

「WMO 月・季節変動の診断と予測に関する 研修ワークショップ」の報告*

栗原 弘一**・新田 勲***・杉 正人****

1. はじめに

1990年10月8日から19日まで、南京気象学院(中華人民共和国、南京市)で表記の研修ワークショップが開催され、私達3名が参加した。

このワークショップは世界気象機関(WMO)が主催し、今までに2回開催されている(WMO, 1985および1987)。主な目的は月～季節の時間スケールの大気現象(および境界条件など)の解析・診断的研究を進め、その予測技術を開発し、各国の長期予報の精度向上に資することである。過去2回は研究発表だけだったが、今回は期間を1週間延ばして、発展途上国の気象機関の職員を対象に、大気の長周期変動に関する基礎知識、予測方法などについて、講義および演習の研修がもたれた。また、本年5月のWMO総会に提出する長期予報の現状報告の内容についても討議した。

第1週の研修セミナーには、講師陣が12名、研修員はアジア、アフリカ、南米、東欧など26カ国から30人が参加した。第2週は、この他に中国、英国、米国、カナダ、オーストラリアなどから約60人が参加し、招待講演を含む約80の講演があった。

会場の南京気象学院は、南京市の郊外にあり中国国家気象局(SMA, State Meteorological Administration)の機関の一つである。4年制の大学レベルおよび修士レベルの気象教育のための施設で、気象学や応用気象学、大気物理学など7学科があり、中国各地からやってきた約1,800名の学生が寮生活などをしながら学んでいる。

* WMO TRAINING WORKSHOP ON DIAGNOSIS AND PREDICTION OF MONTHLY AND SEASONAL ATMOSPHERIC VARIATIONS (Nanjing, China, 8-12 & 15-19 October 1990).

** K. Kurihara, 気象庁予報課.

*** Ts. Nitta, 気象大学校.

**** M. Sugi, 気象研究所.

以下、第1週の研修セミナーと、第2週のワークショップの内容を紹介する。

2. 長期予報研修(第1週)

300ページを超えるテキストが予め作成され(WMO, 1990a), 5日間にわたって以下のトピックについて講義・演習が行われた。

2.1 長期予報のニーズ

Zhang Jijia (章 基嘉, SMA) が長期予報のニーズおよび情報を有効に利用した際の経済効果について、主として中国における長期予報利用の具体的な成功例を通して、講義した。長期予報のニーズは多方面にわたるが、現状では必ずしも利用者の期待に十分答えていない。このためには予報精度の向上に努めること、予報対象として平均気温や降水量などの他に極値(例えばある月の最高気温)の予報を行うことも重要であると指摘した。また、予報精度に関連して、ある期間の予報を一定の精度でできるだけ早い時期に発表する、すなわちリードタイム(予報発表日から予報対象期までの期間)を大きくとることや、予報の利用目的に応じて、どのくらいのリードタイムが望ましいか、調査する必要があることも指摘した。

各国の長期予報のスキルスコアの比較もなされたが、スキルスコアの計算法が異なっていることや、予報対象の平均期間あるいはリードタイムが異なることから、参加者から相互に比較可能なスキルの評価法が必要ではないかとのコメントがあった。

長期予報の展望としては、数値モデルを用いた長期予報は将来1ヵ月予報の精度向上に大きく貢献するだろうが、ここ数年は長期予報法の主流にはならないこと、また一般に予報の精度が現状では不十分であり、情報の有効な利用法を模索する必要があると結んだ。

* 栗原弘一

2.2 統計的・経験的な長期予報の手法

Li Xianquan (李 小泉, SMA) が英国, 日本, 米国, ソ連, および中国における現業的な長期予報の作成法 (クラスター分析, 類似・反類似法, 重回帰法など) とスキルスコアの計算法について講義した。余談になるが, 中国では日本の気象庁が作成する長期予報のガイドンスの無線 FAX を毎回受信しており, そのコピーを示しながら日本の長期予報の紹介を行った。幸い予報がうまくいっている月の資料を使ってくれたので, こちらは内心ほっとしたが, これは中国側の配慮だったのだろうか。この他に, 中国の天候に影響する亜熱帯高気圧や極渦の調査例および, これに基づく予報法が紹介された。

2.3 長期予報の力学的な取り組み

このテーマで3人が講演した。はじめに Xu Xiangde (SMA) が大気変動の診断と予測のための力学モデルの利用と題して, 数値予報モデル開発の歩み, 中国の7層大気大循環モデル (GCM) を用いた30日平均場の予報実験の紹介, また, アノマリーモデルによる平均偏差場の予報法, そして, 数値予報結果の利用の仕方としてのアンサンブル予報法の問題点などについて講義した。

