

数値予報の最近の動向*

—藤原賞受賞記念講演—

新田 尚**

はじめに

このたび、気象学会100周年の記念すべき年に、栄誉ある藤原賞を受賞しましたことは、この上ない光栄と思っています。私のやってまいりました数値予報の研究・開発に関しましては、岸保さん、荒川さん、都田さんをはじめとする多くの先輩・同僚・仲間の方々の御指導と御協力によってはじめてなされたものであります。その意味で、日本の現業の数値予報開発のチームを代表していただいたものと考えております。

藤原咲平先生は、私にとってはまさに雲の上の存在です。不幸にして、私が気象界に入れていただいたときにはすでに世を去っておられました。したがって、先生の偉業についてはお弟子であられた気象界の大先輩の方々を通じて、さらには御著書を通してしか学びえなかったわけです。このたび、そうした先生の御著書のうち手近かなもの2冊(「乱渦—気象四十年—」,「雲をつかむ話」)をひもといてみましたが、先生の幅広い御関心の中に、気象現象を物理的にとらえよう、またできるだけ定量的に扱おうとする態度が一貫して流れていることを改めて知りました。先生は V. ビヤクネス (V. Bjerknes, 1862-1951) のもとで勉強された方ですが、ノールウェー学派の流れをうけついで、御自身の仕事の具体的な結果はともかく、認識の段階ではジェットストリーム、じょう乱や乱渦、極前線についての深い理解を身につけておられたようです。第2次世界大戦の戦前から戦中・戦後の時期にわれわれ自身の身をおいてみると、こうした認識というものがいかに貴重なものであったか、よくわかる気がします。

先生の「雲をつかむ話」の中に、量的予報について述べられた部分があります。そこでは、高橋浩一郎先生の

量的予報についての業績を高く評価されているのでありますが、昭和23、4年の状況からしますと正当な評価だと思えます。その箇所に次のような叙述があります。“予報は毎日一定時間に極めて僅かの時間で結論を出さねばならぬ関係上、L.F. リチャードソン (L.F. Richardson, 1881-1953) のやった様な手数のかかることでは意味をなさない”。コンピュータのなかった当時当然のことでしょう。高橋先生は、具体的に実行可能な方式をお考えになり、力学と熱力学の式を基礎として定量的に天気要素の変化を推定しようとされたわけです。今日、コンピュータのお陰と気象力学の進歩や気象観測網の充実によって、リチャードソンにたちかえて、最も仮定の少ない、原理に忠実な形の「量的予報」としての数値予報が可能となっていることを考えますと、過去30年余りの間の気象の学問・技術の進歩に改めて深い感銘をうけるとともに、もし藤原先生が今日も存命でおられたならば、きっと大いによろこばれ、われわれに励ましを与えて下さったことと思います。

1. 短期および中期数値予報の確立

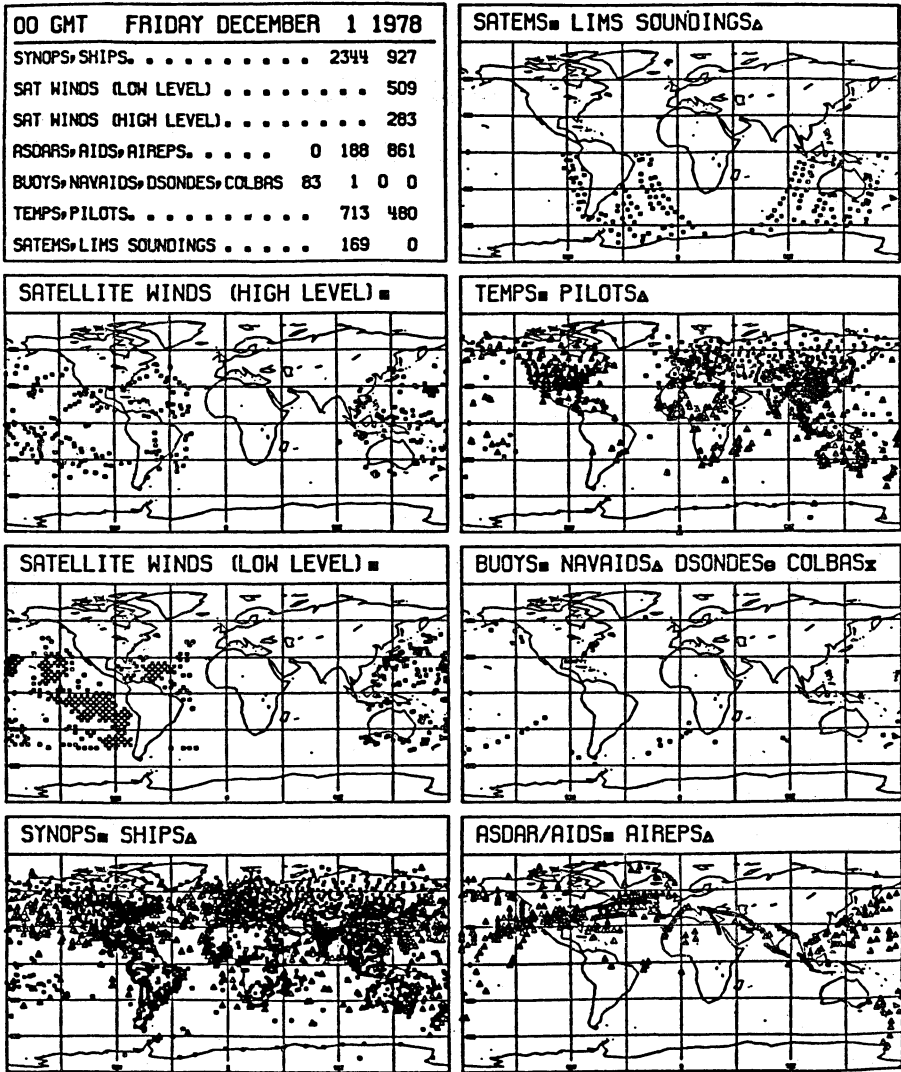
さて、この辺で目を現在に転じて、1970年代から80年代への移行期における数値予報について考えてみることにしたいと思います。私自身、現在直接に数値予報の仕事をしているわけではありませんので、ここでは総合報告的に、世界的にみた数値予報の最近の動向とその底流にある「思想」の変化を論じてみたいと思います。

まず最初に GARP (地球大気開発計画) のインパクト、わけでも FGGE (第1回全球 GARP 実験, 別名全球天気実験) の影響を強調したいと思います。

FGGE の成果はこれから本格的に発表されるのですが、私が現時点で特にいたいことは、FGGE に向かって集中された世界的な共同作業のインパクトについてです。現在、世界を覆っているきびしい緊縮財政の影

* Recent development of numerical weather prediction.

