

cue

京都大学電気関係教室技術情報誌

NO.7

JUNE 2001

[第7号]

.....
卷頭言

藤本一郎

.....
大学の研究・動向

複合システム論講座・レーダーリモートセンシング工学分野

.....
産業界の技術動向

NTTアドバンステクノロジー 松田晃一

新設研究室紹介

研究室紹介

平成12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

産学協創の時代

藤 本 一 郎



電気工学創立100周年記念事業の一環として平成10年6月に創刊されたCueも、先生方、外皆様のたゆまぬご努力のおかげで、充実した内容の刊行が続けられ早くも3年が過ぎた。教室と産業界をつなぐ強力パイプとして大役を果たしてきている。

産業界に籍をおいた私として、産学協創に関して日頃感じていることの一端をご披露しご批判を頂ければと思う。

平成7年11月科学技術基本法が議員立法で、全会一致の賛成で可決成立した。わが国もキャッチアップの時代（異論のある方も多かろうが）からトップランナーの一員として世界に貢献するとともに、科学技術創造立国を目指すとの趣旨である。先端科学技術の開発による新産業の創出への大いなる期待に満ちており、事実またそれなしではわが国の持続的発展はあり得ないこと、その通りだと思われる。

産業界も過去は日の当たる産業、又は斜陽産業と、産業分野別に良し悪しが分かれていたが、現在では同一産業内でも会社ごとに業績に大差が生じる時代になった。急速に変化しつつある社会のニーズに合致した新規商品を、又新規事業をタイミングよく創造し続けられていけるかどうか「会社生き残りの条件」という厳しい時代である。勿論新規と言っても、ただ新しければといったものではなく、ターゲットが明確に設定されていて、その人たちに惚れ込んで貰えるものでなければならない。そう言ったものは現状の延長線上にはなく、価値観の異なった人々の努力の結集からとか、異分野間の領域の有機結合から生まれる事が多い。会社内で言えば2つ以上の事業部にまたがり、さらに当然の事ながら研究開発部門も巻き込むプロジェクトになる。この協同開発体制を如何にうまく一体化して機能させられるかが成功の鍵である（ $1 + 1 = 3$ にしたい）。

同一社内とは言え各部門には夫々異なった歴史、文化が存在し、社内であるが故に「言わなくても通じ合う筈」と言う先入感がかえって問題を難しくする。（他部門の人は外国人だと思って接するぐらいがよい。）

又1社で全ての技術をまかなうには限界があり、外部に助けていただく事になるが、そうなると文化の壁は更に高くなる。一方で科学技術基本法にも示されているように大学、国家研究機関と産業界との産学協創がわが国の将来に欠かせない大きな原動力となる。我々日本人は異文化の人達との共存で苦労した経験を殆ど持たず、その事自体ある意味では幸せであったと言えようが、免疫が出来てないのも間違いない。協創プロジェクトを組むにあたって、産業界の者にとって大学の人は異邦人であり逆もまた然りと言えよう。金太郎飴とは違う。協創の実をあげる成功の鍵は、先ず文化の違いの存在を認識し合い、お互いにその溝を如何に埋めあうか、又逆にその違いをプラスに転化するような努力をすることから始めるべきであろう。明確な目標の設定、アプローチの仕方、徹底した意見交換（場所と時間を準備）、幅広い情報共有の手段を持つ、などなどその為になす事は多い。出来うれば、同一場所で開発をしたいものである。

研究成果が大きな売上につながった（社会が価値を認めた。）場合には無上の喜びを感じるものであ

るが、それが次のステップへの大きなエネルギーになる。是非この喜びを経験してもらいたいものである。

産業界は新規事業のアイデアを懐にしてその種を必死になって探している。大学側も研究方向の模索の中で実用化を頭に描いて努力している。両者の出会いの場（Cueもそのひとつ）を多く設け、互いに積極的に利用していきたいもの。美味しいネタはまだまだ沢山有る。皆さん方も忙しい中ではありましようが、お互いに異文化との接触を深め合い良い果実をものにしようではありませんか。

制御技術の医療応用に関する研究

工学研究科電気工学専攻複合システム論講座

教授 荒木 光彦

araki@kuee.kyoto-u.ac.jp

講師 倉光 正己

kuramitu@kuee.kyoto-u.ac.jp

講師 古谷 栄光

furutani@kuee.kyoto-u.ac.jp

助手 田中 俊二

tanaka@kuee.kyoto-u.ac.jp

助手 齋藤 啓子

keiko@kuee.kyoto-u.ac.jp

1. はじめに

20世紀の自動制御技術は、正確かつ安全な操作を行う際に欠くことのできない基礎技術であり、部屋の温度調節や切符の自動販売機などの非常に身近なものから、ロケットの姿勢制御や原子炉の安全装置などの新聞の話題としてしか聞かないようなものまで、非常に広い範囲に応用されている。とくに、医療の分野ではCTやMRIなどのように高い精度や安全性が求められるため、非常に重要な技術となっているが、現在までは主に医療用機器の自動制御に用いられてきた。我々は、さらに一步踏み込んで、医療行為あるいは医療行為の支援を目的とした患者の生理状態の自動制御の研究を行っている。以下では、とくに薬剤を用いて患者の生理状態を制御する研究をとりあげ、それらを簡単に紹介する。薬剤を用いた制御の際に問題となるのは、薬剤注入に対する患者の状態変化に含まれるむだ時間である。正確かつ安全な制御を行うためには、このむだ時間を扱える制御法を用いる必要がある。そこで我々は、状態予測制御法 [1] やモデル予測制御法 [2] を用いて制御を行っている。

2. 手術中の血圧制御

制御技術の医療応用に関する研究として、まず最初に手術中の低血圧麻酔を行うシステムについて説明する [3] [4]。手術中に患者の血圧を低く維持することには、出血量の低減、それに伴う輸血量の減少、輸血の副作用の回避および手術時間の短縮などの利点がある。患者の血圧の調節は降圧剤を用いて行われるが、血圧を常に望ましい値に維持することは手術中の医師には困難であり、自動的に降圧剤注入速度を調節するシステムの開発が望まれていた。血圧制御の研究は従来から行われており [5]、臨床応用されているものもあるが、患者の状態の変化の激しい手術中の低血圧麻酔のためのシステムについては臨床応用が行われているという報告はない。

我々の開発した血圧制御システムは、a) 平均動脈圧に基づくフィードバック制御、b) 擬似ファジィ推論を用いた危険回避、およびc) 個体差に対処するための同定の機能をもっている。以下、それぞれの機能について順に説明する。

まず制御のメインループは平均動脈圧のみに基づいたフィードバック制御である。降圧剤に対する患者の血圧変化は「一次遅れ+むだ時間」系で近似できる。我々が本システムを開発する以前に開発

されたほとんどのシステムでは、この降圧剤に対する血圧の応答に含まれるむだ時間を考慮していないため、望ましい応答が得られていなかったと考えられる。そこで我々は、状態予測制御法を用いることにした。

次に危険回避機能について説明する。平均動脈圧が望ましい値に維持されているからといって、患者は必ずしも安全な状態であるとはいえない。そこで、患者の状態をさまざまな測定量から判断し、必要な処置を促したり警告を発したりする機能を付加した。危険回避アルゴリズムは、手術中の患者の状態を管理する麻酔医に対して医師の判断方法を聞き取り調査した結果に基づいて構成し、各パラメータを修正しながら医師が納得できる結果が得られるまで調整を行った。この危険回避アルゴリズムでは、まず第1段階としていくつかの処置の必要度を擬似ファジィ推論を用いて算定したあと、各必要度と各計測値を総合的に用いて最終的動作（オンラインでの停止・調節またはメッセージ発生）を決定している。

最後に同定機能について説明する。降圧剤に対する血圧の応答の個体差は大きく、状態予測サーボ系のもつロバスト性だけでは十分に対処できない場合があるので、制御開始前に個体差を同定する機能を付加した。これは、矩形波状の同定信号を利用し、降圧剤に対する応答を「一次遅れ+むだ時間」という形で近似したときのパラメータを求めるものである。

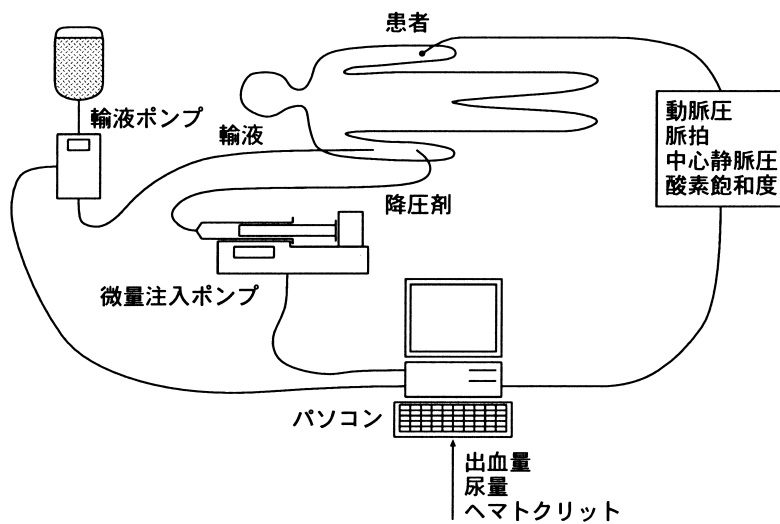


図1：血圧制御システムの構成

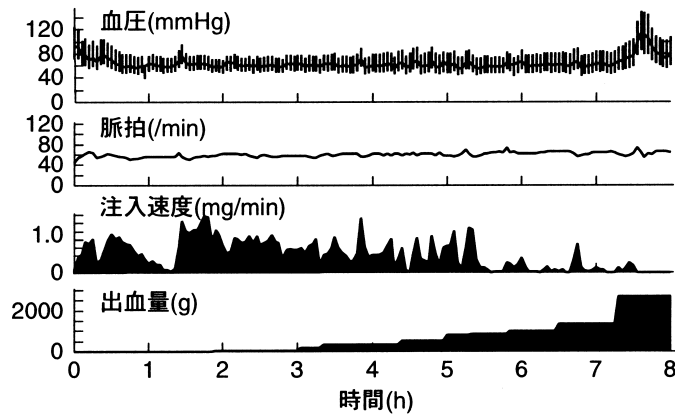


図2：血圧制御システムの臨床応用結果

開発したシステム（図1）は、動物実験で安全性を確認後、京都大学医学部附属病院倫理委員会の承認を得て臨床応用を行い、現在までに約30例の手術に適用している（その一例を図2に示す）。目標平均動脈血圧値はおよそ60～75mmHgとしており、制御結果はおおむね良好である。とくに長時間で大量出血を伴う骨盤内臓全摘の手術に適用した場合の手術時間および出血量は、適用しない場合と比較して有意に小さいという結果が得られている。

3. 周術期の血糖値制御

次に、周術期（すなわち、術中術後）の血糖値制御システムについて説明する。近年、高齢者や糖尿病患者の手術が増加している。ところが、高齢者や糖尿病患者は周術期に通常より血糖値が高くなり、縫合不全や感染症などの合併症を起こす危険性がある。そのため、インスリンを注入することにより血糖値を下げるのが望ましいが、術後回復期に入るとインスリンに対する反応が急激に変化し、常に監視をしていないと低血糖という生命にかかわる危険な状態になることがある。そこで、周術期の血糖値を適切に制御するためのシステムの開発を行った [6]。従来から臨床応用が行われている血糖値制御システムもある [7] が、これは慢性の糖尿病患者のように通常の生活の中で血糖値の制御を目的としており、ここで対象としている周術期の制御には利用できない。

血圧制御と同様、インスリンに対する血糖値の応答はほぼ「一次遅れ+むだ時間」という形で近似でき、むだ時間が含まれるので、制御法としてはモデル予測制御法と状態予測制御法の二つを利用した。しかし、インスリンに対する血糖値変化の個体差は非常に大きく、各個体に対して同定を行わなければ望ましい制御は期待できない。そこで、いずれの方法でも注入初期の段階では一定速度のインスリンを注入し、それに対する応答の同定を行い、同定結果に基づいて制御系を設計し、制御を行うことにした。

動物実験の結果、ほとんどの場合良好な制御結果が得られることがわかった（図3）が、非常にインスリンに対する反応の悪い場合や栄養補給のための高カロリー輸液を行った場合などには、必ずしも望ましい制御結果は得られない。現在、このような問題点の解決や術後回復期のインスリンに対する反応の変化に対応できるシステムの構成を目指している。

4. 静脈麻酔の制御

近年、静脈麻酔薬が認可され、その使用が開始されている。静脈麻酔は、従来の吸入麻酔に比べて、副作用の少なさと速応性において優れている。また、従来の方式は結果的に大気中にフロン系のガス

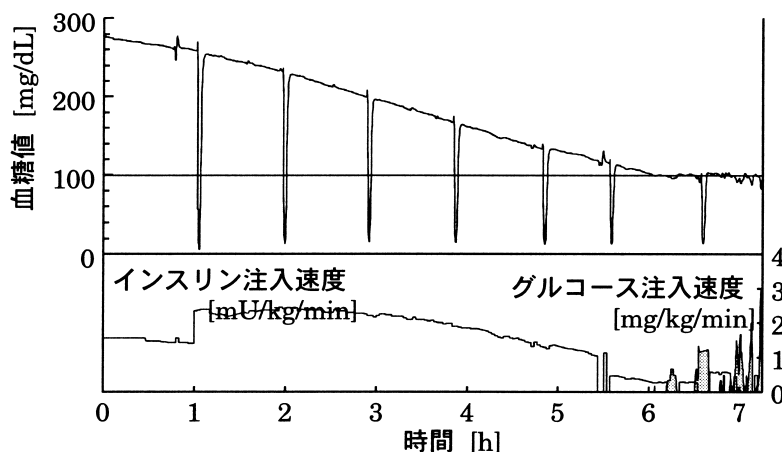


図3：血糖値制御システムの動物実験結果

を放出しているという問題点もあり、この点でも、静脈麻酔は有利である。しかし、現在静脈麻酔薬の注入速度の決定はオープンループで行われており、十分な意識消失効果が得られない場合や、逆に十分な意識消失効果を得るために過剰投与が行われる場合があり、副作用の少なさと速応性の利点が失われてしまうことがある。そこで、患者に対する麻酔の効果をフィードバックする自動制御システムの開発を行っている。

麻酔の効果を示す測定量としては、最近脳波に基づくBIS [8] が注目されている。これは脳波のスペクトルおよびバイスペクトルに基づいて覚醒度を0~100の数値で表現するもので、実際の覚醒度との相関が高いことがわかっている。我々は、麻酔薬注入に対するBISの変化のモデルを作成し、麻酔薬注入初期のBISの変化から各個人のモデルのパラメータを同定し、以降そのモデルに基づいて制御を行うシステムを開発した。現在はシミュレーション段階であるが、制御性能は十分高く、臨床応用可能な制御結果が得られることがわかった。今後危険回避機能の付加や十分な動作確認ののち、京都大学医学部附属病院において臨床応用を行う予定である。

5. おわりに

以上、さまざまな患者の生理状態を正確かつ安全に制御することを目的とした制御技術の医療応用に関する研究を紹介した。以上で述べたほかにも、安全に手術を行える白内障手術装置の開発や白血病の治療を目的とした造血機構の制御に関する研究なども行っている。さらに、システム工学的手法を用いた病期分類問題の解法やナーススケジューリング問題の解法の検討など、医療と関係する最適化やスケジューリングの研究も行っている。今後も、このような生理状態の積極的なフィードバック制御の試みを中心に、理論的な面も含めてさらに広い範囲の研究を行っていきたいと考えている。

最後になったが、これらの研究は主に京都大学大学院医学研究科腫瘍外科、麻酔科および再生医科学研究所と共同で行っていることを申し添えておく。

参考文献

- [1] 荒木・古谷：むだ時間を含むプラントの制御—スミス法の現代化、電気学会論文誌, Vol. 116-C, No. 10, 1081/1084 (1996)
- [2] 大嶋：モデル予測制御, 電気学会論文誌, Vol. 116-C, No. 10, 1089/1093 (1996)
- [3] E. Furutani, M. Araki et al.: Blood pressure control during surgical operations, IEEE Trans. Biomed. Eng., Vol. BME-42, No. 10, 999/1006 (1995)
- [4] H. Onodera, S. Maetani et al.: Clinical application of a blood pressure autoregulation system during hypotensive anesthesia, World Journal of Surgery, Vol. 23, 1258/1263 (1999)
- [5] S. Isaka and A. V. Sebald: Control strategies for arterial blood pressure regulation, IEEE Trans. Biomed. Eng., Vol. BME-40, No. 4, 353/363 (1993)
- [6] S. Kan, H. Onodera, E. Furutani et al.: A novel control system for blood glucose using a model predictive method; ASAIO Journal, Vol. 46, No. 6, 657/662 (2000)
- [7] 七里、山崎、野村: 血糖値調節機構と治療制御システム—人工膵島—; システムと制御, Vol. 30, No. 8, 475/483 (1997)
- [8] 風間：麻酔深度モニター—とくにBispectral Indexについて—; 臨床麻酔, Vol. 20, 863/868 (1996)

地球大気環境を探るレーダーリモートセンシング

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

教授 深尾 昌一郎

fukao@kurasc.kyoto-u.ac.jp

助教授 山本 衛*

yamamoto@kurasc.kyoto-u.ac.jp

助手 橋口 浩之

hashiguti@kurasc.kyoto-u.ac.jp

* 地球電波科学研究部門グローバル大気情報解析分野

1. はじめに

気象庁は、平成13年4月より『ウインドプロファイラ』による新しい高層風観測網の運用を開始した。ウインドプロファイラは風を測る機能に特化した小型の大気レーダーである。同庁は全国18地点において従来から気球（レーウインゾンデ）を用いた高層気象観測を実施している。ウインドプロファイラはこれを補完するように全国25ヶ所に配置され、遠隔制御によって自動観測を行う。観測データは1時間毎に気象庁本庁に送られ、現業の気象予報モデルの初期値として利用されることになっている。同庁はこれにより予報の難しい局地的な豪雨や豪雪の予報精度の向上を図るとしている。実はこの観測網に採用された25台のウインドプロファイラは我々が三菱電機株式会社とほぼ10年の歳月をかけて開発した小型大気レーダー（図1）である。後述のMUレーダーで培った技術で開発されたもので、高度5 kmまでの下部対流圏の風を高精度・高分解能で測定できる。大学の研究室で生まれた技術が発展して天気予報という身近な用途に用いられることになったわけである。以下では大気レーダーを中心に地球大気環境のレーダーリモートセンシングの現状と今後予想される展開について述べよう。

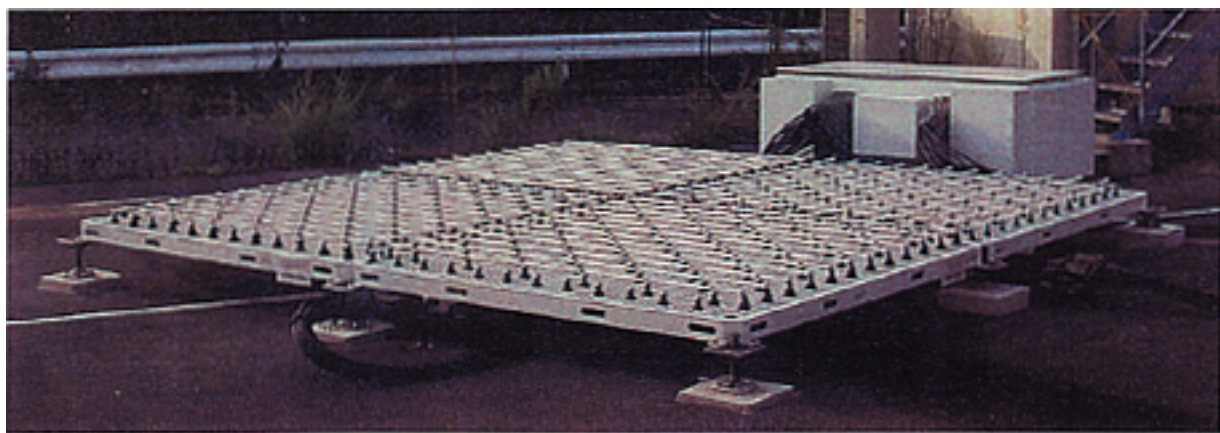


図1：京都大学で開発された小型大気レーダー。平成13年4月気象庁ウインドプロファイラ観測網に採用され全国展開された。

2. 大気を測るレーダー

大気レーダーは大気の小な乱れ（乱流）が生じさせる大気電波屈折率変動による散乱を捉えるものである。夜空で星がまたたくのも同じ理由である。標的はレーダーの電波が通過する大気そのものであるから、当然その散乱強度は極めて微弱である。このため例えば高度100kmまで測定しようとする、大略、周波数50MHz、アンテナの大きさ直径100m、放射電力数100kW以上という大規模な設備が必要となる。

乱流の渦は背景の大気の流れ（つまり風）に乗って移動するので、これを目印と考えてエコーのドップラーシフトから風速の視線方向成分を推定する。鉛直流を含む風速の3成分は、天頂付近の異なった3方向にアンテナを向けてそれぞれの視線方向速度成分から計算により求める。一方、エコーのスペクトルには様々な大気の情報が含まれる。これを上手く取り出す手法の開発もレーダーリモートセンシングの重要な課題である。

地上に居ながらにして高層の風速が測定できる技術は、1970年代初頭、一部研究者が着目するところとなった。当時適当な観測手段が無かったためまだ十分に理解されていなかった中層大気（Middle atmosphere：高度10～100kmの領域）の解明を目指していた研究者達である。このための専用の大型レーダーの建設が米国、西独（当時）はじめ各国で始まった。我が国でも1984年11月、加藤進名誉教授を中心とする本センターのグループが同種大気レーダーを滋賀県信楽町の国有林内に完成させた。『MUレーダー』（図2）である。今日では各国の大気レーダーの活躍はめざましく、既に地球大気環境リモートセンシングの強力なツールとして定着している、とあってよい。

