

# 附属物質創成研究センター

Center for New Materials Research

附属物質創成研究センターは、物性研究の発展を牽引する新物質の創成を目的とする研究センターである。物性研究の対象となる物質系の拡張、計算機を活用した新たな物質創成手法の確立、大気中で安定でない物質の物性解明体制の構築など、さまざまな切り口に基づく物質開拓研究を通じて新物質を高効率に発見する研究サイクルの形成を目指す。これらの成果を物質科学コミュニティに広く還元するとともに、合成・評価・測定に関する全国共同利用を担う7実験室を運営する。これらの取り組みを通じて、物質合成を行う国内外の研究グループの連携拠点となり、物性研究の新たな展開を切り拓く強力な物質群「ネクスト・ペロブスカイト」の発見に貢献する。

The Center for New Materials Research advances condensed matter physics through the discovery and creation of novel materials. Through diverse and complementary approaches, including the expansion of material systems under study, the development of new materials design methods utilizing supercomputers, and the establishment of capabilities to investigate materials unstable in air, the Center aims to establish an efficient and integrated cycle of materials discovery. The outcomes of this cycle are broadly shared with the materials science community, while the Center also supports joint research through seven sections dedicated to materials synthesis, characterization, and measurement, serving as a collaborative hub for domestic and international research groups. Through these efforts, the Center contributes to the discovery of next-generation perovskites, a powerful class of materials that opens new directions in condensed matter physics.

---

センター長 岡本 佳比古  
Leader OKAMOTO, Yoshihiko

---

# 岡本研究室 Okamoto Group

## 研究テーマ Research Subjects

- 1 特異な量子現象・革新的な電子機能を示す結晶性固体の新物質探索  
Exploration of new materials that exhibit novel quantum phenomena and innovative electronic functions
- 2 新奇  $d \cdot f$  電子系物質の開拓  
Exploration of novel  $d$ - and  $f$ -electron systems
- 3 際立った電子物性を示す物質開拓手法の確立  
Establishment of methods of discovering novel materials with outstanding electronic properties



教授 岡本 佳比古  
Professor OKAMOTO, Yoshihiko

専攻 Course

新領域物質系

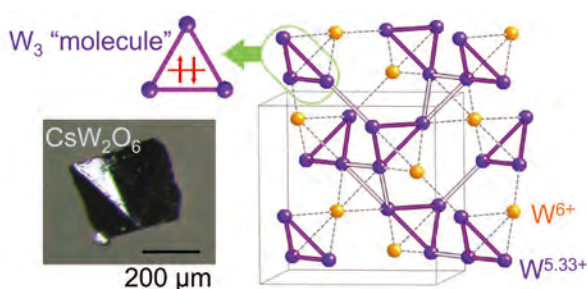
Adv. Mat., Frontier Sci.



助教 大熊 隆太郎  
Research Associate  
OKUMA, Ryutaro

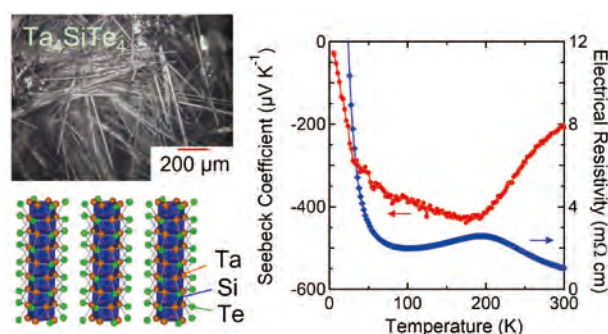
新物質の発見は、物質の性質を理解する学問：物性物理学の進化に大きく貢献する可能性をもつ。我々の研究グループでは、新奇な量子現象や革新的な電子機能を示す結晶性固体の新物質の発見を目指す。遷移金属を含む無機化合物を中心に、あらゆる元素を含む物質を対象として、超伝導、磁性、エネルギー変換、電子自由度、体積機能、幾何学的フラストレーション、トポロジ、スピン軌道結合といった様々なキーワードを見据えながら、さまざまな合成手法を組み合わせた物質開拓を行うことによりこの目標を達成する。例えば、高い対称性を有しながら複雑な結晶構造をもつ新物質や、究極の低次元結晶といえる新物質を創ることで、従来の枠組みで説明できない性質をもつ新超伝導体、高効率なエネルギー変換材料、これまでにない電子スピンの配列をもつような新奇磁性体を開拓する。

