



## 「The Climate in Historical Times : Towards a Synthesis of Holocene Proxy Data and Climate Models」

H. Fischer・T. Kumke・  
G. Lohmann・G. Flöser・  
H. Miller・H. von Storch・  
J. F. W. Negendank 共編,  
Springer, 2004年, 488頁,  
価格 EUR 139.95,  
ISBN 3-540-20601-9

本書は GKSS 研究センターを含むドイツの幾つかの国立研究機関と大学（初期には5つ、後には14）の研究者達による横断的プロジェクト The Climate in Historical Times（ドイツ語での頭文字をとって KIHZ）の成果を集めたもので、プロジェクトの名前がそのまま書名になっている。副題にある Holocene（完新世）は、現在に最も近い氷期が終わってからの1万年あまりの期間を指す地質年代であるが、近代的な測器による気象観測の歴史は高々200年程度であり、このような長期にわたる気候の歴史を追跡するには何等かの間接的な証拠（代理データ；プロキシ）によらねばならない。

過去の気候や環境を復元するのに用いられる試料には、樹木の年輪、湖底堆積物中の花粉の化石、海洋堆積物の掘削コア、氷床の掘削コア、珊瑚（の化石）などがあるが、こうした試料から得られるデータから過去の気候変動のシグナルを読みとるには、それらの変動が何を反映したものであるかに関する専門的知識と経験が必要であるのと同時に、それらが表現する気候要素の変動特性についてもある程度理解しておく必要があるだろう。今日では大循環モデル等各種の数値的気候モデルが比較的簡単に利用できるようになってきたので、得られたデータの時間・空間的整合性やそこから導き出される仮説の物理的妥当性のチェックのために気候モデルを使いたいという古気候の観測的研究者側からの要望は強い。一方、気候系及びそのモデル化に取り組む研究者側からすれば、測器観測の及ぶ期間を越えた長い気候変動の記録や現在とは異なる外的強制（境界条件）の下での変動や変化の記録は、モデ

ルの性能のチェック、更には気候変動のメカニズムの理解自体にとっても有用であると考えられる。また、記録を提供する試料そのものについても、その解析手法や解釈については日々進展があり、目的に応じた新しい指標を見いだす努力が続けられている。例えば古くから使われている樹木の年輪においても、近年では構成物質中の安定・放射性同位体の分析等から各種の情報が読みとられる。こうした事情を背景に、観測とモデル双方を含む広い範囲の研究者達がそれぞれのツールとノウハウを持ち寄り、互いの手法や考え方に習熟しかつ共通に議論する場を提供するというのが KIHZ というプロジェクトの初期のねらいであった。

本書の各章は、2001年9月に行われた KIHZ の会合における講演を基にした23編の論文等からなり、その内容はプロジェクトの目的に呼応する形で、各分野のレクチャー的なものとメンバー達による研究報告的なものの2種類に大別される。章構成上これら2種類のものが明確に区切られているわけではないが、以下各章のタイトルの和訳を挙げておく。

1. 完新世—その気候と気候アーカイブについて
2. 気候システムの非線形力学
3. 現実的な気候モデルとその古気候への応用
4. モデルシミュレーションによる完新世の気候変動—その最前線
5. 海の高気候学—動機・方法及び成果
6. 気候アーカイブとしての珊瑚
7. 年層をなす湖底堆積物と古気候との関係性
8. 木の年輪からの解釈
9. 極域氷床コアに記録された古環境と気候
10. 古気候記録からデータ同化の意味で復元されたラージスケールの気候変動
11. ドイツ Holzmaar 湖の年層から読みとられる環境変化に対する湖沼生態系の応答
12. 完新世におけるサハラ・アラビア砂漠の古気候学
13. 古気候復元のための変換関数—理論と方法
14. 古気候復元のための変換関数—応用
15. C3植物の水素と酸素の安定同位体からの気候学的情報—室内実験と野外観測
16. 季節分解能をもった250年分の珊瑚の記録からの気候モードの検出
17. 1万年から9千年前の期間における Holzmaar 湖と GISP2 コアの記録に見られる太陽活動周期の位相安定性
18. 完新世における北極海への変動する淡水流入—モ

デル実験の含蓄するもの

19. CLIMBER-2地球システムモデルによる過去千年間の歴史的強制シミュレーションにみられる気候変動
20. 古気候復元における高分解能地磁気解析の貢献
21. 全球及び地域気候モデルに見られる内部気候変動
22. アジョイントモデルによる気候解析—可能性探査実験
23. KIHZプロジェクトによって利用可能なプロキシデータとモデルシミュレーションからみたマウンダー極小期

最初に第1章で完新世という時代を概観した後、2～4章では気候システムの力学と気候モデル及びモデルを用いた気候変動研究に関するレビューが行われる。記述は解説的というより網羅的(特に2, 4章)であり、初学者が気候システムとその力学に関する具体的なイメージを得るには向かないが、先端研究へのインデックスとして用いると有用であろう。続く5～9章で、古気候復元に用いられる各種データとその分析手法等が概説される。この部分は幾分教科書的であり、ものによっては具体例を挙げたかなり詳しい説明がなされる。また13, 14章ではプロキシデータを気候学的な変数に読み替える際の変換関数の構築方法が数学的原理にまで遡って扱われている。評者のように変換後の解釈の終わったデータばかりを見ている者には普段見られぬ舞台裏を覗いているようでなかなか興味深かった。その他個々の研究で興味を引いたものを幾つか挙げておく。18章は様々な地質学的な証拠から復元された完新世における北極海への淡水流入量の変動を大西洋北極海の海水—海洋循環モデルに与えて、表層及び深層循環の応答をみたものである。23章の標題にあるマウンダー極小期は17-8世紀頃にみられた太陽黒

点数の変動(これは太陽の活動度と関係すると云われている)における代表的な極小期の一つで、ヨーロッパの小氷期における最寒期と時的にほぼ重なっている。そのため両者の関係性は昔からしばしば議論されてきた。ここでは、KIHZプロジェクトのメンバーらの手になるプロキシデータを、復元に基づく太陽活動度や火山性エアロゾルを強制力とした結合大循環モデルの長期シミュレーション結果と照らし合せつつ小氷期の気候の特徴が議論されており、本書のハイライトをなす部分といえる。また10, 22章では、限られたものでしかない古気候データから時間空間的に整合のとれた気候変動のパターンを得たり、同定された変動パターンを生み出した外的強制力を特定するに際し、モデルの持つ力学を直接利用しようとするいささか野心的な試みが紹介されている。そのための具体的な方法として(統計的アップスケーリングと)パターンナッジング及びアジョイント法が用いられる。これは現業予報システムや再解析プロジェクトで用いられているデータ同化手法の古気候への応用ともいえるが、古気候ならではの困難も多く、この部分は本書のもう1つの柱となっている。

以上内容紹介としてはややモデル研究の部分に偏った観はあるが、本書の半分は観測的研究に関するものであり、評者自身読んでいて面白かったのはむしろそちらの方であった。プロジェクトの目的や実際の内容からもわかるように本書は古気候学におけるやや程度の高い教科書としても利用できる(事実本書はGKSS School of Environmental Researchシリーズの1つとして刊行されている)。観測側であってもモデル側であっても、古気候学の研究を目指すものにとっては読んでおいて損のない1冊であろう。

(地球環境フロンティア研究センター 村上茂教)