

エネルギー変革と持続可能な成長

山下 ゆかり*

COP26 が開催される 2021 年は、バイデン新政権の気候変動サミット、IEA 特別レポートの発表、ASEAN 首脳会議、G7 及び G20 のエネルギー・気候大臣会合等が続く。8 月初旬には温暖化が人為的であることを断定する IPCC 第 6 次報告の第 1 作業部会の報告書が発表された¹。企業による脱炭素化の動きも活発化しており、気候変動対応は加速している。

【はじめに】

本稿は 2021 年 4 月の IEEJ/APERC シンポジウムのセッション 2 「途上国はカーボンニュートラルと経済成長を両立できるのか？」に沿って整理する。気候変動は全人類の課題であり、一部の国では解決できない。持続可能な成長理念と照らしても、途上国向けの具体的な対策が十分でない現在のカーボンニュートラル（以下、CN）の動きは完璧ではない。新興国や途上国を含む全世界が気候変動対策に取り組み、同じ方向に進めるかどうかがかぎである。

シンポジウムでは CN 目標について COVID-19 対応から学べる点を登壇者に尋ねた。タイでエネルギー大臣等多くの要職を歴任したジラポンファン氏²は新型コロナワクチンが世界に行きわたらない問題を取り上げ、国際協力と経済成長の恩恵を特定地域・国だけでなく他の地域と共有する重要性において、脱炭素化に向けた世界大での連携との共通点を指摘。また、社会ニーズや文化の違いを認めつつ技術活用で課題を乗り越える可能性に言及した。

インドで長くエネルギー・環境政策にかかわった IIASA のスリヴァスタヴァ氏³は、イノベーションは可能だが、人々の行動変革とその定着がなければ、期待する効果が続かないことへの警鐘を鳴らした。コロナ禍の行動制限が解除されると人々はコロナ前の習慣に戻り、第 3、第 4、第 5 の波が各国を襲った。コストを伴うイノベーションの利益をフルに享受できなければ、コストはより高くなってしまう。エネルギー変革においても規制やインセンティブ等、政府の役割が重要であることを指摘した。

【カーボンニュートラル目標と主要国の対応】

世界で 120 以上の国と地域が「2050 年 CN」目標を掲げる。エネルギー分野では二酸化炭素（CO₂）排出削減が主体だが、気候変動対策としては温室効果ガス（GHG）の排出削減が必要で、CO₂ の他にも窒素、メタン、フロン類などが対象だ。カーボンニュートラル（炭素中立）は CO₂ 排出量と吸収量の相殺を指すが、目標の多くは 2050 年までの GHG 排出量ネットゼロを目指している。ネットゼロの含意は排出を完全にゼロに抑えることが難しい中、排出せざるを

*（一財）日本エネルギー経済研究所 常務理事 計量分析ユニット担任

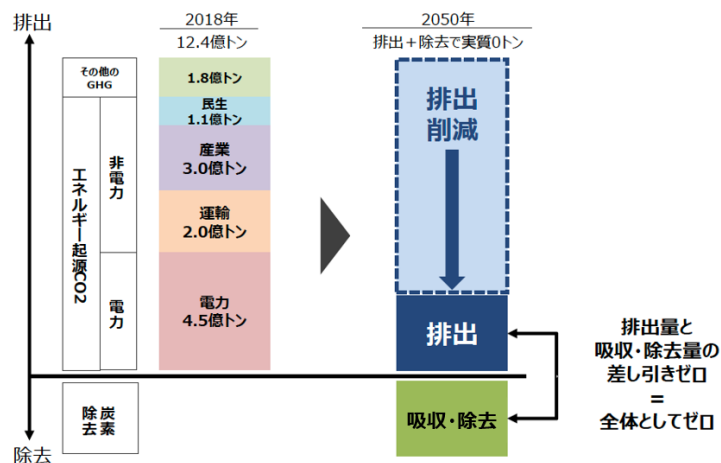
¹ IPCC 第 6 次評価報告書、第 1 作業部会報告書、政策担当者向け要約（SPM）仮訳、A.1.1
https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/ipcc/ar6/IPCC_AR6_WG1_SPM_JP_20210820.pdf

