

IMRワークショップ

「中性子科学研究におけるJ-PARCとJRR-3の相補利用」

平成29年11月21日（火），東北大学金属材料研究所

中性子利用拡大への金研の取り組み

東北大学金属材料研究所

量子ビーム金属物理学研究部門

中性子物質科学研究センター

TOHOKU
UNIVERSITY

藤田 全基

Research

中性子物質材料研究センターの活動指針



理念

「中性子科学と物質・材料科学の継続的相互発展」

行うべき事 -東北大学における戦略的中性子利用-

1. 中性子散乱プラットフォームの構築と物質材料科学への貢献
2. 中性子科学分野の若手教育と人材輩出に対する支援
3. 中性子利用者と施設研究グループの連携推進

利用促進

人材育成

拠点化

各項目の具体的取り組み

1. 中性子利用の最適化、先端利用の推進、利用啓蒙

- ※ 既存装置と建設中装置の重層的活用、技術開発
- ※ J-PARC, JRR3への学内利用窓口の設置
- ※ 情報発信による認知度アップ、アウトリーチ活動

2. 教育機関としての役割の遂行

- ※ 中性子科学教育環境の整備、学内ネットワークの拡充
- ※ 中性子の学校などの開催、若手研究者との交流
- ※ 教育用ビームラインの活用

3. 多様なユーザーとの交流（ユーザー同士の交流）

- ※ コミュニティーの形成、センターの拠点化
- ※ 他施設との連携推進、海外施設との交流
- ※ プロジェクト研究、共同運営の提案

物質材料科学研究に戦略的に
取り組む組織

中性子科学研究者を育てる組織

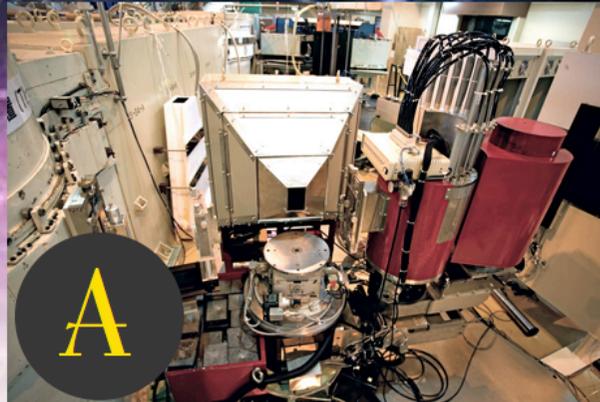
ユーザーコミュニティにおいて
成長する組織

東北大学 中性子散乱装置群 (PATH)

