

2025年度将来ビジョン検討会
有機・高分子材料研究会
小角散乱<実験デザイン・解析>研究会

中性子産業利用推進協議会

2025年12月25日

プログラム（敬称略）

13:00～13:10 開会挨拶

研究開発委員会

久米 卓志 委員長

13:10～13:15 趣旨説明

有機・高分子材料研究会

大野正司 主査

13:15～13:30 有機・高分子材料研究会将来ビジョン：

水素原子を特異的に検出するプローブである中性子計測により、
高い国際競争力を持つ有機・高分子材料を開発し、持続可能な
世界を実現させる

大野正司 主査

13:30～14:40 将来ビジョンに関する産業・学術界と施設関係者の議論

・マイルストン、ブレークスルーに関する意見交換

出席者

14:40～14:50 休憩

14:50～14:55 趣旨説明 小角散乱＜実験デザイン・解析＞研究会

小泉 智 主査

14:55～15:40 小角散乱＜実験デザイン・解析＞研究会将来ビジョン：

各企業で保有する分析手法（X線、NMR、電子顕微鏡など）に、
中性子線の利用を加えることで、実用材料の微視構造を解き明かし、
新しい産業を開拓する

小泉 智 主査

15:40～16:50 将来ビジョンに関する産業・学術界と施設関係者の議論

・マイルストン、ブレークスルーに関する意見交換

出席者

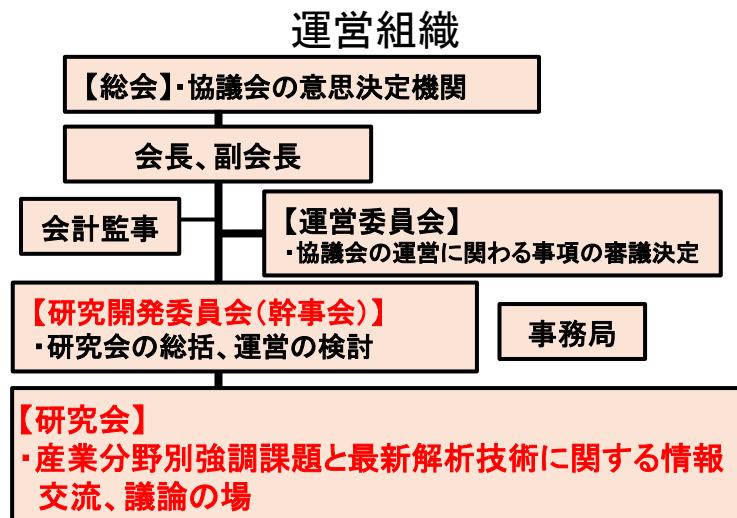
16:50～17:10 総合討論

出席者

中性子産業利用推進協議会

- ・高性能・新機能製品の開発により産業の先進性を高めるために、大型中性子施設である「J-PARC MLF」と「JRR-3」の活用を施設と連携して推進する民間企業中心の団体
- ・中性子の産業利用を促進する観点から、研究会、講習会、セミナーなどを開催し、様々な情報を提供

2025年11月現在



産業分野	会員企業名	赤字：2025年度入会企業
電機/電器(3)	東芝、日立製作所、富士電機	
半導体/デバイス(1)	村田製作所	
精密機器(2)	リコー、荏原製作所	
鉄鋼/特殊鋼(4)	神戸製鋼所、JFEスチール、大同特殊鋼、日本製鉄	
金属/電線/材料(4)	住友電工、古河電工、プロテリアル、三菱マテリアル	
自動車/自動車部品(8)	トヨタ、本田技研、ヤマハ発動機、デンソー、ジェイテクト、日本ガイシ、矢崎総業、アイシン	
ゴム/タイヤ(3)	住友ゴム、ブリヂストン、横浜ゴム	
化学(16)	旭化成、旭化成、旭化成、旭化成、旭化成、旭化成、旭化成、旭化成、旭化成、旭化成、旭化成、旭化成、旭化成、旭化成、旭化成、旭化成、旭化成、旭化成、旭化成	旭化成、旭化成、旭化成、旭化成、旭化成、旭化成、旭化成、旭化成、旭化成、旭化成、旭化成、旭化成、旭化成、旭化成、旭化成、旭化成、旭化成、旭化成
化粧品(1)	花王	
食品(1)	味の素	
分析/研究支援(12)	コベルコ科研、住重アテックス、千代田テクノル、東レリサーチセンター、豊田中研、日産アーク、日鉄テクノロジー、NAT、日立ハイテク、VIC、リガク、クリアライズ	
公的機関/団体(3)	産総研、物材機構、理研	
計	58会員(55社・3研究機関)	

中性子産業利用推進協議会で活動中の研究会

産業分野: 4研究会、解析技術分野: 7研究会の計11研究会が活動中

	研究会	主査	これまでの主な検討内容
産業分野	有機・高分子材料	大野正司(日産化学)	調湿環境下反射率、小角散乱、非弾性散乱
	金属材料	佐々木宏和(古河電工)	小角散乱による析出前駆現象、クラストリング現象解析
	電池材料	佐々木巖(豊田中研)	電池活物質、固体電解質、電極触媒の構造解析
	生物・生体材料	上村みどり (量子構造生命科学研究所)	重水素ラベリングを用いたコントラスト同調SANSによる構造・ダイナミクス解析
解析技術分野	構造生物学	佐藤衛(CROSS)	中性子散乱・回折強度の高速測定及び自動測定
	液体・非晶質	吉田亨次(福岡大)	中性子、放射光、NMRの構造データを再現する3次元構造モデル構築
	ものづくり基盤	町屋修太朗(大同大)	国際核融合炉計画(ITER)のTFコイル、CSコイルの試験体のひずみ測定
	磁性材料	梅津理恵(東北大)	超伝導層状銅酸化物の酸素サブ占有率評価
	イメージング	原田久(ヤマハ発動機)	3次元トモグラフィーによるベーリング中のグリース評価
	小型中性子施設活用	大島永康(産総研)	インフラ構造物の劣化を非破壊で計測できるシステム構築
	小角散乱<実験デザイン・解析>	小泉智 (茨城大)	小角及びイメージング併用評価・解析

研究会の主査、幹事

産業分野別研究会		主査	幹事
1	有機・高分子材料研究会	大野正司 (日産化学)	三田一樹(CROSS)、眞弓浩一(東大物性研)
2	金属材料研究会	佐々木宏和 (古河電工)	大沼正人(北大)、鈴木淳市(CROSS)、池田一貴(CROSS)、田中裕二(JFE)、 大場洋次郎(豊橋技科大)、村尾玲子(日本製鉄) 小澤敬祐(神鋼)、谷山明(金属学会)、峯村哲郎(CROSS)
3	電池材料研究会	雨宮一樹 (トヨタ自動車)	伊藤孝憲(日産アーク)、峯村哲郎(CROSS)
4	生物・生体材料研究会	上村みどり (量子構造生命科学研究所 /CROSS)	玉田太郎(量子科学技術研究開発機構)、佐藤衛(CROSS/横浜市大)

解析技術研究会

5	液体・非晶質研究会	吉田亨次 (福岡大学)	久保謙哉(国際基督教大学)、鈴谷賢太郎(JAEA) 川北至信(JAEA)、小野寺陽平(NIMS)、野崎洋(豊田中研)
6	中性子構造生物学研究会	佐藤衛 (CROSS/横浜市大)	杉山正明(京大)、上村みどり(量子構造生命科学研究所/CROSS)
7	ものづくり基盤研究会	菖蒲敬久(JAEA)	木村英彦(豊田中研)、町屋修太朗(大同大)
8	磁性材料研究会	梅津理恵 (東北大学)	藤田全基(東北大)、島田武司(プロテリアル)、大石一城(CROSS)、 峯村哲郎(CROSS)
9	中性子イメージング研究会	原田久 (ヤマハ発動機)	篠原武尚(JAEA)、飯倉寛(JAEA)、栗田圭輔(JAEA)
10	小型中性子施設活用研究会	藤原健 (産総研)	伊藤孝憲(日産アーク)、木野幸一(産総研)、 小泉智(茨城大)、加美山隆(北大)、小林知洋(理研)、 鵜野浩行(住重アテックス)
11	小角散乱<実験デザイン・解析>研究会	小泉智 (茨城大)	大沼正人(北大)、久米卓志(花王)、伊藤孝憲(日産アーク) 大南祐介(日立ハイテク)

