

平成 30 年度 J-PARC MLF 産業利用報告会

J-PARC MLF は世界最高峰の中性子・ミュオン研究施設として、最先端科学の進歩に寄与するべく建設されました。中でもパルス中性子源は、出力設計値 1MW に向けて更なる開発に取り組んでいる最中ですが、装置建設のフェーズから運用のフェーズへと移行する中、ようやく基礎科学(サイエンス)の成果をコンスタントに創出できるようになってきました。

MLF のパルス中性子に課せられているもう一つの使命“イノベーションの創出”についても幅広い産業界での利用が広がりつつありますが、MLF 側の取り組みについてはまだまだ手探りの状況が続いています。十分なパフォーマンスを発揮するために、一層の改善を図っていこうと考えています。MLF としては産業界と手を取り合って将来の産業技術の基盤となる「イノベーションの共創」を図っていききたい所存です。

共創のための第一歩として、MLF と産業界それぞれが求めている“成果”が何であるかという認識の摺り合わせが重要です。産業利用と一口にまとめても、産業界が中性子というツールに何を期待するのか、それに対して MLF がどう応えるのか、ということは個々の課題ごとに異なります。MLF と産業界の役割分担の中で、「イノベーションの共創」のためにお互い何をすればいいのかを、十分議論することが重要です。そして“成果”を共有し、共創がお互いにとっての“うれしさ”につながるものにしたいと考えています。

本報告会では、初日は成果報告をおこない、2日目に「イノベーションの共創」のための活動について事例をご報告します。これは昨年度からの試みで、共創の歩みを進めていくにあたり、皆さまからご意見をお聞きし、議論して、さらに一歩先に進めるためにはどうすればいいのかを模索したいと思っています。どうぞ積極的なご参加をお願い申し上げます。

J-PARC センター

物質・生命科学ディビジョン(J-PARC MLF)

ディビジョン長 金谷 利治

主催：J-PARC センター

(一財)総合科学研究機構中性子科学センター

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

協賛：高輝度光科学研究センター，高度情報科学技術研究機構，高分子学会

SPring-8 ユーザー協同体(SPRUC)，SPring-8 利用推進協議会

繊維学会，フロンティアソフトマター開発専用ビームライン産学連合体(FSBL)

日本金属学会，日本ゴム協会，日本材料学会，日本接着学会

日本セラミックス協会，日本中性子科学会，日本鉄鋼協会，日本非破壊検査協会

日本放射光学会，PF ユーザーアソシエーション(PF-UA)，日本物理学会

日本化学会，日本磁気学会，電気学会，日本結晶学会，応用物理学会

日本蛋白質科学会，日本生物物理学会

日時：平成 29 年 7 月 23 日(月)13:00～24 日(火)18:00

場所：東京 秋葉原コンベンションホール (秋葉原ダイビル 2F)

(p.6 の案内をご参照ください)

<参加申込み>

参加を希望される方は下記までお申込みください。

中性子産業利用推進協議会 事務局 大内 薫

E-mail: info@j-neutron.com

(1)名前, (2)所属, (3)連絡先(電話番号, E-mail address),

(4)23日の報告会に参加する

(5)24日の報告会に参加する

(6)懇親会への参加の有無(領収書を発行します)

をご記入の上, メールにてお申込みください。

7月23日(月) 13:00~17:35

<中性子産業利用推進協議会設立10周年記念セッション>

<司会: 林眞琴(CROSS)>

13:00~13:10 協議会挨拶 庄山悦彦副会長 (日立製作所 名誉相談役)

13:10~13:20 文部科学省挨拶 西山崇志文科省量研室長

13:20~13:30 J-PARC センター挨拶 齊藤直人 J-PARC センター長

13:30~14:00 中性子産業利用の現状と将来

志満津孝運営委員長 (豊田中央研究所)

