

第3回 MLF シンポジウム講演概要集

- 主催： J-PARC センター(JAEA&KEK)、
高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所
- 共催： 茨城県、J-PARC/MLF利用者懇談会、中性子産業利用推進協議会、
総合科学研究機構CROSS、茨城大フロンティアセンター
- 後援： 東海村
- 協賛： 日本中間子科学会、日本中性子科学会、高分子学会、日本磁気学会、
日本表面科学会、日本高圧力学会、日本原子力学会、日本材料学会、
日本化学会、日本地球惑星科学連合、日本金属学会、日本放射光学会、
応用物理学会、日本結晶学会、日本物理学会、日本生物物理学会、日本機械学会



第3回

MLFシンポジウム

2012年1月19日(木)・20日(金) 会場: いばらき量子ビーム研究センター



1月19日(木) 10:00 ~ 20:30

- 10:00 開会挨拶 来賓挨拶
 10:30-10:50 MLFの復旧状況報告 新井正敏 (JAEA/J-PARC)
 10:50-11:50 MLFの新展開 (各セッション報告) 各セッションリーダー(J-PARC)
 11:50-12:10 MLFの利用体制と利用促進 ー共用法とともにー 藤井保彦 (CROSS)
 12:10-12:25 J-PARCの将来計画 池田裕二郎 (JAEA/J-PARC)
 12:25-12:40 JRR-3における中性子利用 加倉井和久 (JAEA /QuBS)

14:00-15:00 特別講演

「半導体における強磁性」 大野英男 (東北大学)

15:00-16:40 セッション1【研究成果ハイライト】

- 鉄系超伝導体の磁気励起スペクトル 佐藤正俊 (CROSS)
 トランサイレチンの結晶構造解析 横山武司 (富山大)
 中性子回折によるITER用大型超伝導導体の内部歪測定 小泉徳潔 (JAEA/ITER)
 μ +SRで調べるオリビン系LiMPO₄の低温磁性と高温拡散 杉山純 (豊田中研)

17:00-18:30 ポスターセッション

19:00 懇親会

1月20日(金) 9:00 ~ 18:30

9:00-10:40 セッション2【ターゲット及び装置開発】

- 水銀ターゲット容器の損傷観測と新型ターゲットへの交換 羽賀勝洋 (JAEA/J-PARC)
 J-PARC/ MLF/ MUSE におけるミュオン標的の開発 牧村俊助 (KEK/J-PARC)
 ガス型2次元中性子検出器開発について 藤健太郎 (JAEA/J-PARC)
 中性子分光型イメージングとイメージングデバイスの開発現状 加美山 隆 (北大)
 Ge検出器を用いたJ-PARC/ANNRIでの
²⁴⁴Cm及び²⁴⁶Cmの中性子捕獲反応断面積測定 木村 敦 (JAEA/NSED)

11:00-13:05 セッション3【環境・エネルギー】

- 高容量Liイオン二次電池用正極活物質の結晶構造解析 渡邊 学 (日産)
 世界最高の伝導率を持つ超イオン伝導体とその構造 菅野了次 (東工大)
 高強度全散乱装置(NOVA)による水素貯蔵材料の構造研究 池田一貴 (KEK)
 水素貯蔵材料LiAlH₄とLi₃AlH₆における水素放出の前駆現象 佐藤豊人 (東北大)
 ナフイオン超薄膜の構造解析 原田雅史 (豊田中研)

14:15-15:55 セッション4【物質・材料】

- 新規超弾性材料及び超弾性機構 安田弘行 (阪大)
 SrTiO₃, BaTiO₃の酸素欠損と不純物水素状態 岩崎善志紀 (太陽誘電)
 LaD₂の圧力誘起相分離に伴う新規水素化合物の形成 町田晃彦 (JAEA/QuBS)
 希土類単分子磁石のスピンドYNAMIX 古府麻衣子 (東大/物性研)

16:10-17:25 セッション5【ソフトマター・生命科学及び化学】

- 凝縮相におけるミュオン転移過程の研究 篠原 厚 (阪大)
 BL16中性子反射率計を用いたソフト界面の研究 山田悟史 (KEK/J-PARC)
 単結晶フォトクロミック白金錯体の中性子構造解析 大原高志 (CROSS)

17:30 MLFへの要望 ~海外施設利用経験者から~
閉会挨拶

主催 J-PARCセンター(JAEA & KEK), 高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所
共催 茨城県、J-PARC/MLF利用者懇談会、中性子産業利用推進協議会、総合科学研究機構CROSS、
茨城大フロンティアセンター

後援 東海村

協賛 日本中間子科学会、日本中性子科学会、高分子学会、日本磁気学会、日本表面科学会、日本高圧力学会、
日本原子力学会、日本材料学会、日本化学会、日本地球惑星科学連合、日本金属学会、日本放射光学会、
応用物理学会、日本結晶学会、日本物理学会、日本生物物理学会、日本機械学会

HP : <http://j-parc.jp/MatLife/ja/meetings/MLFsympo/main.html>



第3回MLF シンポジウム概要

会期： 2012年1月19日(木)～1月20日(金)

会場： いばらき量子ビーム研究センター (茨城県那珂郡東海村白方162-1)

主催： J-PARCセンター(JAEA&KEK),
高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所

共催： 茨城県、J-PARC/MLF利用者懇談会、中性子産業利用推進協議会、
総合科学研究機構CROSS、茨城大フロンティアセンター

後援： 東海村

協賛： 日本中間子科学会、日本中性子科学会、高分子学会、日本磁気学会、
日本表面科学会、日本高圧力学会、日本原子力学会、日本材料学会、
日本化学会、日本地球惑星科学連合、日本金属学会、日本放射光学会、
応用物理学会、日本結晶学会、日本物理学会、日本生物物理学会、日本機械学会

シンポジウム議長： 新井正敏(J-PARC センター 物質・生命科学ディビジョン長)

池田 進(高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所副所長)

開催趣旨

J-PARC物質・生命科学実験施設(MLF)で進展している利用研究および装置開発の現状を概観し、今後の発展方向を議論するとともに、施設ユーザー間相互理解を進め新たな共同研究の展開を図ることを目的とする。

特に今回は、2011年3月の東日本大震災による被災を受けて、震災時の施設状況や復旧過程について施設ユーザー間で情報を共有し、MLFの今後の運用に役立ていくことも一つの目的とする。

口頭講演

- ・講演時間はプログラムをご参照ください。各講演には3分から5分の質問時間と、発表者の入れ替えのための時間も含まれますのでご注意ください。
- ・会場では、PC (Window/Mac) 及び液晶プロジェクターをご利用できます。会場のPCをご利用される方は講演用の電子ファイルを事前にMLFシンポジウム事務局までご送付いただければ、あらかじめファイルをPCへコピーいたします。当日データをお持ちになれる場合は、講演セッションの開始前までに会場のPCにコピーして下さい。OHPプロジェクターはご利用できませんのでご注意下さい。
- ・発表ファイルはWeb上で公開を予定しています。参加登録者には後ほど共通Webパスワードを連絡します。公開を了承して頂ける方は、受付で準備するPCに電子ファイルコピーをお渡し下さい。

ポスター発表

- ・1月19日(木)17:00～18:30に行われます。ポスター展示は19日午前から会議終了時まで可能です。
- ・1展示につき、A0サイズ(縦1189mm×横841mm)の大きさを展示を行って下さい。
- ・ポスター形式に特に制限はありませんが、発表タイトル、発表者氏名、所属等の情報はポスター内に必

ず含めて下さい。

企業展示

- ・日時： 2012年1月19日(木) 10:00～16:30
1月20日(金)は企業ポスターのみ展示します。
- ・会場： いばらき量子ビーム研究センター 2F 研究交流プラザ

懇親会

- ・日時： 2012年1月19日(木) 19:00～21:00
- ・会場： いばらき量子ビーム研究センター 2F 研究交流プラザ
- ・形式： 立食
- ・懇親会費： 4000円(一般)、2000円(学生)

昼食

- ・弁当の食券を用意しますので、事前に申し込んで下さい。
- ・弁当代： 1食 700円(1月19日、1月20日)

受付

- ・受付はいばらき量子ビーム研究センター2Fに設けられます。
- ・事前登録および懇親会費、食券代を事前にお支払い頂いた方は、受付で名札、講演概要集、食券等お受け取り下さい。
- ・事前登録およびお支払いがお済みでない方は、受付で当日お手続き下さい。

会議録

- ・シンポジウム終了後の会議録収録は行わないため、発表スライド等はWebをご覧ください。

MLF シンポジウム組織委員会

- 共同組織委員長： 新井正敏、池田進
- 実行委員： 酒井健二(委員長)、丸山龍治、鬼柳亮嗣、幸田章宏、中尾朗子、神山崇、
嘉成康弘、小林健一、浅井利紀
- アドバイザー： 下村浩一郎、中村充孝、勅使河原誠
- プログラム委員： 坂佐井馨(委員長)、川北至信、前川藤夫、内海渉、高田慎一、髭本亘、
蒲沢和也、猪野隆、森井幸生、酒井健二
- オブザーバー： 池田裕二郎、加倉井和久、藤井保彦

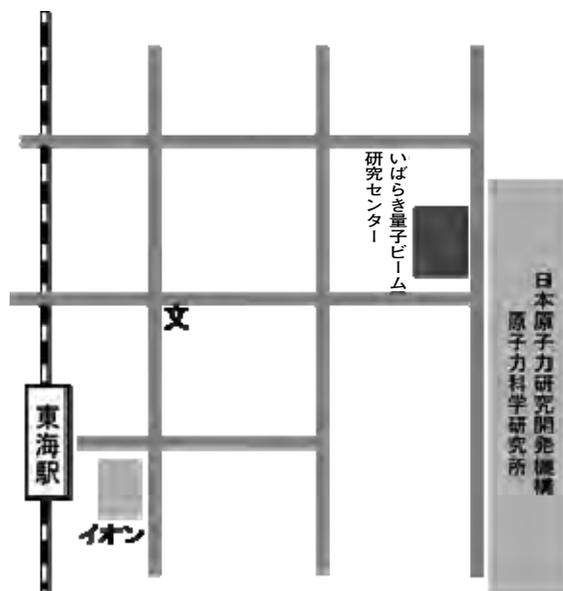
MLF シンポジウムに関する問い合わせ

MLFシンポジウム事務局(MLFsympo@ml.j-parc.jp)

URL: <http://j-parc.jp/MatLife/ja/meetings/MLFsympo/index.html>

最寄駅から会場までの交通

- ・シンポジウムバス乗り場： 東海駅東口ロータリー内(イオン方面)
- ・タクシー乗り場： 東海駅東口及び西口ロータリー内



MLF シンポジウム(東海駅～会場間)送迎バス時刻表

- ・バスは東海駅東口に発着します。
- ・バスの運行には多少の遅延が見込まれます。

1月19日(木)

1月20日(金)

時刻	東海駅 →いばらき量子ビーム研究センター	いばらき量子ビーム研究センター →東海駅	時刻	東海駅 →いばらき量子ビーム研究センター	いばらき量子ビーム研究センター →東海駅
7			7	40	
8	30		8	30	
9	15		9	15	40
10	00 50	20	10	00 50	20
11	55	20	11	55	20
12	50	15	12	50	15
13	40	15	13		15
14	35	10	14		10
15	35	10	15		10
16	40	10	16		10
17	40	10	17		10
18	40	10	18		10
19		00	19		00
20		15	20		
21		00	21		

第 3 回 MLF シンポジウム プログラム

1 月 19 日 (木)	
9:30-	受付開始
開会式	
座長: 瀬戸秀紀 (KEK/J-PARC センター)	
10:00-10:30 (30)	開会挨拶 新井正敏 共同議長 (JAEA/J-PARC センター 物質・生命科学ディビジョン長)
	来賓挨拶 原 克彦 (文部科学省 量子放射線研究推進室 室長)
	挨拶 永宮正治 (J-PARC センター長) 下村 理 (高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所 所長) 市村敏夫 (日本原子力研究開発機構 原子力科学研究所 所長)
報告	
座長: 瀬戸秀紀 (KEK/J-PARC センター)	
10:30-10:50 (20)	MLF の復旧状況報告 新井正敏 (JAEA/J-PARC センター)
MLF の新展開	
座長: 瀬戸秀紀 (KEK/J-PARC センター)	
10:50-11:05 (15)	中性子源セクション報告 二川正敏 (JAEA/J-PARC センター)
11:05-11:20 (20)	中性子利用セクション報告 神山 崇 (KEK/J-PARC センター)
11:20-11:30 (10)	中性子基盤セクション報告 曾山和彦 (JAEA/J-PARC センター)
11:30-11:50 (20)	ミュオンセクション報告 三宅康博 (KEK/J-PARC センター)
座長: 加藤 崇 (JAEA/J-PARC センター)	
11:50-12:10 (20)	MLF の利用体制と利用促進 - 共用法とともに - 藤井保彦 (総合科学研究機構 CROSS)
12:10-12:25 (15)	J-PARC の将来計画 池田裕二郎 (JAEA/J-PARC センター)
12:25-12:40 (15)	JRR-3 における中性子利用 加倉井和久 (JAEA / 量子ビーム応用研究部門)
12:50-14:00 (70)	写真撮影、昼食

特別講演	
座長: 前川禎通 (JAEA/先端基礎研究センター)	
14:00-15:00 (60)	【S-1】 特別講演 「半導体における強磁性」 大野英男 (東北大学)
セッション1 【研究ハイライト】	
座長: 山田和芳 (東北大学)	
15:00-15:25 (25)	【O1-1】 鉄系超伝導体の磁気励起スペクトル 佐藤正俊 (総合科学研究機構 CROSS)
15:25-15:50 (25)	【O1-2】 トランスサイレチンの結晶構造解析 横山武司 (富山大学)
15:50-16:15 (25)	【O1-3】 中性子回折による ITER 用大型超伝導導体の内部歪測定 小泉徳潔 (JAEA/ITER)
16:15-16:40 (25)	【O1-4】 μ^+ SR で調べるオリビン系 LiMPO_4 の低温磁性と高温拡散 杉山 純 (豊田中央研究所)
16:40-17:00 (10)	休憩
ポスターセッション	
17:00-18:30 (90)	ポスターセッション (会場: 1F C104, C105)
懇親会	
19:00-	懇親会 (会場: 2F 研究交流プラザ)

1月20日(金)

セッション2【ターゲット及び装置開発】

座長:井上 信(京都大学)

9:00-9:20 (20)	【O2-1】 水銀ターゲット容器の損傷観測と新型ターゲットへの交換 羽賀勝洋 (JAEA/J-PARC センター)
9:20-9:40 (20)	【O2-2】 J-PARC/ MLF/ MUSE におけるミュオン標的の開発 牧村俊助 (KEK/J-PARC センター)
9:40-10:00 (20)	【O2-3】 ガス型 2次元中性子検出器開発について 藤健太郎 (JAEA/J-PARC センター)
10:00-10:20 (20)	【O2-4】 中性子分光型イメージングとイメージングデバイスの開發現状 加美山隆 (北海道大学)
10:20-10:40 (20)	【O2-5】 Ge 検出器を用いた J-PARC/ANNRI での ^{244}Cm 及び ^{246}Cm の中性子捕獲 反応断面積測定 木村 敦 (JAEA/原子力基礎工学研究部門)
10:40-11:00 (20)	休憩

セッション3【環境・エネルギー】

座長:福永俊晴(京都大学)

11:00-11:25 (25)	【O3-1】 高容量 Li イオン二次電池用正極活物質の結晶構造解析 渡邊 学 (日産自動車)
11:25-11:50 (25)	【O3-2】 世界最高の伝導率を持つ超イオン伝導体とその構造 菅野了次 (東京工業大学)
11:50-12:15 (25)	【O3-3】 高強度全散乱装置 (NOVA) による水素貯蔵材料の構造研究 池田一貴 (KEK)
12:15-12:40 (25)	【O3-4】 水素貯蔵材料 LiAlH_4 と Li_3AlH_6 における水素放出の前駆現象 佐藤豊人 (東北大学)
12:40-13:05 (25)	【O3-5】 ナフィオン超薄膜の構造解析 原田雅史 (豊田中央研究所)
13:05-14:15 (70)	昼食

セッション4【物質・材料】

座長:野田幸男(東北大学)

14:15-14:40 (25)	【O4-1】 新規超弾性材料及び超弾性機構 安田弘行 (大阪大学)
14:40-15:05 (25)	【O4-2】 SrTiO_3 , BaTiO_3 の酸素欠損と不純物水素状態 岩崎誉志紀 (太陽誘電)
15:05-15:30 (25)	【O4-3】 LaD_2 の圧力誘起相分離に伴う新規水素化物の形成 町田晃彦 (JAEA/量子ビーム応用研究部門)

15:30-15:55 (25)	【O4-4】 希土類単分子磁石のスピンダイナミクス 古府麻衣子 (東京大学/物性研究所)
15:55-16:10 (15)	休憩
セッション 5【ソフトマター・生命科学及び化学】 座長: 鈴木榮一郎(味の素(株))	
16:10-16:35 (25)	【O5-1】 凝縮相におけるミュオン転移過程の研究 篠原 厚 (大阪大学)
16:35-17:00 (25)	【O5-2】 BL16 中性子反射率計を用いたソフト界面の研究 山田悟史 (KEK/J-PARC センター)
17:00-17:25 (25)	【O5-3】 単結晶フォトクロミック白金錯体の中性子構造解析 大原高志 (総合科学研究機構 CROSS)
MLF への要望 ～海外施設利用経験者から～ 座長: 加藤 崇(JAEA/J-PARC センター)	
17:30-	山室修 (東京大学) 柴山充弘 (東京大学) SungDae JI (総合科学研究機構 CROSS) 池内和彦 (総合科学研究機構 CROSS) 三原基嗣 (大阪大学) 足立 匡 (東北大学) 川北至信 (JAEA/J-PARC センター) 末吉 仁 (JFE スチール株式会社)
	閉会挨拶 門野良典 (KEK/J-PARC センター)

企業展示

シンポジウム開催に合わせて、茨城県内の企業展示を行います

会場:2F 研究交流プラザ

展示期間:2012年1月19日(木) 10:00~16:30、20日(金)はポスター展示のみ

【出展企業】

	企業名	主な業務内容
1	(株)アート科学	材料開発から装置の設計製作まで研究開発をサポート
2	エスティー・ラボ(株)	酸素ガス制御装置, 真空装置の開発・設計・製作
3	S.P エンジニアリング(株)	製鉄機械, 原子力関連機器, プロセス計装, 各種プラントの設計・製作
4	(株)オメガトロン	高性能電子銃, イオン銃を主体とした高性能真空実験装置の開発・設計・製造
5	(株)川崎製作所	φ2m 大型5軸複合加工、長さ6m 長尺5軸複合加工、3m 大型マシニング加工、4m 大型三次元測定
6	金属技研(株)	加速器・核融合分野等で高度な金属加工技術を提供。熱処理, HIP 処理等
7	J-PARC 支援研究会	機器や部品製作, ソフトウェアの提供やメンテナンスのニーズに対し, 地元企業の連携で対応
8	(株)システムハウス	科学系システム、計測制御システムのコンサルから開発・アフターフォローまで
9	システム・プロダクト(株)	システム開発・設計、ハードウェア/ソフトウェア開発、画像解析処理
10	(株)生体分子計測研究所	生体分子の可視化技術, 高速(動画)原子間力顕微鏡の開発・製造・販売・受託計測サービス
11	(有)清和製作所	省力化機械・各種治工具・真空機器の設計・製造・組立
12	(株)ビームトロン	成膜コンポーネント, 荷電粒子ビームコンポーネント, 各種実験装置の開発・設計・製造
13	ブイテックス(株)	真空バルブ、ラプチャーディスクの設計・製造
14	ペンギンシステム(株)	中性子/硬 X 線検出器向けソフト、放射線医療向けソフト

(五十音順)

講演一覧

S-1

特別講演 「半導体における強磁性」..... 3

大野英男^{1*}

東北大学¹

O1-1

鉄系超伝導体の磁気励起スペクトル 4

佐藤正俊^{1,2,5}、川股隆行^{2,5*}、小林義明^{2, 5}、安井幸夫^{2,5}、鈴木一範²、飯田健文²、伊藤正行^{2,5}、
茂吉武人³、元屋清一郎³、梶本亮一¹、中村充孝⁴、稲村泰弘⁴、新井正敏⁴

総合科学研究機構¹、名大・理²、東理大・理工³、J-PARC センター⁴、JST TRIP⁵

O1-2

トランスサイレチンの結晶構造解析 5

横山武司^{1*}、水口峰之¹、鍋島裕子¹、日下勝弘²、山田太郎²、細谷孝明^{2,3}、大原高志⁴、栗原和男⁵、
友寄克亮²、田中伊知朗^{2,3}、新村信雄²

富山大学 大学院医学薬学研究部 (薬学)¹、茨城大学 フロンティア応用原子科学研究センター²、
茨城大学 工学部³、総合科学研究機構 東海事業センター⁴、

日本原子力研究開発機構 量子ビーム応用研究部門⁵

O1-3

中性子回折による ITER 用大型超伝導導体の内部歪測定 6

小泉徳潔^{1*}、ステファヌスハルヨ²、中嶋秀夫¹、相澤一也²、町屋修太郎³、長村光造⁴

原子力機構 核融合研究開発部門¹、原子力機構 J-PARC センター²、大同大学³、応用科学研究所⁴

O1-4

μ^+ SR で調べるオリビン系 LiMPO_4 の低温磁性と高温拡散 7

杉山純¹、野崎洋¹、原田雅史¹、蒲沢和也²、池戸豊³、三宅康博³、小林玄器⁴、菅野了次⁵、

O. Ofer⁶、E. J. Ansaldo⁶、J. H. Brewer^{6,7}、M. Mansson⁸

豊田中研¹、総合科学研究機構²、高エネ研³、神奈川大⁴、東工大⁵、TRIUMF⁶、

Univ. of British Columbia⁷、PSI⁸

O2-1

水銀ターゲット容器の損傷観測と新型ターゲットへの交換 8

羽賀勝洋¹、涌井 隆¹、直江崇¹、粉川広行¹、木下秀孝¹、勅使河原誠¹、春日井好己¹、関正和¹、
花野耕平¹、鈴木徹¹、伊藤学¹、二川正敏¹

J-PARC センター 日本原子力研究開発機構¹

O2-2

J-PARC/MLF/MUSE におけるミュオン標的の開発 9

牧村俊助^{1*}、三宅康博¹、河村成肇¹、小林庸男¹、小嶋健児¹、幸田章宏¹、ストラッサーパトリック¹、
下村浩一郎¹、藤森寛¹、中村惇平¹、西山樟生¹、吉村豊房¹、門野良典¹

J-PARC センター 高エネルギー加速器研究機構¹

O2-3

ガス型2次元中性子検出器開発について 10

藤健太郎^{1*}、中村龍也¹、坂佐井馨¹、曾山和彦¹、山岸秀志²

J-PARC センター 日本原子力研究開発機構¹、日本アドバンステクノロジー²

O2-4

中性子分光型イメージングとイメージングデバイスの開発現状 11

加美山隆^{1*}、後神進史^{1**}、Anton S. Tremsin²、高森隆輔¹、鮎川直彦¹、佐藤博隆³、木野幸一¹、
鬼柳善明¹

大学院工学研究院 北海道大学¹、Space Sciences Laboratory, University of California at Berkeley²、

J-PARC センター 日本原子力研究開発機構³

(現) 廃棄物燃料輸送安全部 原子力安全基盤機構^{**}

O2-5

Ge 検出器を用いた J-PARC/ANNRI での ²⁴⁴Cm 及び ²⁴⁶Cm の中性子捕獲反応断面積測定 12

木村敦^{1*}、大島真澄¹、太田雅之¹、北谷文人¹、金政浩¹、小泉光生¹、後神進史^{1a}、藤暢輔¹、
中村詔司¹、原かおる¹、原田秀郎¹、廣瀬健太郎¹、古高和禎¹、井頭政之²、片渕竜也²、水本元治²、
木野幸一³、鬼柳善明³、高宮幸一⁴、福谷哲⁴、藤井俊行⁴、堀順一⁴

日本原子力研究開発機構¹、東京工業大学 東京工業大学²、北海道大学³、京都大学⁴、

現原子力安全基盤機構^a

O3-1

高容量 Li イオン二次電池用正極活物質の結晶構造解析 13

渡邊学¹、茂筑高士²、伊藤淳史¹、大澤康彦¹、千葉啓貴¹、秦野正治¹、堀江英明¹

日産自動車 (株) 総合研究所¹、(独) 物質・材料研究機構 超伝導物性ユニット材料開発グループ²

O3-2

世界最高の伝導率を持つイオン超伝導体とその構造 14

菅野了次^{1*}、平山雅章¹、釜谷則昭¹、本間健司¹、山川裕一郎¹、米村雅雄²、神山崇²、加藤裕樹³、
濱重規³、川本浩二³、三井昭男³

東京工業大学大学院総合理工学研究科¹、高エネルギー加速器研究機構²、トヨタ自動車株式会社³

O3-3

高強度全散乱装置 (NOVA) による水素貯蔵材料の構造研究..... 15

池田一貴¹、大友季哉¹、大下英敏¹、金子直勝¹、坪田雅己¹、瀬谷智洋¹、鈴谷賢太郎²、折茂慎一³、
他 NOVA グループ

高エネルギー加速器研究機構¹、日本原子力研究開発機構²、東北大学³

O3-4

水素貯蔵材料 LiAlH_4 と Li_3AlH_6 における水素放出の前駆現象..... 16

佐藤豊人^{1*}、大友季哉²、Jörg Neufeind³、Mikhail Feygenson³、富安啓輔⁴、折茂慎一⁵、山田和芳^{1,5}

東北大学原子分子材料科学高等研究機構 (WPI-AIMR) ¹、

高エネルギー加速器研究機構 (KEK) 物質構造科学研究所²、

Oak Ridge National Laboratory, Spallation Neutron Source (SNS) ³、

東北大学大学院理学研究科物理学専攻⁴、東北大学金属材料研究所⁵

O3-5

ナフィオン超薄膜の構造解析..... 17

原田雅史^{1*}、工藤憲治¹、杉山純¹、山田悟史²、John Webster³

豊田中央研究所¹、高エネルギー加速器研究機構²、ISIS³

O4-1

新規超弾性材料及び超弾性機構..... 18

安田弘行^{1*}、丸山武紀¹、S. Harjo²、伊藤崇芳³

大阪大学大学院工学研究科¹、J-PARC センター 日本原子力研究開発機構²、CRSS 東海事業センター³

O4-2

SrTiO_3 、 BaTiO_3 の酸素欠損と不純物水素状態..... 19

岩崎誉志紀^{1,2*}、常行真司²

太陽誘電株式会社¹、東京大学大学院理学系研究科²

O4-3

LaD_2 の圧力誘起相分離に伴う新規水素化物の形成..... 20

町田晃彦^{1*}、本田充紀¹、服部高典^{1,2}、佐野亜沙美^{1,2}、綿貫徹¹、片山芳則¹、青木勝敏¹、小松一生³、
有馬寛²、大下英敏⁴、大友季哉⁴、D.Y. Kim⁵

量子ビーム応用研究部門 日本原子力研究開発機構¹、J-PARC センター 日本原子力研究開発機構²、
理学系研究科 東京大学大学院³、物質構造科学研究所 高エネルギー加速器研究機構⁴、

Geophysical Laboratory Carnegie Institution of Washington⁵

O4-4

希土類単分子磁石のスピンダイナミクス21

古府麻衣子^{1*}、梶原孝志²、中野元裕³、中島健次⁴、河村聖子⁴、菊地龍弥⁴、稲村泰弘⁴、
山室修¹

東京大学 物性研究所¹、奈良女子大学²、大阪大学³、J-PARC センター 日本原子力研究開発機構⁴

O5-1

凝縮相におけるミュオン転移過程の研究22

篠原厚^{*}、藤原一哉、笠松良崇、二宮和彦¹、髭本亘¹、P. Strasser²、河村成肇²、三宅康博²、
三浦太一²、久保謙哉³、長友傑³

大阪大学大学院理学研究科、日本原子力研究開発機構・先端基礎研究センター¹、
高エネルギー加速器研究機構・J-PARC センター²、国際基督教大学理学部³

O5-2

BL16 中性子反射率計を用いたソフト界面の研究23

山田悟史¹、御田村紘志^{2,3}、寺山友規³、小林元康^{2,3}、堀之内綾信³、藤井義久³、田中敬二³、
張山直宏⁴、鳥飼直也⁴、犬束学⁵、横山英明⁵、川口大輔⁶、井上倫太郎⁷、金谷利治⁷、瀬戸秀紀¹、
高原淳^{2,3}

KEK¹、JST/ERATO²、九州大学³、三重大⁴、東京大学⁵、名古屋大学⁶、京都大学⁷

O5-3

単結晶フォトクロミック白金錯体の中性子構造解析24

大原高志^{1*}、松下信之²、荒木孝誠³、中村振一郎⁴、尾関智二⁵、田中伊知朗⁶、日下勝弘⁶、細谷孝明⁶、
山田太郎⁶、栗原和男⁷、新村信雄⁶

総合科学研究機構¹、立教大学²、東京大学³、理化学研究所⁴、東京工業大学⁵、茨城大学⁶、
日本原子力研究開発機構⁷

ポスター発表一覧

P-1

チョッパー分光器「四季」の現状27

梶本亮一¹、中村充孝²、稲村泰弘²、池内和彦¹、S. Ji¹、水野文夫³、中島健次²、河村聖子²、横尾哲也⁴、中谷健²、丸山龍治²、曾山和彦²、高橋伸明²、柴田薫²、佐藤節夫⁴、伊藤幸弘²、岩橋孝明²、神原理²、田中浩道²、山内康弘²、細谷倫紀²、相澤一也²、新井正敏²
総合科学研究機構 東海事業センター¹、J-PARC センター 日本原子力研究開発機構²、東北大学 大学院理学研究科³、J-PARC センター 高エネルギー加速器研究機構⁴

P-2

MLF チョッパー型中性子非弾性散乱装置におけるソフトウェア開発28

稲村泰弘^{1*}、中谷健¹、中島健次¹、梶本亮一²、池内和彦²、大友敏哉³、鈴木次郎³、新井正敏¹
J-PARC センター 日本原子力研究開発機構¹、総合科学研究機構²、J-PARC センター 高エネルギー加速器研究機構³

P-3

パルス中性子非弾性散乱実験の高効率測定に向けた MAGIC チョッパーの開発29

中村充孝^{1*}、神原理¹、篠原武尚¹、池内和彦²、梶本亮一²、中島健次¹、Th. Krist³、横尾哲也⁴、新井正敏¹、鈴木淳市²、原田正英¹、及川健一¹、前川藤夫¹
J-PARC センター 日本原子力研究開発機構¹、総合科学研究機構 東海事業センター²、Helmholtz Zentrum Berlin³、J-PARC センター 高エネルギー加速器研究機構⁴

P-4

鉄系超伝導体 LaFePO_{0.9} の非弾性中性子散乱30

石角元志^{1,2,3,4}、樹神克明^{1,4}、梶本亮一^{1,2,4}、中村充孝²、稲村泰弘²、脇本秀一^{1,4}、伊豫彰^{3,4}、永崎洋^{3,4}、新井正敏^{2,4}、社本真一^{2,4}、Tao Hong⁵、Jacques Ollivier⁶、Hannu Mutka⁶
総合科学研究機構¹、日本原子力研究開発機構²、産業技術総合研究所³、JST, TRIP⁴、オークリッジ国立研究所⁵、ILL⁶

P-5

Monte Carlo シミュレーションによる MAGIC チョッパーの性能評価31

池内和彦^{1*}、中村充孝²、神原理²、篠原武尚²、梶本亮一¹、鈴木淳市¹、原田正英²、及川健一²、前川藤夫²、中島健次²、横尾哲也³、Th. Krist⁴、新井正敏²
東海事業センター 総合科学研究機構¹、J-PARC センター 日本原子力研究開発機構²、J-PARC センター 高エネルギー加速器研究機構³、Helmholtz Zentrum Berlin⁴

P-6

Si 結晶アナライザー背面反射型分光器 DNA の開発 32

柴田薫^{1*}、高橋伸明²、川北至信²、蒲沢和也¹、山田武¹、上野広樹²、島倉宏典²、中島健次²、
神原理²、稲村泰弘²、中谷健²、相澤一也²、曾山和彦²、及川健一²、田中浩道²、岩橋孝明²、
伊藤幸弘²、細谷倫紀²、山内康弘²、佐藤卓³、中川洋⁴、藤原悟⁴、Ferenc Mezei⁵、
Hannu Mutka⁶、Dan Neumann⁶、新井正敏²
総合科学研究機構 CROSS¹、原子力機構 J-PARC²、東大物性研³、原子力機構量子ビーム⁴、
BNC Hungary⁵、ILL France⁶、NIST USA⁷

P-7

茨城県生命物質構造解析装置 iBIX における現在の状況 33

日下勝弘^{1*}、細谷孝明¹、山田太郎¹、友寄克亮¹、大原高志²、栗原和男³、横山武司⁴、片桐政樹¹、
田中伊知朗¹、新村信雄¹
フロンティア応用原子科学研究センター 茨城大学¹、東海事業センター 総合科学研究機構²、
量子ビーム応用研究部門 日本原子力研究開発機構³、医学薬学研究部 富山大学大学院⁴

P-8

2次元シンチレータ検出器高度化、データ収集エレクトロニクス

および制御ソフトウェア開発 34

細谷孝明^{1*}、片桐政樹¹、中村龍也²、海老根守澄²、美留町厚²、曾山和彦²、大原高志³、栗原和男²、
新村信雄¹、田中伊知朗¹
茨城大学¹、日本原子力研究開発機構²、総合科学研究機構³

P-9

正方晶系ニワトリ卵白リゾチーム (HEWL) の水和構造の pH 依存性の解明に向けて 35

石井僚^{1*}、田中伊知朗^{2,3}
茨城大学大学院 理工学研究科 物質工学専攻¹、茨城大学 フロンティア応用原子科学研究センター²、
茨城大学 工学部³

P-10

茨城県生命物質構造解析装置 iBIX の成果 36

田中伊知朗^{1,2*}、日下勝弘²、山田太郎²、細谷孝明^{1,2}、友寄克亮²、横山武司²、大原高志^{4,5}、
栗原和男^{5,6}、片桐政樹²、新村信雄²
茨城大学 工学部¹、茨城大学 フロンティア応用原子科学研究センター²、
富山大学大学院 医学薬学研究部³、総合科学研究機構 東海事業センター⁴、
J-PARC センター 日本原子力研究開発機構⁵、日本原子力研究開発機構 量子ビーム応用研究部門⁶

P-11

単斜晶系 HEWL (ニワトリ卵白リゾチーム) 水和構造の pH 依存性解明に向けて 37

野崎大和^{1*}、田中伊知朗^{2,3}

茨城大学大学院理工学研究科¹、茨城大学フロンティア応用原子科学研究センター²、
茨城大学工学部³

P-12

単結晶中性子回折によるモリブデンオキソ錯体中の水素結合の解析 38

尾関智二^{1*}、大原高志²、下野貴弘¹、田中伊知朗³、日下勝弘³、細谷孝明³、山田太郎³、栗原和男⁴、
新村信雄³、定金正洋⁵、上田渉⁶、Wang Feng^{6,7}

東京工業大学大学院理工学研究科物質科学専攻¹、総合科学研究機構(CROSS)東海事業センター²、
茨城大学フロンティア応用科学研究センター³、原子力機構量子ビーム応用研究部門⁴、
広島大学大学院工学研究科⁵、北海道大学触媒化学研究センター⁶、
Dalian Institute of Chemical Physics, Chinese Academy of Science⁷

P-13

鉛ハロゲン系有機-無機複合化合物 $C_4H_8ONH_2PbBr_3$ の結晶構造と電子状態 39

川崎卓郎^{1*}、高橋美和子²、大嶋建一²、大原高志^{1,3}、田中伊知朗^{4,5}、日下勝弘⁴、細谷孝明^{4,5}、
栗原和男^{1,6}、新村信雄⁴、山田太郎⁴

日本原子力研究開発機構 J-PARC センター¹、筑波大学 数理物質科学研究科²、
総合科学研究機構 東海事業センター³、茨城大学 フロンティア応用原子科学研究センター⁴、
茨城大学 工学部⁵、日本原子力研究開発機構 量子ビーム応用研究部門⁶

P-14

共鳴状態からの核分裂特性 40

西尾勝久^{1*}、牧井宏之¹、西中一朗¹、太田周也¹、光岡真一¹、木村敦²、明午伸一朗³、原田秀郎²、
大槻勤⁴、千葉敏¹

先端基礎センター 日本原子力研究開発機構¹、
原子力基礎工学研究部門 日本原子力研究開発機構²、J-PARC センター³、東北大学⁴

P-15

パルス中性子を用いた多重即発ガンマ線分析法の開発 41

藤暢輔^{1*}、古高和禎¹、原かおる¹、原田秀郎¹、廣瀬健太郎¹、木村敦¹、金政浩¹、北谷文人¹、
小泉光生¹、中村詔司¹

原子力基礎工学研究部門 日本原子力研究開発機構¹

P-16

BL05/NOP-Neutron Optics and Physics Beamline 42

T. Ino¹, K. Mishima¹, Y. Arimoto¹, K. Taketani¹, S. Muto¹, H. M. Shimizu¹, H. Otono², H. Oide², R. Katayama², T. Yamada², N. Higashi², S. Yamashita², H. Sumino², S. Imajo³, H. Funahashi³, M. Kitaguchi⁴, M. Hino⁴, Y. Iwashita⁵, T. Yoshioka⁶, K. Sakai⁷, Y. Seki⁸, K. Hirota⁸, Y. Otake⁸ and the NOP collaboration

KEK¹, ICEPP, University of Tokyo², Kyoto University³, KURRI, Kyoto University⁴, ICR, Kyoto University⁵, Kyushu University⁶, J-PARC/JAEA⁷, Riken⁸

P-17

中性子共鳴スピンエコー分光器群 (VIN ROSE) の

ビームライン設計のための数値シミュレーション 43

小田達郎^{1*}, 日野正裕², 北口雅暁², 川端祐司², 海老澤徹³, 山田悟史⁴, 瀬戸秀紀⁴
京都大学大学院 工学研究科¹, 京都大学原子炉実験所², 日本原子力研究開発機構³,
高エネルギー加速器研究機構⁴

P-18

SuperHRPD の現状報告 44

鳥居周輝^{1*}, 米村雅雄¹, Junrong Zhang¹, Teguh Y. S. Panca Putra¹, Ping Miao¹, 室屋孝司¹,
富安亮子¹, 野田幸男², 神山崇¹

J-PARC センター 高エネルギー加速器研究機構¹, 東北大学²

P-19

希土類 3 元系化合物 TbPd_{1-x}Ni_xAl の同相構造相転移 45

北澤英明¹, 河村幸彦^{1,2}, 門馬綱一¹, 加藤誠一¹, 辻井直人¹, 茂筑高士¹, Andreas Dönni¹,
Lukas Keller³, Jiri Prchal⁴, Pavel Javorský⁴, Junrong Zhang⁵, 鳥居周輝⁵, 米村雅雄⁵, 神山崇⁵
物質・材料研究機構¹, 総合科学研究機構 (CROSS)²,

Laboratory for Neutron Scattering, Paul Scherre Institut (PSI)³,

Department of Condensed Matter Physics, Charles University⁴, 高エネルギー加速器研究機構⁵

P-20

Novel Monolayer Shields of SPICA at BL09 of J-PARC..... 46

M. Kawai¹, M. Yonemura¹, S. Torii¹, T. Muroya¹, K. Mori², T. Fukunaga², T. Kamiyama¹

*Institute of Materials Structure Science, High Energy Accelerator Research Organization¹,
Research Reactor Institute, Kyoto University²*

P-21

BL10 “NOBORU” の現状とパルス中性子イメージング実験に向けた高度化 47

前川藤夫¹、原田正英¹、及川健一¹、大井元貴¹、甲斐哲也¹、酒井健二¹、春日井好己¹、明午伸一郎¹、
篠原武尚¹

J-PARC センター 日本原子力研究開発機構¹

P-22

BL11 建設すご録 48

服部高典^{1,2}、佐野亜沙美^{1,2}、有馬寛³、内海渉^{1,2}、永井隆哉⁴、飯高敏晃⁵、鍵裕之⁶、片山芳則¹、
井上徹⁷、八木健彦⁶

JAEA 量子ビーム応用研究部門¹、JAEA J-PARC センター²、東北大³、北海道大学⁴、理研⁵、東京大⁶、
愛媛大⁷

P-23

準安定な氷高压相へのアプローチ 49

小松一生^{1*}、山口祐¹、鍵裕之¹

東京大学大学院理学系研究科附属地殻化学実験施設¹

P-24

BL11 に導入される高温高压発生装置

6 軸型マルチアンビルプレスの概要と現状 50

佐野亜沙美^{1*}、服部高典¹、有馬寛²、内海渉¹、八木健彦²、鍵裕之³

日本原子力研究開発機構¹、東北大学²、東京大学³

P-25

マग्マ観察に向けた超高压実験用中性子カメラの導入 51

井上徹¹、有馬寛^{2*}、阿部淳³、佐野亜沙美^{3,4}、服部高典^{3,4}

地球深部ダイナミクス研究センター 愛媛大学¹、金属材料研究所 東北大学²、

J-PARC センター 日本原子力研究開発機構³、量子ビーム応用研究部門 日本原子力研究開発機構⁴

P-26

高分解能チョッパー分光器の近況 52

伊藤晋一¹、横尾哲也¹、佐藤節夫¹、川名大地¹、矢野真一郎²、佐藤卓³、益田隆嗣³、吉澤英樹³

高エネルギー加速器研究機構¹、青山学院大学²、東京大学³

P-27

一次元ハイゼンベルグ型反強磁性体における励起エネルギーの増大 53

伊藤晋一¹、横尾哲也¹、矢野真一郎²、川名大地¹、田中秀数³、遠藤康夫¹

高エネルギー加速器研究機構¹、青山学院大学²、東京工業大学³

P-28

YVO₃における軌道波の検出54

川名大地^{1*}、村上洋一¹、横尾哲也¹、伊藤晋一¹、A.T. Savich²、G.E. Granroth²、池内和彦³、
中尾裕則¹、岩佐和晃⁴、福田龍一郎⁵、宮坂茂樹⁵、田島節子⁵、石原純夫⁴、十倉好紀^{6,7,8}
KEK 物構研¹、ORNL-NSSD²、総合科学研究機構³、東北大院理⁴、阪大院理⁵、
理研 CERG & CMRG⁶、東大院工⁷、ERATO⁸