² Dr. Siri Jirapongphan, Former Minister of Energy, Thailand, Current Advisor to the Ministry of Energy, Thailand

³ Dr. Leena Srivastava, Deputy Director General for Science, International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA)

得なかった分については同量を「吸収」または「除去」することで、正味ゼロを目指すという意味である（図1）。

図1 温室効果ガス (GHG) の 2050 年ネットゼロの概念図



出所：資源エネルギー庁サイト：

https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyo/carbon_neutral_01.html

CN 目標達成の具体的な対策等の数値を示す主要国（EU、英国、フランス、ドイツ、日本、中国）を分析すると⁴、達成手段は①省エネ、②電力化、③電力のゼロエミッション化（再エネ、原子力）、④電力以外の対策、⑤残余排出量の森林等による吸収、CO₂除去技術（BECCS、DACCS等）に整理できる。GHG 排出量は 2050 年で約 8 割減と想定し、残余分は吸収・除去で対応する姿を描く。最終エネルギー消費は現在よりも 3～4 割減少、電力化率（最終エネルギーに占める電力の割合）は 7 割の中国を除き、2050 年に 4～6 割まで上昇する⁵。

電力のゼロエミッション化のカギとなる再エネ電力比率は英国・EU が 8 割強、中国が 75%、日本は 54%である。2050 年の原子力シェアは原子力依存度の高いフランス⁶を除き、多くの国で 9～16%程度である。注目される水素の 2050 年最終エネルギー消費シェアは英国が約 20%、中国・日本・EU が約 10%である。合成燃料や合成メタンを加えると、EU は 18%、日本は 15%となり、水素への期待の高さが窺われる。

なお、ほとんどの国が 2050 年に現在の総排出量の 2 割弱の吸収を想定。森林等の吸収はフランスや EU が大幅増加を見込む一方、日本では足元で減少傾向にあり、GHG 全体の約 4%（2019 年）にとどまる。CO₂除去技術による吸収量は日本と英国が比較的大きく、それぞれ足元（2015～20 年）の総排出量比 14%（日本）、12%（英国）を想定している。

⁴ 田上貴彦、「カーボンニュートラル目標達成に向けた主要国の動向：主要国はどのようにカーボンニュートラルを実現しようとしているのか？」（第 438 回定例研究報告会）、2021 年 7 月 27 日

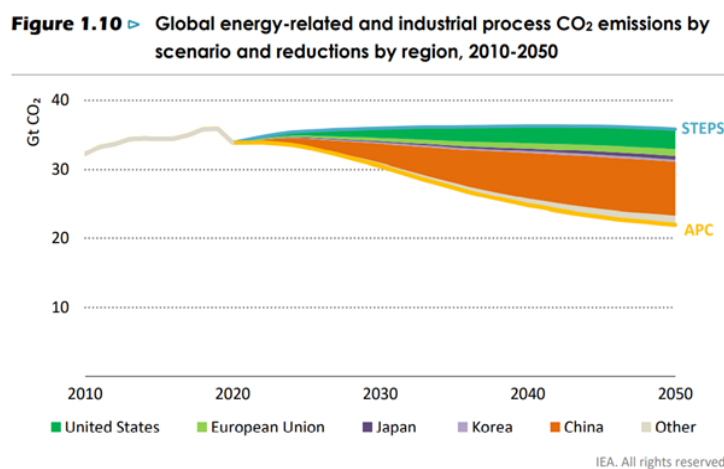
⁵ 中国の 2050 年の電力化率は 71%と高く、電力化が CN 実現のカギとなる。

