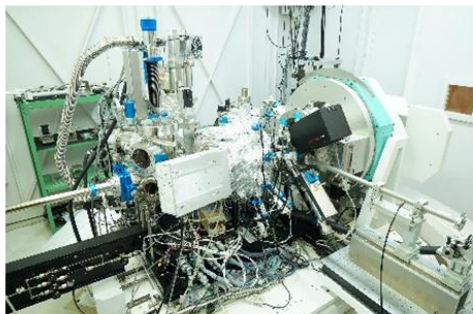


QSTマテリアル先端リサーチインフラ

～ 放射光先端設備共用・実験データ共用 ～



文部科学省マテリアル先端リサーチインフラ実施機関
国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構 (QST)

QSTマテリアル先端リサーチインフラ

国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構（QST）は、大型放射光施設SPring-8に2本の専用ビームラインを所有し、高輝度硬X線を活用した非破壊・顕微・オペランド計測を特色とするナノ構造観察から精密磁性・電子状態分析にわたる装置群を、我が国の研究・開発と産業の競争力強化に活用していただくことを目指しています。

構造観察

国内初、ナノ結晶内部構造の高精度非破壊可視化



コヒーレントX線回折イメージング装置

結晶成長ライブ観察
世界で3台の一つ



表面X線回折計

局所原子配列構造の高速計測を国内初導入



高速2体分布関数計測装置

新規金属水素化物を次々と創成



高温高压プレス装置

世界一の深さ分解能の磁性探査



放射光メスbauer分光装置

機能発現に関わる電子を選んで観測、国内唯一



共鳴非弾性X線散乱装置

磁性・電子状態分析

QSTが受託している文部科学省マテリアル先端リサーチインフラ（ARIM）事業は、全国26機関で最先端共用設備体制と高度な技術支援提供体制を構築するもので、ひとつのハブ機関と複数のスポーク機関からなる重要技術領域が七つ設定されています（<https://nanonet.go.jp/>）。QSTは「量子・電子制御により革新的な機能を発現するマテリアル領域」のスポーク機関です。但し、課題募集は当該領域に限らず広く行っています。設備共用に加え、データの利活用という新たなサービスの提供にも取り組んでいます。

◇利用相談

研究開発の課題をお持ちの場合はお気軽にご相談ください。利用相談には随時無料で応じています。お問い合わせ窓口については、QSTのARIMウェブサイト（<https://www.qst.go.jp/site/arim/>）をご覧ください。

◇課題募集と審査

毎年5月頃に当該年度下期（B期）利用分の、11月頃には次年度上期（A期）利用分の定期課題募集を行います。緊急課題は随時受け付けています。課題申請の前に装置の担当者と十分にお打合せください。担当者は問い合わせ窓口でご紹介いたします。課題は、課題審査委員会で審査され、その採否と利用時間が決められます。

◇その他

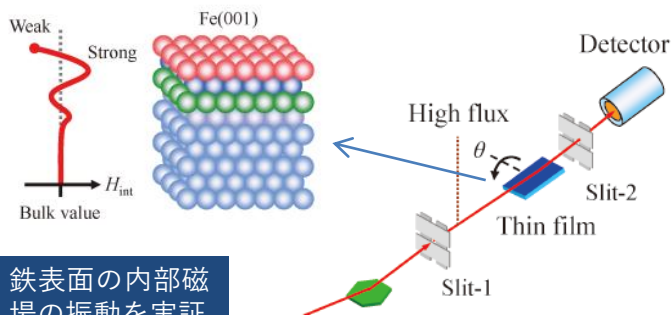
ARIM課題では、設備をどのようにご利用いただいたのか記載した報告書（利用報告書）を提出いただきます。利用報告書は、ARIMの今後の利用に際しての参考とすることを目的に、ARIMセンターハブより公開します。利用報告書の提出・公表がないかたちでのご利用を希望される場合は、QSTの自主事業枠としてのご利用もご検討いただけますので、お問合せください。また、SPring-8利用における所定の成果公開に関する取り扱いの詳細は、QSTのARIMウェブサイトをご覧ください。

マテリアル先端リサーチインフラ事業でのQST登録装置

BL11XU : QST極限量子ダイナミクス | ビームライン QST Quantum Dynamics | BL

放射光メスバウアー分光装置 Synchrotron radiation Mössbauer spectrometer

「メスバウアー分光」とは、材料にガンマ線を照射し、その中の原子核による吸収を測定することで、さまざまな情報を得る手法です。放射光の利用で、一般的な実験室の約10万倍の輝度を持つガンマ線を作ることになり、これまで不可能だった薄膜や微小試料の測定ができるようになりました。原子一層ごとの違いを調べる究極の実験も可能で、超低消費電力の磁気メモリーなどの研究に使われています。

