

地球温暖化予測情報

第5巻

IPCCのSRESシナリオから、A2、B2シナリオを用いての
全球大気・海洋結合モデルによる気候予測

気 象 庁

刊行にあたって

近年、人間活動によって引き起こされる地球環境問題に対する社会的な関心が高まっている。とりわけ、二酸化炭素に代表される温室効果ガス濃度の増加によって引き起こされる地球温暖化がもたらす気候変動は、農業、水資源の確保、土地利用などに影響を与えることが予想されることから、人類の生存基盤を揺るがす大問題として早急な対策が求められている。

この問題に対処するための国際的な枠組みとして、「気候変動に関する国際連合枠組条約」が 1994 年 3 月に発効し、その第 3 回締約国会議が 1997 年 12 月に京都で開催された。この会議において、先進国などが 2008 年から 2012 年の期間に削減する温室効果ガス排出量の割合を設定した「京都議定書」が採択された。その後、詳細な運用ルールが取り決められた後、現在、多くの国で批准にかかる手続きや取組みが行われている。

我が国では 1998 年に策定した「地球温暖化対策推進大綱」を、2002 年 3 月により実効力のあるものに強化し、同年 6 月には「京都議定書」を批准した。現在、温室効果ガス排出量の削減に向けた計画の策定や具体的な取組みが行われているところである。

気象庁は、地球温暖化問題への対応に不可欠な信頼度の高い科学的な知見を得るため、早くから気候変動に関する観測・監視、データ収集・解析、予測及び気候モデルの開発を始めとする各種の研究を推進してきた。地球温暖化による社会経済的な影響を評価し、有効な対策を立てるためには、地球温暖化の見通しについて、具体的な情報が必要であることから、当庁はスーパーコンピュータを用いて将来の気候を予測し、その結果を「地球温暖化予測情報」として関連する行政機関や研究機関に提供する業務を平成 7 年度に開始した。これまでに大気中の温室効果ガスの濃度が年率 1% 及び 0.5% で増加する場合、また、温室効果ガスの濃度が年率 1% で増加するとともに硫酸エアロゾルの影響も考慮した場合の、全球における気候変化の予測結果を、平成 8 年度、10 年度、11 年度に、それぞれ「地球温暖化予測情報」第 1 巻、第 2 巻及び第 3 巻として公表してきた。また、平成 12 年度に公表した「第 4 巻」では、「第 1 巻」と同じ条件における降水量の変動幅等の変化を示すとともに、日本付近については、より細かな水平解像度での予測結果を掲載した。

今回の「第 5 巻」では、IPCC（気候変動に関する政府間パネル）による最新の温室効果排出シナリオに基づき、新たに開発した全球気候モデルを用いた気候変化の予測結果を掲載する。

本書が、地球温暖化対策のための基礎資料のみならず、啓蒙活動等に広く利用されることを願っている。また、本書を一層充実させるため、読者各位よりご意見等をいただければ幸いである。

最後に、本書の作成に当たっては、気候問題懇談会温室効果検討部会に多大なるご協力をいただいた。浅井富雄部会長をはじめ委員各位に厚くお礼を申し上げます。

平成 15 年 3 月

気候・海洋気象部長 伊藤 朋之

目 次

1 . はじめに	1
2 . 予測実験の概要	2
2 . 1 モデルの概要	2
2 . 2 シナリオの概要	4
2 . 3 各種実験の概要	5
2 . 4 解析方法	6
3 . 情報を利用するにあたって	7
4 . おわりに	7
参考文献	8
気温の変化	10
全球平均気温の変化	10
メンバー間の違い	11
緯度帯平均気温の時系列変化	12
平均気温	13
平均気温の標準偏差	16
平均気温の規格化偏差	19
最高気温	21
最低気温	24
気温日較差	27
降水量の変化	30
降水量	31
標準偏差	36
規格化偏差	39
最大日降水量	41
無降水日数	49
海氷分布の変化	52
北半球の海氷密接度	53
南半球の海氷密接度	56
海面水温の変化	60
平均海面水温	61
平均海面水温の標準偏差	64
海面水位の変化	68
全球平均海面水位の変化	68
平均海面水位	69

