

## 数値予報国際シンポジウム報告\*

### シンポジウム実行委員会\*\*

かねて計画されていた数値予報国際シンポジウムは予定通り11月7日から13日まで東京の日本都市センター講堂で行われ、盛会のうちに全日程を終了した。これはその概要の報告である。

出席者を登録簿によって調べてみるとつぎのようになっている。日本99名、アメリカ39名、ノルウェー4名、ドイツ3名、スウェーデン2名、インド2名、ベルギー、オランダ、フランス、ポルトガル、フィン各1名。

日本の出席者は気象庁、研究所、大学などの気象学会員が大部分をしめていたが会員外からも若干の参加者があった。

アメリカから39名という多数の参加があったのは、同国における数値予報関係の研究層が厚いことによるのももちろんであるが、MIT、シカゴ大学、UCLA、気象局、NANWEP（海軍数値予報班）、GRD（空軍地球物理研究所）などからそれぞれ数名の人が出席したのには、かの地における日本ブームが一役を買っていたのかもしれない。

つぎに注目されるのはノルウェーの4名である。ノルウェーは気象台から台長のフィヨルトフト以下3名とオスロ大学エリアッセン教授とである。国の人口が僅かに350万人、気象官署の職員数250~300名（正確には日本と比較できないところもあるが）というところらとにか、これだけの人が出て来たということは、1961年から計算機を設置して数値予報を始めるための準備ということもあろうが、同国が気象の研究に如何に熱心であるかを示すものといえよう。

スウェーデンからは、ロスビーの創設になる国際気象研究所の所長のボリンとドゥース博士とが参加した。この研究所では1954年以来電子計算機によって数値予報を行っているが、1961年には現在の計算機 BESK を IBM 7090 に変えて仕事を拡充することになっている。

ドイツからは3名出席（うち2名はドイツ気象台）した。ドイツでは1961年から計算機を用いて数値予報をル

ーチンとして行うということである。

以上のほかはすべて各国の気象台の人である。

**開会** 会は7日9時、正野理事長の歓迎の辞で始まり、つづいて和達長官の挨拶とWMO事務局長デービス氏の祝辞とがあった。このシンポジウム開催の意義と、シンポジウムの成果にかけられた期待とがこれら3人の挨拶の中によく現われているのでその要旨を紹介しておこう。

**正野理事長\*\*\***「日本気象学会が世界各国から大勢の尊敬すべき気象学者を迎えて数値予報シンポジウムを開催するのは、75年という長い歴史の中で始めてのことであり、また劃期的なことでもあります。

日本の気象学者は過去には欧米で得られた新しい考えや理論を専ら文献を通して導入してきました。ここ10年ばかりの間に若干の人が留学できるようになっては来ましたが、そのような機会が与えられるのは極めて僅かの人にすぎません。今回いろいろの問題について皆さん方と直接討論ができるのは、われわれにとって非常に有意義なことです。

数値予報はここ10年の間に大きく発展してきましたが、なお未解決の問題がたくさん残されております。日本の若い気象学者はこの分野で大いに貢献したいと念じております。どうかご協力とご援助をお願いします。

このシンポジウムの関係者はこの会を成功させるため、また出席の皆さんに気持ちよく滞在していただくために最善を尽してきましたが、われわれにとって国際会議は初めての経験なので不行届な点もあろうかと思われま。それらについては皆さんのご忠告を得て在日中を愉快にすごしていただこうと思います。」

最後に、共催諸機関と資金の援助を与えられた機関に対する謝辞が述べられた。

**和達博士**は気象庁長官としての挨拶と学術会議会長としてこの挨拶をかねてつぎのように述べた。

「近年のように学術の発展が目ざましい時代には各国間の協力と学術情報の交流が極めて大切であります。数値予報という限られた分野の会合にこれだけ多くの参加者が得られたことは、上にのべたことがらを如実に示すとともに、将来気象予報の進む道が何であるかを物語る

\* International Symposium on Numerical Prediction.

\*\* 執筆 伊藤 博, 新田 尚.

\*\*\* 巻頭写真.

