

CONTENTS

P2 J-PARCセンター情報 P3 J-PARC MLFの2017Aにおける課題採択結果 P4-11 研究トピックス P11 中性子産業応用セミナー P11-12 活動報告 P12 お知らせ

茨城県企画部技監に就任して

茨城県 富田 俊郎

茨城県企画部の技監に着任してほぼ1年が経ち、ようやくJ-PARC MLFにおける中性子やミュオンを用いた様々な科学実験や解析装置とその産業利用についておぼろげながらその全容が理解できるようになってきたというのが実感です。季節は厳しい寒さも緩み、草木が芽吹く時季を迎えました。車で十分ほどの距離にある国営ひたちなか海浜公園の水仙は清らかな彩りを見せ始めています。茨城県の二つのビームラインが設置されているJ-PARC MLFは共用を開始してから8年が経ち、建設段階を終え、本格的な利用段階に入りつつあります。草木と同様に芽吹く時を迎えようとしていると言えるかもしれません。

茨城県のiBIXとiMATERIAと名付けられた二つの中性子回折装置は、今年の12月でJ-PARCセンターとの設置契約の更新時期を迎えます。そのため、現在、次の10年の運営をどうするのかについて装置グループも含めて検討を進めています。良い産業利用成果を挙げて行くためにどのような体制や運営にすべきかを考えると重責で身の引き締まる思いです

が、一方で、希望も大きく膨らみます。

タンパク質の単結晶構造解析装置であるiBIXは文字通り世界一の測定速度と精度を誇る装置に仕上がりました。これから創薬や、酵素/触媒タンパク質、高分子材料の分野で本格的な利用が始まります。iMATERIAは汎用の結晶構造解析装置として設計されました。粉末構造解析については立ち上げ時から機能を発揮してきましたが、今では高角散乱だけではなく小角散乱も測れるように拡張されています。各種の周辺装置も強化され、測定の速度と精度だけではなく、応用分野の広さでも世界有数の装置となっています。二次電池や燃料電池、水素吸蔵材料、ゴム、繊維、食品、セラミックス、鉄鋼、非鉄金属などの幅広い分野での応用に期待が寄せられています。これからの10年間に二つのビームラインをどのように深化させて行くのかをじっくり考えて行きたいと思えます。

5月の連休の時季になると、ひたち海浜公園ではチューリップが鮮やかに咲き、ネモフィラが‘みはらしの丘’を埋め尽くします。茨城県ビームラインの産業利用もこれに負けないくらい花開くように、微力ではありますが、精一杯頑張っていく所存ですので、ご指導、ご鞭撻を賜りますようお願い申し上げます。

次世代高性能フェノール樹脂開発における中性子科学への期待

住友ベークライト(株) 和泉 篤士

弊社の社名の一部である「ベークライト」は1907年にベルギー系アメリカ人のベークランド博士が発明した「フェノール樹脂」というプラスチックの名称です。フェノール樹脂は熱硬化反応により三次元の緻密な架橋ネットワーク構造を形成し、機械的強度や電気絶縁性、耐熱性などが優れた樹脂に変化します。その特長を活かして様々な工業分野で使用されるようになり、現代社会に必要な材料の一つとなっています。

一方、樹脂の架橋ネットワーク構造に関しては、いまだに詳細が解明されていません。不溶不融といった樹脂特性の影響で、一般的な分析技術が適用困難であるためです。次世代の高性能樹脂を開発するには、架橋構造とその不均一性の詳細な解明が最重要課題です。私がフェノール樹脂の構造解析も担当するようになったのが2007年頃で、「100年以上も未解決の問題に立ち向かう」というモチベーションのもと基礎研究を進めてきました。2017年の今年、樹脂の発明から110年目を迎えました。中性子や放射光も含め、新しい評価技術について試行錯誤しているうちに、あっという間に10年が経過したという印象です。

フェノール樹脂の長い研究史において、架橋不均一性の存在は1930年代に既に指摘され、その解明のために、先人た

ちによって様々な研究がなされ、何十年にも亘り数多くの論文が報告されています。しかしながら、高分子ゲルの架橋不均一性解明において威力を発揮してきた中性子や放射光を、フェノール樹脂の架橋不均一性解明のためのツールとして活用した研究報告は殆ど見当たりません。先行研究が見当たらない理由としては、かつてのビーム強度や輝度および検出器性能では、目的とする架橋ネットワーク構造の詳細を観測することが困難であり、解析・評価技術の開発が進まなかったためではないかと考えています。

現在の私たちは、最先端科学の恩恵を受け、世界最高レベルの中性子源や放射光源、検出器を当たり前のように利用できる環境にあります。これらの活用によって、これまでの樹脂に対する常識や先入観に囚われない斬新な成果が得られるものと期待しています。特に、中性子科学はフェノール樹脂研究にとってはほとんど未踏と言える領域です。この領域を開拓し発展させ、次世代の高性能フェノール樹脂の早期開発に繋げるためには、「中性子によって何がわかるか?」という基礎事例の蓄積が必要です。そのためにも、JRR-3とJ-PARC MLFの継続的な安定運転に加えて、放射光には馴染み深い中性子についてはほぼ素人という研究者の多い企業にとってユーザーフレンドリーな利用環境の構築と支援体制の整備に期待しています。

J-PARC MLFの水銀ターゲット容器の信頼性向上へ向けた取り組みとR&D

J-PARCセンター 高田 弘

1) 水銀ターゲットの改良計画

2015年に500 kWの陽子ビーム出力で運転中であった水銀ターゲットの保護容器で不具合が生じ、長期に亘る計画外の施設停止を余儀なくされました。そのため、水銀ターゲット容器の調査に加えて、模擬試験体による再現試験や解析により、その原因究明を行いました。その結果、これらの不具合は、設計段階の解析では予見することが困難な、材料選定や接合・溶接手法、試験検査を含めた製作手順などの複合要因により、容器壁内に微小な初期欠陥が生じたことに起因すると推定されました。このような不具合の再発を防止し、高出力運転における水銀ターゲット容器の信頼性を向上させるため、図1に示すような今後の設計改良方針を策定しました。

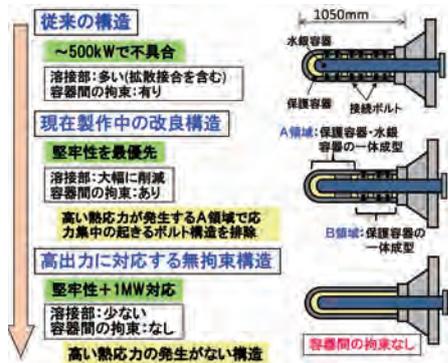


図1 不具合に対する改良設計の方針

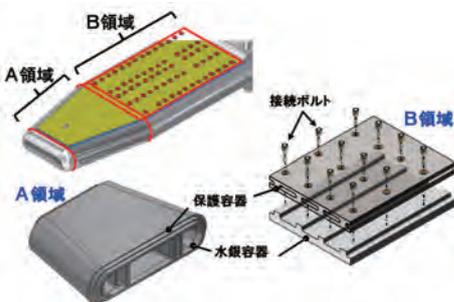


図2 改良した水銀ターゲット容器の構造

まず、現在製作している新しい水銀ターゲット容器では、ワイヤー放電加工による部材製作により溶接部をできるだけ減らすとともに、製作過程で放射線検査や超音波検査を積極的に導入し、溶接・接合部の健全性を確認することとしました。具体的には、図2に示すように陽子入射による体積発熱の大きなA領域は、水銀容器と保護容器を含めて全てSUS316Lステンレス鋼のブロックから切り出す一体構造とし、B領域もワイヤー放電加工により部材点数を大幅に減らすことで、全体の溶接線長さを70%低減しました。さらに、1MWの高出力に対して信頼性の高い構造として、ビーム運転時に水銀容器と保護容器の間に発生する熱応力を低減するため、水銀容器と保護容器の間の拘束を最小化し、最終的には熱応力が発生しない無拘束構造の実現を目指しています。ここで、水銀容器と保護容器の間の隙間が3mmしかありません。長さが1m以上の溶接構造物で、3mmの隙間を確保可能な製作手法が無拘束構造実現の鍵となります。このため溶接手法として、低入熱量のため熱変形が少ない電子ビーム溶接やファイバーレーザー溶接の適用を検討しています。

非破壊検査による溶接部の初期欠陥検出のため、水銀ターゲット容器の多重容器構造を模擬した模擬試験体を用いて放射線透過試験を実施しました。単層の壁（肉厚

8mm）では欠陥の最小検出サイズは0.16mmと良好ですが、三重壁では検出限界が大きくなり、超音波検査を併用するべきことが分かりました。この課題に対して、フェーズドレイ超音波探傷法による手法を検討し、初期欠陥の検出精度を向上させる改良を行っています。

これら実機的设计や製作と並行して、保護容器で生じた不具合調査の一環として、水銀ターゲット容器内の構造の一部を模擬した試験体による溶接試験を行いました。その結果、図3に示すように、予期しない初期き裂や未溶接部が見つかりました。この原因として、溶接部の接合形状や、高温溶接割れが起こりやすくなるP、Sなどの材料分量、また、き裂発生の起点となり得る材料の表面粗さなどに要因がある可能性が分かりました。このため、溶接手法を高度化する取り組みとして、接合形状による溶接性や、材料組成・表面粗さによる溶接割れへの影響調査を、オーストラリア原子力科学技術機構や大阪大学と共同研究しています。

