



# 北海道大学 電子科学研究所





所長 三澤 弘明

Director Prof. Hiroaki Misawa

## ごあいさつ

電子科学研究所は、2002年よりナノテクノロジー研究をコアとし、「光」、「分子・物質」、「生命」、「数理」に関する科学の融合を図る「複合領域ナノサイエンス」の研究を推進してきました。これにより生み出された「知」や、「先端設備・技術」は、2007年より文部科学省の先端研究施設共用イノベーション創出事業ナノテクノロジーネットワークプログラムに「北海道イノベーション創出ナノ加工・計測支援ネットワーク (HINTS)」拠点として参画することにより、広く社会に還元されております。

当研究所では、これら世界トップレベルのナノテクノロジー研究をグリーンイノベーションに繋げるべく、2012年度より研究部門および研究分野を改称すると同時に、附属ナノテクノロジー研究センターを「附属グリーンナノテクノロジー研究センター」に改組しました。そこで推進されている研究の一部は、2010年度の文部科学省「低炭素社会構築に向けた研究基盤ネットワーク整備事業」のサテライトとして採択され、これまでにない全く新しい概念の太陽電池

の創出を目指しております。さらに、2010年4月に発足しました当研究所と東北大学多元物質科学研究所、東京工業大学資源化学研究所、大阪大学産業科学研究所、九州大学先導物質化学研究所の5研究所による「物質・デバイス領域ネットワーク型共同研究拠点」においても、グリーンイノベーションに繋がる研究を含む様々な学際的連携研究を推進しており、独創的な科学技術創出の源泉になるものと大きな期待が寄せられています。

エネルギー供給の不安定さや、欧米の経済不安を原因とする円高により、我が国の産業の空洞化が懸念されていますが、当研究所は、将来に向けた成長のシナリオを描くために必要不可欠な革新的科学技術を創出する中核拠点として先導的な役割を果たしていきたいと考えておりますので、皆様のご支援とご鞭撻を、何卒、宜しくお願いいたします。

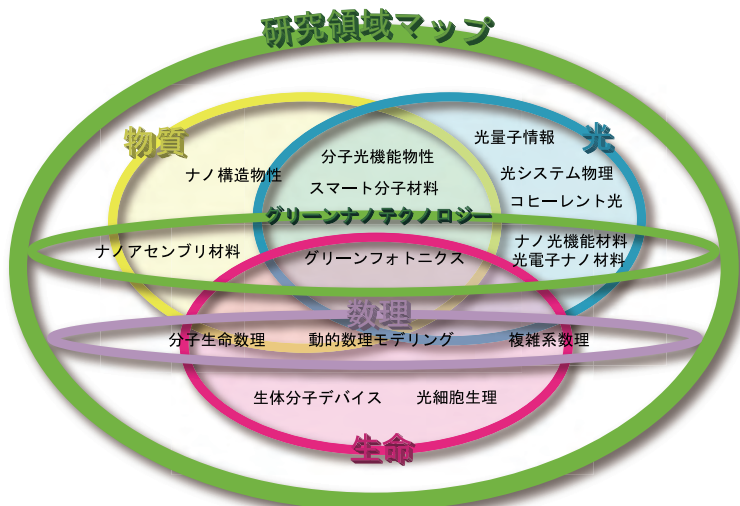
Since 2002, the Research Institute for Electronic Science (RIES) has been striving for the development of "Trans-disciplinary Nano Science", which aims to integrate "Optical", "Molecule / Material", "Life" and "Mathematics" under nanotechnology as its core. Since 2007, as the center of Hokkaido Innovation through Nano Technology Support (HINTS), we have been taking a part in the Nanotechnology Network Project which is achieving innovative results by sharing the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT) cutting-edge research equipment and facilities. Our achievements from these successful integrations deepen knowledge" common to all humankind and consequently sophisticate our civilization.

In 2012, the Institute renamed all of the research divisions and each laboratory, and also reorganized the Nanotechnology Research Center, to the Green Nanotechnology Research Center. These organization reforms aim to create green innovations using our world-leading nanotechnology. In recognition of a part of the research we promoted, RIES was officially approved by MEXT as a satellite of the Low-Carbon Research Network (LCnet) in 2010. In this project, RIES is striving to develop solar cells based on an entirely new concept. Furthermore, "Network-type Corporative Hub for Materials and Devices" was launched in April 2010, which is a joint project between RIES, Institute of Multidisciplinary Research for Advanced Materials (Tohoku Univ.), Chemical Resources Laboratory (Tokyo Institute of Technology), The Institute of Scientific and Industrial Research (Osaka Univ.) and Institute for Materials Chemistry and Engineering (Kyushu Univ.). This project pursues interdisciplinary collaborative research related to green innovation, which is greatly expected to be an origin of creative science and technology.

Instability of energy supply and the appreciation of the yen caused by the economic anxiety in Europe might raise fear of the deindustrialization of our country. Our RIES, however, needs to keep playing a leading role as a core center, focusing on producing essential, innovative science and technology required for the scenario of future economic growth. Your continued support and cooperation with RIES will be greatly appreciated.



<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;">所 長</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;">教授会</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;">所内各種 委員会</div>	<b>光科学研究部門</b> Section of Photonics and Optical Science	光システム物理研究分野 Laboratory of Photo-System Physics ..... 4 光量子情報研究分野 Laboratory of Quantum Information Photonics ..... 5 コヒーレント光研究分野 Laboratory of Coherent X-ray Optics ..... 6	
	<b>物質科学研究部門</b> Section of Material and Molecular Sciences	分子光機能物性研究分野 Laboratory of Molecular Photonics ..... 8 スマート分子材料研究分野 Laboratory of Smart Molecules ..... 9 ナノ構造物性研究分野 Laboratory of Nanostructure Physics ..... 10	
	<b>生命科学研究部門</b> Section of Biology and Life Sciences	光細胞生理研究分野 Laboratory of Molecular and Cellular Biophysics ..... 12 生体分子デバイス研究分野 Laboratory of Molecular Devices ..... 13	
		<b>数理科学研究部門</b> Section of Mathematical and System Sciences	複雑系数理研究分野 Laboratory of Complex Systems Research Group ..... 15 分子生命数理研究分野 Laboratory of Molecule & Life Nonlinear Sciences ..... 16 動的数理モデリング研究分野 Laboratory of Mathematical Modeling ..... 17
		<b>附属グリーンナノテクノロジー研究センター</b> Green Nanotechnology Research Center	グリーンフォトリクス研究分野 Laboratory of Green Photonics ..... 19 光電子ナノ材料研究分野 Laboratory of Nanostructured Functional Materials ..... 20 ナノ光機能材料研究分野 Laboratory of Nanophotonics ..... 21 ナノアセンブリ材料研究分野 Laboratory of Functional Nanomolecular Materials ..... 22
		<b>連携研究部門</b> Cooperative Research Department	理研連携研究分野 Laboratory of RIKEN Alliance ..... 24 産研アライアンス研究分野 Laboratory of SANKEN Alliance ..... 社会連携客員研究分野 Laboratory of Social Cooperation Advisory .....
		<b>研究支援部</b> Research Support Department	ニコンイメージングセンター Nikon Imaging Center ..... 25 国際連携推進室 Promotion Office for International Alliance ..... 26 ナノテク連携推進室 Promotion Office for Nanotechnology Collaboration ..... 27
		<b>技術部</b> Division of Technical Staffs	システム開発技術班 System Development Team ..... 28 装置開発技術班 Equipment Development Team .....



活 動	Activity	..... 29
活 史	History	..... 31
職 員	Staff Directory	..... 32



# 光科学研究部門

Section of Photonics and Optical Science



本研究部門では、光や電子の波動性を利用した並列・高速・精密計測技術をベースとして、光の量子性・波動性をフルに活用した新しい概念に基づく光計測・光制御・光情報処理、光子を自在に制御・検出するための光量子デバイスや単一光子源、コヒーレントX線を用いた新しい計測技術の開発に取り組んでいます。このような研究は、新しい世代の光科学・光技術として、量子工学や生物学などの分野に応用されます。

Based on parallel, high-speed, and precision measurement techniques that rely on the wave nature of light and electrons, this section strives to develop the following: optical measurement, control, and information processing that is based on the new concept of the full use of optical quantum and wave nature; photonic devices for the flexible control and detection of photons, as well as single photon sources; and new measurement technologies using coherent X-rays. This research is expected to lead to a new generation of optical science and technologies, that will be applied to quantum engineering, biology, and other fields.



# 光の量子性、波動性を極める新世代光科学

Towards ultimate optical sciences and quantum photonics

光情報処理、光メモリ、光通信など「光」の優れた時間・空間特性を利用したテクノロジーはこれからの高度情報化社会において重要な役割を担っている。本研究分野では、光テクノロジーの究極を目指して、光の量子力学的な振る舞い、マイクロ・ナノスケールの微細構造における光の局在、光子と単一分子・原子との相互作用等、光の量子性・波動性をフルに活用した光量子制御・計測技術の新規光物理現象の解明を行っている。また、これらの現象を利用して、単一光子で単一光子を制御する超高感度非線形光学デバイスやナノメートル空間における単一分子・ナノ結晶等の振る舞いを解析する光計測技術やナノセンサーデバイス等の実現を目指した新しい世代の光科学の研究に取り組んでいる。

**光量子制御:** 単一光子制御デバイスや超低しきい値レーザーの開発を目指し、球形微粒子やランダム構造等のマイクロ・ナノスケールの微細構造体における光局在現象を利用した原子・分子の発光ダイナミクス制御や非線形光学現象の解析、および、それらを用いた光デバイスの実現を目指す。

**光計測制御:** ナノ空間の光計測技術やレーザーマニピュレーションを利用した極微弱な力の解析や、単一光子源の開発に向けた単一分子・単一ナノ微粒子の分光計測システムの構築、ならびに、もつれ合い光子を用いたナノリソグラフィ技術の開発を目指している。

## 研究テーマ

- ナノ構造体における光共振現象の解析と単一光子制御デバイスの開発
- 単一分子・単一ナノ微粒子のダイナミック分光計測と単一光子源の開発
- 3次元ナノ位置検出技術と光マニピュレーションを用いた極微弱力解析
- 量子もつれ合い光子を用いた超解像リソグラフィ技術の開発
- 超狭帯域レーザー顕微分光ナノイメージング
- 微小球やナノ光ファイバを利用した、ナノフォトニックデバイスの研究
- 光の軌道角運動量と電子状態に関する研究

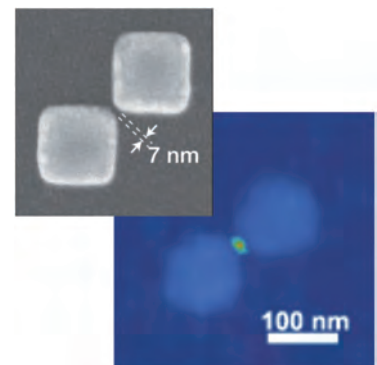
Advanced optical technologies utilizing unique characteristics of light will play an important role in a future information-oriented society. Our group aims to open new research fields in optical sciences and to progress toward the ultimate goal of new optical technologies. On the basis of new ideas and original concepts, we investigated optical communication, metrology, and control technologies manipulating the quantum and wave natures of light.

**Quantum control of photodynamics:** Photon localization within microspherical cavities and random structures are investigated to realize cavity quantum electrodynamical effects and nonlinear optical phenomena for applications such as single-photon switching devices and highly efficient microlasers.

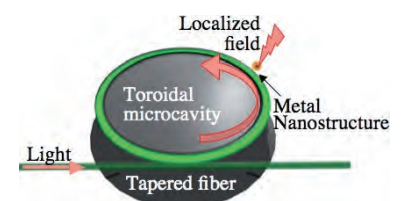
**Optical measurement and control:** Three-dimensional nano-position sensing, laser manipulation, and single molecule spectroscopy are utilized for control of molecular interactions and for spectroscopic analyses of single molecules and single nanoparticles. Quantum lithography using entangled photons is also investigated.

## Research Interests

- Quantum dynamics in micro- and nano-structures
- Dynamical single molecule and nanoparticle spectroscopy
- Nanometer-space potential analysis with laser manipulation
- Quantum lithography using entangled photons
- Analysis of photon-localization with narrow-band laser microimaging spectroscopy
- Nano-photonic devices using micro-spheres and nano-optical fiber
- Optical angular momentum and related materials



Direct imaging of nanogap-mode plasmon-resonant fields.



Highly efficient photon coupling into a single plasmonic nanostructure using a fiber-coupled microcavity.

