

資料3  
科学技術・学術審議会  
研究開発基盤部会  
量子ビーム施設利用推進委員会  
（第10回）  
令和8年5月15日

# 中性子産業利用推進協議会の 将来ビジョンと産業界からの要望

中性子産業利用推進協議会 運営委員会委員長 志満津 孝（豊田中央研究所）

1. 中性子産業利用推進協議会とは
2. 中性子産業利用推進協議会の将来ビジョン
3. 戦略17分野への貢献
4. 産業界におけるBL13新設の必要性
5. 産業界からの要望
6. 施設・学術の将来計画への期待

- ・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」や小型中性子源などの活用を施設と連携して推進する民間企業中心の団体  
(59会員(56社3研究機関); 2026年4月現在)
- ・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

## 優れた施設と先進解析技術の活用による中性子・ミュオンの産業応用の拡大

J-PARC MLF



JRR-3



RANS



AISTANS



HUNS

### ■研究会活動

- ・ **5年、10年、15年後のビジョンの策定**
- ・ **将来ビジョン検討会**
- ・ 研究会、産業利用報告会など

### ■国、茨城県、施設機関、学会等との連携・調整

- ・ **「将来ビジョン」のすり合わせ**
- ・ 文部科学大臣への「要望書」提出

### ■講習会・人材育成

- ・ 中性子実験レベル1講習会など

### ■情報発信

- ・ 季報発行、会員向けWEBサイトなど

# 戦略17分野 に貢献可能な会員数と中性子利用

4/11

	戦略分野	貢献可能な会員数	課題	中性子利用により期待される成果
1	AI・半導体	20	ソフトウェアの評価と対策	中性子照射によるエラー発生率評価と設計へのフィードバック
2	デジタル・サイバーセキュリティ	2		
3	情報通信	3	光電融合素子の高信頼化	宇宙線中性子による通信エラー（ソフトウェア）耐性試験の実施
4	量子	0		
5	防衛産業	13	次世代航空機用 燃料電池や軽量複合材料の品質保証	CFRP内部の欠陥・歪解析、次世代燃料電池の評価 中性子イメージングによる燃料電池内の水管理
6	航空・宇宙	14		
7	海洋	1	深海用耐圧構造の信頼性確保	中性子回折を用いた金属・複合材料の残留応力（歪）解析
8	造船	13	ゼロエミッション船の開発	燃料タンク用新材料の評価、エンジン内部の燃焼挙動観察
9	マテリアル（重要鉱物・部素材）	21	希土類フリー永久磁石の開発	新規材料の磁気構造・格子振動の解析、部素材の内部応力解析
10	合成生物学・バイオ	6	バイオもの作りの高度化	たんぱく質・酵素の構造・ダイナミクス解析
11	創薬・先端医療	10	革新的医薬品の開発	薬剤とたんぱく質の結合状態（水素結合）の精密解析
11	資源・エネルギー安全保障・GX	30	水素サプライチェーンの構築 次世代型太陽電池の高度化	水素吸蔵合金の評価と設計支援、ペロブスカイト太陽電池材料の評価、二次電池材料の解析
13	フュージョンエネルギー	2	核融合炉の材料開発	強力中性子ビームによる照射損傷試験
14	フードテック	7	陸上養殖・植物工場における水処理・浄化技術の最適化	中性子イメージングによる水フィルターの閉塞状況や水流パターンの非破壊観察
15	防災・国土強靱化	1	コンクリート内部の劣化診断	コンクリート内部の水分布・鉄筋腐食の非破壊検査
16	港湾ロジスティクス	0	港湾施設の塩害対策	鋼材内部の腐食進行の非破壊評価
17	コンテンツ	0		

## 【目的】

2023年、協議会15周年節目に、11の研究会にて5年毎のマイルストーン、『将来ビジョン』を提案。

研究会	将来ビジョン（抜粋）	小角散乱	イメージング
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	“実空間”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、電池内でのイオン材料～界面～電極～電池のマルチスケールで解き明かすことで、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 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、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		
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・発展に貢献できるように新材料や構造材などの強度に関する測定技術と支援体制の構築		
磁性材料	“今まで見えなかったものを観る”ことにより、物質の未知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		●
小型中性子施設活用	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	●	●
小角散乱<実験デザイン・解析>	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	●	

産業界における小角散乱（BL15）・イメージング（BL22）のニーズは強い

産業界は、“実材料・実プロセス”を扱える解析技術を求める傾向 ➡ **BL13新設を提案**

# J-PARC MLF BL13新設の必要性： 世界で勝ち抜くための戦略的分析基盤

## [1] 新設BL13の特長

中性子の小角散乱 (BL15 : nm) とイメージング (BL22 : mm) を同一ビームラインで切替・共存できることが最大の特長。解析ギャップであった ( $\mu\text{m}$ ) 領域の構造情報を取得可能。

