

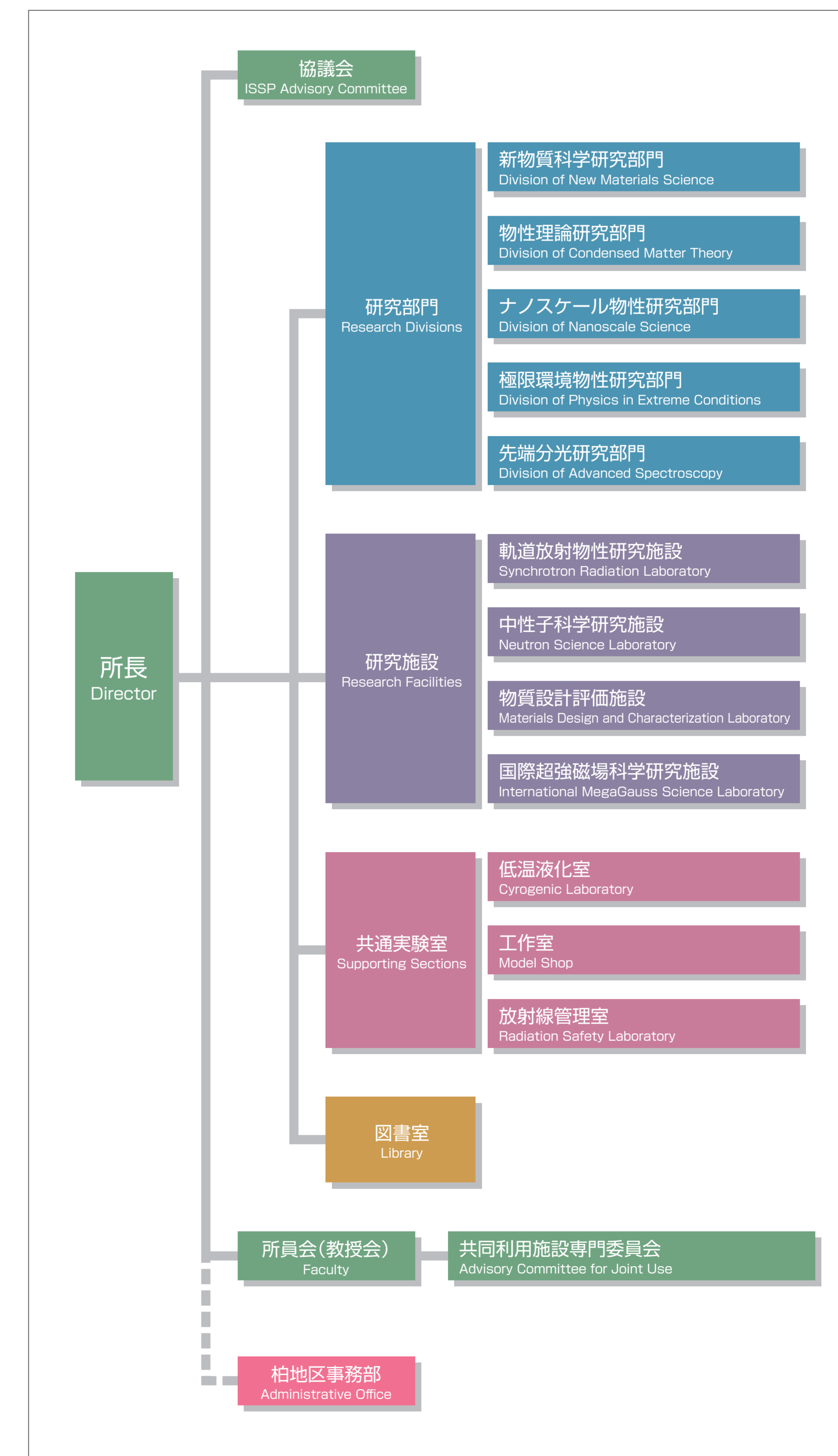


物性研究所へようこそ

現代社会に生きる私たちはさまざまな物質の恩恵を受けています。身の周りを見渡しても、携帯電話やパソコンの心臓部をなす半導体、ディスプレイに使われる液晶、磁気カードからハードディスクまで情報記録に広く使われている磁性体、など多くの物質があります。物質が示す性質(物性)の多様性・複雑性を物理・化学の基本原則から解き明かす過程において、新しい物質・新しい物性を発見し、新しい概念を創造してゆくのが物性科学研究の営みです。

物性研究所は、わが国の物性研究の中心となる全国共同利用研究所として昭和32年(1957年)に設立されました。東京大学六本木キャンパスにおける約40年間の活動を通じて物性研究所(ISSP)の名称およびその研究活動は国際的にも広く認知されることとなりました。さらなる発展を期して柏キャンパスへの移転を行い、平成12年(2000年)から柏キャンパスでの新たな活動を始めました。

Those of us living in a modern high-tech society benefit greatly from various materials. Just looking around, we can easily recognize many instances; semiconductors constituting the fundamental parts of mobile phones and computers, liquid crystals widely used in display devices, and magnetic substances ubiquitously used for information storage devices such as magnetic cards and hard discs. The aims of materials science are to elucidate the diversity and complexity of materials' properties from the basic principles of physics and chemistry, to discover new materials and new phenomena, and to create new concepts through such research activities. The Institute for Solid State Physics (ISSP) was established in 1957 as a joint-use research institute acting as a hub for materials research in Japan. It has won international recognition for its 40 years' activity at the Roppongi campus. The ISSP made a new start upon the opening the Kashiwa campus in 2000, with the prospect of further developing its research activities.



新物質と新現象

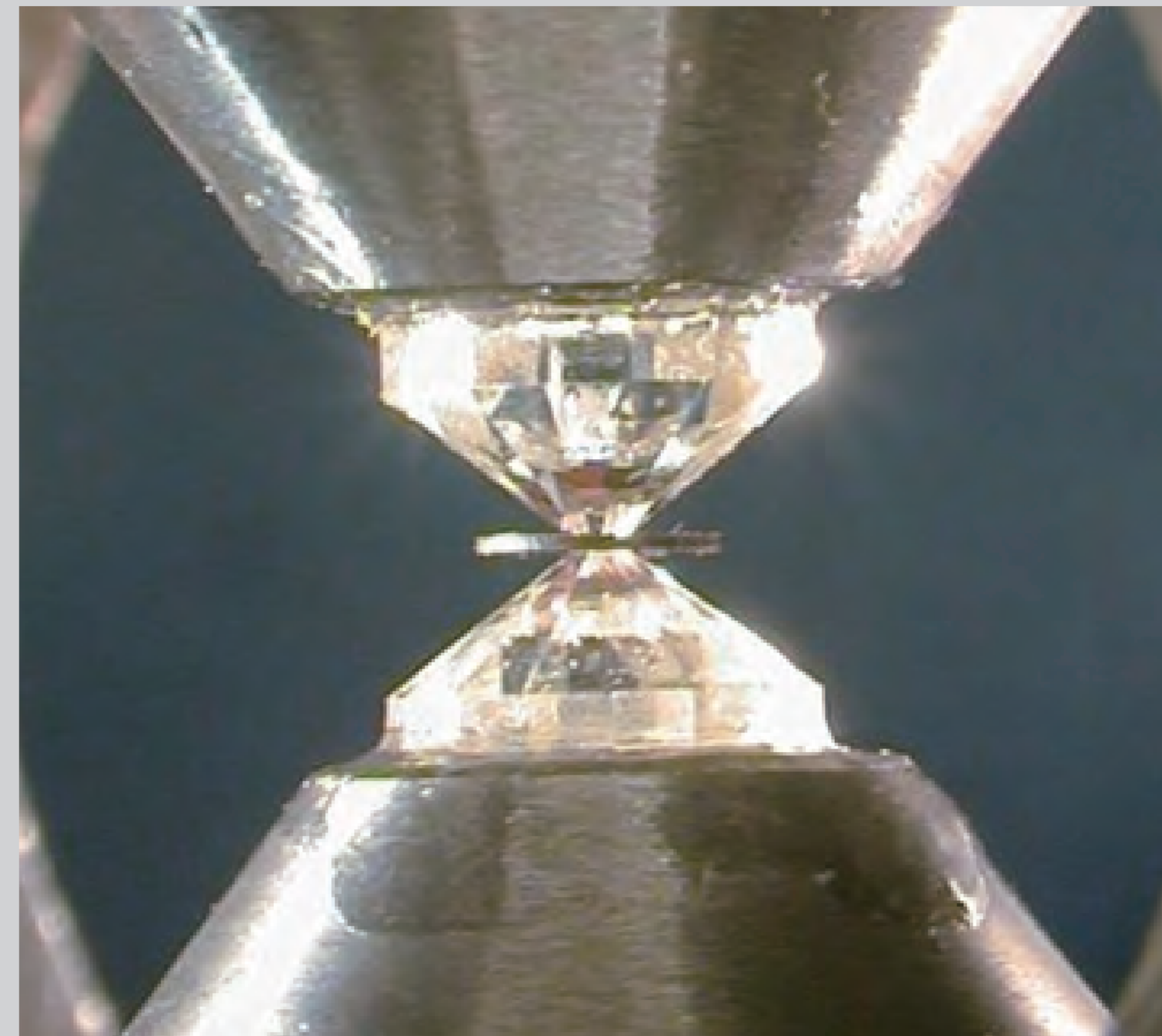
物質科学において、新しい物質を合成しその性質を解明することは重要な課題です。新現象はしばしば、新物質の合成によってもたらされます。伝導性有機物や銅酸化物高温超伝導体、カーボンナノチューブなど、近年の「新物質」の発見は物性科学に新しい局面をもたらし、また未来の新技术・新素材を生む可能性を示しています。

物性研究所では、色々な方法を用いて伝導性有機化合物や金属酸化物、金属化合物などの新物質の合成を行っています。作られた物質は、各種の最先端の測定技術を駆使してその電氣的・磁氣的性質が明らかにされます。

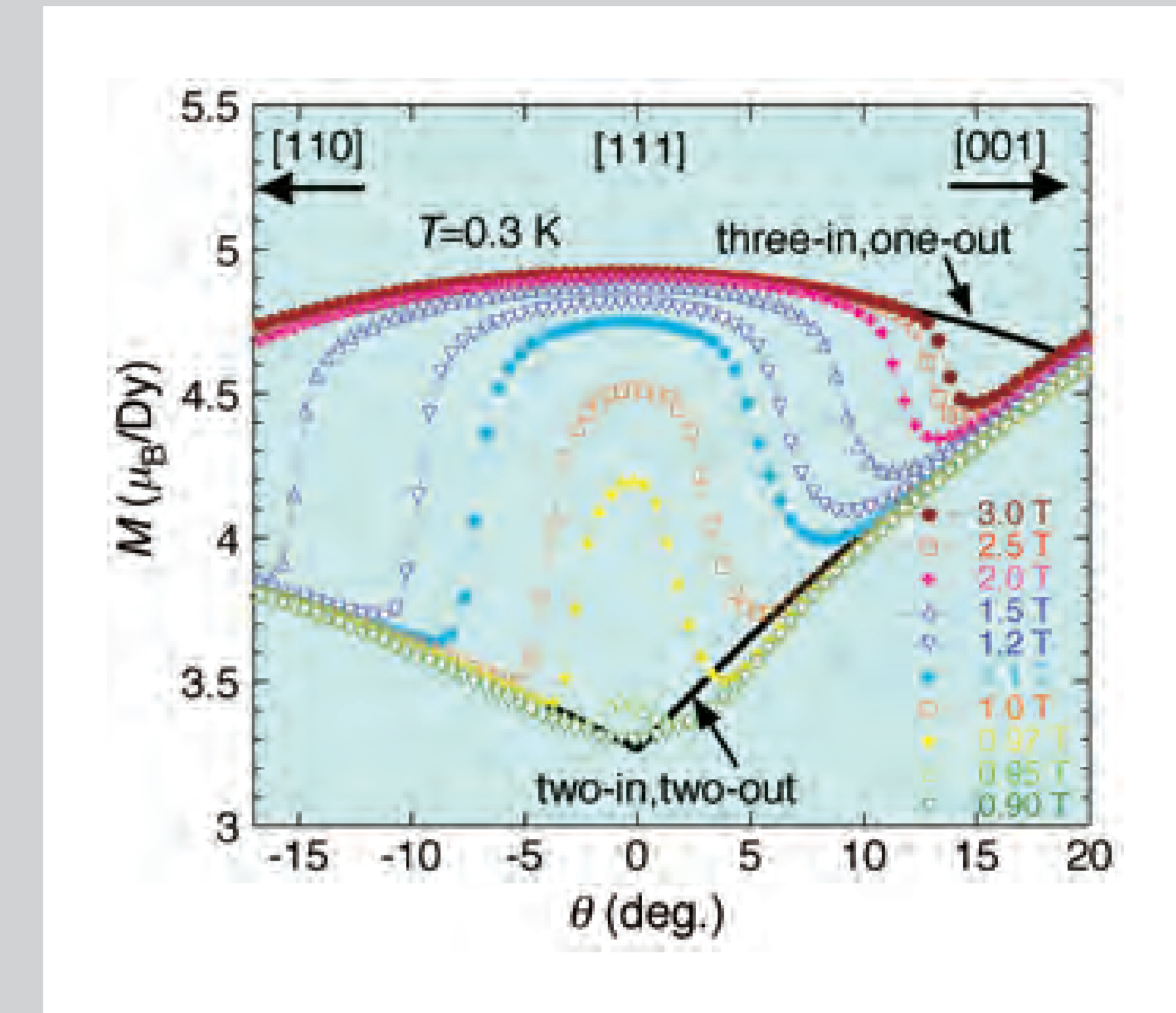
New materials and new phenomena

The synthesis and characterization of new materials is an important element of materials science. Discoveries of new materials have often opened new horizons in materials science. The discoveries of organic conductors, high-temperature oxide superconductors, and carbon nanoclusters are good examples. New materials will also lead to the future development of new devices and technologies.

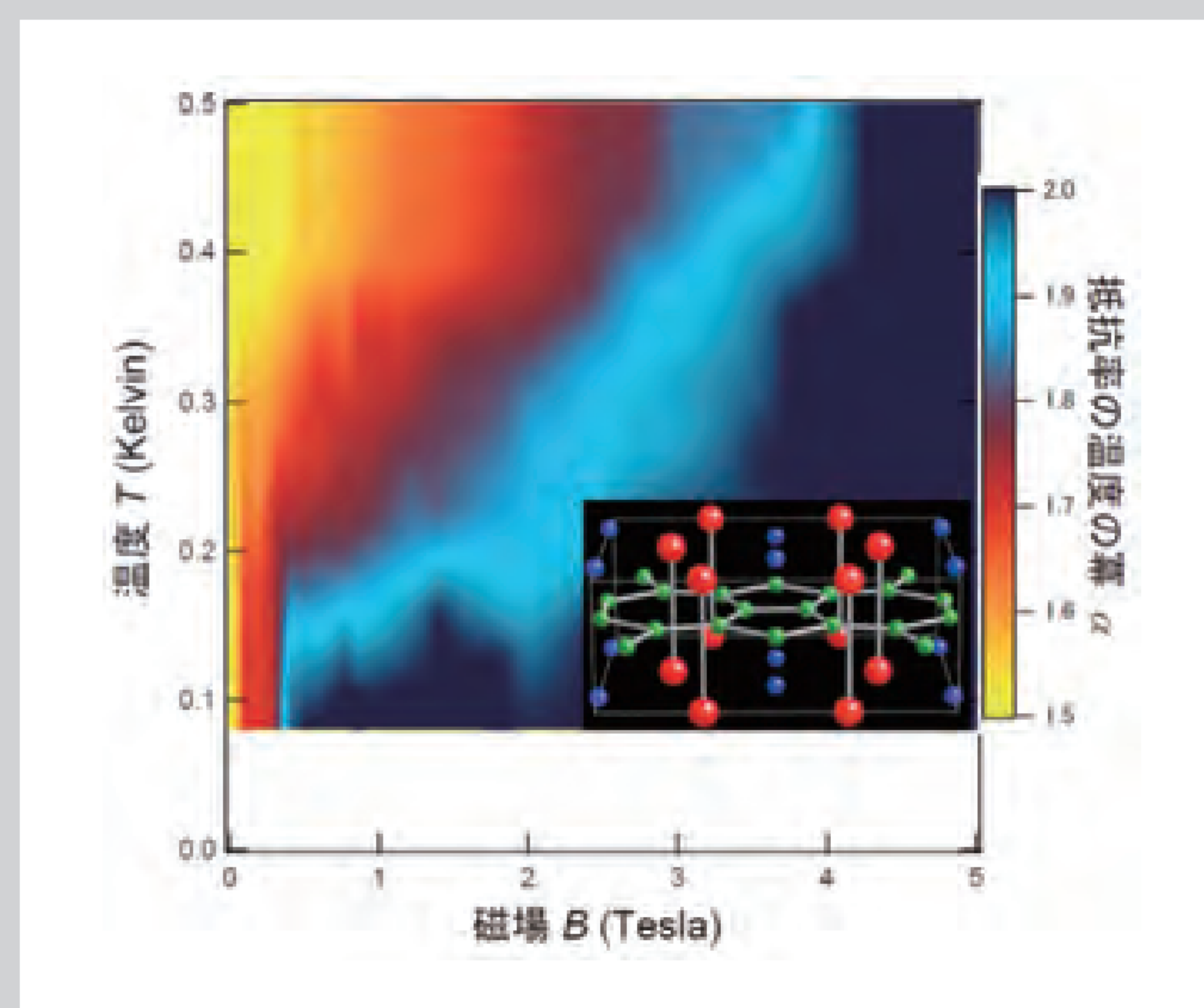
We are exploring new materials including organic conductors, oxides, and intermetallic compounds using various methods, and we are clarifying the electric and magnetic properties of these materials by employing several state-of-the-art measurement techniques.



ダイヤモンドアンビル超高压発生装置。
Diamond-anvil high-pressure cell.



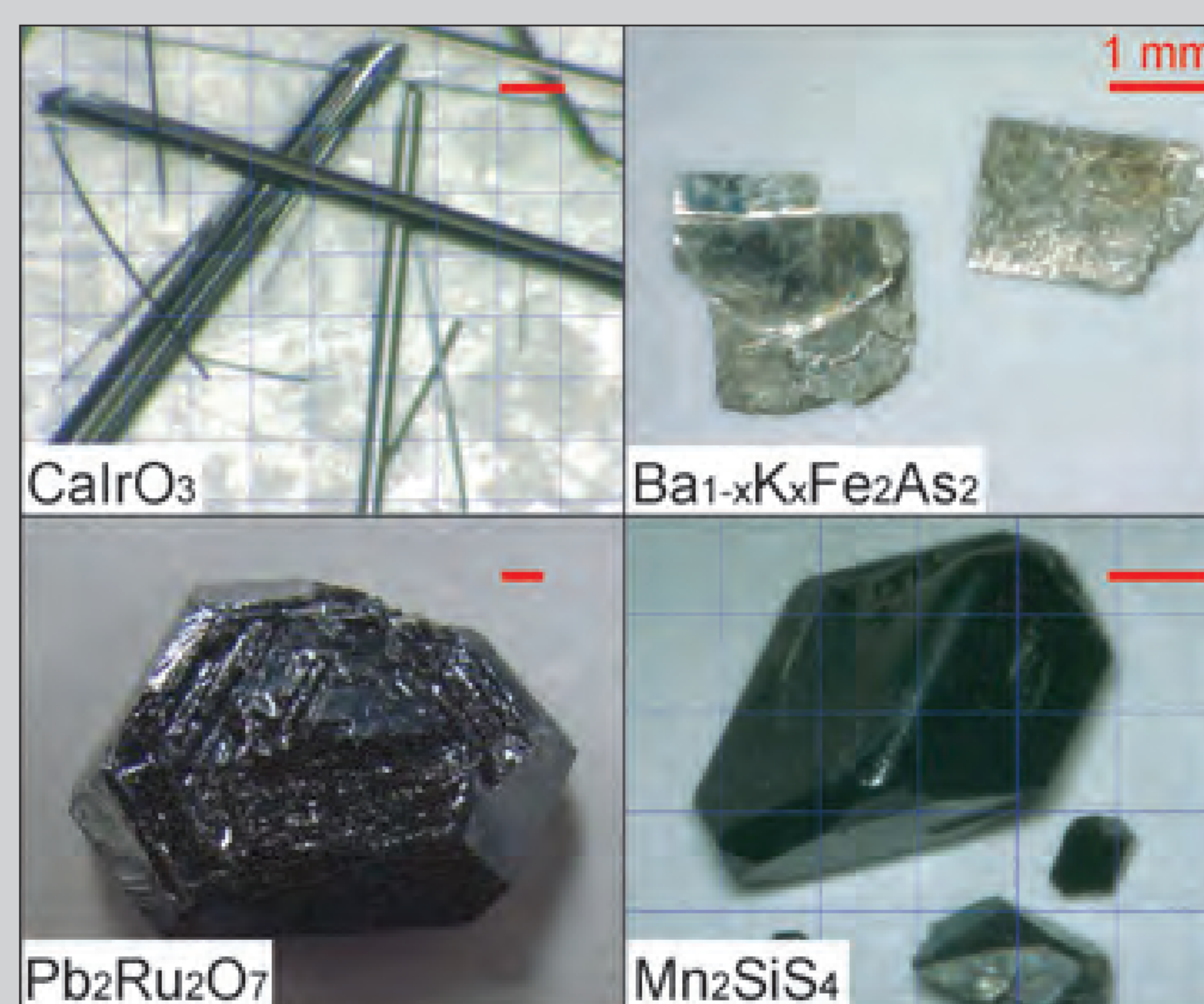
物性研で作製されたスピニアイス化合物 $Dy_2Ti_2O_7$ の磁化の角度変化。
Angular dependence of the magnetization of the spin-ice compound $Dy_2Ti_2O_7$ grown at ISSP.



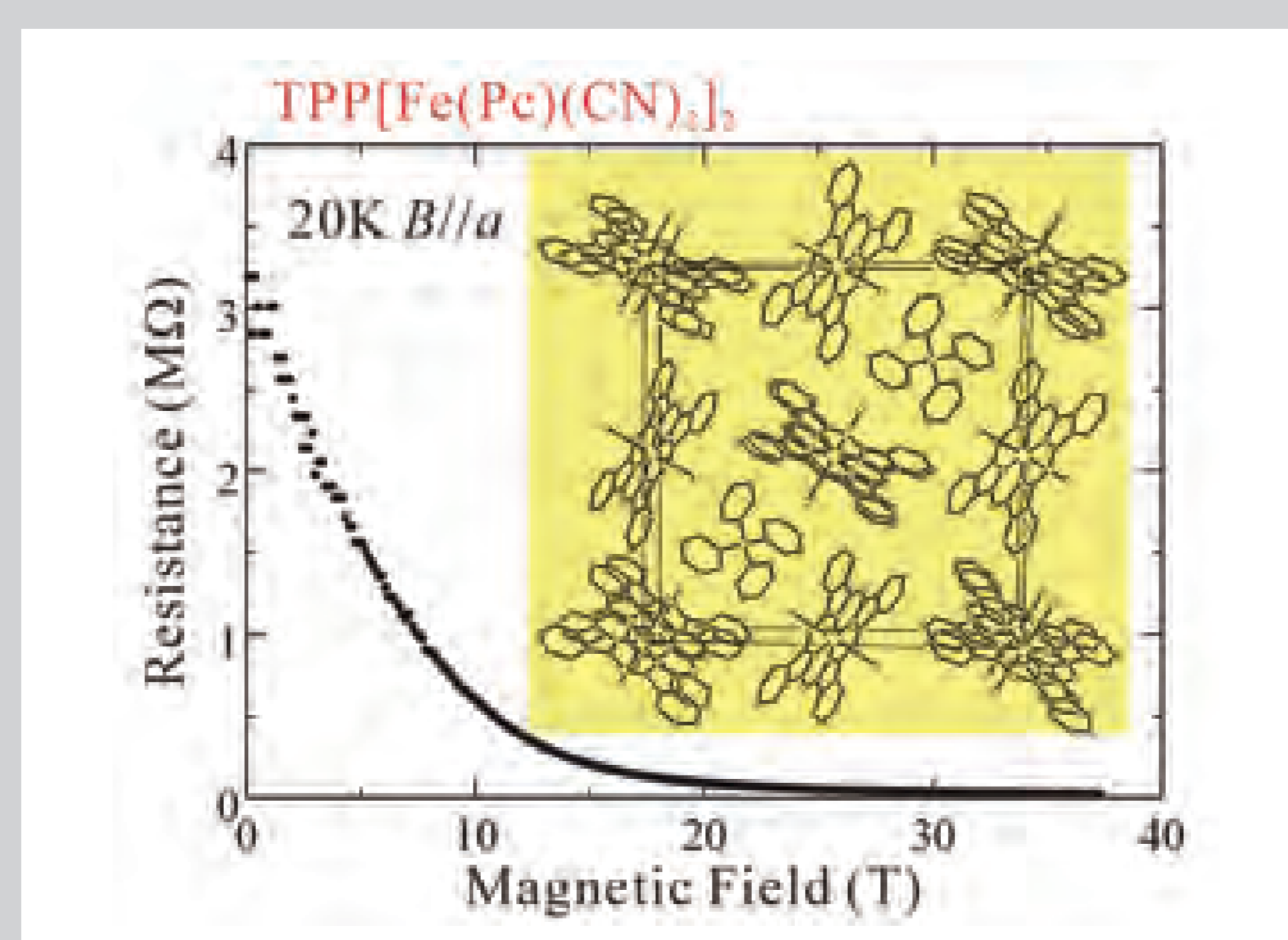
顕著な量子臨界性を示す重い電子系 β -YbAlB₄の温度・磁場相図と結晶構造。
Phase diagram for the heavy fermion system β -YbAlB₄, which exhibits a pronounced quantum criticality.



