

テストブランケットシステム設計における
安全解析及び核解析に係る請負契約
仕様書

令和8年1月

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
ブランケット研究開発部
ブランケット工学研究グループ

1. 一般仕様

1.1. 件名

テストブランケットシステム設計における安全解析及び核解析に係る請負契約

1.2. 業務目的

本仕様書は、イーターに設置して機能実証試験を行うために国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構（以下「量研」という。）が開発を進めているテストブランケットシステム（以下「TBS」という。）について、安全評価にかかる各種解析、核発熱や放射化計算などの核解析、有限要素解析にかかる業務を受注者に請け負わせるための仕様について定めたものである。受注者は対象となる機器の設計方針と構造、解析の目的を十分に理解し、受注者の責任と負担において計画を立案し、本業務を実施すること。

1.3. 契約範囲

- 1) 設計レビューに向けた TBS の安全評価に関する業務
- 2) 設計レビューに向けた TBS の核解析に関する業務
- 3) 設計レビューに向けた TBS の有限要素解析に関する業務
- 4) 上記 1) ～3) の作業のための試験データを含む情報の収集整理、資料等の作成業務
- 5) 上記作業に関連する文書管理・品質保証活動に関する業務

1.4. 実施場所

本仕様書に定める業務を実施する場所は、以下のとおりとする。なお一般区域のみで管理区域は含まれないものとする。

青森県上北郡六ヶ所村大字尾駮字表館 2 - 1 6 6

量研 六ヶ所フュージョンエネルギー研究所

- 1) 管理研究棟
- 2) ブランケット工学試験棟
- 3) その他、総括責任者と事前に協議して定めた場所

1.5. 実施日等

本仕様書に定める業務は下記の期間及び時間で実施することとする。

1) 実施期間

令和 8 年 4 月 1 日から令和 9 年 3 月 3 1 日までとする。

ただし、土曜日、日曜日、祝日、年末年始（12月29日から翌年1月3日まで）、その他量研が特に指定する日を除く。

2) 実施時間

本業務は、原則として平日 9 : 0 0 ~ 1 7 : 3 0 の間に行うものとする。ただし、総括責任者と協議の上、開始時間と終了時間を変更できるものとする。

1.6. 業務内容

本業務を実施するに当たっては、受注者はあらかじめ業務の分担、人員の配置、業務スケジュール、実施方法等について実施要領書を定め、量研の確認を受けた上で本業務を実施すること。詳細は2. 技術仕様を参照のこと。

- 1) 設計レビューに向けた TBS の安全評価に関する業務
- 2) 設計レビューに向けた TBS の核解析に関する業務
- 3) 設計レビューに向けた TBS の有限要素解析に関する業務
- 4) 上記作業のための試験データを含む情報の収集整理、資料等の作成業務
- 5) 上記作業に関連する文書管理・品質保証活動に関する業務

1.7. 標準要員数

2人

1.8. 業務に必要な資格等

- 1) TRAC-PF1 を用いた作業への従事経験を有すること（1人以上）
- 2) MCNP を用いた作業経験を有すること（1人以上）
- 3) ANSYS と Hypermesh を用いた作業経験を有すること（1人以上）
- 4) 大型計算機の利用経験を有すること（1人以上）

1.9. 支給品及び貸与品等

- 1) 支給品（無償）
 - 電気、水
- 2) 貸与品（無償）
 - ブランケット工学試験棟控室
 - 机、椅子
 - OA 機器類
 - マニュアル及び参考図書
 - 解析用ソフト・コード

