

気候モデル 温暖化を解明

異常気象を各地にもたらす地球温暖化は、人為的な活動による温室効果ガス排出が主因だ。定説となったこのメカニズムを明らかにしたのが、気温などの中長期的な変化を再現・予測する「気候モデル」だった。半世紀以上の歩みのなかで精度が飛躍的に向上し、これを応用した研究も進む。(服部牧夫)

気候をコンピューターで再現・予測する

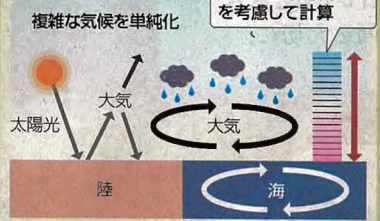
1 気候モデルの夜明け

真鍋淑郎さんが太陽光エネルギーや大気の大気対流に着目したモデルを発明(1960年代)



真鍋淑郎・米プリンストン大 上席研究員

18の層に分けて、大気やエネルギーの動きを上下方向のみを考慮して計算



大気中のCO₂増加で温暖化が進行することを示す

2 スパコンで精度向上

気候変動を計算するスーパーコンピューター「地球シミュレータ」登場(2002年)



地球シミュレータ

気候研究開発機構提供



住明正・東京大 特任教授

温暖化は「人間が原因であることは疑う余地がない」(2021年公表のIPCC報告書)と断定

3 応用分野の拡大

雲の状態の精密な再現や氷河期の謎を解明(10年代)



佐藤正樹・東京大教授

地球全体を1辺3.5°・分に分割して雲の詳細な状態を計算



佐藤教授提供



阿部彩子・東京大教授



阿部教授提供

2万年前の北半球の氷床を再現。氷河期は10万年周期で繰り返す要因が明らかに



実測値に迫る精度に

複雑な現象単純化

気候モデルの創始者の一人である真鍋淑郎・米プリンストン大上席研究員(91)は、2年前にノーベル物理学賞を受賞した。他の2氏との共通受賞理由は「複雑な物理システムの理解への画期的な貢献」だった。

気候は、複雑な物理システムそのものだ。気温や気圧、水蒸気量、太陽から降り注ぐ光エネルギーなどが常に変動するうえ、これらが相互に影響あう。東京大での研究が認められて渡米した真鍋さんは1958年から、天気予報の手法を応用し、中長期的な気候の予測を試み始めた。ただ、当時のコンピューターの性能では大量のデータの扱うのは難しく、計算量を減らす必要があった。

真鍋さんの戦略は「単純化」。本来は3次元で広がる大気を地上から上空まで続く1本の「棒」に見立てた。それを18層に分割させ、太陽光エネルギーや大気の大気対流などのデータを絞って条件を変えていくことで、気候がどう変動するかを分析するモデルを60年代半ばに開発した。

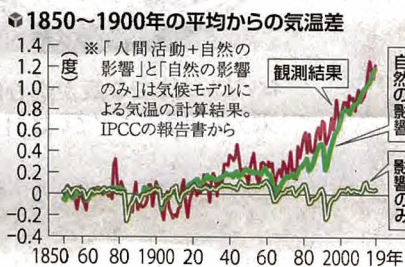
単純化で計算量は減るが、重要な要素を削ってしまうと、再現性は低くなる。真鍋さんのモデルは、実際の気温などの変化と高い精度で一致した。江守正多・東京大未来ビジョン研究センター教授(58)は、「真鍋さんが、気候の本質を捉えていたから」と強調する。

世界最速スパコン

真鍋さんら世界の専門家が協力して気候変動に関する科学的な知見をまとめるため、国連の「気候変動に関する政府間パネル(IPCC)」が88年、発足した。「人為的な活動による温室効果ガス排出が続けば、生態系や人類に重大な影響を及ぼす気候変化が起きるおそれがある」。2年後に公表された初の報告書は、この警鐘を鳴らした。

ただ、当時は地球の大気を1辺500km・分に分割して計算するのが精いっぱい。この限界を突破するために2002年に稼働したのが、海洋研究開発機構のスーパーコンピューター「地球シミュレータ」だ。同機構と東京大、国立環境研究所が作り上げたモデルは、同100km・分まで細かく分けたもので、当時世界最速だったスパコンがあつてこそ実現できた。

分割を小刻みにするほど、条件を細かく設定できたため、より実態に近づけられる。2019年、



「人間活動+自然の影響」と「自然の影響のみ」は気候モデルによる気温の計算結果。IPCCの報告書から

氷床の変化を再現

どこまで細かく分割すれば、より実態に近い気候を再現できるのか。東京大大気海洋研究所の佐藤正樹教授(59)らは、正二十面体に見立てた地球を細かく分割して1辺3.5°・分としたモデルを作った。

このモデルで雲が発生したり、発達したりする状態を再現したところ、気象衛星「ひまわり8号」で撮影した実際の画像とほぼ一致した。佐藤さんは予測の難しい台風の動向や豪雨頻度などを、信頼性高く解析できるよつとになる」と話す。

扱うデータの種類も増やせるようになった。従来モデルは実際よりも気温が高めに出る傾向があったが、気温を下げる大気中の浮遊微粒子をモデルに組み込むことで解決した。住明正・東京大特任教授(74)は「実際は気候を再現する場合、これまででは補正の必要があつたが、ほぼ不要になった」と振り返る。