Q&Aによる 第6回「市民と科学者の対話」

オンライン(ZOOMシステム)による対話集会

ほんとにいいの？原発再稼働・新増設
ほんとうなの？地球温暖化
—3.11と地球温暖化—

対話の導入のために

2023年3月12日

伊藤久徳
（気象学，九州大学名誉教授）

対話(ダイアローグ)

相手をまずは100%受け入れ，そこから合意の道筋を探る。

大野和基『オードリー・タンが語るデジタル民主主義』(NHK出版新書)

台湾のデジタル担当大臣

新型コロナウイルス下でもデジタル技術を駆使し，マスク配布など様々に迅速な対策

・たった1回の投票による過半数票での合意の到達・解決はあり得ない。我々はお互いの意見に耳傾け、探索しながら大まかな合意に達するという理解のうえで民主主義を実践するということです。
⇒ 参加型民主主義の実践

・**対話**によってすべての立場を理解するべく努力し、そこから共通の価値観を見いだすことが重要

・では共通の価値観が見つかりそうにないほど、両極端に意見が分かれている場合はどうしたらいい
のか。⇒我々が生まれてきた世界と比較して、それよりもよい世界を後生に残したいという願望は
万人に共通しているもの⇒次の世代、あるいは7世代先のことまで見据えることによって、共通の
値観は必ず見つかります。

「意見がひとつ出れば，科学館はひとつ良くなる」(福岡市科学館標語集その1)

⇒「意見がひとつ出れば，世の中はひとつ良くなる」

内容

地球温暖化の全体像の俯瞰

1. 前提としてのIPCCとCOPの説明
2. 全体像を時間的な推移として見る
3. 温暖化懐疑論について

Q1 地球温暖化は本当ですか？

Q2 地球温暖化は本当に人間活動が原因ですか？

Q3 氷河期が来て寒冷化するという話もありますが？　を含めて

・気候モデルによるシミュレーションはどの程度信頼できるのでしょうか？

・CO_2よりも水蒸気の方がより重要な温室効果ガスと聞きますが本当ですか？

明日香他『地球温暖化懐疑論批判』(2009年出版)に基づくので，データは少し古い

http://www.ir3s.u-tokyo.ac.jp/sosho

4. 問題提起

つの大きな問い

科学の問題

不確かさはあるにしても，正誤の問題　誤りにはしっかりと科学的な批判

ただし，誤りでも容認したくなる心情や正しくとも否定したくなる心情は肯定して

問1. 本当に温暖化しているか？

観測された気候変動は，自然変動だけでは起こりえなかったと言えるか？

問2. 原因は人間活動なのか？

観測された気候変化に対する様々な要因の寄与を見積もり，温室効果ガスの寄与が他よりずっと大きいか？

温室効果ガス: 温室効果(太陽からの熱を地球に封じ込め，地表を暖める働き)を持っている気体のこと
二酸化炭素(CO_2)やメタン，亜酸化窒素(N2O

価値観の問題

共通の価値観を追求し，未来を選択する問題

問3. ではどうする？

どこまでの気温上昇を許容するか？そのために何をするか？

科学的な裏付けに基づいて

1. 前提としてのIPCCとCOPの説明

IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change)　気候変動に関する政府間パネ

1988年に設立された国連の組織で，科学者によって地球温暖化に関する評価を行

第**1**作業部会（**WG I**）：自然科学的根拠　気候システムと気候変化の評価

第**2**作業部会（**WG II**）：影響，適応，脆弱性　生態系や社会等における影響と適応策の評価

第**3**作業部会（**WG III**）：気候変動の緩和

気候変動に対する対策（緩和策）の評価　　CO2をどう減らすかなど

報告書　**定期的な評価報告書(AR)**と不定期の特別報告書を発行

これまで第1次(FAR)を1990年，第2次(SAR)を1995年，・・・**第6次(AR6)**を2021～2022年に発

科学を担当　問1・問2と問3に対する選択肢(CO2をこれだけ減らせばこうなる等)の

COP(Conference of the Parties)　**気候変動枠組条約締約国会議**

〇℃目標や温室効果ガスの削減計画などを立てる

政府が代表であるが，多くのNGOも参加

年次会議で，第26回だとCOP26と称される

対策(問3)を担当

〇℃目標：1850～1900年平均からの気温上昇の抑制目標を〇℃未満とすること

透明性

AR6/WGI報告書

- 66カ国，230人以上の執筆者・査読編集者
- 約14000本(報告書の参考文献欄 857ページ)の論文等
- 3回にわたる査読
- 78000本の査読コメント → すべてに対する回答
- 公開

査読：その分野を専門とす
研究者が読んで内容の
当性などをチェックする

AR作成者
(政府からの推薦者を含む科学者)

科学の言葉

通常の表現　やさしく

政府・政策決定者や
NGO，一般市民

政治の言葉

COPや各国の政策など

SPM(政策決定者向け要約)に
よる強い縛り

ジェンダー
平等に腐心

気候変動関連分野
の科学者・研究者

科学と政治の関係
ついてのひとつの

PCCは私たちの危機感を科学的に裏付けている

PCC AR6で最も引用されるフレーズ

人間の影響が大気、海洋及び陸域を温暖化させてきたことには疑う余地がない。大気、海洋、雪氷圏及び生物圏において、広範囲かつ急速な変化が現れている。

複数系統の証拠 (Multiple Lines of Evidence)

