

## CONTENTS

P1 巻頭言 P1 ディープラーニングによる中性子反射率計測の高速化 P5 国際会議報告 P6 中性子産業利用推進協議会2022年度総会  
P8 2022年度中性子産業利用報告会 P9 活動報告 P9 生物・生体材料研究会を開催 P9 研究会・講習会開催案内

## 巻頭言

中性子産業利用推進協議会 研究開発委員長  
谷山 明 (日本製鉄)

今井敬会長のご指名により、7月より研究開発委員長を拝命いたしました。どうぞよろしくお願ひ申し上げます。さて、中性子産業利用推進協議会は2008年に設立され、今年で14年目に入りました。一昨年および昨年は、新型コロナウイルス感染拡大の影響により、2022年度総会および中性子産業利用報告会は2年続けてリモートでの開催でしたが、今年は東京秋葉原コンベンションホールにおいて3年ぶりに対面での開催が実現しました。7月14日午前に開催された総会では、中村道治副会長、志満津孝運営委員長、会員企業43社・機関(委任状含む)他が出席し、事業報告・計画、決算報告などの審議のみならず、協議会加入によるメリット、産業利用支援の人材育成、研究会(産業分野別研究会4研究会及び解析技術研究会4研究会)の活動などについても、大変活発な議論がなされました。また、7月14日午後と7月15日に開催され

た中性子産業利用報告会では講演者と聴衆が質疑応答する機会や、1日目の講演後に行われた意見交換会での産業界と中性子施設関係者の垣根を超えた意見交換など、以前は「当然のこと」であった対面での交流や議論の重要性を改めて実感した次第です。さらに、東日本大震災以降停止しておりましたJRR-3の供用運転が再開され、J-JOINを窓口としたJ-PARC MLFとの連携により、産業利用への適用が益々加速されると期待しております。現在、中性子産業利用推進協議会におきまして、我々を取り巻く環境の変化に対応するために、様々な点で改革に取り組んでおります。協議会の改革には、協議会会員の皆様全員が自分達の進む方向をしっかりと把握した上でJ-PARC MLF及びJRR-3に代表される中性子施設、日本中性子科学会に代表される学術分野等、関係する皆様との連携を主体的に進めていくことが不可欠です。会員の皆様には、今後ともお力添えをいただきますよう、よろしくお願ひ申し上げます。

## ディープラーニングによる中性子反射率計測の高速化

原子力機構 J-PARC・高エネ機構物構研  
青木 裕之

## はじめに

近年、様々な分野で機械学習が注目を集めている。多数のデータを与えることで、その背後に存在する共通した規則性を見出し、未知の問題に対して学習結果に基づいて予測や判断を行うものである。機械学習では、その規則性は必ずしもモデル・数式で明確に表現されるものではなくても、何かしらの規則を見出すこ

とができる。これは、いわば長年の経験で培った経験と勘に基づく職人技を再現するものとも言えるだろう。その中でも、人工ニューラルネットワークを用いたディープラーニングは多くの問題に対して応用可能であり、盛んに利用されている。その計算には大きな計算資源が要求されるが、最近ではコンピューターに内蔵されているグラフィックボードを使用して高速に計算可能なライブラリが提供され、また比較的簡単なプログラムでディープラーニングを実装することができるフレームワークが整備されているため、家庭用の

コンピューターでも実行できるようになっている。また入門書なども手軽に入手でき、機械学習を始めるハードルはかなり低くなっている。しかし一方で、どのような使い方ができるのか具体的にイメージできないことも多いのではないかと思われる。本稿では、中性子反射率(以下、NRと略する)測定において、そのデータ処理にディープラーニングを適用した例について述べさせていただきたい[1]。ここではディープラーニングの原理には立ち入らず、中性子実験の中で何がどこまでできたのかという点について紹介させていただく。

## 中性子反射率

NRは物体の表面・界面の構造を評価する手法として、高分子材料や生体膜を始めとするソフトマターから磁性材料まで幅広い分野において試料の界面構造をナノメートルスケールで評価する手法として用いられている。試料に入射した中性子ビームは表面及び試料内部の界面で反射され、互いに干渉しあって入射角 $\theta$ 及び波長 $\lambda$ の関数である運動量遷移 $q=4\pi \sin\theta/\lambda$ に依存した反射率の変化が観測される(図1a)。この反射プロファイルを解析することで、図1bに示すような試料表面に対して垂直(深さ)方向の中性子散乱長密度(SLD)の空間分布を得ることができる。SLDは試料の原子組成や磁気モーメントに依存しているため、界面の物質分布や磁気構造を評価することができる。

