

2021年 1月21日 KEK技術職員シンポジウム
リモート開催

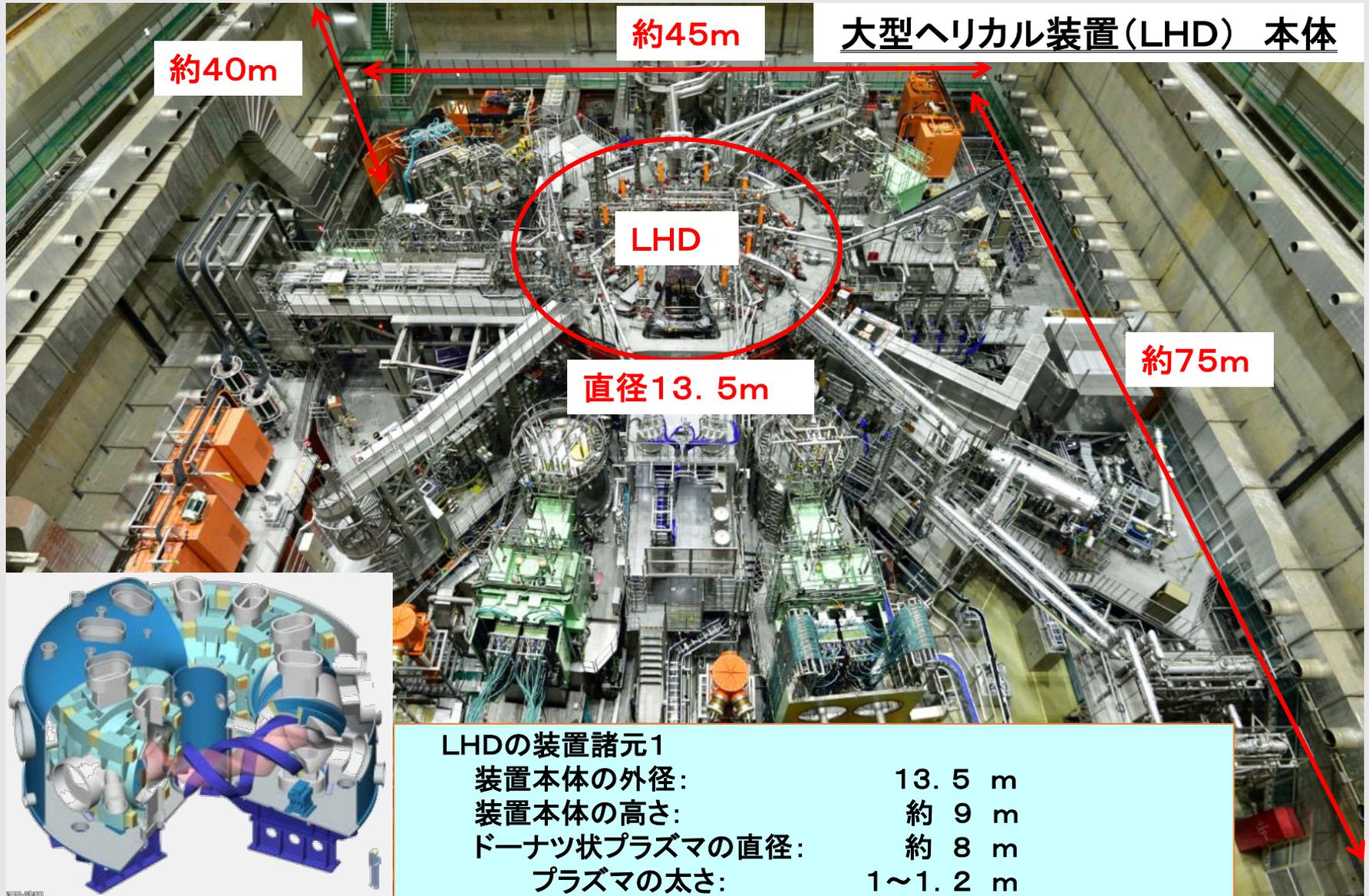
核融合科学研究所技術部における 人材育成取り組みの事例紹介

核融合科学研究所 技術部 小林 策治

内容

- 核融合実験装置の紹介
- 技術部紹介
- 人材育成取り組み事例紹介
- 成果

核融合実験装置の紹介



技術部紹介

技術部は部課長制を採用し
1部長 5課 20係 (各課4係)

