

CONTENTS

P2 副会長離任&就任挨拶 P3 J-PARCセンター情報 P3-4 実験技術・研究紹介 P4-10 研究トピックス P11 産業応用セミナー
P11-12 活動報告&お知らせ

中性子産業利用の現場から見えるもの —茨城県ビームラインのこの10年—

茨城県ビームライン産業利用コーディネーター
峯村 哲郎

J-PARC MLFの茨城県ビームライン(BL)は、中性子の産業利用を掲げ、利用促進活動に注力して10年が過ぎました。その間に当BLを利用した国内企業は100社を超え、産業利用の採択課題件数は400件余にも及んでいます。特に、3年前に課題公募制度を常時公募に切り替えて以降、中性子源の安定稼働も手伝って、採択課題数は順調に伸び、昨年度はついに年間60件を超えました。私も「iMATERIA」産業利用コーディネーターを務めて5年が過ぎ、こうした数字の上での産業利用の伸びとともに、利用者との対話の中で、中性子産業利用が大きく進展していることを肌で実感しています。

ここ数年、茨城県では利用拡大策の1つとして、国内学会の展示ブースにMLFと茨城県BLを紹介するポスターを展示して利用勧誘することに注力しています。対象は、利用の多いLiイオン電池関連の電池討論会をはじめ、金属学会・鉄鋼協会から食品科学工学会までと非常に広い分野に渡っています。分野によって反応はまちまちでしたが、繰り返し展示する中で、「中性子散乱って何か？」から「中性子散乱による材料構造解析にはどんな効能があるの？」や「気になっていたが、どのようにしたら使えるの？」という質問が変わってきています。最近では、そうした勧誘を契機にしてMLF見学に来てくれる方々も増え、課題申請に繋がっている例も多くなっています。こうした活動により新規利用企業数は、最近3年間でも年間13社を常に上回っています。

一方、この10年間で利用企業の業種が少しずつ変わってきています。当初は、大手自動車メーカーや電機メーカーが多かったのですが、最近は素材・部品メーカーがリピーターになりつつあります。そうした中で、利用した企業の方々には、3年に1度程度の頻度で、面談形式で利用時の感想や要望などをヒアリングする機会を設けています。ただし、面談形式なのでヒアリングできる企業は30社程度です。前回(昨年)の結果で注目すべき点は、利用成果が特許出願に繋がったと回答した企業が3割程度にのぼったことです。前々回の調査では、そうした回答はほとんどありませんでした。この結果は、中性子を製品開発の道具として使える企業が着実に増え、質実な産業利用が進展していることを示していると思います。

以上のような利用現場から見えるものから、産業利用におけるMLFの役割は2つあると考えています。1つはラボX線のように汎用的に使える道具としての役割です。これは現在活発に開発が進められている小型中性子源が汎用化するまでMLFに担って欲しい役割です。もう1つは、より高度かつ先端的な道具としての役割です。産業界が望む道具の性能は、現状の装置ではまだまだ足りないところが多々あります。しかし、中性子の専門家の中には、前者の役割には先進性がなく、後者は技術的に難しいと言われる方もいます。いずれにしても、中性子とそれを利用する研究者、すなわち中性子関連の学術界の成長が、これを支えとする中性子産業利用の今後の進展の鍵となりつつあることを強く感じています。そのためにも、これまで以上に活発かつ質実な産学連携が必要ではないでしょうか。

放射光利用者からみた中性子への期待

(株)豊田中央研究所 堂前 和彦

弊社の量子ビーム利用は1999年からのSPring-8を用いた放射光利用から始まり、続いて、中性子やミュオンも利用してきました。私は現在に至るまで、主に放射光の利用を主にしてきましたので、ここでは、放射光利用者としての観点から中性子の利用について思うことを述べさせていただきます。

初期の放射光測定は高精度な分析装置というイメージで、各種材料の静的な状態・構造解析を行っていましたが、徐々に排ガス浄化触媒や二次電池等を対象に比較的ゆっくりとした時分割in situ測定に発展してきました。放射光解析の有用性が認められたことで、2008年にはSPring-8に専用ビームライ

ン(豊田ビームライン)を設置するに至りました。豊田ビームラインでは、サブ秒レベルで物の変化を視るためのオペランド測定できる手法と非破壊で物質の内部構造を観察する手法を中心に技術構築しました。しばらくは前者による材料変化の実時間測定が主でしたが、最近では、CT/ラミノグラフィやラジオグラフィを用いた部品内部の構造観察や形態変化測定の割合が増えてきています。

中性子利用に関しては、放射光では測定の難しい軽元素や磁性に関する材料分析を主としていますが、時間分解能の不足からオペランド的な測定は対象が限られているように思います。一方で、部品等の内部構造観察に関しては、中性子の高い透過能力を活かして、多くの対象への利用が進んでいま

す。このように、放射光と中性子はそれぞれの特徴を活かした棲み分けができているように見えますが、逆に捉えるなら、放射光と中性子の時間・空間分解能にギャップがあるため、両者をシームレスに利用することが難しいと感じることもあります。例えば、透過観察において、放射光ではサブミクロンの空間分解能が得られていますが、試料サイズはmm以下に制限されており実用部品をそのまま見るには不向きな点もあります。一方、中性子を用いれば数cmの部品も容易に透過

しますが実用的な分解能は数十 μm と、放射光とは2桁程度の開きがあります。上記のように、部品内部の構造や時間変化を視たいという要望は年々高まってきており、放射光と中性子の技術的谷間となるニーズへの対応が課題と思っています。技術的な難しさは承知していますが、少しでも放射光と中性子のギャップを埋めていただけるよう一層の技術開発を期待しています。

退任挨拶

(株)日立製作所 庄山 悦彦 名誉相談役

2008年5月に本協議会を設立以来、副会長を務めて参りましたが、このたび退任することに致しました。11年に亘り、文部科学省を始めとして、J-PARCセンター、原子力機構、総合科学研究機構(CROSS)、茨城県、ならびに、産業界の多くの皆様にお世話になりました。本誌を借りて心よりお礼申し上げます。

2008年12月にJ-PARC MLFが供用開始されるとの報を受けて、関係者の皆様のご協力のもと、当時の橋本昌茨城県知事、永宮正治初代J-PARCセンター長、中村道治(株)日立製作所副社長らの支援を得て本協議会を推進することになりました。協議会の運営体制としては、経済団体連合会名誉会長である今井敬日本製鉄株式会社名誉会長が会長に就任され、小職と瀧本正臣トヨタ自動車株式会社副社長、ならびに、内藤晴夫エーザイ株式会社社長の3名が副会長に就任しました。爾来、今井会長のご指導の下、協議会総会や文部科学省や原子力機構に対する要望書の提出などに携わって参りました。

3.11東日本大震災によるJ-PARC MLFとJRR-3の運転停止や、MLFのハドロン実験施設における放射性物質の漏洩、ミュオン実験装置での火災、水銀ターゲットの熱疲労による運転休止などさまざまな障害が発生しました。このためにユーザーの皆様には幾たびも利用制限をお願いすることとなりま

した。それらにも拘わらず、2008年から2018年までのMLFにおける採択課題の30%弱を産業利用が占めています。世界の同様の実験施設における5~10%に比して驚異的な数値です。このことは本協議会の活動に依るものであると自負しています。具体的な成果においても、住友ゴム工業による高燃費性能と高粘着力という相反する機能を両立させる高性能なタイヤの設計システムの確立や、トヨタ自動車と東京工業大学による導電率の非常に高い全固体電池用電解質の開発などが挙げられます。また、茨城県のBL20「iMATERIA」では課題の半数近くが成果専有での利用となっていることは中性子の有用性を産業界の皆様が認識されていることの証左です。

日本の産業界が世界的競争の中にあって新製品を創成し利益を上げるためには、新機能性材料の開発や、性能を大幅に向上させた低コスト材料の開発が必須です。そのためにはJ-PARC MLFにおいて革新的な測定技術や機能性材料の開発という学術成果の創出が不可欠です。産業界のニーズと学術界のシーズを結び付け新しい研究テーマに取り組む産学官連携をこれまで以上に強化していただきたいと思ひます。

後任の副会長には初代運営委員長を務めた中村道治科学技術振興機構顧問が今井会長のご指名により就任されました。協議会の皆様におかれましては中村新副会長と連携して、中性子利用を一層推進され、世界に向けて全く新しい高性能で低コストの製品を提供して国益に貢献されるよう期待します。

就任挨拶

研究開発法人 科学技術振興機構 顧問 中村 道治

このたび今井敬会長のご指名により、中性子産業利用推進協議会の副会長に就任することになりました。今回離任される庄山悦彦副会長には、長年のご尽力に心から感謝申し上げます。今後皆様のご協力をいただきながら、施設側とも良く連携して、中性子の産業利用を益々発展させて行きたいと思ひます。

