979 年～1991 年の 12 年間の 2 系統を並列して実行する。実行初期は計算の進行状況を慎重に監視することが必要なため、観測データの量・質の確保できる 1990 年代以後を先行して実施し、これが軌道に乗った段階で、より以前の期間の実施に着手する。実行初期は結果を絶えず監視し、問題が出た場合には同化を中断し、必要に応じて同化システム、入力データ等の改善・再実行を行う。この品質監視は、実行異常を発見する目的で実施者が行う監視と、評価グループによる多角的な解析評価との両面が必要である。ある程度以上実行が進んだ段階で大きな問題が生じた場合は、推進委員会において続行かやり直しかを検討する。

3) 最終年度（平成 17 年度）データ配布、総合評価期間

再解析結果のデータ整理、利用者への配布体制の整備などを行う。また、完成した再解析データを用いた台風やアジアモンスーンの年々変動の解析などを行い、総合評価をまとめる。

4．実施体制

実施体制としては、基本方針・総合的な評価・助言等を行う「長期再解析推進委員会」

と、実際に再解析実施とその評価活動を担う「長期再解析実施グループ」、外部の研究者を中心に組織し様々な観点からデータの評価および助言を行う「長期再解析データ評価グループ」により構成する。実施体制を別紙 3 に示す。

長期再解析推進委員会

長期再解析推進委員会（以下、推進委員会）は本再解析実施の基本方針、科学的側面における総合的な助言を与える。また再解析本番の実行途中に大きな問題が生じた場合は推進委員会において、続行かやり直しかを科学的に検討する。すなわち、そのまま続行して均質だが問題点のあるデータを作成するのか、問題点を解決して続行して不連続なデータを作成するのか、問題点を解決して最初からやり直して均質で質の良いデータを作成するのかを検討する。推進委員会は大学・研究機関の専門家等、および気象庁、気象研究所（以下、気象研と表記）電中研の代表者からなり、プロジェクトの進捗状況に応じて年間 1～2 回不定期に開催する。

長期再解析実施グループ

共同研究契約に基づき、気象庁および電中研の総勢 20 数名程度の研究者で長期再解析実施グループ(以下、実施グループ)を形成する。

再解析実施のために主に次のような課題がある：

- ・観測データベースの整備、品質管理等
- ・自動実行システムの構築（再解析実行、モニター）
- ・解析結果の評価・解析

実施スケジュールに示したように進捗の段階で重点が移っていく。

長期再解析データ評価グループ

再解析データの品質を確保するため、大学等の気候系各分野の専門家が参加する長期再解析データ評価グループ（以下、評価グループ）を組織し、品質評価を実施する。この評価グループについては専門分野を持つ研究者が極力少ない負担で作業に参加できるよう、大きな義務を負わずにネットワークを通じた簡便な登録、必要なデータ取得ができる仕組みを整備する必要がある。リアルタイムの評価、気候解析による評価等を行い、必要に応じて要望やコメント、警告を寄せることの出来る研究者が望ましい。アーカイブ設計や出力要素の選択の段階でも助言が必要である。また、評価グループの中には、評価・報告の義務を負うコアメンバーを設けることが望ましい。その場合、再解析データプロダクトの優先的な利用など、コアメンバーとなることのメリットを明らかにする必要がある。

5．詳細計画

計算機、人的資源は限られており、5 年の時間的制約の中で計画を実施するに当たり、最

低限クリアすべき到達目標をまず定めて、実現可能性があればさらに高い目標と課題を設定するものとする。再解析対象期間は衛星データを含む全球的なデータ観測網が確立している 1979 年以後として、より過去にさかのぼった再解析については次期再解析の検討課題とする。

