

研究室紹介

このページでは、電気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」、#は「高校生のページ」に掲載)

電気関係研究室一覧

工学研究科

電気工学専攻

複合システム論講座

電磁工学講座電磁エネルギー工学分野

電磁工学講座超伝導工学分野 (雨宮研) *

電気エネルギー工学講座生体機能工学分野 (小林研)

電気エネルギー工学講座電力変換制御工学分野 (引原研) ☆

電気システム論講座電気回路網学分野 (和田研)

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 (大澤研)

電子工学専攻

集積機能工学講座 (鈴木研)

電子物理工学講座極微真空電子工学分野 (石川研)

電子物理工学講座プラズマ物性工学分野 (橋研)

電子物性工学講座半導体物性工学分野 (木本研)

電子物性工学講座電子材料物性工学分野 (松重研)

量子機能工学講座光材料物性工学分野 (川上研)

量子機能工学講座光量子電子工学分野 (野田研)

量子機能工学講座量子電磁工学分野 (北野研)

光・電子理工学教育研究センター

ナノプロセス部門ナノプロセス工学分野 (高岡研)

工学研究科

機能創製工学講座 先進電子材料分野 (藤田研) #

情報学研究科 (大学院)

知能情報学専攻

知能メディア講座言語メディア分野 (黒橋研)

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 (守倉研) *

通信システム工学講座知的通信網分野 (高橋研)

集積システム工学講座情報回路方式分野

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 (石井研)

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 (大学院)

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

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

応用熱科学講座エネルギー応用基礎学分野 (野澤研)

応用熱科学講座プロセスエネルギー学分野 (白井研) *

エネルギー理工学研究所

エネルギー生成研究部門粒子エネルギー研究分野 (長崎研)

エネルギー生成研究部門プラズマエネルギー研究分野 (水内研)

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)

生存圏研究所

診断統御研究系レーダー大気圏科学分野 (山本研)

診断統御研究系大気圏精測診断分野 (津田研)

開発創成研究系宇宙圏電波科学分野 (山川研)

開発創成研究系生存科学計算機実験分野 (大村研)

開発創成研究系生存圏電波応用分野 (橋本研)

京都大学ベンチャービジネスラボラトリー (KU-VBL)

産官学連携センター

研究戦略分野 §

注 § 工学研究科電子工学専攻橋研と一体運営

高等教育研究開発推進センター

情報メディア工学講座情報可視化分野 (小山田研)

学術情報メディアセンター

情報メディア工学講座複合メディア分野 (中村裕研)

電磁工学講座 電磁エネルギー工学分野

<http://www.s-ee.t.kyoto-u.ac.jp/ja/information/laboratory>

「磁性材料特性のマルチスケールモデリング」

ハードディスクに代表される磁気記録材料から、電気機器の鉄心材料に至るまで、磁性材料は広範な分野で用いられており、取扱われるスケールも、ナノスケールの微細構造から数メートルの電気機器まで広い範囲に亘っている。電子のスピンに由来する磁性は、最近ではスピントロニクスと呼ばれる研究分野を産み、新しいデバイスの研究開発が盛んである。スピンの集合的な振る舞いはLandau-Lifshitz-Gilbert (LLG) 方程式によって記述され、これを用いたマイクロ磁気学シミュレーションは、スピントロニクスの分野で欠かすことのできない解析手法として用いられている。他方でマクロなスケールに目を転じると、電磁鋼板に代表される鉄心材料の磁気特性に関しては、計測結果に基づく現象論的なマクロモデルが存在するのみで、鉄心材料のヒステリシス特性・ベクトル特性・異常渦電流損などの複雑な磁気特性を精確に表現するモデルは現在も確立されていない。これは、材料内のミクロな磁区構造を反映した物理モデルが存在しないことによる。

このような観点から、本研究室では、ミクロな磁区の振舞いが磁性体全体に及ぼす影響を記述することができるマルチスケール磁気特性モデルの開発を目指している。前述のマイクロ磁気学シミュレーションは磁壁や磁区の振舞いを記述できるが、計算コストの面から、鉄心材料のマクロな磁気特性を表現することは不可能である。そこで、まず、マイクロ磁気学シミュレーションが適用可能なスケールと鉄心のスケールの中間スケールのモデルの構築を目的として、磁区構造モデルの開発を行っている。

磁区構造モデルでは、磁壁は磁化の不連続面として扱われる。磁区内で磁化ベクトルは一定とし、磁区の境界面である磁壁の移動と、磁区内の磁化ベクトルの回転により、磁性体の磁化過程が表現される。たとえば、図1のような磁区構造を仮定すると、これら磁壁の位置および磁区内の磁化ベクトルは、全体エネルギーが極小となるように決定される。磁区構造モデルは、マイクロ磁気学シミュレーションと比較して変数の数が少なく、はるかに効率的に解析を行うことができる。図2は、磁区構造モデルによる磁性体薄膜の磁化過程解析結果（図中DSM）をLLG方程式による結果（図中LLG）と比較したものである。磁区構造モデルは全体的にLLG方程式から得られる磁気特性と等しい特性を与えている。また、磁区構造モデルにより得られる磁区を図3に、LLG方程式により得られる磁区を図4に示す（印加磁界はともに -4×10^4 A/m）。両者はよく一致していることが分かる。今後、磁区構造モデルの集合としてマクロスケール磁気特性モデルを構築する予定である。

参考文献：T. Matsuo, N. Mimuro, M. Shimasaki, "A micromagnetic study of domain-structure modeling," J. Magnetism and Magnetic Materials, Vol.320, pp.e1029-e1033(2008).

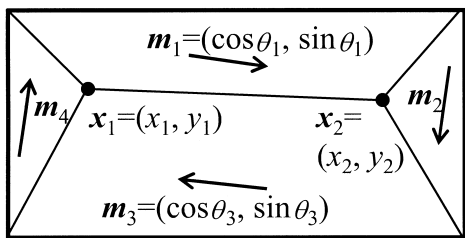


図1. 磁区構造モデル

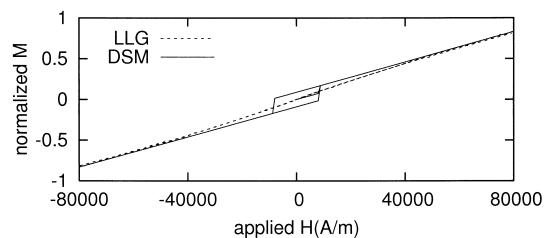


図2. 磁化過程解析結果の比較

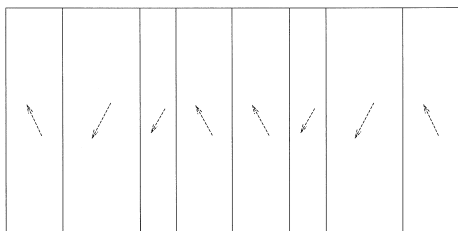


図3. 磁区構造モデルによる磁区

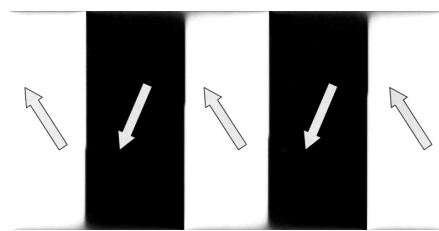


図4. LLG方程式より得られる磁区

集積機能工学講座（鈴木研究室）

<http://sk.kuee.kyoto-u.ac.jp/index.html>

「層状構造巨大磁気抵抗マンガン酸化物強磁性体薄膜のエピタキシャル成長」

巨大磁気抵抗効果は大容量記録装置の磁気記録の読み出しなどに応用されている重要な現象である。特に、強磁性体のトンネル接合におけるトンネル磁気抵抗効果は高速不揮発高集積メモリの性能向上に重要な現象であり、そのためにスピン散乱の少ないトンネル接合の形成が重要と考えられている。われわれは、スピントンネル現象の理解を目的として、まず、コヒーレントトンネルが実現可能な固有トンネル接合を有する層状構造巨大磁気抵抗マンガン酸化物強磁性体薄膜のエピタキシャル成長をマグネトロンスパッタ法で達成した。

この強磁性マンガン酸化物はRuddelsden-Popper系列 $A_{n+1}B_nO_{3n+1}$ の中で $n=2$ に対応する $La_{2-2x}Sr_{1+2x}Mn_2O_7$ (LSMO327) である [Aは (La, Sr), BはMn] (図1)。LSMO327は層状結晶構造物質で、(La,Sr) O層と MnO_2 層が交互に2回積層した後 (La,Sr) O層が続いて2回積層してその後は同じ積層を繰り返す秩序性を有する。また、 MnO_2 層は金属的で、導電層間はトンネル効果によって電流が流れる。 $x=0.4$ では層間のスピンの平行になり強磁性体となる。また、二重交換相互作用によりスピン偏極率はほぼ100%という特徴を有する。

