

## 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进行评估する。
- 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](http://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 ヶ国の 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分けられた。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する質問では、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 <b>DAY 1</b>
0900 - 0910	<b>Welcome and opening remarks</b> Sama Bilbao y Leon
<b>Session 1 – Overview of workshop</b>	
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
<b>Session 2 – Advanced Manufacturing Technologies</b>	
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
<b>Session 3 – National Advanced Manufacturing Activities</b>	
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)
<b>Session 4 – Group Activity</b>	
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)
17:00	End of Day 1
Wednesday 19 February	GIF AMME Workshop on Advanced Manufacturing <b>DAY 2</b>
<b>Session 5 – Group Reporting and Meeting Outcomes</b>	
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