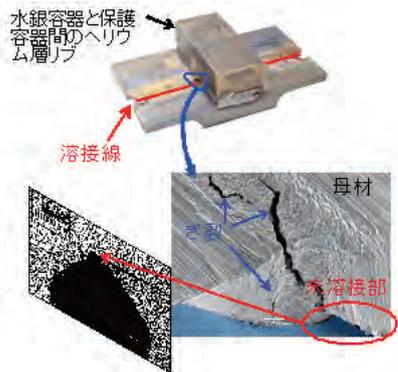


図3 模擬試験体による溶接試験

構造を改良した水銀ターゲット容器は、現在、平成29年10月からビーム運転に供する予定で製作を進めており、まずは不具合を生じた500 kW出力での安定な利用運転の実現を目指す計画です。

2) 運転計画

物質・生命科学実験施設では、2017年度は年間で8サイクルの運転を計画しています。図4に4月から6月までの運転スケジュール案を示します。7月から10月中旬までは夏季の長期保守期間となります。年度後半の運転は10月下旬から再開する予定です。この運転計画については、J-PARCのWEBページの中で「J-PARC運転状況」(<http://j-parc.jp/researcher/ja/operate/index.html>)、および、「物質・生命科学実験施設の運転状況」(<http://j-parc.jp/MatLife/en/operation/index.html>)において随時更新してお知らせしていますのでご参照下さい。

図5には中期的な運転計画案を示します。2018年度の後半から構造を改良した水銀ターゲット容器を使用して500kWでのビーム出力運転を目指します。その後、段階的に出力を上げる予定ですが、高出力の運転では、水銀中に発生する圧力波に起因する容器の損傷が運転期間を決める要因となるため、容器の損傷度を評価して今後の運転出力を決定したいと考えています。

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
4月																																
5月																																
6月																																

図4 2017年度前半の物質・生命科学実験施設の運転予定
黄色：運転、灰色：保守、青色：加速器スタディ
赤色：5月3日から7日までは運転しない

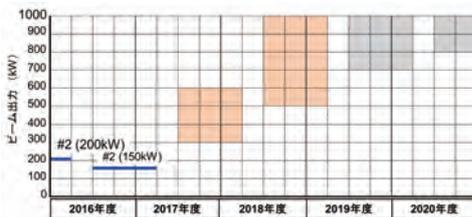


図5 物質・生命科学実験施設の今後のビーム強度の予定

J-PARC MLFの2017Aにおける課題採択結果

J-PARC MLFは、一昨年の水銀ターゲットにおける冷却水漏れの不具合発生の影響を受け、現在は予備機である2号機を使って150kWで運転しています。7月に8号機が完成すれば11月からは300kWでの運転を予定しています。

2017年度においては8サイクル運転が認可となり、2017Aでは88日間の運転を予定しています。MLF装置全体では延べ1,530日間運転されますが、KEKのS型課題やJAEAのプロジェクト研究、および装置グループの利用などを除いて一般利用に供されるのは761.4日であり、比率では49.8%です。

一般課題公募においては223件の申請があり、157件が採択されました。採択率は70.4%で、2016Aの33.6%、2016Bの41.2%からは大幅に改善されました。なお、全ての課題が成果公開での利用で、成果専有での申請はありません。

産業界からは21件の申請があり、17件が採択されました。採択率は81.0%で非常に高くなっています。CROSSの新利用者支援事業では産業界から1件申請され、1件が採択されました。

2017Aにおいて成果公開で採択された18件の産業利用課題を表1に示します。なお、申請課題の題目は実験を終え、報告書が提出されるまで公開されません。

表1 2017Aにおける産業利用採択課題

分類	ビームライン	実験責任者	所属機関
J-PARC 一般公募	BL02 ダイナミクス解析装置 「DNA」	増井友美	住友ゴム工業
		中田 克	東レリサーチセンター
		首藤靖幸	住友ベークライト
		橋本俊介	豊田中央研究所
	BL10 中性子源特性試験装置 「NOBORU」	新井大夏	日立製作所
	BL14 冷中性子ディスク チョッパー型分光器 「AMATERAS」	増井友美	住友ゴム工業
	BL15 中性子小角・広角散乱装置 「大観」	和泉篤士	住友ベークライト
		久保測 啓	資生堂
	BL16 ソフト界面解析装置 「SOFIA」	川浦宏之	豊田中央研究所
		伊藤恵里	メニコン
	BL17 偏極中性子反射率計 「SHARAKU」	小池淳一郎	DIC
	BL19 工学材料回折装置 「匠」	寺田慎平	日鐵住金建材
		関根昌彦	秋山精鋼
	BL21 高強度全散乱装置 「NOVA」	中田 克	東レリサーチセンター
		滝本康之	旭硝子
	BL22 中性子イメージング装置 「螺鈿」	岩田隆一	豊田中央研究所
		今川尊雄	日立製作所
	CROSS 東海 新利用者 支援事業	BL15 中性子小角・広角散乱装置 「大観」	前田達郎

図1には2017Aにおける採択課題の申請元別分類と利用する装置の分類を示します。産業利用の比率は11.5%でこれまでの約1/3です。これは、茨城県BLが産業利用課題の定期募集を中止したためです。図2には利用装置の分類を示します。BL21大強度全散乱装置「NOVA」が10.8%で最も多く、次いで、BL15中性子小角・広角散乱装置「大観」が10.2%で、BL02ダイナミクス解析装置「DNA」が8.3%、BL22中性子イメージング装置「RADEN」が7.6%、BL19残留応力測定装置「TAKUMI」が7.0%となっており、従来とは利用される装置に変化が認められます。

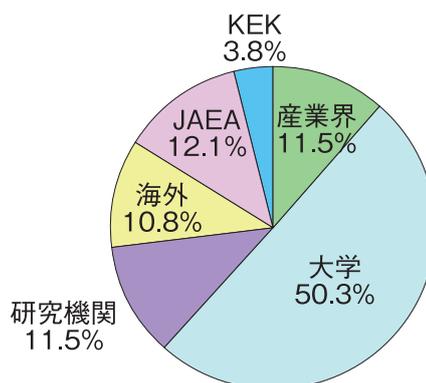


図1 2017Aにおける採択課題の申請元分類

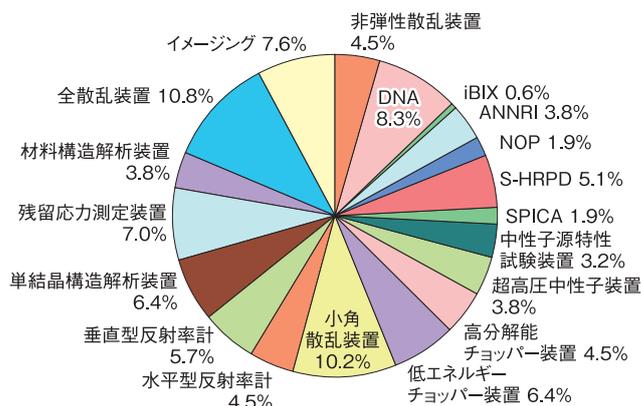


図2 2017Aの採択課題の利用装置分類

一般利用へのマシンタイムの配分率の2008年からの変遷を図3に示します。一時期30%を割り込みましたが、最近ではほぼ50%強です。このため課題採択率が約50%と低くなっており、当初の計画値である75%に早急に増えて行くことを期待します。



図3 一般利用へのマシンタイム配分率の変遷

●J-PARC

パルス中性子ブラッグエッジ透過法による丸棒鋼の焼入れ深さとビッカース硬さ測定

名古屋大学 鬼柳 善明

パルス中性子透過スペクトルに現れるブラッグエッジの広がりを調べることによって、焼入れ深さやビッカース硬さ情報を得られるようになりました[1]。今後、CT情報も得られるようになります。

焼入れは鉄鋼材料を硬くするために古くから使われている手法であり、その深さは超音波法などで測られています。中性子は透過力が強いことから、鉄鋼材料の研究には欠かせません。我々はパルス中性子を用いた分光的透過イメージング法を開発しており[2]、この方法で透過方向の結晶組織構造情報が得られるようになってきています。焼入れについても、その情報を得られないか研究しました。

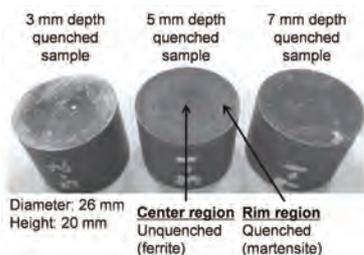


図1 焼入れ丸棒試料の写真

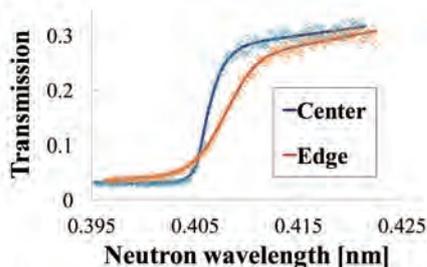


図2 110面の透過スペクトル

実験はJ-PARC MLFのBL10「NOBORU」で行いました。実験は簡単で、2次元位置敏感型検出器の前に試料を置き、透過スペクトルを飛行時間法で測定するだけです。試料は図1の写真に示すような丸棒鋼で、焼入れ深さが3,5,7mmの三種類です。

