

気候工学（ジオエンジニアリング）に関する 文献調査

背景

気候工学（ジオエンジニアリング）は地球温暖化対策として、気候システムに大規模・意図的な工学的介入を行うものである^{※1}。温室効果ガス排出削減がなかなか進まない中、急激に起きる気候変化の可能性を踏まえて、気候工学は欧米の研究者の間で昨今注目を浴びており、政策的な関心も高まってきている。

目的

気候工学研究の現状を捉えるために文献調査を行う。気候工学は様々な手法の総称であるため、手法ごとの特徴を整理し、気候工学を検討する際の基礎情報とする。

主な成果

- 気候工学は、二酸化炭素除去と太陽放射管理の二つに分けられる（図、表）。
 - 二酸化炭素除去(CDR): 二酸化炭素(CO₂)を吸収して地球温暖化の原因を除去する。例えば海洋に鉄を散布し光合成を促進させる手法が提案されている。
 - 太陽放射管理(SRM): 太陽入射光を減らすことで地球の温度を低下させる。例えば海水を吹き上げ、雲凝結核となる海塩粒子を増やしエアロゾルの間接効果で雲の太陽光反射率（アルベド）を上げる手法がある。

数ある気候工学で最も注目されているのは太陽放射管理の一つである成層圏への反射性エアロゾルの散布である。ピナツボ火山の噴火後に地球の温度が低下したように、上空大気のエアロゾルが太陽光の反射を増すことで入射エネルギーを減らし、温暖化を抑制することができる。実際に温度が下がることは気候モデルのシミュレーションでも明らかにされている。

(2) 気候工学には効果・副作用で大きな不確実性がある。気候工学は長期的には有効かもしれないが、現在で判明している問題に加え不確実性も多いため、更なる研究が必要である。工学的な研究開発は言うまでもないが、気候科学では統一したシナリオを用いた大規模モデル相互比較プロジェクトが必要である。長期的には気候システムに介入する実証実験が必要になっていくだろう。

(3) 気候工学は一国が実施すると地球全体の気候に影響がでるため、何らかの国際枠組を必要とする。また実証実験の前には市民との対話を進めると同時に国際研究開発ガイドラインを整備することが必要不可欠である。

※1 ジオエンジニアリング geoengineering は単独では地球工学と訳されることもあるが、昨今では climate geoengineering や geoengineering the climate という用法が見られるため、ここでは climate geoengineering を想定して気候工学と呼ぶ。

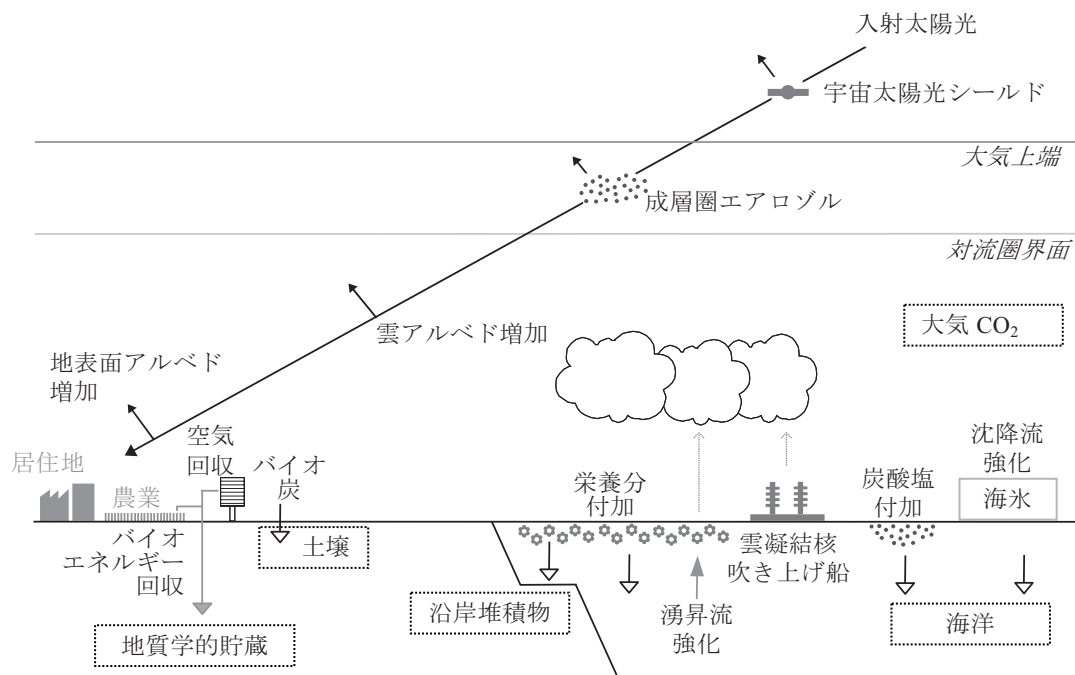


図 気候工学の様々な手法.

Lenton and Vaughan (2009)の図 1 を修正・邦訳.

© T. M. Lenton and N. E. Vaughan 2009, “The radiative forcing potential of different climate geoengineering options,” *Atmos. Chem. Phys.*, 9, pp. 5539-5561.

表 気候工学の分類と例

分類	二酸化炭素除去 (carbon dioxide removal, CDR) CO ₂ を大気から取り除く	太陽放射管理 (solar radiation management, SRM) 太陽入射光を減少させ、温度上昇を抑える
手法	<ul style="list-style-type: none"> 鉄を海洋に散布して光合成を促進して、海洋生態系で吸収する(海洋肥沃化) 発電所などの炭素回収技術を応用して空気から直接CO₂を回収する(空気回収) 	<ul style="list-style-type: none"> 成層圏に硫酸エアロゾルを注入することで太陽光反射率を高める 宇宙のラグランジュ点に太陽光シールドを置くことで入射太陽光を減らす 砂漠に反射性シートを敷き、地表面の反射率を高める
特徴	<ul style="list-style-type: none"> 緩和策と同等かそれ以上に費用がかかる 効果が出るまで数十年要し速効性はない 地球温暖化の原因を直接除去できるため、温暖化のみならず海洋酸性化を抑えることができる 	<ul style="list-style-type: none"> 概ね安価である 温度上昇を抑えるのに速効性がある 海洋酸性化は避けられず、また降水への影響という副作用もある 二酸化炭素の滞留時間である数百年から数千年間継続する必要があり、停止すると急激な温度上昇の可能性がある

調査報告 Y09003	気候工学, ジオエンジニアリング, 太陽放射管理, 成層圏エアロゾル注入, CO ₂ 空気回収
担当者	杉山 昌広 (社会経済研究所 エネルギー技術政策領域)
連絡先	(財)電力中央研究所 社会経済研究所 Tel. 03-3480-2111(代) E-mail : src-rr-ml@criepi.denken.or.jp