P-29

冷中性子ディスクチョッパー型分光器 AMATERAS の現状55

中島健次^{1*}、河村聖子¹、菊地龍弥¹、中村充孝¹、梶本亮一²、稲村泰弘¹、高橋伸明¹、
相澤一也¹、鈴谷賢太郎¹、柴田薫²、中谷健¹、曾山和彦¹、田中浩道¹、岩橋孝明¹、神原理¹、
伊藤幸弘¹、加倉井和久³、Ruep E. Lechner⁴、Ferenc Mezei⁵、新井正敏¹
J-PARC センター¹、総合科学研究機構²、日本原子力研究開発機構³、Helmholtz Centre Berlin⁴、
Hungarian Academy of Sciences⁵

P-30

二量体生成消滅過程を持つ分子液体 Se₂Br₂ の動的構造解析56

島倉宏典^{1,2*}、川北至信²、稲村泰弘²、菊地龍弥²、上野広樹^{1,2}、中村充孝²、中島健次²、河村聖子²、
柴田薫³、新井正敏²、武田信一¹
九州大学院理学府¹、J-PARC センター²、CROSS³

P-31

分子性導体における磁気励起の観測に向けて57

河村聖子^{1*}、中島健次¹、稲村泰弘¹、菊地龍弥¹、谷口弘三²
J-PARC センター¹、埼玉大学大学院理工学研究科²

P-32

Low-energy dynamics in silicate glasses58

K. Suzuya¹、M. Nakamura¹、K. Nakajima¹、S. Kohara²、T. Kikuchi¹、S. Ohira-Kawamura¹、
Y. Inamura¹、M. Inui³、S. Hosokawa⁴、K. Shibata¹、S. Tsutsui²、A.Q.R. Baron²
J-PARC Center, Japan Atomic Energy Agency¹、Japan Synchrotron Radiation Research Institute²、
Hiroshima University³、Hiroshima Institute of Technology⁴

P-33

AMATERAS を用いたプロパノール水溶液の中性子準弾性散乱59

中田克¹、大野哲史²、丸山健二^{3*}
物性研究所 東京大学¹、大学院自然科学研究科 新潟大学²、理学部 新潟大学³

P-34

準弾性散乱のモデルフリーな解析法の水への適用 60

菊地龍弥^{1*}、中島健次¹、河村聖子¹、稲村泰弘¹、山室修²、古府麻衣子²

J-PARC センター¹、東大物性研²

P-35

Development of the small- and wide-angle neutron scattering instrument

TAIKAN of J-PARC 61

J. Suzuki^{1,2}、S. Takata¹、T. Shinohara¹、T. Oku¹、T. Nakatani¹、Y. Inamura¹、T. Tominaga¹、

K. Suzuya¹、K. Aizawa¹、M. Arai¹、T. Otomo¹、H. Iwase²、K. Ohishi²、T. Ito²、H. Kira²、

M. Sugiyama³

*Neutron Science Section, J-PARC Center*¹、

*Research Center for Neutron Science and Technology, CROSS*²、

*Research Reactor Institute, Kyoto University*³

P-36

BL15 大観の性能およびソフトウェア開発 62

高田慎一^{1*}、鈴木淳市^{1,4}、篠原武尚¹、中谷健¹、稲村泰弘¹、伊藤崇芳⁴、奥隆之¹、大石一城⁴、

岩瀬裕希⁴、富永大輝¹、大友季哉²、杉山正明³、相澤一也¹、鈴谷賢太郎¹、新井正敏¹

J-PARC センター 日本原子力研究開発機構¹、*J-PARC* センター 高エネルギー加速器研究機構²、

粒子線基礎物性研究部門 京都大学原子炉実験所³、

東海事業センター利用研究促進部 総合科学研究機構 (CROSS)⁴

P-37

ソフトマターの大観を用いた中性子散乱研究

－高強度ダブルネットワークゲルを例に－ 63

富永大輝^{1*}、鈴木淳市²、高田慎一¹、篠原武尚¹、奥隆之¹、中谷健²、稲村泰弘²、鈴谷賢太郎¹、

相澤一也¹、新井正敏¹、大友季哉³、岩瀬裕希²、大石一城²、伊藤崇芳²、吉良弘²、杉山正明⁴

J-PARC センター 日本原子力研究開発機構¹、総合科学研究機構 (CROSS) 東海事業センター²、

J-PARC センター 高エネルギー加速器研究機構³、京都大学 原子炉実験所⁴

P-38

試料水平型中性子反射率計 SOFIA 64

山田悟史¹、御田村紘志^{2,3}、鳥飼直也⁴、下ヶ橋秀典¹、瀬戸秀紀¹、杉田幸⁵、古坂道弘⁵、小田達郎⁶、

日野正裕⁶、高原淳^{2,3}

*KEK*¹、*JST/ERATO*²、九州大学³、三重大⁴、北海道大学⁵、京都大学⁶

P-39

MPPC を用いた中性子位置敏感型検出器の開発 65

佐藤節夫^{1*}、坂口将尊¹、瀬谷智洋¹、武藤豪¹

J-PARC センター 高エネルギー加速器研究機構¹

P-40

試料垂直型偏極中性子反射率計「写楽」(BL17) の始動 66

山崎大^{1,3}、武田全康^{1,3}、林田洋寿¹、丸山龍治¹、曾山和彦^{1,3}、久保田正人^{1,3}、朝岡秀人^{1,3}、
山崎竜也³、坂佐井馨¹、藤健太郎¹、中村龍也¹、山岸秀志¹、及川健一¹、中谷健¹、稲村泰弘¹、
篠原武尚¹、有馬寛¹、金子耕士^{1,3}、吉田登⁴、坂口佳史⁴、水沢まり⁴、伊藤崇芳⁴、大原高志⁴、
平野辰巳⁵、鈴谷賢太郎¹、相澤一也¹、神山崇²、新井正敏¹

J-PARC センター 日本原子力研究開発機構¹、J-PARC センター 高エネルギー加速器研究機構²、
量子ビーム応用研究部門 日本原子力研究開発機構³、総合科学研究機構 (CROSS)⁴、
日立製作所日立研究所⁵

P-41

試料垂直型偏極中性子反射率計 (SHARAKU) における光励起ダイナミクス測定の見通し 67

坂口佳史^{1*}、吉田登¹、水沢多鶴子¹、鈴木淳市¹、久保田正人²、武田全康²、林田洋寿²、丸山龍治²、
山崎大²、曾山和彦²

総合科学研究機構・東海事業センター¹、日本原子力研究開発機構²

P-42

Visual な中性子・X線反射率法の技術開発 68

桜井健次^{1,2}、水沢まり³、Vallerie Ann Innis Samson²

物質・材料研究機構¹、筑波大²、総合科学研究機構³

P-43

J-PARC の新しい単結晶構造解析装置 SENJU の建設 69

及川健一^{1*}、大原高志²、鬼柳亮嗣¹、川崎卓郎¹、田村格良¹、金子耕士¹、中村龍也¹、坂佐井馨¹、
中尾朗子²、宗像孝司²、花島隆泰²、木村宏之³、野田幸男³、高橋美和子⁴、清谷多美子⁵、坂倉輝俊³、
新井正敏¹、大嶋建一⁴

J-PARC センター 日本原子力研究開発機構¹、東海事業センター 総合科学研究機構²、
多元物質科学研究所 東北大学³、数理解析科学研究所 筑波大学⁴、薬学部 昭和薬科大学⁵

P-44

工学材料回折装置の復旧状況 70

ステファヌス ハルヨ^{1*}、相澤一也¹、阿部淳¹、岩橋孝明¹

J-PARC センター 日本原子力研究開発機構 (JAEA)¹

P-45

匠における集合組織測定システム開発の現状.....71

伊藤崇芳^{1*}、ステファヌス・ハルヨ²、徐平光³、阿部淳²、相澤一也²、秋田貢一³
東海事業センター 総合科学研究機構 (CROSS)¹、
J-PARC センター 日本原子力研究開発機構 (JAEA)²、
量子ビーム応用研究部門 日本原子力研究開発機構 (JAEA)³

P-46

中性子回折を用いたひずみ測定 of 岩石材料への展開.....72

阿部淳^{1*}、関根孝太郎²、ステファヌスハルヨ¹、伊藤崇芳³、有馬寛⁴、相澤一也¹
J-PARC センター 日本原子力研究開発機構 (JAEA)¹、
技術部開発技術課 石油天然ガス・金属鉱物資源機構 (JOGMEC)²、
東海事業センター 総合科学研究機構 (CROSS)³、金属材料研究所 東北大学大学院⁴

P-47

工学材料回折装置での研究状況.....73

相澤一也^{1*}、ステファヌスハルヨ¹、阿部淳¹、伊藤崇芳²、有馬寛¹、岩橋孝明¹
J-PARC センター 日本原子力研究開発機構 (JAEA)¹、
東海事業センター 総合科学研究機構 (CROSS)²

P-48

In situ neutron diffraction and scattering during nano-bainitic transformation.....74

W. Gong^{1,2*}、Y. Tomota¹、H. Nishijima¹、S. Harjo²、K. Aizawa²、T. Ishigaki¹、J. Suzuki³
Ibaraki University¹、J-PARC Center, Japan Atomic Energy Agency²、
Comprehensive Research Organization for Science and Society³

P-49

多試料に対する自動試料交換搬送機構.....75

星川晃範^{1*}、石垣徹¹、米村雅雄²、神山崇²、岩瀬謙二¹、ディア・スリスティアニンティアス¹、
林眞琴³
茨城大学 フロンティア応用原子科学研究センター¹、
J-PARC センター 高エネルギー加速器研究機構²、茨城県³

P-50

iMATERIA を用いた機能性材料の結晶構造と物性に関する研究.....76

石垣徹¹、星川晃範¹、岩瀬謙二¹、ディアスリスニンティアス¹
茨城大学 フロンティア応用原子科学研究センター¹

P-51

中性子回折による Li 含有ガーネット型固体電解質

$\text{Li}_{7-x}\text{La}_3\text{Zr}_{2-x}\text{Nb}_x\text{O}_{12}$ ($x=0-2$) の結晶構造解析 77

野崎洋¹、太田慎吾¹、朝岡賢彦¹、原田雅史¹、石垣徹²、Martin Månsson³、杉山純¹
豊田中研¹、茨城大学²、ETH³

P-52

Neutron diffraction studies of lithium cobalt oxide (LiCoO_2) 78

アディプラト ディア¹、星川晃範¹、岩瀬謙二¹、小黑英俊²、ジャンジュンロン³、米村雅雄³、森一広⁴、
神山崇³、石垣徹¹
茨城大学フロンティア応用原子科学研究センター¹、東北大学強磁場超伝導材料研究センター²、
高エネルギー加速器研究機構³、京都大学原子炉実験所⁴

P-53

Nd-Fe-B 焼結磁石の保磁力と内部平均界面構造 79

武田全康^{1,2,3*}、鈴木淳市⁴
量子ビーム応用研究部門 日本原子力研究開発機構¹、J-PARC センター 日本原子力研究開発機構²、
未来科学技術共同研究センター 東北大学³、東海事業センター 総合科学研究機構⁴

P-54

高温その場観察による燃料電池用水素伝導材料中の水素分布の特定 80

井川直樹^{1*}、長崎正雅²、田口富嗣¹、星川晃範³、石垣徹³、森井幸生⁴、林眞琴⁴
日本原子力研究開発機構 量子ビーム応用研究部門¹、名古屋大学 エコトピア科学研究所²、
茨城大学 フロンティア応用原子科学研究センター³、茨城県 いばらき量子ビーム研究センター⁴

P-55

高窒素マルテンサイト鋼における焼き戻しその場中性子回折実験 81

鎌田晴輝^{1*}、友田陽¹、星川晃範²、岩瀬謙二²、石垣徹²
茨城大学大学院 理工学研究科¹、茨城大学 フロンティア応用原子科学研究センター²

P-56

iMATERIA における不規則系物質の構造評価 82

鈴谷賢太郎^{1*}、亀田恭男²、大友季哉^{3*}、石垣徹⁴
J-PARC センター 日本原子力研究開発機構¹、山形大学 理学部物質生命学科²、
J-PARC センター 高エネルギー加速器研究機構³、茨城大学 フロンティア応用原子科学研究センター⁴

P-57

J-PARC 高強度中性子全散乱装置 (NOVA) におけるデータ解析 83

大下英敏¹、大友季哉¹、池田一貴¹、金子直勝¹、鈴谷賢太郎²、瀬谷智洋¹、坪田雅己¹、
他 NOVA グループ
高エネルギー加速器研究機構¹、日本原子力研究開発機構²

P-58

NOVA における非弾性散乱補正 84

亀田恭男¹
山形大学 理学部¹

P-59

テトラヒドロフラン-水混合溶液の液体構造解析 85

吉田亨次¹、山口敏男¹、亀田恭男²、大友季哉³、大下英敏³、鈴谷賢太郎⁴、金子直勝³、池田一貴⁵、
坪田雅己⁵
福岡大理¹、山形大理²、J-PARC センター 高エネルギー加速器研究機構³、
J-PARC センター 日本原子力研究開発機構⁴、高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所⁵

P-60

NOVA によるメソポーラスシリカ MCM-41 のミクロおよびメゾスコピック構造解析 86

山口敏男^{1*}、吉田亨次¹、大友季哉²、大下英敏²、鈴谷賢太郎³、金子直勝²、池田一貴⁴、
坪田雅己⁴
福岡大理¹、J-PARC センター 高エネルギー加速器研究機構²、
J-PARC センター 日本原子力研究開発機構³、高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所⁴

P-61

高強度全散乱装置 NOVA を用いたリチウムアルミドの構造解析 87

坪田雅己¹、大友季哉¹、大下英敏¹、金子直勝¹、池田一貴¹、瀬谷智洋¹、鈴谷賢太郎²、小野泰輔³、
市川貴之³、小島由継³、他 NOVA グループ
高エネルギー加速器研究機構¹、日本原子力研究開発機構²、広島大学³

P-62

La₂Ni₇D_x 水素化物相の構造変化 88

岩瀬謙二^{1*}、D. Sulistyanintyas¹、星川晃範¹、石垣徹¹、H. Kim²、榊浩二²、中村優美子²
茨城大学フロンティア応用原子科学研究センター¹、産業技術総合研究所²

P-63

In situ small-angle neutron scattering during cementite spheroidization in carbon steels.....89

Y. H. Su^{1*}, Y. Tomota¹, J. Suzuki², M. Ohnuma³, S. Morooka⁴

Graduate School of Science and Engineering, Ibaraki University¹,

Comprehensive Research Organization for Science and Society²,

National Institute for Materials Science³, Yokohama National University⁴

P-64

震災後の MLF ビームコミッショニング90

明午伸一郎¹

J-PARC センター 日本原子力研究開発機構¹

P-65

中性子実験装置の東日本大震災後のビームラインアライメント状況91

岩橋孝明^{1*}, S. Harjo¹, 原田正英¹, 有馬寛¹, 梶本亮一², 鬼柳亮嗣¹, 中島健次¹, 日下勝弘³,

星川晃範³, 鳥居周輝⁴, 小林誠², 鈴木淳市², 山田武², 丸山龍治¹, 石垣徹³, 長山隆幸¹,

原田剛¹

日本原子力研究開発機構¹, 総合科学研究機構², 茨城大学³, 高エネルギー加速器研究機構⁴

P-66

デカップラー用 Au-In-Cd 合金開発における HIP 試験速報.....92

大井元貴^{1*}, 勅使河原誠¹, 原田正英¹, 前川藤夫¹, 二川正敏¹

日本原子力研究開発機構¹

P-67

J-PARC/MLF 全体制御システム (MLF-GCS) の運転状況93

酒井健二¹, 大井元貴¹, 甲斐哲也¹, 渡邊聡彦¹, 坂元眞一¹, 二川正敏¹

J-PARC センター 日本原子力研究開発機構¹

P-68

MLF 実験データベースの現状94

中谷健^{1*}, 稲村泰弘¹, 森山健太郎¹, 大友季哉²

J-PARC センター 日本原子力研究開発機構¹, J-PARC センター 高エネルギー加速器研究機構²

P-69

中性子用実験データ解析フレームワーク Manyo-Lib.....95

鈴木次郎¹, 稲村泰弘², 伊藤崇芳³, 中谷健², 大友季哉¹

J-PARC センター / 高エネルギー加速器研究機構¹, J-PARC センター / 日本原子力研究開発機構², 総合科学研究機構 (CROSS) ³

P-70

Newly Proposed Polarized Neutron Chopper Spectrometer at J-PARC96

T. Yokoo¹, K. Ohoyama², S. Itoh¹, J. Suzuki¹, K. Iwasa³, H. Hiraka², M. Fujita², M. Matsuura²,
H. Kimura⁴, K. Tomiyasu³, T. Sato⁵, T.J. Sato⁶, T. Arima⁷, T. Ino, H. Kira⁸, Y. Sakaguchi⁹,
T. Oku¹⁰, Y. Arimoto¹, J. Suzuki⁹, H.M. Shimizu¹, M. Takeda¹⁰, K. Kaneko¹⁰, M. Hino¹¹, S. Muto¹,
H. Nojiri²

IMSS, KEK¹, IMR, Tohoku Univ.², Dept. Physics, Graduated School of Sci., Tohoku Univ.³,
IMRAM, Tohoku Univ.⁴, WPI AIMR, Tohoku Univ.⁵, ISSP-NSL, Univ. of Tokyo⁶,
Dept. Advanced Material Science, Univ. of Tokyo⁷, QBS, JAEA⁸, CROSS⁹,
MLF, J-PARC Center¹⁰, KUR, Kyoto Univ.¹¹

P-71

In-Situ SEOP 方式偏極³He 中性子スピフィルターの開発.....97

吉良弘^{1*}, 坂口佳史¹, 鈴木淳市¹, 奥隆之², 酒井健二², 新井正敏², 加倉井和久², 遠藤康夫²,
有本靖³, 猪野隆³, 清水裕彦³, 堤健之⁴, 平賀晴弘⁴, 大山研司⁴, 山田和芳⁵, L-J. Chang^{6,7}
総合科学研究機構¹, 日本原子力研究開発機構², 高エネルギー加速器研究機構³,
東北大学金属材料研究所⁴, 東北大学原子分子材料科学高等研究機構⁵, 成功大学 (台湾)⁶,
清華大学 (台湾)⁷

P-72

大強度ミュオン源 スーパーオメガの開発98

池戸豊^{1*}, 三宅康博¹, 下村浩一郎¹, Patrick Strasser¹, 河村成肇¹, 西山樟生¹, 牧村俊助¹, 藤森寛¹,
幸田章宏¹, 小林庸男¹, 足立泰平², 荻津透¹, 榎田康博¹, 吉田誠¹, 佐々木憲一¹, 岡村崇弘¹,
大島洋克¹, 中本建志¹, 山本明¹, 大久保隆治¹, 髭本亘³

J-PARC センター 高エネルギー加速器研究機構¹, 東京大学大学院理学研究科²,
J-PARC センター 日本原子力研究開発機構³

P-73

ミュオン新規ビームライン99

河村成肇¹

J-PARC センター 高エネルギー加速器研究機構¹

P-74

J-PARC/MUSE Ultra-Slow Muon Beamline 100

P. Strasser^{1,2*}, S. Makimura^{1,2}, Y. Ikedo^{1,2}, J. Nakamura^{1,2}, T. Nagatomo^{1,2}, R. Ohkubo¹,
K. Nishiyama^{1,2}, K. Shimomura^{1,2}, A. Koda^{1,2}, N. Kawamura^{1,2}, H. Fujimori^{1,2}, W. Higemoto^{2,3},
R. Kadono^{1,2}, and Y. Miyake^{1,2}

*Muon Science Laboratory, High Energy Accelerator Research Organization (KEK)*¹,
*Muon section, Material and life science division, J-PARC Center*²,
*Advanced Science Research Center, Japan Atomic Energy Agency (JAEA)*³

P-75

超低速ミュオン顕微鏡計画のためのレーザー光輸送・診断系

および関連施設の設計・製作の現状 101

中村惇平^{1*}、横山幸司²、斎藤徳人²、岡村幸太郎³、牧村俊助¹、三宅康博¹、
ストラッサー・パトリック¹、池戸豊¹、長友傑¹、和田智之^{2,3}、下村浩一郎¹、西山樟生¹
*J-PARC センター 高エネルギー加速器研究機構*¹、*理化学研究所*²、*(株)メガオプト*³

P-76

超低速ミュオン顕微鏡計画のための超低速ミュオンビーム発生装置の設計・製作の現状 102

長友傑^{1*}、ストラッサーパトリック¹、池戸豊¹、牧村俊助¹、中村惇平¹、河村成肇¹、西山樟生¹、
下村浩一郎¹、藤森寛¹、石田勝彦²、鳥飼映子³、三宅康博¹

*J-PARC センター 高エネルギー加速器研究機構*¹、*理化学研究所*²、*山梨大学*³

P-77

μ SR 用新型検出器開発 103

小嶋健児^{1*}、幸田章宏^{1,2}、宮崎正範²、平石雅俊²、門野良典^{1,2}、田中真伸³、池野正弘³、内田智久³、
斉藤正俊³、鈴木聡⁴

*高エネルギー加速器研究機構 物構研/J-PARC MLF ミュオンセクション*¹、*総合研究大学院大学*²、
*高エネルギー加速器研究機構 素核研*³、*高エネルギー加速器研究機構 計算科学研究センター*⁴

P-78

籠状物質 RTr_2Al_{20} (R : Pr, Sm, Tr : Ti, V, Cr) の μ SR による研究 104

伊藤孝^{1,2*}、髭本亘^{1,2}、二宮和彦^{1,2}、酒井明人³、中辻知³

*先端基礎研究センター 日本原子力研究開発機構*¹、*J-PARC センター 日本原子力研究開発機構*²、
*物性研究所 東京大学*³

P-79

- μ SR による鉄ヒ素系超伝導体 (Ba, K) Fe_2As_2 の磁束状態の研究 105
大石一城^{1,6*}、石井康之^{2,6}、渡邊功雄^{3,6}、齊藤拓⁴、深澤英人^{4,6}、小堀洋^{4,6}、木方邦宏^{5,6}、李哲虎^{5,6}、
鬼頭聖^{5,6}、伊豫彰^{5,6}、永崎洋^{5,6}
CROSS¹、東京医大物理²、理研仁科セ³、千葉大院理⁴、産総研⁵、JST-TRIP⁶

P-80

- ミュオンナイトシフトから見た (Bi, Pb) 2201 の擬ギャップ状態 106
宮崎正範^{1*}、平石雅俊¹、幸田章宏^{1,2}、小嶋健児^{1,2}、門野良典^{1,2}、福永泰³、田邊洋一^{3,4}、足立匡³、
小池洋二³
総研大¹、KEK 物構研²、東北大工³、東北大 WPI⁴

P-81

- 鉄ヒ素系超伝導体 Ba ($\text{Fe}_{1-x}\text{Co}_x$)₂As₂ における超伝導と磁性 107
平石雅俊^{1*}、門野良典^{1,2}、宮崎正範¹、幸田章宏^{1,2}、小嶋健児^{1,2}、井深壮史^{3,4}、南部雄亮^{3,4}、
佐藤卓^{3,4}
総研大¹、KEK 物構研²、東大物性研³、JST-TRIP⁴

P-82

- μ SR 法による PrIr₂Zn₂₀ の多極子と超伝導の研究 108
髭本亘¹、伊藤孝¹ 二宮和彦¹、鬼丸孝博²、松本圭介²、高島敏郎²
日本原子力研究開発機構先端研¹、広島大学先端物質²

P-83

- 低圧酸化窒素試料における負ミュオン脱励起過程の圧力影響 109
二宮和彦^{1*}、伊藤孝¹、髭本亘¹、長友傑²、河村成肇²、ストラッサー・パトリック²、下村浩一郎²、
三宅康博²、三浦太一²、喜多真琴³、篠原厚³、久保謙哉⁴
日本原子力研究開発機構¹、高エネルギー加速器研究機構²、大阪大学³、国際基督教大学⁴

P-84

- μ SR による NiTi 合金のマルテンサイト変態に関する研究 110
三原基嗣^{1*}、下村浩一郎²、二宮悠吾³、荒木秀樹³、水野正隆³、白井泰治⁴、渡邊功雄⁵、久保謙哉⁶、
長友傑²、井上耕治⁴、杉田一樹⁴、山本慎³、中野岳仁¹、門野良典²、西山樟生²
大阪大学大学院理学研究科¹、高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所²、
大阪大学大学院工学研究科³、京都大学大学院工学研究科⁴、
理化学研究所 仁科加速器研究センター⁵、国際基督教大学⁶

P-85

J-PARC MUSE におけるミュオニウム超微細構造の精密測定..... 111

下村浩一郎¹

高エネルギー加速器研究機構¹

Oral Presentations

「半導体における強磁性」

大野 英男^{1*}
東北大学¹

カテゴリー：2

鉄系超伝導体の磁気励起スペクトル

佐藤正俊,^{1, 2, 5)} 川股隆行,^{2, 5)*} 小林義明,^{2, 5)} 安井幸夫,^{2, 5)} 鈴木一範,²⁾
 飯田健文,²⁾ 伊藤正行,^{2, 5)} 茂吉武人,³⁾ 元屋清一郎,³⁾ 梶本亮一,¹⁾ 中村充孝,⁴⁾
 稲村泰弘,⁴⁾ 新井正敏⁴⁾

総合科学研究機構,¹⁾ 名大・理,²⁾ 東理大・理工,³⁾ J-PARC センター,⁴⁾
 JST TRIP,⁵⁾

Fe 系超伝導は、それが多バンド系に発現した高温のものであるという特徴を持ち、単一バンド計の銅酸化物と大きく異なる。この特徴が新規な超伝導機構をもたらしている可能性を見逃すことのないよう、そのギャップパラメーター Δ の対称性の同定に力を注いできた。対称性が、いわゆる S_{\pm} の対称性とよばれるものであれば、銅酸化物等ですでに知られた磁氣的機構が働いているはずなことから新規機構の可能性が消える。しかし、一方、 S_{++} 対称性と呼ばれるものが現れている場合には新規機構の可能性が高まる。単なるフォノン機構だけでは Nd1111 系に見られた転移温度 $T_c \sim 55\text{K}$ を説明するのが極めて困難だからである。

これらの対称性が反映される物理量として、(1) T_c への非磁性不純物の効果、(2) NMR $1/T_1$ の温度依存性、(3) 中性子磁気励起スペクトル、に注目して実験を進め、特に (1) の詳細な研究結果を、 S_{\pm} 対称性で理解することが困難であると指摘してきた。ここでは、さらに実験を Ca-Fe-Pt-As の大型単結晶に対して J-PARC の MLF で行ってきた (3) に関する中性子非弾性散乱の実験結果を中心に紹介し、新機構による超伝導への期待の高まりについて述べる。

*) 現、東北大・工

カテゴリー：研究成果ハイライト

トランスサイレチンの結晶構造解析

横山武司^{1*}, 水口峰之¹, 鍋島裕子¹, 日下勝弘², 山田太郎², 細谷孝明^{2,3},
大原高志⁴, 栗原和男⁵, 友寄克亮², 田中伊知朗^{2,3}, 新村信雄²
富山大学 大学院医学薬学研究部(薬学)¹,
茨城大学 フロンティア応用原子科学研究センター², 茨城大学 工学部³
総合科学研究機構 東海事業センター⁴,
日本原子力研究開発機構 量子ビーム応用研究部門⁵

トランスサイレチン (TTR) は主に肝臓で合成される血漿タンパク質の一つで、レチノールやサイロキシンを血中で運搬する役割を担っている。一方で、TTR はアミロイドーシスの原因タンパク質であることが知られている。アミロイドーシスは TTR 等が前駆タンパク質となって形成されるアミロイド線維が末梢神経、自律神経系や組織に沈着して引き起こされる病気の総称である。TTR によるアミロイド線維形成は *in vitro* で pH の低下によって促進されることが知られており、TTR 四量体解離(不安定化)がその律速段階であると考えられている。中性子結晶構造解析によって、アミロイド線維形成に関わる pH 低下と TTR 四量体不安定化の関係を明らかにする。さらに TTR 構造安定性に関する新たな知見を元に創薬への足掛かりとしたい。

約 2.5mm³ の TTR 単結晶の作成に成功し、iBIX (BL-03) を利用して飛行時間型中性子回折データ収集を行った。2.0 Å 分解能までの回折点を積分強度計算、スケーリングを行い、構造解析に用いた。解析の結果、His88 の N^{δ1} 原子はプロトン化されておらず、水分子との水素結合のアクセプターとして働いており、TTR 内部で水素結合ネットワークを形成していることがわかった。この水素結合ネットワークの形成は明らかに His88 のプロトン化状態に依存しており、さらに四量体安定化に寄与している。また、計 10 本の水素結合から成ることと、pH4.0 の X 線結晶構造ではこの水素結合ネットワークは形成されていないことから、His88 は TTR の pH 感受性に最も寄与するアミノ酸残基であると強く示唆された。本研究で得られた知見は、サブユニット内部に形成された水素結合ネットワークによって四量体構造が安定化していることを示しており、アミロイド線維形成阻害剤の開発の新たな可能性を示唆しているものである。

カテゴリー：BL19

中性子回折による ITER 用大型超伝導導体の内部歪測定

小泉 徳潔^{1*}, 辺見 努¹, ステファヌス ハルヨ², 中嶋 秀夫¹,
相澤 一也², 町屋 修太郎³, 長村 光造⁴

原子力機構 核融合研究開発部門¹, 原子力機構 J-PARC センター²,
大同大学³, 応用科学研究所⁴

国際熱核融合実験炉 (ITER) に使用される大型超伝導導体では、導体を構成する超伝導素線が歪により性能が劣化するため、導体内の歪を十分に把握する必要がある。これまで、ステンレス製のジャケットに素線が囲まれているため、素線の歪を直接的に測定する方法が無かったが、工学材料回折装置 (匠) による中性子回折を ITER 用大型超伝導導体の内部歪測定に適用し、トロイダル磁場コイル(TF)導体及び中心ソレノイド(CS)の内部歪を観測することに成功した。

SULTAN における CS 用導体の性能試験において、導体性能の指標である分流通開始温度 (Tcs) が 10,000 回までの疲労試験の結果、直線的に劣化することが観測された。Fig.1 に示す破壊試験の結果、これまで想定されていない大きな曲げが確認され、その原因として、3.6 m の短尺サンプルであること及び狭い磁場分布により、導体性能に影響のない低磁場部の超伝導線が高磁場部に滑ることによって生じる現象であると考えられた。そこで、原因調査のため、実際に試験された 3.6 m 長さのサンプルの中性子回折測定を計画したが、震災の影響により、匠での試験が不可能となったため、現在、米国の協力により核破砕中性子源 (SNS) の VULCAN を用いた測定を実施している。

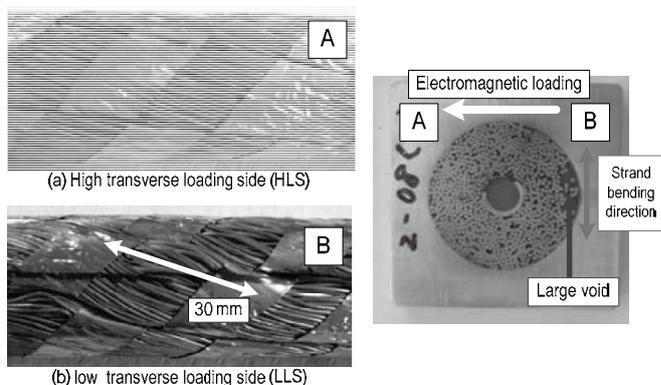


Fig. 1 Visual inspection of the sample

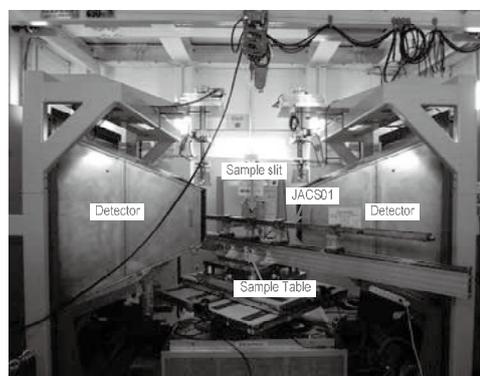


Fig. 2 Set-up for full-size sample

μ^+ SR で調べるオリビン系 LiMPO_4 の低温磁性と高温拡散

(著者) 杉山 純, 野崎 洋, 原田雅史, 蒲沢和也^A, 池戸 豊^B, 三宅康博^B, 小林玄器^C, 菅野了次^D, O. Ofer^E, E. J. Ansaldo^E, J. H. Brewer^{E,F}, M. Månsson^G

(所属機関) 豊田中研, 総合科学研究機構^A, 高エネ研^B, 神奈川大^C, 東工大^D, TRIUMF^E, Univ. of British Columbia^F, PSI^G

【目的】オリビン構造を有する LiMPO_4 ($M = \text{Mn, Fe, Co, Ni}$) は、概ね 50K 以下で反強磁性相に転移する (図 1)。また室温では MPO_4 格子内を Li^+ が拡散するので、Li イオン電池の正極材料として盛んに研究されている [1]。しかし M^{2+} イオンの大きな磁性のため、NMR では Li 拡散係数 (D_{Li}) の正確な値を見積もれない [2]。そこでミュオン測定により、低温磁性と高温での拡散挙動を調べる。

【実験】東工大で合成された多結晶試料を TRIUMF (カナダ) と J-PARC (東海村) の表面ミュオンチャンネルで測定した。

【結果】低温での零磁場測定によると、各試料とも T_N 以下で静的磁気秩序形成に伴う歳差回転信号が観測された。

T_N 以上では、零磁場スペクトルは電子磁場による速い緩和と核磁場緩和の和でフィットされた。なお LiMnPO_4 では、300 K でも速い緩和成分の裾部分しか観測されず、拡散挙動の測定は困難だった。他の 3 試料の核磁場分布幅 (Δ) と核磁場揺動速度 (ν) の温度依存性を図 2 に示す。何れの試料でも ν は 300 K 近傍で極大を示した。高温で静的になるので、 ν の増加はミュオン拡散ではなく Li 拡散によると考えられる [3]。

[1] A. K. Padhi *et al.*, J. Electrochem. Soc. **144**, 1188 (1997).

[2] D. Arcon *et al.*, J. Phys.: Condens. Matter **16**, 5531 (2004).

[3] J. Sugiyama *et al.*, Phys. Rev. B **84**, 054430 (2011).

