

RESEARCH INSTITUTE FOR ELECTRONIC SCIENCE

北海道大学

電子科学研究所



HOKKAIDO UNIVERSITY SAPPORO
1998-1999



はじめに — 所長あいさつ —

Foreword



所長 井上 久遠

Director
Prof. Kuon Inoue

現代社会における科学・技術の果たす役割はますます重要となつてきていることは言をまたない。日本は先般、科学技術基本法、および計画法を制定して科学技術創造立国をめざしている。自然科学の一つの基盤分野である「電子科学」の学問的発展は、それ自身が人類の知的かつ文化的財産となるのみならず、それに立脚した電子・情報技術の発展を通じて、将来の日本ならびに国際社会の繁栄、ひいては人類の平和に大きくかかわっている。北海道大学電子科学研究所は、新しい電子科学の創成を目的として平成4年4月に発足しました。従来の電子科学がともすれば電子工学、情報科学、システム工学、物理学、化学、応用物理学、等々の学問分野で個別に発展してきたきらいがあるのに対し、当研究所ではこれらの既成の学問分野を越えて、これらを融合させる電子科学、並びにその応用に関する基礎研究を推進している。この目的遂行のためのふさわしい組織として、電子科学研究所は、電子材料物性、電子機能素子、電子計測制御、および電子情報処理の4大部門と、1開発施設から構成されている。それぞれの大部門は4つの研究分野からなっていますが、電子情報処理部門のみは他に1つの客員研究分野を擁しています。

当研究所の歴史は古く、その発祥は昭和18年の超短波研究所にさかのぼる。次いで、昭和21年に応用電気研究所に転換して以来、46年の歳月を経て、電子科学研究所として新たに発足したものである。もともと応用電気研究所の時代から理学、工学、医学の広い分野の研究者を擁して、電子工学、理化学および生物・医学の境界領域における先端的研究を展開・推進し、数多くの業績をあげ、学界、産業界の発展に貢献してきました。このような実績と背景のもとに、時代の要請もあって上記の電子科学の創成のためにもっとも適した研究所として新たな出発をして以来6年を経過した時点で、構成メンバーは既に大幅に入れ替わりました。現在のスタッフは、研究所のめざす方向に一層適した布陣となっています。事実、この方向に沿った、世界をリードするような成果も数多く生みだしてきました。平成9年秋に実施した外部の有識者による第三者評価においても高い評価をうけています。なお、各研究分野は、重点化された大学院研究科のいずれかに所属し、研究所全体として常時100名を越える院生の教育にも力をそそいでいます。

ここ数年来、日本の社会は転換期をむかえ、大きな激動の嵐にさらされています。冒頭で述べたとおり、現在、日本は独創的な基礎研究の推進が強く要望され、特に、研究所に対して大きな期待が寄せられています。このような時期にこそ国立大学の附置研究所としての原点に立ち帰り、社会の期待に応えるべく所員一同、一層の努力を続ける所存です。



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

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

The present Institute consists of four research sections totally with 17 laboratories and 1 adjunct, and also takes part in education of Graduate Schools of Hokkaido University.



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 ————— ⑩
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 ————— ⑳
Electronics Instruments Laboratory

技術部 ————— ㉘
Division of Technical Staffs

超短波研究所 1943 Research Institute of Ultrashort Waves

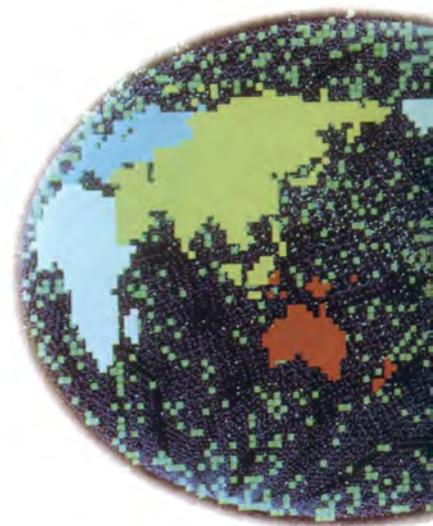
- 昭和16. 1 超短波研究室が設置される
- 18. 1 超短波研究所に昇格
 - 第二部門、第四部門、第六部門、第七部門開設
- 18. 3 第三部門開設
- 19. 1 第一部門、第五部門開設
- 20. 1 第八部門開設

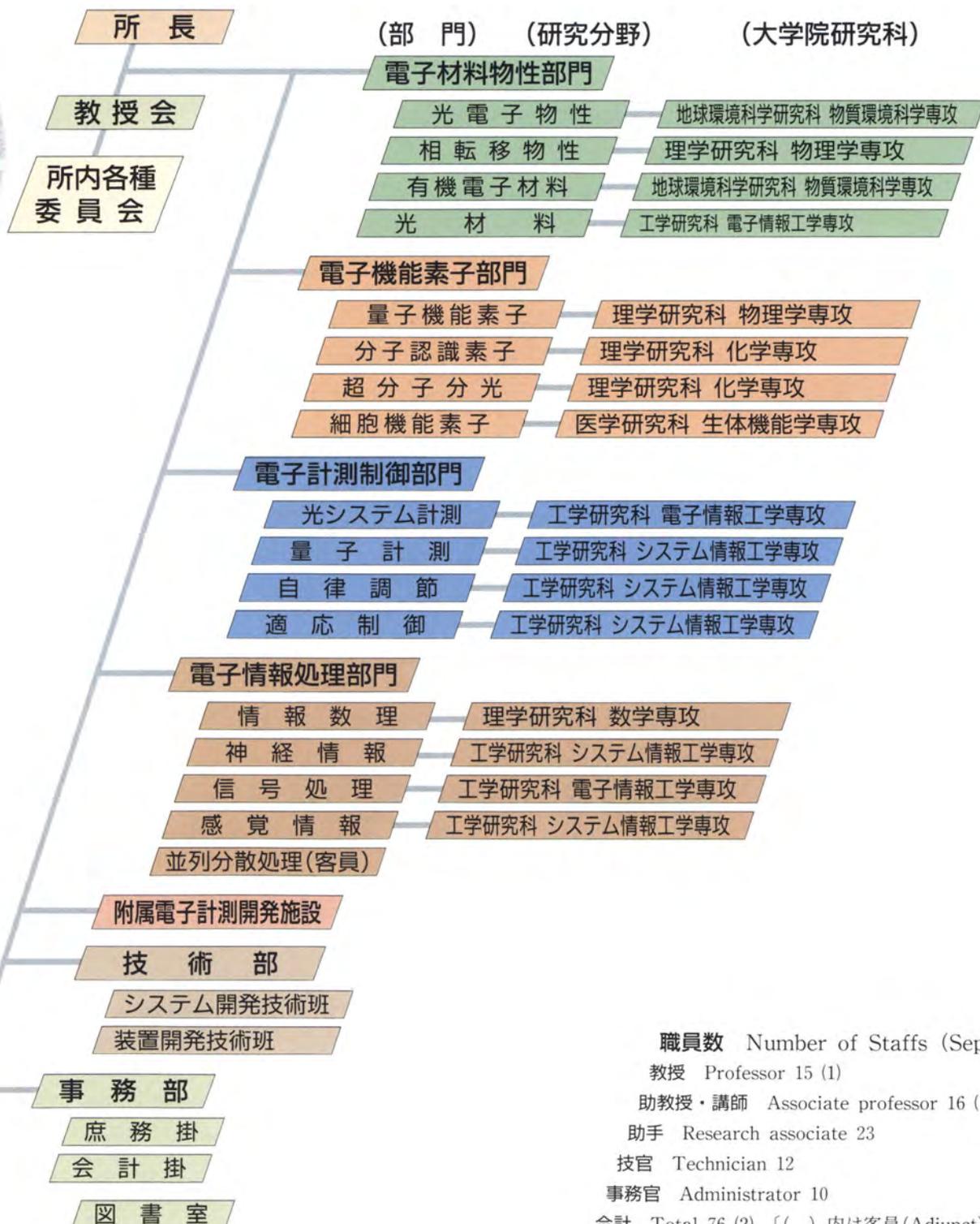
応用電気研究所 1946 Research Institute of Applied Electricity

- 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





職員数 Number of Staffs (Sep.1998)