社会ニーズに答えて我が国の製造業が持続発展する道

「先端科学技術」による卓越性の実現

高度計測は、材料や製品の新機能、高性能、低成本、環境親和性を実現するためのEssential Technology

中性子産業利用推進協議会 将来ビジョン

5年、10年、15年後を見た中性子・ミュオン計測・解析の産業応用ビジョン

- 計測・解析技術の高度化
- 産業応用の拡大
- 施設の拡充
- 運用制度
- 人材育成
- 産官学連携
- 他



中性子・ミュオンを用いた計測・解析の新たな方向性

- オペランド計測・マルチプローブ計測
- 高速化・自動化
- 計測インフォマティクスによる予測
- 自律的な計測およびデータ解析

中性子産業利用推進協議会における 研究会の将来ビジョン

協議会発足から15周年の節目として、各研究会ごとに5年毎のマイルストンを設け、今後15年間の「**将来ビジョン**」を提案

- ・水素可視化/原子・分子レベル/マルチスケール、動的観察に資する解析装置・手法の開発
- ・上記を実現するための新規実験施設・新規装置の提案＆建設推進
- ・大型施設・小型施設の複合利用、ラボレベルで利用可能な分析手法との相補利用の推進
- ・解析支援体制の構築、利用機会の創出

中性子利用のための実験施設・新規装置や解析手法を新規に提案・開発することで、新規産業分野の開拓や既存産業分野の飛躍に貢献する

中性子産業利用の将来ビジョン作成にあたって

中性子産業利用推進協議会会長 中村道治

中性子施設に関しては、J-PARCは当初目標の1MW運転を達成し、東日本大震災後運転を停止していたJRR-3も2021年に再稼働しました。理化学研究所や産業技術総合研究所、北海道大学等の小型中性子源も活動中です。さらに、ミュオン計測の産業応用も可能になりました。今後を展望すると、オペランド計測やマルチビーム解析への展開、実験の高速化、自動化、データ科学やAIの活用といった研究DX等によって、高信頼なデータを高速で取得し、また効率よく予測することが、社会の期待に答える道と考えられています。

このような背景のもとで、中性子産業利用推進協議会では、我々は今どこにいるのか、どこを目指そうとしているのか、どのように取り組むのかを研究会将来ビジョンとして取りまとめて、2023年7月の中性子産業利用報告会でパネル展示し、今回ナラティブな説明を加えて公開することになりました。私たちは、全体ビジョンに掲げる通り、中性子及びミュオンの産業利用を通じてものづくりの高度化を図り、持続可能な社会と人々の豊かさに貢献し、我が国のもつくり産業の優位性確保、経済安全保障の実現に寄与することを目指します。このために、施設機関、総合科学研究機構、大学、研究機関および中性子科学会など関連学会等との議論を通じて将来ビジョンの内容を深め、産業界の研究開発戦略の立案に反映するとともに、我が国の計測分野の研究計画に産業界から提言していきます。また、将来ビジョンを動的なものとして捉え、タイミングよく見直していく予定です。皆様方のご助言をいただければ幸いです。

中性子産業利用推進協議会研究会の将来ビジョン概要

久米卓志 研究開発委員長

現在、中性子産業利用推進協議会(IUSNA)では11の研究会が活動しています。いずれの研究会も中性子の特性を生かした計測・解析により物性や機能の発現原理の解明し、製品機能の創成および高度化に貢献することを目指しています。そのための計測装置・解析技術の開発に留まらず、新規研究施設の整備や支援体制の構築・産業分野の開拓にも注力しております。

このようなことを実現するためには、中性子計測・解析の持続的な発展と安定的な運用が必要となります。例えば材料開発に有用な小角散乱、反射率、イメージング及び準弾性散乱等の測定手法のビームタイムは不足しております、また多くの施設(実験装置)で年間2回程度と申請機会が少ないと運転停止期間があることは、製品開発の課題に対してタイムリーな利用を困難にしています。また産業利用ユーザーにとって計測実施後のデータ処理・解析が難しい場合があります。そのため、中性子産業利用のさらなる推進には、申請から実験までの期間の短縮と産業利用向けのビームタイムの確保、大型施設の年間を通した切れ目のないユーザービームタイムを実現する運転スケジュール及び解析支援体制に対する施策が必要と考えております。

将来ビジョンの取り組み

○2023年度：研究開発委員会が中心となり、5年、10年、15年先を見据えた将来ビジョンを検討した。4月17日に11名の研究会主査が出席し、将来ビジョンについて審議しました。この結果は、5月27日に開催しました第1回合同会議で紹介された。また、7月の中性子産業利用報告会でポスター発表した。さらに、9月の日本中性子科学会年会において、中村会長の同席された中、谷山研究開発委員長が発表した。今後、施設運営側や日本中性子科学会など学術界との議論を通して内容を更新する。

検討会の趣旨

○研究会の将来ビジョン深化のために、施設と研究会主査が意見を交換する将来ビジョン検討会を今年度から順々に開催する。本検討会では下記を中心に審議する。

- ・マイルストン達成のためのブレークスルーは何か。
- ・施設が具体的に何をすればよいのか。

2025年度は、有機・高分子材料研究会及び小角散乱＜実験デザイン・解析＞研究会を対象に検討会を開催する。

中性子産業利用推進協議会 全体ビジョン

日本原子力研究開発機構、高エネルギー加速器研究機構、J-PARC、関連学会との連携のもとに、
中性子ビームを活用してものづくりの高度化を図り

- 持続可能社会の実現と人々の豊かさに貢献する
- 日本のものづくり産業の優位性を確保する
- 社会の安寧と経済の安全保障の実現に寄与する

高度計測は、材料や製品の新機能、高性能、低成本、
環境親和性を実現するためのEssential Technology

各研究会の将来ビジョンまとめ

研究会	将来ビジョン（抜粋）
有機高分子材料	水素原子を特異的に検出するプローブである中性子計測により、 高い国際競争力を持つ有機・高分子材料を開発し、持続可能な世界を実現させる
金属材料*	従来、 金属材料に適応されてこなかった中性子の解析手法を金属の未知構造解析に応用する。新しいサイエンスに根差した金属材料開発に寄与する
電池材料*	“実サイズの3次元+時間軸=4次元空間を自在に測定する”ことを理想とし、電池内ダイナミクスを材料(mm)～電極(sub-mm)～電池(mm)のマルチスケール+マルチアナリシスで解き明かし、電池産業の飛躍に原理から貢献する
生物生体材料/ 構造生物学	これまで利活用されてこなかった 水素原子を含む蛋白質分子の静的及び動的構造情報を医薬品および食品の製品開発等に適用し、バイオ産業の育成を目指す / 建設計画中の 新試験研究炉に生命科学専用のビームラインを設置 し、All Japanの体制で駆動する 最先端の複合研究施設（Research Complex）の建設 を目指す
液体・非晶質	“原子・分子レベルの構造を観る”ことにより、マクロな物性や機能の発現メカニズムを微視的に解き明かし、新材料の開発に先導される産業を開拓する
ものづくり基盤	基幹産業と先端科学技術の双方において問題解決・発展に貢献できる支援体制や実験環境の構築
磁性材料	“今まで見えなかつたものを観る”ことにより、物質のマクロ現象のメカニズムを微視的に解き明かし、新しいサイエンスに根差した産業を開拓する
イメージング*	部品やシステムの 構造情報を広範囲に得るための「可視化」「定量化」技術によって製品機能の創成および高度化に貢献する 。また、 中性子線利用者の裾野を広げるための活動を行う
小型中性子施設 活用	今までなかつた 小型ならではの利用法・手軽で身近な利用機会・大型や他量子ビームとの複合的な利用 を提供することで、 中性子の産業利用の拡大 を目指す
小角散乱	各企業で保有する分析手法（X線装置、NMR、電子顕微鏡など）に、中性子線の利用を加えることで、実用材料の微視構造を解き明かし、新しい産業を開拓する

*)2024年度改訂
検討実施

本研究会では中性子の「軽水素と重水素の違いでコントラストを付けることができる」及び「透過力が高い」特徴を活用して、「実使用環境下での測定を可能とする試料環境」に関する基盤技術を保有している。試料環境の具体的な例としては下記が挙げられる。

- ・ 材料の高温高湿(85°C 相対湿度85%)信頼性試験にも対応可能な、相対湿度85%(5~85°C)まで調湿可能な調湿セル
- ・ 超臨界状態下における測定を可能とする高圧セル
- ・ 高分子／溶液や高分子／基板界面の中性子反射率測定が可能なセル

これらの試料環境セルを用いて、X線では透過率やコントラストの問題で計測が困難な、小角散乱や反射率によるナノ～マイクロサイズの階層構造や界面構造の解析、イメージングによる可視化、準弾性散乱による有機・高分子材料の運動性評価等が可能である。

有機・高分子材料研究開発への中性子利用の将来を見据えて、次のような全体ビジョンを設定した。「水素原子を特異的に検出するプローブである中性子計測により、高い国際競争力を持つ有機・高分子材用を開発し、持続可能な世界を実現する」。これは、現在日本企業が強みを持つ半導体・自動車・電池・ディスプレイ等に用いられる部素材の国際競争力を将来にわたって維持・発展させ、さらに高分子材料等のリサイクル技術などを通じて持続可能な世界を実現させることを目指すものである。現時点で下記スケジュールでの実現を予定しているが、環境変化に応じて修正していく。