J-PARC物質・生命科学実験施設(MLF)ではBL16

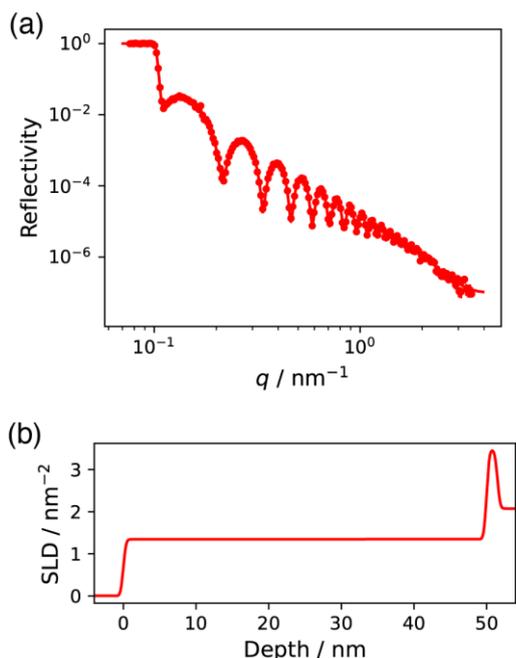


図1. 中性子反射率プロファイル(a)及び中性子散乱長密度分布(b)。(a)中の点は実験データ、実線はフィッティング解析の結果を示している。

SOFIA及びBL17 SHARAKUの2台の中性子反射率計が設置されている。ソフトマター分野では標準的に3cm四方程度のサイズの試料が用いられるが、MLFのような大強度の中性子源でも数10分から1時間以上の測定時間を要する。サイズの小さな試料では数時間以上にも及び、また偏極解析を行う際にはさらに長時間の測定が必要となる。MLFのような共用施設ではマシンタイムが限られているため、一つの試料あたりの測定時間を短縮することは施設の有効利用のために重要である。また、測定時間を大幅に短縮することができれば、時々刻々と状態が変化する試料に対して実時間で構造変化を追跡することが可能になるため、新たな現象の発見にもつながることが期待される。このように測定の高速度は施設利用の観点からも、サイエンスの観点からも重要な問題である。測定時間の短縮には、線源の高出力化や光学系の高効率化による中性子の高強度化で達成可能であるが、現状から飛躍的に改善することは容易ではない。光源強度を増加しないまま、測定時間を短縮すると統計ノイズが増加するため解析の精度が大幅に低下する。そこで、短時間で得られたデータでも、そこからノイズ成分のみを精確に除去することが可能になれば、精度の高い解析が可能になると考えられ、結果として測定時間を実効的に高速化できるものと考えられる。本研究は、ディープラーニングによって中性子反射率の実験データに含まれるノイズ成分の特徴を学習し、実験データからノイズのみを除去することで、短時間で測定したデータから真の信号成分のみを抽出することを試みた[1]。

## ディープラーニングによるNR測定の高速度化

ディープラーニングの応用分野として画像のノイズ除去は盛んに研究が行われている(文献)。NRデータからのノイズ除去に関しても本質的には同じ問題であり、画像のノイズ処理の畳み込みニューラルネットワーク(CNN)が応用可能であると考えられる。今回、我々は画像処理のCNNとして有効な手段の一つであるDnCNNをNRのデータ処理に最適化して用いた[2]。DnCNNは複数層の畳み込み(Conv)、バッチ正規化(BN)、整流化線形ユニット(ReLU)で構成され、入力データに含まれるノイズのみを推定するよう構築されており、得られた出力をデータから差し引くことでノイズ除去が行われる。DnCNNによる深層学習においてはノイズを含んだ実験データに対して、ノイズのないデータを教師データとして与え、データに含まれるノイズの特徴を学習する。深層学習の訓練においては多数のデータセットが必要となる。J-PARC MLF

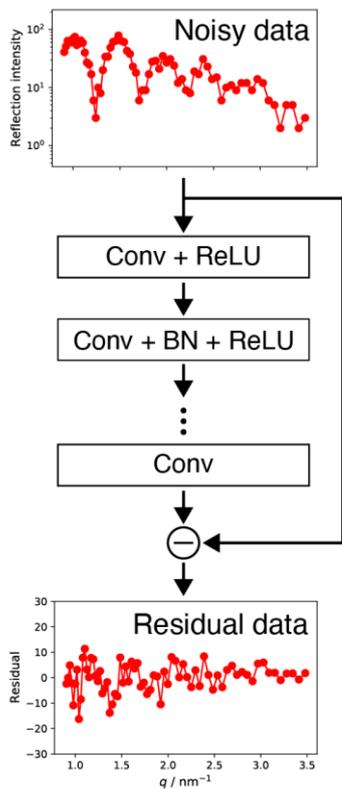


図2. DnCNNの構造。残差データを扱うことでデータ中のノイズ成分を推定する。

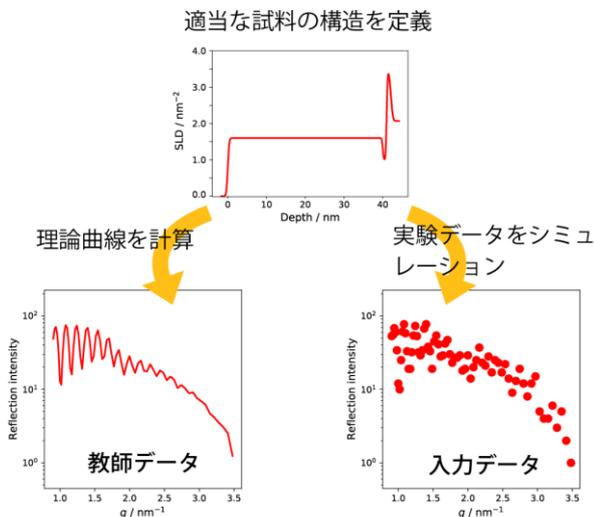


図3. 深層学習のための訓練データセットの生成。適当に定義した試料構造に対して理論NRプロファイルの計算及び実験データのシミュレーションを行う。

の反射率装置SHARAKUでは測定時間などの実験条件を設定することで実験データをシミュレーションすることのできるソフトウェアが開発されており[1]、訓練データセットはこのシミュレーションソフトによって生成した。図3に示すように、適当に設定した試料の構造に対して理論NRプロファイルを計算するとともに、シミュレーターによる実験データを生成した。

