

北海道大学

# 電子科学研究所

RESEARCH INSTITUTE  
FOR ELECTRONIC SCIENCE

HOKKAIDO UNIVERSITY  
1996-1997



はじめに — 所長あいさつ —

## Foreword

北海道大学電子科学研究所（略称「電子科研」）は、「電子科学に関する学理及びその応用の研究」を組織的に行うことを目的として、平成4年4月に発足しました。したがって、本研究所は発足してから4年余が経過したことになります。

本研究所の源は、昭和18年1月に「超短波に関する学理及びその応用」を研究することを目的とした超短波研究所に始まります。その当時、超短波による物質構造や科学作用の解明、超短波発生回路の研究、超短波の医学への応用研究などが行われ、理学、工学、医学にわたる学際的な研究が始まっていました。

第2次大戦後の昭和21年3月に、超短波研究所は電気工学、理化学及び生物・医学の境界領域での「電気の応用に関する総合研究」を行うことを目的とする応用電気研究所に転換しました。研究所は当初から順調に発展しましたが、特に昭和30年代後半より大発展期を迎え、新しい部門が増設され、最終的には15部門と1附属施設を有するまでに拡充整備されました。それに加えレーザーなどの先端技術を積極的に導入し、研究分野も電気・電子工学、理化学のみならず生体工学、光科学などの先端的・学際的分野に拡大し、特に境界領域の研究に力がそそがれて、数多くの業績を挙げ、学界、産業界の発展に貢献して参りました。

超短波研究所から数えて丁度50周年目の平成4年4月に、応用電気研究所は改組転換し、電子科学研究所として新たに発足しました。新しく発足した電子科学研究所は、電子科学の広範な分野を基礎研究に重点を置きながら、多角的な応用研究を展開すべく、電子材料物性、電子機能素子、電子計測制御、電子情報処理の4大研究部門（17研究分野）と附属の電子計測開発施設を有しております。これは、21世紀へ向かって、わが国の社会構造が大きく変化しつつあり、高齢者人口の増加、労働者人口の減少、文化活動の増大などに対処するための医療福祉技術、省力化技術、情報蓄積・処理・伝達・表示技術などを支える電子科学の一層の発展と普及が求められていることを考慮して行われたものです。

本研究所は、このような時代の要請に応えるために、今まで理学・工学・医学などのひろい分野で挙げてきた多くの優れた実績を基盤として、より広範な21世紀の電子科学の研究領域で先導的な研究を行うものであります。具体的には、現在すでに各研究分野に置いて世界的レベルの種々の先駆的な研究が展開されております。

本研究所の教官は、大学院研究科において学生の教育・研究指導に参加しているほか、国内外からの研究員や研究生などの受け入れによる共同研究や研修を積極的に行っております。

以上のように、当研究所の歴史はわが国の科学技術の革新的な発展の時期と合致しております。現在、わが国は独創的な基礎研究の推進が強く要望され、その中でも、大学の研究所に対する期待は大なるものがあります。本研究所は、電子科学の基礎から応用にわたる学際的研究領域において国際的な研究を行うとともに、大学院学生の教育、研究者・技術者の育成を通して、科学技術の発展による人類の文化の向上に貢献するためあらゆる努力を払って行きたいと思っております。



所長 朝倉 利光  
Director  
Prof. Toshimitsu Asakura

はじめに — ①  
Foreword

沿革 — ②  
History

組織 — ③  
Organization

研究所職員 — ④  
Directory of the Institute

電子材料物性部門 — ⑥  
Section of Electronic Materials

電子機能素子部門 — ⑪  
Section of Intelligent Materials and Device

電子計測制御部門 — ⑬  
Section of Scientific Instrumentation and Control

電子情報処理部門 — ⑳  
Section of Informatics and Processing

電子計測開発施設 — ㉓  
Electronics Instruments Laboratory

技術部 — ㉔  
Division of Technical Staffs

The Research Institute for Electronic Science started in April, 1992 with the aim of conducting advanced researches in the fields of electronic materials, devices, instrumentation and systems, and informatics.

The Institute has a long history of more than 50 years, founded as the Institute of Ultrashort Waves in 1943 and developed as the Institute of Applied Electricity in 1946.

The present Institute consists of four research sections with 17 laboratories, and also takes part in education of Graduate Schools, Hokkaido University.

### 超短波研究所 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 1946 Research Institute of Applied Electricity

- 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 北海道大学附置研究所となる
- 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ー部門新設
- 42. 6 強誘電体部門新設
- 46. 4 生体制御部門新設
- 48. 4 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 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

# 組織

## Organization



**職員数** Number of Staffs (Sep. 1996)

教授 Professor 16 (1)

助教授・講師 Associate professor 15 (1)

助手 Research associate 24

技官 Technician 12

事務官 Administrator 10

合計 Total 77 (2), [( )内は客員(Adjunct)]

# 研究所職員

## Directory of the Institute

### 所長

教授 朝倉 利光

### Director

Professor Toshimitsu Asakura

### 電子材料物性部門

#### 光電子物性

教授 川崎 昌博

助教授 松見 豊

助手 橋本 訓

#### 相転移物性

教授 八木 駿郎

助教授 辻見 裕史

助手 笠原 勝

#### 有機電子材料

教授 竹村 健

助教授 中村 貴義

助手 竹中 信夫

助手 芥川 智行

#### 光材料

教授 末宗 幾夫

助教授 沼居 貴陽

助手 植杉 克弘

### Section of Electronic Materials

#### Laboratory of Electronic Structure

Professor Masahiro Kawasaki

Assoc. Prof. Yutaka Matsumi

Res. Assoc. Satoshi Hashimoto

#### Laboratory of Phase Transition

Professor Toshirou Yagi

Assoc. Prof. Yuhji Tsujimi

Res. Assoc. Masaru Kasahara

#### Laboratory of Molecular Structure

Professor Takeshi Takemura

Assoc. Prof. Takayoshi Nakamura

Res. Assoc. Nobuo Takenaka

Res. Assoc. Tomoyuki Akutagawa

#### Laboratory of Optoelectronics

Professor Ikuo Suemune

Assoc. Prof. Takahiro Numai

Res. Assoc. Katsuhiko Uesugi

### 電子機能素子部門

#### 量子機能素子

教授 井上 久遠

助教授 迫田 和彰

助手 山中 明生

助手 川俣 純

#### 分子認識素子

教授 下村 政嗣

講師 居城 邦治

助手 カートハウス・オラフ

助手 西川 雄大

#### 超分子分光

教授 田村 守

助手 西村 吾朗

助手 野村 保友

#### 細胞機能素子

教授 小山 富康

助手 金城 政孝

### Section of Intelligent Materials and Device

#### Laboratory of Quantum Electronics

Professor Kuon Inoue

Assoc. Prof. Kazuaki Sakoda

Res. Assoc. Akio Yamamaka

Res. Assoc. Jun Kawamata

#### Laboratory of Molecular Device

Professor Masatsugu Shimomura

Lecturer Kuniharu Ijiri

Res. Assoc. Olaf Karthaus

Res. Assoc. Takehiro Nishikawa

#### Laboratory of Supramolecular Biophysics

Professor Mamoru Tamura

Res. Assoc. Goro Nishimura

Res. Assoc. Yasutomo Nomura

#### Laboratory of Molecular Physiology

Professor Tomiyasu Koyama

Res. Assoc. Masataka Kinjo

助手 神 隆

Res. Assoc.

### 電子計測制御部門

#### 光システム計測

教授 朝倉 利光

助教授 魚住 純

助手 原田 康浩

#### 量子計測

教授 栗城 真也

助教授 小林 哲生

助手 平田 恵啓

助手 竹内 文也

#### 自律調節

教授 狩野 猛

講師 和田 成生

助手 内貴 猛

#### 適応制御

教授 河原 剛一

助教授 中村 孝夫

助手 山内 芳子

### Section of and Contr

#### Laboratory

Professor

Assoc. Prof.

Res. Assoc.

#### Laboratory

Professor

Assoc. Prof.

Res. Assoc.

#### Laboratory

Professor

Lecturer

Res. Assoc.

#### Laboratory

Professor

Assoc. Prof.

Res. Assoc.

### 電子情報処理部門

#### 情報数理

教授 西浦 廉政

助教授 小林 亮

助手 柳田 達雄

#### 神経情報

教授 下澤 楯夫

助教授 水波 誠

助手 馬場 欣哉

#### 信号処理

教授 永井 信夫

助教授 鈴木 正清

助手 真田 博文

#### 感覚情報

教授 伊福部 達

講師 井野 秀一

助手 上見 憲弘

助手 和田 親宗

### Section of

#### Laboratory

Professor

Assoc. Prof.

Res. Assoc.

#### Laboratory

Professor

Assoc. Prof.

Res. Assoc.

#### Laboratory

Professor

Assoc. Prof.

Res. Assoc.

#### Laboratory

Professor

Lecturer

Res. Assoc.

Res. Assoc.



Takashi Jin  
 Scientific Instrumentation  
 of Optical Systems Engineering  
 Toshimitsu Asakura  
 Jun Uozumi  
 Yasuhiro Harada  
 of Electromagnetic Sensing  
 Shinya Kuriki  
 Tetsuo Kobayashi  
 Yoshihiro Hirata  
 Fumiya Takeuchi  
 of Biofluid Dynamics  
 Takeshi Karino  
 Shigeo Wada  
 Takeru Naiki  
 of Biomedical Control  
 Koichi Kawahara  
 Takao Nakamura  
 Yoshiko Yamauchi  
 Informatics and Processing  
 of Nonlinear Studies and Computation  
 Yasumasa Nishiura  
 Ryo Kobayashi  
 Tatsuo Yanagita  
 of Neuro-Cybernetics  
 Tateo Shimozawa  
 Makoto Mizunami  
 Yoshichika Baba  
 of Signal Processing  
 Nobuo Nagai  
 Masakiyo Suzuki  
 Hirofumi Sanada  
 of Sensory Information Engineering  
 Tohru Ifukube  
 Shuichi Ino  
 Norihiro Uemi  
 Chikamune Wada

並列分散処理(客員)

教授 小泉 英明  
 助教授 木村 尚仁

Laboratory of Parallel Distributed Processing (Adjunct)

Professor Hideaki Koizumi  
 Assoc. Prof. Naohito Kimura

附属電子計測開発施設

施設長 教授 永井 信夫(併)  
 助教授 岩井 俊昭  
 助手 吉村 博幸

Electronics Instruments Laboratory

Head: Prof. Nobuo Nagai  
 Assoc. Prof. Toshiaki Iwai  
 Res. Assoc. Hiroyuki Yoshimura

技術部

技術部長 教授 朝倉 利光(兼)  
 技術長 技官 長谷川慶治  
 先任技術専門職員 技官 牛坂 健  
 システム開発技術班  
 班長 技官 鎌田 清春  
 技術専門職員 技官 星山 満雄  
 第二技術主任 石坂 高英  
 (第一技術主任兼務)  
 技官 大沼 英雄  
 技官 永井 謙芝  
 装置開発技術班  
 班長 技官 黒田 紀夫  
 第一技術主任 技官 土田 義和  
 (第二技術主任兼務)  
 技官 太田 隆夫  
 技官 平田 康史  
 技官 女池 竜二

