

## JRR-3の装置



炉室内全景



ビームホール内中性子ビーム実験装置

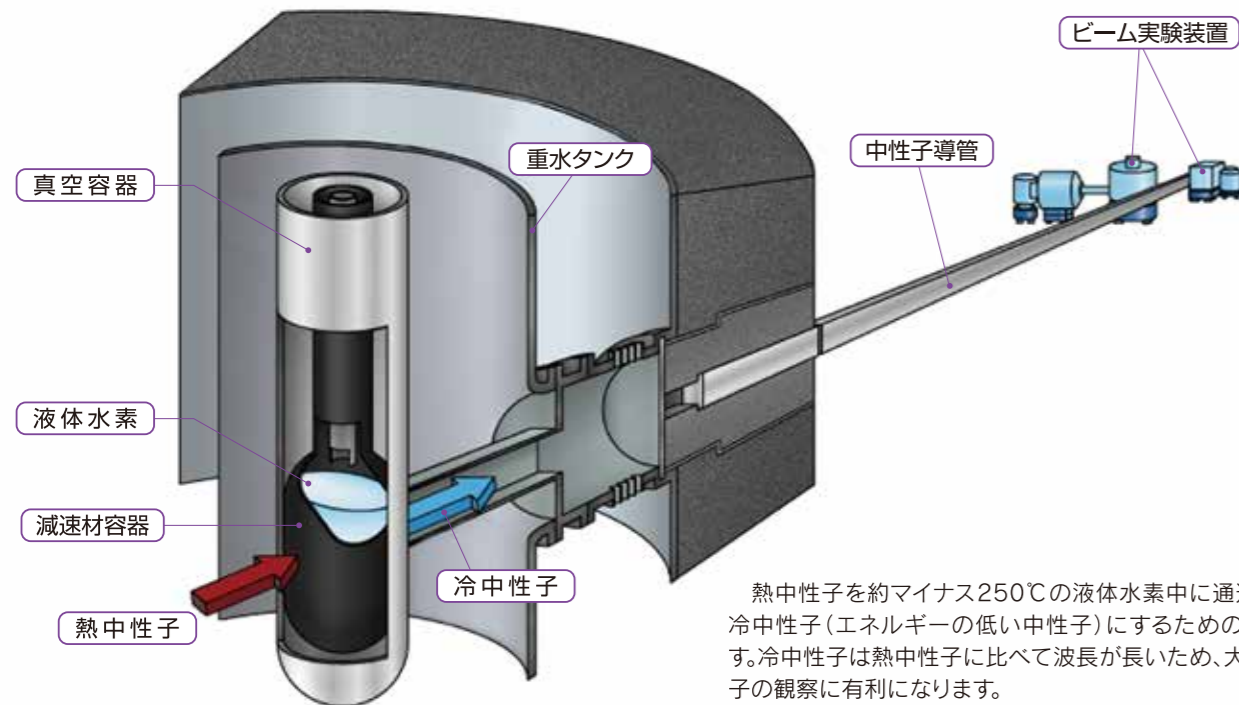


放射化分析室での実験風景



JRR-3照射設備用キャプセル

## 冷中性子源装置(CNS:Cold Neutron Source)



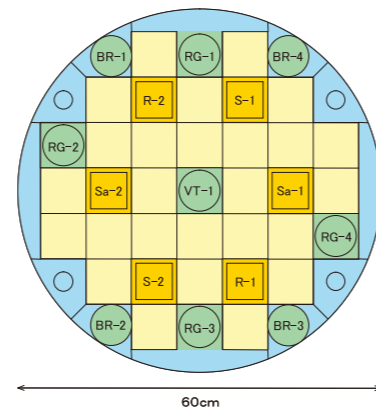
熱中性子を約マイナス250℃の液体水素中を通過させ、冷中性子(エネルギーの低い中性子)にするための装置です。冷中性子は熱中性子に比べて波長が長いので、大きな分子の観察に有利になります。

