



写真は2024年5月開催の南極条約協議国会議(ATCM)より

## 第21回 南極をめぐる科学と国際動向を考える研究会

# 南極巨大カーテン(Geoengineering)構想のガバナンス的課題



報告者：柴田明穂（神戸大学PCRC）  
 ゲストコメンテーター：中山佳洋（北海道大学低温研）

July 30, 2024  
 Online



ATS Resilience  
 under  
 Anthropocene

**August 2024**

**Africa**

**Western Europe and others**

**Asia-Pacific**

**Eastern Europe**

**Latin America and Caribbean**

**Consultative Parties  
(29)**



**South  
Africa**



**Australia**



**Belgium**



**France**



**New Zealand**



**Japan**



**Russian Federation**



**Argentina**



**Chile**



**Norway**



**UK**



**USA**



**Germany**



**Italy**



**Spain**



**Sweden**



**India**



**China**



**Poland**



**Bulgaria**



**Brazil**



**Uruguay**



**Finland**



**Netherlands**



**Korea, Republic of**



**Ukraine**



**Czechia**



**Peru**



**Ecuador**

**Non-Consultative Parties  
(28)**



**Denmark**



**Austria**



**Greece**



**Canada**



**Switzerland**



**PapuaNG**



**Korea (DPRK)**



**Romania**



**Hungary**



**Slovakia**



**Cuba**



**Colombia**



**Guatemala**



**Monaco**



**Portugal**



**Iceland**



**San Marino**



**Türkiye**



**Malaysia**



**Estonia**



**Belarus**



**Slovenia**



**Venezuela**



**Costa Rica**



**Pakistan**



**Kazakhstan**



**Mongolia**



**Saudi Arabia**



# 1. 「夢ものがたり」からNature誌NYT誌の記事へ、その先は？



New York Times Jan. 6, 2024

Nature, Jan.17, 2024

**nature**

Explore content ▾ About the journal ▾ Publish with us ▾ Subscribe

[nature](#) > [news](#) > article

NEWS | 17 January 2024

## Could giant underwater curtains slow ice-sheet melting?

The curtains would separate polar ice sheets from warm ocean waters — but like other geoengineering proposals, the idea divides scientists.

## 「氷床保全介入ice-sheet conservation intervention (ICI)」

- 今はじめなければ手遅れになるという切迫性:ティッピングポイント
- 気候危機(による海面上昇)から人類を救う正義のプロジェクト！

科学的フィージビリティがまだ検証されていない構想

Mooreらの推進派の議論(真意)の分析が必要

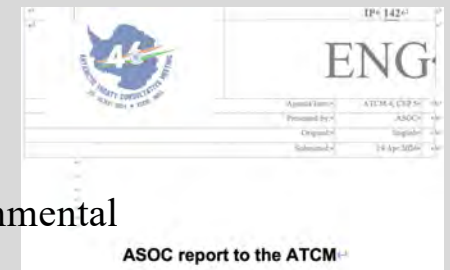
## 2024年5月 Mooreらの調査研究提言書

- 米国科学アカデミー極地研究委員会及びSCARでの議論開始を提言

## 2024年5月 南極条約協議国会議(ATCM)

- ASOCのIP142で恐らく初めてATCM文書としてICIに言及。
- SCAR執行部も話題の広がりを実感

ASOC: “these projects are subject to the rigorous environmental impact assessment process required under the Protocol.”



# 1. 「夢ものがたり」からNature誌NYT誌の記事へ、その先は？

Figure designed at PIK (under cc-by licence), based on Armstrong McKay et al., Science (2022).

