



「Beyond Global Warming: How Numerical Models Revealed the Secrets of Climate Change」

Syukuro Manabe ·

Anthony J. Broccoli 著

Princeton University Press,

2020年1月

224頁, \$35

ISBN 978-0-69-105886-3

Manabe and Broccoli. 気候科学者が気候変動や地球温暖化を語る際に著者らの名前が出ないことはないだろう。本書は19世紀後半以降の地球温暖化に関する研究を、その歴史的発展に沿って纏め上げ出版されたものである。別の言い方をすれば、これは地球温暖化研究の世界的第一人者である著者らの研究成果の歴史でもあり、地球温暖化研究に必要な不可欠な数値モデルの歴史でもある。また本書は、単なる温暖化研究に関する教科書の枠に留まらず、「数値モデルは予報予測に有効だけでなく物理過程の理解にこそ有効である」と言う著者の想いが冒頭から結びまで随所に感じられる一冊である。

本書の構成は以下の様になっている。

1. Introduction
2. Early Studies
3. One-Dimensional Model
4. General Circulation Models
5. Early Numerical Experiments
6. Climate Sensitivity
7. Glacial-Interglacial Contrast
8. The Role of the Ocean in Climate Change
9. Cold Climate and Deep Water Formation
10. Global Change in Water Availability

1章では温室効果と地球温暖化の物理過程を紹介し、2章では19世紀中頃以降における Fourier から Tyndall, Arrhenius, Hubert, Callendar らと続く温室効果や地球温暖化に関する研究黎明期の成果を紹介し、大気と地表面の熱収支式から、温室効果ガスである大気中の二酸化炭素濃度の増加に対する地球表面気温の上昇過程を丁寧に記述している。

3章以降は数値モデルを用いた二酸化炭素倍増実験の結果に焦点が充てられ、著者らの研究成果が多く登場する。3章では1次元の放射対流平衡モデルを、4章及び5章では大気大循環モデルを導入した実験結果を紹介し、地球温暖化研究と数値モデルの発展が順を追って描かれている。著者らが開発した GFDL モデルを軸に4章では同時期に開発された UCLA モデルとの比較も行い、5章では GFDL モデルを用いた、今日の温暖化実験の基礎と言える二酸化炭素倍増実験と太陽放射変化実験による地球温暖化の空間分布を示し、海洋混合層を導入することで地球温暖化の季節性についても述べている。

6章では、近年の温暖化研究や気候モデルの評価にも使われている、外部強制に対する全球平均気温の応答である「気候感度」が紹介され、その影響要因である気温減率・水蒸気・アルベド・雪氷・雲に関する様々なフィードバックが多くの事例と共に解説されている。特に、各モデルにおける雲のパラメタリゼーションの違いがモデル間における気候感度の差に繋がることを示し、気候モデルにおける雲の表現の重要性を指摘している。

7章では温暖化実験の知見を古気候分野に適用した主に最終氷期の地球気候の再現性に関する研究成果を、8章以降は主に地球温暖化に対する海洋や河川流出・土壌水分といった水循環の寄与・応答に関する研究成果を取り纏めている。8章では海洋の影響による温暖化抑制の効果が示され、9章では7章で述べた最終氷期における深層水生成の役割について解説されている。また、最終章では温暖化に伴う大気中の水分量増加により、乾燥地域はより乾燥化し、湿潤地域はより湿潤化する地球水循環の変動傾向について述べている。

冒頭にも述べたが、本書は単なる温暖化研究を時系列的に取り纏めた本に留まらず、著者らの研究の歴史や思想哲学が織り交ぜられた自叙伝ともいえる本である。幾つかの章には著者の GFDL への異動や共同研究の発端となったミーティングに纏わる物語が登場し、温暖化研究史を鮮明にしている。また、フラックス調整の必要性や、物理的解釈が可能な簡略化された気候モデルを用いた感度実験の有効性などの主張は、著者らの研究哲学の一端でもある。

評者は名古屋大学で博士研究員として勤務していたひととき、幸運にも小さな部屋で著者である真鍋先生と机を並べさせて頂いた経験があるが、本書を通じてあの頃の真鍋先生のお話が聞こえてくる様でもあつ

た。著者との議論を思い出す様な面識のある読者にはもちろん、著者と面識のない気候システムに興味を持つ大学院生や気候変動を研究する若手研究者にも「温

故知新」として本書を是非勧めたい。

(理化学研究所・神戸大学 梶川義幸)