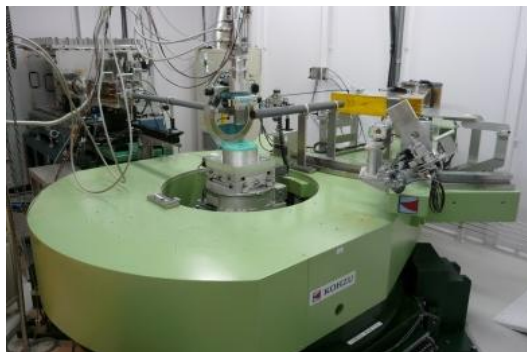


鉄表面の内部磁場の振動を実証

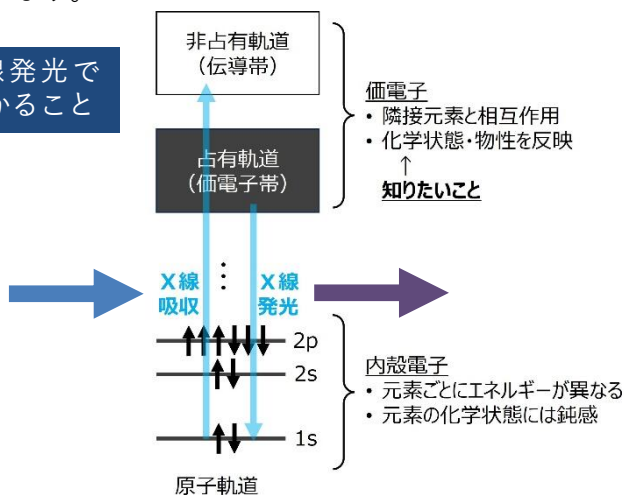
- 放射光から超高輝度14.4 keVの γ 線を発生する核共鳴分光装置を用いて、物質・材料の磁気相互作用、電子状態やスピン配列を局所的に調べることができる。
- 斜入射配置を用いて機能性磁性薄膜の局所磁性探査ができる。
- 集光 γ 線を用いて試料の顕微分析や超高压下の研究ができる。
- 鉄以外の元素については要相談。

共鳴非弾性X線散乱装置 Resonant inelastic X-ray scattering spectrometer

物質の中の電子の状態を、元素ごと、電子軌道ごとに選択して精密に調べることができる装置です。試料にあてるX線のエネルギーと、そのX線を吸収した試料から出てくるX線のエネルギーとの差を調べることで、量子材料をはじめとする様々な物質の情報を得ることができます。高エネルギー分解能のX線吸収測定も可能で、触媒研究などに活用されています。



X線発光でわかること

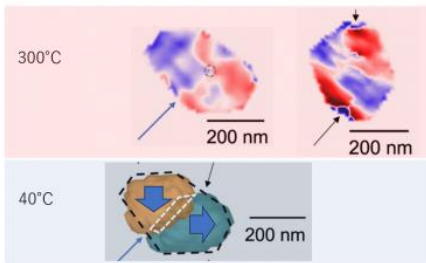
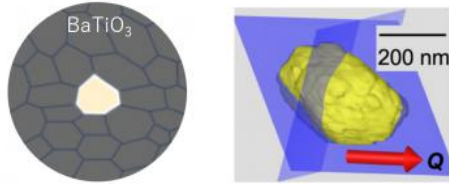


- 入射X線、散乱（発光）X線の双方で最高0.1 eV程度のエネルギー分解能の分光実験が可能。
- 通常のXAFSよりも高エネルギー分解能のXAFS（HERFD-XAFS）やX線発光分光（XES）により、触媒等の詳細な電子状態のオペランド観察が可能。
- 共鳴非弾性X線散乱（RIXS）により、強相関電子系物質等の電子励起の運動量依存性の測定。
- ガス雰囲気下での測定。
- 10 Kから800 Kまでの測定。

コヒーレントX線回折イメージング装置 Diffractometer for coherent X-ray diffraction imaging

放射光から波面のそろったコヒーレントX線を取り出し、ナノ粒子にあてて、その内部の構造を3次的に観察することができる装置です。透過型電子顕微鏡と異なり、試料を加工することなく観察できることがメリットです。透過力の高いX線を使って実際に動いている状態の材料内部のナノ粒子を観察することもできます。