振り返りますと、2008年12月にJ-PARC MLFが供用開始されることになり、企業における材料開発や評価に対して非常に有用な計測手段であるとの認識から、関係者の皆様と共に本協議会の設立準備にあたりました。また、初代の運営委員長を拝命しました。その中で、特に重要視したのは研究会活動です。産業界は激烈な競争下にある世界市場において勝ち残るために、革新的な学術成果を基に画期的な製品イノベー

ションを産み出すことが望まれてきました。そこで、研究会を活用して、実験施設において創出された学術成果と、産業界が新製品開発に必要なとする技術ニーズのマッチングを推し進めることになり、これまでに多くの成果を重ねてきました。今後は、マッチングによって生まれた研究テーマを産学官コンソーシアムのような共同研究手段を用いて共通基盤技術に纏め上げ、それをベースとして各社が深掘りし、製品開発に役立てるという効果的な仕組みを実現すべきと思ひます。すなわち、産学官が参加するオープンイノベーションが、中性子利用の場で拡大することを念願しています。そのためにも施設側と産業界が常に意見交換してお互いに切磋琢磨するための環境を整備したいと考えています。中性子を活用することにより、市場ニーズに合った新製品・新技術を創成して、社会の持続的発展や我が国の競争力強化に貢献するために、皆様の一層のご協力をお願いします。

物質・生命科学実験施設におけるパルス整形用低放射化中性子吸収材 Au-In-Cd 合金の開発

日本原子力研究開発機構 大井 元貴

物質・生命科学実験施設(MLF)の減速材に使用する中性子吸収材として金-インジウム-カドミウム(Au-In-Cd)合金の実用化に成功しました。

パルス幅が狭く、時間減衰の早い中性子ビームは、高分解能な実験にとって不可欠です。そのような中性子ビームを得るためにモデレータの周りに中性子吸収材を設置します。MLFでは、3台のモデレータの内2台に中性子吸収材が設置されており、吸収材には1eVに達する高い中性子吸収エネルギーが要求されています。厚さで中性子吸収エネルギーを調整できるホウ素は、陽子ビーム出力MW級の線源では(n, α)反応によりHeが生成するため、使用できません。新たな中性子吸収材の開発が望まれていました。我々は、複数の共鳴吸収材を組み合わせ実効的に中性子吸収エネルギーを高める材料で、原子炉の制御棒としても実績のあったAg-In-Cdに着目し、MLFの初号機に実装しました。その一方で、Agが高い放射能を生み出すことから、使用後の放射能が低減する材料の開発に取り組みました。その材料が、AgをAuに置き換えたAu-In-Cd合金(Au:In:Cd = 83.0:0.3:16.7 wt%)です。合金組成は、吸収材としての寿命および単相合金として成立する条件から決定しました。

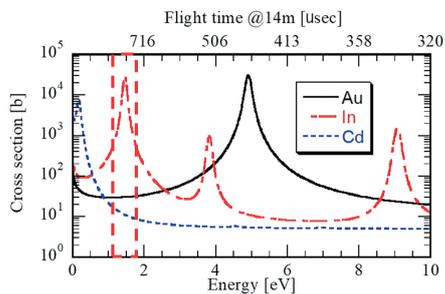


図1 Au, In, Cdの中性子吸収断面積

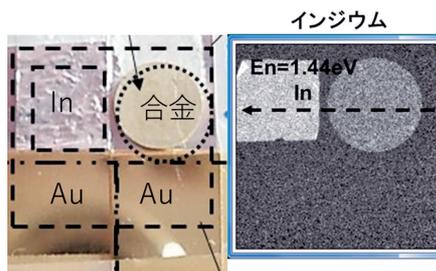


図2 パルス中性子イメージングによる元素分布測定結果。測定試料(左)、Inの測定結果(右)

パルス整形に関わる中性子の吸収をムラなく行うには、それぞれの元素が合金中均一に分散していることが重要です。

合金製作においてInの均一分散を確認することが大きな課題の一つでした。一般的な電子線励起特性X線を検出する元素分析では、原子番号が隣り同士のCdとInの特性X線エネルギーが近く、Cdの組成比がInの約55倍も大きいこと、Cdの特性X線ピークにInが埋もれ、その分離が困難です。そこで、我々は、Inの分析に、共鳴吸収エネルギーに着目したパルス中性子イメージングの手法を応用しました。図1にAu, In, Cdの中性子吸収断面積を示します。それぞれの共鳴ピークが明確に分離して見えること、かつ、Inの1.5eVの共鳴エネルギーにおけるピークがAu, Cdと比較し、約3桁も高いことから、0.3wt%の低い組成のInが分離できると考えました。MLFのBL10において、パルス中性子イメージング測定を行った結果を図2に示します。測定では、Au-In-Cd合金(直径9 mm, 0.9mm厚さ)、及び参考としてインジウム箔(厚さ10 μm)、金箔(厚さ0.5及び1 mm)を用意しました。Inの共鳴エネルギーに着目した中性子飛行時間分析によりInを分離検出し、合金中の均一分布を確認しました。

製作した合金は、図3に示すように鋳造、切断、研磨等の作業を経て、高温等方圧加圧(HIP)加工によりアルミ合金製の構造容器に組み込むことに成功し[2]、最終的に反射体・減速材2号機に実装されました。

Cdを含む合金に関して、2007年のRoHS指令以降、国内の企業では製造が困難になってきています。我々は自作していますがAu-In-Cd合金の製造は今後先行きが不透明です。そのような背景から、現在、Cdフリーを目指した新しい中性子吸収材の開発に取り組みを始めたところです[3]。

AuInCd合金の実用化において、金属技研株式会社のご協力により、減速材・反射体2号機の完成に至ることができました。この場を借りて御礼申し上げます。

参考文献

- [1] M. Ooi, Phys. Proc.43 337-342 (2013)
- [2] M.Ooi et.al., J of Nucl Mat. 450, 117-122 (2014)
- [3] M. Ooi et.al, J of Nucl. Sci.Tech DOI: 10.1080/00223131.2019.16042

中性子実験技術・研究の紹介

「複合材料の品質管理を目指した小型中性子源小角散乱イメージング装置の開発」

茨城大学 小泉 智、能田 洋平、稲田 拓実

J-PARCのような大型実験施設では、一つのビームライン

を複数のユーザーが入れ替わり立ち代わり利用する共同利用の体制のため実験の機会は限られます。そこで小型中性子源を活用した「ラボ装置と大型施設」の2段階のピラミッド

型の利用体制が構築できれば効率が良くなります。小型中性子源では大強度施設では困難な、中性子を補足するイオンビームやX線等の複合ビームとの同時計測や、高温高压等の暴露試験が可能になります。また大学院の教育にも小型中性子源の併用が望まれています。

このような背景のもと、私たち茨城大学は理研光量子工学研究センター（大竹淑恵、小林知洋ら）と共同で、陽子線ライナック小型中性子源(RANS、出力7MeV)において小型中性子源小角散乱装置(*ib*-SANS)を開発しました。RANSのイオン源および加速器は、約10 mの長さの米国Accsys社製ライナックPL-7です(文献1)。最大電流値(プロトン)は100 μ A、繰り返し周波数は100Hzです。イオン源で発生したプロトンは、RFQ、DTL部で7MeVに加速されます。集束、偏向の後、陽子がベリリウムターゲットに衝突します。 ^9Be (p,n) ^9B による核反応で約5MeVの高速中性子が発生します。ターゲット部はホウ素入りポリエチレン、鉛などの多層の遮蔽構造を有します。減速材(モデレータ)の内部で水素による非弾性かつ、非干渉性散乱を繰り返すことで高速中性子を熱化して熱中性子とします。さらに理研山形らのグループでは冷中性子源を配置する計画です。この過程で、打ち込まれた点光源としてのイオンビーム(プロトン)が熱化の過程で面の広がりを持った面光源としての中性子を発生させます。面の周辺部においても約50%中性子束があることがシミュレーションより確認できました。

そこでターゲットの直下にマルチピンホール(文献2)を設置して、大面積に発生する中性子ビームを効率よく利用することを考案しました。実測によればシングルピンホールと比較すると15倍の利得があります。RANSは、J-PARCの強度に対して(1/1000)という弱点がありますが、「マルチピンホール」と「飛行時間法」を組み合わせることで補うことが出