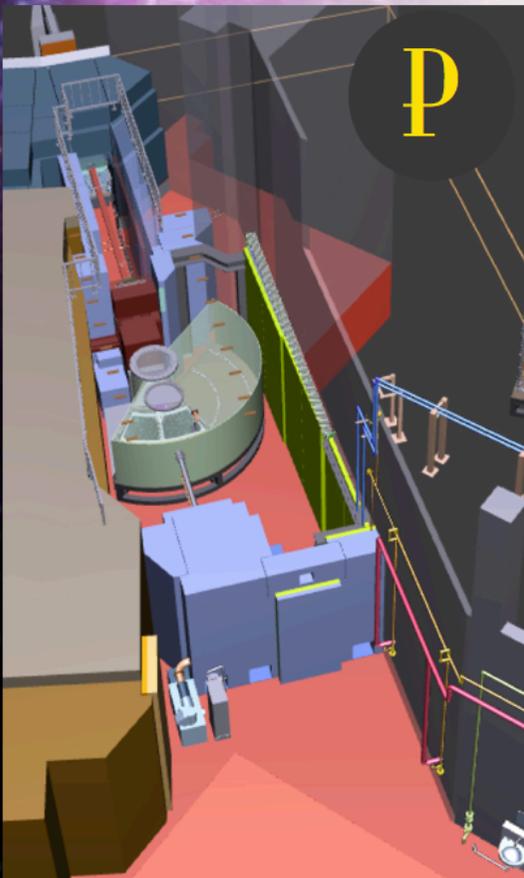
電荷0 スピン1/2



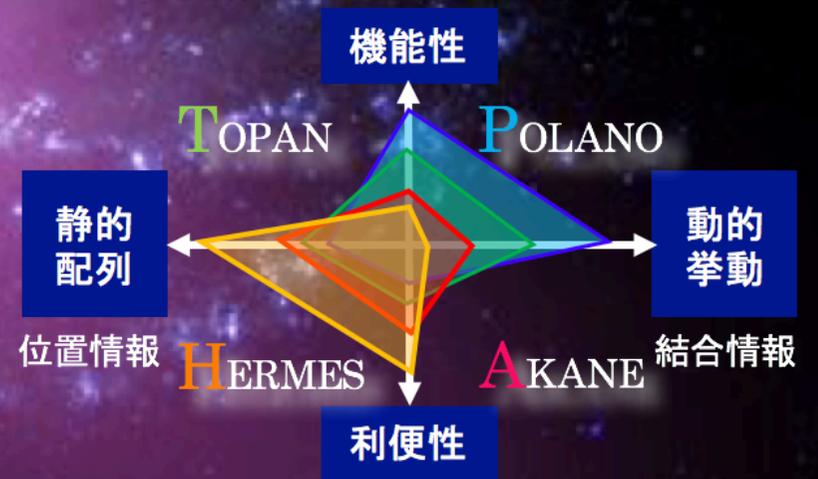
原子・スピンをみる



- POLANO (P)
チョッパー型偏極中性子散乱装置
- AKANE (A)
三軸型中性子分光器
- TOPAN (T)
三軸型偏極中性子分光器
- HERMES (H)
高能率中性子粉末回折装置



- ★ 構造解析 H
- ★ 分光解析 P, A, T
- ★ 偏極度解析 P, T



プラットフォームの構築と物質材料科学への貢献

- 材料科学研究に戦略的に取り組む組織 -



中性子装置群のプラットフォーム化とメリハリのある利用

— 東北大学中性子散乱装置群 (PATH) —

POLANO	… 最先端偏極中性子研究推進装置	先端性
AKANE	… 複合測定環境開発・トライアルユース・教育兼用装置 (CROD: 試料評価・実験準備用装置)	汎用性
TOPAN	… 偏極中性子研究推進装置 (POLANOと関係)	機能性
HERMES	… 高利便性と高品質データ取得が共存する回折装置 (HERMES-E: 技術開発・教育用装置)	利便性

トライアルユース・教育

**AKANE
HERMES**

洗練された
入門機

汎用性

利便性

研究の深化 (重点化)

シナジー効果
セレンディピティー効果

新規分野の開拓 (テーマ化)

専門的・高度な研究

**POLANO
TOPAN**

高性能な
専門機

先端性

機能性

プラットフォームの構築と物質材料科学への貢献

- 材料科学研究に戦略的に取り組む組織 -



中性子装置群のプラットフォーム化とメリハリのある利用

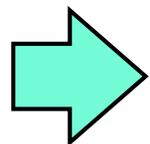
— 東北大学中性子散乱装置群 (PATH) —

POLANO	… 最先端偏極中性子研究推進装置	先端性
AKANE	… 複合測定環境開発・トライアルユース・教育兼用装置 (CROD: 試料評価・実験準備用装置)	汎用性
TOPAN	… 偏極中性子研究推進装置 (POLANOと関係)	機能性
HERMES	… 高利便性と高品質データ取得が共存する回折装置 (HERMES-E: 技術開発・教育用装置)	利便性

