

基礎研 レター

気候変動—温暖化の情報提示

気候変動問題の科学の専門家は“ドラマが少ない方向に誤る?”

保険研究部 主席研究員 篠原 拓也
(03)3512-1823 tshino@nli-research.co.jp

1—はじめに

気候変動問題への注目度が高まっている。ハリケーン、台風、豪雨などの極端な気象現象による災害の激甚化・頻発化。南極やグリーンランドの氷床の融解等による海面水位の上昇、大規模な干ばつや山林火災の発生など、世界各地でさまざまな影響が出始めていることが、その背景にあるものと考えられる。

気候変動問題の中心には、温室効果ガスの排出に伴う地球温暖化がある。2015年の国連気候変動枠組条約締約国会議(COP21)で採択され、2016年に発効した「パリ協定」では、世界全体の平均気温の上昇を産業革命以前に比べて2°Cより十分低く保つとともに、1.5°Cに抑える努力を追求することが示された。この2°Cや1.5°Cといった上昇幅の背景には、ティッピングポイント(転換点)という考え方がある。

本稿では、気候変動に関する政府間パネル(IPCC)の第6次評価報告書(AR6)などを参考に、地球温暖化に関するいくつかの情報を概観する。また併せて、気候変動問題に関する科学の専門家の警鐘スタンスについても見ていくこととする。

2—気候変動の波及の複雑さ

まず、IPCCのAR6について、気候変動の自然科学的根拠を担当する第1作業部会(WG1)が公表した内容をいくつか見ていこう。

1 | シナリオの半数以上が、2°C未満の温暖化レベルとなっている

AR6では、将来の社会・経済の発展について仮定した共有社会経済経路(Shared Social-economic Pathways, SSP)が、5つ設定されている。「シナリオ」と言わずに「経路」という用語を用いているのは、具体的な社会・経済シナリオは別途用意することとし、行き先の姿を示す“目的主導型”の経路設定を行ったものといえる。5つの経路のうち、SSP1-1.9は、産業革命前に対する世界平均の気温上昇を1.5°C以下に抑える気候政策を導入して、21世紀半ばに二酸化炭素の排出を正味ゼロとする見込みを表したものと考えられる。一方、SSP1-2.6は、気温上昇を2°C以下に抑える気候政策を導入して、

21 世紀後半に二酸化炭素の排出を正味ゼロとする見込みを表したものとみられる。

図表 1. AR6 の共有社会経済経路

共有社会 経済経路	概要	産業革命前からの気温上昇 (20 年平均) (°C)		
		2021-2040 年	2041-2060 年	2081-2100 年
SSP1-1.9	持続可能な発展の下で、工業化前を基準とする 21 世紀末までの昇温(中央値)を概ね(わずかに超えることはあるものの)約 1.5°C 以下に抑える気候政策を導入。21 世紀半ばに CO ₂ 排出正味ゼロの見込み。	1.5 [1.2-1.7]	1.6 [1.2-2.0]	1.4 [1.0-1.8]
SSP1-2.6	持続可能な発展の下で、工業化前を基準とする昇温(中央値)を 2°C 未満に抑える気候政策を導入。21 世紀後半に CO ₂ 排出正味ゼロの見込み。	1.5 [1.2-1.8]	1.7 [1.3-2.2]	1.8 [1.3-2.4]
SSP2-4.5	中道的な発展の下で気候政策を導入。2030 年までの各国の「自国決定貢献(NDC) ¹ 」を集計した排出量の上限にほぼ位置する。工業化前を基準とする 21 世紀末までの昇温は約 2.7°C(最良推定値)。	1.5 [1.2-1.8]	2.0 [1.6-2.5]	2.7 [2.1-3.5]
SSP3-7.0	地域対立的な発展の下で気候政策を導入しない中～高位参照シナリオ。エーロゾルなど CO ₂ 以外の排出が多い。	1.5 [1.2-1.8]	2.1 [1.7-2.6]	3.6 [2.8-4.6]
SSP5-8.5	化石燃料依存型の発展の下で気候政策を導入しない高位参照シナリオ。	1.6 [1.3-1.9]	2.4 [1.9-3.0]	4.4 [3.3-5.7]

