



気候変動対策としての地球工学とその倫理的・法制的・社会的課題(【応用哲学会サマースクール報告】2021年9月14日(火))

藤木, 篤

(Citation)

21世紀倫理創成研究, 15:33-36

(Issue Date)

2022-03-31

(Resource Type)

departmental bulletin paper

(Version)

Version of Record

(JaLCD0I)

<https://doi.org/10.24546/81013168>

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/81013168>



気候変動対策としての地球工学と その倫理的・法制度的・社会的課題

藤木 篤
神戸市看護大学

1. はじめに

本提題の目的は、気候変動対策としての地球工学を取り上げ、それにまつわる倫理的・法制度的・社会的諸課題について話題提供を行うことである。

地球工学とは、地球の気候システムそのものを工学的な操作対象とみなす技術の総称であり、従来の気候変動対策である緩和策や適応策に加えてより具体的で実効性のある気候変動対策のひとつとして提唱されている。しかし、地球工学の導入には、地球工学がもたらす影響を予測することが困難であり、場合によっては取り返しのつかないようなかたちで破壊的結果をもたらすこと、さらに、空間的・時間的に影響を及ぼす範囲が広い萌芽的先端技術であるという問題がある。

気候操作のみに限定した場合、地球工学の分野に含まれる技術には大きく分けて放射管理と温室効果ガス除去とがあり、本提題で言及する成層圏エアロゾル注入などの太陽放射制御技術（solar radiation management, SRM）は放射管理に、二酸化炭素の直接空気回収などの二酸化炭素除去技術（carbon dioxide removal, CDR）は温室効果ガス除去に分類される。2009 年、英国学士院は、これら二酸化炭素除去技術と太陽放射制御技術に言及し、「最大の課題は、科学的あるいは技術的問題というよりはむしろ、ガバナンスに関連する社会的、倫理的、法的、政治的問題だろう」と報告している。

2. 成層圏エアロゾル注入への期待と懸念

太陽放射制御技術のひとつである成層圏エアロゾル注入（SAI）について、環境倫理学者のクリストファー・プレストン（2020）は次のように述べる。「今のところ最も注目を集めている太陽放射管理案は、何らかの形態の反射性粒子ないし液滴を成層圏にまいて、太陽エネルギーが超高空飛行中のジェット機の高度より地球に近づく前に遮る、という発想である」。成層圏エアロゾル注入は、火山の爆発の観測結果などからその効果が期待されている技術である。しかし、この技術には大きな懸念点がある。桑田学（2018）によれば、「[前略] SAIが気候に与える影響には気象学的な副作用や不確実性が存在する。[中略] なかでも「終端問題 termination problem」がある。これは温室効果ガス濃度が十分下がっていない状態でSAIを停止すると、急激な温度上昇が生じてしまうという問題である」。こうした懸念点から、SAIには「いつ誰がそれを停止するのか」という問題がともなう。また、この技術の導入について、プレストンは次のように述べる。「気候工学は地球を実質的に巨大な人工物に変えるだろう。言い換えると、気候工学の導入以降の地球は、適量の太陽エネルギーを正確に反射・吸収するよう人類によって意図的に管理される惑星に変わる」。したがって、この技術を一旦導入することで、現在の世代だけでなく将来世代にわたっての責任が生じることになるのである。

3. 地球工学に関する指針・勧告が示す市民参加と研究の透明性の重要性

不確実なリスクがともなう地球工学を規制する枠組みとしてどのようなものが考えられるだろうか。科学技術ガバナンスのひとつの到達点として挙げられるのは予防原則である。環境倫理学者のガーディナーは、予防原則をもとに、気候危機も悪であり、地球工学を使うのも悪だが、地球工学を使うことは気候危機よりもより少ない悪だと考える。また、すでに存在する地球工学に関する原則・勧告として、オックスフォード原則や米国気象学会による勧告がある。これらの原則や勧告は、同技術に関する倫理的・法制度的・社会的問題の存在を認め、それらを軽減するための研究を行うことを提案しており、そこでは市民参加の重要性が示されている。日本ではまだ専門家やステークホルダーを含めた地球工学に関する議論すら起きていないのが現状であるが、将来的には専門家や政策決定者だけでなく市民がそこに参加することが重要である。さらに、市民参加の重要性は、

