

長期ゼロエミッション社会の構築に向けて

山口 光恒*

1. パリ協定の歴史的意義と持続可能性

昨年12月にパリで開催された気候変動枠組み条約第21回締約国会議（COP21）で合意されたパリ協定は気候変動問題への国際的対応を進める上で歴史的意義を有するものである。特筆すべきはここで初めて全ての国が自主的に自国の対策をプレッジしてこれを実施することとなったこと（全員一致、ボトムアップ）、同時に先進国と途上国に分断されていた責任論（共通だが差異ある責任）が変質したことである。さらに今後5年ごとの見直しが制度化され、それを通して中長期的には削減目標をより強化する道筋が明確になったことである。

他方長期目標として、持続的発展と貧困を克服する文脈の中で工業化以降の気温上昇を2°Cを十分下回るところ（可能ならば1.5°C以下）にとどめること、及び今世紀後半に公平性原則に基づき、且つ持続可能な発展と貧困克服の文脈で温室効果ガス（GHG）の人為的排出と吸収をバランスさせる（ネットゼロ排出）ことで合意した。これはトップダウンで導入された新たな目標であるが、従来の目標（持続可能性や食糧生産への脅威等を考慮した上で危険でない水準でGHG濃度を安定化させること—気候変動枠組み条約第2条）から大きく踏み込んだものである。この点は気候感度との関係で後述する。

ここで問題はUNFCCCやIEAを含む多くの研究が、少なくとも現段階でのプレッジのままでは到底今世紀中に2°C目標は達成できないと指摘していることである。果たして今後の努力でボトムアップの排出削減パスとトップダウンのそれは交わるであろうか。換言すれば2°C目標は可能か。もしそれが困難ならどうするか。

2. 気温上昇限度目標（2°C目標）と気候感度

均衡気候感度（ECS）はCO₂濃度が2倍に達したときの気温上昇の程度を表す指標である。IPCC第5次報告書（以下IPCC）によると気候感度の幅は1.5°C~4.5°Cでしかもこれでカバーしているのは66%の範囲なのでこれ以下も以上もあり得る。また、気候感度の最良推定値については専門家の合意が無く示されなかった。

経済活動とCO₂排出及びその濃度はある程度比例の関係にあるが、濃度と気温上昇の間には上記の通り極めて大きな不確実性がある。こうした中で気温上昇限度目標を決めることはそれを達成する濃度に大きな幅があるということである。つまり気温目標を決めても具体的な排出削減目標はたてられないのである。しかしIPCCの図表は濃度と気温上昇にある程度の比例関係があるかのように描かれている。その理由は気候感度を3°Cと仮定しているからであるが、これが正しいとの科学的根拠はない。

それはともかくこの仮定の下でCO₂等価濃度450ppmをほぼ2°C目標に対応する濃度としているが、仮に気候感度が高ければ2100年時点で450ppmでも3°C近く上昇し、逆に低ければ680ppm程度と高い濃度でも2°C以下にとどまることが示されている。こうした中で気候感度3°Cを前提に気温上昇限度目標を掲げて国際交渉が進み各種対策が議論されるのは脆弱な基盤に基づく意志決定といわざるを得ない。対策と同時並行的に進めるべきは気候感度の不確実性

*（公財）地球環境産業技術研究機構 参与、（一財）日本エネルギー経済研究所 特別客員研究員

を縮小する為の科学的検討である。

3. 2°C目標の達成と負のCO₂排出の可能性

ここで議論を戻し、仮に気候感度が3°Cとした場合、2°C目標達成は可能か。IPCCによると2°C目標に向けた排出経路では2100年のGHG排出量はゼロに近いか或いはマイナスになっている。つまり2100年にネットゼロ排出を実現できれば目標達成の可能性がある。しかしGHGのうち最も影響の大きいCO₂についてみると2060年から2080年の間に排出をマイナスにし、2100年には世界で10Gt 或いはそれを超える負の排出が必要となる(図1、なお、昨年出た論文では1.5°Cを目指す場合には2045年から2060年頃までに負の排出の実現が必要となっている)。この理由はCO₂は他のGHGに比べて滞空時間が極めて長期なので過去の排出の影響が長く残り、削減効果が遅れて出るからである。2100年にこれだけの規模での負のCO₂正味排出量は実現できるだろうか。