The discovery of new materials has the potential to drive advances in condensed matter physics. Our research group aims to discover novel crystalline materials that exhibit outstanding quantum phenomena and innovative electronic functionalities. Focusing primarily on inorganic compounds containing transition metal elements, we explore a wide range of materials by combining various synthetic methods, guided by key concepts such as superconductivity, magnetism, energy conversion, electronic degrees of freedom, volume-related functionalities, geometrical frustration, electronic topology, and spin-orbit coupling. For example, by creating materials that possess high symmetry yet complex crystal structures, or those that realize ultimate low-dimensionality, we aim to discover unconventional superconductors, high-efficiency energy materials, and novel spin systems with unprecedented spin arrangements.



立方晶物質  $\text{CsW}_2\text{O}_6$  における正三角形の“分子”形成。

Regular-triangular “molecule” formation in a cubic material  $\text{CsW}_2\text{O}_6$ .



低温で高い熱電変換性能を示す新材料候補：一次元ファンデルワールス結晶  $\text{Ta}_4\text{SiTe}_4$ 。

A thermoelectric material for low temperature applications: one-dimensional van der Waals crystal  $\text{Ta}_4\text{SiTe}_4$ .



# 廣瀬研究室

Hirose Group

## 研究テーマ Research Subjects

- 1 計算科学と精密合成の融合：機能性分子の合理的設計と実証  
Synergy of Theory and Synthesis: Rational Design and Realization of Functional Molecules
- 2 構造特異性が導く光物性：キラル  $\pi$  共役系の創製と円偏光機能  
Chiroptical Properties from Unique Structures: Creation of Chiral  $\pi$ -Conjugated Systems
- 3 分子集積による機能創発：階層的な超分子アーキテクチャの構築  
Emergent Functions via Assembly: Construction of Hierarchical Supramolecular Architectures
- 4 外場応答の物質科学：光・電磁場・力学相互作用に基づく機能デザイン  
Science of Field-Responsive Materials: Functional Design via Light, Electric Fields, and Mechanical Properties



准教授 廣瀬 崇至  
Associate Professor HIROSE, Takashi

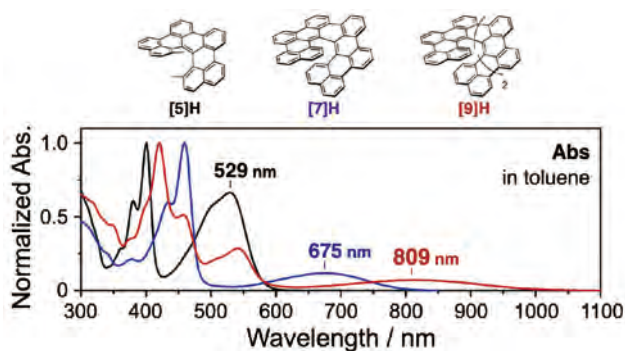
専攻 Course

新領域物質系

Adv. Mat., Frontier Sci.

「らせん」と「キラリティ」は、自然界に普遍的に見られる生命の根源的な構造である。本研究室では、計算科学と精密有機合成を融合し、独自のらせん状  $\pi$  共役分子を生み出すことで、次世代の光・電子機能を担う革新的な物質創成に挑んでいる。

具体的には、特異な電子構造に由来する狭い HOMO-LUMO ギャップを持つ分子ワイヤーや、高度な円偏光選択性を示すキラル分子材料、非線形な力学応答を示す分子ばね、階層的超分子集合体の構築によるスピン選択的電荷輸送の実現など、構造と物性の相関を深く解明する。「分子を自在にデザインし、機能を引き出す」ことを究極の目標に掲げ、単分子から集合構造に至るまで、キラリティと外場応答を鍵とした次世代の分子科学を開拓する。



ポリエン状の電子構造を内包した  $\pi$  拡張型らせん状分子。顕著に狭い HOMO-LUMO ギャップに由来する近赤外光応答を示し、導電性キラル分子としての応用が期待される。[Nat. Commun., **13**, 1475 (2022).]

