

財部香枝* 中川智視** 山本 哲***

Kae TAKARABE* Tomomi NAKAGAWA** Akira YAMAMOTO***



気候変動をめぐる科学史：ジェイムズ・フレミング著『気候変動に関する歴史的視点』について

History of Science on Climate Change : Focusing on James Fleming's *Historical Perspectives on Climate Change*

はじめに

近年、気候変動への関心は高く、雑誌『現代思想』2020年3月号で気候変動特集が組まれることもあったが、2021年8月、気候変動に関する政府間パネルの第6次評価報告書（第1作業部会）「自然科学的根拠」が公表されたことや（気象庁ウェブサイト）、さらには同年11月、真鍋淑郎氏が「現代の気候研究の基礎となった」としてノーベル物理学賞を受賞したこともあり（日本気象学会ウェブサイト）、より一層関心の高まりを見せている（気象学史研究連絡会・財部香枝2022）。

気候変動に関する科学史に目を転ずると、人々は昔から異常気象について話してきたが、地球温暖化（global warming）の基本的な物理学の理論は19世紀に導き出されていた。温室効果は、地球が放出する赤外線を大気中の成分が吸収することによって地表面付近の気温を上げる効果のことであるが、地球温暖化に関する科学史を記したワート（2005：7-29）は、地球温暖化は、人間の産業活動によって出された物質（おもに二酸化炭素、CO₂）が温室効果を持ち、その結果として全地球平均の地上気温が上昇することだと言う。

ワートはまた、地球温暖化を発見したのは、一人一人の人間ではなく、たくさんの科学者の

共同体だと言う。19世紀初め、フランスのジョゼフ・フーリエは大気が熱放射の一部を何らかの仕組みで閉じ込めていると考えた。イギリスのジョン・ティンダルは、CO₂や蒸気が赤外線を吸収することを室内実験で明確に示した。氷河時代の謎は、1896年スウェーデン人スヴァンテ・アレニウスが取り上げ、大気中のCO₂の量の変化で説明できるとした。彼が発見したのは、実際の地球温暖化現象ではなく、理論上の概念にすぎなかった。一方、わずか何十万年かの間に前進と後退を繰り返す大陸氷床のような比較的速い気候シフトを説明するために、地質学者は造山運動のような地球内部以外の力を探さねばならなかった。アメリカのベンジャミン・フランクリンは、訪れていたフランスの異常な冷夏に目をとめ、火山による霧が原因の可能性を推測した。アメリカのT・C・チェンバリンは、温度と海水の塩分濃度との争いは接戦で、釣り合いを崩すのに大きな変化は必要ないと考えた。19世紀末までには、気象学者はこの考えを検証するための十分な信頼できる気象記録を集めていたが、検証は失敗したのだった。

同書の訳者増田は、気象・気候の研究に携わってきた経験から、地球温暖化が、現実の気温上昇という現象からではなく、むしろシミュレーションの結果として「発見」されてきたと指摘する（増田2016）。なお、増田は、同書の

*中部大学国際関係学部国際学科 **明治大学兼任講師 ***元・気象研究所

詳細な解説をウェブサイトにて公開しているので、参照してほしい。

中陣（2021：47）もまた、地球温暖化の科学史は18世紀までさかのぼれるとし、気候変動科学の歴史の第一次産業革命の時代としてフーリエ、ティンダル、アレニウス、チェンバリンの名を挙げる^(注)。なお、地球温暖化認識の変遷については、中陣（2021：52-53）の付表にまとめられているので、参照されたい。

このほか、森（2008）は、地球温暖化の主原因をめぐる現在進行中の論争に対して、過去の科学論争と照らし合わせ、科学史の視点から歴史的位置付けを行おうと試みた。

一方、より古い時代に遡り、地球温暖化に関する考え方の歴史を辿った次の著作もある。James Rodger Fleming, *Historical Perspectives on Climate Change*, Oxford University Press, 1998（ジェイムズ・ロジャー・フレミング『気候変動に関する歴史的視点』オックスフォード大学出版、1998）。同書は、著名な研究者を取り上げるばかりでなく、公衆の気候変動の理解を扱うことに特徴がある。今から四半世紀前の1998年に刊行され、学術誌に書評も多数掲載された（*Nature* 1999、*BAMS* 1999、*Bulletin of Science, Technology & Society* 1999、*Earth Sciences History* 1999、*ISIS* 2000、*Int. J. Climatol.* 2000、*Quarterly Review of Biology* 2000、*BJHS* 2001）。しかしながら、同書はわが国では詳細な検討がなされてきておらず、いまなお検討する価値があると考ええる。そこで本稿では、同書を取り上げ、気候変動に関する歴史的視点を概観する。

