

カーボンニュートラル達成に貢献する大学等コアリション全体シンポジウム  
ーカーボンニュートラル達成に向けて未来社会像をどう描くかー

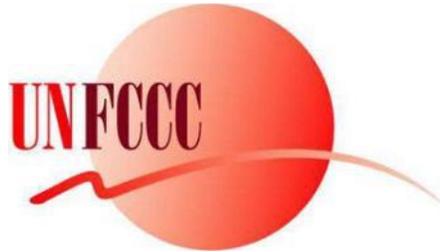
ネットゼロ管理主義科学を超えて：  
数値化できないものを可視化する人文知の役割

2022.3.11（金）13:00-16:45

@オンライン開催

朝山慎一郎（国立環境研究所）

# リオ（1992）からパリ（2015）まで



## UNFCCCの究極的な目標（第二条）

「気候システムへの危険な人為的介入の防止」  
“prevent dangerous anthropogenic interference with the climate system”



PARIS2015  
UN CLIMATE CHANGE CONFERENCE  
COP21·CMP11

## パリ協定の気温目標（第二条）と緩和目標（第四条）

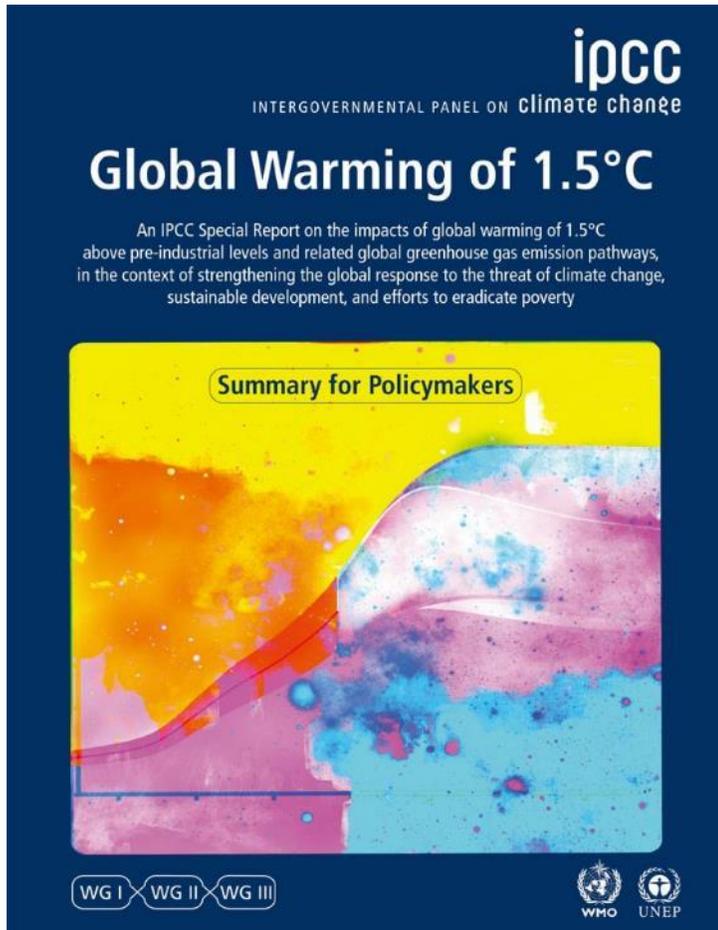
「2°Cより十分低く」と「1.5°Cへの努力」  
+  
「温室効果ガスの人為的な排出と吸収をバランス」  
“a balance between anthropogenic emissions by sources and removals by sinks of greenhouse gases in the second half of this century”

# IPCC 1.5°C 特別報告書 (2018)

1.5°C 目標達成のためには世界全体のCO<sub>2</sub>排出量を

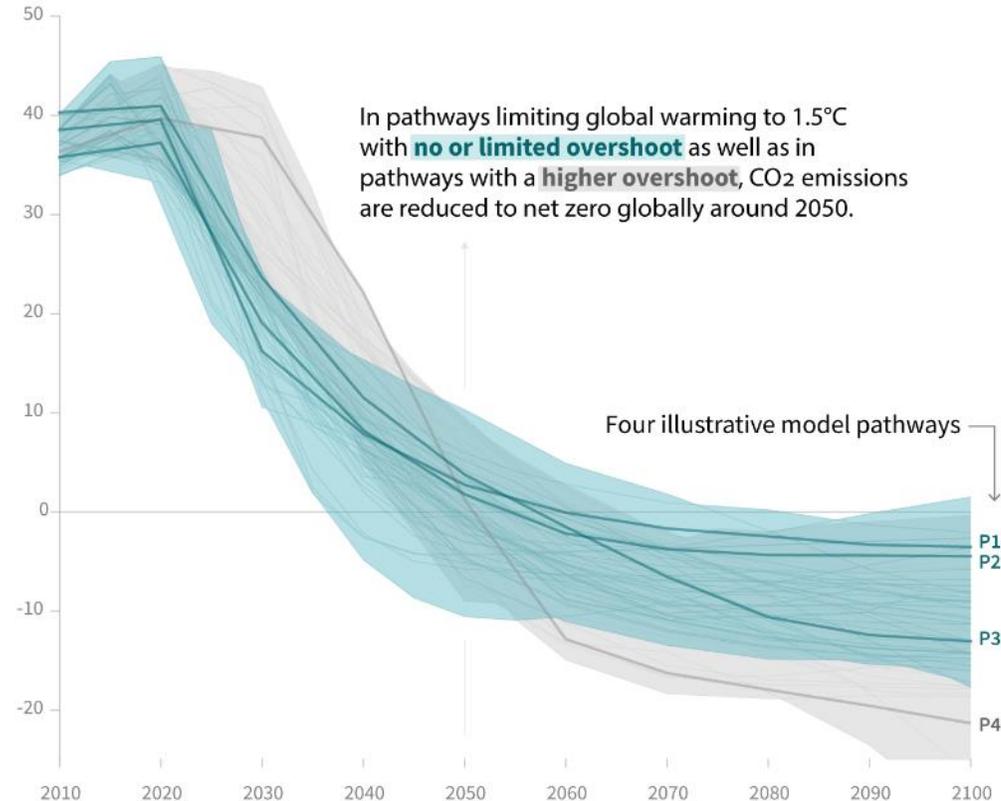
⇒ 2030年までに半減

⇒ 2050年にネットゼロ



Global total net CO<sub>2</sub> emissions

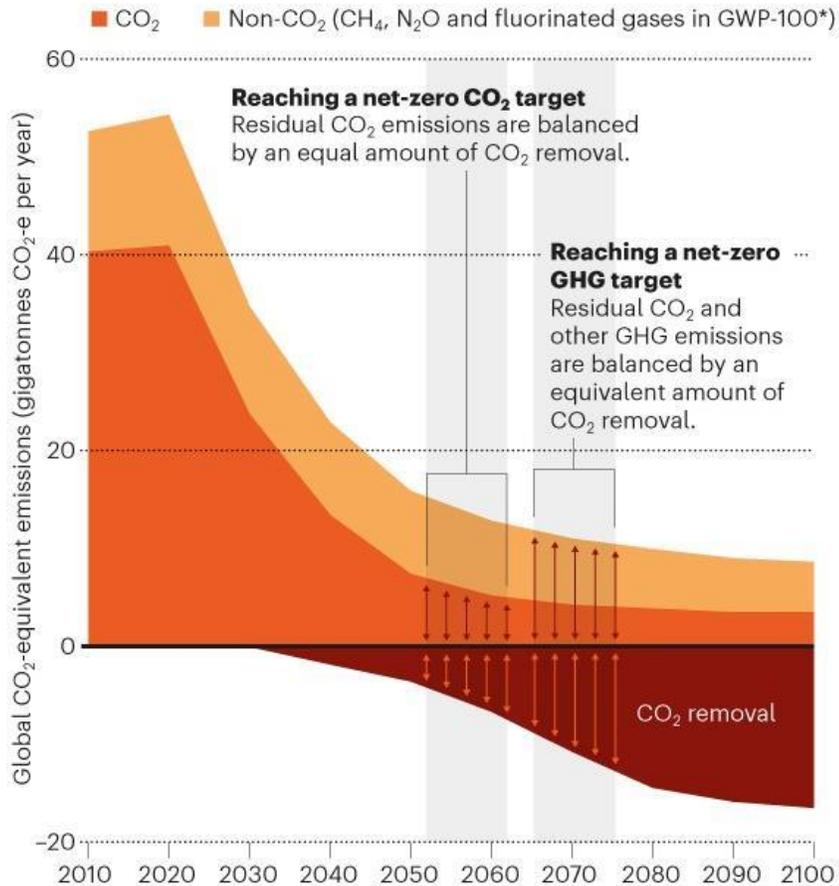
Billion tonnes of CO<sub>2</sub>/yr



# ネットゼロCO2とネットゼロGHGの違い（と時間的なずれ）

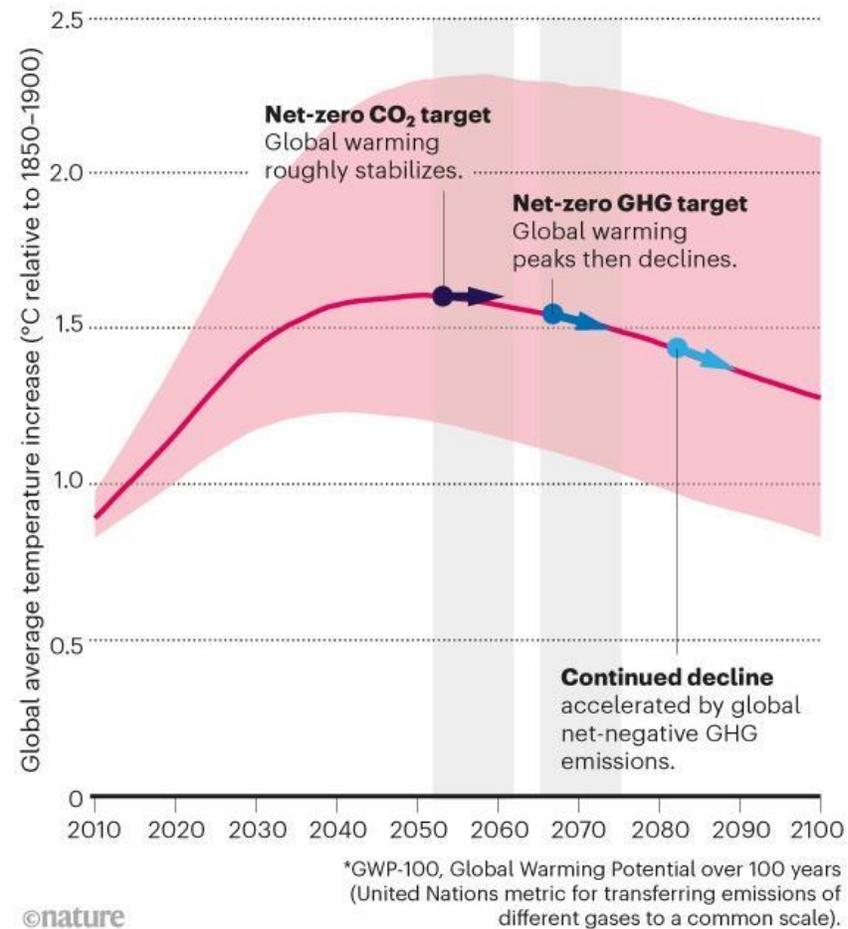
## Global greenhouse-gas (GHG) emissions

Illustrative pathway for reaching net-zero carbon dioxide and net-zero GHG emissions (from ref. 3).