## JRR-3の利用設備

利用設備名	設置場所	利用例	
VT-1	垂直照射設備	炉心領域	照射試験、RI製造
RG-1 ~4	垂直照射設備	炉心領域	照射試験、RI製造
BR-1 ~4	垂直照射設備	炉心領域	照射試験、RI製造
HR-1, 2	水力照射設備	重水タンク領域	RI製造、放射化分析
PN-1, 2	気送照射設備	重水タンク領域	RI製造、放射化分析
PN-3	放射化分析用照射設備	重水タンク領域	放射化分析
SH-1	垂直照射設備	重水タンク領域	照射試験、RI製造
DR-1	回転照射設備	重水タンク領域	材料照射
SI-1	均一照射設備	重水タンク領域	シリコン半導体の製造
設置ビームポート	利用設備名		
1G	HRPD	高分解能粉末中性子回折装置	
1G-A	BIX-3	生体高分子用中性子単結晶回折装置-3(量子科学技術研究開発機構)	
1G-B	BIX-4	生体高分子用中性子単結晶回折装置-4(量子科学技術研究開発機構)	
2G	TAS-1	三軸型中性子分光器	
3G	PNO	精密中性子光学装置	
4G	GPTAS	汎用三軸型中性子分光器(東京大学物性研究所)	
5G	PONTA	偏極中性子散乱装置(東京大学物性研究所)	
6G	TOPAN	東北大学中性子散乱分光器(東北大学)	
7R	TNRF	熱中性子ラジオグラフィ装置	
T1-1	HQR	中性子偏極回折装置(東京大学物性研究所)	
T1-2	AKANE	金研三軸型中性子分光器(東北大学)	
T1-3	HERMES	金研高性能中性子粉末回折装置(東北大学)	
T1-4-1	PGA	即発ガンマ線分析装置	
T2-1	RESA	中性子応力測定装置	
T2-2	FONDER	中性子4軸回折装置(東京大学物性研究所)	
T2-3-1	MUSASI	多目的単色熱中性子実験ポート	
T2-4	TAS-2	高分解能三軸型中性子分光器	
C1-1	HER	高エネルギー分解能三軸型中性子分光器(東京大学物性研究所)	
C1-2	SANS-U	二次元位置測定小角散乱装置(東京大学物性研究所)	
C2-1	LTAS	冷中性子散乱実験デバイス開発装置	
C2-2	SUIREN	偏極中性子反射率計	
C2-3-1	NSE	中性子スピンエコー分光器(東京大学物性研究所)	
C2-3-2-1	MPGA	多重即発ガンマ線分析装置	
C2-3-3-1	CNRF	冷中性子ラジオグラフィ装置	
C2-3-3-2	CHOP	パルス中性子機器開発装置	
C3-1-1	AGNES	高分解能パルス冷中性子分光器(東京大学物性研究所)	
C3-1-2-1	NOP	中性子光学システム評価装置	
C3-1-2-2	MINE	多層膜中性子干渉計/反射率計(京都大学)	
C3-2	SANS-J	中性子小角散乱装置	

## 燃料要素の仕様

炉心は、26体の標準型燃料要素、6体の燃料要素付き制御棒、ベリリウム材を使用した反射体、垂直実験孔から構成されています。



- 標準型燃料要素
- 制御棒付きフォロウ型燃料要素
- 垂直実験孔
- ベリリウム反射体

	標準型燃料要素	フォロウ型(制御棒付)燃料要素
U-235の濃縮度	約20wt%	約20wt%
燃料芯材	ウランシリコンアルミニウム分散型合金(U <sub>3</sub> Si <sub>2</sub> -Al)	
被覆材	アルミニウム合金	
燃料板数	21枚/体	17枚/体

国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構  
原子力科学研究所 研究炉加速器技術部  
TEL 029-282-5588 FAX 029-282-5258



2021.06 改訂

# JRR-3

Japan Research Reactor No.3

JRR-3は、昭和37年に、わが国初の国産研究炉として臨界に達した後、原子力の黎明期を支え、その後、性能向上を目指した改造を行い、20MWの高性能汎用原子炉として広く利用されてきました。平成23年3月の東日本大震災を踏まえた新規制基準に対応するため運転を停止していましたが、耐震補強工事等の安全対策を行い、令和3年2月に運転再開を果たしました。

