

1

なぜ今、
気候工学か

ジオエンジニアリングという言葉聞いたことがあるだろうか？ 地球温暖化対策として人工的に地球を冷却したり、二酸化炭素（CO₂）を大気から除去したりする手法である。直訳だと地球工学になるが、気候を改変するので「気候工学」と呼ぼう（詳細な定義は第4章で扱う）。これが今、欧米を中心に関心を呼んでいる。一見するとSF小説に出てきそうな話だが、議論は真剣だ。地球温暖化の科学をまとめる国際機関である「気候変動に関する政府間パネル」（IPCC）も、次期報告書で気候工学を一つのテーマとして取り扱うことが決まった。IPCCは2007年に地球温暖化問題への貢献でノーベル平和賞を受賞した機関であり、その報告書は国際交渉の基礎的な見知として使われる。このように公の場で気候工学が議論されるようになってきた理由は、CO₂等の削減による対策が、危険な気候変動のリスクを避けるのに手遅れになる可能性が出てきたからだ¹。

地球の温度上昇はできるだけ低く抑えることが望ましく、2℃という目標がよく議論されている。しかしながら、2009年のデンマーク・コペンハーゲン、2010年のメキシコ・カンクンの地球温暖化の国際交渉を見ると、地球温暖化を2℃に抑えるのに世界で十分な削減をすることは困難を極めるだろう。こうした状況を見て、一部の科学者は2℃という目標が達成できない場合は、地球が4℃温まった場合の対応も真剣に検討すべきであると、言い始めている²。

4℃も温度が上がった世界では、地球の気候が大きく変わる可能性がある。例えば、北極の夏の海水が溶けてなくなりそうになったとしよう。どうしたらこれを止められるだろうか？ CO₂の排出量をゼロにすれば問題は解決するだろうか？ しかし、残念ながら人間がCO₂を完全に出さないようにしても問題は解

決しない。普通の大気汚染物質は、排出を止めればすぐ空気がきれいになるが、CO₂は違う。一度上がった温度はなかなか下がらず、北極海から夏は氷が姿を消すかもしれない。

こうした危機的な状況で、北極の夏の海水が溶けるのを止めるのに望みがあるのが、人工的に地球を冷やす方法だ³。成層圏に人為的に粒子状物質を散布したりして太陽光を反射する。CO₂削減と違い速効性があり、温度上昇を抑えるどころか温度を下げることをすら可能なのだ。この最終手段に効果があることは自然が示している。火山が大規模に爆発して上空大気に粒子状物質を噴き上げると、地球は冷却されるのである。例えば1991年のピナツボ火山の噴火後、地球の平均気温は約0.5℃下がった。

ただし、どんな技術もそうであるが、この技術も万能ではないし、使い方を誤ってはいけない。地球全体の温暖化を救う技術かもしれないが、地域ごとの雨の降り方が変わるなどの副作用が懸念される。また、空気に増えたCO₂が海に溶け込むことで、海洋が酸性化する問題は解決できないということもある。そのため未知の点も大変多い。

このため、まずは科学的な検討が重要だが、これに加えて社会科学的な検討も不可欠だ。地球温暖化は、人間が気候システムを大きく変えてしまうことの結果であり、地球温暖化自体が「気候工学的」な行いだ。しかし、意図的に気候を制御するとなると不安を覚える人は多い。著者自身も調べはじめたときは違和感を覚えた。

そもそも、人間は、地球の自然の基礎である気候をコントロールする権利があるのだろうか？ 人間が神

になり代わって適切な気候を作り出すという行為は、自然への冒瀆なのだろうか？ 科学哲学的には、自然は数学的法則に従う、コントロールのできる機械のようなものであるとする還元主義的な自然観のたどり着く先という見方をする人々もいる。気候システムという複雑系を、人間が果たして制御などできるのだろうか？

倫理的な課題に限られず、気候工学は国際政治問題につながるかもしれない。気候工学が実際に行われるようになったら、一体だれが温度を設定する権利を持つのだろうか？ 強国である米国、中国、欧州、インドや日本なのだろうか？ 温暖化で被害を受けやすい途上国は、意見を言えるのだろうか？ もし副作用が起きたら、だれが補償するのだろうか？

地球温暖化問題という近代技術の引き起こした問題を更なる技術で解決しようとする、自然を征服する思想は西欧的だと片づける意見もあるかもしれないが、これはやや短絡的だろう。気候工学はハイテクではないため、先進国ではなく新興国でも実施は可能である。気候工学の関連技術である気象改変は欧米以外でも行われている。北京オリンピックの開会式前には1110発のロケットでヨウ化銀が大気に打ち込まれ、雨がスタジアムから離れた場所で降るようにしていた。⁴ 中国やインドなど新興国の台頭で社会の枠組みが変わりつつある中、温暖化の深刻化に伴って、アジアの新興国が真剣になる可能性もある。

科学者や政策担当者は、既にこつした問題についても議論を始めている。2010年3月には米国カリフォルニア州モントレイ近郊で、気候工学の研究についてのガイドラインを考えるアシロマ会議が開かれた。著者は唯一の日本人参加者として、専門家が真摯な態度で気候工学の諸課題を議論するのを見てきた。

2011年3月には1660年に創設された世界最古の科学アカデミーである英国王立協会などが開く、太陽光を反射して地球を冷やす手法（太陽放射管理）の研究の規制や国際枠組みを議論する会議が開かれた。

本書は、気候工学の入門書である。対象は研究者・政策担当者や地球温暖化問題に興味を持つ市民、エネルギー・環境政策関係者である。英語では一般向けの本が既に2冊出版されており、また専門的な図書もいくつか出ている（詳しくは巻末資料を参照いただきたい）。しかし日本語ではそのようなものは見当たらない。本書はやや専門的ではあるが、日本語で分かりやすく気候工学を解説することを目的とする。

気候工学は決して分かりやすいトピックではない。全体的に込み入った議論が多く、特に第5章と第6章は専門的な議論が多いだろう。各省の冒頭に要約を付けたので、これだけ読んで読み飛ばしてもよいが、9章と10章は是非読んでいただきたい。なぜ気候工学についての議論が避けられないかが分かっていたらただだろう。通読する方も各章の要約を全て読んでから本文に入った方が流れをつかみやすいだろう。

気候工学については、様々な意見がある。技術的に懐疑的な意見もあれば、倫理的に受け入れられないという人もいるだろう。意見の相違は当然だ。大事なものはそれを公共の場で議論していくことだ。国際的な議論は既に始まっており、日本も、否が応でも議論に巻き込まれていく。気候工学が対象とするのは、たった一つの地球なのだから。

1 本書では climate change の訳語として基本的に「気候変動」を用いる。英語では climate change や climate variability-

「 ΔT 」の単語があるため専門的には「気候変化」が望ましくいふ意見もあるが、一般的な用法に合わせる。

2 Parry et al. (2009, Nature), New et al. (2011, Philosophical Transactions).

3 人為的に排出されたエアロゾルの冷却効果が低減されず、寿命の短い温室効果ガスの削減が進めば全球平均気温が短期間である程度抑えられるのは事実である。しかし冷却効果を残すのは対流圏で気候工学的な行いしていると解釈することも可能である。

4 Coonan (2008, Independent).