

テストブランケットシステムにおける放射性腐食生成物の  
初期評価作業  
仕様書

国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構  
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における放射性腐食生成物の初期評価作業

### 1.2 目的及び概要

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。）ではイーター（以下「ITER」という。）に設置して機能実証試験を行うために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。）において、放射性腐食生成物（以下「ACP」という。）のプラント中における挙動評価技術の検討を行うことを主目的に、ACP 挙動評価用の基礎式・パラメータの整理を実施してきた。本作業は、TBS 内の ACP 量の発生量や分布について初期評価を実施するものである。

### 1.3 契約範囲

- 1) 放射性腐食生成物に関する初期評価
- 2) 報告書の作成

### 1.4 実施場所

受注者社内

### 1.5 納入物

- 1) 表 1 に示す図書を指定された時期に指定部数、1.8 項記載の納入場所に納入すること。
- 2) 提出図書は指定部数の冊子体の他に電子版を提出すること。表 1 に示す図書及び最終的に採用した設計データファイルを格納した電子媒体も提出すること。電子版のファイル形式は量研と受注者協議の上、決定するものとする。

表 1 提出図書

図書名称	印刷物 提出部数	提出時期	確認
再委託承諾願	1	契約後速やかに (下請負がある場合に提出のこと。)	要
品質計画書(1.11.2(1)項参照)	1	契約後及び変更の都度速やかに	要
作業体制表(1.11.2(2)項参照)	1	契約後 2 週間以内及び更新の都度	要
作業要領書	1	契約後速やかに	要
工程表(1.14 項参照)	1	契約後 2 週間以内及び更新の都度	要
報告書(2.2.3 項参照)	1	納入時	要
打合せ議事録 (1.15 項参照)	1	打合せ後 2 週間以内	要

要確認図書の確認方法は以下とする。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

正を指示する。修正等を指示せず受理する場合、その旨通知するか当該期限をもって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する。

ただし、再委託承諾願(量研指定様式)については、量研が確認後、文書にて回答するものとする。

## 1.6 貸与品

量研における TBS の設計検討及び腐食生成物に関する検討の結果

## 1.7 納期

令和6年11月15日

## 1.8 納入場所

量研 六ヶ所研究所 ブランケット工学試験棟 事務室1

## 1.9 検査条件

提出書類の内容確認をもって検査合格とする。実施時期及び合格条件は以下のとおりとする。

時期：納入時

判定基準：報告書の記載内容が第2章に定める技術仕様を満足していること。

## 1.10 保証

- 1) 第2章に定める技術仕様を満足すること。
- 2) 納入品に不具合が生じ、それが受注者の責でない場合も、問題解決のための協議へ積極的に参加し、情報の照会には可能な限り対応すること。

## 1.11 品質保証

### 1.11.1 一般事項

品質保証については別紙-1「イーター調達取決めに係る調達契約の品質保証に関する特約条項」に準ずるものとする。なお、別紙-1において甲は量研、乙は受注者を指すものとする。

### 1.11.2 品質計画書の作成

- 1) 受注者は本契約の履行に当たり、受注者が適用する品質計画書を作成し、関連する作業着手前に量研の確認を得ること。量研が指定する品質計画書の様式に則って、必要事項を記載すること。
- 2) 作業に関わる要員が満たすべき資格と力量を有していることが明記された作業体制表を作成し、量研の確認を得ること。

## 1.12 産業財産権、技術情報及び成果公開等の取り扱い

産業財産権の取扱いについては、別紙-2「産業財産権等の取扱いについて」に定められたとおりとする。ただし、秘密保持について、イーター機構が原子力事業者としての義務を果たすために、その安全

性、品質保証、信頼性のための目的で情報及び知的財産の伝達を要求した場合、量研により当該情報及び知的財産をイーター機構に伝達するものとする。当該情報及び知的財産の伝達について、量研は実施した日から1か月以内に受注者に通知する。伝達された情報及び知的財産が秘密なものであって、イーター協定と情報及び知的財産に関する附属書に従って秘密を保持し続けられなくてはならない場合、量研はその旨をイーター機構に通知するものとする。

### 1.13 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（国等による環境物品等の調達の推進等に関する法律）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。
- 2) 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。