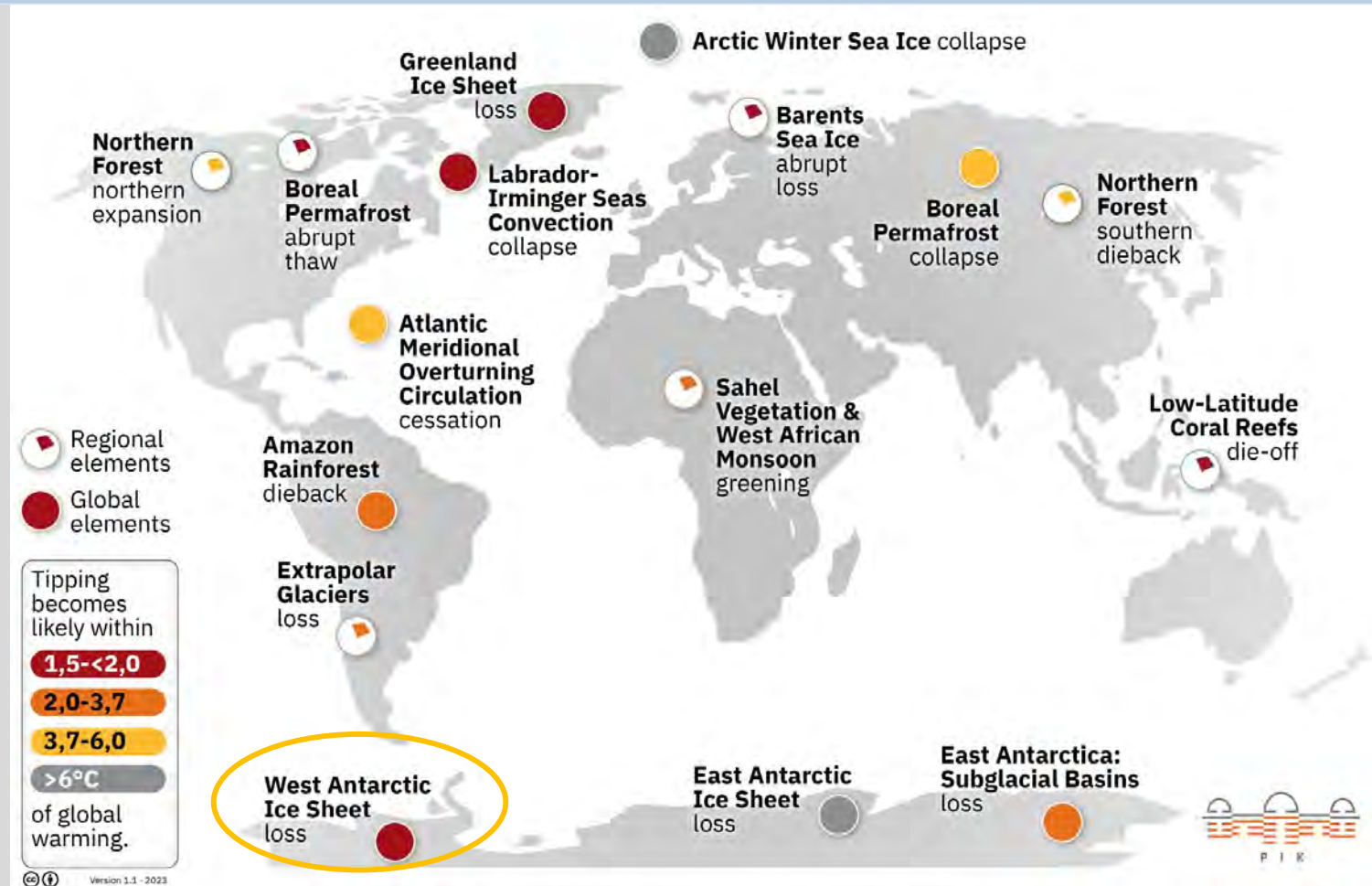
## 切迫性: ティッピング・ポイント

・西南極氷床: パリ協定達成目標  
以内でも「ティップ」してしまう

気候変動問題への地球工学的  
対応策(geoengineering)か。

・太陽放射改変やCO<sub>2</sub>除去技術の  
ように、地球温暖化そのものへの  
対処ではない。

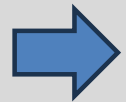
・太陽放射改変技術適用への逆  
風の中で、それと差別化する狙い  
があるか。



