9

原子力水素・熱利用研究

低炭素社会の実現に貢献する高温ガス炉・利用研究

実用化システムの 低炭素社会への貢献 工学的な観点から技術的成立性を確認 観点から成立性を確証 (1) 高温ガス炉高性能化技術の研究開発 HTTR接続 ISプロセス 水素·電力供給用 **OHTTR** 水素製造試験(HTTR-IS) 高温ガス炉 世界最高の950℃の熱を取り出 システム すことができる唯一の高温ガス炉 原子力水素製造の実証: 30 MWtの HTTR にISプ 運輸における燃料電 ロセスを接続し、毎時約 池自動車, 鉄鋼にお ■ HTTR による安全性実証試験等,限界性能データの 1000 m³で水素を製造 ける水素還元製鉄等 取得による高温ガス炉水素製造システムの安全設計 原子炉技術, インテグレー の水素の利用, 並び 方針の策定 ション技術、水素製造技 に化学・石油工業にお 術の統合システム性能を ける水素及び高温蒸 (2) 高温ガス炉の熱による水素製造技術の研究開発 確認 気の利用 ○熱化学法 IS プロセス 400℃ 高温ガス炉 900℃ 酸素 熱化学法ISプロセス 熱化学法ISプロセス HTTR (ヨウ素 I と硫黄 S を循環・ 水素製造設備 水素製造設備 高温ガス炉 化学反応させ、1000 ℃以 (600 MWt) ヨウ素(I) ヨウ化水素と 硫黄(S) の循環 硫酸の生成 の循環 原子炉 下の熱で水を分解する最先 水 端の水素製造法) 高温配管 ■ 腐食、高圧環境に耐える実用装置材料を用いた 反応器の健全性確証 ■ HTTR-IS システムの設計

図 9-1 高温ガス炉を用いた水素製造研究開発計画

高温ガス炉システムの研究開発

私たちは、低炭素社会の実現を目指して、900 ℃を超える熱を取り出せる高温ガス炉を、非電力分野(運輸,鉄鋼,化学・石油等の熱利用分野)で利用し、原子力エネルギー利用を多様化するための研究開発を進めています。

■開発途上国向け発電·熱供給用,水素·電力供給用小型高温ガス炉システム設計研究等

我が国の二酸化炭素 (CO₂) 排出量の約70%は運輸. 鉄鋼, 化学・石油等の熱利用分野に起因しており、大幅 なCO2の排出削減を図るためには、これまで原子力が利 用されていなかった熱利用分野での利用を拡大するこ と、すなわち、原子炉の熱でクリーンなエネルギーであ る水素を製造すること及び原子炉で発生する高温の熱を 直接利用することが不可欠です。具体的には、運輸にお ける燃料電池自動車,鉄鋼における水素還元製鉄等の水 素の利用、並びに化学・石油工業における水素及び高温 蒸気の利用が挙げられます。また、開発途上国における 急速なエネルギー需要の増大に対応し、世界的規模での CO₂の排出削減を図るためには、送電網が小規模でも建 設でき、安全性に優れ、発電に加えて多様な熱利用が可 能な原子炉(特に小型炉)の導入が必要です。高温ガス 炉は、900 ℃ を超える高温の熱を取り出せることに加え て、安全性及び経済性にも優れた原子炉であることか ら、私たちは、高温ガス炉の熱利用分野での利用は低炭 素社会の実現に不可欠であると考え、研究開発を実施し ています。

私たちは、高温ガス炉・利用研究として、(1)高温ガス 炉高性能化技術の研究開発、(2)高温ガス炉の熱による水 素製造技術の研究開発を行っています(図9-1)。

(1)では、我が国初の高温ガス炉である高温工学試験研究炉(HTTR:原子炉出力30 MWt,最高出口温度950 ℃,1998年初臨界)について、2004年に最高原子炉出口冷却材温度950 ℃を世界で初めて達成し、高温連続運転,安全性実証試験等を段階的に行い、高温ガス炉の実用化に必要なデータを蓄積し、取得したデータを用いて特性評価手法の高度化などを進めています。最近では、2010年3月に50日間の高温(950 ℃)連続運転を達成しました。

(2)では、水から水素を製造する熱化学法ISプロセスに係る研究開発を進めています。水の熱分解では水素と酸素を切り離すのに約4000 ℃ の熱が必要ですが、IS法は化学反応を利用することで、900 ℃ 前後の熱で水を分解できる水素製造方法です。2004年に毎時30 ℓの水素を1週間にわたって、連続かつ安定して製造することに世界で初めて成功しており、現在、反応器の信頼性試験を進めています。将来的には2020年頃までにHTTRにISプロセスを接続し、原子力水素製造を実証する計画です。

さらに、並行して、小型高温ガス炉システムの設計研究を行っています。