英国気象局の D.P. Rowell はアフリカのサヘル地方の降水量の変動の原因を GCM を用いて調べ, 少なくとも降水量の年々変動と10年スケールの変動は, 全球の海面水温の変動が影響している可能性が高いと主張した。

2.4 演習—長期予報業務へのパソコンの利用

SMA では大気の診断や長期予報に必要なデータをパーソナルコンピュータに蓄積し, 利用するシステムもっている。長期予報の担当者が北京からデータを持参し, 国産の「長城 (Great Wall)」という名前のパソコンを五台用意して, データのグラフ表示, 平均天気図の合成図の作り方, 重回帰式の作成法などについて実習した。手軽に必要なデータ作成ができるので, 参加者に好評だった。

2.5 インドおよびアジアモンスーン

Ding Yihui (丁 一汇, SMA, 気象科学研究院) がインドモンスーン, 中国の夏のモンスーンおよび, 冬のアジアモンスーンについて講義した。S.V. Singh (インド熱帯気象研究所) はインドモンスーンの降水量の年々変動と東アジア特に中国のモンスーン降水量との関係について講演し, インドの降水量は中国の中部の地上気圧の変動や降水量と高い相関があることを示した。

2.6 エルニーニョ・南方振動 (ENSO) と大気の長周期変動

Wang Shaowu (王 紹武, 北京大学) がエルニーニョ

現象の大気に及ぼす影響, 過去の同現象の発生年の同定, 中国の天候への影響について講義した。彼は様々な指数, 例えば ENSO 指数やウォーカー循環指数を定義し, それらを用いて観測データの無い時代のエルニーニョ現象を同定している。

筆者は, エルニーニョ現象の実況監視と長期予報への応用について講演した。特に強調した点は, エルニーニョ現象の発生をできるだけ早い時点で捉え, その後の経過を常時監視するシステムをもつこと, 発生にともない天候にどのような影響が現れるか, また影響の程度はどのくらいか調査を進めることの重要性である。

2.7 大気と海洋の相互作用および外部強制力

大気と海洋の境界条件, 特に海面水温 (SST) と大気の相互作用について, これらを長期予報に利用するのに必要な条件について, Sun Zhaobo (孫 照渤, 南京気象学院) が講義した。彼らの行った SST の感応度実験では, 南シナ海に SST 正偏差を与えると, インド・中国の夏のモンスーン循環に影響すること, 特に, 中国南部では多雨, 中部では少雨の偏差が出現することを示した。また, 北太平洋—北アメリカ (PNA) パタンを含む北半球のいくつかのテレコネクションパタンと中緯度の SST 偏差パタンの関係では, 大気のパタンが SST 偏差パタンに先行すると指摘した。このほか, 雪氷・植生や太陽活動の影響についても講義があったが, これらは, 海洋に比べてデータも乏しく, (相互作用の) 調査をさらに進める必要がある点が強調された。

2.8 参加者の講演

上記の講義・講演の他, 長期予報の手法・業務の紹介, あるいはエルニーニョ現象と自国の天候との関係などについて参加者による発表があった。

3. ワークショップ (第2週)

第2週は, 1) 1986~89年の世界の天候の特徴, 2) 異常天候の診断と予測, 3) 診断・予測への力学的手法による取り組み, 4) 大循環モデルと大気—海洋相互作用, 5) 外部強制力の長期予報への利用, 6) 長期予報の現状と今後の戦略, という幅広いテーマで約80の講演があった (WMO, 1990b)。このうち, 日本からは, 1986年~89年の北半球の天候の解析 (新田), 1988年夏の気象循環への海面水温の影響の数値実験 (杉), 熱帯の対流活動と冬の北半球の循環の解析 (河原ら, 気象庁長期予報課), 類似法による気温の確率予報 (小泉ら, 同), および全球スペクトルモデル (GSM) を用いた延長予報実験 (山田ら, 同) の各論文の講演 (一部代読)

がなされた。

3.1 解析・診断的研究*

(1) 1986~1989年の世界の天候の特徴

上記4年間の世界の天候経過の特徴について、北半球については新田が、南半球については Nicholls (オーストラリア気象研究センター) が報告を行った。また、この期間の中国の天候変化について Zhang Jijia が報告した。