シミュレーションや観測，過去の気候復元などに基づく。

自然変動ではあり得ない！

疑う余地がない」 → ・対策を遅らせる口実が完全になくなった

・温暖化懐疑論はフェイク！

科学の世界では
あまり使わない言葉

「地球は太陽の回りを回っている」
などと同じ

全体像を時間的な推移として見る

問1. 本当に温暖化しているか？　問2. 原因は人間活動なのか？　問3. ではどうする？

	IPCCの答え 問1・問2	COPの決定 問3	現実	理論的発展	懐疑論
990年代			温暖化の進行期	個別の異常気象が温暖化と関係するかはわからない	温暖化は嘘 (問1:NO)
995 SAR 997 COP3	問1:気候は・・・変化している 問2:人為的影響が現れている	京都議定書 温室効果ガス削減合意	1998年頃		
000年代			温暖化の停滞期	温暖化による寄与を量的に示す方法が考案	人間ではない (問2:NO)
007 AR4	問1:疑う余地はない		2012年頃		
010年代					
015 COP21 018		パリ協定:2℃目標	41.1℃ 西日本豪雨	これらは温暖化なしには起こらなかった！	対策回避 (問3:できるだけ何もしない)
020年代 021 AR6 COP26	問2:疑う余地はない	グラスゴー気候合意 実質1.5℃目標 残り0.4℃	誰の目にも明らかな温暖化		

. 温暖化懐疑論について

例は少数のみ

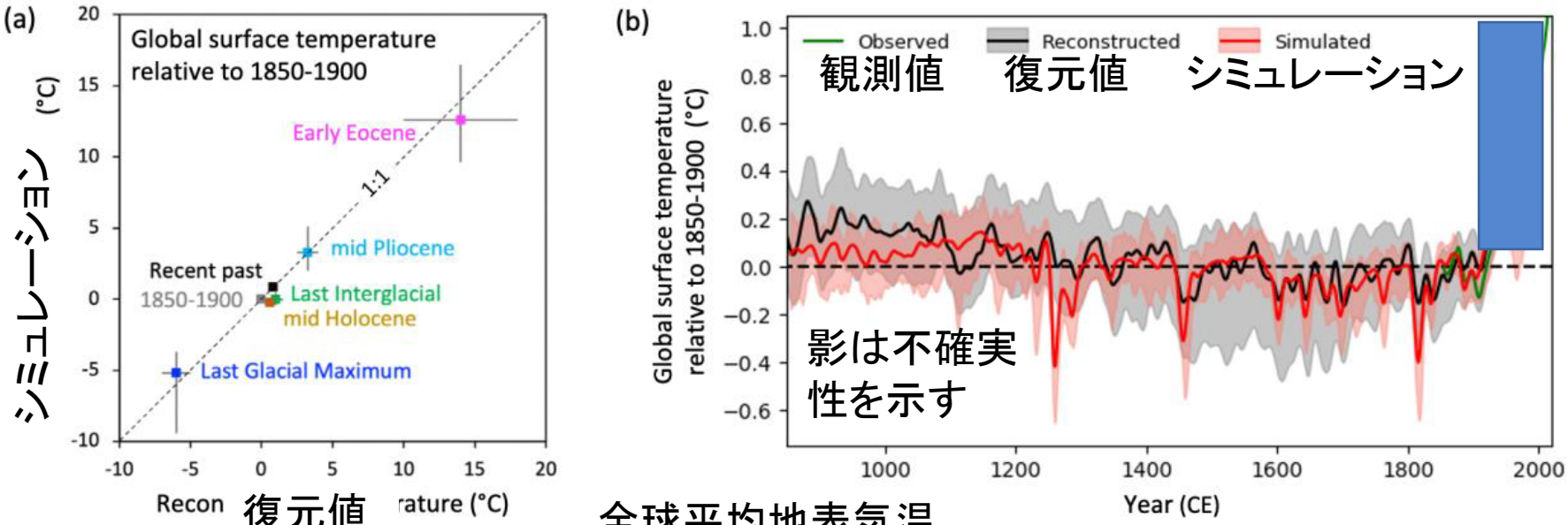
:本当に温暖化しているか？　⇒　懐疑論:NO，温暖化は嘘，起こってい
地球温暖化は本当ですか？

Yesの証拠

候モデルに
シミュレー
ンはどの程
信頼できるの
ょうか？

の程度信頼
きる。

Proxy-based and model-simulated estimates of global surface temperature agree across multiple reference periods



全球平均地表気温
(1850-1900年平均からの差)

AR6/WGI Box TS.2, Fig. 2

疑論

:海上の気候変化のデータはなく，都市化の影響も考慮されていない

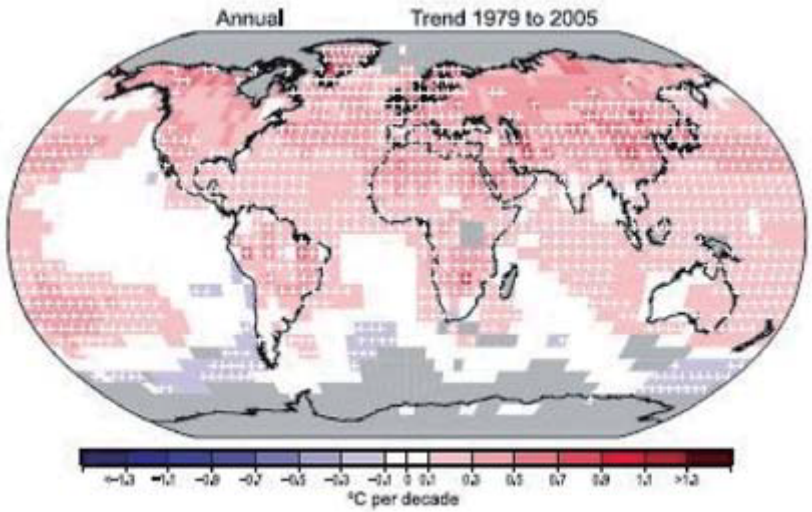
海上のデータもある

緯度・経度5°毎のデータに変換(個別の観測点の影響は小さい)