教授 Professor 15 (1)
 助教授・講師 Associate professor 16 (1)
 助手 Research associate 23
 技官 Technician 12
 事務官 Administrator 10
 合計 Total 76 (2), (() 内は客員(Adjunct))

研究所職員

Directory of the Institute

所長

教授 井上 久遠 Director
Professor Kuon Inoue

電子材料物性部門

Section of Electronic Materials

光電子物性 Laboratory of Electronic Structure
教授 Professor
助教授 Assoc.Prof.
助手 Res.Assoc. Nobuo Takenaka
相転移物性 Laboratory of Phase Transition
教授 Professor Toshirou Yagi
助教授 Assoc.Prof. Yuhji Tsujimi
助手 Res.Assoc. Masaru Kasahara
有機電子材料 Laboratory of Molecular Electronics
教授 Professor Takayoshi Nakamura
助教授 Assoc.Prof. Tatsuo Hasegawa
助手 Res.Assoc. Tomoyuki Akutagawa
光材料 Laboratory of Optoelectronics
教授 Professor Ikuo Suemune
講師 Lecturer Satoshi Tanaka
助手 Res.Assoc. Katsuhiko Uesugi
助手 Res.Assoc. Hidekazu Kumano

電子機能素子部門

Section of Intelligent Materials and Device

量子機能素子 Laboratory of Quantum Electronics
教授 Professor Kuon Inoue
助教授 Assoc.Prof. Kazuaki Sakoda
助手 Res.Assoc. Akio Yamanaka
助手 Res.Assoc. Jun Kawamata
分子認識素子 Laboratory of Molecular Devices
教授 Professor Masatsugu Shimomura
助教授 Assoc.Prof. Kuniharu Ijio
助手 Res.Assoc. Olaf Karthaus
助手 Res.Assoc. Takehiro Nishikawa
超分子分光 Laboratory of Supramolecular Biophysics
教授 Professor Mamoru Tamura
助教授 Assoc.Prof. Masataka Kinjo
助手 Res.Assoc. Goro Nishimura
助手 Res.Assoc. Yasutomo Nomura
細胞機能素子 Laboratory of Cellular Informatics
教授 Professor Tetsuo Ueda
助教授 Assoc.Prof. Mobuaki Nishiyama
助手 Res.Assoc. Takashi Jin

電子計測制御部門

Section of

光システム計測 Laboratory
教授 Professor
助教授 Assoc.Prof.
助手 Res.Assoc.
量子計測 Laboratory
教授 Professor
助教授 Assoc.Prof.
助手 Res.Assoc.
助手 Res.Assoc.
自律調節 Laboratory
教授 Professor
講師 Lecturer
助手 Res.Assoc.
助手 Res.Assoc.
適応制御 Laboratory
教授 Professor
助教授 Assoc.Prof.
助手 Res.Assoc.

電子情報処理部門

Section of

情報数理 Laboratory
教授 Professor
助教授 Assoc.Prof.
助手 Res.Assoc.
神経情報 Laboratory
教授 Professor
助教授 Assoc.Prof.
助手 Res.Assoc.
信号処理 Laboratory
教授 Professor
助教授 Assoc.Prof.
助手 Res.Assoc.
感覚情報 Laboratory
教授 Professor
講師 Lecturer
助手 Res.Assoc.
助手 Res.Assoc.



Scientific Instrumentation of

of Optical Systems Engineering

Keiji Sasaki

Jun Uozumi

Jyunichi Hotta

of Electromagnetic Sensing

Shinya Kuriki

Tetsuo Kobayashi

Yoshihiro Hirata

Fumiya Takeuchi

of Biofluid Dynamics

Takeshi Karino

Shigeo Wada

Takeru Naiki

Kouichi Tanba

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 雀部 博之

助教授 泉 隆

Laboratory of Parallel Distributed Processing
(Adjunct)

Professor Hiroyuki Sasabe

Assoc.Prof. Takashi Izumi

附属電子計測開発施設

施設長 教授 伊福部 達(併)

助教授 岩井 俊昭

Electronics Instruments Laboratory

Head:Prof. Tohru Ifukube

Assoc.Prof. Toshiaki Iwai

技術部

技術部長 教授 井上 久遠(兼)

技術長 技官 黒田 紀夫

先任技術専門職員 技官 牛坂 健

先任技術専門職員 技官 鎌田 清春

システム開発技術班

班長 技官 星山 満雄

第二技術主任 技官 大沼 英雄

(第一技術主任兼務)

技官 永井 謙芝

技官 女池 竜二

装置開発技術班

班長 技官 石坂 高英

第一技術主任 技官 土田 義和

第二技術主任 技官 太田 隆夫

技官 平田 康史

技官 山川 育生

Division of Technical Staffs

Head:Prof. Kuon Inoue

Chief Eng. Norio Kuroda

Senior Eng. Tsuyoshi Ushizaka

Senior Eng. Kiyoharu Kamada

System Developing Group

Group Leader Mitsuo Hoshiyama

Senior Eng. Hideo Ohnuma

Technician Norishige Nagai

Technician Ryuji Meike

Equipment Developing Group

Group Leader Takahide Ishizaka

Senior Eng. Yoshikazu Tsuchida

Senior Eng. Takao Ohta

Technician Yasushi Hirata

Technician Ikuo Yamakawa

事務部

事務長 事務官 徳増 正己

庶務掛

掛長 事務官 山口 隆敏

事務官 原田 由美

(育児休業)

事務官 佐々木 勲

事務員 中島 佳美

会計掛

掛長 事務官 小林 信一

主任 事務官 佐藤 幸司

主任 事務官 老松 邦男

主任 事務官 浅野 美穂

事務官 佐藤 岳

図書室

事務官 福井みゆき

Administrative Office

Head: Masami Tokumasu

General Affairs

Chief Admin. Takatoshi Yamaguchi

Administrator Yumi Harada

Administrator Isao Sasaki

Administrator Yoshimi Nakajima

Accountant

Chief Admin. Shinichi Kobayashi

Senior Admin. Kohji Satou

Senior Admin. Kunio Oimatsu

Senior Admin. Miho Asano

Administrator Gaku Satou

Library

Librarian Miyuki Fukui

電子材料物性部門

Section of Electronic Materials



電子科学を支える物質の基礎的物性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).

レーザー光のエネルギーで 分子を電子励起状態へ

光による分子の電子励起状態とその構造、特に励起エネルギーの、分子内あるいは分子間移動に関わる物理化学諸課題を理論的に、あるいは実験により研究してきた。

これらの応用として、癌の光線力学的治療と診断に関わる基礎研究も行われた。ポルフィリン誘導体は腫瘍集積性を持ち、光照射によりその組織を壊すことが知られている。この誘導体は、癌の検査薬と治療薬としての能力を秘めており、その光物理化学的性質の解明が重要な鍵である。

水溶液あるいは水との混合溶媒中での溶質-溶媒間相互作用と溶質周囲の水の液体構造の変化に関する研究が、主として超音波の音速・吸収並びに超音波振動ポテンシャルにより行われた。

研究テーマ

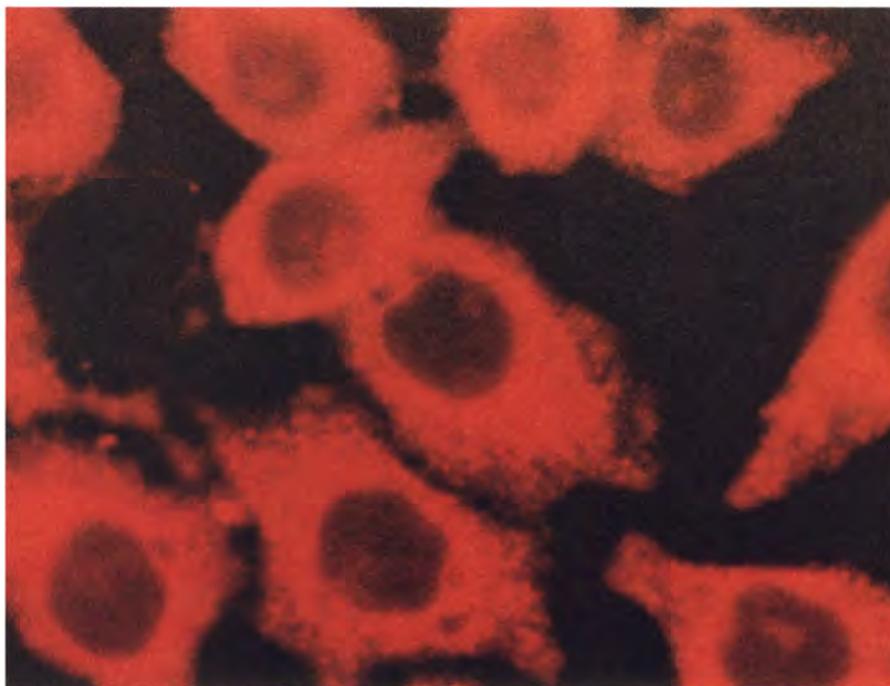
1. 癌の光線力学的治療法の光物理化学的研究
2. 蛍光、燐光の発光過程に関する研究
3. 超音波音速吸収測定による非電解質水溶液の物性研究
4. 超音波振動ポテンシャル測定によるイオン溶媒間相互作用の研究