LSMO327の薄膜成長では秩序構造の形成が重要である。高エネルギー粒子は秩序構造を破壊し、 $n=1$ や $n=2$ 相の混在 (intergrowth) を多く引き起こすことになる。そこで高秩序性を得るために、衝撃イオン抑制中間プレートを配置する新しいスパッタ配置を考案し、intergrowthの少ないLSMO327のエピタキシャル薄膜を実現した。また、X線回折図形のシミュレーション (図2) により、intergrowthに依存する回折ピークのシフト量と半値幅をもとにintergrowthの含有量 (%) を評価する方法を考案した。最も良いエピタキシャル薄膜のintergrowth量はこの評価法で $n=1$ 相の含有量が10%、 $n=2$ 相の含有量が10%であった (図3)。エピタキシャル薄膜は表面が平坦で (図4)、熱処理を施して酸素を補うことによりキュリー温度、磁気抵抗効果などバルクとほぼ特性を示した。

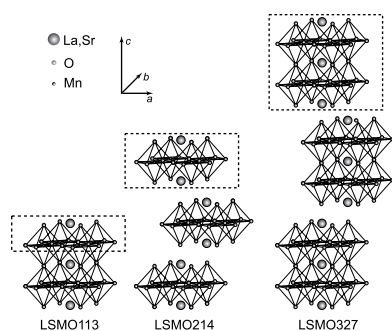


図1. Ruddelsden-Popper系列の結晶構造

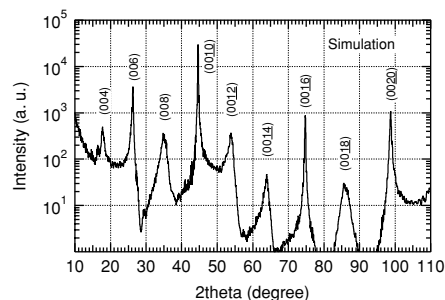


図2. intergrowthを含む場合のX線回折のシミュレーション

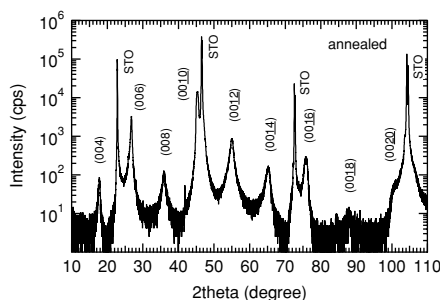
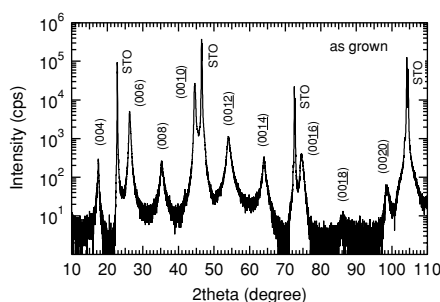


図3. エピタキシャル成長したLSMO327のX線回折図形

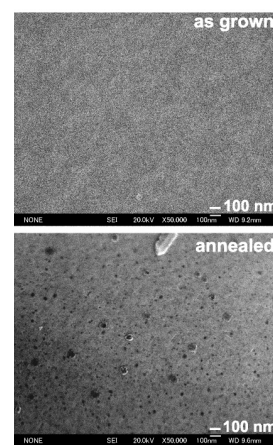


図4. LSMO327エピタキシャル薄膜表面SEM

電子物理工学講座 極微真空電子工学分野 (石川研究室)

http://www.kuee.kyoto-u.ac.jp/lab16/index_j.html

「Si:C-FEA電子源を用いた超低エネルギーイオンビームの空間電荷中和技術」

次世代半導体集積回路では、45～32nmのデザインルールが適用されるため、最小イオン注入エネルギーが0.2～0.5keVと極端に低エネルギー化します。超低エネルギーイオンビームは空間電荷による発散効果が著しいため、イオンビームを平行に輸送することが困難になるので、その空間電荷を中和する必要性が出て来ました。石川研究室では、シリコン系電界放出アレイ (Si:C-FEA) 電子源を用いて、超低エネルギーイオンビームの空間電荷中和を実現するための技術開発を行っています。Si:C-FEA電子源を用いれば、イオン照射領域へのガス粒子の混入や金属不純物の混入を避けることができる利点があるからです。

シリコン電界放出電子源は超高真空中では安定に長時間動作しますが、イオン注入雰囲気のように残留ガス中に酸素が残っている真空中では表面が酸化され急激に動作電流が減少してしまいます。それを避けるため、図1に示すように、シリコンエミッタ表面をCHF₃プラズマや炭素負イオン注入により炭素化することにより、イオン注入雰囲気相当の残留酸素ガス圧力中においても、長寿命動作が可能なSi:C-FEAを開発することに成功しています。

また、シリコン電界放出電子源は、放出電子のエネルギーのピークシフトやエネルギー幅の大きいことが、中和用の低速電子を形成する場合に問題となりますが、シリコン表面の炭素化処理によりピークシフトやエネルギー幅の特性が大幅に改善されることも分かりました。

さらに、エミッタだけでなく、ゲート電極もシリコン化した、オールシリコン製FEA電子源の開発にも成功しています (図2参照)。

このようにして開発したSi:C-FEA電子源からの電子を、図3に示すイオンビーム空間電荷中和原理実験装置において形成した500eVのネオンイオンビームに放射してイオンビームの空間電荷を中和したところ、図4に示すように、ビーム下流におけるビームのプロファイルが電子の中和により先鋭になることが観測されました。これは、Si:C-FEA電子源により、超低エネルギーイオンビームの空間電荷中和を行うことができる可能性を示唆しています。

研究室では、この技術を更に発展させ、実用化レベルにまで進展させていく予定です。

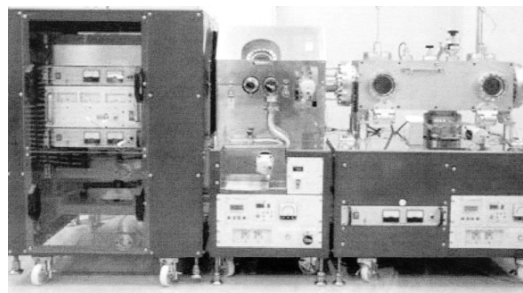
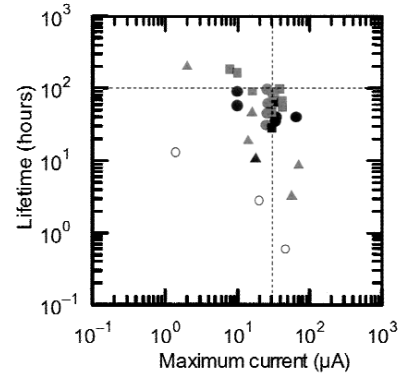


図3. 空間電荷中和原理実験装置



- as-fabricated
- ▲ C⁻ impla. 5keV 1E16 ions/cm²
- ▲ C⁻ impla. 5keV 3E16 ions/cm²
- ▲ C⁻ impla. 5keV 1E17 ions/cm²
- CHF₃ 15s
- CHF₃ 30s
- CHF₃ 60s
- C⁻ impla. 5keV 1E16 ions/cm² + CHF₃ 15s
- C⁻ impla. 5keV 3E16 ions/cm² + CHF₃ 15s
- C⁻ impla. 5keV 3E16 ions/cm² + CHF₃ 30s
- C⁻ impla. 10keV 3E16 ions/cm² + CHF₃ 30s
- C⁻ impla. 5keV 1E17 ions/cm² + CHF₃ 30s

図1. 種々の炭素化処理によるシリコン電界放出電子源の長寿命化

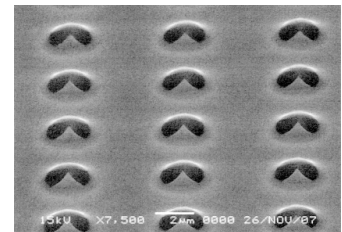


図2. オールシリコン製FEA電子源のSEM写真

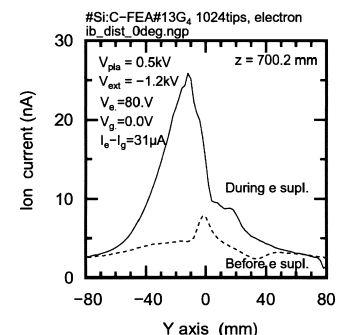


図4. イオンビーム下流におけるプロファイル

電子物性工学講座 半導体物性工学分野（木本研究室）

<http://semicon.kuee.kyoto-u.ac.jp>

「SiCを用いた10kV PiNダイオードの作製」

シリコンカーバイド (SiC) は、高い絶縁破壊電界を有するワイドギャップ半導体であり、シリコン (Si) の限界を打破する高耐圧・低損失の電力用半導体デバイスを実現できると期待されている。近年のSiC結晶成長およびデバイス作製技術の進展により、300～1200V級ショットキーダイオードの市販が始まり、縦型MOSFETやJFETの開発が活発になっている。一方、将来の電力系統応用を目指した超高耐圧デバイスの基礎研究も重要性を増している。本稿では、超高耐圧SiCバイポーラデバイスの基礎として、10kVの耐圧を有するPiNダイオードを試作した結果を紹介する。