この期間、熱帯太平洋ではエルニーニョ(1986~87年)とラニーニャ(1988~89年)の ENSO の1サイクルが経過し、両半球の天候とも ENSO の影響を大きく受けた。

1986~87年のエルニーニョ期では、中・東部赤道太平洋、南米大陸太平洋岸、アルゼンチン、ウルグアイで降水量が増大し、逆に、オーストラリア北東部、インドシナ域、インド、南東アフリカ、サヘル地方、北東ブラジルでは減少している。これらの降水量変動は、通常のエルニーニョ期によく現れる変動と概ね一致しているが、1982/83 エルニーニョに比べると偏差の大きさは小さかった。

ラニーニャ期(1988~89年)の降水量偏差の分布は、ほぼエルニーニョ期の分布の逆になっているが、今回のラニーニャは1975年以来という顕著なラニーニャで、世界各地に大きな天候の変化が現れた。この期間の顕著な天候として、①バングラデシュの大洪水(1988年8月)、②最近20年ほど減少傾向が続いていたアフリカ・サヘル地方の降水量が平年並みになった(1988年)、③東アジア域の夏の天候異常(1988年)、④北米大陸の大干ばつ(1988年前半)、⑤1988/89年北半球冬期の中緯度域での顕著な温暖化、が挙げられる。このうち①~③についてはラニーニャとの関連が強く示唆されているが、④、⑤の原因については今後の検討課題である。

Zhang Jijia の報告によれば、この期間の中国の夏の降水量は、30°Nを中心とした中国中部で増加しているものの、その北と南では減少し、中国全体としては減少傾向となっている。これは北太平洋西部の亜熱帯高気圧の勢力が弱く、通常よりも降雨帯が南下したことによるものと思われる。また、これらの変動には、熱帯太平洋の海面水温の変動が関係している。以上の結果は、熱帯の海面水温の年々変動が対流活動の変化をもたらし、その熱源変動によって亜熱帯高気圧が影響され、梅雨(Meiyu)前線などの夏の降雨帯の位置や強さが変化するという最近の研究結果と一致するものである。

* 新田 勅

(2) ENSO と天候

ENSO と中国の降水量との関係を指摘した研究報告が数多く発表された。一般に、エルニーニョ年には揚子江流域付近で Meiyu が活発化し降水量が増え、逆にその南北で雨が減少する。このような結果は、エルニーニョと日本の梅雨や夏の天候との関係とも密接に関連しており、今後、エルニーニョと日本、中国を含んだ東アジアの天候との関連で議論を進めていく必要があるであろう。またその際、信頼できる長期間のデータを用いて、統計的有意性をきちんと議論した解析を行うことが重要であろう。

Huang Ronghui(黄 栄輝、中国科学院大気物理研究所)は、西部熱帯太平洋の海面水温と中国の夏の降水量との関係を調べ、海面水温が高い(低い)年は揚子江流域の雨が少なく(多く)なることを明らかにした。これは栗原、新田、露木たちが明らかにした熱帯域海面水温、対流活動、亜熱帯高気圧、日本の天候の相互関係の結果と一致するものである。彼はさらに大気大循環モデルを用いて、西部熱帯太平洋に正の海面水温偏差を与えた数値実験を行い、解析から得られたような西部熱帯太平洋から東アジアを通り、北米まで達するテレコネクションパターンが生じることを示した。

Nicholls は ENSO の指標である SOI (南方振動指数)を用いた南太平洋の台風発生数の予報の結果について報告を行った。台風活動(台風発生数)は台風シーズン(12月~4月)前の SOI と高い正相関があり、例えば約70年間のデータで9月の SOI との相関は0.5以上である。オーストラリア気象局では最近の10年間、9月の SOI を予報因子にして台風予報を行ってきたが、簡単な手法にしては結果はかなり良いとのことであった。最近では台風発生数の関係式の改善と、確率を付加したカテゴリー予報(多い、並、少ない)に取り組んでいるとのことであった。

S.V. Singh はインドモンスーンの降水量変動の特徴と予測について報告した。よく知られているように、インドの雨と SOI とは非常に高い相関があり、また、中国北部の雨とも高い相関がある。インド洋海面水温やユーラシア大陸上の積雪量などを予報因子にして、回歸式による降水量の予報を行っているが、スキルスコアは地域ごとの予報で0.2程度、全体の予報で約0.4程度あり、実用上十分使えるとのことであった。

Pao-Shin Chu (ハワイ大学)と Sun Zhaobo は、それぞれ SOI やエルニーニョ海域の海面水温変化を統計的な手法で1~2シーズン前に予測する試みについての

