

講座 データで学ぶエネルギーとカーボンニュートラル
第3回 「2050年カーボンニュートラル」ってどんな世界？

キヤノングローバル戦略研究所 エネルギー教育研究会 座長 中山寿美枝
同 幹事 杉山大志
2025年4月23日

昨今は、報道などで「2050年カーボンニュートラル」という言葉を耳にしたり、目にしたりすることが増えてきたのではないかと思います。「2050 ネットゼロ」と同義で、どちらも2050年にCO₂排出量を正味ゼロにするという意味ですⁱ。一体、どんな世界なのでしょう？環境省のホームページの説明の冒頭は以下の通りです。

カーボンニュートラルとは、温室効果ガスの排出量と吸収量を均衡させることを意味します。地球規模の課題である気候変動問題の解決に向けて、2015年にパリ協定が採択され、世界共通の長期目標として、

“世界的な平均気温上昇を工業化以前に比べて2℃より十分低く保つとともに（2℃目標）、1.5℃に抑える努力を追求すること（1.5℃目標）”

“今世紀後半に温室効果ガスの人為的な発生源による排出量と吸収源による除去量との間の均衡を達成すること”ⁱⁱ

等に合意しました。この実現に向けて、世界が取組を進めており、120以上の国と地域が「2050年カーボンニュートラル」という目標を掲げています。

これで、2050年カーボンニュートラルの位置づけは（不正確ながらⁱⁱⁱ）何となくわかるのでしょうか。2050年カーボンニュートラルがどんな世界なのかを描いている「シナリオ」が世界にはいくつもありますが、その中で一番著名なのは、国際エネルギー機関 IEA の NZE というシナリオでしょう。IEA が2021年に“NZE by 2050”（以下、NZE 報告書）で示したシナリオですが、NZE 報告書がどんな世界を描いているのか、見ていきましょう。

NZE 報告書では、7つの主要な削減手段を総動員して2050年カーボンニュートラルを達成する、と想定しています。具体的には、①省エネルギー、②行動変容、③電化、④風力と太陽光、⑤水素ベース燃料、⑥バイオエネルギー、⑦CCUS、です。この7つの削減手段それぞれについて、達成期限とマイルストーン（達成すべき目標）を記載した「ロードマップ」が示されていますが、2050年のマイルストーンには以下のようなものがあります。

- ① 省エネ：世界の全ての建物ストックの85%以上はゼロ排出レディー（現状1%未満→世界の建物の85%は改築（壁断熱強化、太陽光パネル・蓄電池設置等）が必要）

- ② 行動変容：車の最高速度を時速 100km に制限。都市部では自動車に代えて自転車、バスを利用。航空機に代えて高速鉄道の利用。リサイクルによる資源消費抑制。
- ③ 電化：エネルギー最終消費に占める電気の割合は 49%（現状は 20%）、乗用車ストックに占める EV の割合は 86%（現状は 2.5%）
- ④ 再エネ：全電力に占める再エネ割合は 88%（現状は 30%）、PV の年間新設量は今後 2050 年まで 630GW/年（現状の 5 倍）を継続
- ⑤ 水素：水素ベース燃料の生産量は 530Mt/年（現状の 6 倍）、うち 62%は水電解（現状 5%）で残りは化石燃料由来で CCUS により排出オフセット
- ⑥ バイオ：バイオエネルギーに占める新型バイオ燃料の割合は 97%（現状 27%）
- ⑦ CCUS（CO₂回収・利用・貯留）：CO₂回収量 7600Mt-CO₂（現状 40 Mt-CO₂）、うち BECCS（バイオエネルギーCCS）約 1400 Mt-CO₂、DACS（直接空気回収・貯留）約 600 Mt-CO₂

どのマイルストーンも、現状からは激変のレベルですが、NZE はバックキャスト型のシナリオであることを認識しておく必要があります。バックキャスト型のシナリオは、経済合理的な最適化計算で将来を予測するフォアキャスト型のシナリオとは異なり、将来を「こうあるべき」とピン止めして現在と線で結び、その線と整合する（つじつまの合う）手段・対策の組み合わせを導き出す、というものです。NZE は現状の CO₂ 排出量が「2050 年には正味ゼロになる」ように線を引いて、その線の CO₂ 排出制約を満たすようなエネルギー需要や供給ミックスを決定しており、経済性や技術成熟度などの実現性の観点は二の次です。上記のマイルストーンは、これら全てを達成するのが 2050 年カーボンニュートラル実現の必要条件である、ということを意味しており、その実現可能性は別の問題です。

