

# WMO CAS/CSM\*

## 数値予報合同作業委員会\*\* 報告

(1968年12月5日—10日, 東京)

窪 田 正 八\*\*\*

### 1. ま え が き

初め予定された議題は数値予報業務の世界協力の進め方が主題であったが、直前になって CAS の委員長代理 Sawyer (Gabites が国内問題に専任するようになったため) からの要請があって、GARP との関連事項が大きく浮び上り、作業委員会の第一日目の午前中を J.O.C. の数値実験作業委員会 (B. R. Bolin, M. Yudin, K. Miyakoda, A. Eliassen, R.V. Garcia,) との合同セッションに切りかえ、意見の調整をはかった。筆者は、前日の J. O. C. の作業委員会に臨時に参加を求められた。都田さんの話によると、将来 GARP 計画において 850 mb の定圧バルーンによる観測計画が進められた場合、中国との政治問題の心配もあるので一応日本の参加を求めたのではないかということであった。

なお、われわれの作業委員会の構成メンバーは、B. R. Döös (座長, スウェーデン), E. M. Dobrichman (ソ連), A. Eliassen (ノールウェイ), 毛利圭太郎 (日本), H. Reiser (K. H. Hinkelman の代理, ドイツ連邦共和国), F. G. Shuman (アメリカ合衆国), 窪田正八 (オブザーバー) および G. W. Kronebach (WMO の事務局) であった。一月終りに予定されている JOC の委員会に提出する必要から、草案はかなり早い時期に回覧されてきた。本文はそれに基づくものである。

### 2. 必要基礎資料

JOC の数値実験作業委員会\*\*\*\* の第一回会合 (1968年, 7月10日~11日, オスロー) において必要基礎資料に対する要望が表明された (3・2・1 参照)。

\* CAS=Comission for Atmospheric Sciences  
CSM=Commission for Synoptic Meteorology

\*\* Joint Working Group on Numerical Weather Prediction

\*\*\* S. Kubota 気象庁電子計算室

\*\*\*\* 本作業委員会に関係が深いので、その内容を末尾に付記する。参照番号はそれによる。

—1969年1月9日受理—

IOC 側の委員と WMO 側の委員の半日にわたる合同討議の結果、研究者が

(a) 数値予報モデルと大気大循環模写の数値モデルの相対的振舞を調べ、

(b) 観測網の特性を調査し、

(c) 資料の4次元同化作用に関連して内挿技術を研究するための基礎資料を求めている旨の提案がなされた。これに対し、CAS/CSM 合同作業委員会は委任事項のうち、(1)予報モデルのテストに用いる観測期間の選定、(2)テストケースについての資料と解析の交かんの二つをひきうけた。

1963年に CAS/CSM は上述の委任事項と同じく、北半球の資料をそろえたことがあった。多くの数値予報センターがその資料を用いたが、そのテストケースは必ずしも成功したとはいえなかった。特別な努力にもかかわらず、資料の取得範囲は十分でなかったし、航空機からの報告も含まれてはいなかった。

したがって、ここでは第一次 GARP の全球計画に必要な数値実験のために全球的基礎資料をうるため、二つのテストケース、すなわち、北半球の夏と冬の各1カ月を計画することにした。

資料収集の過程は簡単にしようと思えばそうもできるが、きわめて時間のかかる仕事である。たとえば、WMO からルーチンの通信網を通して資料は集められるし、事実それによって入手可能な全資料のうちかなりの部分の資料がえられる。一方ではこういうこともある。たった5日間の期間のものに対する事実上完全な資料獲得の努力が最近アメリカ合衆国で行われたが、これを完成するのに3年の年月を要している。委員会はしたがって、この二つの処置の中間に何かもっと有利な処置が第一次前-GARP の資料に対してはある筈と思っている。それを心に止めて、第一番目のテストケースのための資料としてはつぎの全球的資料を収集することを提案した。すなわち、

- (a) すべての上層大気の情報
- (b) すべての通常地上資料\* (00Z, 06Z, 12Z, 18Z)
- (c) 航空機からの選択報告
- (d) 商船からの選択報告
- (e) 気象衛星の写真と利用可能な赤外資料
- (f) 雪と海水の広がり情報
- (g) 降水資料
- (h) 海面水温資料
- (i) 定高度気球からの情報