1. 著者について

ジェームズ・ロジャー・フレミングは、科学技術史を専門としており、気象、気候、および人間社会の出来事に関する第一人者である。彼は、気候変動に関する政府間パネル IPCC の寄

稿者および専門的査読者を務めてきた。彼は、米国科学振興協会および米国気象学会のフェローである。学際的な気候研究に対するエドワード・ブルックナー賞、サリー・ハッカーおよびルイス・J・バットン書籍賞等を受賞した。彼はペンシルベニア州立大学にて天文学（学士）、コロラド州立大学にて大気科学（修士）、プリンストン大学にて科学史（修士）および歴史学（博士）を学んだ。米国メイン州にあるコルビー・カレッジ名誉教授である。

フレミングは、本稿で取り上げる *Historical Perspectives on Climate Change* の他、*Meteorology in America, 1800-1870*, Johns Hopkins University Press, 1990.; *Fixing the Sky: The Checkered History of Weather and Climate Control*, Columbia University Press, 2010.（『気象を操作したいと願った人間の歴史』紀伊國屋書店、2012）；*Inventing Atmospheric Science*, MIT Press, 2016.; *First Woman: Joanne Simpson and the Tropical Atmosphere*, Oxford University Press, 2020. 等を著した。最新の研究は、ビッグ・ヒストリーと人新世：批判と対案である（コルビー・カレッジ・ウェブサイト）。

2. 視点

同書の序文によると、同書は啓蒙時代から20世紀後半までの気候や気候変動に関する歴史的視点を提供するものであり、地球規模的変動は地球を物理的・化学的・地質学的・生物学的・人間的過程の相互関連する体系として見るという。さらに、地球体系に関する科学的知識には大きな不確実性が存在しており、雲、海洋、生物圏、地球化学的循環、および他の過程について学ぶべきことが多いと言う。同書は、アメリカ初期の気候変動の考え方の研究として始まる。

3. 目的

同書の目的は、気候変動の歴史の完全な調査を構築するのではなく、エリートや大衆の気候変動の理解に関する相互に関連する一連の小論を書くことであると言う。

また同書は、気候変動の把握 *Apprehending Climate Change* に着目し、次のように述べる。

- ・自然と私たちの関係における危機に近づいているという不安が急速に増大してきている。文明の持続性にとって、惑星の居住適性にとってさえ、潜在的に壊滅的な結果になりうるだろう。
- ・地球変動の変化する自然——歴史的次元——は適切な注意が払われてきていない。
- ・地球規模の環境変動の歴史は、一部には天文学、化学、コンピュータ科学、地理学、地質学、気象学、古生物学、および物理学のような特定の科学の歴史に基づき、また一部にはより広い歴史的潮流から描かれる。
- ・それでは、どのように気候変動の歴史を理解し、それと現代的関心を関連付けようか？

4. 着眼点

フレミングは、*apprehend*、*apprehension* に着目し、その3つの基本的な意味を解説する。気候把握——気づきや理解、恐怖、介入——は、すべて相互関連するとし、次のように論述する。

①気づきと理解 *Awareness and Understanding*

- ・気候変動に関する歴史的探究を探究する際、いくつかの決定的な質問をしなければならない。いかにして人々（科学者を含む）は、地球全体を覆い、地質時代や数世紀から数十年、数年、季節までにわたる時間的尺度で絶えず変動する現象に気づき、理解するのか？等。
- ・18世紀に流行したひとつの接近法は、権威への訴えを通じるものだった。すなわち、

歴史的文献、探検家の第一印象、年長者の記憶を参照した（後述第1章、第2章）。

- ・その問題への別の接近法は、気候パターンや気候変動の演繹を目指して、広範囲の地域や長期間の大量の気象データを収集するものだった（後述第3章、第4章）。
- ・特権的知識への三番目の接近法は、最初の原理から、気候がどうあるべきか、どのように変化すべきかを確立するものだった（後述第5－7章）。
- ・特権的な気候知識への最後の接近法は、技術を通じてのものである。