* 「概要」は、「IPCC の概要や報告書で使用される表現等について」(気象庁、令和 3 年 8 月 9 日付報道発表資料別添 3)の【AR6 で使用されている主なシナリオ】からの引用。「産業革命前からの気温上昇(20 年平均)」は、1850-1900 年(参照期間)に対する気温上昇。[] 内は上昇の幅。

※ “Technical Summary” (IPCC WG1, 2021)、「IPCC の概要や報告書で使用される表現等について」(気象庁、令和 3 年 8 月 9 日付報道発表資料別添 3)などをもとに、筆者作成

AR6 で設定された経路に対して、世界中の大学や研究機関等で 3131 個のシナリオが研究された。そして、そのうち 1202 個が審査に合格した。合格したシナリオは、温暖化のレベルに応じて、C1～C8 に分類されている。²

図表 2. AR6 のシナリオ

共有社会 経済経路	種類	温暖化のレベル	温暖化の確率	審査合格 シナリオ数
SSP1-1.9	C1	オーバーシュート無または限定的可能性のもとで 1.5°C 未満	ピーク時 1.5°C 未満の確率 33% 以上 かつ今世紀末 1.5°C 未満の確率 50% 超	97
—	C2	オーバーシュートの高い可能性のもとで 1.5°C 未満	ピーク時 1.5°C 未満の確率 33% 未満 かつ今世紀末 1.5°C 未満の確率 50% 超	133
SSP1-2.6	C3	2°C 未満の可能性が高い	ピーク時 2°C 未満の確率 67% 超	311
—	C4	2°C 未満	ピーク時 2°C 未満の確率 50% 超	159
—	C5	2.5°C 未満	ピーク時 2.5°C 未満の確率 50% 超	212
SSP2-4.5	C6	3°C 未満	ピーク時 3°C 未満の確率 50% 超	97
SSP3-7.0	C7	4°C 未満	ピーク時 4°C 未満の確率 50% 超	164
SSP5-8.5	C8	4°C 超	ピーク時 4°C 超の確率 50% 以上	29

* 「オーバーシュート」とは、ある水準を一時的に超過するが、いずれその水準に落ち着くことを指す。

※ “Climate Change 2022—Mitigation of Climate Change” (IPCC WG3) をもとに、筆者作成

温暖化のレベルを 1.5°C 未満としている C1 と C2 は、合計 230 個のシナリオ(全体の 19%)。2°C 未満

¹ パリ協定(2015 年 12 月採択、2016 年 11 月発効)では、温室効果ガスの排出削減目標を「自国決定貢献(Nationally Determined Contribution, NDC)」として 5 年ごとに提出・更新する義務が、すべての国に課されている。

² 3131 個のシナリオは、当初の選別と品質管理で 2266 個に絞られ、実績の反映可否で 1686 個に絞られた。さらに、2100 年までの予測可能性などを踏まえて、1202 個が審査に合格している。これらは、気候エミュレータ (FAIR、CICERO-SCM、MAGICC) を用いて C1～C8 に分類されている。

としている C3 と C4 まで合わせると、700 個のシナリオ(同 58%)となっている。合格したシナリオの半数以上が、2°C未満の温暖化のレベルとなっている。

2 | 気温上昇幅の抑制 — 1.5°C目標ではあと0.41°C、2°C目標ではあと0.91°C

(1) ECS — 「平衡気候感度」

温室効果ガスが増加したときに世界全体の平均気温が何度上昇するかは、地球温暖化問題の基礎をなすものと言える。二酸化炭素濃度が産業革命前に比べて倍増したときに、放射強制力³と気温変化が均衡する(エネルギーの不均衡がゼロとなる)気温上昇幅は、「平衡気候感度」(Equilibrium Climate Sensitivity, ECS)と呼ばれる。ECS の正確な推定値を算定しようとして、世界中の気候問題の科学者が研究に邁進しているという。