Division of Technical Staffs

Head: Prof. Toshimitsu Asakura  
 Chief Eng. Keiji Hasegawa  
 Senior Eng. Tsuyoshi Ushizaka  
 System Developing Group  
 Group Leader Kiyoharu Kamada  
 Senior Eng. Mitsuo Hoshiyama  
 Senior Eng. Takahide Ishizaka  
 Technician Hideo Ohnuma  
 Technician Norishige Nagai  
 Equipment Developing Group  
 Group Leader Norio Kuroda  
 Senior Eng. Yoshikazu Tsuchida  
 Technician Takao Ohta  
 Technician Yasushi Hirata  
 Technician Tatsuji Meike

事務部

事務長 事務官 澤田 才希  
 庶務掛  
 掛長 事務官 阿部 哲夫  
 事務官 原田 由美  
 事務官 佐々木 勲  
 会計掛  
 掛長 事務官 松田 孝  
 主任 事務官 佐藤 幸司  
 主任 事務官 柴田 吉明  
 主任 事務官 坂東 由章  
 事務官 佐藤 岳  
 図書室  
 事務官 山田 良江

Administrative Office

Head: Toshimare Sawada  
 General Affairs  
 Chief Admin. Tetsuo Abe  
 Administrator Yumi Harada  
 Administrator Isao Sasaki  
 Accountant  
 Chief Admin. Takashi Matsuda  
 Senior Admin. Kohji Satou  
 Senior Admin. Yoshiaki Shibata  
 Senior Admin. Yoshiaki Bandoh  
 Administrator Gaku Satoh  
 Library  
 Librarian Yoshie Yamada

# 電子材料物性部門

*Section of Electronic Materials*



電子科学を支える物質とその物性の研究が本研究部門でなされている。

具体的には光や電子の流れを制御できる無機及び有機材料の構造と物性の研究を行うことを目的にして以下の4研究分野で構成されている。それらは光と電子の相互作用を利用した機能材料の研究分野、相転移現象の集団分子機能を利用した電子物性の研究分野、有機分子の電子構造を利用した電子材料の研究分野、高機能の光システムのための光・電子材料の研究分野である。

The section studies basic properties of materials for the advanced electronic science. It covers organic and inorganic compounds available for control of electrons and photons in substances.

The following four laboratories work in this research field: Electronic Structure (photon-electron interaction), Phase Transition (collective motion of atoms and molecules), Molecular Structure (electronic Structure of organic compounds), Optoelectronics (basic properties of materials for optoelectronics).

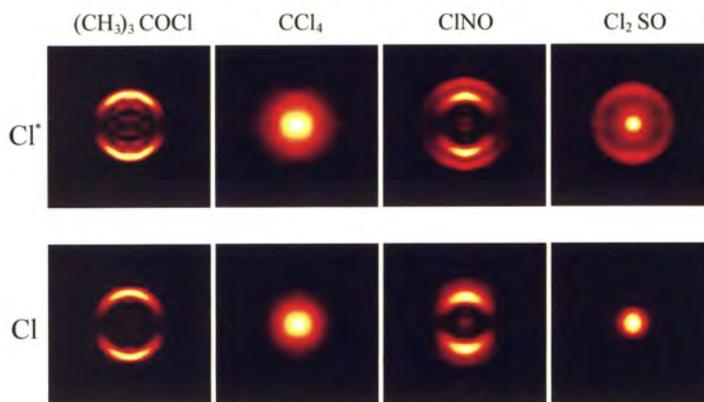
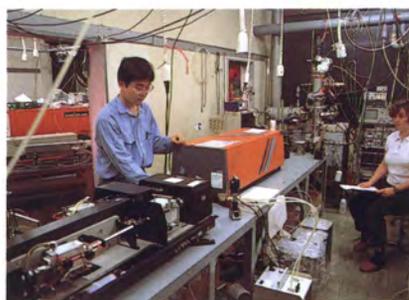
# 光電子物性研究分野

Electronic Structure

## レーザー光のエネルギーで分子を電子励起状態へ

当分野では、光電子分光法やレーザー分光法を用いて、気相や固体表面で起きるラジカル反応、光解離反応を研究しその結果を半導体製造技術や、地球環境問題に応用している。例として、半導体や金属の表面上に吸着した原子・分子にレーザー光を照射することで、電子励起状態を作り、その表面上でのラジカル反応、解離反応などの表面光化学反応を研究している。この表面反応は、Photochemical vapor deposition 法と呼ばれる高密度半導体集積回路製造への応用が期待されている研究である。さらに、短波長域真空紫外光レーザーを開発し、半導体製造法として重要な低圧プラズマ中で生成する水素原子、酸素原子、塩素原子のレーザー分光による超高感度検出を行い、これら原子の関与する化学反応機構を研究している。また、レーザー分光法を用いた地球環境問題へのアプロ

チとして、オゾン層の破壊、酸性雨等の原因として重要な、大気化学反応の研究を行っている。これまでに、フロン、塩素化合物ならびにオゾンの光分解により生じた塩素原子の3次元空間における速度分布を明らかにすることができた。これにより成層圏オゾンの破壊現象を定量的に理解し、将来における影響予測にとって重要な大気化学反応機構を知ることができる。



塩素化合物の光分解で生成する塩素原子の速度ベクトル

Surface photochemical reaction involving atoms and molecules are of interest because of their importance in the deposition of thin films for the fabrication of many microelectronic devices. Several studies on laser-enhanced metal-organic chemical vapor deposition have been performed. Laser techniques have been developed to detect atomic species in the gas phase. Reactive atoms are generated in chemical reactions. Study of elementary atomic reaction is important to analyze reaction mechanisms related to destruction of the stratospheric ozone and also low pressure plasma in semiconductor processes.



# 相転移物性研究分野

Phase Transition

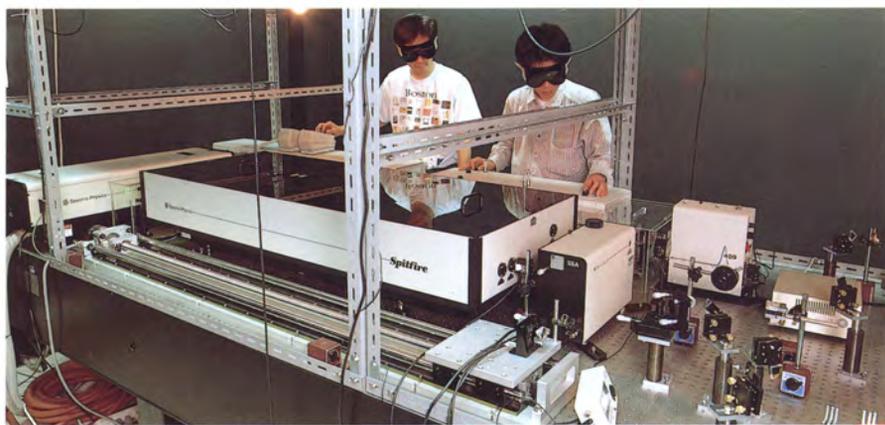
## ゆらぎの中に隠された物質の未知の性質を探る

相転移とは、例えば0°C以下の温度では安定な氷という物質の一つの状態(相)が0°C以上では水という状態(相)に「転移」するように、安定に存在している物質が何らかの外的条件の変化に応じて異なる状態に転移する現象である。安定に存在している物質が相転移を起こすとき

には、系全体が不安定になりそこに物質の隠されたさまざまな性質が発現する。このような相転移現象は水-氷の例ばかりでなく、強誘電性あるいは強弾性結晶のような固相間の相転移や液相-気相間の相転移などに極めて多数の例が知られている。本研究分野では広く凝縮系と総

称される、結晶から高分子系にいたる物質系について、融解、結晶成長など各種の不安定化現象を含めて広い意味で相転移現象として捉え、レーザー光をプローブとしてそこにおける物性に現れる「ゆらぎ」を観測し、その不安定化機構の原子・分子論的解明をはかろうとしている。これにより凝縮系物質一般の発現する性質(物性)の原子・分子論的基盤が得られるばかりでなく、未知の物質の機能性を求める指針が与えられ、現代の科学技術文明の中心である電子工学あるいは光科学の発展の基礎を支えることになる。さらに新しい物質の存在形態とそれを通しての自然界の構造の理解が得られる。

The study of phase transition of the condensed matter reveals a new dynamical property hidden under a stable condition. We study many types of phase transition phenomena under the unstable condition controlled externally. Our main research tool is the laser. The laser light goes through the matter detecting fluctuation of the physical quantities which grow divergently under the unstable condition near the phase transition point. We treat here widely the transition phenomena in nature: ferro- and antiferroelectric crystals, elastic crystals, polymers, quasi-crystals, melting, crystal growth, etc.

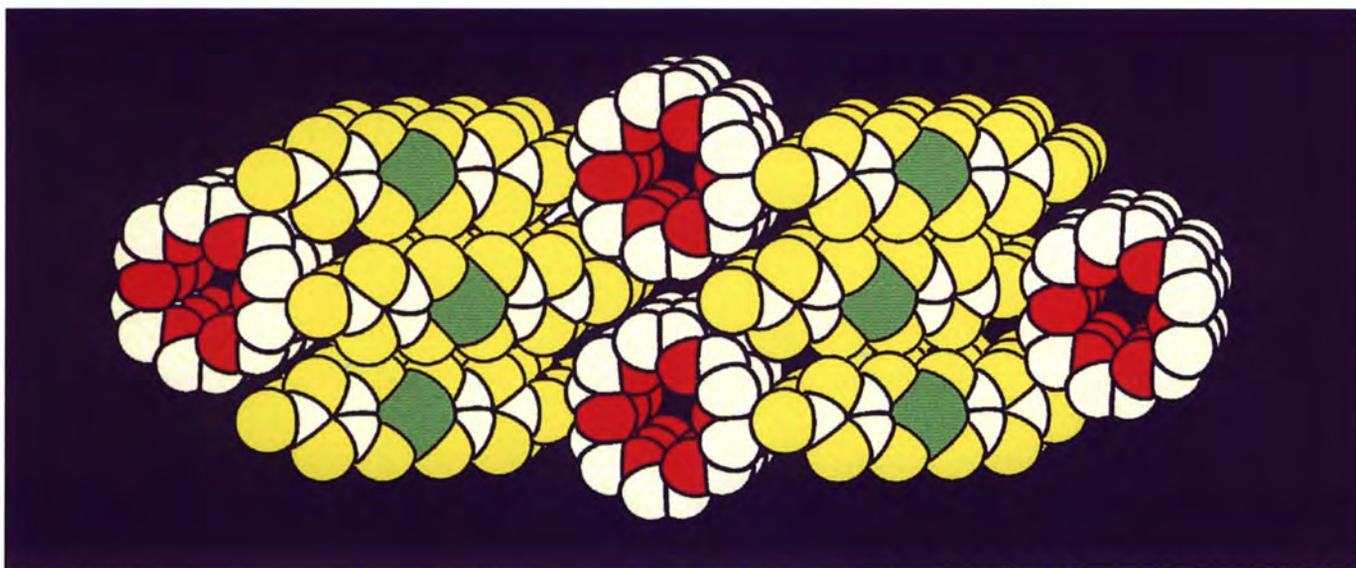


フェムト秒モードロックレーザー装置



顕微ラマン装置による微小体積試料の測定

### 光による物理化学反応の コントロール



有機電子伝導体とイオン伝導体との分子ハイブリッド結晶

本分野では、分子の電子励起状態と動力学に関する理論および実験的研究を通じて、分子の構造と機能を明らかにすることを研究目標としている。特に分子内、分子間における励起エネルギー移動を主要な研究題目として取り上げ研究を進めている。最近、その医学への応用として癌の光物理化学的療法に関する基礎的研究にも力を注いでいる。また、有機固体内の電子に関わる興味深い性質（導電性、磁性、光学非線形性）等を示す有機材料の構築とその物性測定を通じて、次世代の有機電子材料開発を目指している。現在進めている主な研究テーマを右に記す。

#### 研究テーマ

1. 癌の光線力学的治療法の光物理化学的研究
2. けい光、りん光の発光過程に関する研究
3. 超音波音速吸収測定による非電解質水溶液の物性研究
4. 電気伝導性 Langmuir-Blodgett 膜に関する研究。
5. 有機電子伝導体とイオン伝導体との分子ハイブリッド系に関する研究
6. 分子間電荷移動を利用した非線形光学材料の創製に関する研究
7. 微小重力場を用いた有機材料構築に関する研究

This field is concerned with the theoretical and experimental studies of the electronic structure of molecules and the photophysics and photochemistry. Especially, intra- and intermolecular energy transfers have been studied. Recently, we are also studying the photo-physico-chemical therapy and diagnosis as an application to medical fields.

