

公募公告

令和7年6月20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には、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7年7月4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、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、ナレッジデータベースとして熔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) 燃料技術開発

- ① 熔融塩の化学処理技術の検討
- ② 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

(2) 冷却系技術開発

- ① 熔融塩バルブの開発状況調査
- ② 二次系の冷却材候補熔融塩に関する調査

(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
- ② 今後の開発計画の検討

(4) 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。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、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、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、熔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、優先度をつけた課題整理及び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6年度は、優先度の高い技術開発に集約して研究を実施することとし、燃料技術開発については、①溶融塩の化学処理技術の検討についてはフッ化処理の腐食対応技術及び真空蒸留を含む FLiBe の抽出回収技術の検討、②低濃縮ウランを使用したトリウム溶融塩炉成立性の検討を、また、冷却系技術開発については、溶融塩ポンプの開発状況の調査及び溶融塩流速計の調査を実施した。

本年度は、昨年度の研究開発結果を踏まえ、引き続きトリウム溶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及び冷却系技術開発に絞り、以下の研究を実施することとした。

(1) 燃料技術開発

①溶融塩の化学処理技術の検討

令和6年度は、トリウム溶融塩炉の早期稼働の観点から、使用済みフッ化物燃料塩の再処理技術については、技術的困難の比較的小さいフッ化処理と真空蒸留による UF₆ 及び FLiBe の抽出回収技術に着目し、①フッ化器の凍結壁技術を含むフッ化処理の腐食対応技術及び②真空蒸留による FLiBe の抽出回収技術を含む簡易化学処理の具体的な実現方法等について検討した。

また、上記簡易化学処理をオンライン方式で行うオンライン簡易化学処理を提案し、プラント概要、オンライン簡易化学処理のフロー及び簡易化学処理への崩壊熱の利用等について検討した。

本年度は、令和6年度の研究結果を踏まえ、トリウム溶融塩炉あるいは核燃料に低濃縮ウラン (LEU) 又は PuF₃ を使用する溶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、過去の研究事例を調査し、技術的困難や開発要素の必要性等を踏まえ、早期利用可能性等の観点で整理する。

また、米国オークリッジ国立研究所が提案した MSBR 及び当社が提案した FUJI、miniFUJI II などの多くのトリウム溶融塩炉の概念設計案では、ガス状の核分裂性生物 Kr、Xe、³H 等の有害物質を常時除去するオフガスシステムの導入は溶融塩炉の必須の技術として見做されているため、本年度は、オフガスシステム技術について調査に着手する。

②低濃縮ウランを使用したトリウム溶融塩炉成立性の検討

2.5 万 kWe 型溶融塩炉「miniFUJI II」の概念設計を行った炉心設計において、ORNL の実用炉 MSBR で想定している燃料塩組成 (LiF-BeF₂-ThF₄-UF₄/71.7-16.0-12.0-1.3mol%) を参考に初期装荷燃料塩の組成を LiF-BeF₂-ThF₄-UF₄/71.68-16-12-0.33mol% として核計算及び燃焼計算はあるものの、現実にトリウム溶融塩炉を運転しようとする場合、LiF、BeF₂、ThF₄ 及び UF₄ を個別に調達して上記組成の燃料塩をプラントで生成することは難しく、現実的には、軽水炉用の LEU (U235 が 5%未満) 又は核不拡散上容認される 5%以上 20%未満の低濃縮度燃料 HALEU (High-Assay Low-Enriched Uranium) を調達し、それを使用して初期装荷燃料や取替燃料を組成することとなると考えられる。

令和6年度は、これらの低濃縮ウランを使用することを前提として、令和2年度に実施した核計算及び燃焼計算の見直しを行い、燃料組成等によってプランA～Dの4種類の運転方法でのトリウム溶融塩炉の成立性を確認した。なお、上記のプランDでは、オンライン簡易化学処理を併用する運転方法で成立性及びトリウム溶融塩炉としての自給自足性の検討を行った。

令和6年度の検討結果では、プランA～Dの全てにおいて溶融塩炉としての成立性(1年以上臨界状態が継続できること)は確認できたものの、濃縮度20wt.%のウラン燃料に4～5%程度のThを装荷し自給自足性の確保を期待したプランC及びDにおいては、1又は2年程度のオペレーションにおいては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」は実現できないことを確認し、より長期的なオペレーションにおける核数密度の推移及び転換比の推移を検討する必要性を確認した。また、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についても、二流体炉を含めた検討を進める必要性を確認した。

そこで、本年度は、プランC及びDについて長期的なオペレーションにおける核数密度の推移及び転換比の推移を確認し、LEU使用を前提とするトリウム溶融塩炉の自給自足的運転が可能かどうかについての検討を完了させると共に、核燃料のパスに加えThのみを含む溶融塩のパスを持つ二流体炉による²³³U製成炉の可能性について検討する。

また、令和6年度の検討結果での溶融塩炉の成立性検討においては、燃料追加前後でkeff値が大きく改善することで溶融塩炉の成立性自体は確認したが、溶融塩炉運転ではkeff値が1を大幅に上回るようなオペレーションは実用炉としては望ましくなく、keff値が1に近い状態で反応度を安定化させる制御技術が必要であることから、その手段の一つとして考えられる黒鉛制御棒について、その可能性及び有効性を検討する。

(2) 冷却系技術開発

①溶融塩循環技術の開発

溶融塩循環技術については、溶融塩炉における溶融塩ポンプの重要性を踏まえ、令和5年度までの3年間にわたり遠心ポンプ方式の溶融塩ポンプの概念設計を行い、一応の完了に到達したため、令和6年度は、諸外国の溶融塩炉ベンチャーにおける溶融塩ポンプの開発状況の調査及び遠心ポンプ以外の方式による溶融塩ポンプの可能性の調査を行った。また、溶融塩循環技術としては溶融塩ポンプに準じて重要性の高い溶融塩流速計についても、先行事例及び利用可能な計測技術についての調査を行った。

本年度は、溶融塩ポンプ及び溶融塩流速計に準じて重要性の高い溶融塩バルブについて、その開発状況を海外については主として文献により、国内についてはメーカーヒアリングにより調査する。

②溶融塩冷却技術の開発

前述の(1)②で実施したminiFUJIⅡの概念設計では、二次系冷却塩の溶融塩材料の最有力候補として鉛ビスマス合金を仮置きしていたが、MSBRでは第一候補をホウフッ化ナトリウム(NaBF₄-NaF)とし、FLiBeやNaKも有力候補としている。NaBF₄-NaFは

燃料塩への漏洩の場合の燃料処理や融点が高い等の短所があり、FLiBe は他の冷却塩に比べて非常に高価である短所がある。また、NaK は、ステンレスへの腐食性が低い
ため高価な Hastelloy N が不要であり共晶温度が低く室温でも液相であるなどの利
点があり、MSBR では二次系冷却塩の代替案として有望視されていたが検討時間が足
りないとして、最終的な評価は行われていなかった。

一方、鉛ビスマス合金は鉛冷却高速炉の冷却材として想定され、中性子をあまり吸
収せず、沸点が高く熱伝導性がよい等の利点がある一方で、質量が大きく配管の腐食
性等に難点がある。

本年度は、miniFUJI II での使用を前提に、 $\text{NaBF}_4\text{-NaF}$ 、FLiBe、NaK、鉛ビスマス合金
及びその他の熔融塩も含め、二次系の冷却材候補熔融塩について比較検討を行い、有
力候補の絞り込みを行う。

(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 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 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 戦略推進部 次世代原子炉開発推進 Gr	1 部	