Neutron J 四季
【15年・冬】 Vol.29
中性子産業利用推進協議会 季報
Industrial Users Society for Neutron Application
2015年12月25日 発行

CONTENTS

P2 中性子実験装置の紹介　P3 ミュオン技術の紹介　P4-6 研究トピックス　P6-7 茨城県BL情報　P7-8 活動報告　P8 お知らせ

MLFディビジョン長に着任して

J-PARCセンター　金谷 利治

平成27年6月1日、京都大学化学研究所より、高エネルギー加速器研究機構（KEK）物質構造科学研究所に異動し、大強度陽子加速器施設（J-PARC）物質生命科学実験施設（MLF）のディビジョン長を仰せつかりました。

大学でも中性子を利用した研究を行っていましたが、MLFに異動して来たところ、違う中性子研究の風景が見えてきました。異動後1ヶ月半の時点で、MLFの印象と私の思いを日本中性子科学会の会誌「波紋」に書かせていただきました。その内容は、世界に誇るべき施設J-PARC/MLFが建設期から運用期へ移行するこの時期に、サイエンス成果や産業利用成果を出すことを最大の目標にして頑張ろう、というものでした。

異動から約半年を経て、この原稿を書いていますが、少し印象が変わってきています。J-PARC/MLFが世界に誇るべき素晴らしい施設であることと、スタッフが非常によく働くとの印象は変わりません。しかし、10月27日に半年ぶりに500kWの加速器出力で利用運転を開始したMLFが、11月20日深夜に運転を停止しました。中性子標的容器冷却水漏れが原因です。4月30日早朝にもやはり水漏れで停止しています。全く同じ事象ではないと考えていますが、年に2回の中性子標的容器冷却水漏れは、前人未到の加速器出力である1MW達成への困難さを実感させられると同時に、まだまだハード充実へ向けた努力が必要であると痛感させられました。

中性子・ミュオンが発生しない限り、MLFでの成果創出はあり得ません。定常的運転ができなければ「研究計画を立てることができない」、「学生が学位取得を目指した研究をできない」などのユーザーからの批判は免れないと考えます。施設ハード面での完成と安定的運転を目指した努力の重要性を再認識しているところです。

成果の創出を疎かにしていいということは決してありませんが、ハードの完成と成果の創出を同時に行うことは並大抵のことではないことをご理解いただきたいと思います。その両立は、巨額の税金を投入して建設されたJ-PARC/MLFを預かる我々の責務であると認識しています。両立の先には、きっと素晴らしい未来があると信じています。ご期待ください。

ものづくりに貢献する解析技術

株式会社日産アーク　今井 英人

日産アークは、日産自動車から分社化した分析・解析をサービスとして提供する会社です。アカデミアでの最先端の研究から、企業における研究開発、生産ラインでの材料認証や品質管理、不具合解析など、ものづくりの最上流から製品に直結した下流工程まで、研究開発、生産の現場で起こるさまざまな課題の解決を支援しています。

こうした一連の流れに深く携わっていると、「死の谷」と表現されるように「ものづくり」としてイノベーションが完結することがいかに困難であり、それを成し遂げるために、産官学を跨いでいかに多くの研究者、開発者がバトンをつなぎながら協力していなければいけないのかをしみじみと実感します。

これまでにない性能を発現するという材料を預かっても、一部の条件では確かにそうであるけれども、製品の動作領域で広く見るとこれまでの方がいいという結論に至ったり、いざデバイスに組み込んでみると材料そのものの性能よりも、デバイスを構成するその他の材料や、デバイスの構造が性能を支配し、期待する性能が得られなかったりなど、材料研究とデバイスとしての成立性のはざまで苦しむことも多々あります。

製品をつくるには「設計」が重要です。材料の選択から、大きさや厚さといった形状、また、運転条件などを決めないと製作に取りかかることができません。原理や現象の理解だけでは不十分で、それを定量的にしかもあらゆる条件下でどう変化するのかを把握しないと、十分な性能や安全性を担保した製品とすることができません。

このようなニーズに応えるべく、一般の分析機器はもとより、J-PARC/MLFで利用可能な中性子や、SPring-8などの放射光X線、あるいは、大型計算機など、国家レベルで利用促進されている解析リソースもフル活用させていただきながら、ものづくりのイノベーションへの貢献を目指しています。これまで、大がかりでなかなか手が届かなかった中性子ですが、J-PARC/MLFでは、茨城県で運営されているiMATERIAを始めとして、積極的に産業界に対して扉を開いていただいています。粉末構造回折や残留応力解析、小角散乱、イメージングなどが手軽に測定できるようになり、2次電池や燃料電池、構造材料等の解析に利用させていただいています。

このほかJ-PARC/MLFからは最先端の解析技術もたくさん生み出されています。最先端の解析技術の普及プロセスは、ものづくりのイノベーションのプロセスとよく似ています。アカデミアから生まれた最新鋭の解析技術も、そのままでは解析技術の「死の谷」に落ち込んでしまい、企業における研究開発の現場で広く利用することは難しい場合もあります。解析技術の「死の谷」を越えて、広く産業界に利用される解析技術へと成長していくためには、産学連携の橋渡しが必要です。ものづくりに貢献する解析技術となる、その過程を支援していきたいと思っています。

中性子実験装置の紹介

理研小型中性子源システムRANS（RIKEN Accelerator-driven compact neutron source）

理化学研究所　大竹 淑恵

理研の小型中性子源RANS（図1参照）の開発方針は大きく分けて2つあります。材料開発や非破壊検査などに容易に利用できるように、遮蔽も含めシステム全体としてコンパクトにすること、および、将来、経年劣化した橋梁などの非破壊健全性診断システムとして利用できるようにすることです。RANSの1号機では中性子発生効率の高い陽子線を用い、Be（p,n）,B反応による中性子源を構築し、2013年より2年間安定して連続運用を行いました。具体的には陽子線エネルギー 7MeV、パルス幅約20-180μs、繰返し周波数20-200Hz、最大平均電流100μAで、遮蔽体はホウ素ポリエチレンと鉛を組合せ、中性子ビームライン最長約5mです。2年間の運転後にターゲット[1]に損傷は全くなく、ターゲットの水素脆化の問題は克服されています。