このようなデータを20万以上の構造に対して生成し、実験をシミュレートしたデータを入力データ、理論プロファイルを教師データとして訓練を実行した。

DnCNNによるノイズ除去の例を図4に示す。図4a, bは、それぞれ図4cに示した構造の試料に対する入射角0.7度、1.6度におけるNRプロファイルである。青点で示されたシミュレーションによって生成したデータは通常の1/20の時間を設定したNRデータである(DnCNNの訓練には使用していないデータ)。緑の実線で示された理論NRプロファイルから大きく異なる値を示すデータ点が多く、このような短い測定時間では正確なNRプロファイルを得られないことが分かる。一方、赤点で示されたデータは青の実験データからDnCNNによってノイズ成分を除去し、真のNRプロファイルを推論したデータであり、理論プロファイルとよく一致していることが分かる。例えば、青の実験データでは図4a中の $q > 0.6 \text{ nm}^{-1}$ の領域ではデータ点がない(反射率が低いため短時間の測定では信号が検出できない)にも関わらず、DnCNNによって得られたデータではこの領域の反射率を正確に推論している。また、図4b中の理論プロファイルの $q = 1 \text{ nm}^{-1}$ 付近に見られる二つのピーク間の谷間が、青の実験データでは認められないのに対して、DnCNNによる推論データでは谷間が明瞭に再現されている。このようにディープラーニングによって、NRの実験データに含まれるノイズの特徴を学習することで、ノイズのないNRプロファイルの推定を行う

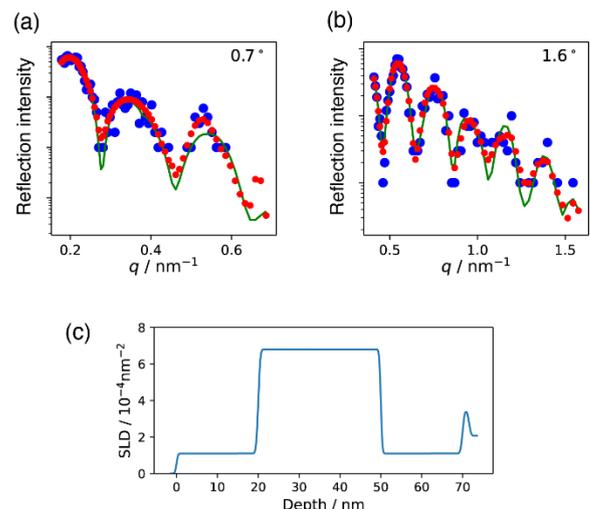


図4. NRデータ(a, b)及び試料の構造(b)。 (a)及び(b)は、(c)の構造の試料に対するそれぞれ入射角0.7度、1.6度におけるデータ。青点はシミュレーターによって通常の1/20の測定時間の条件で生成した実験データ、緑の実線は理論NRプロファイルを示している。赤点は、青点のデータをDnCNNによってノイズ除去したデータ。

ことができた。

ここでノイズ除去の効果について定量的に比較する。データ列のノイズを評価する尺度の一つとしてピーク信号雑音比(PSNR)がしばしば用いられる。これは

$$MSE = \sum_i \frac{1}{N} (I_i - G_i)^2$$
$$PSNR = 10 \log \frac{\max(I_i)^2}{MSE}$$

によって定義される量であり、大きいほどノイズが少ないことを表している。ここで $I_i$ 、 $G_i$ はそれぞれノイズのあるデータ、ノイズのないデータの $i$ 番目の要素の値、 $N$ は要素数である。一般的なNRの実験で得られるデータのPSNRは30dB程度であり、測定時間を短縮すると単調に減少し、1/10の測定時間では24.9dB、1/20の時間では22.6dBとなる。一方、短時間での実験データからDnCNNによって推論されるNRデータでは、PSNRがそれぞれ1/10の測定時間のデータでは31.1dB、1/20では29.3dBまで向上し、DnCNNによってノイズが大きく低減したことが分かる。この値は通常で測定したPSNRとほぼ同程度まで回復している。これは、測定時間を1/10以下