発表を行った。Chu は赤道西部太平洋 (5N-5S, 140E-160E) の海上風の変動が SOI より 1~2 シーズン先行していることに着目し、風データを用いた SOI 予測を行った。ENSO サイクルに対応した大ざっぱな SOI の変化は良く予報されていたが、エルニーニョ発生期の予報は十分とは言えない。一方、Sun Zhaobo は 2 月~5 月の熱帯域の海面水温や風のデータを主成分解析した第 1 主成分を用いて、7 月から 11 月にかけての赤道東部太平洋域の海面水温の変化の予測を行った。1951~1979 年の 30 年間のデータから両者の回帰式を作り、1980~87 年のデータで検証を行った。30 年間のデータでは両者の相関は 0.84 であったが、独立資料の 8 年間では -0.24 で予報は失敗であった。この原因として、最近 2 回のエルニーニョが過去のエルニーニョと大きく異なっていたことが指摘されている。このような統計的な手法でエルニーニョ発生を予測できるかどうか、今後の検討課題であろう。

(3) 熱帯の季節内変動と東アジアの天候

Li Chongyin (中国科学院大気物理研究所) は ECMWF データ (1980~1985) を用いて、30~60 日周期変動の全球的な特徴を調べ、南北両半球の中・高緯度の変動が熱帯を通じて相互に関係していることを示した。両半球の相互作用は興味ある課題であるが、今後両半球を結び付ける具体的な力学過程の解明が必要であろう。

河原・林 (新田代読) は、冬期熱帯域季節内変動と東アジアの天候との関連を調べ、対流発域がインド洋から西部太平洋域に東進するに伴い、ヨーロッパからアジアにかけての大気循環が大きく変化し、東アジアの寒気流出の強さが変わることを示した。会場からは、東アジア域のみならず、北太平洋から北米にかけても大きな変動が現れることが指摘された。

Ding Yihui は東アジアの寒気流出と熱帯循環との関係についての解析結果を報告した。中国大陸からの寒気放出は約 10~20 日周期で起きており、熱帯への寒気流出にともない、それまでインドネシア~ニューギニアにあった対流活動の中心が日付変更線付近まで東進し、さらにその後北東側と南東側に移動する。冬期の場合、熱帯と中緯度の相互作用は様々な時間スケールで起きており、今後も相互作用の実態の解明に一層取り組む必要があるであろう。

(4) 全球海面水温の影響

Folland 他 (英国気象局) は、1900~1989 年の全球海面水温 データを用いて、主成分解析を行った。その結果、100 年規模の全球的な水温上昇を示す第 1 主成分、2~5 年周期のエルニーニョ変動を示す第 2 主成分、半

球規模の数十年スケールの変動に対応した第 3 主成分が得られた。このうち数十年スケールの変動は、数年規模の変動とともに、サヘル地方の降水量と大いに関係することがわかった。

彼らはまた、大気大循環モデルを用いて、サヘル地方および北東ブラジルの降水量に与える海面水温変動の影響を調べた。その結果、これらの地方の降水量変動には、熱帯域のみならず、中・高緯度域の海面水温も重要な影響を与えていることが明らかになった。

発表とは別に、Folland は最近 100 年の全球海面水温の世界共通データを作るため、英、米、日本が協力して基本となるデータを出し合う計画を取りまとめたという話をしてしたが、日本も積極的に取り組む必要があるであろう。

そのほか、海氷と東アジアの天候との統計的関係を調べた論文がいくつか発表されたが、今後、統計的有意性の検討や、原因-結果の物理過程を明らかにする必要があると思われる。

3.2 モデルおよび数値実験*

(1) 力学的長期予報

長期予報における数値予報 (NWP) モデルや大気大循環モデル (GCM) の役割について、米国気象局の Livezey は次のように述べた。熱帯での長期変動は境界条件 (特に海面水温) の影響を強く受けるので、GCM による 1 カ月予報または季節予報の可能性が高い。これに対して、中・高緯度では、1 カ月予報までは NWP モデルによる初期値問題として平均場の予報の可能性があるが、それより先の季節予報では今のところ経験的な方法によるしかない。