** Takashi Nitta, 気象庁予報部業務課.



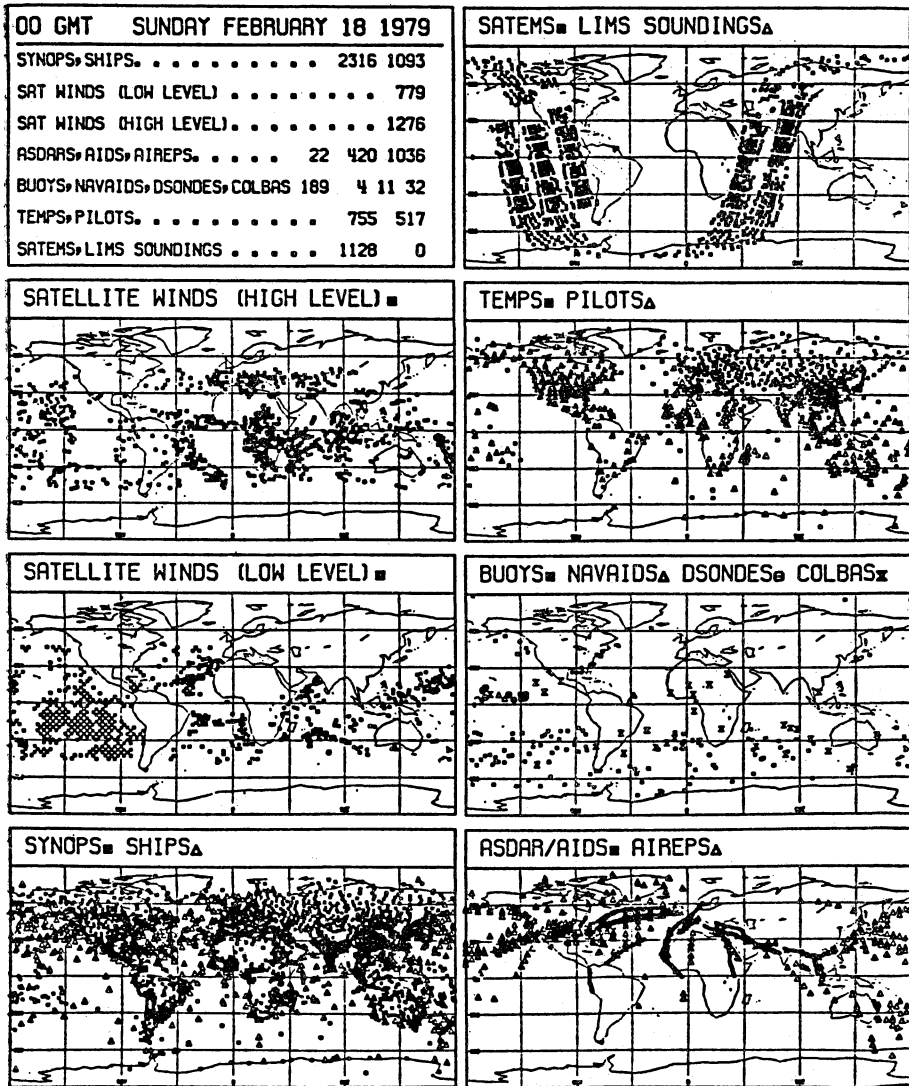
第1図 FGGE 開始直後の各観測系のデータ分布. 1978年12月1日 00 GMT (ECMWF, 1981).

響でこのインパクトが今後どれ程活用されるか心配ですが、とにかく世界的な協力態勢によって史上初のグローバルな観測が実施されたわけです。その結果、南半球の予報の精度が上ったのは当然のこととして、南半球の観測網の充実・強化のプラスのフィードバックが北半球にも還元され、予測可能性の限界を高めています。

第1, 2図をみて下さい。これはFGGEのときの各種気象観測系の観測点分布を示したものです。第1図はFGGE開始直後(1978年12月1日)の分布図、第2図

は第1回特別強化観測期間中の1日(1979年2月18日)の分布図です。通常のゾンデ観測も増えていて、たとえばアフリカ上の強化は特筆に価すると思います。また、浮遊型ブイや定高度面気球が南半球の観測点の増加に寄与していたこともよくわかります。

こうしてFGGEを成功させるために結集した「世界の意志」のひとつの焦点は、短期および中期数値予報の確立にあったといえるでしょう。第3, 4図に示しましたように、現在、数値予報を基礎とする短期予報(3日

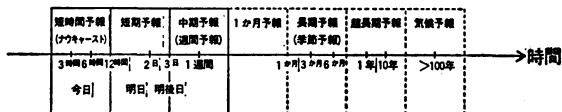


第2図 FGGE 最盛期の各観測系のデータ分布. 第1回特別観測期間中の1日, 1979年2月18日 00 GMT (ECMWF, 1981).

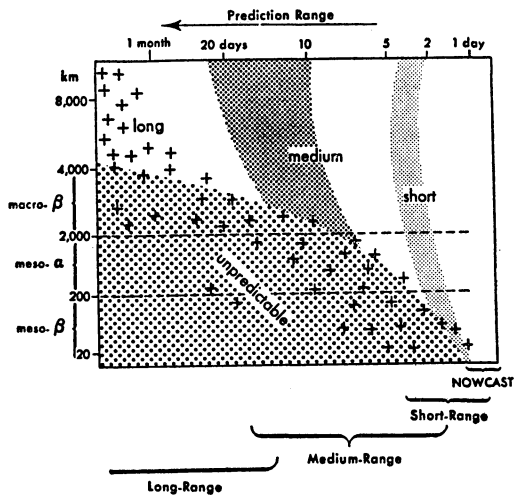
ぐらい先までの予測)と中期予報(10~15日ぐらい先までの予測)は, ほぼ実用的に十分なところまできたと考えられます. もちろん, 部分的には解決すべき問題点が数々ありますし, まだ詰めねばならないことも残っていますが, 一般的にはほぼ満足すべき段階に達しているといえましょう. 1950年代に数値予報が現業予報作業に入りはじめて, かれこれ30年ぐらいかかったわけです. 日本の場合, 気象庁の電子計算室が誕生したのが1959年で

すから, 23年前ということになります.

次に, 具体例についてみてみようと思います. 短期予報では, いわゆるファインメッシュ・モデル(格子間隔100~150 km ぐらい)が用いられていますが, 気象庁のプリミティブ・モデルのファインメッシュ・モデルの予測性能についても, ほぼ様子が明らかにされています(Nitta *et al.*, 1979). その時点では, 当初の期待に反してまだ中間規模じょう乱の特性が十分精密にシミュレ



第3図 時間別にみた各種天気予報.

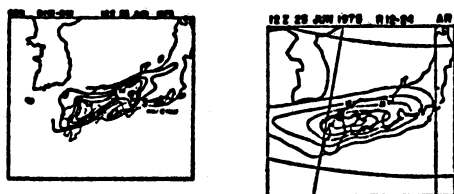


第4図 現象の空間スケールと予測期間からみた天気予報の分類 (Miyakoda, 1975).