来ます。さらに桁外れの大きさの散乱断面積を有する水素(高分子材料など)に測定対象を集中することで、小型中性子源においても実用に耐える分析装置を実現する作戦です。

ib-SANSでは2次元検出器として、フラットパネル型2次元ホトマル(浜松ホトニクス)と $^6\text{Li}/\text{ZnS}$ シンチレータの組み合わせを採用しました。下流の小角検出器に加えて、試料の直後に広角検出器を配置することで波数範囲(0.01 < q (\AA^{-1}) < 4.0)の観測ができます。自動試料交換機に20個の試料を充填し、無人運転が可能です。100Hzの繰り返し周期で運転しパルス中性子を発生し計測した小角散乱(グラッシーカーボン)を示します(図2)。赤丸は*ib*-SAS装置で1時間計測した結果です(文献3)。これに対して、大強度陽子加速器J-PARCの茨城県構造解析装置「iMATERIA」(BL20)の計測結果を実線で示しました。測定時間は30分です。両者はよく一致しています。*ib*-SAS装置で観測できる最小の波数はおおよそ0.01 \AA^{-1} であり、iMATERIA装置の場合の0.007 \AA^{-1} とほぼ同等です。本装置開発は、JSTの研究成果展開事業「研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP)「産業ニーズ対応タイプ」技術テーマ:「コンパクト中性子源とその産業応用に向けた基盤技術の構築」の支援のもとで行われました。

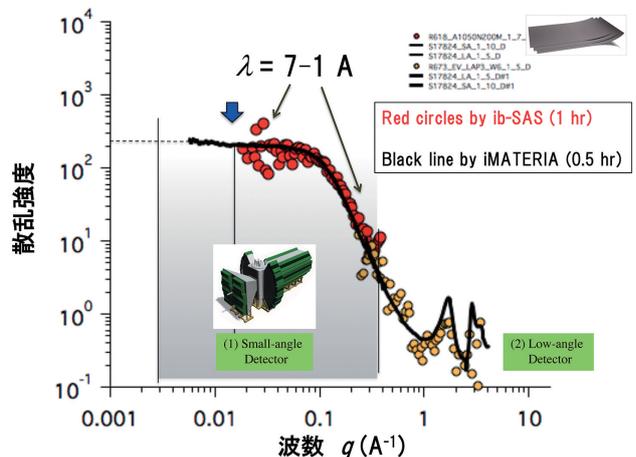


図2. グラッシーカーボンの小角散乱の実測例

参考文献

- (1) Y. Ikeda, A. Taketani, M. Takamura, H. Sunaga, M. Kumagai, Y. Oba, Y. Otake and H. Suzuki Nucl. Instr. And Meth. A833 (2016) 61-67.
- (2) 発明名称:「中性子光学素子及び中性子源」出願番号:特願2017-140192.
- (3) 小角散乱国際会議 SAS2018 (Traverse City, US)にて報告した

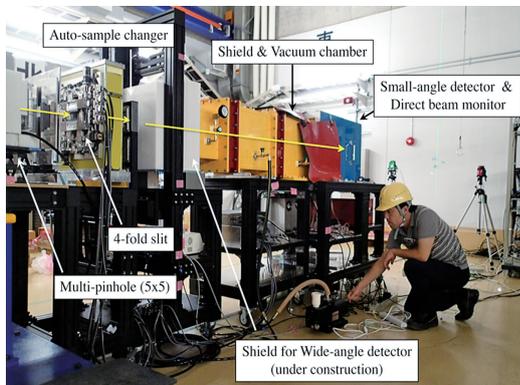


図1. 小型中性子源小角散乱装置(*ib*-SANS)

研究トピックス

● J-PARC

磁気スキルミオンの生成・消滅過程を100分の1秒単位で観測することに成功

理化学研究所・創発物性科学研究センター 中島 多朗

ナノスケールの渦状スピン構造体である磁気スキルミオンが電流パルスによる急加熱・急冷によって消滅・生成する過程をJ-PARCのパルス中性子を用いたストロボスコピック中性子小角散乱により観測しました[1]。

「磁気スキルミオン」とは、磁性体において現れる数ナノ～数百ナノメートル程度の渦状磁気構造です。図1にそのイメージ図を示しますが、この磁気渦が粒子としての性質を持ち、電流や熱勾配で駆動可能であることから、次世代の情報処理・記録デバイスへの応用も期待されています。磁気スキルミオンはらせん磁性体MnSiにおいて27Kから29Kまでのごく限

られた温度領域において現れることが知られていましたが[2]、その後の研究により、試料を急冷することでスキルミオンの「過冷却」状態を作り出し、より低温でも準安定状態として存在し得ることが報告されました[3]。

先行研究ではこの過冷却状態のスキルミオンを実現するために、電流パルスによる急加熱・急冷法が用いられました。低温に置かれた試料に電流を加えると、ジュール熱によって試料周辺のみが急速に温められ、その後電流を切ると試料が熱浴と同じ温度まで急速に冷却されます。その過程で、熱平衡条件でスキルミオンが現れる温度領域を10K/s程度のスピードで横切ると過冷却状態の準安定スキルミオンが実現します。しかしこの過冷却状態の形成過程はこれまで直接観測されていませんでした。

我々はJ-PARC MLFのBL15「大観」において、パルス中性子と電流パルスを同期させたストロボスコピック中性子散乱法を実現し、この冷却過程を観測することに成功しました。図2(a)に示すように、我々は約0.6秒間の電流パルスを試料に加え、それによる試料の温度変化を試料自身の電気抵抗を測定することで図2(b)のように求めました。この急加熱・急冷の間に25Hzの周期で照射された中性子パルスに対応する散乱パターンをパルスごとに分けて記録し、さらにその過程を繰り返して中性子散乱強度を積算することで、図2(c)、(d)に示すように磁気スキルミオンからの磁気反射強度と、磁気スキルミオンが三角格子を形成していることに対応する六角形の中性子小角散乱パターンを約13ミリ秒の時間分解能で測定することに成功しました。これにより、29Kにおいて常磁性状態からスキルミオン相に入る相転移は急冷の影響を比較的受け難く、一方27Kでスキルミオンが別のらせん磁気相(コニカル相)へと移り変わる相転移は急冷によって抑制され、結果的にスキルミオンが準安定状態として低温まで残ることが明らかになりました。

この成果は、スキルミオンの生成・消滅過程に対して重要な知見を与えるとともに、時間分解中性子散乱法の実現例として幅広い分野に応用可能です。今後ミリ秒程度の短

時間にかかる現象の解明に中性子散乱が活用されることが期待されます。

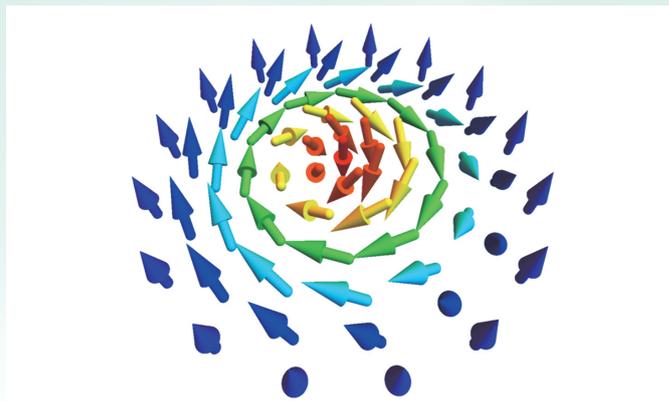


図1 磁気スキルミオンのイメージ図(Ref.4より抜粋)

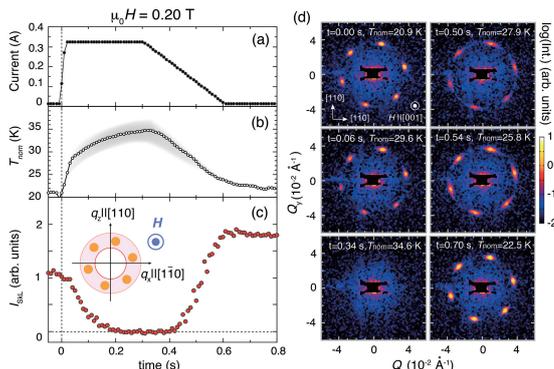


図2 ストロボスコピック中性子散乱法で観測された(a)電流パルス、(b)試料温度、及び(c)磁気スキルミオンに対応する磁気反射強度の時間変化、および(d)各時刻における中性子散乱パターン

参考文献

- [1] T. Nakajima *et al.*, Phys. Rev. B 98,014424 (2018).
- [2] S. Muhlbauer *et al.*, Science **323**, 915 (2009).
- [3] H. Oike *et al.*, Nat. Phys. **12**, 62 (2016)
- [4] Y. Nii *et al.*, Nat. Commun. **6**, 8539 (2015).