AR6 では、ECS の最良推定値を 3°Cとし、可能性の高い範囲(66~100%の確率)を 2.5°C~4°C(確信度は高)としている。第 5 次評価報告書(AR5)では、ECS の最良推定値は提示されず、1.5°C~4.5°Cという範囲のみが示されていた。研究が進み、評価の精度が向上したものとみられる。

(2) TCRE — 「累積炭素排出量に対する過渡的気候応答」

これに対して、大気中の二酸化炭素累積排出量をもとに将来の気温上昇を見積もることも行われている。この比例関係は、「累積炭素排出量に対する過渡的気候応答」(Transient Climate Response to Cumulative Carbon Emissions, TCRE)と呼ばれている。TCRE は、二酸化炭素の許容排出量を見るのに役立つ。

AR6 では、1000 ギガトンの累積炭素排出量につき TCRE の最良推定値を 1.65°Cとし、可能性の高い範囲を 1.0°C~2.3°Cとしている。また、TCRE を用いて、残余カーボンバジェットが推定されている。2019 年までに 2390 ギガトン(可能性の高い範囲として±240 ギガトンの幅が示されている)の累積二酸化炭素排出量があり、温度目標の達成確率を 50%と置いた場合、2020 年以降の残余カーボンバジェットは、2°C目標については 1350 ギガトン、1.5°C目標については 500 ギガトンとされている。これは、2019 年の排出量⁴に照らしてみると、それぞれ約 31 年分、約 12 年分に相当する。⁵

産業革命前(1850~1900 年の平均で近似)と比較して、2011~20 年(10 年平均)の世界平均気温は、1.09°C(90%信頼区間で 0.95~1.20°C)と上昇したとされている。1.5°C目標ではあと 0.41°C、2°C目標ではあと 0.91°Cに、気温の上昇幅を抑える必要があることとなる。⁶

3 | 2100 年までに世界の気温は 2.1°C~3.9°C上昇するとの推測もある

これまで、国連気候変動枠組条約(UNFCCC)の下で、さまざまな温暖化防止の取り組みが行われてきた。しかし、それにもかかわらず温室効果ガスの排出量は増加を続けている。

³ 圏界面(対流圏と成層圏の境界)で測った地球の正味の放射平衡の変化を指し、単位は W/m²。大気中の温室効果ガスやエアロゾルなどの濃度が変化した場合に、地表気温等への影響を定量的に示す概念であり、プラスの場合は温暖化、マイナスの場合は寒冷化に寄与する。(「放射強制力」(ATOMICA 原子力百科事典)を参考に、筆者がまとめた。)

⁴ 約 43 ギガトン(土地利用変化起源の排出を含む) (“Global Carbon Project 2020” (ICOS), <https://doi.org/10.18160/gcp-2020>) をもとに筆者試算。)

⁵ 「累積炭素排出量に対する過渡的気候応答 (TCRE) およびそれを用いた残余カーボンバジェット推定」立入郁(IPCC 第 6 次評価報告書(第 1 作業部会)の公表—JAMSTEC 研究者たちの貢献とメッセージ、海洋研究開発機構(JAMSTEC)、2021 年 10 月 25 日)を参考に、筆者がまとめた。

⁶ “Climate Change 2021 - The Physical Science Basis” (IPCC WG1, 2021)より。

2021年に地球環境に関する科学誌に掲載されたある研究の結果によれば、現在の軌道に乗っていくと、2100年までに世界の気温は2.1°C~3.9°C上昇するという。⁷

また、国連環境計画(UNEP)が2023年11月に公表した「排出ギャップ報告書2023」(“Emissions Gap Report 2023”)によると、パリ協定の締約国による国別の約束であるNDCs (Nationally Determined Contributions)を考慮すると、世界の平均気温は2100年頃には2.5°C~2.9°C上昇すると予想され、1.5°Cの目標と大幅に乖離していることが明らかになったとのことである。