## Global-warming implications

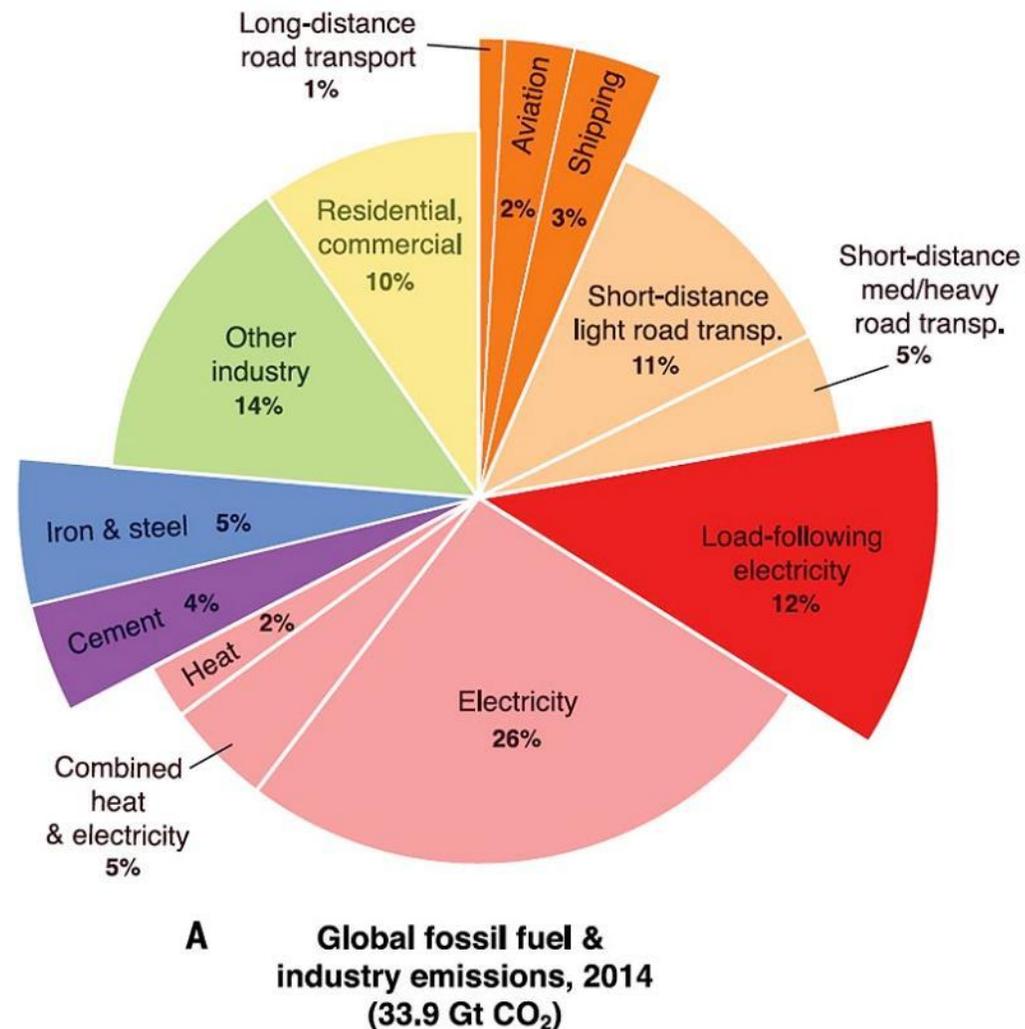
Estimated global temperature peaks (in pink) and declines (arrows) under net-zero GHG emissions.



# 削減困難な残余排出を相殺する「CO2除去」の重要性

## 削減困難 (Hard-to-abate) セクター

- 排出源における直接的な削減が技術的に難しいまたは著しい経済的コストがかかる部門
  - 鉄鋼・セメント
  - 航空・船舶・長距離陸上輸送
  - 需給調整電源 (ガス火力)

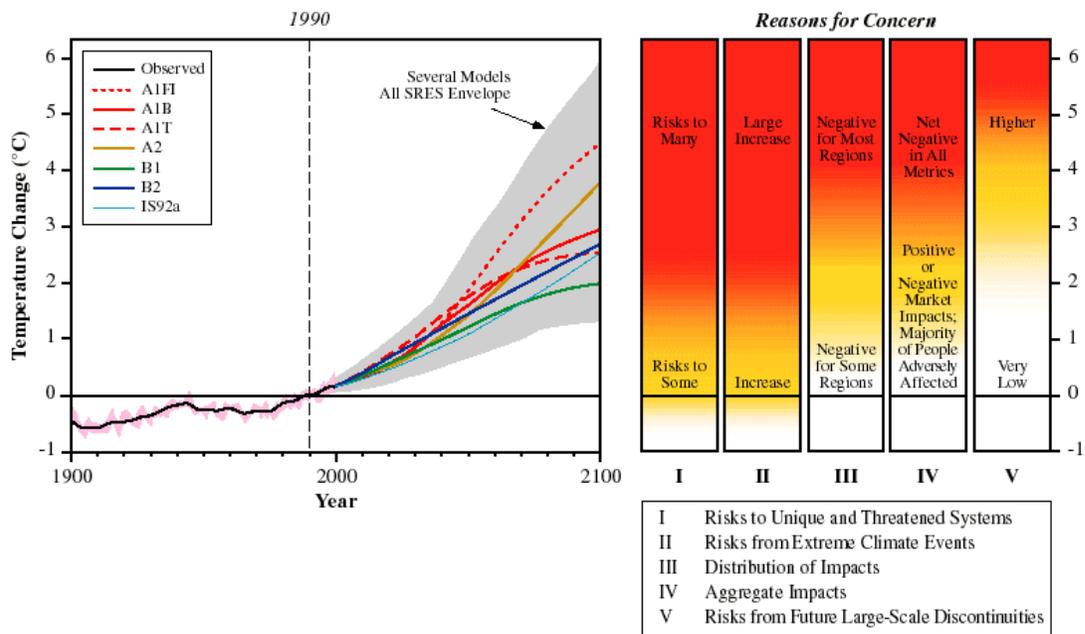


(出典) Davis et al. (2018) *Science* doi: 10.1126/science.aas9793

\*ただし、図の出典は <https://www.nrel.gov/news/program/2018/envisioning-net-zero-emissions-science-article.html>

# 気候リスクの定量化指標としての「地球平均気温」

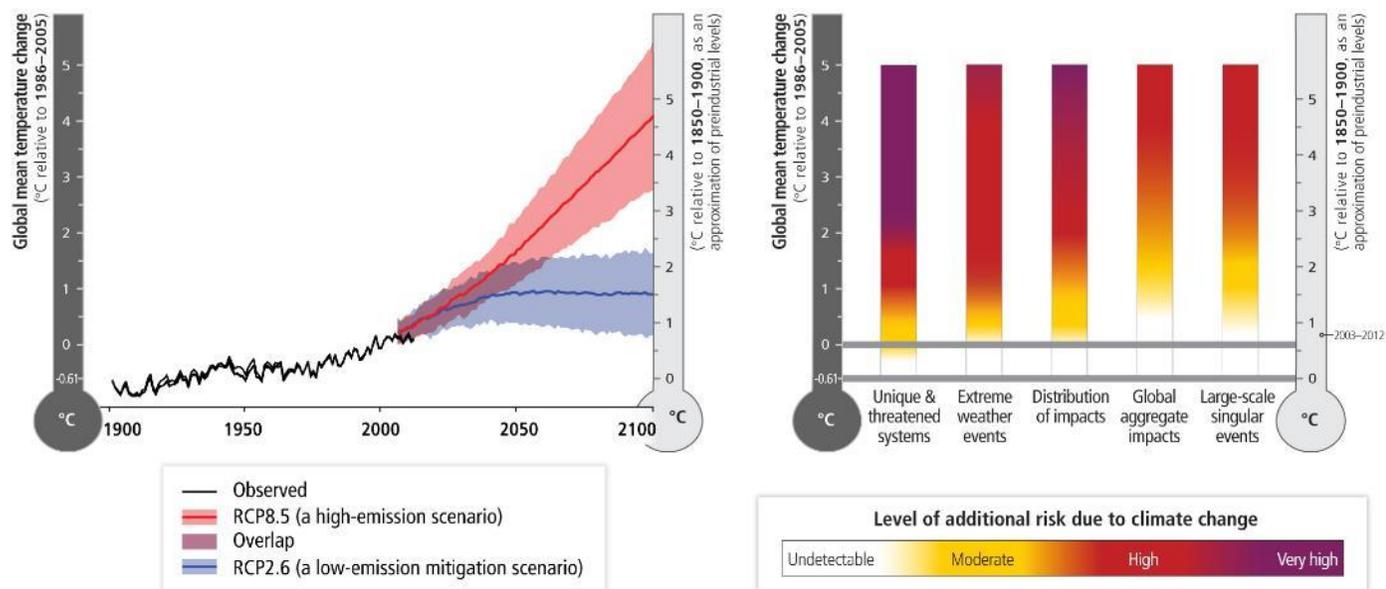
## IPCC AR3 WG2 (2001)