1.10. 提出図書（電子ファイルを含む。）

（提出場所）

量研 ブランケット研究開発部 ブランケット工学研究グループ

（確認方法）

「確認」は次の方法で行う。

量研は、確認のために提出された図書を受領したときは、期限日を記載した受領印を押印して返却する。また、当該期限までに審査を完了し、受理しない場合には修正を指示し、修正等を指示しないときは、受理したものとする。この確認は、確認が必要な図書1部をもって行うものとし、受注者は、量研の確認後、残りの図書のコピーを量研へ送付するものとする。

| 提出図書名 | 提出時期 | 部数 | 確認 |
|-----------------------|----------|----|----|
| 総括責任者・総括責任者代理届 | 契約後1週間以内 | 1部 | 要 |
| 品質計画書 | 契約後1週間以内 | 1部 | 要 |
| 作業要領書（体制表、工程表を含む） | 契約後1週間以内 | 1部 | 要 |
| 従事者名簿 | 契約後1週間以内 | 1部 | 要 |
| 報告書 | | | |
| ・ 日報 | 翌業務日まで | 1部 | 不要 |
| ・ 月次報告書 | 翌月7日まで | 1部 | 要 |
| 報告書の電子ファイル | 上記に定める時期 | 1部 | 不要 |
| 計算コード入出力データの電子ファイル | その都度 | 1式 | 不要 |
| 終了届 | 翌月7日まで | 1部 | 要 |
| その他、本業務遂行上量研が必要と認める図書 | その都度 | 1部 | 不要 |

1.11. 検査条件

終了届、報告書（月次報告書）の確認及び仕様書の定めるところに従って業務が実施されたときと量研が認めたことをもって検査合格とする。

1.12. 特記事項

- 1) 受注者は量研が量子科学技術の研究・開発を行う機関であるため、高い技術力及び高い信頼性を社会的に求められていることを認識し、量研の関係法令及び規程等を遵守し安全性に配慮し業務を遂行しうる能力を有する者を従事させること。
- 2) 受注者は業務を実施することにより取得した当該業務及び作業に関する各データ、技術情報、成果その他の全ての資料及び情報を量研の施設外に持ち出して発表もしくは公開し、または特定の第三者に対価をうけ、若しくは無償で提供することはできない。ただし、あらかじめ書面により量研の承認を受けた場合はこの限りではない。
- 3) 本業務を実施するに当たっては、本仕様書に定める事項の他、品質目標[2]、設計管理基準[3]、設計管理要領書[4]、試験検査管理基準[5]、文書管理基準[6]を熟知し、実施するものとする。
- 4) 受注者は業務の実施に当たって、次に掲げる関係法令及び所内規程を遵守するものとし、量研が安全確保のための指示を行ったときは、その指示に従うものとする。
 - ・ 労働基準法
 - ・ 労働安全衛生法
 - ・ 電気事業法
 - ・ 消防法
 - ・ 高圧ガス保安法
 - ・ 放射線障害防止法
 - ・ 量研の定める規程及び規則

1.13. その他

- 1) 受注者は異常事態等が発生した場合、量研の指示に従い行動するものとする。
- 2) 受注者は従事者に関して労働基準法、労働安全衛生法その他法令上の責任及び従事者の規律秩序及び風紀の維持に関する責任を全て負うものとする。
- 3) 受注者は量研が伝染病の疾病（新型インフルエンザ等）に対する対策を目的として行動計画等の対処方針を定めた場合は、これに協力するものとする。
- 4) 受注者は、本契約の期間終了に伴い、本契約の業務が次年度においても継続的かつ円滑に遂行できるよう、新規受注者に対して、量研が実施する基本作業マニュアル、現場等における設備・機器類、作業実施状況、安全管理上の留意点などの基本事項説明への協力を行うこと。なお、基本事項説明の詳細は、量研、受注者及び新規受注者間で協議の上、一定の期間（3週間以内）を定めて本契約の期間終了日までに実施する。
- 5) 業務の遂行に問題が生じていると量研が判断し、量研がその問題の解決を要請した場合、受注者はその問題を解決するための早急な対応を行うこと。
- 6) 本仕様書に記載されている事項及び本仕様書に記載のない事項について疑義が生じた場合は、量研と協議の上、その決定に従うものとする。

