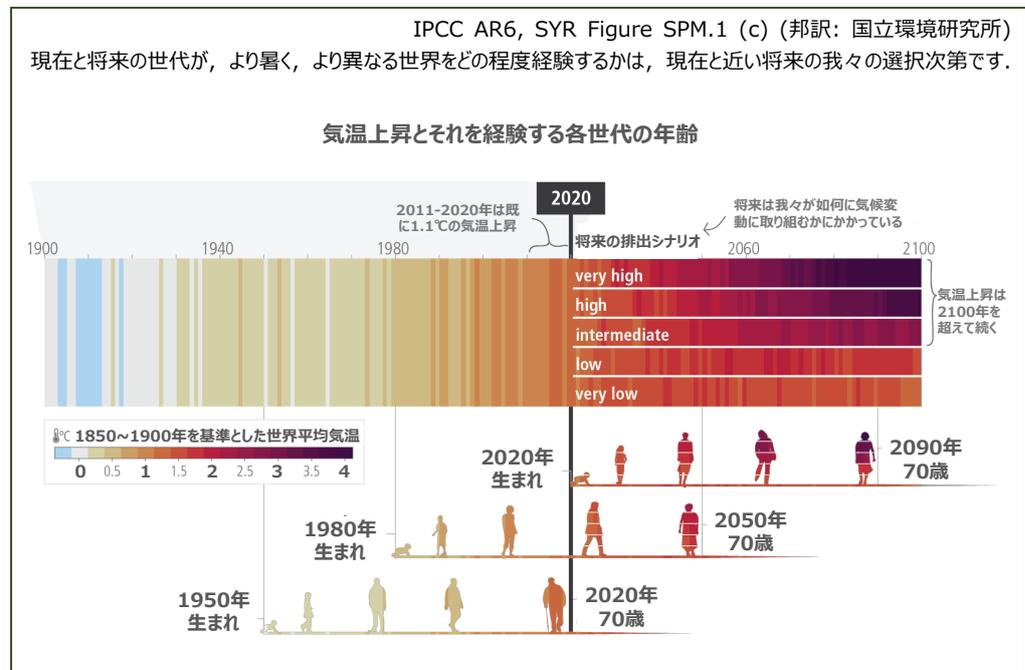


IGES 専門家による

「IPCC 第6次評価報告書統合報告書のここに注目しました」

IGES experts highlighted noteworthy points in the IPCC AR6 Synthesis Report

田村 堅太郎, 水野 理, 田辺 清人, 松尾 直樹*
西岡 秀三(執筆協力者)



* (公財)地球環境戦略研究機関 (IGES)
〒240-0115 神奈川県三浦郡葉山町上山口 2108-11
E-mail: tamura@iges.or.jp, o-mizuno@iges.or.jp, tanabe@iges.or.jp, n_matsuo@iges.or.jp

摘要

本稿は、気候変動に関する政府間パネル(IPCC)の第6次評価報告書統合報告書(AR6 SYR (6th Assessment Report, Synthesis Report))について、地球環境戦略研究機関(IGES)の4人の専門家がそれぞれの視点で注目するポイントをまとめたものです。

AR6 SYR は、IPCC の第6次評価期間(AR6サイクル: 2015年10月~2023年7月)に公表された特別報告書や3つの作業部会報告書に含まれている知見を総括する形でとりまとめられており、統合報告書固有の新しい知見が披露されているわけではありません。しかしながら、AR6サイクルの総括として、これまで発表した知見の重要なポイントを総括し、政策決定者たちに念押しする役割が期待されています。その際、見せ方を変えるなどの工夫を加えることで緊急性をよりわかりやすく強調しています。本稿の表紙に掲載した「気温上昇とそれを経験する各世代の年齢」の図は、まさに、今我々が選択する行動が、現在と将来の世代がどのような世界を生きていくことになるかを左右することを示しています。

AR6 SYR の基本メッセージは、地球温暖化の問題は深刻化しており、行動を今すぐとること、その行動を加速、継続させていくことの重要性です。我々は、特に以下のポイントに注目しています。

問題の深刻さ: 既に工業化前に比べて約1.1°Cの地球温暖化が観測され、それは人間活動に起因するものであると断定されました。その温暖化は世界のすべての地域において、熱波、豪雨、干ばつ、熱帯サイクロン等の極端現象に影響を及ぼしていることが示されています。また、温暖化の影響が、非常に幅広い分野に及んでおり、ほとんどの場合、それらが正味で「悪」影響側にあることも示されています。さらに、前回の評価時点と比べ、同じ気温上昇幅であれば、リスク/影響がより大きいこと、逆に、同じ水準のリスク/影響であれば、気温上昇幅がより小さい段階で生じることが明らかになりました。つまり、気候変動の影響は以前に考えられた以上に深刻ということです。

対策の緊急性: 気温上昇を一定のレベルで止めるためには、CO₂以外の温室効果ガス(GHG)排出量を大幅に削減するとともに CO₂排出量を正味ゼロにしないことが改めてそのタイムラインとともに示されました。既に1.1°C温暖化してしまっている気温上昇傾向や現在の排出傾向を考慮すると、温暖化を1.5°Cに抑えるための時間的猶予は非常に限られています。地球温暖化を1.5°C上昇に抑制するためには、これからの10年の間に全ての部門において急速かつ大幅な、そして即時的な GHG 排出量削減が必要となります。具体的には、世界の GHG 排出量を遅くとも2025年までには頭打ちにさせ、2030年、2035年に向けて大幅に削減(2019年比でそれぞれ43%減、60%減)させることです。また、これからますます深刻化する気候変動による悪影響に対処するためには、効果的な適応策を世界レベルで積極的に推進することが不可欠ですが、温暖化の進行とともに、現在有効とされる適応策も、その効果が低減してしまうため、短期的な効果や個別リスクのみに焦点を当てた適応策ではリスクや脆弱性が固定化して

しまうと警鐘を鳴らしています。長期的な視点、統合的なアプローチに基づく適応策を今からとっていくことが必要となります。

今何をすべきか？：既に利用可能な技術、かつ安い費用(1トン当たり100ドル以下)で、2030年に2019年水準比で少なくとも排出量を半減できる削減オプションが示されたことは注目されます。これらの既存オプションをまずは導入・普及することで、1.5°C上昇を抑えるために2030年までに必要となるレベルでの削減が可能だということです。また、適応策実施の進展は見られるものの、必要な対策水準とのギャップ(適応ギャップ)が存在しており、今の対策水準のままではこのギャップが今後ますます拡大することも示され、適応策の実施を世界レベルで加速していくことの必要性も明らかにされました。

このような迅速かつ深い排出削減、さらに変革的な適応を達成するために必要なシステム転換は、規模の点では前例がないですが、速度の点では必ずしもそうではない可能性も指摘されています。つまり、十分可能であるということです。こうした排出削減ポテンシャルや適応ポテンシャルを実現化するための投資額の現状は、必要額の数分の一の水準であるものの、そのギャップを埋める資金は世界に十分にあると評価されています。資金バリアを取り除くことさえできれば、対策ポテンシャルを実現化できるという希望を示していることも注目されます。いま政府に求められているのは、明確なシグナルと各種の環境整備によって、これらの投資のリスクを少なくし、リターン面でも魅力的なものとなるような仕組み作りになります。

これからの10年間は、持続可能な社会、豊かな生態系の土台となる安定した気候を守ることができるか否かの「勝負の10年間」となります。2023年7月末から始まる AR7サイクルが終了する頃(2030年かその前になるでしょう)には、この「勝負の10年間」の大勢が決していることとなります。AR6のメッセージを受けてこの「勝負の10年間」に我々が選択した行動を、AR7において IPCC がどのように評価するのか、さらには、その先の世界に向けて AR7がどのようなメッセージを発するのか注目されます。

IGES 研究者も、AR6サイクル以上に、AR7サイクルに学術面で貢献していくと同時に、Agency of Change—変化の担い手、触媒として、IPCC の結果を政策に落とし込んだり、企業に助言したりすることで、今すぐの行動を後押ししたいと思います。本稿もその一助となれば幸いです。

《文責: 田村 堅太郎》

0. はじめに: IPCC の役割

IPCC の第6次評価報告書(AR6) 4冊セットの最後の報告書である「統合報告書(Synthesis Report (SYR))」が、先月リリースされました。IPCC 評価報告書は、我々が依って立つべき最新の科学的知見を集約したものとなっています。そして SYR は、気候科学(WG 1)、影響と適応(WG 2)、緩和(WG 3)の3つの分野の報告書に横串を差す形で、AR6サイクルを総括するものとなっています。

すでにいくつかの研究機関や研究者等から、SYR の包括的な解説がなされています。ここでは、それらとはすこし趣を変え、IGES の4人の専門家から、この統合報告書の内容や IPCC の今後に関して、(包括的なレビューという形ではなく)それぞれが個人的に注目すべきだと思っている点を、少し私見も踏まえながら解説することにします。