NWP モデルによる 1 カ月予報に関連する話として、フランス気象局研究所の Royer は、アンサンブル予報** における 16 日~45 日の 30 日間の平均の予報スキルについて議論した。北半球全体のスキルはあまり高くないが、ヨーロッパ域のように系統誤差の小さい領域ではスキルが高くなることを示した。新田は山田らによる気象庁におけるアンサンブル予報の実験を紹介した。3 つの例のうち、2 つは良かったケース、1 つはあまり良くなかったケースである。良くなかったケースでは、クラスター解析により予報の集団が 2 つのグループに分けられ、そのうちの一方が高いスキルをもつことが示された。問題

* 杉 正人

** 例えば異なる初期値のデータセットでモデルを走らせ、複数の予想結果から統計的に意味のある予想結果 (統計量) を引き出す手法

は、高いスキルをもつグループをあらかじめどのようにして識別するかということである。すなわち、スキルの予報ということが問題である。

一方、Livezey はアンサンブル予報について次のように主張した。アンサンブル平均の効果が現れてくるのは30日予報の後半になってからであり、その時にはモデルの平均的予報スキルは実用的に意味のないくらい低下してしまっている。従って、アンサンブル予報は平均的なスキルの改善という点では実用的でない。しかし、モデルの予想は高いスキルを持つ場合も少なくない。従って、そういうケースをあらかじめ識別できれば有効な予報を出すことができる。そのようなスキルを予報するためには、アンサンブル予報が、一つの有力な方法と考えられる。

このような考え方に立って、ヨーロッパ中期予報センター (ECMWF) の Palmer は予報スキルを予報する新しい試みについて話をした。この発表は、筆者にはこのワークショップの中で最も興味深い話であった。一般に大気が不安定な場合には初期値の小さな誤差が急速に成長するので予報が困難で、モデルの予報スキルが低くなると考えられる。そこで、ある初期値に対して小さな誤差を加えた時に、最も急速に成長するような誤差分布を求める。もし、そのような成長率が最大の誤差分布に対しても誤差がそれほど急速に大きくならなければ、その場合は大気は安定で予報スキルが高いと考えられる。このような考えに基づきアンサンブル予報の初期値として最適な (誤差の成長率が最大の) アンサンブル (初期値の組み合わせ) を決め、その初期値から出発して予報を行って予報の広がり具合を見れば、予報スキルを予報できるというわけである。Palmer は、この方法を実際の NWP モデルに適用する具体的な方法についても話をした (まだ、実験の結果は出ていない)。

(2) 海面水温の影響

今回のワークショップであらためて強調された点の一つは長期予報における海面水温の重要性であろう。1986~89年の天候のレビューにおいて、ENSO サイクルが熱帯の降水量変動に与える影響の大きさがあらためて示されたのをはじめとして、ENSO や海面水温の影響を論じた発表がいろいろあった。ENSO の統計的な予報法の発表が、いくつかあったが、予報としては成功していないようである。それだけに、大気・海洋結合モデルによる ENSO の予報に大きな期待がかけられている。この点中国大気物理研究所の Zeng による大気・海洋結合モデル ($4^{\circ} \times 5^{\circ}$, 大気2層・海洋4層) を用いた1988~89年

のラ・ニーニャの予報実験の話が予定されていたが、講演が中止されてしまったのは残念であった。

海面水温の大気への影響に関する数値実験では、Huang Ronghui が、西太平洋の海面水温と中国の降水量の関係について行った、GCM の数値実験で、西太平洋に海面水温のアノマリを与えた場合に波列状の応答が見られたと報告した。これに対して、1988年の実際の海面水温アノマリを与えた筆者の実験では、実際に観測された波列パターンは再現されなかった。この実験では、西太平洋の対流活動は、ローカルな海面水温だけでなく、インド洋の海面水温の影響も受けることが示された。

一方、英国気象局の Folland は、アフリカのサヘル地方の降水量の年々変動は、単に近くの大西洋のみだけでなく、インド洋や太平洋の海面水温とも有意な相関があることを示し、GCM による実験でもそのことを確認した。そして、海面水温の大気への影響は、ローカルなものだけでなく、グローバルな影響を考える必要のあることを強調した。

(3) その他の数値実験

南京気象学院の Sun Zhaobo はチベット高原上での季節内振動の話をしたが、Zhang Jijia は2層のスペクトルモデルを用いて帯状平均の加熱と実際に近い山岳地形を与えることにより、この季節内振動が再現できることを示した。

一方、南京気象学院の Zhu Qiangan (朱 乾根) は放射がモンスーンの形成に及ぼす効果について GCM (多分2層モデル) による数値実験を行った。帯状平均の放射を与えた場合と、東西非対称な現実に近い放射を与えた場合と比較し、放射の東西非対称性も現実的なモンスーン循環の形成に重要な役割を果たしていることを示した。