### 1.14 工程管理

本件の履行に当たり、作業の工程表を作成する。提出図書の提出日及び確認までに必要な最大日数も記載すること。工程表のファイル形式は量研と受注者が協議の上、決定するものとする。工程表を変更する必要がある場合は、改訂版を提出し、量研の確認を得ること。工程の遅延が発生する可能性がある場合と受注者が判断した場合は、直ちに量研に報告し、遅延を解消するための対策を提案すること。

### 1.15 協議

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。

打合せの実施に当たっては、以下の要領に従うものとする。

- 1) 量研と受注者は、常に緊密な連絡を保ち、本仕様書の解釈及びシステムの設計に万全を期すものとする。必要に応じ、オンライン会議、テレビ会議又は対面で打合せを行うものとする。
- 2) 打合せをした場合、打合せ後2週間以内に受注者は打合せ議事録を作成し、量研に提出する。確認の方法は、1.5項に従うものとする。
- 3) アクションリストを作成し管理すること。打合せごとにアクションリストを更新すること。アクションリストは打合せ議事録と合わせて提出すること。
- 4) 打合せ議事録を含む技術的な連絡は文書（技術連絡シート）をもって行うものとする。
- 5) 受注者は量研からの質問事項に対しては速やかに回答すること。回答は書面によることを原則とし、急を要する場合については、あらかじめ口頭で了承を得て、1週間以内に正式に提出し、量研の確認を得ること。所定期日以内に回答書面の提出がない場合は、量研の解釈を優先する。

### 1.16 その他

- 1) 受注者は対象となる機器の設計方針と構造、評価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、本作業を実施すること。
- 2) フランス原子力規制省令（Order dated 7 February 2012 relating to the general technical

regulations applicable to INB) に従うこと。

## 2 技術仕様

### 2.1 作業の範囲

本仕様に定める作業の範囲は以下とする。

- 1) 放射性腐食生成物に関する初期評価
  - ・ 2.2.1 項のとおり。
- 2) 報告書の作成
  - ・ 2.2.2 項のとおり。

### 2.2 作業の条件

本仕様に定める作業の条件は以下のとおりとする。

#### 2.2.1 放射性腐食生成物に関する初期評価

2.2.2 項及び量研が貸与する ITER における特有事項（運転モード、材料、水質等で表 2 及び表 3 に例を示す。）を踏まえた水冷却システム（以下「WCS」という。）における ACP の評価モデルを構築し、Microsoft excel での計算を実施する。具体的には以下の条件を参考に、系統内を温度、材料、流速に応じて分割し、各領域での ACP 量を評価する。

考慮するプロセス：WCS からの腐食生成物の取込み、金属イオンの溶解/析出、粒子の付着/剥離、母材の腐食、放射性核種の取込み（放射化/崩壊）

考慮する放射性元素：炉外からの取込み量などの検討結果をもって影響度評価を実施した上決定する。

対象領域：テストブランケットモジュール（以下「TBM」という。）本体、主循環冷却系、純化系として各領域を温度、材料、流速などを参考に適当数に分割して評価を実施する。

評価項目：各系統表面の外層、内層酸化皮膜、付着物量、照射領域での放射化した腐食生成物量

評価入力パラメータ：必要に応じて過去の量研における検討結果を提示する。ただし、例えば WCS 構造材料の腐食速度、付着/剥離率など量研から提供できないものについては、受注者において文献調査などを実施し、量研の確認を得ること。

