

カーボンニュートラルの論点（科学と政策）

山口 光恒*

本年2月の日本エネルギー経済研究所（IEEJ）の特別号で、筆者は「2050年までに地球規模でのゼロエミッション達成は可能か」というテーマで寄稿し、「不可能とは言わないまでも極めて困難」と結論づけた。その後の動きとしては、EU やイギリスに続いて日本やアメリカも2030年目標を大幅に引き上げたこと、更に本年5月のG7気候・環境相会議で工業化以降の気温上昇限度を1.5°Cとし、これに向けてG7メンバー国は極力早い時期（遅くとも2050年）までにGHG net-zeroの達成をコミットしたことが主たるところである。つまりG7を中心とした先進国が、パリ協定で途上国も含む全ての加盟国が合意した2°C目標ではなく、努力目標である1.5°Cへの変更を先導し、このためにGHG net-zeroの達成時期をパリ協定の「今世紀後半のできるだけ早い時期」から「2050年」に早める方向で自らこれを率先垂範する姿勢を明確にしたということである。問題はこうした姿勢を示すことで中国を含む新興国や途上国を説得可能かどうかである。途上国からすれば自分たちが合意したのは2°C目標であり、net-zeroの時期も2050年は到底無理だと主張する可能性が高く、交渉が行き詰まる可能性もある。中国を含む新興国やアジアを中心に経済発展を続ける途上国では気候変動問題のPriorityがG7より低いだろうからである。以下本稿では気候変動対策の本質的な論点に絞って2050年net-zero問題を検討する。これを踏まえた上で、途上国の納得を得る形の目標について予見無しで議論することが必要と考える。

論点1 Net-Zeroの対象—GHGかCO₂か

上述の通りパリ協定では気温目標（2°C）と今世紀後半のGHG net-zeroをセットで目標としている。しかしパリ協定後に発表された2018年のIPCC1.5°C特別報告書（IPCC/SR1.5）が、1.5°Cを達成するのであれば¹2050年に排出量をnet-zeroにする必要があるとの内容を公開後、先ずイギリスとEU、次いで日本を含むG7メンバー国が1.5°C目標とそのため2050年GHG net-zeroに急速に重心を移した。しかしIPCC/SR1.5で要請されているのは2050年CO₂ net-zeroであってGHG net-zeroではない。

IPCC/SR1.5による1.5°C達成の排出経路は図1の通りである。左がCO₂、右がその他GHGである。CO₂については期中の気温の一時的超過（overshoot）の有無と程度でnet-zeroの時期に多少のずれが生じるが、大凡のところは2050～2060年頃にnet-zeroとなる必要がある。他方図右のメタン等CO₂以外のGHGはゼロに達していない。この理由はCO₂は大気中の滞留時間が極端に長いので、今後たとえ1トンでも排出するとそれに対応する分だけ確実に気温が上昇するのに対し、それ以外のGHGは基本的には滞留時間が短い（例えばメタンは12年）ので毎年の排出量が安定していれば気温は上昇しないからである。しかし何故パリ協定やG7はCO₂ではなくGHG net-zeroに固執したのか。この明確な理由は不明であるが、イギリスが2008年