ものといえましょう。

気象庁は気象学の研究と予報精度の向上のために1959年に電子計算機を設置しました。日本の多くの気象学者がこの計算機を使って研究を行っており、その成果の一部はすでに予報業務にとり入れられています。

日本は地理的に、気象によって大きな影響をうけていますので日本の国民は気象学の発展と気象事業の拡充に強い関心をもっています。このシンポジウムには大勢の立派な研究者が多くの論文をもって参加されているので有意義でしかも劃期的な成果を収めるものと信じます。このシンポジウムが日本で開かれ、日本の科学者がこの分野における研究活動の最新の傾向に接する機会が与えられたことをとくに嬉しく思うものであります。私はこのシンポジウムが成功し、気象学の発展ひいては人類の福祉に功獻することを期待します。」

デービス事務局長挨拶要旨：「数値予報は全世界の気象学者に大きな関心のある問題で、しばらく前からWMOの仕事の中にも入っています。そういう意味からも、私はこのシンポジウムをあらゆる面で成功させたいと希望するものですが、参会者の名簿を一べつただけでこの会が成功することは疑いのないところです。

数値解析や数値予報の発展は気象学の進歩の一里塚をなすものであります。これまで天気解析や予報はおもに質的、主観的な考えのもとに行われてきましたが、数値的方法の発展とともに客観的、量的な地位を占めるようになって来ました。

気象学者は科学者で構成されていますが、気象の業務の中で理論は情ないほど僅かしか実務にあてはめられないので、日常の業務は主として技術的な方法に頼らざるを得ない現状です。理論と実際との間のこの間隙は今や数値解析と数値予報とによって埋められようとしています。

このシンポジウムの開催は、また、非常に時宜を得たものです。この分野における多くの国の研究業績が集積されてきている今日、その成果を比較し、じっくりと検討すべき時機にきています。

数値予報はここに出席の方々によって業務的にも成功していますが、それは国際協力の必要性を減ずるものではなく、むしろ一層その必要性を増してきました。WMOはこの点において重要な役割を果たすことができますし、また果さなければならぬと思います。WMOのCAe(高層気象委員会)の第2会期で数値予報の作業委員会が作られ、ポリーン博士がその委員長になって

いますが、CAeのつぎの会期にはこの作業委員会から提出される報告にはきつと極めて有益な情報や勧告が含まれることでしょう。」

最後に主催者に対し賞讃とお祝いの言葉が述べられた。

講演と討論は定められた日程によって進められた。55の論文が題目によって12のセッションに分けられ、各セッションごとに座長がおかれた。これだけ多くの講演を手際よく進めるため、開会の前日全座長の参集を求めて打合せを行ったが、主催者側の意図がよく理解され、会は至極円滑に進められた。

外国からの参加者は若いまじめな人が多く、ほとんど全員がずっと出席していた。日本で国際会議が開かれるとき往々にして、会場をぬけだして買物や見物に出掛ける人があるという話を聞いたことがあるが、今回はそういう人はほとんどいなかったと思われる。日本側の参会者は例によって初日に最も多く、補助席を用意しなければならぬほどであったが、2日目以後は増減がなく落付いた雰囲気の中に聴講することができた。

講演はまず、各国における数値予報研究の総合報告から始められた。トップはスウェーデンの若くて美男子のボリンである。スウェーデンの近況としてパラメーターを使ったバロクリック・モデルの話をした。つづいて、やはり若手のイザッカー(ベルギー)がベルギーの少し変わった行き方を紹介した。3番目はシンポジウムの人気男(?)の1人ドイツ気象台のホルマンである。音に聞えた酒豪の片隣を見せながらビヤ樽のような腹をつき出し天井に話しかけるような恰格でドイツにおける研究の一面を話した。

これらはいずれも大気モデルの研究であるが、つづいては計算機で作る天気図の話題である。JNWPUのピーデントは映画を使って天気図を描く機械(カーブ・プロッター)を紹介した。細長い腕のさきに取り付けられたペンが昆虫のようにピョン・ピョンはねながらHIGH、LOWと等高線の示度を書きこむ、これが終ると物凄い速さで等高線を描く、北半球一面を3分間で片付けてしまう。これはわれわれがやらせているコントアリング(電子計算室でかかしている等高線)と実質的には同じものを作っているのだが、今後の現業の機械化と関連して面白いものである。

