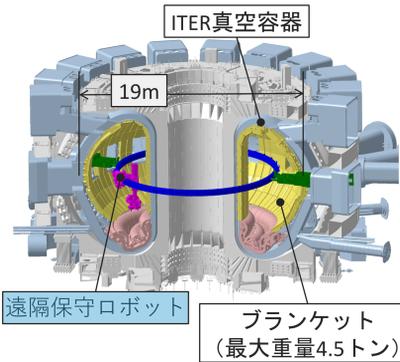


丸山孝仁 野口悠人 武田信和
量子科学技術研究開発機構

本研究開発の目的



図：ITERブランケット遠隔保守

- 核融合炉では放射線環境における保守作業が必須
 - ⇒ 遠隔保守は核融合炉工学における最重要技術のひとつ
- 視認不可環境での遠隔操作
 - ⇒ 産業用ロボット等の従来HMIでは不可能
 - ⇒ バーチャル・リアリティによる遠隔操作補助の開発

本研究開発で解決する3つの遠隔保守技術課題

1. 視認不可環境、ロボットの現在位置姿勢が把握できない
2. 実機を用いた運転計画や訓練は時間を要する
3. 異常発生時の状況確認が困難

⇒ バーチャル・リアリティ (VR) を用いて3つの機能を実装

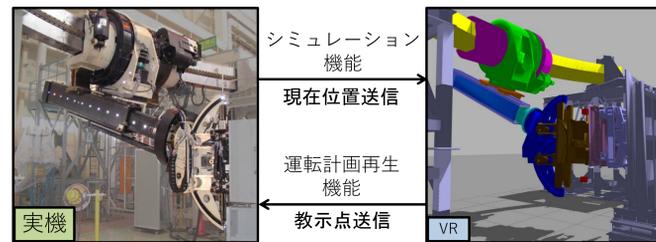
まとめ

- 核融合炉では遠隔保守が不可欠であり、視認不可環境での遠隔操作を実現するため、QSTではITERブランケット遠隔保守装置のためのバーチャル・リアリティの研究開発を行っている
- バーチャル・リアリティを応用した制御系の開発により、以下の通り遠隔操作の技術課題を解決した：
 - ✓ 視認不可環境でも操作者に視覚情報を提供
 - ✓ VR単独で動作可能な実装とし、実機を動作させることなく運転計画・オペレータの訓練が可能
 - ✓ VRと取得データを統合してひとつのタイムライン上でプレイバック、異常発生時の対処を容易とした
- 特に3つめの機能については、VRの新しい応用を提案するものであり、異常がつきものである放射線環境での遠隔操作において広く適用可能であると考え

バーチャル・リアリティ (VR) 機能1：視覚情報の提供

- × 課題#1：視認不可環境、ロボットの現在位置姿勢が把握できない

- ✓ 機能#1：3次元モデルによるシミュレーション機能を実装、操作者に視覚情報を提供可能とした
モデルであるため、視点変更だけでなく、半透明化や断面図を見ながら運転が可能



左図：VRによるシミュレーション概略

機能2：運転計画・訓練

- × 課題#2：実機を用いた運転計画や訓練は時間を要する

- ✓ 機能#2：VRを単独で動作する実装とし、運転計画・訓練に適用可能とした

実機をシミュレーションするだけでなく、VR単独で動作可能とすることで、実機を立ち上げたり動作させたりすることなく運転計画・訓練を実施できる。この際、実機操作とまったく同じHMIを利用可能。計画した動作を保存し、その通りに実機を動作させる機能も実装している。さらに、VR上での動作を加速させる機能を実装することで、運転計画にかかる時間を、実機を用いる場合の12分の1に短縮した (1モジュール交換計画：実機24分、VR2分)



機能3：計測データと統合したプレイバック機能

- × 課題#3：異常発生時の状況確認が困難

- ✓ 機能#3：VRと計測データを統合し、タイムライン上でプレイバックする機能を実装した

運転中に異常が発生した際、計測データのみを調べてもロボットがどのような状態にあったのか把握するのは難しい。これに対応するため、VRと計測データを統合し、ひとつのタイムラインで自由にプレイバックできる機能を実装した。これにより、異常発生時のロボット位置姿勢、カメラ画像、計測データを一目で把握可能とし、復旧・対策を容易とした。本機能はバーチャル・リアリティの新しい応用を提案するものであり、異常発生がつきものの放射線環境での遠隔操作技術において広く適用可能であると考え。