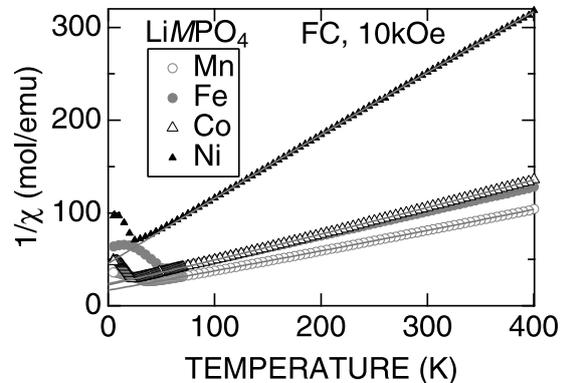


図 1: LiMPO_4 の帯磁率の逆数の温度依存性。

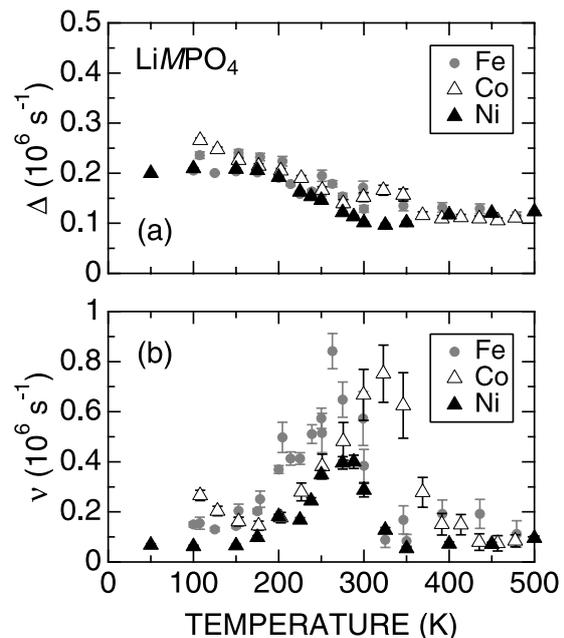


図 2: LiMPO_4 の (a) 核磁場分布幅 (Δ) と (b) 核磁場揺動速度 (ν) の温度依存性。

カテゴリー：ターゲット及び装置開発

(要旨名) 水銀ターゲット容器の損傷計測と新型ターゲットへの交換

(著者) 羽賀勝洋、涌井隆、直江崇、粉川広行、木下秀孝、勅使河原誠、
春日井好己、関正和、花野耕平、鈴木徹、伊藤学、二川正敏

(所属機関) J-PARC センター 日本原子力研究開発機構

J-PARC の水銀ターゲット容器は、大強度のパルス陽子ビーム入射に伴い水銀中で発生する圧力波で誘起される容器壁面のピitting損傷が、容器寿命を左右する重要な要因である。損傷はターゲット容器構造や陽子ビーム条件の影響を受けると考えられており、損傷深さの評価精度を向上させ、容器寿命をより正確に推定するには、実機ターゲット容器について損傷データの取得が不可欠であった。

J-PARC の水銀ターゲット容器初号機は、東日本大震災により附属機能の一部が損傷し修復不能となったが、平成 23 年夏季シャットダウン期間中に新型ターゲット容器に交換する予定であったため、あらかじめ材料試験片を切り出す装置と作業の準備を進めてきた。ターゲット容器は表面線量が 10Sv/h 以上に放射化しており、取扱は全て遠隔操作で行う必要があるため、円形のノコギリ歯であるホールソーを用いた試験片切出し装置を新たに開発し、これを用いて圧力波による影響を最も受けると考えられるビーム窓部中心の壁面から外径 50mm の試験片を切出すことに成功した。目視観察で、試験片中心にはキャビテーション壊食が生じていると考えられる箇所が見られた。また、これに続く新型ターゲット容器への交換作業も、コミッショニング時に確認したシナリオに従い完了することができた。これらの作業で水銀系統から大気放出された放射性ガスは、事前の評価量を上回る結果となり、今後のビーム出力上昇に備えて放射性ガスの処理方法を再検討する必要性が認識された。

本講演では、試験片切出し作業とターゲット容器交換作業の概要を説明すると共に、試験片表面の粗さ測定と、新型ターゲット容器の水銀流動特性試験結果の速報を報告する。



図 1 切出した試験片

カテゴリー：A-1

J-PARC/MLF/MUSE におけるミュオン標的の開発

牧村俊助^{1*}, 三宅康博¹, 河村成肇¹, 小林庸男¹, 小嶋健児¹, 幸田章宏¹, ストラッサーパトリック¹, 下村浩一郎¹, 藤森寛¹, 中村惇平¹, 西山樟生¹, 吉村豊房¹, 門野良典¹

J-PARC センター 高エネルギー加速器研究機構¹,

J-PARC/MLF/Muon Science Establishment (MUSE)においては世界最高強度のパルス状ミュオンを用いた実験が展開されている。2012年1月の時点では固定標的方式を採用しているが、3GeV陽子ビームによる黒鉛材の損傷によって1MW時には寿命が半年になると予想されている。一方でミュオン標的は高度に放射化するために放射化機器取扱室における遠隔操作による交換作業が要求され、多大な予算、時間、労力が必要となる。そのため長寿命化（10年程度）を実現するべく回転標的の導入を目指し、固体潤滑材を用いた軸受を真空、高温中で回転できる評価試験機、実際のビームラインに導入する実機試作機を製作した。また黒鉛材の陽子ビームによる損傷を遠隔操作で定量的に計測する手法の開発を行っている。本手法においてはレーザー変位計を用いた位置計測、平面度計測およびレーザースポット加熱法を用いた非破壊、非接触熱拡散率計測を実現する。2011年8月～9月に放射化機器取扱室において放射化した（表面線量；数百 $\mu\text{Sv/時}$ ）ミュオン標的一号機を放射化機器取扱室に輸送し、黒鉛材の陽子ビームによる損傷を計測した。

今回は、現在に至るまでのミュオン固定標的の運転、開発状況、回転標的の開発状況、ミュオン標的における黒鉛材の陽子ビームによる損傷計測に関して報告を行う。

カテゴリー：1、ターゲット及び装置開発

ガス型 2次元中性子検出器開発について

藤健太郎^{1*}, 中村龍也¹, 坂佐井馨¹, 曾山和彦¹, 山岸秀志²

J-PARC センター 日本原子力研究開発機構¹,

日本アドバンステクノロジー²

日本原子力研究開発機構 (JAEA) と高エネルギー加速器研究機構 (KEK) が共同で建設・運用している J-PARC 物質・生命科学実験施設 (MLF) や米国 SNS 等の MW 級大強度パルス中性子源では、ピーク中性子束強度が高く優れた計数率特性が要求されている。加えて、従来の中性子二次元検出器にはない有感面積、位置分解能、検出効率、時間応答特性、長期安定性を同時に満たすチャレンジングな中性子二次元検出器が必要とされている。これらの性能を満たすために、当研究グループでは個別読み出し法を用いた He-3 ガス型二次元中性子検出器システムの開発を行ってきた。システムはマルチワイヤ素子、圧力容器、ASD-ASIC、光信号伝送システム、位置検出用エンコーダ、データ収集システムで構成されている。この検出器は今年度末、J-PARC/MLF BL17 試料垂直型偏極中性子反射率計に実装予定である。ここでは、実装予定の検出器システムについて報告する。

本システムでは 高速駆動特性を兼ね備えつつ、長距離信号伝送を実現するため、光信号伝送を兼ね備えた信号処理システムを採用した。開発した信号処理システムの実験評価を行うため、パルス発生器を用いた試験を行った。ダブルパルスのテスト信号を信号処理システムに入力し、位置検出用エンコーダからの出力波形を確認した結果を図に示す。図中の実線、点線はそれぞれ 1、2 μs の時間間隔を持ったダブルパルスを入力した際に得られるエンコーダの出力信号である。図より時間間隔 1 μs のパルス分割が可能、つまり 1 イベントの信号処理時間が 1 μs 以下であることが確認できる。

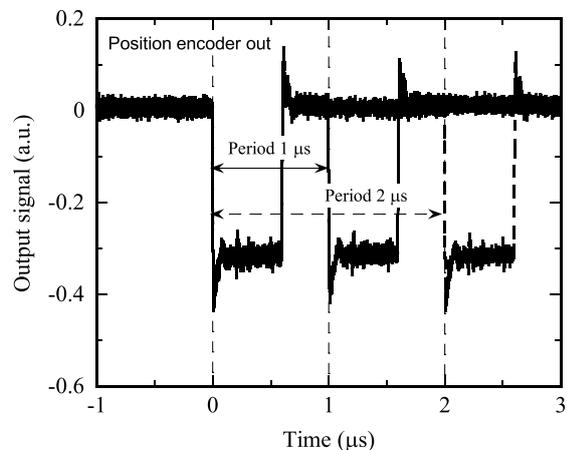


図 ダブルパルス入力時の位置検出用エンコーダの出力

カテゴリー：ターゲット及び装置開発

中性子分光型イメージングとイメージングデバイスの開発状況

加美山隆^{1*}, 後神進史^{1**}, Anton S. Tremsin², 高森隆輔¹, 鮎川直彦¹, 佐藤博隆³,
木野幸一¹, 鬼柳善明¹
大学院工学研究院 北海道大学¹,
Space Sciences Laboratory, University of California at Berkeley²,
J-PARC センター 日本原子力研究開発機構³
(現) 廃棄物燃料輸送安全部 原子力安全基盤機構^{**}

パルス中性子源を利用する透過分光型イメージングは、試料の実空間イメージに対応した透過中性子スペクトルの全断面積に表れる特徴を解析していくことにより、核種や結晶、組織、歪、ダイナミクス、...、といった様々な情報の分布を可視化していく手法である。実空間に対応させたバルク内部のミクロスケール情報分布の可視化が非破壊でできるため、科学分野のみならず産業界や文化財関連の分野からの期待も大きく、世界的に進展の機運が高まっている。日本では以前より KENS や北大で手法開発が進められていたため、この分野では依然世界をリードするグループの一角にあり、MLF 施設の稼動に伴って実用的な中性子透過分光イメージングが発展すると考えられる。本報告では、産業応用の一例として、BL10 における焼き入れ棒鋼の焼き入れ深さの測定を紹介する。この測定では米国で開発されたマイクロチャンネルプレート(MCP)検出器を利用したが、特に MLF では大強度の中性子ダイレクトビームを直接受けてイメージングする必要があり、高空間分解能化と合わせて検出器の開発・改良が欠かせない。我々は、カウンティング型の検出器として Li ガラスシンチレータ直読式検出器や GEM 型検出器を、光変換型の検出器として真空管式中性子イメージングインテンシファイアを用いた検出器を開発・改良・評価してきた。ここでは、上記 MCP 検出器に加えて、これら分光イメージング用デバイスの開発状況について紹介し、それによる測定例をあわせて今後の分光イメージング用デバイスについて議論する。

本研究は、文部科学省の平成 23 年度科学技術試験研究委託事業による委託業務として、国立大学法人北海道大学が実施した平成 23 年度「中性子ビーム利用高度化技術の開発」(中性子イメージング・集光技術の開発と応用に関する研究)の成果を含む。また、本研究は一部、科研費(23226018)および(21360459)の助成を受けたものである。

カテゴリー：BL04:中性子核反応測定装置 ANNRI

Ge 検出器を用いた J-PARC/ANNRI での ^{244}Cm 及び ^{246}Cm の中性子捕獲反応断面積測定

(著者) 木村敦^{1*}、大島真澄¹、太田雅之¹、北谷文人¹、金政浩¹、
小泉光生¹、後神進史^{1a}、藤暢輔¹、中村詔司¹、原かおる¹、原田秀郎¹、
廣瀬健太郎¹、古高和禎¹、井頭政之²、片渕竜也²、水本元治²、木野幸一³、
鬼柳善明³、高宮幸一⁴、福谷哲⁴、藤井俊行⁴、堀順一⁴
(所属機関) 日本原子力研究開発機構¹、東京工業大学²、北海道大学³、
京都大学⁴、^a現原子力安全基盤機構

1. 緒言 我々の研究チームでは、放射性廃棄物の低減・管理に重要なマイナーアクチノイドと長寿命核分裂生成物の中性子捕獲反応断面積測定を J-PARC/MLF にある ANNRI で実施している。本発表ではそのうち、 ^{244}Cm 及び ^{246}Cm の中性子捕獲反応断面積の測定結果について報告する。

2. 実験・結果 ^{244}Cm 試料 (^{244}Cm : 0.6 mg 同位体比 91.6 %) 及び ^{244}Cm - ^{246}Cm 混合試料 (^{244}Cm : 0.6 mg 同位体比 27.5 %、 ^{246}Cm : 1.1 mg 同位体比 59.4 %) を ANNRI で約 45 時間測定し、中性子捕獲反応断面積の導出を行った。図に ^{244}Cm 試料の測定結果から得られた中性子捕獲反応断面積を評価値(JENDL-4.0)及び過去の実験値[1]と共に示す。Cm の同位体比に合わせて中性子エネルギー1~300 eV の範囲で複数の共鳴吸収の断面積を得ることが出来た。特に 20eV の共鳴については直接測定の結果はなく、最初の実験値である。

[1] M. S. Moore et.al., *Physical Review C*, **3**, 1656 (1971).

本報告は、特別会計に関する法律（エネルギー対策特別会計）に基づく文部科学省からの受託事業として国立大学法人北海道大学が実施した平成21年度「高強度パルス中性子源を用いた革新的原子炉用核データの研究開発」の成果を含みます。

本研究は科研費(22226016, 22760675)の助成を受けた成果を含むものである。

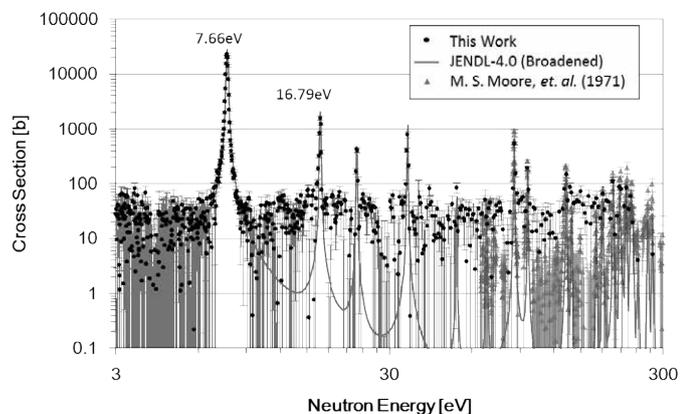


図 測定により得られた ^{244}Cm 試料の中性子捕獲反応断面積の測定結果、評価値及び過去の実験値[1]。

4, BL20

高容量 Li イオン二次電池用正極活物質の結晶構造解析

渡邊学¹, 茂筑高士², 伊藤淳史¹, 大澤康彦¹, 千葉啓貴¹, 秦野正治¹, 堀江英明¹
 日産自動車(株) 総合研究所¹,
 (独) 物質・材料研究機構 超伝導物性ユニット材料開発グループ²

近年、Li 過剰層状活物質 $\text{Li}_2\text{MnO}_3\text{-LiMO}_2$ ($M = \text{Mn, Ni, Co}$) (以下、「固溶体系正極活物質」と呼ぶ) は、280 mAh/g を超える高い充放電容量と長期サイクル耐久性を有することから、非常に注目を集めている[1,2]。従来の層状正極活物質と同様に、この系の組成、電気化学特性及び結晶構造の間には相関があることが予想される。本研究では、固相反応法を用いて $\text{Li}_2\text{MnO}_3\text{-LiMO}_2$ ($M = \text{Mn, Ni, Co}$) の多結晶サンプルを合成し、X 線回折と中性子回折測定によってこの系の初期結晶構造を調べた。

固溶体系正極活物質 置換量 $x = 0.5$ サンプルの中性子回折パターン、リートベルト解析結果を図 1 に示す。解析には、母物質である Li_2MnO_3 ($C2/m$)、 $\text{LiNi}_{1/2}\text{Mn}_{1/2}\text{O}_2$ ($R-3m$)、 $\text{LiNi}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{O}_2$ ($P3_112$) を中心に種々の結晶モデルを用いた。その結果、空間群 $C2/m$ を基本とした結晶モデルの場合に最も良いフィッティング結果を得た。このことは、固溶体系正極活物質の基本構造は、電気化学的不活性な Li_2MnO_3 に類似したものであることを示唆している。また、置換量 x を変化させたサンプルについても同様の解析を行い、この系の格子定数、各原子の座標等の基本的な構造パラメーターを得ることができた。このことにより、固溶体系正極活物質における「組成—結晶構造—電気化学特性」の関連性を調べる足がかりができた。当日は、これらの詳細な結果を報告する予定である。

参考文献：

- [1] Ito, D. Li, Y. Ohsawa, Y. Sato, *J. Power Sources*, **183** (2008) 344.
 [2] Ito, D. Li, Y. Sato, M. Arao, M. Watanabe, M. Hatano, H. Horie and Y. Ohsawa, *Journal of Power Sources*, **195** (2010) 567.

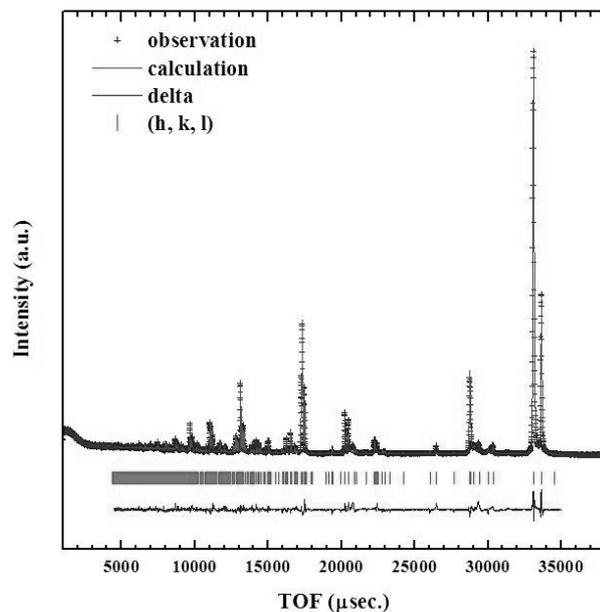


Fig. 1 Neutron diffraction pattern and result of Rietveld refinement of substitution $x = 0.5$ sample.

カテゴリー：環境エネルギー

世界最高の伝導率を持つ超イオン伝導体とその構造

菅野了次^{1*}, 平山雅章¹, 釜谷則昭¹, 本間健司¹, 山川裕一郎¹, 米村雅雄²,
 神山崇², 加藤裕樹³, 濱重規³, 川本浩二³, 三井昭男³
 東京工業大学大学院総合理工学研究科¹, 高エネルギー加速器研究機構²,
 トヨタ自動車株式会社³

最も高エネルギーが期待できる電池はリチウム電池であり、その全固体化を実現するための最大の課題がリチウム固体電解質である。固体電解質は超イオン伝導体とも呼ばれ、イオン伝導の活性化エネルギーが 20kJ/mol 程度の低い値を持つ物質を指す。1970 年代から開発が進み、βアルミナ、LISICON、Li₃N などの結晶系、PEO を基本としたドライポリマー系、酸化物やカルコゲナイドガラスなど、主要な固体電解質は 1980 年代までにほぼ出そろった(図 1)。しかし、イオン伝導性と広い電位窓を兼ね備えた物質はあまり存在せず、このような固体電解質を利用した全固体型の蓄電池の特性も、有機溶媒系電解質を用いたリチウム電池に匹敵するものではなかった。

最近我々の見いだした新しい硫化物 Li₁₀GeP₂S₁₂ は、初めて有機溶媒系のイオン伝導率を超える値を持つリチウム固体電解質である[1]。リチウムイオン伝導率が液体より大きな値を持つ固体材料が見いだされたことは、全固体のセラミックス電池の可能性が大きく広がったことを意味する。講演では、高分解能中性子回折実験によって明らかになった構造を中心に、この物質を紹介する。

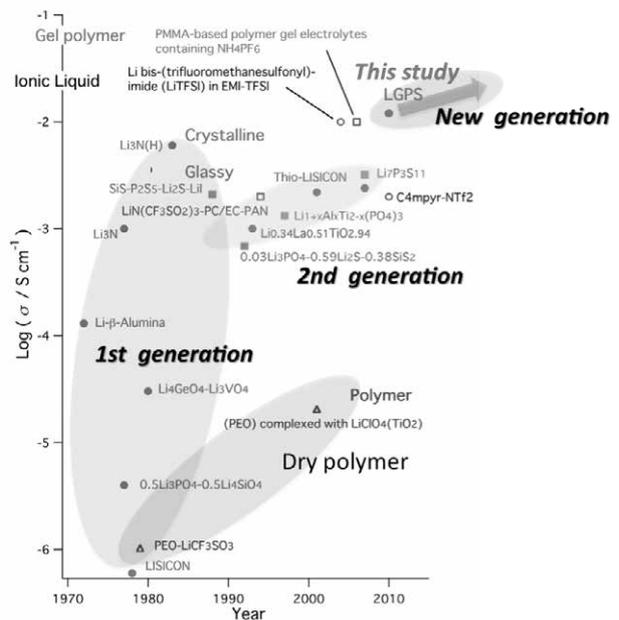


Fig. 1 超イオン伝導体の開発

参考文献：[1] N. Kamaya, et al., *Nature Mater.* **10**, 682–686 (2011).

カテゴリー：***

高強度全散乱装置（NOVA）による水素貯蔵材料の構造研究

池田一貴¹、大友季哉¹、大下英敏¹、金子直勝¹、坪田雅己¹、瀬谷智洋¹、
鈴谷賢太郎²、折茂慎一³、他 NOVA グループ
高エネルギー加速器研究機構¹、日本原子力研究開発機構²、東北大学³

大強度陽子加速器施設（J-PARC）に高強度中性子全散乱装置（NOVA）を建設し、回折実験を進めている。NOVA は結晶の構造解析に十分適用できる分解能（ $\Delta Q/Q \sim 0.35\%$ ）と広い Q 測定領域（ $0.01-100 \text{ \AA}^{-1}$ ）を有しており、結晶からガラスおよび液体まで、多様な材料の構造を短時間で観測できるため、水素貯蔵材料の水素吸蔵・放出過程における構造変化の解明に有効である。

アルミニウム水素化物 AlH_3 は水素密度が高く（ $10.1 \text{ wt.}\%$ 、 149 kg/m^3 ）、 $370-470 \text{ K}$ 程度の低温においてシンプルな反応（ $\text{AlH}_3 \rightarrow \text{Al} + 3/2 \text{ H}_2$ ）により水素放出反応が進行するため高密度水素貯蔵材料として期待されており[1、2]、水素放出過程の解明が望まれている。本研究では、ジエチルエーテル溶媒において、 LiAlD_4 と AlCl_3 を用いた液相反応により AlD_3 を合成し、NOVA で粉末中性子回折測定を実施して結晶構造を詳細に解析することにより水素放出過程に関する情報を得ることを目的とした。測定された中性子回折曲線を Rietveld 解析することにより、これまで報告されている $\alpha\text{-AlD}_3$ と同様の結晶構造パラメータを確認できた。さらに、 AlD_3 の水素放出反応を抑制する数 mol% の酸化物相が生成していることが示唆された[3、4]。

本研究の一部は、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）事業「水素貯蔵材料先端基盤研究（Hydro-Star）」、科研費若手研究（A）（23686101）の助成のもとに進められた。

参考文献：

- [1] G. Sandrock, J. Reilly, J. Graetz, W.M. Zhou, J. Johnson, J. Wegrzyn, *Appl. Phys. A*, 80 (2005) 687.
- [2] S. Orimo, Y. Nakamori, T. Kato, C. Brown, C. M. Jensen, *Appl. Phys. A*, 83 (2006) 5.
- [3] K. Ikeda, S. Muto, K. Tatsumi, M. Menjo, S. Kato, M. Biemann, A. Züttel, C.M. Jensen, S. Orimo, *Nanotechnology*, 20 (2009) 204004.
- [4] K. Ikeda, H. Ohshita, N. Kaneko, J. Zhang, M. Yonemura, T. Otomo, K. Suzuya, H. Yukawa, M. Morinaga, H.-W. Li, S. Semboshi, S. Orimo, *Mater. Trans.*, 52 (2011) 598.

カテゴリー：

水素貯蔵材料 LiAlH_4 と Li_3AlH_6 における水素放出の前駆現象

佐藤豊人^{1*}, 大友季哉², Jörg Neufeind³, Mikhail Feygenson³,
富安啓輔⁴, 折茂慎一⁵, 山田和芳^{1,5}

東北大学原子分子材料科学高等研究機構 (WPI-AIMR)¹,
高エネルギー加速器研究機構 (KEK) 物質構造科学研究所²,
Oak Ridge National Laboratory, Spallation Neutron Source (SNS)³,
東北大学大学院理学研究科物理学専攻⁴,
東北大学金属材料研究所⁵

NaAlH_4 の可逆的な水素放出・吸蔵特性が報告されて以来[1]、国内外において NaAlH_4 を含む Al 系錯体水素化物 (アラネート) の研究開発が活発に進められている。これらの研究開発において水素放出・吸蔵メカニズムの解明は、必要不可欠な研究課題である。近年、ミュオン[2]、NMR[3]などを用いて、そのメカニズムが解明されつつあるが、未だに不明な点が多々ある。

一方、アラネートの中でも比較的高密度に水素を含有している LiAlH_4 (重量水素密度: 10.6 wt.%) と Li_3AlH_6 (同: 11.2 wt.%) は、最近、その可逆的な水素放出・吸蔵特性が、報告された[4]。我々はこの LiAlH_4 と Li_3AlH_6 に着目し、中性子非弾性散乱実験を行った。その結果、それらの水素放出温度 (約 500 K 以下) よりもはるかに低い温度領域で、水素放出の前駆現象と予測される現象を発見した[5]。本研究では、中性子非弾性散乱実験で発見した前駆現象について中性子全散乱を用いて局所構造の観点から解明することを目的に行った。水素の中性子非干渉性散乱による高いバックグラウンドと反跳効果を抑えるために重水素置換した LiAlD_4 と Li_3AlD_6 の中性子全散乱実験は、米国オークリッジ国立研究所パルス中性子施設 SNS の中性子全散乱装置 NOMAD を用いて行い、中性子非弾性散乱実験と同様の温度領域で局所構造の変化が現れた。

参考文献：

- [1] B. Bogdanović, M. Schwickardi, J. Alloys Compd. 253-254 (1997) 1.
- [2] R. Kadono et al., Phys. Rev. Lett. 100 (2008) 026401.
- [3] T.M. Ivancic et al., J. Phys. Chem. Lett. 1 (2010) 2412.
- [4] X. Liu et al., J. Am. Chem. Soc. 133 (2011) 15593.
- [5] K. Tomiyasu et al., in preparation.

4. 環境・エネルギー：BL16

ナフィオン超薄膜の構造解析

原田雅史^{1*}, 工藤憲治¹, 杉山純¹, 山田悟史², John Webster³¹豊田中央研究所, ²高エネルギー加速器研究機構, ³ISIS

固体高分子形燃料電池は、燃料極の水素酸化反応 ($\text{H}_2 \rightarrow 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$) と空気極の酸素還元反応 ($4\text{H}^+ + \text{O}_2 + 4\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$) から電気エネルギーを取り出すデバイスである。しかし、空気極におけるエネルギーロスが大きいので、その低減が課題とされている。空気極に用いられている材料は、パーフルオロスルホン酸系の電解質 (ナフィオンなど) を薄く被覆した Pt 担持カーボンで、Pt の表面では、ナフィオンを伝導してきたプロトンとナフィオン薄膜を透過した酸素が、カーボンを伝導してきた電子と反応する。プロトンと酸素の供給速度が酸素還元反応の効率に影響を及ぼすので、ナフィオンのプロトン伝導性と酸素透過性を向上させることがエネルギーロスの対策になると考えられる。

ナフィオンは主鎖がテフロングラフト高分子で、側鎖の末端にスルホン酸基をもつ。バルク状態では、結晶 - 非晶と親水 - 疎水による構造が競合して複雑なナノ構造を有することが示されている^[1]。一方、空気極のナフィオンは厚さがナノメートルオーダーの超薄膜なので、空間的な制限と界面の影響によってバルクとは異なる構造をとると考えられる。これまでに、薄膜化によるプロトン伝導度の低下やナフィオン/Pt 界面における酸素移動の抑制など、物性の変化は見出されてきたが^[2, 3]、ナフィオン超薄膜の構造自体は不明である。そこで、ナフィオンに含まれる水の量およびナフィオンの偏析構造を明らかにすることを目的とした。

試料は、Pt をスパッタした Si 基板にナフィオン溶液をスピコートして作製した。比較のため、ナフィオン薄膜の厚さ、基板の種類、スピコート溶媒の種類などを変化させた。軽水と重水を用いて調製した飽和塩溶液で湿度を制御し、中性子反射率法によって、コントラストが異なるナフィオン超薄膜の断面構造を解析した。H と D による構造変化は無視し、各層の厚さを共通パラメータとしてモデルフィッティングした結果、含水率や偏析量が、基板の種類、膜厚、成膜プロセスによって変化することを明らかにできた。

[1] K. Schmidt-Rohr, et al., *Nature Materials*, **7**, 75 (2008). [2] Z. Siroma et al., *J. Power Source*, **189**, 994 (2009). [3] K. Kudo, et al., *ECS Transactions*, **33**, 1495 (2010).

BL19:工学材料回折装置 匠

新規超弾性材料及び超弾性機構

安田弘行^{1*}, 丸山武紀¹, S. Harjo², 伊藤崇芳³大阪大学大学院工学研究科¹J-PARC センター 日本原子力研究開発機構² CRSS 東海事業センター³

形状記憶合金の機能特性である「超弾性」とは、巨大な変形を加えても除荷するだけで形状が回復する現象のことであり、携帯電話のアンテナ、メガネのフレーム等に応用されている。一般に、超弾性の発現にはマルテンサイト変態が不可欠とされる。しかしながら、 Fe_3Al 、 Fe_3Ga といった金属間化合物では、マルテンサイト変態が生じなくても巨大な超弾性が発現しうる。その発現機構について、両化合物では応力負荷時に転位が規則相特有の逆位相境界(APB)を引きずりながら運動する。一方、除荷時には、APB がその張力で転位を後方に引き戻すことで超弾性が発現する。そこで、我々はこの現象を「APB 擬弾性」と呼んでいる。超弾性は応力負荷時の動的な現象であるため、その発現機構の解明には、その場観察法の適用が不可欠である。そこで我々の研究グループでは、2010年1月に、MLFの工学材料回折装置「匠」を用いて、変形中の Fe_3Al 、 Fe_3Ga 単結晶および多結晶のその場中性子回折を行い、その超弾性機構に関する研究を行った。その結果、例えば、 Fe_3Al 多結晶では、5%の塑性歪を付与しても相変態に伴う新たなピークの形成は認められないことから、超弾性に対するマルテンサイト変態の関与は否定される。また、 Fe_3Al 単結晶の場合、荷重軸にほぼ垂直な(420)面の格子面歪と試料のマクロ歪との関係が応力-歪曲線とよい一致を示す(図1)。さらに、匠では試験片の両サイドに存在する検出器内の回折ピークの位置から、変形中の結晶回転を測定することが可能である。 Fe_3Al 単結晶の結晶方位は、転位によるすべり変形により連続的に変化している様子が観察された。以上の結果より、 Fe_3Al 合金では、マルテンサイト変態によらず、転位運動に由来する超弾性が生じていることが強く示唆される。

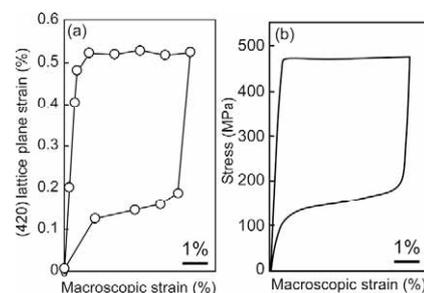


図1 Fe-23.0at%Al 単結晶の
その場中性子回折実験(室温)
(a) (420)格子面歪とマクロ歪
(b) 応力-歪曲線

カテゴリー：A:2, B:D2

SrTiO₃, BaTiO₃ の酸素欠損と不純物水素状態

岩崎誉志紀^{1,2*}, 常行真司²

太陽誘電株式会社¹

東京大学大学院理学系研究科²

ペロブスカイト型構造酸化物を持つ SrTiO₃, BaTiO₃ はデバイス応用が最も進んだ酸化物の一つであり、これらの物性を決める重要な因子である酸素欠陥の電子状態は産業応用上また基礎物性科学の両面において重要である。近年我々は第一原理計算を用いた研究からこれらペロブスカイト型酸化物の酸素欠陥サイトには水素が安定に存在している可能性があることを見出している。通常水素はペロブスカイトの格子間でプロトン (H⁺) として存在して電子を放出するが (図 1 (a))、酸素欠陥サイトに位置する水素は逆に電子を吸引して Hydride (H⁻) として存在すると予測された (図 1 (b))。さらに詳細な第一原理計算を行うと、電子キャリアが多量に存在する条件では格子間水素と酸素欠陥サイトの水素の形成エネルギーの差は 2-3eV 程度あり、H⁻が室温においても安定に存在する事が示された。当日はこれら物質中の欠陥との相互作用によりその働きを変える水素の振る舞いについて第一原理計算の結果に基づき報告する。

参考文献：

[1] Y. Iwazaki, T. Suzuki and Shinji Tsuneyuki, J. Appl. Phys. **108**, 083705 (2010)

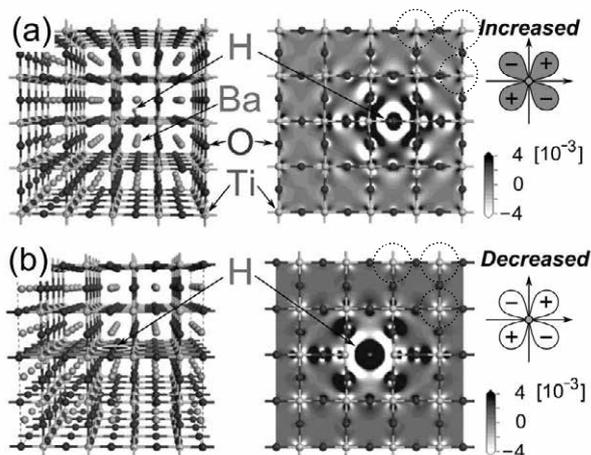


Fig. 1 酸素欠陥(Vo²⁺)から放出された電子が水素によって受ける変化。(a)格子間水素(プロトン)は格子の 3d 軌道にキャリア電子を与えるのに対し、(b)酸素欠陥サイトに位置する水素は格子の 3d 軌道から電子を抜いて負に帯電した Hydride (H⁻)になる様子を示す。

カテゴリー：2、BL21

LaD₂の圧力誘起相分離に伴う新規水素化物の形成

(著者) 町田晃彦^{1*}, 本田充紀¹, 服部高典^{1,2}, 佐野亜沙美^{1,2}, 綿貫徹¹,
片山芳則¹, 青木勝敏¹, 小松一生³, 有馬寛², 大下英敏⁴, 大友季哉⁴, D.Y. Kim⁵

(所属機関) 量子ビーム応用研究部門 日本原子力研究開発機構¹,

J-PARC センター 日本原子力研究開発機構²

理学系研究科 東京大学大学院³

物質構造科学研究所 高エネルギー加速器研究機構⁴

Geophysical Laboratory Carnegie Institution of Washington⁵

希土類金属水素化物では $H/M=2, 3$ の化学量論比組成が存在する。2 水素化物は金属格子が fcc 構造でその四面体(T)サイトを水素が占有している。八面体(O)サイトも水素が占有すると 3 水素化物となる。これまでに LaH₂ が高压下、約 11 GPa で水素の高濃度相と低濃度相へ相分離することを観測している[1,2]。低濃度相は X 線回折実験から fcc 金属格子を持つことがわかったが水素占有サイトや占有率は未決定であった。そこで Paris-Edinburgh 高压プレスを用いて NOVA へ導入し LaD₂ の高压下中性子回折実験を実施した。11 GPa 以上で低濃度相に由来する回折線を観測したが、X 線回折パターンと比較すると奇数の指数を持つ回折線が観測されないことが明らかになった。これは La と D の中性子散乱長が近い値を持つため、NaCl 型、すなわち fcc 金属格子の O サイトが D で占有された 1 重水素化物 LaD が形成されたことを示している。希土類金属では 1 水素化物は通常形成されないため、圧力誘起相分離の生成物として新規水素化物が形成されたことになる。

本研究の一部は「水素貯蔵材料先端基盤研究事業」のもと NEDO の委託を受けて行われた。

参考文献：

- [1] A. Machida *et al.*, Phys. Rev. B **83** (2011) 054103.
[2] Y. Sakurai *et al.*, Solid State Commun. **151** (2011) 815.

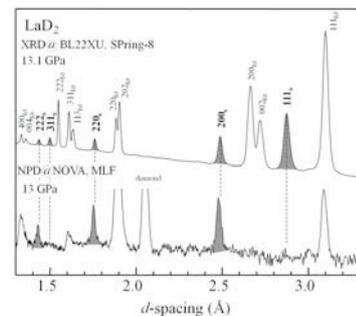


Fig. 1 相分離後 13 GPa における X 線回折パターン (上) と中性子回折パターン (下)。黒塗りのピークが LaD に由来する回折線である。

カテゴリー：BL14

希土類単分子磁石のスピンダイナミクス

古府麻衣子^{1*}, 梶原孝志², 中野元裕³, 中島健次⁴, 河村聖子⁴, 菊地龍弥⁴,
稲村泰弘⁴, 山室修¹

東京大学 物性研究所¹, 奈良女子大学², 大阪大学³,
J-PARC センター 日本原子力研究開発機構⁴

単分子磁石(Single-molecule magnets : SMM)とはナノスケールの単一分子が大きな磁気モーメント・磁気異方性を有し、磁化反転過程が非常に遅くなる物質群のことである。我々は、これまであまり研究されていない希土類 SMM (Tb^{3+} と Cu^{2+} から成る二核錯体系)に着目し、研究を行っている。この物質系では、幾つかの錯体で交流磁化率から SMM 的な挙動が見られているが、わずかに分子構造の異なる錯体では非 SMM 的な挙動を示す。我々は、これらの錯体のエネルギースキームを決定するため、AMATERAS 分光器を用いて SMM 試料と非 SMM 試料の非弾性散乱測定を行った。

図 1 は SMM 試料と非 SMM 試料の散乱強度マップである。両試料において、 Q 変化のない磁気励起が観測された。これは、観測された磁気励起が局所モードであることを示唆している。これらの磁気励起の強度とエネルギー準位を解析することにより、基底状態は SMM 試料では $|J_z = 6, S_z = 1/2\rangle$ であるのに対し、非 SMM 試料では $|J_z = 0\rangle$ であることがわかった。この基底状態の違いが SMM、非 SMM を決定している。また、SMM 試料について高分解能測定を行った結果、磁気励起が幾つかのピークに分裂していることがわかった。これは Tb^{3+} の電子の磁気モーメントと核磁気モーメントとの間の超微細相互作用によるものであると考えられる。講演では、この超微細相互作用を踏まえ、磁化反転のトンネリング機構について議論する。

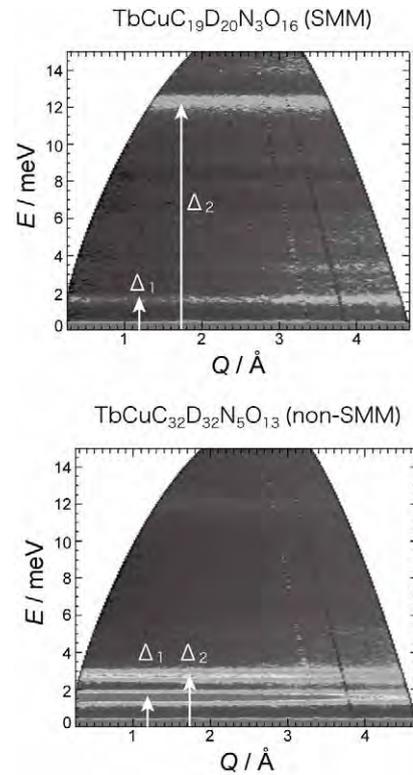


Fig. 1 6K での散乱強度マップ

カテゴリー：3, D2

凝縮相におけるミュオン転移過程の研究

篠原厚*、藤原一哉、笠松良崇、二宮和彦¹、髭本亘¹、P. Strasser²、河村成肇²、
三宅康博²、三浦太一²、久保謙哉³、長友傑³

大阪大学大学院理学研究科、日本原子力研究開発機構・先端基礎研究センター¹、
高エネルギー加速器研究機構・J-PARC センター²、国際基督教大学理学部³

負ミュオンは水素を含んだ物質中で静止すると、ある捕獲比で水素原子に捕獲され、化学結合を切って小さな中性のミュオン水素原子を生成する。このミュオン水素原子は物質中を偽中性子のように自由に移動し、より重い（原子番号が大きい）原子に出会うと、ミュオンは水素原子からより重い原子に転移する。このようなミュオン転移過程（外部転移）は、水素を含む分子と含まない分子との2成分系で顕わに観測できる。本研究グループは、パイ中間子水素原子の炭素原子への転移速度について、 $C_6H_6/C_6H_{12} + CCl_4$ 系において分子効果を初めて見出した[1]。パイ中間子水素原子からの転移過程は励起状態からのみ起こるが、ベンゼンとシクロヘキサンの炭素原子の化学環境の違いが転移過程に影響したことになり、微視的な機構の解明に重要な情報を与える。本研究では、ミュオン転移過程における同様の分子効果の有無を調べることを目的とする。

本研究では、パイ中間子実験と同様の $C_6H_6/C_6H_{12} + CCl_4$ 系を対象とした。2010B0080 実験では、シクロヘキサンの系についてミュオン X 線の測定を行った。測定は MUSE の D2 ラインで二宮グループ(2010A0048)と同様のセットアップを使った。転移ミュオンがミュオン X 線の強度パターンを変化させることから、ミュオン X 線スペクトルを精密測定し、カスケード計算との比較から転移分率を求めることが可能である。本発表では、液体試料について高 S/N のミュオン X 線スペクトルの測定に成功し、X 線強度比の比較から転移の寄与について検討したので、研究の経緯と最初の実験結果を報告する。

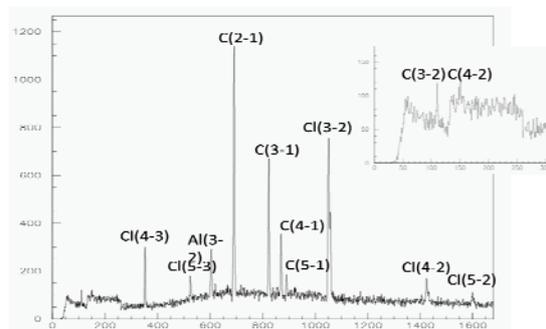


Fig. 1 Typical muonic X-ray spectrum

参考文献： [1] A. Shinohara, *et al.*, *Hyp. Int.*, **106**, 301-306 (1997).

カテゴリー : BL16

BL16 中性子反射率計を用いたソフト界面の研究

山田悟史¹, 御田村紘志^{2,3}, 寺山友規³, 小林元康^{2,3}, 堀之内綾信³,
藤井義久³, 田中敬二³, 張山直宏⁴, 鳥飼直也⁴, 犬束学⁵, 横山英明⁵,
川口大輔⁶, 井上倫太郎⁷, 金谷利治⁷, 瀬戸秀紀¹, 高原淳^{2,3}

KEK¹, JST/ERATO², 九州大学³, 三重大⁴, 東京大学⁵, 名古屋大学⁶, 京都大学⁷

J-PARC MLF の BL16 は試料水平型の中性子反射率計用に設計されたビームラインで、2008 年 9 月より建設が始められた。最初は KENS の ARISA 反射率計を ARISA-II 反射率計として用い、2009 年の下半期から本格的な反射率測定が可能となった。その後、2010 年には JST/ERATO 高原プロジェクトとの共同で旧 ARISA の入れ替えを行い、装置名をソフト界面解析装置 SOFIA へと変更した。

KEK の S 型プロジェクト(2009S08)では ARISA-II/SOFIA を用い、中性子反射率計のアドバンテージを活用したソフトマターの界面構造に関する研究を行ってきた。2010 年には非溶媒接触による界面の改質[1]に関する論文報告を行った他、2011 年にはポリマーブラシの膨潤挙動[2,3]、選択溶媒によるブロック共重合体の構造変化[4]、界面との接触効果によるガラス転移の異常[5]、分子量が非対称な高分子界面における拡散挙動[6]など、装置開発の論文を含めて既に 10 件の報告を行っている。今回の発表では、論文作成中のテーマを含め、我々のグループで行ってきた研究について結果の詳細を報告する予定である。

[1] A. Horinouchi, Y. Fujii, N. L. Yamada, and K. Tanaka, *Chem. Lett.* **39**, 810 (2010)

[2] Y. Terayama, H. Arita, T. Ishikawa, M. Kikuchi, K. Mitamura, M. Kobayashi, N. L. Yamada, and A. Takahara, *J. Phys.: Conf. Ser.* **272**, 012010 (2011)

[3] M. Kobayashi, K. Mitamura, M. Terada, N. L. Yamada, and A. Takahara, *J. Phys.: Conf. Ser.* **272**, 012019 (2011)

[4] N. Torikai, N. L. Yamada, D. Kawaguchi, A. Takano, Y. Matsushita, E. Watkins, and J. P. Majewski, *J. Phys.: Conf. Ser.* **272**, 012027 (2011)

[5] R. Inoue, K. Kawashima, K. Matsui, M. Nakamura, K. Nishida, T. Kanaya, and N. L. Yamada, *Phys. Rev. E* **84**, 031802 (2011).

[6] D. Kawaguchi, A. Nelson, Y. Masubuchi, J. P. Majewski, N. Torikai, N. L. Yamada, A. R. Siti Sarah, A. Takano, Y. Matsushita, *Macromolecules* **44**, 9424 (2011).

