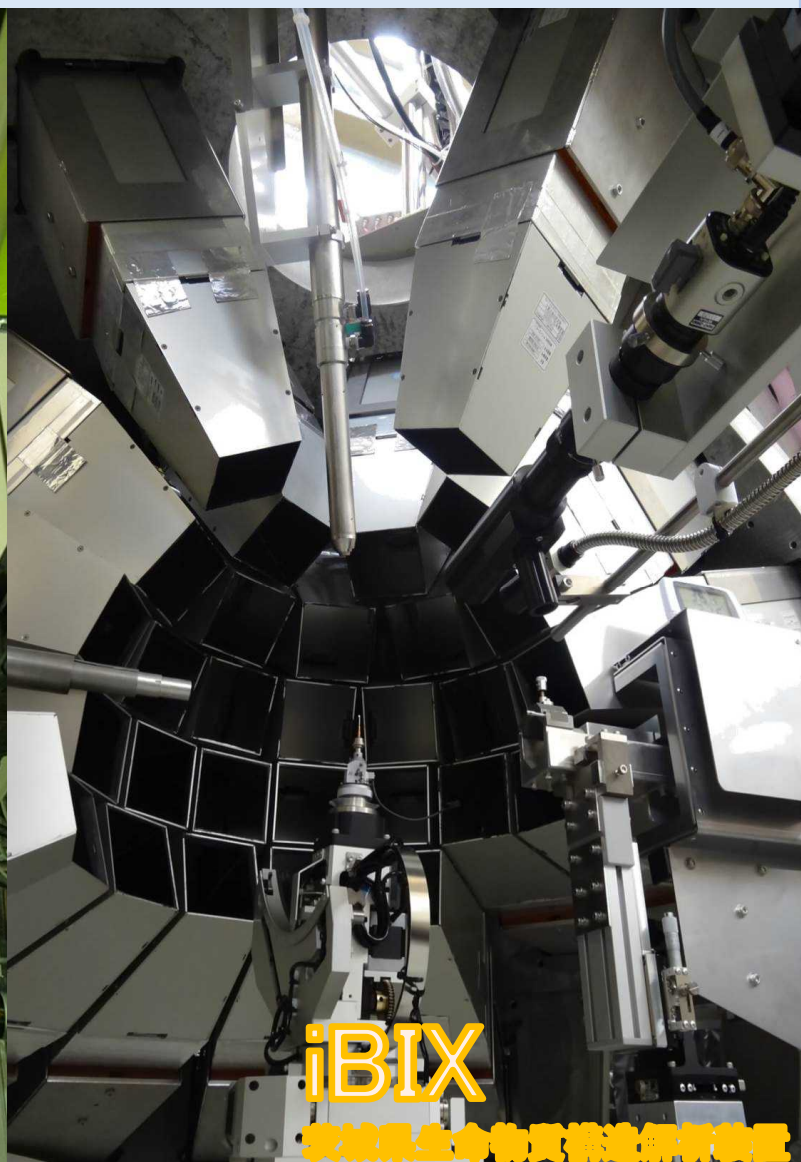


最先端科学を産業へ

# 茨城県中性子ビームライン

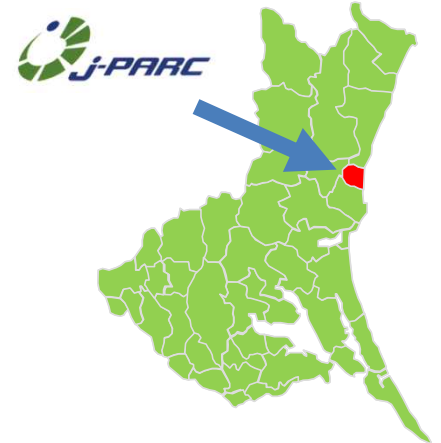
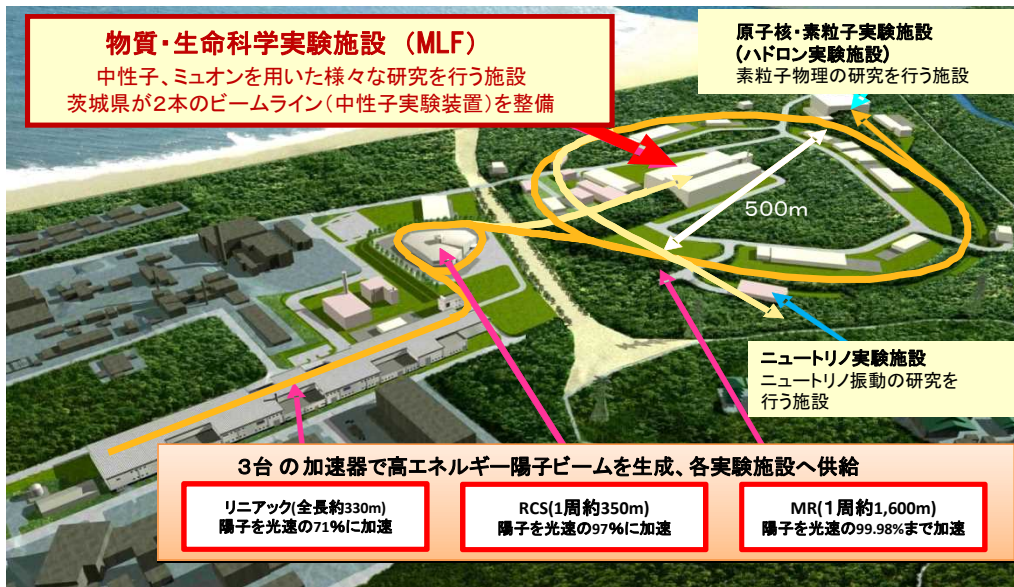


茨城県

IBARAKI Prefectural Government

J-PARCは、茨城県東海村にある世界最高性能の研究施設で、3台の大型陽子加速器と種々の実験施設が設置され、中性子、中間子、ニュートリノ等の二次粒子ビームを利用して宇宙誕生の謎の探究から高機能の材料開発まで、最先端の科学研究が幅広く行われています。

日本原子力研究開発機構(JAEA)と高エネルギー加速器研究機構(KEK)が共同で運営しており、2008年12月より供用を開始しました。

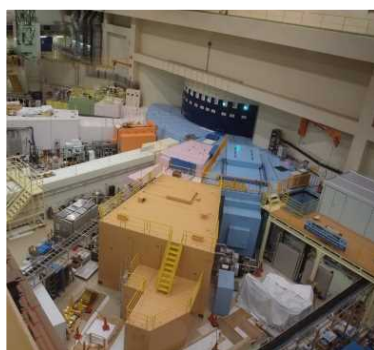


資料提供: JAEA/KEK J-PARCセンター

## 物質・生命科学実験施設 (MLF)

中性子やミュオンを利用して物質の構造を解析することにより、新しい材料の開発やタンパク質の仕組みの解明など、新しい産業の創出や健康で豊かな生活に資する研究が行われています。

茨城県では産業利用を目的として、実験施設内に2本の中性子ビームラインを設置しています。