# 光量子を操り、究極の技術を実現する

Manipulation of individual photons toward ultimate technologies

アインシュタインによる光量子の発見から100年を経て、現在、現在、光子1粒1粒を発生させ、その状態間の量子相関を自在に制御する「新しい光の状態」の研究が展開しつつある。その典型例が、究極のセキュリティを実現する量子暗号通信や、既存の計算機には原理的に解くことのできない問題を解く、量子計算の研究である。また通常の光による測定感度の限界を超える感度が実現する量子光計測や、光の回折限界以下の解像度をもつ量子光リソグラフィも研究されている。本研究分野では、量子情報・量子光計測および光子の量子状態を自在に制御・検出するための量子フォトニクスの研究を推進している。また、ナノスケールにおける量子揺動の研究も平行して行っている。

**量子フォトニクス:** マイクロ・ナノスケールの構造体に閉じこめられた光と、単一発光体の相互作用（共振器量子電磁気学）、ならびにそれらを用いた新規量子デバイスの実現を目指す。

**量子情報・量子光計測:** 光子を用いた量子回路の構築、ならびにそれを用いた量子アルゴリズム、量子暗号、量子光計測への適用を目指す。

**ナノスケール揺動:** 周波数高分解および超高速時間分解光散乱法を用いて、ナノスケールの分極揺動・量子揺動の精密測定から、誘電体電子材料の巨大誘電率発現機構を解明する。

## 研究テーマ

- 光量子情報・光量子計測の実現に向けた光量子回路の研究
- 微小球やナノ光ファイバを利用したナノフォトニックデバイスの研究
- 高効率単一光子源や、高量子効率光子検出器の開発
- プレブスカイト酸化物におけるナノスケール分極揺動
- 量子常誘電体におけるナノスケール量子揺動

After a century from the discovery of light quanta by Einstein, the generation of individual single photons and the control of quantum correlation among them are being studied. Such researches will open a new paradigm of 'Science using novel photonic states.' Typical examples are quantum cryptography realizing ultimate security and quantum computers with which can solve some problems extremely more efficient than conventional computers. Quantum optical measurement which enables super-sensitivity beating the standard quantum limit and quantum lithography with resolution beating the diffraction limit is also studied. In this context, we are studying the following topics.

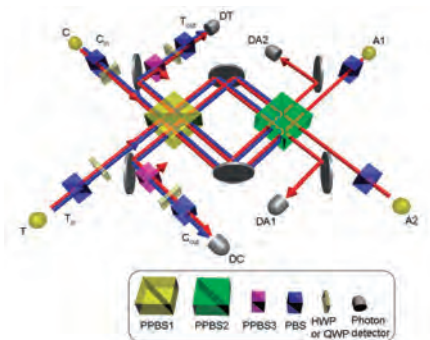
**Quantum Photonics:** Quantum Electro Dynamics (QED) using light confined in micro/nano structures interacting with individual light emitters toward the realization of new quantum information devices.

**Quantum Information and Quantum Metrology:** Realization of quantum optical circuits using photons for quantum algorithms, quantum cryptography and quantum optical measurement.

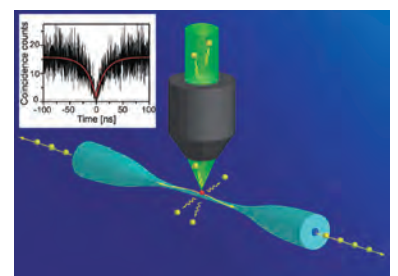
**Nanoscale Fluctuation:** Investigation on dynamical origin of huge dielectric constant from the point view of "polarization and quantum fluctuations of nm-scale" by using the high frequency-resolved and ultra fast time-resolved spectroscopy.

## Research Interests

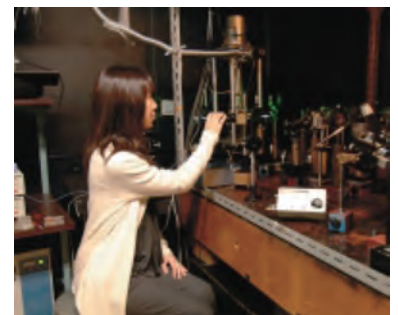
- Optical quantum circuit for quantum information and quantum metrology
- Nanophotonic devices using microspheres and optical nanofiber
- Highly efficient single photon sources and single photon detectors
- Nanoscale polarization fluctuation in Perovskite-type oxides
- Nanoscale quantum fluctuation in quantum paraelectrics



Optical quantum circuit



Optical nanofiber



# コヒーレントX線で深部のナノ世界に挑む

Unveiling deep nano-world with coherent x-rays

コヒーレントX線を用いたイメージングは、従来の顕微鏡では観察が難しかった、物質深部のナノ構造に光を当てる手法である。X線は、伝統的に、結晶試料に対する原子構造解析に威力を発揮してきた。さらに、位相の揃ったコヒーレントX線を用いることにより、例えば、細胞や細胞小器官など、結晶化できない試料に対しても、高分解能構造解析への扉が開く。X線の高い透過性を活かすことにより、透過電子顕微鏡では困難な、マイクロメートルを超える厚みのある試料も、薄切片にする必要なく、丸ごと3次的にイメージングできる。これにより、試料が機能する自然の状態に近い内部構造の観察が実現する。先端のコヒーレントX線の特徴を最大限活かし、マクロな世界から原子の世界までをシームレスにイメージングする基礎および応用研究を展開する。これは、我々にとって関心の対象となるマクロな機能を、原子・ナノ構造と結びつけて理解する上で極めて重要であり、生命科学から物質科学に至る幅広い科学分野で、新しい科学的知見を与えるブレークスルーをもたらすと期待する。

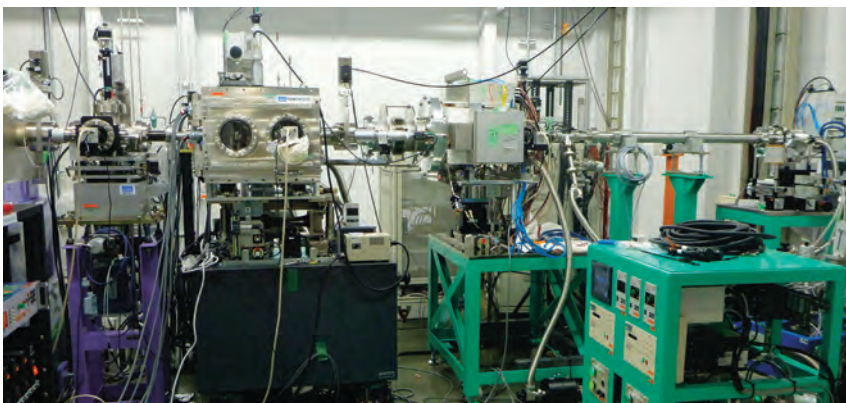
## 研究テーマ

- X線回折顕微法による細胞や細胞小器官などのナノイメージング
- 自由電子レーザーを用いた超高速コヒーレントイメージング
- X線ナノ集光技術の開発と生体イメージングへの応用
- X線自由電子レーザーを用いた溶液中の生体試料イメージング

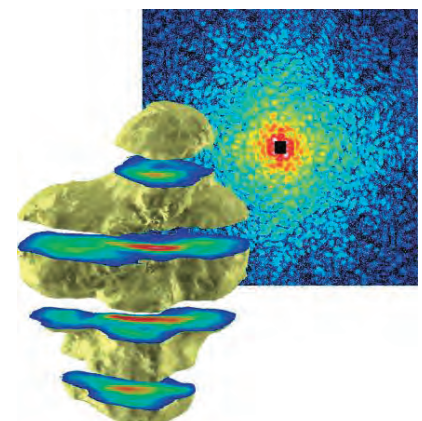
Coherent x-ray imaging utilizing advanced synchrotron radiation and x-ray free-electron lasers sheds a new light on nanostructures deep inside materials, which have been difficult to access with conventional microscopy. Traditionally, x-rays have been powerfully used for atomic structure determination for crystalline samples. Coherent x-rays with well-defined wavefront further open up new avenues for x-ray nano-structure analysis even for non-crystalline samples, such as cells or organelles. The high penetration power of x-rays enables 3D imaging of samples over micrometer thickness with no need for thin sectioning, in contrast to transmission electron microscopy. Importantly, it realizes the observation of internal structures of the sample closer to naturally functioning conditions. We take full advantage of the advanced coherent x-rays to promote imaging research seamlessly from macroscopic to atomic level; and aim to understand macroscopic properties from atomic- or nano level, which will definitely lead to breakthroughs in wide scientific fields in both life and materials science.

## Research Interests

- Nano-imaging of cells, organelles with x-ray diffraction microscopy
- Ultrafast coherent imaging utilizing x-ray free-electron lasers
- Development of x-ray nano-focusing technologies and its application to bio-nanoimaging
- Imaging biospecimens in solution using x-ray free-electron lasers



Experimental Setup at X-ray Free-Electron Laser Facility SACLA



3D Imaging of Human Chromosome



# 物質科学研究部門

Section of Material and Molecular Sciences



本研究部門では、電子科学や生命科学を支える物質創製と物性評価技術をベースとして、光励起ダイナミクスと分子構造および光機能物性との相関解明、生体情報機能を理解するための分子機能材料の創製、トップダウンとボトムアップの両系を繋ぐヘテロ構造を活用したナノマクロ融合デバイスの創製に取り組んでいます。このような研究は、分子集合体や細胞内のダイナミクスの解明、新規なナノデバイスの創製に貢献します。

Based on the material creation and material assessment techniques that support electronics and life sciences, this section strives to elucidate a correlation between photoexcited dynamics, molecular structures, and optical properties, to create molecular functional materials for understanding biological information functions, and to create nano-macro fusion devices using a hetero structure that combines top-down and bottom-up systems. This research will contribute to the elucidation of molecular assembly and in-cell dynamics, and the creation of new nano-devices.

# 光と電場で新規な電気伝導機能および新奇な生体機能の創出

Creation of novel function in materials and in biological system  
with application of electric field and photoirradiation

分子光機能物性研究分野では、分子や分子集合体に光を照射した時に起こるダイナミクスが電場に対してどのような変化を示すのか、光励起に伴う分子構造や電子構造の変化はどうか、物質の電氣的・磁氣的特性および光電変換特性と光学特性の関係はどうかを調べています。これらの結果に基づいて、『光励起ダイナミクス』、『光励起分子の構造』、『光機能物性』がお互いにどのように関係するかを明らかにすると共に、物質の機能・物性を光と電場を利用してコントロールできるかどうかを調べています。これまでに光と電場によって絶縁体を金属に変換する事や超伝導体に光を当てるとどうなるかといったことを有機伝導体を対象に明らかにしてきました。そして光照射時にのみ超伝導特性を示す「光誘起超伝導体」を探索しています。光による「超イオン伝導特性の発現」も調べています。これら新奇な光機能物性を有する物質を得ることができれば、光スイッチング効果や光メモリー効果としての応用が考えられます。また生体内には実験室系では得ることのできない強い電場が存在することが指摘されていることから、細胞内電場の存在とその分布に着目しながら、細胞内のダイナミクスや生体機能との関係を蛍光寿命イメージング分光法（FLIM）により調べています。さらには非常に短時間の強いパルス電場を細胞に作用させた時にどのようなダイナミクスや機能の変化が現れるのかも合わせて調べています。

## 研究テーマ

- 光と電場を絡めた分子、物質の構造、ダイナミクス、機能物性の研究
- 時間分解発光測定を用いた光物理・光化学過程への電場効果の解明
- 光誘起超伝導・超イオン伝導を示す新奇機能性物質の探索
- 蛍光寿命イメージング法（FLIM）による細胞内環境および光励起ダイナミクスの研究
- パルス電場と光を組み合わせた新奇生体機能の創出と解析

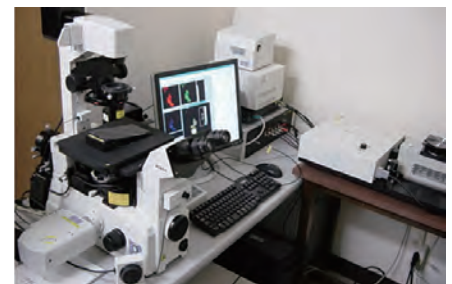
The followings are examined in our laboratory: how structure and dynamics of molecules or molecular complexes are influenced by photoirradiation in the presence of electric fields; how electric and magnetic properties of materials are influenced by photoirradiation and electric field. Based on the results, the relation among “Structure”, “Dynamics” and “Function (Property)” has been elucidated. Until now it has been shown that photochemical and photophysical dynamics as well as insulator-metal transition can be controlled by photoirradiation and application of electric fields. In the future, photoinduced superconductor and superionic conductor will be quested. Intracellular dynamics and intracellular function have been also examined with a focus to a local electric field in biological system using fluorescence lifetime microscopy (FLIM). Further, it will be also examined how intracellular dynamics and function change when strong and short pulsed electric fields are applied to a living system.

## Research Interests

- Structure, Dynamics and Function of Molecules and Materials Induced by Electric Field and Photoirradiation
- Time-Resolved Photoluminescence Measurements and Elucidation of External Electric Field Effects on Photophysical and Photochemical Processes
- Quest of Novel Materials Having Photoinduced Superconductivity and Superionic Conductivity
- Intracellular Environment and Excitation Dynamics with Fluorescence Lifetime Microscopy (FLIM)
- Novel Biological Function Induced by Short Pulsed Electric Field and Photoirradiation



Chemical vapor deposition system  
and OLED emission



Fluorescence lifetime  
microscopy (FLIM) system



Time-resolved photocurrent  
measurement system

## 賢く働く分子を合成する Synthesizing molecules working smartly

私たち生物は、無生物であるただの物質と同様、分子からなっているにもかかわらず、自ら環境を感知し、判断し、行動を起こす。一見特別な物質、生物の何が他の物質と変わりなく、何が特別なのかを明らかにすることは未だに現代科学の重要な課題である。われわれは、生体を観察するのとは逆に、生体の実現しているさまざまな情報機能を、人工分子を合成して構築することにより、生体をより深く理解できると考えている。そのような研究は、人に有用な分子機能材料を実現することにも役立つ。

生体内で、情報は分子または分子組織体の構造として蓄えられ、また、分子間相互作用を介して移動する。また、光は、情報とエネルギーを同時に担うメディアとして、生体のみならず実生活においても重要である。我々は、それらの点に着目し、分子構造変化が精密に制御された光反応を設計し、それに続く分子間相互作用の変化を調べることで、新しい光センサー分子システムや光エネルギーで駆動する分子機械を構築することを目指している。

### 研究テーマ

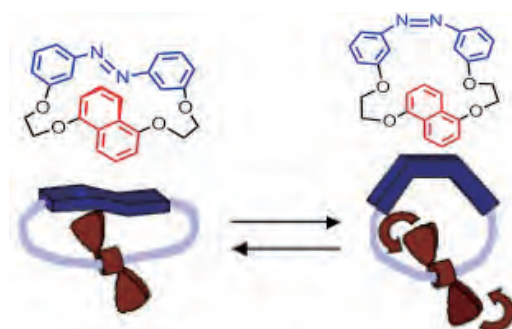
- 光駆動分子機械の合成
- 光応答性液晶の研究
- 物理的作用による分子キラリティーの誘起

Although living things consist of molecules as non-living things do, we smartly sense and judge surroundings and do the action by ourselves. It is still important topic in the present science to envisage what is special and what is not special in the molecular level for the outwardly special living things in comparison with non-living things. We think that constructing new artificial molecular systems with various information functions which are realized in the living systems will contribute to the deep understanding of the living things. This is the opposite way of the usual biology where we observe living things itself directly.