5年後(2028年度)は、主に中性子と放射光X線(特に軟X線とテンダーX線)を相補的に利用した研究を推進する。また、計算科学や機械学習等との融合による計測技術の高度化及び材料開発を促進させる試みにも着手する。

10年後(2033年度)は、中性子計測技術のさらなる高度化と産業界への技術移転の推進と併せて、中性子利用企業の裾野を広げる。

15年後(2038年度)は、高い国際競争力を持つ有機・高分子材料を継続的に生み出すために、中性子と放射光X線及びマテリアルズ・インフォマティクスが汎用的に用いられている状態を目指す。

現状では小角散乱をはじめとして反射率、イメージング及び準弾性散乱等の有機・高分子材料に有用な測定手法のビームタイムが不足しており、さらに、多くのビームラインでは申請から実験までの期間が半年程度と長いため、製品開発における課題に対してタイムリーに利用することが困難である。上記ビジョンの達成と中性子産業利用のさらなる推進のためには、J-PARC MLFの茨城県BLのような申請から実験までの期間を短縮した利用制度の拡充や、新設ビームラインや既存施設の運転休止期間の短縮などによるビームタイムの確保に対する施策が必要である。

有機・高分子材料研究会 将来ビジョン

水素原子を特異的に検出するプローブである中性子計測により、高い国際競争力をを持つ有機・高分子材料を開発し、持続可能な世界を実現させる

2023	2030	2040
<p>保有技術</p> <ul style="list-style-type: none">・軽水素と重水素の違いでコントラストをつける技術・実使用環境下での測定を可能とする試料環境(1) 中性子反射率測定(2) 中性子小角散乱測定(3) 中性子イメージング(4) 中性子準弾性散乱	<p>中性子と放射光X線(特に軟X線とテンダーX線)を相補的に利用した研究を推進する。 計算科学や機械学習等との融合による計測技術の高度化及び材料開発を促進させる。</p>	<p>中性子計測技術のさらなる高度化と産業界への技術移転の推進と併せて、中性子利用企業の裾野を広げる。</p>
<p>高機能、環境調和性の高い材料 (例)自動車用、電池用、半導体用、ディスプレイ用などの部材</p>		

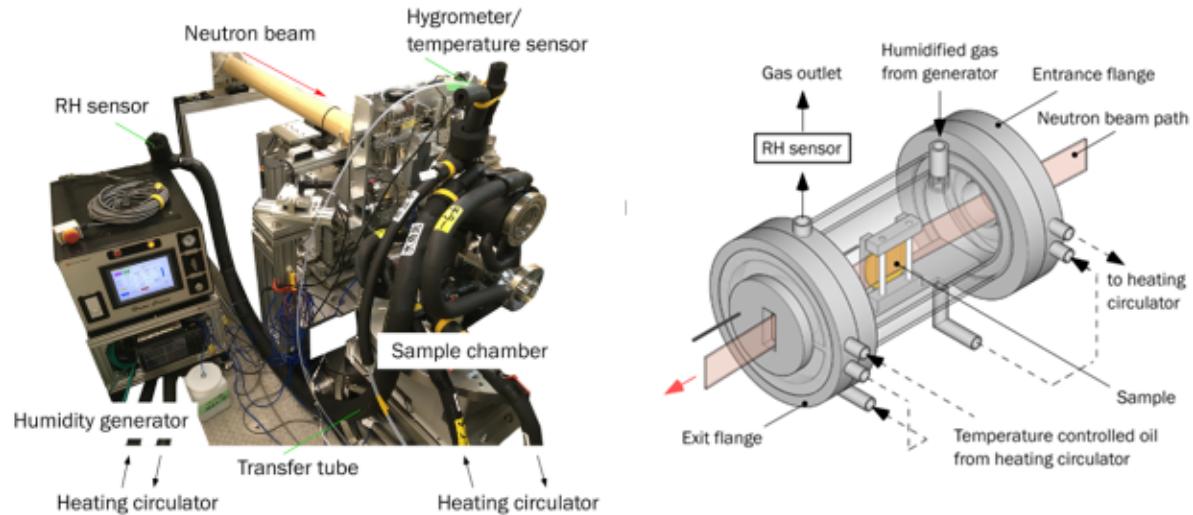
ガスフロー湿度コントロールシステム

85% RH (5~85 °C)まで調湿可能なシステム

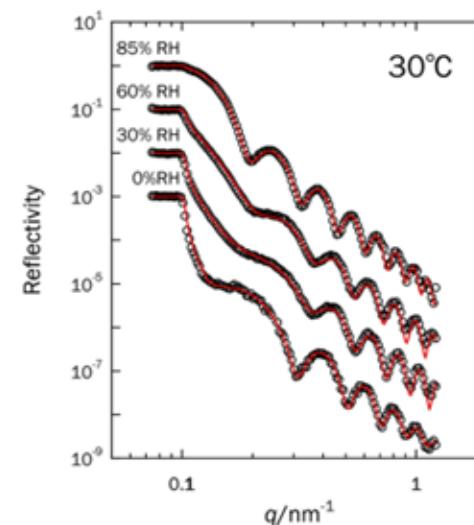
(Hiroshi Arima-Osonoi *et. al.*, Rev. Sci. Instrum. 91, 104103 (2020))

小角散乱や準弾性散乱でも調湿環境下での測定を可能とするシステムが稼働

- ・産業界で重要な高温高湿 (85 °C 85% RH) の信頼性試験にも対応可能



システムの外観とサンプル近傍の模式図



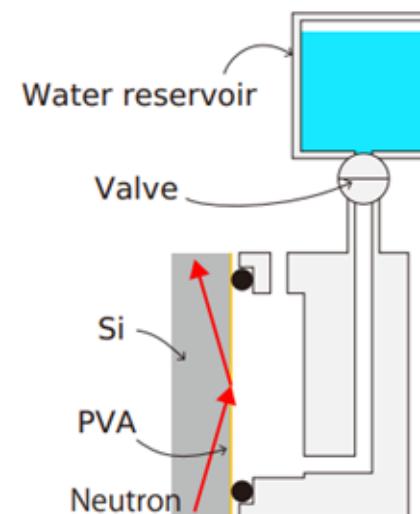
基板上polyvinyl alcohol
薄膜の測定例

固液界面測定用サンプルセル

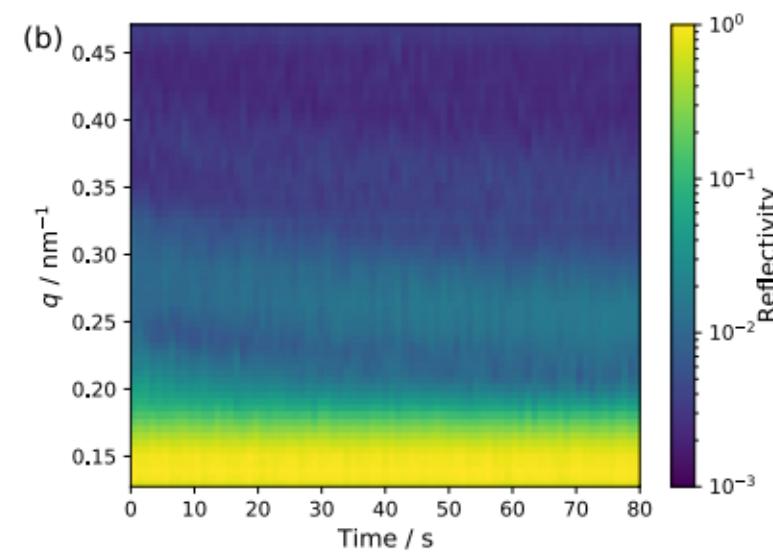
固液界面の中性子反射率測定が可能なサンプルセル
(Hiroyuki Aoki et al., Sci. Rep., 11, 22711 (2021).)