MUレーダーは中層大気の外、超高層大気（Upper atmosphere：高度100km以上の領域）の一部も観測できるので両者の頭文字から『MU（Middle and Upper atmosphere）レーダー』と名付けられた。今日では内外の研究者から「ミュー」と親しみを込めて呼ばれている。

MUレーダーには他の大気レーダーにない特徴がいくつもある。なかでも特筆すべきは一般のレーダーに見られる巨大な送信機がないことである。そのかわり475基の各八木アンテナにそれぞれ小さな半導体送受信機が取り付けられている。一個の小型送受信機の発射電力は2.4kWにすぎないが475基の小型送受信機を同時に働かせることにより1MWという大きな発射電力を得る仕組みになっている。しかし何分これだけ多数の送受信機の位相を揃えて作動させる必要が有ることから、建設前には電子工学の専門家の中にその困難さを「幼稚園児に整列を強いるようなもの」と喩えて酷評するひと



図2：MUレーダーの全景。中央の直径100メートルの円形内が八木アンテナアレイ。その周辺の6棟の建屋に475台の小型送受信機が収納されている。

もいた。しかし日本の電子技術レベルが急速に向上した時期であったことが我々に幸いした。完成したMUレーダーは設計仕様通りの性能を発揮、我々の期待に見事に応えるものとなった。

本方式を採用したことにより各八木アンテナからの発射電波の位相を小型送受信機のところで容易に変えることができる。この位相変化をコンピュータ制御により系統的に行うことでアンテナビーム方向を高速に変えることができる。ビームの方向変化はパルスを発射する毎に、つまり最高2,500分の1秒毎に可能であるのでほぼ瞬時にアンテナビームを望む方向に向けることができる。また、レーダーアンテナを分割して複数のチャンネルで同時受信する機能もある。現在に至るまでMUレーダーは時間的変動の激しい高層大気を詳細に観測できる世界で唯一のレーダーであり、大気レーダーとして世界最高性能を誇示しているのである。

3. 大気レーダーが捉える高層の姿

MUレーダーでは現在、高度数百kmまでの大気が観測されている。高度10kmを越える高層では最前線が通過したり雨が降ったりすることはない。そのため以前はそこは何も起こらない静寂の世界と考えられていた。しかしMUレーダーを始めとする大気レーダーの観測によって大気の波が激しく荒れ狂っている世界であることが明らかになりつつある。そうした波のひとつを紹介しよう。

水面にきらめくさざ波、海のうねりは盛り上がった水面が重力によって下に引き降ろされ、その反作用で隣の水面が持ち上げられることにより水面の高低が波の形で次々前方へ伝わって行くものである。この種の波は地球の重力により作られる波であることから、重力波と呼ばれている。目には見えないが実は大気中にも水の場合と同様の重力波が存在する。例えば山並に平行してきれいな雲の列が生じているのを見ることがある。これは山越え気流が山脈を通り過ぎるときに風下に発生する大気重力波によってできるものである。大気重力波は主として対流圏でつくられると考えられている。これらの波は大空高く伝搬し、高度とともに大気密度が減少するにつれその振幅が指数関数的に増大しついには不安定になって壊れてしまう。では、この種の波は大気全体の大規模な運動にとってどんな役割を担っているのだろうか？気流が山を越えるとき、山は抵抗を受け、その反作用として山を越える気流自身にも一種の抵抗が働くことは力学の教えるところである。気流は山だけでなく、例えば雲（上昇気流）の上を越える場合にも抵抗を受ける。気流が受けるこの減速作用は、山や雲に接した空気だけが感じるのではない。発生した大気重力波が上方へ伝搬することから、上空の高いところで吹く風もまたこの減速作用を受けることになる。

地球規模の大気の運動として高度60kmあたりを中心に夏は東風（西向きの風）、冬は西風（東向きの風）が吹いているのはよく知られている。しかし、ひとつの興味深い謎は、高度80km付近にいつも風速の非常に弱い層が存在していることであった。太陽による加熱だけで気圧が決まるとするとその高度で風速が弱まることはない。実はこの事実の説明に大気重力波が上方に伝搬し、ブレーキとして働いていると言う説が多く気象学者により提唱されていた。中層大気中にはこうした大気重力波がいつも観測される。鉛直流と東西風、又は鉛直流と南北風の積の高さ勾配(微分値)から背景風の減速量が求められる。その結果、確かに東風が吹く夏には東向きの、西風の吹く冬には西向きの抵抗が発生し背景風を減速することが明かとなり10年来の謎が解明された。これらはMUレーダーが世界に先駆けて成功した高精度観測と言える。しかし、これらの波が一体どこで発生しているのか、その強さや地域による分布はどうなっているのか？大気レーダーが今懸命に調べている課題であり、今後の観測結果が待たれている所以でもある。

大気レーダーは水平流の他、鉛直流の観測も可能という他の手段にない優れた特徴を持つ。これを生かして様々な気象現象が解明されている。例えば、水平スケールが数1000kmの温帯低気圧に伴った冷たい空気の渦（寒冷渦）の構造とそれに伴った中小規模の擾乱、さらにこれよりややスケールの

小さい中間規模低気圧についても、梅雨前線上での活動、特に雲を作る対流の振る舞いが詳しく調べられている。MUレーダーが初めて明らかにした鉛直流変動は極めて複雑で、雲が小規模なものから大規模なものに変化（組織化）して行く過程が克明に捉えられた。

台風、特にその眼の構造は一般に観測が困難であることからMUレーダーによる観測が待たれていた。幸い、1994年の26号台風はその中心がMUレーダーのほぼ真上を通過したため眼内部の詳細な解析がなされた。その結果低気圧性の反時計回りの渦が眼の周りで大きな蛇行運動をすることが初めて突き止められたのである。

また、高度100kmより上方の電離した超高層大気の観測でもMUレーダーは目覚ましい活躍をしている。一般にオーロラが見られるのは高緯度であり、電離層異常が頻発するのは低緯度とされていた。中緯度の研究は既にやり尽くされもはや何も面白い現象は残っていない、とする研究者の長年の偏見があった。しかし実際には、大気中を下層から伝搬する大気の波と、上層の電離大気が相互に作用を及ぼし合うことで実に多様な現象が生起していたのである。特にMUレーダーが発見したプラズマの爆発的な大規模上昇流や、準周期的な不安定現象は、国際的に研究者の「中緯度回帰」を促した、と評価されている。なお超高層大気は地球温暖化にともない逆に寒冷化することが知られている。こうした気候学的研究も今後発展的になされるものと考えられる。

4. まとめ

レーダーリモートセンシングの進歩はまさに日進月歩と言ってよかろう。我々もミリ波帯レーダーはじめ先端的な多周波・多変量レーダーの開発と利用研究を進めている。大気レーダーは今後地球環境問題等に対する興味から一層広く展開が進められるだろう。特に、地球規模の大気循環の源である赤道域の大気レーダー観測は従来より世界中の研究者の関心の的であった。なかでもインドネシア近辺は世界で最高温の海洋に無数の島が浮かぶ海洋大陸となっている。そこでは激しい上昇気流によって大規模な積雲が発生し、大気が上層の成層圏に噴水のように噴き上げているとされている。一般に、互いに混じりにくい対流圏と成層圏の大気がインドネシアの上空で混じり合っているわけである。成層圏のオゾン層を破壊するフロンもここから入り込み、成層圏内に広がって南極まで運ばれ、オゾンホールを作っていることがわかっている。赤道域はことのほか大気波動の活動も盛んであり、これらの物質の輸送にも関与しているはずであるが、残念ながらこの地域での観測データは極めて少ない。



図3：平成13年3月赤道直下に完成した赤道大気レーダー（EAR）

去る平成13年3月、我々のグループは同国スマトラ島の赤道直下のブキティンギ市郊外に『赤道大気レーダー(Equatorial Atmosphere Radar; EAR)』(図3)を建設した。赤道域大気の解明を目指して最初に構想されて以来10余年を経て漸く実現したものである。このレーダーはMUレーダーほど強力ではないが、それでも赤道大気を地表近くから高度20kmまで一気に調べることができる。運用は同国航空宇宙庁(LAPAN)と共同で行われる。我が国の大学が外国で運用する初めての大型設備となり、先駆的な学術成果は勿論、新しい形態の国際共同研究としてその進展が期待されている。

産業界の技術動向

IT革命と電気通信サービスの動向

NTTアドバンステクノロジー株式会社
松田 晃一
matsuda@hqs.ntt-at.co.jp

今まさにIT革命の真っ只中にある。デジタル革命は、コンピュータとネットワークの融合をもたらし、地球規模のインターネットの急激な普及をはじめ電気通信サービスの劇的な変化を生み出している。そして、それは経済、社会、家庭、個人などのあらゆるレベルの生活に大きな影響を与えている。

本文では、最近の急激な電気通信事業の変化を概観した後、今後の電気通信サービスの方向について私見を述べてみたい。

1. 電気通信事業の状況

1985年の通信事業の自由化、NTTの民営化は、通信業界にとって大きなターニングポイントであった。その後の通信業界の変化の激しさはご存知の通りであるが、主要なものをピックアップすると次の通りである。

まず、電気通信事業への新規参入は多数に上り、2000年3月現在の第一種電気通信事業者は249社となっている。事業者間の競争は大変激しく、通信料金は大幅に値下がりがした。たとえば、ダイヤル通話料金は最遠距離の平日昼間3分間通話で見ると、25年間で1/5近くまで低下している(図1)。

現在では、長距離通話における事業者間の料金格差はほとんどなくなり、今や市内通話料金の価格競争へ移っている。今年にはいって、市内通話3分10円が8.5円程度にまで低下したことはご案内のとおりである。また、携帯電話についてもそれを上回る急速な料金低下が見られる。また、それぞれの

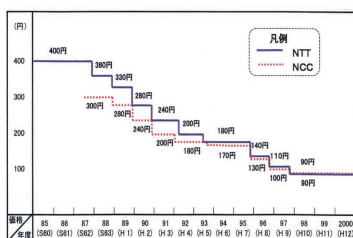


図1 ダイヤル通話料金の推移

事業者毎に工夫された多様な料金体系が提供され、利用者の選択の幅は大きく広がった。

料金体系だけではなく、電気通信サービスのメニューも多様化し、インターネット電話や常時接続型のインターネット接続サービス、ADSLサービス、光・CATV・無線による高速インターネット接続サービスなどなど多種多様となっている。

電気通信技術の進展は急速で、事業の動きもめまぐるしい。その成長を助け、IT革命を牽引し、日本経済の構造改革を促進する形での電気通信政策のタイムリーな整備こそが肝要である。通信事業の公共的なサービス性を確保しつつ、競争の促進を図り、活性化するための適切な枠組みを作ることにある。国際的な競争を視野に入れ、民間企業としての知恵と活力を引き出すような環境の整備が望まれる。

2. 電気通信サービスの変貌

ここでは、最近の電気通信サービスの特徴的な動向を3点に集約して述べる。

(1) 固定電話から携帯へー通信のパーソナル化

電話サービスが日本で開始されたのは、1890年12月のことである。200人足らずの利用者を対象に始められたサービスが、現在では5,000万台を越える電話機を接続する大ネットワークに成長している。ピーク時には毎年200万を越える電話を増設してきた結果、1996年には電話機の数6100万台に達した。しかし、1996年以降電話の数は減少に転じ、2000年度末では約5200万台にまで減少している。一方、1987年に開始された携帯電話サービスは、当時約15万台という規模だったものが、現在は6700万台（PHSを含む）という爆発的な普及となり、1999年度末には遂に固定電話の数を逆転した（図2）。一家に一台であった電話が、一人一台のパーソナルメディアとなったのである。

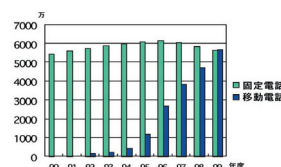


図2 固定電話と携帯電話の利用者数の推移

(2) ネットワークのデジタル化ー通信のマルチメディア化

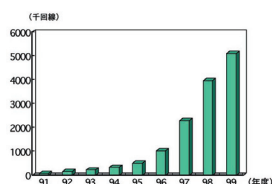


図3 INSサービスの回線数の推移

デジタル通信サービスであるINSネット64が東京、名古屋、大阪でサービス開始されたのは1988年のことである。ここ数年、インターネット普及の追い風に乗って急速に拡大し、今や500万回線を越えるところまで成長した（図3）。INSネット1500の一回線を10回線に換算して加えると、INSネットの回線数は2000年末で1000万回線を越えた。

このデジタル通信サービスの開始に先立って1982年には、NTTではネットワークのデジタル化に着手していた。その後15年の歳月をかけて伝送路、中継交換機、加入者交換機

を順次デジタル方式に置き換え、1997年12月にNTTのネットワークは100%デジタルネットワークに切り替えられた。

ネットワークのデジタル化は、コンピュータのネットワーク化を加速し、その結果デジタルコンテンツのネットワーク上での流通を促進することになった。この流れがさらに新たなコンテンツのデジタル化を促進するという相乗効果を生み、情報流通社会を加速させている（図4）。

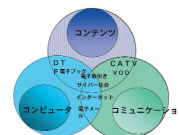


図4 デジタル化による技術の融合

たとえば、紙の上に印刷されていた出版物がデジタル化された電子ブックとして流通したり、レコードやテープの形で流通していた音楽が、デジタル信号としてCDやMDに記録されるようになっていく。さらに、そのようなパッケージ形態での流通ではなく、ネットワークを通して直接流通する音楽配信サービスは既に現実のものとなっている。さらに、ゲームソフトや映画・ビデオ等もネットワークのブロードバンド化とともに、ネットワーク上での流通という形態が可能となりつつある。このように、ネットワークのデジタル化の完了は、異なる分野の融合を促進し、新しい技術やビジネスの可能性を創り出す情報流通時代のインフラストラクチャが整ったという意味で、時代を画する出来事であろう。

(3) インターネット—新しい通信インフラストラクチャ

1969年に実験運用が始まったアメリカ国防総省のネットワークARPANETを基盤として、急速に発展してきたインターネットは、コミュニケーションに大きな変化と衝撃をもたらした。電子メールなどによって、文字で表現される情報が地球規模で一瞬にして交換できる効果は、それまでの郵便や電話といった手段に比べて劇的とも言える変化であった。その後、取り扱える情報が写真や画像、音声、音楽などに拡大され、ブラウザの原形のMosaicが1993年にリリースされ、簡単な操作で世界中のマルチメディア情報にアクセスできる状況になった。

2000年版の通信白書によれば、1999年末における日本のインターネット利用者数は2700万人を超え、前年に比べ約60%の大幅な増加になっている。企業普及率（従業員300人以上の企業）は88.6%、事業所普及率（従業員5人以上の事業所）は31.8%、世帯普及率は19.1%となっている（図5）。

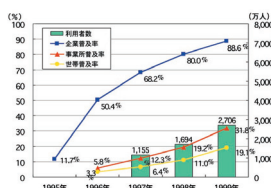


図5 日本のインターネット利用状況
(平成12年度通信白書より)

最近では携帯電話を用いたインターネット接続サービスが、その手軽さが受けて爆発的な普及を示している。NTTドコモがサービスするインターネットサービスであるiモードは、2000年末で2000万加入を越えた。今年6月には、家庭の固定電話からインターネットアクセスが可能となるLモードサービスが開始される予定である。このような電話を用いた簡単なインターネットアクセスサービス

によって、日本のインターネット利用者の底辺は一層拡大し、普及が促進されよう。

3. これからの電気通信サービス

以上、現在進行している電気通信における大きな変化の流れを見てきた。ここでは、将来の電気通信サービスの方向について2つの視点、すなわち、1つは利用側の立場であるサービス／ソフトの側面から、もう一方はそれを支えるネットワークの側面から見てみる。

3.1 コミュニケーションの変容

今まさに企業は生残りを掛けてIT革命の真っ只中にある。米国ではあらゆる業種、企業がITの徹底的な活用によって企業の革新をはかった結果、抜群の競争力を手に入れたことはよく指摘されているとおりである。日本においても遅れ馳せながら、ITの導入による企業活動の革新が行われ、ITの戦略的活用によって国の活力の再生をはかろうという国家プロジェクトも動き出している。社会、経済活動の多くの部分の時間とコストをIT技術によって大幅に圧縮し、効率化を図る方向に進むことは間違いが無い。そしてそれを支えるものとして電気通信サービスは今後さらに発展するものと思われる。

しかし、ここで特に指摘しておきたいのは、そのような経済性や効率性の徹底した追及とは違った通信サービスの利用形態も現れつつあることである。「電話の用件は手短に、要領よく」「用件が終わったら早く切る」などといわれて育った一昔前の世代にとって、「特別な用件はないのだけれども、何となく声を聞きたくて...」といった現代の若者の長電話はなかなか理解できない。しかし、それが今では若者達の一つの文化となっている。若者が携帯電話を持つ理由も、友達と繋がっていたい、仲間とおしゃべりのためというのが多数を占めるようである。メールなども、何か特別な連絡といった用途としてよりも、むしろ「おはよう」、「今何してるの?」といった単なるおしゃべりや遊び的な使い方が主流のようである。

もう一つの例をあげると、以前に電子メールを利用している家庭の主婦と女子学生を対象に、電子メールを使い始めたことによる生活の変化についてアンケート調査したことがあった。その中で、メールを利用するようになった後では、それ以前に比べて、「遠方の友達に連絡した」「連絡を再開した」「つながりが深くなった」「友達の輪が広がった」などの変化をあげていた〈図6〉。

主婦にとって、家庭にいながら外の社会とつながることができる電子メールやインターネットの世界は非常に魅力的なのかもしれない。電気通信メディアが、従来から期待されていた利便性や経済性とは異なった側面、すなわち個人の豊さ、精神的な充足感を得るものとして利用され、期待されているという点が見て取れ、コミュニケーションの変容を示唆しているようで大変興味深い。

ところで、このような豊かなコミュニケーションサービス実現にむけて取り組むべき2, 3の課題について触れてみたい。

第一は、家庭の主婦をはじめ老人や子供でも、だれもが自然な形で、機械を意識せずに自由にコミュニケーションが可能となる通信

変化	主婦	大学生
遠方の友人に連絡した	4.1	3.7
連絡を再開した	3.9	3.6
連絡がまめになった	3.8	3.6
つながりが深くなった	3.2	3.2
他の連絡手段が減少	3.0	2.0
友達の輪が広がった	2.9	2.8
新しい友人が増加	2.8	2.5
違う側面が見えた	2.7	2.9
連絡がないことが不安	2.0	2.5
対面して会うことが減少	1.5	1.9

5点: 強く思う
↑
↓
1点: 全く思わない

図6 電子メールを利用してからの生活の変化

機器の問題である。人と接するのと同じように、「日本語を話し、聞き取り、理解する機械」は、誰もが使える画期的なコミュニケーションツールとなるだろう。

第二は、ネットワークの中から自分の欲しい情報を素早く取り出し、我々の創造性をより高める方向に活かす問題である。インターネットによって、世界中のありとあらゆる情報に、だれもがアクセスできる状況になっている。しかし、どんなに宝の山を前にしても、その中から自分に必要なものを簡単に取り出せなければ、それは単なるゴミでしかない。人間の発想や感性によく調和し、違和感のない情報へのアクセス手段がぜひ必要である。

第三は、個人対個人ではなく、複数の仲間を相手にした新しい通信サービスの可能性である。インターネットは1:nやn:mの通信のように、電話には無かった新しいコミュニケーションの場を提供した。このような新しい通信の形態を活かすことによって、組織や仲間、コミュニティを相手にした新しいコミュニケーションサービスを展開することができるのではないだろうか。

3. 2 次世代ネットワーク

現在の通信ネットワークは電話サービスを前提に設計されたネットワークである。しかし、これまで述べたように通信サービスの広がりや利用形態の変化によって、ネットワークを取り巻く環境が大きく変わりつつある今、電話を前提に設計された従来型とは違ったコンセプトのネットワークが必要となるのは当然である。ここでは、技術的な実現方法はひとまず置いて、その方向や要求条件といった観点で述べてみたい。

ネットワークを取り巻く環境の変化の一つは、トラヒックの質と量の変化である。近い将来IP系トラヒックが、音声トラヒックを凌駕して逆転することは間違いない。さらに、テレビのように映像や音楽をリアルタイムで流すストリーム型データや、CDやビデオのようにパッケージで流通している大量のデータを一括してネットワークで転送するパッケージ型データの量が、相当な比率を占めるようになろう。さらに、テレビやラジオを付けっぱなしで生活するのと同じように、通信ネットワークも繋ぎっぱなしにする常時接続的な使い方が一般的となろう。もちろん、利用料金を気にしなくてもいいような料金体系であることも重要である。

第2の変化は、ネットワークとの接点である端末の数とその種類の爆発である。現在は電話機、FAX、パソコンといったものが代表的な端末であるが、今後は街中の自動販売機や自動車、台所にある電気製品、家具、住宅の壁や窓、交通標識、街灯などなど.....われわれの生活環境の中に溶け込んで、普段何気なく使っているあらゆる物が、その後ろでネットワークにつながって情報がやりとりされる可能性がある。ネットワーク上には、デジタル情報によってサイバー社会が形成される。この世界は我々が現実生活中に生活している実世界と独立して存在するのではなく、実世界の動きをリアルタイムで反映した「生きた世界」であるべきである。そのために、現実の世界の情報が様々なセンサを通してサイバー空間に即時に反映されるような仕組みが組込まれるのは必然であり、となるとネットワークに接続されるべき端末の数は桁違いとなる。数十億台、数兆台のデバイスを接続するということが起こり得よう。

第3は、ネットワーク構成に関するものである。どこに通信の需要が現れるかをあらかじめ予測することは困難である。であれば、需要が発生した所にローカルなネットワークを作り、それらを相互に接続しながら、増殖して結果として大きなネットワークに成長できるような柔軟な構成が取れることが望ましい。いわば、環境に適應できるネットワーク構成方式である。

