

研究活動
北海道大学電子科学研究所
平成十三年度

研究活動

北海道大学電子科学研究所

平成13年度

点検評価報告書

Research Activities

Research Institute for Electronic Science
Hokkaido University

2001

平成14年発行

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/>

平成14年11月発行

1001

表紙の説明

「結晶成長過程のシミュレーション」

はじめに

電子科学研究所が、旧応用電気研究所の改組・転換により発足してから10年が経ち、充実した研究成果を数多く生み出せるようになってきた。新しい研究領域の開拓を使命とする大学附置研究所として、光に関する科学、生命に関する科学、分子に関する科学の三つが融合した「複合領域ナノサイエンス」を創出すべく、体制を整えつつある。これらの三つの科学は、我が国の従来の教育体系からいえば互いに異質に見えるが、その本質において相互に依存する度合いは非常に高く、これらの融合した領域の学術が将来の科学技術の母体になることは明らかである。生物学の時代といわれる21世紀にあって、生命の秘密の解明のためには光や分子を扱うナノテクノロジーを必要とするのは自明であり、ナノ技術自体も天与の分子機械である細胞を無視することは出来ない。「複合領域ナノサイエンス」創出への第一歩として、平成14年度には「分子・原子集合体の自己組織化によるボトムアップ手法を中心としたナノテクノロジー創成」を課題とした附属施設「ナノテクノロジー研究センター」を発足させた。これは、平成4年4月に、物理・化学・数学のみを基盤とした従来の学問体系から脱却し、生物科学の成果を取り込んだ新しい電子科学の開拓を目的として、電子科学研究所へと改組した路線の更なる展開である。

この冊子は、平成13年度の各研究部門・分野ならびに附属施設の研究成果を中心に、研究活動をまとめたものである。当研究所では、電子工学、情報工学、物理学、化学、数学、生物学の専門家が共同して、光・量子計測科学の細胞生物学および脳神経科学への応用、散逸構造理論の界面化学およびフォトニック構造への応用、有機合成化学に基づいた分子エレクトロニクス、などの学際研究を推進している。これらの独創的な学際研究の成果を積極的に世界に発信し、また適切な評価を受けるため、研究所主催の国際シンポジウムを毎年開催するとともに、国際共同研究の実施や、公開シンポジウムの開催にも力を入れている。これらの研究事業についても記述してある。附属ナノテクノロジー研究センターの設置は、これら光・生命・分子の科学をつなぐ特徴ある研究活動が認められたものである。

国立大学の法人化を平成16年度に控え、大学附置研究所の在り方にも変更が加わる。しかし、資源を持たない我が国が、科学技術創造立国策をとることは極めて当然であり、科学技術の基盤としての学術研究の重要性はさらに高まる。また、国際社会の一員としての信頼を得ることは技術競争力以上に重要であり、世界に向けて発信する「知」を育成する大学の役割はますます大きくなる。設置形態に関わらず、当研究所は世界に向けて活発に研究成果を発信すべく、さらなる努力を続けなければならない。

大学評価・学位授与機構は平成12年度から研究分野別の評価を実施している。この「研究活動」は自己点検報告書であるが、外部の第三者による評価のための資料でもある。同機構等による評価を受けるまでの間に、この自己点検資料を中心にして、できるだけ踏み込んだ自己評価を行う予定である。

関係各位には、忌憚のない批判・批評を御寄せ下さるよう御願います。

平成14年11月

北海道大学電子科学研究所長 下 澤 楯 夫

目 次

はじめに

組織図

I. 研究成果・活動

1. 各研究部門・附属施設の研究成果	1
電子材料物性部門	1
電子機能素子部門	11
電子計測制御部門	21
電子情報処理部門	31
附属電子計測開発施設	43
2. 研究業績	46
3. 所内共同研究	61
4. 民間等との共同研究	62
5. 受託研究	63
6. 科学技術振興調整費	65
7. 教育研究基盤校費（プロジェクト研究）	65
8. その他の共同研究	66
9. シンポジウムの開催状況	66
a. 電子科学研究所主催国際シンポジウム	66
b. 国際シンポジウム	67
c. 一般のシンポジウム	68
10. 研究成果公表に関する各種の統計表	70

II. 予算

1. 全体の予算	75
2. 外部からの研究費受入れ状況	75

III. 国際交流

1. 外国人研究者の受入れ状況	81
2. 国際共同研究	81
3. 海外渡航件数	81

IV. 教育活動

1. 修士学位及び博士学位の取得状況	85
2. 大学院生在籍数	86
3. 大学院担当講義科目名	87

V. 研究支援体制

1. 技術部	91
2. 事務部	91
3. 学術情報	92

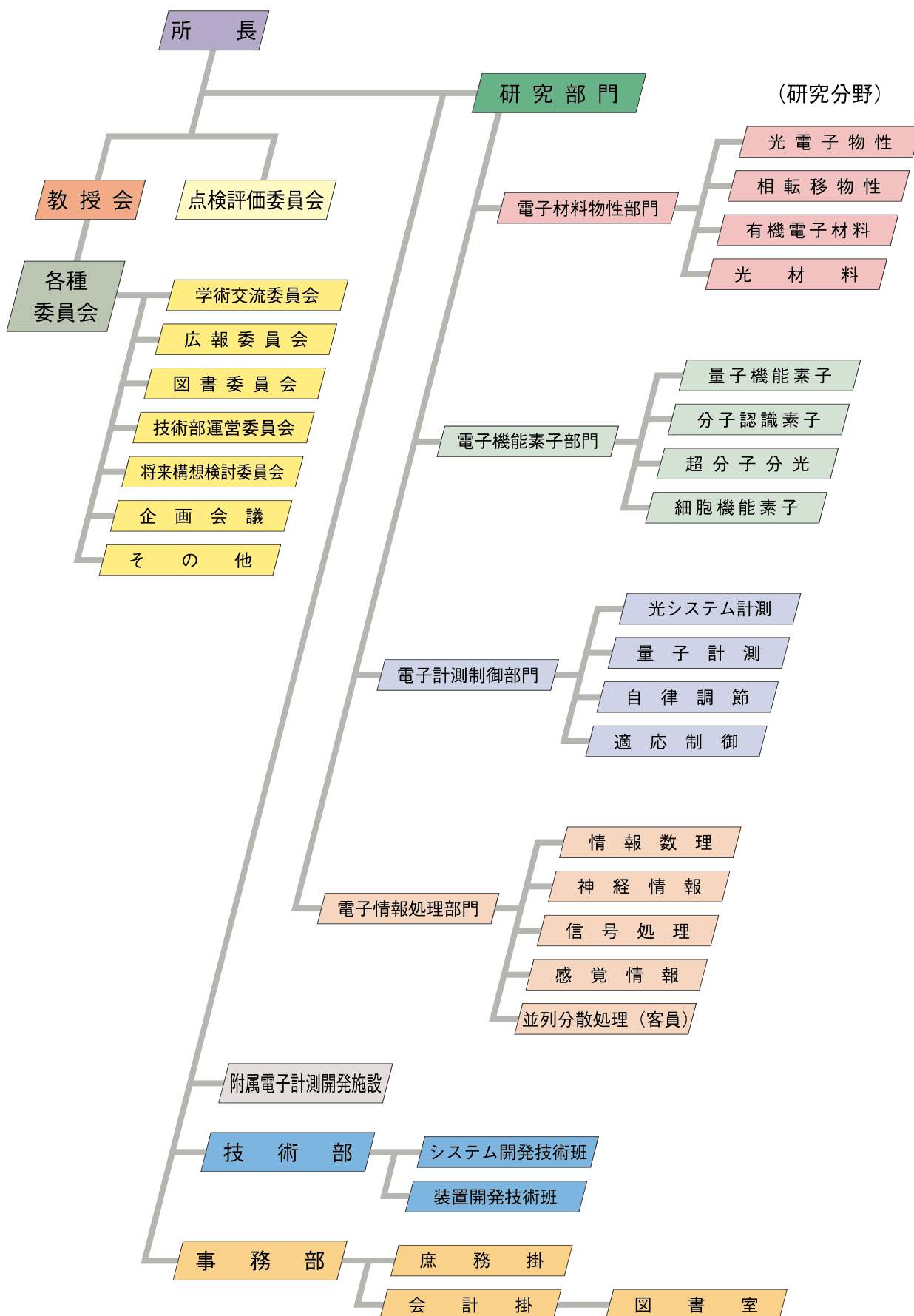
VI. その他

1. 公的機関の委員	95
2. 国内外の学会の主要役職	95
3. 受賞関係	96
4. 新聞・テレビ等の報道	96

VII. 資料

1. 沿革	101
2. 受賞関係	103
3. 建物	105
4. 定員、現員	105
5. 教官の異動状況	106
6. 構成員	107

■組織図



I . 研究成果・活動

電子材料物性部門

研究目的

電子材料を構成する原子、分子、分子集合体、半導体、誘電体及びそれらの物質が示す光・電子相互作用などの物理・物性を明らかにすることを通じて、電子科学を支える次世代電子材料の開発を目指している。



光電子物性研究分野

教授 太田信廣（東北大院、理博、1998.10～）

助手 竹中信夫（静岡大、理博、1963.2～2002.3）

助手 大坂直樹（早大院、理博、1999.9～2002.3）

講師 津島 稔（阪大、理博、2001.4～）

（研究機関研究員）

院生 岩城裕司（D 2）、溝口美和子（D 2）、小菅将洋（M 2）、東山健一（M 2）、三上 智（M 2）

研究目標

分子や分子集合体に光を照射した時に電子励起状態への遷移に伴って新たにどのようなダイナミクスが起こるのか、そしてそれら動的過程は外部からの電場や磁場の作用に対してどのような変化を示すのかを調べる。また光励起に伴う分子構造、電子構造、準位構造、配列構造の変化を調べる。さらに光誘起導電性、光誘起磁性、非線形光学効果あるいは電界発光の出現など光励起に伴う電気、磁気特性および光学特性の変化を調べる。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。また新たな分子システムを設計、構築することにより、例えば光誘起超伝導といった光励起に伴う全く新しい機能物性の発現を探索する。

研究成果

(a) 一体型光吸収・発光電場変調スペクトル測定装置の開発

光吸収スペクトルや発光スペクトルへの電場効果を容易に調べることができるよう、これまで開発してきた電場変調光吸収測定装置と電場変調発光測定装置を改良し、図1で示すような「光吸収・発光電場スペクトル測定装置」を作製した。コンピューター制御により測定が容易であり、しかも測定された電場スペクトルの解析より、光励起に伴う電気双極子モーメントや分子分極率の変化を容易に見積もることが可能となった。本装置の特徴として次の点を挙げることができる。

- (1) 電場吸収スペクトル、電場発光スペクトル、電場発光励起スペクトルの測定が可能である。
- (2) 電場吸収スペクトルと電場発光励起スペクトルを同時に測定することが可能である。また、吸収強度が非常に小さく、電場吸収スペクトル測定ができない場合でも、電場発光励起スペクトルで代用することが可能となる。
- (3) 入射光強度および発光強度の電場による変化量が 10^{-4} 程度あれば充分精度よく測定することが可能である。入射光強度あるいは発光強度が大きくなるにつれて、検出感度も向上する。
- (4) 電場スペクトルの測定により、光励起および脱励起に伴う電気的特性の変化を定量的に求めることができる。また発光収率の電場による変化を測定することにより、光ダ

イナミクスが電場によりどの程度影響を受けるかを知ることが可能である。



図1. 一体型光吸収・発光電場スペクトル測定装置

(b) 光誘起電子移動反応系における光ダイナミクスへの電場効果

芳香族分子からなる電子供与体と電子受容体をメチレン鎖で連結させた系あるいは両者の混合分散系における蛍光の電場効果を調べ、電子移動反応、逆電子移動反応、電荷再結合反応および光キャリアー生成に対する電場効果を調べた。特にフェナントレン (PH) やピレンとフタルイミド (PMD) やジメチルアニリンの系について調べた。

例えば、PH と PMD を各々別々にポリメタクリル酸メチル (PMMA) 高分子フィルムに分散させた系、PH と PMD を長さの異なるメチレン鎖で連結させた分子を同様に PMMA に分散させた系について電場吸収および電場蛍光スペクトルの測定を行った。この系では、光励起された PH から PMD へ電子移動 (PIET) が起こる。図2 (左) に PH と PMD を種々の濃度で混合分散させた系について得られた電場蛍光スペクトルを示す。短波長側に観測される構造を有する発光は、PH の局在励起状態から発するモノマー蛍光である。濃度を増すにつれて、長波長部の発光強度が増加するが、これは分子間で PIET が起こる結果生じたエキサイプレックスからの蛍光である。低濃度では、得られた電場蛍光スペクトルの形状は蛍光スペクトルの一次微分形となっており、発光状態と基底状態間の分子分極率の違いを反映したシュタルクシフトによるものである。濃度を増すにつれて、モノマー蛍光の電場蛍光スペクトルは、負の値を持ちその形状が蛍光スペクトルに似てくる。このことは、モノマー蛍光の量子収率が電場印加により減少することを意味する。すなわち、分子間で PIET が起こる条件下では、電子移動の速度が電場により増加するために、電子移動過程と競合する蛍光過程の収率が減少したと考えられる。逆にエキサイプレックス蛍光の強度が電場により増加するのは、エキサイプレックスの前駆体であるラジカルイオン対の量が電子移動促進のために増えたためと考えられる。

長さの短いメチレン鎖で PH と PMD を連結させた系に

については、異なる電場効果が得られる。炭素数が3のメチレン鎖連結化合物 (PH-(3)-PMD) に関して得られた蛍光スペクトルおよび電場蛍光スペクトルが図2 (右) に示してある。1 mol%の時の電場蛍光スペクトルは蛍光スペクトルの一次微分形となっており、モノマー蛍光のシュタルクシフトが観測される。また高濃度では、分子間 PIET によるエキサイプレックス蛍光が強く観測され、モノマー蛍光は電場により消光され、エキサイプレックス蛍光は電場により増加する。これらの結果は、分子間 PIET が電場により促進されることによると考えられ、混合分散系と同様である。一方、低濃度における電場蛍光スペクトルはその形状がモノマー蛍光スペクトルと同様であり、しかも正の符号をしめす。このことは電場によりモノマー蛍光の収率が増加することを意味する。これらの結果は、メチレン鎖が短い場合には分子内 PIET が起こり、しかも生じるラジカルイオン対から PH の励起状態が形成する逆電子移動反応の効率が電場により増加することを示している。

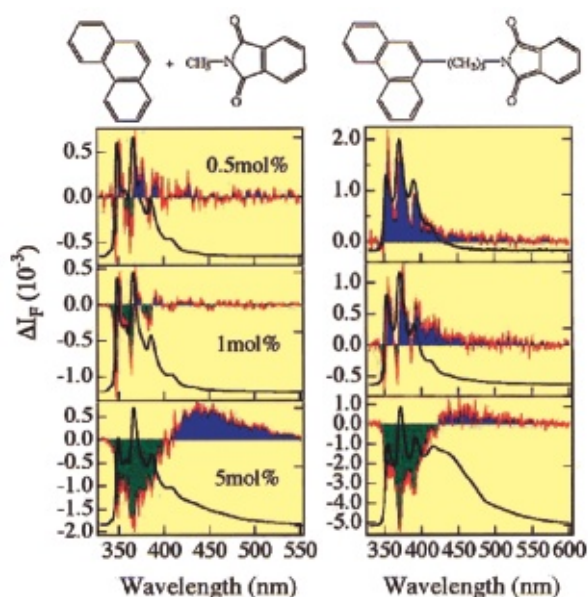


図2. フェナントレンとフタルイミドの混合分散系(左)およびメチレン鎖連結系(右)を PMMA 中に種々の濃度でドーブした薄膜試料の蛍光スペクトル(実線)と電場蛍光スペクトル。電場の強さは 1.0 MV/cm。

(c) 配向分子膜における層間光誘起電子移動反応と電場効果

シアニン色素であるオキサカルボシアニン (OCC) と脂肪酸、ビオローゲン (VIO) と脂肪酸との混合 LB 膜を、脂肪酸単分子膜をスペーサーとして、異なる層に累積して、層間でトンネル効果に基づく光誘起電子移動反応が起こる分子系を作成した。またステアリン酸、アラキシン酸、ペヘン酸、パルミチン酸といった長さの異なる分子スペーサーを用い、蛍光強度および電場蛍光スペクトルの測定により電子移動の速度 (k_{et}) およびその電場による変化 (Δk_{et}) を求めた。その結果、図3に示すように k_{et} および Δk_{et} い

ずれの大きさもドナー・アクセプター間の距離が減少すると共に単調に増加することを明らかにした。

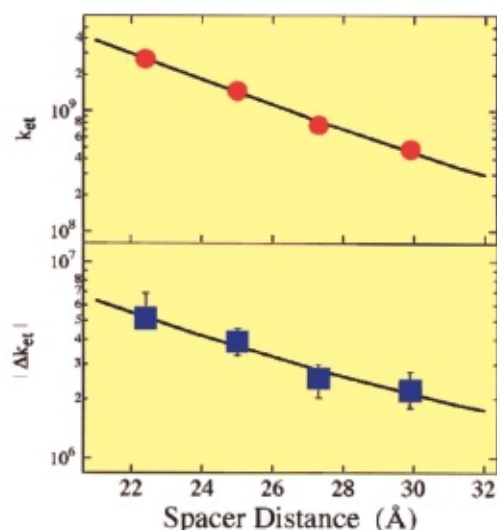


図3. 電子移動速度およびその電場による変化量のドナー・アクセプターの距離依存性

今後の研究の展望

上で述べた電場変調吸収・発光分光法に基づく実験以外に、高速時間分解電場発光スペクトル測定装置の開発を進めている。時々刻々と変化する励起ダイナミクスへの電場効果を直接追求できるように、時間分解シュタルクスpectルを測定できるようにする。定常光励起により得られる実験結果と比較することにより、光励起ダイナミクスへの電場効果がマイクロ秒からフェムト秒の各時間領域でどのように異なるかを直接的に観測することが可能となる。また電子移動反応により生成するイオン対の緩和過程に対して、磁場効果も期待できるので、電場と磁場の両方を作用させた効果を調べられる装置の開発も進めてきた。これらの装置がようやく完成しつつある。しかも光誘起電子移動反応系に関する最近の実験から、蛍光強度への磁場効果がほとんど観測されない場合でも、蛍光への電場効果が磁場に大きく影響を受ける、といった電場と磁場の相乗効果の存在が明らかになりつつある。今後は、時間分解電場・磁場発光測定および電場と磁場の相乗効果の研究を進展させつつ、光化学ダイナミクスと光導電性発現の関係、あるいは電界発光発現との関係、さらには非線形光学現象との関係を明らかにしていく。さらに光誘起プロトン移動反応あるいは励起錯体形成といった光化学反応への電場および磁場効果も合わせて調べることにより、電気、磁気、光学特性に関する新たな光機能物性を追求する。

相転移物性研究分野

教授 八木駿郎（北大院、理博、1988.12～）

助教授 辻見裕史（北大院、理博、1993.8～）

助手 笠原 勝（北大院、理博、1968.5～）

武貞正樹（北大院、理博、2001.8～）

院生 小林美加（D 3）、綿貫丈雄（D 2）、狩野 旬（D 1）、長谷部弘毅（M 2）、皆木裕介（M 2）、矢野弘明（M 1）、五郎谷善弘（M 1）

研究目標

相転移物性研究分野では物質の相転移において観測される顕著な物性変化を手がかりにして、新しい未知の機能性物質の探求とその機能発現機構の原理的解明を研究目標としている。従来の多くの物性研究は安定状態の物質においてなされており、そこで得られる基本的物性定数などは材料物性上一定の役割を果たしてきている。しかしながら相転移現象では、物質が新しい相に転移する際の不安定状態において物理量の大きなゆらぎが生じ、このとき物質は巨大感受率などの通常では見られない異常物性を発現する。当研究分野では相転移現象においてこれらの未知の物性を探求し、その発現機構の基本プロセスを解明することで電子科学のための新しい材料物性を開拓することを目指す。

研究成果

(a) 同位体置換 $\text{SrTi}({}^{18}\text{O}_x{}^{16}\text{O}_{1-x})_3$ (STO18-x) のラマン散乱

STO18 において存在する強誘電性微少領域 (FMR) では運動量の保存則が成り立たず、ラマンスpekトルの低周波数端が、ブリルアンゾーンにおける波数ゼロのフォノンの最低周波数に対応している。これを用いて、常誘電相でラマン非活性なソフトモードが存在することを確認した。結果は、図 1 に示すように、ソフトモードの周波数が相転移点でゼロ、またはゼロ近くに減少する。これらのことから、STO18 の相転移はソフトモード凍結により引き起こされると結論できた。

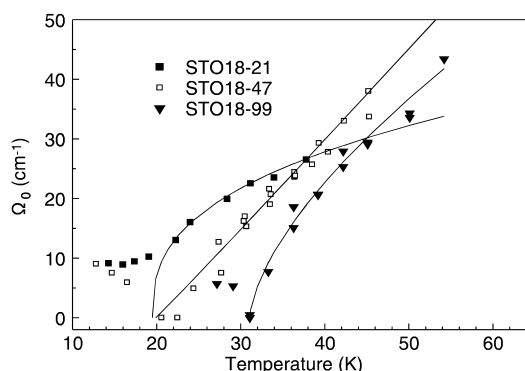


図 1. FMR スペクトルから得られたソフトモード振動数の温度依存性

(b) フォノン-ポラリトンの観測による STO18 の相転移機構の研究

量子常誘電体 SrTiO_3 の ${}^{16}\text{O}$ を ${}^{18}\text{O}$ に同位体置換した $\text{SrTi}({}^{18}\text{O}_x{}^{16}\text{O}_{1-x})_3$: STO18 は、置換率 $x \geq 0.33$ において強誘電性を示すことが知られているが、その相転移機構に関しては不明な点が多く残る。本研究で、パルス誘導ラマン散乱 (ISRS) 実験を行い、ソフトモードとフォノンの結合系である A_1 フォノン-ポラリトンを観測した。なお、光学位相マスクを用いたヘテロダイン検波を導入し、初めて STO18 ($x=0.53$) のポラリトンの観測に成功した。測定温度は強誘電相である 9.5 K、励起波数は約 $1400\text{ cm}^{-1} \sim 4500\text{ cm}^{-1}$ である。図 2 は分散関係であり、これから静的誘電率を求めたところ 2.37×10^4 であった。したがって、このモードが強誘電性ソフトモードであると考えられる。

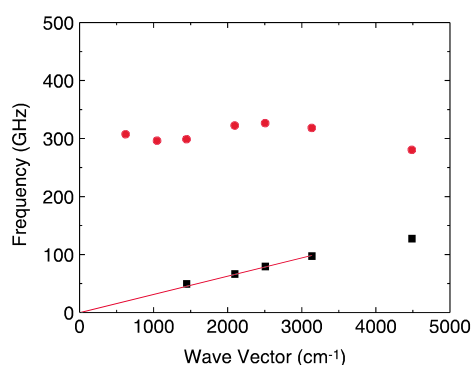


図 2. LiNbO_3 の A_1 フォノン・ポラリトン分散関係

(c) 量子常誘電状態の光誘起効果

光誘起相転移に関する研究は特に電子相関や電子格子相互作用の大きな有機系の物質群や半導体、磁性半導体等の物質群で精力的な研究が行われている。しかし実際に光誘起相転移が確認された物質例はまだ僅かであり、さらに新たな光誘起相転移系の物質開拓や光誘起相転移機構解明がこれからの重要な研究課題として考えられる。またレーザー技術の進歩で、いわゆるワイドギャップ系の物質群で面白い光誘起相転移の出現が期待される。本研究では量子常誘電状態を示すペロブスカイト型酸化物 SrTiO_3 に注目し、バイアス電場下で電子励起を伴った光励起を行った。その誘電率を測定した結果、光誘起効果として図 3 に示されるように光励起-電場印加下で絶対零度に向かって異常な増大が見出され、さらに誘電損失にも顕著な増加が測定された。光-電場誘起誘電率の励起光強度依存性は強度の増加と共に数千倍に達することが発見された。

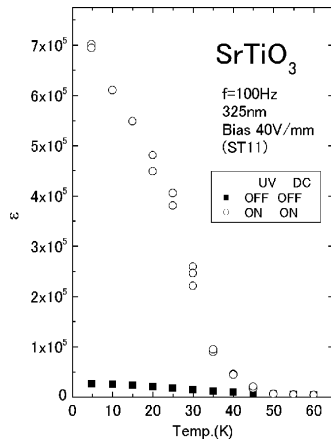


図3. 光・電場誘起効果による誘電率の異常増大

(d) KDP の強誘電性 B_2 ソフトモードの初期過程の研究

リン酸二水素カリウム (KDP) は、水素結合型強誘電体の代表的な物質として、長年にわたり多くの手法を用いて研究が行われてきた。我々は KDP の強誘電性 B_2 ソフトモードが形成される初期過程に注目し、構造相転移のダイナミクスの解明をめざしている。これまで 80 フェムト秒レーザーパルスを用いた、パルス誘導ラマン散乱実験で測定した B_2 モードの初期過程を含んだ時間依存性を報告している。本年度はさらに測定波数 k を 1,570、2,620、3,140 cm^{-1} と変えることにより、 B_2 モードの初期過程の詳細を明らかにした。なお、測定には高 S/N 比が期待できる光ヘテロダイン検波法を採用した。図4にそれぞれの波数で測定した B_2 モードを修正 Debye モデル (MDM) で解析し、得られた立ち上がり特性時間 τ_m の温度依存性を示す。その結果 τ_m は温度依存せず、さらに波数依存もほとんどないことがわかった。また MDM の適用限界も明らかになった。

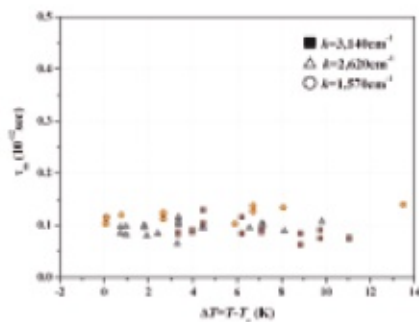


図4. いくつかの波数ベクトルにおける τ_m の温度依存性

(e) リラクサー-PZN のブリルアン散乱

$\text{Pb}(\text{Zn}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$ (PZN) は $T_m = 413 \text{ K}$ で誘電率 ($f = 1 \text{ kHz}$) のピークをとり、広い温度領域にわたって高い誘電率を示す強誘電体リラクサーである。常温での菱面晶相から温度上昇につれ立方晶相に相転移することが知られている。誘電特性の解釈として、相転移温度よりも高い温度から発生する、温度に依存した極性マイクロクラスター (PMC) によるものとされ、電子顕微鏡でも直接観測されて

いる。しかし、誘電率に直接影響を及ぼすと考えられる PMC の動的振る舞いについては解明するに至っていない。本研究では、分光学的立場から PMC の動的機構と相転移機構との関係を明らかにすることを目的とし、(001)_c 平板試料を用いてブリルアン散乱を 300~470 K 温度領域で行った。散乱ベクトルは $q//[100]_c$ である。図5は特徴的な(a) V-V、(b) V-H 散乱スペクトルである。ブリルアン散乱スペクトルには固体中の音響モード(縦波音響(LA)モードと横波音響(TA)モード)に加え、セントラルピークが顕著に観測された。図6では、セントラルピークが PMC に依るものとして superparaelectric model を適用し、0 K での活性化エネルギー $H_0 = 900 \text{ K} = 0.0774 \text{ eV}$ が求められた。

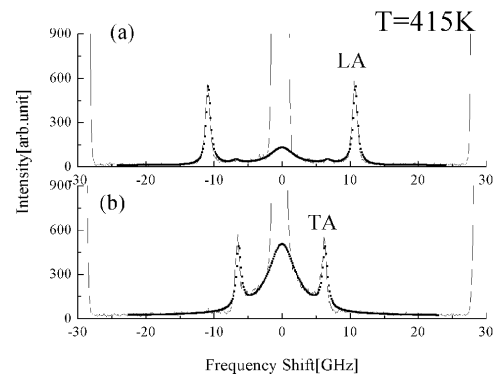


図5. 415 KにおけるリラクサーPZNのブリルアン散乱スペクトル。

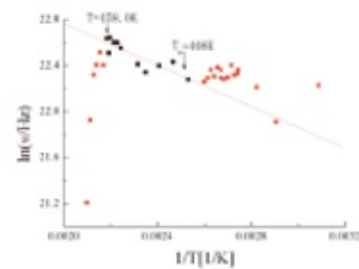


図6. リラクサーPZNのセントラルピーク幅の温度依存性

今後の研究の展望

現在までは均一系とみなされる結晶、液体、あるいは非晶質などの物質における秩序の発生機構を、振動数ドメインと時間ドメインの両方から相転移ダイナミクスとして解明してきた。今後は、不均一系における相転移現象からさらに生体物質としての高分子ゲルなどを広く対象としてそのダイナミクスを解明したい。強誘電性秩序の発生としてはリラクサー強誘電体や量子ゆらぎと拮抗するマイクロ極性クラスターなどが存在する場合が興味深い。時間分解分光法においては光学位相マスクとヘテロダイン検波法の組み合わせで顕著な効果があることが明らかにされており、今後は更なる実用化を進展させる。

有機電子材料研究分野

教授 中村貴義（東大院、理博、1997.4～）
 助教授 長谷川達生（東大院、工博、1997.9～）
 助手 芥川智行（京大院、理博、1995.2～）
 院生 下神耕造（D 3）、西原禎文（D 1）、佐藤 祐（D 1）、橋本麻子（M 2）、垣内慶子（M 1）、坂上 誠（M 1）、高橋幸裕（M 1）、帯刀陽子（M 1）、宮田英人（M 1）

研究目標

単一分子の持つ機能を利用して、既存のコンピュータの処理能力、集積度を遙かに凌駕したシステムを実現しようという、分子エレクトロニクスの考え方が20年ほど前に登場し、国内外で、研究が活発行われてきた。一方、単一分子ではなく、生体における情報処理を模倣し、生体分子を利用して新たなシステムを構築しようとするバイオコンピューティングの研究もこの間平行して進行した。本研究分野では、単一分子やバイオ分子を直接用いるのではなく、分子が集合体を作る性質（自己集積化能）を利用して、ナノサイズの機能性ユニットを創製し、それを複合化・集積化することで、分子ナノデバイスの構築を進めている。人工の分子集合体における協同現象を積極的に利用し、単分子では達成できない分子集合体デバイスとしての機能を開拓し、次世代のコンピューティングの基盤としての、分子ナノエレクトロニクスの実現を目指している。

研究成果

(a) 分子性導体・磁性体の複合機能化に関する研究

導電性や磁性機能を有する $[\text{Ni}(\text{dmit})_2]$ 結晶内に存在するカウンターカチオン構造に注目し、カウンターカチオン部分を超分子化学の観点から設計した。これは、 $[\text{Ni}(\text{dmit})_2]$ 分子の精密な配列制御を実現し、新規な複合機能化結晶の作製を可能とする。今年度は、アンモニウムやヒドラジニウム等の水素結合能を有するカチオン構造に着目して、新規な伝導・磁性機能を有する $[\text{Ni}(\text{dmit})_2]$ 錯体の作製を目標に研究を行った。その結果、イオンチャンネルカチオン構造を含む伝導性結晶 $(\text{NH}_2\text{-NH}_3^+ \text{ or } \text{NH}_4^+)_x$ $([\text{18crown-6}][\text{Ni}(\text{dmit})_2]_2)$ (図1) 及び強磁性相互作用を示す導電性結晶 $(\text{NH}_2\text{-NH}_3^+)_2$ $([\text{15crown-5}][\text{Ni}(\text{dmit})_2]_6)$ (図2) を得る事に成功した。前者においては、 NH_4^+ 及び $\text{NH}_2\text{-NH}_3^+$ カチオンと $[\text{18crown-6}]$ 分子間の水素結合が、特異的なイオンチャンネル構造を誘起する事が明らかとなり、イオンの静-動的な性質が $[\text{Ni}(\text{dmit})_2]$ 伝導電子系に影響を与える事が明らかとなった。また、後者の結晶においては、室温付近では半導体的な伝導挙動が観測されるが、2 Kの極低温下において磁化曲線に強磁性的相互作用の存在が確認された(図2)。これは、 $(\text{NH}_2\text{-NH}_3^+)_2$ $([\text{15crown-5}])_3$ 超分子カチオン構造が、強磁性相互作用の出現に有利な $[\text{Ni}(\text{dmit})_2]$ 配列をもたらした結果と考えられる。

(b) マクロサイクリック TTF 誘導体を用いた分子ナノワイヤの構築

分子エレクトロニクスデバイス作製に不可欠な基本ユ

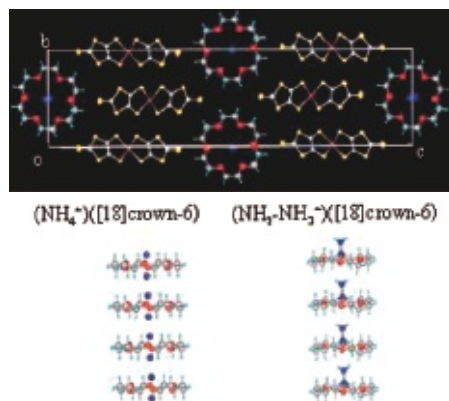


図1. イオンチャンネルを含む伝導性結晶 $(\text{NH}_2\text{-NH}_3^+ \text{ or } \text{NH}_4^+)_x$ $([\text{18crown-6}][\text{Ni}(\text{dmit})_2]_2)$ の結晶構造。ユニットセル(上)と $[\text{18crown-6}]$ 分子の積層から形成されるイオンチャンネル構造(下)

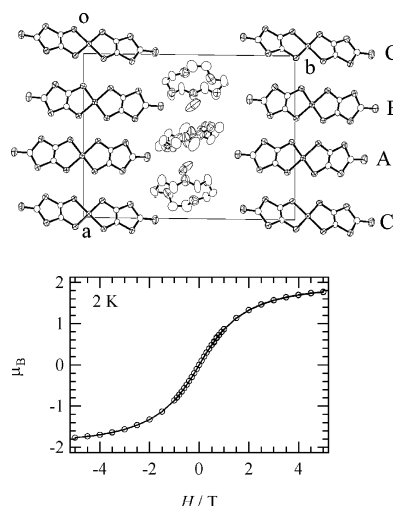


図2. 強磁性相互作用を示す導電性結晶 $(\text{NH}_2\text{-NH}_3^+)_2$ $([\text{15crown-5}])_3$ $[\text{Ni}(\text{dmit})_2]_6$ の結晶構造(上)と2 Kにおける磁化曲線(下)

ニットとして考えられるナノワイヤ構造の作製を行った。これまでナノワイヤ構造としては、カーボンナノチューブやシリコンナノワイヤが、ナノスケール電子素子の実現化の為に次世代ナノ電子材料として期待され各方面から注目を集めてきた。一方、分子の自己集積化能を利用した分子集合体ナノワイヤに関しては、報告例が殆ど存在しない。しかしながら、分子集合体ナノワイヤはボトムアップの手法によるナノスケールの素子構築に対して有望な電子材料であると考えられる。本研究では、分子性導体の複合機能化に関するこれまでの基礎的な研究を基に、伝導性の分子集合体ナノワイヤを分子の自己組織化により実現し、さらに基板上での配向性までを制御する事を目的に行った。これらのユニットを集積する事で、将来的にはさらに複雑な集積分子デバイスを構築する事が可能となる。

我々は、導電性・イオン認識・両親媒性の観点から設計した分子1にLB法を適用する事で、分子集合体ナノワイヤが優先的に形成する事を見いだした(図3)。分子1は、ナノワイヤの形成・導電性・基板上での配向性を考慮して超分子化学の手法からプログラムされた自己組織化能を有

する分子である。(1)(F₄TCNQ)₂ 錯体が形成する分子集合体ナノワイヤは、TTF 部位の π - π 相互作用を介した 1 次元的な集積化から形成し、ナノワイヤがマイカ基板上的のイオン配列を認識する事で、配向性が出現する事が明らかとなった。ナノワイヤの室温でのバルク伝導度は、 $\sim 10^{-3}$ Scm⁻¹ と見積もられている、現在、単一ナノワイヤの伝導度測定に向けて微小多極電極の作製に取り組んでいる (図 4)。

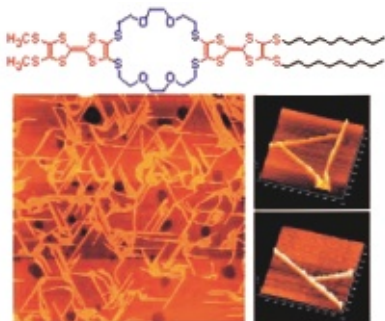


図 3. 分子 1 がマイカ表面で形成する分子集合体ナノワイヤ構造

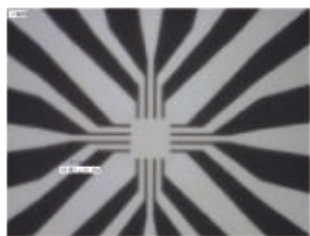


図 4. 石英基板上に作製した微小多極電極構造

(c) TTF ジチオレン配位子を用いた導電性超薄膜の作製

導電性を持つ分子性超薄膜は将来のデバイス開発において重要な位置を占める。我々はこれまでに、分子レベルでの配列制御法として知られている LB 法を用いて、分子性導体の薄膜化を行ってきた。今回、TTF ジチオレン配位子と Ni との錯体である [Ni(tmdt)₂] を用いた薄膜系の構築について検討した。

LB 法では水面上に単分子膜を形成する物質が必要であるため、両親媒性の保持のために比較的大きな絶縁性の疎水基 (主としてアルキル基) が存在する。中性状態で高伝導性の結晶を与える [Ni(tmdt)₂] 系錯体に着目して、その単成分錯体 LB 膜の作製を試みた。絶縁性疎水基の除去は、化学的な酸化により行い、同時に [Ni(tmdt)₂] 中性錯体から成る LB 膜を作製した。現在、LB 膜の伝導性・電子状態・膜構造の詳細について検討を行っている。

(d) 中性-イオン性相転移系の量子効果

電子供与性 (D) と電子受容性 (A) という、異種分子の組合せからなる有機電荷移動錯体は、超伝導体などを与えることで知られるとともに、幾つかの半導体的錯体において、分子性物質に特有の強い電子-格子相互作用や協力的電荷移動に基づく電子相転移を示すことが知られている。本研究では特に、圧力下で中性状態 (D⁰A⁰) とイオン性状態 (D⁺A⁻) の間の相転移を起こす (BEDT-TTF) (CIME-TCNQ) という物質を対象として、この物質が相境界の低温

極限 (量子臨界点) 近傍で示す誘電的挙動を詳細に調べた。図 5 に転移前後の各圧力における誘電率の温度依存性を示す。図から明らかなように、量子臨界点に近い 0.32 GPa の圧力下 (図 5) において、温度・周波数に依らない誘電応答の顕著な増大が観測された。このような低温極限での特徴的な振舞には、フォノンの熱揺らぎ等を媒介としない、中性-イオン性相間の量子的な揺らぎが関与しているものと考えられる。

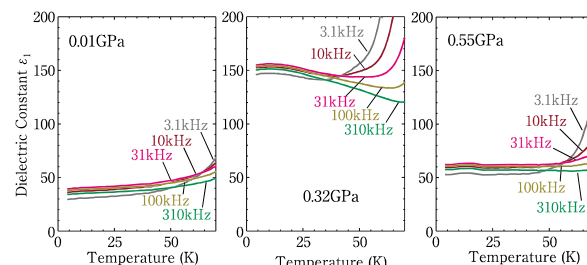


図 5. (BEDT-TTF) (CIME-TCNQ) 錯体結晶の誘電率の温度・圧力依存性

(e) 電子-プロトン混合伝導体

プロトン伝導機構を、分子性導体中に導入する事で、新規なプロトン-電子連動系の構築を試みた。このような輸送キャリアの異なるハイブリッド伝導体は、将来的には、プロトン輸送膜と電極構造を繋ぐバインダー材料等への発展が期待される。また、基礎物性の観点からプロトン-電子カップリングに由来する新規な電子物性が期待される。本研究では、ビミダゾール系分子の有する多段階のプロトン移動と水素結合状態に着目し、その電荷移動錯体を作製する事でプロトン-電子複合伝導体についての検討を試みた。得られた錯体は、室温で約 20 Scm⁻¹ の高い電子伝導性を示すと同時に、 1.2×10^{-3} Scm⁻¹ のプロトン伝導性をも有していた。ここで観測されたプロトン伝導度は、結晶における値としては、極めて高いものである。

今後の研究の展望

我々は、分子集合体=分子性導体を用いて、分子デバイス構築に不可欠な材料創製を行っており、単一分子エレクトロニクス研究が隆盛を極めている状況の中で、これらの研究は特徴的であると言える。しかし、単一分子からのアプローチと、我々が進めている分子集合体からのエレクトロニクスデバイスへのアプローチを区別することはあまり本質的でない。電子機能の発現においては、ユニット間のフロンティア軌道の重なりが重要なのであって、それよりエネルギー的に深いところにある共有結合は、そういう意味で本質的な存在ではない。

一方、分子集合体を積極的に利用することで様々な利点が生まれる。最大の利点は、単一分子では達成できない分子間の相互作用や、多数の分子による協同現象に基づく機能を利用できる点である。さらに分子集合体の柔らかさ、すなわち共有結合で機能ユニットが繋がっていないために、ある程度分子間の相互作用を時空間的に制御できること、を利用したデバイス動作の道も拓けてくる。これらの研究を進捗することで、分子エレクトロニクス科学の確立に寄与したいと考えている。

光材料研究分野

教授 末宗幾夫（東工大院、工博、1993.4～）
助教授 田中 悟（ノースカロライナ州立大学、Ph.D.、1998.4～）
助手 植杉弘弘（広大院、工博、1994.4～）
熊野英和（北大院、理修、1997.4～）
技官 星山満雄
講師 栗本 誠（工学院大院、工博、2001.9～）
（研究機関研究員）
院生 アルママン・アシュラフィ（D 3）、妹尾（M 1）、
飛高（M 1）、中川（M 1）

研究目標

光通信・光情報処理などを中心とした光エレクトロニクスは、現代社会のキーテクノロジーと位置づけられており、特に高密度情報記録のための半導体レーザの短波長化、端末まで光ファイバー通信を実現するために必要な高い安定性を持つ新しい光通信用長波長半導体レーザ、波長多重光通信用発光素子の多波長化・集積化、光インターコネクションのための低消費電力発光素子・光電子融合化などの高性能化が求められている。本研究分野では、独自の AFM・電子ビーム結合微細パターンニング技術、ワイドギャップ（窒化物、II-VI族）半導体、ナロウギャップ（III-V-N 窒化物混晶）半導体の量子構造作製技術を用いて、光と電子の相互作用の量子制御と物理現象の解明を通して、光素子の高速化・高い発光量子効率による低消費電力化など上記のような発光素子の高性能化を目指している。

研究成果

(a) 次世代光通信用 I-V-N 窒化物半導体の開発・物性評価

情報量の大きい画像イメージの通信が増加するにつれ、各ユーザ端末まで光ファイバー通信化する要求が高まっている。しかし現在使われている光通信用長波長半導体レーザは温度安定性が悪く、より大きなバンドオフセットがとれ、レーザの漏れ電流を低減できる可能性がある III-V-N 窒化物半導体を用いて、レーザの高性能化を目指して研究を進めている。特に GaP にエルビウムを添加することによ