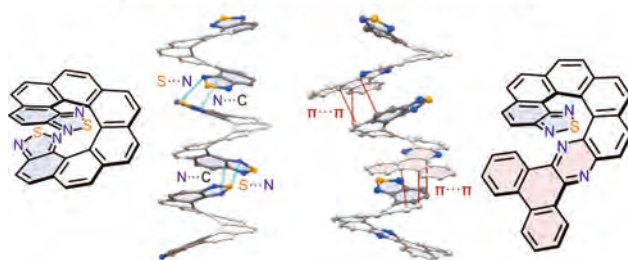
Featuring a polyene-like internal structure, this  $\pi$ -extended helix exhibits a remarkably narrow HOMO-LUMO gap and near-infrared response. It holds great potential as a conductive chiral molecular wire. [Nat. Commun., **13**, 1475 (2022).]

Inspired by the fundamental structures of life—helices and chirality—we are dedicated to creating innovative materials that drive next-generation optoelectronic functions.

Our group engages in the design of multifunctional materials centered on unique helical  $\pi$ -conjugated molecules by synergizing computational chemistry and precision organic synthesis. Specifically, we deeply explore the critical correlations between molecular structure and physical properties. Our research highlights include the development of molecular wires featuring remarkably narrow HOMO-LUMO gaps derived from distinct electronic structures, and chiral materials that exhibit highly selective responses to circularly polarized light.

Furthermore, we extend our exploration to mechanical and magnetic functionalities. This includes "molecular springs" that exhibit non-linear mechanical responses to stress, and the realization of spin-selective charge transport via the construction of hierarchical supramolecular architectures. With the goal of "tailoring molecules at will to unlock their full functional potential," we control materials from single molecules to organized structures. We aim to pioneer a new era of molecular science, with chirality and field-responsiveness as the key drivers.

## Face-to-Face Helical Polar Columns



Designed by End-Functionalization of Helicenes

末端修飾により Face-to-Face 型に積層したらせん状分子のキラルカラムナー構造。分子間相互作用の制御で伝導キャリア（電子 / 正孔）が切り替わり、らせん軸方向への選択的輸送特性を示す。[J. Am. Chem. Soc., **147**, 25978 (2025).]

Face-to-face stacked chiral columnar structures consisting of helical molecules designed by terminal modification. Controlling intermolecular interactions switches the charge carriers (electron/hole), demonstrating selective transport properties along the helical axis. [J. Am. Chem. Soc., **147**, 25978 (2025).]



[https://www.issp.u-tokyo.ac.jp/maincontents/organization/labs/hirose\\_group.html](https://www.issp.u-tokyo.ac.jp/maincontents/organization/labs/hirose_group.html)

## 山浦研究室

Yamaura Group

## 研究テーマ Research Subjects

- 1 結晶構造の観点から行う物性研究  
Research of physical properties from the viewpoint of crystal structure
- 2 量子ビームを用いたマルチプローブ・マルチスケール解析  
Multi-probe and multi-scale analysis using quantum beams
- 3 新機能性材料の学理と探索  
Science and exploration of new functional materials



准教授 山浦 淳一  
Associate Professor YAMAURA, Jun-ichi

専攻 Course

新領域物質系

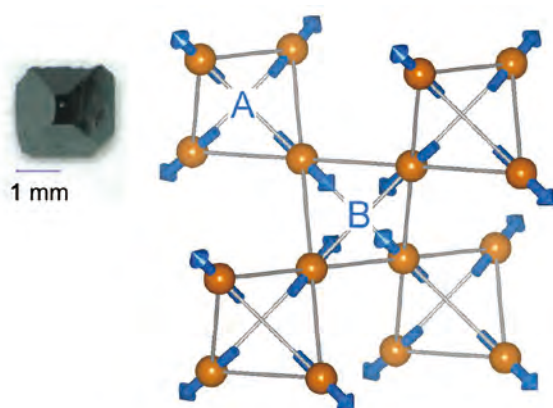
Adv. Mat., Frontier Sci.



