

マーケットサーベイの募集

References: IO/21/MSY/PPD/LLU

“Thermal and radiation hardness adaptation, supply and qualification of Port Plug accelerometers”

(熱的および放射線のハードネス適応およびポートプラグの加速機器の供給と認定)

IO 締め切り 2021 年 9 月 15 日(水)、国内締め切り 2021 年 9 月 15 日(水)

目的

本契約の目的は、ITER トカマクのポートプラグで使用するための COTS 加速度計の完全性の限界を高め、過酷な動作条件に対応させることです。

契約者は、3 項に規定された測定要件を既に満たしている市場で入手可能な(または既に開発されているか、または彼の施設に保管されているか、など)光ファイバー加速度計の熱及び放射線抵抗仕様を改良します。その目的は、ITER の水平及びアップパーポートプラグにおける加速度の直接測定に関するすべての技術要件に適合する一組のセンサーを提供することです。契約者は、供給されたすべてのセンサーセットに関するすべての要件への適合のエビデンスを記述した認定報告書を作成します。

ITER ポートプラグ内の加速度計は、比較的過酷な電磁環境、放射環境、熱環境及び真空環境では何年も使用せずに作動するものとします。したがって、これらの加速度計は、EMI 無反応であり、ロバストであり、耐放射線性、高温性及び真空性の材料のみを使用し、熱伝導によって十分に冷却され、核熱を拡散させて、好ましくは、運動学的ジョイント及び滑りジョイント等がないようにすべきです。

範囲

本契約の範囲は、測定範囲に関する異なる要件およびそれに応じた異なる感度を持つ以下の要素の適合、テスト、供給および認定を対象とします。

- 水平ポートプラグの加速度を測定する光学センサー
- 上部ポートプラグの加速度を測定する光学センサー

センサーの統合も、限られた外部寸法、接続のレイアウト、取り付け方式、およびインテロゲータハードウェアへの信号送信に関して考慮されます。後者については、ファイバーループ接続を評価するための具体的な作業、ならびにセンサーまたは回線のワンポイント障害を検出して解決するための仕様および手順が実施されます。

業務の範囲

本契約の範囲内のいかなる項目も、投資保護及び安全上重要な機能には属しませんが、契約者は、[A 1] 及び [A 2] に規定されたすべての手順及び要件が、本プロジェクトの実施を通じて、契約者のスタッフにより周知されるものとします。これは、特に、原材料の最大不純物レベル (6.1.4節参照) に関連する要件の普及と、原材料の供給から納入、そして品質確認までのすべてのハードウェアのトレーサビリティに関連するものでなければなりません。

契約者が提供する作業は、以下の手順で行います。

1. プロジェクトの詳細スケジュールとQA計画を準備し、キックオフミーティングで合意します;
2. トランスデューサー、信号コンディショナー、センサーの最終設計を準備し、指定された熱およ

び放射条件、およびスペース割り当ての制約に合わせてセンサーサポートを調整します。;

3. ポートインテグレータがレビューするトランスデューサーとサポートのそれぞれの設計を、設計レポートの配布を通じて提出します。
4. 以下の章に示す製造文書(手順・計画・図面)を提出します。
5. トランスデューサーに関する詳細な認定計画および認定レポートを提出します。
6. 質問ユニットドライバの選択をサポートします;
7. 認定計画と認定レポートの提供;
8. 1~5項目のPDR/FDRゲートウェイを介して承認された場合、製造活動を開始します。
9. トランスデューサーおよび質問ユニットの取り付けおよびテストのガイドラインをサポートします;
10. 開発された手順とすべてのQA規定に基づいて、すべての品目を試作品として製造または発注します;
11. 予定されている認定プログラムに基づいてプレシリーズを認定;
12. シリーズ部品を供給または発注し、開発された手順およびすべてのQA規定に従ってシリーズを製造します;
13. 組立品目の工場受入テスト;
14. 各搬送の搬送準備レビューの準備;
15. コンポーネントのクリーニング、梱包、およびIOサイトへの出荷に関する適切な手順と必要なマニュアルを確認します。

供給範囲

RQ#1 契約者は、以下に要約されている変換器のセンサーをポートプラグに供給するものとします。.