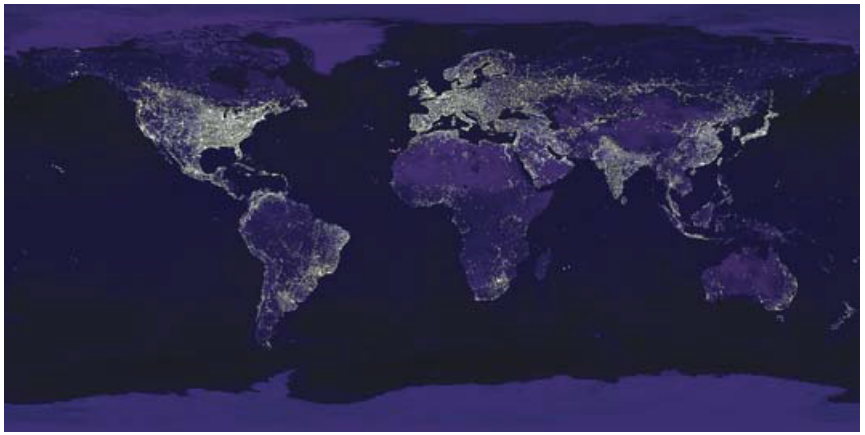
都市とは無関係なところでの昇温が大きい

誰もが考えつ
問で，気候研
が考慮に入れ
いはずがない

誰も



衛星から見た夜の地球(2002.8.11)