本稿では、RANSの低エネルギー中性子線を利用した中性子イメージングと中性子線回折、および、高速中性子線による観察事例を紹介します。

理研では、日本鉄鋼協会との研究会活動を2013年より行っています[2]。この中で、鋼材の塗膜下腐食ならびに水の出入りの可視化に世界で初めて成功しました[3]。神戸製鋼所から提供を受けた普通鋼（SM400相当）と合金鋼（0.8Cu-0.4Ni-0.05Tiを主成分とする塗装用合金鋼板）に塗膜を施し、CTT試験を行ったサンプル（図2左上）の塗膜下の腐食を観察しました（図2左下）。サンプルを浸漬した後、30分エアブローにて乾燥させたときの中性子線透過率比の分布を図2右に示します。合金鋼では腐食の範囲は狭く、かつ、深部に達しており、両鋼の塗装耐食性に差異があることが非破壊で初めて観察されました。腐食メカニズム解明への中性子線による非破壊観察法の開発に対する期待が高まっています。現在、RANSではカラーイメージインテンシファイアも導入し、高分解能化と高感度化を推進しています。

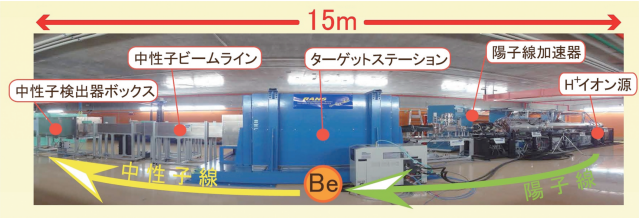

図1 理研RANSの外観

自動車の車体には低燃費化のために超高強度鋼板が利用されています。しかし、高強度鋼板はプレス加工すると、「割れ」や「しわ」が発生しやすいという問題があります。図3はRANSにより得られたIF鋼板の圧縮変形前後の極点図（集合組織）です。極点図は試料を21回回転させて、合計210分で回折プロフィルを得ています。さらに短時間で極点図が得られるように高感度検出器を導入しました。

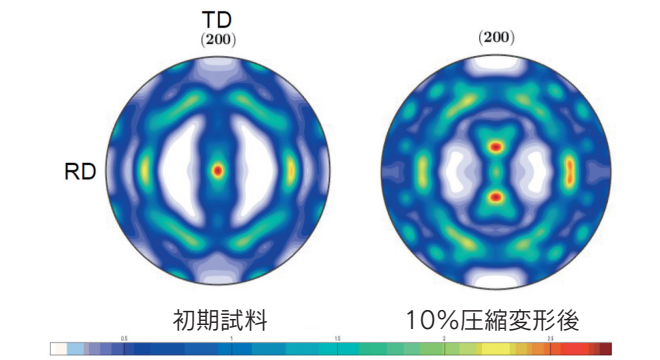

図3 IF鋼板の圧縮変形前後の極点図

主として昭和30年代の高度経済成長期に建設された社会インフラが経年劣化し、そのメンテナンスが大きな社会問題となっています。そのため、橋梁構造の内部を非破壊で観察する高速中性子線透過検査法を開発しています。プラスチックシンチレータとMPPCを組み合わせ、最適化信号処理回路を搭載した高速中性子イメージング検出器を開発し、厚さが30cmのコンクリート内部に鋼材を配置したときの鋼材の本数の違いや、内部円柱水のイメージ検出にも成功しています[4]。

理研の取組みはまだ始まったばかりですが、非破壊観察の相談に来訪される8割以上が中小企業であることを強調しておきたいと思います。

本研究は、文部科学省、光・量子融合連携研究開発プログラム、日本鉄鋼協会、ならびに、総合科学技術・イノベーション会議SIP（戦略的イノベーション創造プログラム）「インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」による成果を含んでいます。

参考文献

1）Y.Yamagata, K.Hirota, J.Ju, S.Wang, S.Morita, J.Kato, Y.Otake, A.Taketani, Y.Seki, M.Yamada, H.Ota, U.Bautista, Q.Jia: J.Radioanal. Nucl.Chem., 305（2015）787
2）日本鉄鋼協会1型研究会「コンパクト中性子源による新組織解析法FS」報告書
3）山田雅子、大竹淑恵、竹谷篤、須長秀行、山形豊、若林琢己、河野研二、中山武典：鉄と鋼，100（2014）429
4）大竹淑恵 レーザー研究：レーザー学会誌，43(2),71-76,（2015）

