

# GISST を用いた20世紀の気候のシミュレーションに 関するワークショップの報告\*

杉 正 人\*\*

## 1. はじめに

標記会議が、1994年11月28～30日に、ロンドンから西へ約 50 km のブラックネルにある英国気象局気候予測研究センター (ハドレーセンター) で開かれた。タイトルの中の GISST は、Global sea-Ice and Sea Surface Temperature data の略で、英国気象局/ハドレーセンターのヒストリカル海面水温データの新バージョンである。英国気象局/ハドレーセンターでは、19世紀後半から現在に至るまでの海面水温データの収集と解析に力を入れており、Bottomley *et al.* (1990) の GOSTA (Global Ocean Surface Temperature Atlas 全球海面水温分布図) は多くの研究に用いられてきた。GOSTA には、1951-80年の30年平均のSSTの気候値、1968-77年、1982-83年の月平均SST偏差、1856-1985年の月平均 SST 偏差の10年平均値などの図が載っている。また、磁気テープまたは CD-ROM の形でデータも入手できるようになっており、その中には、GOSTA には含まれていない、 $5^{\circ} \times 5^{\circ}$  格子の1856-1989年の SST 偏差のデータ (MOHSST4, 英国気象局ヒストリカル SST データ バージョン4) 等も含まれている。GISST は、この MOHSST4 に、i) COADS のデータを加え、ii) バケツによる観測に対するコレクション法を改善し、iii) 海水データ (北極については、1953年、南極については、1973年より前は気候値で年々変動は含まない) を加えたものである。英国気象局/ハドレーセンターで海面水温の解析に力を入れているのは、いうまでもなく、海面水温の変動が気候変動に重要な役割を果たしていると考えられるからである。

今回のワークショップの目的は、1) 気候変動における海面水温変動の役割を明らかにすること、2) 気候変動の予測に用いられる気候モデルの中の大気モデルの妥当性を検討することである。気候モデルの予測の妥当性を検証する一つの方法は、同じモデルで過去の気候変動が正しく再現できるかを見ることである。特にその中の大気モデルについては、過去の海面水温のデータを境界条件として与えて長期間の積分を行うことによりモデルの妥当性を議論することができる。ただし、その際に問題となるのは、大気の長期変動は、海面水温だけできまらないという点である。同一の海面水温のもとでも、異なった気候変動が起こりうる。実際に起っている変動は、そのような可能な気候の集団 (アンサンブル) のうちの一つが実現している、と考えられる。従って、過去の海面水温の観測データを境界とし大気モデルを走らせて、実際の変動が再現できなかったからといって、すぐにモデルが妥当でないためとは言えない。このような実験で再現が期待できる変動は、海面水温の変動で強制されて起こる変動だけだからである。このため、実際に起きている大気の長期変動のうち、どの部分が海面水温の変動で起きているのかを知る必要がある。これは、同一の海面水温のもとでいくつかの異なった初期値からモデルを走らせるアンサンブル気候シミュレーションによって推定することができる。今回のワークショップは、比較的観測データの多い20世紀後半について、英国気象局で作成した海面水温データ (GISST) を用いてアンサンブル気候シミュレーションの実験を行い、その結果を比較検討することが主要なテーマである。

\* Report on the Workshop on Simulations of the Climate of the Twentieth Century using GISST, Hadley Centre, Met Office, Bracknell, 28-30 Nov. 1994.

\*\* Masato Sugi, 防災科学技術研究所.

© 1995 日本気象学会

## 2. ワークショップの概要

ワークショップの参加者は、全部で40名 (英国23, 米国9, オーストラリア3, ドイツ2, 日本, イタリア, カナダ各1) で、4つのセッションで講演発表・討論, 比較検討作業が行われた。

第1表 アンサンブル気候シミュレーション実験

モデル	アンサンブル メンバー数	分解能 水平, 鉛直	積分時間	海面水温
UKMO (英国, ハドレーセンター)	6	3.75×2.5, 11 L	46年(48-93)	GISST
BMRC (オーストラリア, 気象局)	5	R31, 9 L	43年(49-91)	GISST
JMA (日本, 気象庁)	3	T42, 21 L	34年(55-88)	MOHSST
CSIRO (オーストラリア, 連邦研究所)	3	R21, 4 L	39年(50-88)	MOHSST
ECHAM (ドイツ, マックス・プランク研究所)	2	T21, 19 L	41年(49-89)	GISST
COLA (米国, 海洋・陸面・大気研究センター)	2	T30, 18 L	44年(49-92)	GISST