JRR-3に設置された利用設備を用いて、種々の中性子ビーム実験、原子力燃料・材料の照射試験、ラジオアイソトープの製造などを行っています。また、冷中性子(エネルギーの低い中性子)が利用できることから、高分子の構造解析による生命現象の解明などにも役立てられます。

## JRR-3 建家鳥瞰図



建家外観

原子炉建家

実験利用棟

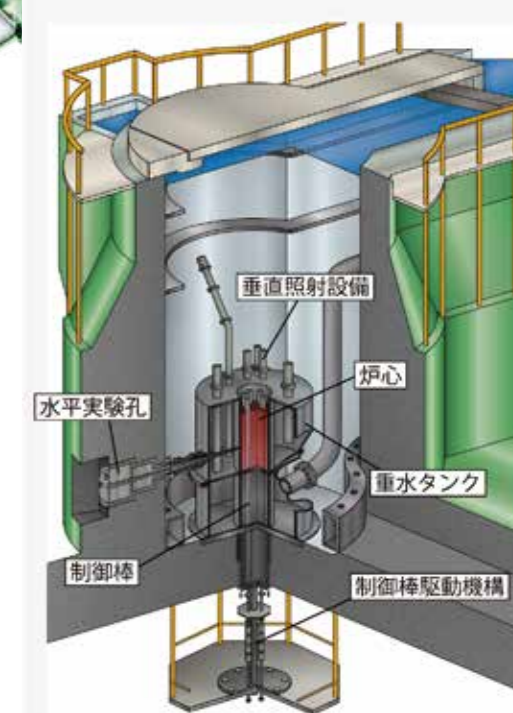
原子炉

## JRR-3の諸元

目的	ビーム実験、燃料材料照射、RI製造、放射化分析など
型式	低濃縮ウラン軽水減速冷却プール型
最大熱出力	20MW
最大熱中性子束	約3×10 <sup>18</sup> m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup>



チェレンコフ光で青白く輝く炉心(中央部)と重水タンク



垂直照射設備、炉心、重水タンク、制御棒、制御棒駆動機構、水平実験孔

# JRR-3の利用

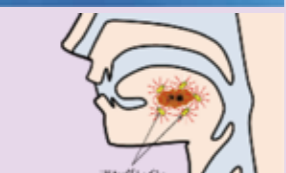
JRR-3は、世界トップレベルの高性能研究炉として中性子ビーム実験(中性子ラジオグラフィ、中性子散乱実験、中性子即発ガンマ線分析)や中性子照射(RIの製造、中性子放射化分析)などに利用されています。

## 高性能医療・工業分野への貢献

### 医療用ラジオアイソトープ(RI)の製造

がんなどの医療用RIの製造を行っています。例えば、JRR-3で製造されるAu-198グレインは、口の中にできるがんに埋め込むことで、手術を行うことなくがん治療を行うことができます。

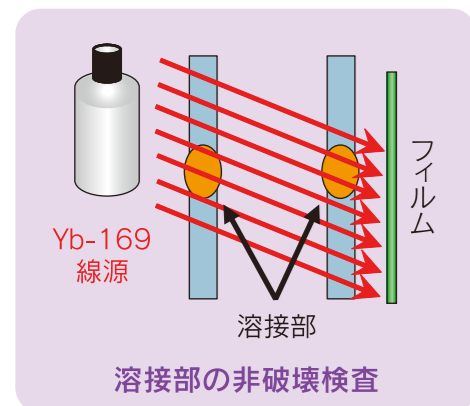
<sup>198</sup>Au製造のための核反応  
<sup>197</sup>Au(n, γ)<sup>198</sup>Au  
(半減期:2.694日)



Au-198グレインを使う小線源治療のイメージ

### 工業用ラジオアイソトープ(RI)の製造

理学、農学、工業などに使用する線源用RI、精製RIやガンマ線スペクトロメータの校正用線源などの製造を行っています。



## 原子炉燃料・材料の開発に貢献

### 燃料・材料の照射

軽水炉、高速増殖炉、核融合炉用の燃料や材料を照射し、照射後試験によりその健全性を確認し、将来の高速増殖炉や核融合炉などの開発・研究に役立てています。



照射キャプセル(奥)と照射試験片(手前)