カテゴリー : 3; BL03

単結晶フォトクロミック白金錯体の中性子構造解析

大原高志^{1*}, 松下信之², 荒木孝誠³, 中村振一郎⁴, 尾関智二⁵, 田中伊知朗⁶,
日下勝弘⁶, 細谷孝明⁶, 山田太郎⁶, 栗原和男⁷, 新村信雄⁶
総合科学研究機構¹, 立教大学², 東京大学³, 理化学研究所⁴, 東京工業大学⁵,
茨城大学⁶, 日本原子力研究開発機構⁷,

2 価の白金錯体である $[\text{Pt}(\text{amp})_2]\text{Cl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ($\text{amp} = 2\text{-aminomethylpyridine}$) (**1**) は、可視光照射により白金錯体としては極めて稀な青色の呈色を示すことが知られている。分光学的研究や量子化学計算により、この呈色に水素移動が関与することが示唆されているが、青色の化学種の正体は不明のままである。そこで本研究では中性子回折計 **iBIX** を用い、青色に呈色した **1** の単結晶中性子構造解析を行うことで青色化学種の観察を試みた。

実験は蛍光灯下で 30 分可視光を照射した **1** の $3.0 \times 3.0 \times 1.5 \text{ mm}$ の単結晶を **iBIX** にマウントし、**120K** で 3 日間かけて回折測定を行った。得られた生データはデータ処理ソフト **STAR Gazer** を用いて **HKLF** リストへと変換し、**d-space** で 0.6 \AA までの、**5380** 個の独立なブラッグ反射の強度を得た。 R_{merge} は **0.1408** であった。

得られたブラッグ反射強度を用いた構造精密化の結果、水素原子を含む全ての原子を異方性温度因子で精密化することに成功した。最終的な R 因子は全反射で **0.1194** であった。得られた構造を分析したところ、白金錯体中の 4 箇所の **N-H** 結合のうち、結晶水と水素結合を形成する **N-H** 結合が他に比べて 0.01 \AA 伸びており、このことから錯体分子と結晶水の間でわずかではあるがプロトン移動が起こっている可能性が示唆された。

Posters

カテゴリー：1, BL01, 実験施設、線源、実験装置、実験技術、解析技術
チョッパー分光器「四季」の現状

梶本亮一¹, 中村充孝², 稲村泰弘², 池内和彦¹, S. Ji¹, 水野文夫³, 中島健次²,
河村聖子², 横尾哲也⁴, 中谷健², 丸山龍治², 曾山和彦², 高橋伸明²,
柴田薫², 佐藤節夫⁴, 伊藤幸弘², 岩橋孝明², 神原理², 田中浩道²,
山内康弘², 細谷倫紀², 相澤一也², 新井正敏²

総合科学研究機構 東海事業センター¹,
J-PARC センター 日本原子力研究開発機構²,
東北大学 大学院理学研究科³,
J-PARC センター 高エネルギー加速器研究機構⁴,

J-PARC・MLFのBL01ビームラインに建設されたフェルミチョッパー中性子分光器「四季」[1]は中性子非弾性散乱測定によって高温超伝導体、磁性体、誘電体等に見られる新奇な磁気励起・フォノンを効率良く調べることを目的としている。そのために高効率ビーム輸送系や大面積検出器により中性子強度・測定効率の増大を図っているほか、フェルミチョッパー分光器としては初めて、いわゆる Repetition Rate Multiplication [2] の手法を積極的に活用して多重入射エネルギー測定を実現し、国内外の他の同種の装置に比べてより高効率の測定を可能としている [3]。

本装置は2009年に最初の非弾性散乱測定に成功して以来、ユーザー利用による研究成果も得られてきており、また、装置の高度化も継続的に勧められている。本発表では、装置の特徴、整備状況、成果の例、震災による影響について報告する。

参考文献：

- [1] R. Kajimoto *et al.*, J. Phys. Soc. Jpn. **80**, Suppl. B, SB025 (2011).
- [2] F. Mezei, J. Neutron Res. **6**, 3 (1997).
- [3] M. Nakamura *et al.*, J. Phys. Soc. Jpn. **78**, 093002 (2009).

カテゴリー：装置開発・解析技術

MLF チョッパー型中性子非弾性散乱装置におけるソフトウェア開発

稲村泰弘^{1*}, 中谷健¹, 中島健次¹, 梶本亮一², 池内和彦²,
大友敏哉³, 鈴木次郎³, 新井正敏¹

J-PARC センター 日本原子力研究開発機構¹,
総合科学研究機構²

J-PARC センター 高エネルギー加速器研究機構³

MLF に設置された四季を始めとするチョッパー型中性子非弾性散乱装置において、各種デバイス制御、データ解析・可視化といった機能を持つソフトウェアの整備が進んできた。特にイベントレコーディング型のデータの特徴を生かした Multi-Ei 測定とその解析[1]は常用されており、すでに多くの成果が上がっている。一方で、中性子源の高強度化が進み短時間で大量のデータが取得できるようになったにもかかわらず、ソフトウェアの不備により、実験によってはユーザーや装置責任者がその測定と解析に多大な労力を費やす必要があった。特に、試料方向などの条件を変更した測定を多数行わねばならない3次元系試料の測定と解析に関しては、ユーザーからのソフトウェア強化の要望が強かった。最近になってソフトウェア開発も進み、徐々にそれらの問題点が解消されつつある。本発表では最近のソフトウェア開発の成果を示し、なお残る問題点、今後の予定等について報告する。

参考文献：

[1] M. Nakamura, et al., J. Phys. Soc. Jpn. 78(2009) 093002

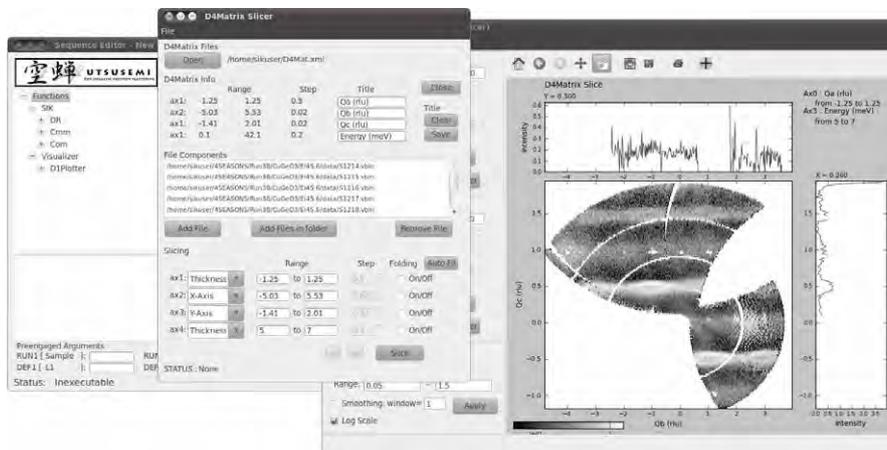


Fig. 1 3次元系試料測定可視化スクリーンショット

カテゴリー：1, BL01, BL10

パルス中性子非弾性散乱実験の高効率測定に向けた

MAGIC チョッパーの開発

中村充孝^{1*}, 神原理¹, 篠原武尚¹, 池内和彦², 梶本亮一², 中島健次¹, Th. Krist³,
横尾哲也⁴, 新井正敏¹, 鈴木淳市², 原田正英¹, 及川健一¹, 前川藤夫¹

J-PARC センター 日本原子力研究開発機構¹,

総合科学研究機構 東海事業センター²,

Helmholtz Zentrum Berlin³,

J-PARC センター 高エネルギー加速器研究機構⁴

複数の異なる入射エネルギーを同時に利用することによってパルス中性子非弾性散乱実験の測定効率を向上させる手法（以下、Multi-Ei 法と呼ぶ）の実証実験に成功して以来、J-PARC のチョッパー分光器 BL01（四季）及び BL14（アマテラス）における中性子非弾性散乱実験のほぼ全てが Multi-Ei 法で実施されている。しかしながら、従来のチョッパーを使用する限り、複数の異なる入射エネルギー全てに対して実験条件を最適化することが不可能であるという問題点があった。この問題点を解決するため、中性子スーパーミラーをフェルミチョッパーのスリット部に適用した新型チョッパー（以下、MAGIC チョッパーと呼ぶ）を提案し、研究開発を進めてきた。本発表では、MAGIC チョッパーの原理を紹介するとともに、中性子源特性試験装置 BL10 で実施した MAGIC チョッパーの特性評価試験の結果について報告する。

カテゴリー：

鉄系超伝導体 $\text{LaFePO}_{0.9}$ の非弾性中性子散乱

石角元志^{1,2,3,4}, 樹神克明^{1,4}, 梶本亮一^{1,2,4}, 中村充孝², 稲村泰弘²,
脇本秀一^{1,4}, 伊豫彰^{3,4}, 永崎洋^{3,4}, 新井正敏^{2,4}, 社本真一^{2,4},
Tao Hong⁵, Jacques Ollivier⁶, Hannu Mutka⁶

総合科学研究機構¹, 日本原子力研究開発機構², 産業技術総合研究所³,
JST, TRIP⁴, オークリッジ国立研究所⁵, ILL⁶

我々のグループではこれまで $\text{LaFeAs}(\text{O}_{1-x}\text{F}_x)$ 及び $\text{BaFe}_2(\text{As}_{0.65}\text{P}_{0.35})_2$ の多結晶体試料を用いた非弾性中性子散乱の系統的な研究を J-PARC, MLF のチョッパー分光器(四季)及び原子力機構 JRR-3 号炉の 3 軸分光器(TAS-1)を相補的に用いて行って来た。その結果、 $\text{LaFeAs}(\text{O}_{1-x}\text{F}_x)$ の超伝導試料($x=5.7, 8.2\%$)において、 Γ -M 点間のネスティングに由来する散乱ベクトルに対応する Q 位置 ($\sim 1.2 \text{ \AA}^{-1}$) に母相と同程度のスピン揺らぎが観測された[1]。それに対して、 T_c が抑制された電子オーバードープの試料($x=15.8\%$, $T_c \sim 7 \text{ K}$)ではスピン揺らぎは観測されなかった[2]。また、オーダーパラメータにラインノードを持つ $\text{BaFe}_2(\text{As}_{0.65}\text{P}_{0.35})_2$ ($T_c=30 \text{ K}$) では予想に反して、 $\text{LaFeAs}(\text{O}_{1-x}\text{F}_x)$ と同じ Q 位置に同程度の磁気共鳴による増大率を観測した。このことは、ラインノードは Γ -M 点間の符号反転散乱プロセスをほとんど妨げないように入ることの意味する [3]。

今回、我々は電子オーバードープの $\text{LaFeAs}(\text{O}_{1-x}\text{F}_x)$ 試料($x=15.8\%$, $T_c \sim 7 \text{ K}$)に加えてさらに T_c の低い($\sim 5 \text{ K}$)鉄系超伝導体 $\text{LaFePO}_{0.9}$ の多結晶試料($\sim 34 \text{ g}$)の非弾性中性子散乱測定をチョッパー分光器(四季@J-PARC)で行った。その結果、この系における磁気励起は Γ -M 点間のネスティング条件に対応する Q 位置($\sim 1.2 \text{ \AA}^{-1}$)、また As 系で観測されていたエネルギー領域には明瞭には観測されなかった。これは $\text{LaFeAs}(\text{O}_{1-x}\text{F}_x)$ 試料 ($x=15.8\%$, $T_c \sim 7 \text{ K}$)と同様な特徴であり、高い T_c ($=29 \text{ K}$)を持つ $x=8.2\%$ で磁気揺らぎが観測されていることを鑑みると、 Γ -M 点間のネスティングに由来する磁気揺らぎと高い T_c との強い相関を示唆する。講演では磁気揺らぎが消失した原因について、これまで測定してきた系と比較して議論する。また、最近さらに T_c 以下の低温、低エネルギーにおいて磁気励起・共鳴モードがないか測定を行ったのでその結果についても報告したい。

参考文献

- [1] M. Ishikado, *et al.*, J. Phys. Soc. Jpn. **78**, 043705 (2009).
[2] S. Wakimoto *et al.*, J. Phys. Soc. Jpn. **79**, 074715 (2010).
[3] M. Ishikado, Y. Nagai, K. Kodama *et al.*, Phys. Rev. B **84**, 144517 (2011).

カテゴリー：その他、BL01:4 次元空間中性子探査装置

Monte Carlo シミュレーションによる MAGIC チョッパーの性能評価

池内和彦^{1*}, 中村充孝², 神原理², 篠原武尚², 梶本亮一¹, 鈴木淳市¹,
原田正英², 及川健一², 前川藤夫², 中島健次², 横尾哲也³, Th. Krist⁴, 新井正敏²

東海事業センター 総合科学研究機構¹,

J-PARC センター 日本原子力研究開発機構²,

J-PARC センター 高エネルギー加速器研究機構³

Helmholtz Zentrum Berlin⁴

J-PARC のチョッパー分光器 BL01 四季、BL14 アマテラスにおいて実用性が示された Multi- E_i 測定法を活用するにあたり、本測定法の実験条件を最適化するためのアイデアとして、MAGIC チョッパーと名付けられた、スリットパッケージに中性子スーパーミラーを貼付した新型 Fermi チョッパーが提案された[1]。今回、Multi- E_i 法に対する MAGIC チョッパーの有効性を、モンテカルロ法を用いた計算機シミュレーションにより評価した。

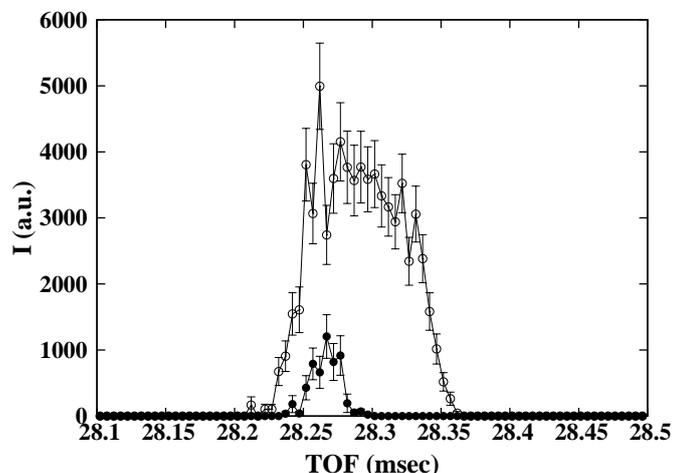
スリット幅 150 μm 、奥行き 17 mm のスリットパッケージを持つ Fermi チョッパーを想定し、3Qc ミラーを持つ場合と持たない場合について飛行時間スペクトルの計算を行った結果、チョッパー開口時間がミラーを貼付することによって長くなり、透過中性子強度が増大することが示された(図 1)。

本発表では、以上に示された MAGIC チョッパーの基本性能をもとに、チョッパーの回転数やミラーの仕様また、スリットパッケージの発散をパラメータとして、実験条件最適化に向けての動作条件を検証する。

図 1. MAGIC チョッパーと、ミラーを貼付しないフェルミチョッパーの TOF スペクトルの比較。

参考文献：

[1] M. Nakamura, M. Arai, R. Kajimoto, T. Yokoo, K. Nakajima, and TH. Krist, *Journal of Neutron Research*, **16** 87-92 (2008).



カテゴリー：A: 1, B:BL02

Si 結晶アナライザー背面反射型分光器 DNA の開発

柴田 薫^{1*}, 高橋伸明², 川北至信², 蒲沢和也¹, 山田 武¹, 上野広樹², 島倉宏典², 中島健次², 神原理², 稲村泰弘², 中谷健², 相澤一也², 曾山和彦², 及川健一², 田中浩道², 岩橋孝明², 伊藤幸弘², 細谷倫紀², 山内康弘², 佐藤 卓³, 中川 洋⁴, 藤原 悟⁴, Ferenc Mezei⁵, Hannu Mutka⁶, Dan Neumann⁶, 新井正敏²

総合科学研究機構 CROSS¹, 原子力機構 J-PARC², 東大物性研³, 原子力機構量子ビーム⁴, BNC Hungary⁵, ILL France⁶, NIST USA⁷

J-PARC センター、物質・生命科学実験施設に建設・設置中の $1\mu\text{eV}$ の高エネルギー分解能を目指す Si 結晶アナライザー背面反射型高エネルギー分解能分光器 DNA の建設状況およびビームコミッショニング計画を発表予定。

現在今年度平成 24 年 1 月ビーム受け入れを目指して建設中でオンビームコミッショニング計画を策定中である。

本形式の分光器は、現在まで本邦では研究用原子炉、パルス中性子源いずれにも設置されたことがない。一方、海外の原子炉に設置されている本形式分光器を利用した邦人研究者の仕事は確実に増加している。DNA 分光器の供用実験開始により国内でも背面反射型分光器を用いた研究が盛んになることが期待される。

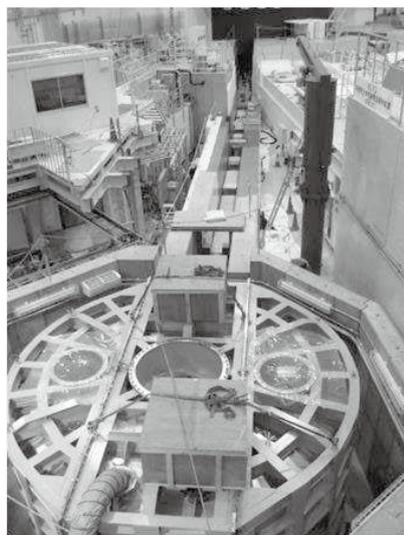


Fig. 1 本体真空散乱槽組上げ完了 2011.10.03

カテゴリー：1,3,BL03

茨城県生命物質構造解析装置 iBIX における現在の状況

日下勝弘^{1*}、細谷孝明¹、山田太郎¹、友寄克亮¹、大原高志²、
栗原和男³、横山武司⁴、片桐政樹¹、田中伊知朗¹、新村信雄¹

フロンティア応用原子科学研究センター 茨城大学¹

東海事業センター 総合科学研究機構²

量子ビーム応用研究部門 日本原子力研究開発機構³

医学薬学研究部 富山大学大学院⁴

茨城県生命物質構造解析装置 iBIX は 2008 年に茨城大学の運転維持・管理のもと供用を開始し、2009 年には有機物について中性子 TOF 回折データの測定・解析に成功した。2010 年には 5 種類の有機物と 4 種類の生体高分子試料について回折実験が実施された。最初の蛋白質の中性子構造解析を構造既知のリボヌクレアーゼ A を用いて行い、装置の解析精度や測定効率の評価を行った。データ処理・解析に成功し、妥当な構造モデルを得ることができた。この結果は、J-PARC の加速器出力が 1MW、検出器台数が 30 台に増強されれば、結晶体積が 1mm^3 の試料の構造解析可能なデータが 3 日程度で収集可能であることを示しており、結晶体積 0.1mm^3 の試料についても 1 ヶ月程度でデータ収集が可能となる。また、結晶格子の 1 軸が 200\AA 近くの CO-Hemoglobin ($P4_12_12$, $a=54.21\text{\AA}$, $c=196.38\text{\AA}$) について総測定日数 15 日で解析データを測定することに成功した。予備的なデータ処理を行った結果、ブラッグ反射の重なりの問題なしに積分強度データを得ることができた。これにより 1 軸のみであれば 200\AA 程度の結晶格子軸をもつ試料についても iBIX の測定対象となることが明らかとなった。

今後、高精度の積分強度を得るために、データ処理におけるバックグラウンド除去法やデータ補正法の改善を進める予定である。また、来年度には既存検出器の高度化および新規検出器 16 台の導入を進めており、ハード・ソフト両面からのデータ精度および測定効率の向上を図っている。現在 iBIX は東北地方太平洋沖地震による影響の調査を終え、J-PARC の稼働開始に合わせて、復旧と装置調整の準備を進めている。

カテゴリー：***

2次元シンチレータ検出器高度化、データ収集エレクトロニクスおよび制御ソフトウェア開発

(著者) 細谷孝明^{1*}、片桐政樹¹、中村龍也²、海老根守澄²、美留町厚²、曾山和彦²、大原高志³、栗原和男²、新村信雄¹、田中伊知朗¹

(所属機関) 茨城大学¹、日本原子力研究開発機構²、総合科学研究機構³

J-PARC MLF BL03 で稼働している茨城県生命物質構造解析装置 iBIX は有機低分子から生体高分子までを対象とした飛行時間型単結晶中性子回折装置であり、著者らによって新規に開発された波長シフトファイバー読み取り型二次元シンチレータ検出器システムが 14 台装備されている。本検出器は、133×133 mm² の有感領域 (検出器前面外枠の約 70%)、2~3 μ 秒の時間分解能、1 mm 程度の空間分解能 (256×256 ピクセル, 1 ピクセル = 0.52 mm)、30~50% 程度の検出効率を備えている。さらに今年度 16 台の発注を行って合計 30 台となる。新規 16 台は、これまでの高度化、すなわち、シンチレータの改良 (光量増加、アフターグロー低減、厚みの最適化)、信号処理モジュールの座標演算アルゴリズムの新規開発 (座標精度および検出効率の向上)、アンプ周りのケーブル・コネクタ改良 (ノイズの低減) などがなされている。また、BL03 だけでなく、BL17, 18, 19 もデータ収集モジュールが共通であるが、各々異なる検出器システムを採用しており、設定すべきパラメータが異なる。そこで、異なる検出器システムが増えるたびに、別途コーディングを行うことを避けるため、検出器システムの FPGA プログラムに依存する制御パラメータの定義は XML としてプログラムの外に出し、また検出器のテスト等で需要のある Windows ネイティブ動作のために、Boost ライブラリを全面的に導入して OS に依存するコードを排除した。これに伴い、DAQ ミドルウェアのコンポーネントを大幅に書き直した。さらに、試験用測定制御ソフトを開発し、RedHat 系 Linux、Ubuntu、Windows ネイティブでの動作を確認した。また、測定制御ソフトを BL18 と共通化したほか、オンラインモニターシステムに Flash を導入し、Web ブラウザのみで測定状況が確認できるようにした。本発表では、iBIX 検出器の紹介や高度化開発報告、データ収集ソフトウェア開発報告に加え、データ収集モジュール高度化開発の現状報告を行う。

カテゴリー：A3 BL3

正方晶系ニワトリ卵白リゾチーム(HEWL)の水和構造の pH 依存性の
解明に向けて

石井 僚^{1*}、田中伊知朗^{2,3}

茨城大学大学院 理工学研究科 物質工学専攻¹

茨城大学 フロンティア応用原子科学研究センター²

茨城大学 工学部³

タンパク質は水に覆われており、タンパク質と核酸のまわりの水素と水分子が多く、生理的機能で非常に重要な役割を果たしている。今回の実験で用いたニワトリ卵白リゾチーム(HEWL)は加水分解酵素であり、さまざまな研究によく用いられるタンパク質の一つである。タンパク質における水和構造の pH 依存性は非常に重要で、この HEWL のタンパク質結晶(tetragonal 晶系)を利用して、pH 変化に伴う、水の個数や存在している位置の変化、および水素結合ネットワーク、プロトネーション、構造の安定性などに対する pH の影響についていくつかの pH での水和構造を比較することで明らかにすることが重要である。

そこで、こういったニワトリ卵白リゾチーム(HEWL)の加水分解機構や水和構造の詳細について明らかにするには、今後水素の位置が確認できる iBIX を用いた中性子解析実験が重要なステップになると考えられる。今回は、pH4.5 と他の pH での酸素の位置や B-factor を比較することで pH 依存性についてや、中性子解析実験への展開を図ることを目的とした X 線構造解析について議論する予定である。

カテゴリー：3、BL03

茨城県生命物質構造解析装置 iBIX の成果

田中伊知朗^{1,2*}, 日下勝弘², 山田太郎², 細谷孝明^{1,2}, 友寄克亮², 横山武司³,
大原高志^{4,5}, 栗原和男^{5,6}, 片桐政樹², 新村信雄²

茨城大学 工学部¹, 茨城大学 フロンティア応用原子科学研究センター²,
富山大学大学院 医学薬学研究部³, 総合科学研究機構 東海事業センター⁴,

J-PARC センター 日本原子力研究開発機構⁵,

日本原子力研究開発機構 量子ビーム応用研究部門⁶

タンパク質結晶構造解析用の新型中性子回折装置である茨城県生命物質構造解析装置 (iBIX) が大強度陽子加速器施設 (J-PARC) の次世代中性子源 MLF の BL03 に建設され、2008 年 12 月から供用運転を開始した。2010 年度末までに、産業界ユーザーを含む複数の無機・有機化合物そしてタンパク質における、一部は低温測定によるフルデータ測定、構造解析に成功している [1、2]。

2010 年度後半からは、120kW から 220kW の加速器運転になり、東日本大震災直前までに、アミロイド病因タンパク質であるトランスサイレチンの 2.0 Å 分解能の構造解析、1 辺 200 Å の格子長を持つ酸素結合型 (R 型) ヘモグロビン (CO 結合ヒトヘモグロビン) の 2.4 Å 分解能でのデータ処理 (初期段階)、そして、120K での鉛ハロゲン系有機-無機複合ペロフスカイト化合物およびフォトクロミック白金錯体の各有機化合物の構造解析に成功している。また、磁場条件下で配向させた擬単結晶セロビースの回折像も得ることができた。

中でも、トランスサイレチンでは、pH が低下すると中性で形成していた水素結合ネットワークが、プロトネーション等で壊れて、会合体が不安定になり、アミロイド線維が形成される分子機構についての可能性を示唆することができた。また、鉛ハロゲン系化合物では、Pb-Br 鎖に挟まれた有機部分 (モルホリン分子) 非等方性温度因子解析まで成功し、低次元構造に制限された電子の振る舞いに関する情報から、低次元半導体の研究に寄与することが期待される。

参考文献：

[1] I. Tanaka *et al.*, *Acta Cryst. D* 66 (2010) 1194-1197.

[2] 田中伊知朗ほか, *RADIOISOTOPES*, 60(2) (2011) 89-97.

カテゴリー：3、BL03

単斜晶系 HEWL (ニワトリ卵白リゾチーム) 水和構造の pH 依存性
解明に向けて

野崎大和^{1*}, 田中伊知朗^{2,3}

茨城大学大学院理工学研究科¹

茨城大学フロンティア応用原子科学研究センター² 茨城大学工学部³

タンパク質や水分子が深く関わる生命現象の解明には、原子レベルでの立体構造解析が必須となる。その主な方法として、X線回折法が用いられてきたが、骨格部分の立体構造の決定にとどまっており、タンパク質周囲の水分子の水素原子の位置の決定が難しく、水分子がタンパク質にどのような位置と向きで結合しているかはほとんど知ることができない。一方、中性子は水素原子核で強く散乱されるので、中性子回折法ではタンパク質の水分子の水素原子位置まで含めた方向が見えるという特長がある。

タンパク質は pH によりプロトネーションや水和構造が変化して、酵素活性が変わることが知られており、構造の pH 依存性は重要である。pH 変化に伴う水和水の個数や水和水の存在位置の変化、および構造の安定性などに対して考察していく前段階として本研究では、HEWL の晶系の中でもまだ中性子解析されていない単斜晶 HEWL の pH4.5 の X 線解析や、他の pH のデータを比較して水の数、位置、温度因子などを比較議論する。

カテゴリー：3; BL03

単結晶中性子回折によるモリブデンオキソ錯体中の水素結合の解析

尾関智二^{1*}, 大原高志², 下野貴弘¹, 田中伊知朗³, 日下勝弘³, 細谷孝明³, 山田太郎³, 栗原和男⁴, 新村信雄³, 定金正洋⁵, 上田渉⁶, Wang Feng^{6,7}

東京工業大学大学院理工学研究科物質科学専攻¹, 総合科学研究機構(CROSS)東海事業センター², 茨城大学フロンティア応用科学研究センター³, 原子力機構量子ビーム応用研究部門⁴, 広島大学大学院工学研究科⁵, 北海道大学触媒化学研究センター⁶, Dalian Institute of Chemical Physics, Chinese Academy of Science⁷

モリブデンやタングステンのオキソ酸は酸性溶液中で脱水縮合し、ポリ酸と呼ばれる様々な多核錯体を与える。ポリ酸は、金属と酸素のみからなる純粋な無機化合物でありながら、ナノメートルサイズの分子を構築する点で構造化学的に興味を持たれると同時に、触媒・磁性材料・無機医薬などへの応用面においても注目されている。

ポリ酸は、表面を酸素原子で覆われた多核の陰イオンであり、周囲の環境に応じていくつかの表面酸素原子にプロトンが付加する。ポリ酸表面に覆う酸素原子のうち、どの酸素原子にプロトンが付加するかは、ポリ酸の表面酸素原子の反応性に関する知見を与える。一方、ポリ酸に付加した水素原子は、周囲の分子との相互作用の基点となる。このように、ポリ酸に付加した水素原子の位置を決定することは、ポリ酸を利用した機能性物質の設計にとって重要である。

本研究では、その第一段階として、単核モリブデンオキソ錯体である $\text{MoO}_2(\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{OH})_2$ (右図) の中性子回折実験を行い、X線回折および量子化学計算との比較を行った。その結果、J-PARC の iBIX を用いた単結晶中性子構造解析は、信頼性の高い水素結合パラメータを与えうることが明らかになった。

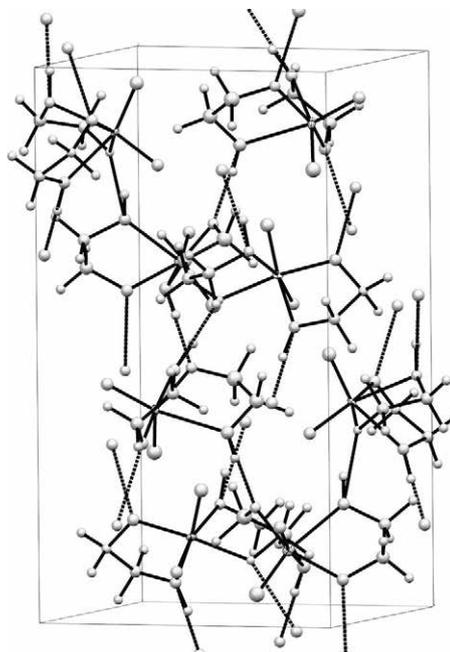


Fig. 1 $\text{MoO}_2(\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{OH})_2$ の結晶構造。水素結合を点線で示す。

カテゴリー：7, BL03

(要旨名) 鉛ハロゲン系 有機-無機複合化合物 $C_4H_8ONH_2-PbBr_3$ の結晶構造と電子状態

(著者) 川崎卓郎^{1*}, 高橋美和子², 大嶋建一², 大原高志^{1,3}, 田中伊知朗^{4,5}, 日下勝弘⁴, 細谷孝明^{4,5}, 栗原和男^{1,6}, 新村信雄⁴, 山田太郎⁴

(所属機関) 日本原子力研究開発機構 J-PARC センター¹,

筑波大学 数理物質科学研究科²

総合科学研究機構 東海事業センター³

茨城大学 フロンティア応用原子科学研究センター⁴

茨城大学 工学部⁵

日本原子力研究開発機構 量子ビーム応用研究部門⁶

鉛ハロゲン系 有機-無機複合ペロフスカイト化合物は、低次元的な結晶構造を反映した光学的特性を示し、これまで主に光物性の立場から研究されてきた。

$C_4H_8ONH_2-PbBr_3$ は一次元的に伸びる Pb-Br 無機鎖の間に、 $C_4H_8NH_2^+$ 有機イオンが配置した構造をもつが、拡散反射法による紫外-可視光吸収測定を行った結果、有機イオンが異なる物質 $C_5H_{10}NH_2-PbBr_3$ に比べて高い吸収端エネルギーを示した。この詳細を調べるために結晶構造解析と第一原理計算を行った。

単結晶中性子回折装置 iBIX を用いて中性子回折測定を行った。解析の結果、H 原子の非等方性温度因子も含めて詳細な結晶構造パラメータを得ることに成功した。この物質は結晶構造中に Pb や Br を含むため、X 線回折では有機部分の詳細な構造を得ることは難しい。得られた構造を基に行った第一原理計算によって、有機イオン中の O 原子との間に働く静電的相互作用によって無機鎖を構成する $PbBr_6$ 八面体が大きく歪み、光吸収端のエネルギーを増加させていることが明らかとなった。

カテゴリー：BL04

共鳴状態からの核分裂特性

西尾勝久^{1*}, 牧井宏之¹, 西中一朗¹, 太田周也¹, 光岡真一¹, 木村敦²,
明午伸一朗³, 原田秀郎², 大槻勤⁴, 千葉敏¹

先端基礎センター, 日本原子力研究開発機構¹,

原子力基礎工学研究部門, 日本原子力研究開発機構²,

J-PARC センター³

東北大学⁴

アクチノイド原子核の中性子吸収核分裂では、特定の J^π 状態に由来して断面積に共鳴構造が観測される。ボーアの理論によれば[1]、低エネルギー中性子入射核分裂ではサドル点上の特定の集団運動準位を経由して核分裂するとしており、この運動モードが核分裂過程に影響を与え、核分裂特性が変化する可能性が指摘された。 $^{235}\text{U}(n,f)$ といった反応で、共鳴ごとに核分裂片の運動エネルギーが観測されたが、十分な統計と結論に至っていない [2]。また $^{237}\text{Np}(n,f)$ といった閾値以下での核分裂では、第2極小値 (Super Deformation) 上の振動状態を経由する共鳴トンネル現象が断面積構造に現れており、この特定の集団運動を経由した場合、どのような核分裂特性を示すかは明らかになっていない。さらに、核種によっては、超変形状態 (Hyper Deformation) の存在が予測されているが、共鳴構造の詳しい解析から明らかにできる可能性がある。

これらの研究を BL04 コースで展開していきたい。このため、まず現在可能な実験として、マイナーアクチノイド (MA) の核分裂断面積を測定する。MLF では現在、利用は密封線源の RI に限られ、核燃料 (トリウムやウラン) の利用は許可されていない。密封線源であっても、核分裂に伴って放出される即発中性子と即発 γ 線を検出すれば、 ^{241}Am , ^{237}Np など MA の核分裂断面積を測定することができ、第1歩目の実験としてこれを目指す。即発中性子/ γ 線の検出は、有機液体シンチレータ[3]を用いて行う計画である。

参考文献：

[1] A. Bohr, Proc. of the Intern. Conf. on Peaceful Use of Atomic Energy, Genova, 1955 (United Nations, New York 1956), Vol.II, p.151.

[2] F.-J. Hambsch *et al.*, Nucl. Phys., **A491**, 56 (1989).

[3] K. Nishio *et al.*, Nucl. Phys. **A632**, 540 (1998).

カテゴリー：その他: BL04:中性子核反応測定装置 ANNRI

パルス中性子を用いた多重即発ガンマ線分析法の開発

藤 暢輔*, 古高和禎、原かおる、原田秀郎、廣瀬健太郎、
木村 敦、金 政浩、北谷文人、小泉光生、中村詔司
原子力基礎工学研究部門 日本原子力研究開発機構

即発ガンマ線分析 (PGA) が 1 台のガンマ線検出器を用いたシングルス測定によって定量を行うのに対し、多重即発ガンマ線分析 (MPGA) では複数のガンマ線検出器を用いた同時計数測定を行い、エネルギー軸を 2 本持つ 3 次元ガンマ線スペクトルを解析する事により定量を行なう。一般的に、PGA に比べて MPGA は高いシグナル・ノイズ比 (S/N) が得られ、2つのガンマ線のエネルギーが使えるためにピークの同定が容易であり、妨害元素等の影響が少ない (もしくは評価が容易) 等の特長を持つ[1]。しかし、2 本以上のガンマ線を同時に検出するため、高い検出効率を持つガンマ線検出装置が必要となる他、そのピーク・トータル比、中性子遮蔽、データ収集系等も高い性能が求められる[2]。

中性子核反応測定装置 ANNRI は、高検出効率の即発ガンマ線検出装置、高性能なデータ収集系等を備えているほか、広いエネルギーレンジの中性子を用いる事が出来る。多くの原子核は熱外中性子エネルギー領域に固有の共鳴を持つため、飛行時間法(TOF)によってパルス中性子のエネルギーを測定し、中性子エネルギー毎の即発ガンマ線スペクトルを解析する事により S/N を改善する事が出来る。

ANNRIにおいて TOF と MPGA を組み合わせた元素分析法の開発を計画しており、その研究開発の概要と期待される成果等を紹介する。

本研究は、科研費 (22750077) の助成を受けた研究成果を含む。

参考文献：

[1] Y. Toh *et al.*, Appl. Radiat. Isot., 64 (2006) 751.

[2] A. Kimura *et al.*, Conference Record of IEEE NSS '08, (2008) 2107.

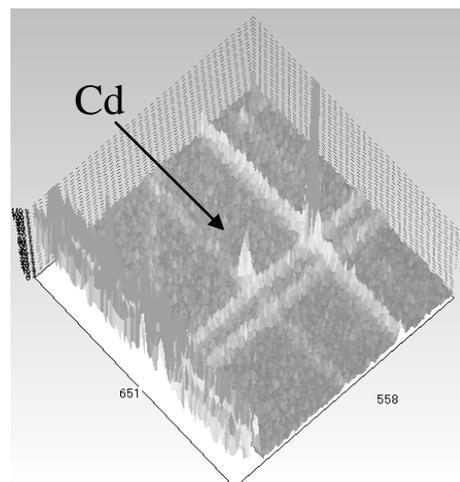


図 1 MPGA による Cd のピーク

BL05/NOP – Neutron Optics and Physics Beamline

T. Ino¹, K. Mishima¹, Y. Arimoto¹, K. Taketani¹, S. Muto¹, H. M. Shimizu¹,
H. Otono², H. Oide², R. Katayama², T. Yamada², N. Higashi², S. Yamashita², H. Sumino²,
S. Imajo³, H. Funahashi³, M. Kitaguchi⁴, M. Hino⁴, Y. Iwashita⁵,
T. Yoshioka⁶, K. Sakai⁷, Y. Seki⁸, K. Hirota⁸, Y. Otake⁸,
and the NOP collaboration

¹*KEK, Tsukuba, Ibaraki 305-0801, Japan*

²*ICEPP, University of Tokyo, Tokyo 113-0033, Japan*

³*Kyoto University, Kyoto 606-8501, Japan*

⁴*KURRI, Kyoto University, Osaka 594-0494, Japan*

⁵*ICR, Kyoto University, Osaka 611-0011, Japan*

⁶*Kyushu University, Fukuoka 812-8581, Japan*

⁷*J-PARC/JAEA, Tokai, Ibaraki 319-1195, Japan*

⁸*Riken, Wako, Saitama 351-0198, Japan*

The NOP beamline was built on BL05/J-PARC for studies of fundamental physics and R&D of neutron optics with slow neutrons. Three beam branches, which are divided from one beamline with supermirror benders, provide small divergence, unpolarized, and polarized cold neutrons to the experimental area. High energy neutrons and gammas are absorbed in the upstream beam dump, and the experimental space is essentially background free. A precision measurement of the neutron lifetime and R&D of the ultra-cold neutron transportation with fixed phase space density are currently underway. We will report on the status of these experiments as well as on other studies at BL05.

カテゴリー：BL06: 中性子スピネコー分光器群

中性子共鳴スピネコー分光器群 (VIN ROSE) の
 ビームライン設計のための数値シミュレーション

小田達郎^{1*}, 日野正裕², 北口雅暁², 川端祐司², 海老澤徹³,
 山田悟史⁴, 瀬戸秀紀⁴

京都大学大学院 工学研究科¹, 京都大学原子炉実験所²,
 日本原子力研究開発機構³, 高エネルギー加速器研究機構⁴

J-PARC MLF BL06 に建設される中性子共鳴スピネコー分光器群: VIN ROSE (Village of Neutron ResONance Spin Echo spectrometers) のビームライン設計のために, 汎用粒子輸送計算コード PHITS [1] を用いた空間線量及び中性子ビーム特性のシミュレーションが行われてきた. VIN ROSE が有するそれぞれ特徴のある 2 種類のスピネコー分光器: NRSE (Neutron Resonance Spin Echo), MIEZE (Modulated Intensity by Zero Effort) に適した中性子ビームを輸送し, 高速中性子やガンマ線は遮蔽した上で, コスト削減や実験スペース確保のために, 計算を基に遮蔽体の形状, 厚みが適宜最適化された. 遮蔽計算と同時に中性子ビーム特性 (輝度分布, スペクトル, 発散角等) に関する情報も得られ, 設計の妥当性を確認できた. 当日はビームラインの設計やビーム特性についてのシミュレーション結果の詳細について述べる.

