

第 6 章 タスクフォース別レポート

ETTF：教育訓練タスクフォース

背景/考慮事項

GIF 教育訓練タスクフォース (ETTF) は、オープンな教育訓練 (E&T) を強化するためのプラットフォームとして、また第 4 世代国際フォーラムを支援する人々や組織のコミュニケーションとネットワーキングを強化するために 2015 年に発足した。タスクフォースの主な目的は、以下によって E&T を促進することに焦点を当てている。

1. 現在の訓練コースを特定して、宣伝する。
2. 他の国際的な E&T 組織との協力を確認して、協力する。
3. 第 4 世代システムおよび関連する分野横断的なトピックに特化したウェビナーシリーズを開発し、国内および国際レベルでそれらを宣伝する。
4. GIF の研究開発 (R&D) トピック、および関連する GIF E&T 活動に関する情報とアイデアを交換するために、最新のソーシャルメディア・プラットフォーム (LinkedIn www.linkedin.com/groups/8416234) を作成および維持する。

2019 年の主な成果

ウェビナーの開発は、このタスクフォースの主な活動の 1 つである。これは、若い科学者だけでなく、管理者、主要な意思決定者、および一般の人々にも先進原子炉に関する情報を提供し、予測される利点だけでなく、開発すべき重要な R&D、学んだ教訓と知識の管理と保存、現在の研究および既存のプロジェクトを紹介して、関心を高めることを目的としている。

ETTF は、ウェビナーの開発に関する科学的小および技術的情報の交換を促進するために、第 4 世代システムに積極的に関与している大学および原子力組織との協力団体を設立した (表 ETTF1)。

表 ETTF 1. ウェビナーの開発に関わる組織

US Department of Energy - Office of Nuclear Energy (米国)	Université de Lille 1 (フランス)
Institute of Energy and Environment, Youngsan University (韓国)	Paul Scherrer Institute (スイス)
Commissariat à l'Énergie Atomique et aux Énergies Alternatives (フランス)	Euratom (EU)
Argonne National Laboratory (米国)	Institute of Physics and Power Engineering (ロシア)
Canadian Nuclear Laboratories (カナダ)	Ansaldo Nucleare (イタリア)
University of California, Berkeley (米国)	Kurchatov Institute (ロシア)
US Naval Postgraduate School (米国)	Brookhaven National Laboratory (米国)
Nuclear Energy Agency	SCK.CEN (ベルギー)
Idaho National Laboratory (米国)	Los Alamos National Laboratory (米国)
Nuclear National Laboratory (英国)	INET, Tsinghua University (中国)
Research Center Řež (チェコ共和国)	Japan Atomic Energy Agency (日本)
National Research Nuclear University "MEPhI" (ロシア)	Idaho State University (米国)
Colorado School of Mines (米国)	Oak Ridge National Laboratory (米国)

ETTF は、アクセスが簡単で無料であるため、ウェビナーを開催し、この最新のインターネットテクノロジーを活用して、より多くの視聴者の関心を引くことにした。したがって、第 4 世代システムの訓練を促進し、知識のある人員を確実に存在させるために、2016 年以降、先進原子炉システムと分野横断的な主題に固有のトピックに関する一連のウェビナーを作成し、一般に公開した。これらのウェビナーは、再訓練コースまたは特定のトピックのより良い理解を必要とする可能性のあるすでに人員となっている者からより一般の人々にまで興味を持たせることを目的としている。第 4 世代原子炉専門家（通常は GIF メンバー）が提供するワールドクラスのウェビナーは、多くの人々（品質保証担当者、データ検証者、技術者、マネージャー、規制当局、およびその仕事で第 4 世代原子炉の概念の理解を深める必要のある人々など）に役立つ。36 のウェビナーが開発され、記録され、GIF オープン Web サイトにアーカイブされている。GIF シンポジウム（2018 年 10 月にパリで開催）では、エレベーターピッチチャレンジ（elevator pitch challenge : EPiC）コンテストを開催し、コンテストで優勝した 3 人の優秀な学生がウェビナーでプレゼンテーションを行ったことは特筆に値する（表 ETTF 2）。米国原子力学会の冬季会議（ワシントン DC、2019 年 11 月）では、「Pitch your PhD」と呼ばれる同様のイベントが開催された。優勝者の Dr Cuddy Wiggins は、2020 年 12 月に「Development of Multiple-Particle Positron Emission Particle Tracking for Flow Measurement」というタイトルのプレゼンテーションをウェビナーで行った。

表 ETTF 2. GIF ウェビナーシリーズ (2016 年 9 月から 2019 年 12 月)