# 1. 「夢ものがたり」からNature誌NYT誌の記事へ、その先は？

## 正義(?)の氷床保全介入

- ✓ Nature誌 (2024): 気候温暖化の結果としての**地球規模の海面上昇**を防ぐ。西南極氷床がすべて融解すると地球全体で**平均5メートルの海面上昇**を引き起こすとのシミュレーション。
- ✓ Moore (2021) は、現状の海面上昇だけでも、世界の沿岸地域の経済活動への**損失**は年間50兆ドル、それを防ぐための沿岸防護費用は年間500億ドルに及ぶことを指摘。他方で、Nature誌(2024)は、ICIの建設費400-800億ドル、年間維持費10-20億ドルと推測されると報告。
- ✓ Nature Sustainability誌(2023): より脆弱な小島嶼途上国では、2050年には毎年平均15,000Km<sup>2</sup>が洪水被害に遭い、2100年には**毎年145万人が影響**を受けるとの試算も。
- ✓ A Research Vision (2024): 海面上昇に直面する「**グローバルサウス**」も参画する研究調査の推進の必要性
- ✓ 2024年5月 **サウジアラビア**の南極条約加盟。

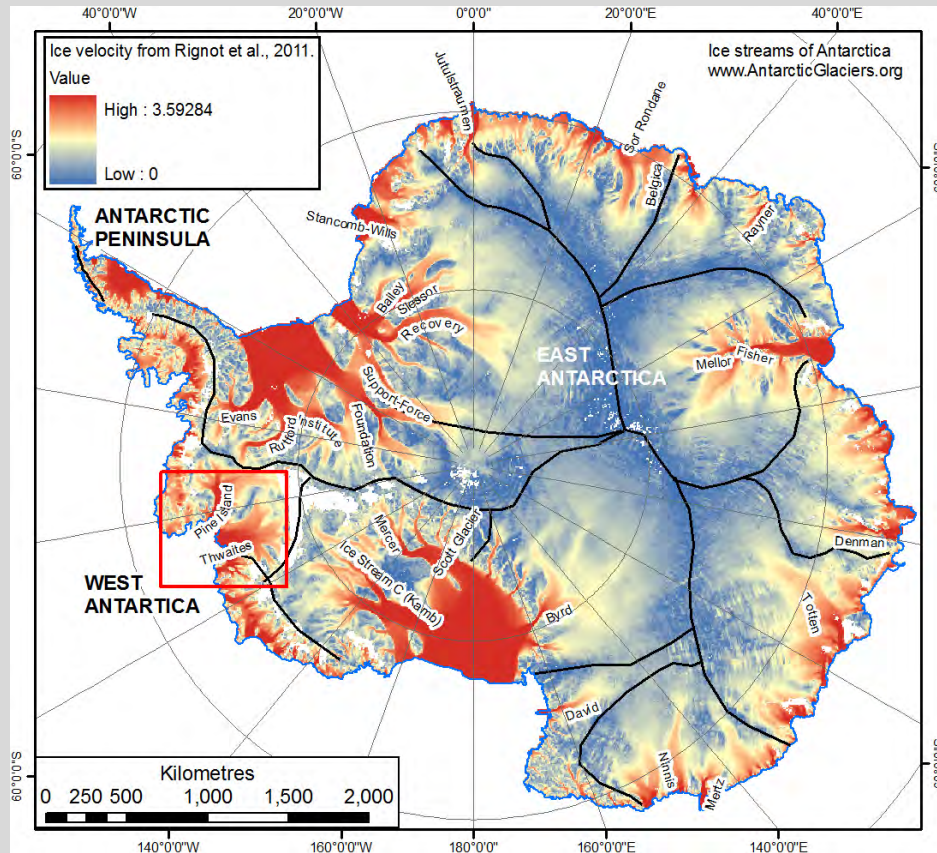


いつ政治課題化してもおかしくない。Flamm & Shibata (forthcoming)





## 2. ICIの科学的及び技術的構想＝未だにfancy ideaに過ぎない？



西南極・アムンゼン海における地域限定的介入であること。

Keefer et al., PNAS nexus (2023).