参考文献:

- [1] K. Niita, N. Matsuda, Y. Iwamoto, H. Iwase, T. Sato, H. Nakashima, Y. Sakamoto, and L. Sihver, JAEA-Data/Code 2010-022 (2010)

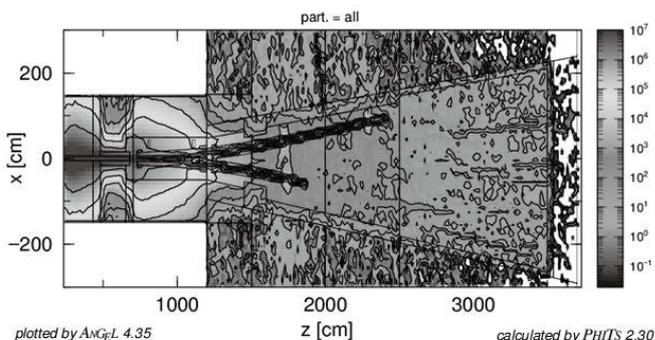


Fig. 1 PHITS による空間線量率評価

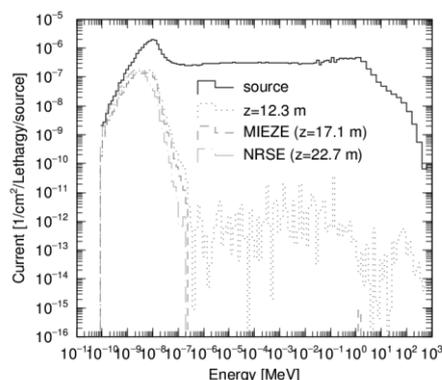


Fig. 2 導管の各位置での
 中性子スペクトル

カテゴリー：***

SuperHRPD の現状報告

鳥居周輝^{1*}, 米村雅雄¹, Junrong Zhang¹, Teguh Y. S. Panca Putra¹, Ping Miao¹,
室屋孝司¹, 富安亮子¹, 野田幸男², 神山崇¹
J-PARC センター 高エネルギー加速器研究機構¹,
東北大学²

超高分解能粉末中性子回折装置 SuperHRPD は、2009 年夏の長期シャットダウン時期に真空散乱槽の大規模な入れ替え作業を行い、同年 10 月のビームタイムより、新しい真空槽での測定を開始した。新しい真空槽では、S/N 比の向上、一層の高分解能化、立体角増大、Q 範囲増大、偏極モードや高強度モード導入等を目指しており、各種調整運転と共用運転を並行して行っている。DAQ システムに関しては、NeuNET を用いた新システムが導入され、イベントデータを使ったより高度なデータ解析を行える環境が整った。データ解析では、背面・90 度・低角の 3 つの検出器バンクのデータを使った Rietveld 解析が可能になった。

2011 年 3 月の東日本大震災では、BL08 建家の沈降が生じ、ガイド管が破損するなど、甚大な被害を受けた。現在、ビーム再受け入れに向けて、ガイド管の再アライメント、遮蔽体の再設置、装置本体の再調整を急ピッチで進めている。

カテゴリー：物性物理、BL08

希土類 3 元系化合物 $\text{TbPd}_{1-x}\text{Ni}_x\text{Al}$ の同相構造相転移

北澤英明¹, 河村幸彦^{1,2}, 門馬綱一¹, 加藤誠一¹, 辻井直人¹, 茂筑高士¹,
 Andreas Dönni¹, Lukas Keller³, Jiri Prchal⁴, Pavel Javorský⁴, Junrong Zhang⁵,
 鳥居周輝⁵, 米村雅雄⁵, 神山 崇⁵

物質・材料研究機構¹, 総合科学研究機構(CROSS)², Laboratory for Neutron
 Scattering, Paul Scherre Institut (PSI)³, Department of Condensed Matter Physics,
 Charles University⁴, 高エネルギー加速器研究機構⁵

温度や圧力といった外部パラメータによって引き起こされる構造相転移の場合には、通常、結晶の対称性が変化する事が多い。最近、我々は六方晶 ZrNiAl 型 ($P6-2m$) 希土類金属間化合物 TbPdAl が極めて珍しい同相構造相転移 (IPT) を示す事を見いだした [1]。我々の発見後、IPT が同じ結晶構造を持つ RTAl (R : 希土類元素、 T : 遷移金属元素) でも観測された。この IPT の特徴は、以下の 3 つの特徴を持っていることがわかった。(1) 体積は不変のまま、格子定数 a 及び c が大きく変化する、(2) 温度や置換効果 (化学的圧力) によって引き起こされる、(3) c/a の値が $0.56 < c/a < 0.57$ を避ける様に起きる。我々は、IPT の原因を第 1 原理計算によって、電子系の総エネルギーの大きさが化学的圧力効果で説明できることを示した [2] もの、温度変化等に関しては説明できていない。

上記に示した IPT の第 3 番目のルールが擬 3 元系化合物 $\text{TbPd}_{1-x}\text{Ni}_x\text{Al}$ で適用されるかどうかを調べる目的で、J-PARC/MLF の BL-08 (SuperHRPD) を用いて $\text{TbPd}_{1-x}\text{Ni}_x\text{Al}$ ($x = 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0$) の粉末中性子回折実験を行った。図 1 に示すように (201) 反射が $0.2 \leq x \leq 0.8$ において分裂している事がわかる。この濃度領域は、第 3 のルールが適用できる範囲にあり、二つの相が共存していることがわかった。

参考文献

- [1] A. Dönni, H. Kitazawa, P. Fischer, and F. Fauth, *J. Alloys and Compounds* **289** (1999) 11.
 [2] J. Prchal, P. Javorský, J. Ruzs, F. de Boer, M. Diviš, H. Kitazawa, A. Dönni, S. Daniš, and V. Sechovský, *Phys. Rev. B* **77** (2008) 134106.

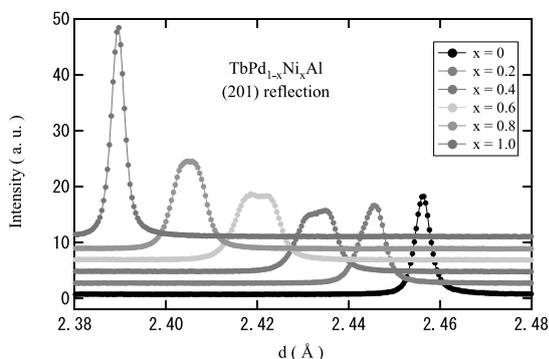


図 1. $\text{TbPd}_{1-x}\text{Ni}_x\text{Al}$ の (201) 反射

Novel Monolayer Shields of SPICA at BL09 of J-PARC

M. Kawai¹, M. Yonemura¹, S. Torii¹, T. Muroya¹, K. Mori², T. Fukunaga²
and T. Kamiyama¹

¹*Institute of Materials Structure Science, High Energy Accelerator Research Organization, Oho,
Tsukuba, Ibaraki 305-0801, Japan*

²*Research Reactor Institute, Kyoto University, Kumatori, Sennan, Osaka 590-0494, Japan*

A new neutron powder diffractometer, SPICA, at the ninth beamline (BL09) is being constructed for the study of materials under special environments, such as battery research at J-PARC. Its neutron flight path from the moderator to sample position is 52 m where is outside of the main hall of the Materials and Life Science Facility (MLF). Since the intense neutron beam at the SPICA is desired to precisely measure neutrons scattered from a sample, empirical neutron guide tubes are employed to the neutron beam line. Neutron radiation shields hence should be designed to guard against such an intense beam though long neutron beam-line to the neutron spectrometer room.

We have made shielding design with the Monte Carlo transport code system, PHITS, considering shield optimization to reduce amount of shields and to simplify shield configuration. At the first time, a reference design was made for a conventional shield configuration of iron, polyethylene and B₄C resin to satisfy the shield design criterion on radiation dose rates around both the neutron beam-line and the spectrometer, and skyshine dose rates at the site boundary as well as to lower neutron background in the neutron spectrometer room. Then, shield optimization with new novel neutron shield concrete [1, 2] has been performed to give the same order radiation levels as those of the reference design. As a result, major shields became a very simple configuration of only the neutron shield concrete, except for the local saddle shaped iron shields, the shields of ordinary concrete under neutron beam line and the beam-dump shields composed of iron, Eponite and neutron shield concrete. Overall shield thickness saving was also attained such as 5cm by removing B₄C resin for main shields of the spectrometer and 10cm against 5 cm B₄C resin and 60 cm ordinary concrete of Hatch door.

The shield construction has been completed on 28 October, 2011.

References:

- [1] M. Kawai et. al., Radiat. Prot. Dosimetry. **115** (1-4), 580-586 (2005).
- [2] K. Okuno, M. Kawai, and H. Yamada, Nuclear Technology **168**, 545-552 (2009).

カテゴリー：1, BL10

BL10 “NOBORU” の現状とパルス中性子イメージング実験に向けた高度化

前川藤夫、原田正英、及川健一、大井元貴、甲斐哲也、酒井健二、春日井好己、
明午伸一郎、篠原武尚

J-PARC センター 日本原子力研究開発機構

J-PARC/MLF の BL10 “NOBORU” では、中性子源特性の測定に加え、テストポートとしての汎用性を生かした様々な中性子デバイスや検出器の開発、またパルス核破碎中性子源の特徴を生かした萌芽的研究が行われてきた。SEOP 方式による He-3 偏極フィルター、楢田集光ミラー、フェルミチョッパー用スリットパッケージ等の性能試験、また BL18 用 WLSF 型検出器や μ -PIC 等の 2 次元検出器の性能試験、超強磁場下での構造物性研究、イメージング実験、宇宙線が半導体素子に与える影響の評価実験等である。2009~2010 年度にはロータリーコリメータ及びビームフィルター装置を導入し、エネルギー選択型イメージング実験に向けた装置の高度化を行った。Fig. 1 はロータリーコリメータによりコリメータ比 (L/D) を変化させたときの腕時計の透過画像であるが、L/D=1,875 の条件では測定に使用したイメージングプレートの読み取りピッチである $50 \mu\text{m}$ 程度の微細構造まで確認することができる。

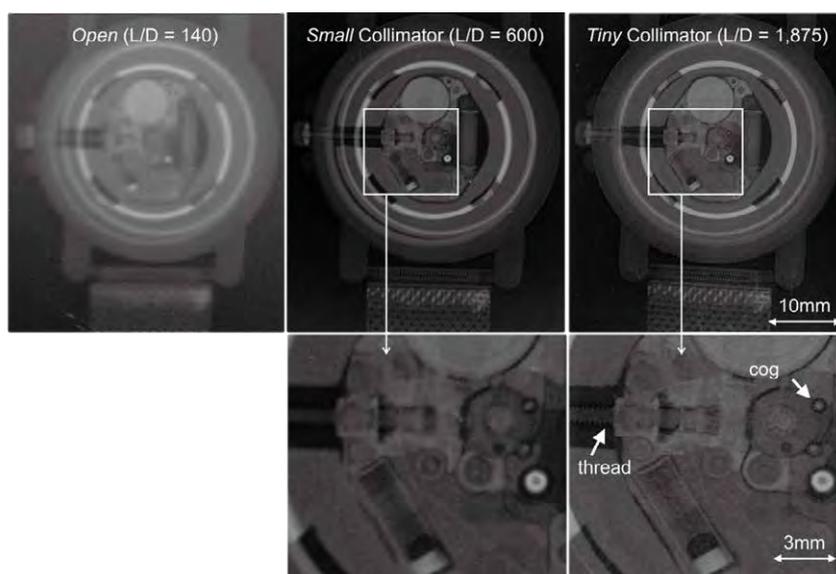


Fig. 1 コリメータ比 (L/D) 向上による腕時計の透過画像の変化.

カテゴリー：1, BL11

BL11 建設すご録

服部高典^{1,2}, 佐野亜沙美^{1,2}, 有馬寛³, 内海渉^{1,2}, 永井隆哉⁴, 飯高 敏晃⁵,
鍵 裕之⁶, 片山 芳則¹, 井上 徹⁷, 八木 健彦⁶
JAEA 量子ビーム応用研究部門¹, JAEA J-PARC センター², 東北大³,
北海道大学⁴, 理研⁵, 東京大⁶, 愛媛大⁷

超高压中性子回折装置 PLANET は、東海村の J-PARC 物質生命科学実験施設 (MLF) に建設されている高压専用の分光器である。「水素をよく見ることができるといふ中性子の特徴を生かし、地球ダイナミクスに及ぼす水の影響を調べることを目的としている。その最大の特徴は一軸あたり 500 トン重の最大荷重を持つ 6 油圧 6 軸型の大型高压プレス(通称:圧姫)を分光器室内に導入し、高压高温(30 万気圧、2000K 以上)における物質(結晶・液体)の状態を、中性子回折、中性子イメージング技術を使って調べることができる点である。

2008 年 11 月より設計、建設が始められ、2011 年 12 月時点で約 8 割の建設が終わった。この発表がなされる 1 月中旬までには、メインの装置となる大型プレス機もインストールされ、建設の最終段階を迎える。これまで、BL11 の建設は数々の不幸(?)に見舞われたが雑草のごとく生き延び、いよいよ完成する。これまでの建設における履歴を双六形式にまとめ紹介する予定である。

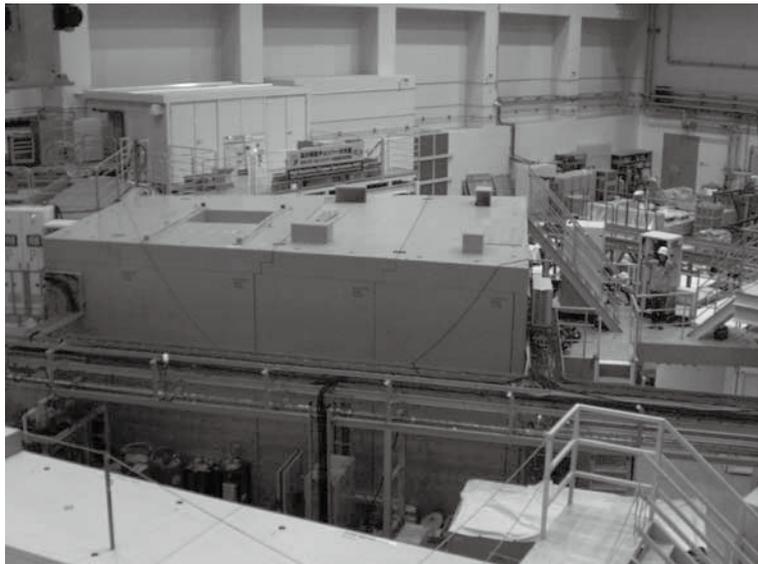


図 1 現在の PLANET の概観

参考文献：[1] 服部高典ら, 波紋 20, 39-44 (2010)

カテゴリー：ソフトマター・生命科学及び化学, BL11: 超高压中性子回析装置 PLANET, BL19: 工学材料回析装置 匠

準安定な氷高压相へのアプローチ

小松一生^{1*}, 山口祐¹, 鍵裕之¹

東京大学大学院理学系研究科附属地殻化学実験施設¹

1980年代に報告された高密度・低密度アモルファス氷(HDA: High Density Amorphous ice および LDA: Low Density Amorphous ice)とそれらアモルファス間の不連続な体積変化を伴う一次相転移のような挙動の発見は、ポリアモルフィズムという新たな概念を生み出し、4°Cの密度極大に代表される水の特異性の理解に大きく寄与している[1]。また、このHDAやLDAを介すと準安定な氷高压相である Ic 相や XII 相が比較的大量に合成できることが知られている。さらに最近、HDAを介すと氷高压相中にかなりの量の塩が取り込まれることが報告された[2]。通常の氷 Ih 相には塩は構造中に入り込まないことが古くから知られているが、高压相や準安定な氷に塩が溶け込むか溶け込まないかは、ほとんど調べられていない。これら準安定な氷多形や塩が溶け込んだ氷の詳細な結晶構造の理解にも、HDAやLDAの存在が重要な役割を果たしている。

ところで、このHDAを合成するには、130 K 程度以下に温度を保ったまま1 GPa 程度まで圧力を加えなくてはいけない。LDAは、このHDAかあるいは氷高压相を液体窒素温度で常圧まで回収したのち、150 K 程度まで温度を上げる必要がある。すなわち、これらのアモルファス相ないし、アモルファス相を介した準安定な氷高压相を得るためには、温度と圧力を独立にコントロールできるシステムが必要になるが、MLFで現在利用できるシステムでは、圧力を変化させるためには高压セルが室温でなければならないという制約がある。そこで我々は、液体窒素でセルを冷却しつつ、圧力も独立に制御できるシステムの開発を始めた。

本発表では、最近我々が行った、HDAを介して得られた塩を含む氷高压相の特異な挙動について紹介し、現在開発中の温度圧力制御システムについても、その概要について簡単に触れる予定である。

参考文献：

[1] Mishima, Proc Jpn Acad Ser B86 (2010) 165.

[2] Klotz et al., Nature Materials, 8 (2009) 405.

カテゴリー：BL11: 超高压中性子回折装置 PLANET

BL11 に導入される高温高压発生装置 6 軸型マルチアンビルプレスの概要と現状

佐野亜沙美^{1*}, 服部高典¹, 有馬寛², 内海渉¹, 八木健彦², 鍵裕之³
日本原子力研究開発機構¹, 東北大学², 東京大学³

地球深部の条件に相当する高温高压下での中性子回折実験を目指して、MLF の BL11(PLANET)には高压発生装置 6 軸型マルチアンビルプレス（圧姫）が導入される。これは立方体の空間に、6 方向から油圧で荷重を印加することにより、内部の試料に高压力を発生させるための装置である。

1 つのラムの最大発生荷重は 500 ton である。各ラムは独立のプランジャーポンプにより前進・後退し、10 ミクロン以内でラムの先端に取り付けたアンビルのストロークが一致するように、同期制御される。プレス内部の試料体をビーム位置に調整するために、プレス本体はアライメントステージの上に据え付けられる（ θ 軸、x 軸、y 軸）。6 方向から均等に荷重をかける通常の実験以外に、上下 2 つのラムのみを用いて実験する 1 軸圧縮実験モード、および高压下で水平面内の対向する 2 つのラムを進める変形実験モードが用意されている。

平成 22 年度にプレス本体およびアプローチポンプの製作を終えた。本年度は制御系およびプランジャーポンプの製作を進めており、H24 年 1 月に搬入を予定している。発表では装置の現状を報告する。

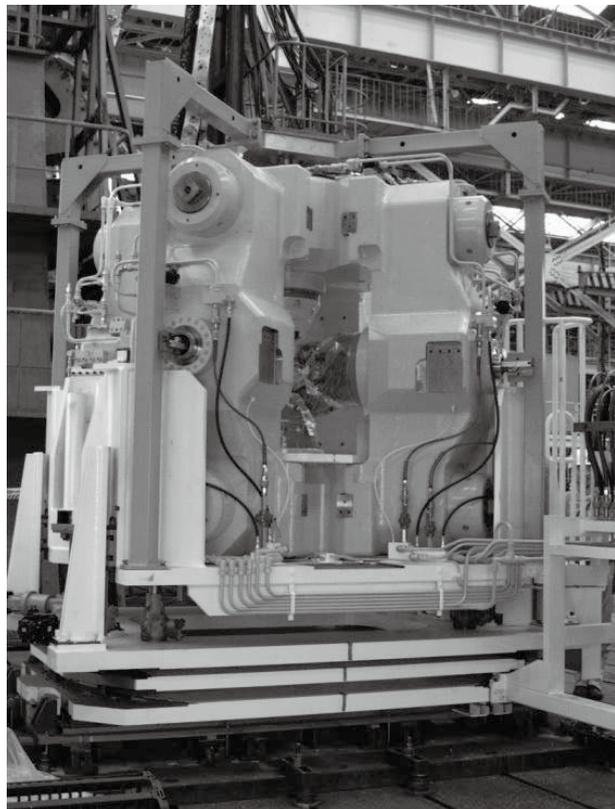


Fig. 1 6-ram Multi anvil press
(圧姫 ATSUHIME)

カテゴリー：BL11: 超高压中性子回折装置 PLANET

マグマ観察に向けた超高压実験用中性子カメラの導入

井上徹¹, 有馬寛^{2*}, 阿部淳³, 佐野亜沙美^{3,4}, 服部高典^{3,4}

地球深部ダイナミクス研究センター 愛媛大学¹

金属材料研究所 東北大学²

J-PARC センター 日本原子力研究開発機構³

量子ビーム応用研究部門 日本原子力研究開発機構⁴

2011 年度末からのコミッショニングが予定されている BL11 超高压中性子回折装置 PLANET は超高压下での水素の挙動に着目した物質研究を主目的としている。研究課題の一つにマグマの構造と物性における水や水素の影響の解明を挙げており、回折法による含水珪酸塩融体の構造解析と中性子イメージングによる状態観察を行う。

高压下での中性子イメージングには東芝製のイメージインテンシファイアを用いた中性子カメラを導入する。高压実験試料は数 mm 程度のサイズであるため、液相不混和などの現象を観察するためには $10\ \mu\text{m}$ オーダーの空間分解能が必要である。装置形状の検討を行い、BL11 に設置されるマルチアンビルプレス高压装置に対して試料と撮像面の距離を 150 mm 以下に近づけた（図参照）。

本発表では上記中性子カメラを用いた予備実験における含水マグマ模擬試料の観察結果、装置性能試験結果そして BL11 完成後の研究計画について述べる。



Fig. 1 (左) 中性子カメラ外観 (右) モックアップをマルチアンビル高压装置に設置した様子。

カテゴリー：装置開発，BL12:高分解能チョッパー分光器 HRC
高分解能チョッパー分光器の近況

伊藤晋一¹，横尾哲也¹，佐藤節夫¹，川名大地¹，矢野真一郎²，佐藤卓³，
益田隆嗣³，吉澤英樹³

高エネルギー加速器研究機構¹，青山学院大学²，東京大学³

物質のダイナミクスを広いエネルギー運動量空間で研究するために，高分解能チョッパー分光器（High Resolution Chopper Spectrometer: HRC）を J-PARC/MLF の BL12 に建設し，昨年度までに，建設をほぼ終了した．中性子検出強度及びエネルギー分解能を測定し，限られた条件であるが，設計性能に一致することを確認した[1]．また，データ解析のため，計算機環境（DAQ システム）を HRC に導入した．HRC における中性子非弾性散乱実験において，検出された中性子のイベントデータを DAQ システムで処理し，一次元磁性体及び三次元磁性体の単結晶試料を用いた磁気励起の測定から，非弾性散乱スペクトルに変換して可視化を試みた[2]．2011 年 3 月 11 日に発生した大地震により，長尺検出器の損傷及び遮蔽体設置位置のずれ等の被害を受けた．遮蔽体位置の修正、ビームラインのアライメント、チョッパーの動作確認、真空排気系の動作確認を終えた．実験室内の遮蔽体等の仮置場の不足から、天井遮蔽体を移動せずに損傷した検出器を交換する方法を検討して、ビーム再開までには検出器の交換作業は完了する予定である．

参考文献：

- [1] S. Itoh, T. Yokoo, S. Satoh, S. Yano, D. Kawana, J. Suzuki, and T. J. Sato, Nucl. Instr. Meth. Phys. Res. A 631 (2011) 90.
[2] S. Yano, S. Itoh, S. Satoh, T. Yokoo, D. Kawana, and T. J. Sato, Nucl. Instr. Meth. Phys. Res. A 654 (2011) 421.

カテゴリー：物性物理, BL12:高分解能チョッパー分光器 HRC
一次元ハイゼンベルグ型反強磁性体における励起エネルギーの増大

伊藤晋一¹, 横尾哲也¹, 矢野真一郎², 川名大地¹, 田中秀数³, 遠藤康夫¹
高エネルギー加速器研究機構¹, 青山学院大学², 東京工業大学³

一次元ハイゼンベルグ型反強磁性体 CsVCl_3 ($S = 3/2$), CsVBr_3 ($S = 3/2$), CsCrCl_3 ($S = 2$), CsNiCl_3 ($S = 1$) の磁気励起の分散関係 $E(q)$ 及び磁気逆相関長の温度変化 $\kappa(T)$ をパルス中性子非弾性散乱実験で測定し, 量子効果に起因する励起エネルギーの増大を検出した. $S = 1/2$ の一次元ハイゼンベルグ型反強磁性体では, 量子効果のために, 基底状態はネール状態よりもエネルギーの低い状態であり[1], そのため, 励起エネルギーは古典論に対して R 倍 ($R = \pi/2$) に増大する[2]. さらに大きなスピン量子数 S を持つ系に対して, この研究で R の値を決定した. ゾーン境界での磁気励起のエネルギーは $E_{\text{ZB}} = 4SRJ$ と表わされるので, 中性子非弾性散乱実験では積 RJ が測定されるが, R の値を決定するためには, 別の方法で交換相互作用定数 J の値を決定する必要がある. 静的相関関数 $S(q)$ は動的構造因子 $S(q, \omega)$ をエネルギーで積分したものであり, $S(q)$ から磁気逆相関長 κ を求めることができる. 各 S の値に対する量子論に基づく計算により $\kappa(T)$ が理論的得られているので[3], $\kappa(T)$ から J を決定することができる. 従って, パルス中性子非弾性散乱実験のみで R の値を決定することができる. 得られた R の S 依存性は量子モンテカルロ法による理論計算の結果[4]と一致した. 本研究では, CsVCl_3 ($S = 3/2$) の中性子非弾性散乱実験を, J-PARC/MLF の BL12 に設置された高分解能チョッパー分光器 (HRC) を用いて行なった.

参考文献：

- [1] H. A. Bethe, Z. Phys. 71 (1931) 205.
- [2] J. des Cloizeaux and J. J. Pearson, Phys. Rev. 128 (1962) 2131.
- [3] N. Hatano and M. Suzuki, J. Phys. Soc. Jpn. 62 (1993) 1346.
- [4] S. Yamamoto, Phys. Rev. Lett. 75 (1995) 3348.

カテゴリー：BL12

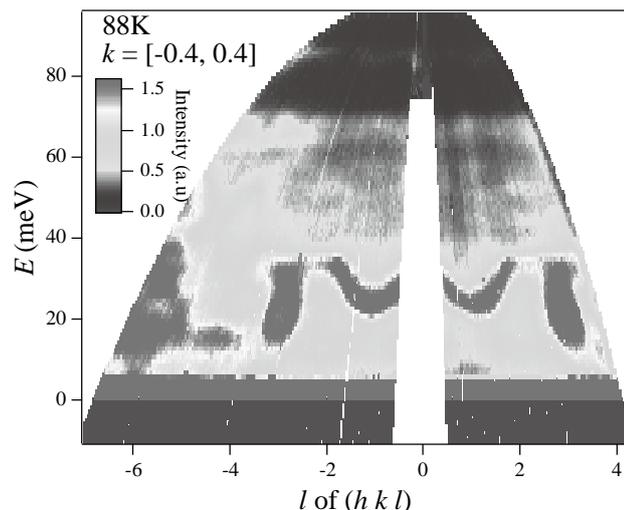
YVO₃における軌道波の検出

川名大地*, 村上洋一, 横尾哲也, 伊藤晋一, A.T. Savich¹, G.E. Granroth¹,
池内和彦², 中尾裕則, 岩佐和晃³, 福田龍一郎⁴, 宮坂茂樹⁴, 田島節子⁴,
石原純夫³, 十倉好紀^{5,6,7}

KEK 物構研, ORNL-NSSD¹, 総合科学研究機構², 東北大院理³,
阪大院理⁴, 理研 CERG & CMRG⁵, 東大院工⁶, ERATO⁷

YVO₃ は低温で複雑な軌道秩序および磁気秩序を示す[1]。それぞれ G 型、C 型とよばれる軌道および磁気秩序が同時に出現する相において、大きな軌道のゆらぎの存在が示唆されている。また、強い 1 次元的なスピン-軌道相関[2]に起因する c 軸方向に沿った分散関係と、軌道角運動量に対する相関関数に基づいた散乱断面積が理論計算によって示されている[3]。我々は G 型軌道秩序相における軌道の集団励起である軌道波の観測を目指した中性子非弾性散乱実験を米国 SNS の高分解能チョッパー分光器 SEQUOIA にて行った。

図は G 型軌道秩序相における励起スペクトルである。35meV 以下の領域ではっきり現れている励起は常磁性相で消失したためマグノン励起と考えられる。これは過去の報告[2]で観測されているものより高いエネルギーに達していることがわかった。一方このマグノン励起の他にいくつか弱い励起も観測されており、これらが軌道波励起によるものかどうか判断するための精密な解析をすすめている。本発表ではその詳細を議論したい。



参考文献

[1] S. Miyasaka *et al.*, Phys. Rev. B **73**, 224436 (2006). [2] C. Ulrich *et al.*, Phys. Rev. Lett. **91**, 257202 (2003). [3] S. Ishihara, Phys. Rev. B **69**, 075118 (2004).

カテゴリー：BL14

冷中性子ディスクチョッパー型分光器 AMATERAS の現状

中島健次^{1*}、河村聖子¹、菊地龍弥¹、中村充孝¹、梶本亮一²、稲村泰弘¹、
高橋伸明¹、相澤一也¹、鈴谷賢太郎¹、柴田薫²、中谷健¹、曾山和彦¹、
田中浩道¹、岩橋孝明¹、神原理¹、伊藤幸弘¹、加倉井和久³、

Ruep E. Lechner⁴、Ferenc Mezei⁵、新井正敏¹

J-PARC センター¹、総合科学研究機構²、日本原子力研究開発機構³、

Helmholtz Centre Berlin⁴、Hungarian Academy of Sciences⁵

AMATERAS は、パルス整形チョッパーを装備するユニークなディスクチョッパー型分光器である。2009 年春に完成し、同年 12 月より一般の利用を開始して以来、装置は順調に稼働し、冷中性子領域を中心とした非弾性散乱、及び、準弾性散乱の多くの測定に用いられている。今回の発表では、震災の影響を含めた AMATERAS の現状を、震災前までに得られた最新の成果の例と合わせて報告する。



Fig. 1 AMATERAS

参考文献：

- [1] K. Nakajima, S. Ohira-Kawamura, T. Kikuchi, M. Nakamura, R. Kajimoto, Y. Inamura, N. Takahashi, K. Aizawa, K. Suzuya, K. Shibata, T. Nakatani, K. Soyama, R. Maruyama, H. Tanaka, W. Kambara, T. Iwahashi, Y. Itoh, T. Osakabe, S. Wakimoto, K. Kakurai, F. Maekawa, M. Harada, K. Oikawa, R. E. Lechner, F. Mezei, M. Arai, *J. Phys. Soc. Jpn.* **80**, Suppl. B, SB028 (2011).
- [2] K. Nakajima, M. Nakamura, R. Kajimoto, T. Osakabe, K. Kakurai, M. Matsuda, N. Metoki, S. Wakimoto, T. J. Sato, S. Itoh, M. Arai, K. Yoshida and K. Niita, *J. Neutron Res.* **15** (2007) 13-21.
- [3] 中島健次, 河村聖子, 波紋, **20** (2010) 49-53.

カテゴリー：BL14:冷中性子ディスクチョッパー型分光器 アマテラス

二量体生成消滅過程を持つ分子液体 Se_2Br_2 の動的構造解析

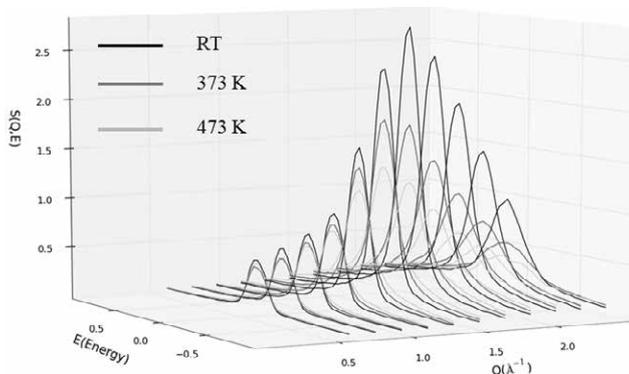
島倉宏典^{1,2*}, 川北至信², 稲村泰弘², 菊地龍弥², 上野広樹^{1,2},
中村充孝², 中島健次², 河村聖子², 柴田薫³, 新井正敏², 武田信一¹
九州大学院理学府¹, J-PARC センター², CROSS³

セレンと臭素の混合系は 1:1 組成で非常に融点が低くなる共晶型の相図を示す。同組成において、セレンは 2 配位鎖状構造を有し、臭素がその終端に結合して、**Br-Se-Se-Br** の形で分子を形成すること、隣接 2 分子間に **Se-Se** 軸を平行にする配向相関があることが中性子回折実験の結果からわかっている[1]。近年同類の液体 Se_2Cl_2 の Ab-initio MD 計算により、**Se-Se** 軸間の分子間ポテンシャルが 3.5 Å という極端に近い位置に極小をもつモデルがあると指摘されている[2]。

今回我々は、 Se_2Br_2 の動的構造を明らかにするため、液体 Se_2Br_2 の中性子準弾性散乱の温度変化を J-PARC/ MLF のパルス中性子を用いて、エネルギー分解能に優れた冷中性子ディスクチョッパー型分光器(AMATERAS, BL14)で測定した。測定はマルチ E_i 法で行い、入射エネルギーは $E_i=41.8, 7.7, 3.1$ meV である。図に $E_i=7.7$ meV を用いて測定した液体 Se_2Br_2 の $S(Q,E)$ の温度変化を示す。各 Q 位置における $S(Q,E)$ は配向相関と関係している速いモードと分子の並進運動に対応する遅いモードを示す二つのローレンツ関数の足し合わせで再現できることが分かった[3]。 $E_i=41.8$ meV を用いて得られた $S(Q,E)$ の高波数側には分子内のダイナミクスを捉えていること、 $E_i=3.1$ meV の $S(Q,E)$ ではさらに遅いモードが含まれていることが分かった。本講演では、各ダイナミクスについて詳細に解析した結果を報告する。

参考文献：

- [1]K. Maruyama et al; J. Phys. Soc. Jpn. 60 (1991) 3032
- [2]A. Koga et al; J. Phys. Soc. Jpn. 78 (2009) 074601-1
- [3]H. Shimakura et al; J. Phys.: Conf. Ser. (*in printing*)



$E_i=7.7\text{meV}$ で測定された液体 Se_2Br_2 の $S(Q,E)$ の温度変化

カテゴリー：物性物理、BL14

分子性導体における磁気励起の観測に向けて

河村聖子^{1*}, 中島健次¹, 稲村泰弘¹, 菊地龍弥¹, 谷口弘三²
J-PARC センター¹, 埼玉大学大学院理工学研究科²

分子性導体の物性研究は今日まで盛んにおこなわれている。中でも、常圧あるいは圧力下で発現する超伝導に対する磁性の寄与は、最大の関心のひとつである。このような研究に対し、チョッパー分光器を用いた中性子非弾性散乱による磁気励起の観測が有効な手段であるが、多くの分子性導体の場合、単結晶サイズが微小であることや、非弾性散乱に耐えうるだけの試料の量産がきわめて困難であることにより、ほとんど測定がおこなわれていない。最近、谷口らは、分子性導体 β' -(BEDT-TTF)₂ICl₂ に対し巨大な (数 mm) 単結晶の作製に成功した[1]。この系は、8.2GPa の静水圧下、 $T_c = 14.2$ K 以下で超伝導を示し[2]、常圧では 22K 以下で反強磁性秩序を示す[3,4]。我々は、分子性導体における磁気励起観測に向けた第一歩として、BL14 アマテラスを用いてこの系の中性子散乱測定をおこなった。結晶の 2 次元面に垂直な[100]方向において、結晶のブラッグ回折が明瞭に観測された。一方、BEDT-TTF 二量体上に広く分布したスピンにより、磁気形状因子は散乱ベクトル Q に対し急激に減少するため、今回の測定条件では磁気ブラッグ回折シグナルを観測することはできておらず、次回ゾーンを変えて測定する予定である。

参考文献：

- [1] H. Taniguchi *et al.*, J. Low Temp. Phys. **142**, 437 (2006).
- [2] H. Taniguchi *et al.*, J. Phys. Soc. Jpn. **72**, 468 (2003).
- [3] M. Tokumoto *et al.*, Synth. Met. **19** (1987) 215.
- [4] K. Yoneyama *et al.*, Synth Met. **86** (1987) 2029.

Low-energy dynamics in silicate glasses

K. Suzuya¹, M. Nakamura¹, K. Nakajima¹, S. Kohara², T. Kikuchi¹, S. Ohira-Kawamura¹,
Y. Inamura¹, M. Inui³, S. Hosokawa⁴, K. Shibata¹, S. Tsutsui² and A.Q.R. Baron²

¹*J-PARC Center, Japan Atomic Energy Agency, Tokai, Naka, Ibaraki 319-1195, Japan*

²*Japan Synchrotron Radiation Research Institute, Sayo, Hyogo 679-5198, Japan*

³*Hiroshima University, Higashihiroshima, Hiroshima 739-8521, Japan*

⁴*Hiroshima Institute of Technology, Hiroshima, Hiroshima 731-5193, Japan*

The origin of low energy dynamics termed Boson peak in glasses has long been controversial and hence it is necessary to reveal the relationship between glass structure and low energy dynamics. Inelastic neutron scattering (INS) using time-of-flight chopper spectrometer with a pulsed neutron source is a very powerful tool for the investigation of excitations in glasses [1]. We discuss the relationship between the low energy excitations of silicate glasses (SiO_2 and PbO-SiO_2) from $S(Q,E)$ maps obtained by time-of-flight measurements at AMATERAS spectrometer J-PARC [2] and the structure on the basis of large atomic configuration derived from reverse Monte Carlo (RMC) modelling employing neutron and x-ray diffraction data with special focus on ring statistics, cavity volume, and connectivity of short-range structural units (polyhedra) [3-5]. Furthermore, by using a combination of INS and inelastic X-ray scattering (IXS) measurements at BL35XU SPring-8, we discuss the reason for discrepancy in low energy dynamics between strong glass former (SiO_2) and binary glass (PbO-SiO_2) in detail.

References

- [1] M. Nakamura, M. Arai, Y. Inamura, and T. Otomo, *Phys. Rev. B* **67**, 064204 (2003).
- [2] M. Nakamura, K. Nakajima, Y. Inamura, S. Ohira-Kawamura, T. Kikuchi, T. Otomo, and M. Arai, *J. Atom Indonesia* **36**, 115 (2010).
- [3] S. Kohara and K. Suzuya, *J. Phys: Condens. Matter* **17**, S77 (2005).
- [4] S. Kohara, H. Ohno, M. Takata, T. Usuki, H. Morita, K. Suzuya, J. Akola, and L. Pusztai, *Phys. Rev. B* **82**, 134209 (2010).
- [5] S. Kohara, J. Akola, H. Morita, K. Suzuya, J. K. R. Weber, M. C. Wilding, and C. J. Benmore, *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*, **105**, 7925 (2011).

カテゴリー：3BL14

AMATERAS を用いたプロパノール水溶液の中性子準弾性散乱

中田克¹, 大野哲史², 丸山健二^{3*}

物性研究所 東京大学¹

大学院自然科学研究科 新潟大学²

理学部 新潟大学³

1-プロパノール(1-PrOH)と水は、任意の組成、温度で一様に混合することができる。しかし、X線や中性子小角散乱測定により、分子レベルでは大きな組成ゆらぎが観測されている。また、1-PrOH水溶液にKClなどの塩を少量添加すると組成ゆらぎが増大し、液-液相分離が誘起されることが知られている。

本研究では水分子の中性子準弾性散乱(QENS)を測定することにより、相分離近傍での水分子の緩和ダイナミクスを調べることを目的とした。低温あるいは塩添加の条件下では水分子の緩和が遅く、より高いエネルギー分解能が必要である。そこで、MLFに新設された冷中性子ディスクチョッパー型分光器(AMATERAS)を用いてQENS測定を試みた。

測定は、純水(W)、1-PrOH水溶液($x = 0.17$; WP)、およびKClを添加した1-PrOH水溶液($c_{KCl} = 0.022$, $x = 0.17$; WPK)の3試料を268、283、298Kの3温度で行った。試料WPKは約303Kで相分離する組成であり、相分離線直下での測定を行っている。試料セルはAl製2重円筒セルを用いた。測定に用いた入射中性子エネルギーは1.69、3.13、7.73meVである。得られた動的散乱因子 $S(Q,E)$ をKohlausch-Williams-Watts関数を用いて解析し(Fig. 1)、各条件下での水分子の緩和時間を求めた。今後は緩和時間や伸長指数の温度変化を解析し、塩添加による相分離現象をダイナミクスの観点から議論することを検討する。

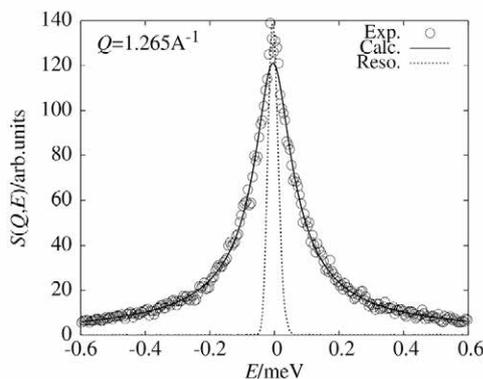


Fig. 1 298Kにおける塩添加1-プロパノール水溶液の $S(Q,E)$

その他, BL14, 解析技術

準弾性散乱のモデルフリーな解析法の水への適用

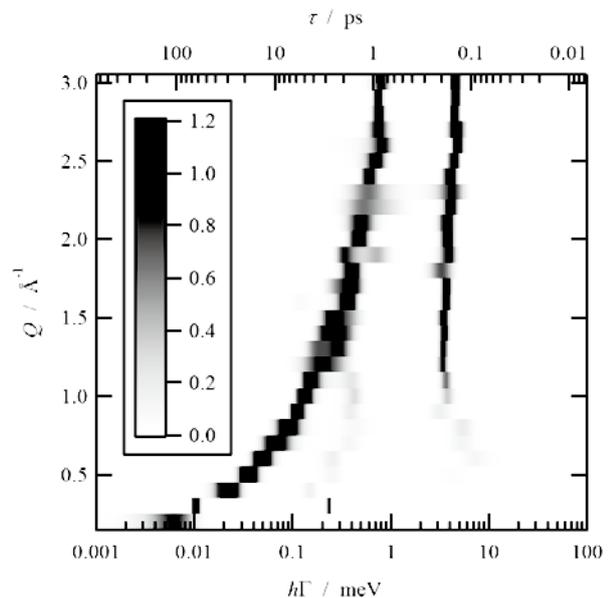
菊地 龍弥^{1*}, 中島 健次¹, 河村 聖子¹, 稲村 泰弘¹, 山室 修², 古府麻衣子²
J-PARC センター¹, 東大物性研²

前回、新しく開発した準弾性散乱の解析法について報告した。その中で、新しい解析法は、従来のモデル依存性の強い解析法と異なるモデルフリーな解析であり、実際の実験データに適用可能であることを示した。その解析法では、準弾性散乱は指数関数的な緩和の集合であると仮定し、動的構造因子 $S(Q, \omega)$ を

$$S(Q, \omega) = A(Q)\delta(Q) + \int B(Q, \Gamma) \frac{1}{\pi} \left[\frac{\Gamma}{\omega^2 + \Gamma^2} \right] d\Gamma.$$

と記述する。この式における、Lorentz 関数の半値半幅 Γ に対する強度分布である $B(Q, \Gamma)$ を計算することがこの解析法の目的である。 Γ は緩和時間と対応するので、 $B(Q, \Gamma)$ は緩和時間に対する強度分布と同じ意味を持つ。

今回は、水の実験結果に解析法を適用した結果、どこまでの解析が可能であったか、および、水の拡散について新しく判明した事実を詳細に報告する。図は室温の H_2O について解析した結果である。色で $B(Q, \Gamma)$ の強度を表している。この図から複数の緩和の存在およびそれらの Q 依存性を容易に見出すことができる。この結果の場合、左側の遅い成分、右側の速い成分とそれらの中間にも弱い成分が存在する。過去の研究などから、遅い成分は並進拡散にあたり、速い成分は回転拡散にあたりと考えられる。対して、中間的な成分はこの解析法により初めて見つかったものであり、クラスターなどで制限された運動であると考えられる。今回はそれらの成分に対してさらに解析を行い、それぞれの成分の詳細について報告する。



カテゴリー : 1-15

Development of the small- and wide-angle neutron scattering instrument
TAIKAN of J-PARC

J. Suzuki^{1,2}, S. Takata¹, T. Shinohara¹, T. Oku¹, T. Nakatani¹, Y. Inamura¹, T. Tominaga¹,
K. Suzuya¹, K. Aizawa¹, M. Arai¹, T. Otomo¹, H. Iwase², K. Ohishi², T. Ito², H. Kira²,
and M. Sugiyama³

¹Neutron Science Section, J-PARC Center, Tokai, 319-1195, Japan

²Research Center for Neutron Science and Technology, CROSS, Tokai, 319-1106, Japan

³Research Reactor Institute, Kyoto University, Kumatori, 590-0494, Japan

The time-of-flight small- and wide-angle neutron scattering instrument TAIKAN has been developed at the spallation neutron source of the Materials and Life Science Experimental Facility (MLF) in J-PARC. TAIKAN is designed to cover wide q -range ($q = 5 \times 10^{-4} \sim 15 \text{ \AA}^{-1}$) simultaneously by using neutrons in broad wavelength bandwidth of about 0.4~8 Å produced from a coupled supercritical hydrogen moderator for not only microstructural analysis but also nanostructural analysis. The detector system is composed of small-, medium-, and high-angle detector banks and a backward detector bank with arrays of one dimensional ³He position sensitive detectors and a high-resolution area detector with spatial resolution of about 0.5 mm set at the center of the small-angle detector bank. So far, a shield of the beam line, three disk choppers, optical devices of supermirror guide tubes, slits, and collimators, a sample stage, a scattering chamber, small-, medium-, high-angle detector banks have been installed. On these detector banks one dimensional ³He position sensitive detectors (about 850 pieces) have been already installed. Data acquisition and analysis system has been also developed.

