

わが国の気候変動研究計画 (WCRP)*

3. データ管理**

世界気候小委員会

1. はしがき

世界気候小委員会では、数個の作業委員会を指名して研究計画を練っている。その中に、日本におけるデータ管理問題をこの際長期的視野のもとに計画・設定すべきであるとの要請が強く提出され、この作業委員会が指名された。とくに衛星のデータは世界気候研究上欠くことの出来ない貴重なデータであり、この他にも、過去の諸気候データ、今後の気候プロセス、特別観測データなど種々のデータが挙げられるが、この作業委員会ではとくち遅れがちな我が国のデータ問題を検討することとした。

そこでこの報告では、将来必ず設置する必要があると思われる気候データベース問題、衛星に関する各研究分野別の利用計画、国際衛星雲気候学計画、一般気候データ問題、そしてデータ管理および当面考えられるデータベース設立への手順などを逐次述べることにした。なおこの作業委員会のメンバーは文末に掲げておいた。

2. 気候データベースについて

データベースとは、ふつう大量のデータを不特定多数のユーザーに効率的に提供するシステムをさしている。これには当然コンピューターが必要であり、その基礎となるデータの集まり(データセット)がまず整備されなければならない。したがって、データセットの素材(データソース)は磁気テープで保管するのがよい。

このデータベースの設立のためには、まずデータセットのためのデータソースをできるだけ完備することが大切である。そのためにまずデータを衛星関連の気候データと一般の気候データとに分けることにする。

このうち、衛星の気候データについては、現在稼動中

の GMS-II, TIROS-N/NOAA-6 をはじめ、LANDSAT や将来予定されている海洋、資源衛星などのデータを用いて、広域の温度、雲、海水温、風の応力、塩分などを観測し、熱、水蒸気の循環、気候特性などを研究し、データ収集と蓄積をはかる必要がある。この研究によって今までの地上、海上、高層観測などによって得られなかった広域(とくに海上)の気象状況を把握することができ、それらのデータを他の気象データと有機的に結合することによって気候変動研究を新しく発展させることができる。また力学のモデリングの研究のインプットデータやアウトプットの検証としても有効である。したがって、このデータを保管すべきデータベースを設立することは将来の気候研究にははなはだ重要であり、これにより多くの利用者が効率よくデータを利用できるようになる。

またプリントされている一般の気候データについては、データが散逸しないように収集し、それを分類整理して、できうるならば磁気テープに収納する計画を練ることが大切である。また衛星データと有機的に結合することが必要な気候データについては、その利用法まで考慮して保管対策を考えるべきである。

いずれにせよ、気候研究には大きなデータの利用が必要であり、各人が別々にデータを収集したり、処理してはただ効率が悪くだけでなく、その解析結果にも信頼性の問題が起ってくる。その意味でも気候データベース設立の要請は緊急の問題となっている。

3. 衛星データに関する各研究部門別の利用計画***

衛星データの利用法については研究分野毎に異なり、またこの中でもいくつかの分野の研究者は衛星利用ということがまだ未開発なために、比較的漠然としている傾

* World Climate Research Programme in Japan.

** Data Management, (執筆) 内田英治 (世界気候小委員会, データ管理作業委員会主査).

*** 3章以後(4章を除く)の内容は、この作業委員会としての暫定的な研究計画の概要である。

向はたしかに認められる。まして、データ保管問題となると、その具体的計画はなかなかメドがつけにくいとも思われる。しかし、目下考えられる範囲でこの利用計画をまとめてみた。

A) 気候の診断

(i) 研究テーマ

- ア. アジア・西太平洋モンスーンの経年変動
- イ. 北半球における雪氷域の経年変動

(ii) 取得されるデータ

GMS-II; TIROS-N/NOAA-6 の雲, 海面水温, 風ベクトル, 雪氷域

(iii) 考えられる利用法

- ア. 積雲対流活動の大規模な状況把握
- イ. 広域海面水温と水蒸気分布
- ウ. 北半球の雪氷域とアルベド

(iv) その他のコメント

IR による全球雲量分布統計も併せて行いたい。また VIS 域の輝度データによる北半球 モンスーン域の雲量変動を解析するとともに、長期予報用として雲量, 海面水温解析も行う予定である。雪氷域研究としては高緯度地方の気温変化との関係を研究してゆきたい。大気大循環のモデリングの分野とタイアップして研究を進める。またマイクロ波観測のデータを要望する。

