

物理情報工学科 / 物理情報工学専攻

Department of Applied Physics

工藤 正博 教授* 滝沢 國治 教授**

(1) 物理情報工学科の沿革

この四半世紀における我が国の科学技術の進歩は目覚しく、いくつかの先端技術分野における水準は欧米を凌ぐまでに至った。しかしながら、我が国が科学技術の上でさらなる発展を遂げるためには、科学の深い根源的な理解や斬新な技術開発に従事することができる多くの技術者を育成、確保しなければならない。そのためには、より基礎的で学際的な複合領域に関する学識と情熱が育まれる教育が強く望まれている。

このような時代の趨勢に対応して、より基礎的な学問分野の修得に重点をおき、既設4学科を横断的にカバーする教育研究部門として新たな学科の設置が決定され、平成元年4月に計測数理工学科が誕生した。平成9年に大学院博士後期課程の設置をもって完成した計測数理工学専攻を加えて体制を確立し、本格的に技術者・研究者養成に取り組むことができるようになった。また平成12年度には教職課程も設置・認可されている。

さらに平成13年度より、基礎的かつ学際的な複合領域の学習・研究においても不可欠なツールとなっているコンピュータの教育をより充実すべく、「物理情報工学科」と名称を変更し、新世紀を担う学生の育成に向けて新たな一歩を踏み出した。

(2) 物理情報工学科で学べること

本学科では、自然界のすべての現象をその本質から学び、情報としてとらえ、コンピュータを駆使して解析し、応用していく。定員は1学年60名というこじんまりした学科であり、きめ細かい教育が行き届き、講義、演習、実験を通してサイエンステクノロジーを基礎から学び、ひとつひとつの勉強の深い理解が得られる教育を目指している。必修科目が少なく、自分の興味のある分野に意欲的に取り組んでいけることも本学科の特徴の一つである。

物理情報工学科で行われる教育は、大きく分けて、

- ① コンピュータ活用のための基礎・実地教育(コンピュータ言語、グラフィックス技術、ネットワーク技術)
- ② 物理現象の工学的応用技術(物性応用工学、光情報技術、ナノテクノロジー)
- ③ エレクトロニクスを駆使した高精度計測技術(電子回路技術、リモートセンシング技術、物理・化学計測技術)
- ④ コンピュータシミュレーション技術(コンピュータ計算技術、物理シミュレーション技術)
- ⑤ システム制御技術(コンピュータコントロール、ダイナミクス工学、モデリングと最適制御技術)

このような基礎的な勉強をマスターした上で、3年次後半か

ら卒業研究に着手し、の5本の柱から成り立っている。

- ① コンピュータ解析グループ
- ② エレクトロニクス物性・計測グループ
- ③ システム・制御グループ
- ④ ナノテクノロジー

の各研究室に分かれて卒業研究を行なっている。

(3) 大学院物理情報工学専攻

物理情報工学専攻は、1992年4月に設置された計測数理工学専攻を前身とし、2001年4月からスタートした。本専攻の基本的な方針は、さまざまな技術を駆使して物理情報を計測し、自然現象の本質に迫る数理モデルを構築し、システムティックに工学的応用を図ることである。コンピュータ、半導体、記録、通信など情報に関連する広範な分野で、研究から開発・実用化までの期間が非常に短くなり、基礎と応用が渾然一体となる傾向が顕在化している。本専攻の本務は、こうした情報技術の大きな流れを物理的な側面から捉え、ハードウェア、ソフトウェアに精通し、自立して創造的活動のできる高度な応用物理・情報工学系技術者を養成することである。

(4) 大学院における教育、研究

基本方針は基礎を深く理解させ、自ら考える力を涵養することである。その基盤の上に、物理情報という学際領域に対応できる柔軟な発想、実務能力、創造的能力を育成することを目標としている。このため、授業科目を基礎科目群と学際科目に分け、これらを博士前記過程1年次に集中的に習得させている。学生は8研究室(表1)に所属し、各室ごとの輪講、演習、実験により講義科目の内容を深めつつ、研究にアプローチする。

学位論文研究では、専攻内の中間発表、最終発表などに加えて、国内外の学会が主催する年会、各種講演会・研究会での発表および査読付論文の執筆を強く奨励している。

(5) 卒業生の進路

物理というテーマはすべてのジャンルに通じる学問であり、物理情報工学科および物理情報工学専攻で学ぶ知識と技術はコンピュータ、マルチメディア、ロボット、自動車、医薬、食品、宇宙、環境など、様々な最先端工学分野の第一線で生かされている。卒業生は計測機器の回路設計、データ通信システムの企画・設計、オペレーションシステムを開発、電子デバイス用回路の設計、電子材料の開発など、驚くほど広い社会の最先端科学技術分野で活躍している。