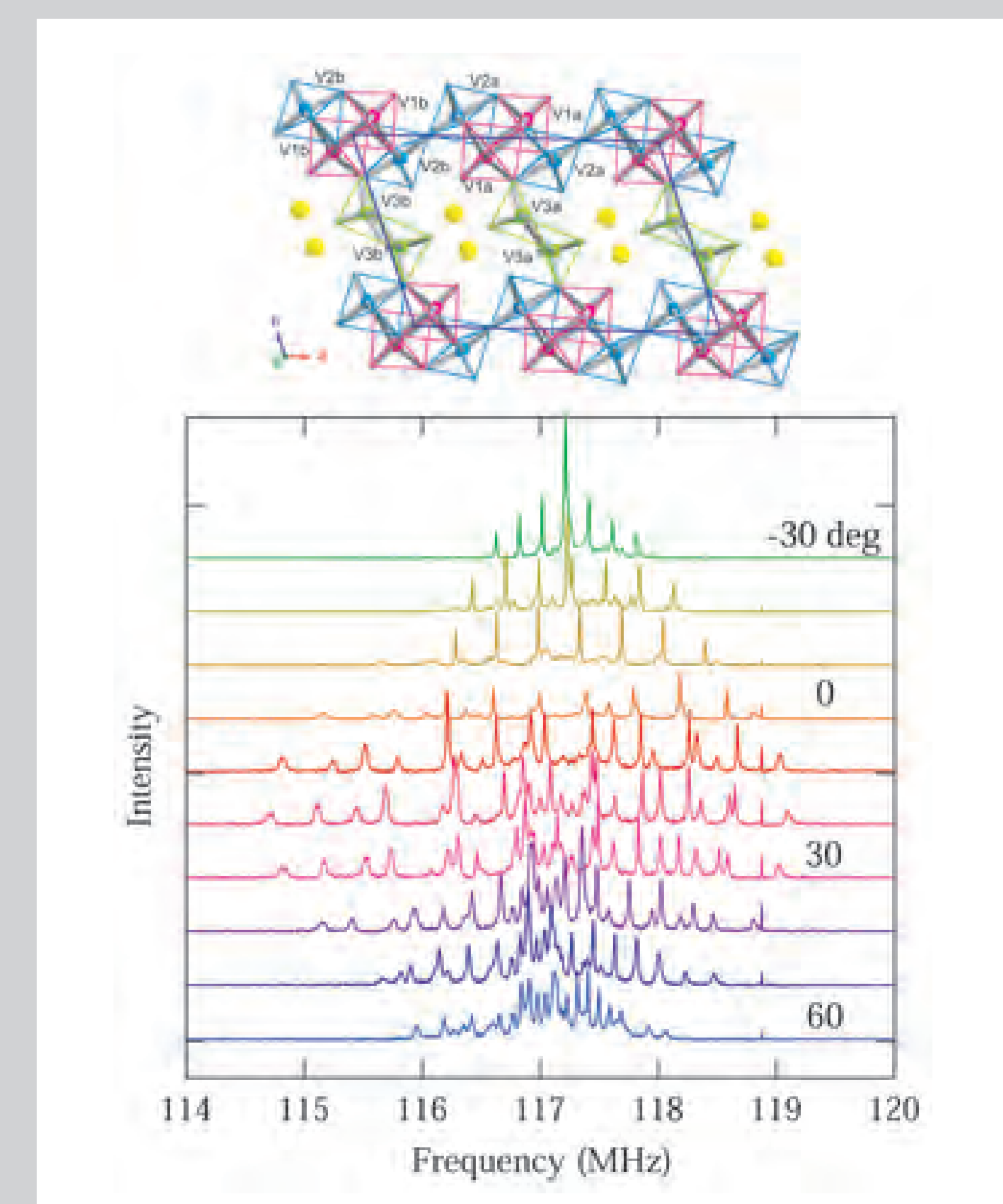
有機超伝導体 κ -(BEDT-TTF)₂Cu(NCS)₂の定電流電解結晶育成とその単結晶。
Electrocrystallization and single crystals of organic superconductor κ -(BEDT-TTF)₂Cu(NCS)₂.



強相関電子物質の単結晶。
ポストペロブスカイト型酸化物 $CaIrO_3$ 、高温超伝導体 $Ba_{1-x}K_xFe_2As_2$ 、反転対称性の破れた金属 $Pb_2Ru_2O_7$ 、オリビン型硫化物 Mn_2SiS_4 。
Single crystals of correlated electron materials. $CaIrO_3$ postperovskite, a high-temperature superconductor $Ba_{1-x}K_xFe_2As_2$, a polar metal $Pb_2Ru_2O_7$, and olivine-type Mn_2SiS_4 .



生体物質ヘムの類縁体である鉄フタロシアニンが示す巨大負磁気抵抗。
Giant negative magnetoresistance in a compound containing iron phthalocyanine.



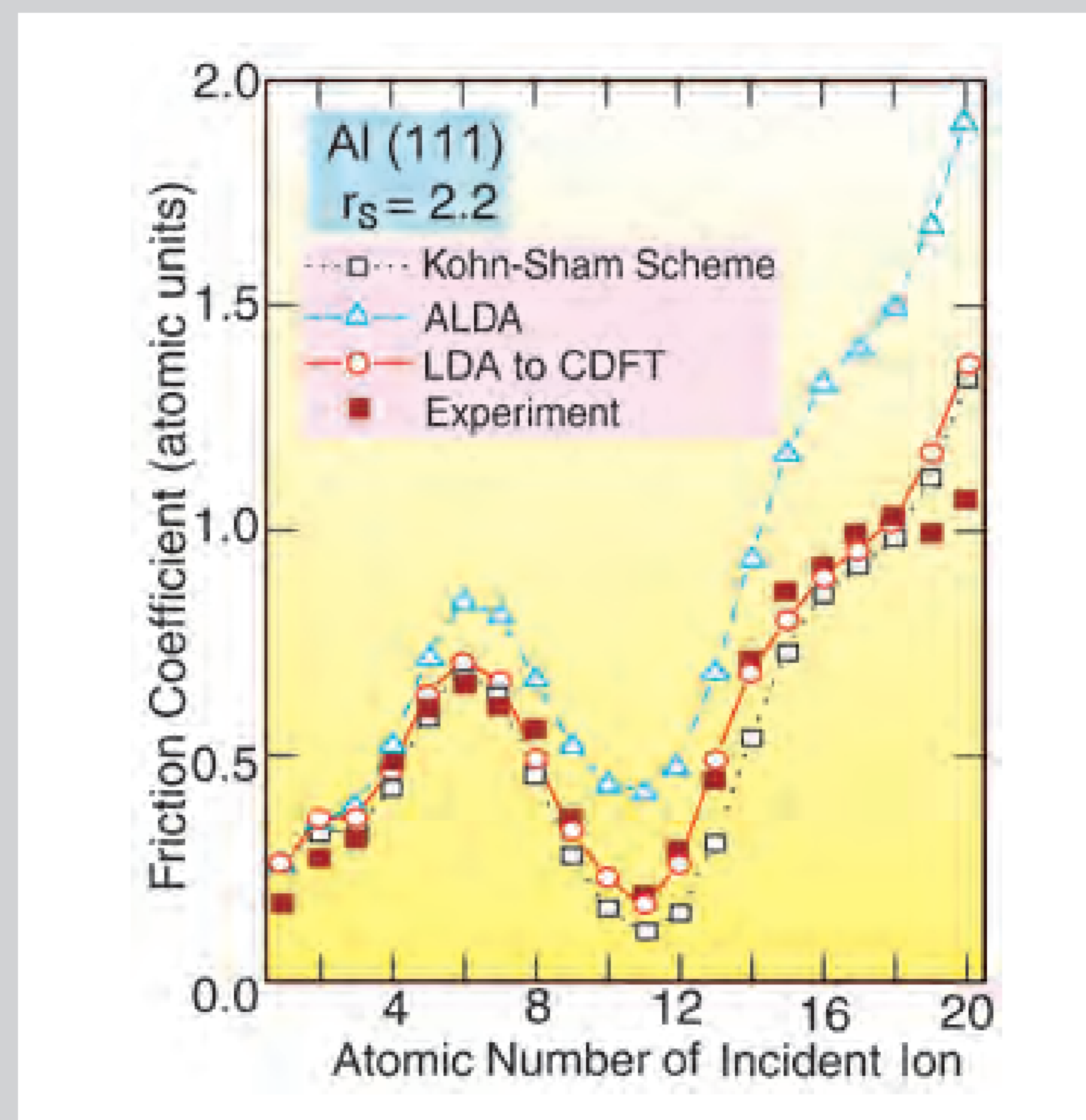
物性研で合成されたバナジウム酸化物 $Sr_{0.33}V_2O_5$ 単結晶におけるバナジウム原子核の核磁気共鳴スペクトル。
NMR spectra of V nuclei in a single crystal of vanadium oxide $Sr_{0.33}V_2O_5$ synthesized at ISSP.

物質の性質の基本原則にもとづくミクロなレベルからの理解

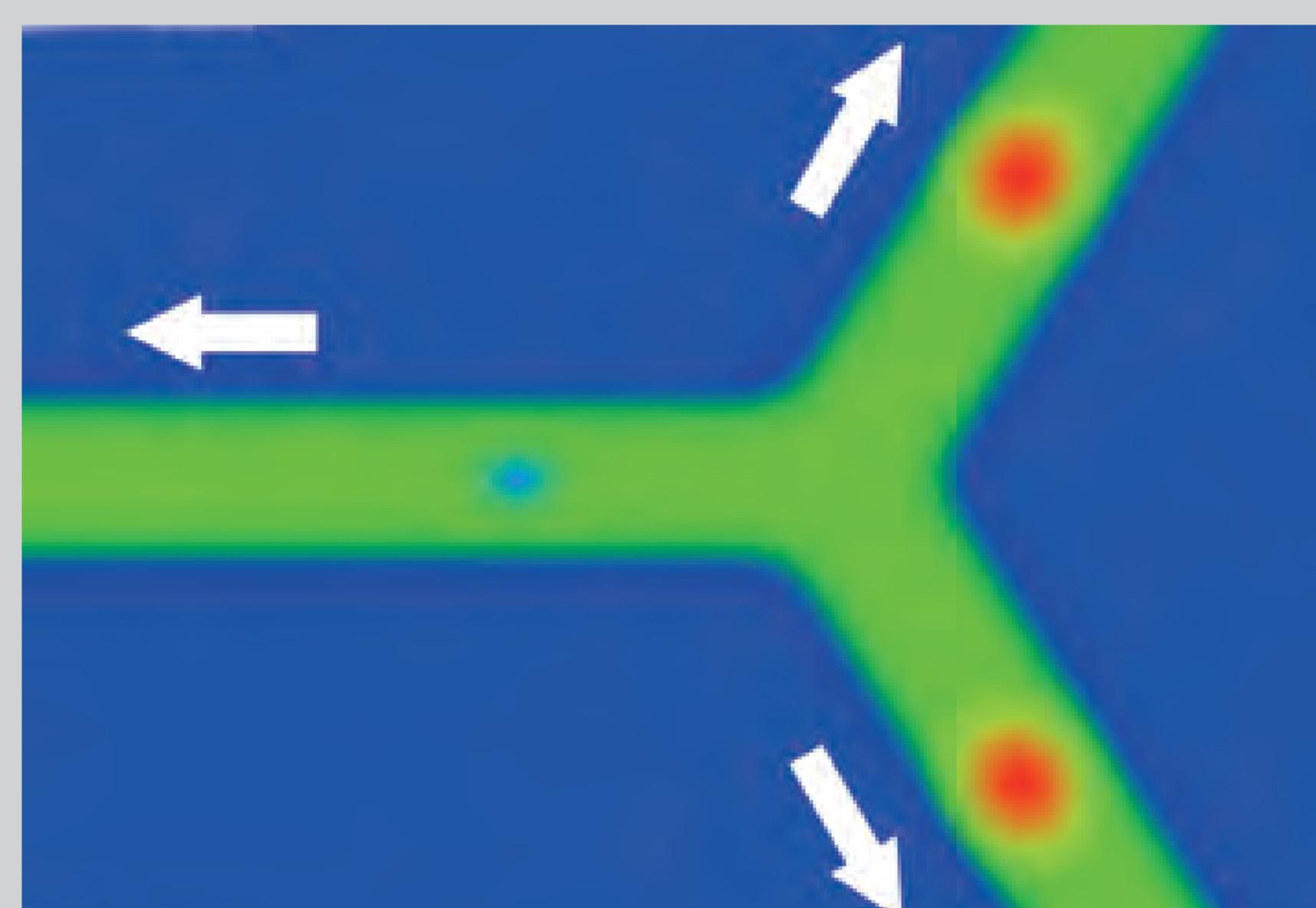
さまざまな性質をしめす物質も、その構造の内部に入り原子レベルまで分け入って考えると量子力学という普遍的な物理法則によって支配されている。単純な物理法則から多様な現象が生じる鍵は 10^{23} 個という天文学的な数の基本粒子がお互いに相互作用をしていることにある。物性理論の研究者は各人のアイディアに導かれて、理論的枠組みやモデルを構成し、その性質を研究することによってこれまで未知と考えられてきた現象の理解と新しい現象の予言が可能となることを目指している。理論研究を遂行するに当たっては、数理物理学や場の量子論などの解析的手法や、密度汎関数理論に基づく第一原理計算や量子モンテカルロシミュレーションなどの計算物理的手法などが駆使されている。

Microscopic understanding of the nature of matter from the fundamental laws of physics

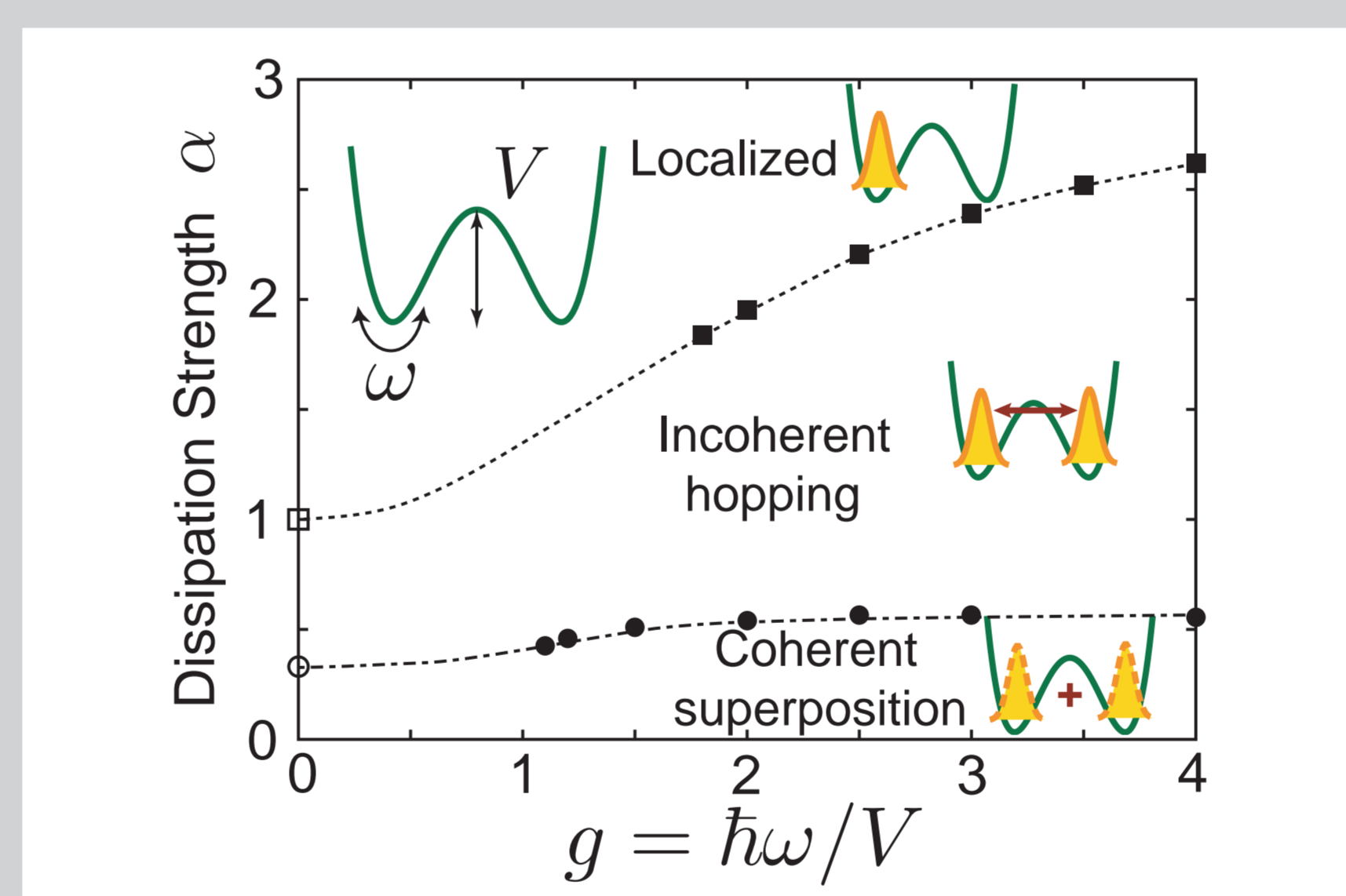
The microscopic basis for understanding the diversity of properties of matter is the law of quantum mechanics, which is the fundamental law of physics governing the motion of electrons and nuclei. The key aspect producing the remarkable complexity from this simple law of physics is the effect of the interaction among an astronomical number of particles on the order of 10^{23} . To understand novel phenomena, a condensed-matter theorist formulates a theoretical model for an interacting many-body system that captures the essential physics of the problem. To conduct a theoretical study on such a model, various approaches developed in theoretical physics are employed: the analytic methods of mathematical physics, field-theoretic methods, and numerical methods including first-principles calculations based on density functional theory and quantum Monte Carlo simulations.



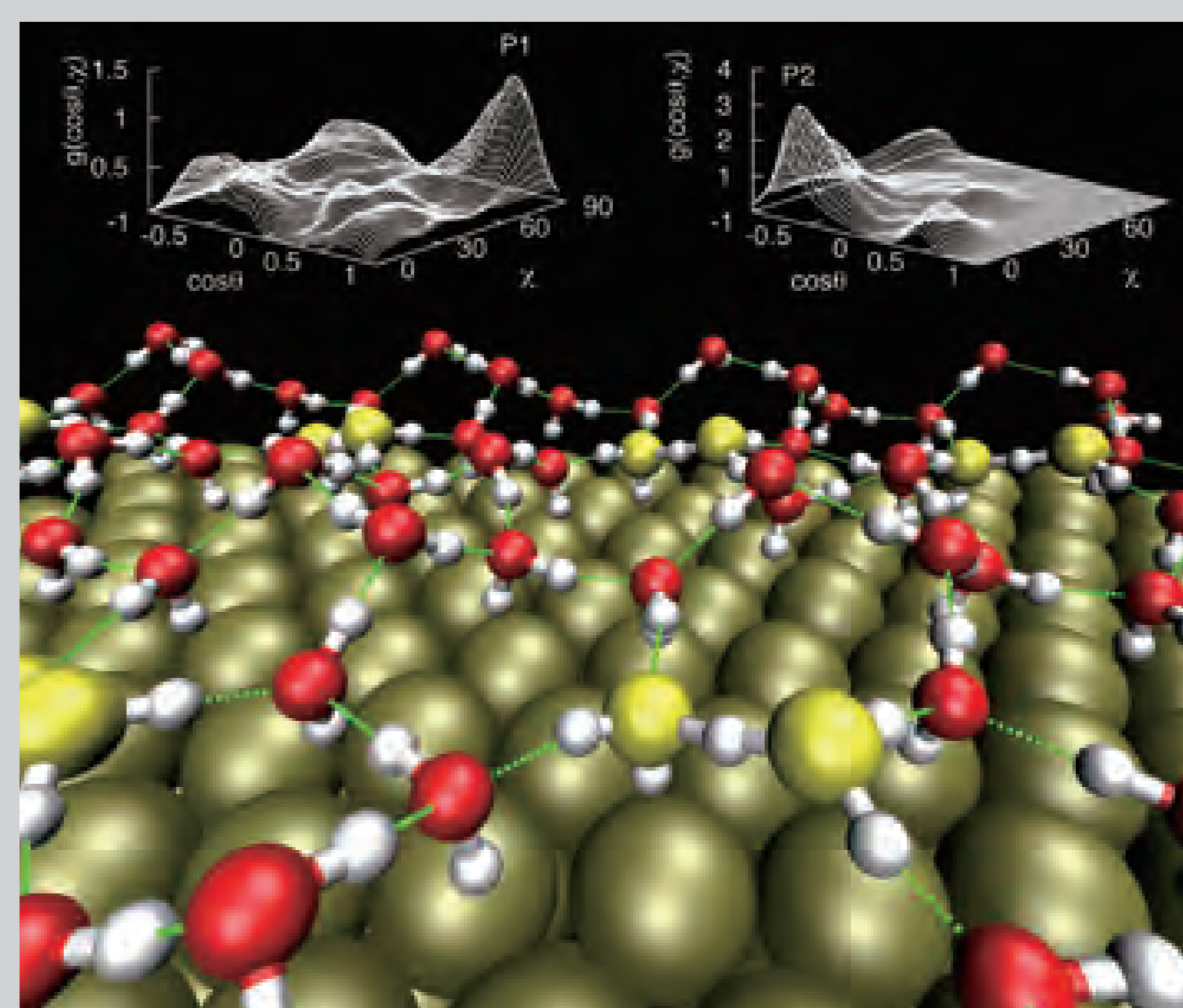
Al薄膜と低速入射イオンの摩擦係数の第一原理計算は殻構造を反映した振動を含めて実験をよく再現する。
First-principles calculations of the friction coefficient between a thin aluminum film and low-energy incident ions reproduce experimental results very well, including the oscillatory behavior reflecting the ionic shell structures.



