

公募公告

令和7年5月30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8年1月30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) 溶融塩炉に係る専門的な知識と技術力を有すること。
- (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。

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7年5月13日（金）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 関田 江里

TEL：080—4945—8365

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7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燃料循環による動特性への影響評価
- ④熔融塩炉導入シナリオ研究

(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
- ③熔融塩-材料相互作用

(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炉型の一つである溶融塩炉は、ウランやトリウムなどの核燃料物質を溶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、溶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、溶融塩炉の共通基盤技術開発のため、溶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溶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、溶融塩による材料腐食に関しての知見を一層深めるとともに、放射線照射環境下における溶融塩流体-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、溶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

昨年度までの解析で、熔融塩高速炉に対して、通常運転時の特性と事故時の特性に関して明確になった。本年度は、主要な過渡事象後に安全保護系がバイパスされ、かつ運転員が数日間介入しない場合のプラント状態に関して解析する。この場合に、蓄熱タンクの熱容量を最大限利用することを検討し、この設備が深層防護上重要な役割を果たす事を確認する。

② 炉心特性解析

昨年度は Pu 富化度 50%以下の Pu・U 混合燃料を使用する塩化物熔融塩炉の解析を行い、日米原子力協定を考慮しない従来の解析結果と比較した。その結果によれば、転換炉では Pu 富化度 50%以下の燃料使用でも問題ないが、消滅炉では消滅性能の大幅低下を引き起す。本年度は消滅炉を対象に、Pu 富化度 50%以下の Pu・MA 混合燃料を使用する塩化物熔融塩炉の燃焼解析を実施し、その MA 消滅性能を評価する。

③ 燃料循環による動特性への影響評価

安全性解析では一点炉動特性方程式を用いて過渡解析を行っており、昨年度の解析で一点炉として用いられる動特性パラメータは炉内の平均的な状態で計算すればよいことが分かった。一方、熔融塩炉では燃料塩が炉心と外部ループ間を循環するため、炉内では中性子先行核濃度が崩壊定数に依存して炉心上部に偏在するようになると共に、一部は炉外へ流出する。このため、本年度は、これらが動特性に与える影響を評価する。

④ 熔融塩炉導入シナリオ検討

昨年度に改良、調整した核燃料サイクルシミュレーションコード NMB4 を用いて、具体的な熔融塩高速炉（IMSFR）導入シナリオ、運用戦略、サイクル合理化に関する研究を実施する。まず、既往の方計算ガラス以外に乾式再処理からの廃棄物として研究されている種々の固化体情報を NMB に実装する。また、使用済み L-MOX 燃料から乾式再処理により熔融塩燃料を製造し、これを燃焼する分だけ IMSFR を導入する、あるいは SFBR と IMSFR の両方をサイクルに導入した際の全体のプルトニウム、廃棄物、処分場面積といった諸量を評価する。これにより IMSFR 導入による合理的なサイクルシステム成立性を検討する。

(2) 燃料技術開発

①燃料物性測定

昨年度までの解析・評価で主要な固体析出物や揮発性物質の状況が明らかになった。本年度は、揮発成分の揮発量に関する解析を実施して、事故時に放出される放射性物質の量に関する検討を実施する。

②燃料製造と再処理プロセスに必要な物性測定

これまでに開発してきた NaCl-CaCl_2 をベース塩とする再処理・燃料製造プロセスを、 NaCl ベース塩に適用することを検討するために、 NaCl ベース塩中での希土類の還元抽出試験を実施し、 NaCl と液体 Bi 間における希土類の分配挙動を測定する。

(3) 材料技術開発

①構造材料の健全性試験及び解析

昨年度作製できなかった内管キャプセルの製作とキャプセルを用いた炉外腐食試験によるキャプセルの健全性について検討する。また照射下腐食挙動についてさらなるデータの取得によるキャプセル健全性評価の充実を図るため、イオン照射材および冷間加工材を用いた熔融塩腐食試験を行い熔融塩腐食機構について検討する。

②腐食挙動試験及び解析

NaCl-CaCl_2 中で構造材料を構成する元素が熔融塩中に溶解することを想定し、(NiCl_2 , FeCl_2 , CrCl_2 など) まずはハステロイ N に含まれる元素で、複数の価数をとる可能性がある金属元素について腐食速度を電気化学的に計測する。熔融状態での in-situ ラマン分光により、融体構造が腐食現象に与える影響を明らかにする。本年度は、特に構造材料に含まれる金属イオンと酸化物イオンが共存する状態で熔融塩の融体ラマン分光を行い、より実装に近い化学環境での解析を行い、腐食に与えるファクターを明らかにする。

③熔融塩-材料相互作用

昨年度は熔融塩流体腐食試験及び熔融塩-物質相互作用計測実験のための試料装置の概念設計を行った。これに基づき、本年度は装置の詳細設計に取り掛かる。

(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8年1月30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 戦略推進部 次世代原子炉開発推進グループ
グループリーダー 近澤 佳隆

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 戦略推進部 次世代原子炉開発推進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 |
| その他必要書類 | 必要に応じて | 大洗原子力工学研究所 戦略推進部 次世代原子炉開発推進Gr | 1部 | |