

## 地球気候のモデリング

中島映至

気候システム研究センター長 教授

<http://www.ccsr.u-tokyo.ac.jp/>



ライトブルー(淡青)の空を見上げてみよう。太陽と白い雲、風が吹いていて爽快である。我々が暮らすこのような地球気候のモデリングが今回の話題である。(本文へ続く)

現代型コンピューターの創始者でもあるフォン・ノイマン博士が、プリンストン大学高等研究所に若手気象学者を集めて、将来有望な計算科学分野のひとつとして「数値気象学」グループを立ち上げたのは1940年代後半である。1950年にはEniacコンピューターによって最初の大規模スケールの気象シミュレーションが行われた。水平分解能は700kmで、高低気圧をうまく再現することが重要課題になっていた。強い非線形性を持つ流体方程式を長期積分することは非常に難しいのである。この問題は、北京で蝶が羽ばたくとその複雑な擾乱でニューヨークに嵐が起きると言う「ローレンツの蝶」の例えを生んだ。

その50年後、アジアの一角で超大型スーパーコンピューターの地球シミュレーターが稼働し、われわれは水平スケール100kmの数値気候モデルを数百年間、積分できるようになった。その結果、例えば、地球温暖化によって変化する日本の将来気候や、全球に拡がる大気汚染など、地球の状態について様々なシミュレーションが可能になってきた(図1-3)。これらを詳細に見てみると、この100年間の気候は、太陽出力の変化、火山爆発、人為起源の二酸化炭素やエアロゾルなどの外因で変化していること、数万年スケールでは大陸隆起や地球軌道の変化によって、氷期、間氷期が繰り返されていることがわかってきた。

このようなシミュレーションはさまざまな問題に利用されるが、特に地球温暖化問題は重要である。図1によると温暖化はこれから顕著に現れ始め、21世紀末には1年の3割は真夏日になる可能性がある。その対策には、地域気候を予測できるモデルをどうしても開発する必要がある。いま開発中の次世代型モデルは水平分解能が10km以下になり、東京の山手線サイズくらいの現象を分解できる。このモデルで最近、数値実験をした全球海洋地球の雲を図4に示そう。なんとなく本物っぽくないだろうか？

ここで紹介した数値気候モデルは、太陽、雲、風、海など気候系に係わる様々な物理化学過程を含んだ非常に複雑なモデルである。気候システム研究センター設立の1991年当時は、大学ではこのような複雑なモデル作りは無理ではないかと言う声もあった。しかし、教員と大学院生のコラボレーションによって高度なモデルが開発されたのである。気候システム研究センターのパンフレット等でシンボリックにもなっている弥勒菩薩は56億7千万年後にお生まれになって我々を救済してくれる。その考えにははるかに及ばないが、われわれのモデルは地球を不完全ながらも再現しようとしている。非線形理論からは自明ではないが、今のところ、自然起源と人為起源の様々な要因を取り込めば取り込むほど、数値解はより現実に近いようである。その意味で、多くの研究者を抱える大学でモデル開発を行うのが、いま、おもしろい。コンピューターの中の地球で、ローレンツの蝶が羽ばたく様子を見てみようではないか。

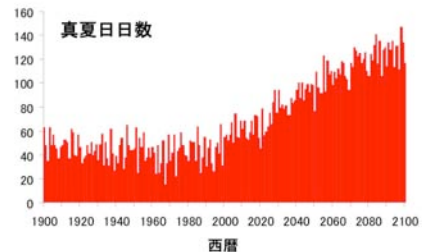


図1. 温暖化で起こる我が国の真夏日の将来変化。

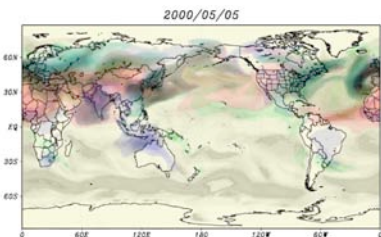


図2. ある日(2000年5月5日)の大気汚染エアロゾルの流れ(硫酸塩:青、炭素:緑)。砂塵(赤)と海塩粒子(灰)も示す。

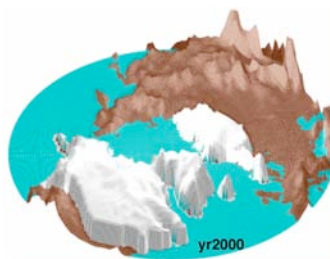


図3. 最終氷期における大陸氷床の再現。北極海を俯瞰する。

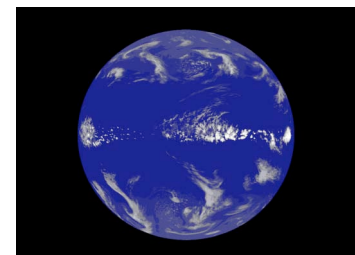


図4. 新しい非静力学モデルによる水星の雲の再現。