1979年から2005年までの温度変化。赤いほど温暖化してい
る(灰色はデータのないところ)。（IPCC AR4より）

2:気温が下がっている場所もある。

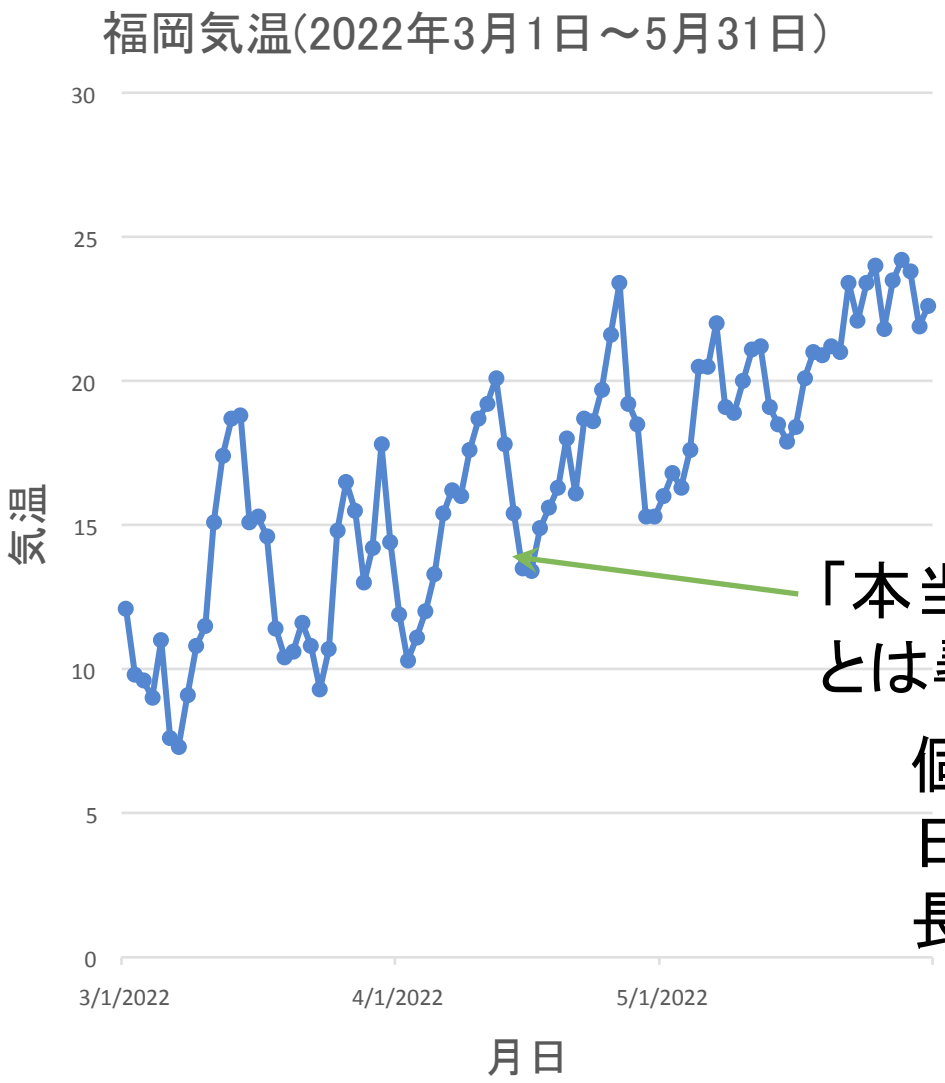
それはあるでしょう。

3:2001年以降，気温上昇が止まっている。

停滞期はあったが，すでにその原因も
わかり，その後は気温上昇が顕著。

今冬は**寒かった** ⇒「温暖化は正しいの？」という疑問

本当は寒かったのは東日本だけ



個々の年には寒冬も冷夏もあ
長期の傾向が大事！

時間スケールが異なる！

地球温暖化は100年スケールなので
個々の年でみても意味がない。

「本当に暖かくなるの?」
とは尋ねない

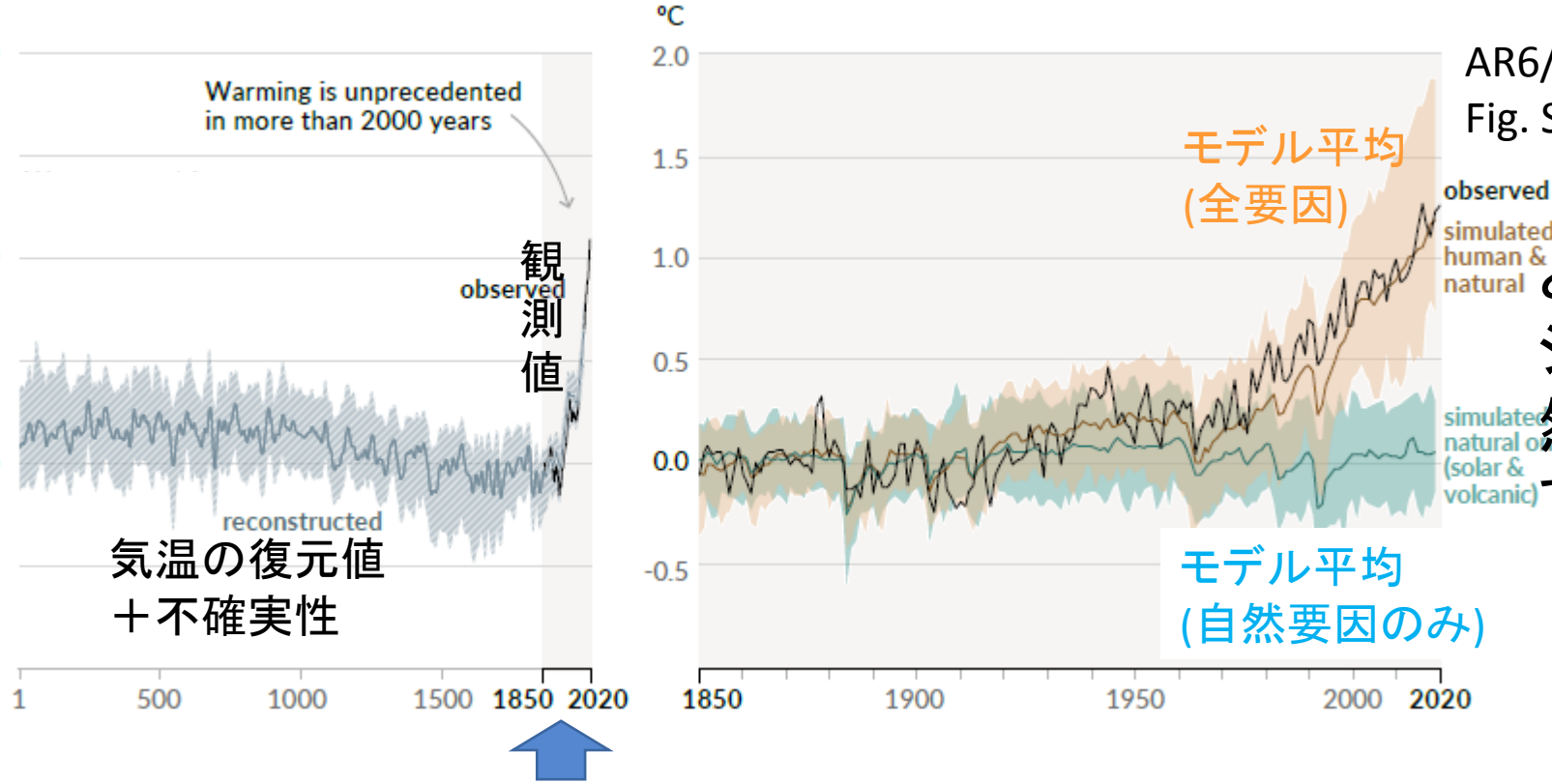
個々の日には暖かい日も冷たい
日もあることを知っているから。
長期の傾向で考えている！