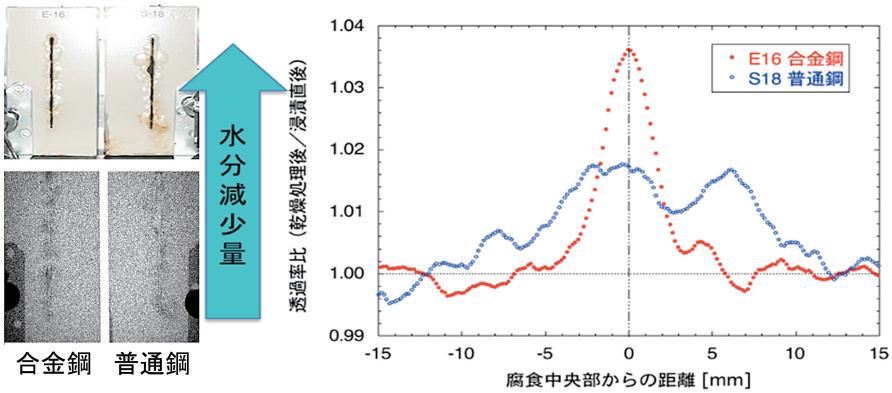

図2 鋼材における塗膜下腐食の観察

ミュオン技術の紹介

ミュオン顕微鏡への期待

東京工業大学　吉野 淳二

J-PARC/MLFのミュオン施設では、超低速ミュオン顕微鏡の開発が進んでいます。この装置の構成を図1、装置全容を図2 (a) に示します。この装置で得られるミュオンビームは、高スピン偏極、超低速、高輝度、高単色性という特長を有しています。例えば、金属中に打ち込まれたスピン偏極したミュオンは、入射エネルギーで決まる表面から一定の距離で静止した後、図3に模式的に示すように物質中の特定のサイトに停止し、その場の局所磁場を感じて歳差運動をした後、崩壊します。このとき生成される陽電子の放出方向は、ミュオンのスピン方向を反映するため、その角度分布を測定することにより物質中の局所的な磁場をプローブできます。一方、絶縁体中では、ミュオンは、水素原子と類似した電子との束縛状態を作るため、NMRに近い局所的な電子状態のプローブとなります。図2 (b) は放出された陽電子の検出器、図2 (c) が試料ホルダーです。超低速、かつ、高単色性のミュオンビームは、深さ方向の分解能を飛躍的に向上させます。さらに、再加速し収束させることにより、正に3次元ミュオン顕微鏡と呼べる測定装置が実現できます。なお、この低速ミュオンビームの生成技術は、わが国で開発された手法です。

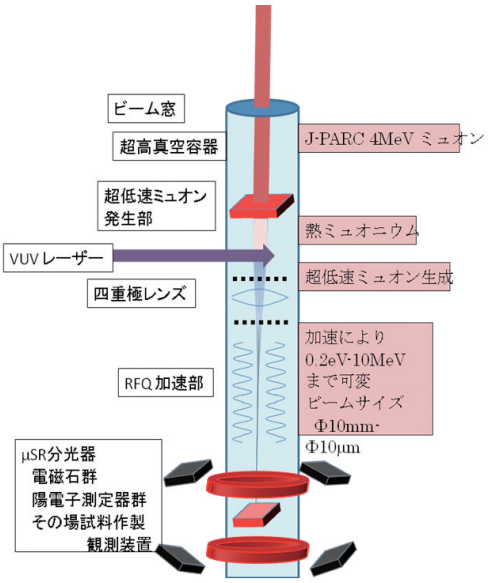

図1 ミュオン顕微鏡の概念図

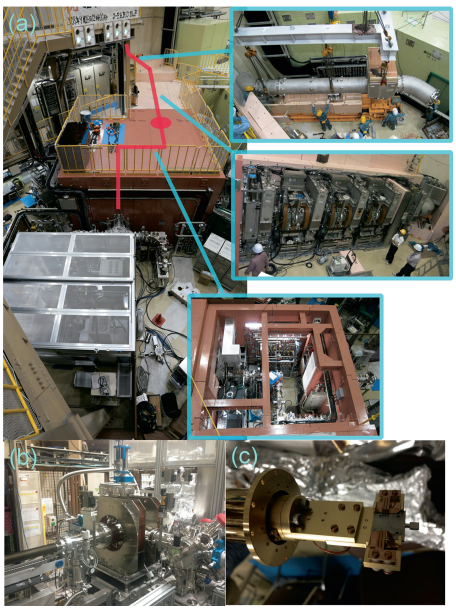

図2 ミュオン顕微鏡
(a) システム全容　(b) ミュオン検出器　(c) 試料ホルダー

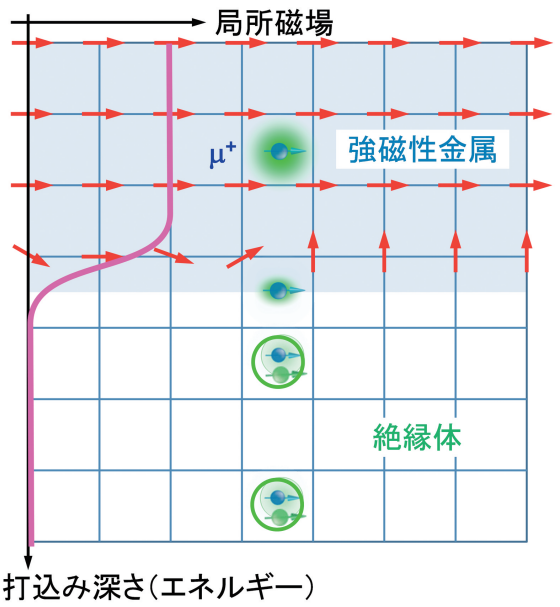

図3　強磁性金属/絶縁体界面近傍のスピン配列と期待されるミュオンの挙動の模式図

電子構造とスピン構造を観測するXPS (光電子分光) 法は、表面から数nmの領域の表面敏感な測定法であり、原子配列やスピン配列の情報を与える中性子回折は、物質中への透過率が高く、バルクの測定法です。それに対して、ミュオン顕微鏡では、エネルギーにより観測する領域を自由に選択できる、つまり、表面とバルクを切り分けてプローブできるという大きな特長を有します。

このミュオン顕微鏡は、磁性や超伝導を始めとする物性研究はもちろんのこと、ナノテクノロジー、例えば、スピントロニクスの発展に大きく貢献することが期待されます。スピントロニクスは、現在のエレクトロニクスが原理的限界を迎える10年後の新しいエレクトロニクスの選択肢の一つとして精力的に研究が行われています。

スピントロニクスでは、スピン流が重要なキーワードとなりますが、磁性体などを用いて発生させたスピン流を如何に効率的に取り出し、制御し、検出するかが課題となります。スピン流発生に重要な強磁性金属絶縁体界面近傍に、図3に示すようなスピンの揺らぎや特異なスピン配列が存在すれば、ミュオン顕微鏡を用いて加速電圧を系統的に変化させた測定を行うことにより、磁場強度や向きの変化として捉えることができると予想されます。特に、通常、マクロなスピン偏極をもたない物質中に注入された、あるいは、動的に生成したスピン流を検出できる技術は少なく、3次元的空間分解能を有するミュオン顕微鏡は、その研究の推進の大きな助けとなることが期待されています。

