

第4世代原子力システムの柔軟性に関するGIFメッセージ
(CEM NICE future ministerial-level booklet in CEM 12/COP26向け)

[GIF](#) (Generation-IV International Forum) は、次世代原子力システムの導入を促進するために必要な研究開発に関する国際協力組織です。2000年の設立以来、GIFは、2030年台の実用化にむけて、[6種類の原子力システム](#) (SFR、VHTR、GFR、MSR、LFR、SCWR) *1を選定し、開発を促進してきました。

GIFの[開発目標](#)である持続可能性、[安全性](#)、[PRPP特性](#)、そして[経済性](#)と同様に、柔軟性に関する性格は、将来のエネルギー源にとって必須の性格になってきていると考えています。そのために、GIFは、CEM NICE Future "[Flexible Nuclear Energy for Clean Energy Systems](#)"レポートの中(第13章)で、第4世代原子炉の柔軟性に関する特性を紹介しました。

第一に、第4世代原子力システムでは、持続可能性が重要な課題となっています。ウラン資源を有効に活用し、さらに放射性廃棄物による環境への負担を最小限に抑えることで、クリーンなエネルギーシステムとして原子力を安定的かつ長期的に利用できます。つまり、CO₂を排出しないだけでなく、マイナーアクチノイドの長期放射性核種を燃焼させることにより、高レベル放射性廃棄物の発生量を低減できます。

第4世代原子力システムのもう一つの特徴は、出口温度が700~950°C (VHTR、GFR、LFR、MSR) ~550°C (SFR) と高いことにあります。この高温条件は、エネルギー利用方法に対し柔軟性をもたらします。すなわち、原子炉から発生する熱エネルギーを電気エネルギー以外の用途で利用できます。例えば水素製造、化学製品製造施設への工業プロセス熱の提供、さらには効率的な熱貯蔵などが可能になるのです。

私たちが追求する柔軟性の特性は、3つのジャンルに分類されます。1) 運転性に関する柔軟性(操縦性、安定最低出力レベル、周波数制御特性、独立運転性、燃料に関する柔軟性)、2) 建設に関する柔軟性(出力規模、立地条件、モジュール化性等に関する自由度)、3) 製品に関する柔軟性(熱電併給、熱利用、アイソトープ製造など) のことです。第4世代の原子力システムは、電気出力の大きい大型原子炉からSMRまで、冷却材を問わず、すべてこのような柔軟性を持っています。

第4世代原子力システムの熱貯蔵を含む運転性に関する柔軟性は、電力網の安定性と信頼性の観点から、出力が変動するクリーンエネルギーである太陽光や風力をより多く利用することへ貢献できます。これは、第4世代原子力システムで発電された電力の市場での価値を高め、自国の経済に貢献するという事です。

必要となる柔軟性の種類は、各国の原子炉の開発経緯や当該エネルギー市場におけるニーズに依存しています。そこでGIFでは、柔軟性に関する特性を市場で発揮していくための道筋を探るべく、原子力熱エネルギーの非電力利用（NEANH：Non-Electrical Application of Nuclear Heat）グループを設置し、非電力利用方法に関する議論を開始しました。この議論の中で指摘されていることの一つは、エネルギーシステムと利用方法を結びつけるためのビジュアルマップの作成です。6種類の原子力システム（SFR、VHTR、GFR、MSR、LFR、SCWR）、3種類の炉出力レベル（動力炉、小型モジュール炉、マイクロリアクター）、6種類の製品（水素製造、熱製造、分散型電力、冷却装置、化学製品製造、海水淡水化）を結びつけるためのマップの事です。このようなビジュアルマップを作成し、当該の市場が必要とする柔軟性に関する技術を結びつけていく予定です。この活動はまた、GIFの外部で進行している柔軟性に関する活動と、GIFの活動を結びつける意味も持っています。柔軟性を有したエネルギーに関する技術を開発している組織やプレイヤーが、各々の特徴を活かすための橋を、GIF NEANH-TF（設置予定）が見出し、GIFがその橋の一端となることを願っています。

第4世代原子炉システムの導入にあたっては、その規制方法が重要となります。GIFでは、IAEAやいくつかの次世代炉開発国の規制機関からの協力に基づき、[SFR対象の安全設計基準](#)（SDC）とガイドライン（SDG）を作成しました。さらに、この活動は、LFR、GFR、VHTRなどの他の原子炉システムにも拡大しています。最近では、GIFの専門家は、SDCとSDGに蓄積された知識に基づいて、第4世代の原子炉コンセプトを含むSMRの安全規制に関するIAEAの技術会議に公式に参加しました。このような活動を行うことにより、第4世代原子炉システムの安全特性を考慮した適切な原子力規制方法を構築することができると考えています。

最後に、CEM NICE Future：Flexible Nuclear Energy for Clean Energy Systemsの報告書、特に第18章にまとめられた見解、そしてCEM NICE Futureのイニシアティブに心から感謝します。この章に書かれている7つの結論は、現在の原子力の立場と状況を適切に表現しています。この7つの結論をここで繰り返すことはあえてしませ

んが、これらのメッセージが様々な立場の人に共有され、柔軟性の架け橋となることを願っています。



Hideki KAMIDE (GIF chair, JAEA)

- *1: SFR: Sodium-cooled Fast Reactor
- VHTR: Very High Temperature Reactor,
- GFR: Gas-cooled Fast Reactor
- MSR: Molten Salt Reactor
- LFR: Lead-cooled Fast Reactor
- SCWR: Super Critical Water-cooled Reactor

Evidence/ web link

GIF: <https://www.gen-4.org/gif/>

six nuclear energy systems: https://www.gen-4.org/gif/jcms/c_9353/systems

sustainability: https://www.gen-4.org/gif/jcms/c_9502/generation-iv-goals

safety: https://www.gen-4.org/gif/jcms/c_9366/risk-safety

PRPP (Proliferation Resistance & Physical Protection): https://www.gen-4.org/gif/jcms/c_9365/pr-pp

Economics: https://www.gen-4.org/gif/jcms/c_9364/economics

SFR Safety Design Criteria: https://www.gen-4.org/gif/jcms/c_93020/safety-design-criteria