中性子準弾性散乱を用いたプロトン伝導性高分子膜のダイナミクス解析

株式会社日産アーク 富安 啓輔、松本 匡史、今井 英人

中性子準弾性散乱により、プロトン伝導性高分子膜のプロトン伝導に対する水分子と高分子構造の影響を明らかにしました。

プロトン伝導性高分子膜は、燃料電池自動車に用いられる固体高分子形燃料電池の電解質膜として利用されており、スルホン酸基などプロトン伝導が可能な官能基を備え、かつ内部に水分子を多く含むことができます。スルホン酸基由来のプロトン伝導と水分子によるプロトン伝導は協働して低温でも良好なプロトン伝導性を示します。高加湿下では、水分子によるプロトン伝導性が優位であり、低加湿下では、スルホン酸基の寄与も増えます。燃料電池自動車などの高出力用途においては、高温低加湿条件で用いられることが多く、高分子構造の影響が顕著と推定されますが、これまで両者をうまく分離して解析した事例がありませんでした。そこで、本研究では、重水を用いることで、水分子由来のプロトン伝導と高分子側鎖による伝導を切り分けて、その伝導メカニズムとその湿度依存性の解析を試みま

した。

プロトン伝導性高分子膜として、図1に示すNafionおよびSPP [1] を用いました。中性子準弾性散乱(QENS)の測定は、J-PARC MLFに設置されたBL02「DNA」にて行いました。エネルギー分解能：4 μ eV、運動量範囲： $Q=0.1 \sim 1.9 \text{ \AA}^{-1}$ 、測定エネルギー範囲：-40 ~ 100 μ eVで測定しました。湿度依存性の測定は、飽和塩水溶液法により、RH = 10%とRH = 80%で行いました。

図2に、QENS測定の実例(Nafion RH = 80%)とJump diffusion modelでフィッティングを行って求めた拡散係数を示します。高分子主骨格にプロトンを含むSPP膜については、重水を用いた実験も合わせて行い、高分子骨格の影響を差し引いて、水分子によるプロトン伝導性を抽出しました。

それぞれの電解質膜で、拡散係数が湿度に対して異なる依存性を示していることが分かります。特に、SPP膜は、高湿度側で優れたプロトン伝導性を示しています。これは、SPP膜中に形成される水構造がプロトン伝導に有利に働くことを微視的に確かめたものと言えます。今後、この特異な輸送メカニズムの詳細や高分子主骨格側のダイナミクス、さらに、

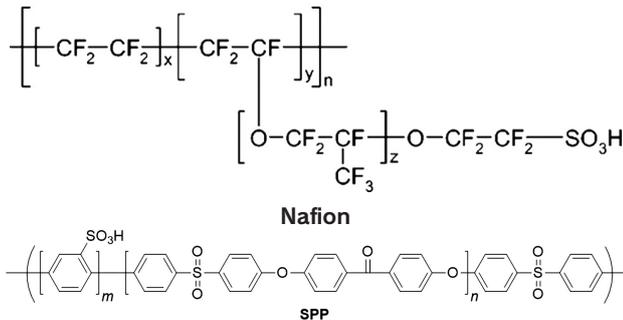


図1 プロトン伝導性高分子NafionとSPPの構造

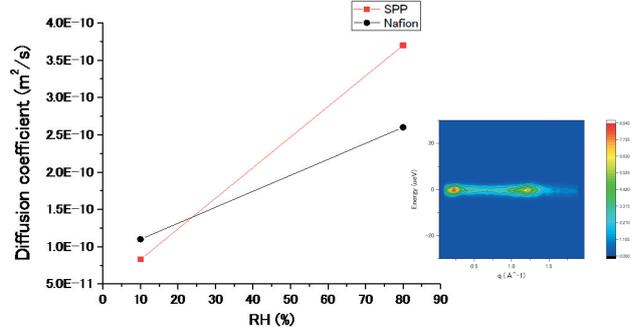


図2 QENSにより求められた拡散係数の湿度依存性

高い性能を有する高分子膜の評価と解析を進めていく計画です[2]。

この成果は、手法の限られる水素の微視的分析に圧倒的なアドバンテージを持つ中性子散乱を用い、特に、実用上重要な湿度と温度の依存性などを広範に調べることで、プロトン伝導性高分子膜のダイナミクスと輸送性の関連を調べる研究に新しい視点を与えるもので、あらたな高分子膜設計のヒントを与えると期待されます。

本研究の一部は、NEDO「固体高分子形燃料電池利用高

度化技術開発事業/普及拡大化基盤技術開発/セルスタックに関わる材料コンセプト創出(高出力・高耐久・高効率燃料電池材料のコンセプト創出)」の下で実施しました。

参考文献

- [1] J. Miyake, T. Mochizuki and K. Miyatake, ACS Macro Lett., 2015, 4, 750 – 754
- [2] J. Miyake, R. Taki, T. Mochizuki, R. Shimizu, R. Akiyama, M. Uchida, K. Miyatake, Sci. Adv. 2017 3:eaa0476

LaOBiSeの熱伝導率に及ぼすラットリングの影響

産業技術総合研究所 李 哲虎

平面配位におけるラットリングのダイナミクスを中性子非弾性散乱により調べ、平面ラットリングと格子熱伝導率の相関を明らかにしました[1]。これにより高性能熱電材料の新しい設計指針が得られました。

熱を電気に変換する熱電材料の性能向上には電気を流しつつ、熱を散乱させる必要があります。そのような散乱機構として原子の大振幅振動ラットリングが知られています。ラットリングはこれまでカゴ状物質で出現する現象と思われてきました。一方、我々はカゴ状構造を持たない平面配位でもラットリングが出現することを新たに提唱しています[1,2]。LaOBi_{2-x}Se_xはそのような平面ラットリングが出現する物質の一つです。本研究では特に平面ラットリングのフォノンを調べ、熱伝導率との相関を明らかにしました。

J-PARCの「AMATERAS」にて中性子非弾性散乱実験を行い、T=300KにおけるLaOBi_{2-x}Se_x粉末のフォノンを調べました。その結果、図1に示すように、E = 6meV付近にBiのラットリング振動に由来する分散のない光学フォノンモードが観測されました。そのエネルギーはSeがドーピングされるにつれ低下します。これはSe置換により、非調和性が増加したことを表しています。一方、LaOBi_{2-x}Se_xの格子熱伝導率もSeのドーピングとともに低下します。図2に格子熱伝導率とBi振動モードのエネルギーの相関を示します。図2から、Bi振動モードのエネルギーが低下し非調和性が増加すると、格子熱伝導率も比例して低下することが分かります。これはカゴが無いにも関わらず、カゴ状物質のラットリングのようにBi原子の平面ラットリングによって格子熱伝導率が抑制されることを示します。

LaOBi_{2-x}Se_xではSをイオン半径のより大きなSeで置換することにより、Bi原子の受ける面内方向の化学的圧力が増します。すなわち、本結果はBi原子への面内方向の化学的圧力が高まるほど、ラットリングエネルギーが低下する

ことを示します。これは自由空間を必要とするカゴ型化合物のラットリングとは真逆の結果です。

本平面ラットリングは従来のラットリングとは異なり、カゴ状構造を必要としません。このような平面配位構造を持つ材料系は膨大にあり、今後平面ラットリングを活用した新しい高性能熱電材料が発見されることが期待されます。

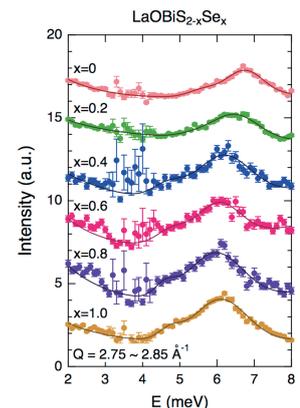


図1 T = 300KにおけるLaOBi_{2-x}Se_xのフォノンのエネルギー Spektrum のSe置換依存性。AIP publishingの許諾に基づき[1]より転載。

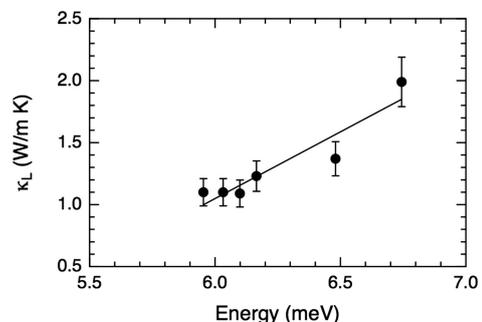


図2 Bi振動モードのエネルギーと格子熱伝導率の相関。AIP publishingの許諾に基づき[1]より転載。

参考文献

- [1] C. H. Lee, et al., Appl. Phys. Lett. 112, 023903 (2018).
- [2] K. Suekuni, and C. H. Lee et al., Adv. Mater. 30, 1706230 (2018).

