

海面水温異常 (SSTA) の効果に関するモデルの 結果の国際比較に関する会議の報告*

住 明 正**

1. はじめに

1985年12月9-12日, アメリカ, コロラド州ボルダールの NCAR (国立大気科学研究センター) で, “海面水温の異常 (Sea-Surface Temperature Anomaly=SSTA) が大気に及ぼす影響に関するモデルの結果の国際比較” に関する会議が開かれた. この会議には, 日本からは, 筆者と, 気象研究所から時岡氏の2名が参加した. その他の参加者は, アメリカ, カナダ, イギリス, ドイツ, フランスからであった.

この会議の位置づけと, それをとりまく全体の流れについては, 別報 (本誌 233~235頁 WCP の窓「TOGA 計画の現状と今後の計画について」) を参考にしてもらおうとして, この稿では, 簡単に, この会議の結果を報告したい.

2. 予報実験

今回の会議の特長の1つは, 各国のセンターが参加して, 同一の海水温, 同一の初期値を用いて90日予報を行い, 海面水温の変化の与える影響を比較検討しようというものであった. 参加した機関は, 英国気象局, 東大 (気象庁電子計算室のモデルである), GFDL (米), ECMWF (欧), NMC (米), GLAS (米), カナダなどである. 初期値, 及び海面水温は, ECMWF が準備をした.

この会議の焦点として (海面水温の影響をめぐる問題点として), 冒頭に, Shukla が以下の様にまとめを行った. 即ち, 彼は, 10 の Why (何故) をあげ,

- ① 何が, δT (SSTA) から, heating anomaly (δQ) を作るのか?
- ② δQ の max. の位置を決めているのは何か?

- ③ δQ に関して, 初期条件はどう効くのか?
- ④ δQ に関して, モデルの物理過程はどう効くのか?
- ⑤ 何が, δT から δQ を作りあげる time-scale ($\tau_{\delta Q}$) を決めているのか?
- ⑥ δQ の time-variability とは何か?
- ⑦ 何が, δQ から, δc (低緯度及び中緯度の大気の流れの変化) を起こすのか?
- ⑧ 何が, transient response (過渡的応答) を決めるのか?
- ⑨ 何が, equilibrium response (平衡的応答) を決めるのか?
- ⑩ δQ から δc が実現される time-scale ($\tau_{\delta c}$) は何か?

そして, 最後に, 大きな問題として,

“我々は, 実際の海面水温を用いることにより予報を向上させることが出来るか?”

という問題提起で, 話を締めくくった.

この様な疑問に答えるべく, 各国のセンターが結果を報告したのであるが, 物事は, 予想に反して, それ程, 簡単ではなかった. 結果を要約すると,

- ① 中程度の分解能のモデル (T42~T63) (英国気象局, 東大 (JMA), ECMWF, NMC GFDL) では maritime continent の雨が抑制されず, むしろ, 応答は, 北半球の ITCZ が南に下がる, という形態であった. 一方, 低分解能モデルでは, 明瞭に, maritime continent の干ばつが実現され, 顕著な, 双極子的な応答となっていた (NCAR, GLAS, カナダ),
- ② 気候値として, maritime continent に雨が降りすぎるモデルでは, anomaly も多く, 雨が少ないモデルでは, anomaly も少ない. 逆に言えば, インドネシア付近の気候学的な雨を適切に与え, かつ, 正しく anomaly を simulate するモデルは, 未だない, ということである,

* Report on “Workshop on a model comparison of the SSTA impacts”.

** Akimasa Sumi, 東京大学理学部地球物理学教室.

③ 中緯度の応答に関しては、PNA パターンもどきのものがみられるが、初期値に強く依存した結果を与えた。例えば、Cubash (ECMWF) の結果では、アメリカ北部の PNA パターンは、12月15日と12月16日の case では、pattern は同じであったが符号が全く逆になっていた、

という様になる。議論のまとめとしては(議論となると、皆、本当に良くしゃべるといのが驚きであった)、

① OLR (外向き赤外放射) と雨量の対応は、今一つ疑問である(特に、ECMWF などは、モデルの response 結果が、それほど悪いとは思えない、という主張である)、

② ここで与えられた海面水温の異常も正しいか?(これは、勿論重大で、与えられた海面水温が正しい保証は余りない)

③ モデルの中で、対流群(クラスター)が、正しく表現されていないことが問題——雨の降り方は、一瞬一瞬としては、散在していても、長時間平均すれば、大規模な構造が出て来るはずであるのに、モデルでは、ともすれば、長時間積分しても、雨の降り方は、局在したものになる傾向が強い。実際は、恐らく、擾乱が、クラスターがあちこちに来て、長い時間の平均値では、割合と幅広い構造を示すのに対し、モデルではそれが良く表現されない、という点が、大きな問題である、

④ 中緯度への影響については、局地的な北太平洋域の Jet の強弱などが効いている、との意見がだされた。これらに関連して、系統的エラーを減らす必要性が再度力説され、envelope mountain、或いは、gravity wave drag の必要性を Tibaldi, Palmer, Blackmon などは強調していた、

の4点にまとめられる。その他、東大(JMA)のモデルの持続した熱帯の降水現象については、horizontal diffusion (水平拡散)を σ ですること、及び、Kuoの特長ではないか、と、Tibaldi からの指摘があった。今後、検討してみる必要があろう。

3. Climatic Study のまとめ

いろいろのセンターの GCM の結果が議論された。

* いい加減に、linear だ、non-linear だという議論は止めにすべきであろう。むしろ現実には、non-linear の現象でありながら、linear に合うところに、面白さがあるからであろう。