CO₂ 排出量は、実態として近年増加し続けています（例外として、リーマンショックとコロナ禍の年を除く）が、NZE では「2050 年の CO₂ 排出量はゼロ」とピン止めしています。図 1 は、CO₂ 排出量の過去の実績と、NZE が描くセクター別の排出量を並べて示したものです。

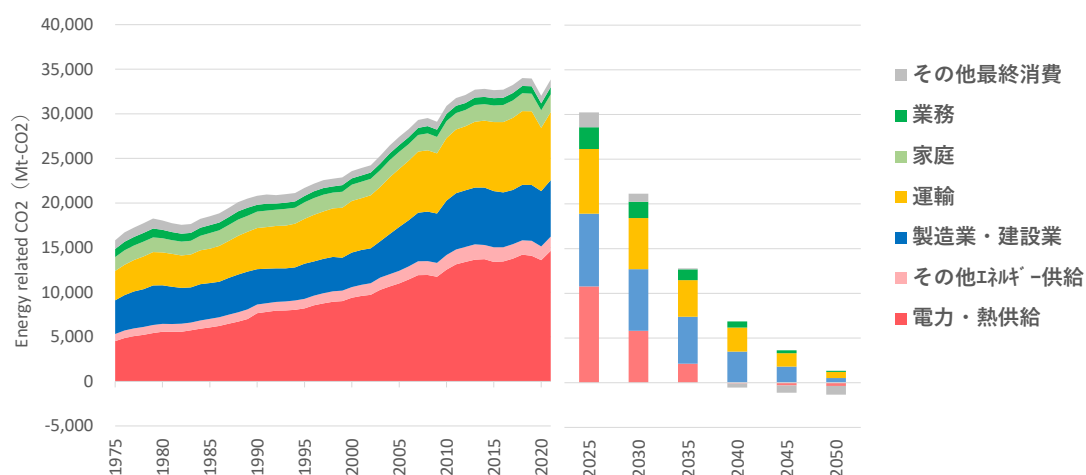


図 1 セクター別 CO₂ 排出量の実績（面グラフ）と NZE 想定（棒グラフ）

実績の増加トレンドとは対照的に、NZE では今後 2050 年に向かって激減していき、中でも電力・熱

供給からの排出削減のペースが速いことが見て取れます。これは、理論的には電力の CO2 排出は再エネ、原子力などによって低下可能なのに対して、製造業と運輸の CO2 排出は削減が容易でないことを示唆しています。

何故、製造・建設と運輸の CO2 排出量削減は難しいのでしょうか？まずは、製造業を見てみましょう。製造業の中でも特に化石燃料消費が大きく、電化が難しいのが、化学、製鉄、セメントの3業種です。図 2 は、これらの NZE における製造方法の変化を示しています。