②期待と恐怖 *Anticipation and Dread*

- ・*apprehension* の2番目の意味は、気候変動への大衆的な「恐怖」の問題と関連する。
- ・歴史の多くにおいて、悪の力が荒天の間に活発になることを人々は恐れた。
- ・啓蒙時代、哲学者の中には、文化は気候によって決定される、少なくとも堅固に形作られると信じる者がいた。
- ・他の、おそらく一層基本的な、気候変動によって引き起こされる社会組織の分裂と関連する恐怖が存在した。

③介入と管理 *Intervention and Control*

- ・最初の2つと関連する3番目の任務は、気候変動において「把握する」(*apprehending*)、あるいはその逆で「介入する」様態を、大きな技術的調整または人間行動の社会工学によるかどうか調査することである。

5. 構成

構成は次のとおりである。

第1章 啓蒙思想期の気候と文化

（気候における変動が文化、社会、個人にさえ影響を与えたという考えを考察する）

第2章 植民地時代および初期アメリカにおける大気候論争

（人間の努力が新世界の気候を改善するかもし

れないという理論は、植民地時代や初期のアメリカにおいて重要な議論を盛り上げた)

第3章 特権的地位：観測システムの拡大

(多くの国における観測体系の発展や国家的気象業務の発達を取り扱う)

第4章 変貌した気候談話

(気候安定性を支持するアメリカの議論の解決を論じる)

第5章 フーリエの地球気温に関する理論

(ジョセフ・フーリエの地温の理論を検討する。彼の気候に関する業績の近年の引用の再調査から始める)

第6章 ジョン・ティンダル、スヴァンテ・アレニウス、および二酸化炭素と気候に関する初期の研究

(ジョン・ティンダル(チンダル現象発見)とスヴァンテ・アレニウス(ノーベル化学賞受賞)らが温室効果解明に果たした役割を扱う)

第7章 T.C. チェンバリンと大気中の地質営力(T.C. チェンバリン(氷河地質学者)の生涯と業績を探究する)

第8章 エルスワース・ハンチントンの気候決定論

(エルスワース・ハンチントンは、環境決定論の陥穽を説明するために含まれている)

第9章 地球温暖化?

(20世紀最初の60年の間の地球温暖化に関連する論点と大衆の関心を跡付ける)

第10章 地球寒冷化、地球温暖化：歴史的次元

(地球寒冷化、地球温暖化の近年の挿話)

むすびにかえて

本書を貫く思想として、「エリートや大衆の気候変動の理解に関する相互に関連する」論述を標榜している点があり、当然のことながら現在は歴史的な知名度がそれほど高くない人々の伝記的記述も少なくない。

人々は昔から異常気象について語っていた。ワートが言うところの地球温暖化の発見以前の前史、すなわち、無批判に先人の記述を鵜呑みにしたような時代も、フレミングは手厚く扱っている。今日、地球温暖化は克服すべき課題とされるが、とりわけ第1章と第2章で、最初期のアメリカへの植民者が人力で気候を変えることができると信じていたという言及がある(Fleming 1998: 18-19)。また、いかに19世紀ごろの人々が地球温暖化を待望していたのかという指摘もある(Fleming 1998: 22)。当時は現代の観点と正反対の議論がされていたことが記されているが、このことはとりわけアメリカ研究者にとって、気象の問題を広い視野で改めて考えるための絶好の契機となるだろう。

謝辞

本研究はJSPS 科研費 JP22K00282の助成を受けたものです。

注

中陣は次のように説明する。

石炭・鉄道・森林伐採により、温室効果ガスの放出が加速し、同時に農業および下水処理の改良により人口増加が加速した(ワート、増田・熊井訳2005)。1827年にジョゼフ・フーリエが温室効果を発表(Fourier 1831)、1861年にジョン・ティンダルが水蒸気・二酸化炭素・オゾン・メタンなどが主要な温室効果ガスであることを発見し、それらの気体が地球の気候を変える可能性を指摘した(Tyndall 1863)。これらの研究をベースに1896年、アレニウスは自身の著書『宇宙の成立』の中で、石炭などの大量消費によって今後大気中の二酸化炭素濃度が増加すること、二酸化炭素濃度が2倍になれば気温が5~6℃上昇する地球温暖化を示す最初の計算結果を述べた(Arrhenius 1896)。1897年、チェンバリンがフィードバックを含む全地球の炭素交換モデルを作成し、1800-1870年代の大気中の二酸化炭素(CO₂)濃度は、のちに氷床の氷から、測定した結果によると、約290 ppm(100万分の290)であるとした(Chamberlin 1899)。