図2に110面付近のブラッグエッジ透過スペクトルを示します。中央部の焼入れの影響がないところでは、急に立上がっています。焼入れ部のマルテンサイトでは、長波長側にシフトするとともに傾きが滑らかになっています。マクローピズミのときは、単に位置がシフトするだけなので、これは格子面間隔が一様でないことを示しています。この傾きは、中性子回折のピークの広がりに相当するもので、その幅の分布をガウス分布と仮定して解析を行いました。半値幅の分布図を図3に示します。同じ焼入れ深さの丸棒から違った場所の試料を二個ずつとって測定したため、二個の画像が一緒に示されています。周辺部の幅が広がっているのがはっきりと分かります。このことから、焼き入れが均一に入っていること、また、焼き入れ深さをほぼ正確に測定していることが分かります。

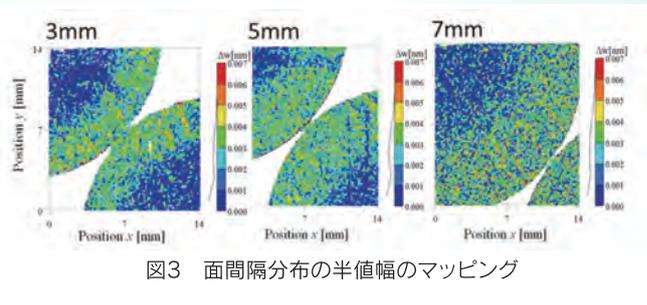


図3 面間隔分布の半値幅のマッピング

ビッカース硬さHv=450が焼入れ深さの境界となるためビッカース硬さと半値幅の関係について調べました。図4上が半値幅、下がビッカース硬さを示しています。原点は試料の中心です。半値幅の変化とビッカース硬さの変化がよく一致しています。半値幅分布の変曲点を求めた結果、その位置がほぼビッカース硬さHv=450に対応していることが分かりました。さらに、ビッカース硬さと半値幅には比例関係があり、次式が得られました。

$$Hv = 1.96 \times 10^5 (\text{半値幅 (nm)}) + 71.3$$

この式から、中性子の半値幅から透過方向の平均のビッカース硬さを求めることができます。

以上は断面からの観測でしたが、側面からの測定でも、焼入れ深さや硬さ分布を測定できることが分かってきました。そのため試料の形を保ったまま測定する製品検査に適用できると考えています。

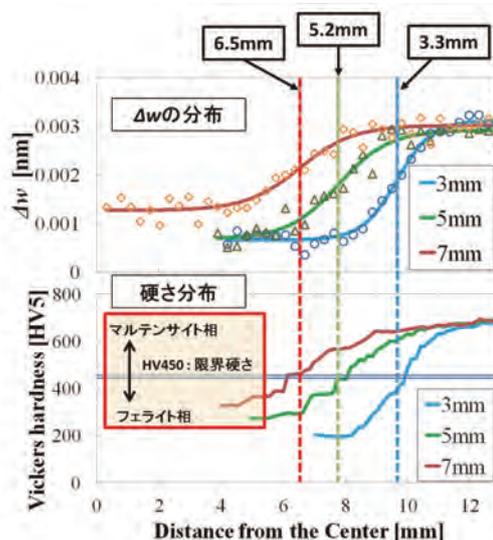


図4 ビッカース硬さと半値幅

本研究は、北大の佐藤博隆、佐藤友哉(現、日本製鋼所)、加美山隆、大沼正人、名大の塩田佳徳(現、金属技研)、UC BerkleyのAntonの各氏と実施したものです。NOBORUの担当者には大変お世話になりました。この場を借りて感謝申し上げます。この研究は科学研究費補助金No. 23226018の成果です。

参考文献

- [1] H. Sato, T. Sato, Y. Shiota, T. Kamiyama, A. S. Tremsin, M. Ohnuma and Y. Kiyonagi, Materials Transactions, 56, 1147 (2015).
- [2] Y. Kiyonagi, H. Sato, T. Kamiyama and T. Shinohara, J. Phys. Conf. Ser. 340 (2012) 012010

一軸応力を用いた磁気スキルミオン相の制御

理化学研究所 中島 多朗

カイラル磁性体MnSiにおいて現れるスピンの渦状構造「磁気スキルミオン」を、結晶に一軸応力を加えることで制御できることを見出し、それをJ-PARC MLFの中性子小角散乱装置BL15「大観」により確認しました。

「磁気スキルミオン」はnmオーダーの渦状スピン構造であり、その新奇なトポロジーに関連した物理現象に関心が高まり、近年盛んに研究されています[1]。最初に磁気スキルミオンが観測されたのは、カイラルな結晶構造を持つ金属磁性体であるMnSiです[2]。この系は、強磁性的な相互作用とジャロシンスキー・守谷 (DM) 相互作用を併せ持つことから、170nm程度の非常に周期の長いらせん磁気構造を示すことが知られていました。しかし、最近の中性子小角散乱実験によって約29Kの磁気相転移温度近傍において磁場を僅かに負荷すると、磁場と垂直な面内に六角形の散乱パターンが観測され、これが第二種超伝導体の磁束格子に似たスキルミオン三角格子であることが報告されました。このスキルミオンは電子顕微鏡観察により単独の粒子としても存在することが確認され、電流や熱パルスなどによって生成・消滅・制御する手法が理論と実験の両面から数多く報告されています。

本研究では、このスキルミオン制御について新たな方法論を開拓すべく、結晶を異方的に歪ませる「一軸応力」に注目しました。対象物質としては前述のMnSiを用い、先ず、磁気相転移に対する一軸応力効果を把握するため、一軸応力下の交流帯磁率を測定しました。その結果、磁場と一軸応力が平行な場合はスキルミオン相の形成が抑制され、両者が垂直な場合は逆にスキルミオンが拡大することが分かりました。これをより直接的に観察するため、J-PARC MLFの中性子小角散乱装置「大観」において一軸応力下の小角散乱パターンを測定しました。

実験の配置を図1 (a) に示します。今回は磁場と平行に一軸応力を負荷してスキルミオン相を抑制する配置を選択し、中性子ビームが応力と磁場に垂直な方向に入射する実

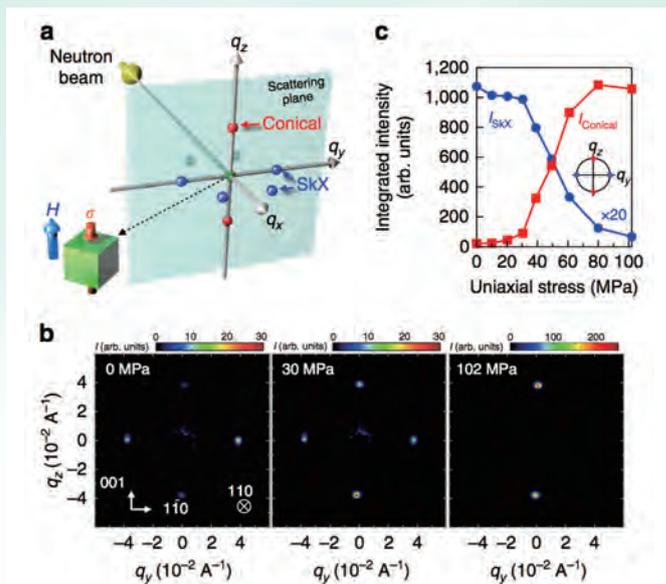


図1 MnSiの一軸応力下中性子小角散乱の結果 (a) 入射中性子ビーム、外部磁場H、一軸応力 σ 、及び逆空間における各磁気相のピーク位置の関係図。(b) 一軸応力の印加による小角散乱パターンの変化。(c) スキルミオン相(青)とコニカル相(赤)に対応する磁気散乱強度の一軸応力依存性

験を行いました。その結果、応力を負荷する前はスキルミオン三角格子に対応する6つの反射のうち2つが水平方向に認められましたが、一軸応力の負荷とともに磁場と平行方向に q -ベクトルを持つコニカル相の磁気反射が現われ、最終的には100 MPaでスキルミオン相が完全に消失することを確認しました(図1 (b), 1 (c) 参照) [3]。

前述したように、スキルミオンはnmオーダーの大きさで、かつ、電流等の外場で制御できます。本研究では、さらに「応力」という新たな外場が有効であることを示したものであり、今後これを応用した次世代の磁気メモリなどのデバイス開発が期待されます。

参考文献

- [1] N. Nagaosa and Y. Tokura, Nat. Nanotech. **8**, 899 (2013).
- [2] S. Muhlbauer *et al.*, Science **323**, 915 (2009).
- [3] Y. Nii *et al.*, Nat. Commun. **6**, 8539 (2015).

