

第2回作業部会における指摘事項への回答

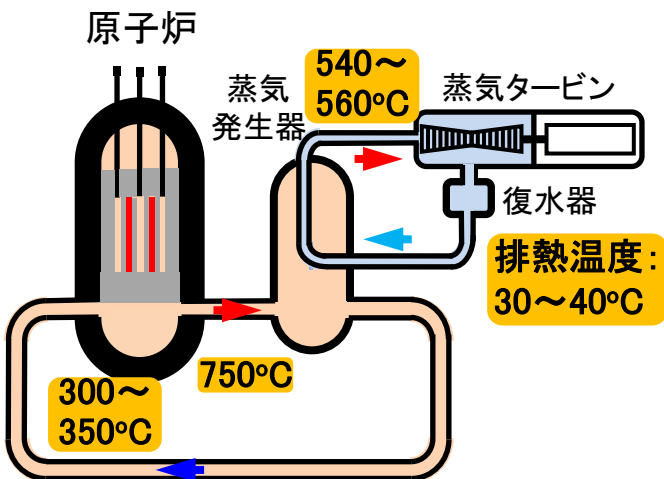
独立行政法人日本原子力研究開発機構

1. 炉型と技術開発項目
2. 海外高温ガス炉の停止理由
3. 南アフリカPBMR、米国NGNPの状況

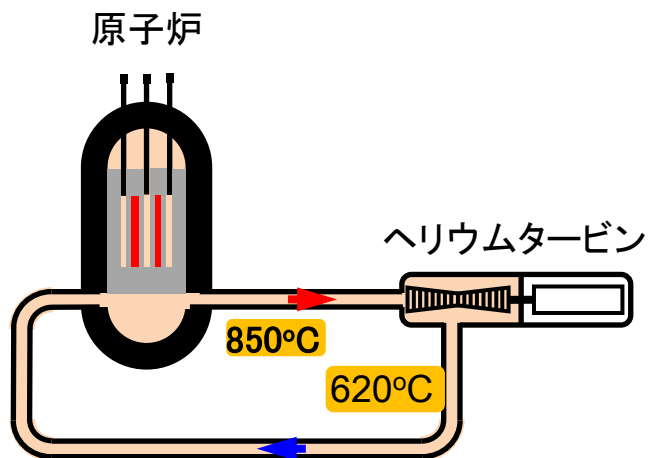
1. 炉型と技術開発項目

高温ガス炉の実用化に向けて、炉型(温度、出力、出力密度、燃焼度)の条件に対して、既に完成した技術と今後必要な技術開発等を示す。

1-1 炉型と熱利用の形態

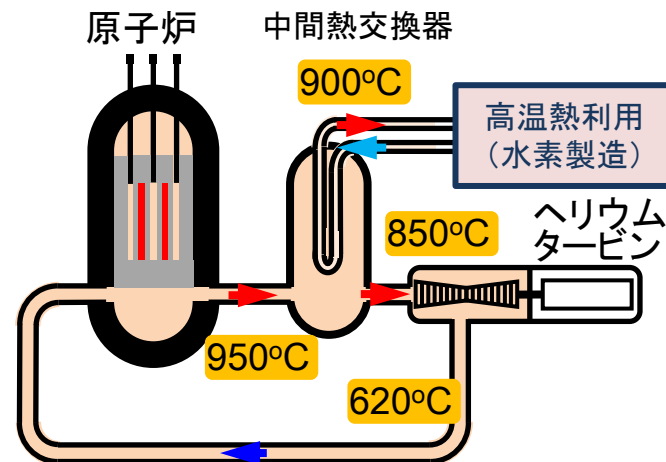


750°Cの高温ガス炉
蒸気タービン発電



利用可能な排熱温度: 200°C

850°Cの高温ガス炉
ガスタービン発電



利用可能な排熱温度: 200°C

950°Cの高温ガス炉
ガスタービン発電+水素製造

1-2 炉型と技術開発項目

炉型				技術開発・基準整備							データ整備			
				燃料	安全基準・ 事故時安全性			熱利用施設			燃料	黒鉛		
温度	出力	出力密度	燃焼度		除熱性能向上燃料要素	HTTR試験	HTTR接続試験	実用高温ガス炉の 安全基準	熱利用施設接続のための 安全基準	蒸気タービン発電技術			ガスタービン発電技術	革新的水素製造技術
				750°C							250MW	低		
250MW	低	高	開発済		データ不要	要	要							
600MW	高	高	開発済注1		データ不要注1	要	要							
850°C	250MW	低	低	開発済	データ不要	要	要	基準不要	/	要	/	/	データ不要	データ不要
	250MW	低	高	開発済	データ不要								要	要
	600MW	高	高	要	要								要	要
950°C	250MW	低	低	開発済	データ不要	要	要	要	/	要	要	/	データ不要	データ不要
	250MW	低	高	開発済	データ不要								要	要
	600MW	高	高	要	要								要	要

注1) 詳細設計による確認が必要。

注2) 炉工学における燃焼を考慮した核設計の計算手法の精度評価は、750°C、850°C、950°Cに共通なデータ整備。