引用文献

- Fleming, James Rodger, *Meteorology in America, 1800-1870*, Johns Hopkins University Press, 1990.
- Fleming, James Rodger, *Historical Perspectives on Climate Change*, Oxford University Press, 1998.
- Fleming, James Rodger, *Fixing the Sky: The Checkered History of Weather and Climate Control*, Columbia University Press, 2010. (『気象を操作したいと願った人間の歴史』紀伊國屋書店、2012)
- Fleming, James Rodger, *Inventing Atmospheric Science*, MIT Press, 2016.
- Fleming, James Rodger, *First Woman: Joanne Simpson and the Tropical Atmosphere*, Oxford University Press, 2020.
- 気象学史研究連絡会・財部香枝「第10回気象学史研究会「気候変動解明への歴史からのアプローチ」を開催」『天気』69.7、2022：401-403
- 増田耕一「地球温暖化に関する認識は原因から結果に向かう思考によって発達した」『科学史研究』54巻276号、2016：327-339
- 森幸也「科学史の視点から見た地球温暖化要因論争の構図：過去の科学論争との類似性」山梨学院大学生涯学習センター紀要『大学改革と生涯学習』2008：21-35
- 中陣隆夫「地球の温暖化」認識の変遷その1：「気候変動認識の歴史」『地学教育と科学運動』87号、2021：47-53
- 青土社編『現代思想』Vol. 48-5（特集＝気候変動）、青土社、2020：7-206
- ワート、スペンサー・R（増田耕一・熊井ひろ美訳）『地球温暖化の〈発見〉とは何か』みすず書房、2005

書評

- Charison, Robert J., Giants' footprints in the greenhouse, *Nature*, 10/21/1999, Vol. 401 Issue 6755, p741-742. 2p.
- Kellogg, William W., *BAMS: Bulletin of the American Meteorological Society*, Vol. 80, No. 10, October 1999, p2105. 3p.
- Hadjilambrinos, Constantine, *Bulletin of Science, Technology & Society*, Dec1999, Vol. 19 Issue 6, p553. 3p.
- Kellogg, William W. and Stehr, Nico, *Earth Sciences History*, 1999, Vol. 18, No. 1, p91. 8p.
- Monnonier, Mark, *ISIS: Journal of the History of Science in Society*, Sep2000, Vol. 91 Issue 3, p567. 2p.
- Tyrrell, John, *Int. J. Climatol.: International Journal of Climatology*, 2000, 20, p115. 2p.
- Woodwell, George M, *Quarterly Review of Biology*,

Mar2000, Vol. 75 Issue 1, p40. 2p.

Risbey, James, *BJHS: British Journal for the History of Science*, Sep2001, Vol. 34 Issue 3, p349. 2p.

ウェブサイト（全て2023.03.31最終閲覧）

- コルビー・カレッジ・ウェブサイト「Jim Fleming」
<https://www.colby.edu/people/people-directory/jim-fleming/>
 気象庁ウェブサイト「気候変動に関する政府間パネル（IPCC）」<https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/ipcc/index.html>
 増田耕一ウェブサイト <http://macroscope.world.coocan.jp/ja/reading/weart2003.html> 更新（最新）2022-05-23
 日本気象学会ウェブサイト「真鍋淑郎名誉会員がノーベル物理学賞を受賞」<https://www.metsoc.jp/2021/10/05/26910>

参考文献

- ボウラー、P・J（小川真里子・財部香枝・栞原康子訳）『環境科学の歴史』1（科学史ライブラリー）、朝倉書店、2002
- ボウラー、P・J（小川真里子・森脇靖子・財部香枝・栞原康子訳）『環境科学の歴史』2（科学史ライブラリー）、朝倉書店、2002