1. はじめに

気象庁では、気象研究所において大気中の温室効果ガス濃度の増加に伴う地球温暖化予測の研究を「地球温暖化予測技術の高度化に関する研究」として進め、平成6年度には水平解像度約400kmの全球大気・海洋結合モデル(MRI-CGCM1、以下CGCM1とする)を開発した。CGCM1は現実的な温室効果ガスの増加シナリオに基づいた気候の将来予測を可能とするものであり、その計算結果に不確実性が含まれている点を考慮しつつ利用すれば、モデルによる将来の気候の予測は地球温暖化防止対策を講じる上で有力な情報となる。そこで気象庁は、地球温暖化による影響評価、温室効果ガス排出の抑制対策や適応措置の検討の推進及び地球温暖化に関する科学的知見の普及・啓蒙等に寄与することを目的に、CGCM1による予測計算の結果を「地球温暖化予測情報」として出版物及び電子媒体(CD-ROM)で公表し、地球温暖化防止にかかわる行政機関や研究機関などに提供する業務を平成7年度に開始した。

二酸化炭素(CO₂)をはじめとする温室効果ガスの大気中濃度の増加率は将来の産業や人口の動向及び地球温暖化防止対策の進展の度合いによって変わるため、地球温暖化の予測はCO₂の排出条件を複数設定して行う必要がある。「地球温暖化予測情報」は、以下のような異なるシナリオを用いた予測計算の結果を提供してきた。また、「同第4巻」では、「地球温暖化による我が国の気候変化予測に関する研究」の成果として、日本付近の詳細な気候変化を再現できる水平解像度40kmの地域気候モデル(MRI-RCM、以下RCMとする)を用いた初めての予測実験結果を掲載している。

「地球温暖化予測情報 第1巻」(平成8年度)

温室効果ガスの濃度が年率1%の割合で増加する場合の、地球全体の気温、降水量、海面水位等の変化量予測。

「地球温暖化予測情報 第2巻」(平成10年度)

温室効果ガスの濃度が年率0.5%の割合で増加する場合の、地球全体の気温、降水量、海面水位等の変化量予測。

「地球温暖化予測情報 第3巻」(平成11年度)

温室効果ガスの濃度が年率1%の割合で増加するとともに、産業活動によって排出され、冷却効果をもたらす硫酸エアロゾルの影響も考慮した場合の、地球全体の気温、降水量、海面水位等の変化量予測。

「地球温暖化予測情報 第4巻」(平成12年度)

温室効果ガスの濃度が年率1%の割合で増加する場合の、地球全体の気温、降水量の日々の変動を評価するとともに、地域気候モデルを用いた日本付近の1月の詳細な変化量予測。

今回の「地球温暖化予測情報 第5巻」では、平成7年度より11年度にかけて気象研究所で開発された、より高解像度の全球大気・海洋結合モデル(MRI-CGCM2、以下CGCM2とする)を用いた予測実験結果をまとめている。また、温室効果ガスの濃度の将来の変化シナリオについては、2000年に作成された気候変動に関する政府間パネル(IPCC)の第三次評価報告書(2001)作成にむけ、今後の社会経済発展に関する様々なケースを想定した、温室効果ガスの排出シナリオ(SRES: Special Report on Emissions Scenarios; Nakicenovic et al., 2000)のうち、A2、B2の二つのシナリオを用いている。

2. 予測実験の概要

2.1 モデルの概要

「地球温暖化予測情報 第1巻～第4巻」に掲載されているように、気象庁ではCGCM1を用いて、これまで様々な気候変動予測を行ってきた。CGCM1の詳細な仕様については「地球温暖化予測情報 第1巻」などを参照して頂きたい。

しかし、CGCM1にはいくつかの問題点があった。不自然な大きさの気候ドリフトが起こってしまい、150年を超える程度の長期間のシミュレーションが困難であったことや、北大西洋の熱塩循環がうまく表現されないため、非現実的な海洋循環を表現してしまうことなどが挙げられる。気象研究所では、こうしたいくつかの欠点を改善し、より現実的で高精度な気候の将来予測を可能にする目的で、CGCM2を開発した(Yukimoto et al., 2001)。

CGCM2は、CGCM1同様、気象研究所で開発された大気大循環モデルと海洋大循環モデルを結合させたものであり、大気大循環モデルには陸面過程モデルを、海洋大循環モデルには海水モデルを、それぞれ含んでいる。CGCM1とCGCM2のおおまかな仕様の変更についてみると、表1の通りになる。

表1 CGCM1とCGCM2の仕様のおおまかな変更点

大気・海洋結合モデル名	CGCM1	CGCM2
大気大循環モデル	5°×4°、15層	T42(～2.8°×2.8°)、30層
海洋大循環モデル	2.5°×0.5°～2°、21層	2.5°×0.5°～2°、23層
大気：太陽放射に与える影響	H ₂ O、O ₃	H ₂ O、O ₃ 、エアロゾル
大気：長波放射に与える影響	H ₂ O、CO ₂ 、O ₃	H ₂ O、CO ₂ 、O ₃ 、CH ₄ 、N ₂ O
大気：陸面過程	植生の違いを考慮しない	植生の違いを考慮する
海洋：渦混合	水平・鉛直混合	等密度面混合