5-1. システム仕様

本計画では、気象庁で現業的に運用している数値予報データ同化システム（予報モデルを含む）をベースとして、長期再解析用のシステムを構築する。

1) 解像度

台風の表現能力やより実際に近い地形等を考慮し、現行の T213 の気象庁全球大気モデルをベースに T106-L40（水平格子約 110km 相当、鉛直 40 層、モデル最上層 0.4hPa）に水平解像度を落としたもの第一案として準備を進める。場合によっては解像度を引き上げる。再解析の実施では品質をチェックするため、定期的に 5 日に 1 回程度、10 日程度の予報を行なって予報スキルの監視を行う。この予報に要する計算機資源も考慮にいれ、準備段階での実験結果を受けて最終スペックを決定する。

2) 同化システム

2001 年秋をめどに新たに業務化される 3DVAR（変分法）システムを T106 に合わせて縮小して用いる。再解析システムの確定に向けては、気象庁数値予報ルーチンの同化システムの改良と密接な連携を持ち、最良かつ現業的に安定したシステムを活用するようにする。

3) 積雪解析

現行の全球数値予報データ同化システムは SYNOP 報や衛星データを入力とした積雪解析ルーチンを動かしているが、陸面モデルの出力は第一推定値として利用されていない。陸面モデルの作る積雪出力を積雪解析ルーチンの第一推定値として予報解析サイクルを構成するか、CPC データ等の既存データと観測データを用いて積雪解析を単独で運用し、初期値として作成するかは、別途気候情報課における季節予報のインパクト実験を経て 2001 年度中に運用方針を決定する。現在のところ衛星データによる積雪解析値の品質が未知であるため、積雪解析ルーチンは地上気象観測データで運用されているが、現行ルーチンでも衛星データの入力を取り入れることは可能である。

4) 陸面モデル

現行陸面モデルの SiB は、季節予報モデルにおける利用を前提に気候情報課で改良されており ERA-15 の大気強制力によるオフライン長期ラン(10年間)で良好な結果を得ている。

雪を3層化するなどした新 SiB は現在、気象研と数値予報課、気候情報課において重点課題として開発中であり 2001 年 12 月に数値予報課の全球データ同化システムで現業化が予定されている。オフライン長期ランの実績のある現 SiB と、新 SiB のどちらを長期再解析に使用するかは、長期ランにおける新 SiB の安定性を確かめる実験結果の検討を経て決定する。また、土壌水分など地中の値については予報-予報サイクルで運用する方法と、雨の観測値も用いてデータ同化する方法についても検討する。

5-2. 観測データ

気象庁において、数値予報業務のため GTS を通じて得た過去の観測データが蓄積されているが、欠落期間もあり、完全ではない。一方、NCEP で行われた再解析に使用された観測値(99年10月まで)をすでに入手している。したがって、この二つの観測データベースで準備作業を開始し、その他の観測値も入手に努める。2002年度半ば頃を目安として、それまでに入手できる観測値を再解析に使用する。

尚、NCEP, ECMWF 等の再解析の実施に当たっては、NCAR の保存データに加えて多くの気象機関の協力の下で、観測データベースの整備を行った。このデータ整備には、日本も気象庁の保存データを送り貢献した経緯がある。

現在、把握または取得されているデータは、以下のとおり。

1) 従来型観測データ(衛星リモセンデータ以外の地上、高層、航空、雲移動風など)

・NCEP の再解析データベース

後述する Big Merge のために NCEP が自らの再解析プロジェクトに使用した全観測データをアーカイブしており、気象庁は NCEP に依頼して 1978 年 12 月～1999 年 10 月の期間の観測値をすでに取得した。

・NCEP、ECMWF の結合データベース (Big Merge)

両者は、お互いの所有の再解析用観測データを結合したデータベースを構築することで合意している。これは、単一機関分より包括的なデータを含むが、両機関から利用に関する承諾をとることが必要となる。(2000年10月初旬現在、NCEP から ECMWF にデータ送付済みだが、2001年6月の時点で ECMWF 側で Big Merge は未完成。)気象庁が再解析プロジェクトへの利用のためにハンドリングコストを負担してこれを取得することについて、既に ECMWF の内諾を得ている。