B) 大気大循環モデリング (地球一大気系および大気系の熱と水の収支)

(i) 研究テーマ

- ア. 大気大循環モデルの検証
- イ. 気候変動の理解

(ii) 取得されるデータ

GMS-II, TIROS-N/NOAA-6

(iii) 考えられる利用法

- ア. 大気大循環モデルによる雲量予測の検証
- イ. 気象衛星データと地上の雲観測データとの比較

(iv) その他のコメント

大循環モデリングのグループと密接に連絡する。また TIROS-N シリーズによる TOVS 各チャンネルの晴天放射強度が SARAD コードで送られてくるので収録する必要がある。この解析によって雲のない場合の大気上限からの赤外放射射出量と雲量とを組み合わせ、雲のある場合の赤外放射射出量の見積りをしたい。

C) 気候プロセス

a. 雲と放射

(i) 研究テーマ

西太平洋上の雲の諸特性と雲が放射過程に果たす役割

(ii) 取得されるデータ

GMS-II, TIROS-N/NOAA-6 の VIS, IR データ, LANDSAT のデータ

(iii) 考えられる利用法

- ア. 雲の幾何学的分布(haze 状のものはLANDSAT データを利用)
- イ. 放射収支
- ウ. 凝結水の評価
- エ. 水蒸気の鉛直分布

(iv) その他のコメント

本研究計画は西太平洋における特別観測として実施の予定であり、海洋グループとモデリングのグループとの連関を考慮する必要がある。凝結水としては 10 km メッシュ, 水蒸気分布としては 100 km メッシュを希望している。また、海上の雲の雲水量や降水強度を知るためにマイクロ波の観測データが要望される (20 と 30 GHz [雲水量用], 10 と 6 GHz [海面のラフネス用], 55~60 GHz [温度鉛直分布用], 分解能 10~20 km)。GMS-II はできれば毎時のデータが必要である。(iii)の各項やエアロゾル, CO₂ 分布 (100 km メッシュ) 測定のため VIS, IR, マイクロ波のデータは波長別に MT に収録する計画である。ほぼリアルタイムで各データ (ある程度処理済) がこの観測グループに入手可能になることを希望している。

b. 大気中の微量気体成分, エアロゾル

(i) 研究テーマ

- ア. 極東域のダストストーム
- イ. 極東域の二酸化炭素分布

(ii) 取得されるデータ

GMS-II, TIROS-N/NOAA-6

(iii) 考えられる利用法

- ア. ダストストームやダスト層の拡がり (写真)
- イ. 特別観測期間中の二酸化炭素のデータ (MT)

(iv) その他のコメント

a 項の特別観測と関連している。

D) 海洋

(i) 研究テーマ

海洋循環の変動および海面における熱と運動量フラックスの機構に関する研究

(ii) 取得されるデータ

GMS-II および TIROS-N/NOAA-6 の VISSR, AVHRR, TOVS のデータ, その他

(iii) 考えられる利用法

- ア. 広域海洋循環の推定
- イ. 広域海面水温の監視
- ウ. 広域海面の風の応力の監視
- エ. 熱赤外画像解析による日本付近の水塊分布, 黒潮流軸変動, 親潮フロント, 暖水渦等の運動

(iv) その他のコメント

上記監視計画は海洋大循環, 中規模渦, 混合層, 海況予報等の数値モデルの初期値として, また予報値のモニタリングとして重要である (少なくとも将来 IR データを 0.5° メッシュで 1 日 1 回入手を要望する). さらに海洋の特別観測計画との整合をはかることが大切と思われる.

とくに, 広域海面塩分等の監視用として 1.5 GHz 付近のマイクロ波放射計 (あるいはマイクロ波散乱計, 高度計) を搭載した衛星を希望する.