その中で、印象的な議論のみを下に記す。

① perpetual RUN (外的条件を固定して、長時間積分したもの)の方が、年変化を入れたものより、影響が大き、という結果が報告された。これらの結果から、その理由は、何故だろうか? 海面水温異常から、加熱率の異常へ、そして、循環の変化へと、スピンアップがどの程度のものなのか? という様な問題提起がなされた。

② 海面水温異常の PNA パターンに対する影響に関しては、両極端の議論がなされた。Kang は、GFDL の結果から、海面水温の異常の影響があると主張し、Chervin は、NCAR の結果から、中緯度の差に、海面水温の異常の影響があると統計的に主張出来ないとした。つまり、季節内変動が非常に強く、SSTA impact の signal がとれないと言うのである。中緯度の変動についても、最近観測の方から、40日程度のふらつきがあることが分かっており(しかも、構造は、PNA と非常に良く似ている)、月平均場では、海面水温の異常の影響を、実況と比較する形で議論出来ないと意見もあった。

③ 海面水温異常の中緯度への影響については、線形応答の考え方は、基本的に否定され、高度に非線形な応答である事が強調された。何故かと言うと、海水温を fix した GCM-RUN を何例もしてみると、全ての例に対し、2つの高気圧の pair が出て来るという点では、線形のセンスで良いが、その forcing に対する相対的な位置は(加熱率の異常は、大体同じところに来る)、最大で20~30°程度ずれたりするからである*。

その他、印象的であったのは、UCLA の Mechoso の話で、彼らのモデルでは、PBL での収束量と、free atmosphere の収束量の差を別々に示すことが出来るのであるが、それによると、PBL では、海面水温の高い領域に沿って、線状に anomaly があるが、free atmosphere では、東西の planetary scale の dipole anomaly が実現されていた(秋の学会で、気研の鬼頭君が報告した)。この意味は、境界条件のみに強く依存する parameterization scheme を用いていると、西部太平洋でも降水が、起きてしまうということを示している。逆に言えば、西部太平洋の積雲は、一種の背の低い積雲対流で、水蒸気を PBL の上に持ち上げることに効いている、というわけである。この点は、今後とも考えてゆく必要があろう。(背の低い積雲対流の重要性も、再三、

ECMWF が強調していた。——とに角、ECMWF の諸君は、世界一の自信があるせい、自分達のやって来たことをしきりに強調する傾向にあるように思えた。)

4. まとめと今後の活動方針

全体のまとめとしては、まず、Shukla が、相当精力的に、肯定的にまとめようと努力していた。予報実験の結果として、

① 海面水温異常の影響は、熱帯では認められる。(これは、本当)

② 中緯度への影響に関しては、1カ月目よりも、次の2カ月目の方が、影響が大きくなる。しかも、現実の月平均偏差を示す程大きくはないが、定性的には、悪くはない。

とまとめていた。そして、今後の方針として、82/83のケースについては、更に実験を遂行してまとめること、及び、72/73、76/77のケースをやってみたら、という提案をしていた。この点に関しては、議論は収束してなくて、夏の海面水温の異常の影響の研究を主張する意見(イギリス、日本)もあった。次の会合の予定としては、1987年秋頃、ヨーロッパで開くことになった。全体の雰囲気では、このような形での Workshop は次回が最後で、それ以降は、大気-海洋結合モデルの結果の検討が主流となるであろうというようであった。

5. 雑感

最後に、筆者の個人的な感想を記します。「天気」を興味深くさせるためにも、このようなゴシップ記事もあって良いと思いますので。この部分は、筆者の偏見と歪曲もあるかもしれませんが、注意して読んで下さい。

まず最初に感じたのは、

① 英米人は良くしゃべる、という点です。そんな中で、Workshop の議論を通して、議論に勝つというのは、とても大変なことだと思つづく思いました(フラ

ンス人も、英語が上手でないせいか、ほとんど発言がありませんでした)。とに角、しゃべり終わらないうちに、次から次へとしゃべり始めるのですから。

② 英米のグループは、やはり、非常に communication が良い、という印象を受けました。日本というのは、やはり、遠くアジアから来ているという雰囲気でした。ただし、馬鹿にしているという線ではなく、何か、良く分からない存在、というのが本音のように思いましたが。

③ 英米の諸君は、自分達のグループの人の仕事を、公衆の面前で良く引用し、ほめます。この点については、本当におどろきました。しかし、この点に関しては、日本人で、海外にゆく機会が多い人は、努めて、自分達のグループの若い人を売りだす様に努力すべきだと思いましたが。

④ フランスが、ヨーロッパの地にありながら、流れにまき込まれず、我が道を行く姿勢には感心させられました。どういうことかと言うと、世をあげて、英語圏は、envelope mountain, gravity-wave drug という時に、フランス(LMD)は、horizontal diffusion を σ のかわりに、 ρ で行くと、ロッキーの上のリッジが、きわめて強くなる、というような結果を報告していました(つまり、現在の枠組の中でも、山の forcing が弱いのではなく、モデルの一部で、強くけずりすぎているからという主張でもある)。この diffusion の変更だけで、全計算時間の15%増になっているとのこと)

⑤ とは言え、この種の会議に参加することは、なかなか面白いもので、世の中の流れが分かるという点でも、いろいろな人と、知りあえるという点でも、有意義なものであったことは言うまでもありません。諸外国に迎合することなく、孤立することなく、自らの興味と、独自の視点で研究を遂行してゆきたいものです。