ートされていませんでした。しかし、最近、二宮と巽 (Ninomiya and Tatsumi, 1980, 1981) の数値実験で、この問題にもようやく解決のみとおしがついてきたようです (第5図)。つまり、Cb クラスターの発生期の予報はまだできていませんが、Cb クラスターを伴った中間規模じょう乱の予報ができるようになっていきます。

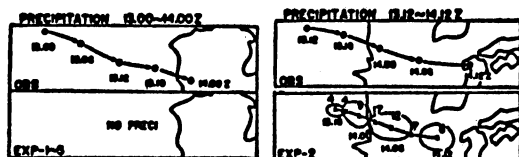
また、台風についても3次元の数値モデルが実況値に適用できる段階に達したのも最近の収穫です (Ookochi, 1978)。第6図に1例を示しましたが、1982年から気象庁のルーチンモデルとして現業の台風進路予報に使われることになりました。

大気現象のスペクトルで、スケールの大きい方へ目を転じますと、たとえばブロックの予報の成功があります (ペンツォン <L. Bengtsson>, 1981)。第7図に予報例をひとつ示しました。ブロック高気圧の西進が見事に再現されています。サンクヴィスト (Sundqvist, 1981) は、気象衛星の雲写真でみられる雲分布が、数値予報の予測値を用いてどれだけ再現されるか調べています。第8図に示したものは、3日 (72時間) 後のパター



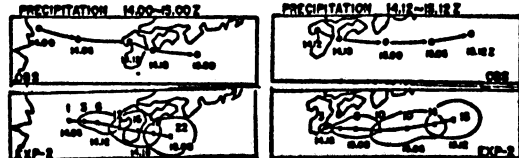
(a.1)

(a.2)



(b.1)

(b.2)



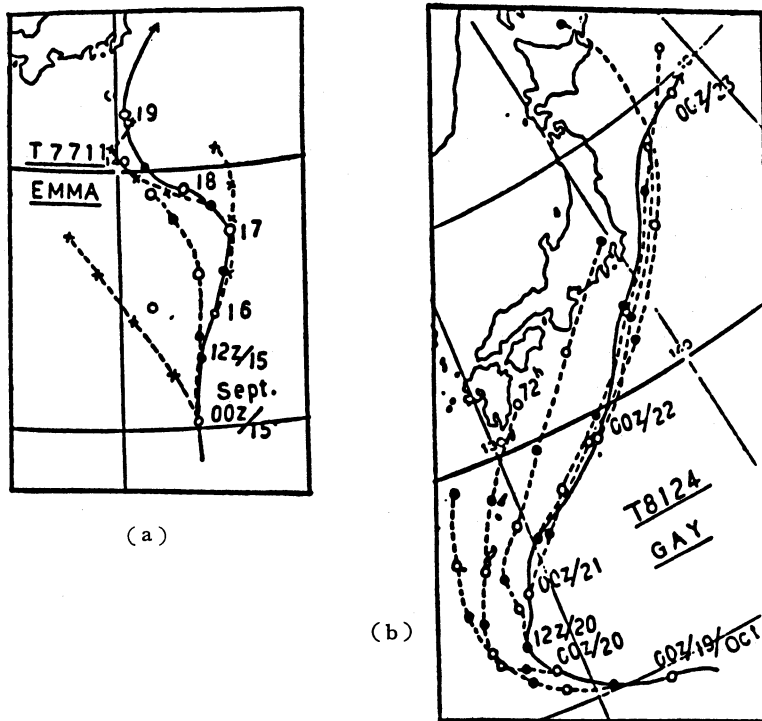
(b.3)

(b.4)

第5図 (a) 前線帯に伴う降水分布。1975年6月25日 00~12 GMT 間の12時間積算降水量 (単位: mm)。 (a.1) 実況図, (a.2) 6層77 km 格子間隔プリミティブ・モデルによる数値予報の予想図 (Ninomiya and Tatsumi, 1980), (b) 中間規模じょう乱に伴う Cb クラスターの24時間予報実験の結果。予報期間: 1979年7月12~15日。6層77 km 格子間隔プリミティブ・モデル使用。各図の上が実況図, 下が予想図。 (b.1) 発生期, (b.2) クラスタ初期, (b.3) クラスタ~低気圧期, (b.4) 低気圧期 (Ninomiya and Tatsumi, 1981)。

ンですが、実況とよい対応を示していることがわかります。

WMO (世界気象機関) の大気科学委員会 (CAS) の作業委員会のひとつに「天気予報研究」に関するものがありますが、その作業委員会の事業のひとつとして、1979年から各国の現業の数値予報モデル (北半球または全球多層モデル) の性能の国際比較を行っています。第9図にその結果の一部を示しましたが、これは500 mb 面高度誤差の rms 標準偏差で、1979年初めから80年末までの経過をあらわしています。各国の数値予報モデルに共通の特徴 (誤差の季節変化) がみられるほか、スウェーデンの準地衡風近似モデルが最も成績が悪く、反対



第6図 台風3次元モデルによる台風進路予測の例。移動式3段階うめ込み格子網を使用。実線：実測，破線：予測，×：初期値未修正の場合。(a) 1977年台風11号 (EMMA)，(b) 1981年台風24号 (GAY)。(大河内の最近の予測結果による。方式については Ookochi, 1978参照)。

にヨーロッパ中期予報センター (ECMWF) の全球多層プリミティブ・モデル (水平解像度も相対的に高い) が最高の成績を示していること、他の国の数値モデルは大同小異であることなどがよくわかります。

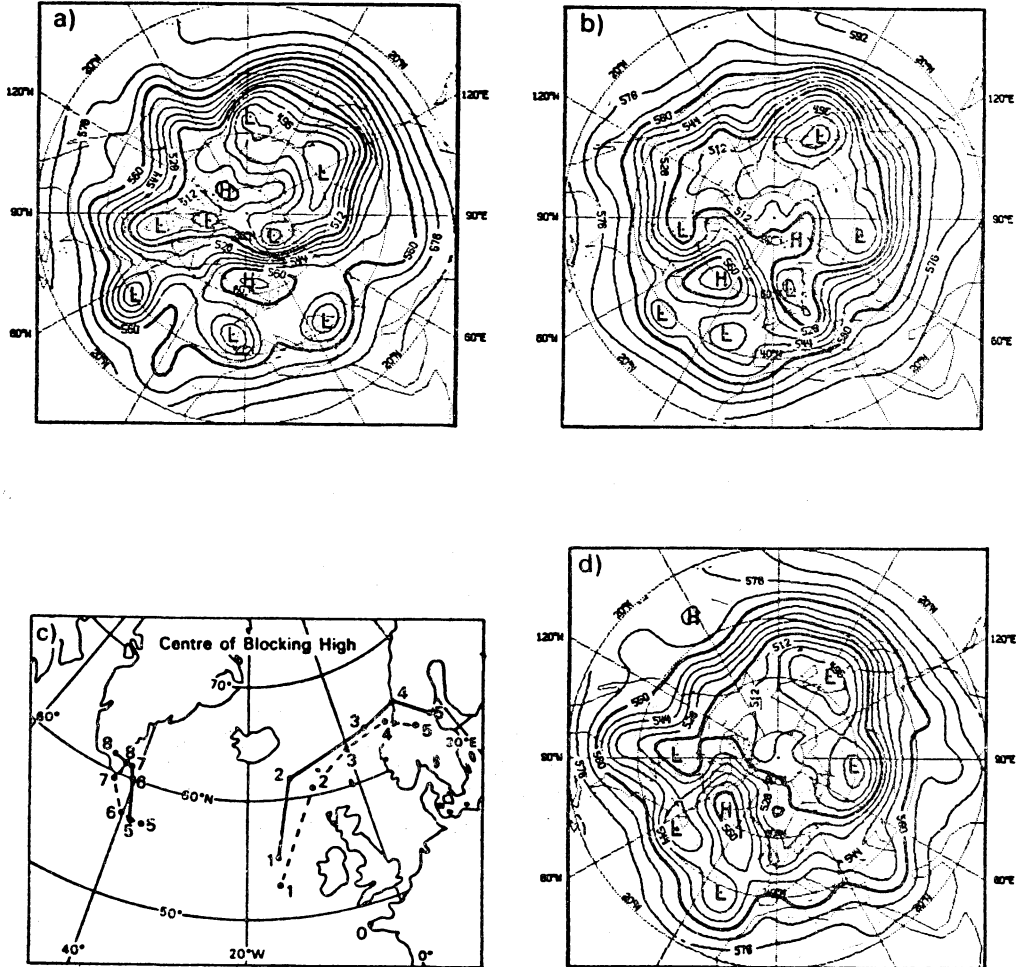
第10図に 1000 mb の平均誤差の水平分布を示しましたが、これをみても ECMWF と他の国の数値モデルの違い (ECMWF の結果が優れていること) がよくわかります (これまでの結果の検討から ECMWF の数値予報の結果は、他の国のそれより大体 1~2 日予測可能性が長いこと、すなわち、予想天気図の有効性が他の国の 3~4 日であるのに対して、ECMWF のは 5~6 日ぐらいは十分もつことが示されています)。この平均誤差分布図が、どの数値モデルにも大体共通していることも報告されています。