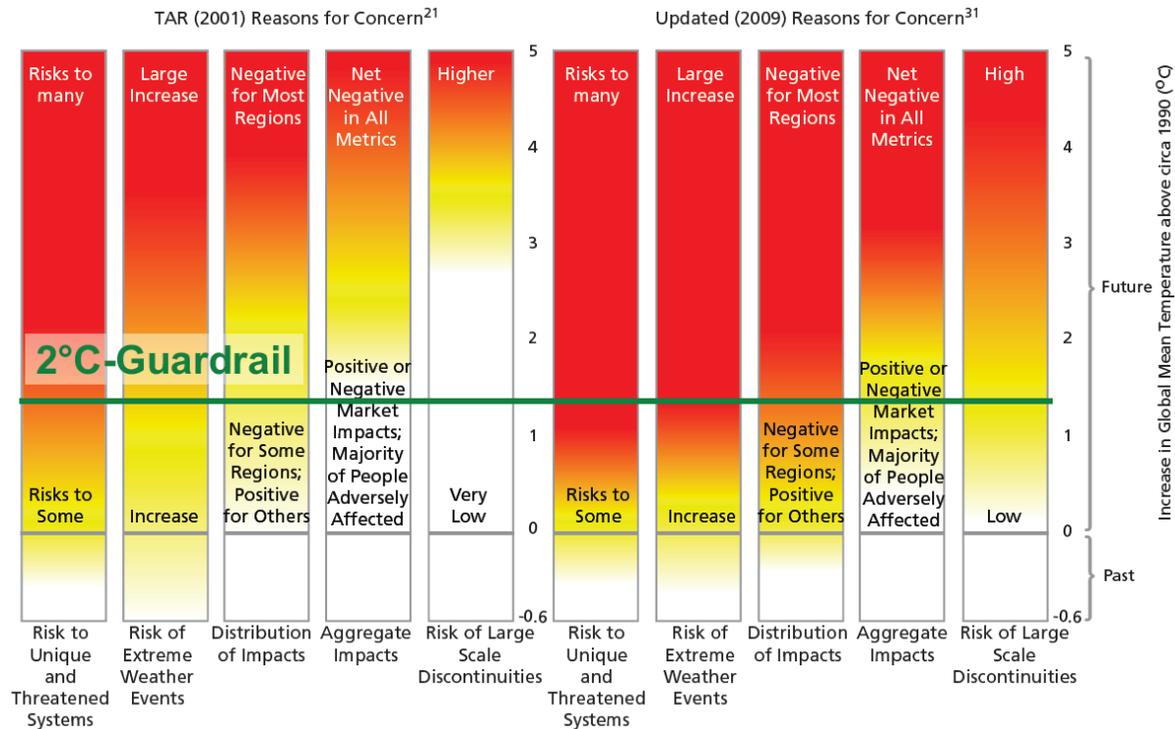
気温目標の当初のベースライン  
(基準年)は「1990年」だった

IPCC AR5から別の基準として  
「産業革命以前」が加えられた

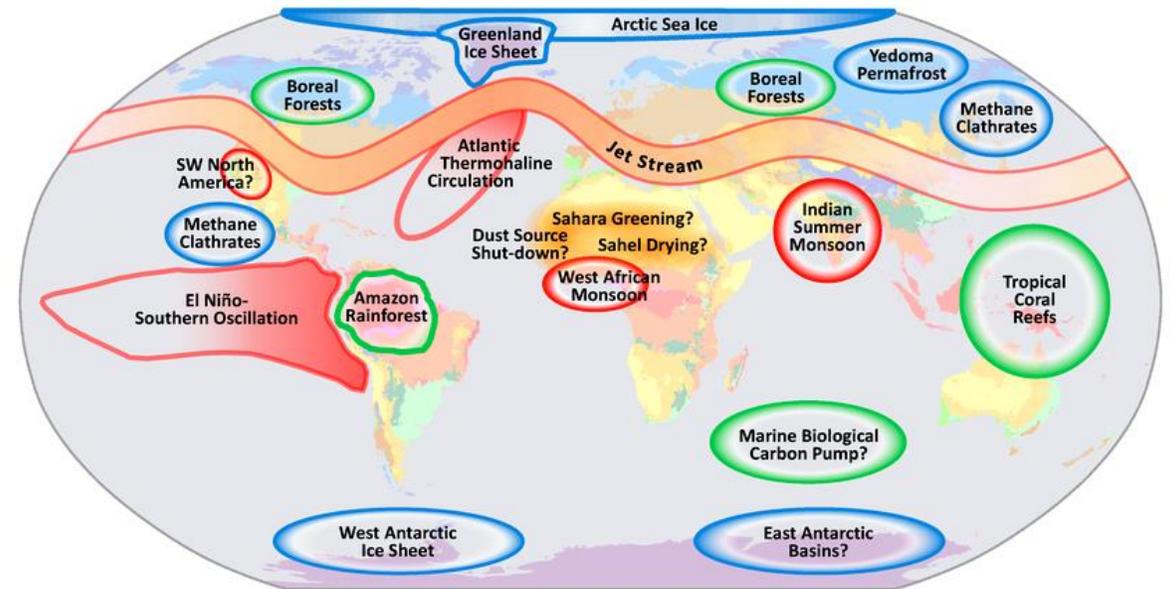
## IPCC AR5 WG2 (2014)



# 2°Cのガードレールとティッピングポイントの懸念



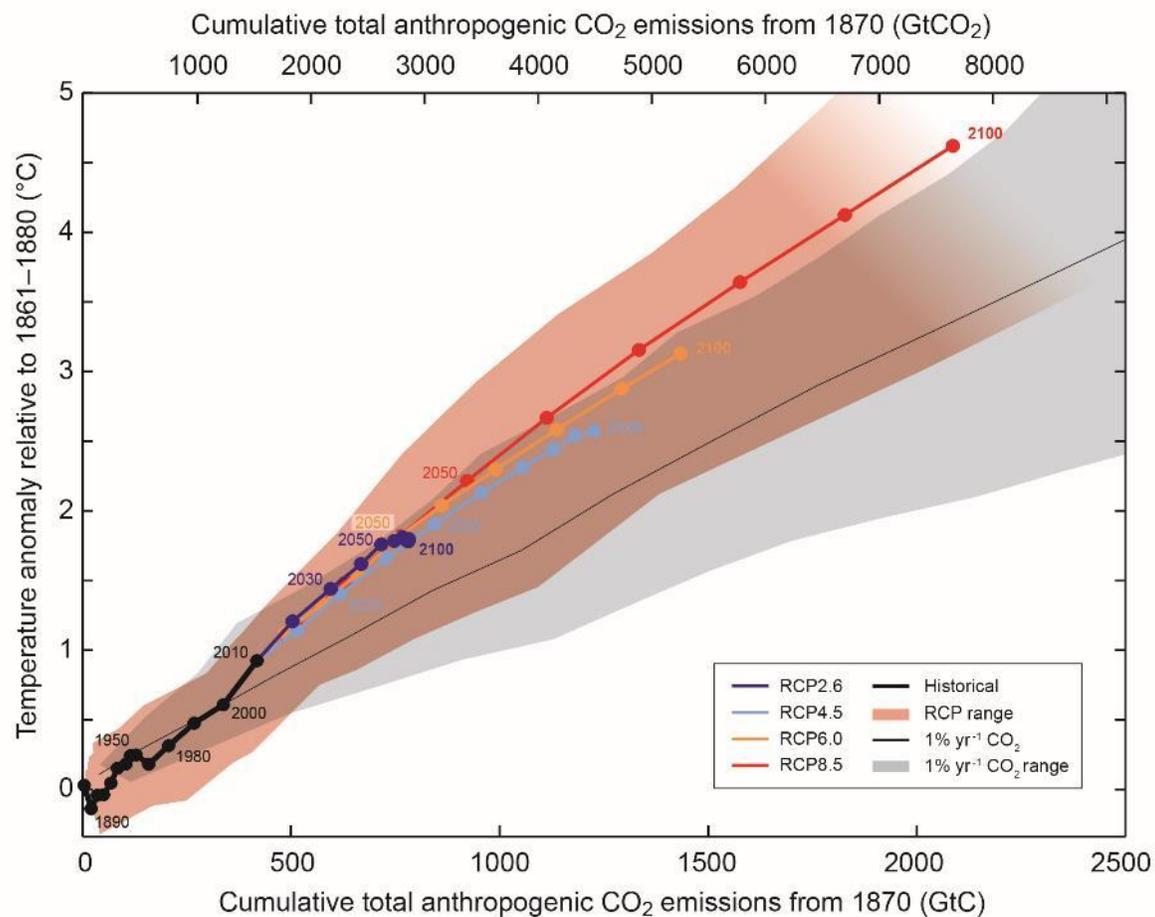
地球平均気温が2°Cを超えると、急激かつ不可逆的な変化が気候システム上に生じることへのおそれ



(出典、左) Richardson et al. (2009) *Climate Change - Global Risks, Challenges and Decisions: Synthesis Report*. University of Copenhagen: Copenhagen

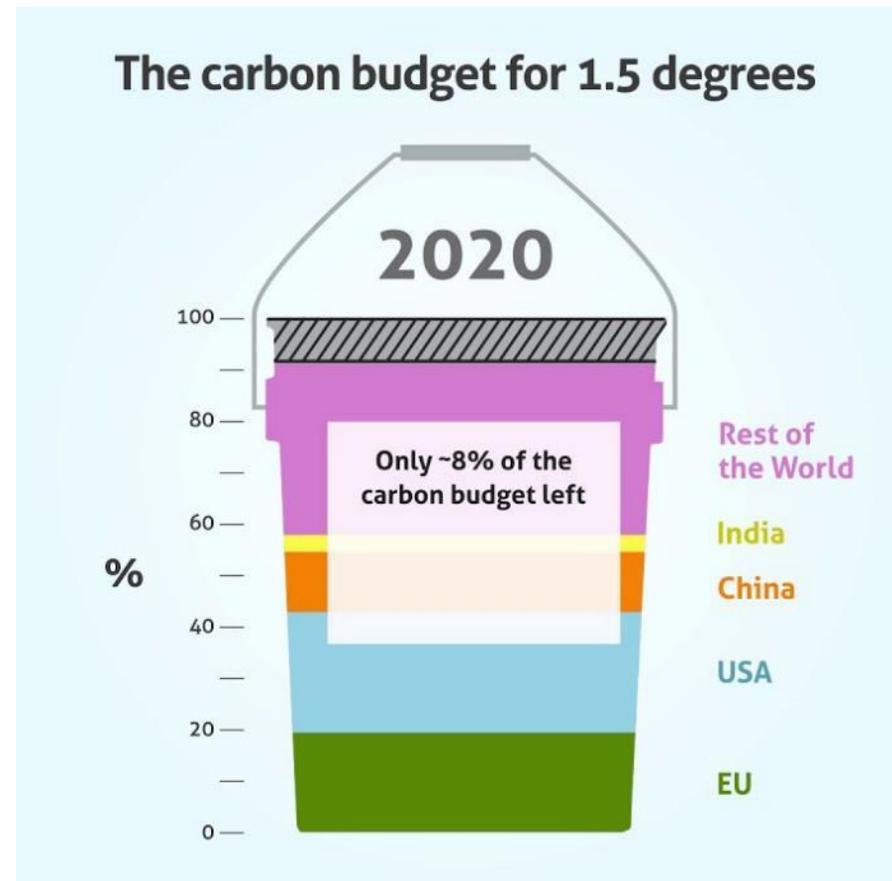
(出典、右) PIK, Tipping Elements - the Achilles Heels of the Earth System <https://www.pik-potsdam.de/en/output/infodesk/tipping-elements>