・特に、電池・燃料電池・水電解・インフラ(コンクリート)は、軽元素(H、Li、水など)が支配的に効くため、中性子の優位性が直接的に効く重要領域

・未踏の $\mu\text{m}$ 領域をカバーし、「実プロセス」のその場観察が可能

複合材料や多孔質電極など、構造体 (不均一性) が性能を左右する対象では、製造工程 (混錬～乾燥) を動的に可視化し、開発スピードを圧倒的に向上。

## [2] 既設BLの産業界が必要なタイミングでの利用が困難に

既設のBL22では、産業ニーズが大幅に急増。今後も増加の見込み。また、海外施設の更新が進む中で、相対的に優位性が低下。中性子強度は、分析速度に直結するため、強化が必要。新設BL13は、現行より高い中性子強度 (BL22比の10倍以上) を背景に、再びトップ集団に伍するレベルとなる。

既設のBL15も高い競争率、産業界が必要なタイミングで十分に利用できる環境が失われつつある。

## [3] 環境技術での産業競争力強化の重要性が高まる

・次世代電池・燃料電池・インフラ(コンクリート)開発の死守

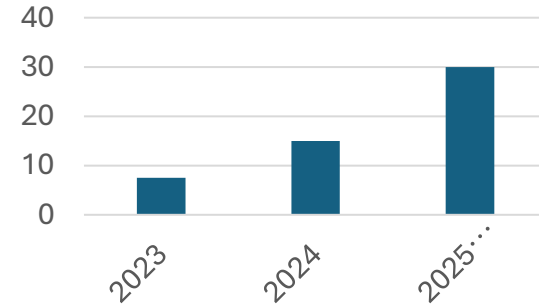
材料開発に不可欠なBL13新設は産業界の生命線

# J-PARC MLF BL13新設の必要性： 世界で勝ち抜くための戦略的分析基盤

## 既存BLの利用状況

- イメージング装置（BL22） 成果占有課題の増加傾向  
複数企業による利用により、共用BLでの産業利用拡大
  - 小角散乱（BL15）の利用機会の確保  
競争率は高く、継続的な実験実施が困難な状態。約3倍
- ➔ **BL22、BL15とも、JRR-3稼働再開後も高い競争率**