#### 2.2.2 TBS の構成及び水質条件について

##### 2.2.2.1 TBS の概要と構成

TBS は TBM と冷却系、トリチウム回収系などの補機系から構成される。TBM は ITER 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の筐体構造は、第一壁(FW)、側壁、後壁から成り、全て低放射化フェライト鋼(F82H)で製作する。筐体内には増殖及び増倍材料の粒子を充填し、プラズマから入射した中性子を増倍しつつ、増殖材料中のLiと中性子との核反応を利用して、燃料であるトリチウムを生産する。生成したトリチウムは、ヘリウムを主成分としたスイープガスを増殖材充填領域に通気して取り出す。筐体を構成する壁及び充填体内には、冷却流路又は冷却配管を設置し、加圧水型原子炉相当の温度・圧力条件の冷却水を通水して核発熱を除熱する。TBMはキーによってシールドと連結固定される。この状態でTBMセットと呼称する（図2）。シールドの後端はフランジ構造をしており、フレームに固定される。フレームは真空容器(VV)に固定され、TBMセットは自重をこのフランジで支える片持ち支持構造である。また、このフランジ部分が真空境界となる。2つのTBMセットを挿入したフレームをTBMポートプラグ（以下「TBMPP」という。）と呼び、TBMPPを水平ポートのフランジに締結し、真空境界を形成する（図2）。TBM筐体内にはスイープガス及び冷却水のマニフォールドがあり、入口及び出口となる配管が後壁及びシールドを貫通する。TBM内配管はF82H製だが、WCSの配管はステンレスであるため、TBMとWCSの間には異材接合が存在する。

シールドはTBMと異なりITERの1次冷却水で冷却される。シールドを貫通したスイープガス及び冷却水配管は、熱伸び吸収のためパイプフォレスト（以下「PF」という。）フレーム内で蛇行させた後、生体遮へいプラグを貫通し補機設備ユニット（以下「AEU」という。）まで引き出される（図3）。AEUは、事故時にスイープガスや冷却水の循環を停止させるための緊急遮断弁や、冷却水及びスイープガスの物理量を測定する機器が配置される空間で、ここに建屋内接続配管との取り合いがあり、接続配管と繋がる。接続配管は垂直シャフトやギャラリーを介して引き回され、トリチウム建屋に設置される補機系の本体に繋がる（図4）。WCS本体はトリチウム建屋L4のTCWS-VAに設置され、取り出した熱はITERの2次冷却水系であるCCWS-1へ熱交換器を介して放出される。