研究トピックス

●J-PARC

遠心鋳造二相ステンレス鋼の相応力分布の解明

㈱日立製作所　王 昀

海水環境中で使用されるポンプ製品に適用される二相ステンレス鋼における相応力分布状態をJ-PARC/MLFのBL19「TAKUMI」を利用して解明しました。

二相ステンレス鋼は強度と耐食性に優れているため、海水環境中で使用されるポンプ製品に適用されています。一方、図1に示すように二相ステンレス鋼の構成相であるフェライト相（α相）とオーステナイト相（γ相）は、熱膨張係数や弾性定数などの物性値が異なるため、熱処理や鋳造などの熱履歴を受けた場合、相応力が発生し、材料の疲労強度や機械的特性が影響を受けることが考えられます。そこで、本研究では、J-PARC/MLFのBL19「TAKUMI」を用いて、遠心鋳造二相ステンレス鋼中空円筒試験体の相応力の発生機構を検討しました[1,2]。図2に測定状況を示します。

図3には測定方法の模式図を示します。直交三軸（半径、周、軸）方向で測定した格子定数aと事前に同材の薄板試験片で求めた無ひずみ状態の格子定数a_0から、両相の三軸応力σ_αとσ_γを求めました。なお、格子定数は回折プロファイルをZ-Rietveld[3]により計算しました。

得られた相応力は、半径方向では、σ_αは約200MPa以下の圧縮応力、σ_γは約200MPa以下の引張応力で、厚さ方向には顕著な応力分布はありませんでした。一方、図5に示すように、周方向応力は、σ_αは約-450MPa～200MPa、σ_γは約-400MPa～250MPa、マクロ応力σ'は-400MPa～200MPaとなっています。また、軸方向応力は、周方向応力とほぼ同様の応力分布で、等二軸応力状態になっていると推測されます。これらの応力分布は、鋳造後の冷却プロセスにおける熱収縮挙動により形成されたと考えられます。

本研究はJ-PARC/MLFの一般利用課題として実施しました。実験に際しては、TAKUMIの装置担当者であるJ-PARCセンターの相澤一也氏とステファヌス ハルヨ氏の技術支援を頂きました。この場を借りて感謝申し上げます。

参考文献
1）王昀, 材料, Vol.63, No.11, pp.789-796（2014）
2）王昀, 波紋, Vol.24, No.1, pp.28-33（2014）
3）R. Oishi et al., Nuclear Instruments and Methods A600, pp.94-96（2009）

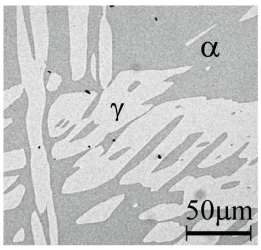

図1　二相ステンレス鋼の金属組織[1]

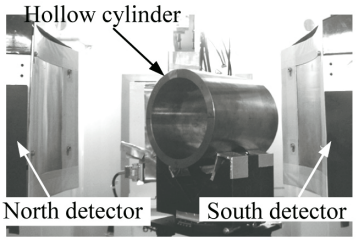

図2　中空円筒試験体の測定状況[1]

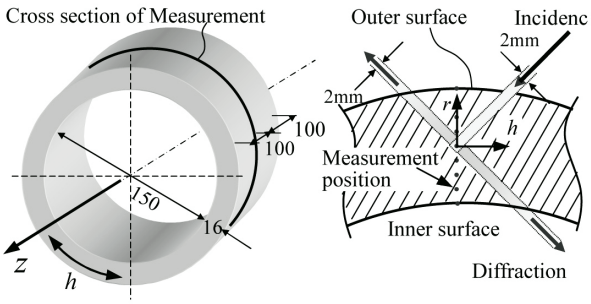

図3　中空円筒試験体における測定方法の模式図[1]

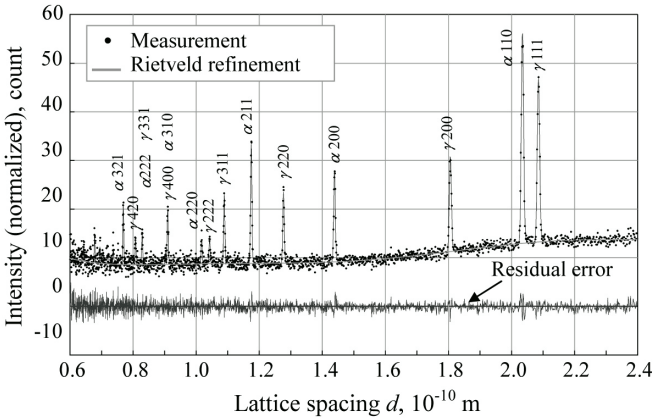

図4　中性子回折プロファイルのリートベルト解析[2]

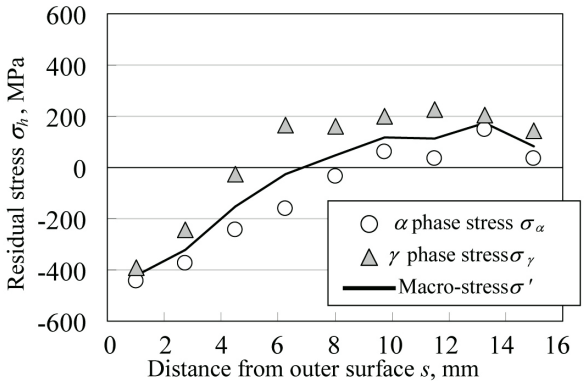

図5　相応力の測定結果(周方向応力)[2]

●茨城県BL

中性子結晶構造解析による立体反転型セルラーゼ反応メカニズムの解明

東京大学　五十嵐 圭日子

茨城県生命物質構造解析装置「iBIX」を用いて、きのこが生産する酵素であるセルラーゼ（*Pc*Cel45A）の中性子結晶構造解析に成功しました。その結果、本酵素は「イミド酸」という特殊なアミノ酸構造により化学反応を行っていることが分かり、さらに、本酵素の活性残基付近は、ペプチド結合の互変異が連鎖して「かちかち玉」のように連続的な反応を行っていると考えられます。

