

公募公告

令和 8 年 7 月 2 3 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 7 6 5 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燃料・冷却系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 2 9 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) 溶融塩燃料及び構造材の照射試験・化学処理技術並びに溶融塩循環技術を開発できる知見・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 川上 舞衣

TEL：080—7230—8279

実施計画書

1. 委託研究題目

「溶融塩炉の共通基盤技術開発のための燃料・冷却系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、溶融塩炉等の基盤技術開発を進めている。

本研究は、溶融塩炉の共通基盤技術開発のため、ナレッジデータベースとして溶融塩炉に係る知見を整理することを目的とする。その目的のため、燃料・冷却系に関する技術開発を実施する。また、優先度をつけた課題整理及び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) 燃料技術開発

- ① 溶融塩の化学処理技術の検討
- ② トリウム溶融塩炉の実現方法に関する検討

(2) 材料技術開発

- ① 欧州 MSR 照射・材料健全性評価プログラム群の実施状況調査

(3) 冷却系技術開発

- ① 溶融塩炉の過渡解析技術に関する検討
- ② 溶融塩炉の遠隔制御技術に関する検討

(4) 課題整理及び開発計画作成

- ① 技術開発課題の調査・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。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優れる。第4世代国際フォーラム（GIF）の開発計画では、現在は2030年以降の商用導入に向けた「フィジビリティ（実現可能性）段階」及び「技術開発段階」にある。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、ナレッジデータベースとして安全基準や試験技術ガイドラインを構築して、溶融塩炉に係る知見を整理する。そのため、安全基準構築、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加えて、優先度に

よる課題整理及び開発計画を作成し、優先度の高い技術開発に集約して研究を実施するものである。

令和 7 年度は、燃料技術開発について、①簡易化学処理の処理済残留塩からのアクチノイド回収技術及び②オフガスシステム技術について過去の研究事例を調査・整理し、③令和 6 年度に引き続く低濃縮ウランを使用したトリウム熔融塩炉成立性の検討、④二流体炉の可能性検討、及び⑤黒鉛制御棒の可能性及び有効性の検討を行った。また、冷却系技術開発については、⑥熔融塩バルブの開発状況調査及び⑦二次系の冷却材候補熔融塩に関する調査を行った。

本年度は、昨年度の研究開発結果を踏まえ、引き続きトリウム熔融塩炉の早期稼働の観点から、優先度の高い燃料技術開発、材料技術開発及び冷却系技術開発について、以下の研究を実施することとした。

(1) 燃料技術開発

① 熔融塩の化学処理技術の検討

令和 7 年度は、トリウム熔融塩炉あるいは核燃料に低濃縮ウラン (LEU) 又は PuF_3 を使用する熔融塩炉における核燃料の有効利用の観点から、簡易化学処理の処理済残留塩からのアクチノイド回収技術について過去の研究事例の調査に着手し、湿式処理及び乾式処理の 2 つの方法を整理した。本年度は、乾式処理の重要工程である還元抽出プロセスを対象を絞り、令和 7 年度の化学処理技術研究の深掘りを行う。

② 熔融塩炉の反応度制御技術に関する検討

令和 6 年度の熔融塩炉の成立性検討において、炉の運転継続に伴う FP の増加によって k_{eff} 値が徐々に低下し 1 近傍まで低下した状態で、燃料を追加すると k_{eff} 値が大きく改善し、臨界状態が維持されることを確認した。しかし、実用炉では k_{eff} 値が大幅に変動するような熔融塩炉運転は望ましくなく、 k_{eff} 値が 1 に近い状態で反応度を臨界状態で安定させる制御技術が必要である。

令和 7 年度の委託研究では、その手段として黒鉛制御棒についてその可能性及び有効性を検討したが、黒鉛制御棒による反応度制御の可能性及び有効性は認められなかった。

そこで、本年度は、追加燃料の燃料追加方法の工夫(多頻度で適量の燃料追加によって反応度の変動を抑制する)による反応度制御について、その可能性及び有効性を検討する。

また、令和 2 年度に実施した miniFUJI- II の概念設計での制御棒設計では制御棒機構の長さ(以下「制御棒長」)を、制御棒内の B_4C ペレットの長さを減速材の有効長さと同じとするように設計しているが、制御棒長が短いほど原子炉がコンパクトとなり経済性も高まることから、制御棒長を最適化する必要性がある。令和 2 年度時点で、制御棒効果については十分な余裕があることがわかっており、反応度制御及び停止機能を含め設計上妥当な制御棒の有効長について検討する。

③ トリウム溶融塩炉の実現方法に関する検討

トリウム溶融塩炉を運転しようとする場合、核燃料となる $^{233}\text{UF}_4$ を調達することが難しいため、 $^{233}\text{UF}_4$ を製成して初期装荷燃料や追加燃料を組成することが必要である。