充放電しているリチウム電池の内部挙動の解析に成功

東京工業大学
高エネルギー加速器研究機構
京都大学

田港 聡、菅野 了次
米村 雅雄、神山 崇
森 一広、福永 俊晴

BL09「SPICA」を用いて蓄電池特性を左右するイオンの動きなどをリアルタイムで観測する手法を開発し、実用蓄電池の充放電時に現れる電池内部の非平衡状態の反応を世界で初めて直接観測しました。この技術は、大型蓄電池の反応・劣化挙動の解明に威力を発揮するものと思われま

す。Liイオン電池は優れた安定性と高いエネルギー密度、出力特性を兼ね備えた電池として、電気自動車やハイブリッド車の車載用蓄電池としても利用されていますが、さらなる高エネルギー密度と高出力、長寿命、高信頼性が望まれています。

より一層の電池特性向上に向けたブレークスルーを引き起こすためには、電池内部の充放電時の現象を可視化する

技術が必要です。そのため、Li二次電池の充放電過程における電池内部の電気化学反応およびその反応に対応した電極材料の構造変化を中性子により直接観測する新しいシステムと解析手法を開発しました。具体的には、MLFのBL09「SPICA」において、18650型円筒Liイオン電池を用いて、異なる充放電レートの充放電過程をリアルタイムで観測し、不均一かつ非平衡に進行する電池反応を初めて明らかにしました。これまでの分析手法とは異なり、電池特性を左右するLiイオンの動きを非破壊かつ実動作環境下で定性的・定量的に分析することができます。

図1のA、B、C、D、Eに0.05C、0.1C、0.5C、1C、2Cでの放電レート時のカーボン負極の001回折の変化を示します。それぞれの図中には放電に伴う電圧変化を赤線で示しています。グラファイト負極は、構造中のLiイオンの分布の違いで、ステージ構造と呼ばれる異なる面間隔の回折線を示します。0.1C以上の放電レートでは反応に寄与しないと考

れるStage 3Lの回折線が常に存在し、不均一な電池反応が進行することを示しています。2Cで放電した場合、Stage 4L相がStage 3Lに徐々に変化し、放電後に電池内部で緩和反応が進行しました。高い電流が電極合材中で不均一なLiイオン分布を生成すると考えられます。

一方、負極材では、充電放電ともに、Stage 2からStage 3の相変化が存在しますが、放電時にだけStage 2後半にStage 2L相を経由してStage 3へ相変化が観測されました。このように充電と放電においてグラファイト負極で反応機構が異なることを明らかにしました。

正極電極合材中では充放電後に電池を分解して解析していた従来の報告とは異なり、放電時に使用される組成領域が高充放電レートでは変化することも明らかにしました。このように、Time-Of-Flight (飛行時間)法を用いた中性子回折測定技術が、実電池中で起こる電池反応に関する情報を明確に捉え、充放電中の非平衡状態の反応機構を理解するうえで優れた分析手段であることを明らかにしました。

実電池の内部の材料の構造変化が、実際の充放電時にリアルタイムで観測できることが可能になったことは、充放電サイクルに伴う劣化挙動や、長期保存時の経時変化、高温や低温での使用時の劣化挙動など、蓄電池の信頼性や安全性に関する詳細な情報が、実際に使用する電池を直接観測することで容易に得られることを示しています。Liイオン電池のさらなる高性能化に寄与できるだけでなく、現在、開発が進んでいる全固体電池やLi酸素電池、Mg電池、アニオン電池などの次世代蓄電池の開発にも大きく貢献すると期待されます。

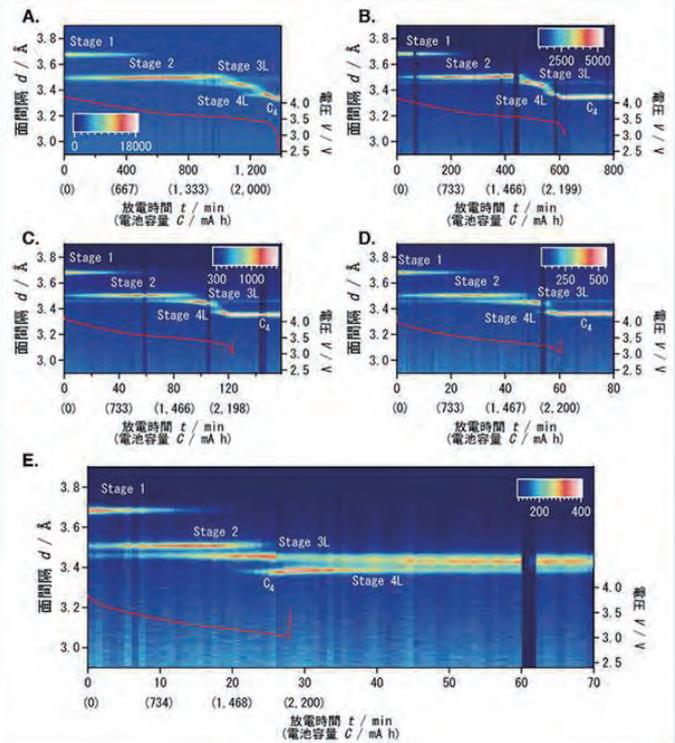


図1 放電時の電極材料の相変化

本研究成果は英国科学誌「Scientific Reports 6, Article number:28843 (2016)」に掲載されました。

●J-PARC & 茨城県BL

永久磁石材料の中性子構造解析

高エネルギー加速器研究機構 齊藤 耕太郎、小野 寛太

中性子回折により、Dy置換した永久磁石材料であるNd-Fe-B 磁石におけるDyのサイト占有率とNd-Fe-B磁石の高温における主相と副相の構造を明らかにし、高性能磁石の設計指針を構築するための重要な知見を得ました。

1. 中性子・放射光を用いた主相と副相の精密構造解析

近年提案された粒界拡散法は、Nd₂Fe₁₄Bの粒全体をDyで置換する従来の方法とは異なり、粒界近傍のNdのみをDyで置換することにより従来の手法で合成した(Nd,Dy)-Fe-B磁石より少ないDy使用量で同等の保磁力を実現して

います。しかし、実験的な難しさから保磁力が向上する機構は明らかではなく、数値シミュレーションが必須です。本研究では、数値シミュレーションに必要なDyの分布に関する現実的なパラメータを明らかにするため、Nd₂Fe₁₄B粒を覆う(Nd_{1-x}Dy_x)₂Fe₁₄B (x=0.125,0.5)におけるDyイオンのサイト選択性について中性子回折および第一原理計算と熱力学

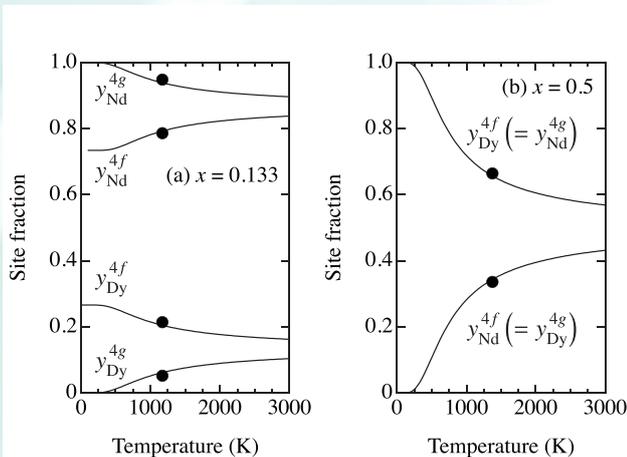


図1 異なるDy置換量の試料におけるDyのサイト占有率の熱処理温度依存性

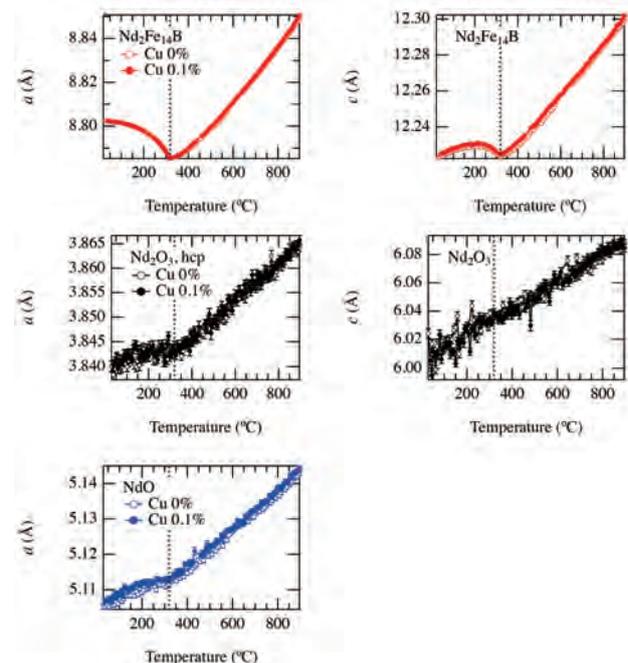


図2 Nd-Fe-B焼結磁石の主相及び副相における格子定数の温度依存性

的計算により定量評価を行いました。先行研究と同様に、Ndよりもイオン半径の小さいDyが、二つのNdサイトのうち周囲のFeとの距離に近い4fサイトを選択的に占有することが実験的に示されました。また、絶対零度におけるエネルギーおよびアニール温度でのエントロピー効果を考慮したサイト占有率の計算と実験値は図1に示したように定量的に一致しました。これにより試料合成温度を考慮した熱力学的計算が任意のDy濃度のサイト別占有率計算に有効であることが明らかになりました。