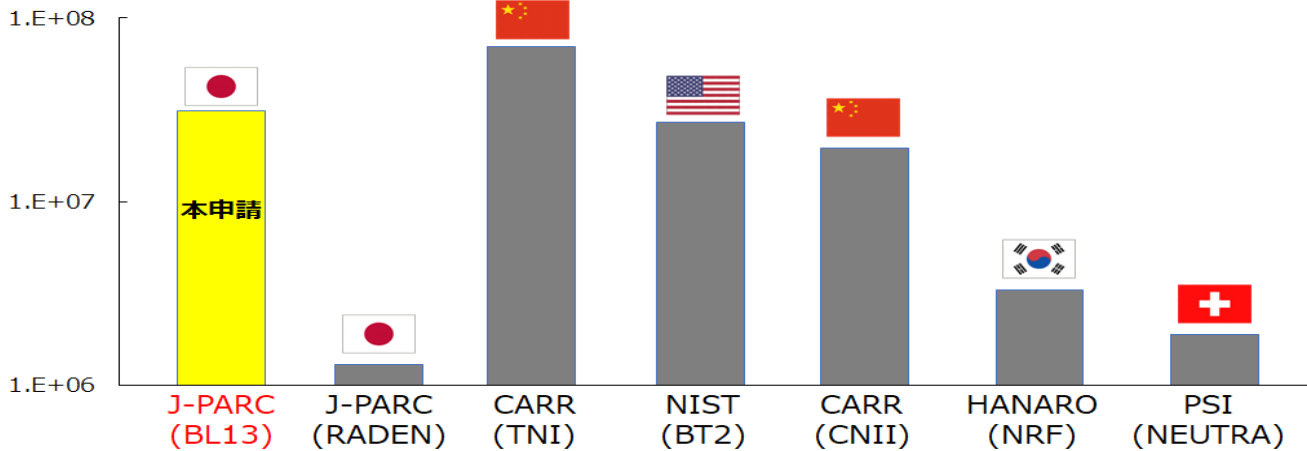
BL22成果占有課題数



## 世界比較との対比

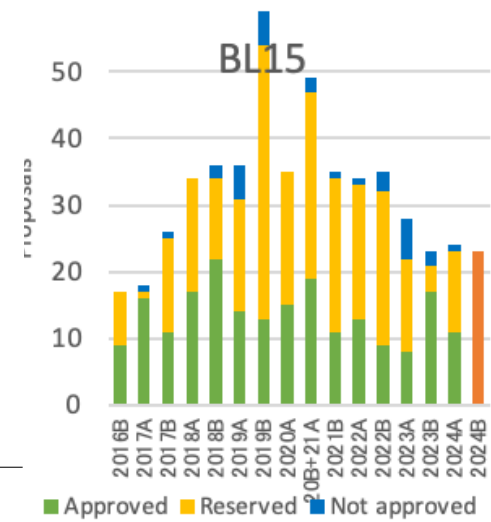
新設BL13は、強度でも世界トップレベルを確保

ビーム平行度で規格化した中性子束



(BL22)

(出典：2025年6月30日量子ビーム施設利用推進委員会資料)

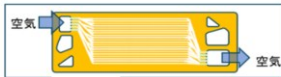


## 軽元素(水・Liなど)の観測や高透過力を活かした計測など

### 中性子で車載用燃料電池内部の水の凍結過程を観察

氷点下環境での性能向上に大きく貢献 2024.3.14

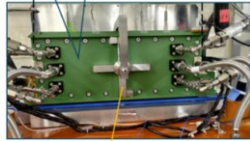
(a) 燃料電池概略図



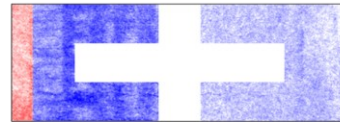
(a) 平均温度 10°C (赤:水 青:氷)



(b) 約50 cm



(b) 平均温度 -1°C (赤:水 青:氷)

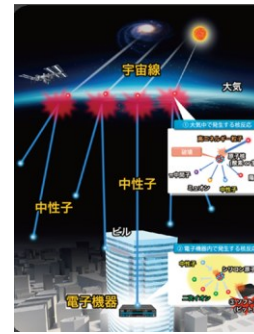


十字加圧治具

JAEA, J-PARCセンタ, 豊田中研, CROSS

### 高速中性子照射 ~自然界の中性子場の加速試験

高強度中性子ビームを照射し、ソフトウェア率を加速試験 2023/3/16



主な対象：通信ネット

ワーク用伝送装置、大型伝送装置（ハブ）の自然界でのエラー発生率予測やエラー低減効果・回復システムの検証

<https://group.ntt.jp/newsrelease/2023/03/16/230316a.html> NTT, 北大

### SANS、QENS、NRを活用し、タイヤの耐摩耗を向上

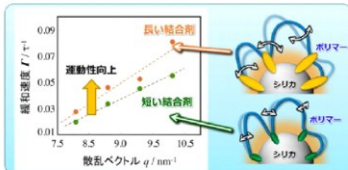
中性子小角散乱(SANS), 準弾性散乱(QENS), 反射率(NR)を活用しフレキシブル結合剤を開発 2023/11/17

※2 当社製品エナセーブ NEXTとの比較



エナセーブ NEXT II

2016年 耐摩耗性能 51% 向上※2



フレキシブル結合剤の開発へ

JAEA, KEK J-PARCセンタ, 住友ゴム工業, CROSS

製品応用へ向けて、ダイナミクスの詳細解析に中性子スピンエコー法 (NSE) を活用予定

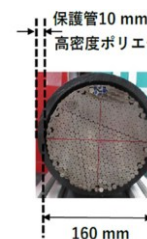
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/hamon/28/2/28\\_84/\\_pdf](https://www.jstage.jst.go.jp/article/hamon/28/2/28_84/_pdf) など

### NEXCO 橋梁の老朽化対策に向け中性子利用

「理研小型中性子源システム」(RANS)を活用した非破壊検査技術の開発 2024.4.25

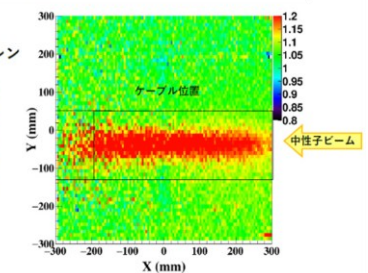


理研、中日本高速道路株式会社



試験体

試験体(滞水有)/試験体(正常)画像



水分検出結果

## 高出力安定運転

- ・**老朽化対策の予算重点配分**：設備故障による稼働停止を未然に防ぐため、維持管理予算を最優先で措置する。
- ・**1MW・9サイクルの確実な遂行**：建設当初からの目標である高出力・長時間運転を安定維持し、産業利用の信頼性を担保する。

