

公募公告

令和 8 年 9 月 14 日

国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構

イノベーション戦略部長 杉本 雅樹

(住所) 千葉県千葉市稲毛区穴川四丁目 9 番 1 号

下記のとおり公募します。

1. 公募に付する事項

(1) 件 名

生成 AI を活用した原型炉の保守・保全計画及び開発戦略の検討・策定

(2) 内 容

別添委託研究計画書のとおり

(3) 履行期限

令和 9 年 2 月 26 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。

3. 応募要件

原子力発電所を含む多様な既存プラントの保守保全やその高度化に関する豊富な知見を有し、合理的な核融合原型炉の保守保全計画の策定に向けた核融合実験炉 ITER のデータベースに基づくリスク/信頼性解析の検討・評価を実施すると共に原子力や既存発電プラント等の最新の保守・保全計画や実績を調査・分析し、近年の生成 AI 技術の進展を踏まえた合理化提案が可能であること。

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 9 月 29 日（火）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、企画競争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

〒263-8555 千葉県千葉市稲毛区穴川四丁目9番1号

国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構

イノベーション戦略部 研究協力推進課 山下 槇子

TEL：043-206-3023 FAX：043-206-4061 E-Mail：innov-prom1(アット)qst.go.jp

生成 AI を活用した原型炉の保守・保全計画
及び開発戦略の検討・策定

実施計画書

国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構
六ヶ所フュージョンエネルギー研究所
原型炉プロジェクト推進部 原型炉統合設計グループ

1. 委託研究題目

生成 AI を活用した原型炉の保守・保全計画及び開発戦略の検討・策定

2. 委託研究の目的

国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構殿（以下「QST」という）は、トカマク型核融合原型炉（以下「Q-DEMO」という。）の設計検討を進めている。本委託研究は、国際熱核融合実験炉（ITER）での保守保全計画や RAMI 解析結果を活用し、原子力発電プラントの最新の知見や情報を概観して、生成 AI 技術に基づいた分析技術を援用しながら、多段階的に実証を進める Q-DEMO を対象とした合理的な保守・保全計画書を策定するものである。Q-DEMO では第 3 運転期までが想定されており、第 1 運転期では発電実証、第 2 運転期では発電に加えて燃料であるトリチウムの増殖確認、最終段階である第 3 運転期では発電、燃料の自己充足性ととも実用に供しうる稼働率の実証が求められる。これまでの検討では、核融合炉の固有の安全性に着目し、ITER や軽水炉等における保守・保全計画の調査・分析とともに Q-DEMO で目標とする稼働率を確保するために必要な保守・保全対象機器への対処策を整理した。

本委託研究では、これまでの知見に基づき、多段階実証を行う Q-DEMO を対象とした保守・保全計画書の策定を実施する。この際、生成 AI を援用して、これまでの結果と関連付けて Q-DEMO の保守・保全計画の合理化を図る。また、生成 AI による核融合炉の保守・保全計画の合理化に向けて、ITER を対象とした保守・保全計画の策定と合理化を実施し、開発中の生成 AI のベンチマークとともに実用性を判断し、ここで得られた知見を生成 AI の開発課題にフィードバックする。さらに核融合炉の実現性を高めるため、技術評価書の策定に向けて技術レベル（TRL：Technology Readiness Level）を評価し、核融合炉の開発戦略の検討を行う。なお、QST が設計検討中の Q-DEMO における機器情報については契約締結後に提供することとする。

3. 委託研究の内容

本委託研究では、生成 AI を活用した Q-DEMO 保守・保全計画の策定及び合理化、ITER への適用性検討、並びに Q-DEMO の技術評価書及び開発戦略の策定を実施する。

実施項目は以下のとおりとする。

3. 1 Q-DEMO での多段階実証を考慮した保守・保全計画書の策定

- Q-DEMO の多段階運転実証戦略を踏まえ、各運転期における保守・保全上の要求事項、前提条件及び制約条件を整理する。対象機器は、ブランケット、ダイバータ、真空容器内機器、燃料循環系、加熱・電流駆動系等の主要機器とし、交換・補修・点検対象、保全周期、停止期間への影響及び遠隔保守の適用範囲を整理する。
- 実用に供し得る稼働率の実証に向け、故障影響、交換作業時間、予備品戦略及び検査・診断データの活用可能性を考慮した保守・保全実証シナリオを検討する。検討結果を、機器別の保全対象一覧、運転期別の保全要求整理表、保全作業と停止期間の関係表、リスク及び課題整理表として取りまとめ、Q-DEMO 保守・保全計画書に反映する。
- 生成 AI を活用し、機器仕様、運転状態、故障モード、保全作業、検査・診断データ及び過去の検討結果を関連付けて整理し、保守・保全作業の合理化案並びに段

階的な実証・導入計画を検討する。主要機器に設置される多点センサーから得られる温度、振動、圧力、流量、放射線量等の時系列データを対象として、異常兆候の早期検知、異常発生箇所の推定及び保全対象機器の特定を可能とする診断・支援手法を開発する。

- 上記の検討結果を踏まえ、多段階実証に対応した Q-DEMO 保守・保全計画書として、保全方針、対象機器、作業手順、必要設備、センサー配置、診断データ管理、異常検知・場所特定手法及び今後の課題を体系的に取りまとめる。