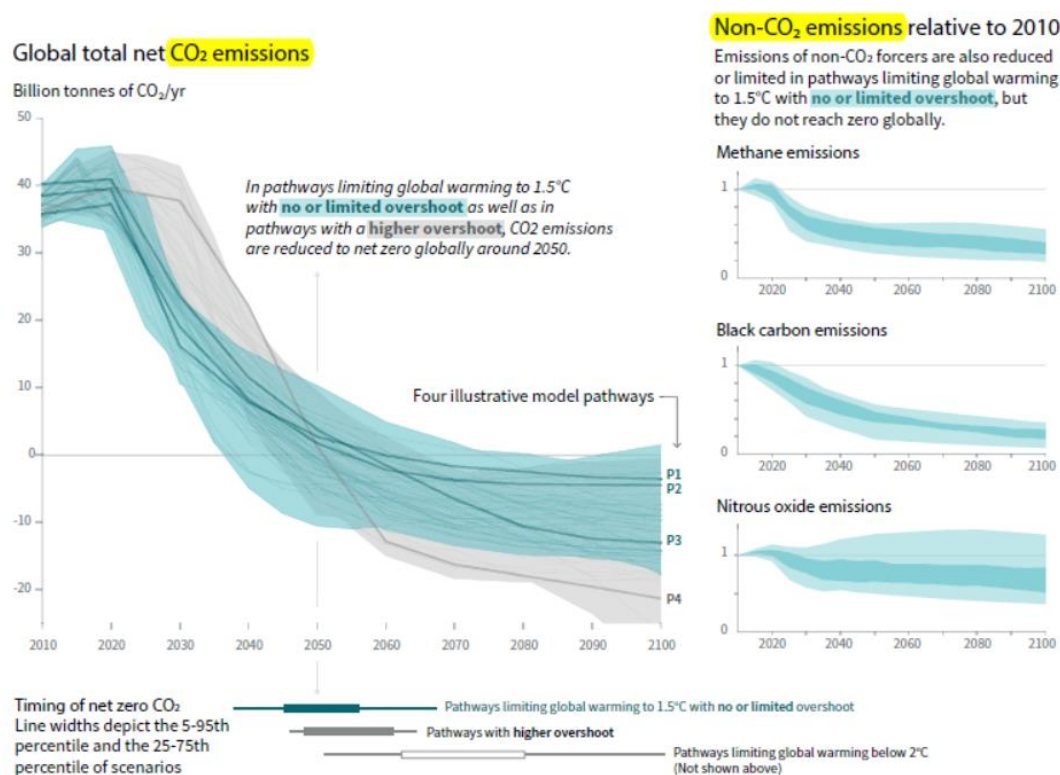
*（公財）地球環境産業技術研究機構 参与（Special Advisor, Research Institute of Innovative Technology for the Earth [RITE]）

¹ より正確には期間中に1.5°Cを一度も超えないか、超えたとしても0.1°C以内という条件付きである。

に世界で初めて 2050 年 GHG80%減 (90 年比) を法律で決めたこと、また、2019 年にこれを GHG100%減 (net-zero) に強化したこと、そして COP の交渉でもイギリスは強い力を持っていたことが一つの原因ではないかと思われる。

要は科学的見地からすると、1.5°Cを Global な目標とする場合であっても GHG net-zero はやり過ぎだし、net-zero の時期も必ずしも 2050 年というわけではないということである。

