

海外情報連絡会セッション

第4世代原子力システム国際フォーラム（GIF）の活動と今後の方向性

Activities and future directions of Generation IV International Forum (GIF)

*上出 英樹¹¹ 日本原子力研究開発機構

1. はじめに

GIF は Generation-IV International Forum の略で、日米仏露など世界の 13 か国と 1 機関（EU）が加盟し、第 4 世代原子炉の開発を目的に参加国が協力する国際協力機関である。第 4 世代炉は現行の軽水炉が第 3 世代炉、AP1000 など安全性強化を図った軽水炉が第 3.5 世代などと呼ばれる中、原子力の持続的利用や発電に限らず水素製造など多様な原子力利用を可能とする次世代の原子炉システムを指している。

GIF は 2000 年に発足し、第 4 世代炉の開発目標とこれを満たし得る 6 炉型（ナトリウム冷却高速炉、超高温ガス炉など）を選び、その開発ロードマップを策定した。合意した開発目標を表 1 に示す。開発目標は安全性の向上に加え、ウラン資源の有効利用や放射性廃棄物の低減など原子力システムの持続的利用が重要な特徴となっており、各炉システム毎に参加国が集まり、開発協力を進めている。また、炉システムを横断した安全性や経済性などの課題に対し WG や TF を組織してその解決を図っている。GIF は固定された組織ではなく、2018 年には新しくオーストラリアが参加している。開発ロードマップも 2002 年の策定後、2013 年に改定されて今に至っている。今年の 3 月には歴代の GIF 議長が登壇して第 4 世代炉の今後と GIF の活動について意見を交わした 20 周年記念 Webinar[1]を開催した。

表 1 GIF Goals

- Sustainability
 - Long term fuel supply
 - Minimize waste and long term stewardship burden
- Safety & Reliability
 - Very low likelihood and degree of core damage
 - Eliminate need for offsite emergency response
- Economics
 - Life cycle cost advantage over other energy sources
 - Financial risk comparable to other energy projects
- Proliferation Resistance & Physical Protection
 - Unattractive materials diversion pathway
 - Enhanced physical protection against terrorism

2. 第4世代炉

GIF が推進する第 4 世代炉の 6 炉型と参加国を表 2 に示す。高速の中性子を利用するナトリウム冷却高速炉(SFR)、鉛冷却高速炉(LFR)、ガス冷却高速炉(GFR)、高温を活かし多様な熱利用が可能な超高温ガス炉(VHTR)、さらに超臨界水冷却炉(SCWR)、熔融塩炉(MSR)の 6 炉型を対象に開発協力を行っている。高速炉は高速中性子を利用することで、ウラン資源の有効利用や長半減期放射性廃棄物の減容などの特徴を有している。2013 年に改定された 6 炉型の開発ロードマップを図 1 に示す。実証段階前までの研究開発協力を GIF で国際協力の対象としている。

*Kamide Hideki¹¹Japan Atomic Energy Agency (JAEA).

表2 Six Reactor Systems and Member Countries

												
SFR			•	•	•	•	•			•	•	•
VHTR	•	•	•	•	•	•			•	•	•	•
LFR			•		•	•	•			•		•
SCWR		•	•		•		•					•
GFR				•	•							•
MSR	•	•		•			•		•	•		•

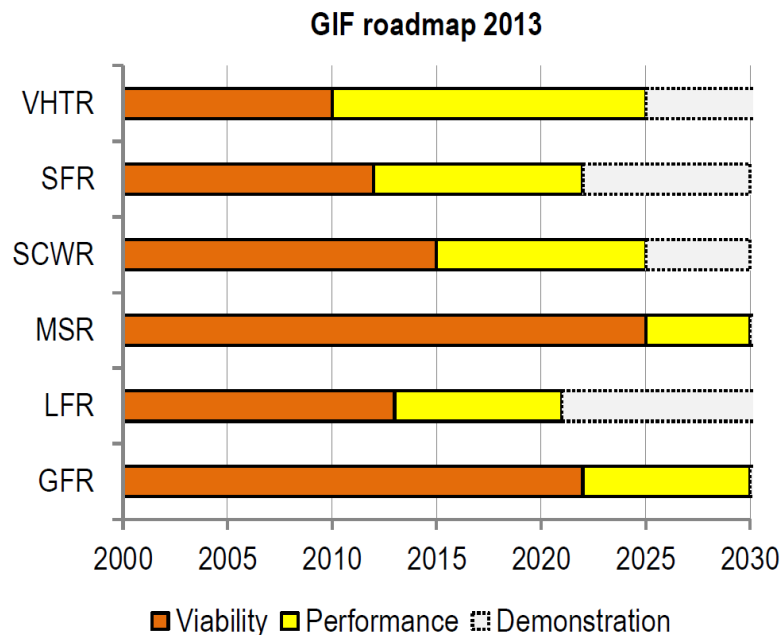


図1 GIF Roadmap 2013

3. GIF の活動

GIF の各炉システムでは、開発上の共通の課題に対する各国のアプローチや成果を情報共有するとともに評価手法のベンチマークなどが行われている。例えば SFR では、新型燃料開発協力の成果として SFR Fuel Handbook を執筆し、公開する準備を進めている。炉型横断の WG 活動の例として、Risk and Safety WG では、各炉システムの安全性上の特徴を整理した System Safety Assessment を Webpage で公開している。さらに SFR では安全設計の強化とその世界標準を目指した安全設計基準（要件）とそのガイド類を IAEA の軽水炉用基準である SSR-2/1 と関連する安全ドキュメント類を参考に策定し、各国の規制機関、IAEA や OECD/NEA の WGSAR（新型炉安全性 WG）にコメントを依頼しコメント反映版[2]を Webpage で公開している。この活動は LFR、VHTR を始め他の炉システムにも拡大しているところである。