カーテン設置場所候補

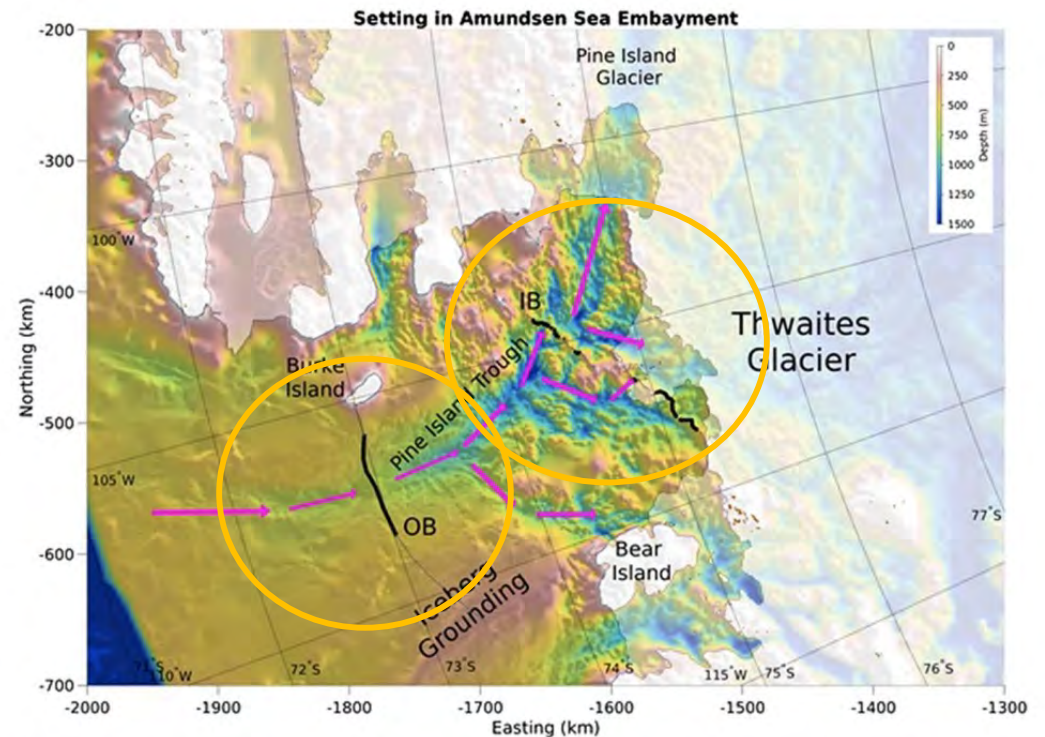
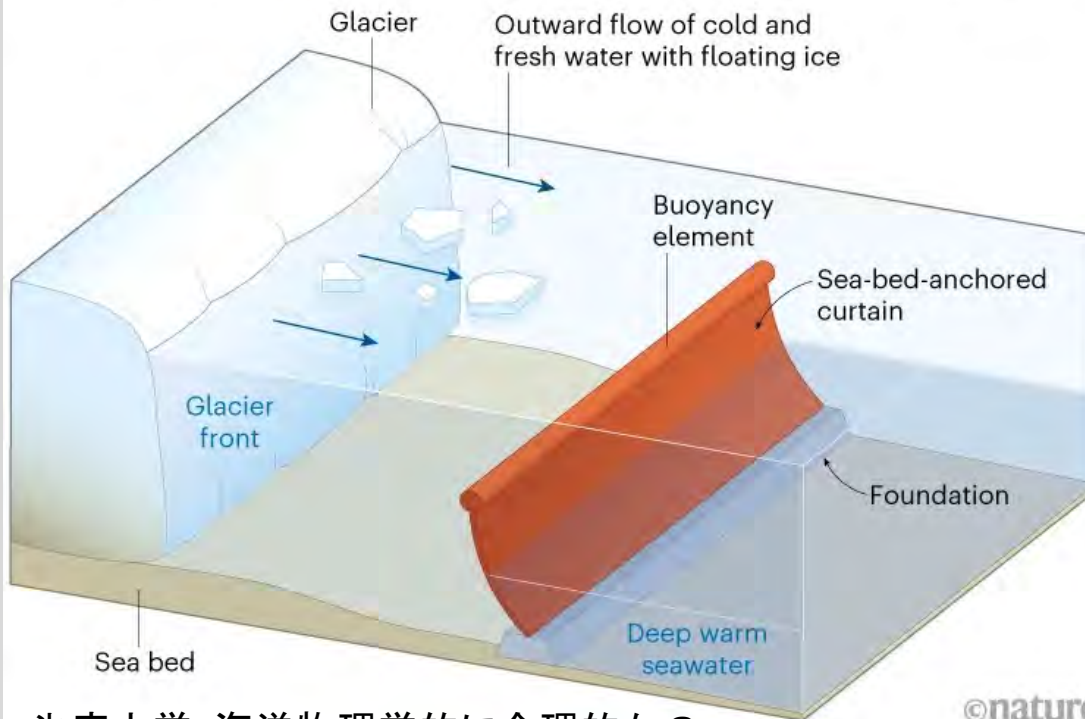