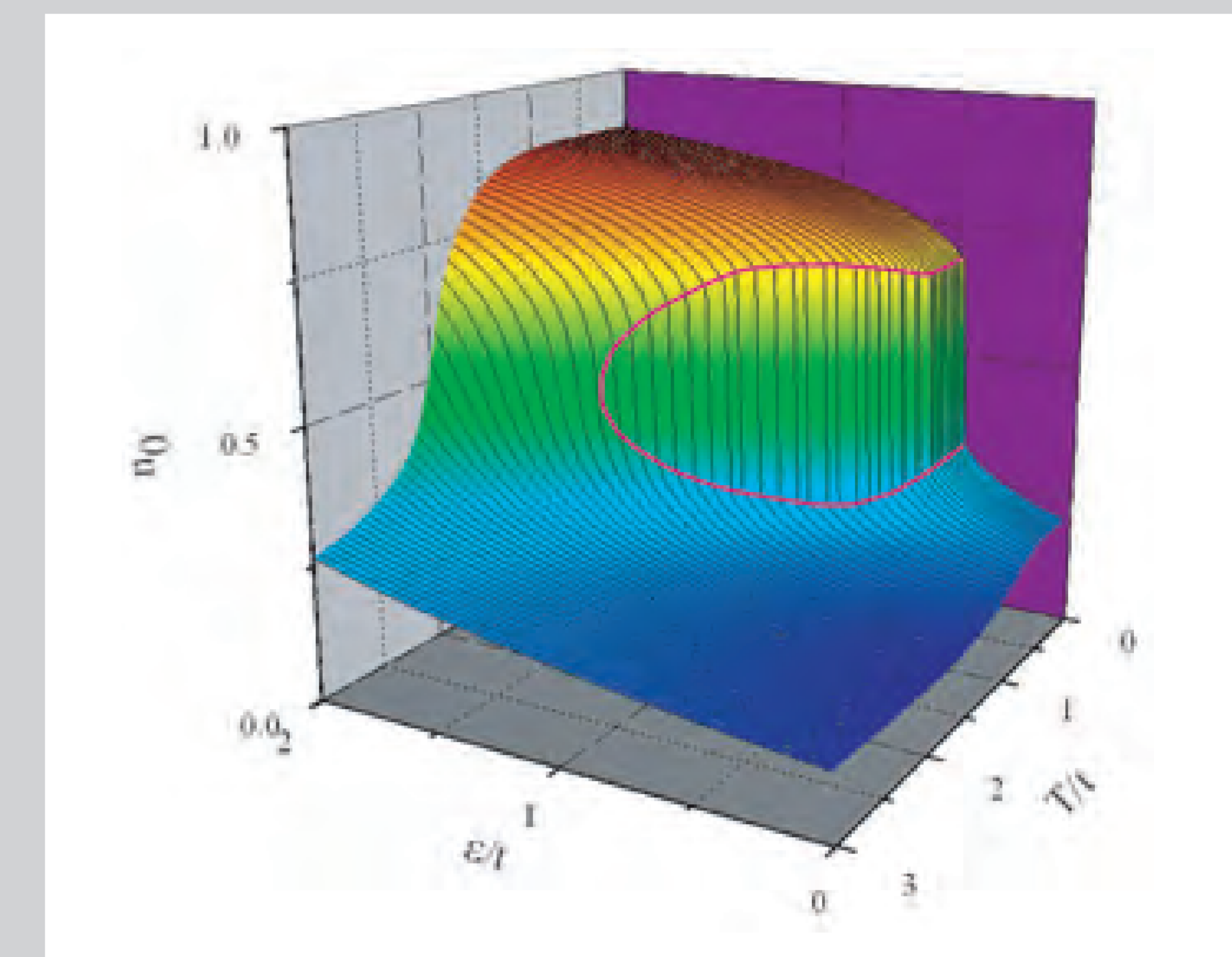
1次元ボース凝縮体のY字型接合における負の密度の反射。
Negative density reflection in Y-junction of one-dimensional Bose condensates.



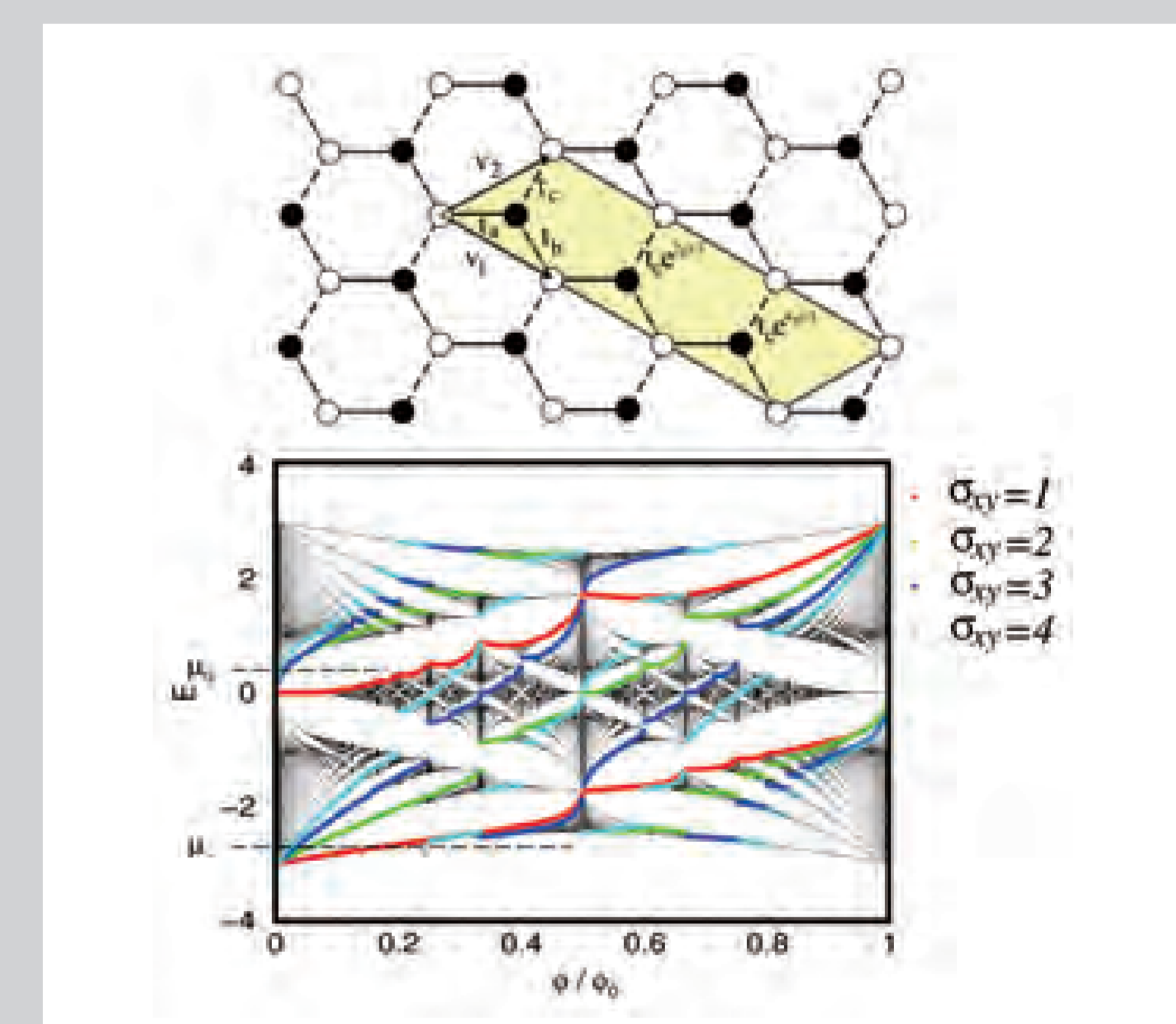
環境と結合した量子二重井戸系のモンテカルロ法による相図。
Phase diagram of quantum dissipative double-well systems obtained by Monte Carlo calculation.



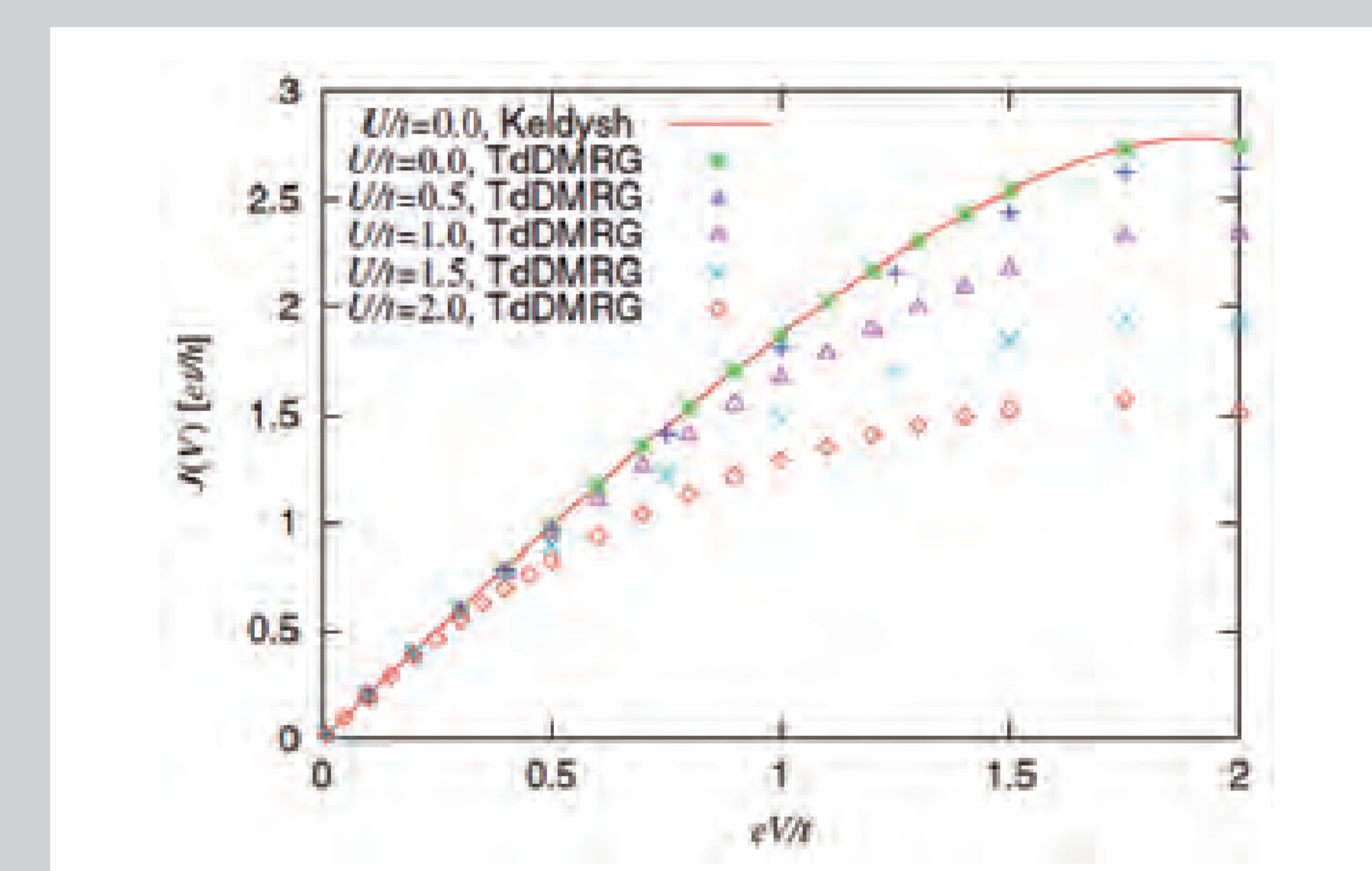
白金電極上の水の構造と分布関数: 第一原理分子動力学計算。
Structure and distribution function of water on a Pt electrode --- first-principles molecular dynamics simulation.



相互作用する非調和振動子の相転移
原点での振動子の占有率 n_0 の温度 (T/t) とポテンシャルエネルギー (ϵ/t) 依存性。
Phase transition of interacting anharmonic oscillators. Temperature (T/t) and potential energy (ϵ/t) dependences of the occupation (n_0) of the oscillator.



磁場 ϕ の下における2次元六角格子上の電子のエネルギー E と量子ホール係数 σ_{xy} 。
Energy spectrum and the Hall conductance of electrons on a honeycomb lattice under a magnetic field.



時間依存密度行列繰り込み群を用いて計算した量子ドットを介して流れる非平衡定常状態の電流。
Current through a quantum dot calculated by the time-dependent density matrix renormalization group method.

ナノスケール人工物質・ 表面・界面の物性

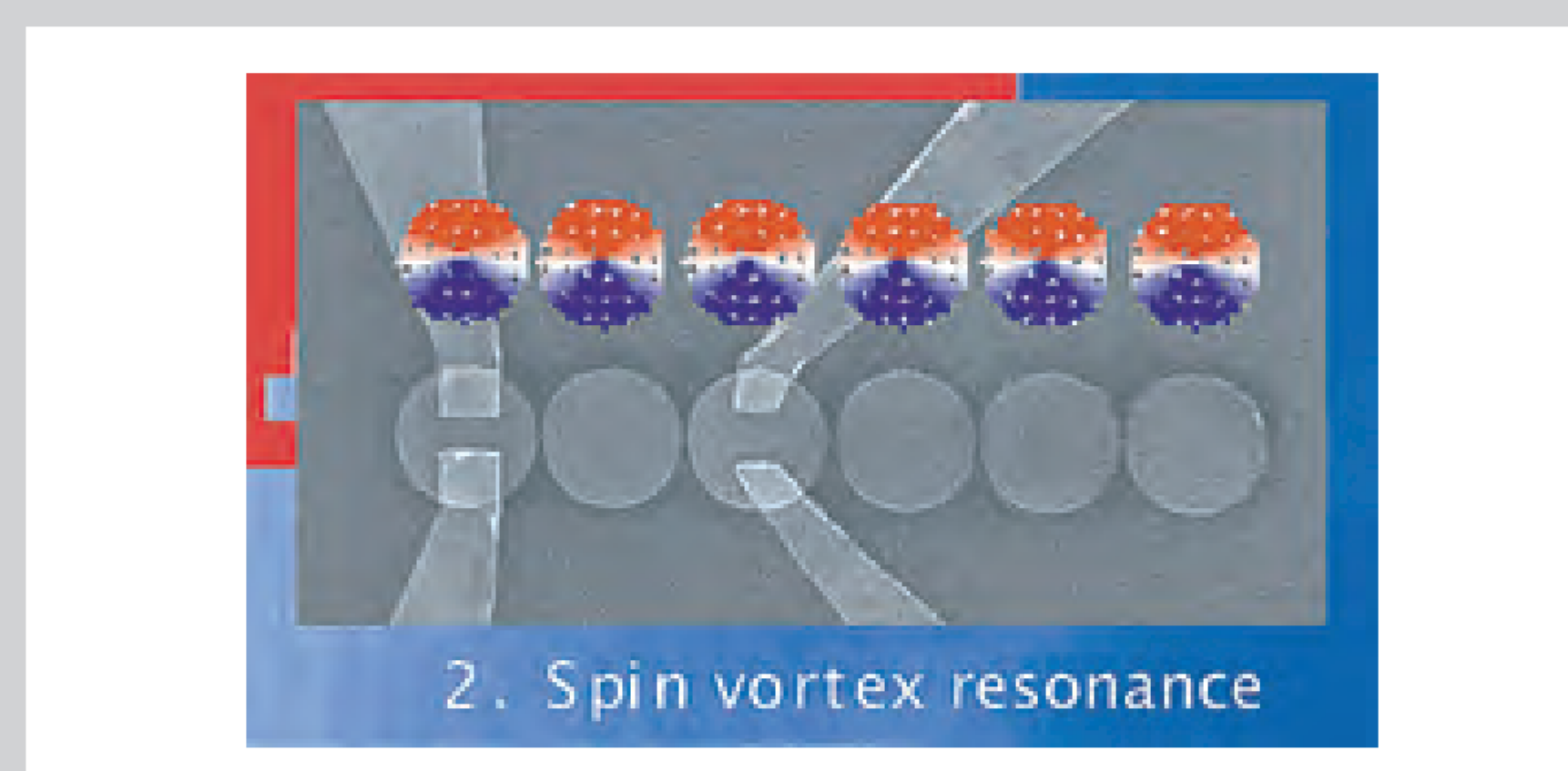
構成原子の種類と並び方を高度に制御した人工低次元系、ナノメートルスケールの周期構造をもつ系、原子レベルで制御された様々な固体表面や界面では、その新奇な構造のために、興味深い電氣的磁氣的性質や化学反応性が現れてきます。そこで、最新の超高真空技術、微細加工技術、顕微鏡技術などを用いて、金属、半導体、酸化物からなる新奇な物質を創成し、それが生成される機構やそこに現れる物性の起源をミクロに解明することを目標に研究を行っています。また、そのような研究を推進するための新しい実験手法や観測された物性を利用し役立てるための素子作成方法などの技術開発も行っています。

Nanoscale materials, surfaces, and interfaces

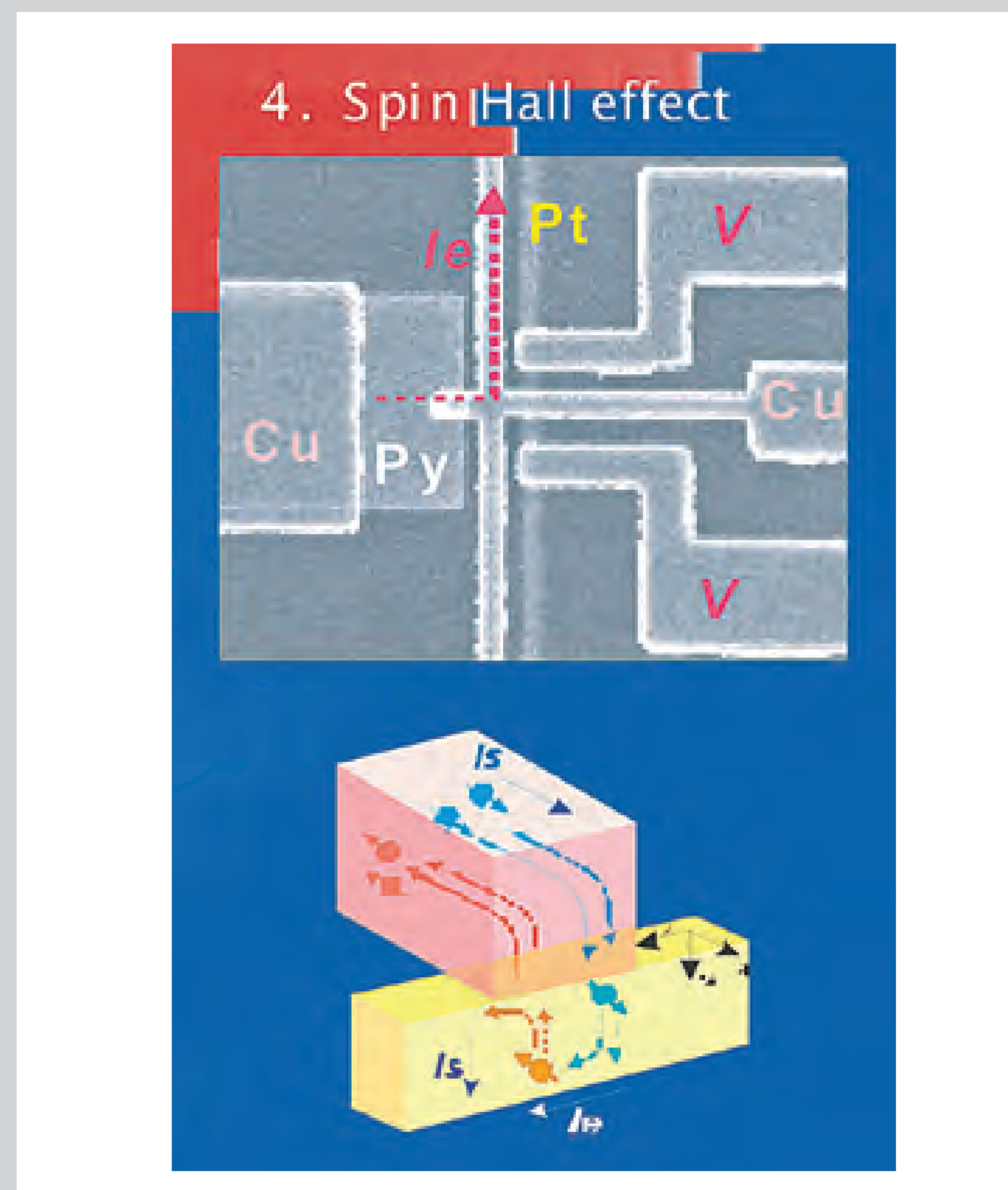
Novel electronic, magnetic, and chemical properties appear in atomically well-defined artificial low-dimensional, nanoscale-periodic, and surface/interface systems because of their unique structures. We are studying these systems of metals, semiconductors, and oxides to microscopically elucidate their formation mechanisms and fundamental material properties using modern ultra high vacuum, micro fabrication, and microscopy technologies, and so forth. We are also developing new experimental methods for these studies and investigating ways to utilize the newly found properties of these systems such as for fabricating new devices.



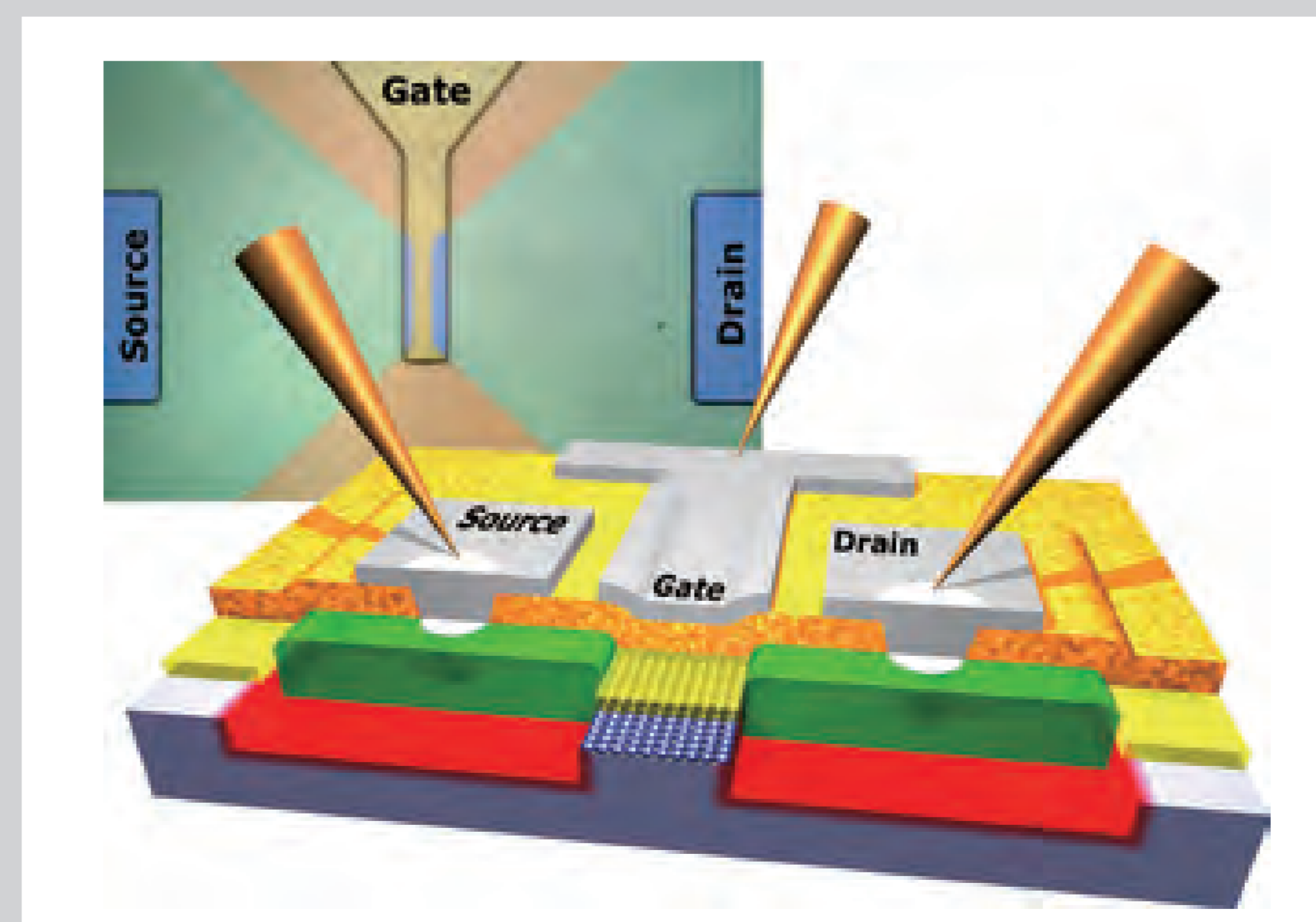
スピントポロジの電子線ホログラム
パーマロイ強磁性ナノ細線中に生成したスピントポロジの電子線ホログラム。図中の黒と白の線の流れは磁力線の分布に相当する。
Electron holograms of spin vortices
Electron holograms of spin vortices nucleated in ferromagnetic permalloy nano wires 500 nm wide and 30 nm thick. Black and white lines in the figures correspond to the magnetic flux lines.



