

## 高温ガス炉とこれによる水素製造・熱利用技術の研究開発

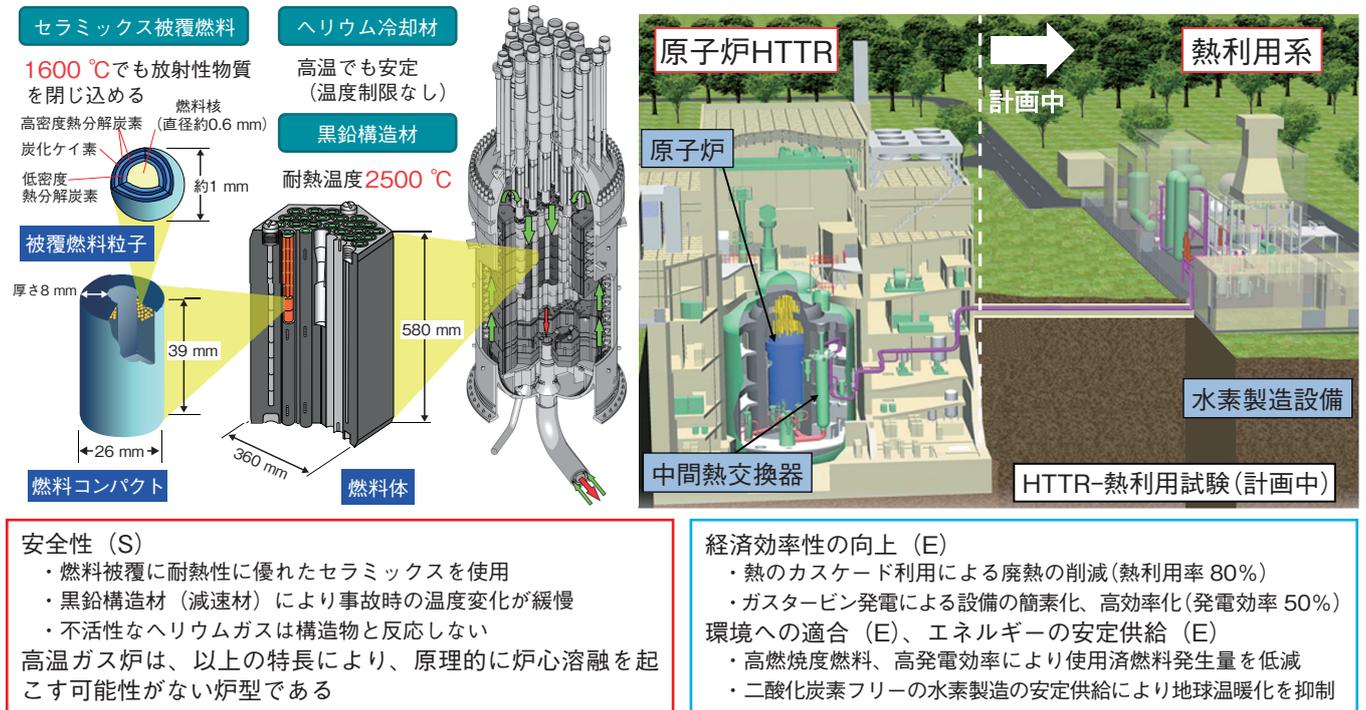


図6-1 高温ガス炉の特長と HTR-熱利用試験計画

高温ガス炉は、ヘリウムガス冷却、黒鉛減速の熱中性子炉で、優れた固有の安全性を有しており、水素製造や発電などの多様な熱利用に用いることができ、また、エネルギー基本計画のエネルギー政策の基本的視点 (3E + S) に応えることが可能です。私たちは、日本初の高温ガス炉 HTR に熱利用系を接続し、原子炉を用いた多様な熱利用の実証を目標としています。

高温ガス炉は、ヘリウムガスタービンによる高効率発電、水素製造等の多様な産業利用に応えることができる安全な原子炉です (図6-1)。これまで、原子力機構では、高温工学試験研究炉 (HTR) を用いた各種の実証試験、高温の熱を利用した水素製造技術やガスタービンの開発、高温ガス炉の実用化を目指した商業炉の検討や国際協力を進めてきました。

HTR に関しては、2004年に950℃の熱を取り出すことに世界で唯一成功し、2010年に950℃で50日間の連続運転により安定に高温核熱を供給できることを実証しました。また、2011年には安全性実証試験として、原子炉の冷却機能が喪失し、原子炉停止に失敗する異常事象を模擬した試験を実施した結果、原子炉出力がほぼゼロに低下して自然に静定し、安全な状態に維持されることを実証しました。この後、東日本大震災を機に2013年に制定された新規規制基準への適合性確認審査のため長期間停止していましたが、2020年6月に原子炉設置変更許可を取得し、2021年7月に運転を再開しました。

最近の動向としては、2020年10月に菅内閣総理大臣が宣言した「2050年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指す」を受け、2020年12月に経済産業省が中心となって「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」として、14の重要分野ごとに高い目標を掲げた実行計画が策定されています。この中で、原子力産業がその一つに指定され、小型モジュール炉 (SMR)、高温ガス炉、核融合が記載されており、多

様な原子力技術イノベーションを加速していくことが明示されています。高温ガス炉に関しては、「① HTR を活用し、安全性の国際実証に加え、2030年までに大量かつ安価なカーボンフリー水素製造に必要な技術開発を支援。②安全性・経済性・サプライチェーン構築・規制対応を念頭に置いた開発支援を行いながら、技術開発・実証に参画。海外の先行プロジェクトの状況を踏まえ、海外共同プロジェクトを組成していく。③日本の規格基準普及に向けた他国関連機関との協力を推進。」と記載されており、高温ガス炉とそれに関連する技術について、大きな期待とプロジェクト推進の強い意志が示されています。

原子力機構では、このような大きな期待の中で高温ガス炉関連技術の研究開発を着々と進めています。実用化に向けた研究開発としては、通常運転時及び事故時の高温ガス炉内の熱流動挙動の予測、被覆燃料粒子の健全性を維持するための核設計上の方針、余剰プルトニウム (Pu) を安全に減らす高温ガス炉の実現に向けた研究開発を進めています (トピックス6-1、6-2、6-3)。また、熱化学法水素製造法 IS プロセスによる水素製造技術開発に関しては、耐食金属材料開発のための腐食試験、水素製造効率向上に向けた耐食性分離膜や電極材の開発を進めています (トピックス6-4、6-5、6-6)。さらに、HTRの運転に関する技術開発に関しては、臨界制御棒位置を自動で探索するユーティリティツールの開発を進めています (トピックス6-7)。