このような第 4 世代炉の開発を分かり易く伝え、若い世代を始めとして開発への貢献・協力を得る上で、Education and Training WG では、第 4 世代炉の研究開発について Webinar を月に 1 回のペースで開催しており、その Web streaming はデジタル書庫として広く利用できるよう YouTube でも公開している。利便性を高める意味で、様々な話題を系統的に整理するとともに各 Webinar 講演の短い紹介文をつけたガイド[3]を英語／

日本語で Presentation File とともに公開している。YouTube では英語の自動字幕起こし機能も利用可能であり、大学での講義等に活用頂ければ幸いである。

もうひとつ GIF の重要な活動として各国の政府レベル、政策立案レベルに向けて第 4 世代炉開発の重要性に関する情報発信を行っている。一つの例が Clean Energy Ministerial (CEM) 会合の下に設けられ、日米加が主導する NICE Future Initiative (Nuclear Innovation for Clean Energy)への参加である。GIF は CEM10 会合 (2019 年、バンクーバー) で行われた Breakthrough Event に参加して第 4 世代炉の果たす役割について講演するとともに、昨年 9 月に発行された NICE Future の技術報告書「Flexible Nuclear Energy for Clean Energy Systems」[4] に第 4 世代炉がその高い運転温度を活かし太陽光や風力など再生可能エネルギーと協調して電力の安定性・信頼性に脱炭素で貢献する高い柔軟性をもつことを解説している。今年の 6 月には「Pathways to net zero using nuclear innovation」[5]として発行された Booklet にも IAEA や IEA, OECD/NEA と並んで寄稿している。

4. 新しい取り組み

今、世界の原子力開発を見たとき SMR (小型炉) が重要なトレンドとなっている。SMR は NuScale や BWRX-300 など軽水炉タイプが先行しているが、高温ガス炉、ナトリウム冷却高速炉、熔融塩炉など様々な炉型の開発が米加英を中心に各国で進んでいる。これに対応して IAEA でも気候変動に対する SMR の役割や安全規制の在り方について議論が進められている。GIF では、これまでも小型炉を開発対象に含めて協力が行われて来ているが、特に開発メーカーとの協力を意識しつつ再生可能エネルギーとの協調や SMR の実用化に向けて重要なテーマとして蓄熱や水素製造を含む非電力利用 (Non Electric Application of Nuclear Heat, NEaNH) と安全性や建設、運転・保守コストの点で重要な革新製造技術と新材料 (Advanced Manufacturing and Material Engineering, AMME) について、新しく TF を構成するとともに民間企業を入れたオープンな Workshop、Forum の開催を始めている。昨年 2 月にはパリで GIF を介した研究開発協力の促進とともに AMME をテーマとした Workshop[6]を開催し、原子力メーカー、電力、規制機関、研究機関からの参加を得て粉末冶金や表面コーティングなど新しい製造技術とその安全規制、検証データの共有など様々な側面での協力のための議論を行った。今年の 6 月には IAEA との間で Interface Meeting を行い前述の NEaNH 並びに人工知能を含む AMME を新しい協力分野として取り上げることで合意した。[8]

5. まとめ

GIF は、発足から 21 年目に入りその活動の幅を国対国の研究機関を中心とした国際協力、IAEA を含む規制機関との連携から、World Nuclear Association (WNA) や原子力メーカーなど民間との緩やかな協力に広げつつある。そのような中で広く GIF の活動を知ってもらうことは重要であり GIF20 周年を契機に Website や Logo などを刷新した。今年に入っては GIF の日本語サイト[7]を立ち上げ、国内での浸透を図っている。前述の Webinar についても各講演の日本語紹介ページの充実、刊行物についての日本語訳版の公開など気軽に情報にアクセスできるよう工夫している。世界の第 4 世代炉開発動向を知る上でも参考にして頂けると考えますので、ぜひお立ち寄りください。

参考文献

- [1] https://gif.jaea.go.jp/event/2021_20th_Anniversary/index.html
- [2] <https://gif.jaea.go.jp/methodology/sdctf/index.html>
- [3] <https://gif.jaea.go.jp/webinar/index.html>
- [4] https://gif.jaea.go.jp/event/2020_NICE_Future_Flexibility_Report/index.html
- [5] https://www.nice-future.org/sites/default/files/document/NICEFuture_Pathways_June2021_final.pdf
- [6] https://www.gen-4.org/gif/jcms/c_82829/workshops
- [7] <https://gif.jaea.go.jp/>
- [8] <https://www.iaea.org/newscenter/news/iaea-and-gif-to-cooperate-on-integrated-energy-systems-nuclear-heat-applications-and-advanced-manufacturing>