表1 研究活動(件数)

	査読付論文	査読無論文	総 論	著 書	口頭発表	特 許	受 賞	研究助成等
2000年	20	7	6	8	37	4	1	4
2001年	26	4	4	0	29	1	0	7
2002年	17	11	7	5	30	2	3	6

*物理情報工学科主任

**物理情報工学専攻主任

システム・制御研究室（物理情報工学科）

System and Control Engineering Laboratory

川口 忠雄 教授*, 芝田 京子 助手**

人工物から人体まであらゆるものが、システムチックに上手く動いている。その仕組みを解析・理解し、機械・電気・電子・制御を駆使して、メカトロニクス技術で新しい人工物(システム)を創り出すのが、研究室の役目です。

(1) 分散階層システムの研究

Keywords: Multi-layered, Decentralized system

生物,あるいは社会の仕組みを構築しているホロン型(分散階層)構造をもった、世の中のあらゆるシステムの開発研究を行っています。(1994, 1995年度計測自動制御学会技術賞受賞)

文献:川口「むだ時間をもつ分散型階層システムの構築」計測自動制御学会, Vol. 30, No. 7, pp. 751-759, 1994。

文献:Kawaguchi「Development of an Automatic Vickers Hardness Testing System Using Image Processing Technology」IEEE Trans. of Industrial Electronics, Vol. 44, No. 5, pp. 696-702, 1997。

文献:芝田・川口「分散制御器による熱間仕上圧延機のストリップ張力の安定化」電気学会論文誌D, Vol. 119-D, No. 3, pp. 383-389, 1999。

(2) 自然法則の体系化の研究

Keywords: Brain support system, Knowledge manipulation

世の中の人工物は自然法則の組み合わせです。約7000の法則の体系化を行い新しいモノを創り出すシステムを開発研究しています。(2000年度服部報公会工学奨励援助受賞)

文献:芝田・川口「人工物発明プロセスの分析(人工物発明支援システムの開発研究(第1報))」電気学会論文誌D, Vol. 119-D, No. 8/9, pp. 1105-1112, 1999。

文献:芝田・川口「自然法則による新機能導出に関する表現方法(人工物発明支援システムの開発研究(第2報))」電気学会論文誌D, Vol. 120-D, No. 11, pp. 1265-1276, 2000。

(3) 多体柔軟構造物体の計測・制御システムの研究

Keywords: Modeling, Human body mechanism, Motion control

人体の仕組みを研究し、脳特性を考慮したゴルフスイングの最適化、腰痛防止姿勢制御を考慮した車椅子の開発研究を行っています。

文献:芝田・川口「ゴルフスイングのダイナミクスと運動制御(第1報)ーゴルフスイングを表現する評価モデルの構築ー」精密工学会誌, Vol. 68, No. 3, pp. 473-490, 2002。

文献:芝田・川口「腰痛防止姿勢制御装置付き車椅子の開発研究(第1報)ー腰痛評価を考慮した人体等価モデルの構築ー」精密工学会誌, Vol. 68, No. 11, pp. 1441-1446, 2002。

(4) 装置・設備

倒立振り子や磁気浮上などの制御装置, MATLAB, DADS, アナログシミュレータなどの制御用ソフト, 3次元運動解析システム, 脳波解析システムを駆使して研究しています。<http://www.ap.seikei.ac.jp/system/>にて写真付きで紹介しています。

(5) 研究室内の活動・特徴

『工楽(こうがく Enjoyaring:工学を楽しむこと)』をモットーに第1期生から11期生まで116名(内女性25名)を送り出してきました。大学院への進学者も45名(他大院24名)で、世の中に役立つ高級技術者の育成に努めています。その他、文部科学省と技術予測問題にも取り組んでいます。

*Prof. T. Kawaguchi (kawaguch@apm.seikei.ac.jp)

**Res. Assoc. K. Shibata (shiba@apm.seikei.ac.jp)

動的システム研究室 (物理情報工学科)