ここで、まず、「IPCC の役割」を考えてみましょう。言うまでもなく、気候変動問題に対処していくためには、そのための効果的対策が必要であると同時に、その対策のベースとなる科学的知見が、車の両輪として必要です。IPCC は、後者を司るものとして設立された国際機関です。IPCC の報告書は、数千人の科学者が執筆・関与しています。一方で、Intergovernmental Panel on Climate Change という正式名称からわかるように、これは政府間パネルすなわち政府側の報告書でもあります。これは何を意味するのでしょうか？

IPCC の報告書は、執筆者は科学者であるわけですが、その制作過程において、各国政府がその内容を詳細にチェックします。最後の「まとめ」は Summary for Policymakers (SPM)と呼ばれ、条約の国際交渉さながらに、それこそ一文ごとに各国政府担当者が審査を行います(協同制作と言えるでしょう)。そして最終的に承認された報告書は、各国政府によって構成されている機関である IPCC のリリースした報告書となります。言い換えると、各国政府は、その結果をリスペクトせざるをえないわけです。

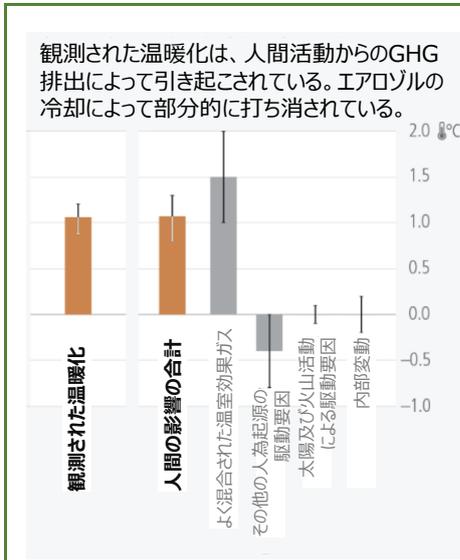
一般に政策決定者は、自分にとって都合のよい知見(意見?)をピックアップする傾向にあります。それでは世界全体で共通の(いわば依って立つ「べき」)科学的知見に基づいたコーディネートされた行動を採っていくことができません。IPCC の報告書は、その「依って立つべき最新の科学的知見」を表現するわけです。

この各国政府による審査プロセスには、もうひとつ重要な意味があります。政府によっては、自国に都合のよいような内容や表現に改めるようにバイアスをかけてきます。執筆者である科学者達は、それに根拠を示しながら、反論や妥協点を探ることになります。政府側は、自らのコメントを作成し反映してもらうためには、各作業部会の約2センチの厚さの本報告書(の該当部分)を読み込む必要が出てきます。科学者側は、それらのやりとりの中で、政策担当者側の関心事を理解し、彼らに分かるような言語や表現方法を用いて、できるだけニュートラルな科学的知見を表した報告書とすべく頑張ることになります。このプロセスはすなわち、IPCC が科学者と政策担当者の相互作用の場として有効に機能していることを表しています。

もうひとつ忘れてはならないのは、IPCC の報告書は、そのサマリーが for policymakers となっているように、政策担当者にとって有益な情報提供がそのミッションになっています。そして同時に、それではどのような対策を採るべきか?という点には踏み込みません。目標や対策の選択は、一種の value judgement であり、それを行うことは政策担当者側(国際的には UNFCCC 側)の役割で、IPCC は政策担当者が正しい科学的知見に基づいて判断できるように、政策に関連する客観的情報を提供するという役割を持つわけです。

《文責：松尾 直樹》

1. 問題の深刻さ



人間活動が、主に温室効果ガスの排出を通して、地球温暖化を引き起こしてきたことには疑う余地がなく、1850～1900年を基準とした世界平均気温は2011～2020年に1.1°Cの温暖化に達した。(SPM para.A.1)

IPCC AR6 SYR Longer Report, Figure 2.1 (d) (邦訳: 国立環境研究所)

【ポイント】

IPCC は AR6で、「疑う余地がない」(unequivocally)という言葉を用い、現在の地球温暖化が人間活動に起因するものであることをはじめて断定しました。(ここで、「主に」は、「排出ガスの排出を通して」にのみかかっており、「人間活動が地球温暖化を引き起こしたことは、「疑う余地がない」としています。)2014年公表の第5次評価報告書(AR5)では、地球温暖化自体は、「疑う余地がない」としていた一方で、その要因に関しては、“人間の影響が20世紀半ば以降に観測された温暖化の支配的な(dominant)要因であった可能性が極めて高い(95%以上)”とし、わずかながら人間の影響以外が主要因である可能性も認めていましたが、今回はその可能性を完全に否定しています。つまり、人間活動が地球温暖化の主因であることについてはもはや議論の余地はなく、科学的に証明されたことを宣言したということであり、その意味で、極めて重要な結論といえます。

また気温上昇幅についても、AR5では1880年から2012年の間に0.85°Cとしていましたので、今回の AR6が2020年までに1.1°C上昇としていることは、推計方法が異なるために単純な比較はできませんが、地球温暖化が引き続き急激に進展してきていることを示しています。

《文責: 水野 理》

大気、海洋、雪氷圏、および生物圏に広範かつ急速な変化が起こっている。人為的な気候変動は、既に世界中の全ての地域において多くの気象と気候の極端現象に影響を及ぼしている。(SPM para.A.2)

観測された気候変動の影響、損失・損害

気候変動に起因する広範かつ実質的な影響と関連する損失と損害が観測されている

水利用可能量と食糧生産

 水利用可能量	 農業/作物生産	 動物と家畜の健康と生産性	 漁獲量と養殖生産量
---	--	---	--

健康と福祉

 感染症	 暑熱 栄養不良 山火事による害	 メンタルヘルス	 強制移住
--	--	--	--

都市、居住地、インフラ

 内水氾濫と関連する損害	 沿岸域における洪水/暴風雨による損害	 インフラの損害	 主要な経済部門の損害
--	---	--	---

生物多様性と生態系

 陸上生態系	 淡水生態系	 海洋生態系
--	--	--

生態系構造、種の範囲、季節タイミングなどの変化を含む

Key

地球規模で評価され、観測された人間システム・生態系に対する気候変動の影響の増加

-  悪影響
-  悪影響と好ましい影響の混在
-  気候変動による変化が観測されるが、地球規模での影響の方向性を評価できていない

気候変動に起因することの確信度

- 確信度が高い/確信度が非常に高い
- 確信度が中程度
- 確信度が低い

IPCC AR6 SYR Figure SPM.1 (a) (邦訳: 国立環境研究所)

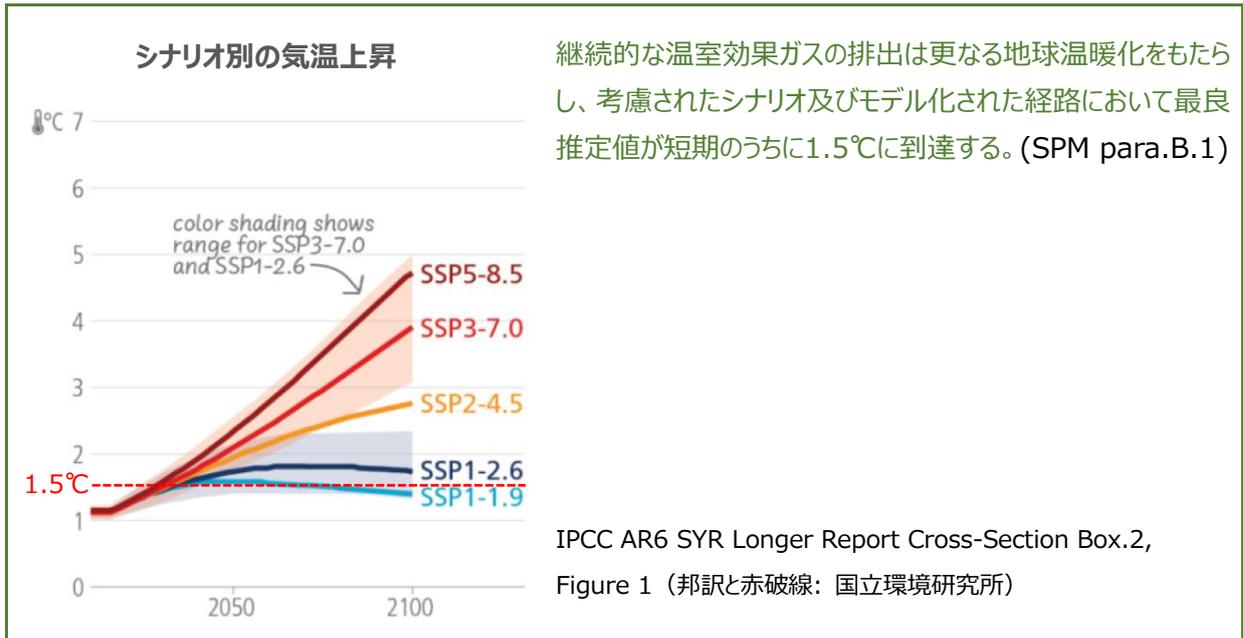
【ポイント】

AR6 SYR は、人間活動の影響により、すでに、大気も、海洋も、土地も、温暖化しているとしています。そのうえで、人為的な気候変動が、世界のすべての地域において、熱波、豪雨、干ばつ、熱帯サイクロン等の極端現象に影響を及ぼしていることを端的に示しています(人間社会への影響という点では、「極端な現象」が特に大きな被害に繋がりがやすいことに留意が必要です)。