ECMWF の中期予報 (8 日予測) の結果を第11図に示してあります。左側はブロッキング形成期、右側はその崩壊期のケースですが、非常によく予測していること

がわかります。参考までに、気象庁の北半球 8 層モデルの結果 (8 日予測) を第12図に示しましたが、かなりよく実況の特徴をとらえてはいるもののやはり ECMWF にくらべると、じょう乱の示度・移動ともに劣るようです。しかしその原因は、主として水平・垂直の解像度の違いと客観解析の精度にあるようです。今後は次第に ECMWF の数値モデルに追いつくと考えられます。そして、資料同化-客観解析-イニシアリゼーション-数値予報の一貫したシステムが作りあげられていくことでしょう。

2. これからの数値予報

短期数値予報は数値モデルの改良を重ねつつ、今後はより短周期でより小さい規模の現象の予測へと向かうであります。超ファインメッシュ・モデルや境界層モデルが実現していくことと思いますが、その結果短時間予報 (局地予報) の精度向上が期待されます。



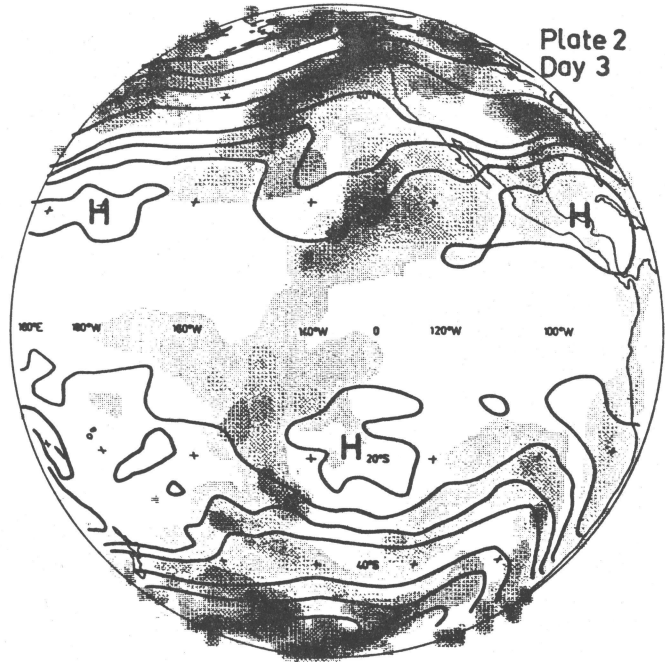
第7図 500 mb 面ジオポテンシャル高度の予想図。ECMWF の15層全球スペクトル・モデル（波数63）によるブロッキングの予測例。日時：1979年1月16日を初期日とする。（a）4日予報，（b）8日予報，（d）（b）の8日予報に対応する実況の検証図。（c）ブロッキング高気圧の中心の位置を毎日たどっていった軌跡。実線は実況，破線は予測（Bengtsson, 1981）。

一方、中期数値予報の方は全球モデルの一層の改良を行って、より長周期でより大規模の現象の予測へ向かうでしょうが、当面、1カ月予報を力学的アプローチで実施することが焦点になるかと思われます。それについては、現在、気象庁でも長期予報課と気象研究所予報研究部が共同で開発努力を重ねています。

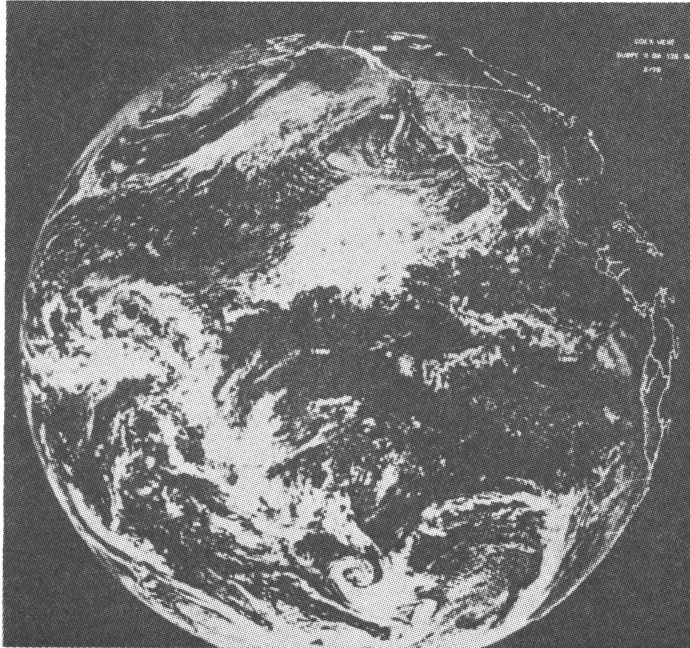
力学的1カ月予報をめざして10年以上も努力してきた米国プリンストン大学—NOAAの地球流体力学研究所（GFDL）の都田のグループは、最近第13図に示すような結果を発表しました（都田と巢<Miyakoda and

Chao>, 1982）。このケースもブロッキングの例ですが、1カ月予報でうまくとらえられています。気候的ノルマルからのずれが、実測によく似て再現されています。都田と巢は、数値モデル内の外部強制力を気候値に固定した場合の大気運動のモードを自由モード、外部強制力の気候値にアンノミーを与えることによって生じるモードを強制モードとよんでいます。この第13図の結果は自由モードのみを表現しています。