Fig. 1. Bathymetric setting in the Amundsen Sea Embayment. Map shows hill-shaded bathymetry from BedMachine Antarctica (19) with white lines for the grounding line and ice front. Thick black lines show possible Outer Bay (OB) and Inner Bay (IB) routes under consideration. Arrows show ingress routes of warm deep waters. Typical iceberg paths cross the stranding location north of Bear Island (20).

## 2. ICIの科学的及び技術的構想＝未だにfancy ideaに過ぎない？

### CURTAIN CALL

Fixing a curtain to the sea bed might prevent glaciers from being bathed in warm seawater, but it might also prevent the movement of nutrients and marine organisms.



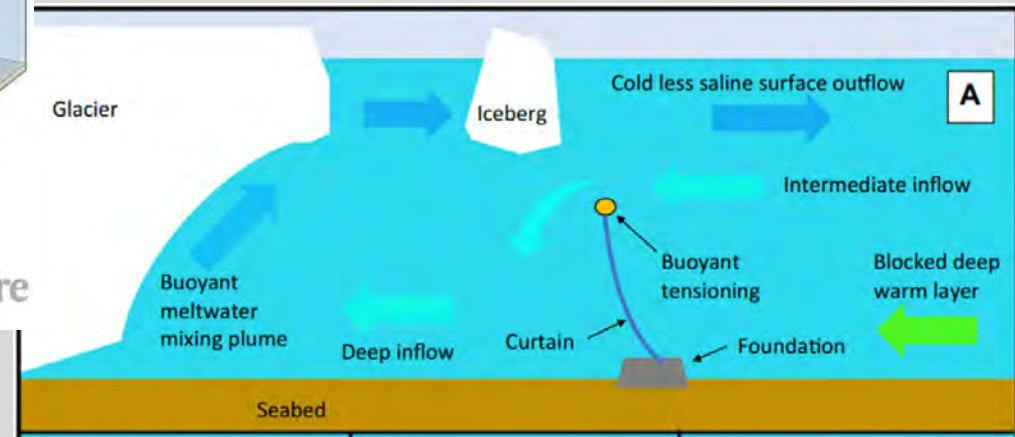
- ・氷床力学・海洋物理学的に合理的か？
- ・工学的・資金的に可能か？

今回はこの問題には触れず、仮にICIを想定した南極現地での研究調査が開始されるとしたら、という前提で議論

Keefer et al. 2023/ Nature誌2024:

「水深 600 mメートル海底に、幅約80 kmのカーテンを設置して」氷床の融解を早めている氷棚海底部分を溶かす暖かい海水が流れこむのを防ぐ。

カーテンは、天然ゴム性の環境に優しい素材を使い、「既に完成したものをチリのプンタアレナスから2500km 曳航して、南極アムンゼン海に設置する」





### 3. ICI予備的/試験的調査：法的に問題無い？隠れてやれば良い？

#### ICI構想の実現可能性を調査するための予備的/試験的フィールド調査やデータ収集：どんな調査研究が想定されているの？

**A Research Vision (2024):** これまでの研究について、“*basic research on paleoclimate, ice-sheet mechanics, and remote-sensing exploration. Peer-reviewed research, with numerical models for alternative interventions*” “ways to adapt natural mechanisms that affect ice streams and glacier stability”.