株式会社メニコン 伊藤 恵利

シリコン成分と親水性成分からなる両親媒性ゲル素材 (Silicone Hydrogel) に関し、放射光X線と中性子の相補的利用により、その詳細構造と形成メカニズム、ならびに機能機序の関連性を解明しました[1]。

Poly (2-hydroxyethyl methacrylate) に代表されるゲル素材からソフトコンタクトレンズが作られ、60年以上が経過しています。この間、素材は物質透過性に代表される機能向上を目的に、両親媒性ゲル素材 (Silicone Hydrogel) へと変遷しています。本素材は、水溶性・非水溶性という2つの系統の透過パスを持ち、酸素・水という生体に不可欠な物質の保持・透過が可能です。ただし、レンズとして最も重要な光学性を欠く白濁重合体となる組合せが多く、その原因が原料物質の相溶性に起因すると考え、偶然得られた透明性に優れた共重合体に製品の活路を見出しました。

しかしながら、より良い分子設計のためには、機能向上と光の透過を可能にする構造の特定、すなわちナノスケールの分子構造を解明する必要があると考え、Silicone Hydrogel の構造解析に着手しました。

両末端に重合基を持つ変性Poly (dimethyl siloxane) と、N,N'-dimethyl acrylamide からなる共重合体について、小角X線散乱 (SAXS:SPRing-8&PF) と中性子小角散乱 (SANS:J-PARC MLF 「TAIKAN」) 測定を行い、シリコン成分と親水性成分ならびに各々のドメインが、三次元的なナノスケールの共連続相分離構造を呈することを確認しました。さらに、本構造はラジカル重合により誘起され、そのサイズ決定要因に、各成分の重合速度が支配的であることを確認しました。

この過程で、図1に示したSilicone Hydrogel の水中測定において 0.7nm^{-1} 付近に SAXS と SANS プロファイルに差異を認めました。そこで、共重合体に対する溶媒の選択的な膨潤作用と、それに伴う散乱長密度変化に着目した実験を行いました。図1に示した通り、混合比の異なる水/メタノール溶媒を用いて、親水性成分からなる領域の散乱長密度を選択的に変化させることで、シリコン成分からなる領域との散乱長密度差を小さくし、図2に示すような隠れていた非溶媒和親水領域 (中間領域) の存在を顕在化させることができました[2]。これにより、Silicone Hydrogel の詳細構造が解明され、その構造制御要因を見出すことができま

した。また、連続構造と物質透過との関連性、検出された中間領域が強度機能に関連することなど、機能発現の機序を解明することができました。

一連の研究から、Silicone Hydrogel のバルク構造を把握でき、性質や性能でしか比較できなかった素材に関し、構造に基づく高機能化を図ることが可能となりました。バルクの理解に続き、表面特性の把握を検討しており、これらの研究結果から、より高いレベルの素材設計が期待できます。

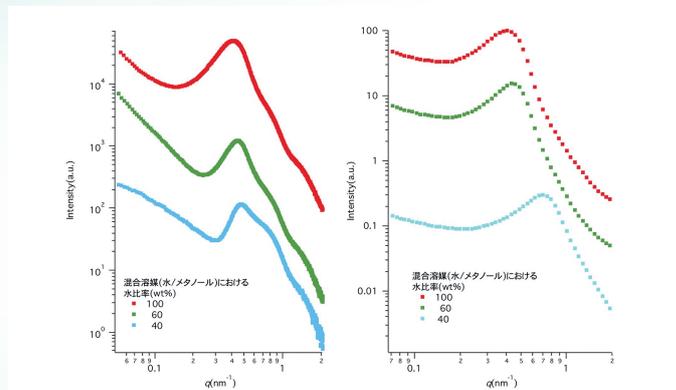


図1 混合溶媒比率に依存したSilicone Hydrogelの散乱プロファイル変化

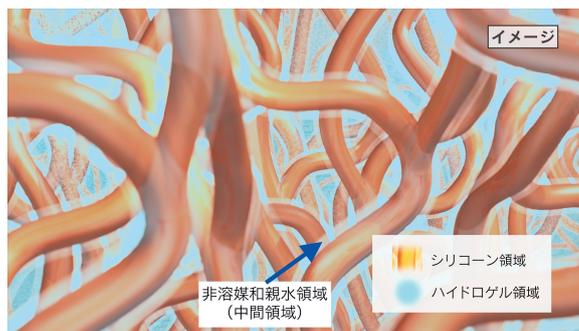


図2 SANS/SAXSにより解明されたSilicone Hydrogel素材の構造 (イメージ)

本研究の実施に際しては、名古屋工業大学大学院山本勝宏准教授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。

参考文献

- [1] K. Yamamoto. "Macromolecules, 42, 9561-9567 (2009).
- [2] Y. Mori, Journal of the Society of Materials Science, Japan, 64, 18-22 (2015)

その場パルス中性子解析による高強度ラスマルテンサイト鋼の強さの解明

日本原子力研究開発機構 ハルヨ ステファヌス、川崎 卓郎

高強度鋼として知られているラスマルテンサイト鋼の引張変形中の、その場中性子回折により内部組織間内の応力および欠陥蓄積の分配が起こることを発見し、変形機構を明らかにしました[1,2]。

ラスマルテンサイト鋼は、ラス状のマルテンサイト組織を持つ鋼であり、実用構造材料の中で高強度鋼としてよく知られています。ラスマルテンサイト鋼は、塑性変形の初期段階では非常に大きな強度増加 (加工硬化) を示すという

特徴を持っています。しかしながら、転位密度が非常に高く組織が微細であるため電子顕微鏡のような手法では組織変化の観察が困難であり、大きな加工硬化が発現する機構が解明されていませんでした。我々は、J-PARCの「匠」実験装置を使って引張塑性変形中の転位密度や転位配置変化を定量化し、引張変形中の加工硬化機構を解明しました。

その場中性子回折により、変形前は対称性の良い回折プロファイルが塑性変形後は非対称になることを発見しました。Convolutional Multiple Whole Profile (CMWP) 法と呼ばれるプロファイル解析を行ったところ、非対称なプロファイル

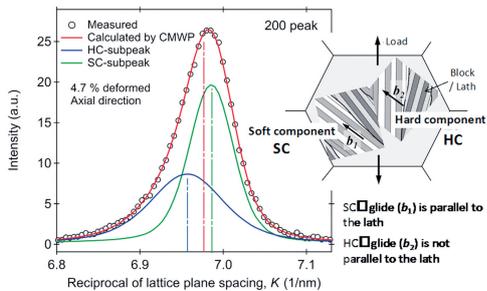


図1 引張塑性変形した状態の軸方向の回折プロファイルの例およびパッケージ間で起こるすべりのモデル(塑性変形前は対称性の良い回折プロファイルが塑性変形後は非対称になり、SCとHCが異なる振る舞いを示します。)

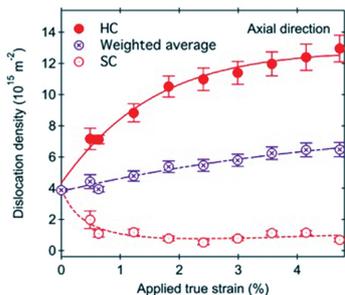


図2 引張変形の負荷ひずみ量に対する転位密度の変化(変形が進行するときSCでは転位密度が減少し加工軟化が、HCでは転位密度が増加し加工硬化が起こることを表します。)

が2つのサブピークに分離されることから、塑性変形の原因である転位すべりがパッケージ間で異なることが分りました。すなわち、転位すべりに有利な軟質パッケージ部分(SC)と不利な硬質パッケージ部分(HC)の存在を発見しました(図1)。さらに詳細な解析を行った結果、2つのパッケージ間で応力および転位密度・転位配置の変化が起こることも発見しました。例えば図2において、変形前の転位密度がすでに大きいにもかかわらず、HCでは変形中の転位密度が増加し、より大きな応力を負担して加工硬化が起こりました。一方、SCでは転位密度が減少し軟化が起こりました。このことは、HCが加工硬化に重要な役割を果たしていることを表しています。これらの結果から、ラスマルテンサイト鋼が塑性変形の初期段階で大きな加工硬化を起こす主な原因が明らかになりました。

この成果を、先端鉄鋼や金属材料の開発のみでなく、日本刀などの考古学的な金属材料の結晶学的組織や転位解析に応用することで、古代の冶金学の解明にも役立てたいと考えています。

本研究の実施に際しては、NIMSの友田陽教授とエトヴェシュ・ローランド大学のUngár教授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。

参考文献

- [1] T. Ungár *et al.*, Metall. Mater. Trans. A **48** 159-167 (2017)
- [2] S. Harjo *et al.*, Metall. Mater. Trans. A **48**, 4080-4092 (2017)