総技術職員数:46名
非常勤職員:12名 で組織されている

所長

- 管理部
- 技術部
- 研究部

プロジェクト

- 大型ヘリカル装置計画
- 数値実験研究
- 核融合工学研究
- 次期計画検討チーム

- 製作技術課- 実験装置・周辺機器の設計・製作 (機械工作、回路工作)
- 装置技術課- LHD及び周辺機器の運転、保守、工程管理や実験装置に関する技術支援
- 加熱技術課- LHDのプラズマ加熱装置とその周辺装置に関する運転・保守・技術支援
- 計測技術課- 計測機器の技術支援、放射線管理業務
- 制御技術課- LHD及び周辺機器の制御系の開発、LHD低温システムの運転・保守、基幹設備及び実験に関わるネットワークシステムの管理業務



真空ポート作業



真空容器内作業



屋外環境放射線監視ポスト



中性粒子ビーム入射加熱装置



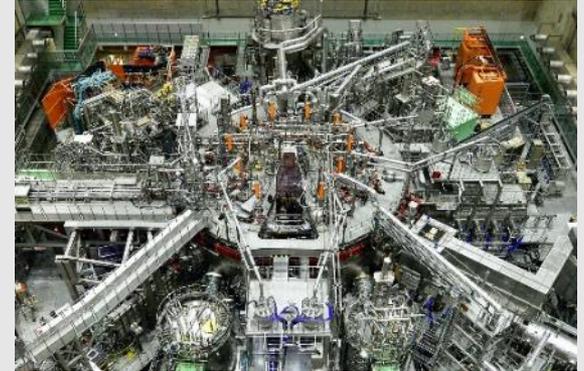
ヘリウム液化冷凍装置



制御室全景

人材育成取り組み

LHD実験開始から23年が経過
次期装置の設計・開発を開始する時期に来ている



直面している課題

- 経験・実績を積む機会が減少
 - 基幹装置・設備が成熟
 - 現状では運転・保守業務が主となり、設計・開発業務が減少
- 世代交代による人材不足、戦力低下
 - 直近5年間で**10名が離脱**（8名定年、1名退職、1名異動）
それに伴い**9名を新規採用**
 - 中堅には、包括的なマネジメント力の経験不足

次期装置の設計・開発を担う人材育成が急務

人材育成取り組み

人材育成方法

● 主眼(若手と中堅)

- 若手: 装置設計や開発などに必要なスキルの取得と経験
- 中堅クラス: リーダー意識、マネジメント力の強化

● 方法

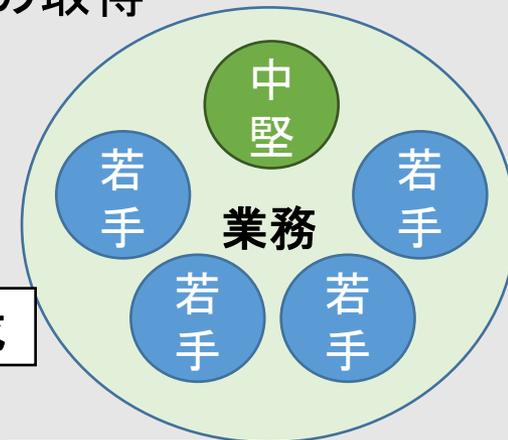
実験装置や機器の開発を迅速に進める事ができる人材を育てるために

本務(LHD実験)とは別に「経験を積むための業務」を提供

- ① 設計・開発に必要な技術的スキルの取得
- ② 磁場閉じ込めプラズマ研究に貢献できる基礎知識の取得
- ③ プラズマ発生装置(卓上)の立ち上げや設備整備
- ④ 実務経験のため受託研究を積極的に受け入れ