1にYes とした上で,

2. 原因は人間活動なのか？ ⇒ 懐疑論:NO，人間でなく，自然の変動

地球温暖化は本当に人間活動が原因ですか？

Yesの証拠



AR6/WGI
Fig. SPM.1

どのモデルによるシミュレ
ションも全強制の下限が
然強制のみの上限を上回
ている。

自然要因
太陽活動，火山爆発など

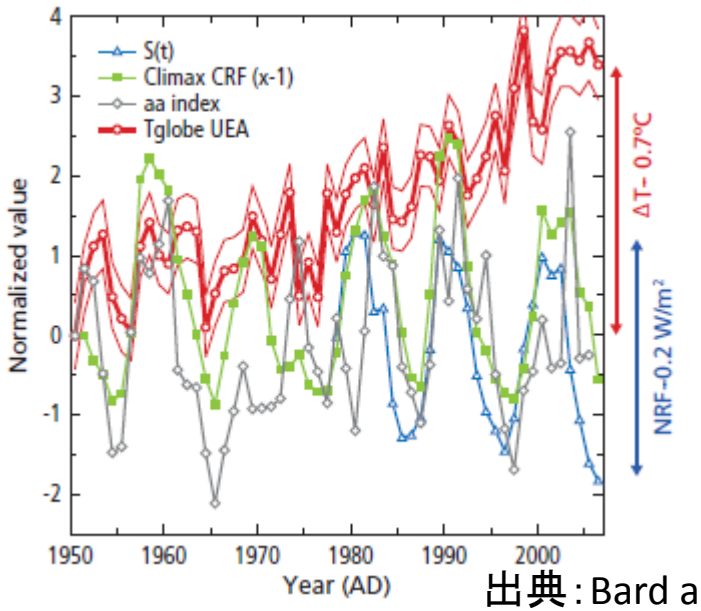
最近観測された気温上昇は過去2000年
間に見られたことのないスピードである。

自然変動では
あり得ない。

例1：最近の温暖化は主に太陽活動の結果である 誰も

・太陽活動が気候変動に関係することは確か
・しかし太陽活動では最近の温暖化は説明できない

青色は太陽放射量，赤色は全球平均地上気温（細い赤線は95%の信頼区間）



出典：Bard a
Delaygu (20

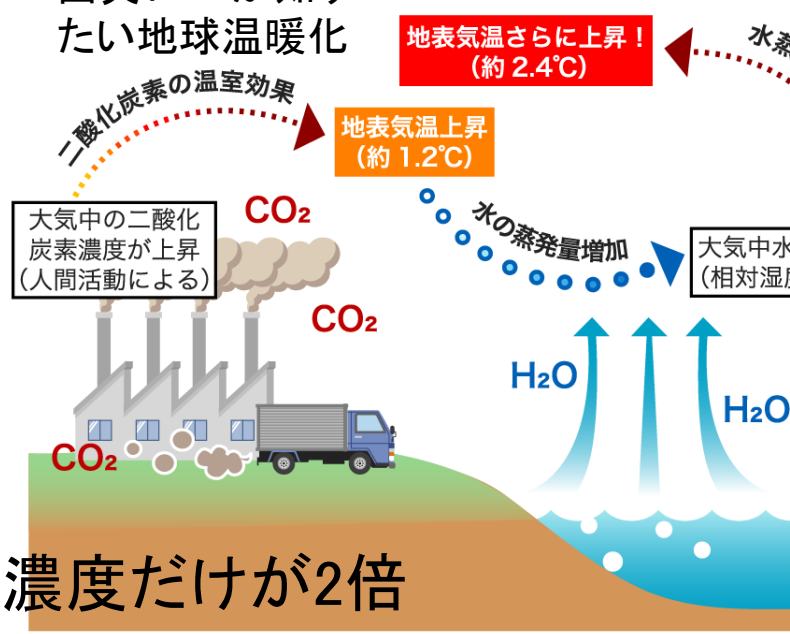
例2：温室効果をもたらす最大の要因は水蒸気であり，CO_2が増えても水蒸気の変動の範囲内である。CO_2よりも水蒸気の方がより重要な温室効果ガスと聞きますが本当ですか？

温室効果

水蒸気 48%で最大の寄与，CO_2 21%

水蒸気　自然に増減，CO_2　人為的に増加

出典：ココが知りたい地球温暖化



CO_2濃度だけが2倍

問1，問2にYes とした上で，

問3. ではどうする？ ⇒ 広い意味での懐疑論：対策回避(できるだけ何もしない
後に問題提起して，議論に委ねたい。

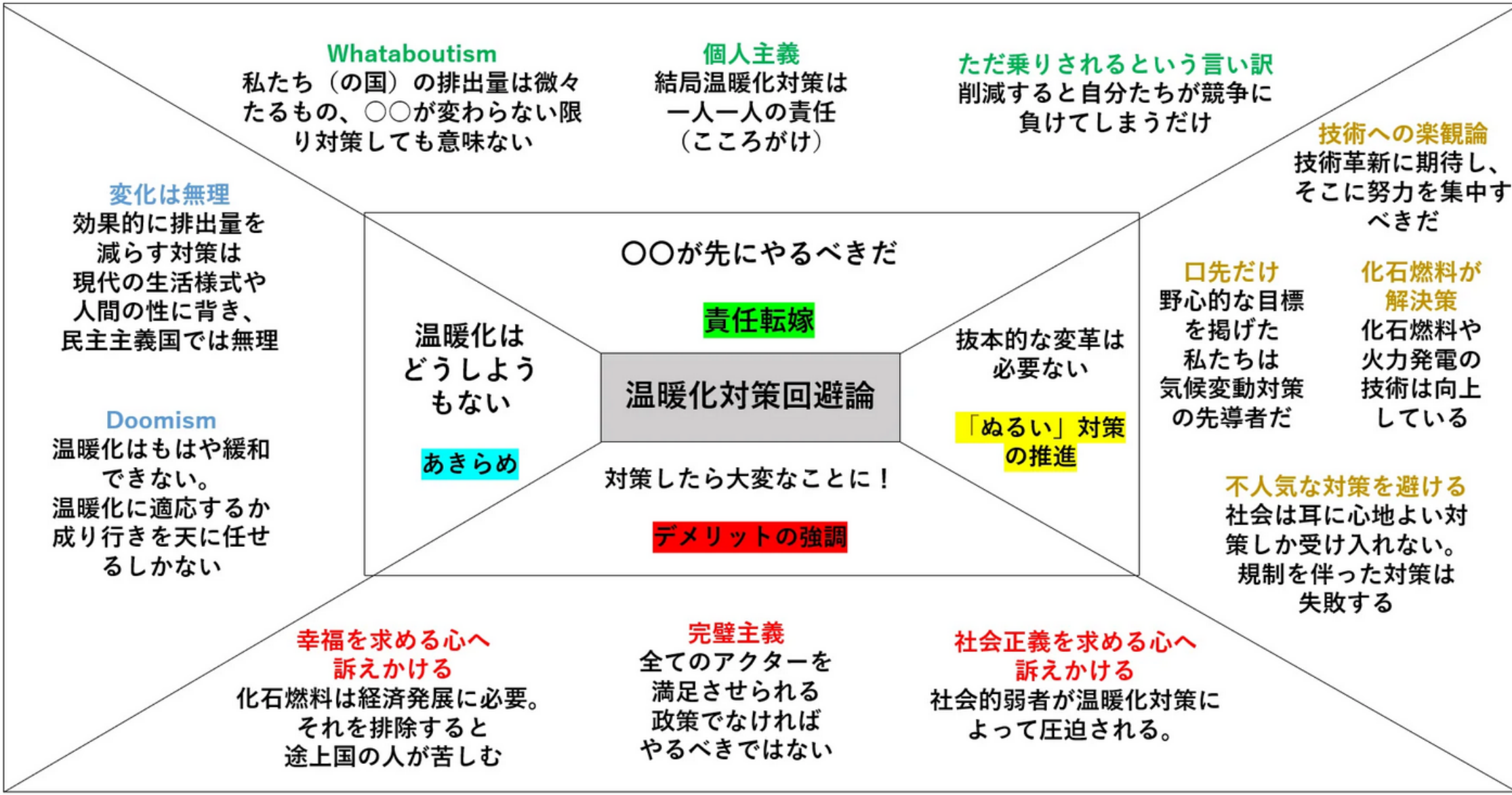
Q3 氷河期が来て寒冷化するという話もありますが？
⇒ 例：「氷河期が来るので，対策する必要はない」に転化