## ビームライン建設などの高度化

- ・**電池・材料開発拠点の強化**：革新的な電池開発に不可欠な「高分解能イメージング：BL13」や「小角散乱：新SANS+iNSE」などの新装置を整備する。
- ・**第2ターゲットステーション(TS-2)の推進**：世界最高水準の解析を実現するため、次世代施設の早期実現と予算措置を図る。

## 中性子及び放射光の利用手続き一元化

- ・**量子ビーム連携窓口の構築**：中性子と放射光（SPRING-8等）の申請窓口を一本化し、産学の利便性を抜本的に向上させる。
- ・**ワンストップ支援体制**：施設横断的なワンストップ窓口により、最適な解析手法を即座に選択できる環境を整備する。

## DXに向けた基盤整備

- ・**施設横断型の統合データ基盤**：国内大型施設のデータを相補的に活用できる「量子ビームDX基盤」を構築し、研究開発を加速する。
- ・**AI・自動化による高度化**：生成AIを活用した利用者支援や計測自動化を導入し、世界を牽引する次世代の研究環境を構築する。

# 施設連携の3段階のイメージ

産業界としては、『中性子』を信頼できる研究開発のツールとして位置付けたい

企業では中長期計画、最低でも年間計画に、予算・人・課題を設定し投資を行うため、

- ・施設がいきなり止まることは避けたい
- ・長期間停止の場合は海外施設利用も候補になるが、費用面の課題以上に、セキュリティ・データの移動など、懸念点が多い

## 第1段階

施設の信頼性の向上

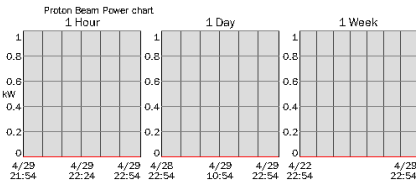
約束した期間はしっかりと安定に稼働させる

これを補完するため  
施設間連携を進める

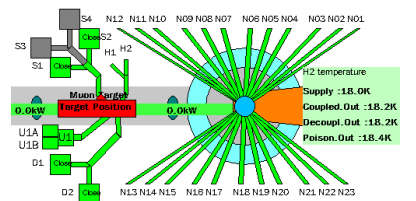
MLF Beam Power :0kW

Wed Apr 29 23:03:01 JST 2026

Wed Apr 29 22:54:01 JST 2026



Wed Apr 29 22:54:01 JST 2026



J-JARC MLF

## 第2段階

量子ビーム施設間連携

計測手段の補完性を強化

- ・イメージング (可視化)
- ・小角散乱 (ナノ構造解析)
- ・結晶構造解析

調整機関を設置

放射光、中性子で代替できる装置を同時期に停止しない  
改造・メンテの期間をずらす

利用運転期間

J-JARC MLF

JRR-3

SPring-8

NanoTerasu

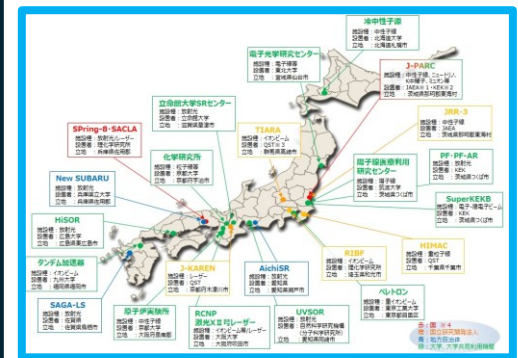
PF



## 第3段階

適切な施設へのユーザーの誘導

調整機関から情報提供  
施設横断で補完・代替可能な計測手段を専門的観点で技術分類・整理し各施設へ提供



各施設にてユーザーを誘導する  
(研究開発の停止期間を短縮)

- 産業競争力向上と持続可能社会の実現には、**中性子・放射光を利用した高度な分析技術が不可欠**であり、そのために**必要な施設・環境の整備と分析技術の高度化（BL13など）**を進めていただきたい。
- 中性子計測の真の産業応用には、**計画した期間の安定稼働が最低条件**。高度化やメンテナンスが必要な際も、**国内量子ビーム施設間で実施時期を調整し、必要な利用時間の確保のために長い利用できない期間が発生しないようにご検討いただきたい**。
- 量子ビーム施設の安定的な利用には、**技術面に加えて総稼働時間の確保や申請の利便性を含め、全体を統括・管理できる仕組みが必要**である。