そのつぎは日本側のトップ・バッター増田で、極東域5層の客観解析法とその結果(増田、荒川、藤原の共著)を多くの実例について話した。そのあとノルウェー

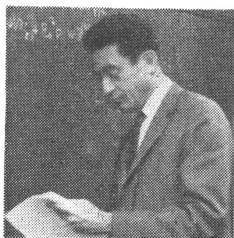
のハウグは彼独特の客観解析法を発表した。これだけが初日の午前中の内容のあらましである。

第1日の午後と第2日には数値予報の精度向上に関するいくつかの問題がとりあげられた。いま、われわれがやっているような大規模な大気の運動の予報に関連する問題を取り上げてみると、そこに二つの傾向が見られる。

その一つは予報時間を延長する問題であり、もう一つはよりよい大気モデルを用いて短期の予報精度を高める問題である。

予報時間を延長するためには、数値積分の誤差の問題を解決することが先決である。都田は今回この問題に対して一つの見透しを示した。

予報精度の向上に関連したものとしては、バロクリニック予報をどのように発展させてゆくかが議論された。齊藤は地衡風近似を用いた4層バロクリニックモデルを数ヶ月にわたって試験した結果を報告し、数値予報の現業面に対する具体的な応用の成果として注目された。この4層モデルがアメリカの3層モデルに比べてなぜよい結果を得たかについて質問が出ていたが、十分に議論されずに終わったのは時間が短かいためとはいえ惜しい気がする。



チャーニー博士

このような地衡風近似の立場を一步前進させる行き方として、このシンポジウムで二通りの方式が打出されている。その一つはバランス・モデルとも云われるべきもので、従来用いられて来た準地衡風のかわりに釣合方程式から

求めた風を使い、それに対応する渦度方程式や熱力学の方程式を解こうとするものである。もう一つはプリミティブ・エクエーション・システムで、この方はオイラーの方程式をそのまま適用しようとするもの(初期の風の場合は高度場からバランス・モデルと同様に求める)である。これらはどちらも地衡風近似を用いている現段階に非地衡風の効果をも加味して予報の精度を高めようとするものである。

このシンポジウムに提出されたバランス・モデルに関連するものとしてはチャーニー、フィヨルトフト(巻頭写真)、荒川昭夫の論文が目立っている。チャーニーは現象の規模に応じて方程式の中の各項のもつ重要度を考慮しながら近似度を高めた場合に取扱うべき方程式と、その一つの積分方式を提案した。荒川の論文も本質的に

はこれと同じものであるが積分のし方が異っている、これらに対し同じ方向ではあるがややユニークな結果を示したのがフィヨルトフトの論文である。彼は独得の方法で一連の方程式を導き新しいバロクリニック・モデルを提案した。しかしこの方式はバロクリニック・モデル全般の流れからみると準地衡風近似とバランス・モデルの中間に位するものと思われる。



ライザー博士

プリミティブ・エクエーションを用いた研究のうち目立ったものはスマゴリンスキー、ライザー、シューマンらのものである。スマゴリンスキー(巻頭写真)の論文はモデル計算ではあるが、プリミティブ・エクエーションをか

なり進んだ所まで用いて独走的な態勢を示している。ライザーやシューマンのものはもう少し現業的な立場で仕事を進めている。ドイツでは、すでにヒンケルマンがこの方面で立派な成果をあげているが、今回のライザーのものはそれをさらに一般化したものである。予報の結果はまだ満足とはいえないがこれからの発展には注目すべきものがある。一方シューマンの方は手堅く一步、一步進んでやがて現業化するところまでできているが、彼がたどった足跡はわれわれにもよい教訓となった。プリミティブ・エクエーションを用いる場合、まず問題になるのは計算誤差を少なくしてよい精度で積分し、従来ノイズとされてきた重力波や慣性波をも正しく予報していくための計算方式を矛盾なく得ることがきるかどうかということである。上に述べた3人の人はそれぞれの道を切開いていく中で、この問題をその人なりに打開してきたのであるが、もし本当に安全な計算方式が確立されるならば、プリミティブ・エクエーションを用いるのがより一般的だといえよう。とに角、バロクリニック・モデルを改良して行く場合上述の二つの方向を十分につきとめて前進して行かねばなるまい。

