

GAME 再解析データの公開*

山崎 信雄^{*1}・釜堀 弘隆^{*1}・谷田貝 亜紀代^{*2}・高橋 清利^{*1}
 植田 宏昭^{*1}・青梨 和正^{*1}・隈 健一^{*3}・竹内 義明^{*3}
 多田 英夫^{*3}・福富 慶樹^{*4}・五十嵐 弘道^{*5}・藤波 初木^{*6}
 梶川 義幸^{*6}

1. はじめに

アジアモンスーンはユーラシア大陸東・南部に恵みの雨をもたらすとともに、時として水害・干ばつといった災害をもたらす非常に重要な気象現象である。従って、モンスーンの季節変化過程とその変動を正しく理解し、その季節予報の精度を上げることは、この地域に住む私たちにとって重要な課題である。モンスーンは降水過程をとまなうため、その理解にはエネルギー輸送および水循環過程の解明が重要になってくる。さらに、循環場や降水過程には大きな日変化が存在するため、これらの過程を理解するには、日変化の解明も重要な課題となる。しかしながら、大気水蒸気量を観測するための高層ゾンデ観測は1日1、2回程度であり、この程度の観測頻度では水蒸気収支を正しく評価するのは困難である。このような観点から1998年の夏に中国全土およびインドシナ半島において1日4回のゾンデ観測を含むGAME (GEWEX アジアモンスーン観測計画) 特別観測が行われた(安成, 1998)。さらにGAME 特別観測と平行して、南シナ海モンスーン実験(SCSMEX)などの特別観測も行われた。これらのゾンデデータの一部は全球通信システム(GTS)でリアルタイムに各国の予報センターに送られたが、中国の観測データを中心に半分以上が通報されなかった。

これらのオフラインデータを用いたGAME再解析の実行は気象研究所、気象庁数値予報課、宇宙開発事業団地球観測データ解析研究センター(EORC)の共同研究として1999年4月から開始され、2000年9月にはその第1版がすべての研究者に公開されることになっている。幅広い研究者にこの再解析のデータを使用してもらいたいと考え、以下その概要を紹介する。

2. GAME 再解析の目的

GAME再解析の目的は1998年4月～9月の期間についてゾンデデータを中心に可能な限りのオフラインデータを収集し、最新のデータ同化システムを用いて、精度よい再解析データを提供することである。GAME再解析の入力として主に用いられたデータは、GTSで入電されたデータ以外に、第1表にあげた通りである。提供される再解析データは、早めに再解析データを配布することを目的としたVer.1.1と最新のデータ同化システムを用いることを目的としたVer.2がある(違いを第2表にまとめてある)。両バージョンともオフラインデータは入れているが、主な違いはVer.1.1が最適内挿法というデータ同化法を用いているのに対して、Ver.2では、3次元変分法及び、TRMMマイクロ波観測装置(TMI)などのマイクロ波の直接データ同化を予定しているところにある。

* Release of GAME Reanalysis Data.

^{*1} Nobuo Yamazaki, 気象研究所.

^{*1} Hiroataka Kamahori, 気象研究所.

^{*1} Kiyotoshi Takahashi, 気象研究所.

^{*1} Hiroaki Ueda, 気象研究所.

^{*1} Kazumasa Aonashi, 気象研究所.

^{*2} Akiyo Yatagai, 宇宙開発事業団地球観測データ解析研究センター.

^{*3} Ken-ichi Kuma, 気象庁予報部数値予報課.

^{*3} Yoshiaki Takeuchi, 気象庁予報部数値予報課.

^{*3} Hideo Tada, 気象庁予報部数値予報課.

^{*4} Yoshiki Fukutomi, 筑波大学陸域環境研究センター.

^{*5} Hiromichi Igarashi, 筑波大学大学院生命環境科学研究科.

^{*6} Hatsuki Fujinami, 筑波大学大学院地球科学研究科.

^{*6} Yoshiyuki Kajikawa, 筑波大学大学院地球科学研究科.