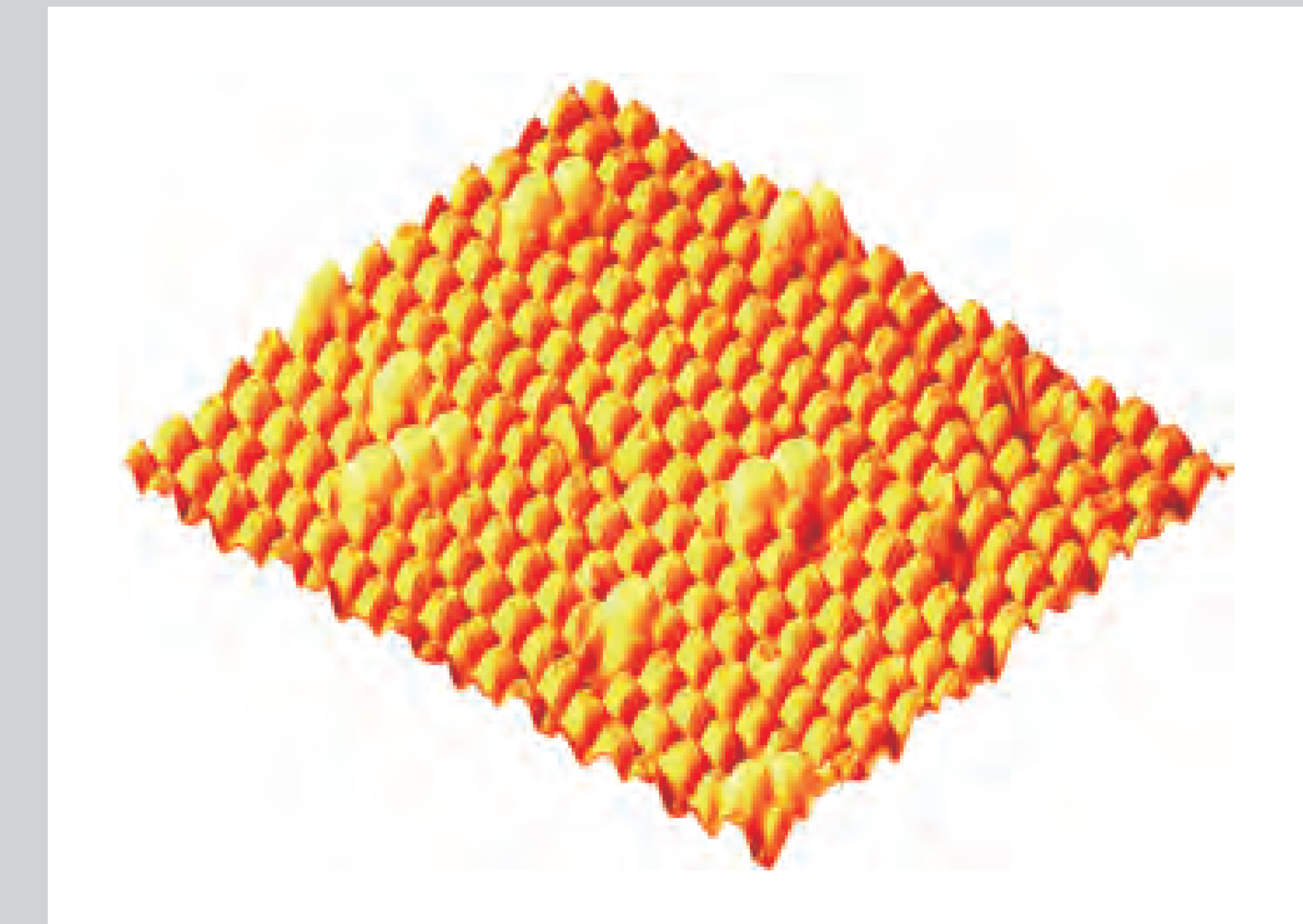
静磁的に結合したスピントポロジの共鳴測定用素子
磁気渦の共鳴振動が静磁的に結合したスピントポロジを伝搬する様子を電氣的に計測する素子の走査電子顕微鏡像。内装図は、スピントポロジの数値計算結果を示す。
A device for observing resonances in a magnetically coupled spin vortex chain
Scanning electron micrograph of a device used to observe spin vortex resonance propagating along a magnetically coupled spin vortex chain. The inserts indicate numerically calculated spin vortex structures.



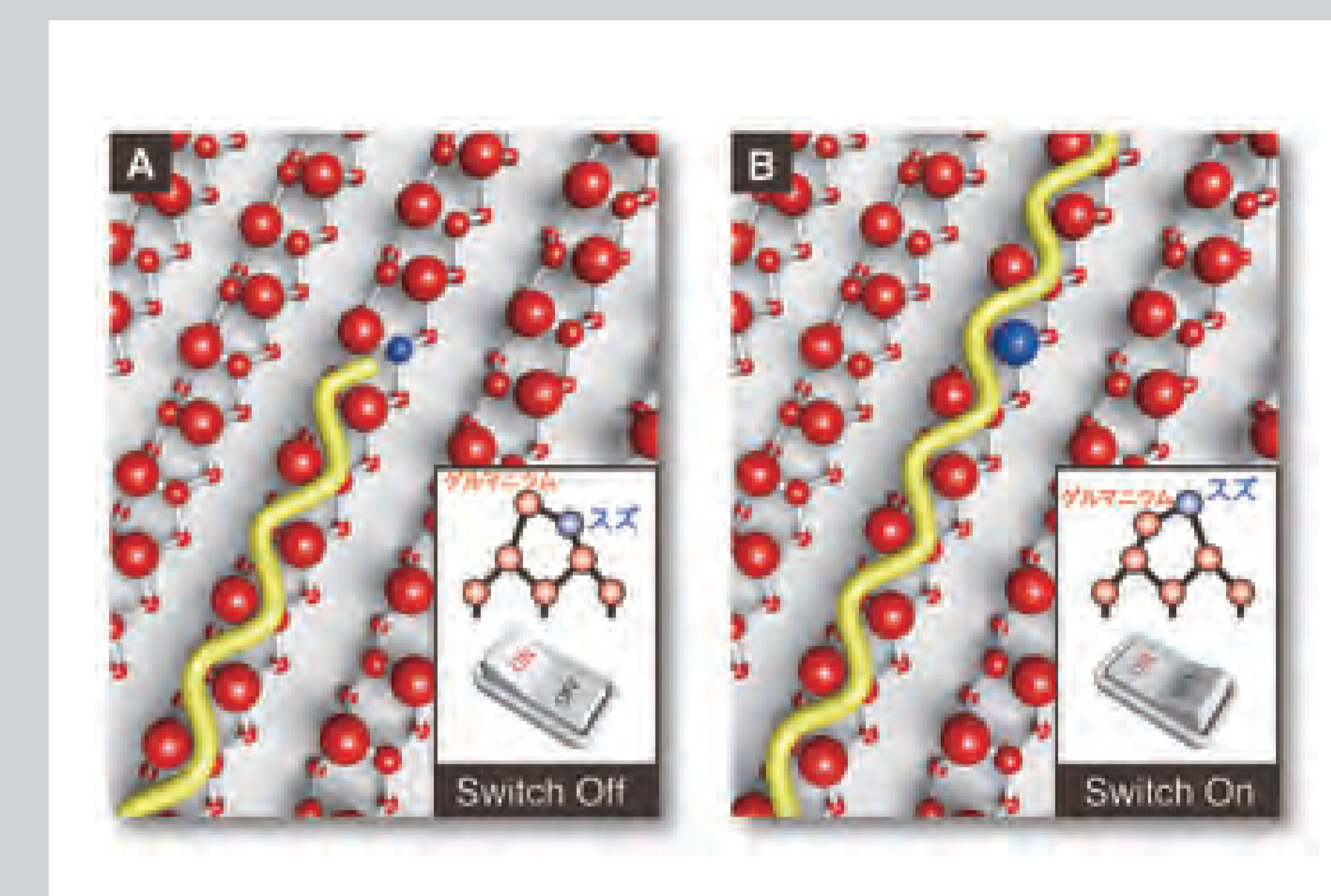
スピントポロジ効果と素子
非局所スピントポロジ注入によって誘起された純スピントポロジ流は、白金ナノ細線中でスピントポロジ効果を通じて電流に変換され電圧信号として検出される。
A device for measuring the spin Hall effect
Pure spin current, induced by non local spin injection, is converted into charge current via the spin Hall effect in a platinum nano wire, which is detected as a voltage drop along the wire.



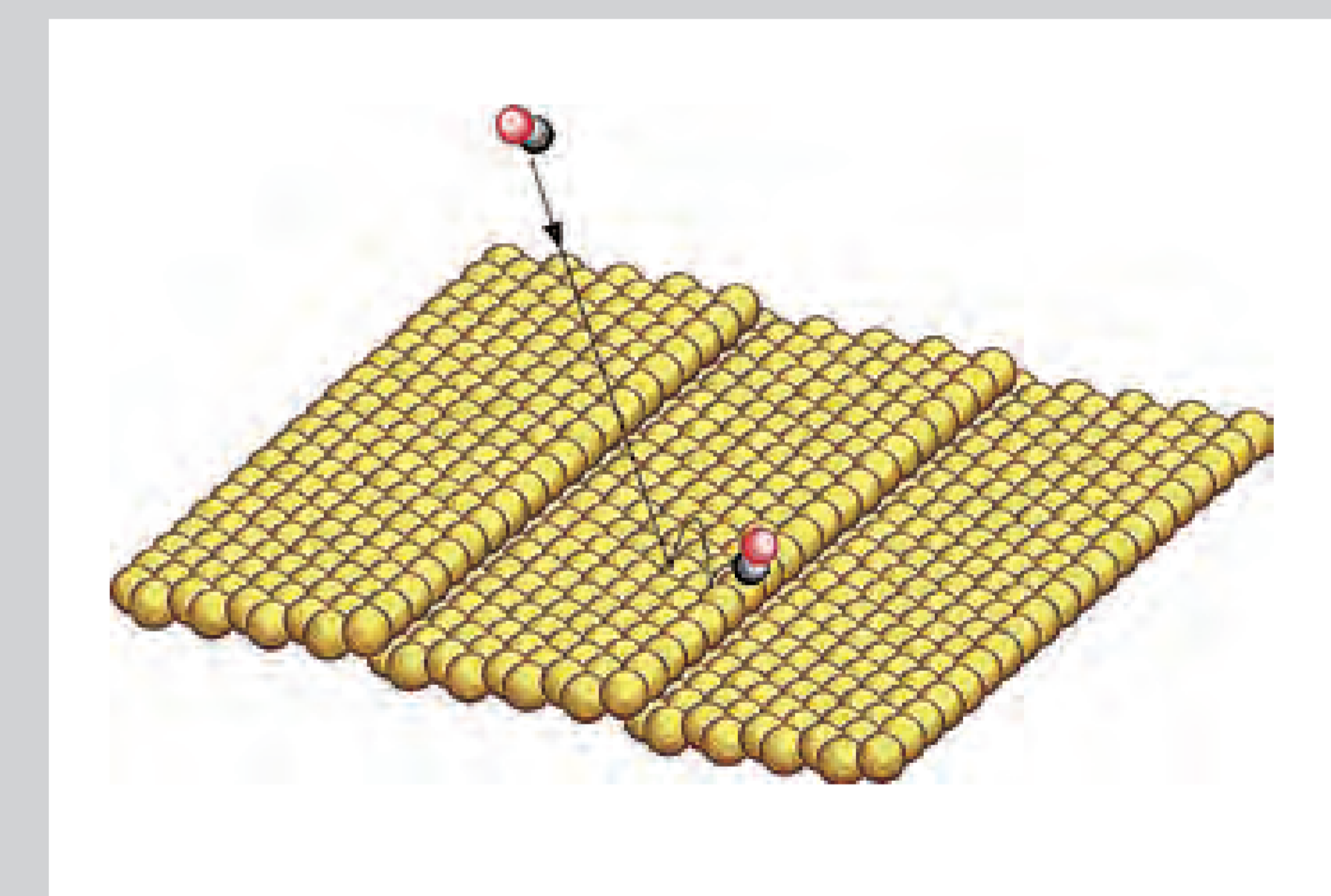
酸化物極薄膜電界効果トランジスタ
電界効果を利用して酸化物界面・薄膜のキャリア濃度を調整し、物性を調べている。
Oxide thin film FET
We are studying phase transitions in oxide heterostructures by electric field-effect doping.



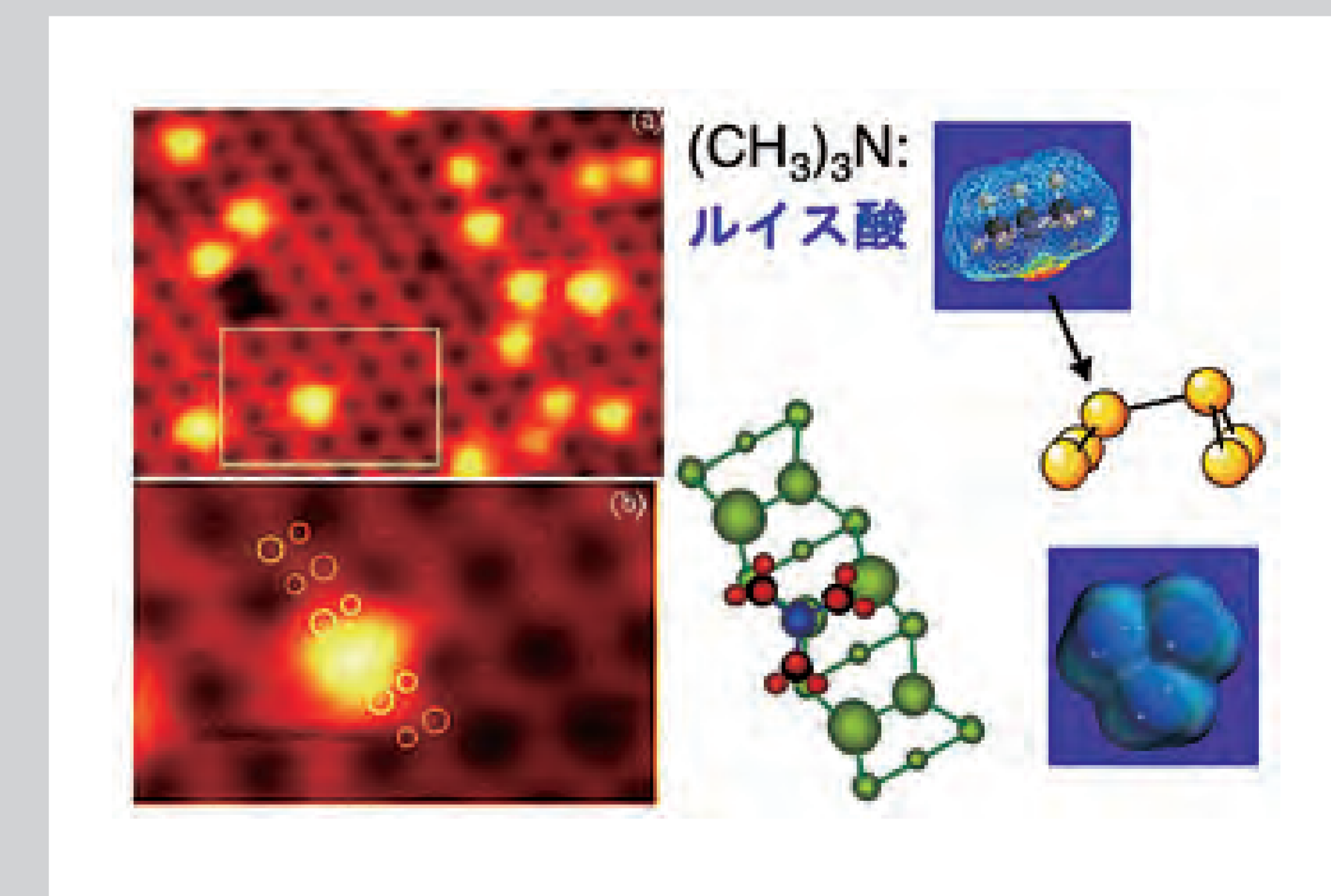
自己集積した窒化マンガンナノ粒子配列
原子サイズの界面格子歪み緩和現象を利用して、銅表面上に窒化マンガンナノ粒子を規則的に配列させた。
Self-assembled array of MnN nanodots
Using the interface strain relief of two lattice-mismatched materials, a MnN nanodot array is fabricated on a Cu surface.



半導体表面上の原子スイッチ
半導体表面上の原子対の傾きをパルス電流を用いて局所的に変化させ、表面を流れる電流をスイッチする。
Atomic seesaw switch realized on semiconductor surface
One-dimensional electronic conduction is switched by locally changing the tilting direction of a pair of surface atoms using a pulsed current.



一酸化炭素分子の表面吸着過程
単原子ステップのあるプラチナ表面に一酸化炭素分子が吸着する際に、分子は表面に到達してから0.7nm程度拡散する。
Adsorption process of CO on Pt surface
When a CO molecule is adsorbed on a stepped Pt surface, the mean lateral displacement from the first impact point to the final chemisorption site is about 0.7 nm.



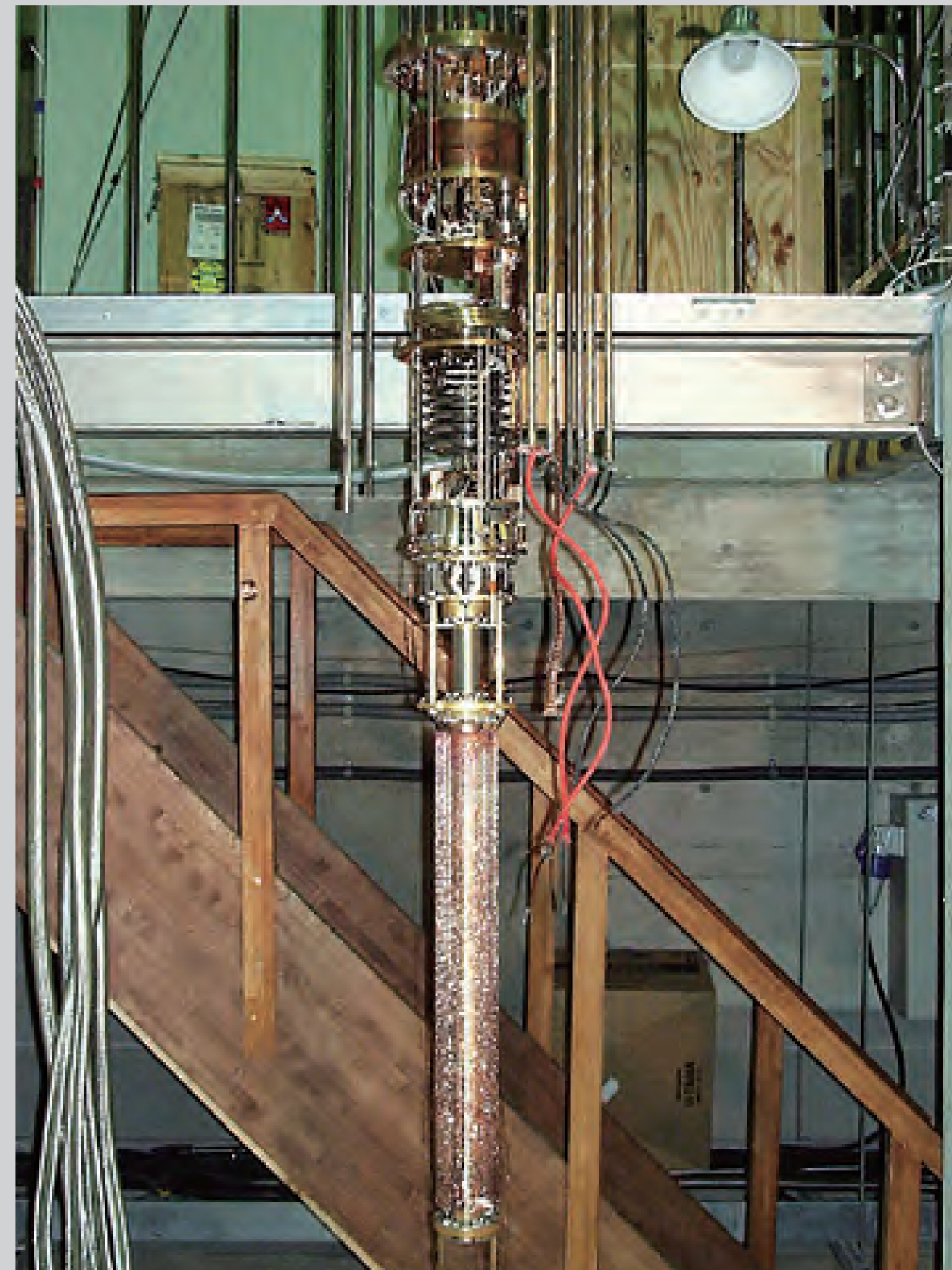
シリコン表面のトリメチルアミン分子
トリメチルアミン分子は、再構成したシリコン表面の負に帯電した原子の上に選択的に吸着する。
Trimethylamine molecules on Si surface
A trimethylamine molecule is adsorbed at a positively charged specific site of the reconstructed Si surface.

多重極限下での物性研究

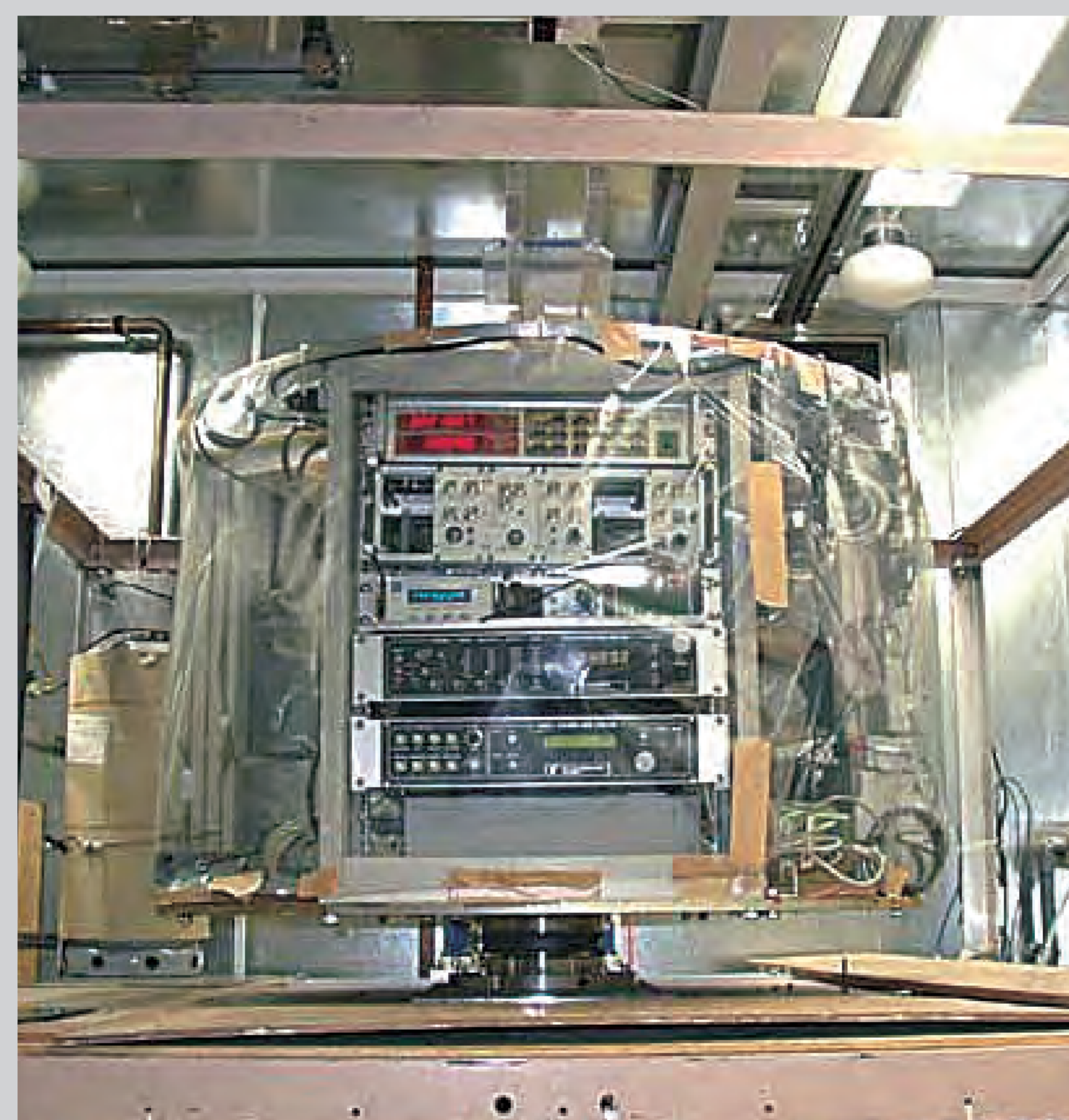
物質を超低温、超高圧、強磁場、などの極限環境におくと、通常の状態とはまったく異なる性質を示す。超低温での超流動や超伝導現象、超高圧での構造相転移や絶縁体・金属転移、強磁場での磁気相転移などが良く知られた例である。このような極限環境下での物性変化は、しばしば従来の理論の枠組みの変更を促し、物性研究の新しい局面を切り開くものである。当部門では、多年にわたり各種の技術開発を行い、12万気圧を越える超高圧、数10マイクロケルビンにおよぶ超低温、毎秒2回転の核冷凍システムなど世界最高水準の極限環境の実現に成功し、それらの下で多くの新しい現象を見出してきた。現在、これまで蓄積された技術を発展させ、極限的な領域での物性を開拓するとともに、これらの極限環境と超伝導磁石による定常強磁場を組み合わせた多重極限環境での新しい物性研究を行っている。