Dynamical System Laboratory

神田 芳文 教授*, 野垣 正義 助手**

物体, 生体あるいは社会の複雑な動的挙動に関する現象を究明し, それを工学的に応用することを研究目的としている。主としてコンピュータをフルに活用した数値シミュレーションを行っており, 必要となるコンピュータ利用技術の開発に多くの力を注いでいる。

(1) 有限要素法によるテニスのボールとラケットの衝突解析

Keywords: Tennis Racket Dynamics

テニスのボールとラケットの衝突現象は構造的にも材料的にも非常に複雑な動的接触問題である。その解析におけるモデル化にはセンスの通用しない面が多い。そこで, 3次元有限要素法に基づいて現実にてできるだけ忠実なモデルを構築して解析する手法の開発を行っている。スピンのない場合についてはほぼ完成し, スピンのある場合について基本的な挙動が解析可能である。解析結果のアニメーションの1コマを図1に示す。

(2) 柔軟構造を含む系の機構解析

Keywords: Multibody Dynamics

ロボットや生体の運動解析に利用されるリンク機構の解析において, リンクを剛体ではなく柔軟構造として扱わざるを得ないケースが増えている。正確にこの解析を行える手法は有限要素法のみであるが, 現状では大規模で反復計算を必要とするため, 実用性に乏しい。本研究ではズームングの技法などを取り入れて, 革新的な計算効率の向上を目指している。



図1 テニスボールとラケットの衝突

(3) スポーツ用具の官能評価に及ぼす物理特性の影響

Keywords: Semantic Differential Method

工業製品の官能(主観)性能評価が行われることは珍しくないが, 官能評価と製品の物理特性との関連を定量的に把握できない限り, 製品設計へのフィードバックが行えない。工業製品の中でも官能評価が重要視されるスポーツ用具について, 官能評価と物理特性の因果関係を定量的に把握する手法を開発する。

(4) 高気圧中の自続放電

Keywords: FFTGA, Transition

高気圧中において放電の不安定になる条件が多々ある中, グローとアークを繰り返すフリップフロップ形移行現象は安定的に放電を利用する場合に不利となる。そこで, この現象の物理的性質を探求し, 放電の応用に寄与するための研究を行っている。

*Prof. Y. Kanda (kanda@apm.seikei.ac.jp)

**Res. Assoc. M. Nogaki (nogaki@apm.seikei.ac.jp)

物質情報計測研究室 (物理情報工学科)

Materials Analysis Laboratory

工藤 正博 教授*, 青柳 里果 助手**

本研究室は、飛行時間型二次イオン質量分析装置 (TOF-SIMS) を代表とする各種表面計測機器を用いて、様々な物質の表面情報計測法の開発と各種材料評価への応用を研究している。TOF-SIMSは、図1に示すように、一次イオンを試料表面にパルス的に照射し、その際に発生する二次イオンを飛行時間型質量分析計 (TOF-MS) で高感度に検出する測定法である。二次イオンが一定距離を飛行する時間から、そのイオンの質量数 (m/q) が特定できる。TOF-SIMSからは、固体最表面における物質の化学構造 (定性)、極微量分析 (定量)、および特定物質の分布 (イメージング) が分かる。

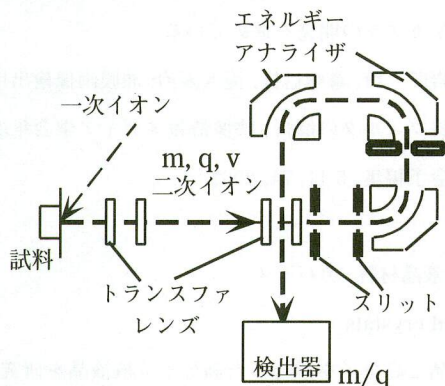


図1: TOF-SIMSの二次イオン測定原理



図2: TOF-SIMS

図2にTOF-SIMSの試料導入部から測定部までを示す。このほかに、これらを制御するコントローラーとパソコンなどでTOF-SIMSは構成される。

以下に、TOF-SIMSを用いた研究を紹介する。

(1) バイオセンサの開発および評価

Keyword: Biosensor, Antibody, Fluorescence

蛍光発光と抗原抗体反応を利用した免疫センサーによる簡便かつ迅速なタンパク質測定法の開発とセンサ基板のTOF-SIMSによる評価を行っている。

(2) 環境計測

Keyword: Ecology, Air pollute

ディーゼルエンジンの排ガスや煙草の煙などに含まれる大気中浮遊粒子の高感度測定を目指して、TOF-SIMSを用いて、エアースAMPLERで銀メンブレンフィルターに捕集した大気中浮遊粒子を計測している。