令和 6 年度及び令和 7 年度での調査研究の結果、低濃縮ウラン(以下「LEU」)に ThF_4 との混合燃料を初期装荷燃料として溶融塩炉を長期に運転しても、 $^{233}\text{UF}_4$ が量的に $^{235}\text{UF}_4$ に置き換わることはなく、トリウム溶融塩炉の優位性の一つである自給自足的運転を可能とする「1 に近い転換比」が実現できないことが確認され、トリウム溶融塩炉は容易に実現することはできないことが判明した。

また、令和 7 年度は、トリウム溶融塩炉の自給自足的運転を実現するための工夫の一つとして、二流体炉による ^{233}U 製成炉の可能性について、海外で研究事例を調査するとともに、国内での二流体炉の研究事例について核計算による転換比の予備計算を行い、「1 に近い転換比」の実現可能性があることを確認した。

そこで、本年度は、トリウム溶融塩炉の実現方法について、その必要条件である ^{233}U の確保に着目し、加速器駆動未臨界炉 (ADS) の利用も含めた二流体炉以外の方法で ^{233}U を製成する手段の可能性を調査するとともに、令和 7 年度のコア燃料に LEU を使用した二流体炉での検討に引き続き、Pu 消滅炉及びトリウム溶融塩炉をベースとする二流体炉での「1 に近い転換比」の実現可能性を検討する。

(2) 材料技術開発

① 欧州 MSR 照射・材料健全性評価プログラム群の実施状況調査

令和元年度及び令和 2 年度の「社会的要請に応える革新的な原子力技術開発支援事業」において、カザフスタン国立の核物理研究所(Institute of Nuclear Physics, Kazakhstan、以下「INP」)にて実施することを前提とする「溶融塩照射」試験計画の立案及び試験用カプセルの設計を行った。しかし、翌年度以降の同事業補助金の交付が実施されないことが判明したため、INP での溶融塩照射試験は断念した。しかし、溶融塩炉開発を進めるに当たっては、照射試験等による溶融塩炉材料の腐食や照射脆化に関する物性把握が不可欠であるため、当社独自の照射試験の代わりに、当時既に開始されていた欧州における SALIENT 計画による溶融塩照射試験結果等の情報により溶融塩炉開発を進めることとした。研究主体の NRG PALLAS は、その後、SALIENT 計画(溶融塩照射試験)に、ENICKMA 計画(材料脆化試験)、HITEC 計画(照射下材料クリープ試験)及び SAGA 計画(溶融塩ガンマ線照射試験)を順次拡充し、これらの「欧州 MSR 照射・材料健全性評価プログラム群」を総称して「MSR Research Program」としている。

そこで、本年度は、上記の「欧州 MSR 照射・材料健全性評価プログラム群」を対象として、オランダ NRG PALLAS を中心とする欧州の関係機関を訪問し、インタビューを含む情報収集を行い、現時点での実施状況を調査する。

(3) 冷却系技術開発

① 溶融塩炉の過渡解析技術に関する検討

熔融塩炉の過渡解析技術は、熔融塩炉における熔融塩熱流動設計、熔融塩炉の反応度制御における熔融塩流速制御の有効性確認、及び熔融塩炉で発生しうる事故解析等を行うための必須技術である。当社では、令和2年度の「社会的要請に応える革新的な原子力技術開発支援事業」において、「熔融塩炉用過渡解析ツールに関する調査検討」を行い簡易解析モデルによる MSRE 実験解析等も実施するとともに、miniFUJI II の概念設計においても簡易な事故解析等のための EXCEL 計算モデルでの過渡解析も実施しているが、その後の世界的な熔融塩炉開発の進展に伴い、さまざまな過渡解析ツールが公開されてきている。

そこで、本年度は、現時点における熔融塩炉の過渡解析技術の国内外の開発状況を調査し、今後実施すべき過渡解析技術の方向性について検討する。

② 熔融塩炉の遠隔操作技術に関する検討

熔融塩炉は、冷却材を兼ねる燃料塩に核燃料が溶解し、原子炉運転中はもちろんのこと、燃料塩の排出後も原子炉容器に付着した燃料塩からの放射線により、長期間にわたり原子炉容器に作業員が近づくことは事実上不可能であることから、熔融塩炉の運転、点検、メンテナンス及び廃炉での遠隔操作技術は極めて重要な要素技術となる。

本年度は、熔融塩炉及び化学処理プラントで必要となる遠隔操作技術についての調査研究に着手し、まずは熔融塩炉の遠隔操作技術に関する体系的な整理を行うとともに、遠隔操作技術の事例研究として、令和7年度に実施した熔融塩バルブに関する調査において整理した技術的課題の一つである高温・放射線対応に適合する熔融塩バルブのアクチュエーターに関する検討を行う。

(3) 課題整理及び開発計画作成

① 技術開発課題の調査・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。

(4) 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、計画及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 高速炉安全設計グループ	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	電子ファイルも必要。
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 高速炉安全設計グループ	1 部	