### セッション1：基本的データセット

このセッションでは、海面水温、降水量等の基本的気候データセットの整備状況についての発表・討論が行われた。まずはじめに、ハドレーセンターの Parker が GISST について説明を行った。現在、第2版を準備中ということである。続いてハドレーセンターの Rayner が、EOF を用いて観測データの少ない格子点での海面水温を推定する方法について話した。これは、1950年頃より以前のデータの少ない期間のグローバルな海面水温を推定するために重要であるが、推定の信頼度にも問題もあり、データを使用する際に十分に注意する必要があるだろう。イリノイ大学の Walsh は、GISST データで用いられている海水データについて、また、イースト・アングリア大学の Hulme は、降水量の気候データについてそれぞれ話した。さらに、ハドレーセンターで、過去の海面気圧、高層データの解析値の作成にとりくんでいるという報告があり、最後に、アメリカ CAC の Livezey が、NMC での再解析の現状について話した。1995年の4月までに1985-94年の10年間、1996年中には、1957-96年の40年間の再解析を完了する予定ということである。

### セッション2：海面水温データを用いた気候のシミュレーション

前述のように、このワークショップでは、20世紀後半について、英国気象局で作成された海面水温データを用いて、アンサンブル気候シミュレーション実験を行い、その結果を比較検討することが主要なテーマとなっている。このような、アンサンブル気候実験は、6つのグループで実施された(第1表)。実験を提案したハドレーセンターが、アンサンブルのメンバー数が6つで一番多く、積分期間も46年で一番長い。次いで BMRC が5つのメンバーで43年の積分を実行している。JMA と CSIRO はともに3つのメンバーで、旧バージョンの海面水温(MOHSST)を用いている。こ

のセッションでは、これらのグループの実験結果の概要とハイライトが報告された。実験結果の詳しい比較検討は、セッション3で行われた(後述)。

セッション2では、このほかにもいくつかの講演が行われた。GFDL の Miyakoda は、1979年から88年の10年間の9つの長期ランの結果から、冬の北アメリカ南東部などで降水量の9つのランのばらつきが小さく予報可能性の高い地域が見られることを示した。また、88年の夏の北米の干ばつも(海面水温が正しく予測できれば)予報可能性が高い。ローレンス・リバモア研究所の Gates 等は、AMIP (大気モデル相互比較実験、鬼頭・岩崎、1992参照)で1979年から88年までの10年間の変動のシミュレーションを20余りのモデルで行った結果を相互比較している。レディング大学の Slingo は、AMIP の10年間の3つのシミュレーション結果でアジアモンスーンの年々変動を調べ、大規模なモンスーン循環の強さを指標とすると、3つのシミュレーション結果は相互のばらつきも小さく、実測の年々変動ともよく一致することを示した。また、ECMWF の Palmer は、9名のメンバーのアンサンブル季節予報(120日予報)実験を4つの季節の5年分計20通り行った結果について話した。中高緯度でも、季節によってエルニーニョ年とラニーニャ年で有意な差が見られる地域があることを指摘している。また、熱帯の降水では、サハルの降水量は予測可能性が高いが、インドモンスーンの降水量はそうでないことを示した。

### セッション3：相互比較

このワークショップでは、各参加グループにアンサンブル気候実験の結果を、あらかじめ指定された方法で解析し、指定された図を作成することが要請されていた。セッション3では、この共通の解析結果の比較検討が行われた。作業は、1) 平均気候状態、2) 海面水温の変動による気候変動の全変動に対する割合、

3) 年々変動の時系列の 3 つのグループに分かれて行われた。今回のワークショップのポイントは、アンサンブル気候シミュレーションから、海面水温の変動による気候変動の全変動に対する割合を推定することである。そのために、ハドレーセンターの Rowell らによって提案された計算方法が用いられた。比較検討の結果得られた主な結論は次のようなものである。

まず、第 1 表のように、各モデルのアンサンブルのメンバ数、積分年数、分解能がかなりちがっているにもかかわらず、いろいろな量の気候変動のうち、海面水温の変動による気候変動が占める割合は、モデル相互間でかなりよく一致していた。このことは、Rowell らの提案した方法の妥当性を示している。また、この方法は、比較的メンバ数の少ないアンサンブルでも有効だということを示している。一般的な傾向として、海面水温の変動による変動が占める割合が大きいほど、モデルでシミュレートされた年々変動と実際に観測された年々変動がよく一致していた。これは、モデルが海面水温の変動により強制されて起こる気候変動を正しく再現していることを示しており、大気モデルの妥当性を示すものである。