# 地球平均気温と累積CO2排出量の線形関係



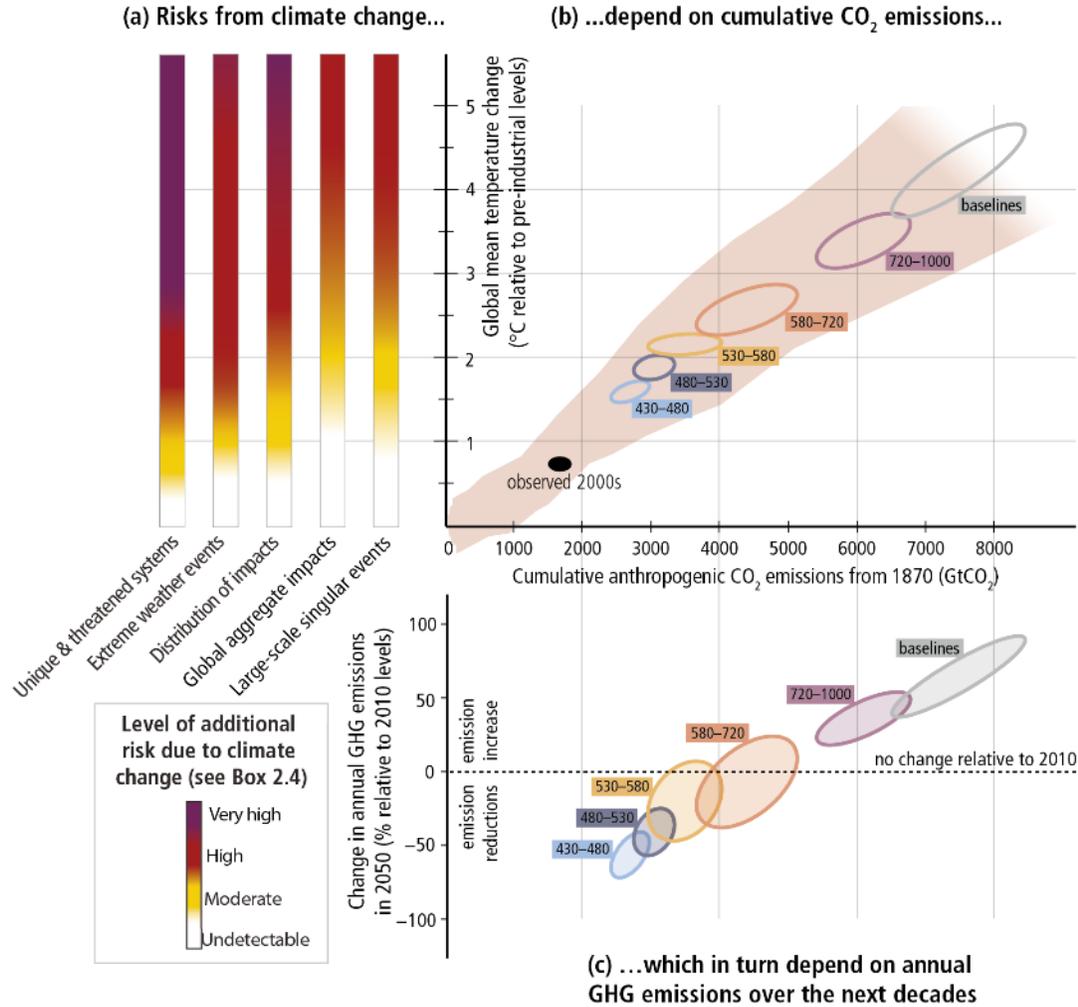
IPCC AR5 WG I (2013)

## 「カーボンバジェット」の概念の普及



(出典) Global Carbon Budget 2020  
<https://youtu.be/aD0EgwohZwg>

# 気温目標と削減目標の「媒介変数」としての カーボンバジェット



IPCC AR5 SYR (2014)

危険な人為的介入の防止  
(定性的な規範目標)

地球気温によるリスクの定量化

1.5°C + 2°C 目標

累積排出量 (バジェット) の計算

ネットゼロ目標

# グラスゴー気候合意（2021）

## I. Science and urgency

3. *Expresses alarm and utmost concern that human activities have caused around 1.1 °C of warming to date, that impacts are already being felt in every region, and that carbon budgets consistent with achieving the Paris Agreement temperature goal are now small and being rapidly depleted;*

カーボンバジェットがCOP決定の  
文書ではじめて言及される



地球物理学の科学的な概念として  
だけではなく、気候政策の意思決  
定をガイドする政策ツールとして  
の地位の確立

Joeri Rogelj  
@JoeriRogelj

As far as I know it's the 1st time that carbon budgets have been included in a COP decision.

Kudos to [@JolenecookC](#) who from the beginning had the vision to set science at the core of the [#COP26](#) outcome and who championed it throughout the negotiations as part of the [@COP26](#) unit!

[Leo Hickman](#) [@LeoHickman](#) · Nov 17  
I had been wondering over the weekend at #COP26 whether this was the very first time the term "carbon budget" had appeared in a COP decision text. It appears it was so a bit of history made in addition to the mention of "coal"...  
[twitter.com/JoeriRogelj/st...](#)

7:41 AM · Nov 17, 2021 · Twitter for Android

# カーボンバジェットの視点から眺める気候政策

- 緩和策の焦点をフロー（単年の排出量）からストック（累積の排出量）へ
  - => あらかじめ決められた「予算の計画的な配分」の問題
  - => 超過の排出量（オーバーシュート）は負債として返済可能に
- CO2の「排出削減」と「人為的な除去」の同等化（commensuration）
  - => 予算内であれば「支出の削減」は「収入の創出」で相殺できる
  - => 緩和のコストを排出源から時間的・空間的にデカップリング

Perspective | Published: 30 November 2020

## Opportunities and challenges in using remaining carbon budgets to guide climate policy

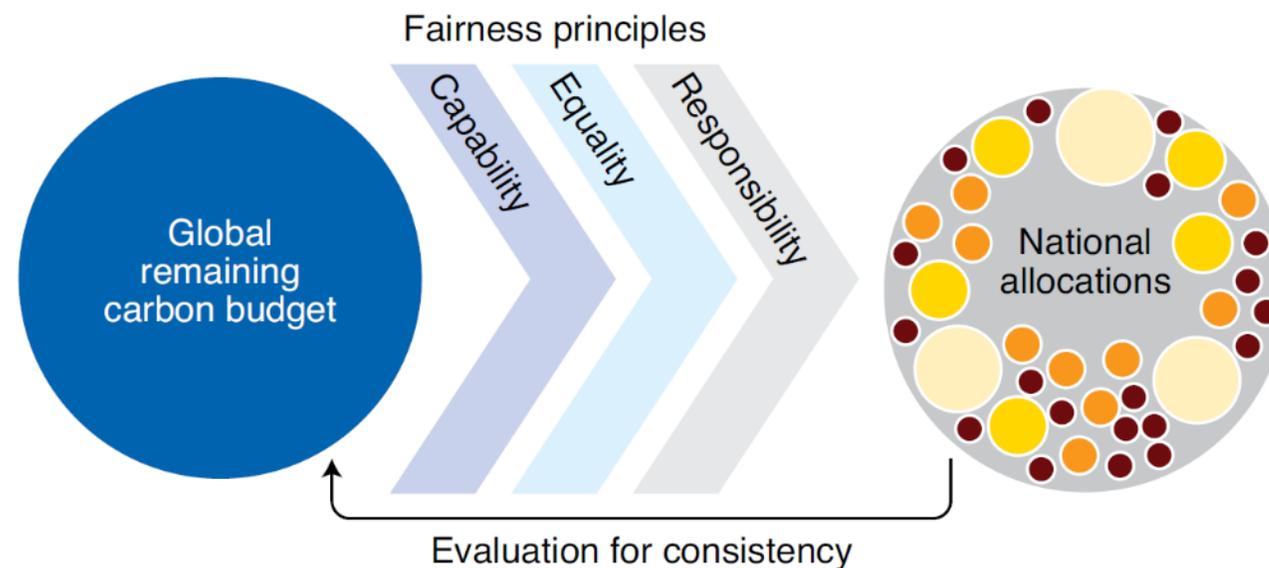
H. Damon Matthews , Katarzyna B. Tokarska, Zebedee R. J. Nicholls, Joeri Rogelj, Josep G. Canadell, Pierre Friedlingstein, Thomas L. Frölicher, Piers M. Forster, Nathan P. Gillett, Tatiana Ilyina, Robert B. Jackson, Chris D. Jones, Charles Koven, Reto Knutti, Andrew H. MacDougall, Malte Meinshausen, Nadine Mengis, Roland Séférian & Kirsten Zickfeld

*Nature Geoscience* **13**, 769–779 (2020) | [Cite this article](#)

5750 Accesses | 15 Citations | 535 Altmetric | [Metrics](#)

## バジレットの金融メタファーが 比喩的に暗示する存在

予算の収支バランスを監督する  
中立的な「予算管理者」としての  
科学者・専門家



# カーボンバジェットが不可視化する排出行為の社会的含意

## 同等化 (commensuration)

- CO2排出量という共通の指標によって、社会的には全く異なる行為を「数量的に同等なもの」として比較可能にする。

排出行為に伴う道徳的な含意は数字では表現できない！

- 途上国の住民による「生活に不可欠な排出」と先進国の住民による「ぜいたくな排出」は本質的に同等ではない。

## Subsistence Emissions and Luxury Emissions

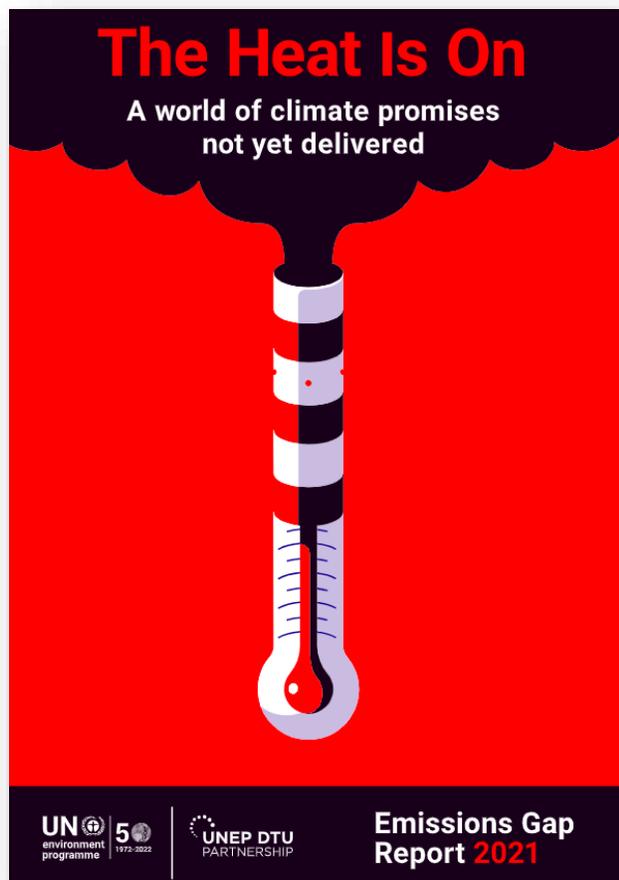
HENRY SHUE

*In order to decide whether a comprehensive treaty covering all greenhouse gases is the best next step after UNCED, one needs to distinguish among the four questions about the international justice of such international arrangements: (1) What is a fair allocation of the costs of preventing the global warming that is still avoidable?; (2) What is a fair allocation of the costs of coping with the social consequences of the global warming that will not in fact be avoided?; (3) What background allocation of wealth would allow international bargaining (about issues like 1 and 2) to be a fair process?; and (4) What is a fair allocation of emissions of greenhouse gases (over the long-term and during the transition to the long-term allocation)? In answering each question we must specify from whom any transfers should come and to whom any transfers should go. As the grounds for the answers we usually face a choice between fault-based principles and no-fault principles.*