(3) 半導体材料

Keyword: Semiconductor, Thin film

半導体材料のさらなる発展を目指して、半導体作成過程で生じる表面および界面の現象を研究している。

(4) 機能性バイオ材料の評価

Keyword: Intelligent polymer, Membrane

機能性高分子材料を表面分析の観点から評価している。

(5) 研究室の活動、特徴

TOF-SIMSを中心に各種材料表面の測定とそのデータ解析に重点をおいて研究を進めている。データ解析にはコンピュータとデータベースを活用し、学生、教員が頻繁にディスカッションをしながら進めるとともに、外部の研究者とも積極的に共同研究を遂行している。

*Prof. M. Kudo (kudo@apm.seikei.ac.jp)

**Res. Assoc. S. Aoyagi (aoyagi@apm.seikei.ac.jp)

光システム計測研究室 (物理情報工学科)

Lightwave Sensing Laboratory

滝沢 國治 教授*

光と電気光学結晶や液晶との相互作用の評価・解明
および光制御を目標に、機能性光学結晶、光制御材料・
素子、光センシングなどの研究を進めている。

(1) 機能性光学結晶

Electro-optic crystals

酸化物単結晶の多様な光学的性質を評価・解明し、
光通信や光計測などに寄与することを目的とする。電
気光学効果、非線形光学効果、圧電効果、光学活性な
どが主な研究対象。現在は、電気光学係数の波長分散、
電気光学係数と圧電定数の相対的な符号関係の決定、
電気光学効果や逆圧電効果が最大になる結晶構成¹⁾な
どの研究を進めている。

- 1) K.Takizawa, "Analysis of electrooptic crystal-
based Fabry-Perot etalons for high-speed spatial
light modulators", Appl. Opt. Vol42. No.6, 2003.2.

(2) 光干渉計測

Interferometers

マイケルソンやマッハ・ツェンダー干渉計など種々
の光干渉計測技術に応用できる高調波信号計測法²⁾を
研究している。この方法で約10度の位相変化を検出し
たが、まだ不十分である。検出感度の大幅な向上をめ
ざして研究中。また、機械的振動や空気の揺らぎの影
響を受けない反射光干渉法も研究している。

- 2) 滝沢國治:電気光学係数の高感度測定法,
第62回応物学会学術講演会 講演予稿集,

11p-Y-3, 891, 2001.

(3) 光センサの研究

Lightwave sensing

電気光学結晶を用いた超高速・超高感度電界計測プ
ローブを研究している。従来プローブに比べて感度を
2桁向上させ、半導体素子の非接触検査に応用するこ
とが目標。また、水質検査、海洋汚染測定、海難救助
などへの応用をめざして、油膜センサ³⁾および油膜検
出TVカメラの開発を進めている。

- 3) 岩間 玲, 斎藤信雄, 滝沢國治: 油膜画像検出用波
長フィルタの解析, 映像情報メディア学会年次大
会予稿集, 5-11, 74, 2001.

(4) 液晶材料・デバイス

Liquid crystals

液晶と高分子を融合した高分子分散液晶を研究中。
これまでに空間光変調素子(TVカメラとディスプレイ
の機能を併せ持つ多層膜素子)、光ファイバ変調器
(世界で最も小さい光変調器)、液晶照明装置などを開
発した。現在は、液晶の高速化に最適な高分子配向制
御型液晶や、レーザレーダ用高分子液晶を研究してい
る。2001年には、電子情報通信学会、照明学会、日本
液晶学会より、それぞれ論文賞を受賞した。

- K.Takizawa, "Application of polymer -dispersed liq-
uid crystal devices to advanced broadcasting tech-
nologies" Recent Res. Devel. Electronics & Commun.
(ISBN:81-7895-055-3).

