

大気大循環と関連分野の問題に関する会議

GARP 大循環部会

GARP大循環部会が中心となり、1971年8月26日から28日にかけて、静岡県中伊豆荘において、表記のテーマの研究會が開かれた。大循環研究の一つの大きな問題はシミュレーションのためのモデルづくりであるが、これには各分野の専門家の協力が必要である。昨年にひきつづき開かれた今回の研究會では、大循環関係の研究者とそれに関連する分野の研究者の交流を目的に、各分野の研究の現状や問題点について話題が提供された。約50人の出席者の中で熱心な質疑討論が行なわれたが、参考のため、以下に、提供された話題の概要を報告する。

1. 非粘性回転流体の不安定 (気象研究所, 予報研究部, 時岡達志)

特別な外力, 例えば対流のパラメタリゼーションによる熱放出とか運動量輸送など, のない場合の非粘性の回転流体中に生ずる不安定な波動について, これまでに調べられている事を整理してみた。まず, 不安定の研究に使われる規準振動の仮定の持つ制約について述べた。次に不安定波が存在するための必要条件として, 2次元流に対する Rayleigh の定理, Fjórtoft の必要条件を紹介し, その3次元への拡張として internal jet model, 更に一般の傾圧場への拡張を行なった Pedlosky, Bretherton の研究に言及した。最後に, 具体的な流れのモデルの結果について述べた。特に frontal wave model, 非地衡風傾圧モデルにあらわれる波と, 従来の傾圧不安定波・円形渦の不安定波動, Kelvin-Helmholtz wave との関係を中心テーマとした。

2. 海気相互作用 (東京大学, 海洋研究所, 竹田厚)

Microscale の境界層過程 (surface layer) について得られた知識を種々の規模の大気の運動に導入するためには適当な parameterize が必要であり, 最近この問題への関心は高まりつつある。それには空間的, 時間的な運動の規模に応じた scale が specify されなければならない。さしあたり, AMTEX では BOMEX の結果等を参考に mesoscale について integral method による広域 flux の測定が計画されている。いずれにしてもその前提として surface flux の bulk な表現 (例えば, $\tau = \rho C_d u^2$) の確立が現在の最大の問題であろう。抵抗係数 C_d の風速への依存性については 10m/s ぐらまでは $(1.0 \sim 1.6) \times 10^{-3}$ といわれながらもまだ一致を見ず, τ の直接測定に関して一般的な条件の外洋で精密実験を行な

うための努力がされている。Planetary boundary layer も surface layer をはなれて Ekman layer となると実験的な事実は殆んど知られていない。さらにそこから自由大気中にかけて, flux が積雲対流に組織化されて行く過程まで, 観測による追跡が今後のぞまれるわけである。これらの層の観測手段としては航空機による現場測定その他, 係留気球ゾンデ, ロケット及び電波, 音波による遠隔測定が考えられている。

3. 対流 (京都大学, 浅井富雄)

数値シミュレーションに関連した対流の問題として「何故3次元熱対流の数値実験が必要であるのか?」という問に答える形で話題を提供した。シャワーのある流れの中での2次元対流に関するこれまでの研究の成果を大気中の対流に適用する場合のいくつかの問題点を概観し, ついで対流に伴う運動量輸送に話題をしぼった。対流のモードによって運動量輸送に顕著な差異の生ずることを線型理論にもとづいて示し, 2次元非線型モデルによる数値実験によっても同様な結果の得られることを示した。大気中の対流 (一般に Rayleigh 数が非常に大きい) に2次元の制約を課することによって本来対流がもつであろう物理的性質を歪める危険性, 換言すれば対流の性質を2次元対流では正しく記述し得ない可能性のあることを指摘した。

4. 雲の力学 (名古屋大学, 武田喬男)

降水粒子の粒度分布は, 降水機構, 降水能率のパラメタリゼーションの最も基本的な量であるばかりでなく, 対流雲内での降水要素の集積過程と対流雲の力学的ふるまいとの相互作用において重要な役割を果している。それは, 雲のタイプ・雲の発達段階・雲内での場所によって異なる。降水セルの数値実験は, 一般風の垂直ブ