**そのため、産学官が緊密に協議し、量子ビーム施設間の連携強化・全体最適に向けた取り組みが進むことを期待します。**

# 参考

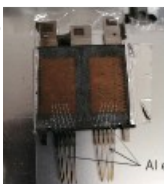
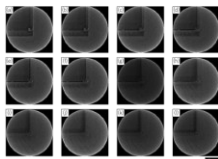
# 17の重点成長分野と、特定先端大型研究施設が有する研究の強み

## 17の重点成長分野における、大型研究施設の取組事例

- J-PARCなどの「中性子基盤施設」は、**AI・半導体**、**量子**、**マテリアル（重要鉱物・部素材）**、**創薬・先端医療**、**合成生物学・バイオ**、**資源・エネルギー安全保障**・GX、**フュージョンエネルギー**などの分野で、「他手法で見えにくい物質内部の情報」を観察・分析できるツールとして重要な役割を果たすほか、分野を横断する評価基盤として使用が可能
- これらの研究開発に基づいて、防衛産業、航空・宇宙、海洋、フードテック、防災・国土強靱化、港湾ロボティクスなどの研究開発においても、補完的な技術を支えることが可能

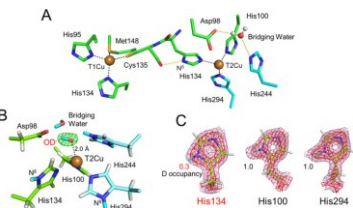
### AI・半導体

- 反射率・偏極反射率・イメージングにより、半導体の埋もれた界面、磁化深さ分布、実装内部欠陥を非破壊で評価
  - ⇒ **製品の内部欠損、製造プロセスの高度化、微細化に貢献**
- 中性子を用いた3次元ラミノグラフィにより、パワー半導体中の100マイクロメートル程度の欠陥の観測が可能であることを実証済み



### 創薬・先端医療、合成生物学・バイオ

- SANS・反射率・イメージング・中性子結晶構造解析により、タンパク質中の水素原子位置、プロトン化状態、水和構造を決定
  - ⇒ **中性子は、合成生物学・バイオにおいて、酵素反応の水素移動、複合体構造、膜中での配置を明らかにする基盤計測技術である。**
- 合成生物学で重要な酵素改変・機能設計では、反応の鍵になる水素移動を見られる



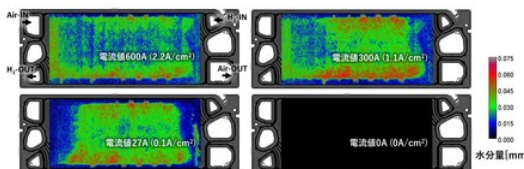
Kono et al., Biophys Physicbiol. 2022

### 量子

- 非弾性散乱・偏極中性子により、量子磁性・スピンの励起・ヘテロ界面の主力手法
  - ⇒ **中性子散乱は、量子分野において、量子材料の磁気構造、スピン励起、分枝化励起、さらには量子相関・エンタングルメントの実験的評価を可能にする基盤計測技術である。特に量子磁性体、スピン液体候補、トポロジカル磁性体、量子ビット候補材料では、性能や新奇性を決める微視的自由度が磁気的であることが多く、中性子はその直接観測手段として国際競争力の中核を担う**
- 新奇材料、量子デバイスとして期待されているスピントロニクスやトポロジカル材料などの実現に向け、散乱・偏極などの技術に注目

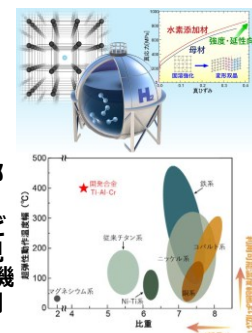
### 資源・エネルギー安全保障・GX

- 散乱・回折・オペランドにより、水素・電池・燃料電池・グリーン鉄で軽元素と拡散を直接評価
  - ⇒ **燃料電池などの電池類の開発・実用に貢献、さらなる高性能化・低コスト化に期待**
- 実際に搭載される燃料電池中の水の挙動などを燃料電池を実際稼働（発電）させながらリアルタイムで観察



### マテリアル（重要鉱物・部素材）

- 散乱・回折・非弾性散乱により、永久磁石、合金、複合材、軽元素・磁性・欠陥を同時に追える
  - ⇒ **金属などの材料内部の構造の解明、材料内部における水素などの軽元素の機能発現の解明、内部構造と機能発現の相関の解明に貢献**
- 水素社会の実現に不可欠な水素脆化を起こさない新しい鋼材の開発や、極低温の宇宙空間、液体水素環境など、宇宙開発や水素社会の発展に期待



