Meeting climate change targets: the role of nuclear energy,

Diane Cameron, Head of Division,
Nuclear Technology Development and Economics, NEA

解説：川崎信史（GIF EG 委員、JAEA）

■ 気候変動課題の大きさ、困難さを過小評価すべきではなく（地球の炭素予算は 500Gt−CO_2 にも関わらず年間 40 Gt−CO_2 を排出）、有意な 2 酸化炭素排出量削減を達成可能である原子力エネルギーの積極的活用シナリオ（2050 年の設備容量 1160GW 想定シナリオ等）も検討していくべき。

ネットゼロエミッションへの道は非常に険しく（**IPCC 報告書の残余炭素予算等の数字等。注１）、利用可能なすべてのクリーンエネルギー技術の大規模な展開が欠かせない状況となっている。**一方、IPCC の 1.5℃シナリオでは 90 本、2℃シナリオでは 200 本のシナリオがレビューされたが、多くのシナリオでは、炭素回収・利用・貯蔵等の幅広い展開や水素利用など、まだ実証されていない技術も含まれているのにも関わらず、**原子力エネルギーに関しては、そのポテンシャルを十分に活用する野心的なシナリオは、描かれていない**（いわゆる過去のデータから類推するボトムアップアプローチが中心。それでも少なくとも、現在の倍の設備容量を想定している）。世界的な原子力エネルギーの活用シナリオの観点からは、2020-50 までの成長率を 98％、2050 年の設備容量を 792GW と予測した IAEA のシナリオから、103％（812 GW）の IEA、160％（1043 GW）の Shell、208％（1232GW）の IIASA、1670％（7080GW）の Bloomberg NEF のシナリオまで、多様な未来予測シナリオが検討されている（注 2）。**ネットゼロエミッションを達成するためには、世界の原子力発電設備容量を 2050 年までに現在の 3 倍（1160GW）程度と大きく増やす必要がある**（7～9 ページ及び 2 章での評価結果）。

注 1：今後排出できる 2 酸化炭素の上限（地球の炭素予算）は、420 Gt-CO_2（2018 年）。IPCC から発表された 1.5℃特別報告書（2018 年 10 月）で示されている地表面気温変化と CO_2 累積排出量の関係図（108 ページ）から予測される、目標気温上昇温度（1.5℃）に対応する残余炭素量のこと。IPCC 第 6 次報告では、1.5℃目標への残余炭素予算は 50％確率だと 500 Gt-CO_2、67％確率だと 400

Gt-CO_2 と報告されており、包含確率想定により、残余炭素予算は幅を持つものの、300～500 Gt-CO_2（50～83％確率）の残余炭素予算を使い切る前に、対策を講じ始める必要があると考えられている。近年の 2 酸化炭素の年間排出量はおおよそ 30～40Gt-CO_2（温室効果ガスの中の 2 酸化炭素の割合は、2019 年で 64％。2019 年の温室効果ガスの排出量は、年間 59 Gt-CO_2-eq）であるが、1990 年は 22 Gt-CO_2、2000 年は 26 Gt-CO_2、2010 年は 34 Gt-CO_2 であり、増加し続けている。（参考解説：https://sgforum.impress.co.jp/article/5186?page=0%2C1）

注 2：世界の原子力発電設備容量は、434 基 409GW（2021。2018 年は 393GW）。建設中 65GW、計画中 94GW。Bloomberg NEF のシナリオは、SMR と原子力水素分野において、イノベーションが発生し、（爆発的に）原子力エネルギーの展開が広がると予測するシナリオ。なお、Bloomberg NEF の風力、太陽光のシナリオは、それぞれ 4045％、3110％の 2020-50 までの成長率を予測しており、すべてのクリーンエネルギー技術の大規模展開を想定したもの。IIASA の風力、太陽光のシナリオは、それぞれ 1461％、1743％の成長率を予測しており、特定のクリーンエネルギー技術の中規模展開を想定したものと考えられる。

■ **既存原子力発電所の長期運用、現行の第 3 世代原子力システムの新設・増設、SMR のような革新的次世代炉の導入（本質的には中型・大型含む）を実施することで、累計 87 Gt の 2 酸化炭素排出量を削減可能である（2050 年の設備容量を 1160GW 程度と予測したシナリオ）。これは、1.5℃シナリオの達成を実現化するために、有意な貢献であり、価値のある目標と言える。また、産業用熱源/水素源としての原子力エネルギーの活用が進めば、さらに炭素排出量の削減は進み、初期の分析であるが、3～4 割の削減量の拡大が見込まれている。（11～20 ページ）**