またこの図は、気候変動の影響が、非常に幅広い分野に及んでおり、ほとんどの場合、それらが正味で「悪」影響側にあることを示しています。

AR5 SYR では、1950年頃以降、多くの極端現象の変化が観測されてきたとしううえで、「これらの変化の中には人為的影響と関連づけられるものも」と述べるにとどまっていたので、AR5→AR6の科学的知見の進展により、極端現象の変化(大きさや頻度の変化)に及ぼす人為的影響が、より顕著かつ明確にされてきたことが示されています。

《文責: 水野 理》



【ポイント】

AR6 SYR は、いろいろな将来の可能性を表現したシナリオのほぼすべてで、今後短期のうちは地球温暖化が進展すると結果を報告しています。温室効果ガス(GHG)の超低排出シナリオ(SSP1-1.9; 2050年頃に世界の CO₂ 排出量が正味でゼロになるシナリオ)であっても、短期のうちに産業革命以前の水準比で+1.5°C上昇の水準に達する可能性の方が高いとしています。ここで短期とは、2021年から2040年までの期間のことを指しています。その後も、排出シナリオ次第では、気温上昇がさらに顕著に進行することが示されました。例えば、非常に高い排出シナリオ(SSP5-8.5)の場合には、2100年の+4°C強からますます上昇していくことが示されています。ただし、もしも超低 GHG 排出シナリオ(SSP1-1.9)と同じような経路を取ることができれば、一旦、1.5°Cをわずかに超えますが、その後徐々に気温上昇幅が小さくなっていくことも併せて示されています。これらの気温上昇の場合の各種リスク評価は、次ページの図も合わせてごらんください。

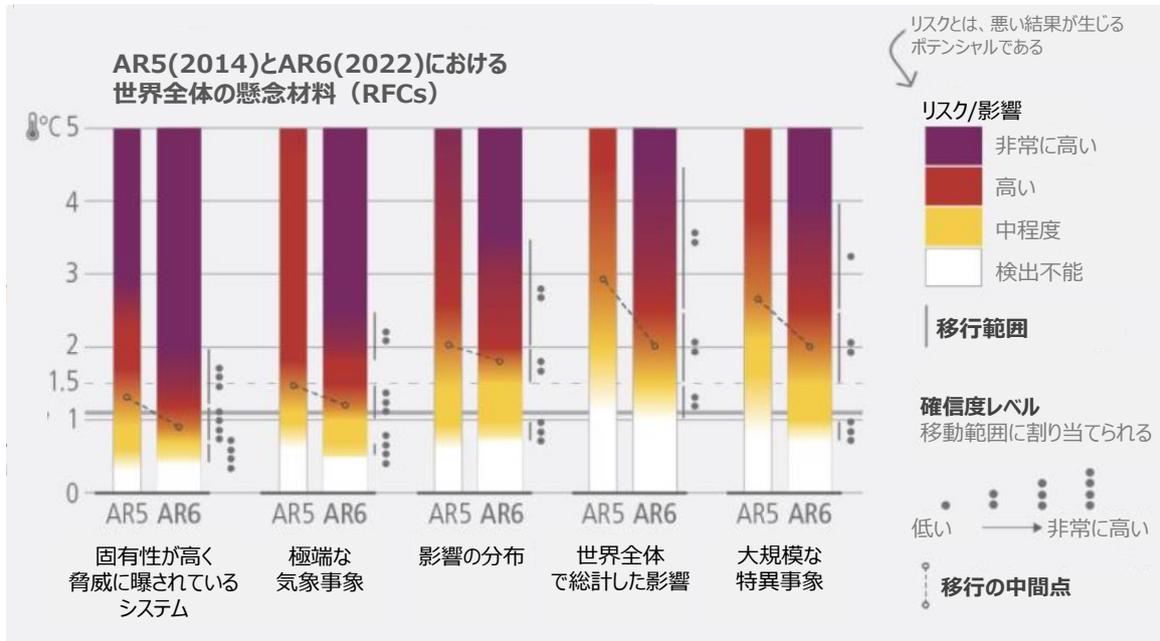
なお、モデル計算には様々な要因に起因する不確実性にとまらう幅があります。加えて、実際の地表面気温には、自然由来の各種擾乱が重なってきますので、ある程度の上下の振れ幅を持ちます。すなわち年によっては高温側への逸脱が大きくなることまで想定したリスク評価とその管理が必要です。また、ここで示されている気温上昇は地球表面気温の「平均」値です。高緯度地域はこの数倍の上昇幅になることもわかっています。

誤解がないようにしたいのは、IPCC はどのシナリオを目指すべきか、ということは指定も推奨もしていないという点です。一方で、それらの意味するところ(どんな影響があるか、どうすれば達成できるかなど)の最新の知見を提供しています。そしてその選択と実現化は、政策担当者や企業や一般市民、我々すべてに任されているのです。

《文責: 水野 理》

将来のいかなる温暖化の水準においても、気候関連リスクの多くは AR5での評価よりも高く、予測される長期的影響は現在観測されている影響よりも最大で数倍高い（確信度が高い）。(SPM para.B.2)

気温上昇と世界全体の懸念材料（RFCs）



IPCC AR6 SYR Figure SPM.4 (a) (邦訳: 国立環境研究所)

【ポイント】

AR6 SYR は、気温関連リスクについて、最新の評価結果を取りまとめ、これを2014年に公表された AR5において示された評価結果と比較しました。その結果、取り上げた5つの観点(世界全体の懸念材料(RFC))全てにおいて、同じ気温上昇幅であれば、リスク/影響がより大きいこと、逆に、同じ水準のリスク/影響であれば、気温上昇幅がより小さい段階で生じることを示しました。加えて、予測される長期的影響は現在観測されている影響よりも最大で数倍高いことも指摘しています。

すなわち、気候変動の影響は、前回の評価時点よりも、さらに深刻であることが、科学的研究の進展とともに明らかにされ、また確信度も上がったといえます。

なお、これらの図から、+1.5°Cや+2°C(そして+5°C)上昇の世界が、図の5つのリスク分類のそれぞれにおいて、どのような意味を持つかというイメージを掴むことができます。さらに、珊瑚礁など地域別生態系の種類別の評価なども SYR 本体(longer report)には記載されていて興味深いものになっていますので、ぜひご覧下さい(Figure 3.3)。