第1表 GAME 再解析に用いられたオフラインデータ。

	領域	観測点数	期間(1998年)
ゾンデ	HUBEX *1)	21	6/5-7/23
	A-領域*1), *2)	15	6/5-7/22
	TIPEX *1)	11	5/9-8/9
	オゾン-ゾンデ	3	9/9,23,29-30,10/6-7,23
	Watakosek		9/29,30,10/2,5~7
	Kototabang Pontianak		9/16,23,27,29-30,10/2,6-7,9
	ミャンマー*3)	1	8/1-31
	オホーツク*1)	1	7/8-25
プロファイラー	バンコック*1)	1	1/4-10/27
	インドネシア*1) Bukit Serpong	2	8/23-10/31
			6/30-10/31
	インド Gadanki *3) プロファイラー	1	5/14-8/24
	インド Gadanki *3) MST レーダ	1	4/2-4,11,13-18,20,22,25,27-30
6/1-4,6,8-9,12-13,15-20,22-23,26-27,29-30			
7/1-4,6-10,13-18,20-25,27,30-31			
8/3-5,7-8,10,11,18-22,25-31			
		9/1,8-9,11,22,24-25	
航空機	インドネシア	1	9/21,24-27,29-30,10/2,6-7,9-10

*1) 1日4回のゾンデ観測 *2) 中国のチベットと HUBEX 域の間の地域 *3) 1日1回または2回観測

第2表 GAME 再解析 Ver. 1.1と Ver. 2の違い。

項目	Ver.1.1(2000年9月公開版)	Ver.2(2001年3月公開版)
予報モデル	T213L30(水平 0.5625 度,30鉛直レベル。Prognostic-Arakawa Subert 対流スキーム)	左に同じ
データ同化スキーム	3次元最適内挿法	3次元変分法
地面・地中温度の初期値	気候値	前のサイクルの予報値
積雪の初期値	気候値	解析値
表1のオフラインデータ	○	○
SCSMEX ゾンデ特別観測	×	○
TBB ボーガス	×	×
マイクロ波を用いた水蒸気の直接同化	×	○
ERS2 海上風	IFREMER*)による解析値	IFREMER*)による解析値
静止気象衛星風	○	○
METEOSAT 拡張衛星風	×	○

*) IFREMER (フランス国立海洋開発研究所)

第3表 GAME再解析で公開されるプロダクト.

領域	アジア域 解析値	全球解析値		全球物理量データ	
	30E-180、 30S-90N	全球 (0-358.75、 90N-90S)	全球 (0-357.5、 90N-90S)	全球 (0-358.75、 90N-90S)	全球 (0-357.5、 90N-90S)
水平 解像度	0.5° X 0.5°	1.25° X1.25°	2.5° X2.5°	1.25° X1.25°	2.5° X2.5°
期間、時 間解像度	1998年4月—10月 1日4回6時間毎				
鉛直 レベル	17層(1000 925 850 700 600 500 400 300 250 200 150 100 70 50 30 20 10)と モデル最下層			2次元物理量(モデル最下層 または鉛直積分値)	
要素	ジオポテンシャル高度、水平風、気温、 気温—露点温度。 モデル最下層における気圧、水平風、 気温、気温—露点温度。 海面更正気圧			流出量、蒸散、遮断損失、降 水(対流性)、降水(大規模 凝結)、可降水量(瞬間値)、 鉛直積分された水蒸気水平フ ラックスとその発散、地表面 での潜熱・顕熱フラックス、 地表面及び大気上端における 放射フラックス(短波下向 き、短波上向き、長波下向 き、長波上向き)、全雲量、地 表面雲放射強制力(短波、長波)	

3. 4次元データ同化システムと提供プロダクト

GAME再解析に用いられるデータ同化システムは気象庁の現業システムと基本的に同じである。予報モデルは、水平解像度0.5625度、鉛直30層のT213L30であり、積雲対流スキームはPrognostic Arakawa-Shubert(隈, 2000)を用いている。データ同化スキームはVer. 1.1では3次元最適内挿法(多田, 1997)を用いるが、Ver. 2では力学的にバランスした解析が得られる3次元変分法(露木, 1997)に変える予定である。

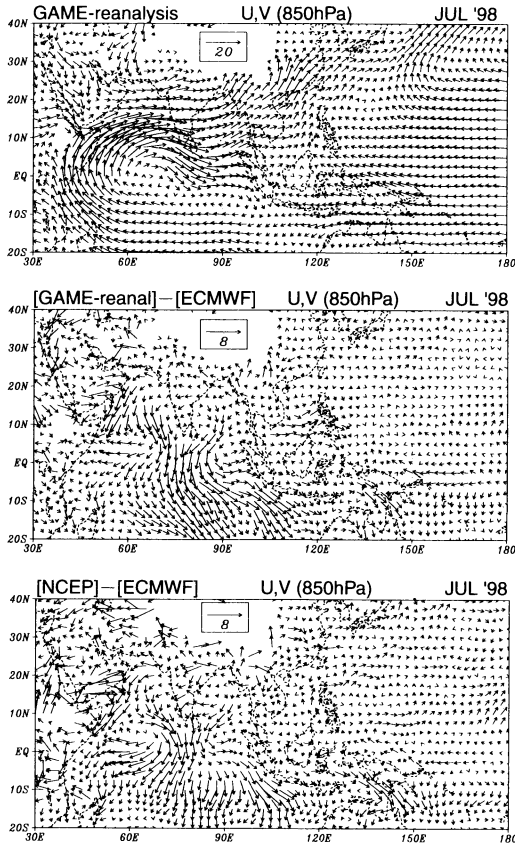
2000年9月に公開されるプロダクトは第3表にまとめられている。高層大気解析値と、18時間または24時間予報の平均値から得られる物理量の2種類に大別される。物理量は瞬間値である可降水量を除き、すべてその時刻から6時間前の間の平均値である。水平解像度は0.5度(アジア域解析値のみ)、1.25度、2.5度の3種類を提供する。