テーマ：I. 構造研究を軸とする中性子利用の拡大

II. 偏極中性子利用と中性子技術開発による先端磁性研究の推進

サイエンスの裾野拡大とピークの引き上げ を図る



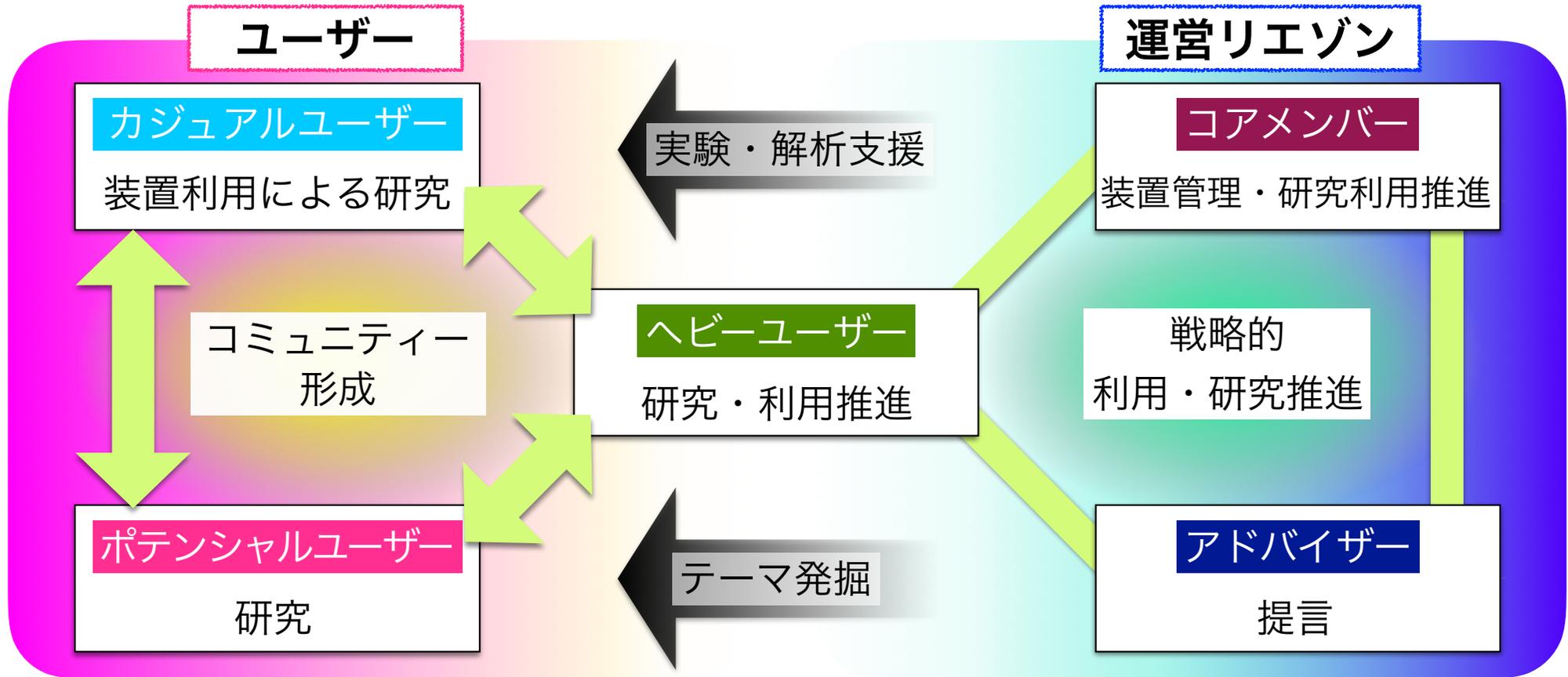
コミュニティ形成とターゲットとなるサイエンスが重要

中性子利用者と施設研究グループの連携推進

- ユーザーコミュニティにおいて成長する組織 -



We Take the PATH Together.



MLF-JRR3装置群相互
利用関係 (利用基盤)

装置高度化・実験環境
開発関係 (開発)

マルチプローブ・理論
研究関係 (研究)

金研所内関係
(研究・開発)

大学間・産学連携
(人材育成・利用推進)