高い絶縁破壊電界を有するSiCといえども、10kVの耐圧を得るためには、高純度で厚い（約100 μm ）活性層が必要となる。当研究室では、独自の化学気相堆積法を用いて、従来の約5倍に相当する50 $\mu\text{m}/\text{h}$ の高速で高品質SiCエピタキシャル成長層を形成することに成功している [1]。本研究では、低抵抗n型SiC基板上に厚さ92 μm 、ドナー密度 $5 \sim 7 \times 10^{14} \text{cm}^{-3}$ のn型層を成長し、表面に高ドーズAlイオン注入を行うことによりpn接合を形成した。高耐圧デバイスでは、接合端部での電界集中により設計値よりかなり低い電圧で絶縁破壊することが多いので、接合終端構造の形成が重要となる。本研究では、傾斜メサを形成し、その斜面近傍に低濃度p型のJTE (Junction Termination Extension) 構造を形成し、電界集中の抑制を試みた。図1に形成したSiC PiNダイオードの断面構造の模式図を示す。傾斜メサは、ウェットエッチングにより形成したSiO₂マスクを用いた反応性イオンエッチングにより「富士山」形の形状とし、JTE領域はAlイオン注入により形成した。表面は厚い堆積酸化膜でパッシベーションした。なお、JTE領域のドーズ (JTEドーズ) には最適値 (約 $1 \times 10^{13} \text{cm}^{-2}$) があることを二次元デバイスシミュレーションにより確認した。

図2に作製したSiC PiNダイオードの電流密度-電圧特性を示す [2]。逆方向耐圧として10.2kVの高耐圧が得られた (実用化されているSiダイオードの最高耐圧は6～8 kV)。順方向のオン抵抗は95m Ωcm^2 とやや高いが伝導度変調効果が見られ、少数キャリア注入による青色発光が確認された。JTEドーズを変化させたダイオードを作製したところ、シミュレーションによる予測通り、JTEドーズが低い場合はメサ端部、JTEドーズが高い場合はJTE外周部で絶縁破壊することが分かった。今後は、より厚いエピタキシャル成長層を活用することにより一層の高耐圧化を目指す。また、エピタキシャル成長によるpn接合形成、あるいはイオン注入領域の深い準位の低減により注入効率を向上させ、オン抵抗の低減を目指す予定である。

[1] T. Hori, K. Danno, and T. Kimoto, J. Crystal Growth, Vol.306 (2007), pp.297-302.

[2] T. Hiyoshi, T. Hori, J. Suda, and T. Kimoto, IEEE Trans. Electron Devices, Vol.55, No.8 (2008).

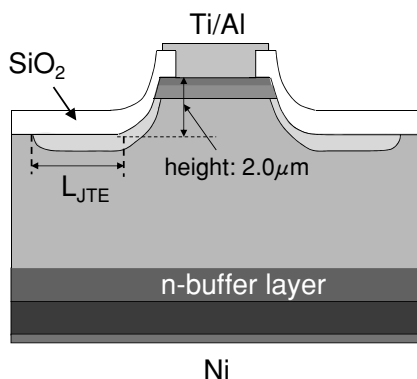


図1. 作製したSiC PiNダイオードの模式図

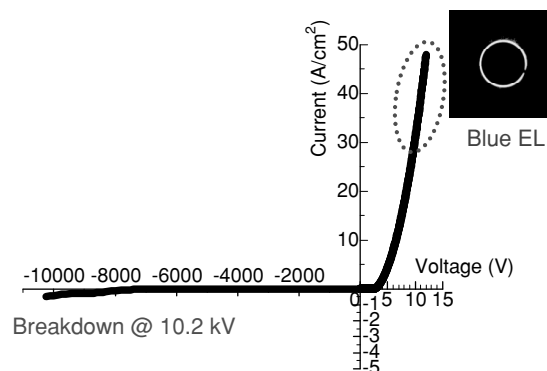


図2. 作製したSiC PiNダイオードの電流-電圧特性

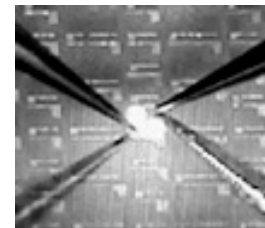
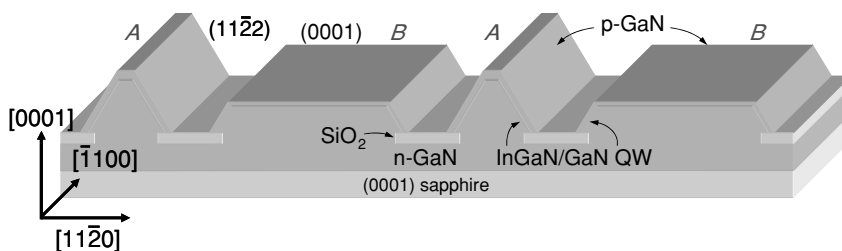
量子機能工学講座 光材料物性工学分野（川上研究室）

<http://www.optomater.kuee.kyoto-u.ac.jp/>

「スペクトルを自在に合成できる白色LED —テイラーメイド光源の実現に向けて—」

発光ダイオード（LED）の発光色は、発光層の材料や量子井戸構造を決めたときにその禁制帯に対応した単色光、つまり色純度の高い鮮やかな色となります。一方、白色光は、RGBの三原色や、青と黄、緑と赤など補色の関係にある発光色を混ぜることで得られます。現在の白色LEDは補色の原理を利用しており、窒化物半導体青色LEDで黄色YAG蛍光体を励起し、それらの発光を混ぜることで白色を得ています。最近では、蛍光灯をはるかに凌駕する発光効率（169lm/W）の報告もなされ、固体照明光源の中心的役割を果たすものと期待されています。しかし、この白色LEDには赤色成分が少ないため、例えば赤いりんごを照らすと、黒っぽく不自然に見えてしまいます。これは、照明工学における演色性の問題であり、物体色を自然に見せたり、所望の物体色を強調したりするとき、光源スペクトルを目的にあうよう合成する必要があることを示しています。われわれは、このような指針で設計・作製された光源をテイラーメイド光源と呼んでおり、一般照明はもとより、医療、バイオなどより高品位な固体照明の基盤技術となると考えています。

そのような目的に対して、現行の白色LEDはいくつかの問題を含んでいます。例えば、(a) 蛍光体での色変換に伴うエネルギー損失、(b) ブロードな蛍光体発光に起因したスペクトル調整の困難さが挙げられます。これらの解決には、蛍光体フリーの白色LEDが望ましいのですが、RGB三原色に個別のLEDを用いる方法は、駆動回路が3系統必要であり集積化にも限界があります。これに対して私たちのグループは、窒化物半導体に微細な凹凸を持たせることにより、一つのLEDから青、黄、赤色などの複数の色を同時に出すことに成功しました。このようなGa₂Nマイクロ構造は、有機金属気相成長法を利用した結晶再成長によって得ることができ、通常、(0001)面や(11 $\bar{2}$ 2)面など、いくつかのファセット結晶面で囲まれた蒲針状の三次元構造から形成されています（図参照）。試作したLEDは、n型Ga₂Nマイクロファセット構造上のInGa₂N/Ga₂N量子井戸発光層、p型Ga₂Nキャップ層で構成されています。発光層のInGa₂N膜厚や組成がファセットに依存するため、各ファセット量子井戸から異なる発光色が得られます。この多色発光を加色混和することにより、さまざまな発光色を実現しようというのが基本的なアイデアです。写真は、マイクロファセットLEDからの発光の様子を示しており、色温度5000Kの純白色を呈しています。今回開発した新LEDは、これまでに高效率発光を実証してきた(11 $\bar{2}$ 2)面を利用しており、しかも、三次元構造が発光の外部への取り出しを容易にするため、現在使われているあらゆる照明よりも、エネルギー利用効率の高い光源となる可能性を秘めています。任意の色を自由に表現できる高效率テイラーメイド光源を目指して、日夜研究が続いています。



光・電子理工学教育研究センター ナノプロセス部門 ナノプロセス工学分野（高岡研究室）
http://cib.kuee.kyoto-u.ac.jp/nanoprocess_eng/index.html
 「パルス電着法による骨類似アパタイト薄膜の創製」

近年、高齢化社会を迎え、寝たきりになる原因として挙げられている骨折や関節疾患の早期治療として、人工骨や人工関節が有用であると考えられており、新しい医療用材料に対する関心が高まっている。こうした人工骨や人工関節は大きな荷重のかかる生体内で利用されるため、機械的強度や耐摩耗性、あるいは生体骨との結合や生体適合性などが優れていることが重要となっている。一方、水酸アパタイトは、骨の生体硬組織の無機成分とほぼ同じ組成であり、骨と直接結合し、優れた生体活性を示すセラミックスである。また、骨類似アパタイト層として、金属やセラミックス、高分子など様々な基板材料表面に形成することによって、様々な医療用材料の開発が可能となる。こうした特徴を有する水酸アパタイトの作製方法として、体液とほぼ同じイオン成分を有した電解質溶液（擬似体液）を用いた電気化学的手法（電着法）が注目されている。しかし、直流電圧印加の電着法によるアパタイト薄膜形成の場合、成長速度が遅い、付着力が弱いなどの欠点が挙げられている。本稿では、こうした欠点を解決するために、パルス電圧印加による電着法を開発し、高付着力の骨類似アパタイトの作製に成功したので、その成果を紹介する。

