

cue

京都大学電気関係教室技術情報誌

NO.5

JUNE 2000

[第5号]

.....
卷頭言

三菱電機 伊藤利郎

.....
大学の研究・動向

超電導工学分野・情報回路方式分野

.....
産業界の技術動向

シャープ 武 宏

新設研究室紹介

研究室紹介

平成11年度修士論文テーマ紹介

学生の声

教室通信

cue：きっかけ、合図、手掛かり、という意味
の他、研究の「究」（きわめる）を意味す
る。さらに KUEE（Kyoto University
Electrical Engineering）に通じる。

cueは京都大学電気教室百周年記念事業
の一環として発行されています。

巻頭言

「高度情報化時代への対応を」

(株)三菱電機 顧問 伊藤 利朗



社会にはインターネット、企業内にはイントラネットが形成され、これにデジタル放送網が加わって、世界のあらゆる主要なコンピュータがネットワークされている。最近ではネットワークが高速化され、テキストだけではなく、静止画、動画までも交換できるようになった。その結果、家庭に居ながらにして買い物ができるようになった。暗号技術のおかげで、必要なら企業機密を保持したまま、外部の回線から企業専用のイントラネットを使うことも可能になり、決められたオフィスに出勤しなくても、会社の事務や技術開発が効率よくできるようになった。私は、このような形で今後ますます発達する高度情報化の時代をネットワークコンピューティングの時代と命名し、これに対応して生じる社会的な変化はただものではないと考えている。

考えてみると、これまでのところ、社会活動の単位は、役所をはじめとする政府公共機関や企業を始めとする法人であった。そして、多くの人々は、サラリーマンとなってこのような単位が所有するオフィスに毎日出勤して仕事をしてきた。換言すれば、これらの単位のいずれかに属し、所定のオフィスに出勤しなければ、仕事に不可欠な情報にアクセスできなかったのである。

これに対して、ネットワークコンピューティングの時代においては、人々はなにも上述の単位に属さなくても、仕事に必要な情報が遠隔に組織を超えて利用できる。その結果、活動の単位それ自身が、有能な個人がいる一つの家庭、部品を生産する一つの生産拠点、鉄道、通信、電力、水道などの一つの網等々と、これ以上は機能上分割不可能な最小単位となろう。そしてこれらの単位がネットワークコンピューティングによって合理的に臨機応変に速やかに結合されて活動することになろう。結果として省庁・公共機関の再編、企業の合併倒産等の形で旧来の活動単位の崩壊が劇的に促されたことは明白である。

これはまさに社会革命である。江戸時代の活動単位であった藩が開国とともに崩壊し、県庁や法人などへ移行した明治維新よりもはるかに大きな社会革命であると私は考えている。そして官民が改革にのり遅れた日本社会に、この革命が襲いかかって生じたのが平成の大不況だと言いたいのである。私は、今、日本社会がこぞって意識改革に目覚めない限り不況からの真の脱出はないと考えている。

改革すべき意識とは、詰め込み教育で合格した有名校の卒業生が役所や大企業をこぞって志望し入社後は創造性よりも失敗を恐れて新時代への対応を考えようとしないこと、企業経営者が新時代への対応に必要な創造的な改革を忌避し依然として旧態然とした他社と横並びの経営を良しとすること、役人は役人で既存の権益を守ろうとして規制緩和などの合理化に反対することなどである。

そして、ネットワークコンピューティングを利用して個人の能力を個人の責任でフルに発揮できるようになった高度情報化時代において進歩的な技術者がなすべきことは、各人の担当分野で創造性を発揮すること、模糊とした未来に対して失敗を恐れずに積極的に挑戦していくこと、単に目の前の経済的観点からだけでなくより広い観点から隣国を支援すること、地球環境問題、エネルギー問題解決のシナリオを書いて世界に発信しそれを自らも実践すること、情報技術がもたらす便宜性を広く世界に普及すること、情報技術をフルに活用して世界の人々が精神的に豊かに暮らす仕組みを作ること等々と枚挙に暇がない。

京都大学の電気教室の皆様、ぜひこの進歩的な技術者になって世界に貢献してください。

大学の研究・動向**電力系統に冷たい応用技術**

工学研究科 電気工学専攻 電磁工学講座 超伝導工学分野

教授 牟田 一 彌

muta@kuee.kyoto-u.ac.jp

助教授 星 野 勉

hoshino@asl.kuee.kyoto-u.ac.jp

助手 中 村 武 恒

tk_naka@kuee.kyoto-u.ac.jp

1. はじめに

20世紀の3大発見といえば、1911年の超電導、1948年の半導体トランジスタ、1957年のレーザーである。この中で、超電導技術は、応用展開がこれからであり、21世紀のキーテクノロジーであると位置付けられる。当研究室では、電力機器への超電導技術の適用を目指して、全超電導発電機、超電導変圧器、超電導限流器、超電導送電ケーブル、超電導電動機などのシステム研究を行っている¹。また、超電導線材の評価技術、超高速電動機、二次電池や植物への磁界の影響などについても研究している。本稿では、「電力系統への最先端技術の応用」として、限流器について紹介する。

限流器とは、電力系統における事故電流を抑制する機能を持つ電力機器である。電力系統の連携を増強して、そのリアクタンスを減少させると電圧や発電機の安定化に役立つ。しかし、系統事故の場合には、事故点の電圧は零に近くなり、発電機からその点へ、通常電流より1桁以上大きい短絡電流あるいは地絡電流が流れ込む。この電流で、系統機器が損傷を受けないように、普通は遮断器で事故点を系統から切り離すが、事故電流が遮断器の容量を越えてしまわないように機器配置をしなければならない。

限流器は、このことを可能にする機器で、通常時のインピーダンスは、 $Z=0$ で、系統事故時には、有限のインピーダンス $Z=\gamma+J\chi$ となる機能を持つ。超電導体が超電導状態を維持するには、電流、磁界、温度が臨界点よりも小さくなくてはいけない。事故電流によって、超電導の臨界点を越えてしまうと、超電導体は、常電導状態になるので、抵抗が発生する事となる。このインピーダンス変化を積極的に利用するのである。超電導限流器の構成としては、(1)超電導/常電導 (S/N) 転移による抵抗発現を原理とした超電導ストリップを回路に直列に入れるもの、(2)S/N転移による抵抗発現を原理とした無誘導性の超電導導体コイルを回路に直列に入れるもの、(3)変流器構成であって、その2次巻線を常時短絡し、通常時のリアクタンスをほぼ零にしたもの、(4)変圧器構成であって、1次・2次巻線に安定度の高い補助コイルを付加したもの、などが考えられた。

1 <http://www-lab04.kyoto-u.ac.jp> <http://www.asl.kuee.kyoto-u.ac.jp> 等のWebページ参照

2. 研究経過

最初に取り組んだのは、(4)の変圧器型（四巻線変圧器型限流器）であり、同じ鉄心に主巻線と距離を取って補助巻線を巻くことによって、漏れリアクタンスの大きい巻線を構成するものである。主巻線に定格以上の電流が流れるとその超電導巻線が常電導転移して補助巻線の漏れインピーダンスより

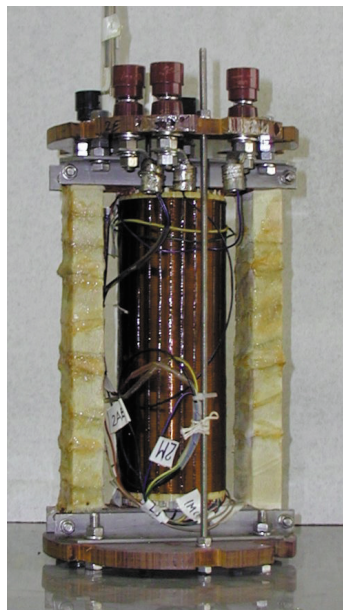


図 1 : 試作四巻線変圧器



図 2 : 試作無誘導巻線限流器

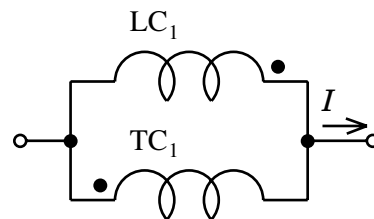


図 3 : 並列接続無誘導巻線限流器

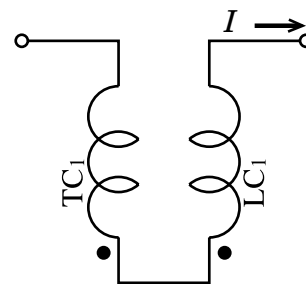


図 4 : 直列接続無誘導巻線限流器

も大きい抵抗を発生し、補助巻線に転流する。この漏れインピーダンスにより限流効果を示すものである。1989年の試作器の写真を図 1 に示す。金属系超電導線では、限流動作に入った時の巻線の発熱が大きいため、超電導状態への復帰が困難であることが分かった。

次に、(2)の無誘導巻型（交流超電導無誘導巻線型限流器）を研究した。1993年の試作器の写真を図 2 に示す。戸上製作所や九州電力との共同研究として、配電系統用の限流器の基礎研究を行った [1, 2]。試作した限流器は、臨界電流の異なる 2つの超電導線をバイファイラ巻にした単相ソレノイドを逆並列に接続した構成である [1]。各々のソレノイドのインダクタンスは、 0.70mH であり、図 3 に示すように逆並列接続したときは、 $4.9\mu\text{H}$ 、図 4 に示すように直列接続したときは、 $17.5\mu\text{H}$ であった。限流動作試験は、負荷を電磁接触器で一定時間短絡し、短絡事故を模擬して行った。並列型では、短絡 4 ms 後、416A に達してから限流動作に入り、限流器のない場合の 39% に限流した。直列型では、短絡 2 ms 後、199A に達してから限流動作に入り、限流器のない場合の 33% に限流した。何れの場合も、常電導への転移は、 0.5ms であった。一般に、短絡電流がなくなっても、並列型限流器は、超電導状態に復帰していないために、残存抵抗と輸送電流による発熱がある。この為、超電導回復時間が長くなることが明かとなった。輸送電流が大きい場合には、この発熱が冷却熱量よりも大きくなって超電導に回復できなくなる。系統によっては、電源遮断が必須となることが示された。発熱と回復時間の間には、相関が認められ、蓄熱がない場合には、500J までは、事故回復とともに、超電導復帰した。また、一定時間、短絡電流を遮断すると、冷却が発熱を上回るため、15分間隔の繰り返し短絡事故に対しても、安定な超電導復帰特性を示した [2]。

(3)の変流器型（磁気遮蔽型限流器）については、変圧器の二次側巻線を短絡させたことになる高温超電導円筒で構成した限流器を1991年から検討した。ほぼ抵抗零で二次側が短絡されているため、漏れインピーダンスが小さければ、一次側から見て、インピーダンスを無視できる。二次側の電流が臨界値を超えれば、二次巻線に現れた常電導抵抗が一次電流を限流する。Bi-2223リングをスタックしたものとパイプ形状のものの外側に一次巻線を銅線で施した。空芯であったため、限流インピーダンスは、 $240.6\mu\text{H}$ であり、動作確認をするにとどまった。

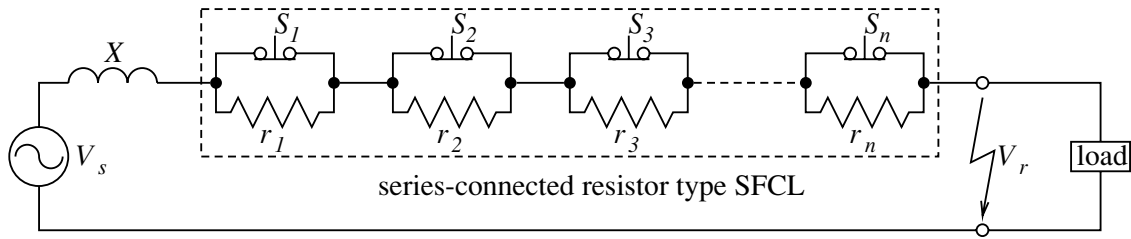


図 5：直列接続抵抗型限流器をもつ電源の等価回路

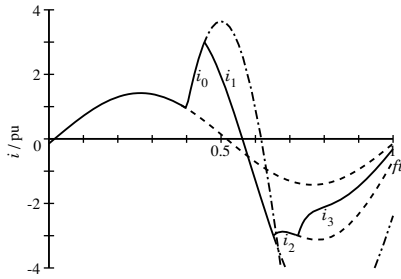


図 6：限流器がある場合の短絡事故電流

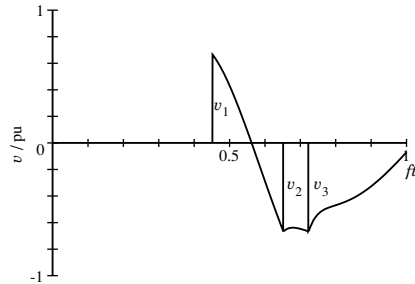


図 7：短絡事故時の素子端子電圧

3. 現在の研究状況

現在は、混合ブリッジ整流回路と直流リアクトルを組み合わせた整流器型限流器の実験的検討と問題点の解析と(1)のS/N転移型限流器・薄膜限流素子の直列接続における問題点の解析を行っている。これは、本年度から始まった国家プロジェクトである交流超電導応用電力機器基盤技術研究開発の課題とも一致している。同プロジェクトで想定している酸化物高温超電導体を用いた薄膜限流素子1素子の定格は、200V、100Aであるので配電システムに入れるには、多数の素子を直並列に接続する必要がある。この時、限流動作時の素子の抵抗が大きすぎると幾つかの素子が限流動作に入ると電流を制限してしまっ、全ての素子が動作しないという状況になる。ここで限流素子を抵抗とスイッチの並列接続であると見なして図5に示す回路について検討する。

素子には動作電流にばらつきが存在するので、全ての素子が同時に限流動作に入ることではない。ここでは簡単のために、端から順に同じ電流で動作するとして計算する。ここで、 $X (=0.1\text{Pu})$ ：線路リアクタンス、 $V_s (=1\text{Pu})$ ：送電端電圧、短絡事故前の電流1Pu（実行値）、 n ：直列接続超電導限流素子数、 $I_0 (=3\text{Pu})$ ：限流開始電流、 γ ：限流動作時の抵抗、 v_k ： k 番目の素子の端子電圧とする。電流の大きさが I_0 に達すると、1番目の素子が動作し、電流は一旦減少する。再び I_0 に至ると、2番目の素子が動作する。短絡事故の位相によっては、図6に示すようにそれぞれ異なる位相で限流動作に入ることが分る。このとき、端子電圧は、素子を流れる電流と素子の抵抗によって決まるので、限流開始電流で決まる最大値は、各素子同じである。限流目標電流 I_γ が小さいと、全ての素子が動作する前に、 I_0 を越えないこととなる。全素子が動作するように限流器を設計する際は、適当な η 、 I_γ 選び、限流抵抗を調整する必要がある [3]。

一方、整流器型限流器は、常電導転移しないので、繰返し動作に制限がなく、冷媒の蒸発が少ないので、大容量化しやすいのが特徴である。検討しているのは、混合ブリッジの直流側に超電導リアクトルを接続した回路構成である。交流電流がリアクトルを流れる直流電流以下では、超電導コイルを経由せずに流れ、低インピーダンスとなる。直流電流以上になると、ダイオードやサイリスタが逆バイアスされ、故障電流の大部分は、超電導コイルを流れるため、限流効果が得られる。超電導リ

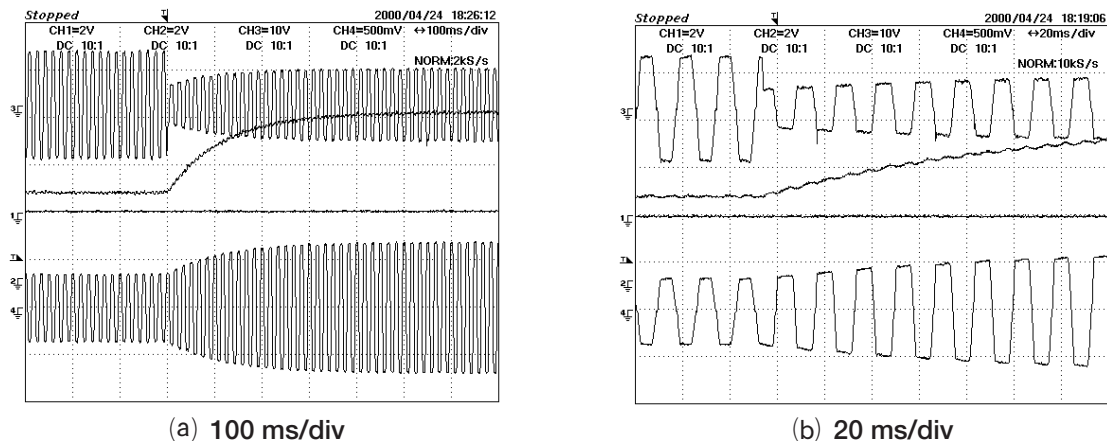


図 8：負荷が急増した時の受電端電圧、受電端電流、直流リアクトル電流

アクトルに流れる電流は、負荷条件と履歴によって決まり、短絡事故時には、 $V+L$ で増加する。したがって、ダイオードの導通損失があることと、潮流が増加する場合は問題となる。すなわち、負荷の要求が増加した時、1周期のうちのある期間だけ超電導リアクトルが系統に挿入されることとなる。図 8 に潮流が 2 倍になるときの受電端電圧、受電端電流、直流リアクトル電流を示す。限流リアクトルの影響が出ていて、潮流増加も制限されていることが分る。このことは、系統の安定度にも影響を与えるものとして、検討を加えているところである。

4. おわりに

限流器は、これまでの系統運用に対して、その制限を取り除くことの出来る新規技術として有望視されている。超電導の分野からも超電導技術によって実現できる応用としての側面から、大いに期待されており、21世紀のキーテクノロジーとして応用展開に期待の持てるところである。

参考文献

- [1] 星野勉、牟田一彌、馬場元治：“無誘導型超電導限流器モデルの製作・試験”、電気学会超電導応用電力機器・回転機合同研究会資料、ASC-94-29 RM-94-29、pp.79-86 (1994.2)
- [2] T. Hoshino, H. Tsukiji, K. Ohkubo, M. Etoh: Recovwry Time of Supercon-ducting Non-Inductive Reactor Type Fault Current Limiter, IEEE Transactions on Magnetics, Vol.32, No. 4, pp.2403-2406 (1996.7)
- [3] 弓矢浩之、長谷川恵亮、西川真功、K. M. Salim、星野勉、牟田一彌：“超電導限流器の直列接続に関する検討”、平成12年度電気学会全国大会講演予稿集、No. 5 -219 (2000.3)

自立的再構成可能デバイスによる汎用計算機構の実現を目指して

京都大学 大学院 情報研究科 通信情報システム専攻
集積システム工学講座 情報回路方式分野

教授 中 村 行 宏

nakamura@kuee.kyoto-u.ac.jp

助教授 尾 上 孝 雄

onoye@asl.kuee.kyoto-u.ac.jp

助手 泉 知 論

izumi@kuee.kyoto-u.ac.jp

1. はじめに

電子計算機は現在の高度情報化社会を支える重要な基盤要素のひとつである。そこでは、CPU (Central Processing Unit) は論理演算素子を配線により結合した布線論理中心で構成されるが、用途に応じた柔軟性、汎用性を持たせるため、メモリ上に置かれたソフトウェアプログラムとデータをCPUにより解釈・実行し、処理するフォン・ノイマン型と呼ばれる計算機構が発明され、これが計算機アーキテクチャの主流となって現在に至っていることは皆様よくご存知の通りである。このアーキテクチャでは、メモリとプログラムによる柔軟性という利点と裏腹に、性能面において、CPU-メモリ間の性能ギャップ、いわゆるフォン・ノイマン・ボトルネックを如何に解消するかに様々な工夫を要しており、永遠の課題となっている。

一方、上記の (CPU-メモリ-プログラム) 方式より、布線論理のみによる構成の性能上の有利さは論を待たないが、設計・製造に多大な工数を要し、かつ柔軟性・汎用性に欠ける点が問題とされてきた。しかし、ここに来て、用途に応じて柔軟に回路を再構成できる布線論理として開発されたFPGA (Field Programmable Gate Array) の発展は目覚しく、また、設計面では、例えば、中村教授がNTT在職中に研究・開発した高位ハードウェア記述言語SFLと論理合成系PARTHENONにより、論理回路もソフトウェアと同様、アルゴリズムを記述することにより設計開発が可能となってきている。

このような技術的背景のもと、我々中村研究室では、NTT未来ねっと研究所／コミュニケーション科学基礎研究所ならびに長崎大学小栗研究室らと共に、メモリに匹敵する一様構造を有する布線論理FPGAと論理合成技術を駆使することにより、フォン・ノイマン型を凌駕する汎用構成方式として*Plastic Cell Architecture* (PCA) を提案し、研究を進めている [1]。この方式が意味を持つための最重要点は、ソフトウェアの有する、データや関数等を動的に生成・消去する機能を、布線論理のみで実現させることである。これは、布線論理において、回路が別の回路を動的に生成・消滅させる (自立的再構成) 機能の実現を意味する。これをPCAでは、書き込まれ処理機能を実行する可変部と、可変部を制御し、また可変部上に構成された機能部間の通信を担う組込み機能部とをペアとする基本セルを敷き詰めることにより実現する (図1)。可変部上のある機能回路は組込み機能部を介して、別の機能回路を生成することができる。我々は、デバイスの設計・試作 (図2) [2,3] から、設計言語の策定、処理系や設計環境の構築 [4,5,6,7]、その応用 [8] に至るまでの研究・開発を鋭意進めている。