4. GAME再解析 Ver. 1.1のECMWF, NCEPとの比較

第1図は(GAME再解析 Ver. 1.1-ECMWF)と(NCEP-ECMWF)について1998年7月の850 hPaの風ベクトルの様子を示す。ゾンデ観測の多い領域(第2図参照)においては差は比較的小さいが、インド洋付近では各センター間の差は大きい。GAME再解析 Ver. 1.1は比較的NCEPと類似した振る舞いを示す。

5. 集中観測オフラインデータのインパクト

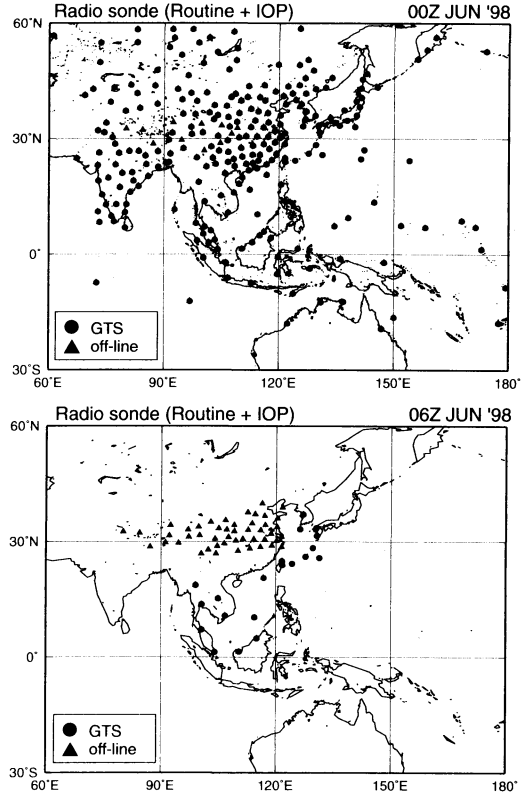
1998年6月の集中観測のうち、00UTCと06UTCにおけるゾンデ観測のうち、GTSで通報されたゾンデ観測点(丸)と通報されなかったゾンデ観測点(三角)の分布を第2図に示す。12UTCは00UTCに、18UTCは06UTCと類似している。ほとんどのオフラインデータは中国のゾンデ観測であり、しかもチベットから中国東部の25°N-40°Nの間にある。



第1図 GAME再解析の850 hPa風ベクトルの1998年7月平均(上図), GAME再解析-ECMWF(中図), NCEP-ECMWF(下図).

00UTC, 12UTCにはGTSから入電した多くのゾンデ観測がすでにあるために、オフラインデータをいれない場合と入れた場合で850 hPa水平風の1998年7月平均の差はほとんどみられない(図略).

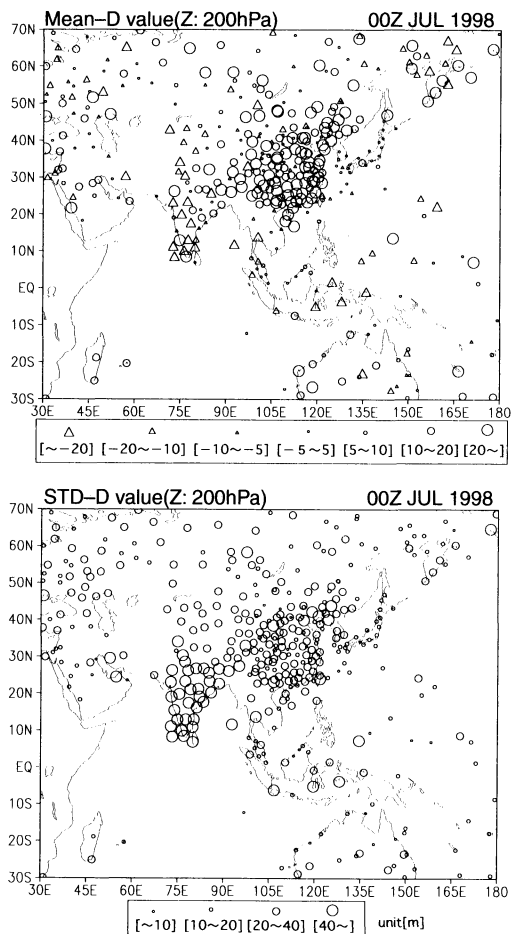
また、可降水量の日変化を見るため00UTCと12UTCの差の1998年7月平均を見ると、新たに加わったオフラインデータの観測数が少ないために可降水量の差(12UTC-00UTC)へのインパクトもあまりない. 一方18UTC-06UTCは中国東部では地方時の深夜1時と午後1時の差に対応しているが、オフラインデータをいれると中国東部で午後1時より深夜1時に可降水量の増大する地域が増えており、雲頂温度や降水量データの日変化パターンと矛盾しない結果が得られる(図略).