This field is concerned with the theoretical and experimental studies of electronic structure of molecules and photophysics and photochemistry. Especially, intra- and inter-molecular energy transfers have been studied.

Photo-physicochemical therapy and diagnosis as an application to medical fields have been studied. Porphyrin derivatives are known to have an affinity for malignant tumors and to exert a destructive effect on the photosensitized tissues

when exposed to light. The derivatives play as tumor localizing agents with potential application for cancer diagnosis and treatment. It is important to study the photochemical properties of the derivatives for the diagnosis and treatment of cancer.

Solute solvent interactions and the structure of liquid water around the solute molecules in aqueous solutions or aqueous mixed solvents were studied by means of the ultrasonic technique.



癌細胞に集まったポルフィリン誘導体の蛍光

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「ゆらぎ」を示す。このとき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広い意味での相転移現象として捉え、レーザー光をプローブとして物性の「ゆらぎ」を観測して、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に発現する物性の原子・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設計する指針が与えられ、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ができる。さらにこれら基礎知識から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.



ピコ秒YLFレーザーによる超スローダイナミクス測定装置



フェムト秒モードロックレーザーシステムによる超高速ダイナミクス測定装置

有機電子材料研究分野

Molecular Electronics

π 電子機能の 未来を拓く

有機分子の持つ π 電子は光や外場に素早く応答するため、有機電子材料は将来の高度情報化社会を担う柱として期待されている。有機分子を組織化し、分子間の π 電子軌道の重なりを制御することで、その電子状態は様々に変化させることができる。分子の基底および励起状態を設計し、対応する分子集合体・分子組織体を構築することで、超伝導性・強磁性・強誘電性・光学非線形性などの電子物性発現に適した π 電子系を人為的に創成することが可能である。我々のグループでは分子組織化の手法として、超分子化学

的な視点からのクリスタルエンジニアリング、分子マニピュレーション法としてのLangmuir-Blodgett (LB) 法、自己組織化膜法等を用いている。さらに微小重力場を利用した分子組織化の検討も行っている。分子の持つ自己集積能力を最大限に利用して、高度な秩序構造を持つ機能性分子組織体を作製し、光電変換機能・イオンセンシング機能・光スイッチング機能等を持ち、ナノスケールで高度に集積化された、 π 電子系機能材料、デバイス開発に向けた研究を進めている。



ブリュースター角顕微鏡による単分子膜観察

Organic molecules whose π -electrons response is quite fast to external fields or light are promising material for future electronic devices. The electronic structure of the organic π -molecular system is changed according to the molecular overlap and the crystal structures. By the construction of suitable molecular assemblies for a specific electronic structure, as well as the design of ground and/or excited states of the molecules, we will fabricate artificial π -electronic systems having superconducting, ferromagnetic, ferroelectric, or nonlinear optical properties. Crystal engineering, Langmuir-Blodgett(LB) technique, self-assembled film method, and micro-gravity environment are used for the molecular manipulation. The construction of functional material and devices, for optoelectrical conversion, ion-sensing, photo-switching, based on highly organized π -molecular assemblies is the aim of our study.



非線形光学特性評価システム

光と電子の量子状態制御で 高性能発光素子を創る

光通信・光情報処理などの光エレクトロニクス分野では、発光デバイスの短波長化・多波長化・低消費電力化・光電子融合化などの高性能化が今求められている。本分野では、独自のナノメートル(10^{-9}m)レベルの微細パターニング技術、ワイドギャップ(GaN, ZnSe等)、ナローギャップ(GaNAs等)半導体の量子構造作製技術を用いて光と電子の量子状態を制御し、こうしたニーズに応えるための基礎研究を進めている。

半導体中では超格子構造、さらに二次元・三次元に量子閉じ込めされた量子細線・量子ドット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。一方光場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制御が自在にできるようになれば、光と電子の相互作用の量子制御と物理現象の解明、光素子の高速化・高発

光量子効率による低消費電力化など発光素子の高性能化が可能となる。

研究テーマ

1. 原子間力顕微鏡／走査電子顕微鏡による複合ナノメートル微細加工技術の開発
2. 光半導体量子構造の作製
 - 2-1. ワイドギャップ半導体量子ドット／光ドットの作製
 - 2-2. ワイドギャップ半導体の伝導度制御
 - 2-3. GaNAs混晶半導体バンドギャップのボーイング
3. ZnSSe/MgSSe系超格子・微小光共振器の研究
4. 量子閉じこめ系でのピコ秒ダイナミクスの研究
5. 量子ドットによる高効率可視LED・高性能青色/紫外レーザーの研究



窒化物系半導体成長装置



ピコ秒発光過渡現象測定装置

Quantum confined semiconductors such as superlattices, quantum wires, and quantum dots show discrete electronic states. When optical fields are also quantized one to three dimensionally, 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. AFM / SEM nanolithography.
2. Growth of quantum dot structures.
3. Fabrication of ZnSSe/MgSSe based superlattices and optical microcavities.
4. Pico-second dynamics of quantum structures.



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、分子の組織化に関わる物理・化学過程の解明と分子素子の開発、細胞内の生理機能に関連した機能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 bio-materials. The section is composed of four laboratories: Quantum Electronics, Molecular Devices, Supramolecular Biophysics and Cellular Informatics.

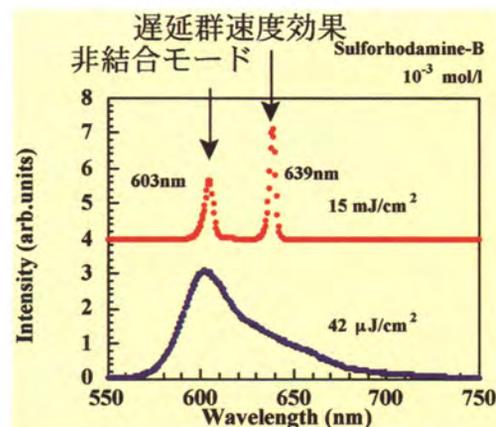
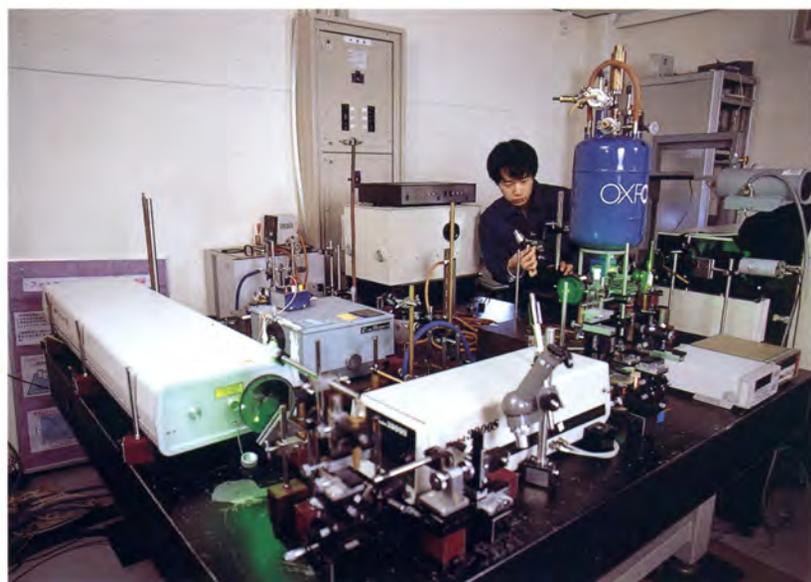
電子と光の 相互量子制御をめざして