シュクラ（Shukla, 1981）も、同じように固定した外部強制力の下に決定論的方法で1カ月予報と2カ月予報



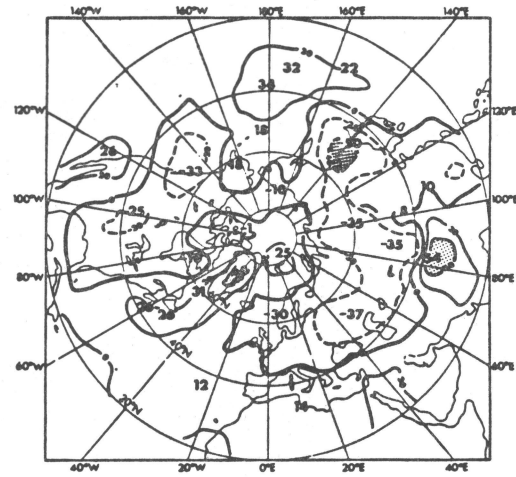
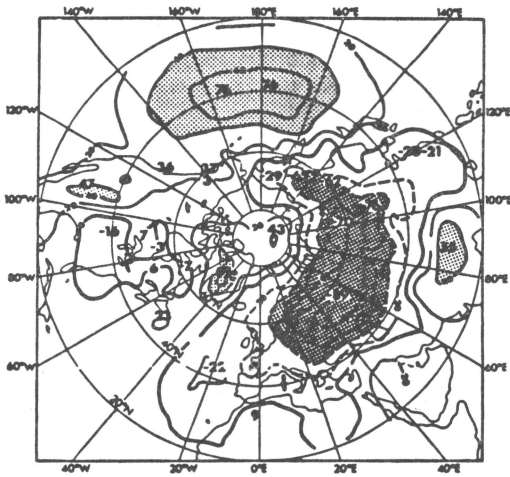
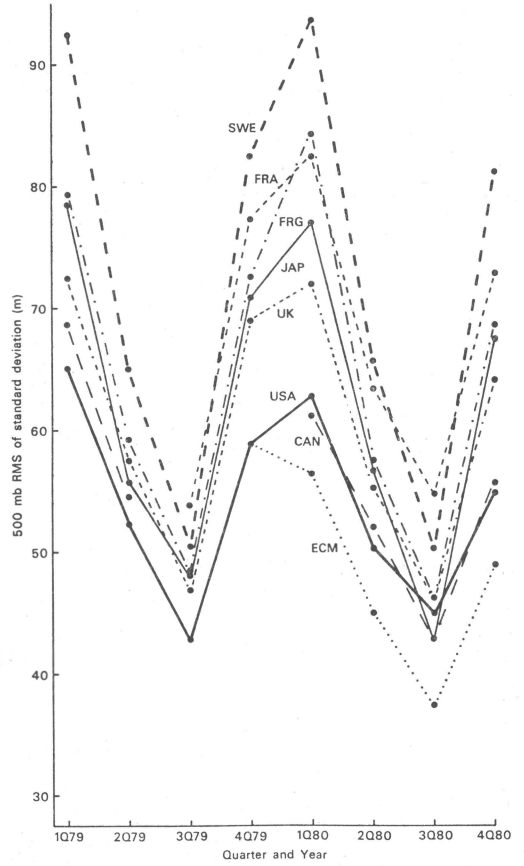
2245 18JA79 35A-2 00101 19111 WC2



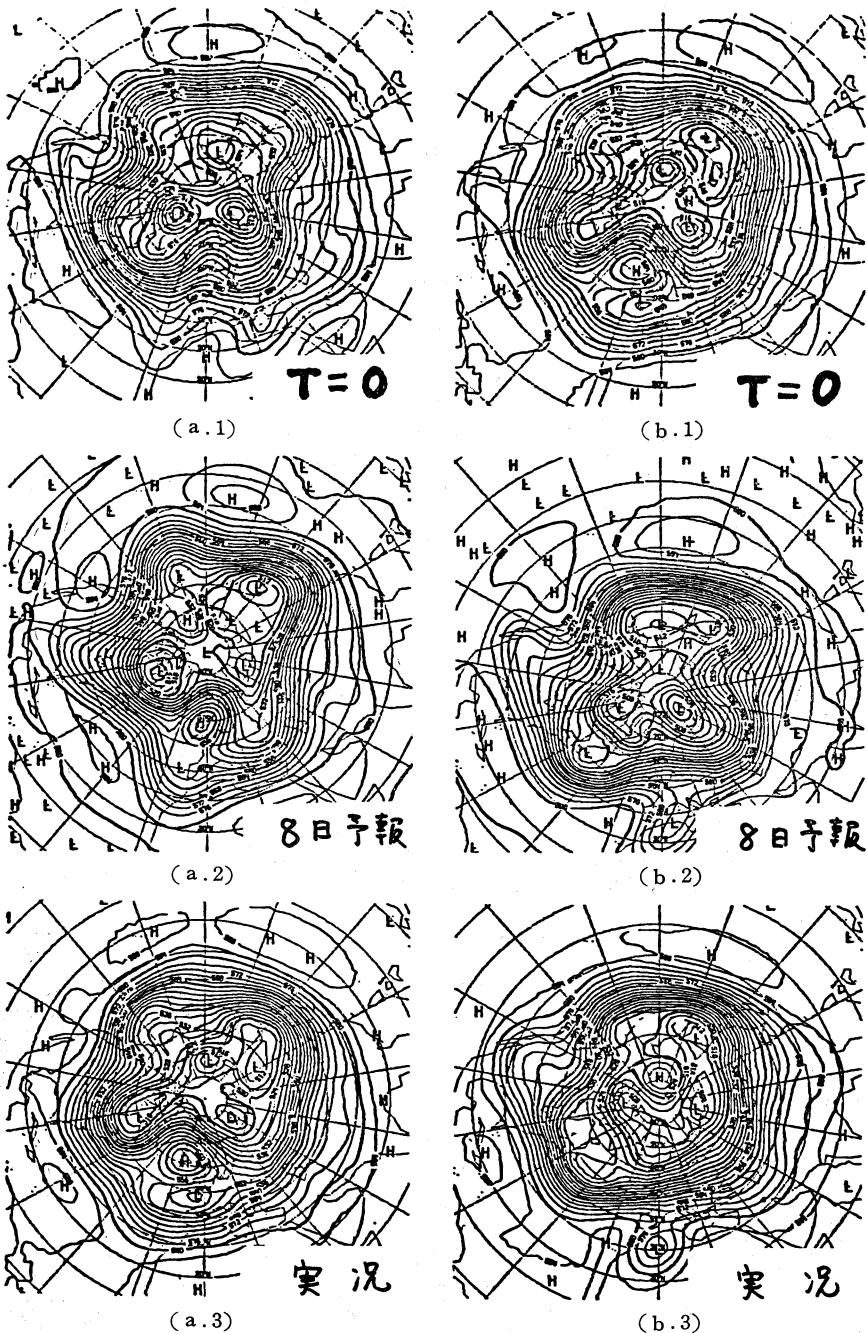
第8図 全球モデルによる3日予報の雲分布(a)とそれに対応する静止気象衛星による実況の雲写真(b). 使用した数値モデルはECMWFの15層全球モデルに Sundquist の雲のパラメタリゼーションを導入したもの (Sundquist, 1981).

を試みています。第14図にその結果を示してありますが、上の2枚の図 (a.1 と a.2) は1カ月予報 (1976年1月1~31日間の31日平均なので JAN), 下の2枚の図 (b.1 と b.2) は2カ月予報 (1カ月予報につづく32~60日の29日平均なので FEB) の結果で、それぞれ月平均図として示してあります。2種類の予想図の違いは、どちらも同じ日付けと時刻の実況値を初期値としていますが、はじめの方は実況値による解析図をそのままに、あとの方はそれに僅かな乱れを重ねたものを初期値として数値的時間積分を行ったところにあります。この初期値における僅かな差が時間とともに拡大して、遂に両者がほとんど相関のないような2枚の予想図となってしまう時点をもって、予測可能性の限界としています。そういう目でみますと、1カ月予報の結果ではお互いの予想図の間に相当程度の類似性が認められますが、2カ月予報の結果になるとくい違いが大変大きくなっておりま。したがって、現段階では1カ月予報は力学的