ネットゼロエミッションへの貢献の観点から、既存原子力発電所の長期運用、現行の第 3 世代原子力システムの新設・増設、SMR のような革新的次世代炉の導入、原子力エネルギーの非電力利用の 4 分野において、どの程度の貢献が可能かを検討した。

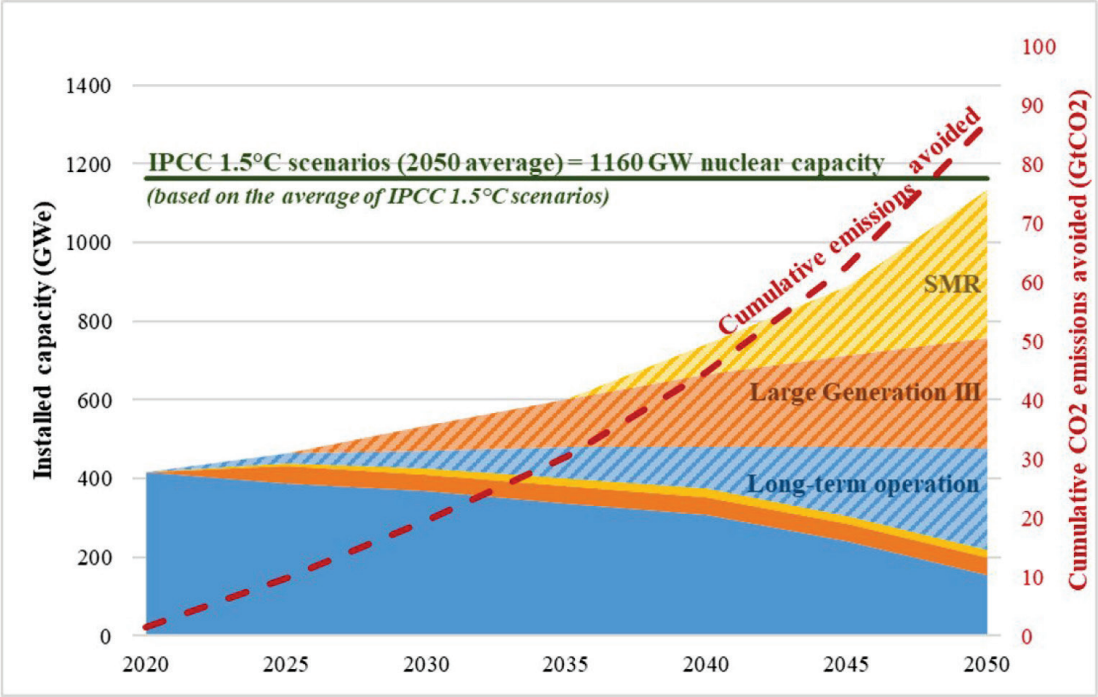
既存原子力発電所の長期運用：

現行の OECD 加盟国での平均原子力発電所運用期間は 36 年。政策と市場の下支えによって、80 年まで運用期間を長期化できれば、**約 400GW の原子力設備**が 2050 年まで運用でき、**49 ギガトンの累積炭素排出量**を削減できる（12 ページ）。

現行第 3 世代原子力システムの新設・増設：
現在世界で**建設中の 55GW** の原子力設備、及び 2050 年までに**計画されている約 300GW** の原子力設備を稼働することができれば、その**累積炭素排出量は、23 ギガトン**に相当する（13 ページ）。

SMR のような革新的次世代炉の導入：
安全性の向上、電力グリッド安定性への貢献、高温炉/高速中性子炉としての活用、遠隔地等のオフグリッドでのエネルギー源、産業用熱源/水素源としての応用等、国情/市場により、導入モチベーションは異なり、電気出力も 500MWe 級のものも含まれているが、現行の第 3 世代原子力システムに対し、なんらかの技術イノベーションが加えられ、付加価値のついた革新炉は、ここでは、SMR として区分されている。重要なのは、その名称ではなく、今後 10 年といった期間において、**商業展開が期待されている革新的次世代炉が存在**し、2035 年までに 21GW の電力市場が予測されているということ。15～150 GW/年の設備導入ができれば、2050 年までに**約 400GW** の原子力設備を導入でき、その**累積炭素排出量は、15 ギガトン**に相当する（現行第 3 世代原子力システムより導入時期が遅くなるため、貢献可能な累積量は、相対的には低くなる）（16 ページ）。

原子力エネルギーの非電力利用：
まだ初期の分析段階であるが、**産業用熱源/水素源としての原子力エネルギーの活用**が進めば、電力としての排出量削減に加え、**さらに 3～4 割多い累積炭素排出量の削減が可能**となる見込みである（19 ページ）。



Source: NEA (forthcoming).