# ネットゼロ排出と脱化石燃料の政治的含意の大きな違い

## 排出ギャップ

「いかに需要を減らすのか」



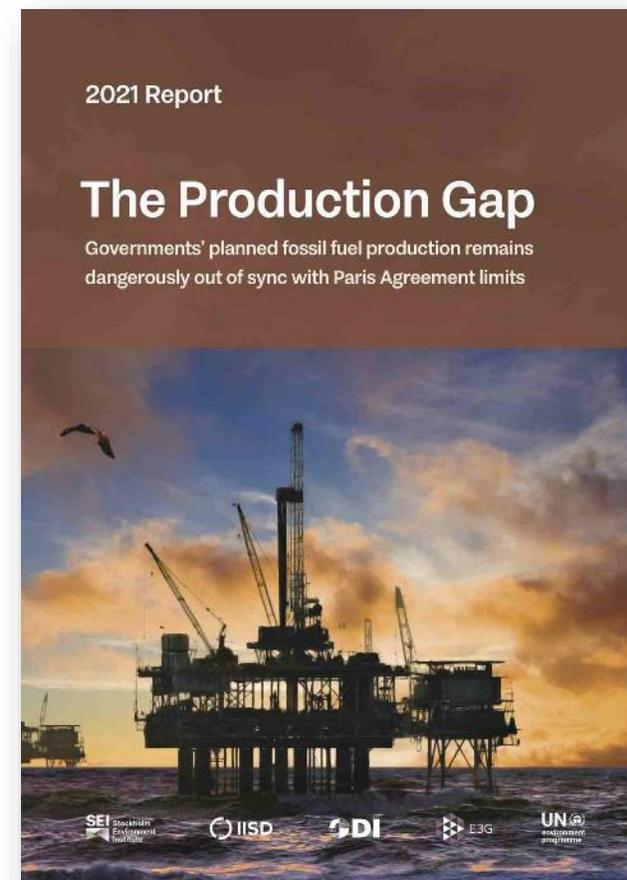
気候とエネルギーは  
コインの表裏



ネットゼロ  
≠  
脱化石燃料

## 生産ギャップ

「いかに供給を減らすのか」



## Swimming upstream: addressing fossil fuel supply under the UNFCCC

Georgia Piggot <sup>a</sup>, Peter Erickson <sup>a</sup>, Harro van Asselt <sup>b,c</sup> and Michael Lazarus <sup>a</sup>

### パリ協定の落とし穴

- 「化石燃料」の用語は一言も言及されていない



### グラスゴー気候合意での進展

- phase-out / phase-down 論争よりも重要な点
- はじめて石炭火力や化石燃料補助金からの撤退の必要性が言及される

# Ending Fossil Fuels

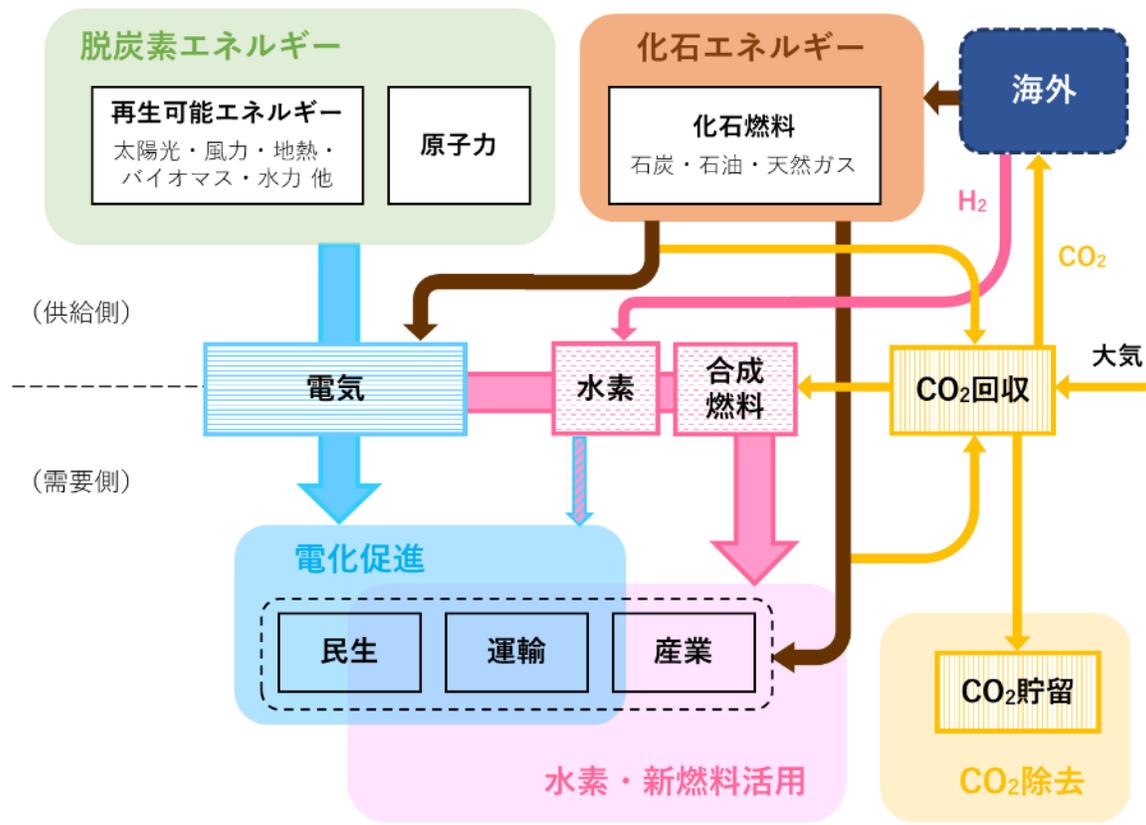
“A necessary book!” —Bill McKibben, author of *The End of Nature*

# Why Net Zero Is Not Enough

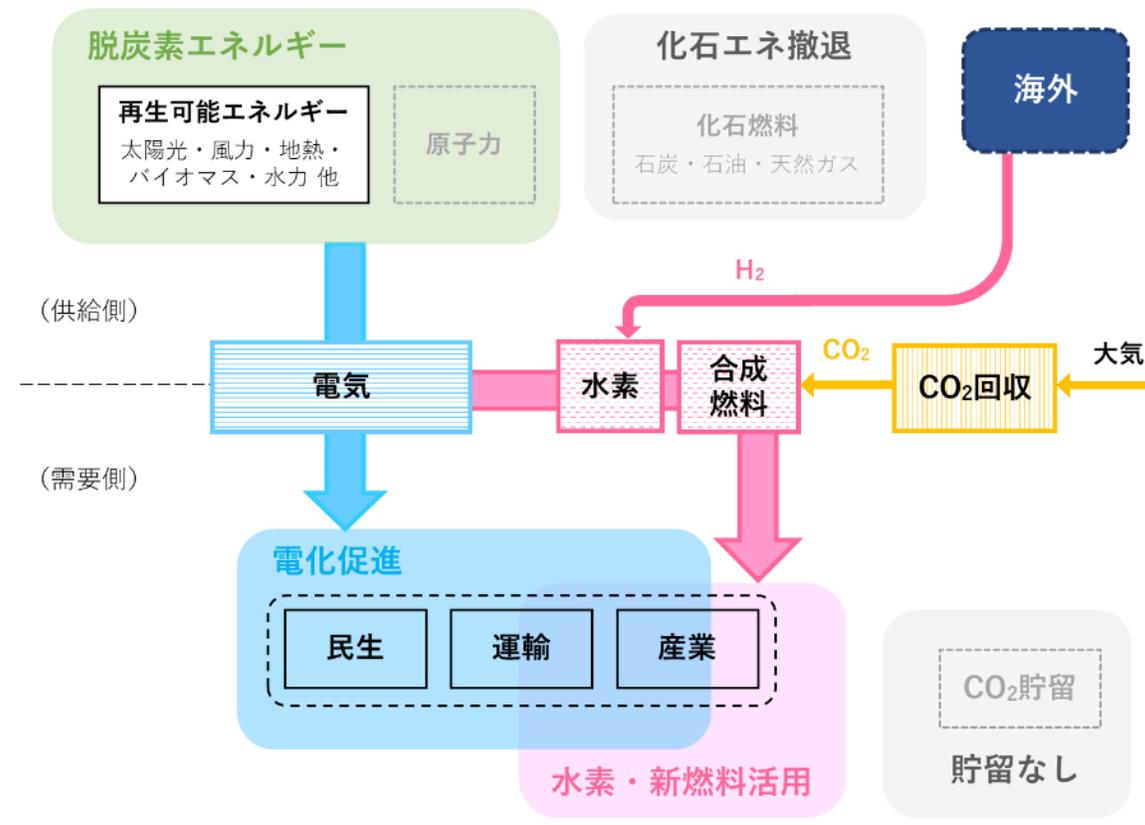
Holly Jean Buck

# 日本の脱炭素エネルギーシステムのあり方は一通りではない

## 化石CCS&合成燃料依存シナリオ



## 再エネ&電化促進シナリオ



\*上図は、JST-RISTEX『科学技術の倫理的・法制的・社会的課題 (ELSI) への包括的実践研究開発プログラム』「脱炭素化技術の日本での開発/普及推進戦略におけるELSIの確立」(研究代表者：江守正多・国立環境研究所) のプロジェクトで検討中の内容に基づく。

# SHAPE – A Focus on the Human World

Published on 11/02/2020 By Julia Black

Whilst those of us who practice in SHAPE disciplines are aware of their worth, their sheer range and variety can obscure what it is they share – a focus on what it is to be human. STEM subjects are equally heterogenous, and with their own internal factions. But these are masked by their shared branding, as STEM. By offering the social sciences, humanities and the arts their own common descriptor, SHAPE, we are aiming to celebrate their diversity, and also to 'level up' their profile to be on a par with STEM, not in opposition but as equals, and as collaborators.

## 数量化できない「社会の断片」を描き出す人文知の役割



### SHAPE stands for Social Sciences, Humanities and the Arts for People and the Economy

SHAPE is a new collective name for those subjects that help us understand ourselves, others and the human world around us. They provide us with the methods and forms of expression we need to build better, deeper, more colourful and more valuable lives for all.

These disciplines help turn innovation into reality and data into solutions; translate social and economic uncertainty into logical and ethical systems; transform the everyday through original articulations and expressions. They teach us to research, analyse, understand, interpret, communicate, create and collaborate, with rigour, clarity and energy – skills crucial to success for today's society.