Physics under multiple extreme conditions

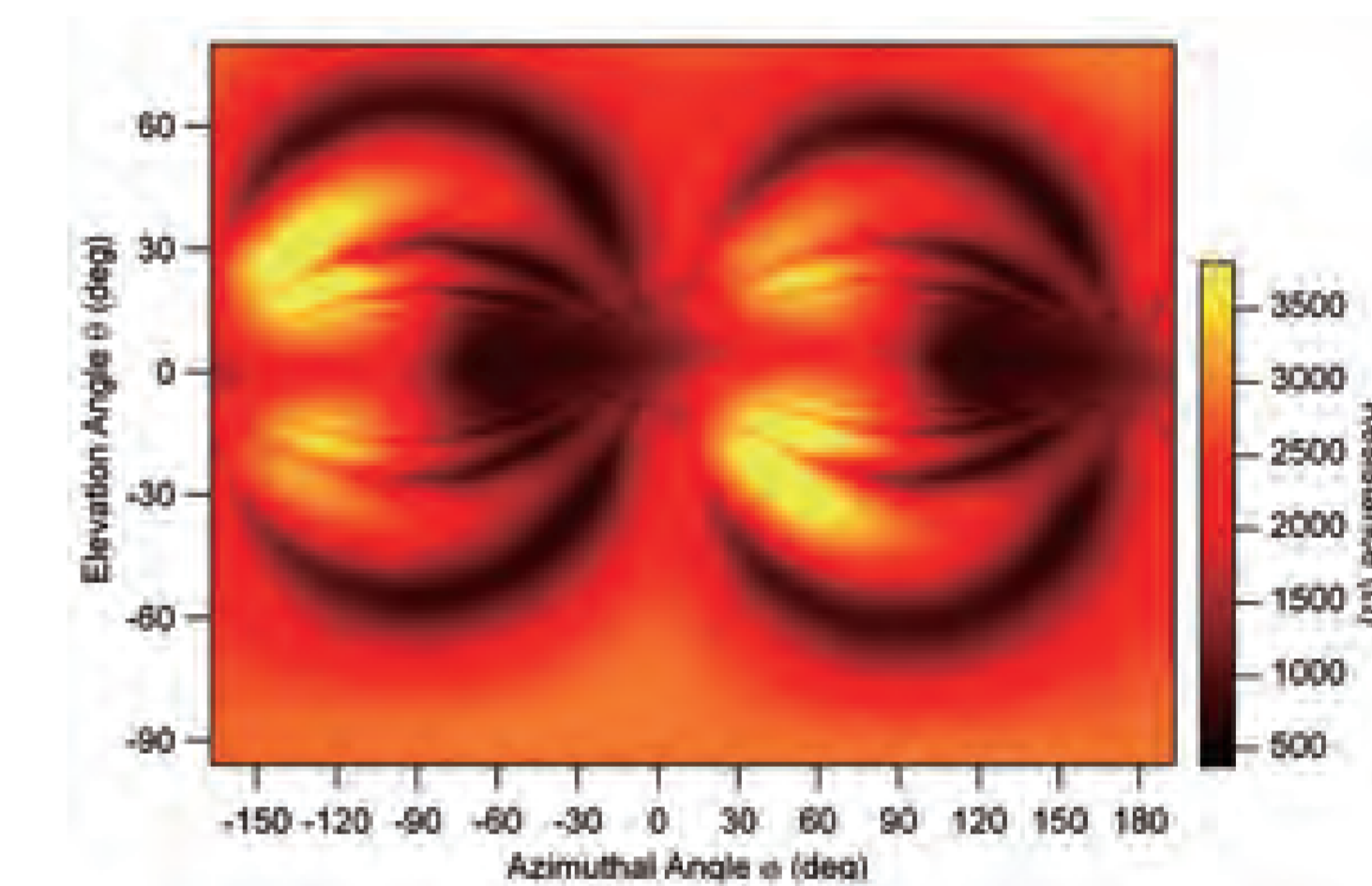
This division studies the physical properties of condensed matter under extreme conditions such as ultra low temperatures, and ultra high pressures combined with steady high magnetic fields up to 20 T. In addition to individual extreme conditions, physics under multiple extreme conditions is also focused on. Under these conditions, novel phenomena, which cannot be understood in terms of existing theories and thus stimulate the creation of new concepts, are expected to occur. Discoveries of such phenomena have often opened up new horizons in materials science. Many noteworthy instruments developed in this division include are those which produce low temperatures down to a few tens of μK , high pressure up to 12 GPa, and high speed rotation of cryostats at over 12 rad /sec. These machines are frequently used in collaboration with many scientists from throughout Japan and abroad.



核断熱消磁法による超低温生成装置。この装置によって10⁻⁶Kという世界最高水準の超低温が得られる。
Large nuclear demagnetization refrigerator for experiments in high magnetic fields up to 15 T.



毎秒2回転までの定常回転状態の下で数百マイクロケルビン迄の超流動観測が行われている世界最高速の「ISSP超低温回転クライオスタット」。
ISSP ULT rotating cryostat with world's highest rotation speed. The physics of vortices and textural transitions in superfluid ³He is being studied under steady rotation with the speed up to 12 rad/s.



磁気抵抗の全方位磁場依存性パターンの測定。
Measurement of angle-dependent pattern of magnetoresistance over entire range of magnetic field orientations.



キュービックアンビル圧力発生装置。12万気圧以上の超高圧を低温強磁場と組み合わせた多重極限環境下での物性測定を行う事が出来る。
Cubic anvil high-pressure apparatus. Cryostat for experiment under multiple extreme conditions of low temperature, high magnetic field, and high pressure.

物性科学を先導する極限光

二十世紀初頭に量子力学や相対論を生み出すきっかけを作ったのは光でしたが、現在ではレーザーや電子ビームにより高度に制御された多彩な光の発生が可能になり、物性研究において活躍しています。超高速現象を捉えるための短パルス光はフェムト(10^{-15})秒からアト秒(10^{-18})領域へと踏み込み、レーザーベースで発生できる波長範囲も可視域だけでなく、テラヘルツ(<1 meV)や軟X線領域(>100 eV)へと拡大しています。当研究部門では、これら極限的な光を発生させる技術を開発するとともに、各種の分光計測法を開発して、超伝導体、強相関系物質、生体物質、半導体ナノ構造、固体表面界面、光誘起相転移物質などに適用し、幅広く物性研究を展開しています。

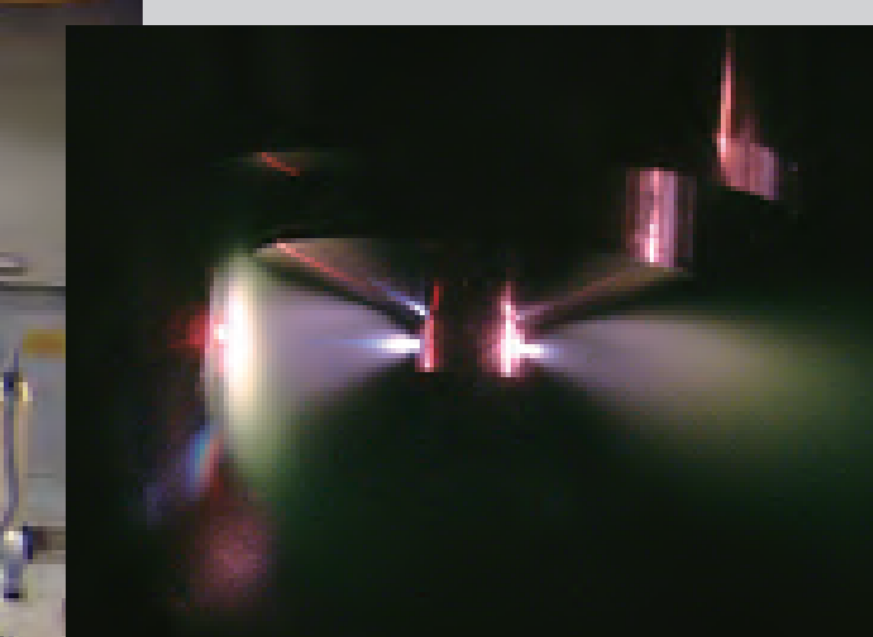
Materials science using extreme light

Understanding the nature of light played an important role in establishing the theories of relativity and quantum mechanics at the beginning of the 20th century. These two theories have not only founded modern physics but have also been crucial to the development of modern optical technologies such as synchrotron radiation and lasers. Since then, these new technologies have enabled the rapid pace of innovations to be maintained. It is now possible to produce extremely short bursts of light with femtosecond (10^{-15} sec) and attosecond (10^{-18} sec) time scales. The range of available spectral windows of laser-based light sources has also expanded significantly, and now ranges from terahertz frequencies (<1 meV) to soft X rays (>100 eV). At the Division of Advanced Spectroscopy at ISSP, we are developing extreme light sources and various spectroscopic techniques to explore wide ranges of novel materials and phenomena including high- T_c superconductors, strongly correlated materials, photo-induced phase transitions, biological molecules, solid surfaces/interfaces, and semiconductor nanostructures.



短波長極限光
高出力チタンサファイアレーザーの高次高調波による軟X線光源。

Producing Extreme Light
High-power Ti:sapphire lasers and high harmonic generation to produce attosecond soft X-ray pulses.

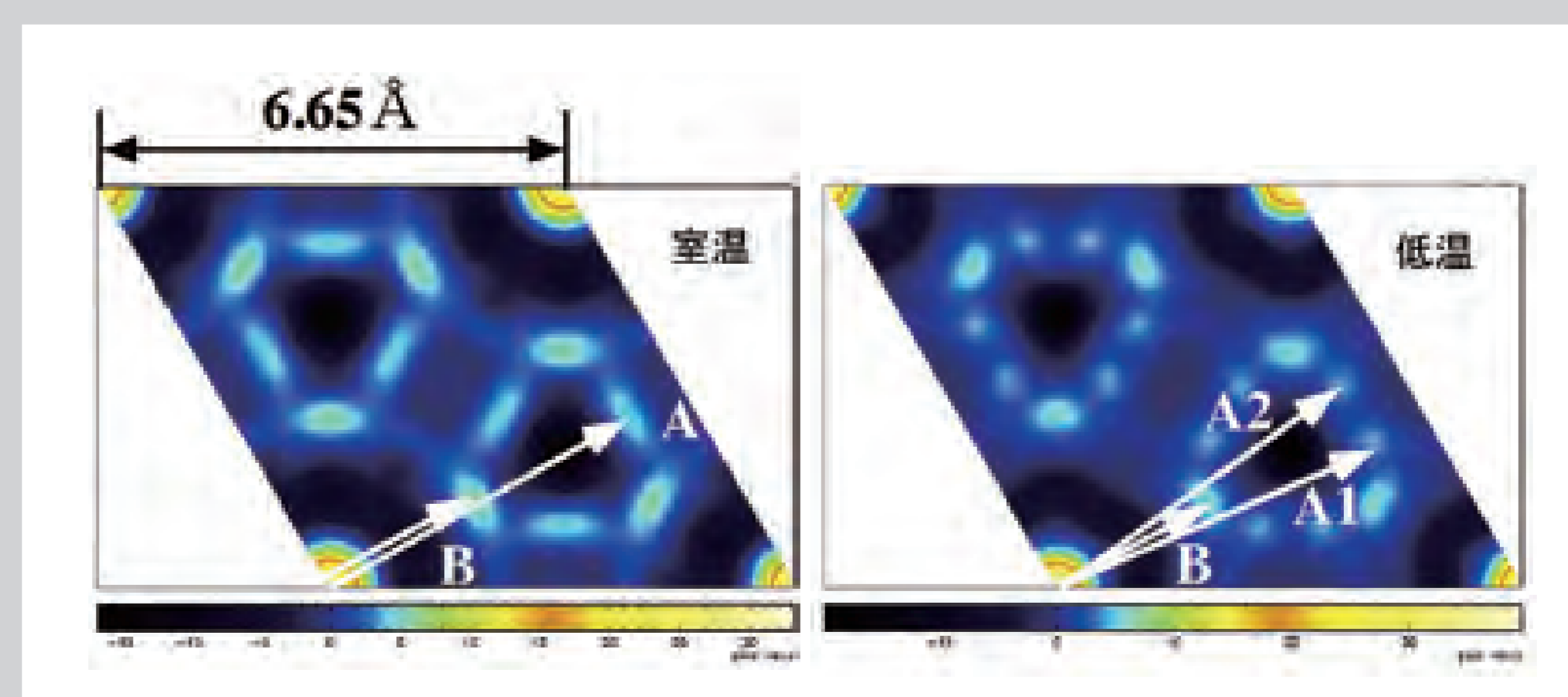
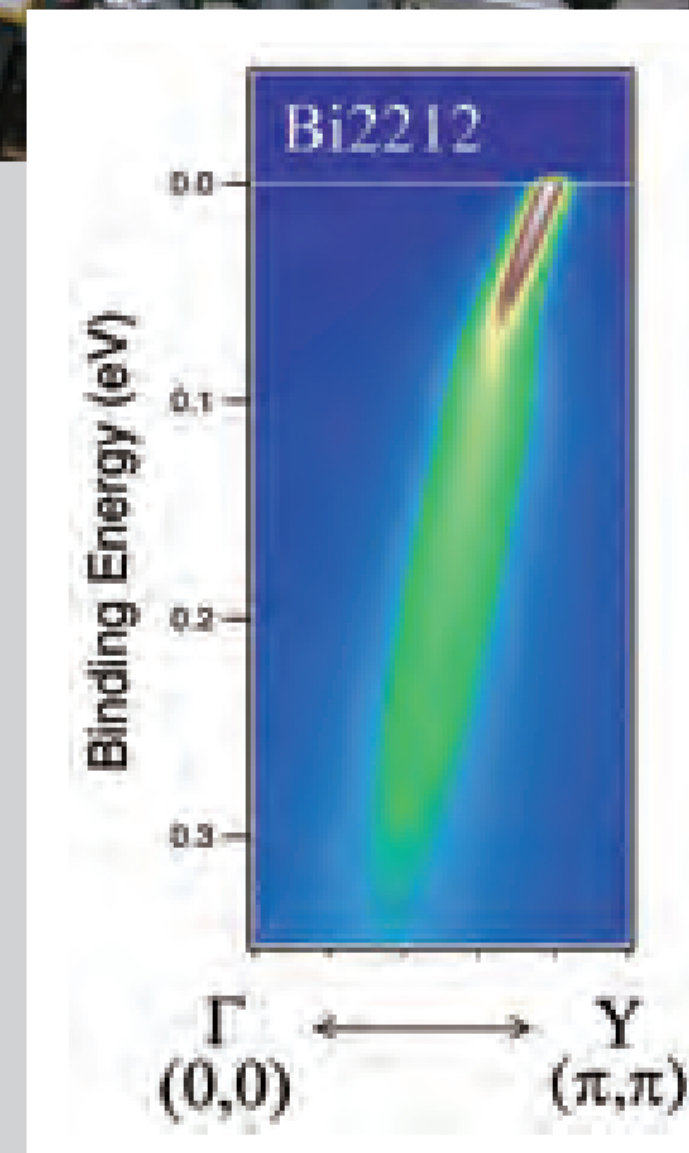


高次高調波を発生するArガス。



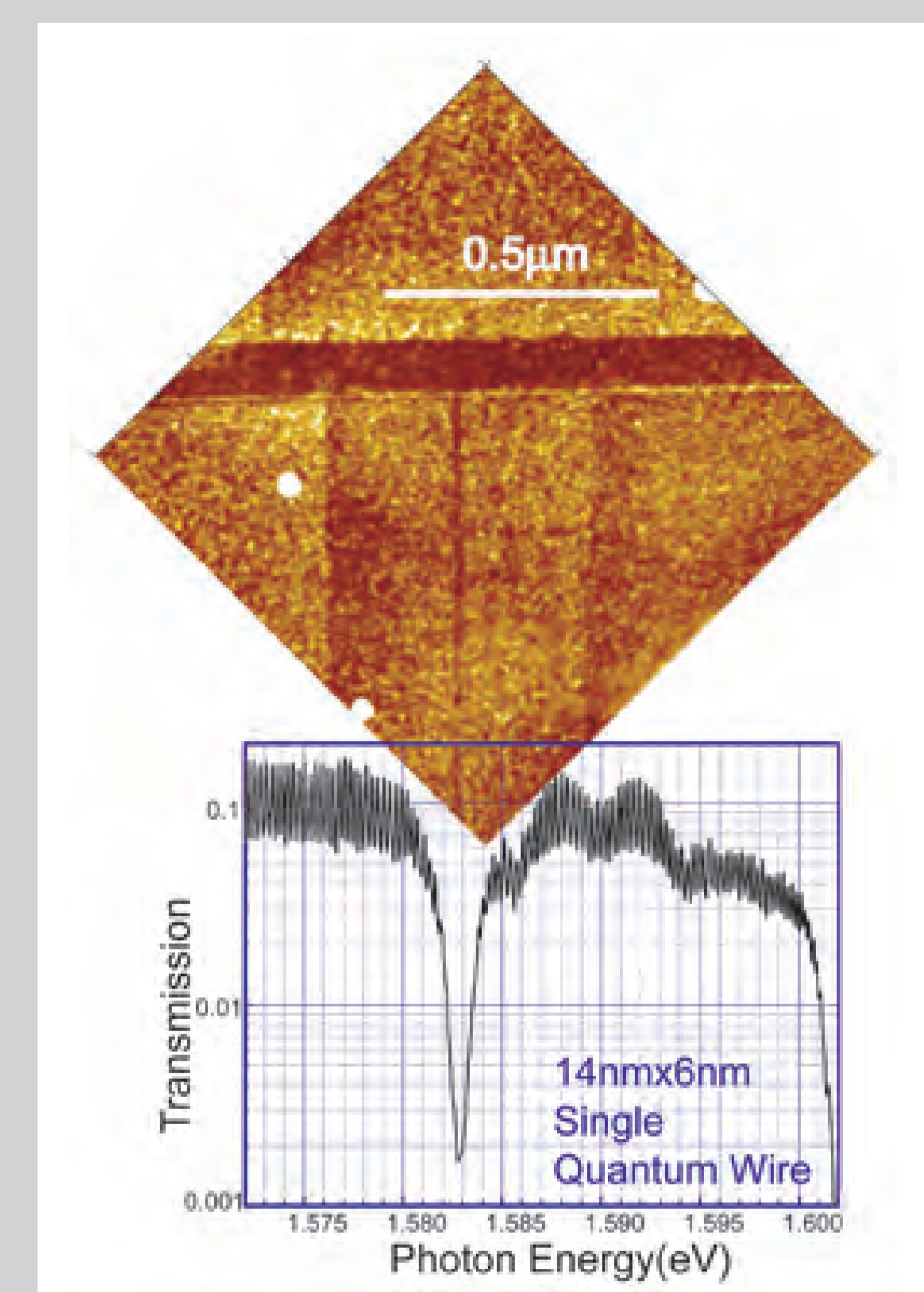
光電子分光
世界最高の分解能を持つレーザー光電子分光装置と高温超伝導体のバンド分散。

Photoemission Spectroscopy
Laser-based photoemission spectrometer with the world's highest energy resolution. The inset shows the observed band dispersion of a high- T_c superconductor.



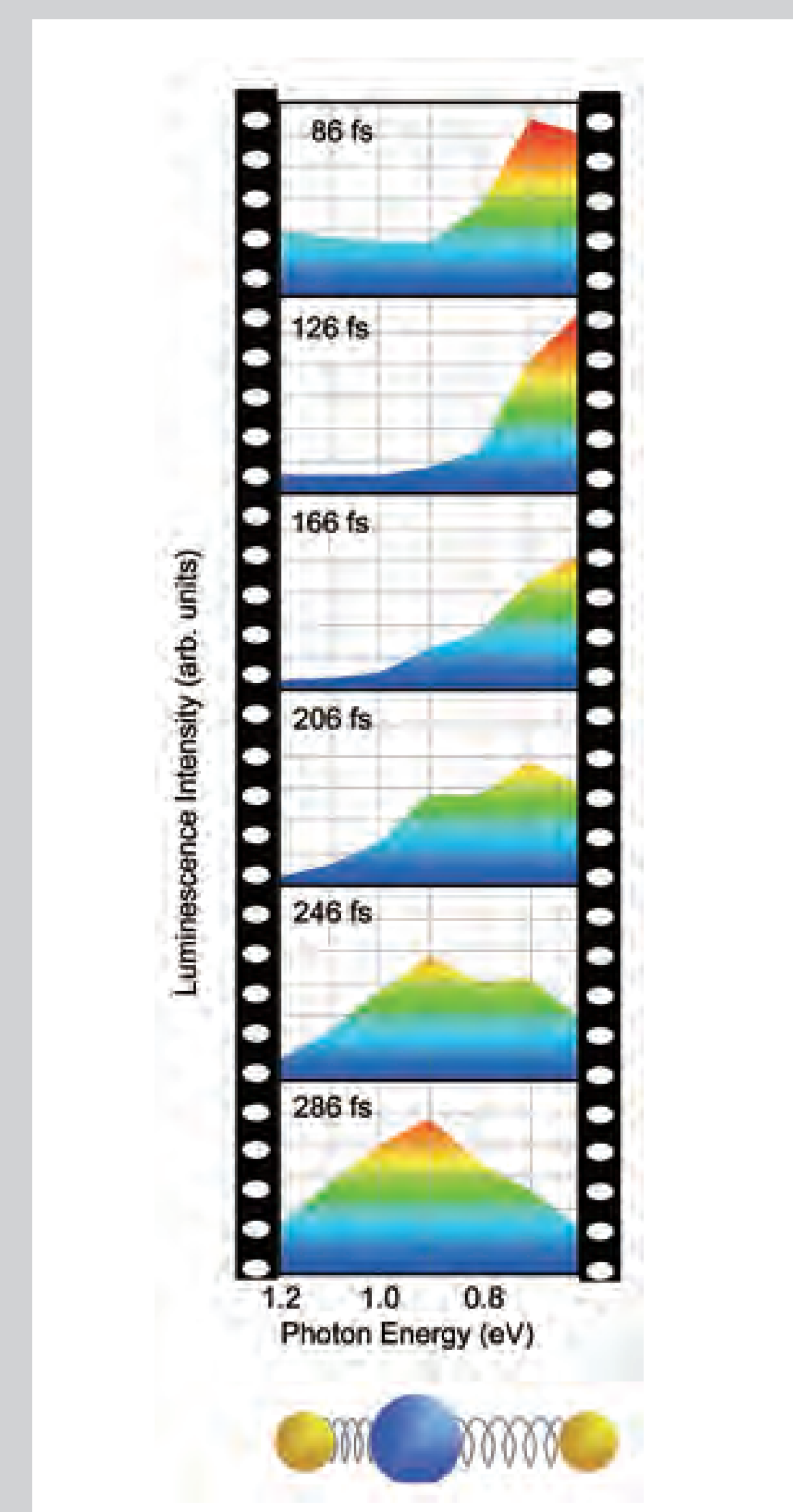
X線光学
X線回折で求められた相転移に伴うAg/Si(111)表面の原子配列の変化。

X-ray Optics
Atomic-scale structural change of Ag/Si(111) surfaces under phase transition obtained using novel X-ray diffraction.



ナノ光物性
単一量子細線での光透過吸収実験。

Nano Optics
Optical absorption spectrum of a single quantum wire.