2. 中性子・放射光を用いた主相と副相の高温状態でのin-situ構造解析

Nd-Fe-B焼結磁石の保磁力は、主相の微細構造だけでなく、副相の種類や微細構造にも大きく影響されます。こ

れまでの副相に関する研究は試料表面における顕微鏡観察が中心であり、試料内部における副相の研究はほとんどありません。本研究では、中性子の透過力の強さを活用し、Nd-Fe-B焼結磁石のバルク試料を用いて高温in-situ中性子回折実験を行い、試料内部における副相の温度変化を明らかにしました。その結果を図2に示します。主相はキュリー温度以下において、すでに単結晶において報告されているものとはわずかに異なる温度依存性を示しました。明確なピークとして観測された副相Nd₂O₃とNdOの格子定数が主相のキュリー温度で明らかなる異常を示していることから、主相と副相の格子定数が強く結合していることが明らかになりました。

本研究は、元素戦略磁性材料研究拠点の支援のもとで行われました。この場を借りて感謝申し上げます。

●茨城県BL

ナトリウムイオン電池用NaCrO₂-TiO₂系層状酸化物の結晶構造と充放電特性

東京電機大学 藪内 直明
茨城大学 松川 健、石垣 徹
高エネルギー加速器研究機構 米村 雅雄

中性子回折によりNaイオン電池用NaCrO₂-TiO₂系電池材料の結晶構造解析を行い、遷移金属層におけるチタンの存在が充放電特性に与える影響について明らかにしました。

Liイオン蓄電池は携帯電子機器の電源としてだけでなく、電気自動車にも利用されています。近年では電力貯蔵用の用途も期待されていますが、Liは稀少金属の一種であり、これらの電池では汎用元素を用いることが求められているため、Liの代わりにNaを用いる「ナトリウムイオン電池」に関する研究が世界中で活発に行われています[1]。

図1に新たに発見した $x\text{NaCrO}_2 - (1-x)\text{TiO}_2$ 系層状酸化物($x=1, 0.67$)について中性子回折を行った結果を示します。NaCrO₂($x=1$)において観測された全ての回折ピークは $\alpha\text{-NaFeO}_2$ 型(O3型とも呼ばれる)層状構造に対応することが分かりました。全てのNaイオンは遷移金属イオン層と稜共有しており、3bサイトで局在化していることがMEM解析の結果明らかとなりました。また、Na_{2/3}Cr_{2/3}Ti_{1/3}O₂($x=0.67$)はP2型の層状構造であることが分かりましたが、O3型の層状構造とは異なり、Naイオンは面共有と稜共有の2つのサイトに存在し、理想的な位置から外れたサイトに広く分布していることも明らかとなりました。これは層内においてNaイオンが欠損して空孔が存在するため、Naイオンのサイトが非局在化しているためだと考えられます。また、CrとTiで構成されている遷移金属層において、3価のCrと4価のTiの規則配列の存在は確認されず、不規則に6配位サイトを専有していることも確認されました。

P2相の平均作動電圧はNa基準で3.4 V程度であり、既存のO3相より0.3 Vほど高い電圧を示すことが確認されました。また、NaCrO₂においては電位平坦部が観測され、これはNaイオンとCr³⁺/Cr⁴⁺の規則配列に由来し、二相反応が進行するためです。一方、P2相ではO3相で確認されたような電位平坦部は消失し、電圧は組成に対して連続的

に変化することが確認されました[2]。これはTi⁴⁺の固溶によりNaの規則配列に由来する相転移が抑制されたためであると考えられます。このことは中性子回折により、遷移金属層におけるCrとTiの規則配列が確認されなかったことから支持される結果です。

これらの成果は、Naの固体中における拡散や電荷補償機構といった観点から固体イオニクス分野の研究の発展に貢献するだけでなく、将来的には、自然エネルギーから得られた電気を蓄電する大型電力貯蔵施設への応用にも繋がると期待されます。

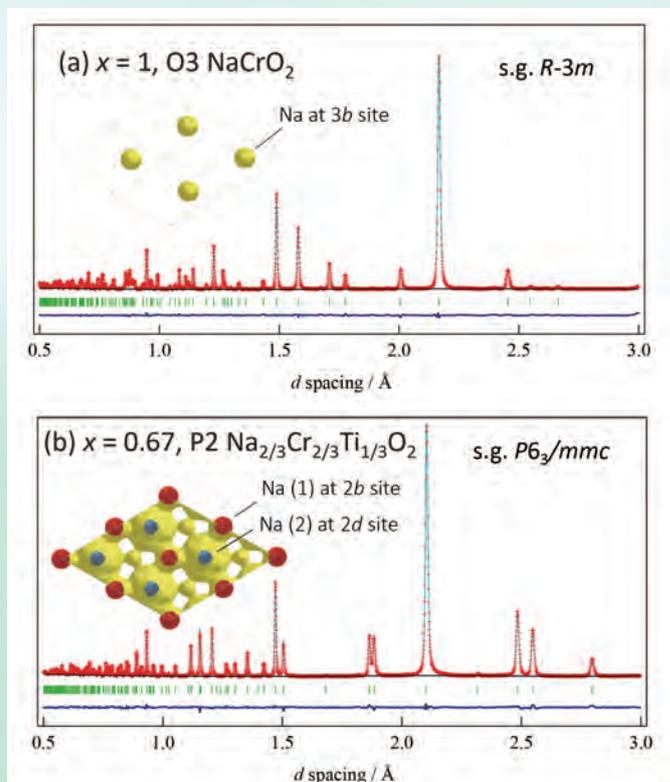


図1 $x\text{NaCrO}_2 - (1-x)\text{TiO}_2$ 系層状酸化物($x=1, 0.67$)の中性子回折パターン

参考文献

- [1] N. Yabuuchi, et al., Chem. Rev., **114**, (2014), pp.11636
[2] N. Yabuuchi, et al., Chem. Mater., **28**, (2016), pp.7006

リチウムイオン電池正極LiFePO₄の緩和解析

株式会社デンソー 佐藤 吉宣
京都大学 高井 茂臣
香川高専・京都大学 八尾 健

Liイオン電池の正極材料LiFePO₄の放電反応中に形成される速度論的優先状態であるLi_{1-x}FePO₄相の熱力学的平衡状態への緩和過程をTOF法中性子回折を用いて解明しました。iMATERIAの高い分解能と透過性に基づき、実電池や実電池から取り出した電極を用いてLiイオンの動きを含めた緩和過程の測定が可能になると期待されます。

鉄オリビン正極LiFePO₄は、資源性や安全性、高い理論容量から、将来のLiイオン電池正極の候補として注目を集めており、その充放電特性とメカニズム理解の意義は極めて大きいと言えます。朴らは、充放電停止直後に電気化学セルから取り出したLiFePO₄電極の実験室系XRD測定結果に基づき、充電停止後と放電停止後の平衡状態での結晶構造緩和挙動に差があることを報告しています[1-2]。その差が生じる理由としては、放電反応中はLi拡散に有利な速度論的優先状態であるLi欠損したLiリッチ相Li_{1-x}FePO₄ (x>β) が形成されるため、緩和過程において熱力学的平衡状態であるLiリッチ相(Li_αFePO₄, α≒0)とLiリッチ相(Li_{1-β}FePO₄, β≒0)へと構造緩和します。その一方で、充電過程はLi拡散が有利な過程であり、そもそも熱力学的な平衡状態に近い状態で反応が進行するため、緩和が生じにくいと考察されています。この“緩和挙動”は、LiFePO₄の反応メカニズム理解のために非常に有効な考え方と考えられます。

ところで、上市されているLiイオン電池は電池セル内で反応バラつきが生じることが知られており、電池特性を議論するには平均情報の取得が重要です。実験室系XRDは分析可能範囲が限定され、深さ方向と面内の平均情報取得が困難です。緩和解析のために電池そのもの、あるいは電池から取り出した電極を積層したり、折り畳んで回折プロファイルを取得したい場合には新たなプローブが期待されます。さらに、実験室系XRDでは緩和挙動発現のキーとなるLiイオンのダイナミクスを直接把握することは困難です。

我々はこれらの問題点を同時に解決可能なTOF法中性子回折に注目しました。本研究ではiMATERIAを用い、Li_xFePO₄放電停止後(3Cレートでx=0.45まで挿入)の緩和過程のTOF中性子回折プロファイルを取得しました。今回は、複数個のコイン電池を上記の条件で放電処理した上で解体し、取り出した正極電極を積層したものをサンプルとしました。測定された回折プロファイルに対し、八尾らが作成したTOF中性子対応のN-RIEVECプログラム[1-2]を用いてリートベルト解析を行いました。モデルとしては空間群Pnmaに属するLiリッチ相とLiリッチ相の2相共存反応を採用しています。

解析の一例としてLi挿入後8時間経過時点のTOF中性子回折パターンとリートベルト解析結果を図1に示します。Rファクターはいずれも十分に低く、高い精度で構造解析が行えました。図2には、リチウム挿入停止後の時間経過に伴うLiリッチ相のモル分率変化を示します。時間が経つにつれ、連続的にLiリッチ相が減少することが分かります。さらに、その減少速度は実験室系XRDを用いた朴らの先行研究と同等でした[2]。なお、放電停止直後のLiリッチ相中のリチウム量は平衡状態と比較して大きく低下していることも確認しました。

今回、Liイオン電池の正極材料LiFePO₄の放電反応中に形成される速度論的優先状態であるLi欠損したLiリッチ相Li_{1-x}FePO₄相の熱力学的平衡状態への緩和過程をTOF法中性子回折を用いて把握することに成功しました。現在、実電池と実電池から回収した電極を用いた緩和解析を計画中です。