第1実験ホール

資料提供: JAEA/KEK J-PARCセンター

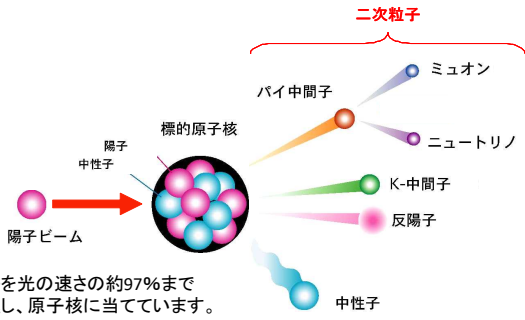
### J-PARC/MLFの中性子実験装置の特徴

2024年8月現在

No	名前	特徴	No	名前	特徴
1	4SEASONS	高効率非弾性散乱	13		(空き)
2	DNA	高分解非弾性散乱	14	AMATERAS	冷中性子分光
<b>3</b>	<b>iBIX</b>	<b>単結晶構造解析</b>	15	TAIKAN	小角・広角散乱
4	ANNRI	即発γ線(核分析)	16	SOFIA	ポリマー界面反射率
5	NOP	基礎物理・中性子光学	17	SHARAKU	偏極中性子反射率
6	VIN ROSE	中性子スピンエコー	18	SENJU	小単結晶構造解析
7		(空き)	19	TAKUMI	残留応力
8	Super HRPD	粉末結晶構造解析	<b>20</b>	<b>iMATERIA</b>	<b>粉末、小角・広角散乱</b>
9	SPICA	電池その場測定	21	NOVA	全散乱(非晶質)
10	NOBORU	中性子照射	22	RADEN	イメージング
11	PLANET	超高压実験	23	POLANO	偏極中性子散乱(非偏極のみ)
12	HRC	高分解非弾性散乱			