**Moore (2023):** 今後必要とされる研究について、“*modeling of coupled oceanographic and ice dynamic response to deployment of curtains and analysis of fluid structural interactions, oscillation modes, and potential instabilities*” “*small-scale pilot demonstration projects*” “*field testing results on materials selection and manufacturing methods*”.

**Corbett & Parson (2022):** 「通常の」氷床研究とICI研究の関係について、“*Improved modeling and observations on glacier retreat would serve established cryosphere research agendas and [ICI] proposals alike. It may take a decade or more for research to develop and assess ice-sheet stabilization proposals to diverge from research in cryosphere science. During that period, a program by some states to explore [ICI] could readily coexist with or complement a broader research agenda set by SCAR [and others]*”. However, “*ICI research would be more strategic and mission-oriented than basic cryosphere science, and the two aims would diverge if early explorations showed promise and larger interventions were contemplated. Yet it is very likely that early research programs can be designed to advance both aims.*”



- ①カーテン導入実地調査(field testing)とその前の各種調査を区別するという視点
- ②カーテン導入前の各種調査は、仮にそれがICI構想のためであっても基礎調査として有益という視点
- ③実地調査は最初は南極ではなく別の場所で始まるであろうという視点。



### 3. ICI予備的/試験的調査：法的に問題無い？隠れてやれば良い？

#### ICI予備的/試験的調査に関する気になる言及

##### Moore et al (2021) Global Policy 掲載論文

114-115頁の記述

- ICIの目的が南極氷床を保全することであるから、ICIは南極条約の趣旨に合致していると主張できる。→根拠なし、言いつ放し。
- 南極環境保護議定書の下での予防的アプローチの適用に関しては、ロシアのヴォストック氷底湖掘削プロジェクトが参考になる。ここでは、科学的メリットの方が生態系へのリスクより大きいとロシアは判断して、プロジェクトを進めた。→科学界からも批判多い事例

Ecology Law Quarterly, Vol. 49, Issue 1 (2022), 77-136.

#### Radical Climate Adaptation in Antarctica

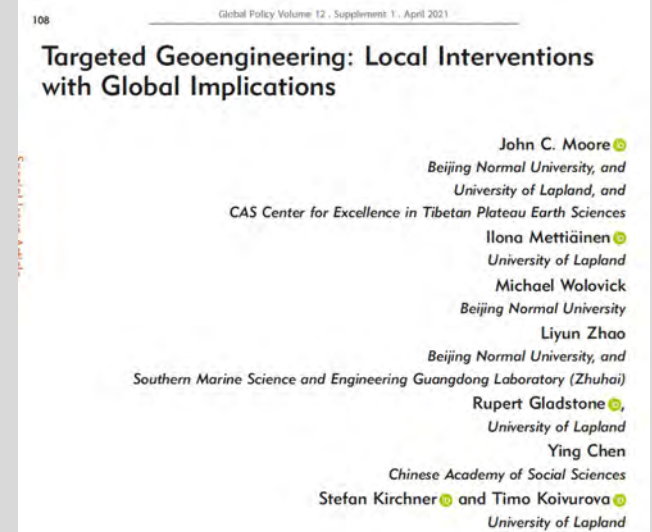
Charles R. Corbett\* & Edward A. Parson\*\*

##### Corbett & Parson (2022) Ecology Law Quarterly 論文

133頁の記述:

- ICIであることを一切触れずに、通常の氷床・海洋調査に資金を投じているとしておき、別途データをICIのモデリングに活用すればよい。
- より対立的な対応としては、ロシアがヴォストック氷底湖掘削プロジェクトでやったように、反対に遭っても進めてしまえばよい。