実験方法としては、ダイヤモンド研磨したTi基板を75%の濃硫酸で表面エッチングし、洗浄した後、擬似体液の中に陰極として設置した。さらに、Ti陰極と白金の陽極電極との間に、パルス幅が10ms,100ms,1s,15sのパルス電圧を印加して、アパタイト薄膜を作製した。蒸着時間は1.5時間とし、膜厚は数 μm であった。図1は作製した薄膜のX線回折パターンを示す。アパタイト薄膜の(002)面や(211)面など、それぞれの面からの回折ピークが現れている。また、回折強度はパルス幅が短くなるほど弱くなっており、結晶成長が抑制されていることが分かる。図2はパルス幅が(a) 10msおよび(b) 15sで作製したアパタイト薄膜表面の走査電子顕微鏡（SEM）像を示す。パルス幅の減少と共に、結晶粒径は小さくなり、クラックは見られなくなっている。また、作製した薄膜の引き剥がし実験を行った結果、パルス幅が10msで作製した薄膜では剥離は見られず、比較的高い接着強度を持った薄膜が形成されていることが分かった。これは、Ti基板表面上の濃硫酸エッチングによって形成された微小な凹凸によるアンカー効果によって、膜の接着強度が増大したと考えられる。また、パルス幅の減少と共に、擬似体液中のカルシウムイオンの電気泳動が抑制され、微小なアパタイト粒径が形成され、残留応力が少ない膜が形成されたと考えられる。

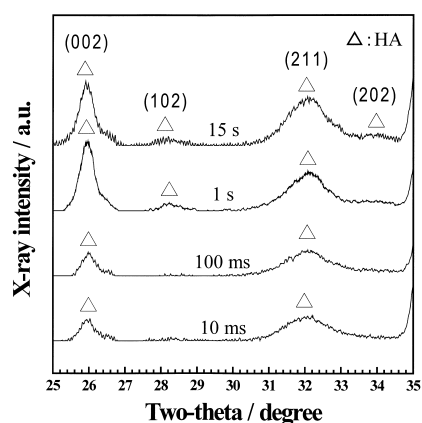


図1. パルス幅を変えて作製したアパタイト薄膜のX線回折パターン

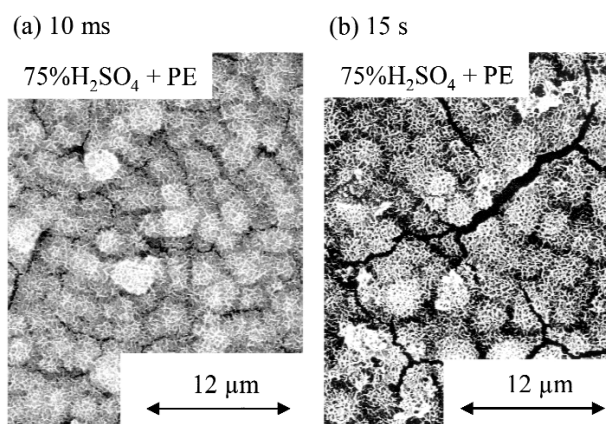


図2. パルス幅が(a) 10msおよび(b) 15sで作製したアパタイト薄膜の表面状態

知能メディア講座 言語メディア分野 (黒橋研究室)

<http://nlp.kuee.kyoto-u.ac.jp/>

「構造的言語処理を指向する用例ベース機械翻訳システムの研究開発」

言語の自動翻訳は古くからの人類の夢である。交通手段の発達やインターネットの爆発的普及によってグローバル化した現代社会では高精度な自動翻訳システムへの期待がますます高まっている。異なる言語の間には、膨大な個別的、例外的翻訳関係があり、これを人手による少数の規則で扱うことは不可能である。そこで、過去の人間の翻訳を模倣する形で新たな翻訳を行う「アナロジーに基づく翻訳(用例ベース翻訳)」が1981年に長尾真によって提案された。この枠組みで翻訳システムを構築するためには大規模な対訳データと十分な計算機パワーが必要であるが、近年、計算機と計算機ネットワークの進歩によってようやく本格的な研究開発が行えるようになってきた。

用例ベース翻訳の基本的なアイデアは、入力文をいくつかの部分に分解し、その部分ごとに類似した用例を用いて翻訳を行い、それらを組み合わせるといったものである。例えば図1の例では、3つの用例を組み合わせることによって翻訳文を作り出している。我々が開発している翻訳システムでは入力文を構文解析し、句同士の依存関係を明らかにした上で、用例を適用する。入力文の分解の仕方には様々なパターンが考えられるが、用例ベース翻訳はできるだけ大きな用例の組み合わせを優先しようとする。また同じ大きさの用例が複数得られた場合には、さらにその外側の表現が類似している方がよいという尺度を考える。このようにして、できるだけ大きな文脈で用例を用いることによって正確な翻訳を得ようとするのである。

翻訳に利用する用例は、対訳文集合から自動的に学習する。用例を獲得するためには、対訳文間の単語や句同士の対応関係を明らかにする「アライメント」という処理が必要となる。対訳辞書の利用や数字表現の一般化などの情報を利用することにより対応関係を得るが、1文内に同じ単語が複数回出現する場合や文脈によって単語の意味が変わる場合など、対応関係には頻繁に曖昧性が生じる。この曖昧性の解消には、句の依存関係を基に対応関係の整合性を定量的に評価する指標を定義し、文全体が整合的に対応付くような対応関係を選択している。

他の多くの機械翻訳手法では文を単純な単語列として扱っているのに対し、我々のシステムでは文を構文解析し、句を単位としてアライメントおよび翻訳を行なっている点が特徴である。日本語と英語のように言語構造の大きく異なる言語間では、我々の手法のように構造的言語処理を利用する方法が適切であると考えられる。

図1では日英翻訳の例を示したが、本研究室では逆方向である英日、さらには中国語を対象とした日中・中日翻訳の研究も行っている。利用している対訳コーパスは、日英で約100万対訳文(論文抄録)と約180万対訳文(特許)、日中では約40万対訳文(情報系論文)などである。また平成18年度から科学技術振興調整費による「日中・中日言語処理技術の研究開発」に中核機関として参加しており、翻訳エンジンの研究開発を担当している。近い将来この翻訳エンジンを実用化し、日本語、中国語の論文を相互に自動翻訳することにより日中間の科学技術交流の促進に寄与することが目標である。

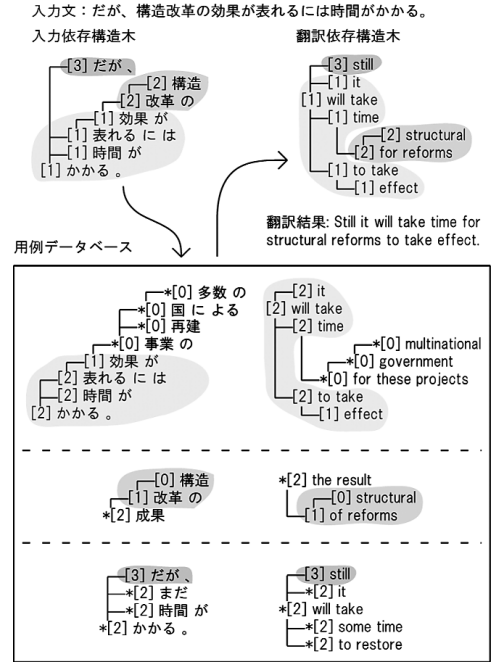


図1. 用例ベース機械翻訳例

通信システム工学講座 デジタル通信分野（吉田研究室）

<http://www-lab14.kuee.kyoto-u.ac.jp/>

「システム間周波数帯域共有を可能とするコグニティブ無線技術」

電波の世界では、行政による各無線サービスへの専用周波数帯域の割り当ておよび帯域外不要輻射等の規制によって各サービス間の干渉を抑え通信品質を確保している。車で例えるなら専用車線であり、走行可能な車線が車種毎に決まっていることに相当する。単純なアナログ式無線機には混信を防ぐために必要なこれら規制も、高度にデジタル化が進んだ将来の無線通信システムにとっては非効率な方法となる。

技術の進展によって一部放送用等を除きデジタル化が達成され、システム内では高度な制御が行われている。例えば一般の携帯電話でも、接続している基地局から1ミリ秒以内の間隔で送信電力の上げ下げの指示を受けており、これによって携帯電話がたとえ移動していても、基地局においてほぼ一定の受信電力となっている。このような状況に対応した高度な制御を、無線システム間で行えば電波の有効利用に繋がる。これが近年「コグニティブ無線」と呼ばれるものの一つの形態である。電波の利用状況を認識 (cognitive) し、それに適応する無線システムである。これによって、通常車がそうであるように、空いている車線 (周波数帯域) への進路変更が可能となる。