E) 南極

(i) 研究テーマ

南極における熱と水の循環系の研究

(ii) 取得されるデータ

TIROS-N/NOAA-6 の TOVS による温度分布, AVHRR による雲分布と海水分布など.

(iii) 考えられる利用法

ア. 短期的利用

気温の鉛直構造と大気大循環の関り, 水蒸気量とオゾン量の変化.

イ. 長期的利用

海水変動と気候との関り, 雲, 雲量分布一循環系の変化と気候との関わり.

(iv) その他のコメント

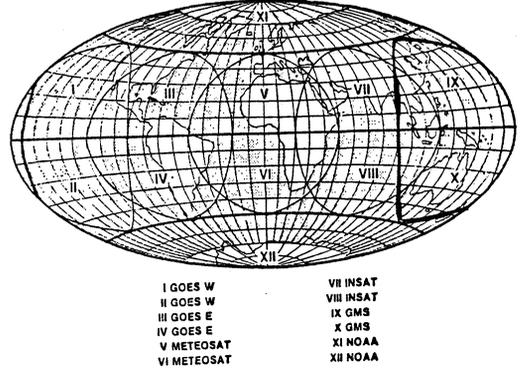
この計画は南極 WCRP (1986~1990 予定) の一環である. またグローバルの力学的モデリングに密接に関係している. 1980 年第 21 次観測隊より 1 日 2 軌道で海水分布, 変動, 内陸部識別など観測中である.

将来海水の種類 (1 年または多年氷の別, 氷の厚さなど) を判別するために, マイクロ波観測のデータの入手を要望する. また現在の 2° メッシュ (雲量, 半月平均値) を 1° メッシュにして, 解析する計画がある.

4. 国際衛星雲気候学計画 (ISCCP) 案の概要****

この概要は 1981 年 8 月下旬 ハンブルグで開催された

**** 4 章については別途検討中であり, この章の記事は片山 昭 (気象研) の提供による.



第 1 図 ISCCP のデータ処理区分.

ISCCP-Workshop の討論をまとめたもので, 日本でもこれについて討議中である.

A) 実施期間 1983~1987年の 5 年間

B) 要求される雲のパラメーター

- (i) 空間平均 250 km × 250 km
- (ii) 時間サンプリング 3 時間毎
- (iii) 時間平均 1 日 8 回の資料の 30 日平均
- (iv) 雲の要素 (ボックス内の平均と分散値) [要求される精度]

| | | | |
|------|---|--------|----------|
| 雲 量 | { | 全雲量 | ± 3 % |
| | | 巻層雲 | ± 5 % |
| | | 中層雲 | ± 5 % |
| | | 下層雲 | ± 5 % |
| | | 深い対流雲 | ± 5 % |
| 雲頂高度 | { | 巻層雲頂高度 | ± 1 km |
| | | 中層雲頂高度 | ± 1 km |
| | | 下層雲頂高度 | ± 0.5 km |
| | | 対流雲頂高度 | ± 1 km |