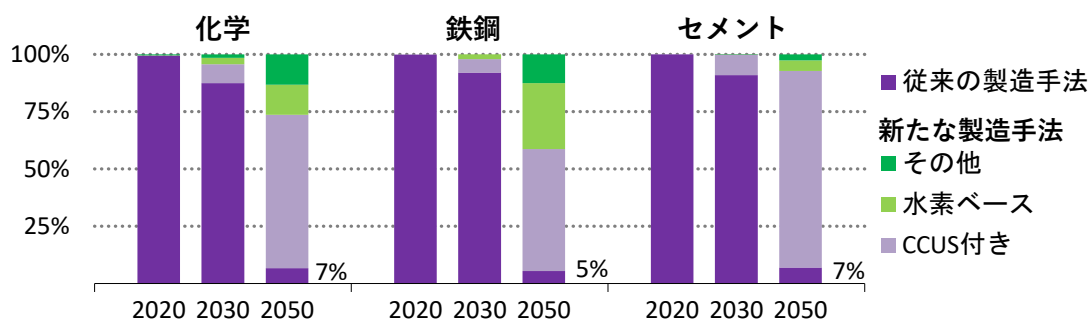


図 2 NZE における化学・鉄鋼・セメントの製造手法

3 業種いずれも 2050 年には新たな製造手法が大半を占めていて、紫色の「従来の製造方法」は 5～9%とわずかになっています。つまり、従来の製造設備や技術がほとんど使えなくなるので、CO2 回収装置を含めて新たな設備や、鉄鋼における水素還元など技術開発が必要になり、そのための投資が必要です。当然、製品コストは上がり、販売価格に影響します。技術開発が 2050 年に間に合うかという問題もあります。2050 年カーボンニュートラル達成には、このような激変が必要だということを示すもので、その実現可能性は技術的にも経済的にも極めて不確実です。

次に、運輸を見てみましょう。運輸部門においては、乗用車は電化により CO2 排出削減するというシンプルな手法が可能ですが、電化が難しい重量車両、船舶、航空が問題になります。図 3 は、その電化が難しい 3 つについて、NZE が 2050 年にカーボンニュートラルを達成するために想定している技術の現状の成熟度を示しています。

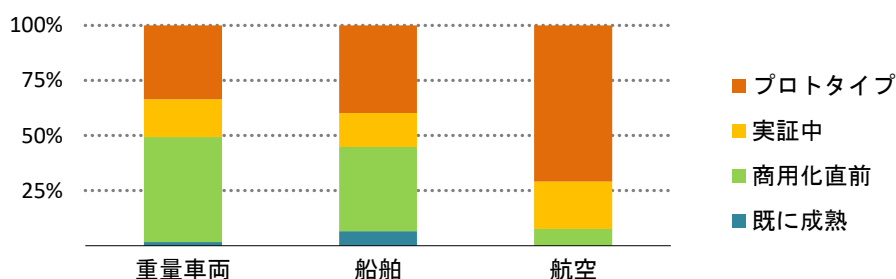


図 3 NZE が想定する重量車両、船舶、航空の削減技術の成熟度

既に成熟した技術は僅かで、ほとんどの技術は商用化前です。現状の技術成熟度がプロトタイプ（実験室レベル）の割合は、重量車両で3割、船舶で4割、航空では7割超となっています。これは、現在開発中の燃料（SAFやカーボンリサイクルによる合成炭化水素燃料）や新技術による駆動システム（水素やアンモニアによる高トルクで安全なエンジン）の利用が想定されていることを示しています。

以上より、NZEが産業と運輸のCO₂排出量をゼロにするために想定している製造手法、新型燃料、新型駆動装置には、コストおよび技術的な課題や障壁があり、現時点で実現性は見通せない、ということがわかります。

今回は、NZEの描く2050年カーボンニュートラルの世界を、削減手段に注目して紹介しましたが、別の機会にNZEのカーボン価格やエネルギー投資について紹介したいと思います。

-
- i 「カーボンニュートラル」は、温室効果ガスの排出を（CO換算して）合計でゼロにする、という意味のこともあり、区別が必要である。本稿ではIEAシナリオの説明がメインであるので、「CO₂排出量をゼロにする」という意味で用いている。
 - ii パリ協定に記載されたネットゼロ達成の時期は2050～2100年で、これは2°C目標の条件である。その理由は、パリ協定の長期目標は本来2°Cであり、1.5°C目標は努力目標という位置づけだからである。しかし、パリ協定採択の3年後に公表されたIPCCの報告書で、1.5°C目標達成の条件として2050年までのネットゼロ達成が示されたことから、EUが「1.5°C目標=2050年カーボンニュートラル」を目標に掲げた。その後、SBTやGFANZなどの活動もあり、パリ協定の2°C目標ではなく「2050年カーボンニュートラル」こそ目指すべきものというイメージが定着した。
 - iii 環境省の説明はこの注1に記載したような経緯を省略しており、パリ協定が1.5°C目標即ち2050年カーボンニュートラルを定めているような誤解を与える。
 - iv 太陽光、風力といった変動性再生エネルギーの増加に伴って系統安定化対策ニーズも増加して、送電網の強化、電力貯蔵システムの強化が必要になる。NZEが想定するレベルの太陽光、風力の導入に必要な対策とそれに伴う莫大なコストについて、NZE報告書に定量的な評価は記載されていない。