2) 衛星データ: TOVS (極軌道衛星 NOAA の鉛直サウンダーデータ)

- ・ 層厚データに換算したデータ: NCEP から取得したデータに含まれている。
- ・ 輝度温度データ: ECMWF が ERA-40 のためにレベル 1b からレベル 1c に独自に変換したデータを作成しており、このデータの気象庁への提供について内諾を得ている。TOVS 輝度温度データを 3DVAR 同化システムで直接同化することが望ましい。

3) 衛星データ：SSM/I

1987 年以降入手できる。利用した場合、再解析期間の途中から解析値の特性が変化する恐れがある。SSM/I データからは可降水量、海上風速等をリトリブできる。このデータは NCEP から取得したデータには含まれていない。次のような選択肢がある。

- ・ Wentz 博士から購入できる輝度温度データ。
ECMWF では ERA-40 実施の際に Wentz 博士から輝度温度データを購入との情報を得ているが必要期間に対して一千万円以上で高価である。
- ・ 1987 年 8 月から 1996 年 8 月の 1 衛星に限った輝度温度データ。
気象庁はコロラド大学のデータセンターに依頼して CD-ROM で取得した。
- ・ すべての衛星データを Wentz のアルゴリズムで変換した可降水量データ。
無償で手に入るが、使用法に関する制限に不明な点がある。

輝度温度の直接同化と、リトリブされた可降水量の同化による結果の比較実験などを行い、長期間の均質性とデータ品質の兼ね合い、ルーチンで採用されるデータ同化法などを考慮して使用するデータを定める。ただし数値予報課のシステムを大きく改変することは難しい。

4) SST・海氷分布

長期間均質な品質の 2004 年までの SST・海氷データセットが必要である。

- ・ 現行の数値予報課の SST 解析を SATOB や COADS の過去データで運用する。
- ・ 現行の海洋気象課の SST 解析値は現地観測データのみを利用しているため南東太平洋などに大きな欠測域があり、これを埋めない限りデータ同化システムにおける利用には適当でない。期間は 1946 年以降、古いところほど欠測域は大きい。
- ・ 上記と別に気象庁では 1901 年以降の全球 SST・海氷解析データが 2001 年度中をめどに整備されつつある。

再解析には第 3 の選択肢が適切であるので、これを用いる。

5) 積雪被覆・積雪深

積雪被覆・積雪深には次のようなデータがあり、陸面過程のサイクルに観測データとして入力できる。

- ・ NOAA/NCEP/CPC で手解析を経て整備された weekly の積雪被覆域のデータ。
同データは 1999 年 6 月から作成手法が衛星データ(SSM/I、可視)によるものに変化しており、その接続の可否については調査されていない。
- ・ 気象庁が SSM/I データから独自に解析した積雪被覆、積雪深のデータ(1987 年～現在)。
- ・ SYNOP 報などに含まれる現地観測データ。
リモートセンシングではないが、通報地点は多くなく時間的地域的に偏りがある。

6) オゾン・エアロゾル

気象庁において、オゾン総量の TOMS による日別データが 1979 年以降蓄積されている。同データは準リアルタイムにインターネットを介しても利用可能である。鉛直分布を推定できるデータとしては 1984 年以降 SAGE によるデータがある。

気象庁ではオゾン濃度のデータ同化を行う技術は確立されておらず、今回の再解析においては結合した化学輸送モデルでオゾン濃度のデータ同化、エアロゾルのデータ同化を行う事は困難である。TOMS などから推定したオゾンの 3 次元濃度分布を観測データとして利用した場合のインパクトを調べてみる。

7) 台風位置データ

熱帯擾乱の中心位置データを入手した。既存の再解析データには、熱帯低気圧の中心位置データは使われていない。熱帯擾乱の中心位置データ（ベストトラック）を積極的に取り入れることができれば、台風などの動向の把握が可能なデータを生成できる。取り込みについては風分布を推定するなどの手法の開発が必要。尚、気象庁は北西太平洋の熱帯擾乱の中心位置・中心気圧のデータを作成している。中心位置については、PCMDI の Mike Fiorino から再解析期間全体のデータを入手したが、このデータには風分布を推定するための詳細な情報が最近まで付加されていないため、風分布をどのように生成するかが問題になる。