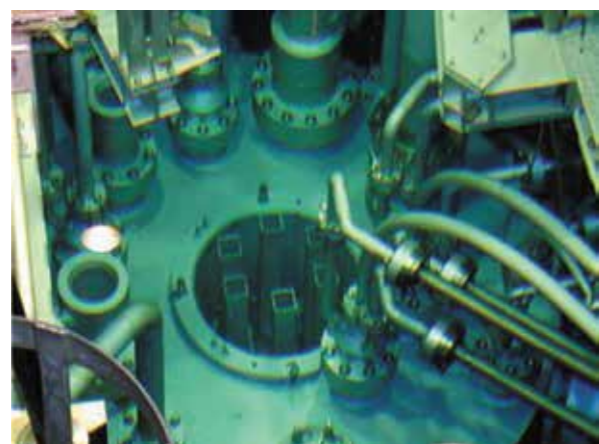
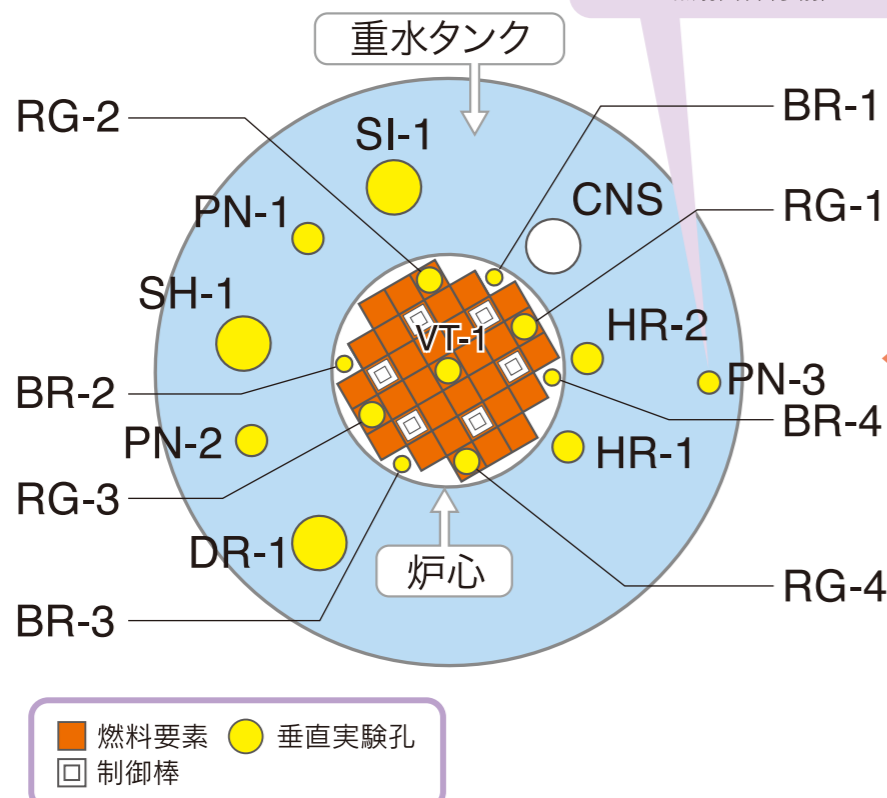
## 試料の非破壊・多元素同時分析

### 中性子放射化分析

物質に中性子を照射すると固有の放射線が放出されます。中性子放射化分析では、これらの放射線を測定して、物質の構成元素や物質中に取り込まれたごく微量の不純物元素などを調べることができます。土壌の調査などにも利用されています。

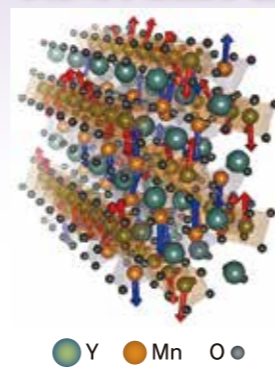


キャプセル(奥)と照射試料(手前)