負の排出の実現には色々な方法が提唱されているが、現時点で具体的な研究が進んでいるのはバイオ燃料を使用しその際排出するCO₂を捕捉して地下に貯留するBECCSと、大規模植林・再植林によるCO₂吸収である。当然のことながらこれには大規模な土地が必要で、且つそれによる食糧生産や種の多様性への悪影響が考えられる。このほかコスト面からの検討も必要である。最近Natureなど専門誌にこうした点に関する論文が散見されるようになった。詳細は紙数の都合で省くがそのほとんどは否定的である。イギリス政府もAvoid 2というプロジェクトでBECCSの検討を行っているが、ここでも例えば2100年までに豪州全土に匹敵する農地が必要として慎重な姿勢を示している。

このほか2°C目標を達成するコストとそれにより回避される損害(便益)の関係も不明確である。こうした点を総合すると2100年までに大幅な負のCO₂排出の実現は極めて困難といわざるを得ない。更に突き詰めるとなぜ2°C目標化についての明確な根拠もない。こうした中であまりにも高い目標を掲げることは反って実効性を低めることになるので避けねばならない。

4. 新たな目標—長期CO₂正味排出ゼロへの挑戦

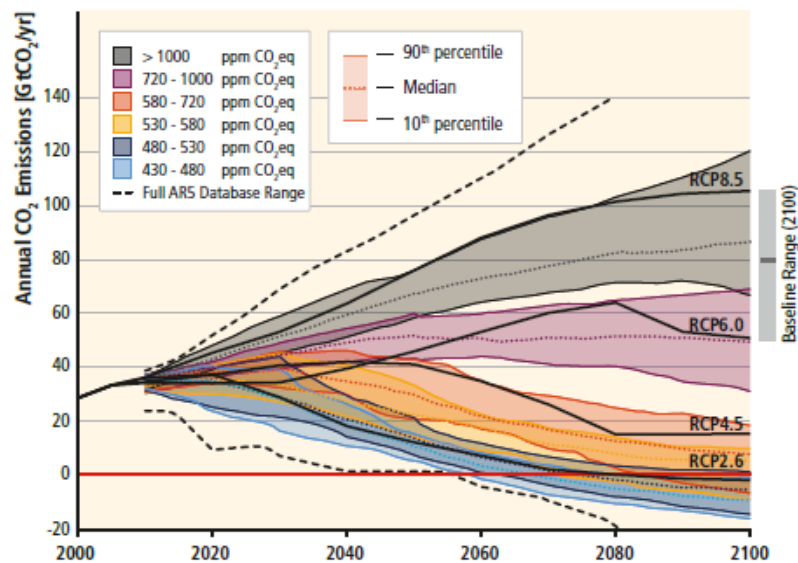
とはいえCO₂の滞空時間の長期性からIPCCではCO₂の累計排出量と気温上昇は比例関係にあるとしている(気候感度によってその程度は異なる)。2°C目標或いは2100年までのGHG正味排出量ゼロ(この場合CO₂は正味10Gt程度の負の排出量)は困難としても長期的にはCO₂排出をゼロにしない限り気温上昇は続くのでこうした事態は避けねばならない。長期CO₂排出ゼロ、これが2°C目標に替わる新たな挑戦である。パリ協定との相違は2°Cという絶対値での縛り、それに2100年までという時間の縛りを外すことである。なお、ここでは負の排出はあまりにも制約が大きいので前提とはしていない。

しかし長期でのCO₂正味ゼロ排出自体が大変挑戦的な目標である。発電は再エネや原子力、そして化石燃料の場合には全てCCS付帯が必要である。また、運輸部門は陸海空共に世界中で電気か燃料電池での運行が必要で、且つ電気や水素はCO₂フリーでなければならない。また、鉄鋼やセメントのように製造段階でCO₂が必然的に発生するセクターでは抜本的な製法の転換が必須となる。水素製造にも電気が必要となるので例えば宇宙太陽光発電や核融合発電の商業利用を可能にする革新的技術、それにゼロ排出に向けての都市や社会のイノベーションも必要となる。どの程度の時間軸でこれを達成するかは持続可能な経済発展との文脈で世界のコンセンサスが必要である。

この場合気温は 2°C を超えることになる。どこまで上昇するかは気候感度次第だが、気温の上昇に備えたリスク管理（適応や、太陽熱放射管理等のジオエンジニアリング）の検討も併せて進めるべきである。

最後に、パリ決定を受けて 2018 年中に IPCC が 1.5°C 目標についての特別報告書を作成することになった。ここでは 1.5°C 目標ありきではなく、この達成の可能性や達成のための条件とその現実的なコスト等について、政治の世界とは無関係にあくまで文献に基づく科学的な報告書が出ることを期待している。

図 1 濃度別 CO₂ 排出経路 最下段の青色がおよそ 2°C 目標に対応



出典：IPCC/AR5/WG3/第 6 章図 6.7 から抜粋

執筆者紹介

山口 光恒（やまぐち みつつね）

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。