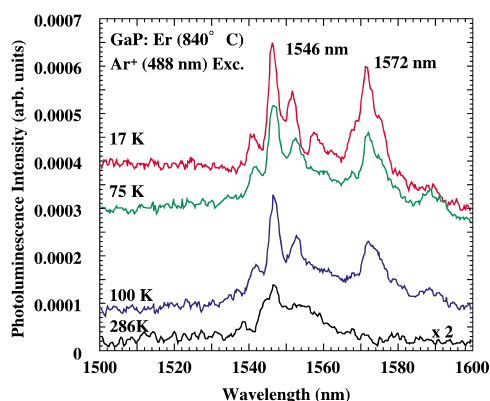


図 1. エルビウムを添加した GaP からの 1.55 ミクロン帯発光スペクトルの観測例。発光ピークが温度によってほとんど変化していないことがわかる。

り室温で温度依存性の非常に少ない 1.5 ミクロン帯の発光を観測するとともに、InAs 量子ドットに GaNAs 埋め込み層を適用することによりこれまで困難であった 1.5 ミクロン帯の発光が可能となりつつある。

(b) 原子レベル表面状態制御による窒化物半導体のヘテロエピタキシー

窒化物系化合物半導体は、その化学的・熱的安定性や優れた光学物性により短波長域（可視～紫外）の高効率・高性能の光デバイスが実現可能である。しかし構造欠陥（貫通転位や原子空孔など）が他の系に比較して格段に多いため、実用上の問題となっている。我々は原子レベルの表面状態制御により高品質なエピタキシャル薄膜を得ることを目的として、ヘテロエピタキシャル成長機構、欠陥生成機構、および光学特性との関連、また GaN 量子ドットの成長などの検討を行った。得られた結果について以下に説明する。

(1) SiC 表面におけるステップ構造の実現・エネルギー安定構造の評価

SiC 基板表面を高温 HCl/H₂ 処理することにより、原子レベルで平坦なステップ・テラス構造を実現した。更にステップ構造のポリタイプ（4 H、6 H）および微傾斜角依存性を調べ、ステップ間相互作用にポリタイプ依存性があることを明らかにした。

(2) ステップ SiC 基板表面上における AlN、GaN ヘテロエピタキシー

ステップ・テラス構造を有する SiC 表面における AlN の核発生・欠陥導入機構をモデル化し、高品質な AlN 薄膜の作製に成功した。また、ステップ構造を有する AlN 表面上の GaN 成長カイネティクス（特にステップダイナミクス）の検討を行った。

(3) GaN 量子ドットの空間配列機構および光デバイスへの応用

フランス CEA 研究所との共同研究により、ステップバンチングした AlN 表面上の Stranski-Krastanov GaN 量子ドットの 1 次元空間配列に成功した。また、配列ドットの発光特性は、サイズ均一性が増大することにより、ランダムに核形成したドットに比較して改善されることがわかった。

(4) アンチサーファクタント法による低転位 GaN 薄膜の成長および GaN ナノ構造（量子ドット）の作製

アンチサーファクタント法によりサファイア基板上的 GaN 薄膜の転位密度を 10⁷cm⁻² 程度に減少させ、2 インチ基板全面に均一な特性を持つ GaN 薄膜を得た。また、同手法によって GaN ナノ構造作製の基礎的な実験を行った。

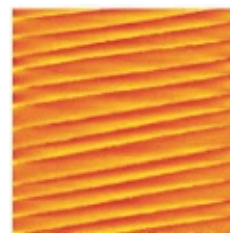


図 2. 高温 HCl/H₂ 処理により得られた 6 H-SiC (0001) 表面の規則正しいステップ構造を示す AFM 像。ステップ高さは、6 H-SiC の 1 ユニット高さに相当する 1.5 nm で安定する。

(c) ZnSe/MgS 超格子による分布反射ミラーを用いた微小共振器への CdS 量子ドットの埋め込み

ZnSe と MgS はエネルギーギャップ差が ~ 2.3 eV と大きいので、ZnSe/MgS 超格子は伝導帯、価電子帯ともに強い量子閉じこめが期待でき、高い反射効率を持つ分布反射ミラー (DBR) を作製するとともに、これを組み合わせることによって青色領域では初めてのモノリシックな微小共振器を作製した。この共振器の中に CdS 量子ドットを埋め込むとともに、光励起キャリアが複数の光学フォノンを放出する際に、これとエネルギー共鳴する量子ドットを選択励起出来ることを見いだした。この特定の量子ドットを選択励起する方法を用いて、明瞭なラビ分裂、励起子ポラリトンモードを初めて観測し、量子ドットと共振器モードの強い結合を実現した。

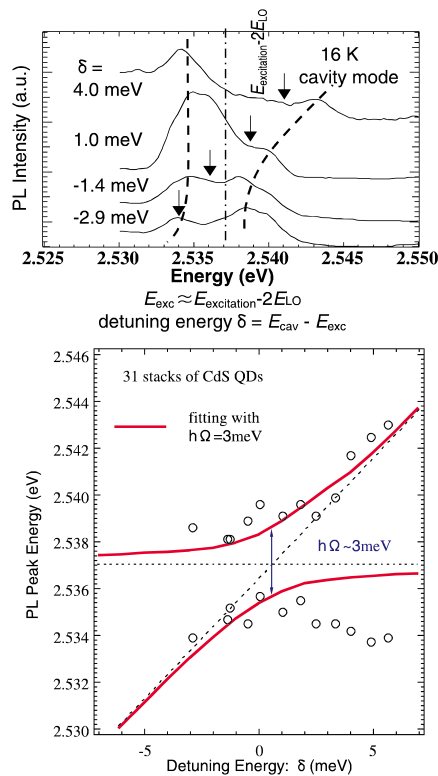


図3. ZnSe/MgS 超格子を用いた DBR からなる微小共振器の中に CdS 量子ドットを埋め込み、観測したラビ分裂。離調エネルギー δ は共振器モード E_{cav} と励起エネルギー E_{exc} (光励起エネルギー $E_{excitation}$ から光学フォノン $2E_{LO}$ を差し引いたエネルギー E_{LO} を差し引いたエネルギー) の差で定義される。実線は励起子ポラリトンモデルによる計算結果。

(d) ピラミッド微小光共振器による自然放出光制御に関する研究

以前には物質の発する自然放出光は制御できないと考えられていたが、光波長サイズの微小光共振器 (フォトニックドット) により光場を量子化することができれば、自然放出を自由に制御できるようになることがわかってきた。我々は自然放出光制御に基づいた実用的な光デバイスを実現することを目指して、ピラミッド型微小光共振器の研究を進めている。今回 ZnS ピラミッドに埋め込んだ CdS 量子ドットからの発光が共振モードによって強く変調されて

いることを室温で観測した。

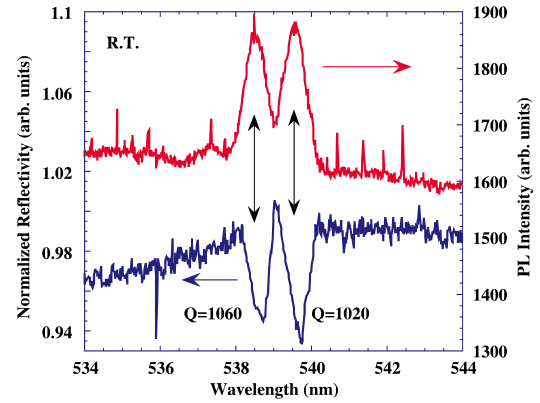


図4. MOMBE 選択成長で作製した ZnS フォトニックドットに埋め込まれた CdS 量子ドットから観測された共振モードで変調された自然放出光。

(e) 単結晶 CdO 酸化物半導体の実現

酸化物半導体は、光波長サイズの微小な光共振器に対する透明導電膜として有望であり、昨年ピラミッドと同じ閃亜鉛鉱構造の ZnO 薄膜の成長に成功したが、このほかにも可視・紫外発光素子、可視域透明薄膜トランジスタ、圧電薄膜などその機能を組み合わせることにより広い応用が可能であり、現在研究が活発化している。今後酸化物系で可視発光素子を実現するには CdO の開発が重要であるが、まだ単結晶薄膜の成長すら実現していない状況であった。我々は原子レベルで平坦な表面を持つ岩塩構造の CdO 単結晶薄膜の成長に成功し、その端緒を開きつつある。

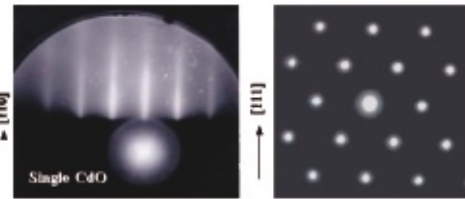


図5. 単結晶 CdO が成長していることを示す断面透過電子顕微鏡写真 (右図)。左図は原子レベルで表面が平坦であることを示す反射高エネルギー電子線回折像

今後の研究の展望

窒化物系半導体は青色、紫外から赤外まで幅広い領域をカバーするユニークな半導体であるが、赤外域では InAs 量子ドットの 1.55 ミクロン帯への新しい可能性を開きつつあり、この後光通信用レーザ光源にこうした成果を応用していく。また紫外域では結晶成長初期条件の制御、転位密度の大幅な低減を実現した。一方 II-VI 族半導体による微小共振器の研究を進めてきたが、ZnSe/MgS 超格子を利用して高い効率を持つ DBR 並びにこれを用いた 1 次元微小共振器を作製するとともに、共振器中に量子ドットを挿入して強い結合を実現した。さらに 3 次元微小共振器としてのピラミッド微小光共振器の研究を進め、量子ドットを埋め込み自然放出光の強い変調を観測した。また酸化物半導体自体による機能化発光素子実現のための展望が開けてきた。

電子機能素子部門

研究目的

物質や生物が有する階層的な構造的性と各階層に特徴的な機能発現の解明に基づいて、電子科学を支える機能素子の設計と開発に関わる基礎的研究を行うことを目的としている。



量子機能素子研究分野

助教授 迫田和彰（東大院、工博、1993.9～2002.3）

助手 川俣 純（北大院、理博、1989.8～）

院生 伊藤琢範（D1）

研究目標

次世代に期待されている、より高度な情報化社会を築くには、電子に加えて光の果たす役割がますます重要となる。オプトエレクトロニクスの分野においても新しい光・電子機能材料、および素子の開発の社会ニーズは高い。これに対応するためには、新しい概念の導入による創造的な基盤研究が不可欠である。当研究分野では、このような立場から、輻射場の制御、制御された輻射場と物質との相互作用、ならびに、光機能性有機分子の設計・合成と自己組織化技術を中心とした基礎研究を進めている。

研究成果

(a) 多光子吸収挙動に優れた新しい有機材料の開発

二光子吸収（Two-Photon Absorption：TPA）とは物質（分子）が2つの光子を吸収して励起される現象であり、そのメカニズムから「段階的」二光子吸収と「同時」二光子吸収の二種類に分類される（図1）。

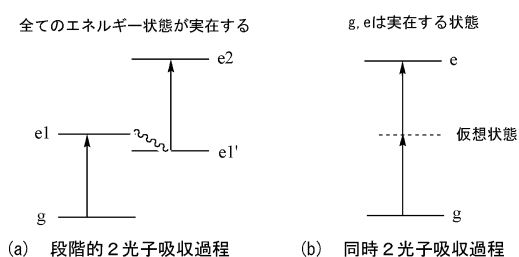
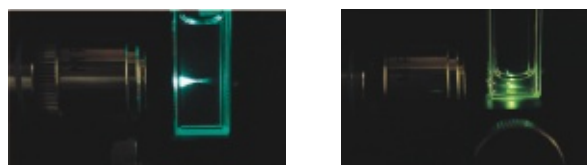


図1. 段階的の二光子吸収と同時二光子吸収

段階的の二光子吸収は実励起の足し合わせであるため、一光子めの励起波長は必ず吸収スペクトルでの吸収の存在する領域（共鳴領域）でなければならない。一方、同時二光子吸収では、励起に用いた光子の2倍のエネルギーに実励起状態が存在すれば良いので、吸収が全く存在しない領域（非共鳴領域）の波長を用いて分子励起することも可能となる。

「同時」二光子吸収の起こる確率は、加えた光電場（入射光）強度の自乗に比例するため、上手に制御すれば入射光のエネルギーが集中している領域でのみ二光子吸収を誘起させる事が可能である。すなわち、入射光をフォーカスすれば、焦点付近でのみ二光子吸収が起こり、焦点の合っていないその他の空間では吸収が起こらないという高い空間分解能を得ることもできる。図2には一光子吸収（通常の吸収）と二光子吸収の比較を示した。

通常の吸収では、光が照射されたすべての空間で光吸収が起こるため、空間選択性を持たせることは不可能である



一光子励起発光

二光子励起発光

図2. 一光子過程と二光子過程の違い

が、二光子吸収を用いると、フォーカスされた光強度の強い空間でのみ光吸収が起こる半面、デフォーカスされた空間の光吸収は無視し得るほど小さいため、焦点付近のきわめて限られた空間でのみ光吸収を誘起することが可能となる。

以上の特徴を用いて、二光子蛍光像影、三次元光記録、光スイッチ、光学的センサープロテクション（オプティカルリミッティング）、光通信、二光子レーザー色素、三次元マイクロ光造形、光治療（PDT）等の様々な応用が提案されている。

一方、二光子吸収の最大の欠点は、二光子吸収が三次の非線形光学現象で効率が極めて低いため、現状では二光子吸収現象を活用するには非常に強力な光源が必要となることである。したがって、簡便な光源で二光子吸収現象が活用できるように、化合物の側の吸収効率の増大が応用的な観点から強く望まれている。

量子機能素子研究分野では、半導体レーザーで駆動可能な高効率二光子吸収デバイスの開発を目指した研究を進めている。その一環として、ビス(シンナミリデン or ベンジリデン) シクロアルカノン誘導体を100種以上合成し、2光子吸収断面積と分子構造に関する系統的な調査を行った結果の一例を示す。2,5-ビス(4'-ジメチルアミノシンナミリデン) シクロペンタノン は、波長1064 nmのYAGレーザーで励起した際にこれまでに知られているいかなる化合物より強い二光子励起蛍光を発することなどが明らかとなった。

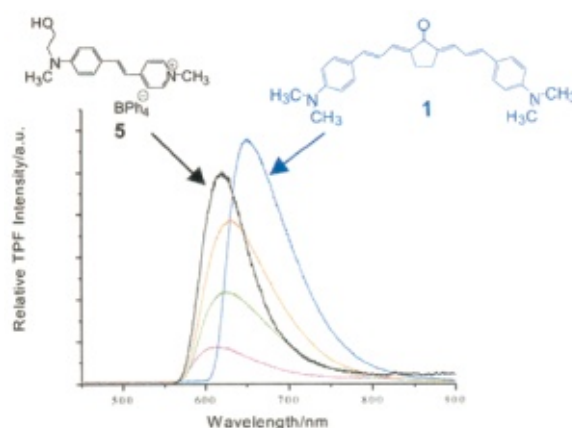


図3. 1064 nmで励起した際のビス(シンナミリデン)シクロアルカノン誘導体の二光子励起発光挙動。(1) 2,5-ビス(4'-ジメチルアミノシンナミリデン)シクロペンタノン、(5) ASPT（既知化合物）

(b) フォトニック結晶による輻射場の制御

屈折率が光の波長程度の周期で空間変動する人工結晶（フォトニック結晶）を用いると輻射場の制御が可能であり、これまでに無い各種の光学ならびに量子光学過程が実現できる。我々はこれまでに、低閾値レーザー発振や、第2高調波発生あるいは直交位相成分スキューニングなどの非線形光学過程の効率化が達成できることを理論計算で示し、その一部は実験で検証してきた。今年度はこれをさらに発展させて、協力的発光現象の一種である超放射に、量子電気力学（QED）効果に由来する極めて特異な振る舞いが見られることを理論計算によって見出した。

フォトニック結晶中には、輻射場の固有モードの存在しない周波数領域（フォトニックバンドギャップ）が生じるが、その両端では逆に固有モードの状態密度が著しく増大する場合がある。このとき、物質の電子準位と輻射場の間に強結合状態が実現して、電子準位は大きなエネルギー差をもつ2つの準位に分裂する（ラビ分裂）。一方の準位はバンドギャップの外にあるので、超放射光を放って基底状態に回帰するが、もう一方の準位はバンドギャップ中にあるので光を放出することができず、他の失活過程が存在しなければ永久に励起状態にとどまる。

図4は、パルス光照射によって励起した電子が基底状態へ回帰していく様子のシミュレーション結果である。電子の遷移周波数 δ がギャップ端 $\Delta\omega_g$ の十分外側にある場合（ $\delta \gg \Delta\omega_g$ ）には、ほとんどすべての電子が基底状態に回帰する。逆に、遷移周波数がギャップ内にある場合（ $\delta \ll \Delta\omega_g$ ）には輻射緩和は起こらず、ほとんどすべての電子が励起状態にとどまる。中間的な場合（ $\delta \sim \Delta\omega_g$ ）には部分的な緩和が生じる。このような部分的緩和はフォトニックバンドギャップの存在に由来しており、フォトニック結晶に固有の現象である。励起状態にとどまる電子は、位相の揃った巨視的な大きさの振動分極を形成するが、これもまた、フォトニック結晶に固有の電磁波の量子論的局在現象の一つの現れである。

バンドギャップ外の電子準位から放出される超放射光には、ラビ分裂に伴うスペクトルシフトが見られる。図5は、

これを示したものであり、ギャップ端（矢印）が電子の遷移周波数に近づくにしたがって、超放射光のスペクトルが高周波数側へ押しやられる様子が分かる。

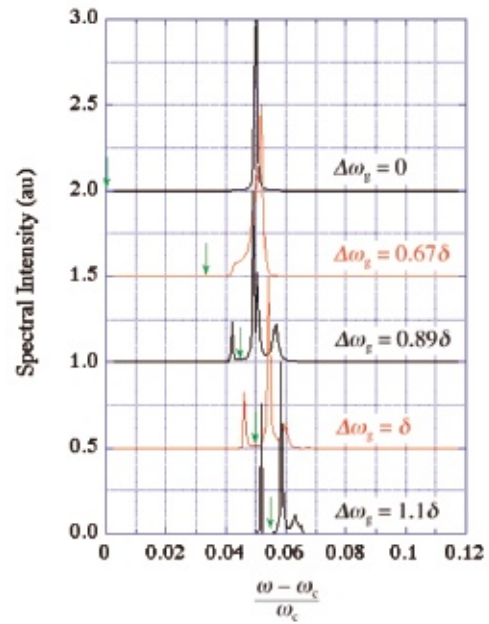


図5．超放射光のスペクトルシフト

今後の研究の展望

- (a) これまでに得られた成果に立脚し、優れた特性を有する多光子吸収体を開発すると共に、有機物による多光子吸収体の分子設計指針の提案を予定している。
- (b) 自己集積能を利用した有機薄膜による、新しい光機能性ナノデバイスの開発を計画している。
- (c) 超放射光のスペクトルシフトと巨視的振動分極の量子局在を検証するための試料作製にとりかかったところである。

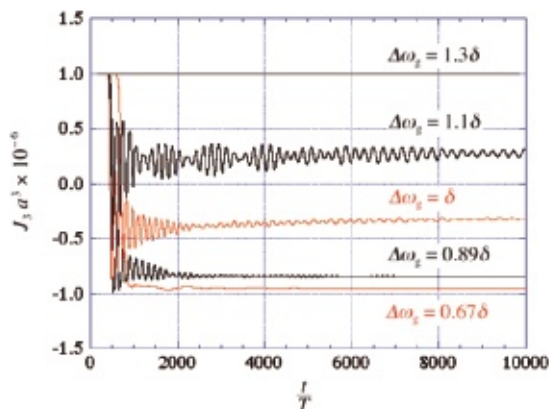


図4．電子の反転分布の時間変化

分子認識素子研究分野

教授 下村政嗣（九州大院、工博、1992.2～）
助教授 居城邦治（東工大院、工博、1994.4～）
助手 田中 賢（北大院、地球環境修、2000.9～）
院生 角南 寛（D 3）、西川和孝（D 3）、橋本裕一（M 2）、藪 浩（M 2）

研究目標

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ゾ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、分子の階層的な組織化を計ろうとしている。この研究によって、分子組織科学を確立するとともに、自己組織化に基づくボトムアップ方式によるナノテクノロジーを展開し、光エネルギー変換材料やバイオマテリアル、分子情報機能素子などの新規な分子素子の開発を目指している。

研究成果

(a) ナノスケールの研究：DNA および DNA-mimetics の組織化と光機能化に関する研究

DNA は、相補的な水素結合によって形成された塩基対が一次元にスタックした特異な二重螺旋構造を有し、また重合度、モノマーシーケンスが厳密に制御された高分子である。最近、DNA の塩基対スタッキングを介した長距離にわたる光誘起電子移動が話題になっている。本研究分野では、分子組織化の制御が容易な気水界面における核酸塩基間の特異な水素結合を利用し、DNA の有する制御された重合度・シーケンスを鋳型として会合数・配列が完全に制御された一次元 π 電子系を構築することで、非局在化した π 電子系に特徴的な光機能の発現をめざしている。

これまでの研究において、核酸塩基を有する両親媒性化合物が気液界面において単分子膜を形成すること、界面における特異的な水素結合を用いることで、DNA 中で形成されるような Watson-Crick 型の塩基対ならびに Hoogsteen 型の塩基三量体が形成され、さらにそれらがスタッキングしていることを見出した。これらの結果は、DNA が有する自己組織化能に学ぶ材料創製の新しい戦略を可能とするものであり、分子情報機能とフォトニクス機能を併せ持つ新規機能性材料としての DNA-mimetics の概念をもたらした(図 1)。たとえば、下水相に添加した一本鎖のオリゴヌクレオチドを鋳型とすることで、光重合性基であるジアセチレングループを有する両親媒性の核酸塩

基誘導体の重合を制御できる。これは、DNA が有する分子情報（塩基配列と制御された重合度）を転写することで、分子配列が完全に制御された分子材料としての DNA-mimetics の設計が可能となったことをしめす。最近、アゾベンゼンなどのパイ電子系グループを有する核酸塩基単分子膜が、環状のオリゴヌクレオチドを鋳型にして配列する可能性を見だし、光合成の光捕集アンテナシステムを形態的にも機能的にも模倣した人工光合成システムが可能となった。一方、気液界面におけるカチオン性単分子膜と DNA のイオン対形成を利用することで、Langmuir-Blodgett 法による単一 DNA 分子の伸長固定化に成功した(図 2)。また、導電性のカンチレバーを用いた原子間力顕微鏡を用いることで、微小領域の光電導性の測定が可能となった。また、ジスルフィド基を有する長鎖核酸塩基誘導体からなる自己集合単分子膜 (Self-assembled Monolayer, SAM) で表面修飾したカンチレバーを用いた化学力顕微鏡の作製に成功し、単一分子レベルでの DNA の塩基配列解析の可能性を模索している。

二次元分子集合体としての DNA-Mimetics の設計

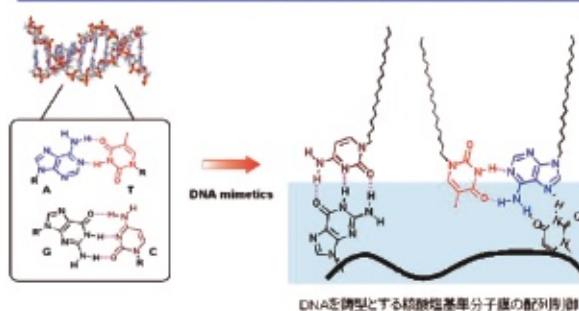


図 1. 二次元分子集合体としての DNA-mimetics

単一 DNA 分子の配向固定化と導電性測定

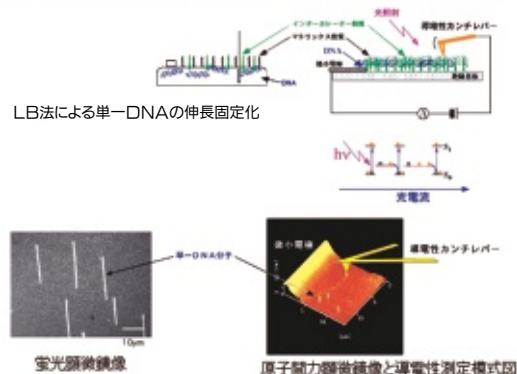


図 2. 単一 DNA 分子の配向固定化と導電性測定

連続的なメニスカス形成を利用したパターン作製

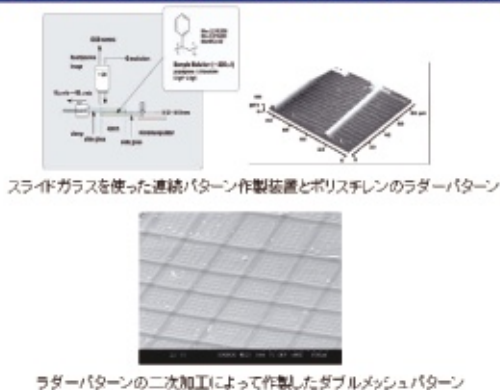


図3. 連続的なメニスカス形成を利用したパターン作製

- (b) メゾスコピックスケールの研究：散逸構造を利用した高分子メゾスコピックパターンの形成と機能化に関する研究

本研究の目的は、希薄溶液から高分子を固定基板上にキャストする過程で生じる、非平衡熱力学に支配された散逸構造の形成を制御することで、サブマイクロメートルサイズの規則的な高分子パターンを作製し、リソグラフィフリーの新しいマイクロ加工技術の開発を行うことにある。我々の身の回りには、散逸構造と呼ばれる非平衡熱力学に支配された動的なパターン形成が知られている。散逸構造によるパターン形成は複雑な現象ではあるものの、一般的な物理現象であるが故に、分子構造に依存することなく多様な高分子材料系に適用することが可能である。これまでの研究において分子の希薄溶液をキャストすることで、ナノメートルサイズからミクロンにいたる領域において、規則的に配列したドット構造やストライプ構造などが形成されることを見出した。キャストプロセスのその場観察によって、これらのパターンが、溶媒蒸発時に形成される散逸構造が基板上に固定化される過程で高分子の dewetting 現象がカップリングすることによって形成されることを明らかにした。DNA やデンドリマーなどの種々の高分子、ポリスチレンやシリカなどのナノパーティクルなどからもパターンが形成されることを見出しており、パターン形成が高分子の化学構造によらない一般的な現象であることを示しパターン化を特徴とする新たなフォトニクス・エレクトロニクス材料、バイオマテリアルの開発を行っている。

散逸構造が溶液の界面で形成されることに注目し、連続的にメニスカスが形成される装置を開発した。二枚のスライドガラスに高分子溶液をはさみガラスを徐々にスライドさせることで高分子溶液の薄い液膜を連続的に形成し、空気との界面において散逸構造にともなう周期的な高分子の濃縮がおこること、さらに、図3のようなパターンが再現性よく形成されることを見いだした。このようにして作製したフィルムの二次的な加工により、複雑なダブルメッシュパターンがリソグラフィなどの微細加工を用いるこ

となく作製できることを明らかにした。また、高湿度条件でベンゼンやクロロホルムなどの水と不溶の溶媒からキャストすると、蒸発の潜熱によって結露した水滴の規則配列を鋳型として、規則的な細孔構造を持つ多孔質高分子フィルム（ハニカム構造フィルム）が形成されることを見いだした。系統的な実験の結果、孔径は水の供給量によって数百ナノメートルから数百ミクロンにいたる幅広いスケールで制御できることを明らかにした(図4)。ハニカムフィルムの二次加工により、マイクロピラーが規則的に配列したパターンも作製できる。

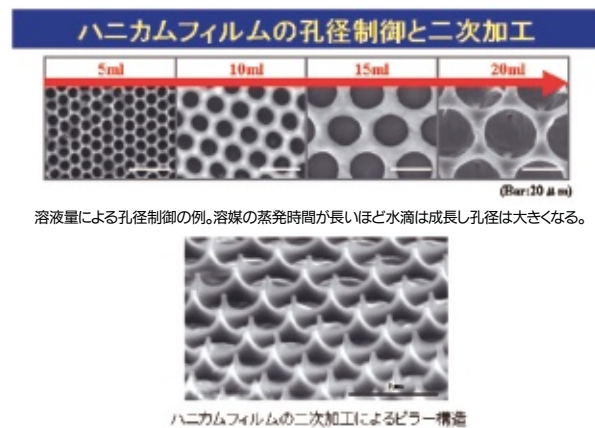


図4. ハニカムフィルムの孔径制御と二次加工

今後の研究の展望

ナノテクノロジーにおいてボトムアップ手法と自己組織化が注目されている。本研究の最終的な目標は、分子あるいは分子集合体の自己組織化過程を制御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ゾスコピック領域における物質の組織化を行い、組織化によって発現される新しい機能を見出すことにある。従来、材料科学とりわけ高分子材料の設計に分子の自己組織化と非平衡現象に基づく自己組織化を組み合わせる適用しようとする試みは全くなかった。そのためには、超分子化学的な手法による分子配列制御の技術が不可欠であるとともに、非平衡現象を利用した自己組織化を制御するための数理的かつ物理的な取り組みが要求される。

超分子分光研究分野

教授 田村 守（北大院、理博、1987.12～）
 助教授 金城政孝（自治医大、医博、1997.4～）
 助手 西村吾朗（阪大院、理博、1989.7～）
 野村保友（北大院、理博、1991.4～2001.9）
 講師 吉田直人（北大院、理博、2001.4～）
 （研究機関研究員）
 リサーチ・アソシエイト

島田美帆（筑波大院、工博、2001.4～2002.3）

院生 郡 俊志（D 3）、佐藤知絵（D 3）、高澤 啓（D 3）、藤井文彦（D 3）、齊藤健太（D 2）、村上智也（D 2）、山田純史（D 1）、武都拓也（M 2）、河村崇史（M 1）、三國新太郎（M 1）、西村公貴（M 1）

研究目標

生体組織が営む多彩な機能を、蛋白質や核酸などの分子レベルから単一細胞や組織、そして個体レベルまで階層性を中心に解析する。このため、特に生体組織を生きのまま単一分子レベルで追跡可能な種々の光学技術の開発も行う。具体的目標は、

- (a) 光学計測を中心とした脳、神経系の機能発現
- (b) 単一分子診断法による細胞内情報伝達系の生きた丸ごとでの解析
- (c) 光診断学の基礎研究と医学・生物学への応用
- (d) 生体分光学の確立
- (e) 機能画像を利用した人高次脳機能の解明

などである。これらを中心として、広く光技術と遺伝子工学を結びつけ生命機能の解明を目指す。

研究成果

(a) 細胞内のタンパク質の機能解析のために蛍光相関分光法を用い、単一分子レベルで、時間的、空間的变化を考慮した解析方法を研究している。これまでに、細胞外からの刺激を受けとり、タンパク質（PKC）が細胞質から細胞膜へとブラウン運動により移動する過程の解析を行った。

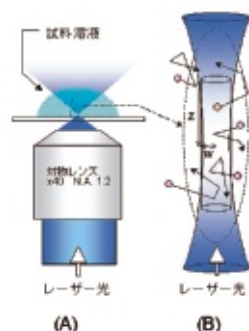


図1. 蛍光相関分光装置の測定部(A)と観察視野(B)の模式図 励起光であるレーザー光を対物レンズで極限まで絞り、そこで形成された極微小領域で蛍光分子によるゆらぎを観察する

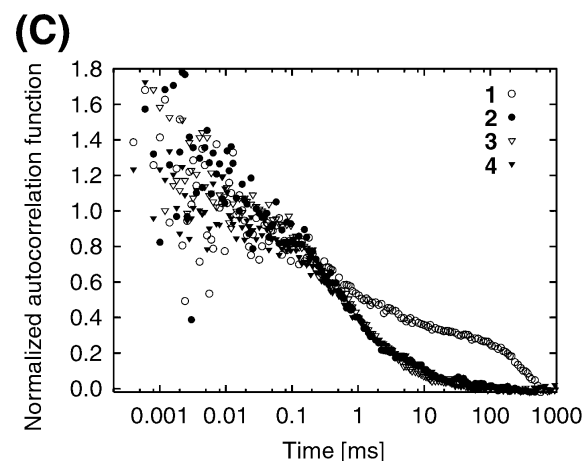
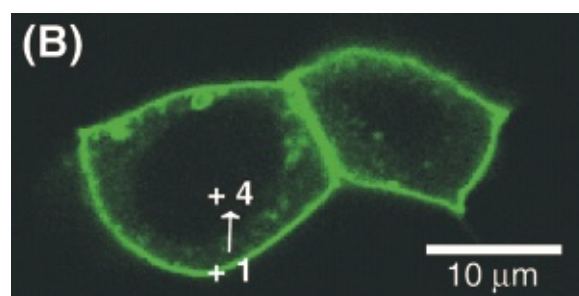
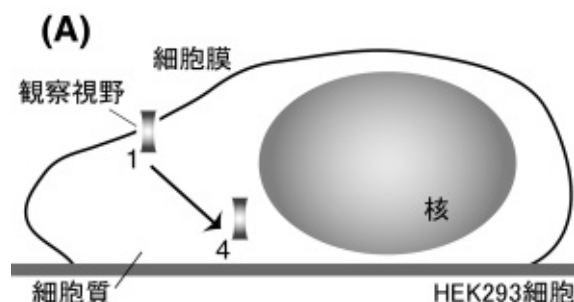


図2. FCS測定によるタンパク質分子の細胞質、細胞膜で動き易さの違い（PKC β 1-EGFPの例）

(b) 医用光学の提案と光 CT による脳機能解明

我々が見出し発展させてきた近赤外分光法による、脳機能解明の有力な武器となる光 CT により脳の活動部位の可視化を行なった。

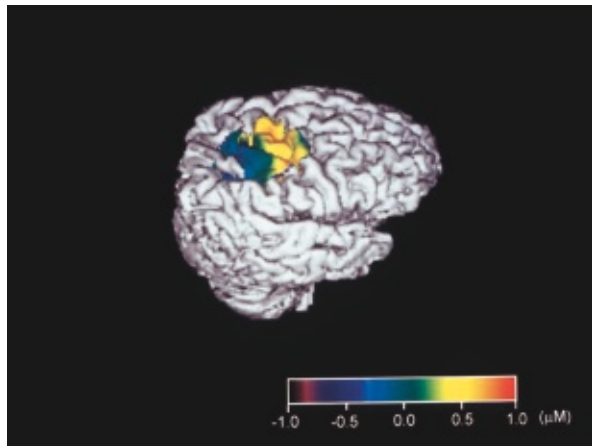


図 3. 左手のタッピングにおける脳の賦活部位
酸素化ヘモグロビン濃度で示す

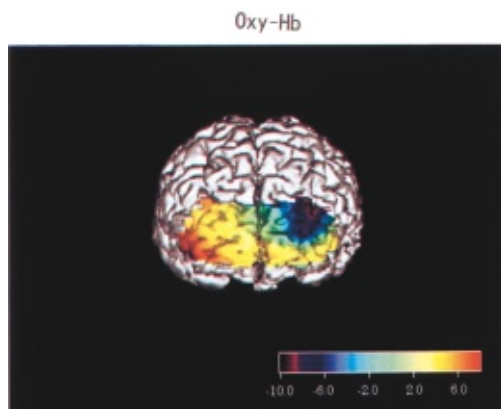


図 4. 数字記憶における前頭部の酸素化ヘモグロビン濃度の
変化

今後の研究の展望

(a) 光学技術を生命現象の解明に広く応用するため、その基本である不均一散乱系の分光計測の実験的・理論的研究を行い、生体分光学を確立する。さらに、より臨床医学への応用を目ざした光診断法を開拓し、その中で新たに遺伝子造影剤や光造影剤を提案・実用化する。

(b) 単一分子診断の 1 つである蛍光相関分光法をより発展させ、遺伝子診断、蛋白質相互作用、あるいは超高感度異常タンパク質の検出などを試みる。また、単一細胞内及び、生体組織における情報伝達系を遺伝子工学的手法を併用して解析したい。

(c) fMRI や fNIRS 等による人高次脳機能の解明を行う。特に従来では計測が困難な、新生児、幼児等に、当研究室で開発中の新しい光 CT、ウェアブル CT、を用いて、小児

や新生児の発達課程を追跡する。

(d) カップリング機構の解明

光学計測可能な各種動物モデルによる神経興奮一代謝変動のカップリング機構の解明—特に遺伝子改変マウスによる計測を行う。

(e) 脳灌流法を中心とした脳酸素代謝の解析

当分野で行っている人工血液を用いた脳灌流系は、生体のホメオスタシスの維持に働く情報伝達・制御系である神経性調節と液性調節を切り離して個々に解析し得る優れた実験系である。この実験系を用い、我々が開発した種々の分光測定技術を利用し、臓器代謝における中枢神経系とホルモ系との相互の関係を明らかにする。

(f) 多変量解析を用いた血液中グルコースの計測システムの開発

近赤外領域の吸収スペクトルを人で計測し、血中グルコースの定量化を試みる。

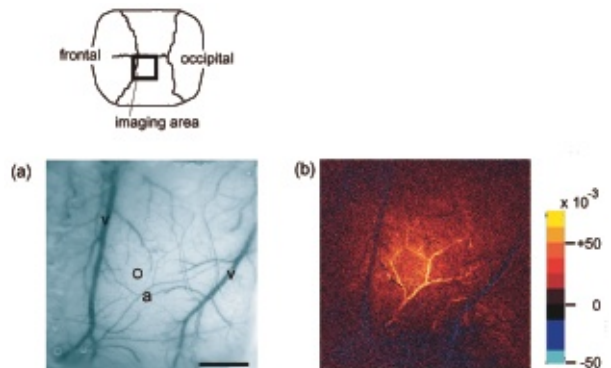


図 5. 光学窓を装着したラット頭部脳表における運動野領域の
光学計測。波長 580 nm における酸素化ヘモグロビンの反
射光強度マップ

(a) 白色画像

(b) 刺激後 3 秒の 580 nm の反射光強度マップ

細胞機能素子研究分野

教授 上田哲男（北大院、薬博、1998.2～）
 助教授 中垣俊之（名大院、学博、2000.11～）
 助手 神 隆（北大院、理博、1988.7～）
 講師 萩原伸也（北大院、理博、2001.4～2002.3）（研究
 機関研究員）

研究目標

細胞は、生物学的にはすべての生物の構成素子であり、物理・化学的には分子という機能素子が高度に自己組織化したダイナミカルな体系である。このような認識に基づいて、細胞という機能体の構築原理を解明することが、本研究分野の目標である。

今年度は、細胞原形質がしめす高次情報機能、とりわけ“インテリジェンス”の探求およびそのメカニズムの解明をめざす。多核のアメーバ様単細胞である真正粘菌変形体の特徴を利用して、変形体の原形質が示す情報統合や判断という“脳”機能を、非線形ダイナミクスに基づいて解明する。

研究成果

(a) 複数の餌場所に対する機能的な流路網のデザイン

寒天ゲル上を広がる粘菌の両端にそれぞれ餌を与える、変形体の大部分が餌に群がって養分を吸収する一方でたった一本の太い管が二つの餌の間をほぼ最短経路で結ぶように形成された。管内の流量は、ポアズイユ流の近似の下で管の太さの4乗に比例し長さの1乗に反比例するので、太くて短い管は流動効率が高い。粘菌のこのような形は、限られた大きさの体で、餌の吸収と原形質の交換の高い効率を両立させている。この機能は、複雑な状況でも発揮された。迷路いっばいに広がった粘菌に対し二つの出口に餌を与えると、最短経路にだけ一本の太い管が現れた。この事は、粘菌が迷路を解く計算能力を持つ事を意味する。

管のネットワーク形成に見るこの様な最適化能力はさらに困難な状況でも発揮された(図1)。寒天ゲル上を広がる粘菌に複数個の餌を与えると、ほとんど全ての餌場所を数本の太い管で結んだ。与える餌の数(3、4、6、7、12、24、49、64、144個)と配置を様々に変えると、それに応じて餌場所を繋ぐ太い管のネットワークの形も劇的に変わった。これらの輸送ネットワークは、効果的な輸送ネットワークの持つべき幾つかの基準を満たした。すなわち、管の総長の短さ、餌場所間の密な繋がり、事故による管の断線に対する耐久性は、いずれも良い値を示した。



図1. 片の餌（オーツフレーク）場所をつなぐ流路ネットワーク。黄色く見えるのが粘菌変形体である。左側に扇状に広がる先端部、右側に管状の後方部が見える。後方部では高々数本の管が、ほとんど全ての餌場所をむすんでいる。餌場所では粘菌が養分を吸収している

(b) 迷路問題解法における最短コース検出

ヒトにあっても、迷路を解くことはやさしくない。それにもかかわらず、単細胞生物の巨大なアメーバ様生物・粘菌変形体は、迷路を解く。粘菌を迷路内に広がらせた後、出口と入口に餌を置くと、まず袋小路になっている部分から粘菌は退却し、繋がっている経路には太い管が形成される。その後、長い経路の管が消滅し、最終的に最短コースを繋ぐ管が残る。

どの程度の長さの差を検出できるのだろうか？ より単純な実験系を考案した(図2)。粘菌をリング状の寒天上に這わした。2つの餌場間の角度 θ とし、管のでき方の頻度を調べた。結果を表にまとめた(図2の右側の表c)。距離の差が大きいとき(90°、135°)短い方の経路がもっぱら選ばれた。距離の差が小さくなると(160°)、まだ短いほうが選ばれるが、一方でどちらも選ばない場合が増える(2本の管)。同じ距離になると、2本の管(選ばない)の場合や、1本の管の場合や、餌に集まって分離してしまい管が作られない場合などが同程度の頻度で出てくる。餌の量も重要な因子で、粘菌に比べて餌が多いと、1つの変形体が分離して2つの餌に群がった。

以上の結果から、2%程度の長さの違いを検出できることがわかった。複雑な収縮波の伝播が見られ、精度の高い検出と関係していると予想される。

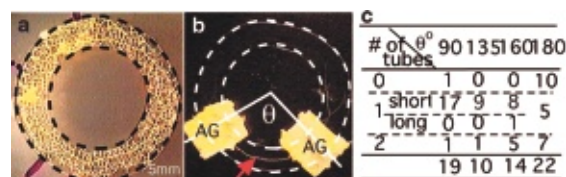


図2. リング状の寒天上での管の形成。A) 初期状態、b) 中心角 θ で二つの餌場所を置いた時の管の形成。短いほうの経路に管ができている(赤い矢印)。c) 管の形成頻度に関する統計表

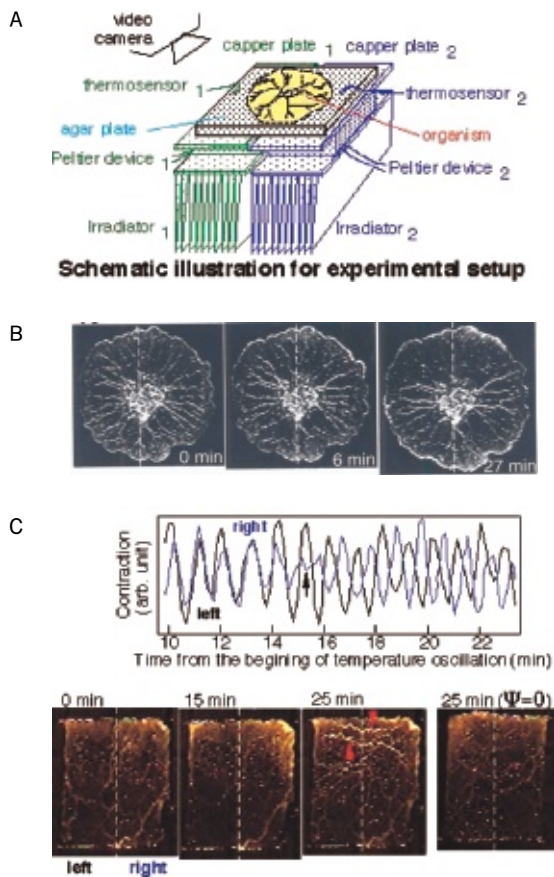


図3. 管形成と収縮運動リズムのカップリング。A) 実験装置の模式図。温度を周期的に変動させ収縮リズムを引込み、粘菌の左右半分で強制的に位相差をつけた。管の形を観察した。B) 位相差制御による管の変形。位相差に平行する管は強化され、位相差に直交する管は衰退した。C) 管の新生。温度制御開始 15 分後引込みが成立すると（上側の図の二つの時系列は左右の収縮リズムを示す。）、位相差と平行に新たな管が形成された（下側の図の 25 min）