バルブの遠隔操作で溶液を注入できるシステム

- ・水や有機溶媒下における高分子薄膜の静的・動的变化を観測可能



時間分解測定用セル
模式図



重水注入直後からの時間変化
(polyvinyl alcohol薄膜)

小角散乱<実験デザイン・解析>研究会

小泉 智 主査

- 1) 大型施設を利用に訪れるユーザ(大学と企業)の日常の分析活動を踏まえて、効率の良い実験計画書の起案を行うためには、大型施設の内部にも中性子以外にも視野が広がるスタッフの増強が必須である。
- 2) 一つの中性子ビームラインにおいて、中性子を補足する分析装置を複合する同時計測技術をデザイン、実現する。具体的にはガスクロマトグラフィー、IR分析等を併用できる設備を考案する。
- 3) 実空間観察法では電子顕微鏡との連携を深める。
- 4) 各中性子ビームラインの分業制(粉末、小角散乱、反射率、非弾性、イメージング、ガンマ分析)からの転換、同一ビームラインアナリシスの実現と普及する。
- 5) 大型施設の大強度だからできる先端性の追求をもとに、施設外の専門家の裾野を拡大して将来を支えるべき新しい着想と人材の厚みを育てる。
- 6) 小型中性子源との連携:大型施設ではハードルが高い「小型施設だからこそ可能な自由な発想」に基づく研究活動、言い換えれば、試行錯誤を許容して中性子を交えた研究の楽しさを広めることができることが中性子科学の新展開に結びつく。ここに小型源の意義あり。大学の小型源ならできる大学院活動を交えた長期的(5年)な人材育成、大型施設は割り振られたビームタイムで瞬間的に体験する人材育成。
- 7) J-PARCの年間運転スケジュールを1年を通じてビーム実験ができるよう要望する。特に夏季から年末にかけての停止期間は、実験者の利便性にとって好ましくない。

小角散乱<実験デザイン・解析>研究会 将来ビジョン

各企業で保有する分析手法（X線装置、NMR、電子顕微鏡など）に、中性子線の利用を加えることで、実用材料の微視構造に解き明かし、新しい産業を開拓する

	2023	2030	2040	
保有技術	<p>(1) 原子炉中性子超小角散乱法の活用</p> <p>(2) 加速器中性子マルチスケール小角散乱の活用</p> <p>(3) 動的核スピン偏極コントラスト変調の習得</p> <p>(4) 反射率、イメージングなどの相補技術の習得</p> <p>(5) 放射化分析の併用</p>	<p>中性子線やX線、電子線の相互利用の知識の習得、オリジナルな試料環境の構築など</p> <p>小角散乱の解析技術の習得と構築</p>	<p>産業界専用 J-PARC & JRR-3ビーム ラインの提案</p>	<p>産業界専用 J-PARC & JRR-3ビーム ラインの完成</p>
	5年後	10年後	15年後	

保有技術

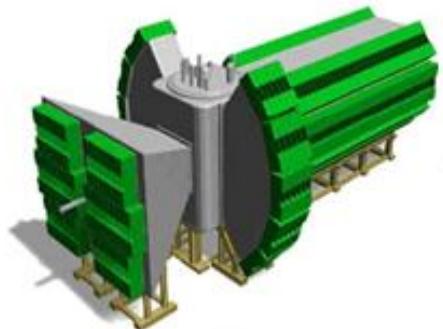
研究炉JRR 3 の小角散乱装置

(集光型偏極小角散乱装置 SANS-J-II & 2結晶型超小角散乱装置 PNO)



超小角散乱の計測

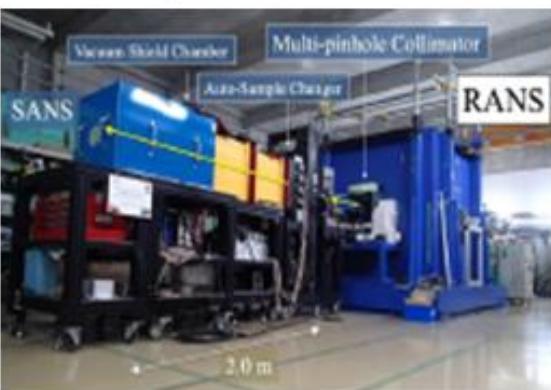
多成分系の核スピン偏極
コントラスト変調実験



大強度陽子加速器J-PARC

産業利用専用ビームライン パルス中性子小角散乱
(茨城県材料構造解析装置 iMATERIA)