4. むすび

これまでの電気通信技術の歴史は、情報をいかに正確に、効率良く伝えるかということに最大の関

心があったと言える。相手に伝えたい情報や用件を、必要最小限のものに絞って正確に伝達する、つまり「効率」が主な関心事であった。それは、通信網によって伝送できる情報量が制限されていたために、貴重な通信網をいかに効率よく利用するかが重要であったためである。ところが、その後の技術革新によって通信網の情報伝達能力は飛躍的に拡大する時代を迎えた。今までのような効率一点張りの通信ではなく、人との絆、楽しみ、癒し、個人の満足感や達成感といった視点を大切にする、豊かなコミュニケーションを考える時代を迎えようとしている。

効率を第1に追求してきた物質文明の20世紀とは異なり、21世紀は「こころ」の豊かさを求める世紀ともいわれている。単に情報の正確で効率的な伝達だけで事足りるとするのではなく、その結果として人と人が互いに理解を深め、相手と気持ちを共有し、共感を覚えるといった人間本来のコミュニケーションの要求に応えることの出来る電気通信サービスが求められているのではないだろうか。このような将来の電気通信サービスの在り方を考えるには、「人と人のコミュニケーション」とは一体どういうことなのか、という根本のところに戻って考える必要がある。工学的なアプローチのみならず、人文科学や社会科学さらには芸術分野も融合した総合的なアプローチがぜひ必要ではないだろうか。

新設研究室紹介

電気システム論講座 自動制御工学分野（萩原研究室） 「制御理論・動的システム理論とその応用」

ワットの蒸気機関における、ガバナによる回転速度制御の成功以来、制御技術は至るところで大きな役割を果たしてきた。とくにフィードバック制御技術は、システムの有する動特性に関する制約下において、そのシステムの振る舞いに関して所望の性能を達成するという役割を担っている。制御理論は、その理論的基盤をなすものであり、システムの動特性やそれがおかれる環境、ならびに制御目的、さらには許容される制御装置のクラスなどに関する数学的記述が与えられたときに、合理的な制御装置の設計法を可能な限り一般的に提示することを目指すものである。そのような理論を発展させる上で、制御装置を1つ定めたときにそれが「合理的」であるか否か判定（解析）できることが最低の前提になることはいうまでもない。システムの安定論に代表されるそのような解析理論は、より一般に動的システム理論という範疇で捉えられるものであり、制御理論と動的システム理論は表裏一体をなすものといえる。本研究室では、制御理論と動的システム理論の研究を通して、さまざまな分野でのシステム運用技術の発展に資することを目指している。具体的な研究の一端について以下に紹介する。

1. 現代的サンプル値制御系の理論

デジタル制御装置は、サンプリング時刻間では本質的に開ループ動作となる。この開ループ状態においても外乱は作用しているものの、高度な制御仕様とモデル化誤差に対するロバスト性が要求される昨今、従来のデジタル制御理論ではこの点の配慮が十分とはいえない。よりよい設計を行うためには、システムの振る舞いをサンプリング時刻のみに留まらず、すべての時刻において完全に考慮に入れることが必要となる。関数空間上での作用素としてデジタル制御系を表現することによりそれが可能であり、さまざまな制御目的等に対してその取り扱いについての研究を進めている。

2. 周期時変系の理論

何らかの定常回転を伴うようなシステムは世の中の至るところに存在し、それらを代表として、動特性に時間的な周期変動を伴うような工学的なシステムが少なくない。そのようなシステムは、ある側面において、サンプリングという周期的動作を伴うデジタル制御系と類似の性質を持ち、やはり関数空間上の作用素として取り扱うことで見通しのよい扱いが可能となる。ただし、周期系の遷移行列についての解析的表現が一般に存在しないため、取り扱いは本質的により厄介である。現在、調和解析などの手法を利用して、動的システム理論的側面を中心とした研究を行っている。

3. 数値最適化に基づく制御系解析と設計

制御仕様に関する要求の高度化に伴い、多数の要求を同時に満たすための制御系の多目的設計や、モデル化誤差を伴う制御系のロバスト安定化などの重要性が増している。これらの問題を扱うには、近年の計算機能力の飛躍的發展を視野に入れた数値的最適化の手法が有用である。しかし実用的規模の問題を実用的時間内で解くためには、これらの問題を最適化問題として定式化する過程において、理論的検討が不可欠である。すなわち、とくに凸最適化問題と呼ばれるクラスの最適化問題に帰着させることが重要であり、そのための理論的考察を通して実用的な制御系の解析・設計手法を研究している。

この他、2自由度制御系の設計法、多周期デジタル制御系の理論、非線形制御系の安定解析などの理論研究や、空気圧サーボ系の制御、制御工学的手法の電力系統解析と制御への応用といった工学応用についても従来通り引き続き行っていきたいと考えている。

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 (萩原研) *
- 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 (藤田茂研)
- 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

- 高機能材料学講座 クラスタイオン工学分野

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 情報回路方式論分野 (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・環境学専攻

- エネルギー社会環境学専攻 エネルギー情報分野 (吉川栄研)
- 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 高度エネルギー変換分野
- 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)
- 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)
- 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 (大村研)

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)

国際融合創造センター

- 創造部門
- 先進電子材料分野 (藤田静研) §
- 融合部門
- ベンチャー分野 § §

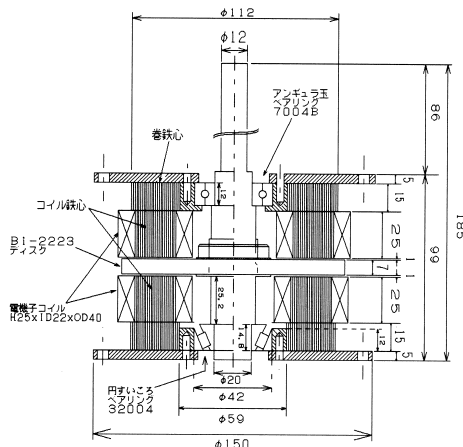
注 § 工学研究科電子物性工学専攻藤田茂研と一体運営

§ § 工学研究科電子物性工学専攻橋研と一体運営

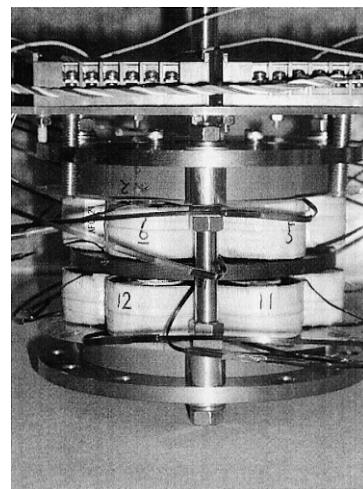
研究テーマ紹介

電磁工学講座超伝導工学分野（牟田研究室） ディスク型高温超伝導モータに関する研究

高温超伝導物質が発見されて14年が経過し、その超伝導発現機構は未解明のまま今日に至っている。にもかかわらず、応用研究はそれとは無関係に進んでいる。ビスマス系やイットリウム系材料による線材化や薄膜作成が可能になりつつある。特に、ビスマス系テープ線材の長尺化も可能となり、イットリウム系材料の応用より一歩先んじた感がある。線材化が可能になったとは言え、幼児を抱く感覚で手心を加えながらの応用からは未だ抜けきっていない。というのは、線材化されたからといって、在来の銅線みたいに自由自在に曲げたり、捻ったりしてコイル状に巻くことが出来ず、また磁界に対する異方性があるため印加磁界の方向を考え利用することが大事であることが判ってきた。このテープ線材に対する異方性の研究は、我が研究室でも取り組み多くの成果を発表してきた。一方、バルク自体の物性的基礎研究とその応用研究も関心のあるところであり、研究を進めている。ここでは、バルクの応用としてモータへの適用を考え研究していることを述べる。ビスマス系バルクのディスクを回転子に適用して、ヒステリシス・モータとしての運転性能を、モデル機製作から始めて測定している。現在まで2台のモデル機を製作した。第1号機は、極めて幼稚な出来上がりで、モータとしての機能を確認するにとどまった。しかし、多くの運転性能と制作上のノーハーを獲得することができ、第2号機の製作に生かされた。第2号機は現在試験中であるが、第1号機を通して結論できることであるが、ヒステリシス・モータの特徴である同期速度運転は可能性がないようである。イットリウム系材料と比較して、ビスマス系材料はピン力が弱く、ヒステリシスも小さく劣ることが原因として挙げられる。ビスマス系バルクを使用した理由には、製造コストが安いこと、空気中の耐水性に優れていることを挙げたい。しかし、特性は誘導電動機の性格を持っていて、定トルク運転が可能であることが検証された。改善された第2号機では、多くの実験が可能で、固定子と回転子ディスクのギャップを可変にしたり、アキシシャル型のため上下の固定子で回転子ディスクがサンドイッチ状に挟まれている関係で、下部の固定子を直流励磁することでマイスナー効果を利用したディスク浮上ができることで、ディスクの浮上と回転が同時に可能な実験もできる。今後このような実験的特性を得る予定である。また、高価であるがイットリウム系ディスクで、ヒステリシス・モータとしての同期速度運転にも挑戦して、かつまた超伝導ディスクの電磁的特性を明らかにして、モータの特性計算への道を拓きたい。下に、設計図と研究室製作のモデル機の写真を掲載した。



設計図



研究室製作モデル機

電気システム論講座 電力システム分野

「DC-DC共振形コンバータにおけるスイッチングダイナミクスに関する研究」

1. DC-DC共振形コンバータ

パワーエレクトロニクス技術を用いた直流電力変換回路の高性能化は、次の2種類に分類される。一つは商用入力を高効率で直流電圧に変換することに代表される大容量化であり、他の一つは半導体集積回路等に電力を供給することに代表される低電圧、大電流出力化である。そして、情報機器に組み込まれる電源システムの構成には、上記の2種類の電源を相互接続するDC-DCコンバータが必要となり、低スイッチング損失、低ノイズ化に適した共振回路技術を用いた変換回路が適用されている。本研究ではDC-DC共振形コンバータの負荷または電源の状態変化に対する回路の動的挙動について検討するものである。

2. DC-DC共振形コンバータの回路動作

パワーエレクトロニクス回路の特徴は、回路内部に流れる電流の導通状態がスイッチ素子や電流の方向に応じて不連続に変化することにある。スイッチング1周期に電流の導通状態が推移するパターンを動作モードと呼ぶが、回路を設計する上で、動作モードを把握することは不可欠である。

代表的なDC-DC共振形コンバータを図1に示す。この回路は、入力直流電圧をパルス幅 β_s が可変な交流パルスに変換し、これを全波整流することによりパルス幅に応じた直流電圧を出力する回路である[1]。この回路の特徴は、回路のパラメータに応じて複数の動作モードが存在し、図2のようにそれらの状態平面上の軌跡は異なる。定常状態における動作モード分布は、動作モードの境界で成立する非線形代数方程式をホモトピー法を用いて[2]図3のように求めることができる。

DC-DC共振形コンバータにおける動作モード解析は、これまで一定負荷、すなわち定常状態における解析が中心であった。しかし実際に回路が実装される場合には、負荷の変動、電源側の変動が生じることがあり、それらの変動に対し出力電圧が一定となるようPWM制御等を加える必要がある。この場合の回路動作は、定常状態に収束する前に回路パラメータが変化することになり、定常状態を仮定した図3の分布図ではその動作を把握することができなくなる。実験回路を用いた検討でも、定常状態には存在しない動作モードが出現することが確認されている[3]。

3. 今後の展望に向けて

定常状態における回路動作は、動作モードを把握することにより定性的に分類が可能であったが、変動状態では常にその分類に各スイッチの切り替わり時における条件を考える必要がある。従来のルンゲクッタ法等による数値計算は、不連続に切り替わるスイッチング動作を正確には解析できず、どのレベルで特性を把握するかが重要となる。このように連続時間と離散時間が共存する回路のダイナミクスの解析には、スイッチング系一般に適用できるハイブリッドシステム理論を用いることが可能と考えられる。スイッチング条件の定式化は、動的状態変化に対して安定な軌道を得る手法を提案することにつながる。

参考文献 [1] F.S.Tsai, P.Materu, F.C.Lee, IEEE Trans. on PE, pp. 460-473 (1988). [2] Y.Kuroe, T.Kato, N.Deguchi, IEEE PESC, pp. 1345-1351 (1997). [3] T.Hikihara, S.Kida, NDES2001, Delft (2001).

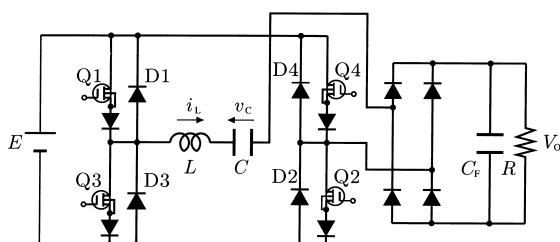


図1：DC-DC共振形コンバータ

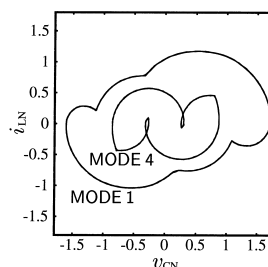


図2：状態平面軌跡

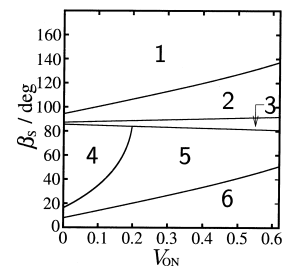


図3：動作モード分布図

電子物理学講座 プラズマ物性工学分野（橋研究室） 「高誘電率薄膜のMOCVDの分光診断と反応解析」

近年、LSIの微細化・高集積化が進み、高誘電率材料 (Ba,Sr)TiO₃ (BST)をDRAMキャパシタ膜に用いることをめざした研究が活発化している。その成膜方法としては、ギガビットクラスのDRAMを実現するために必須とされるキャパシタの立体構造の複雑化に伴い、段差被覆性に優れた有機金属化学堆積法 (Metal Organic Chemical Vapor Deposition : MOCVD) の採用が見込まれている。一般に、BST薄膜のCVD原料には、図1に示すようなβ-ジケトン錯体であるジピバロイルメタナト (dipivaloylmethanato: DPM) キレート化合物を用いることが主流になりつつある。また、DPM原料のリアクターへの供給法としては、溶液気化CVD法が採用され、DPM原料の蒸気圧の向上・安定供給に大きな効果を挙げている。しかしながら、BSTキャパシタの実用化のためには、バルク並の高い誘電率の実現、段差被覆性の向上、リーク電流の低減、大面積均一な成膜、膜特性の再現性の向上など数多くの課題がまだまだお山積している。膜物性・膜堆積形状は、成膜温度、リアクター内圧力、原料や酸化ガスの流量などの成膜条件に大きく依存していることは知られているが、その物理化学的背景は明らかではない。堆積膜の特性をインプロセスで制御するためには、CVD原料分子の分解反応ならびに成膜プリカーサーの生成反応のメカニズムに対する深い理解が必要不可欠である。

現在、我々の研究室では、BST薄膜作製溶液気化MOCVDプロセスにおいて起こっている化学反応過程を種々の分光学的手法を駆使して解析する研究を進めている。具体的には、FT-IRを用いた赤外吸収分光法に加え、我々が独自に新たに開発した微小放電発光分光法をプロセス診断に適用した。微小放電発光分光法とは、リアクター内に微小なプラズマを生成し、そこからの発光スペクトルを観測する手法である。この手法により、Ba, Sr, Tiの中性種・イオン種のみならず、原料分子や溶媒分子から生じるフラグメント分子種からの発光強度を観測した。代表的な研究成果の一例として、Sr⁺の発光強度の基板温度依存性の測定結果を紹介する。図2に示すように基板温度の上昇に伴いSr⁺の発光が現れ、この発光強度の変化からSr原料分子の気相中での熱分解反応の進行度を知ることができた。また、微小放電発光分光法では、原料由来の発光スペクトルと同時にキャリアーガスであるN₂の発光スペクトルも観測されることから、N₂の発光スペクトルの回転構造のシミュレーションから求めた回転温度をガス温度として、気相におけるCVD原料分子の熱分解反応の解析に用いた。その他に、各金属イオンの発光強度の酸化ガス流量依存性からCVD原料分子の気相中での酸化反応を調べたり、各金属イオンの発光強度の他種金属原料流量依存性から、BST薄膜のCVDのような多元系CVDで問題となる他種金属原料間の相互作用についても調べた。さらに、センサーヘッドをチャンバー内で動かすことにより発光強度の空間分布が測定できることから、原料ガスの空間分布を見積もり、膜厚・膜特性のウエハ面内分布との相関関係を調べた。このような知見は、大口径均一なプロセス実現に向けての指針を探るうえで有用であると考えている。

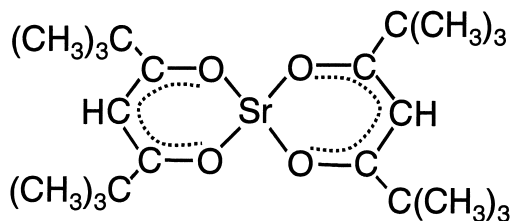


図1 Sr原料の分子構造

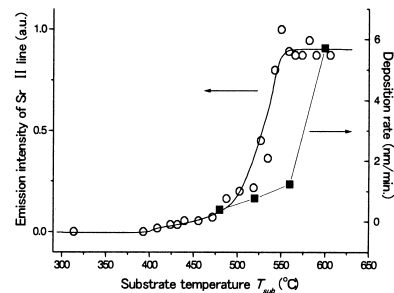


図2 Sr⁺の発光強度の基板温度依存性

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有機強誘電体分子の直接観察および局所物性計測」

1. 序

分子ナノエレクトロニクスにおいては、分子固有の電気的・光学的性質を利用して、最終的には単一分子電子素子を実現することを目標としている。しかしながら、現状ではナノスケールにまで微細化された電子素子に対して、実際にどのようにアクセスするかが大きな問題となっている。当研究室では、単一分子への直接入出力を可能とする走査型プローブ技術を用いた局所電子物性計測およびデバイス作製のための基礎研究を従来より進めている。ここでは、これらの研究の中でも分子メモリーへの応用が有望視されている有機強誘電体分子の非接触原子間力顕微鏡（AFM）による高分解能観察（図1）とその局所物性計測に関する研究について紹介する。

2. KCl (001) 表面上の有機強誘電体分子の高分解能非接触 AFM 観察

有機強誘電体分子フッ化ビニリデン（VDF: Vinylidene Fluoride）オリゴマー $[\text{CF}_3-(\text{CH}_2\text{CF}_2)_{17}-\text{I}]$ は、代表的な有機強誘電体として知られるポリフッ化ビニリデンの低分子量体である。この分子はKCl(001)表面上でエピタキシャル成長し、KCl[110]方向に伸びる針状グレインを形成する（図2(a)）。このようなアルカリハライド基板上における分子のエピタキシャル成長は、分子によるナノ構造を作製するために利用できるものと期待されている。本研究では、VDFオリゴマー薄膜の形成初期過程を非接触 AFM により高分解能観察することで、エピタキシャル成長過程の解明を試みた。その結果、図(a)に示した針状のグレインは約0.5nm間隔でパッキングしたVDFオリゴマー分子で構成されていることが明らかとなった（図2(b), (c)）。また、基板と分子の界面においては図2(d)に示すような特徴的なハニカム状構造が形成されていることが分かった。このハニカム状構造には、KCl(001) 表面の4回対称性を反映して角度が 90° なる2種類のドメインが存在する。したがって、この構造はその後の針状グレインのエピタキシャル成長方向に強く関係しているものと考えられる。

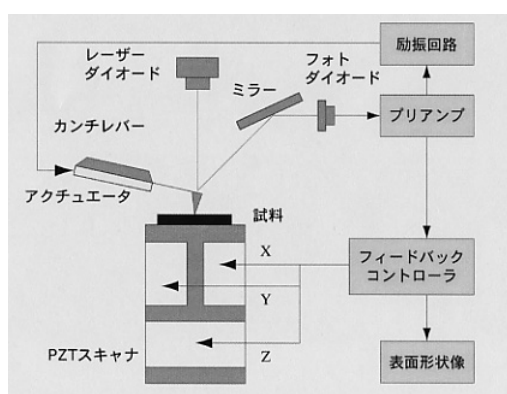


図1：AFMの装置構成図

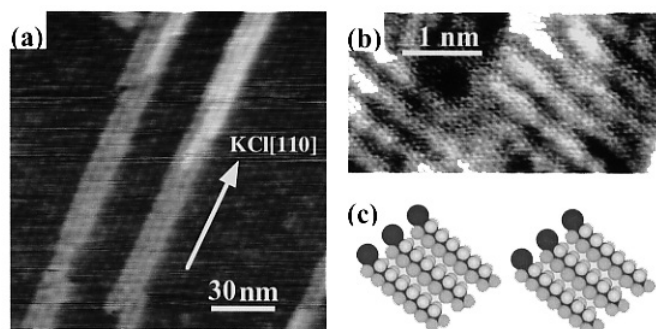


図2：KCl (001) 表面上に蒸着したVDF オリゴマー薄膜の非接触AFM観察像

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

幹線系統の光ファイバー回線において要求される通信容量は指数関数的に増大しており、すでに電気的変調方式の限界に近づきつつある。これに対応するため波長分割多重方式が導入されつつあるが、将来的に要求されるであろうテラビット毎秒を大幅に越える通信容量を実現するには十分ではないと考えられる。そして、これを解決するには光で光を直接制御する光時間分割多重方式を導入し、波長ごとの容量を増大させることが不可欠と考えられる。本研究テーマの目的は、原理的に超高速応答が期待される半導体量子井戸中のサブバンド間遷移を用いて光—光直接変調を実現することである。