# 政策分析においてなぜ解釈的アプローチが重要なのか？

“水が半分入ったグラス”  
(客観的な現実)

“グラスの中の水量の意味”  
(間主観的な現実)



HALF FULL

楽観主義



HALF EMPTY

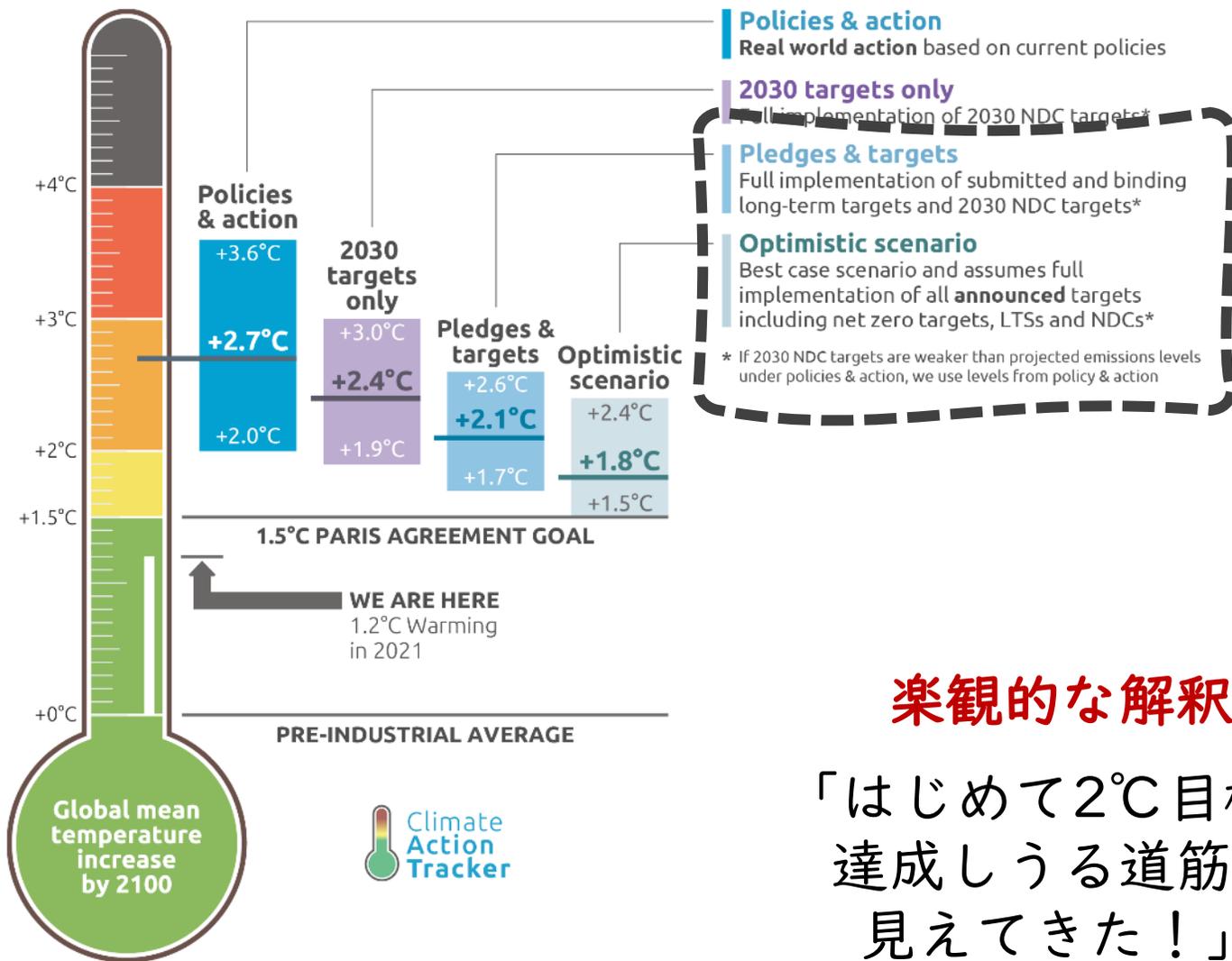
悲観主義

## 定性的な分析

- なぜ・どのように水量の解釈は異なるのか？
- 皆が合意する「望ましい水量」はいくらか？

## 定量的な分析

- グラスの中の水量は（正確に）いくらか？
- どれくらいの速度で水量は増える・減るか？



ネットゼロ目標シナリオの意味は  
どう解釈できるのか？

### 楽観的な解釈

「はじめて2°C目標を  
達成しうる道筋が  
見えてきた！」

### 悲観的な解釈

「いまだに目標と実際の  
政策の間に大きな  
ギャップがある。」

# 気候正義の言説の構成要素としてのカーボンバジェット

人びとはカーボンバジェットの数字からどんな意味を読み取り、訴えるのか？

## Fridays For Future



## 化石燃料ダイベストメント

## Keep it the ground キャンペーン



(出典、左) Face the Climate Emergency - Open Letter and Demands to World Leaders <https://climateemergencyeu.org>

(出典、右) The Guardian - Keep it in the Ground campaign: six things we've learned <https://www.theguardian.com/environment/keep-it-in-the-ground-blog/2015/mar/25/keep-it-in-the-ground-campaign-six-things-weve-learned>

## Prepare developed democracies for long-run economic slowdowns

[Matthew G. Burgess](#) , [Amanda R. Carrico](#), [Steven D. Gaines](#), [Alessandro Peri](#) & [Steve Vanderheiden](#)

*Nature Human Behaviour* 5, 1608–1621 (2021) | [Cite this article](#)

6452 Accesses | 127 Altmetric | [Metrics](#)

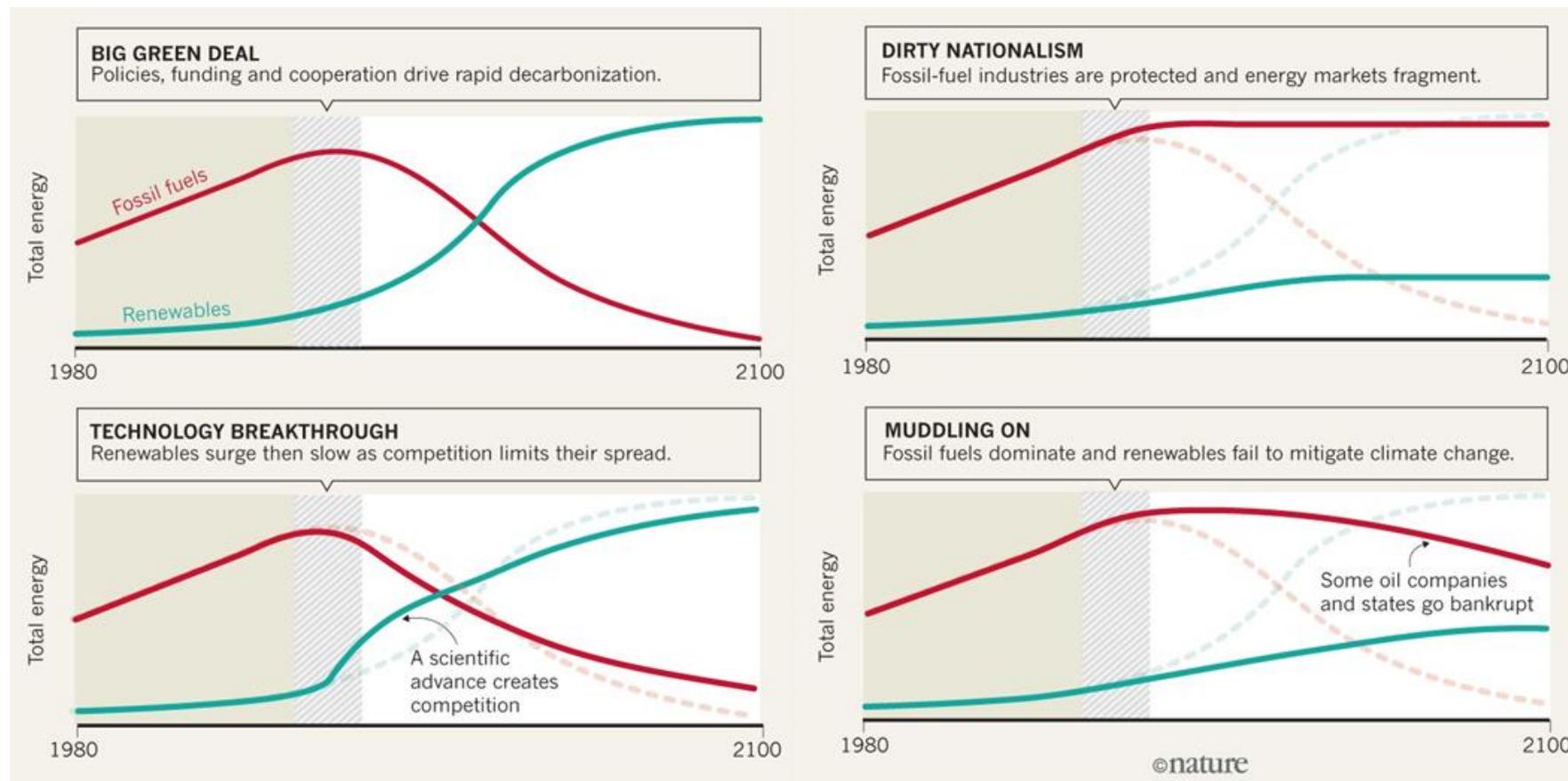
マクロ経済的な現実としての  
「先進国の低成長」  
(先行事例としての日本社会)

気候危機の問題意識から 今の社会経済のあり方を見直すこと につなげるには？

To prepare developed democracies for the fiscal and social challenges of slow growth or stagnation, we call for a **'guided civic revival' that includes government and civic efforts aimed at decoupling social capital and individual well-being from economic growth**, integrating diverse populations, improving opportunity for youth, improving the return on investment (ROI) in government spending and taxation and institutionally safeguarding core elements of democratic government. Limiting inequality and improving access to education are key to this agenda, as are government and grass-roots investments in social integration and building shared national identities, to combat headwinds of polarization.

