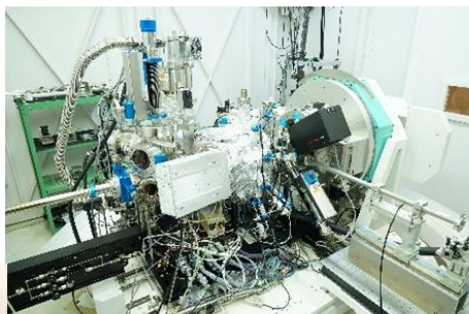


QSTマテリアル先端リサーチインフラ

Advanced Research Infrastructure for Materials and Nanotechnology in QST

～ 放射光先端設備共用・実験データ共用 ～

～ *Sharing of Advanced Synchrotron Radiation Equipments and Experimental Data* ～



文部科学省マテリアル先端リサーチインフラ実施機関

A Spoke Organization of Advanced Research Infrastructure for Materials and Nanotechnology in Japan

国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構(量研)





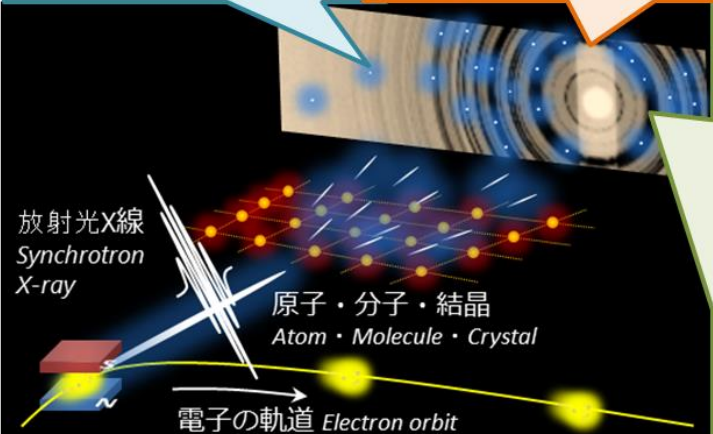


National Institutes for Quantum Science and Technology (QST)

QSTマテリアル先端リサーチインフラ

Advanced Research Infrastructure for Materials and Nanotechnology in QST

国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構(量研)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、放射光科学研究センターにおいて先端的な放射光利用技術の開発を行っています。QSTは文部科学省マテリアル先端リサーチインフラ(ARIM)事業を受託し、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として、これらの技術を広く産官学の研究者に活用していただくことを目指しています。物質による放射光の散乱・回折・吸収現象を利用した結晶構造、局所構造、電子状態等の解析、および、それらのデータの共用を支援しています。

National Institutes for Quantum Science and Technology (QST), manages two contract beamlines at SPring-8, a large synchrotron radiation facility, and QST's Synchrotron Radiation Research Center is developing advanced synchrotron techniques. QST has been designated by MEXT Advanced Research Infrastructure for Materials and Nanotechnology in Japan (ARIM) as a spoke organization in the special area "materials using quantum and electronic control to perform innovative functions". QST makes available the techniques described below for researchers from universities, companies, and public research organizations. We support analyses of crystal structures, local structures, electronic states, by using scattering, diffraction and absorption of synchrotron radiation.

<h3>散乱 Scattering</h3>  <p>共鳴非弾性X線散乱 Resonant inelastic X-ray scattering</p>	<h3>吸収 Absorption</h3>  <p>放射光穆斯バウアー分光 Synchrotron radiation Mössbauer spectroscopy</p>	 <p>コヒーレントX線回折 イメージング Coherent X-ray diffraction imaging</p>	<h3>回折 Diffraction</h3>  <p>表面X線回折 Surface X-ray diffraction</p>
 <p>放射光X線 Synchrotron X-ray</p> <p>原子・分子・結晶 Atom・Molecule・Crystal</p> <p>電子の軌道 Electron orbit</p>		 <p>高速2体分布関数計測 Rapid-acquisition pair distribution function measurements</p>	 <p>高温高圧プレス High-pressure and high-temperature</p>

◇利用相談 Consultation

研究開発を進める上で技術的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、および、最新情報については、QSTのARIMウェブサイトをご覧ください。 <https://www.qst.go.jp/site/arim/>

Please do not hesitate to contact us if there is any way we may be able to help with solutions to your R&D needs. Consultations with scientists or technicians of QST are available at any time, free of charge. Please refer to the QST-ARIM website <https://www.qst.go.jp/site/arim-english/> for contact details and the latest information.