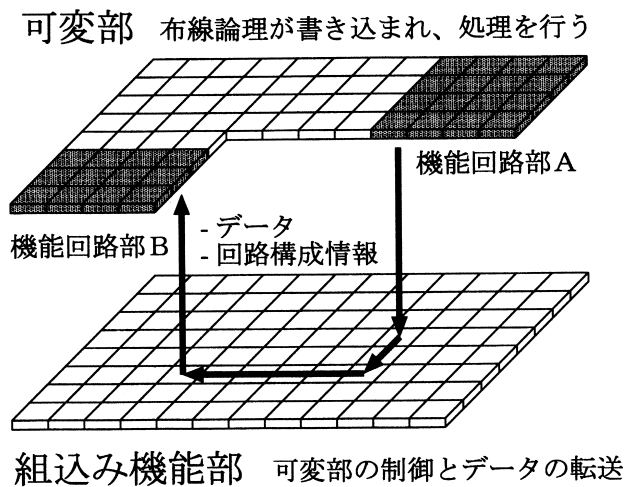


図 1 : Plastic Architectureの概念図

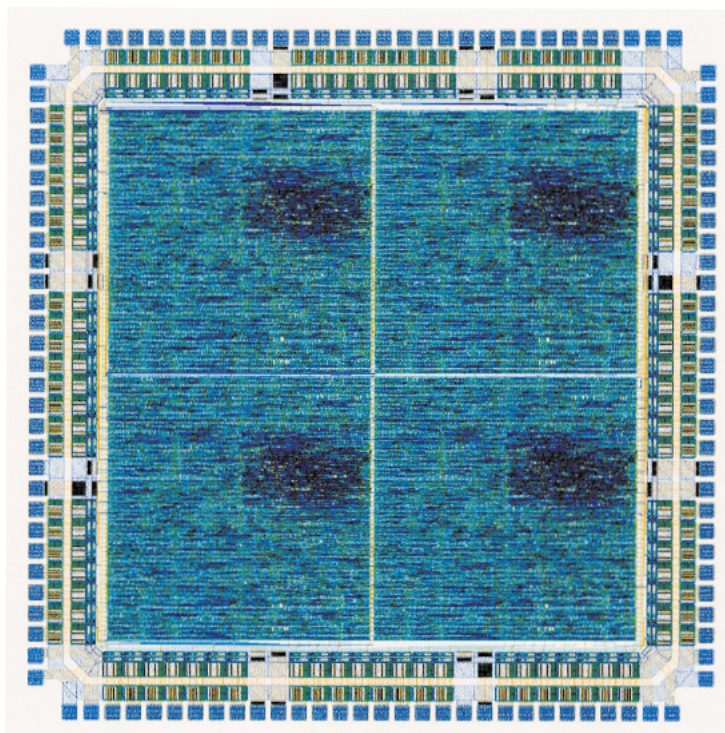


図 2 : 中村研で設計・試作したPlastic Cell Architectureチップ
(VDECを通じ、ローム社0.6 μ mプロセス使用)

2. PCAデバイスの設計と試作

PCAは図1に示すように、組込み機能部と可変部の2層のセルアレイ構造を持っている。対応する組込み機能部のセルと可変部のセルは信号の授受ができるように接続されており、また、組込み機能部のセル同士、可変部のセル同士はそれぞれメッシュ状に接続されている。可変部は、一再構成可能論理デバイスであり、可変部のセルは一種のLUT (Lookup Table) などの再構成可能論理素子からなる。組込み機能部は、可変部の再構成と通信をつかさどる。可変部上に構成された回路から組込み機能部に対して通信経路の設定を行い、データを送信することができる。さらに、可変部の空き領域に対して構成データを送信することにより、新しい機能回路を構成することができる。我々はそのような組込み機能部ならびに可変部のアーキテクチャを検討・設計し、VDEC (VLSI Design and Education Center) を通じて、チップの試作を行っている。[3] (図2)。

3. PCA用CADツール

PCAを汎用計算機として利用するためには、PCAのためのCAD (Computer Aided Design) ツールが必要となる。中村研では、これらツールとして、論理関数お可変部のセルアレイに埋め込むマップ [6]、論理回路を可変部のセルアレイにレイアウトするレイアウト [5]、回路編集用エディタ兼動作検証のためのシュミレータ [4] (図3) などを開発している。

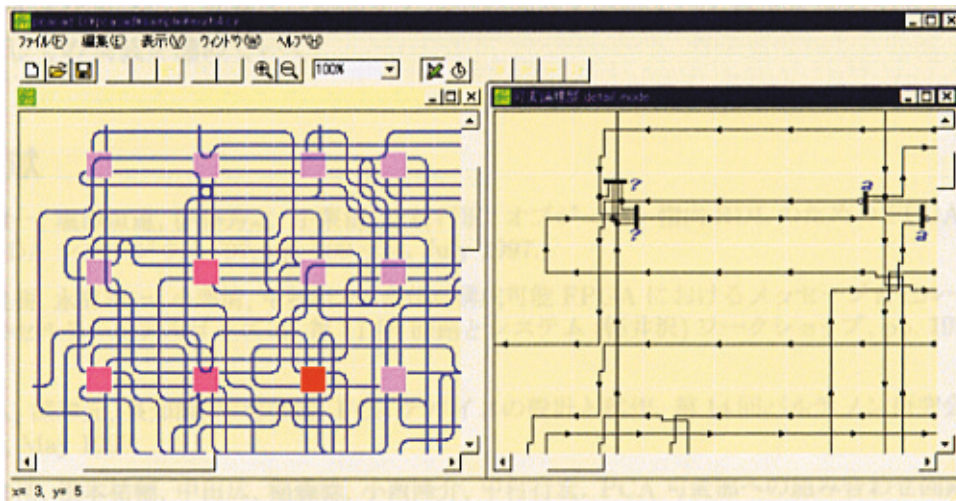


図3：PCACAD：中村研で開発したPCA用回路編集&シュミレーションCAD

4. 計算モデルの構築

ハードウェアを自立的に再構成することが可能になれば、全く新しい計算パラダイムとそれに伴う処理の必要性が生じる。そのような必要な処理のひとつとして、動的な領域管理が挙げられる。ソフトウェアのalloc (new)、free (delete) のような機構をPCA上で実現する方法 [7] (図4) などの研究を進めている。

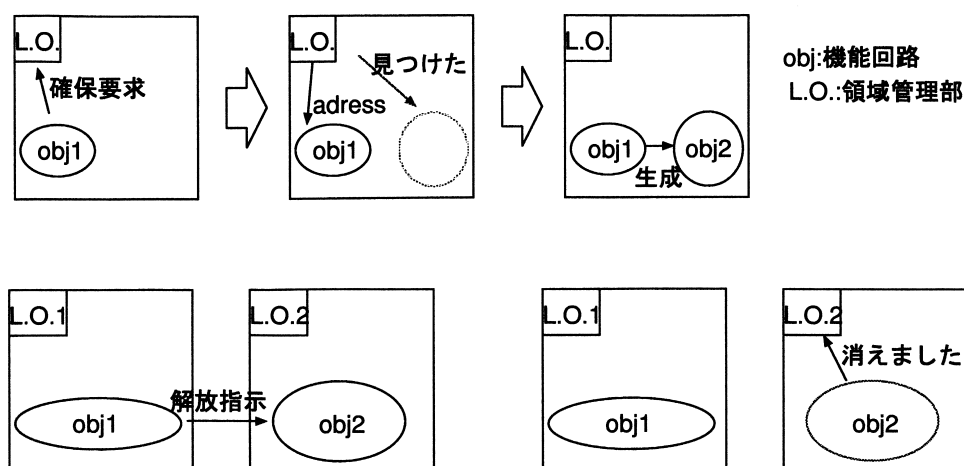


図4：Land Officer：PCAにおける動的な領域の確保（上）と解放（下）

5. おわりに

我々は論理回路その細粒度並列動作による高速性ならびに自立的な再構成機構による汎用性を求めて、Plastic Cell Architectureを提案している。これまで、アーキテクチャモデルの検討、処理モデルの検討、単位デバイスの設計と評価、シュミレーション環境の整備などを進めてきており、実際の情報処理システムとしてPCAを実現できるという確信を深めている。今後は、より高性能なデバイスならびにより高度な処理モデルや処理系を提案すべく研究を進めるとともに、実システムとしての実装を進めていく。

参考文献

- [1] 永見康一、塩澤恒道、伊藤秀之、小栗清、中村行宏、オブジェクト指向HDLのためのFPGAアーキテクチャ。DAシンポジウム'97,pp209-214, July 1997.
- [2] 中根良樹、永見康一、小栗清、中村行宏。自立再構成可能FPGAにおけるメッセージ自己ルーティングのためのセルラー・アルゴリズム。第11回 回路とシステム（軽井沢）ワークショップ,pp199-204 April 1998.
- [3] 境和久、深津元、泉知論、中村行宏。PCAデバイスの設計と試作。第14回パルテノン研究会資料集,pp28-36 May 1999.
- [4] 檜田和宏、根本祐輔、中田広、稲森稔、小西隆介、中村行宏。PCA可変部への組み合わせ回路レイアウト手法の検討とその可視化。第13回パルテノン研究会資料集,December 1998.
- [5] 渡辺大洋、檜田和宏、中村行宏。PCAにおけるLUTアレイへの回路レイアウトのための一手法。第14回パルテノン研究会資料集,pp19-28 May 1999.
- [6] Tomonori Izumi, Ryuji Kan, and Yukihiro Nakamura. Array-based mapping algorithm of logic functions into plastic cell architecture. In *Proc. of 9th Workshop Synthesis And System Integration of Mixed Technologies*,pp.91-98, April 2000.
- [7] Daisuke Murakami, Tomonori Izumi, Takao Onoye, and Yukihiro Nakamura. A hardware algorithm of dynamic area allocation to circuits for plastic cell architecture. In *Proc. of SCS Euromedia Conference*, May 2000.
- [8] 上田義勝、中村行宏、塩澤恒道、須山敬之。動的再構成可能回路を用いた新しい電磁粒子シュミレーション回路の設計。Technical Report CPSY98-84、電子情報通信学会、1998。

産業界の技術動向**液晶産業の動向**

シャープ株式会社 AVシステム事業本部 液晶デジタルシステム事業部
武 宏
(元：シャープ株式会社デバイス事業推進室)
S020368@notes.osa.sharp.co.jp

1. はじめに

1998年度に1兆円を超えた世界の液晶市場は、2000年度には2倍の2兆円市場へと拡大が予測されている。

液晶の応用は30年近く以前に電卓への搭載から始まったが、ノートPCへの搭載を機に、急速に市場が拡大した。近年では、液晶モニターの需要も本格的に立ち上がり始め、液晶テレビ、ムービー等のAV機器、携帯電話、携帯情報端末等の携帯機器を中心に、ノンノートPC分野にもその応用が拡大している。今後、インターネットの一層の普及拡大と同時に、ネットワーク技術の進展に伴い、各機器は相互に接続され、いつでもどこでも同じ情報が入手できるようになり、液晶はその情報窓口として欠かせないものとなる。

このような状況の中、液晶の供給は、当初、国内メーカーの独占状態であったが、市場の拡大に伴い韓国メーカーの参入が始まり市場は拡大した。また、1999年からは台湾メーカーの大型市場への参入も始まり、今後は一層供給力は拡大し、同時にその応用分野も拡大する状況にある。

一方、液晶の技術は、その応用の多様化により、例えば、テレビ等での動画表示に向けた高速応答、解像度向上に向けた高精細化、携帯機器の電池長寿命化に向けた低消費電力化及び軽量化等、様々な面での技術開発が進んでいる。

液晶は、薄型、軽量、低消費電力等の特長を活かし、液晶であるが故に可能となった（液晶でなければできない）商品の創出に今後も多大な貢献を果たし、未来の我々の生活を一層快適なものへと導いてくれるであろう。

以上の背景を下に、液晶の基本原理を踏まえ、市場動向、応用商品動向、液晶メーカーの動向、技術動向について述べる。

2. 液晶ディスプレイとは

一般に「液晶ディスプレイ」のことを「液晶」と呼んでいるが、厳密には液晶とはその名の示す通り液相と固相との間の『中間相』を意味している。この液晶に電圧をかけると液晶分子の並び方が変化し、その結果、光の通し方が変化するという性質をディスプレイに応用したものが液晶ディスプレイである。

液晶ディスプレイは、液晶の駆動方式によりパッシブマトリックス駆動方式とアクティブマトリックス駆動方式の2つに大きく分類される。

パッシブマトリックス駆動方式は、液晶を駆動させるための電極を上下の基板間で格子状に張り巡らせ、縦横それぞれの電極にタイミングよく電気信号を送ることにより縦横の交差する点に印可される電圧を変化させ、交点の画素を点滅させる方式である。

アクティブマトリックス駆動方式は、多数ある画素のひとつひとつにトランジスタ等のアクティブ

素子を画素の点滅スイッチとして取り付け、このスイッチのオンオフにより各画素ひとつひとつを点滅させる方式である。

図1に液晶駆動方法の原理を示す。

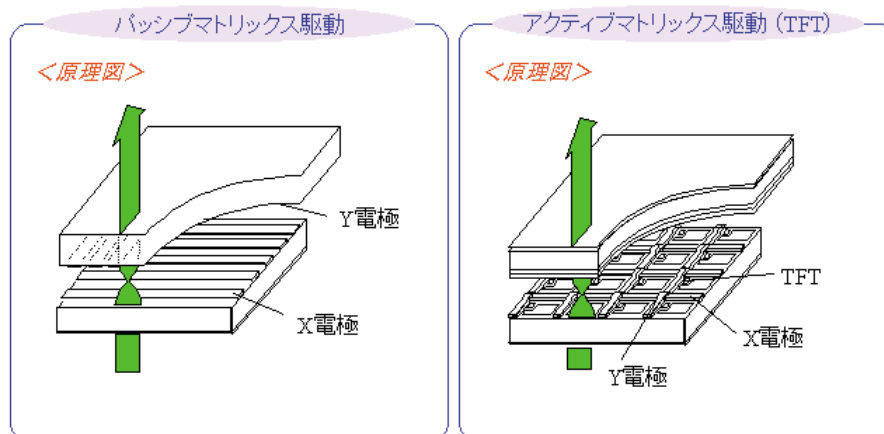


図1：液晶駆動方法の原理

3. 液晶市場の動向

図2に液晶の世界需要推移を示す。

1998年度、ノートPC用を中心とした液晶の需給バランスは大幅に崩れ、その結果、液晶の価格は大幅に下落したものの、1998年度の液晶世界市場は、前年度比116%の成長を示した。

一転して、1999年度の世界液晶市場は、前年度比161%と大幅な成長が見込まれている。この大幅な伸びの理由として、1998年度の市場が低成長に止まったことも原因ではあるが、1999年度に入り、ノートPCの需要が順調に拡大し大画面化も進展したことが大きな要因である。これに加え、液晶モニターが市場で本格的に立ち上がり始め、また、携帯電話、液晶テレビ、カーナビ等の市場拡大によりノンノートPC分野での液晶需要が拡大した。

その結果、需給バランスは一転し供給が需要に追いつかなくなり、市場では大幅な液晶不足に陥った。また、1998年度の液晶市場の低成長による液晶メーカーの業績悪化に伴い、1998年度に各社が大幅に設備投資を抑制したため、1999年度の生産能力が拡大していないことも液晶不足に拍車をかけた。

液晶市場は、2000年度には2兆円を超え、1兆円市場となった1996年度から僅か2年で2倍の市場規模へと急成長が予測されている。順調に推移すれば、その市場規模は2003年度には4兆円との予測もなされており、将来長期に亘り拡大していくものと考えられる。

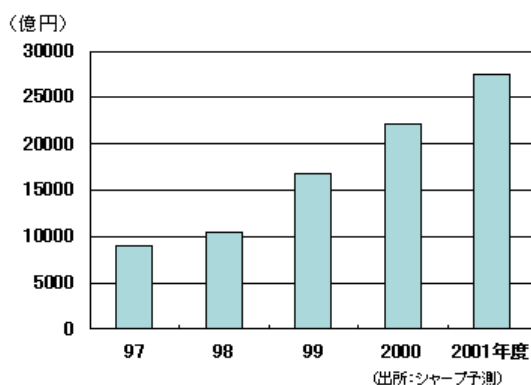


図2：世界液晶需要推移

図3に液晶応用商品の構成推移を示す。

液晶需要を応用商品別に見ると、97年度はノートPC向けの需要が全液晶需要の60%弱を占めており、液晶需要もノートPCの市場環境に大きく左右されていた。ノートPCの世界需要は現在も順調に拡大を続けており、99年度は全PC需要の約20%に当たる約2000万台の需要が予測されている。

その一方で、液晶モニター市場の本格立ち上がり、携帯電話市場の爆発的拡大に加え、液晶テレビ、携帯ゲーム機、カーナビ等、ノンノートPC以外の分野の液晶需要が急速に拡大している。このため、ノートPC用液晶が全液晶需要に占める割合は年々減少し、99年度には50%を割り込み、2001年度には40%を下回ると予測されている。

今後も、液晶の応用は様々な分野へと広がり、液晶需要は特定の市場に左右されにくい安定した市場へと変化していくであろう。

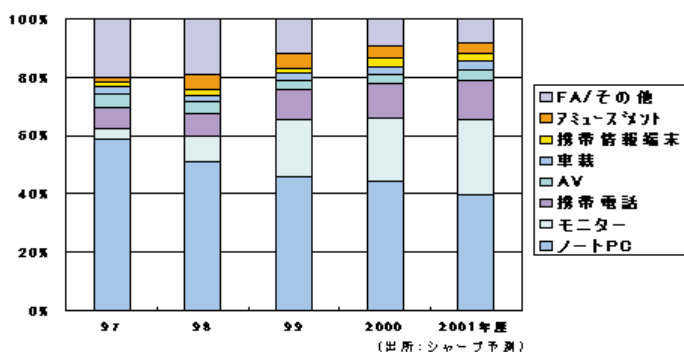


図3：液晶応用商品の構成推移（金額ベース）

4. 液晶応用商品の現在の動向

電卓への搭載から始まった液晶の応用は、技術の進展に伴い、携帯ゲーム機、ワープロ等へとその応用が進み、更に現在ではノートPCは勿論、モニター、テレビ、携帯電話、カーナビへと広がり、あらゆる製品のディスプレイとして欠かせないものとなった。

大型液晶分野では、ノートPCが現在の液晶応用商品の主力である。当初、ノートPCには10インチ以下のVGA（640×480）の液晶が搭載されていたが、ディスプレイの大画面化、高精細化の要望は強く、現在では、デスクトップPCの領域を狙った14.1インチXGA（1024×768）の液晶を搭載したA4サイズノートPCや、携帯性を重視した12インチ前後のSVGA（800×600）の液晶を搭載した薄型B5サイズノートPCがノートPCの中心となっている。

これに加え1998年度あたりから14インチ程度のXGA液晶を搭載した液晶モニター市場が立ち上がり始め、CRTを採用した従来のデスクトップPCに代わる省スペースデスクトップPCの市場が立ち上がり始めた。液晶モニターの現在の主力は15インチであるが、ワークステーション等に向けた20インチ前後のUXGA（1600×1200）液晶モニターも実用化されている。

一方、1998年に20インチの液晶テレビが発売されたのを機に液晶テレビ市場が立ち上がり始め、現在ではHDTVに対応した28インチ液晶テレビが発売されている。

小型液晶分野では、携帯電話、カーナビ、携帯情報端末を始め様々な商品への応用が広がっている。特に携帯電話は、現在も爆発的な市場拡大が続いており、1999年の世界市場は4億台を超える見込みであり、液晶に限らず、搭載部品の不足が続いている。

携帯電話は、本来の電話機としての音声通信に加え、メールを中心とした文字通信が加わり、現在ではインターネットへの接続も始まり画像伝送も可能になっている。2000年以降、携帯電話を始めと

するモバイルインターネットの普及が急速に進み、2004年末～2005年には、インターネットへの接続端末数は携帯電話がパソコンを上回るとの予測もされている。インターネットへの接続が可能となった現在、携帯電話の画面表示は従来の白黒表示からカラー化が急速に進み、より多くの情報を表示するための高精細化及び大画面化が進展していくであろう。

従来スタンドアロンの端末であった様々なエレクトロニクス機器が、インターネットへの接続により大きく変わりつつあり、その情報窓口として液晶ディスプレイは欠かせないものとなっており、今後も応用商品への液晶応用が拡大していくと考えられる。

5. 液晶メーカーの動向

世界に先駆け液晶の量産化に成功した日本は、液晶の新規用途の開拓を行い市場を拡大、独占してきた。現在でも日本メーカーが液晶のトップメーカーではあるが、韓国メーカーが急速にシェアを伸ばしており、大型TFT液晶に限れば韓国メーカーが現在の世界トップシェアを獲得している。また、台湾メーカーが日本メーカーとの提携を行い急速に工場を立ち上げており、1999年から大型TFT液晶パネルの量産を開始した。台湾では国を挙げて液晶事業への参入に取り組んでおり、2005年に32%の世界シェアを目指し積極的な投資を続けている。この結果、2000年以降、日本、韓国、台湾による市場拡大が見込まれる状況となった。

図4に液晶設備投資推移を示す。

1997年度、液晶設備投資は日本、韓国がほぼ同等の大規模な投資を行ってきたが、1998年度に入り液晶の需給バランスが崩れ、市場価格は大幅に下落した。このため、液晶各社は急速に収益が悪化し一斉に設備投資を圧縮した。

一方台湾では、この市況が悪化した1998年度から大型投資を開始し、1999年度から液晶工場の立ち上げが始まっている。1999年度も大型投資が実施されており、2000年以降本格的な量産が開始される。

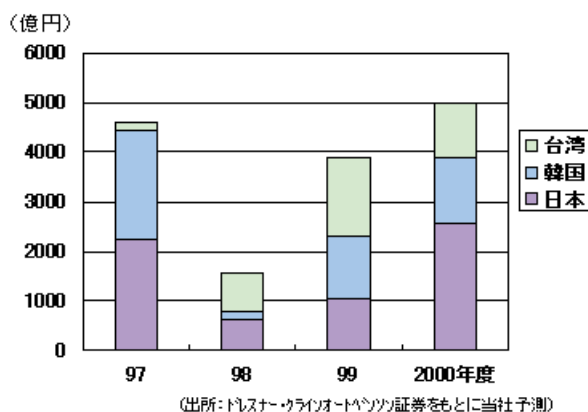


図4：液晶設備投資推移

台湾では、日本からの技術導入による量産立ち上げのため開発費負担が軽く、またストックオプション等のインセンティブ制度もあり、従業員の士気は高い。更に税制優遇処置も手早い、日本と比べコスト競争力で有利な面がある。この事もあり、日本メーカーは、ノートPC等を中心とした汎用性の高い液晶の自社生産比率を下げ、その一方で、海外メーカーの追随を許さない先端技術の開発に注力し、明るいSXGA (1280x1024) 等の高表示容量／高付加価値液晶の量産を実現している。