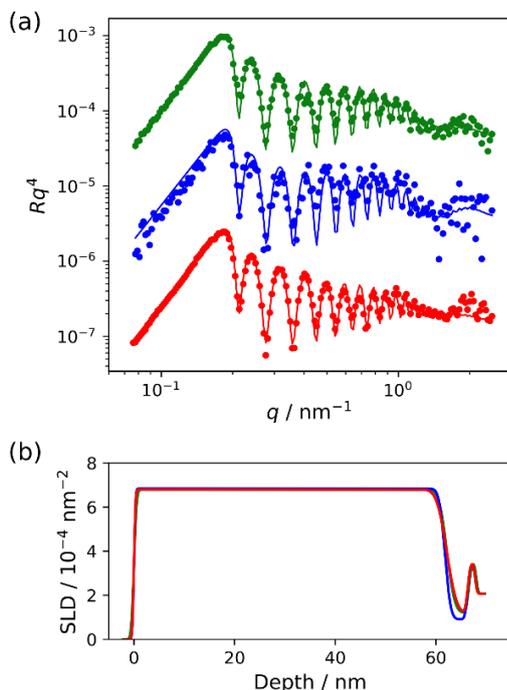


図5. 高分子薄膜についてのNRデータ(a)及びSLD分布(b)。(a)中の緑及び青のデータはそれぞれ1時間半、5分の測定時間で得られたものであり、赤のデータは5分での測定データに対してDnCNNによるノイズ除去処理を行ったデータである。

に短縮しても、同程度の精度のデータが得られることを示している。すなわち、NRの測定を一桁以上高速化可能であることが示された。

ここまでは実験シミュレーターによって生成したデータを扱ってきたが、学習したDnCNNを実際の実験によって得られたNRデータに適用した。図5はシリコン基板上に作製した高分子薄膜のNRデータである。緑で示したデータは通常の測定条件となるおよそ1時間半の測定時間で得られたNRデータであり、青はその1/20である5分で測定したデータである。両者を比較すると、5分での測定データには大きなノイズが含まれており、実線で示したフィッティング解析による結果も、短時間での実験データに対しては十分に合っていないことが分かる。その結果、解析によって得られるSLD分布は図5bの緑及び青で示すように、60~70nmあたりで異なった結果が得られている。一方、図5a中の赤で示したデータは、5分での測定データからDnCNNによって予測されたNRプロファイルであり、生データと比較するとノイズが除去されていることが分かる。そのフィッティング解析によって得られたSLD分布は図5b中赤の実線で示すように、1時間半で測定した結果と全域にわたってよい一致を示しており、1/20の時間で測定したデータでも精度を低下させることなく解析可能であることが示された。このようにディープラーニングを用いたデータ処理によって、短時間で測定した大きなノイズが含まれた実験結果であっても真の信号を取り出し、精度の高い解析を可能にした。

## まとめ

NRの測定において、ディープラーニングを用いることで、従来の1/10以下の測定時間で得られた実験データでも精度を落とすことなく解析可能であることを示した。これにより測定時間の大幅な短縮が期待され、その場観察やオペランド測定における時間分解能の飛躍的な向上が可能となる。また近年開発されたNRトモグラフィーは試料界面のイメージングが可能であるが[3, 4]、一方で丸一日以上の非常に長い測定時間を要する。本手法によって、このような測定が数時間程度の現実的な時間で行うことが可能になると考えられる。ここで紹介したノイズ除去による測定高速化はNRに限定されたものではなく、適切な学習データが用意できれば他の散乱測定や分光測定に対して広く応用可能である。今後、様々な計測手段に展開することが期待される。

## 謝辞

本研究は、JST未来社会創造事業及び科学研究費補助金の支援を受けて行われました。

## 参考文献

[1] H. Aoki et al, *Sci. Rep.* **11**, 22711 (2021)

[2] K. Zhang et al, *IEEE Trans. Image Process.* **26**, 3124 (2017)

[3] K. Sakurai et al, *Sci. Rep.* **9**, 571 (2019)

[4] H. Aoki et al, *Langmuir* **37**, 196 (2021)

## 国際会議報告

### ◆ International Conference on Neutron Scattering (ICNS) 2022

8月21日(日)～25日(木)の間にアルゼンチン ブエノスアイレスのHotel Savoyにおいて、アルゼンチン原子力庁(CNEA)及びアルゼンチン科学技術生産革新省の主催でICNS 2022が1年延期で開催されました。440名程度の参加者のうち、on-site参加者は250名程度でした。そのため講演は、in-person、on-line及びハイブリッドの3つの形式で行われました。In-person講演は、on-site参加者による従来型方法で3つのパラレルセッションがあり、on-line講演はアップロードされた講演ビデオを再生し、チャット機能を用いて質疑・応答が行われる方法でした。ハイブリッド講演は、on-site及びon-line参加者に関係なく同時に講演・聴講が可能な方法ですが、基調講演のみでした。基調講演の内容は、ワシントン大学のL. Pozo教授がソフトマター研究用の小角散乱の従来、現在、将来、オークリッジ国立研究所のJ. Katsaras博士が生体膜の分子構造に関する研究、ESSのH. Schober教授がESSの設計方針、研究の狙いと現状、ISISのT.