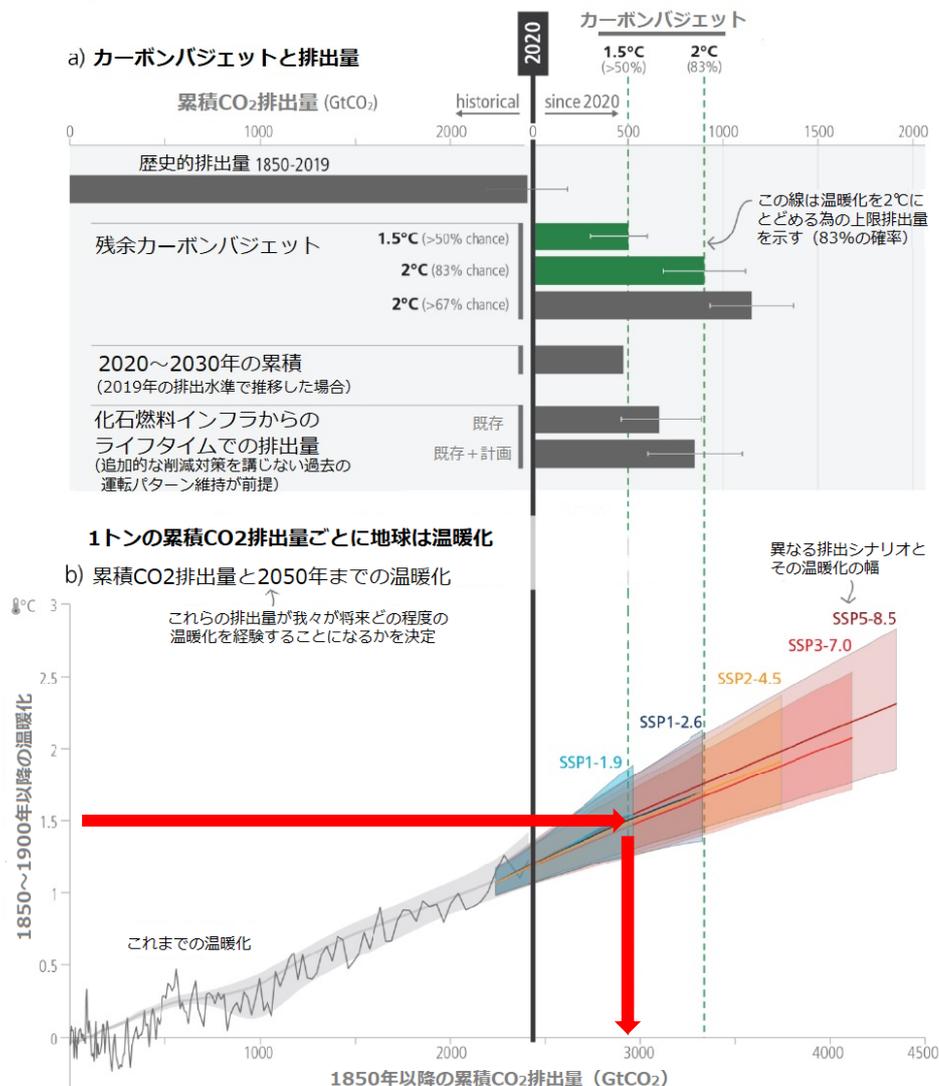
《文責: 水野 理》

2. 対策の緊急性

人為的な地球温暖化を抑制するには、CO₂排出量を正味でゼロにする必要がある。温暖化を1.5°C または2°C に抑制しうるかは、主に正味ゼロのCO₂排出を達成する時期までの累積炭素排出量と、この10年の温室効果ガス排出削減の水準によって決まる（確信度が高い）。追加的な削減対策を講じていない既存の化石燃料インフラから排出されるCO₂排出量は、1.5°C(>50%)の残余カーボンバジェットを超えると予測される（確信度が高い）。（SPM para.B.5）

温暖化を1.5°Cに抑えるための残余カーボンバジェットはすぐに底をつき、2°Cのための残余カーボンバジェットもほとんど底をつく可能性がある。

残余カーボンバジェットは、追加的な削減対策が講じられない、既存および計画中の化石燃料インフラストラクチャーの利用からの排出と同等である。



出典：IPCC AR6 SYR Longer Report Figure 3.5（一部、追記）

【ポイント】

地球温暖化を1.5℃あるいは2℃より十分低いレベルで抑えることができるかどうかは、これからの10年間に温室効果ガス排出量をどれだけ削減できるかにかかっています。2020年代が温暖化対策にとっての「勝負の10年間」あるいは「決定的な10年間」と呼ばれる所以です。

では、どうして削減対策を先延ばしにできないのでしょうか？その理由は、カーボンバジェットという考え方にあります。どういうことか、少し詳しく見ていきましょう。

図のパネル B は、横軸が累積 CO₂排出量、縦軸が温度変化で、過去の温暖化傾向を黒線、将来の排出シナリオ(超低排出シナリオ(SSP1-1.9)から超高排出シナリオ(SSP5-8.5)まで5つの例示的シナリオ)をシナリオ別に色付けして示したものです。この図から、累積 CO₂排出量と温度上昇がほぼ直線的な関係、つまり、比例関係にあることがわかります。比例関係にあるということは、人為的な CO₂の排出が続く限り、地球温暖化は進むことを意味します。そのため、地球温暖化をとめるには排出量を正味ゼロにしなければならない、ということになります。これは気候政策の基本となる科学的知見であり、「今世紀後半中に温室効果ガスの人為的な排出量と人為的な吸収源による除去量との均衡を達成する」とするパリ協定の根本にある考え方です。

また、比例係数(傾き)が一定であるため、地球温暖化をあるレベルで抑えるために排出できる CO₂の総量がどの程度になるかということもわかってきます。これがカーボンバジェットですね。例えば、温暖化を1.5℃以下に抑えるためのカーボンバジェットは2兆9000億トンと推定されます(パネル B の赤い矢印)。

与えられた温度目標に対応するカーボンバジェットがわかれば、これまで人類が排出してきた CO₂総量や CO₂以外の温室効果ガスの効果などを考慮して、その温度目標達成のために今後排出することができる CO₂総量を推定できます。これは「残余カーボンバジェット」と呼ばれます。AR6 では、温暖化を50%以上の確率で1.5℃以内に抑える場合、2020年以降の残余カーボンバジェットは5000億トン、83%の確率で2℃以内に抑える場合は同9000億トンとしています(パネル A の緑の横棒)。2019年の世界の CO₂排出レベルを継続すると、2020年から2030年の間に4950億トンとなり、その間に1.5℃の残余カーボンバジェットをほぼ使い果たすこととなります。また、既存あるいは計画中の化石燃料インフラを使用しつづければ、1.5℃はおろか2℃の残余カーボンバジェットもほぼ底をついてしまいます。つまり、1.5℃抑制に対応する残余カーボンバジェットがあまりに小さく、対策を先延ばしにできないレベルになっているということです。

カーボンバジェットの推定には不確実性、あるいは推定の幅が伴います。科学的な不確実性としては、正味ゼロ達成後の温度変化、過去の温暖化の推定値、永久凍土の融解による将来の排出量などがあります。また、今後、CO₂以外の温室効果ガスに対する対策が想定より進んだ場合(カーボン・バジェットは大きくなる)、あるいは進まない場合(カーボン・バジェットは小さくなる)、といった行動選択の差によっても幅がでてきます(パネル A の緑の横棒にかかる細線)。さらに、温度目標の達成確率をどの程度にするか、といった価値観もカーボンバジェットの大きさに影響します。

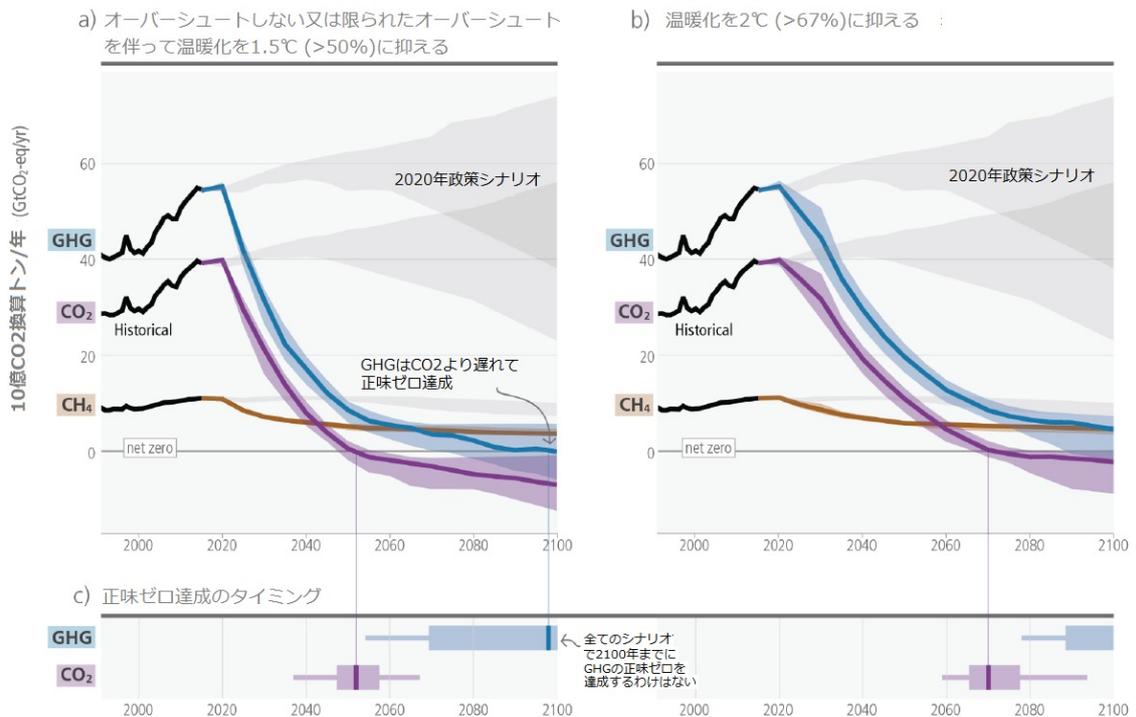
しかし、これらの不確実性が、気温上昇を一定のレベルで止めるためには CO₂排出を正味ゼロにしなくてはいけないという基本的な結論を変えるものではありません。既に1.1℃温暖化してしまっている気温上昇傾向や現在の排出傾向を考慮すると、温暖化を1.5℃に抑えるための時間的猶予は非常に限られていると言えます。