台風予報や大循環の問題についても紹介すべきであるが、紙面の都合で別の機会にゆずることにする。

講演、討論の最終日の12日に「数値予報の将来の展望」と題して、フィヨルトフト博士司会のもとに討論会が行われた。ちょうど放送討論会のように、まず話題提供者が意見を述べ、それに対して全員で討論する形式のものである。

最初にチャーニー教授が「数値予報の基礎的研究の今



シューマン博士

後の方向」について述べ、とくに鉛直方向に着目した数値計算の精度の問題と大気運動の機構を力学的解析によって明らかにすることの重要性にふれた。これに対して活潑な議論があったが、その中でエリアッセン教授は、最近のように研究が日進月歩で進んでいるときには定期刊行物では間に合わないから、数値計算の精度の研究について情報交換センターを設けてほしいと提案し注目された。このエリアッセンが二人目の話題提供者で「気象学における予報の可能性 (predictability) の問題」について述べ数値予報が必要とする観測データなどについても意見の交換があった。第3人目のシューマンは大気モデルに使う運動方程式の問題をとりあげ、岸保博士は「雨の予報」に関して話題を提供した。このシンポジウムではスマゴリンスキーが雨の問題にちょっと触れただけで降水予報に正面から取組んだものがなかった。このためか岸保博士の話題の中で雨の予報についてやゝ悲観的な意見が述べられた。しかし、全部の人が悲観的な見方をしているわけではない。とくに雨の予報以外は将来とも大いに発展の可能性があるというのがまとまった意見であった。

なお、講演および討論の詳細はプロシーディングとして印刷されることになっており、目下編集の作業中である。

**座長** このシンポジウムが成功したのは各セッションの座長の熱心でしかも好意的な取扱いによるものであることを見逃すわけにはいかない。座長は開会30分前には会場に姿を現わし、その日の進行について関係者とよく打合わせ、定刻が近づくと自ら予鈴をならして端然と議長席について参会者の着席を待つ。講演者のマイクrophonに気を配り、自ら黒板のあげおろしを手伝う。講演が予定時間を超過すると壇上にあがって講演の終了を促す。一方では、講演や討論の時間に多少の余裕ができたときには自分で質問を始めて討論を誘導するといった調子である。会話が速すぎると日本の聴衆のためゆっくり話すよという注意も発せられた。第2日目の日程にあった河田氏の論文は講演者死亡のため取消となったが、座長のエリアッセン教授は参会者とともに河田氏に黙とうを捧げるという場面もあった。とに角各座長とも日本人のためにいろいろと気をつけてくれた。

**外国学者に与えた印象** このシンポジウムでは学術的な効果をあげるための努力がなされてきたのはもちろんであるが、理事長の開会の挨拶にもあったように、遠路日本を訪れた外国の学者が日本に楽しく滞在できるようにいろいろな面で配慮がなされて来た。ホテルの予約、飛行場からホテルまでの乗物、国内旅行見物等々である。国によって風俗習慣それぞれちがっているが、この会が誠意をもって周到に計画され、実行されたものであることは、参会者のすべてに通じたにちがいない。12日の閉会に当って米国からの参加者を代表してブラツマン教授(巻頭写真参照)はつぎのような謝辞を述べた。

「このシンポジウムに出席している外国の科学者はそれぞれ遠くから日本へやって来ました。いまシンポジウムが終るにあたって、私達は学問的に大きな刺戟を与えられたことと、この期間中、心からなる親切ともてなしをうけたことに対して深い感謝の意を表わしたいと思います。

電子計算機による数値予報が始まってから、まだ10年ほどしかたっていません。この短期間に力学の原理が、天気予報という古典的な問題に対してだけでなく、大気の運動という基本的な問題に対してルネッサンス—このルネッサンスには日本の学者が指導的な役割を果たしてきたのですが—をもたらししました。いまや数値予報の学術報告は非常な速さで集積されてきていますので、その発展の状況をはあくするのに代表的な雑誌だけに目を通して行くこともむずかしくなってきました。このシンポジウムの出席者は短時日のうちに各国における最新の進歩をかなり明瞭な形でとらえることができました。上に述べたような事情を考えると、これはとくに有意義なことであります。われわれはこのシンポジウムに出席する機会を与えられたことを非常にうれしく思い、学問の発展に寄与された主催者と後援者に深謝の意を表します。