1.14. 総括責任者

受注者は、本契約業務を履行するに当たり、受注者を代表して直接指揮命令する者として総括責任者及びその代理者を選任し、次の任務に当たらせるものとする。

- 1) 受注者の従事者の労務管理及び作業上の指揮命令
- 2) 本契約業務履行に関する量研との連絡及び調整
- 3) 受注者の従事者の規律秩序の保持及びその他本契約業務の処理に関する事項

1.15. グリーン購入法の推進

本契約において、グリーン購入法（国等による環境物品等の調達に関する法律）に適用する環境物品（事務用品、OA 機器等）が発生する場合は、これを採用するものとする。

- 本仕様に定める提出図書（納入印刷物）については、グリーン購入法の基本方針に定める「紙類」の基準を満たしたものであること。

2. 技術仕様

2.1. 評価の対象となる TBS

Test Blanket Module (以下「TBM」という。)はイーターの水平ポートに設置し、表面熱負荷及び核発熱の除去、トリチウムの増殖、中性子の遮蔽という核融合炉ブランケットの機能について、実証試験を行うための試験体である(図1)。TBMの後方にはTBM Shieldを接続し、これをTBM-setと呼ぶ。TBM-setをTBM Frameに挿入し、水平ポートに設置する。TBMの筐体構造は、全て低放射化フェライト鋼(F82H)で製作する。筐体内には増殖と増倍材料の粒子を充填し、燃料であるトリチウムを生産する。筐体内及び充填体内には、冷却流路と冷却配管を設置し、表面熱負荷と核発熱とを除熱する。TBMにはトリチウム回収系(以下「TES」という。)、冷却系(以下「WCS」という。)、放射化箔気送管計測系(以下「NAS」という。)を接続し、それぞれの系統機器はイーター建屋内の異なる区画に設置する(図2)。これらの機器とシステムを合わせたものがTBSである。本作業の対象はTBSを構成する全ての機器である。