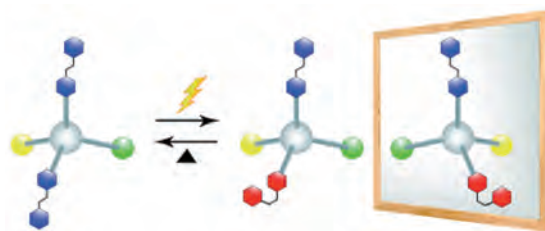
In the living things, information is stored in the molecular structures or conformation of the molecular organizations. And the information is transferred among molecules via molecular interaction. On the other hand, light is a very important media for both information and energy not only in the living things and also in the daily life. Paying special attention to the above points, we design new photo-reactive molecular systems showing well-regulated molecular structural changes and study the following changes in the inter-molecular interaction, in order to actualize new photo-sensor molecular systems and light-driven molecular machines as preliminary examples of the artificial smart molecular systems.

### Research Interests

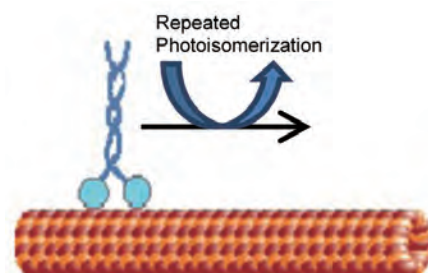
- Synthesis of light-driven molecular machine
- Study of photo-responsive liquid crystal
- Induction of molecular chirality by physical chirality



Molecular machine showing photo-switchable rotation of propeller.



A new concept of link of E/Z and stereo isomerism



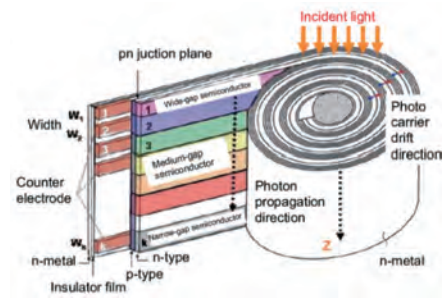
Driving motor protein by using light energy.



# ボトムアップ系とトップダウン系の 統合プラットフォーム創り

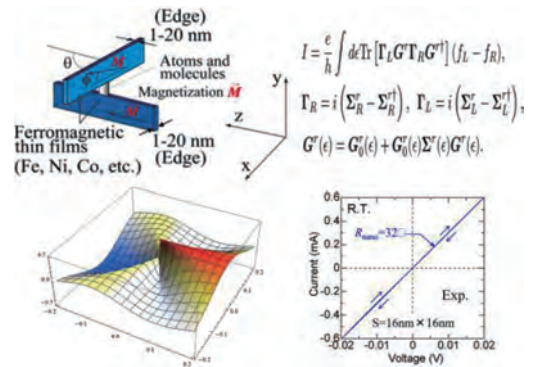
Creating a Unification Platform for Bottom-up and Top-down systems

ナノスケールで離散化されたバルクサイズ時空間系を創り、そこに現れると期待される変調された光電相互作用、電子相関、自己組織化臨界現象や自発的対称性の破れを通じナノ構造物理の本質を探ることを目指している。稠密かつ局所的に個別アドレスすることの可能なナノ構造体を大局的なサイズで得ることによってナノとマクロをつなぐと共に新しい量子機能を創出する。ボトムアップ系とトップダウン系を統合することは、ナノテクノロジー分野で今後得られる新しい効果や機能を既存のシリコンベースのITインフラ構造と接続し、相乗効果を引き出そうとする際に極めて重要であると考えられる。局所空間において光一電子一原子(団)系を構成し、そこに現れる旧来の相互作用の新しい側面及び全く新しい相互作用の可能性を実験と理論の両面から探る。理論面では第一原理計算を基に電子構造ならびに輸送特性の計算を、主にスピントロニクスフィールドで、行いつつ、ならびにトポロジカル絶縁体の解明などの基礎理論もやっている。実験面では量子十字素子、フォトン・フォトキャリア直交スペクトル光電変換素子の作製と評価・解析を、やっている。又、これらの素子作製並びに、ボトムアップ系とトップダウン系を統合するプロセスのプラットフォームとしての高真空環境(CUSP)の開発もやっている。



## 研究テーマ

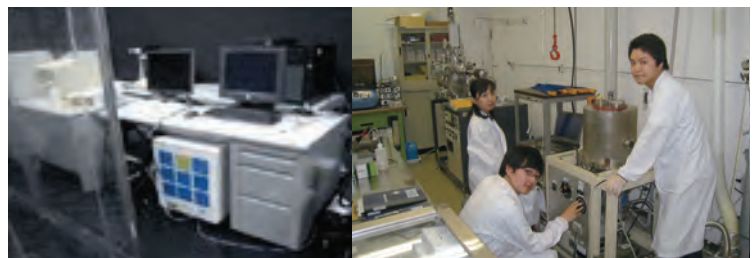
- ナノ構造物理学
- トップダウン系とボトムアップ系の接続・統合
- 金属/誘電体及び、金属/半導体スパイラルヘテロ構造とその光電子物性、フォトン・フォトキャリア直交フルスペクトル太陽電池
- スピン量子十字構造の電気磁気特性
- ナノ空間での電子・スピン相関と輸送特性
- 非可換ゲージ場を用いたスピン現象の解明
- クリーンユニットシステムプラットフォーム



Creating a unification platform for bottom-up and top-down systems is one of the most important issues for harvesting fruits of upcoming nanotechnologies and nano-science as well as those of Si-LSI-based information technologies. By fabricating nanostructured systems that enable us to make one-to-one addressing with nanoscale spatial resolution over a macroscopic sample, seamless conjunction of nano- and macro-systems can be made giving rise, for example, to a Si-based LSI system that enjoys new quantum physical functionalities provided by various bottom-up systems. We have been studying nanostructure physics by preparing systems being discrete in nanoscale but having a bulk size, investigating the electro-optical interactions, electronic correlations, self-organized criticalities, and possible spontaneous symmetry breakdown in such systems. We are interested in both fabricating spiral heterostructures for a new platform as well as for functional memories plus high efficiency photovoltaic devices such as orthogonal photon-photocurrent propagation multistriped solar cell, and calculating the electronic structures of the system. We also investigate the spin transport under spin-orbit interaction theoretically and experimentally and compute the fundamental characteristics such as topological insulators. We also have been developing a clean platform for aforementioned unification of top-down and bottom-up systems.

## Research Interests

- Nanostructure physics
- Spiral heterostructures
- Electronic correlations and spin correlations in nanostructures
- Dimensionality (hetero-structural) control
- Electric and magnetic property in spin quantum-cross structures
- Photovoltaic devices/Solar cells
- Density functional theory
- Many-body perturbation theory
- Clean Unit System Platform



# 生命科学研究部門

Section of Biology and Life Sciences



本研究部門では、非線形光学過程を用いたイメージングや分子配列制御などの基盤技術をベースとして、生きたままの個体、組織深部の“*in vivo*” 観察・操作を実現する新しい生命機能の解析法の開発、DNAの塩基配列を位置情報に変換するシステムの構築、およびタンパク質超分子構造体の創製などに取り組んでいます。このような研究は、生命現象の基盤となる生体分子ネットワーク機能の解明のみならず、「光・脳科学」などの学際領域やナノテク・バイオ融合領域の発展に貢献すると共に、新しい治療や臨床応用へと繋がります。

Based on the platform technologies such as imaging and molecular arrangement control using nonlinear optical processes, this section strives to develop new methods for analyzing life functions that realize the “*in vivo*” observation and operation of a live individual organism and a deep tissue, to establish a system for converting the DNA base sequence into positional information, and to create a supramolecular protein structure. This research will not only elucidate the functions of the biological molecule networks that form the foundations of life phenomena but will also contribute to the development of cross-disciplinary areas including “light and brain science” and of a combined nanotechnology-biology area, which will lead to new treatments and clinical applications.

# 新しい光で「光・生命科学」を創出する

## Construction of “photo-life science” by novel light

本研究分野は、超短光パルスレーザーによる非線形光学過程を用いたイメージングを中心に、遺伝子工学、電気生理学、光機能分子などを活用することで、生きた個体、組織での、「光による観察」と「光による操作」を同時に実現する新しい生命機能のイメージング法を展開させることを目標とする。この方法論を、脳神経系、分泌、代謝等の基礎研究に適用し、新たな学際的な研究領域「光・生命科学」「光・脳科学」を生み出すことを目指している。このようなバイオ分子イメージングの新局面を切り開くことにより、生体分子-細胞-臓器の各階層に固有の機能を創発する原理の解明を目指している。特に、生体深部を非侵襲的に観察することが可能な、“*in vivo*”多光子顕微鏡システムの構築、改良に取り組み、現在では世界最深部の生体脳観察に成功した。これによりマウス大脳新皮質全層及び、海馬CA1ニューロンのライブイメージングが可能となった。一方、生体分子の分子機械としての機能発現を解明するため、新規レーザー「ベクトルビーム」を用いた超解像イメージング法の開発も実施している。シナプスや分泌腺細胞の分泌機能＝開口放出・溶液輸送の分子機構について「逐次開口放出」など新概念の提出に成功した。脳機能の左右性や発達などの分子基盤の解明を目指している。現在、様々な大学、国立研究所、企業との共同研究を通じて産業、臨床応用への展開を図っている。このような骨、がん、免疫、皮膚などの多様な生組織の生理と病理の研究への応用が、新たな個体レベルの「光・生命科学」を生み出すことを期待している。

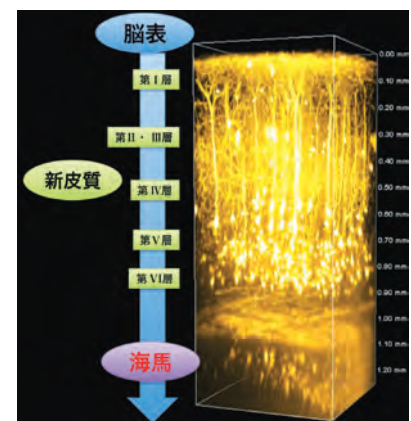
### 研究テーマ

- 超短光パルスレーザーによる非線形光学過程・多光子励起過程や光機能性分子を用いた生体“*in vivo*”バイオイメージングの開発
- 新規レーザー“ベクトルビーム”の生物応用と超解像イメージング技術の開発
- 脳・神経系や分泌機能の可視解析とその分子機構の研究
- 脳の機能左右性や発達の研究
- がん、糖尿病、肝薬物代謝、免疫系における発症機構の解明・治療を目指す基盤研究の研究

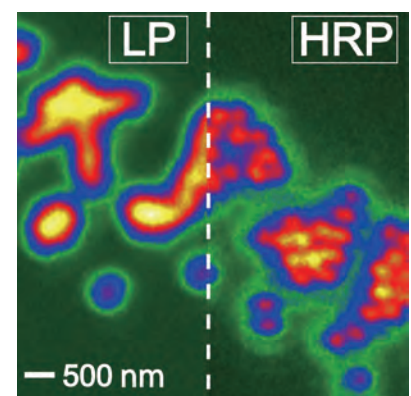
Our group aims to advance new bio-imaging technologies for functional analysis by photo-visualization and photo-manipulation using ultra-short pulse laser as well as photo-activatable molecules, electrophysiology, biogenetics. These methods explore basic researches on neuroscience, metabolism, and cancer research, and open new fields of photo-neuroscience, and photo-life science. In addition, advances in bio-imaging will give us insights on emergence of specific function to hierarchies of biomolecules, cells, and organs. Our newly developed “*in vivo*” multi-photon microscopy enables to visualize deeper layers of live organs. We have successfully observed the deepest layer in live mouse brains, intact neurons in all cortex layers and hippocampal CA1. We also develop a super-resolution microscopy by using a novel laser, “vector beam”. We have proved the existence of “sequential compound exocytosis”. By these microscopic techniques, we will investigate molecular bases of the laterality and the development of brain. Currently we get on with collaborative works of other universities, national institutes and companies. These applications for physiological and pathological researches in a wide variety of live organs, including bone, cancer, immune and skin, will explore a new field of “photo-life science” in the intact body.