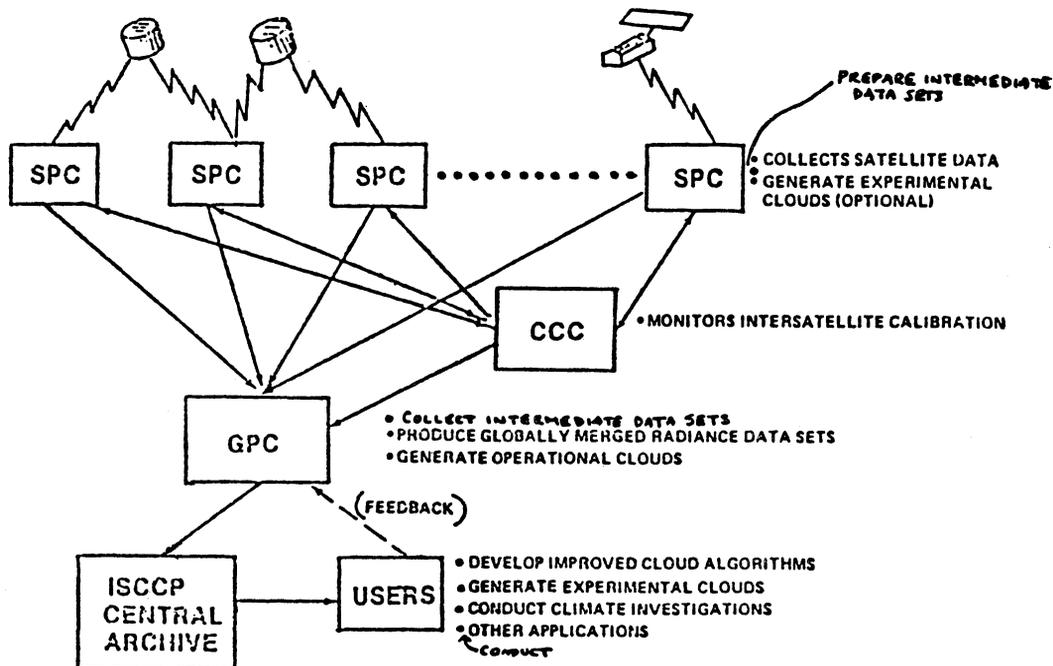
(v) 期待される付加情報

用いた波長領域における雲の光学的厚さ
雲底高度

C) 資料処理システム

ISCCP の最終プロダクトを得るためには国際的分担が必要である. まず全球を静止衛星資料を基本とする I ~ X の地区と極軌道衛星の観測に基づく XI ~ XII の地区の 12 に分割する (第 1 図). それぞれの地区の衛星資料の中間処理をするため最大 11 か所の SPC (Sector Processing Center) を設置する.

各 SPC で処理された放射資料は, GPC (Global Processing Center) に定期的 (月 1 回か 2 回, 1 か月お



第2図 ISCCP データマネージメント。

| Sector | Satellite | Hemi-sphere | Primary Responsibility | Back-up |
|--------|-----------|-------------|------------------------|----------------|
| I | GOES W | N | Canada | USA/C.S.U. |
| II | GOES W | S | USA/C.S.U. | Canada |
| III | GOES E | N | USA/Univ. Wisc. | France/Lannion |
| IV | GOES E | S | USA/Univ. Wisc. | Portugal |
| V | METEOSAT | N | ESA/Darmstadt | UK/U.C. London |
| VI | METEOSAT | S | ESA/Darmstadt | UK/U.C. London |
| VII | INSAT | N | India | Saudi Arabia |
| VIII | INSAT | S | India | Saudi Arabia |
| IX | GMS | N | Japan | China |
| X | GMS | S | Japan | Australia |
| XI | NOAA | N | USA | USA |
| XII | NOAA | S | | |

No tentative designations have yet been made for the GPC, or Archival Centre, although CMS/Lannion has been suggested as CCC.