### フュージョンエネルギー

- 回折・散乱・イメージングにより、照射損傷・トリチウム／水素保持・構造材料の内部応力を評価
  - ⇒ **フュージョン分野では、核融合炉の成立を左右する課題が「中性子損傷」「異材接合の内部応力」「He/H欠陥」「トリチウム保持・増殖」に集中しているため中性子が有用である。中性子回折・イメージング・SANSは、ダイバータやブランケットの内部構造・内部応力・ナノ欠陥を非破壊で評価でき、ITER/DEMO材料開発に直結**
- ダイバータや第一壁では、WとCuのような異材接合が不可欠であることがIAEAの技術文書に記載 IAEA-TECDOC-1545
- ミュオン粒子が媒介となって起きるミュオン触媒核融合に大きく貢献できる見込み
  - ⇒ **重水素の高温プラズマを必要としないミュオン触媒核融合においてミュオン粒子入射器として貢献**

## 17の重点成長分野における、J-PARCが貢献できる分野

### J-PARCを積極的に活用すべき分野

AI・半導体

量子

マテリアル（重要鉱物・部素材）

創薬・先端医療

合成生物学・バイオ

資源・エネルギー安全保障・GX

フュージョンエネルギー

### J-PARCの技術が補完的に活用できる分野

防衛産業

造船

航空・宇宙

海洋

- **マテリアル分野への関連**：残留応力、腐食、水分侵入、水素脆化、接合部劣化など「大型構造物の非破壊内部評価」などの技術で貢献

防災・国土強靱化

港湾ロジスティクス

- **マテリアル分野への関連**：厚板溶接、老朽インフラ、耐震・耐久、遠隔機械の構造信頼性など「大型構造物の非破壊内部評価」などの技術で貢献
- コンクリート・土壌における水の浸透など、長期間にわたる変質・劣化、自然災害発生時などの被害拡大のメカニズムの把握など、「軽元素の可視化技術」などの技術で貢献
- ミューンの透過力に基づく、内部物質透視技術により、コンテナ等の内部にある危険物質の発見などにおいて貢献

フードテック

- **合成生物学・バイオへの関連**：植物の水輸送、根圏、含水分布、装置材料の耐久評価、油脂中の水素の結合など分子の経時・温度変化の分析により貢献

### 貢献度合いは低いに関連のある分野

デジタル・サイバーセキュリティ

情報通信

- 半導体ソフトウェアの評価、電池等の実装、量子材料の実装評価などで貢献

コンテンツ

- 表示装置類、電池等の開発、省エネデバイスの実装などで貢献

# 中性子産業利用推進協議会の将来ビジョン(例)

## 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

### 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

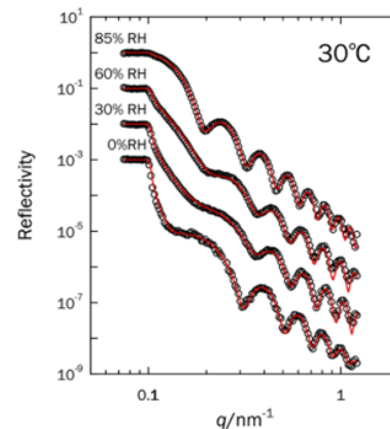
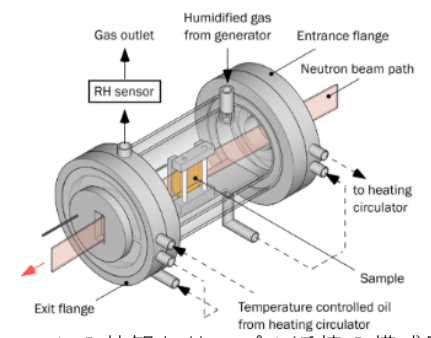
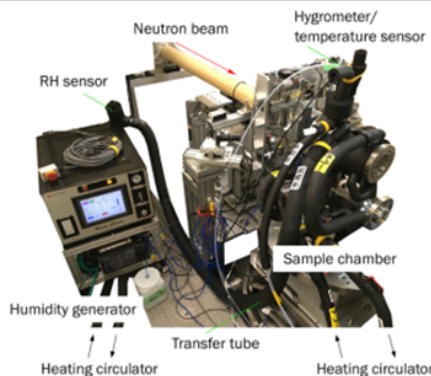
高い国際競争力を持つ有機・高分子材料を継続的に生み出すために、中性子と放射光X線及びマテリアルズ・インフォマティクスが汎用的に用いられている。