一般に、海面水温の変動の影響は熱帯で大きく、中高緯度では小さい。熱帯の気圧場では、海面水温の変動による大気変動が 90% 以上もあるのに対して、中高緯度では 30% 以下である。熱帯の気圧変動の一つの例は、南方振動指数 (SOI) であるが、これは、どのモデルでも各ランのパラツキが小さく、また実測の変動ともよく一致している。詳しく見ると、1982/83 年のエルニーニョ時の振幅が実際よりも小さいこと、1984、85 年は実際はほとんどゼロに近いのにモデルではプラスになっているなど、どのモデルにも共通して実測と違う点が見られる。モデルの結果は、実測の SOI よりむしろ、東部赤道太平洋の海面水温の変動とよく一致しており、モデルの対流活動が熱帯の海面水温の変動に忠実に変動しすぎることを示唆している。

また、同じ熱帯の中でも、ブラジル北東部の降水量の年々変動のようにモデルの各ランのパラツキが小さく、実測ともよく合っているものと、インドモンスーンの降水量の年々変動のように、モデルの各ランのパラツキが大きく、実測ともよく合わないものがある。海面水温の正しい予測ができた場合、前者の降水量の年々変動の予測可能性は高く、後者は予測可能性が低い。

中高緯度では、一般に海面水温の変動で説明される

変動の割合が小さいが、その中で北太平洋の北部から北米大陸にかけて比較的この割合が高い地域がある。この地域は、いわゆる、太平洋・北アメリカ (PNA) パターンの卓越する地域で、このパターンが熱帯太平洋の海面水温の影響を強く受けていることを示すものである。海面水温の変動で説明できる変動の割合は、30% 程度であり大きくないので、モデルの各ランのパラツキもかなり大きいですが、各ランの平均 (アンサンブル平均) をとると、熱帯の海面水温の変動と高い相関があることがわかる。

#### セッション 4 : IPCC の報告書の改訂に関して

本ワークショップでは、気候モデルの中の大気モデルの妥当性について検討が行われたので、その結果を、1995 年の IPCC 報告書の「気候モデルの妥当性」の章に反映させることが確認された。

### 3. おわりに

本ワークショップでとくに印象に残った点が 2 つある。1 つは、アンサンブル気候シミュレーションの重要性である。計算機の性能向上とともに、気候モデルは高分解能、複雑化していくにちがいないが、一方では、長期のランを多数行い、気候のアンサンブルの統計的・確率的性質を調べるという方法が、モデルを用いた気候の研究の重要な方向となっていこう。現実の気候変化は、可能な気候変化のアンサンブルの 1 つが実現していると考えられる。モデルにより観測データのみからは得られない気候アンサンブルのデータが得られることになる。

2 つ目の点は、気候に関する観測・解析データの整備の重要性である。気候の研究でやまやますると、気候モデルによる気候変動の将来予測という点が脚光を浴びるということになりがちであるが、モデルの妥当性の検証の問題一つとっても観測データの蓄積がなければできない。その点、ハドレーセンターでは、海面水温をはじめ、各種の気候データの整備に地道な努力を続けている。これに比べ、日本では、モデル研究のみが脚光を浴びて、いろいろな研究機関でそのための予算をとりモデル開発を進めているが、どの機関もモデル以外のデータ整備等まで総合的に進めるだけの人員も予算もないという状況である。研究体制の見直しが必要なのではないだろうか。

#### 謝 辞

本ワークショップに参加するにあたり、つくば科学

万博記念財団より旅費の援助を受けました。ここに記して、感謝致します。

#### 参 考 文 献

Bottomley, M., C. K. Folland, J. Hsiung, R. E. Newell

and D. E. Parker, 1990 : Global Ocean Surface Temperature Atlas, 24 pp+313 plates, HMSO, London.

鬼頭昭雄, 岩崎俊樹, 1992 : モデル相互比較実験研究会に参加して, 天気, 39, 673-677.



### 5th International Conference on Atmospheric Sciences and Applications to Air Quality (ASAAQ) のお知らせ

上記会議が1996年6月18-20日に米国ワシントン州シアトルで開催される予定です。

**議題の範囲**：特に環太平洋域・アジア域における大気科学と大気質

**トピックス**：酸性沈着, 都市環境, 地域モデル, 総合評価モデル, 対流圏化学, 海洋・大気間交換, 大気質と気象, 大気汚染物や温暖化ガスのモニタリング

発表希望者は200-400語の英文要旨を1995年12月1日以前に下記の Carmichael 迄送って下さい。本会議での発表は査読後 Atmospheric Environment の特別号として刊行される予定です。

Professor Gregory R. Carmichael

Center for Global & Regional Environmental Research

204 IATL

University of Iowa

Iowa City, Iowa, 52242, USA

Tel : 319-335-1399

Fax : 319-335-1415

e-mail : gcarmich@icaen.uiowa.edu

問い合わせ先：大喜多敏一

〒194-02 町田市常磐町3758

Tel. 0427-97-2661