◇公開利用とその他の利用について Non-proprietary research proposals and others

マテリアル先端リサーチインフラ事業で支援される課題は成果公開とします。成果非公開の課題は量研の自主事業で支援されます。

Only non-proprietary research proposals are accepted in the ARIM program. Proprietary research proposals can be accepted under QST's shared-use program.

◇ 課題募集 Calls for research proposals

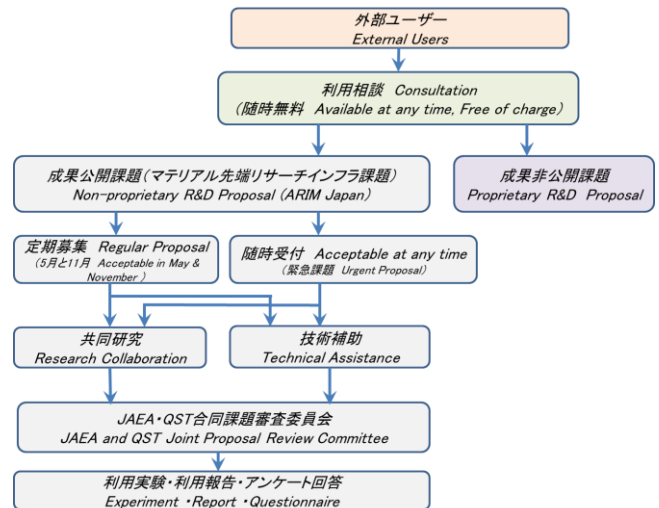
・マテリアル先端リサーチインフラ事業の登録装置のご利用をご希望の方には、ご利用を希望される装置毎に課題申請書の提出をお願いしております。

・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っています。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わせください。担当者は問い合わせ窓口でご紹介いたします。利用形態は共同研究または技術補助とします。ご相談ください。

・ARIM課題(成果公開課題)は、JAEAとQSTの合同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。

Calls for proposals are held in May for experiments in the second half of the fiscal year, and in November for the first half of the following fiscal year. Urgent research proposals are welcome at any time. Only one experimental equipment can be used under a single research proposal. If multiple equipments are necessary, please make an individual research proposal for each equipment. Please contact the person in charge of the relevant equipment before submitting a proposal. There are two types of user supports: "Research Collaboration" and "Technical Assistance". Please contact us about the differences. ARIM proposals (non-proprietary proposals) are reviewed by the JAEA and QST joint proposal review committee.



◇ 報告の提出 Report submission

実験実施後、所定の期日までに実施内容・結果などを記した利用報告をしていただきます。利用報告は次年度にARIMj事業のウェブサイトで公開されます。

After conducting the experiments, please submit a user report by the specified deadline, including details of the experiment and its results. The user report will be published on the ARIM web in the next fiscal year.

◇ データの登録 Data registration

装置の共用により得られたデータは、利活用しやすい形に構造化して蓄積されます。可能な限りデータ登録をお願いします。登録された構造化データは公開猶予期間内は研究チームのみがアクセスできます。公開猶予期間終了後は、ARIM事業内で共用されます。その後、ARIM事業外にも共用されます。

Data obtained through shared use of the equipment can be structured and stored in an easily usable format. QST encourages users to register your data as much as possible. Structured data that has been registered will only be accessible to the research team during the embargo period. After the embargo period is over, the structured data will be shared within the ARIM project. After that, it may be shared for public use beyond the ARIM project.