推進体制（JRR-3装置利用研究）



構成

A: アドバイザー

- ・ 装置利用、研究内容全般について助言、提案を行う

Co: コアメンバー

- ・ 装置管理の全般と独自研究を行う（東北大G、茨城大G）

H: ヘビーユーザー

- ・ 装置利用に精通する利用度の高いユーザー

L: リエゾン

- ・ A, Co, Hの代表で組織される, 戦略的に研究促進を図る

Ca: カジュアルユーザー

- ・ いわゆる一般ユーザー, 一般課題を申請し研究を行う

P: ポテンシャルユーザー

- ・ 中性子利用の可能性のあるテーマを持つ研究者

IRTメンバー：コアメンバー, アドバイザー, ヘビーユーザーの一部

推進方針

- ・ メリハリのある中性子利用と独自性のある研究の実施
- ・ 新規利用者に対する支援の充実
- ・ ヘビーユーザーの研究推進と運営参画

実施項目

- ・ 一装置当たりの主担当スタッフ数（装置責任者と装置主担当者）を3人とする
- ・ 外部の専門研究者と連携して装置の高度化と実験環境の開発を行う
- ・ 大型プロジェクト課題を推進するHは、運営の一部に加わりCaの支援も部分的に行う
- ・ A, Co, H（一部）は、中性子散乱で行うべき研究テーマを発掘し、利用者層を拡大する
- ・ Lの元で新規利用者の開拓と利用者の循環を図り、研究者コミュニティを形成する

項目毎の内容 (JRR-3装置利用研究)



重点課題

大型プロジェクト課題・金研課題:

科研費新学術領域などの大型プロジェクト, 金研のエネルギー材料, 社会基盤材料, エレクトロニクス材料研究などに関する関係課題. IRTメンバー, ヘビーユーザーが利用の主体となる.

重点化一般課題:

一般課題の中でも重要度が高く, IRTとして重点的に支援する課題.

新分野創出トライアル課題:

中性子利用が先導する新しい研究, 新研究分野の創出につながる萌芽的, 挑戦的課題.

技術

中性子複色化:

金研のモノクロ結晶作成技術を活用して, T1-2ではモノクロメータ上下機構の導入, T1-3ではHERMES-Eの増設により, 効率的にビーム生成を行う.

特殊環境導入:

通常可変な温度に加えて, パルス強磁場, 圧力を印加できる実験環境を構築する. また, 偏極子の開発と導入を行う.

項目毎の内容 (JRR-3装置利用研究)



運用

支援体制の整備:

支援の実施体制を整え, 利用者との接点となる窓口を整備する. 広報活動などを行う.

課題申請支援:

主に金研装置群を利用する中性子散乱実験の初心者のために, 課題申請全般に係る助言を行う.
また, 申請書の作成において, 実験計画の立案などの相談に応じる.

Mail-in Serviceの実施:

ユーザーに代わり装置担当者が測定を行う代行サービス. HERMESでの測定に限り実施する.

学生・新規ユーザー支援:

学生の研究テーマに関する課題, 中性子初心者の課題の実施, および, データ解析に対する支援.
IRTメンバーがきめ細かく支援する.

JRR3-MLF関係:

ユーザーに対する装置利用の利便性向上と研究促進を目的とした, 運用レベルでのJRR-3, J-PARC/MLF装置群の包括的関係. 構造解析と偏極中性子にPATHは関わる. (検討中)

長期課題制度:

長期的視野に立った中性子利用により, 突出した成果の創出が期待できる課題を, 利用期限3年(最長)の課題とする制度. (検討中, POLANOはコミッション後, 長期課題枠に入る)

項目毎の内容 (JRR-3装置利用研究)



		装置	実施主体															
課題	大型プロジェクト・金研課題	A, H, T	Co	A	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Co: コアメンバー</p> <p>H: ヘビーユーザー</p> <p>Ca: カジュアルユーザー</p> <p>P: ポテンシャルユーザー</p> <p>A: アドバイザー</p> <p>L: リエゾン</p> </div>													
	重点化した一般課題	A, H, T	Co	A														
	長期課題	A, H, T	Co	A														
	新分野創出トライアル	A, H, T	Co	A														
技術	中性子二色化 (金研技術開発)	A, H	Co															
	特殊環境導入	A, H	Co	H														
運用	利用窓口の充実	A, H, T	L			<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>対象とするユーザー</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr><td>Ca</td><td>P</td></tr> <tr><td>Ca</td><td>P</td></tr> <tr><td>Ca</td><td>P</td></tr> <tr><td>Ca</td><td>P</td></tr> <tr><td>H</td><td>Ca</td></tr> <tr><td>H</td><td>Ca</td></tr> </table> </div>	Ca	P	Ca	P	Ca	P	Ca	P	H	Ca	H	Ca
	Ca	P																
	Ca	P																
	Ca	P																
	Ca	P																
	H	Ca																
H	Ca																	
課題申請支援	A, H	Co																
Mail-in Serviceの実施	H	Co																
学生・新規ユーザー支援	A, H	Co																
長期課題制度	A, H, T	Co																
JRR3-MLF関係	H, T	L	Co															