輻射場の制御のために、フォトニック結晶の開発と光子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基盤構築を目指している。一方、電子状態の制御に関しては、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。また、有機電子系における光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. 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
2. フォトニック結晶の開発と新しい素子への応用
3. 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
4. 原理的に新しいレーザー分光法の開発と超高速コヒーレント相互作用の研究
5. 有機系結晶の電子・格子相互作用、ホールバーニングによる大容量メモリ素子開発の基礎研究
6. 有機物結晶による新しい非線形光学材料・素子の開発
7. 高温超伝導体の巨視的量子効果の発現機構の研究
8. 量子常誘電体における新しいコヒーレントな凝縮相の探索研究

In order to open a new field in quantum electronics and to develop future opto-electronic devices, we are tackling the problem of controlling radiation field by using a photonic crystal. We are also exploring novel physical properties in attractive materials such as semiconductor quantum-confined systems and organic compounds. The targets of the latter are to develop new opto-electronic devices such as optical frequency-converters and a large-capacity memory. Besides, we continue to study the mechanism of high-Tc superconductivity and to explore a new coherent condensed-state in quantum paraelectrics as well.



フォトニック結晶からのレーザー発振

分子認識素子研究分野

Molecular Devices

階層構造を持つ 分子素子の開発

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、新規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。この研究によって、化学センサーや人工光合成、分子情報変換材料などの新規な分子素子の開発を目指している。

Bioorganisms are capable of efficient energy transformation, selective synthesis 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 research aims at the development of chemical sensors, artificial photosynthesis systems and information processing devices.



生体超分子の構造と機能を探る —“光”で見る脳の世界—

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。その中で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、種々の光学技術を用い、単一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光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. 単一分子検出法の開発並びに分子診断法の基礎研究
3. 脳及び心臓等の臓器酸素代謝
4. 近赤外分光法の開発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と光計測法との併用

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 noninvasive techniques, such as optical method, our research is targeting to the understanding of the functions and structures of the system from the single molecule to brain. Furthermore, various new optical techniques are developing to analyze these systems and to establish the new methodology in biomedical field. 1) Analysis of the higher brain function by optical imaging technique. 2) Investigation of tissue spectroscopy using time-resolved technique, correlation techniques such as diffusing-wave spectroscopy and fluorescence correlation spectroscopy, and single molecule detection method.



時間分解型光計測装置による脳機能イメージングの実験風景

細胞機能素子研究分野

Cellular Informatics

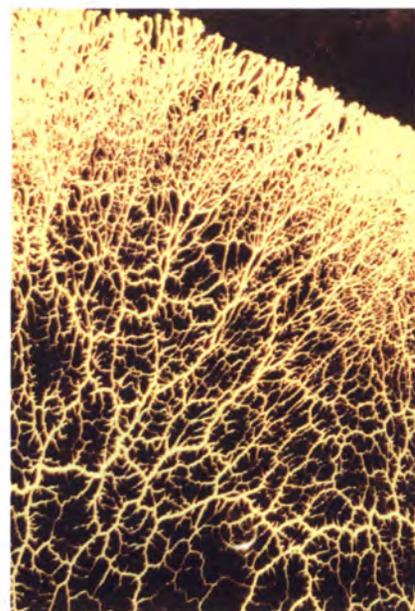
粘菌に学ぶインテリジェンスの 自己組織化原理

本研究分野は、自律的な生命の最小単位である細胞で創発される複雑・多様な機能を、オルガネラ、高分子、代謝反応などによる物質系での階層的自己組織化として解明することをめざす。裸の原形質である原始生命体の巨大アメーバ：粘菌の特徴を活かし、環境の受容—情報判断—適切な応答という情報過程の研究に取り組んでいる。代謝反応レベルでの行動発現と、遺伝子発現レベルでの形態形成とを具体例とし、特異な受容分子や情報伝達分子の探索・同定に止まらず、細胞の全体性・インテリジェンス・知覚という場の情報を、非線形非平衡場でのパ

ターン・ダイナミクスとして明らかにしている。

研究テーマ

1. 振動子集団の挙動と好き・嫌いの判断
2. 情報機能をなうリズム素子の自己生成
3. 細胞の時間秩序の形成
4. 光情報の細胞内情報伝達機構
5. 細胞骨格系の動態と細胞形状
6. リン脂質代謝と情報伝達
7. 形態形成における位置情報の生成



A cell is the smallest system where dynamism of life works autonomously. Emergence of cellular functions is studied in terms of hierarchic selforganization in chemical systems far away from equilibrium. The true slime mold is a giant amoeboid cell and is useful for this purpose. Cellular information which governs cell behavior and morphogenesis is studied in terms of spatio-temporal dynamics of both metabolism and gene expression.

Our current projects are: sensing and judging mechanisms of environmental information, origin of biological rhythm, organization of cytoskeleton lipid metabolism, positional information in morphogenesis.

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、レーザーを利用した光物理現象の計測・制御とそのシステム化を目指す光システム計測研究分野、磁場や電場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.

光システム計測研究分野

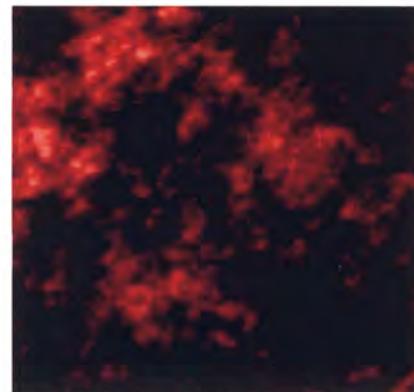
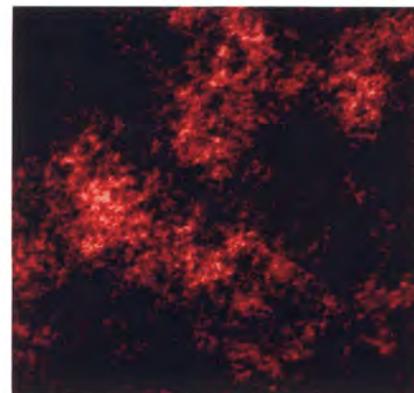
Optical Systems Engineering

光を操り、光で測り、 光で操る

レーザー光の超高速応答性、優れた空間制御性、エネルギー選択性を利用した光計測制御技術は基礎科学研究から最先端技術開発まで幅広い分野で重要な役割を担っている。本研究分野では、電磁理論解析やシミュレーションに基づいて光の特殊な振る舞いを解明し、それらの現象を利用して極めて高い時間・空間分解能と高感度・高精度を実現する新しい光計測手法や光ダイナミクスの制御法を開発している。また光の運動量を利用した物質操作技術や光情報処理技術を組み合わせ、高度な機能を有するユニークな光計測制御システムの開発を目指している。

研究テーマ

1. 光の放射圧を利用した微粒子マニピュレーション、ポテンシャル解析、原子・分子集合構造の制御
2. 微小球光共鳴現象による光ダイナミクスの制御、近接場ナノプローブ顕微鏡への応用
3. 超高速顕微干涉計測システムによる単一ナノ微粒子のダイナミック分光解析
4. 光スペckル現象・光多重散乱現象・フラクタル構造における光学現象の解明と応用
5. ウィグナー分布関数・バイスペクトル・ウェーブレット・非整数次フーリエ変換による光情報処理
6. スペckル応用計測、速度計測、微粒子計測、近赤外分光計測、光音響計測等のシステム開発



フラクタル的性質を持つ
スペckルの統計的自己相似性



レーザーマイクロマニピュレーションシステム

New optical measurement and control systems with high temporal and spatial resolutions and with high sensitivity and accuracy are developed, based on theoretical and experimental analyses of optical and photophysical phenomena. Research interests include (1) laser manipulation of microparticles and molecules, and potential analyses based on radiation pressure, (2) microspherical cavity effects and their applications to near-field nanospectroscopy, (3) femtosecond interference microscopy for single nanoparticle spectroscopy, (4) analysis and applications of laser speckles, multiple light scattering and optical properties of fractals, (5) information optics based on the Wigner distribution function, bispectrum, wavelets, and fractional Fourier transform, (6) speckle metrology, optical velocimetry, and optical reproduction of sounds from old records.