超高速分光
固体におけるイオンの運動に対応する核波束のフェムト秒ムービー。

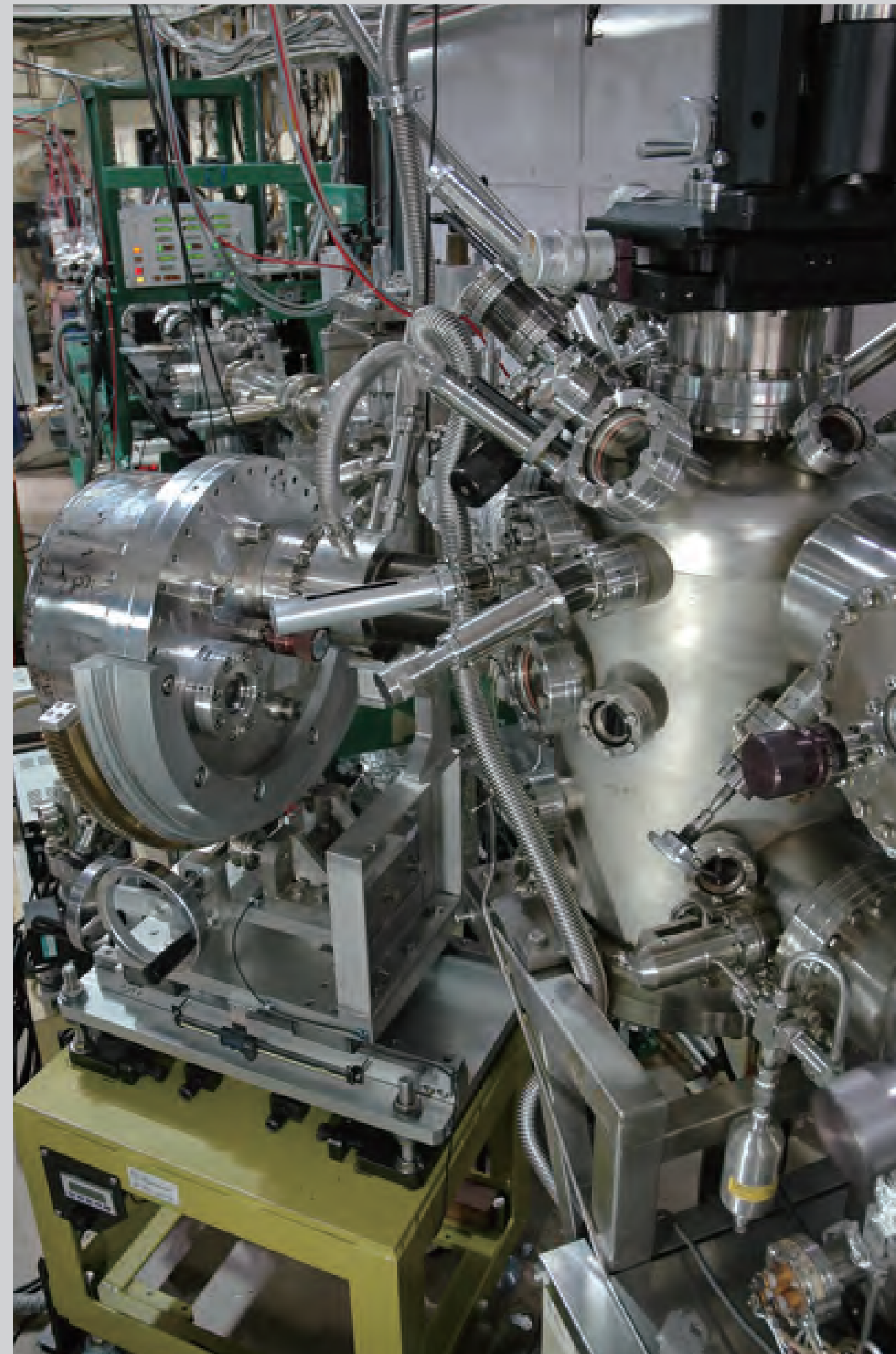
Ultrafast Spectroscopy
"Femtosecond movie" of a nuclear wave packet directly mapped by time-resolved photoluminescence spectra. This wave packet motion corresponds to ionic vibration in solids.

高輝度放射光で物性を見る

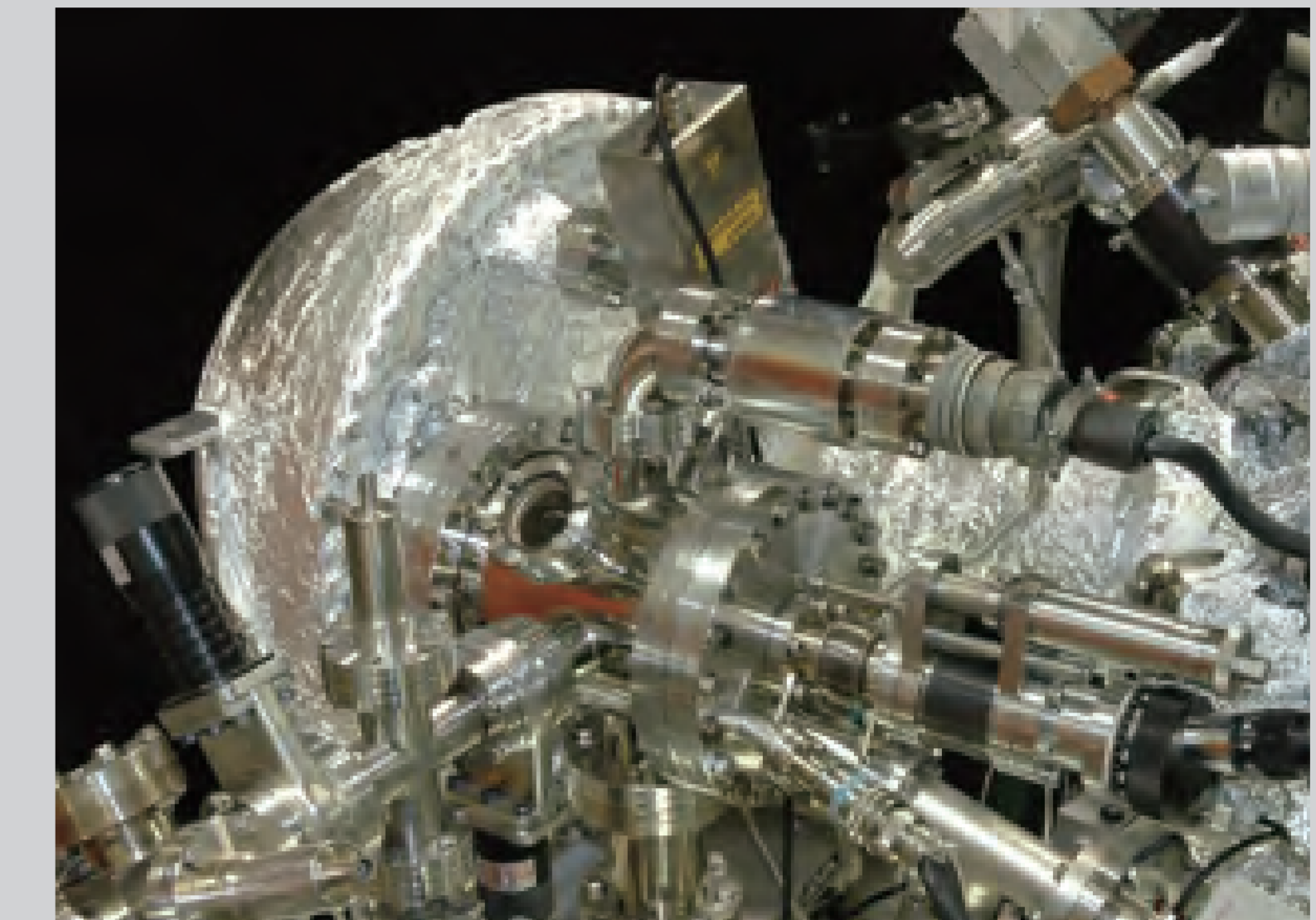
高エネルギー粒子加速器を用いると遠赤外線からX線までの光(放射光)が得られます。この光と物質の相互作用(光吸収、光電子、発光など)を調べてさまざまな物性を知ることができます。本施設では、フォトンファクトリーに設置した実験ステーションで極紫外・軟X線領域の高輝度放射光を利用する物性研究と新しい分光実験技術の開発を行い、全国共同利用に供しています。さらに、スプリングエイトに世界最高性能の軟X線アンジュレータビームラインを建設して、時間分解分光や軟X線発光分光などの最先端の分光技術を用いた物性研究を推進しています。また、新しい光源の開発・研究と加速器物理研究も行っています。

Materials science using synchrotron radiation

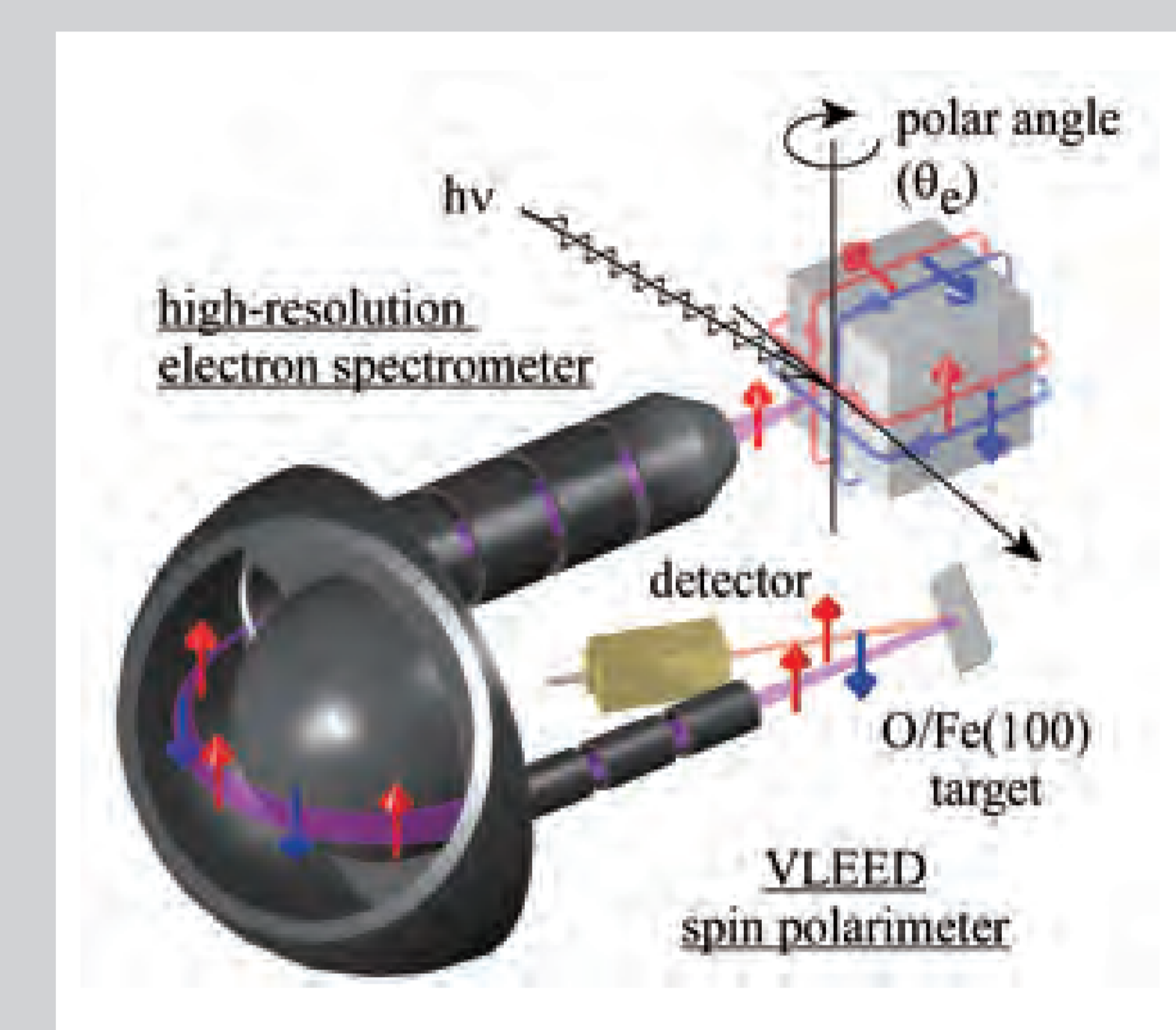
In vacuum, synchrotron radiation in the ultraviolet and soft X-ray regions has been utilized as a powerful probe to investigate the complex world of materials science. The Synchrotron Radiation Laboratory (SRL) maintains three experimental stations in the Photon Factory, which are fully open to outside users. The in-house staff of SRL not only serve outside users by providing technical support and advice but also carry out their own research on advanced solid-state spectroscopy and instrumentation. The members of SRL have been promoting the use of a new undulator beamline in the soft X-ray region and carrying out research projects by time-resolved spectroscopy, soft X-ray emission spectroscopy, and so forth. The accelerator group is studying accelerator physics and developing accelerator technologies for advanced and future synchrotron light sources.



高分解能角度分解光電子分光実験装置。
Angle-resolved photoemission spectrometer with high energy and momentum resolution.



スピン分解光電子分光実験装置。
Spin-resolved photoemission spectrometer with a spin detector of very high efficiency.



スピン分解光電子分光の概略図。
Schematic diagrams of spin-resolved photoemission.



SPring-8の高輝度軟X線アンジュレータ。
Soft X-ray undulator at SPring-8.



次世代放射光源のための超伝導加速空洞モデル。
Superconducting cavity for future light source.

物質の構造と運動を調べる中性子散乱

物質を構成する最小基本粒子である中性子は、透過力に優れ、微小磁石(スピン)の性質を持つので、原子の中心にある原子核やその周りにある電子の作る磁場(磁気モーメント)と力を及ぼし合います。この性質を利用して多数の中性子を物質に当て、その散乱の仕方(方向・スピード・スピンの向きの変化)を測り、物質内での原子や磁気モーメントの配列や運動の様子を知る実験方法を「中性子散乱」と言います。

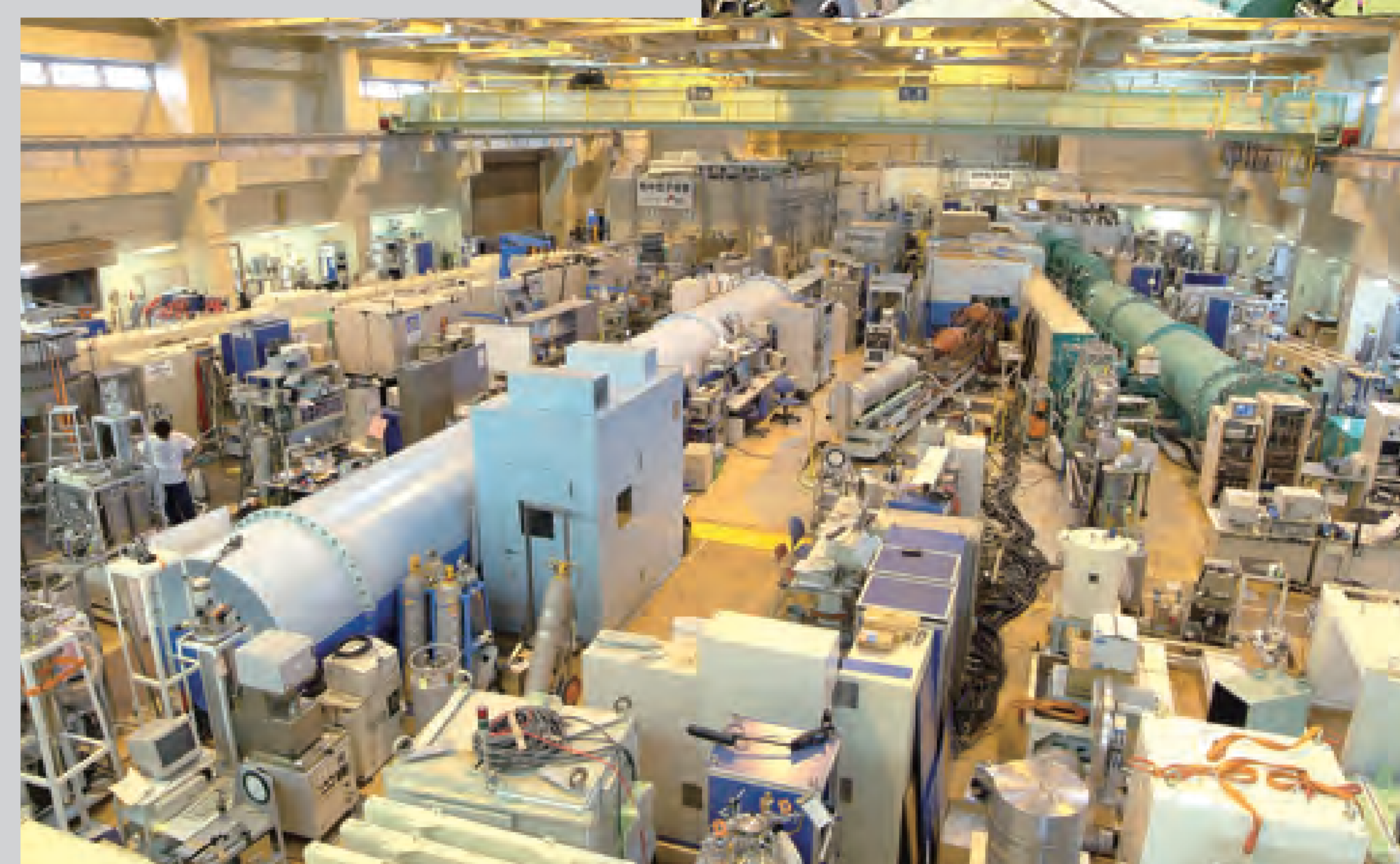
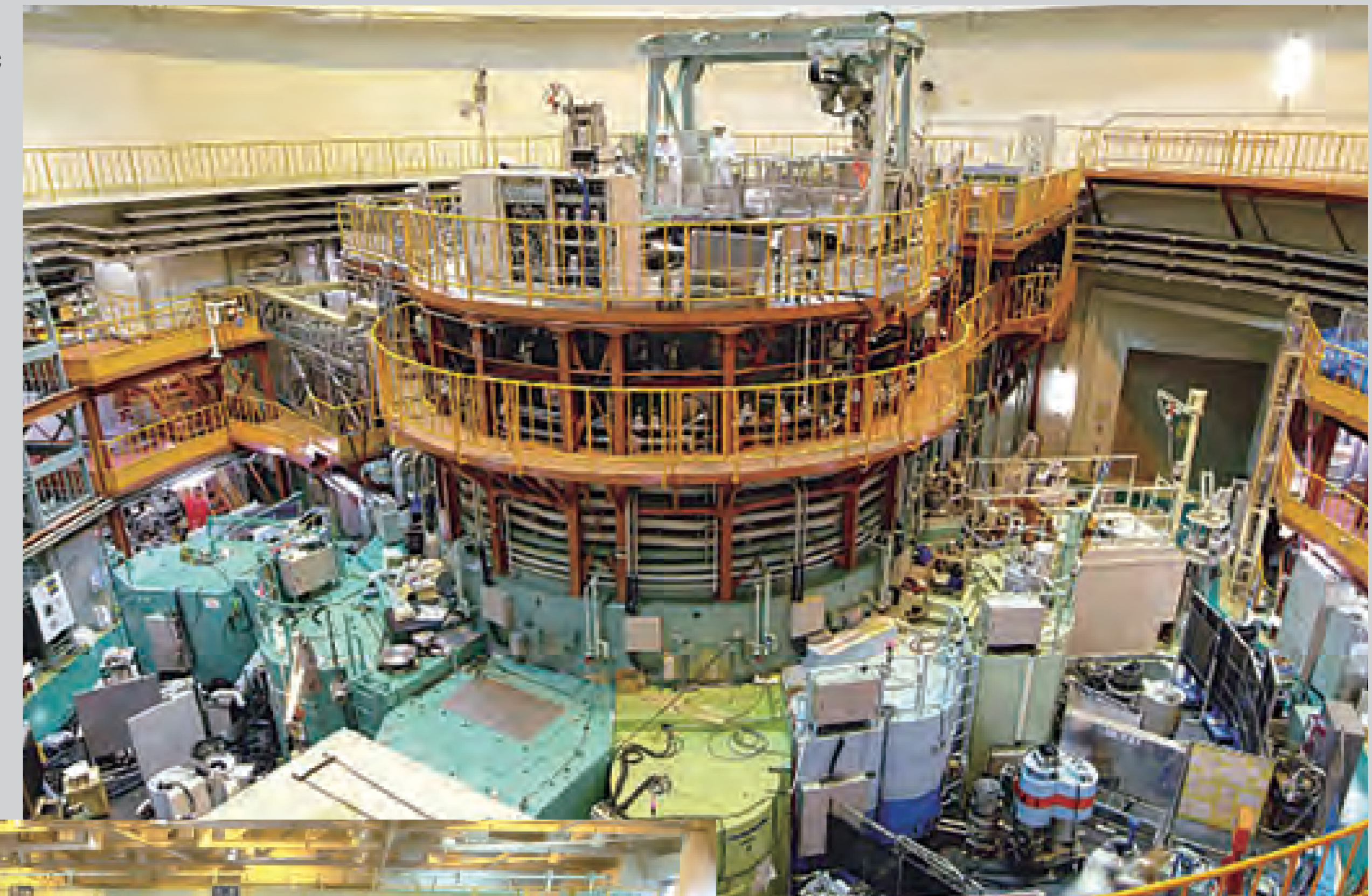
この方法により物質の性質や機能が、原子・分子の配列や運動状態とどのように関わっているかを解明することができるため、物性物理のみならず、化学・高分子科学・生物学・材料科学などの広い分野で研究に応用されています。当施設では、中性子の線源である研究用原子炉(日本原子力研究所)に大規模な実験装置を設置して中性子散乱の全国共同利用を進めるとともに、高温超伝導をはじめとする物性発見の機構解明の研究に取り組んでいます。

Neutron scattering - a unique tool to study the structure and dynamics of matter

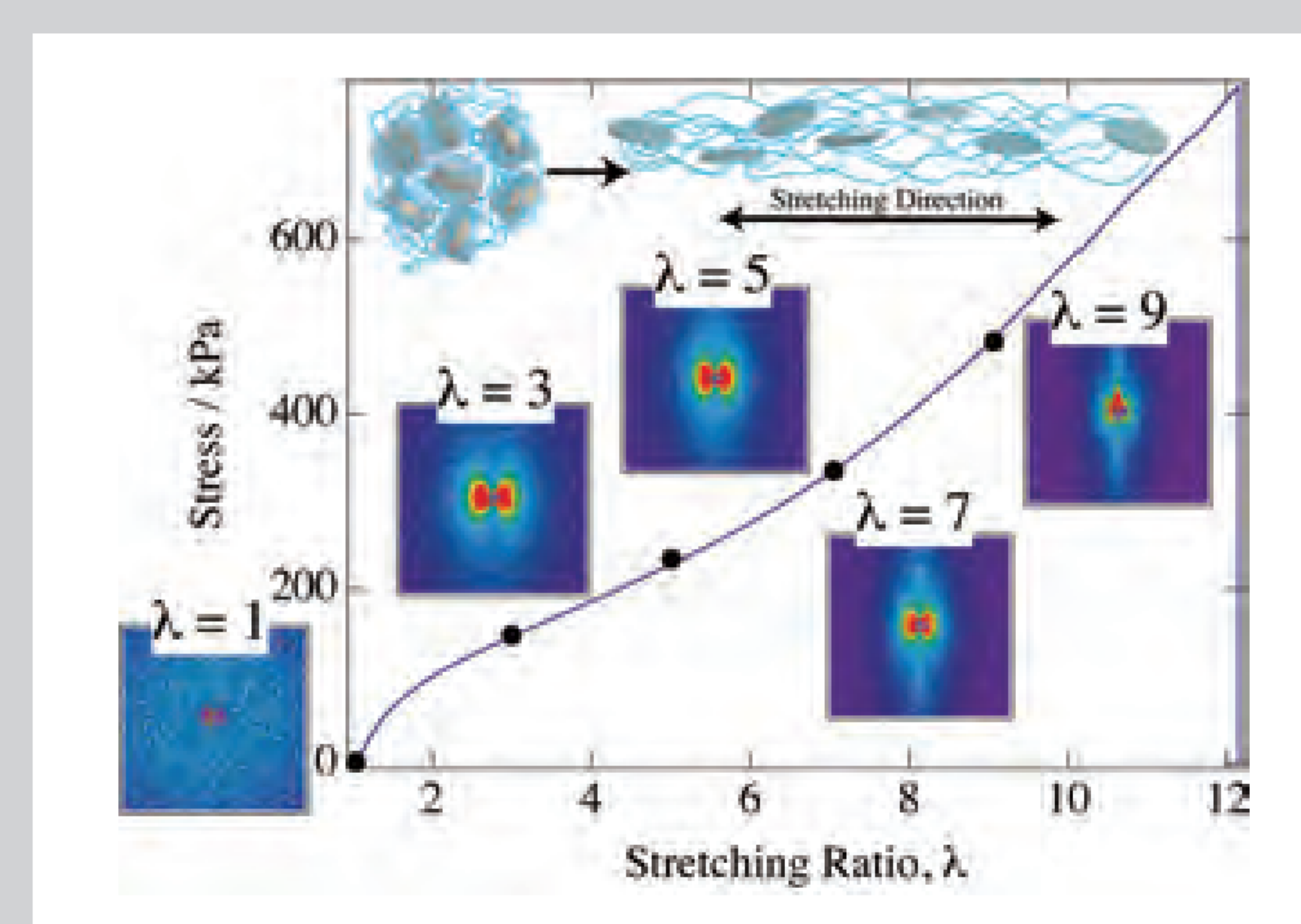
Neutron is one of ingredients which form nuclei or atoms. It can penetrate deep inside of materials and interact with a nucleus or magnetic fields created by electrons which surround the nucleus. To utilize such neutron properties, crystal and magnetic structures in the materials are investigated by neutrons, and this method is called "Neutron Scattering".