Perring博士が科学計算と中性子散乱、お茶の水女子大学のH. Kawano-Furukawa教授が超伝導システムの中性子回折・散乱測定、最後にANSTOのF. Salvemini博士が中性子による文化財研究でした。また、AONSA (Asia Oceania Neutron Scattering Association)、ENSA (European Neutron Scattering Association)とNSSA (Neutron Scattering Society of America)の受賞式が行われ、2021年AONSA賞の受賞者は元ANSTO所長のR.A. Robinson教授でした。

On-site参加者は23日の午後に建設中の研究炉(出力30MW、初期設置装置4台)を見学しました。会議の最後に、R.A. Robinson教授とESSのO. Kirstein博士が司会して、ANSTOの立ち上げと運営の経験をメインテーマの自由討論会が開かれ、立ち上げ中のアルゼンチンの中性子散乱施設や他施設への情報伝搬が行われました。

次回のICNSは2025年にヨーロッパで行われる予定です。詳細な場所は2023年に行われるECNSの後にアナウンスされます。

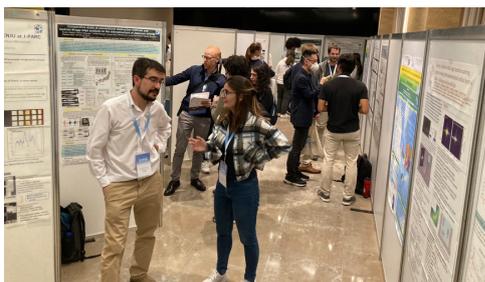
(J-PARCセンター／JAEA ステファヌス ハルヨ)



オープニングセレモニーの様子



In-person口頭講演の様子



In-personポスター講演の様子



バンケット会場の様子

## 中性子産業利用推進協議会 2022年度総会

7月14日(木)に東京秋葉原コンベンションホールにおいて、中村道治副会長、志満津孝運営委員長、会員企業43社・機関(委任状含む)他が出席して2022年度総会を開催しました。3年ぶりの現地開催となりました。初めに、中村道治副会長からの挨拶があり、続いて志満津孝運営委員長からの挨拶がありました。この後にそれぞれの全文を掲載します。総会の議事に



中村副会長挨拶

おいては、第1号議案「2021年度事業報告」、第2号議案「2021年度決算報告および監査報告」、第3号議案「2022年度事業計画」、第4号議案「2022年度事業計画」、第5号議案「2022年度予算」第6号議案「会計監事の選任」の各項目について審議と報告があり、審議項目については全て承認されました。



志満津運営委員長挨拶

### 令和4年度総会 副会長挨拶

中村 道治

皆様ご多忙のところ、令和4年の中性子産業利用推進協議会の総会にお集まりいただきまして、心からお礼申し上げます。新型コロナウイルスの感染拡大により、総会の実開催はこれまで2回中止を余儀なくされ、本日は3年ぶりの開催となりました。

大変明るいニュースですが、東日本大震災により運転停止していた研究用原子炉JRR-3が昨年10年ぶりに再稼働しました。また、J-PARC MLFは今年から800kWを超える高レベルで順調に運転されています。これらの実現のために長年ご尽力されて来た施設側の皆様に心から敬意を表します。私たち産業界は、世界トップレベルの中性子研究施設を積極的に活用し、大きなイノベーションにつながる研究成果を生み出すことが期待されています。

新型コロナウイルスの感染拡大によって、多くの人命を失ってきたばかりか、経済的に大きな損失を被ってきました。また、ロシアのウクライナ侵攻によって、

特にエネルギーや食糧の安定確保が課題になっています。パンデミックや国際紛争から如何によりよい形で回復し、持続可能な社会を実現するかが問われています。特に、気候変動の抑制に向けたカーボンニュートラルな社会の実現が人類の最大の課題です。また、人々の健康増進、食料の安定確保、社会のレジリエンスの向上を可能にする技術開発や体制整備が必要です。国連のSTI for SDGsの技術促進メカニズムにおいても、当面は既存技術の活用で対応するにしても、同時に革新的な新技術の創出が強く求められています。

私たち産業界には、明るい未来社会に向けて新しい道を切り開くことが期待されています。このためには、先端の中性子研究施設を活用し、産学官の緊密な連携のもとに革新技术を生み出し、オープンイノベーションのもとで社会に実装する必要があります。本日から明日にかけて、総会、研究会活動の報告会、意見交流会もごございますので、ぜひ活発に議論していただければ幸いです。

### 令和4年度総会 文部科学省 研究開発局原子力課長挨拶

新井 知彦

文部科学省研究開発局原子力課長の新井です。中性子産業利用推進協議会の2022年度総会の開催にあた

りまして、一言、ご挨拶申し上げます。

まず、本総会については3年ぶりの対面開催と何っており、多くの方々がお集まりになり、こうして盛大

に会が開催されますことを心よりお慶び申し上げます。また、御参加の皆様におかれましては、日頃より中性子利用に関する多大な御理解と御支援を賜り、厚く御礼申し上げます。

また、本協議会は、研究会や技術講習会、各種セミナーの開催等を通じて我が国における中性子科学の発展と、その産業利用の促進に積極的に取り組まれていると承知しており、関係者のご尽力に敬意を表します。

中性子の利用は新材料開発や高分子の構造解析による生命現象の解明など多岐の分野にわたるイノベーションに資するものです。政府におきましても、本年度の「骨太の方針」、「新しい資本主義の実行計画」、「統合イノベーション戦略」などに盛り込まれている2050年カーボンニュートラル実現や新時代の競争力の源泉としての科学技術分野の戦略的推進、そして原子力委員会の「医療用等ラジオアイソトープ製造・利用推進アクションプラン」における重要RIの国内製造の実現に向け、中性子利用の推進は重要な分野と認識しており、着実に取り組んでまいります。