これらは、3つの空間方向(垂直、トロイダルおよびラジアル)における3つの上部ポートプラグの加速度、ならびに垂直およびトロイダル方向における2つの水平ポートプラグの加速度を測定することを可能にします。各ポートプラグについて、同じ半径およびトロイダル座標に配置した2つの位置(下部および上部プレート)で測定を行うものとします

RQ#2 契約者は、以下に示す個々のセンサーを接続するために必要なインテロゲータおよび接続箱の選定を支援するものとします。

表1.供給範囲の概要。

(詳細は英文技術仕様書を参照ください)

RQ#3 契約者は、3つの加速度計を固定できるようにサポートを提供するものとします。

上部ポートプラグ用の3つの直交方向、および上部ポートプラグ用の2つの加速度計および水平ポートプラグのトロイダル方向と垂直方向

概略日程

本契約の見積期間は24カ月です。

RQ#4 本契約期間中、契約者は、表2に示す暫定的な日付で各レビューゲートにタスクの状態を提示するものと

します。

表2. ポートプラグの機械的計装の検討日
(詳細は英文技術仕様書を参照ください)

設計要件

RQとしてリストされた要件は、設計段階で満たされなければなりません。適合性は、報告および最終的にはテストと資格認定によって正当化されるものとします。

RQ#5 契約者は、適合マトリックスとも呼ばれる検証管理計画（VCP）を提供するものとし、この技術仕様書に記載されたRQの各要件について、どのように適合し、適合を検証するかを示します。

RQ#6 センサーの最終設計は、すべての要求される設計説明、図面および図ならびに改訂されたVCPを含む設計報告書で報告するものとします。

RQ#7 設計フェーズの最後に、センサーと信号コンディショナーの両方について、I/Oにインストールガイドラインを配布する必要があります。

1 センサーおよびファイバーの要件

RQ#8 センサーは、1500~1600 nmの波長の光源で動作します（調整可能な場合もあります）。この帯域幅は、放射線硬化繊維がこの範囲内で最小の放射線誘起劣化を示すので、照射時に達成可能な最小の劣化を提供するために好ましいです。。

RQ#9 ファイバー上のセンサーの多重化の可能性は、それらの位置、熱補償、およびサンプリングレート要件の観点から考慮されるべきである。提案されたセンサアレイは、設計段階でI/Oによって同意されるべきです。

RQ#10 ファイバーの両端は接続され、冗長性のために問い合わせ側を変更できるようにSCCで利用できます。

RQ#11 センサーは、熱補償を含むものとし、熱補償はトランスデューサーに埋め込まれるか、または局所補償によって行われます。

RQ#12 センサーはメンテナンスフリーです。

トランスデューサー内にセンサーの熱補償を実装することが推奨されます。

2. 一般的な設計要件

2.1 トランスデューサーおよびセンサーサポート

トランスデューサーは、偶発的な事象やポートプラグがポートに衝突した場合は、衝撃波に耐えます。通常の荷重状態、事故および偶発事象には、高速電磁過渡現象および誘起力、ポートプラグの高熱化、および地震事象が含まれます。これらのすべては、VVに対するポートプラグの動きを誘発します。

RQ#13 トランスデューサーには保護または適切なカプセル化を含めて、湿気にさらされた場合の取り付けおよび操作中の損傷。

RQ#14 トランスデューサーおよびその支持構成部品は、振動および衝撃に耐えるものとします。

RQ#15 サポートはメンテナンスフリーです。

特定の要件およびテストは規定されていない。センサーは合理的に見えるものとします。

優;テストと認定を参照してください。

RQ#16認定または取り付けのために納入されるトランスデューサーは、直ちにに取り付けることができる状態で清潔であるものとします。:

- 物品の表面に貼付された粘着テープ（粘着テープであるかないかを問いません。）
真空にさらされると、接着剤の残留物は注意深く取り除かれなければなりません
[R 11] に従って溶媒イソプロピルアルコールまたはエタノールで除去します。
- 真空に曝すべきか否かにかかわらず、物品のあらゆる表面上のマーカーペン又は塗料又は類似のものは、必要ならば掻き取り、その後、溶媒イソプロピルアルコール又はエタノールで洗浄し、[R 11] に従って脱塩水ですすぐことにより、注意深く除去しなければなりません。