INTRODUCTION
Atoms for Peace - John Kelly, USA Introduction to Nuclear Reactor Design - Claude Reanult, France European Sodium Fast Reactor, An Introduction - Konstantin Mikityuk, Switzerland
GEN IV SYSTEMS
Sodium cooled Fast Reactor - Bob Hill, USA Lead Fast Reactor - Craig Smith, USA Gas cooled Fast Reactor, Alfredo Vassile, France MYRRHA An Accelerator driven System Based on LFR Technology - Hamid Ait Abderrahim, Belgium Lead Containing mainly isotope Pb-208: New Reflector for Improving Safety of Fast Neutron Reactors - Evgeny Kulikov, Russia Very High Temperature Reactors - Carl Sink, USA Supercritical Water Reactors - Lawrence Leung, Canada Fluoride cooled-High Temperature Reactors - Per Peterson, USA Molten Salt Reactors - Elsa Merle, USA Gen IV Coolants Quality Control - Christian Latge, France Czech Experimental Program on MSR Technology Development, Jan Uhlir, Czech Republic
OPERATIONAL EXPERIENCE
Desig, Safety Features and Progress of HTR-PM - Yujie Dong, China Feedback Phenix and Superphenix - Joel Guidez, France Molten Salt Actinide Recycler & Transforming System with and without Th-U Support: MOSART - Victor Ignatiev, Russia Astrid Lessons Learned - Gilles Rodriguez, France Safety Of Gen IV Reactors - Luca Ammirabile, EC Advanced Lead Fast Reactor European Demonstrator, ALFRED Project - Alessandro Alemberti, EC Russia BN 600 & BN 800 - Ilga Pakhomov, Russia The ALLEGRO Experimental Gas Cooled Fast Reactor Project - Ladislav Belovsky, Czech Republic
GEN IV CROSS CUTTING TOPICS
Energy Conversion, Richard Stainsby, United Kingdom Estimating Costs of Gen IV Systems - Geoffrey Rothwell, NEA/OECD Materials Challenges for Gen IV Reactors - Stu Maloy, USA
FUEL TYPES
General Consideration on Thorium as a Nuclear Fuel - Franco Michel-Sendis, NEA/OECD Metallic Fuels for SFRs - Steven Hayes, USA Advanced Gas Reactor TRISO Particle Fuel - Madeline Feltus, USA
SUSTAINABILITY AND FUEL CYCLE
Closing the Fuel Cycle, Myeung Seung, Republic of Korea Sustainability, A Relevant Approach for Defining Future Nuclear Fuel Cycles - Christophe Poinssot, France Scientific and Technical Problems of Closed Nuclear Fuel in Two-Components Nuclear Energetics - Alexander Orlov, Russia
Winners of the Elevator Pitch Challenge (EPiC) contest at the GIF Symposium, Paris, October 2018
Formulation of Alternative Cement Matrix For Solidification/Stabilization of Nuclear Waste - Matthieu de Campos, France Interactions between Sodium and Fission Products in case of a severe Accident in a Sodium-cooled Fast Reactor - Guilhem Kaurio, France Security Study of Sodium Gas Heat Exchangers in Frame of Sodium-Cooled Fast Reactors - Fang Chen, France

ウェビナーは、表 ETTF 3 に示すように、2020 年 1 月から 2020 年 6 月まですでに計画されている。

表 ETTF 3. 2020 年 6 月までに計画されている GIF ウェビナー

2020 年 1 月から 12 月までに計画されているウェビナー
Thermal-hydraulics in Liquid Metal Fast Reactors, Antoine Gerschenfeld, CEA, France (2020 年 1 月)
SFR Safety Design Criteria (SDC) and Safety Design Guidelines (SDGs), Shigenobu Kubo, JAEA, Japan (2020 年 2 月)
MicroReactors: A Technology Option for Accelerated Innovation, Jee Gehin (INL and DV Rao LANL), United States (2020 年 3 月)
GIF VHTR Hydrogen Production Project Management Board, Sam Suppiah, CNL, Canada (2020 年 4 月)
Performance Assessments for Fuels and Materials for Advanced Nuclear Reactors, Daniel LaBrier, ISU, United States
Comparison of 16 Reactors Neutronic Performance in Closed Th-U and U-Pu cycles, Jiri Krepel, PSI, Switzerland (2020 年 6 月)

2019 年 8 月の時点で、ライブのウェブ放送への参加者は合計 1,906 人で、オンラインアーカイブに記録されたウェビナーの再生回数は 3,332 回で、3 年間で合計 5,238 回であった。

GIF ウェビナーの参加者には、連邦政府機関、国立研究所、さまざまな州政府機関、大学、国際機関、請負業者、商業組織などの複数の組織の代表者が含まれる。図 ETTF1 は、プレゼンテーションされた 35 のウェビナーの GIF ウェビナー参加分布を示している。ウェビナーの参加者の 35%が国際機関からの参加者であることに注目することが重要である。組織タイプの中で最も参加が多いのは、州機関の代表者である。

図 ETTF 1. 2019 年 12 月現在の 35 のウェビナーの組織タイプ

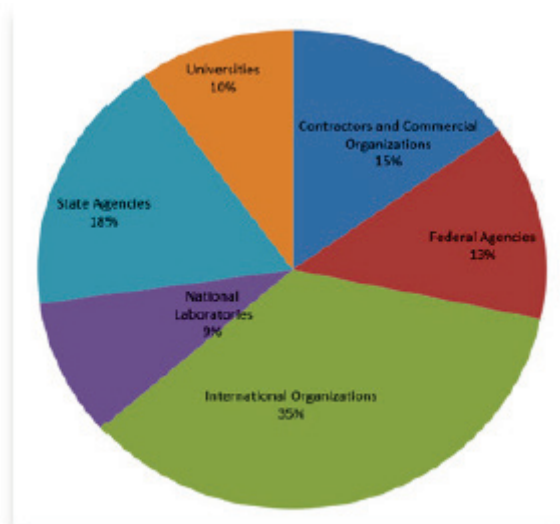


図 ETTF.2. 2019 年 7 月 1～3 日の溶融塩ブートキャンプ



2019 年 7 月 1～3 日にオランダのデルフト工科大学で開催された「Molten Salt Summer Boot Camp (溶融塩サマーブートキャンプ)」には、GIF ETTF の代表としてカリフォルニア大学バークレー校の M.Fratoni 教授が参加した。

ETTF の活動をまとめた「The GIF Webinars, Past, Present and Future」というタイトルの論文が、2019 年 9 月にシアトルで開催された国際会議 Global 2019 で発表された。こ

の会議では、Il Soon Hwang 教授と Patricia Paviet 博士が、パネルセッション「Building Next Generation Nuclear: Enabling Succession Planning to Create and Maintain a Well Educated Workforce in the Nuclear Energy Sector（次世代原子力の構築：原子力部門で十分な教育を受けたワークスフォースを作成および維持するための後継者計画の実現）」で GIF ETTF を代表して参加した。このパネルは、燃料サイクルにおける将来のソートリーダーシップを推進するために、より高いレベルのスキルと主題専門家の健全で多様な人材パイプラインを維持および成長させることに関して、原子力セクターの主な課題のいくつかに取り組んだ。