我が国最大強度の定常中性子線施設であるJRR-3につきましては、新規制基準への適合のために必要な工事等を着実に実施し、昨年7月に約10年ぶりに施設供用運転を果たし、本年度は7サイクル運転の完遂に向けて安全・安定的な運転が継続されていま

す。また、我が国最大のパルス中性子線施設であるJ-PARC・MLFは、平成20年より施設共用が開始され、近年は7～800キロワットでの安定なビーム供給を実現し、設計目標である1メガワットでの安定的な利用運転の実現に向けた研究開発が進められています。

文部科学省としては、世界の誇るこれら2つの大型中性子線施設の着実な運用や必要な技術開発・設備整備を進めるとともに、J-PARCとJRR-3の相補的・相乗的な利活用により、革新的かつ先進的な研究成果が創出されるよう支援してまいります。また、装置の利用提案の共有窓口となるJ-JOINの運用の効果的な活用を期待しております。

産業利用促進については、産業界と施設研究者をつなぐコーディネータの存在は重要であり、本年度から本格運用されている複数の量子ビーム施設の連携コンソーシアムにおいて、人材育成や産業利用成果の創出が加速されることを期待しております。文科省としても、ユーザーの皆様からの意見をお聞きすることで、より一層J-PARCおよびJRR-3の利便性の向上が図られるよう、JAEA等に働きかけてまいります。

本日の総会の後には中性子産業利用報告会も開催されると伺っております。本日の総会にご参加の皆様のご更なる御発展及び2日間の報告会のご成功を祈念いたしまして、私からの挨拶とさせていただきます。

## 令和4年度総会 運営委員長挨拶

志満津 孝

本日は文部科学省 新井課長にもご参加いただき、誠にありがとうございます。本総会は、過去2年web開催が続きました。しかし、今年はコロナ禍がまだ不安定な状況ではありますが、オンラインで開催することができました。ご参加いただきありがとうございます。また、ご準備いただいた皆様には感謝しております。この場をお借りして御礼申し上げます。本日は2022年度総会として、2021年度の事業報告と、2022年度の事業計画が議論されます。ここ数年J-PARC MLF、JRR-3が揃い、より発展する時期がきたと感じております。2021年度は、ここ数年継続してきた活動内容、運営方法の見直しを実現するステップとして、具体的な動きが出てきた年でした。研究会の見直し、会員企業の皆様との議論により、皆様の本音の声を聴く場をいただくことができました。その声をもとに、中性子に関する情報入手のしやすさ、使い勝手を良くしたいという声に、施設側の皆様の努力もあり、中性子利用窓口の一元化など、改善が少しずつ始まりました。中

性子の役に立つ事例を知りたい、施設見学をしてみたいなど、何に困り、何を期待し、何を变えたいとの生の声を出すことができるようにしていきたいと思えます。一方、施設の皆様の課題認識、本音を聴くことも始め、相互に協力した改善を進めております。活動のスピード感や、行うべきことをしっかりと進めたいとの思いを共有することができました。また、最近のエネルギーコストによる運用時間への影響を勘案すると、さらにシステム効率を高め、より大きな成果をあげるためにアカデミック、産業界で連携し、またコーディネータの役割についても良く話し合いをしていきたいと考えます。本日の午後には、その取り組みとともに産学官連携による活動の結果についてもお話いただくと聞いております。さらに良い方向へと変化し、日本企業の競争力の源になる、産学官連携ができるように、本日の総会をより良い機会としたいと考えております。積極的なご議論をお願いいたします。本日から明日にかけて両日のご参加、よろしく願いいたします。

## 2022年度中性子産業利用報告会

7月14日(木)-15日(金)に東京秋葉原コンベンションホールにおいて、中性子産業利用報告会を開催しました。今年度から、研究用原子炉JRR-3を含め、J-PARCセンター、茨城県、総合科学研究機構(CROSS)中性子科学センター、中性子産業利用推進協議会の5機関が主催となりました。現地及びオンラインのハイブリッドで開催され、現地参加者141名、Web参加者159名の合計300名が参加しました。

報告会1日目は小林隆J-PARCセンター長の開会挨拶後、寺門成真文部科学省科学技術・学術総括官の挨拶をいただきました。セッション1(施設報告と産業利用の現状)では、J-PARCセンターの大友季哉氏よりJ-PARC MLFの現状とJ-JOINの活動について報告がありました。また、JAEAの武田全康氏がJ-PARC MLFと双壁をなす国内唯一の大型定常中性子源である研究用原子炉JRR-3の紹介と、これまで行われてきた産業利用の実例に加え、昨年度と今年度の利用状況について報告し、MLFとの連携の下でのJRR-3における産業利用への期待を述べられました。

セッション2(産学連携活動Ⅰ)では、CROSS/京都大学の宮崎司氏が機能性高分子コンソーシアムの活動と成果について報告されました。また、京都大学/量子ビーム分析アライアンスの竹中幹人氏が量子ビーム分析アライアンスの現状と今後の展開について述べられました。

特別講演Ⅰでは、九州大学の田中敬二氏が革新的接着技術の構築と中性子への期待について講演され、九州大学の川口大輔氏が接着現象の理解と制御に向けた界面構造解析について講演されました。