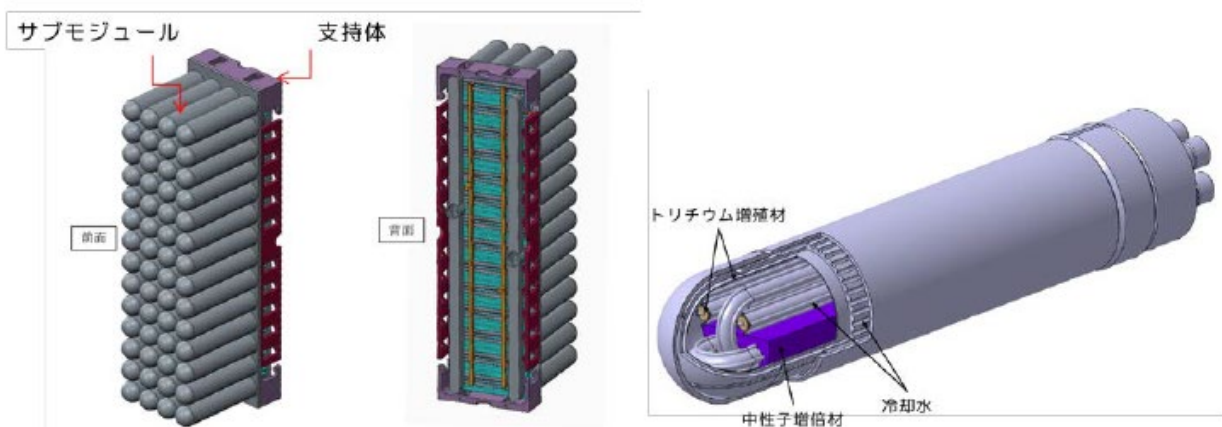


図1 イーターの水平ポートに設置するTBM（左）とサブモジュール（右）

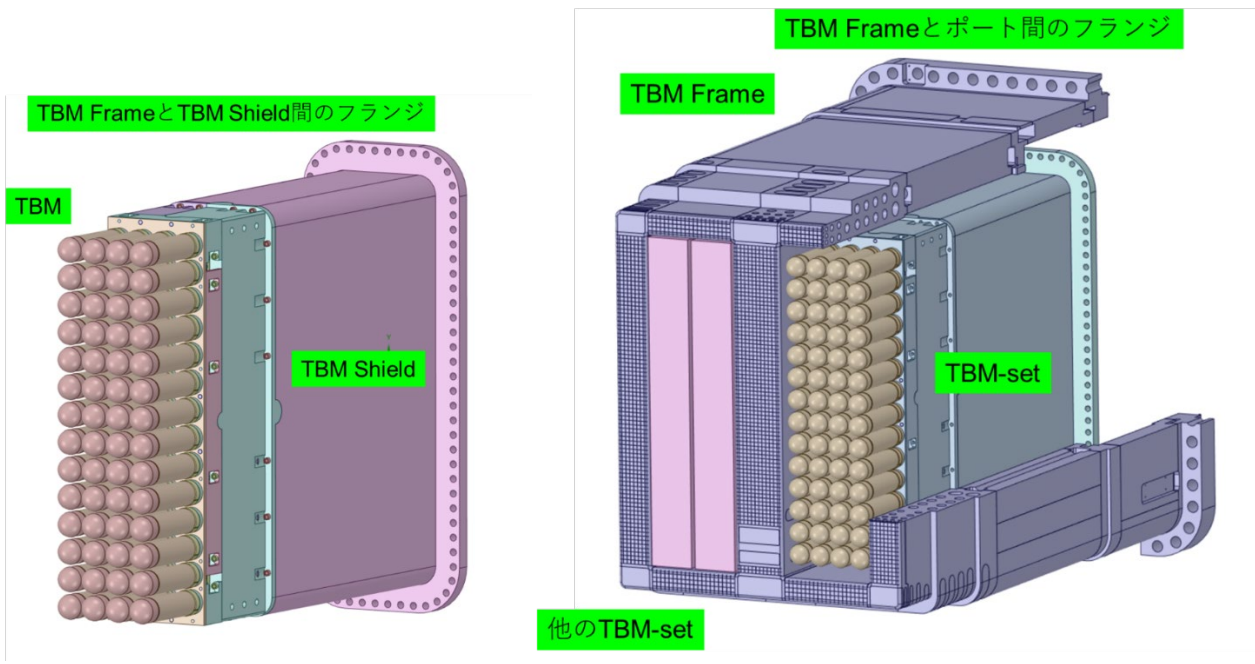


図2 TBMセット (左) 及び TBM PP

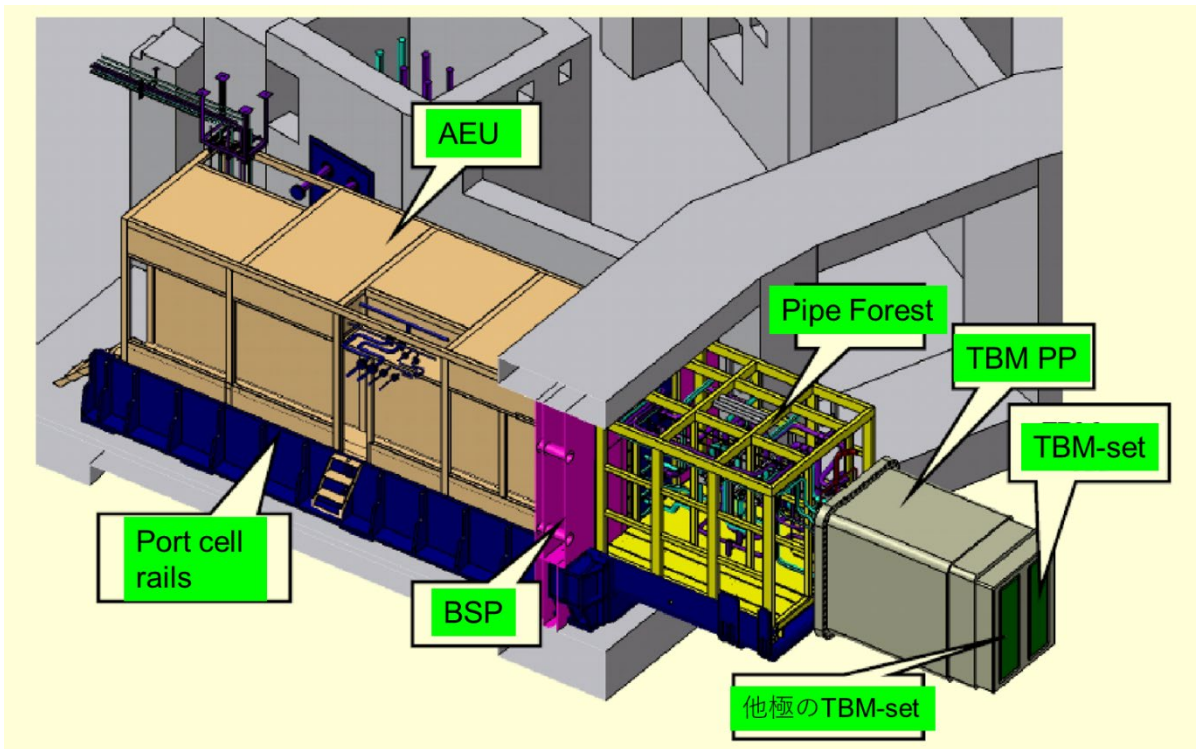


図3 TBMを設置する水平ポートの見取り図