ブラッグエッジイメージングによるリチウムイオン電池充電量の空間分布の可視化

日本原子力研究開発機構 甲斐 哲也、篠原 武尚

ブラッグエッジイメージングにより動作中のリチウムイオン電池内部における充放電量の空間分布を測定する手法を開発しました。

近年、二酸化炭素の排出削減に向けた取り組みの活発化に伴い、自動車のハイブリッド化や電動化にみられるように、充放電可能な2次電池の需要が高まっています。特にエネルギー密度が高いLiイオン電池(LIB)は2次電池の国内販売数の7割を占め[1]、最も広く使用されている2次電池です。より長寿命で安全性の高いLIBを開発するために、市販の車載用LIB(厚さ14mm)における充放電の繰り返しで生じる充電量の空間分布の変化をMLFのエネルギー分析型中性子イメージング装置「螺鈿」[2]を用いて測定し、劣化度合いを評価しました。

LIBの充電に伴って負極を構成する炭素の層間にLiイオンが入り、炭素の格子面間距離が広がります。北海道大学の小型中性子源(HUNS)を使った実験で、中性子ブラッグエッジイメージング技術で(002)面間隔を測定し、充電量の空間分布を可視化できることが報告されています[3]。この手法を「螺鈿」での実用製品の研究に適用する際、測定時間を20分程度に短くする必要があります。解析に使用する7Å付近でのLIBの中性子透過率は1%以下と非常に低いため、測定時間を短縮するためには、できる限り中性子強度の高い条件での測定が必要です。通常のブラッグエッジイメージングでは、試料有りの測定結果を試料無しの結果で割算することで解析に必要な中性子透過率を導出しますが、試料有りで測定した中性子強度を高くすると、試料無しでの測定した中性子強度が高くなりすぎ、検出器の動作

限界を超えてしまいます。そこで、試料無しでの測定を行わずに炭素電極の面間隔を導出する解析方法を考案し、J-PARC MLFの高い中性子強度をフル活用して測定時間を短縮しました。劣化していない新品のLIBの充電量を0%から60%まで変化させて測定した透過中性子のスペクトルを図1に示します。充電量が増加するとエッジの波長が6.71~7.06Åの間で長波長側に移動することが分かります。一方で、7.06Å以上では充電量による変化がありません。このことから、6.71~7.06Åの中性子強度を長波長側(7.2~8.0Å)の中性子強度で割った値は、充電量に対して単調に減少すると考えられます。図2は、このような割り算を位置毎に行った結果を画像の濃淡で示したもので、新品のLIBと劣化試験を行った後のLIBとを比較しています。新品では全体に均等に充電が進んでいるのに対して、劣化LIBでは中央部に充電量が集中し、その脇で充電が進まない領域が生じていることが分かりました。

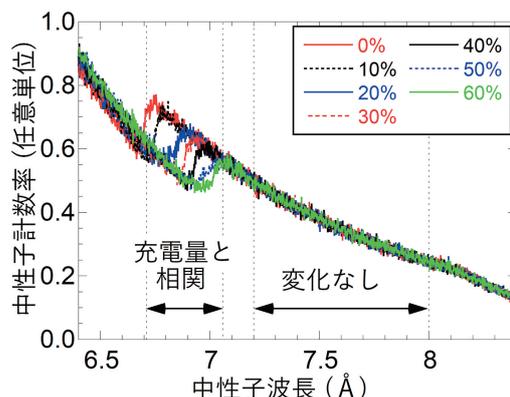


図1 新品LiBの充電に伴うブラッグエッジの変化

この測定はビーム出力150～200kW、測定時間20分という条件で行いましたが、定格出力の1MWに到達すれば1条件4分で同様の測定が可能となります。また、フリーの画像ソフト[4]で迅速にデータ処理を行うことが可能であり、産業分野において利用価値が高いと考えます。多くの方のご利用をお待ちしています。

参考文献

- [1] 経済産業省生産動態統計年報 機械統計編 (2017)
- [2] T. Shinohara, *et al.*, J. Phys. Conf.,746 012007 (2016) (doi:10.1088/1742-6596/746/1/012007)
- [3] T. Kamiyama, *et al.*, Physics Procedia, **88** 27-33 (2017) (doi:10.1016/j.phpro.2017.06.003)
- [4] <https://imagej.nih.gov/ij/>

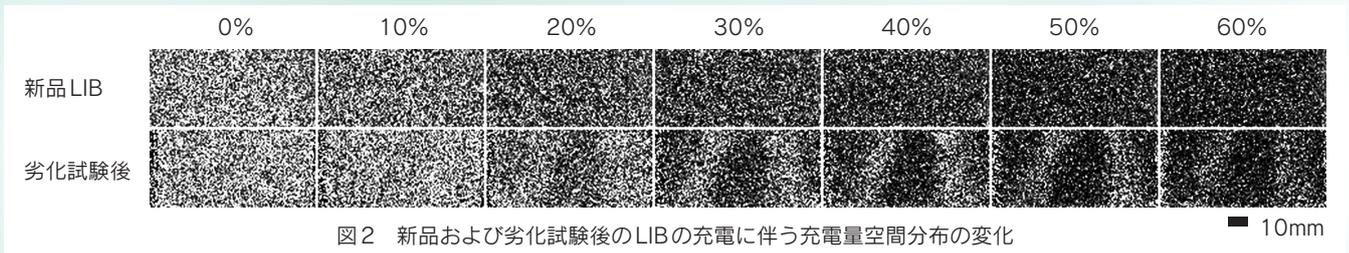


図2 新品および劣化試験後のLIBの充電に伴う充電量空間分布の変化

●茨城県BL

中性子線と放射光X線を用いた鉄系Li過剰層状正極の充放電挙動解析

NEC 弓削 亮太、田村 宜之
 産業技術総合研究所 田淵 光春
 田中化学研究所 堂前 京介、渋谷 英香

次世代大容量リチウムイオン二次電池(LIB)の正極材料として期待される鉄系Li過剰層状正極を使ったLIBの充放電時における、結晶構造と電子状態の変化を中性子回折と放射光軟X線吸収の相補的利用により解析し、充放電メカニズムを明らかにしました。

近年、電気自動車や定置型の蓄電システムの実用化や再生利用エネルギーの活用の観点から、大型LIBの社会的ニーズが増加しています。我々は大容量のFe及びNi固溶Li₂MnO₃正極を用いた、大型LIBの研究開発を行っています[1]。現在、正極の高容量化のメカニズムが十分に分かっておらず、遷移金属と酸素が充放電時の酸化還元反応に寄与すると考えられています。そこで、充放電時の電極を中性子回折による構造解析と軟X線吸収分光による電子状態評価を行いました。

正極材には0.2LiFeO₂・0.2LiNiO₂・0.6Li₂MnO₃を使用し、充電前、充電後、放電後の試料を作製しました。中性子回折及び放射光軟X線吸収測定は、MLFのBL20「iMATERIA」とSPring-8のBL27SUで行いました。中性子回折結果に対し、結晶構造モデルとして六方晶層状岩塩構造(空間群R-3m)と立方晶スピネル構造(空間群Fd-3m)を使ってリートベルト解析を行いました。NiイオンとFeイオンは中性子回折で判別ができないのでFe_{1/2}Ni_{1/2}の仮想原子として解析を行いました。

図1は中性子回折結果とリートベルト解析結果です。Li層内(3a)は、主にLiイオンで、一部Fe/Niイオンが存在しています。遷移金属層内では、LiとFe/Ni、Mnがミキシングしていました。陽イオンの6cには、僅かにFe/Niが存在します。充電状態では、層状岩塩相とスピネル相が77%と23%生成し、放電後層状岩塩単一相に戻ります。この充放電の間に、一部のFe/Ni、MnがLi層内やLi近傍に移動していました。充電時のスピネル相では、16dにMnのみが存在していました。このことは、スピネル相は、充電前のLi₂MnO₃領域から生成した可能性があることを示していま

す。また、充電時には多くの酸素欠損が存在し、放電後には元に戻るという現象が確認されました。これは、酸素分子が充放電反応に寄与する可能性を示しています。

図2は、放射光軟X線吸収分光測定結果を示しています。放電後の850.7eVの強い吸収は2価の状態に特有の形状です。充電後のピークの挙動の変化は、3価以上を示しています。これらは、放射光X線吸収測定結果と一致します[2]。また、Mnは価数変化がなく、Feは0.2価変化しました[2]。酸素のMe_{3d}-O_{2p}の吸収は、充電状態が放電状態より吸収強度が大きくなりました。従来、この増加はO_{2p}軌道での電子ホールの生成に寄与していると考えられています。挿入図は、充電状態と放電状態の差です。この差スペクトルにおいて、528eV

