

公募公告

令和8年7月27日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

研究開発推進部長 川西 智弘

(住所) 茨城県那珂郡東海村大字舟石川765番地1

下記のとおり公募します。

1. 公募に付する事項

(1) 件 名

溶融塩炉の共通基盤技術開発のための安全技術開発等に関する研究

(2) 内 容

別添実施計画書のとおり

(3) 履行期限

令和9年1月29日

2. 公募に参加する者に必要な資格に関する事項

(1) 公募参加資格

国もしくは機構の競争参加資格を有すると認められた者とする。なお、機構の競争参加資格の認定を受けていない者であっても、参加意思確認書を提出することができるが、その者が応募要件を満たすと認められ、競争的契約手続きに移行した場合に技術提案書等を提出するためには、技術提案書等の提出時まで、当該資格の認定を受ける必要がある。

(2) 公募に参加できない者

競争に係る契約を締結する能力を有しない者及び破産者で復権を得ない者。資格審査申請書及びその添付書類に故意に虚偽の事実を記載した者等。

過去3年間で情報管理の不備を理由に当機構から取引停止を受けている者。

3. 応募要件

- (1) 熔融塩炉に係る専門的な知識と研究開発経験を有すること。
- (2) 炉心設計及び安全解析を実施できる知見・技術力を有すること。
- (3) 熔融塩炉の共通技術開発のために必要な国内外での交渉経験を有すること。

4. 応募要件等を満たす意思表示

本公募に参加を希望する者は、3項に示す応募要件を満たすことを証明する資料を参加意思確認書に添付の上、以下の期限までに「6. 連絡先」まで、持参又は郵送（書類書留郵便等の配達の記録が残るものに限る）により、提出すること。

上述の資料の様式は自由とするが、応募者の組織として意思決定が確認できる書類とする。

応募要件を満たす者があった場合には、機構は、応募要件の遂行能力を確認し、確認結果を書面にて通知する。

期限：令和8年8月6日（木）必着（郵送による場合も同様とする）

5. 備考

- (1) 応募がなかった場合には、特定の者と随意契約を行う。
- (2) 応募があった場合で、かつ確認の結果合格者があった場合には、一般競争入札（総合評価落札方式）により決定することとなる。その場合には別途公告する。
- (3) 手続きにおいて使用する言語及び通貨は、日本語及び日本国通貨に限る。

6. 連絡先

〒319-1112 茨城県那珂郡東海村大字村松4番地49

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

研究開発推進部 研究協力課 長谷川 瑞紀

TEL：080-4923-4152

実施計画書

1. 委託研究題目

「熔融塩炉の共通基盤技術開発のための安全技術開発等に関する研究」

2. 委託研究の目的

日本原子力研究開発機構(以下「原子力機構」という。)では、安全性・経済性・機動性に優れた原子力技術の高度化に資する技術開発に必要となる共通基盤技術に関する研究及び開発を推進するため、熔融塩炉等の基盤技術開発を進めている。

本研究は、熔融塩炉の共通基盤技術開発のため、熔融塩炉に係る知見を整理することが目的である。その目的のため、解析技術開発を中心に実施するとともに、燃料・材料・冷却系に関する研究開発を実施する。また、優先度をつけた課題整理及び中長期開発計画作成を行い、将来的な事業成立性の検討に資する。

なお、本委託研究は、経済産業省からの補助事業である「令和 8 年度革新的原子力技術のための共通基盤技術開発事業」の一部として実施するものである。

3. 委託研究の範囲

(1) 安全解析技術開発

- ①深層防護の検討
- ②炉心特性解析
- ③核熱結合による炉心特性への影響評価
- ④熔融塩炉導入シナリオ検討

(2) 燃料技術開発

- ①燃料物性測定
- ②燃料製造と再処理プロセスに必要な物性測定

(3) 材料技術開発

- ①構造材料の健全性試験及び解析
- ②腐食挙動試験及び解析

(4) 課題整理及び開発計画作成

- ①技術開発課題の整理
- ②今後の開発計画の検討

(5) 報告書の作成

4. 委託研究の内容

第4世代原子炉として対象とされる6炉型の一つである熔融塩炉は、ウランやトリウムなどの核燃料物質を熔融塩に溶解させた液体燃料炉である。また、負の温度反

応度に加え、大きな負の密度反応度とボイド反応度を有しており、過渡変化に対する安全性に優れている。燃料が液体のため、燃料の成形加工が不要であり、再処理との適合性にも優れる。第4世代国際フォーラム(GIF)の開発計画では、2025 年までは成立性確認段階とみなされており、長期の研究開発期間を要する見通しである。そのため、熔融塩炉の共通基盤技術項目について効率的に開発を進める必要がある。