氷期−間氷期サイクルは，地球軌道の変化に伴う日射を受ける量の変動に基づいて
起こる。それは計算することができ，今後3万年間に氷期の始まる確率は低い

対策回避

1. 責任転嫁(〇〇が先にやるべきだ)
2. あきらめ(温暖化はどうしようもない)
3. 「ぬるい」対策の推進(抜本的な対策は
必要ない)
4. デメリットの強調(対策したら大変なことに！)

活動による温暖化は認めるが，対策は受け入れない「温暖化対策回避論」のいろい



Lamb WF et al. (2020). Discourses of climate delay. Global Sustainability CC-BY4.0 を改変

https://note.com/utilitarian4all/n/n630317d993b4

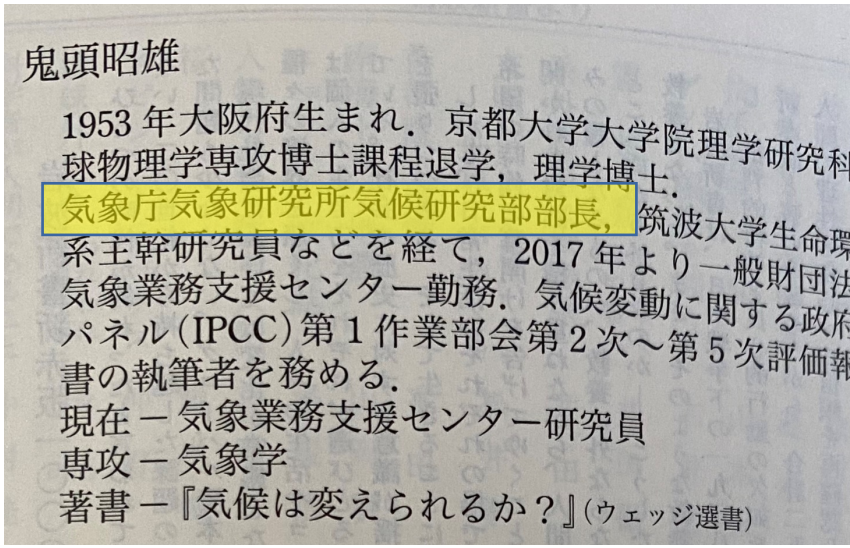
疑論者はどういう人たち？どうしたら見分けられる？

その前に

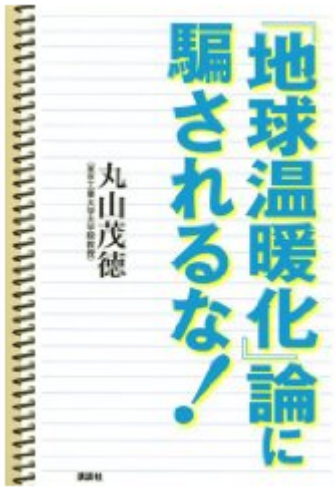
・藤井聡太と大谷翔平　将棋で反対の意見ならどちらを信じますか？
・週刊朝日とアサヒ芸能　政治で反対の意見ならどちらを信じますか？

著者の専門
　気候・気象の専門家か，他分野の専門家か
出版社
　科学系の本を多数
　出版しているか

岩波新書

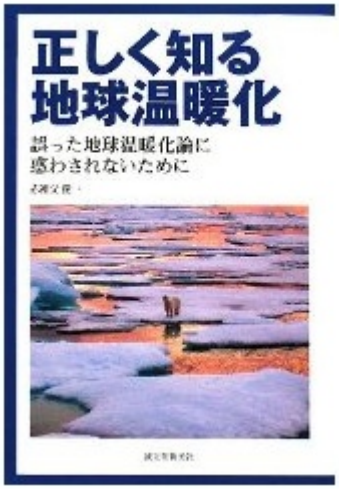

鬼頭昭雄

1953 年大阪府生まれ．京都大学大学院理学研究科
球物理学専攻博士課程退学，理学博士．
気象庁気象研究所気候研究部部長，筑波大学生命環
系主幹研究員などを経て，2017 年より一般財団法
気象業務支援センター勤務．気候変動に関する政府
パネル（IPCC）第 1 作業部会第 2 次～第 5 次評価報
書の執筆者を務める．
現在－気象業務支援センター研究員
専攻－気象学
著書－『気候は変えられるか？』（ウェッジ選書）