(c)と(d)の中の選択という言葉の意味は、観測資料の乏しい地域、とくに南半球上の船や航空機の資料をうるためには、(すでに充分資料はあるがもっとほしい場合はもちろん) 特別に努力する必要があることを示すものである。

これらの特殊資料を集めるには、WMC, RMC および NMC 相互間の充分な協力が必要にならう。WMC 相互間資料の収集や交換の実行を容易にすべきだし、資料の乏しい地域の特選資料をうるための特別な要請があるときに、RMC や NMC が個々に交渉できるようにすべきである。

この計画を支持するたてまえから、どこかの数値予報センターが最終的基礎資料を用いた解析と予報のプログラムの再実施をひきうけてもよいのではないか。この実施はテスト月中のある期間を選んで行うべきである。

各センターはこの計画に対する資料の収集と蓄積の責任があるが、WMO の資料の標準フォーマットを用いるべきである。資料をチェックしたあと、カードにパンチするか、磁気テープに記憶させる(後述)。

当委員会はまた、このような大きさの仕事をやりとげるには GARP のための合同計画部員の助力を必要とするという意見であった。その上、1人の職員はかかりきりでその仕事の計画をたて方向づけをするために働かなければならないことが認められた。

このプログラムの計画を助けるため、当委員会はこれらの働きが合同計画部員を通して JOC が利用できるようにすることを提案した。それには、CASとCSM の議長の承認が必要であり、彼らがこの報告の写しを1969年1月のJOCの集まりにまにあうようにすることを求めた。

### 3. 数値予報の現状と将来の発展

予報の可能性は実際上も理論上もスケールに関連していることでは委員会の意見は一致した。ところで明確な

スケールの分離は不可能である。しかしながら、中高緯度帯の温帯低気圧のスケールでは、有用な数値予報は今では3日までのばすことができる。あるセンターで定常業務用に1週間に1度7日予報を走らせている。このモデルでは1週間を通しての予報適中率は持続性よりもよいが、4日以上になるとその効用には疑問がある。なお、そのモデルを走らせるには現用電子計算機のうち、もっとも大きくもっとも早いものでないといけない。

前の作業委員会が最終報告を出して以来、急速に進歩しつづけ、今ではより高度なモデルが用いられるようになっており、古典化したフィルターの近似を放棄したものもある。新しいモデルは分解能や数値の点からも、物理的にもよりくわしくなっている。新しいモデルは、より詳細になり、多種類の製品、すなわち24~36時間予報において地衡風を巧妙に分離(非地衡風)し、圏界面気圧(極大風高度)、降水や雲量を含む湿度予報、(暴風雨予報者が用いる) 静力安定度の予想、1km~15kmの間の非常に細かな風の垂直分布、この風をdigital化し航空計画の作成を自動化するのに便ならしめ、極大極小気温の予報に有効なガイダンスを与える境界層内の気温予想、大気汚染のポテンシャルパラメーターなどを出している。熱帯低気圧の進路予想はうまくやれば2日にはのばせる。なお繰り返していなければならないが、ここにのべた仕事の大部分は、現用計算機のうち最高のものを用いて初めて可能になるものである。

近年、力学の非線型方程式の数値積分に伴う困難は、たとえその積分が長期間にわたるものであっても大部分克服された。しかし、いくつかの調査によると、現在ふつう用いられている300km程度の格子間隔はあまりに大きすぎて無用に大きな切斷誤差を発生させていることが認められた。もっと小さな格子を用いれば、実質的改良になるだろうが、これもまた計算量のいちじるしい増大を伴うものではある。

数値予報の開発の現在の傾向はモデルの物理的改良に一層の重点を置くようになっている。これは今度の東京シンポジウムでもみられ、この種の問題に関連し、かなりの数の論文が出された。多くの地域で有望な研究が進行中であり、数値予報の定常業務の改善に役立つようになるだろう。