本研究に当たっては茨城大学の石垣徹教授と星川晃範准教授にご支援をいただきました。この場を借りて感謝申し上げます。

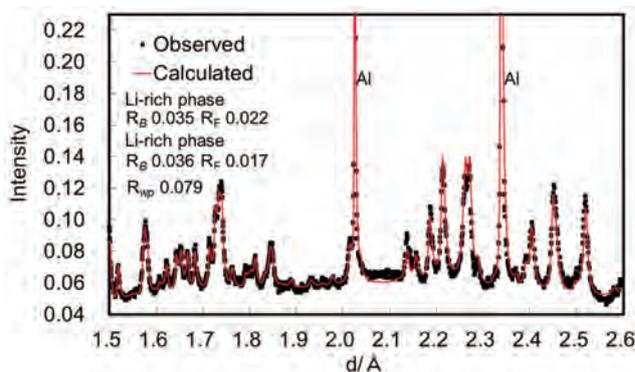


図1 Li_xFePO₄の中性子Rietveld解析結果

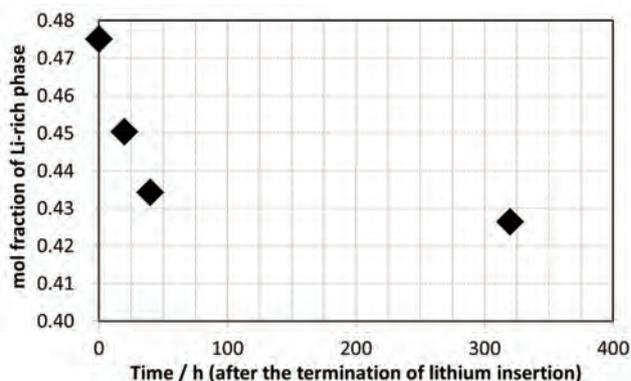


図2 緩和過程におけるLiリッチ相のモル分率変化

参考文献

- [1] S. Park, K. Kameyama, and T. Yao, *Electrochem. solid-state lett.* 15 (2012) A49-A52
- [2] S. Park, K. Kameyama, and T. Yao, ECS 222nd Meeting. Abstract

窒素をアンモニアに変換する水素化触媒類似化合物の構造解析

理化学研究所 橋爪 大輔

単結晶中性子回折実験により、窒素をアンモニアに変換するチタン-ヒドリド(H⁻)錯体触媒類似体における金属近傍の水素の位置を体積がわずかに0.2 mm³という小さい単結晶で決定することに成功しました。

触媒反応によって、古くから大規模合成に成功した例として、Fe₂O₃を触媒とするハーバー・ボッシュ法によるアンモニア合成が挙げられます。アンモニアは農業用肥料やナイロン、レーヨンといった合成繊維の原料として人類に不可欠な化合物で、現在でもハーバー・ボッシュ法によって大量のアンモニアが合成されています。ところが、この反応には過酷

な反応条件 (500°C, 20 MPa) が必要なため、エネルギーの点で問題があり、温和な反応条件で機能する触媒の開発が待たれます。

窒素分子を窒素源とするアンモニア合成では、安定な窒素間三重結合の切断が鍵となります。理研の島、侯らは、チタンヒドリド錯体を用いて、常温・常圧下で窒素分子の $N\equiv N$ 三重結合の切断に成功しました (図1) [1]。そこで、この反応で中心的役割を果たす化合物3について、単結晶中性子回折実験で、水素原子位置を精密に得ることを計画しました。しかし、残念ながら、実験に十分な大きさの単結晶を得ることができませんでした。一方で、化合物3の合成時に副生成物として得られる化合物4については、小さいながらも良好な単結晶が得られました。化合物4は、化合物3と結合状態が類似しているため、Ti-Hの結合状態を議論することができます。

単結晶構造解析装置iBIXを用いて、52方位のデータ (1方位あたりの露光時間18分, 出力210 kW) を5.5日で収集しました。その結果、水素原子の位置をフーリエ合成図より実測することに成功しました。フーリエ合成図をもとに水素原子位置を決定したところ、架橋および三重架橋ヒドリドのいずれにおいても、図2に示すようにTi-H結合の距離が顕著に非対称なものがあることが明らかになりました。

今後、ビーム強度が上がれば、大きな単結晶が得られない化合物、特に、活性が高いために結晶化に時間をかけられない金属錯体触媒中の軽原子の位置や温度因子を精密に決定できるようになり、解析結果の産業応用が加速するものと期待されます。

本研究に当たっては、茨城大学の日下勝弘教授、田中伊知朗教授、細谷孝明講師にご支援をいただきました。この場を借りて感謝申し上げます。

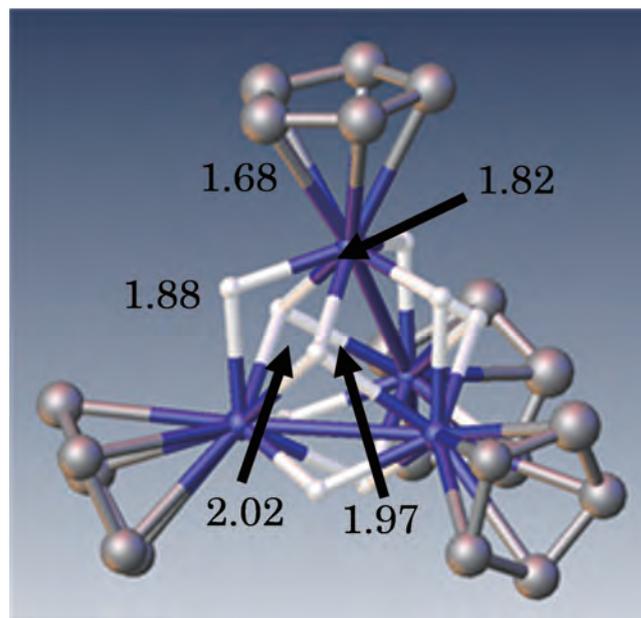


図2 Tiヒドリド錯体(4)の構造と代表的なTi-H距離(Å)

参考文献
[1] T. Shima *et al.*, *Science*, **340**, 1549 (2013)

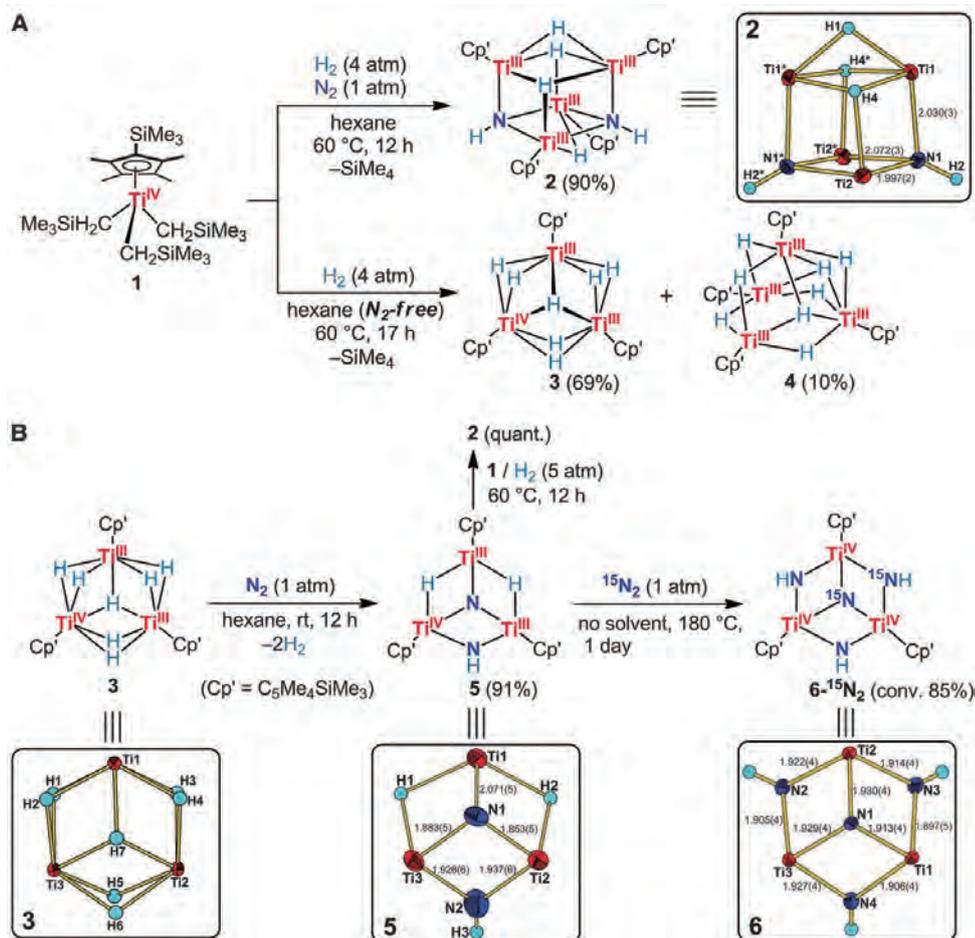


図1 Tiヒドリド錯体の合成と $N\equiv N$ 結合切断反応

iBIXによる α -トロロンの触媒機構の解明

茨城大学 山田 太郎

X線と中性子の相補利用によりN-アセチルヒルジンと α -トロロンの複合体の構造を精密化して酵素反応に重要なセリン残基の水酸基の方向と水素結合の有無を決定し、酵素反応において重要なセリン残基の水酸基が乱れており、一部がヒスチジン残基と水素結合を作ることを明らかにしました。