しかし、この「状況認識」は簡単ではない。フェージングと呼ばれる場所的、また多くの場合は時間的にも起きる電波強度の大幅な変動は予測不可能であり、比較的近くで送信されている電波が必ず遠くからの電波よりも強いとは限らない。ある時強かった信号がいつまでも強いとも限らない。クリアな視界での車線変更というよりは、土砂降りの夜の車の車線変更に近い。何とか安全な車線変更をと、技術的な挑戦が世界的に活発化しており、例えば他の信号の検出方法としてエネルギー検出、相関検出、周期定常性を利用した検出などが研究されている。システム的な対策として周辺無線機との協調検出等も研究されている [1]。図1はその様子を示しており、図2はSAとSBの送信機間距離に対する干渉を受けたSA受信機の割合である。

コグニティブ無線では単なる周波数帯域の共有に留まらず、異なった無線システム間の相互接続を行うことが可能となる。これは、従来の無線通信システムには存在しなかった概念である。相互接続された無線ネットワークでは、従来の一対一通信ではなく多対多の通信をできる限り自律分散的に実現する必要がある。当研究室では、他システムへの干渉を低減できるマルチホップ協力ダイバーシチ伝送や通信路容量を拡大可能なMIMO伝送技術などを利用した高度なコグニティブ無線システムの研究を行っている。目標とする将来の無線通信システムは、相互に接続され、状況を認識し、帯域を共有し、協力して周波数利用効率の高い伝送を行うシステムである。今後、必要とされる要素技術の高度化を進める。

参考文献

- [1] Youngjin Yu, Hidekazu Murata, Koji Yamamoto, Susumu Yoshida, "Interference information based power control for cognitive radio with multi-hop cooperative sensing," IEICE Transactions on Communications, vol.E91-B, no.1, pp.70-76, Jan. 2008.

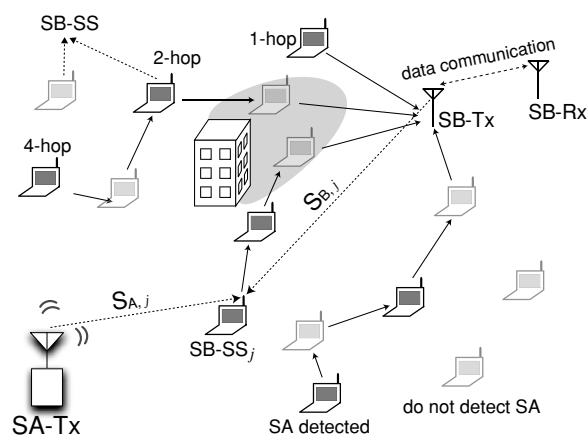


図1. SA-Txからの信号を多数のSBが協力して検出する

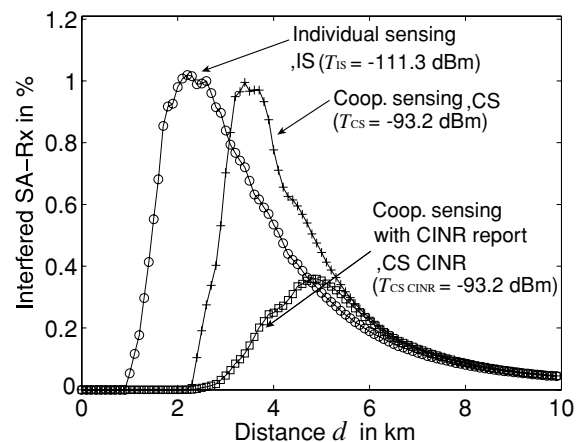


図2. 検出情報の交換 (Coop. sensing with CINR report) によってSA-Rxへの干渉が大幅に低減できる

集積システム工学講座 大規模集積回路設計分野
<http://www-lab13.kuee.kyoto-u.ac.jp/>
 「超高速チップ内信号伝送技術」

コンピュータが日常生活に深く入り込んだ現代では、計算機に求められる性能は日々増大している。演算の中核となるプロセッサは半導体製造技術の微細化やアーキテクチャの発達により、その要求に応じて急速に発展してきた。2005年に発表されたCell Broadband Engine は1チップに合計9個の演算コアを搭載し、その演算性能は約300GFLOPSに達する。これはわずか10年前にはスーパーコンピュータでしか実現できなかった演算性能である。このような性能向上に大きく寄与しているのが、マルチコア技術である。これは1つのチップに複数のCPUを搭載し、並列処理によって演算性能を向上させる。現在市販されているプロセッサでは、前述のCellが9コア、Xeonなどが4コアであるが、学会レベルではすでにIntelが80コアのプロセッサを試作しており、1チップの数十～数百のコアが集積される「メニーコア (Many Core)」時代が到来しようとしている。

メニーコア世代のプロセッサにおける重大な問題は、コアとコアの間、またチップと外部でどのようにして情報を転送するか、にある。図1のように、1つにチップ内に複数のコアが存在する場合、当然それぞれのコア同士は通信し、情報をやりとりできなければならない。また、処理されたデータは外部のメモリやネットワークなどともやりとりしなければ意味がない。将来的に必要とされる通信帯域は数百ギガビット/秒からテラビット/秒と言われ、どのような接続方法がよいのか、また、チップ内の限られたリソースでいかに実現するかが重要課題となっている。

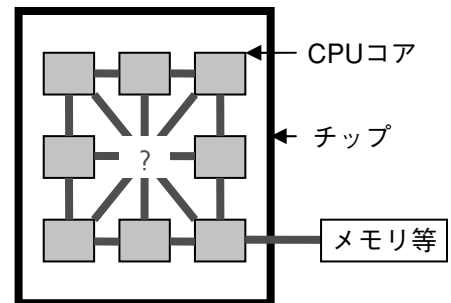


図1. マルチコアと相互接続

当研究室では、チップ内高速通信に向けた基礎技術として、信号送受信回路の物理設計を行っている。GHzでの信号伝送を行う場合、チップ内の数mmの配線でも単純な配線ではなく、伝送線路とみなした設計を行わなければならない。実験では差動伝送線路とCML (Current Mode Logic) を用い、3mmの距離で1チャンネルあたり12.5Gbpsの信号伝送に成功した。試作したチップの写真を図2、実測で得られた波形を図3にそれぞれ示す。また、CMLは高速動作が可能な反面消費電力が大きいという問題がある。このため低消費電力化についても検討し、インピーダンス整合の条件を緩和した最適設計により従来の回路に比べて約30%の消費電力削減に成功した。

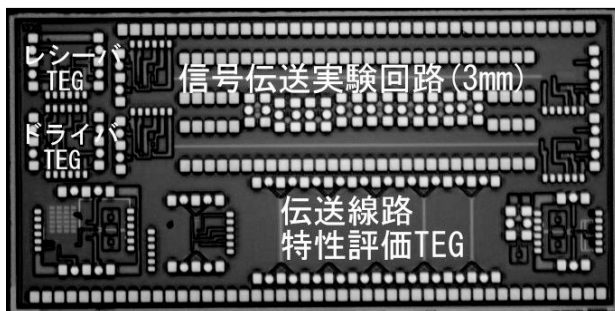


図2. 試作チップ写真 (90nmプロセス)

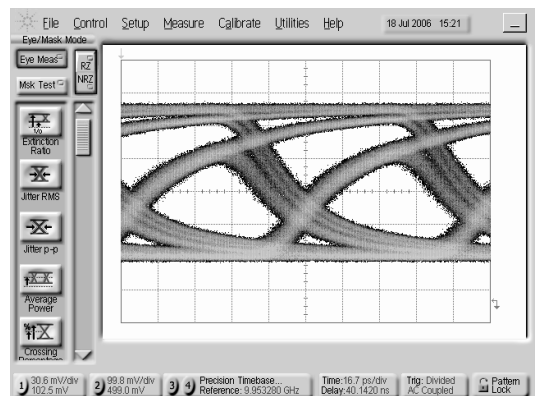


図3. 12.5Gbps伝送の実測波形 (3mm)

システム情報論講座 医用工学分野（松田研究室）

<http://www.bme.sys.i.kyoto-u.ac.jp>

「MRIによる高次生体イメージング」

平成18年度より工学研究科を中心とし、キヤノンとの産学連携により開始された科学技術振興調整費「先端融合領域イノベーション創出拠点の形成」プログラムである「高次生体イメージング先端テクノハブ」において、当研究室は主としてMRIによる高次生体イメージングの開発に関する研究を進めている。本研究プロジェクトでは、近年における基礎医学の進歩により得られた様々な知見を工学・情報学における最先端の技術・研究成果の導入により臨床医学領域の医用画像診断法として実用化させることを目的とし、新しい医用画像診断法の開発というテーマのもとに、医学・生物学と工学・情報学という学術分野の連携のみならず基礎的な研究領域と応用研究との間をも結びつける学際的な融合研究領域の創造を目指している。基礎医学と工業化学系の研究室が連携し、様々な疾病の生物学的な特徴を効果的に利用して正常な状態にある細胞・組織と差別化して可視化させる薬剤（分子プローブと呼ばれる）の開発を進めるとともに、工学・情報学の基礎的な理論や基盤技術に基づく新たな画像化原理を確立し、最先端の臨床医学が求める様々なニーズを満たすような新しい画像診断法の開発を行っている。