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し、サブバンド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には、通常のバンド間遷移とは異なり、フォノン放出によるピコ秒レベルのキャリア緩和過程が存在するため、本質的に高速な応答が期待される。本方式は、n型量子井戸において電子をサブバンド間励起することにより、伝導帯における電子の分布を変化させ、これによってバンド間遷移割合を制御することを基本動作としている。前回の紹介においては、GaAs/AlGaAs量子井戸を用いた実験結果を示し、半値幅1ps程度と高速な変調動作の観測に成功したことを述べた。しかしながら、その変調には回復の遅い裾（緩和時間3~5ps）が含まれており、テラビット毎秒領域での応用には十分な特性とはいえなかった。

前回の紹介以降、この問題を解決するために高次サブバンドを利用する新変調方式を考案し、その実証を行った。この方式では、従来利用してきた伝導帯第1サブバンド (CB1) の電子密度の変化に代えて、伝導帯第2サブバンド (CB2) の電子密度変化を用いてバンド間光を制御する (図1参照)。サブバンド間励起電子の緩和過程は、電子がCB2からCB1の運動エネルギーの高い領域へとLOフォノン放出・吸収して散乱されるサブバンド間緩和と、CB1内部でLOフォノン放出して運動エネルギーを失っていくサブバンド内緩和とから成り立っていると考えられる。従来提唱してきた変調方式では、VB1-CB1間に共鳴する光吸収の変化を利用するため、CB2に励起された電子がCB1の底にまで緩和することで変調が立ち下がる。これに対して、新変調方式ではVB2-CB2間に共鳴する光吸収の変化を利用するため、緩和の初期に電子がCB2から散乱されることで変調は立ち下がる。このため、新方式はサブバンド間散乱時間のみによって決定される変調回復時間を示すと考えられ、理論計算からは1ps以下の変調速度が期待できる。

図2に実際に最近得られた光-光変調実験の結果を示す。同図より、新方式が従来方式と比較して1桁程度高速化されており、かつ遅い裾成分もないことが分かる。また別の方式として、AlGaN系材料を用いたさらに高速な変調デバイスについても研究を行っているが、詳細は別途報告する。

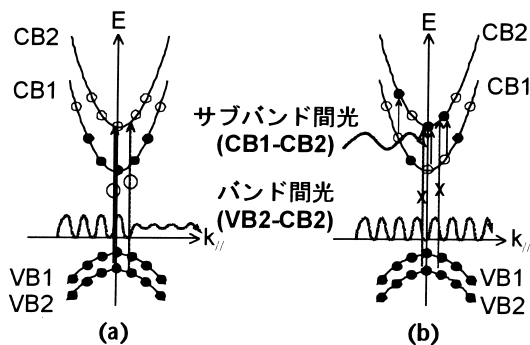


図1 新たに考案した変調原理

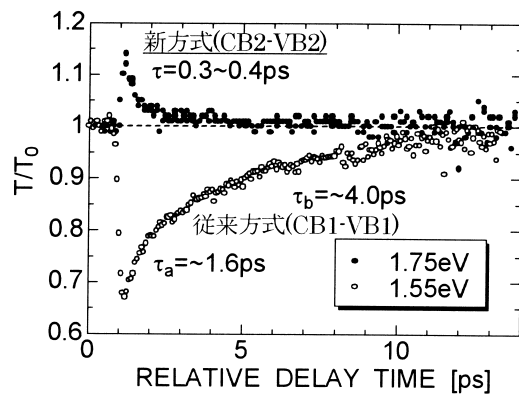


図2 光-光変調実験結果の一例

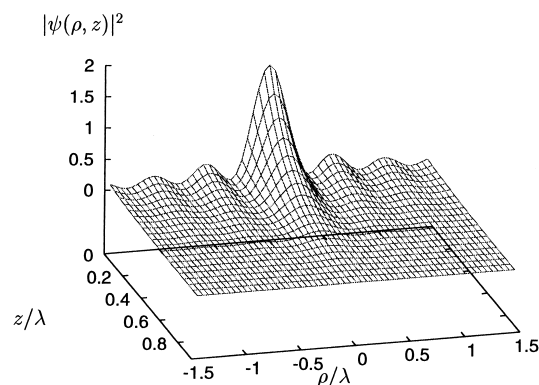
量子工学講座 量子電磁工学分野（北野研究室） 「軸対称近接場とその計測への応用」

近年発展の著しい近接場光学は光の回折限界、すなわち波長より小さい領域における光の挙動を制御し利用する技術分野である。近接場を利用した高分解能プローブやイメージングが可能となり、10nmから100nm領域において、さまざまな応用が展開されている。

近接場光学は、このような高分解能顕微鏡としての応用の他に、光と原子分子との相互作用を調べるツールとしても利用されはじめています。狭い領域に局在している光を利用して、単一の原子や分子を励起して、それらからの発光を観測したり、場の勾配が非常に大きいことを利用して、勾配力を利用した原子操作を行なうことも可能である。近年注目を集めている共振器量子電気力学（cavity QED）は、波長サイズの光共振器に原子を閉じ込めることにより、原子と光の相互作用を非常に大きく設定して、数個の光子と数個の原子の協同的な振舞を実現するものである。従来の設定では、光のサイズ（例えばビーム径）に比べて、原子の大きさ（吸収断面積）は極端に小さいため、両者の結合は非常に小さく、また、ビーム内に多数の原子が含まれるために、原子の平均的挙動しか見ることができなかった。しかし、共振器QEDにより、場と物質それぞれの量子的な振舞を直接的に調べることができるようになったのである。近接場を共振器QEDに利用して、さらに共振器を小さくすれば、より制御された状況で、光子と原子の相互作用を研究できるようになる。このように純粋な形で、光と原子を相互作用させる方法が確立すれば、現在さまざまな方式が模索されている量子計算機の実現に向けての重要な要素技術となることが予想される。

近接場光学で最も重要な概念はエバネセント波である。エバネセント波は、屈折率の異なる媒質の境界面に、高屈折率側から全反射条件を満たす平面波が入射した場合に、低屈折率側に浸み出す波のことであり、浸み出す距離は波長の数分の1程度である。エバネセント波は、境界面に垂直方向に局在しているが、境界面に平行な方向には大きく広がっている。そこで、近接場光学では、先端を波長以下に先鋭化した誘電体プローブや微小開口を組み合わせることで、境界面に平行な方向の分解能を実現している。もしエバネセント波自体を3次的に波長以下の領域に局在化させることができれば、近接場光学において新しい実験手段となることが期待される。

われわれは、エバネセント波自体を3次的に局在させる方法として、軸対称波動の利用を提案した。軸対称の波動は、その関数形からベッセルビームとも呼ばれている。ベッセルビームは、その形状とビームの大きさが伝搬によって変化しないという興味深い性質をもっている。ベッセルビームのサイズは波長程度以下であり、2次的に局在しているのを、これをエバネセント波化すれば、3次的に局在した波動が実現できる。計算の結果、適当な厚さの誘電体板の直前に波長に比べて十分大きい円形の遮蔽板を設置して、平面波を入射させると、誘電体板の直後に、図のような軸対称エバネセント波が発生することが明らかになった。マイクロ波（波長 3cm）や可視光（波長0.6 μ m）を用いた実験を行ない、その発生を確認することができた。



軸対称エバネセント波の強度分布（ (ρ, z) は円筒座標、 λ は波長、しゃへい板の半径 600λ ）

知能メディア講座 言語メディア分野

「自動編集によるワールドワイドウェブの仮想用語集化」

1. 研究の背景

インターネット上に構築されたワールドワイドウェブ（ウェブ）は、ほとんどあらゆる種類の膨大な情報を持つに至っており、我々は、居ながらにして、これらの情報に自由にアクセスできるようになりました。しかしながら、その一方で、あまりにも膨大な情報の中に有用な情報が埋もれてしまい、必要となときに必要な情報を見つけ出すことができないという問題が、深刻な問題として浮上してきています。

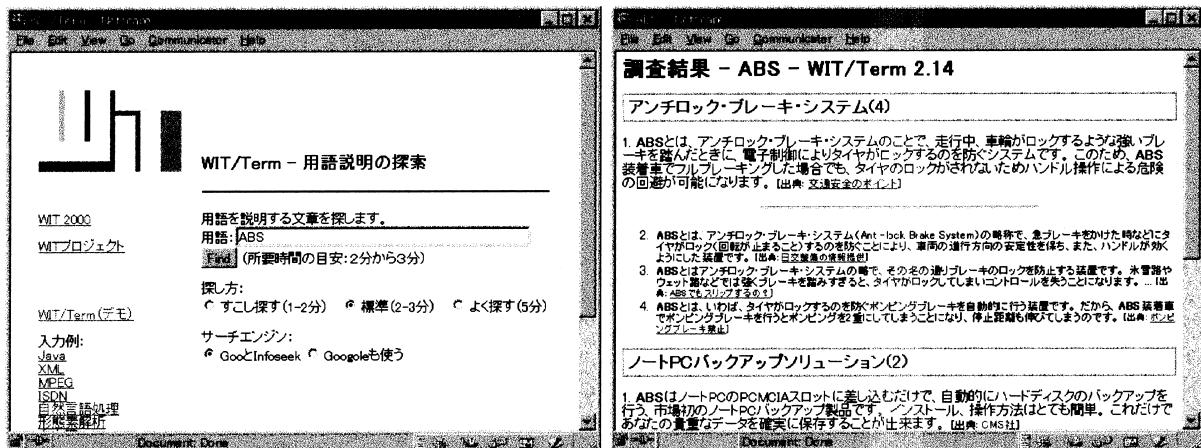
この問題を解決する一つの方法として、我々は「計算機による情報の自動編集」を提案しています。これまで人間だけが行っていた編集作業を機械化することにより、ウェブの情報をより使いやすいものにすることを実現します。

2. 研究の成果

情報を編集する際には、利用目的を明確に想定することが重要です。本研究では、「わからない用語の意味を知りたい」という状況下での利用を想定し、ウェブをあたかも用語集（辞書）のように利用することができるシステムを作成しました。利用者がすることは、知りたい用語を入力するだけです（左図）。システムは、この用語の意味を説明する文章が書かれたウェブページを探し出し、その説明部分を特定し、それらを語義毎に整理して表示します（右図）。

本システムでは、編集の4つの要素、すなわち、収集、選別、組織化、提示のすべてを自動化しています。収集・選別では、サーチエンジンを利用してウェブページを収集し、その中から調査対象の用語の説明が書かれているものだけを選びだします。ここでの中心技術は、テキストから用語を説明する文（用語定義文）を抽出する技術です。一方、組織化・提示では、抽出した多くの用語説明を同じ意味を表すグループに分割し、それらを見やすい形に整形して出力します。これを実現するためには、2つのテキストが同義であるかどうかを判定する技術が必要になります。この2つの自然言語処理技術が、本システムの中核技術です。

本システムの姉妹システムに、名称から住所情報を探し出すシステム（WIT/Doko）、氏名から人物情報を探し出すシステム（WIT/Who）があります。これらのシステムは、URLのリストを出力する汎用サーチエンジンと異なり、情報をコンパクトな形式に自動編集して出力する点に特徴があります。



参考文献

- [1] Satoshi Sato. Automated Editing of Hypertext Résumé from the World Wide Web. *Proceedings of 2001 Symposium on Applications and the Internet (SAINT 2001)*, pp15-22, 2001.

通信システム工学講座 伝送メディア分野（森広研究室）

「Kaバンド通信衛星を利用した超高速ネットワークに関する研究開発」

宇宙科学観測では、観測施設が僻地に設置される場合が多く、得られた画像データ等の多量の観測データを遠隔の研究施設で処理・解析するためには、高速通信回線の利用が望まれています。また、ギガビットネットワークが主要研究施設間に敷設されていますが、これを有効に利用するためには観測施設等の遠隔施設を収容するためのアクセス系の実現が望まれています。宇宙科学観測を主たる対象として、多数の観測・研究施設をギガビットネットワークに収容するために、衛星通信アクセス系を利用したシステムの研究開発を超高速信号処理分野佐藤研究室、大阪工業大学、財団法人日本宇宙フォーラムと協力して進めています。

現在、宇宙開発を行う上で大きな問題となっている宇宙デブリを観測するための施設の整備が岡山県で進められています。そこで、ギガビットネットワークにおけるアクセス系として衛星回線を利用し、この宇宙デブリ観測データを観測施設と各研究施設間で相互に転送するシステムの実現方法について検討しています。衛星回線としては、高速通信に対する帯域確保が可能なKaバンドを利用することとし、衛星地球局としては、観測施設とギガビットネットワークの複数アクセスポイントへの設置を想定しています。本システムの想定構成を図1に示します。このような構成とすることにより、アクセスポイントにおける負荷状況や衛星下り回線における降雨に対して、柔軟な経路選択が可能となり、さらに地上回線を組み合わせることにより衛星における高利得スポットビームを利用することが可能となります。従来、Kaバンドを利用するためには降雨に対するマージン確保が大きな課題ですが、本システムでは、地球局の小型化を優先し、降雨マージンは最小限に設定し、この範囲での特性、利便性を実験的に検証することを主題としています。本システムの地球局の諸元及び概観を表1、図2に示します。

今後は、実衛星アクセス系を利用したギガビットネットワークとの統合ネットワークのシステム評価を進めたいと考えています。

表1 地球局の諸元

項目	仕様
送受信周波数	29.505~30.425/18.505~19.425GHz
アンテナ	オフセットパラボラ(開口径1.2m)
最大送信出力	40W
受信雑音温度	200K
変調形式	QPSK
誤り訂正方式	外符号：リードソロモン(204,188) 内符号：畳み込み符号/ビタビ復号
データ速度	K=7(1/2, 2/3, 7/8) 1.5Mbps~60 Mbps

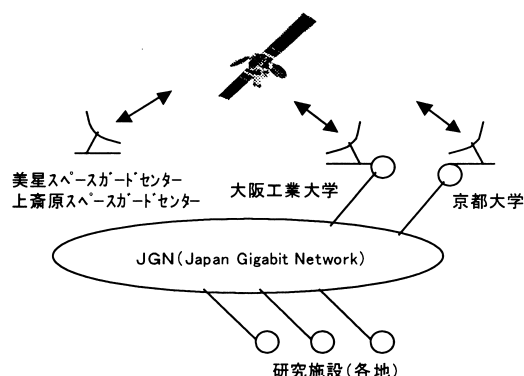


図1 システムの想定構成



図2 実験用地球局

集積システム工学講座 情報回路方式分野（中村研究室） 「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」

LSIプロセス技術の着実な進歩に伴い、大規模なLSIを短期間に設計・開発するために設計資産（IP: Intellectual Property）の再利用が必須となってきた。特にデータの入出力を制御する通信インタフェース部は、多岐にわたる機器に用いられるため、IPとして非常に価値が高い。本研究室では情報家電を相互接続する通信インタフェースとして期待されている高性能シリアルバス規格IEEE1394のリンク層LSIの設計・開発、ならびにハードウェア記述言語によるLSIの動作記述とソフトウェア言語によるシステムの動作記述とを協調検証するためのシミュレーション環境の研究を進めている。IEEE1394は図1のように一般のネットワークインタフェースと同様に階層構造を採っており、シリアルバス管理部はバス全体の管理を担い、アプリケーション層はトランザクション層からデータを受け取り処理する。物理層はバスの使用权を獲得するための調停を行なうとともに、物理的規格を提供する。一方リンク層は物理層と他層との間で、パケットの中継を行なう。また物理層から受け取ったパケットデータに対し、CRCによるエラーチェックを行ない、アクノリッジパケットを生成するなどの役割を担う。このうちリンク層LSIのアーキテクチャを決定し、ハードウェア記述言語Verilog-HDLを用いて設計した。

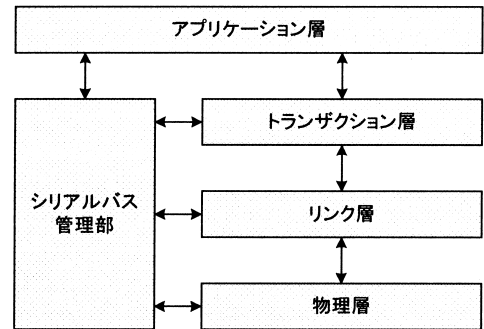


図1 IEEE1394デバイスの階層構造

ここで、IEEE1394デバイスは各階層独立に設計されるが、ネットワーク機器として相互に通信できることを確認するためには、各層を協調動作させながらシステムレベルで検証を行なう必要がある。このため、ハードウェアとソフトウェアで構成されるデバイスを検証するためのシミュレーション環境を構築した。一般にVerilogシミュレータは、Verilog-PLIと呼ばれるC言語とのインタフェースを有しており、新たに開発した離散事象シミュレータと組み合わせることにより、LSIの機能を記述するHDL記述、ソフトウェアの機能を表現するC言語記述、ならびにシステムの仕様を表現する記述とを混在し検証することを可能にした。

具体的には、リンク層のハードウェア記述と、ソフトウェア層の機能、ならびに物理層仕様のC/C++言語記述を用意した。ソフトウェア言語により記述された動作モデルは、「イベント」と呼ばれる単位で動作を取り扱っており、離散事象シミュレータはC/C++言語で記述されている関数をイベント単位で登録し、Verilogシミュレータに処理を受け渡す。Verilogシミュレータはこのイベントを処理した後、離散事象シミュレータにこの情報を返す。このようにイベントを離散事象シミュレータが一括して処理することにより、時系列どおりのシミュレーションが可能である。この環境を用いて、パケットの送受信をはじめとするリンク層の動作シミュレーションを行ない、正常動作することを確認した。

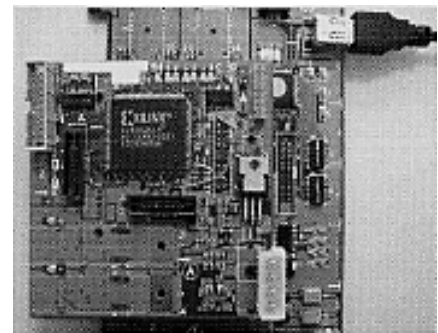


図2 リンク層LSIのFPGAによる実装

また、設計したリンク層をXilinx社FPGAに実装し、汎用の物理層LSIと接続し動作確認を行った(図2)。リンク層LSIは物理層LSIと通信し、バス上で発生したリセット操作や、受信したパケットの内容を出力としており、実際のデバイスを接続した場合に正常動作することを確認した。今後これらの資産を利用し、IEEE1394バス同士を接続するバスブリッジを実現すべく、研究を進める。
[参考文献] Keishi Chikamura, Tomonori Izumi, Takao Onoye, Yukihiko Nakamura: "IEEE1394 system simulation environment and a design of its link layer controller", *IEEE International Symposium on Circuits and Systems*, May 2001.