● 戦略

- ◆ 課をまたいだ若手によるグループ活動
- ◆ 中堅クラスがリーダーや講師を務める
- ◆ 実務に連動した責任ある業務を提供
- ◆ 実習、講習に加え、成果報告、会議発表などを行う



横のつながり

リーダー育成

責任感

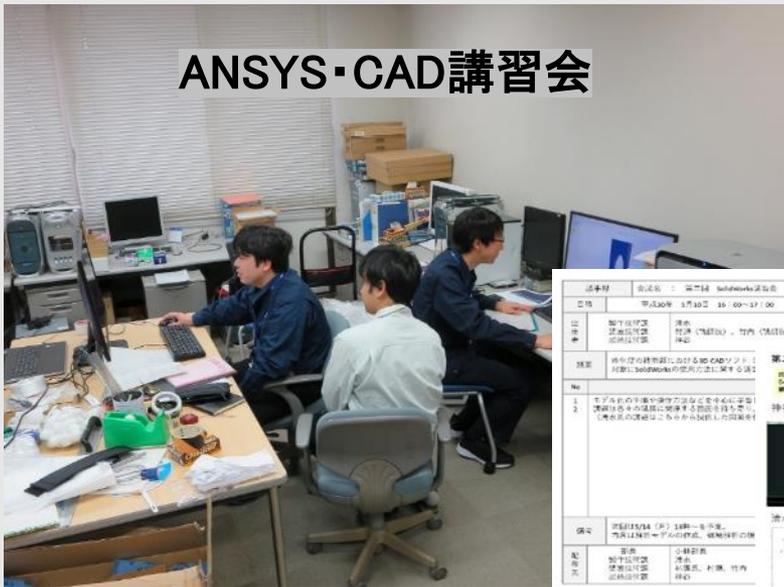
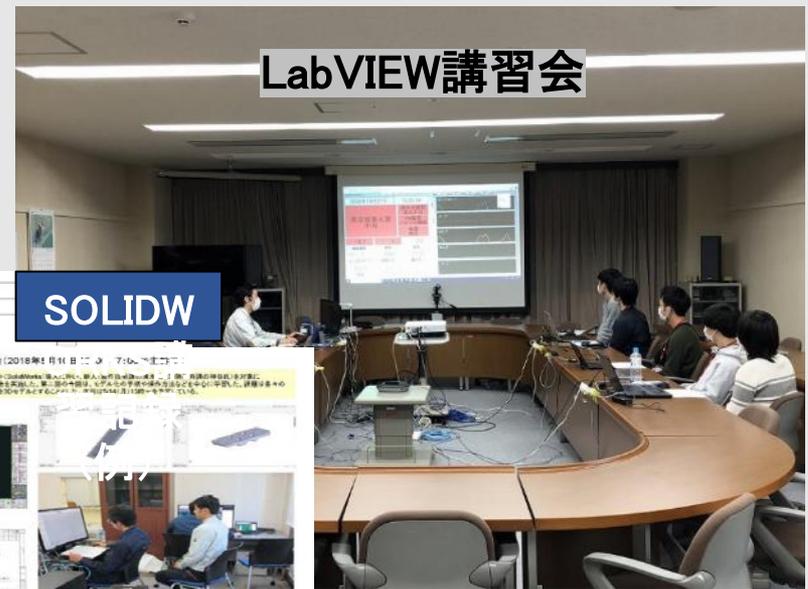
達成感