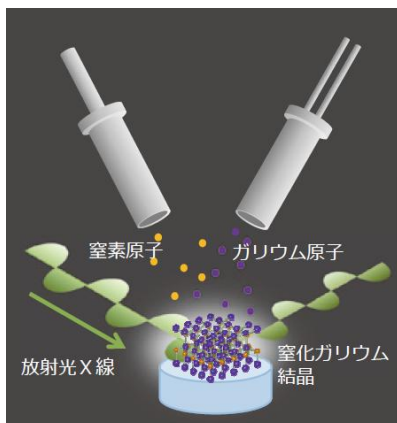
BaTiO₃ セラミクス中ナノ結晶の3次元可視化



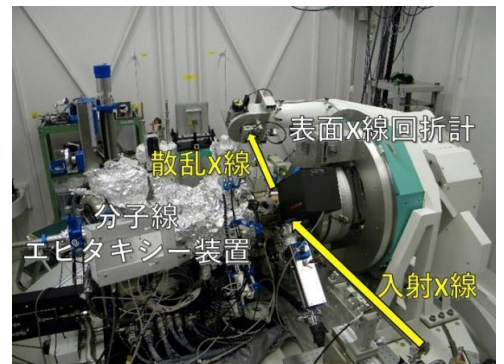
- ・微小結晶粒（粒径：数十nm～数 μ m）を対象に、形状だけでなく、電子顕微鏡では観察が困難な内部構造（歪分布や欠陥、空洞、ドメイン等）を非破壊で3次元可視化できる。
- ・硬X線領域のブラッグ反射を用いたコヒーレントX線回折イメージング法。
- ・試料温度は室温～1100°Cの範囲で設定可能。その他の試料環境制御は要相談。

表面X線回折計 Surface X-ray diffractometer

発光素子やパワーデバイスなどに使われる窒化物半導体の薄膜を、分子線エピタキシーという方法で作りながら、高輝度の放射光X線で成長の様子をライブ観察できる装置です。良質な半導体材料の製造法の開発や、ナノワイヤなど新材料の研究に活用されています。



窒化ガリウムの結晶成長を観察



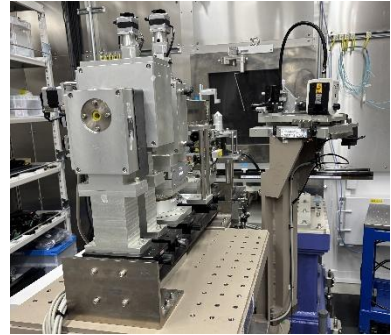
- ・半導体ヘテロ構造や多層膜、半導体量子ドット結晶やナノワイヤなどの成長過程について、原子が一層ずつ積み上がってゆく様子を、表面X線回折法によってリアルタイム観察できる。
- ・原子状窒素を利用する分子線エピタキシー法により、GaNやInNなどの窒化物半導体の成長を行うことができる。
- ・良質な電子材料の作製をサポート。

高速2体分布関数計測装置

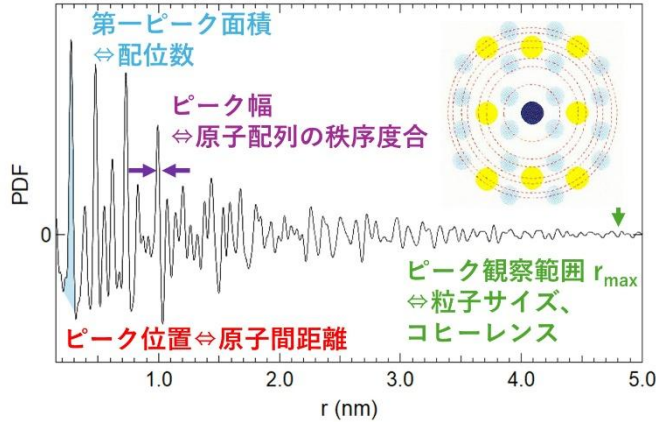
*2026年3月まではBL22XU : JAEA重元素科学ビームライン

Diffraction for rapid-acquisition pair distribution function measurement

試料にX線を当て、出てくる散乱（回折）X線を広い角度範囲で測定し、ある原子からどれくらいの距離のところにも他の原子がいるかを調べて、結晶の平均構造からのずれや局所構造を解明します。高速な測定が可能で、化学反応やガスの吸蔵・放出による構造変化をリアルタイムで観察でき、材料開発に使われています。



2体分布関数からわかること



- 結晶の平均構造からのずれや局所構造を評価できる原子2体分布関数（PDF）の導出に必要な測定を高速に行う。
- 最高70 keVの高エネルギーX線の利用により、最大 $Q = 27 \text{ \AA}^{-1}$ までのX線全散乱測定が可能。約100 Åまでの距離相関のPDFが導出可能。
- 低温測定や1 MPa未満の水素雰囲気での水素吸蔵・放出のその場観察が可能。
- 計測一点につき数分程度。