このタスクフォースの実行可能性とダイナミズムを証明するこれらの優れた結果により（図 ETTF 3 参照）、2019 年 10 月の GIF 政策グループ会議で、このタスクフォースをワーキンググループに変えることが決定された。したがって、E&T タスクフォース（ETTF）は E&T ワーキンググループ（ETWG）に変わる。これにより、ウェビナーシリーズに加えて、いくつかの中期/長期的な行動をじっくり考えることになるであろう。最初の ETWG の顔合わせは 2020 年に行われ、共通の GIF 教育・訓練ビジョンについて話し合い、提案が行われる予定である。

図 ETTF3. GIF シンポジウムの 3 つの「最高の学生受賞コンテスト」の 1 つである FangChen のウェビナープレゼンテーション中の最初の ETTFSelfie イベント



ETTF の Patricia Paviet 議長とすべての貢献者

SDC-TF：安全設計基準タスクフォース

安全設計基準タスクフォース（SDC-TF）は、2 つ目のガイドラインとなる SFR 安全設計ガイドラインレポート「Safety Design Guidelines on Structures, Systems and Components for Generation IV Sodium-cooled Fast Reactor Systems（第4世代ナトリウム冷却高速炉システムの構造、システム、およびコンポーネントに関する安全設計ガイドライン）」（SSC SDG）の最初の草稿を完成させ、OECD/NEA の先進原子炉の安全に関するワーキンググループ（WGSAR）と IAEA からの外部フィードバックを反映して、最初のガイドラインである「Guidelines on Safety Approach and Design Conditions of Generation IV SFR Systems（第4世代 SFR システムの安全アプローチと設計条件に関するガイドライン）」（SA SDG）を改訂した。

SDC-TF は、フェーズ I 活動の成果として 2013 年に SFR 安全設計基準（SDC）レポートを完成させ、国際組織（IAEA、MDEP、NEA/CNRA、および有効な SFR 開発プログラムを有す GIF 加盟国、つまり中国、EC、フランス、日本、韓国、ロシア、米国の規制機関）に配布し、それら国際組織からのコメントに基づいてレポートを修正した。SDC-TF は、レポートを修正するために、2016 年に発行された IAEA SSR 2/1 改訂 1 の多くの技術的記述を採用した。これには、TEPCO の福島第一原発事故から学んだ教訓を反映する新しい規定も含まれている。SDC-TF は、GIF 専門家グループ（EG）と政策グループ（PG）が承認した後、2017 年に改訂した SFR SDC レポートを発表した。

SDC-TF は、SDC を満たし、SFR 固有の安全問題に対処する方法に関する一連の推奨事項として、SFR 安全設計ガイドラインを作成している。SA SDG の目的は、技術的な問題を明確にし、さまざまな設計オプションと共に推奨事項を提供することにより、SDC の第4世代 SFR 設計トラックへの実際の適用を促進することである。ガイドラインでは、重大な事故の防止と軽減、実際に排除すべき状況（熱除去の喪失に関連する問題など）、および SFR 反応度特性の考慮事項が説明されている。SDC-TF は、外部レビューを受けるために、SA SDG を NEA GSAR（NEA WGSAR の前身）と IAEA に送った。SDC-TF は、IAEA からの 23 のコメントおよび WGSAR からの 128 のコメントに対する解答を修正した SA SDG レポートに盛り込み、コメントを求めるために、2019 年に改訂版を GIF EG メンバーに送った。

SSC SDG の目的は、設計プロセスで SDC を実際に適用する際に、その設計で最高レベルの安全性を確保できるように、SFR 設計者を指導および支援することである。SSC SDG は、SA SDG の推奨事項と各 SSC 設計との架け橋となっている。さらに、SSC SDG には、SAS DG で扱われていない SDC レポートの要件を満たすための推奨事項が記載されている。SSC SDG の推奨事項には、原子炉停止機能喪失事象（Anticipated Transient Without Scram：ATWS）に対する SFR の反応度特性を考慮した対策、および炉心の露出と崩壊熱除去機能の完全な喪失を実際に排除するための対策が含まれている。SA SDG で扱われていない推奨事項は、高温、放射線条件下での燃料と材料、およびナトリウム火災、ナトリウム-水反応、格納システムの負荷要因などのさまざまな危険に対する対策に関するものである（たとえば、図 SDCTF1 は、SSC SDG 開発に向けた検討プロセスを示している。）。SSC SDG では、炉心システム、冷却材システム、および格納システムの 3 つの基本的な安全システムが説明されている（具体的に言うと、表 SDCTF1 に記載されている SFR 固有の安全機能に関する選択された 14 の焦点が含まれている。）。SDC-TF は、第4世代 SFR システムの設計特性、および IAEA NS-G シリーズの説明、定義、およびフォーマットを参照して、推奨事項を作成した。現在の SSC SDG は主に主要コンポーネントを取り上げているが、燃料処理や燃料貯蔵システムなどの他の SSC も扱う予定である。2019 年、SDC-TF

は、外部レビューを受けるために、SSC SDG を OECD/NEA WGSAR および IAEA 原子力部門に送った。

世界中で開発されている次世代の先進 LMFR に関しては、GIF と IAEA は、安全アプローチ、安全要件、SDC、および SDG の調和に共通の関心を持っている。これは、特に 2011 年の TEPCO の事故後、重要なトピックになった。それにより、原子力の安全性への注目が高まり、現在稼働中の既存の原子炉と新しい設計の原子炉の国際的な枠組みの重要性が高まっている。2010 年以降、GIF-IAEA 協力の枠組みの中で、SFR の安全性に関する合同 IAEA-GIF 技術会議は 8 回開催されている。SSC SDG は、2019 年 3 月にウィーンで開催された第 8 回 IAEA-GIF ワークショップで発表された。