取り組み事例紹介1

講義、講習を企画

- ① 解析スキル、② 基礎知識

- 教授を招いて「磁場閉じ込め核融合研究におけるプラズマ物理の基礎」を開催
- 講師の依頼、会場確保、参加者調整等を自ら行う



SOLIDWORKS

第二回 SolidWorks講習会(2018年1月11日)のご案内

日常業務の効率化に役立つ3D CAD/CAM/CAEの導入・活用を目的とし、1日間で基礎から応用まで、SolidWorksの活用方法に関する講習会を実施いたします。第二回は、7次元モデリングを中心とした、詳細なモデリング・シミュレーションの活用方法に関する講習会です。参加費は無料です。

特登さんの講演

清水さんの講演

話題	会場	講師	SolidWorks講習会
日時	申込締切	開講日	2018年1月11日 10:00-17:00
対象	参加費	講師	清水 謙二 特登 浩樹(KEK)・竹内 浩樹(KEK)
概要	<p>第1回は、3D CAD/CAM/CAEの基礎から応用まで、SolidWorksの活用方法に関する講習会を実施いたします。第二回は、7次元モデリングを中心とした、詳細なモデリング・シミュレーションの活用方法に関する講習会です。参加費は無料です。</p>		
申込	<p>申込締切日(※) 2018年1月5日 申込は特登さんのEメールにて、ご依頼ください。</p>		
配布	<p>資料 資料請求 参加費 無料 申込先 特登 浩樹、竹内 浩樹</p>		

取り組み事例紹介2

核融合実験装置(卓上)を題材にした課題

③ プラズマ発生装置(卓上)の立ち上げ

- 1986年京都大学ヘリオトロン核融合研究センター(現エネルギー理工学研究所附属エネルギー複合機構研究センター)がひかり博(池袋)で展示した装置(本体のみ)を移管し核融合研で復活させる
- ヘリカル型磁場閉じ込め装置の概要を理解する



核融合研で設置、放電テストの様子

各担当を決め各々装置に設置

- ・真空排気系
- ・コイル電源
- ・ガス供給
- ・加熱(RF)
- ・シーケンス制御



京大時代の様子

申請、性能確認、設置を各々理解しながら進める

取り組み事例紹介3

企業との受託研究を題材にした課題

- ① 解析スキル、② 基礎知識、④ 受託研究

技術部中心で解析技術に特化した受託研究を引き受け

若手職員の課題として担当させ外部資金取り込みにもつなげる

有限要素法解析ソフト「ANSYS」を用いて磁場の遮蔽性能を検証

2018年度～ 4件の受託研究

(2018年度)

- 核融合炉環境下での磁気シールドの開発研究

(2018~2019年度)

- 高磁場環境に適用する磁気シールドの開発研究

(2019~2020年度)

- ダイバータ冷却配管および支持構造物の耐震

(2020年度)

- 構造解析・遮断機盤および変圧器盤の耐震構造解析

- 経過報告会(所内)
 - 結果報告(企業向け)
 - 完了報告書作成
- など結果を重視

当たり前だが納期と責任

解析まとめ					
	TMP	質量分析計	電離真空計	電磁弁ラック	フローシフト
概要					
磁束密度分布					
結果	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 板厚20mmで設計許容値内に磁気遮蔽可能 ✓ 磁場から受ける力は約100N 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 開口部付近で漏洩磁場が大きくなるものの、板厚4mmでも許容値5mTを下回る 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 開口部付近で漏洩磁場が大きくなるものの、板厚6mmでも許容値5mTを下回る 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 底部付近で漏洩磁場が大きくなるものの、板厚6mmでも許容値10mTを下回る 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 開口部付近で漏洩磁場が大きくなるものの、板厚5mmでも許容値10mTを下回る

2018年度若手が取り組んだ解析例

取り組み事例紹介4

解析結果を検証するために試験装置整備を課題

③ 設備整備

技術部の新人を中心に、ヘルムホルツコイル(一様磁場を発生する実験装置)を整備し受託研究での解析結果を確認

ヘルムホルツコイル再起動計画 関係資料 2019.04.08

ヘルムホルツコイル磁気遮蔽試験装置の構成 6

マスタ/スレーブ制御

電源入/切(リレー制御)