### Research Interests

- “*in vivo*” bio-imaging in live specimen by utilizing non-linear optical or multi-photon excitation processes induced by ultra-short pulse laser
- Application of a new laser “vector beam” for life sciences and for “super resolution imaging”
- Functional analysis for brain and neural secretion and underlying molecular mechanism
- Pathogenic mechanism and treatment in cancer, diabetes, liver drug metabolism, and immune system



“*in vivo*” imaging of mouse brain



Super-resolution microscopy by HRP beam



# 生体機能にインスパイアされた機能性分子素子の開発

## Development of Functional Molecular Devices Inspired by Biosystems

生物は高度な分子認識とそれによって組織化された分子集合体システムを駆使して、効率の良いエネルギー変換や物質生産、様々な情報変換を達成している。本研究分野では、生物の分子組織化を手本とすることで、ナノメートルからサブミリメートルにいたるメソスコピック領域における分子の階層的な組織化を行い、新奇な機能性材料の開発を行っている。分子認識や自己集合などの超分子化学の手法によりナノメートルサイズで分子を組織化し、さらに散逸構造形成を利用することでマイクロメートルサイズでの分子集合体の組織化を行い、分子の階層的な構造化を計ろうとしている。

具体的には、以下のテーマを中心に進めている。

- (1) 基板に固定化したオリゴDNAを酵素反応で伸長して得られるDNAブラシを利用した『細胞にダメージを与えずに剥離回収できる培養基材の開発』 (Fig. 1)
- (2) ウィルスの外皮タンパク質が自己組織化により形成するウィルスカプセルに着目した『タンパク質集合体の構造制御ならびに化学修飾によるドラッグデリバリーシステムへの応用』 (Fig. 2)
- (3) 表面の修飾により自己組織化を制御し、様々な形に形成された『金属ナノ粒子の集合構造体の作製とその応用』 (Fig. 3)

これらの階層的分子構造からバイオセンサーや細胞薬剤送達材料などの新奇な分子素子を開発している。

### 研究テーマ

- DNA分子を基材とした高機能性基板の創製
- 人工ウィルスカプセルを用いたドラッグデリバリーシステムの構築
- 金属ナノ粒子を用いたナノ構造体の作製とその応用
- 機械的特性や光学的特性に優れた機能性ゲルの開発

Bioorganisms are capable of efficient energy transformation, selective syntheses of biomolecules and interactive information processing. All these processes are based on effective molecular recognition at highly organized supramolecular assemblies. This research group is concerned with the construction of hierarchical molecular devices by the combination of nanosize molecular assemblies with micron size structures derived from dissipative processes. The following themes are in progress.

- (1) DNA (deoxyribonucleotides) brush has been fabricated by the enzymatic polymerization of oligonucleotides immobilized on the substrate. This can be superior cell culture substrate because of less damaging detachment of the cells by using DNase. (Fig.1)
- (2) Protein-assemblies using virus-capsid proteins have been explored. Chemical modification of the proteins can give the inclusion and stimulus responsive release of drugs to the virus capsules. This can be suited for the drug delivery carrier. (Fig.2)
- (3) Metal nanoparticles-assembly by surface modification has been studied. Assembled metal nanoparticles can be applied to chemical sensors or drug delivery carriers. (Fig.3)

These researches aim to develop functional molecular devices such as chemical sensors, cell culture substrates, and virus-based drug delivery carriers.

### Research Interests

- Creation of the DNA brush as superior substrates
- Fabrication of virus-based drug delivery systems
- Development of metal nanoparticles assemblies by surface modifications
- Development of functional gels with excellent mechanical or optical characteristics



Fig.1 Cell culture and detachment on the DNA brush

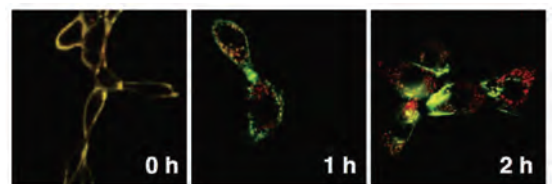


Fig.2 Confocal images of the cells after the exposure of virus capsules modified as glutathione responsive drug delivery carrier (Green; virus capsules, Red; model drugs)

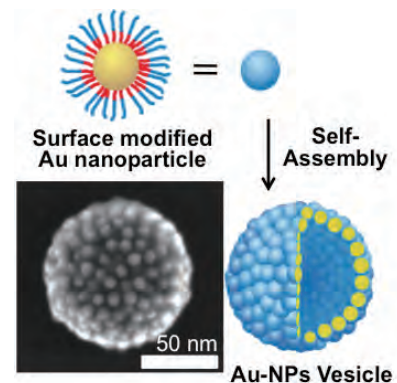


Fig.3 Fabrication of Gold Nanoparticles Vesicle

# 数理科学研究部門

Section of Mathematical and System Sciences



本研究部門では、複雑系科学、高次元力学系、化学動力学などの数理科学をベースとして、複雑系としての脳神経系などの生命システムの機構解明、高分子複合体の機能などの状態変化における偶然と必然の原理の解明、および表皮細胞が集団組織として作り出すバリア機能の解明などの研究に取り組んでいます。このような研究は、従来のアプローチでは十分解明できなかった分子複合体、細胞、組織、脳といった階層を越えて繋がっている複雑な生命システム現象などの解明に貢献します。

Based on mathematical sciences such as complex systems science, dynamical systems, and chemical dynamics, this section strives to elucidate the mechanisms of life systems such as the nervous systems as a complex system, the fundamental principle of chance and necessity in the “change of states” in the functions of hierarchical complex systems and the barrier function that is created by epidermal cells as a group of tissues. The goal of this research is to shed light on such complex life system phenomena connected across the hierarchies such as molecules, cells, tissue, and the brain; these phenomena could not have been fully elucidated by conventional approaches.

# 複雑系科学で生命のなぞに迫る

The study of life by means of complex systems science

複雑系数理研究分野では、分子、細胞、システムにまでわたる生命現象の複雑さを数理的に解明するとともに、新しい生命システム論の構築をめざしている。複雑系としての生命システムの機構を解明することを目指し、新しい複雑システム論を構築する。特に、感覚知覚、記憶、思考・推論、意志決定、行動の脳神経機構および認知機構の解明のための数理的アプローチを確立するとともに、非線形大自由度力学系の理論の構築を目標とする。

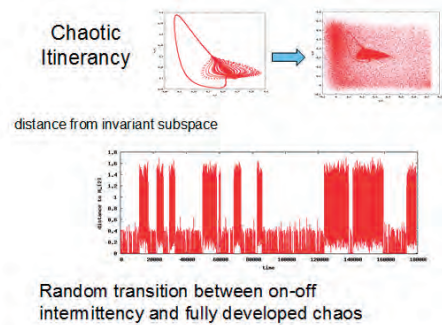
## 今後の研究の展望

脳神経系の高次機能である連続連想記憶、エピソード記憶、思考・推論に関する数理モデルによる研究は、理論の予測の一部が実証された。さらに、動物の行動実験に伴う *in vivo* 計測やヒトの行動実験における脳活動計測によって、理論の予測するエピソード記憶に対するカオス的遍歴とコントロールコーディングの実証を行っていく。特に、Deliberative Decision Making の枠組みでこの問題の解決を目指す。さらに、コミュニケーションの脳内機構の解明を目指す。さらに、動物の感覚知覚と行動に関する神経機構の解明を目指す。脳のダイナミクス、生命活動に対する正しい解釈を与えるための枠組みとして拡張された力学系、ヘテロ結合力学系、大自由度力学系、ゲーム理論、進化ダイナミクスに関する理論を提供する。

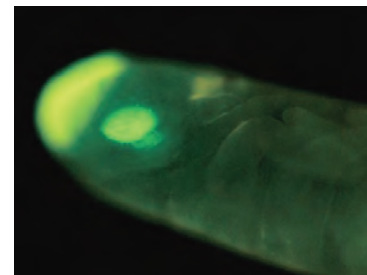
数理科学  
研究部門

## 研究テーマ

- 思考・推論、記憶に関する脳内ダイナミクスと機能の研究
- ヘテロ複雑系理論の構築とコミュニケーション脳内ダイナミクスへの応用
- 昆虫の嗅覚系の研究
- 昆虫の行動決定の神経機構の研究
- カオス力学系、ランダムな力学系の研究
- ゲームダイナミクスの学習理論への応用
- 進化と学習の研究



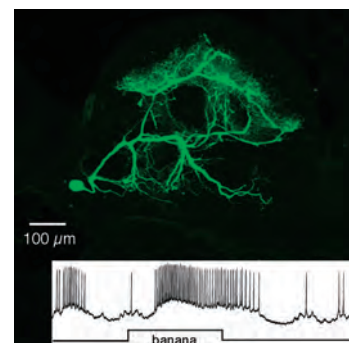
The aim of this laboratory is to clarify the complexity embedded in various biological phenomena, which may emerge over multi-scales of space and time. Biological systems express a specific complexity, which typically appears in cell differentiation and also in functional differentiation. In cell differentiation, for instance, it is not, in advance, determined that which part of embryo becomes eyes. All organs are organized in accord with the development of an individual as a whole system. A similar organization is observed in the functional differentiation of the brain. A whole brain acts as a system, in which all cortical areas such as a visual cortex are organized in accord with the development of a whole brain. In this laboratory, taking into account these characteristics, we would like to construct a new system theory, that is, a complex systems theory, based on the intensive studies on various topics described below.



Embryo of transgenic cricket. GFP gene was expressed under the control of the eye-specific promoter. GFP fluorescence was observed in the compound eyes.

## Research Interests

- Mathematical modeling of higher functions of the brain
- Nonlinear dynamical systems and chaos
- Mathematical modeling of self-reproduction and self-reorganization
- Mathematical studies for biological evolution
- Hetero-coupled chaotic dynamical systems
- Noised dynamical systems
- Neural dynamics of decision making from insect to man
- Insect olfactory system



Confocal image of a gain-control neuron in insect mushroom body (above) and a typical neuronal response to odor stimulus (below)



# 分子と生命を繋ぐ

## Bridge Molecules and Life

生体分子、細胞、組織、そして個体に至る生命システムは常に外界に晒されながら、ミクロレベルでの“刺激”がマクロレベルまで伝達し頑健な機能を作り出している。生体機能とは「外界からの刺激に対する応答として始まる一連の構造変化とそれに伴う化学反応」であり、階層を越えた「状態変化」のつながりの産物といえる。そのような生命システムを理解するためのアプローチには、大別して、背後に存在する数理構造を提唱するトップダウン的構成論的手法と微視的な立場からマクロな現象の再現を試みるボトムアップ的還元論的手法が存在する。前者は大胆な仮定や粗視化のために自然と乖離したモデルに陥る可能性が存在する一方で、後者は個々の微視的事象を枚挙するだけでシステム全体を捉えることは困難である。分子生命数理研究分野では、状態変化における「偶然と必然」の基礎原理を解明するとともに、“トップダウン”と“ボトムアップ”の両アプローチを橋渡しする概念や方法論を確立し、ミクロとマクロの階層を繋ぐ新しい生命システムの論理を理解することを目指している。この他、単一分子分光を用いた生体計測を通して、階層を越えた構造と機能の相関を探っている。

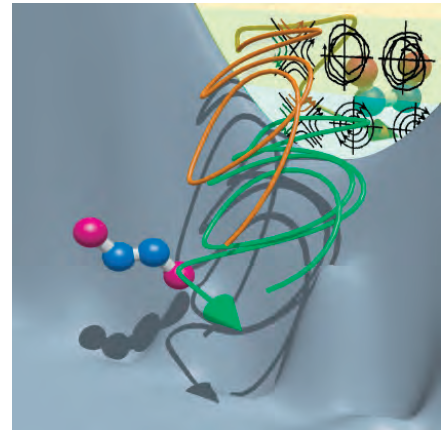
### 研究テーマ

- 化学反応や生体系の構造変化における偶然と必然の原理
- 一分子時系列データから彫り出す新しい生命動態システム
- 隷属原理を越えた階層間の情報伝達と機能、適応、頑健性
- 単一分子分光を用いた生体計測への応用

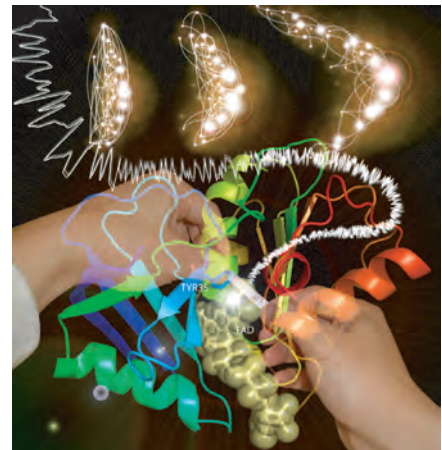
Biological system is composed of molecules, cells, tissues, organs, etc with their hierarchical complicated interactions. Resulting from a stimulus on the microscopic level, the system can perform meso- and macroscopic functions robustly even under thermal-fluctuating environment. Such functions can be rationalized as a sequence of structural changes involving chemical reactions triggered by the stimulus across hierarchies of time and space scales. There exist two distinct strategies to explore the mechanisms of such biological systems, that is, an anatomical bottom-up approach which builds the system from the microscopic molecular basis, and a constructive top-down approach in which one develops (phenomenological) models to capture some essential aspects of the biological systems. However, the former solely articulates the composite elements and the latter does not exclude possibilities which end up with models far apart from the reality because of the modeling. The main goal of our laboratory is to understand the fundamental principles of chance and necessity of a “change of states”, and to construct new concepts and methods to bridge the gap between such two approaches for biological systems, enabling us to unveil the mechanisms that bridge molecules and life across hierarchies in time and space.