(c) 管形成と運動リズムのカップリング

管ネットワークの形態形成の鍵は、細胞リズムにある。収縮運動が波のように変形体を伝わると、その伝わる方向にチューブができ、他方それと直交するチューブは衰退する事を実験的に示した(図3)。細胞内に分散する収縮リズム素子の集団的挙動とそれに基づく管形成のダイナミクスを解明するために数理モデリングを行った。最も基本的な過程である収縮リズムのパターン形成の数理モデルを構成した。

(d) Dn 対称性を持つ粘菌結合振動子系の振動モード解析

粘菌の小さな塊は、同調して収縮弛緩するので、1つの自励振動子とみなすことができる。このような粘菌を管でつなぐと、結合振動子系を構成することができる。3個、4個、5個の粘菌をリング状に結合し、振動リズムの集団パターンを測定・解析した。位相の振舞いに、従来知られていない時間空間的な対称性をもつ集団運動を見出した。

3 結合振動子の場合だと、回転、一部同相、半周期の 3 モードが見られた。4 結合振動子の場合だと、回転、半周

期、部分的同相/逆相、および隣同士が逆位相の 4 モードが見られた。5 結合振動子の場合だと、位相が 72° ずれた回転、位相が 144° ずれた回転、半周期、部分的な同相のモードが見られた。いずれの場合も、モード間の切れ変えが見られた。これらのモードは、ホップ分岐の対称性解析から予想されるすべてのモードである。このように対称性の解析は、実現可能なモードを数え上げるのに有効である。

(e) 粘菌の光誘導フラグメンテーション：作用スペクトルとフィトクロームの関与

粘菌変形体の新しい光形態形成を見出した。連続的な光照約 5 時間で細胞質分裂し、1つの多核の細胞体である変形体は、約 8 個の核を含む球状の微小な多数の変形体になる。作用スペクトルを調べた。UVA 紫外光、青色光、遠赤色光が有効で、赤色光は遠赤色光の誘導を阻害した。粘菌生体およびホモジェネートに、遠赤色および赤色光を交互に照射し、差吸収スペクトルを測定した。フラグメント化の誘導と阻害のピークと一致する 750 nm および 680 nm に 2 つのピークが得られた。2 つの型が光により可逆的に変換するというフィトクロームの反応動力学モデルにより、光強度-応答曲線を定量的に説明することができた。以上のことから、変形体のフラグメント化に対する 1 つの光受容体は、フィトクロームであると結論される。光合成をしない生物でのフィトクロームの関与が分光学的に初めて示された。

今後の研究の展望

裸の原形質の塊である粘菌変形体は、効率的な流路ネットワークをデザインするという計算能力を持つことがわかってきた。さらに、この能力はリズム場の示すグローバルな動的パターン形成と関係しているようだ。われわれが独自に見出したこれらの現象を糸口にして、バイオコンピューティングの原理を解明していく。

電子計測制御部門

研究目的

電子計測を基盤とする計測と制御に関する研究を中心課題とし、光や電子の特性を利用した高速、高感度、高精度計測法に基づき、生体のような柔軟性と適応性をもつ新しい制御システムについて研究することを目的としている。



光システム計測研究分野

教授 笹木敬司（阪大院、工博、1997.11～）

助教授 竹内繁樹（京大院、理博、1999.10～）

助手 堀田純一（阪大院、工博、1998.4～）

講師 藤原英樹（北大院、工博、2000.4～2002.3）
（研究機関研究員）

院生 小島邦裕（D3）、辻野賢治（D2）、高崎秀久（M2）、千葉明人（M2）、岡本亮（M1）、更科昌弘（M1）、千葉孝志（M1）、坂東稔彦（M1）

研究目標

本研究分野では、光テクノロジーの究極を目指して、光の量子性・波動性をフルに活用した新しい概念に基づく光情報処理、光計測制御など、新しい世代の光科学の研究に取り組んでいる。具体的には、単一光子制御デバイスや高効率レーザーの開発を目指して、微小球やランダム媒質等の微細構造体における光子閉じ込めの解析や発光ダイナミクス制御の研究を進めている。また、量子コンピュータや量子暗号通信の実現に向けて、量子力学的なもつれ合いをもつ光子対の発生や制御、高効率な光子検出装置の開発、光子情報処理システムのプロトタイプ構築に取り組んでいる。さらに、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、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開発を目指している。

研究成果

(a) 単一光子制御デバイスの実現に向けた枝付き微小球の作製と高Q値測定システムの開発

光子一個でもう一個の光子の位相を反転させる単一光子制御デバイス（量子位相ゲート）の開発には、高いQ値と小さいモード体積を有する微小共振器が不可欠である。我々は、シンプルな構造でありながら特性の優れた微小球に注目してデバイス開発を進めている。光ファイバーとのカップリング時の位置調整用に微細ロッドの付いた数十～数百マイクロメートルのガラス微小球を作製する技術を開発し、さらに微小球のQ値やモード同定を行うための高分解能散乱スペクトル測定装置を構築した。また、電磁界

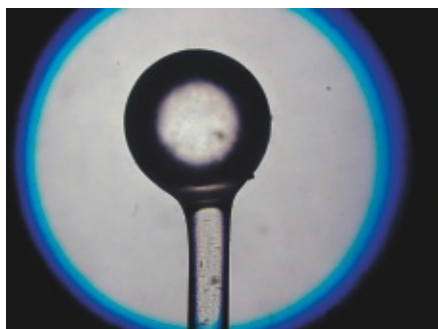


図1. 枝付き微小球

シミュレーションにより、微小球における光閉じ込めやファイバーとのカップリング状態の解析を進めている。

(b) 完全な量子テレポーテーションの実現に向けた光子もつれ合い状態の解析

量子テレポーテーションとは、もつれ合った光子対を用いて、ある光子の量子状態を、遠方にある別の光子へと乗せかえる技術である。光子を用いた量子計算や、長距離量子鍵配送への応用が期待でき、注目されている。いくつかのグループで検証実験が報告されていたが、それらの実験ではいつ光子が検出されるかがわからないなどの欠点が指摘されており、我々はその困難を解決した完全な実験を目指している。

今回我々は、フェムト秒レーザー光励起で、明暗比90%以上のもつれ合った光子対を発生する光源を開発した。また、完全な実験を行うために必要な実験条件を理論的に厳密に導出することに成功した。その結果、我々の所有する高量子効率（>88%）でかつ入射光子数を区別可能な検出器を用いた場合、開発したもつれ合い光源を用いて1日程度の実験で「完全な実験」を実現可能であることが明らかになった。

(c) ナノ微粒子ランダム媒質中の光カー効果による増幅自然放出光の制御

ローダミン色素溶液に数十ナノメートルサイズの酸化チタン散乱体を高濃度で混入したランダム媒質に励起光を照射すると、光の閉じ込め効果による増幅自然放出光が観測された。さらに、このランダム媒質にポリジアセチレン系ナノ微結晶を混入し、波長の異なるレーザー光を照射して光カー効果を誘起することにより増幅自然放出光を制御することに成功した。本実験は、ランダム媒質における光閉じ込め現象の詳細な解析につながるとともに、高速光スイッチングデバイス開発への道を拓くものである。

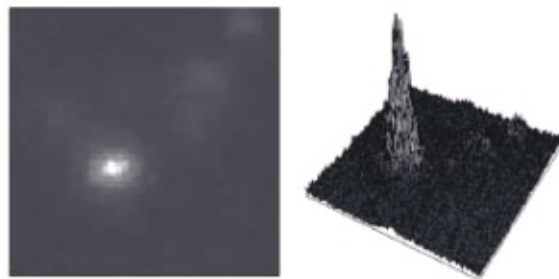


図2. ランダム媒質の発光強度分布

(d) パラメトリック蛍光光子対を用いた単一光子発生装置の開発

パルス内に単一の光子が含まれる状態の生成（単一光子源）は、光子を用いた量子情報通信に不可欠なデバイスである。しかし、これまでに報告されている単一光子源は、

広範囲に広がって光子が射出されてしまうために、その利用が非常に困難であった。

今回我々は、独自に見出した「光子対ビーム発生法」を応用し、単一光子発生装置の開発を行った。発生時刻の等しく、異なる方向に出力される2つの光子の一方を検出器に導き、検出信号が得られたときだけ、非常に短い時間(25 ns)だけシャッターを開き、もう一方の光子を射出するという方法である。現在遅延光学系、電子制御系など各部の動作検証を終了し、出力状態の光子数分布の測定に取り組んでいる。

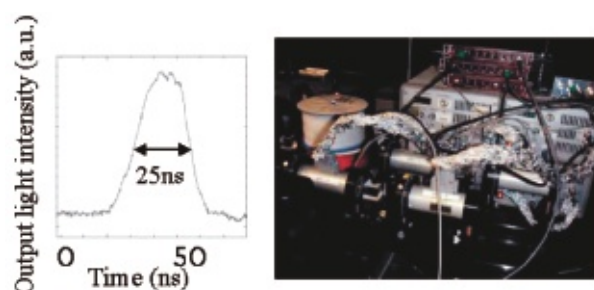


図3. 単一光子源用超高速シャッター光学系

(e) 線形光学素子を用いた量子計算

前述した、量子位相ゲートのデバイスの実現には、まだ困難が山積している。その相補的な方法として、線形光学素子と単一光子源を用いる方法が2000年にKnillらによって提唱されている。しかしこの方法では、複雑な光学干渉計と多数の単一光子源を必要とした。

今回我々は、同様の効果を、反射率が1/3のビームスプリッター一つで得られることを見出した。この方法では、出力光子数が1である状態を選び出さなければならない欠点があるが、非常にシンプルに光学系を構成できるため、光子を用いた量子計算の検証実験や、ある種の量子回路の実現には有益である。

また、同様の手法で、もつれ合い状態にある光子対のみを透過するフィルターも発明した。

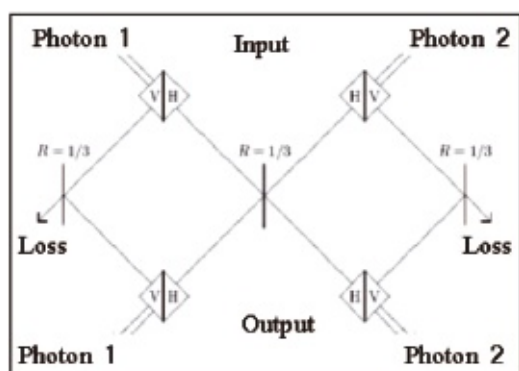


図4. 線形光学素子を用いた制御ノット光学回路

(f) 共焦点顕微鏡を用いた単一分子ダイナミック分光システムの開発

単一分子の蛍光挙動を観測することを目的とした共焦点ダイナミック顕微分光システムを開発した。本システムを用いて、ガラス基板上に分散したジオクタデシルテトラメチルインドカルボシアニン過塩素酸 (DiI) 分子の蛍光像ならびに蛍光の時間変化を観測した結果、プリンキング現象が確認され、その応答特性解析から三重項状態の寿命を推定することができた。さらに、偏向特性を観測することにより、単一分子の向きや局所的な環境を解析することが可能なシステムに拡張している。また、単一分子による単一光子源の開発に向けて、アンチバンチング現象等の観測が可能な高時間分解発光解析装置を組み込むことを検討している。

(g) ナノポジションセンシングによる基板界面近傍における離散化放射圧ポテンシャルの観測

光の放射圧により基板界面近傍で微粒子をレーザー捕捉するとき、微粒子・界面間における多重反射 (共振器効果) がトラッピング状態に与える影響を、新たに開発した3次元ナノポジションセンサで実験的に解析した。レーザー光の焦点と基板界面の距離を変化させながら微粒子の位置を観測すると、界面から半波長の整数倍の距離で放射圧ポテンシャルが極小値をとることが解明された。本実験結果は、拡張 Mie 散乱理論に基づいたシミュレーション解析結果とよく一致することを示した。この知見は、レーザーマニピュレーションを用いた近接近接場顕微鏡や分子間相互作用の研究に重要な情報を提供するものである。

今後の研究の展望

本研究分野では、これまでの研究成果に基づき、総務省量子情報通信研究開発プロジェクト、科学技術振興事業団若手個人研究推進事業、戦略的基礎研究推進事業のプロジェクトとして、「微小球共振器を用いた量子位相ゲートの実現に関する研究」、「光子数状態の生成と制御」、「量子相関光子ビームナノ加工」の研究を本年度から開始した。これらのプロジェクトを含め、以下のような短期的な研究テーマをもとに研究を展開する予定である。

- (a) 量子暗号の実現に向けた単一光子発生装置と高効率光子数検出器の開発
- (b) 光子もつれ合い制御による量子テレポーテーション・量子リソグラフィ
- (c) 微小球や不規則媒質の光共振現象の解析と単一光子制御デバイスの開発
- (d) 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
- (e) 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

量子計測研究分野

教授 栗城真也（北大院、工博、1991.8～）
 助教授 小林哲生（北大院、工博、1994.2～）
 助手 平田恵啓（北大院、工博、1993.4～）
 竹内文也（北大院、工博、1995.12～）
 院生 鄭址旭（D 3）、小山 洋（D 3）、白井直仁（D 2）、丸山雅紀（D 2）、林 周（D 1）、鷺尾知曉（M 2）、藤田 学（M 2）、中島利崇（M 2）、高橋賢一（M 1）、二川裕之（M 1）、三島 喬（M 1）

研究目標

量子計測研究分野では、超伝導量子効果に基づく高感度 SQUID 磁気センサ、および SQUID を用いた生体磁気計測、各種の無侵襲イメージング法による脳機能計測と解析を主要な研究としている。SQUID センサと磁気計測の研究では、高温超伝導体 SQUID の設計、試作を含めて心磁図マッピング計測に適したデバイスやシステムの開発を目指している。イメージング研究では、低温 SQUID による MEG（脳磁図）計測や fMRI（機能的 MRI）計測と解析法の確立・改善を進めながら、視覚、聴覚機能や音楽鑑賞や文章理解などの高次機能にともなう脳神経活動の様式を明らかにすることを目標としている。

研究成果

(a) 高温超伝導体 SQUID による MCG 計測装置

昨年に続いて高温超伝導体 SQUID と能動型磁気シールドによる MCG 計測用の磁束計システムの研究を行い、以下の要素技術を開発して 10 チャンネル装置を試作した。

(1) 環境磁場雑音の低減技術

二層のミューメタルからなる磁気シールドルームに組み合わせる多チャンネル用の磁場雑音低減法として、シールドルーム内の参照マグネトメータの磁束ロック用磁場信号を、信号マグネトメータのフィードバックコイルに印加する方法を検討した。また、線スペクトル性の電源（50 Hz）磁場雑音については、アクティブ消音として使われている適応フィルタ型キャンセル技術を適用し、DSP（Digital Signal Processor）を使って 50 Hz 成分のみを消去する方法を開発した。これらの磁場雑音法の組み合わせにより、二層磁気シールドと併用し、1～100 Hz 帯域で 50～60 dB の雑音低減が可能となった。

(2) 計測システム

上記の雑音低減装置、多チャンネル用のデューアとガントリ（架台）、SQUID コントローラ、アンプフィルタユニット、AD コンバータ、データ収録装置などからなるシステムを構築した。シールドルーム内にコントローラを設置して操作を容易とし、SQUID 周辺を完全電磁シールドしてシールドルームのドアを開放した状態でも計測ができるシステムとした。試作したシステムは、液体窒素のもつ高い冷却能力のため、その補給に特殊な技術を必要としない。また、窒素のランニングコストは非常に低く、低温超伝導体 SQUID を使った生体磁気計測装置と比較すると大きな優位性がある。システムの概観（図 1）と計測した MCG 波形の例（図 2）を示す。



図 1. 高温超伝導 SQUID システム

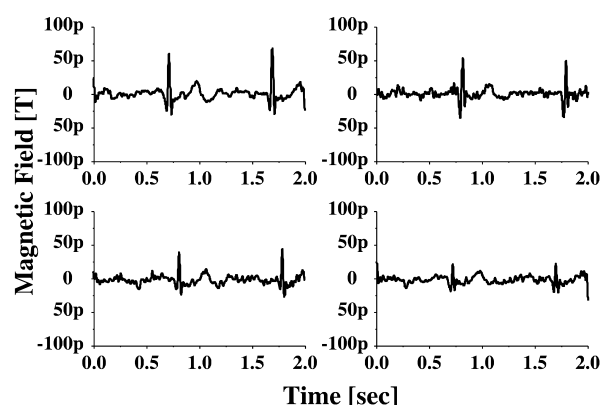


図 2. MCG 計測波形

(b) 事象関連電位に基づくテクスチャー分離に関わる脳内プロセスに関する研究

テクスチャー分離とは、群化の類同性の要因により小さいパターン（マイクロパターン）が集まって視覚的に領域分離を引き起こす現象を意味し、その時に要因となるマイクロパターンの方向、運動の方向、大きさなどの属性はテクストンと呼ばれる。本研究では、視覚刺激におけるテクスチャーによるターゲットとグラウンドの分離・認知に関わる脳内プロセスの解明を目指し、視野内におけるターゲットの呈示領域と分離・認知されるまでに要する反応時間との関係や、また課題遂行時の事象関連電位を頭皮上 63ヶ所で同時計測し、さらにスプライン・ラブラシアン解析を行い脳活動の検討を行った。その結果、ターゲットの呈示される領域によって反応時間に有意な差が生ずることが明らかとなった（図 3(B)）。また、課題遂行に伴い潜時の異なる 4 つの事象関連電位成分が観測された。事象関連電位のスプライン・ラブラシアン解析により、これらの成分

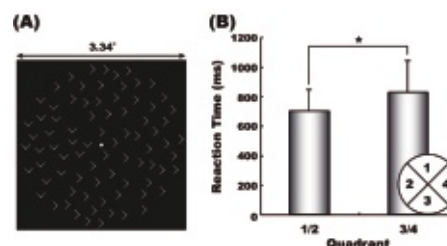


図 3. ターゲット [U]、グラウンド [V] の二種類のマイクロパターンで構成された刺激(A)と四分円 1/2 と 3/4 に対する反応時間の総平均(B)

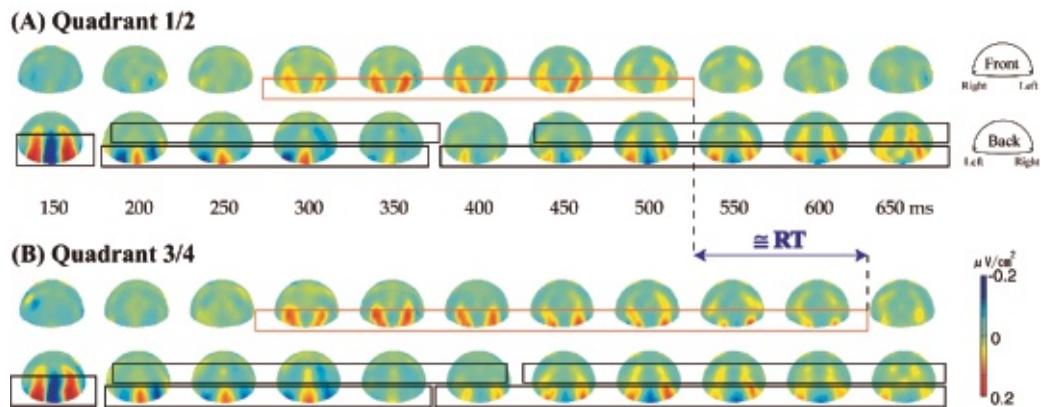


図4. 四分円 1/2 と 3/4 におけるスプライン・ラプラシアン分布の経時変化

の信号源は左右両半球の後頭葉、頭頂葉、前頭葉にあり、このうち反応時間との関連から、潜時約 270 ms 以降の前頭葉の活動が主にターゲットの認知に関わる脳内プロセスを反映していると推察された（図 4）。

(c) 脳深部に巨大電流双極子を局在させる脳磁界応答の解析

高次脳機能に関わる脳磁界応答には、単一の等価電流双極子推定では誤った結果を生じる成分がしばしば見られる。例えば図 5 に示すように、著しく深い位置に、非常に大きなモーメント値をもつ単一電流双極子源が算出される。このような電流双極子源は脳磁界計測者にとっては受け入れることが出来ないが、ダイポールの信頼性を調べるための評価基準である GOF (Goodness of fit) や相関係数は満足している。我々は、このような誤った解を避け、かつ、より正しい双極子源位置を得るために新たな双極子源の推定方法を開発した。

本方法では、回転双極子推定の評価関数にモーメント値と SN 比を含む項を加えた。通常の評価関数を使った場合には受け入れがたい解を与えるような模擬 MEG 応答から、2 個の電流双極子を求めることができた。応答の SN 比が 10 以上であれば、推定された双極子と真の双極子との位置の誤差は 5 mm 以内である。

図 6 は、本方法を高次脳機能解析のための脳磁界応答に適用した例である。左側頭から得られた応答波形の潜時 200~240 msec に見られる成分を通常の単一および二電流双極子推定を用いて解析すると、視床付近の正中線上に特異電流双極子が生じた。本方法で同じ成分を二電流双極子推定した場合には、左側頭前方底部のブロードマンの 38 野付近 (D 1) と、左上側頭溝深部付近 (D 2) に位置した。今後さらに検討を重ねることで言語処理過程に関する新たな知見が得られる可能性がある。

このように本方法を使うことで、実際の MEG 応答から、受け入れがたい解を得てしまう可能性を減らせる。

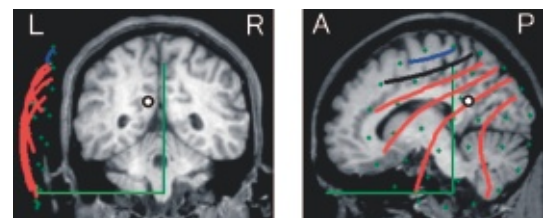


図5. 特異電流双極子（脳表面から深い位置で大きなモーメントを持つ双極子）と特異磁界（特異電流双極子を解として持つ磁界）の例

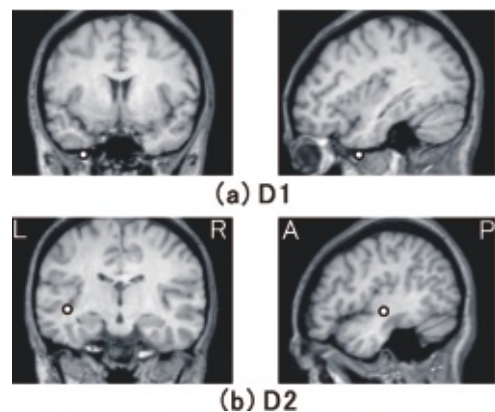


図6. 文字列黙読課題遂行時の脳磁界応答に本手法を適用した結果一名の被験者に対して得られた 2 個の電流双極子の位置を MR 画像上に示す。

今後の研究の展望

高温超伝導 SQUID では、これまで実用的な磁気センサを目指して超伝導薄膜中への磁束量子の侵入やそれらの運動機構を解明する基礎的な研究を続けてきた。今後は、超伝導薄膜の物理的・電気的特性を考慮に入れてさらに磁束運動の解明を目指す。また、SQUID システムの研究では多チャンネル化とマッピング測定への展開を図る。

イメージングによる脳機能解析の研究では、視覚系では両眼視野闘争並びに群化に関して、高次機能解析では、和音などの複雑な音響構造を持つ楽音の認知、また言語機能では複文構造をもつ日本語文章の理解にかかわる脳の活動を明らかにすべく研究を展開する。

自律調節研究分野

教授 狩野 猛 (マギル大院、Ph.D.、1991.11～)
助教授 和田成生 (阪大院、工博、1994.9～)
助手 丹羽光一 (北大院、獣医博、1997.10～)
院生 中村匡徳 (D 3)、村上智也 (D 3)、安田哲也 (M 2)、坂井滋郎 (M 1)

研究目標

生体における血管は、血流速度の変化に対して適応的にその内径および管壁の構造を変えるという自律調節機能を持っている。しかし、どのような機構により内径が調節されているのか、また、血管壁が再構築されるのかは、まだ良くわかっていない。我々の研究目標は、このような血管の流速変化に対する生理的調節機構および調節可能な範囲を逸脱することにより起こる内膜肥厚、動脈硬化、および脳動脈瘤形成などの血管病の病変発生並びに局在化の機構を解明し、これらの血管病の予防および治療に役立てるとともに、内膜肥厚の起こらない人工血管の開発および内膜肥厚を起こさない又は最小にするような最適血行再建術の確立に寄与することである。

研究成果

(a) 血管病の局在化機構に関する研究

動脈硬化症、脳動脈瘤形成、および吻合部内膜肥厚など、ヒトに起こる血管病の局在化機構として、我々は、他の多くの研究者によって指示されているところのせん断応力によるものではなく、血管壁構成細胞にとって重要な栄養素の一つであるコレステロールの血液より血管壁への物質移動によって支配されるものであり、血管内壁表面上におけるコレステロールの担体であるところのリポ蛋白の流速依存性濃縮・枯渇現象によるものであるという全く新しい考えに基づいて理論および実験の両面より研究を展開している。平成13年度には、我々が提唱している上記の仮説を実証するために、端端吻合を施した血管についての理論的検討および血管平滑筋細胞と内皮細胞を重層共培養して作成した血管壁モデルによるリポ蛋白の取り込みに及ぼす流れの影響について実験的に検討を行った。

(1) 理論的検討：内膜肥厚が起こりやすい血管の例として、先に透明化して流れの実験に用いた45°端々吻合を行ったイヌ大腿動脈について、図1(a)に示した写真よりコンピュータ・シミュレーション用の三次元形状モデルを構築し、血管内における流れに関する情報およびリポ蛋白の壁面濃度を求め、それらと透明化した血管で見られる内膜肥厚の起こっている部位との関係について検討した。その結果、この血管内の流れは、図1(b)に示したように、吻合部尾部に形成された緩やかな狭窄の頂点付近で流れの剥離が起こり、そのすぐ下流に外側壁にあった流体素子が共通直径面の両側から管壁に沿ってゆっくりと流れ込み、その一部は流れの方向を変え、管壁に沿って逆流し、剥離点近

傍で再び方向を変え、共通直径面で本流に引き込まれるようにして出て行くという構造になっていることが判った。これは、透明化した血管でトレーサー粒子による流れの可視化実験で観察された結果と良く一致するもので、このゆっくりとした逆流の起こっている部分は、ずり応力の最も低い部分になっていた。また、この部分は、図1(c)に示したように、リポ蛋白の壁面濃度が最も高くなっている部分であり、透明化した血管で観察された内膜肥厚の起こっている部位とも良く一致することが判った。

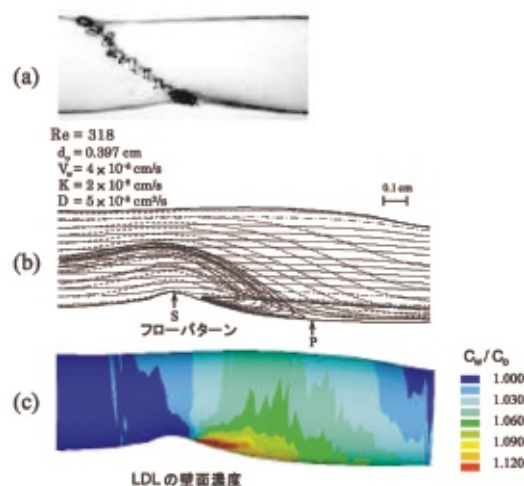


図1. 45°端々吻合を行ったイヌ大腿動脈(a)におけるフローバターン(b)、およびLDLの壁面濃度分布(c)

(2) 実験的検討：血管内壁表面上で局所的な流速の大小によりリポ蛋白の濃縮又は枯渇が起こることを立証するために、これまでは培養したウシ大動脈由来内皮細胞単層を血管壁のモデルとして用いて実験を行って来た。しかしながら、実際の血管壁は、内皮細胞の下に内弾性膜があり、そのさらに下には平滑筋およびコラーゲンやエラスチン等の結合組織から成る中膜があるという構造になっている。従って、内皮細胞単層のみでは血管壁のモデルとして完全に生体血管の機能を果たしているとは言い難い。そこで我々は、生体血管により近い血管壁のモデルとして、ウシ大動脈より採取した内皮細胞(EC)を平滑筋細胞(SMC)上に直接重層播種して共培養することにより、図2に示したような血管壁モデル(EC-SMC bilayer)を作製した。そして、その血管壁モデルの蛍光物質で標識したLDLおよび酸化LDLのモデルとしてのアセチル化LDL(Ac-LDL)

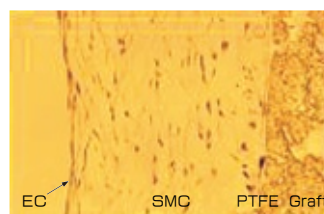


図2. 血管壁モデル (EC-SMC bilayer) の写真

に対する透過性を調べると共に、回転円盤型せん断装置を用いて流れの実験を行い、血管壁モデルによる LDL および Ac-LDL の取込におよぼせん断流れの影響について検討を行い、内皮細胞単層で得られた結果と比較検討した。図 3 はその結果を示したものである。図より明らかなように LDL の取込に関しては、EC 単層よりも平滑筋細胞のある EC-SMC bilayer の方に圧倒的に多く取り込まれ、せん断応力の影響は微少であることがわかった。これに対し、酸化 LDL のモデルとしての Ac-LDL の取込に関しては、この物質が内皮細胞にだけしか取り込まれないため、流れのない状態では EC 単層と EC-SMC bilayer により取込まれる量はほぼ等しいが、いずれの場合にもせん断応力を負荷することにより取込が顕著に減少することがわかった。Ac-LDL は内皮細胞の表面にあるスカベンジャー受容体に結合し細胞内に取り込まれるが、上記の結果は、せん断応力がスカベンジャー受容体の細胞内への移動を阻止する働きをしていることを示している。このことより、生体血管内では、流れが遅く、壁せん断応力の小さい部位ほど酸化 LDL が取込まれやすく、従って内皮細胞への単核細胞（マクロファージ）の付着頻度も高く、動脈硬化や内膜肥厚が発症しやすくなっている可能性があることが示唆された。

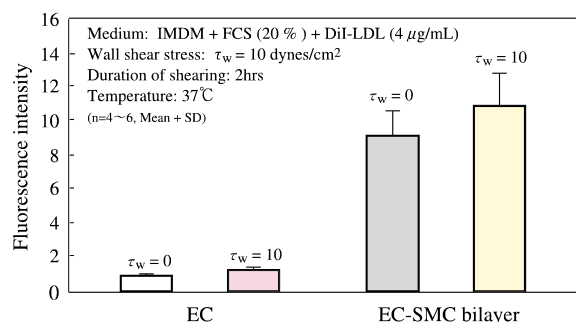


図 3. EC 単層および EC-SMC 共培養血管壁モデルによる LDL の取込におよぼせん断流れの影響

(b) 心臓左心室の拡張早期における血流動態の解析

左心室の拡張機能の非侵襲的診断法として、カラー M モード・ドップラー法 (CMD) が広く用いられているが、それにより計測される血流速度と左心室の拡張機能を表す心壁運動との関係は明白ではない。したがって、この方法によって左心室の拡張機能を正確に評価するためには心壁の運動と左心室内の血流動態との関係を明確にし、それが M モード画像にどのように反映されるかについて検討する必要がある。そこで、本研究では、ヒトの左心室の標準的な形状を参考にして左心室を僧帽弁から大動脈弁に向かって湾曲した 1 本の管と見なしてコンピュータ・シミュレーションにより拡張早期における血流動態を解析した。その結果、左心室の拡張開始と共に血液が流入し、心室内全体に広がりながら心尖部の方向に進行するが、拡張減速期に入ると大動脈弁下側に渦が発生し、拡張の進行と共に側壁

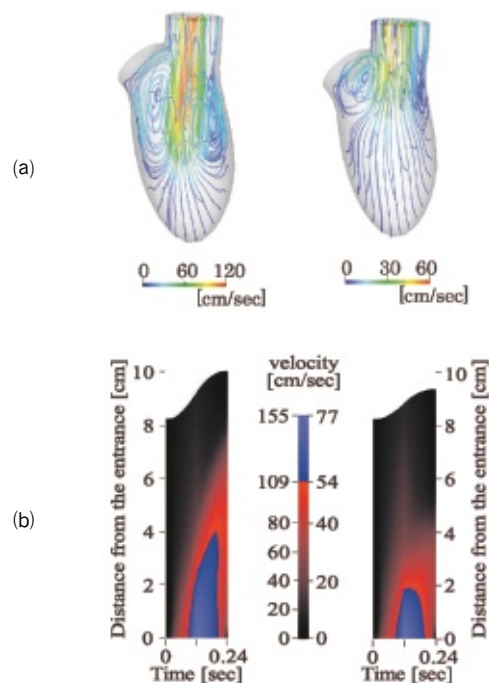


図 4. 拡張開始 0.2 秒後におけるフローパターン(a)、およびカラー M モード画像(b)

に沿って周方向に発達し、最終的には図 4 (a) に示したような環状の渦が形成されることがわかった。この渦は、正常心の場合には大きく成長して左心室全体を占め、渦の中心が心尖部の方向に移動し、それに伴って心軸における最大流速点も心尖部に向かって移動するが、拡張不全心の場合には、あまり成長せず、大動脈弁下側に留まっていることがわかった。図 4 (b) は、この結果を M モード画像で表示したものであるが、正常心の場合には、最大速度の 70% 以上の速度を表している牙状に映し出された青塗りの部分（折り返し領域）が細長くなり、その先端が心室の中央部付近まで達しているのに対し、拡張不全心の場合には、あまり伸びないということがわかった。この結果より、(CMD) 画像に見られる折り返し領域の形状や血流伝搬速度が左心室内全体の血流動態を反映していることが判った。

今後の研究の展望

動脈硬化症、脳動脈瘤形成、および吻合部内膜肥厚など、血管壁の再構築を伴う血管病の局在化機構として我々が提唱している理論的仮説、すなわち「血管内壁表面上におけるリポ蛋白の流速依存性濃度分極説」についてさらに検討するために、平滑筋細胞上に内皮細胞を重層播種して共培養した血管壁モデルを用いて生理的に可能な範囲の極端に異なった壁すり速度および水透過速度の条件下でリポ蛋白の取込み実験を行う。それによって、動脈硬化および内膜肥厚の局所的な発病および進展の直接の原因が、リポ蛋白の濃度が局所的に高くなっていることそれ自体にあるのか、あるいは、流れが局所的に遅いことによってリポ蛋白と内皮細胞との接触時間が長くなっていることにあるのかを明らかにしたいと考えている。

適応制御研究分野

教授 河原剛一（北大院、工博、1995.7～）
助教授 内貴 猛（北大院、工博、2000.9～）
助手 山内芳子（山形大院、工修、1995.4～）
助手 中島崇行（岐阜大院、獣医博、2001.1～）
院生 佐藤秀臣（D 3）、齊藤 直（D 2）、畠山善幸（D 1）、阿部麗奈（M 2）、岩淵禎弘（M 2）、林あさこ（M 2）、矢野間潤持（M 2）、小橋真之（M 1）、高瀬麻玲（M 1）、田中基樹（M 1）

研究目標

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。そのシステムは、環境に対する適応性および可塑性を有する柔らかなシステムであり、それぞれが別個の機能目的を持った複数のサブシステムから構成されている。また、マクロ的生体システムの機能的最小構成単位は細胞であるが、分化を終えた個々の細胞はそれぞれが固有の遺伝子表現型を持ち、細胞独自の機能達成のための制御情報処理機構を有するマイクロシステムとして捉えられる。本研究分野においては生命現象をシステム論的観点から捉え、生物におけるマクロ的制御情報処理機構を解明すると共に、マクロシステム動作の基盤である細胞レベルでのミクロ的制御情報処理機構の解明し、それらの医学・工学への応用を目指している。

研究成果

(a) ニューロン・グリア間相互作用に関する研究

脳が虚血に陥るとグルタミン酸の細胞外濃度が上昇し、神経毒性との関連が注目されている。本研究では、ニューロンとアストロサイトの共培養系を実験対象とし、ニューロン死におけるニューロン・アストロサイト間相互作用の機能解明を目指した。生理的条件下における脳内では、アストロサイトはグルタミン酸トランスポーター（GLT-1）によって、細胞外の余剰なグルタミン酸を細胞内に取り込み、グルタミン酸毒性からニューロンを防御している。一方、脳虚血により ATP の枯渇が生じるが、この時のニューロン死には GLT-1 の逆転輸送が決定的に関与している可能性を明らかに出来た。これらの実験結果は、ニューロンの生死をアストロサイトが支配している可能性を示唆している（Kawahara et al. *GLIA*, in press）。

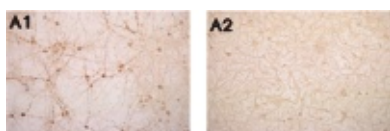


図 1. ニューロン・アストロサイト共培養系
A1: MAP-2-positive neurons,
A2: GFAP-positive astrocytes

(b) 心室頻拍－心室細動遷移機構に関する研究

心虚血により、致死性の心室性不整脈である心室頻拍（VT）や心室細動（VF）が頻発する。心臓突然死の主因はこれらの不整脈である。本研究では、器官としての心臓自体の機能を解析するのに適しているランゲンドルフ灌流心を実験対象とし、VT/VF 遷移メカニズムの解明を目指した。その結果、VT/VF マクロダイナミクス遷移には、細胞内オルガネラの一つであるミトコンドリアの機能変化の関与が示唆された（図 2）。現在、この重要な概念を裏付ける研究を展開している。

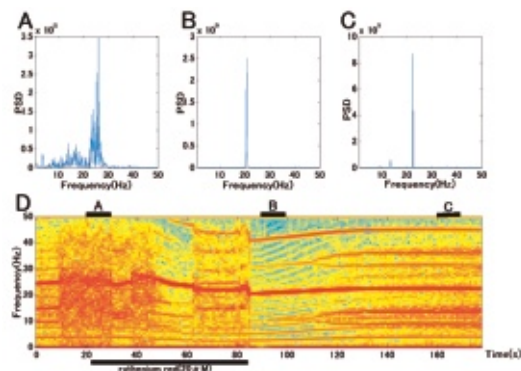


図 2. ミトコンドリアの Ca^{2+} uptake と VF/VT 遷移（心筋電図 FFT スペクトルの VF/VT 遷移に伴う変化）

(c) 培養心筋細胞の拍動リズムに関する研究

単離した個々の新生ラットの培養心筋細胞は自発的な拍動を示し、数理的には非線形自励振動子としての性質を持つ。複数の単離心筋細胞から成る培養系を実験対象とした解析の結果、リズムゆらぎと非線形振動子間相互作用との関連に関する新規な知見を得た（Yamauchi et al. *Biological Cybernetics* 86, 2002; 山内他 電気学会誌、印刷中）。また、“in vitro” 虚血時における拍動リズムゆらぎの変化を解析し、心筋細胞間相互作用の虚血による変化と拍動リズムゆらぎに関する新たな知見が得られた（Kawahara et al. *Biological Rhythm Research*, in press）。

(d) アストロサイト・カルシウム波の光誘導とその伝播メカニズムに関する研究

最近、アストロサイト間およびニューロン－アストロサイト間における情報伝達手段としてカルシウム波が注目されるようになった。本研究ではアストロサイト初代培養系を実験対象として、ゲージドカルシウムイオノフォアを用いたアストロサイト・カルシウム波の光誘導を試みた。その結果、単一細胞を標的としたケージ解除光の照射により空間伝播性の細胞内カルシウムイオン濃度変化（カルシウム波）を誘発することが出来た（図 3；Iwabuchi et al. *Experimental Brain Research*, in press）。さらに、カルシウム波の伝播において、一酸化窒素が重要な役割を果たしていることや、その下流に cGMP-PKG を介する経路と介さない経路の関与を示唆する結果が得られた（投稿中）。

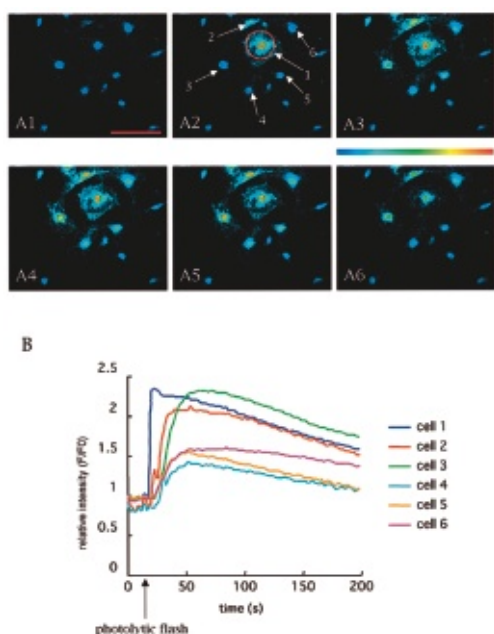


図3. アストロサイト・カルシウム波 A1、照射前；A2-A6、A2の赤丸にケージ解除光を照射してから30秒毎の画像 (Fluo-3 による $[Ca^{2+}]_i$ の変化) Scale bar, 100 μm (A1)

(e) 神経系細胞の分化と NOS 活性に関する研究

神経系株化細胞 (NG 108-15) は dbcAMP により神経細胞様に分化することが知られている。本研究では、神経系細胞の分化状態と酸化ストレスに対する細胞死抵抗性との関連を解析するためのモデル細胞として、NG 108-15 を実験対象とした。NG 108-15 細胞では、分化に伴って NOS の活性が昂進すること、および外部からの NO 負荷に対する抵抗性が高まること、およびその機序を明らかに出来た (Kawahara et al. *Free Radical Research* 36, 2002)。

(f) 大脳皮質虚血耐性現象における CREB の機能的役割に関する研究

神経細胞にあらかじめ非致死的な短時間の虚血 (preconditioning, PC) を加えておくと、その後の致死的な長時間の虚血に対して抵抗性を有するようになる。この現象は虚血耐性と呼ばれているが、そのメカニズムについては不明である。本研究では、大脳皮質虚血モデルラットを用いて大脳皮質虚血耐性現象への cAMP-responsive element binding protein (CREB) の関与について調べた。その結果、preconditioning (PC) 処置を加えたラットの大脳皮質では、1時間の虚血後における CREB の活性化が PC 処置を加えていないラットよりも、著しく亢進していることが明らかとなった (Nakajima et al. *Neuroscience Letters*, in press)。

(g) 心筋のバイオメカニクスと適応現象に関する研究

心筋梗塞術を施したラットの自律神経活動を測定し、梗塞後に交感神経活動が活発になっていることがわかった。そして、心肥大発生に交感神経活動が直接関与している可

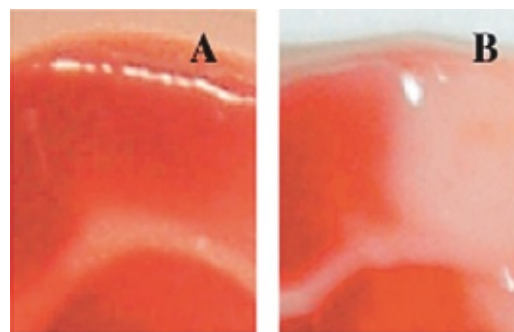


図4. 1時間虚血後におけるラット大脳皮質の梗塞巣 (TTC 染色) A : PC 処置あり、B : PC 処置無し

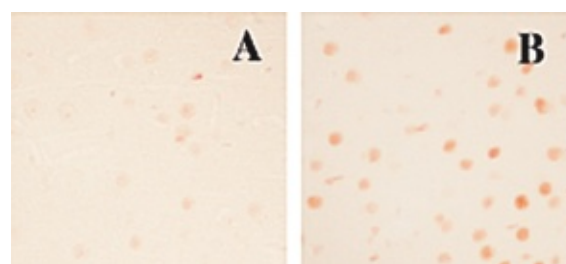


図5. 1時間虚血後における活性化 CREB に対する免疫染色 A : PC 処置無し、B : PC 処置あり。PC によって活性化 CREB の発現が増強している

