

補講 (2)

延長予報の問題

新田 尚*

1. なぜ延長予報を取り上げるのか

今、便宜的に予報期間を、短期(3日以下)、中期(4~10日)、長期(11日以上)と分けると、中期以上がここでいう延長予報ということになる。しかし、わが国では主として中期から1ヶ月ぐらい先の予報を意味する場合が多い。本文でもそういう慣例に従うことにする(長期予報のことは本講座の気象変動論で一部カバーされる筈だが、全般的なことは技術的な話が多いので、本講座の対象になっていない)。

延長予報の目的は大別して二つあり、ひとつは大気運動の予測可能性の限界(predictability)を探索すること、もうひとつは実用的な意味で長時間先の天気を予報することである。(なお、本文では予報という言葉を、きわめて一般的な意味に用いることにする。)

2. どのように延長予報を行なうのか

延長予報のやり方としては、

- (1) 毎日毎日の子報を繰り返して、予報期間を延ばす
- (2) ある種の時間平均をとった平均場を予報し、ある延長予報期間の平均場を求める

の二つのいき方が考えられる。

用いる手法には大別して、

- (i) 統計的または確率的方法 (statistical or stochastic method)
- (ii) 力学的方法 (dynamical method).
- (iii) 統計(または確率)-力学的方法 (statistical (or stochastic)-dynamical method)

の三つがある。

これらの方法の特徴をそれぞれいくつか挙げるができるが、最も大きい違いとして、(i) 非決定論的(undeterministic)でexplicitな法則に準拠していない(ii) 決定的(deterministic)で明確な物理法則に準拠している(iii) やはり非決定論的だが大気の変動・進展の過程に物理法則を導入する といった点が挙げられ

ている。

3. 原理的説明に関する文献

最近、世界的に延長予報に関する関心が高まっている。それを象徴するものが、ヨーロッパ共同体(EC)加盟国を中心に設立され、活動を開始したヨーロッパ中期予報センター(European Centre for Medium Range Weather Forecasts, ECMWF と略称)であろう。

このECMWFの主催で、延長予報の科学的基礎に関するセミナーが1975年に開かれたが、その議事録中¹のLeith²の総合報告と、1979年米のNCARで開催された夏のコロキウム³のノート³中の同じくLeith⁴が手頃な文献といえるだろう。

統計的な扱いに関する一般的コメントとして、坂元⁵の指摘に注目したい(その他については本入門講座の気象統計についてを参照のこと)。

力学的な扱いについては、5で触れることにして、統計(または確率)-力学的な扱いに関する文献には、Epstein⁶, Fleming⁷, Wiin-Nielsen⁸などがある。

4. 予測可能性の限界に関する文献

この問題を力学系の本質的な問題として初めて取り上げたのは、Lorenz^{9,10}であろう。その後かなり賑やかな議論がなされたが(Smagorinsky¹¹, Lorenz¹² 参照)、いずれも余りに理論に偏っているように筆者には感じられる。今後もっと自然現象のrealityに近い議論が展開されることを期待している。

5. 中期天気予報に関する文献

GARPのFGGEが始まり、史上初の全球観測網による充実したデータ・セットがで上がるようになって、中期予報の実験を行なうのに有利な状況になってきた。

今日まで系統的に試みられた中期予報は、大部分数値モデルを用いたもので、統計的または確率的な手法のものは散発的であり、統計(または確率)-力学的な手法のものは具体例に乏しい。その意味で、力学的(決定論的)な手法を用いた仕事を紹介する。本格的な仕事としては、Miyakoda等¹³が最初で、その後は世界の各所で試みられている。文献1), 3), 11)やECMWFか

* T. Nitta, 気象庁電子計算室。

ら出ている **Technical Report**, 気象庁予報部¹⁴ が最近の情勢を示している。

6. これからの課題

延長予報の問題はたいへん間口が広い。原理的問題から応用技術的問題まで、各自の興味に従って取り組まれていることが大切だと思う。わが国ではやゝもすると非常に狭いテーマだと受け取られがちだが、そうした誤解や先入観で眼をくرامせないようにする必要がある。たとえば文献3) など熟読されれば、世界の情勢も理解できると思う。

文 献

- 1) ECMWF, 1975: Seminars on Scientific Foundation of Medium Range Weather Forecasts, Part I, II, (ECMWF へ請求のこと)。
- 2) Leith, C., 1975: Statistical and Statistical-Dynamical Methods in Medium Range Weather Forecasts, 1), 307-379.
- 3) NCAR, 1976: Weather Forecasting and Weather Forecasts: Models, Systems, and Users, 1, 2, (NCAR へ請求のこと)。
- 4) Leith, C., 1976: Statistical-Dynamical Forecasting Methods, 3) の 219-252.
- 5) 坂元平八, 1978: 因果律と統計的規則性, 科学, 48, pp. 275-285.
- 6) Epstein, E.S., 1969: Stochastic Dynamic Prediction, Tellus, 21, 739-759.
- 7) Fleming, R.J., 1971: On stochastic Dynamic Prediction: I, The Energetics of Uncertainty and the Question of closure, Mon. Wea. Rev., 99, 851-872; II, Predictability and Utility, Mon. Wea. Rev., 99, pp. 927-938.
- 8) Wiin-Nielsen, A., 1977: On the Asymptotic Behaviour of Simple Stochastic-Dynamic Systems, Tech. Rep., No. 8, ECMWF, 94 pp, (ECMWF へ請求のこと)。
- 9) Lorenz, E.N., 1963: Simplified Dynamic Equations and Their Use in the Study of Atmospheric Predictability, Final Report, MIT, (このレポートに初期の論文が集められている)。
- 10) ———, 1969: Three Approaches to Atmospheric Predictability, Bull. Ame Met. Soc., 50, 345-349. (この年に, Lorenz はさらに二つの論文を発表している。すなわち, J. Atmos. Sci., 26, 636-646 および Tellus, 21, 289-307)。
- 11) Smagorinsky, J., 1969: Problems and Promises of Deterministic Extended Range Forecasting, Bull. Ame. Met. Soc., 50, 286-311.
- 12) Lorenz, E.N., 1976: Limitations on Weather Prediction, 3) の 214-218.
- 13) Miyakoda, K., and Staff Members, 1968: Extended Prediction with a Nine-Level Global Model on the Kurihara-grid, Proc. WMO/IUGG Symp. Num. Wea. Prediction, Tokyo, pp. IV-I-6.
- 14) 気象庁予報部, 1978: 数値予報による延長予報, 電子計算室報告, 別冊, 24, 122 pp.