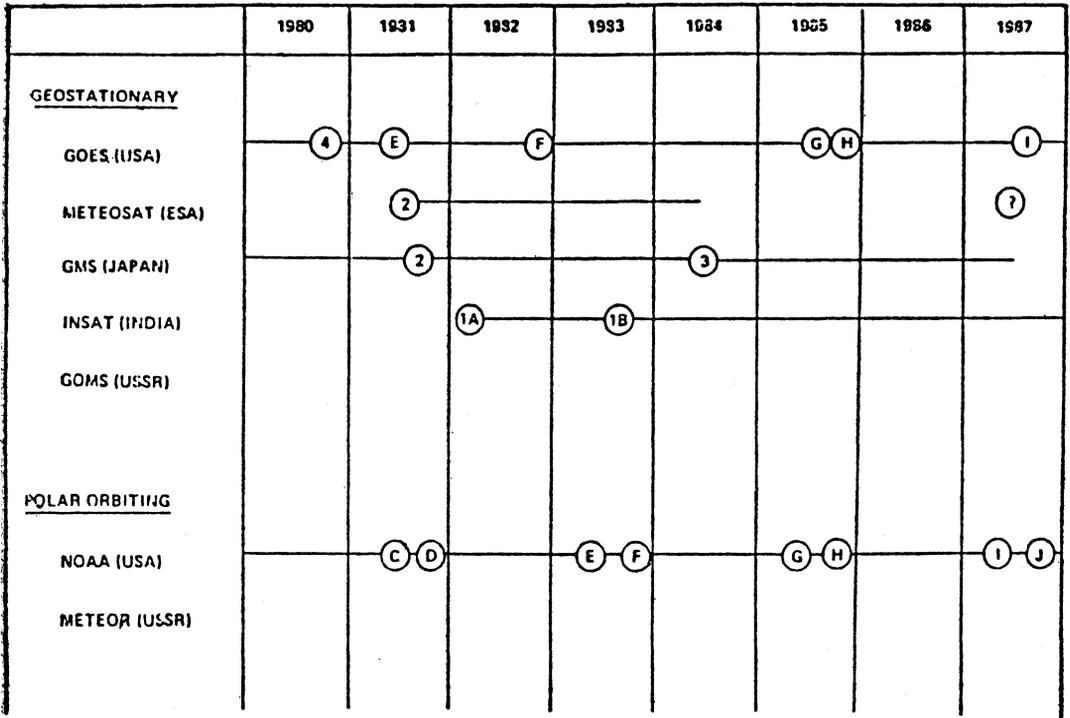
第1表 区分の内容 (暫定)。

れ)に集められる。

GPC はこれらの資料を調整し、全球的に均質なものとし、それを用いて要求される雲資料を作成し、それらを ISCCP 資料センターに保管し (ISCCP Central Archive) 利用者に提供する。なお衛星間の調整資料作成のため、CCC (Cloud Calibration Center) が設置さ

れ、その情報は常時 GPC に伝達される (第2図)。

現在までの関係国や関係機関の非公式な討議に基づき、SPC の分担について第1表のような暫定案が決められている (スケジュールは第3図。GMS については第9、10地区の主責任国として日本、支援国として第9地区は中国、第10地区はオーストラリアが示されている)。



第3図 静止衛星と極軌道衛星のスケジュール.

D) 観測システム

(i) 基本観測システム

ISCCP の開始時期を1983年に設定したのは、第3図のようにそれまでに静止衛星と極軌道衛星によって全球をカバーすることが期待されるからである。基本観測システムはESA、インド、日本および米国によって運用される静止衛星と、米国そしてソ連によって運用される極軌道衛星によって構成される。

(ii) 静止衛星

ISCCP の課題の1つは、お互いに異なった特性の測器をもつ静止衛星から、規格化され調整された全球資料セットを作成することである。もう1つの課題は、異なった静止衛星の寿命の問題である。現時点において米国は、1980年代は135°Wと75°Wに常時静止衛星を運用することが決っている。INSATとGMSの運用計画では第2次の静止衛星による連続観測を維持するために軌道上に第1次の衛星をバックアップのために置くことになっている。INSATの第1次は75°E、第2次は95°Eに置かれ、GMSの場合、第1次、2次ともに140°Eである。0°にあるMETEOSATにはそのようなバック