8) 再処理した GMS 衛星風

GMS 衛星風の再処理が可能なデータが保存されている 1987 年 4 月以降について、再処理した衛星風を取り込む予定である。

9) その他のオフラインデータ

アジア域の循環場の品質の確保、特に我が国の気候に密接な関係をもつアジアモンスーンの動向の表現を重視するためには、GTS 回線に流れないオフラインデータの収集してデータ同化に取り込むことが考えられる。インドネシアの高層観測データなど一部は既に入手しており、約 2 年間の準備期間に整備して取り込める限りのものを利用する。この点については、今後行われる他の再解析プロジェクトにとっても極めて重要な課題であり、時間的制約のある今回の再解析のスケジュールにはとらわれず、各種のデータの専門家の協力を得て、長期的な取り組みを並行して行う必要がある。

5-3. 必要な作業

別紙 1 に再解析全体の作業イメージを示す。必要な作業は以下のようになる。

1) データ準備 (デコード、データ形式の統一、事前品質管理、物理量変換処理)

デコード・形式統一

入手データのデコード、形式統一を行う。既存の再解析用データセットを活用するが、BUFR形式のデータから、JMAのデコードデータセットの形式への変換が必要になる。気象庁保有の古い観測データについては気象研で変換作業を行った共用データベース(今年秋をめどに作業中)を利用する。

事前品質管理

地上、海上、高層、航空、衛星風、TOVS等のそれぞれについて、低品質データの混入を極力避けるため、データ自体の整合性、時系列チェック、既存の再解析データとの比較チェック等を行う。観測種別ごとに担当者を割り当てる。また、高層ゾンデについて日射補正値の調査、浮遊ブイについてERA-15との突き合わせが望ましい。

物理量変換処理

SSM/I輝度温度をMSCアルゴリズムで可降水量にリトリーブして同化する場合、物理量変換処理が必要である。

TOVSの放射輝度温度を直接同化する場合は、放射輝度温度自体の経年変化、補正、変換法の検討など複雑な専門性の高い作業が必要になり、専任の担当者を割り当てる必要がある。

2) システム構築

気象庁の予報モデル、データ同化システムを再解析実施システム(電中研VPP5000)に移植するとともに、データ同化の各プログラムの実行、結果の自動保存、実行経過の各種モニター図出力、等の一連の処理を自動的に実行するシステムを構築する。自動実行システムは2001年5月に数値予報課で作成されたものをベースとする。データ同化システムは極めて多くのプログラムで構成されており、システム化するには、専用の自動実行・監視ツールの活用が必要である。ECMWFで開発されたSMSの導入を検討する。実施現地から離れた場所からでも、実施結果の評価を行えるように、外部インターネットサーバーを利用したWeb上で結果を表示できるシステムを検討する。

また、気象研にもシステムを移植し、予備実験を行ってシステムの改善を行う。各種実験やモデルの改良等が三機関で行われることになるので、ソースコードのバージョン管理を確実にを行う。

3) 予備実験とその評価

予備実験計画を作成し、系統的に実施・検討して最終的なモデル・データ同化の仕様を決定する。予備実験の結果は評価グループに提供して、大気循環場、放射過程、陸面水文過程、極域気候などさまざまな専門的な知識を有する研究者等が、データ品質を評価し、問題がある場合は、実施作業者に速やかに連絡する体制をとる必要がある。検証用データ