6. 液晶の技術動向

液晶の応用は、文字表示から静止画像表示、さらに動画像表示へと変化、拡大してきている。また、小さいものでは携帯電話から大きいものではテレビまでその応用商品も多岐に亘り、それぞれの用途に応じた液晶が必要となってきている。

パッシブマトリクス駆動の液晶は、構造が単純なため、低消費電力、低コスト等のメリットがある反面、高精細化が困難、応答速度が遅い、視野角が狭い等のデメリットもある。しかし、特に低消費電力のメリットを活かし、画質よりも電池寿命等が重視されるモバイル機器には欠かせないディスプレイとなっている。

通常液晶ディスプレイの基板にはガラス基板が用いられているが、現在では、基板にプラスチック基板を適用したプラスチック液晶ディスプレイの開発が進んでいる。プラスチック液晶はガラスに比べ、軽い、割れにくい等のメリットがあり、携帯電話等のモバイル機器に採用されている。

アクティブマトリクス駆動の液晶の代表として、液晶の各画素をTFT（Thin Film Transistor）で駆動させるTFT液晶がある。

TFT液晶の中でも、液晶駆動用のTFTをa-Si（アモルファスシリコン）で形成したa-Si TFT液晶が現在の液晶の主力であり、通常のノートPC、モニター、テレビ等に使われている。TFT液晶は、その用途から高い表示性能が要求されており、上下左右160°に及ぶ視野角、残像のない高速応答性能、自然画に近い色再現性等の実現に向けた様々な技術開発が進んでいる。

また、液晶プロジェクター、ビューファインダー等、非常に高精細なディスプレイが要求される分野では、a-Siよりも電子移動度の高いp-Si（ポリシリコン）でTFTを形成するp-Si TFT液晶の開発が進展している。液晶のTFTを駆動させるためには液晶ドライバIC、またこれを制御するコントロールIC等が必要となるが、p-Siは電子移動度が高いため、液晶ドライバIC等のLSI回路をTFTと同一基板上に形成することが可能であり、外付け液晶ドライバICが接続できない高精細液晶表示に適用されている。

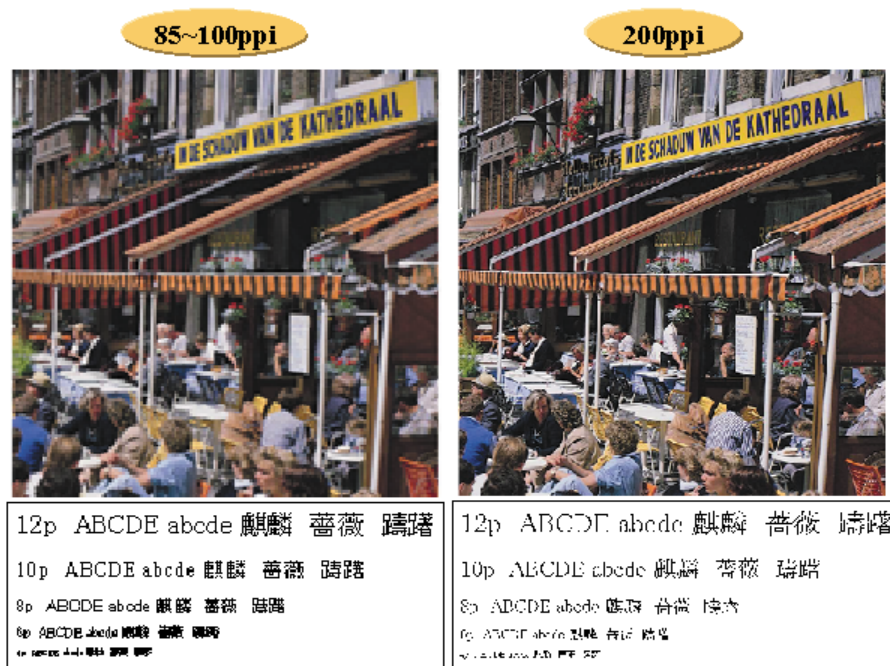


図5：解像度の比較（85ppiと200ppi）

図5に85ppi (pixel per inch) と200ppiの解像度の比較を示す。

一方、携帯ゲームや携帯情報端末等のモバイル機器では、勿論画質は重視されるものの、それ以上に電池の長寿命化が重視されている。液晶は自発光しないため、より明るく鮮明に表示するためにバックライトが搭載されているが、液晶ディスプレイの消費電力の中で、このバックライトが占める割合が非常に高い。特に電池駆動のモバイル機器では電池長寿命化のためにも消費電力の低減は非常に重要となる。このため、バックライトに頼らず外光の反射を応用した反射型液晶の開発が進んでいる。反射型液晶は、バックライトを搭載していないため、低消費電力以外にも薄型、軽量等、多くのメリットがある。

7. おわりに

現在でも依然CRTがディスプレイの主力ではあるが、ノートPC、携帯電話を始めとして、液晶なくしてはあり得なかった、当然CRTでは実現不可能であった数多くの商品を液晶は世に送り出してきた。

液晶は同サイズのCRTと比べ、設置面積が小さく非常に省スペースなこと、また、消費電力の面でも非常に低消費電力なディスプレイである。このため、機器の小型化、省エネ化に大きなメリットをもたらし、環境に優しいディスプレイである。

今後、液晶ディスプレイは単なる表示装置から脱皮し、着実な技術開発により、パネル上に搭載するシステムを一つ一つ増やしていくことで、ついには超薄型のシートパソコンや、シートテレビ等、商品に劇的な変化をもたらし、我々の生活を一層快適なものに変えていく事は液晶開発に携わる技術者の夢である。

以 上

新設研究室紹介

電子物性工学専攻量子工学講座量子電磁工学分野（北野研究室） 「量子性の理解とその工学への応用」

電子工学で利用される光（電磁波）、電子、原子などの振舞いは究極的には量子力学に支配されている。しかし、実際にはこれらを古典力学にしたがう波動あるいは粒子として扱うことで十分な場合が多い。これは我々が物質の量子性を自由に制御し、十分利用する方法をまだ手に入れていないことの反映である。量子性の本質の一つである量子コヒーレンスが、通常的环境下では非常に壊れやすく、容易に維持できないことが、古典描像が十分機能している理由である。しかし、最近の量子光学を中心とする実験技術の進展により、コヒーレンスの維持や、その制御が可能となってきた。また、従来不可能であった、複数の粒子間のコヒーレンス、すなわちエンタングルメントの創出も実現されている。そして、これらの技術を利用した、量子通信、量子暗号、量子計算などの試みが始まっている。本研究室では、このような量子性の理解と、それを生かした技術の開発を目指して以下のような研究を進めている。

1. 原子のレーザー冷却

レーザーの輻射圧を利用することにより、気体原子を超低温（mK ~ μ K）に冷却することが可能である。冷却により熱運動が抑制された原子に対して分光を行うと、ドップラー効果や相互作用時間の有限性に制約されない高精度の周波数測定を行うことができるため、次世代時間標準や高精度計測への応用が期待されている。また、レーザー冷却された原子はその運動量の低下に伴って、ド・ブロイ波長が長くなる。この波動性を利用した原子波干渉計はジャイロスコープをはじめとするさまざまな高感度センサーに応用することができる。

2. 量子コヒーレンス

Berryの位相や量子Zeno効果など、量子系を特徴づける現象に関する研究を行っている。前者は量子状態を表す空間の幾何学構造を反映する位相であるが、偏光状態を例にとって研究を進めている。後者は量子コヒーレンスの破壊による遷移の抑制効果であるが、この効果を量子系の制御に用いることを提案し検証実験を進めている。

3. 近接場光学

光が物体で全反射する場合に発生するエバネセント波を用いて物体表面の微細形状や誘電体や金属表面近傍の電磁界に関する研究を行なっている。近接場の技術により、波長より小さい構造を観測することができる。また少数光子によって比較的強い電磁場を発生させることができ、光子の制御が容易になる。究極的には、1個の光子を1個の原子と制御された環境下で相互作用させる技術を確立する必要があるが、ここでも近接場光学は重要な要素となる。

人間の直感や常識はその大部分が古典的物理に頼って形成されており、現状の工学的工夫もその制約を大きく受けている。一方、量子の世界は古典の世界に比べて遥かに自由度が大きく豊かな内容を秘めている。量子世界の機微の理解とそれを生かした質的に新しい技術を志向したい。

シリーズ：研究内容紹介

このページでは、電気系関係研究室の研究内容を少しずつシリーズで紹介して行きます。今回は下記のうち太字の研究室が、それぞれ1つのテーマを選んで、その概要を語ります。

(*は「新設研究室紹介」、☆は「大学の研究・動向」のページに掲載)

電気系関係研究室一覧

工学研究科

電気工学専攻

複合システム論講座 (荒木研)

電磁工学講座 電磁エネルギー工学分野 (島崎研)

電磁工学講座 超伝導工学分野 (牟田研) ☆

電力工学講座 電力発生伝送工学分野 (宅間研)

電力工学講座 電力変換制御工学分野

電気システム論講座 電気回路網学分野 (奥村研)

電気システム論講座 自動制御工学分野

電気システム論講座 電力システム分野

電子物性工学専攻

集積機能工学講座 (鈴木研)

電子物理学講座 極微真空電子工学分野 (石川研)

電子物理学講座 プラズマ物性工学分野 (橋研)

機能物性工学講座 半導体物性工学分野 (松波研)

機能物性工学講座 電子材料物性工学分野 (松重研)

量子工学講座 光材料物性工学分野 (藤田研)

量子工学講座 光子電子工学分野 (野田研)

量子工学講座 量子電磁工学分野 (北野研) *

イオン工学実験施設

高機能材料工学講座

情報学研究科

知能情報学専攻

知能メディア講座 言語メディア分野

知能メディア講座 画像メディア分野 (松山研)

通信情報システム専攻

通信システム工学講座 デジタル通信分野 (吉田研)

通信システム工学講座 伝送メディア分野 (森広研)

集積システム工学講座 大規模集積回路分野 (小野寺研)

集積システム工学講座 情報回路方式分野 (中村研) ☆

集積システム工学講座 超高速信号処理分野 (佐藤研)

システム科学専攻

システム情報論講座 画像情報システム分野 (英保研)

システム情報論講座 医用工学分野 (松田研)

エネルギー科学研究科

エネルギー社会・環境科学専攻

エネルギー社会環境学講座 エネルギー情報学分野 (吉川榮研)

エネルギー基礎科学専攻

エネルギー物理学講座 電磁エネルギー学分野 (近藤研)

エネルギー応用科学専攻

応用熱科学講座 プロセスエネルギー学分野 (塩津研)

応用熱科学講座 エネルギー応用基礎学分野 (野澤研)

エネルギー理工学研究所

エネルギー生成研究部門

原子エネルギー研究分野 (井上研)

粒子エネルギー研究分野 (吉川潔研)

プラズマエネルギー研究分野 (大引研)

エネルギー機能変換研究部門

複合系プラズマ研究分野 (佐野研)

宙空電波科学研究センター

地球電波科学研究部門

大気圏光電波計測分野 (津田研)

グローバル大気情報解析分野

宇宙電波科学研究部門

宇宙電波工学分野 (松本研)

電波科学シミュレーション分野

電波応用工学研究部門

マイクロ波エネルギー伝送分野 (橋本研)

レーダーリモートセンシング工学分野 (深尾研)

京都大学ベンチャー・ビジネス・ラボラトリー (KU-VBL)

研究室研究テーマ紹介

複合システム論講座（荒木研究室）

「システム工学的手法を用いた病期分類問題の解法に関する研究」

組合せ最適化問題は、離散変数の有限個の組合せの中から最適解を見出す問題であり、理論的には有限回の手数で厳密解を得ることができますが、問題の規模が大きいと厳密解を求めるには膨大な計算時間を要し、実際には厳密解を得ることが不可能になります。このような組合せ最適化問題の主な解法としては、分枝限定法などの厳密解法、ヒューリスティック解法、メタヒューリスティクスなどがありますが、これらのうち問題の性質に最も適したものを選択し、解法を構成することが、効率よく問題を解くことにつながります。複合システム論講座では、実際の組合せ最適化問題を対象として、適切な解法を構成する研究を行っています。今回は我々が扱っている問題の中から病期分類問題を取り上げて、研究内容を紹介します。

同じ病名を持つ患者でも一般にその病像や経過は多種多様であり、適切な治療法はそれぞれ異なります。臨床医はそれぞれの患者の病気の経過を推測し、適切な治療法を選択するため、同一疾患を「病気の進展度」という観点からいくつかに分類しています。これを臨床病期分類と呼びます。癌に関する病期分類の1例を図1に示します。図のT、N、Mは腫瘍の大きさ、転移のあるなしなどから決まる患者の予後(将来の病気の経過)の推測に利用される情報で、予後因子と呼ばれます。添字はその段階を表しており、大きいほど病状が進んでいることを意味します。これらの予後因子の組合せ（複合カテゴリ）のそれぞれに対して与えられている数値がステージ（病気の進展度）であり、大きい方が進んでいることを意味します。この病期分類は以下の制約を満たす必要があります。

制約1 1つの予後因子の添字のみが異なる2つの複合カテゴリのステージは、添字の順にみたととき減少してはならない。

制約2 病期分類に実際の患者のデータを当てはめたとき、ステージの大きい群ほど死亡率が低くなってはならない。

また、病期分類としては、患者の予後の推測がうまくできることが望ましいので、同じステージに属する患者の生存時間などはできるだけ似通い、異なるステージの患者の間には大きい開きがあるものが望ましいこととなります。すなわち、病期分類問題とは、制約1、2を満たし患者の予後を最も適切に推測できる病期分類を作成する問題ということになります。従来、病期分類は医師の経験に基づいて定められてきましたが、必ずしも現実の患者のデータを十分反映しているわけではありませんでした。そこで、我々は過去の生存データをもとに統計学的な観点からみてよい病期分類を作成する研究を行っています。

この病期分類問題に対する解法として、遺伝アルゴリズム (GA) を用いた解法とシミュレーテッド・アニーリング (SA) 法を用いた解法を構成しました。GAを用いた解法は、実用上意味のある分類の中から最適なステージ数と分類を同時に探索できるという特徴を持っています。一方、SA法を用いた解法は、あらかじめ定められたステージ数の分類の中から最適な分類を探索できます。いずれの方法でも、解を求めるのに要する計算時間は短く、また膵癌に関する病期分類については最適な分類が求められています。今後は予後因子の組合せ方や予後因子の段階の分割も含めた最適化について検討していきたいと考えています。

	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
N ₀ M ₀	1	1	2	2
N ₁ M ₀	1	2	2	3
N ₂ M ₀	2	3	3	4
N ₃ M ₀	2	3	4	5
M ₁	2	4	4	5

図1：病期分類の例（膵癌）

電気システム論講座 自動制御工学分野 「現代制御論の手法による2自由度最適制御系」

現代制御とは、一般に、状態空間でのシステム表現を基礎とする考え方による制御手法である。伝達関数をシステム表現のベースとし、周波数応答などの概念に基づいて制御系の設計がなされる、いわゆる古典制御に対する利点を挙げると、以下のようなものがある。

- ・制御系設計を数理的な問題と捉えることで、設計者の経験や勘に頼る部分を極力排除し、
- ・煩雑な設計計算をコンピュータによる自動計算に置き換えることで、高度な制御性能がより容易に達成でき、また短時間での設計が可能となる

ここで紹介する研究テーマは、このような利点を活かした意味での「2自由度最適制御系」と呼ばれる制御系の設計手法である。

まずはじめに、2自由度制御系という考え方について紹介しておこう。制御系の設計においては、いくつもの（結果として、しばしば相反する）要求を同時に満たすことが必要となる。中でももっともよく問題となるのが、以下の2つの要求である。

- ・外乱抑制やロバスト安定性などの要求として代表される、フィードバック特性の改善、
- ・制御量を目標値信号に定常偏差なく、しかも速やかに追従させたいという要求に対応する、目標値追従特性の改善

2自由度制御系とは、制御装置の有する「自由度」を、制御系の構成を工夫することで大きくし、その値を2（通常は1である）とした制御系のことである。自由度が1でなく、2であることに対応して、上記のような2つの要求を同時に満たすような制御系を得ることができる。基本的な考え方は単純であり、図1のように、制御系の異なる位置に2つの補償要素を配置することにより、それぞれの制御装置に異なる要求に応じた動作を担わせようというものである（図1においてPlantは制御対象を表し、それ以外のブロックが制御装置全体を表すが、ごくおおざっぱに言えば、制御装置中の F_0 と H_0 という2つのゲインが2つの自由度—それぞれ、フィードバック特性と目標値追従特性—に対応している）。このような考え方自体は、古くから提唱されてきたが、現代制御の枠組みでの系統的な設計手法は十分に検討されていなかった。

本研究では、2自由度制御系の有用性に鑑み、現代制御論に基づくその設計論を展開している。現代制御論の大きな成果の1つに2次形式評価規範に基づく最適制御の理論があり、これを2自由度制御系に拡張することは多いに有用である。しかし、その場合、2つの制御仕様上の要求/2自由度性に起因して、評価規範も2つ導入することとなる。それらの評価規範を2つの制御装置のどちらかにそれぞれ1対1に単純に対応させ得るのか、また制御装置は具体的に制御系のどの位置に置くのか（つまり、どのような構造の制御系を考えるべきなのか）といった点が問題となる。本研究ではこれらの問題に対する1つの回答を与えている。その構造は、結果的に、「2つの要求それぞれについて、それに対応する1つの評価規範だけを使った独立な設計を行えばよい」という特徴を有しており、非常に使いやすいものとなっている。この特徴を活かして、この制御系の電力系統の分散制御への応用、空気圧サーボ系の位置決め制御への応用研究も行っている。

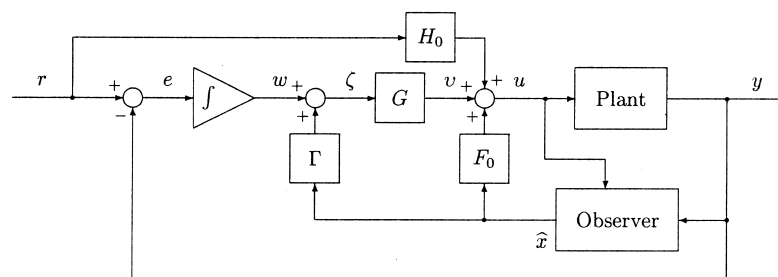


図1：2自由度最適制御系

電気システム論講座 電力システム分野

「パワーエレクトロニクス回路のスイッチングダイナミクスに関する研究
 —カオスのチャタリングへのカオス制御法の適用—

1. DC-DC バックコンバータ

DC-DC バックコンバータ回路は低電圧・小容量パワーエレクトロニクス回路であり、直流電圧をそれより低い直流電圧に変換する電力変換回路である。元来パワーエレクトロニクス回路における定常状態とは正確には周期定常状態であり、出力電圧を安定化するために電圧がフィードバックされる。その原理を図1に示す。この回路は通常使用するパラメータ設定値の範囲内でも、負荷条件、動作モードによっては不安定な振動を生じることが知られている。特に、PWM制御のループはランプ信号と状態量の比較回路を含むためその動作は非線形となり、カオス的なチャタリング現象が生じる。

2. カオスのチャタリングの安定化 [1]

カオス制御という概念は、1990年代初めにOtt, Grebogi, Yorke [2] らが提案 (OGY法) したもので、その詳細は文献 [3] に詳しい。OGY法は、離散系のカオスアトラクタに内在する双曲型不安定不動点の近傍に状態が来たとき、制御入力を入れて動作点を安定多様体上に乗せる手法を指す。本研究では連続系に対して提案されたPyragasらが提案した時間遅れフィードバックの方法 [4] を適用している。これは、現在の状態量と τ 時間前の状態量との偏差をフィードバックし、カオスアトラクタに内在する τ 周期の不安定軌道を安定化するもので、磁気弾性系のカオス振動の抑制にこの手法を適用し、その安定化を達成した [5]。同様の方法がスイッチング系のチャタリングの安定化にも適用可能である。図2に適用結果の一例を示す。

3. 今後の展望に向けて

スイッチングの不安定現象は、電力系統で使用されるFACTSなどの大容量パワーエレクトロニクス機器から小型の安定化電源技術にまで、ある種の条件で発生することが知られ始めており、パワーエレクトロニクス機器を適用する場合には、システムの挙動に関する数理解の理解が不可欠である。しかしながら、システムに生じたカオスや他の不安定性は、カオス制御に始まった非線形力学系の安定化へのアプローチが理解されるならば、有る程度は“てなづける”ことができるものである。現象が好ましくなくてもそれに如何に対処するかを検討することで、新たな展望が生まれる可能性がある。本研究ではその様な可能性を追求している。

参考文献

- [1] T.Hikihara, M.Konaka & Y.Ueda, Proc. of IPEC-Tokyo 2000, pp. 1991-1996, Apr. 4-7, 2000, Tokyo, JAPAN. [2] E.Ott, C.Grebogi and J.A.Yorke, Phys. Rev. Lett., 64 (11) (1990) 196-1199. [3] H.G.Schuster (Ed.), Handbook of Chaos Control (Wiley-VCH, 1999). [4] K.Pyragas, Phys. Let.A, 170, (1992) 421-428. [5] T.Hikihara and T.Kawagoshi, Phys. Let. A, 211 (1996) 29-36.