マルチスケール
実空間イメージング



小型中性子源RANS 理研和光市
パルス中性子小角散乱装置 ib-SAS

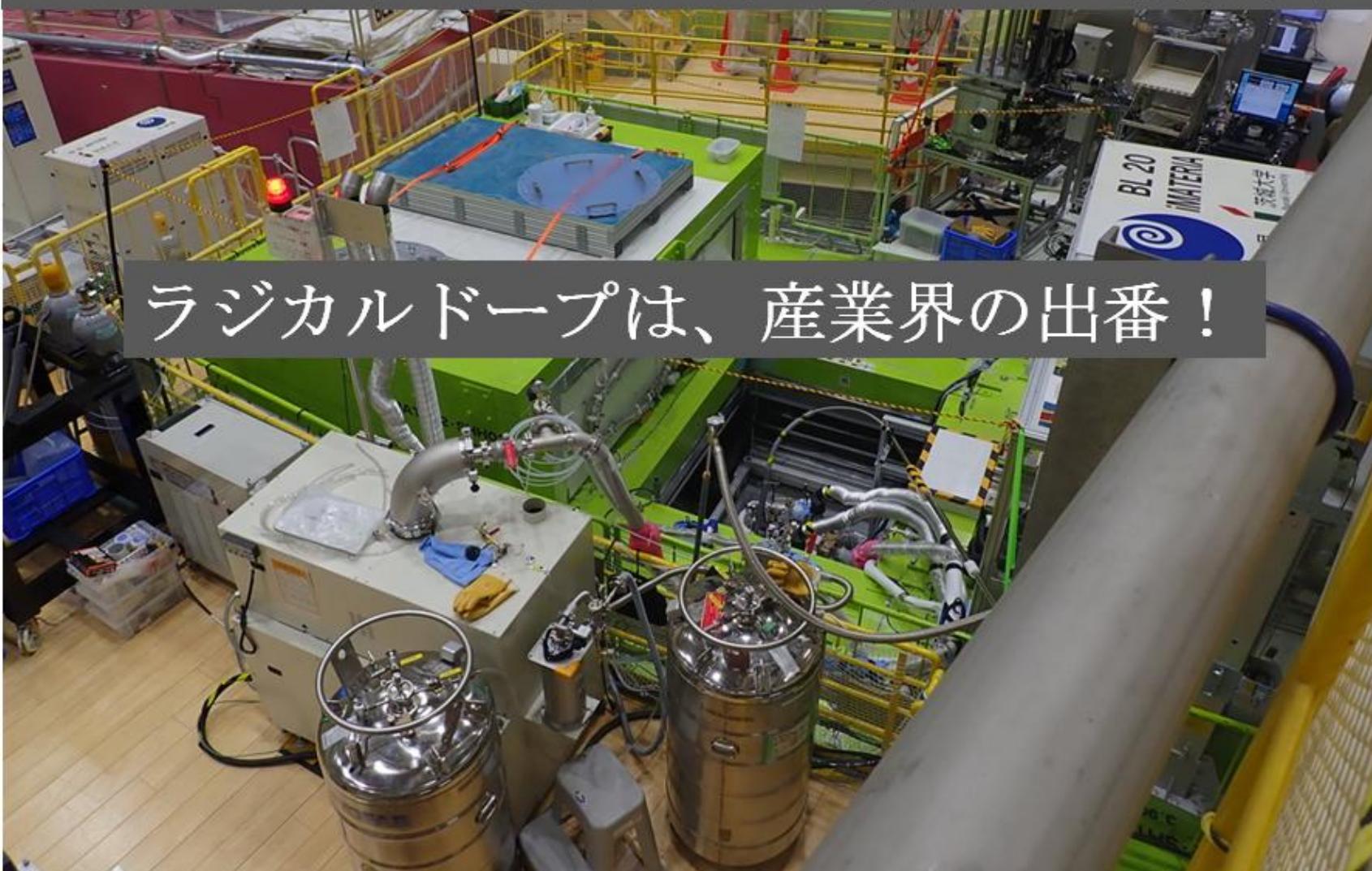
さらに、X線、放射光もあり、、、

保有技術

「それぞれの製品」に適した試料環境 実験者が 共に カスタマイズする

iMATERIA 産業利用 動的核スピン偏極法

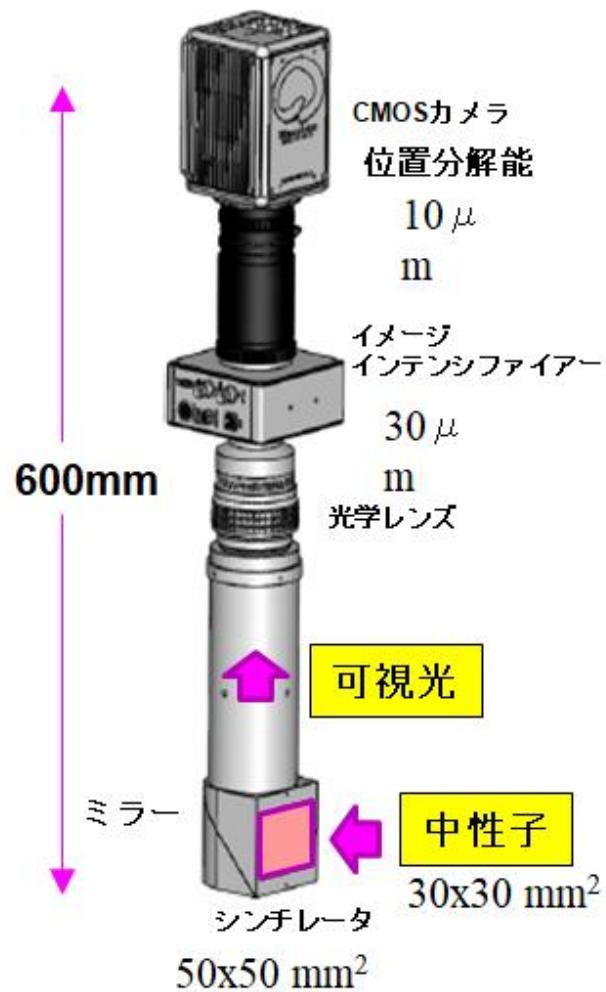
ラジカルドープは、産業界の出番！



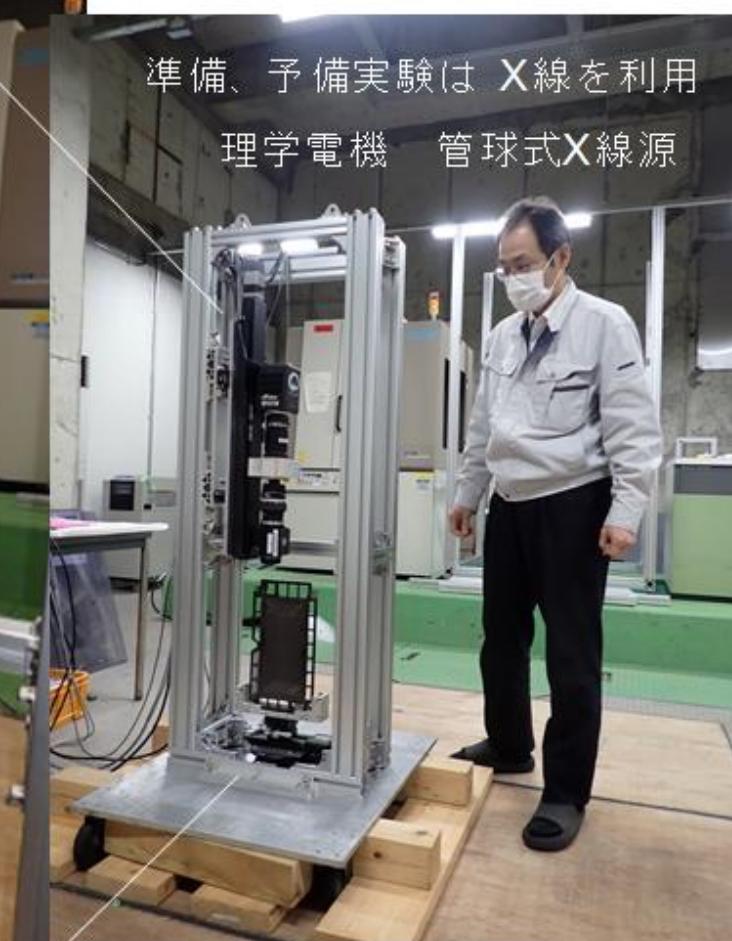
保有技術

iMATERIA装置の中性子透視画像観察

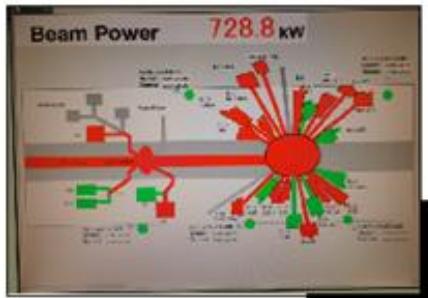
iMATERIA装置専用中性子カメラ
(浜松ホトニクス社)



2021年度 12月 完成

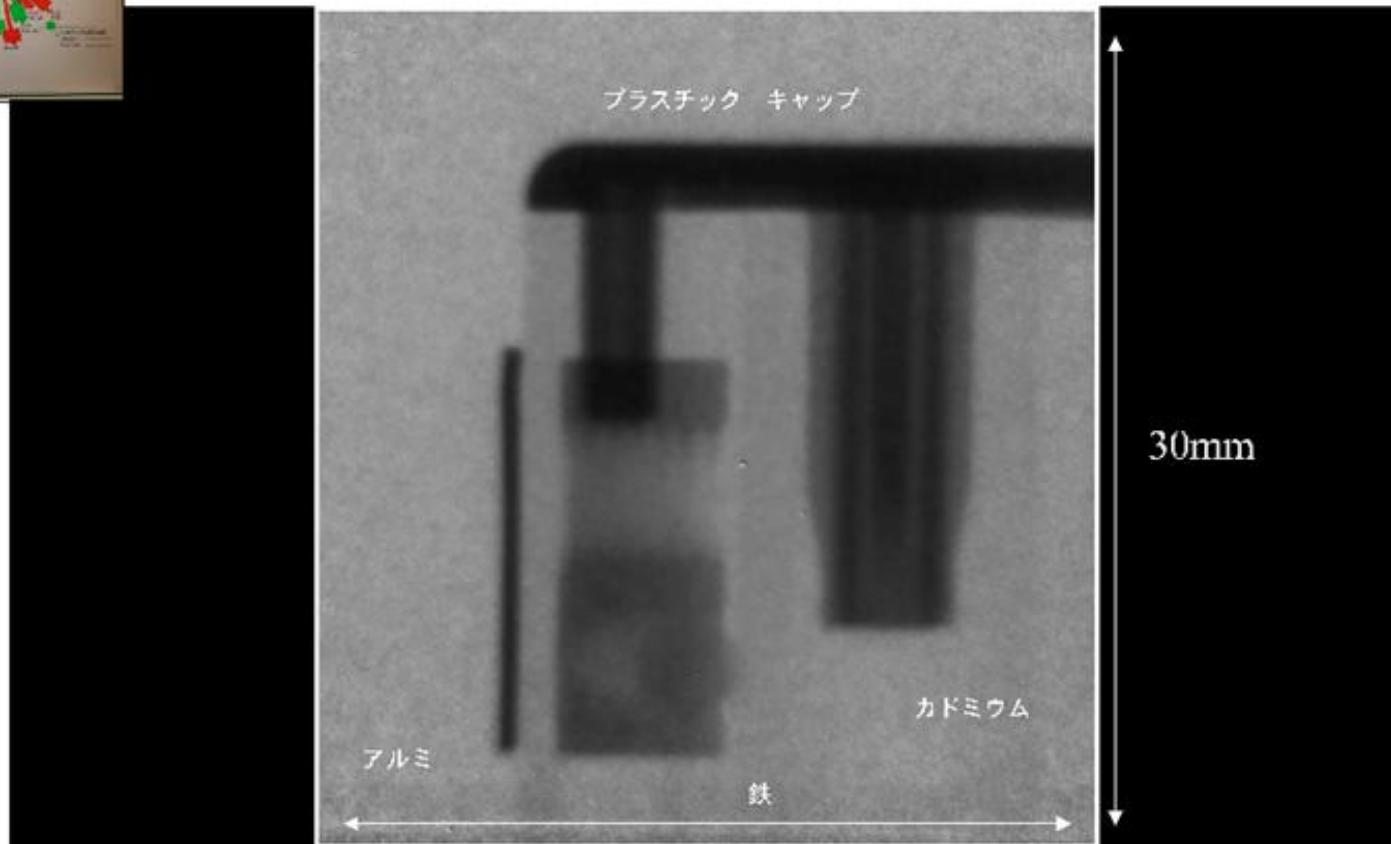


保有技術



実測の例

iMATERIA 大気環境中性子イメージングカメラ



有機高分子材料研究会

主査: 大野正司(日産化学)

将来ビジョン

水素原子を特異的に検出するプローブである中性子計測により、高い国際競争力を持つ有機・高分子材料を開発し、持続可能な世界を実現させる

5年後

中性子と放射光X線(特に軟X線とテンダーX線)を相補的に利用した研究を推進する。
計算科学や機械学習等との融合による計測技術の高度化及び材料開発を促進させる。

10年後

中性子計測技術のさらなる高度化と産業界への技術移転の推進と併せて、中性子利用企業の裾野を広げる。

15年後

高い国際競争力を持つ有機・高分子材料を継続的に生み出すために、中性子と放射光X線及びマテリアルズ・インフォマティクスが汎用的に用いられている。

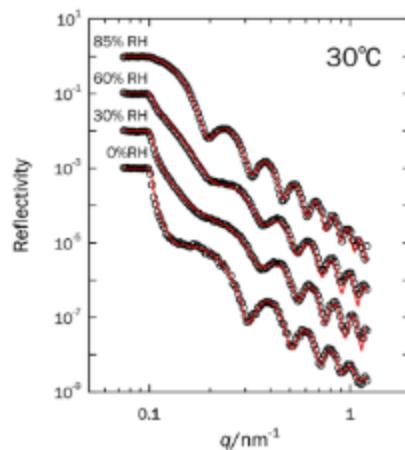
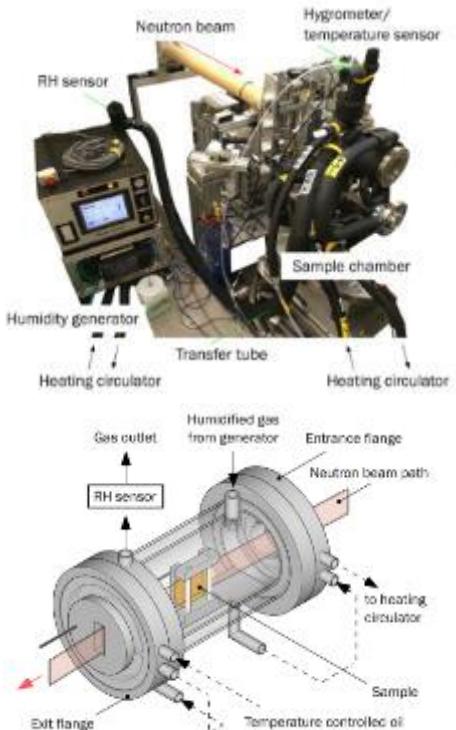
保有技術の一例