を含む出力データの配布方針と具体的な方法について今後議論を進める。

現時点では次のような実験が考えられる。

- ・各種データのオンライン品質管理
- ・システム依存性チェック
 - 気象庁計算機（日立 SR）と電中研計算機（富士通 VPP）とで計算結果の違いが無視できる範囲内かチェックする。
- ・ゾンデの日射バイアス補正
 - ゾンデの日射バイアス補正值の検討と影響チェックのための実験。
- ・3DVAR チューニング
 - T106 で行う場合、ルーチンの T213 用の 3DVAR を T106 に縮小して誤差関連のパラメータを調整する。
 - 注：ルーチンは T106 によるインクリメント法を採用するので、数多くの予報を行う必要はないが、調整はやはり必要である。
- ・陸面関連
 - 新旧 SiB のどちらが長期にわたってドリフトのない良い特性を持つか調べる。まず大気と結合しないオフライン実験が必要である。また、土壌水分など地中の値を観測値を入れずに予報-予報サイクルで更新する方法と、衛星による雨の観測値も用いてデータ同化する方法の比較実験も有効であろう。
- ・各種衛星データなどの観測システム実験（OSE：Observing System Experiment）
 - 衛星データなどを同化した場合と同化しない場合の予報精度を比較する。
- ・最終モデルチェック
 - 1 年以上モデルを単体で流してモデル気候値を多方面でチェックする。

4) データ同化実施と実行監視および品質評価

長期再解析対象期間を通してデータ同化を実行する。出来る限り自動化を図るが、再解析システムが問題なく動いていることを絶えず監視、評価する必要がある。実際には観測値の種別・地域別のリジェクト数、観測値との整合性、評価用の予報結果のチェックなどを行う。1 週間で 2, 3 か月分の再解析データが生成されるので、このモニターの作業量は少なくない。特に開始直後は再解析結果を評価グループに提供し、可能な限り多角的な検討をして必要なら早期に警告を発してもらうことが極めて重要である。

実施途中でのトラブル等は避けられない。データ品質管理、同化システムの両面で修正、再実行等の対処をする。必要ならこの時点で再度実験を行う体制を維持する。

表2 詳細計画一覧表

作業区分	必要な作業	関連データ
データ整備	<p>入力データ収集</p> <p>データ変換 NCEP/BUFR TOVS その他</p> <p>入力データ品質管理(オフライン) 時系列解析</p> <p>(独立な検証用データ)</p>	<p>NCEP/BUFR (NCEP&ECMWF, Big Merge) 大気・陸面初期値 ゾンデ・地上観測 SATOBS TOVS (土壌水分) 境界条件その他 SST・海水 積雪被覆(積雪深) (SSM/I) (オゾン・エアロゾル)</p>
システム構築	<p>電中研・気象研システム移植 T106L40+3DVAR 検証・可視化ツールの移植・作成 結果の同一性の確認 検証の基準検討(10日予報スキル、既存再解析との比較) 自動実行システム</p>	<p>基本的パラメータファイル サンプル GTS データ</p>
予備実験	<p>各種データの品質管理(オンライン) とインパクトテスト 陸面関連 土壌水分の予報-予報サイクル (3DVAR チューニング) (モデルの湿潤過程、雲・放射過程、境界層などの物理過程の改善)</p>	
再解析の実行	<p>システム確定(T106) 入力データ確定 再解析期間(1979-2004) 何ストリーム?一年で終了をめどに 直前資源見積もり 保存データ確定 バックアップ体制構築 実行 監視要素と体制 リジェクト数</p>	<p>作業用データセット 評価者用データセット</p>
研究発表	<p>インパクトスタディ 同化システムの開発など 台風発生数の変化 アジアモンスーン等大気循環特性 総合報告</p>	
データ利用、外部対応	<p>ホームページ作成 メーリングリスト運用 評価グループにデータ配布 推進委員会開催</p>	

5) 実施グループ、評価グループへのデータ配布

実施・評価に参加する研究者等へデータ配布を行う。品質がある程度確認できれば実行途中からでもデータを配布する。方法の詳細は今後検討するが、出来る限りネットワークを活用し、テープハンドリングは避ける。共同研究計画終了後のデータの管理・提供方法についても今後検討を進める。