◇ 成果の公開 Publication of research results

SPring-8で成果公開課題を実施した場合、実施期終了後3年以内に、以下①から③のいずれかの成果公表を行い、JASRIの研究成果データベースに登録しなければなりません。① SPring-8課題番号が明記されている査読付き論文、査読付きプロシーディングス、博士学位論文、② SPring-8/SACLA利用研究成果集、③ JASRIが認めた公開技術報告書。

SPring-8 users who have performed a non-proprietary experiment are required to publish their results in the either form of ① a refereed journal article (including refereed proceedings and dissertations), or ② a SPring-8/SACLA Research Report, refereed by JASRI, or ③ a technical journal article approved by JASRI. At least one publication must be registered in the SPring-8 Publications Database within three years from the end of the half-year research term during which the experiment was carried out.

◇ 取扱手数料と利用料金 Handling charge and usage fee

課題の実験が全て終了後に、取扱手数料と利用料金をお支払いいただきます。データを登録されない場合、利用料金は高くなります。最新の詳しい料金情報については、QSTのARIMウェブサイトをご覧ください。https://www.qst.go.jp/site/arim/

After all experiments of your research proposal were conducted, a handling charge and a usage fee are incurred. If you do not register any data higher usage fee is applied. For the latest information of them, please refer to the QST-ARIM website: https://www.qst.go.jp/site/arim-english/.

マテリアル先端リサーチインフラ事業でのQST登録装置 *Registered QST Shared-Use Equipments*

BL11XU: QST極限量子ダイナミクス I ビームライン *QST Quantum Dynamics I Beamline*

放射光メスバウアー分光装置 *Synchrotron radiation Mössbauer spectroscopy station*

- 放射光から超高輝度14.4keV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。
 - 集光したメスバウアー γ 線を用いて、試料の微小部の顕微分析や試料空間が $10\mu\text{m}$ 程度に限定される超高圧下の物質状態の研究を実施できる。
 - 回折法を用いた結晶サイト選択的な磁気構造解析や斜入射配置のメスバウアー分光法を用いて機能性磁性薄膜を局所磁性探査できる。
 - 鉄以外にニッケルを対象元素とした観察が可能。それ以外の元素については要相談。
- 利用例: 超高圧下の地球関連物質の化学状態分析、金属薄膜の表面界面の局所磁性探査等。



- A nuclear resonance spectrometer that generates ultra-high-brilliant 14.4 keV Mössbauer γ -rays from synchrotron radiation enables local analysis of magnetic interactions, electronic states, and spin configurations of functional substances and materials.*
 - Focused Mössbauer γ -rays allow microscopic analysis of tiny parts of a sample and study of material states under ultrahigh pressure, whose sample space is limited to around $10\mu\text{m}$.*
 - Crystal site-selective magnetic structure analysis using a diffraction method and local magnetism survey of magnetic thin film using grazing incidence Mössbauer spectroscopy can be used.*
 - Ni is also observable. Consultation is required for other elements.*
- Typical application: Chemical analysis of earth-related materials under ultrahigh pressure, study of local magnetism on surface/interface of functional magnetic thin films etc.*

共鳴非弾性X線散乱装置 *Resonant inelastic X-ray scattering spectroscopy station*

- 入射X線、散乱(発光)X線の双方のエネルギーを0.1 eV程度のエネルギー分解能でX線分光実験が可能な装置。
 - 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その場観察実験が可能。
 - 4軸回折計配置で共鳴非弾性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が測定できる。
 - 試料温度は10 Kから800 Kまで。
- 利用例: 遷移金属化合物における電荷・スピン・軌道励起の観測、触媒や電池電極材料のオペランド電子状態解析。