様々な生化学反応に特有の物質に結合する部分や生理学現象における特異な状態に密接に関与する部分と、各種の画像診断法により容易に検出できる部分とを併せ持つように合成した分子プローブを投与し、様々な疾患における異常物質や病態に狙いを定めて可視化する画像診断法は分子イメージングと呼ばれるが、次世代の医療を大きく変える新しい臨床技術として注目され、欧米のみならず我が国でも活発な研究が行われている。癌の早期発見を目的としたPET（Positron Emission Tomography）が我が国でも普及しはじめているが、これは生体にフッ素の同位元素¹⁸Fで標識したブドウ糖の類似物質（¹⁸F-FDG：フルオロデオキシグルコース）を投与すると、増殖・分裂の激しい癌細胞が代謝のエネルギー源であるブドウ糖と認識して取り込んでしまうことを利用し腫瘍を可視化するものである。FDG-PETでもすべての癌を確実に検出するわけではないが、FDGはもっとも簡単な分子プローブの一つであり、腫瘍の生物学的な特徴を利用した分子イメージングの一例といえる。

当研究室では、本研究プロジェクトの開始に伴って、一般臨床に用いられる1.5Tの4-5倍という強力な磁場を持つ7Tの動物用MRI装置（図1）を導入し、工業化学系の研究室が開発するMRI用分子プローブや新しい造影剤のin vitroおよび小動物を対象としたin vivoの評価を行っている。図2は本装置で撮影したラット頭部のMRI画像であるが、156 μ m \times 156 μ mの高い空間分解能を持ち、脳の内部構造も詳細に観察できる。また、新たな画像化原理に基づく画像診断法の開発としては、電気工学専攻生体機能工学分野（小林研究室）が開発を進めている超高感度磁気センサーを利用し、次世代のMRI装置としてシステム化を進める予定である。



図1. 7T 動物用MRI装置



図2. 7T 動物用MRI装置を用いて撮影したRat頭部のMRI画像

エネルギー社会環境学講座 エネルギー情報学分野

<http://hydro.energy.kyoto-u.ac.jp/>

「拡張現実感技術を用いた原子力発電プラント解体支援システム」

原子力発電プラントの解体作業を行う際には、詳細な作業計画が立案され、解体作業員は、立案された作業計画に沿って安全・確実に作業を進めると同時に、作業の進捗状況を適切に記録することが求められる。しかし現状では、作業現場には紙の作業要領書を持ち込み、紙を参照しながら解体作業を進め、また、作業の進捗状況も紙に記録している。この方法では、作業要領書と作業現場を見比べる必要があるため、参照ミス・記録ミスが起り、不適切な解体作業・記録が行われてしまう可能性がある。

そこで本研究では、日本原子力研究開発機構との共同研究として、拡張現実感と3次元CADデータを利用して解体作業を支援する手法を開発・評価している。拡張現実感とは、コンピュータで生成した仮想の物体や情報を、あたかも現実の世界に存在するかのように見せることで、現実の世界を拡張する技術である。この支援手法では、作業員が、ビデオカメラが接続された小型タブレットPCを作業現場に携帯する。カメラで解体する機器を撮影すると、小型タブレットPCの画面上に、カメラの映像が映し出され、さらにその映像の上に、撮影した機器の3次元CADが自動的に位置・方向・大きさを合わせて重畳表示される（拡張現実感による重畳表示）。重畳表示される3次元CADは、予め設定された切断箇所、解体禁止箇所の情報を元に色分けされる。これにより、紙の作業要領書を参照する場合に比べ、「提示情報と実物機器を、視点を移動させながら見比べる」動作が必要なくなるため、より直感的に切断箇所と解体禁止箇所を理解できるようになると期待される。また、1日の解体作業が終わった時点で解体途中の機器をカメラで撮影すると、小型タブレットPCの画面上に、カメラの映像が映し出され、さらにその映像の上に、その日の作業開始前の状態の機器の3次元CADが自動的に位置・方向・大きさを合わせて重畳表示される。ユーザは、既に解体されたために作業現場（現実世界）には存在していない部分と、3次元CAD上では残っている部分の境界線を小型タブレットPC上で電子ペンを用いて指定することにより切断箇所を入力する。この方法では、小型タブレットPCの画面上で実際の映像と3次元CADの映像の間の違いを見つけるだけで切断箇所が記録できるため、より直感的に作業の進捗状況を記録できると期待される。

本研究では、図1に示す様に上記支援手法を実現するプロトタイプシステムを開発し、実際に日本原子力研究開発機構・原子炉廃止措置研究開発センター（ふげん）内で、作業員の方々にシステムを試用して頂き、支援手法の有用性・問題点等を調べる研究を行っている。



図1. 拡張現実感技術を用いた原子力発電プラント解体支援システム

エネルギー機能変換研究部門 複合系プラズマ研究分野 (佐野研究室)
<http://www.center.iae.kyoto-u.ac.jp/sanok/index.html>
 「ヘリオトロンJ装置におけるMHD安定性の研究」

環境問題やエネルギー問題を解決するため、近年、持続可能な社会および地球環境の構築が求められている。特に、低環境負荷かつ枯渇問題の無い電気エネルギー源の開発と実用化が必要不可欠と考えられている。水素等の軽い原子核同士を互いに衝突させることで起こる核融合反応を磁場で閉じ込めた高温プラズマ中で起こさせ、その生成されたエネルギーを発電に利用する方式が核融合発電である。核融合発電は低環境負荷、燃料が無尽蔵そして高エネルギー密度といった特徴を有することから、持続可能な社会環境を支える基幹的な発電方式となる可能性を秘めており、世界的に研究開発が積極的に進められている。そして、実際に核燃焼プラズマを生成、保持する国際熱核融合実験炉 (ITER) の建設が始まり、30年計画で建設、実験が進められる予定である。効率良く核融合反応を起こさせるにはプラズマの高性能化が欠かせない。このプラズマの性能は基本的にはプラズマを閉じ込める磁場容器 (磁場配位) の性質に依存する。そのため、本研究室では、より核融合炉に適した磁場配位の探索と高性能プラズマ閉じ込めを実現すべく、京都大学独自のヘリオトロン磁場配位を発展させた立体磁気軸ヘリオトロン磁場配位を用いた高温プラズマ閉じ込めの研究を行っている。それら研究の中から、今回はプラズマの電磁流体力学的 (MHD) 安定性に関する研究について紹介する。プラズマは荷電粒子の集合体であり電磁流体として振る舞う。この電磁流体は何らかのエネルギー源からエネルギーを授受された際に不安定化すると、磁場と電場が大きく揺れることから閉じ込め磁場に影響を与えることが考えられ、場合によっては高性能プラズマ保持に支障をきたすことが考えられる。エネルギー源としてはプラズマや加熱源である高速イオンの圧力勾配、そしてプラズマ電流勾配が挙げられる。我々のヘリオトロン配位では特にプラズマや高速イオンの圧力勾配によるMHD安定性が重要である。図1 (a) が磁気プローブと呼ばれるソレノイドコイルで検出したMHD不安定性 (磁場揺動) の時間発展である。プラズマを加熱するためにプラズマ中に入射した高エネルギーイオンによりプラズマ中のMHD波動であるアルヴェン波が不安定化していることを示している。この現象は粒子と波動の共鳴の相互作用であり物理的にも大変興味深い。また、図1 (c) ~ (e) はMHD不安定性発生時に高速イオンが閉じ込め領域の外側に向かって逃げ出してきたことを示唆するデータである。将来の核融合炉では高速イオンであるHeの原子核 (アルファ粒子) によりプラズマが自己加熱されることから本研究は重要で、この不安定性の性質解明と安定化に向け現在研究を進めているところである。特に、昨年度から国際共同研究のもと金融などの異分野で用いられているデータマイニング手法をMHD不安定性解析に適用することで、より正確な解析手法を確立しつつある。今後、この手法によりMHD不安定性のパラメータ依存性などの特性を明確化するとともに、安定化に向けた実験的、数値計算的な研究を進めていく予定である。

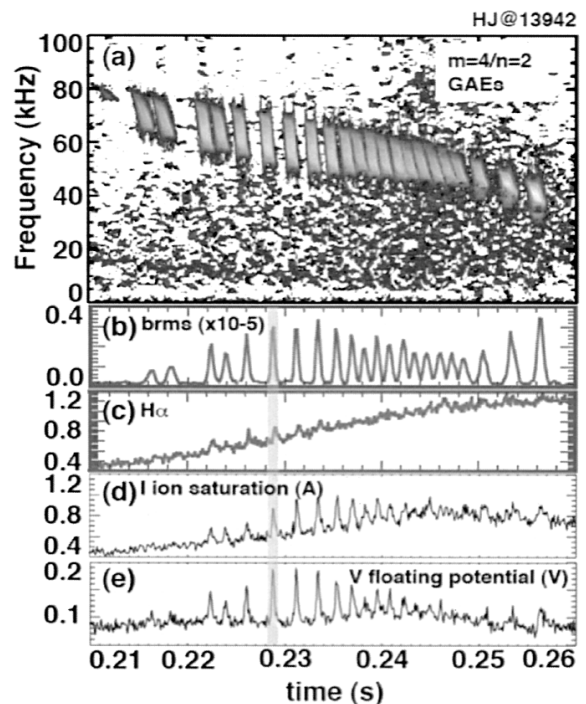


図1. MHD不安定性とそれに関連したプラズマパラメータの時間発展

情報学研究科 通信情報システム専攻 地球電波工学講座 地球大気計測分野 生存圏研究所 中核研究部 生存圏診断統御研究系 大気圏精測診断分野 (津田研究室)
http://www.rish.kyoto-u.ac.jp/labs/tsuda_lab/