### 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

# 中性子産業利用推進協議会の将来ビジョン(例)

## 金属材料研究会

### 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

### 保有技術の一例

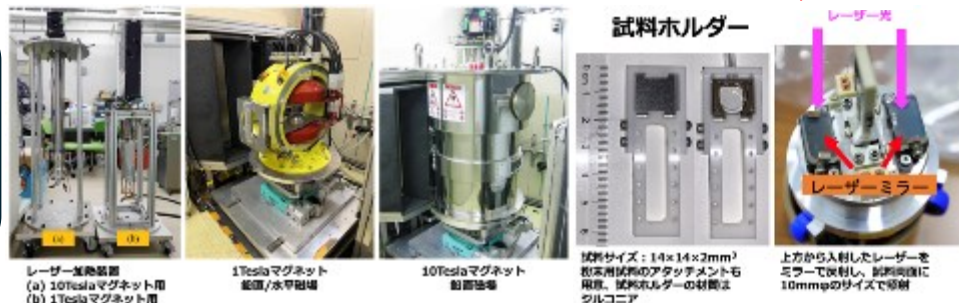
#### 磁場中高温実験を実現する試料環境

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

### 5年後

- ・BL13における金属材料解析の探索と活用
- ・現状の技術の組合せによる時効過程での析出前駆現象解析(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
- ・福井県の新試験研究炉への提言



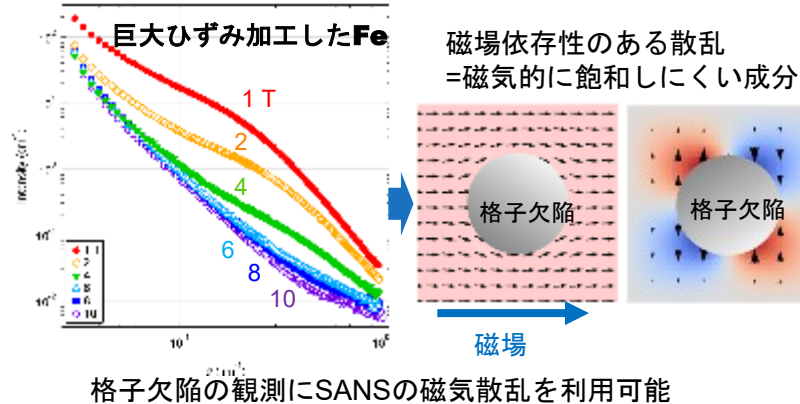
### 10年後

- ・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

SANS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

### 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



格子欠陥の観測にSANSの磁気散乱を利用可能

# 中性子産業利用推進協議会の将来ビジョン(例)

## 電池材料研究会

### 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

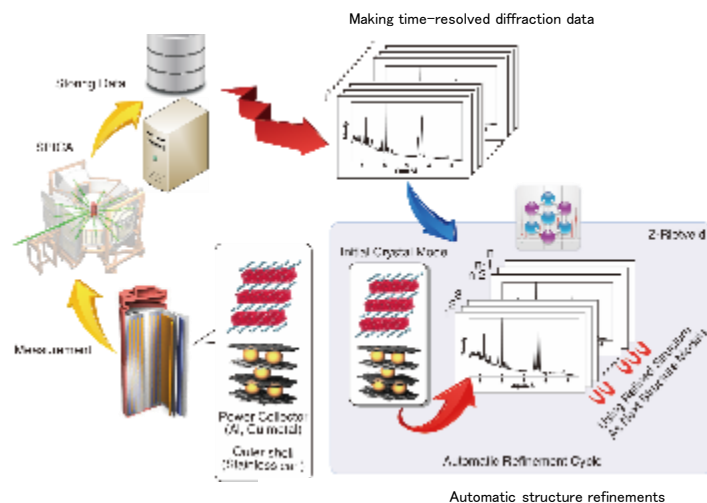
### 15年後

[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(1 $\mu$ m)、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