《文責：田村 堅太郎》

オーバーシュートしないまたは限られたオーバーシュートを伴って温暖化を1.5°C (>50%) に抑える全てのモデル化された世界全体の経路、そして温暖化を2°C (>67%) に抑える全てのモデル化された世界全体の経路は、この10年の間に全ての部門において急速かつ大幅な、そしてほとんどの場合即時の温室効果ガス排出量の削減を伴っている。世界全体での CO₂排出量正味ゼロは、これらのカテゴリーの経路においてそれぞれ2050年代初頭及び2070年代初頭に達成される (確信度が高い)。 (SPM para. B.6)

正味ゼロ CO₂に向けてより早く移行すること、および CO₂以外の排出、特にメタンをより迅速に削減することで、ピーク時の温暖化レベルを制限し、CO₂の正味マイナス排出の必要量を減少させ、その結果、CDR の大規模導入に関する実現可能性と持続可能性への懸念、社会・環境リスクを低減するだろう (確信度が高い)。 (SPM para. B.7.3)

オーバーシュートしない又は限られたオーバーシュートを伴って温暖化を1.5°C (>50%) に抑える全てのモデル化された世界全体の経路は2050年頃にCO₂排出量の正味ゼロを達成する。
 温室効果ガス (GHG) 全体は、遅れて正味ゼロを達成する。



IPCC AR6 SYR Longer Report Figure 3.6

GHG・CO₂排出量の削減率 (2019年比)

		2019年比削減率 (%) 中央値 [] 内は5-95パーセンタイル			
		2030	2035	2040	2050
オーバーシュートしない又は限られたオーバーシュートを伴って温暖化を1.5°C (>50%) に抑える経路	GHG	43 [34-60]	60 [49-77]	69 [58-90]	84 [73-98]
	CO ₂	48 [36-69]	65 [50-96]	80 [61-109]	99 [79-119]
温暖化を2°C (>67%) に抑える経路	GHG	21 [1-42]	35 [22-55]	46 [34-63]	64 [53-77]
	CO ₂	22 [1-44]	37 [21-59]	51 [36-70]	73 [55-90]

IPCC AR6 SYR Figure SPM.X (邦訳: 国立環境研究所)

【ポイント】

地球温暖化を1.5°C上昇あるいは2°C上昇で抑制するためには、これからの10年の間に全ての部門において急速かつ大幅な、そして即時的な温室効果ガス(GHG)排出量削減(具体的には、世界の GHG 排出量は2020年代、遅くとも2025年以前にはピークを迎え、2030年に向けて大幅削減(1.5°C上昇を抑えるには2019年比で43%減)が必要になると指摘しています。まさに待ったなしです。国際エネルギー機関(IEA)の最新の見通しでは、ウクライナ戦争による化石燃料離れも影響して、世界のエネルギー起源の CO₂排出量は2025年にピークとなる、としています。これは良いニュースではありますが、十分ではありません。CO₂のみならず GHG 全体をなるべく早くピークにもっていき、その後、直ちに排出削減を加速、深掘りしていく必要があります。

この点について、今回、1.5°C上昇を抑える経路における2035年の GHG 排出量の削減率(2019年比60%削減)が明示的に示されたことも注目です。パリ協定の下、各国が2025年までに提出することが義務付けられている次期国別削減目標(NDC)について、その目標年を2035年とすることが奨励されています。各国が次期 NDC を1.5°C目標と整合させるために参照すべき削減レベルが IPCC によって示されたと言えます。

また、CO₂と CO₂以外の GHG がそれぞれ異なるタイミングで正味ゼロになることの意味も明記されています。CO₂排出量の正味ゼロとは、人為的な CO₂排出量と人為的な CO₂除去量が均衡することを意味し、地球規模で CO₂排出量正味ゼロを達成することで地球表面温度の上昇を安定化させることができる、としています。さらに、100年地球温暖化係数で定義される GHG 排出量の正味ゼロを実現し、維持する排出経路は、CO₂排出量が正味マイナスになることを意味し、地表温度はまずピークに達した後、徐々に低下すると予測されています(確信度が高い)。CO₂以外の GHG も急速かつ大規模な排出削減が必須となりますが、農業、産業プロセス、交通といった「削減が困難なセクター(hard-to-abate sectors)」からの排出が残ってしまいます。これらの残余排出量が正味マイナスの CO₂排出量で相殺されることで、GHG 排出量の正味ゼロが実現できます。そのため、GHG 排出が正味ゼロになる前に CO₂排出量の正味ゼロが達成されることとなります。

CO₂排出量を正味ゼロ、さらには正味マイナスにするためには、大気からの CO₂の除去(CDR)が必要となります。CDR は多様な手法を含みます。既におこなわれている手法としては、新規植林、再植林、改善された森林管理、土壌炭素固定があります。大気からの CO₂の直接回収・貯留(DACCS)や CO₂回収・貯留付きバイオエネルギー(BECCS)、海洋アルカリ化など、技術的に未成熟であったりして、まだ大規模に実施されていない手法もあります。CDR 手法には、生物多様性や生態系の機能、雇用、地域の生計を強化しうるものも含まれますが、実施形態や規模次第では、生物多様性、食料や水の安全保障、地域の生計、先住民の権利などに対して、社会経済的及び環境的な悪影響を及ぼしうることも、高い確信度で指摘されています。

CDR が実際にどこまで大規模に普及できるかは不確実性が高く、他の社会的課題とのトレードオフもあるため、CDR への過度な期待は禁物で、むしろ、CDR への依存度をできる限り減らす必要があります、そのためには直近の削減対策を進めていくことが不可欠です。

《文責：田村 堅太郎》

温暖化が1.5°Cなどの特定の水準を超えたとしても、世界全体で正味マイナスのCO₂排出量を実現し、持続させることによって、温暖化を徐々に再び低減させることができるかもしれない。この場合、オーバーシュートしない経路に比べて、二酸化炭素除去（CDR）の追加的な導入を必要とし、実現可能性や持続可能性に関する懸念を拡大させるだろう。オーバーシュートは悪影響を伴い、その一部は不可逆的であり、人間と自然のシステムにとって追加的なリスクをもたらす。このような影響及びリスクは全てオーバーシュートの規模と期間とともに拡大する（確信度が高い）。（SPM para.B.7）

【ポイント】

ここでは、1.5°Cという温度目標を一時的に超過した後、CO₂排出量の正味マイナスを続けることで、今世紀末までには1.5°C以内に収めることの可能性が指摘されています。ですが、これは排出削減対策を強化しないまま温暖化が1.5°Cに達してから、CO₂排出量を正味マイナスにすれば大丈夫、ということの意味しません。むしろ、今からの対策を強化して、なるべくオーバーシュートさせないことで、不確実な CDR の必要量を最小限にすることが、社会・環境リスクを低減し、1.5°C目標の実現可能性をつなぎとめることに貢献します。

オーバーシュートの規模が大きければ大きいほど、そして期間が長ければ長いほど、生態系や社会は、より大きく広範な気候影響要因の変化に曝露され、多くの自然及び人間システムにとってのリスクを増大させることとなります。

「1.5°Cをオーバーシュートすると、氷床氷河の融解あるいは加速度的でより高位となる避けられない海面上昇によって影響を受ける極地、山岳、沿岸の生態系など、回復力の低い特定の生態系に対して不可逆的な悪影響をもたらす（確信度が高い）。」

「オーバーシュートしない経路と比較して、社会と生態系は、極端な暑さや極端な降水量などの気候の影響要因のより大きな、より広範囲な変化にさらされ、インフラ、低地の沿岸居住地、関連する生活へのリスクが増加する（確信度が高い）。」

「オーバーシュートは、山火事の増加、樹木の大量枯死、泥炭地の乾燥、永久凍土の融解、自然の土地の炭素吸収源の弱体化など、深刻な影響のリスクを増大させる。こうした影響は、温室効果ガスの放出を増加させ、気温反転をより困難にする可能性がある（中程度の確信度）。」（以上、AR6 SYR Longer Report 3.3.4）

といった具合です。

さらに、「オーバーシュートが大きければ大きいほど、ある温暖化レベルに戻すために、より多くの正味マイナスCO₂排出が必要になります（確信度は高い）。」（SPM B.7.3）オーバーシュートがない、あるいは限定的（超過温度が0.1°C以下）で温暖化を50%以上の確率で1.5°C以下に抑える経路では、2100年までの累積正味マイナス排出量は2200億トン、高いオーバーシュート（超過温度が0.1°C～0.3°C）の経路では同3600億トンとなります（確信度は高い）。正味マイナスCO₂排出量を達成するために必要となるCDR技術については課題が多いことは、前項で述べた通りです。AR6 SYRも「CO₂とCO₂以外の排出量、特にメタンをより迅速に削減することで、ピーク時の温暖化レベルを抑制し、CO₂の正味マイナス排出量とCDRの必要量を低減し、実現可能性と持続可能性への懸念、社会・環境リスクを低減する（確信度は高い）。（Long Report 3.3.4）」としています。こうした評価は、今すぐとる行動の重要性を示しています。