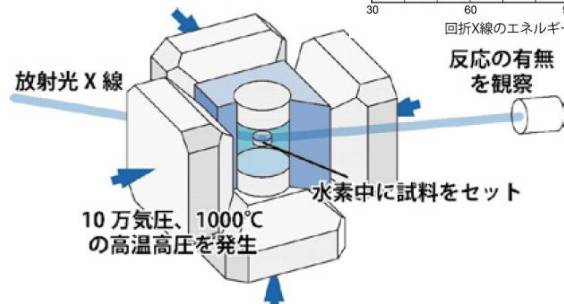
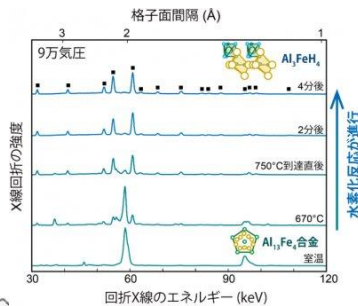
BL14B1 : QST極限量子ダイナミクスII ビームライン QST Quantum Dynamics II BL

高温高圧プレス装置 High-pressure and high-temperature X-ray diffractometer

非常に高い温度・圧力の条件下で材料の性質変化や化学反応を引き起こし、その様子を放射光を使ってリアルタイムに観測できる装置です。水素貯蔵材料などエネルギー材料の合成に多くの実績があります。試料構成の標準化や測定の自動化が進んでおり、試料を持ち込むだけですぐに実験できるようになっています。



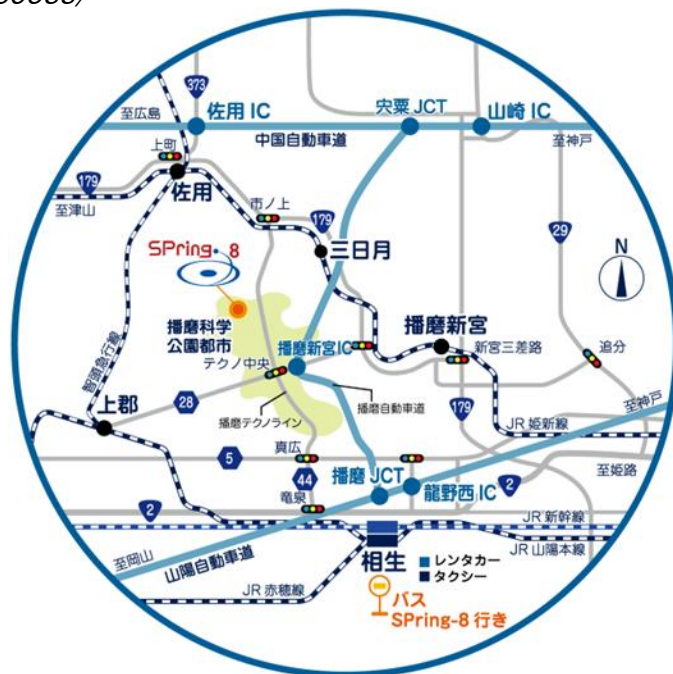
金属の水素化反応の観察



- 高圧高温下での材料の状態変化や反応の進行を、白色X線を用いたエネルギー分散型X線回折法によって観察できる。
- 圧力10万気圧まで、温度2000°C程度までの発生が可能。
- 10万気圧、1000°C程度までの超高压高温の水素雰囲気発生ができ、金属水素化反応のその場観察による新規水素貯蔵材料の探査に活用。

SPring-8へのアクセス Access to SPring-8

http://www.spring8.or.jp/ja/about_us/access/



JR線とバスでのアクセス

- ・山陽新幹線・山陽本線 相生駅からバスで40分

お車でのアクセス

- ・播磨自動車道 播磨新宮ICから 5分
- ・山陽自動車道 龍野西ICから 30分
- ・中国自動車道 佐用ICから 20分
山崎ICから 30分

お問い合わせ先

QST ARIM事務局

〒679-5148 兵庫県佐用郡佐用町光都1丁目1-1
1-1-1 Kouto, Sayo-cho, Sayo-gun, Hyogo 679-5148, Japan
Phone: 0791-27-0606, Fax: 0791-58-0311
E-mail: [qst_arim\[at\]qst.go.jp](mailto:qst_arim[at]qst.go.jp)

Website: <https://www.qst.go.jp/site/arim/>



SPring-8/SACLAの全景提供：理化学研究所