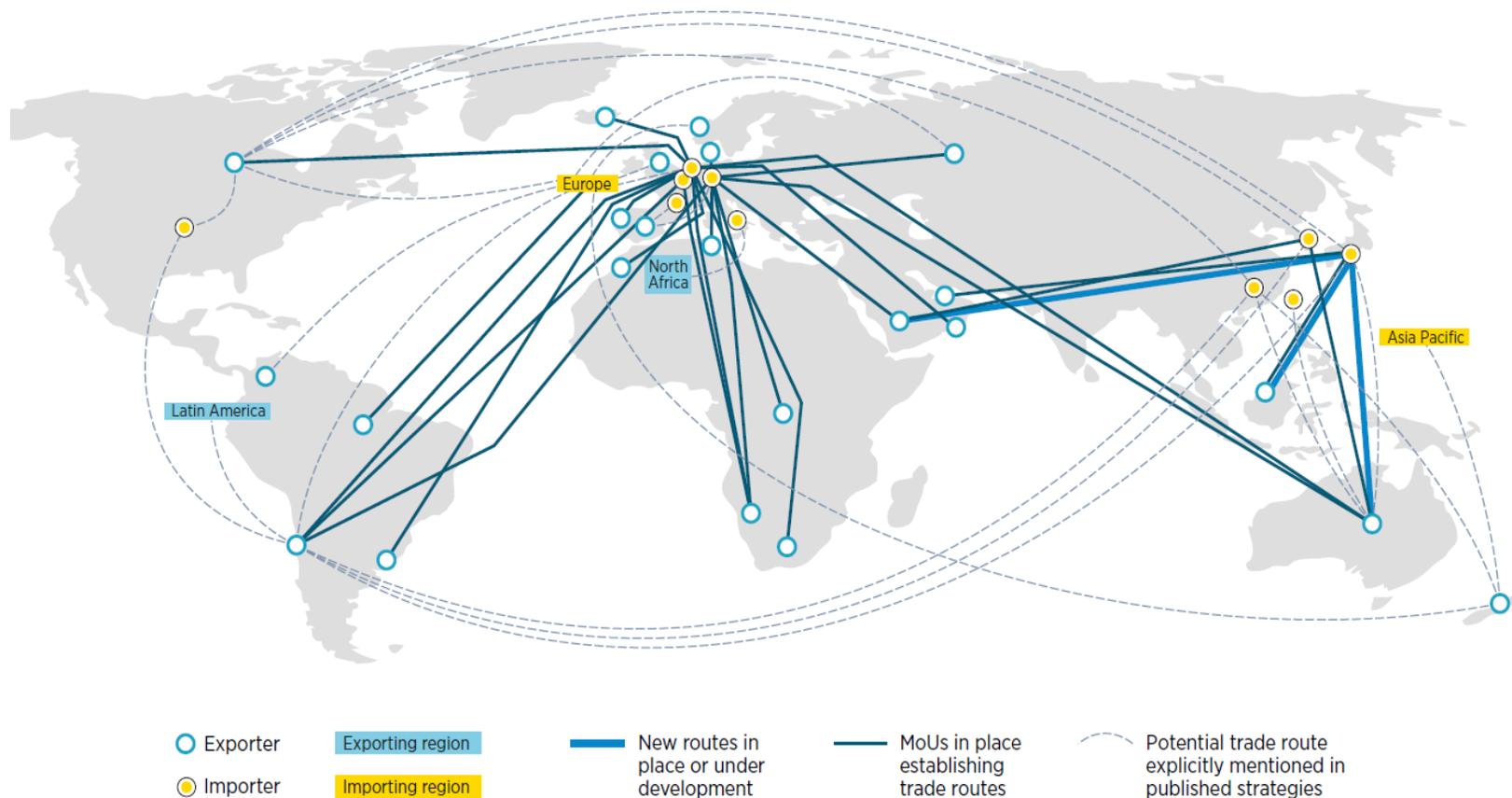
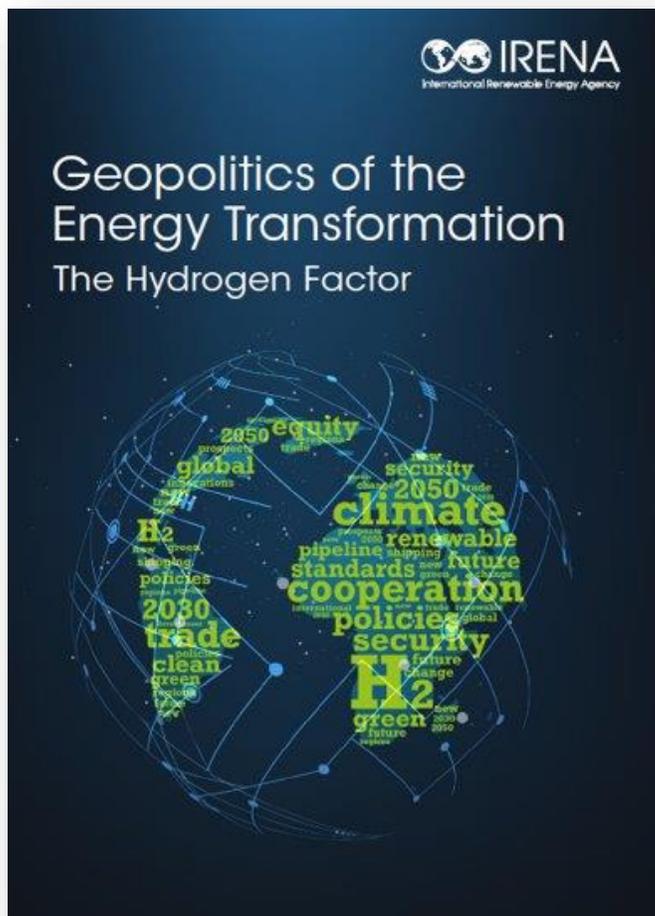
# 脱炭素エネルギー転換がもたらす新たな地政学

公正な移行と脱炭素の地政学的リスクの政治経済的な含意をどう読み解くのか？



# 水素エネルギーへの転換が日本に及ぼす新たな地政学的な関係とは？

「技術先進国」（需要側）と「資源輸入国」（供給側）  
という日本における水素の二面性





## The Oxymoron of Carbon Dioxide Removal: Escaping Carbon Lock-In and yet Perpetuating the Fossil Status Quo?

 Shinichiro Asayama\*

Social Systems Division, National Institute for Environmental Studies, Tsukuba, Japan

## 化石燃料業界 => CO2貯留業界 の転換は可能か？

### CCSと「カーボンロックイン」

- 元々は再エネへの移行の過渡的な対策手段としての位置づけ
- 石炭火力などの化石燃料インフラへのさらなる依存を強化



### CDRと「不当な代替」

- CCSとは違い、CDRの実施は化石燃料消費と物理的に分離されうる
- 排出削減の安易な代替を防ぎつつ、CDRの技術開発と化石燃料からの撤退を組み合わせることは可能

# STEM（自然科学系）とSHAPE（人文社会系）の知識の違い

STEM（自然科学系）

（経済学なども含む）

SHAPE（人文社会系）

（主に解釈的アプローチ）

思想的な立場

実証主義

ポスト実証主義／構築主義

知識の形態

定量的（quantitative）

定性的（qualitative）

分析の仕方

記述的（descriptive）

規範的（normative）

研究の目的

事実発見的（fact-finding）

意味構築的（meaning-making）

知識の変化

前進的（progressive）

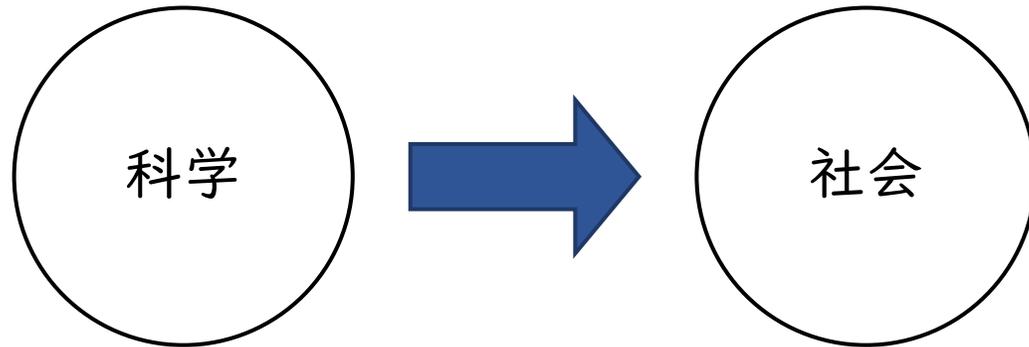
累積的（accumulative）

# 科学と社会の関係性についての二つのモデル

STEM（自然科学系）型

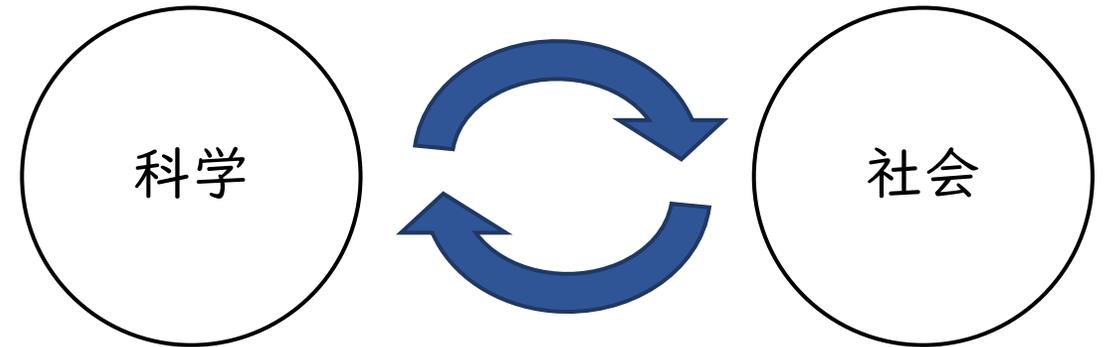
SHAPE（人文社会系）型

“社会実装”



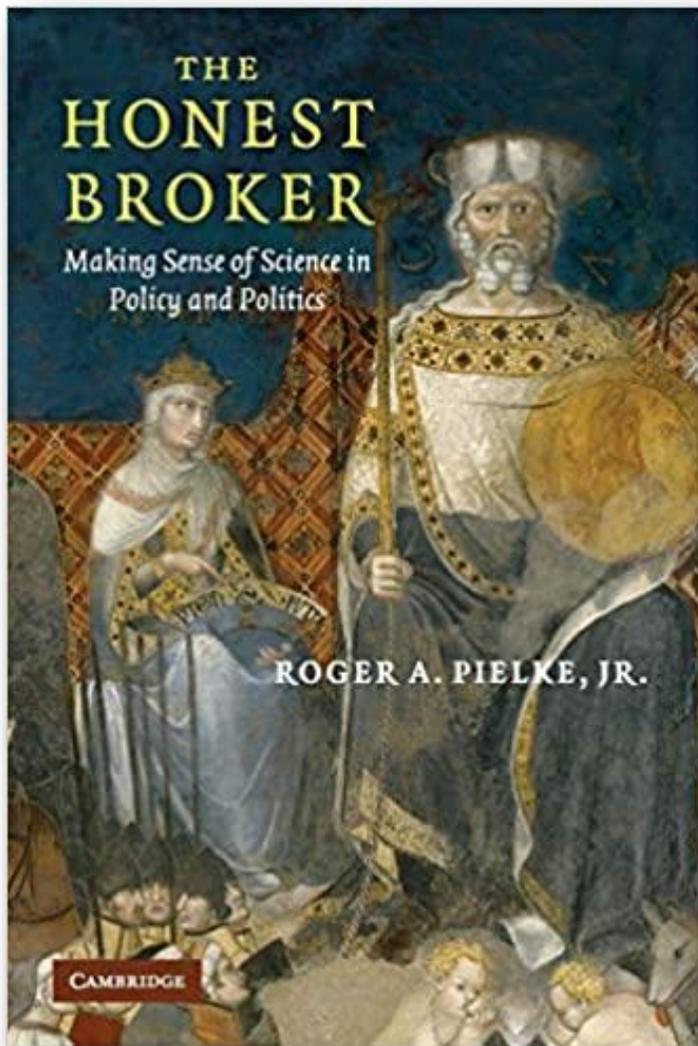
単線モデル  
(Linear model)

“社会共創”



共構築モデル  
(Co-production model)

# 政策決定における科学者の役割の四類型 (Pielke 2007)



		規範的な価値判断への関与	
		なし (単線モデル)	ある (利害関係者モデル)
政策決定者の関心の考慮	なし	純粋な科学者 Pure scientist	持論の提起者 Issue advocate
	ある	科学の裁定者 Science arbiter	政策の公正な仲介者 Honest broker of policy alternatives