最後にわれわれ大部分の者は始めて日本へ来たのですが、学問以外の個人的な経験について一言つけ加えたいと思います。私がとくに申上げたいのは、主催者の皆さんが、見知らぬ土地への来訪者にあらゆる便宜を与えて下さったのでわれわれは全く気楽に愉快にすごすことができたこととあります。主催者の皆さん、われわれは私たちにお示し下さった温かいおもてなしを身にしみて感じます。私達は、近い将来何らかの形で、あなた方の海外旅行が、私たちが日本で経験したと同じような楽しいものにしてあげたいと思います。」

これに引続いてスウェーデンのポリーン教授はヨーロッパ

バ側の出席者を代表してつぎの謝辞を述べた。

「私は、極めて有益で刺戟の大きいみわくに満ちたこの一週間を終えるに当ってヨーロッパからの出席者を代表して一言させてもらいます。このシンポジウムは大成功でありました。われわれは非常に多くのことを学びま



ボリン博士

した。講演や討論を通して大きな刺戟をうけました。これからやってみたい、あるいは発展させてみたい多くの新しいアイデアを持って国に帰ることができます。私はこのシンポジウムは数値予報発展の重要な一里塚をなすものと

思います。そしてわれわれは数値予報の将来に明るい見通しをもつことができます。

このシンポジウムが世界中で最も気象の影響を受けている日本で開かれたというのは意義深いものがあります。われわれは日本の皆さんが真心を以て献身的な仕事をされ、この分野に重要な功績をしていることを深く感じました。日本の気象学者が将来さらに重要な役割を果たすであろうことは疑いのないところです。われわれは日本のこれまでの成功を喜び、さらに将来への発展を期待します。

われわれは初めての土地に来て、文化・親切・寛容・もてなしという雰囲気を受けました。こんごわれわれはもう少し日本的になりたいものと思います。それは、少なくともわれわれがこれと同じような会の主催者となるときには、われわれにとって必要なことでもあります。

実に印象的な一週間でした。ARIGATO！」

**都内見学と箱根旅行** シンポジウムの期間中に午後半日の都内見学があった(巻頭写真)。月並みなコースであるが、博物館を見学する組と、デパートで買物をする組とを作った。外人の3/4は博物館組に加わった。この機会に古い日本の文化に触れたいという希望が意外に多かったのである。1時間の見学ではものたりないからもう一度見直すという人もいた。

鎌倉一箱根の旅行(巻頭写真)も非常に喜ばれた。日本の田園風景、大仏、箱根の風景が気に入ったようであ

る。一度東京へ帰ってからグループを作ってもう一度同じホテルへ泊りに行った連中もある。

**その他の会合** このシンポジウムには外国から有名な学者が大勢集まっていたのでシンポジウム以外にもいろいろの集りがもたれた。

11月6日 高潮に関する講演と討論：プラッツマン、海洋気象部、港湾関係者

11月14～15日 数値予報技術打合せ：気象庁主催  
外人22名、日本人42名

11月14日 通俗講演—大気中の渦：読売新聞主催  
講師 チャーニー、聴衆 1,000名。

11月15日午後 電子計算室見学と討論：フィヨルトフト、シューマン外8名の外人と電子計算室員。

11月16日 乱流と拡散：ウィツパーマン、イザッカー、小倉、エストーキ、乱流研究グループ。

研究所見学：フィリップス、スマゴリンスキー、ナマイアス外6名。

11月18日 気象学会特別講演：エリアッセン、藤田。

このほか東大や気象庁を個別に大勢の人が訪れている。

会が終わってから10名ばかりの人が3～4日の日程で京都、奈良を訪れた、帰京してからその印象を聞いてみると、平等院がよかったという人、どこかでごちそうになった抹茶の香りが忘れられないという人、さまざまであるが京都大学の滑川教授や山本さんのご好意に対しては異口同音に感謝していた。

## 結 び

このシンポジウムがいろいろの意味で成功であったのは数値予報の関係者の努力はもとよりであるが、そのほかに気象庁、東京管区気象台、東京航空地方気象台、気象研究所、東京大学など大勢の人のご協力の賜である。なお、受付や場内アナウンスを担当していただいた土田嬢の活躍に与かるところが大きい。これらの方方に深く感謝の意を表したい。