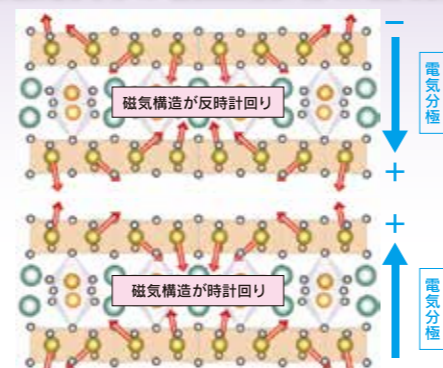


実際の炉心部分

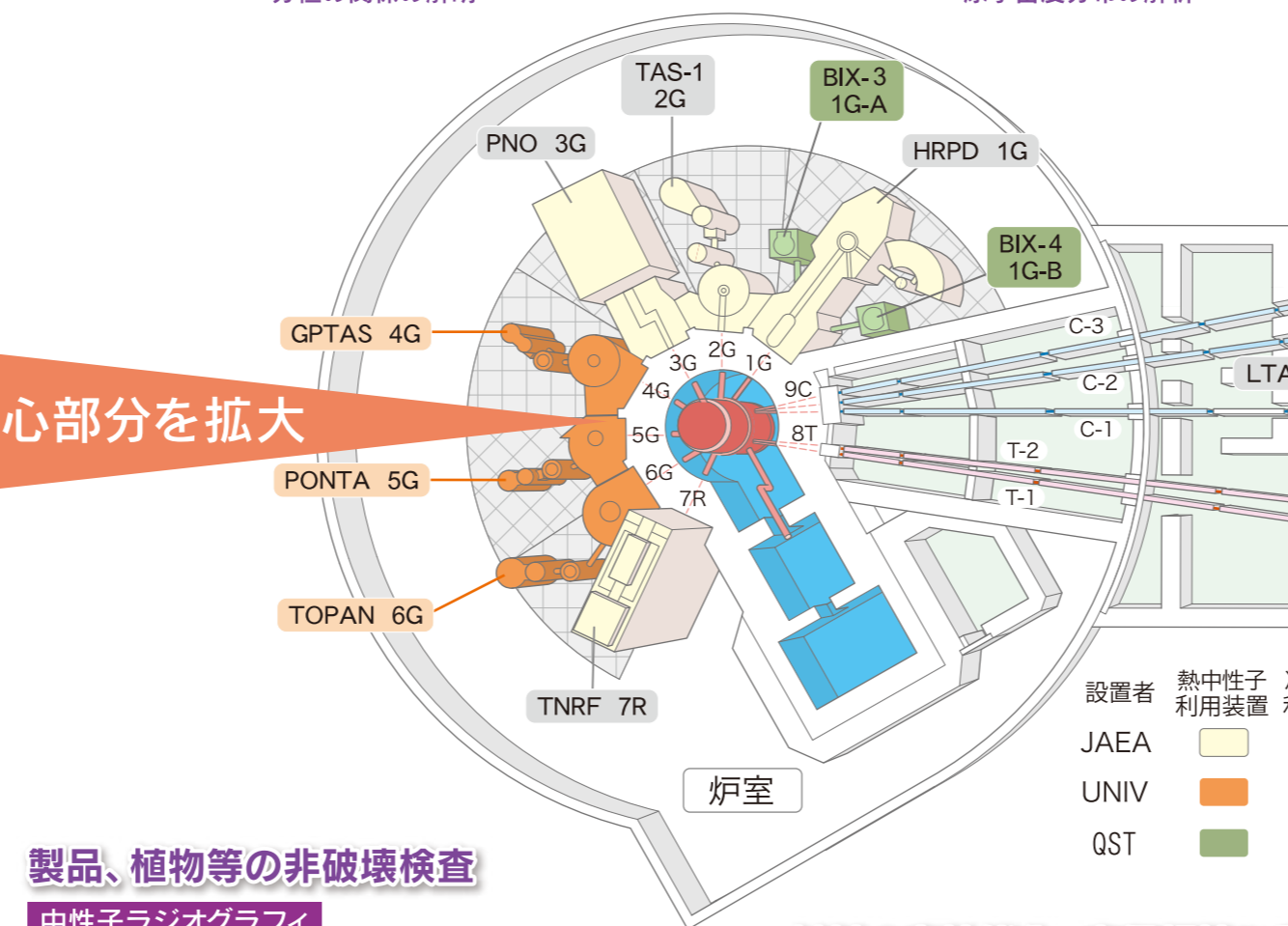
## 次世代を担う機能性材料の構造解明と新物質合成研究に貢献



マルチフェロイック磁性材料の結晶・磁気構造と分極の関係の解明



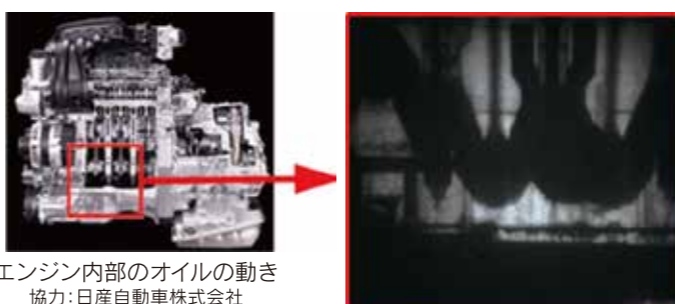
リチウムイオン電池材料の結晶構造と原子密度分布の解析



炉心部分を拡大

## 製品、植物等の非破壊検査

### 中性子ラジオグラフィ

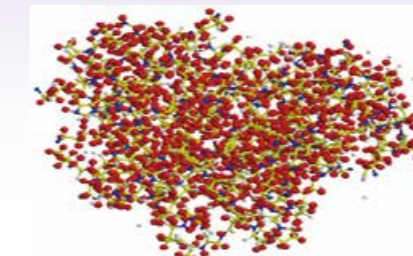


エンジン内部のオイルの動き  
協力:日産自動車株式会社

物質透過性の高い中性子によるイメージングは非破壊検査手法の一つとして用いられ、X線では検出困難な金属内部の可視化に力を発揮します。一方、水素や水などの軽元素には良く吸収・散乱されるため、製品内部の水やオイルの動きを観察することもできます。