とくに、つぎの項目が挙げられる。すなわち、積雲対流と大規模場との相互作用のモデルの改善、境界層のモデルの改良、前線現象、海陸風、山谷風などのよりくわしくより実際の取り扱い、および雲に関連する放射の簡

\* 00Z と 12Z に世界的に交換されている資料と等しい密度。

単な取り扱いである。GARP の下に計画されている新しい観測系に適用するための解析や初期値問題の仕事も進行している。

最後に数値予報のモデルは垂直方向の広がりには 50mb を越すべきであろう。理由の一つは成層圏の表現を改良するためであり、もう一つは超音速航空機の要望に答えるためである。

また、熱帯地方の物理過程のパラメーター化の重要な研究が進んでいるが、熱帯地方の数値予報の定常業務に寄与するまでには至っていない。

#### 4. 数値予報の新センターへの案内

1968年6月25日付の手紙で、CAS の議長は座長に対し、本委員会が将来の発展のために数値予報のもっとも将来性ある方法を検討するように求めてきた。プリミティブ予報方程式が渦度モデルに取って代るのではない、層はいくつとったらいか、そして目的は、全球か、半球かあるいは局地積分についてはなどの質問が提起された。

委員会の意見は、将来プリミティブ方程式が渦度方程式モデルにとって代るのではないかということであった。前者は一般に計算時間がかかるが、モデルを正確にするのに適している。

渦度モデルも依然利点があることは認められた。もし利用できる計算機の時間と能力が限られているならば、渦度方程式に基づく順圧フィルターモデルのほうがプリミティブ方程式を用いた順圧モデルより高度の水平分解能がゆるさされるので、前者のほうが好ましい。

半球ないし全球予報では傾圧プリミティブ方程式モデルの結果が明に勝れているが、小区域の傾圧予報で細かい網目を用いる場合の利害得失は明確でない。今でも細かい網目を用いて傾圧フィルターモデルを用いて上手にこなしているところもある。

層の数については、最小限3層は対流圏を記述するのに必要であると規定した。ジェット機用には、少なくともあと2層が成層圏を記述するのに必要である。50mb 辺の SST 航空が開始されれば、より以上の層が求められるようになるだろう。

#### 5. 観測網の空間的・時間的様相

委員会は WMO の P.21 の“高層観測所の最適観測網の設計”を概観し、ここで適用された原則は十分生きていることを認めた。たとえば、“観測が完全な場合を想定して順圧モデルを用いて調べた結果によると、600km 離れて観測所があれば適当かつ望ましいものであること

がわかった。500mb のプリミティブ順圧方程式でも同様であった。”その後の経験によると、より詳細なモデルを用い小規模じょう乱の予報に成功していることが示されているので、多少の修正は必要である。

この種の研究は継続すべきであり、新しい観測系からの模写資料を考慮したり、(2) Gandin の統計手法を延長して小規模じょう乱に適用するように特殊な努力をすべきである。

GARP は観測網を考える場合、長期予報に重点をおいているが、依然として1日予報は国家的利益の第1の目標である。たとえば、短期予報モデルである Bushby のモデルでは長期予報では必要ないような細かい観測網を必要としている。

#### 6. 資料に対する標準格子

資料交かん用の標準格子はつぎの要請を満足しなければならない。すなわち、

- (a) 格子の概念は単純で、説明容易なものでなければならない。
- (b) 格子は効率の高いものでなければならない。
- (c) 格子は手でやるにしても機械でやるにしても処理しやすいように設計されていなければならない。
- (d) 格子の分解の幅を広げておき、将来の要望に出来るだけ応じられるよう、また与えられた分解能に対しあいまいでないようにしておかなければならない。

分解の程度は正方形の内挿に矛盾するようなものであってはならない。

委員会は三つの型の格子についてややくわしく検討した。すなわち、

- (a) 規則的な緯度経度の格子点。
- (b) (a)の変種で、高緯度では系統的に点が除かれるもの。
- (c) いわゆる Kurihara 格子点

当初考えたほど問題は簡単でなく、委員会としての最終結論に達することができなかった。以下に部分的勧告をのべておく。

(a)型の格子は一般に要請の(b)を満足していないので、除かれた。小区域上の資料交換に対しては理想的解決ではあるが、少なくとも半球規模になると資料の数が大きすぎるからである。