85% RH (5~85 °C)まで調湿可能なガスフロー湿度コントロールシステム

(Hiroshi Arima-Osonoi et. al., Rev. Sci. Instrum. 91, 104103 (2020))

小角散乱や準弾性散乱でも調湿環境下での測定を可能とするシステムが稼働

- ・産業界で重要な高温高湿 (85 °C 85% RH) の信頼性試験にも対応可能



基板上polyvinyl alcohol
薄膜の測定例

システムの外観とサンプル近傍の模式図

金属材料研究会

主査: 佐々木宏和(古河電工)

将来ビジョン

従来、金属材料に適応されてこなかった中性子の解析手法を金属の未知構造解析に応用する。新しいサイエンスに根差した金属材料開発に寄与する

5年後

- ・現状の技術の組合せによる時効過程での析出前駆り現象解析(Al合金, 炭素鋼, SUS, Ni基合金 etc)
- ・金属の未知構造解析に適した中性子解析装置の探索
- ・BL13における金属材料解析の探索と活用
- ・福井県の新試験研究炉への提言

10年後

- ・材料中水素存在状態把握、微量析出相の検出
- ・定常的な実験利用機会の増加による操作・データ処理技術の簡易化
- ・金属材料における福井県の新試験研究炉での探索と活用

15年後

- ・CN社会用材料設計・評価での実用化、統一ソフトによる操作UIと一般化によるユーザー数の増加・一般化
- ・建設された中性子解析装置を金属材料の未知構造解析に適用する。金属材料業界におけるグローバル競争での日本の生き残りに貢献

保有技術の一例

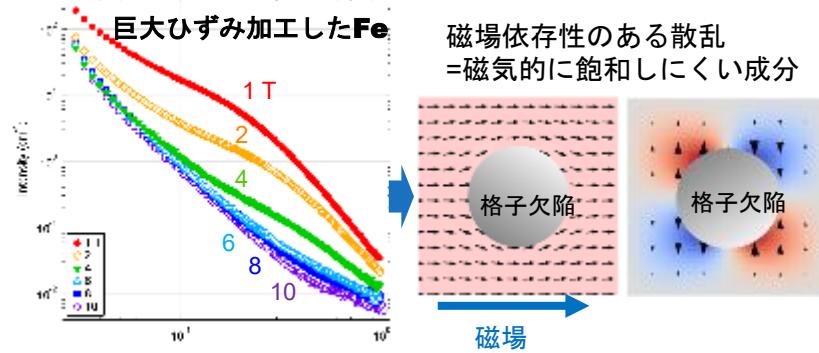
磁場中高温実験を実現する試料環境

試料温度を室温から1000°Cまでの範囲で変化させながら小角散乱測定を可能とするシステムが稼働

鉄鋼材料や磁性体などの強磁性体材料の高温実験にも対応可能



SANSを利用した格子欠陥による磁気ナノ構造解析技術
巨大ひずみ加工を施したFeとNiで、SANSが磁場依存性
格子欠陥周囲の局所的な磁気異方性の増大を捉えた



格子欠陥の観測にSANSの磁気散乱を利用可能

電池材料研究会

主査: 雨宮一樹(トヨタ自動車)
(2025年4月~)

将来ビジョン

“実サイズの3次元+時間軸=4次元空間を自在に測定する”ことを理想とし、電池内ダイナミクスを材料(mm)～電極(sub-mm)～電池(mm)のマルチスケール+マルチアナリシスで解き明かし、電池産業の飛躍に原理から貢献する

5年後

[大容量蓄電へ]

中性子線、ミュオンや放射光などの量子ビーム計測、**及びその相補利用により**、電池活物質、固体電解質、電極触媒の性能発現メカニズムを解明し、大容量蓄電に向けた**新規材料探索**を加速させる

10年後

[超高速動作へ]

中性子、ミュオン、放射光などのビームラインの進化と検出器の高性能化を組み合わせ、**急速充電時の解析**に対応できる**高分解能・高速**のオペランド測定/*In-situ* 測定、同一ビームライン上でのマルチアナリシスを実現させ、**電池超高速動作**への道を切り開く

15年後

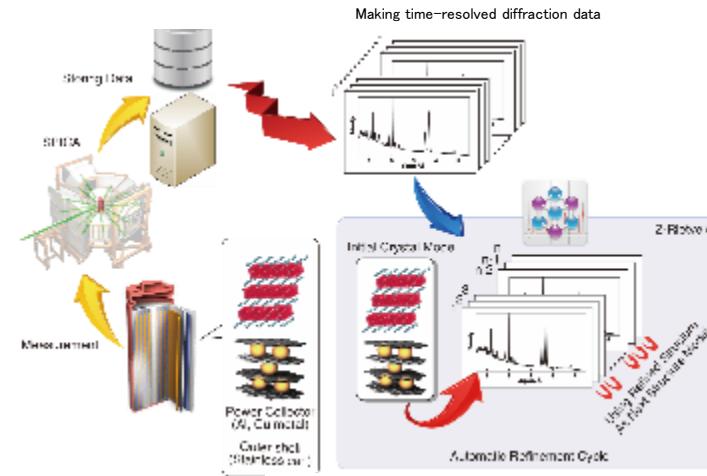
[高信頼性、及び循環型社会へ]

材料粉末の解析を可能にする**高分解能(1mm)**、かつ**広視野**の**測定空間**を実現し、動作中の実サイズ電池に対し、時間を加えた**4次元空間**での**自在測定**を実現、高性能、**高信頼性電池開発**を牽引することで、循環型社会構築に貢献する

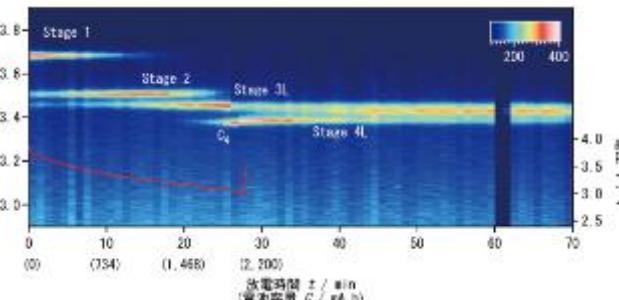
保有技術の一例

充放電中のリチウム電池内部の反応を直接観測

大型蓄電池の反応挙動・劣化挙動を解明するために必要な電池反応の基礎情報を、実電池で観測するだけで極めて容易に得られる新しい手法を確立



自動構造解析手法



リアルタイム計測されたグラファイト負極の構造変化

赤字：
2024年度
改訂

生物・生体材料研究会/構造生物学研究会

主査:上村みどり(量子構造生命科学研究所)

将来ビジョン

未利活用の水素原子を含む蛋白質分子の静的/動的構造情報を医薬品および食品の製品開発等に適用し、バイオ産業の育成を目指す / 建設計画中の新試験研究炉に生命科学専用のビームラインを設置し、All Japan体制で駆動する最先端複合研究施設の建設を目指す

5年後

国プロ(AMED-BINDS)を通じて新規ユーザーの中性子散乱・回折データの高速収集および蛋白質の重水素化技術および結晶成長技術の支援および高度化を推進。アカデミアや産業界を含め中性子利用の視点に立った数多くの構造生物学研究者やユーザーの獲得を目指す。

10年後

AMED-BINDS後継プロジェクトに参画し、構造生物学研究者や新規ユーザーの獲得を目指す。分光学技術と分子動力学計算技術との相関構造解析により、水素原子を含む蛋白質の分子構造及び動的な挙動を解明する。新試験研究炉に全日本の体制で生命科学専用のビームラインを設置する。

15年後

水素原子を含む蛋白質の分子構造および動的な挙動を解明し、医薬品や食品の製品開発に適用して新規医薬品および新規機能性食品の開発の一翼を担う。新試験研究炉に建設する生命科学専用ビームラインを基軸に、产学研官で駆動する最先端の複合研究施設を全日本の体制で建設する。(J-PARC MLF, JRR-3の協力)

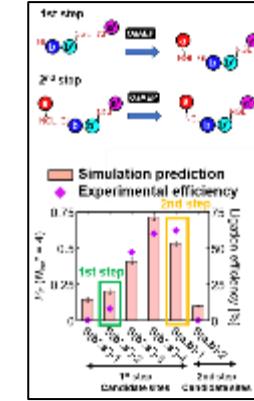
主査:佐藤衛(CROSS)