つまり、このままでは、COP21で設定された温暖化抑制の目標は達成できないこととなる。目標が達成できない場合には、どうなるのか。そこで問題となるのが、気候変動のティッピングポイントだ。

3—気候変動のティッピングポイント

気候変動問題では、さまざまなティッピングポイントが注目されている。

1 | 気候変動問題の波及経路は複雑

一般に、気候変動問題の波及経路は複雑だ。さまざまな要因が連鎖的に波及したり、要因間で波及が循環するうちに勢いが増幅したりすることがある。波及が非線形的に起こることもある。

(1) 連鎖的 (カスケード)

波及は、1つの要因が次の要因に影響し、更にその次の要因の発現につながる、といった連鎖的な構造を持っている。ドミノ倒しのような波及だ。このような構造では、一旦走り出してしまうと、次々に波及が進んでしまう。

(2) 循環増幅的 (フィードバック)

波及には、正のフィードバック効果もある。いくつかの要因の間を循環するうちに、波及の勢いが増幅していくというものだ。雪だるま式の増大と言うこともできる。転がり出した雪だるまがなかなか止められないのと同様、加速した気候変動の波及を止めるのは難しいものと考えられる。

(3) 非線形的 (ノン・リニア)

波及は、非線形的に進む。例えば、気温が2度上昇した場合には、1度上昇した場合に比べて、台風などの極端な気象の発生の可能性が2倍ではなく、それを超えて高まる。この非線形性は、非常に小さな出来事が予想もつかない大きな出来事につながる、という「バタフライ効果」にも通じる⁸。

2 | ティッピングポイントに達すると不可逆的な変化が起こることも

これらの波及が生じる原因の1つとして、ティッピングポイントが挙げられる。ティッピングポイントに達すると、突然の変化が起こったり、不可逆的な変化があらわれたりする。

AR6は、気候変動の「不可逆的な変化」について説明している。それによると、ある状態からの自然なプロセスによる回復が、対象となる時間軸に比べて大幅に長くかかる場合、「特定の時間軸で、不可

⁷ “Country-based rate of emissions reductions should increase by 80% beyond nationally determined contributions to meet the 2°C target” Peiran R. Liu & Adrian E. Raftery (Commun Earth Environ 2, 29 (2021)). <https://doi.org/10.1038/s43247-021-00097-8>

⁸ そもそもバタフライ効果という言葉は、気象の数値予報から生じた。1972年に気象学者のエドワード・ローレンツ氏が行った『ブラジルでの蝶の羽ばたきはテキサスでトルネードを引き起こすか』というタイトルの講演に由来している。蝶の羽ばたきのような初期条件のわずかな違いが、遠く離れた場所での竜巻の発生につながるかもしれない。そのため、計測の精度をどれだけ向上させても、気象を正確に予測することは困難、という趣旨だ。

逆的である」とされる。不可逆的な変化には、回復までに何千年もの時間を要するものもある。また、ある生物種が絶滅することにより、生態系が変化してしまい、元と同じ姿に完全に回復することはない、といった事象も含まれる。

AR6 では、次の表の通り、15 個のティッピングポイントの要素が示されている。モンスーンや植生から、海氷、氷床、海洋酸性化など、さまざまな要素が挙げられている。各要素について、突然の気候変動の可能性や不可逆性の評価が示されている。