「電波と音波を用いた大気風速、温度、水蒸気のリモートセンシングの国内外への展開」

地球大気中に発生する前線、降雨など様々な気象現象の振舞いは、風速、気温、水蒸気といったパラメータにより支配されています。これらの現象のメカニズムを理解しその発生を予測するには、これらのパラメータを同時測定することが重要です。特に、台風や集中豪雨など時に災害をもたらす我々の生活に大きな影響を与える現象はその寿命が短く比較的水平的スケールの小さい現象であるため、これらを理解するには短い時間間隔で測定することが特に重要です。本研究室では、レーダーを用いることで風速、気温、水蒸気を同時かつ高い時間分解能で測定する測定技術の開発を行っています。

大気レーダーは大気中に存在する乱流に電波を照射して散乱される電波を受信します。大気乱流は背景の風により流されているため、受信電波のドップラー周波数遷移から三次元風速を測定することができます。さらに大気レーダーに音波を組み合わせるRASS (Radio Acoustic Sounding System) 技術により気温を測定することも可能です。これは、地上から音波を放射し、上空に形成された音波面による散乱電波を受信します。音速は気温により変化するため散乱電波のドップラー周波数遷移から気温を測定することができます。さらに、津田研究室では大気レーダーを用いて水蒸気を推定する新測定技術を開発しました。これは乱流により散乱される電波強度が水蒸気の情報を含むことを利用して水蒸気量を導出します。

大気レーダーを用いた気温、水蒸気の推定手法の開発は、京大生存圏研究所信楽MU観測所に設置された大型VHFレーダーであるMU (Middle and Upper atmosphere) レーダーや1.3GHz帯ウインドプロファイラ等を用いて行われてきましたが、近年は、国内外の研究機関と協同して開発された気温、水蒸気観測技術の他の大気レーダーへの展開を積極的に進めています。

地球上で最も多くの太陽放射エネルギーを受けて積雲対流活動が活発な赤道域においては、京都大学がインドネシア・スマトラ島に設置した赤道大気レーダーや、インド国立大気科学研究所と共同でインドのMSTレーダーによるRASS観測を行っています。

さらに日本で唯一亜熱帯気候に属する沖縄亜熱帯域への観測展開を計るため、情報通信研究機構 (NICT) と協力して沖縄県国頭郡大宜味村のNICT沖縄亜熱帯計測技術センター・大宜味大気観測施設に設置された400MHz帯ウインドプロファイラ (図1) を用いたRASS観測を行っています。これにより、台風や梅雨に伴う集中豪雨などの顕著気象擾乱の頻発域である沖縄の気象擾乱の微細構造を観測することが期待されます。図2に沖縄のRASS観測で得られた温度の高度分布を示します。破線は、同時観測された気球観測の値です。両者は高度1.5km付近に見られる気温高度勾配の変化する構造を含めて良く一致します。

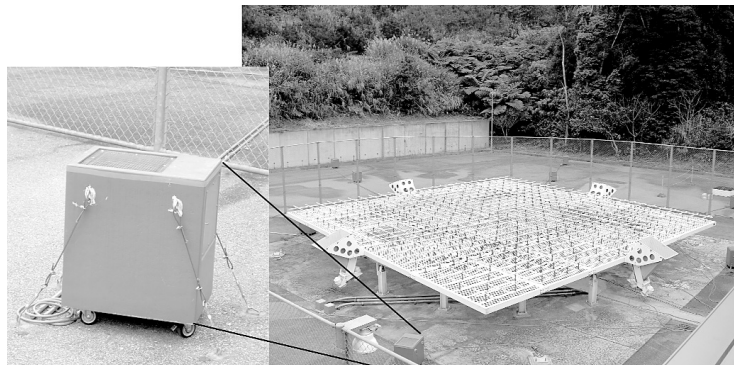


図1. 沖縄の400MHz帯ウインドプロファイラの外観 (右)。中央の四角がレーダーアンテナである。アンテナの周囲にRASS用ホーンスピーカーを配置している。左図は新開発したRASS用のホーンスピーカーの外観。

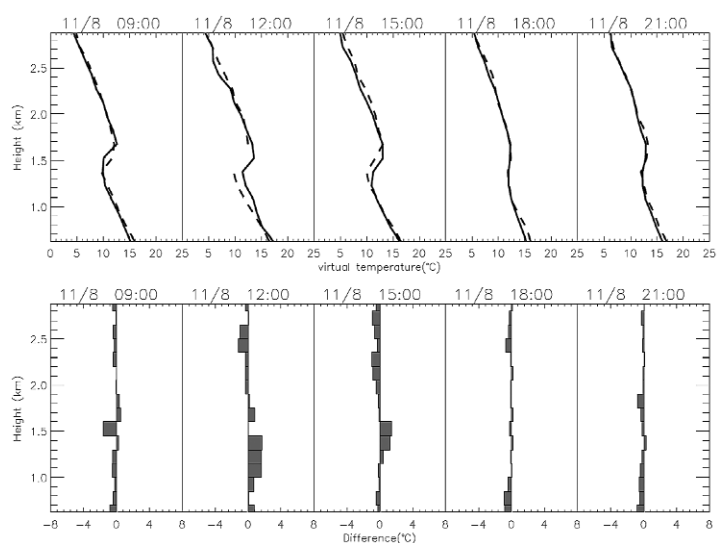


図2. (上) 沖縄のRASS観測で得られた温度の連続高度分布 (実線)。破線は、同時観測された気球観測値を示す。下図は両者の差を示す。

生存圏開発創成研究系 生存科学計算機実験分野（大村研）

<http://www.rish.kyoto-u.ac.jp/space/labo-o.html>

「地球磁気圏におけるホイッスラーモード・コーラス放射の研究」

地球磁気圏の内部で観測される数kHzの周波数のホイッスラーモードと呼ばれる電波の中には、大幅に周波数が変動するコーラス放射（図1）という電波が観測されています。この電波現象は宇宙開発が始まる以前の1953年にStoreyによって報告されており、この電波は数kHzの周波数をもった電波であり、その信号をオーディオアンプに入力すると夜明けの鳥のさえずりの声のように聞こえることからコーラスと呼ばれています。一般的には、これは太陽活動の変動を受けて地球磁気圏の磁場が変動するために、太陽風のプラズマの一部が磁気圏後方から内部磁気圏に注入されるためにサイクロトロン共鳴によって励起されると考えられてきましたが、その周波数変動のメカニズムは、過去50年余りにわたる謎でした。当研究分野では、これまで開発してきた電磁粒子シミュレーションの技術を駆使し、最近のスーパーコンピュータの能力を最大限に活用した大規模な計算機実験により、コーラス放射を再現し（図2）、その詳細な発生機構を解明することに成功しました。これは、多数の共鳴電子の運動と電磁界のマクスウェル方程式をそのまま解き進める電磁粒子シミュレーションに地球のダイポール磁場の効果を取り込むことによって実現したものです。さらに、図2に示したシミュレーションでは、高エネルギー電子の運動エネルギーの一部が電磁界にエネルギーに変換されてコーラス放射が励起される一方で、その電磁界のエネルギーが高エネルギー電子の一部を加速し、相対論的なエネルギー（MeV）をもつ電子が生成されることが明らかになりました。このコーラス放射は、特に最近では宇宙環境利用の観点から、地球放射線帯が人工衛星等の運用に悪影響を与えることから、その相対論的電子の生成機構の一つとして注目され、盛んに研究されています。

参考文献

Y. Omura, Y. Katoh, and D. Summers, Theory and simulation of the generation of whistler-mode chorus, *Journal of Geophysical Research*, vol. 113, A04223, doi:10.1029/2007JA012622, 2008.

Y. Katoh and Y. Omura, Relativistic particle acceleration in the process of whistler-mode chorus wave generation, *Geophys. Res. Lett.*, 34, L13102, doi:10.1029/2007GL029758, 2007.