The beam commissioning of TAIKAN was unfortunately interrupted by the big earthquake, but the commissioning will be resumed in January of 2012 and user program will start in March of 2012 after the commissioning.

In this presentation, we show the status and operation plan of TAIKAN.

カテゴリー：BL15:大強度型中性子小中角散乱装置 大観

BL15 大観の性能およびソフトウェア開発

高田慎一^{1*}、鈴木淳市^{1,4}、篠原武尚¹、中谷健¹、稲村泰弘¹、伊藤崇芳⁴、
奥隆之¹、大石一城⁴、岩瀬裕希⁴、富永大輝¹、大友季哉²、杉山正明³、
相澤一也¹、鈴木賢太郎¹、新井正敏¹

J-PARC センター 日本原子力研究開発機構¹、

J-PARC センター 高エネルギー加速器研究機構²

粒子線基礎物性研究部門 京都大学原子炉実験所³

東海事業センター利用研究促進部 総合科学研究機構 (CROSS)⁴

J-PARC 物質・生命科学実験施設の BL15 に設置された中性子小中角散乱装置「大観」は、 $\lambda=0.5 \sim 8$ [Å]の波長領域を用いて、散乱ベクトル約 $q = 0.002$ から 10 [Å⁻¹] (散乱角 $<50^\circ$)までの幅広い空間領域の測定が可能となり、物質の形態から原子構造レベルまでの構造情報を一挙に取得できる装置となる。検出器配置は小角、中角、高角、背面検出器バンクに分かれており、検出器の総数は約 2400 本 (現在、約 1/3 設置済み) となる。そのため、取得されるデータは膨大な量のデータとなることから、容易にデータリダクションおよび補正などが行なえるデータ解析ソフトウェアの開発が必要である。本発表では、大観の装置性能を紹介する共に、解析用ソフトウェアの開発の現状について報告する。Fig.1 に解析用ソフトウェアの結果表示画面を示す。全検出器バンクのデータを 1 画面で表示している。

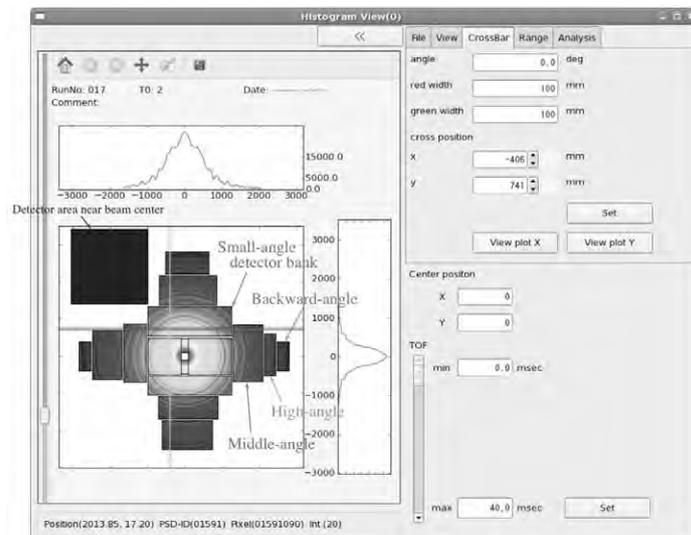


Fig.1 開発中の大観の解析ソフトウェアの GUI 画面

カテゴリー : A7, BL15

ソフトマターの大観を用いた中性子散乱研究
-高強度ダブルネットワークゲルを例に-

富永大輝^{1*}, 鈴木淳市², 高田慎一¹, 篠原武尚¹, 奥隆之¹, 中谷健², 稲村泰弘²,
鈴谷賢太郎¹, 相澤一也¹, 新井正敏¹, 大友季哉³, 岩瀬裕希², 大石一城²,
伊藤崇芳², 吉良弘², 杉山正明⁴

J-PARC センター 日本原子力研究開発機構¹,
総合科学研究機構 (CROSS) 東海事業センター²

J-PARC センター 高エネルギー加速器研究機構³
京都大学 原子炉実験所⁴

生命科学で取り扱う材料は、細胞や組織などのように多くの場合、含水ソフトマターである。これらソフトマターの持つ特異性に迫るために、ハイドロゲルなどを用いて今日多くの研究が行われている。その特異性の中で、ハイドロゲルの機械強度に着目した研究が報告されている[1]。いずれも系内には90%以上の含水率にも関わらず、20-30倍に延伸可能なもの、あるいは、 1t/cm^2 ~の荷重に耐えることができる材料である。ダブルのネットワーク (DN) ゲルはこれら高強度ゲルの1つで、相互侵入網目構造を持っている。

コントラストマッチング法により、DNゲル内の個々のネットワーク構造を小角散乱法を用いて ($10^{-4} < q < 0.1 \text{Å}^{-1}$) [2]) 詳細に評価することにより、 $1.5\mu\text{m}$ という巨大なサイズのエネルギー散逸系を有していることが初めて明らかになった。このようにソフトマターには、幅広い空間スケールの構造を評価出来る測定装置が必要である。この点で現在建設中のJ-PARCの「TAIKAN(BL15)」は最良である。現在、我々はソフトマター研究に合わせた環境設備等を準備している。

参考文献 :

[1] Y. Okumura, et al, *Adv. Mat.*, **13**, 485 (2001)., K. Haraguchi, et al, *Adv. Mat.*, **16**, 1120 (2002)., J. P. Gong, et al, *Adv. Mat.*, **15**, 1155 (2003)., T. Sakai, et al, *Macromolecules* **41** 5379 (2008)., Q. Wang, et al, *Nature* **463**, 339 (2010).

[2] T. Tominaga, et al., *Polymer* **48**, 7449 (2007)., T. Tominaga, et al., *J. Phys. Chem. B* **112**, 3903 (2007)., T. Tominaga, et al., *J. Phys. Chem. B* **112**, 8024, (2008)., T. Tominaga, *Macromolecules*, **42**, 1293 (2009).

カテゴリー：BL16

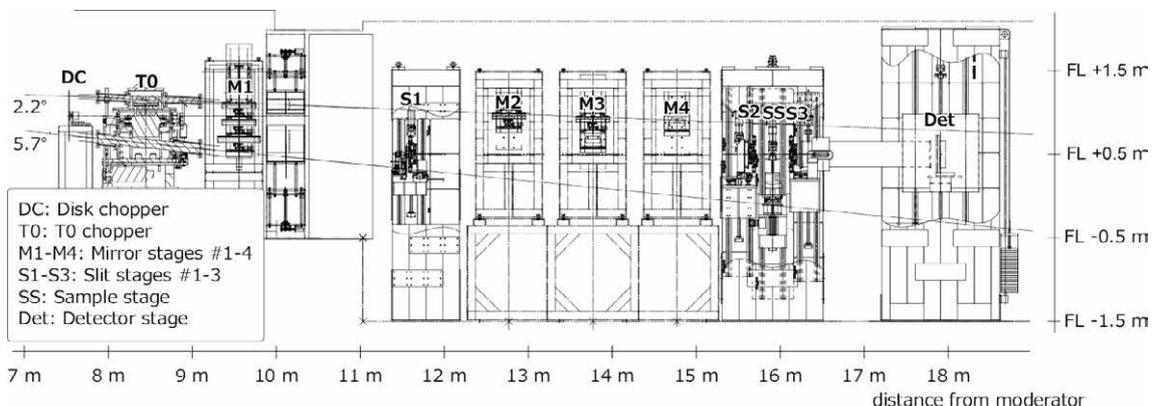
試料水平型中性子反射率計 SOFIA

山田悟史¹, 御田村紘志^{2,3}, 鳥飼直也⁴, 下ヶ橋秀典¹, 瀬戸秀紀¹,
杉田宰⁵, 古坂道弘⁵, 小田達郎⁶, 日野正裕⁶, 高原淳^{2,3}
KEK¹, JST/ERATO², 九州大学³, 三重大⁴, 北海道大学⁵, 京都大学⁶

J-PARC MLF の BL16 は試料水平型の中性子反射率計用に設計されたビームラインで、結合型液体水素減速材で発生した冷中性子を用いて試料表面における中性子反射率の測定を行う。このビームラインの特徴は水平より下向きに 2.22 度と 5.71 度の角度で導かれていることで、液体表面のように傾けることのできない自由界面試料に対しても、その表面に中性子を斜入射することが可能である。

我々は 2008 年 9 月より、KENS の ARISA 反射率計を BL16 へ移設を始め、12 月にはビームの受け入れを開始した。2009 年の夏にはディスクチョッパー、および光学ミラー架台を設置、同 12 月に 2 次元検出器を導入した。これにより 2009 年の下半期から本格的な反射率測定が可能となり、ユーザーへの供用も開始した。その後、2010 年夏に遮蔽体の補強工事と T0 チョッパー、偏極ミラーを設置、12 月には JST/ERATO 高原プロジェクトとの共同で旧 ARISA の入れ替えを行った。これにより、反射率計として当初予定していた建設はほぼ完了したため、装置名をソフト界面解析装置(SOft Interface Analyzer: SOFIA)へと変更した。

当日の発表では、アップグレードの詳細と装置の現状について発表する予定である。



カテゴリー：その他

(要旨名) MPPC を用いた中性子位置敏感型検出器の開発

(著者) 佐藤節夫*, 坂口将尊, 瀬谷智洋, 武藤豪

(所属機関) J-PARC センター 高エネルギー加速器研究機構

KEK の中性子科学研究施設 (KENS) では、KENS-DAQ グループが発足し、J-PARC・物質生命科学実験施設 (MLF) の多くの中性子実験装置で使用されるハードウェアとソフトウェアの開発を行っています。その中の一つに MPPC (Multi-Pixel Photon Counter) を使用した中性子位置敏感型検出器 (MPSD) の開発に力を注いでいますのでご報告したいと思います。

現在までに 32cm 長 5mm 幅の MPSD で、軸方向に 2.8mm の位置分解能が得られるようになりました。中性子検出効率も、0.4mm 厚 Li/ZnS シンチレータを使用し、He3 ガス検出器に比べて 29% が得られています。データ処理回路としましては、NEUNET システム [1, 2, 3] が使用できます。He3-PSD 検出器と同様な出力形式にし、互換性を図っています。Fig. 1 が MPSD 基板を 8 枚組み合わせた検出器で、位置 2 次元検出器として使用できます。この他に、1mm 以下の位置分解能を目指した検出器も開発していて、BL16 (反射率計) に導入する予定です。

MPSD の測定原理、開発の進展の様子を紹介するとともに、皆様のご意見を伺いたいと思います。忌憚のないご意見をお聞かせください。

参考文献：

- [1] 中性子検出器読み出し回路システム、佐藤節夫、応用物理学会放射線分科会—放射線、Vol.36 No.3、2010 年 9 月号 p141~150
- [2] 中性子検出器のエレクトロニクス、佐藤節夫、日本中性子科学会—波紋、Vol. 20 No. 3、2010 年 8 月号 p241~244
- [3] Development of a readout system employing high-speed network for J-PARC、S. Sato, S. Muto, N. Kaneko, T. Uchida, M. Tanaka, Y. Yasu, K. Nakayoshi, E. Inoue, H. Sendai, T. Nakatani, T. Otomo、IPS08 Proceedings of International Symposium on Pulsed Neutron and Muon Sciences at J-PARC 2008、NIM A 600(2009)103-106



Fig. 1 MPSD 基板を 8 枚組み合わせた

カテゴリー：1

試料垂直型偏極中性子反射率計「写楽」(BL17)の始動

山崎 大^{1,3}, 武田全康^{3,1}, 林田洋寿¹, 丸山龍治¹, 曾山和彦^{1,3}, 久保田正人^{3,1},
朝岡秀人^{3,1}, 山崎竜也³, 坂佐井馨¹, 藤健太郎¹, 中村龍也¹, 山岸秀志¹,
及川健一¹, 中谷健¹, 稲村泰弘¹, 篠原武尚¹, 有馬寛¹, 金子耕士^{3,1},
吉田登⁴, 坂口佳史⁴, 水沢まり⁴, 伊藤崇芳⁴, 大原高志⁴, 平野辰巳⁵,
鈴谷賢太郎¹, 相澤一也¹, 神山崇², 新井正敏¹

J-PARC センター 日本原子力研究開発機構¹

J-PARC センター 高エネルギー加速器研究機構²

量子ビーム応用研究部門 日本原子力研究開発機構³,

総合科学研究機構(CROSS)⁴

日立製作所日立研究所⁵

J-PARC 物質・生命科学実験施設 (MLF) の BL17 で建設を進めてきた試料垂直型偏極中性子反射率計「写楽」が 2012 年よりいよいよ稼働を開始する。「写楽」は共用促進法に基づく一般施設共用装置であり、自由表面・界面以外であれば、金属・磁性薄膜、超電導薄膜、高分子膜、生体膜など様々な物質からなる薄膜の凝集構造、高次構造、中長距離秩序の解析だけでなく、表面・界面に特有な原子構造レベルの解析に利用することができる。

本装置の主な特徴は、ビームラインの上流部にパルス中性子用偏極素子・集光システムが設置され、容易に偏極・集光ビームを用いた実験が可能になること、さらに複数の種類の検出器を配置することにより、幅広い空間スケール（約 0.1nm ~数 μm ）において、基礎科学や産業応用に重要な多種多様な薄膜の構造解析が可能になることである。

ここでは、BL17「写楽」の仕様詳細とコミッショニングの現状について報告する。

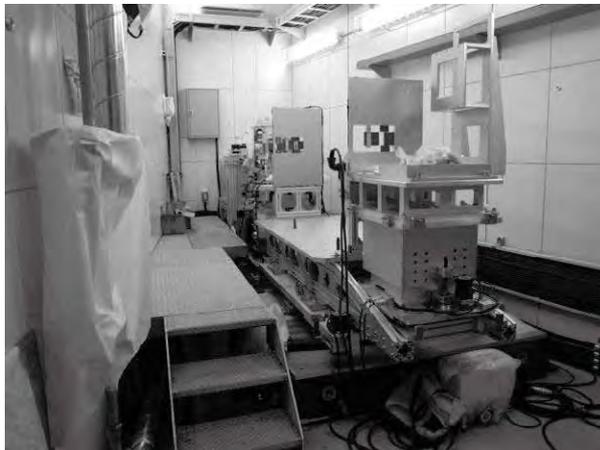


Fig.1 2011/12/7 時点の「写楽」分光器室内の様子。

カテゴリー：2, BL17

試料垂直型偏極中性子反射率計 (SHARAKU) における 光励起ダイナミクス測定の見通し

坂口佳史^{1*}, 吉田登¹, 水沢多鶴子¹, 鈴木淳市¹, 久保田正人², 武田全康²,
林田洋寿², 丸山龍治², 山崎大², 曾山和彦²

総合科学研究機構・東海事業センター¹, 日本原子力研究開発機構²

J-PARC 物質・生命科学実験施設 (MLF) の試料垂直型偏極中性子反射率計 (SHARAKU) [1,2] は、建設中であった 2011 年 3 月 11 日に東日本大震災に遭い、遮蔽体、光学機器の再設置が必要となったが、2011 年 12 月現在、これらの再設置作業はほぼ終了し、2012 年 2 月からの共用運転開始に向け着々と準備が進められている。中性子反射率計は、鏡面反射率測定により薄膜・多層膜の深さ方向の構造を分析するのに適した装置であるが、大強度パルス中性子源を用いた飛行時間法による測定を行う SHARAKU は、光照射によって薄膜表面の構造が変化して新しい多層膜構造を形成する場合、このダイナミクスをその場観察の方法で明らかにする上で大きく威力を発揮するものと期待される。MLF で採用されているイベントデータ取得システムは、この種の時分割測定を行う上で有効である。さらに、SHARAKU の有する GID (Grazing Incidence Diffraction) 測定オプションの使用で、光照射による面内構造の変化も明らかにすることが可能となる。特に、光照射によって表面近傍層のみの構造が変化する場合、斜入射反射光学系を用いることにより、変化した部分のみの構造変化が観測でき、正確な構造決定が期待できる。光励起による構造変化探索の試みは、光励起状態下での物質の新しい安定性を探る試みと言い換えることもでき、物性物理学における挑戦的課題である。さらに、光という時間的、空間的に制御可能な手法を用いて変化を誘起しているという点で応用上も極めて興味もたれる。このため我々は SHARAKU において光励起ダイナミクス測定を行うための環境整備を進めている。発表では、研究対象とする系の反射率シミュレーションの結果を示すとともに、入念な予備実験を行うために、CROSS がいばらき量子ビーム研究センターの利用者実験準備室に整備する実験環境について紹介する。

[1] M. Takeda, D. Yamazaki et al., submitted to a special issue of Chinese J. Physics.

[2] <http://www.cross-tokai.jp/ja/>

カテゴリー：5, BL17

(要旨名) Visual な中性子・X線反射率法の技術開発

(著者) 桜井健次^{1,2}、水沢まり³、Vallerie Ann Innis Samson²

(所属機関) 物質・材料研究機構¹、筑波大² 総合科学研究機構³

中性子およびX線反射率法は、薄膜・多層膜の深さ方向の散乱長密度分布を非破壊的に解析し、各層の膜厚や密度、表面・界面のラフネス等のパラメータを決定する方法である。数 $\sim 10\text{cm}^2$ (中性子)あるいは $\text{mm}^2\sim\text{cm}^2$ (X線)の均一試料を前提とすることが多かったが、最近では、試料内の個々の地点における層・界面構造の違いを visualize する技術への期待が高まっている。図に示すように、微小ビームを作り試料をXY走査する直接的な方法と相対的に広い面積を照射し画像再構成のアルゴリズムにより像を得る方法の大きく2つの道が考えられる。良好な平行性を保持しながら単位面積当たりの強度の強いビームを得ることが容易な場合は前者がよいが、中性子もしくは、実験室系や可搬型の低出力X線源の場合は、試料面に照射するビーム総面積を広くできる後者のアプローチが有望である。本発表では、画像再構成法による visual な反射率測定の原理、シミュレーション、初期的な実験結果とともに、直接法と比較した場合の得失を議論する。

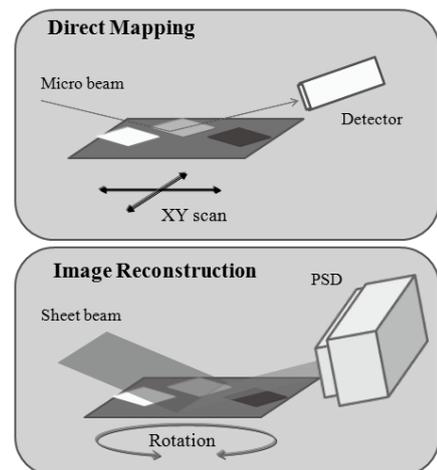


Fig. 1 Visual な反射率法の概念図

カテゴリー：1, BL18

J-PARC の新しい単結晶構造解析装置 SENJU の建設

及川健一^{1*}, 大原高志², 鬼柳亮嗣¹, 川崎卓郎¹, 田村格良¹, 金子耕士¹,
中村龍也¹, 坂佐井馨¹, 中尾朗子², 宗像孝司², 花島隆泰², 木村宏之³, 野田幸男³,
高橋美和子⁴, 清谷多美子⁵, 坂倉輝俊³, 新井正敏¹, 大嶋建一⁴

J-PARC センター 日本原子力研究開発機構¹,
東海事業センター 総合科学研究機構², 多元物質科学研究所 東北大学³,
数理物質科学研究科 筑波大学⁴, 薬学部 昭和薬科大学⁵

J-PARC/MLF の BL18 では、共用促進法に基づき、新しい単結晶構造解析装置 SENJU の建設が、平成 21 年度末より開始された。SENJU は、1MW において 0.5mm 角程度の単結晶試料を用いた実験を可能とし、中性子が得意とする複合特殊環境下での精密構造解析を目指す装置である。本装置成功の鍵を握る改良型大面積二次元検出器の仕様決定及び製作においては、MLF で稼働中の iBIX 用の二次元検出器開発で蓄積された技術・ノウハウを最大限活用した。SENJU は当初、平成 22 年度末に完成の予定であったが、東日本大震災により特に MLF 西側増設建家境界部における遮蔽体が、増設建家沈降に伴い大きな被害を受けた。増設建家復旧のために、一度据え付けた遮蔽体や検出器、ガイド管等をすべて撤去し、10 月より再インストールを開始している。装置建設終了後のオンビームコミッショニングは、平成 24 年春頃開始の予定である。

カテゴリー：BL19: 工学材料回折装置 匠

工学材料回折装置の復旧状況

ステファヌス ハルヨ*, 相澤一也, 阿部淳, 岩橋孝明
J-PARC センター 日本原子力研究開発機構 (JAEA)

工学材料回折装置（匠）は平成 23 年 3 月 11 日に起きた強大地震により非常に大きな被害を受けた。匠の分光器本体がある第 3 実験ホールは、ベータ基礎のため、強大地震により大きく揺れただけでなく物質・生命科学実験施設母屋に比べて約 14 cm 沈下した。そのため、建屋境界部にあるビームラインが大きく傾いてガイド管のアライメントが大きく崩れたとともに 4 m 分のガイド管端面が割れた。また、検出器架台の位置決めピンが外れて試料テーブルに接触したが、検出器及び試料テーブルは健全であった。

第 3 実験ホールには匠の他に BL18 の分光器本体及び BL20 のビームダンプが設置されているため、復旧作業は第 3 実験ホールの修復から行うこととなった。復旧手順は、遮蔽体を含めた装置全機器の撤去、第 3 実験ホール持ち上げ、装置全機器の再設置、再アライメント、調整と最後にコミッショニングである。

発表では、匠の震災被害、復旧方法、復旧状況等を報告する。

カテゴリー：BL19: 工学材料回折装置 匠

匠における集合組織測定システム開発の現状

伊藤崇芳^{1*}, ステファヌス・ハルヨ², 徐平光³, 阿部 淳²,
相澤一也², 秋田貢一³

東海事業センター 総合科学研究機構 (CROSS)¹

J-PARC センター 日本原子力研究開発機構 (JAEA)²,

量子ビーム応用研究部門 日本原子力研究開発機構 (JAEA)³

工業部品やその材料の性能評価・開発・研究に中性子回折法を用いることは、中性子の透過能を活かして材料内部の情報を得ることが可能という大きな利点がある。J-PARC 物質・生命科学実験施設 (MLF) の工学材料回折装置「匠」はこの種の測定を行うための装置であり、ひずみ・残留応力測定を中心に、これまで利用されてきた。

我々は、さらに匠の利用範囲を広げるために集合組織測定システムの開発を現在進めている。昨年度半ばから、測定試料を回転させるためのオイラークレール、測定データの処理・解析を行うソフトウェアを整備し、昨年度末には実際に匠での集合組織測定を行った。

測定では、JAEA/JRR-3 の中性子応力測定装置 RESA-2 で行った集合組織測定と同一の試料を用いた。解析結果から匠と RESA-2 で同様の結果が得られ、測定システムが十分に機能していることが確認できた。今後、今回の測定結果をもとに、より詳細に測定条件の検討を進めていく予定である。

カテゴリー：BL19: 工学材料回折装置 匠

中性子回折を用いたひずみ測定 of 岩石材料への展開

阿部淳^{1*}, 関根孝太郎², ステファヌスハルヨ¹, 伊藤崇芳³, 有馬寛⁴, 相澤一也¹

J-PARC センター 日本原子力研究開発機構 (JAEA)¹,

技術部開発技術課 石油天然ガス・金属鉱物資源機構 (JOGMEC)²,

東海事業センター 総合科学研究機構 (CROSS)³,

金属材料研究所 東北大学大学院⁴

プレートの移動により、地下の岩石中にはひずみが蓄積する。このひずみが限界に達し、解放されると、地震が発生する。高レベル放射性廃棄物の地層処分を実現するためには、地震発生メカニズムの解明や地下構造物建設時における岩盤の応力変化を把握することが必要であり、室内実験に基づく岩石中の応力ひずみ状態の解析が極めて重要な役割を持つ。

これまでの中性子回折を用いたひずみ測定は、金属材料を対象にしたものが主であったが、これを岩石試料へ展開する事を目指し、MLF の工学材料回折装置「匠」で岩石中の残留ひずみ測定および一軸圧縮下にある岩石のその場ひずみ測定を行っている。

残留ひずみ測定では、細粒な岩石中の中性子回折ピークを測定し、岩石試料内部からひずみ解析可能な中性子回折パターンが取得できるかを検討した。その結果、微小なゲージボリューム(2 x 2 x 2 mm)でも試料内部からのひずみ解析可能な中性子回折パターンが取得でき、さらには、試験片の方向に対してひずみの異方性が見られた。一方、一軸圧縮その場測定では、種々の岩石コア試料を用い、中性子回折法とひずみゲージからひずみ量を求めた。その結果、両者から求まるひずみ量に相違が見られ、岩種によっても異なるひずみ発生挙動を示した。これは、岩石材料に含まれる空隙の変形量が大きいため、岩石全体のバルクのひずみ量に比べて結晶中のひずみ量が小さくなるためと考えられる。

工学材料回折装置「匠」を用いて、中性子回折による岩石中のひずみ測定が可能になった。岩石中の残留ひずみからは、地下の応力状態を見積もるのに有益な情報が得られると期待され、岩石の圧縮試験からは、岩石の力学挙動・破壊挙動および地震発生メカニズムの解明に繋がる情報が得られると期待される。

カテゴリー：BL19: 工学材料回折装置 匠

工学材料回折装置での研究状況

相澤一也^{1*}, ステファヌス ハルヨ¹, 阿部淳¹, 伊藤崇芳², 有馬寛¹, 岩橋孝明¹
J-PARC センター 日本原子力研究開発機構 (JAEA)¹,
東海事業センター 総合科学研究機構 (CROSS)²,

工学材料回折装置（匠）は材料工学及び機械工学における基礎研究及び応用研究を促進するための中性子回折装置である。匠は平成 21 年度より本格的な供用を開始した。ユーザーの要望に応えるように様々な試料周辺環境装置の開発及びソフトウェアを含めた実験手法等の開発は平成 22 年度以降の課題である。

平成 22 年度中に実施した課題を次に示す。一般課題は 23 件（その内の 6 件は産業利用）、プロジェクト課題は 2 件（「実用超伝導材料のひずみ特性」及び「超高压下中性子回折の開発」）、装置課題は 1 件及び非公開課題は 1 件である。匠でのマシンタイムは約 56%が一般課題及び非公開課題に消費された。

発表では平成 22 年度に実施した研究及び高度化のハイライトを紹介する。

- ひずみ測定へのマルチピーク解析の応用（Z-Rietveld 応用）
- 先端材料の開発
- 超高压下中性子回折の開発
- 岩石材料の変形挙動
- 高温変形中のその場観察
- 集合組織測定の開発
- 超伝導導体内部ひずみと超伝導特性への影響

カテゴリー： 材料工学

In situ neutron diffraction and scattering during nano-bainitic transformation

W.Gong^{1,2*}, Y.Tomota¹, H.Nishijima¹, S.Harjo², K.Aizawa², T. Ishigaki¹, J.Suzuki³

¹ Ibaraki University

²J-PARC Center, Japan Atomic Energy Agency

³ Comprehensive Research Organization for Science and Society

Up to now, it has long been an argument whether the bainite transformation belongs to martensitic or diffusional transformation. A ‘nano-bainite’ steel with an extremely slow transformation speed shows an advantage to study transformation behavior using *in situ* measurement technology [1]. In the present work, *in situ* time-of-flight (TOF) neutron diffraction and small angle neutron scattering (SANS) were employed to evaluate the bulky average information and quantitatively investigate the kinetic of bainite transformation and carbon diffusion during transformation.

The *in situ* neutron diffraction during bainite transformation was carried out with the TOF neutron diffractometer TAKUMI and iMATERIA at Japan Proton Accelerator Research Complex (J-PARC), and the *in situ* small angle neutron scattering was carried out with SANS-J II at JRR-3.

Fig.1 presents the changes of whole neutron diffraction profile detected by the BS bank ($2\theta=155^\circ$) of iMATERIA during bainite transformation. With the increase of holding time, the intensity of bainitic ferrite peak increases, while the austenite intensity decreases. In the 3D color map of the evolution of $(110)_{\text{BCC}}$ and $(111)_{\text{FCC}}$ peaks, the peak shift in austenite caused by carbon diffusing can be observed. Details about the quantitative phases fraction and carbon diffusion behaviors during bainite transformation obtained from the in-situ neutron diffraction and SANS experiments will be compared and discussed at the presentation.

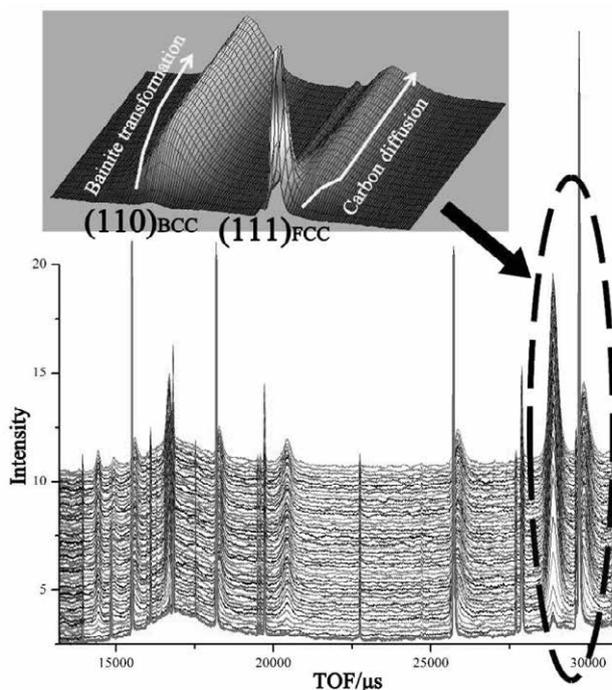


Fig.1 Changes of neutron diffraction profiles during bainite transformation.

Reference : [1] M-S. Koo, P.G. Xu, Y. Tomota, Scripta Mater. 61 (2009) 797.

カテゴリー：A-1, B-BL20

多試料に対する自動試料交換搬送機構

星川晃範^{1*}, 石垣徹¹, 米村雅雄², 神山崇², 岩瀬謙二¹,

ディア・スリステリアニティアス¹, 林眞琴³

茨城大学 フロンティア応用原子科学研究センター¹,

J-PARC センター 高エネルギー加速器研究機構², 茨城県³

J-PARC の BL20 に設置されている茨城県材料鉍構造解析装置(iMATERIA)は高スループット粉末中性子回折装置であり、1MW における 1 つの試料に対する測定時間は 5~10 分程度と見積もられている。そこで、大量の試料を管理できる試料交換搬送機構が必要となった。我々は、iMATERIA 専用の試料交換搬送機構を製作した。我々の試料交換搬送機構は一度に最大 672 個の試料をセットすることができ、さらに測定の際中に試料交換をすることで、原理的には、半永久的に測定を行い続けることが可能である。試料ホルダーは専用開発されたつば付きバナジウムホルダーを使用し、これに専用の IC タグを取り付けて試料の管理を行っている。試料ホルダーは、遮蔽体の上に設置されている試料保管庫に最大 4 個ずつ入庫することができ、試料真空槽と直結された小さな真空槽で真空引き等の圧力調整を行った後、試料真空槽内へ搬送される。このとき最大 12 個の試料を試料真空槽内へ搬送できる。12 個の試料の中でランダムに測定する順番を決めることができ、ビーム照射位置に対する試料の高さ、試料の回転等を試料毎に設定することができる。測定終了後には反対に試料真空槽内から一度小さな真空槽へ移動し、ゲートバルブにて隔離された後、大気圧まで圧力を調整した後、試料保管庫へ搬送される。試料保管庫からは、特定の試料を指定することにより最大 4 個ずつ保管庫から搬出することができる。平成 22 年 10 月より、DAQ と連動した自動測定を行っている。我々はこの大量の試料をセットすることができる試料交換搬送機構に関して現状報告を行う予定である。



Fig. 1. 自動試料交換搬送機構

カテゴリー：***

iMATERIA を用いた機能性材料の結晶構造と物性に関する研究

石垣徹, 星川晃範, 岩瀬謙二, ディアスリスニンティアス
茨城大学 フロンティア応用原子科学研究センター

茨城県は、J-PARC を核として、中性子の産業利用を先導するため、J-PARC の物質・生命科学実験施設中性子源に県独自に中性子ビーム実験装置（茨城県材料構造解析装置（iMATERIA））の設置を行っている。iMATERIA は汎用型中性子回折装置であり、減速材-試料間距離を 26.5m とすることで、背面バンクで、0.18 ~ 2.5 (5.0) Å の領域で、 $\Delta d/d \sim 0.16\%$ を実現しており、低角バンク、小角バンクにより、 $d \sim 80$ nm までの広い d 領域の測定が可能である。中性子源の強度が 120kW の現時点では、1g 強程度の試料を用いて、背面バンクを用いて 30 分程度で 1 測定が出来るようになっている。中性子源の強度が 1MW に到達した場合、試料量を実験室 X 線と同程度の試料で 5 分程度で測定できるようになる。背面バンクに加えて、90 度バンク、低角バンクのデータ等についても測定が可能となっている。そのようなデータについても講演で紹介する予定である。茨城県材料構造解析装置は高スループット回折装置として考えられており、試料交換機構の設置や、解析コードの整備も併せて行われている。

本発表では、装置の概略に加えて、iMATERIA を用いて進められている機能性材料の構造と物性に関する研究の紹介等を行う予定である。

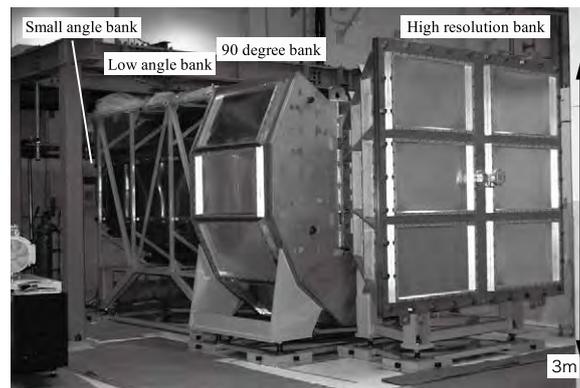


Fig. 1 茨城県材料構造解析装置（iMATERIA）

カテゴリー：BL20 茨城県材料構造解析装置 iMATERIA

中性子回折による Li 含有ガーネット型固体電解質
 $\text{Li}_{7-x}\text{La}_3\text{Zr}_{2-x}\text{Nb}_x\text{O}_{12}$ ($x=0-2$) の結晶構造解析

野崎 洋^{1*}, 太田 慎吾¹, 朝岡 賢彦¹, 原田 雅史¹,
 石垣 徹², Martin Månsson³, 杉山 純¹
 豊田中研¹, 茨城大学², ETH³

【背景・目的】将来の自動車にとって、全固体 Li イオン二次電池は、安全性・信頼性・省スペース性の観点で、究極的な解決策と考えられる。全固体 Li イオン二次電池に利用される固体電解質の 1 つとして、 $\text{Li}_7\text{La}_3\text{Zr}_2\text{O}_{12}$ [1] が挙げられる。最近、 $\text{Li}_{7-x}\text{La}_3\text{Zr}_{2-x}\text{Nb}_x\text{O}_{12}$ ($0 \leq x \leq 2$) (LLZONb) は、高い Li イオン伝導度 (σ_{Li}) を有し、 $x=1.75$ で σ_{Li} が最大となることを見出された [2,3]。さらに、LLZONb は化学的に安定で、約 0-9V の広い電位窓を有するため、固体電解質の有力な候補となっている。しかし、高い σ_{Li} の発現機構が不明なので、我々は σ_{Li} と結晶構造の関係を調べるために、中性子回折測定を行った。

【実験方法】6 種類の LLZONb ($x=0, 1, 1.5, 1.75, 1.875, 2$) 粉末試料を固相反応法により作製した [1]。中性子回折パターンを、iMATERIA(J-PARC, proposal No. 2010BM0017)、および HRPT(PSI, proposal No. 20090504, 20081209) で測定した。Z-Rietveld および RIETAN-FP を用いて結晶構造を詳細に解析した。

【結果】格子定数 a は x が増加するにつれて、単調に減少した [図 1(a)]。一方、二つの Li サイト (24d, 96h) の占有率 (g_{24d}, g_{96h}) は、 x が増加するにつれて、それぞれ増加または減少した [図 1(b)]。ここで、占有率の差 ($\Delta g = |g_{24d} - g_{96h}|$) と、 σ_{Li} の x 依存性を比較すると、概ね一致した [図 1(c)]。これは、(1) Δg が減少すると 2 サイト間を Li イオンが移動際の障壁が下がるため、または (2) 2 サイト間のホッピング確率が x と空孔率に依存するため、と考えられる。

【参考文献】

- [1] R. Murugan, *et al*, *Angew. Chem.* **46**, (2007) 7778.
 [2] S. Ohta, *et al.*, *J Power Sources* **196**, (2011) 3342.
 [3] S. Ohta, *et al.*, doi:10.1016/j.jpowsour.2011.10.064.

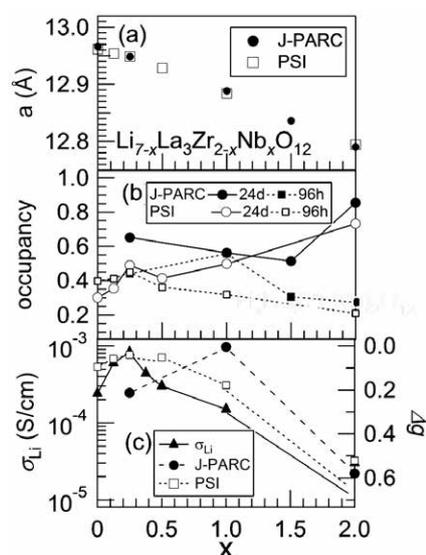


図 1: (a) 格子定数、(b) Li サイト占有率、および (c) Li サイト占有率の差と Li イオン伝導率の x 依存性。

カテゴリー : A4BL20

Neutron diffraction studies of lithium cobalt oxide (LiCoO₂)

アディプラノト ディア¹, 星川 晃範¹, 岩瀬 謙二¹, 小黒 英俊², ジャン
ジュンロン³, 米村 雅雄³, 森 一広⁴, 神山 崇³, 石垣 徹¹
茨城大学フロンティア応用原子科学研究センター¹, 東北大学強磁場超伝導材料
研究センター², 高エネルギー加速器研究機構³, 京都大学原子炉実験所⁴

Structure of lithium cobalt oxide (LiCoO₂) synthesized at the heat treatments from 500 to 900°C have been studied at room temperature (RT) by the X-ray diffraction (XRD) and the time-of-flight (TOF) neutron diffraction of the IBARAKI Neutron Design Diffractometer iMATERIA at the Materials Life Facility (MLF) of J-PARC. The XRD pattern for compounds synthesized at 500°C revealed the broader peaks compared to other synthesized temperatures, suggesting the reduction of crystallinity. The neutron diffraction data for compounds synthesized at 500, 600 and 850°C, which were collected from all the highest resolution back-scattering detectors available at iMATERIA, have been analyzed using the Z-Rietveld^[1] based on the Rietveld analytical methods. Crystallographic parameter for compounds synthesized at 500 and 850°C, which all the peaks were indexed to layered-type structure consisting of alternating cobalt and lithium layer of the space group symmetries $R-3m$ ^[2], show the lattice constant c/a ratio of 4.90 and 4.99, respectively. The difference value in the c/a ratio is consistent itself with the XRD pattern, where some certain peaks such as the [006] and [012] or the [018] and [110] reflections are well separated for compounds synthesized at 850°C, whereas otherwise it overlapped each other for compounds synthesized at 500°C. The results on Rietveld analysis, the ionic conductivity measurements, and the atomic pair distribution function (PDF) analysis for LiCoO₂ synthesized at 850°C will be also discussed in this presentation.

