



資料 22
運営会議 (第83回)
令和 5.3.14



核融合工学研究プロジェクトの 2022年度研究成果について

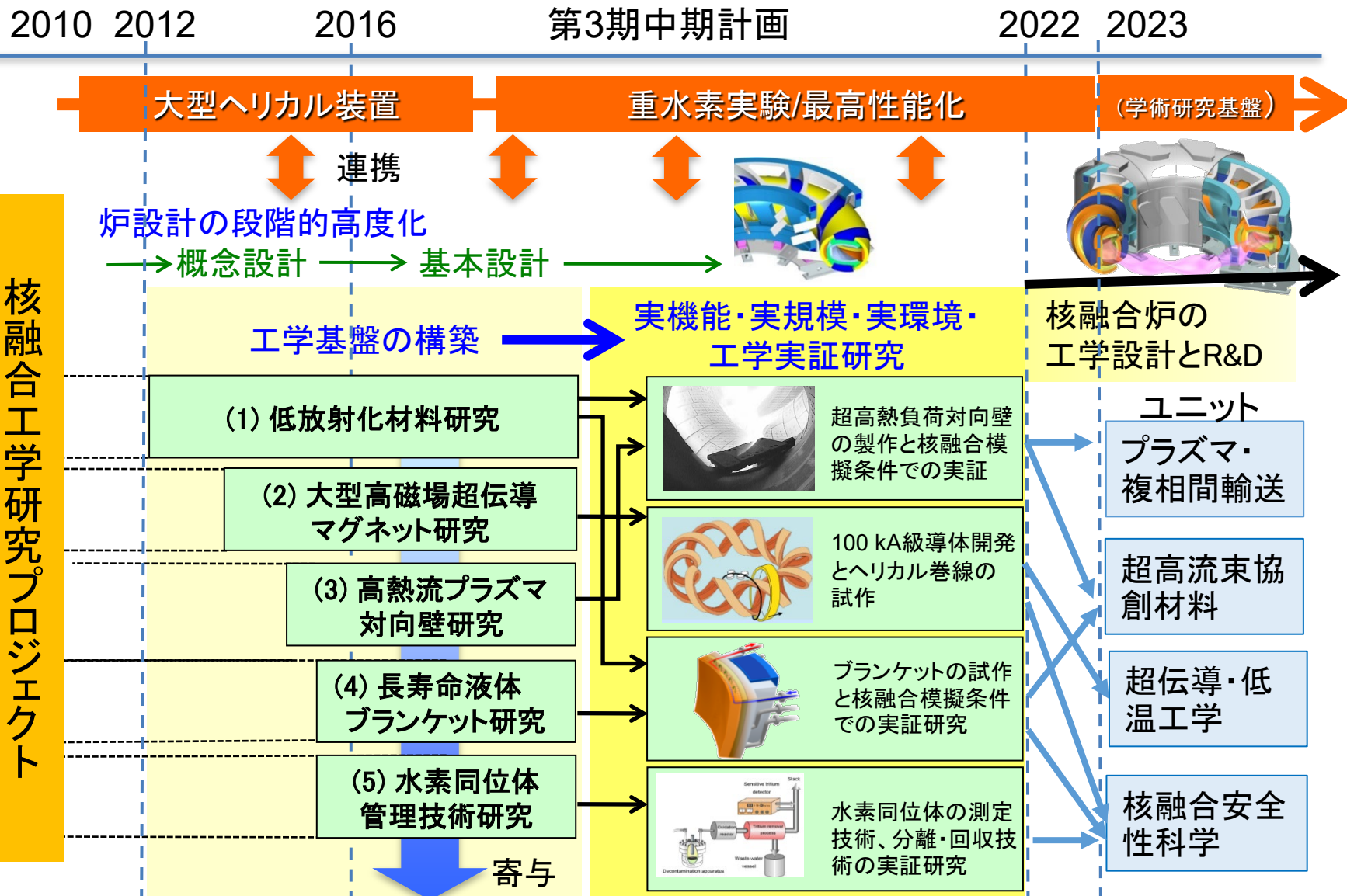
核融合工学研究プロジェクト総主幹
村上 泉

大学共同利用機関法人
自然科学研究機構
核融合科学研究所



核融合工学研究プロジェクトにおける炉工学研究

ヘリカル型核融合炉設計をレファレンスとした工学基盤構築と体系化

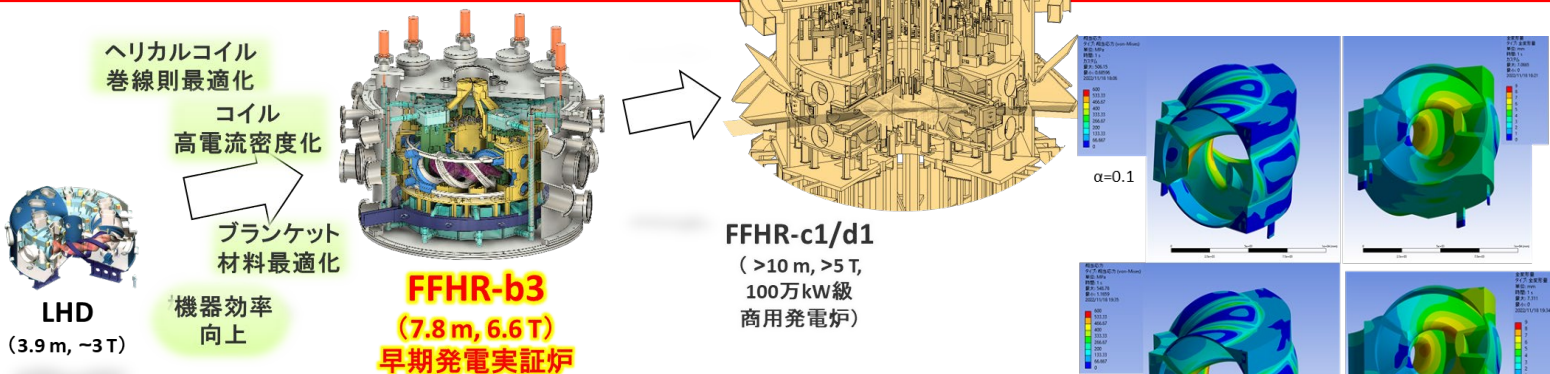