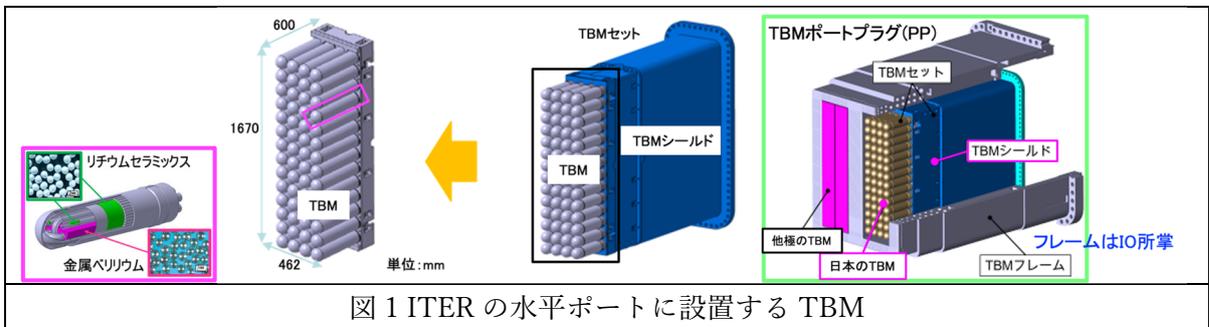


図1 ITERの水平ポートに設置するTBM

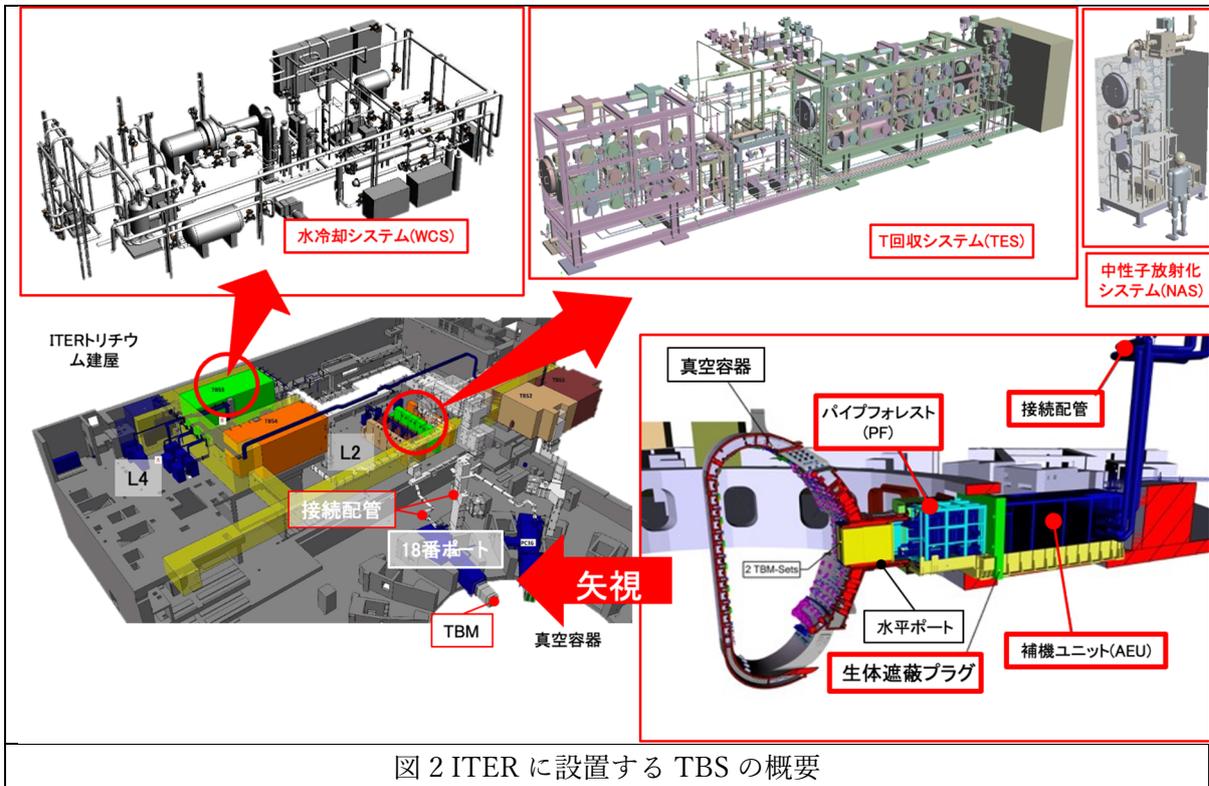


図2 ITERに設置するTBSの概要

2.2. TBM 安全実証試験装置群

2021 年 6 月に六ヶ所フュージョンエネルギー研究所にブランケット工学試験棟が竣工し、TBM 安全実証試験装置群の据付作業が開始され、2022 年 6 月に完了したところである。TBM 安全実証試験装置群は、現在設計中の TBS を ITER に持ち込んで試験する際、仮に TBS に不具合が生じても ITER が持つ安全設備の中で事態が収束することを物理モックアップを用いて実証するための試験装置群である。日本は水冷却固体増殖 TBS(WCCB TBS)を主導するので、高温高圧水に係る事故事象が懸念の対象であり、以下の 4 つの試験装置 1) 大面積熱負荷試験装置、2) 高温高圧水噴出漏洩試験装置、3) ベリリウム-水蒸気反応データ取得試験装置、4) 高温高圧水流動加速腐食試験装置を企画、設計、製作した。本作業では、1) 大面積熱負荷試験装置、2) 高温高圧水噴出漏洩試験装置並びにそれらを用いた試験が対象となる。1) については TBM 等を模擬した試験体に、ITER の運転時に相当する熱を電子銃により負荷し、高温高圧水による冷却が設計の想定通りに実施できているかを検証する。2) は TBM を構成するサブモジュール (以後「SM」という。) で内部の冷却管が破断もしくは穿孔して SM 内に冷却水が漏洩した際の、SM 内及びそれにつながるプロセス配管の温度、圧力の伝播を観察する。これらを計算による事象の模擬に反映させ、最終的にはベリリウム-水蒸気反応のデータに基づいて反応の進行による水素生成を計算に取り込み評価することを目的としている。