図 SDCTF 1. SSC SDG の検討プロセス

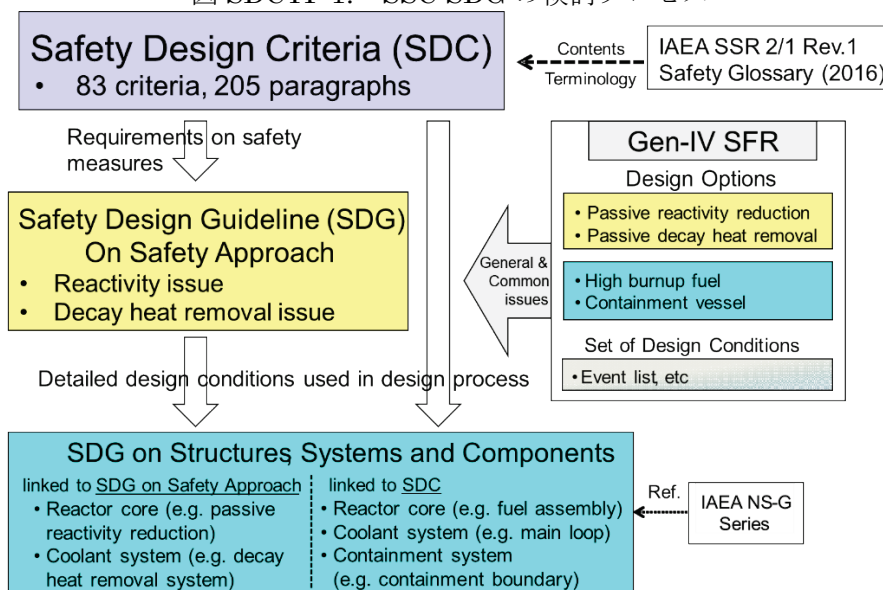


表 SDCTF 1. SFR 固有の安全機能

システム	安全機能	焦点	SDC	安全アプローチに関する SDG
原子炉の炉心システム	炉心燃料の完全性維持	1. 高温、高内圧、高放射条件に耐える燃料設計	✓	
		2. 炉心の冷却性を維持する炉心設計	✓	✓
	反応度制御	3. 稼働中の原子炉の停止	✓	✓
		4. 固有の反応度フィードバックと受動反応度低減を用いた原子炉停止	✓	✓
		5. 炉心損傷事故時の重大なエネルギー放出の防止 (炉容器内終息)	✓	✓
冷却システム	コンポーネントの完全性維持	6. 高温および低圧条件に耐えるコンポーネント設計	✓	
	一次冷却システム	7. カバーガスとその境界	✓	
		8. 原子炉レベルを維持するための措置	✓	✓
	ナトリウムの化学反応対策	9. ナトリウム漏えい対策	✓	
		10. ナトリウム-水反応対策	✓	
	崩壊熱除去	11. ナトリウムの自然循環の適用	✓	✓
		12. 信頼性の維持 (多様性と冗長性)	✓	✓
格納システム	設計概念と負荷率	13. 封じ込め境界の形成とその負荷	✓	
	閉じ込め境界	14. 二次冷却システムの封じ込め機能	✓	

SDC-TF は、以下に記載する SFR 安全文書を作成し、そのミッション(これらは現在レビュー中である) のほとんどを正常に完了した。

- 第 4 世代ナトリウム冷却高速炉システムの安全設計基準
- 第 4 世代ナトリウム冷却高速炉システムの安全アプローチと設計条件に関する安全設計ガイドライン
- 第 4 世代ナトリウム冷却高速炉システムの構造、システム、およびコンポーネントに関する安全設計ガイドライン

残りのトピックについて議論するために、SDC-TF メンバーは SDC-TF が GIF PG 会議(2019 年 10 月、中国威海市)で RSWG に参加することを GIF PG に提案し、PG はそれを承認した。SDC-TF メンバーは、2020 年 4 月の RSWG 会議から新メンバーとして RSWG に参加する。



SDC-TF の Shigenobu Kubo 議長とすべての貢献者

AMME TF : 先進製造・材料工学タスクフォース

背景

将来の第 4 世代原子炉の配備には、従来の原子炉構造材料と改良された材料設計の両方をうまく利用し、コストや時間を削減できる最新の先進製造技術を利用する必要がある。ただし、ほとんどの原子力設計コードは、通常、適格な材料とプロセスのみを使用できることを規定する規則哲学による設計を利用している。新しい材料または新しい製造プロセスを認定することは、長くて曲がりくねったプロセスである可能性があり、それに伴う長いリードタイムは、産業規模での新しいまたは最適化された材料およびプロセスの市場参入に対する事実上および結果的な障壁を生み出す。

まとめると、これらの問題は、第 4 世代原子炉の市場参入、および 6 つの第 4 世代原子炉システムに利益をもたらす材料と製造ソリューションの開発に対する障壁となる。さらに、先進製造の開発は、イノベーションを阻害し、展開を妨げる可能性がある新しい材料と方法を設計コードに導入する能力よりも早期に行われている。GIF の先進製造・材料工学タスクフォースは、共同研究開発を利用して、第 4 世代および同等の先進原子炉の配備までの時間を短縮できるようにそのような先進技術を可能にする方法を調査するために設立された。