* 本文中参照

大気大循環モデルについては、解像度がCGCM1より高くなっているのが大きな特徴である。CGCM1では経度方向5°、緯度方向4°の解像度の格子点モデルであったが、CGCM2では全球を128×64の不等間隔の格子とし、地球を取り巻く波の波数を42まで扱うスペクトルモデル(T42)となった。そのため格子間隔も最大でおおよそ2.8°×2.8°程度で、CGCM1よりも高解像度となっている。鉛直方向についてもCGCM1では15層だったのが図1のように30層となり、より高解像度な現象の表現が可能になった。

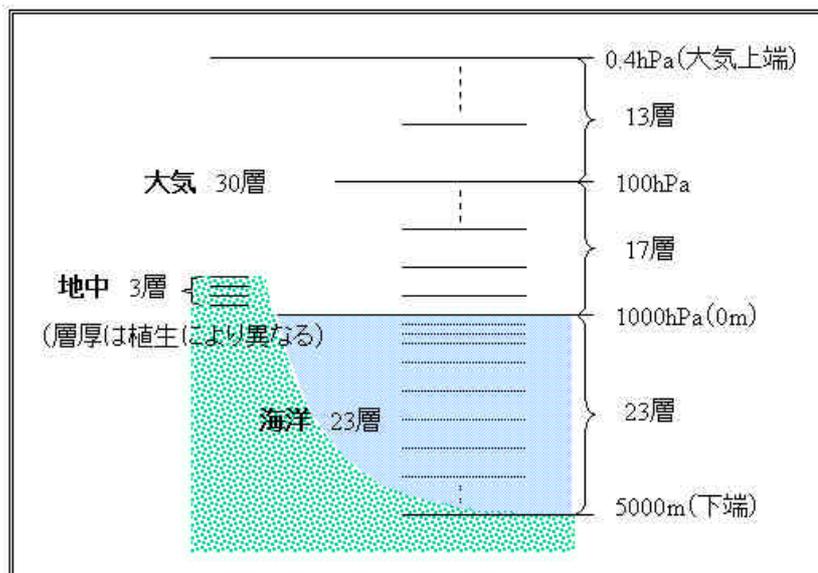


図1 CGCM2の大気、海洋及び陸の鉛直構造

次にCGCM1から大きく改良された点として、長波放射の収支にCH₄とN₂Oによる吸収の効果、太陽放射についてはエアロゾル(大気中に浮遊する微粒子)の直接効果(日射の散乱・吸収を変える効

果)を、直接大気中の放射計算に取り入れた(第3巻では地表面の反射率に換算した)点が挙げられる。エアロゾルの取扱いについては、相対湿度による溶解度や粒径分布の違いも考慮されている。なお、エアロゾルの間接効果(エアロゾルが雲粒を形成する核になり、それにより雲量や雲の光学的特性を変える効果)については考慮されていない。

陸面過程の計算については、CGCM2ではSimple Biosphere Model(SiB)モデル(Sellers et al.,1986; Sato et al., 1989)に基づいており、植生の状況に応じて地中各層の層厚など各種パラメータを調整した上で、地中の温度や含水量などの予報を行っている。CGCM1では植生の違いは考慮しておらず、層厚なども一定であった。この点も大きく改良された点であるといえる。

海洋大循環モデルについては、水平解像度などの基本的な仕様はCGCM1と同様だが、鉛直方向の層の数が表層付近で2層増えている。この変更は、十年~数十年変動に大きな役割を果たす海洋の状況をよりよく表現するためである。また、Gent and McWilliams(1990)に基づく等密度面混合の過程を新たに導入している。これは、CGCM1ではうまく表現されていなかった、現実的な強度の海洋子午面循環を表現することを目的のひとつとしている。

海氷モデルについては、CGCM1からの基本的な仕様の変更は無い。CGCM1同様、Mellor and Kantha(1989)に基づいており、海氷下での熱及び水の収支のほかに、移流による海氷の移動の効果を含めて、海氷の厚さ及び海氷の密接度(海面に占める海氷面の割合)を求めている。

大気側と海洋側の運動量・エネルギーや水収支など(フラックス)のやりとりは、24時間ごとに行っている。大気側と海洋側で格子分布が異なるため、大気側のひとつの格子に対応する地表面側格子に、複数の地表面状態(陸・海・海氷)が混在する場合がある。そのため、大気側が受け取るフラックスは、その格子の該当する地表面状態の面積比率ごとに、それぞれの地表面状態ごとに計算されたフラックスを加重平均する方法をとっている。