(c)型のもは現状からは手の処理が厄介で要請(c)に抵触しており、要請(b)については(b)と同程度である。しかも(b)型の格子は要請(c)に対しては勝れているので、(c)型の格子もまた取り除かれた。

すべての要因を検討した結果(b)型の格子を現在の諸要請の妥協案として提案し、それをいくつかの標準格諸の一つとして採用し、他についてはのちにきめることにした。この(b)では、赤道に基準を置いて間隔をきめるべきで、その他の緯度圏上の点の数は4で割れるようにすべきである。出発点をグリニッチ子午線と赤道と交わる点におき、60°N, Sから極側では一つおきに減らしておくのがよい。75°N, Sから極側ではもう一段階数を減らし、極とグリニッチ子午線上の点はつねに格子点になっているようにする。

(b)型の格子は決してすべての問題にあてはまるというわけではない。広範囲にわたる要望は互に矛盾する面があり、ただ一つの標準格子を最適ときめるわけにはいかない。最終的には一つ以上の型が採用されようが、型の数はできるだけ少なくしておくべきである。

とくに、交換量は増大するから、効率はますます重要になるだろう。(高緯度の)極ステレオ投影上の四角格子点と(低緯度の)メルカトル投影上の格子点との組み合わせには、多くの利点があり、その組み合わせの効率はきわめて高いから、この時点においては除外すべきではない。

Kurihara 格子点の変種(高い効率を残しながら)も考えるべきである。たとえば、赤道から極に向う時、各緯度圏上でつきつぎと4つづつ減らしていく代りに、赤道より高緯度よりから出発させて効率を高めることもできる。もう一つの変種としては、基本的な格子間隔で各緯度圏の長さをわり、その近くの整数になるように丸めることも考えられる。

高い効率は交換資料の数が膨大になるときだけ重要になるのだから、センターにおける処理は窮極のところ、比較的重要ではない。そのようなときには、情報交換を直交関数(1, 2, 3, 4次元ないし、自然あるいは経験)を用いることも考慮すべきであろう。直交関数の振幅は互に独立した情報を含んでいるが、各格子点上の気象情報には自己相関がある。したがって、直交関数の使用は、両者間の交換資料がボウ大で、両者とも自動処理能力がある場合には最終的かつ理想的解であるといえよう。

## 7. 定期報告

1967年2月から1968年9月の間に、数値予報の進行状

況に関する定期報告を配布した国々は、カナダ、日本、ルーマニヤ、スウェーデン、イギリス、オーストリア、ベルギー、ドイツ連邦共和国、イタリア、ソ連、アメリカ合衆国である。初めの五つの国は、この数値予報シンポジウムで特別に報告を準備し、配布した。

一般的に当委員会はこの報告について満足の意を表明したが、事務局は配布を迅速するように求められた。三つ以上揃うまで配布しないという方針をやめれば早めることができる。

今は半年報が立前になっているが、将来は年報で十分であると決定した。なお、1969年の年報で各国が自国の現業の現状について完全な説明を含ませるならば、当委員会のCAS-V(1970年)に対する最終報告の作成に、有用であろう。事務局はこの決定を関連構成員に知らせるように求められている。

## 8. 計画研究と会合の検討、その他

以下、WMOの事務局から求められたこれから電子計算機を設置するときの諸条件、プログラムの交換、機械語の問題、コード、AIREPなどについての意見を提出したがここには省略する。

最後に、今回の数値予報シンポジウムの概観をのべ次回は1970年を予定し、話題は

- (1) 数値技術
- (2) 初期状態問題\*
- (3) 小規模予報
- (4) 大規模予報
- (5) 特殊現象の予報

とし、それに大規模力学とか乱流のように関連深い部門の研究結果の要約論文を招待して特別なセッションを開くようにしたらどうか、との提案がなされた。

以上の紹介にも明らかなように、今回の作業委員会と、GARPとくに1968年7月10日-11日オスローで開かれたICSU/WMOの数値実験作業委員会報告(JOC)との関連が深いので以下その概略の紹介をする。