5-4. 出力要素

実施担当者が別途検討し、データ蓄積計画として別途作成する。その際に蓄積データの出力要素、空間解像度、時間間隔等については推進委員会、評価グループに助言を求める。

5-5. 計算機資源

本再解析には、電中研の高速計算機システムを主として利用する。このシステムは、スーパーコンピュータ(富士通 VPP5000、PE 数 32)、マストレージシステム(SONY PetaSite、容量 38TB)、および各種周辺機器から構成される。また、実行システムの構築期間に実施する種々の数値実験には、可能な範囲で気象研の計算機システムも利用する。

再解析に必要な計算機資源は、モデルの水平解像度に大きく依存する。解像度 T106 の場合、本計算に必要な計算時間の見積もりは、気象庁 SR 8000 の 4 PE で次のとおりである。

1 日分 4 予報・解析サイクル	134 分
10 日分の計算に	1 日
10 年分の計算	1 年

なお定期的に行う 10 日程度の予報の見積もりは含まない。

VPP5000 による実計算時間については現在テストランの準備中であるが、諸元で比較すると気象庁 SR8000 (80PE)の 768 GFLOPS に対し、電中研 VPP5000 (32PE)は 307.2 GFLOPS で、1PE あたりの計算速度 9.6 GFLOPS は同じである。

作業用ディスクについては、出力要素を現在の全球データ同化システムと同じだと仮定した場合、同化 1 日分の実行に必要な作業ディスク量は数 GB 程度と見積もられるが、詳細は蓄積するデータ要素にも依存する。保存要素や実行システムの形態について計画変更された場合、常に必要ディスク・CPU、保存データ量等の正確な見積もりを同時に行う必要がある。

6 . データ利用

再解析データは、国内外のモデル開発、気候研究等に極めて有用であると共に、これが様々な専門家から利用・解析されることにより、予測モデル及びデータ同化システムの改善に極めて有用なフィードバックが得られることから、これらの目的に添う利用者から利用しやすいよう配慮する必要がある。

本プロジェクトは、財団法人と国家機関の共同を核とし、関連する研究者とも連携して

実施する形態であるので、実施に参加した研究者等(評価グループ)の間ではその成果(再解析プロダクト)を共有する。さらに、再解析実施終了後もこのデータの評価や、モデル・同化システムへのフィードバックに寄与する非営利目的の国内外の幅広い利用者から容易に無償利用可能となるような処置をとる。

追記

本プロジェクトには、各国気象機関等からの協力が不可欠であり、ECMWF と NCEP からは過去に実施した再解析の観測データベースのうち、ライセンス等の制限を受けない部分の全データの提供を受ける。これらのソースの多くは Roy Jenne が蓄積・維持した NCAR の観測データアーカイブである。計画・準備段階では NCEP の金光正郎と、Jack Woollen, Bob Kistler, Wesley Ebisuzaki, ECMWF の Hollingsworth らが助言と協力を惜しまなかった。ここに記して感謝致します。

用語集

BUFR	Binary Universal Form for Representation : 二進形式汎用気象通報式
COADS	Comprehensive Ocean-Atmosphere Data Set : 総合海洋気象データセット
CPC	Climate Prediction Center : 気候予測センター (NCEP の下部組織)
CRIEPI	Central Research Institute of Electric Power Industry : 電力中央研究所
DAO	Data Assimilation Office : データ同化室(NASA)
ECMWF	European Centre for Medium-Range Weather Forecasts : ヨーロッパ中期予報センター
GEOS	Goddard Earth Observing System : ゴダード地球観測システム
GMS	Geostationary Meteorological Satellite : 静止気象衛星ひまわり
GTS	Global Telecommunication System : 全球通信システム
IAU	Incremental Analysis Update : 一種のナジング的手法によるデータ同化
JMA	Japan Meteorological Agency : 気象庁
MSC	Meteorological Satellite Center : 気象衛星センター (気象庁)
NASA	National Aeronautics and Space Administration : 米国航空宇宙局
NSIDC	National Snow and Ice Data Center : 米国雪氷データセンター
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration : 米国海洋大気局
NCEP	National Centers for Environmental Prediction : 米国環境予測センター
NCAR	National Center for Atmospheric Research : 米国大気科学研究センター
ERA-15	ECMWF 再解析の第一弾として既に実施された 1979~93 年の 15 年再解析
SAGE	Stratospheric Aerosol and Gas Experiment : 成層圏エアロゾルおよび気体実験
SATOB	Report of Satellite Observations of Wind, Surface Temperature, Cloud, Humidity, Radiation : 気象衛星高層実況放射観測通報式