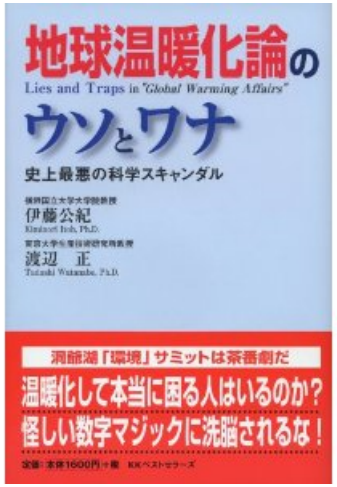


地質学
講談社

物理学
ほたる出版



超高層学
誠文堂新光社



教育情報工学・化学
KKベストセラーズ

作家
八月出版

簡単な判断基準

- 著者の専門は？
- 出版社は？
- 彼らの論説は論文になっているのか？
- 信頼できる複数のホームページとの比較

ココが知りたい温暖化　http://www.cger.nies.go.jp/ja/library/qa/qa_index-j.html
地球温暖化を過不足なく理解する　http://macroscope.world.coocan.jp/ja/essay/ondanka_rikai.html

正当な懐疑論は科学の発展にとって重要

同じ人が多岐にわたって批判している。自然科学でそのようなことはあり得ない。
他の人の議論を用いていても，批判にすべて賛成はあり得ない。
230人以上・約14000本の論文＋**合意**　対　1人・論文の正しい引用ほぼなし＋**独断**
→「うそ本」のもうひとつの簡単な判断基準

懐疑論の特徴

◎既存の知見や観測データを**誤解**あるいは**曲解**している。
◎すでに十分に考慮されている事項を，**考慮していないと批判**する。
◎多数の事例・根拠に基づいた議論に対して，**少数の事例・根拠をもって否定**する。
◎定量的評価が進んでいる事項に対して，**定性的な話を持ち出して否定**する。
◎不確かさを含めた科学的理解が進んでいるにも関わらず，**不確かさを強調**する。
◎問題となる現象の時間的および空間的な**スケールを取り違え**ている。

創造論科学など(ニセ科学)や怪しい新興宗教と似ている。

確からしい，怪しそう(明らかに怪しい)を区別できることの重要性
→ **科学的リテラシー**

懐疑論がはびこる土壌

・多数の情報が重なると信じやすくなる。
　アメリカでは石油業界などの力が強く，構造的に懐疑論が産み出されている
・見えないものには懐疑論がはびこりやすい。
　相対論，進化論
　気候(の変化)も見えにくい → 誰もが実感できてきている
・今の生活が脅かされると思うと，そのままでよいとする懐疑論に飛びつきやすい。
　温暖化対策を取ると，「生活の質が落ちる。江戸時代に戻る」

5. 問題提起

地球温暖化　気温の上昇のみがクローズアップされる傾向

↓

気候変動　降水，雪氷，海洋なども含めた気候全体の変化

気候危機　「気候変動はもはや気候危機である」(2018年9月 グテーレス国連事務総長)
気候危機宣言　2020年6月環境省

国連気候行動サミット(2019年9月)
気候だけでなく，自然環境全般や社会，経済，健康，人権など，あらゆる分野に及ぼすリス
深刻さは，単なる「気候変動」に留まらない「気候危機」であり，今や行動すべき時である。

大きな問題提起　どのように行動すべきか？

2030年までに温室効果ガス排出45%削減
(2010年比)

IPCC AR6/WG II
43%削減(2019年

2050年前後に正味ゼロに

1人当たり排出量の少ない発展途上国も含めてなので，
先進国ではもっと積極的な計画が必要

正味(実質)ゼロ：植林などCO_2を人為的に減らすものを組み入れて差し引きゼロにすること

小さな問題提起　以下をどのように考えるか？

I　あなたにとって、気候変動対策はどのようなものですか？　（設問1–2）

a. **多くの場合、生活の質を脅かすものである**
b. 多くの場合、生活の質を高めるものである
c. 生活の質に影響を与えないものである
d. わからない／答えたくない

II　日本は温暖化懐疑論がアメリカとともに一番強い国。なぜ？

アメリカではキリスト教原理主義と強いCO_2排出産業 ⇒ 構造的に生産

CO_2の固定の技術開発にどれぐらい期待できるのでしょうか？

C.11 **CO_2又は GHG の正味ゼロを達成しようとするならば、削減が困難な残余排出量相殺する CDR の導入は避けられない。**導入の規模と時期は、各部門における総排出減量の軌道次第である。CDR 導入の拡大は、特に大規模な場合、**実現可能性と持続能性の制約**に対処するための効果的なアプローチの開発に依存する。（確信度が高い