植物体の主成分であるセルロースは、地球上で最も豊富に存在するバイオマスで、化学的にも非常に安定な化合物ですが、自然界では様々な微生物が出す「セルラーゼ」によって分解され、微生物の栄養源として利用されています。つまり、セルラーゼを使いこなせば、木や草などのセルロース系バイオマスから液体燃料やプラスチックを生産することができます。

我々は、きのこの一種である*Phanerochaete chrysosporium*のゲノム配列から立体反転型の新しいセルラーゼ*Pc*Cel45Aを発見しました[1]。*Pc*Cel45Aは、糖質加水分解酵素ファミリー45に属するエンドグルカナーゼの亜種で、そのファミリーの酵素は洗剤に用いられることがよく知られています。しかし、この酵素を構成しているアミノ酸の配列を詳細に調べると、セルロースの分解反応を行うために重要なアミノ酸の一つが見当たらないことが分かりました。これはこの酵素で「活性中心がないのに活性がある」という不思議なことが起こっていることを示していました。

そこで、本酵素の6mm^{3}という超巨大結晶を作製し[2]、その構造を中性子回折により1.5Åの解像度で明らかにしました[3]。その結果、本酵素では反応を行うと考えられるアミノ酸（92番目のアスパラギン）が、通常の「アミド型」ではなく「イミド酸型」に互変異を起こしていることが分かりました。図1に示したように「アミド型」と「イミド酸型」の違いは水素の付き方だけのため、X線構造解析でこの違いを判別することは非常に難しいのですが、中性子構造解析では判別することができます。一般的には「イミド酸」は不安定な構造であると言われているため、どうして構造が安定しているのかを調べたところ、105番目のアスパラギンも同じように「イミド酸」になっており、しかも、二つのイミド酸に挟まれた部分のペプチド結合（-C（=O）-NH-）も全てイミド酸型（-C（-OH）=N-）になっていることが明らかとなりました。これまでもタンパク質のペプチド結合は二重結合になり得る（互変異性がある）と言われていましたが、今回、その現象を初めて証明したことになります。

さらに、この互変異の連鎖を辿っていくと、105番目のアスパラギン以降は通常のアミノ酸側鎖を介した水素結合となり、そのネットワークは本酵素が反応を行うために必要なもう一つのアミノ酸（114番目のアスパラギン酸）まで繋がっていることが明らかとなりました。本結果から、*Pc*Cel45Aは図2のように92番目のアスパラギンと114番目のアスパラギン酸の間で双方向の水素の玉突きを起こす、つまり、図2中央左に示した「かちかち玉」のような機構で反応を繰り返すと考えられます。

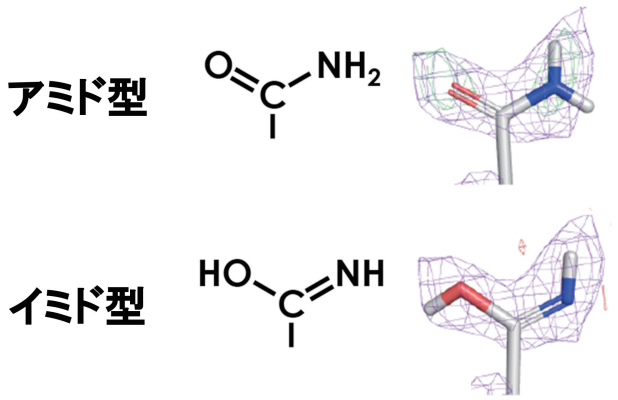

図1　*Pc*Cel45Aの92番目アスパラギン側鎖の拡大図

全てのタンパク質がペプチド結合を持つことを考えると、この「互変異の連鎖」がセルラーゼだけでなく様々なタンパク質で起こっている可能性があります。これまでも、タンパク質の構造から医薬品をデザインする研究が盛んに行われてきましたが、その際に「互変異の連鎖」を考慮していることはほとんどありませんでした。今後、中性子回折法によるタンパク質の構造解析を、様々なタンパク質に適用していくことが重要であると言えます。

本研究の成果は8月21日に米国科学誌サイエンスのオープンアクセス版「*Science Advances*」に掲載されました。

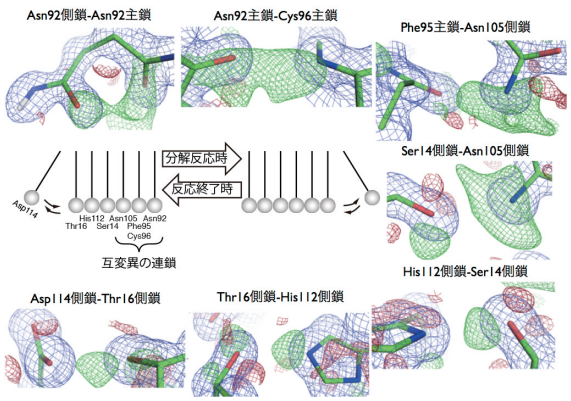

図2　*Pc*Cel45Aにおける活性残基周辺の水素イオンネットワーク

青色は分子全体が存在する領域、緑色は重水素が存在する領域です

参考文献
1) Igarashi, K., et al. Appl. Environ. Microbiol. 74: 5628-5634 (2008)
2) Nakamura, A., et al. J. Sync. Rad. 20: 859-863 (2013)
3) Nakamura, A., et al. Science Adv. 1: e1500263 (2015)