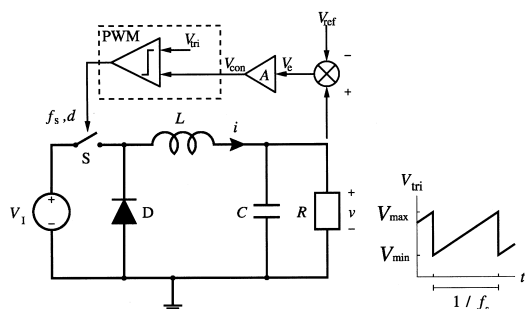
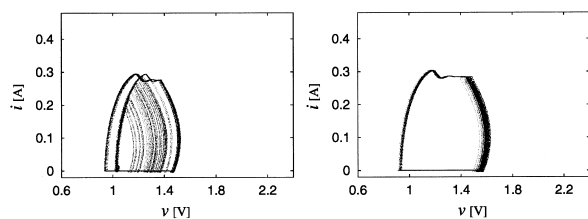


図1：DC-DC バックコンバータのブロック図とPWM 制御のためのランプ信号



(a)安定化前 (b)安定化後
 図2：カオス制御の手法の適用例

電子物理学講座 プラズマ物性工学分野（橋研究室）

「マイクロ放電プラズマの創成と診断 — プラズマディスプレイの高効率化に向けて —」

大画面の平板型ディスプレイは各種の情報表示デバイスとして益々需要が高まってきている。特にデジタル放送の本格的な開始を間近に控え、高臨場感のある家庭用TV受像機としての期待が大きい。その中でプラズマディスプレイパネル（PDP）は40～60インチの大型化が可能であり、早期の実用化が望まれている。しかし、輝度はますますのレベルになってきたが、発光効率が1 lm/W程度で、従来のCRTに比べて数分の1であり、一層の効率改善が求められている。そのためには、気体放電からの紫外線発光効率や、蛍光体での可視光への変換効率を、最低限で数倍程度向上させる必要がある。図1のようなPDPでは1画面に数10万～100万画素（1画素当りにRGBの3つの放電セル）が集積されているが、本研究室では数100ミクロン角の単一セル内での放電や発光現象をプラズマ物理の立場から実験的・理論的に解析することによって、PDPの発光効率改善のための指針を得ることを目的に研究を行っている。

実験的には、顕微光学システムを用いたレーザ分光法によって、HeまたはNeとXeの混合ガスの放電プラズマ中で、励起原子の密度を数 μm 、数nsの時空間分解能で測定している。それによって、Xeでは147nmの原子線と173nmの分子線の発光源になる励起準位密度の絶対値が得られ、真空紫外域での発光強度の絶対値が求められる。色々な放電セルの構造や動作パラメータ（ガス圧、ガス組成、印加パルス電圧など）に対する依存性を系統的に測定している。一例として、図2に単一セルの構造、図3には電流が最大の瞬間でのXeの準安定準位と共鳴準位の密度の空間分布を示す。他方では、多次元モデルでのシミュレーションを行い、放電プラズマの構造やプラズマパラメータ（電界、電子エネルギー分布、電子密度など）と発光の時空間変化の関係を総合的に解析し、実験との比較によってモデルの精度向上をはかりながら、セル構造や動作条件の最適化の方向を推定するCAD的手法を確立しようとしている。

微小な空間でのマイクロ放電プラズマ（ μDP ）はPDPに限らず多くの用途が期待されている。例えば、高輝度放電（HID）ランプを超小型化したものはプロジェクション用の点光源としての用途があり、微量な試料のプラズマ発光分析への用途でもプラズマ源は小さい方がよく、 μDP を並列に並べることによってコンビナトリアルな分析が可能になる。一般に、現状のプラズマプロセスでは、大容積で均一なプラズマ中に試料や基板を浸して大面積のプロセスを行う方向でプラズマ源が開発されているが、将来は必要な所に、必要な大きさで必要な特性をもったプラズマ（反応場）を造るという発想も重要になると思われる。



図1：42型PDPを用いたプレゼンテーション

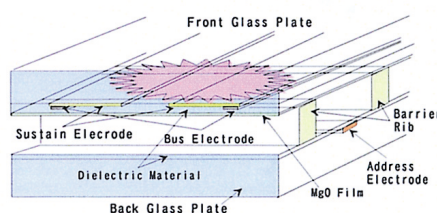


図2：AC型PDPの単一放電セルの構造

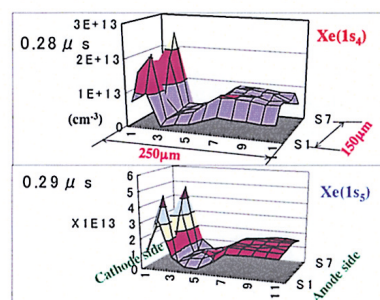


図3：PDPセル中のXe励起原子密度分布

機能物性工学講座 電子材料物性工学分野（松重研究室）

「非接触原子間力顕微鏡による分子の高分解能観察および局所物性評価に関する研究」

1. 序

有機分子材料における多様な電子・光学物性は、個々の分子の固有の性質に由来することから、単一分子あるいは少数分子系を独立した機能構造単位とする電子・光学素子、いわゆる「単一分子エレクトロニクス」の実現に大きな関心が寄せられている。当研究室では、高分解能観察による対象分子の選択、探針による単一分子への直接入出力アクセスを可能にする走査プローブ顕微鏡（SPM：Scanning Probe Microscopy）テクノロジーを推進することで、分子機能の発現に必要なナノスケールでの分子の操作、組織化、配向制御技術に関する研究を進めるとともに、分子スケールの領域において現れる量子力学的効果を含む電子物性に関する研究を行っている。

本稿では、これらの研究の中でも特異な電子構造をもつフラーレン分子（ C_{60} ）の非接触原子間力顕微鏡（Non-Contact Atomic Force Microscopy）による高分解能観察および局所物性評価に関する研究について紹介する[1, 2]。

2. Si (111) 表面上の C_{60} 分子の高分解能AFM観察

C_{60} 分子は、表面吸着状態にあっても回転自由度をもつことで知られるが、この系においてはSi再構成表面上に存在するダングリングボンドと強く結合しており、その結合状態は界面における電荷移動を伴い、分子系の吸着電子構造を理解する上においても大変興味深い。 C_{60} 分子の堆積基板となるSi (111) 7×7 再構成表面は、Si(111) 基板を1200℃まで加熱することにより作製した。この基板に C_{60} 分子を堆積して、AFM観察を行った。 C_{60} 分子の堆積量を3分子層相当までに増やして行くと、島状の分子結晶が成長していく過程が観察された。島状結晶の表面は平坦なテラスで、非接触AFMによる観察も安定に行うことが可能であり、実際、六方構造で結晶を組んだ C_{60} 分子を観察することができた。格子周期は約1 nmであり、分子のファンデルワールス半径に一致している。

表面上に吸着する分子と基板間の電荷移動は、基板-分子界面の電気的特性を考える上で、大変重要な役割を果たす。AFMでは探針に電圧バイアスを加えることにより（いわゆる Kelvin 法）、局所的な表面電位を測定することが可能となる。この方法によって C_{60} 分子薄膜とSi(111) 表面の間で起こる電荷移動を評価することを試みた。表面電位像におけるコントラストの差は約20 mVであった。この違いは、Siダングリングボンドから C_{60} 単分子層への電荷移動に起因すると思われる。

3. おわりに

AFM 探針は分子に直接にアクセスできることから、例えば分子薄膜の局所領域に探針により高電場を加えて、局所化学反応のような非可逆状態変化あるいは分子ダイポールの分極反転のような可逆な状態変化を引き起こすことが可能となる。こうした技術により、ナノスケールの構造作製や単一分子制御実験をさらに進めていきたい。

参考文献

- [1] K Kobayashi, H. Yamada, T. Horiuchi and K. Matsushige: Appl. Surf. Sci.,140, 281 (1999) .
- [2] K. Kobayashi, H. Yamada, T. Horiuchi and K. Matsushige: Jpn. J. Appl.Phys. 38, L1550 (1999) .

量子工学講座 光量子電子工学分野（野田研究室） 「サブバンド遷移を用いた超高速光—光変調の研究」

社会全般の情報化の進展に伴い、幹線系統の光ファイバ回線において要求される膨大な通信容量を従来の電氣的な外部変調器方式のみで実現することは、今後困難になって行くと考えられる。電氣的方式の限界を打破する方法として、(1)波長領域において情報の高密度化を行う波長分割多重方式および、(2)外部電気回路を必要としない超高速光—光変調デバイスを開発することにより、時間領域でのより情報の高密度化を行う光時分割多重方式、さらには(1)と(2)を同時に用いる方法に大きな期待が持たれている。このような背景のもと、我々はピコ～サブピコ秒レベルの光—光変調を実現することを目的に半導体ナノ量子井戸構造中のサブバンド間遷移を利用する方式の研究を進めている。

半導体量子井戸のようなナノレベルの閉じ込め構造中では、電子のエネルギーバンドは複数のサブバンドに分裂する。このため、一つのバンドの内部において、サブバンドの間の光学的電子遷移が可能になる。このサブバンド間遷移では、高エネルギーのサブバンドに光励起された電子が、縦形光学（LO）フォノン散乱を介して基底サブバンドへと緩和できるため、非常に高速のキャリア緩和時間（～ピコ秒程度）を示す。我々の提案する変調方式では、伝導帯に2つのサブバンド（伝導帯第1サブバンド：CB1および伝導帯第2サブバンド：CB2）が存在し、かつn型不純物添加によりCB1の底付近が電子で占有されるように設計された量子井戸構造を用いる（図1）。CB1-CB2間に共鳴する光（サブバンド間光）を制御光とし、価電子帯第1サブバンド（VB1）-CB1間に共鳴する光（バンド間光）を信号光とする。添加された電子がCB1に存在するため、この構造にサブバンド間光を照射せずにはバンド間光のみを透過させた場合、バンド間光の吸収は抑制されている（図1(a)）。しかし、ここでサブバンド間光を照射しCB1の電子をCB2に光励起すると、図1に示すようにバンド間吸収の抑制が解除されて透過するバンド間光が減少する（図1(b)）。サブバンド間光の照射を停止すると、前述のように～ピコ秒程度で電子はCB1に緩和するため、超高速の変調速度が期待できる。（実際には、3次の光非線形光学効果が起こるため、現象はより複雑になる。）図2に最近得られた光—光変調実験の結果を示す。同図より、確かに1.3psという超高速での光—光変調動作が実現出来ていることが分かる。現在、GaN系を用いることにより、より高速のフェムト秒領域での変調動作の確認に成功しているが詳細は別途報告する。

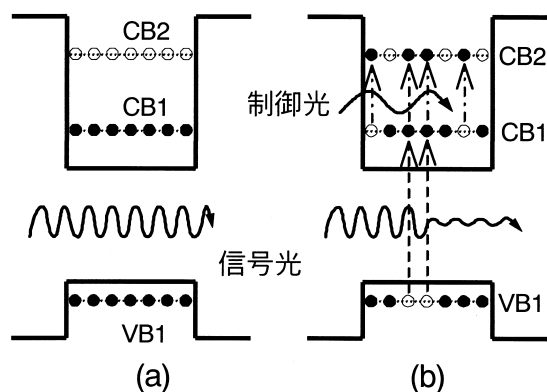


図1：光—光変調原理

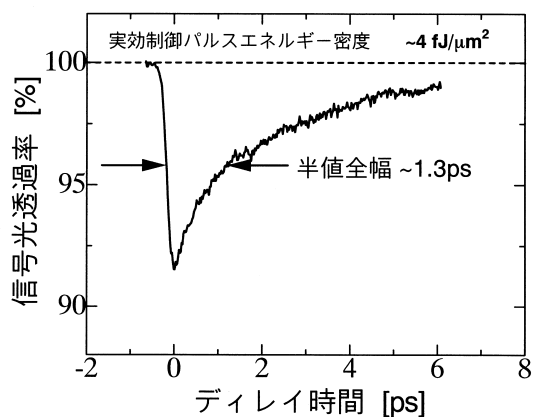


図2：光—光変調実験結果の一例

知能メディア講座 言語メディア分野 「自然言語知識ベースに基づく対話的ヘルプシステムの構築」

1. 研究の背景

人間と自然に対話できる計算機システムの実現は自然言語処理研究の大きな目標である。最大の課題は「話す内容（知識）」が計算機に「わかる」状態で表現されていなければならないという知識の問題である。古典的な対話研究では、計算機用に特別に設計された形式言語を用いて知識を取り扱っていたが、それでは知識の保守・拡張が難しく、システムのスケールアップがほとんどできないという問題があった。

これに対して、自然言語処理の進歩により、自然言語で書かれた普通のテキストを計算機で取り扱うことができる程度できるようになり、形式言語ではなく、自然言語の知識ベースに基づく対話の研究が可能となってきた。そうはいつても、計算機と人間の対話をどのように行えばよいかということはほとんどわかっていない状況であり、試験的なシステムの運用によって徐々に対話の現象を明らかにしていくことが必要である。そこで、京都大学の総合情報メディアセンターの計算機環境、ソフトウェア等の基本的質問に答える対話的ヘルプシステムを構築し、試験運用をはじめた。

2. 研究の成果

ヘルプシステムの知識ベースは「メールを読む場合は、XXXを使って下さい」というようにif-then形式で記述している。「メールを読みたいのですが」という質問は、この知識の前半部と照合するので、知識の後半部、すなわち「XXXを使って下さい」と回答することができる。ここでは照合がいかにか柔軟にできるかという点がポイントであり、そのために形態素・構文・意味解析などの技術を利用している。

上記の例は一回の質問・応答であるが、システムには「対話」を実現するために次のような機能が備わっている。すなわち、ユーザの質問を文脈（それまでの話の流れ）にそって解釈し、ユーザの質問の中にわからない言葉があったり、不明確である場合には聞き返しを行うのである。例えば不明確な質問への聞き返しは、質問と照合する知識が複数ある場合に、その差異を調べてユーザに指定を促すという形で実現している（以下の対話例の2番目）。

本システムは1999年7月より実際にサービスを開始し、これまでに約2000回の質問を受け付け、そのうち約40%に適切な回答を行っている。以下にシステムとユーザの実際の対話例を示す。

<Thu Jul 08 19:31:49 1999>

U1: UNIX でスクリーンセーバを起動する方法は？
S1: 「スクリーンセーバ」というキーワードが分かりません。「スクリーンセーバ」とは何ですか？
U2: スクリーンセーバー。
S2: コマンドラインで“xlock”としてください。

<Thu Aug 19 21:20:52 1999>

U1: mule でメールを読むにはどうすればいいの。
S1: “mh-e”“mew”からメールソフトを選択してください。
U2: mh-eを使います。
S2: まだmh-eを起動していない場合は、mule上で

“M-x mh-rmail”として下さい。新しくメール：を取り込みたい場合は“i”を押してください。メールにカーソルを合わせて“.”を押すと内容が表示されます。

<Thu Sep 16 22:32:20 1999>

U1: UNIXでMewを使うにはどうすればいいのか。
S1: Muleを起動してからmule上で“M-xmew”としてください。具体的な使い方は“http://www.mew.org/”を参照してください。
U2: メールを消去するにはどうすればいいのか。
S2: Summaryモードで“d”を押して‘D’マークを付けた後に、実行の“x”を押してください。

参考文献

- [1] 日笠亘、藤井綱貴、黒橋禎夫：入力質問と知識表現の柔軟なマッチングによる対話的ヘルプシステムの構築、情報処理学会第134回自然言語処理研究会（1999）。

通信システム工学講座 伝送メディア分野（森広研究室）

「ターミナルアクセスシステム：建物内マルチメディアネットワークの伝送媒体の統合」

1. 研究の背景

急速なインターネットの広がりや情報のデジタル化の進展により、企業のオフィス、大学の研究室、及び住宅において大容量のデータを高速かつ高信頼に伝送できるマルチメディアネットワークの構築が必要になりつつある。このような建物内のネットワークは、アクセスネットワークの一部として扱われているが、建物の中と外のネットワーク形態は異なるため、この二つのネットワークを分けて議論することが重要である。アクセスネットワークとの差別化を図るため、建物内のマルチメディアネットワークをターミナルアクセスシステムと呼ぶ。

現在、ターミナルアクセスシステムの伝送媒体は、電話音声には電話線が、テレビの映像にはテレビ用同軸ケーブルが、パソコンのデータにはイーサネットが利用され、異なるメディアはそれぞれの伝送媒体で伝送されている。一方、情報のデジタル化の進展により、音声・映像・データの全てを同一のデジタルデータとして扱うことが可能となりつつある。情報のデジタル化による、異なるメディアの統合に備えて、単一の通信インフラに統合されたターミナルアクセスシステムの研究・開発が望まれている（図1）。

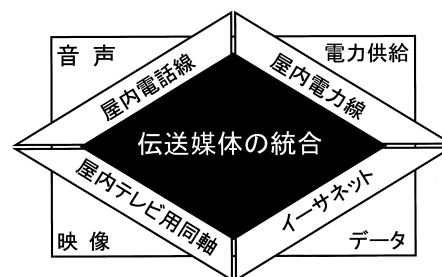


図1：ターミナルアクセスシステムの指針

ターミナルアクセスシステムの開発における焦点の一つとして、どのケーブルが建物内のマルチメディアネットワークの通信インフラとして採用可能か、ということが挙げられる。一般に、高速かつ高信頼なデータ伝送が容易な伝送媒体は、建物内に新しく配線することを要求してきた。ところが最近、マルチメディア情報の伝送が最も困難であると考えられていた建物内の電力線（電灯線）において、拡散変調技術や符号理論の進歩を背景に、高速かつ高品質なデータ伝送の可能性が出てきた。そこで、我々の研究室では、電灯線を通信インフラとした、高速かつ高品質なターミナルアクセスシステムの研究・開発を目標としている。

2. 研究の内容

電灯線は、建物内の各部屋に必ず一つ以上のコンセントがあるためネットワークの構築が容易であり、さらに、AC100Vの電力供給と情報伝送路との接続がコンセント一つで共用できるという他の伝送媒体にない利点を有する。しかし、電灯線線路の伝送特性は一般に劣悪であるため、高速かつ高品質なデータ伝送を要求するターミナルアクセスシステムの開発には、その伝送特性を正確に把握することが必要不可欠である。電灯線の雑音源は、パソコンなどの高周波雑音、電源スイッチの開閉雑音など多岐にわたり予測がつかないため、電灯線上の雑音電力の統計的な性質でさえ時間・周波数に応じて変動すると考えられる。また、電子機器の使用不使用により線路インピーダンスは大幅に変動することが知られている。我々の研究室では、電灯線上の雑音やインピーダンス特性を適切にモデル化するために、電灯線データ伝送の実験の準備を進めている。

伝達関数のモデル化の実験とともに電灯線ネットワーク上の通信方式の研究・開発を行う。電灯線は時間・周波数に応じて伝送特性が大幅に変動するため、その伝送特性の影響を平均化する手法が有効である。拡散変調技術は、伝送している信号を周波数領域において拡散させることにより、周波数に応じて変動する伝達特性の影響を全体的に平均化し、さらに、他の電子機器への影響を低減する。一方、時間的に変動する雑音やインピーダンス特性は、データ系列のバースト誤りとして現れるため、そのバースト誤りをインターリーブで平均化した後、誤り訂正符号でデータ系列上の誤りを訂正する。今後、本研究では、時間・周波数に変動する伝達特性を平均化する特徴が顕著に表れる、新たな拡散変調方式、誤り訂正方式、または両者の組み合わせ方式を考案して、そのシステムを計算機シミュレーション・実験を通じて検証していく。

集積システム工学講座 超高速信号処理分野（佐藤研空室）
 「広波長域 WDM システムでのファイバ非線形効果の影響に関する研究」

近年加入者系伝送路への光ファイバの適用と爆発的なインターネットの普及が相俟って、さらに大容量データを長距離伝送可能なシステムが望まれています。このようなシステムとして有望視されているのが、波長分割多重（WDM）と光多中継を用いたシステムです。

光ファイバの低損失領域（約0.3dB/km）は1550nm付近の25THzですが、時分割多重によりそれだけ高速の信号を生成するのは非常に困難です。そこで、図1のようにWDMでは、異なる波長の搬送波を異なるデータにより変調して波長軸上に並べることで1本の光ファイバで伝送できる容量を増加させています。最近の報告では3 Tb/sまで大容量化したシステム実験が成功しています。

また、低損失とはいえ100km伝送すれば30dBもパワーが落ちてしまうため、それ以上伝送するためには中継しなければなりません。従来では一旦電気信号を再生して処理を行う再生中継を行っていましたが、それらに用いる電気回路のコストの問題や、システム導入後伝送速度を向上させるためにはそれらをすべて交換しなければならず、さらにWDM化したシステムでは波長数分だけ必要になるというデメリットがありました。最近ではWDMされた光信号をそのまま増幅できる光増幅器を用い、光ファイバ数十kmと光増幅器を交互に多段接続を行ってこれらのデメリットを克服しています。10000km以上の伝送実験が報告されています。

しかし、光ファイバの直径は数 μm と非常に細く、光増幅器により光ファイバ内の光パワーが増大するため、非線形効果が現れてきます。このファイバ非線形効果には、カー効果、誘導ブリュアン散乱、誘導ラマン散乱などがあります。光ファイバには分散もあるため、分散も含めてファイバ非線形効果の伝送信号への影響を求め、システム設計に反映していかなければなりません。

従来、10チャンネル程度のシステムにおいてファイバ非線形効果の影響が調べられており、その程度の波長域では誘導ラマン散乱の影響は小さいため、カー効果の影響が主に調べられてきました。将来的には100チャンネル以上のシステムを見据えて検討しておく必要があります。

当研究室では、将来有望であると思われる広波長域WDMシステムでのファイバ非線形効果の影響の明確化を進めています。最近得られた結果としては、従来あまり検討の進んでいなかった誘導ラマン散乱による伝送信号への影響を、図2のように波形劣化評価により各種ファイバに対して明らかにしました。