ITER/BA活動、原型炉アクションプラン：JT-60SA、IFMIF/EVEDA、A-FNS、ITER-TBM

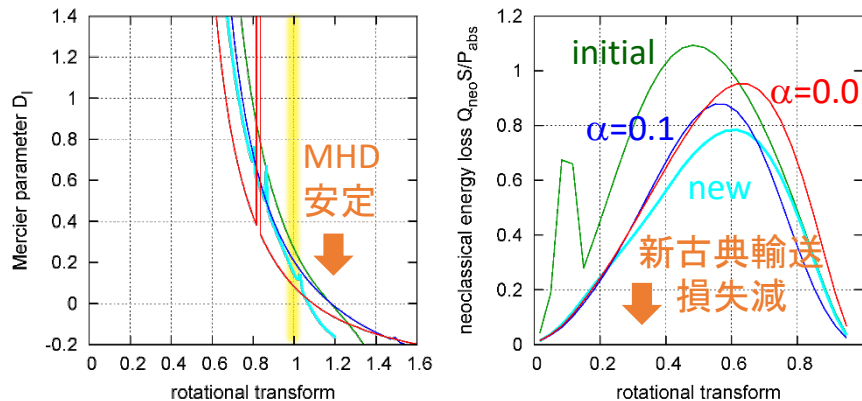
2022年度の成果(1)

早期発電実証ヘリカル炉の概念設計研究

ヘリカルコイル形状の最適化による炉心プラズマ閉じ込め性能の改善と、先進工学概念の採用による機器のコンパクト化・循環電力の低減を織り込み、**LHDの2倍サイズで10万kW級の正味発電**を可能とする新装置FFHR-b3の概念設計を推進