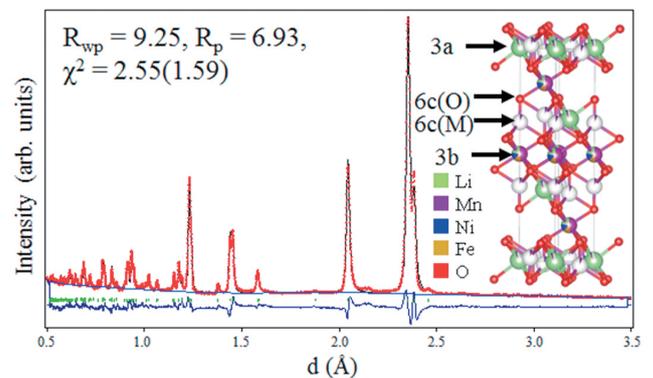


図1 充電前の中性子回折パターンとRietveld解析

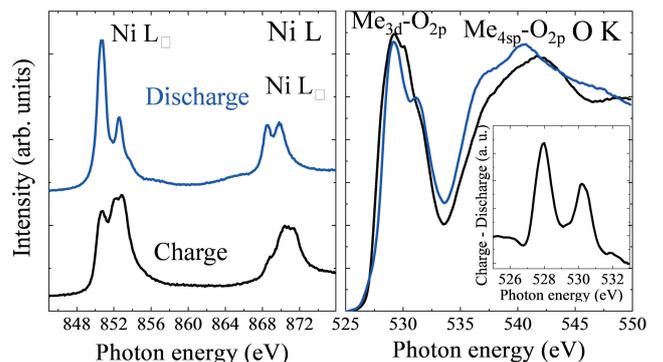


図2 充放電後の放射光軟X線吸収スペクトル

付近が遷移金属への酸素の電子移動のピーク、これはLiO₂のピークとも考えられます。また、530eV付近のピークも観測されました。このピークはLi₂O₂です。以上のことから、Ni、Fe及び酸素が電荷補償を行い、特に、酸素が支配的な役割を担うことで高容量化を実現していることが明らかになりました。

この成果により、充放電過程での構造変化や酸素酸化還元反応等を制御することでサイクル劣化抑制が可能になりました。今後、正極の表面修飾や電解液調整による正極の反応の安定化により、高容量化LIBの実用化に繋

げて行きたいと思います。

本研究の一部は、NEDOの「リチウムイオン電池応用・実用化先端技術開発事業」の支援を受けて行いました。ここに深く感謝致します。また、本研究の実施に際しては、茨城大学の石垣徹教授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。

参考文献

- [1] R. Yuge, J. Electrochem. Soc. 163, A1881 (2016)
- [2] R. Yuge, J. Power Sources 365, 117 (2017)

単層カーボンナノチューブの小角散乱解析

日本ゼオン株式会社 仲摩 雄季、武山 慶久
茨城大学 小泉 智、能田 洋平

スーパーグロース法によって合成された単層カーボンナノチューブ(SGCNT)について、中性子と放射光X線による小角散乱法と電子顕微鏡法を相補的に用いて解析を行い、分散処理が構造に及ぼす影響を明らかにしました。

スーパーグロース法による単層カーボンナノチューブの量産化は産業技術総合研究所との連携により実現しています[1]。合成されたSGCNTは長尺、高純度、高比表面積という優れた特長を有しており、様々な応用が進められています。求められる機能を満たす上で、SGCNTの構造を詳しく理解することが不可欠です。製造方法や処理方法等によって分散状態や均一性がnm～μmに亘る階層的構造において大きく異なるため、顕微鏡法による実空間情報と中性子および放射光X線を用いた小角散乱法による逆空間情報とを複合的に利用することが有効です。

分散処理方法の異なるSGCNTを乾燥させてシート状に成形した試料をフィールドエミッション型走査電子顕微鏡(FE-SEM)で観察した結果を図1に示します。強い分散処理を施したIではバンドル(SGCNTが束になった構造)が細く、弱い分散処理のIIではバンドルが太くなっています。100kまで拡大するとどちらもごく細いSGCNT一本の構造が存在するようです。

同じサンプルI、IIについて、中性子小角散乱(SANS)測定をBL20「iMATERIA」で、極小角X線散乱(USAXS)をSPring-8のBL19B2にて行いました。

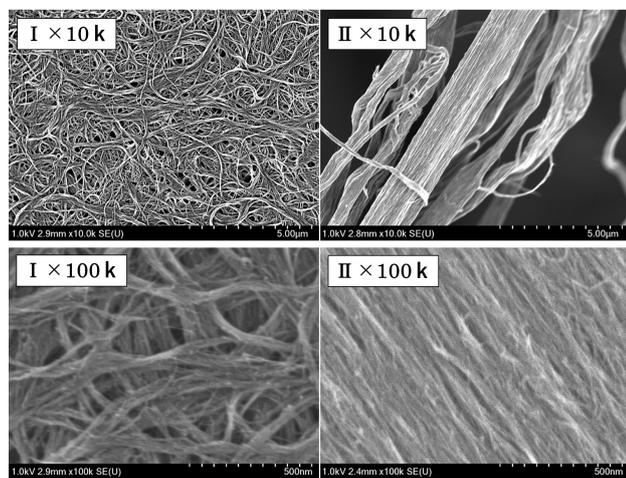


図1 SGCNTのFE-SEM像 (I: 強分散処理、II: 弱分散処理)

それぞれで得られた散乱プロファイルを重ね合わせた結果を図2に示します。0.2 Å⁻¹付近に、SGCNTの一次径に帰属する独立ピークが明瞭に観測されます。これはSGCNTの特徴である高純度と均一性に由来すると推測されます。シリンダーモデルでフィッティングした結果、半径2.1nmが得られました。分解能に制約のあるFE-SEMでは判断しにくい情報です。

より小角側の領域には、バンドルに帰属する散乱が現れます。Iに比べてIIの小角側の散乱強度が大きく、μmスケールのバンドルが存在することを意味しており、FE-SEMの結果と対応しています。小角散乱法では、局所の画像では捉えにくい分散性の違いを平均情報として評価できるのが利点です。また、顕微鏡画像にフーリエ変換処理を行い、円環平均プロットして、実際の散乱プロファイルと比較することで構造の全体像に関する理解を深めることができます。

今後も中性子散乱の特色であるコントラスト変調法を用いたSGCNTへの物質吸着に関する解析や、SGCNT/ゴム複合体中の構造解析を進め、各種材料特性との相関を明らかにして行きたいと考えます。このような解析法は先端材料開発を加速すると期待されます。

参考文献

- [1] 上島 貢, 成形加工, 30, 365-370 (2018)

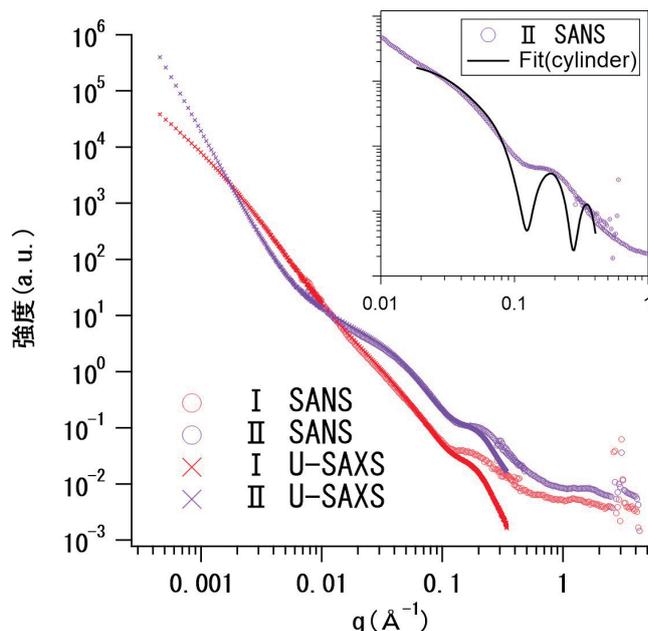


図2 SGCNTの小角散乱プロファイルの比較

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、総合科学研究機構では、J-PARCセンターほかのご協力をいただいて、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。今回三井化学においてセミナーを開催しましたのでご報告します。会場では大変活発な質疑がありました。今後、中性子実験装置を利用していただけるとを期待しています。

●三井化学株式会社

2月27日(水)に千葉県袖ヶ浦市長浦580番地32にある三井化学株式会社生産技術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. 中性子の基礎 野間 敬(CROSS)
2. 中性子反射率測定 武田全康(JAEA)
3. 中性子小角散乱による高分子材料の構造解析 小泉 智(茨城大学)
4. 准弾性散乱による材料の機能解析 山田 武(CROSS)
5. ガラス・非晶質材料の構造解析 鈴谷賢太郎(J-PARC)
6. 中性子の産業利用 峯村哲郎(茨城県)
7. お知らせ 峯村哲郎(茨城県)