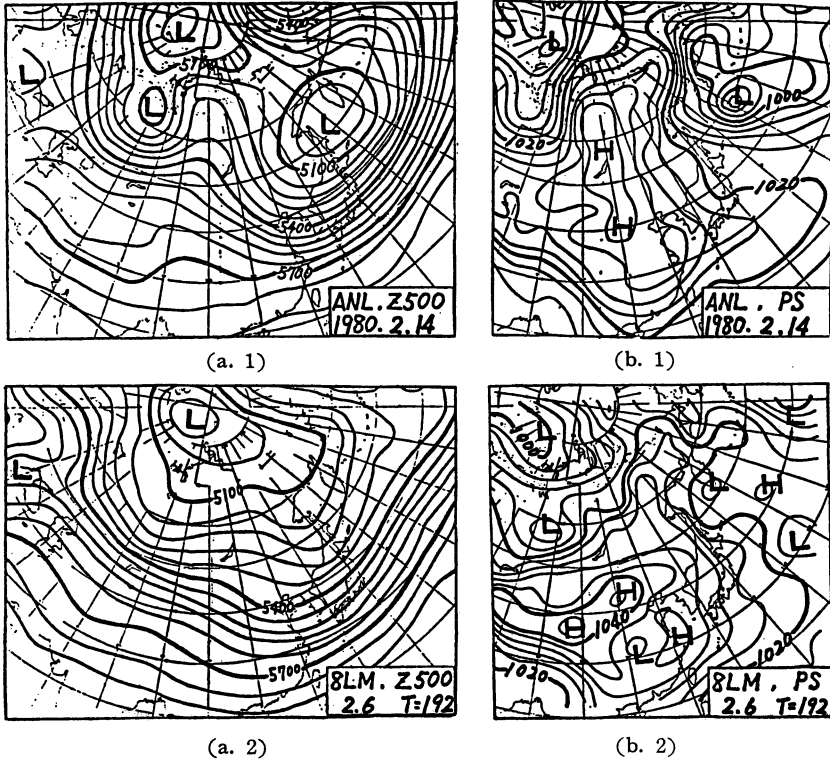
第9図 世界のいろいろな数値予報センターの数値モデルの国際比較。500 mb 面ジオポテンシャル高度の72時間(3日)予報誤差の rms。期間：1979年1月~3月(1Q79)から1980年10~12月(4Q80)まで。CAN: カナダ, ECM: ECMWF, FRA: フランス, FRG: 西ドイツ, JAP: 日本, SWE: スウェーデン, UK: イギリス, USA: アメリカ (Bengtsson and Lange, 1982).



第10図 1980年1~3月の3日予報の1000 mb 面ジオポテンシャル高度の誤差分布図。(a) 第9図のECMWF 以外の数値予報センターの結果, (b) ECMWF の結果 (Wiin-Nielsen, 1981).



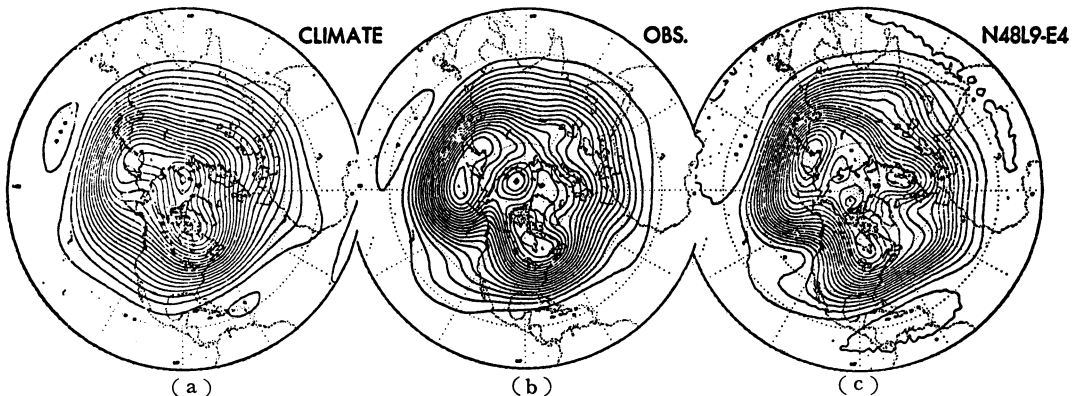
第11図 500 mb 面ジオポテンシャル高度の中期予報の例. コントア間隔: 80 m. 左側: ブロッキング・パターン形成の予報, 1980年10月30日 12 GMT を初期値 (a.1) とする8日予報 (a.2) と実測の検証図 (a.3). 右側: ブロッキング・パターン崩壊の予報, 1980年11月8日 12 GMT を初期値 (b.1) をする8日予報 (b.2) と実測の検証図 (b.3). いずれの図も小さいノイズやじょう乱を除去してみやすくするため, 前後2日分の図もあわせた5日平均図にしてある (Bengtsson, 1981).



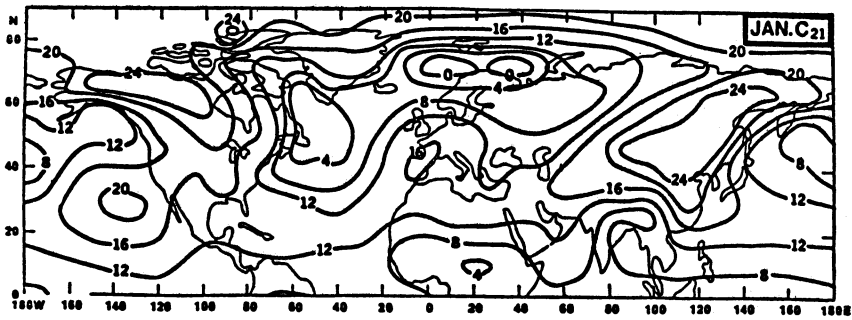
第12図 気象庁の8層北半球プリミティブ・モデルの8日予報例。日時：1982年2月6日12 GMT を初期時とする。(a) 500 mb 面ジオポテンシャル高度，(a.1) 8日後の実測の検証図，(a.2) 8日予報，(b) 地上気圧，(b.1) 8日後の実測の検証図，(b.2) 8日予報 (気象庁予報部予報課週間予報班の資料による)。

ONE-MONTH AVERAGE (DAY 0-30)

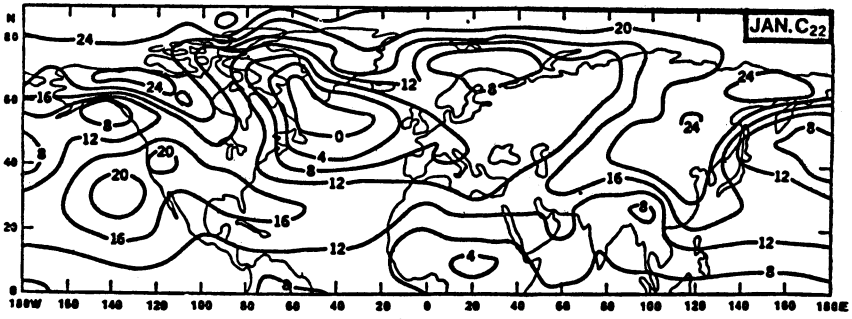
Z_{500mb}



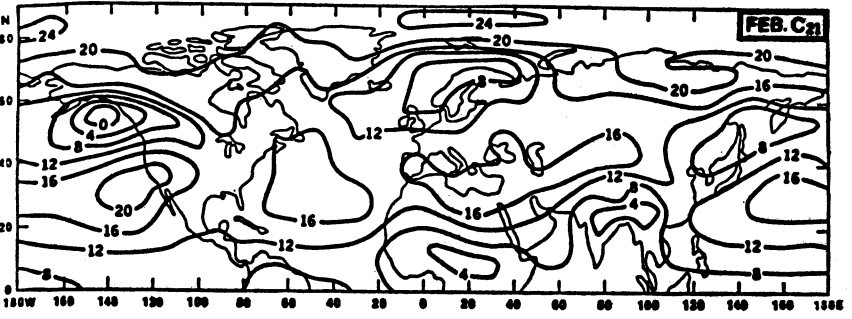
第13図 決定論的方法による1カ月予報例。GFDLの大気大循環モデル(GCM)を用いた予報で、1977年1月の500 mb 面ジオポテンシャル高度パターン。コントア間隔：30 m。(a) 気候図，(b) 実況図，(c) 予想図 (N48L9-E4 格子モデルによる) (Miyakoda and Chao, 1982)。