Functional molecular materials having unusual electrical, optical or magnetic properties are the subject of our study. The novel molecular systems are being constructed utilising a variety of molecular manipulating techniques, which have the potential for technological applications in the field of molecular electronics and photonics.

### 半導体で光と電子 量子状態を制御

光通信・光情報処理などの光エレクトロニクス分野で用いられる半導体発光デバイスは、短波長化・低消費電力化・光集積化などの高性能化が今求められている。本分野では、原子層制御可能な半導体結晶成長技術を用いて、こうしたニーズに応えるための基礎研究を進めている。

半導体中では量子井戸や、さらに二次元・三次元に量子閉じ込めされた量子細線・量子箱を形成することにより、電子は離散的な量子状態を持つようになる。一方、光の場合も一〜三次元の共振器構造を実現できれば離散的な量子状態を持つようになり、光と電子の相互作用は量子状態によって大きく変化する。このような量子状態を自在に制御できるようになれば、光素子の高速化・低消費電力化などの高性能化が可能となる。こうした量子状態の制御に必要な、特に短波長領域の基礎半導体技術を開発する。また原子間力顕微鏡を用いた多次元量子構造作製に必要な微細加工技術の基礎研究も行っている。

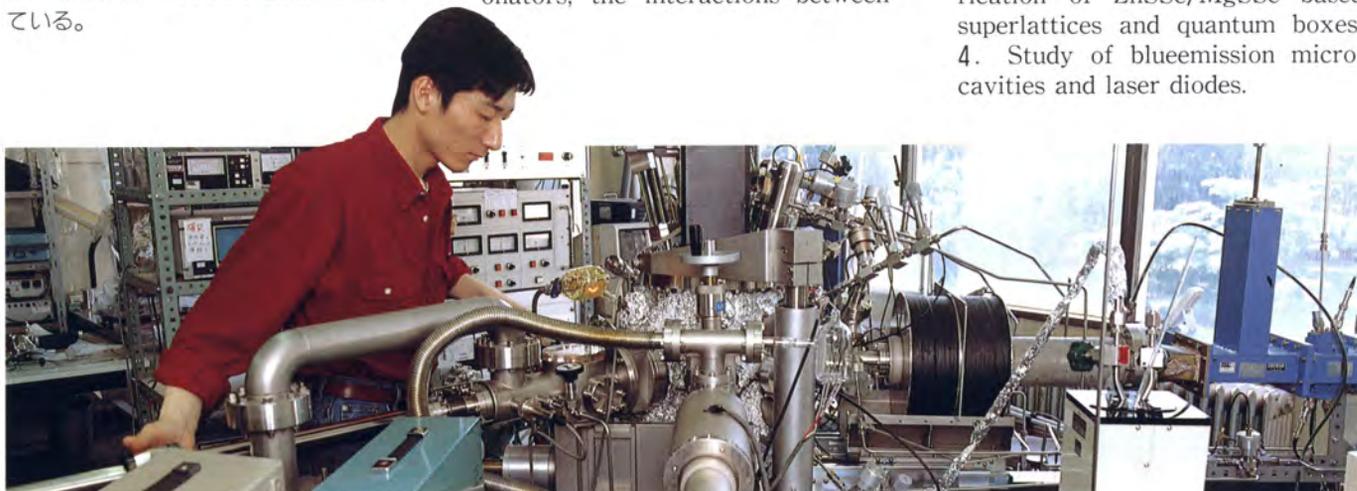
#### 研究テーマ

1. 青色発光ワイドギャップ半導体の原子層制御結晶成長
2. 青色発光ワイドギャップ半導体の伝導度制御
3. 原子間力顕微鏡によるナノメートル微細加工技術の開発
4. ZnSSe/MgSSe系超格子・量子井戸箱構造の作成
5. 量子閉じこめ系でのエキシトン・フォノン相互作用の研究
6. ZnSSe/MgSSe系分布ブラッグ反射ミラーの研究
7. 青色発光微小光共振器・高性能青色レーザーの研究

Quantum confined semiconductors such as superlattices, quantum wires, and quantum boxes give discrete electronic states. When optical fields are also quantized with one to three dimensional resonators, the interactions between



electrons and photons are drastically changed with the control of both quantum states. This has possibilities to realize high-performance optical devices with high speed capability and extremely low-power consumption. In our laboratory, semiconductor technologies necessary to realize this scheme especially in short wavelength range are developed: 1. Atomically controlled growth technique of blue emission semiconductors. 2. Nanolithography with atomic force microscopy. 3. Fabrication of ZnSSe/MgSSe based superlattices and quantum boxes. 4. Study of blue emission microcavities and laser diodes.



# 電子機能素子部門

*Section of Intelligent Materials and Device*

分子集合体・人工超格子の量子効果あるいは生体分子の極微細構造を利用したスイッチング、記憶、増幅、変換などの回路素子や特殊な物質を検出するための素子の原理を研究する。研究分野としては無機・有機材料の量子効果を利用した光機能素子の研究、高分子の構造認識を利用した電子センサーの研究、高分子の光・電子機能を利用した分光素子の研究、細胞内の生理機能に関連した分子を利用した電子素子を研究する分野から構成されている。

The present section is to carry out basic studies for high performance electronic devices for switching, amplifying, memorizing and sensing signals of any form, utilizing inorganic, organic and biomaterials. The section is composed of four laboratories : Quantum Electronics, Molecular Device, Supramolecular Biophysics, and Molecular Physiology.

# 量子機能素子研究分野

Quantum Electronics

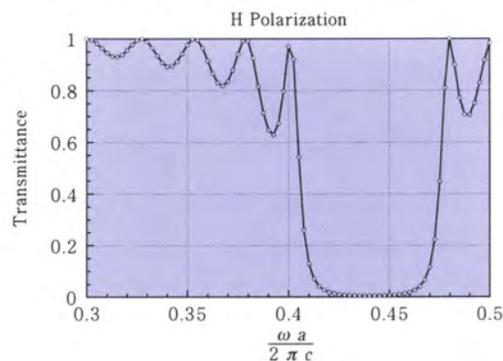
## 電子と光の 相互量子制御をめざして

電子状態の制御をめざして、量子ドットなどの半導体低次元電子系の量子閉じ込め効果に基づく新しい機能性の発現の研究を行っている。このために、独自に開発した原理的に新しい超高速レーザー分光法、非線形光学分光法を駆使して、これらの系の電子構造、非線形光学特性、並びにコヒーレントな励起緩和過程の解明を進めている。一方、輻射場の制御をめざして、フォトニック結晶の開発とフォトンモード特性の解明を進め、将来の新しい光エレクトロニクス素子開発の原理を探究している。また、有機電子系における化学ホールバーニング効果による大容量多重記憶素子、並びに光周波数変換素子の開発研究も進めている。さらに、巨視的量子効果の発現系としての高温超伝導体の基礎研究も行っている。

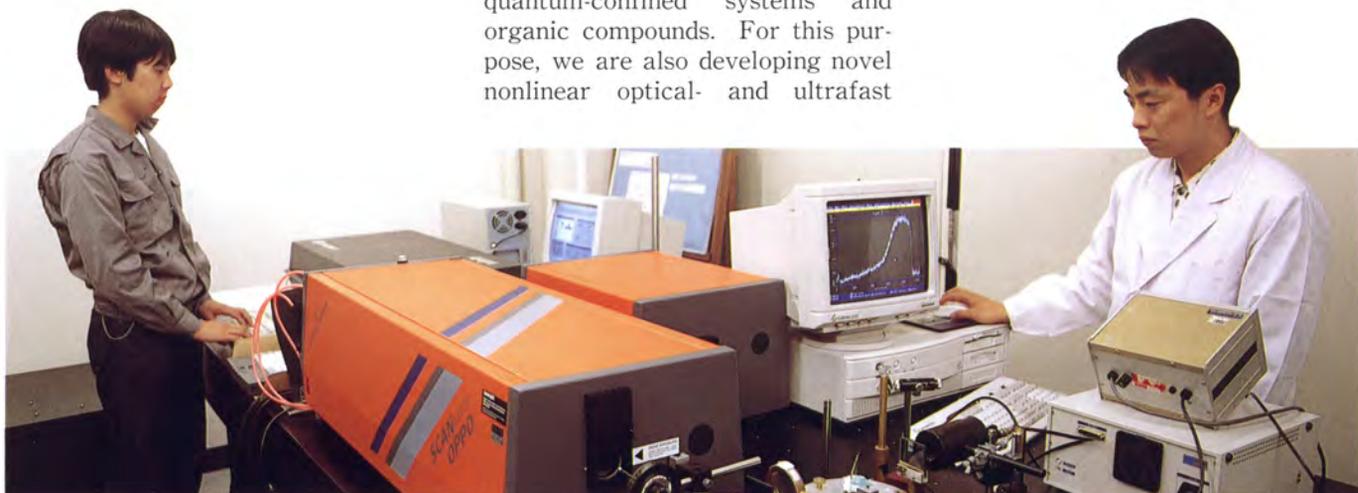
### 研究テーマ

1. 量子閉じ込め系の電子状態、並びに光との新しい相互作用の解明
2. 高温超伝導体の巨視的量子効果の発現機構の研究
3. 輻射場の制御と物質との新しい相互作用、量子電気力学の研究
4. フォトニック結晶の開発と新しい素子への応用
5. 有機物結晶による新しい非線形光学材料・素子の開発
6. 有機系のホールバーニングによる多重大容量メモリー素子開発の研究
7. 原理的に新しい非線形光学分光法の開発と超高速コヒーレント相互作用の研究

In order to develop new optoelectronic devices, we are exploring physical properties including new phenomena, in attractive materials such as semiconductor quantum-confined systems and organic compounds. For this purpose, we are also developing novel nonlinear optical- and ultrafast



laser spectroscopic methods. Currently, we make every effort to solve the problem of photonic band gap to open a new field in quantum electronics by controlling thereby photon modes, and independently, the mechanism of high-Tc superconductors.