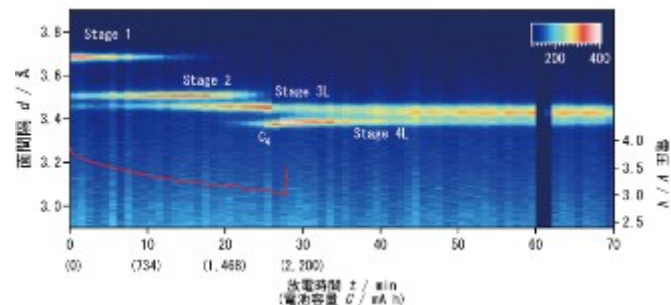
### 保有技術の一例

## 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

# 中性子産業利用推進協議会の将来ビジョン(例)

## 中性子イメージング研究会

### 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。

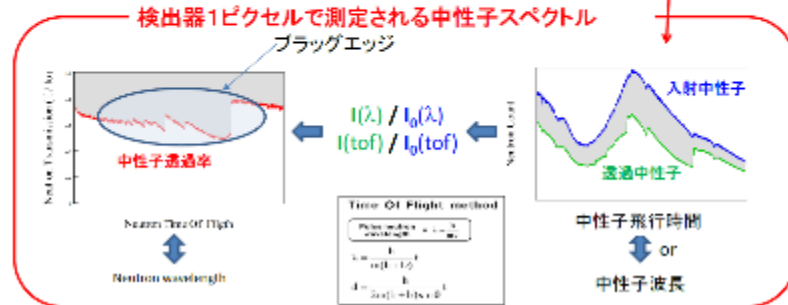
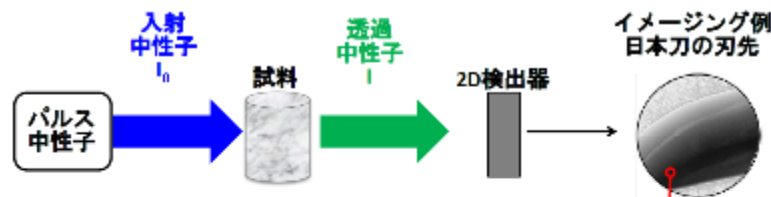
### 15年後

・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。

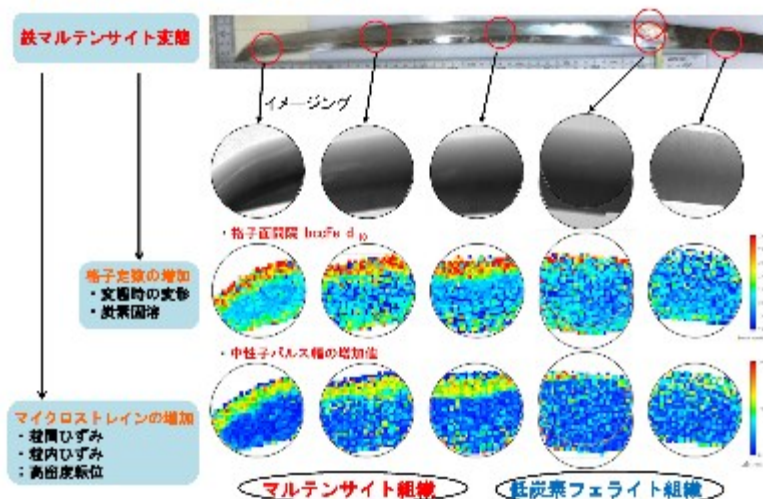
・空間分解能を向上させ、マイクロ領域の現象把握可能な分析能力を獲得する。

### 保有技術の一例

### 中性子イメージング(ブラッグエッジ)



### マルチサイト組織分布



# 【企業の声】中性子イメージング高度化の必要性

将来ビジョン検討会('24.11) 及びアンケート('25.11) のコメントをそのまま掲載

A社：電池などの材料開発において、中性子イメージングは非常に有用な技術と考えておりますので、新規イメージングBL新設は非常に有益なものになると思われれます。また、現在の中性子イメージングの空間分解能は数十マイクロメートルであります。新規イメージングBL計画の仕様であるマイクロメートルの空間分解能ということで、更なる中性子による検査技術の適応範囲が広がるものと期待しております。

B社：企業ニーズとしては中性子イメージングに高分解能が欲しい。厚さ10 $\mu\text{m}$ ぐらいの燃料電池の触媒層という多孔質層があるが、その中の水をみたい。触媒層には貴金属が入っているので、放射光の場合X線に吸収されて層をみるのは困難であり、中性子で分解能が上がればみえてくる。

C社：電池材料や燃料電池では、中性子イメージングに明確な分析ニーズがある。

D社：中性子イメージングは分解能が足りないとか撮像スピードが足りないなどハード面がある。

E社：全体的にイメージングのニーズが高まっています。中性子はユニークであり、マイクロメートルの高分解能イメージングは今がタイミングと思います。

F社：弊社は、これから、本格的な使用を検討し始めた段階ですが、イメージングと小角散乱を中心に使用を検討しており、特に、イメージングではより微小部のイメージングを目指して積算時間が必要と考えていることから、マシンタイムの一層の増加を進めていただくことを支持します。