

再生可能エネルギー発電の急変動補償のためのインダクタンス可変型高温超伝導電力貯蔵 (HTS-SMES) 装置の開発

無絶縁巻線方式とインダクタンス制御法を採用した超伝導マグネットの開発

【代表者】 岡山大学・金 錫範 教授

【共同研究者】 早稲田大学・石山 敦士 教授／東北大学・津田 理 教授／北海道大学・野口 聡 准教授
岡山大学・植田 浩史 准教授

(所属・職位は採択当時のもの)

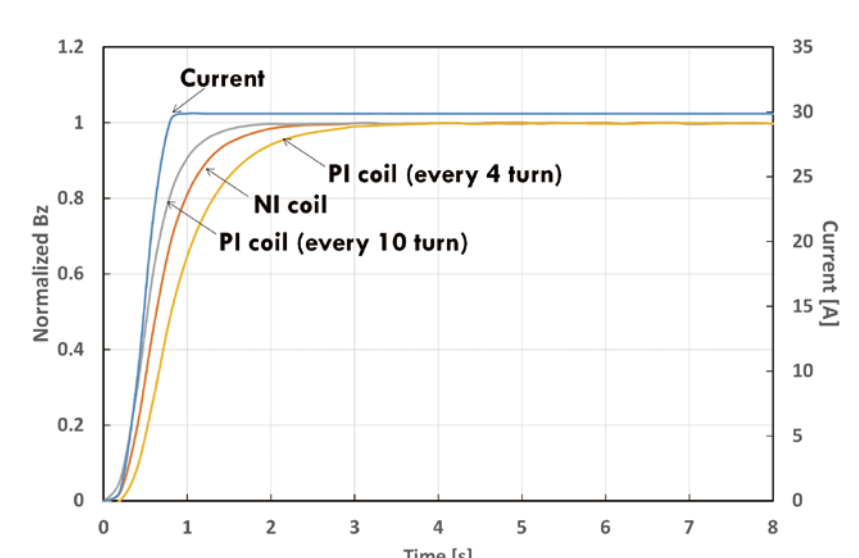
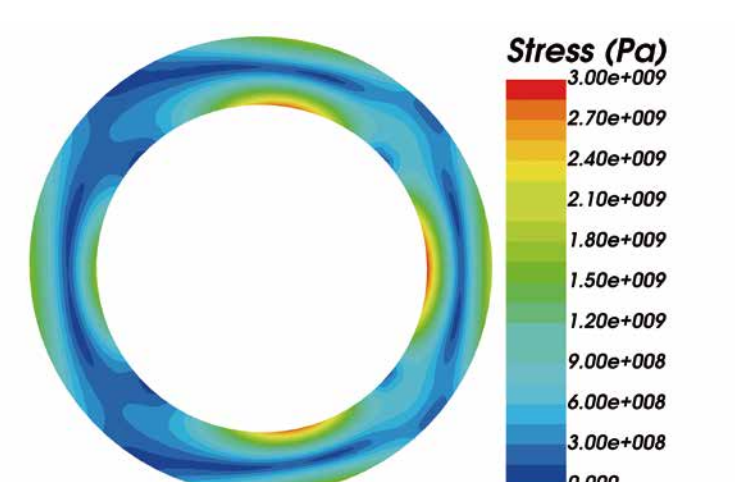
背景

- 再生可能エネルギー発電による電力系統には大容量でかつ瞬発力のあるエネルギー貯蔵装置が必要不可欠
- 次世代高温超伝導線材による高温超伝導電力貯蔵 (HTS-SMES) 装置が最適
- 充電時間を改善することで発電量の変動補償に対する瞬発力を向上させたHTS-SMES装置の開発が必要

目的

- HTS-SMES用マグネットに無絶縁巻線方式を適用し、熱的過渡安定性を向上させ、充放時間の短縮のために有効ターン数を制御させる方法を提案・開発
- 充電時に起きる励磁遅れ現象について実験と数値解析の両面から検討