図 1 1.5°C目標達成に向けた CO₂ 及び CO₂ 以外の GHG の排出経路



出典：IPCC/SR1.5/SPM p.15 黄色のハイライトは筆者によるもの

論点 2 気温目標の意味—net CO₂ negative をいつまで続けるのか

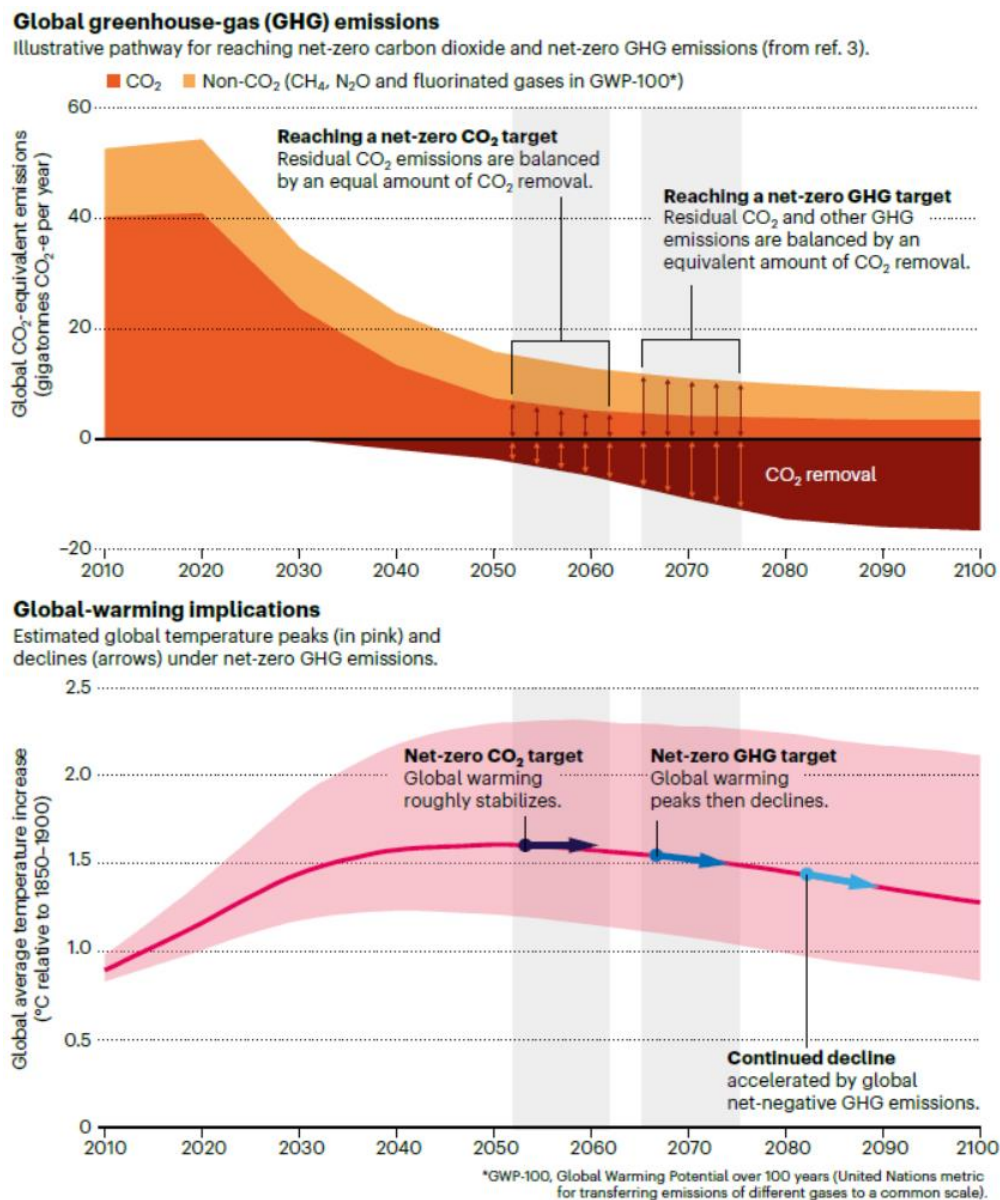
図 2 は IPCC/SR1.5 で中心的な役割を果たした研究者が中心となって学術誌 *Nature* に発表した論文からの抜粋で、IPCC/SR1.5 のシナリオに基づき作成されたものである。

上半分の図は 2020 年以降の CO₂ (赤) 及びその他 GHG (茶色) の排出削減状況と、それを相殺する CO₂ 除去 (BECCS、DACCS、植林等のマイナス排出、焦げ茶色) の状況である。図から CO₂ は 2050 年代、CO₂ を含む GHG 全体では 2070 年前後にそれぞれ net-zero となる (プラスの排出量とマイナスの排出量が同量となる)。

図の下半分はその結果の工業化以降の気温の変化を示す。既述の通り CO₂ 排出が net-zero になると気温は安定するので、気温は黒の矢印の通りとなる。この後 2100 年に向けてその他 GHG の削減はあまり進まないが、上の図から分かる通り CO₂ の除去と排出の差が拡大し net CO₂ のマイナスは年々増加する。これに伴い地球の平均気温 (赤の線) は低下を続け、2100 年では 1.3°C 程度となる。1.5°C を目標にするなら 1.5°C で安定すれば良い。そもそも気候変動対策の究極目標は持続可能な経済成長と両立しつつ、気候システムに危険でないレベルでの濃度安定化

である（1992年の気候変動枠組み条約第2条、下線筆者）。本当の狙いは気温上昇による損害を一定の範囲で抑えることが目的なので「気温」安定化であるべきところだが、GHG濃度と気温上昇の関係（気候感度）に大きな不確実性があるので、濃度の安定化を謳ったものと思う。CO₂排出がnet-zeroに達した時点では気温は1.5°Cをわずかに超えているが、以後はCO₂ net-zero状態を続けることで気温は安定する²。しかし図にあるとおりIPCCの1.5°Cシナリオでは、その後もさらにnetでのマイナス排出を拡大し、その結果気温上昇幅が1.5°Cを下回って更に下降を続ける。IPCCの1.5°Cシナリオは条約の目的に合致しているのかとの疑念を抱かざるを得ない。