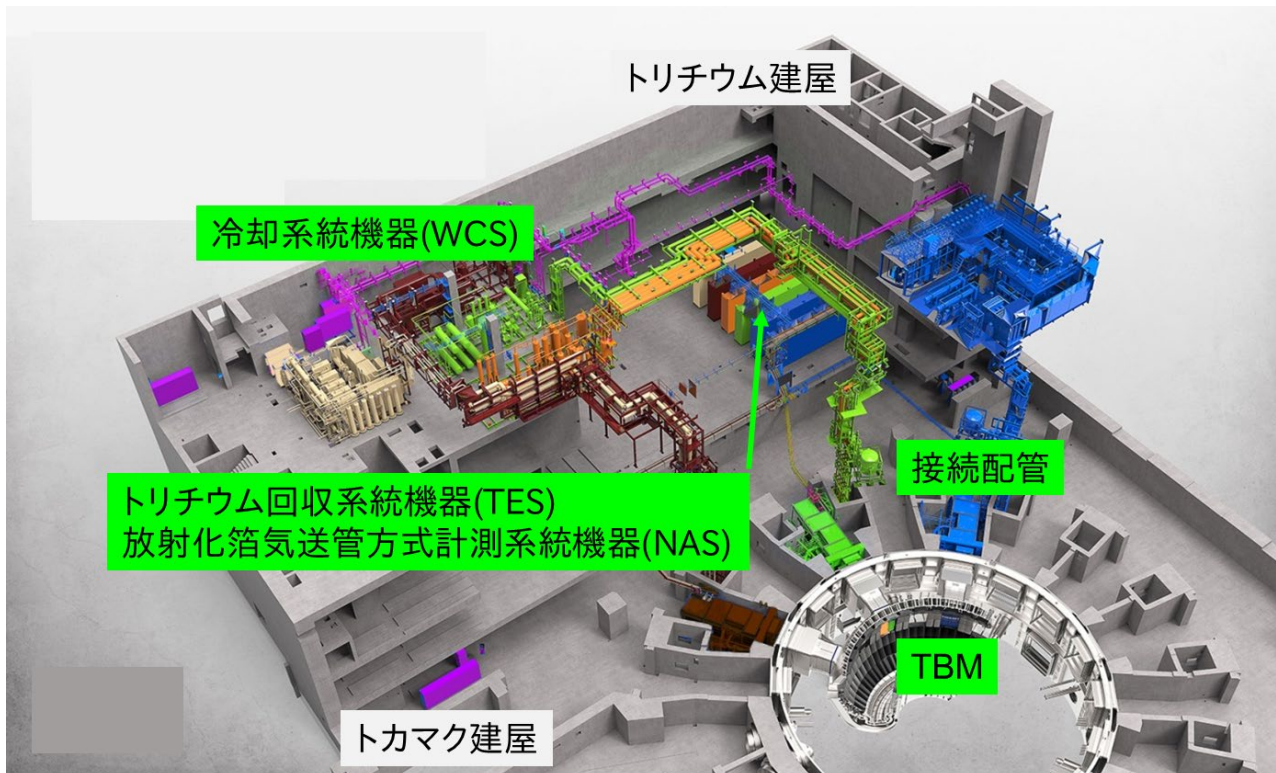


図4 TBM セットと補機系の接続

#### 2.2.2.2 TBS 冷却水条件

TBS の冷却水の水質条件について表 2 に示す。基本的には純水をベースとして溶存酸素と溶存水素を制御した水を用いる。WCS の各運転モードにおける冷却水温度・圧力条件の例を表 3 に示す。設計の進展により条件の更新があった場合は都度情報を提供する。