C.11.1 CDRとは、大気からCO_2を除去し、地質、陸域、又は海洋の貯留地、又は製品に長期に貯蔵する為的な活動を指す。CDR方法は、その**成熟度、除去プロセス、炭素貯蔵期間、貯蔵媒体、緩和ポテンシャル、コスト、共便益（コベネフィット）、影響とリスク及びガバナンス要件において様々である**（確信度が高具体的には、**成熟度は、成熟度の低いCDR（例えば海洋アルカリ化）から成熟度の高いCDR（例えば再林）まで**、除去と貯蔵のポテンシャルは低いポテンシャル(・・・ 例えばブルーカーボン管理)から、高いポンシャル(・・・ 例えばアグロフォレストリー)まで、コストの面では低コスト(例えば土壌炭素隔離の場合・・・から、高コスト(例えばDACCSの場合・・・) まで幅がある（確信度が中程度）。**推定される貯留期間**は、植における炭素貯留と土壌炭素管理を通した貯留の場合は数十年から数世紀まで、**地層に炭素を貯留する場合、数万年以上**と 、様々である（確信度が高い） 。大気からCO_2 を除去する方法は、生物学的、地球学的、又は化学的方法に分類される。新規植林、再植林、森林経営の向上、アグロフォレストリー、及び壌炭素隔離が現在唯一広く実施されているCDR方法である（確信度が高い） 。

CDR (Carbon Dioxide Removal)：二酸化炭素除去
アグロフォレストリー：森を維持しながら多様な果樹や野菜を育てる農業

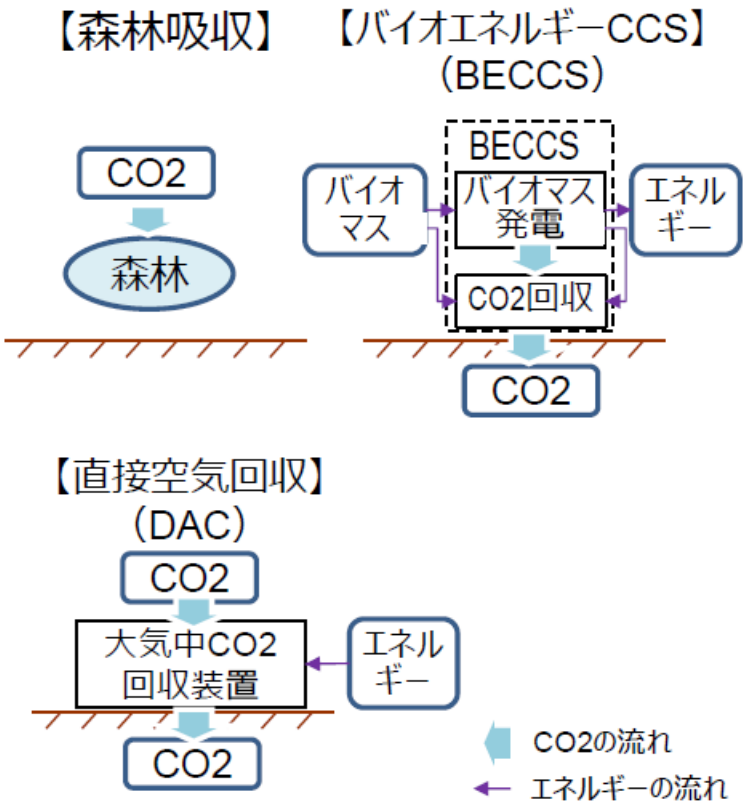
IPCC AR6/WGII SPM

理解のための予備知識 ②
CDR (Carbon Dioxide Removal，二酸化炭素除去対策)

■ CDRとは、大気からCO2を除去し、地中、陸上、海洋貯留層、製品に永続的に貯留する人為的活動のこと。（IPCC AR6 用語集）

主なCDR（大気中からのCO2除去対策）

除去プロセス	CDR
土地ベースの生物的作用	植林・再植林・森林管理改善
	土壌炭素貯留
	バイオ炭
	バイオマスCCS（BECCS）
	湿地・沿岸部再生
海洋ベースの生物的作用	ブルーカーボン管理
	海洋肥沃化
化学的作用	直接空気回収（DACCS）
地球化学的作用	風化促進
	海洋アルカリ化



（出所）左表 IPCC AR6 WG3 Chapter 12 Cross-Chapter Box 8, Figure 1より作成，右図 解説者作成

出典：長谷川知子他編著『IPCC 第6次報告書第3作業部会報告書「排出経路」に関する解説資料』

歴史6

明治維新

幕府を倒して新しい世を作ろうとする武士

徳川幕府方 ➡ 打倒

・武力
・錦の御旗
・日本のみ

武士の失業
⬇
反乱

⬇

明治時代　道半ば
トップダウンの社会

グリーン・ニューディール

気候危機を打開しようとする人々と組織

国連，島国連合，気候非常事態宣言の自治体，RE100の企業など多数

・科学をもとにした世論
・気候正義
・世界いっせい

後れを取ると，遅れた国に

非科学的なことを言ったり，引き延ばそうとしたり

CO_2排出を続けようとする組織 ➡ 転換

失業のない公正移行 ➡ ともに気候危の打開へ

⬇

世界史的転換
ボトムアップ・平等な社
地球との協調

E. H. カー「過去の光に照らして初めて私たちは現在をよく理解することが出来る」

●生食／腐食の連鎖が繰り返し循環する、複雑な森林生態系

©私の森.jp

出典：森学ベーシック 私の森 Jp

人間がいないと，ほぼ循環。言い換えると，地球にとって有用なものを作り，それを消費するのがいる。すべてが回っていて，廃棄物はない

新しい社会とは
人間も循環の内部に！

消費を減らし，循環するもののみを使う「ヒトは地球のなかにいる」という社会づくり

人間だけが循環の外にいて，「ゴミ」を環境に捨て続けている。

生活の質は落ちず，根本的に新しくする