SiB	Simple Biosphere : 生物圏モデル
SMS	ECMWF で開発されたルーチン・実験運用システム
SSM/I	Special Sensor Microwave/Imager : マイクロ波画像センサー
SST	Sea Surface Temperature : 海面水温
TOMS	Total Ozone Mapping Spectrometer : オゾン全量分光計
TOVS	TIROS Operational Vertical Sounder : TIROS 実用型鉛直探査計
VAR	VARiational method : 変分法 , 誤差共分散行列を含む評価関数が最小になるように定式化した変分原理を用いるデータ同化手法の一種 . 衛星データなどで鉛直 1 次元で行う 1DVAR , 空間 3 次元で同化する 3DVAR と時間軸も加えた 4 次元で行う 4DVAR がある .
SYNOP 報 リトリバル	地上気象観測によるデータをテキスト形式で通報したデータ、及び、その通報衛星観測の放射強度などから気温などの物理量への変換(リトリブ)を行う方法

長期再解析推進委員会（敬称略）

- 委員長 浅井富雄（東京大学名誉教授 / 科学技術振興事業団）
委員 岩崎俊樹（東北大学）
" 木本昌秀（東京大学気候システム研究センター）
" 小池俊雄（東京大学）
" 中村 尚（東京大学）
" 花輪公雄（東北大学）
" 安成哲三（筑波大学）
" 佐藤信夫（気象庁 数値予報課）
" 小佐野慎悟（気象庁 気候情報課）
" 近藤洋輝（気象研 気候研究部）
" 丸山康樹（電中研 我孫子研究所）

