

外部委託業者の募集

References: IO/24/CFT/10030698/VML

"Procurement of Design, Manufacturing, Testing, Installation and Commissioning of the Stage 2 Main Coil Power Converters "

(ステージ2 コイルコンバーターの設計、製造、試験、設置、試運転作業の調達)

IO 締め切り 2025 年 1 月 13 日(月)

○目的

この文書は、ITER 機構 (IO) が調達する必要があるステージ2 メインコイルパワーコンバータ (MCPC) の技術要件の概要を示しています。

ステージ2 の MCPC には、以下の項目が含まれます：

PF AC/DC パワーコンバータ 2 台

CS AC/DC パワーコンバータ 6 台

VS1 AC/DC パワーコンバータ 4 台

これらのユニットは、IO によって調達され、デザイン、製造、試験、設置、試運転 (Commissioning)、および SAT (Site Acceptance Test) を含む完全なターンキー契約のもとで提供されます。これには、電力コンバータおよびその補助システム (高低電圧電力分配、計測・制御システム、冷却水分配、機械構造、DC バスバー) の設計・製造・試験・設置などが含まれますが、これに限られません。

この文書の目的は、この入札およびその後の契約に参加を希望する企業またはコンソーシアムに対し、予備的な情報を提供することです。最終的な技術仕様書は後日発行され、その仕様書が入札のために考慮される唯一の技術文書となります。

○ 背景

1 ITER

ITER 機構 (IO) は、初期の建設活動が進行中の国際共同研究開発プロジェクトです。IO の 7 つのメンバーは、欧州連合 (F4E によって代表される)、日本、中国、インド、大韓民国、ロシア連邦、アメリカ合衆国です。

このプロジェクトは、平和的目的のための融合エネルギーの科学的小および技術的実現可能性を示し、最初の電力生産融合炉の設計、建設、運転に必要なデータを収集することを目的としています。また、完全規模の融合発電所に必要となる加熱、制御、計測、遠隔メンテナンスなどの重要技術も試験する予定です。

ITER の敷地はフランスのブーシュ＝デュ＝ローヌ県にあり、IO の本部と建設現場があります。施設の建設は進行中です。詳細情報は IO のウェブサイト (<http://www.iter.org>) で確認できます。

2.2 コイルパワー供給および分配システムの概要

ITER のコイルパワー供給および分配システム (PBS 41) は、以下の主要なサブシステム/プラントで構成されています：

400/66/22 kV パルスパワー電力ネットワーク (PPEN)

66 kV 無効電力補償および高調波フィルタリング (RPC & HF)

コイルパワー供給 AC/DC コンバータ

スイッチングネットワークユニット (SNUs)、高速放電ユニット (FDUs)、保護用メイクスイッチ (PMSs)、DC バスバー、計測器

PPEN は、400 kV グリッドから電力を受け取り、それを 66 kV および 22 kV のレベルでコイルパワー供給システム (CPSS) および加熱・電流駆動 (H&CD) システムに配分します。

RPC & HF システムは、無効電力の流れを制御し、高調波フィルタリングによってグリッドおよび PPEN の電圧変動を低減します。

AC/DC パワーコンバータは、ITER の超伝導磁石コイルに制御された電圧/電流を供給し、プラズマの立ち上げ、プラズマ電流、形状および位置の制御、誤差場の補正を行います。

FDU は、コイルの急冷時に蓄積されたエネルギーを迅速に放電して保護します。

SNU は、プラズマ立ち上げ用の電圧を供給し、AC/DC コンバータを補完します。

2.3 ステージ 1 およびステージ 2 メインコイルパワーコンバータ

TF、PF、CS、CC コイルに電力を供給する必要があるメインコイルパワーコンバータは、2 段階で調達されます：

ステージ 1 のパワーコンバータはすでに試運転段階にあります。

ステージ 2 のパワーコンバータは、新しい ITER ベースライン 2024 に基づいて調達される予定です。

ITER ベースライン 2024 では、DT 実験段階が「研究運用開始」(SRO) という単一の段階に統合されました。SRO 前には「研究運用開始前組立」(Pre-SRO Assembly) という組立段階があり、その後、DT フェーズ DT-1 に必要なシステムを設置する「研究運用開始後組立」(Post-SRO Assembly) 段階があります。したがって、ステージ 1 およびステージ 2 の両方のパワーコンバータは SRO に必要であり、Pre-SRO Assembly 段階で組み立てが行われる必要があります。

ステージ 1 のパワーコンバータは、中国および韓国の国内機関によってインカインドで提供され、サイリスタベースの直線整流コンバータ技術が使用されています。調達プロセスは現在、現地での設置と試運転の段階にあります。

ステージ 2 で必要とされるコンバータは調達および試運転され、既存のステージ 1 のコンバータと直列接続されます。この調達はターンキー契約として行われ、設計から製造、成功した現地試運転およびコンポーネントの引き渡しまでが含まれます。

以下の表は、ステージ 1 およびステージ 2 のパワーコンバータユニットの種類、定格、数量を示しています。

○ 技術要件と供給範囲

3.1 機能要件

各コンバータユニットは、指定された電気回路（PF1、PF6、CS、VS1）を通じて、既存のステージ1コンバータと直列接続され、以下の主要な機能を果たします：

1. 電力の受信と変換

66 kV AC バスバーから電力を受け取り、AC 電力を変換して、超伝導コイルに DC 電力を供給します。

2. DC 電圧供給

対応する回路コントローラの指令に従い、 ± 1.05 kV（負荷時）の DC 電圧を供給します。コマンドに対する電圧の応答は線形的に制限され、次の要件を満たす必要があります：