赤字: 茨城県の実験装置

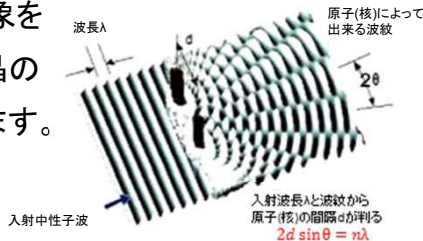
# 中性子 で物質や生命の謎を解き明かす



中性子とは、原子核を構成する粒子であり、陽子とほぼ同程度の質量をもち、電荷をもたない中性の粒子です。透過性があり、軽元素の観測が得意なため、様々なモノの構造(原子の配列)を観察するために利用されています。J-PARCでは、陽子(水素陽イオン)を水銀の標的原子核に高速でぶつけて、核破碎を起こして中性子を取り出しています。

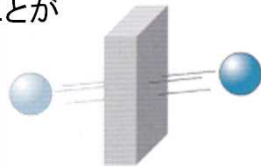
## 結晶構造を見る

粒子であると同時に波の性質を持つ中性子は、X線回折と同様に結晶中でブラッグ回折を起こすため、干渉現象を観測することにより結晶の構造を知ることができます。



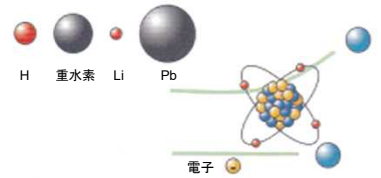
## 透過性が高い

電荷を持たず相互作用がほとんどないことから、物質を通り抜けることができます。材料内部の深い部分を非破壊で観測することができます。



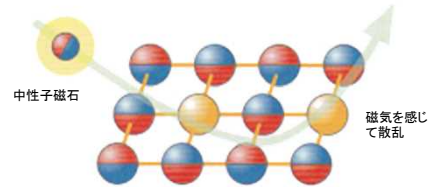
## 軽元素を見分ける

X線では困難であった水素やリチウムなどの軽元素(原子番号が小さい原子)を観察することができます。タンパク質中の水素原子や、電池内のリチウムの動きをみることもできます。