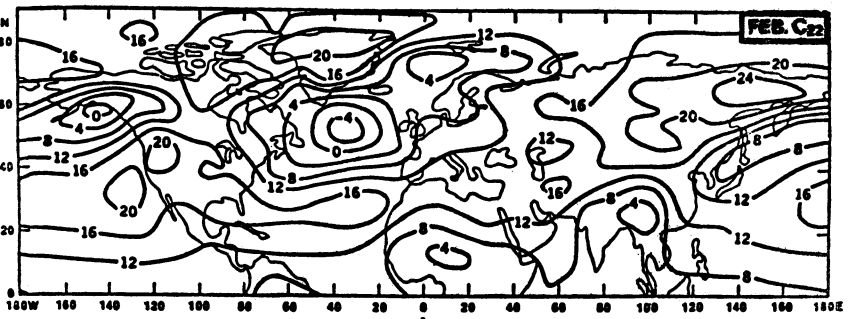
(a. 1)



(a. 2)



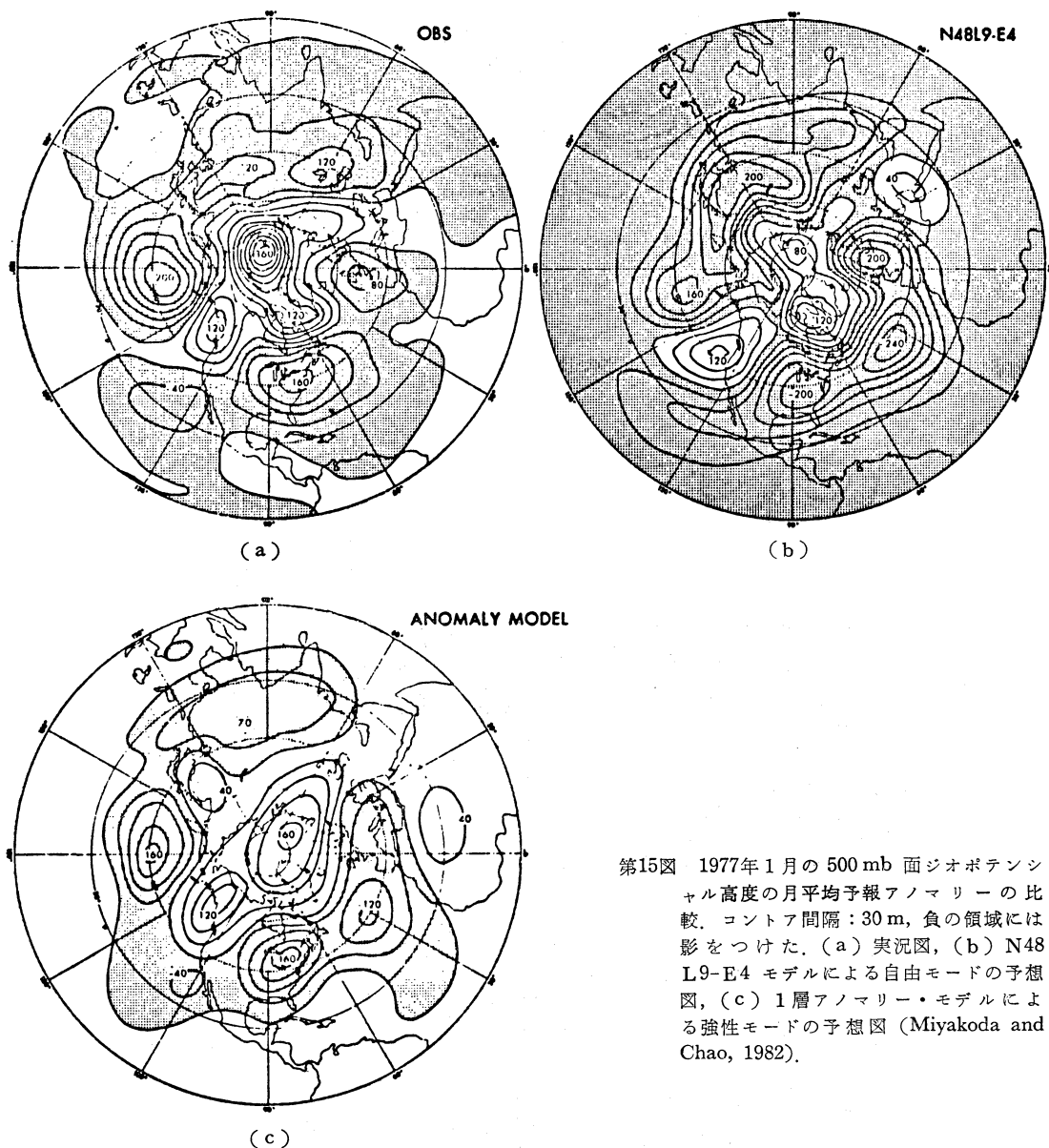
(b. 1)



(b. 2)

第14図 1976年1月1日を初期値とした延長予報の、(a) 1-31日間の31日平均地上気圧図、(b) 32-60日間の29日平均地上気圧図。(a.1)と(b.1)はコントロール・ラン、(a.2)と(b.2)は初期値にわずかな乱れをあたえた乱れのラン (Shukla, 1981)。

Z 500mb ANOMALIES (30 day mean)



第15図 1977年1月の500 mb 面ジオポテンシャル高度の月平均予報アンomalリーの比較。コンタア間隔：30 m, 負の領域には影をつけた。(a) 実況図, (b) N48 L9-E4 モデルによる自由モードの予想図, (c) 1層アンomalリー・モデルによる強性モードの予想図 (Miyakoda and Chao, 1982).