### 1. はしがき

標記委員会のメンバーはJ. Smagorinsky (Chairman), A. Eliassen, L. S. Gandin で、第1回ではGandinは書面参加であったが、JOCからB. Bolin, JPSからR. V. Garciaが討論に参加した。

委員会の目的は、GARPのStudy Conferenceで報告された抱括的な計画を議論し、実際仕事をしているグループの間にそれぞれの仕事を交流させる組織を考えることである。

\* 初期値問題、客観解析、数値解析などを含めた新概念のようである。数値技術もまた計算安定度その他の諸問題を含めた漠然たる新概念のようである。

2. 報告の目的

作業委員会が確認したもっとも重要な問題は、GARPの全地球の実験と関連して展開されるかもしれない観測網に対し資料の要望をきめることである。この報告では、したがってそれ以外の目的、たとえばモデルの物理に関連したようなものはつぎにまわした。

現状以外の観測系を設計しようとする、沢山の疑問が出てくる。数値実験がそれらの技術者に答を与えることもあろうし、逆に、技術者が提供する情報があつて初めて数値実験が有意義になるということもあろう。

委員会は全体的な問題を一つ一つの簡単な問題にわけ、独立した研究グループにしてみらい、それらの結果の総合を基礎にして、全地球の実験をするように提案するのが JOC の仕事である、モデルの種類は何でもよいが、簡単なモデルから導かれた結論の有効性を実証するため、もっと realistic なモデルで実験をくり返すということはあるかもしれない。また、第1表に示した 'Tools Needed' 以外のモデルを使つてもかまわないがそれに対しては、それらの間の比較は大変重要になろう。したがって、1つ以上のグループが同じ問題を、不必要な重複をさけながら実施することは大層好ましいことである。

3. 数値実験の計画

表 I

道具	問題	モデルの相対的振舞	気球逸散	観測系の特性	4次元同化作用		
					衝撃逸散	内挿技術	
基礎資料	Synthetic	v	v	v	v		
	Real	v				v	
監査資料		(v)		v	v	v	
大気のスpekトル				v		v	
モデル	順圧( $\beta$ -面)	v		v		v	
	$2\frac{1}{2}$ 次元( $\beta$ -面)	v	v	v		v	
	単純モデル (プリミティブ方程式)	$\beta$ -面	v		v	v	v
		半球	v	v	v	v	v
		全球	v	v			
	複雑な大気大循環用 (プリミティブ方程式)	$\frac{1}{4}$ 球	v		v	v	v
半球		v	v	v	v	v	
全球		v	v	v	v	v	

第1表の横に問題を、縦に 'Tools Needed' をしるしてある。

3・1 問題

3. 1. 1. モデルの相対的な振舞

簡単なモデルで、特殊な疑問に答えるには、モデルについて充分よく知っていなければならないが、そのためには現用モデルで一連の実験を繰り返さなければならない。とくに

実際の天気変化 (熱帯地方を含む)

傾圧不安定

慣性重力波

スペクトル特性の保存

について比較するのが重要である。

3. 1. 2. パルーンの分散

ある緯度帯に沿ってパルーンが集中してしまうと情報としての価値はいちじるしく減少してしまう。シミュレーションの実験を充分進んだモデルで実施すればパルーン系の振舞が大体予見され、水平分解能を適当にきめることができる (放球計画を含めて)。

3. 1. 3. 観測系の特性

同時観測系の情報不足の源として

(a) 測定変数は大気状態を明確にするには不完全である;

(b) 観測系の分解能は余りにも小さい;

(c) 観測誤差が余りにも大きい。

があげられる。

観測系の欠陥の数値予報に及ぼす影響は

(i) 予報モデルの特殊性

(ii) 資料を同化するやり方の性質

によってきまる。

予報を遂行しかつ経済上の制限にも耐える最適の観測体系を計画するため、上述の3つの情報欠陥に対し数値予報がどれくらい敏感であるかを評価するため、つぎの線に沿う実験を提案する。

