

マーケットサーベイの募集

References: IO/MSY/22/RHS/TKA

“Remote Handling (RH) Telemanipulator Framework Contract”

(遠隔操作用テレマニピュレーターの枠組契約)

IO 締め切り 2022 年 10 月 28 日(金)

○目的

本文書の目的はマーケットサーベイに対して、一般的情報を提供することです。ITER 機構は、ITER プロジェクトの一環として、遠隔操作用テレマニピュレーターを供給するための枠組契約を締結しようとしています。以下のセクションは現状の ITER 計画の説明です。本文書に記載されている内容はそれに拘束されるものではなく、更新されることがあります。

○作業範囲

フレームワーク契約の範囲は、ITER プロジェクトのさまざまなリモート処理サブシステムのニーズに応じて、テレマニピュレーターソリューションと関連サービスを提供することです。

- テレマニピュレーター設備の供給：
 - テレマニピュレーターマスターアーム装置の供給
 - テレマニピュレータースレーブアーム装置の供給（複数構成）
 - テレマニピュレーター支持体/フレームの供給
 - 統合テレマニピュレーターマスタースレーブシステムの供給
 - さまざまなスレーブアーム構成が可能
 - ボディユニットとサポートフレームの別注が可能
 - ITER/RH アーキテクチャとの統合に対応した制御システム。
- テレマニピュレーターサービスの提供
 - テレマニピュレーター研究サービスの提供
 - タスク・スタディ、パフォーマンス・スタディ、新機能スタディ、プラットフォーム移行スタディ
 - テレマニピュレーター開発サービスの提供
 - 機械、ハードウェア、およびソフトウェアの機能開発
 - テレマニピュレーター統合サービスの提供
 - インターフェースと統合に関するデータ/ドキュメントの提供
 - スレーブアームのキネマティックキャリブレーション
 - ロボット・ワークセルへのテレマニピュレーターシステムの統合
 - 以前提供していたテレマニピュレーターシステム機器のアップグレード

枠組みの範囲は、ITER の容器内及び NB セルの遠隔操作サブシステムのための遠隔操作装置の必要性をカバーするものであり、これらは IO 及び DA 双方の調達責任の下にあります。ITER ホットセルテレマニピュレーターのニーズは、この枠組みの範囲外とみなします。

○背景となる情報

1. ITER プロジェクト

ITER は、エネルギー源としての核融合の可能性を証明し、最初の発電用核融合発電所の設計とその後運転に必要なデータを収集することを目的とした大規模な科学実験です。

ITER 協定は、中国、欧州連合、インド、日本、韓国、ロシア及び米国によって署名されました。ITER 機構の加盟国は、廃止措置の前の建設段階及び操業段階を通じてプロジェクトの費用を負担します。

ITER は、欧州において南フランスのカダラッシュに建設中です (ITER プロジェクトの概要については www.iter.org を参照下さい)。

図1 ITER 装置と主な機器

(詳細は英文技術仕様書を参照ください)

プラズマ運転が開始されると、容器内の環境は人の立ち入り厳禁の非常に危険な環境となり、容器内の保守作業は遠隔操作システムを用いて完全に遠隔で行われます。メンテナンス作業の一部は現場で行われますが、多くはホットセルに機器を取り外し、そこでメンテナンスを行うことによって行われます。容器内保守作業の一覧には、次のものが含まれますが、これらに限定されません。

- ブランケットファーストウォールパネル及びシールドモジュールの交換
- ダイバータカセットの交換
- 上位レベルのポートプラグのメンテナンス
- 水平レベルのポートプラグのメンテナンス
- 下位レベルのポートプラグ(クライオポンプ、容器内観察システム)のメンテナンス
- NB ダクトライナーの交換
- 計測ラックのメンテナンス
- 真空容器の使用過程検査、
- 塵埃のサンプリングおよび除去、
- リークのローカリゼーション、
- 計測キャリブレーション。

図2 保守が必要な容器内機器の特定

(詳細は英文技術仕様書を参照ください)

真空容器の北側には、中性粒子ビーム (NB) セルが多数ある NB インジェクタシステムを含みます。NB セルのこれらのシステムおよび他の装置のメンテナンスには、遠隔操作システムの使用も必要となります。

図3. メンテナンスを必要とするいくつかの NB セル機器の特定

(詳細は英文技術仕様書を参照ください)

