

3. 海外における高温ガス炉開発と国際協力

3.1 海外における高温ガス炉開発

高温ガス炉の開発は、英国、米国、ドイツを中心に進められ、これまでに実験炉3基、原型炉2基が建設された。実験炉3基は、高温ガス炉の優れた特性を実証して運転を終了し、次の原型炉に引き継がれたが、原型炉2基については、政策的、経済的な理由から運転打ち切りとなった。その後、1995年には、中国でHTR-10の建設が1999年または2000年の臨界を目途に開始された。また、南アフリカ共和国では、実用PBMR炉の建設が計画され、設計、安全評価等が進められている。

(1) 米国における高温ガス炉開発

米国は、核熱の高温化による発電効率の向上を目指して、ブロック型燃料を用いた高温ガス炉の開発を進め、実験炉ピーチボトム1号炉、次いで発電用原型炉FSV(Fort St.Vrain)炉を建設したが、いずれも運転を終了している。

その後、モジュラー型高温ガス炉MHTGR(Modular High Temperature Gas Cooled Reactor)の1次系に直接ガスタービンを接続したプラントGT-MHR(Gas Turbine Modular

Helium Reactor)計画(熱出力600MW、原子炉出口冷却材温度850℃)がGA社において検討されてきた。次いで、同炉を核兵器解体プルトニウム燃焼用としてロシアと共同でGT-MHR建設のための設計を進めている。

(2) ドイツにおける高温ガス炉開発

ドイツは、ペブルベット型(球状燃料型)高温ガス炉の開発を進め、発電用実験炉AVR(Arbeitsgemeinschaft Versuchsreaktor)及び発電用原型炉THTR-300(Thorium Hochtemperatur Reaktor-300)を建設したが、いずれも運転を終了している。

その後、高温ガス炉の政府レベルでの実用化計画は行われていないが、最近では、ドイツの改訂原子力基準の要求する「いかなる事故を想定しても、環境に放射性物質を放出しないこと」に応えるべきカタストロフフリー(超安全)の概念の構築に関する研究を進めている。

(3) 中国における高温ガス炉開発

中国は、小規模発電、重質油の改質及び熱供給のための熱源として、モジュラー型高温ガス炉が適するとして、1970年初頭から清華大学核能技術研究所(INET: Institute of

Nuclear Energy Technology) を中心に、被覆燃料粒子の研究開発が開始された。

それを受けて、ペブルベット型試験炉 HTR-10 (熱出力10MW, 原子炉出口冷却材温度700°C) の計画が始まった。HTR-10は、1995年に着工し、現在までに压力容器の搬入を終え、1999年または2000年の臨界を目指して建設を進めている。将来的には、同炉を利用してガスタービン発電あるいはプロセス熱利用等の試験を計画している。

(4) ロシアにおける高温ガス炉開発

ロシアでも、高温ガス炉の開発を約30年前から進めており、VG-400 (熱出力1000MW, 電気出力400MW, 原子炉出口冷却材温度950°C) の設計、モジュラー型高温ガス実験炉 VGM (熱出力200MW, 電気出力80MW) の開発計画等を行ったが、資金難等の理由により、実現の見通しは立っていない。

最近では核兵器解体プルトニウムを燃料として利用するガスタービン発電炉の検討を米国GA社と協同で進めている。

(5) 南アフリカにおける高温ガス炉開発

南アフリカ共和国は、急増する電力需要に応えるため、ペブルベット型ガスタービン発電モジュール炉 PBMR (Pebble Bed Modular Reactor) の商用炉の建設を計画している。これは、同国でこれまで主流となってきた石炭火力発電よりも安価であるとしている。

最初の高温ガス発電プラントをクーバーク PWR 発電所に隣接して、来世紀初頭に建設し、その後同様の発電プラントを10基、順次建設する計画である。燃料はペブルベット型被覆粒子燃料で、使用済燃料の再処理は行わない。1基あたりの電気出力は約100MWであり、冷却材出口温度は約900°C, 総合効率45%という計画である。

3.2 国際協力

我が国は、高温ガス技術の研究開発を効果的、かつ効率的に実施するために、各国政府との間に協定を締結して国際協力を推進している。原研では、各国の研究開発実施機関との間で、政府間の協定の下に実施取決め、覚書等を締結し、高温ガス炉技術の研究開発分野における情報交換、共同試験、研究者の交流等により国際協力を実施している。各国との研究開発実施機関との協力関係を第 I. 3.1 図に示す。

