

高温ガス炉と原子力水素・熱利用技術の研究開発



図6-1 高温ガス炉の概要：特長，利用，HTTRの主要な仕様及び技術

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、水素製造、発電などの多様な熱利用に応えることができます。また、固有の安全性により、原子力に対する信頼を獲得できる炉型として大いに期待されています。

海外からの化石資源に過度に依存する我が国のエネルギー需給構造の脆弱性を変革し、かつ温室効果ガスの排出削減を同時に達成していくことが求められています。そのためには、原子力を発電だけでなく様々な熱需要へ利用することが効果的です。高温ガス炉は多様な産業利用が見込まれ、優れた固有の安全性を有することから、2014年に閣議決定されたエネルギー基本計画や骨太の方針、日本再興戦略において、高温ガス炉の研究開発を推進することが国の方針として示されました。

高温ガス炉がヘリウムガスを冷却材として950℃の高温熱を取り出すことができるのは、主に三つの世界最先端の国産技術によります。一つ目は、ウラン燃料の核分裂で生成される放射性物質を閉じ込める燃料被覆材に2500℃でも溶融しないセラミックスを用い、ウラン燃料をセラミックスで四重に包み、直径約1mmの小さな燃料粒子を作る技術です。二つ目は、すべての方向に優れた材料特性及び耐照射性を有する大きな黒鉛ブロックを製造する技術です。三つ目の技術は、耐熱性・耐腐食性の超合金技術です。これら核となる技術と高温構造設計技術等により、原子力機構は高温工学試験研究炉(HTTR)の運転において、2004年に950℃の熱を取り出すことに

世界で初めて成功し、2010年には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ています(図6-1)。

また、安全性については、事故が起きても特段の機器・設備なしで、燃料被覆材の異常な温度上昇、腐食、可燃性気体の爆発による破損を抑える物理現象が自然に働くことによって、つまり、固有の安全性によって、公衆・社会・環境への有害な影響を及ぼさないことが可能です。

高温ガス炉の熱利用については、発電のみならず、燃料電池自動車や製鉄還元の水素供給源として、更に廃熱を海水淡水化等の多様な産業利用に応えることができます。水素製造については、化学反応を利用した水の熱分解で水素を製造する熱化学法ISプロセスの研究開発を行っています。工業プラントとしての技術を確立するため、金属やセラミックス製の機器を用いた試験装置を完成させ、連続水素製造試験を進めています。

高温ガス炉実用化に向けて、HTTRと熱利用設備(発電、水素製造など)の接続試験を目指すとともに、安全性の高度化などの研究開発を着実に進めていきます(トピックス6-1~6-4)。