

**Non-Electric Applications of Generation IV Reactors,
Accelerating Economy-Wide Decarbonization via Nuclear Energy**

**Shannon Bragg-Sitton, Director, Idaho National Laboratory, USA
Chair, GIF Task Force on Non-Electric Applications of Nuclear Heat**

解説: 川崎信史 (GIF EG 委員、JAEA)

- 現在、世界の国及び企業において、キロワット規模の原子炉システムから数百メガワットの小型原子炉モジュール炉、さらには大型原子炉システムまで、さまざまな規模/種類の原子炉が開発されている。これは、エネルギー貯蔵技術を中心とする統合エネルギーシステム（グリッド）を完成させ、安全で信頼性の高いエネルギー利用を行うことを念頭に置くと、グリッドに接続するエネルギー供給システムに求められる要求が自由度を増しているからと考えられる（グリッド全体を通して、機能を満たすため、必ずしも単体としては、大型でなくても、各システムが固有にもつ特徴/優位性を発揮しうる可能性がある）。
 - その自由度の最たる例は、生じる原子力エネルギーを電気エネルギーとして利用するか、熱エネルギーとして利用するか、それとも水素のような中間媒体を通じ利用するかという点にある。米国では、特に、電力価格の変動に合わせ、電力供給と水素製造を切り替えるシステムのケーススタディ（経済性評価）が終了し、今後数年以内に～150kWe のレベルで実証プロジェクトが実施される（LTE 及び HTSE）。
 - 米国は、今後、キロワット規模での試験実証（電気加熱式や溶融塩冷却方式など）や、メガワット規模での商業実証（75MWe ペブルベッド式高温ガス炉、炉心 345MWe+蓄熱 150MWe ナトリウム冷却式高速炉など）を行うほか、モジュール炉の市場導入（77MWe×12 PWR-SMR）を行い、小規模での原理実証から中大規模商業化、エネルギー貯蔵システムをもつ原子力システムの実証、モジュール化の実証と全方位的な開発/実証を行い、統合エネルギーシステムの完成、それに接続される原子力エネルギー技術の確立/利用を目指している。
- ✓ 現在、キロワット規模のシステムから数百メガワットの小型モジュール炉、

超大型システムまで、さまざまな規模で原子炉が開発されており、世界中で 60～70 以上の企業がこれらの技術開発に参画している。その多くが先進的な高温設計であり、さまざまなエネルギー供給側システムと利用側システムの中心に、エネルギー貯蔵技術が位置づけられている。これは、エネルギーシステム全体を効果的に統合するとともに、安全で信頼性の高いエネルギー利用を行うためです（52 ページ）。

- ✓ 供給される原子力エネルギーは、電力利用のほかに、熱エネルギーとしての直接利用、水素のような中間媒体の製造を通じ利用され、石油精製、化学プロセス、セメント製造などの製造業、水素あるいは合成燃料やアンモニアのような媒体を利用した運輸、採掘、脱塩分野で利用可能である（53 ページ）。
- ✓ 米国（INL）では、このような多様化したエネルギーの利用方法をうけ、統合エネルギーシステム最適化分析シミュレーション技術を開発（54 ページ）するとともに、各種最適化オプションの可能性をケースステディとして評価している。これは、現時点ですでに、電力価格が時間によって変動しているため、電力価格が低いときには水素製造のような中間媒体の製造を行い、電力価格が高いときには、中間媒体から電力を生産することが現実的になってきているからである（56 ページ）。
- ✓ Nine Mile Point の原子力発電所のケースステディでは、電力と水素（製鉄、アンモニア、肥料、燃料電池として活用）の生産を、このような電力価格の変動に基づき、切り替えることで、17 年間にわたり、12 億ドルの収益増を見込めると評価された。（参照：Evaluation of Hydrogen Production Feasibility for a Light Water Reactor in the Midwest (INL/EXT-19-55395)、<https://www.osti.gov/biblio/1569271/>)（57 ページ）
- ✓ これらのケースステディをうけ、Nine-Mile Point（～1MWe、低温電気分解/固体高分子電解：LTE/PEM）は 2022 後半、Davis-Besse は 2023/24（～1-2MWe、LTE/PEM）、Xcel Energy は、～2024（～150kWe、高温蒸気電気分解/HTSE）など今後数年内に実証するプロジェクトとして、4つの実証プロジェクトが選定された。（参考：東工大澤田先生の[原子力水素の解説](#)など。

<http://www.gepr.org/ja/contents/20210828-02/> (58 ページ)

- ✓ 米国は、今後、MARVEL (100kWe 電気加熱式マイクロリアクター。2023/DOE-INL)、HERMES (145kWe 溶融塩炉。2026/KAIROS)、Xe-100 (75MWe 小型ペブルベッド式高温ガス炉。2027/X-ENERGY)、Natrium (炉心 345MWe+蓄熱 150MWe 溶融塩エネルギー貯蔵システム付ナトリウム冷却式高速炉。2028/TERRA POWER)、VOYGR (77MWe×12 PWR-SMR。2029/UAMPS & NuScale) と新型原子炉の実証/導入を行うことで、安定したエネルギー供給/利用システムを構築していく。(65 ページ)

- GIF の原子力エネルギーの非電力利用 TF (NEaNH-TF) は、電力以外の形でのエネルギー活用技術を、技術レベル (TRL)、開発時期、対象市場/国の違いによる導入に関する制約/経緯/条件 (geographical conditions)、経済性などに着目し、レビューすることを目的とするタスクフォースである。(66 ページ)

- 対象市場/国の違いによる導入に関する制約/経緯/条件の差は大きく、そのため、各国それぞれ異なるオプションを取りえる。そのため、米国が前半の紹介で示したような国別のアプローチを集約し、地理的条件毎の最適解 (regionally optimal) を見つけることを目的としている。(68 ページ)