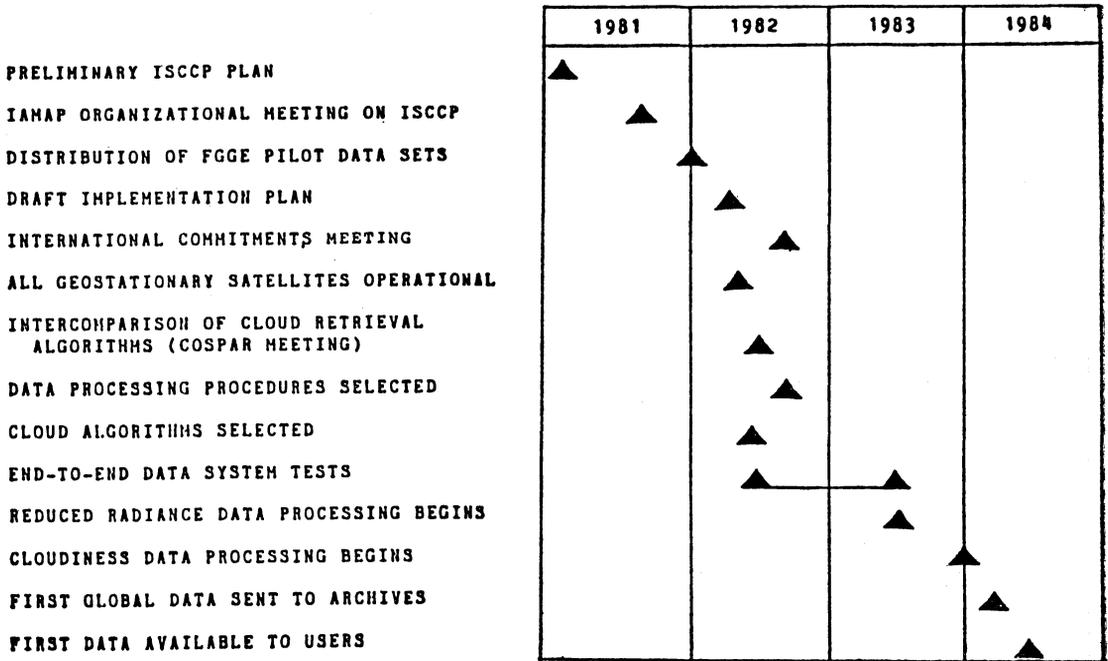
アップの衛星はなく、その寿命もISCCPの5年より短いと見積られており、少なくとも1980年の後半までは次期衛星の打上げの計画はない。そのため、ISCCPの5年間の間には5つの静止衛星で観測できない時もあると推定され、その場合は極軌道衛星によって補完する方法を検討している。

(iii) 極軌道衛星

米国とソ連はISCCPの間、極軌道気象衛星を打ち上げることを計画している。米国はTIROS-Nシリーズをそれに当てる。ソ連の場合、METORシリーズが当てられると考えられるが、詳しい情報は得られていない。TIROS-Nシリーズは2つの太陽同期の極軌道衛星からなり、赤道通過の地方時は07時30分と15時30分である。搭載測器はAVHRR (Advanced Very High-Resolution Radiometer) であり、その測定波長のIRは10.3~11.3 μm と11.5~12.5 μm 、VISは0.56~0.68 μm と0.725~1.0 μm 、WV (水蒸気) は3.55~3.93 μm である。

(iv) ISCCP の実施スケジュール

第4図に各項目ごとのスケジュールが示される。



第4図 ISCCP の実施スケジュール。

(v) ISCCP の運営組織

第5図にそのダイアグラムを示す。

5. 一般気候データに関する利用計画

A) 気候統計

(i) メッシュの検討と古気候復元

地域性、周期性の研究のためメッシュ (気温、降水量などの時・空間的メッシュ) の検討を行う。また古気候復元のため主成分分析による地域性、状況証拠収集などを進める。

(ii) 取得されるデータ

ア. FGGE データ (Level II b, c, III b) [データ所在 (予定), 京大・理 (II b, III b < GFDL, EC MWF >, 東北大・理 (II c), 極地研 (II b), 気象研 (II b, III b < ECMWF >)]