### Research Interests

- Chemical and Biological Physics: Origin of chance and necessity in changes of states in chemical reactions and biomolecular dynamics
- Single Molecule Biophysics: New single molecule time series analysis to let the system speak for itself
- Information flow across hierarchies of time and space and its relation to functions, adaptability, robustness and emergence in complex biological systems
- Application to biological system by single molecule spectroscopy



Two trajectories on an energy landscape, both beginning in the reactant region, one, orange, crossing the saddle to the product, but the other, green, returning without undergoing the reactions. The phase space geometry provides a transition state that can rigorously predict the fate of these trajectories.



An illustration of single molecule detections that enable us to monitor the dynamic fluctuation of an interdyer distance as a “microscopic ruler” with the underlying time-dependent state space network.

# 数理の目で現象を捕らえる

Capture phenomena from the viewpoint of the Mathematical sciences

「数理モデル」、「数値計算」、「数学解析」をキーワードとして、自然現象や生命現象等を数理科学の視点から理解するための方法論の確立を目指している。

数理モデルは数式による現象の模倣である。数値計算によって計算機上に現象を再現することによって現象に潜む本質的なメカニズムを知ることができる。さらに数学的解析によって、実体のない普遍的数理構造を取り出すことが可能となる。普遍的数理構造は複数の異なる現象の本質的なメカニズムに共通の理解を与えることを可能とする。

研究の性質上、我々の研究分野では実験グループとの共同研究を多く行っている。その中でも、表皮バリア機能に対する数理モデル化は企業との共同研究であり、バリア機能の数理解析を通して、抗老化対策や皮膚疾患対策に応用できるのではないかと期待されている。さらに、生物学の数理解析では、卵割問題やアメーバ細胞運動、細胞極性の数理モデル化について研究をしている。それに加え、真性粘菌変形体の数理解析や4脚動物の歩容遷移現象に対する数理解析にも取り組んでいる。これらの研究は、生物運動のロボット工学の分野への応用が大いに期待されている。

また、大域的分岐構造の数値計算を用いた反応拡散系に対するパターン形成の数理解析や離散変分法を用いた液滴運動の数理解析を行っている。これらは数理モデルに対する数理解析手法の開発に繋がっており、重要なテーマの一つである。

## 研究テーマ

- 自走物質に対する数理解析
- 表皮構造と皮膚疾患の数理解析
- 生物モデルの構築と数理解析
- 離散変分法を応用した自走運動現象の数理解析
- 反応拡散系のパターン形成

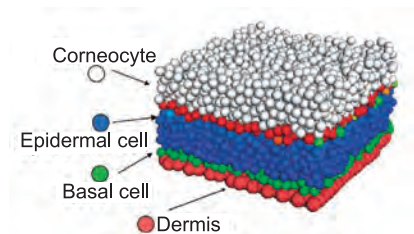
With mathematical modeling, numerical computation, and mathematical analysis forming the foundation of our research, we aim to understand biological and other natural phenomena from the perspective of the mathematical sciences. Mathematical modeling is the imitation of phenomena through numerical formulae. By replicating phenomena on a computer via numerical computations, one can unearth the essential mechanisms hidden within the phenomenon. Moreover, mathematical analysis makes it possible to establish general mathematical structures for the target phenomenon. These structures enable one to give a common understanding to the underlying mechanisms of numerous different phenomena. The nature of our research also includes joint work with other groups working in the field of experimentation. In particular, our mathematical modeling of the skin barrier function is collaboration with enterprise researchers and, through our analysis, we are expecting applications of our research related to antiaging and to the treatment of skin diseases.

Also in mathematical biology, we study models for cleavage (cell division), and the locomotion of amoeba cells. In addition, we work on the mathematical analysis of Physarum, planar cell polarity, and gait transitions in quadrupeds — the latter studies are expected to see practical use in the robotic engineering of biological motions.

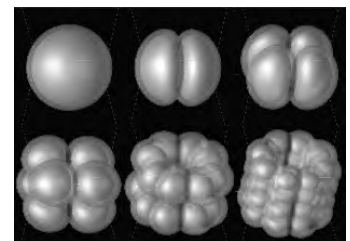
Additionally, by using numerical techniques for global bifurcation structures, we investigate pattern formations in reaction-diffusion systems, and we study the motion of liquid droplets via variational techniques. These problems are tied to the development of mathematical methods for the model equations, and are also an important theme of our research.

## Research Interests

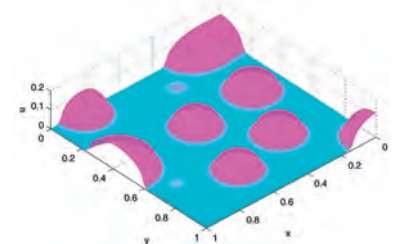
- Mathematical analysis of self-propelled materials
- Mathematical analysis of epidermal structures and skin diseases
- Formulation of biological models
- Mathematical analysis of self-propelled phenomenon using minimizing movements
- Pattern formation in reaction-diffusion systems



3D simulation of epidermal structure



3D simulation of cleavage of sea cucumber using a phase field method.



Simulation of liquid droplet condensation atop a complex surface.

# 附属グリーンナノテクノロジー研究センター

Green Nanotechnology Research Center



本研究センターでは、ナノテク技術を基盤としたグリーンイノベーションを目的としており、高効率・広帯域太陽光エネルギー変換システム、フォトンの有効利用を目指したサブ波長デバイス、高効率量子状態変換素子などの極限省エネルギーフォトニックネットワークインターフェース、さらには、室温での二酸化炭素完全分離材料などの研究に取り組んでいます。これらの研究成果は、「低炭素研究ネットワーク拠点事業」などの大型プロジェクトの発足や有機的な産学連携研究に繋がっています。

With the aim of achieving nanotechnology-based green innovation, this research center strives to study high-efficiency and wide-band solar energy conversion systems, sub-wavelength devices designed for efficient use of photon energy, ultimate energy-saving network interfaces such as high-efficiency quantum state conversion elements, and materials for the complete separation of carbon dioxide at room temperatures. The outcomes of this research have led to large research projects such as the “low-carbon research network core project”, and organic academic-industrial alliance research.



# ナノ構造で効率的にエネルギーを創る

## Efficient Creation of Energy by Nanostructures

グリーンフォトンクス研究分野では、金属ナノ構造による高性能な光アンテナの研究や、それを太陽電池や水を光分解して酸素や水素を発生する人工光合成系に展開する研究を進めている。

元来、光と物質との相互作用はそれほど強くなく、光を有効に利用するデバイスの開発、およびその方法論の確立が求められている。本研究分野では、局在プラズモン共鳴を示す金属ナノ構造が、可視光や赤外光を捕集する光アンテナになることを見出し、光と分子や物質との相互作用を強くできる「場」を創ることに成功した。これにより、極めて少ない物質でエネルギー変換を可能にする太陽電池など、様々な分野に応用が期待される。

また、本研究分野で開発を行っている光電変換システムは、水を電子源として動作していることが明らかになっており、可視・近赤外光照射に基づいて水の酸化的分解により酸素が発生することが確認された。本システムの更なる原理解明に向けて、光アンテナから半導体電極への電子移動過程の追跡など、超高速度時間分解分光・イメージング計測にも取り組んでいる。

### 研究テーマ

- 局在プラズモンに関する研究
- 光電変換・人工光合成の研究
- 可視・近赤外太陽電池の開発
- 高性能光ナノアンテナの設計
- 金属フォトンニック結晶の研究

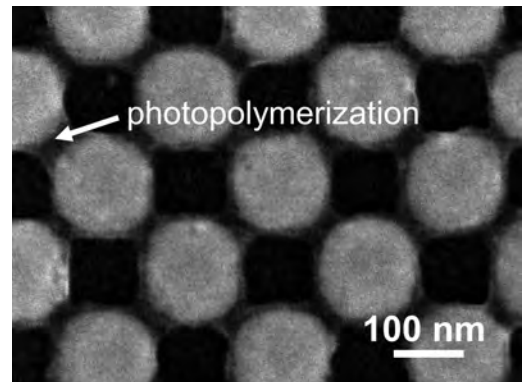
We study on highly efficient optical antennae based on metallic nanostructures, and develop solar cells as well as artificial-photosynthesis systems which evolve oxygen and hydrogen as a result of a photolysis of water.

Since the probability of light matter coupling process is not so large originally, effective utilization of light in optical devices is needed. We have recently elucidated the possibility of plasmonic nanostructures as an optical antenna for visible and near infrared light and enhancing light matter coupling process. Applications to various fields are expected such as a solar cell enabling light energy conversion with a small amount of substance.

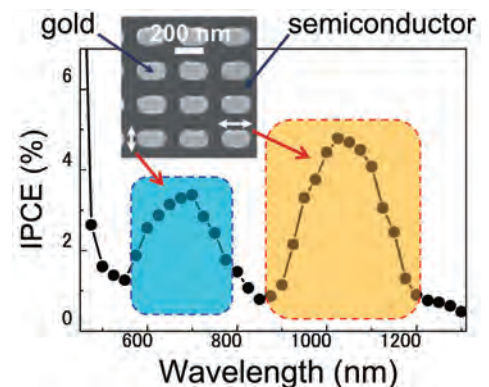
Furthermore, the photoelectric conversion system employs water molecules as electron sources. To study further detailed mechanism of the light-energy conversion system, we also address ultra-fast spectroscopy and imaging for the purpose of pursuing electron transfer dynamics from optical antenna to semiconductor electrode as an example.

### Research Interests

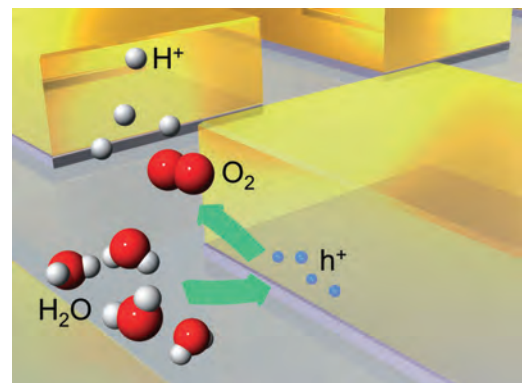
- Localized Surface Plasmon
- Near IR Solar Cell
- Artificial Photosynthesis
- Design of Optical Antenna
- Metallic Photonic Crystals



Two-photon-induced photopolymerization by a weak incoherent light source



Plasmon-enhanced photocurrent generation with visible and near infrared light



Near-infrared light induced water oxidation

# ナノ構造が生み出す新規光・電子機能の創成

## Novel photonic and electronic functions using nanostructures

当研究室では、材料の表面および内部に形成した微細構造による新たな光電子機能の研究に取り組んでいる。このような機能は、光情報通信、情報家電、電池、ナノバイオなどの幅広い分野で活用されており、今後も一層の高度化が求められている。波長よりも小さな微細円錐構造を光学素子の表面に2次元的に形成すると、入射波長や入射角度の依存性が小さい反射防止機能が発現する。我々は、企業との共同研究で、機械的強度と耐熱性に優れたセラミックモールドを作製し、ガラスレンズ表面に直接インプリントすることに成功した。一方、波長と同程度(共鳴領域)の金属コート回折格子を利用した表面プラズモン増強場によって、市販の顕微鏡下で、ハロゲンランプ光での励起でも、微弱な蛍光イメージを鮮明に検出できることを実証した。さらに、次世代の中温域燃料電池への応用を目指して、多量のプロトンを含むリン酸塩ガラスの開発に取り組んでいる。

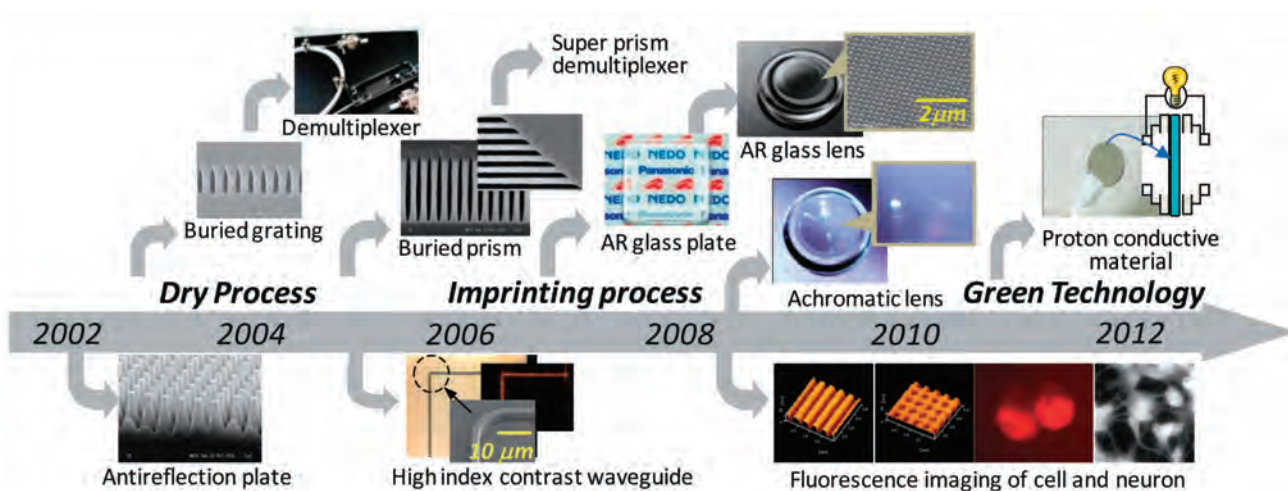
### 研究テーマ

- 機能性透明誘電体材料の研究
- サブ波長光学材料の研究
- プロトン伝導材料の研究
- フラクタルナノ材料の研究

Our research group focuses on the development of new optoelectronic functions provided by nanostructures formed on/in several materials. Such functions are strongly required in the fields of optical communication, information appliance, electric battery, nano-biotechnology, etc. Antireflection function with small wavelength and incident-angle dependences can be achieved by the formation of two dimensional cone shape structures with period smaller than incident wavelength on the optical components. Our joint research with a company succeeded to directly imprint such structure on a glass lens using a ceramic mold with excellent thermal and mechanical properties. This result is expected to be a core technology to sophisticate next generation optics for imaging and sensing. Meanwhile, the enhancement of surface plasmon field is studied using silver coated gratings with period comparable to incident light wavelength (resonance domain), which realized to detect an ultraweak fluorescence image under a commercial microscope using a halogen lamp excitation. Furthermore, phosphate glasses containing a lot amount of proton are studied for the next generation middle temperature fuel cells.