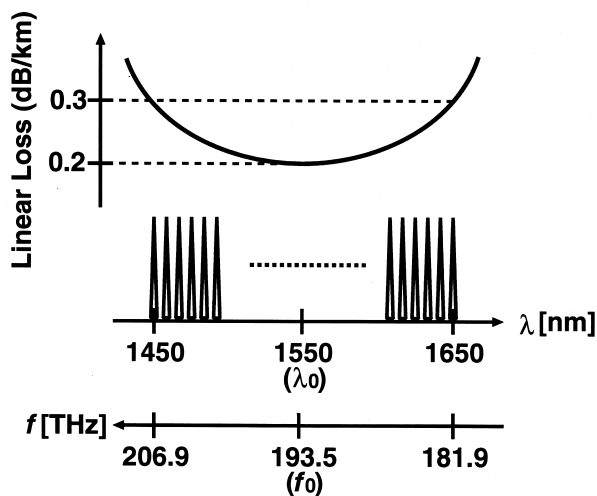


図1：WDMチャンネル配置とファイバ損失

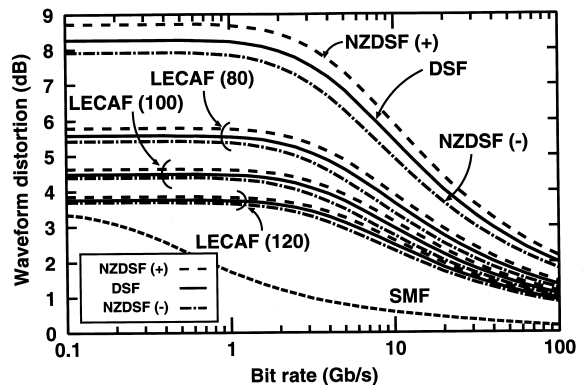


図2：誘導ラマン散乱による波形劣化

エネルギー物理学講座 電磁エネルギー学分野（近藤研究室） 「高温プラズマ中のタングステンの挙動」

将来の核融合装置を考えるとプラズマと直接接するダイバータ材を何にするかが大きな問題である。高熱に耐えられる物質はタングステンのような重金属であるが、プラズマ中に浸入すると大きな輻射損失を引き起こしプラズマ維持が困難になる場合がある。この問題を実験的に解決しようとする目的でドイツユーリッヒ研究機構プラズマ物理研究所のTEXTOR装置を用いた共同研究を進めている。Wは74個の電子を持ちプラズマ内でも完全電離することなくプラズマ中での挙動を調べるのは、なかなか難しいことである。TEXTOR装置でWの挙動を調べるために、われわれの研究室で製作した1~8 nmの波長領域の分光器を持ち込み分光スペクトルを観測している。図1に典型的なWのスペクトルの時間変化を示す。プラズマはジュール電流で生成され、0.4秒後に中性粒子ビームを入射して電子密度 $3 \times 10^{13} \text{cm}^{-3}$ 電子温度 1 keVに達する。次に1.4秒にタングステンリミターをプラズマ径45cmの位置に置く。これらのタイミングに合わせてスペクトル強度が大きく変化していることがわかる。詳細なスペクトルを図2に示す。時刻は4.2秒から5秒までで0.2秒毎に示している。この図には、同時に観測されている酸素の7価、6価イオン、炭素の6価、5価イオンのスペクトルが示されていて波長5~7 nmにみられるWのスペクトル形状が大きく異なることがよくわかる。このWスペクトルは主として $W^{27+} \sim W^{29+}$ によるもので多数の線スペクトルが重なって一見連続スペクトルのようにみえることからpseudo-continuumとよばれている。今回の実験では、Wをプラズマに入射してその減衰時間の加熱方式、電子密度などの依存性を明らかにした。ジュール加熱と中性粒子ビーム加熱と比べてみると中性粒子ビーム加熱の場合が減衰時間が短く、また両加熱方式とも電子密度が上昇するにつれて入射されたWが長くプラズマ中に存在することがわかった。具体的には中性粒子ビーム加熱時で、5~40msまたジュール加熱時では、40~140msの減衰時間が得られた。この減衰時間からプラズマ中のWの拡散係数の評価も進めている。

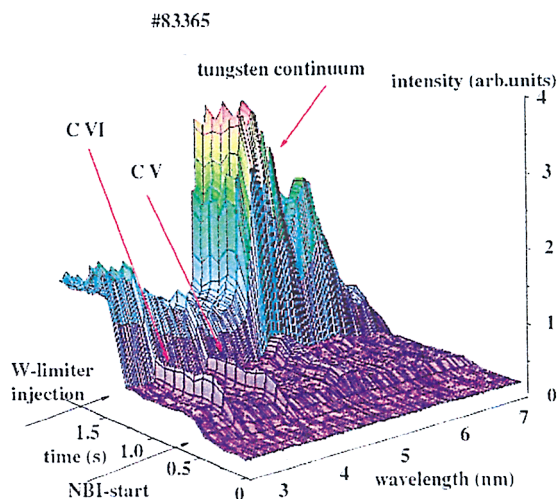


図1：X線領域のスペクトルの時間変化

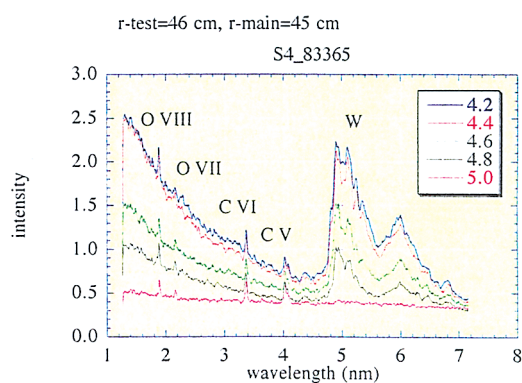


図2： $O^{7+}, O^{6+}, C^{5+}, C^{4+}$ およびW pseudo-continuumスペクトル

応用熱科学講座 エネルギー応用基礎学分野（野澤研究室）
 「ゲート制御トンネル酸化膜電流に関する研究」

はじめに

現在超LSIの基本素子として広く用いられているMOSFETは近い将来微細化が困難になることが予想されている。そこで当研究室ではトンネル酸化膜を用いたデバイスに着目しその可能性について研究している。トンネル酸化膜に流れる電流は当然ゲートバイアスの影響を受けるが残念ながら今の時点ではそれに関する研究成果等の報告はない。したがって、その挙動を明らかにするため、物理モデルの構築を試みると同時にそれを用いてトンネル電流をゲートバイアスの関数として計算する必要がある。

物理モデル

対象とする系はN⁺のソースとP⁺のドレインが酸化膜の薄いトンネル障壁で隔たれ、この間を流れる電流の方向と平行にゲート酸化膜を介してゲート電極が配置された構造である。まずは一次元の酸化膜障壁に対する透過率からトンネル電流をWKB法を用いて求める。さらにゲートバイアスにより酸化膜中の電界が二次元的に歪む。物理モデルで扱う構造と電気力線の分布を図1に示す。電界が歪むことでトンネル電子に横方向の運動量成分が生じバンド間トンネリングが起き易くなることを一つの摂動として考慮しエネルギー遷移確率を計算する。シリコンは間接遷移型の半導体であり価電子帯の頂上と伝導帯の谷底とが一致していない。横方向の運動量が加わることによってこの差が縮まりバンド間トンネリング電流が増える。

計算結果

まずいくつかのフィティングパラメータを含むトンネル電流の計算式を立て実験データと付き合わせることでこれらのパラメータ値を最適化した。その結果に基づきバンド間トンネルを含むトンネル電流を計算する。横方向の運動量変化による遷移確率自体は非常に小さいものその変化割合は大きい。その計算結果の一例として図2にゲートバイアスをパラメータにしたトンネル電流をドレイン電圧の関数としてプロットしたものを示す [1]。ドレイン電圧は0.8Vとした。ゲート電圧を増加すると共にトンネル電流も指数関数的に増加することが分かる。これはエネルギー遷移確率が支配的な要因として作用しているためである。

結論

トンネル電流に対する横方向電界の効果が理論的に明らかにされた。ゲートバイアスによって大きく変化する結果が得られたがその絶対値は充分満足できるとは言い難く、今後もより一層の研究が望まれる。

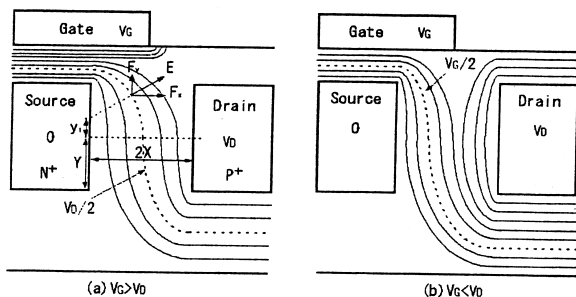


図1：ゲート制御型トンネル酸化膜デバイス構造

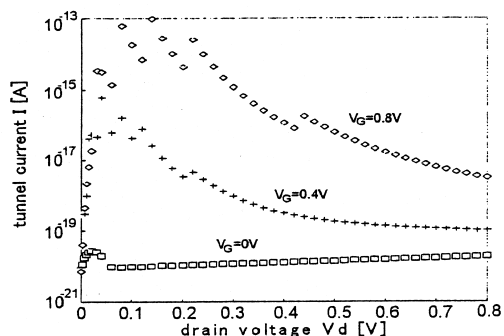


図2：I-V特性

[1] 田尻雅之、野澤博、第47回応用物理学会予講集、777頁、平成12年3月、東京

エネルギー生成研究部門 粒子エネルギー研究分野（吉川潔研究室） 「慣性静電閉じ込め核融合の研究」

慣性静電閉じ込め核融合（Inertial Electrostatic Confinement fusion：IEC）とはイオンを球形状中心に加速収束させ核融合反応を起こさせるもので、ビーム・ビーム衝突核融合の一種です（図1、2）。すなわち、球形状の陽極（真空容器を兼ねる）およびメッシュ状陰極の間でグロー放電を起こさせると生じたイオンは陰極に向かって加速されメッシュ状陰極を通過し球中心に収束します。イオンビームを球形状中心に収束させると電子はイオンの作るポテンシャルにより同じく球中心に集中してイオンの空間電荷を一部中和し、中心部でのイオン密度を上昇させると考えられています。この概念の基は1950年代に旧ソ連のLavrent'ev、これと独立にP.T. Farnsworth（米国のテレビジョンの父）により電子ビームを球中心に収束させ、電子と中性ガスとの衝突で生じたイオンが電子の空間電荷により加速され球中心で核融合が起こると言う考えから始まります。

IEC装置は将来の核融合炉としての用途以外にも、小型であるという利点から高速中性子・陽子源としてプラスチック爆弾検査、石油探索、医療用照射源など広い応用が考えられます。IEC中性子源は従来の超ウラン元素（例えば ^{252}Cf ）中性子源と比べて、1) エネルギースペクトルが単色、2) 崩壊による強度減衰がない、3) 取り扱いが極めて容易、4) D^3He ガスをいれれば14.7MeVの陽子源となる、といった点で優れています。

本研究室では、未だ解明されていないIEC動作原理の解明と核融合反応率の向上を目指して、実験と理論の両面から研究を行っています。

理論研究においては、原子衝突過程を考慮に入れた粒子シミュレーションコードを作成し、これを用いた解析で以下のような核融合反応メカニズムに関わる重要な成果を得ました。

- (1) ガス圧が低いときイオンビーム電流がある数居値を越えると正の静電ポテンシャルの山の内側に電子の存在に起因するポテンシャル井戸が生じ、二重井戸構造が生成される。
- (2) 二重井戸構造が形成される条件下では中性子発生数は電流の2乗以上の依存性を示す。

一方、実験においてはこれまでに直径約35cmの装置で定常的に $5 \times 10^6 \text{n/sec}$ のD-D中性子発生を実証しました。また昨年度、図3のようなレーザを用いた分光的計測方法（レーザ誘起蛍光法）により陰極中心付近の局所電界強度分布の直接的な測定に世界で初めて成功、上述の二重井戸構造の存在を証明し、長年にわたる二重井戸構造の存在に関する議論に終止符を打ちました。

今後は、このレーザ誘起蛍光法を用いて陰極中心付近ポテンシャル分布と中性子発生量との相関を明らかにし、IEC動作原理の完全な解明を目指します。また同時に、電子エミッタを設置しペニングトラップにより低ガス圧で動作させる等の改良によって、核融合反応率の大幅な向上を図っていく予定です。

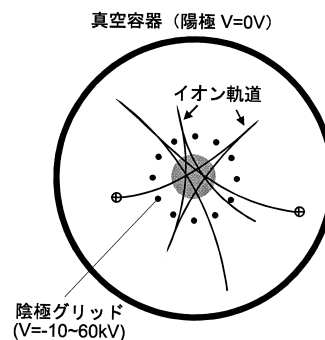


図1：IEC装置の概略図

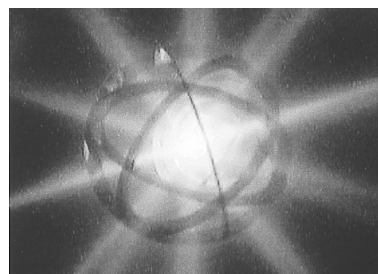


図2：IEC装置での放電

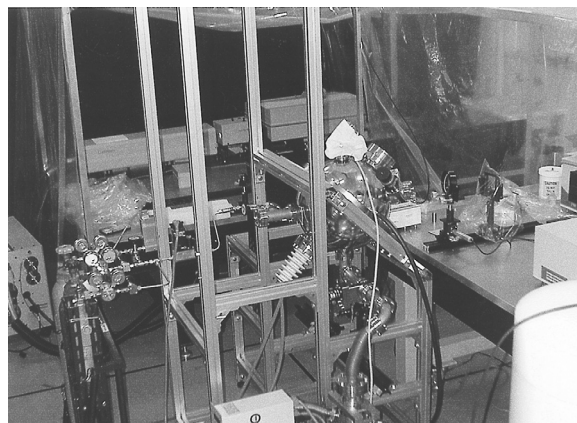


図3：レーザ誘起蛍光法による電界強度分布測定

エネルギー生成研究部門 プラズマエネルギー研究分野（大引研究室） 「プラズマ閉じ込め磁場構造の実験的解析」

制御された熱核融合反応によって生み出されるエネルギーを基幹エネルギー源として利用しようとする研究は、「エネルギー問題」を解決する方策の一つとして期待されています。「核融合炉」の方式については、幾つかの方式が研究されていますが、トーラス型磁場に閉じ込められた高温プラズマの核融合反応によりエネルギーを取り出す方式が最も有望視されています。ところで、磁場によるプラズマ閉じ込めの優劣は、その磁場構造によるところが大きく、不整磁場が存在すると閉じ込め磁場構造が破壊され、その閉じ込め性能が著しく劣化することが知られています。不整磁場の発生原因は、電磁流体であるプラズマ中の揺動によるもの他、磁場コイルの僅かな歪、設置誤差、周囲の磁性体等によるものにも注意を払わなければなりません。特に外部コイルのみで閉じ込め磁場を構成するヘリオトロン／ステラレータ系の装置では、プラズマの無い「真空」磁場構造を実験的に解析することが大切です。不整磁場の影響は、その大きさが閉じ込め磁場強度の0.1%以下のような僅かなものでも磁場構造の周期性と共鳴すると非常に大きな影響を及ぼします。このため、実機における磁場構造の解析には磁場成分の計測だけでは不十分な場合が多く、別の方法が必要となります。私たちヘリオトロングループでは、ヘリオトロン装置の真空磁場構造を実験的に解析するために電子ビームを用いた二つの有効な方法、すなわち、ビーム蛍光法およびビーム抵抗法を開発しています。

ビーム蛍光法は、磁力線に沿って放出された低エネルギー電子のトーラス周回軌道がその磁力線の作る磁気面とラーマ半径程度のずれで同じであることを利用する方法です。トーラスを周回している電子の位置を検出するために蛍光材を塗布した透過性の高い網を子午面に設置、あるいは蛍光材を塗布した細い棒で子午面内を掃引するのでビーム蛍光法と呼びます。図1は、1999年末に完成したヘリオトロンJ装置の作る磁気面をビーム蛍光法で計測した例です。電子銃の位置を変えて6つの磁気面（電子軌道面）を描かせています。画像処理により視角の補正を行った後コンピュータ計算で求められる磁気面との比較を行うことにより不整磁場の有無などが調べられます。また、同様に輝点の動きを解析することにより磁力線の回転変換やシアといった磁気面を特徴付ける重要なパラメータを得ることができます。

一方、ビーム抵抗法はステラレータ二極管法を拡張した方法で、電子銃から放電管へ流れる電子電流の値が磁場構造に依存するのを利用するものです。電子源に方向性を持った電子銃を採用することで、閉じ込め磁気面周辺の複雑な磁場構造を実験的に調べるのに威力を発揮するものと期待しています。図2はヘリオトロンE装置の周辺領域をこの方法で調べた例で、予測される磁場構造によく対応した結果が得られています。残念ながら本ビーム抵抗法は未だ理論的裏付けが不十分なため、理論モデルの確立を目指した研究を進めています。また、本方法の応用として、電子と中性粒子の衝突を利用した閉じ込め磁場中での電子輸送の研究が新たな研究課題として注目されています。

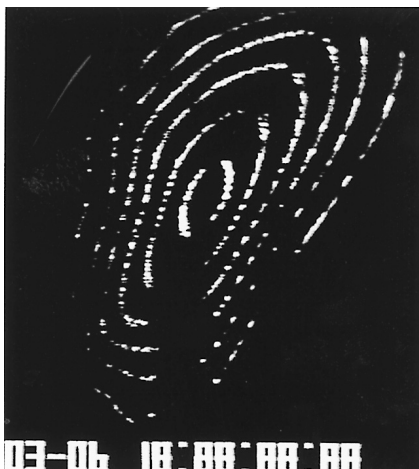


図1：ビーム蛍光法による磁気面計測の例
(ヘリオトロンJ装置)

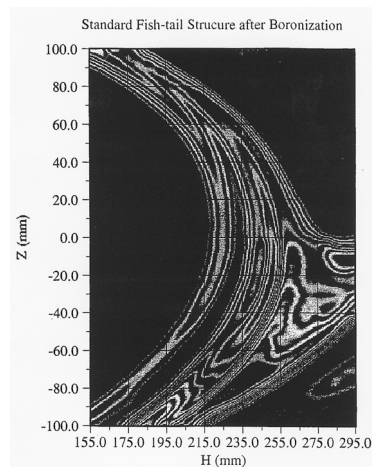


図2：ビーム抵抗法で描かれる周辺「磁気面構造」
(ヘリオトロンE装置)

宙空電波科学研究センター 電波応用工学研究部門 レーダーリモートセンシング工学分野（深尾研究室） 「可搬型大気レーダーの開発」

当研究室は宙空電波科学研究センター及び大学院情報学研究科通信情報システム専攻に所属し、先端的大気レーダー・リモートセンシング・テクノロジーを開発・駆使することによって、地球環境に直結する大気圏の未知・未解決の諸現象の解明に挑んでいます。ここでは、最近本研究室で開発された可搬型の大気レーダーについて紹介します。

本センターでは大型のVHF帯レーダーである中層・超高層大気観測用のMUレーダーを開発し、全国共同利用に供していますが、MUレーダー観測の経験を活かして、高度2～3 km以下の下層大気の運動を観測対象とした小型可搬式の「境界層レーダー」を開発しました。MUレーダーは直径100mの巨大なアンテナを有していますが、境界層レーダーでは送受信周波数に1.4GHz帯（Lバンド）を用いることでアンテナを2 mと小型化しました。現在このタイプのレーダー2台をインドネシアに設置し、これまで中緯度域に比べて観測データが不足していた赤道域大気の観測を行なっています。その後、境界層レーダーを改良し、より小型化を進めた「車載型境界層レーダー」（写真1）や観測高度範囲を向上させた「下部対流圏レーダー」（写真2）を開発しました。車載型境界層レーダーでは、3GHz（Sバンド）とより高い周波数を用いることで小型化を進め、レーダーシステム全体を小型トラックに搭載して、移動性が向上しています。下部対流圏レーダーでは、より高高度まで観測可能とするため、可搬性の特長を損なうことなくアンテナを大型化し、送信出力を向上させています。アンテナ素子には、近年普及の著しいPHS電話の基地局用アンテナとしても使われている電磁結合ダイポールアンテナを用いており、比較的大型のアンテナを安価に実現しています。現在気象庁が大気レーダー25台を全国展開しネットワーク観測を行なうことを計画していますが、本研究室で開発された下部対流圏レーダーがその有力候補となっています。このレーダーネットワークが完成すれば、天気予報の精度が飛躍的に向上すると期待されています。



図1：車載型Sバンド境界層レーダー

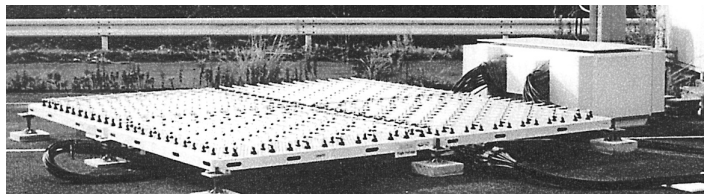


図2：Lバンド下部対流圏レーダー

一方、本研究室では「ミリ波（35GHz）ドップラーレーダー」（写真3）の開発も行なっています。気象庁等が用いている一般の気象レーダーは5GHz帯の周波数を用いて雨雲を観測していますが、このミリ波レーダーはそれより周波数が1桁高いことから雨に成長する前の雲の内部や、また霧の内部構造を観測することができます。パラボラアンテナの方向を自由に変えることができますので、雲や霧の3次元分布を把握することができます。昨年、霧の多発地域として有名な釧路市で観測を行ない、海から陸に進入してくる霧が波状構造を有している等、非常に興味深い現象が観測されています。今後、これらの解析を進めて、霧の発生予測などに役立てたいと考えています。

一方、本研究室では「ミリ波（35GHz）ドップラーレーダー」（写真3）の開発も行なっています。気象庁等が用いている一般の気象レーダーは5GHz帯の周波数を用いて雨雲を観測していますが、このミリ波レーダーはそれより周波数が1桁高いことから雨に成長する前の雲の内部や、また霧の内部構造を観測することができます。パラボラアンテナの方向を自由に変えることができますので、雲や霧の3次元分布を把握することができます。昨年、霧の多発地域として有名な釧路市で観測を行ない、海から陸に進入してくる霧が波状構造を有している等、非常に興味深い現象が観測されています。今後、これらの解析を進めて、霧の発生予測などに役立てたいと考えています。