The Neutron Science Laboratory (NSL) provides a large scale General User Program for Neutron Scattering. Under this program, close to 300 proposals are submitted each year, and the number of visiting users under this program reaches over 6000 (person-day/year). Major research areas include solid state physics (strongly correlated electron systems, high T_c superconductors, heavy fermion systems, low dimensional magnetism, high-pressure physics etc.), fundamental physics and neutron beam optics, polymer, chemistry, biology, and materials sciences.

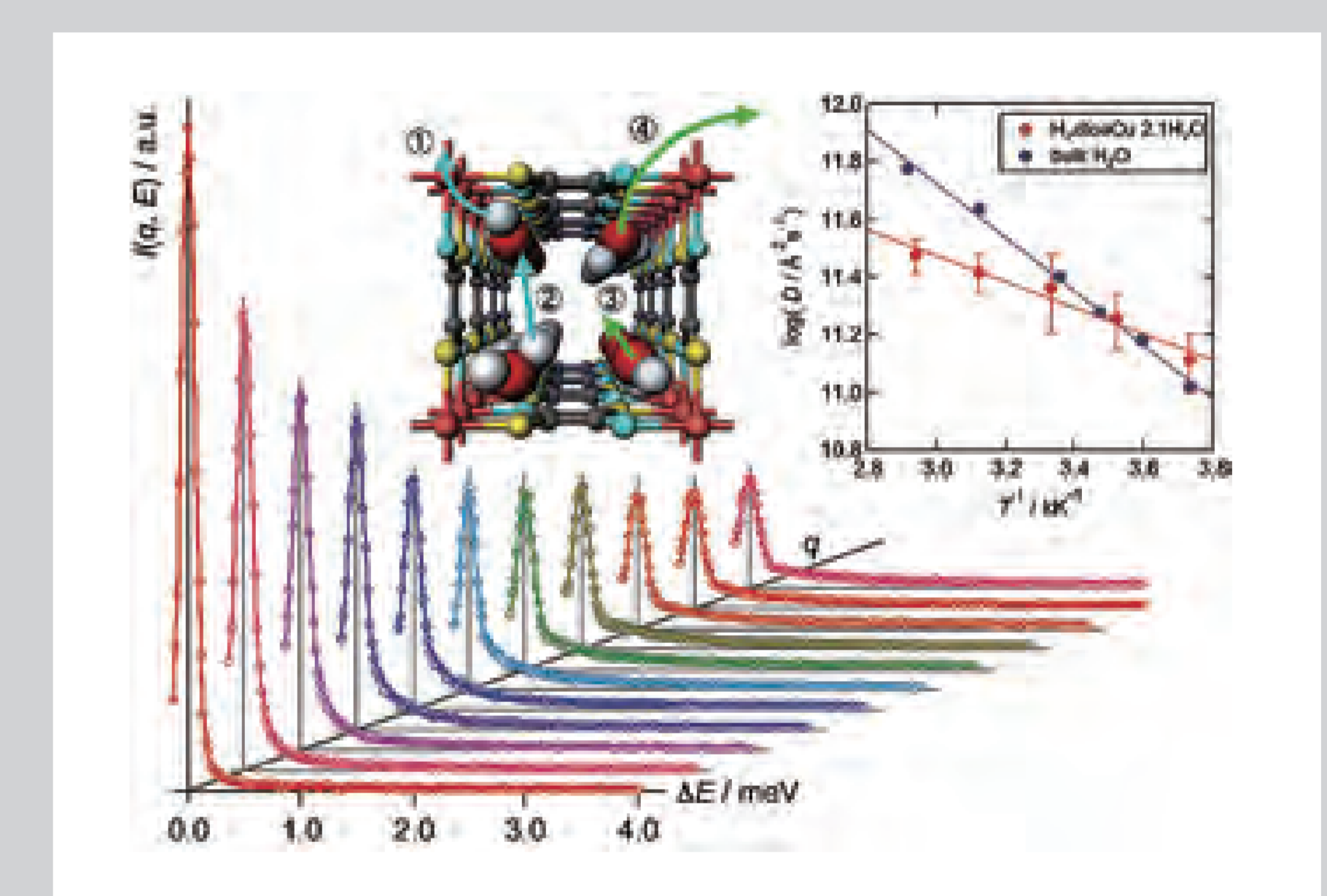
日本原子力研究開発機構所有研究用原子炉JRR-3, Research Reactor, JRR-3, at Japan Atomic Energy Agency (JAEA)



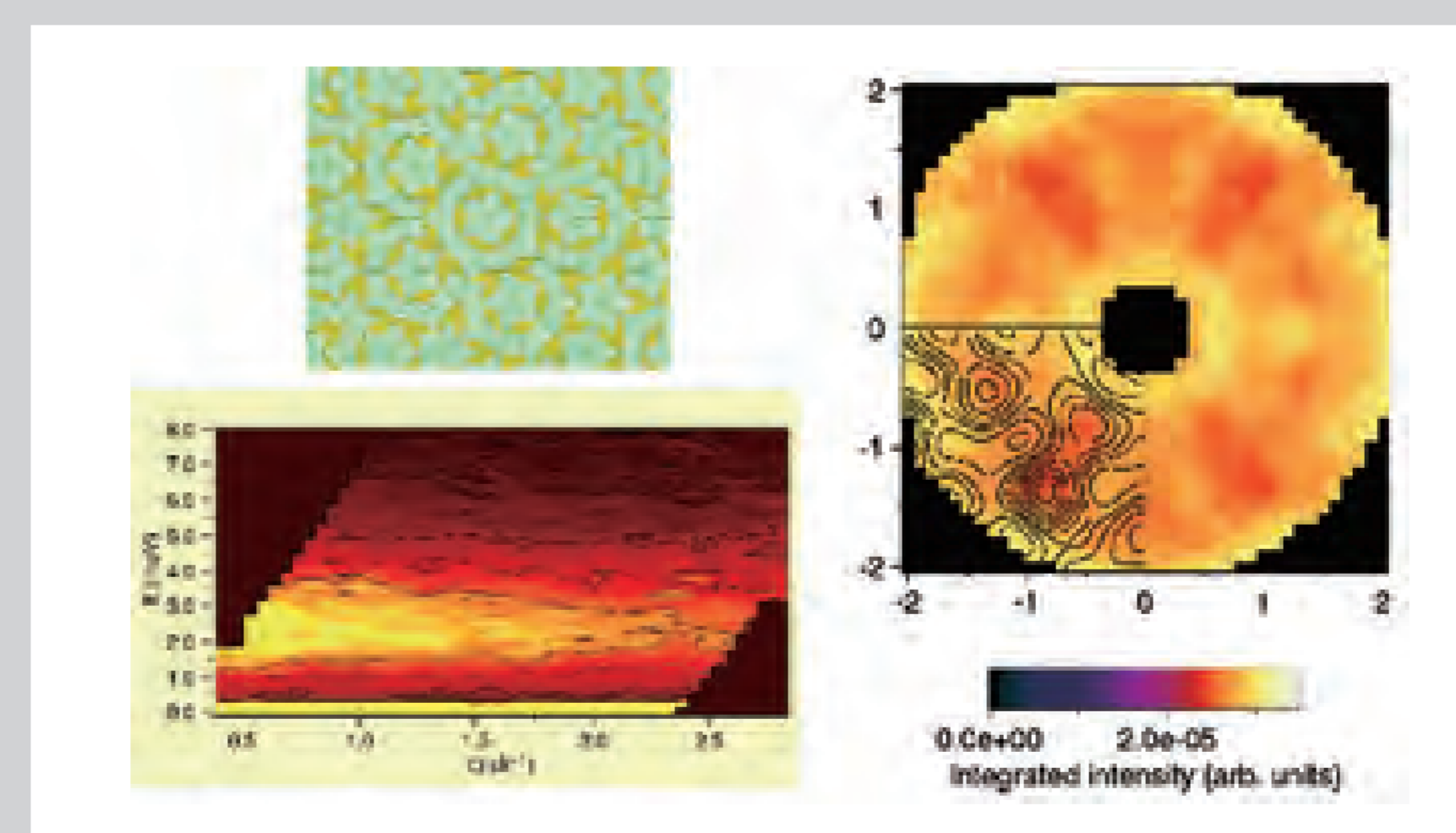
JRR-3 ガイドホールの中性子分光器群。
Neutron scattering spectrometers in the guide hall of JRR-3



中性子小角散乱によるナノコンポジットゲルの変形機構の研究。図は応力-延伸比曲線と対応する2次元中性子散乱パターン。水分率が90%にもおよぶゲルにもかかわらず、10倍以上の延伸が可能。その秘密は厚み1nm 直径30nmの板状粘土鉱物と高分子の架橋構造にある。Small-angle neutron-scattering study on deformation mechanism for nanocomposite polymer gels. Stress vs stretching-ratio plot with two-dimensional scattering patterns. Although the water content is more than 90%, the gel can be stretched to more than 10 times its original length owing to network structure of polymer chains and clay platelets of 1 nm thickness and 30 nm diameter.



パルス冷中性子分光器(AGNES)によるルベアン酸銅水化物のプロトン伝導の研究。準弾性散乱スペクトル(左下)から拡散係数(右上)を計算し、プロトン伝導モデル(左上)との比較を行う。Study on proton conductivity of copper rubenate hydrates using a pulse cold-neutron spectrometer (AGNES, JRR-3). The diffusion coefficients (upper right) were calculated from the quasielastic spectra (lower left) and compared with the model of proton conduction (upper left).



中性子非弾性散乱による磁性準結晶中のスピンドYNAMICSの研究。図は(左上)準周期格子の典型例であるペンローズ格子。(左下)Zn-Mg-希土類磁性準結晶の粉末非弾性散乱スペクトル。(右)2面内の単結晶非弾性散乱強度分布。準結晶はペンローズ格子に代表されるように周期性を持たない特殊な固体であるが、Zn-Mg-希土類磁性準結晶において正12面体クラスターに局在する特異な磁気揺動が観測された。Neutron inelastic-scattering study on spin dynamics in magnetic quasicrystals. (Top left) The Penrose lattice as a typical example of quasicrystalline lattices. (Bottom left) Powder inelastic-scattering spectrum from a Zn-Mg-rare-earth magnetic quasicrystal. (Right) Intensity map of single quasicrystal in the twofold plane. A quasicrystal is a novel form of solid with a quasicrystalline lattice structure. Using neutron inelastic scattering, we found that spins in magnetic quasicrystals exhibit intriguing spin dynamics strongly localized in dodecahedral clusters.



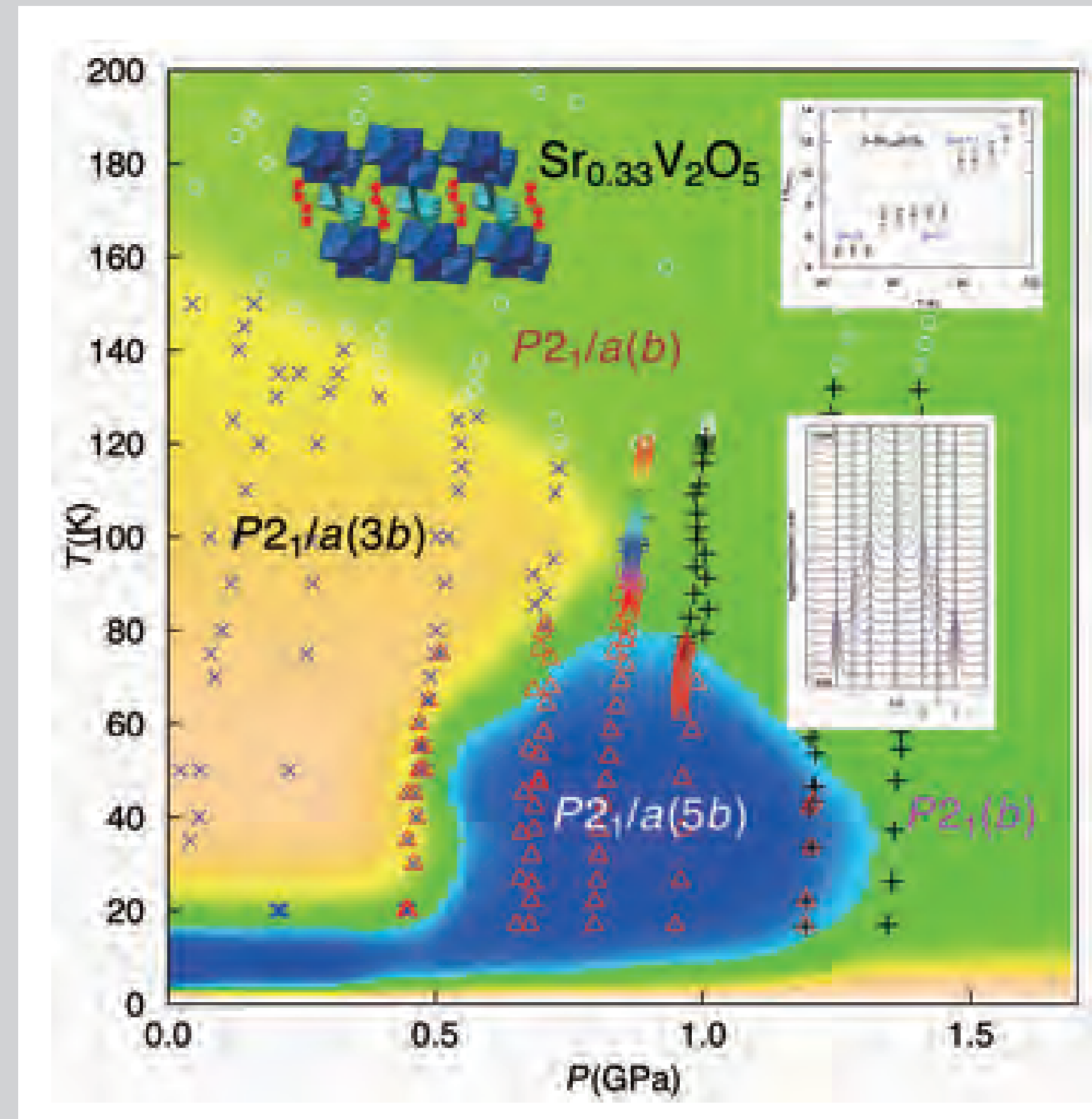
中性子散乱用2方向フォーカシングアナライザー、モノクロメータ。
Doubly focusing analyzer and monochromator for neutron scattering.

物性物理学をリードする 物質合成とスーパーコン ピュータによる仮想物性 実験

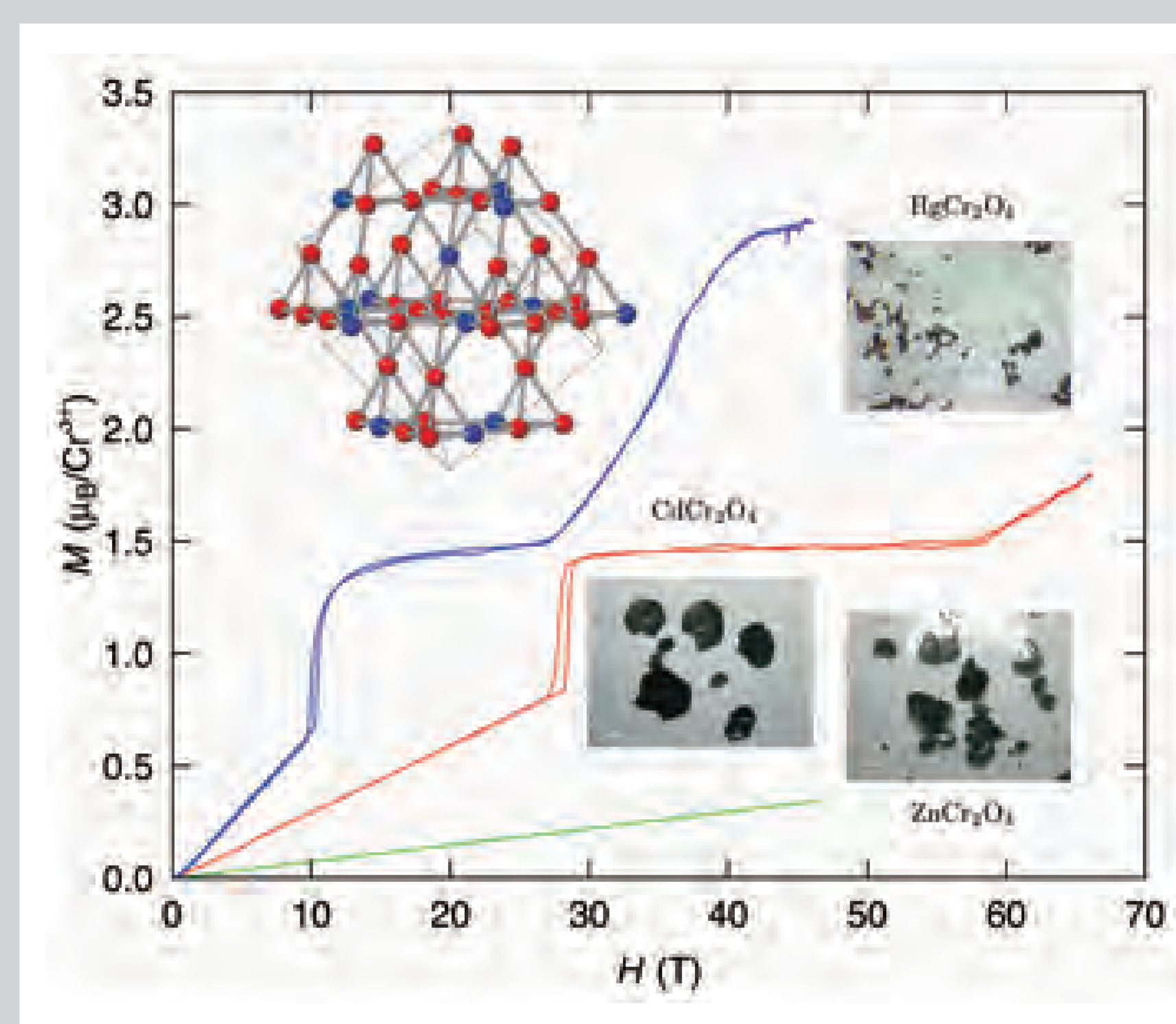
物質設計評価施設では、物質の「設計(Design)」、物質の「合成(Synthesis)」、合成された物質を総合的に調べる「評価(Characterization)」の3つの研究を有機的に連携させる(DSCサイクル)ことにより、新しい物性・機能を持つ物質の開発を目指しています。物質設計部では、最先端の物性研究専用スーパーコンピュータを駆使して、原子間の相互作用によって生み出される様々な協力現象を解明しつつ新物質の設計を行い、物質合成・評価部では物質の合成、単結晶育成およびその組成分析や結晶構造評価を行うとともに、新しく開拓された物質群の電気的・磁氣的・光学的性質の総合評価を行っています。また、施設の機器は全国の研究者も利用できるよう維持・運営されています。

Materials synthesis and virtual experiments using a supercomputer for solid state physics

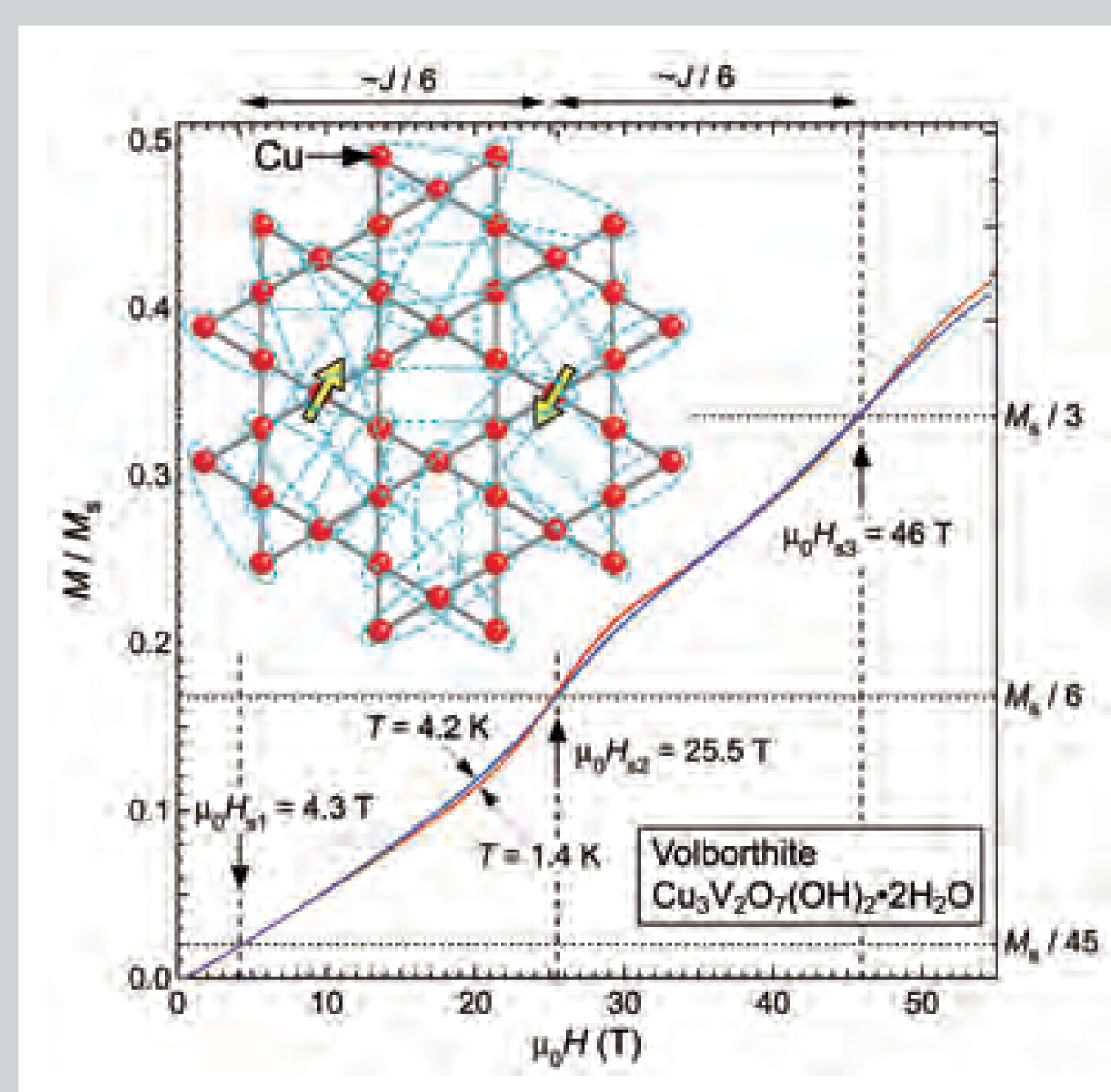
The aim of the Materials Design and Characterization Laboratory (MDCL) is to promote materials science with the emphasis on the DSC cycle, where DSC represents the three processes involved in developing new materials; design, synthesis, and characterization. A modern supercomputer is used to reveal novel mechanisms behind various cooperative phenomena in condensed matter and for theoretical design of new materials as well as materials with novel nano scale structures. Various types of new materials are being synthesized and single crystals are being grown for physical measurements. The structural, electromagnetic, and optical properties of the materials are characterized in various ways. The results are immediately feedback to the synthesis and design of materials. Almost all the facilities of the MDCL are open to domestic scientists through the User Program conducted by the Steering Committee of the MDCL.