RQ#17 すべての材料は、1.03未満の相対浸透率を有するものとします。

RQ#18 ハロゲン材は使用できません。

VVおよびポートプラグの環境に適合する材料は、セクション6.1. にリストされています。

RQ#19トランスデューサーは表3に適合するものとします。

表3:トランスデューサーの作動条件

(詳細は英文技術仕様書を参照ください)

RQ#20 すべてのセンサーは、動作温度範囲全体にわたって要求される精度内で測定できるように熱的に補正します。

RQ#21 高温動作によるFBGの波長ドリフトは無視できる程度とし、精度要件の30%未満とします。

RQ#22 アッパーポートプラグの加速度計のサバイバル限界は、 ± 50 g (調和荷重、10**4サイクル)以上でなければなりません。加速度計の場合には、水平ポートプラグの場合は ± 20 g) 以上とします。

RQ#23 選択された材料は、永久的な損傷なしに、表3の温度範囲に適合するものとします。

RQ#24 設計および材料は、表3に基づく総吸収線量（ガンマの総吸収線量）に適合するものとします。

RQ#25 設計及び材料は、下記の通り全高速中性子フルエンスに適合するものとします。

表3 ($\Phi > 0.1$ MeV中性子フルエンス)

RQ#26 上記の要件のいずれについても、トランスデューサーおよび光ファイバーの減衰は、0.2 dB/m以下とします。

RQ#27 すべてのひずみゲージ、加速度計およびその支持体の設計および材料は、100° Cからそれぞれの最大作動温度までの500サイクル、10° C/時の速度に適合するものとします。

RQ#28 すべてのひずみゲージ、加速度計およびそれらの支持体の設計および材料は、20,000時間にわたりそれぞれの最高温度に適合するものとします。

RQ#29 すべてのひずみゲージ、加速度計およびそれらの支持体の設計および材料は、100° Cで120,000時間の通常の作動温度に適合するものとします。

RQ#30 熱作動条件との設計適合性は、適格性確認によって証明するものとし、加速熱老化によって進めることができます。200° Cを超える温度での加速熱老化の場合、200° Cでのドリフトを決定するために追加の熱テストを実施するものとします。

RQ#31 電磁条件（結果として生じる電磁負荷がクロストークに影響を与える可能性があるという意味で）:

- a. 運転中の最大フィールド、 $B_t=4$ T、
- b. 過渡的照射フィールド変動の最大生存率、 $B_p/dt=2$ T/s (@ $B_t=4$ T)

2.2 真空要件

ポートプラグに取り付けるトランスデューサーおよびセンサーサポートには、以下の事項が適用されます。

RQ#32 トランスデューサーおよびその支持体は、水素同位体について、100° Cで 10^{-7} Pa.m³/s/m²未満のガス放出速度を有するものとします。

RQ#33 トランスデューサーおよびその支持体は、不純物について、100° Cで 10^{-9} Pa.m³/s/m²未満のガス放出速度を有するものとします。

RQ#34 トランスデューサーおよびそのサポートは、いかなる容積（空気またはその他の種）も捕捉しないものとします。の場合、トランスデューサーのハウジングは、閉じ込められた容積を防止するために通気口を備えるものとします。

RQ#35 ポートプラグに使用されるトランスデューサーおよびサポートの設計の一部として提案された製品または材料が以下の条件の少なくとも1つを満たさない場合、設計段階でガス放出テストを実施するものとします：

- すべての材料または製品は [R 11] に記載されているか、または減免により認められています。
- すべての材料または製品は、類似の用途で使用されるか、関連する材料データベース（例 [R 12] 、 [R 11]）に登録され、 10^{-9} Pa.m³/s/m²未満のガス放出速度に相当する等価総質量損失があります。