《文責：田村 堅太郎》

今日実現可能で効果的な適応オプションは、地球温暖化の進行に伴い、制約されるようになり、効果が減少する。地球温暖化の進行に伴って、損害や被害は増加し、追加的な人間及び自然システムは適応の限界に達する。適応の失敗は、多くのセクターやシステムに対して副次的便益（コベネフィット）を持つ、柔軟で多部門的、包摂的、長期的な計画や適応行動の実施によって回避できる（確信度が高い）。（SPM para.B.4）

【ポイント】

適応策とは、地球温暖化がもたらす被害を回避、軽減するための対策のことです。温暖化対策において、排出削減対策（緩和策）と適応策とは車の両輪として位置付けられます。

前述の通り、地球温暖化によって、世界の平均気温は工業化前に比べておよそ1.1℃上昇しており、温暖化による被害は既に顕在化しています。加えて、確信度が非常に高いとして、気候変動に起因するリスクと予測される影響、関連する損失と損害は、地球温暖化が進むごとに増大する、と評価されています（AR6 SYR SPM para. B.2.2）。

つまり、パリ協定およびグラスゴー気候合意（COP26決定）を受けて、国際社会は温暖化を1.5℃以下に抑える努力に取り組む決意を示していますが、仮にこの1.5℃目標が達成できたとしても、気候変動影響のさらなる深刻化は避けられず、世界規模で適応努力を格段に強化していくことが不可欠ということになります。

その一方で、セクター毎やリスク毎で個別に対処したり、短期的な結果に焦点を当てたりする適応行動は往々にして、脆弱性や暴露、そしてリスクが固定化（ロックイン）してしまうことに繋がり、結果として、長期的には適応の失敗につながりうる、として注意を促しています（AR6 SYR SPM para. B.4.3）。また、現在、効果的な適応策も、温暖化の進展とともに、その効果は減少していつてしまいます。今すぐに適応行動を格段に強化していくことが必要ですが、その際、長期的な視点を持ちつつ、多部門を視野に入れた統合的なアプローチをとることが求められます。

《文責：田村 堅太郎》

3. いま何をすべきか？

この10年間に、深く、迅速かつ持続的な緩和を行い、適応行動を加速的に実施すれば、人間と生態系に対する予測損失と損害を削減し（確信度が非常に高い）、特に大気質と健康に対して多くのコベネフィットをもたらすことができる（確信度が高い）。緩和策や適応策を遅らせることは、高排出インフラを固定化し、座礁資産やコスト上昇のリスクを高め、実現可能性を低下させ、損失や損害を増大させる（確信度が高い）。短期的な行動には、高い先行投資と潜在的な破壊的変化が伴うが、様々な実現可能な政策によって軽減することができる（確信度が高い）。(SPM para.C.2)

【ポイント】

AR6の SYR は、繰り返しくりかえし、これからの10年間という時期の重要性を強調しています(前節参照)。現在の排出量のままでは約10年間で+1.5°Cに抑える場合の残されたカーボンバジェットを使い切ってしまうということや、温暖化が進展してしまうと現在効果的な適応策もその効果が減少してしまうことなど、今後10年でどういった対策を取るかが、数十年以上のスケールでの「方向性」を規定するためです。

「この10年間に実施される選択と行動は、現在および数千年にわたり影響を及ぼす(確信度が高い)。(para.C.1)」

は、その表現の一例です。

上記のパラ C.2で述べられているように、10年を超えるような社会インフラ建設の意思決定時においては、どのような判断を行うかは非常に重要になります。これは、緩和(温室効果ガス(GHG)排出量削減)と適応の両方において当てはまり、高排出につながるインフラや、気候変動影響の甚大化を想定しないインフラは、座礁資産化する(ムダになる)リスクを十分考慮したデザインや可否判断が必要となります。

また適応の観点からは、適応策実施の進展は見られるものの、必要な対策水準とのギャップ(適応ギャップ)が存在しており、今の対策水準のままではこのギャップが今後ますます拡大するとする一方、この10年での適応策の加速が、このギャップを埋めるために重要であることも示されました。

とくに緩和の観点からは、

「対策の採られていない(unabated)化石燃料インフラを導入し続けることは、GHG 排出量のロックインに繋がる(確信度が高い)。(Longer Report, p.60)」

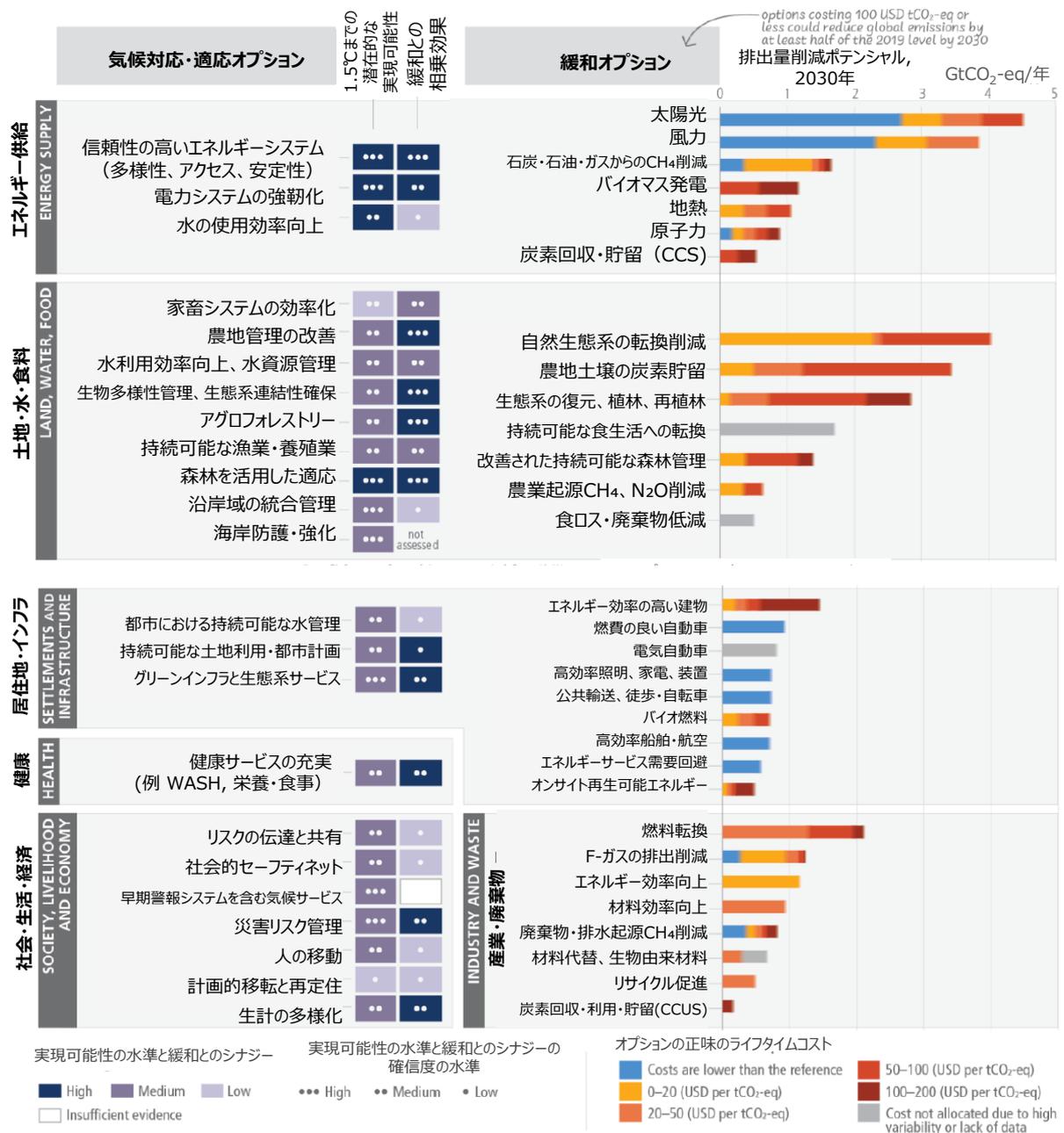
も重要なポイントです。ここで、unabated fossil fuels の意味がときどき問題になりますが、IPCC では、「発電所からの CO₂の90%以上や、エネルギー供給からのメタンガスの50–80%の捕捉のような大幅な削減がないもの」(SYR Longer Report, 脚注91)と規定しています。化石燃料火力発電所においては CCS はおそらく abated fossil fuels の対象になりますが、アンモニアや水素混焼は含まれないということになりますね(やや解釈上の不透明性はあります。定義の問題でもありますが今後クリアにされるでしょう)。