集積システム工学講座 超高速信号処理分野（佐藤研究室） 逆問題の求解アルゴリズムによる宇宙空間の電磁波動データの解析

本研究室では各種電磁波計測や光通信など、高速な信号処理を必要とする諸分野の信号の性質を研究し、大量データからの情報抽出の高速化および高精度化の手法の開発を行なっています。今回は宇宙空間で観測される電磁波動データの高速信号処理の方法について紹介します。

1. 研究の背景

宇宙は電子・イオンなどの荷電粒子で満たされたプラズマ空間です。特に地球近傍プラズマは、地球磁場によって閉じ込められた「磁気圏」という領域を形成し、プラズマと地球磁場との相互作用が様々な電流やプラズマ波動を発生させます。これらの電磁現象は、大規模磁気嵐時の人工衛星の故障など、様々な形で我々の生活に影響を及ぼすため、国際宇宙ステーション計画をはじめとする宇宙利用の大規模化につれ、「宇宙天気予報」による宇宙環境予測にむけた研究の重要度が増しています。そのために各国で科学衛星による宇宙空間の観測が行なわれていますが、衛星による移動観測は、現象の時間・空間変化の切り分けが難しく、種々の要因が複雑に絡む宇宙環境の全体像の把握は容易ではありません。

2. 研究成果

「あけぼの」は1989年の打ち上げ後12年以上にわたり、地球近傍磁気圏の波動・プラズマ粒子などの観測を行ってきた科学衛星です。太陽活動周期の11年を上回る長期連続観測は世界的にも珍しく、蓄積された約1.5テラバイトの観測データは地球周辺の宇宙環境を知る貴重な財産です。当研究室は「あけぼの」に、20kHz以下のプラズマ波動の観測器を搭載し、そのデータ解析を担当しています。プラズマ波の特徴は、発生領域や観測点までの伝搬路上のプラズマ環境に大きく依存するため、逆に観測した波動データに内在する特徴量を抽出できれば、波動が発生・伝搬した媒質の情報、すなわちグローバルな磁気圏環境が推定可能です。

衛星上で観測される波動の振幅や位相情報は、波動の到来方向を知る手がかりです。しかし到来した波は一般に単一の波とは限らないので、到来波を無数の平面波の重ねあわせと仮定し、そのたしあわせが観測結果をもっとも良く説明するエネルギー分布を求める必要があります。しかしこの方法は一意に解を求めることが困難な「逆問題」の一種で、さらに未知パラメータのあらゆる組み合わせをしらみつぶしに調べることは計算量の点から現実的ではありません。当研究室ではこの問題を、ニューラルネットにおけるエネルギー関数の概念を導入し、最急降下法とランダム探索のハイブリッドな組み合わせによって、高速に解く方法を開発しました [1]。図1は、あらかじめ解が分かっている疑似データを、我々が開発した手法によって再構築する様子を示しています。図1(a)に示す真の解に対し、図1(b)~(d)のように、解を反復改良するにつれ、真の解に近づく様子が分かります。

参考文献

後藤、笠原、佐藤：ガウス分布モデル波動分布関数法による伝搬ベクトル推定に関する研究、電子情報通信学会論文誌、2001、Vol. J84-B、No. 2、pp. 263-271。

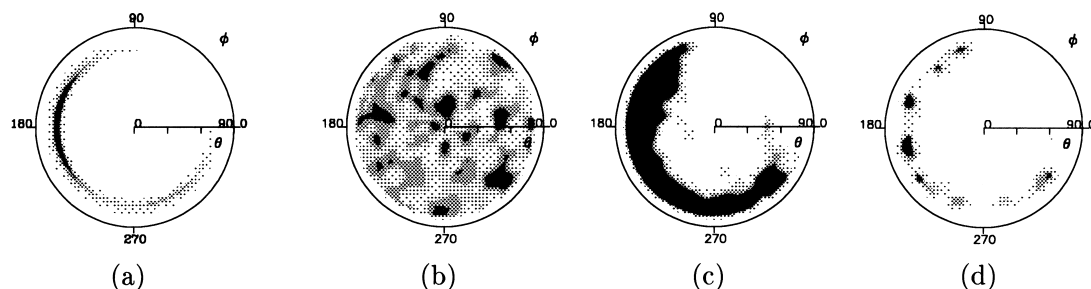


図1：ハイブリッドアルゴリズムを用いた求解のシミュレーション結果

システム情報論講座 画像情報システム分野（英保研究室） 「時空間データ処理による車両走行状況の計測」

道路上の自動車等の走行状況を計測し、定量データとして取り出すことは、交通状況の情報利用や道路使用状況の把握のためには不可欠である。また、実際の各車両の正確な動きを把握することは、交通事故や交通渋滞の解消、さらに、ドライバーが快適かつ効率的に道路を利用するための安全で合理的な道路構造や走行レーンの設計などにも欠くことのできないものである。本研究室ではこれまでこのような自動車の走行状態の計測について、いくつかの研究を行ってきたが、本稿では直交2断面画像を用いた交通流の計測システムについて述べる。

道路を横断的に撮影（カメラの光軸と車両走行方向は直行するように撮影）した画像を時系列として積み重ね、地面に対して水平な面で切断して得られる画像（軌跡画像）および車両の走行方向に垂直な面で切断して得られる画像（スリット画像）の2種類の画像を用いて、車両の大きさ、速度、台数などを計測し、交通流を把握するシステムを構築しようとするものである。図1は時空間データ領域と上記2断面画像を模式的に示したものである。軌跡画像上では実空間のある1点が t 軸方向に並ぶため、背景など時間的変化の少ない点は t 軸方向にほぼ一定の値をとる。そこで車両を抽出するため、軌跡画像のすべての x において最頻値を求め、その値を背景の代表値ととらえて、車両領域を抽出する。速度はこれらの画像上では直線（曲線）の傾きであり、車両数はその本数としてとらえることができる。渋滞時には最頻値が本来の背景の代表値ではなく車両に対応する値を示すが、通常走行時の（渋滞前の）値から大きく外れるので検出可能であり、この場合背景値範囲はすでに得られているものを用いることで対応できる。抽出された車両軌跡を軌跡画像作成ブロックごとに t 軸方向に領域数を数えて値が変化する度にスリット画像を作成するものとする。軌跡画像と同様の方法で車両領域を抽出するが、軌跡画像から車両が存在しない時刻を求め、スリット画像の背景の代表値とすることで渋滞時にも対応できる。このスリット画像からも、車両数や速度が求まり、さらに、車両高や車両長さなどを計測することができる。図2に軌跡画像（車両域抽出）とスリット画像の例を示す。実験的な検証では車両が常に重なっているということがない限り計測可能であった。また、車種のなかに自転車や単車を含めることにより、人手により行われている一般道路上の車両数カウント等の高精度化・自動化も可能となろう。なお、本報の一部は、昨年3月電子情報通信学会総合大会にて、当時修士課程2年生の橋素子が発表し、学術奨励賞を得たものである。

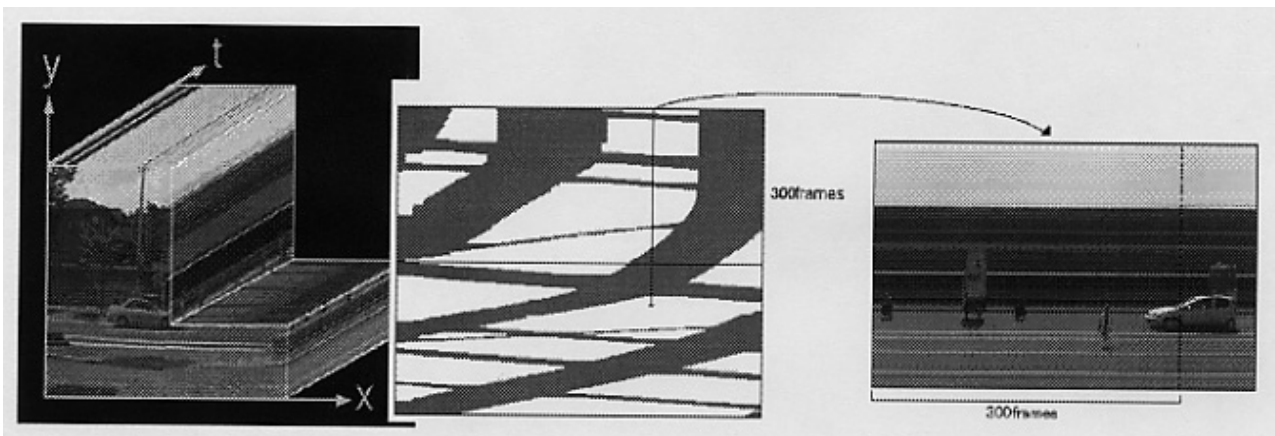


図1 時空間道路画像

図2 車両域抽出軌跡画像とスリット画像

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) 「ヘリオトロンJ」装置における圧力駆動型モードの線形安定性解析

本研究では $L=1/M=4$ ヘリカル軸ヘリオトロン装置、ヘリオトロン J (「cue」No. 2, pp. 12-14) における圧力駆動型モードの電磁流体力学的 (MHD) 線形安定性解析を行っている。圧力駆動型モードは有限圧力プラズマに伴う圧力勾配と磁力線の曲率との相互作用によって生じる不安定性であり、その性質を調べることは高温、高密度でのプラズマ閉じ込めを目指す上で重要である。

圧力駆動型不安定性はプラズマ全体に広がる大域的なモード構造をもつ交換型不安定性と、曲率の悪い場所に局在するバルーニング不安定性に分類される。一般に通常の $L=2$ ヘリオトロン装置 (例えばヘリオトロン E, Large Helical Device 等) はプラズマ境界付近で平均的な磁力線の曲率が悪くなり、そのため磁気面全体に広がった交換型の不安定性が生じる傾向をもつ。ここで磁力線の曲率の良し悪しとは、磁力線がプラズマに向かってどのように曲がっているかによって決まり、プラズマに対して凸 (凹) ならば良い (悪い) 曲率と呼ばれる。 $L=1$ 装置ヘリオトロン J における数値解析結果は、不安定性がこのような通常の $L=2$ ヘリオトロンと異なった性質を示すことを明らかにする。図 1 にヘリオトロン J の $L=1$ ヘリカルコイルと数値計算で求めた典型的なプラズマの一例を示す。色の違いは不安定性の駆動源である法線曲率の良し悪しに対応しており、赤い領域が悪い曲率であり、緑から青が良い曲率に対応する。4つの同一の磁場構造がつながってトーラスを形成している様子がわかる。図 2 はプラズマの典型的な二つの断面上での不安定モード構造を示している。不安定摂動が特定の磁束管 (磁力線の束) に局在しており、モード構造は大域的にならないことが分かる。また図では見えにくいですが、これらのモードは強いモード間結合を伴って断面の円周方向に小刻みに振動している (短波長モード)。このようなヘリオトロン J におけるバルーニングモードの特徴は、圧力分布、ベータ値などによらず、コイル系により適切に制御された磁場のトロイダル方向の強い変調に起因しており、また交換型モードは安定であることが分かった。大域的な不安定性はプラズマ全体にわたって熱 (エネルギー) の対流を生じ、平衡状態を大きく変えることになるので、そのような不安定性が存在しないことはヘリオトロン J の有利な点であると考えられる。また特定の磁束管に局在するモード構造はトカマクなどの軸対称系ではありえないヘリカル系固有のものであり、そのようなモードが実験的に観測されれば、こうした理論的予測が初めて検証されることになり興味深い。

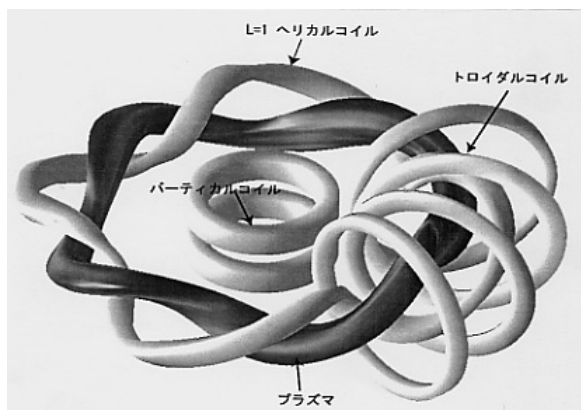


図 1 ヘリオトロン J プラズマ

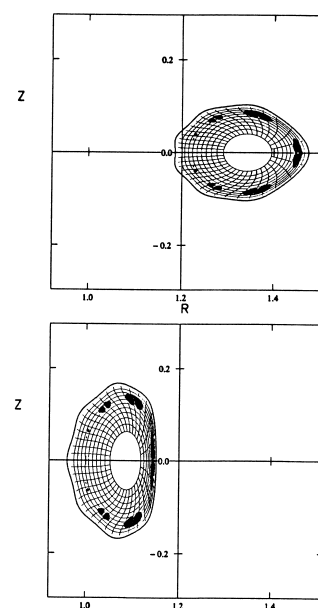


図 2 ポロイダル断面上の不安定モード

応用熱科学講座 エネルギー応用基礎学講座（野澤研究室）

「FeRAMゲインセル結合型スイッチングデバイスの基本回路動作シミュレーション」

究極のメモリとして将来の応用が期待されているFRAM（Ferroelectric Random Access Memory; 強誘電体メモリ）技術のロジックデバイスへの応用が注目されている。FRAMの特徴は不揮発性でありながら低電圧でプログラムできることである。一方ロジックの分野では低電圧で動作し且つ不揮発なスイッチングデバイスの出現が新しい応用分野を開拓するのではないかと見込まれている。そこでこの用途に合致するものとしてFRAMゲインセル結合型スイッチングデバイスを新たに提案すると共にその基本回路動作をSPICEを用いてシミュレーションした[1]、[2]。

図1にFRAMゲインセル結合型スイッチングデバイスの基本回路を示す。この回路はFRAM、ゲインセル、センスAMP、参照信号発生、リセット、昇圧の各回路ブロックから構成される。ゲインセル回路ブロック内に含まれるTr1がパストラジスタースイッチとして働く。このスイッチのON/OFF情報はFRAMのセルに記憶されている。FRAMへの書き込み動作は従来のものと同様にビット線にデータ入力した後プレート線を駆動することにより達成される。FRAM部からゲインセル部へのデータ転送動作は次のようにする。まずリセット回路を用いてビット線をGNDにプリチャージする。ワード選択の後プレート線にパルスを加えFRAM部の記憶状態によってあらわれるビット線の電圧の振れをセンスAMPで参照信号と比較しながらゲインセル部のパストラジスタースのノード電位を制御する。この状態でプレート線の電位を下げることにより一旦破壊されたFRAMセルに同じデータが書き込まれる。

この動作を0.6 μ CMOSプロセスのSPICEシミュレータを用いてタイミングチャートとして表したものを図2に示す。なお昇圧回路はワード線をブートしパストラジスタースのゲートを電源電圧までフルスイングすることに用いられている。この結果によりFRAMゲインセル結合型スイッチングデバイスの基本回路動作を確認することができる。

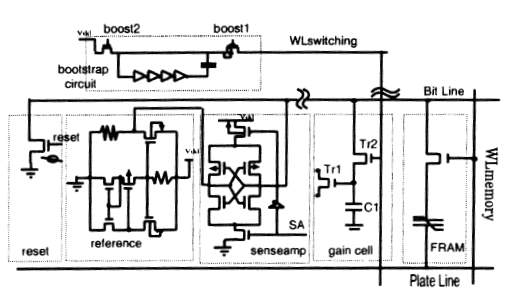


図1

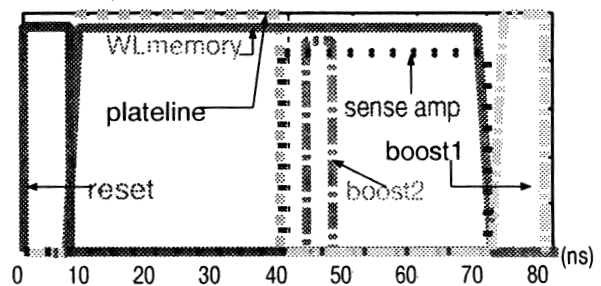


図2

[1] 香山信三、野澤博、第61回応用物理学会予稿集 444頁 平成12年9月 北海道

[2] S. Koyama, T. Takayama and H. Nozawa, 13th International Symposium on Integrated Ferroelectrics, p270, March, 2001 Colorado Springs, CO

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、中心部のイオン密度を上昇させると考えられています。

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・地雷探査、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）強度を自由に制御できる、4）パルス幅を任意に変えられる、といった点で優れています。

本研究室では、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し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) イオンビーム電流がある数居値を越えると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。

実験においてはこれまでに直径約35 cmの装置で定常的に 5×10^6 n/secのD-D中性子発生を実証しました。また、分光的計測方法（レーザー誘起蛍光法）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（図3黒丸）、30年にわたる二重井戸の存在に関する議論に終止符を打ちました。また、ドップラーシフト分光法によりIECプラズマ中のイオンとの荷電交換反応によって生成される高速中性原子のエネルギー分布を明らかにしました（図4）。

今後は、これらの測定法を駆使して陰極中心付近ポテンシャル分布やイオンのエネルギー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と核融合反応率の大幅な向上を目指します。

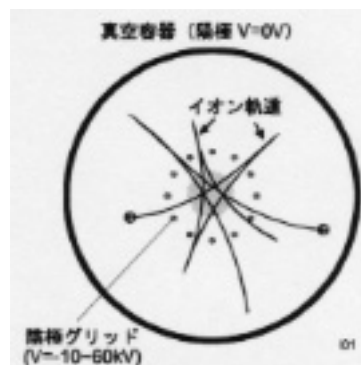


図1 IEC装置の概略図

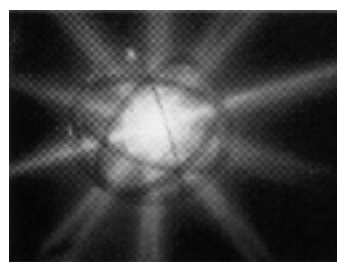


図2 陰極付近の放電の様子

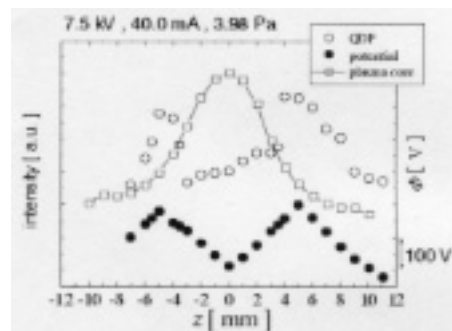


図3 二重井戸電位分布（黒丸）、プラズマコアからの自発発光強度分布（白四角）とレーザー誘起蛍光強度分布（白丸）

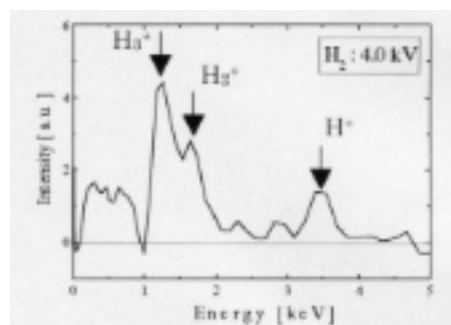


図4 中性水素原子のエネルギー分布。3つのイオン種に起因する3つのピークが見られる。

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）
 「磁場閉じ込め装置における周辺プラズマ挙動の解明とその制御」

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一次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」解決の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。高温プラズマを長時間安定に維持・制御するためには、高温プラズマと材料表面との間を取持つインターフェースを、如何に旨く制御できるかが重要です。トーラス型磁場閉じ込め装置でこのインターフェースの役割を担うのが、高温プラズマ閉じ込め領域の周辺に存在する「周辺プラズマ」です。この周辺プラズマは、閉じ込め領域から拡散してくる高温プラズマのほか、固体壁からのリサイクリング／スパッタリング中性粒子および固体壁表面からなる複合混成系となっています。私たちは、私たちヘリオトロングループが先進的高温プラズマ閉じ込め磁場として提案しているヘリカル軸ヘリオトロン磁場配位における、周辺プラズマ制御技術の開発を目指し、2000年度からプラズマ実験を開始したヘリオトロンJ装置を用いた実験的研究を行っています。特に、ヘリオトロンJ装置は、周辺領域の磁場構造を大きく変えることが可能で、この研究を通じて、ヘリカル軸ヘリオトロン磁場に最適な周辺磁場構造並びに周辺プラズマ制御法開発への道が開けるものと期待しています。

現在、第一段階として、ヘリオトロンJ装置周辺プラズマの特質を知るため、主として閉じ込め領域近くや真空容器壁近くに置いた静電探針を用い、周辺プラズマ温度、密度、空間電位、ならびに各空間分布測定のほか、周辺プラズマ分布に影響を与える密度や電位の揺動成分についても、その大きさ、周波数特性、相互相関など、その特徴を調べています。

図は、閉じ込め領域から拡散してきたプラズマが磁力線に沿って運ばれてくる真空容器壁近くの領域2ヶ所に設置した4×7静電探針アレイによるプラズマ密度（図1）および浮遊電位（図2）の分布を示しており、ヘリオトロンJ装置の「標準儀場配位」での例です。プラズマは、高電力ミリ波（53.2GHz、400kW）による第二高調波電子サイクロトロン共鳴加熱により生成・維持されています。探針アレイのある場所は、磁力線構造としては上下対称な位置関係にあります。図に観られるように、プラズマは上下で異なった分布の特徴を示しています。閉じ込め磁場の向きを反転した状況では、図に観られるプラズマ分布の特徴は、ちょうど上下逆転したように見えます。このような磁場の向きが関係する分布の違いが生ずる原因の一つとして、プラズマが流れてくる間に受ける磁場勾配ドリフトの影響が考えられます。定量的な理解ができるよう、実験データの収集とともにシミュレーションによる検討も進めているところです。

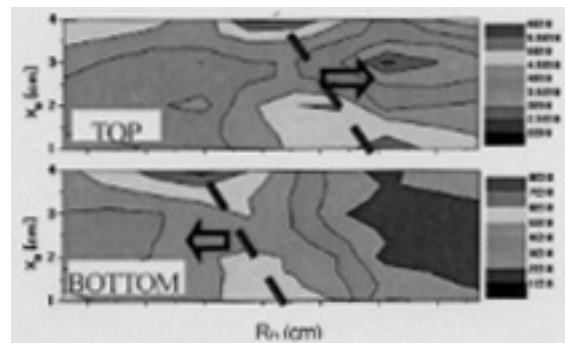


図1 上下対象位置に置いた探針アレイ上の密度分布。(RD：大半径方向、XD：トーラス方向) 分布の「稜線（破線）」位置が上下でずれている。

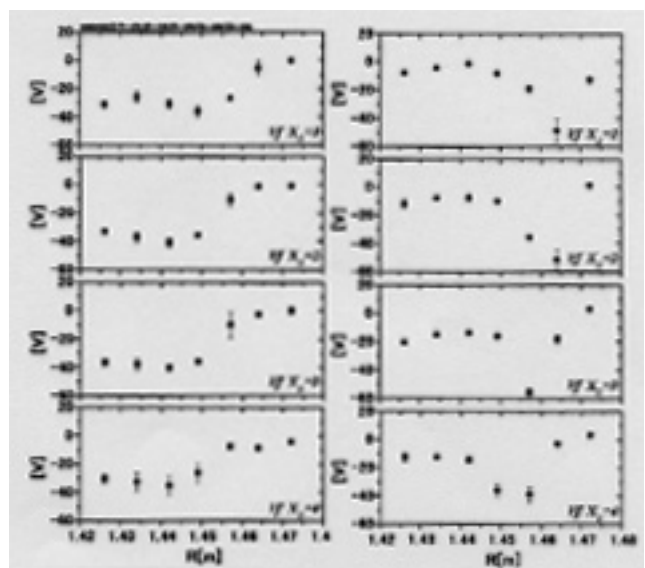


図2 図1と同じ探針アレイで観測した浮遊電位分布。上（左図）と下（右図）で分布の特徴が異なる。

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） 「静止衛星を利用したインターネット」

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っている。本稿では静止衛星を使ったインターネット、TCP/IP通信ならびに宇宙ステーションでのインターネットについて述べる。TCP/IPは有線ネットワークを想定して設計されている。TCP/IPの改善が試みられ、送信は衛星回線を利用し受信確認は地上回線を用いる片方向の衛星通信などでは商用ベースでも行われる程である。一方、双方向の衛星通信も盛んに研究が行われている。しかし宇宙ステーションとの通信回線においてはあまり行われていない。