協議会の運営委員会委員長代理である福田伸常務執行役員を始め、生産技術研究所や袖ヶ浦センターから27名の方が聴講されました。それぞれの講義について活発な質疑がありました。既に一部の装置を利用いただけていますが、装置関係者と議論を深めて、早期に多くの中性子実験装置を利用されることを期待したいと思います。



「出前講座」を希望される企業は協議会事務局(E-mail:info@j-neutron.com)までご相談ください。

活動報告

◆研究会

●金属組織研究会

2月22日(金)にエッサム神田ホール1号館2階多目的ホールにおいて、平成30年度金属組織研究会を「中性子散乱でナノ構造を観る～共同実験への誘い～」をテーマとして開催しました。28名の参加者がありました。

金属組織研究会では、研究会活動の第一義的目的を共同実験の遂行と定め、昨年の金属組織研究会では「共同実験への誘い」というセッションを設け、施設側から3つの測定手法について共同実験への参画をお願いしました。本年度は具体的な測定対象を挙げて共同実験の可能性を問ひ掛け、議論しました。

<チュートリアル>として、大沼正人北海道大学教授が「小角散乱の基礎」と題し、小角散乱によってどんな情報が得られるか、と実践的な解析のコツや注意点を説明されました。大場洋次郎氏(JAEA)は「金属材料における小角散乱法の最近の応用」と題し、放射光や中性子の小角散乱法の有効性を高める新たな実験技術につ

いて応用例を示して説明されました。

<中性子共同実験への誘い>のセッションでは3件の講演がありました。倉本繁茨城大学教授の「超強力アルミニウム合金の開発に必要な組織制御技術」、山下孝子氏(JFEスチール)の「大入熱鋼板HAZ組織微細化へのオキシドメタラジー適用と介在物分析における中性子利用への期待」、藤井隆志氏(新日鐵住金)の「有機・無機被覆鋼板の概要」です。今回、3つの具体的な解析対象が提案されましたが、これらに対して中性子の長所を活かした解析を実現するためには、もう一歩踏み込んだ議論が必要です。多くの方に議論に参加していただくことを期待します。



会場の様子

●残留ひずみ・応力解析研究会

3月19日(火)に研究社英語センター大会議室において平成30年度第2回残留ひずみ・応力解析研究会/微細構造解析プラットフォーム第4回放射光利用研究セミナーを「各種計測手法によるひずみと残留応力の計測」をテーマで開催しました。95名の参加者がありました。

構造物や部品に形成された残留応力は、静的・動的強度に大きく影響するため、重要な設計評価指標です。その測定方法には、破壊的方法や非破壊的方法、ならびに有限要素法などによる解析などがあります。今回の研究会では、疲労強度の大家である村上敬直先生に、area法による微小欠陥材の疲労強度評価法についてご講演いただくとともに、各種の残留応力測定方法、ならびに表面改質材の残留応力測定例が紹介されました。

<チュートリアル>では、村上敬直九州大学名誉教授に続き、三上隆男氏(IHI検査計測)が「DHD法、iDHD法およびContour法に

よる残留応力測定」と題し、応力解放法に属する三種について測定原理と測定事例を紹介されました。

<応力計測法>セッションでは6件の講演がありました。

<表面改質>セッションでは4件の講演がありました。

残留ひずみ・応力解析は長い歴史を持っていますが、材料強度の支配要因や、表面改質のメカニズムには、まだ解明すべき多くの課題が存在します。次々と新しい手法が開発され、解析技術も進歩しています。中性子施設として高出力で安定な状態を達成しつつあるJ-PARC MLFを利用することで、課題が解明されていくことを期待します。



会場の様子

●構造生物学研究会

3月27日(水)にエッサム神田ホール1号館401会議室において平成30年度第2回研究会を「新世代中性子構造生物学が目指すものII J-PARC MLFが目指す生命科学研究との整合性」をテーマとして開催しました。52名の参加者がありました。

<J-PARC MLFにおける生命科学>セッションでは2件の講演がありました。金谷利治MLFディビジョン長(J-PARC)は「J-PARC MLFにおける生命科学研究」と題し、MLFにおける生命科学の現状での成果と今後の研究と施設整備の方向性について説明し、研究コミュニティのリーダーの方々から集めたご意見を紹介されました。杉山正明副主査(京都大学教授)は「新世代中性子構造生物学が目指すサイエンス」と題し、タンパク質の機能発現に結び付く時空間領域の、構造とダイナミクスを解き明かすために走り始めたプロジェクトを紹介されました。

<最近の話題>セッションでは4件の講演がありました。

藤間祥子奈良先端科技大准教授は「リード化合物創成を目指した創薬標的蛋白質の構造機能相関解析」。千田美紀KEK特任助教は「良質なタンパク質結晶を得るための戦略」。岡本祐幸名古屋大学教授は「効率的立体構造探索法による生体分子シミュレーション」。沈建仁岡山大学教授は「巨大膜タンパク質複合体の高分解能構造解析から探る光合成の仕組み」と題した講演をされました。

生命科学研究において、中性子の利用は大きな役割を担うという認識がありますが、中性子だけでは非常に複雑な課題を解くことはできません。他の量子ビームによる解析や計算科学などを組み合わせることが必要です。それが「新世代中性子構造生物学」の趣旨ですが、今回の研究会でその具体的中身と拡がりが見えてきました。



会場の様子

◆講習会

●初級者向けZ-Code講習会

平成30年度の粉末構造解析ソフトウェアZ-Codeの初級者向け講習会を2月12日(火)-13日(水)に東京神田のエッサム神田ホール1号館401会議室において開催しました。会員企業から4名、非会員企業から5名、大学から18名、研究機関から3名、合計30名が受講されました。

J-PARC MLFの粉末結晶回折装置を使い、本格的に結晶構造解析を始める方を対象に、Z-RietveldとZ-3D、Z-MEM最新版の使い方について講義と実習を行いました。講習会の目的はTOF粉末中性子回折、原子炉中性子回折、実験室X線回折、放射光X線回折データのリートベルト解析、X線と中性子データの同時リートベルト解析が一人で実行できる。制約条件下でのリートベルト解析ができる。構造パラメータやプロファイルパラメータ、補正パラメータ等を理解し、原子間距離・角度等を正しく求めることができる。MEM解析を行い、結果を表示できる。結晶模型を描けるようにし、

簡単な磁気構造も解析できるようにすることです。

プログラムの構成は以下の通りです

- (1) 回折結晶学の基礎
- (2) Z-Rietveldを用いたリートベルト解析の概要
- (3) リートベルト解析の実習(Z-Rietveld解析+Z-3D描画)
- (4) 電子密度や散乱長密度の求め方(MEM解析)
- (5) 結晶粒子径や歪の求め方(プロファイル解析)
- (6) 磁気構造解析

講師はKEKの神山崇教授、東北大学の木村宏之教授、茨城大学の石垣徹教授、CROSSの石川喜久氏、KEKの萩原雅人助教に務めていただきました。



会場の様子

お知らせ

●2019年度総会

日時：2019年7月18日(木)10:20-12:00

会場：東京 秋葉原コンベンションホール

中村道治副会長、松尾泰樹文部科学省科学技術・学術政策局長、

ならびに、志満津孝運営委員長の挨拶のあと、

第1号議案 平成30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 2019年度事業計画及び収支予算について

第4号議案 会計監事の交代について

その他 新体制について

について報告し審議する予定です。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。多くの皆様のご出席をお願い致します。

●2019年度J-PARC MLF産業利用報告会

主催：J-PARCセンター、(一財)総合科学研究機構

茨城県、中性子産業利用推進協議会

J-PARC MLF利用者懇談会

日時：2019年7月18日(木)13:00-19日(金)18:00

会場：東京 秋葉原コンベンションホール

斎藤直人J-PARCセンター長と奥篤史文部科学省量子放射線研究推進室長の挨拶のあと、<MLFの産業利用の現状><中性子利用><ミュオン利用>のセッションを行い、8件の講演があります。

<特別講演>セッションでは日産アーク㈱の松本隆常務取締役が「中性子線を用いた解析への期待と将来展望」、また峯村哲郎茨城県産業利用コーディネーターが「産業利用のこの10年」と題してそれぞれ講演されます。

「イノベーションの共創」では、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、<招待講演>として、伊藤耕三東京大学教授が「自動車用しなやかタフポリマーの開発」と題して講演される予定です。

多くの皆さまのご出席をお願い致します。

協議会HP(<http://www.j-neutron.com/>)では、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。また、新機能性材料の発見や高度な測定技術の開発、ならびに、中性子に関係する重要な会議など皆様に周知すべき情報がありましたら、是非ご提供ください。

中性子産業利用推進協議会 季報【19年・夏】Vol.43

発行日 2019年6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/>