2 ITER 遠隔操作システム

ITER RH システムの調達には、ITER 機構、欧州国内機関 (F 4 E) 及び日本国内機関の 3 者が関与しています。

2.1 ブランケット RH システム

ブランケット RH システム (BRHS) は、ブランケットファーストウォールとシールドブロックモジュールの容器内交換に使用されます。ツールマニピュレーター (Tool Manipulator) サブシステムは、車両マニピュレーター (Vehicle Manipulator) によって容器内に搬送されるデュアルアームマニピュレーターです。

図 4. ブランケット RH システムの概要

(詳細は英文技術仕様書を参照ください)

2.2 ダイバータ RH システム

ダイバータ RH システム (DRHS) は、真空容器底部のダイバータカセットを交換するために使用されます。DRHS には 2 つのカセットムーバーサブシステムがあり、それぞれに統合マニピュレーターアームが必要です。

- カセットマルチファンクションムーバー (CMM)
- カセットトロイダルムーバー (CTM)。

図 5. Divrtor RH システムの概要

(詳細は英文技術仕様書を参照ください)

2.3 NB セル RH システム

NB セル RH システム (NBRHS) は、NB セル内の NB インジェクタや他のシステム上で多数のリモートメンテナンス作業を実行するために使用されます。2 つの NBRHS サブシステムは、デュアルアームのテレマニピュレーターを配置するように設計されています。

- ビームライン RH 装置
- ビームソース RH 機器。

図 6. NB セル RH システムのいくつかの要素

(詳細は英文技術仕様書を参照ください)

2.4 アジャイルロボットトランスポーター

アジャイルロボットトランスポートシステム (ART) は、容器内で検査と軽メンテナンスを行うための汎用的な機能を提供します。ART によって実行されるタスクの中には、計測キャリブレーションと塵埃除去があります。

図 7. ART システムの概要

(詳細は英文技術仕様書を参照ください)

2.5 キャスクプラグ式 RH システム

ITER の容器内遠隔保守の原則は、「キャスク」車両を使用して、RH 機器及び容器内の構成機器を容器とホットセルとの間で輸送することです。次に、機器のメンテナンスがホットセルで実施されます。

図 8. RH キャスクシステム概要

(詳細は英文技術仕様書を参照ください)

3.3 ITER における遠隔操作

3.1 制御システム

遠隔操作を行うための重要な RH ツールです。ITER では、トカマク建屋 (B 11) とホットセル建屋 (B 21) にリモート環境が分散しており、制御は有人アクセスの制御建屋 (B 24) の完全遠隔制御室から行われます。

したがって、ITER テレマニュピレーターシステムは、機械的にリンクされたマスタ・スレーブ装置ではなく、電氣的にリンクされたマスタ・スレーブ装置です。

ITER プロジェクトは、原子炉建屋内の多くの異なる場所で複数の潜在的な遠隔保守活動を有しており、ITER RH システムは、これらの作業を実施する能力を有する多数の装置を含むことになります。1 つのシャットダウンキャンペーンでは、メンテナンス作業のサブセットのみが必要で、RH システムのサブセットのみが導入されます。

RH システム及び RH 制御室は、特定の ITER 保守停止に必要な RH システムの必要なサブセットを操作するように構成されるように柔軟性が必要です。具体的には、RH 制御室には標準的なハードウェアを備えた標準化されたワークセルがあり、任意の RH サブシステムを操作するように構成できます。次の図は、必要な分散制御システムのアーキテクチャを簡略化したものです。異なる ITER 建屋間の唯一の通信はデジタルネットワークを介して行われます。システム全体には、複数のマスターデバイスとスレーブデバイスが含まれます。ITER RH システムでは、各 RH サブシステムにスペースに関する特定の要件があるため、一連のスレーブマニュピレーターが必要になります。

運動学、リーチ、ロードキャパシティ。しかし、RH 制御室では、標準的なマスターアーム装置を有することが非常に望ましいです。

図 9. ITER RH テレマニュピレーターシステムの分散アーキテクチャ

(詳細は英文技術仕様書を参照ください)

3.2 オペレーション

テレマニュピレーターシステムの一般的な目的は、遠隔の危険な環境での人間のメンテナンス能力を提供することです。man-in-loop 操作により、メンテナンスタスクを実行し、タスク条件の変化に対処