J-PARC MLF が 2008 年 12 月に供用を開始するのに合わせて同年 5 月に中性子産業利用推進協議会が発足して今年で 10 周年を迎えた。発足当初 57 社・機関の会員であったが、リーマンショックの影響や 3.11 大震災や MLF における様々な不具合の影響で会員数が減少したが、ここ数年 50 社・機関で落ち着いている。每期ほぼ 40 件の産業利用課題が採択され、全体の課題数に占める割合も 20%を超えて堅調に推移している。特に、BL20「iMATERIA」においては利用課題数の約 50%が成果専有での利用となっており、このことは中性子が技術開発や材料開発にとって重要な手段となっていることを示している。本講演では、これまでの産業利用の状況や主要な利用成果、ならびに、将来の利用計画の概要を紹介する。

<セッション1>

<座長: 今野美智子 (茨城県)>

14:00~14:15 茨城県中性子ビームラインの産業利用と今後

富田俊郎 (茨城県)

茨城県パルス中性子ビームラインは運用を開始して以来 10 年を迎え、昨年 J-PARC との設置契約を更新した。この節目に当たり、産業利用のこれまでの状況に加えて、次期 10 年の運営方針についても紹介する。

14:15~14:40 金属微細組織の構造階層性を指向した中性子解析

佐藤成男 (茨城大学)

金属の力学特性にはナノからマクロの組織形態が作用するため、その階層的な構造評価が不可欠である。金属組織の評価には電子顕微鏡観察が一般的であるが、“特性に違いがあるにも拘わらず、差を見い出せない”ことがあり、また、“組織の定量評価”が難しいことが多い。X 線や中性子を用いた回折法はこれらの課題を解決する有力な解析ツールとなり得る。iMATERIA は試料に対して立体的な検出器バンクを備えているため、転位や析出物 (ナノ~マイクロ構造) や集合組織、多相組織 (マイクロ~マクロ構造) の評価に最適な光学系を有しており、その特徴を最大限活かした測定や解析法の確立に取り組んでいる。さらに、金属組織形成過程の理解のため、金属組織製造プロセスを念頭に置いた装置開発を行っている。こ

これらの成果について報告する.

14:40~15:05 ソフトマテリアルの機能を明らかにする新しい中性子計測

小泉 智 (茨城大学)

茨城県構造解析装置 iMATERIA(BL20)は, 先行する粉末結晶の構造解析に加えて, 小角散乱法の利用を 2016 年度より開始した. 併せて, 茨城大学大学院理工学研究科量子線科学専攻では, 高分子に代表されるソフトマテリアルからなる「製品そのもの」が評価できる計測法の先導的な開発を目指して活動している. 本講演では, BL20 におけるソフトマテリアルのトピックスとして, (1)小角散乱と粉末回折の同時計測による製品の階層構造の観察, (2)重水素化の要らないコントラスト変調法として「動的核スピン偏極法」の開発, (3)薄膜の構造解析, (4)泡立つシャンプーの構造解析の 4 つの事例を報告する.

15:05~15:30 銅含有アミン酸化酵素の反応中間体構造と触媒機構

岡島英俊 (大阪大学)

有益な機能性をもつ人工酵素の分子設計は, 酵素の産業利用に様々な可能性を与えるが, そのためには天然酵素の作用原理を根本的に理解することが必要不可欠である. 中性子結晶構造解析は, 通常の X 線結晶解析では見えない水素原子座標を与えるため, 酵素機能解析の基盤技術となることが期待されている. 本講演では, 茨城県生命物質構造解析装置 iBIX を用いて, ここ数年我々が行ってきた銅含有アミン酸化酵素の中性子解析について紹介する. 触媒反応中間体の解析を目指しており, 最近ようやく, 反応開始状態の酸化型酵素の構造を 1.72 Å という極めて高い分解能で決定することに成功した. 詳細な活性中心構造情報を含む最近の進展を紹介する.