ヘリカルコイル形状最適化OPTHECSコードとこれまで開発した統合物理解析ツールを用い、MHD安定性と新古典輸送低減を両立する配位の探索が進行

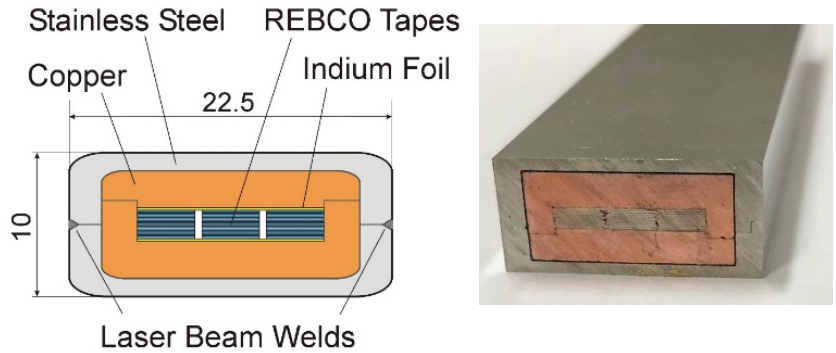


物理条件だけでなく、電磁力支持構造物の応力・変位など工学条件を考慮した検討も進展

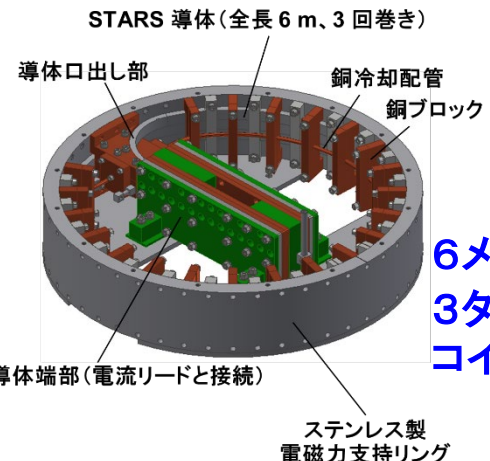
次世代核融合装置をターゲットとした高温超伝導導体開発

大電流・大型高温超伝導導体(3種類)の開発 → 大型高温超伝導マグネット技術基盤の確立

STARS 導体

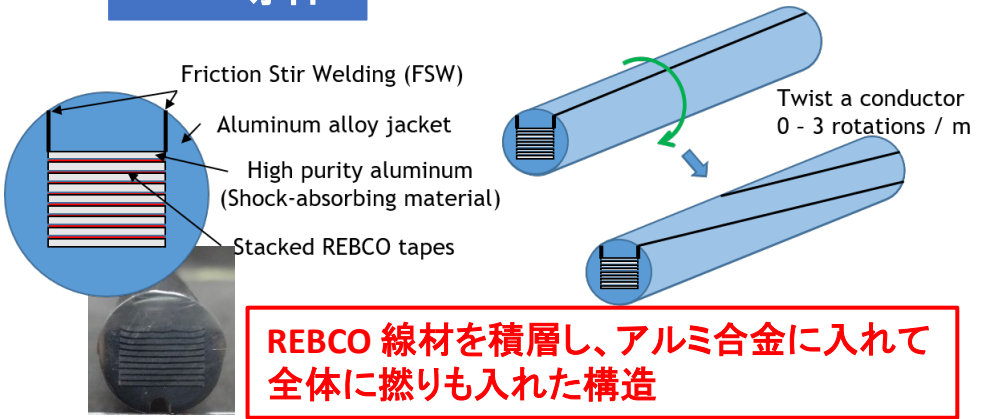


REBCO 線材の単純積層を銅ジャケット & ステンレスジャケットに入れた強固な構造