するための幅広い機能と柔軟性が実現されます。通常は、「運搬」装置により、遠隔監視システムと共に、遠隔環境との相互作用を必要とするタスクを実行するためにオペレータによって使用される遠隔監視システムと共に、遠隔監視システムを保守タスクの近くに配置されます。遠隔環境とのインタラクションを必要とする作業を行うために、オペレータは遠隔監視システムとともにフォースフィードバックテレマニピュレーションシステムを使用します。

オペレータは、タスクとマニピュレーターの相対的な位置決めに基づいてタスクを実行できるので、テレマニピュレーターの位置決めは、非常に正確である必要はありません。場合によっては、データの設定後に自動モーションを使用できます。

図 10. マニピュレーター操作タスクのサンプル

(詳細は英文技術仕様書を参照ください)

ITER RH マニピュレーターは広範囲の作業に使用できる一般的な操作ツールと考えるべきです。主要なタスクを特定できるようになりましたが、操作および処理ツールが開発されるにつれて詳細が発展し、これは継続的なプロセスです。選択基準では、放射線硬度、収納スペース、リーチ、耐荷重などのいくつかの特定のパラメータを考慮した上で、一般的な RH 対応作業を実施するための良好なテレプレゼンスと運転性能の達成に焦点を当てる。

4 RH テレマニピュレーター仕様

遠隔監視装置が遠隔保守タスクを実行する能力は、一連の性能パラメータにおいて捉えることは困難です。テレマニピュレーター要件の基本セットを表 1 に記録し、デモンストレーションタスクのセットを表 2 に記録します。サプライヤーとマニピュレーター機器の実績評価の重要な部分でもあります (表 3)。

表 1. 予定しているテレマニピュレーターの基本的な指標パラメータ

表 2. 予定しているテレマニピュレーターのデモンストレーションタスク

表 3. 現実世界の経験の指標基準

(詳細は英文技術仕様書を参照ください)

5 フレームワーク体系

5.1 フレームワーク契約

枠組み契約の概念は、ITER 当事者に対する RH テレマニピュレーターソリューションの供給者を選択することです。

図 11. RH マニピュレーターフレームワークスキーム

(詳細は英文技術仕様書を参照ください)

サプライヤーの選定は、IO と DA によって設定された一連の詳細な評価基準に基づき、技術面、スケジュール面、財務面をカバーします。

この枠組み契約は、次のような設備及びサービスの供給に関する一般的な条件を定めます。

- テレマニピュレーター設備の供給
 - フレームワークの対象となる機器タイプと構成パラメータの範囲
 - 装置型式に関する一般的な技術要件の仕様
 - 一般調達要件の仕様
 - QA、CAD、ドキュメント、認定
 - 受け入れテスト
 - 出荷、インストール
 - COTS 製品の原価計算式
 - オーダーメイド製品の原価計算式
 - フレームワークの対象となる IO/DA 供給ニーズの一覧表とスケジュール
- テレマニピュレーターサービスの提供
 - フレームワークがカバーするサービスの種類
 - サービスタイプの要件/成果物の内訳
 - サービスの提供に関する一般的なルールの規定
 - サービスの原価の計算に関する料率
 - 一部のサンプル・サービスのコストの内訳

枠組みが署名されると、ITER 関係者は、追加的な特定の要求事項とともに、サプライヤーから直接機器/サービスを調達するために、タスクオーダーを使用します。一般的に、供給されたテレマニピュレーター装置は、当事者が調達する RH サブシステムに統合されます。

フレームワーク契約の期間は 4 年間で、さらに 2 年間延長するオプションもあります。

5.2 スケジュールアウトライン

この枠組み契約は、6 年間で約 10 基のスレーブマニピュレーターと関連機器の調達を対象とする予定です。この数値は、IO ニーズの最適化に従います。

フレームワーク契約にはサービスの提供も含まれており、テレマニピュレーターソリューションを IO のニーズに合わせて調整するために、複数の開発タスクの注文が行われることが予想されます。

これらの開発はその後のマニピュレーター調達に統合されます。次の図に、タスクオーダーの概略スケジュールを示します。

図 12. タスクオーダーの指示スケジュール

(詳細は英文技術仕様書を参照ください)

【※ 詳しくは添付の英語版技術仕様書「**Market Survey - RH Telemanipulator Summary 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。