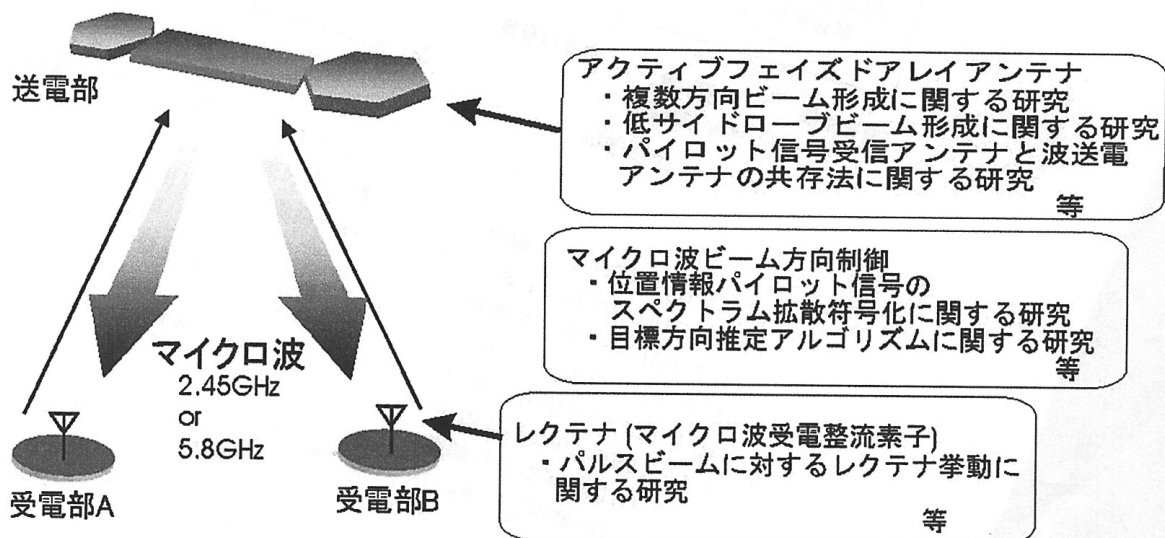


図3：ミリ波ドップラーレーダー

宙空電波科学研究センター 電波応用工学研究部門
 マイクロ波エネルギー伝送分野（橋本研究室）
 「マイクロ波電力伝送システム」

当研究室は、宇治キャンパスの超高層電波研究センターがこの4月に改組され表記の名称となった。マイクロ波応用工学、電波工学、通信工学、科学衛星による波動観測、信号処理、計算機シミュレーションといった研究を行なっている。本稿では中心的なテーマである通信技術や信号処理をマイクロ波無線伝送技術に応用した研究を紹介する。マイクロ波を用い無線で電力を送るので、送電側と受電側が電線とつながっていない。送電側、受電側の移動の自由が大きく、有線送電のように導体損等による損失が小さく、数万kmでも高効率で送電可能である等の特徴を持つ。その最大の応用は宇宙空間で太陽光発電し、地上へエネルギーを伝送する宇宙太陽発電所（SPS）を始めさまざまな応用が可能である。

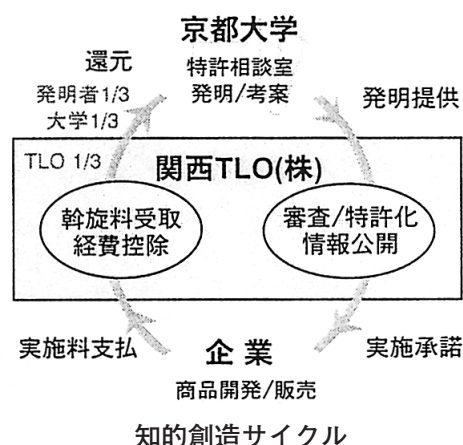
本研究室では主としてアクティブフェイズドアレイを用いたマイクロ波のビーム制御法に関する研究を行っている。受電側ではマイクロ波をアンテナで受け、ダイオードで直接直流に変換するレクテナ（Rectenna = Rectifier + antenna）が用いられる。マイクロ波送電システムでは送電目標（受電側）から送信するパイロット信号の位相情報を利用して、マイクロ波ビームの方向を瞬時にその目標へ向けるレトロディレクティブ方式というビーム制御法が採用されている。これまで研究されてきたレトロディレクティブ方式ではパイロット信号は連続波CWを用いていたため、妨害波が存在すると干渉のために正しい送電目標位置が特定できないという欠点があった。我々の研究グループではパイロット信号をスペクトラム拡散符号化することで妨害波に影響されない新しいシステムを開発している。複数のパイロット信号が来た場合にも的確に処理が可能である。1つのアレイアンテナから複数方向へ送電するためのマイクロ波ビームの形成に関する研究、マイクロ波ビームを時分割で振った場合のレクテナの動作に関する研究等、マイクロ波ビームに関する研究も行なっている（下図参照）。当研究室ではマグネトロンなどマイクロ波送電器に関する計算機シミュレーションやSPS等の宇宙飛行体の宇宙プラズマ環境への影響評価の研究、宇宙プラズマ中でのアンテナに関する計算機実験等も行っており、ハード・ソフト両面からマイクロ波送電及び宇宙太陽発電所に関する研究を行っている。



京都大学ベンチャー・ビジネス・ラボラトリー (KU-VBL) 「知的財産権 (特許) 相談室」～大学からのハイテクベンチャーを目指して～

京大VBLでは、「先端電気電子材料開発のための原子・分子アプローチ」をターゲットとした研究/開発に加えて、VBL主催の授業、各種VBセミナー、テクノアイデアコンテストなどを実施し、将来の産業を支える基盤技術の開発と起業家マインドを持った若手研究者の育成に努力しています。大学からのハイテクベンチャー起業にはその新技術・新材料に関する特許取得が不可欠となります。京大VBLでは、昨年度より新たに「特許相談室」を常設し、研究成果を特許へと結びつける環境作りを行っています。特許相談室では国の承認技術移転機関である関西TLO (Technology Licencing Organization) 株式会社より、週に一日、特許流通アドバイザーを派遣いただき、京大教官・職員・学生を対象として知的財産 (特許) に関する個別相談に応じています。

本相談室を通じて約12ヶ月間で18件の特許を申請済みで、更に数件を申請準備中といった比較的活発な活動状況です。関西TLOは研究者より発明の提供を受け、特許化と情報公開を行います。特許が権利実施され、ロイヤリティーが生じた場合には関西TLO、発明者、大学で1/3ルールに従って分配されます。関西TLOとの連携により、個々の研究者レベルでは煩雑視されてきた特許出願や権利化の作業が軽減されるだけでなく、情報公開とロイヤリティー取得を通した一連の知的創造サイクルが循環することを期待しています。以下に、特許相談室を介して出願された特許リストを記します。(VBLの活動内容詳細は、<http://www.vbl.kyoto-u.ac.jp/>にて紹介しています)



【京大VBLを介した出願特許リスト】(平成12年3月現在)

(1) X線分析用フィルターおよびそれを用いるX線分析装置	特願平11-127470	(H11.5.7)
(2) 液晶を用いた電場センサ及びそれを用いた立体動画記録再生装置	特願平11-134880	(H11.5.14)
(3) 走査形プローブ顕微鏡	特願平11-203906	(H11.7.16)
(4) スリット付モノクロメータ、X線切換装置およびX線分析装置	特願平11-236092	(H11.8.23)
(5) 薬品耐性遺伝子	特願平11-250692	(H11.9.3)
(6) スピネル構造を有する金属窒化物とその製造方法	特願平11-260204	(H11.9.14)
(7) 発現誘導遺伝子	特願平11-276374	(H11.9.29)
(8) 周波数検出装置およびそれを用いた走査型プローブ顕微鏡	特願平11-298781	(H11.10.20)
(9) デジタル/アナログ変換装置及び該装置に用いるデジタルフィルタの設計方法	特願平11-302231	(H11.10.25)
(10) 通信システム、中継装置、記録媒体、および伝送媒体	特願平11-338810	(H11.11.29)
(11) 通信保険方法、通信保険システム、送信装置、中継装置、記録媒体、及び伝送媒体	特願平11-343926	(H11.12.2)
(12) リチウムイオン二次電池	特願平11-354095	(H11.12.14)
(13) 取引方法、取引システム、仲介装置、記録媒体、および伝送媒体	特願平11-358185	(H11.12.16)
(14) 細胞透過性キャリアペプチド	特願平2000-013504	(H12.1.21)
(15) 顕微鏡装置	特願平2000-035992	(H12.2.14)
(16) 3次元磁場分布および3次元電流分布の計測方法並びに計測装置	特願平2000-037518	(H12.2.16)
(17) 視線照明装置および手術照明システム	特願平2000-068696	(H12.3.13)
(18) 2次元フォトニック結晶導波路、および波長分波器	特願平2000-84869	(H12.3.24)

平成11年度修士論文テーマ紹介

平成11年度修士論文一覧

工学研究科 電気工学専攻

角 谷 有 司 (荒木教授) 「白内障手術時における前房内圧制御のための基礎的研究」

研究の目的は、白内障の治療に使われる超音波水晶体乳化吸引術実施時の前房内圧を制御し安全性を高めることである。本研究では、前房内圧変化を模擬する実験装置、およびその制御装置を作成し、制御方法の検討を行っている。

越 野 直 純 (荒木教授) 「納期遅れ和最小化問題の特徴づけとそれに基づく新しいヒューリスティック解法」

スケジューリング問題は組み合わせ最適化問題の1つで一般には厳密解を求めるのに非現実的時間を要する。しかし、問題が一定の条件を満たせば簡単なヒューリスティックにより厳密解が得られる。この点に注目した問題の分類を研究し、それに基づいて複合型のヒューリスティックを提案している。

平 岡 正 憲 (荒木教授) 「3次元発振器におけるカオス発生条件の研究」

本論文では、一般型3次元発振器について、従来からとなえられているカオス発生条件の仮説の妥当性を研究している。具体的には、仮説条件を満たすパラメタ領域を網羅的に計算機シミュレーションで調査して仮説の妥当性を確認すると同時に、能動的区間の特性の影響についても一定の結論を得ている。

清 水 祐 樹 (島崎教授) 「D-³He核融合炉進行波型直接エネルギー変換装置の2次元解析」

D-³He核融合炉進行波型直接エネルギー変換装置の2次元解析を行った。減速部グリッド配置を最適化し、変換効率53%を見積った。外部回路を含めた解析を行い、自励発振が可能なことを確認した。電子による放射損は十分小さいことを示した。

武 村 浩 二 (島崎教授) 「並列計算機を用いた四面体辺要素有限要素法による三次元渦電流解析」

分散メモリ並列計算機を用いた四面体辺要素有限要素法による三次元渦電流解析コードを開発した。連立一次方程式各種反復解法の並列化効率を比較検討した。汎用的な電磁界解析のためにプリおよびポスト処理部と有限要素解析部とのインターフェースを整備した。

枚 田 智 裕 (島崎教授) 「超音速非平衡ディスク形MHD発電機のノズル、ディフューザを考慮した2次元解析」

非平衡ディスク形MHD発電機の超音速ノズル部からディフューザ部までを含めた動作特性解析を行った。アノードを分割することによりノズルでの電離が促進されることを示した。また、ディフューザ背圧と負荷抵抗が動作特性に及ぼす影響を明らかにした。

美 船 健 (島崎教授) 「中国電工研MHD発電機内2次流れに関する3次元解析」

中国電工研の石炭燃焼ファラデー形MHD発電機内について流体3次元電気準3次元の非定常解析を行った。発電機内の主流に垂直な断面上で渦状の2次流れが誘起されることを確認し、これが主流の流れに強く影響を及ぼしている様子を明らかにした。

美 馬 傑 (島崎教授) 「カスプ磁場を用いたD-³He核融合炉用直接エネルギー変換装置の数値解析的研究」

D-³He核融合炉用カスプ型直接エネルギー変換装置の解析を行った。核融合炉ARTEMIS用装置の解析では、入力が大きいと空間電荷の影響が強く、粒子分離が妨げられることを示した。また、入力1W実験用装置の粒子分離特性を検証した。

小 西 武 史 (牟田教授) 「Bi-2223ディスクを用いたアキシタルタイプモータの基礎的研究」

HTSバルク材としてBi-2223ディスクをアキシタルタイプのヒステリシスモータを試作し、従来の磁性体を用いたヒステリシスモータとどのような特性理論上の違いがあるかを精査する観点で、その基礎特性を見ることとした。

柴 山 将 隆 (牟田教授) 「多重円筒ダンパの機械的応力を考慮した超伝導発電機の一設計法」

明確で簡潔な超伝導発電機の設計法の確立を目指して、電気的特性と機械的特性の調和の取れた超伝導機の設計を行った。機械シールドの内半径を出発点に設計すると、計算時間が大幅に短縮される等の成果が得られた。

芦 田 伸 之 (牟田教授) 「熱制御式超伝導パワーエレクトロニクス素子のトリガエネルギー低減に関する研究」

チャンネル-ゲート間の熱抵抗の低減を目的とした各種の素子作成手法について検討し、試作を行うとともに、素子内の熱伝達の概要を解析することで、トリガエネルギー低減の可能性について検討した。

山 本 亮 弘 (牟田教授) 「Bi-2223銀シース多芯テープ材における電流輸送特性の磁気的異方性に関する研究」

酸化物高温超伝導体において応用上大きな問題となる異方性に着目し、電流輸送特性の磁気的異方性について解析を行った。また、その異方性が応用面に与える影響について評価した。

生 駒 慎 吾 (宅間教授) 「真空中スペーサの帯電メカニズムと絶縁特性に関する研究」

真空絶縁の高電圧機器に用いられる固体絶縁物(スペーサ)の沿面放電について、プローブを用いた帯電のリアルタイム観測、電流と発光の観測、帯電のシミュレーションを行い、放電のきっかけとなる帯電過程ならびに帯電メカニズムを明らかにするとともに、絶縁特性との関係を検討した。

梅 景 篤 (宅間教授) 「SF₆を含む混合ガス中の沿面放電機構」

SF₆の代替ガスとして、SF₆と窒素、炭酸ガス、ヘリウムとの混合ガスの沿面放電特性を調べた。アクリル板上で棒電極からのリーダ放電の放電電荷量、進展速度などを計測するとともに、表面電荷法を利用した放電シミュレーションを行って、注入エネルギー、リーダ電界などを求めた。

山 内 泰 (宅間教授) 「曲面三角形表面電荷法に関する研究」

数値電界計算法の一つである三角形表面電荷法に関し、特に曲面三次元形状、複合誘電体での計算手法を検討した。形状や電荷の模擬について新しい手法を適用し、単一誘電体、複合誘電体の種々の基本的配置で計算精度を調べるとともに、実用の高電圧装置の試算を行った。

山 川 豊 (宅間教授) 「SF₆代替絶縁ガスの研究」

SF₆の代替ガスとして、温室効果のより小さいc-C₄F₈(パーフルオロシクロブタン)と窒素、炭酸ガス、空気との混合ガスの特性を調べた。c-C₄F₈の選択根拠、直流棒対平板配置、交流球対平板配置、針対平板配置などの放電特性、ボルツマン方程式解析などの検討を行った。

中 瀬 新 悟 (奥村教授) 「ウェーブレット変換を用いた非線形振動回路の定常状態予測システムの試作」

非線形振動回路の過渡現象をウェーブレット変換することにより、定常状態を予測するシステムを試作した。ウェーブレット変換は専用プロセッサを設計して、再構築可能な論理デバイスであるFPGA上に実現し、ハードウェアで高速に実行されるようにした。

下 田 智 一 (奥村教授) 「周波数依存性を考慮した分布集中定数混在回路系の過渡解析」

ラプラス領域で表された分布集中定数混在回路系についての過渡解析を、漸近波形評価法と数値逆ラプラス変換法の2つの異なる方法を用いて行った。また、高周波による電流の表皮効果の影響も考慮に入れ、多相伝送線路が不均一の場合の解析も行った。

西野 宏 (奥村教授) 「Study on Network Design in Time Domain with Adjoint Network (随伴回路を用いた時間領域における回路設計に関する研究)」

テレゲンの定理と随伴回路を用いた時間領域における回路設計法についての検討を行う。さらに、この設計法を用いて、分布定数線路の波形を基にして、分布線路の等価回路としての集中定数素子より構成されたはしご型回路の素子値を決定する。

青木 克之 (奥村教授) 「電磁界理論による進行波現象の相互誘導に関する研究」

導体に電流が印加されたとき導体間に生じる誘導現象を電磁界理論を用いて数値解析を行う。さらに、二次誘導についても数値解析を行う上で一次誘導と同様な手続きを踏むことにより算出できる。よって本手法は誘導現象を解析する上で有効な解析方法のひとつであるといえる。

西村 恒人 (奥村教授) 「Realization of a System Solving Non-linear Equations with Interval Computation by FPGA (区間演算を用いた非線形方程式求解システムのFPGAによる実現)」

区間演算を用いて非線形方程式のすべての解を求めるシステムを再構成可能な集積回路であるFPGAを用いて実現することにより、高速に実行する方法を提案した。さらに、実際にAT互換機をもとにしたシステムを構築し、その有効性を確認した。

石川 琢朗 (萩原助教授) 「行き先階登録方式を用いたエレベータの最適運行の研究」

本論文は、行き先階登録機能のあるエレベーターの運行決定問題を研究したものである。まず、1台エレベーター2人乗客問題について理論解を導き、それに基づきいくつかのルールの有効性を評価している。続いて、3人乗客問題にルールを拡張し、有効性をシミュレーションで評価している。

山本 浩一郎 (萩原助教授) 「空気圧サーボシステムのデシメーションを利用した同定」

本論文は、空気圧サーボシステムの同定に関するものである。従来の同定は周波数応答法により行われ、同定実験にかなりの労力を要した。本論文では、パラメトリックモデルを用い、デシメーションを利用することで、同定を手軽に精度よく行うことが可能であることを明らかにしている。

池田 雄一郎 (上田教授) 「ある2次元非自励周期系に見られる周波数引き込み現象について」

周期的駆動項を含む非線形振動系において、駆動角周波数と定常振動角周波数とが簡単な整数比を成す場合を周波数引き込み状態という。本研究では Modified Rayleigh/Duffing/van der Pol 方程式に見られる周波数引き込み現象について、平均化方程式、分岐の観点から検討を行っている。

古中正毅 (上田教授) 「DC-DCバックコンバータ回路のスイッチング分岐現象とその抑制」

近年、様々な分野で用いられているが、パラメータ次第でカオス現象等が発生しうる、不連続モードで動作中のDC-DCバックコンバータ回路に現れる、出力電圧、電流の不安定発振現象を実験的に検討し、さらにその不安定発振現象の抑制を実験的に試みる。

鈴木 朋 (上田教授) 「周波数変調モデルを用いた心電図RR間隔ゆらぎの呼吸依存性に関する解析」

心臓の拍動間隔を記録したものが心電図RR間隔であり、そのゆらぎがカオス的と言われている。そのモデル化による検討に先立ち、呼吸による周波数変調の概念を用いて心電図RR間隔ゆらぎの変調信号を抽出し、その呼吸依存性と併せてその特徴を示した。

吉田 知樹 (上田教授) 「柔構造鋼板の加振時動特性と対向磁界による振動抑制効果」

磁気浮上鋼板の振動抑制技術への応用のため、外部から加振されて振動する鋼板の変位挙動をモデル化することを目的として、振動鋼板の動特性に関する測定と解析を行なった。また、磁界の印加が動特性に及ぼす影響についても実験的な検討を行なっている。

工学研究科 電子物性工学専攻

木戸俊介 (石川教授) 「負イオン注入によるガラス基板及びビーズ表層での貴金属超微粒子の形成に関する研究」

非線形光学素子や光触媒の開発を目して、銅、銀、金の負イオンをガラスに種々の条件で注入した。試料の光学特性では超微粒子の表面プラズモン共鳴吸収特性や大きな3次の非線形感受率が得られた。断面TEM像から超微粒子の形成を確認した。

吉原孝明 (石川教授) 「極低エネルギー負イオンビーム蒸着による炭素薄膜形成過程における基板条件の影響」

単原子および2原子分子の炭素負イオンビームをシリコン基板に種々のエネルギーはもとより温度や表面状態など種々の基板条件で蒸着した炭素薄膜について、原子組成や原子間結合状態、結晶性を評価し、基板条件が薄膜形成過程に与える影響を明らかにした。

北井秀憲 (石川教授) 「イオンビームアシスト蒸着による窒化ニオブ薄膜の作製と物性評価」

イオンビームアシスト蒸着を用いてシリコン及び二酸化シリコン上に形成した窒化ニオブ薄膜の物性と成膜条件の関係について調べた。窒素組成はイオン・粒子到達比で制御でき、基板温度が高くなるに従って電気抵抗率が低く、結晶化した薄膜となることがわかった。

野崎大喜 (石川教授) 「一酸化炭素ガスを用いたスピント型白金フィールドエミッタの表面改質による電子放出特性の改善」

フィールドエミッションディスプレイのための微小電子源であるスピント型白金エミッタを一酸化炭素ガス中で動作させることで、動作電圧の著しい低下、雑音の低減ができることを示した。これらの特性改善の原因は仕事関数の低下であることを突き止めた。

片渕文人 (橘教授) 「顕微分光法を用いたAC型PDPセル中における放電現象の解析」

AC型PDPセルについて、紫外線放射に直接関係あるXe励起粒子の絶対密度を、顕微分光法により時間・空間分解測定した。本研究において初めてセルの断面方向から励起粒子密度および放電発光の2次元分布の観測を行い、PDPセル内の放電機構を解析した。

川崎健 (橘教授) 「SiO₂エッチングで用いるフルオロカーボンプラズマ中のF原子の挙動」

誘導結合型フルオロカーボンプラズマにおいて、SiO₂の主要なエッチャントであるF原子の絶対密度を、真空紫外レーザー吸収分光法により計測した。地球温暖化対策ガスを含め種々の原料ガスプラズマ中のF原子の振る舞いを調べ、プロセス最適化への指針を探った。

古賀一也 (橘教授) 「マルチスロットアンテナを用いたマイクロ波平板高密度プラズマ生成機構に関する研究」

半導体プロセス用大口径・高密度プラズマの開発を目標に、マルチスロットアンテナを用いたマイクロ波プラズマの波動伝搬と生成機構を調べた。不均一性の原因となる表面波の生成をマイクロ波入射角の制御により抑制し、直径30cmにおいて4%の均一性を実現した。

藤井史高 (橘教授) 「パルスプラズマを用いた多結晶シリコン薄膜堆積過程における気相反応の解析」

ガラス基板上への多結晶シリコンの低温成膜のためのECRプラズマCVDにおいて、パルス変調の効果調べた。気相反応診断の実験結果とシミュレーションによる理論計算結果の比較により、パルス変調によるラジカル種の選択的生成が堆積膜の結晶化に及ぼす影響を明らかにした。

植田康之 (松波教授) 「低温形成極薄SiO₂膜の電子物性およびMOSFET動作特性解析」

マイクロ波プラズマを用いて励起した酸素活性種を用いて、Si基板表面を直接酸化することにより、厚さ数nmの極薄SiO₂膜を300~600℃の低温で形成した。今回新たな評価法を採り入れ多角的に評価し

た。また、形成した酸化膜をMOSFETのゲート絶縁膜に応用し、良好な動作を確認した。

添野明高 (松波教授) 「ウェハ融着法によるGaP/Siヘテロ接合の形成と積層型太陽電池への応用」

半導体GaP/Siヘテロ接合の形成に、今まで報告例のないウェハ融着法を採用し、接合形成に成功した。特に、ウェハ融着法による p^+ -GaP/ n^+ -Siヘテロ接合がトンネル効果を介するオーミック接触となることを見だし、ウェハ融着法積層型太陽電池の接続部に十分応用できる技術であることを示した。