太陽電池材料Cu_2ZnSnS_4の結晶欠陥構造の解明

㈱豊田中央研究所　間 広文、田島 伸、旭 良司

太陽電池材料であるCu_2ZnSnS_4（CZTS）の発電性能を左右する結晶欠陥を元素識別能力の高い中性子結晶構造解析により同定することに成功しました。

安価で安全な原料で合成できるCu_2ZnSnS_4（CZTS）は、最大理論変換効率が得られる1.5 eV程度のバンドギャップを有することから、太陽電池の光吸収材として注目されています。筆者らの研究グループでは、CZTS膜の成膜方法を改善し、変換効率を8.8%まで向上させることに成功しました[1]。しかしながら、実用化には更なる性能向上が必要です。性能が低い原因の一つがCZTSの欠陥と考えられ、これまでX線回折パターンから欠陥の同定を試みて来ました[2]。しかし、X線回折強度は、構成元素の原子番号に比例した原子散乱因子に依存するため、各原子サイトのCuとZnの区別が困難です。そこで、CuとZnの区別が容易な中性子線回折実験により欠陥の同定を試みました。

次のようにCZTSの粉末試料を作製しました。粉末原料の秤量（Cu_2S,SnS,Zn,S）→混合・圧粉成型→石英管に真空封入→マッフル炉で固液反応（900℃・48時間）→SPS焼結（750℃,50MPa,15分）→粉砕。この粉末試料をバナジウム管に充填し、中性子回折を行い、Z-Rietveldを用いてリートベルト解析を行いました。

今回作製したCZTS試料は図1に示すKesterite構造（Cu：2a,2c, Zn:2d, Sn:2b, S:8gサイト）をとり、その格子定数は、ストイキに秤量した試料でa=b=5.44Å、c=10.84Åであり、これまでに報告されている値とほぼ同じであることを確認しました。また、アンチサイト欠陥を考慮したリートベルト解析により、表1に示すようなサイト占有率が得られました。ストイキに秤量したCu_2ZnSnS_4に対して、Zn不足の$Cu_2Zn_{0.9}SnS_4$では、ZnサイトへのCu置換が増大し、Sn不足の$Cu_2ZnSn_{0.9}S_4$では、SnサイトへのCu置換が増大するという結果が得られました。Cu過剰な条件では上記の欠陥が増大することも分かりました。

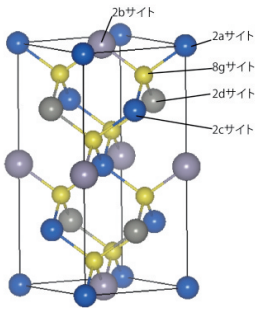

図1　CZTSの結晶構造（Kesterite構造）

表1 リートベルト解析結果

試料	2dサイト		2bサイト	
Cu_2ZnSnS_4	Zn 0.903	Cu 0.097	Sn 0.976	Cu 0.024
$Cu_2Zn_{0.9}SnS_4$	Zn 0.872	Cu 0.176	Sn 0.935	Cu 0.065
$Cu_2ZnSn_{0.9}S_4$	Zn 0.824	Cu 0.128	Sn 0.885	Cu 0.115

本研究は、平成24年度茨城県中性子ビームライン産業利用課題として実施しました。実験に際しては、石垣徹教授を始め、茨城大学ならびに茨城県の関係者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。

参考文献
[1] Appl. Phys. Express, 2015, 8, 082302.
[2] J. Alloys and Compounds 2012, 524, 22-25

茨城県BL情報

茨城県BLのユーザー利便性向上への取り組み－課題公募方法の改定とメールインサービスの導入－

茨城県　峯村 哲郎

茨城県では、J-PARC/MLFの中性子源を活用して、県内に中性子に関わる産業を創出し、国内に新産業を創成するべきとの方針から、産業利用に特化した2台の中性子回折装置（iMATERIA、iBIX）を整備し運用しています。これらの茨城県BLでは、企業の研究開発や生産活動に中性子材料構造解析を活用することを想定して、運用開始以来ユーザー利便性の向上に取り組んでいます。ここでは、最近導入した2つの仕組みを中心に、これまでの取り組みを紹介します。

1．基本はユーザーフレンドリー

茨城県BLの運用体制は、J-PARC/MLFのような大型実験施設に不慣れな企業ユーザーが利用しやすい仕組みになっています。2台の装置には、実験内容立案から申請、実験実施、報告までの一連の利用プロセスにおいて気軽に相談に応じる産業利用コーディネーターを配置しています。さらに、実験・解析段階では、装置の運転・維持管理を委託している茨城大学の研究者がユーザーを支援します。また、データ解析用ソフトウェアは、できるだけ使い易く初心者にも分かり易い専用版を開発しています。

2．企業の課題解決のスピードに応えるために

茨城県BLを利用するための課題公募は、当初はJ-PARC/MLFと同様に年2回の「定期公募」だけでした。この仕組みでは、課題申請から実験実施まで半年以上（最長10ヶ月）もの長い時間がかかり、企業における課題解決の即応性に対する要求には程遠い時間スケールでした。そこで、茨城県では2012A期からJ-PARCセンターの協力をいただいて、申請締切りから実験実施まで45日間と極めて短時間となる「随時課題」制度をiMATERIAに導入しました。これは、J-PARC/MLFの運転サイクル（22日間）毎に一定の時間枠を随時課題で利用できるようにしたものです。

3．2016年度からはいつでも応募が可能！

2016年度からは、ユーザー利便性のさらなる向上を目的に、J-PARCセンターの一層の協力を得て、課題公募方法をさらに進化させます。従来の定期課題公募を廃止し、すべてを随時課題とし、「一般課題」と呼称することにしました。この制度改革により、すべての利用課題は実験実施を希望するJ-PARC/MLF運転サイクルの45日までに応募いただければ

よいことになります。実質的にはいつでも応募可能ということです。

4．J-PARCに来なくとも実験実施が可能！

こうしたユーザー利便性向上の取り組みにより2014年度までに茨城県BLを利用した企業は50社を超え、そのうち13社が6回以上利用したリピーター企業です。これらリピーターの方々からは、実験のたびにJ-PARCに来る時間を確保するのが大変だとの声がありました。