宇宙ステーションは400kmと低高度のため、地球との通信では、静止中継衛星を用いている。伝送路の特徴として片道250ms程度の大きな伝送遅延が存在する。TCP/IP通信におけるTCPは受信確認信号であるACKが遅れるためにウィンドウサイズの制限によって新たにセグメントを送出することができなくなり、TCPのスループットは低下する。この問題への対処として一般に、送信ウィンドウサイズを伝送路に最適な帯域幅遅延積に等しく取ればよいことが指摘されている。これはラウンドトリップタイムRTTが10ms、回線速度10Mbpsの一般的なイーサネット環境の帯域幅遅延積12800バイトに比べ衛星回線の場合、RTTが500ms、回線速度を1.544Mbps(これでも遅いが)としても帯域幅遅延積の値は95550バイトで非常に大きい。これは回線速度が速くなったことと等価である。ウィンドウサイズを大きくするだけで解決するわけでは無く、例えば最大セグメントサイズが大きい場合は、本来のTCPをスムーズに動かすための幾つかの機構によって逆にスループットが低下するなどの問題がある。図1に示すが、TCP Renoが標準的に使われているもので、SACK TCPなどの改良型TCPにより改善がみられる。

もう一つの問題は、日本モジュール（JEM）では、中継衛星を用いる場合の不可視時間によって平均30分程度の通信断絶が発生する点である。断絶時にデータのやり取りが無ければ復帰時に再開され問題はない。送信中のセグメントが存在する場合は再送タイマーが動作し、約9分以上の通信断絶の発生に対してはTCPの接続が切れてしまう。不可視時刻が予測できるので再送タイマーを止めるなど実装を変更して対応した。また図2に示すように四角印のRenoに比べ、三角印のように再開後のスループットも早く立ち上がれる工夫を行った。断絶時間が1秒程度と非常に短い場合には、従来のもまでも良い。

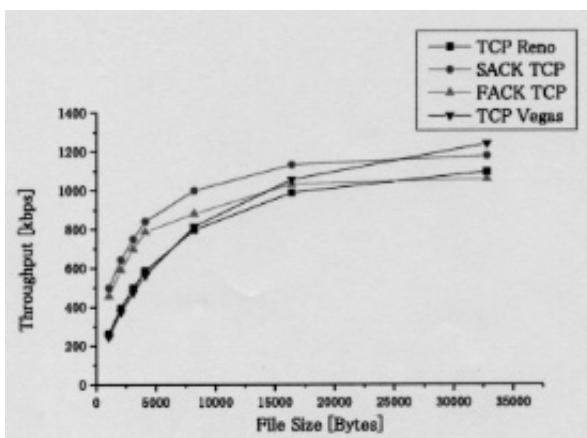


図1 種々の方式によるファイルサイズに対するスループット特性

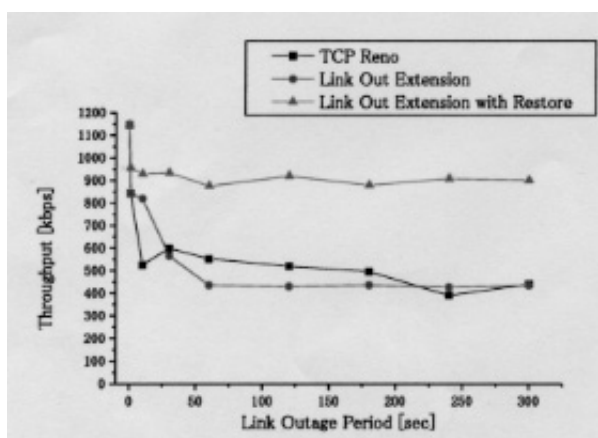


図2 断絶時間に対するスループット特性

京都大学ベンチャー・ビジネス・ラボラトリー (KU-VBL)

「関西テクノアイデアコンテスト」～大学からのハイテクベンチャーを目指して～

京大VBLでは、(財)近畿地方発明協会(理事長:近藤文治先生)と共催し、「関西テクノアイデアコンテスト」を実施しています。これは、関西圏の教官・学生が日頃思いついた技術アイデアを具体的に企画化して発表する場です。ハイテクからローテクまで幅広いアイデアが寄せられ、特許相談室やその他外部機関との連携によって新規アイデアの創出と特許化をバックアップしています。

本コンテストは1997年度から開始し、2000年開催分で通算4回目を迎えます。優れた科学技術アイデアを表彰し、実用化への道をサポートすることによって、学術研究と違った視点を養い、特許や起業に対する意識を高めるという啓蒙的な意義をもっています。2000年度分を例にとると、Webや案内通知、ポスターなどを通じて参加を募ったところ、関西圏のみならず遠方大学(北海道)も含め合計44件の応募がありました。入賞選考は、弁理士、企業の技術顧問、および京大・阪大・神大などのVBL関連教官らの選考委員が行い、12件を入賞選抜しました。VBL 2F セミナー室にて行われた二次発表・審査会(2000年11月24日)には、一般も含め50人あまりの聴衆が集まり、マスコミによる取材・報道もされました。京大VBLでは、これら技術アイデアを単なるアイデアに終わらせるのではなく、本施設で開設している特許相談室、起業相談室と連携を取り、特許取得や起業化への具体的なサポートを行っています。事実、数件の特許が申請され、また起業化への模索を行っている学生もいます。以下に、過去入賞した発表リストを記します。(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)

【関西テクノアイデアコンテストの入賞例】

- ◆シロアリの卵運搬本能を利用した駆除技術
- ◆Rewritable 3D Optical Memory
- ◆ダイナミックに可変なノンメカニカル光学素子
- ◆水晶を用いた微小質量分析計の高感度化技術
- ◆より簡便な3次元映像の記録・再現技術
- ◆LB膜を用いた超高密度磁気記録媒体の開発
- ◆メソ・マクロ孔多孔質膜TiO₂電極を使用した色素増感太陽電池
- ◆非線形光学分光法を用いた新しい蛋白質分子量分析法
- ◆フェムト秒超短パルスレーザーを用いた古典絵画の修復法
- ◆超音波空間測定用センサーとそれを用いた盲人用歩行補助システム磁場分布の計測法

平成12年度修士論文テーマ紹介

平成12年度修士論文一覧

工学研究科 電気工学専攻

猪飼 聡 史 (荒木教授) 「白内障手術時の前房内圧制御—模擬実験装置のモデル化とアクチュエータの設計—」

白内障手術の合併症の原因である前房内圧の急激な低下現象を抑える装置の開発を目的として、前房内圧模擬実験装置のモデル化、アクチュエータの設計・作製を行い、実験装置において前房内圧制御実験を行った。その結果、適切に前房内圧を制御できた。

黒土 勇 二 (荒木教授) 「リミットサイクルの対称性の崩れに注目したカオス発生過程の考察」

平衡点に関して方程式が対称な3次元発振器に生じる点対称なリミットサイクルが、周期倍分岐を経てカオスとなる過程の存在を示し、そのカオス発生パラメータを方程式が非対称な場合と比較検討した。そしてこの過程が、非対称な場合と同様に普遍的であることを示した。

佐野 大 輔 (荒木教授) 「不定期サンプリング下での制御系設計に関する考察」

制御対象の観測値が定期的に得られない不定期サンプリングという状況下で、制御系を設計する方法について検討した。その結果、今回提案したレギュレータは、不定期サンプリング下で制御対象を安定化するのに有効であることがわかった。

樋口 州 吾 (荒木教授) 「血糖値制御システムにおける制御対象モデルの検討」

周術期の患者の血糖値管理を目指して開発された従来の血糖値制御システムが、整定時間と行きすぎ量の仕様を満たさなかった原因は、インスリンに対する血糖値変化のモデルにあると考え、モデルの再検討を行い、従来より望ましい性能を持つシステムを開発した。

澤田 誠 二 (島崎教授) 「並列電磁界解析のための問題解決環境に関する基礎的研究」

並列計算機を用いた電磁界解析のための問題解決環境の研究を行った。簡単な解析対象の形状入力よりメッシュ生成、数値解析、結果の可視化を可能にした。Webインターフェースを用いてユーザーインターフェースを構築し、システム操作を可能とした。

曾我部 亮 (島崎教授) 「移動導体を含む渦電流解析コードの開発とその並列化に関する研究」

移動導体を含む渦電流解析の並列化コードの開発を行った。連立一次方程式反復解法の前処理については、既存の並列化手法の実装に加え、前進後退代入後にGauss Seidel Sweepを行うという手法を提案した。この手法がより高い並列化効率を実現する可能性を示した。

只松 明 洋 (島崎教授) 「パルスMHD発電機の誘導磁界を考慮した3次元解析」

パルスMHD発電機内に誘起される誘導磁界の解析手法を開発し、同発電機の誘導磁界を含めた3次元解析を行った。発電機内の電流が大きいと、誘導磁界は流体諸量に大きな影響を与えることを明らかにした。また、同発電機の並列解析手法を開発した。

山本 英 弘 (島崎教授) 「最小二乗有限要素法の電磁界解析への適用に関する基礎的研究」

最小二乗有限要素法を静磁界問題に応用することにより、同法の電磁界解析へ適用可能性を検討した。また、最小二乗有限要素法における誤差評価法を検討した。その結果、最小二乗有限要素法は2次元静磁界問題に対して十分な解析能力を持つことを示した。

平田 智 宏 (牟田教授) 「高温バルク超伝導体の電動機への適用可能性に関する基礎研究」

Bi-2223超伝導バルクディスクを回転子に用いた、アキシアル型超伝導電動機を試作した。その基礎特性を測定し、駆動力発生機構、設計法、制御法の構築を目指した。誘導電動機と同様なV/f一定制御

のインバータ駆動を行ったが、始動トルクが小さかったため、同期引き入れが出来なかった。このため、すべりの大きな誘導機としての特性把握を行った。

山 地 教 文 (牟田教授) 「多相超電導送電ケーブルの電流・磁界分布に関する基礎的研究」

ケーブルコアからの漏れ磁界が他相のケーブルコアにどのような影響を及ぼすかを検討した。単相ケーブルにおける漏れ磁界を明確にし、外部横磁界が印加したときの電流、磁界分布も解析した。それをもとに、位相差が π である二相ケーブルの漏れ磁界について解析した。さらに、三相ケーブルの解析法についても示した。

吉 本 匡 宏 (牟田教授) 「200MW級超伝導発電機の動態安定度解析に関する基礎的研究」

界磁巻線のみを超伝導化した回転界磁型超伝導発電機で、解析例の少ない動態安定度について、一機無限大母線電力系統を対象として、各種系統条件下での解析を行った。その結果、高い動態安定度を有しており、安定した電力供給の継続が可能であることが明らかとなった。

土 谷 慎 吾 (牟田教授) 「Bi-2223銀シース多芯テープ材における熱損失特性の磁氣的異方性に関する研究」

酸化物高温超伝導応用機器の実用化の大きな壁となっている電流輸送特性の磁氣的異方性の定量的記述法および熱的損失特性の磁氣的異方性を予測する方法を確立し、応用機器の設計指針を示す上で有益な特性を予測可能にすることを目的とした。また、これまで直接測定をすることが不可能であったフィラメントの温度を測定する方法についても提案した。

立 松 明 芳 (宅間教授) 「表面電荷法の高度化と帯電電荷測定法への応用」

絶縁物の帯電は各種の高電圧絶縁機器で問題になるが、帯電分布の定量的測定法は薄板形状を除き未確立である。そこで、表面電荷法(数値電界計算法の一種)をさまざまな工夫で高度化し、これを用いた逆計算法に基づき非薄板絶縁物上の帯電分布測定法を検討するとともに、測定値の誤差の効果などを明らかにした。

山 田 浩 章 (宅間教授) 「c-C₄F₈を含む混合ガスのガス絶縁への適用」

高電圧ガス絶縁機器に現在広く使用されているSF₆ガスは、高い地球温暖化効果(GWP)を有し、代替ガスの開発が急務である。そこで、c-C₄F₈を含む混合ガスの使用を提案し、絶縁特性を実験的に明らかとした。その結果GWPを純SF₆使用時の数%程度に抑制可能と試算した。

西 本 暁 洋 (宅間教授) 「真空中スペーサの絶縁性能向上に関する研究」

真空中では高電圧導体を支持するための絶縁スペーサが存在すると、それが無い場合に比べて絶縁性が著しく低下する。その理由の一つはスペーサの表面が帯電しやすいためである。本研究では帯電し難く絶縁耐力に優れ、かつコンパクトスペーサを実験とシミュレーションによって検討した。

中 西 彰 (宅間教授) 「標準システムモデルにおける内部共振の解析」

電力システムには固有の動揺モードがあるが、モード間の相互作用によって動揺が不安定になることがある。この現象は内部共振とよばれている。本研究は、電気学会が作成したWEST30およびEAST30標準システムモデルの解析を行ない、いずれの系統においても内部共振が起きることを示した。

Phongphanphanee Anan (宅間教授) 「Study on Frequency Response of Thyristor-Controlled Series Capacitor」(サイリスタ制御直列コンデンサの周波数特性に関する研究)

サイリスタ制御直列コンデンサ(TCSC)は送電線の輸送能力を向上させると同時に軸ねじれ共振(SSR)の緩和に有効であるといわれている。本研究はTCSCの周波数特性を解析的に求め、その有効性を明らかにした。

米 本 明 弘 (奥村教授) 「Study on Fault Location of Transmission Lines by Laguerre Function」

(ラゲール関数による伝送線路の故障点標定に関する研究)

無損失大地上の伝送線路における短絡時の過渡波形がラゲール関数で表現できることにもとづき、実際の大地の損失による波形のなまりの除去方法も含め、相関フィルタバンクによる故障点標定法を提案した。また、数値逆ラプラス変換に関してDurbinの方法を改善した。

清水 隆 宏 (奥村教授) 「周波数依存性を持つ不均一伝送線路の散乱行列法による過渡解析」

周波数依存性を持つ不均一伝送線路を、均一線路を縦続接続したもので近似し、散乱行列法を用いて解析することが有効であることを示した。時間領域で数値計算を行うため、非線形終端の場合についても容易に解析を行うことができるという特徴を持つ。

Tan Kong Hwee (奥村教授) 「Study on Tolerance Analysis of Transistor Circuits with Application of Kharitonov's Theorem」(ハリトノフの定理を応用したトランジスタ回路のトレランス解析に関する研究)

回路のパラメータがある温度の範囲内にとりうる値をまとめて区間関数として扱い、回路の特性方程式を導出することが可能である。区間多項式の形をした特性方程式の安定性判別をハリトノフの定理、その長方形が複素平面に描く軌跡、また、零排除定理を用いて行う。

西 川 友 希 (奥村教授) 「FPGAを用いた数値ラプラス変換プロセッサの設計に関する研究」

実時間で数値逆ラプラス変換を実行するプロセッサの設計に関して、再構成可能な集積回路であるFPGAに適したアーキテクチャを提案した。また、FPGA上で浮動小数点演算によるフーリエ変換を実現するために、速度やゲート数に関する検討を行なった。

細 川 琢 磨 (萩原助教授) 「定常ゲインを考慮したモデル低次元化手法とその電力系統縮約への応用」

本論文では、従来のモデル低次元化法に対する改良を提案する。それは、ステップ応答の誤差を小さくするために定常ゲインを保存しつつ、LMI最適化によって誤差システムの H_∞ ノルムも小さく抑えるというものである。またこれを電力系統の縮約問題に適用し、その有効性を確かめる。

麦生田 徹 (萩原助教授) 「サンプル値系の正実性に基づく L_2 安定解析」

まず、サンプル値系の L_2 安定性について、正実性と受動定理に基づく条件を導く。次に、この結果に基づき、サンプル値系のゲイン余裕の計算が、2分法を用いて効率よく計算できることを示す。さらにこの計算法がサンプル値系のロバスト安定性解析に適用できることを示す。

小 川 純 司 (引原助教授) 「DC-DCバックコンバータの不連続導通モードの動作特性に関する研究」

DC-DCバックコンバータ回路は、設定条件によってカオスを含む非線形振動が生じることが知られている。通常使用が避けられる不連続導通モードに関してその動作特性を実験的、数値計算的に検証した。またDC-DCバックコンバータ回路を並列接続して電流を分担させた回路の動作についても検討した。

田 中 寛 人 (引原助教授) 「通信ネットワークに生じる非線形現象とその解析」

通信ネットワークは時間遅れを含む非線形なシステムであり、近年、カオスに代表される非線形現象発生の報告が多くなされている。そこでパケット交換機のダイナミクスの解析を行い、またATMネットワークABRサービスクラスの新たなモデルを提案し、そのシミュレーションを行った。

西 山 英 明 (引原助教授) 「TCR方式SVCに生じるスイッチング動作の分岐現象に関する研究」

電力系統における無効電力補償装置であるTCR方式SVCでは、サイリスタの点弧角を変化させるに従い、サイリスタの導通時間が不連続に変化する分岐現象が生じる。本論文では、この分岐現象を単相及び3相の両回路における模擬実験、数値計算により検討した。

吉 岡 孝 (引原助教授) 「磁気浮上剛体に生じる6自由度振動に関する研究」

本研究は、磁気浮上走行する剛体の運動の非線形性を実験的に検討したものである。まず、剛体に働く力のモデルを提案し、そのモデルに基づく剛体の運動の実験装置を製作した。そして、実験装置によ

る測定結果より、剛体の運動の非線形性を論じている。

工学研究科 電子物性工学専攻

佐々木 仁 志 (石川教授) 「神経回路網形成および神経再生の実現に向けた医用高分子材料への炭素負イオン注入」

ポリスチレン、シリコンおよびポリ乳酸など医用高分子材料に炭素負イオン注入処理を行い、接触角や官能基の測定や神経細胞の培養実験を行った。炭素イオン注入により、高分子表面の親水化や細胞接着特性の改善が見られた。また、パターン注入により人為的神経回路網の形成も可能となった。

萩原 哲也 (石川教授) 「極低エネルギーイオンを照射したグラファイト表面電子密度変化のSTMによる動的観測」

極低エネルギーイオン照射装置を超高真空STMに組み合わせて、炭素イオンやアルゴンイオンなどをグラファイトに照射しながらSTM観測を動的に行った。イオン入射した表面を観測することに成功した他、アルゴンの脱離など表面物理に関する知見が得られた。

鷺森 友彦 (石川教授) 「光触媒の高効率化に向けた負イオン注入による酸化チタン表層での金属超微粒子の形成」

ルチル型二酸化チタン基板に銅や銀の負イオン注入処理を行い、光吸収特性や光触媒効率の測定を行った。金属負イオン注入により二酸化チタン表層に銅や銀のナノサイズの超微粒子が形成でき、メチレンブルーの分解特性は未注入の1.8倍と改善された。

伊藤 淳 (橘教授) 「フルオロカーボンプラズマを用いた低誘電率薄膜の形成」

低誘電率層間絶縁膜への適用を目標に、地球温暖化対策ガスを用いたプラズマCVDによりフッ素化アモルファスカーボン膜を作製し、その物性ならびに誘電特性を評価した。原料ガスとして芳香族フルオロカーボンを用いることにより低誘電率薄膜の耐熱性の改善に成功した。

岡野 勝 (橘教授) 「アッシング用プラズマ源としての低域混成波励起プラズマの基礎特性」

大面積均一に対応できる半導体プロセスプラズマ源の開発を目標に、低域混成波励起プラズマ源の波動伝搬と生成機構を調べ、プラズマの径方向分布の制御性の高さを示した。また、酸素プラズマを生成し、アッシング用プラズマ源としての特性も評価・検討した。

佐原 隆介 (橘教授) 「*In situ*赤外吸収分光法による (Ba,Sr)TiO₃薄膜MOCVDプロセスの反応解析」

次世代ギガビットDRAMのキャパシタへの適用が期待される高誘電率 (Ba,Sr)TiO₃薄膜の溶液気化MOCVDにおいて、原料分子が成膜に至るまでの化学反応を*in situ*赤外吸収分光法により調べた。原料分子の熱分解反応・酸化反応と作成した薄膜の物性との相関関係を議論した。

篠崎 淳 (橘教授) 「AC型PDP用MgO保護膜の作成とその表面物性が放電特性に及ぼす影響」

RFマグネトロンスパッタリングならびに電子ビーム蒸着によりPDP用MgO保護膜を作成し、その物性を評価した。作成したMgO膜を保護膜として用いたPDPセルにおいて放電電圧測定と放電発光の時間・空間分解顕微測定を行い、MgO膜物性が放電特性に与える影響を調べた。

中澤 敏志 (松波教授) 「ホットウォールCVDによる高純度SiC厚膜の成長」

研究室で独自に開発した横型ホットウォールCVD装置を用い、SiC厚膜成長に関する研究を行った。成長条件を最適化して、従来より一桁低いドナー密度およびトラップ密度をもつ高純度・高品質の半導体SiC成長層を作製した。また、移動度、少数キャリア寿命も他に類を見ない高水準の成長層を実現した。

平尾 太一 (松波教授) 「新しい面方位上のSiCエピタキシャル成長層を用いた高性能パワーMOSFETの作製」

4H-SiCの(0338)という新しい面方位を世界に先駆けて採用し、エピタキシャル成長を行った後にMOSダイオード、MOSFET(電界効果トランジスタ)を作製した。これまで研究されてきた(0001)よりも、界面準位密度は導電帯底付近で小さくなることを見だし、MOSFETのチャネル移動度の増大、しきい値電圧の減少を可能にして特性を向上させた。

小野島 紀 夫(松波教授) 「分子線エピタキシー法による六方晶SiC基板上へのAlN成長と電子デバイスへの展開」

六方晶SiC基板の表面状態を制御し、分子線エピタキシー法により、その上にAlN成長層を作製した。成長条件の最適化、膜厚の検討をして高品質のAlN結晶を得た。SiC MISデバイスへの展開とGaN成長におけるバッファ層としての応用に向けての研究を行った。

金 廣 正 彦(松波教授) 「酸素活性種を用いた低温形成極薄SiO₂膜の絶縁性の向上と界面物性評価」

リモートプラズマ酸化法によりSi表面を直接酸化して、数nmの極薄SiO₂膜を500~550℃の低温で形成した。基板ホルダを変更、酸化条件を最適化して絶縁性と信頼性を大幅に向上させた。形成したSiO₂膜をMOSFETのゲート絶縁膜に応用し、その特性を評価した。