保有技術の一例

蛋白質分子の重水素化技術統合プロトコール(DANS)および区分重水素化技術

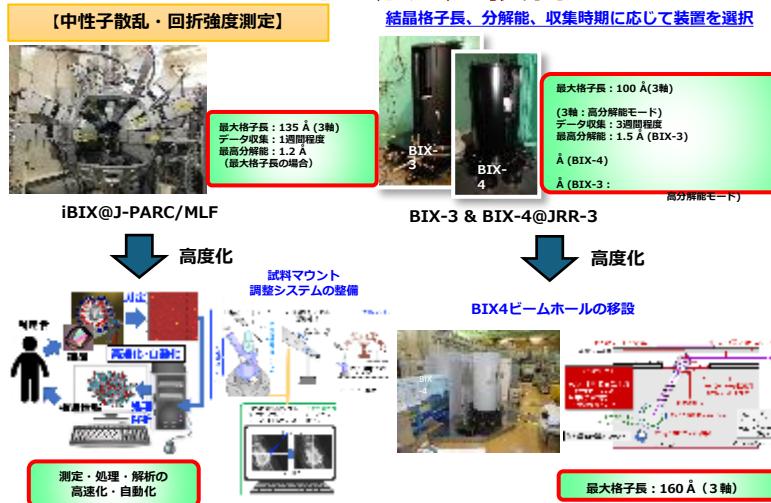


中性子散乱・回折強度測定のための
統合プロトコール (DANS)



区分重水素化のための
多段階ドメインライゲーション

中性子散乱・回折強度の高速測定技術 および自動測定技術



液体非晶質研究会

主査:吉田亨次(福岡大学)

将来ビジョン

“原子・分子レベルの構造を観る”ことにより、マクロな物性や機能の発現メカニズムを微視的に解き明かし、エネルギー変換デバイスを始めとするカーボンニュートラル、グリーンイノベーション材料の開発に先導される産業を開拓する

5年後

中性子、ミュオン、放射光などの量子ビームを活用したマルチプローブ観測法の確立により、バッテリー材料などエネルギー関連材料の物性の発現機構を探る

10年後

機械学習を利用した物質構造探索により、様々なエネルギー関連材料について物質構造情報からの物性予測や新材料開発の効率性を上げる

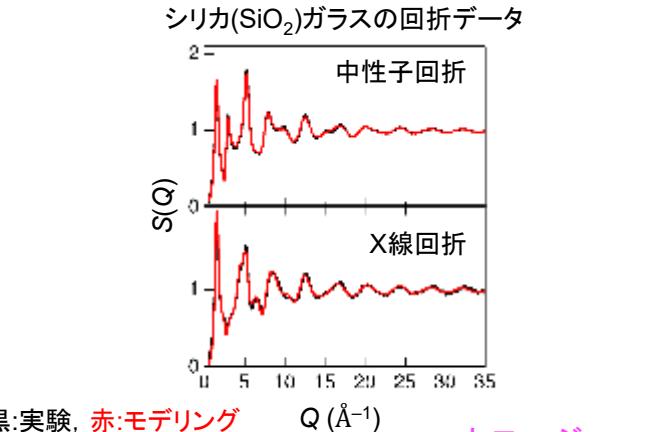
15年後

J-PARCの福井県の試験研究炉、J-PARC M-LF 第2ターゲットステーションを利用した構造解析手法の高度化により、新しい機能性材料を創出し、社会・産業界のニーズに応える

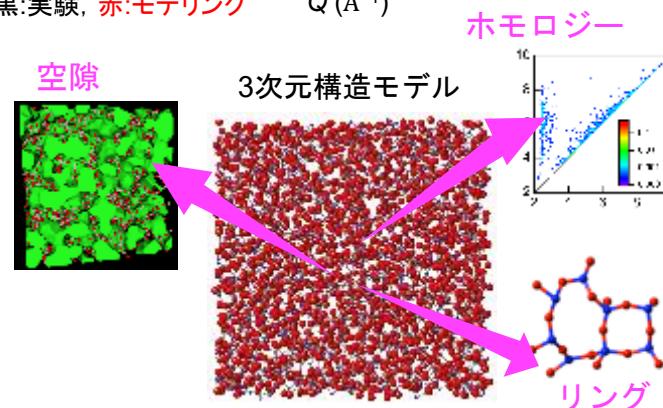
保有技術の一例

構造データを用いたモデリング

NOVAで測定された中性子回折データを中心に、放射光X線回折、NMRから得られる局所構造情報等すべての構造データを忠実に再現する液体・非晶質の3次元構造モデルを構築し、最近接を超えたスケールでの構造解析を可能とする。



黒:実験、赤:モデリング



3次元構造モデルのトポロジカル解析により、
中距離秩序を特徴づける構造を解析

ものづくり基盤研究会

主査: 菅蒲敬久 (JAEA)
(2025年4月~)

将来ビジョン

基幹産業と先端科学技術の双方において問題解決・発展に貢献できる支援体制や実験環境の構築

5年後

中性子においては、新規分野ユーザーの開拓。
放射光においては、SPring-8改良に伴い応力
ひずみに適したビームラインの設置に向けて支
援

10年後

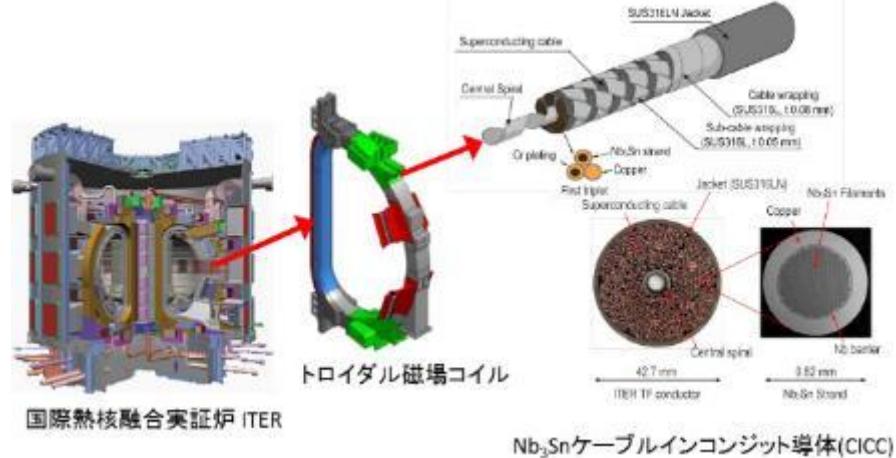
中性子では、透過能を生かしつつさらなるコリ
メーションでさらなる位置分解能を獲得。放射
光では二次元検出器を用いたさらなる高速
化マッピング

15年後

溶接材や粗大結晶粒などの「難問」に得られた
知見を活かしていく

保有技術の一例

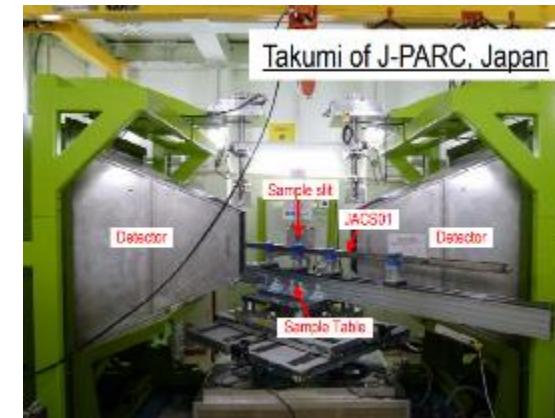
- 国際核融合炉計画 (ITER) で用いるTFコイル、CSコイルの試験体のひずみ測定 (BL19匁)
- 内部ひずみ分布から技術的問題を確認・解決



国際熱核融合実証炉 ITER

Nb₃Snケーブルインコンジット導体(CICC)

大型ステージで、長さ4mの試験導体を
そのまま測定可能



磁性材料研究会

主査:梅津理恵(東北大学)

将来ビジョン

“今まで見えなかったものを観る”ことにより、物質のマクロ現象のメカニズムを微視的に解き明かし、新しいサイエンスに根差した産業を開拓する

5年後

中性子線やX線などの量子ビーム計測により、絶縁体のフラストレート磁性、金属磁性、スピントロニクス基盤物質のスピントリオ流、超伝導体の動的磁性など物性の発現機構を探る