# 分子認識素子研究分野

Molecular Device

## モレキュラーナノテクノロジー による分子素子の開発

分子素子とは、一個の分子が持っている性質を機能の単位とする新しい概念に基づく素子である。分子素子の実現化にあたっては、機能性分子の合成とそれら分子を素子として組み立てる技術の確立が望まれる。本分野の目的は、分子が互いに識別し相互に作用しあう分子認識の過程で働く弱い相互作用(静電的相互作用や水素結合、疎水性相互作用、電荷移動相互作用など)に着目し、これらの相互作用を組み合わせる分子素子を作製することにある。そこで、二分子膜や気液界面単分子膜、ラングミュアー・プロジェクト膜、高分子液晶など高度に分子が組織化された集合体を用い、分子配列や配向を思いのままに制御する分子ナノテクノロジーを確立し、様々な機能を有する分子素子としての分子集合体を設計・作製する。DNAの選択的な塩基対形成を模倣した化学センサー、光合成に学んだ超分子光リアクター、電荷移動錯体に基づく新しい分子フォトニクス材料、などの分子素子の作製をめざしている。

The specificity of a molecular device is based on the function of single molecules. Prior to the development of methods for molecular assembly, functional molecules have to be prepared. By using weak intramolecular interactions, such as hydrogen bonding, the hydrophobic effect, charge transfer and electrostatic interactions it is possible to incorporate these functional molecules into specifically ordered assemblies, e.g. bilayer membranes, liposomes, surface monolayers, Langmuir-Blodgett films and polymeric

liquid crystals. The molecular recognition process involving the function as a molecular device is greatly enhanced by its specific architecture and thus the action of each single molecule is amplified effectively. Using the nanometer-scale manipulation of these highly ordered and well characterized molecular assemblies, we are now constructing devices for a broad range of applications, including biomimetic sensors, artificial photosynthesis and molecular photonics devices.



# 超分子分光研究分野

Supramolecular Biophysics

## 生体超分子の構造と機能を探る — “光と脳” を目指して —

生体が営む多彩な機能は、核酸や蛋白質のような生体高分子を基本として細胞、組織、そして個体と高度に分化した階層構造によって規定されている。この生命活動を原子、分子のレベルから統一的に理解する新しい概念が生体超分子である。脳は情報処理を行う理想的な生体超分子と言えよう。

本研究分野は、脳の情報処理の理解を目標として、種々の光学技術を使用し、蛋白質分子レベルからヒトの脳まで、大きさにして $10^9$ 倍、時間スケールで $10^{12}$ 倍の広領域で構造と機能との相関を求める。この時に使用する光技術から新しい医用工学の基本原理の確立も目指す。

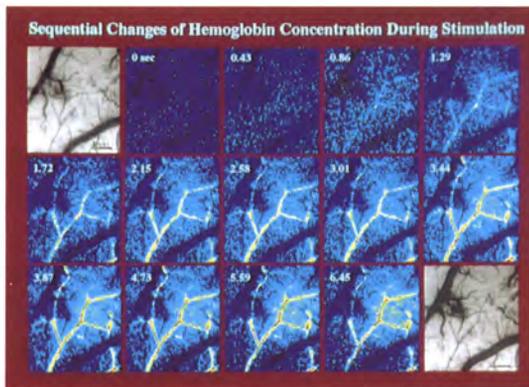
### 研究テーマ

1. 生体超分子の機能発現の解析
2. 光学的分子診断の基礎研究
3. 脳及び心臓等の臓器酸素代謝
4. 主として近赤外分光法の開拓と脳機能計測への応用
5. 生体系における光の散乱現象の解析
6. 時間分解計測法や相関分光法を用いた生体分光学的開拓
7. MRI, PET等による高次脳機能解析  
光計測法との併用

Biological system is the typical example of the general concept of supramolecule, where the numerous functions are originated from the complex interactions among the biologically active molecules, cells, tissues and organs. Using various non-invasive techniques, especially optical techniques from ultraviolet light to radio fre-

quency, we analyze the oxygen metabolism of living tissues from the following view points; energy metabolism, oxygen toxicity, and oxygen dependent information transducing substances. The

higher-order of human brain function is analyzed by optical imaging technique. The tissue spectroscopy is also developed in this laboratory by time-resolved and photon correlation spectrophotometry.



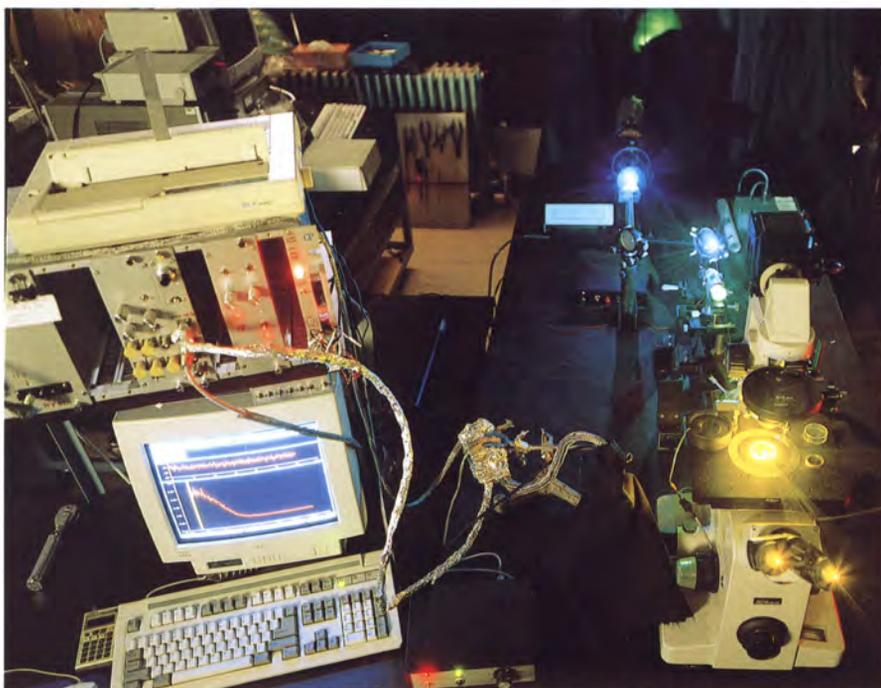
### 生体素子の 単一分子制御を目指して

多彩な蛋白や核酸などの細胞内分子はそれぞれに固有の役割を果たす生体機能素子である。細胞は生体機能素子の集合体と云っても過言ではない。しかも機能素子を形成する分子は単に静的に分布しているのではなく、揺れ動き、必要に応じて他の機能的分子と結合・分離し、刻々と大きさ、形状・構築を変える動的な分子構造体である。このような分子構造体は、周囲の機能素子と協調し、相互に制御・調整しながら細胞全体の機能を作り出すように総合構築されている。細胞は更に互いに協調複合して生体を形成する。まさにナノメートルの分子が生体全体の機能を演出するのである。時間的にみれば、その機能は信号伝達の数ナノ秒から、個体の行動や寿命、世代を越える遺伝情報へと広がっている。本研究分野では、このような分子構造体の動的性質を最新の光科学技術や分子設計を駆使して解明し再現するとともに、これらの分子に倣った素子開発の基礎研究を行う。

#### 研究テーマ

1. 生体における脂質-蛋白相互作用の動的過程の解明
2. 核酸の動的構造と機能、及びその解析法の開発
3. イオン選択性蛍光分子の開発とその応用
4. 細胞器官の作用機構

Cellular proteins and nucleic acids are functional molecules which may be called biomolecular devices, each exerting its own



蛍光関連法による単一分子の動的挙動解析装置（開発品）

function for the cellular integrity. Cell is a functional assembly of such biomolecular devices. They are not static structures, but are dynamic molecular structures, changing their shapes and arrangements, when necessary, and joining each other on receiving signals. These molecular structures, mutually affecting and controlling, are piled up in harmony, to exert cellular functions as a whole. Thus, functional biomolecules, having a size of nanometer order and showing dynamic properties, support biological whole specimens.

Their functions cover the time range of nanosecond for intermolecular signal transmission, seconds to years for the behavior and life span of individual specimens, and many generations for genetic information. We investigate the dynamic microstructure of such biomolecular devices by introducing new instruments for analysis using novel opto-scientific techniques and molecular design methods. On the basis of the obtained information we aim to manipulate them and to construct biomimetic devices.

# 電子計測制御部門

*Section of Scientific Instrumentation and Control*

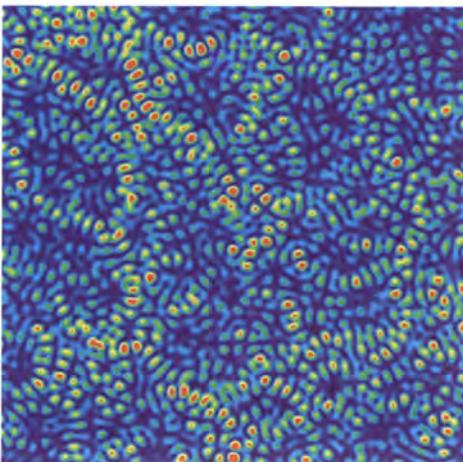


本部門では、光や電子の波動性を利用した並列高速計測を基にして、生体が持っているような柔軟性と適応性を具備した新しい制御システムの実現をめざして研究を行っている。研究分野としては、光の波動性を利用した計測・情報処理とそのシステム化を目指す光システム計測研究分野、磁場や電気による脳機能の無侵襲計測と解析を行う量子計測研究分野、マイクロからマクロにいたる領域で血液循環機能の計測・解析とその医療診断への応用を目指す自律調節研究分野、生命現象のシステム論的解析とその工学的応用を目指す適応制御研究分野から構成されている。

In this section, various new control systems which mimic the flexible and adaptive control mechanisms of a living body are investigated by means of high-speed instrumentation using the wave properties of light and electrons.

The section comprises four laboratories that are Optical Systems Engineering, Electromagnetic Sensing, Biofluid Dynamics, and Biomedical Control.