15:30~15:40 休 憩

<セッション 2>

<座長: 峯村哲郎 (茨城県)>

15:40~16:05 X 線と中性子を用いた耐候性鋼のさび形成過程の観察

横溝臣智 (コベルコ科研)

X線吸収微細構造(XAFS)と中性子小角散乱(SANS)を併用して, 耐候性鋼の保護性さび層の乾湿状態と, 湿潤状態から乾燥過程における結合状態や構造変化を調査した. XAFS測定から湿潤状態でさび層の一部が還元(低価数化)され, 乾燥状態では再酸化されること, SANS測定から湿潤状態から乾燥過程で数nmサイズのさび微粒子が生じていることが明らかになった. 乾燥過程における再酸化と微粒子生成は, 数時間単位の比較的遅い反応と見積もられたため, 両測定の時間スケールを合わせることで, 乾湿の繰返しが行われる屋外環境における耐候性鋼の保護性さび層の形成機構を更に検討する.

16:05~16:30 Li イオン電池用正極材料の充放電過程における平均・局所構造変化

井手本 康 (東京理科大学)

Li イオン電池用正極材料の充放電過程では, Li の脱挿入過程に伴う構造変化が特性を支配する重要なキーになる. 電池特性に関係する電極材料の結晶構造を検討する際に, 回折パターンからリートベルト解析で得られる平均構造だけでは説明ができないことがある. この場合はより詳細な構造を検討する必要がある, 平均構造からさらに詳細な局所構造解析が必要になる. その方法として PDF 法があり, 対相関関数 $G(r)$ と原子間距離 r の関係を求め, これを解析することにより, 各原子の配列などの詳細な構造について検討が可能になる. このような観点に着目して電池材料において結晶 PDF 解析を先駆けて適用することで局所構造解析を行い, 平均構造では明らかにできなかった局所的な構造変化(歪み, 秩序-無秩序配列)などについて中性子と放射光 X 線を相補的に用いて明らかにしてきた. 局所構造初期モデルなどの妥当性の検証もこの理論計算で行うことができる. これらの方法を組み合わせて

多角的に取り組むことで電池特性を支配する因子を明らかにし、電極材料の開発指針を得ていくことを目指している。本講演では、リチウムイオン電池正極材料を例として、充放電レートや充放電過程が平均・局所構造に与える影響などについて述べる。

16:30～16:55 Li イオン電池の正極材料と SEI の量子ビームと計算科学による構造解析

今井英人（日産アーク）

Li イオン電池の性能は、構成材料である正・負極活物質や電解液、導電助剤の他、電極表面に形成される SEI にも影響を受ける。充放電時におけるこれらの構成材料の状態や、お互いにどのように影響を及ぼし合っているかを正確に把握することが材料の性能を最大限に発現させる電極設計や、劣化を抑え、寿命を伸ばす電池利用方法などを考える上で重要である。本講演では、中性子解析技術の適用を中心に、放射光や計算科学など、ラボ分析評価を加えて総合的に解析を行う取り組みについて紹介する。

<特別講演>

<座長：林眞琴（CROSS）>

16:55～17:35 日立グループにおける量子ビーム活用による材料・プロセス開発
村上 元（日立製作所）

日立グループは、OT や IT, プロダクトを組み合わせ、お客様と社会イノベーション事業を協創する IoT 時代のイノベーションパートナーを目指しています。イノベーションを支える革新的なプロダクツを生み出すためには、根本的にプロダクツを変える、材料からのアプローチがますます重要となっています。日立グループではこの要求に対応するため、見る・測るのみならず、現象の理解を目指し、オペラント計測が可能な量子ビームを早期から積極的に活用してきました。本講演では、プロダクツ創生にむけた、日立グループでの量子ビームの活用事例について紹介します。