α -トロロンは血液凝固過程に関わる重要なセリンプロテアーゼです。この反応部位には3つのアミノ酸残基がセリン-ヒスチジン-アスパラギン酸(S195-H57-D102)の順に水素結合で結ばれるように配置され、S195の水酸基の酸素の求核性が高められて基質ペプチドのカルボニルの炭素を求核攻撃するという反応機構が提唱されています。この反応機構を検証するため、iBIXと放射光X線を利用し、N-アセチルヒルジンとの複合体の中性子単結晶構造解析を行いました。交換可能な水素は全部もしくは一部重水素と置換しました。この複合体では、基質結合領域のC末端側にN-アセチルヒルジンが結合していますが、H57とS195の周囲には結合していません。図1にその活性中心の様子を示します。H57のN δ 1とD102のOの間での水素結合が観測されます。図1(A)の配置AのモデルではS195-H57間に中性子散乱長密度が観測されH57のN ϵ 2がプロトン化しています。一方、S195の水酸基水素は観測されません。配置Aのモデルを入れた後に残る電子密度(青)と中性子散乱長密度(水色)から水と重水DODからH57間に渡る中性子散乱長が観測され、図1(B)の配置Bの存在が示唆されます。配置Bは、S195の骨格のコンフォメーションが異なりOHはH57のN ϵ 2と水素結合します。しかし、この配置で反応するにはOの配置が適切ではありません。N-アセチルヒルジンと結合した α -トロロンの場合、水と重水DODが2つの位置に乱れて存在することにより、配置Aと配置Bが混在しているものと考えられます。多くのフリー状態のセリンプロテアーゼのX線構造解析では配置Aのみが観察され、S195の水酸基水素はH57との

間で水素結合する最適な配置をとりません。つまりH57とS195の間での水素結合が形成される場合、H57がプロトン化しており、S195の水酸基水素はH57のN ϵ 2の方向を向かないこととなります。この結果はH57がS195水酸基水素を引き抜きながら酸素の求核性を高めるというこれまでの反応機構を再考する必要性を示唆しています。

本研究に当たっては、茨城大学の日下勝弘教授と矢野直峰助教にご支援いただきました。この場を借りて感謝申し上げます。

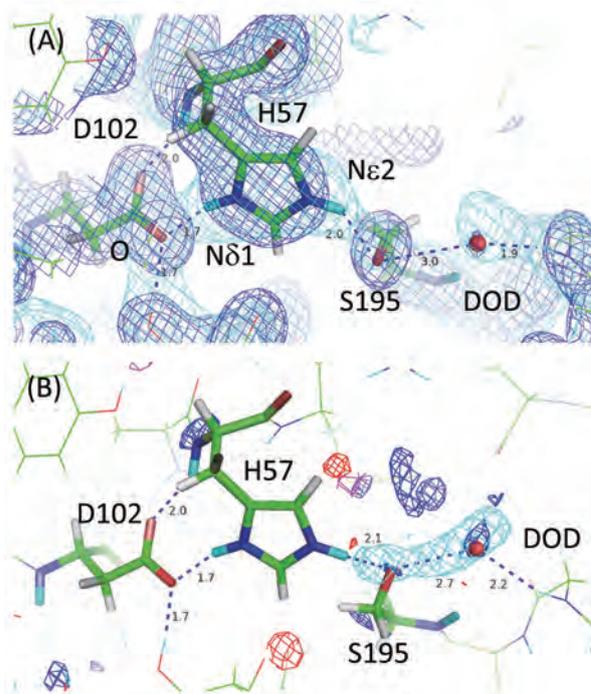


図1 N-アセチルヒルジンと α -トロロンの複合体活性部位の構造

(A)主に存在する配置Aのモデル (B)配置Aのモデルを入れた後に残る電子密度(青)および中性子散乱長密度(水色)から求められた配置B

CROSS TU

ポリ塩化ビニリデンフィルム中の油の分散状態観察

株式会社クレハ 増田 健一、細田 友則

畜肉ソーセージ中の油が、包装体であるポリ塩化ビニリデンフィルム中に移行したときの分散状態をBL15「大観」の小角散乱機能を用いて解明しました。

ポリ塩化ビニリデンフィルムは、酸素ガスバリア性と水蒸気バリア性の高さから、主に魚肉ソーセージの包装体として使用されており、現在では畜肉ソーセージへの使用も進んでいます。一般的に、畜肉ソーセージは殺菌を目的としたレトルト処理もしくはボイル処理といった加熱処理が行われます。畜肉ソーセージの場合、魚肉ソーセージと比べて内容物中の油の量が多く、加熱処理工程でフィルムおよび内容物に熱が加わった際、内容物に含まれる油がフィルム中へ移行することが知られています。しかしながら、この移行した油が、フィルムの中でどのように分散しているのか現在のところ分かっていません。

そこで、本実験ではポリ塩化ビニリデンフィルム(Film A)とポリ塩化ビニリデン/ポリオレフィンブレンドフィルム(Film B)を用い、レトルト処理により畜肉ソーセージを作製し、それぞれのフィルム中へ移行したソーセージの油の分散状態の解明を中性子線小角散乱測定を用いて試みました。

図1にFilm Aの未処理フィルムとソーセージを作製した後に内容物から剥がしたフィルムの中性子散乱プロファイルを、図2にFilm Bの未処理フィルムとソーセージを作製した後に内容物から剥がしたフィルムの中性子小角散乱プロファイルを示します。ポリ塩化ビニリデンフィルムは結晶性ポリマーであり、製膜時に結晶化によるラメラが形成されます。その配列が規則性を有しているため、図1および2の中央付近にピークが現れました。High-Q側がフラットであるのは非干渉性散乱と考えられます。Film AとFilm Bはいずれもソーセージの状態になると、ラメラによるピークが低角度側へシフトし、散乱強度は増加しました。この結果から、レトルト処理によるラメラの成長が示唆されます。Film AとFilm Bの違いはLow-Q側で顕著

に表れていますが、今後、X線小角散乱測定の結果と合わせて、モデル解析を行ない、繰り返し周期だけでなくコン

トラストを決定し、コントラストの値から油の量や存在場所について考察することを検討中です。

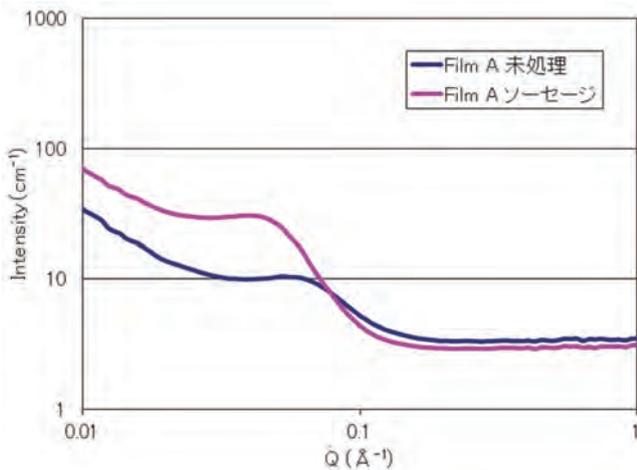


図1 Film Aの未処理およびソーセージの中性子散乱プロファイル

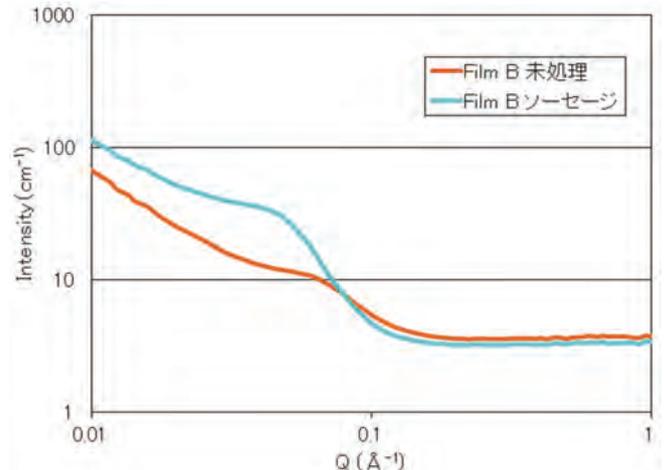


図2 Film Bの未処理およびソーセージの中性子散乱プロファイル

中性子産業応用セミナー

中性子産業利用推進協議会と茨城県、総合科学研究機構(CROSS東海)では、J-PARCセンターほかのご協力をいただき、中性子の産業利用に関わる測定技術を会員企業に出向いて講習するセミナー、いわゆる「出前講座」を開催しています。平成28年度第3回目のセミナーを開催しましたのでご報告します。

中性子産業応用セミナーの開催についてはいつでもご相談に応じています、会員企業、非会員企業に限らず事務局(林眞琴: E-mail: m_hayashi@cross.or.jp)までご連絡ください。

味の素株式会社

2月10日(金)に川崎市川崎区鈴木町にある味の素株式会社イノベーション研究所において中性子産業応用セミナーを開催しました。プログラムは下記の通りです。

1. 味の素株式会社の概要
常務執行役員 加藤敏久(イノベーション研究所長)
2. 中性子の産業利用
富田俊郎(茨城県)
3. 中性子の基礎
林 眞琴(CROSS)
- 4～6. 中性子実験技術に関する講演3題
各技術分野のエキスパート3名