参考文献 :

[1]. Z-Code Application series: Z-Rietveld, Project Z-code/J-PARC

[2]. B. Garcia *et al.*, *Journal of Power Sources* **54**, (1995) 373.

カテゴリー：4. 環境・エネルギー，5. 材料工学，BL20

Nd-Fe-B 焼結磁石の保磁力と内部平均界面構造

武田全康^{1,2,3*}，鈴木淳市⁴

量子ビーム応用研究部門 日本原子力研究開発機構¹，

J-PARC センター 日本原子力研究開発機構²，

未来科学技術共同研究センター 東北大学³，

東海事業センター 総合科学研究機構⁴

Nd-Fe-B 焼結磁石は現存する永久磁石の中で，最大のエネルギー積をもつ世界最高性能の永久磁石であり，ハイブリッドカーやエレベータ用モータなどに代表される工業用モータのコンパクト化，省エネ化に大きく貢献し，注目を浴びている．現状の Nd-Fe-B 磁石は，高温での使用に際しては，保磁力を維持するために，希少金属であるジスプロシウム Dy を添加しなければならない．我々は，中性子小角散乱法を使って，Nd-Fe-B 焼結磁石の保磁力の起源となるナノ磁気構造と保磁力の相関を明確にすることで，Dy を削減しつつ高温で高保磁力を維持できる Nd-Fe-B 焼結磁石の開発指針を与えることを目的とした研究を進めている．このポスターでは，小角から背面（ 180° ）に及ぶ検出器バンクを使って，小角散乱から結晶構造までの，広い空間スケールにわたる構造解析を行うことができる，茨城県材料構造解析装置(iMATERIA)を使って，平成 21 年度と 22 年度に行った Nd-Fe-B 焼結磁石の測定の概要とそこで得られた結果について発表する．

本研究は，経済産業省（平成 19 年度）及び新エネルギー・産業技術総合開発機構(平成 20 - 23 年度)の 希少金属代替材料開発プロジェクト「希土類磁石向けジスプロシウム使用量低減技術開発」によって行われたものである．プロジェクト参画メンバーである山形大学の加藤教授，東北大学の秋屋助教，インターメタリックスの宇根様，佐川様には，試料提供や活発な御議論など，様々なご支援を受けました．実験の際に御世話になった，茨城大学の石垣教授，星川准教授を初めとする BL20 関係者，茨城県の林技監，森井コーディネータに感謝いたします．

カテゴリー：4、BL20

高温その場観察による燃料電池用水素伝導材料中の水素分布の特定

井川直樹^{1*}、長崎正雅²、田口富嗣¹、星川晃範³、石垣徹³、森井幸生⁴、林眞琴⁴

日本原子力研究開発機構 量子ビーム応用研究部門¹、

名古屋大学 エコトピア科学研究所²

茨城大学 フロンティア応用原子科学研究センター³

茨城県 いばらき量子ビーム研究センター⁴

燃料電池は、高効率・分散型の発電装置として実用化が進められているが、耐久性の向上や作動温度の低温化など、普及のための課題も多い。特に、心臓部を担うイオン伝導体の性能向上が重要であり、そのために材料中の「水素の挙動を把握・理解する」ことがひとつの鍵となる。本研究では、燃料電池用水素伝導材料中の水素分布を中性子回折により求める目的の第一歩として、ベースとなる材料の結晶構造の温度変化を高温電気炉中その場観察により調べた。

燃料電池用水素伝導材料 $\text{BaSn}_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{O}_{2.75}$ を $\phi 6 \text{ mm} \times H 40 \text{ mm}$ のバナジウム製試料キャピラリー中に密封後、高温装置にセットした。この高温装置を iMATERIA にセットし、室温から 790 K で粉末中性子回折実験を行った。得られた回折データについて、Z-Rietveld コードによって結晶構造解析を行った。

試料は、測定温度範囲で空間群 $Pm\bar{3}m$ の立方晶ペロブスカイト構造を保っていた。各原子の原子変位パラメータ U の温度依存性を、JRR-3 の HRPD で測定した低温の結果と共に Fig. 1 に示す。 U の値は 10 K においてすでにかなり大きいが、温度の上昇に伴ってさらに大きくなっている。この挙動は、局所構造の静的・動的な乱れ——水素の拡散に大きな影響を与える——を反映していると考えられる。今後、水素溶解試料についても実験・解析を進め、水素分布を特定していく予定である。

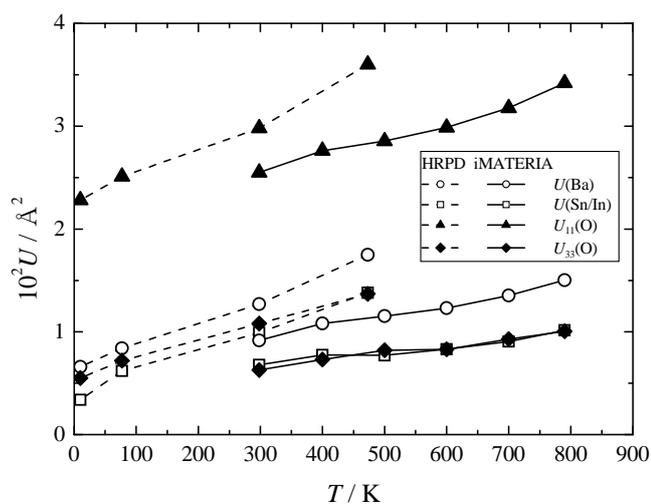


Fig. 1 $\text{BaSn}_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{O}_{2.75}$ 各原子の原子変位パラメータの温度依存性

カテゴリー：材料工学、BL20:茨城県材料構造解析装置 iMATERIA
 高窒素マルテンサイト鋼における焼き戻しその場中性子回折実験
 In situ neutron diffraction during tempering of a high nitrogen martensite steel

鎌田晴輝^{1*}, 友田陽¹, 星川晃範², 岩瀬謙二², 石垣徹²
 茨城大学大学院 理工学研究科¹
 茨城大学 フロンティア応用原子科学研究センター²

1.緒言

窒素を添加した鋼は、硬さや耐食性の面で優れた特性を持つ。しかし同じく鋼を強化する元素の炭素と比べると窒素は未知の部分が多く、その強化機構の詳細は十分に解明されていない。そこで本研究では中性子回折を用いて高窒素ステンレス鋼の焼き戻しその場測定を行うことにより、窒素鋼におけるマルテンサイト分解などの焼き戻し挙動を調べ、その特性について検討した。

2.実験方法

焼き戻しその場中性子回折実験は大強度陽子加速器施設(J-PARC)の茨城県材料構造解析装置(iMATERIA)を用いて行った。実験には、0.6N-0.1C-16Cr-1Mo-0.2V(mass%)の高窒素ステンレス鋼を1423Kで30min保持した後、水中に焼き入れた試料を用いた。焼き戻しは573K、673K、773K、873K、973Kのそれぞれで連続的に30min行い、その焼き戻し挙動を調べた。プロファイル解析には結晶構造解析ソフト Z-Rietveld を用いた。

3.実験結果・考察

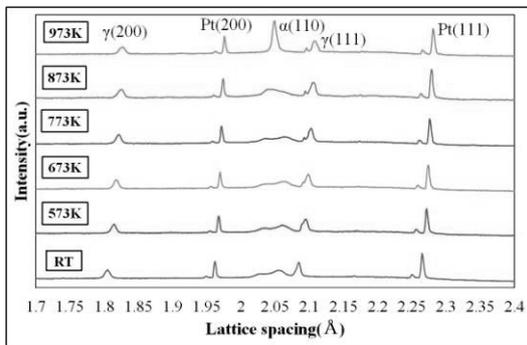


Fig.1 Changes in profile peaks of component phase upon tempering determined by iMATERIA.

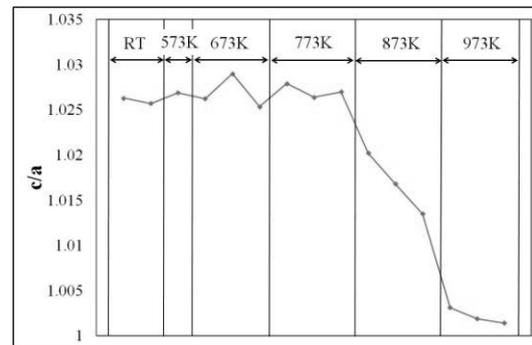


Fig.2 Change in c/a with tempering.

Fig.1 に、高窒素ステンレス鋼の各焼き戻し温度における中性子回折プロファイルの変化を示した。873K から主にマルテンサイトの(110)ピークに変化が見られ、マルテンサイトの分解が進んでいる様子が観察できた。Fig.2 に、マルテンサイト(110)面における c/a の変化を示した。焼き戻しの温度が高くなるにつれて c/a の値が 1 に近づいており、マルテンサイトがフェライトに変化していく様子が観察される。炭素鋼と比較すると高い温度でマルテンサイトの分解が起こっていること^[1]から、窒素鋼では炭素鋼よりもマルテンサイトが安定して存在できると推測される。

4.結言

iMATERIA を用いたその場中性子回折により、マルテンサイト分解の様子をリアルタイムで追うことができた。今後は iMATERIA で広角と同時測定した小角散乱のデータを解析するとともに、他の中性子実験で得られたデータとの比較を行い、焼き戻し挙動の解明を行う予定である。

参考文献

[1] Y. Tomota, H. Tokuda, S. Torii, T. Kamiyama: Materials Science and Engineering A 434 (2006) 82–87

カテゴリー：BL20, BL21

iMATERIA における不規則系物質の構造評価

鈴谷賢太郎^{1*}, 亀田恭男², 大友季哉^{3*}, 石垣 徹⁴

J-PARC センター 日本原子力研究開発機構¹,

山形大学 理学部物質生命学科²,

J-PARC センター 高エネルギー加速器研究機構³

茨城大学 フロンティア応用原子科学研究センター⁴,

J-PARC 物質・生命科学実験施設 (MLF) BL20 に設置されている材料構造解析装置 (iMATERIA) は主に高強度粉末回折計として非常に多くの結晶構造研究、産業応用研究に供されている。同時に、不規則系物質の構造解析に有用な全散乱装置 (S(Q)装置) としても期待されており、多くのユーザーが利用している。そこで、本研究では、典型的な不規則系物質であるシリカ (SiO_2) ガラス等を測定し、高強度全散乱装置 NOVA (BL21) の結果との比較を通して、iMATERIA の全散乱装置としての性能を評価したので報告する。

カテゴリー：***

J-PARC 高強度中性子全散乱装置 (NOVA) におけるデータ解析

大下英敏¹、大友季哉¹、池田一貴¹、金子直勝¹、鈴谷賢太郎²、
瀬谷智洋¹、坪田雅己¹、他 NOVA グループ
高エネルギー加速器研究機構¹、日本原子力研究開発機構²

J-PARC 物質・生命科学実験施設 (MLF) は世界最高強度をもつパルス中性子源の1つである。MLF の全散乱装置として、BL21 に高強度中性子全散乱装置 (NOVA) [1]が建設されている。NOVA では短時間に広い Q 領域 ($0.01 \text{ \AA}^{-1} \sim 100 \text{ \AA}^{-1}$) にわたる静的構造因子 $S(Q)$ の測定が可能であり、アモルファス、液体、ガラスなど不規則系試料の測定において威力を発揮する。また、NOVA では高い中性子強度の特性を活かし、その場測定による水素貯蔵材料の水素吸蔵・放出メカニズムの解明が期待されている。

NOVA におけるデータ解析は4台の高性能計算機によっておこなわれる。陽子ビーム 210 kW 運転時における NOVA のイベントデータ量は1日当り 100 GB を越える。この巨大なデータ量を短時間で処理するために、我々は $S(Q)$ 導出ソフトウェアを開発してきた。 $S(Q)$ 導出の過程において、イベントデータのヒストグラム化、複数のヒストグラムデータのマージ (結合) がおこなわれ、効果的にデータサイズを小さくしている。また、データ補正として、バックグラウンド補正、非干渉性散乱の補正、多重散乱補正、self-term 補正などがおこなわれ、測定試料の $S(Q)$ が導出される。導出された $S(Q)$ の妥当性は標準試料の測定結果によって確認されている。本発表では、NOVA のデータ解析環境を紹介し、NOVA でおこなわれている $S(Q)$ 導出過程について説明する。

なお、本研究は独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) 事業「水素貯蔵材料先端基盤研究 (Hydro-Star)」のもとで実施されている。

参考文献：

[1] KENS Report XVII 2009-2010, KEK Progress Report 2011-2.

カテゴリー：BL21:高強度全散乱装置 NOVA

NOVA における非弾性散乱補正

亀田恭男

山形大学 理学部

水素および重水素を大量に含む溶液試料の中性子回折データの解析を行う上で、非弾性散乱補正は避けて通る事のできない重要な事項である。飛行時間法中性子散乱実験の場合、非弾性散乱補正項の大きさを評価するには、散乱角度、モデレーター-試料-検出器間光路長比、入射中性子スペクトル、検出器効率の中性子波長依存性、さらに試料溶液そのものの散乱関数に関する情報が必要である。従来より非弾性散乱補正については多くの研究が報告されているが、HやDを大量に含む試料の実測データに対して十分な精度で適用できる補正方法は未だに確立していない。我々が提案した $^0\text{H}_2\text{O}$ (水素の平均散乱長を0とした水)の実測の散乱断面積を用いた非弾性散乱補正法によれば、広い範囲の溶液試料に対して、精度良く非弾性散乱補正が可能である事が示された[1]。

今回は、NOVA分光器で測定された重水およびH/D同位体分率が異なるテトラヒドロフラン水溶液に対して、 $^0\text{H}_2\text{O}$ の散乱データを用いた非弾性散乱補正を試みた。NOVAの検出器バンク(20° 、 45° 、 90° およびback-scatteringバンク)のデータを分割したデータ(Fig. 1)およびバンク全体を合計したデータについて、非弾性散乱補正を試みた。その結果、良好な補正結果を得られる事が示された。

参考文献：[1] Y. Kameda et al., *J. Neutron Research*, **11**, 153-163 (2003).

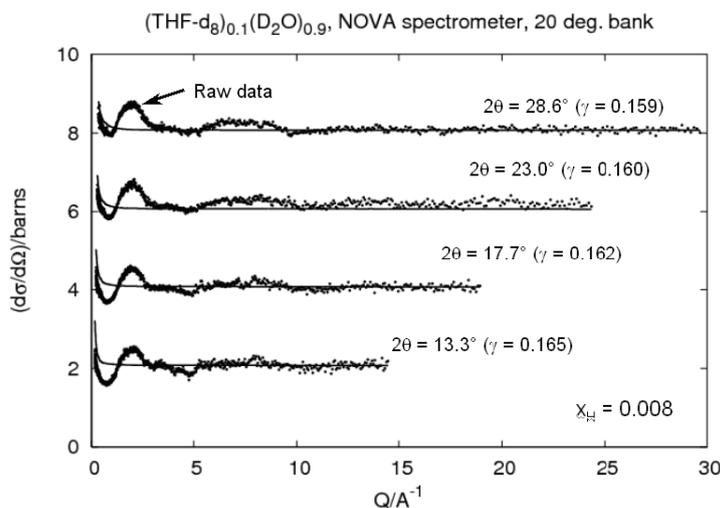


Fig. 1. NOVA 分光器の散乱角 20° 検出器バンクのデータに対する非弾性散乱補正 (点：測定値、実線：補正項)

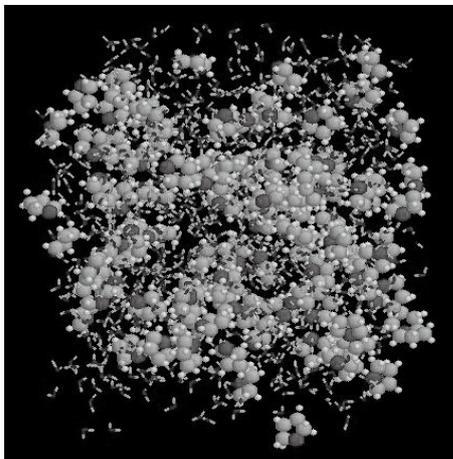
カテゴリー：BL21:高強度全散乱装置 NOVA

テトラヒドロフラン-水混合溶液の液体構造解析

福岡大理¹, 山形大理², J- PARC センター 高エネルギー加速器研究機構³,
J- PARC センター 日本原子力研究開発機構⁴, 高エネルギー加速器研究機構
物質構造科学研究所⁵

○吉田亨次¹, 山口敏男¹, 亀田恭男², 大友季哉³, 大下英敏³, 鈴谷賢太郎⁴,
金子直勝³, 池田一貴⁵, 坪田雅己⁵

テトラヒドロフラン(THF)の共存下では、数MPa程度の低い圧力域において水素ハイドレートが生成することが報告されており[1]、新たな水素貯蔵方法として期待されている。本研究では、ハイドレートの形成機構ならびに水素吸蔵機構を液体構造の観点から解明するために、THF-水混合溶液の液体構造を明らかにすることを目的とした。THF-水混合溶液(10 mol%THF)について、7つの同位体置換試料を調製し、室温にて測定を行った。試料は円筒形のバナジウムをセルに封入した。セルの吸収補正、多重散乱補正、非弾性散乱効果の補正、 $r < 0.8 \text{ \AA}$ のリップル除去を行い、構造関数ならびにそのフーリエ変換である動径分布関数を求めた。THF-水混合溶液の測定値を用いて経験的ポテンシャルを求め、それを基にモンテカルロ計算(EPSRモデリング)を行い、各原子対の2体分布関数、配位数、空間分布関数を求めた。Fig.1にスナップショットを示したが、THF分子同士の会合が見られ、濃度ゆらぎが生じていることが分かった。2体分布関数、配位数についても、RALのISIS施設で実施された純THF液体[2]、23mol% THF-水混合溶液[3]の構造解析の結果から判断して矛盾がなかった。NOVAによる水素系物質測定データに対して、EPSR法が適用可能であることが確認された。



参考文献：[1] H. Lee et al., Nature, 434, 743-746 (2005). [2] D. T. Bowron et al., J. Am. Chem. Soc. 128, 5119-5126 (2006). [3] D.T. Bowron, et al., J. Phys. Chem. B, 110, 20235-20245 (2006)

Fig. 1. EPSRモデリングにより得られたTHF(10 mol%)-水混合溶液スナップショット図(水分子はwireframeモデル、THF分子はCPKモデルで表わした)

BL21: 高強度全散乱装置 NOVA

NOVA によるメソポーラスシリカ MCM-41 のミクロおよびメゾスコピック構造解析

山口敏男^{1*}, 吉田亨次¹, 大友季哉², 大下英敏², 鈴谷賢太郎³, 金子直勝²,
池田一貴⁴, 坪田雅巳⁴福岡大理¹, J-PARC センター 高エネルギー加速器研究機構²,J-PARC センター 日本原子力研究開発機構³,高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所⁴

規則的構造型メソポーラス物質は、細孔径 20~500 Å の均一孔を有し、数百~千 m²/g の表面積をもつ。これらの特性を利用して、近年、水素貯蔵材料、触媒、電池、光デバイス、センサー、Drug Delivery System (DDS)、生体材料などへの実用化に向けた研究が進められている。代表的なメソポーラス材料として、親水性界面を持つメソポーラスシリカ (MCM-41 や FSM-16 等)、疎水性界面を有するカーボンナノチューブ、疎水性有機基を親水性シリカ骨格中に均一に分散させたメソポーラス有機シリカなどがある。このようなメソポーラス材料の構造や機能を明らかにするためには、広角散乱に加えて小角散乱の構造因子が必要である。J-PARC BL21 に建設された高強度全散乱装置 NOVA は、小角から広角に至る散乱ベクトル $Q = 0.01 \sim 100 \text{ \AA}^{-1}$ における構造因子を同時に測定できる。

本研究では、細孔径 37.4 Å の一次元チャンネル構造を持つ MCM-41 C18 の構造解析を試みたので報告する。試料は直径 5 mm、高さ 50 mm のバナジウムセルに封入して、室温で測定した。得られた構造因子を Fig. 1 に示す。同じ試料を小角および広角 X線散乱で測定した結果や、ISIS の NIMROD で測定された MCM-41 S-15 の結果と比較検討して、NOVA の性能を評価した。

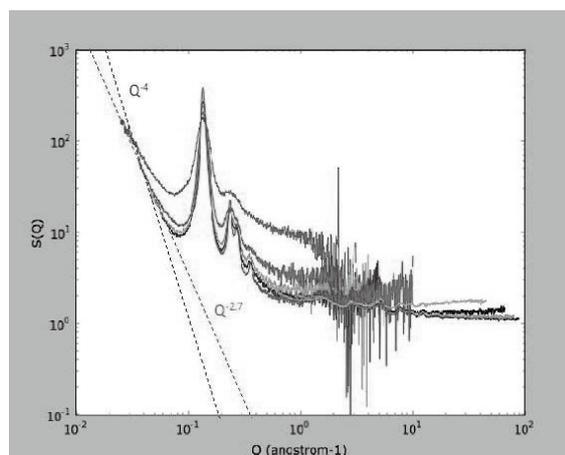


Fig. 1 Structure factor $S(Q)$ of MCM-41 C18 obtained at different data banks on NOVA.

カテゴリーA：4、環境・エネルギー

カテゴリーB：BL21:高強度全散乱装置 NOVA

高強度全散乱装置 NOVA を用いたリチウムアルミアミドの構造解析

坪田雅己¹、大友季哉¹、大下英敏¹、金子直勝¹、池田一貴¹、瀬谷智洋¹、鈴谷賢太郎²、小野泰輔³、市川貴之³、小島由継³、他 NOVA グループ
高エネルギー加速器研究機構¹、日本原子力研究開発機構²、広島大学³

大強度陽子加速器施設 J-PARC における高強度中性子全散乱装置 NOVA は、結晶からガラスおよび液体まで、多様な材料の構造を短時間で観測でき、水素貯蔵材料の水素化・脱水素化過程における構造変化の解明に大変有効である。リチウムアルミニウムアミド $\text{LiAl}(\text{NH}_2)_4$ は、アミド基の形で大容量の水素を貯蔵しており、400 K の実用的な低温でアンモニア放出を伴い分解する[1, 2]。水素化合物と複合化すれば放出ガスをアンモニアから純水素に置き換えられるため、高密度水素貯蔵材料として期待が高い[3-6]。しかしながら、そのアモルファス化を伴うアンモニア放出過程における構造変化は未だ解明されていない。本研究は、リチウムアルミアミドの構造変化を明らかにし、水素化・脱水素化過程の最適化設計指針を得ることを目的とした。重水素化した $\text{LiAl}(\text{ND}_2)_4$ を合成し、様々な温度で熱処理した試料について NOVA で粉末中性子散乱実験を行った。その結果、室温で観測された回折ピークは分解と共に消失すること(アモルファス化)、室温相で存在する AlN_4 四面体はアモルファス相でも分解後まで保持されていること、測定により得た二対分布関数 $g(r)$ は過去に報告された結晶構造[2]では説明出来ないことが示唆された。

本研究は独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)事業「水素貯蔵材料先端基盤研究(Hydro-Star)」のもとで実施されている。

参考文献：

[1] J. Rouxel et al., *C.R. Acad. Sci. Paris C*, **262** (1966) 1071.

[2] H. Jacobs et al., *Z. Anorg. Allg. Chem.*, **531** (1985) 125.

[3] R. Janot et al., *J. Phys. Chem. C*, **111** (2007) 2335.

[4] J.-B. Eymery et al., *J. Alloys Compd.*, **503** (2010) 194.

[5] T. Ono et al., *J. Alloys Compd.*, **506** (2010) 297.

[6] T. Ono et al., *J. Phys. Chem. C*, **115** (2011) 10284.

材料工学

La₂Ni₇D_x 水素化物相の構造変化

岩瀬謙二^{1*}, D. Sulistyanintyas¹, 星川晃範¹, 石垣徹¹,
H. Kim², 榎浩二², 中村優美子²
茨城大学フロンティア応用原子科学研究センター¹,
産業技術総合研究所²

近年希土類 - Ni 系の超格子合金は、良好な水素化特性を有するためニッケル水素電池の負極材として注目され研究が活発に行われている。La-Ni 系の 2 元系超格子合金は、常温常圧下で水素を吸蔵することが知られている。CaCu₅ 型と MgZn₂ 型のセルが *c* 軸方向に積層した構造を持ち、PuNi₃-type (*R-3m*)、Ce₂Ni₇-type (*P6₃/mmc*)、Gd₂Co₇-type (*R-3m*)、Ce₅Co₁₉-type (*R-3m*) の結晶構造が報告されている。しかしながら、水素吸蔵放出過程の結晶構造変化に関する報告例は少なく、結晶構造と水素化特性との相関は明らかにされていない。これらの結晶構造のうち、対称性が最も高い Ce₂Ni₇-type (*P6₃/mmc*) に注目し、In-situ XRD 測定によって金属格子が六方晶→斜方晶→単斜晶に変化することを明らかにした。X 線回折では水素化物中の水素の原子位置やその占有率を明らかにすることができないため、水素の情報も含めた結晶構造の変化を明らかにすることを目的とし、In-situ 中性子回折によって水素化物相の結晶構造の精密化および局所構造の解明を試みた。

試料はアーク溶解法で作成し、880°C でアニール後、氷水でクエンチした。中性子回折実験は、In-situ 測定のためのガス配管を装置フンラジ付近に設置し、実験を行った。今回の実験では、軽水素ではなく中性子回折実験に適している重水素を用いた。

水素吸蔵前の La₂Ni₇ の結晶構造と局所構造を比較した結果、格子定数・原子位置に差はなく、これらの構造は良く一致した。La₂Ni₇D_{5.3} の重水素化物相では、格子定数・重水素の原子位置に明瞭なずれが観察され、結晶構造と局所構造間に違いがあることが分かった。

カテゴリー : 5 材料工学

In situ small-angle neutron scattering during cementite spheroidization in carbon steels

Y.H.Su ^{1*}, Y.Tomota ¹, J.Suzuki ², M.Ohnuma ³, S.Morooka ⁴
 Graduate School of Science and Engineering, Ibaraki University ¹
 Comprehensive Research Organization for Science and Society ²
 National Institute for Materials Science ³
 Yokohama National University ⁴

Cementite spheroidization is a commercial heat treatment for medium and high carbon steels to improve formability and machinability. The evolution of spheroidizing is usually studied by measuring the overall aspect ratio of cementite particles using scanning electron micrographs (SEM). However, it is time consuming and only limited microscopic information can be obtained. In this study, *in situ* small-angle neutron scattering (SANS) was employed to quantitatively estimate the cementite spheroidization during annealing of bulky plates of pearlite steels ^[1]. Two kinds of materials Fe-0.8C and S45C with primary microstructure of pearlite (Fe-0.8C) and pearlite-ferrite (S45C) were respectively studied in this work. Specimens with the size of 15mm×15mm×1mm were heated to 680°C at 5°C/s and held for 7 hours for the cementite spheroidizing. SANS experiment was carried out with SANS-J-II of JRR-3. SANS profile was obtained in every 600s or 1800s. At the same time, the dilatometric measurement was performed, from which change of length and temperature of the specimen were recorded.

From the SANS profiles, information including cementite size, shape and total interface area between cementite and ferrite matrix can be *in situ* tracked successfully. As is shown in Fig.1, it is evidently found that the spheroidizing speed in Fe-0.8C binary alloy is much higher than that in the S45C steel. The obtained *in situ* SANS results showed good agreements with SEM observations. It has been proved to be a powerful tool to characterize the cementite spheroidizing process.

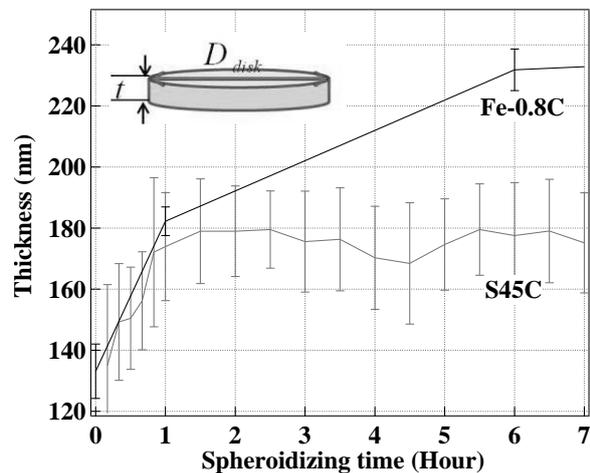


Fig.1 Change of cementite thickness during spheroidization fitted from SANS profiles by disc model.

Reference

[1] S.Morooka, Y.Tomota, M.Ohnuma, Y.Adachi, J.Suzuki: Netsu shori, special issue, 49(2009), 466.

カテゴリー：1

震災後の MLF ビームコミッショニング

(著者) 明午 伸一郎

(所属機関) J-PARC センター 日本原子力研究開発機構¹,

震災以前には、J-PARC の物質・生命科学実験施設(MLF)では 0.2MW ビームの安定した運転が継続していた。速い繰り返しのシンクロトロン(RCS)ではビームコミッショニングが順調に進み、主にターゲットのピッチングの問題等により 0.3MW の運転を遅らせていた状態ではあった。しかしながら、震災によって状況が変わった。震災によりビームラインのアライメントが大幅に崩れてしまった。特に RCS から MLF にビームを輸送する 3NBT では建屋のエクспанションジョイント部で 8mm 程度の水平方向の段差が生じた。MLF は RCS に比べて 10mm 以上も沈下した。トンネル床面は、水銀ターゲット付近が一番低く緩やかな沈下を生じている。水銀ターゲットとミュオン標的付近のビームライン(M2)はアライメントし直すのが非常に困難であるので、ビームラインを水平に保つのは望ましくなくターゲットに振り下ろすように変更する。ビームを安定して供給するためには地殻の安定が必要条件である。この確認のため月例の水準測量実施したところ、MLF 内のトンネルの床面の高さは依然として安定しておらず、震災後のビーム運転では週に 1 度程度のビーム測定等が必要となり、ビーム軌道の逸脱を修正する必要があると思われる。

震災により RCS の建屋構造がよかったために大幅な変位はなかったものの、RCS のアライメントも崩れずれた。計算上では RCS 内でのビーム損失は約 2 倍程度になり許容できる範囲であることがわかった。しかしながら、ビームの縁の質が悪化し、RCS から 50GeV シンクロトロン(MR)にビームを輸送する 3-50BT において、震災以前の 10 倍のビームロスを生じることがわかった。RCS のチューンを変更することにより、3-50BT のビーム損失を抑えられることがわかった。今までの運転では RCS のチューンの変更は殆ど行ったことが無い。3NBT の運転ではチューンの変更に伴い補正電磁石ばかりでなく四極電磁石も変更する必要がある、フレキシブル且つ複雑な対応が必要となった。

カテゴリー：装置開発

中性子実験装置の東日本大震災後のビームラインアライメント状況

岩橋孝明^{1*}, S. Harjo¹, 原田正英¹, 有馬寛¹, 梶本亮一², 鬼柳亮嗣¹, 中島健次¹, 日下勝弘³, 星川晃範³, 鳥居周輝⁴, 小林誠², 鈴木淳市², 山田武²,
丸山龍治¹, 石垣徹³, 長山隆幸¹, 原田剛¹

¹ 日本原子力研究開発機構、² 総合科学研究機構、³ 茨城大学、⁴ 高エネルギー加速器研究機構

MLF 実験ホール内には、23 本のパルス中性子ビームラインが配置されており、2008 年 5 月のパルス中性子発生に成功以来、2011 年 3 月時点で、9 台の装置が一般利用に供しており、3 台の装置が機器調整中、6 台が建設中である。

中性子実験装置のほとんどは中性子源から十数 m から数十 m 離れて試料位置を持っているため、ガイド管等をビームラインとして用いて中性子を輸送する。ガイド管は、スーパーミラーを矩形の管状に接着したユニットで、このユニットを長距離接続することで、中性子源から遠方の実験試料までほとんど損失なく中性子を輸送することができる。このガイド管のスーパーミラー性能、形状及びアライメント状況により、試料位置での中性子特性（発散角、強度等）が変わって実験に大きく影響を与える。

2011 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災によるガイド管の健全性及びアライメント状況を調べることは、MLF 内の中性子実験装置がすぐにビームを受けられるための判断となるため、非常に重要である。本発表はビームライン（ガイド管）アライメントの調査結果及び予想される影響について紹介する。

カテゴリー：1,5,線源

デカップラー用 Au-In-Cd 合金開発における HIP 試験速報

大井元貴*、 勅使河原誠、原田正英、前川藤夫、二川正敏
(所属機関) 日本原子力研究開発機構

J-PARC 物質・生命科学実験施設 (MLF) の中性子源施設の次期モデレータでは、デカップラー材料として Au-In-Cd 合金の使用が検討されている。Au-In-Cd 合金は、現在使用されている Ag-In-Cd 合金とほぼ同じ中性子特性を有しており、更に使用後の放射能が 2・3 桁低いという特徴がある。前回の報告までに、Au-In-Cd 合金 (Au74.9%,In 0.5%,Cd 24.6%) を小型の赤外線加熱炉を用いて製造することに成功しており、硬さや比熱などいくつかの特性値の測定までを行った。

デカップラーは、アルミ合金製の容器の一部として使用されるため、アルミ合金との HIP 接合試験を行った。サンプル数としてはまだ十分では無いが、接合部の観察を行ったので速報結果として報告する。

図 1 に 520°Cでの HIP 接合断面を示す。HIP 拡散領域では、Au-In-Cd 合金元素がアルミ合金母材と混ざり合い不均一な領域を形成している。また、HIP 接合部境界にはアルミと金の比率が 3:1 の領域が形成されており、他の領域に比べて若干硬さが高い。また、HIP 処理の温度が高くなるに従い、拡散領域が広がり、接合部境界に見られた紫色の領域が拡散領域内部にも見られるようになった。

今後は、新たに導入した、電気炉の調整を行い、より大型の合金サンプルを作製することで、効率的に HIP 接合試験のサンプル数を増やす。接合強度を測定し最適な HIP 条件の調査を行う。

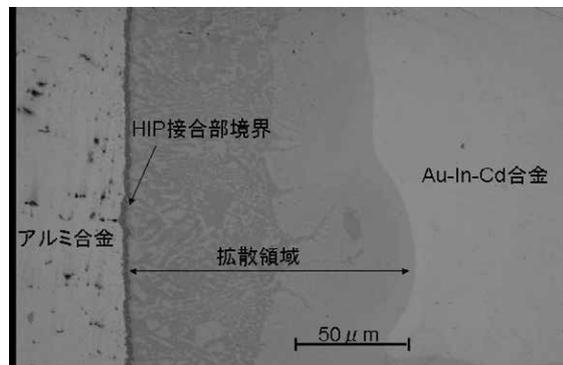


Fig. 1 HIP 接合部分断面(520°C)

カテゴリー：ターゲット及び装置開発、実験施設、線源

J-PARC/MLF 全体制御システム(MLF-GCS) の運転状況

酒井健二¹、大井元貴¹、甲斐哲也¹、渡邊聡彦¹、坂元眞一¹、二川正敏¹

J-PARC センター 日本原子力研究開発機構¹,

J-PARC/物質・生命科学実験施設(MLF)の全体制御システム(MLF-GCS)は、大容量の水銀を循環する水銀ターゲット、3種類の超臨界水素モデレータ、放射化した水冷却システムなどを含む中性子ターゲットステーションのための進歩的で独立した制御システムである。MLF-GCSは独立した制御システムである一方で、J-PARCの加速器や他設備の制御システムとも密接に連動しながら運用される。

MLF-GCSは統括制御・インターロック系、MLF-LAN、共有サーバー系、タイミング配信系、人的安全保護系(PPS)などの各サブシステムから構成される。MLF-GCSは、2008年の最初の陽子ビーム入射を目指して設計・構築が進められ、2007年中には、各サブシステム構築が終了し、運転制御コミッショニングが開始され、最初のビーム受入前の限られた時間と厳しい制約の中で、MLF-GCSの各サブシステムの試運転・検査・改修作業が実施された。2008年5月の最初の陽子ビーム受入以降は、ビーム運転の経験に基づきMLF-GCSの各サブシステムを改造し、MLF-GCSの安定で効率的な運転を実現してきた。しがしながら、陽子ビームパワーの増強に伴う水銀バブリングなどの新たなターゲット機器の導入や、中性子・ミュオン実験装置の段階的な増設に基づいて、MLF-GCSのアップグレードは、現在もまだ進行している。本論文は、MLF-GCSの概要、コミッショニング、運転状況、及び今後のアップグレードについて報告する。

参考文献：

- [1] K. Sakai et al., Nucl. Instr. Meth. A 600 (2009), 75-77.
- [2] K. Sakai et al., JAEA-Technology 2009-042 (2009), (in Japanese).
- [3] K. Sakai et al., JAEA-Technology 2010-001 (2010), (in Japanese).

カテゴリー：装置開発

MLF 実験データベースの現状

中谷健^{1*}, 稲村泰弘¹, 森山健太郎¹, 大友季哉²

J-PARC センター 日本原子力研究開発機構¹,

J-PARC センター 高エネルギー加速器研究機構²

J-PARC/MLFは年間のべ数千人と予想されるユーザーが利用する。ユーザーはMLFに試料を持ち込み、実験装置が備える試料環境デバイスまたはユーザー自身が持ち込む試料環境デバイスにより様々な測定条件下で大強度パルス中性子を照射され測定される。この測定により巨大なデータが短時間に生成される。測定されたデータはオンサイトやユーザーの所属機関で多次元データ解析を施される。したがって、データへのアクセスセキュリティを保ちながら、試料環境を含む膨大なデータを管理しながら解析が行える環境が必要である。本発表ではデータ管理システムのプロトタイプ、特に遠隔地からのアクセスによる解析環境の構想と開発状況について詳細に述べる。

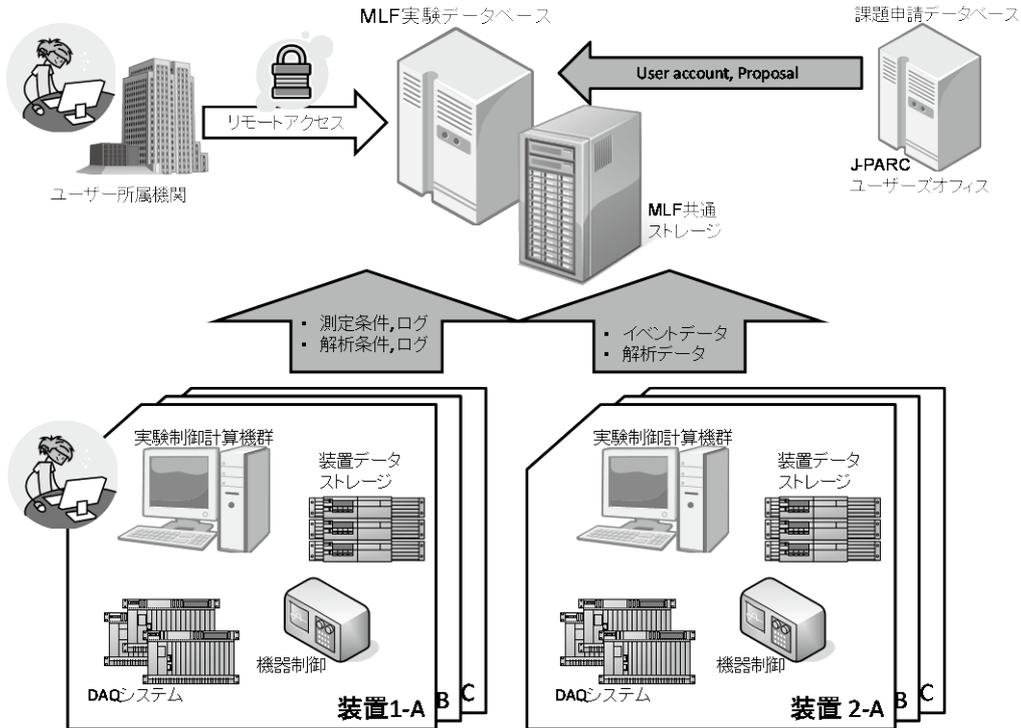


Fig. 1 MLF 実験データベース構成

カテゴリー：ターゲット及び装置開発

中性子用実験データ解析フレームワーク Manyo-Lib

鈴木次郎¹，稲村泰弘²，伊藤崇芳³，中谷健²，大友季哉¹

J-PARC センター/高エネルギー加速器研究機構¹

J-PARC センター/日本原子力研究開発機構²，

総合科学研究機構 (CROSS)³

J-PARC の物質生命科学実験施設 (MLF) における中性子の実験装置のデータ収集と解析環境は、MLF 計算環境検討グループにおいてガイドライン策定や研究開発を行っている。データ収集、データ解析、データ可視化、セキュリティ、データベースアクセスなどは、Python 言語で作成されたワーキングデスクトップで統合される。MLF の分光器群で使われているデータ解析ソフトウェアの基盤となっている「オブジェクト指向データ解析フレームワーク (Manyo-Lib)」の開発の現状と問題点を報告する。

Manyo-Lib は、さまざまな研究分野の中性子分光器で使われる多種多様な解析ソフトのうち、共通に使用される解析機能と各装置の目的に応じたソフトを構築するための開発基盤である。データコンテナを中心としたオブジェクト指向に基づく C++ フレームワークとして提供され、すべての機能はインターフェースを用いて Python 言語で記述されたワーキングデスクトップから使用することができる。データコンテナに入力した実験データは、NeXus ファイル[1]に変換することができる。

2010-2011 年度は、NeXus ファイルの読み書きの高速化、ネットワーク分散処理の高速化と安定化、種々の演算のマルチスレッド化などを行った。一方で、リリースに向けたソースコードの準備、ドキュメントなどの整備を行っている。これらの成果と問題点について報告を行う予定である。

[1] NeXus とは、A common data format for neutron, x-ray and muon science の略で、散乱実験などの実験データの国際標準フォーマットである。

カテゴリー：ターゲット及び装置開発、実験装置

Newly Proposed Polarized Neutron Chopper Spectrometer at J-PARC

T. Yokoo, K. Ohoyama¹, S. Itoh, J. Suzuki, K. Iwasa², H. Hiraka¹, M. Fujita¹, M. Matsuura¹, H. Kimura³, K. Tomiyasu², T. Sato⁴, T.J. Sato⁵, T. Arima⁶, T. Ino, H. Kira⁷, Y. Sakaguchi⁸, T. Oku⁹, Y. Arimoto, J. Suzuki⁸, H.M. Shimizu, M. Takeda⁹, K. Kaneko⁹, M. Hino¹⁰, S. Muto, H. Nojiri¹

IMSS, KEK; IMR, Tohoku Univ.¹; Dept. Physics, Graduated School of Sci., Tohoku Univ.²; IMRAM, Tohoku Univ.³; WPI AIMR, Tohoku Univ.⁴; ISSP-NSL, Univ. of Tokyo⁵; Dept. Advanced Material Science, Univ. of Tokyo⁶; QBS, JAEA⁷; CROSS⁸, MLF, J-PARC Center⁹; KUR, Kyoto Univ.¹⁰

KEK and Tohoku University are advancing a project to construct a polarization analysis neutron spectrometer in J-PARC. Since there exist just a few polarized neutron spectrometers in pulsed neutron facilities in the world, this spectrometer will be a key instrument to generate breakthroughs in novel material science. Since this project has many technical problems, in particular, feasibility of spin analyzers with a large solid angle, we will move ahead this project in incremental phases. In the first phase, a fan-type supermirror device will be used as the analyzer, meaning that the energy range is focused below $h\omega \sim 20$ meV. The second phase, by developing SEOP or MEOP analyzers, we will be able to observe excitations in $E_i \sim 100$ meV region. We also aim at observing in $E_i \sim 300$ meV region in the final phase. For arriving at higher energy regions, with high stability, a SEOP type polarizer will be used from the first stage, which is now developing under collaborations with JAEA. Basic performances as a conventional chopper spectrometer have been estimated: the polarized neutron flux obtained by a SEOP filter is expected to be 1.1×10^5 [n/s/cm²/meV] at 100 meV and energy resolution to be $\Delta E/E_i \sim 5$ % under the optimized condition. One of the characteristic points of this project is *cross correlation method* by which incident beams with many different E_i can be used at once. Thus much enhancement of efficiency will be expected, while resolution and analytic accuracy of profile will be partly lost.