*Prof. K. Takizawa (takizawa@apm.seikei.ac.jp)

薄膜・表面物性研究室 (物理情報工学科)

Laboratory of Thin Films and Surfaces

馬場 茂 教授*, 中野武雄 助手**

スパッタリングなど物理製膜技術で合成できる固体薄膜について、形成過程から物性、およびその物性測定技術までのあらゆる物理に興味をもっている。

(1) 薄膜形成初期過程の構造と物性

a. 結晶表面の2次元超周期構造: (super-structure, RHEED, LEED, XPS)

最表面1, 2層の原子の並び具合は結晶内部と同じでない。表面原子の配位や構造は温度によっても変わり、異種原子が吸着すると、さらに新しい構造を生成する。Si表面でInやCu原子がとる配置や化学結合状態について、観測技術の開発と合わせて研究している。これらは結晶基板の上に異種材料の結晶薄膜を成長させるための基礎実験でもある。

Suzaki, Saitoh, et al.: "LEED observation of 4×1 -In on Si" Appl. Surf. Sci., vol.113/114, 445 (1997) .

b. 薄膜の表面粗さのフラクタル性とその応用: (surface roughness, film growth, AFM)

気相から堆積する原子は、平面あるいは立体的な集合体を形成し、結晶化していく。表面の凹凸は、気相原子の運動エネルギーや堆積速度、表面温度に依存して変化する。最近の結果として、In-Cuの合金膜で膜面の平坦性が高まる組成が見つかり、化合物半導体(CuInSe₂)の平坦な薄膜を形成する技術への応用が検討されている。また、MgO薄膜では、表面粗さによって2次電子放出(γ 特性)が変化することがわかった。機構の解明と同時に、プラズマディスプレイの電極保護膜としての応用が期待されている。

大川賢治,他:「スパッタ銅膜の表面ラフネス成長のAFM観察」真空.vol.45, 134-137 (2002)

(2) 薄膜/基板系の付着力と測定法: (nano-indentation, adhesive-failure, microscratch)

厚さ0.1 μ m程度の薄膜の付着性を実時間で測定できる装置を開発した。JISにも採用され、企業や国際機関からの測定依頼も多い。

JIS R 3255-1997 "ガラスを基板とした薄膜の付着性試験方法"

(3) スパッタリングにおける粒子の励起と輸送過程: (MC-simulation, optical emission)

スパッタ製膜法では、ターゲットから叩き出された材料原子は雰囲気中のガス分子と衝突しながら運ばれるので、膜厚分布が複雑になる。化合物では組成も不均一になる。この輸送過程をモンテカルロ法によって再現し、特に有限温度における材料原子の減速過程を初めて明らかにした。膜厚分布が予測できるようになった。図は、円筒対称の装置において、下部ターゲットを飛び出した原子が雰囲気ガスの熱速度にまで減速された位置の分布を示している。低圧では衝突頻度が低く、高圧では蒸発源近傍で熱中性化が起るために、蒸発原子の基板背面へのまわり込みは中間圧力で最大になる。現在、プラズマ中で原子の発光強度の分布をCT解析し、原子の空間密度分布を実験的に決定する研究を行っている。

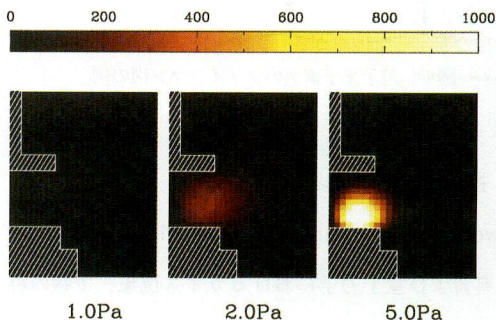


図 スパッタ原子の熱中性化

中野武雄:「中高圧力下(2~20 Pa)のスパッタリングにおける粒子輸送過程」真空, vol.45, 699-705 (2002)

*Prof. S. Baba (baba@apm.seikei.ac.jp)

**Res. Assoc. T. Nakano (nakano@apm.seikei.ac.jp)

数理解析研究室（物理情報工学科）

Analytical Mathematics Laboratory

近 匡 助教授*

工学的应用の基礎となる様々な物理現象を数理物理学の立場から捉え直し、コンピュータシミュレーションの手法を用いてその解析と理論的予測を行っている。特に量子力学を用いたマイクロ現象と、カオスに代表される様々な複雑系現象の研究に力を入れている。

（１）加速器実験シミュレーション

Keywords: Particle Physics, Supersymmetry

加速器実験における複雑な粒子反応の解析を詳細に行うため、量子場理論に基づいた自動計算・シミュレーションプログラム「GRACE」の開発を、高エネルギー加速器研究機構（KEK）の理論グループと共同で行っている。