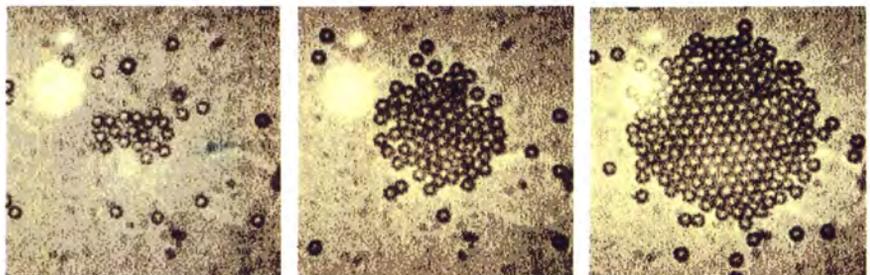
### 光で計り、光で情報を操る



[Laser speckle pattern with long spatial correlation]

近年の科学技術の著しい進歩にともなう、高感度・高速度・高精度の計測技術および高速大容量の情報処理技術の開発が強く必要とされている。光波を利用する光計測技術は、それが短波長の電磁波であることから本質的に高感度・高精度・高速化が可能であり、また非接触・非破壊的な測定ができる。

本研究分野では、光が持つ波動性と粒子性を積極的に利用する計測法と情報処理法の開発およびそのシステム化を目的として、基礎的な光物理現象の解明と、それに基づく個々の光要素技術の開発、およびそれらを有機的・効率的に統合した高度な光機能システムの研究を行っており、高機能の並列高速計測・情報処理システムの開発を目指している。



[Particles aggregated by laser radiation pressure]

#### 研究テーマ

1. 物理光学：アポデゼーション、位相回復、光多重散乱現象・フラクタルによる光散乱現象の解明と応用、光誘起放射圧の解析と応用
2. 統計光学：光源とコヒーレンス、光スペckル現象、光電子統計と光電子相関
3. 情報光学：ラウ効果・タルボ効果の解析、ウィグナー分布関数・バイスペクトル・ウェーブレット変換・非整数次フーリエ変換による光情報処理、フラクタル物体の光情報処理
4. 光応用計測：スペckル応用計測、レーザードップラー速度計測、空間フィルター速度計測、光ファイバー応用計測、光音響計測システム、近赤外分光計測、光放射圧利用微粒子計測
5. レーザー医工学：レーザースペckル皮膚血流計測および眼科診断、眼底形状計測

This group investigates the various problems in optical physics and optical engineering in relation to scientific instruments for optical measurements and optical information processing. Research subjects are as follows. (1) Optical physics and statistical optics: Properties of laser speckles and multiple light scattering and their applications; Diffraction and scattering from fractal structures; Propagation and control of coherence; Laser radiation pressure and its application, (2) Information optics: Properties of the Talbot effect, Wigner distribution function, bispectrum, wavelets, and fractional Fourier transform and their applications, (3) Optical measurements: Optical velocimetry including laser Doppler velocimeter and spatial filter velocimeter; Measurements of particulates; Optical fiber sensors; Spectroscopic data processing; Laser biomedical engineering; Laser reproduction of the sounds from old records including wax cylinders.

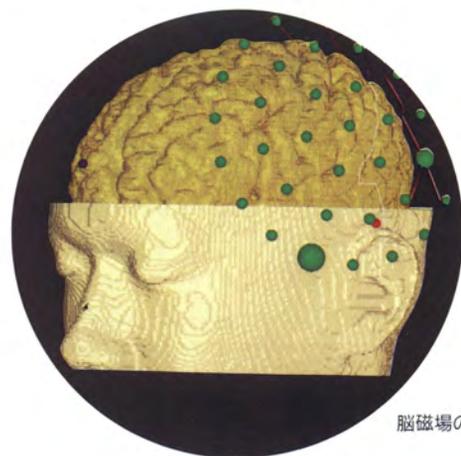
### 磁場や電場で脳機能を観る

人間の脳・神経系の活動に伴って発生する生体電気・磁気信号を計測することによりその機能を非侵襲的に調べる事ができる。ここで、脳の神経活動に伴う磁気信号は大変微弱なため、その検出には当研究分野の名称にもなっている量子効果を利用した超伝導量子干渉素子 (SQUID) を用いた高感度な磁気センサを使用する。計測した頭皮上の磁界分布からは、その磁界を発生している神経の部位を正確に推定することができる。この新しい生理学的手法を用いて人間の聴覚や視覚情報処理、さらに言語や記憶といった高次機能に関わる神経活動を明らかにし、処理のメカニズムに迫ろうとしている。

磁気信号とともに、脳波として知られている電気信号を捕らえ、頭皮上の脳波分布の解析や $\alpha$ 波などの脳の自発リズム変動に注目した研究も行っている。この他にも、普及型の生体磁気計測システムを開発することを目的として、酸化物超伝導体SQUIDに関する基礎的研究などを含め、多角的に研究を進めている。

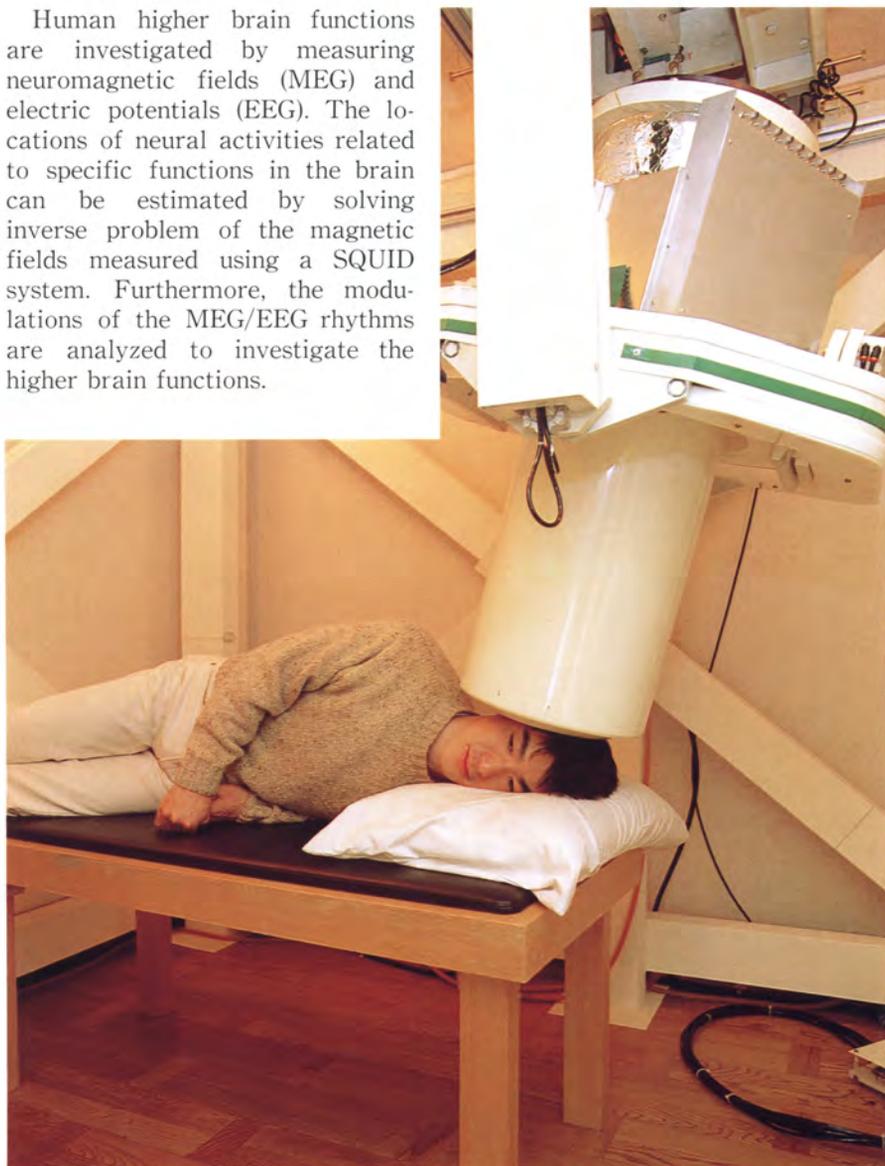
#### 研究テーマ

1. 脳磁界計測・解析システムの構築
2. 高感度生体磁気センサに関する研究
3. ヒト高次機能（認知、記憶、言語等）の解析とマッピング
4. 視聴覚系における情報処理機構（実験的、理論的研究）
5. 脳磁界、脳電位の非線形ダイナミクスの解析



脳磁場の計測

Human higher brain functions are investigated by measuring neuromagnetic fields (MEG) and electric potentials (EEG). The locations of neural activities related to specific functions in the brain can be estimated by solving inverse problem of the magnetic fields measured using a SQUID system. Furthermore, the modulations of the MEG/EEG rhythms are analyzed to investigate the higher brain functions.



19チャンネルSQUIDシステムによる脳磁場計測

### 血流を診て 血管病の発病機構を解明する

ヒトの循環系に起こる血栓症、動脈硬化症および脳動脈瘤形成などの血管病のほとんどは、動脈の分岐部や湾曲部のように流体力学的観点からみて血流の乱れやすい部位に選択的に発生する。本研究分野では、これまで、解剖により得られたヒトの脳動脈、冠動脈および大動脈などを独自の方法で透明化し、流れの可視化および高速度シネカメラによる流れの撮影・フィルム解析により、各部位におけるフローパターン、流速分布および剪断応力などを求め、これらと各種血管病の好発部位との関係について検討を行って来た。その結果、いずれの血管病も血流の局所的な乱れと深い関係があり、血栓形成、動脈硬化および吻合部内膜肥厚は、流れの遅い、低剪断応力領域に、そして嚢状脳動脈瘤は、流れの速い、高応

力（圧力、張力および剪断応力）部位に選択的に発生することを見出した。そこで、本研究分野では、現在、これらの血管病の発病機構を解明する為に、これらの血管病のいずれとも深く関係していると思われるコレステロールの血中における担体であるところのリポ蛋白の、血液-血管内皮境界面における物質移動に及ぼす血流の影響、特にこれまで行って来た理論解析の結果示唆され、動脈硬化症、吻合部内膜肥厚および嚢状脳動脈瘤の共通の発病機構として有力視されているところの血管内壁表面上におけるリポ蛋白の流速依存性濃縮・枯渇現象について、コンピュータシミュレーションによる理論解析および培養血管細胞を用いたモデル実験や、犬および兎を用いた動物実験により深く検討を行っている。

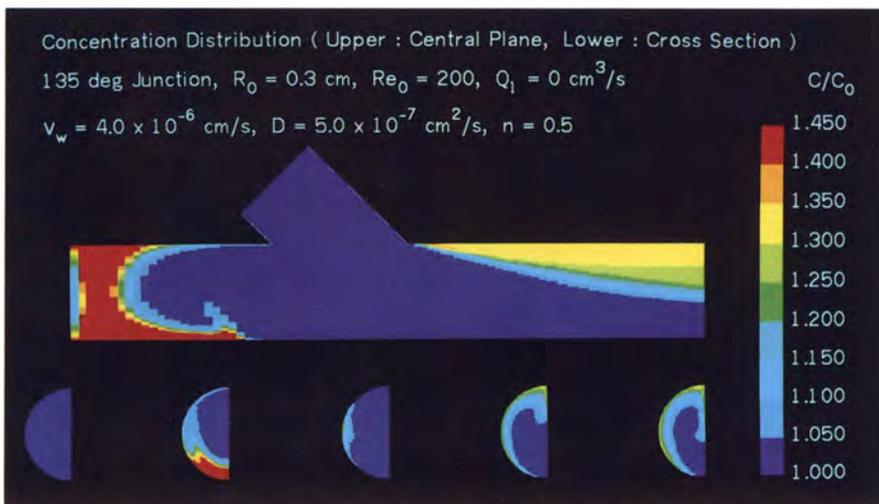


透明化されたヒト内頸動脈サイフォン部の写真

#### 研究テーマ

1. ヒトの脳、心臓における血管系および大動脈内の流れの解析
2. 動脈硬化症および吻合部内膜肥厚の発症機構に関する研究
3. 脳動脈瘤の形成機序に関する研究
4. ヒト肺気道内の流れと肺癌の好発部位との関係に関する研究
5. 落球式血液粘度計の開発に関する研究

Thrombosis, atherosclerosis, and aneurysm formation which occur in human cerebro- and cardiovascular systems were found to be localized at certain selected sites such as bifurcations and curved segments of relatively large diameter arteries where blood flow is disturbed and formation of secondary and recirculation flows occur. Hence the research in this laboratory is directed towards the elucidation of the exact roles of disturbed flows in the pathogenesis and localization of these vascular diseases through the study of detailed flow patterns in human coronary and cerebral arteries and the aorta using isolated transparent natural blood vessels, and transport of cholesterol-carrying lipoproteins at the blood-endothelium boundary.