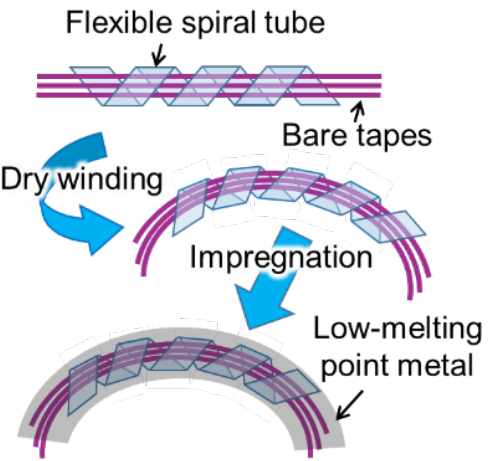


6メートル長、
3ターン・ソレノイド
コイル形状サンプル

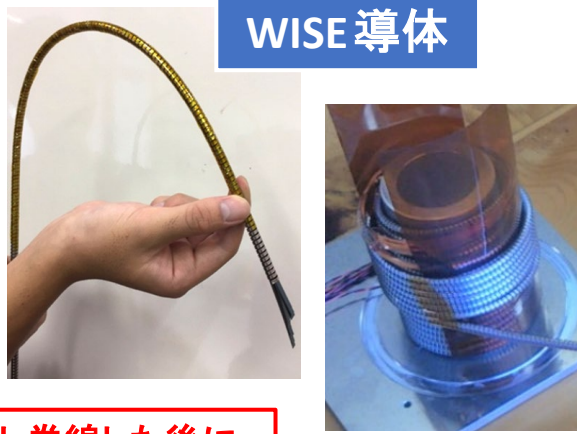
FAIR 導体



REBCO 線材を積層し、アルミ合金に入れて
全体に撚りも入れた構造

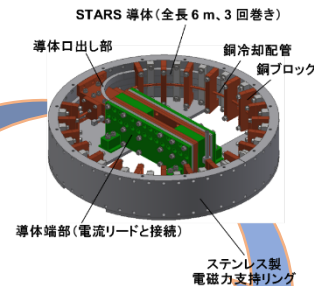


WISE 導体



REBCO 線材を積層し巻線した後に
低融点金属で固めてコイルを形成

次世代核融合装置をターゲットとした高温超伝導導体開発



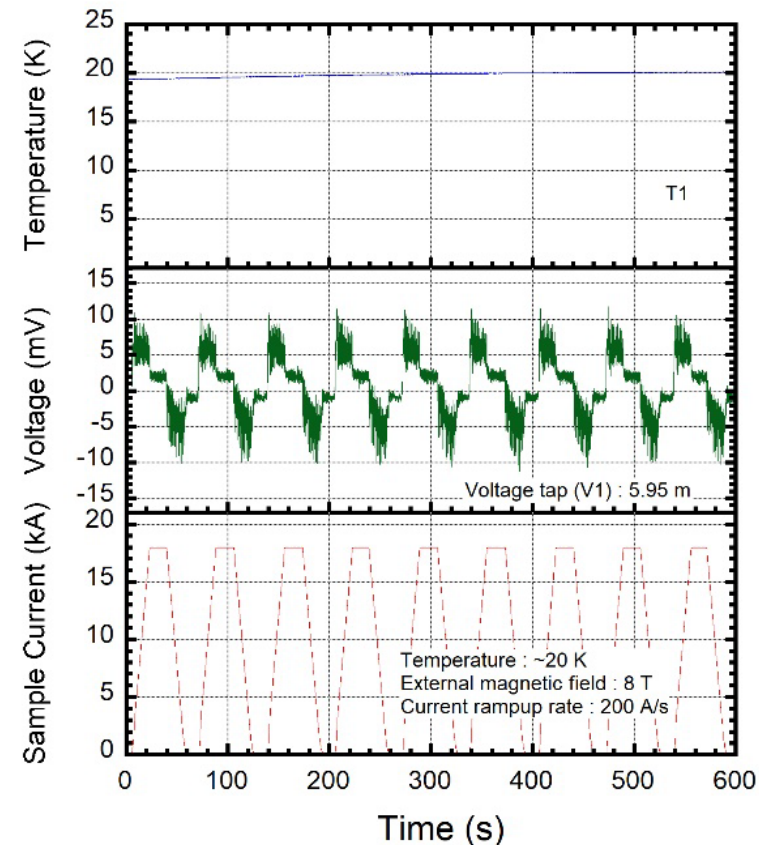
STARS導体 (6メートル長、3ターン・ソレノイドコイル形状サンプル)