イ. 世界・国内気候データ

月別要素別 (海面気圧, 気温, 降水量など), 月別地点別データ, 統計ヒストリカルデータ
アマダスデータ, 高層データ, 海洋データ

ウ. 大気バックグラウンドデータ, 日射データ

エ. 既存の World Weather Record

(iii) 考えられる利用法

ア. FGGE のデータを気候統計解析やモデリング検証用に利用する。

イ. 既存のデータの整備, とくに MT 化可能なものの実施

(iv) その他のコメント

気温は 200~300 km メッシュ, 降水量は約 100 km メッシュにてデータ収集を行いたい。

6. データ管理とデータベース設立への手順

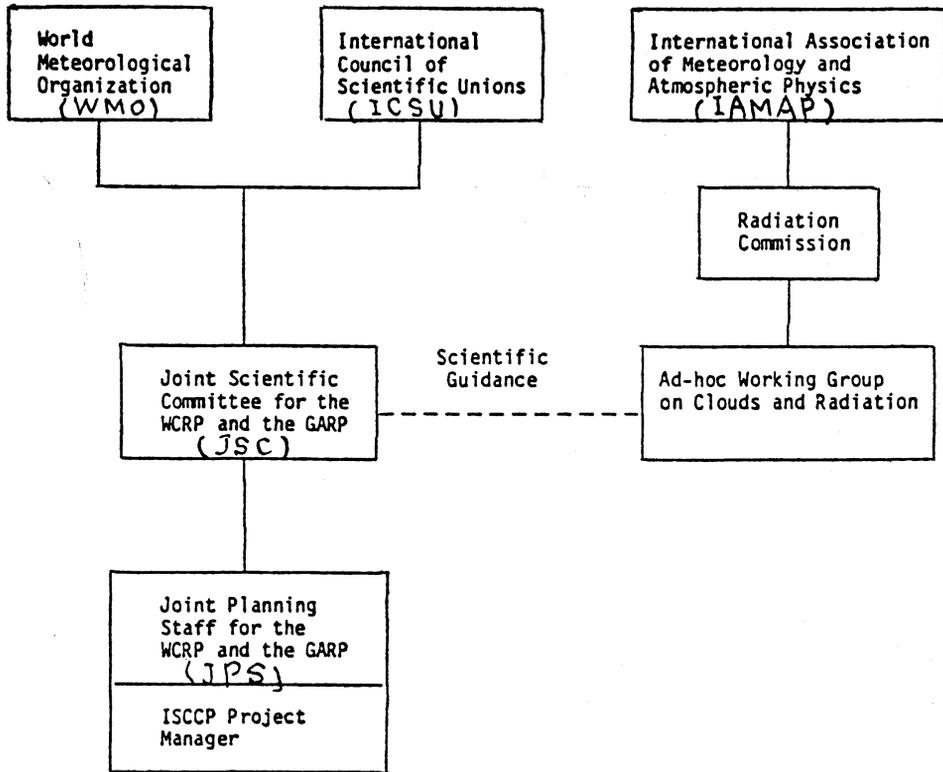
A) 衛星データの保管

(i) 国際関係のデータの保管

FGGE 期間中の衛星の生データ (MT) とくに GMS データの保管および処理法 (大気大循環モデリングや国際衛星雲気候学計画 [ISCCP] に関連して, 時・空間的メッシュを検討し, 併せて生データを処理加工する方法) を検討することが必要である。

(ii) 国内関係のデータの保管

前記 (i) 項に関係すると同時に雪氷・海面面積などの確認のため極軌道衛星データの保管, WCRP (暫定的に国内では1986~1990年) 期間中の衛星データの保管(とく



第5図 ISCCP の運営組織ダイアグラム。

にマイクロ波によるデータの保管) 対策を検討する必要がある。

B) 一般気候データの保管

今まで個別に分散されている一般気候データの収集保管および MT 化した時のデータ保管の検討が必要である。

C) 気候データベース設立への手順

(i) データベース内容の設定

WCP の中でも WCDP としてデータへの諸問題が提出されているが, WCIP, WCAP, WCRP の何れの目的のために必要か, データの種類を区分することがまず大切である。

またルーチンデータと研究データとの区分, 生データと処理データの区分もそれに応じて設定すべきであろう。

(ii) 分散保管と集中保管

データの種類, 利用度等によって, 分散保管と集中保管の効率性を検討することが大切である。これは次項に密接に関係する。

(iii) 検索システム

不特定多数のユーザーの要望にできるだけ応答するため, とくに要望の中で多くの比率を占めるデータの種類を抽出しておき保管対策に資する。

データが分散あるいは集中保管されている場合, 検索システム (Referral System) を確立し, データの所在 (できれば利用状況) を把握しておき, 容易に検索に応じられるよう編集 (Filing) しておく, またこれに必要なサービス要員を確保する。