### Research interests

- Functional Transparent Dielectric Materials
- Sub-wavelength Photonic Materials
- Development of Proton Conductive Materials
- Study on Fractal Nanomaterials



# 光と電子の量子状態制御で高機能発光素子を創る

## Quantum Control of Electron-Photon Interactions with Nano-Photonic Highly Functional Materials and Structures

光子・電子といった最小単位の量子とその相互作用を制御することは容易ではないが、人工的に作った原子とも言われる量子ドットを一つだけ取り出すことによって、その可能性・新しい世界が広がりつつある。これはまた、安心・安全な情報通信手段が求められてきている中、究極的に安全と言われる量子情報通信に必要な単一光子源を提供するシーズ研究としての重要性も増しつつある。本研究分野では、(I)半導体量子ドットなど電子状態を制御するためのナノ構造作製と、その離散的な量子状態を用いた電子個数状態制御、(II)量子ドットを介した、光子偏光状態-電子スピン状態-光子偏光状態など、高い効率で量子状態間を変換する技術の開発、(III)光場を制御するためのナノフォトニック構造の作製と、量子ドットなどとの結合による光子数状態制御など光子生成過程の制御、(IV)超伝導効果による新しい発光原理の探究と新規光デバイス、超伝導と光エレクトロニクス分野をつなぐ「超伝導フォトニクス」の開拓を進めている。

### 研究テーマ

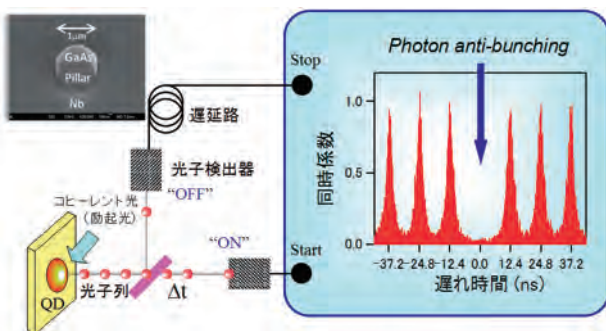
- 半導体量子ドットの成長と単一量子ドットの分光計測
- 単一量子ドットから発生する光子・光子対の光子数状態の制御・量子もつれ光子対の発生
- 量子ドットを用いた光子-電子間量子状態変換
- 金属埋め込み量子ドット構造の作製・シミュレーションとオンデマンド光子源の研究開発
- 超伝導電極を用いた発光ダイオード発光プロセスの制御

附属クリーン  
ナノテクノロジ  
研究センター

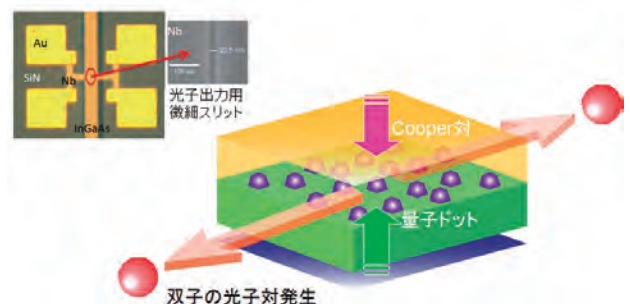
Next-generation highly secure information networks require photonic devices based on new concepts and high functionality. Our laboratory develops nanophotonic highly functional materials and devices by (I) Preparation of nano-structures such as quantum dots to control electron number states, (II) Development of technique to convert individual photon polarization state to electron spin state and vice versa through quantum dots, (III) Preparation of nano-photonic structure and coupling to quantum dots to control photon generation processes, (IV) Superconductor-based new photon generation processes and development of new paradigm based on superconductor and optoelectronics.

### Research Interests

- Growth of semiconductor quantum dots and spectroscopic studies of single quantum dots.
- Photon correlation measurements and generation of single-photon and entangled photon pairs from single quantum dots.
- Conversion of photon-electron quantum states via quantum dots.
- Fabrication and simulation of metal-embedded quantum dots and study of on-demand photon source.
- Interdisciplinary research on superconducting photonics and its applications.



Photon correlation measurement result to show photon anti-bunching of photons emitted from a single quantum dot.



Proposed scheme to generate entangled photon pairs with recombination of electron Cooper pairs and holes in a quantum dot.



# 分子集合体による機能性材料の実現を目指して

Towards the Realization of Functional Materials Using Molecular Assemblies

分子が集合体を作る性質（自己集積化能）を利用して集積分子システムを創製し、それを複合化・集積化することで、次世代のコンピューティングシステムのための分子ナノデバイスや高機能多孔性材料の構築を目指している。

1つの分子に他の分子を認識する性質を付与し、分子が自然に寄り集まって、高度な集積構造を形成するようにあらかじめ分子を設計する（分子プログラム）ことで、分子からボトムアップの手法で集積分子システムを組織化することが可能となる。集積分子システムの構造物性評価・機能開拓を行い、更にそれらをユニットとする高次構造を用いて分子ナノデバイスや多孔性材料を構築する。

具体的には、超分子化学の視点から分子性導体、分子磁性体を捉えなおし、分子ローターやイオンチャンネルなどの超分子構造と分子性導体・分子磁性体とを自己集積化により複合化することで、新規機能性材料を開拓している。また、これら集積分子システムから薄膜、金ナノ粒子などナノサイズの機能性ユニットを形成し、デバイス応用への展開を図っている。さらに、配位結合や水素結合などを介して金属イオンと有機分子を自在に集積させた多孔性金属錯体集積体の合成と機能評価も行っている。研究対象分子として、有機物に加え無機物や金属錯体など多様な分子を取り扱っている。

## 研究テーマ

- 機能性超分子構造を組み込んだ分子性導体・磁性体・誘電体の創製
- 固相分子モーターの開発
- 金ナノ粒子集合体の構築とデバイス展開
- ポリオキソメタレートを用いた超分子構造の構築と物性制御
- 二酸化炭素分離のための多孔性材料合成
- 安価原料による多孔性材料の構築

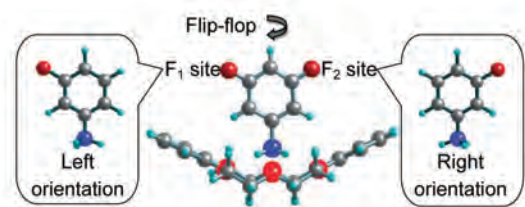
Towards the realization of Functional Materials using Molecular Assemblies, we develop the “Integrated Molecular Systems” through molecular-assembly processes, which are further assembled into molecular nanodevices for future computing systems and high-performance porous materials.

To obtain integrated molecular systems through bottom-up self-assembly processes, we program each molecule in advance to have a scenario for assembling into highly ordered and complex structure. We evaluate the structure, electronic and porous properties of the molecular systems and fabricate nanoelectronic devices using the molecular systems as active units and applicative porous materials.

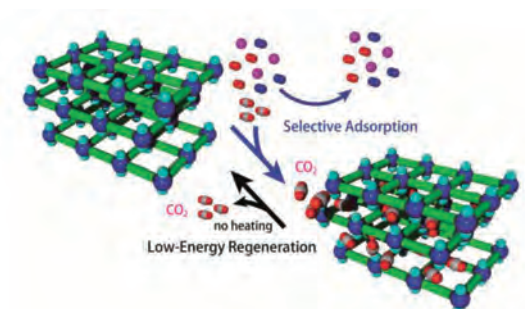
We are now studying on (i) supramolecular structures of molecular rotors and ionic channels with molecular conductors and magnets toward the development of novel functional molecular systems, (ii) thin films and nanometer size units such as gold nano particles from the integrated molecular systems toward molecular electronic devices, and (iii) porous metal complex assemblies constructed from metal ions and organic molecules via coordination and hydrogen bonds. In addition to organic molecules, we use inorganic molecules and metal complexes as target molecules.

## Research Interests

- Molecular conductors, magnets and dielectrics with supramolecular functional units
- Solid state molecular motors
- Assemblies of gold nano particles and device application
- Supramolecular assemblies with polyoxometalate
- Porous materials for carbon dioxide separation
- Porous materials made of cheap raw materials



Ferroelectricity and polarity control in solid-state supramolecular rotators



Porous metal complex assemblies with high selectivity and low-energy regeneration for carbon dioxide gas

# 連携研究部門

Cooperative Research Department

# 研究支援部

Research Support Department

# 技 術 部

Division of Technical Staffs



## 新規高効率光機能デバイスの創成

### Functional optical materials and devices

理研連携研究分野は、電子科学研究所と理化学研究所基幹研究所とがそれぞれ培った光科学分野の技術を相補的に活用しながら共同で研究を実施するために設置された組織である。本研究分野では、ナノメートルスケールの人工構造体を使った新しい光制御技術を研究し、それを用いて従来とは全く異なる原理に基づく高効率光電変換デバイスや光触媒材料、光量子デバイスの実現を目指している。

現在は、ナノメートルスケールの金属構造と光波との局在型表面プラズモンを介した相互作用を利用して高効率に光子を捕捉し、そのエネルギーを変換する素子の実現を目指して、基本素子の試作と原理検証を行っている。電子線リソグラフィーならびにフェムト秒3次元レーザー加工技術を用いながら金属ナノ構造体を作製し、その光学特性を赤外～可視～紫外の広い波長帯域で分光計測して評価している。また、計算機を用いた電磁界計算を用いてその結果を実験パラメータにフィードバックさせている。これらの結果から構造の最適化を行い、その有効性の確認を進めている。

#### 研究テーマ

- 金属ナノ構造体を用いた高効率光電変換デバイスの開発

Laboratory of RIKEN Alliance is expecting to develop new science and technology in optics and photonics fields by combing knowledge and techniques of the Research Institute for Electronic Science, Hokkaido Univ. and RIKEN Advanced Science Institute. We are developing new methods for controlling the propagation of the light (photons), and apply them for high efficient photovoltaic devices, photocatalytic materials, and optical quantum devices.

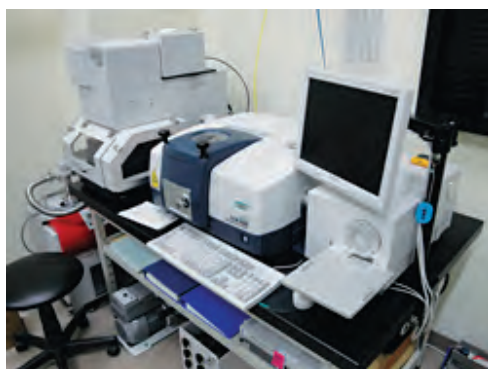
We are developing new photon trap device using plasmonic interaction of photons with nanometer scale metal structures. We are fabricating nanometer scale metal structures using electron beam lithography and femtosecond laser processing, and evaluating their optical properties from the wide-bandwidth spectrum from UV to far-IR. Numerical calculation of the electromagnetic field is also done and its results are fed back to the experimental parameters.

#### Research Interests

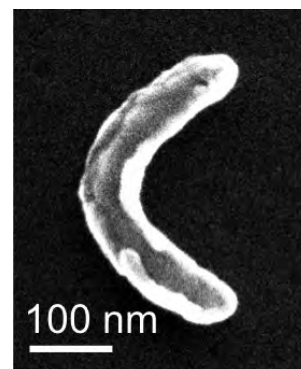
- Strong field coupling of light with nanometer scale metal structures and their application for high efficient functional optical devices



Electron beam lithography system



Fourier Transform Infrared Spectrometer (FT-IR)



Scanning electron microscopy image of gold nanostructure



## イメージング技術の提供と改良・開発

Providing, improvement and development of Bio-imaging technologies

ニコンイメージングセンターは、バイオイメージング技術に関する更なる技術改良、あるいは新技術開発およびその生物学研究への応用を推進し、本学と顕微観察技術関連企業との連携強化ならびに本学における教育研究の豊富化、活性化や国際的な交流を目的とします。

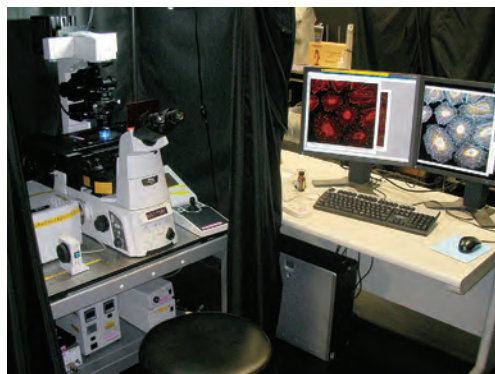
### 主な活動

- 最先端の顕微鏡とイメージング機器を設置し、基礎研究の環境の提供
- 顕微鏡に馴染みのない研究者からハイエンドユーザーまでさまざまなレベルに合わせて顕微観察法のトレーニングコース
- 顕微鏡ユーザーのアイデアを反映した新型顕微鏡技術の開発

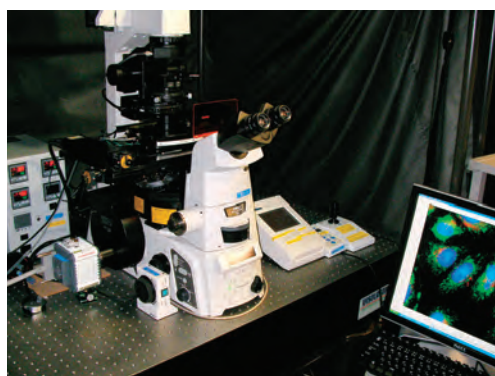
The Nikon Imaging Center at Hokkaido University (NIC@Hokudai) promotes the improvement and development of bio-imaging technologies and their application to the life sciences. The NIC@Hokudai also aims to facilitate cooperation between enterprises related to microscope technology, and to participate in both educational research and international exchange.