田村聡之 (松波教授) 「SiCホモエピタキシャル成長と高純度厚膜化」

SiC高耐圧デバイス用高純度の厚膜エピタキシャル成長に、横型コールドウォールおよび縦型ホットウォールCVD法を採用し、高純度厚膜成長を試みた。電気的特性、光学的特性評価から、高品質高純度厚膜の高速成長が可能であることを示した。高耐圧ダイオードも試作した。

宮本直 (松波教授) 「SiCへのAl、Bイオン注入とパワーデバイスへの応用」

低損失パワーデバイス用として期待されるSiCを対象に、イオン注入によるpn接合の形成し、ダイオード特性と結晶欠陥の相関の研究を行った。高エネルギーのAl、Bイオン注入により深さ3ミクロンのpn接合を形成し、高温アニールによって、90%以上の電氣的活性化率と2500V以上の高耐圧を達成した。

小林晋 (松重教授) 「走査型プローブ顕微鏡によるオリゴチオフェン真空蒸着膜の分子スケール電子物性評価」

本研究では π 電子共役系有機分子材料であるオリゴチオフェン5量体真空蒸着膜を各種基板上に作製し、原子間力顕微鏡による局所電流-電圧特性測定および表面電位測定を行った。これらの実験により、ナノスケールにおける導電機構および界面電子現象を解明することができた。

佐々木義和 (松重教授) 「光検出型微細加工カンチレバーを用いた近接場光学顕微鏡による材料評価への応用」

本研究では、光の検出効率を上げるためにその先端にPN接合を集積した微細加工カンチレバーを用いて近接場光学顕微鏡を構成し、微小領域の光学物性評価を行なった。光磁気ディスクや強誘電体などの試料系では、光学異方性に起因すると思われる興味深い光学観察像が得られた。

野田啓 (松重教授) 「フッ化ビニリデンオリゴマー薄膜における構造制御と局所強誘電特性に関する研究」

強誘電性高分子ポリフッ化ビニリデンの低分子量体であるフッ化ビニリデンオリゴマーを用いた蒸着薄膜の作製を行い、その構造・配向特性及び電氣的特性の評価を行った。薄膜のエピタキシャル成長や構造相転移、更には強誘電性を明らかに示す結果が得られた。

宮崎崇 (松重教授) 「原子間力顕微鏡を用いたナノスケール微細構造の作製に関する研究」

分子デバイスを実現させるには、分子を電氣的に接続するための金属微細構造が必要となる。本研究では原子分解能を有する原子間力顕微鏡を微細加工に応用することにより、金属の微細加工を行い、チタンのトレンチ構造及びナノワイヤを作製した。

中澤忠廣 (藤田教授) 「C₆₀添加有機薄膜の作製とその電氣的・光学的特性に関する研究」

有機EL材料に電子受容性の大きいC₆₀を添加することにより、暗導電率、光導電率、移動度が増加することを見いだした。これが分子波動関数の相互作用の増加に基づくとするモデルを提案し、デバイスへのキャリア注入効率の向上につながりうることを示した。

石堂輝樹 (藤田教授) 「AlAs系中間層を利用したGaAs基板上でのGaNの結晶形制御に関する研究」

GaAs (001) 上には通常立方晶GaNが成長するが、AlAsをバッファとすると六方晶GaNが成長することを見いだした。これにより、表面電子状態が結晶形を制御すること、および初期の成長核の歪みが最小となるような方位を持って成長が生じることを示した。

池 永 佳 史 (藤田教授) 「有機金属気相成長法によるZnS上への量子構造形成に関する研究」

ZnS上に10%以上の格子不整合を持つ材料を成長することで、位置の局在した量子ドットが形成されて可視全域にわたる発光が得られるという機構を提案した。有機金属気相法でその成長を試み、量子効果の発現を観測することができた。

友 田 勝 寛 (野田助教授) 「1 μ m帯3次元フォトリック結晶の多層化と発光体導入に関する研究」

フォトリック結晶は、光を究極的に制御可能な新しい光材料として大きな注目を集めている。本研究では、これまで、なし得なかった光通信域での完全な3次元結晶の開発に成功すると共に、発光体導入をも試み、通常の真空場中に比べて発光現象が大きく変化することを見出した。

伊 藤 雅 広 (北野教授) 「マイクロ波と光による軸対称エバネッセント波の研究」

軸対称なベッセルビームを誘電体境界で全反射させエバネッセント波とすることで、波長程度の空間に3次的に局在した波動が実現できることを理論的に示した。またマイクロ波を用いた実験を行い、その存在を確認した。

小笠原 大 作 (北野教授) 「振動磁場の重畳された四重極磁場によるRb原子の捕捉」

レーザー冷却されたRb原子を、圧縮、冷却しボーズアインシュタイン凝縮を実現するための小型高効率の磁気トラップの開発を行った。鉄心入りの四重極配置の磁石によって生成される静磁場に適当な周波数の振動磁場重畳することで、マヨラナ遷移による損失を減少させることができた。

イオン工学実験施設**草 場 拓 也 (山田教授) 「クラスターイオン注入による極浅接合形成と増速拡散の制御」**

クラスターイオン注入による損傷とその回復過程のSTM観察や分子動力学法による計算機シミュレーションを行うことによって、増速拡散制御のメカニズムを解明し、極浅接合形成技術としてのクラスターイオン注入の有用性を明らかにした。

齋 藤 政 宏 (山田教授) 「ガスクラスタービームによる表面反応の研究」

表面散乱測定装置を接続したクラスタービーム照射装置を開発し、クラスターイオンビーム照射による表面平坦化や物理的・化学反応的スパッタリング効果などを明らかにした。また、不活性ガスや反応性ガス、およびそれらの混合ガスのクラスターの生成とそのサイズ分布を明らかにした。

谷 村 寧 昭 (山田教授) 「大電流ガスクラスターイオンの固体表面照射効果に関する研究」

クラスターイオンビームの大電流化を行い、そのビーム特性を明らかにすると共に、固体表面に照射したときの表面反応として、照射損傷やスパッタリング過程、表面平坦化を明らかにし、クラスターイオン照射の高効率化の検討を行った。

情報学研究科 知能情報学専攻**日 笠 亘 (松山教授) 「入力質問と知識ベースとの柔軟なマッチングに基づく対話的ヘルプシステムの構築」**

京都大学総合情報メディアセンターにおいて、計算機環境などの初歩的な質問に回答する対話的ヘルプシステムを構築した。本システムは、知識ベースを自然言語によって記述し、ユーザの入力質問と知識ベースとの柔軟なマッチングを行うことによってユーザとの対話を実現している。

土 屋 雅 稔 (松山教授) 「MDL原理に基づく辞書の知識構造化」

計算機の知識ベースを自動構築するための基礎研究として、国語辞典の定義文を共通特徴、共通変数、個別特徴の3つの部分に自動的に分類する方法を考案した。具体的には、辞書をグラフ集合に変換し、

そのグラフ集合をMDL原理に基づいて圧縮するという手法を用いた。

清 田 陽 司 (松山教授) 「WWWテキストの自動要約とKWICインデックスの作成」

TF.IDF法による単語重要度と、頑健な構文解析によって明らかになる文の構文情報を用いることにより、文を単文や句の形に要約する方法を提案した。また、この方法によってWWWテキストを要約し、WWWへのKWIC (Key Word In Context) インデックスを作成した。

ウ 小 軍 (松山教授) 「PCクラスタを用いた身体動作の実時間3次元映像化」

視点の異なった9台のビデオカメラによって人間の身体動作を実時間で撮影し、その3次元形状の復元と3次元映像化を行うシステムを開発した。このシステムは超高速ネットワークで10台のPCを結合したPCクラスタを用いており、解像度が2cm角の3次元形状が毎秒3~4コマ撮影できる。

大 西 元 大 (松山教授) 「分光スペクトルカメラの実現とその応用」

各画素が連続的な分光スペクトルを値として持つ画像(分光スペクトル画像)を撮影することができるカメラ(分光スペクトルカメラ)を開発し、そのキャリブレーション法と、物体表面での鏡面反射光のスペクトル分析を行った。

田 中 彰 (松山教授) 「イベント駆動型カメラワークによる動的シーンの効果的映像化」

分散配置された能動カメラ群によって、シナリオに基づいて行われる人間の動作(ドラマ)を効果的なビデオ映像として撮影するシステムを開発した。このシステムでは、各カメラが人間の動作の開始、終了などをイベントとして自動的に認識して、種々のカメラワークを行うことができ、知的TVスタジオなどが実現できる。

棚 橋 和 也 (松山教授) 「固有画像解析を用いた非静的環境下における移動対象検出」

屋外での対象検出・追跡を安定に行うための画像処理アルゴリズムとして、照明変動および木などの揺れ動く背景対象に影響されることの少ない背景差分法を考案した。この方法では、固有画像解析(画像ベクトルに対する主成分分析)により、照明変動や木の揺れをモデル化している。

冨 山 忠 文 (松山教授) 「ダイナミックメモリを用いた実時間対象追跡」

首振りカメラによって、移動する対象を自動追跡するシステムを開発した。このシステムでは、研究室で考案した「ダイナミックメモリ」に、カルマンフィルタによる時系列データの補間と予測機能が付加されており、スムーズかつ即応性の高い追跡が実現できる。

内 藤 輝 信 (松山教授) 「直線対応に基づく時系列画像からの3次元情報と運動情報の同時復元」

3次元世界を任意に移動するビデオカメラで撮影された映像から、直線群を抽出し、それらの見え方の変化から、カメラの3次元運動と3次元世界の構造を同時に求める数理的アルゴリズムについて検討した。

長 尾 卓 (松山教授) 「能動視覚エージェント群による複数対象の協調的追跡」

多数の分散配置された能動カメラ群によって、複数の移動対象を協調して追跡するシステムを設計した。このシステムでは、移動対象群の動きに合わせて動的にカメラ群の協調関係、役割分担を変化させることができ、多様な状況にうまく適応することが可能となっている。

情報学研究科 通信情報システム専攻

岡 部 健 史 (吉田教授) 「各ステージで誤り訂正を行うCDMA干渉キャンセラの研究」

レプリカ減算型干渉キャンセラでは、仮判定値が誤った場合に生成されるレプリカの信頼度が低くなる。そこで本論文では、誤り訂正符号による仮判定値の誤り訂正と軟判定復号器の出力値を利用した干渉除去抑制を新たに適用することで特性の改善を図った。

松井 宏 樹 (吉田教授) 「双方向マルチプルスタックアルゴリズムを用いた高速無線伝送用逐次復号等化器の特性改善」

本研究では、高速無線伝送を実現しうる逐次復号等化器を提案した。具体的には尤度関数、系列推定アルゴリズム、伝搬路推定法を改善した。提案等化器を計算機シミュレーションによって評価した結果、小さな演算量で優れた特性を示すことが確認できた。

李 威 (吉田教授) 「Mobile Ad-hoc Network Routing Protocol Using Velocity Information」(速度情報を利用したアドホック移動通信ネットワーク用ルーティングプロトコル)

アドホック移動通信ネットワークはネットワークを管理するサーバがなくても、移動端末同士で一時的に形成できる無線ネットワークである。アドホックネットワークの各移動端末の位置情報と速度情報を利用した、安定なルートで通信を行うルーティングプロトコルを提案する。これによって、ルーティングオーバーヘッドを軽減することができる。

中 勝 義 (吉田教授) 「ITS車車間通信のための自律分散タイミング同期に関する研究」

ITS車車間通信の通信方式として時分割方式を仮定し、各車両が自律的にタイミング同期を取得するアルゴリズムを提案した。その結果、伝搬遅延時間推定に基づく送信タイミング補正アルゴリズムにより同期収束が速くなり、また同期を維持できることを示した。

中山 直 哉 (吉田教授) 「離散対数問題に基づく安全性の証明できる暗号プロトコルに関する研究」

本研究では、離散対数問題に基づいて安全性の証明できる暗号プロトコルを2つ提案し、その安全性を証明した。提案方式の一つはデジタル署名方式の一種である確認者指定署名方式であり、他の一つは3者以上で秘密鍵の共有を行うグループ鍵共有プロトコルである。

蛭子 恵 介 (森広教授) 「LEO通信システムにおける衛星間ルーティング方式に関する研究」

低軌道周回衛星 (LEO) 通信システムに対して、ATM方式を導入し、地上ATM基幹網と一体的運用を行うことが可能なルーティング方式を提案した。さらに、提案方式が伝送品質の向上及びトラヒックの分散に有効であることをシミュレーションにより実証した。

岡田 健 一 (小野寺教授) 「MOSFETパラメータにおけるウエハ内ばらつきの統計的モデル化」

集積回路製造プロセスの微細化により素子特性のばらつきが回路特性に大きな影響を与えている。正確な統計回路解析を行なうために、MOSFET特性ばらつきの規則的成分を考慮した統計的モデル化手法を提案する。

西川 亮 太 (小野寺教授) 「LSI配線間容量によるクロストークノイズ評価手法」

今後のLSI設計において、配線間容量によるクロストークノイズの影響を評価する必要がある。部分的に隣接する配線のモデル化を行い、モデル回路を解析的に解く。導出したモデル式により、クロストークノイズの影響と遅延時間への影響の評価を行った。

橋本 鉄太郎 (小野寺教授) 「駆動力可変ライブラリを用いたLSI設計手法」

駆動力を可変としてオンデマンドにライブラリを生成する手法を検討し、これを実現するシステムとしてゲート幅に可変性を持つ駆動力可変レイアウト生成機構を試作した。本システムをオンデマンドライブラリを用いた設計実験に適用し、提案手法の優位性を示した。

江口 真 (小野寺教授) 「ベクトル量子化を用いた低ビットレート動画像圧縮システムの開発」

携帯端末におけるテレビ電話に適した、低ビットレート動画像圧縮システムの開発を行った。設計したシステムは動画像圧縮・伸長専用DSP (VP-DSP) と周辺回路で構成されており、20MHzの動作周波数でQCIFの画像を1秒間に10フレーム実時間処理可能である。

藤田 浩章 (小野寺教授) 「クロック生成用PLLのプロセス可搬性を考慮した設計法」

一般に、アナログ回路は製造プロセスが変わると再利用が出来ない。そこで、回路自体ではなく設計方法が再利用できれば、製造プロセスを変更した場合でも効率的に再設計できる。この考えに基づき、クロック生成用PLLの設計法を開発した。

永松 浩史 (中村教授) 「パストランジスタ論理を用いたPLD基本要素の試作と構成法の検討」

本論文では、CMOS論理よりも低消費電力・高速・小チップ面積を実現できる可能性を持つパストランジスタ論理を用いた、可変論理デバイスの基本要素の試作について述べる。また、シミュレーションにより、可変論理デバイスの構成法について検討する。

根本 祐輔 (中村教授) 「プラスチックセルアーキテクチャに適した回路設計環境の構築」

中村研究室で提案している、回路を自律的に再構成する機能を持つPLDであるPCA (Plastic Cell Architecture) に関して、PCA上に構成する回路の設計ならびに動作検証を行う統合環境を構築し、これを用いて、回路の動的構成について検証を行う。

野田 隆広 (中村教授) 「CAIによるLSI設計教育環境の構築と評価」

CAIによるLSI設計教育環境を設計・構築し、1999年8月から行われている実証実験に基づいて教育環境の評価を行う。11大学・企業、300人以上のこの教育環境の利用に基づく分析により、その有用性を示す。

平岡 豪 (中村教授) 「IEEE1394のLSI設計ならびにシステムレベルでの協調検証環境の構築」

IEEE1394のLSIを設計するにあたり、新たに開発した離散事象シミュレータを用いて、LSIの機能を表現するHDL記述、ソフトウェアの機能を表現するC言語記述、システムの仕様を表現する記述を混在したまま検証する環境を構築し、様々な条件のもとで検証を行う。

檜田 和浩 (中村教授) 「LUTアレイ型PLDの設計と論理関数の埋め込み手法」

LUTを敷き詰めた構造を持つPLD (Programmable Logic Device) と論理関数の埋め込み手法を検討・提案する。提案する手法では、物理的構造を意識した形で論理を表現することで、論理合成と物理的配置を統合して扱うことができる。

松田 潤一 (中村教授) 「モジュールレベルシミュレータを用いたプラスチックセルアーキテクチャの性能評価と仕様検討」

プラスチックセルアーキテクチャは自律的再構成の機能を有するPLDであり、非ノイマン型の汎用計算機実現が期待される。本稿では、仕様の固定を行ったうえでシミュレータを実装し、これを用いて、アルゴリズム実現時における性能や回路規模の評価を行う。

郭 明遠 (中村教授) 「LSI設計教育のためのCAI教材の作成と評価」

LSI設計教育の重要性に着目し、高位論理合成システムPARTHENONによる集積回路設計方法を習得するために、分散型知的CAIシステムCALATを用いてCAI教材を作成し、改良と評価を行う。本論文では教材の構成法、教材の試用と改良状況、教材の使用状況と使用結果の評価について述べる。

**謝 強 (中村教授) 「A Hardware/Software Co-Verification Environment for KUE-CHIP2」
(KUE-CHIP2協調検証環境に関する研究)**

設計の早い段階でのシステムビヘイビアとアーキテクチャの問題の発見には、ハードウェアとソフトウェアの検証を組み合わせた機能と性能の協調検証が必要である。本論文では、ハードウェア/ソフトウェア協調検証環境に関する研究、ならびにKUE-CHIP 2用ハードウェア/ソフトウェア協調検証環境の構築について述べる。

申 雪来 (中村教授) 「PARTHENONシステムのGUI開発環境の構築」

本論文では、高位論理合成システムPARTHENONのユーザインタフェースをJava言語でビジュアル化し、プラットフォーム独立の統合開発環境の構築について述べる。本開発環境の構築と実現した機能

の実装を中心に述べてから、回路設計での応用について説明する。

後藤由貴（佐藤教授） 「ガウス分布モデル波動分布関数法を用いた伝搬ベクトル推定手法に関する研究」

地球磁気圏を伝搬する VLF帯電磁波動の伝搬ベクトル推定を行なうため、波動分布関数法を利用した新たな手法を開発した。開発手法にはエネルギー関数を導入し、また推定解に客観的な評価基準を設けたことで実観測データに対しても有効であることを示した。

多田有己（佐藤教授） 「2次元非直交ウェーブレットを用いた地下探査レーダ画像の雑音除去」

地下探査レーダ画像に含まれる雑音除去の方法として、再帰的にウェーブレット変換を適用する再帰的非直交分解を提案し、劣悪なS/N比の信号からも特徴抽出が可能であることを確認した。また同時に、埋設物の形状や規模の推定も行なえることを示した。

渡辺有吾（佐藤教授） 「符号間干渉を考慮した光前置増幅受信機の閾値固定の影響に関する研究」

実システムを考慮した光前置増幅受信機の閾値設定法として、閾値を固定する方法についてその影響を調べる。その結果、受信感度の最適値からの1dB劣化を許容するとき、閾値の許容誤差は約7%と影響は小さく、この設定法は実システムにおいて適用可能である。

情報学研究科 システム科学専攻

今村裕之（英保教授） 「造影CT像からの大動脈血管構造の自動抽出」

ステントグラフト留置術の術前計画や術後評価のため、CT像から大動脈血管構造を病変部も含めて抽出し、大動脈瘤を含んだ大動脈血管の3次元形状を求める手法を開発した。臨床例に対する適用結果から血管形状の取得に有効であることを確めた。

工藤伊知郎（英保教授） 「MRタギング法を用いた右心室心筋の動きの追跡」

2次元シネMR画像の時空間画像において、層状の心筋曲面を検出するため、画像上の各点で局所的に平面と見なせる部分の法線ベクトルを基に時間方向への平滑化を行い、時間軸方向のつながりを調べ、右心室心筋の1心拍間の動きの追跡をおこなった。

黒川眞次（英保教授） 「MRI - BURST 法における速度の影響の除去」

MRI（核磁気共鳴画像法）の高速撮像法の一つであるBURST法において、動く被写体に対する歪みの補正と速度の解析を行った。

橘素子（英保教授） 「時空間直交2断面像を用いた交通流計測」

車両走行方向と直行するように撮影した時空間画像を作成し、地面に対して水平な面での切断画像（軌跡画像）とそれに直交する平面での切断画像（スリット画像）の2種類を用いて交通流を計測する手法を提案し、渋滞時を含む交通流計測における有効性を確かめた。

中西功（英保教授） 「回転DSAを用いた三次元再構成の高精度化」

撮影系をモデル化し、各投影方向において三次元空間座標と投影像上の座標との対応を行列を用いて記述し、実データより得られた行列の要素を操作することにより、三次元再構成の精度を向上させる手法を提案した。

原口亮（英保教授） 「核医学心筋画像と冠動脈像の重ね合わせ」

心筋SPECT画像より心筋輪郭モデルを3次的に構成し、それを冠動脈造影像の画像面に投影し、投影された心筋輪郭に沿って冠動脈造影像を走査することにより、ブルズアイ表示上に比較的簡単に目的の重ね合わせ画像を作成する手法を開発した。

エネルギー科学研究科 エネルギー社会・環境科学専攻

青竹 雄介 (吉川榮教授) 「Eye-Sensing HMDによる視覚系指標の実時間計測と適応型CAIへの応用に関する研究」

当研究室で開発した瞳孔像撮影機能付きのEye-Sensing Head-Mounted Displayを用いて、装着者の視点位置と瞬目を精度良く計測する手法を提案し、さらに、この方法により視線入力インタフェースシステムEGOSを開発し適応型CAIへの応用を試みた。

市口 誠道 (吉川榮教授) 「アフォーダンスの概念に基づく人体モーション合成システムの開発」

仮想空間で多様な人体動作を動的に合成する方法として、「人間の動作は環境から知覚されるアフォーダンスに誘発される」という認知科学の概念を応用する方法を提案し、実際に人体モーション合成システムAHMSSを開発して、その有効性を確認した。

岩田 大司 (吉川榮教授) 「分散型仮想環境技術による保守訓練システムの連携作業訓練への拡張法の研究」

ネットワーク接続されたコンピュータ間で仮想環境を共有する分散型仮想環境技術により、仮想空間中での大規模工学システムの保守作業訓練を連携作業訓練へと拡張する方法、および訓練用インタフェースを提案し、実際に保守作業訓練システムNETCOMを開発した。