助教 塩谷 太基  
Research Associate  
SHIOTAI, Taiki

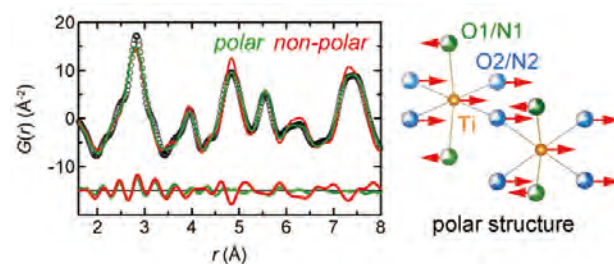
私たちの研究室では、機能性材料の構造物性研究を行なっている。構造物性とは、物質研究の出発点となる結晶構造をベースに物質の性質を明らかにする分野である。実験室系だけでなく、放射光や中性子などの様々な量子ビームを多角的に活用し、かつ、幅広い原子スケールで物質の様々な側面を明らかにする量子マルチプローブ・マルチスケール解析を行い、機能発現機構の本質を理解することに努めている。扱う対象は、新規の超伝導体や磁性体などの基礎材料から、誘電体、半導体、太陽電池などの応用材料までを幅広く手掛けている。機能解明だけでなく、より高い性能を引き出すにはどうすればよいかも考えつつ、「作って測って楽しい研究」をモットーに日々の研究を進めている。

Our laboratory conducts research on the structural physics of functional materials. Structural physics is a field that clarifies the properties of materials based on the crystal structures, which are the starting point for materials research. By utilizing not only laboratory systems but also various quantum beams like synchrotron radiation and neutrons from multiple perspectives, we work to understand the fundamentals of the mechanism of functional expression through quantum multi-probe and multi-scale analysis that reveals various aspects of materials on a wide range of atomic scales. We focus on a broad range of topics, including practical materials like dielectrics, semiconductors, and solar cells as well as fundamental materials like new superconductors and magnetic materials. Under the guiding principle of "research that is pleasant to create and measure," we do our everyday research while considering how to clarify functions and achieve improved performance.



金属絶縁体転移を起こす  $\text{Cd}_2\text{Os}_2\text{O}_7$  において  $-46^\circ\text{C}$  以下で出現する all-in-all-out と呼ばれる非常に対称性の高い美しいスピン配列。放射光を用いた共鳴 X 線磁気散乱で明らかにされた。

A highly symmetric and beautiful spin arrangement called all-in-all-out appears below  $-46^\circ\text{C}$  in  $\text{Cd}_2\text{Os}_2\text{O}_7$ , which undergoes a metal-insulator transition. Resonant X-ray magnetic scattering using synchrotron radiation revealed this spin arrangement.



中性子を用いた 2 体相関分布関数解析 (左) から導き出した高誘電体  $\text{LaTiO}_2\text{N}$  の極性 (polar) ナノ構造 (右)。矢印は非極性 (non-polar) 構造からの変位を示している。

Two-body correlation distribution function analysis using neutrons (left). Polar nano-region of high-k dielectric  $\text{LaTiO}_2\text{N}$  (right). The arrows indicate the displacement from the non-polar structure.





## 合成部 (Synthesis Sections)

## 物質合成室

Materials Synthesis Section

担当所員 岡本 佳比古

Contact Person : OKAMOTO, Yoshihiko

技術専門職員 石井 梨恵子

Technical Specialist : ISHII, Rieko

本室では、新物質の合成、既知物質の良質化、単結晶育成など研究用試料の合成を行っている。また、各種高温電気炉や単結晶育成炉、試料調整加工機などを所内外の共同利用研究機器として供している。

The main purposes of the Materials Synthesis Section are to synthesize new compounds and to prepare well-characterized samples and single crystals of various materials. Various kinds of furnaces are provided for crystal growth experiments.

## 主要設備

フローティングゾーン単結晶育成炉、各種電気炉（抵抗加熱式ブリッジマン炉、フラックス炉、アーク溶解炉、シリコニット炉、ボックス炉）、真空蒸着装置（ $10^{-6}$  Torr）、グローブボックス、誘導結合高周波プラズマ発光分光分析装置

## Major Equipment

Floating-zone furnaces, Bridgman-type furnace, Ar-arc furnace, Furnace for flux method, Ultra-high vacuum deposition apparatus, glove box, ICP-AES.



試料調整用グローブボックス  
Glove box for sample preparation



<https://www.issp.u-tokyo.ac.jp/maincontents/organization/synthesis.html>

## 高压合成室

High-Pressure Synthesis Section

担当所員 岡本 佳比古

Contact Person : OKAMOTO, Yoshihiko

技術専門職員 後藤 弘匡

Senior Technical Specialist : GOTOU, Hirokata

本室では、百万気圧、数千度までの高温高压下において様々な（新）物質の合成を行うと共に、高圧力下における物質の挙動を調べている。さらに各種の高圧力発生装置や関連する実験設備を所内外の共同利用に供している。

The main purposes of the High-Pressure Synthesis Section are to synthesize various (new) compounds and to investigate the behavior of some materials at extreme conditions of high pressures up to 100 GPa or more and high temperatures up to several thousand °C. Various types of high-pressure apparatuses and related experimental equipments are provided to joint research and internal use.