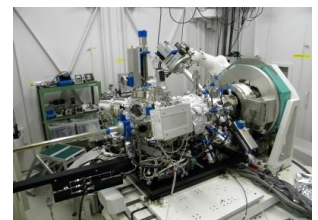


- This device enables X-ray spectroscopy experiments with an energy resolution of about 0.1 eV for both incident X-rays and scattered (emitted) X-rays.*
 - In-situ observation of electronic states of catalytic materials is possible by high-energy resolution fluorescence detected X-ray absorption spectroscopy (HERFD-XAS) and X-ray emission spectroscopy (XES).*
 - Using a resonant inelastic X-ray scattering (RIXS) technique, momentum-dependent electronic excitations can be measured in a four-circle geometry.*
 - Sample temperatures of 10–800 K are available.*
- Typical applications: Observation of charge, spin, and orbital excitations in transition-metal compounds, Operando analysis of electronic states in catalysts and electrodes.*

表面X線回折計 *Surface X-ray diffractometer*

- 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装置。
 - 原子状態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成をサポート。
- 利用例: 半導体量子ドット、半導体多層膜の成長過程のリアルタイム解析。
バーチャルラボツアー(YouTube) <https://www.youtube.com/watch?v=SblQEDmibS0>

- This device enables real-time and in-situ observation using X-ray diffraction, making it ideal for studying growth processes of semiconductor heterostructures, multilayer films, quantum dots, and nanowires.*
 - The growth of semiconductor nitrides such as GaN and InN is possible by using molecular beam epitaxy (MBE) with RF generated atomic nitrogens (RF-MBE).*
 - This supports the creation of high-quality electronic materials.*
- Typical application: Real-time analysis of growth processes for semiconductor quantum dots and semiconductor multilayer films.*



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

高温高圧プレス装置 High-pressure and high-temperature apparatus

- ・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装置。
 - ・圧力10万気圧まで、温度2000°C程度までの発生が可能。
 - ・材料の高温高圧合成をサポート。
 - ・10万気圧、1000°C程度までの超高圧高温の水素雰囲気発生もでき、高温高圧下の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されている。
- 利用例: 高圧下での金属水素化合物形成過程のその場観察。



- ・ This device allows observation of changes in material state and reaction progress under high pressure and high temperature using energy-dispersive X-ray diffraction with white X-rays.
- ・ This device can generate pressures up to 100,000 atmospheres and temperatures up to around 2000°C
- ・ This supports high-temperature and high-pressure synthesis of materials.
- ・ It can also generate a high-pressure and high-temperature hydrogen atmosphere of up to 100,000 atmospheres and around 1000°C, which is utilized for exploring new hydrogen storage materials through in-situ observation of metal hydrogenation reactions under high-temperature and high-pressure conditions.

Typical application: In-situ observation of formation processes of metal hydrides under high pressure

BL22XU: JAEA重元素科学 I ビームライン JAEA Actinide Science I Beamline

高速2体分布関数計測装置

Diffraction for rapid-acquisition pair distribution function measurements

- ・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装置。
 - ・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であり、約100 Åまでの距離相関のPDFが導出可能。
 - ・窒素吹付冷凍機を用いた低温測定、および、1 MPa未満の水素と窒素ガス雰囲気でのその場観察が可能。
 - ・計測一点につき数秒～数分で実施できる。
- 利用例: 水素貯蔵合金、負の熱膨張材料など。



- ・ This device rapidly performs the measurements necessary for deriving the atomic pair distribution function (PDF), which allows evaluation of deviations from the average structure and local structure of crystals.
- ・ Using high-energy X-rays up to 70 keV, this device can perform X-ray total scattering measurements with a maximum Q of 27 \AA^{-1} , allowing derivation of PDF distance correlations up to about 100 Å.
- ・ This device allows low-temperature measurements using an open-flow cryogenic gas cooler, as well in-situ observation under hydrogen and nitrogen gas atmospheres of less than 1 MPa
- ・ Measurements can be performed in several seconds to several minutes per measurement point.

Typical applications: Hydrogen absorbing materials, negative thermal expansion materials.