⁶ フランスは 2035 年の再エネと原子力を合わせたシェア 50%を目標とするが 2050 年は未定。

【新興国・途上国とカーボンニュートラル目標】

IEA によれば CN 宣言国で具体的な政策を示す国はまだ限定的である⁷。図 2 に IEA のロードマップ分析の APC (Announced Pledges Case) の CO₂ 排出量を示した。現行政策や既存技術中心の既存政策シナリオ (STEPS) と比べ、2050 年で主に中国と米国の削減で 14Gt-CO₂ 減少するものの、22Gt-CO₂ が残り、2050 年ネットゼロには程遠い。APC にはこれまでネットゼロを表明した 44 か国及び欧州委員会を含み、足元の排出量と GDP で世界の 7 割を占める。これらの国は中国、米国、EU、日本、韓国、その他 (英、ノルウェー、南米等) で、APC に含まれず、エネルギー需要/CO₂ 排出量の増加が見込まれる東南アジア・インドやアフリカ諸国の今後の動向がカギを握る。

図 2 カーボンニュートラル宣言国の削減ケース (APC、IEA 分析)

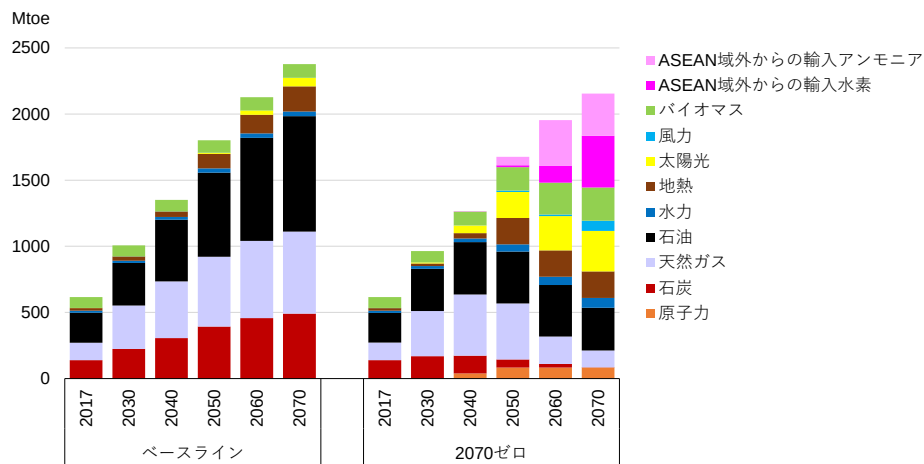


出所 : IEA、Net Zero by 2050: A Roadmap for the Global Energy Sector (2021 年 5 月)

東アジア・アセアン経済研究センター (Economic Research Institute for ASEAN and East Asia, ERIA) と弊所 (IEEJ) では、アセアン全体で CN を目指した場合の経済影響を分析した。アセアンのエネルギー需要は今後も増加が見込まれるが、ERIA/IEEJ 分析では 2070 年を CN 達成年にした場合と 2050 年や 2060 年を目標にした場合の経済影響を比較、成長しつつ CN を実現する道筋を探っている。図 3 右は ERIA/IEEJ 分析の 2070 年ネットゼロ達成シナリオを示す。2050 年までは石油や石炭による火力発電からガス、アンモニア、水素の混焼発電や CCUS 付きのガス火力などへのシフトを想定。2050 年以降は太陽光やバイオマス発電に加えて水素やアンモニア 100% の発電も活用する。2070 年も運輸・産業部門からの排出は続く見込みで、残る CO₂ 削減の手段として DACCS や BECCS などの技術が必要となる。

⁷ IEA が 2021 年 5 月に発表した Net Zero by 2050: A Roadmap for the Global Energy Sector 分析の APC (Announced Pledges Case) によれば、ネットゼロを表明したうち 44 か国及び欧州委員会がコミットした削減パスによれば 2030 年に 30Gt、2050 年に 22Gt までしか CO₂ 排出量は削減されない。