RQ#36 材料は、認可され制限された材料の付録Bおよび [R 11]掲載リストに限定されるものとします。

RQ#37 [R 11] にまだリストされていない補足資料は、IOが正当に承認する逸脱要求に応じて承認することができます。

3 加速度計固有の要件

3.1 パフォーマンス要件

RQ#38 最も低い精度（*）で測定された加速度は、設計要件の0.2 gと同程度に低く、上部ポート加速度計の設計目標の0.1 gを達成しました。

一方、水平側のポートでは、これらの値はそれぞれ0.1 gと0.05 gです。

RQ#39 測定方向の感度0.05 gを設計要求値、0.02 gを設計目標とした上部ポート型加速度計。

RQ#40 軸外方向の加速度に対する感度（*）は、設計要求として<3%とし、設計目標として<1%を追求します。

軸外の加速度に対する感度（*）は、設計要件として<3%とし、設計目標として、すべての周波数で軸内の測定値に対して<1%とします。

RQ#41 機械部分の第一固有振動数が800Hzを超えていること。

（*）各サンプルについて、十分に正確に測定された最低の加速度は、得られたノイズのグラフから定量化されます。

各サンプルの最も低い正確な測定加速度は、ノイズ（3Hzから500Hzまでの帯域幅）、直線性、クロストークのレベルのグラフから定量化されます。加速度の振幅と周波数の関数として得られたノイズ（3Hzから500Hzの帯域幅）、直線性、クロストークのレベルから定量化されます。

十分に正確な測定」の具体的な定義は、これら3つのパラメータのそれぞれについて<3% としています。これらの出力グラフを入手して比較すると、現在の定量的な性能要件の定義を再検討することができます。定量的な性能要件の定義が再検討され、合理的に調整される可能性があります。

3.2 統合要求事項

RQ#42 保護ケースの寸法は、59*65*(15~25)mmに収まること。RQ#42 保護ケースの寸法は、ポート壁に垂直な方向の最初の寸法である 59*65*(15~25)mm に収まること。追加アタッチメント機能 59mmの寸法を増加させてはなりません。

RQ#43 加速度計は、CROとの合意に基づいて設置できる位置と取り付け機能を有すること。RQ#43 加速度計は、CRO と合意した通りに設置できる位置と取り付け機能を有すること。

RQ# 44 コネクタはポート構造面内に収まり、ポートプラグ軸に平行であること。プラグの軸に平行であること。

RQ# 45 上記の3つの要件に適合するために、最大2種類の加速度計を納入することができる。この場合、全ての加速度計は、全てのポートに2つ以上のバリエーションが要求されないように、上部ポートまたは水平ポートのいずれかから最も厳しい要件に適合します。

RQ#46 1本のファイバーで6個の1-D加速度計を3つのグループごとに追加の温度センサーと接続できます。このループ形式の接続により、一連のセンサー(図1の中間スキームと下位スキームを参照してください)のどこかでワンポイントファイバー障害が発生した場合に、すべてのセンサーが失われる可能性を最小限に抑えることができます。

RQ# 47 センサーのコネクタとファイバーのデッドエンドは、波の後方反射を防ぎます。

RQ# 48 加速度センサーには、接続ボックスで接続を行うために必要な長さのファイバーが提供されます。ポートプラグ内のスプライシングボックスで接続を行うために必要な長さのファイバーが供給されます(ポートによって2~5m。ポートによって異なります)。

RQ#49 ループ接続を行うための特定のインテロゲータの要件に関する推奨事項を、図1に示します。

図1. センサーの接続方式。上段:典型的な方式で、中段と下段に示したループ型にスキームに変更されます。(詳細は英文技術仕様書を参照ください)

4 光ファイバーに関する要求事項

RQ# 50 光ファイバーは、表4に示すような最大直径と公差を有すること。

RQ# 51 光線は、最小曲げ半径15mmを考慮して配線すること。

RQ# 52 光ファイバーは、外部のステンレス鋼またはニッケルのチューブで保護されていること。

RQ# 52 光ファイバーは、最大外径 2.4 mm の外部ステンレス鋼またはニッケル管で保護すること。

表4. シングルモード耐放射線ファイバーのパラメータ

【※ 詳しくは添付の英語版技術仕様書「**Summary of PPMI accelerometer specification**」をご参照ください。】

ITER 公式ウェブ <http://www.iter.org/org/team/adm/proc/overview> からアクセスが可能です。

「核融合エネルギー研究開発部門」の HP : <http://www.fusion.qst.go.jp/ITER/index.html>
では ITER 機構からの各募集 (IO 職員募集、IO 外部委託、IO エキスパート募集) を逐次更新しています。ぜひご確認ください。