セッション3(産学連携活動Ⅱ)では、株式会社豊田中央研究所の葛谷孝史氏とJ-PARCセンターの大友季哉氏が連携概要について説明後、株式会社豊田中央研究所の瀬戸山大吾氏と伊勢川和久氏より高分解能中性子イメージングによるパワーモジュールの内部可視化について講演され、X線では内部可視化が困難な両面冷却型パワーモジュールにおいて、分解能が大幅に向上したBL22(螺鈿)の中性子イメージング装置で内部構造評価を実施した結果について報告されました。また、株式会社豊田中央研究所の篠原郎大氏と原田雅史氏が量子ビームによる燃料電池触媒層アイオノマ中のプロトン伝導機構について講演され、KEKの梅垣いづみ氏と株式会社豊田中央研究所の野崎洋氏がミュオンと中性子によるリチウムイオン電池の熱安定性に関わる解析

技術について、リチウムイオン電池内部の析出リチウム金属の計測に成功した結果を含めて講演されました。

講演後の意見交換会がホワイエで開催され、産業界と施設の交流を図る機会となりました。

2日目の冒頭、中性子産業利用推進協議会副会長、科学技術振興機構の中村道治氏がSDGsが科学技術に求めるものと題し、環境、経済、人々の生活などにおけるお互いに絡み合った多くの複雑な課題を解決するための科学技術のトランスフォーマティブな貢献及びSTI for SDGsの観点から、これからの科学技術のあり方や先端計測技術の役割について講演されました。

セッション4(カーボンニュートラルに向けた基盤研究)では、NIMSの北澤英明氏が磁場中中性子回折による磁気冷凍材料の磁化過程観測について巨大磁気熱量効果を示す2つの物質に関して研究成果を発表されました。次に、京都大学の島川祐一氏が、新規熱制御酸化物材料の探索として、熱制御応用へ向けた新規酸化物材料研究における中性子を利用した構造物性評価の例について講演され、CROSSの大石一城氏が中性子及びミュオンによるナトリウムイオン電池負極材料の研究と題し、ハードカーボンの微視的構造及びハードカーボン中のナトリウムイオンの拡散を観測した結果を報告されました。

セッション5(ライフサイエンス分野における中性子・ミュオンの利用)では、CBI研究機構量子構造生命科学研究所の上村みどり氏がアカデミア創業から始まる中性子への期待+AMED BIMDS(Phase2)事業を通じてと題した講演録画がリモート配信されました。AMED BIMDS(Phase2)事業には、中性子による溶液、回折を加え、これまで使用していなかったユーザーの中性子へのアプローチの可能性について講演されました。また、茨城大学の山田太郎氏がHとDを区別しH/Dの割合を示す中性子タンパク質構造解析から何が分かるかと題し、最近の茨城県生命物質構造解析装置iBIXを使った解析事例を含めて講演されました。次に、味の素株式会社の山口秀幸氏が食品素材の構造解析-NMRと中性子の協力的活用の試み-について発表され、NMRと中性子の協力的活用の推進の可能性や期待について紹介されました。昭和薬科大学の清谷多美子氏がミュオン回転緩和法( $\mu$ SR)による酵素反応のプロトン移動の観測について発表されました。

ポスターセッションでは、J-PARC MLF実験装置、JRR-3実験装置を中心とする装置性能をまとめた合

計40枚のポスターが展示されました。J-JOINの活動内容もポスターで報告されました。

特別講演Ⅲでは、文部科学省研究振興局 参事官ナノテク物質材料担当の江頭基氏がマテリアル分野のDXについて発表されました。世界的に社会のデジタル変革が一気に進展する中、新たな価値創造を目指し、デジタル技術とデータ活用によって研究活動を変革する研究DXについて、マテリアル分野を中心とした政府の取組が紹介されました。

セッション6(中性子・ミュオン施設におけるDXの取り組み)では、J-PARC MLFにおける遠隔化・自動化の取り組みについてJAEA/J-PARCセンターの稲村泰弘氏が発表されました。また、J-PARCセンターの

青木裕之氏がディープラーニングによる中性子反射率測定の高速化について発表され、ディープラーニングを利用することで短時間で測定された中性子反射率のデータの統計ノイズを大幅に低減することに成功し、従来の1/10程度の測定時間で構造解析可能なことが報告されました。

株式会社ソシオネクストの加藤貴志氏が宇宙線のミュオンと中性子が引き起こす半導体ソフトエラーについて、複数の施設を利用した照射実験を用いた宇宙線起因のミュオン・中性子によるソフトエラー発生の評価結果について報告されました。

最後にJAEA物質科学研究センター長の武田全康氏の挨拶で閉会となりました。

## 活動報告

### ◆「要望書」を提出

本年度も協議会から文部科学大臣宛の「要望書」を提出しました。内容は、中性子施設が産業界の様々な視点から見て、より使いやすくなるための提案です。



千原局長へ提出

提出は2022年6月28日に中村副会長が文部科学省を訪問し、千原由幸・科学技術学術政策局長、真先正人・研究開発局長に対して行いました。



真先局長へ提出

## 生物・生体材料研究会を開催(2022年7月27日)

2022年7月27日に生物・生体材料研究会を開催しました。今回は、BINDSで新しく採択された課題のうち、中性子溶液散乱(京都大学杉山正明先生)と中性子回折(量子科学技術研究開発機構玉田太郎先生)、核酸の構造解析(上智大学近藤次郎先生)で試料調製を含む支援内容に加え最新のご研究についてもご紹介してい