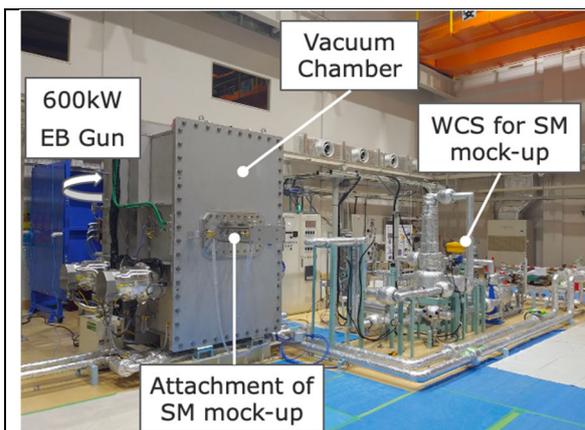


図 3 大面積熱負荷試験装置

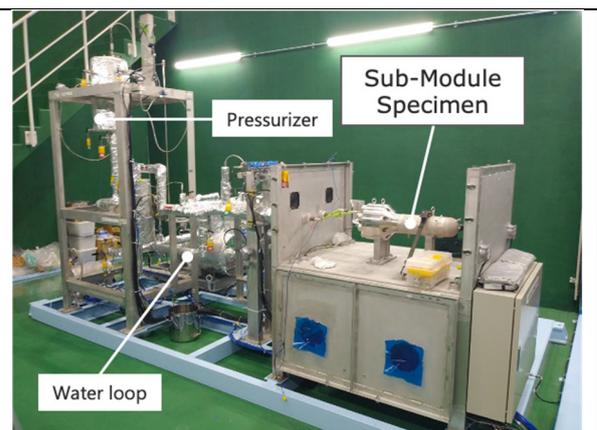


図 4 高温高圧水噴出漏洩試験装置

2.3. 作業の内容

以下の作業を行うものとする。受注者は、量研が提示する解析及び安全実証試験の年間計画に沿って工程を作成すること。なお、具体的な実施ケース数、安全実証試験データの取得については状況に応じて統括責任者と協議の上、計画の範囲内で調整できるものとする。

① 設計レビューに向けた TBS の安全評価に関する業務

TBS で想定される冷却材喪失事故等の応答については二流体解析コード TRAC-PF1、事象進展解析コード MELCOR を用いている。TBS で事故・事象が起きた際、ITER の安全システム、TBS のインターロックシステムを起動させることでどの程度緩和できるか、圧力、温度、流量などの過渡解析を行い明らかにし、設計に反映する作業が必要であり、本業務では表 1 に示す安全解析を行うべき事象のうち、実施中、計画中、未着手のケースを中心に、月平均 1 ケースの解析のインプットとアウトプットを整理分析するとともに、実施し

た安全解析、工学解析の報告書を改訂する作業を月1ケース行う。

表1 安全解析を行うべき事象のリスト

| ID | PIEs | 想定起因事象 |
|----|-------------------------------------|------------------------|
| 1 | Ex-vessel LOCA at primary loop | 主循環系における冷却水喪失 |
| 2 | Ex-vessel LOCA at intermediate loop | 中間系における冷却水喪失 |
| 3 | In-vessel LOCA | 真空容器における冷却水喪失 |
| 4 | In-TBM LOCA | TBM における冷却水喪失 |
| 5 | LOFA | 冷却水の流動喪失 |
| 6 | LOHS at primary loop HX | 主循環系熱交換器における除熱源喪失 |
| 7 | LOHS at intermediate loop HX | 中間系熱交換器における除熱源喪失 |
| 8 | WCS leak of HX to intermediate loop | 熱交換器から中間系への漏洩 |
| 9 | WCS leak of HX to CCWS | 熱交換器から CCWS (二次系) への漏洩 |
| 10 | TES pipe break | TES 配管破断 |
| 11 | NAS pipe break | NAS 配管破断 |
| 12 | Loss of power | 電力喪失 |
| 13 | In-TBM LOCA at blank sub-module | TBM 試験体における冷却水喪失 |