なおCGCM2では、モデルの特性上生じる気候ドリフトを抑える目的で、あらかじめ海面における熱や水(真水)のフラックスを調整しておく必要がある。この点はCGCM1と同様であるが、これらの調整量の大きさ自体はCGCM1において必要としたほど小さくなく、このことからCGCM2がCGCM1よりも改善されていると考えられる。さらに赤道付近の海域の温度躍層の表現を向上させる目的で、CGCM2ではこの地域について、風応力のフラックス(海面を通じて海に伝えられる風の運動量)も調整している。

CGCM2による計算結果を見ると、CGCM1と比較して様々な点が改善されたことがわかる。以降の章で、各気象要素についての計算結果を示していくが、ここでは、CGCM1と比較して大きな改善が見られた例として、図2に1月の北半球の海氷分布の例を示す。図2の左側、CGCM1による結果では、ノルウェー海やラブラドル海南部など、現在の流水限界以南の地域にも海氷が多く見られる地域がある。これは、図2の右側のように、観測ではほとんど見られない状況である。しかし、図2中央のCGCM2による結果ではこの点は大きく改善され、観測値に近い状況を再現しているといえる。この改善には、特に海洋大循環モデルの改良による、北大西洋域における子午面循環の表現の改善によるところが大きいと考えられる。

しかしCGCM2においても、観測値ではほとんど見られない海氷域がオホーツク海の南側、千島列島の東海上に表現されるという欠点がある。これは、黒潮の日本列島からの離岸位置がCGCM2では観測よりも北偏してしまうこと、それに加えて千島列島に対応する陸地が存在しないため、オホーツク海の南側、千島列島の東海上に海氷が流れ出しやすいことが原因として考えられる。この領域については、他の気象要素を含め、取扱いには注意が必要である。

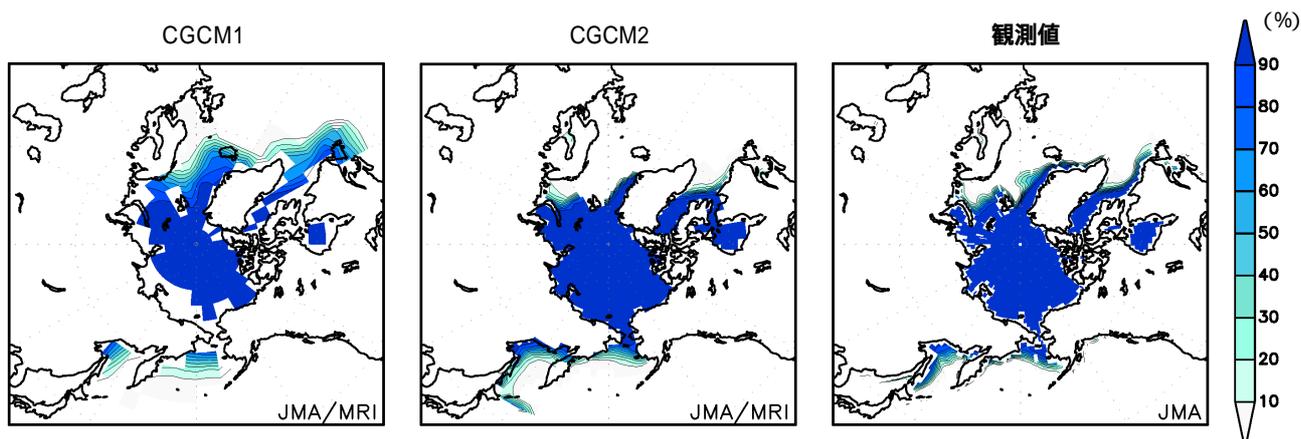


図2 1月の北半球の海水分布(単位:%)

左: CGCM1 の基準実験の海水密度度

中: CGCM2 の歴史実験(1971~2000年の平均値)の海水密度度

右: SSM/I による海水存在日数観測値(1987~2000年の平均値、百分率に換算)

2.2 シナリオの概要(環境省地球環境局(2001)、IPCC(2001)より引用)