コンピュータ・シミュレーションにより得られた血管端側吻合部の共通直径面（上の図）および管半断面（下の図）におけるリポ蛋白の濃度

### 生命現象をシステムとして捉える

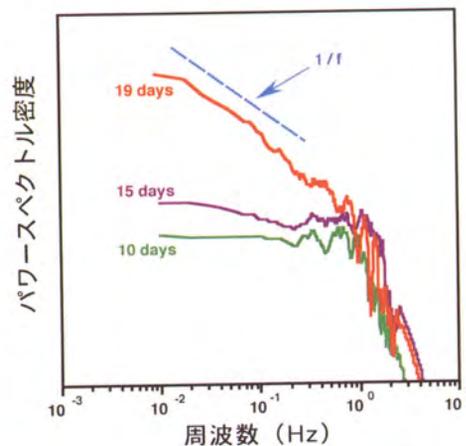
本分野においては、生命現象をシステム論的観点から捉え、生物を情報処理機械と見なして、神経回路網による感覚・運動の中枢内表現と情報処理メカニズムを解明するとともに、得られた知見に基づいた新しい工学的情報処理アーキテクチャと制御アルゴリズムの開発を目指し、理論的・実験的研究を行っている。生物は悠久の進化の歴史の中で、個体の生命維持と種の保存に適った巧みな制御システムを具備してきた。それを構成する複数のサブシステム群は、それぞれが個別の機能目的を持ちながら相互作用によって全体としての合目的性を達成している自律分散制御系と考えることができる。しかも生体システムは、環境の恒常的変化に対してシステムパラメータを変化さ

せる、可塑性を有した柔らかなシステムである。本研究分野では、生体システムのこのような特徴に着目し、既存の学理による生命現象の解明と生物に学んだ新しい学理の創造に挑戦している。

#### 研究テーマ

1. 心筋培養系による神経振動子ダイナミクスとゆらぎの解析
2. 鶏胚における生体リズムゆらぎの個体発生過程
3. カタツムリ運動プログラムの中枢内表現の光学的解析
4. 変態に伴った神経回路の機能的再構築とアポトーシス
5. 運動時糖代謝の神経制御機構の解明

Our research activities are based on the Systems Approach, in which the biological bodies are taken as an integrated, information-processing system consisting of broadly distributed, autonomous-type sub-systems having the plasticity. Our current interest includes functional meaning of the biological rhythm fluctuation, information-processing mechanisms in the central nervous system, adaptation and apoptosis of the neural system, and neural control of muscle glucose uptake. The final goal is set on establishing new information-processing theories and control algorithms upon the findings obtained through the approach, and applying them to the engineering fields.



鶏胚発生に伴う心拍1/fゆらぎの出現

# 電子情報処理部門

## *Section of Informatics and Processing*



この研究部門では、推論や判断などの働きを電子システムで実現するために必要とされる基礎的なことからの研究を行っている。

部門は、非線形現象と電子情報処理の数理を研究する分野、神経系における情報処理機構をモデルとした電子情報処理の研究を行う分野、回路網理論を基礎とした量子現象の解明及び高速且つ高精度デジタル信号処理を研究する分野、ヒトの感覚運動機構に適合した電子情報処理を研究する分野の四つからなっている。

また本研究部門には、民間の研究者を客員教授・助教として招聘して所内の研究分野と共同研究を行う並列分散処理の分野も含まれている。

This section conducts basic research on the development of electronic information processing systems for automated reasoning under uncer-

tainties. The section comprises four laboratories. Laboratory of Nonlinear Studies and Computation researchs into mathematical theories of nonlinear phenomena and information processing. Laboratory of Neuro-Cybernetics aims at technological implementation of the design principles of nervous systems in biological organisms. Laboratory of Signal Processing specializes in application of circuit theory to study of quantum effects and in devolpment of high speed signal processing for super resolution. Laboratory of Sensory Information Engineering tackles the realization of electronic instruments based on human sensorimoter mechanisms. Also included in the section is an adjunct laboratory for visiting professor and associate professor invited from private institutions to direct research on parallel distributed processing.

### 数理の実験工房

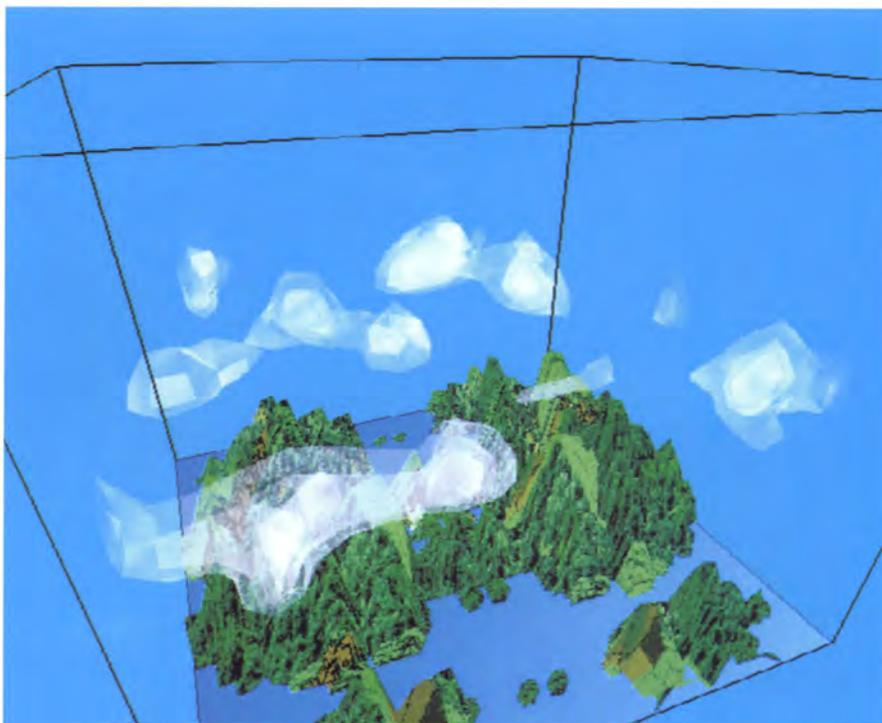
自然を理解する方法は様々であるが、本分野は計算機の中に小自然を作り、それを解剖し、その数理的構造を明らかにすることにより、その本質を解明することを目指す、いわば数理の実験工房とも言うべきものである。

望遠鏡や顕微鏡が世界を大きく広げたように、計算機は我々に大きな想像力の翼を与えつつある。コンピュータの中で、お湯を沸かしたり、雪や雲を作ったりすることで、複雑な現象を生み出す本質的なメカニズムを知ることができる。さらにそれらの数学的解析により、実体にとらわれない普遍的数理構造を抽出することが可能となる。

21世紀にかけてこれら計算機という翼と数理の無限の包括力を活用することにより、脳や生命現象を含む様々な複雑現象を総体として理解する方法の一つを確立することを目指している。

#### 研究テーマ

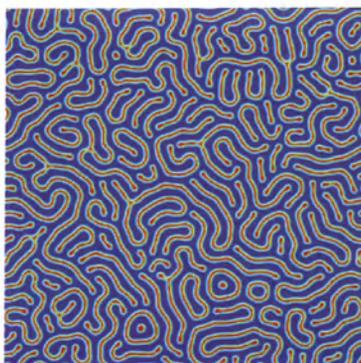
1. 反応拡散系におけるパターン形成
2. 結晶成長における形態形成
3. 雲の生成・沸騰等の相転移を伴う流体系
4. 応力-相分離連成系
5. 生態系のモデリング
6. 脳の情報処理に関する計算論的研究



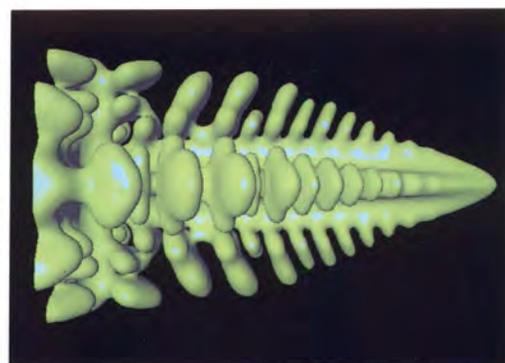
雲の生成・消滅のシミュレーション

The aim is to understand the mathematical structures of nonlinear phenomena including the pattern formation of dissipative systems, fluid dynamics with phase transition, and dynamics of

information processings of the brain. Modelling, computer simulation, and mathematical analysis are combined together to attack these problems.



反応拡散系の2次元パターン



結晶成長のシミュレーション

### 神経系の設計図と原理を探る

生物の神経系は自然が淘汰を通して作り上げた情報処理装置である。本研究分野は、我々の脳や動物の中樞神経系における情報処理の仕組みを明らかにし、次世代の情報処理技術に応用することを目的としている。

これまで電子情報処理の主流をなしてきた直列ノイマン方式のコンピュータは、人間が意識して考える論理を高速で代行する機械であり、分析的な仕事についてはほぼ万能である。しかし、我々が普段何気なくこなす言葉や情景の理解、判断や推論、発話や運動など、いくつかの要素を特定の目的に向けて組み上げる統合機能を、ノイマン方式で実現できる目度は立っていない。

神経細胞（ニューロン）が相互に信号をやり取りする神経回路網は、どの様にして感覚信号の中から情報を抽出し、記憶と照合し、運動系を制御する信号を生成するのだろうか？ 本研究分野では、神経細胞から脳を組み立てる設計原理を明らかにするため、神経細胞の数が少なく構造も簡単な節足動物の神経系について、神経生理学及び情報工学的手法を用いて神経細胞レベルで信号の流れと回路網を調べている。

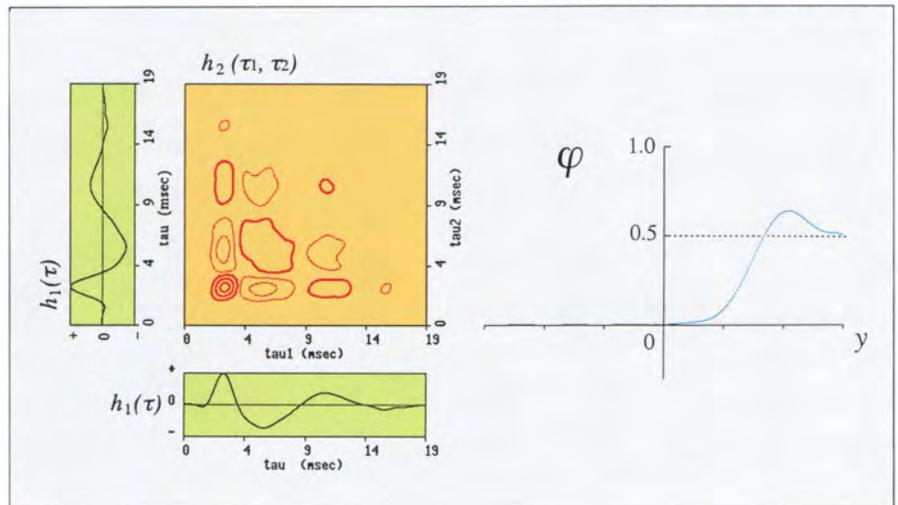


微小金属片を埋め込んで高次中枢を破壊した結果、場所記憶に障害が起こった昆虫の脳組織標本。

The ultimate goal of our research is technological implementation of major principles of the information processing in biological systems. Computer aided analysis of neural and behavioral plasticity and Wiener's nonlinear analysis of neuronal signal transmission using Gaussian white noise stimulus are our

methods for probing cellular and network mechanisms of brain functions. Experimental models include the cercal sensory system of crickets, the association center for place memory in cockroaches, and the auditory system of echolocating bats.