タスクフォースの当初の主な目的は、以下によって、先進製造・材料工学における GIF の分野横断的な活動の実現可能性の評価を実施することであった。

- 高い技術成熟度レベル(Technology Readiness Level : TRL)までの先進材料・製造ソリューションをサポートする GIF の分野横断的な活動における、GIF 加盟国内の研究機関と原子力会社の関心を評価する。
- GIF 加盟国のリードおよび SME の先進原子炉企業を直接関与させるための明確に特定されたメカニズムを備えた柔軟でアクセス可能なアプローチを開発および適用する。
- R&D 分野とイニシアチブの優先リストを作成する。
- このトピックに関するこのような協力のメリットと難しさを特定し、今後の可能性のある方法を特定するための白書を作成する。

運用

タスクフォースは、GIF 加盟者で構成されている。その最初の活動は、原子力産業の関係者に手を差し伸べるメカニズムを特定することに焦点を当てていた。そのため、次の仮説は、寄せられた意見から試験を行い、立てられた。

「世界中にクリーンエネルギーを提供する先進原子炉システムの開発は、先進製造技術と技術の開発における国際協力から利益を得ることができる。」

調査は、Survey Monkey (www.surveymonkey.com) を使用して行われ、仮説を試験するためのデータを取得した。この調査は、タスクフォース、専門家グループ、運営委員会の代表者からの意見から特定された、200 を超える関連する原子力業界の窓口に送られた。

次の利害関係者グループの代表者

- 先進原子炉技術の設計者と開発者
- 研究機関および国立研究所
- 大学の原子力研究部門
- 安全当局
- 原子力産業の製造業者と供給業者
- コードと標準化組織
- 原子力産業政策および事業者団体

返信は 50 件弱であった。匿名で調査することも可能であったが、ほとんどすべての回答者がフォローアップを容易にするために連絡先情報を提供した。このデータからは、回答者の内訳が次のとおりであったことが示されている。

- 研究機関と国立研究所 46%
- 先進原子炉技術の設計者および開発者 33%
- 原子力産業の製造業者および供給業者 15%
- 大学の原子力研究部門 8%
- 原子力産業政策および事業者団体 5%
- コードと標準化組織 3%

嬉しいことに、10 カ国の GIF 加盟国からも回答があった。

調査全体を踏まえると、多くの明確なメッセージが浮上した。コードの確立と規制当局の承認の所得に協力することへの強い支持があった。回答者の 90%は、コードおよび標準化組織による承認を先進製造の採用に対する最大の障壁と見なしている。また、この問題に対処するために協力して最善を尽くす方法についても明確に好みが多岐にわたった。ワークショップや会議への参加に全面的に関心を持っているが 87%、共同研究開発の機会を追求することにも大きな関心があるが 59%で、現時点での先進製造への投資にはさほど関心がないが 26%で、バランスが取れている。これを踏まえると、回答者の関心はその組織の方向性と一致している。大学はさらなる R&D を支持したが、ほとんどは投資することは望んでいなかった。

関心のある分野と優先順位に関する特定の質問への回答からは、コミュニティのニーズと関心に対する重要な洞察が得られた。関心が最も高いコンポーネントの種類に対しての質問では、燃料被覆、燃料集合体、原子炉内部および熱伝達システム（例えば、IHX、蒸気発生器の管など）の関心が高く、原子炉圧力容器の関心は低いという同等の意見を得た。最大の価値があると思う先進製造技術についての質問では、被覆、コーティングおよび表面改質技術が最も支持が高く、次に、溶接と接合および金属積層造形、そして製造後の処理技術と新しい建設手法の支持が高かった。実際、記載した技術の 143 の個別評価のうち「低い」または「非常に低い」とみなされたのは 21 だけであり、事実上すべての先進製造方法が有利な方法であると考えられていた。

前述のとおり、先進製造の採用の最大の障壁は何かという質問では、コードおよび規制機関による承認と挙げたのが 90%であった。その他の主な懸念事項は、先進製造技術の質および/または成熟度に関する不確実性に集中していた。興味深いことに、コストは中程度の問題として考えられており、従来の原子力サプライチェーンに代わるものへのコミュニティへの関心の高まりが示された。

先進製造が国際的に受け入れられる最善の道筋は何かという質問では、明確な意見の一致があった。主な障壁が規制機関による受け入れと考えられていたことを踏まえると、実際の使用で、実証と併せた試験と材料性能の組み合わせが圧倒的に一番の支持を得たことは驚くべきことではない。これに続いて、コードと標準および先進製造 R&D の組み合わせが高かった。

予想通り、コードと標準での協力は、製造業者、コードと標準化組織、および業界団体が最高と評価し、R&D での協力は、研究機関と国立研究所が最高と評価した。重要なのは、実際の使用での実証をすべての利害関係者、中でもコードや標準化組織が支持したことである。

結論（または次のステップ）

調査の結果は、GIF 加盟国の研究機関と原子力会社の両方が、先進材料・製造ソリューションを高い技術成熟度レベル（TRL）までサポートする積極的な協力を非常に高い関心を持っていることを示している。

そのことから、AMME タスクフォースは、その活動に優先順位を付け、先進製造のファイル内の共同 R&D を使用して先進原子炉システムの展開までの時間を短縮する方法を調査するために設計された国際ワークショップの提供に集中した。

AMME タスクフォースの先進製造ワークショップを GIF RDTF が主催する別の GIF ワークショップと組み合わせ、うまく活動している。両ワークショップを 2020 年 2 月 18～20 日にパリの NEA で開催できるようになった。AMME ワークショップの構成は以下のとおりである。