上記の原則や勧告だけでなく、アシロマ科学組織委員会の会議報告書の中でも、リオ宣言の第 10 原則「環境問題は、それぞれのレベルで、関心のある全ての市民が参加することにより最も適切に扱われる」に言及する形で示されている。こうした市民参加の重要性を考えると、ここで言われている「市民」とは誰を指すのかという問題もある。世代間の問題も合わせて考えると、どこまでが議論に参加すべき市民なのかという問題が他の科学技術と同様に問題となるのである。

太陽放射管理技術の実現には他にも課題がある。この技術の実現には屋外実験が不可欠であるが、その実験にもまたリスクがともなう。プレストンは次のように述べている。「残念ながら、太陽放射管理テクノロジーによる地球規模の影響については、実際に試す以外に説得力を持って検証する方法がない。だが、惑星全体の気候を変えようという大それた物事を目的とする新テクノロジーの試験として、実際に試すというのはリスクがかなり高い」。実際に、2011 年から 2012 年にかけてイギリスで計画された太陽放射制御技術に関する SPICE というプロジェクトでは、上空 1 キロからバスタブ 1 杯分くらいの水滴を散布する実験が計画され、「これ以上無害な実験はない」と言われるものであった。しかし、実験を管理するためのルールを欠いていたことと特許の問題などが原因で中止せざるをえなかった。より規模の大きい実験ではさらに実現のハードルが上がるのが予想される。

こうした課題をもつ地球工学に従事している研究者たち自身はその実現についてどのように考えているのだろうか。実は、研究者たちが必ずしもその利用を支持しているわけではない。例えば、太陽地球工学を研究するハーバード大学のフランク・ケーチュ教授によれば、十分な研究をせずに地球工学を利用することは「非常に危険だ」と述べている。

4. 地球工学を実施することの必然性をめぐる議論

地球工学をめぐる議論では、なぜその技術を使うのかその正当性を示す必要がある。地球工学の必然性に関する理論的根拠は 2 つある。まず、地球工学は、気候の転換点を超えて、急激で非線形かつ非可逆的な気候変動に至った場合に必要な緊急オプションであり、要するに「緩和策が失敗した場合の代替案」という「プラン B」と呼ばれる根拠である。もうひとつは、「気候の非常事態」と呼ばれるもので、気候の非常事態の際に即効性のある対処法が必要であることを

気候変動対策としての地球工学とその倫理的・法制度的・社会的課題

根拠とする。興味深いことに、地球工学の擁護派と反対派は対立しているように見えて根本的なところでは共通するところがある。すなわち、いずれも予防的・先制的な態度をもっているのである。彼らは皆、「最悪のシナリオ」を恐れ、予防的・先制的な態度でそれを回避しようとしている。しかし、賛成派は、怠慢や「不作為」を補うための行動を何もせずに気候の転換点に到達してしまう事態を恐れる傾向がある。他方、反対派は、気候工学技術の実現に関連する予測不可能な潜在的リスクが災難や災害を引き起こす状況を恐れており、結果として予防的態度に基づいてそれらの永久的な放棄やモラトリアムを主張するのである。また、地球工学へのさらなる懸念点として、デュアルユース（用途両義性）問題がある。言うまでもなく、意図するとせざるに関わらず、気象条件の変化が戦局に影響を与えた事例は枚挙に暇がない。そして、気象を意のままに操作することによって、自軍にとって有利（かつ敵軍にとって不利な）気象状態を作り出し、戦局を変えようとするアイデアは、古くから見られるのである。気象を意のままに操作できる権能は、気候変動や気候危機対策の枠組みを超えて、濫用される可能性がありうるという懸念につながるのである。

5. 結語

気候変動あるいは気候危機対策として、従来の緩和策と適応策に加えて、地球工学の利用が検討されている。地球工学は太陽放射管理と二酸化炭素除去に大別されるが、いずれも現時点では様々な倫理的・法制度的・社会的課題を抱えており、またそれらは将来的に解消される見込みがあるものばかりではない。地球工学は「魔法の弾丸」ではなく、従来の方針である温室効果ガス排出量の削減にとって代わるものでもない。それでもなお地球工学の利用の検討を継続するのであれば、私達が最も回避したい最悪のシナリオは一体何か、そしてそれは地球工学を使わねば決して回避できない未来であるのか、こうした点について、議論を深める必要があるように思われる。

（丸山栄治 要約）