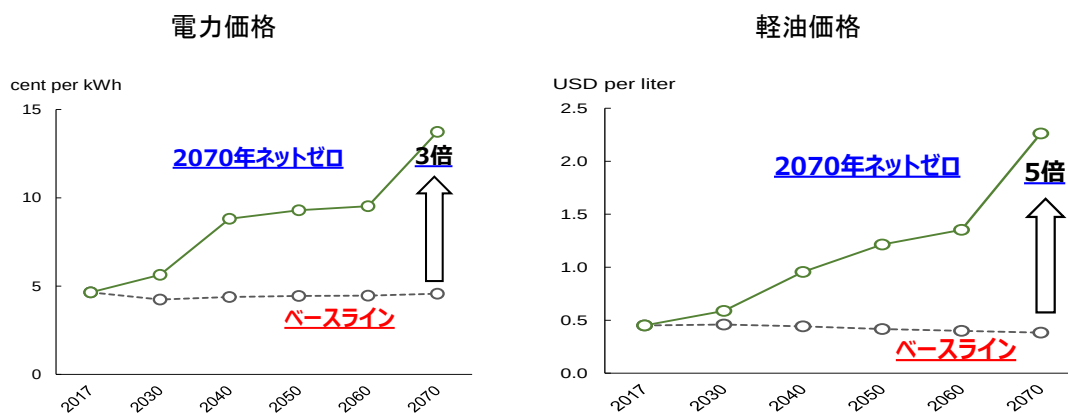
図3 ASEAN 全体で 2070 年にカーボンニュートラルを達成するシナリオ



出所：ERIA-IEEJ、「東アジア・ASEAN 経済研究センター（ERIA）による ASEAN のカーボンニュートラル実現に向けたモデル分析（現時点版）について」（2021 年 6 月）

2070 年 CN 達成に向けた変革で ASEAN のエネルギー価格は上昇する。電力価格が足元の 3 倍になる他、軽油価格は 5 倍まで上昇し、生活を圧迫する可能性がある（図 4）。

図4 2070 年カーボンニュートラル達成と電力及び軽油価格の変化

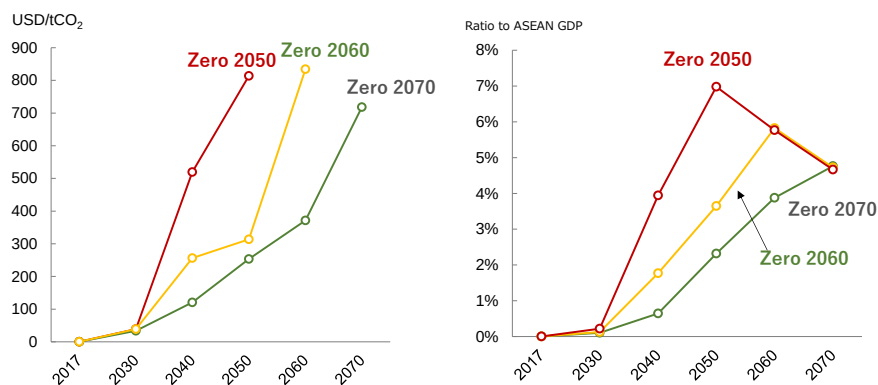


出所：ERIA-IEEJ、「東アジア・ASEAN 経済研究センター（ERIA）による ASEAN のカーボンニュートラル実現に向けたモデル分析（現時点版）について」（2021 年 6 月）

図5 左は CO₂ 限界削減コストを示す。2070 年に CN を目指す場合、2040 年以降のコスト急上昇で、CO₂ の最後の 1 トンの削減コストは 700 ドル/トンを超える。目標を前倒しして 2050 年の CN 達成を目指す、と、限界削減コストは 2050 年で 800 ドル/トンを超える水準まで上昇する。