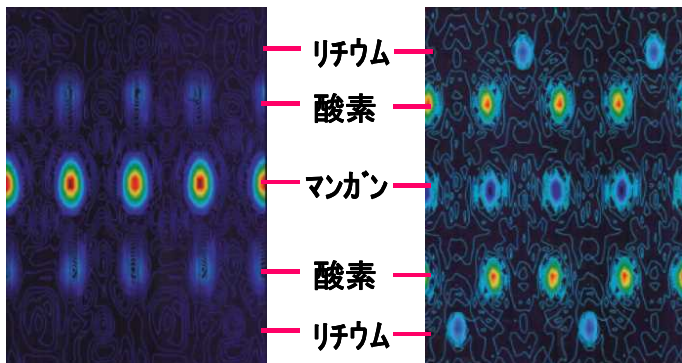
## 磁気構造を調べる

中性子は微小な磁石であり、物質中の磁気構造や磁場分布を観測することができます。モーターの強力磁石や高温超電導送電材料の分析ができます。



## 中性子による結晶構造解析 (X線と中性子の比較)

### リチウムイオン電池の結晶構造

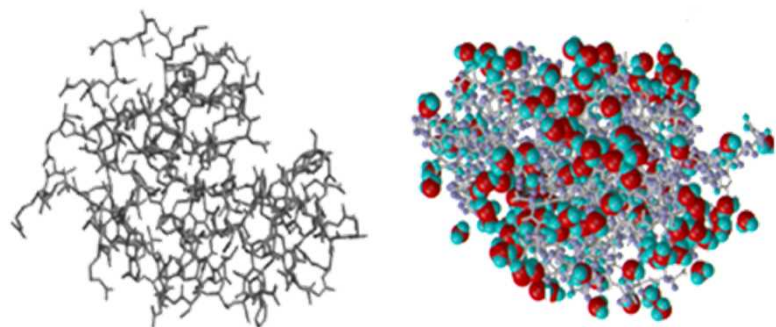


X線

中性子線

X線では困難なリチウムのような軽元素を見ることが可能

### タンパク質の結晶構造解析



X線

中性子線

水素や水分子の位置を正確に把握することが可能

# 産業利用の多様なニーズに応える 多機能な汎用中性子材料構造解析装置

## iMATERIA / BL20(茨城県材料構造解析装置)

X線では困難な水素やリチウムのような軽元素の位置と量の決定ができるほか、原子サイズからナノサイズまでの幅広いスケールでの材料構造解析ができると同時に透視画の撮像も可能な装置です。

### 装置の特徴

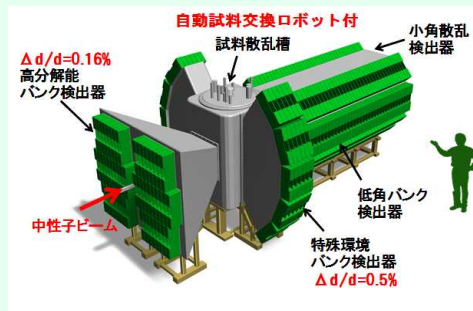
- 原子サイズからナノサイズまでの幅広いスケールでの材料構造解析  
(高分解能粉末構造解析、小角散乱解析、集合組織解析)
- X線では透過しにくい金属やコンクリートなどの透視画を撮像  
(中性子イメージング)
- 多彩な環境下でのその場測定(温度、雰囲気、充放電、引張、高磁場)
- 小角散乱解析と同時に即発ガンマ線分析による元素分析

### 実験対象例

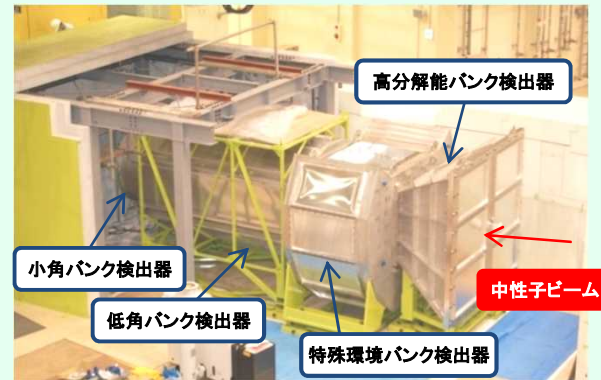
- ・ 電池材料
- ・ セラミック材料
- ・ 金属材料
- ・ 高分子材料

### 主な利用分野

- 電池など  
エネルギー関連
- 自動車用部材など  
社会インフラ関連
- 食品・ヘルスケアなど  
生活関連



各バンクに合計1,500本の  
中性子検出器を配置



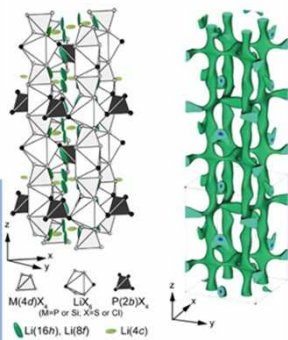
装置の外観

## 研究成果事例

### 全固体型 セラミックス電池の開発

超イオン伝導体の結晶構造を決定し、イオン伝導経路を解明

今回発見した超イオン伝導体の結晶構造とイオン伝導経路



従来の3倍以上の出力を持つ全固体セラミックス電池の開発に貢献

東京工業大学  
菅野了次教授

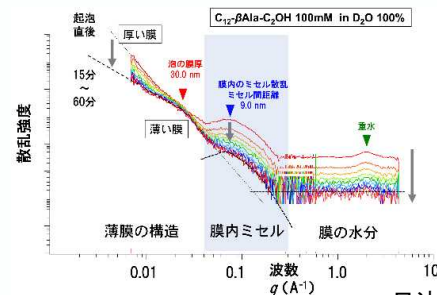
### 洗剤泡沫の崩壊過程の その場観測

界面活性剤の違いによる泡沫構造とその崩壊過程を解析

泡立ちが良くかつ泡切れが良い洗剤の実現に向けた新規界面活性剤の開発に貢献



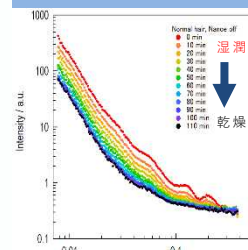
泡沫の形態



日油(株)