本研究では、熔融塩炉の共通基盤技術開発のため、熔融塩炉に係る知見を整理する。そのため、安全基準構築及び解析技術開発、燃料・材料・冷却系に関する技術開発について、優先度をつけた課題整理及び中長期開発計画作成を複数年にかけて実施するものである。

令和3年度は、安全基準構築及び解析技術開発については検討課題の整理及び予備解析、燃料・材料・冷却系に関する技術開発及び試験技術ガイドライン構築については試験技術の確立及び予備試験並びにガイドライン構築の方針検討、また、課題整理及び今後の開発計画作成を実施した。

令和4年度は、安全基準構築及び解析技術開発については解析対象を拡張した。また、燃料・材料に関する技術開発については試験データを取得した。さらに、試験技術ガイドライン構築についてはガイドライン案を検討した。最後に、課題整理及び今後の開発計画の見直しを実施した。

令和5年度は、解析評価において、炉心にFP除去のためのヘリウムボイドが存在する影響を考慮した解析手法に拡張し、さらに塩化物廃棄物を地下処分場に廃棄する場合の課題に関して検討した。また、燃料・材料に関する技術開発については試験データを増加させた。さらに、試験技術ガイドライン構築については、ガイドライン案を拡充するとともに、解析技術ガイドライン案も検討した。

令和6年度は、これまでに得られた塩化物熔融塩高速炉の知見に基づき、さらに柔軟な負荷追従運転ができる事、燃料が静止状態の場合は一点炉動特性モデルで用いるパラメータを炉内一様条件で解析して問題ない事、核燃料の物量や廃棄物発生量と処分場の大きさ解析、FP生成を考慮した物性値の変化、燃料から分離した核分裂生成物を安定な廃棄体に保持する方法、熔融塩による材料腐食に関する知見を一層深めるとともに、放射線照射環境下における熔融塩流体-材料相互作用調査等の研究を実施した。

令和7年度は、昨年度までの成果を踏まえて、深層防護の検討、炉心特性解析、燃料循環による動特性への影響評価、熔融塩炉導入シナリオ検討、燃料物性測定、燃料製造と再処理プロセスに必要な物性測定、構造材料の健全性試験及び解析、腐食挙動試験及び解析、熔融塩-材料相互作用に関する技術開発を行った。

令和8年度は、昨年度までの成果を踏まえて、深層防護の検討、炉心特性解析、核熱結合による動特性への影響評価、熔融塩炉導入シナリオ検討、燃料物性測定、

燃料製造と再処理プロセスに必要な物性測定、構造材料の健全性試験及び解析、腐食挙動試験及び解析に関する技術開発を行う。また、課題整理及び開発計画の見直しを行う。

詳細は次のとおり。

(1) 安全解析技術開発

① 深層防護の検討

昨年度の研究によって、蓄熱タンクを有する熔融塩高速炉が、長期にわたって安全を保ち、シビアアクシデントに移行し難い事が明確になった。これは、中間循環系が健全な場合に成立する場合であることが課題であったため、本年度は、空気冷却器に接続される配管の破断を考える必要のない施設や自動起動できる設備を検討し、深層防護の第 1 層から第 3 層の安全性の向上を計る研究を実施するとともに、これまでの研究を取りまとめた報告とする。

② 炉心特性解析

昨年度に検討した Pu・MA 混合燃料および U・Pu・MA 混合燃料を使用する 700MWt 熔融塩高速炉は MA 消滅率を 200～300 [kg/GW/y]に向上できるが、運転 40 年間に炉に投入すべき MA 量が多大になる。この点を考慮して本年度は、炉心体積を小さくして MA 投入量を低減する、MA/Pu 調整法を改良するなど、より現実的な MA 消滅炉となるよう検討を加える。これにより、燃料塩の組成が変化するが、これに伴う遅発中性子割合の変化を評価し、動特性に与える影響を評価する。また、これまでの研究を取りまとめた報告とする。