- (+)から(-)、および(-)から(+)への電圧応答時間が対称であること。
- (+)から(-)、および(-)から(+)への完全な電圧変化が、PF および CS の場合は 2 つの電氣的サイクル（40ms、50Hz で 360° ）内で、VS コンバータの場合は 1 つの電氣的サイクル（20ms、50Hz で 360° ）内で達成されること。

3. 連続運転時の電流供給

電流供給は、DC バスバーの接続の極性変化なしで、連続的に行われること（すなわち、四象限動作）。具体的には、VS1 では ± 22.5 kA、CS では ± 45 kA、PF では ± 55 kA の範囲。

4. 超伝導負荷の特性に対応した要求

超伝導磁石は非常に高いインダクタンスと蓄積エネルギーを持つため、電流循環回路が開く可能性を防ぐ必要があります。以下の特別な要件があります：

- 電流ゼロ交差時にデッドタイムなしで電流極性を変更すること。
- インバータ/整流器ブリッジの半導体デバイスを切断する際に、負荷電流のフリーウィーリングパスを提供すること。

5. 制御機能の提供

以下の制御機能を提供する必要があります：

- 実時間での運転制御および監視（電圧制御および電流制御）。
- 設備保護および緊急停止用のインターロック。
- 人員安全の制御および監視。

3.4 材料の範囲

各ステージ2コンバータには、以下の項目が含まれます（機能定格および要件に基づく）：

1. AC 側の回線切断および接地装置（IO のフィーダケーブルとのインターフェース）。
2. コンバータトランスおよび金属封入 AC バスバー（B32 および/または B33 の壁を貫通する）。
3. AC/DC コンバータ（必要な電圧または電流スムージングデバイスを含む）。
4. DC 切断および接地スイッチ。
5. DC 相互接続バスバーおよびリンク（既存の DC バスバーに接続して、既存のステージ1パワーコンバージョンサーキットに挿入）。
6. 水冷パイプ、バルブおよび計測機器（既存の冷却水システムサービスポイントとのインターフェース）。

7. 制御および保護のための計測および制御システム周辺機器（ローカルの従来の制御、インターロックおよび安全制御を実行し、既存の回路コントローラや他の制御システムとのインターフェースを行う）。
8. 5年間の運用に必要な予備部品および保守。

○ 作業範囲

1 供給範囲

この契約は完全なターンキー契約となります。作業範囲には、以下が含まれます：

(i) 初期設計：

- a. 技術解決策の選定（パワーコンバータ用）。
- b. 技術解決策の技術的実現可能性の確認（主要コンポーネントの設計説明、負荷仕様および正当化計画の更新）。
- c. 設計正当化の将来のステップを計画（特にプロトタイプの資格試験）。

(ii) 最終設計：

- a. インターフェース検証と仕様。
- b. 主要コンポーネントの仕様。
- c. コンポーネントの設計。
- d. プロトタイプ開発および試験。
- e. 制御ソフトウェア開発。
- f. 設計の正当化（関連する方法およびツールを使用：計算、シミュレーションなど）。
- g. 設計レビューの準備（IOの手順に従って）。

(iii) 製造設計および準備：

- a. 設計定義の詳細化（製造図面、製造準備など）。
- b. 全てのICD/ISを洗練された設計定義に従って更新。
- c. 製造用部品表の作成、調達計画およびMIPの作成。

(iv) システムの製造および納品：

- a. システム製造の準備および製造。
- b. 工場出荷前試験（FAT）の実施（IOの要求および承認された試験計画に従って）。
- c. ITERサイトへのシステムの発送。
- d. 行政手続きの管理（通関、輸出管理など）。

(v) 組立および設置：

- システムの組立および設置作業。

(vi) 現地試運転および試運転：

- a. 試運転計画の準備。
- b. 試運転の実施。システムの試運転においては、試験中の磁石は使用できないことに注意。
- c. フランスの法的検査を完了するためのIOへのサポート。

(vii) アフターセールスサポート（運用および保守）：

- a. 予備部品の提供。

- b. 予防保守および治療保守の実施。
- c. 試験結果および経験のフィードバックに基づくシステムの更新（将来の契約で考慮される可能性あり）。
- d. 磁石試験との統合試運転中のサポート。

○日程

IO の内部マイルストーン、他システムの統合、インターフェースシステムの設計スケジュールに基づき、以下のマイルストーンを考慮する必要があります：

外部委託の募集	2024 年 12 月
入札の事前審査	2025 年 1 月
入札者会議（ITER サイト）	2025 年 2 月
入札フェーズ開始	2025 年 3 月
契約の授与	2025 年第 4 四半期
キックオフミーティング	2025 年第 4 四半期
最終設計の完成（設計およびインターフェースが確定）	2027 年第 3 四半期まで
B32/33 での設置開始	2029 年第 3 四半期
単独試運転の終了	2032 年第 3 四半期まで

（以下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「**Design, Manufacturing, Testing, Installation and Commissioning of the Stage 2 Main Coil Power Converters**」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。