② 設計レビューに向けた TBS の核解析に関する業務

モンテカルロ N 粒子輸送計算コード (MCNP) 等を用い、TBS の核発熱、トリチウム生成、停止後線量率、放射化計算を行う業務。主に 18 番水平ポートとポートセルの機器、トリチウム建屋補機本体の設計の進捗を考慮し、月平均 5 ケースのモデル化、インプットとアウトプットの整理を行う。

③ 設計レビューに向けた TBS の有限要素解析に関する業務

有限要素解析コード ANSYS とメッシュ作成コード Hypermesh を用い、TBS の機器に熱や電磁力などが作用した場合の有限要素モデル作成、温度分布や応力を計算する業務。主に TBM セットについて月平均 5 ケースのモデル化、インプット、アウトプットの整理を行う。

④ 上記作業のための試験データを含む情報の収集整理、資料等の作成業務

上記①～③の業務における各種モデル、インプット作成では、機器の形状寸法、材料データが必要であり、これらをイーター機構等から収集整理する業務。解析結果の比較対象となる安全実証試験データの取得に係る業務。

⑤ 上記作業に関連する文書管理・品質保証活動に関する業務

上記①～③の業務において作成する文書、メーカー等から提出される文書等を国内機関が運用する品質保証計画に沿って管理する業務。

2.4. 参照図書

以下のイーター機構及び量研の文書は、量研が提示する。

[1] SRD-56 (Test Blanket Modules System) from DOORS ([ITER_D_28B3A7](#))

[2] ブランケット工学研究グループ品質目標

[3] JADA-01D008 イータープロジェクト設計管理基準

[4] JADA-01D015 イータープロジェクト設計管理要領書

[5] JADA-01D010 イータープロジェクト試験検査管理基準

[6] JADA-01D006 イータープロジェクト文書・記録管理基準

[7] Order dated 7 February 2012 relating to the general technical regulations applicable to INB -EN ([ITER_D_7M2YKF](#))

[8] 安全解析、核解析、有限要素解析の年間計画

[9] 安全実証試験の年間計画

以上

(別紙様式 1 - 1)

選定理由書

| | |
|-------------|--|
| 1. 件名 | テストブランケットシステム設計における安全解析及び核解析に係る請負契約 |
| 2. 選定事業者名 | 株式会社大和システムエンジニア |
| 3. 目的・概要等 | <p>ブランケット工学研究グループでは、イーターに設置して機能実証試験を行うために水冷却固体増殖テストブランケットシステム (TBS) について開発を進めている。本件は、イーター機構による設計の審査及び安全実証活動のために TBS の安全解析及び核解析を行い、文書としてまとめる作業を実施するものである。</p> |
| 4. 希望する適用条項 | 契約事務取扱細則第 29 条第 1 号第 1 項へ (研究開発、実験等の成果の連続性、接続性の確保のため、契約の相手方が一に限定されているとき。) |
| 5. 選定理由 | <p>本件は、昨年度の成果を踏まえて、イーター機構による設計の審査及び安全実証活動のために TBS の安全解析及び核的評価を行い、文書としてまとめる作業を実施するものである。</p> <p>これらの評価を行うに当たっては、既存の解析モデルや解析手法の詳細な理解が求められることから、これまでとの連続性、接続性の確保のためには、昨年度得られた TBS の安全評価、核発熱や放射化計算等の核解析、有限要素解析に関する知見、ノウハウや評価コードの適用条件等を含めた詳細を理解している必要がある。</p> <p>また、解析モデル、解析手法、評価コードの適用条件等は当該企業が独自に構築した技術に依存しており、当該技術は他社には情報開示されていない。</p> <p>以上により、株式会社大和システムエンジニアは TBS を対象とした安全解析及び核解析のノウハウを有し、解析方法を開発・適用してきた唯一の事業者であることから、技術開発の成果の連続性等を確保できる唯一の事業者として同社を選定することとしたい。</p> |