高温ガス炉実証炉用運転シミュレータ開発に向けた概念検討

仕様書

令和８年８月

日本原子力研究開発機構　大洗原子力工学研究所

高温工学試験研究炉部　HTTR 技術課

I.　一般事項

1.1 実施件名

高温ガス炉実証炉用運転シミュレータ開発に向けた概念検討

1.2 概要

経済産業省が進める「GX（グリーントランスフォーメーション）実現に向けた基本方針」において、2030年代後半に高温ガス炉実証炉（以下「実証炉」と称す。）を運転開始するロードマップが示され、実証炉の設計開発が2023年度から開始されている。さらに、資源エネルギー庁受託事業「高温ガス炉実証炉開発事業（超高温を利用した水素大量製造技術実証事業）」の一環として、令和８年度より運転員育成のための実証炉運転シミュレータの開発に着手し、円滑な実証炉の運転開始に資する計画である。

本件では、上記計画に基づき、実証炉用の運転シミュレータ開発を開始し、概念検討、軽水炉の事例調査及び高温ガス炉プラントモデルの課題整理を行う。

1.3 作業内容

A)　実証炉運転シミュレータ開発のための概念検討

B)　軽水炉における事例調査

C)　高温ガス炉プラントモデルの課題整理

D)　報告書の作成

1.4 提出図書

No.	図書名称	様式	提出期限	部数
1	実施計画書	受注者	検討着手前	1部
2	委任又は下請負届※1	機構指定	契約後速やかに	1部
3	中間報告書	受注者	令和９年１月 （詳細は別途調整）	1部
4	最終報告書	受注者	納期まで	1部
5	打合せ議事録	受注者	打合せの都度	1部
6	その他機構が必要と認める書類	その都度指定	その都度	必要数
7	報告書、検討結果を収めたCD-R	受注者	納期まで	1式

※1 下請負等がある場合に提出のこと。

1.5 納期及び契約期間

納期：令和９年３月17日

契約期間：契約締結日～納期まで

1.6 納入場所

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構　大洗原子力工学研究所　HTTR 研究棟
高温工学試験研究炉部　HTTR 技術課

1.7 支給品及び貸与品

支給品：なし
貸与品：ＨＴＴＲの設計図書（貸与可のものに限る）

1.8　準用基準、指針

- JEAG4802:原子力発電所運転員の教育・訓練指針
- JEAC4805:原子力発電所運転責任者の判定に係るシミュレータ規程
- JEAC4804:原子力発電所運転責任者の判定に係る規程

1.9　検査員及び監督員

- 検査員（一般検査）：管財担当課長
- 監督員：ＨＴＴＲ技術課長

1.10　グリーン購入法の推進

- 本契約において、グリーン購入法に適用する環境物品が発生する場合、それを採用することとする。
- 本仕様書に定める提出図書に用いる用紙は、グリーン購入法に該当するため、その基準を満たしたものであること。

1.11　その他

- 受注者は、原子力機構担当者と緊密な連絡を取りつつ作業を行ない、必要な場合は適宜、技術打合せを行うこと。
- 技術仕様書に関して疑義が生じた場合は、双方協議の上、方針を決定する。
- 受注者は、本設計を実施するために機構より提出された資料等すべての情報を機密扱いとし、その保護に努めること。また、資料等を本件以外の目的に使用することを禁止する。
- 第三者に当該情報を提供する場合は、機構の同意を得なければならない。また、貸与された図書、書類などの資料等は使用後、速やかに機構へ返却すること。

II.　技術仕様

2.1 概要

実証炉は、高温の 1 次ヘリウムガスから中間熱交換器でその熱を 2 次ヘリウムガスに伝え、水素を製造するプラントシステムを想定する。実証炉の基本仕様は以下を想定するが、実証炉に係る設計検討の進捗を踏まえ、受注者と協議の上、変更することがある。

本概念検討では訓練内容、プラントの模擬範囲、運転シミュレータの設計要件に対して、実証炉設計に基づく情報及び軽水炉シミュレータや規程・指針類に関する公開情報の抽出、整理を実施すること。さらに、軽水炉における事例調査及び高温ガス炉プラントモデルの課題整理を実施すること。