インダクタンス可変型高温超伝導電力貯蔵 (HTS-SMES) 装置の開発



**大阪大学
(現:岡山大学)**
・熱・機械解析
・マグネット構造設計

東北大学
・冷却システム設計
・充放電特性・システム分析

既存技術

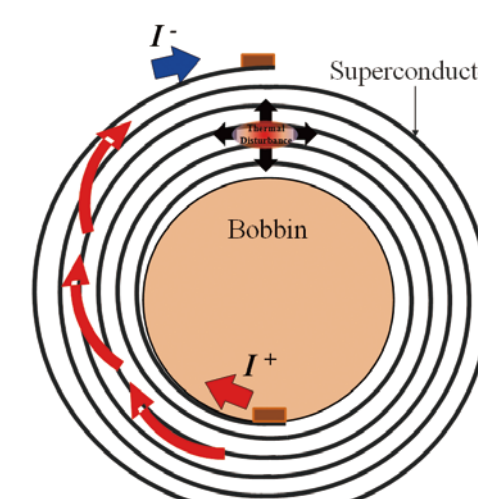
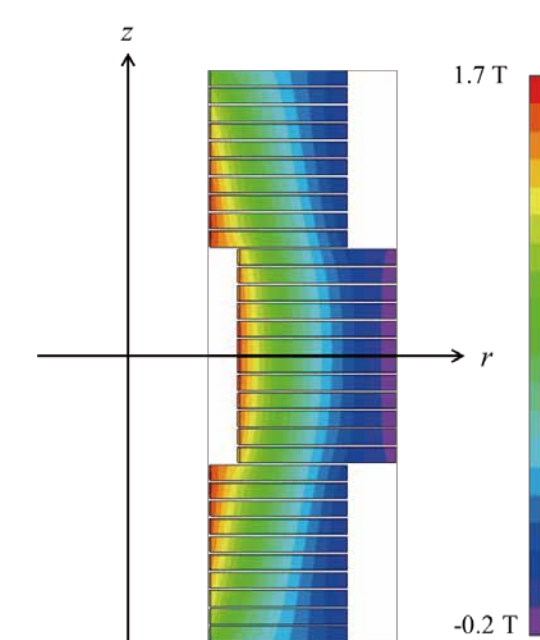
- ①冷却システム
- ②電磁場数値解析
- ③機械的・熱的数値解析
- ④系統投入効果分析

新技術

- ①有効ターン数制御方法
- ②無絶縁&部分絶縁マグネット
- ③新しい解析方法開発
- ④運転電流・冷却方法

北海道大学
・マグネットの電磁場解析
・マグネットの小型化

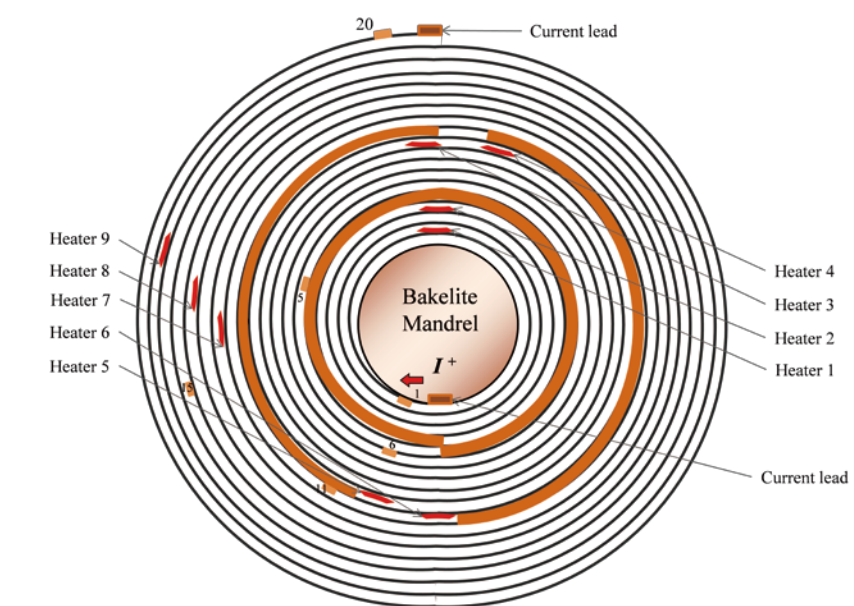
**岡山大学
早稲田大学**
・無絶縁マグネット開発
・有効ターン数制御補法開発
・運転条件設定