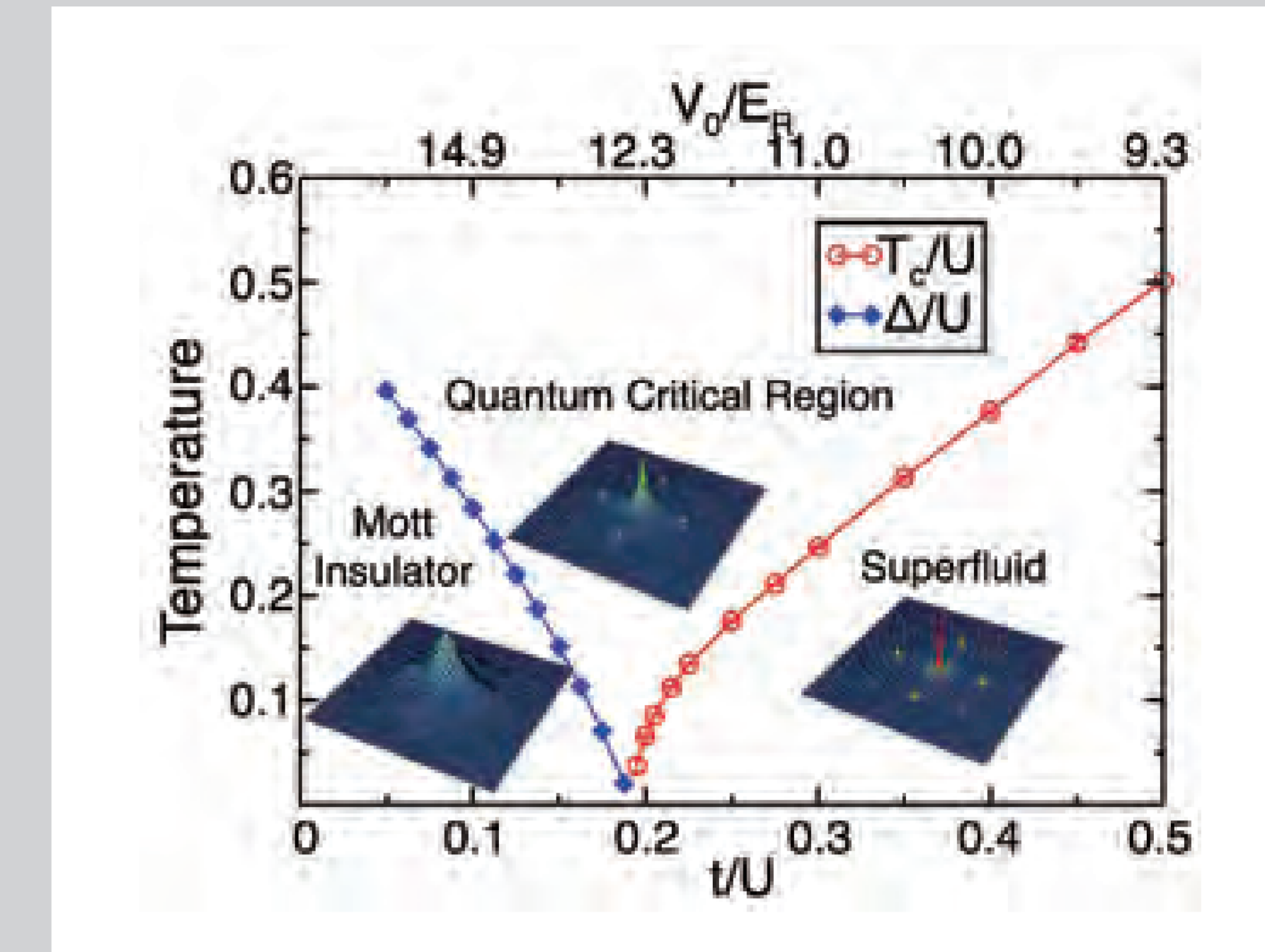
バナジウムブロンズの劇的な帯磁率変化と狭い温度圧力領域で現れる長周期構造。
Drastic change of magnetic susceptibility and long-period structures within a very narrow pressure-temperature region found in a vanadium bronze.



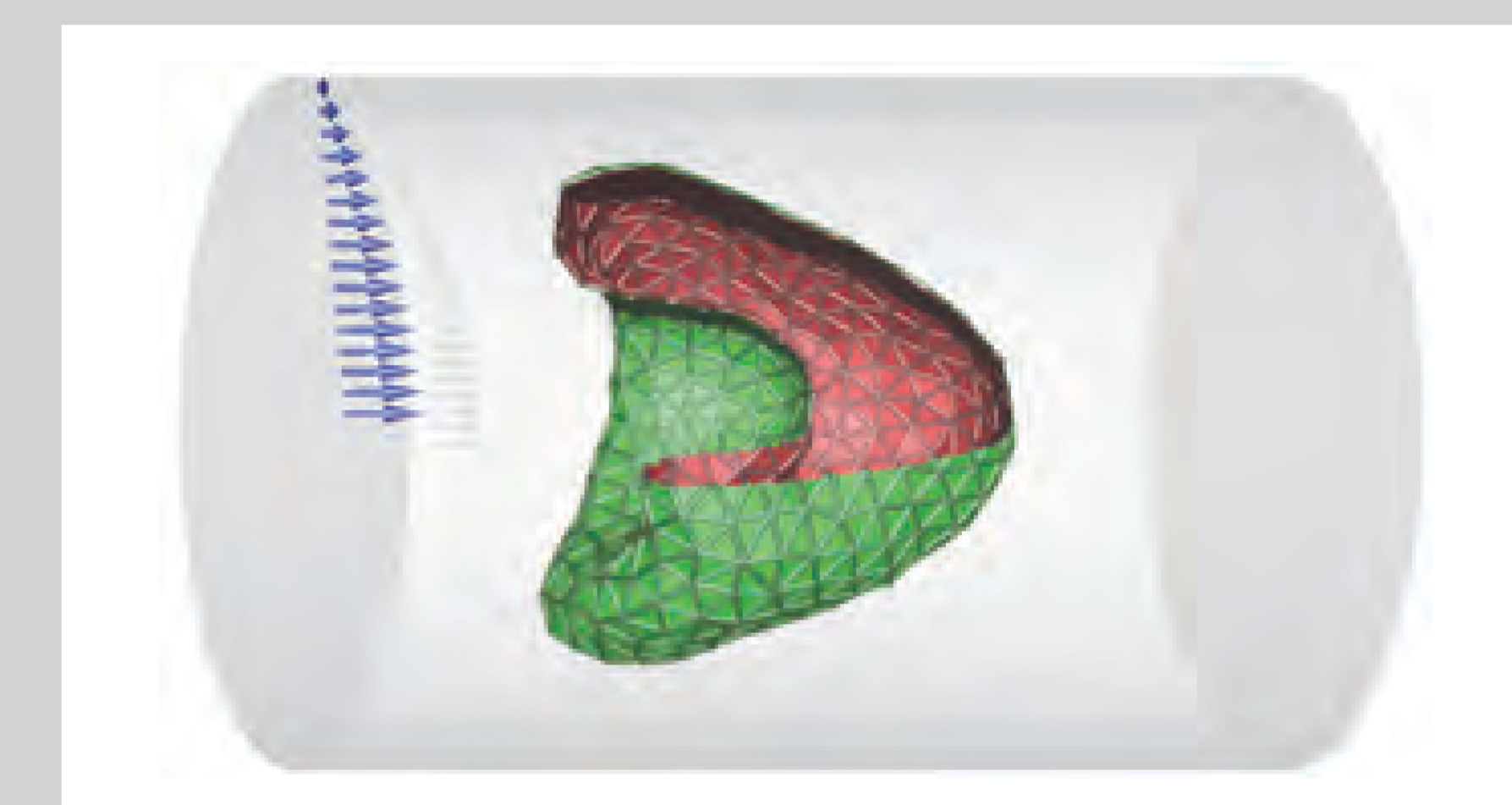
フラストレートしたクロムスピネルにおける強磁場で安定化される3up-1 downの磁気構造。
3-up, 1-down magnetic structure stabilized under high magnetic fields in frustrated chromium spinels.



スピン1/2カゴメ格子反強磁性体Volborthiteに現れる磁化ステップ現象。
"Magnetization steps" observed in the spin-1/2 kagome antiferromagnet Volborthite.



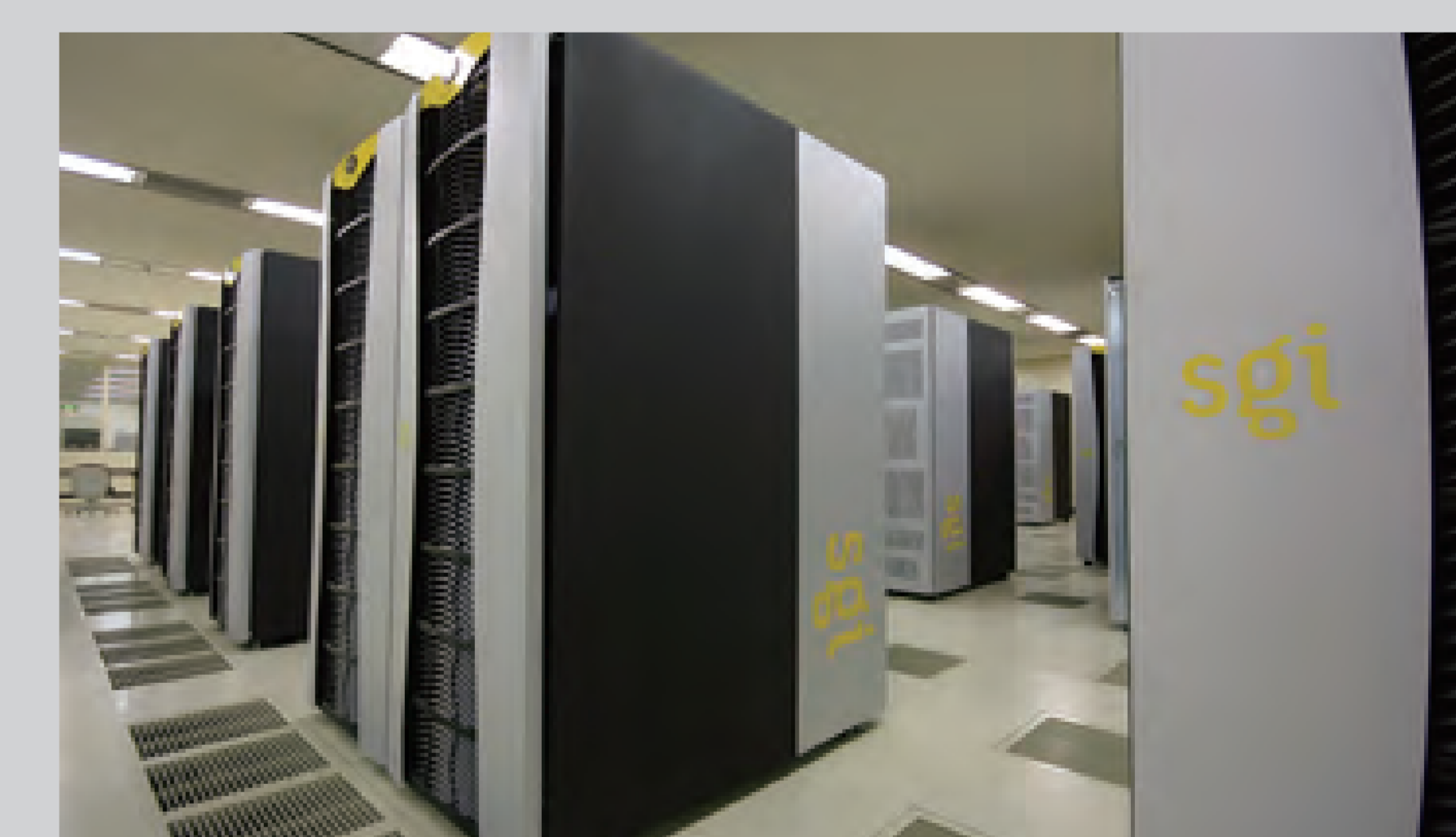
ボース/ハバードモデルの超流動転移温度(赤)とギャップ(青)。横軸は飛び移り定数。挿入図は運動量分布。
Superfluid transition temperature (red) and energy gap (blue) vs. hopping constant. The momentum distribution function is also plotted in three typical cases.



パラシュート状に変形して細管を流れる赤血球。
A red blood cell in capillary flow.



物性研スーパーコンピュータシステムA(sumire)。
ISSP supercomputer System-A(sumire).



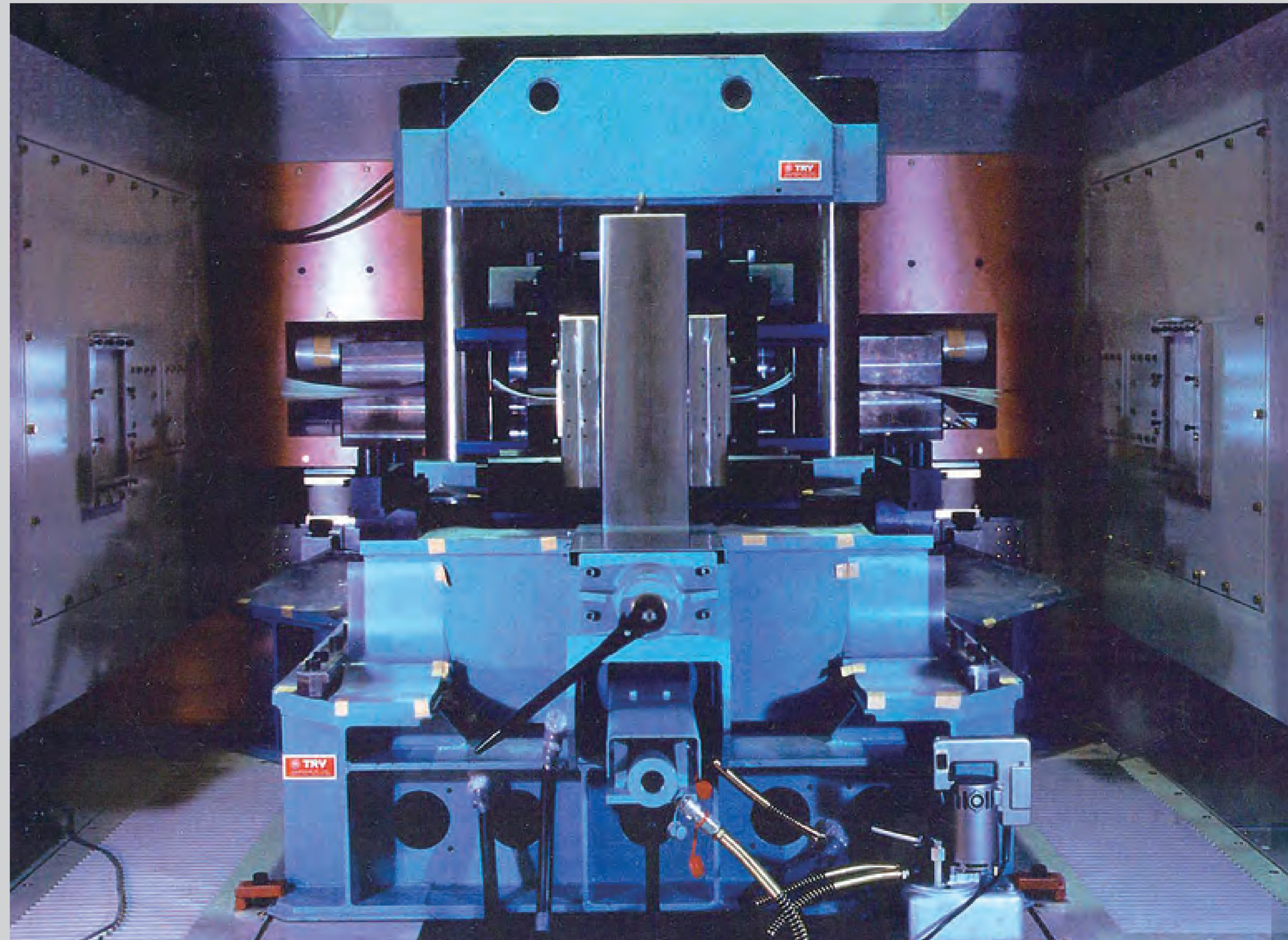
物性研スーパーコンピュータシステムB(itadori)。
ISSP supercomputer System-B(itadori).

世界最強のマグネットによる物質極限機能の解明

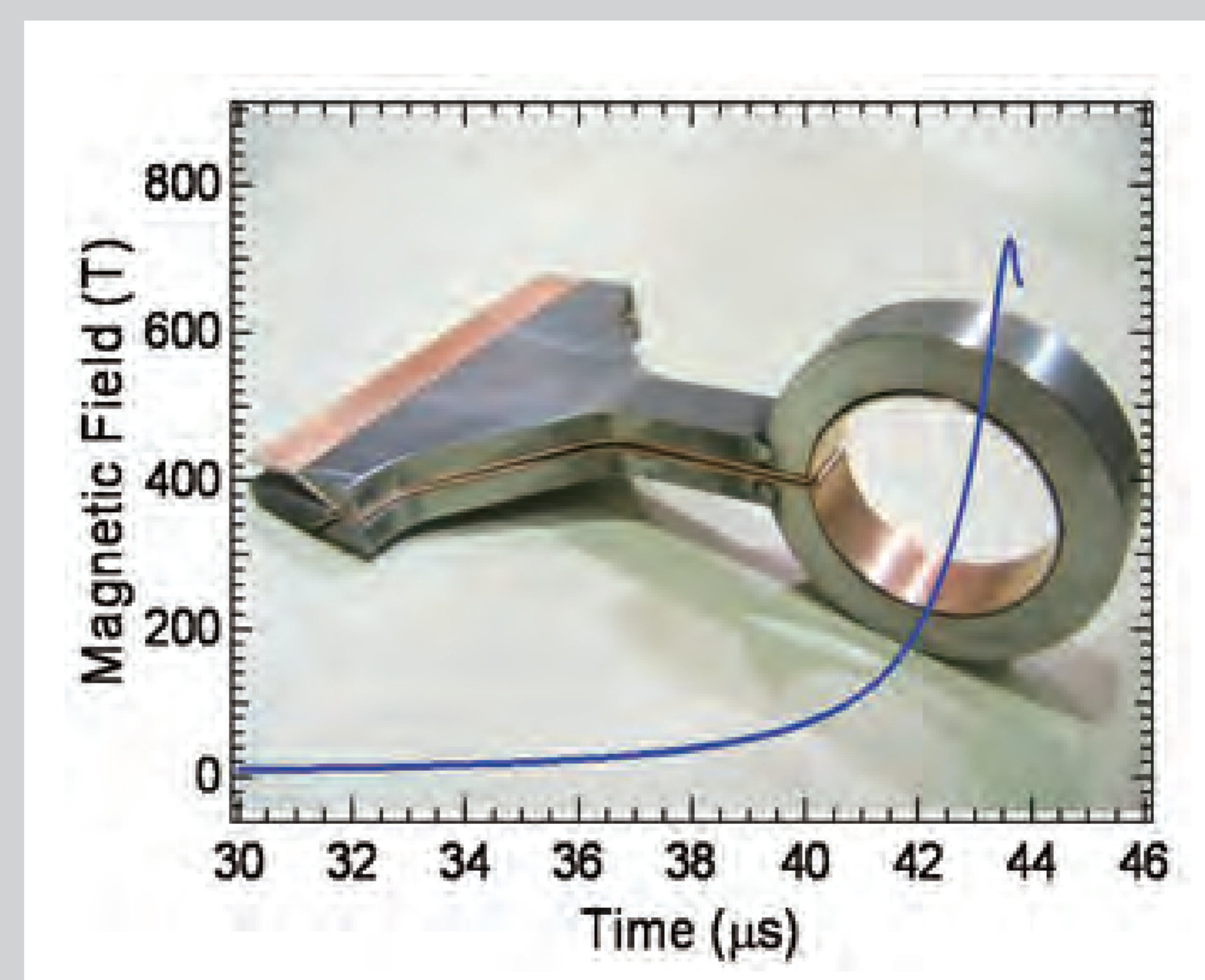
強磁場を半導体、磁性体、新奇な金属、超伝導物質などに適用し、極限状態における電子状態を調べている。また、より強い磁場発生のためのマグネット開発も行っている。非破壊型長時間パルスマグネットでは、電気伝導、光学、磁化測定などの精密な物性計測に用いられるだけでなく、高圧、低温環境と組み合わせた実験にも使用される。これらは、強い磁場を必要とする国内外の多くの物性研究者に利用されている。世界最大の直流発電機(210メガジュール)によって駆動されるロングパルスマグネットとして100テスラ磁場発生へ向けた研究開発も進めている。また、電磁濃縮法、および、一巻きコイル法による破壊的手法にて100 T以上の超強磁場発生とそれを用いた物性研究をおこなっている。

Investigation of extreme material functions using the world's strongest magnets

Strong pulse magnets are being developed, and the electronic states in semiconductors, magnetic materials, novel metals, and superconducting materials are under study in extreme physical conditions. The measuring techniques by use of the non destructive and long pulse magnets are available for electric transport, optical, and magnetization measurements at low temperatures and/or high pressures. The facilities are offered for use by not only domestic users but also those from overseas. It is planned to establish long pulse magnets energized by the world's largest 210 MJ-DC flywheel generator to explore the 100 T regime. Magnetic fields above 100 T are achieved by destructive electro-magnetic flux compression and the single-turn coil techniques, and are used for research in solid-state physics.



爆破保護室内に設置された「電磁濃縮法」による超強磁場発生装置。
An ultra high-magnetic-field generation system using the electro-magnetic flux compression method has been installed at ISSP inside protection housing.



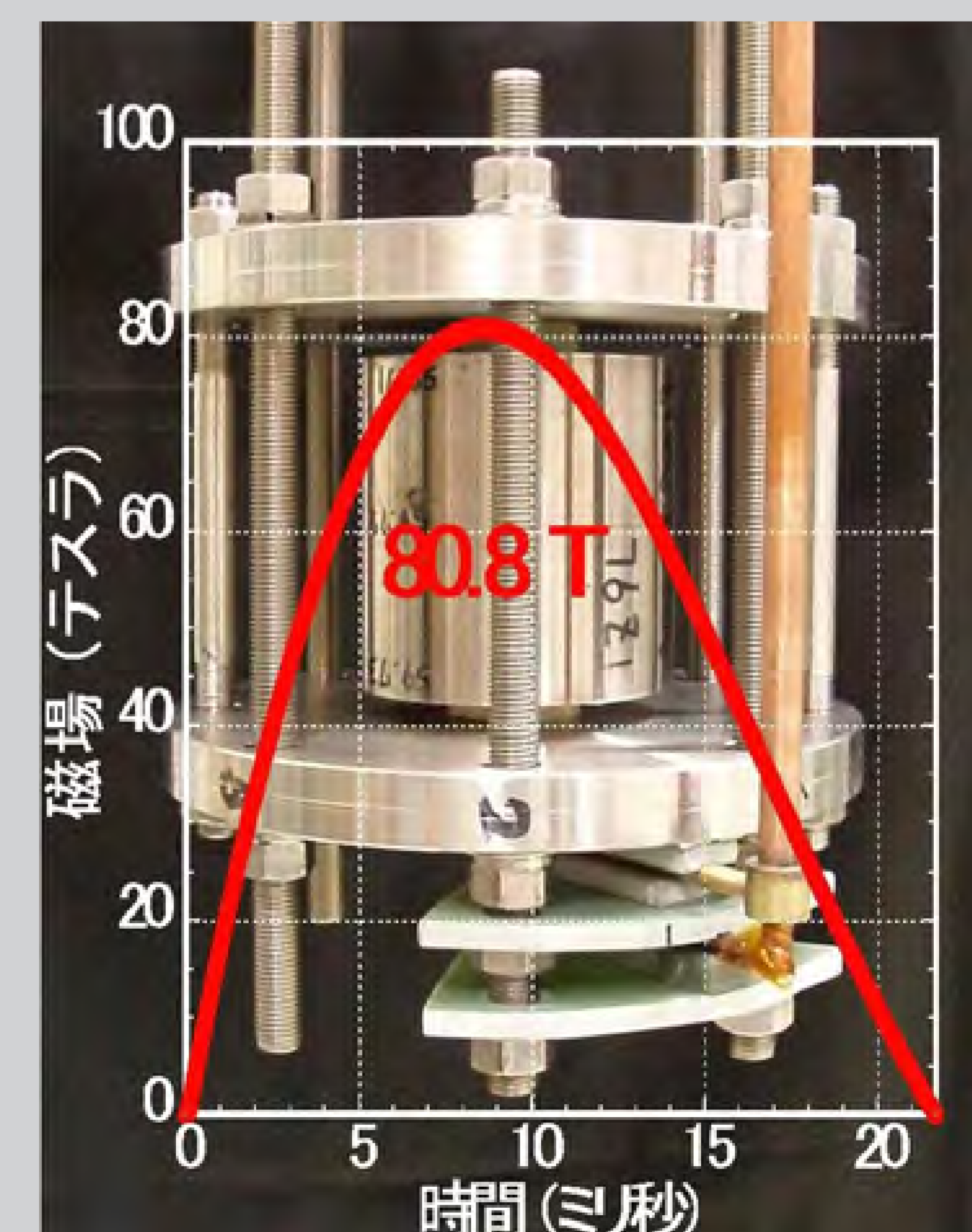
電磁濃縮磁場発生に用いる主コイルと磁場濃縮時間発展。
The primary coil used for electro-magnetic flux compression with the time profile during the magnetic field compression.



平成20年に完成した国際強磁場コラボラトリー棟。
View of the new buildings of the "International High Magnetic Field Collaboratory" completed in 2008.



世界最大の直流電源、回転蓄積エネルギー 210MJのフライホイール発電機。
The world's largest DC electric power generator; a flywheel generator capable 210 MJ stored by a rotation energy.



非破壊長時間パルスマグネットと磁場波形。
The non destructive long-pulse magnet with the waveform of a magnetic field.