それでは、どのようなクライテリアに基づいて、いまだのようなアクションを行ったらよいのでしょうか？この点は次ページでみてみましょう。

《文責：松尾 直樹》

迅速かつ深い排出削減と気候変動への変革的な適応を達成するために必要なシステム転換は、規模の点では前例がないが、速度の点では必ずしもそうではない（確信度が中程度）。システム転換には、低排出量またはゼロエミッション技術の展開、インフラの設計とアクセス、社会文化や行動の変化、技術の効率化と普及を通じた需要の削減と変化、社会保護、気候サービスまたはその他のサービス、生態系の保護と回復が含まれる（確信度が高い）。緩和と適応のための、実現可能で効果的かつ低コストのオプションが既に利用可能である（確信度が高い）。（SPM para.C.3.1）

短期における気候対応・適応の実現可能性、緩和オプションのポテンシャル



IPCC AR6 SYR Figure SPM.7 (a) (邦訳: 国立環境研究所)

Figure SPM.8 (a)の図は、いろいろな有益な情報を集約しています。

右側の緩和オプションの方をみてみましょう。まず合計では、t-CO₂eq あたり100ドル以下のコスト(朱色の部分まで)で、2030年に2019年水準比で少なくとも排出量を半減するポテンシャルがあると評価しています。これはほぼ+1.5°Cに抑えることのできる経路に乗っているレベルです。参考までに、現在の EU ETS の排出権価格はトンあたり約100ユーロです。

個々の緩和オプションをみてみると、青色の部分が大きいオプションは、対策をすれば儲かるオプションですので、まず推進すべきですね。太陽光、風力が圧倒的に大きなポテンシャルを持ち、高燃費自動車、高効率家電、公共輸送などが続きます(電気自動車はまだ評価するには情報不足のようです。原子力は国を選ぶということでしょう)。薄いオレンジ色から濃いオレンジ色の部分も、カーボンプライシングやインセンティブをすこし載せることで、導入する理由付けが十分できます。

もうひとつ重要な点は、これらは「既に利用可能な技術」であるということです。将来の革新技术に頼らずとも、まずはこれら既存オプションの導入・普及でもかなり大きな削減が可能という点は注目しておきましょう(革新技术開発が不要と言っているわけではありません)(ちなみに経済学的には、カーボンプライシングは既存で利用可能な対策を、低コストなものから実現化させる手法になります)。

これらのオプションの相対的な位置づけは図から一目瞭然です。一方で、このポテンシャルとは何を表しているのでしょうか？これはたとえば土地がなくて発電所が建てられないというような物理的制約ではなく、(一年あたりの数字ということからわかるように)導入普及速度の一種の目安と解釈できます。

わたしが注目した点は、パラ C.3.1の「導入普及速度」に関する所見です。確信度は中ですが、規模はともかく普及速度は前例がないレベルではない、すなわち十分可能であるということでしょう。IPCC とは関係ありませんが、家電や自動車など、ひとつひとつが魅力的だと思った製品は、およそ10年程度かそれ未満で普及し尽くした実績があるという米国での研究結果もあります。うまくこのような普及軌道に乗せることができるかがチャレンジになりますが、それができたなら、+1.5°Cゴール達成もけっして夢ではないということ、さまざまな研究からボトムアップ的に評価した、と理解できます。

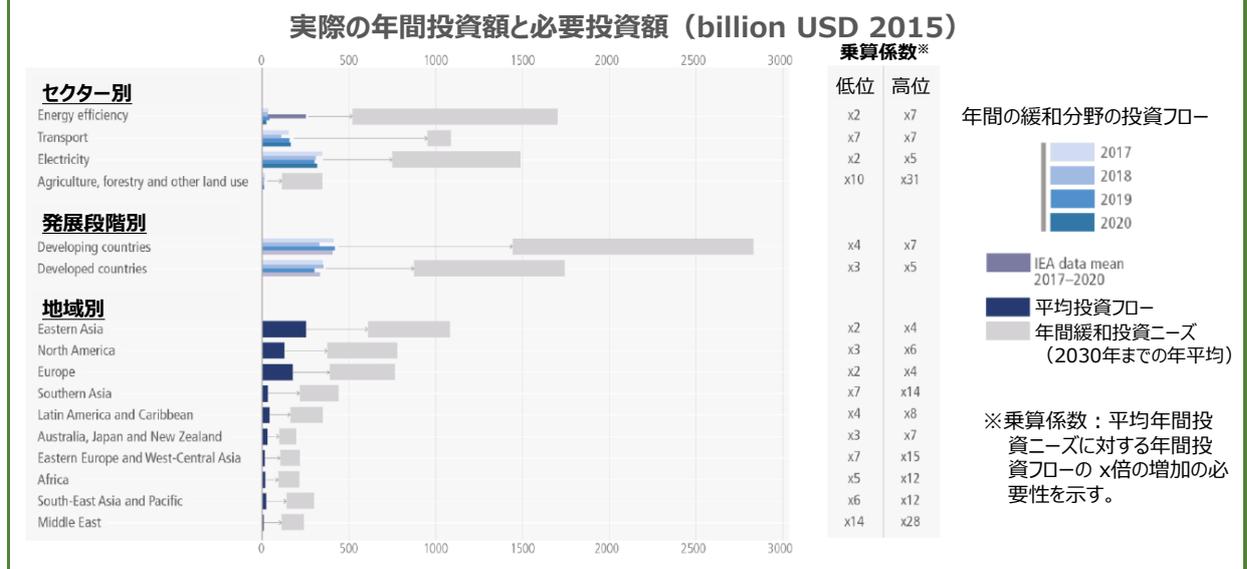
またこの図は、適応オプションについても併記しています。緩和対策は民間企業の投資で行うことが多いのに対し、適応対策は公的機関の投資に依るところが多く、また tCO₂eq という単一の「ものさし」で評価できるものではありません。したがって、緩和策より定性的表現になっていますが、実現可能性と、緩和策とのシナジーの程度を個々の対策オプションに関して、できるだけわかりやすく表現されています。

ここでは、緩和とのシナジーに焦点が当てられていますが、より広いコンテキストで、他の各種 SDGs 要素とのシナジーをはかることが成功の鍵であることも、重要な着眼点になっていることとして、SYR で強調されていますので、ご興味がある方はご覧下さい。

《文責：松尾 直樹》

温暖化を2℃または1.5℃に抑えるシナリオにおける2020年から2030年のモデル化された平均年間緩和投資必要額は、現在のレベルよりも3～6倍大きく、緩和投資総額（公的、民間、国内、海外）をすべての部門と地域で増やす必要がある（中程度の確信度）。(SPM para.C.7.2)

世界の金融システムの規模を考えれば、世界の投資ギャップを埋めるのに十分なグローバルな資本と流動性があるが、世界の金融セクターの内外で、また途上国が抱える経済の脆弱性や負債を背景に、資本を気候変動対策に振り向ける障壁が存在する。資金流入を拡大するための資金障壁を減らすには、政府による明確な意思表示と支援が必要である...(確信度が高い)。(SPM para.C.7.3)



【ポイント】

前(々)ページの対策コスト(緩和)は、たとえ正味で便益が生じる青色のオプションであっても、通常は初期投資が必要となります(ペイバック期間はかなり短いです)。上記は、このためのファイナンスの必要量に関する評価になります。

現状の投資額が必要額の数分の一の水準であるものの、投資ギャップを埋める資金は世界に十分にあると評価され、その結果、資金バリアを取り除くことさえできれば、前々ページの対策ポテンシャルを実現化できるという希望を示しています。いま政府に求められているのは、明確なシグナルと各種の環境整備によって、これらの投資がリスクが少なく、リターン面でも魅力的なものとなるようにすることと明示しています。

セクター別では発電部門と交通部門を中心に資金需要のギャップがうかがえますが、それより大きいのはエネルギー効率化部門のギャップです。即効性がありコスト効果も高いエネルギー効率化というオプションに、もっと目を向ける必要があることにも留意したいものです。これは途上国に顕著です。

資金需要は、先進国も途上国も共に大きいのですが(日本のGX基本計画は、カーボンプライシングを償還原資とした政府債券発行でシードとなる政府資金を調達しようとする計画です)、ギャップは途上国の方が大きくなっています。途上国の負債問題をスムーズに解決できる道を付けられるか?が背景にあります。

《文責：松尾 直樹》

4. IPCC の今後について

SYR の完成をもって、2015年10月に始まった IPCC の第6次評価期間 (AR6サイクル) の主要な活動は終わりを迎えました。2023年7月末に開催される第59回総会で、IPCC の議長団 (ビューロー) が新たに選ばれ、第7次評価期間 (AR7サイクル) が始まります。ここでは、AR6サイクルを振り返るとともに、AR7サイクルにおいて IPCC に期待されることや、IPCC が直面するであろう課題について、考えてみましょう。