方法で可能ですが、2カ月予報は無理だという結論となっています。ただし、こういった実用的予測可能性は場所によっても差がある点に注目したいと思います。

ところで、これまで約2週間ぐらいといわれてきた、力学的な決定論的アプローチによる予測可能性の限界と、上のシュクラの結論との関係はどうなっているのでしょうか。それは、中期予報のように予測期間内の毎日

毎日の予想図を取り扱う場合は、主として総観規模の大気じょう乱(大部分パロクリック波)が中心的役割を演じており、それ故予報可能性の限界も2週間ぐらいというのが現状ですが、同じ手法で延長予報した結果を月平均した場合は、主としてプラネタリー規模の大気じょう乱(超長波)が中心的役割を演じることとなり、その予報可能性の限界も1カ月ぐらいにのびるという結果に

なるからです(第4図参照)。そういうわけで、シミュラは後者を「月平均値の力学的予測可能性」とよんで、前者と区別しております。つまり、大気運動の変動の推進力を担っている大気じょう乱の違いによるということになります。

しかし、これまでの議論は自由モードについて論じたものです。一応、自由モードの方が強制モードよりも振幅が大きいと考えられますが、後者を無視しきれません。今のところ、まだ外部強制力をその変動(アノマリー)まで含めてきちんと取り扱った延長予報は行われていません。都田と葉は、簡単なアノマリー・モデルを用いて、外部強制力のアノマリーの影響を調べはじめました。第15図がその1例です。3枚の図の内、左(a)が実況の500 mb 月平均高度のアノマリー(つまり、その年の実測の月平均値と気候値との差)、下(c)が簡単なアノマリー・モデルによる強制モードの予測結果です(ただし、このモデルでは海面水温と地表面温度のアノマリーのみ考慮)。右(b)は、前述のGFDLの格子点法を用いた全球モデルの結果から得た、自由モードの予測結果です。両方の予測結果をくらべてみますと、両者は元来本質的に全く違ったものであるにもかかわらず、この例の場合よく似ているのは興味深く感じられます。いずれにしても、長期予報の最終的予測値は、当然、自由モードと強制モードの両方の予測値が合成されたものであるべきです。

3. 天気予報との接点

数値予報は、客観的に求めた大気運動の予測値(気温、風、気圧(高度)、湿度)を与えます。予測の精度も向上してきており、予測期間の延長や予測内容の多様化・多彩化が進んできました。その結果、いろいろな気象要素を統計的關係を通じて天気要素(晴、雨、くもり、降霧・降霜など)に結びつける試み(Model Output Statistics 略して MOS)が盛んとなってきました。したがって、従来の気団分析や天気図パターンからの天気の種類推といった天気予報技術から一歩進んで、天気変化を起こしている仕組みに少しでも立入った形での天気予報技術ができあがりつつあります。境界層モデルや超ファインメッシュ・モデルの開発でこの傾向に拍車がかかけられ、その技術は一層進展していくことでありましょう。

コンピューターのアウトプットに追いまわされ、客観予報のプロダクトを強制的に使わされてしまうためにその役割が低下し、まさに「予報官の死」の時代を迎えた

という人があります。また、客観予報のプロダクトを盲目的・機械的に使いがちな風潮を「気象学的ガン」のまんえんだと嘆く人もいます。この問題は、結局、サイバネティックスの発明者であり、本質的には気象予報技術の近代化の元祖ともみなせるノーバート・ウィーナーがいうように、機械-人間混成系の中で「人間のものは人間に、機械のものは機械に」という役割分担を明確にするとともに、客観予報のプロダクトの真意をよく理解することによって、人間のもてる能力を最大限に、積極的に活用するほか解決策がないと思います。

筆者は日本における数値予報の業務化の当初(1959年)からそれにたずさわり、その後20数年におよぶその発展を身近に体験させていただいたわけですが、その間にお世話になった方々すべてに心から感謝したいと思います。日本の天気予報も、思えば格段の進展を遂げてきたし、現在も逐げつつあり、間違いなく今後も逐げていくであろうと思います。そしてこうした進展の背後に、気象力学をはじめとする気象学の発展があったと思います。その跡をふりかえてみますと、われわれは絶えず自然現象との対話をくりかえしていることとなります。その対話を通じてわかったことは、人間の試みに対して自然界の答がよせられ、両者の照合の後気象学の知識をへてその答が人間にフィードバックされ、ふたたび次の人間の試みをうみだしていることです。この過程においては、単なる原理的理解のよろこびにとどまらず、そこに原理に重なった豊かな variation と variety の態様をみ、かつそれらを理解するよろこびが加わっています。こういう自然現象に密着した分野で長い間仕事をしてこれた幸せを大事に胸にしまって、これからも微力をつくしてまいりたいと思います。

文 献

- Bengtsson, L., 1981: Numerical prediction of atmospheric blocking—A case study, *Tellus*, 33, 19-42.
- , and A. Lange, 1982: Results of the WMO/CAS numerical weather prediction data study and intercomparison project for forecasts for the northern hemisphere in 1979 and 1980, Programme on Short-, Medium-, and Long-Range Weather Prediction Research, WMO, 107p.
- ECMWF, 1981: The Global Weather Experiment —Daily global analyses.
- 藤原咲平, 1950: 群渦—気象四十年, 羽田書店, 293p.

- , 1950: 雲をつかむ話 (改訂増補版), 岩波書店, 354p.
- Miyakoda, K., 1975: Weather forecasts and the effects of the sub-grid scale processes, *Seminars on Scientific Foundation of Medium Range Weather Forecasts* (Reading, 1-12 September 1975), ECMWF, Part II, 380-593.
- , and Chao Jin-Ping, 1982: Essay on dynamical long-range forecasts of atmospheric circulation, *J. Met. Soc. Japan*, 60 (日本気象学会 100周年記念号), 292-308.
- Ninomiya, K. and Y. Tatsumi, 1980: Front with heavy rainfalls in the Asian subtropical humid region in a 6-level 77 km-mesh primitive equation model, *J. Met. Soc. Japan*, 58, 172-186.
- , 1981: Forecast experiment of long-lived subtropical cumulonimbus cluster with 6-level 77 km-mesh primitive model, *J. Met. Soc., Japan*, 59, 709-722.
- Nitta, T., and J. Yamamoto, 1974: On the observational characteristics of intermediate scale disturbances generated near Japan and the vicinity, *J. Met. Soc. Japan*, 52, 11-31.
- , Y. Yamagishi, and Y. Okamura, 1979: Operational performance of a regional numerical weather prediction model, *J. Met. Soc. Japan*, 57, 308-331.
- 新田 尚, 1982: 天気と予測可能性 (気象学のプロムナード 9), 東京堂出版, 230p.
- Ookochi, Y., 1978: Preliminary test of typhoon forecast with a moving multi-nested grid (M-NG), *J. Met. Soc. Japan*, 56, 571-582.
- Shukla, J., 1981: Dynamic predictability of monthly means, *J. Atmos. Sci.*, 38, 2547-2572.
- Sundqvist, H., 1981: Prediction of stratiform clouds; Results from a 5-day forecast with a global model, *Tellus*, 33, 242-253.
- ウィーナー, ノーバート, 1965: 科学と神—サイバネティックスと宗教 (鎮目恭夫 訳), みすず書房, 152p.
- Wiin-Nielsen, A., 1981: Prediction and predictability of weather and climate, *Atmosphere-Ocean*, 19, 189-215.

日本気象学会および関連学会行事予定

行 事 名	開 催 年 月 日	主 催 団 体 等	場 所
第19回自然災害科学総合シンポジウム	昭和57年11月1日		大阪大学工学部
第8回リモートセンシングシンポジウム	昭和57年11月9日~10日	計測自動制御学会	国立教育会館
日本気象学会中部支部研究会	昭和57年11月11日	日本気象学会中部支部	石川厚生年金会館
International conference on the physics, chemistry, and meteorology of precipitation scavenging, dry deposition, and resuspension	1982年11月29日~ 12月3日	American Meteorological Society <i>et al.</i>	Los Angeles
第5回極域気水圏シンポジウム	昭和57年12月7日~9日	国立極地研究所	国立極地研究所
第7回風工学(構造物の耐風性)シンポジウム	昭和57年12月9日~10日	電気学会ほか	東京
第29回風に関するシンポジウム	昭和57年12月8日	土木学会ほか	土木学会土木図書館講堂
第2回統計気候学国際会議	1983年9月26日~30日	WMO ほか	ポルトガル・リスボン