- **現行の原子力政策動向の下で、2050 年に保持している原子力発電設備容量は、現実的には、479GW 程度ともいわれている。ネットゼロを達成するのに必要な設備容量（1160GW）との間には、681 GW のギャップがある。このギャップを埋めていくことが必要となっている。**

- **このギャップを埋めていくためには、以下の課題を解決していく必要がある。**

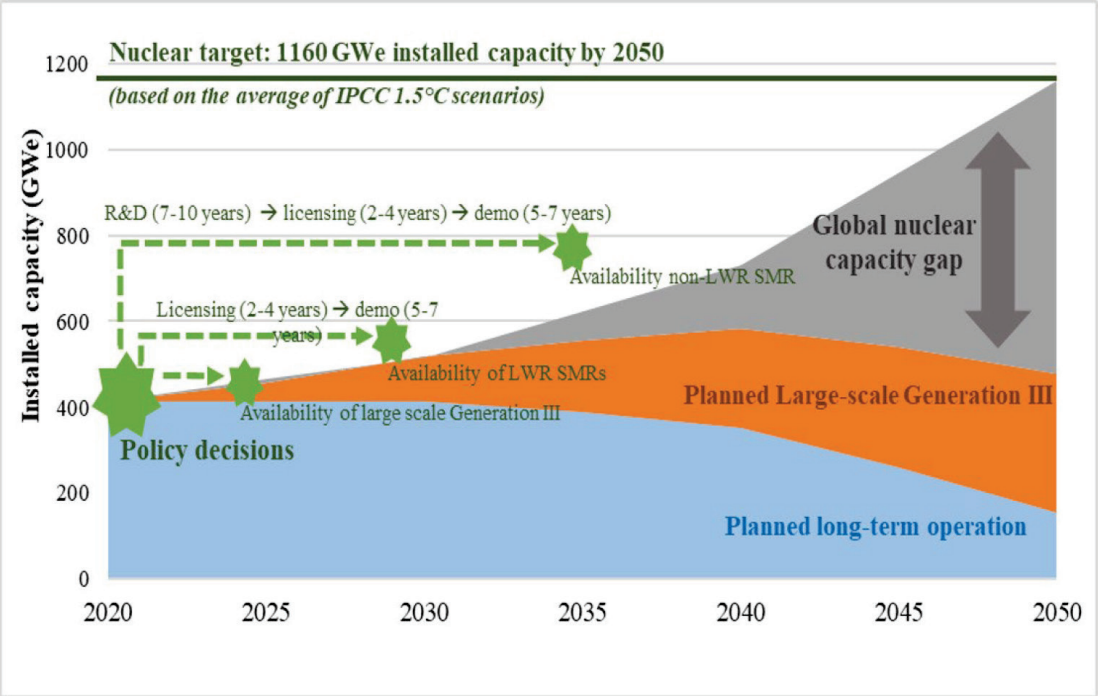
  ✧ 原子力開発部門は、改良型（小型）モジュール炉や、水素を含む原子力ハイブリッドエネルギーシステムなど、短期的および中期的なイノベーションの実証と配備に迅速に取り組む必要がある。

  ✧ 原子力開発部門とエネルギー政策立案者が、システムコスト、プロジェクトスケジュール、国民の信頼、クリーンエネルギー融資の分野で、協調していくことが、成功のための重要な鍵である。

  ✧ 電力供給の全コストを理解し、市場の理想的な状態/条件（低炭素ベースロード、発送電能力、信頼性）を評価するためには、システムアプローチが必要である（システム価値やグリッド安定性に対する価値を適切に評価

するためと思われる)。

- ✧ 原子力設備の迅速な増強・新設は(技術的には)可能だが、そのためには、明確なビジョンと計画が必要である。
- ✧ 信頼関係を築くことが国民の信任を得るために必要であり、オープンで透明性の高い取り組みや、科学的なコミュニケーション方法への持続的な投資が必要である。よくある間違いは、国民から信頼/不信は、単にコミュニケーション方法の問題と考えることである。
- ✧ 政府は、原子力プロジェクトを含む、すべての資本集約的なインフラ・プロジェクトにおいて役割を担っている。この役割には、直接的な資金提供だけでなく、効果的なリスク配分を可能にする政策的枠組みや、原子力プロジェクトが他の排出権プロジェクトと同等の立場でそのメリットを競うことができるようにすることが含まれる。



Source: NEA (forthcoming).