こうした声に応えるためにiMATERIAの利用については2015年2月から図１のような「メールインサービス」制度を開始しました。この制度はいわゆる測定代行サービスで、測定実績がある試料、ならびに、それと同類の試料で実験条件が分かっているものについて利用できます。当初は、粉末試料を対象にしていましたが、2015A期には金属材料の集合組織ならびに残留オーステナイト量の測定を目的とした板状試料も利用可能としました。今後、小角散乱などにも適用範囲を拡大していく予定です。なお、2016A期からは、茨城県BLの利用課題公募は３．で説明した「一般課題」と「メールインサービス（MIS）」の2本立てとなります。これに伴って利用料金も改訂し、表１のようになります。

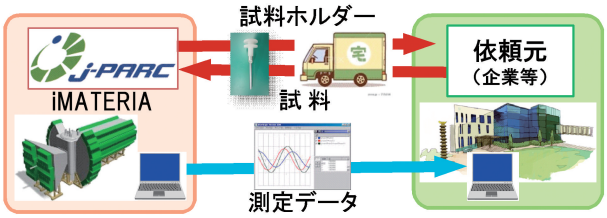

図1　iMATERIAにおけるメールインサービスの概念

表１ 茨城県BLの利用料金（単位：円/時間）

種　類	成果公開	成果専有
一般課題	25,710	30,860+約112,834
メールインサービス	38,570	46,290+約112,834
緊急課題	—	41,140+約112,834

＊成果専有はJ-PARC利用料金が一律加算
（2,708,000円/日＝約112,834円/時間）
＊各種優遇制度あり
（詳細は茨城県BLのHPをご参照ください）
＊県内企業は茨城県BL利用料金が半額
＊トライアルユース制度（初回利用者は無料）

5．さらに忙しいユーザーのために

リピーターになっていない企業ユーザーの方々にその理由を伺うと、「データ解析が難しい」とか「解析する時間が確保できない」といった声がありました。そこで、依頼分析を事業としている企業に受諾解析サービス事業を立ち上げていただきました。必要に応じてユーザーに好適な受諾解析サービス企業を紹介する取り組みも進めていますのでお気軽にご相談ください。

以上のように、茨城県BLでは、より多くの企業ユーザーの方々に気軽に中性子材料構造解析を使っていただける環境を整えつつあります。詳細は、以下の茨城県BLのHPをご参照ください。ご相談とご利用をお待ちしています。

http://www.pref.ibaraki.jp/kikaku/kagaku/j-parc/sangyou.html

活 動 報 告

◆講習会

●中性子実験技術基礎講習会（レベル１講習会）

11月25日（水）に研究社英語センター中会議室において、中性子産業利用推進協議会と日本中性子科学会、CROSS東海が共催して、中性子実験技術の初心者の方を対象とする中性子実験技術の基礎的事項を紹介し、パルス中性子実験施設であるJ-PARC/MLFへの課題申請に役立てていただくことを目的として、中性子実験技術基礎講習会（レベル１講習会）を開催しました。

今回は講義内容と講師を組み換え、中性子の基礎、結晶構造解析、残留応力測定、小角散乱、反射率、準弾性散乱、ラジオグラフィ、ならびに、中性子の産業利用の8件の講義を行いました。

例年20名余りの受講者がありますが、今回は産業界から5名、研究機関から1名、大学から3名、地方自治体から2名の合計11名だけの受講でした。来年度はより多くの皆様に受講していただけるよう事前PRに努めたいと思います。

◆研究会

●薄膜・界面研究会

10月1日(木)に研究社英語センター大会議室において、中性子産業利用推進協議会と茨城県中性子利用促進研究会ならびにCROSS東海が主催し、J-PARC/MLF利用者懇談会が協賛して「中性子反射率測定による薄膜・界面の理解」をテーマに開催しました。27名の参加がありました。

初めに、中性子反射率測定の基礎についてチュートリアルが行われ、次いで、J-PARC/MLFの垂直型偏極中性子反射率計BL17「SHARAKU」と水平型中性子反射率計BL15「SOFIA」の現状と利用成果が紹介されました。反射率法の学術成果のセッションでは、高分子薄膜や高分子ブラシ、ゴム、ならびにLiイオン電池の界面構造の解析結果、さらには、トライボロジーのメカニズム解明への応用結果が報告されました。

幅広い分野への反射率の測定結果について熱心な議論があり、今後の中性子反射率測定の産業界の利用が期待されます。

●残留ひずみ・応力解析研究会

10月13日（火）にエッサム神田ホールにおいて、中性子産業利用推進協議会と茨城県中性子利用促進研究会、CROSS東海、SPring-8ユーザー協同体、JAEA微細構造解析プラットフォーム、ならびに、NIMS微細構造解析プラットフォームが主催し、J-PARC/MLF利用者懇談会が協賛して、「X線、パルスおよび定常中性子源による残留応力評価」をテーマに開催しました。55名の参加がありました。

現場用X線装置のセッションでは、国内のX線装置メーカー 3社から現場用X線装置とその実機への適用事例の紹介がありました。中性子源応力測定のセッションでは、カナダCRCのRogge博士、米国SNSのPayzant博士、オーストラリアANSTOのParadowska博士、韓国HANAROのWoo博士、ならびに日本の原子炉およびパルス中性子源施設における残留応力測定装置の装置担当者がそれぞれの装置の概要と実機への適用事例などを紹介しました。Rogge博士とParadowska博士は都合により来日できなくなったため、初めての試みとしてSkypeを利用したTele-conferenceを行いました。

世界の主要な最先端中性子実験施設の装置関係者が一堂に会して残留応力測定技術を議論するという極めて有益な場になりました。

会場の様子

Woo博士（HANARO）

Payzant博士（SNS）

●第1回生物構造学研究会

11月17日（火）にエッサム神田ホールにおいて、中性子産業利用推進協議会と茨城県中性子利用促進研究会、CROSS東海が主催し、日本学術振興会第169委員会中性子回折小委員会と新世代研究所水和ナノ構造研究会が共催し、J-PARC/MLF利用者懇談会が協賛して「分子イメージングとタンパク質結晶成長技術」をテーマに開催しました。41名の参加がありました。