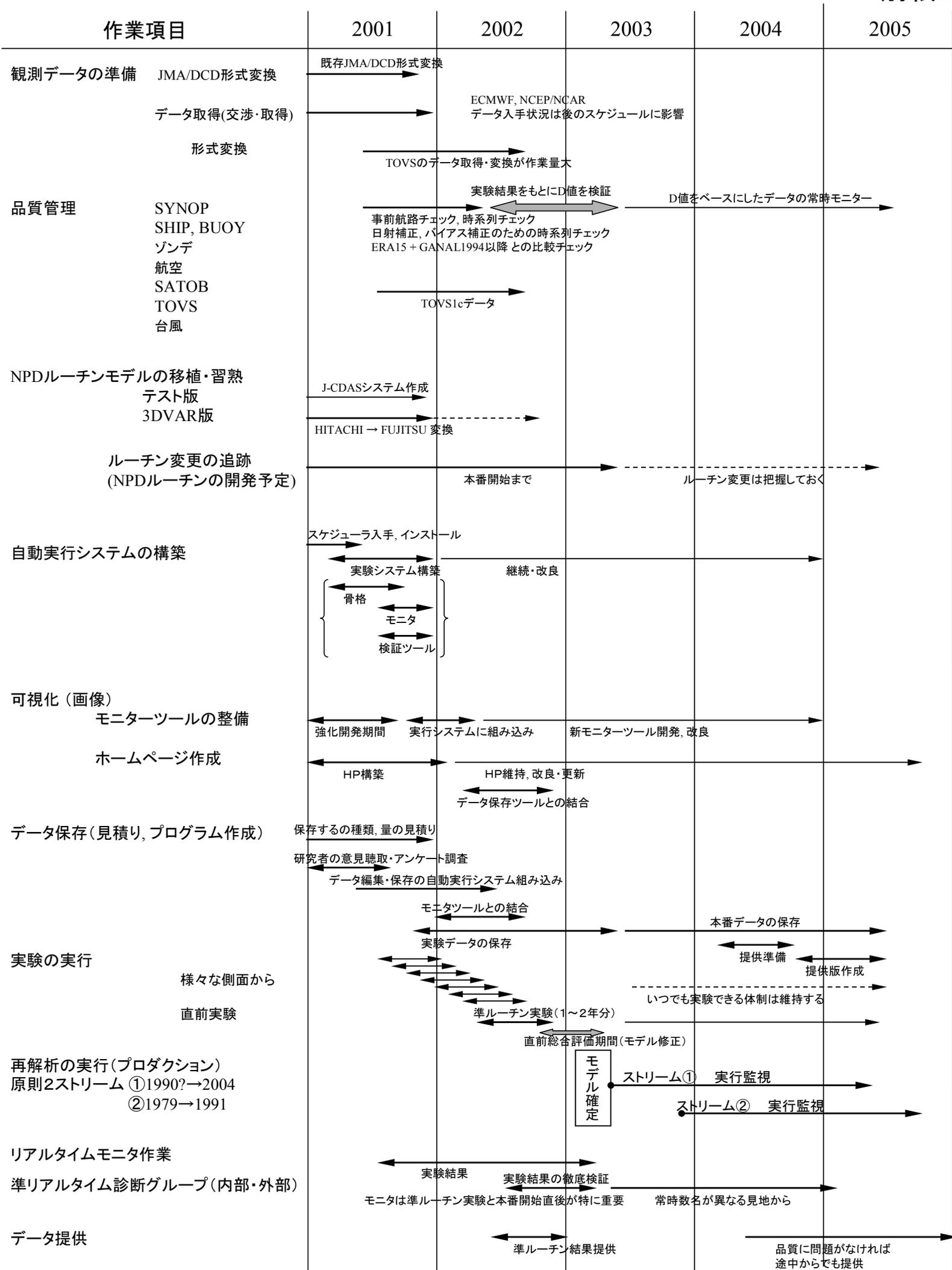
長期再解析実施グループ

萬納寺信崇（気象庁 気候情報課）
小出 寛（気象庁 気候情報課）
坂本雅巳（気象庁 気候情報課）
大野木和敏（気象庁 数値予報課）
山崎信雄（気象研 気候研究部）
高橋清利（気象研 気候研究部）
仲江川敏之（気象研 気候研究部）
筒井純一（電中研 我孫子研究所）
丸山康樹（電中研 我孫子研究所）
吉田義勝（電中研 我孫子研究所）
日下博幸（電中研 我孫子研究所）
門倉真二（電中研 狛江研究所）
和田浩治（電中研 狛江研究所）

添付資料一覧

- 別紙 1 再解析実行概念図
- 別紙 2 再解析実施スケジュール
- 別紙 3 再解析実施体制

再解析実施スケジュール



再解析実施体制

長期再解析推進委員会

再解析評価・助言

気象庁

共同研究

(財)電力
中央
研究所

長期再解析データ
評価グループ
(大学など研究者)

- ・再解析の入力となる、過去観測データの収集、品質チェック実施(地上・高層データ、衛星データ)
- ・観測データベース化の基盤システム提供とデータベース構築
- ・解析・予報システムの提供及び解析実施システム構築の支援
- ・再解析計算の実施指導
- ・解析結果の品質評価・解析

- ・再解析実施に必要な計算機資源の提供
- ・気象庁システムを基礎に再解析システムを移植、最適化
- ・解析自動実行システム構築
- ・解析実施作業、データ保存作業等の主力

- ・結果評価・解析への参加
- ・モデル改良、データ入手への寄与