図表 3. AR6 に示された 15 個のティッピングポイントの要素

地球システム構成・ティッピングポイント要素	突然の気候変動の可能性	強制力が反転した場合の不可逆性(時間軸を加味)	温暖化が続いた場合の今世紀の変化予想	評価の変更
世界的モンスーン	あり(AMOS 衰退) [中]	可逆(数年~数十年間) [中]	世界的モンスーンの増加 [中]、アジア・アフリカの強大化と北米の弱体化 [中]	AR5 よりも多面的な証拠
熱帯雨林	あり [低]	不可逆(何十年間も) [中]	植物の炭素蓄積の増加は人間しだい [中]	AR5 よりも確信度上昇
北方林	あり [低]	不可逆(何十年間も) [中]	低緯度域の枯死と極域の拡大の相殺は人間しだい [中]	AR5 よりも確信度上昇
永久凍土の炭素	あり [高]	不可逆(数百年間) [高]	炭素の純変化で、永久凍土中は低下 [ほぼ確実]	SROCC よりも確信度上昇
北極の夏季海氷	なし [高]	可逆(数年~数十年間) [高]	完全な喪失 [可能性が高い]	SROCC よりも特定度上昇
北極の冬季海氷	あり [高]	可逆(数年~数十年間) [高]	通常の冬季での喪失 [高]	SROCC よりも特定度上昇
南極の海氷	あり [低]	不明 [低]	通常の冬季・夏季での喪失 [低]	CMIP6 のシミュレーション改善
グリーンランドの氷床	なし [高]	不可逆(数千年間) [高]	全シナリオで大規模喪失 [ほぼ確実]	SROCC よりも多面的な証拠
西大西洋の氷床・氷棚	あり [高]	不可逆(数十年~数千年間) [高]	全シナリオで大規模喪失 [可能性が高い]、3°C超上昇の予想下での動向 [不確実性が深い]	3°C超上昇の予想下で、不確実性が深いを追加
世界の海洋熱容量	なし [高]	不可逆(数百年間) [非常に高]	海洋の高温化が進む [非常に高]	平衡気候感度(ECS)や過渡的気候応答(TCRE)との整合性改善
世界の海面水位上昇	あり [高]	不可逆(数百年間) [非常に高]	上昇が継続 [非常に高]、3°C超上昇の予想下での動向 [不確実性が深い]	3°C超上昇の予想下で、不確実性が深いを追加
大西洋子午面循環(AMOS)	あり [中]	可逆(数百年間) [高]	低下 [可能性が非常に高い]、衰退がない [中]	SROCC よりも多面的な証拠
南大洋子午面循環	あり [中]	可逆(数十年~数百年間) [低]	強度が減少 [中]	SROCC よりも多面的な証拠
海洋酸性化	あり [高]	表層は可逆、深層は不可逆(数百年~数千年間) [非常に高]	CO2 増加とともに継続 [ほぼ確実]、極域の炭酸カルシウム飽和 [可能性が高い]	SROCC よりも多面的な証拠
海洋貧酸素化	あり [高]	表層は可逆、深層は不可逆(数百年~数千年間) [中]	貧酸素化度と低酸素状態の増加 [中]	CMIP6 のシミュレーション改善

* []内の斜字は、確信度や可能性の評価。

** AR5 は第 5 次評価報告書(2013)。SROCC は、「海洋・雪氷圏特別報告書」(2019)を指す。また、CMIP6 は、結合モデル相互比較計画の第 6 期(最新)を指す。

*** 平衡気候感度(ECS)とは、大気中 CO2 濃度を倍にして、気候システムがふたたび平衡化した時の全球地表気温上昇量。過渡的気候応答(TCRE)とは、大気中 CO2 濃度を漸増(1%/年)して、倍になる 70 年目の全球地表気温上昇量。(「今さら解説—気候感度って何? ~定義から WCRP 評価論文、パターン効果まで~」渡部雅浩(東京大学大気海洋研究所, 2021 年 4 月 27 日)より。)

※ “Climate Change 2021 - The Physical Science Basis” (IPCC WG1, 2021)の Table 4.10 をもとに、筆者作成

3 | 温室効果ガスの蓄積については、生物地球化学関連のティッピングポイントが重要

大気中の温室効果ガスの蓄積は、人為的な排出と除去、陸上や海洋における物理的・生物地球化学的な発生源と吸収源の動態のバランスによって決まるとされる。AR6 は、生物地球化学に関連するティッピングポイントの例を4つ挙げている。海洋の大陸棚でのメタン化合物からのメタン排出以外は、前節の15個のティッピングポイントの要素に含まれている。