### 毛髪乾燥過程を ナノ構造レベルで解析

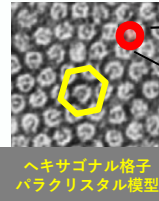
時分割測定により毛髪の乾燥過程での構造変化の観察に成功



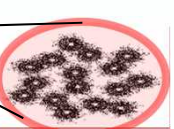
500 Å

構造解析

階層的副格子構造



ヘキサゴナル格子  
パラクリスタル模型



中間径繊維  
(IF)

パナソニック(株)

# タンパク質単結晶や合成高分子の構造解析に最適化させた世界最高性能の中性子回折装置

## iBIX / BL03(茨城県生命物質構造解析装置)

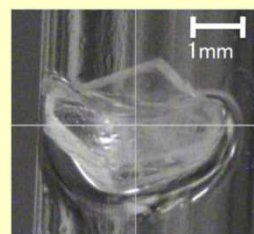
すべての生物にとって生きるためにとても大切なはたらきをしているタンパク質や、合成高分子・有機分子などからできている材料の機能に關与する水素や水分子を高い精度で解析できる装置です。

### 装置の特徴

- 34台の高性能検出器によるタンパク質の世界最速での構造解析
- 大きな格子定数(～190 Å)に対応
- 展伸試験中での測定(高分子・繊維分子試料用)
- 低温(100K)～高温(573K)の試料環境での測定
- 4°Cでの恒温測定

### 実験対象例

- ・ タンパク質
- ・ 有機低分子
- ・ 合成高分子



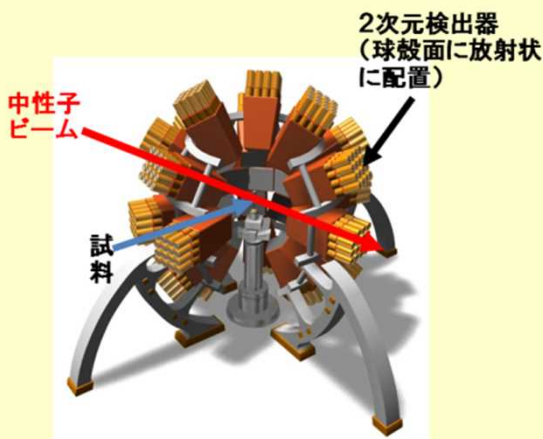
キャピラリーに封入したタンパク質単結晶



装置の外観

### 主な利用分野

- 製薬
- バイオ化学
- 繊維・プラスチック
- 食品



## 研究成果事例

### ペプチド結合構造に新規モデルを提唱

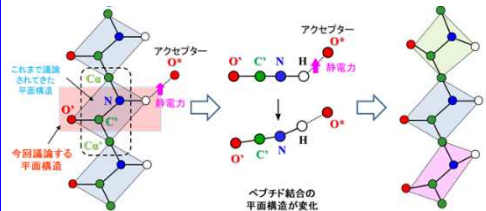
高電位鉄イオウタンパク質(HiPIP)の全原子構造を高精度(1.2 Å分解能)で決定

(国研)量子科学技術研究開発機構  
玉田太郎 上席研究員

タンパク質内のペプチド結合の構造を精密に解明

多様な構造(新たなモデル)

画一的な平面構造(これまでの仮定)



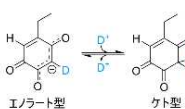
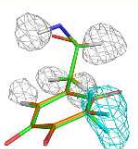
### 大型タンパク質の高分解能測定