使用済燃料・黒鉛廃棄物における使用済燃料の処理に関する検討、直接処分に関する検討、廃棄物低減に関する検討は、各炉型に共通な課題として実施。

注3) 本表は、これまで実施してきた研究開発、HTTR試験等の結果に基づき、JAEAで作成。

2. 海外高温ガス炉の停止理由

米国、ドイツにおける高温ガス炉が1980年代で停止した技術的な理由を示す。

また、HTTRの設計における反映内容を示す。

2-1 海外高温ガス炉の停止理由(1/2)

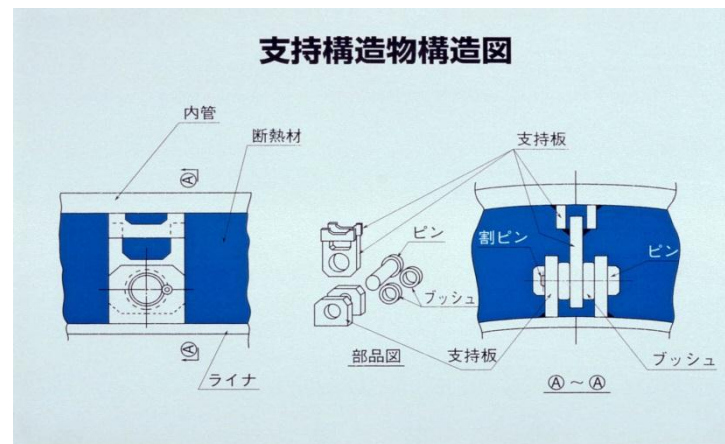
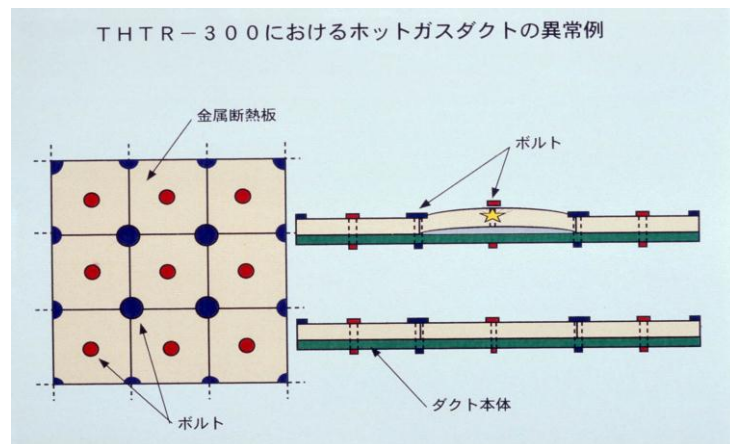
炉	故障等	HTTRへの反映内容
Fort St. Vrain (米国)	<p>ヘリウム循環機の水軸受のシール水の炉心への侵入</p> <p>炉心領域(燃料体、制御棒案内ブロック、可動反射体ブロックのある領域)の出口ガス温度の変動</p> <ul style="list-style-type: none"> 炉心の各領域の流量調節のためのオリフィスにより、炉心半径方向に最大42kPaの圧力差が発生。それに伴い、クロス流れが発生し、最大200℃の温度差が発生。 圧力差により、炉心構成要素が動き、流量の再配分が起こり温度変動が発生。 <p>制御棒駆動機構の故障</p> <ul style="list-style-type: none"> ドライブシャフトの摩擦係数が予想以上に大きかったこと及び駆動装置の腐食により制御棒挿入に失敗 <p>溶接作業中にオイルを含んだ布に火が点き、ケーブル燃焼・破損</p> <p>制御棒と制御棒駆動ワイヤの継目欠陥 蒸気発生器リングヘッド部のクラック</p>	<p>回転軸をヘリウムガスの動圧により浮上させるガス軸受を採用。</p> <p>炉心圧損を約10kPaに低減し、流量調節のためのオリフィスを設置しない。 径方向圧力差も僅かで、炉心構成要素が動くことはない。</p> <p>摩擦係数に余裕を見込み、ギア比を低くして駆動力に余裕をもたせる。 純化設備からヘリウムガスを導入し、ガススweepする。</p> <p>不燃性、難燃性のケーブルを採用。</p> <p>水侵入事故を防止するための安全対策を採用</p>