3. 2 生成 AI による ITER の保守・保全計画の合理化検討

- ITER の運転仕様、保守・保全要求、安全規制関連情報、保守作業計画及び RAMI 解析に関する公開情報・提供情報を収集し、生成 AI により相互関係を整理する。
- 生成 AI を援用して、ITER における主要機器の保全対象、保全周期、交換・補修作業、点検項目、要求文書及び制約条件を抽出し、保守・保全計画の構成要素を整理する。
- 生成 AI の適用により、文書検索、要求事項のトレーサビリティ整理、保全作業の比較検討、リスクに基づく優先順位付け等の合理化可能性を検討する。
 - 文書検索については、ITER の設計要求文書、保守・保全関連文書、機器仕様書、安全要求、運転・停止計画、RAMI 解析資料等を対象文書群として定義し、文書名、版数、発行時期、対象機器、要求事項、根拠記述及び関連キーワードを整理した検索用インデックスを作成する。生成 AI により、機器名、保全作業、故障モード、安全機能、停止期間、遠隔保守等の観点から関連文書を抽出し、検索結果の妥当性を確認する。
 - 要求事項のトレーサビリティ整理については、要求 ID、要求内容、出典文書、該当章節又は記述箇所、対象機器・系統、関連する保全作業、設計制約、安全上の位置付け、確認方法及び未確定事項を対応付けたトレーサビリティ表を作成する。同一又は類似要求の重複、要求間の矛盾、根拠文書の不足及び Q-DEMO へ展開する際の追加確認事項を整理する。
 - 保全作業の比較検討については、ITER における主要機器の点検、交換、補修、遠隔保守、定期保全及び事後保全を対象に、停止期間、作業時間、作業手順の複雑さ、遠隔保守の適用性、被ばく低減、安全性、故障リスク低減効果、予備品戦略、保全周期及び要求事項との整合性の観点から比較整理する。ITER で得られた知見について、Q-DEMO の機器構成、運転段階、稼働率要求及び保守環境を踏まえた適用可能性を評価する。
 - 3.1 で検討する多点センサー情報に基づく異常兆候の早期検知、異常発生箇所の推定及び保全対象機器の特定の考え方について、ITER に適用した場合の有効性、適用範囲及び制約条件を検討する。検討に当たっては、ITER の保守・保全計画、RAMI 解析、機器構成及び利用可能な診断・計測情報との対応関係を整理し、ITER を対象としたケーススタディとして取りまとめる。
- 上記整理結果を用いて、生成 AI による検索・抽出結果と原典文書との対応関係を確認し、要求事項の抜け漏れ、誤抽出及び解釈の不確かさを評価する。評価結果は、検索条件、抽出根拠、確認結果及び修正履歴を含めて記録し、保守・保全計画の合理化検討及び生成 AI ソフトウェアの改善に反映する。

3. 3 Q-DEMO の合理的な開発戦略の策定

- 核融合炉及び関連大型研究開発に適用可能な技術成熟度評価の考え方を調査し、TRL (Technology Readiness Levels) の定義、評価尺度、根拠資料及び評価上の留意点を整理する。
- Q-DEMO を構成する主要システム及び要素技術について、設計検討、解析、試験、製作性、運転経験、規格・基準適合性等の観点から現状の技術成熟度を評価する。
- 評価項目として、要求機能、設計根拠、実証済み範囲、未実証課題、必要な試験・解析、製作性、保守性、安全性及び規格・基準適合性を設定し、評価根拠となる文献、設計資料、試験データ及び解析結果との対応関係を整理する。
- 技術成熟度評価では、個別機器及び要素技術ごとの評価に加え、原型炉全体としての成立性、システム間インターフェース、保守・保全性、安全性、運転シナリオ、実証段階ごとの到達目標及び残された開発課題を含む総合評価を実施する。これにより、単一機器の TRL 評価にとどまらず、Q-DEMO 全体としての技術成熟度高度化に向けた開発課題、実証手順及び優先順位を明確化する。
- 国内外の核融合スタートアップ等が提案する炉概念及び主要技術について、公開情報に基づき TRL 又はそれに相当する成熟度指標を整理し、Q-DEMO との比較検討を行う。
- 各技術の成熟度、開発課題、リスク、実証に必要な試験・解析・設計活動及び相互依存関係を整理し、Q-DEMO の技術評価書として取りまとめる。
- 評価結果は、技術項目別の TRL 評価表、根拠資料一覧、開発課題・リスク整理表、実証試験及び解析計画の候補一覧として取りまとめ、開発優先度及び段階的実証計画の検討に用いる。
- 技術評価結果に基づき、優先的に取り組むべき研究開発項目、段階的な実証計画、システム全体としての TRL 高度化方策、意思決定に必要な判断基準及び生成 AI による継続的な技術情報更新の活用方法を含む、Q-DEMO の合理的な開発戦略を策定する。

3. 4 報告書の作成

前項 3.1～3.3 の調査・研究成果を報告書として取りまとめる。

4. 実施場所：受託者事業所

5. 実施期間：契約締結日～令和 9 年 2 月 26 日

6. 受託者側実施責任者

実施責任者は契約締結時に決定する。

7. 委託者側実施責任者

六ヶ所フュージョンエネルギー研究所 原型炉プロジェクト推進部
原型炉統合設計グループ 主幹研究員 染谷洋二

8. グリーン購入法の推進

下記のとおり、グリーン購入法の基本方針に従うものとする。

- 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。

9．特記事項：なし。

10．添付書類

提出書類一覧表（別紙1）

(別紙 1)

提出書類一覧表

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	型炉プロジェクト 推進部 原型炉統 合設計グループ	3 部	
打合せ議事録	打合せ実施後、一週 間以内	型炉プロジェクト 推進部 原型炉統 合設計グループ	3 部	
報告書	研究期間終了時	型炉プロジェクト 推進部 原型炉統 合設計グループ	3 部	