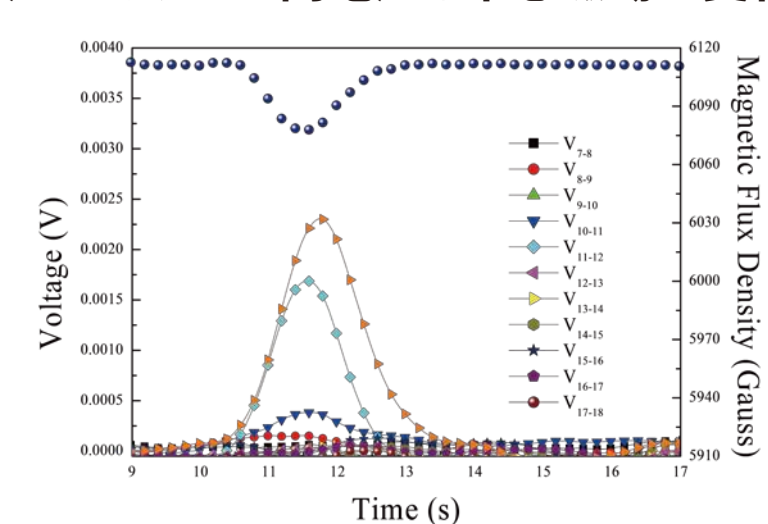
HTS-SMES System

無絶縁高温超伝導マグネットのインダクタンス制御法の確立

20ターンの試験コイル



熱投入によるタップ間電圧と中心磁場の変化



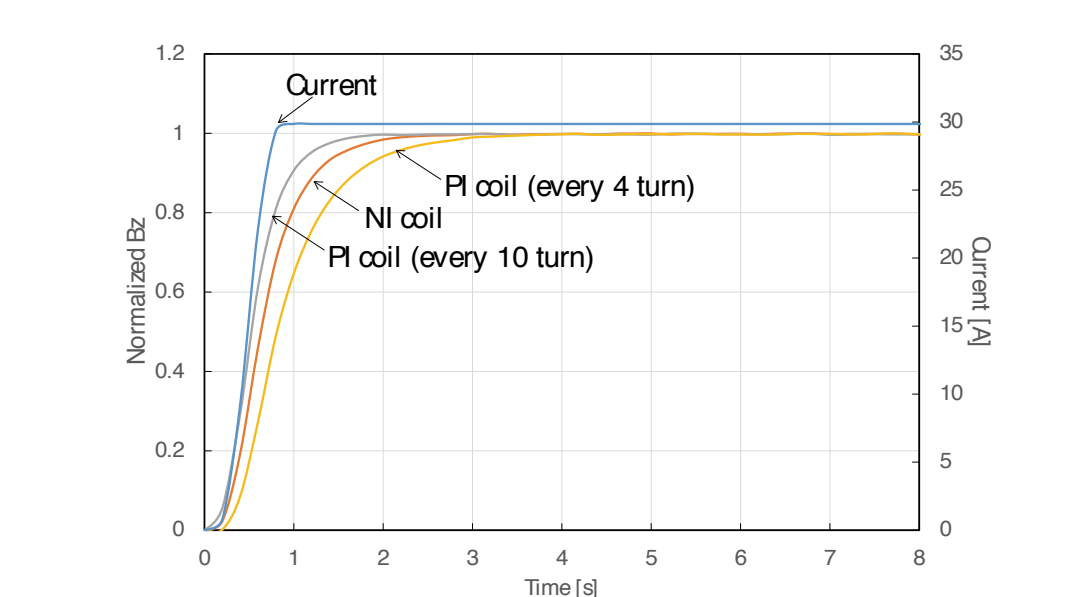
- ヒータの配置や部分絶縁を施すことで無絶縁高温超伝導マグネットの有効ターン数を制御