コイル電流計測

試験体設置

コイル温度計測

コイル電源(DC100A×2)

冷却水

冷凍機

ヘルムホルツコイル

磁場計測

I/Oデバイス

Note PCにて制御

本装置は汎用性が高く、学生実験にも使用されている

製作・装置・計測・制御各課の新人が取り組み整備した

実測値とANSYS Maxwellの解析値との比較

座標(Y成分) [mm]	Mag_B [mTesla] (Simulation)	Measured_B [mTesla] (Measurement)
0	2.5	2.5
12	0.6	0.6
25	0.4	0.4
37	0.6	0.6
50	2.5	2.5

ヘルムホルツコイル設置

成果

若手たちは中堅と共同で率先して新規業務に取り組んでいる

研究・開発への成果

- 総研大夏の体験入学(学生対象)
ヘルムホルツコイル実習の助勢
- マイクロ波コンポーネント(Notch filter)の製作
モデル作成・解析・最適化し製作

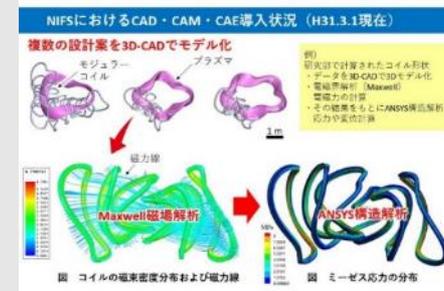
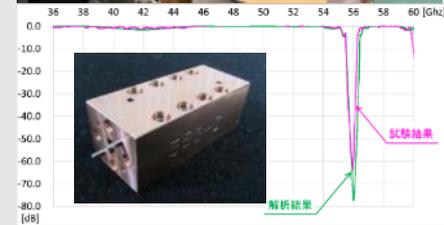
次期実験装置開発への成果

- 3次元CADとANSYSを用いた概念設計及び構造解析

共同研究への成果

技術協力として他大学との共同研究協力

- 東京大学: 学生向け真空講習(オンサイトとリモート)
真空講習と真空ポンプの分解点検実習
- 京都工芸繊維大学: RILAXプラズマ発生装置技術支援
ANSYSによる解析、加工、歪測定などの学生指導
- 京都大学ヘリオトロンJの電界分布解析支援
電界分布解析(ANSYS)で学生指導

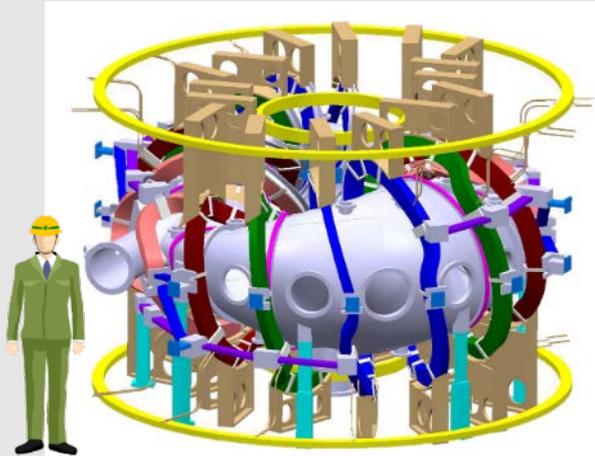


成果

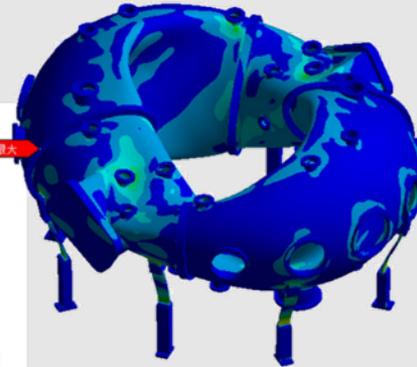
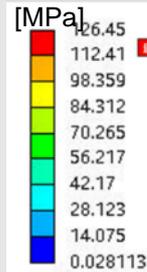
国際学術交流協定に基づく装置開発共同プロジェクト