2.2.1 SRES シナリオ

地球温暖化がどの程度進むかは、自然の系の不確実な挙動を別にすれば、人間社会がどのような方向に発展するかによって大きく左右される。将来の社会の発展方向の描き方により、エネルギー利用や土地利用変化の予想が大きく変わり、温室効果ガスなどの排出シナリオが大きく違ってくる。1992年、IPCCは6種類の温室効果ガスの排出シナリオを作成した(IS92a~f)。しかし、これらのシナリオは1985年のデータを基礎にして描かれ、1990年以降に生じたソ連の崩壊、アジア発展途上国の経済の急激な成長、自由貿易体制の導入などが考慮されていなかった。そこで、IPCCで1996年から作成が進められ、2000年にとりまとめられたのがSRES(Special Report on Emissions Scenarios)シナリオである。このシナリオでは、A1、A2、B1、B2の四つのストーリー・ラインに沿って、1990年から2100年までの温室効果ガス排出量などの想定値が定量的に示されており、A、Bは経済志向か環境志向かを、1、2は地球主義志向か地域主義志向かを表している。

今回の実験では、上記のシナリオの中からA2、B2(図3参照)を選択して実験を行った。これらの二つのシナリオは、早期から複数の研究機関で、同様の温暖化実験が行われているシナリオである。

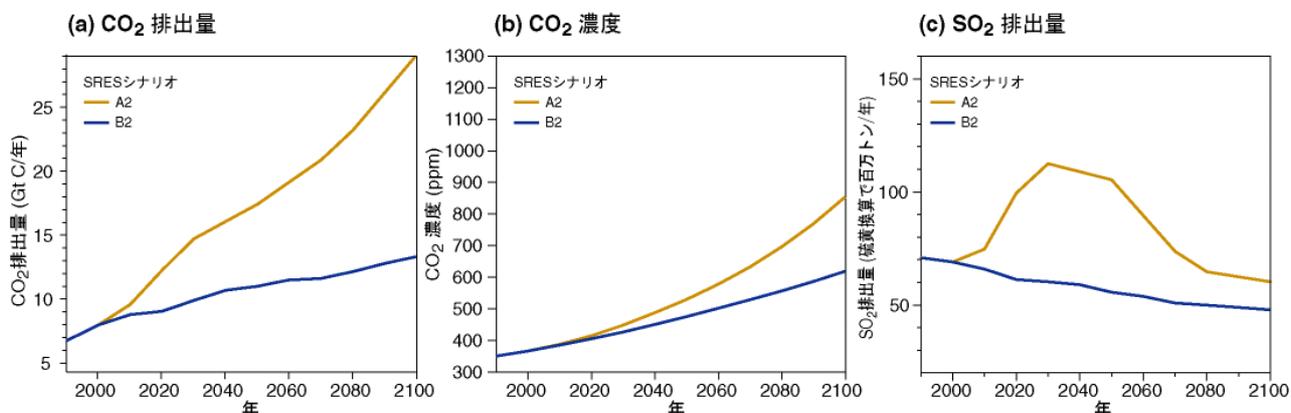


図3 SRES シナリオのA2・B2における二酸化炭素排出量(a)、二酸化炭素濃度(b)、二酸化硫黄排出量(c)の変化 (IPCC第三次評価報告書第一作業部会報告書「気候変化2001」~政策決定者向けの要約(気象庁訳)より一部改変)

2.2.2 A2シナリオ

地域主義の高いシナリオ。各地域はブロック化し、各自の伝統的文化の枠組みをあまり崩さない。また、自由貿易に基づく経済的効率性に高い価値をおかない。この結果、人口は2100年の時点で約150億人に達する。エネルギーも地域内の資源に依存する割合が高く、技術進歩も相対的に低い。このため、アジアなど石炭の豊富な地域では石炭依存度が低下せず、温室効果ガス排出も高水準となる。

2.2.3 B2シナリオ

比較的、地域主義が強く、その範囲で経済・社会・環境の持続可能性が追求される。このため、世界は多様性を残す。ただし、環境保全も意識されているため、A2シナリオほど極端な姿ではない。人口は2100年の時点で約100億人に達する。やや保守的であるが、中庸なシナリオと言える。

2.3 各種実験の概要

実験は産業革命前固定実験（Pre-industrial 実験）、歴史実験、SRESのA2、B2シナリオそれぞれに基づくSRES実験を行った。このうち、歴史実験、SRES実験は図4のように、3メンバーのアンサンブル実験を行っており、その平均値（アンサンブル平均）を用いることでより精度の高い予測を行っている。また、メンバー間のばらつきを考慮することで、その予測結果の信頼性を評価することが可能となった。以下に、各実験の詳細な説明を記す。