7. データ管理問題に関係した人名

A) 世界気候小委員会データ管理作業委員会

主査 内田英治 (気象庁)

委員 武田喬男 (名大水研), 寺本俊彦 (東大海洋研) [代理 平 啓介], 多田利義 (気象研), 河村 武 (筑波大), 前 晋爾 (極地研) [代理 山内 恭], 門脇俊一郎 (衛星センター), 前田紀彦 (同左), 吉田由勝 (同左), 村上勝人 (気象研), 久保田効 (同左)

B) ISCCP

片山 昭 (気象研)

C) 世界気候小委員会研究計画世話人会

朝倉 正 (気象庁 [気候診断]), 武田喬男 (名大水研

[気候プロセス]), 片山 昭 (気象研 [モデリング]), 高野健三 (筑波大 [海洋プロセス]), 樋口敬二 (名大水研 [南極の気候]), 内田英治 (気象庁 [データ管理])



J.T. Houghton 著

廣田 勇・会田 勝 訳

大気物理学

みずす書房, 1981年9月刊, A5判,
224頁, 4,800円

本書は大気放射の碩学 J.T. Houghton による学部学生・大学院学生向けの教科書である。大気物理学 (原書は The Physics of Atmospheres) という書名が示唆するように, 大気放射学と気象力学を二大支柱として, 物理学に基礎づけられた大気の熱的性質と運動の解明という観点からこの教科書は書かれている。

本書の構成は次のようになっている。

第1章「基礎概念」, 第2章「放射平衡モデル」, 第3章「熱力学」, 第4章「放射伝達」, 第5章「高層大気」, 第6章「雲」, 第7章「力学」, 第8章「大気波動」, 第9章「乱流」, 第10章「大気大循環」, 第11章「数値モデリング」, 第12章「全地球観測」, 第13章「大気の予測可能性と気候変化」。

以上のように気象学の各分野が網羅されているが, 特に放射に関する項は本文の4分の1を占めている。第1章では放射平衡から平均温度が概算されている。第2章では灰色の大気の放射平衡と温室効果について論じている。第4章では, 放射伝達の積分方程式が導かれ, 吸収スペクトルの形や, 透過関数を計算するための便法が説明されている。また成層圏・中間圏でのオゾンの太陽放射吸収による加熱や, 炭酸ガスによる宇宙空間への放射冷却が取り扱われている。第5章ではオゾンの光化学反応や, 局所熱平衡が成立しない高層大気中の放射伝達の

問題を取りあげている。第6章においては雲の光学的性質や, 雲の中の放射伝達が述べられている。さらに第12章は, 大気の温度構造や組成を遠隔測定によって求めるための基礎となる放射伝達について論じている。このように放射過程が重要視されているのは, 現在気象衛星による遠隔測定が観測の重要な, かつ欠くことのできない手段であることを考えると, 単に著者の専門が大気放射学であるためだとは言えないだろう。このことと, 対流圏ばかりでなく, 成層圏から熱圏までの大気全般を対象にしていることは, この教科書をユニークなものにしている。

各章末の演習問題は豊富で, かなりの頁数がさかれている。これは本文の説明を補うだけでなく, さらに発展させ理解を深めるように配慮されている。演習問題を素通りしては, 本書の価値は半減すると思われるので, ぜひ解かれることを勧める。

付録として, 物理定数・大気の組成などの他に, 大気モデルや水蒸気・二酸化炭素の吸収帯の分光特性などの表が載っているが, 基礎的な教科書としては, 本文とのバランスを考えると蛇足という気がする。

評者が初めて気象学に足を踏み入れたとき, 気象学の入門書を読むのに非常に抵抗を感じた記憶がある。その原因は雲形の記述など, 気象学の持つ博物的な部分にあった。本書は, その点では基礎的な物理学を学び終えた学生には, 抵抗なく受け入れられるのではないかと思う。

訳文は丁寧に読みやすい。定価が ¥ 4,800 と少々高いが, 知的好奇心を呼び醒まし, 新しい視野を開かせてくれる。読みごたえのある本であった。

(佐藤 信夫)