昆虫の神経細胞の非線形性の分析結果。



### 超高速信号処理を目指して

電波や光、音波などを媒体として、様々な信号が伝達される。いわゆる通信のために、信号により多くの情報をのせ、より速く、遠くへ正確に伝えることが要求される一方、得られた信号をより正確に処理することが要求されている。

本研究分野では、現在の高速処理装置をさらに小型化・高速化するために必要となる基礎的な物理現象であるトンネル現象等の量子波動現象を、電気・電子工学における基礎体系である電気回路理論とのアナロジーを用いて解明しようという試みを行っている。またそれらの理論に基づいて、様々な波動伝搬現象についてのコンピューターシミュレーションの研究を行っている。

また、複数の信号源の同時定位のための信号処理手法を開発している。特に、信号対雑音比が小さい場合や、入手されるデータ数が少ない等の、少ない情報しか入手できない場合でも、高い分解能を得ることができ、しかも高速に処理できる手法を開発している。さらに、水中を移動する超音波発信源の方位および距離測定のアプローチの研究と、それを用いた音源の自動追尾システムの開発にも取り組んでいる。

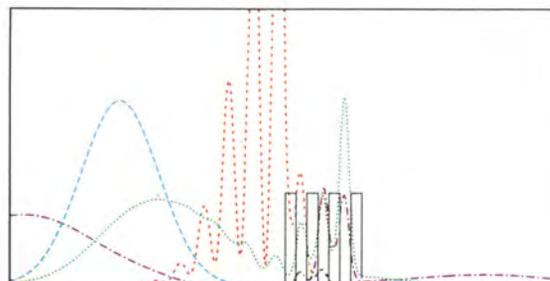
#### 研究テーマ

1. 複数信号源の同時定位のためのアルゴリズムの研究
2. 空間情報抽出手法の研究
3. 分布定数回路理論の拡張と、波動伝搬の解析の研究
4. 様々な信号伝達、波動伝搬モデルの数値シミュレーションの研究
5. 水中音源の方位推定の研究とその追尾システムの開発
6. 量子力学的波動現象への古典的回路理論の応用の研究

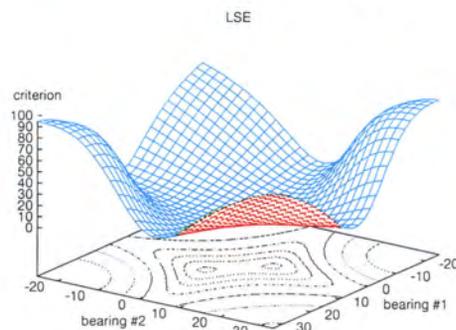
The study on digital signal processing aims at high speed processing for correctly extracting particular information from signals such as speech, sound, seismic, signals, etc. Synthesis method for potential structures to realize the desired quantum mechanical wave phenomena is

studied by applying the theory of transmission lines, classical circuit and wave digital filters.

The simultaneous localization of multiple signal sources is studied to achieve high speed processing and super resolution in low SNR or small data samples.



4重ポテンシャルバリアに衝突する電子波束



方位推定の誤差関数

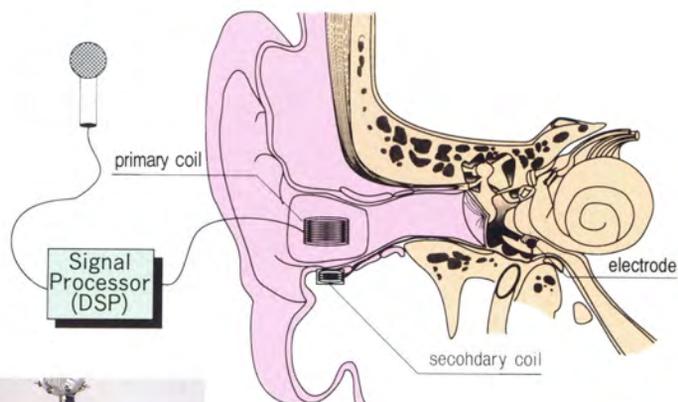


### 感覚の福祉工学とロボティクス

本分野では、ヒトの感覚とそれに関連する運動機能を調べ、身体障害者や高齢者のための福祉機器を設計したり、ロボットのための人工知覚器や人工現実感のためのヒューマン・インタフェースを構築する研究を行っている。そのため、音声を知覚したり生成する仕組み、手指が物体を認識する仕組み、さらに視覚や前庭で作られる平衡機能の仕組みを心理物理実験や生理学的実験で解析している。また、九官鳥やコウモリなどの動物の持つ特殊能力からヒントを得て福祉工学へ応用する研究も進めている。ヒトの概念形成や感覚運動連合などの高次の機能を踏まえて福祉機器をヒトに適合した場合の問題点を事前評価するとともに、得られた知見や機器をロボットのための人工感覚や人工現実感へ応用する。さらに、この応用研究で開発された技術を福祉工学へフィードバックさせるという方法論に従って研究を進めている。

#### 研究テーマ

1. 触覚による聴覚代行、単音節音声タイプライタ、聴神経電気刺激による耳鳴治療と人工内耳、および話速・抑揚制御型デジタル補聴器に関する研究。
2. ヒトの環境認識機構の解析に基づく視覚障害者用歩行補助方式の開発とロボットのための障害物認知方式に関する研究。
3. 無喉頭者のための電気人工喉頭の最適制御方式と合成音声の自然性の改善に関する研究。



聴覚の機能的電気刺激

4. 触覚に関する人工現実感とテレプレゼンスロボットの設計および人工触覚の開発ならびにそれらの技術の上肢障害者補助への応用研究。
5. 視覚、聴覚、平衡感覚の感覚統合機能の解析とめまいや車酔いメカニズムの評価およびロボットのための人工平衡感覚に関する研究。

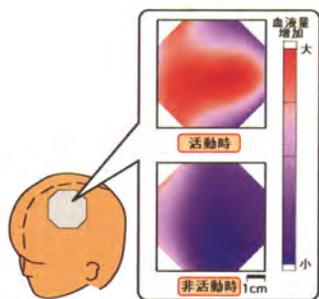
The analysis study of human sensory functions has been carried out based on psychophysical and physiological experiments. The basic findings have been used for designing sensory aid systems such as a tactile vocoder, a voice typewriter, an auditory prosthesis, an electrolarynx, a blind mobility aid and a hand with sensory feedback. The technologies of these aid devices have been applied to design artificial senses for robots and virtual reality systems.



### 脳に学ぶ情報処理

脳は永い進化が生んだ優れた情報処理システムである。処理速度の遅い神経素子を用いながら、現存のいかなるコンピュータより遙かに迅速な処理結果をもたらすことも多い。その情報処理機構の重要なポイントは、膨大な神経ネットワークによる並列分散処理にある。したがって、並列分散処理の研究は、脳の解明と新しい情報処理装置の創生へ向けて確かな出発点となる。

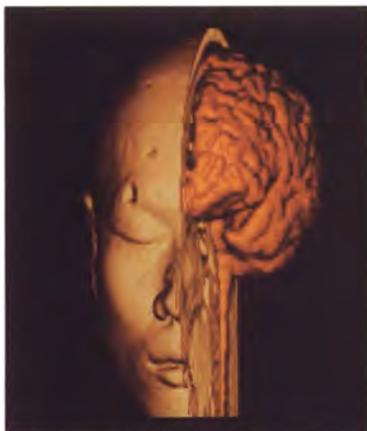
脳は基本的に二つのサブシステムから構成される。一つは、神経電流、神経伝達物質、そしてホルモンによる〈情報伝達システム〉であり、もう一つは、血液を媒体とした〈エネルギー伝達〉システムである。我々は、高次脳機能計測技術である機能的磁気共鳴描画の研究を進めるとともに、光を用いた脳機能イメージング法：光トポグラフィを開発した。計測原理は、活性化された大脳皮質機能領域へのエネルギー供給に基づいている。これらの技術は放射線物質を使用しないので、完全な無侵襲描画技術である。我々誰についても適用が可能のため、脳神経科学におけるマクロなアプローチの鍵となる可能性が大きい。



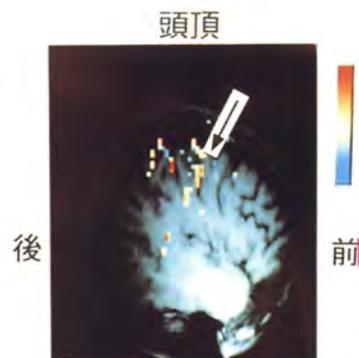
光トポグラフィによる運動野活性化の観測

また本研究分野では、有機分子超薄膜を利用した新たな分子デバイス開発をめざし、ピコ秒パルスレーザーを用いて脂質膜分子の揺動運動、すなわち動的分子膜構造に関する基礎研究を進めている。

The brain is the most sophisticated information processor which is a result of its long evolution. Although the brain uses a relatively slow processing device - a neuron -, its over-all processing speed is extremely fast and often exceeds the world's fastest computers in complex problems that require judgement and estimation. The most important feature of the brain's processing is the parallel networking. Thus, the study of parallel distribution processing could be a beneficial approach to understanding the mechanism by which the brain functions and to creating a brain-like information



三次元MRIで撮像された我々の生きた大脳



機能的MRIによる大脳運動野活性化の観測

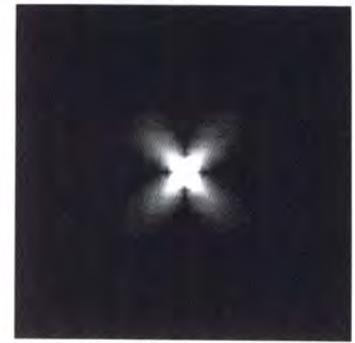
processor.

The brain has a three-dimensional structure consisting of subsystems: a physico-chemical information transfer system based on neuronal currents, a chemical information transfer system based on neurotransmitters and hormones, and an energy supply system that uses blood as a medium. New technologies being developed are based on the energy supply to the activated functional areas in the cerebral cortices, i.e., functional magnetic resonance imaging and optical topography. Unlike positron emission tomography, both techniques can be applied to a healthy volunteer because radioactive substances are not necessary. Since they are completely noninvasive techniques, they are key technologies for mind-brain science.

In this laboratory, the molecular wobbling motion in the organized molecular films is also investigated by time-resolved fluorescence depolarization technique using a pico-second pulsed laser to develop organic molecular devices.