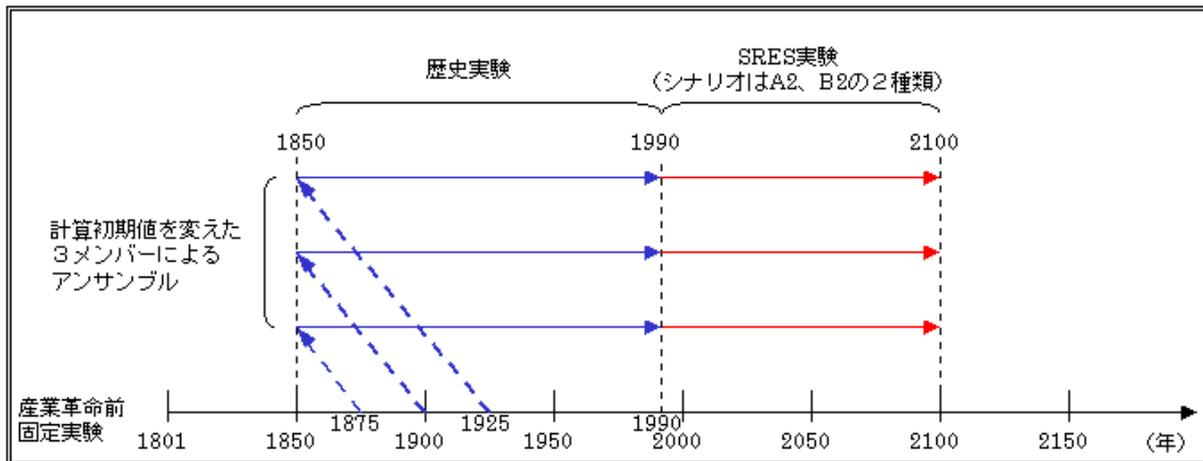


図4 各種実験のイメージ図

2.3.1 産業革命前固定実験（Pre-industrial 実験）

モデルで得られる結果の基本的な性質を明らかにし、温室効果ガス濃度が増加する場合の気候変化を計算する場合の基準としての気候を求めておくために、産業革命以前の値に固定した温室効果ガス濃度（例えば二酸化炭素濃度は290ppmに固定）を与えて行った実験で、計算結果は、以下の各実験の初期値として用いるほか、気候モデル特有の系統誤差を取り除くための基準実験データとして用いる。

2.3.2 歴史実験

Pre-industrial 実験から25年ずつ異なる三つの年（1875年、1900年、1925年）を1850年（初期値）と設定（3メンバーによるアンサンブル）して、以降、観測に基づいた詳細な温室効果ガス、人為・自然起源硫酸エアロゾル、火山性成層圏エアロゾルの濃度、太陽定数を与えることで、2000年までの実際の気候の再現を目的とした実験である。図5は、全球平均した年平均気温における1900～2000年までの歴史実験結果を、実際の観測値と比較した結果を示したものである。この図を見ると、歴史実験

結果は観測値と比較して、観測値に見られる十年～数十年程度の変動が明確には現れていないものの、地球温暖化に伴う長期的な気温変化のトレンドには、大きな違いはみられない。特に、1970年代以降の気温トレンドはほぼ一致している。

