

はじめに

物性研究所は、全国の研究者が共同で利用できる研究所として1957年に東京大学に設置され、以来65年以上に亘って物質・物性科学における日本の中核的研究機関として活動を続けてきました。当初の六本木キャンパスから2000年には広大な敷地を有する柏キャンパスへと移転し、2004年の国立大学法人化を経て、2010年に文部科学省の共同利用・共同研究拠点制度のもと、物性科学研究拠点の認定を受けました。この間一貫して「物質・物性の先端的基礎研究の推進による学理の追求と科学技術への貢献」を目標に、研究、教育、共同利用・共同研究を3本柱として物性コミュニティの支援のもと活動しています。

物質・物性科学とは、さまざまな物質が示す多彩な性質を、そのミクロな構成要素である原子・分子や電子のレベルから理解する学問です。ダイヤモンドの硬さは炭素原子が互いに強く化学結合する力に由来し、ある物質が電気を流したり磁気を帯びたりするのは電子の性質を反映しています。電子は時には粒子として、時には波として変幻自在に振る舞い、量子力学の法則に従って行動します。電子のように小さな粒子は、われわれに馴染みのある、なぜリングが落ちるかを説明するニュートン力学の世界ではなく、摩訶不思議な量子力学の世界の住人なのです。驚くべきことに、固体の中にある無数の電子は集合体になると、一つの電子の性質からは想像もつかない特異な現象を示すことがあります。その最たるものが超伝導であり、ある温度以下では電気抵抗が完全にゼロになってしまいます。この性質は大変有用で、MRI用の強磁場発生装置やリニアモーターカーなどに利用され、社会の役に立っています。物質の示す性質は多彩で、物質科学には未だに解明されていない現象が数多くあり、さらに未知の現象や機能が発見されるのを待っています。例えば生体中の多くの物質が示す機能も、分子や電子の挙動を理解することにより説明できると考えられています。

現代社会はエネルギーや環境問題など多くの難題に直面していますが、それらを解決に導く、真にブレークスルーをもたらす技術革新は、地道な基礎研究の土台なくして得られるものではありません。物性研は物質が示すさまざまな性質を理解するための基礎学理を探究し、未知の現象の発見を通して、社会に役に立つ応用研究へと結び付けることを目指しています。

物質の性質を研究するためには、大きな結晶からナノサイズの物質まで、さまざまな試料を作る合成技術、得られた試料を強磁場・高圧などの特殊な環境下において、さまざまな手法を駆使して調べるための精密測定実験、放射光や中性子などの量子ビームを活用する大規模実験施設、実験結果を理解するための洗練された頭脳とスーパーコンピュータによる大規模シミュレーションなどを有機的に組み合わせることが必要となります。物性研はこれらを高いレベルで実現する、世界に類を見ない、物質に特化した総合研究所であり、物質・物性科学研究のCenter of Excellenceとして機能しています。さらに、その恵まれた研究環境は共同利用を通して物性コミュニティに提供され、全国から多くの研究者が実験装置を利用するために集まります。そこで持ち込まれるアイデアやサイエンスの芽は、逆に物性研に新たな息吹をもたらす、さらなる先端的研究へと展開されています。このような人の流れは研究者の交流を促し、特に若い研究者の育成へと繋がっています。

現在の物性研は、前回の1996年の改組以降の第三世代にあたります。その四半世紀の間にわれわれを取り巻く環境は大きく変化し、学問のトレンドも著しく推移しました。この変化に対応して新たな未来を切り拓くため、現在は第四世代の礎を築く段階にあります。物性研究所は、これからの物質・物性科学の行く末を見極め、教職員・学生が一丸となってさらなる発展に向けて努力していきます。今後も皆様のご理解、ご支援を賜りますようお願い申し上げます。

Preface

Established at the University of Tokyo (UT) in 1957 as a research institute to be utilized jointly by researchers from all over Japan, the Institute for Solid State Physics (ISSP) has served as Japan's core research institute in materials science for over 65 years. In 2000, ISSP moved from its original Roppongi Campus to the spacious Kashiwa Campus. In 2010, after UT became a national university corporation in 2004, ISSP received accreditation as a Joint Usage/Research Center for materials science under the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology's Joint Usage/Research Center System. With the aim of "pursuing scientific principles and contributing to science and technology by promoting advanced basic research in materials science", and with the support of the condensed matter community, ISSP has consistently worked on three pillars: research, education, and joint use/research.

Materials science studies and advances understandings of the diverse properties of various materials at the level of their microscopic constituents, i.e., atoms, molecules, and electrons. A diamond's hardness derives from the strong chemical bonding of carbon atoms with each other, the electric and magnetic properties, on the other hand, reflect the characteristics of electrons. Acting according to the laws of quantum mechanics, electrons sometimes behave as particles and sometimes as waves. A particle as small as an electron is not a resident of the familiar world of Newtonian mechanics that can explain why the apple falls off the tree, but of the mysterious world of quantum mechanics. Amazingly, when, aggregated, the myriad electrons in solids can exhibit peculiar phenomena that cannot be predicted from the properties of a single electron. The most obvious example is superconductivity. This is a state in which electrical resistance is completely zero below a critical temperature. Superconducting properties enable devices that are providing societal benefits such as high field magnets for MRI and magnetic levitation trains. Given the properties exhibited by matter are diverse, and given materials science has many phenomena yet to be elucidated, there are even more unknown phenomena and functions to be discovered. For example, gaining a sophisticated understanding of the behavior of molecules and electrons can better explain the functions exhibited by many substances in living organisms.

The technological innovations that will lead to solutions for modern society for issues such as energy and the environment and bring about real breakthroughs cannot be achieved without a foundation of steady basic research. The ISSP explores basic science to comprehend the various properties of materials and, through the discovery of unknown phenomena, to link this to applied research that is beneficial to society.

Studying the properties of materials requires: the organic combining of synthesis techniques to create a variety of samples ranging from large crystals to nano-sized materials; precision measurements to examine the obtained samples using various techniques under special environments such as strong magnetic fields and high pressure; large-scale experimental facilities utilizing quantum beams such as synchrotron radiation and neutrons; and understanding of the experimental results using human wisdom and large-scale simulations via supercomputers.

The ISSP is a world-class, materials-focused research institute that achieves these goals at a high level, and functions as a Center of Excellence for materials science research. Furthermore, the ISSP provides a rich research environment to the materials science community through the joint-use program, attracting many researchers from all over the country to use its experimental equipment. The new breeze of ideas and scientific seeds that are brought to the ISSP are developed into further cutting-edge research. As a result of this movement of people, researchers are encouraged to collaborate and exchange ideas, which benefits all researchers, but especially young ones.

The current ISSP is the third generation since the last reorganization in 1996. The environment surrounding us during that quarter of a century has changed dramatically, and academic trends have shifted markedly. In order to adapt to these changes and to open up a new future, we are now in the process of laying the foundation for the fourth generation. The Institute for Solid State Physics is determined to see where the future of materials science will take us, and our faculty, staff, and students are united in our efforts toward further development. We look forward to your continued understanding and support.

物性研究所長 2025年9月

廣井 善二

ISSP Director, HIROI, Zenji
September 2025