誕生してから35年、6期にわたる IPCC の活動は、それぞれの期ごとに特徴がありました。第6期 (AR6サイクル) にも、過去にはなかったさまざまな特徴があります。よく言われるのは、「IPCC の歴史の中で最も多くのことを成し遂げたサイクルだった」ということです。実は、作成した報告書の数で言えば最多ではないのですが、「1.5°Cの地球温暖化に関する特別報告書」など、注目度や影響力がとりわけ大きいものが作成されてきたことを考えると、そうした評価はあながち間違っていないと言えるでしょう。各報告書を作成するうえで、作業部会 (Working Group: WG) 間の協力がかつてないほど深まったのも、このサイクルの特徴でした。用語集 (Glossary) が作業部会間で統一されたのは、その一例です。また、SYR で、これからの10年で適応策や緩和策を統合的に進めることの必要性・緊急性を改めて明確に示したのも、その協力体制の賜物だと言えるでしょう。さらに AR6を特徴づけたのは、作成当初から Lee 議長が掲げた「気候変動のリスク評価にとどまらず、解決策の提示にも焦点を置く」という方針でした。この方針に対して、政策について中立であるべき IPCC の原則から逸脱しているのではないか、という批判もあったようですが、完成し発表された報告書をご覧になって、皆さんはどう思われるでしょうか。

AR6サイクルは、さまざまな外的要因にも特徴づけられました。例えば、パリ協定の採択 (2015年) とほぼ同時に始まったこのサイクルでは、1.5°C目標を達成するシナリオ (排出経路) や国別削減目標 (Nationally Determined Contributions: NDCs) を踏まえた分析が行われるとともに、パリ協定第14条に基づくグローバル・ストックテイクへの貢献が強く意識されました。また、SDGs が合意 (2015年) されてから初めての評価期間でもあり、気候変動の適応・緩和と SDGs との間の共便益やトレードオフについて詳しく分析されたことも特徴の一つです。その文脈でしょうか、AR6の SYR では、衡平性 (equity) や気候正義 (climate justice) や公正な移行 (just transition) などの重要性がかつてないほど強調されています。その他の外部要因としては、コロナ禍の発生やロシアによるウクライナ侵攻もありました。それらの気候変動問題への影響は、AR6では十分に評価できたとは言えず、AR7サイクルでの評価を待たねばなりません。

さて、それでは、2023年7月末から始まる AR7サイクルでは、IPCC にはどのようなことが期待され、どのような課題が待っているのでしょうか。

実は、AR7サイクルで実施すべき活動として、二つ、既に決まっているものがあります。一つは「気候変動と都市に関する特別報告書」の作成、もう一つは「短寿命気候強制因子 (Short-lived Climate Forcers) の排出量推計方法論についての報告書」の作成です。このほか、もう一つか二つの特別報告書と、第7次評価報告書 (AR7: WG1, WG2, WG3, SYR) が作成されることでしょう。

特別報告書については、AR6サイクルでそうであったように、さまざまなテーマが IPCC 加盟国政府から提案されるでしょう。例えば、「生物多様性と気候変動」について、AR6サイクルで生物多様性及び生態系サービ

スに関する政府間科学-政策プラットフォーム(IPBES)と IPCC の協働が合同ワークショップ開催という形で初めて実現しましたが、それをさらに進めるために特別報告書を協力して作る機運が高まるかもしれません。ブルーカーボンや、自然を活用した解決策(Nature-based Solutions: NbS)などにも、その文脈で焦点があてられる可能性があります。また、例えば、地球に届く太陽放射管理など「地球工学(Geo-engineering)」、「戦争と気候変動」、「気候変動と感染症」、その他、さまざまな提案が考えられます。IPCC は、いったいどのような選択をするのでしょうか。

パリ協定のグローバル・ストックテイクとの関係も、注目すべき点の一つです。AR6サイクルでは、SYR まですべての報告書が第1回グローバル・ストックテイク(2021~2023年)へのインプットとして間に合いました。しかし、IPCC 評価報告書は通常6~7年かけて作成されることを考えれば、従来通りのやり方では、AR7は第2回グローバル・ストックテイク(2026~2028年)には間に合いません。この問題については、IPCC は既に検討を始めており、次回グローバル・ストックテイクに間に合わせるべきかどうか、間に合わせるにはどのような選択肢があるか、という議論をまとめたレポートが2020年2月に出されていますが、結論は出ていません。また、第1回グローバル・ストックテイクで AR6がどのように活用され、どのような成果に結びつくのか、未だはっきりとせず、今後の検証を待たねばなりません。AR7の作成方針は、その検証結果も踏まえて策定されるべきでしょうけれども、時間的な制約もあり、IPCC 議長団は難しいかじ取りを迫られるでしょう。

さらに、AR7サイクルが AR6サイクルと決定的に違う点として、AR6の SYR が強調した「これからの10年」がもはや将来の話ではなくなる、ということがあります。AR7の作成中に、「これからの10年」の我々の取り組みの帰趨が見えてくるはずです。IPCC はこれまで、国際社会に大きな影響を与えてきました。国連気候変動枠組条約や京都議定書やパリ協定の成立には、IPCC の評価報告書が重要な役割を果たしました。近年の各国政府をはじめとする「ネットゼロ」宣言ラッシュや、Fridays for Future などのムーブメントは、IPCC 報告書が無ければ生まれなかったか、ここまで盛り上がりはしなかったでしょう。しかし、それでも世界の気候変動対策はまだ不十分なままです。今回の AR6 SYR は、グローバル・ストックテイク等を通じて世界に転機をもたらすのか。「これからの10年」を変えていく原動力となるのか。遠からず見えてくるその問いへの答えによっては、AR7において IPCC のあり方が根本的に問われることになるかもしれません。そしてそれは、IPCC 報告書の読み手である政策担当者や企業や一般市民、我々すべての考え方や行動にかかっていることも、忘れてはならないでしょう。

《文責：田辺 清人》

IPCCに関する参考情報

IPCC の Web サイト: <https://www.ipcc.ch/> には、この35年間(第1次評価期間から第6次評価期間)のすべての IPCC の評価報告書や特別報告書、そして IPCC に関する各種情報などがありますので、いちどご覧下さい。

IPCC の評価報告書は、5年から7年程度のインターバルで作成されます。報告書は4冊セットになっていて、第1作業部会(WG 1)(気候科学)、WG 2(影響と適応)、WG 3(緩和)の3つの作業部会の評価報告書と、それらに横串を差す形の統合報告書(SYR)から成ります。

また各 WG の報告書は、政策担当者のためのサマリー(SPM)、テクニカルサマリー、そして本文から成ります。統合報告書のみは、SPM と本文(通常 Longer Report と呼ばれます)のみです。SPM は IPCC の(それぞれの WG の)総会で、一文ごとに政策担当者を交えた検討が加えられます。その他は、報告書作成プロセス中に、2回の審査ラウンドが設けられています。英語では approve, adopt, accept といった表現で、それらを IPCC として「認める」レベルの差異を区別しています。

タイムリーなテーマに絞って作成される特別報告書も含めて、IPCC の報告書は基本的には「評価」報告書です。すなわち、すでに科学的ジャーナルにレビュー済みのものとして認められた多数のレファレンス文献のみを評価し、それらから現時点においてもっとも客観的に正しいと思われる情報を、「確信度」も提示することで、まとめあげるものとなっています。

もちろん、IPCC の報告書は該当分野の科学の発展という面でも寄与をするものですが、その主目的は、政策担当者に対して、現時点でもっとも信頼できる客観的科学的情報を提供することになります。

なお、評価報告書のプロセスに加え、各国が作成する国別温室効果ガス(GHG)インベントリーのガイドラインを作成するタスクフォースも IPCC の一部となっています。このタスクは、気候変動枠組条約やパリ協定の透明性枠組みにおける毎年もしくは2年ごとの各国からの GHG 排出量/吸収量報告のための共通の方法論を整備するものです。

なお、本稿では国立環境研究所の IPCC AR6解説サイト <https://www-iam.nies.go.jp/aim/ipcc/> の統合報告書解説から邦訳された図表を使わせていただきました。どうもありがとうございました。その他、解説ビデオや WG3の解説などもよくまとめておられますので、ご興味のある分野はぜひご覧下さい。

《文責: 松尾 直樹》

[謝辞] 本稿は、IGES 関係者の中で設立当初から IPCC に関与した西岡秀三氏に、貴重なコメントをいただくことができました。ここに感謝いたします。

Institute for Global Environmental Strategies (IGES)

<http://www.iges.or.jp/>

2108-11, Kamiyamaguchi, Hayama, Kanagawa 240-0115, Japan

Phone: +81-46-855-3700

The views expressed in this paper are those of the authors
and do not necessarily represent those of IGES.

©2023 Institute for Global Environmental Strategies. All rights reserved.