図表 4. AR6 に示された4つの生物地球化学に関連するティッピングポイントの例

突然の気候変動・ティッピングポイント	重要地域	21世紀に発生する確率	21世紀の二酸化炭素またはメタンの最大排出量	主要展開の時間軸	21世紀の二酸化炭素またはメタン割合の変化	(不)可逆性
熱帯雨林の枯死	アマゾン川流域	低い	二酸化炭素 200 ギガトン未満 [中]	数十年間	二酸化炭素 0.5ppm 未満(年)	不可逆(何十年間も) [中]
北方林の枯死	ユーラシアと北米の北方林	低い	二酸化炭素 27 ギガトン未満 [中]	数十年間	小さい(低)	不可逆(何十年間も) [中]
永久凍土融解による生物起源物質排出	北極圏域	高い	二酸化炭素 240 ギガトン相当、メタン 5300 メガトン相当 [低]	数十年間	二酸化炭素 1ppm 未満、メタン 10ppb 未満(年)	不可逆(数百年規模で) [高]
メタン化合物からのメタン排出	海洋の大陸棚	とても低い	少ない[ほぼ確実]	数千年間	メタン 2ppb 未満(年)	不可逆(数千年規模で) [中]

* []内等の斜字は、確信度や可能性の評価。

※ “Climate Change 2021 - The Physical Science Basis” (IPCC WG1, 2021)のTable 5.6をもとに、筆者作成

次節では、21世紀に発生する確率が高いとされる永久凍土融解による生物起源物質排出について、見ていこう。

4 | 地球システムモデルの多くは、永久凍土融解の炭素プロセスを表現していない

北半球の永久凍土の土壌には大量の生物起源炭素が蓄積されており、表層土壌と深部堆積物にわたって1460~1600 ギガトンと推定される。現在、人為的な温暖化が進み、融解した土壌から炭素が排出されている。ただし、永久凍土地域全体の正味炭素収支を評価するために、個別の地域や生態系レベルでの測定結果を拡張して見積もることは難しい。

その理由として、永久凍土は空間的に不均一で、季節変動が強く、年間を通じて地域を監視することが困難であるためとされている。特に冬季の一貫した観測記録の歴史はまだ浅く、「現在のほうが以前よりも蓄積された炭素の喪失が大きいかどうか」といったことは判断できないという。メタンについても同様で、排出量の増加に関するエビデンスは研究間で一致していない。⁹

このため、いくつかのモデルの比較を行う、第6期結合モデル相互比較計画(CMIP6)に含まれている地球システムモデルの多くは、永久凍土融解の炭素プロセスを表現していない。¹⁰

4—気候変動問題に関する科学の専門家の警鐘スタンス

第2章でみたとおり、2100年までに世界の気温は2.1℃~3.9℃上昇するとの推測もあるなかで、

⁹ 本節は“Climate Change 2021 - The Physical Science Basis” (IPCC WG1, 2021)のBox5.1を参考に筆者がまとめた。

¹⁰ “Climate Change 2021 - The Physical Science Basis” (IPCC WG1, 2021)のTable 5.4によると、11のモデルグループのうち、永久凍土の炭素を表現しているものは、2つとされている。

AR6 で合格したシナリオの半数以上は、温暖化レベルが2°C未満のものとなっている。また、第3章でみたとおり、CMIP6 に含まれる地球システムモデルの多くは、永久凍土融解の炭素プロセスを表現していない。これらの背景には、科学の専門家の警鐘スタンスがうつつだされているとの見方がある。

1 | 1.5°C目標の合意を進めるために

現在、地球温暖化は着実に進行している。それに対して、国連気候変動枠組条約 (UNFCCC) の下で、さまざまな温暖化防止の取り組みが進められている。

そうした動きに平仄を合わせて、各種取り組みを後押ししていくために、温暖化の抑制目標である1.5°Cや2°Cの上昇に注目したシナリオが多く設定されているものと考えられる。

2 | ESLD—科学の専門家は人騒がせとならぬよう “ドラマが少ない方向に誤る?”