## 主要設備

500/700 トン油圧プレス装置、ダイヤモンドアンビルセル、X線回折装置、YAG レーザー加工機、その他（ダイヤモンド研磨装置、旋盤、NC モデリングマシン）

## Major Equipment

500/700 ton press, Diamond Anvil Cell, X-ray diffractometer, YAG laser cutting machine, and others including Grinding machine for diamond, Lathe machine, and Modeling machine.



若槻型 700 ton キュービックプレス。4 GPa までの高温高压合成実験用。  
Wakatsuki-type 700 ton cubic press for high pressure and high temperature synthesis experiments up to 4 GPa.



<https://www.issp.u-tokyo.ac.jp/maincontents/organization/highpressure.html>

評価部 (Characterization Sections)

## X 線測定室

X-Ray Diffraction Section

担当所員 山浦 淳一

Contact Person : YAMAURA, Jun-ichi

助教 塩谷 太基

Research Associate : SHIOTA, Taiki

結晶構造は、物質科学研究の最も基本的な情報である。本室では、X線回折を用いて、結晶学をベースにした物性研究である構造物性研究を行うと共に、所内外の研究者に対して各種回折計の施設利用を提供している。

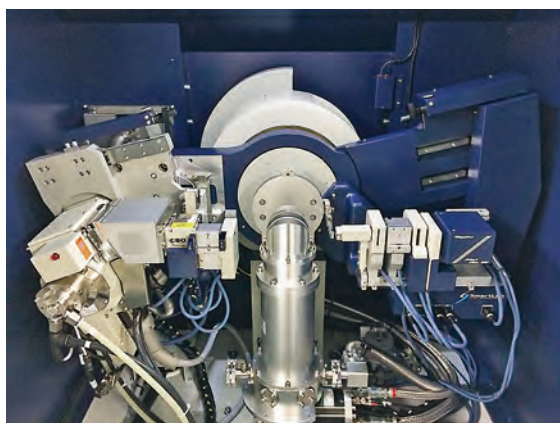
Crystal structure is the most fundamental information for studying materials science. This laboratory uses X-ray diffraction to conduct structural properties research, which is the study of physical properties based on crystallography, and also offers the use of its various diffractometer facilities to researchers both inside and outside the institute.

## 主要設備

汎用粉末X線回折計、極低温 K $\alpha$ 1 粉末X線回折計、高輝度単結晶 X 線回折計、汎用単結晶 X 線回折計、ラウエカメラ

## Major Equipment

General-purpose powder X-ray diffractometer, Cryogenic K $\alpha$ 1 powder X-ray diffractometer, High-power single-crystal X-ray diffractometer, General-purpose single-crystal X-ray diffractometer, Laue camera.

極低温 K $\alpha$ 1 粉末X線回折計Cryogenic K $\alpha$ 1 powder X-ray diffractometer

## 電子顕微鏡室

Electron Microscope Section

担当所員 山浦 淳一

Contact Person : YAMAURA, Jun-ichi

技術専門職員 浜根 大輔

Technical Specialist : HAMANE, Daisuke

本室では物質の化学組成や微細構造を評価するために走査型電子顕微鏡と透過型電子顕微鏡を備え、ミクロからナノスケールでの観察・分析を行い、所内における研究を強力に下支えすると共に、各種機器を学内外の共同利用に供している。

The Electron Microscope Section supports measurements such as electron diffraction, lattice image observations and chemical analyses for various solid materials in both crystalline and non-crystalline forms by using TEM and SEM equipped with EDX analyzer.

## 主要設備

電界放射形透過型電子顕微鏡、低温・高温・分析ホルダー、鏡面・薄膜試料作成のための種々の装置

## Major Equipment

200 kV TEM and SEM with EDX analyzer, high and low-temperature holders, and various apparatuses for sample preparation. electron microscope with an x-ray micro-analyzer, High- and low-temperature holders, and various apparatuses for sample preparation.