高 田 正 基(松重教授) 「超高真空環境下における有機半導体擬真性状態の電気特性に関する研究」

本研究では、超高真空中で作製した有機半導体金属フタロシアニン薄膜へ濃度制御した酸素ガスをドーピングすることによって、有機半導体の擬真性状態を発現させ、そこでの移動度や導電率、キャリア密度などの電気特性を電界効果法を用いて研究した。移動度の温度特性からホッピング伝導が支配的であることが分かった。

東 條 友 昭(松重教授) 「高配向オリゴシラン薄膜の光物性に関する研究」

本研究ではペルメチルオリゴシランの12量体および18量体の配向膜を分子線蒸着法により各種基板上に作製し、原子間力顕微鏡による膜構造の解析および膜構造に基づく光物性の評価を行った。12量体、18量体の積層膜では異分子間の励起子エネルギーの移動も確認された。

原 正 雄(松重教授) 「走査型プローブ顕微鏡による有機強誘電体薄膜の構造及び局所分極領域電気特性の評価」

分子メモリとしての応用が期待される強誘電性高分子ポリフッ化ビニリデン薄膜の構造・配向特性及び電気特性の評価を行なった。薄膜のエピタキシャル成長機構を明らかにし、更には基盤-分子相互作用により水素原子が基盤に吸着していることを示す結果が得られた。

福 間 剛 士(松重教授) 「ダイナミックモードAFMを用いた有機強誘電体超薄膜のナノスケール電子物性評価」

本研究では、温度可変型AFMや超高真空非接触AFMといったダイナミックモードAFMを用いて有機強誘電体超薄膜の構造および電子物性を、ナノスケールで直接観察・評価した。薄膜の熱相転移現象やエピタキシャル成長機構に関する新たな知見が得られた。

泉 知 明(藤田教授) 「時間・空間分解分光法による窒化物半導体の輻射・非輻射再結合過程に関する研究」

時間・空間分解フォトルミネッセンス分光装置を開発し、約1μmの時間分解能と1.5psの空間分解能を達成した。この装置を用いて、低転位成長技術によって作製された窒化物半導体において、輻射および非輻射再結合過程が、貫通転位やIn添加によってどの様に変化するかについて評価を行った。

上 坂 健 一(藤田教授) 「白色有機LEDの構造と発光特性」

白色有機発光ダイオード(LED)における構造と発光スペクトルの関係を調べた。まずシクロペンタジエン系青色発光層(PPCP)とアルミニウムキノリノール錯体緑色発光層(Alq)の組み合わせに対

し、膜厚、電流を変化させて発光特性を調べ、白色発光の得られる条件を導くと共に、発光領域の幅は20nm以上必要なことを示した。さらに赤色色素（DCM）の蛍光を加える構造を提案し、色調の優れた白色発光を得た。

久保 健（藤田教授） 「MBE成長ZnCdOの組成揺らぎおよび光物性に関する研究」

ZnCdO薄膜の分子線エピ成長（MBE）を行い、非混和性が大きいことによる強い組成揺らぎの傾向を持つことを示した。特定の条件で得られたZnCdO薄膜から強い青色ホトルミネセンスが得られ、これが薄膜中のCdリッチ領域への励起子の流れ込みに起因した発光であること、室温での発光内部量子効率がZnOに比べ数倍高いことを明らかにした。

西 條 慎（藤田教授） 「InGaN系発光ダイオードの発光機構に関する研究」

3次の非線形分光法である過渡回折格子法および熱レンズ法を用いて、InGaN系発光デバイスにおける、励起子やキャリアの拡散・局在化や再結合のダイナミクスを解析した。それによって、活性層のIn組成の異なる紫外、青、緑およびアンバー色に至る各種発光ダイオードの発光モデルを検討した。

山本 秀一郎（藤田教授） 「GaAs基板上への六方晶GaNのMOVPE成長におけるAIAs中間層および基板面方位の効果に関する研究」

GaAs(11n)基板上に数十nm厚のAIAs中間層を介してGaNの有機金属気相成長（MOVPE）を行うと、単一の六方晶をとることを見いだした。GaNの結晶性と基板面方位との関係を調べたところ、(114)B面基板上で最も良好であり、その理由を配向方向の関係から考察するとともに、低温で鋭いバンド端発光を示すGaN層を得ることができた。

岡野 誠（野田教授） 「3次元フォトニック結晶における単一微小光共振器の解析」

フォトニック結晶は、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、3次元フォトニック結晶中に埋め込まれた微小な光共振器の特性について、平面波展開法および時間領域差分法を用いて数値解析を行い、無閾値レーザーの実現に不可欠な単一共振器モードの具体的な設計にはじめて成功した。

吉澤 深（野田教授） 「量子井戸のサブバンド間遷移を用いた超高速光変調—新変調方式／新材料の導入によるフェムト秒領域動作の検討—」

量子井戸のサブバンド間遷移は非常に短いキャリア緩和時間等の特長を持ち、大きな注目を集めている。本研究ではサブバンド間遷移を利用した光—光直接変調のさらなる高速化を目指して新たな方式（高次サブバンドの活用）および材料（GaN/AlGaIn）の導入を検討し、変調速度を従来のピコ秒からサブピコ秒へと大幅に改善することに成功した。

柏木 祐（北野教授） 「軸対称エバネッセント波の発生とその検出」

円形パターンを描いたガラス板にレーザーを照射して、その後方表面に軸対称エバネッセント波とよばれる、波長程度のスケールで3次的に局在した波動が生成されることを確認した。測定には水晶振動子を利用した走査型近接顕微鏡を用いた。

高岡 明德（北野教授） 「量子計算におけるデコヒーレンスおよびユニタリー変換誤差に関するシミュレーション」

量子計算の実現に対する最大の障害であるデコヒーレンスとユニタリー変換の有限精度の影響について、因数分解のためのShorのアルゴリズムを例にとり、計算機シミュレーションを行なった。

陳 檣（北野教授） 「共同デコヒーレンス存在下での量子誤り訂正」

量子計算におけるデコヒーレンス対策として、量子誤り訂正法がいくつか提案されているが、ここでは、4つの隣接量子ビットが環境から同じ影響を受ける場合を想定した新しい誤り訂正コードを考案した。このコードは重ね合わせを用いず、しかも符号化復号化が単純であるという特徴をもつ。

イオン工学実験施設

金原 啓道 (高岡助教授) 「大電流ガスクラスターイオンビーム援用蒸着装置の開発とその応用に関する研究」

本研究では、ガスクラスターイオンビーム蒸着装置の大電流化を行い、そのビーム特性や照射損傷を明らかにした。また、本装置を用いてTiO₂薄膜形成を行い、結晶性や光学的特性の評価を行い、ガスクラスターイオンビーム援用蒸着方法の特徴を明らかにした。

千葉 俊一 (高岡助教授) 「分子動力学法による低エネルギーイオンビームプロセスの研究」

本研究では、分子動力学法を用いて低エネルギーのイオンビーム照射の計算機シミュレーションを行った。低エネルギーのBイオン照射による自己スパッタ率と注入効率の関係を明らかにすると共に、Fイオン照射によるエッチング過程やArクラスターイオン照射によるミキシング過程を明らかにした。

中村 茂 (高岡助教授) 「反応性クラスターイオンによるSi表面エッチングの解析」

本研究では、散乱粒子の質量分析や飛行時間測定を行い、SF₆クラスターイオン照射によるSi表面のエッチング過程を明らかにした。特に、測定システムの改良を行い、直接散乱粒子と回り込み散乱粒子を区別出来るようにすることにより、原子レベルでのエッチング過程を明らかにした。

山崎 大輔 (高岡助教授) 「酸素クラスターイオンビーム援用蒸着法を用いた機能性酸化物薄膜の研究」

本研究では、酸素クラスターイオンビームおよびKrFレーザーを援用照射することにより、透明導電性ITO薄膜の低温形成に成功した。また、高誘電率のHfO₂薄膜形成を行い、その光学的特性を明らかにし、本蒸着法が機能性薄膜の低温形成に極めて有効であることを明らかにした。

情報学研究科 知能情報学専攻

岩佐 保 (松山教授) 「意味ネットワークからの文章生成」

発話すべき内容を表現した意味ネットワークから自然な文章を生成するシステムを作成した。文章生成の過程を発話順序の決定と文の表層化に分け、前者では文を適切な順序につなぐ方法を提案し、後者では語順や主題、省略などを調整することにより自然な文を出力する方法を示した。

酒井 康行 (松山教授) 「日本語表現の柔軟な照合に関する研究」

表層的に異なる二つの言語表現が類義であるかどうかを判定する新しい方法を提案した。類義表現には、語／句／文などの複数の階層において、辞書的に定義されるものと変換規則により結び付けられるものがある。これらをボトムアップ的に認識することにより、2文の同義性を判定するシステムを作成した。

圓 藤 康 平 (松山教授) 「3次元ビデオ映像の編集・表示システム」

人間の姿・形・動作をそのまま3次元立体映像として記録した「3次元ビデオ映像」と、全天空全方位パノラマ画像を素材として、これらの映像メディアの幾何学的配置を共通の3次元空間において定義し、その空間内でカメラワークを対話的に与えることによって、効果的な(2次元)ビデオ映像を作成するオーサリング・システムを設計、試作した。

川 嶋 宏 彰 (松山教授) 「時系列パターン認識のための統合型動的ニューラルネット」

多様かつ複雑な時系列パターンを認識するための手法として、パターンを部分パターンの組み合わせとして表現し、各部分時系列パターンの認識を行う動的ニューラルネットワーク(相関学習に基づき、時系列データのクラス分類を行うニューラルネットワーク)を複数組み合わせたシステムを提案し、シミュレーションによってその認識能力の評価を行った。

中山 章 弘 (松山教授) 「視線情報とステレオ視を用いた注視対象の抽出」

人間が周囲の状況に対してどのような認識を持っているか、興味がどこにあるかをシステムが自動的に認識する機能を持ったウェアラブルビジョンシステムを実現するための方法として、アイカメラとステレオカメラを備えた装着型視覚システムを開発し、人間が注視している平面对象の検出・3次元位置計測、切り出しを行うソフトウェアを開発した。

谷 内 清 剛 (松山教授) 「確信度付き仮説群の相互作用に基づく複数対象追跡」

複数の移動する人物の頭部をビデオ映像から自動的に検出・追跡するための方法として、頭部の見え方モデルに基づいて頭部の存在位置に関する仮説群を生成し、観測画像情報に基づく仮説の更新、仮説間の相互作用に基づく確信度計算を行うアルゴリズムを提案し、実験によってその有効性を検証した。

渡 邊 信太郎 (松山教授) 「逆投影照合法に基づく長基線全方位ステレオ」

広域シーンの3次元構造を求める方法として、比較的離れた2地点から全方位パノラマカメラを使ってシーンを撮影した長基線全方位ステレオ画像を解析するアルゴリズムを提案した。特に、長基線長、全方位パノラマ画像の利用によって生じるキャリブレーション誤差の分析とそれを克服するためのマッチングアルゴリズムに焦点を当てて研究を行った。

情報学研究科 知能情報学専攻**品 田 衛 (吉田教授) 「無線アドホックネットワーク用オブジェクト指向適応ルーティング」**

無線アドホックネットワークは多様な利用形態が予想される。さまざまな状況に応じた自律分散的なルーティングプロトコルはオブジェクト指向による設計が適している。この考えに基づき、適応ルーティングプロトコルを提案する。

郭 賢 善 (吉田教授) 「時刻保留攻撃とデータ伝送遅延を考慮した相対的タイムスタンプ方式」

従来の相対的タイムスタンプ方式の問題点であるデータ伝送遅延と不正なタイムスタンプ発行局による時刻保留攻撃を取り上げ、データ伝送遅延を考慮した新しいタイムスタンプ方式を提案する。また、時刻保留攻撃への対策として複数のサーバを利用する方式を提案し、データ伝送遅延の環境の下での提案方式の限界を明らかにする。

佐 方 連 (吉田教授) 「自律分散型の周波数・スロット選択方式によるITS車車間通信の研究」

本論文では、ITS車車間通信において複数のキャリア周波数を用いた時分割方式を仮定した場合における、周波数及び送信スロットの選択方式を提案する。そして、提案方式を車車間通信に適用した場合の通信特性を評価したので報告する。

**Anass Benjebbour (吉田教授) 「Performance Analysis of Successive Multistream Receivers with Space-Time Transmission for High Capacity Wireless Systems」
(時間空間伝送を用いた大容量無線通信システムのための順次マルチストリーム受信機の特性評価)**

本論文では、無線通信チャンネル上で大容量化を実現するBLASTアーキテクチャーに新たな繰り返し処理手順を提案する。シミュレーションより様々な線形除去と非線形キャンセル法に基づいた受信機に提案処理手順を導入し、様々な条件下でそれらの受信機の特性の有効性を示す。

生 熊 太 一 (吉田教授) 「ターボ符号を組み込んだレプリカ減算型DS-CDMA干渉キャンセラ」

DS-CDMA方式で常に問題となる、他局干渉を除去するための技術として考案されたレプリカ減算型マルチステージ干渉キャンセラにおいて、レプリカ生成のために用いる仮判定値に対し、ターボ符号を用いた誤り訂正を用いる方法を提案する。

呉 屋 健 (森広教授) 「アドホックネットワークにおけるクラスタ分割アルゴリズムに関する研究」

本研究では、直接通信機能を持つ移動端末のみで一時的に構成されるネットワークのクラスタ分割アルゴリズムについて取り扱っている。トポロジーの変化に追従可能な、新しいアルゴリズムを提案し、従来アルゴリズムよりも制御パケット量が減少していることを確認している。

田 中 武 志 (森広教授) 「中継ノードを利用した階層化ワイヤレスネットワークに関する研究」

本研究では、無線LANにおけるアクセスポイントに無線中継機能を持たせることにより、無線LANの拡張が容易な階層化ネットワークを提案している。さらに、提案ネットワークを構築する際に必要となる機能をまとめ、問題となる点をシミュレーションにより評価している。

松 田 卓 (森広教授) 「電力線データ伝送における非同期符号化変調の性能評価」

電力線を通信路として利用する際の問題点として、周波数・時間に応じて変動する減衰・位相特性と雑音特性がある。本研究では、これらの変化に追従できる変調・符号化方式として搬送波位相の推定が不要な非同期符号化変調の評価をシミュレーションにより与えている。

渡 辺 大 洋 (森広教授) 「アドホックネットワークにおける非階層型ハイブリッドルーティングプロトコルの解析」

直接通信機能を持つ携帯端末のみで一時的に構成されるネットワークをアドホックネットワークと呼ぶ。本研究では、アドホックネットワークの非階層型のルーティングプロトコルとしてゾーンルーティングプロトコルを取り上げ、その特性をシミュレーションにより解析している。

柴 山 武 英 (小野寺教授) 「動画像処理用LSIの低消費電力化設計—ベクトル量子化用DSPと動き検出用PEアレイ—」

携帯テレビ電話用DSPと、MPEG2エンコーダ向けの動き検出用LSIの設計を行った。携帯用DSPでは、低消費電力な動画像処理を実現した。動き検出用LSIでは、複数クロックを用いて消費電流を平滑化し、IRドロップ、EMIといった問題を緩和した。

後 藤 周 作 (小野寺教授) 「CMOS回路の伝搬遅延時間の測定手法」

CMOS LSI 中の信号の伝搬遅延時間を、正確に測定・評価する手法について検討した。回路素子の特性を正確に評価する方法、及びクロストークノイズの影響による伝搬遅延時間の変動を評価する方法を開発した。提案手法を実現するテスト回路を設計し、シミュレーションによりその効果を検証した。

岩 橋 卓 也 (小野寺教授) 「動画像圧縮用ベクトル量子化プロセッサの開発」

携帯端末によるテレビ電話システムを実現するため、ベクトル量子化プロセッサVP-DSPを設計した。VP-DSPではベクトルプロセッサアーキテクチャと専用命令を採用している。これにより動画像処理にかかる実行ステップ数を約1/15にまで抑えることができた。

福 田 大 輔 (小野寺教授) 「オンデマンドライブラリ作成手法の微細プロセスへの適用」

オンデマンドライブラリとは、高速でプロセス可搬な回路を設計するために自動生成するライブラリである。幅広い駆動力のセルレイアウトを生成するシステムと、高速にセルの遅延・消費電力情報を生成するシステムにより生成する。本研究では、これら2つのシステムを微細なプロセスに適用するための改良および評価を行った。

李 翔 (小野寺教授) 「EBテストを用いた論理ゲート特性ばらつき測定手法の検討」

本論文では、電子ビームを用いてLSIの内部特性を測定するEBテストを用いてLSI内部の論理ゲートのばらつきを測定し、その特性をモデル化した結果を報告した。0.6 μ m, 0.35 μ mプロセスで測定専用のLSIを試作し、その測定を行った。

境 和 久 (中村教授) 「プラスチックセルアーキテクチャのための回路設計環境の構築」

プラスチックセルアーキテクチャ (PCA) は、小規模な回路群の協調動作によって機能を実現する

PLDのアーキテクチャである。与えられた機能記述からPCA上で動作する回路を設計する設計方式ならびにその自動化について検討し、自動設計環境を構築する。

宮本 龍介 (中村教授) 「組み向き画像処理システムの高速化設計」

動画像処理のための高速組み向きプロセッサシステムの設計を行う。動画像符号化処理における所要サイクル数を分析し、それらの性質に応じて、プロセッサ内部への専用演算器の追加、ならびにメモリへの専用演算器の付加を行う。

村上 大輔 (中村教授) 「プラスチックセルアーキテクチャの適応性検討と評価」

自律的再構成が可能なPLDであるプラスチックセルアーキテクチャ (PCA) の適応性検討ならびに評価を行う。既存のPCAデバイス上に、信号処理、画像処理、データベース処理における基本アルゴリズムを実装し、PCAデバイスや設計環境に関する評価ならびに提案を行う。

河村 憲一 (佐藤教授) 「圧縮型磁場モデルを用いたホイスラーモード波のレイトレイシング」

地球-磁気圏尾部間でのVLF帯電磁波の伝搬通路を明らかにするために、圧縮型地球磁場モデルを用いた3次元レイトレイシングのソフトウェアを開発した。この伝搬解析用ツールは、未知だった地球-近尾部間の伝搬を明らかにすると同時に、科学衛星で観測された波動現象の解析に有効であることが確認された。

新津 良太郎 (佐藤教授) 「極域イオン加熱現象に関するあけぼの衛星波動・粒子データの相関解析」

あけぼの衛星が11年間にわたり地球近傍磁気圏を観測した巨大データセットから、プラズマ波動・粒子現象の特徴量を自動抽出するアルゴリズムを開発し、その特徴量をもとに、極域のイオン加熱現象に関わる多次元パラメータの相関関係を定量的に明らかにした。

西村 耕司 (佐藤教授) 「MUレーダーを用いた高精度流星軌道決定法の開発」

宇宙環境において脅威となる高速の流星の速度および質量分布を測定するために、MUレーダーを用いた干渉計法による高精度流星軌道決定手法の開発を行った。光学系との同時観測により、約15等級という極めて高い感度を持つことを確認した。

山本 俊明 (佐藤教授) 「広波長域WDMシステムにおける線形近似した誘導ラマン散乱による波形劣化量の評価法」

波長分割多重方式を用いた光ファイバ通信において、光ファイバ非線形効果の一つである誘導ラマン散乱による波形劣化量の評価法を提案した。また、群速度分散補償を複数区間毎に行う系に提案法を拡張して適用し、区間毎補償より波形劣化量を低減できることを定量的に明らかにした。

情報学研究科 システム科学専攻

齊藤 元伸 (英保教授) 「単眼カラー画像からの手指の3次元姿勢推定」

単眼カメラと各指などを別々の色で色付けした手袋を用い、手の画像から、それぞれの部位について重心や外接長方形といった形状情報に着目することで、姿勢推定に必要な情報を獲得し、手指の3次元姿勢を推定するものである。

横川 大路 (英保教授) 「衣服サンプル画像からの衣服の抽出と分類」

衣服を写した画像から衣服を分類する手法について検討した。衣服のもつベース色を検出し、衣服域を四辺形類似度を利用して決定する。衣服の分類は、ハフ変換によって得られた衣服部を表す抽出四辺形を用いて、各種衣服の特徴を検出することによって行う。

若山 暢博 (英保教授) 「ビデオ画像からの体操競技選手の姿勢計測」

体操競技選手の姿勢計測のため、2次元モデルと複数のレイヤーからなる層構造をもつシステムを提案し、単眼固定ビデオカメラで撮影した実際の競技画像を用いて、提案手法が体操競技選手の姿勢計測

に有効であることを示した。

三 輪 信 (英保教授) 「局所的特徴を用いたデジタル画像の自然な拡大」

画像の局所的特徴より画像の局所的な方向性を求め、その方向性に対して適応的な補間処理を施すことにより、エッジの歪みの少ない、自然な拡大画像の生成法について述べた。

貴 志 亜矢子 (松田教授) 「MEGに基づくfMRIデータの解析」

高次脳機能を画像としてとらえる脳磁図 (MEG) とfunctional MRI (fMRI) では、脳賦活部位の検出結果に差が生じることが問題となっている。同一被験者に痛み刺激を与えた際のMEGおよびfMRIデータを統計学的に解析し、fMRIでは刺激側の第二次体性感覚野の賦活がとらえられない原因の解明を試みた。

坂 井 智 也 (松田教授) 「心エコー図と心臓のMRIデータの4次元マッチング」

近年、循環器領域を対象とした医用画像診断において時系列3次元データ (4次元データ) の取得が可能になりはじめたが、本研究では断層心エコー図と心臓MRIデータを対象として時空間マッチングの手法を提案し、両者の長所を兼ね備えた心臓の3次元動画表示を試みた。

杉 本 佳 代 (松田教授) 「ずり応力に関する触感特性の定量化」

遠隔医療への応用が期待される医用仮想現実 (VR) システムでは、触感の表現が重要となる。Haptic deviceを用いてずり応力を表現する際、通信や力学的計算に要する遅延時間が被験者に与える影響について心理物理実験を行い、触覚を表現するVRシステムに許容される遅延時間の閾値を明らかにした。