量子計測研究分野

Electromagnetic Sensing

磁場や電場で 脳機能を観る

人間の脳が活動するときに発生する磁気や電気信号を捉え、脳神経系の機能を調べる研究を行っている。脳の神経活動による磁場は大変微弱なため、その検出には超伝導量子効果を利用したSQUID（超伝導量子干渉素子）センサを使用し、高次な脳機能の計測を可能にするシステムの構築を行っている。また、酸化物高温超伝導体を用いたSQUIDの基礎研究を通して普及型SQUID計測システムの開発を目指している。

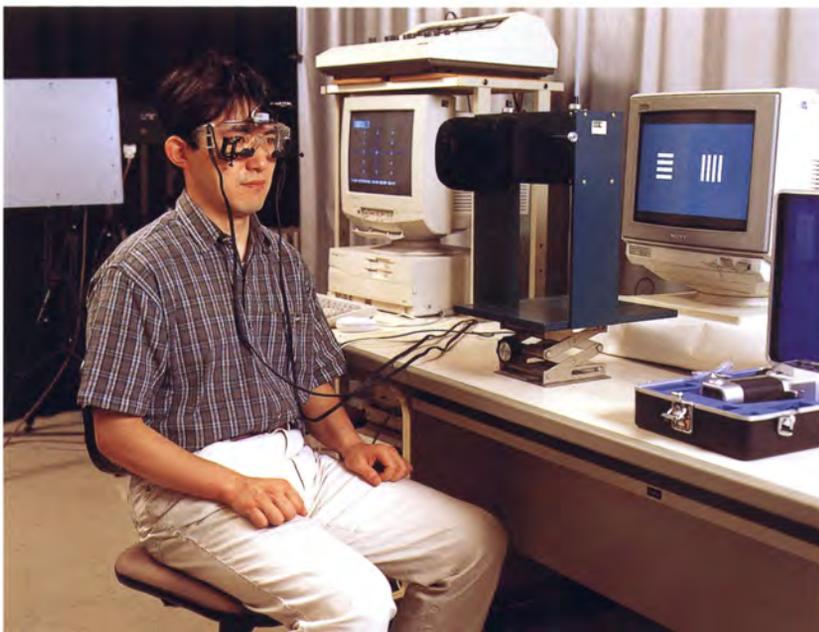
SQUIDで無侵襲的に計測した頭皮上の磁場分布から、逆問題を解くことにより磁場発生源である活動神経の位置を特定する。また脳波として知られる電気信号を計測し、そのリズムや時間反応を解析してSQUID計測とは相補的な情報を活用している。さらに、眼球運動計測や心理物理実験などを併用して、聴覚や視

覚などの感覚機能や言語、記憶、意識といった高次機能に関わる神経活動を明らかにし、脳内情報処理のメカニズムに迫ろうとしている。

研究テーマ

1. 脳磁場計測・解析システムの構築
2. 高温超伝導体を用いた生体磁気計測用高感度磁気センサに関する研究
3. ヒト高次脳機能（言語、記憶、意識等）の解析とマッピング
4. 聴覚・視覚誘発脳磁場応答の計測と解析
5. 両眼視知覚、特に視野闘争過程の脳内プロセスの解明
6. 脳波・脳磁場律動のダイナミクスに関する研究

Human higher brain functions such as cognition, language, memory and consciousness are investigated by measuring neuromagnetic fields (MEG) and electric potentials (EEG). Cortical sources related to specific functions in the brain are estimated by solving inverse problem of the evoked neuromagnetic fields measured with a multichannel SQUID (Superconducting Quantum Interference Device) system. The modulation of MEG/EEG rhythms is also analyzed to investigate the higher brain functions. Furthermore, we are studying high-Tc oxide superconductor SQUIDs based on YBCO grain boundary junctions.



自律調節研究分野

Biofluid Dynamics

血流を診て 血管現象を解明する

動脈硬化症、脳動脈瘤、吻合部内膜肥厚などの血管病は、比較的大きな動脈の分岐部、湾曲部、急激な拡大部など、流体力学的見地から見て、二次流や渦の発生により流れが乱れやすい部位に、局所的に発生することが示されている。本研究分野では、これら血管病の発病および進展の機序を解明し、それらの病変の診断、予防および治療に寄与することを目的として、理論および実験の両面より研究を行っている。

これまで行ってきたコンピュータ・シミュレーションによる理論解析の結果、血管壁の水透過性による一種の濾過作用により、血管内壁表面上でコレステロールの担体であるところのリポ蛋白の濃縮が起こり、その濃度が流速によって変化するというリポ蛋白の流速依存性濃縮・枯渇現象の起こることが判り、これが動

脈硬化を始めとする血管病の局在化の直接の原因になっていることが示唆された。そこで本研究分野では、現在、コンピュータ・シミュレーションにより、さらに詳細に、動脈の分岐部、湾曲部、および狭窄部など、血管病の好発部位におけるフローパターン、壁剪断速度、および管壁表面上におけるリポ蛋白の濃度分布などを求め、これらとこれまで独自の方法で透明化した血管で得て来た流れおよび病変の好発部位に関する実験的データとを比較検討したり、培養血管細胞を用いたモデル実験および犬や兎を用いた動物実験により、血管壁構成細胞によるリポ蛋白の取り込みや血管壁構成細胞の発育（増殖又は衰退）におよぼす流れの影響について検討することにより血管病の局在化がこの現象によるものであることを実証しようと努力している。

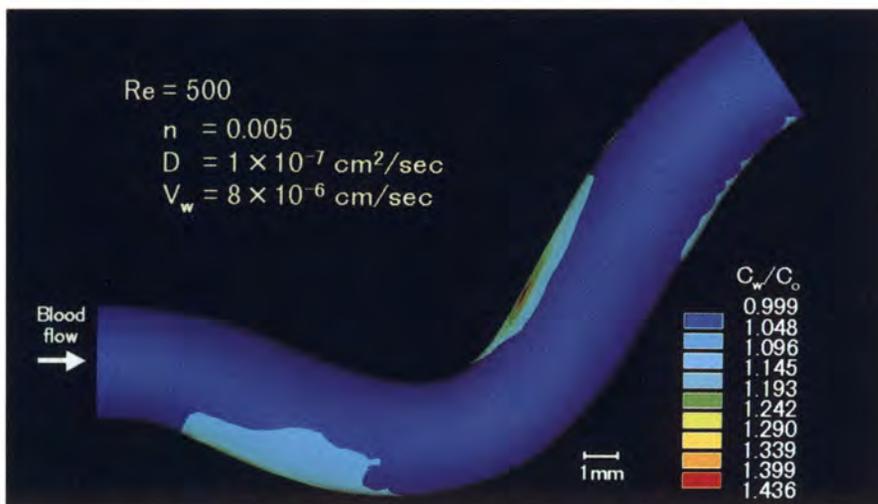


動脈硬化病変の見られるヒト右冠動脈の写真

研究テーマ

1. ヒトの脳、心臓の血管系および大動脈内の流れの解析
2. 血管壁への物質移動に関する計算力学的研究
3. 動脈硬化症の局在化機構に関する研究
4. 脳動脈瘤の形成機序に関する研究
5. 血液のレオロジー的特性の評価法に関する研究

Atherosclerosis, aneurysms, and anastomotic intimal hyperplasia develop preferentially at certain sites in the arterial system such as bifurcations and curved segments of relatively large arteries where flow is disturbed and formation of secondary and recirculation flows occur. Hence to elucidate the mechanisms of localization of these vascular diseases, the effects of disturbed flows on the surface concentration of atherogenic lipoproteins at an arterial wall and their uptake by vascular endothelial cells are investigated both theoretically by means of computer simulations of the transport of lipoproteins from flowing blood to an arterial wall, and experimentally by carrying out mass transfer experiments of lipoproteins and model particles using cultured vascular endothelial cells and real arteries harvested from experimental animals.