# 附属電子計測開発施設

Electronics Instruments Laboratory



高濃度溶液性媒質からの偏光十字像

## 研究支援と 光計測技術の研究

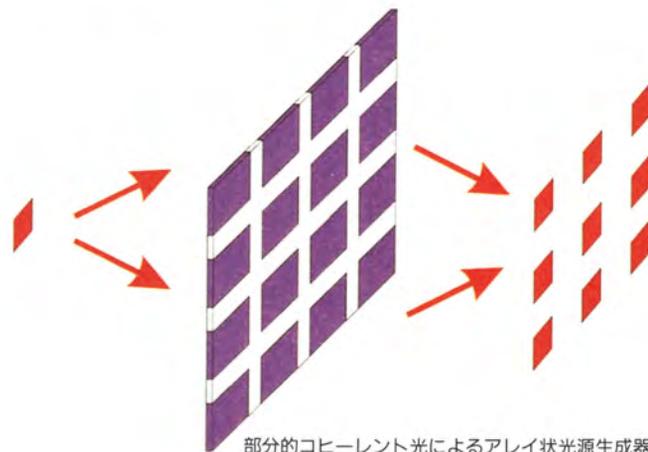
本施設では、各研究分野に対して研究支援を行うとともに、光計測技術に関連した独自の研究を展開している。研究支援に関しては、各研究分野の研究において必要とされる光応用計測システムおよびコンピュータ信号・画像処理システム等の開発を行っている。研究に関しては、レーザ多重散乱光の時空間特性とコヒー

レント後方散乱現象を解明するため、光拡散方程式に基づいた理論的研究、モンテカルロ法による物理現象シミュレーション、および光子相関法に基づいた実験的研究を行っている。この研究では、散乱媒質の移動度・拡散定数の決定、局所的な光吸収領域の再構成といった逆散乱問題への拡張を目指している。さらに、

部分的コヒーレント光を用いたアレイイルミネータの開発、光学的非整数次フーリエ変換に関する研究、マイクロキャビティから放射された光のスペクトル特性に関する研究を行っており、光リソグラフィ技術、光並列情報処理システム、および分光計測への応用を目指している。



偏光十字像の3次元強度分布



部分的コヒーレント光によるアレイ状光源生成器



レーザ多重散乱現象

This laboratory develops technologies and instruments based on physical optics and digital signal processing to support research studies of four research sections. Advanced research projects are originally conducted in the optical inverse scattering problem, analog optical computing, optical lithography, optical parallel processing, and optical spectroscopy.

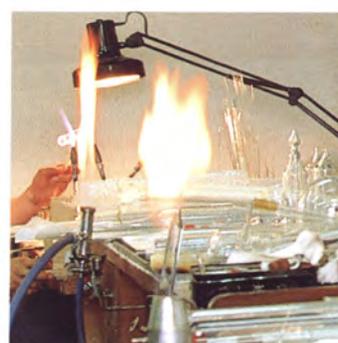
Research projects:

(1) Space-time statistics of light backscattered multiply from a disordered dense medium.

- (2) Coherent backscattering and weak localization of photons.
- (3) Visualization of the light wave propagation in a disordered dense medium.
- (4) Optical Wigner distribution function and refractive-index reconstruction.
- (5) Array generator for a partially coherent beam.
- (6) Optical fractional Fourier transform.
- (7) Spectral properties of light from a microcavity.

# 技術部

Division of Technical Staffs



## 研究支援と装置製作

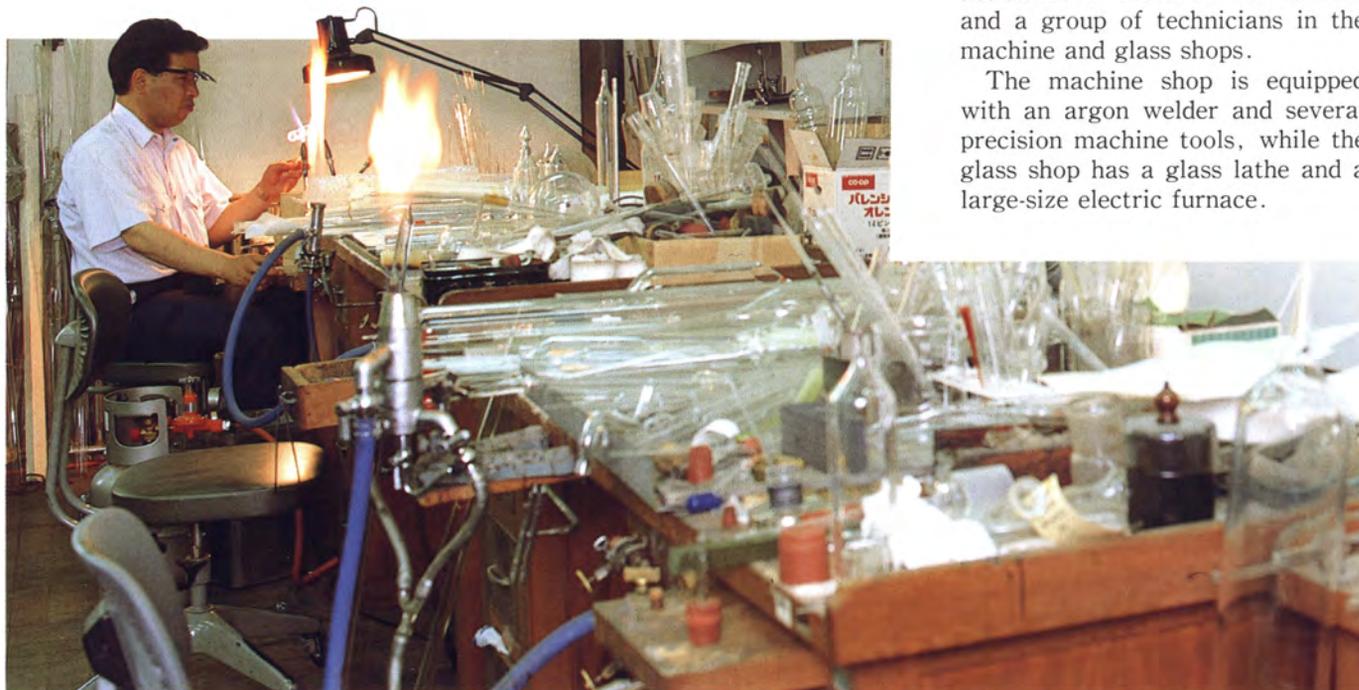
技術部は、研究部門に派遣されて各自の高度な技術で直接研究を支援する技術者の集団であるシステム開発技術班と、研究部門での研究に必要な特殊で精密な実験機器の製作を担当する技術者の集団の装置開発技術班とからなる。

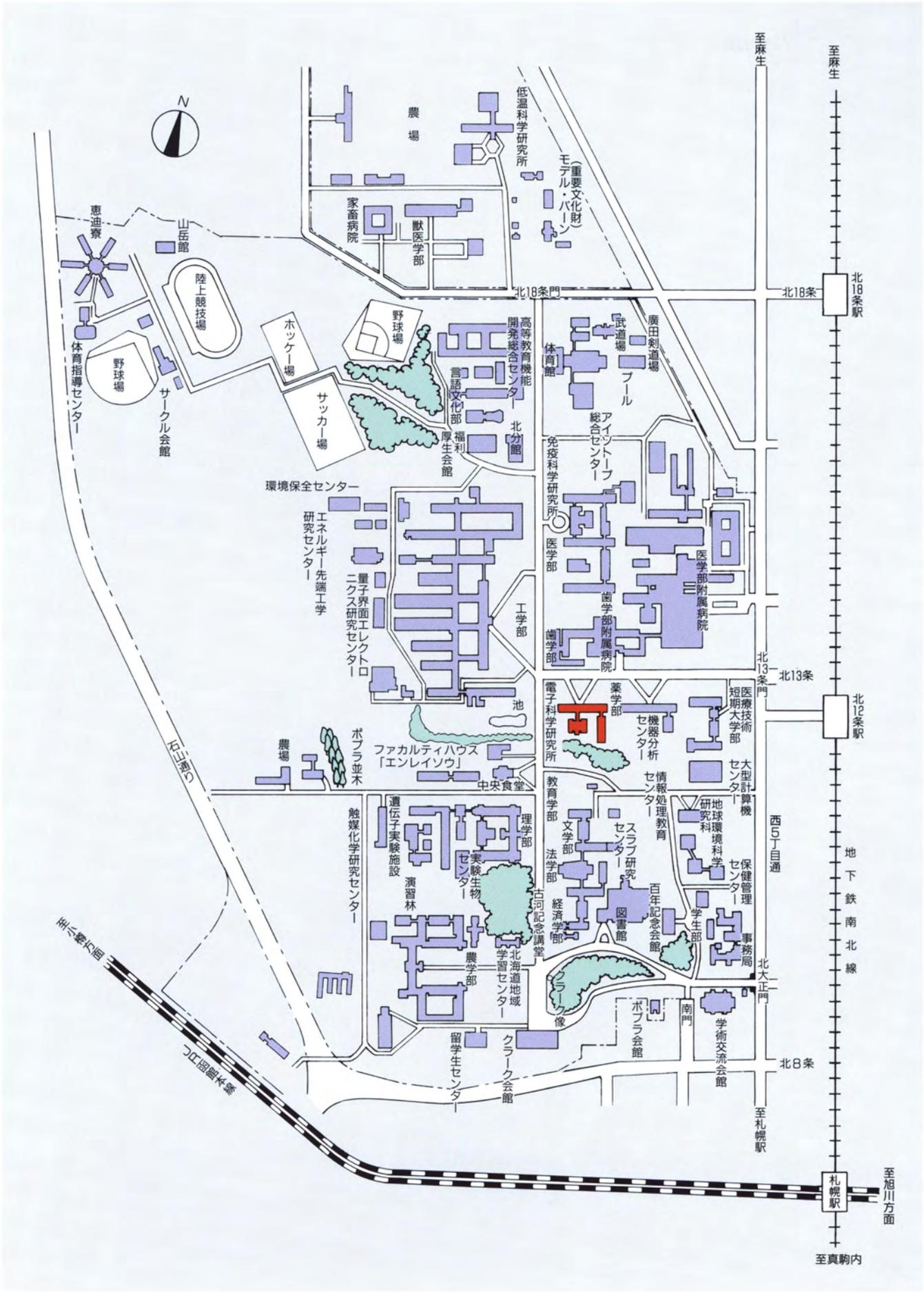
装置開発技術班には、機械及び硝子の工作室がある。機械工作室の特色は、ステンレスの精密切削とアルゴン溶接を駆使しての精密測定用の光学機器の製作及び立フライスと大型旋盤を利用したの大物精密加工技術である。一方硝子工作室の特色は、光学レンズ、プリズム等の加工と研磨、ステンレス製計測装置へのコパールを介しての硝子の溶着の技術である。



The Division of Technical Staffs consists of a group of technical assistants in research laboratories and a group of technicians in the machine and glass shops.

The machine shop is equipped with an argon welder and several precision machine tools, while the glass shop has a glass lathe and a large-size electric furnace.







## RESEARCH INSTITUTE FOR ELECTRONIC SCIENCE

北海道大学電子科学研究所 〒060 札幌市北区北12条西6丁目 TEL (011) 716-2111 (代表) FAX (011) 706-4977 ● Hokkaido University, Sapporo 060, Japan ● 平成8年9月発行