注) 制御棒駆動装置の腐食、ワイヤの継目欠陥、リングヘッド部のクラックは水侵入に起因するものである。

2-2 海外高温ガス炉の停止理由(2/2)

炉	故障等	HTTRへの反映内容
THTR-300 (ドイツ)	<p>球状燃料取出し管の冷却材流れ(燃料の流れと冷却材の流れが逆方向)による燃料球取出し不能</p> <p>制御棒の挿入による燃料球の多数破損</p> <p>高温ガスダクト内の金属断熱板中心部の留め具ボルトの頭の破損</p>	<p>燃料形状と燃料取扱設備が異なる。</p> <p>制御棒は制御棒案内ブロックに挿入し、燃料と接触しない。</p> <p>ボルトは使用せず、高温二重配管の周方向4カ所にライナ支持金具(支持板 ピン、ブッシュ)を使用。(ライナと内管の支持板に穴をあけ、細めのピンを通し、遊びを持たせて連結し、熱膨張を拘束せず、自重を支える。</p>

注)これらの故障は運転を停止するような致命的な故障ではなく、軽微な故障で修理可能であったが、政治的、財政的理由から運転を停止した。



3. 南アフリカPBMR、米国NGNPの状況

南アフリカPBMR、米国NGNPにおいて原子炉の建設に着手していない理由を示す。

3-1 南アフリカPBMR、米国NGNPの状況

● PBMRプロジェクト

南アフリカの公共企業大臣は、以下の理由により、PBMRプロジェクトへの投資を中止すると発表*¹(2010年9月)

- ① 主要顧客、投資団体が未確保
- ② 追加投資の必要性(\$4.2 billion)
- ③ 実証炉建設スケジュールの遅れ
- ④ 米国NGNPプロジェクトへの参画機会の逸失
- ⑤ 南アフリカの原発新設プログラムにおける第二、第三世代原子炉の採用
- ⑥ 南アフリカ経済の悪化

● NNGNPプロジェクト

- 2005年包括エネルギー政策法(EPACT2005)で規定された、産業界との建設費分担について合意が形成されていない*²。米国規制委員会との規制の枠組みに関する協議、官民パートナーシップの構築に向けた取組み、燃料及び黒鉛を中心とした研究開発を引き続き実施中。
- 米国エネルギー省は、2014年6月に米国政府監査院が上院歳出委員会向けに発行した新型炉研究に関する報告書中の「NGNPプロジェクト進展に向けた戦略を策定すべき」との提言の受け入れを表明しており*³、近い将来のプロジェクトの進展が期待されている。

*1: <http://www.dpe.gov.za/newsroom/Pages/ADDRESS-BY-THE-MINISTER-OF-PUBLIC-ENTERPRISES,-BARBARA-HOGAN,-TO-THE-NATIONAL-ASSEMBLY,-ON-THE-PEBBLE-BED-MODULAR-REACTOR.aspx>

*2: S. Chu., Secretary of Energy's Letter to U.S. Senate Appropriations Committee , October 17, 2011.

*3: US GAO, Report to the Chairman, Subcommittee on Energy and Water Development, Committee on Appropriations, U.S. Senate , June 23, 2014.