コンピュータ・シミュレーションにより得られたリポ蛋白の壁面濃度

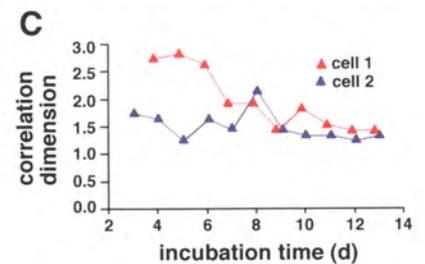
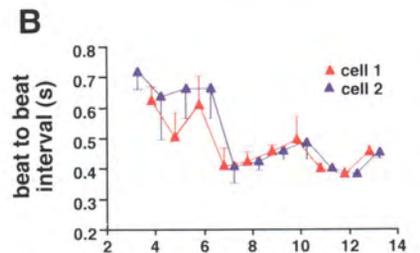
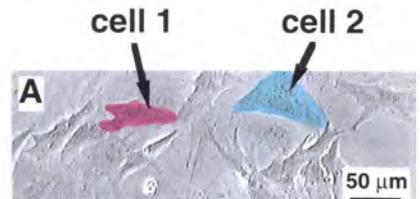
生命現象を システムとして捉える

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、環境の恒常的变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、生命現象をシステム論的観点から捉え、生物を情報処理ウェアと見なして、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、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. 心筋培養系による生体振動子ダイナミクスとゆらぎの解析
2. 大脳皮質細胞培養系によるニューロン・グリア間相互作用の解析
3. 変態に伴った神経回路の機能的再構築とアポトーシス
4. 運動時糖代謝の神経制御機構の解明
5. 神経回路網の時・空間活動の光学的計測と解析



培養心筋細胞 (A) の拍動変化 (B, C)



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 based upon the findings obtained through the approach, and applying them to the engineering fields.



電子情報処理部門

Section of Informatics and Processing

推論や判断などの柔軟な電子情報処理の実現に必要な、新しい原理の探求を進めている。自然界の形や流れなど非線形現象の裏にひそむ数理、無脊椎動物の神経系の設計原理と信号の流れ、量子波動現象を用いた超高速信号処理の設計に向けた回路網理論の拡張、人工現実感など機械と我々のより良い情報交換のためのヒトの感覚運動機構、について研究する4つの研究分野からなる。また、民間の研究者を客員教授・助教授として招聘し、所内の研究分野と幅広い共同研究を行う並列分散処理の研究分野も含んでいる。

This section conducts basic researches on the development of electronic information processing for automated reasoning. The section comprises

four laboratories. Laboratory of Nonlinear Studies and Computation researches into mathematical structures of pattern formation of dissipative systems. Laboratory of Neuro-Cybernetics aims to reveal design principles of the central nervous systems of insects. Laboratory of Signal Processing specializes in application of circuit theory for synthetic design of quantum electronic device of super high speed signal processing. Laboratory of Sensory Information Engineering tackles the realization of electronic man-machine interface based on human sensorimotor mechanisms. Also included in the section is an adjunct laboratory for visiting professors invited from private institutions to direct trans-disciplinary joint researches 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。

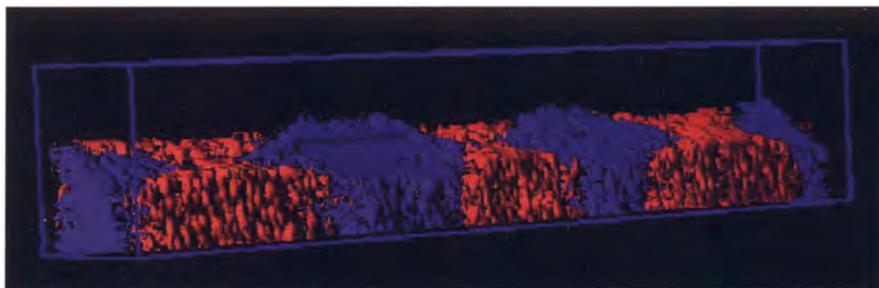
望遠鏡や顕微鏡が世界を大きく広げたように、計算機は我々に大きな想像力の翼を与えつつある。コンピュータの中で、お湯を沸かしたり、雪や雲を作ったりすることで、複雑な現象を生み出す本質的なメカニズムを知ることができる。さらにそれらの数学的解析により、実体にとられない普遍的数理構造を抽出することが可能となる。

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。

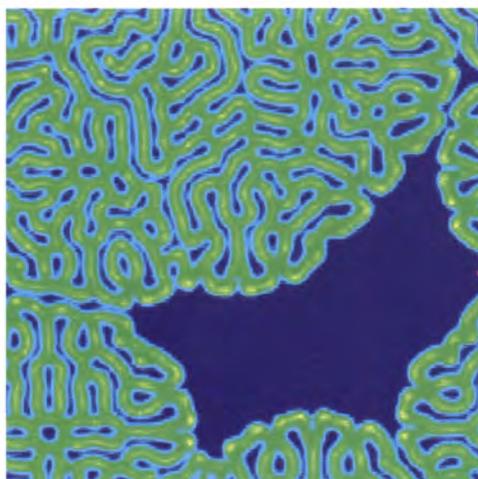
研究テーマ

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. 脳の情報数理に関する計算論的研究

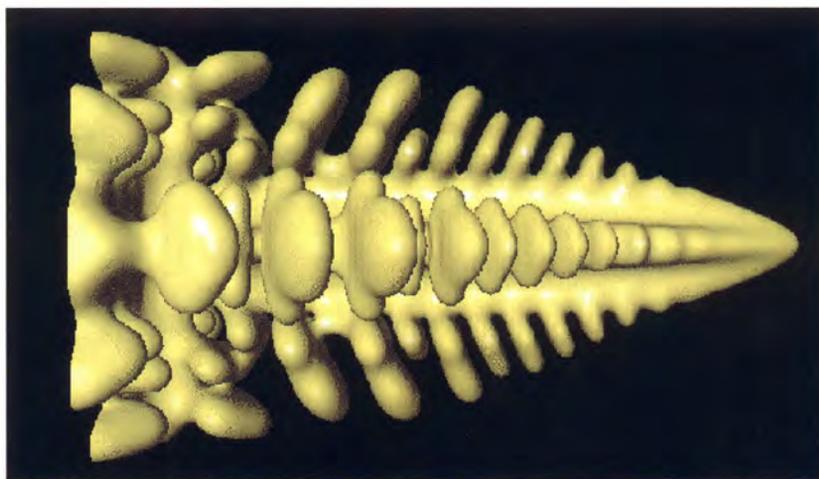
The aim is to understand the mathematical structures of nonlinear phenomena including the pattern formation of dissipative systems, fluid dynamics with phase transition, and dynamics of information processings of the brain. Modelling, computer simulation, and mathematical analysis are combined together to attack these problems.



2種粉粒体相分離のシミュレーション



反応拡散系による迷路パターン



樹枝状結晶のシミュレーション

微小脳の 設計原理を探る

神経系は、自然が長い時をかけ、変異と淘汰を通して作り上げた情報処理・制御装置である。本研究分野は、神経系の仕組みを明らかにし、情報処理技術の基盤とすることを目的としている。

これまでの電子情報処理は、人間の意識の論理つまり脳の動作結果を高速で代行している。言葉の推論や情景の理解など脳の統合的な機能を人工的に実現するには、脳神経系の設計原理、つまり内部構造と動作を明らかにする必要がある。

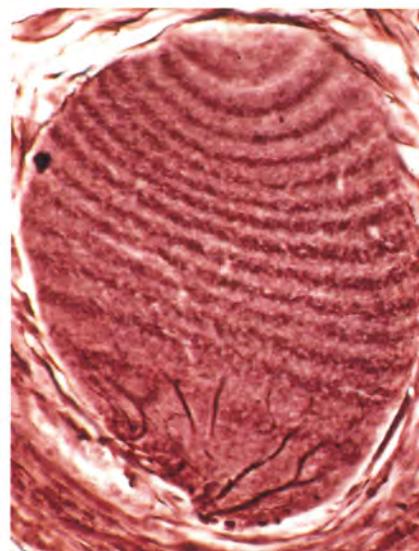
我々脊椎動物の脳は、およそ 10^{12} 個の神経細胞からなり、 10^8 個程度の感覚細胞から運ばれる情報を処理している巨大脳である。昆虫など無脊椎動物の脳では、 10^5 個の神経細胞が 10^6 個の感覚細胞からの入力を処理している。

この「微小脳」は、数少ない神経細胞で記憶や高速運動制御を実現している。同じ物理世界に、我々とは設計原理の異なる「もう一つの脳」が存在する。

本研究分野では、昆虫の脳神経系の構造と動作を、神経生理学および情報工学的手法を用いて調べ、「微小脳」の設計原理を解明している。

The ultimate goal of our research is technological implementation of major principles of information processing in biological organisms. To uncover the biological design principles, computer aided analyses of neuronal structure and signal transmission based on modern information theories and engineering methods are employed. The

present research aims at probing cellular and network mechanisms of brain functions, particularly of those in insects. Experimental models include the cercal wind sensory system of cricket and the mushroom body, an association center for place memory, in cockroach.