水素イオンの位置を精密に決定することで、銅イオンに配位するヒスチジン残基や補酵素トパキノンの構造を観測

大阪大学  
岡島俊英 准教授

Cu<sup>2+</sup>に配位するヒスチジン残基のプロトンが観測されない

銅アミン酸化酵素(分子量70,600)の中性子結晶構造解析に成功



補酵素トパキノンはエノラト型とケト型が存在

### 合成高分子の結晶構造解析

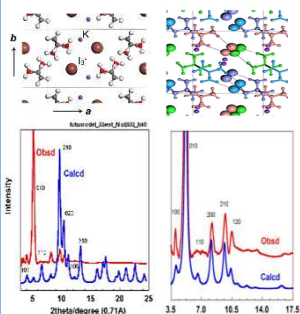
X線データと中性子データを融合し、複雑な構造を決定

(公財)科学技術交流財団あいちシンクロtron光センター  
田代孝二 上席研究員

回折データの乏しい合成高分子の場合、X線解析による構造が正しいとは限らない。X線と中性子の機能的組み合わせが正しい解を与える

PVA・ヨウ素錯体の結晶構造解析

左: X線解析による規則構造(中性子データ(赤いカーブ)の再現不可)  
右: 乱れの導入でX線・中性子の両データの再現に成功

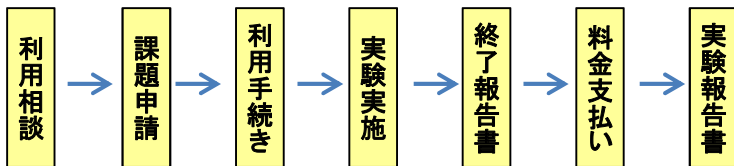


茨城県では、産業界ユーザーの皆様に使いやすい中性子ビームラインを提供していきます。

- 利便性の高い利用環境を提供  
茨城県中性子ビームラインを無料で利用できる初回無料制度(トライアルユース)や、メールインサービス(代行測定)の導入
- 産業利用コーディネータを配置  
中性子利用の専門家がきめ細かく利用相談に対応
- AYA'S LABORATORY量子ビーム研究センターを設置  
利用に係るワンストップ窓口の設置、企業・大学・研究機関の交流を促進

## ご利用の流れ

茨城県中性子ビームラインの利用をご検討の方は、まずは電話またはメールにて、お気軽にご相談ください。



## 利用料金

区分		利用料金(1時間あたり)	
		茨城県(※1)	J-PARC(※3)
一般課題	成果公開	26,190円	—
	成果専有	31,430円	127,500円
メールインサービス (代行測定)	成果公開	39,280円	—
	成果専有	47,150円	127,500円
緊急利用課題(※2)	成果専有	41,900円	127,500円

- ※1 初回無料制度や茨城県内企業優遇制度などがあります。  
 ※2 緊急利用課題におけるメールインサービスの茨城県料金は62,850円。  
 ※3 J-PARC料金は実施時期により金額が変更となる場合があります。

## お問い合わせ

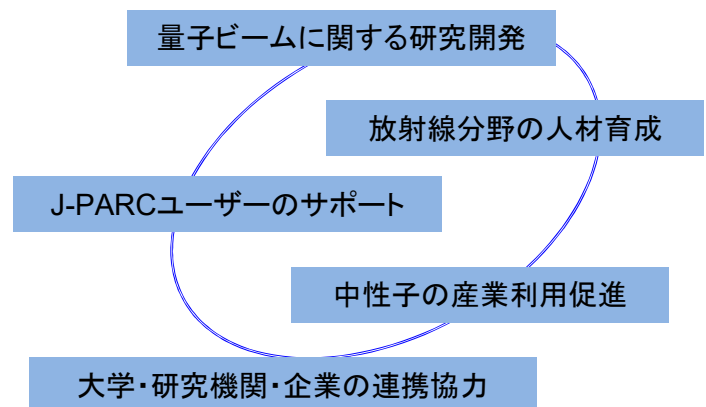
AYA'S LABORATORY量子ビーム研究センター D106  
 茨城県事務室 ビームライン担当  
 〒319-1106 茨城県那珂郡東海村白方162-1  
 TEL 029-352-3301 FAX 029-352-3309  
 E-mail [info-neutron@pref.ibaraki.lg.jp](mailto:info-neutron@pref.ibaraki.lg.jp)

※技術相談等お気軽にお問い合わせください。

「茨城県中性子ビームラインの産業利用」ホームページ  
[https://www.pref.ibaraki.jp/sangyo/kagaku/tyusei/procedure\\_industrial\\_use.html](https://www.pref.ibaraki.jp/sangyo/kagaku/tyusei/procedure_industrial_use.html)



AYA'S LABORATORY  
量子ビーム研究センター



詳しくは、

**茨城県 中性子ビームラインの産業利用**

**検索**