能性を調べるために、単離成体心筋細胞を拍動させながら培養できる方法を確立し、細胞内蛋白量を測定してそれらの直接の因果関係を検討する研究段階に入った。また、顕微鏡下でマイクロ・マニピュレータを用いて肥大心筋細胞の力学的特性を測定する方法を確立した。

今後の研究の展望

生体においては、最小機能単位である最下位階層の細胞から、組織、器官そして個体といった上位階層の秩序を自己組織化によって構築していると共に、上位のマクロ的秩序がより下位の階層の機能を制御しているという際だった特徴が存在する。今後は、本研究分野の研究目標を「生体機能発現機構のミクロおよびマクロなシステム論的理解とその工学・医学応用」とし、以下の課題について重点的に研究を行う。

- (a) ニューロン・アストロサイト間の機能的相互作用
- (b) 脳・虚血耐性の分子メカニズム
- (c) 細胞内オルガネラの機能変化と拍動リズムのマクロダイナミクス遷移
- (d) 心室リモデリングのバイオメカニクスとその適応制御論的、細胞生理学的意義

電子情報処理部門

研究目的

情報処理論と生体情報学を基礎にして、状況に応じて推論し判断する生体機能を解明し、人間の脳のように柔軟性のある電子情報処理システムの構築を目的としている。



情報数理研究分野

教授 西浦廉政（京大理院、理博、1995. 4～）
 助教授 小林 亮（京大工院、数理科学博、1995. 4～）
 助手 柳田達雄（総研大、学術博、1995. 6～）
 助手 飯間 信（京大理院、理博、1999. 4～）
 院生 高橋良昌（D 3）、上坂美花（M 2）、齋藤伸一（M 2）、菅野 啓（M 2）、横田一志（M 2）、韓 松（M 2）、手老篤史（M 1）、伊藤勝造（M 1）、久保田一志（M 1）

研究目標

人間を含めた自然の営みを理解する方法は様々であるが、本研究分野は計算機の中に小自然を作り、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でもいうべきものである。対象は一般に複雑かつ大自由度であるが、具体的な実体に基づきつつも、それにとらわれない普遍的構造を取り出すことを試みる。

平成 13 年度においては、反応拡散系における時空カオス、アスכולピン酸の振動的パターン形成、川の流れパターンの形態分類の解明を主目標においた。

研究成果

(a) 反応拡散系における時空カオス

局在パターン間の強い相互作用、例えばよく知られている神経伝搬を記述する FitzHugh-Nagumo 方程式におけるパルスの対消滅もその事実を誰も疑わないが、その厳密な証明はまだない。そこでは解の大変形が起こり、スケールの分離は難しい。さらに散逸系におけるパルスやスポットはパラメータ値により、反射したり、対消滅したりする。この遷移はどのように理解されるのであろうか。また局在解そのものが不安定化して自己分裂したり、自己崩壊したりする。これらすべてのダイナミクスを逐一追跡することは極めて困難であり、またそのことで全体像が見えてくるわけでもない。そこで次の発想の転換を行う。「個々の軌道の詳細を追うのではなく、分岐空間において解の枝全体が成すネットワークが興味あるダイナミクスをどのように駆動しているかを調べる」という立場をとる。これは言うは易く、行うは難しなのであるが、近年の計算機の発展に助けられて、徐々に可能となってきた。本年度は 1 次元パルスの自己複製と自己崩壊をともなう複雑な時空カオスパターンが「大域分岐」の視点から「無限次元空間におけるヘテロクリニックループの開折」という記述が可能であることを示した。

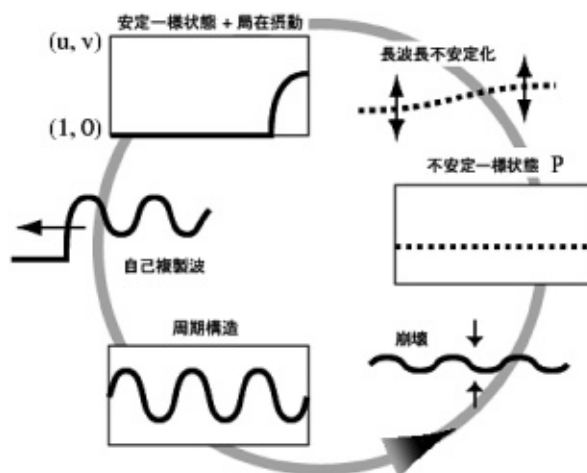


図 1. 定常解、不安定定数解 P 、安定定数解 $(u, v) = (1, 0)$ をめぐるヘテロクリニックサイクルを構成できる。実際の有限区間で観察される時空カオスでは P から $(1, 0)$ へ移るとき、区間全体で一様に行くのではなく（真に $1, 0$ ）へ落ちればそこから軌道は出れない、必ず自己複製波が生み出される $(1, 0)$ 以外の部分が残っている。実際、上のサイクルは 1 次元時空カオスの図においてある固定した部分区間に着目すれば観察できる。

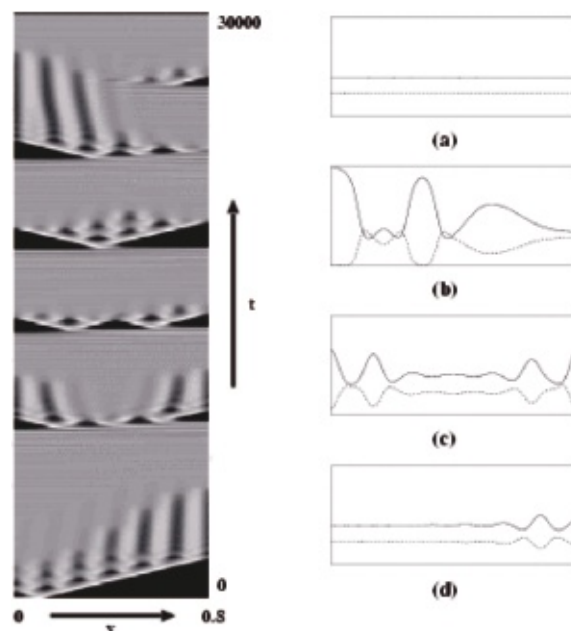


図 2. グレイ・スコットモデルにおける 1 次元時空カオスの時間プロット。空間周期構造が形成され、それが崩壊し、再び自己複製波により周期構造が再生され、また壊れるという過程がカオス的に繰り返される。軌道がどの秩序解を経巡るかは、種となるヘテロクリニックループの構造から決まる。）

(b) アスכולピン酸のパターン形成

アスכולピン酸のメタノール溶液を蒸発によって結晶化させると様々なパターンを示す。このパターン形成の中でも特に周期的な結晶化によって出来る同心円パターン生成に関する実験および理論的な研究を行った。結晶化が周期的になる理由として、針状結晶の生成により出来た空隙に流体が吸い込まれる機構（void-fluid interaction）を提案した。

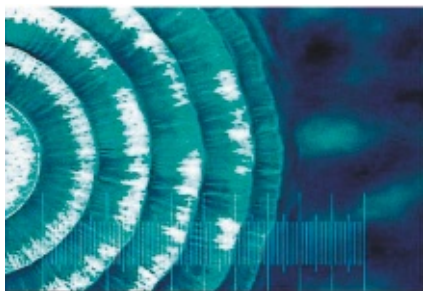


図3. アスコルビン酸のパターン形成

(c) 河川のモデル

河川は流量や川底の土砂特性の変化に伴い直線流、屈曲流、蛇行流、扇状流など多様な流れの様式を持っている。流路の形態は流れによる川岸／川底の掘削と土砂の浮遊／堆積のフィードバック過程による自発的に形成される自己境界であるが、これらの形態がどのような環境下で形成され、どのような条件で構造変化が起こるかは未だ不明である。これは、時間スケールが長く相似則も未知であるため、十分な観測・実験が難しく、しかも境界が変動するため3次元流体方程式による解析の困難さに困っている。

このような系の理解には数理モデル化とシミュレーションによる解析が有効なアプローチとなる。我々は水深方向に対して平均化した2次元流体方程式に現象論的な侵食・堆積のダイナミクスが結合したモデル方程式を立て数値計算による解析を進め、数理モデルで初めて川の基本形態である直線流・蛇行流・網状流を再現し、S.A. Schumm (1985)の観測事実と定性的に一致する結果を得た。

今後の研究の展望

予測可能性とその現実問題への応用というのは科学者が担うべき重要な問題である。とくに大きな枠として「なにが起こり得、また起こり得ないのか、またそれはどのような時空のスケールで起こるのか？」を考えていくことは今後益々重要となる。今年度取り扱った時空カオスや河川の地形動力学は上の意味での定性的予測を行う上で今後重要となっていくであろう。

複雑時空ダイナミクスを統一的に理解するには個々の軌道や局所的考察のみでは不十分であり、なんらかの大域的情報とそれらのつながりを理解する必要がある。それではそれらを実際に遂行する際の指導原理は何であろうか。それは成果でも触れたように「大域分岐の枝全体のネットワーク構造とそれらのノードにおける特異構造の解明」という立場である。従って単にモデルをシミュレーションしているだけではだめで、AUTOに代表される分岐解追跡ソフトによるネットワーク解明が不可欠となる。さらにこれらの作業を通じて浮かび上がってくる幾何的構造が新たな「視点」を提供すると期待される。

アスコルビン酸のパターン形成や有機溶媒の液滴が蒸発する際に観察される縦方向および横方向のストライプパターン、さらには赤血球の変形を記述する問題などにおい

ては流体力学的効果が重要となってくる。散逸系におけるパターン形成の駆動力と流体効果がカップルするときの複雑な非線形相互作用の詳細はまだよくわかっていない。今後これらを2つの非線形効果をうまく取り入れたモデリング及びその数値実験法の開発が重要となってくるであろう。

河川流路の基本形態を非線形動力学的手法により再現した。今後、地形動力学に共通した素過程、すなわち流体中の粒子の輸送、侵食、堆積、化学反応、境界条件の動的変化などの物理的特徴を徹底的に洗い出すことで、数値的、理論的手法のモジュール化を試み、それらの組み合わせによってより広い対象の地形現象をシステムティックに再現し得る可能性を秘めている。蛇行河川を改修してショートカットを設けた為に川下の流量の不安定性が増したなどの「制御困難性」の防災問題は経験的・科学的という側面が大きい。形態変化の数理的構造が明らかになれば、理論的な予測・制御への道が開ける。

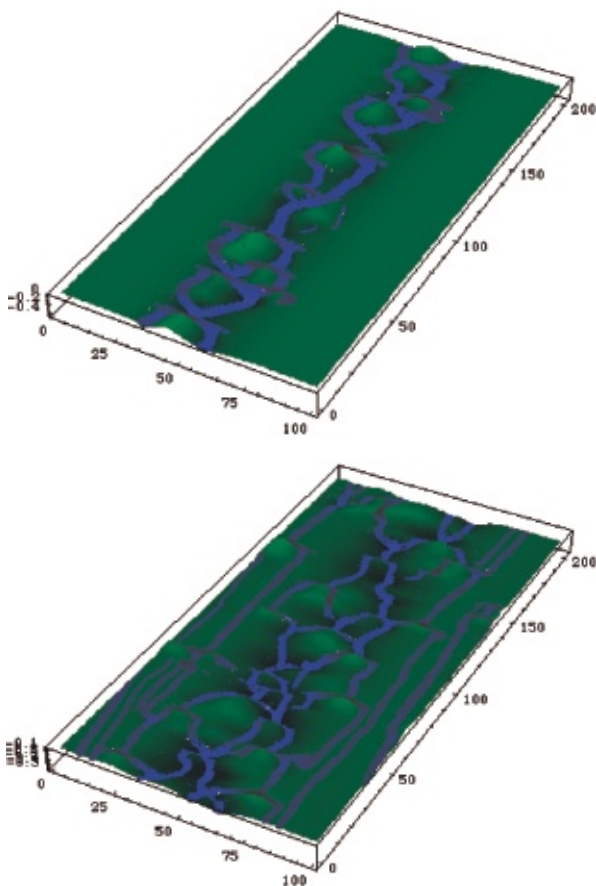


図4. 河川の数理モデルのシミュレーション結果。初期に直線流路から時間発展させた時の形態のスナップショット。傾斜の増加にともない直線・蛇行・網状と流路の形態が変化する。ここでは、蛇行流・網状流を示してある。これらの形態変化はSchumm (1985)の観測事実を数理モデルで初めて再現したものである

神経情報研究分野

教授 下澤 榊夫 (北大院、理博、1988.10～)
助教授 水波 誠 (九大院、理博、2001.4～2002.3、東北大学・生命科学研究科と併任)
助手 西野 浩史 (岡山大院、理博、2000.10～)
助手 青沼 仁志 (北大院、理博、2001.1～)
技官 土田 義和
院生 村上 準 (D3)、余野 央行 (D2)、石田 浩介 (M2)、本郷 秀紀 (M2)

研究目標

神経系は自然が創り上げた情報通信装置である。地球上には、長い時間を経て変異と淘汰を通して二通りの脳が出現した。一つは、我々脊椎動物の脳で、 10^{12} 個の神経細胞からなる巨大な脳 (Megalobrain)、もう一つは高々 10^6 程度の神経細胞からなる昆虫や甲殻類など節足動物の微小脳 (Microbrain) である。節足動物もわれわれと同じ物理世界を生き抜いており、その脳は連合学習やコミュニケーションの能力を持ち、ミツバチのように社会構造すら作り出す。

微小脳の研究はこの物理世界において可能で、おそらく必然的な「もう一つの情報体」の設計原理を教えてくれる。物理学・化学・数学は、「この世界は何でできているか」を教えてくれる。生物学は「この世界にはどんな設計があるか」を教えてくれ、本研究分野は、節足動物の神経系の構造と動作を細胞レベルで調べ、神経細胞から脳を創り上げる根本原理の解明を目指している。

研究成果

(a) コオロギ気流感覚器の機械的構造と感覚細胞の気流への応答を計測し、分子熱雑音限界のエネルギー感度を持つ機械感覚細胞の刺激受容機構を解明するため受容部位の熱揺動領域の力学的計測を行った。光学顕微鏡を改造して、感覚毛のレーザー照明強拡大像を4分割受光素子上に結ばせたブラウン運動計測装置を製作した(図1)。気流感覚毛のブラウン運動を光学的に測定し、パワースペクトルから受容部の機械的性質を推定した。刺激受容部位におけるエネルギー変換は、気流感覚器の機械模型のエネルギー吸収抵抗 R として表現される。ブラウン運動のパワースペクトルから推定された全抵抗は、 R が気流・感覚毛間の粘性摩擦抵抗とほぼ同じ値をもつことが明らかとなり、感覚毛の刺激受容部位は気流の持つエネルギーを最も効率よく取り込めるようなインピーダンス整合状態になっていることが明らかとなった。

一方、情報機械としての感覚細胞を解明するため感覚細胞が運ぶ情報、感覚細胞が介在神経に伝える情報量の定量化を試みた。中枢の介在神経から記録をとり、閾値付近の気流刺激への応答から、感覚細胞から介在神経への情報伝送量を測定し、コオロギの気流感覚細胞が運ぶ情報量はス

パイク1つ当たり2～4 bitsで、入力感覚繊維1本あたりの情報量はおよそ300 bits/secであることを示した。感覚細胞がスパイク1個を発射するには刺激から数 kT のエネルギーを得るだけでよい事が以前の計測からわかっている。従って、感覚細胞は1 bitの情報量を得るには最低0.7 kT のエネルギー散逸を必要とするという熱力学上の制限に極めて近い動作をしていることがわかった。昆虫の機械受容器は熱力学的な究極感度で動作し熱雑音に直面し、熱雑音のエネルギーと無相関性を逆説的に利用してさらに微弱な信号を検出する中枢機構が進化したことが示唆された。

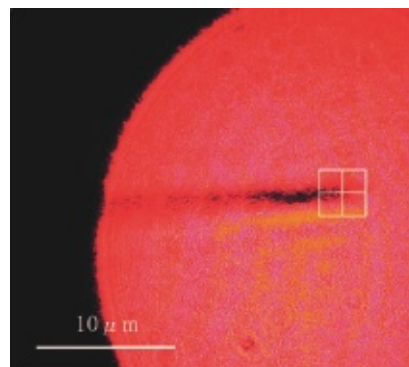


図1. 光学顕微鏡を改造して作ったブラウン運動計測装置でナノメートルオーダーの気流感覚毛のブラウン運動を光学的に測定した。気流感覚毛先端部の強拡大像(×900)と4分割フォトダイオードアレイの測定領域(白四角)。

(b) 昆虫で初めて温度・湿度情報を運ぶ介在神経を同定した。これまでゴキブリの触角表面には冷、湿度、乾燥受容のために特殊化した形態を持つ三種類の受容器が同定されている。受容器内部には温・湿度変化によって伸び縮みする物質があり、この変位により感覚細胞が機械的な刺激を受け、興奮する。これらの軸索は、感覚モダリティーごとに触角葉(触角の一次感覚中枢)の背側にある糸球体のセットに終末する(図2)。触角に0.5度前後の温度変化、5%前後の湿度変化を持つ空気流を与え、これらの刺激に応じる細胞を探索したところ、冷・湿・乾受容器の軸索終末領域に局限した樹状突起を持つ介在神経を各5例ずつ同定することができた。これらは各感覚刺激に対して興奮性の応答を示すが、匂い刺激に対しても抑制性の応答を示した。温・湿度介在神経の終末領域は匂い情報を運ぶ介在神経の終末領域とは隔てられていたが両者は隣接していた(図2)。これは脳内には温・湿度情報を運ぶ専用の神経経路が存在するが、それは匂い情報の処理システムと緊密に関係しあっていることを示している。昆虫は体積に対して体表面積が広いので頻繁な水分の摂取や生存に適した温度の選択は死活問題であり、空気中のわずかな温・湿度変化を捉えるために匂いの処理と似たアルゴリズムを採用しているのではないかと考えられる。このことは我々哺乳類の温・湿度情報が体性感覚の一部として処理され、痛覚や触覚に類似した感覚として知覚されることとは対照的である。

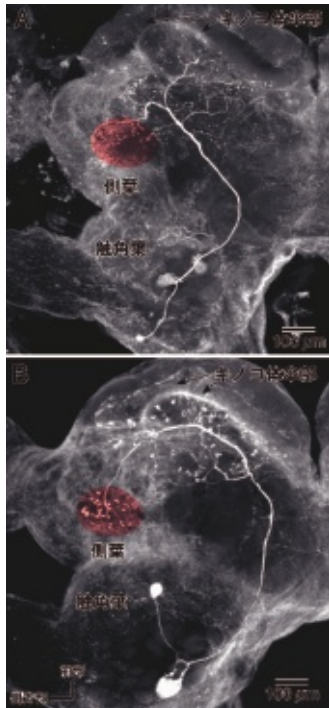


図2. ゴキブリの脳内の湿度情報運ぶ介在神経(A)と匂い情報運ぶ介在神経(B)の共焦点レーザー顕微鏡写真。湿度情報運ぶ介在神経は2つの糸球体に樹状突起を伸ばすのが特徴である。

(c) 一酸化窒素 (NO) は、合成酵素によりアルギニンから合成され標的細胞の可溶性グアニル酸シクラーゼを活性化することでセカンドメッセンジャーcGMPの濃度を上昇させる。中枢神経系で、NOは神経の可塑性に関与すると考えられているが詳細は未だによくわかっていない。ザリガニやコオロギの微小脳を実験材料に使う事で脊椎動物の脳神経系では実現が難しい実験が可能になり、NOの役割を細胞レベル、行動レベルで詳細に解析できる。微小脳におけるNOの合成細胞と標的細胞の局在を突き止めるためNDAPH-diaphorase組織化学染色法によりNO産生細胞を、cGMP免疫組織化学染色法で標的細胞を染色したところ、コオロギとザリガニの脳ではどちらも匂い情報処理や視覚情報処理に関与する領域がよく染色された(図3)。この事は、NOが脳における匂い情報処理や視覚情報処理に深く関与する事を示唆している。

本研究室では、これまでにコオロギは匂いと報酬(水)や罰(塩水)との連合学習能力を持つことを突き止めている。キノコ体は昆虫の匂い学習の場と考えられており、組織化学の実験からNO産生細胞が局在していることがわかった。コオロギの学習や記憶にNOが関与するか確かめるため薬理行動学的に調べた。予めNO合成酵素の阻害剤(L-NAME)や可溶性グアニル酸シクラーゼの阻害剤(ODQ)を頭部に微量投与した後、学習行動実験をしたところ、コオロギは匂いの識別と、学習する事ができ、短期間の記憶も可能であったが、本来なら数日続くはずの長期記憶が阻害された。このことから、NOは記憶成立過程におい

て短期から長期記憶に移行する段階で重要な役割を担っていることが判明した。

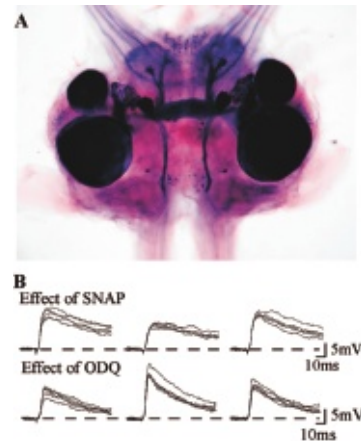


図3. (A)ザリガニ脳におけるNO産生細胞の局在。(B)ザリガニの介在神経のNO供与剤(SNAP)と可溶性グアニル酸シクラーゼ阻害剤(ODQ)に対する応答。神経伝達NO、cGMPにより抑制性の修飾を受けている。

今後の研究の展望

節足動物の脳神経系の基本設計を解明する上で我々は嗅覚情報の処理機構に着目してきた。外界に無限に存在する匂いを識別、記憶するには他の感覚モダリティの処理とは異なり、高度に発達した神経システムを必要とすることが脊椎動物での研究からも明らかである。我々は、これまでにたかだか1mm四方の小さな脳しか持たない昆虫が優れた匂い識別、学習能力を持つこと、昆虫脳内の最高次中枢とされるキノコ体は解剖学的には匂い情報を処理するために特化していることを明らかにしてきた。今後は匂いの質、量、濃度といった情報が階層的に処理されてゆく過程でどのようにコードされているのかを同定可能な単一細胞のレベルで解析する。また、匂い学習や記憶などの可塑性な性質に関与する一酸化窒素の役割を電気生理学的、薬理学的方法で解析を進める。

神経系の構造と動作の基本原理には、熱雑音(熱揺動)が深く関わっていることが明らかになってきた。この事は神経系がなぜ学習や可塑性など柔軟な動作ができるのか、なぜ進化の上でかくも多様な神経系が可能であったのか、といった極めて生物学的な現象の基本的理解へ導いてくれる。すべては300Kの熱平衡に近い非平衡系という細胞および生命の起源にまつわる、熱雑音に曝されて存続し続けた計測・通信系として理解すべきである。雑音に満ちたこの世界が創り上げた情報通信系の設計原理を、物理的な実測に基づいて議論を進めるには、光を用いたナノメートル領域の計測や、情報や信号の確率過程論的考察など、所内外の他研究分野との共同研究を強める必要があり、また小型高密度化の進む次世代電子情報デバイスの開発に熱雑音を手なづけた生物系の原理を応用する学際研究を展開すべきである。

信号処理研究分野

助手 真田博文（北大院、工博、1993. 7～2002. 3）

院生 陳 方（M2）

研究目標

次世代電子デバイスとして期待される電子波デバイスの動作原理となる電子波伝播の解析・設計理論の構築を目指した研究を行った。波動を記述する方程式の類似性から、電気回路理論に基づいた等価回路モデルを導出し、工学的に体系付けられた手法の構築を目指した。また、回路モデルに基づき、安定で、汎用性のある波動伝播現象の数値シミュレーション手法の研究を行った。

研究成果

(a) 電子波伝播の時間域解析のためのデジタルフィルタモデルに関する研究

本研究では、有効質量近似シュレディンガー方程式と2バンドモデル方程式によって記述されるポテンシャル構造中の電子波の時間発展をシミュレートするウェーブデジタルフィルタモデルを提案した。提案モデルの特徴として、回路の無損失性に基づく数値安定性、デジタルラティスフィルタの構造を持つため、処理の並列実現に適していることがあげられる。このため、大規模、長時間のシミュレーションに適していると考えられる（図1）。

(b) 多重ポテンシャル障壁による電子波フィルタの設計法に関する研究

電子波に対してエネルギーフィルタの役割をする多重バリア構造は、電子波デバイスにおける電子の振る舞いを制御する構造として重要である。本研究では、電子波に対して帯域通貨型エネルギーフィルタの役割をする多重バリア構造の形状の設計法を提案した。それに基づいて電子波エネルギーフィルタの設計をすれば、これまでよく用いられている有限長周期的多重バリア構造と比較して、通過域の平坦性、電子波束通過の高速性において非常に優れていることを明らかにした（図2、図3）。

(c) 形状を変調した多層ポテンシャルによるエネルギーバンド構造の形成に関する研究

多重バリア構造の形状をガウス型に変調したガウス型変調超格子について、形状の変調方法とエネルギーフィルタ特性の関係を詳細に調査し、その基本特性を明らかにした。特に、ガウス型変調超格子のミニバンド構造にはある単純な規則性が存在することを始めて明らかにし、設計のための有効な指針となり得ることを示した。また、材料組成の乱れを考慮した場合の特性評価から、ある程度材料組成の乱れは許容されることを示した。

今後の研究の展望

上記(a)、(b)：これまでの研究は、有効質量近似シュレディンガー方程式に基づく理論的なものである。ポアソン方程式との連立によるより現実に近い理論計算が必要である。また、実際の半導体構造を形成することにより、実験的な検討を行うことが必要である。

上記(c)：提案したデジタルフィルタモデルによる大規模演算を実際に行い、有効性を示すことが必要である。

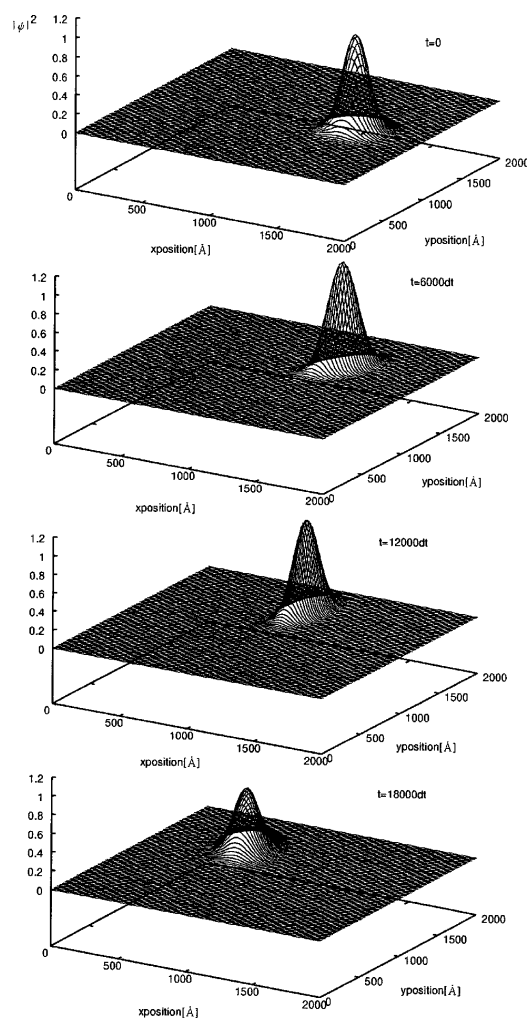


図1. z方向に一樣な磁場がかけられた領域を伝播する電子波束のシミュレーション。
提案手法によれば、PC クラスタなどを利用した並列計算が可能であり、かつ数値的安定性は保証される。

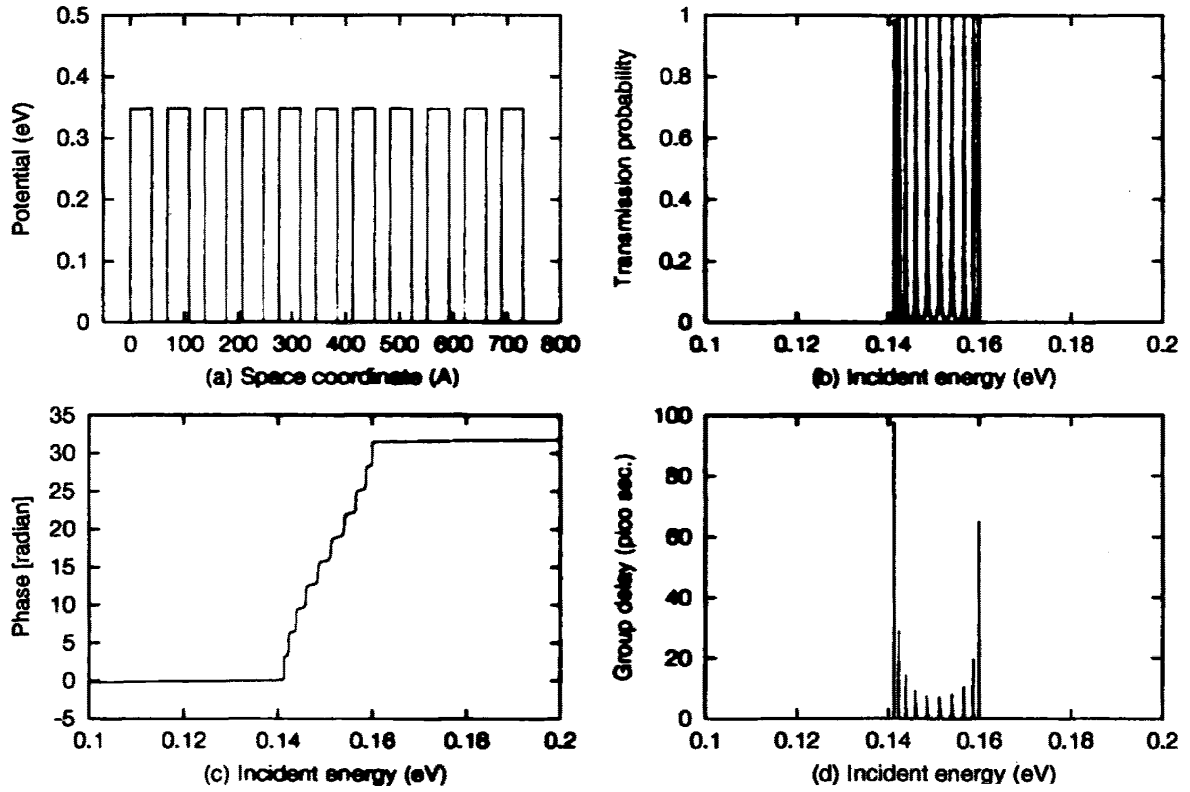


図2. 従来より用いられている周期的多重バリア構造(a)による透過特性(b)、位相特性(c)、群遅延特性(d)。透過特性は離散的なピークとなっている。また、群遅延が非常に大きいことがわかる

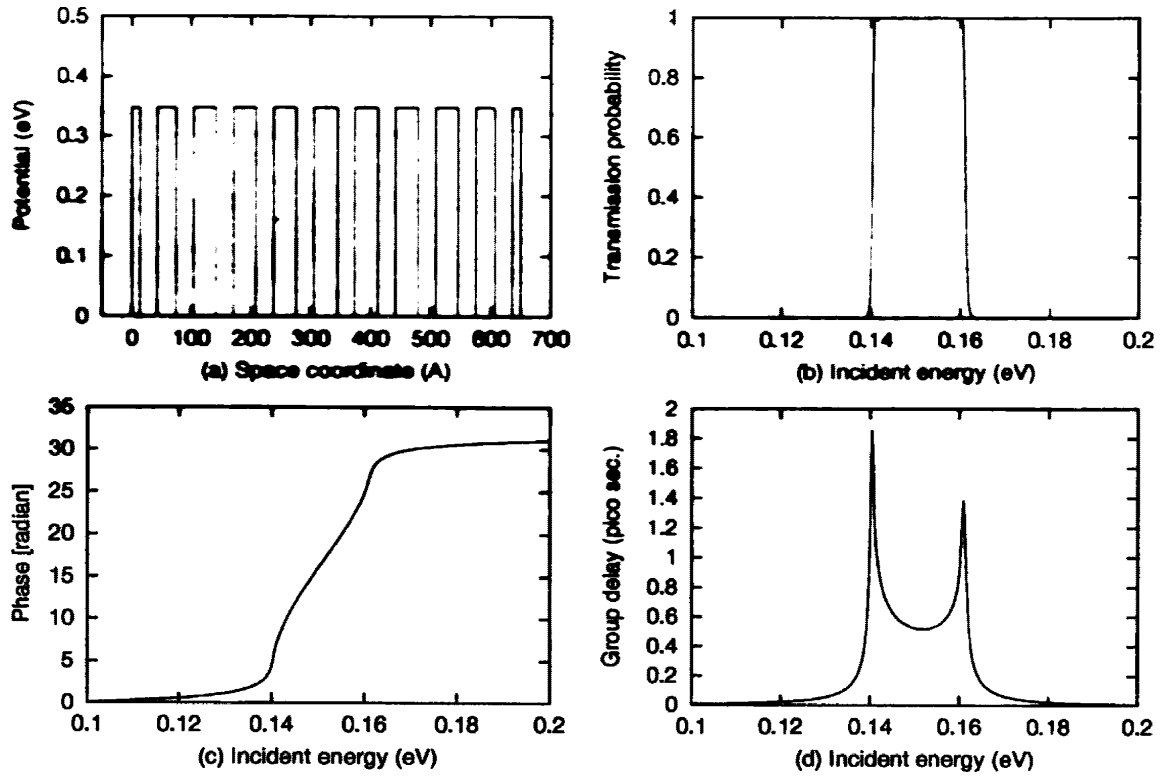


図3. 提案手法により設計された多重バリア構造(a)とその透過特性(b)、位相特性(c)、群遅延特性(d)。通過域が平坦であることがわかる。また、群遅延は従来構造に比べ非常に小さい。このような構造が実現されれば、電子波デバイス的高速動作に有効である

感覚情報研究分野

教授 伊福部達（北大院、工博、1971. 4～2002. 6）

講師 井野秀一（北大院、工博、1993. 4～）

技官 永井謙芝

院生 浅川智恵子（D 1）、禰寝義人（D 1）、小川喜嗣（M 2）、高橋はるか（M 2）、本間健（M 2）、笈沼元紀（M 1）、加藤士雄（M 1）、山田貴史（M 1）

研究目標

ヒトの認知機能や運動機能を解析する研究に基づき、衰えたり失った感覚、脳、運動に関する機能を補助・代行する支援機器を設計するとともに、得られた知見や技術をバーチャルリアリティやロボティクスに応用する。

さらに、これらの応用技術を支援機器の開発にフィードバックさせ、機器を現場で使用してまだ問題があれば再び基礎に戻るというループを描きながら福祉工学（Assistive Engineering）のための技術体系を構築する。

具体的には、この研究の流れを「聴覚と発声」、「体性感覚と運動機能」および「空間知覚と平衡機能」に関する支援機器の設計に適用する。現場を重視し、産・官の協力を得ながら、実用器の開発を目指して研究を進める。

研究成果

(a) 聴覚と発声に関する研究成果

(1) 先に開発した抑揚制御型人工喉頭を使用者の意見を基に改良し製品化（図 1）するとともに、できるだけ手を使わないハンズフリー型の人工喉頭の設計に着手した。これの基礎となった九官鳥音声の解析研究は超腹話術音声の研究に発展し、その発声メカニズムが明らかにされた。また、声の「ゆらぎ」も考慮した自然性の高い人工喉頭音声の合成法を示すとともに、抑揚強調機能が難聴者の音声の聞き取り向上に寄与するという知見に基づいて新しいデジタル補聴器を提案した。

(2) 先に開発した廉価・低消費電力の振動子マトリクス（4×16）を用いて、聴覚代行、視覚代行およびバーチャルリアリティやロボットのための触覚インタフェースを具体



図 1. 抑揚を制御できる改良型電気式人工喉頭

化した（図 2）。



図 2. 振動子マトリクスを装備した触覚インタフェース

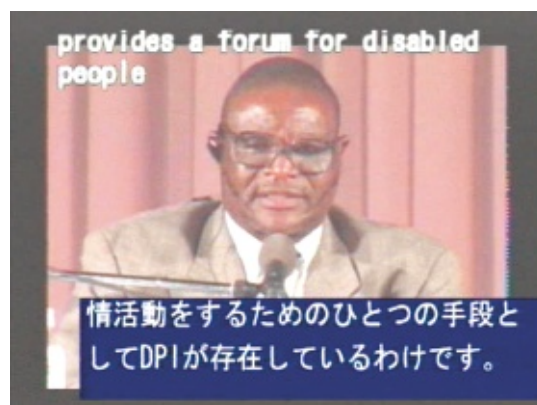


図 3. 音声認識結果が話者の口元に表示されるシステム

(3) 不特定の話者が話した音声进行特定話者が復唱することにより、既存の音声認識装置でも 90%以上の認識率が得られることを示した。さらに、話者の顔画像を遅らせて文字情報と同時に表示することにより、音声理解の手がかりが増えることを確認した。

その結果に基づき、聴覚障害者が会議等に参加するのを助ける音声認識システムを開発し、実際の会議で話者と認識された文字とをスクリーンに表示する実験を行い、実用化の道を拓いた（図 3）。

このシステムは 2002 年 10 月に札幌で開かれる障害者国際会議（4 年ごとに開かれる国際集会で、約 100 カ国から 2000 人ほどが集まる会議）で使用されることになった。

さらに、通訳者が介在することで汎用性のある音声通訳システムとしても利用できることから、本研究の成果をユニバーサルデザインの一例として生かされることになった。

(b) 体性感覚と運動機能に関する研究成果

(1) ヒトの運動解析研究に基づき、立ち上がりや着座動作がスムーズに遂行されるような移乗介助機器を開発した。



図4. MH アクチュエータを利用した肘関節リハビリ機器

これには実用化段階に入った水素吸蔵合金（MH）アクチュエータを利用しているが、今年度はアクチュエータのペローズとして高分子複合材料を用いることにより、大幅に柔軟性を増加させ、また、小型・軽量化および超廉価に成功した。このソフトアクチュエータを用いて、手指や肘の関節可動域や筋力回復の訓練のための関節リハビリ機器の設計を試みた（図4）。

(c) 空間知覚と平衡機能に関する研究成果（図5）

(1) 現実情報と仮想情報を重ね合わせる新しい情報表示方法すなわち複合現実感（MR）システムにおいて、「VR酔い」を引き起こす視覚刺激環境について考察した。その結果、CGによる立体映像、現実世界を立体カメラで捉えた立体映像、および従来の2次元映像とで酔いの大きさはCG画像で大きくなることから、現在のCG画像の問題点を指摘した。

(2) 左右に移動する縞模様などによって生じる自己運動感覚が音像刺激により減少することから音刺激を工夫することにより、酔い（動揺病）を軽減できる可能性が示された。



図5. 研究成果をまとめた著書

(3) 移動する音像や画像さらに体性感覚刺激により立位姿勢を変化するという知見に基づき、バランスに関するリハビリテーションの新しい方法を提案するとともにその有効性を検証した。

今後の研究の展望

(a) 聴覚と発声

(1) 本年度の成果である廉価・低消費電力の振動子マトリクスを利用して、音声や画像に関する感覚代行方式およびバーチャルリアリティやロボットとの触覚インタフェースを具体化する。

(2) 音声自動認識の結果の文字列と顔画像とをスクリーン上で重ねる新しい音声通訳方式を実用化する。

(3) 超腹話術音声における両唇音パ行、バ行、マ行の発音機構をモデル化し、そのモデルを発音訓練や音声楽器に応用する。

(b) 体性感覚と運動機能

(1) 触覚インタフェースを自動車などの人間-機械系の操作性向上と危険情報提示へ応用する。

(2) 触感を決める要因を探り、バーチャルリアリティにおける触覚ディスプレイを設計する。

(3) 高分子複合フィルム材料で水素を封印できる小型MHアクチュエータを開発し、繊細で柔軟な動きを実現できるようにリハビリ機器を開発する。

(4) 上記アクチュエータによる移乗介助方式を確立するとともに、弱った筋肉のためのパワーアシストを開発する。

(c) 「空間知覚と平衡機能」

(1) MRによる感覚統合機能を利用した平衡機能訓練のためのリハビリ機器を開発する。

(2) MR刺激の人体影響を軽減する方法として、立体動画像によって生じる「酔い」を軽減する方式を明らかにする。

(3) 超音波反射音を頭部伝達関数で処理することで、物体位置から音が聞こえるような視覚補助方式を具体化する。

以上の研究を、図6に示したような、ヒューマン機能解析、アシスティブ機器設計およびバーチャルリアリティやロボティクスが一体となった研究方法に沿って進める。

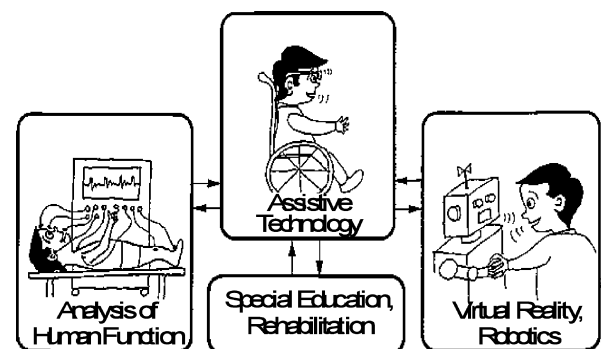


図6. 感覚情報研究分野における研究の流れ

並列分散処理研究分野（客員）

教授 東倉洋一（東大院、工博、2001.4～）

研究目標

人間と情報の係わりに関して、様々な視点から考察し、今後の高度情報社会の進展に伴って、両者とその係わりが、どのように変化しうるかを論じる。また、高度情報社会の健全な成熟のためには、情報や情報技術がどうあるべきかを考察し、今後取り組むべき研究課題を明確にする。

具体的には、上記の議論を専門家から一般市民にいたる広い対象に情報発信を行い、情報技術の技術的な可能性、人間や社会へのインパクトやこれらが引き起こす様々な問題とその対応などを内容とする講義、講演の実施、論文、解説記事、著書などの発表による啓蒙活動を重視する。

研究成果

(a) 社会の変遷と情報社会およびポスト情報社会の位置付け

農業社会、工業社会を経て迎えた IT 社会およびこれに続くポスト IT 社会を次のように位置付けた。まず、現在の IT 社会では IT の基盤づくりが行われ、次に迎える XIT 社会（eXtended IT）への出発点になる。すなわち、IT がインフラとなって、多様な分野へと拡張され、XIT 社会へと導かれる。

XIT 社会のより具体的なイメージは、X にいろいろな文字を入れると理解しやすい。B ならバイオ（Bio）や脳（Brain）、E なら環境（Environment）、あるいは、Q なら量子（Quantum）といった具合になる。

文部科学省の科学技術政策研究所の科学技術未来予測によれば、10 年後以降の重点課題は、情報技術から地球環境やバイオにシフトするものと予測されており、上記の位置付けを支持する結果となっている。