ゴキブリ脳の記憶中枢：約20万本の神経繊維の束の輪切りで、縞模様は信号を伝える神経繊維の太さの違いによる。



電位感受性色素を用いて可視化したゴキブリの神経活動の伝わる様子

超高速信号処理を目指して

通信、リモートセンシング、計算機による理解、認識等のために、電波や光、音波、電子回路の微細配線中の信号などのマイクロからマクロなサイズまで様々な信号が利用され、解析処理されている。これらの種々の信号をより高速に、正確に処理することは、常に工学が要求していることである。本研究分野では、次世代の高速電子デバイスとして期待されている電子波デバイスの動作原理となるポテンシャル構造中の電子波伝搬を扱うための解析、設計の理論の構築を試みている。波動を記述する基本方程式の類似性から、回路理論、分布定数回路理論に基づいた等価回路モデルを導出し、工学的に体系づけられた手法の構築を目指している。またそれらのモデルに基づいて、波動伝搬現象のコンピュータシミュレーションの研究を行っている。

さらに、複数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などの、悪条件下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。また、鮭の回帰行動解明を目的として、水中を移動する超音波発信源の音源定位アルゴリズムの研究と、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

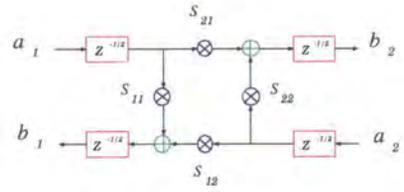
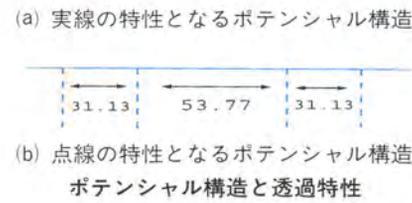
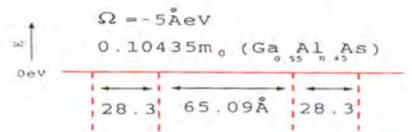
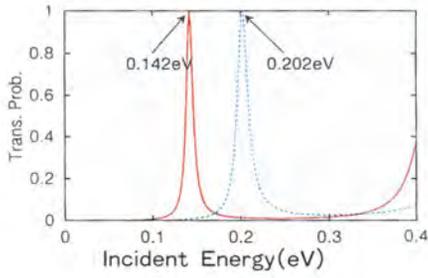
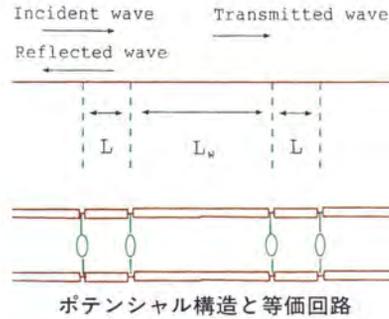
1. 複数信号源の同時定位のためのアルゴリズムの研究
2. 空間情報抽出手法の研究
3. 分布定数回路理論の拡張と、波動伝搬解析への応用の研究
4. 量子力学的波動方程式の等価回路モデルの研究
5. 回路モデルに基づいた波動の数値シミュレーションの研究
6. 量子力学的波動現象への古典的回路理論の応用の研究
7. 電子波フィルタ構造の合成に関する研究
8. 水中音源自動追尾システムの研究

Techniques in telecommunications, remote sensing and recognition or understanding by computer use and process various signals propagated as electric waves, light, sound waves, and electrons in electron wave devices. Advance in technologies continues to demand higher speed of processing the signals with enough accuracy.

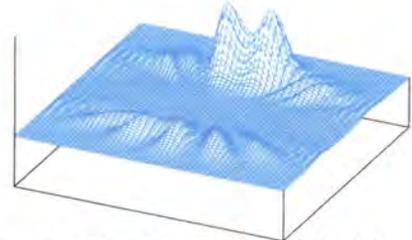
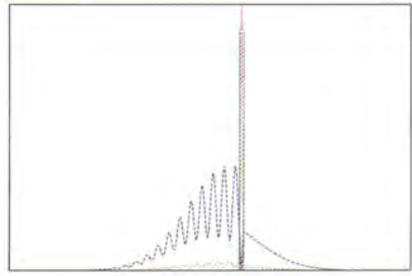
The electron wave devices are expected as next generation's electron devices. We attempt to establish the theory of analyzing and designing the electron wave propagation in potential structures. We focus on the similarity between the telegraph equation and Schrodinger

equation, and propose several equivalent circuit models describing electron wave propagation. Moreover, techniques simulating the wave propagation phenomena in computer are developed based on these models.

The simultaneous localization of multiple signal sources is studied to achieve high-speed processing and super resolution in low SNR or small data samples. Moreover, the algorithm to obtain the azimuth and distance of the object sending super-sonic wave in water is studied. The automatic pursuit system using the algorithm is developed.



基本区間デジタルフィルタ



デジタルフィルタによる波動の時間域解析
 (上) InAs/GaSb/InAs構造における波束の変化
 (下) スリットを通過した2次元波束

感覚の福祉工学と人工現実感

本分野では、ヒトの感覚とそれに付随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、ロボットや人工現実感のためのヒューマン・インタフェースに関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の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用した場合の問題点を事前評価するとともに、得られた知見や技術をロボット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要素技術を福祉機器の改良に活かし、それ

でも問題があれば基礎に戻るというループを描いて研究を進めている。

研究テーマ

1. 聴覚代行、人工内耳、音声自動認識、デジタル補聴装置など聴覚障害補助に関する研究。
2. 抑揚の出せる人工喉頭（図1）、合成音声の自然性の向上、発話失語症など音声障害補助に関する研究。
3. 人工現実感刺激（図2）による視覚、聴覚、平衡感覚の感覚統合と姿勢自動制御法に関する研究。
4. 体性感覚のための人工現実感とレイグジスタンス・ロボットの設計に関する研究。
5. 移乗動作解析と水素吸蔵合金アクチュエータを利用した介助ロボット（図3）に関する研究。



図1 抑揚の出せる人工喉頭

The analysis study of human sensorimotor functions has been carried out based on psychophysical and physiological experiments. The basic findings have been used for designing assistive devices 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 the assistive devices have been applied to design artificial senses for robots and virtual reality systems.