図2 世界のGHG排出削減（上の図）と気温の変化（下の図）



出典：J. Rogelj et al. Three ways to improve net-zero emissions targets, Nature 591, 365-368

² 厳密には気温上昇が1.5°Cをわずかに超えているので、これを1.5°Cに戻すためにCO₂（或いはそれに相当するGHG）追加削減が必要となるが、ここでは詳細には立ち入らない。事の本質は気温が長期に亘って低下を続けることが果たして我々が目指す目標かどうかということである。

論点3 不確実性

気候変動の科学を巡る不確実性は、英国の気候変動委員会（CCC）の昨年12月の政府への勧告³第8章に詳細に整理されている。本稿ではこのうち炭素予算について簡単に述べる。炭素予算とはCO₂の累計排出量と気温上昇が比例関係にあることに着目した概念で、IPCC報告書が初めてこれに言及したのは2013年から翌年にかけて完成した第5次報告においてである。それによると、気温上昇を所与のレベル（例えば50%の確率で1.5°C）で安定化するための炭素予算（CO₂累計排出量）は2250Gtとされた。それから僅か4-5年後に公表された2018年のIPCC/SR1.5では2017年までの累計CO₂排出量が2200Gtとあるので、残りは世界のCO₂排出量2年分にも満たない50Gtということになる。しかしSR1.5では炭素予算は2780Gtに増加し、その結果残余炭素予算（目標達成のための今後の許容総排出量）は580Gt（2780Gt-2200Gt）とIPCC第5次報告の50Gtに比べて10倍以上と大幅に増えている。この理由は知見の進展と方法論の進展によるとある。さらに、詳細は省略するが気温の計測方法として従来の気候モデルによるもの（near Surface Air Temperature、SAT）ではなく、計測された実績値（Global Mean Surface Temperature、GMST）を用いると炭素予算は更に増える。炭素予算、とりわけ残余炭素予算は目標達成のための今後の排出経路とnet-zero到達の目処が決まる極めて重要な指標であると共に、目標の実現可能性を探る上で重要な数値である。その数値がこれほど不確実なのである。この点はIPCC第6次報告書に向けて更に研究が進んでいると思われるが、もしそこで更に増加するようなことがあれば目標達成に余裕が出来、減少しているところの反対の結果となる⁴。

以上代表的な気候科学の不確実性について述べたが、この他、そもそもパリ協定では長期の気温上昇限度目標の達成時点を明記しておらず、また、目標気温を一時的に超えること（overshoot）やその程度などについても言及がない。これらはいずれも炭素予算に影響する。上記から、1.5°C目標と2050年CO₂ net-zeroが必ずしもリンクとはいえない点に留意が必要である。況んやGHG net-zeroに於いておやである。

以上3つの論点を挙げたが、筆者が強調したいのはG7が目指している「1.5°C目標とそのため2050年GHG net-zero」についてはその科学的根拠に疑問があることである。気候変動問題はその重大性から直ちにGlobalに取り組むべき課題ではあるが、今後は科学や政策的観点から先入観無しでこの目標の適切性を検証し、必要に応じて新たな国際合意を構築する勇気を持つことを、世界をリードする政治家に期待するものである。

執筆者紹介

山口 光恒（やまぐち みつね）

1999年東京海上火災保険株式会社を退社後（役員待遇理事）、慶應義塾大学経済学部教授、東京大学先端科学技術研究センター特任教授等を歴任、2012年4月から現職。気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第3作業部会リードオーサー、第5次IPCC報告書国内連絡会座長代理等、気候変動・環境問題にかかる審議会・委員会委員を多数歴任。

³ The Sixth Carbon Budget, The UK's path to Net Zero, Committee on Climate Change, December 2020

⁴ 本稿執筆後の本年8月9日にIPCC第6次報告第1作業部会報告書が公表された。それによると2019年までの累計CO₂排出量は2390Gt、これに対して例えば1.5°Cを50%で達成する場合の炭素予算は2890GtCO₂なので残余炭素予算は500Gtと推定されている。