### Activities

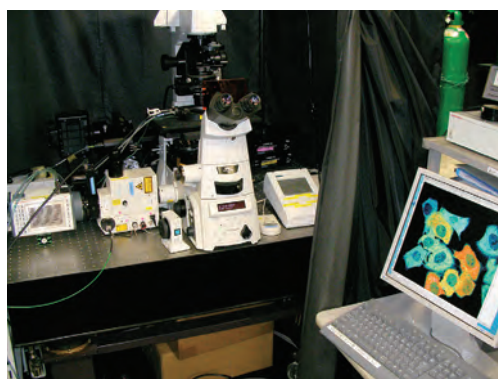
- To provide an environment for basic research with state-of-the-art microscopy and imaging equipment
- To provide training courses on basic and advanced microscopy
- To develop new microscopy techniques incorporating specific user requirements



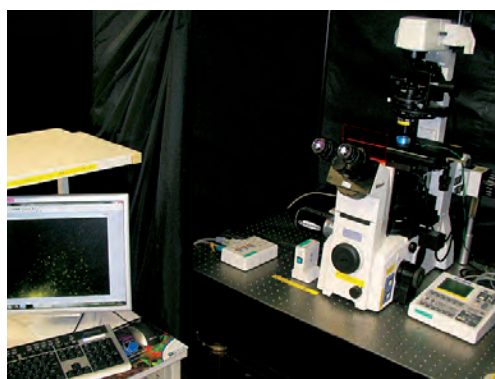
High Speed Laser Confocal Microscopy



Multi-Color Fluorescence Microscopy



Real-time Confocal Microscopy.



TIR Evanescent Microscopy

# 国内、海外との新しい学術共同研究の推進に向けて

## Promotion of New Academic Joint Research with Domestic and Overseas Institutes

電子科学研究所は、欧米の3つの研究所、アジアの3つの研究所・センターと交流協定を締結し、スタッフや学生の交流、ジョイントシンポジウム等や共同研究プロジェクトを積極的に実施している。国際連携推進室は、これまでの国際連携活動を発展させて、国際連携に関する企画立案・企画助言の役割を担うとともに、国際ネットワークのハブとして連携活動を充実・強化するために平成24年度に設置されたものである。国内の研究所ネットワークと海外の研究組織ネットワークが連携するプログラムなども計画している。

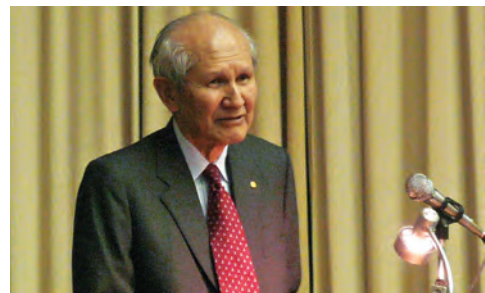
### 国際連携活動事例

- 毎年度、海外からの講演者を招待して、テーマを一文字の漢字で表す国際シンポジウム
- 海外研究機関との学術協定締結（2012年6月現在で欧米3研究機関、アジア3研究機関）
- 文科省二国間共同研究事業、JST戦略的国際科学技術協力推進事業ほか9件（2007-2012年）
- 生物学と周辺領域の学際的国際共同研究を推進するヒューマン・フロンティア・サイエンス・プログラム  
グラント賞受賞2007年1件、2010年2件
- 優れた日英共同研究に授与される大和エイドリアン賞受賞1件（2010年）
- 優れた国際共同研究実績 Science2007, 2010, PNAS2008, 2011, ACS Nano2012他

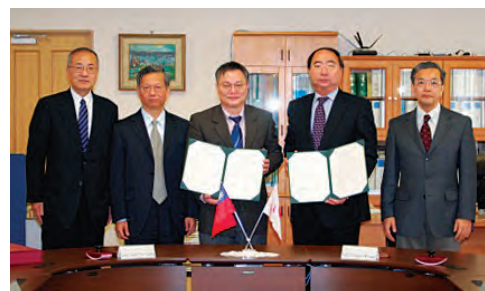
The Research Institute for Electronic Science has academic exchange agreements with three research institutes in Europe and U.S. and three research institutes/centers in Asia to promote exchanges of staff members and students, and joint operations including joint-symposiums and joint research projects. The Promotion Office for International Alliance which was established in 2012 aims to take the role in planning and consulting to build an international coordination and to strengthen collaborative works as a hub of international networks by developing International coordination. We are also planning to launch a program to enhance a global collaboration among the networks of both domestic and overseas institutes.

### Examples of International Cooperation Activities

- Annual international symposium with guest speakers from overseas, the theme of this symposium is expressed as a single letter in Chinese characters.
- Academic exchange agreement with overseas institutes (three research institutes in Europe and U.S. and three research institutes/centers in Asia, as of June, 2012)
- Bilateral joint research programs supported by the Ministry of Education, Culture, Sports, Science & Technology in Japan, Japan Science Technology, Strategic International Research Cooperative Program, nine programs, as of 2007-2012.
- Awarded Human Frontier Science Program Grant Prizes which promote interdisciplinary collaborations in biology constituting more than two countries (Awarded one in 2007 and two in 2010).
- Awarded a Daiwa Adrian Prize which is given to a significant scientific collaboration between British and Japanese research teams (2010)
- Significant achievements of international joint research; Science 2007, 2010, PNAS 2008, 2011, ACS Nano 2012, etc.



ノーベル化学賞下村脩先生などを招いた  
第11回国際シンポジウム「彫」  
2010年3月25-26日



台湾・国立交通大学理学院との学術交流協定締結  
2012年1月24日



# ナノテクを用いて先端研究を支援する

## Promotion of Advanced research through Nanotechnology Support

ナノテク連携推進室は超微細加工とナノ計測・分析をキーワードとする「先端設備と技術」を結び、光・電子・スピンを制御する新規のナノデバイス創製ならびに新機能ナノ物質創出に関する研究、技術・製品開発の支援業務を行います。電子科学研究所では、約340m<sup>2</sup>のクリーンルーム内に設置した2台の超高精度電子ビーム描画装置、プラズマCVD装置、ドライエッチング装置などの超微細加工装置群に加え、超薄膜評価装置（STEM）、集束イオンビーム加工装置（FIB）、高分解能X線回折装置などのナノ計測・分析装置をそろえ、フォトニック結晶デバイスやプラズモニックデバイスなどの先端的ナノデバイス・マテリアルの研究開発を支援します。またこれらトップダウン的な研究開発だけでなく、ボトムアップテクノロジーに関する支援も行います。

これらに加えて、平成24年度採択のナノテクノロジープラットフォーム事業、平成22年度採択の低炭素研究ネットワーク事業といった文部科学省の先端施設共用化促進事業の実施を通じて全国の大学・公的研究機関・民間企業に対して積極的にナノテクノロジーに関する支援に取り組んでいます。

また、創成研究機構の産学連携事業の推進や北海道総合研究機構との共同研究など外部の公的機関、民間企業との共同研究も積極的に行っています。

このようにナノテク連携推進室では電子科学研究所の先端研究施設の共用化に関するサポートと、研究・技術製品の開発について豊かな経験を元に戦略的かつ具体的にサポートします。

### 主な業務

- 超微細加工の研究支援
- ナノ計測・分析の研究支援
- ナノテクノロジーに関する共同研究推進
- 学内外からの技術相談受付

Promotion Office for Nanotechnology Collaboration supports research and development of new nanodevices and new nano materials to control photon, electron and spin by nanofabrication and nano-characterization and analysis. Especially, based on the concept of “the integration of open advanced facilities and technology”, applicants are able to research on nanotechnology and use the instruments without any investment for expensive equipment. RIES has ultrafine processing facilities including two ultra-high precision electron beam (EB) lithography systems, a plasma CVD system, an atomic layer deposition system and some dry etching systems in our clean room, and nanoanalysis facilities including a scanning TEM (STEM) system, a focused ion beam (FIB) system and X-ray Diffraction (XRD) systems.

In addition, Hokkaido University is selected in “Nanotechnology Platform Program” and “Low-Carbon research network Japan (Lcnet) program” under the support of the Ministry of Education, Culture, Sport, Science and Technology (MEXT). We offer technical guidance and consultation regarding research, technology, and product strategy.

### Main Objectives

- Support for micro-nanofabrication
- Support for nano-characterization and analysis of materials
- Promotion of nanotechnology collaboration
- Consulting services for nanotechnology research



Cleanroom: 340m<sup>2</sup>



EB lithography system



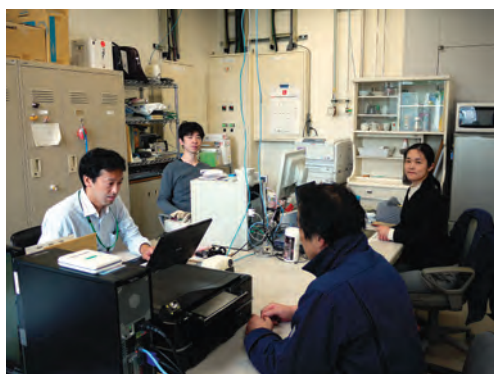
Scanning TEM system



## 研究支援と装置作製 Technical Support and Equipment Development

技術部は、システム開発技術班と装置開発技術班からなる。システム開発技術班は、各自の専門技術を用いて、クリーンルーム維持・管理、電子回路設計、機器制御、バイオイメーjing、半導体ナノ微細加工、広報・情報・ネットワーク・研究所のウェブサイト管理運営などといった、技術的な支援を行っている。この他に、電子科学研究所の共通の機器・設備の管理、液化窒素ガス汲み出し作業従事者への安全講習会、学術講演会の支援依頼への対応など、研究所全体に関わる支援も行っている。装置開発技術班は、研究分野により要請される特殊実験機器の開発・製作にあたっている。機械工作室では、ステンレスの精密切削とアルゴン溶接、大型旋盤・縦フライス盤などの工作機械を用いて、多くの実験装置の開発・製作を行っている。近年は、アルミ溶接技術による特殊要請にも対応できる体制を備えている。ガラス工作室では、光学レンズ・プリズム等の加工と研磨、ステンレス製計測装置へのコバルトを介しての硝子の溶着の技術・その他大型デュワー瓶、各種石英セルの製作を行っている。また、同班は所外からの技術相談、装置製作などの技術支援要請にも応えている。

Technical Division in RIES has two main sections; one is “System Development Team” that handles all the technical support including management of “Clean Room,” electronic circuit design, equipment control, bio-imaging, semiconductor nano-engineering and operating RIES website or all related to information network. Even when conferences are held outside by RIES, they join the researchers to offer technical support there. In addition, they play a role as administrative operators for all the BUS equipment and for safety of the experiments they organize annual lectures for the staff and students who handle liquid nitrogen, for example. “Equipment Development Team,” the other section, mainly creates custom-designed equipment used for experiments on request-basis from laboratories. In the machine workshop, they work on developing many kinds of devices by precision cutting of stainless materials or welding argon, for example, with tools such as large lathe or longitudinal milling cutter. Special request that needs aluminum welding can be ordered. In the glass workshop, they process and polish optical lens/prism or create large Dewar vessel and several quartz cells. This team can be consulted on all the technical matters or creating equipment from outside of RIES.



# 諸 活 動

## 一般公開 Open House

電子科学研究所では、例年、6月の北大祭開催期間中に、一般公開を実施しています。2008年に電子研が中央キャンパスから北キャンパスに移転したことに伴い、2011年度からは北キャンパスで開催しています。会場が北大祭で賑わう中央キャンパスから少し離れたため、北18条門からベロタクシー（自転車タクシー）を無料運行するなどの工夫を凝らしました。2012年度の来場者数は1000人を越え、子どもから大人まで多くの市民の方々が最新の科学に触れる絶好の場となりました。

RIES is annually open to the general public during the Hokkaido University Festival period in the month of June. With RIES having moved to the northern campus from the central campus in 2008, the RIES Open House has been held in the northern campus from 2011. As the northern campus is at some distance from the central campus, which is crowded with people visiting Hokkaido University Festival, we have made efforts to improve accessibility for visitors by, e.g., operating velotaxis (bicycle taxis) for free from the North 18 gate. The number of visitors in 2012 surpassed 1,000, and the RIES Open House provided people of all ages with an excellent opportunity to experience state-of-the-art science.



**RIES** Hokkaido University  
**北海道大学 電子科学研究所**  
**一般公開**  
 平成24年6月9日(土) 10:00~17:00  
**参加費:無料**  
**サイエンスグッズをプレゼント!**  
 (プレゼントは、なくなり次第終了いたします。)

光・物質・生き物・計算・環境の  
 不思議を体験しよう!

光 生命 環境 物質 数理

風のコミュニケーション  
 脳波 脳波 脳波  
 「はやぶさ」宇宙の旅 脳の内部は!?