表 2 TBS 冷却水水質条件

溶存酸素濃度	<5ppb
溶存水素濃度	2ppm
pH	7

表 3 WCS 冷却水温度・圧力条件

運転モード	運転状況
シャットダウン	・ 冷却水圧力：0.1 MPa
テストモード	・ 冷却水流量：3.62 kg/s ・ WCS 入口温度：325°C ・ WCS 出口温度：325°C ・ 冷却水圧力：17.2 MPa

コールド スタンバイモード	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 冷却水流量：0.36 kg/s</li> <li>・ WCS 入口温度：25°C (RT 相当)</li> <li>・ WCS 出口温度：25°C (RT 相当)</li> <li>・ 冷却水圧力：0.1 MPa</li> </ul>
ホットスタンバイ モード	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 冷却水流量：3.62 kg/s</li> <li>・ 主循環系入口温度：280°C</li> <li>・ 主循環系出口温度：280°C</li> <li>・ 冷却水圧力：15.5 MPa</li> </ul>
ベーキング	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 主循環系入口温度：280°C</li> <li>・ 主循環系出口温度：280°C (± 10°C)</li> <li>・ 冷却水圧力：15.5 MPa</li> </ul>
TBM アウトガシング	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 主循環系入口温度：325°C</li> <li>・ 冷却水圧力：15.5 MPa</li> </ul>
ノーマルオペレーション	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 冷却水流量：3.62 kg/s</li> <li>・ 主循環系入口温度：325°C</li> <li>・ 主循環系出口温度：280°C</li> <li>・ 冷却水圧力：15.5 MPa</li> </ul>

### 2.2.3 報告書の作成

上記作業の成果を整理し、報告書を作成すること。報告書には少なくとも以下を含むこと。

- 2.2.1 項の検討結果
- 腐食生成物の評価モデル並びに計算に用いるエクセル
- 各系統表面の外層、内層酸化皮膜、付着物量、照射領域での放射化した腐食生成物量の計算結果、評価結果一覧

以上

選定理由書

1. 件名	テストブランケットシステムにおける放射性腐食生成物の初期評価作業
2. 選定事業者名	三菱重工業株式会社
3. 目的・概要等	ブランケット工学研究グループでは、イーター（以下「ITER」という。）に設置して機能実証試験を行うために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。）において、放射性腐食生成物（以下「ACP」という。）のプラント中における挙動評価技術の検討を行うことを主目的に、過去数年間にわたり ACP 挙動評価用の基礎式・パラメータの整理を実施してきたことを踏まえて、TBS 内の ACP 量の発生量や分布について初期評価を実施するものである。
4. 希望する適用条項	契約事務取扱細則第 29 条第 1 項第 1 号へ 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	本作業は、過去に実施してきた「RE-00015791 (R02) イーターテストブランケットシステム用放射性腐食生成物評価手法の構築作業」、「RE-00014121 (R03) テストブランケットシステムにおける放射性腐食生成物 評価用基礎式・パラメータの整理作業」、「RE-00018707 (R04) テストブランケットシステムにおける放射性腐食生成物付着剥離挙動等の整理」の結果を踏まえて実施するものであり、研究開発の成果の連続性、接続性の確保が重要である。また、本作業では、ACP 評価コードの開発を要するが、日本国内において ITER-TBS に類似する加圧水型原子炉の ACP 評価コードの開発実績があるメーカーは三菱重工業株式会社に限られ、コードの詳細は開示されていない。 以上から、関連する 3 件の既契約を受注しており、研究開発の成果の連続性等を確保でき、また、国内における ACP 評価コードの開発実務を担うことができる唯一の事業者として、三菱重工業株式会社を選定することとしたい。