第2図 1998年6月のGTSで通報されたゾンデ観測点(丸)とGAME再解析で使用されたオフラインデータ(三角). 上図は00UTC, 下図は06UTC. ただし4回以上の通報箇所のみを表示.

6. ゾンデデータの品質の問題

ゾンデデータは大気ジオポテンシャル高度、風、気温、露点という基本要素を観測し、かつその精度は衛星観測などと比べて非常に高いため、データ同化システムには最も重要な観測である. ところが、実際にはその品質が疑問視される観測地点がかなり見られる. 従って、あらかじめデータの品質を調べ何らかの修正が可能と思われるものは修正しておくことが、より良い解析値を得るために重要になってくる. ゾンデの品質を調べるのには、観測値から第1推定値を差し引いて定義されるD値がよく使われる. ここで第1推定値は前のサイクル(通常6時間前)の初期値から出発した予報値である. 個々の観測点毎にD値の平均と標準偏差を見れば観測値と第1推定値の違いがわかる. D値は予報モデルの誤差と観測値の誤差を両方含んでいるが、予報モデルの誤差は観測点毎に不連続的



第3図 1998年7月の00Z, 200hPaにおけるラジオゾンデのジオポテンシャル高度観測のD値の月平均(上図)とその標準偏差(下図). 単位は両図ともに[m].

観測データの品質管理を行うことにより, 解析値の品質向上に努めている(大野木, 1997).

7. データ公開

GAME再解析データの公開方法はCD-ROM(2.5度水平解像度のみ), WEBサイトからのダウンロード, 8ミリテープによる配布の3種類が用意される. 0.5度版, 1.25度版の置かれている東大生産研究所WEBサイトはGAMEのデータ情報マネジメントのサイト <http://gain-hub.mri-jma.go.jp> からたどることが出来る. CD-ROM及び8ミリテープ希望の方は山崎信雄 e-mail: nyamazak@mri-jma.go.jp 〒305-0052 つくば市長峰1-1

気象研究所気候研究部

Tel: 0298-53-8668, Fax: 0298-55-2683

へご連絡ください.

8. 謝辞

データ収集では特に中国国家気候センターのDing Yihui 教授, 中国気象科学院のXu Xiangde 教授, インド宇宙研究機構のKusuma Rao 博士, 名古屋大学大気水圏科学研究所の坪木和久助教授, 通信総合研究所の大野裕一主任研究官, 神戸大学大学院自然科学研究科の山中大学教授, 荻野慎也助手, 岡本典子さん, 京都大学宙空電波科学センターの橋口浩之助手, 宇宙開発事業団地球観測データ解析センターの川上修司博士, 京都大学大学院理学研究科の西憲敬助手, 地球フロンティア研究システムの遠藤伸彦博士, 東海大学文明研究所の立花義裕講師にお世話になりました.

参考文献

- 大野木和敏, 1997: データ品質管理と解析前処理, 数値予報課報告・別冊第43号, データ同化の現状と展望, 17-61.
- 隈健一, 2000: 降水及び雲水過程について, 数値予報課報告・別冊第46号 全球モデル開発の現状と展望—気象業務の基幹モデルとして—, 32-47.
- 多田英夫, 1997: 大気客観解析, 数値予報課報告・別冊第43号, データ同化の現状と展望, 62-86.
- 露木義, 1997: 変分法によるデータ同化, 数値予報課報告・別冊第43号, データ同化の現状と展望, 102-165.
- 安成哲三, 1998: GAME強化観測期間(IOP)を迎えて—一季節変化する太陽入射エネルギーはアジアモンスーンをどのように駆動しているか—, 天気, 45, 501-514.