A Research Vision (2024) 8-9頁は、透明性確保と議論の公開性を提言。



### 3. ICI予備的/試験的調査：法的に問題無い？隠れてやれば良い？

#### 南極科学調査に関するガバナンスの基本原則への挑戦(を誘発)？

- 科学活動の透明性とピア・レビューによるガバナンス (transparency and peer-review)
  - 平和利用(条約第1条)、国際協力(第3条)を確保するのは、南極に具体的関心をもつ国(協議国)同志の情報交換(第3条、第7条5項)とその相互確認(査察第7条3項)、そして外交的(ATCM)検討と調整(第9条、第10条)。  
**秘密主義は南極ガバナンスにとって最大の敵！**
  - 南極環境保護は科学活動を含むすべての南極活動について事前の厳格な環境影響評価を実施すること(第8条)、それをピアレビューの下で確認(附属書I)することで達成。SCARや環境保護委員会の科学的・環境的助言に基づき(第10条)、同志からの指摘には誠意をもって対応すること。**説明責任を果たし信義誠実に基づく対応こそが、南極科学活動国同志のルール！**
  - 環境影響評価書には、活動の「目的」を記載することが義務(附属書I第3条2項(a))。**調査の目的(通常の氷床調査かICI調査か)を隠す、偽ることは条約義務の誠実な履行とは言えない。**
- 活動「目的」は客観的に評価されうるというのが、国際司法裁判所(ICJ)の判断
  - 2014年南極海捕鯨事件ICJ判決：ある調査活動の目的(purpose)が科学的であるか(他の目的を持っているか)は、調査プログラムのデザインやその実施方法が科学的目的を達成するのに合理的であるかで、**外見的に(客観的に)判断**されうる。
  - 注意点：ICJは、法的に許されている科学目的の捕鯨と、法的に禁止されている商業目的の捕鯨の区別についてこの判断をした。他方で、ICIは、目的として禁止されているわけではない。

## 5. 南極氷床保全介入が提起するより深淵なガバナンス的課題

(地域＝南極)と(全体＝地球)のガバナンス的相関関係の再構築

地域的に限定された「確実な犠牲」

cf. 南極の道具化

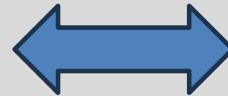
地域特有の「ガバナンス」のあり方

今の南極での判断は、100年後の地球の未来を左右しうる。

地球規模で裨益しうる「不確実な効用」

地球規模の「ガバナンス」のあり方

100年後の地球の未来は、今の南極での判断に左右されうる。



McGee (2019)

- ✓ 全く異なる質の活動
- ✓ 南極例外説の限界
- ✓ 鉱物資源同様の軋轢

(これまで)相互独立+部分的調整関係



Flamm & Shibata (forthcoming)

- ✓ Authority
- ✓ Sovereignty
- ✓ Security

(これから)主従関係？対立関係？統合関係？



# Reference

- **Corbett and Parson (2022)**. Radical Climate Adaptation in Antarctica. Ecology Law Quarterly, 49-1.
- **Flamm and Shibata (forthcoming)**. “Ice-Sheet Conservation” and International Discord: Governing (Potential) Glacial Geoengineering in Antarctica. Submitted to a Journal, under review.
- **Gertner (2024)**. Can 500 million dollars save this glacier? A bold engineering project might show a way to slow sea-level rise. The New York Times, [January 6, 2024](#).
- **Keefer, Wolovick and Moore (2023)**. Feasibility of ice sheet conservation using seabed anchored curtain. PNAS Nexus 2023-2.
- **MacAyeal, ...Moore (2024)**. Glacial Climate Intervention: A Research Vision, [Online](#).
- **McGee (2021)**. Frozen Eden Lost? Exploring discourses of geoengineering in Antarctica. Anthropocene Antarctica, Routledge.
- **Moore, et al (2021)**. Targeted Geoengineering: Local Interventions with Global Implications. Global Policy, 12.
- **Vousdoukas et al (2023)**. Small Island Developing States under threat by rising seas even in a 1.5 C warming world. Nature Sustainability, 6.
- **Wolovick and Moore (2018)**. Stopping the flood: could we use targeted geoengineering to mitigate sea level rise? The Cryosphere, 12.
- **You (2024)**. Could giant underwater curtains slow ice-sheet melting? Nature, [January 17, 2024](#).