- 原子炉基数：1 基
- 1 次冷却材/2 次冷却材：ヘリウムガス/ヘリウムガス
- 減速材：黒鉛
- 燃料：低濃縮二酸化ウラン・被覆燃料粒子-黒鉛分散型
- 燃料体形式：ブロック型燃料体
- 原子炉熱出力：200 MW
- 原子炉出口冷却材温度：900℃
- 原子炉入口冷却材温度：350℃
- 原子炉冷却材圧力：4.9 MPa
- 中間熱交換器交換熱量：約 100 MW×2 基
- 中間熱交換器出口 2 次ヘリウム温度：850℃

2.2 運転シミュレータの概念検討

2.2.1 訓練内容

運転シミュレータは、原子炉運転員の力量向上並びに運転班長-運転班員の連携確認に資するものとし、異常時や事故時の対応訓練が可能なものとする。

運転シミュレータは原子炉側を対象とし、水素製造施設側の監視、制御、操作等は対象外とする。ただし、水素製造施設側で発生した異常が原子炉側に波及した場合を想定した訓練ができる構成とする。具体的な訓練内容の例を以下に示す。本概念検討では、以下の例に加え、軽水炉シミュレータや規程・指針類に係る公開情報に基づき、訓練内容に関する情報を抽出・整理すること。

- 通常操作訓練
  - ・各種設備起動～炉起動～定格運転～通常運転ができること。
  - ・運転停止期間中の点検を想定した、各機器の単独運転、保守運転ができること。
  - ・計器類、運転トレンドの監視ができること。
- 警報対応訓練
  - ・警報発報時の対応ができること。
- 異常時の対応訓練
  - ・機器類の異常に対する訓練ができること。

・軽微なトラブルからの事象進展あるいはその他複数の異常に対する訓練ができること。

- 事故時、重大事故時を想定した対応訓練
  - ・LOFC（強制冷却喪失）及びスクラム失敗事象時の原子炉の挙動を再現できること。
  - ・計画外スクラムやサービスエリア隔離発生時の保安対応を訓練できること。
  - ・外部電源喪失⇒非常用発電機故障⇒全電源喪失に至った場合の訓練が実施できること。
  - ・配管・伝熱管破断事故、溢水事故発生時の訓練ができること。

2.2.2 プラントの模擬範囲

運転シミュレータでは実証炉における原子炉システムの系統、機器構成を模擬することを想定する。主冷却設備、工学的安全施設だけでなく、補機冷却水系統や換気空調設備等も模擬することを想定する。

中央制御室内に配置される制御盤のほか、プラント制御装置（OPS）やプラント計算機、常用及び非常用電源の切り替え用の電源監視盤、放射能エリアモニタ監視盤等は、模擬制御盤として想定する（ただし、実証炉において設置されないものを除く）。さらに、中央制御室外における操作機器（弁、現場盤等）も模擬することを想定する。

本概念検討では、実証炉設計に基づき、プラントの模擬範囲決定に資する情報を抽出・整理すること。軽水炉シミュレータや規程・指針類に係る公開情報に基づき、プラントの模擬範囲決定に資する情報を抽出・整理すること。

2.2.3 運転シミュレータの設計要件

運転シミュレータの操作特性や動作特性は実機と同等のものを想定する。制御ロジック、シーケンス、インターロック等の動作においても実機と同等のものを想定する。本概念検討では運転シミュレータの設計要件に資する情報を抽出・整理すること。軽水炉シミュレータや規程・指針類に係る公開情報等に基づき、運転シミュレータの設計要件の決定に資する情報を抽出・整理すること。

2.3 軽水炉における事例調査

高温ガス炉運転シミュレータの国内における事例がないため、軽水炉の事例調査を行い、参考となる公開情報を抽出・整理すること。具体的には、軽水炉運転シミュレータの仕様、訓練内容、模擬範囲に関する公開情報を抽出・整理すること。

2.4 高温ガス炉プラントモデルの課題整理

2.4.1 軽水炉運転シミュレータ用のプラントモデルの適用性評価

軽水炉運転シミュレータで使用されているプラントモデルの特徴を踏まえ、軽水炉と高温ガス炉との特性比較を実施し、軽水炉運転シミュレータ用プラントモデルに関し、高温ガス炉運転シミュレータへの適用に向け開発すべき課題を抽出・整理すること。

2.4.2 高温ガス炉解析コードの適用性評価

運転シミュレータに適用するための実証炉開発に用いる解析コード課題を抽出・整理すること。具

体的には、モデル化の範囲や忠実度、計算時間、外部システムとのインターフェース、ライセンスの観点での検討を含めること。

2.5 報告書の作成

2.2 – 2.4 で抽出・整理した情報及び検討結果を報告書にまとめること。