200 kV 電界放射形分析電子顕微鏡

200 kV electron microscope with an X-ray micro-analyzer

<https://www.issp.u-tokyo.ac.jp/maincontents/organization/xray.html>

[https://www.issp.u-tokyo.ac.jp/maincontents/organization/electron\\_microscope.html](https://www.issp.u-tokyo.ac.jp/maincontents/organization/electron_microscope.html)


## 測定部 (Measurement Sections)

## 電磁気測定室

Electromagnetic Measurements Section

担当所員 岡本 佳比古  
Contact Person : OKAMOTO, Yoshihiko技術専門員 山内 徹  
Senior Technical Specialist : YAMAUCHI, Tsuru担当所員 山下 穰  
Contact Person : YAMASHITA, Minoru

本室では、物質の基本的性質である電気の磁気的性質を、温度および磁場の広い範囲にわたって測定するとともに、磁気特性測定装置、物理特性測定装置、超伝導磁石などの設備を所内外の共同利用に供している。

The Electromagnetic Measurements Section offers various facilities for measurements of electric and magnetic properties of materials. The followings are types of experiments currently supported in this section: electrical resistivity, magnetoresistance and Hall effect, d.c.susceptibility, a.c. susceptibility, and NMR.

## 主要設備

15/17 テスラ超伝導マグネット、16/18 テスラ高均一超伝導マグネット (NMR)、SQUID 磁化測定装置 (MPMS)、汎用物性測定装置 (PPMS)

## Major Equipment

Superconducting magnet (15/17 T), High homogeneity superconducting magnet (16/18 T) for NMR experiments, MPMS (SQUID magnetometer, 7 T), and PPMS (physical properties measurement system, 9 T).



磁気特性測定装置  
SQUID magnetometer (MPMS)

## 光学測定室

Spectroscopy Section

担当所員 秋山 英文  
Contact Person : AKIYAMA, Hidefumi担当所員 松永 隆佑  
Contact Person : MATSUNAGA, Ryusuke

汎用性のある光学測定機器やレーザー光源を備え、所内外の共同利用に供している。可視・紫外・赤外領域の吸収・反射スペクトル、顕微ラマン分光などの測定が可能である。

The Spectroscopy Section offers joint-use facilities for standard optical measurements. The facilities can be used for measurements of conventional absorption/reflection spectrum in the UV, visible and IR regions and Raman scattering.

## 主要設備

可視紫外分光光度計、赤外分光光度計、ラマン分光光度計

## Major Equipment

UV/VIS absorption spectrometer, IR spectrometer, Micro-Raman spectrometer.



赤外およびラマン分光装置  
IR and Raman Spectrometers (Room A468)



<https://www.issp.u-tokyo.ac.jp/maincontents/organization/electromagnetic.html>



[https://www.issp.u-tokyo.ac.jp/maincontents/organization/spectroscopy\\_section.html](https://www.issp.u-tokyo.ac.jp/maincontents/organization/spectroscopy_section.html)

# 高圧測定室

High-Pressure Measurement Section

担当所員 北川 健太郎

Contact Person : KITAGAWA, Kentaro

技術専門員 山内 徹

Senior Technical Specialist : YAMAUCHI, Touru

技術補佐員 長崎 尚子

Technical Staff : NAGASAKI, Shoko

本室では、高圧下で起こる新物性の探索と各種の高圧低温物性評価を行っている。また、静水圧性が高い圧力発生装置などを所内外の共同利用研究機器として供している。

The High-Pressure Measurement Section aims at search for novel phenomena under pressure and characterization of high-pressure low-temperature physical properties. This Section offers high-pressure devices featuring good hydrostaticity for joint research and internal use.

## 主要設備

250 トン定荷重式キュービックアンビル圧力発生装置

## Major Equipment

250 ton-class constant-load cubic-anvil-type high-pressure devices.



定荷重キュービックアンビル高圧装置。等方的加圧と液体圧力伝達媒体により、静水圧性の高い高圧実験環境を実現する。

The cubic-anvil-type high-pressure apparatus equipped with constant loading force press, realizing highly hydrostatic pressure environment by three-axis compression and liquid pressure transmitting medium.



[https://www.issp.u-tokyo.ac.jp/maincontents/organization/highpressure\\_meas.html](https://www.issp.u-tokyo.ac.jp/maincontents/organization/highpressure_meas.html)