



予測の科学

村井重夫*

最近の天気予報はよく当たる。ゴルフに行く数日前にはゴルフ場のピンポイントの天気予報をwebサイトで確認し、雨具や防寒具などの準備をしている。自然現象の予測を科学的にしている分野としては気象・火山・地震・津波などがあり、最近では人口知能や大量データの活用などによって予測の精度が向上している。

私が学生だった約55年前は、予測が正しいかどうかを知るためには将来の姿について仮説を立て、結果と仮説を統計的に比較検定していた。私の勉強不足と思うが、結果が出る前に検定することができず、予測の手法としては適していないように思っていた。しかし、近年では、持続可能な開発目標 (SDGs¹⁾) のように、十年単位や百年単位での将来を予測し、結果を待たずに対策することも多くなっており、事前に予測できて不確実性が少ない科学的な手法が求められている。

科学的な予測手法としてはベイズ統計が有名であり、歴史的にはドイツ軍Uボートのエニグマ暗号解読が、最近では電子メールのスパムフィルターへの応用など数多くの事例がある。ベイズ統計は、1763年に発表されたトーマス・ベイズの論文が始まりといわれ、新たなデータを得る都度、確率を再計算し更新する手法とあってよい。例えば、10年前のモデル計算による温暖化の予測確率が60% (x) だった場合、その後の観測によってモデル計算が正しくて温暖化を確認できる比率が70% (y)、モデル計算は不確実であるが温暖化を確認できる比率が50% (z) であれば、温暖化の予

測確率は68%に上がったと考える手法である。その事前確率から事後確率を求めるベイズの計算式は $x \cdot y / (x \cdot y + z(1 - x)) = 0.68$ である。

IPCC²⁾ (気候変動に関する政府間パネル) では地球温暖化の自然科学的な根拠、生態系や社会への影響や適応策、温暖化に対する緩和策についての評価を目的にしている。2013年に発表されたIPCC第5次報告書では、上記のベイズ統計と全く同じ手法ではないが、CO₂など温室効果ガスの排出シナリオ (RCP³⁾) を想定し、気候モデルを使って将来の気温上昇や降水量変化や海面上昇などの予測を行っている。気候変動は正に予測の科学である。

予測の科学で重要なことは信頼性である。気温上昇には不確実性があるため、気候モデルを使って気温の歴史的な変化を試算し観測結果と比較して整合性を確認し、その気候モデルを使って将来の予測値を求めている。観測値やモデル計算した数値には、専門家が、「ほぼ確実」(99~100%) から「ほぼあり得ない」(0~1%) の7段階に分けて不確実性のコメントを付けて報告書をまとめている。また、報告書では「気候変動の不確実性に対する認識やリスク対応の方法は、ベイズ的に考え方を更新することが重要である」と述べており、新たな知見を得る都度、信頼性を上げて行くことの重要性を指摘している。とくに、モデル計算はエルニーニョのような自然変動の曖昧さ、二酸化炭素の排出量の見通しの曖昧さ、気候モデルのパラメーターの曖昧さを含んでいるため、予測

*公益財団法人海洋化学研究所評議員

の信頼性をさらに高める必要がある。

気候変動に関しては海洋への影響も懸念されている。海水温上昇，塩分上昇，溶存酸素量減少，海洋酸性化，海面水位上昇，波高の増大，高潮発生の増加，北極の海水面積減少，海流の変化，海洋生物への影響などがある。

海洋化学の分野でも予測の科学に一層の関心を

持って研究を進めるべきではなかろうか。

註

- 1) Sustainable Development Goals
- 2) Intergovernmental Panel on Climate Change
- 3) Representative Concentration Pathway