(1) 米国との協力

1985年9月に原研とDOEとの間で締結(1992年10月に改正, 1995年9月に終了)した研究開発実施取決めの下に以下の4つの協力活動を実施し、終了した。

i) 被覆粒子燃料性能試験

双方で開発した被覆粒子燃料を米国オークリッジ国立研究所 (ORNL: Oak Ridge National Laboratory) のHFIR (High Flux Isotope Reactor) で共同照射し、性能試験を行った。

ii) 黒鉛材料開発試験

双方で開発している黒鉛材料に関する破壊試験データの交換等を行った。

iii) 金属材料開発試験

アロイ800Hに関して双方の照射挙動のデータ交換を行った。

iv) MHTGR-HTTR開発協力

MHTGR及びHTTRの設計、許認可基準、データベース等についての情報交換を行った。

(2) ドイツとの協力

1985年2月にKFA (Forschungszentrum Julich GmbH) との間で締結した情報交換取決めの下に安全性、燃料、黒鉛、耐熱金属、熱利用システム設計の各研究テーマについ

て、情報交換を主体とした協力を行っている。1996年2月からさらに5年間、取決めを延長した。

(3) 英国との協力

1990年3月に原研と英国原子力公社(UKAEA: United Kingdom Atomic Energy Authority)との間で締結した熱中性子炉(高温ガス炉及び軽水炉)に関する情報交換取決めの下に、情報交換を主体とした協力を行っている。1996年3月から取決めの相手機関がAEAテクノロジー社に移管されたため、AEAテクノロジー社とさらに3年間、取決めを延長した。

(4) 中国との協力

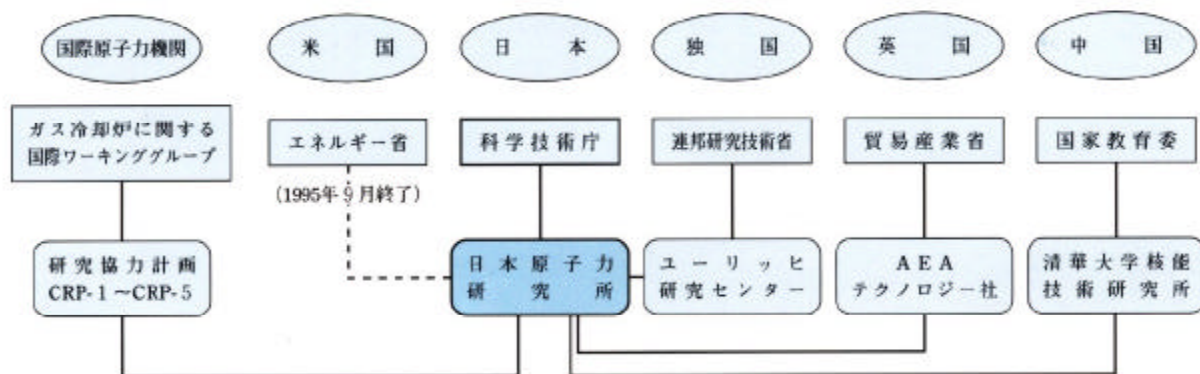
1986年6月に清華大学核能技術研究所(INET)と原研との間に覚書を締結し、双方の持つ高温ガス炉開発計画について、情報交換及び人員の交流を主体とした協力を行っている。1995年6月からさらに5年間、覚書を延長した。

(5) 国際原子力機関との協力

国際原子力機関(IAEA: International

Atomic Energy Agency)にガス冷却炉に関する国際ワーキンググループ(IWGGCR: International Working Group on Gas Cooled Reactors)が設置され、高温ガス炉に関心を持つ日本、米国、ドイツ、ロシア、中国等の国々が参加している。

原研もIWGGCRに参加し、IWGGCR本会議及びその下に開催される技術委員会会議を通して、各国における高温ガス炉技術に関する研究開発の動向等の情報の交換を行っている。技術委員会会議の提言を受けてIAEAが主催する協力研究計画(CRP: Coordinated Research Program)があるが、CRP-1(低濃縮高温ガス炉の安全性に関する炉物理計算の妥当性検証)、CRP-2(ガス冷却炉における燃料及びFP挙動の予測の検証)及びCRP-3(ガス冷却炉の事故時における伝熱と崩壊熱除去)は終了した。現在はCRP-4(HTR熱利用システムの設計及び評価)及びCRP-5(高温ガス炉の特性評価)が進行中であり、原研は各国の代表者とともに同研究計画に参加している。



第1.3.1図 高温ガス炉の開発に関する国際協力