味の素のイノベーション研究所の基盤技術研究所やフロンティア研究所などから41名もの研究者の皆さまが聴講されました。それぞれの講義について活発な質疑がありました。

セミナー終了後に具体的な課題実施の利用相談があり、J-PARC MLF見学会の申し出もありました。

味の素(株)ではすでにBL03「iBIX」とBL20「iMATERIA」の利用実績があり、成果を挙げて居られますが、今後、益々J-PARC MLFの実験装置を利用していただけると期待されます。

活動報告

◆研究会

●磁性材料研究会

1月19日(木)にエッサム神田ホール2F多目的ホールにおいて、平成28年度磁性材料研究会を「磁気冷凍材料研究の最前線」をテーマに開催しました。64名の参加がありました。

<施設の概況>セッションでは富田俊郎茨城県技監がJ-PARC MLFにおける産業利用の現状を説明されました。

<磁気冷凍技術>セッションでは、中部電力の平野直樹氏が「磁気冷凍材料研究の最前線 - 磁気冷凍技術の現状・課題・将来 -」、鉄道総合技術研究所の宮崎佳樹氏が「鉄道空調を目指した室温磁気ヒートポンプの開発」、(株)東芝の齋藤明子氏が「磁気冷凍の実用の鍵となる磁気冷凍材料」、和田裕文九州大学教授が「巨大磁気熱量効果を示すMn化合物の磁性」、物材機構の沼澤健則氏が「極低温における磁気冷凍」、北澤英明主査が「中性子による磁気冷凍材料研究」と題して講演されました。

磁気冷凍技術の開発から最新の磁気冷凍材料研究まで幅広い内容について、この分野のキーパーソン諸氏に講演していただいた結果、

予想を大きく上回る多くの参加者を得て、活発な質疑応答がありました。中性子を活用できる課題も多く、この分野での中性子利用の拡大が期待されます。



会場の様子



北澤英明主査(NIMS)

●電池材料研究会

1月25日(水)に東京飯田橋の研究社英語センター大会議室において、平成28年度電池材料研究会を「二次電池構造解析研究における最新成果と新たな展開」をテーマに開催しました。86名もの参加者があり大変盛況でした。

＜施設の概況＞セッションでは、林眞琴氏(CROSS東海)がJ-PARC MLFにおける産業利用の現状を、石垣徹茨城大学教授がiMATERIAにおける電池材料の解析技術を紹介されました。

＜基調講演＞では、菅野次主査(東工大教授)が「蓄電池材料研究の現状と新たな展開」と題して、二次電池材料の開発の歴史に始まり、将来に向けた材料開発の在り方を紹介されました。

＜量子ビームによるRISINGプロジェクトの成果＞セッションでは、河口智也京都大学助教が「放射光を用いた電池研究」、田港聡東工大助教が「中性子回折法を用いた実用動作条件下における実電池反応解析」、米村雅雄KEK准教授が「中性子回折法を中心とした蓄電池研究」と題して講演されました。

＜特別講演＞では、RISING2プロジェクトリーダーである松原英一郎京都大学教授が「RISING2における蓄電池研究」と題して講演されました。

＜電池材料の界面・表面解析＞セッションでは、平山雅章東工大准教授が「放射光X線・中性子線を用いたリチウム電池材料界面の構造解析」、日産アークの今井英人氏が「Liイオン電池のSEI構造」

と題して講演されました。

＜電池材料における拡散現象解析の新たなアプローチ＞セッションでは、柴田薫氏(J-PARC)が「中性子準弾性散乱QENSを用いた電池材料中のイオン拡散運動の解析」、杉山純氏(豊田中研)が「ミュオンによる電池材料中の拡散現象の解明」と題して講演されました。

RISING2プロジェクトの成果と新たに開始されたRISING2プロジェクトの目指すところを紹介していただくとともに、量子ビームを活用した二次電池材料の開発状況、特に、電池における重要課題である界面・表面の最新の研究成果や拡散現象についての新たな解析手法による研究成果を紹介していただきました。電池材料開発の競争が激化する中で、多くの参加者を得て、活発な質疑応答がありました。J-PARC MLFでは電池材料分野での利用が非常に多いのですが、これを機会に益々の利用拡大が期待されます。



会場の様子



菅野次主査(東工大教授)

●非破壊検査・可視化・分析技術研究会

2月15日(水)に東京神田のエッサム神田ホール2F多目的ホールにおいて、平成28年度非破壊検査・可視化・分析技術研究会を「国内外施設における中性子可視化・分析技術の状況とブラッグエッジイメージング研究の現状 - 施設の相補利用による効率的な研究開発とブラッグエッジ法の活用に向けて -」をテーマに開催しました。本研究会としてはこれまで最高の65名もの参加者があり大変盛況でした。

＜施設の概況＞セッションでは、富田俊郎茨城県技監がJ-PARC MLFの概要と産業利用の現状を紹介されました。

＜チュートリアル＞では、藤嶋輔氏(JAEA)が「ANNRIの現状と即発ガンマ線分析」、松本吉弘氏(CROSS東海)が「J-PARCのイメージング装置RADENの現状」と題して講演されました。

＜実験施設の現状＞セッションでは、理研の大竹淑恵氏が「理研RANS1による非破壊観察評価の現状」、京都大学の高宮幸一教授が「KURにおける放射化分析」、J-PARCの甲斐哲也氏が「海外施設における中性子イメージングの現状」、海老原充主査(首都大学東京教授)が「海外施設における放射化分析」と題して講演されました。

＜ブラッグエッジイメージングの最近の研究＞セッションでは、篠原武尚幹事が「ブラッグエッジ研究の概要」、京都大学の伊藤大介助教が「ブラッグエッジ法によるPb-Bi合金の凝固過程の観察」、北海道大学の佐藤博隆准教授が「ブラッグエッジ法によるPb-Bi合金の凝固過程の観察」と題して講演されました。

＜中性子イメージングの産業利用＞セッションでは、デンソーの

岡村徹氏が「中性子線を用いた熱交換器内二相流の可視化」と題して講演されました。

3.11大震災の影響でJRR-3とKURが停止している中で、世界のNAAに対する取り組み状況を説明していただきました。一方で、MLFのBLO4「ANNRI」ではMPGAにより高精度に元素分析できる技術が開発されている状況が説明されました。MLFで可能なエネルギー分析型中性子イメージング手法の一つであるブラッグエッジ法イメージング法によれば、材料内部の様々な組織情報を取得でき、多くの材料評価への適用できるとの紹介がありました。そうした新しい非破壊検査・可視化・分析技術に対する期待から、多くの参加者を得て、活発な質疑応答がありました。J-PARC MLFの利用拡大とJRR-3の早期運転再開を期待したいと思います。



会場の様子



海老原充主査(首都大学東京教授)

お知らせ

●平成29年度総会

日時：平成29年7月20日(木) 10:20-12:00

会場：東京 秋葉原コンベンションホール

庄山悦彦副会長、伊藤洋一文部科学省科学技術・学術政策局長、ならびに、須藤克運賞委員長の挨拶のあと、
第1号議案 平成28年度事業報告及び決算報告について

第2号議案 会員の入退会について

第3号議案 平成29年度事業計画及び収支予算について
の3つの議案について審議する予定です。

会員企業の皆さまだけでなく、非会員企業や大学、研究機関の皆様も参加できます。多くの皆様のご参加をお待ちしています。

●平成29年J-PARC MLF産業利用報告会

主催：J-PARCセンター、(一財)総合科学学研究機構

茨城県、中性子産業利用推進協議会

共催：J-PARC/MLF利用者懇談会

日時：平成28年7月20日(木) 13:00～21日(金) 18:30

会場：東京 秋葉原コンベンションホール

齊藤直人J-PARCセンター長と上田光幸文部科学省量子放射線研究推進室長の挨拶のあと、＜セッション1＞、＜セッション2＞においてMLFやCROSS NCS、茨城県BLの成果を報告したあと、＜特別

講演＞では菊池豊田中央研究所代表取締役所長に「豊田中研における中性子利用」と題して講演していただきます。21日には金谷利治MLFディビジョン長の挨拶のあと、＜イノベーションの共創＞セッションにおいて産業界のニーズと施設側のシーズのマッチング講演を4組予定しています。また、＜特別講演＞として、田中敬二九州大学教授、折茂慎一東北大学教授、インターメトリックス社の佐川正人氏の3氏に講演していただく予定です。

多くの皆さまのご参加をお願い致します。

協議会HP(<http://www.j-neutron.com/>)には、J-PARC MLFやJRR-3の運転情報などを提供するサイトや、研究成果を紹介するサイトなどが設けてあります。研究会や講習会などの詳細についてはHPに順次新規情報を掲載しています。是非HPにアクセスして活用してください。

中性子産業利用推進協議会 季報【17年・春】Vol.34

発行日 2017年3月25日

発行元 中性子産業利用推進協議会

〒319-1106 茨城県那珂郡東海村白方162-1 いばらき量子ビーム研究センター2F D201

TEL:029-352-3934 FAX:029-352-3935 E-mail:info@j-neutron.com URL:http://www.j-neutron.com/