③ 核熱結合による炉心特性への影響評価

発熱分布を中性子束計算に基づく数値解とし温度負帰還を導入して核熱結合による炉心特性への影響を評価する。また、核熱結合による炉心特性への影響評価に加えて、これまでに行った臨界性、燃焼特性、動特性など塩化物熔融塩高速炉の炉心特性全般をまとめて報告する。

④ 熔融塩炉導入シナリオ検討

一定量の熔融塩を抜き取り、新燃料を加えながら運転する IMSFR の導入シナリオ評価は計算負荷が極めて高い。これを解消するため、多様な LWR 燃料を再処理して得られる熔融塩燃料での k_{∞} を多数計算し、機械学習で燃料組成から k_{∞} を推定するモデルを作成し、核燃料サイクルシミュレーターNMB に実装する。その上で、昨年度実施した計算条件を中心にいくつかの導入シナリオの解析を行い、計算速度向上と得られた結果の考察を行う。

(2) 燃料技術開発

① 燃料物性測定

主要な Cs 放出形態である CsI について、模擬燃料塩中での存在状態について評価検を行い、放出挙動予測を行う。

② 燃料製造と再処理プロセスに必要な物性測定

NaCl ベース塩溶融塩燃料の還元抽出におけるアルカリ・アルカリ土類元素の挙動を明らかにする。

(3) 材料技術開発

① 構造材料の健全性試験及び解析

冷間加工材とイオン照射材による腐食挙動の違いについて調べるため、冷間加工材作製およびイオン照射材作製試験を行い、それぞれの溶融塩腐食試験を実施して組織観察から腐食過程について明らかにする。

② 腐食挙動試験及び解析

本研究では、溶融 NaCl-CaCl₂ 中における構造材料の耐食性を、ニッケルイオン (Ni²⁺) および酸化物イオン (O²⁻) を主要パラメータとして定量的に評価するため、電気化学的指標、熱力学的指標、および融体構造指標を統合した評価体系を構築する。電気化学的指標として、腐食電位、腐食電流密度、電荷移動抵抗を測定し、腐食駆動力および反応速度を評価する。特に、今年度は Ni²⁺ 濃度に対する腐食電流密度の変化率を指標として導入し、界面反応の支配性を定量化する。さらに、O²⁻ 濃度に依存した酸化物皮膜の安定性および反応平衡の変化を評価するとともに、in-situ ラマン分光により溶融塩の配位構造を解析し、腐食環境の化学的特徴を明らかにする。

(4) 課題整理及び開発計画作成

① 技術開発課題の整理

技術開発の進捗を踏まえて、技術開発課題を更新する。

② 今後の開発計画の検討

技術開発の進捗を踏まえて、今後の開発計画を見直す。

(5) 報告書の作成

本委託研究で得られた成果をまとめた報告書を作成する。

上記を行うに当たり、作業の詳細仕様や条件は、打合せにより決定する。また、作業の開始、中間並びにまとめの時点(報告書提出前)に打合せを行って、計画および実施内容の妥当性、目的への整合性を確認する。

5. 実施場所

受託者側実施施設

6. 研究期間

契約締結日～令和9年1月29日

7. 受託者側実施責任者

契約締結時に決定する。

8. 委託者側実施責任者

大洗原子力工学研究所 高速炉研究開発部 高速炉安全設計グループ
グループリーダー 山野 秀将

9. グリーン購入法の推進

(1) 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はそれを採用することとする。

(2) 本仕様に定める提出図書(納入印刷物)においては、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。

10. 提出書類

提出書類	提出期限	提出先	部数	備考
研究計画書	契約締結後速やかに	大洗原子力工学研究所 高速炉研究開発部 高速炉安全設計 Gr	1部	
成果報告書	研究期間終了時	研究開発推進部 研究協力課	1部	電子ファイル必要。
その他必要書類	必要に応じて	大洗原子力工学研究所 高速炉研究開発部 高速炉安全設計 Gr	1部	