ロファイルのわずかな差により大きい降水粒子の対流雲内での集積場所がまったく反対になり、下降気流が形成される場所も反対になることを示した。そして、一方の雲からの降水は殆んど同じ場所に降り続き、一方では雨域が移動すると共に弱まっていく。積雲の観測において、降水要素の集積状況、降水粒子の粒度分布、積雲の過冷却度の観測が重要なことが指摘される。

5. 最近の大規模赤道波動の力学について（東京大学、林良一）

最近脚光をあびている赤道大規模波動についての理論的研究が現在さかんになりつつある。これらの論文を自由振動、強制振動、順圧不安定、CISK 大循環モデル等の立場から分類し、簡単な紹介をした。残りの時間で Hayashi の CISK によるモデルの最近の結果を紹介した。

6. MRIモデルの計算スキーム（気象研究所、予報研究部、菊池幸雄、片山昭、滝川雄壮）

われわれのグループでは、大気大循環数値実験用の3層全球プリミティブ・モデルをつくることを計画しているが、そのモデルの中で用いられる基礎方程式を時間積分するための計算スキームについて説明した。スキームの特徴を簡単に例挙する。

- 1) 垂直座標として気圧を使用する (p-座標系)。
- 2) 球面格子点を採用する。格子点は5°毎の経度線上に、75°Sから75°Nまでは緯度5°間隔毎におかれ、75°と極の間には、82.5°にただ一点がおかれた。
- 3) 空間差分のとり方は、いわゆる box method にもとづいている。Kurihara の方法とよく似ているが、大きな特徴は角運動量の保存性も成立つように工夫されていることである。
- 4) 時間々隔は緯度によつて変える方式を採用している。時間外挿は主に leapfrog 方式によつて遂行されるが、高周波数の擾乱の発達を防ぐためと computational mode の増大を押えるため、時々それらに適した時間外挿方式が挿入される。

7. 北半球4層プリミティブ・モデル（気象庁、電子計算室；伊藤宏）

現在ルーチンに使われているバランス・モデルの次の段階のモデルとして、広域予報用に設計されたものである。又、このモデルを使つて予報期間を4日～5日まで延長して、どの程度の予報資料が得られるかをテストしている。

このモデルでは鉛直座標として Phillips の導入した σ -系を使っている。大気の上限は100mbとし、4層で表現している。計算は60°Nのステレオグラフィック投影面上で直交座標を使つて行なわれる。計算範囲は10°Nの緯度圏を近似している八角形の領域である。格子の数は51×51であり、格子間隔は381km (60°N) である。モデルの中に含まれている物理過程は、ルーチン用のバランス・モデルと概ね同じであるが、物理過程のパラメタリゼーションには若干相違もある。

数値テストとしては、1970年9月16日12Zを初期値とした4日子報の結果を示した。このテストの結果では波数1の波が中緯度及び低緯度で著しい西進をおこしている。それで、1) 山を考慮した場合、2) 上の境界を0mbまで上げた場合、3) 上の境界をフリーにした場合に超長波の西進がどの程度におさえられるかを実験した結果を報告した。

8. アジア地区のプリミティブ予報（気象庁、電子計算室、吉田泰治）

相対的にスケールの小さい現象もなるべく適切に予報するためには、垂直・水平方向に細かい格子をとることが望ましい。予報のためのモデルとしてみた場合に、このことを実現するためには予報の領域をある程度限定することが必要になってくる。ここではひとつの試みとして、あらかじめ広い範囲で準地衡風モデルによって予備的な予報をやっておき、プリミティブモデルを適用する領域の境界上では準地衡風モデルで求めた値を適用するという方法で、1日程度の予報を行なってみた結果が示された。用いた方程式はP座標系プリミティブ方程式で、簡単にパラメーター化された対流や混合の物理過程が含まれている。現在のところモデルは数値実験の段階であり、予報モデルとして実用化するためにはまだ多くの改良すべき点のあることが示された。