山本 専 (吉川榮教授) 「音声対話インタフェースを用いたCAIシステムに関する研究」

音声合成・音声認識技術を用いて、初心者でも簡単に扱える音声対話インタフェースを備えたCAIシステムを開発した。クライアント/サーバー方式により教材を一元管理するとともに、複数の学習者の参加により単独での学習では得られない教育効果が期待できる。

楊 大昭 (吉川榮教授) 「バーチャル空間における顔表情の動的合成に関する研究」

仮想空間中に多様な顔表情を合成するために、顔の表情筋をモデル化して動的に3次元顔表情を合成する手法がある。本研究では、被験者による主観評価実験により、自然な顔表情を合成するための表情筋の収縮率や収縮時間変化を決定する手法を提案した。

エネルギー科学研究科 エネルギー基礎科学専攻

上坊寺 克郎 (近藤教授) 「大型ヘリカル装置における中性粒子ビーム入射加熱時のプラズマ電流解析」

核融合科学研究所にある大型ヘリカル装置 (LHD) で高温プラズマを生成した時に流れる非誘導電流を測定し、ビーム電流、ブートストラップ電流であることを確認した。

鈴木 康浩 (近藤教授) 「Free-boundary Equilibria of Rippled Tokamaks and Helical Plasmas」 (リップルトカマクとヘリカルプラズマの自由境界平衡)

リップルトカマクとヘリカル系プラズマの自由境界平衡計算を行った。リップルトカマクでは、磁場リップルのベータ値依存性に三次元的効果が見られる。ヘリカル系では、有限ベータ時にプラズマ境界近傍で磁力線追跡を行うコード開発を試みた。

山岸 統 (近藤教授) 「バルーニングモード方程式を用いたヘリカル系プラズマの局所安定性解析」

$L=1$ ヘリカル軸ヘリオトロン装置ヘリオトロンJプラズマに対して、バルーニングモード方程式を用いた局所圧力型安定性の解析を行った。とくに、 $L=2$ ヘリオトロン装置LHDとの比較を行い、ヘリオトロンJのバルーニング不安定性の特徴を明らかにした。

エネルギー科学研究科 エネルギー応用科学専攻

池 尻 孝 (塩津教授) 「動作開始電流値調整可能な超電導限流器の動作特性」

動作開始電流値の調整が可能な超電導限流器を試作し、模擬試験回路において負荷短絡時の限流開始実験を行った。限流開始電流値に対する事故発生位相や回路条件の影響を明らかにし、2次側コイルのスライドによる動作開始電流の制御性についても検討を行った。

土 屋 隆 弘 (塩津教授) 「Study on On-line Grasp of Operating Condition of Multi-machine Power System by Use of Superconducting Magnetic Energy-Storage」(超電導エネルギー貯蔵装置による電力システムのオンライン状態把握)

電力システムに導入されたSMESの新規利用の一提案として、システム運用状態のオンライン把握を提案し、システムシミュレータを用いて検証実験を行った。中西システムの固有周波数の測定、SVC導入システムにおけるその効果のオンライン把握などを模擬SMESを用いて行い、その有用性を示した。

笠 川 隆 (塩津教授) 「Transient Heat Transfer from Flat Plates with Surface Coatings in a Pool of FC-72」(プールFC-72中のコーティングを施した平板からの過渡熱伝達)

完全弗化冷媒であるFC-72によるLSIの浸漬沸騰冷却を目指した基礎研究として、FC-72中の平板試験発熱体に、時間と共に急激に増加する発熱を与えた場合の過渡熱伝達を実験的に調べ、沸騰開始過熱度を低く抑えるための表面コーティングの効果を明らかにした。

佐 藤 剛 (塩津教授) 「Critical Heat Flux on Inner Surface of a Short Vertical Tube with Water Flowing Upward」(水が上方に流れる短管内面における臨界熱流束)

核融合実験装置である大型ヘリカル装置用ダイバータ設計のデータベースを得ることを目標とし、圧力、流速、サブクール度、冷却管直径を系統的に変えて、臨界熱流束を求め、実験結果を記述する表示式を提示した。

田 尻 雅 之 (野澤教授) 「Theoretical Investigation on Gate-Controlled Tunnel Oxide Device (ゲート変調トンネル酸化膜デバイスに関する研究)」

本研究のトンネル素子はソース・ドレイン間が薄い酸化膜で隔たれ、これらと平行にゲート電極が形成される。WKB法を用いてトンネル電流を計算するがゲート電圧印加によりトンネル電子が横方向の運動量成分を持つことを摂動とみなしエネルギー遷移確率を求め、バンド間トンネル電流を計算することにより、デバイスの動作を研究した。

エネルギー理工学研究所

小 寺 慶 (井上教授) 「ヘリカル磁場配位からの逃走電子の引き出し (数値計算)」

トラス系閉じ込め装置における逃走電子を制御して外部に引き出すことにより大電流電子源としての応用を考えた。そのために付加する引き出しコイルの配置及びそのときの電子軌道について、ヘリカル磁場配位に対して数値シミュレーションにより検討を行った。

白 水 崇 之 (井上教授) 「円筒形慣性静電閉じ込め核融合に関する研究」

重水素放電を用いた円筒形状慣性静電閉じ込め装置について、電極形状と核融合中性子発生率の関係について、シミュレーションと実験を行い、比較検討した。陽極形状の影響については定性的には一致する結果が得られ、ビーム収束が反応率向上に寄与することが検証された。

池田 竜太 (吉川潔教授) 「4.5空胴Sバンド高周波電子銃の特性に関する研究」

熱陰極型高周波電子銃による高効率・高輝度電子ビーム生成に向け、重要かつ直接計測不能な運転パラメータである陰極表面電流密度を、ビームエネルギー等の測定結果と粒子軌道シミュレーション結果との比較を通じて評価した。更に、パルス運転における加速電圧過渡現象について、非線形なビーム負荷の影響を考慮した数値解析を行った。

小山 隆弘 (吉川潔教授) 「慣性静電閉じ込め核融合装置における電位分布のレーザー誘起蛍光法による測定」

慣性静電閉じ込め核融合装置中心部の静電ポテンシャル分布の直接的な測定にレーザー誘起蛍光法を用いて初めて成功し、これまで数値解析などで指摘されてきた二重井戸電位分布の存在を実験的に証明、未だ解明されていない核融合反応メカニズムの解明に向けて大きく前進した。

樽家 憲司 (吉川潔教授) 「3重グリッドを用いた慣性静電閉じ込め核融合装置に関する実験」

慣性静電閉じ込め核融合において装置中心部への重水素イオンビームの収束性を向上させるために強く要求されている低圧力下での放電維持を目指し、従来シングルグリッドとは異なる3重グリッドを導入・評価、結果として従来のおよそ十分の一の低圧力での定常運転が可能であることが判明した。

磯野 貴亘 (大引教授) 「周辺プラズマにおける不純物イオン分析器 (Plasma Ion Mass Spectrometer) の開発」

Plasma Ion Mass Spectrometer (PIMS) は、cycloidal focus systemを用いてイオンの種類、電離状態などを調べることができる測定器である。本研究では、このPIMSをHeliotron J装置におけるSOLプラズマ計測に適応するため、PIMSのプロトタイプを製作し、設計・製作に関する知見を得た。

上野 敏弘 (大引教授) 「電子サイクロトロン波のプラズマ中での屈折効果に関する研究」

電子サイクロトロン波が共鳴層に平行に近い角度で入射された時、屈折効果がどの程度かを波動方程式を解いて調べ吸収効率の大きさを評価した。特に入射角度を変化させた時の屈折、吸収、透過の割合を求めた。入射角度によっては加熱効果が得られない可能性があることを示した。

設楽 弘之 (大引教授) 「Heliotron Jにおける53.2 GHz ECH伝送系の設計」

高温プラズマ磁場閉じ込め装置 Heliotron Jにおいて粒子および熱の輸送についての実験的研究を可能とするために、電子サイクロトロン加熱における入射ビームの方向制御、局所化に関する設計、特に入射波の偏波面制御用 偏波器の性能評価、入射アンテナの設計を行なった。

中村 優太 (佐野教授) 「ヘリオトロンJにおけるエラー磁場の影響による磁気島の生成に関する研究」

ヘリオトロン J 装置を対象にして、エラー磁場による磁気島生成の描像を数値解析を用いて明らかにした。具体的に、ヘリカルコイルの給電部、ヘリカルコイル歪み、コイルの設置誤差、によるエラーにより、標準配位付近の有理面にどのような磁気島が形成されるか調べた。

武本 純平 (佐野教授) 「ヘリオトロンJにおける2次元解析コードを用いたICRF加熱効率の最適化に関する研究」

ヘリオトロン J 装置におけるイオン・サイクロトロン周波数帯 (ICRF) 加熱のアンテナの最適設計について理論的に検討した。プラズマ加熱に本質的な運動論的效果 (波と粒子の相互作用や有限ラーマー半径効果など) を取り入れた2次元波動方程式を解くことによって、アンテナ電流方向・形状・本数・位置などを変化させ、最適な加熱シナリオを導出した。

超高層電波研究センター

渡辺航也 (松本教授) 「GEOTAIL衛星観測による狭帯域静電ノイズの励起機構に関する研究」

地球磁気圏尾部探査衛星で観測された狭帯域静電ノイズの発生メカニズムを解明するために、粒子観測器と波動観測器のデータを詳細に比較し、太陽から磁気圏内部に進入するPolar rain電子がこの波動のエネルギー源になっていることを確認した。

壁内幹人 (松本教授) 「宇宙機搭載用プラズマ波動ソフトウェア受信機による波形伝送の効率化」

衛星に搭載するプラズマ波動観測用受信機においてその搭載ソフトウェアによるインテリジェント化を行い、観測波形データの自動識別法、データの効率化圧縮法などに関する研究を行い、更に実際にロケット実験に利用されるソフトウェアを製作しその性能評価も行った。

中尾健司 (松本教授) 「地球磁気圏バウショック周辺における波動 — 粒子相互作用に関する電磁粒子」

地球前面にできる衝撃波領域におけるプラズマ波動不安定性を電磁粒子計算機実験によって解析し、衝撃波面に形成される静電ポテンシャルと磁場のミラー効果などの存在を確認し、それらの影響で、実際に衛星で観測されているようなプラズマ波動が励起される機構を見出し、理論と対応させながら解析を行った。

宮田克也 (松本教授) 「宇宙プラズマ中の物体近傍シース解析のための電磁粒子コードの開発と計算機実験」

宇宙ステーションやシャトルなどの宇宙飛翔体近傍にはプラズマシースが形成される。本研究では、シース領域でのプラズマダイナミクス及び電磁環境を詳細に解析するために、従来の一様グリッドを用いたプラズマ粒子コードを改良し、局所的に微細グリッドを導入する工夫を施した。また、シース領域におけるプラズマ波動解析を行い、これまでのシース波動理論との比較検討を行った。

藤枝正徹 (松本教授) 「マグネトロンに関する計算機実験及び理論解析」

マイクロ波発生装置であるマグネトロン内部の電子と電磁界との共鳴現象を電磁粒子コードを用いた数値実験により定量的に解析した。共鳴周波数はマグネトロン内部の形状と外部電界、磁界により決定されるが、本研究の計算機実験でも理論的に得られた周波数において電磁界の共鳴現象が確認された。また、共鳴時の電子ダイナミクスの解析も行い、共鳴電磁界との相互作用について解析を行った。

川村誠治 (深尾教授) 「MUレーダー観測に基づくF領域子午面中性大気風速の研究」

本研究では1986年から1996年までの11年間のMUレーダーの電離圏観測データから子午面中性大気風速を求め、主として統計的手法によりその平均的振舞いを明らかにした。太陽活動の1周期にあたる11年という長期の観測データを用いてアジア域電離圏の子午面中性大気風速の統計解析を行ったのは、本研究が初めてである。

森谷優貴 (深尾教授) 「Development of an L-band Lower Troposphere Radar」 (Lバンド下部対流圏レーダーの開発)

Lバンド下部対流圏レーダー (LTR) は境界層レーダーの開発経験を活かし、可搬性の特徴を残しつつ観測領域を下部対流圏まで拡大することを目的として開発したレーダーであり、本研究でLTRの開発、性能検証、LTR/RASSシステムの開発、性能検証を行った。

西村政人 (深尾教授) 「MUレーダーとGPS受信機網による電離圏波動構造の研究」

MUレーダーで観測される中緯度電離圏F領域沿磁力線イレギュラリティと国土地理院のGPS受信機網において観測される伝搬性電離圏擾乱との関連を中心とした電離圏に生じる波動構造に関する研究。

井内正紀（橋本教授） 「マイクロ波送電システムにおけるスペクトル拡散パイロット信号に関する研究」

宇宙太陽発電所（SPS）構想におけるマイクロ波電力伝送のために、マイクロ波ビームを位相制御する際に方向の指針となるパイロット信号にスペクトル拡散方式の採用とソフトウェア処理による、新しいレトロディレクティブ方式のビーム制御システムの評価実験を行った。

藤原淳輔（橋本教授） 「位相制御マグネトロンを用いたアクティブフェーズドアレイに関する研究」

SPS（宇宙太陽発電所）構想に期待が寄せられている。高効率、大電力出力、安価だが、位相制御が困難で雑音が多いマグネトロンに、注入同期、PLLの原理を利用した位相制御マグネトロンの開発を行い、2台によるフェーズドアレイを構築し、ビーム制御の実証実験を行った。

宮谷茂（橋本教授） 「マイクロ波電力伝送による電気自動車への移動中送電に関する研究」

道路からマイクロ波を放射、移動中の電気自動車の底面でマイクロ波を受電し直流電力を供給する。マグネトロンを波源として送受電アンテナを試作、特性を評価し、マイクロ波送受電システムを実証した。さらに、システムの効率の評価を行い、最適なシステムを提案した。

山本輝哉（橋本教授） 「磁気圏尾部磁力線再結合領域における電子加速機構の計算機実験」

地球磁気圏尾部プラズマシート領域における磁力線再結合の計算機実験を行い、この計算機実験をもとに磁力線再結合による電子の加速機構について解析を行った。また、この電子の加速によって発生する電子ビームから励起される波動不安定性について検討した。

西田真啓（津田教授） 「A study on temperature structure and luctuations in the lower atmosphere using GPS occultation data（GPS掩蔽観測データを用いた下部中層大気の温度構造と変動の解析に関する研究）」

GPS衛星電波が地球大気中を伝播する際の屈折・遅延現象から、大気の温度構造を測定するGPS掩蔽観測法を主題とした。米国の実験データを解析し、未解明であった赤道域の対流圏界面の構造や、大気重力波のエネルギーのグローバルな分布を明らかにした。

宮本雅規（津田教授） 「A study on an estimation method of humidity profiles with the MU radar-RASS measurements（MUレーダー・RASS観測による水蒸気プロファイルの推定法に関する研究）」

MUレーダーで観測される乱流散乱エコーの強度から屈折率勾配を求め、さらに高度10kmまでの湿度プロファイルを推定する新しい大気計測法を開発した。定常観測に用いられるラジオゾンデと同程度の精度で、時間的に連続に湿度分布を測定することを試みた。

前川良二（津田教授） 「Observations of gravity waves in the mesopause region by multicolor airglow imaging（多波長大気光イメージングによる中間圏界面領域における重力波の観測）」

超大型魚眼レンズと冷却CCDカメラを用いた多波長の大气光観測用全天イメージャ(撮像装置)とその自動観測装置を開発し、信楽MU観測所で1年半に亘り観測を行った。さらに、画像データ解析手法を開発して、高度85-100kmの大气中を伝搬する大气重力波の振る舞いを明らかにした。

森田重史（津田教授） 「MUレーダー流星観測による風速場の水平構造の研究」

MUレーダーによる高度80-100kmの流星飛跡を散乱体とする風速観測において、流星飛跡が水平平面内約200kmに分布していることを利用して、風速の水平構造を解析する方法を開発し、重力波・潮汐波の観測に応用し、また大气光の光学観測手法の結果と比較研究した。

学生の声

「研究の抱負」

島崎研究室 美 船 健 殿

京都での大学生活も7年目を迎え、大学に6年間在籍しているといことを改めて考えると、少し意外なような気がしています。6年というのは、自身では長い期間だとは全く感じなかったのですがやはりかなりの月日のようで、入学以前とは物事に対する感じかたが変わっていると気づくこともあります。

最近、大学での研究生活において特に強く実感するようになったのは、月日の流れるのは速いものであるということです。現在、博士後期課程に進学して早くも1ヶ月が経とうとしており、研究においてまだ何も進展していないのという思いを強く感じております。このようなことは学部の入学以前にはそれほど感じなかったものですが、年齢を重ねるにつれて「光陰矢の如し」の意味を深く感じさせられるようになるということでしょうか。

修士課程でMHD発電機内部の数値解析に関する研究を行ってきた私ですが、今春から進学した博士後期課程においては研究の方向性を少し変化させ、MHD発電の数値解析を含める電磁界解析を対象とした、並列マシン上の問題解決環境を研究テーマとしています。「問題解決環境」というのはあまり耳慣れない言葉であると思われませんが、これは計算機を用いた数値シミュレーションの際に必要なコーディングをほぼ自動的に行ってくれる、計算機シミュレーション支援システムということができます。

これによって、大規模連立一次方程式の数値解法や電磁界解析で用いられる様々な手法など、これまでのMHD発電に関する研究ではあまり用いなかった知識を必要とするようになりました。したがって、学ばなければならないことは多く時間の猶予は少ないという危機感をひしひしと感じているという現況ですが、博士後期課程は最も研究に専念できる時期であり、努力を重ねていきたいと考えています。

「私が博士課程へ進学した理由」

電子物性工学専攻 野 田 啓

私が京大で過ごした6年間で、世の中は劇的な変化を遂げました。その象徴として挙げられるのがインターネットと携帯電話の爆発的な普及です。電子メールと携帯電話は、完全に生活必需品となってしまった感があります。それに伴い、社会的、経済的システムも一連の情報・通信革命に対応できる柔軟な機構への変化を余儀なくされています。この時代の流れを目の当たりにした私がまず考えたのは、どんな状況下にあってもそれに対応できる「フレキシブルな発想とアグレッシブな精神」を若いうちに鍛えておくべきであるという事です。これが博士課程へ進学した理由の一つであります。もちろん学問的な興味もあったので進学したわけですが、「何を目的として、如何なる手法で、どんな研究対象を扱って、得られた結果をどう解釈して、それが将来どうつながるのか、そして自分の考えを如何にして正確に伝えるか」というプロセスを常に意識しながら研究生活を送ることにより、上記の発想と精神を養っていければ…と考えています。現段階では自分の能力の問題、経済的な問題、将来の進路など不安と期待が入りまじった胸中ですが、幸いにして現在の研究設備は非常に充実しており、研究室の雰囲気も居心地がよく、大いに満足しています。現在は、有機分子を用いたナノスケールでの新規電子デバイスの創出へ向けての基礎研究に取り組んでいます。概念自体はまだ新しく、実現できたとしても数十年先であろうという気の長い話なのですが、海外（特にアメリカ）ではこの分子エレクトロニクス分野の研究例が急増しているようです。こうした新しい分野であるからこそ、既存の概念を打ち破るような「フレキシブルな発想とアグレッシブな精神」が必要であると考えています。将来的には、大学で学んだ事を生かして社会に大きく貢献できるような研究成果を挙げたいと望んでいます。

教室通信

桂キャンパスの新設について

本学の永年の懸案であったキャンパス問題に関して、平成11年度補正予算において、京都市西京区桂御陵坂地区にキャンパスを新設するための一部の土地取得経費と建物建設費が認められました。3月末に建物設計業者が選定され、現在設計が進められています。キャンパス用地は、苔寺の南に位置する丘陵の頂上部にあり、京都市内が一望できます。吉田からは南西に約11kmの距離です。

ここで、電気系に関する最近の学内組織再編の過程について簡単にご説明致します。なお、詳細については電気教室百周年記念誌を御覧下さい。従来、電気系教室と称していたのは工学部電気工学科、電子工学科および電気工学第二学科の3学科であり、教官はこれらの学科に所属して同時に大学院工学研究科の同名の3専攻を兼任する、という制度でした。

平成7年に本学の大学院重点化が行われ、教官はすべて大学院所属になり、逆に学部を兼任することとなりました。大学院3専攻は電気工学専攻、電子物性工学専攻、電子通信工学専攻に改組され、学部の3学科は定員140名の電気電子工学科に統合されました。その後、大学院独立研究科として、平成8年にエネルギー科学研究科、平成10年には情報学研究科が設立され、電子通信工学専攻は情報学研究科の知能情報学専攻と通信情報システム専攻のそれぞれ一部に分散して改組されました。現在では上記3研究科8専攻の教官が電気電子工学科を兼任しています。また、これらの専攻と協力関係を有するエネルギー理工学研究所、宙空電波科学研究センター、全学組織であるベンチャービジネスラボラトリーも学生の指導を担当しています。本情報誌 cue においては、これらの研究科等に跨がって存在する、電気電子工学科の学生の卒業論文を指導する研究室の集合として「電気系教室」を定義しております。本号17ページにこれらの研究室の一覧があります。

今回の桂キャンパス新設に伴い移転するのは、このうち大学院の工学研究科と情報学研究科の専任講座および基幹講座であり、第1期として平成15年度に工学研究科電気工学専攻、電子物性工学専攻（および化学系6専攻）が移転する予定です。なお、工学部は移転しませんので、学部の授業は従来通り吉田キャンパスで行われる予定です。また情報学研究科の移転時期はまだ決まっておらず、当分の間、電気系教室を構成する研究室が桂と吉田、宇治の3キャンパスに分散する状況となる見込みです。(T.S.記)

編集後記

「cue」の発行も5回目となりました。大変お忙しい中ご執筆頂いた方々をはじめ、多くの皆様のご援助のおかげであり、心から感謝いたします。

大学院重点化に伴う改組や桂キャンパスへの移転計画などにより、電気系教室は大きな変革の中にあります。教室と社会を結ぶ架け橋として「cue」は情報発信を続けてまいりますので、引き続きご支援のほどよろしくお願い致します。(H.O.記)

発行日：平成12年6月

編集：電気電子広報委員会

奥村 浩士、佐藤 亨、小野寺秀俊、

萩原 朋道、野田 進、川上 養一

発行：電気電子広報委員会

〒606-8501 京都市左京区吉田本町

京都大学工学部電気系教室内

E-mail: cue@kuee.kyoto-u.ac.jp

印刷・製本：株式会社 田中プリント