<懇親会> 17:50～19:30 @ ホワイエ 参加費：3,000 円

7月24日(火)9:30～18:00

【イノベーションの共創】

<司会：川北至信(J-PARC)>

9:15～9:35 開会挨拶

金谷利治（J-PARC）

9:35～9:40 「イノベーションの共創」セッションの趣旨説明

宮崎 司（CROSS）

<招待講演 1 > 座長：富田俊郎（茨城県）

9:40～10:30 加水分解酵素における「水」の機能を中性子で読み解く

五十嵐圭日子（東京大学）

セルラーゼとは、地球上で最も豊富に存在するバイオマスであるセルロースを加水分解する酵素の総称であり、セルロース系バイオマスからバイオエタノールやバイオプラスチックを生産するための鍵酵素であるとともに、洗剤などにも用いられる身近な酵素である。我々はこれまで、きのこの一種である *Phanerochaete chrysosporium* が生産するセルラーゼの巨大結晶作成に取り組み、二種類の立体反転型セルラーゼ(*PcCel45A*, *PcCel6A*)に関して中性子/X線複合構造解析に成功している。水素結合様式や活性に関与する水分子の同定だけでなく、アミノ酸の互変異を用いたユニークな活性メカニズムなどが明らかになってきている。

10:30～10:40 休 憩

<セッション3>

<司会：青木 裕之>

10:40～11:05 産業利用報告①

シリカゲル表面に修飾された固定相の状態分析

小川光揮（富士シリシア化学）

11:05～11:30 施設報告①

中性子小角・広角散乱装置 TAIKAN の性能向上と試料環境整備

岩瀬裕希（CROSS）

11:30～11:55 産業利用報告②

中性子散乱による人工腎臓の中間水解析

中田 克（東レリサーチセンター）

11:55～12:15 施設報告②

NOVA による水・水溶液の構造解析

大友 季哉（KEK）

12:15～12:35 施設報告②'

DNA による水和水のダイナミクス解析

山田 武（CROSS）

<ポスターセッション> & お昼休み

12:35～14:00 各 BL 装置のご紹介とそこを使った産業利用報告 & 軽食

<招待講演2> 座長：峯村哲郎（茨城県）

14:00～14:50 Li イオン電池の開発と将来展望

吉野 彰（旭化成）

リチウムイオン電池は携帯電話やノートPCなどのIT機器の電源として広く用いられてきた。さらに、現在では、電気自動車への応用が急ピッチで進んで来ており、新しい市場が創出されつつある。このリチウムイオン電池の開発経緯と現在の状況、さらに、これから期待される未来電池技術、特に、固体電解質技術について紹介する。この全固体電池の電池特性が明らかになるとともに、従来のリチウムイオン電池と異なる挙動が見出されてきている。こうした挙動を理解するためには電池反応過程でのLiイオンの動きを新たな解析技術が必要になってきており、その背景について考察する。

14:50～15:00 休憩

<セッション4>

<司会：蒲沢 和也>

15:00～15:25 産業利用報告③

中性子を利用した車載用リチウムイオン電池の非破壊解析

佐藤健児（本田技術研究所）

15:25～15:50 施設報告③

蓄電池動作環境下での中性子回折による電池反応解析

米村雅雄（KEK）

15:50～16:15 産業利用報告④

未来の自動車に向けた量子ビーム利用解析技術

野崎 洋（豊田中央研究所）

16:15～16:35 施設報告④

iMATERIA における電池材料・自動車用材料解析の現状

石垣 徹（茨城大学）

16:35～16:55 施設報告④'

自動車用金属材料の応力解析

ステファヌス ハルヨ (JAEA)

16:55～17:00 閉会挨拶 横溝英明 中性子科学センター長 (CROSS)

17:00～18:00 相談会(ビール&おつまみ付き)：参加費無料

【会場案内】

秋葉原コンベンションホール

住所：〒101-0021 東京都千代田区外神田 1-18-13 秋葉原ダイビル 2F

アクセス：JR 秋葉原駅電気街口から徒歩 1 分，詳細は下図をご参照ください。



ダイビルの外観



周辺マップ