カテゴリー：実験施設、線源、実験装置、実験技術、解析技術

In-Situ SEOP 方式偏極 ^3He 中性子スピフィルターの開発

吉良弘^{1*}, 坂口佳史¹, 鈴木淳市¹, 奥隆之², 酒井健二², 新井正敏²,
加倉井和久², 遠藤康夫², 有本靖³, 猪野隆³, 清水裕彦³,
堤健之⁴, 平賀晴弘⁴, 大山研司⁴, 山田和芳⁵, L-J.Chang^{6,7}

総合科学研究機構¹, 日本原子力研究開発機構²,

高エネルギー加速器研究機構³, 東北大学金属材料研究所⁴,

東北大学原子分子材料科学高等研究機構⁵, 成功大学(台湾)⁶, 清華大学(台湾)⁷

^3He の中性子に対する吸収断面積は中性子のスピンの向きに非常に大きく依存すること、散乱断面積が非常に小さいことから原子核スピが偏極した ^3He は中性子ビームの効果的な偏極手段として利用可能であり、J-PARC 物質生命科学実験施設での幅広い活用が期待されている。

現在、我々は JRR-3 の装置に組み込み可能な小型サイズの偏極 ^3He ガス中性子スピフィルターシステムを開発しています。その試作機の写真を図 1 に示します。システムサイズは 60cm×40cm×55cm で、上段にレーザー光学系、下段に偏極 ^3He ガスセルと磁場環境を配置したデザインとなっています。実際の実験環境では不均一磁場の影響から偏極 ^3He の核スピ緩和時間が短くなり、十分性能が発揮できない状況が予想されることから、図 2 に示す磁気シールドの開発を行いました。30G の不均一磁場が存在する状況でも緩和時間 400 時間が実現可能なデザインとなっている。当日は開発の現状をより詳細に報告する。

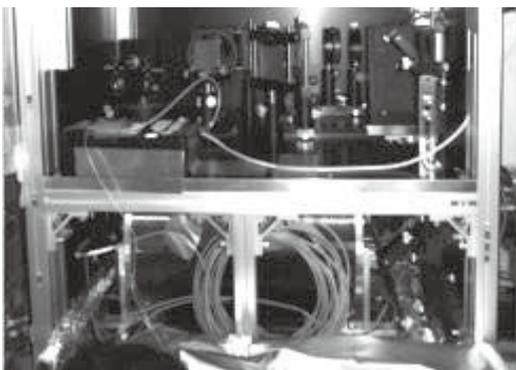


図 1 In-situ SEOP 方式偏極 ^3He 中性子スピフィルターの試験機



図 2 製作した磁気シールド

参考文献：

[1] H.Kira et al., PhysicaB **406** (2011) 2433.

カテゴリー：ターゲット及び装置開発

大強度ミュオン源 スーパーオメガの開発

池戸豊^{1*}、三宅康博¹、下村浩一郎¹、Patrick Strasser¹、河村成肇¹、
 西山樟生¹、牧村俊助¹、藤森寛¹、幸田章宏¹、小林庸男¹、足立泰平²、
 荻津透¹、槇田康博¹、吉田誠¹、佐々木 憲一¹、岡村 崇弘¹、大畠洋克¹、
 中本建志¹、山本明¹、大久保隆治¹、髭本亘³

J-PARC センター 高エネルギー加速器研究機構¹

東京大学大学院理学研究科²

J-PARC センター 日本原子力研究開発機構³、

J-PARC 物質生命科学実験棟ミュオン施設では、大強度ミュオンビームを生成する新しいビームライン（スーパーオメガ）の建設を行っている。スーパーオメガは全てソレノイドコイルで構成される新しいタイプのミュオンビームラインであり、完成すれば、世界最高強度のパルス状ミュオン源となる。常伝導捕獲ソレノイドにより、ミュオン標的に生成するミュオンを大立体角で取り込み、2つの湾曲部と約6mの直線部をもつ超伝導湾曲ソレノイドにより実験ホールまで輸送する。実験ホールに輸送されたミュオンビームは、ウィーンフィルタ型の3段静電セパレータによりミュオンと同時に輸送される陽電子等を取り除き、短い超伝導ソレノイド12台で構成される軸集束ソレノイドにより、8m下流側の実験標的に収束される。本発表では主に軸収束ソレノイドのビーム輸送、静電セパレータのシミュレーション及び構築の現状について報告する。[1]

参考文献：

- [1] Y. Ikedo et al., AIP Conf. Proc. 1382, 220-222, 2011



Fig. 1 スーパーオメガミュオンビームライン

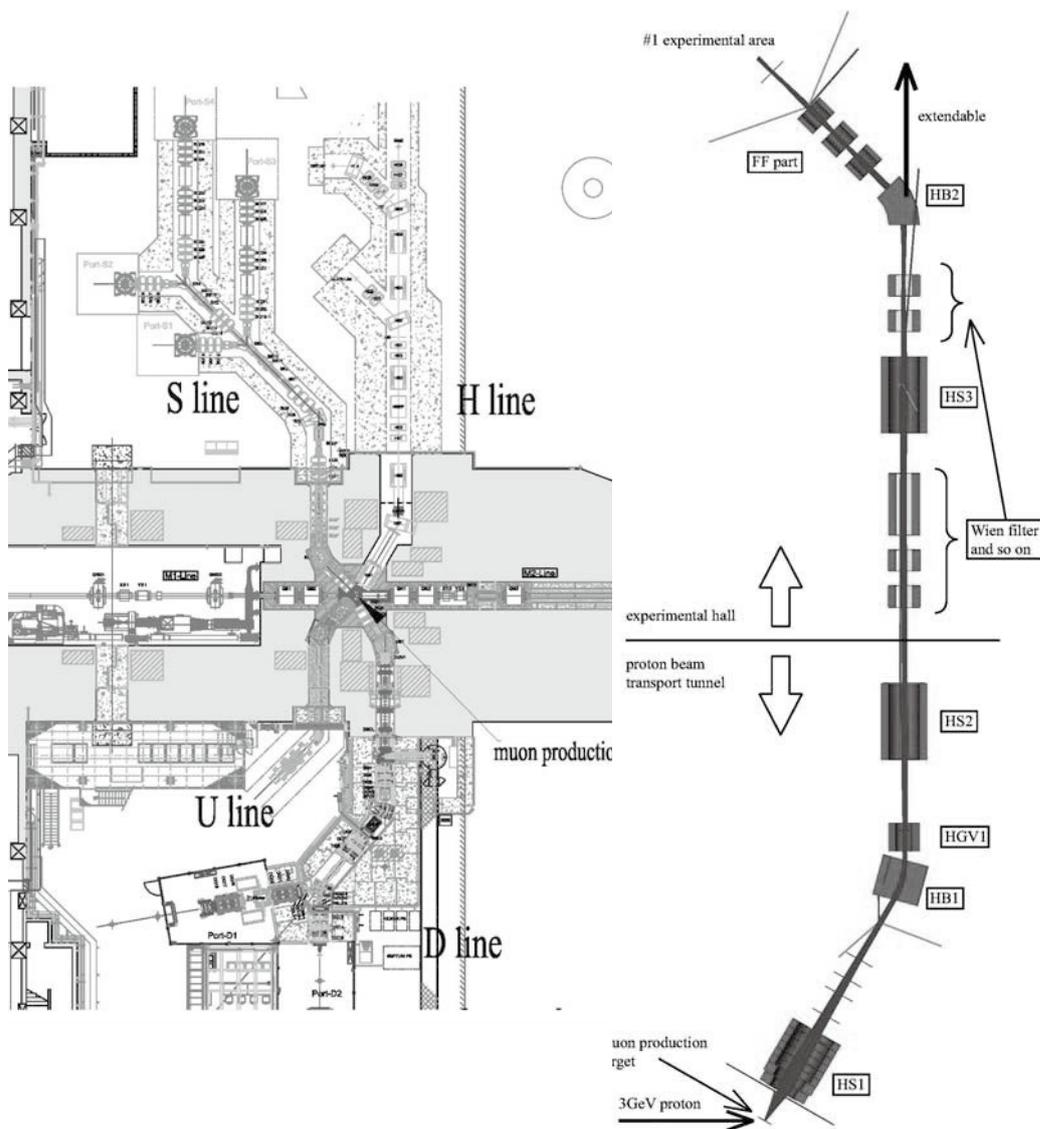
カテゴリー：実験装置

ミュオン新規ビームライン

河村 成肇

J-PARC センター 高エネルギー加速器研究機構

ミュオン科学実験施設の新規ビームライン（Hライン）の計画・現状について報告する。本ビームラインでは運動量可変かつ高品質な大強度ミュオンビームを実現し、基礎物理量の測定など比較的長期にビームラインを占有する実験を行うことを目的とする。



J-PARC/MUSE Ultra-Slow Muon Beamline

P. Strasser^{12*}, S. Makimura¹², Y. Ikedo¹², J. Nakamura¹², T. Nagatomo¹², R. Ohkubo¹,
K. Nishiyama¹², K. Shimomura¹², A. Koda¹², N. Kawamura¹², H. Fujimori¹²,
W. Higemoto³², R. Kadono¹², and Y. Miyake¹²

¹*Muon Science Laboratory, High Energy Accelerator Research Organization (KEK)*

²*Muon section, Material and life science division, J-PARC Center*

³*Advanced Science Research Center, Japan Atomic Energy Agency (JAEA)*

At the J-PARC Muon Science Facility (MUSE), which is located in the Materials and Life Science Facility (MLF) building, we are now constructing a new ultra-slow muon beamline to extend the scope of the μ SR technique from bulk material to thin films, multi-layers, surfaces and extremely small samples. The soon to be completed Super-Omega muon channel (U-Line) [1], which will produce the world strongest pulsed surface muon beam, will be used to generate ultra-slow muon beam. Low energy muons are produced by the re-acceleration of thermal muons regenerated by the laser resonant ionization of muonium atoms evaporated from a hot tungsten foil, a method that was originally developed at the Meson Science Laboratory of the High Energy Accelerator Research Organization (KEK) [2]. The re-accelerated beam (ultra-slow muon beam) has better energy resolution and space distribution compared to initial surface muon beam.

The design of the ultra-slow muon beamline and the initial beam ion optics calculation will be presented.

[1] Y. Ikedo, *et al.*, this symposium.

[2] K. Nagamine, *et al.*, Phys. Rev. Lett. 74 (1995) 4811.

カテゴリー：A-1

超低速ミュオン顕微鏡計画のためのレーザー光輸送・診断系
および関連施設の設計・製作の現状

中村惇平^{1*}、横山幸司²、斎藤徳人²、岡村幸太郎³、牧村俊助¹、
三宅康博¹、ストラッサー・パトリック¹、池戸豊¹、長友傑¹、
和田智之^{2,3}、下村浩一郎¹、西山樟生¹

J-PARC センター 高エネルギー加速器研究機構¹、
理化学研究所²、(株)メガオプト³

J-PARC/MLF/MUSE においては陽子ビームをグラファイト標的[1]に衝突させ
低速ミュオン(表面ミュオン)が生成される。建設が行われているミュオン U-line
においては、スーパーオメガビームライン[2]により低速ミュオンを大強度で輸
送し高温に加熱されたタングステン標的に停止させることで超高真空中に(熱)
ミュオニウム(μ^+e^-)を発生させる[3]。さらにレーザーイオン化法によりミュオ
ニウムから超低速ミュオンを発生させ超低速ビームライン[4]で輸送し、超低速
ミュオン顕微鏡の実現を目指している。

ミュオニウムは 122 nm の光(VUV 光)によって 1s から 2p 状態に励起され、355
nm の光によってミュオンと電子に解離する。従って、超高真空内で発生するミ
ュオニウムに 122nm と 355nm の大強度レーザー光(理化学研究所で開発中)を重
ね合わせて照射する事が超低速ミュオン顕微鏡計画では重要である。

本発表では、これらのレーザーシステムのためのクリーンルームなど関連施
設、レーザーをタングステン標的の近傍へと導く超高真空チェンバ(VUV チェン
バ)などレーザー光輸送系、およびビーム強度を測る NO セルなどレーザー光診
断系について、設計・製作の現状について報告する。

[1] S. Makimura, *et al.*, this symposium

[2] Y. Ikedo, *et al.*, this symposium

[3] T. Nagatomo, *et al.*, this symposium

[4] S. Patrick, *et al.*, this symposium

カテゴリー：A-1

超低速ミュオン顕微鏡計画のための超低速ミュオンビーム発生装置 の設計・製作の現状

長友傑^{1*}、ストラッサーパトリック¹、池戸豊¹、牧村俊助¹、中村惇平¹、
河村成肇¹、西山樟生¹、下村浩一郎¹、藤森寛¹、石田勝彦²、
鳥飼映子³、三宅康博¹

J-PARC センター 高エネルギー加速器研究機構¹、
理化学研究所²、 山梨大学³

現在、J-PARC/MLF/MUSE においては陽子ビームをグラファイト標的[1]に照射し発生した低速ミュオン(表面ミュオン)を、大立体角で収集・輸送するスーパーオメガビームライン[2]を建設中であり、極めて大強度の表面ミュオンを取り出す計画を推進してきた。更に、本年度から、輸送された表面ミュオンから、数十 keV の単色性の高く且つビーム径の小さな超低速ミュオンビームを発生させる超低速ビームライン[3]の建設が本格的に始まった。

超低速ミュオンビームの生成は次のように行われる。2000K の高温に加熱されたタングステン標的に表面ミュオンを停止させ、電子とミュオンの束縛状態である熱ミュオニウムとして真空中に取り出し、レーザーイオン化法[4]によりミュオニウムをイオン化・再加速を行うことによって超低速ビームの生成を実現する計画である。超低速ビームの高単色性、マイクロビーム化を実現することで、物質生命科学への画期的なプローブとしての超低速ミュオン顕微鏡の実現を目指す。

本研究では、単色性の高い超低速ミュオンビーム生成の為に必要な、熱ミュオニウム生成・イオン化・再加速装置の設計状況を報告するとともに、数値シミュレーションを通して見えてきた問題点等を議論したい。

[1] S. Makimura, *et al.*, this symposium

[2] Y. Ikedo, *et al.*, this symposium

[3] P. Strasser, *et al.*, this symposium

[4] J. Nakamura, *et al.*, this symposium

カテゴリー：A1, B-D1

μ SR 用新型検出器開発

小嶋健児^{1*}, 幸田章宏^{1,2}, 宮崎正範², 平石雅俊², 門野良典^{1,2}, 田中真伸³, 池野正弘³, 内田智久³, 斉藤正俊³, 鈴木聡⁴

高エネルギー加速器研究機構 物構研/J-PARC MLF ミュオンセクション¹,
総合研究大学院大学²

高エネルギー加速器研究機構 素核研³

高エネルギー加速器研究機構 計算科学研究センター⁴

茨城県東海村に建設された J-PARC 物質生命科学実験施設のミュオン D1 実験エリアには、現在、つくばから移設された 256ch の μ SR 分光器 が設置されて実験に供されている。しかしながら将来のビーム強度の増強にあたって、さらなる多セグメント化を想定しなければならないことは明らかであり、現状の光電子増倍管(PMT)を用いた μ SR 検出器では コストの問題が顕在化することも予想される。他方、 μ SR 法の動的磁性 に対する検出精度を考えると、次世代の μ SR 分光器としてはさらに強磁場中で動作可能な検出器の開発が望まれている。この点においても、現状の PMT をライトガイドと組み合わせて磁場の影響の少ない場所に配置する方法ではいずれ限界を迎えることも想像に難くない。

そこで我々のグループでは、浜松ホトニクス社製 MPPC(Multi-Pixel Photon Counter)に注目し、これを用いた μ SR 検出器の開発研究を行ってきたので、その現状について報告をする。MPPC はピクセル化した APD(Avalanche Photo-Diode)を並列に束ねた光検出素子で、PMT に比べ低バイアス電圧で動作するため磁場中でも安定に動作する。また半導体製造技術を応用した大量生産による低コスト化も期待される。我々はさらに MPPC 専用のフロントエンド読み出し回路を製作し、次世代 μ SR 分光器での 高密度実装も視野に入れて TDC 回路 を内蔵した μ SR 検出モジュールのプロトタイプを作成し、テストしている。

本研究は KEK-OpenIT (Open Source Consortium) の活動として行っている。

<http://openit.kek.jp/>

カテゴリー : 2-D1

籠状物質 RTr_2Al_{20} (R : Pr, Sm, Tr : Ti, V, Cr) の μ SR による研究

伊藤孝^{1,2*}, 髙本亘^{1,2}, 二宮和彦^{1,2}, 酒井明人³, 中辻知³

先端基礎研究センター 日本原子力研究開発機構¹,

J-PARC センター 日本原子力研究開発機構²

物性研究所 東京大学³

f 電子系化合物 RTr_2Al_{20} (R : Pr, Sm, Tr : Ti, V, Cr) は特異な籠状構造に起因する興味深い物性を示す。 R イオンは 16 個もの Al 原子から成る「籠」に内包されており、 R サイトには対称性の高い結晶場が生じる。これにより多極子自由度が活性な結晶場基底が形成され、低温において多極子秩序が生じる。一方、多数の Al 原子が R イオンに配位することにより、顕著な c - f 混成が生じる。 c - f 混成の強さは Tr 元素の置換によってチューン可能であることから、多極子秩序に関する量子臨界性の系統的研究が可能な系として注目を集めている[1,2]。

本講演では、 $PrTi_2Al_{20}$ および $SmTr_2Al_{20}$ (Tr : Ti, V, Cr) に対する μ SR による微視的な研究について報告する。結晶場基底はそれぞれ Γ_3 二重項および Γ_8 四重項であり、電気抵抗には顕著な近藤効果が見られる[1,2]。 $PrTi_2Al_{20}$ は 2.0 K において相転移を起こす[1]。 Γ_3 基底における多極子自由度と温度磁場相図の振る舞いから、秩序変数は四極子であると考えられるが、これまでその直接的な証拠は得られていなかった。我々は零磁場 μ SR により、この秩序変数が非磁性であることを微視的な観点より明らかにした[3]。また、超微細相互作用によって増強された ^{141}Pr の核磁性の観察より、 $4f$ 電子の交換結合定数 0.64 K を得た。一方、 $SmTr_2Al_{20}$ (Tr : Ti, V, Cr) は、それぞれ 6.4 (Ti), 2.9 (V), 1.8 K (Cr) において反強磁性磁気秩序を起こす[2]。電気抵抗には Ti 系よりも V, Cr 系においてより顕著な近藤効果が見られる。これらの振る舞いから、V, Cr 系において磁気モーメントが強く抑制されていることが予想される。我々は零磁場 μ SR により、反強磁性磁気秩序に伴う内部磁場を観測し、その大きさの比較を行った。結果は講演において報告する。

参考文献 :

- [1] A. Sakai and S. Nakatsuji: J. Phys. Soc. Jpn. **80**, 063701 (2011).
- [2] A. Sakai and S. Nakatsuji: Phys. Rev. B **84**, 201106(R) (2011).
- [3] T. U. Ito *et al.*: J. Phys. Soc. Jpn. **80**, 113703 (2011).

カテゴリー : 2 D1

μ SR による鉄ヒ素系超伝導体(Ba,K)Fe₂As₂ の磁束状態の研究

大石一城^{1,6*}, 石井康之^{2,6}, 渡邊功雄^{3,6}, 齊藤拓⁴, 深澤英人^{4,6}, 小堀洋^{4,6},
木方邦宏^{5,6}, 李哲虎^{5,6}, 鬼頭聖^{5,6}, 伊豫彰^{5,6}, 永崎洋^{5,6}
CROSS¹, 東京医大物理², 理研仁科セ³, 千葉大院理⁴, 産総研⁵, JST-TRIP⁶

鉄ヒ素系超伝導体 Ba_{1-x}K_xFe₂As₂ の超伝導ギャップ構造は、K 濃度により変化する。最適置換の Ba_{0.6}K_{0.4}Fe₂As₂ では、フルギャップのマルチギャップ構造を有する一方、K を全置換した KFe₂As₂ では、比熱及び NQR 測定などにより line node を有するギャップがマルチギャップ構造をとることが示唆された[1]。我々は、KFe₂As₂ 単結晶試料を用いて $H \parallel c$ 及び $H \perp c$ の条件で観測した磁場侵入長 λ の温度依存性並びに磁場依存性の結果から、超伝導ギャップに水平 line node の存在を示唆した[2]。

Ba_{1-x}K_xFe₂As₂ における超伝導ギャップ構造の変化は、 T_c vs. K 濃度の相図で T_c の変化にキックが現れる $x \sim 0.7$ 付近で生じることが示唆されている。我々は、Ba_{1-x}K_xFe₂As₂ の超伝導ギャップ構造の K 濃度依存性を調べるため、Ba_{1-x}K_xFe₂As₂ ($0.6 \leq x \leq 0.94$) の単結晶試料を用いて、ゼロ磁場 μ SR 測定並びに $H \parallel c$ の条件で磁場侵入長の温度依存性及びミュオンナイトシフト測定を行った。

その結果、K 濃度の増加に伴い、磁場侵入長が減少することが分かった。一方、磁場侵入長の温度依存性は、 $H \parallel c$ の条件では、 $0.6 \leq x \leq 0.94$ のすべての試料の結果が 2 つのフルギャップモデルで再現できた。発表当日は、ナイトシフトの温度依存性の結果を示すと共に、Ba_{1-x}K_xFe₂As₂ の超伝導ギャップ構造の K 濃度依存性について考察する。また、J-PARC/MLF 2011A 期に採択された実験を理研-RAL ミュオン施設にて行ったので、その結果も報告する。

参考文献 :

[1] H. Fukazawa *et al.*, J. Phys. Soc. Jpn. **78** (2009) 083712.

[2] K. Ohishi *et al.*, J. Phys.: Conference Series, in press.

カテゴリー：2D1

ミュオンナイトシフトから見た(Bi,Pb)2201の擬ギャップ状態

宮崎正範^{1*}、平石雅俊¹、幸田章宏^{1,2}、小嶋健児^{1,2}、門野良典^{1,2}、
 福永泰³、田邊洋一^{3,4}、足立匡³、小池洋二³
 総研大¹、KEK 物構研²、東北大工³、東北大 WPI⁴

ホールドーピング系銅酸化物超伝導体における擬ギャップ状態は、長年種々の測定法による研究にも関わらず、依然としてその基底状態、起源が明らかではない。

我々は3次元反強磁性相関が小さく、また T_c 及び H_{c2} (c 軸方向) が比較的小さい酸素制御 $\text{Bi}_{1.76}\text{Pb}_{0.35}\text{Sr}_{1.89}\text{CuO}_{6+\delta}$ [(Bi,Pb)2201] について注目した。超伝導を示さない過少ドーピング～過剰ドーピングまでの超伝導相を覆う試料について、擬ギャップ状態を観測する為に微視的磁気スピンプローブであるミュオンナイトシフト測定を c 軸// $\mu_0 H=6$ T, 2-300 K の条件下で行った(Fig1)。その結果、1.ホールのドーピング量に応じて系統的に擬ギャップの大きさが変化する、2. $T=0$ K でシフト量が $\alpha K_\mu=0$ にならない、即ち状態密度が残る様子が観測された。特に後者は k 空間において擬ギャップが開く領域と金属的な領域に相分離し、キャリアドーピングの進行に従ってその金属的領域が増加している事を示唆している。講演では、他の実験手法の結果^[1,2]を加味しながら、ミュオンナイトシフトから見た擬ギャップ状態について報告を行う。

参考文献：

- [1] M. Hashimoto *et. al.*, Phys. Rev. **B77** (2008) 094516.
- [2] T. Kondo *et. al.*, Nature 457 (2009) 296.

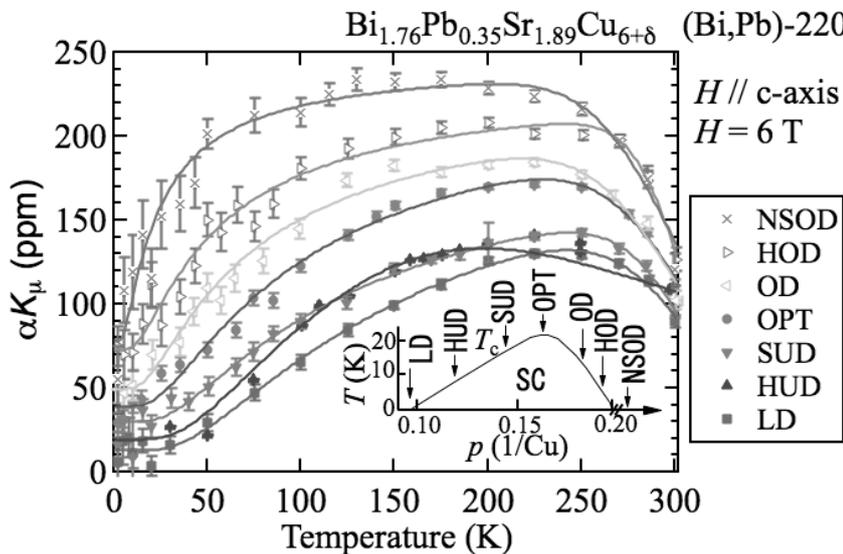


Fig1. ミュオンナイトシフトの温度依存性。 αK_μ は、ある任意のミュオンサイトにおけるミュオンナイトシフト量を表す。実線は熱活性型ギャップの式 $K_\mu = K \exp(-\Delta^*/T) - K_c / (\exp(a(T-T_0)/k_B T) + 1)$ で fit を行った結果である。 Δ^* は擬ギャップの大きさを示す。2 項目は2つのミュオンサイト間のミュオン hopping を仮定。

D1: ミュオン物質生命科学実験装置

鉄ヒ素系超伝導体Ba(Fe_{1-x}Co_x)₂As₂における超伝導と磁性

平石 雅俊^{1*}, 門野 良典^{1,2}, 宮崎 正範¹, 幸田 章宏^{1,2}, 小嶋 健児^{1,2},
井深 壮史^{3,4}, 南部 雄亮^{3,4}, 佐藤 卓^{3,4}
総研大¹, KEK物構研², 東大物性研³, JST-TRIP⁴

BaFe₂As₂ (Ba-122)はFeをCoで置換 (電子ドーピング)、またはBaをKで置換 (ホールドーピング)することにより母物質の持つ磁性が破壊され、超伝導が発現することが知られている[1]。超伝導と磁性相の相境界付近における両相の共存/競合関係を調べるため、Ba(Fe_{1-x}Co_x)₂As₂の単結晶試料を用いて理研RAL-ミュオン施設において零磁場ミュオンスピン緩和測定を行った。

その結果x=0.06ではおよそ110 K付近からミュオンスピン緩和が発達し始め (図1-a)、5 Kにおいておよそ1:1で超伝導相と磁性相に相分離をしていることが明らかになった。同様にx=0.065でもおよそ40 Kから発達する磁性相が存在する一方で、x=0.08では磁性相が消失するということが明らかになった (図1-b)。磁性相の体積分率のx依存性はCaFe_{1-x}Co_xAsFの結果[2]とはかなり異なっている。本発表では他の鉄ヒ素系超伝導体の実験結果および理論計算[3]の結果と合わせて、磁性相の共存/競合関係について議論する。

参考文献：

- [1] A. S. Sefat, *et. al.*, Phys. Rev. Lett. **101**, 117004 (2008).
- [2] S. Takeshita, *et. al.*, Phys. Rev. Lett. **103**, 027002 (2009).
- [3] A. B. Vorontsov, *et. al.*, Phys. Rev. B. **81**, 174538 (2010).

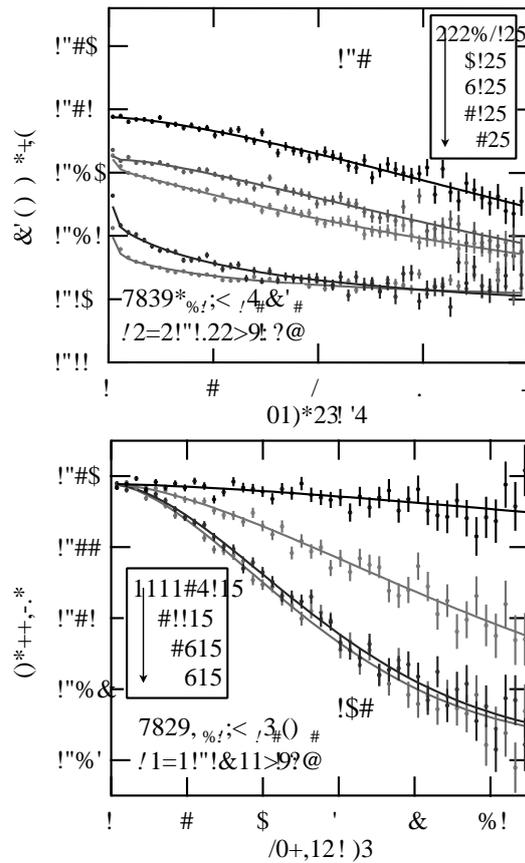


図 1: Ba(Fe_{1-x}Co_x)₂As₂の零磁場μSR時間スペクトル。

D1: ミュオン物質生命科学実験装置

鉄ヒ素系超伝導体 $\text{Ba}(\text{Fe}_{1-x}\text{Co}_x)_2\text{As}_2$ における超伝導と磁性

平石 雅俊^{1*}, 門野 良典^{1,2}, 宮崎 正範¹, 幸田 章宏^{1,2}, 小嶋 健児^{1,2},

井深 壮史^{3,4}, 南部 雄亮^{3,4}, 佐藤 卓^{3,4}

総研大¹, KEK物構研², 東大物性研³, JST-TRIP⁴

BaFe_2As_2 (Ba-122)はFeをCoで置換(電子ドープ)、またはBaをKで置換(ホールドープ)することにより母物質の持つ磁性が破壊され、超伝導が発現することが知られている[1]。超伝導と磁性相の相境界付近における両相の共存/競合関係を調べるため、 $\text{Ba}(\text{Fe}_{1-x}\text{Co}_x)_2\text{As}_2$ の単結晶試料を用いて理研RAL-ミュオン施設において零磁場ミュオンスピン緩和測定を行った。

その結果 $x=0.06$ ではおよそ110 K付近からミュオンスピン緩和が発達し始め(図1-a)、5 Kにおいておよそ1:1で超伝導相と磁性相に相分離をしていることが明らかになった。同様に $x=0.065$ でもおよそ40 Kから発達する磁性相が存在する一方で、 $x=0.08$ では磁性相が消失するということが明らかになった(図1-b)。磁性相の体積分率の x 依存性は $\text{CaFe}_{1-x}\text{Co}_x\text{AsF}$ の結果[2]とはかなり異なっている。本発表では他の鉄ヒ素系超伝導体の実験結果および理論計算[3]の結果と合わせて、磁性相の共存/競合関係について議論する。

参考文献：

- [1] A. S. Sefat, *et. al.*, Phys. Rev. Lett. **101**, 117004 (2008).
- [2] S. Takeshita, *et. al.*, Phys. Rev. Lett. **103**, 027002 (2009).
- [3] A. B. Vorontsov, *et. al.*, Phys. Rev. B. **81**, 174538 (2010).

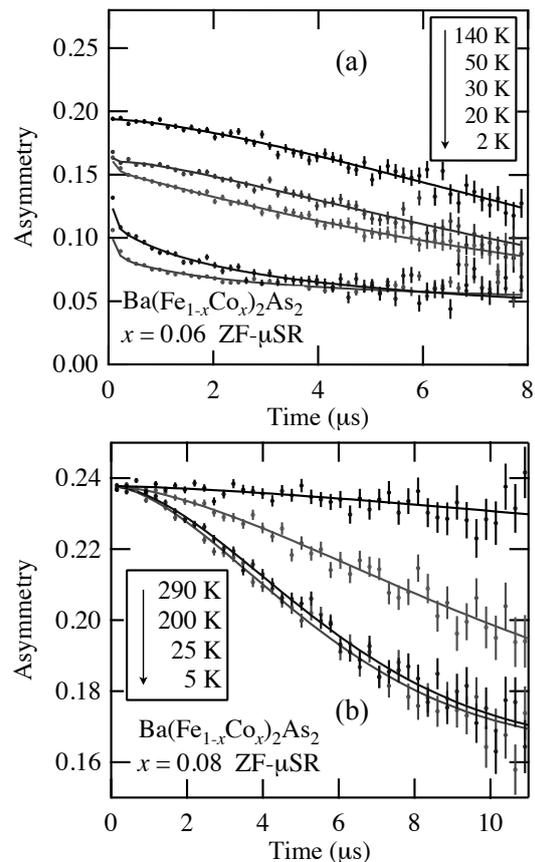


図 1: $\text{Ba}(\text{Fe}_{1-x}\text{Co}_x)_2\text{As}_2$ の零磁場 μSR 時間スペクトル。

カテゴリー：物性物理, D1: ミュオン物質生命科学実験装置

μ SR法による $\text{PrIr}_2\text{Zn}_{20}$ の多極子と超伝導の研究

髭本亘¹, 伊藤孝¹, 二宮和彦¹, 鬼丸孝博², 松本圭介², 高嶋敏郎²
日本原子力研究開発機構先端研¹, 広島大学先端物質²

近年充填型スクッテルダイト構造をはじめとした対称性の高いカゴ状構造を持つ物質が多く見出され、注目されている。これらの物質ではしばしば重い電子的挙動などの特異な物性が見られ、ゲスト原子がカゴ状構造の中心付近で振動していることなどとの関連が考察されている。

$\text{PrIr}_2\text{Zn}_{20}$ は最近鬼丸らによって見出された重い電子状態を持つ金属間化合物であり、希土類イオンである Pr が 16 個の Zn で構成されるカゴに内包された構造を持つ[1]。この物質では 0.05K で超伝導が見出されており、さらに最近 $B=0$ では 0.1K 以下で多極子秩序が起こるものと考えられている[2]。我々は多極子秩序と超伝導状態についての詳細な理解を目指し、 $\text{PrIr}_2\text{Zn}_{20}$ における μ SR 実験を行った。実験は J-PARC-MUSE D1 及び、PSI (高磁場中)、TRIUMF (2K 以下) において行った。まず 2K 以上では、常磁性であるにもかかわらず、ミュオンスピンの自発的な回転が見られ、Pr 核とミュオンとの結合状態が示唆される。この信号は 0.02K まで顕著な変化を示さず、時間反転対称性の破れた超伝導などの状態は検出されていない。またこの結果は 0.1K の転移が磁気転移でないことを示唆しており、四極子秩序状態と一致している。

講演ではミュオンスピン緩和の原因を考察し、 $\text{PrIr}_2\text{Zn}_{20}$ の物性について議論する。

[1] T. Onimaru et. al., J. Phys. Soc. Jpn. 79 (2010) 033704.

[2] T. Onimaru et. al., Phys. Rev. Lett. 106(2011)177001

カテゴリー : D1

低圧酸化窒素試料における負ミュオン脱励起過程の圧力影響

二宮和彦^{1*}, 伊藤孝¹, 髭本亘¹, 長友傑², 河村成肇²,
ストラッサー・パトリック², 下村浩一郎², 三宅康博², 三浦太一²,
喜多真琴³, 篠原厚³, 久保謙哉⁴
日本原子力研究開発機構¹, 高エネルギー加速器研究機構²,
大阪大学³, 国際基督教大学⁴

負ミュオンが物質中に停止すると、負ミュオンは原子の非常に高い励起準位のミュオン原子軌道に捕らわれ、原子の電子が一つ負ミュオンに置き換わった系であるミュオン原子を形成する。捕らわれた負ミュオンはすぐさまミュオン特性エックス線、もしくはオージェ電子を放出することでミュオン1 s軌道まで脱励起する。ミュオン原子がどのように形成されるか、また形成後どのような状態にあるかについての研究は、これまで実験的な容易さから、そのほとんどが高密度の固体試料等へ負ミュオンを停止させ、ミュオン原子形成後に放出される高エネルギーのミュオン特性エックス線を測定することで行われてきた。このような高密度の試料条件では負ミュオン脱励起過程と、オージェ電子放出により生成した電子空孔の再充填過程が競合する。このことは、ミュオン原子形成過程を理解するためには、ミュオン原子の電子再充填過程についても十分理解する必要があることを意味し、この複雑さが詳細な議論の妨げとなっていた。

本研究グループではミュオン原子形成過程について詳細な理解を行うために、電子空孔の再充填過程が無視できるような、低密度の試料条件での実験を計画している。本発表ではNOおよびN₂Oの二つの気体試料に関して、1気圧以下の複数の圧力条件で負ミュオンの照射を行い、ミュオン特性エックス線の測定からその圧力依存を調べ、ミュオン原子の電子空孔再充填速度の分子依存について議論を行ったので、その詳細を報告する。

カテゴリー : D1

μSR による NiTi 合金のマルテンサイト変態に関する研究

三原基嗣^{1*}, 下村浩一郎², 二宮悠吾³, 荒木秀樹³, 水野正隆³, 白井泰治⁴,
渡邊功雄⁵, 久保謙哉⁶, 長友傑², 井上耕治⁴, 杉田一樹⁴, 山本慎³, 中野岳仁¹,
門野良典², 西山樟生²

大阪大学大学院理学研究科¹,

高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所²

大阪大学大学院工学研究科³,

京都大学大学院工学研究科⁴,

理化学研究所 仁科加速器研究センター⁵,

国際基督教大学⁶

形状記憶・超弾性合金として幅広く利用されている NiTi 合金において、その特性の基となる、熱弾性型マルテンサイト変態についての研究がさかんに行われてきた。近年、マルテンサイト変態開始点 (Ms 点) よりも高温側で、様々な異常現象が前駆現象として観測されており、多くの関心がもたれている。陽電子寿命の実験においては、温度降下による熱収縮では説明出来ない、異常な寿命の増加が変態に前駆して観測されている[1]が、その原因はまだ明らかになっていない。我々は、陽電子と同様に正の点電荷粒子であるミュオンを用い、ミュオンスピン緩和/回転法による研究を行っている。ゼロ磁場における NiTi 合金中のミュオンスピン緩和率の温度変化は、変態温度と相関をもち、低温側のマルテンサイト相においては、ミュオンの拡散が抑制されている可能性を示唆している。またミュオンのナイトシフト測定からは、ミュオンが高温側の B2 相を局所的に安定化させている可能性が示された。

参考文献 :

[1] J.Katsuyama et al., Sci. Tech. Adv. Mat. 5 (2004) 41.

カテゴリー：基礎物理

J-PARC MUSE におけるミュオニウム超微細構造の精密測定

下村浩一郎 for Mu HFS collaboration

高エネルギー加速器研究機構,

J-PARC MUSE では世界最高強度のパルス状ミュオンの特性を生かし様々なミュオン基礎物理研究の展開が期待される。ここではその中で、ミュオニウムの超微細構造の精密測定について、その意義・可能性を議論し、関連して進められている R&D について報告する。