最先端の科学を聞いてみよう!  
 宇宙のお話 10:30~11:00  
 以本 尚義 教授 (電子科学研究所) 1階 会議室  
 「はやぶさ」が持ち帰った宇宙の「おみやげ」  
 ～小惑星イトカワの正体は?～

脳のお話 13:30~15:00  
 津田 一郎 教授 (電子科学研究所)  
 コミュニケーション語: 1+1 > 2  
 根本 知己 教授 (電子科学研究所)  
 脳の不思議・心の謎 -最先端の測定技術が解き明かす-

自転車タクシーで  
 ごあんない!  
 (合数に限りがあるため  
 お待ち頂く場合があります。)

乗車  
 無料!  
 電子科学  
 研究所  
 ↓  
 北18条門

電子科学研究所学術交流委員会 URL: <http://www.es.hokudai.ac.jp/> (札幌市教育委員会後援)



## 国際シンポジウム International Symposium

電子科学研究所では、1999年より独自に国際シンポジウムを開催しています。このシンポジウムは、光、分子・材料、生命、数学の分野で国際的な幅広い連携を構築することが目的で、異分野の融合とイノベーションの加速に繋がると考えています。各年度のシンポジウムそれぞれに、テーマを設定し、その内容を一文字の漢字で表現してきました。以下は、ここ数年のテーマに使われた漢字です。

RIES is independently holding the international symposium every year since 1999. This symposium aims to establish a wide area international relationship between the researchers in the scientific fields of "Optic", "Molecule/Material", "Life" and "Mathematic", which should help to merge the several advanced topics in different scientific fields and to accelerate the innovations in related fields. The aim of each symposium has been symbolized using a single "Kanji" (Chinese Character). Followings are recent characters and memorial photographs.



The 12th RIES-Hokudai International Symposium(Dec.2011)



2009  
Discovery of hidden mechanisms or rules in nature  
(Prof. Nagai)



2008  
Development of theories for complex systems such as living cells and macromolecules  
(Prof. Tsuda)



2007  
Creation and development using nano-technology  
(Prof. Misawa)



2006  
Understanding of nanoscience and nanotechnology  
(Prof. Tsujii)



2005  
Creation of new paradigms of sciences on life  
(Prof. Ueda)



2004  
Exceed something or go across over something  
(Prof. Nakamura)



# 沿革

History of Institute



## 超短波研究所

since 1943 -Research Institute of Ultrashort Waves

- 昭和 16.1 超短波研究室が設置される
- 18.1 超短波研究所に昇格 第二部門、第四部門、第六部門、第七部門開設
- 18.3 第三部門開設
- 19.1 第一部門、第五部門開設
- 20.1 第八部門開設

## 応用電気研究所

since 1946 -Research Institute of Applied Electricity

- 昭和 21.3 応用電気研究所と改称する  
部門構成：電気第一部門、電気第二部門、物理第一部門、物理第二部門、化学部門  
医学及び生理第一部門、医学及び生理第二部門、数学部門
- 24.5 北海道大学附属研究所となる
- 36.4 メディカルエレクトロニクス部門新設
- 37.4 電子機器分析部門新設
- 38.4 メディカルトランスデューサ部門新設
- 39.2 研究部門は一部名称変更等により次のとおりとなる  
(昭和38年4月1日適用)  
電子回路部門、電波応用部門、物理部門、化学部門、生理部門、生体物理部門、応用数学部門、メディカルエレクトロニクス部門、電子機器分析部門、メディカルトランスデューサ部門
- 39.4 メディカルテレメータ部門新設
- 42.6 強誘電体部門新設
- 46.4 生体制御部門新設
- 48.4 附属電子計測開発施設新設
- 50.4 光計測部門新設(10年時限)
- 53.4 感覚情報工学部門新設
- 60.3 光計測部門廃止(時限到来)
- 60.4 光システム工学部門新設(10年時限)

## 電子科学研究所

since 1992 -Research Institute for Electronic Science

- 平成 4.4 研究所改組により電子科学研究所となる
- 14.4 附属電子計測開発施設を附属ナノテクノロジー研究センターに改組転換
- 15.5 電子情報処理研究部門感覚情報研究分野を廃止
- 17.4 電子計測制御研究部門適応制御研究分野を廃止  
電子計測制御研究部門ナノシステム生理学研究分野を新設
- 17.10 電子材料物性研究部門光材料研究分野をナノ光高機能材料研究分野に名称変更  
電子情報処理研究部門信号処理研究分野を極限フォトンプロセス研究分野に名称変更

電子情報処理研究部門計算論的生命科学研究分野を新設  
寄附研究部門「ニコンバイオイメーjingセンター研究部門」を新設(開設期間3年)

英国ニューカッスル大学ナノスケール科学技術研究所との  
学術交流協定締結

- 19.4 附属ナノテクノロジー研究センターの「10年時限」撤廃
- 19.10 電子材料物性研究部門相転移物性研究分野を量子情報フォトニクス研究分野に名称変更  
電子機能素子研究部門超分子分光研究分野を廃止  
電子計測制御研究部門自律調節研究分野を分子生命数理研究分野に名称変更
- 20.1 バングラデシュ・ダッカ大学物理化学生物薬学先端科学研究センターとの学術交流協定締結(21.12 大学間交流協定へ移行 責任部局：大学院歯学研究科)
- 20.1 台湾・台湾師範大学光電科学技術研究所との学術交流協定締結
- 20.4 台湾・国立台湾大学物理学科との研究交流に関する覚書締結
- 20.6 米国・カリフォルニア大学ロサンゼルス校カリフォルニアナノシステム研究所を代表するカリフォルニア大学評議会との学術交流協定締結
- 20.10 電子情報処理研究部門極限フォトンプロセス研究分野をスマート分子研究分野に名称変更  
附属ナノテクノロジー研究センターナノ材料研究分野を極限フォトンプロセス研究分野に名称変更  
附属ナノテクノロジー研究センターナノデバイス研究分野をバイオ分子ナノデバイス研究分野に名称変更  
寄附研究部門「ニコンバイオイメーjingセンター研究部門」開設期間更新(更新期間3年)
- 22.3 フランス・リヨン高等師範学校との学術交流協定締結
- 22.4 電子材料物性研究部門コヒーレント X 線光学研究分野を新設  
電子機能素子研究部門分子認識素子研究分野を光波制御材料研究分野に名称変更  
電子計測制御研究部門量子計測研究分野を生体物理研究分野に名称変更  
連携研究部門理研連携研究分野を新設
- 22.9 ドイツ・オットー・フォン・ゲーリケ大学マクデブルク自然科学部との学術交流協定締結
- 23.1 台湾国立交通大学理学院との学術交流協定締結
- 23.9 寄附研究部門「ニコンバイオイメーjingセンター研究部門」開設期間満了
- 24.4 改組に伴い研究部門名、研究分野名を全面改称  
附属ナノテクノロジー研究センターを附属グリーンナノテクノロジー研究センターに改組転換  
研究支援部を新設  
支援部構成：ニコンイメーjingセンター、国際連携推進室、ナノテク連携推進室

# 研究所職員

## Directory of Institute

職員数(2012.07現在)Number of Staffs at July, 2012 (客員を除く)

教 授	Professor	15
准教授・講師	Associate Professor/Lecturer	13
助 教	Assistant Professor	22
技術職員	Technical Staff	10
合 計	Total	60

所 長 三澤 弘明      副所長 中村 貴義

### 光科学研究部門

#### Section of Photonics and Optical Science

##### 光システム物理研究分野

教 授 笹木 敬司 情報科学研究科 情報エレクトロニクス  
 准教授 藤原 英樹 情報科学研究科 情報エレクトロニクス  
 助 教 酒井 恭輔 情報科学研究科 情報エレクトロニクス

##### 光量子情報研究分野

教 授 竹内 繁樹 情報科学研究科 情報エレクトロニクス  
 准教授 辻見 裕史 理学院 物性物理学  
 助 教 岡本 亮 情報科学研究科 情報エレクトロニクス  
 助 教 藤原 正澄 情報科学研究科 情報エレクトロニクス

##### コヒーレント光研究分野

教 授 西野 吉則 情報科学研究科 生命人間情報科学  
 助 教 M.C.NEWTON 情報科学研究科 生命人間情報科学  
 助 教 木村 隆志 情報科学研究科 生命人間情報科学

### 物質科学研究部門

#### Section of Material and Molecular Sciences

##### 分子光機能物性研究分野

教 授 太田 信廣 環境科学院 環境物質科学  
 准教授 中林 孝和 環境科学院 環境物質科学  
 助 教 飯森 俊文 環境科学院 環境物質科学

##### スマート分子材料研究分野

教 授 玉置 信之 生命科学院 生命融合科学コース  
 助 教 亀井 敬 生命科学院 生命融合科学コース  
 助 教 深港 豪 生命科学院 生命融合科学コース  
 特任助教 金 嫻娜 生命科学院 生命融合科学コース

##### ナノ構造物性研究分野

教 授 石橋 晃 理学院 物性物理学  
 講 師 近藤 憲治 理学院 物性物理学  
 助 教 海住 英生 理学院 物性物理学

##### 薄膜機能材料研究分野

教 授 未 定  
 助 教 高木 清二 生命科学院 生命融合科学コース

### 生命科学研究部門

#### Section of Biology and Life Sciences

##### 光細胞生理研究分野

教 授 根本 知己 情報科学研究科 生命人間情報科学  
 助 教 日比 輝正 情報科学研究科 生命人間情報科学  
 助 教 川上 良介 情報科学研究科 生命人間情報科学  
 特任助教 飯島 光一郎

##### 生体分子デバイス研究分野

教 授 居城 邦治 総合化学院 物質化学コース  
 准教授 新倉 謙一 総合化学院 物質化学コース  
 助 教 三友 秀之 総合化学院 物質化学コース

### 数理科学研究部門

#### Section of Mathematical and System Sciences

##### 複雑系数理研究分野

教 授 津田 一郎 理学院 数学  
 准教授 佐藤 讓 理学院 数学  
 准教授 青沼 仁志 生命科学院 生命システム科学コース  
 助 教 山口 裕 理学院 数学  
 助 教 西野 浩史 生命科学院 生命システム科学コース

##### 分子生命数理研究分野

教 授 小松崎民樹 生命科学院 生命融合科学コース  
 准教授 李 振風 理学院 数学  
 助 教 寺本 央 生命科学院 生命融合科学コース  
 助 教 西村 吾朗 生命科学院 生命融合科学コース  
 特任助教 河合信之輔 生命科学院 生命融合科学コース

### 動的数理モデリング研究分野

教 授 長山 雅晴 理学院 数学  
 助 教 秋山 正和 理学院 数学

### 附属グリーンナノテクノロジー研究センター

#### Green Nanotechnology Research Center

センター長 笹木 敬司

##### グリーンフォトンクス研究分野

教 授 三澤 弘明 情報科学研究科 生命人間情報科学  
 准教授 上野 貢生 情報科学研究科 生命人間情報科学  
 特任助教(創成)孫 泉

##### 光電子ナノ材料研究分野

教 授 西井 準治 総合化学院 物質化学コース  
 准教授 西山 宏昭 総合化学院 物質化学コース  
 助 教 眞山 博幸 総合化学院 物質化学コース

##### ナノ光機能材料研究分野

教 授 末宗 幾夫 情報科学研究科 情報エレクトロニクス  
 准教授 熊野 英和 情報科学研究科 情報エレクトロニクス  
 助 教 笹倉 弘理 情報科学研究科 情報エレクトロニクス

##### ナノアセンブリ材料研究分野

教 授 中村 貴義 環境科学院 環境物質科学  
 准教授 野呂真一郎 環境科学院 環境物質科学  
 助 教 久保 和也 環境科学院 環境物質科学

### 連携研究部門

#### Cooperative Research Department

##### 産研アライアンス研究分野

教授(兼) 竹内 繁樹  
 助教(兼) 岡本 亮  
 助教(兼) 藤原 正澄

##### 理研連携研究分野

客員教授 田中 拓男  
 連携推進員 横田 幸恵

##### 社会連携客員研究分野

客員教授 川合 知二  
 客員教授 木村 良  
 客員教授 高尾 正敏  
 客員教授 黒川 卓

### 研究支援部

#### Research Support Department

##### ニコイメーjingセンター

教授(センター長)(兼) 根本 知己  
 特任助教 大友 康平

##### 国際連携推進室

教授(室長)(兼) 小松崎 民樹  
 准教授(兼) 上野 貢生

##### ナノテク連携推進室

准教授(室長) 松尾 保孝 総合化学院 物質化学コース

### 技術部

#### Division of Technical Staffs

技術長 太田 隆夫

##### 装置開発技術班

第一技術班長 第一技術主任(兼) 平田 康史  
 武井 将志  
 第二技術班長 第二技術主任(兼) 女池 竜二  
 大沼 英雄

##### システム開発技術班

班 長 伊勢谷陽一  
 第一技術主任 今村 逸子  
 遠藤 礼暁  
 第二技術主任 小林健太郎  
 笠 晴也



# Panoramic View





# Campus Map





## Research Institute for Electronic Science

Hokkaido University, Sapporo, Japan

### 北海道大学 電子科学研究所

TEL (011)716-2111(代表)

.....  
<http://www.es.hokudai.ac.jp/>  
.....

〒001-0020 札幌市北区北20条西10丁目(北キャンパス)

〒060-0812 札幌市北区北12条西7丁目(中央キャンパス)

〒001-0021 札幌市北区北21条西10丁目  
(附属グリーンナノテクノロジー研究センター)