(a) 変数の完全性

大気を記述するには  $x, y, p$  空間の  $\mathbf{v}, T, q$  ( $x, y, p$  一空間の関数)、地上気圧 (水平座標の関数) が必要だが、全部がそろっているとは限らない。そこで、

(1)  $P_s$  をなくし気候値におきかえる。

(2)  $q$  " " " "

(3)  $\mathbf{v}$  " 平衡風 " "

(4)  $T$  "  $\bar{T}$  (気候的にきまった領域の平均気温) と平衡温度偏差でおきかえる。

の実験を試みる。その他様々のテストがあると思うが。

(b) 分解能

どんな観測系でも分解能が有限であるから資料の場合は(1)ある程度平滑化しているし(2)多少なりとも資料のとり方からくる誤差(観測誤差は別にして)がある。これらの特質をスペクトル成分で表わすと(i)あるスケールより小さいスペクトル成分は決められないし、(ii)分解不可能のスケールの寄与が誤って解釈され、大規模成分に加えられる(aliasing error)。

サンプリングあるいは aliasing の誤差の大きさは、観測系からは分解できないスペクトル場の power spectra に左右される。また、これらの誤差の大きさは測定値が点の値(ラジオゾンデの測定気温)なのか、層平均(radio wind)なのか、あるいは軌道に沿った水平々均値(浮遊気球による測定風)なのかなどの観測系の特性にも左右される。

シノプティック以下のスケールのスペクトル特性はほとんど知られていないので、これらスケールによる aliasing の評価は今のところむずかしい。ここではシノプティック以下のスペクトルをもたないようにした総合資料(3.2参照)を用いることにしたらよい。初期値の空間密度の変動(一樣な場合、不規則な場合)の効果をきめるため、上述の資料を用いた実験を提案する。各観測系について、不完全系を含めてこういう実験をすべきである。とくに、オイラー系(ラジオゾンデ)の場合と準ラグランジュ系(水平気球)の場合の情報型の差異の解析は興味がある。

(c) ランダムエラー

各観測系に対し総合資料を用いて初期値にランダムなエラーがある時の数値予報に及ぼす効果をきめたい。

3.1.4. 4次元同化作用\*

これは、時間積分の任意の段階で新しい情報が導入されたとき、モデルがどう調整されるかということである。これに関して、二つの型の問題がある。

(a) 衝撃逸散

プリミティブモデルでは、新情報にあうように局所領域上でバランスしたじょう乱をひき起すのがふつうである。問題は有害な効果を極小にしてバランスを回復する方法を考え出すことである。

(b) 内挿法

新しい観測は、観測点付近の変化をひきおこすが、そ

の変化はその場所の前の観測と矛盾するものであってはならない。したがって、同じ領域内にある以前の観測に対し、新しい観測にある重味をつけて変化を出さなければいけない。

異なる時刻の観測を較べるには、同じ時刻に戻しておかなければいけない。たとえば時間的に前後に繰返し積分をするか(時間々隔は逸散時間にくらべ小さく、たとえば12時間以内なら)、4次元軌道に沿って観測を投影する。

その際、純粋に数学的な内挿方式を用いるか、その場の power spectra に基づく内挿方式を用いるのがよいか

3.2. 必要な道具

第1表にある諸問題に答えるには縦らんにするしてある諸道具を用いなければならないが、有意義な数値実験に必要な基本的道具の質を高めることは GARP の不断の関心でもある。

3.2.1. 資料の基礎的組み合わせ

基本的道具は数値実験に対する資料群である。その資料源は

- (i) 統計的平衡状態にある大気大循環の模写(synthetic),
- (ii) 実際の大気の観測の処理(real),
- (iii) (ii)から出発しているが初期の非平衡過渡状態が消失している短期予報。

に求められる。

第1表には(i)と(ii)しか示していないが、もっとも有用なものは(iii)ということになるかもしれない。

3.2.2. 監査技術

是非必要であるにかかわらず、まだ一般に受け入れられている手法はない。一般に受け入れられる監査技術の研究が必要であるが、それには異なる変数に対する解析の誤差スペクトルと予報の誤差スペクトルを組み入れていなければならない。