Tuesday 18 February	GIF AMME Workshop on Advanced Manufacturing DAY 1	
0900 - 0910	Welcome and opening remarks	Sama Bilbao y Leon
Session 1 – Overview of workshop		
09:10 - 09:30	Introduction on the opportunities and challenges of advanced manufacturing, overview of AMME Task Force, purpose of workshop: Why we are here! <i>Lyndon Edwards, ANSTO, Australia</i>	
09:30 - 10:00	The nuclear supply chain; past, present and future <i>Andrew Storer, NAMRC, UK</i> (20mins+10 min discussion)	
10:00 – 10.30	Morning Tea	
Session 2 – Advanced Manufacturing Technologies		
10:30 - 11:00	Additive manufacturing in the nuclear supply chain <i>Kurt Terrani, ORNL, United States</i> (20mins+10 min discussion)	
11:00 – 11:30	Innovative fabrication in the nuclear supply chain <i>Dave Gandy, EPRI, United States</i> (20mins+10 min discussion)	
11:30 - 12:00	Advanced surface coatings in the nuclear supply chain <i>Alfons Weisenburger KIT, EU</i> (20mins+10 min discussion)	
12:00 – 12:30	Panel Discussion (Presenters) led by Moderator (tbc)	
12:30 - 14:00	Lunch	
Session 3 – National Advanced Manufacturing Activities		
14:00 – 14:20	Advanced Manufacturing collaboration in the United States <i>Isabella Van Rooyen/Mark Messner, DoE,</i> (15mins+5 min discussion)	
14:20 – 14:40	Advanced Manufacturing collaboration in the EU <i>Lorenzo Malerba, CIEMAT, EU</i> (15mins+5 min discussion)	
14:40 - 15:00	Advanced Manufacturing collaboration in France <i>Eric Abonneau, CEA, France, EU</i> (15mins+5 min discussion)	
Session 4 – Group Activity		
15:00 – 17:00	Split into 3 or 4 groups, which undertake following activities led by Moderator/Rapporteur a. identify potential collaborative AMME activities/projects b. analyze each identified area of collaboration (SWOT analyses?) c. prioritization of identified areas/ideas d. agree communication for Rapporteur to give to meeting (can develop presentation overnight)	
includes Afternoon tea		
17:00	End of Day 1	
Wednesday 19 February	GIF AMME Workshop on Advanced Manufacturing DAY 2	
Session 5 – Group Reporting and Meeting Outcomes		
09:00 - 10:30	Communally undertake following activities: a. Rapporteurs from each group presents group output b. Overall prioritization of potential collaborative AMME activities/projects c. Identification of next steps and way forward	
10:30	End of Meeting	



AMME TF の Lyndon Edwards 議長とすべての貢献者

RDTF : R&D インフラストラクチャ・タスクフォース

R&D インフラストラクチャ

R&D から実証、展開までの今日の研究インフラストラクチャのニーズには、主要な科学機器、科学的コレクション、構造化された情報、ICT ベースのインフラストラクチャが含まれる。これらは単一の場所にあるか、いくつかの国に分散している。GIF 加盟国は、インフラストラクチャに関連するさまざまな問題に直面しており、その多くは世界的に独特で、地域的に分散している。省庁から研究者や産業界に至るまで、多くの利害関係者が関与している。また、電子インフラストラクチャの使用が根底にあり、その使用が増えている。これらは、基礎研究と産業との交流の機会をもたらすが、それでも困難である。公的および私的資金は常に不足しているようであり、単一の国だけでは大規模な研究インフラストラクチャを備える最小必要量または規模が得られない。幅広く国際レベルで協力することが本当に必要である。システムの概念的/詳細な設計と分析の実質的な研究開発と実証 (RD&D) が必要である。研究インフラストラクチャおよび施設の改修および/または建設は、ますます複雑で費用がかかるものになっている。最新の R&D ニーズとインフラストラクチャのマッピングを特定することにより、既存の施設の共有使用を計画し、他の施設の開発に着手する機会が得られる。最も重要な優先事項は、燃料サイクル、燃料と材料の照射、原子炉の安全性、専用ループ、モックアップと試験施設、高度なシミュレーションと検証ツール、インフラストラクチャへの国境を越えたアクセス、科学者とエンジニアの E&T と知識管理 (Knowledge Management : KM) の分野である。GIF メンバーは、新世代の原子炉を再び迅速に前進させられるレベルまで、世界中の原子力 RD&D インフラストラクチャの協調的な活性化を強く支援する。

背景/考慮事項

背景 : 2017 年 4 月 13~14 日にフランスのパリで開催された第 43 回 GIF 政策グループ (PG) 会議で、R&D インフラストラクチャに関する新しいタスクフォース (TF) を設けることが決定された。PG は、テクニカルディレクター (TD) に、外部協力を担当する PG 副議長および技術事務局 (Technical Secretariat : TS) と協力して、GIF R&D インフラストラクチャ・タスクフォース (GIF RDTF) の考慮事項 (Terms of Reference : ToR) を作成するよう指示した。このタスクフォースは、短期間 (2 年未満) でその目標を達成し、2018 年 10 月に開催された GIF シンポジウムを最大限に活用することが期待されている。

目標 : 目標は、安全性とセキュリティの目的を達成するための活動を含め、第 4 世代コンポーネントおよびシステムの開発、実証、および認定に必要な重要な R&D 実験施設を特定することである。この目標のために、タスクフォースは 2018 年 10 月の GIF シンポジウムに関するプレゼンテーションと資料を作成する必要がある。

もう 1 つの目標は、GIF パートナー間の共同 R&D 活動のために実験施設の利用を促進することである。この目標のために、GIF 加盟国の関連する R&D 施設へのアクセスを得るための、組織の連絡先を含む既存のメカニズムとアプローチを特定する。この情報は、GIFWeb サイトで GIF 参加者が利用できるようにする必要がある。

組織 : 各第 4 世代システム運営委員会および暫定運営委員会 (SSC および pSSC) は、GIF RDTF の代表者を 1 人指名した。タスクフォースは、テクニカルディレクター (TD)、