(b) 情報機器の位置付け

コンピュータやネットワークに代表される情報機器が、今後、人間にとってどのような存在になって行くかを考察した。

情報機器の技術的な進展は著しく、高速化や大容量化による処理速度の向上とともに、小型化と軽量化が加速される。しかし、これら従来の延長線とは異なる新しい特徴である知能化と能動化、さらに、個性化と多様化が重視される。とくに、能動化は今後の特徴的な方向と考えられ、情報機器から人間に対して能動的に働きかける関係が生まれてくる。

このような技術的な背景に基づいて、従来主体であった人と人のコミュニケーションが、人とモノ、さらにはモノとモノのコミュニケーションへと拡張され、すべてのモノが能動的に情報を発信する“Anything Active”の世界が到来することを予見した。

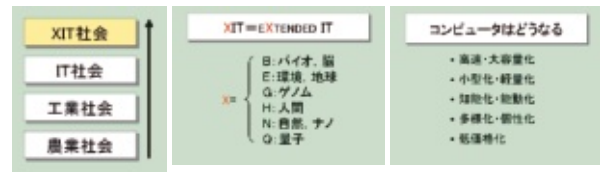
また、情報機器はウェアラブルな状態が進展し、特に意識しなくても常時行動をとるパラサイト（寄生）へ移行し、さらに、情報機器が体内や脳内に埋め込まれるようになる。

(c) 情報空間の拡張

情報空間の変化に影響する要素と変化の性質を考察した。

第一の要素は、センサの技術革新である。感度だけでなく、情報の質に関しても五感を超えるセンサ（X センサと名付ける）の開発が進展する。これらのセンサでキャッチできる情報の範囲は、今後も増大し続け、その結果として

感覚空間の拡張が起こる。第二は、この X センサでキャッチする情報をやり取りする手段の飛躍的な進展である。携帯機器により、X センサからの情報を含むあらゆる情報をデジタル化し、いつでもどこでも誰とでもやり取りできる。時々刻々変化する環境情報、生活情報、個人情報などの多様な情報が、リアルタイムで飛び交い、個人、家族、組織、社会といったあらゆるレベルにおいて、知識空間、行動空間、コミュニケーション空間の拡大をもたらす。これが、情報空間の X 空間と呼べる拡大情報空間である。

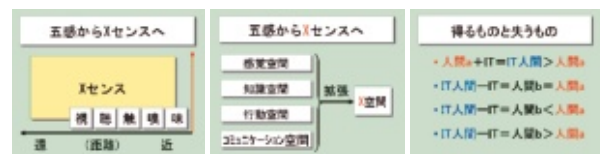


(d) 情報技術の影響による人間の変化

情報技術 (IT) の影響による人間の変化を、人間と IT の相互作用としてとらえ、両者の関係についての図「得るものと失うもの」に示す仮説を提案した。

まず、IT に未経験の人間 a は、IT を使うことによって、機能的、能力的に向上した IT 人間になることが考えられる。そして、IT を使わない元の状態に戻った人間 b は、以前の人間 a と全く変わることがない。人間と IT の間に単純な加法定理が成立すれば、上記の 2 つの場合で全てが尽くされる。

しかし、そうでないことも起こりうる。新しい道具の常として、その利便性によって失われるものが出てくる。これが、人間 b < 人間 a である。一方、人間 b > 人間 a のように、IT を使うことによって、人間の能力が刺激され、これが向上したり、今までは潜在的であった能力が顕在化する可能性があり、こういった視点は今後の新しい研究課題を提供する。以上のような人間と情報および情報技術との係わりに関する考察は、情報社会の今後の進展と課題を考えるためのヒントとなるため、著書「IT は人間を賢くするか」（ダイヤモンド社、2001 年発行）にまとめ、広く普及することに努めた。



今後の研究の展望

現在、政府の e-Japan 重点計画にそって推進されているブロードバンドやユビキタスといった技術的な実現形態を、上記の「人間と情報の係わり」という視点から考察し、現状や今後の課題をより具体的に掘り下げる。

ブロードバンドに関しては、大容量、高速で流通する新しいコンテンツを具体的な対象として、人間と情報の係わりの視点から様々な課題を考察する。また、ブロードバンドの急速な普及にともなってますます深刻化する「情報の爆発」の問題を取り上げ、その実態と課題、さらには問題克服に向けた技術的な取り組みを考察する。

ユビキタスに関しては、ネットワークの登場に伴って問題となるヒューマンインタフェースの新しい課題を対象とする。具体的には、総務省の「ネットワークヒューマンインタフェース研究会」のメンバーとして、その活動を通して様々な視点から考察を加え、問題点を明確にするとともに、今後の課題設定を行う。

研究目標

(a) 分子の励起に伴う電気双極子モーメントの変化の研究
ピリミジン (1,3 ジアミン、 $C_6N_2H_4$) の第一励起状態の電気双極子モーメントは、基底状態のそれとは、符号が異なることが知られている。このような分子は、励起光と外部電場の制御により、分子の回転運動を持続させる、いわば分子モーターの材料としての可能性が考えられる。このような材料を見出す方法として、ab initio 法による理論計算の適応がある。この研究は、基底状態と第一励起状態において、電気双極子モーメントの符号がお互いに異なる分子を、ab initio 法の理論計算を用いて探求することである。

(b) 分子のイオン化に関する理論的研究

分子のイオン化に伴って観測される光電子スペクトルは、分子のイオン化に伴う電子状態・分子構造・振動状態の変化を反映している。従って、光電子スペクトルの理論的な解析には、これらの変化の理論計算が有効な手助けとなる。

今回は、類似の荷電子構造をもつ O_3 と SO_2 の理論的研究を行った。とりわけ 15～18 eV の光電子スペクトルは、複雑な振動構造をもつ。この領域には、各々五つのイオン化状態が存在している。この研究では、各イオン化状態の電子スペクトルにおける寄与を明らかにする。

研究成果

(a) 分子の励起に伴う電気双極子モーメントの変化の研究
従来の計算結果から、電気双極子モーメントの値は、用いる計算方法に留意する必要がある場合があることが知られている。そこで、基底関数としては、6-31 G と、それに分極関数を加えたものの二種を用いた。電子状態の計算方法としては、MCSCF 法と、電子相関を取り込んだ MRSDCI 法を用いた。また、MCSCF 法勾配法を用いて、基底状態と励起状態の分子構造の最適化を行った。計算に用いたプログラムは、MCSCF 法が GAMESS、MRSDCI 法が MOLCAS である。

ピリミジンの MCSCF 計算では、二つの基底関数とも、励起状態の電気双極子モーメントの値が基底状態より小さくなるものの、その符号は同一であった。なお、MRSDCI 法の計算は、現在準備中である。

C_{2v} の分子の対称性を保つピリミジンの一置換体 (F、Cl、CN、 NH_2) に関して、MCSCF 計算を行った。その結果、基底状態と励起状態とで、電気双極子モーメントの向きがお互いに異なるものとして、以下の分子が見出された。5-フロロ-1,3 ジアミン、5-クロロ-1,3 ジアミン、2-アミノ-1,3 ジアミン。

(b) 分子のイオン化に関する理論的研究

電子状態の理論計算より、注目している領域のイオン化

状態は、イオン化エネルギーが低い方から、 O_3 が 2^2B_2 、 2^2A_1 、 2^2B_1 、 3^2A_1 、 3^2B_2 状態、 SO_2 が 2^2B_1 、 2^2A_1 、 2^2B_2 、 3^2A_1 、 3^2B_2 状態である。MRSDCI 法の計算から、 O_3 の 2^2B_2 と 2^2A_1 、 SO_2 の 3^2A_1 、 3^2B_2 状態は、一電子イオン化の電子配置をもたないことが分かったので、これらの状態は、光電子スペクトルの強度には寄与しない。

振動状態とフランク-コンドン因子の計算から、 O_3 の光電子スペクトルの顕著な振動構造は、 2^2B_1 と 3^2B_2 状態の O-O 全対称振動モードへの振動励起に起因していることが分かった。これらのイオン化状態の分子構造は、基底状態に比較して、O-O の結合距離が 0.1 Å ほど伸びている。 SO_2 の複雑な振動構造は、 2^2B_1 、 2^2A_1 、 2^2B_2 状態の S-O 全対称振動モードと O-S-O 変角振動モードへの振動励起に起因していることが分かった。これらのイオン化状態の分子構造は、基底状態に比較して、S-O の結合距離が 0.15 Å ほど伸びている。また、O-S-O の変角が 10 度以上広がっている。

今後の研究の展望

ピリミジンの MCSCF 計算では、基底状態と励起状態とで、電気双極子モーメントの向きは同じ結果を得た。これは、実験の示唆することとは異なる結果である。そこで、電子相関を取り込んだ MRSDCI 法を用いることにより、この種の電気双極子モーメントの計算には、何が必要かを検討する必要がある。

ピリミジンの一置換体の MCSCF 計算において、基底状態と励起状態とで、電気双極子モーメントの向きがお互いに異なるもの分子を見出したが、ベンゼン環を含んだ他の分子に関しても検討を行う予定である。

分子のイオン化状態の電子状態、分子構造、振動状態の基礎的な理論計算は、極めて少ない。これらの研究は、分子の Rydeberg 励起状態にかんする研究の発展につながるものであり、Rydeberg 励起状態の研究も視野にいれて、引き続きこの分野の研究を行う予定である。

附属電子計測開発施設

研究目的

光の散乱、干渉、回折などの物理光学的な現象に基づく光応用計測技術、光学現象のシミュレータ技術及び画像・信号処理技術について各研究分野の研究支援を行うとともに、レーザー光の散乱現象についての研究を推進することにより、時代が要求する多種多様な対象に高度に適合した光応用計測法の開発を目指す。



附属電子計測開発施設

施設長 末宗幾夫（併任）（2000.10～2002.3）
 助教授 岩井俊昭（北大院、工博、1993.4～）
 助手 石井勝弘（北大院、工博、1998.10～）
 院生 小川数馬（M2）、根本充隆（M2）、古西宏（M2）、松原兼太（M2）、宮越仁隆（M2）、福田奈月（M2）、吉田力也（M1）

研究目標

新しい光波伝播制御デバイスであるフォトニック結晶の創製法として、レーザ光の放射圧と微粒子の自己組織化を利用した局所的3次元コロイド・エピタキシー法を開発し、フォトニック結晶の創製を目指す。濃厚サブミクロン微粒子溶液の“その場”粒質計測を目指し、固液境界に局在するエバネッセント光や低コヒーレンス干渉法を利用する新しい動的散乱法の開発を行う。光拡散方程式に基づく理論的研究やモンテカルロ法による物理現象シミュレーションを通して、レーザ多重散乱現象の基礎的研究を行い、高密度散乱媒質の粒子径計測を目指す偏光十字像のフーリエ解析や血管分布造影を目指す拡散光トポグラフィ法の再構成像の尖鋭化を行う。

研究成果

(a) コロイド・エピタキシー法の開発

コロイド溶液中に分散している光の波長程度の微粒子の自己組織化現象を利用して、周期的構造体を創製するための新しい手法の開発を目指している。本手法では、レーザ放射圧による物理的拘束領域内における微粒子の自己配列と乾燥過程で発生する横毛管力による微粒子の自己集積を利用していることに特徴がある。その結果、微粒子を1粒子ずつ選択的に配列・積層することが可能になった。図は、直径 $3\mu\text{m}$ のポリスチレン球を3層ピラミッド構造に積層させた例である。この結果、微粒子を多層に積層した場合、面心立方構造になることを確認した。

レーザ放射圧による拘束領域内の微粒子の自己配列現象を、メトロポリス法に基づくモンテカルロシミュレーションを行い、照射レーザパワーと照射サイズの条件を明らかにした。図2は、モンテカルロシミュレーションによる自己配列の様子と照射レーザパワーと照射サイズの条件を示す。

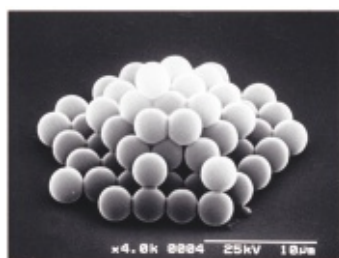


図1. 微粒子の3次元周期的構造体

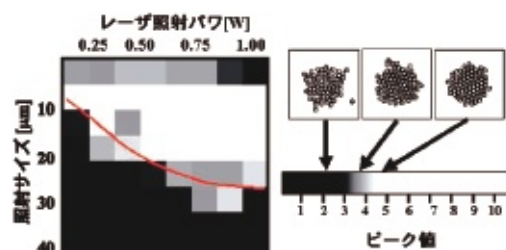


図2. 微粒子の自己配列モンテカルロシミュレーション

(b) エバネッセント動的散乱光の時間特性

屈折率の大きな物質から小さな物質に向かって臨界角を超える入射角で光が進行するとき、図3に示すように境界面において全反射が発生し、屈折率の小さい側に光が染み出すエバネッセント場を生じる。このエバネッセント場は、進行方向も染み込む方向にもほぼ波長程度の領域に局在している。本研究では、ガラス面に滴下された濃厚溶液からの動的な散乱光の偏光特性について実験的研究を行った。その結果、S偏光入射—垂直偏光検出では多重散乱光のみ

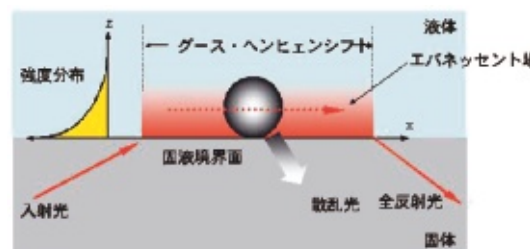


図3. 固液境界面に発生するエバネッセント場による動的散乱

から構成されているため散乱角依存性を示さないこと、平行偏光検出では単散乱光成分を含むため散乱角依存性を示すことが示された。したがって、図4に示すように、S偏光入射の場合の平行偏光検出強度相関と垂直偏光強度相関との差は、単散乱相関特性になることを示した。

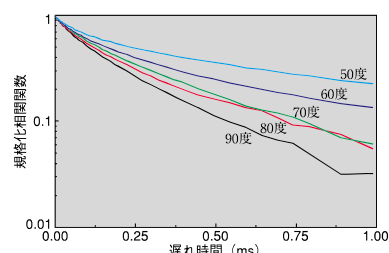


図4. 規格化自己相関関数

(c) 低コヒーレンス干渉法を用いた新しい光散乱法の開発

動的散乱法は単散乱理論を基礎としているため、多重散乱光の影響が大きい高濃度媒質には適用できない。そこで、低コヒーレンス干渉計を用いて、単散乱光成分のみを抽出し、単散乱光のパワースペクトルが測定可能であることならびに高濃度媒質に対して単散乱理論を基礎とする動的散乱法が適用可能であることを示した。図5に示す実験系は、光源にSLD ($\lambda=811.4\text{ nm}$ 、 $\Delta\lambda=48.4\text{ nm}$)を用いたマイケルソン干渉計である。参照光の反射ミラーの位置をピエゾ素子で正弦的に振動させ、参照光を1 kHzで

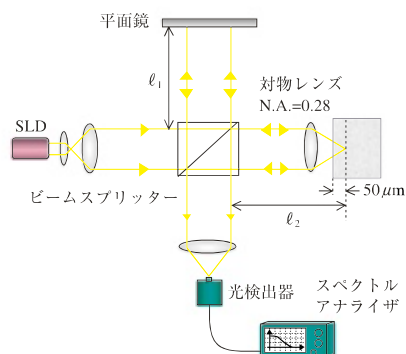


図5. 低コヒーレンス干渉計を用いた動的散乱法

位相変調する。図6は、体積濃度1%の粒径460nmポリスチレン球懸濁液に対して測定されたパワースペクトルから、

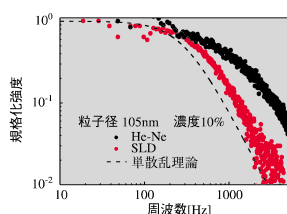


図6. 実験結果と単散乱理論との比較

ペデスタル成分を

除去校正した干渉成分のパワースペクトルである。実線は、単散乱理論より予測されるパワースペクトルを示し、干渉成分のパワースペクトルが理論とよく一致している。本測定法により、多重散乱光から単散乱光パワースペクトルが抽出できることが確認された。

(d) 拡散反射光の偏光特性

出射境界近傍における後方多重散乱光は、平行偏光成分では蝶ネクタイ状強度分布を、垂直偏光成分ではクローバ葉状強度分布を発現する。このような後方散乱光の偏光特性を定量的に解析するために、光軸を中心とする方位角方向に沿った強度変動の粒子径依存性をフーリエ解析し、微粒子の粒質測定への可能性を示した。図7と図8は、それぞれ平行偏光成分を無偏光強度分布で規格化した強度分布とパターン半径の1/3の動径距離の円周上の強度分布変化を示す。

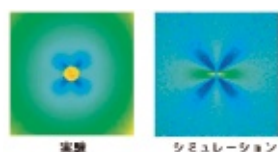


図7. 濃度1%の粒径460nm粒子溶液からの拡散反射光の平行偏光成分

(e) 拡散光トポグラフィ法による血管造影技術の開発

時間分解法と干渉法のそれぞれの長所である拡散波と連続光源を組合せ、入射点のまわりに広がる後方散乱光の空間的な強度分布とその光路長確率密度関数との関係から、空間積分強度と吸収体の深度との関係を定式化した。原理

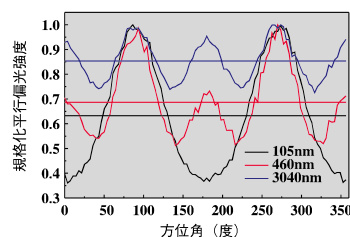


図8. 1/3パターン半径の円周に沿った規格化平行偏光強度分布

に基づき、強散乱媒質の表面から数ミリメートルの深さに存在する吸収体を造影した結果、本手法が拡散光を有効に利用している半面、多重散乱光がいろいろな経路を伝搬してくるために再構成像に独特の“ボケ”が発現することが確認された。後方散乱光強度分光が散乱媒質境界面に発生するプロセスの点像分布関数を求め、デコンボリューション法によりこのような“ボケ”を取り除き、再構成像を尖鋭化することを試みた。点像分布関数が、極微小吸収体が高密度媒質中に存在するときの後方散乱光強度分布と等しいとしてモンテカルロシミュレーションで求めた。その結果、後方散乱場の点像分布関数は深度に依存することを明らか

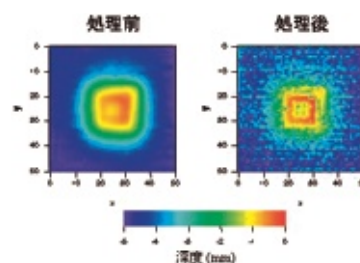


図9. デコンボリューション法による画像の尖鋭化

にした。さらに、図9に示すように、“ボケ”再構成像と点像分布関数をデコンボリューション法に適用し、画像の先鋭化を行なった。

今後の研究の展望

フォトリソグラフィ技術のための局所的コロイド・エピタキシー法の開発では、微粒子のダウンサイジングを行ないサブミクロンの結晶格子構造体を作成するシステムの構築と創製された構造体のバンド構造の測定を行う。エバネッセント動的散乱光の時間特性では、単散乱光相関関数を測定できることから粒径評価法を確立する。さらに、エバネッセント2光束干渉計を動的散乱法に導入し、粒質計測の高精度化を図る。低コヒーレンス干渉法を用いた新しい光散乱法の開発では、ペデスタルの影響を除くために変調周波数を増加させ、粒質計測の高精度化を図る。拡散反射光の偏光特性では、多分散系への拡張ならびに多層構造体への適用を模索する。拡散光トポグラフィ法による血管造影技術の開発では、拡散強度分布から直接に吸収体深度を測定できる理論的根拠の導出と実験的な検証を行う。

I-2. 研究業績 (*査読あり)

光電子物性研究分野

1. 学術論文

- 1) H. Kawabata, N. Ohta, H. Arakawa, M. Ashida, S. Kohtani and R. Nakagaki: "Evidence for Electric Field-Assisted Back-Electron Transfer Through a Methylene Bond in a Linked Compound of Phenanthrene and Phthalimide in a Polymer Film," *J. Chem. Phys.*, 114(18): 7723-7726 (2001)*
- 2) N. Ohta, T. Tanaka and I. Yamazaki: "A reduction of the high symmetry of C60 in a PMMA polymer film as revealed by electroabsorption spectra," *Res. Chem. Intermed.*, 27(1): 61-71 (2001)*
- 3) H. Kawabata, Y. Nishimura, I. Yamazaki, K. Iwai and N. Ohta: "Electric field effects on fluorescence of methylene-linked compounds of phenanthrene and N, N-dimethylaniline in a PMMA polymer film," *J. Phys. Chem. A*, 105(45): 10261-10270 (2001)*
- 4) Y. Takehara, N. Ohta, S. Shiraishi, S. Asaoka, T. Wada and Y. Inoue: "External electric field effects on exciplex formation of 1,1-diphenyl-1-propene with a chiral sensitizer of 1,4-naphthalenecarboxylate in a PMMA polymer film," *J. Photochem. Photobiol. A: Chemistry*, 145: 53-60 (2001)*
- 5) N. Ohta, Y. Iwaki, A. Osuka and N. Aratani: "Excitation dynamics and its electric field dependence of meso, meso-linked porphyrin arrays in a polymer film," *Int. J. Mod. Phys. B*, 15(28,29,30): 3588-3592 (2001)*

2. 総説、解説、評論等

- 1) 太田信廣:「分子配列系における光化学反応と電場効果」、光化学の課題と展望、52(7): 47-52 (2001)

4. 招請講演

- 1) N. Ohta: "Electric field effects on Photochemical Processes in Solid States," Indo-Japan Exchange Seminar in Structure and Dynamics of Chemical and Biological Systems, Bangalore, India (2001)
- 2) N. Ohta: "Control of Photochemical Reaction of Electron Transfer in Solid States by an Electric Field," The 4th NIMC International Symposium on Photoreaction Control and Photofunctional Materials (PCPM2001) Tsukuba, Japan (2001)
- 3) N. Ohta: "Electric Field Effects on Absorption and Emission Spectra and Nonlinear Optical Properties of Porphyrin Oligomers," The 1st International Symposium on Macro- and Supramolecular Architectures and Materials (MAM-01): Biological and

Synthetic Systems, Kwangju, South Korea (2001-4)

- 4) 太田信廣:「光誘起電子移動反応と電場効果」、第12回北海道大学触媒化学研究センター研究討論会(触媒基本反応の検討; 表面ナノ構造と反応ダイナミクス)、札幌 (2001-11)
- 5) 太田信廣:「固体薄膜中における光化学ダイナミクスへの電場効果」、第740回分子研コロキウム、岡崎 (2001-11)
- 6) N. Ohta: "Effects of Static Electric Field on Photochemical Dynamics," Symposium on Advanced Photonic Science, Sapporo, Japan (2001-12)

相転移物性研究分野

1. 学術論文

- 1) M. Yamaguchi, T. Yagi, R. Wang and M. Itoh: "Light scattering study of ferroelectric phase transition in $\text{SrTi}^{18}\text{O}_3$," *Phys. Rev. B*, 63: 172102-172104 (2001)*
- 2) M. Kasahara, H. Hasebe, R. Wang, M. Itoh and T. Yagi: "Raman scattering study of $\text{SrTi}^{18}\text{O}_3$," *J. Phys. Soc. Jpn.*, 70(3): 648-651 (2001)*
- 3) T. Watanuki, S. Yoshioka, M. Kasahara, T. F. Crimmins, K.A. Nelson and T. Yagi: "Reinvestigation of the dispersion relation of A_1 phonon-polariton in LiNbO_3 by the improved heterodyne ISRS study," *J. Phys. Soc. Jpn.*, 70(9): 2784-2787 (2001)*
- 4) Y. Tsujimi, H. Hasebe, R. Wang, M. Itoh and T. Yagi: "Ferroelectric phase transition of $\text{SrTi}^{18}\text{O}_3$ studied by Brillouin scattering," *Ferroelectrics*, 261: 213-281 (2001)*
- 5) M. Takesada and S. Koshihara: "Photo-induced effect of ferroelastic phase transition in $\text{KD}_3(\text{SeO}_3)_2$," *Ferroelectrics*, 264: 309-314 (2001)*
- 6) M. Takesada and S. Koshihara: "The Heat is off at cutting edge," *Look Japan*, 47(541): 30-31 (2001)*
- 7) S. Koshihara, Y. Ogawa, T. Ishikawa, M. Takesada, A. Oiwa, H. Muneoka, T. Komori and J. Yoshino: "Photo-induced phase transition in organic and inorganic materials," *Current Applied Physics*, 1: 21-27 (2001)*

3. 著書

- 1) T. Yagi: "Ferroelectrics and related substances, Oxides: Perovskite type oxides and LiNbO_3 family," Landolt-Bornstein/New Series; III, [36-A1] (Springer) (2001)*

4. 招請講演

- 1) 八木駿郎:「時間と振動数で相転移ダイナミクスを見

- る一電子相転移物性研究室の研究」、平成13年度第1回物理専攻物性談話会、北海道大学 (2001-6)
- 2) 八木駿郎：「時間分解分光法による相転移ダイナミクスの研究」、平成13年度東京工業大学応用セラミックス研究所客員講演会、東京工業大学応用セラミックス研究所 (2001-7)
- 3) 小林美加、辻見裕史、八木駿郎：「パルス誘導光散乱によるガラス転移の特徴的長さの測定「ガラス過冷却液体の物性——理論と実験の接点を求めて——」」、KEK中性子科学研究施設研究会、高エネルギー研究所 (つくば市) (2001-8)
- 4) 狩野 旬、八木駿郎：「実時間ラマン分光 (Debye model の限界)」、平成13年度科研費基盤研究C1 (企画調査) [新ソフトモード概念の構築] 研究会、しんきんけんば会館 (2001-8)
- 5) 武貞正樹：「量子ゆらぎの光による制御」、平成13年度科研費基盤研究C1 (企画調査) 研究会 [新ソフトモード概念の構築]、しんきんけんば会館 (2001-9)
- 6) 八木駿郎：「誘電体相転移の時間分解分光法による研究——相転移の揺らぎを時間で見る——」、東京工業大学大学院理学研究科物理専攻物性談話会、東京工業大学大学院理学研究科大会議室 (東京都)、平成13年11月30日 (2001-12)
- 7) Y. Tsujimi: “Initial process of the ferroelectric soft mode studied by femtosecond spectroscopy,” Third RIES-Hokudai Symposium, “彩” (SAI), Hokkaido University, Japan (2001-12)
- 8) 八木駿郎：「振動数と時間で見た相転移——光散乱法とコヒーレントフォノン励起法——」、九州大学大学院理学院物理学府第17回教室談話会、九州大学大学院理学院物理学府会議室 (福岡市) (2001-12)
- 9) 武貞正樹：「酸化物量子常誘電系における光誘起効果」、科研費特定領域研究(B)「光誘起相転移とその動力学」研究会、鎌倉プリンスホテル (鎌倉市) (2002-1)
- in (BEDO-TTF)(Cl₂TCNQ),” *Synthetic Metals*, 120: 991-992 (2001)*
- 4) T. Naito, T. Inabe, K. Takeda, K. Awaga, T. Akutagawa, T. Hasegawa, T. Nakamura, T. Kakiuchi, H. Sawa, T. Yamamoto and H. Tajima: “Peculiar Physical Properties of (ET)₃(MnCl₄)(TCE),” *Synthetic Metals*, 120: 877-878 (2001)*
- 5) S. Nishihara, T. Akutagawa, T. Hasegawa and T. Nakamura: “[Ni(dmit)₂]-Salts of a Supramolecular Cation, Sc⁺(12-crown-4)₂,” *Synthetic Metals*, 121: 1806-1807 (2001)*
- 6) T. Akutagawa, N. Takamatsu, K. Shitagami, T. Hasegawa, T. Nakamura, T. Inabe, W. Fujita and K. Awaga: “Diversity in 1/2 spin arrangement of [Ni(dmit)₂]-anions in divalent Ca²⁺(crown ethers) supramolecular cation salts,” *J. Mater. Chem.*, 11: 2128-2124 (2001)*
- 7) T. Naito, T. Inabe, K. Takeda, K. Awaga, T. Akutagawa, T. Hasegawa, T. Nakamura, T. Kakiuchi, H. Sawa, T. Yamamoto and H. Tajima: ““β”-(ET)₃(MnCl₄)(1,1,2-C₂H₃Cl₃)(ET=bis(ethylenedithio) tetrathiafulvalene); A Pressure-Sensitive New Molecular Conductor with Localized Spins,” *J. Mater. Chem.*, 11: 2221-2227 (2001)*
- 8) T. Takahashi, K. Sakai, T. Yumoto, T. Akutagawa, T. Hasegawa and T. Nakamura: “Structure and Electronic Properties of Bis [bis (methylthio)-tetrathiafulvalenedithiolate]-Gold (III) Langmuir-Blodgett Films,” *Thin Solid Films*, 393: 7-11 (2001)*
- 9) T. Hasegawa, T. Akutagawa, T. Nakamura, T. naito, T. Inabe, T. Mochida, R. Kondo, S. Kagoshima and Y. Iwasa: “Neutral-Ionic Phase Transition of (BEDT-TTF)(ClMeTCNQ) under Pressure,” *Phys. Rev. B*, 64: 85106-1-85106-7 (2001)*
- 10) T. Akutagawa, T. Hasegawa, T. Nakamura, S. Takeda, T. Inabe, K. Sugiura, Y. Sakata and A.E. Underhill: “Ion Channel Structures in M⁺ (18-Crown-6) [Ni(dmit)₂] Molecular Conductors,” *Chem. Eur. J.*, 7: 4902-4912 (2001)*
- 11) K. Shitagami, T. Akutagawa, T. Hasegawa, T. Nakamura and N. Robertson: “Potassium Bis (4,5-dimercapto-1,3-dithiole-2-thionato) nickelate (1,4,7,10,13,16-hexaoxa-2,3: 11,12-dibenzocyclooctadeca-2,11-diene) Propanone Solvate,” *Acta Crystallographica Section C*, 57: 1271-1273 (2001)*
- 12) K. Shitagami, T. Akutagawa, T. Hasegawa, T. Nakamura and N. Robertson: “An Infinite Supramolecular Array Structure in Metal Dithiolate Complexes: Crystal Structure of K (Dibenzo-18-crown-6) [M(dmit)₂] (CH₃CN)₂ (M: Ni, Au),” *Cryst.*

有機電子材料研究分野

1. 学術論文

- 1) L. Cronin, S. J. Clark, S. Parsons, T. Nakamura, N. Robertson: “Unique Structural Topologies Involving Metal-Metal and Metal-Sulphur Interactions: Salts of [Ni(dmit)₂]^{x-} with *cis-anti-cis*-dicyclohexyl-18-crown-6 Complexed Counterions,” *J. Chem. Soc. Dalton Trans.*, 1347-1351 (2001)*
- 2) K. Sakai, T. Akutagawa, T. Hasegawa and T. Nakamura: “Partially-Oxidized Ni(dmit)₂ Salt with Copper Ions,” *Synthetic Metals*, 120: 805-806 (2001)*
- 3) T. Hasegawa, R. Kondo, S. Kagoshima, Y. Iwasa, T. Mochida, T. Akutagawa and T. Nakamura: “Donor-Acceptor Type Complexes of (BEDT-TTF)(TCNQ) Analogues: Peculiar Magnetic Transition

Eng. Commun., 52-52 (2001)*

- 13) S. Nishihara, T. Akutagawa, T. Hasegawa and T. Nakamura: "Formation of Molecular Spin Ladder Induced by Supramolecular Cation Structure," *Chem. Commun.*, 408-409 (2002)*

2. 総説、解説、評論等

- 1) T. Akutagawa and T. Nakamura: "Control of Assembly and Magnetism of Metal-dmit Complexes by Supramolecular Cations," *Coordination Chemistry Reviews*, 226: 3-9 (2002)*

4. 招請講演

- 1) 中村貴義:「集積型分子システムから分子エレクトロニクスへ」、第2回表面改質フォーラム、千歳 (2001-7)
- 2) T. Nakamura, T. Akutagawa and T. Hasegawa: "Molecular Systems based on Molecular conductors and Magnets," The 4th International Symposium on Crystalline Organic Metals, Superconductors and Ferromagnets, Rusutsu, Japan (2001-9)
- 3) T. Hasegawa, T. Akutagawa, T. Nakamura: "Symmetry-invariant spin-lattice phase transition in ionic mixed-stack charge-transfer compound, (BEDO-TTF) (Cl₂TCNQ)," The 4th International Symposium on Crystalline Organic Metals, Superconductors and Ferromagnets, Rusutsu, Japan (2001-9)
- 4) 中村貴義:「固定表面への分子ナノワイヤ構造の構築」、日本物理学会 2001 年秋季大会、徳島 (2001-9)
- 5) 長谷川達生:「(BEDT-TTF) (TCNQ) 系交互積層型錯体の電子相転移」、日本物理学会 2001 年秋季大会、徳島 (2001-9)
- 6) 芥川智行:「イオン認識性分子集合体が形成するナノワイヤー構造」、分子構造総合討論会、札幌 (2001-9)
- 7) T. Nakamura, T. Akutagawa and T. Hasegawa: "Control of Structure and Electrical Properties of [Ni(dmit)₂] Salts by Supramolecular-Cation Systems," International Symposium on Cooperative Phenomena of Assembled Metal Complexes, Osaka, Japan (2001-11)
- 8) T. Nakamura, T. Akutagawa and T. Hasegawa: "Molecular Systems of [Ni(dmit)₂] and Crown Ethers," International Workshop on Control of Conduction Mechanism in Organic Conductors, Shonan, Japan (2002-1)
- 9) 中村貴義:「分子システムから分子デバイスへ」、日本学術振興会ナノプロブテクノロジー第167委員会第26回研究会「分子エレクトロニクス」、東京 (2002-3)
- 10) T. Nakamura: "Assembly of Molecular Conductors

and Magnets towards Molecular Electronics," Japan-India Meeting on Molecular and Supramolecular Materials, Tokyo, Japan (2002-3)

- 11) 中村貴義:「分子性導体・磁性体を利用した分子システムの構築」、分子スケールナノサイエンス研究会、岡崎 (2002-3)

光材料研究分野

1. 学術論文

- 1) Adrian Avramescu, Akio Ueta, Katsuhiko Uesugi, and Ikuo Suemune: "Selective Growth of Highly Packed Array of ZnCdS Quantum Dots with a Mask Prepared by Atomic Force Microscope Nanolithography," *Jpn. J. Appl. Phys.*, 40(3B): 1899-1901 (2001)*
- 2) S. Yamada, J. Kato, S. Tanaka, I. Suemune, A. Avramescu, Y. Aoyagi, N. Teraguchi, A. Suzuki: "Nucleation and Growth Kinetics of AlN Films on Atomically Smooth 6H-SiC (0001) Surfaces," *Appl. Phys. Lett.*, 78(23): 3612-3614 (2001)*
- 3) ABM Almamun Ashrafi, Hidekazu Kumano, Akio Ueta, Ikuo Suemune, Young Woo Ok, and Tae-Yeon Seong: "Single-Crystalline Rocksalt CdO Layers Grown on GaAs (001) Substrates by Metalorganic Molecular-Beam Epitaxy," *Appl. Phys. Lett.*, 79(4): 470-472 (2001)*
- 4) K. Uesugi and I. Suemune: "Highly Conductive GaAsNSe Alloys Grown on GaAs and Nonalloyed Ohmic Properties," *Appl. Phys. Lett.*, 79(20): 3284-3286 (2001)*
- 5) Hidekazu Kumano, Satoshi Murasawa, Adrian Avramescu, Akio Ueta, and Ikuo Suemune: "Radiative Efficiency of Localized Excitons in ZnCdS Ternary Alloys," *International Journal of Modern Physics B*, 15(28, 29 & 30): 3718-3721 (2001)*
- 6) A. Ueta, H. Kumano, T. Shimozaawa, and I. Suemune: "Study of Resonance Wavelengths in II-VI Semiconductor Photonic Dots - Pyramidal Size Dependences and Their Luminescence Properties -," *Phys. Stat. Sol. (b)*, 229(2): 971-976 (2001)*
- 7) I. Suemune, T. Tawara, H. Kumano, and H. Yoshida: "Longitudinal-Optical-Phonon-Assisted Resonant Excitations of CdS Quantum Dots Embedded in ZnSe/(ZnSe-MgS Superlattice) Microcavities," *Phys. Stat. Sol. (b)*, 229(2): 961-969 (2001)*
- 8) Y.W. Ok, C.J. Choi, T.Y. Seong, K. Uesugi, and I. Suemune: "Structural Properties of GaAsN Grown on (001) GaAs by Metalorganic Molecular Beam Epitaxy," *J. Electronic Materials*, 30(7): 900-906 (2001)*

- 9) M. Kuball, J. Gleize, S. Tanaka, Y. Aoyagi: "Resonant Raman scattering on self-assembled GaN quantum dots," *Appl. Phys. Lett.*, 78(7): 987-989 (2001)*
 - 10) S. Yamada, J. Kato, S. Tanaka, I. Suemune, A. Avramescu, Y. Aoyagi, N. Teraguchi, A. Suzuki: "Nucleation and growth kinetics of AlN films on atomically smooth 6H-SiC (0001) surfaces," *Appl. Phys. Lett.*, 78(23): 3612-3614 (2001)*
 - 11) M. Kuball, J. Gleize, S. Tanaka, Y. Aoyagi: "On phonon confinement effects and free carrier concentration in GaN quantum dots," *Phys. Stat. Solidi B*, 228(1): 195-198 (2001)*
 - 12) Y. Aoyagi, S. Tanaka, H. Hirayama, M. Takeuchi: "Quantum dot formation and crystal growth using an atomic nano-mask," *Physica E*, 11(2-3): 89-93 (2001)*
 - 13) A. Avramescu, H. Hirayama, Y. Aoyagi, S. Tanaka: "Growth of AlN-SiC solid solutions by sequential supply epitaxy," *J. Cryst. Growth*, 234(2-3): 435-439 (2001)*
 - 14) 田中 悟、青柳克信: 「原子レベルの表面構造制御による窒化物半導体の欠陥密度の低減」、応用物理、70(5): 542-545 (2001)*
 - 15) K. Uesugi and I. Suemune: "Highly Conductive GaAsNSe Alloys Grown on GaAs and Nonalloyed Ohmic Properties," *Appl. Phys. Lett.*, 79(20): 3284-3286 (2001)*
 - 16) I. Suemune, T. Shimozaawa, K. Uesugi, H. Kumano, H. Machida, and N. Shimoyama: "Metalorganic Molecular-Beam Epitaxy Growth and Optical Properties of Er-doped GaNP," *Jpn. J. Appl. Phys.*, 41(Part 1, No. 2B): 1030-1033 (2002)*
2. 総説、解説、評論等
- 1) 末宗幾夫: 「III-V-N系長波長窒化物半導体と光通信への応用」、『マテリアルインテグレーション』、14(6): 39-44(2001)*
4. 招請講演
- 1) I. Suemune, T. Tawara, and H. Kumano: "Longitudinal-Optical-Phonon-Assisted Resonant Excitations of CdS Quantum Dots Embedded in ZnSe/(ZnSe-MgS Superlattice) Microcavities," The 10th International Conference on II-VI Compounds, Bremen, Germany (2001-9)
 - 2) I. Suemune, T. Tawara, A. Ueta, and H. Kumano: "Photonic Low-dimensional Structures and Their Coupling to Quantum Dots Based on II-VI Semiconductors," 9th Conference on Luminescence of China, Beijing, China (2001-9)
 - 3) I. Suemune and K. Uesugi: "Reduced Temperature Dependence of the Bandgap Energy in Narrow Gap GaNAs," The International Narrow Gap Nitride Workshop (INGNW-01), Singapore (2001-10)
 - 4) T-Y Seong, C.W. Tu, and I. Suemune: "Microstructural properties of GaN (P, As) semiconducting layers grown by molecular beam epitaxy," 3rd Asian Microscopy Society Conference, Chiang Mai, Thailand (2002-2)
 - 5) 末宗幾夫: 「III-V族ならびにII-VI族化合物半導体の現状と将来展望」、日本学術振興会ナノプロープテクノロジー第167委員会 第25回研究会、豊田工業大学 (2002-2)

量子機能素子研究分野

1. 学術論文

- 1) E. Miyai and K. Sakoda: "Quality factor of localized defect modes in a photonic crystal slab on a low-index dielectric substrate," *Opt. Lett.*, 26(10): 740-742 (2001)*
- 2) H. Kitahara, N. Tsumura, H. Kondo, M. Wada-Takeda, J. W. Haus, Z. Yuan, N. Kawai, K. Sakoda, and K. Inoue: "Terahertz wave dispersion in two-dimensional photonic crystals," *Phys. Rev. B*, 64(4): 45202-1- 45202-7 (2001)*
- 3) T. Ochiai and K. Sakoda: "Nearly-free-photon approximation for two-dimensional photonic crystal slabs," *Phys. Rev. B*, 64(4): 45108-1-45108-11 (2001)*
- 4) K. Sakoda, N. Kawai, T. Ito, A. Chutinan, S. Noda, T. Mitsuyu, and K. Hirao: "Photonic bands of metallic systems. I. Principle of calculation and accuracy," *Phys. Rev. B*, 64(4): 45116-1-45116-8 (2001)*
- 5) T. Ito and K. Sakoda: "Photonic bands of metallic systems. II. Features of surface plasmon polaritons," *Phys. Rev. B*, 64(4): 45117-1-45117-8 (2001)*
- 6) J. Kawamata, M. Akiba and Y. Inagaki: "Effective Second-Order Nonlinear Optical Coefficient of a Novel Transparent Material: N, N-Diphenyl-8-[2-(4-pyridinyl) ethenyl] dibenzofuran-2-ylamine," *Chemistry Letters*, 1026-1027 (2001)*
- 7) Ryoji Takenawa, Yoshihiko Komori, Shigenobu Hayashi, Jun Kawamata, and Kazuyuki Kuroda: "Intercalation of Nitroanilines into Kaolinite and the Second Harmonic Generation," *Chemistry of Materials*, 13: 3741-3746 (2001)*
- 8) Y. Ogata, J. Kawamata, C. Chong, Y. Makihara, A. Yamagishi and G. Saito: "Optical Second Harmonic Generation of Zwitter Ionic Molecules Aligned on

Clays,” *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, 376: 245-250 (2002)*

2. 総説、解説、評論等

- 1) 迫田和彰、伊藤琢範、落合哲行：「スラブ型フォトニック結晶の光学特性」、電子科学研究、8：50-51 (2001)
- 2) 迫田和彰：「国内でも進む多彩な研究」、日経サイエンス、32(3)：65-65 (2002)*

3. 著書

- 1) K. Sakoda: “Optical Properties of Photonic Crystals” (Springer, Berlin) pp.1-223 (2001)*

4. 招請講演

- 1) 迫田和彰：「フォトニック結晶の光波解析」、電磁界理論研究会(電気学会)、北海道大学百年記念会館(2001-6)
- 2) 迫田和彰：「フォトニック結晶のバンド構造と光学特性」、3Dマイクロ構造研究会、大阪大学 (2001-9)
- 3) 迫田和彰：「群速度異常と量子光学」、日本物理学会秋季分科会、徳島文理大学 (2001-9)