3.2.3. 大気スペクトル

大気の場合の power spectra は最適内挿技術を確立し、内挿の誤差を観測の間隔の関数として決めるのに必要である。スペクトルの大規模領域しか知られていないが、特殊な場合モデル実験を試みれば、スペクトル分布が関連問題にどう効いてくるかを探すことができる。

3.2.4. モデル

大部分のモデルは差分方式を用いているが、スペクト

\* assimilation

ルを用いたモデルあるいはそれと差分方式と組み合わせたものもあるが、ある種の問題には有用である。

表中、 $\beta$ -面上の順圧モデルあるいは2 $\frac{1}{2}$ モデルでは重力波は含まない。プリミティブの単純モデルというのは、本質的には慣性モデル（熱的には非活性性、非逸散的）で、一日程度のものに有効であり、重力波動と大規模現象との相互作用が説明できる。

大循環の複雑なプリミティブモデルにはいろいろのモデルがあり、実際の大気中の非断熱、逸散過程が説明でき、1~2日以上期間にも有効である。実験の特殊な必要があれば、ある程度にせものであっても、潜熱の放出、放射伝達、あるいは成層圏と対流圏の相互作用などを入れるのが望ましい。

## 新刊紹介

### 鈴木栄一著 気象統計学（新気象学叢書中の1冊）

本書は度数分布図の作り方から書きはじめられている。度数を数えるときに、クラスの数をいくつにとるかといったことは、われわれのよく行うことだが数理に暗い評者の如きは、全く経験的に5~10個にクラスをわけて集計していたのである。それが二項分布とサンプルの個数の関係から、はっきりときまってくるのが、まず本書ではのべられている。

この例からもわかるように、この本は気象資料を日常取扱っている者がたえず直面している数多くの問題について数理統計的な裏づけをしたものである。対象が統計的な結果であるにもかかわらず、不用意に見のがしていた統計的性質が数多く示されており、こんな立派なテキストでこれから勉強できることは大へん有難い。本書にのべられた知識を身につけることにより幾多のムダが省かれるであろう。

鈴木氏の統計解析の本は本書で2冊目ではないかと思う。（第1冊は国沢氏との共著“実例統計学演習”（1961））しかもなお本書からもなお重要と思われる項目がはみ出していることは、あとがきに述べられているが、そのような問題を含めて、さらに第3冊目が刊行される時の参考に、現場からの2、3の希望を申しのべてみたい。

本書は著者の第1冊目の著書と同様、気象学をAとし、統計解析をBとし、その中間に本書Oをおくと、AO=2OB位ではないかと思われる。これをひっくりかえして2AO=OB位の本が現場でほしいのである。パノフスキーの如きは統計学者から見ると荒っぽくてお気

にめさぬかもしれないが、現場では厳密な数理論よりは、この手が歓迎される。

Aにさらに近づけるための具体策として統計解析が平面的な現象記述の段階からさらに一步ふみ出すことを希望したい。たとえば分布が与えられれば、統計学者にはその物理的ないし気象学的な意味づけはわかりきったことなのだろうが、もしそうならその点をもう少し書いてほしいのである。そうでないと現場で使うものにとっては統計解析の限界がわからないからである。

たとえばp. 172に周期分析による外挿の実例として、小河原—藤田の黒点外挿の図がのっているが、これはかなりの幅で予報されているにもかかわらず、全く外れているのである。(i)から(f)までの項目をあげ、統計的には全く間然することのないほどの手法がなぜ全く失敗したのだろうか。この例を徹底的に吟味することにより、統計解析の一つの限界が明らかにされるであろうが、本書では予報の一例として取上げられているにすぎないのである。

この予報の外れた一つの原因としてワルデマイヤーの見出したように、チューリッヒ番号の奇数と偶数ではその活動の性質がちがっているというようなこともあげられるであろう。このような可能性を幾多の可能性の中から、後からの解釈ではなしに、事前に統計的に撰択できるであろうか。さらにつきつめればそこには帰納と演繹の昔ながらの問題があるように思われるのである。

（B6-314ページ、800円、68年8月、地人書館）

（根本順吉）