図5 右は年間追加コストの対 GDP 比で、エネルギーを含む各種コスト上昇で拡大する。2070 年ゼロの場合で ASEAN 全体の GDP の 5% 程度であるが、2050 年ゼロの場合には 7% までコストは増大する。CN 達成目標年を早期に設定する場合、必要な技術コストが十分下がらないことが経済を圧迫することが予想される。

図5 限界削減コストと追加的コストの GDP 比



出所：ERIA-IEEJ、「東アジア・ASEAN 経済研究センター（ERIA）による ASEAN のカーボンニュートラル実現に向けたモデル分析（現時点版）について」（2021 年 6 月）

先進国中心に 2050 年 CN 宣言が続く。今後成長する新興国や途上国でも一様に 2050 年までの CN を目指すことが望ましいかどうかは検討の余地が十分にある。

シンポジウム討論者で前シュルチーフエコノミストのトーマス氏は、急激な脱炭素化に必要な投資規模は莫大で、一人当たりの投資が GDP に占める割合は新興国や途上国で極めて高くなり、負担が大きいとした。また、1.5 度の世界へのエネルギー変革は主に先進国と一部の新興国が取り組むべき課題で、途上国や新興国の投資負担の増大は先進国がカバーすべきだと指摘した。

【おわりに】

脱炭素化はコロナ禍からの経済回復策もあり加速している。一方で、クリーンエネルギーの 1 つである原子力は高コスト化もあり先進国の利用に遅れが目立ち、再エネしか頼れる既存技術のない状況にある。

世界の成長センターであるアジアでは域内で安価に手に入る石炭利用が続く、CN 宣言をした中国でも石炭火力が増え続けている。世界の自動車はすぐに電気自動車に置き換わるわけではなく、石油利用は続く。日本やアジア新興国ではすぐに再生可能エネルギーだけで電力を賄うことも難しい。そのため、最もクリーンな化石燃料であるガス利用の継続が予想される。エネルギーの移行段階では、化石燃料の脱炭素化が重要であることを、強くアジアから世界に訴え続ける必要がある。

ブルー水素はコストの削減でアジア消費国と中東生産国の新たな選択肢となり得る。各国が競争しつつも連携することが必要だ。水素を含む新燃料のコスト削減には需要創出が必要であり、日本やアジアの事情を反映した、国際認証などのルール作りも大切である。但し、アジアにとっては水素も輸入エネルギーであり、CCS を含めて海外に依存する場合のエネルギー安全保障は引き続き課題となる。多様なエネルギー、技術、システムの組み合わせで対応を考えるポートフォリオの発想が必要だ。

シンポジウム登壇者の Srivastava 氏は、既存技術の十分な活用で CN に相当程度近づくことが可能であり、新技術や CCS が加われば CN 目標は達成可能だと述べた。但し、実現には公正なアプローチに基づく国際協力やガバナンスの強化、さらに経済インフラや開発におけるサス

テナビリティを組み込んだリセット、加えて社会全体へのサステナビリティに関する知識普及の大切さを強調した。Thomas 氏は Nature-Based Solution による生息環境の改善重視を提案した。

平時はあることが当然のエネルギーだが、有事に重要性が改めて認識される。今回の CN の大変革は今後 30 年続く大きなチャレンジだが、誰一人取り残さない取組みが求められる。

執筆者紹介

山下 ゆかり（やました ゆかり）

担任する計量分析ユニットは我が国のエネルギーミックスの議論に資する各種分析で貢献。毎年発表するIEEJアウトルックはタイムリーな分析と気候変動の実践的アプローチで世界に知られる。国際エネルギー機関（IEA）、APEC、ERIA、IPEECなど、エネルギー分野の国際協力で活躍し、国際会議等での講演・モデレーターの実験豊富。2020年国際エネルギー経済学会会長を経て、2021年より同学会 Executive Vice President。