分子認識素子研究分野

1. 学術論文

- 1) S. Ikeda, H. Nur, T. Sawadaishi, K. Ijio, M. Shimomura and B. Ohtani: “Direct Observation of Bimodal Amphiphilic Surface Structures of Zeolite Particles for a Novel Liquid-Liquid Phase Boundary Catalysis,” *Langmuir*, 17(26): 7976-7979 (2001)*
- 2) K. Ijio, T. Sawadaishi and M. Shimomura: “Fabrication and Photoconductivity Measurement of Mesoscopic 2-D Patterned DNA,” *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, 371: 371-378 (2001)*
- 3) H. Sunami, K. Ijio, O. Karthaus, S. Kraemer, S. Mittler, W. Knoll and M. Shimomura: “Nucleobase Mapping of Self-Assembled Monolayers by Chemical Force Microscopy,” *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, 371: 151-154 (2001)*
- 4) H. Ohno, S. Yoneyama, F. Nakamura, K. Fukuda, M. Hara and M. Shimomura: “Optical Waveguide Spectrometry of Acridine Orange in Monolayer and Langmuir-Blodgett Film,” *Langmuir*, 18(5): 1661-1665 (2002)*
- 5) J. Matsumoto, K. Ijio and M. Shimomura: “Photopolymerization of the Diacetylene Nucleobase Monolayers Controlled by Triplex Formation,” *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, 371: 33-36 (2001)*
- 6) O. Karthaus, H. Yabu, T. Koito, K. Akagi and M. Shimomura: “Substrate Effect on the Surface Structures of Liquid Crystalline Polymers,” *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, 370: 353-358 (2001)*

7) M. Morisue, K. Ijio and M. Shimomura: “Two-Dimensional Nucleobase Self-Organization Supported by Base-Pairing and Stacking at the Air-Water Interface,” *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, 371: 379-382 (2001)*

8) T. Sawadaishi, K. Ijio, M. Shimomura, Y. Shiraishi, N. Toshima, T. Yonezawa and T. Kunitake: “Two-Dimensional Patterning of Nanoparticles Using Dissipative Structures,” *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, 371: 123-126 (2001)*

9) O. Karthaus, H. Yabu, K. Akagi and M. Shimomura: “Mesoscopic Surface Structures in Dewetted Films of Liquid Crystalline Polymers,” *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, 364: 395-401 (2001)*

10) T. Nishikawa, R. Ookura, J. Nishida, T. Sawadaishi and M. Shimomura: “Honeycomb film of an amphiphilic copolymer: Fabrication and characterization,” *RIKEN Review*, 37: 43-47 (2001)*

11) K. Ijio, H. Sunami, K. Arai, J. Matsumoto, O. Karthaus, S. Kraemer, S. Mittler, N. Nishi, B. Juszkowiak, S. Takenaka, W. Knoll and M. Shimomura: “Base pair mapping by chemical force microscopy on nucleobase self-assembled monolayers,” *Colloids and Surfaces*, A(198-200): 677-682 (2002)*

2. 総説、解説、評論等

- 1) 下村政嗣：「ナノテクノロジー——欧米の研究動向——」、高分子、50: 300-303 (2001)
- 2) 松本仁、居城邦治、下村政嗣：「二次元 DNA-mimetics の鑄型重合」、光化学、32：1-6 (2001)*
- 3) 下村政嗣：「分子の自己組織化でデバイスを創ることができるだろうか——」、化学、57：17-20 (2002)

3. 著書

- 1) M. Morisue, K. Ijio and M. Shimomura: “Fine Tuning of Chromophore Orientation Due to Hydrogen Bond Formation in Nucleobase-Terminated Azobenzen Monolayers,” In *Studies in Surface Science and Catalysis* 132, Ed. by Y. Iwasawa, N. Oyama and H. Kunieda (Elsevier Science B. V.) pp. 549-552 (2001)*
- 2) M. Shimomura, N. Maruyama, T. Koito and O. Karthaus: “Mesoscopic Pattern Formation of Nanostructured Polymer Assemblies,” In *Hyper-Structured Molecules: Chemistry, Physics and Applications*, Ed. by H. Sasabe, (Gordon and Breach Science Publishers, UK) pp.163-177 (2001)
- 3) K. Ijio, J. Matsumoto and M. Shimomura: “Molecular Assemblies Based on DNA-Mimetics: Effect of Monolayer Matrix on Photopolymerization of

- Diacetylene-containing Nucleobase Monolayers,” In Studies in Surface Science and Catalysis 132, Ed. by Y. Iwasawa, N. Oyama and H. Kunieda (Elsevier Science B. V) pp.481-484 (2001)*
- 4) T. Nishikawa, J. Nishida, K. Nishikawa, R. Ookura, H. Ookubo, H. Kamachi, M. Matsushita, S. Todo, and M. Shimomura: “Novel Cell Culture Substrates based on Micro-Porous Films of Amphiphilic Polymers,” In Studies in Surface Science and Catalysis 132, Ed. by Y. Iwasawa, N. Oyama and H. Kunieda (Elsevier Science B. V.) pp.509-512 (2001)*
 - 5) 下村政嗣:「ナノテクノロジーにおけるモレキュラーアッセンプリー」、『ナノテクノロジーと高分子』pp. 141-171 (2002)
- #### 4. 招請講演
- 1) 下村政嗣:「ナノテクノロジーにおけるモレキュラーアッセンプリー — 自己組織化によるボトムアップ戦略 —」、2001-1 高分子学会講演会 主題:「ナノテクノロジーを支える高分子」、東京工業大学 (2001-7)
 - 2) Masatsugu Shimomura: “Mesoscopic Patterning and Hierarchical Structuring of Polymers and Nanoparticles Based on Dissipative Structures,” Pattens and Wave, Leiden, Germany (2001-9)
 - 3) M. Shimomura, J. Matsumoto and K. Ijro: “DNA-mimetics: Towards a Novel Molecular Devices Having Molecular Information,” ISCOM, Rusutsu, Japan (2001-9)
 - 4) 居城邦治・角南寛・下村政嗣:「AFM を用いた核酸塩基対形成のマッピング」、第 16 回生体関連シンポジウム若手フォーラム、東京大学 (2001-9)
 - 5) 下村政嗣:「自己組織化を用いた分子集合体の階層的構造化」、日本化学会第 80 回秋季年会、千葉大学西千葉キャンパス (2001-9)
 - 6) 田中 賢:「自己組織化ポーラスポリマーネットによるバイオインターフェイスの構築」、多元物質科学研究所反応研棟若手交流講演会、東北大学 (2001-12)
 - 7) 居城邦治:「水面単分子膜を用いた DNA の配向固定化」、生研機構プロジェクト中間検討会、幕張 (2001-12)
 - 8) Kuniharu Ijro: “Immobilized DNA and DNA-Mimetics towards Novel Molecular Devices with Molecular Information,” DNA/RNA/Protein for Nanotechnology, Tokyo, Japan (2002-2)
 - 9) 居城邦治:「DNA および DNA ミメティクスを用いた機能性分子組織体の構築」、第 1 回界面ナノアーキテクニクスワークショップ、産業技術総合研究所つくばセンター (2002-3)
- #### 1. 学術論文
- 1) J. Sakanoue, M. Tamura, S. Fukushima, Y. Takeuchi, I. Sakuma and A. Kitabatake: “Assessment of Newly Developed Perfluorocarbon Emulsion: Oxygen Carrying Capacity as the Blood Substitute in Vivo,” *Art. Cells, Blood Subs., and Immob. Biotech.*, 29(5): 389-397 (2001)*
 - 2) N. Yoshida, M. Tamura, and M. Kinjo: “Fluorescence correlation spectroscopy: A new tool for probing the microenvironment of the internal space of organelles,” *Single Molecules*, 1(4): 279-283 (2001)*
 - 3) Y. Hoshi, N. Kobayashi, M. Tamura: “Interpretation of near-infrared spectroscopy signals: a study with a newly developed perfused rat brain model,” *J. Appl. Phys.*, 90(5): 1657-1662 (2001)*
 - 4) M. Shimada, Y. Yamada, M. Itoh and T. Yatagai: “Melanin and blood concentration in human skin model studied by multiple regression analysis: assessment by Monte Carlo simulation,” *Phys. Biol. Med.*, 16(9): 2397-2406 (2001)*
 - 5) M. Shimada, Y. Yamada, M. Itoh and T. Yatagai: “Melanin and blood concentration in human skin studied by multiple regression analysis Experiments,” *Phys. Biol. Med.*, 46(9): 2385-2395 (2001)*
 - 6) N. Yoshida, M. Kinjo, and M. Tamura: “Microenvironment of Endosomal Aqueous Phase Investigated by the Mobility of Microparticle Using Fluorescence Correlation Spectroscopy,” *Bioch. Bioph. Res. Com.*, 280(1): 312-318 (2001)*
 - 7) Y. Nomura, H. Tanaka, L. Poellinger, F. Higashino and M. Kinjo: “Monitoring of in vivo and in vitro translation of green fluorescence protein and its fusion proteins by fluorescence correlation spectroscopy,” *Cytometry*, 44(1): 1-6 (2001)*
 - 8) Y. Hoshi, Shing-Jen Chen, M. Tamura: “Spatiotemporal Imaging of Human Brain Activity by Functional Near-infrared Spectroscopy,” *American Laboratory*, 33(20): 35-39 (2001)*
 - 9) J. P. Gong, T. Kurokawa, T. Narita, G. Kagata, Y. Osada, G. Nishimura and M. Kinjo: “Synthesis of hydrogels with extremely low surface friction,” *J. Am. Chem. Soc.*, 123(23): 5582-5583 (2001)*
 - 10) 田村 守、垣花康之、星 詳子:「近赤外線分光法の原理と生体応用」、*体育の科学*, 51(7): 502-506 (2001)*
 - 11) 舩田勇二、高橋元次、坂本哲夫、島田美帆、伊藤雅英、谷田貝豊彦:「新しいシミ計測法の開発」、*日本化粧品技術者会誌*, 35(4): 325-332 (2001)*
 - 12) M. Shimada, J. Hata, Y. Yamada, M. Itoh, A. Uchida and T. Yatagai: “Experimental and numeri-

cal study of the color appearance of tattoo models,”
Med. Biol. Eng. Comp., 40(20): 218-224 (2002)*

2. 総説、解説、評論等

- 1) 田村 守、野村保友、星 詳子、根本正史：「光学技術を用いた脳機能計測」、脳の動態をみる — 記憶とその障害の分子機構、：134-150 (2001)*
- 2) 田村 守：「光診断学の現状と未来」、現代医療、33(7)：51-60 (2001)*

3. 著書

- 1) Fodes-Papp Z., and Kinjo M.: “Fluorescence correlation spectroscopy in nucleic acids analysis,” In *Fluorescence Correlation Spectroscopy - Theory and Applications*, Springer Series in Physical Chemistry (Springer) 65: 25-64 (2001)*

4. 招請講演

- 1) N. Yoshida and M. Kinjo: “FCS measurement of viscosity and pH in endosomal aqueous phase,” 5th International Carl Zeiss Workshop on Fluorescence Correlation Spectroscopy and Related Methods, Jena, Germany (2001-4)
- 2) 金城政孝：「蛍光相関分光法による生体高分子の相互作用の解析」、第8回日本クロマトグラフィーシンポジウム、東京 (2001-5)
- 3) 金城政孝：「蛍光相関分光法による細胞内微環境の解析」、第54回日本細胞生物学会、岐阜 (2001-6)
- 4) Y. Hoshi, Shing-Jen Chen, AI-Qin Liu and M. Tamura: “Movable cognitive studies with a portable, telemetric near-infrared spectroscopy system,” Seventh Annual Meeting of the Organization for Human Brain Mapping, Brighton, U.K. (2001-6)
- 5) S. Kohri, Y. Hoshi and M. Tamura: “Quantitative Evaluation of the Optical Signals in Human Head: A time-and spatially resolved near-infrared photometry,” 29th ISOTT Annual Meeting, Philadelphia, U.S.A (2001-8)
- 6) 田村 守：「光 CT による脳機能計測 — 問題点とその解決法」、第29回日本磁気共鳴医学会大会、つくば (2001-9)
- 7) 田村 守：「光 CT の現状と問題点」、第24回日本神経科学・第44回日本神経化学合同大会、京都 (2001-9)
- 8) 金城政孝：「最先端顕微鏡が捉える細胞からのイメージ」、レーザー顕微鏡研究会第27回講演会、東京 (2001-10)
- 9) 島田美帆：「拡張 Lambert-Beer の法則に基づいた重回帰分析による皮膚の色解析」、Optics Japan 2001、東京 (2001-11)
- 10) 金城政孝：「蛍光相関分光法を用いた生体高分子相互作用

用の解析」、第24回日本分子生物学会、横浜 (2001-12)

細胞機能素子研究分野

1. 学術論文

- 1) Y. Kakiuchi, T. Takahashi, A. Murakami and T. Ueda: “Light irradiation induces fragmentation of the plasmodium, a novel photo-morphogenesis in the true slime mold *Physarum polycephalum*: action spectra and evidence for involvement of the phytochrome,” *Photochem. Photobiol.*, 73(3): 324-329 (2001)*
- 2) T. Nakagaki, H. Yamada, and A. Toth: “Path finding by tube morphogenesis in an amoeboid organism,” *Biophys. Chem.*, 92: 47-52 (2001)*
- 3) A. Takamatsu, R. Tanaka, H. Yamada, T. Nakagaki, T. Fujii and I. Endo: “Spatio-temporal symmetry in rings of coupled biological oscillators of *Physarum Plasmodium*,” *Phys. Rev. Lett.*, 87: 781021-1-781021-4 (2001)*
- 4) T. Jin: “Selective transport of potassium ions across a planar phospholipid bilayer by a calix [4] arene-crown-5 as a synthetic carrier,” *J. Chem. Soc., Perkin Trans. 2*, 1: 151-154 (2002)*

2. 総説、解説、評論等

- 1) 垣内康孝、上田哲男：「粘菌にみる巨大細胞体制の構築」、生物物理、41(2)：70-73 (2001)*
- 2) 中垣俊之：「迷路を解く単細胞生物」、遺伝、55：23-25 (2001)
- 3) Toshiyuki Nakagaki: “Smart behavior of true slime mold in labyrinth,” *Res. Microbiol.*, 152: 767-770 (2001)*
- 4) 中垣俊之：「迷路を解く巨大アメーバ細胞：粘菌」、生物物理、41：224-226 (2001)*

3. 著書

- 1) 上田哲男：「粘菌、特にその個性性」、『複雑系のバイオフィジックス』、(共立出版) pp.111-124 (2001)*

4. 招請講演

- 1) 中垣俊之：「粘菌による迷路の解法」、第39回生物物理学会年会 シンポジウム「生体のシステム原理と工学：情報伝達・協同性」、大阪大学 (2001-10)
- 2) Toshiyuki Nakagaki: “Morphology of tube-network in true slime mold,” NSC Niniworkshop On Mathematical Physiology and Related Topics, Hokkaido University, Japan (2001-10)
- 3) 中垣俊之：「巨大アメーバ様細胞の形と機能」、日本生化学会北海道支部・日本生物物理学会北海道支部・北海道分子生物研究会合同シンポジウム「生命現象の分

子レベルでの解明——世界にはばたく若手研究者の視点——」、北海道大学 (2001-11)

- 4) 中垣俊之:「粘菌変形体の細胞リズムの生理」、第8回日本時間生物学会ワークショップ「生物リズムの理論的基礎と多様性」、山口 (2001-11)
- 5) 中垣俊之:「粘菌の流路ネットワークの生理」、名古屋大学理学部物理学科 小西助教授主催セミナー、名古屋大学 (2002-1)
- 6) 中垣俊之:「粘菌の流路ネットワークの生理」、東京大学総合文化研究科 金子教授主催セミナー、東京大学 (2002-1)
- 7) 中垣俊之:「巨大アメーバ様細胞の形と機能」、JST 異分野交流フォーラム「バイオインフォマティクス」、静岡県大仁町 (2002-3)

光システム計測研究分野

1. 学術論文

- 1) Y. Matsuo, H. Takasaki, J. Hotta and K. Sasaki: “Absorption analysis of a single microparticle by optical force measurement,” *J. Appl. Phys.*, 89(10): 5438-5441 (2001)*
- 2) Y. Matsuo and K. Sasaki: “Time-resolved Laser Scattering Spectroscopy of a Single Metallic Nanoparticle,” *Jpn. J. Appl. Phys.*, 40: 6143-6147 (2001)*
- 3) S. Takeuchi: “A Simple Quantum Computer: Experimental Realization of Quantum Computation Algorithms with Linear Optics,” *Electronics and Communications in Japan*, 84(3): 52-59 (2001)*
- 4) S. Takeuchi: “Beam like twin photon generation using type-II parametric down conversion,” *Optics Letters*, 26(11): 843-845 (2001)*
- 5) T. Vosch, J. Hofkens, M. Cotlet, F. Kohn, H. Fujiwara, R. Gronheid, K. Van Der Biest, T. Weil, A. Herrmann, K. Mullen, S. Mukamel, M. Van Der Auweraer, and F. C. De Schryver: “Influence of Structural and Rotational Isomerism on the Triplet Blinking of Individual Dendrimer Molecules,” *Angewandte Chemie International Edition*, 40(24): 4643-4648 (2001)*
- 6) H. Fujiwara and K. Sasaki: “Microspherical Lasing of an Erbium-Ion-Doped Glass Particle,” *J. J. Appl. Phys.*, 41(1A/B): L46-L48 (2002)*
- 7) T. Hasegawa, T. Nishioka, H. Ishizuka, J. Abe, K. Shimizu, M. Matsui, and S. Takeuchi: “An Experimental Realization of Quantum Cryptosystem,” *IEICE Trans. Fundamentals*, E85-A: 149-157 (2002)*

2. 総説、解説、評論等

- 1) 河田 聡、笹木敬司:「第2章 カオス/フラクタル理

論が重要になってくる 信号と雑音の発生メカニズム」、*Interface*、5月号: 60-65 (2001)

- 2) 竹内繁樹:「量子計算ってなに?」、システム/制御/情報、45(6): 351-352 (2001)
- 3) 竹内繁樹:「量子計算、量子情報通信の未来と展望」、数理科学、456: 64-71 (2001)
- 4) 竹内繁樹:「量子計算と量子情報通信——何が可能になるのか——」、電子情報通信学会誌、84(1): 17-25 (2001)
- 5) 竹内繁樹:「量子情報デバイスとナノテクノロジー」、機能材料、22(1): 44-51 (2002)

3. 著書

- 1) 南茂夫監修 河田聡編著 (分担執筆):「4章 自己帰帰モデルと最大エントロピー法 9章 未知成分の発見と分離」、『科学計測のためのデータ処理入門——科学技術分野における計測の基礎技術——』、(CQ 出版社) pp.70-92 (2002)
- 2) 南茂夫監修 河田聡編著 (分担執筆):「9章 未知成分の発見と分離」、『科学計測のためのデータ処理入門——科学技術分野における計測の基礎技術——』、(CQ 出版社) pp.170-189 (2002)

4. 招請講演

- 1) 笹木敬司:「不規則ナノ構造の加工と3次元光制御デバイスへの展開」、シンポジウム「集光フェムト秒レーザーが創る21世紀のナノフォトニクス」、東京工業大学 (2001-5)
- 2) S. Takeuchi: “Quantum Information Technology using Photons,” CLEO Pacific Rim 2001, Makuhari, Tokyo, Japan (2001-7)
- 3) S. Takeuchi: “Twin photon Beams for Single photon Generation,” ISQM-Tokyo'01 (The 7th International Symposium on Foundations of Quantum Mechanics in the Light of New Technology), Saitama, Japan (2001-8)
- 4) 竹内繁樹:「光子を用いた量子計算」、東北大学通研研究会「大規模量子コンピュータの実現に向けて」、東北大学 (2001-9)
- 5) 笹木敬司:「ミクロな世界で光を捕まえる」、創成機能科学講演会、創成機能科学講演会 (2001-10)
- 6) H. Fujiwara and K. Sasaki: “Lasing and Manipulation of Nanoparticles,” Multi-dimensional Microscopy 2001 (MDM 2001) (The 3rd Asia-Pacific International Symposium on Confocal Microscopy and Related Technologies), Melbourne, Australia (2001-11)
- 7) 竹内繁樹:「光子を用いた量子計算」、電子情報通信学会 電子デバイス・量子情報技術 合同研究会、東京 (2002-3)

- 8) 竹内繁樹、ホフマン・F・ホフマン：「光子を用いた量子計算」、応物シンポ、東海大学（神奈川）（2002-3）
- 9) 竹内繁樹：「量子計算と量子ビット研究の研究動向」、応用物理学会、東海大学（神奈川）（2002-3）

量子計測研究分野

1. 学術論文

- 1) S. Hirano, H. Oyama, M. Matsuda, T. Morooka, S. Nakayama and S. Kuriki: "Direct detection of vortex motion in high-Tc grain boundary junctions," *IEEE Trans. Appl. Supercond.*, 11: 924-927 (2001)*
- 2) H. Oyama, S. Kuriki and M. Matsuda: "Effect of flux dam on the low frequency noise in high-Tc SQUID magnetometer," *IEEE Trans. Appl. Supercond.*, 11: 1331-1334 (2001)*
- 3) M. Matsuda, S. Ono, K. Kato, T. Matsuura, H. Oyama, A. Hayashi, S. Hirano, S. Kuriki and K. Yokosawa: "High-Tc SQUID magnetometers for use in moderate magnetically-shielded room," *IEEE Trans. Appl. Supercond.*, 11: 1323-1326 (2001)*
- 4) K. Yokosawa, H. Oyama, S. Kuriki, D. Suzuki, K. Tsukada and M. Matsuda: "Effect of a static magnetic field on a slotted high-Tc SQUID magnetometer without flux dam," *IEEE Trans. Appl. Supercond.*, 11: 1335-1338 (2001)*
- 5) S. Hirano, H. Oyama, M. Matsuda, T. Morooka, S. Nakayama and S. Kuriki: "Direct flux noise measurement of YBCO grain boundary junctions," *Physica C*, 357-360: 1455-1458 (2001)
- 6) H. Oyama, S. Hirano, M. Matsuda, and S. Kuriki: "Suppression of field-induced low frequency noise in high Tc SQUID magnetometers using slotted flux dams," *Physica C*, 357-360: 1451-1454 (2001)
- 7) K. Yokosawa, S. Kuriki, S. Hirano, H. Oyama, D. Suzuki, K. Tsukada: "Mechanisms of noise increase in direct-coupled high Tc superconducting quantum interference device magnetometers exposed to magnetic fields," *J. Appl. Phys.*, 90: 4049-4055 (2001)*
- 8) K. Yokosawa, H. Oyama, S. Kuriki, D. Suzuki, and K. Tsukada: "Axial high-temperature superconducting-quantum-interference-device gradiometer composed of magnetometers with a monolithic feedback and compensation coil," *Appl. Phys. Lett.*, 78: 2745-2747 (2001)*
- 9) S. Hirano, H. Oyama, S. Kuriki, T. Morooka and S. Nakayama: "Direct detection of the magnetic flux noise from moving vortices in wide YBa2Cu 3O7-d grain boundary junctions," *Appl. Phys. Lett.*, 78: 1715-1717 (2001)*
- 10) S. Kuriki, N. Isahai, T. Hashimoto, F. Takeuchi and Y. Hirata: "Music and language: Brain activities in processing melody and words," *Biomag 2000, Proc. 12th Int. Conf. on Biomagnetism*, 319-327 (2001)
- 11) N. Isahai, F. Takeuchi and S. Kuriki: "Whole head MEG study on word processing," *Biomag 2000, Proc. 13th Int. Conf. on Biomagnetism*, 367-380 (2001)
- 12) S. Kuriki, A. Hayashi and Y. Hirata: "Hybrid technique for reduction of environmental magnetic field noise," *Biomag 2000, Proc. 14th Int. Conf. on Biomagnetism*, 957-960 (2001)
- 13) 竹内文也、白井直仁、栗城真也：「脳深部に巨大電流双極子を局在させる脳磁界応答の解析」、医用電子と生体工学、39(3)：189-196 (2001)*
- 14) 林周、小山洋、平田恵啓、栗城真也：「生体磁気計測のための低磁場空間の生成」、電気学会論文誌、121-C(11)：1704-1710 (2001)*
- 15) 山崎慶太、藤原耕二、栗城真也、林周、平田恵啓：「簡易型磁気シールドに適したアクティブシールドシステム設計のための磁界分布と位相遅れの検討」、電気学会論文誌A、121-A(12)：1085-1092 (2001)*
- 16) 藤田 学、小山 洋、栗城真也、内貴 猛、河原剛一：「小動物心磁図計測用高温超伝導 SQUID 磁束計の開発」、電気学会論文誌A、122-A(12)：1104-1109 (2001)*
- 17) Y. Hirata and S. Kuriki: "Music score elicits neuronal activation in the temporal region," *Biomag 2000, Proc. 12th Int. Conf. on Biomagnetism*, 111-114 (2001)
- 18) K. Kamada, F. Takeuchi, T. Harada, B. Qiao, K. Houkin, S. Kuriki, Y. Iwasaki and K. Mitsumori: "Enhanced late components of AEFs associated with the temporal lobe lesions," *NeuroReport*, 12(6): 1297-1300 (2001)*
- 19) K. Kamada, F. Takeuchi, K. Houkin, M. Kitagawa, S. Kuriki, A. Ogata, K. Tashiro, I. Koyanagi, K. Mitsumori and Y. Iwasaki: "Reversible brain dysfunction in MELAS, MEG, and 1H MRS analysis," *Neurology, Neurosurgery*, 70(5): 675-678 (2001)*
- 20) H. Oyama, S. Hirano, S. Kuriki and M. Matsuda: "Low-frequency noise of dc SQUID magnetometers having slotted structure along grain boundary junction," *Supercond. Sci. Technol.*, 15: 1-4 (2002)*
- 21) S. Kuriki, A. Hayashi, T. Washio and M. Fujita: "Active compensation in combination with weak passive shielding for magnetocardiographic measurements," *Rev. Sci. Instrum.*, 73: 440-445 (2002)*
- 22) S. Kuriki, H. Oyama, A. Hayashi, S. Hirano, T. Washio, M. Matsuda and K. Yokosawa: "Development of a high-Tc SQUID-based magnetometer system for MCG measurement," *ICICE Trans.*

Electron, E85-C(3): 670-676 (2002)*

- 23) M. Matsuda, T. Matsuura, K. Kato, H. Oyama, A. Hayashi, S. Hirano, and S. Kuriki: "First derivative high-Tc SQUID gradiometers with narrow structure from single layer YBCO thin film," *ICICE Trans. Electron*, E86-C(3): 677-680 (2002)*

2. 総説、解説、評論等

- 1) 栗城眞也:「高温超伝導 SQUID の基礎と応用の現状・未来」、低温工学協会東北・北海道支部第6回超伝導・若手セミナー資料、1-29 (2001)
- 2) 栗城眞也:「超伝導生体工学」、応用物理、71(1): 23-28 (2002)

4. 招請講演

- 1) 小林哲生、鄭 址旭、李 玉文:「高分解能脳波による脳機能計測:類同性に基づく群化に関連する脳活動の検討」、第16回日本生体磁気学会大会、東京(2001-6)
- 2) 小林哲生:「機能的MRIとMEGによるヒト脳機能マッピング」、第42回日本人間工学会大会、網走(2001-9)
- 3) S. Kuriki, T. Nakajima and F. Takeuchi: "MEG imaging of cerebral neural activities underlying sentence comprehension," Joint France-Japan Symposium on Cognitive Neurosciences, Wako, Japan (2001-9)
- 4) 栗城眞也:「高次脳機能を目指した脳磁図計測と解析」、平成13年度統計数理研究所「逆問題とその周辺」研究会、東京 (2001-9)
- 5) 小林哲生:「ヒト高次脳機能の非侵襲計測とイメージング」、日本ME学会第85回バイオメカニクス研究会、札幌 (2001-11)
- 6) T. Kobayashi: "Brain mechanisms of visual awareness: Functional neuroimaging studies on binocular rivalry," The Third RIES-Hokudai Symposium, Sapporo, Japan (2001-12)

自律調節研究分野

1. 学術論文

- 1) Shigeo Wada, Makoto Koujiya and Takeshi Karino: "Changes in water filtration velocity and wall structure of the rabbit common carotid artery after removal of the adventitia," *JSME International Journal, Series C*, 44(4): 996-1004 (2001)*
- 2) Koichi Niwa, Osamu Inanami, Toshio Ohta, Sigeo Ito, Takeshi Karino and Mikinori Kuwabara: "p38 MAPK and Ca²⁺ contribute to hydrogen peroxide-induced increase of permeability in vascular endothelial cells but ERK does not," *Free Radical Research*, 35(5): 519-527 (2001)*

- 3) Masanori Nakamura, Shigeo Wada, Taisei Mikami, Akira Kitabatake and Takeshi Karino: "Relationship between intraventricular flow patterns and the shapes of the aliasing area in color M-mode Doppler echocardiograms. A CFD study with an axisymmetric model of the LV," *JSME International Journal, Series C*, 44(4): 1013-1020 (2001)*
- 4) Katsuhiko Ishii, Toshiaki Iwai, Shigeo Wada, Masaoki Miyakoshi: "Simultaneous viscometry and particle sizing on the basis of dynamic light scattering," *Proceedings of SPIE*, 4263: 112-121 (2001)*
- 5) Hideki Abe, Kenji Ikebuchi, Koichi Niwa, Osamu Inanami, Mikinori Kuwabara, Mitsuhiro Fujihara, Junichi Hirayama and Hisami Ikeda: "Superoxide generation from human polymorphonuclear leukocytes by liposome-encapsulated hemoglobin," *Artificial cells, Blood Substitutes, and Immobilization Biotechnology*, 29(4): 275-283 (2001)*
- 6) Shigeo Wada, Makoto Koujiya and Takeshi Karino: "The effects of creating a moderate stenosis on the localization of intimal thickening in the common carotid artery of the rabbit fed on cholesterol-rich diet," *JSME International Journal, Series C*, 44(4): 1021-1030 (2001)*

4. 招請講演

- 1) Takeshi Karino, Shigeo Wada and Takeru Naiki: "Theoretical and experimental study on "flow-dependent concentration polarization of LDL" as a localizing factor of vascular diseases," Imperial College of Science, Technology and Medicine of London Workshop on "Breaking Symmetry in Haemodynamics," London, United Kingdom (2001-4)
- 2) 和田成生:「究極の機械(肺の構造と呼吸のしくみ)」、日本機械学会市民フォーラム「ヒトのからだと機械、先端バイオ研究」、北見 (2001-8)
- 3) 和田成生:「肺呼吸と肺循環の連成系におけるガス交換機能」、日本機械学会2001年度年次大会先端技術フォーラム「生体の各種メカニズムの機能調節」、福井 (2001-8)
- 4) Takeshi Karino, Shigeo Wada and Takeru Naiki: "Flow-dependent concentration polarization of lipoproteins as a localizing mechanism of vascular diseases," Switzerland-Japan Workshop on "New Directions in Cellular and Tissue Biomechanics," Les Diablerets, Switzerland (2001-9)
- 5) 丹羽光一:「生体工学における細胞生理学生化学的手法の実践」、第85回バイオメカニクス研究会、札幌 (2001-11)

適応制御研究分野

1. 学術論文

- 1) 藤田 学、小山 洋、栗城眞也、内貴 猛、河原剛一：「小動物心磁図計測用 SQUID 磁束計の開発」、日本電気学会誌、121-A: 1104-1109 (2001)*
- 2) Y. Yamauchi, A. Harada and K. Kawahara: “Changes in the fluctuation of interbeat intervals in spontaneously beating cardiac myocytes: experimental and modeling studies,” *Biol. Cybern.*, 86: 147-154 (2002)*
- 3) K. Kawahara, M. Saitoh, T. Nakajima, H. Sato, M. Tanaka, T. Tojima and E. Ito: “Increased resistance to nitric oxide cytotoxicity associated with differentiation of neuroblastoma-glioma hybrid (NG108-15) cells,” *Free Radical Res.*, 36(5): 545-554 (2002)*

4. 招請講演

- 1) Takeshi Karino, Shigeo Wada and Takeru Naiki: “Theoretical and experimental study on “flow-dependent concentration polarization of LDL” as a localizing factor of vascular diseases,” Imperial College of Science, Technology and Medicine of London Workshop on “Breaking Symmetry in Haemodynamics,” London, United Kingdom (2001-4)
- 2) 河原剛一：「培養心筋細胞における拍動リズムの制御とゆらぎ」、理化学研究所セミナー、和光 (2001-8)
- 3) Takeshi Karino, Shigeo Wada and Takeru Naiki: “Flow-dependent concentration polarization of lipoproteins as a localizing mechanism of vascular diseases,” Switzerland-Japan Workshop on “New Directions in Cellular and Tissue Biomechanics,” Les Diablerets, Switzerland (2001-9)

情報数理研究分野

1. 学術論文

- 1) Y. Nishiura and D. Ueyama: “Spatio-temporal chaos for the Gray-Scott model,” *Physica D*, 150: 137-162 (2001)*
- 2) 西浦廉政、上山大信、柳田達雄：「離散散逸系におけるカオスのパルス」、応用数理、11(2)：25-39 (2001)*
- 3) Y. Nishiura: “Global bifurcational approach to the onset of spatio-temporal chaos in reaction diffusion systems,” *Methods and Applications of Analysis*, 8(2): 321-332 (2001)*
- 4) S. Ei, Y. Nishiura, and K. Ueda: “ 2^n -splitting or Edge-splitting -A manner of splitting in dissipative systems,” *JJIAM*, 18(2): 181-205 (2001)*
- 5) J. Escher and Y. Nishiura: “Smooth unique solutions for a modified Mullin-Sekerka model arising in

diblock copolymer melts,” *HMJ*, 31(1): 137-149 (2002)*

- 6) R. Kobayashi and Y. Giga: “On Anisotropy and Curvature Effects for Growing Crystals,” *JJIAM*, 18(2): 207-230 (2001)*
- 7) M. Iima and T. Yanagita: “Is a two-dimensional butterfly able to fly by symmetric flapping,” *J. Phys. Soc. Japan*, 70: 5-8 (2001)*
- 8) M. Iima and T. Yanagita: “An analysis of a symmetric flapping model: A symmetry-breaking mechanism and its universality,” *Theor. and Appl. Mech.*, 50: 237-245 (2001)*

2. 総説、解説、評論等

- 1) 小林 亮：「フェーズフィールドモデル入門」、パソコンで学ぶ材料工学、67-81 (2001)
- 2) 柳田達雄、西森 拓、小西哲郎：「河川の蛇行・網状転移」、京大数理解析研究所講究録、1184：30-40 (2001)
- 3) 柳田達雄：「CML 法による雲のパターンダイナミクスの解析」、機械の研究、70：194-198 (2001)
- 4) 飯間 信：「昆虫飛翔の物理」、物性研究、77：447-507 (2001)

4. 招請講演

- 1) 小林 亮：「凝固と再結晶過程の数理モデル」、日本応用数学会・計算科学的手法による照射腐食割れ研究部会、東京 (2001-4)
- 2) Y. Nishiura: “Chaotic pulses in discrete systems,” Sixth SIAM Conference on Applications of Dynamical Systems, Minisymposium “Pulse dynamics in reaction-diffusion systems” (organized by T. Kaper and A. Doelman), Snowbird, USA (2001-5)
- 3) 小林 亮：「結晶粒と粒界の時間発展を記述するフェーズフィールドモデル」、東京大学数理科学研究科応用数理セミナー、東京大学 (2001-6)
- 4) 小林 亮：「粒界のモデルと特異拡散方程式」、数理研究学会 臨界現象と微分方程式の解の分岐、京都大学 (2001-6)
- 5) 飯間 信、柳田達雄：「2次元対称はばたきモデルの推進機構と安定性」、大阪府立大学航空談話会、大阪 (2001-6)
- 6) Y. Nishiura: “Dynamics of interfaces for domain growth problems,” Thematic Programme in Nonlinear Partial Differential Equations -Phase Transitions Workshop-, The University of British Columbia, Canada (2001-7)
- 7) M. Iima, T. Yanagita: “An analysis of a two-dimensional flapping model,” The 2nd Intl. Conference on Nonlinear Analysis and Convex Analysis, Hirosaki, Japan (2001-7)

- 8) J. A. Warren, A. E. Lobkovsky and R. Kobayashi: "A Phase Field Model of the Premelting of Grain Boundaries in Pure Materials," ICCG-13/ICVGE-11, Kyoto, Japan (2001-8)
- 9) R. Kobayashi and H. Uesaka: "Model of the Pattern Formation in the Crystallization of Ascorbic Acid," ICCG-13/ICVGE-11, Kyoto, Japan (2001-8)
- 10) T. Yanagita and R. Kobayashi: "A numerical study of FitzHugh-Nagumo equations," Nonlinear Analysis and Convex Analysis, Hirosaki, Japan (2001-8)
- 11) Y. Nishiura: "Transient dynamics in dissipative systems," International Conference on Patterns and Waves -Mathematics and Nonlinear Chemistry, Lorentz Center, Leiden University, Netherlands (2001-9)
- 12) 小林 亮:「グレインバウンダリのモデルとその数値計算」、日本応用数理学会 2001 年度年会 オーガナイズドセッション:現象の数値計算の最近の話題、九州大学 (2001-10)
- 13) Y. Nishiura: "Transient dynamics in infinite dimensional dynamics," Workshop on Travelling Waves: Theory and Applications, Kobe Institute, Japan (2001-10)
- 14) Ryo Kobayashi: "Pattern Formation in the Crystallization of Ascorbic Acid," Understanding of Singularities in non-equilibrium systems Workshop on Traveling Waves: Theory and Applications, Kobe Institute, Japan (2001-10)
- 15) Ryo Kobayashi: "Modeling of Grain Structure Evolution and Singular Diffusivity," Sapporo Guest House Symposium on Mathematics-Image Processing and Differential Equations, Sapporo, Japan (2001-11)
- 16) 西浦廉政:「散逸系における遷移ダイナミクス」、研究集会 第2回「複雑な多谷ポテンシャルエネルギー面上で生起する動力学的諸問題」、奈良女子大(2001-11)
- 17) 西浦廉政:「Pattern formation on growing domain」、非線形問題に現れる特異性の解析'2001、関西セミナーハウス (2001-11)
- 18) 飯間 信、柳田達雄:「Bifurcation of a two-dimensional symmetric flapping model」、NSC One-day Workshop on "Complex dynamics in physical and biological systems"、札幌 (2001-11)
- 19) 小林 亮:「フェーズフィールドモデル入門」、金属学会セミナー パソコンで学ぶ材料工学、東京(2001-12)
- 20) 小林 亮:「アスコルビン酸の振動的成長について」、研究会:リーゼガング現象とそれに関連した沈殿形成、九州大学 (2001-12)
- 21) 柳田達雄、小林 亮、菅野 啓:「FitzHugh-Nagumo系における共鳴現象——不安定パルスで構成される安定パルストレイン」、盛岡応用数学小研究会、盛岡大学 (2001-12)
- 22) 西浦廉政:「散逸系における遷移ダイナミクスの数理」、京都大学物理学教室談話会、京都大学(2001-12)
- 23) Ryo Kobayashi: "Pattern Formation in the Crystallization of Ascorbic Acid," Japan-Netherlands Joint Symposium on Crystal Growth: Theory and In-Situ Measurements, JANE-2002, Sendai, Japan (2002-1)
- 24) 西浦廉政:「散逸系における非平衡ダイナミクスの最近の話題」、京都大学数学教室談話会、京都大学(2002-1)
- 25) 小林 亮:「アスコルビン酸の結晶化におけるパターン形成について」、非線形非平衡現象を支配する特異性の解明:平成13年度公開シンポジウム、広島大学 (2002-2)
- 26) 小林 亮:「真性粘菌の変形体におけるパターンと計算」、VBL 講演会、山口大学 (2002-2)
- 27) 小林 亮:「変形体の体形変化の数理モデリング」、ワークショップ:粘菌のダイナミックな生命像を求めて、北海道大学 (2002-2)
- 28) Y. Nishiura: "Pulse-splitting of breather type and stable double-heteroclinic-loop pulse," Math. Colloquium, University of Texas, USA (2002-3)
- 29) Y. Nishiura: "On a stable double-heteroclinic-loop pulse arising in a 3-species RD model," Math. Colloquium, Michigan State University, USA (2002-3)
- 30) 小林 亮:「蒸発によって生じる縞模様」、ミニシンポジウム:Intrinsic 縞々学、北海道大学 (2002-3)
- 31) Ryo Kobayashi: "Patterns and Computation in the Amoeba-like Organism," Symposium on Cell Dynamics and Physiological Functions in Physarum, Sapporo, Japan (2002-3)
- 32) 小林 亮:「粒界のモデルと特異拡散」、日本数学会 2002 年度年会特別講演、明治大学 (2002-3)

神経情報研究分野

1. 学術論文

- 1) Baba Y., Masuda H. and Shimozawa T.: "Proportional inhibition in the cricket medial giant interneuron," *J. Comp. Physiol. A*, 187(1): 19-25 (2001)*
- 2) Sakura M. and Mizunami M.: "Olfactory learning and memory in the cockroach *Periplaneta americana*," *Zool. Sci.*, 18: 21-28 (2001)*
- 3) Schuppe H., Aonuma H., and Newland P. L.: "NADPH-diaphorase histochemistry in the terminal abdominal ganglion of the crayfish," *Cell Tissue Res.*, 303: 289-299 (2001)*
- 4) Schuppe H., Aonuma H., and Newland P. L.: "Distribution of NADPH-diaphorase-positive ascending

interneurons in the crayfish terminal abdominal ganglion," *Cell Tissue Res.*, 305: 135-146 (2001)*

- 5) Aonuma H. and Newland P.L.: "Opposing actions of nitric oxide on synaptic inputs of identified interneurons in the central nervous system of the crayfish," *J. Exp. Biol.*, 204: 1319-1332 (2001)*
- 6) 渡部忠洋、下澤楯夫:「ブラウン運動の光学計測によるコオロギ気流感覚毛の機械設計の解析」、電子情報通信学会、MBE 2001 179: 115 (2002)
- 7) 余野央行、下澤楯夫:「コオロギ気流感覚系の介在神経の同期発火」、電子情報通信学会、MBE 2001 180: 121 (2002)
- 8) Fujie S., Aonuma H., Ito I., Gelperin A. and Ito E.: "The nitric oxide/cyclic GMP pathway in olfactory processing system of the terrestrial slug *Limax marginatus*," *Zool. Sci.*, 19: 15-26 (2002)*

2. 総説、解説、評論等

- 1) Aonuma H. and Newland P.L.: "The action of nitric oxide and cGMP on intersegmental interneurons in the crayfish terminal abdominal ganglion," *The Crustacean Nervous System*, 305-312 (2001)*

4. 招請講演

- 1) 下澤楯夫:「神経系は熱雑音をも利用して情報を送る」、電子情報通信学会 特別講演会、北見工業大学 (2001-6)
- 2) Tateo Shimozawa, Jun Murakami and Tsuneko Kumagai: "Mechanical design for airflow detection with thermal-noise-limited sensitivity," The 6th International Congress of Neuroethology, Bonn, Germany (2001-7)
- 3) M. Mizunami and Y. Matsumoto: "Elementary and context-dependent olfactory learning in crickets," The 6th International Congress of Neuroethology, Bonn, Germany (2001-7)
- 4) 下澤楯夫:「神経細胞は熱雑音をも手なづけている」、第7回創発システムシンポジウム「創発夏の学校」2001 (計測自動制御学会)、富山 (2001-8)
- 5) 下澤楯夫:「行動と神経回路の進化と多様性: 神経細胞の熱雑音感受性に関連して」、2001年度 神経情報科学研究会 変化する脳 — 進化/発達/学習/修飾 — (神経回路学会)、葉山 (2001-8)
- 6) 青沼仁志:「ザリガニ神経系における一酸化窒素の神経修飾作用」、第81回北海道医学大会生理系分科会、札幌 (2001-9)
- 7) 松本幸久、野地澄晴、水波誠:「フタホシコオロギの匂い学習と記憶、驚異的な嗅覚学習能力」、日本動物学会関連集会「動物の適応戦略における記憶の生物学的基盤」、福岡 (2001-10)

- 8) 青沼仁志:「ザリガニ、コオロギにおける一酸化窒素(NO)放出系とその役割」、慶應義塾大学理工学部、横浜 (2002-2)

信号処理研究分野

1. 学術論文

- 1) 津久井陽司、鈴木正清、真田博文、永井信:「2バンドモデルの時間域解析のためのデジタルフィルタモデル」、電子情報通信学会論文誌、J84-C (7): 563-573 (2001)*
- 2) 浅倉邦彦、鈴木正清、真田博文、永井信夫:「対称なガウス型ポテンシャル包絡を持つ変調超格子のバンド構造」、電子情報通信学会論文誌、J84-C (7): 574-583 (2001)*
- 3) 真田博文、浅倉邦彦、鈴木正清、永井信夫:「帯域通過型電子波エネルギーフィルタ設計のための回路理論的一手法」、電子情報通信学会論文誌、J84-C (11): 1090-1099 (2001)*

感覚情報研究分野

1. 学術論文

- 1) T. Ifukube: "A Study of Universal Accessibility for People in Japan with Communicative and Perceptual Disorders -Plenary Lecture," *Proc. EC/NSF Workshop on Universal Accessibility of Ubiquitous Computing: Providing for the Elderly*, IT-1-IT-8 (2001)*
- 2) T. Ifukube: "A Study of HCI for People in Japan with Communication Disorders," *Proc. of The co-operating conference Universal Access in Human-Computer Interaction*, 924-928 (2001)*
- 3) T. Ifukube: "A Study of Human Function for People with Sensory/Motor Disorder in Japan," *Proc. The International Symposium on Measurement, Analysis and Modeling of Human Functions*, 15-20 (2001)*
- 4) T. Ifukube: "A Study of Human Interface for People in Japan Including the Disabled," *Proc. The Fourth IFAC Symp. on Intelligent Autonomous Vehicles*, 27-31 (2001)*
- 5) T. Ifukube: "A Guideline for the Design of HMDs/3D-Displays Based on Physiological Parameters for Use in an MR Environment," *Proc. The 2nd International Symp. on Mixed Reality*, 116-121 (2001)*
- 6) J. Lu, N. Uemi, G. Li and T. Ifukube: "Tone Enhancement in Mandarin Speech for Listeners with Hearing Impairment," *IEICE Trans. Inf. & Syst.*, E84-D(5): 651-661 (2001)*
- 7) T. Tanaka, S. Kojima, H. Takeda, S. Ino and T. Ifukube: "The influence of moving auditory stimuli on standing balance in healthy young adults and the

elderly,” *Ergonomics*, 44(15): 1403-1412 (2001)*

- 8) 伊福部達：「物まね鳥と超腹話術 — その声の謎を診る —」、可視化情報学会論文集、21(1)：11-15 (2001)*
- 9) 伊福部達：「高齢難聴者のための音声情報変換方式」、電子情報通信学会誌、84(5)：325-328 (2001)*
- 10) 伊福部達：「物まね鳥と超腹話術 — 聴覚をだます仕組 —」、日本音響学会講演論文集、138：459-462 (2001)*
- 11) 井野秀一、小坂井敦、奈良博之、服部裕之、伊福部達：「透過型 HMD と音声認識技術を利用した聴覚補助方式の提案」、日本バーチャルリアリティ学会論文誌、6(3)：177-184 (2001)*
- 12) 伊藤和幸、数藤康雄、井野秀一：「注視点の仮想拡大表示による視線入力補助法」、日本バーチャルリアリティ学会論文誌、6(3)：185-192 (2001)*
- 13) 橋場参生、上見憲弘、須貝保徳、伊福部達：「抑揚制御機能を備えた電気式人工喉頭の製品化と評価」、電子情報通信学会論文誌、D-II (J184D-ii)：1240-1247 (2001)*
- 14) 伊福部達：「立体映像の人体影響の評価と設計指針」、日本光学会誌、31(3)：163-165 (2002)*

2. 総説、解説、評論等

- 1) 伊福部達：「透明技術」、バイオメカニズム学会誌、25(2)：57-57 (2001)*
- 2) 井野秀一：「VR 刺激の生体への影響」、バイオメカニズム学会誌、25(2)：75-80 (2001)*
- 3) 井野秀一：「福祉と VR」、TVRSJ、6(3)：155-156 (2001)*

3. 著書

- 1) 伊福部達：「感覚補助代行における電気刺激法」、『クリニックルエンジニアリング』、(秀潤社) 12(1)：12-18 (2001)*
- 2) 伊福部達 (監修)：『立体映像の人体影響を探る — VR 環境構築の指針に向けて —』、(エム・アール・システム研究所) pp.1-146 (2001)*
- 3) 井野秀一、伊福部達、禰寝義人：「聴覚補助・代行装置」、『健康・福祉工学ガイドブック』、(工業調査会) pp.195-206 (2001)*
- 4) 関喜一、井野秀一、渡辺哲也、村山慎二郎：「視覚補助・代行装置」、『健康・福祉工学ガイドブック』、(工業調査会) pp.178-194 (2001)*
- 5) 井野秀一：「上肢作業から見たビデオシースルー MHD の評価」、『立体映像の人体影響を探る — VR 環境構築の指針に向けて —』、(エム・アール・システム研究所) pp.107-124 (2001)*
- 6) 井野秀一：「自己運動感覚の定量的評価法と制御法」、『立体映像の人体影響を探る — VR 環境構築の指針に向けて —』、(エム・アール・システム研究所) pp.