CFQS (Chinese First Quasi-axisymmetric Stellarator) **装置開発支援**

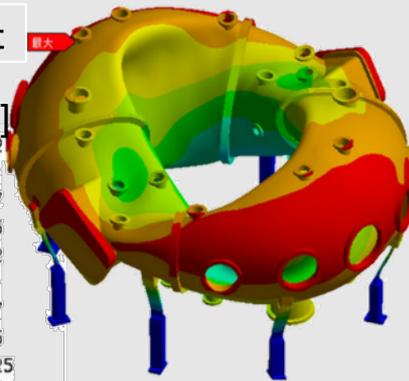
装置開発の内、主に解析技術による設計検証を担当



応力

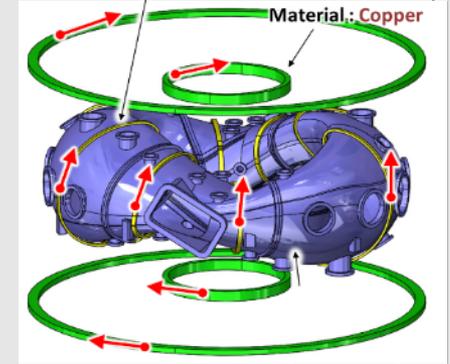


変形量

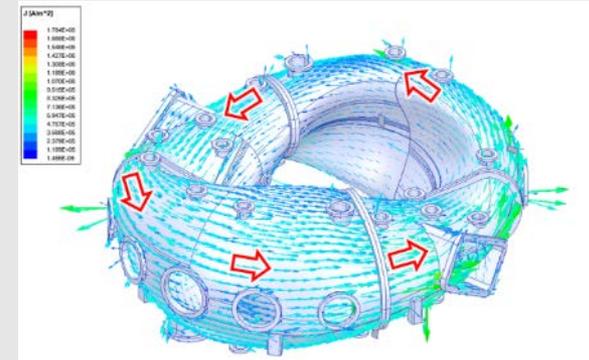


真空容器に働く応力と変形量を評価

Toroidal Field Coil (TFC)
Material: Copper
Poloidal Field Coil (PFC)
Material: Copper



Arrangement for PFCs, TFCs and Vacuum Vessel



渦電流解析

一連の装置設計および建設作業の経験は、将来のLHD次期装置計画にも貢献

まとめ

人材育成に(約3年間)取り組んで

- 組織的枠組みを越えた**横のつながり**ができ、同僚とのコミュニケーションがくれた(技術交流などで外部とのつながりも)
- 人材育成に成果が得られた
 - 中堅: 役割(リーダー)を与えグループを任せる事により**マネージメント意識の向上**がはかれた
 - 若手: 講習や研修などの小さな企画を任せ **自主的な行動**訓練となった
- 外部(企業、他大学等)を相手に短期的な業務を複数取り組ませ、完成納期や報告などの**責任まで意識した業務遂行**が出来た
- 経過報告、結果報告書作成や発表などを行うことで仕事としてのまとめや区切りが付き**達成感**が得られている(であろう)

現在若手職員は実験装置開発や新たな業務に積極的な取り組む姿勢が見られ、研究会、学会や国際会議などにも参加している

ご清聴ありがとうございました

宣伝

・技術交流

「第16回労働安全衛生に関する情報交換会」

令和3年2月4日 オンライン開催

「有限要素法を用いた構造解析技術」

令和3年2月25日 オンライン開催

担当窓口(メールアドレス) tech-meeting@nifs.ac.jp

核融合科学研究所 技術部HP <http://etwww.nifs.ac.jp/>

技術交流 HP <http://etwww.nifs.ac.jp/techexchange/outside/formal.html>

・令和3年度核融合科学研究所技術研究会

令和4年(2022)3月10、11日