エネルギー科学研究科 エネルギー社会・環境科学専攻

伊 藤 京 子 (吉川榮和教授) 「アフェクティブインタフェースのための表情・音声合成による感情伝達手法に関する基礎研究」

ヒューマンインタフェースに「感情」の要素を取り入れたアフェクティブインタフェース実現への基礎研究として、人間の顔表情と音声会話を合成することにより物語を朗読するシステムを作成して被験者実験を行い、人間との感情交流に有効かを調べた。

大 坂 融 弘 (吉川榮和教授) 「ネットワーク上の情報資源を活用した分散型仮想環境システムの構築」

ネットワークを介して仮想世界を共有する分散型仮想環境技術の新しいフレームワークとして、ホームページなどネットワーク上の情報資源を活用した仮想世界のシミュレーションにより、柔軟かつ容易に仮想世界を作成できるフレームワークを提案し、システムを構築した。

小 牧 大 輔 (吉川榮和教授) 「オブジェクト指向に基づく仮想空間構築手法に関する研究」

実際の人間がインタラクティブに関わることができるVRを対象とし、大規模仮想空間の効率的な構築を目的に、オブジェクト指向を導入した仮想空間構築手法を提案した。また提案した手法で構築した仮想空間をシミュレーションすることができるシステムを開発した。

笹 井 寿 郎 (吉川榮和教授) 「動画処理とリアルタイムクラスタ分析による身振りの自動分類手法の研究」

本研究では、個人適応型インタフェースの基礎研究として、ビデオカメラで撮影した人間の上半身動画画像からリアルタイムで身振りを識別し、その動作の特徴から個人ごとに異なる身振りを分類する手法を提案し、その手法に基づくシステムの試作を行った。

米田 賀一 (吉川榮和教授) 「Eye-Sensing HMD II の開発と視線入力インタフェースに関する研究」
誰もが使いやすいユニバーサルなインタフェースを目指し、特にコンピュータ操作に視線を用いるインタフェースの構築を目的に、本研究室で独自に開発したES-HMDを用いて、パソコン画面の視線によるポインティング操作の可能な視線入力インタフェースを開発した。

エネルギー科学研究科 エネルギー基礎科学専攻

相澤 健太郎 (近藤教授) 「ヘリオトロンJプラズマにおける反磁性測定に関する研究」

ダブルループによるプラズマの反磁性を利用する蓄積エネルギー測定法を開発し、ヘリオトロンJ装置で生成されるプラズマの蓄積エネルギーの磁場配位依存性を明らかにした。

市川 和秀 (近藤教授) 「リップルトカマクの粒子軌道に対する有限ベータ効果」

トロイダルコイルによるリップルを考慮して高エネルギー粒子の軌道を数値解析した。ベータ値が増加することにより100keVから3 MeVの高エネルギー粒子に大きな影響を与えることを明らかにした。

川染 勇人 (近藤教授) 「ヘリカル系プラズマにおける分光学的研究」

高温プラズマ生成の妨げとなる不純物イオンからの輻射損失を測定するために真空紫外分光器によってヘリオトロンJプラズマ中の不純物イオンの同定を行った。ヘリカル系プラズマの周辺部におけるリサイクリング過程の解明に必要な超高分解能分光システムの開発を行った。

エネルギー科学研究科 エネルギー応用科学専攻

北川 友幸 (塩津教授) 「Basic Studies on Recovery Characteristics of Superconducting Fault Current Limiter with Adjustable Trigger Current Level」 (動作開始電流調整可能な超電導限流器の復帰特性に関する基礎研究)

電力システムに導入する超電導限流器に要求される重要な特性は、限流動作開始電流値と限流インピーダンスと事故解除後の高速な待機状態への復帰である。本研究では、動作開始電流値の調整可能な限流器を試作し、特に復帰特性について実験的に検討し、100ms以下の無電流時間で良好に復帰することを確認した。

川上 稔広 (塩津教授) 「Steady and Unsteady Heat Transfer in Saturated and Subcooled Liquid Nitrogen at Various Pressures」 (種々の圧力下の飽和並びにサブクール液体窒素における定常・非定常熱伝達)

高温超電導線材の液体窒素冷却を念頭に置いて、種々の圧力下で、飽和およびサブクール状態の液体窒素中あるいは、固体窒素中に発熱体を設け、指数関数状の熱入力を与えたときの定常・非定常熱伝達特性を調べた。また、発熱体表面コーティングの影響についても議論した。

中川 肇 (塩津教授) 「Critical Heat Flux on a Flat Plate in Subcooled Liquid Helium」 (サブクール液体ヘリウム中の平板発熱体における臨界熱流束)

超電導マグネットのサブクール液体ヘリウムによる冷却を想定して、大気圧飽和温度4.2Kから λ 点温度近傍までの温度領域での平板発熱体における臨界熱流束について実験的に調べた。この時、発熱体の重力線に対する位置角度、および表面酸化の臨界熱流束に与える影響について議論し、この表示式を示した。

若原 隆一 (塩津教授) 「Transient Heat Transfer on a Flat Plate at One End of a Series Connected Ducts with Different Cross Sectional Area in Pressurized He II」 (加圧超流動ヘリウム中の断面積変化を持つ他端開放ダクト一端の平板発熱体における過渡熱伝達)

超電導マグネットを超流動ヘリウムで冷却すれば臨界電流密度の向上が期待される。しかしながら、量子液体であるが故の特殊な冷却特性を有しており、その基本的なデータベースが望まれている。本研究ではその一つとして、発熱体の熱が断面積が途中で広がるダクトを通じて取り去られる時の過渡熱伝達特性について検討を行った。

石川 幸男 (野澤教授) 「強誘電体膜電圧シフト現象の実験と解析」

強誘電体の半導体メモリ応用の実用化における課題を調査し、インプリントに代表される信頼性の解析と解決方法を取り上げる。実験に用いた試料および実験方法と条件について説明し、実験結果をまとめ、解析する。その結果インプリントにより電圧シフトが発生した試料に逆バイアスを印加することにより急速にイニシャル状態に回復する現象を見出したそのメカニズムについても報告する。

常村 修 (野澤教授) 「機能メモリ構造を用いた並列平均値処理回路の設計」

除算機能に特化した機能メモリ研究の一環として同期入力の場合について逆数表参照方式を採用し、ビット直列・ワード並列の演算を基本としたメモリベース並列プロセッサの設計試作について報告する。回路は大きく演算部と制御部に分け8ビット構成、並列度2の規模で設計した。メモリ部はSRAMセルが基本となっている。なお設計と平行してFPGA上での動作検証もおこなっている。

東後 篤史 (野澤教授) 「MRAMにおけるソレノイド型配線のデバイス特性におよぼす効果に関する研究」

磁気ランダムアクセスメモリ (MRAM) の消費電力が磁気モーメントを反転させるときに流れる電流によるものであることからその反転電流を低減する新しい方式としてソレノイド型ワード線方式について述べる。ソレノイド型ワード線でのインダクタンスを見積もることで誘導磁場および配線遅延への効果をSPICEを用いてシミュレーションし、従来方式との性能比較を試みている。

エネルギー理工学研究所

岩元 祐 (井上教授) 「円筒形慣性静電閉じ込め方式核融合装置の放電特性に関する研究」

円筒形慣性静電閉じ込め装置の放電特性に関して、電極形状による放電特性の違いを検証し、最適形状な組み合わせを実験的に探索した。併せて、装置内部の絶縁構造の改善により放電可能電圧の向上を図った。更にイオン源の導入により放電条件の制御を試みた。

橋本 宏文 (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及び高速粒子の速度分布に関する研究」

レーザー誘起蛍光法による電界分布計測の高感度化を行い、慣性静電閉じ込め核融合装置中心部の従来測定限界以下であった微弱な電界分布を明らかにした。また、ドップラーシフト分光法による測定でプラズマ内高速粒子の速度分布を明らかにし、いずれも、核融合反応メカニズムの解明に向けて大きく貢献した。

洪 遠 齡 (大引教授) 「ヘリオトロンJにおけるダイバータの基礎研究」

ヘリオトロンJ標準磁場配位のダイバータ構造を数値解析及び実験により調べた。静電探針を用いてECH加熱時のダイバータプラズマ分布計測を実施し、①プラズマ分布が基本的に磁場構造から予測される分布であること、②しかし、磁場構造では対称な位置でも、プラズマ分布は非対称であること、③この非対称性は、イオンの磁場勾配ドリフトを用いて定性的説明可能であること等を明らかにした。

小林 亨 (大引教授) 「ヘリオトロンJにおけるSOLプラズマの特性」

トリプルプローブ法を用いて、ヘリオトロンJにおけるECHプラズマのSOL領域プラズマ径方向分布を調べた。さらにプラズマ揺動による径方向輸送を研究するため、密度・電位の揺動計測を行なった。両揺動とも約200kHz以下の成分が大部分であることがわかった。この揺動による粒子束並びに密度分

布から、実効的な拡散係数を導出すると、ボーム拡散の値に近いことが判明した。

寺岡 裕喜 (大引教授) 「球状トカマクにおける電子バーンシュタイン波加熱に関する理論解析」

球状トカマク装置におけるO-X-Bモード変換を用いた電子バーンシュタイン波 (EBW) 加熱の可能性について調べた。光線軌跡数値分析により、変換効率、EBWの軌道並びに吸収分布を計算し、中心電子密度が高いほど、①変換効率が良い、②EBW吸収位置が共鳴層に近づく、そして③吸収位置の温度依存性が低い等が判明し、球状トカマクにおいて、高密度プラズマ加熱に本方式が有効であることを示した。

要 秀 紀 (佐野教授) 「ヘリオトロンJにおける入射高速中性粒子の数値シミュレーションコードの開発」

ヘリオトロンJにおいて高速中性粒子入射 (NBI) によるプラズマの追加熱実験が予定されている。本研究では暫定的な入射装置の設置案に基づいたモンテカルロ・シミュレーションを行うための計算機コードを開発し、加熱効率の特性を求めることでNBI加熱の最適な設置のための予備的検討を行った。

池田 洋一 (佐野教授) 「ヘリオトロンJにおけるトムソン散乱計測装置の開発に関する研究」

ヘリオトロンJに適したトムソン散乱計測装置の設計開発及び製作を行い、テスト計測を行った結果、プラズマ電子の速度分布によるドップラー広がりや歪みを反映したスペクトルを確認した。今後、光学系の整備によって、精密で空間分解能の高いトムソン散乱計測が実現できる開発基盤が確立できた。

宙空電波科学研究センター

植木 辰典 (松本教授) 「飛翔体搭載用地下探査レーダーに関する地中電波伝搬・反射特性の研究」

惑星の地下構造を衛星から探査するための地下探査レーダーを設計するにあたり、衛星から放射される電波の地下伝搬・反射特性の様子をFDTD計算機シミュレーションで行い、地表面の起伏によるノイズの影響や微弱な地下からのエコー強度の特性を明らかにした。

加藤 松明 (松本教授) 「太陽電池入力による位相制御マグネトロン用電源に関する研究」

注入同期法とアノード電流制御PLLを組み合わせた位相制御マグネトロンを太陽電池電源で駆動・制御するDC/DCコンバータの開発を実施、実験に成功した。本研究により宇宙空間でマグネトロンを用いた無線電力伝送システム構築が可能となった。

三谷 友彦 (松本教授) 「マイクロ波送電用マグネトロンの雑音と効率に関する研究」

本論文はマイクロ波エネルギー伝送の送電部のDC-RF変換器としてマグネトロンを用いた時の雑音低減と高効率化に関する研究であり、フィラメント電流を0 Aにすると変換効率が若干落ちるものの雑音が大きく低減される点で有効であるという結論に至った。

内田 敦 (深尾教授) 「電離圏E領域の低高度準周期エコーに関する研究」

中緯度電離圏E領域の沿磁力線イレギュラリティは「準周期 (QP) エコー」と「連続エコー」という2種類に分類されていた。しかし、2000年度に行った高分解能を用いたMUレーダー観測により新たな形状を持つイレギュラリティを発見した。それを「低高度準周期 (LQP) エコー」と名付け、その振舞いの解析を行った

横山 竜宏 (深尾教授) 「レーダー観測と計算機シミュレーションによる中緯度電離圏イレギュラリティの生成に関する研究」

中緯度電離圏E領域沿磁力線イレギュラリティ (FAI) の空間構造と生成メカニズムに関して、レーダー観測と計算機シミュレーションの両面から研究を行った。FAIは地球磁場に沿った構造を持ち、スポラディックE層の内部構造がFAI生成に重要な役割を果たすことが示された。

和田 英子 (深尾教授) 「ミリ波ドップラーレーダーによる巻雲の観測」

巻雲は、地球の放射収支に大きな影響を与えるが、その形成機構は未解明な部分が多い。本研究では、最新のミリ波ドップラーレーダーとMUレーダーを用いて巻雲の観測を行い、巻雲の発達や衰弱と鉛直流や水平風の鉛直シアとの関係を調べ、また、巻雲内の粒径の推定を行った。

手柴 充博 (深尾教授) 「九州西部における梅雨前線近傍のメソスケール擾乱に関する研究」

本研究では九州西部において実施された梅雨特別観測のデータを用い、梅雨前線及びその周辺でのメソ擾乱と風速変動との関係を調べた結果、梅雨前線や温暖前線面付近での風速変動や降水帯内部での水平風の鉛直シアが詳細に解析された。

梅田 隆行 (橋本教授) 「Computer Simulations of Electron Beam Instabilities in Open Systems: Formation of Electrostatic Solitary Waves」 (開放系プラズマにおける電子ビーム不安定性の計算機実験: 静電孤立波形成過程の研究)

電子ビームと宇宙プラズマの相互作用によって励起する静電孤立波の計算機実験を行い、従来の周期系における初期擾乱の時間発展が開放系では入射した電子ビームの伝搬に伴って空間的に発展する現象として現れることがわかった。

安木 慎 (橋本教授) 「プラズマ中和器を用いた宇宙機の帯電緩和に関する計算機実験」

宇宙機の搭載機器に悪影響を与える異常帯電に対しては、中和器からの高密度プラズマ放出による帯電緩和が行われる。本研究は、このプラズマ中和器による宇宙機帯電緩和の過渡過程および宇宙機環境への影響に関して電磁粒子シミュレーションにより解析を行った。

岩井 宏徳 (橋本教授) 「Development of a software wave receiver onboard spacecraft」 (宇宙飛翔体搭載用ソフトウェア波動受信機の開発)

搭載用高効率ソフトウェア受信機を開発した。サブバンド符号化方式およびMDCTとベクトル量子化方式波形受信機、PDC (Programmable Down Converter) を用いたデジタル周波数掃引受信機を開発した。ロケット実験で長時間、高周波数分解能のデータを得た。

山崎 豊 (津田教授) 「全天イメージャの多点観測による大気発光層高度推定に関する研究」

高度100km付近で夜間に発光する大気光を撮像する高感度CCDカメラ (イメージャ) システムを遠隔地に設置しネットワークで制御可能にした。信楽周辺で長期2点観測を行い両点での同時画像を効率的に相関処理する方法を確立して高度変化の詳細を世界で初めて明らかにした。

竹田 真二 (津田教授) 「An improved method of wind velocity estimation from the DBS measurement in the middle atmosphere with the MU radar」 (DBS法によるMUレーダー中層大気観測における風速推定法改善の研究)

MUレーダーによる高度60-95kmの中間圏の風速の観測について、ドップラースペクトルのインコヒーレント積分方法を改良して流星散乱や不要電波を効率的に取り除いて風速推定可能な時間高度範囲を拡大することに成功し、衛星との協同観測の可能性を開拓した。

澤井 志彦 (津田教授) 「Development of a lidar system at Shigaraki MU observator」 (信楽MU観測所におけるライダーシステムの開発に関する研究)

地上から高度100kmまでの大気温度と、10kmまでの水蒸気を連続的に計測するための、ライダー (レーザーレーダー) システムを設計し、信楽MU観測所に設置して、その性能をラジオゾンデなどの観測と比較することにより検証し、MUレーダーとの協同観測例を示した。

学生の声

「進学？」

電気工学専攻 奥村研究室 博士後期課程1年 米本明弘

学部に入學した頃、大学に入った目的を聞かれると、より高給の大企業に就職するため、などと答えていました。とはいえ、それは卒業証明書のためと言うよりは、数学と電子回路の設計を身に付けることを考えていたと思います。企業に就職する心づもりはそのままM1の3月まで何を考えることもなく一貫していたのですが、友人が博士課程に進むと言うのを聞いたり、就職活動の雰囲気にもまれたりしながら進路希望用紙の提出期限3分前まで悩んだ結果、今はこんな文を書いています。

僕は普段から優柔不断で、しかも就職しようとずっと考えていたわけなので、今回の選択は自分にとって大きなもので、また人生に関わるだろう初めての選択でした。最終的に決定のポイントになったのは、自分の興味と周りの環境です。例えばwebや雑誌などで面白い技術を聞いたりすると、どうしてもその仕組みが気になりますが、そのときに元の論文や本がすぐに見つかるとか、あるいは周りの人もそれを面白いと思ってくれて、いろいろ議論ができる。また、周りの人から面白い話を聞かせてもらえる。自分のこれまでのIT系アルバイト経験から見ても、この自分の興味の方向性は大学よりの気がしたのです。

こうして、どちらかと言うと勉強しようと思って進学したので、研究することに対してはより一層プレッシャーを感じます。現在は数値ラプラス変換の改良に取り組んでいますが、調べてみると、1970年代までにさまざまな積分法が提案されている一方で、最近では戸田分子でラプラス変換を計算するアルゴリズムが発見されています。そういう文献をふんふんと思いつながら読んでみると、その興味深さとは裏腹に、ますます焦りを感じずにはいられない今日この頃です。

「博士課程に進学して」

情報学研究科 知能情報学専攻 松山研究室 博士後期課程1年 川嶋宏彰

鳴川の桜が咲くのをみるのも7度目となり、引越しの多かった二十数年間から見れば、6年間という比較的長い間京都に住んでいることを改めて感じるとともに、あっという間に過ぎ去ったこの数年間を思い起こしました。もともと太陽光発電に興味があって電気系を選んだのですが、3回生の終わりに、人間の行っているような情報処理の原理に興味をもち、カメラとコンピュータを用いて人物の追跡や動作認識の研究を行っていた現在の研究室に入ることを決めました。その後、修士課程修了後には就職も考え、実際にほとんど決まっていたのですが、悩んだ末博士課程への進学を決意しました。その理由の一つは、ゆっくりと一つのことを考える時間が与えられることであり、就職をした友人たちの話を聞いても、その点に関してはいかに恵まれた環境にいるかを感じずにはいられません。たとえ就職しても大学に戻ってくる道もあるだろうし、現場で働いてみたいという気持ちもありましたが、いずれにせよ研究職につきたいという気持ちが強く、進学して博士号を目指すことにしました。

経済的な問題や将来の進路、自分の能力などで不安を感じることはたびたびありますが、これら不安はどんな道を選んで歩いても避けることはできないはずです。このような不安に対する処方箋は、自分のアイデアを次々と形にし、指導教官や他の研究者に伝えて批判やコメントを受けることであると思います。これが結果的に自信につながるはずです。研究に関してはまだまだ周りが見えていないと思いますが、7回転んでも8回起き上がるような、“active”かつ“creative”な姿勢で研究に取り組むとともに、21世紀はじめの博士課程進学者として、大学にいる間に少しでも社会に貢献できる研究成果をあげられればと望んでいます。

教室通信

大学院工学研究科と情報学研究科が京都西方に位置する桂キャンパスへ移転することが決定され、電気系と化学系の大学院が先発隊としてキャンパス内のAクラスタに移ることになりました。平成12年4月から電気系二専攻では建物設計のワーキンググループ委員会が何回も開かれ、研究室の先生方の献身的なご努力により膨大な資料が作成されました。これにもとづき8月上旬には概算要求のためのヒアリングが行われ、各研究室とも第一段階の作業を無事終わりました。平成13年4月からは研究室が所有する設備の移転費を概算要求するための数多くの書類を提出することが必要となり、これまた大変苦勞の多い仕事各研究室の先生方の手によってなされ、何とか期限に間に合わせることができました。平成13年1月から建設工事がはじまり、順調にいけば平成15年中に移転し、新しい環境で大学院教育と研究が始まります。今後は移転に向けて、移転スケジュールの作成や移転準備で各研究室とも移転一色になっていくものと思われます。皆様方のご理解とご協力をお願いいたします。

電気工学専攻 教授 奥村 浩士

おわびと訂正

cue第6号の「博士論文一覧」欄(40ページ)におきまして、編集上の不手際により論文題目を誤って掲載してしまいました。関係各位にご迷惑をおかけしましたことを深くお詫びしてここに訂正させていただきます。

=====
誤:

and Annealing Processes in Ion Beam Interactions with Surfaces」

正:

「Nanoscale Observation and Analysis of Damage Formation and Annealing Processes in Ion Beam Interactions with Surfaces」

=====

編集後記

お蔭様で「cue」も世紀を跨いで第7号となりました。まず、ご多忙の中、貴重な原稿を作成していただいた執筆者の方々に深く感謝いたします。ご存知の方も多いかと思いますが、「cue」は大学から社会への情報発信を目指して企画されました。「cue」を基にして産学連携の礎がたくさん構築されることを願っておりますので、今後とも皆様方のご指導の程、どうぞよろしくお願い申し上げます。(T.K.記)

発行日：平成13年6月

編集：電気電子広報委員会

石川 順三、奥村 浩士、小野寺秀俊、
萩原 朋道、川上 養一、木本 恒暢、
垣本 直人、尾上 孝雄

京都大学工学部電気系教室内

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

発行：電気電子広報委員会，
洛友会京都大学電気百周年
記念事業実行委員会

印刷・製本：株式会社 田中プリント