気候変動問題は、複数の要素が関連し合い、波及の姿も連鎖、循環、非線形など複雑である。さらに、さまざまな要素のティッピングポイントも考えられている。また通常、数十年～数千年に渡る長期間の予測を行うため、前提の置き方やモデル細部の設定によって、結果が大きく振れることが多い。

こうしたことから、科学者は、気候変動問題の警告をむやみに発して“人騒がせなオオカミ少年”となることを避け、そのかわりに慎重な推定を行いがちになると言われる。この傾向は、ある気候問題の研究者からは、“Erring on the side of least drama, ESLD (ドラマが少ない方向に誤る)”態度と指摘されている。¹¹

ESLDは、科学者が真実を語らないという点で問題があるとの指摘もある。ただし、科学の専門家が一般の非専門家に対して何かのトピックを伝える際に用いられるサイエンスコミュニケーションの一環と捉えることもできる。科学的なリスク事象については、警告として大衆に発すべきことと、専門家の間で結果を確認しておくべきことのバランスをどうとるか、がカギになるものと考えられる。

5—おわりに (私見)

気候変動問題は複雑で、息の長い問題と言える。世界中の人が長期にわたって問題に取り組む意識を向上させていくことが必要となる。

その前提として、専門家が発する気候変動の科学的なメッセージに対しては、注意深く耳を傾ける必要があると言えるだろう。専門家が不都合な真実を覆い隠すことがあるとすれば、それは論外だ。だが、専門家の判断により、適切にサイエンスコミュニケーションが図られることは重要だ。

一般大衆の立場からすると、専門家が慎重に判断したうえで、それでも一般社会に伝えようとする警鐘に対しては、社会全体でしっかりと受け止めて、対応を図るべきだろう。

今後も、気候変動問題は深刻化し、その取り組みも進められていく。そのなかで、科学の専門家が発するメッセージに注目していくこととしたい。

¹¹ “Climate change prediction: Erring on the side of least drama?” Keynyn Brysse, Naomi Oreskes, Jessica O’Reilly, Michael Oppenheimer (Global Environmental Change, 23 (2013), 327-337)

(参考資料)

“Climate Change 2021 - The Physical Science Basis” (IPCC WG1, 2021)

“Technical Summary” (IPCC WG1, 2021)

「IPCC の概要や報告書で使用される表現等について」(気象庁, 令和 3 年 8 月 9 日付報道発表資料別添 3)

「絵でわかる地球温暖化」渡部雅浩著(講談社, 2018 年)

「放射強制力」(ATOMICA 原子力百科事典)

“Global Carbon Project 2020” (ICOS) <https://doi.org/10.18160/gcp-2020>

「累積炭素排出量に対する過渡的気候応答(TCRE)およびそれを用いた残余カーボンバジェット推定」立入郁(IPCC 第 6 次評価報告書(第 1 作業部会)の公表—JAMSTEC 研究者たちの貢献とメッセージ—, 海洋研究開発機構(JAMSTEC), 2021 年 10 月 25 日)

“Country-based rate of emissions reductions should increase by 80% beyond nationally determined contributions to meet the 2°C target” Peiran R. Liu & Adrian E. Raftery (Commun Earth Environ 2, 29 (2021) <https://doi.org/10.1038/s43247-021-00097-8>)

“Emissions Gap Report 2023” (UNEP)

「今さら解説—気候感度って何? ~定義から WCRP 評価論文、パターン効果まで~」渡部雅浩(東京大学大気海洋研究所, 2021 年 4 月 27 日)

“Climate Endgame: Exploring catastrophic climate” (PNAS, 2022)

“Climate change prediction: Erring on the side of least drama?”Keynyn Brysse, Naomi Oreskes, Jessica O’ Reilly, Michael Oppenheimer (Global Environmental Change, 23 (2013), 327-337)