10年後

中性子、ミュオン、放射光などの量子ビームを活用したマルチプローブ観測法の確立によりスピントロニクス物質や磁性材料の量子現象の起源を解明する

15年後

スピントロニクス計測技術を材料開発に適用することにより、新磁性材料の創出に貢献し、省エネルギー・省資源に資する

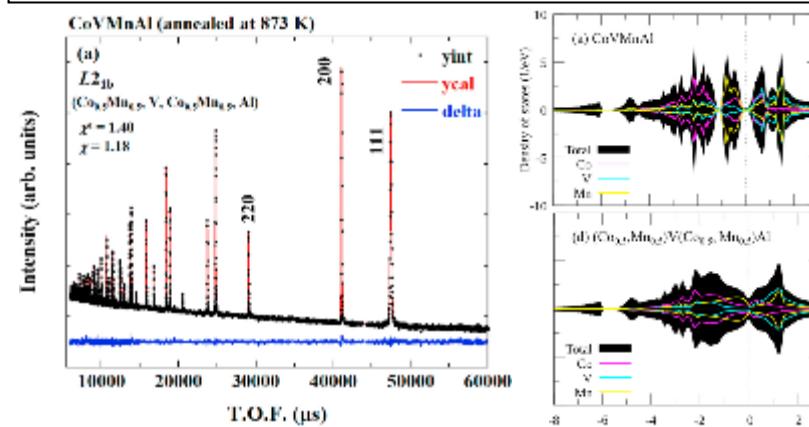
保有技術の一例

スピントロニクス向け磁性材料の規則度、および原子配列の決定

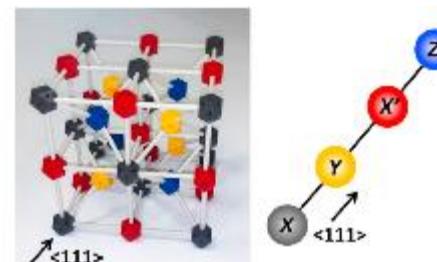
中性子回折による結晶構造解析から、CoVMnAl四元系ホイスラー合金の原子配列を決定し、その情報を基に第一原理計算を実施
(Journal of Alloys and Compounds 855, 157389 (2021))

CoとMnの規則配列がフェルミ面における擬ギャップ形成に関与

・中性子粉末回折測定により、3d遷移金属元素同士の原子配列を決定



中性子粉末回折パターンの解析と第一原理計算による電子状態密度



四元系ホイスラー合金の原子配列

中性子イメージング研究会

主査:原田久(ヤマハ発動機)

将来ビジョン

部品やシステムの構造情報を広範囲に得るための「可視化」「定量化」技術によって製品機能の創成および高度化に貢献する。また、中性子線利用者の裾野を広げるための活動を行う。

5年後

イメージングと他の手法(小角散乱など)との複合的な利用による部品やシステムの内部の可視化と定量的な評価を行う。

FTP・NUP・共同実験を活用し、新規ユーザーを開拓する。

10年後

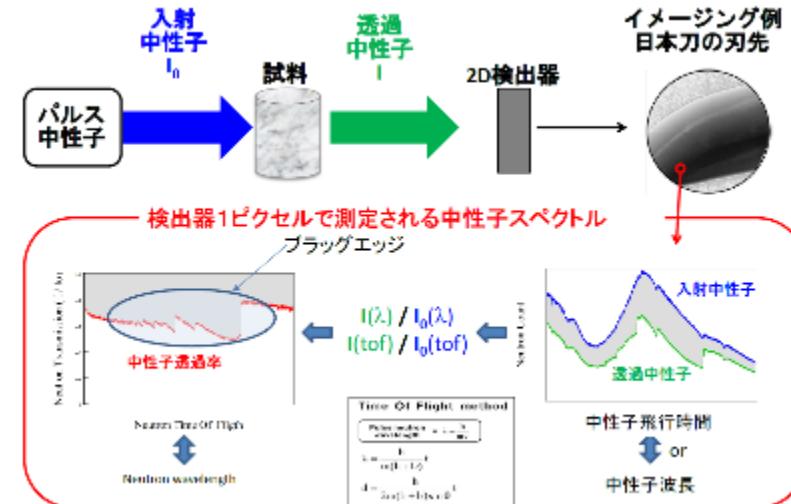
・Liイオン電池、燃料電池、モーターの高性能化のために、既存中性子源と小型中性子源を活用したイメージング技術の確立する。
・検出器の高度化による回折、散乱との複合化を進める。

15年後

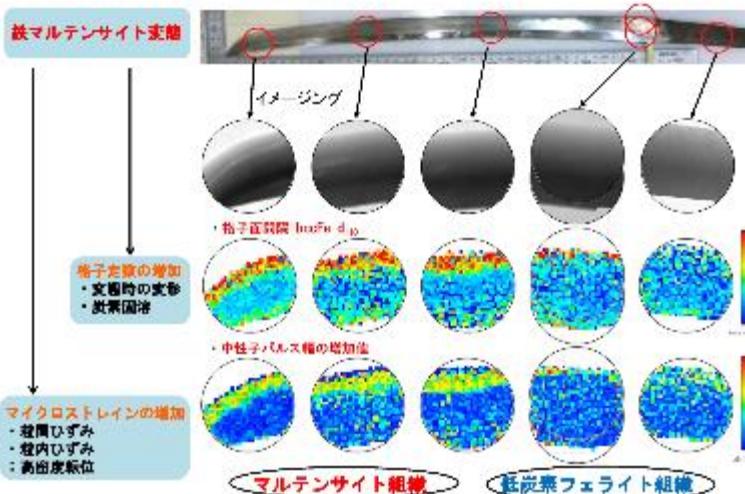
・撮像時間の短縮、抽出情報量と種類の拡大し、大きな空間を可視化することにより、製品機能の創成と高度化に貢献する。
・空間分解能を向上させ、ミクロ領域の現象把握可能な分析能力を獲得する。

保有技術の一例

中性子イメージング(プラッグエッジ)



マルテンサイト組織分布



小型中性子施設活用研究会

主査：藤原健（産総研）

将来ビジョン

今までなかった“小型ならではの利用法”・“手軽で身近な利用機会”・“大型や他量子ビームとの複合的な利用”を提供することで、中性子の産業利用の拡大を目指す

5年後

小型中性子ならではの計測法の開発（その場測定、複合測定、長期測定、屋外利用、計測精度向上）

10年後

小型中性子施設を用いた産業利用計測事例の拡充（利用範囲の拡大、産業利用有用性の実証）
小型中性子施設の産業利用における有用性と役割の社会的認知

15年後

小型中性子施設の産業利用におけるビジネスモデルの構築とビジネスの推進

保有技術の一例

北大：HUNS



小型施設

理研：RANS



産総研：AISTANS



発生技術

- ・電子加速器を用いたパルス中性子源
- ・ポリエチレンまたは固体メタン減速材を用いた熱(冷)中性子発生法

発生技術

- ・陽子線加速器を用いたパルス中性子源
- ・ポリエチレンまたはメチレン減速材を用いた熱(冷)中性子発生法

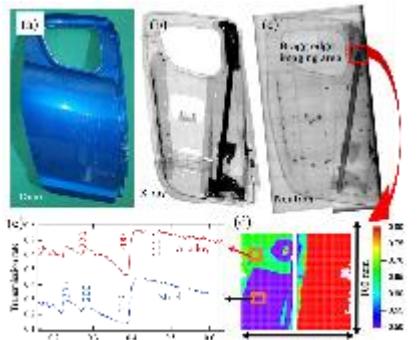
発生技術

- ・電子加速器を用いたパルス中性子源
- ・固体メタン減速材を用いた熱(冷)中性子発生法

製品/パーツの非破壊イメージング解析(AISTANS)

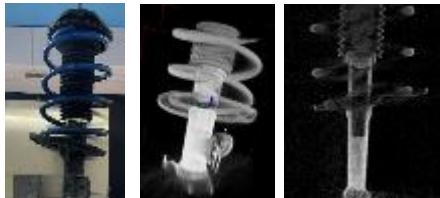
中性子とX線を複合的に用いる非破壊評価技術を開発

自動車ドアの評価例



自動車ドアの測定例：(a) 写真、(b) X線イメージング、(c) 中性子イメージング、(d) 波長選択中性子イメージング、(e) 中性子ブレグエッジスペクトル例。

自動車ダンパーの測定例



自動車ダンパーの測定例：(a) 写真、(b) 中性子CT（外観像）、(c) 中性子CT（断面像：鉄鋼材を透かしてオイルが白く見えている）

参考：
オートモーティブワールド2023「第13回
車の軽量化技術展：ISMAブース」
(2023年1月)

参考：
大島永康 他、軽金属、第73巻、3号、117-127 (2023)

小角散乱<実験デザイン・解析>研究会

主査: 小泉 智(茨城大)

将来ビジョン

各企業で保有する分析手法(X線装置、NMR、電子顕微鏡など)に、中性子線の利用を加えることで、実用材料の微視構造に解き明かし、新しい産業を開拓する

5年後

中性子線やX線、電子線の相互利用の知識の習得、オリジナルな試料環境の構築など
小角散乱の解析技術の習得と構築

10年後

産業界の専用J-PARCビームラインの提案

15年後

産業界の専用J-PARCビームラインの完成

金属、無機、高分子システム手法の複合化

保有技術の一例

iMATERIA装置の中性子透視画像観察



実測の例

iMATERIA 大気環境中性子イメージングカメラ