装置利用・研究推進ロードマップ (金研中性子2020)



	2017	2018	2019	2020	2021	2022
対ユーザー	認知度向上	利用者層拡大		コミュニティ形成		新ユーザー開拓
装置利用	環境整備	利便性向上		新分野創出のための利用関係		
重点課題		・大型プロジェクト・金研課題	・重点化一般課題		・長期課題 ・新規テーマ創出トライアル	
技術	・中性子二色化		・特殊環境導入		・金研における技術開発（金研ブランドの確立）	
運用	・利用の支援体制の整備 ・課題申請支援	・Mail-in Service ・学生および新規ユーザー支援		・長期課題制度 ・JRR3-MLF関係		

フェーズ1 (1~3年)

サイエンス成果創出

フェーズ3 (5年~)

利用促進

フェーズ2 (3~5年)

新規テーマ開拓

コアユーザーの取込みと一般ユーザーの拡大、金研中性子科学の推進

構造研究を軸とする中性子利用の拡大



HERMES (高能率中性子粉末回折装置)

高利便性と高品質データ取得が共存する回折装置



装置概要

Monochrometer	Ge(311) vertically focused Height: 20 cm, mosaic: 10' $2\theta_M = 116^\circ$ ($\lambda = 2.202 \text{ \AA}$)
Collimations	First: 12' Second: open Third: 18' ~ 24'
Angle range	$2 < 2\theta_s < 160^\circ$ ($0.1 < Q < 5.6 \text{ \AA}^{-1}$)
Distances	Monochro-sample: 250 cm Sample-detector: 135 cm
Detector	^3He -type (150 tubes)
Temperature range	$1.5 < T < 700 \text{ K}$

HERMESで可能なこと

- 磁気構造、結晶構造の決定
- 重い元素を含む化合物中の軽元素の構造決定
- イオン伝導経路の決定
- 微量試料(50mg)の構造解析
- 液体、アモルファスなどの広範囲S(Q)測定

迅速、柔軟な測定の実施

- Mail-in Service
- 構造解析の代行
- プロジェクト研究との連携
- 若手・初心者の実験支援

偏極中性子利用と中性子技術開発による 先端磁性研究の推進



二種類の偏極子の開発と相補利用

結晶型偏極デバイス

開発方針: 純国産化, 汎用化

開発要素: Cu_2MnAl 単結晶



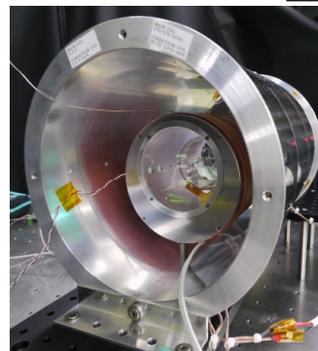
「東北大金研
新素材共同研究
開発センター」
で開発

導入

^3He ガス型偏極フィルター

開発方針: 高性能化

開発要素: GE180ガラスセル



「東北大多元研
技術部
機械・ガラス工場」
で開発

導入

三軸分光器

@研究用原子炉
(トライアルユース・汎用利用)

相補利用

チョッパー分光器

@パルス中性子施設
(最先端研究・高度利用)