初めに、iBIXを利用して得られた光合成メカニズムに関する成果を海野昌喜茨城大教授が紹介されました。現在、生物構造学においては、クライオ電子顕微鏡やSACLAなどにより分子レベルでのイメージングとX線・放射光・中性子結晶回折を併用することにより，生命物質の立体構造を明らかにして生化学反応機構を解明することが試みられています。その代表的な成果を吉川雅英東大教授と難波啓一阪大教授、西野吉則北大教授に紹介していただきました。朴三用横浜市大教授と千田美紀KEK助教には結晶成長技術に関する成果を報告していただきました。

これまでにないテーマで予定時間を大幅に超えて活発な議論がありました。

◆茨城県

●茨城県中性子利用促進研究会「磁石材料分科会」

10月6日（火）にエッサム神田ホールにおいて、茨城県中性子利用促進研究会が主催し、中性子産業利用推進協議会とCROSS東海、元素戦略プロジェクト磁性材料研究拠点が共催し、J-PARC/MLF利用者懇談会が協賛して、「量子ビームによる磁石材料研究の最前線」をテーマに開催しました。34名の参加者がありました。

チュートリアルでは、量子ビームを用いた磁石材料構造解析研究の現状とiMATERIAでの解析手法について紹介がありました。元素戦略プロジェクトに関しては、最近の進展状況と、磁石理論の現状と量子ビームに対する期待の紹介があり、最後に、放射光と中性子を用いた磁石材料構造解析の最新事例について3件紹介がありました。

HVやEVなどに使用されるモーターの効率向上に対する期待の高まりから活発な議論がありました。

お知らせ

●電池材料研究会

日時：平成28年1月12日（火）10:00-16:50
会場：研究社英語センター大会議室

中性子産業利用推進協議会と茨城県中性子利用促進研究会ならびにCROSS東海が主催し、J-PARC/MLF利用者懇談会が協賛して「量子ビームによる二次電池構造解析研究の最前線 - 材料・部材から電池構造まで -」をテーマに開催します。

中性子の産業利用とiMATERIAの現状の紹介のあと、菅野了次東工大教授に「二次電池材料構造解析の最前線と今後の展望」と題して基調講演していただきます。次いで、量子ビームを用いた電池材料の構造解析やPDF解析、イメージングなど6件の講演を予定しています。

●非破壊検査・可視化・分析技術研究会

日時：平成28年1月20日（水）13:00-17:05
会場：エッサム神田ホール401会議室

中性子産業利用推進協議会と茨城県中性子利用促進研究会、CROSS東海が主催し、J-PARC/MLF利用者懇談会が協賛して、「量子ビームを用いた可視化・分析技術の現状 - 中性子と他の量子ビームプローブの有効活用に向けて -」をテーマに開催します。

初めに、中性子を用いた可視化・分析技術の基礎のセッションでは、中性子可視化と中性子放射化分析技術について2件、分析技術のセッションでは、ミュオンと中性子を利用した分析技術について3件、可視化技術のセッションでは、放射光と透過電子顕微鏡、画像処理の事例について3件の講演を予定しています。

BL22「螺鈿」の供用も開始された機会に、各種計測手法の相違点や共通点を理解し、相補的利用に繋げる議論を展開したいと考えます。

●金属組織研究会

日時：平成28年1月29日（金）10:30-16:50
会場：エッサム神田ホール401会議室

中性子産業利用推進協議会と茨城県中性子利用促進研究会、CROSS東海が主催し、J-PARC/MLF利用者懇談会が協賛して「金属材料分野での中性子利用の最前線」をテーマに開催します。

＜中性子利用の新しい測定・解析技術＞のセッションではJ-PARCセンターからCMWP解析とブラッグエッジ解析の2件、＜非鉄金属材料解析における中性子利用＞のセッションでは変形機構と残留応力について3件、＜小型中性子源による鉄鋼材料解析＞のセッションでは、理研と北大から小型中性子源を利用した成果を2件紹介していただきます。

鉄鋼材料では、特に、自動車の低燃費化のための超高強度鋼の開発に対するニーズが高く、そのために中性子を利用使用とする機運が盛り上がっています。それを加速する格好の機会になることを期待しています。

●有機・高分子材料中性子構造解析研究会

日時：平成28年2月16日（火）13:00-17:00
会場：エッサム神田ホール401会議室

中性子産業利用推進協議会と茨城県中性子利用る促進研究会、CROSS東海が主催し、J-PARC/MLF利用者懇談会が協賛して「企業人が中性子回折実験を行うにあたっての飛行時間法（TOF）入門」をテーマに開催します。

広角X線と中性子回折を利用した構造解析について2件、ならびに、中性子飛行時間法による広角回折・小角散乱による構造解析について2件の講義を行います。

飛行時間法の基本的な考え方や実験方法、ならびに、データの処理方法について理解していただく機会として企画しました。

●第2回残留ひずみ・応力解析研究会

日時：平成28年3月1日（火）10:00-17:00
会場：研究社英語センター大会議室

中性子産業利用推進協議会と茨城県中性子利用る促進研究会、CROSS東海が主催し、J-PARC/MLF利用者懇談会が協賛して「機械加工と熱処理による残留応力とその評価」をテーマに開催します。

＜チュートリアル＞のセッションでは、表面処理と機械加工による残留応力、ならびに、2次元検出器を利用したX線応力測定法について講演していただきます。＜実機の残留応力＞のセッションでは、新幹線レールの残留応力と損傷評価、ならびに、量子ビームを利用した残留応力測定例を紹介していただきます。＜海外の応力測定装置＞のセッションでは、カナダのRogge博士とオーストラリアのParadowska博士に残留応力測定装置の概要と実機への適用事例などを紹介していただきます。

残留応力は機械構造物・部品の信頼性に関わる重要な評価パラメータです。研究・設計・製造・検査部門という幅広い技術者に貴重な情報を提供する場になると期待しています。

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。

中性子産業利用推進協議会　季報【15年・冬】Vol.29

発行日　2015年12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/