

高性能かつ量産可能・実用化レベルの高温ガス炉用燃料を開発

—小型モジュール高温ガス炉技術の鍵で世界を牽引—

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構（以下「原子力機構」という。）は、原子燃料工業株式会社と、将来の高温ガス炉に使用される粒子状ウラン燃料の被覆燃料粒子に、従来の HTTR の燃料に比べて格段に高いウラン燃焼性能を持たせる設計技術を開発しました

（図 1）。また、その新燃料について、カザフスタン共和国での中性子照射試験を通じて、高い中性子照射安定性を確認し、高品質な量産化技術を確立しました。

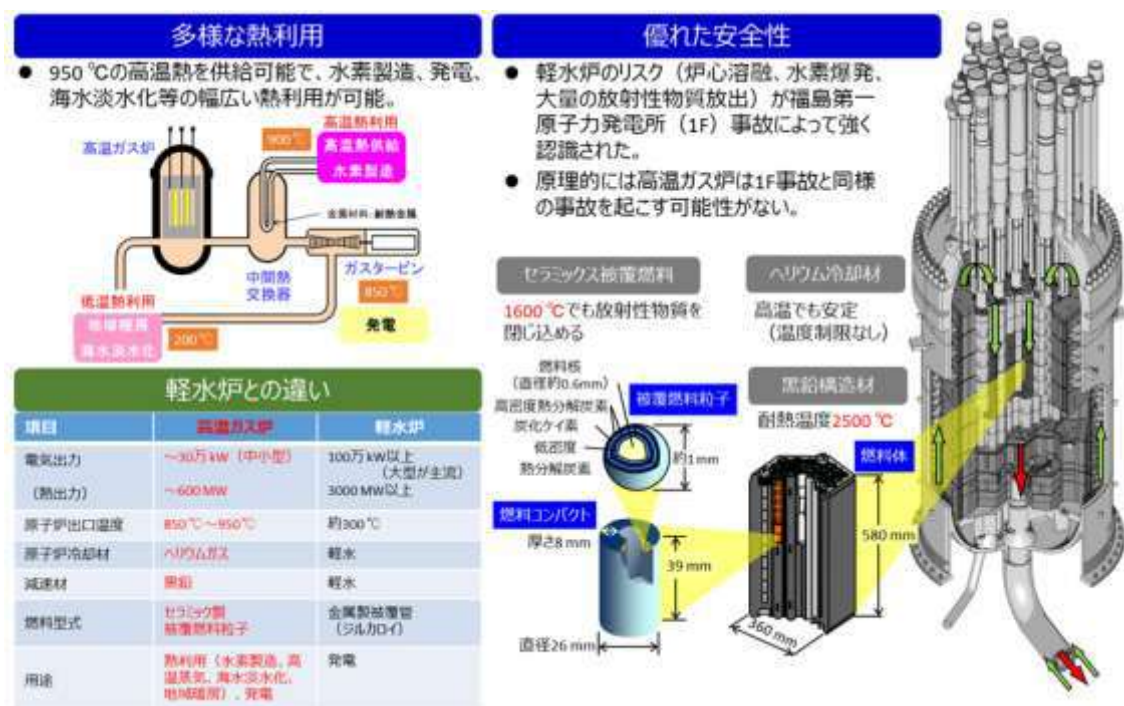


図 1 高温ガス炉の概要

高温ガス炉は、固有の安全性に優れた原子炉です。しかし、高温ガス炉の実用化に向けては、現在 HTTR で使用されている燃料（燃焼度 33 GWd/t）の3倍（約 100 GWd/t）のウラン燃焼エネルギーを安全に取り出せる性能が要求されます。

ウランを密封した被覆燃料粒子から取り出される燃焼エネルギーが多くなると、ウランの核分裂で生成する核分裂生成物ガス等によって、粒子内の圧力が上昇します。被覆燃料粒子の実用化には、この圧力上昇が引き起こす、セラミックス多重膜の被覆層（図 2）の破損を抑える設計技術の開発が課題でした。また、実用レベルの被覆燃料粒子の量産化技術を確立するには、高温かつ中性子照射環境下における被覆燃料粒子の高い健全性の実証が

課題でした。

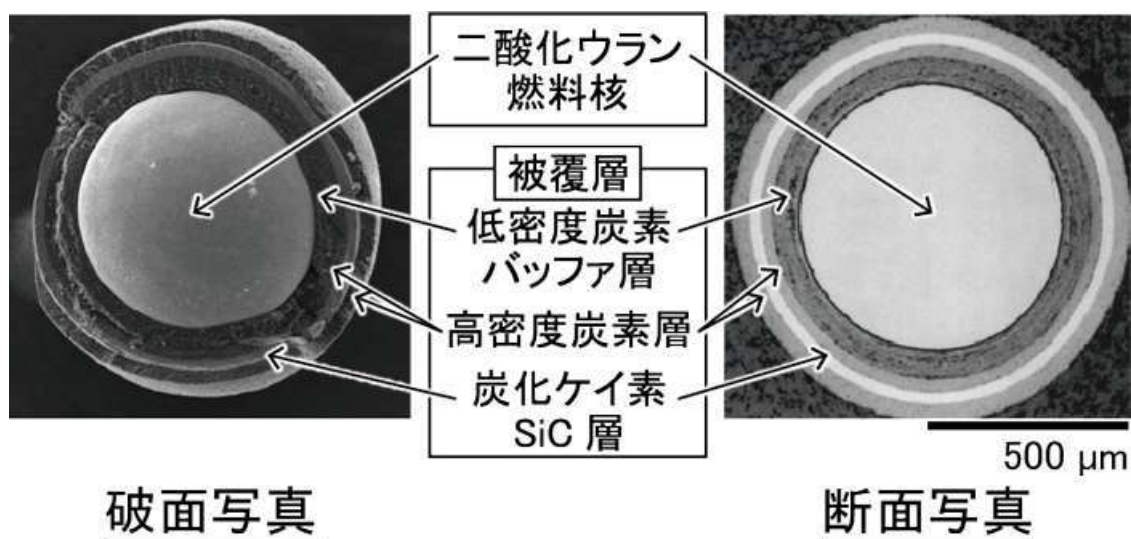


図2 被覆燃料粒子の破面写真および断面写真

この度、原子力機構は、ウラン球の直径や被覆層の厚さの制御のみで、被覆燃料粒子の破損を 100 GWd/t 規模でもほぼゼロ（破損確率 100 万分の 1）に抑える設計技術を完成させました。また、この設計技術にもとづいて、原子燃料工業が、大量生産用設備を用いて、新しい被覆燃料粒子を製造しました。さらに、国際科学技術センター(ISTC)レギュラープロジェクトの枠組みのもと、カザフスタン共和国の核物理研究所 (INP) が所有する中性子照射炉 (WWR-K 炉) を用いて、新開発した燃料の高温での中性子照射試験を実施しました。その結果、開発した燃料が高温かつ中性子照射環境下において極めて高い健全性を持つことを確認しました。これにより、世界に先駆けて将来の高温ガス炉用燃料の設計技術および高品質な量産化技術を確立しました。

ポーランド等の海外では、将来、小型モジュール炉の実用高温ガス炉の導入を目指しています。今回、日本が確立した被覆燃料粒子の設計技術および量産化技術はその大きな鍵のひとつであり、高温ガス炉用燃料の量産化技術の世界展開に貢献するものと期待されます。

日文新聞发布全文 <https://www.jaea.go.jp/02/press2019/p19091301/>

文：JST 客观日本编辑部翻译整理