レビュー、質と完全性のために専門家グループ（EG）、および政策グループ（PG）に報告を行う。GIF RDTF のメンバーは、必要に応じて、電話会議や GIF EG/PG の会議の場を利用して、会議を開く。2018 年 2 月にパリで開催された OECD/NEA での最初の会議から、議長と 2 年間の作業計画が合意された。これにはマイルストーンと成果物が含まれ、インフラストラクチャの分野で IAEA と NEA の関連作業を最大限に活用することが推奨された。パリで開催された 2018 年 10 月の GIF シンポジウムでの発表に間に合うように、最初の目標が達成された。2019 年春までに当初計画されていた 2 番目の目標は延期され、GIF RDTF の 2 つの目標が完了すれば、SSC と pSSC が、2020 年半ば以降の作業の進展に伴い、インフラストラクチャのニーズとアクセス手法の認識を維持すると思われる。

2019 年の成果

前述のニーズに応じて既存の実験施設を特定すると、いくつかのギャップが浮き彫りになった。計画された実験インフラストラクチャの構築、GIF 加盟国外での実験インフラストラクチャの利用可能性が議論された。

また、GIF SSC（または pSSC）および EG グループの緊密なサポートを受けて、既存の IAEA および NEA データベース（新設のインフラストラクチャまたは施設を含む）の更新を提案する機会もあった。タスクフォースは、以下と共に、GIF 加盟国の最新の関連する更新情報と R&D ニーズの見通しから恩恵を受けた。a) 液体金属冷却高速中性子システム施設の支援施設の IAEA データベースとその最新の概要、b) 先進原子炉情報システム（Advanced Reactor Information System : ARIS）、c) 研究炉データベース（Research Reactor database : RRDB）、d) OECD/NEA の研究試験施設データベース（Research and Test Facilities DataBase : RTFDB）、e) SFR、GFR および現行及び先進原子炉のための支援施設（Support Facilities for Existing and Advanced Reactors : SFEAR）に関する OECD/NEA の先進実験施設タスクフォース（Task Group on Advanced Experimental Facilities : TAREF）、f) 原子力システムの開発に必要な知識と施設（例えば、先進原子炉イニシアチブとネットワークアレンジメント（ADvanced Reactor Initiative And Network Arrangement : ADRIANA）を構築するための国際協力イニシアチブと共同プロジェクト（例えば、IAEA CRP、ICERR、NEA 共同プロジェクト、NEST、NI2050、EU/Euratom プロジェクト）。

安全性研究のニーズを特定および対処し、主要な規制問題を特定および解決するために、2018 年 10 月から先進原子炉 WGSAR の安全性に関する NEA ワーキンググループとの交流を開始する機会が持たれた。

IAEA の液体金属冷却高速中性子システム（Liquid Metal-cooled Fast Neutron Systems : LMFNS）データベースの更新は、1 月の技術会議および 3 月末までの合同ワークショップの開催、また、その後数ヵ月間のケースバイケースの更新により、2019 年を通じて行われた。要約すると、LMFNS は次のように更新された。a) 43 の施設が更新された（22 の LFR 施設と 21 の SFR 施設）、b) 34 の新規施設が追加された（16 の SFR 施設と 18 の LFR 施設）、c) 現在の LMFNS オンラインカタログには 180 の施設が含まれている（86 の SFR、80 の LFR、および二重用途の 14 の施設）。IAEA LMFNS オンラインカタログは、<https://nucleus.iaea.org/sites/lmfns> で公開されており、2019 年 8 月からオンラインになっている。新しい更新情報を受け付けており、オンラインカタログに反映される。

同様に、ガス冷却炉技術および実験施設（GCR および HTR）データベースの知識保存に

関する IAEA 技術会議が 2018 年 12 月に設置された。IAEA および GIF RTDF メンバーは、特定された約 115 の施設の編集に尽力した。データベース「GCR と HTR」は 2019 年に作成され、品質チェックが行われており、データベースは 2020 年半ばまでに利用可能になると思われる。そのため、GIF RTDF 参加者は、このような既存のデータベースの更新情報を受け付けている。IAEA は 2 年ごとに情報を更新するはずである。GIF 政策グループも参加し、完全な支援を提供する必要がある。

専用の GIF RTDF レポートが 2019 年に作成され、威海市(CN)で開催された GIF EG/PG 会議で発表された。次の 3 つの主要セクションを完成させる必要がまだある。a) セクション IX - 分野横断的な R&D インフラストラクチャ、b) セクション X - 共同 R&D 活動のメカニズムとアプローチ、c) セクション XI - 主な推奨事項。目標は、2020 年 5 月までに、以下のワークショップの主な推奨事項も統合して、EG メンバーによるレビューに利用できる完全なレポート草稿を作成することである。

2020 年 2 月 18～20 日にフランスの Boulogne-Billancourt で、OECD/NEA による SMR 販売業者やサプライチェーン SME を含む原子力産業との GIF 国際ワークショップが開催された。ワークショップは前半、先進製造に専念した (AMME レポートを参照)。ワークショップの後半は、R&D インフラストラクチャのニーズと機会に関するものであった。これには次の討論が含まれていた。：民間部門との関与、第 4 世代システムに関する民間部門と公共部門間の協力の機会の特定、産業界および GIF の代表者を集めたネットワーキングカクテル、政府機関と産業界の協力の例、民間部門の見解、SMR の展望。GIF 政策グループ議長の Hideki Kamide 氏は、産業界、規制当局、GIF 加盟国および OECD/NEA の代表者とともにワークショップを締めくくった。

結論（および/または次のステップ）

結果からは、GIF 加盟国内の研究機関と原子力会社の両方がワークショップで GIF メンバーの組織を支援する積極的な協力を非常に大きな関心があることが示されている。2020 年の主な目標は、GIF RTDF レポートと関連するデータベースの更新を完成させることである。今後の方向性については、2020 年 5 月にオーストラリアのシドニーで開催される EG/PG 会議でも話し合われる。

GIF International Workshops with Nuclear Industry including SMR vendors and supply chain SMEs:

GIF workshop on R&D infrastructures needs and opportunities

Wednesday 19 February 2020

- 11h00 - 11h15 Welcome
 - Welcome by Roger Garbil, Euratom, DG RTD, Chair of the GIF R&D Task Force and Sana Bilbao y Leon, NEA
- 11h15 - 12h30 Engaging with the private sector - Round Table

Moderator: Sana Bilbao y Leon

 - R&D challenges for Gen IV systems, Gilles Rodriguez, CEA (GIF Technical Director)
 - GIF R&D infrastructures and large scale experimental programmes, Roger Garbil
 - GIF Advanced Manufacturing initiative, Lyndon Edwards
 - Regulatory challenges to license Gen IV systems, Raf Iyengar, Chief of the Component Integrity Branch, NRC's Office of Research
- 14h00 - 16h00 Identification of collaboration opportunities between private and public sectors for Gen IV systems
 - 14h00 - 14h10 Introduction - Roger Garbil, Euratom, DG RTD, Chair of GIF R&D TF
 - 14h10 - 14h30 Example of a LWR-based Advanced Reactor development programme

Moderator: Sang Ji Kim

 - Fredrik Vitabäck, GE-Hitachi, BWRX300
 - Richard Wain, UK SMR, Rolls Royce
 - Jean-Michel Ruggieri, Program Manager, SMRs, CEA, NUWARD Project
 - Sang Ji Kim, SMART Technology Development Division, KAERI, GIF EG member
 - Marieta Krykova, Project Manager, CVR, SSC SCWR co-Chair
 - 14h30 - 15h00 Molten Salt Reactors (MSR)

Moderator: Stéphane Bourg

 - David Leblanc, President and CTO, Terrestrial Energy
 - Stéphane Bourg, CEA, GIF SSC Chair
 - Lou Martinez Sanchez, CIO Kairos Power FHR (KP-FHR)
 - Victor Ignatiev, IPPE, MOSART project and related infrastructures
 - Jan Uhlir, Update on Pu/Pr cooperation in CZ
 - 15h15 - 15h45 Liquid Metal Reactors (SFR and LFR)

Moderator: Alessandro Alamberti

 - Fausto Franceschini, Westinghouse LFR
 - Alessandro Alamberti, ANSALDO Nucleare, LFR SSC Chair
 - Jean-Marie Hany, Framatome, SFR
 - Dina Pakhomov, Head of Laboratory, Russian Federation, Institute for Physics and Power Engineering (IPPE)

GIF International Workshops with Nuclear Industry including SMR vendors and supply chain SMEs:
Workshop on Advanced Manufacturing / Workshop on R&D infrastructures needs and opportunities
18-20 February 2020, OECD/NEA - Boulogne-Billancourt, France



- 15h45 - 16h15 Gas-cooled High Temperature Reactors (HTR)

Moderator: Lyndon Edwards

 - Jean-Marie Hany, Framatome, US SC-HTGR program
 - Dominique Hittner, USNC
 - Karl-Fredrik Nilsson, EU/Euratom JRC, Chair HTR SSC

- 16h15 - 16h45 Cross-cutting topics, non-electric applications

Moderator: Taji Shibata

 - John Jackson, INEL, National Reactor Innovation Center
 - François LE Nasour, CEA
 - Taji Shibata, IAEA
 - Abderrahim Al Mazouz, EDF

- 16h45 - 17h30 Wrap-up and lessons learnt (Tech Director + Moderators)
 - All the moderators - Need to 2 bullet points + 1/2 page reporting

17h30 Networking Cocktail - GIF and Industry

- Making connections and fostering exchanges among GEN-IV systems and cross-cutting topics between Public / Private sectors, R&D Organisms / Industry, R&D platforms.

Thursday 20 February:

- 9h00 - 11h00 Examples of collaboration between Governmental organisations and industry
 - Welcome by GIF Vice Chair on R&D Collaboration, Jong-Hyuk Baek, KAERI
 - Panel discussion - Moderator: Gilles Rodriguez
 - Gilles Rodriguez, (on behalf of the CEA's Sodium School Director)
 - John H. Jackson, Acting Director, Gateway for Accelerated Innovation in Nuclear (GAIN)
 - Tatiana Ivanova, FIDES projects to address post-Halden situation / OECD
 - Stefano Monti, IAEA
 - Raf Iyengar, Chief of the Component Integrity Branch, NRC's Office of Research
 - Stephen Bushby, Atomic Energy of Canada Limited
 - Eulene Kistina, Director, Institute for Physics and Power Engineering (IPPE)
- 11h30 - 12h30 Views from the Private Sector, an Outlook for SMRs

Moderator: Stefano Monti

 - Fausto Franceschini, Westinghouse LFR
 - Lou Martinez Sanchez, CIO Kairos Power FHR (KP-FHR)
 - David Leblanc, President and CTO, Terrestrial Energy
 - Robin Manley, VP 3MR Technology, Quanta Power Generation
 - Raf Iyengar, Chief Component Integrity Branch, NRC's Office of Research
 - Dominique Hittner, USNC
 - Richard Wain, UK SMR, Rolls Royce
 - Fredrik Vitabäck, GE-Hitachi, BWRX300
 - Arkady Karneev, Rosatom Western Europe
- 12h30 - 13h00 Workshop conclusions

GIF Policy Group Chair Hideki Kanide, representative of industry, representative of regulator, representative of OECD/NEA
- 13h00 Closing of the Workshop

GIF International Workshops with Nuclear Industry including SMR vendors and supply chain SMEs:
Workshop on Advanced Manufacturing / Workshop on R&D infrastructures needs and opportunities
18-20 February 2020, OECD/NEA - Boulogne-Billancourt, France



RDTF TF の Roger Garbil 議長とすべての貢献者