

大地震予測の手掛かりになるのは各種の観測データの異常現象であろう。しかし、それが大地震の前兆なのか、どの程度切迫性があるのかなどの識別には大きな不確定さが伴う。一般に切望されているような決定論的地震予知は難しく、「危険性が高い」「いつ起きても不思議でない」などの定性的な合言葉で終わらせず、危険性を数量的に示す確率的予測が必要となる。地震予知に繋がりそうな定性的な知見が出ても、その定量的な予測モデリングが伴わないと困る。

地震予測において前兆（前駆）現象と異常現象（常時と違う状態、データ異常値など）は明確に使い分ける必要がある。前者は既に大地震が起きてしまったからの概念であり、後者は「前兆かもしれない異常現象」で、地震予測では異常現象が前兆現象である確率が問題となる。たとえば「前震」は本震が起きてから認定されるもので明らかに前者の概念であり、本報告では「前震かもしれない」地震の群の性質、たとえば時空間的な発生の集中度やマグニチュード系列の増減や地域性の違いを手掛かりとして前震の確率予測に結びつく統計モデルが必要である¹⁾。

大地震の確率予測の実用化には、各種観測の積み重ねによって「異常現象」を定義し、それらが「前兆」である確率を見積もり、その確率利得を求める必要がある。ここで確率利得とは「大地震の確率予測が基準の確率にくらべ何倍高くなるのか」という意味である²⁾。一種類の異常現象では高い確率や確率利得を出すことは困難であろうが、いくつかの異常現象が重なって観測されれば確率は高められる³⁾。中期、短期の異常現象を探し、各々の予測確率を見積もり、それらを組み合わせるのが有望な策である^{2, 3)}。たとえば前震の識別は短期予測で、地震活動静穏化に基づく予測は中期予測である。

Collaboratory for the Study of Earthquake Predictability (CSEP)⁴⁾ は地震活動の統計的モデルの開発を促し、確率予測の観点から性能を評価することを当初の目標としている。それは、地震活動、地殻変動や電磁気変動などの様々な観測異常による各種の地震予測法の有意性と「確率利得を評価できる科学的なインフラ（共通基盤）を整備することでもある。CSEPは先ず、基準の確率予測を与えるために、世界の各地域に適合した基準の地震活動モデルの成立と、それらの改訂を進めようとするのである。その際、予測の成績を測るものとして「尤度」が合理的なものと考えられている⁵⁾。もし有用な知見が組み込まれた新予測モデルが出てくれば、基準モデルと比較して、予測力が向上したか否かの評価ができる。この様に地震予測モデルは進化すべきものである。

もとより、大地震を少しでも高い確率利得で予測するためには地震発生の仕組みや観測異常現象の包括的な研究が不可欠である。そもそも何かしらの異常が認められたとき、それが来るべき大地震の前兆であるか否かの識別は容易でない。しかし、黑白の判別は不可

能としても、この異常の出現は、この範囲、この期間の大地震の発生確率を、基準のもの
と比べて、この程度まで増加させると言えるようになればよい。このように、異常現象の
大地震発生への前兆性や切迫性の不確定性を時空間的に見積もる必要があり、これには数
多くの事例を研究し、各種因果関係を確率予測へ繋ぐ点過程モデルを構築しなければなら
ない^{6、7)}。それらの知見をどの様に組み込んで、相場のモデルを超える確率予測を実現す
るのが課題である。(尾形良彦)

文献：

- 1) 統計数理研究所 (2011). **連絡会報** 85 巻 (12-7), 440-444.
- 2) Aki, K. (1981). *Earthquake Prediction* (Maurice Ewing Series, 4), eds. D. W. Simpson and P. G. Richards, Washington, D.C.: American Geophysical Union, 566-574.
- 3) 宇津徳治 (1979). **連絡会報** 21 巻, (7-4) 164-166.
- 4) 東京大学地震研究所 (2010) **連絡会報** 85 巻(12-2) 433-436.
- 5) Akaike, H. (1985). Prediction and entropy, in *A Celebration of Statistics, The ISI Centenary Volume*, A.C. Atkinson and S.E. Fienberg, eds., Springer-Verlag, New York, 1-24.
- 6) 統計数理研究所 (2001). **連絡会報** 66 巻, (10-4), 562-570.
- 7) 統計数理研究所 (2004). **連絡会報** 72 巻, (11-7), 631-637.