ただき、ヘルシンキ大学の岩井秀夫グループリーダーに、NMRの試料調製から解析まで、最新のご研究内容をお話いただきました。参加者は、76名、うち協議会会員企業8名、一般企業13名、大学教員29名、大学学生4名、研究機関22名でした。

## 研究会・講習会開催案内

### ◆2022年度中性子実験技術基礎講習会(レベル1講習会)開催案内

中性子実験技術の初心者の方を対象に中性子実験

技術の基礎的事項を紹介し、中性子実験施設(J-PARC MLF、JRR-3等)での実験計画立案や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

基礎講習会(レベル1講習会)を開催します。本年度もZoomによるリモートでの開催となります。皆様のご参加をお待ちしております。

1. 開催日時：2022年10月7日(金) 9:35~17:00
2. 開催方法：Zoomによるリモート会議
3. プログラムおよび講師(敬称略)
  - 9:35~ 9:40 開講挨拶 丸山 龍治(JAEA)
  - 9:40~10:10 中性子の基礎 野間 敬(CROSS)
  - 10:10~10:50 回折(結晶構造)  
小野寺 陽平(京都大学)
  - 10:50~11:30 回折(材料工学) 川崎 卓郎(JAEA)
  - 11:30~12:30 昼食
  - 12:30~13:10 反射率法 阿久津 和宏(CROSS)
  - 13:10~13:50 小角散乱 元川 竜平(JAEA)
  - 13:50~14:30 イメージング 林田 洋寿(CROSS)
  - 14:30~14:40 休憩
  - 14:40~15:20 即発ガンマ線分析  
瀬川 麻里子(JAEA)
  - 15:20~16:00 準弾性・非弾性散乱  
小田 達郎(東京大学)

- 16:00~16:40 中性子の産業利用  
三田 一樹(CROSS)
- 16:40~16:45 閉講挨拶

### ◆有機・高分子材料研究会 開催案内

開催趣旨

X線反射率法はX線小角散乱法と同様に、実験室系装置としても馴染み深いものかと思いますが、今回の研究会では、X線では判別できない「界面の構造解析」に焦点をあてて説明していただきます。

記

1. 開催日時：2022年10月17日(月) 15:10~17:05
2. 開催方法：ZOOMによるリモート開催
3. プログラム及び講師(敬称略)
  - 15:10~15:15 開催趣旨説明「有機・高分子材料研究会」主査 大野 正司(日産化学)
  - 15:15~16:15 中性子反射率法を用いた界面の構造解析 山田 悟史(KEK)
  - 16:15~16:25 休憩
  - 16:25~17:05 質疑、議論

### ◆リンクのご案内

中性子・ミュオン利用ポータルサイトJ-JOIN：<https://jrr3ring.jaea.go.jp/jjoin/>  
J-PARC：<http://j-parc.jp/c/index.html>  
J-PARC MLF (Meet @ MLF)：<https://mlfinfo.jp/ja/>  
J-PARC MLF (Meet @ MLF)パンフレット：<https://mlfinfo.jp/ja/reports/published.html>  
J-PARC センターユーザーズオフィス：<http://is.j-parc.jp/uo/ja/index.html>  
茨城県中性子ビームライン：<https://www.pref.ibaraki.jp/sangyo/kagaku/tyusei/bl-top.html>  
J-PARC MLF 成果検索：<https://mlfinfo.jp/ja/publications.html>  
JRR-3：<https://jrr3.jaea.go.jp/>  
JRR-3 Twitter：[https://twitter.com/JAEA\\_JRR3](https://twitter.com/JAEA_JRR3)  
JRR-3 ユーザーズオフィス：<https://jrr3uo.jaea.go.jp/>  
(一財)総合科学研究機構(CROSS)中性子科学センター：<https://neutron.cross.or.jp/ja/>  
J-PARC MLF 利用者懇談会：<http://is.j-parc.jp/MLFuser/>  
いばらき量子線活用協議会：<http://www.ibaraki-quantum.com/>  
日本中性子科学会：<https://www.jsns.net/>  
日本中性子科学会「国内の中性子実験施設」：<https://www.jsns.net/facilities/>  
日本中間子科学会：<http://jmeson.org/>

季報「四季」編集委員会

委員長 杉山 純(CROSS)

委員 勅使河原 誠(J-PARC)、佐野 亜沙美(J-PARC)、水沢 多鶴子(CROSS)、  
久米 卓志(花王)、松井 高史(富士フイルム)

事務局 小室 又洋、綿引 美知枝(中性子産業利用推進協議会)

※「四季」のバックナンバーは下記のサイトでご覧いただくことができます：<https://j-neutron.com/siki.html>

### 中性子産業利用推進協議会(IUSNA) 季報「四季」【22年・秋】Vol.56

発行日 2022年9月23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センター D201

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

<https://j-neutron.com/>(2022年2月1日よりURLを変更しました)