大口径強磁場導体試験装置における冷却・励磁試験

温度 20 ケルビン、磁場 8 テスラ、定格電流 18 kA
百回を超える高速通電試験 (1 kA/s) で健全性確認



13 T, $\phi 700$ mm
SC Magnet



超高熱流機器の高性能化と長寿命化

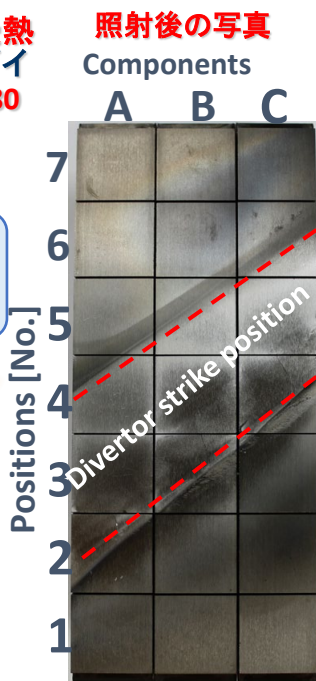
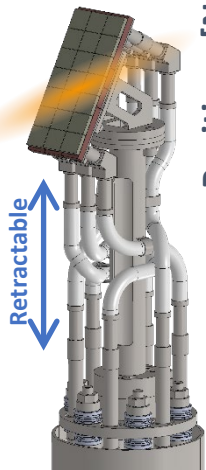
LHDダイバータプラズマ照射後の表面分析結果

「新構造ダイバータ受熱機器試験体」をLHDダイバータプラズマに1,180 shots照射

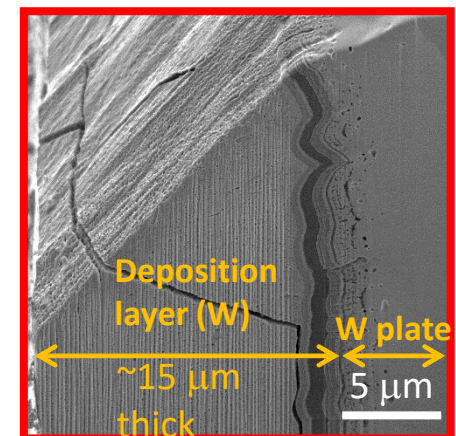
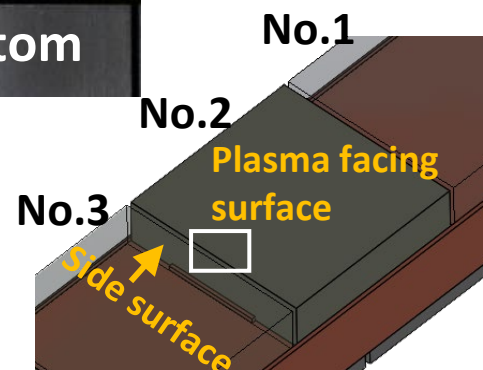
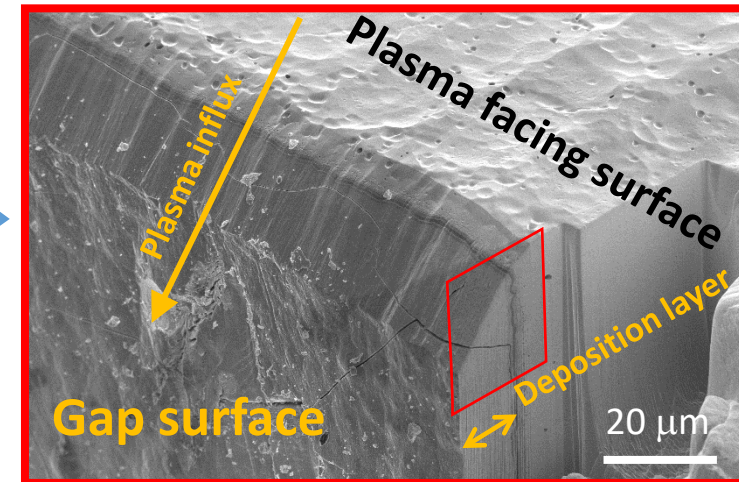
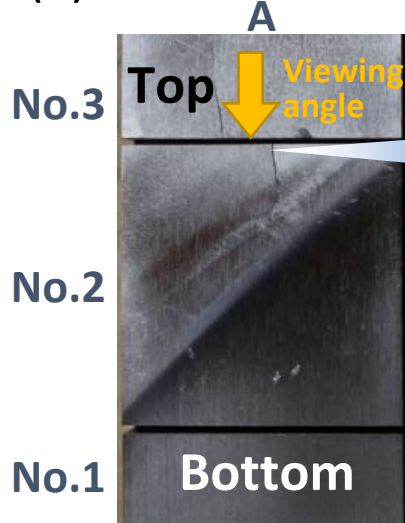
Typical parameter