125-143 (2001)*

4. 招請講演

- 1) T. Ifukube: “A Study of Universal Accessibility for People in Japan with Communicative and Perceptual Disorders,” EC/NSF Workshop on Universal Accessibility of Ubiquitous Computing: Providing for the Elderly, Alader do Sal, Portugal (2001-5)
- 2) T. Ifukube: “A Study of HCI for People in Japan with Communication Disorders,” The co-operating conference Universal Access in Human-Computer Interaction, Neworlins, U.S.A (2001-8)
- 3) T. Ifukube: “A Study of Human Interface for People in Japan Including the Disabled,” The Fourth IFAC Symposium on Intelligent Autonomous Vehicles, Sapporo, Japan (2001-9)
- 4) T. Ifukube: “A Study of Human Function f for People with Sensory/Motor Disorder in Japan,” The International Symposium on Measurement, Analysis and Modeling of Human Functions, Sapporo, Japan (2001-9)
- 5) 伊福部達：「物まね鳥と超腹話術 — 聴覚をだます仕組 —」、日本音響学会、大分 (2001-10)
- 6) T. Ifukube: “Technologies for the elderly and disabled,” International Workshop of Generation Research Program, Munich, Germany (2001-12)

並列分散処理研究分野(客員研究分野)

1. 学術論文

- 1) M. Yamazaki, N.Kishimoto, M. Kurita, T. Ogawa, K. Ohno, and K.Takeshita: “Two-Dimensional Penning Ionization Electron Spectra of CO/He*(2³S),” *J. Elect. Spectrosc. Relat. Phenom*, 114: 175 (2001)
- 2) K. Takeshita, N. Shida, and E. Miyoshi: “A theoretical study on the ionization of OCS with analysis of vibrational structure of the photoelectron spectrum,” *Teor. Chem. Acta.*, 107: 33 (2001)
- 3) K. Takeshita, N. Shida: “A theoretical study on the ionization of NO₂ with analysis of vibrational structure of the photoelectron spectrum,” *J. Chem. Phys.*, 116: 4482 (2001)

2. 総説、解説、評論等

- 1) 東倉洋一：「人と情報の新しい係わりを求めて」、ニュースレター — 高等教育とマルチメディア —、4：1-4(2001)
- 2) 東倉洋一：「情報の — 奥ゆかしさ —」、NTT 広報誌 “.relation”、6：19 (2001)
- 3) 東倉洋一：「宇宙人の眼」、NTT 広報誌 “.relation”、7：19 (2001)

- 4) 東倉洋一：「研究開発マネージャーのキャリア探訪」、研究開発マネジメント、6：54-62 (2001)
- 5) 東倉洋一：「日本の研究開発拠点」、S & T ジャーナル、(財)科学技術広報財団、10(6)：50-51 (2001)
- 6) 東倉洋一：「IT の課題と光の時代を拓く R & D」、YRCplaza — 横河総研 —、32：4-9 (2001)
- 7) 東倉洋一：「社会 2002」、月刊アイティセレクト — メディアセレクト —、1：40-41 (2001)
- 8) 東倉洋一：「食欲から創造性と品格へ」、NTT 広報誌 “.relation”、8：19 (2002)
- 9) 東倉洋一：「デモデモダゲダゲの彼方に」、NTT 広報誌 “.relation”、9：19 (2002)
- 10) 東倉洋一：「日米 IT セッション」、LooP-ダイヤモンド社—、01：68-69 (2002)

3. 著書

- 1) 東倉洋一：『IT は人間を賢くするかーデジタル時代を考えるヒントー』、(ダイヤモンド社) pp.1-226 (2001)*

4. 招請講演

- 1) 東倉洋一：「IT の未来と課題」、新・近畿長期ビジョン懇話会 (国土交通省近畿地方整備局)、大阪 (2001-4)
- 2) 東倉洋一：「IT の未来と課題」、東京工業大学精密工学研究所第 35 回シンポジウム、東京 (2001-8)
- 3) 東倉洋一：「事業戦略としての基礎研究」、フォーラム「持続可能な産業創生のシナリオ」(21 世紀政策研究所)、東京 (2001-12)
- 4) 東倉洋一：「IT の未来と課題 — 人間と情報の新しい係わりを求めて —」、情報通信懇話会 (電経新聞社)、東京 (2002-1)
- 5) 東倉洋一：「パネル — 科学と芸術の絡み合い —」、東京大学総合研究機構俯瞰工学シンポジウム「アート+テクノロジー+ブレイン」、東京 (2002-2)
- 6) 東倉洋一：「事業戦略としての R & D」、研究開発リーダー研究会 (現代経営センター)、東京 (2002-2)
- 7) 東倉洋一：「IT の未来と課題」、「第 3 回日本 IT 経営大賞」授賞式 (日本工業新聞)、東京 (2002-3)
- 8) 東倉洋一：「新世紀の情報通信 — 人間と IT の新しい係わりを求めて —」、第 30 回技術予測シンポジウム (財)科学技術と経済の会)、東京 (2002-3)

附属電子計測開発施設

1. 学術論文

- 1) T. Iwai and G. Kimura: “Imaging of an absorbing object embedded in a dense scattering medium by diffusing light topography,” *Opt. Rev.*, 7(5): 436-441 (2001)*
- 2) K. Ishii and T. Iwai: “Temporal autocorrelation function of light scattered from aggregated particles in a dense colloidal suspension,” *Jpn. J. Appl.*

Phys., 40(1A): 130-133 (2001)*

- 3) K. Ishii and T. Iwai: “Spatial anisotropy and polarization in enhanced backscattering of light using double-scattering approximation,” *Proc. SPIE*, 4416: 482-484 (2001)*
- 4) K. Ishii, T. Iwai and K. Inoue: “Numerical simulation of ordered polystyrene particles using the radiation pressure and self-organization,” *Proc. SPIE*, 4598: 80-85 (2001)*
- 5) T. Iwai, K. Ishii and K. Inoue: “Optical fabrication of ordered polystyrene particles using radiation pressure and self-organization,” *Proc. SPIE*, 4598: 94-100 (2001)*

2. 総説、解説、評論等

- 1) 岩井俊昭、古西宏治、石井勝弘、井上久遠：「光放射圧と自己組織化を利用した微粒子配列」、レーザー研究、30: 70-74 (2002)*

I－3．所内共同研究

本研究所では、専門の異なる研究者が協力して初めて可能となるようなユニークでかつ重要な研究を積極的に推進しており、独創的な研究成果をあげることを目的として各種のプロジェクト研究を支援している。

1. 〔研究部門〕 太田信廣（電子材料物性部門）、下村政嗣、上田哲男（電子機能素子部門）
〔研究課題〕 光が絡む分子材料と生体機能：時空間分解電場吸収・電場発光測定に基づいて
〔研究期間〕 平成 13～14 年度
〔研究内容〕 色素単分子膜や生体内分子を対象として、空間的にそして時間的に分解された電場吸収、電場発光スペクトルを測定する。
2. 〔研究部門〕 八木駿郎、太田信廣（電子材料物性部門）、伊福部達（電子情報処理部門）
〔研究課題〕 リラクサー強誘電体の電気機械結合機構の解明とその福祉工学への応用
〔研究期間〕 平成 13～14 年度
〔研究内容〕 リラクサー強誘電体の光散乱スペクトルを観測し、その機能発現の動的機構を解明する。
3. 〔研究部門〕 辻見裕史（電子材料物性部門）、迫田和彰（電子機能素子部門）
〔研究課題〕 超短パルスレーザーを用いた誘電体薄膜の特性評価システムの開発
〔研究期間〕 平成 13～14 年度
〔研究内容〕 誘電体薄膜の誘電特性を GHz ～THz 周波数帯域において非接触で測定できる特性評価システムを開発する。
4. 〔研究部門〕 笠原 勝、竹中信夫（電子材料物性部門）
〔研究課題〕 水素結合研究に関する新たな視点の可能性
〔研究期間〕 平成 13～14 年度
〔研究内容〕 水素結合結晶における水素一重水素置換同位体効果を明らかにする。
5. 〔研究部門〕 竹内繁樹、堀田純一（電子計測制御部門）、迫田和彰（電子機能素子部門）
〔研究課題〕 固体光子光子スイッチの実現に向けた基礎研究
〔研究期間〕 平成 11～13 年度
〔研究内容〕 量子情報通信にとって不可欠である、光子と光子の間にもつれ合いを生じさせるデバイスの実現可能性について、理論・実験の両面から研究を進める。
6. 〔研究部門〕 西浦廉政、小林 亮（電子情報処理部門）、上田哲男、中垣俊之（電子機能素子部門）
〔研究課題〕 非線形化学ダイナミクスに基づく細胞インテリジェンスの発現
〔研究期間〕 平成 13～15 年度
〔研究内容〕 非線形化学ダイナミクスに基づく細胞インテリジェンスの発現。
7. 〔研究部門〕 栗城真也、河原剛一（電子計測制御部門）、西浦廉政（電子情報処理部門）、他 6 名
〔研究課題〕 高温超伝導体 SQUID 計測による虚血性心疾患に伴った拍動リズムゆらぎの解析
〔研究期間〕 平成 12～14 年度
〔研究内容〕 小動物心筋活動のリズムを無侵襲で SQUID により計測し、虚血による拍動リズムゆらぎのダイナミクスを明らかにする。
8. 〔研究部門〕 下澤楯夫（電子情報処理部門）、笹木敬司、堀田純一（電子計測制御部門）
〔研究課題〕 熱揺動の光学的計測法を用いた感覚細胞の刺激受容機構の研究
〔研究期間〕 平成 12～13 年度
〔研究内容〕 感覚細胞の刺激受容機構を解明するため、気流感覚毛先端の nm オーダの熱揺動を光学的に計測する。

- 9.〔研究部門〕 和田成生（電子計測制御部門）、小林 亮（電子情報処理部門）、岩井俊昭、石井勝弘（電子計測開発施設）
〔研究課題〕 赤血球集合過程の理論解析とその実験的検証
〔研究期間〕 平成 12～14 年度
〔研究内容〕 赤血球が集合体を形成する過程を数値シミュレーションと光学実験により解析し、個々の赤血球の運動と血液全体の流動特性との関係を明らかにする。

I－4. 民間等との共同研究

- 1.〔機 関 名〕 カナレ電気(株)
〔研究担当者〕 田村 守（電子機能素子部門）
〔研究題目〕 LED を光源とする生体分光計測の応用的研究
〔研究期間〕 平成 13 年度
〔経 費〕 500 千円
〔研究内容〕 多チャンネル分光測定システムの作成。
- 2.〔機 関 名〕 オリンパス光学工業株式会社
〔研究担当者〕 金城政孝（電子機能素子部門）
〔研究題目〕 FCS による生細胞内分子相互作用解析技術に関する研究開発
〔研究期間〕 平成 12～13 年度
〔経 費〕 3,200 千円（平成 13 年度 1,600 千円）
〔研究内容〕 FCS による生細胞内分子相互作用計測技術、および検出データ解析技術の研究開発を行う。
- 3.〔機 関 名〕 三菱電機(株)情報技術総合研究所
〔研究担当者〕 竹内繁樹（電子計測制御部門）
〔研究題目〕 量子暗号通信技術の基盤技術開発とシステム化
〔研究期間〕 平成 12～13 年度
〔経 費〕 8,000 千円（平成 13 年度 4,000 千円）
〔研究内容〕 光ファイバー通信を利用した量子暗号通信システムを開発し、通信の実証実験を行う。また、通信波長帯での高効率の検出器の検討及び作成を行い、長距離通信系への適用を検討する。
- 4.〔機 関 名〕 理化学研究所
〔研究担当者〕 西浦廉政（電子情報処理部門）
〔研究題目〕 非平衡ダイナミクスに基づく散逸構造形成制御法の確立
〔研究期間〕 平成 12～13 年度
〔研究内容〕 非線形ダイナミクスによる散逸構造の制御法の確立。
- 5.〔機 関 名〕 トヨタ自動車(株)
〔研究担当者〕 伊福部達（電子情報処理部門）
〔研究題目〕 情報機器の使い易さ研究における手・指触覚への情報伝達法
〔研究期間〕 平成 13 年度
〔経 費〕 5,000 千円
〔研究内容〕 振動触覚刺激によるブラインド操作に関する基礎的研究。
- 6.〔機 関 名〕 (株)電制
〔研究担当者〕 伊福部達、井野秀一（電子情報処理部門）
〔研究題目〕 ハンズフリー型電気式人工喉頭の研究開発
〔研究期間〕 平成 12～13 年度
〔経 費〕 1,500 千円（平成 13 年度 500 千円）
〔研究内容〕 既に製品化された抑揚制御機能型電気式人工喉頭（ユアトーン）をベースにし、可能な限り手を使わなくて操作が可能な電気式人工喉頭の研究開発を行う。

I－5．受託研究

1. 〔機 関 名〕 若手研究者研究推進事業 科学技術振興事業団
〔研究担当者〕 芥川智行（電子材料物性部門）
〔研究 題 目〕 動的イオン場を介した電子物性制御
〔研究 期 間〕 平成 10～13 年度
〔経 費〕 5,600 千円（平成 13 年度 1,000 千円）
〔研究 内 容〕 イオン（プロトン）－電子連動系を利用した新物質の開発。
2. 〔機 関 名〕 情報通信分野における基礎研究推進制度 通信・放送機構
〔研究担当者〕 末宗幾夫（電子材料物性部門）
〔研究 題 目〕 高い温度安定性と光学利得を持つⅢ－Ⅴ－Ⅱ系長波長半導体レーザの研究
〔研究 期 間〕 平成 11～13 年度
〔経 費〕 80,400 千円（平成 13 年度 26,500 千円）
〔研究 内 容〕 特異な物質を持つⅢ－Ⅴ－Ⅱ系の新しい半導体を使って、光ファイバー通信用の高性能半導体レーザの研究・開発を進める。
3. 〔機 関 名〕 若手研究者研究推進事業 科学技術振興事業団
〔研究担当者〕 居城邦治（電子機能素子部門）
〔研究 題 目〕 環状 DNA を用いた人工光合成系の構築
〔研究 期 間〕 平成 12～13 年度
〔経 費〕 2,000 千円（平成 13 年度 1,000 千円）
〔研究 内 容〕 (デオキシ)リボ核酸の持つ特異的な構造を利用して、色素分子が環状に並んだ人工アンテナ分子をつくることでクリーンなエネルギー変換システムを可能とする人工光合成系の構築に関する研究を行う。
4. 〔機 関 名〕 若手個人研究推進事業 科学技術振興事業団
〔研究担当者〕 田中 賢（電子機能素子部門）
〔研究 題 目〕 バイオインターフェイスにおいて組織化された水分子の機能
〔研究 期 間〕 平成 13 年度
〔経 費〕 520 千円
〔研究 内 容〕 フェムト秒パルス赤外レーザーを組み込んだ多光子励起顕微分光装置の開発を通して、生きた細胞と材料との界面で組織化された生体分子の多元構造を解明し、新規医療用材料の分子設計を行う。
5. 〔機 関 名〕 未来開拓学術研究推進事業 日本学術振興会
〔研究担当者〕 田村 守（電子機能素子部門）
〔研究 題 目〕 光 CT および脳磁図を用いた高次脳機能の研究
〔研究 期 間〕 平成 9～13 年度
〔経 費〕 178,581 千円（平成 13 年度 38,676 千円）
〔研究 内 容〕 分光学的手法、特に近赤外分光による高次脳機能解明。
6. 〔機 関 名〕 科学技術振興事業団
〔研究担当者〕 田村 守（電子機能素子部門）
〔研究 題 目〕 BSE（牛海面状脳症）生前診断の可能性試験－蛍光相関分光法による超高感度検出の確立－
〔研究 期 間〕 平成 13 年度
〔経 費〕 3,000 千円
〔研究 内 容〕 FCS 法（蛍光相関分光法）を用いた BSE 病原体の変異プリオン検出法の確立。

7. 〔機 関 名〕 日機装(株)静岡製作所 R & D センター (平成 12 年度)
松下電工(株) NBT プロジェクト (平成 13 年度)
〔研究担当者〕 田村 守 (電子機能素子部門)
〔研 究 題 目〕 光学的血糖値測定システムを応用した体内埋め込み型インスリン注入システムの開発
〔研 究 期 間〕 平成 12～13 年度
〔経 費〕 18,573 千円 (平成 13 年度 10,500 千円)
〔研 究 内 容〕 光学的な手法による非侵襲血糖測定システムの開発を行いこのデーターを利用し、体内埋め込み型のインスリン注入ポンプを連続的にコントロールする人口脾臓の完成を目指す。

8. 〔機 関 名〕 戦略的基礎研究推進事業 科学技術振興事業団
〔研究担当者〕 笹木敬司 (電子計測制御部門)
〔研 究 題 目〕 量子相関光子ナノ加工の理論的解析
〔研 究 期 間〕 平成 13 年度
〔経 費〕 1,300 千円
〔研 究 内 容〕 量子相関を有するもつれ合い光による多光子ナノ加工に関する理論的解析を行うことを目的としている。これを達成するためにもつれ合い光子による干渉に関する研究を行う。

9. 〔機 関 名〕 勸四国産業・技術振興センター
〔研究担当者〕 笹木敬司、堀田純一 (電子計測制御部門)
〔研 究 題 目〕 「次世代遺伝子解析マイクロアレイの開発」のうち「DNA 鎖長変化検出技術の精査」
〔研 究 期 間〕 平成 12～13 年度
〔経 費〕 2,511 千円 (平成 13 年度 1,461 千円)
〔研 究 内 容〕 NEDO より受託の地域コンソーシアム事業「次世代遺伝子解析マイクロアレイの開発」に資するため「DNA 鎖長変化検出技術の精査」に関する研究開発を実施する。

10. 〔機 関 名〕 戦略的基礎研究推進事業 科学技術振興事業団
〔研究担当者〕 竹内繁樹 (電子計測制御部門)
〔研 究 題 目〕 光量子コンピュータ
〔研 究 期 間〕 平成 11～13 年度
〔経 費〕 4,743 千円 (平成 13 年度 693 千円)
〔研 究 内 容〕 線形光学素子を用いた光量子コンピュータによって、単一量子事象観測による量子誤り訂正アルゴリズムの直接的検証などを行う。

11. 〔機 関 名〕 若手個人研究推進事業 科学技術振興事業団
〔研究担当者〕 竹内繁樹 (電子計測制御部門)
〔研 究 題 目〕 光子数状態の生成と制御—光子数マニピュレーションの実現—
〔研 究 期 間〕 平成 13 年度
〔経 費〕 1,300 千円
〔研 究 内 容〕 パルス内の光子数を自在に制御する「光子数マニピュレーション」の実現を目指す。具体的には、「パラメトリック蛍光対の一方の射出を動的制御する方法」ならびに「光導波路に閉じ込められた単一分子等からの発光を利用する方法」等の研究。

12. 〔機 関 名〕 量子情報通信公募研究 勸テレコム先端技術研究支援センター
〔研究担当者〕 竹内繁樹 (電子計測制御部門)
〔研 究 題 目〕 微小共振器を用いた量子位相ゲートの実現に関する研究
〔研 究 期 間〕 平成 13 年度
〔経 費〕 13,000 千円
〔研 究 内 容〕 固体微小共振器とその中に埋め込まれたイオン等を用いることにより、位相シフトの再現性に優れた位相シフト量の増大に優れた光子量子ゲートの実現を目指す。

13. 〔機 関 名〕 国立循環器病センター
〔研究担当者〕 和田成生（電子計測制御部門）
〔研 究 題 目〕 左心室拡張時の心室内血流動態の数値流体解析
〔研 究 期 間〕 平成 12～13 年度
〔経 費〕 2,300 千円（平成 13 年度 1,200 千円）
〔研 究 内 容〕 拡張時における左心室内の流れをコンピュータ・シミュレーションで再現し、流れの構造と超音波による臨床診断画像との関係を明らかにする。

I－6．科学技術振興調整費

1. 〔研究担当者〕 金城政孝（電子機能素子部門）
〔研 究 題 目〕 蛍光相関分光法を利用した高感度分子間相互作用検出装置の開発
〔研 究 期 間〕 平成 11～13 年度（平成 11 年度は(株)三菱化学生命化学研究所 12 年度は学校法人慶應義塾から受託研究として受入れ）
〔経 費〕 46,370 千円（平成 13 年度 13,966 千円）
〔研 究 内 容〕 極微小領域からの蛍光発光をとらえる手法を利用して大規模未知遺伝子翻訳産物を対象とした分子間相互作用解析システム（蛍光相関分光法）の開発を行う。
2. 〔研究担当者〕 下村政嗣（電子機能素子部門）
〔研 究 題 目〕 鮭を中心とした DNA フィルムの光電変換機能の評価
〔研 究 期 間〕 平成 11～13 年度（平成 11,12 年度は(株)北海道科学・産業技術振興財団から受託研究として受入れ）
〔経 費〕 30,642 千円（平成 13 年度 9,821 千円）
〔研 究 内 容〕 DNA 塩基対のπ電子のスタッキングに基づく電子移動、とりわけ、光誘起電子移動を明らかにし、新たな光電変換機能材料として展開をはかる。

I－7．教育研究基盤校費（プロジェクト研究）

1. 〔研究担当者〕 八木駿郎（電子材料物性部門）
〔研 究 題 目〕 生体組織の再生に対する力学的制御機構の研究
〔研 究 期 間〕 平成 13 年度
〔経 費〕 1,000 千円
〔研 究 内 容〕 細胞内フィラメント秩序化のダイナミクスを光散乱スペクトルにより観測する。
2. 〔研究担当者〕 青沼仁志（電子情報処理部門）
〔研 究 題 目〕 脳高次脳機能解明に向けての比較神経生物学からのアプローチ
〔研 究 期 間〕 平成 13 年度
〔経 費〕 1,750 千円
〔研 究 内 容〕 中枢神経系における情報処理の基本原則の解明。
3. 〔研究担当者〕 丹羽光一（電子計測制御部門）
〔研 究 題 目〕 血流刺激による細胞内シグナル活性化と動脈硬化発症の関連
〔研 究 期 間〕 平成 13 年度
〔経 費〕 2,700 千円
〔研 究 内 容〕 血液によるせん断応力が血管内皮細胞のコレステロール取り込みを促進する機序を生化学・組織学・コンピュータ・シミュレーションを用いて明らかにする。

I－8．その他の共同研究

- 1.〔機 関 名〕 東北大学流体科学研究所
〔研究担当者〕 下澤楯夫（電子情報処理部門）
〔研 究 題 目〕 ブラウン運動の光学計測によるコオロギ気流感覚毛の機械設計の解析
〔研 究 期 間〕 平成 11～13 年度
〔研 究 内 容〕 感覚細胞の刺激受容機構を解明するため、気流感覚毛先端の nm オーダの熱揺動を光学的に計測する。

I－9．シンポジウムの開催状況

a．電子科学研究所主催国際シンポジウム

- 1.〔シンポジウム名〕 Symposium on Advanced Photonic Science (Third RIES -Hokudai Symposium , “彩(SAI) ”)
〔組 織 者〕 電子科学研究所
〔開 催 期 間〕 平成 13 年 12 月 4 日～ 5 日
〔開 催 場 所〕 北海道大学
〔参 加 人 数〕 140

電子科学研究所（Research Institute for Electronic Science の頭文字をとって RIES ）では、国際シンポジウム「Symposium on Advanced Photonic Science (The Third RIES -Hokudai Symposium , “彩(SAI) ”)」を 12 月 4 日(火)、5 日(水)の両日にわたり、学術交流会館において開催した。このシンポジウムでは、7 つのセッションからなる以下の 19 件の講演(海外 5 件、国内 10 件の招待講演と所内 4 件)と 12 件のショートプレゼンテーションを含む 24 件のポスタープレゼンテーション（学内 6 件と所内 18 件）を行った。

本研究所では、既存の学問体系を越えた新しい科学技術創成のための学際研究を進めている。今回のシンポジウムでは、光の「いろどり」を表現する「彩」で象徴されるような光科学に関連した学際領域研究をテーマに取り上げた。シンポジウムには約 140 名が参加し、光科学の分野で先端的な成果を上げている国内外の研究者と活発な討論と意見交換を行った。会場では、光子を用いた量子情報処理、光子の生成とその応用、フォトニック結晶、光励起による分子動力学、フェムト秒光計測、光画像表示・プロセス技術、光画像の脳認知など、光科学に関する最新のトピックスについて、これまでの専門の枠を越えた熱心な討論が繰り広げられた。今後、学内外、国内外の研究グループとも協力して学際研究を推進し融合研究領域の形成を目指す本研究所は、今後も所長リーダーシップ経費等による国際シンポジウムの継続的な開催を企画している。

(国際シンポジウムの講演者及び講演題目)

Session 1: Quantum Information Processing with 彩(SAI)

Alfred Forchel 教授 (University of Wurzburg , Germany)

“Single and Coupled Quantum Dots in Externally Controllable Fields — From Exciton Physics to Quantum Information Processing ”

長谷川 俊夫 博士 (三菱電機)

“An Experimental Realization of Quantum Cryptosystem ”

Glen S. Solomon 教授 (E. L. Ginzton Laboratory , Stanford University , USA)

“Towards High Efficiency Triggered Photons using Single Optical Mode Coupling of Single Quantum Dot Emission ”

Session 2: Measurements with 彩(SAI)

辻見 裕史 助教授 (電子科学研究所)

“Initial Process of Ferroelectric Soft Mode Studied by Femto-second Spectroscopy ”

Session 3: Imaging and processing with 彩(SAI)

John A. Rogers 博士 (Bell Laboratory , Lucent Technologies , USA)

- “Soft Materials and Printing Techniques for Photonics ”
 笹木 敬司 教授 (電子科学研究所)
- “Photon Confinement by Micro - and Nano -Particles ”
 Session 4: Photonic crystals for 彩 (SAI)
 Shawn -Yu Lin 博士 (Sandia National Labs , USA)
 “Fabrication and Characterization of Silicon -based Three -dimensional Photonic Crystals ”
 宮崎 英樹 博士 (物質・材料研究機構 材料研究所)
 “Assembly of Three -dimensional Microstructures in a Scanning Electron Microscope : the Technique and its Application to the Photonic Science ”
 井上 久遠 教授 (千歳科学技術大学)
 “Optical Properties of AlGaAs -based Two -dimensional Photonic Crystal Slabs and Their Application to Novel Devices ”
- Session 5: Recognition of 彩 (SAI)
 Amiram Grinvald 教授 (Weizmann Institute of Science , Israel)
 “Spatio -temporal Characteristics of Changes in Blood -Volume and -Oxygenation in Different Microvas - cular Compartments ”
 谷藤 学 博士 (理化学研究所)
 “Combination Study of Intrinsic Signal Imaging and Extracellular Recordings for Understanding Neural Representation of Objects in Visual Association Cortex ”
 福島 菊郎 教授 (医学研究科)
 “Three Dimensional Representation of Smooth Eye Movements by Frontal Cortex ”
 小林 哲生 助教授 (電子科学研究所)
 “Brain Mechanisms of Visual Awareness : Functional Neuroimaging Studies on Binocular Rivalry ”
- Session 6: Molecular dynamics with 彩 (SAI)
 山内 薫 教授 (東京大学大学院理学系研究科)
 “Exotic Behavior of Molecules and Clusters in Intense Laser Fields ”
 河野 裕彦 助教授 (東北大学大学院理学研究科)
 “Intense -laser -induced Electron Transfer in Molecules : Toward Manipulation of Electronic Motion ”
 太田 信廣 教授 (電子科学研究所)
 “Effects of Static Electric Field on Photochemical Dynamics ”
- Session 7: Generation and Applications of 彩 (SAI)
 朝日 一 教授 (大阪大学産業科学研究所)
 “Tl -containing New III -V Semiconductors for Temperature -independent Wavelength Semiconductor Lasers ”
 河田 聡 教授 (大阪大学大学院工学研究科)
 “Finer Features for Functional Microdevices ”
 小泉 聡 博士 (物質・材料研究機構 物質研究所)
 “Formation of Diamond pn Junction and Its UV -LED Operation ”

b. 国際シンポジウム

1. [シンポジウム名] NSC -Cell Info . Symposium on “Cell Dynamics And Physiological Functions In Physarum ”
 [組 織 者] 上田哲男、中垣俊之 (電子機能素子部門)、西浦廉政、小林 亮 (電子情報処理部門)
 [開 催 期 間] 平成 14 年 3 月 25 日～26 日
 [開 催 場 所] 北海道大学
 [参 加 人 数] 15
2. [シンポジウム名] NSC One -day Workshop on “Complex dynamics in physical and biological systems ”
 [組 織 者] 西浦廉政 (電子情報処理部門)

〔開催期間〕 平成13年11月29日
〔開催場所〕 北海道大学電子科学研究所
〔参加人数〕 40

c. 一般のシンポジウム

1. 〔シンポジウム名〕 分子エレクトロニクスの化学
〔組織者〕 中村貴義（電子材料物性部門）
〔開催期間〕 平成13年12月6日～7日
〔開催場所〕 北海道大学
〔参加人数〕 100
2. 〔シンポジウム名〕 北海道/理化学研究所ジョイントフォーラム
〔組織者〕 下村政嗣（電子機能素子部門）
〔開催期間〕 平成14年2月4日～5日
〔開催場所〕 ホテル札幌ガーデンパレス
〔参加人数〕 150
3. 〔シンポジウム名〕 日本生物物理学会北海道支部例会
〔組織者〕 上田哲男（電子機能素子部門）
〔開催期間〕 平成14年2月22日
〔開催場所〕 北海道大学
〔参加人数〕 50
4. 〔シンポジウム名〕 Cell Info. NSC ワークショップ “粘菌のダイナミックな生命像を求めて”
〔組織者〕 上田哲男、中垣俊之（電子機能素子部門）、西浦廉政、小林 亮（電子情報処理部門）
〔開催期間〕 平成14年2月25日～26日
〔開催場所〕 北海道大学
〔参加人数〕 15
5. 〔シンポジウム名〕 ヒト脳機能マッピングの新展開
〔組織者〕 小林哲生（電子計測制御部門）
〔開催期間〕 平成13年9月5日
〔開催場所〕 東京農業大学
〔参加人数〕 150
6. 〔シンポジウム名〕 NSC Mini workshop “Mathematical Physiology and Related Topics ”
〔組織者〕 西浦廉政（電子情報処理部門）
〔開催期間〕 平成13年10月18日
〔開催場所〕 北海道大学電子科学研究所
〔参加人数〕 30
7. 〔シンポジウム名〕 NSC Workshop 「非線形複雑時空パターン解析の数理的アプローチ」
〔組織者〕 西浦廉政（電子情報処理部門）
〔開催期間〕 平成14年2月13日～15日
〔開催場所〕 北海道大学電子科学研究所
〔参加人数〕 30
8. 〔シンポジウム名〕 ミニシンポジウム：Intrinsic 縞々学
〔組織者〕 小林 亮（電子情報処理部門）

〔開催期間〕 平成14年3月18日～19日
〔開催場所〕 北海道大学
〔参加人数〕 40

9. 〔シンポジウム名〕 新ソフトモード概念の構築
〔組織者〕 八木駿郎（電子材料物性部門）
〔開催期間〕 平成13年10月5日～7日
〔開催場所〕 しんきんけんぽ会館
〔参加人数〕 60

10. 〔シンポジウム名〕 日本音響学会聴覚研究会
〔組織者〕 伊福部達（電子情報処理部門）
〔開催期間〕 平成13年6月15日
〔開催場所〕 北海道大学電子科学研究所
〔参加人数〕 30

11. 〔シンポジウム名〕 科研費特定領域研究「フォトニック結晶の開発と輻射場の制御」シンポジウム
〔組織者〕 岩井俊昭（電子計測開発施設）
〔開催期間〕 平成13年7月30日～31日
〔開催場所〕 ヒルサイドホテル富士見
〔参加人数〕 45

12. 〔シンポジウム名〕 科研費特定領域研究(B)「フォトニック結晶の開発と輻射場の制御」・科学技術振興調整費
「3次元フォトニック結晶の作製、解析法、デバイス展開の総合研究」合同公開シンポジウム
〔組織者〕 岩井俊昭（電子計測開発施設）
〔開催期間〕 平成14年1月24日～25日
〔開催場所〕 コープイン京都
〔参加人数〕 120

I－10. 研究成果公表に関する各種の統計表

1. 学術論文

部門等		年	平成10年	平成11年	平成12年	平成13年
電子材料 物性部門	欧 文		54 (54)	59 (59)	47 (47)	40 (40)
	邦 文		1 (1)	0	0	1 (1)
電子機能 素子部門	欧 文		77 (77)	40 (40)	34 (34)	33 (33)
	邦 文		0	0	4	2 (2)
電子計測 制御部門	欧 文		33 (25)	34 (25)	27 (14)	34 (28)
	邦 文		23 (1)	7 (2)	7 (2)	5 (5)
電子情報 処理部門※	欧 文		27 (24)	18 (16)	26 (24)	20 (20)
	邦 文		7 (7)	6 (6)	10 (9)	13 (11)
電子計測 開発施設	欧 文		4 (4)	2 (2)	4 (4)	5 (5)
	邦 文		0	0	0	0
計	欧 文		195(184)	153(142)	138(123)	132(126)
	邦 文		31 (9)	13 (8)	21 (11)	21 (19)

()内はレフェリー付き。

※客員研究分野は除外した。

2. 総説、解説、評論等及び著書数

部門等		年	平成10年	平成11年	平成12年	平成13年
電子材料 物性部門	総説等		5 (3)	3	9 (2)	3 (1)
	著 書		3 (1)	3	1 (1)	1 (1)
電子機能 素子部門	総説等		8	11 (1)	9	11 (1)
	著 書		2 (1)	4 (2)	6 (3)	8 (6)
電子計測 制御部門	総説等		5	7	15	7
	著 書		2	2 (1)	3	2
電子情報 処理部門※	総説等		29	13 (1)	15	8 (1)
	著 書		1	4 (1)	7 (1)	6
電子計測 開発施設	総説等		3	3	1	1
	著 書		0	0	2 (2)	0
計	総説等		50 (3)	37 (2)	49 (2)	30 (3)
	著 書		8 (2)	13 (4)	19 (7)	17 (7)

()内は欧文

※客員研究分野は除外した。

3. 国際学会・国内学会発表件数

部門等		年	平成10年	平成11年	平成12年	平成13年
電子材料 物性部門	国際学会		54 (7)	34 (5)	37 (4)	60 (7)
	国内学会		70 (3)	80 (2)	67	89 (3)
電子機能 素子部門	国際学会		28 (10)	50 (13)	42 (13)	42 (6)
	国内学会		63 (15)	78 (8)	62 (9)	102 (11)
電子計測 制御部門	国際学会		28 (7)	35 (3)	29 (3)	36 (5)
	国内学会		55 (7)	46 (4)	52 (6)	79 (6)
電子情報 処理部門※	国際学会		22 (10)	10 (5)	8 (1)	39 (10)
	国内学会		79 (18)	29 (3)	20 (2)	65 (5)
電子計測 開発施設	国際学会		6 (1)	2	2	3
	国内学会		6 (1)	9 (1)	11	16
計	国際学会		138 (35)	131 (26)	118 (21)	180 (28)
	国内学会		273 (44)	242 (18)	212 (17)	351 (25)

国際学会・国内学会の()内の数は招待講演数
※客員研究分野は除外した。

II. 予 算

Ⅱ－１．全体の予算

(単位：千円)

年 度	平成10年度	平成11年度	平成12年度	平成13年度
校 費	237,069	224,403	223,331	208,258
科 学 研 究 費	255,596(57)	268,100(60)	248,400(54)	192,520(51)
奨 学 寄 附 金	15,179(25)	22,950(18)	17,966(20)	19,944(24)
産学連携等研究費	102,849(13)	152,815(20)	143,345(24)	111,811(19)
(受託研究費)	(78,917(11))	(131,525(16))	(119,540(16))	(98,951(12))
(民間等共同研究費)	(23,932 (2))	(21,290 (4))	(23,805 (8))	(12,860 (7))
合 計	610,693	668,268	633,042	532,533

()内の数は受入件数

Ⅱ－２．外部からの研究費受入れ状況

部門別の受入れ状況

(単位：千円)

部 門 等	研 究 費 等	平成 12 年度	平成13年度
電 子 材 料 物 性 部 門	科 学 研 究 費	36,600(11)	51,210(15)
	奨 学 寄 附 金 I	4,056 (5)	1,850 (2)
	奨 学 寄 附 金 II	3,000 (1)	3,908 (4)
	産学連携等研究費	36,446 (4)	27,500 (2)
	(受託研究費)	(35,446 (3))	(27,500 (2))
	(民間等共同研究費)	(1,000 (1))	
	小 計	80,102	84,468
電 子 機 能 素 子 部 門	科 学 研 究 費	66,000(15)	46,500(10)
	奨 学 寄 附 金 I	1,900 (2)	1,100 (1)
	奨 学 寄 附 金 II	3,500 (4)	5,860 (8)
	産学連携等研究費	80,291(11)	56,216 (8)
	(受託研究費)	(77,994 (8))	(53,696 (5))
	(民間等共同研究費)	(2,297 (3))	(2,520 (3))
	小 計	151,691	109,676
電 子 計 測 制 御 部 門	科 学 研 究 費	92,700(15)	42,110(13)
	奨 学 寄 附 金 I		3,700 (2)
	奨 学 寄 附 金 II	2,510 (6)	786 (3)
	産学連携等研究費	7,200 (5)	21,755 (6)
	(受託研究費)	(3,200 (4))	(17,755 (5))
	(民間等共同研究費)	(4,000 (1))	(4,000 (1))
	小 計	102,410	68,351
電 子 情 報 処 理 部 門	科 学 研 究 費	53,100(13)	46,500(12)
	奨 学 寄 附 金 I	2,500 (1)	
	奨 学 寄 附 金 II	500 (1)	1,540 (3)
	産学連携等研究費	19,408 (4)	6,340 (3)
	(受託研究費)	(2,900 (1))	
	(民間等共同研究費)	(16,508 (3))	(6,340 (3))
	小 計	75,508	54,380
電 子 計 測 開 発 施 設	科 学 研 究 費		6,200 (1)
	奨 学 寄 附 金 II		1,200 (1)
	小 計		7,400

()内の数は受入件数

奨学寄附金 I 申請による民間からの研究助成金

奨学寄附金 II 上記 I 以外のもの

平成 13 年度 科学研究費補助金交付決定者一覧

(単位：千円)