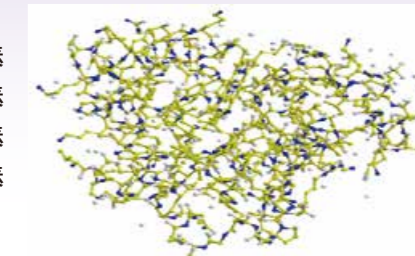
## たんぱく質の機能解明と創薬研究に貢献

### 中性子回折

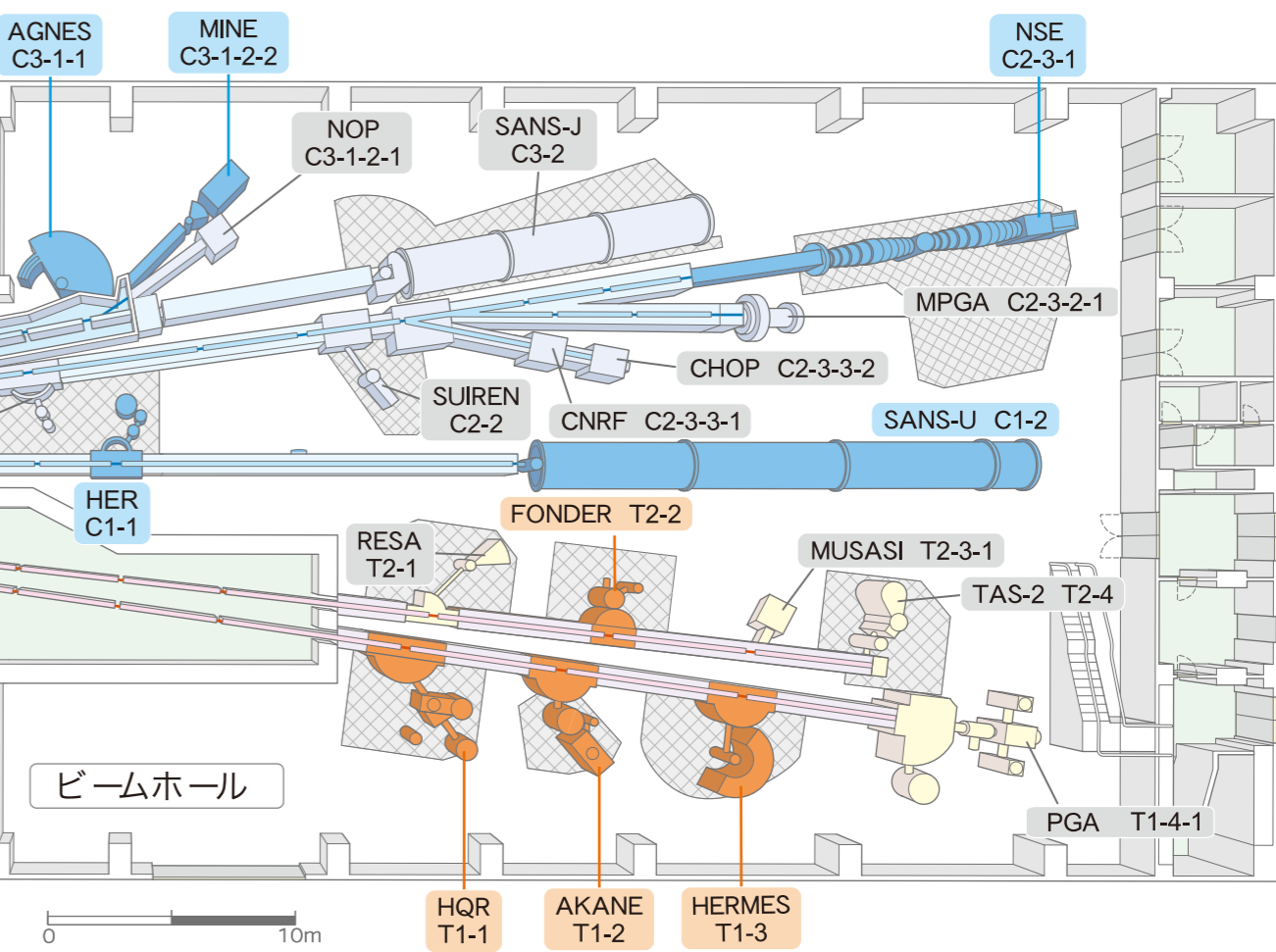


中性子回折によるタンパク質周囲の水分子の観察

### X線回折



窒素 (●)  
炭素 (●)  
酸素 (●)  
水素 (●)

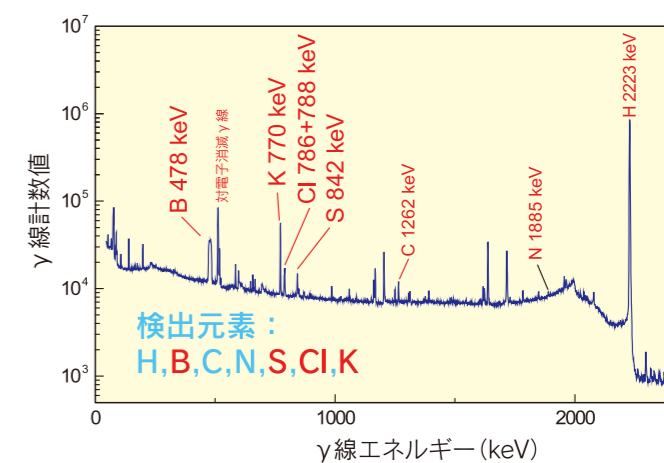


## 材料の高性能化、高信頼性に貢献



### 中性子による残留応力解析

中性子の回折現象を利用して材料中の結晶格子面間隔(原子配列)の変化をひずみの変化として測定する方法です。中性子は高い物質透過性をもつことから、金属機械部品等の内部の応力・ひずみを、非破壊・非接触で測定することができます。実際の工業製品(自動車部品、発電プラント部材等)の材料強度設計や、健全性、信頼性の検査等において盛んに利用されています。



## 軽元素等の非破壊・多元素分析

### 即発ガンマ線分析

中性子が試料を構成する原子核と核反応した瞬間に放出されるγ線(即発γ線)を測定して試料に含まれる元素を高感度に分析する方法です。試料を溶かすことなく、水素、ホウ素、硫黄等の軽元素をはじめとして様々な元素を同時に分析できます。食品・環境試料、隕石、工業材料、考古学試料の分析など幅広い分野に利用されています。