偏極中性子利用プラットフォームの形成

中性子科学分野の若手教育と人材輩出に対する支援

- 中性子科学研究者を育てる組織 -



東北大学中性子散乱研究グループ関係

高エネルギー加速器研究機構大学等連携支援事業



中性子Practice Tour2014
@JRR3 ガイドホール



J-PARCツアー2016



教育用装置の活用
HERMES-E



座学の受講



計測科学の基礎を学ぶ

J-PARC/MLFの見学



量子ビームの理解を深める

構造解析の実践



研究に役立つ知識を得る

PATH広報活動



■ 装置利用推進リーフレットの作成

原子とスピンの時空間構造をみる目
— 中性子散乱 —

物性の発現機構の解明において、原子やスピンの静的配列とその動的挙動の決定は、もともと基本的で重要なことです。原子核とスピンの構造と運動を広い時空間スケールで観測できる手法が、中性子散乱法です。東北大学では、研究用原子炉JRR-3に3台の中性子散乱装置を設置し、高強度中性子ビームが得られるJ-PARCの物質・生命科学実験施設に最先端分光器を新設しています。これら装置群(PATH)にて、中性子散乱測定の実機を提供します。軽元素を含むエネルギー基盤材料の結晶構造から金属磁性体や強相関電子系物質における磁気励起まで、幅広い対象の研究にご活用下さい。

東北大学
中性子散乱装置群 (PATH)

電荷Q ↑ スピン1/2 ↓
neutron
原子・スピンをみる

★ 構造解析 H
★ 分光解析 P, A, T
★ 偏極度解析 P, T

共同利用・共同研究拠点制度により、全国の研究者にご利用頂けます。
ご利用は、JRR-3の再稼働後、または、建設中の最先端分光器POLANOの完成後となります。

PATHでみる 中性子散乱で切り拓くサイエンス

- ★ 軽元素を含む機能性材料の結晶構造、および、局所構造
- ★ 量子磁性体、スピントロニクス材料の磁気構造
- ★ 不均質系のマルチスケールな空間構造とダイナミクス
- ★ 強相関電子系のマグノン、および、フォノンと複合励起

■ 学会・研究会での発表

2016年度量子ビームサイエンスフェスタ (つくば国際会議場 (つくば市), 2017年3月14日-15日)

「偏極中性子散乱装置POLANOにおけるSEOP型³He核偏極中性子フィルターの開発(2)」 (243U)

大河原 学¹, 猪野 隆², 池田 陽一¹, 横尾 哲也², 藤田 全基¹, 伊藤 晋一², 吉良 弘³, 林田 洋寿³,
加倉井 和久³, 奥 隆之⁴, 酒井 健二⁴, 大山 研司⁵

¹東北大学金属材料研究所, ²高エネルギー加速器研究機構, ³総合科学研究機構, ⁴日本原子力研究開発機構,
⁵茨城大学

「中性子粉末回折装置HERMES の現状—研究用原子炉JRR-3 の再稼働に向けて」 (244U)

南部 雄亮¹, 大河原 学¹, 池田 陽一¹, 鈴木 謙介¹, 藤田 全基¹

¹東北大金研

「金研三軸型中性子分光器AKANE の現状とJRR-3 再稼働に向けての取り組み」 (269W)

池田 陽一¹, 南部 雄亮¹, 鈴木 謙介¹, 藤田 全基¹, 大河原 学¹

¹東北大金研

「東北大学金属材料研究所 中性子物質材料研究センターの活動」 (273W)

藤田 全基¹, 青木 大¹, 淡路 智¹, 折茂 慎一¹, 南部 雄亮¹

¹東北大金研

物理学会、中性子科学会、国際会議NOP2017など

■ 東北大物理系KEK/J-PARC見学会

■ Activity Reportの作成と配布

■ ホームページの立ち上げ

<http://qblab.imr.tohoku.ac.jp/jpn/lab/PATH/index.html>

■ Workshop、セミナーの開催

中性子利用拡大への金研の取り組み

- まとめにかえて -



今後取り組みたいこと

MLF-JRR3 構造解析連携、偏極中性子連携

装置設置者から見た装置の棲み分けでなく、利用者目線での装置の使い分けによる利用促進 → 利用者とサイエンスの循環

PATHコミュニティー仙台研究会（温泉研究会）

研究成果の創出基盤の形成

（最新データを元にした議論、実験後のフォローアップ、課題提案の支援、新規ユーザー開拓…）

産業利用推進の橋渡し

金研/東北大における産学連携テーマと中性子利用のマッチングを図る

…

皆様のお力添えを頂きたい、コミュニティーの一員になって下さい



ご静聴，ありがとうございました

TOHOKU
UNIVERSITY

Research