P_{heat} : 9~22 MW

n_e : $\sim 10^{19} \text{m}^{-3}$



(a) Component

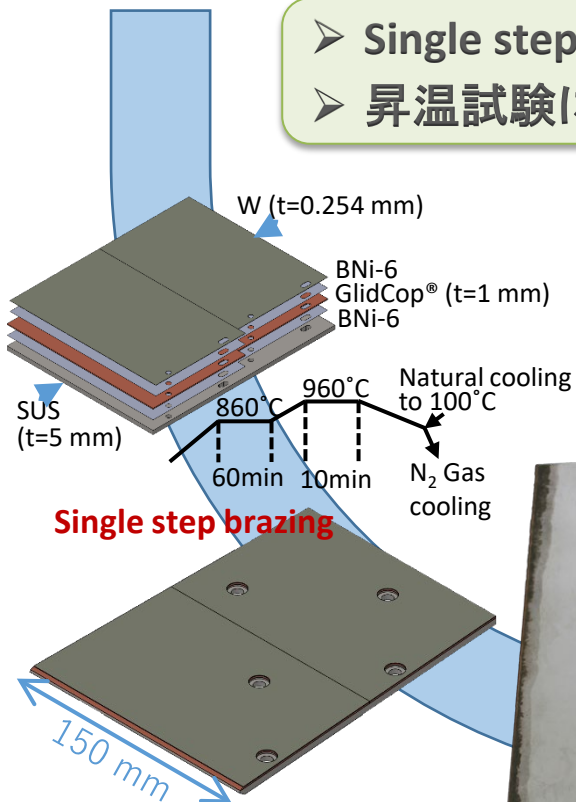


1. Wアーマーの角部が45°で損耗.
2. Wアーマーのギャップ側壁に $\sim 15 \mu\text{m}$ 厚さのWを主とする不純物堆積層を確認.

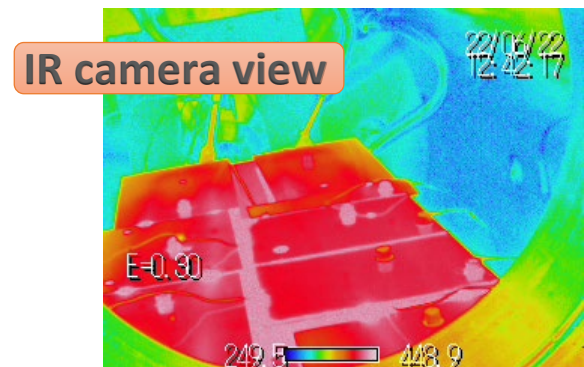
超高熱流機器の高性能化と長寿命化

Advanced Multi-Step Brazing (AMSB**) の応用により, 中規模W第一壁試験体を製造**

- Single step brazingを採用し, 接合試験体を試作. 一部Wに剥離が生じた.
- 昇温試験により均一な温度上昇を確認.



先進多段階ろう付け接合法
(AMSB)



均一な温度上昇を確認