研究種目	区 分	氏 名	研 究 課 題	決定額
特 定 領 域 A	(2)	下澤 楯夫	昆虫機械受容系の熱雑音感受性と中枢における微弱信号抽出機構	2,300
〃	〃	上田 哲男	代謝・運動リズムのシンクロナイゼーションに基づくアメーバ様細胞の情報システム設計	2,100
〃	〃	末宗 幾夫	可視・赤外波長域での多波長同時発光デバイスとその集積化の研究	4,200
〃	〃	中村 貴義	水素結合を利用した超分子複合構造の構築と電子機能の動的制御	1,600
特 定 領 域 B	(1)	井上 久遠	「フォトニック結晶の開発と輻射場の制御」の総括	3,400
特 定 領 域 B	(2)	岩井 俊昭	フォトニック結晶における輻射場と物質との相互作用	6,200
〃	〃	西浦 廉政	特異極限的手法による散逸系の時空間パターンの解明	4,700
〃	〃	下村 政嗣	一次元 π 電子系の集積化とそのコヒーレント光化学反応特性	16,400
地 域 連 携 推 進 研 究 費	(2)	伊福部 達	福祉機器のための高機能を備えた水素吸蔵合金アクチュエータの実用化研究	14,800
基 盤 A	展 開 (1)	栗城 眞也	高温超伝導体SQUID による生体磁気計測技術の構築	直接 5,700 間接 1,710
基 盤 A	一 般 (2)	中村 貴義	超分子イオンー遍歴電子結合系の自己組織化と機能	直接 2,700 間接 810
基 盤 B	一 般 (2)	下澤 楯夫	昆虫機械感覚細胞の刺激受容初期過程の力学的研究	6,400
〃	〃	末宗 幾夫	選択成長した半導体フォトニックドットによる自然放出光制御の研究	7,200
〃	〃	河原 剛一	虚血による心室リモデリング：遺伝子発現と拍動の非線形ダイナミクス	3,000
〃	〃	西浦 廉政	散逸系における大域分岐構造の幾何学と複雑時空間パターン	9,800
〃	〃	長谷川達生	二次元有機半導体による圧力下中性・イオン性転移	6,500
〃	〃	笹木 敬司	単一ナノ構造体のレーザー放射圧スペクトロスコピー	10,900
〃	〃	和田 成生	高速流動下における赤血球の変形動態の解析と溶血シミュレータの開発	10,000
〃	〃	迫田 和彰	多次元・多重周期構造体の非線形および量子光学	2,700
基 盤 B	展 開 (2)	笹木 敬司	近接場顕微鏡用アップコンバージョン微小球レーザーの開発	2,400
〃	〃	竹内 繁樹	量子情報通信用の単一光子源の開発	1,600
〃	〃	居城 邦治	光誘起電子移動反応を利用した遺伝子の無標識高感度分析法の開発	4,600

(単位：千円)

研究種目	区 分	氏 名	研 究 課 題	決定額
基 盤 B	展 開 (2)	太田 信廣	簡易一体型電場変調吸収・発光測定装置の作成と光機能材料研究への応用	2,100
〃	〃	金城 政孝	集団分子診断を目指した蛍光相関遺伝子検出システムの開発	2,000
〃	〃	田中 悟	Ⅲ族窒化物半導体量子ドットLED・レーザの開発研究	12,500
〃	〃	田中 賢	3次元微細光ファブリケーションによる組織工学材料の設計・開発	10,400
基 盤 C	企 画 (1)	八木 駿郎	新ソフトモード概念の構築	3,200
〃	〃	中村 貴義	分子エレクトロニクスの化学	3,500
基 盤 C	一 般 (2)	笠原 勝	ソフト水素結合及びハード水素結合と水素結合型誘電体相転移	500
〃	〃	辻見 裕史	過冷却液体のガラス転移における密度ゆらぎの時間相関と空間相関の同時決定	700
〃	〃	芥川 智行	低分子有機錯体を用いた非水系プロトン伝導体の設計	1,100
〃	〃	井野 秀一	自己運動感覚に着目したバーチャルリアリティ酔いに関する生体情報工学的研究	1,800
〃	〃	野村 保友	燐光プローブを用いた低酸素誘導因子が活性化される細胞内酸素濃度の測定	700
〃	〃	小林 亮	再結晶過程のフェーズフィールドモデルに関する研究	1,600
〃	〃	上田 哲男	巨大アメーバ・粘菌の形状変化に基づく細胞インテリジェンスの創発	2,300
〃	〃	中垣 俊之	粘菌における迷路解法と細胞システム構築の動的メカニズム	2,400
萌 芽	(2)	小林 哲生	競合する感覚情報処理過程における意識遷移の非侵襲的定量計測	700
〃	〃	笹木 敬司	放射圧による微粒子ランダム媒質の創製と光局在解析	1,300
〃	〃	居城 邦治	塩基対形成で組織化したジアセチレンアレーによる単一分子ワイヤーの作製と導電性測定	1,000
奨 励 A	(2)	柳田 達雄	粉粒体分離の階層的モデル化によるメカニズムの解明	1,000
〃	〃	飯間 信	はばたき運動による揚力生成とその安定性の研究	1,000
〃	〃	竹内 繁樹	量子力学の非局所性の完全な検証実験	600
〃	〃	堀田 純一	パルスエバネッセント場を利用したナノメートル微粒子の相互作用解析	1,100

(単位：千円)

研究種目	区 分	氏 名	研 究 課 題	決定額
奨 励 A	(2)	真田 博文	量子細線及び量子箱型電子波デバイスの最適形状決定への回路理論の応用に関する研究	700
〃	〃	丹羽 光一	血管内皮細胞のアポトーシスの分子機構に対する生理的なずり応力の影響	1,000
〃	〃	内貴 猛	蛍光LDL 作製による血管内皮細胞におけるリポ蛋白取込みにおよぼす流れの影響の検討	1,200
〃	〃	西野 浩史	コオロギ死にまね行動における運動抑制機構の解明	1,200
〃	〃	熊野 英和	半導体微小共振器中の励起子ポラリトンのエネルギー緩和過程の研究	1,000
〃	〃	平田 恵啓	器楽演奏家の局所失調症とその脳磁界に関する研究	900
〃	〃	田中 賢	自己支持性ハニカムネットを用いた選択的細胞分離法の開発	1,600

平成 13 年度 研究助成金（奨学寄附金）

(単位：千円)

研究者氏名	寄 附 者 名	研 究 課 題	金 額
芥川 智行	(財)新世代研究所	有機伝導体ナノテクノロジーの開発	1,600
熊野 英和	(財)吉田科学技術財団	低次元電子系と光場の相互作用の研究	250
竹内 繁樹	(財)国際コミュニケーション基金	量子通信用単一光子源評価システム構築に関する研究	3,200
迫田 和彰	(財)マツダ財団	スラブ型フォトンクス結晶による輻射場制御と非線形光学現象の増強効果	1,100
中島 崇行	(財)北海道大学クラーク記念財団	大脳皮質虚血耐性現象の分子メカニズムにおける CREB の役割について	500

III. 国 際 交 流

Ⅲ－１．外国人研究者の受入れ状況

a. 年度別統計表

部 門 等 \ 年	平成10年度	平成11年度	平成12年度	平成13年度
電子材料物性部門	4	2	6	15
電子機能素子部門	7	0	2	5
電子計測制御部門	3	2	1	7
電子情報処理部門	2	4	5	6
電子計測開発施設	0	0	1	0
計	16	8	15	33

b. 外国人客員研究員

・平成13年度

任 捷	中国	H 8. 5.22～H 13. 5.21
Sasikala Ganapathy	インド	H 13. 1.23～H 15. 1.22
Holger F. Hofmann	ドイツ	H 13. 6. 1～H 15. 3.31
張 希清	中国	H 13. 7.25～H 14. 7.31
Hyukchan Kwon	韓国	H 14. 1.27～H 14. 3. 9

Ⅲ－２．国際共同研究

1. [エージェンシー] 日仏科学協力事業（共同研究）CNRS ／パリ第11大学
[代 表 者] 俣野 博（東京大学大学院数理科学研究科）、西浦廉政（電子情報処理部門）、
三村昌泰（広島大学大学院理学研究科）、
D. Hilhorst , H. Berestycki , E. Logak , F. Merle
[研 究 課 題] 非線形拡散方程式に現れる界面と特異性の研究
[研 究 期 間] 平成11～13年度
[経 費] 3,000千円
[研 究 内 容] 非線形拡散方程式における、特異摂動、解の爆発、進行波の解明

Ⅲ－３．海外渡航件数

部 門 等 \ 年	平成10年度	平成11年度	平成12年度	平成13年度
電子材料物性部門	16	15	17	20
電子機能素子部門	31	29	23	26
電子計測制御部門	11	15	20	15
電子情報処理部門	15	12	17	15
電子計測開発施設	4	2	1	2
計	77	73	78	78

IV. 教 育 活 動

IV－１．修士学位及び博士学位の取得状況

１．修士学位

平成 13 年度

・理学研究科

長谷部弘毅：高分解能・広帯域光散乱による $\text{SrTi}({}^{18}\text{O}_x{}^{16}\text{O}_{1-x})_3$ の研究

皆木裕介： $\text{SrTi}^{18}\text{O}_x$ のハイパーラマン散乱

橋本裕一：DNA および RNA 薄膜の光導電性に関する研究

藪 浩：自己組織化による高分子集合体のメゾスコピックパターン形成

武都拓也：光学的手法を用いた神経軸索内輸送の測定

上坂美花：アスコルビン酸の結晶化におけるパターン形成

斎藤伸一：アクター・クリティック学習法を用いたバランシングロボットの制御

韓 松：表面化学反応における複雑時空パターンの解析

横田一志：３種反応拡散系におけるパルス解及び時空間自己相似パターンについて

・工学研究科

加藤淳一：MOMBE 法による GaN 薄膜のエピタキシャル成長機構に関する研究

山田哲史：原子レベル表面構造制御による窒化物半導体ヘテロエピタキシャル成長に関する研究

余湖孝紀：ZnSe/MgS 超格子を用いた分布反射ミラーの MOVPE 成長と微小光共振器特性の研究

高崎秀久：単一ナノ微粒子の放射圧スペクトロスコピーに関する研究

千葉明人：微小球を用いた単一光子制御デバイスに関する研究

鷲尾知暁：適応フィルタを用いた環境磁場雑音のアクティブキャンセレーションに関する研究

藤田 学：高温超伝導体 SQUID 磁束計の開発とラット心磁図の計測

中島利崇：日本語の文章理解に関わる脳活動の計測と解析

角 竜憲：血管内皮細胞－平滑筋細胞共培養系による LDL の取り込みに及ぼすせん断流れ及び水透過速度の影響

福岡重隆：肥厚性血管病の進展による血管内腔形状の経時的変化の数値シミュレーション

岩淵禎弘：大脳皮質虚血耐性における転写調節因子（CREB）の活性化動態に関する研究

阿部麗奈：培養心筋細胞を用いた虚血・再灌流時における一酸化窒素（NO）の機能的役割に関する研究

余野央行：コオロギ介在神経の同期発火による気流方向の符号化

山下新吾：形態学および電気生理学的手法によるゴキブリのキノコ体の機能の解析

渡部忠洋：ブラウン運動の光学計測によるコオロギ気流感覚毛の機械設計の解析

小川喜嗣：腹話術発声における両唇音の知覚特性に関する研究

本間 健：触覚ディスプレイの設計を目的とした指先皮膚の機械特性に関する研究

小川数馬：濃厚媒質からの拡散反射光の空間特性

根本充隆：エバネッセント光散乱測定法による粒子径計測

福田奈月：光放射圧を利用した微粒子配列法の検証シミュレーション

古西宏治：光放射圧と微粒子の自己組織化を用いたフォトリソグラフィ結晶構造の創生

松原兼太：拡散光トポグラフィ法による血管分布の造影

宮越仁隆：動的光散乱法による回転粘土計内の媒質の粒径計測

・地球環境科学研究科

小菅将洋：気液界面におけるオキサカルボシアン混合 LB 膜の表面モルフォロジーと電場吸収スペクトル

東山健一：高分子薄膜中におけるピレンを含むドナー・アクセプター系での光誘起電子移動反応と外部電場効果

三上 智：ポルフィリンと C 60 の連結化合物における光誘起電子移動反応と外部電場効果

橋本麻子：超分子アンモニウムカチオンを含む $\text{Ni}(\text{dmit})_2$ 塩の構造と物性

２．博士学位

平成 13 年度

・理学研究科

西田 仁：自己組織化に基づく細胞接着性リガンドのマイクロパターン固定化

西川和孝：パターン化された基板上での細胞接着挙動

・工学研究科

和田 優：GaAlAs 系半導体レーザの発振波長および光出力に関する高性能化の研究

小山 洋：環境磁場下における高温超伝導体 SQUID 磁束計の低雑音化に関する研究

鄭 址旭：事象関連電位に基づく視覚的群化の脳内プロセスに関する研究

松尾保孝：光散乱を利用した単一微粒子吸収分光法に関する研究

・地球環境科学研究科

川畑 弘：PMMA 薄膜中におけるメチレン鎖連結化合物の光誘起電子移動反応およびエネルギー移動反応と外部電場効果

下神耕造：クラウン型包接化合物と組み合わせた金属錯体結晶の作製とその構造－物性相関に関する研究

IV－2．大学院生在籍数

研究科名	年	修 士		博 士	
		12年	13年	12年	13年
理 学 研 究 科		18	17	20	12
工 学 研 究 科		56	51	24	17
地球環境科学研究科		10	9	4	5
医 学 研 究 科		0	0	0	0
計		84	77	48	34

IV－3．大学院担当講義科目名

理学研究科	物理学論文輪講Ⅰ、Ⅱ	(相転移物性研究分野)
	相転移物性物理学	(〃)
	相転移物性物理学特論	(〃)
	超分子化学概論	(分子認識素子研究分野)
	超分子化学特論Ⅰ、Ⅱ	(〃)
	生体超分子化学概論	(超分子分光研究分野)
	生体超分子化学特論Ⅰ、Ⅱ	(〃)
	数理科学講義6	(情報数理研究分野)
工学研究科	光電子物性工学特論	(光材料研究分野)
	光量子デバイス工学特論	(〃)
	光情報エレクトロニクス特論	(光システム計測研究分野)
	脳機能工学特論	(量子計測研究分野)
	バイオメカニクス特論	(自律調節研究分野)
	生体数理工学特論	(適応制御研究分野)
	神経情報工学特論	(神経情報研究分野)
	生理工学特論	(〃)
	人間情報工学特論	(感覚情報研究分野)
	光物理学特論	(附属電子計測開発施設)
医学研究科	細胞機能素子学研究	(細胞機能素子研究分野)
	機能素子解析法Ⅰ、Ⅱ	(〃)
地球環境科学研究科	光物理化学特論Ⅰ	(光電子物性研究分野)
	大気環境化学特論Ⅰ	(有機電子材料研究分野)
	分子環境学特論Ⅲ	(〃)

V－1．技術部

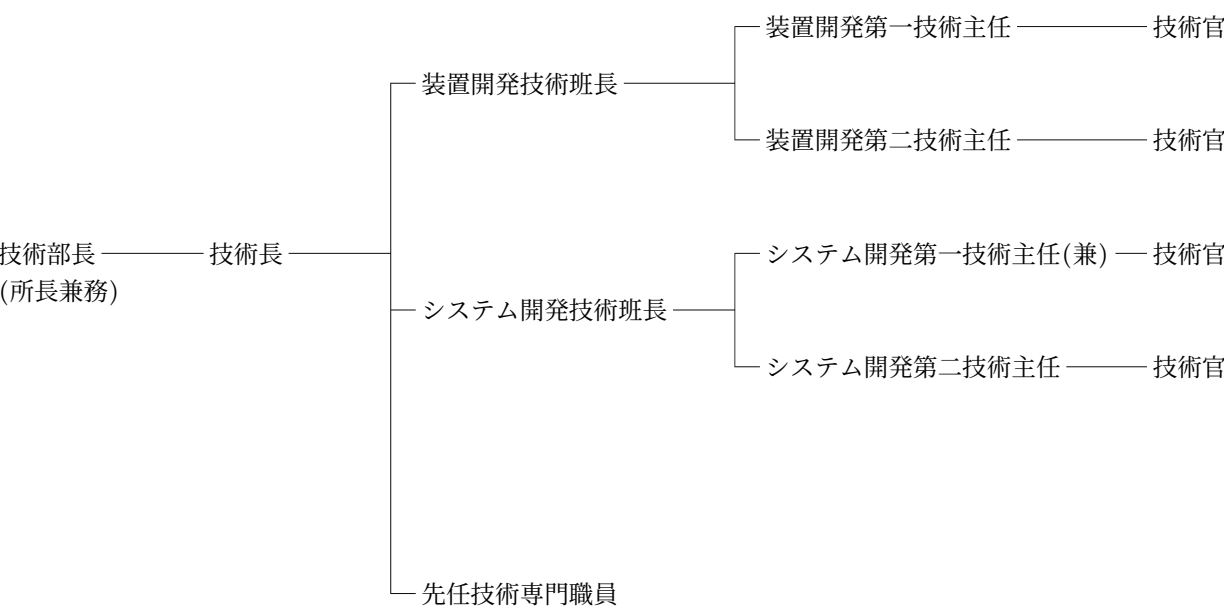
本研究所の研究を技術面から支援する組織とし、装置開発及びシステム開発の2つの班よりなる「技術部」を置いている。

装置開発技術班は、機械及びガラス工作を中心に、研究分野より要請される特殊な実験機器の開発・製作にあっている。機械工作関係では、ステンレスの精密切削とアルゴン溶接及び当工作室に設置されている大型旋盤・立フライス盤を代表とする数種の工作機械の技術を駆使して、多くの実験装置の開発・製作を行っている。また最近では、非金属の精密加工技術の依頼も多数になり製作対応している。ガラス工作室の特色は、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バールを介してのガラスの溶着の技術・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。

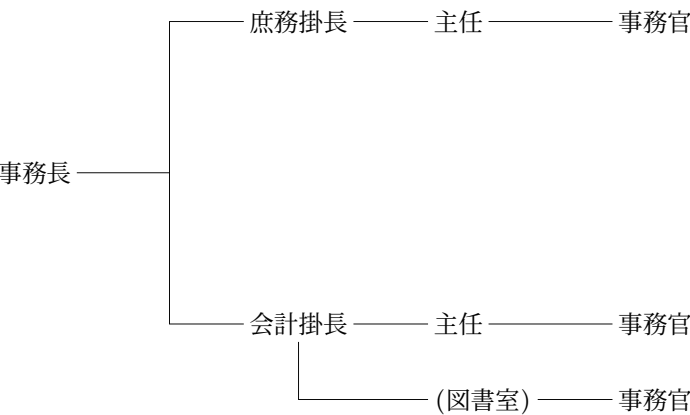
システム開発技術班は、所属の各技官を研究部門（研究分野）に派遣する方式をとっている。すなわち、専門技術に応じて、回路設計・製作、特殊計測、データ処理、試料作成、測定機器・コンピューターなどの保守、ソフトウェアの開発、大学院生の実験指導など多岐にわたる研究支援を行っている。

さらに当研究所の広報に関する仕事もしており、電子科学研究所ホームページの管理運営・大型プリンターやビデオカメラ等の管理を行っている。

技術部職員の研究支援の現場から生まれた研究成果は、関係学会などで発表すると同時に、技術面の研究成果は、技術研究会などで報告するなどして外部にも公表している。



V－2．事務部



V－3．学術情報

a．図書・学術雑誌

単行本の大部分は、各研究部門で購入し管理されている一方、学術雑誌の殆どは研究所全体で購入し図書室で管理されている。

(1) 蔵書冊数

年 度	平成12年度	平成13年度
和 書	6,067	6,091
洋 書	19,639	20,158
計	25,706	26,249

(2) 所蔵雑誌種類数

年 度	平成12年度	平成13年度
種類数	833	845

(3) 購入外国語雑誌受入種類数

年 度	平成12年度	平成13年度
種類数	101	98

(4) 学外文献複写数

年 度	平成12年度	平成13年度
依 頼	333	229
受 付	504	596

b．学術情報システム

図書室には附属図書館と結んだ3台の専用端末機と学内 LAN につながっているパソコンが2台ある。専用端末機のうち2台は目録作成、雑誌受入等の業務として、他の1台は北大蔵書検索システムを提供する閲覧用として利用されている。また、専用端末機は国立情報学研究所とオンラインでつながっており、文献複写申込み、現物貸借（ILL システム）等にも利用されている。

閲覧室の隣には情報検索室が設けられ、専用端末機1台、パソコン2台が利用者用として提供され、誰もが自由に必要な情報を得ることができるなど、研究者の研究活動を支援している。

VI. そ の 他

VI-1. 公的機関の委員

太田信廣：岡崎国立共同研究機構分子科学研究所運営協議員

八木駿郎：学術審議会専門委員

高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所中性子共同利用実験審査委員会委員

高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所日英中性子散乱研究協力事業研究計画委員会委員

末宗幾夫：日本学術振興会光電相互変換第 125 委員会委員

日本学術振興会ワイドギャップ半導体光・電子デバイス第 162 委員会委員

熊野英和：日本学術振興会光電相互変換第 125 委員会委員

下村政嗣：日本学術振興会情報科学用有機材料第 142 委員会委員

日本学術振興会分子ナノテクノロジー第 174 委員会委員

栗城眞也：日本学術振興会第 146 委員会運営委員、同分科会主査

西浦廉政：学術審議会専門委員

下澤楯夫：東北大学電気通信研究所外部評価委員（分野別）

伊福部達：通産省・厚生省共幹医療福祉機器研究所医療福祉機器技術研究開発調査委員会委員

郵政省・通信・放送機構・高齢者通信技術研究開発アドバイザー委員会委員

(社)日本電子情報技術産業協会/映像生体影響研究委員会委員

通産省・厚生省共幹医療福祉機器研究所失語症在宅リハビリ支援開発研究委員長

郵政省・通信制作局・五感情報通信技術調査研究委員

産業技術総合研究所 人間福祉医工学研究部門評価委員会 評価委員長

経済産業省 地域経済産業 事前評価委員

井野秀一：新エネルギー・産業技術総合開発機構 NEDO 技術委員

画像情報教育振興協会画像情報技能検定委員会委員

VI-2. 国内外の学会の主要役職

太田信廣：光化学協会理事、日本化学会科学技術賞等選考委員、日本化学会北海道支部代議員

八木駿郎：日本物理学会代議員

末宗幾夫：第 20 回電子材料シンポジウムプログラム委員

川俣 純：応用物理学会北海道支部会場幹事

上田哲男：生物物理学会・運営委員、生物物理学会・北海道支部長

中垣俊之：電気学会ナチュラルコンピューテーション協同研究委員会委員

笹木敬司：応用物理学会代議員

狩野 猛：日本機械学会バイオエンジニアリング部門計測と力学－生体への応用－研究会主査

栗城眞也：日本生体磁気学会副会長、日本エム・イー学会評議員、日本エム・イー学会教育技術委員会委員、
電気学会論文委員会委員、電子情報通信学会専門委員会専門委員

小林哲生：日本人間工学会評議員、日本人間工学会支部幹事、日本人間工学会役員選挙管理委員会委員、日本人間工学会第 42 回大会運営委員、日本脳電磁図トポグラフィ研究会評議員、日本臨床神経生理学会奨励論文審査委員会委員、日本エム・イー学会支部幹事、計測自動制御学会生体・生理工学シンポジウム実行委員

平田恵啓：電気学会計測技術委員会「先端波動干渉計測」調査専門委員会委員

和田成生：日本機械学会第 79 期バイオエンジニアリング部門運営委員会委員、日本機械学会バイオエンジニアリング部門広報委員幹事

河原剛一：Frontiers of Medical & Biological Engineering, Editor、計測自動制御学会部会運営委員、ME とバイオサイバネティクス研究会専門委員会副委員長、日本エム・イー学会評議員、日本生理学会評議員、電子情報通信学会誌論文査読委員

内貴 猛：日本エム・イー学会技術教育委員会委員

西浦廉政：Physica D, Editor, Japan Journal of Industrial and Applied Mathematics, Associate Editor
日本数学会メモワール (MSJ memoirs) 編集委員、Hokkaido Mathematical Journal, Editor

下澤楯夫：社団法人日本エム・イー学会評議員

伊福部達：電子情報通信学会ヒューマンコミュニケーション基礎研究会顧問、電子情報通信学会ヒューマンコミュニケーショングループ顧問、電子情報通信学会福祉情報工学研究会顧問、日本ロボット学会評議員、感覚代行研究会理事、聴覚障害教育工学会理事、日本音響学会評議員、日本エム・イー学会評議員、ライフサポート学会評議員、気管・食道学会評議員、人工臓器学会評議員、音声言語医学会評議員、日本生活支援工学会評議員、IEEE International Conference on VR 実行委員、日本バーチャルリアリティ学会副会長

井野秀一：日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス部門技術委員、バイオメカニズム学会編集委員、日本バーチャルリアリティ学会ゲストエディタ

岩井俊昭：日本光学会常任幹事、日本光学会光学副編集委員長、日本光学会 50 周年記念号特別編集委員、日本光学会イメージサイエンス研究グループ代表幹事、日本光学会生体医用光学研究グループ幹事、生体・医用のための光学に関するアジア・シンポジウム組織委員会委員・事務局

VI-3. 受賞関係

太田信廣：日本化学会学術賞「光誘起ダイナミクスへの電場・磁場効果に関する研究」（日本化学会）
平成 14 年 3 月 27 日

島田美帆：日本光学会奨励賞「Miho Shimada , Yuji Masuda , Yukio Yamada , Masahide Itoh , Motoji Takahashi and Toyohiko Yatagai ; Explanation of the human skin color by multiple linear regression analysis based on the modified Lambert -Beer law ; OPTICAL REVIEW Vol . 7, No . 4 348-352 (2000)」(日本光学会) 平成 13 年 11 月 6 日

伊福部達：フェロー「情報バリアフリー支援のための福祉工学の開拓と産業応用への貢献」（電子情報通信学会）
平成 13 年 9 月 19 日

VI-4. 新聞・テレビ等の報道

a. 新聞等

中村貴義：日経産業新聞 平成 13 年 1 月 10 日
「電流制御の可能性も 北大 分子素子の材料開発」

芥川智行：日経先端技術 平成 13 年 11 月 12 日
「陽子と電子を伝導できる初の有機固体材料」

下村政嗣：科学工業日報 平成 13 年 10 月 22 日
「科学技術 自己組織化で多孔質膜」

下村政嗣：科学新聞 平成 13 年 4 月 27 日
「人物百花 身近な“散逸構造”利用」

下村政嗣：日経先端技術 平成 14 年 2 月 11 日
「理化学研究所・散逸階層構造研究チーム高分子や微粒子から格子を自在に作成」

下村政嗣：科学工業日報 平成 13 年 10 月 22 日

田中 賢 「科学技術 自己組織化で多孔質膜」

竹内繁樹：日経産業新聞 平成 13 年 5 月 17 日
「量子コンピューター、光の粒で高速情報処理」、グランドチャレンジ

竹内繁樹：日本経済新聞 平成 13 年 12 月 5 日
「超高速量子コンピューター、花の 33 歳トリオ研究の最前線に」人、街、交差点

伊福部達：北海道新聞 平成 13 年 4 月 14 日
「バリアフリー社会へ 対話できる機器最前線」

伊福部達：HOKTAC 平成 13 年 5 月 23 日
「聴覚障害者用音声認識装置の研究開発チームに聞きました」

伊福部達：第二経済新聞 平成 13 年 6 月 5 日
「産学官研究支援 2 事業を選定」

伊福部達：広報さっぽろ 平成 13 年 6 月 1 日
「産学官共同研究開発チャレンジ事業 聴覚障害者向け国際会議等参加支援システム」

伊福部達：日本経済新聞 平成 13 年 6 月 5 日
「聴覚障害者向け支援システム」

伊福部達：朝日新聞 平成 13 年 7 月 21 日
「聴覚障害者の国際会議参加支援」

伊福部達：北海道新聞 平成 13 年 10 月 26 日
「話した言葉 同時に字幕・聴覚障害者用支援システム」

伊福部達：北海道新聞 平成 13 年 11 月 2 日
「音声の文字化 地元発の技術を応用」

伊福部達：北海道新聞 平成 13 年 11 月 2 日
「障害者インターナショナル 事務局だより」

伊福部達：日刊工業新聞 平成 13 年 11 月 15 日
「言葉が見える認識補助装置」

伊福部達：産経新聞 平成 14 年 1 月 16 日
「発言を瞬時に字幕変換 聴覚障害者向け 北大教授ら開発」

伊福部達：室蘭民報 平成 14 年 1 月 16 日
「会議の発言瞬時に字幕化 聴覚障害者向けの支援システム開発 北大教授ら、試験運用も好評」

伊福部達：埼玉新聞 平成 14 年 1 月 16 日
「会議の発言を瞬時に字幕に変換 北海道大教授ら共同で開発 聴覚障害者支援システム」

伊福部達：秋田魁新報 平成 14 年 1 月 18 日
「会議の発言瞬時に字幕変換 聴覚障害者支援へ研究者ら共同開発」

伊福部達：熊本日新聞 平成 14 年 1 月 18 日
「北大など共同開発 会議の発言瞬時に字幕に 障害者のプレ大会で好評」

伊福部達：JAPAN TIMES 平成 14 年 1 月 18 日
「Japanese , English voice -recognition system set up for deaf」

井野秀一：JAPAN TIMES 平成 14 年 1 月 18 日
「Japanese , English voice -recognition system set up for deaf」

井野秀一：北海道新聞 平成 13 年 10 月 26 日
「話した言葉 同時に字幕・聴覚障害者用支援システム」

井野秀一：朝日新聞 平成 13 年 7 月 21 日
「聴覚障害者の国際会議参加支援」

井野秀一：日刊工業新聞 平成 13 年 11 月 15 日
「言葉が見える認識補助装置」

井野秀一：日本経済新聞 平成 13 年 6 月 5 日
「聴覚障害者向け支援システム」

井野秀一：北海道新聞 平成 13 年 11 月 2 日
「音声の文字化 地元発の技術を応用」

b. テレビ報道

田村 守：NHK 平成 14 年 2 月 2 日
「サイエンスアイ にっぽん名物研究室 光の科学②：光 CT で脳の機能に迫る」

VII. 資 料

VII－ 1． 沿革

超短波研究所

- 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

- 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 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

- 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

〔歴代所長〕

超短波研究室	昭和16年2月20日～昭和18年1月31日	簗島	高
超短波研究所	昭和18年2月1日～昭和21年3月31日	簗島	高
応用電気研究所	昭和21年4月1日～昭和21年9月10日	簗島	高
	昭和21年9月11日～昭和35年7月31日	浅見	義弘
	昭和35年8月1日～昭和38年7月31日	東	健一
	昭和38年8月1日～昭和45年3月31日	松本	秋男
	昭和45年4月1日～昭和48年3月31日	望月	政司
	昭和48年4月1日～昭和51年3月31日	馬場	宏明
	昭和51年4月1日～昭和54年3月31日	吉本	千禎
	昭和54年4月1日～昭和57年3月31日	馬場	宏明
	昭和57年4月1日～昭和60年3月31日	山崎	勇夫
	昭和60年4月1日～昭和63年3月31日	達崎	達
	昭和63年4月1日～平成4年4月9日	安藤	毅
電子科学研究所	平成4年4月10日～平成6年3月31日	安藤	毅

平成6年4月1日～平成9年3月31日	朝倉 利光
平成9年4月1日～平成13年3月31日	井上 久遠
平成13年4月1日～現在	下澤 楯夫

[名誉教授]

昭和32年4月	(故) 簗島 高
昭和37年4月	(故) 浅見 義弘
昭和43年4月	(故) 東 健一
昭和45年4月	(故) 松本 秋男
昭和55年4月	(故) 吉本 千禎
昭和57年4月	横澤彌三郎
昭和62年4月	羽鳥 孝三
	馬場 宏明
	松本 伍良
昭和63年4月	達崎 達
	山崎 勇夫
平成7年4月	安藤 毅
平成9年4月	朝倉 利光
	小山 富康
平成13年4月	井上 久遠
	永井 信夫

VII－2．受賞関係

受賞年度	氏 名	受 賞 名	授与機関等名
昭和18年度	東 健一	日本学術協会化学賞	日本学術協会
昭和27年度	蓑島 高	北海道医師会賞	北海道医師会
昭和31年度	東 健一	日本化学会賞	日本化学会
昭和32年度	浅見 義弘	北海道新聞文化賞	北海道新聞
	浅見 義弘	日本学術会議会員	日本学術会議
昭和33年度	浅見 義弘	電波学会浅野賞	電波学会
昭和37年度	東 健一	北海道新聞文化賞	北海道新聞
昭和38年度	朝倉 利光	応用物理学会光学論文賞	応用物理学会
昭和40年度	馬場 宏明	松永賞	松永記念科学振興財団
昭和42年度	松本 秋男	北海道新聞文化賞（科学技術賞）	北海道新聞
昭和46年度	望月 政司	北海道科学技術賞	北海道知事
昭和47年度	松本 秋男	電子通信学会功績賞	電子通信学会
昭和48年度	吉本 千禎	北海道新聞文化賞	北海道新聞
	松本 秋男	アメリカ電気電子学会名誉会員	アメリカ電気電子学会
昭和49年度	松本 秋男	電子通信学会名誉員	電子通信学会
昭和51年度	三品 博達	応用物理学会光学論文賞	応用物理学会
昭和57年度	松本 秋男	アメリカ電気電子学会マイクロウェーブ功績賞	アメリカ電気電子学会
昭和58年度	山崎 勇夫	アメリカ生化学会fellow	アメリカ生化学会
昭和60年度	馬場 宏明	紫綬褒章	内閣総理大臣
	朝倉 利光	北海道科学技術賞	北海道知事
昭和61年度	朝倉 利光	アメリカ光学会fellow	アメリカ光学会（OSA）
昭和62年度	松本 伍良	米国IEEEfellow	米国IEEE （アメリカ電子通信工学会）
平成2年度	朝倉 利光	国際光工学会fellow	国際光工学会（SPIE）
	下澤 楯夫	日本動物学会論文賞	日本動物学会
平成3年度	山越 憲一	日本エム・イー学会新技術開発賞	日本エム・イー学会
平成5年度	川崎 昌博	井上学術賞	井上科学振興財団
	朝倉 利光	応用物理学会賞	応用物理学会
	朝倉 利光	島津賞	島津科学技術振興財団
	川人 光男	科学技術長官賞	科学技術庁
	川人 光男	日本神経回路学会研究賞	日本神経回路学会
	川人 光男	日本神経回路学会論文賞	日本神経回路学会
	川人 光男	大阪科学賞	（財）大阪科学技術センター
平成6年度	川人 光男	日本神経回路学会論文賞	日本神経回路学会
	久間 和生	Neural Network Industrial Award	World Congress on Neural Network (WCNN 94)
	久間 和生	Best Papre Award	Optoelec tronics Conference (OEC 94)
	山内 芳子	科学新聞賞研究奨励賞	日本エム・イー学会
平成7年度	岩井 俊昭	応用物理学会賞	応用物理学会
	岡本 卓		
	朝倉 利光		
	水波 誠	吉田奨励賞	日本比較生理生化学会

受賞年度	氏 名	受 賞 名	授与機関等名
平成 7 年度	和田 成生	日本機械学会研究奨励賞	日本機械学会
平成 8 年度	カートハウス オラフ	日本化学会講演奨励賞	日本化学会 第70回春季年会
	居城 邦治	日本化学会シンポジウム賞	日本化学会 第71回春季年会
	朝倉 利光	紫綬褒章	内閣総理大臣
	水波 誠	日本動物学会奨励賞	日本動物学会
	石井 勝弘	第 1 回応用物理学会講演奨励賞（the 1st JSAP Research Paper Presentation Awards）	(社)応用物理学会
平成 9 年度	和田 成生	日本機械学会賞（論文）	日本機械学会
	太田 信廣	光化学協会賞	光化学協会
平成10年度	伊福部 達	科学技術庁注目発明賞	科学技術庁
	朝倉 利光	デニス・ガボール賞	国際光工学会（SPIE）
	石井 勝弘	日本光学会奨励賞	(社)応用物理学会分科会 日本光学会
平成11年度	伊福部 達	中小企業優秀新技術新製品賞	あさひ中小企業・日刊工業新聞
	笹木 敬司	分子科学研究森野基金	公益信託敏視科学研究奨励森野基金
	井野 秀一	日本バーチャルリアリティ学会学術奨励賞	日本バーチャルリアリティ学会
平成12年度	伊福部 達	北海道地方発明表彰発明奨励賞	日本発明協会
	羽鳥 孝三	電子情報通信学会フェロー	電子情報通信学会
	永井 信夫	電子情報通信学会フェロー	電子情報通信学会
	内貴 猛	医用工学国際会議優秀論文賞	第10回医用工学国際会議（10th International Conference on Biomedical Engineering）
	内貴 猛	瀬口賞（日本機械学会バイオエンジニアリング部門）	日本機械学会
	下村 政嗣	日本化学会学術賞	日本化学会
	伊福部 達	電子情報通信学会フェロー	電子情報通信学会
平成13年度	島田 美帆	日本光学会奨励賞	(社)応用物理学会分科会 日本光学会
	太田 信廣	日本化学会学術賞	日本化学会
	井上 久遠	北海道科学技術賞	北海道知事

VII－ 3．建物

本研究所は、当初から現在地（土地 11,723 m²）にあり、この間研究棟は昭和 38 年度、39 年度、47 年度、54 年度にそれぞれ新增築され、管理棟は昭和 40 年度に新築された。建物は、大きく 3 棟に別れており、それぞれ渡り廊下で結ばれている。他に自動車車庫、自転車置場等がある。

建物名称	構 造	建面積 m ²	延面積 m ²	建築年度
研 究 棟	鉄筋コンクリート造 5 階建	1,677	8,477	38、39、47、54 年度
管 理 棟	〃 2 階建	533	1,260	40 年度
井戸上屋他	〃 平屋建	79	79	40、58 年度
自動車車庫	軽量鉄骨造平屋建	39	39	41 年度
自転車置場	〃	34	34	59、60、61 年度
計		2,362	9,889	

※要整備面積

平成 7 年度の基準面積の指数の変更により不足面積は 3,582 m² に増大した。
また、電子科学研究所の発足時に、1 研究分野、1 客員研究分野の新設が認められ、これに伴う必要面積の不足が生じている。一部老朽化建物の新築化も合わせて、現在、新しい建物(9,710 m²)の建設計画をもっている。

VII－ 4．定員、現員

(7 月 1 日現在)		
年 度		平成13年度
教 授	定 員	16 (1)
	現 員	14 (1)
助 教 授	定 員	17 (1)
	現 員	13 (1)
講 師	定 員	0
	現 員	2
助 手	定 員	24
	現 員	23
教 官 小 計	定 員	57 (2)
	現 員	52 (2)
事務系職員	定 員	19
	現 員	19
合 計	定 員	76 (2)
	現 員	71 (2)

() 内の数字は客員で外数
助教授 併任 1 名含む。

VII－ 5． 教官の異動状況

○ 転入状況

平成 13 年度

電子材料物性部門	助 手	武貞 正樹	13. 8. 1	(勲)神奈川科学技術アカデミー研究員
電子計測制御部門	助教授	和田 成生	13.11. 1	昇任（同部門講師）

○ 転出状況

平成 13 年度

電子機能素子部門	助 手	野村 保友	13.10. 1	山形大学工学部助教授
電子材料物性部門	助 手	竹中 信夫	14. 3.31	停年退職
電子材料物性部門	助 手	大坂 直樹	14. 3.31	早稲田大学理工学総合研究センター 客員研究員
電子情報処理部門	助 手	真田 博文	14. 3.31	北海道工業大学専任講師
電子機能素子部門	助教授	迫田 和彰	14. 4. 1	独立行政法人 物質・材料研究機構 ナノマテリアル研究所 主席研究員

VII－6．構成員

所 長 下 澤 楯 夫

電子材料物性部門

光電子物性研究分野

教 授 太 田 信 廣
助 手 竹 中 信 夫
助 手 大 坂 直 樹

相転移物性研究分野

教 授 八 木 駿 郎
助教授 辻 見 裕 史
助 手 笠 原 勝
助 手 武 貞 正 樹

有機電子材料研究分野

教 授 中 村 貴 義
助教授 長谷川 達 生
助 手 芥 川 智 行

光材料研究分野

教 授 末 宗 幾 夫
助教授 田 中 悟
助 手 熊 野 英 和
助 手 植 杉 克 弘

電子機能素子部門

量子機能素子研究分野

助教授 迫 田 和 彰
助 手 川 俣 純

分子認識素子研究分野

教 授 下 村 政 嗣
助教授 居 城 邦 治
助 手 田 中 賢

超分子分光研究分野

教 授 田 村 守
助教授 金 城 政 孝
助 手 西 村 吾 朗

細胞機能素子研究分野

教 授 上 田 哲 男
助教授 中 垣 俊 之
助 手 神 隆

電子計測制御部門

光システム計測研究分野

教 授 笹 木 敬 司
助教授 竹 内 繁 樹
助 手 堀 田 純 一

量子計測研究分野

教 授 栗 城 眞 也
助教授 小 林 哲 生
助 手 平 田 恵 啓
助 手 竹 内 文 也

自律調節研究分野

教 授 狩 野 猛
助教授 和 田 成 生
助 手 丹 羽 光 一

適応制御研究分野

教 授 河 原 剛 一
助教授 内 貴 猛
助 手 山 内 芳 子
助 手 中 島 崇 行

電子情報処理部門

情報数値研究分野

教 授 西 浦 廉 政
助教授 小 林 亮
助 手 柳 田 達 雄
助 手 飯 間 信

神経情報研究分野

教 授 下 澤 楯 夫
助教授（併） 水 波 誠
助 手 西 野 浩 史
助 手 青 沼 仁 志

信号処理研究分野

助 手 真 田 博 文

感覚情報研究分野

教 授 伊福部 達
講 師 井 野 秀 一

並列分散処理研究分野（客員）

教 授 東 倉 洋 一

（日本電信電話(株)先端技術総合研究所）

助教授 竹 下 幸 一

（東京農業大学）

附属電子計測開発施設

施設長（併） 末 宗 幾 夫
助教授 岩 井 俊 昭
助 手 石 井 勝 弘

講師(研究機関研究員)		津 島 稔	事務部		
〃		栗 本 誠	事務長		佐 藤 雄 一
〃		吉 田 直 人	庶務掛		
〃		萩 原 伸 哉	掛 長		山 口 隆 敏
〃		藤 原 英 樹	主 任		折 田 朋 子
研究支援推進員		長谷川 詠 子	事務官		三 橋 千 昭
〃		李 玉 文	会計掛		
〃		黒 田 紀 夫	掛 長		丸 山 勝 介
〃		牛 坂 健	主 任		峯 田 学
〃		大 塚 真佐子	事務官		市 川 智 章
〃		川 島 彩	事務官		沖 田 正 彦
技術部			事務官 (図書室)		長 野 美年子
技術部長 (兼)		下 澤 楯 夫	事務補助員		中 屋 洋 子
技術長		石 坂 高 英	〃		長 瀬 志 歩
前任技術専門職員		星 山 満 雄	〃		伊 東 幸 恵
システム開発技術班			〃		宮 下 陽 子
班 長		大 沼 英 雄	〃		白 川 真 澄
主 任		女 池 竜 二	〃		伊 藤 梨 乃
技術官		永 井 謙 芝	〃		益 山 望
技術官		伊勢谷 陽 一	〃		今 野 真 奈
装置開発技術班			〃		藤 司 亜 也
班 長		土 田 義 和			(平成 14 年 3 月 31 日現在)
主 任		太 田 隆 夫			
主 任		平 田 康 史			
技術官		山 川 育 生			