無絶縁巻線方式の最適化

部分絶縁試験コイル



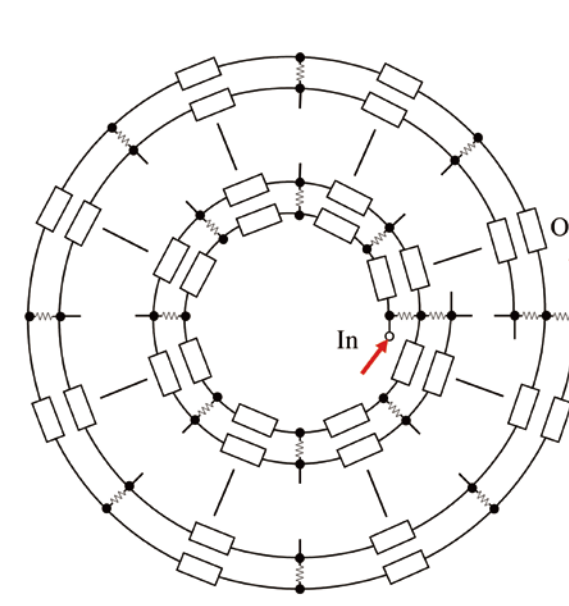
励磁実験結果



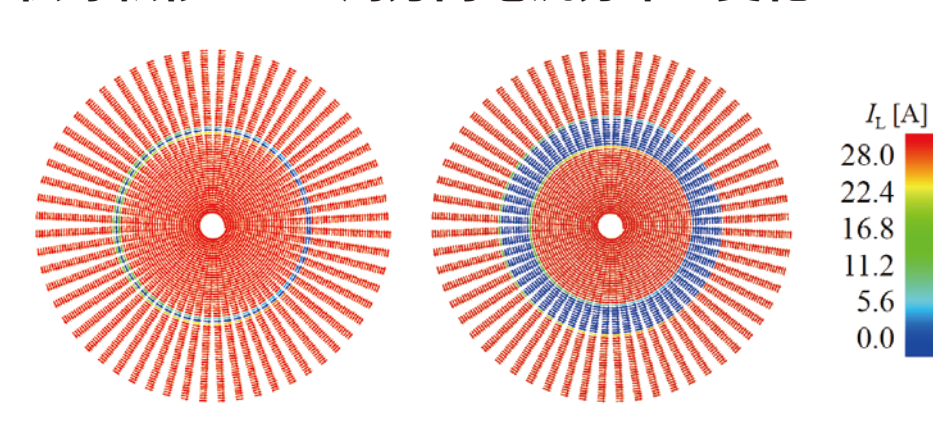
- 無絶縁高温超伝導コイルの励磁遅れと部分絶縁、線間接触抵抗の関係を解明

無絶縁高温超伝導マグネットの数値解析手法開発

無絶縁コイルの等価回路 (PEECモデル)



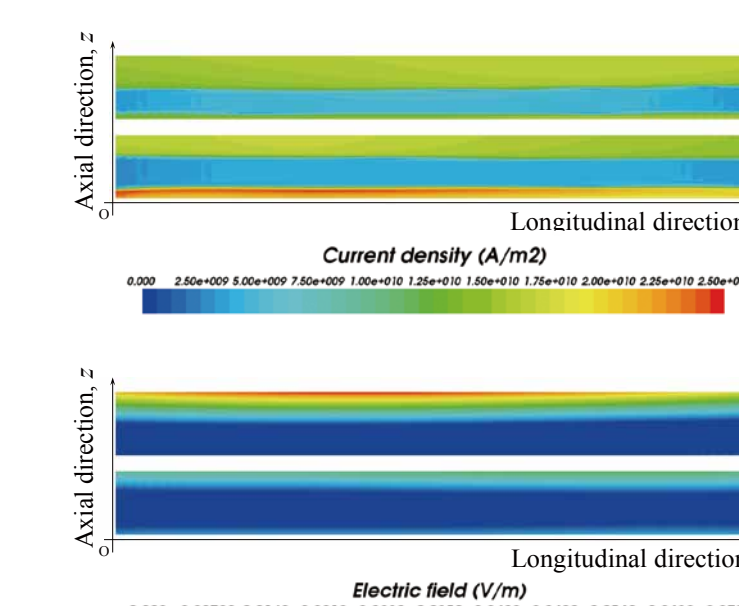
常伝導転移による周方向電流分布の変化



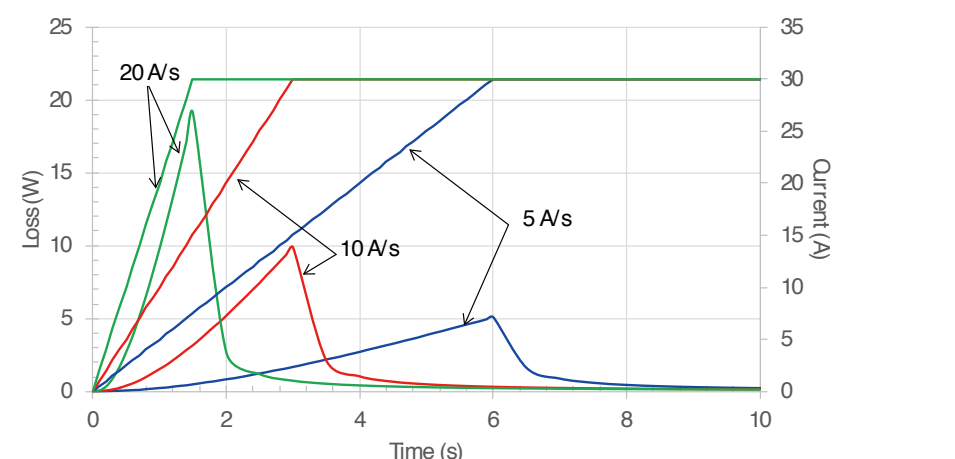
- 区要素等価回路 (Partial Element Equivalent Circuit: PEEC) モデルによる無絶縁高温超伝導マグネットの分路特性解析手法の開発
- 常電導転移するターンを制御とインダクタンス可変を数値的に実証

高温超伝導マグネットの交流損失解析手法の開発

巻線内電流密度分布と電界分布



損失の時間変化



- 高温超伝導コイルの交流損失を線材内の電流分布をもとに詳細に計算
- トロイダル型やマルチボール型など任意のコイル配置にも適用可能

- 無絶縁高温超伝導マグネットのインダクタンスの制御法の提案
- 実験と数値解析の両面から実証

- 高性能・高安定性・小型のHTS-SMES装置の開発

- 再生可能エネルギー発電による独立電源および全ての分散型電力系統に適用
- NMR/MRI用マグネットをはじめとする高温超伝導マグネットに拡大適用

再生可能エネルギーの導入促進、低炭素社会の構築へ