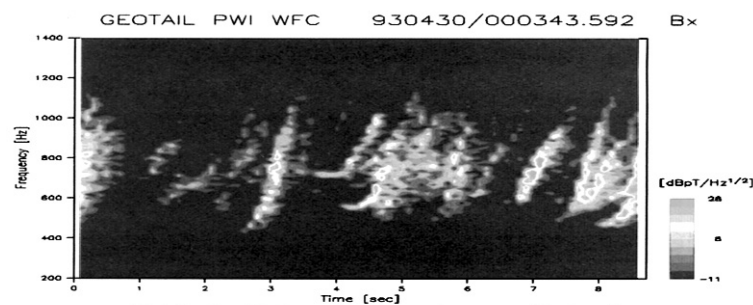


図1. GEOTAIL衛星で観測されたコーラス放射

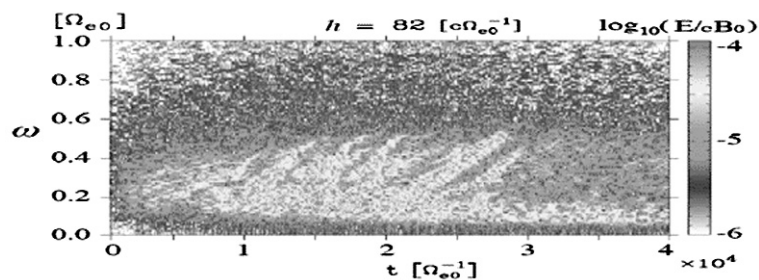


図2. 計算機シミュレーションで再現されたコーラス放射

情報メディア工学講座 情報可視化分野 (小山田研)

<http://viz.media.kyoto-u.ac.jp/>

細胞死過程の時空間的解析のための可視化技術の研究

細胞死（アポトーシス）は生体の発生過程における器官形成や臓器形成、あるいはウイルス感染や傷害から生体を防御するために必要不可欠な生命現象である。また、アポトーシスの抑制や過剰は、がん・免疫疾患、劇症肝炎・アルツハイマーなどの神経疾患といった様々な疾患に関連することも知られている。アポトーシスを解明することはこれら疾患の予防や治療につながる事が期待されている。

細胞生物学の分野においては、アポトーシスの刺激を受けた細胞は、細胞の委縮、小胞化、核の断片化といった形態変化が起こり、最終的に消失することが知られている。この一連のアポトーシス過程において、それぞれの現象ごとの実験や解析は数多く行われているが、包括的な時空間変化における情報発現の基本原理は未だ解明されていない。

最近では、蛍光タンパクを利用することによって細胞内の機能的変化や形態的变化を画像化し、生きた細胞に対する経時変化を実時間で観察することが可能となってきた。一般的に、蛍光タンパクを利用した細胞の形態変化の解析においては、撮影した画像を時間軸に沿って連続的に配置して表示する方法や動画像として提示することが多い。そのような解析においては、アポトーシス過程における細胞形状の時間変化を映像として観察することはできるが、時空間的な変化を包括的に観察することは困難である。

一方、科学技術可視化の分野においては、ビデオビジュアライゼーションと呼ばれる動画像に対する可視化手法がいくつか提案されている。この技術では、時間的に変化する複数の画像を時間軸に沿って並べ、それらを1つのボリュームデータとして可視化する。しかし、それらは監視カメラなどの映像を対象としたものが多く、1つの視点から撮影された1つのボリュームデータを対象として扱うものがほとんどである。

本研究では、複数の蛍光タンパクを利用し細胞内の複数の組織を標識した画像を同時に計測することで、それぞれを別のボリュームデータとして扱い、それらを合成して可視化する（図1）。そうすることにより、アポトーシス過程において、細胞内の複数組織の時空間的形態変化を同時に解析することが可能となる（図2）。本研究では、細胞の機能的な経時変化においても同様に扱うこともできるため、これらを同時に可視化することによって、機能的変化および形態的变化を包括的に解析することも可能となる。本研究は、アポトーシス以外の様々な生きた細胞の時空間解析への利用も期待される。

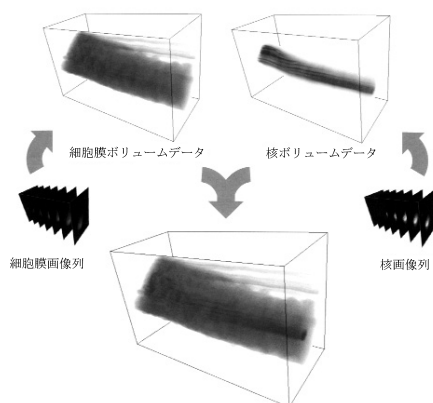


図1. 細胞膜と核を表すボリュームデータの合成可視化

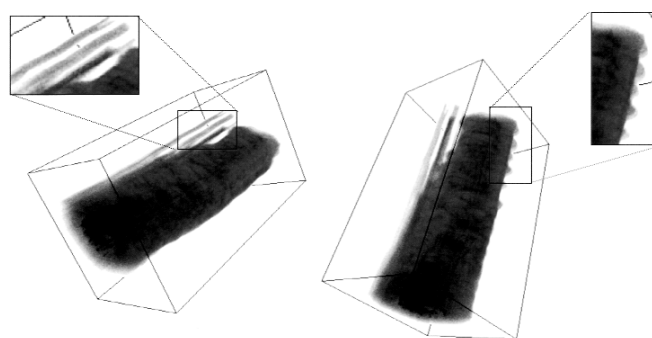


図2. 可視化結果例。3つの小胞が細胞本体から分離し3本の線として軸に沿って伸びている（左図）。小胞が分離することなく同じ位置で伸長・収縮を繰り返している（右図）。

情報メディア工学講座 複合メディア分野（中村（裕）研究室）
<http://www.ccm.media.kyoto-u.ac.jp/>
 「さりげない支援を実現する環境メディア」

人間と人間をとりまく情報システムの間意思疎通を円滑にすることの重要性は古くから認識されてきた。効率を保ちつついかに人間にストレスやミスが生じないようにするかなど、ユーザインタフェース、人間工学、認知科学その他種々の観点から議論されてきている。

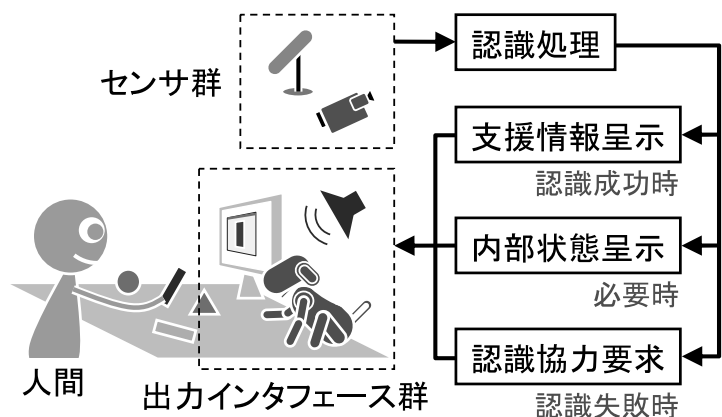
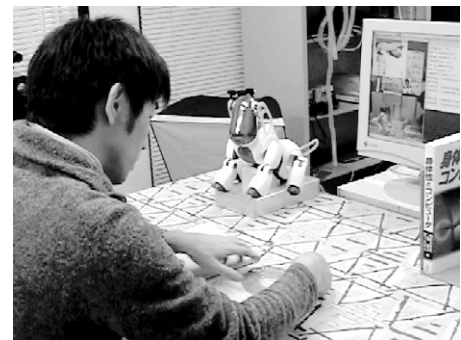
しかし、ユビキタス社会と呼ばれるように、一桁も二桁も多くのシステムが身の回りに遍在するようになると、人間が一つ一つのシステムに意識を向けることが難しくなり、これまでとは異った枠組みが必要となる。そこでは、人間を取り囲む環境としてのシステムやメディアの集合体を設計することが重要な課題となるだろう。これによって、人間を見守り、本当に必要な場合にのみ支援することが目的となる。例えば、福祉などの分野では、本人ができることは（わざと）支援しないという選択も不可欠である。

このような背景から、我々の研究室では、人間が自然に振る舞っている状況で、過不足なくでしゃばらずに支援をする「さりげない支援」を実現する研究を行っている。これまでの研究では、（１）人間を系に取り込み、人間の認識能力やコミュニケーション能力を機能の一部とするシステムの設計、（２）人間の内部状態に合わせて人間を支援するモデルの提案等を行っている。

そのうち、今回は（１）について紹介したい。

人間の状態に応じて適切な支援を行うためには、高度に知的な認識処理が必要となる。画像や音声、自然言語の認識の高度化が必要であり、我々もそれを手がけているが、それだけでは能力が足りないのも事実である。そこで図のようにエージェントを介在させ、人間が自然に振る舞いながらも必要な場合にはシステムと協力できるように、システムの内部状態（認識や支援の状況）を呈示しながら、問題が起きた場合には人間の協力を仰ぐ仕組みを試作してきた。これはユーザーに有用な情報を与えるために、ユーザーの力を借りる仕組みになっている。

種々の実験を行った結果、利用者の評判は良く、また、従来ならば失敗していた認識もかなりの割合で成功することがわかってきた。現在はまだ簡単な作業支援を想定した試作段階であり、扱える状況も少ないが、将来的には家庭やオフィス、街頭のような場所で広く使われる枠組みとなることを期待している。



参考文献

M.Ozeki, Y.Miyata, H.Aoyama, Y.Nakamura: Collaborative Object Recognition through Interactions with an Artificial Agent, Proc. International Workshop on Human-Centered Multimedia, pp.95-101, 2007