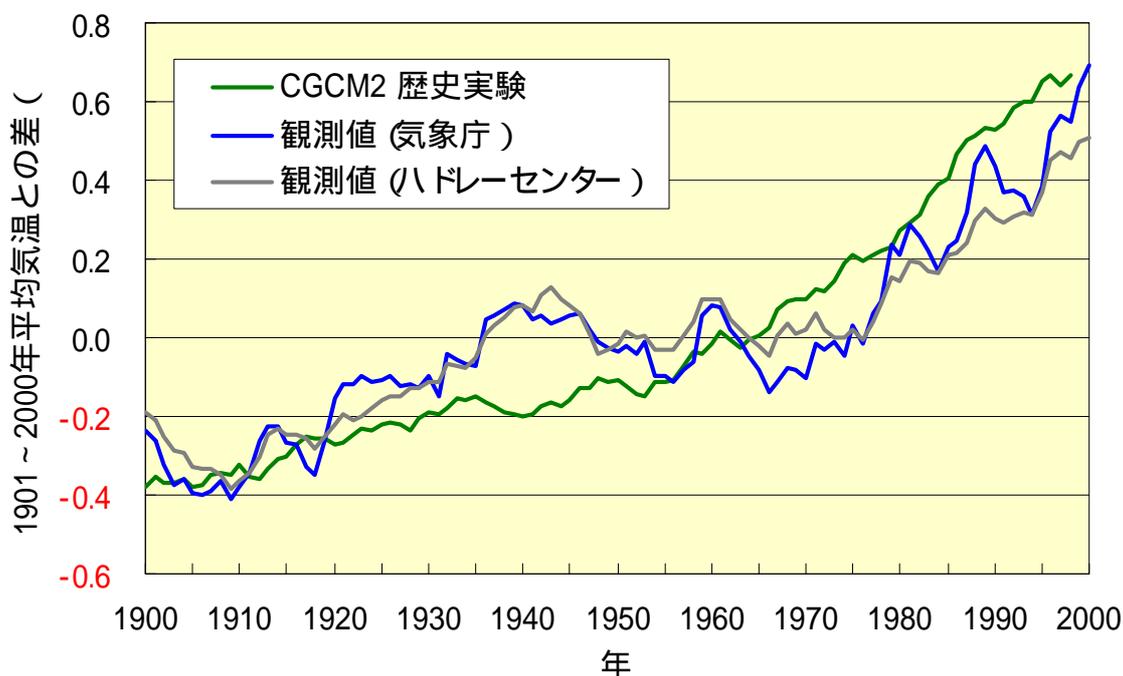


図5 1900～2000年における歴史実験と観測値に基づく気象庁による全球年平均気温の経年変化
 緑線(歴史実験:陸上・海面上の気温を対象とした全球平均、3メンバーによるアンサンブル平均)、
 青線(気象庁による観測値:陸上の気温のみを対象とした全球平均)、
 灰線(ハドレーセンターによる観測値:陸上の気温・海面水温を対象とした全球平均)
 それぞれの1901～2000年平均値からの差をとり、5年移動平均処理を施している。

2.3.3 SRES 実験

歴史実験の三つのメンバーの1990年のデータを初期値として、SRESシナリオのA2、B2シナリオで想定された温室効果ガス濃度を与えて、2100年まで計算した予測実験である。それぞれのシナリオについて、SRES実験も3メンバーのアンサンブルとなっている。

2.4 解析方法

以下の解析において用いられるSRES実験と歴史実験との差(比)等による気候変化予測は、全球/緯度帯平均の経年変化の図を除き、基本的に以下の手順で算出している。

歴史実験について、全メンバーを平均し、求められたアンサンブル平均値について、1971～2000年平均を求める。

SRES実験についても同様にアンサンブル平均値を計算し、2071～2100年平均を求める。

と のデータを用いて下記のような各種計算を行う。

- 変化量 : の値と の値の差 (-)
- 変化率 : の値と の値の比 (/)
- 標準偏差変化率 : の期間についての標準偏差と、 の期間についての標準偏差の比
年々変動の大きさの変化を見る指標となる
- 規格化偏差 : 変化量 (-) と、 の期間についての標準偏差の比
年々変動に対する気候変動の大きさを見る指標となる

3 . 情報を利用するにあたって

本巻で用いたモデルと実験結果は IPCC (2001) に気象研究所のモデル (Yukimoto et al., 2001) と実験結果 (Noda et al., 2001) として引用されているものと若干異なっている。本巻のモデルでは、雲パラメータの再調整を行い、より現実的な南北の熱輸送の再現などを目的とした改善が行われている。その結果、IPCC (2001) に引用された結果よりも気候感度が上昇しているが、温暖化による変化の空間パターンには大きな変化が見られない。

気候モデルの特性上、計算結果には気候モデル特有の系統誤差が含まれる。このため、歴史実験や Pre-industrial 実験にはそれぞれの気候を再現したものに系統誤差が含まれ、SRES 実験には第一次近似として、温室効果ガス等の変化による影響を含んだそれぞれの気候を予測したものに、系統誤差が含まれることとなる。そこで、温室効果ガス等の変化による影響を評価するためには基本的に、歴史実験や SRES 実験の結果から同時期における Pre-industrial 実験の結果を差し引くなどの方法で、気候モデル特有の系統誤差の影響を取り除いた上で、SRES 実験と歴史実験の結果の比較を行うことが必要である。本巻に掲載した SRES 実験と歴史実験の結果を比較した分布図のうち、変化量など可能なものについては、上記のような系統誤差の影響を除去してある。ただし、歴史実験そのものの結果についての分布図は、系統誤差を含んでおり、この点には注意が必要である。

以上のような注意点があるものの、気候系に含まれる複雑な諸過程をモデル化して合理的に気候の変化を予測できる気候モデルは、地球温暖化の定量的な評価には欠かせない。本書に掲載した CGCM2 の結果は、他のモデルによる計算結果と比較しても妥当な結果が得られていると判断できる。地球温暖化防止に向けた対策や調査・研究に、基礎的な資料として活用していただきたい。

4 . おわりに

気候モデルの計算結果は、様々な分野に影響を及ぼす地球温暖化問題への対応に有効であると思われる。今後「地球温暖化予測情報」の一層の充実を図るため、以下へご意見をいただければありがたい。