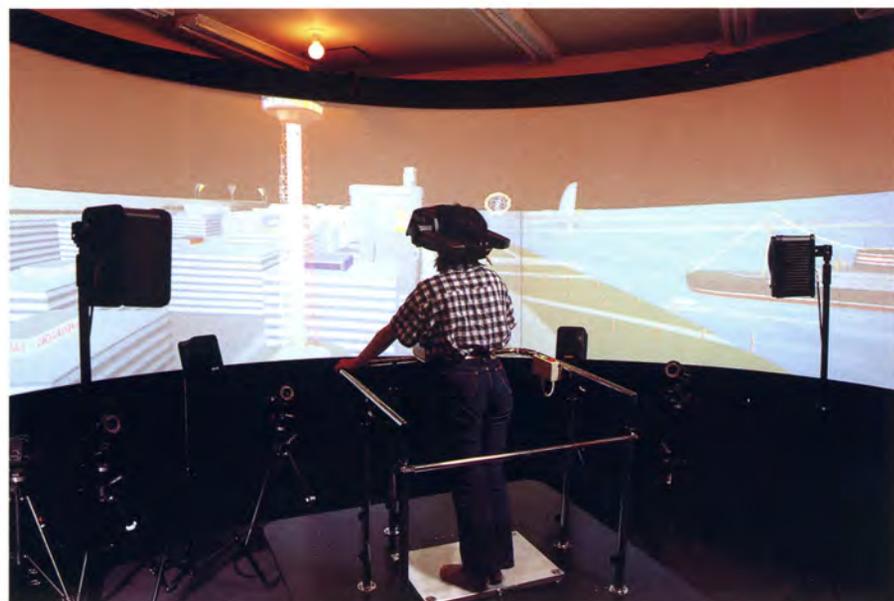


図2 感覚統合解析のための人工現実感システム



図3 水素吸蔵合金アクチュエータを利用した介助ロボット

並列分散処理研究分野

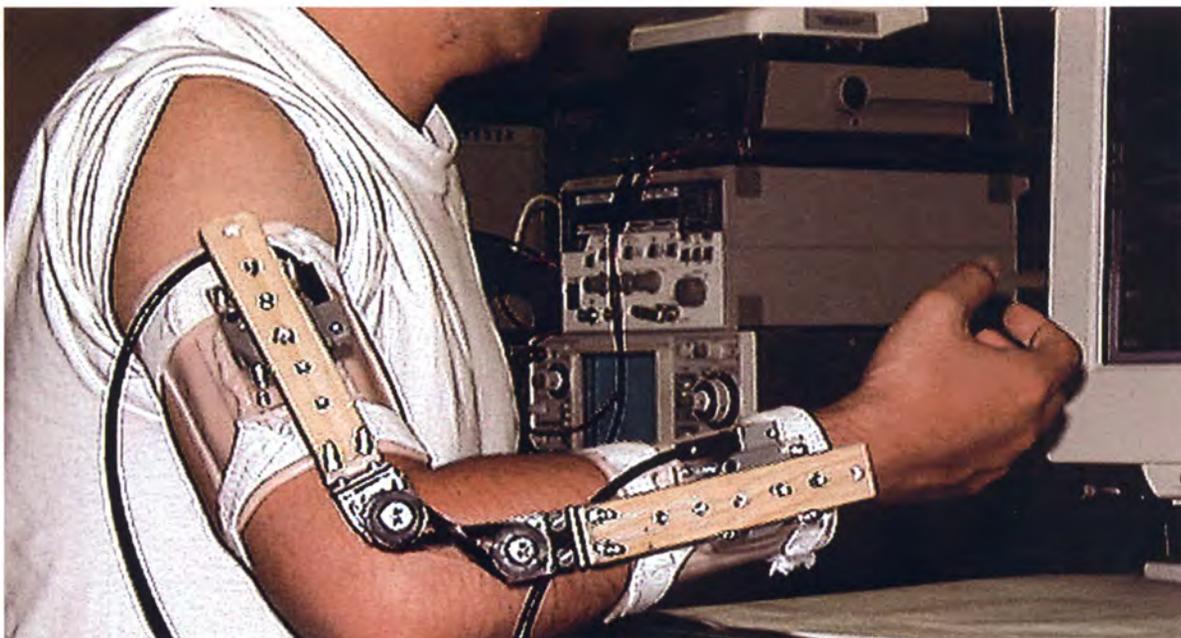
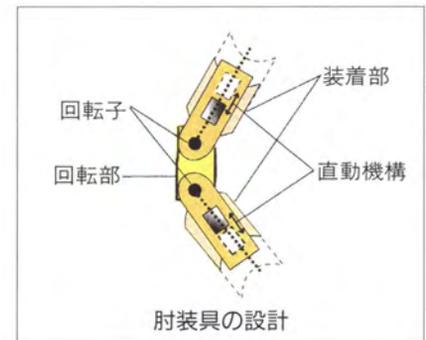
Parallel Distributed Processing

ヒトの高度な機能に学ぶ

人間と機械との間のヒューマンインタフェースに関する研究は古くから行われているが、市販の製品のインタフェースは、高齢者や障害者にとって必ずしも使いやすいものばかりではない。ヒューマンインタフェースを最適化するためには、生体の高次の脳神経系・感覚系・筋運動系などの機能に学ぶ必要がある。

本研究分野では、優れたヒューマンインタフェースを開発するために筋骨格系や感覚系に関する知見を得るための基礎的研究、および障害者のためのリハビリテーション機器などのインタフェースの開発を目的とした応用的研究に取り組んでいる。

The aim of our research is implementation of a practical system using parallel distributed signal processing technique. The analytical study of human sensory and motor functions are carried out based on psychophysical and physiological experiments. The results will be used to design and develop sophisticated human interfaces for the elderly or the disabled. An example of the practical application of the scientific studies is improvement of the upper limb prosthesis.



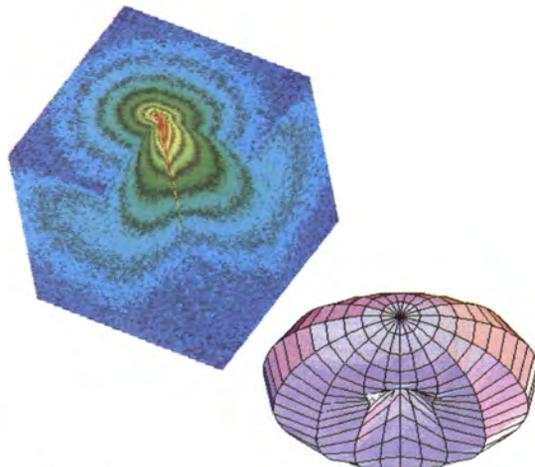
附属電子計測開発施設

Electronics Instruments Laboratory

研究支援と光物理・ 光情報処理の研究

本研究施設では、各研究分野の研究の支援を行うとともに、光物理現象の解明とその計測技術への応用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、レーザ計測システムおよびコンピュータシミュレーションの開発と構築を行っている。研究に関しては、コヒーレント後方多重散乱光の時空間における物理現象の解明、凝集粒子群からの散乱光とその構造解析、および強散乱体内に局在する吸収領域の構造推定の研究を行っている。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およびマイク

ロキャビティからの放射光スペクトルに関する研究を行っている。これらの研究では、モンテカルロ法による物理現象シミュレーション、光子相関法による実験、および拡散・波動理論に基づく理論的研究を有機的に結合し、立体的な研究を行っている。本施設ではこのような基礎研究の成果をもとに、濃厚溶液中のナノ高分子や顔料の離散集合過程の‘その場’計測や、粒子径の測定、生体組織内の血液集中の検出、光リソグラフィや光並列情報処理システム技術を目指し、精力的に研究・開発を行っている。



強散乱媒質内の光の伝播と散乱の位相関数

The laboratory develops technologies and instruments based on the physical optics, the optical image processing, and the digital signal processing to support the research studies in four research sections of the institute. Advanced research projects are originally performed in the research fields of the optical inverse scattering problem, the analog optical computing, and the optical spectroscopy. Research projects:

- (1) Space-time statistics of multiply backscattered light from a dense disordered medium
- (2) Coherent backscattering of light from aggregated particles
- (3) Particle sizing in extremely dense and absorbent media
- (4) Profiling of an absorbent area embedded in a dense scattering medium
- (5) Optical production of a Wigner distribution function and a refractive-index profiling
- (6) Phase retrieval problem based on an energy reduction method
- (7) Array generator for a partially coherent beam
- (8) Optical-fractional Fourier transformation
- (9) Spectral properties of light radiated from a microcavity



多重散乱現象

技術部

Division of Technical Staffs

レーザー光のエネルギーで 分子を電子励起状態へ

技術部は、システム開発技術班と装置開発技術班とからなる。

システム開発技術班は、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からなる。技術向上のため、技術部にコンピューター及びその周辺機器の整備を進めている。

装置開発技術班は、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からなる。

装置開発技術班には、機械および硝子

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盤・大型旋盤等を利用しての大物精密加工技術である。

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・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。



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

Hokkaido University, Sapporo, Japan

北海道大学電子科学研究所

〒060-0812 札幌市北区北12条西6丁目 TEL (011)716-2111(代表) FAX(011)706-4977

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