コヒーレントX線回折イメージング装置

Diffraction for coherent X-ray diffraction imaging

- ・微小結晶粒(粒径: 数十nm～数 μm)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次元可視化できる装置。
 - ・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を利用する。
 - ・各種ナノ材料の評価をサポート。
 - ・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。
- 利用例: 100～500 nm級チタン酸バリウムナノ結晶粒子一粒の3次元可視化、40 nm級パラジウムナノ結晶粒子一粒の3次元可視化。

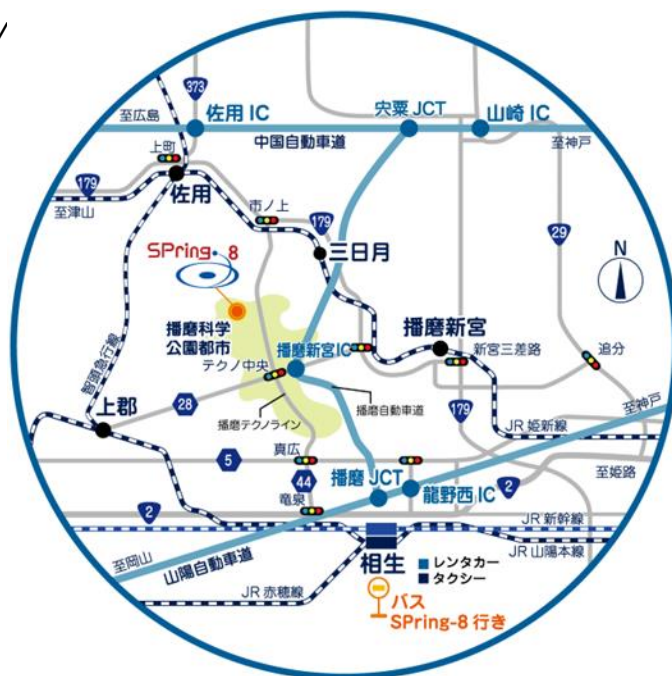


- ・ "This device allows non-destructive 3D visualization of the internal structures (such as strain distribution, defects, voids, and domains) of nanocrystals (with grain sizes ranging from tens of nanometers to several micrometers) that are difficult to observe with electron microscopy, as well as their shapes.
 - ・ This method uses coherent X-ray diffraction imaging based on Bragg reflections in the hard X-ray region.
 - ・ This supports evaluations of nano-size materials.
 - ・ Please consult for the sample environment control. Sample temperature is controllable from a room temperature to around 1100°C.
- Typical applications: Three-dimensional visualization of 100–500 nm barium titanate nanocrystals. Three-dimensional visualization of 40 nm palladium nanocrystals.

SPring-8へのアクセス Access to SPring-8

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

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



JR線とバスでのアクセス Access by JR-WEST railroad lines and bus routes

- 山陽新幹線・山陽本線 相生駅からバスで40分
40 minutes by bus from Aioi Station, JR-WEST San-yo Shinkansen line/JR-WEST San-yo line

お車でのアクセス Access by Car

- 播磨自動車道 播磨新宮ICから 5分 5 minutes from Harima-Shingu Exit, Harima Expressway
- 山陽自動車道 龍野西ICから 20分 20 minutes from Tatsuno-Nishi Exit, San-yo Expressway
- 中国自動車道 佐用ICから 20分 20 minutes from Sayo Exit, Chugoku Expressway
- 山崎ICから 40分 40 minutes from Yamasaki Exit, Chugoku Expressway

お問い合わせ先 Contact information

QST ARIM事務局

QST ARIM Office

〒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: +81-791-58-2641, Fax: +81-791-58-0311

E-mail: [qst_arim\[at\]qst.go.jp](mailto:qst_arim[at]qst.go.jp)

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

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



SPring-8/SACLAの全景 Panoramic view of SPring-8/SACLA

提供: 理化学研究所 Courtesy of RIKEN

マテリアル先端リサーチインフラは、文部科学省の事業として運営されています。

“Advanced Research Infrastructure for Materials and Nanotechnology in Japan” is a program sponsored by the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT) of Japan.