# 科学をめぐる政治論争における3つの橋渡し役

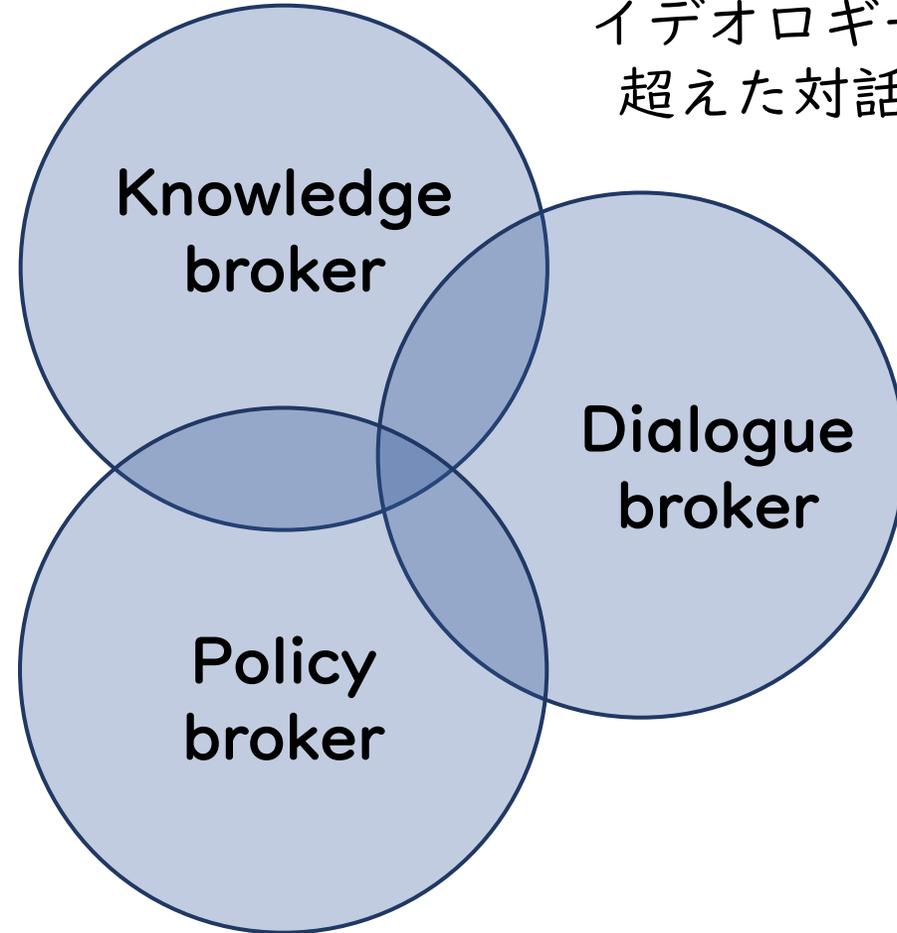
The Need for  
Knowledge-  
Based  
Journalism in  
Politicized  
Science  
Debates

By  
MATTHEW C. NISBET  
and  
DECLAN FAHY

専門的な知識を  
批判的に評価する

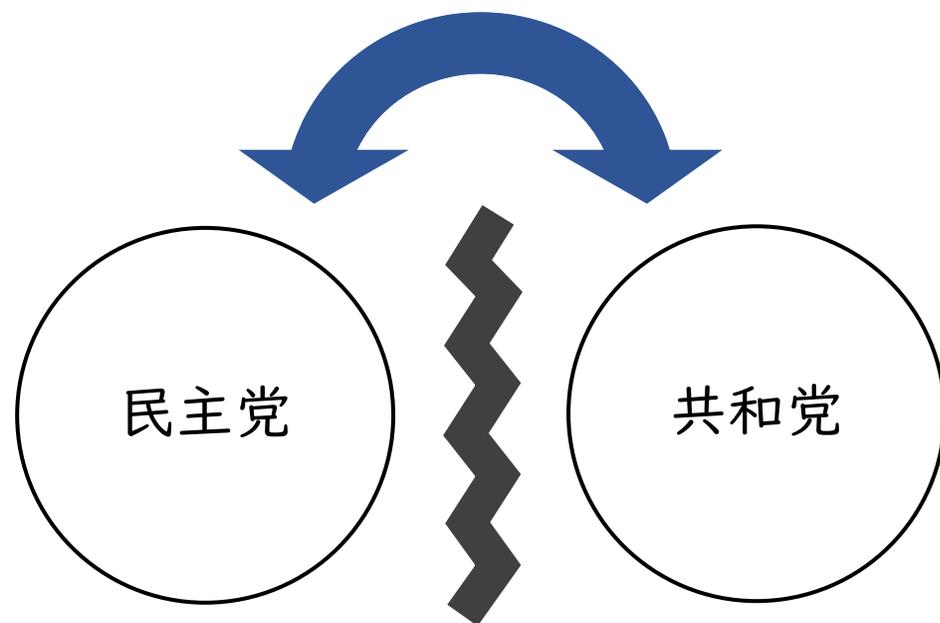
幅広い政策的な  
選択肢を提示する

イデオロギー的な分断を  
超えた対話を促進する



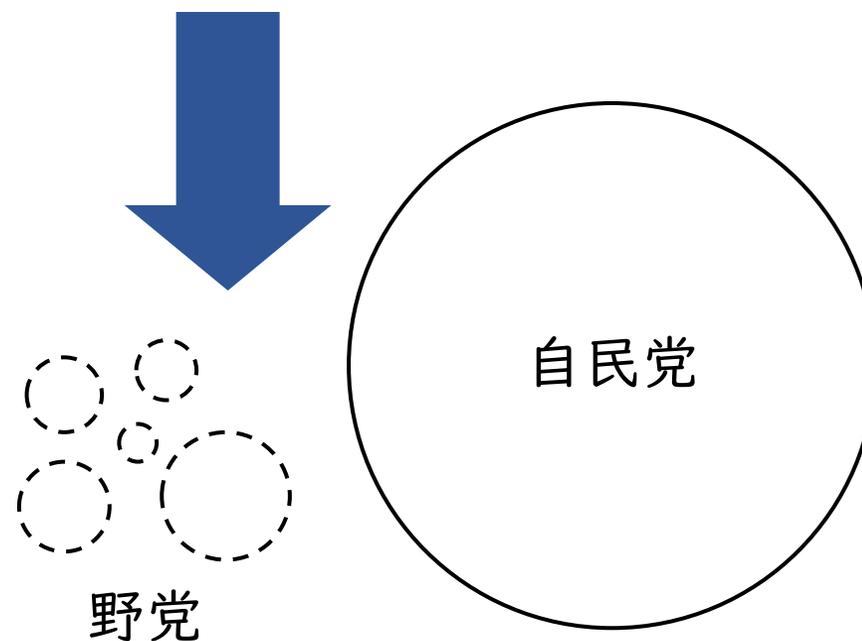
# 政治的文脈によって《学術知の政治的な役割》も変わる

政治的な分断を超えた  
超党派的存在



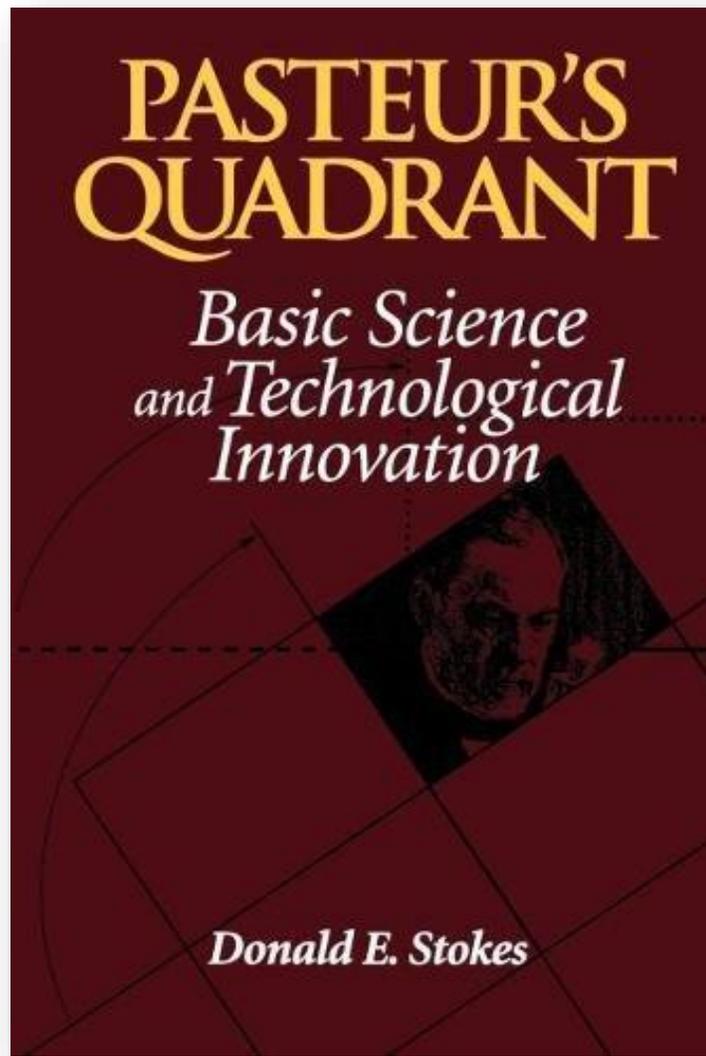
極端な政治的な二極化  
(米国の政治状況)

オールタナティブを提供して  
政治的な空洞を埋める存在



巨大与党による一極支配  
(日本の政治状況)

# 知識の社会利用における科学研究の三類型 (Stokes 1997)



		社会における知識の利用の考慮	
		なし	ある
基礎的な理解への探求	ある	純粋な基礎研究 Pure basic research (ボーア)	利用志向の基礎研究 Use-inspired basic research (パスツール)
	なし		純粋な応用研究 Pure applied research (エジソン)

Published: 24 August 2021

## A brief history of usable climate science

Deborah R. Coen 

*Climatic Change* 167, Article number: 51 (2021) | [Cite this article](#)

637 Accesses | 2 Citations | 17 Altmetric | [Metrics](#)

自由主義的な科学観から  
相対主義的な科学観へ

利用者コミュニティの  
存在が知識の有用性を  
左右する

「学問の自由か社会的な有用性か」  
の古い二項対立からの脱却

The necessary conditions for usable knowledge have nothing to do with either freedom or constraint: constraint is irrelevant when there are no rules to follow, and freedom is beside the point when the goal is to forge relational bonds. Collaborative knowledge-making requires an ethos of care and an acceptance of interdependence; it is incompatible with a Manichean liberal view of freedom as the absence of dependence.

In short, the goal of usability alters the very meaning of *research*. In a world of “pure” and “applied” science, research has designated activities along a spectrum from the individualistic pursuit of curiosity to the disciplined performance of routine tasks. In the context of usable science, however, research is primarily a form of care: care for data and its analysis, and care for people and their relationships

政策決定者から見た功利主義的な（狭義の）有用性ではなく  
《開かれた知のコミュニティ作り》のための大学の存在意義