気象庁 気候・海洋気象部 気候情報課

〒100-8122 東京都千代田区大手町1-3-4

e-mail : clime@hq.kishou.go.jp

TEL / FAX : 03-3211-8406

参 考 文 献

- Gent, P. R. and J. C. McWilliams, 1990: Isopycnal mixing in ocean circulation models. *J. Phys. Oceanogr.*, 20, 150-155.
- IPCC, 2001: Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Houghton, J. T., Y. Ding, D. J. Griggs, M. Noguer, P. van der Linden, X. Dai, K. Maskell and C. I. Johnson (eds.)]. Cambridge University Press, UK, 881pp.
- 環境省地球環境局, 2001: 4つの社会・経済シナリオについて - 温室効果ガス排出量削減シナリオ策定調査報告書
- Mellor, G. L., and L. Kantha, 1989: An ice-ocean coupled model. *J. Geophys. Res.*, 94, 10, 937-10,954.
- Nakicenovic, N., J. Alcamo, G. Davis, B. de Vries, J. Fenhann, S. Gaffin, K. Gregory, A. Grubler, T. Y. Jung, T. Kram, E. L. La Rovere, L. Michaelis, S. Mori, T. Morita, W. Pepper, H. Pitcher, L. Price, K. Raihi, A. Roehrl, H.-H. Rogner, A. Sankovski, M. Schlesinger, P. Shukla, S. Smith, R. Swart, S. van Rooijen, N. Victor, Z. Dadi, 2000: IPCC Special Report on Emissions Scenarios, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 599 pp.
- Noda, A., S. Yukimoto, S. Maeda, T. Uchiyama, K. Shibata and S. Yamaki, 2001: A New Meteorological Research Institute Coupled GCM (MRI-CGCM2) -- Transient Response to Greenhouse Gas and Aerosol Scenarios --. CGER's Supercomputer Monograph Report Vol.7, National Institute for Environmental Studies, 63pp.
- Sato, N., P. J. Sellers, D. A. Randall, E. K. Schneider, J. Shukla, J. L. Kinter, Y.-Y. Hou and E. Albertazzi, 1989: Effects of implementing the simple biosphere model in a general circulation model. *J. Atmos. Sci.*, 46, 2757-2782.
- Sellers, P. J., Y. Mintz, Y. C. Sud, and A. Dalcher, 1986: A simple biosphere model (SiB) for use within general circulation models. *J. Atmos. Sci.*, 43, 505-531.
- Yukimoto, S., A. Noda, A. Kitoh, M. Sugi, Y. Kitamura, M. Hosaka, K. Shibata, S. Maeda and T. Uchiyama, 2001: A New Meteorological Research Institute Coupled GCM (MRI-CGCM2) -- Model Climate and its Variability --. *Pap. Meteor. Geophys.*, 51, 47-88.

本書は気象庁気候・海洋気象部が作成し、内容に関する検討は、浅井富雄 東京大学名誉教授を部長とする気候問題懇談会温室効果検討部会の協力を得た。

気候問題懇談会温室効果検討部会

部会長	浅井 富雄	東京大学 名誉教授
専門委員	小川 利紘	宇宙開発事業団 衛星システム本部 地球観測利用研究センター 研究ディレクター
	木本 昌秀	東京大学 気候システム研究センター 教授
	田中 正之	東北工業大学 環境情報工学科 教授
	田宮 兵衛	お茶の水女子大学 文教育学部 教授
	松野 太郎	地球フロンティア研究システム長

(参考)

気候問題懇談会委員名簿

会長	浅井 富雄	東京大学 名誉教授
	小川 利紘	宇宙開発事業団 衛星システム本部 地球観測利用研究センター 研究ディレクター
	榎根 勇	愛知大学 現代中国学部 教授
	平 啓介	日本学術振興会 監事
	田中 正之	東北工業大学 環境情報工学科 教授
	堀口 孝男	東京都立大学 名誉教授
	松野 太郎	地球フロンティア研究システム長
	安成 哲三	名古屋大学 地球水循環研究センター 教授

文部科学省 研究開発局 海洋地球課 地球科学技術推進調整官
厚生労働省 健康局 総務課 課長補佐
農林水産省 大臣官房 技術調整室長
経済産業省 産業技術環境局 参事官
国土交通省 総合政策局 環境・海洋課長
国土交通省 総合政策局 技術安全課長
国土交通省 土地・水資源局 水資源部 水資源計画課長
国土交通省 河川局 河川環境課長
環境省 地球環境局 総務課 研究調査室長

(敬称略)