以上の他にも、いくつかの中国の研究者による数値モデルを用いた実験の発表があった。中国の気象局や研究所ではかなり高度の数値モデルが開発されている。例えば、気象局には、T42、9層のスペクトルモデル、大気物理研究所には、 $5^{\circ} \times 4^{\circ}$ 、2層または9層の大気モデルと4層の海洋モデルおよびそれらを結合したモデルがある。しかし、コンピュータのパワーが十分でないために、これらのモデルをフルに使った数値実験がなかなかできないのが実情のようである。

4. おわりに

最終日のパネルディスカッションでは、米国気象局の

Livezey がまとめた長期予報現状報告の草案をもとに、今後の長期予報の進め方について活発な討論が行われた。彼の草案は、筆者たちの印象では、長期予報の精度向上にかなり楽観的な展望を抱いていると思われる。彼によると、数値予報を利用することにより、米国の最近10年間の1カ月予報の成績がそれ以前に比べて格段に良くなっているという。彼の草案はこの10年間における地球大気の大規模変動に対する理解の進展とともに、彼らの長期予報に対する自信を反映しているのかも知れない。

全体討論の中で今後の長期予報の研究・開発の方向性として確認されたことは、

(a) 質の高い全球規模の観測データを蓄積する。特に海面水温データについては世界共通のデータ作成が急務である。

(b) 1カ月予報の精度向上を図る。これには数値モデルによる延長予報のための様々な改良・工夫が必要である。また、予報精度の予測や予測可能性の地域差に関する研究も重要である。

(c) 季節予報のための様々な試みを行う。特にENSOの天候に与える影響は非常に大きいので、ENSO予測に向けての取り組みが要求される。このためには大気-海洋結合モデルの実現が期待される。また、全球海面水温データを用いた大気大循環モデルによる大気の大規模変動も重要である。さらに、新たな統計モデルの構築が必要である。

(d) 大気の大規模変動に関する理解を深める。特に季節内変動、ブロッキング、テレコネクションなどで表される“天候レジーム”に関する実態と力学の解明が重要である。

(e) 10~100年規模の変動に対する科学的知見を高める必要がある。

(f) 発展途上国がこうした問題に取り組むための技術移転の推進を図る。

上記(e)でも確認されたように、今後、「地球温暖化」の問題に象徴される数十年規模の気候変動と関連して、長期予報が対象とする数年程度の変動が今以上に関心をもたれることが予想される。異常天候の出現(例えば最近の日本の気温の正偏差の持続)の度に、どの程度の時間スケールの現象と関係しているのか絶えず議論の対象となるであろう。この分野での調査研究が今後日本でもさらに進展することを期待したい。そのためには長期間の観測データの解析や品質の管理といった一見地味で基礎的な調査がきわめて重要であり、日本の研究者もこの問題により積極的に取り組むべきであると感じた。

参考文献

- WMO, 1985: Proceedings of the First WMO Workshop on the Diagnosis and Prediction of Monthly and Seasonal Atmospheric Variations over the Globe (College Park, USA, 29 July to 2 August 1985). LONG-RANGE FORECAST RESEARCH SERIES NO. 6.
- WMO, 1987: Papers presented at the Second WMO Workshop on the Diagnosis and Prediction of Monthly and Seasonal Atmospheric Variations over the Globe combined with the WMO Symposium on Ocean-atmosphere Interaction Relevant to Long-range Forecasting, (Toulouse, 15-19 June 1987), LONG-RANGE FORECAST RESEARCH SERIES NO. 9.
- WMO, 1990a: Lectures presented at the First Week of the WMO Training Workshop on Diagnosis and Prediction of Monthly and Seasonal Atmospheric Variations, (Nanjing, China, 8-12 October), LONG-RANGE FORECAST RESEARCH SERIES NO. 12.
- WMO, 1990b: Extended Abstracts submitted to the Second Week of the WMO Training Workshop on Diagnosis and Prediction of Monthly and Seasonal Atmospheric Variations, (Nanjing, China, 15-19 October), LONG-RANGE FORECAST RESEARCH SERIES NO. 13.

気象学会事務局よりのお知らせ

1991年春季大会の予稿集を購入手続きの方は、残部が若干ありますのでお申し込み下さい。

お申し込みは、FAXでも受け付けます。お支払いは

原則として郵便払込通知票で予稿集受領後、ご送金下さるようお願いいたします。