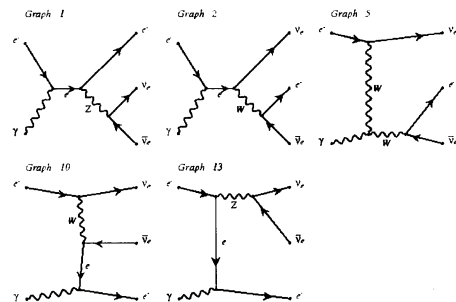


図1 電子光子衝突のファインマン図の例

（２）複雑系のシミュレーション

Keywords: Chaos, Self-Organized Criticality

古典および量子力学におけるカオス現象、生物の群行動や砂山崩れ等における自己組織化現象、確率微分

方程式による株価予測、遺伝的アルゴリズムの数値積分への応用、銀河系生や惑星運動など、様々な複雑系のシミュレーションを行っている。

（３）確率過程量子化法によるマイクロ現象のシミュレーション

Keywords: Stochastic quantization

波動力学ではできなかった電子等マイクロの粒子運動の見本経路を視覚化し、半導体や走査トンネル顕微鏡の基本原理解であるトンネル効果や、量子コンピュータや量子情報通信の実現にはなくてはならない重ね合わせ状態の直感的な理解を目指していく。ここでの理解は、様々なナノテクノロジーの実現に有用である。

（４）研究室内の活動、特徴

毎年春に実施する高エネルギー加速器研究機構見学会において知見を広げるとともに、夏休みには合宿を行って研究進捗状況の報告の場としている。また文学部ゼミとの親睦会も恒例としている。

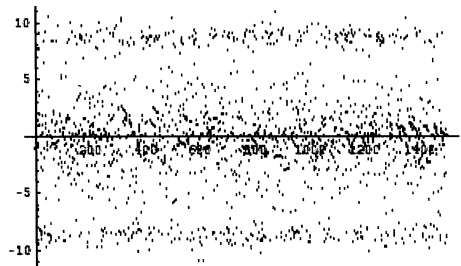


図2 二重スリット実験における電子干渉のシミュレーション

*Assoc. Prof. T. Kon (kon@apm.seikei.ac.jp)

物理計測研究室 (物理情報工学科)

Knowledge Engineering Laboratory

富谷 光良 助教授*, 坂本 昇一 助手**

当研究室ではリモートセンシング関連の研究を中心に行ってきた。リモートセンシングとは、離れた場所から地上を電磁波を用いて観測する技術のことであり、地図作成から環境モニタリング等、幅広い応用をもつ。現在は、各種衛星によるデータを基にした画像処理中心の研究体制となっている。さらに、データ解析の手法としてのニューラルネットワークの分類手法への応用に発展させている。

また、物理シミュレーションの立場から量子カオスの研究が進行中である。

(1) ニューラルネットワークのリモートセンシング画像データへの応用

リモートセンシング画像データから統計的手法によって有効な情報を取り出すのは、そのデータの複雑な特質から限界があることがわかっている。一方で、その特質によりニューラルネットワークを応用すると従来の方法に比べて格段に有利であることが期待できる。自己組織化ニューラルネットワークに教師データ層を付加して構成される修正対抗伝播ネットワークを応用することにより、柔軟かつ定量的な判断が可能となる。文献: Mitsuyoshi Tomiya, Seitaro Kikuchi, "Application of Modified Counter-Propagation for Satellite Image Classification" International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, 2002.9

(2) 三次元立体ヒストグラムの応用

やはり従来の多次元データ解析の手法はリモートセンシングデータには原理的に不適合であるとの立場より、三次元グラフィックスの技術を応用して、視覚的に分類を行う試みである。データの分布状態を三次元的にモニター上に描画し、画像データ解析に利用する。

視覚化を適切に行うと、従来の手法より優良な分類結果を得ることができる。

(3) 修正Hough変換によるリニアメント抽出

衛星データの急速な高分解能化にともない、地図情報としての道路等を画像データ上からの確に抽出することが急務となっている。このような直線状の対象をリモートセンシングでは特にリニアメントと呼んで研究対象としている。修正Hough変換上から直線的なもの(道路、断層、...)を抽出し、地理情報や都市計画に役立てる。

(4) 画像圧縮技術の開発

リモートセンシング画像データは、多バンドデータであるためにデータの冗長度が大きい。そのことを利用した画像データの圧縮法を開発する。当研究室では、これまでにフラクタル画像圧縮、JPEG、ウェーブレット変換等によるリモートセンシング画像データへの応用、適応限界等を研究してきた。

(5) 量子カオスの研究

古典力学的にはカオスになっている系が、量子力学的にはどのような振舞いをするかを調べる。特に量子準位の統計的性質に着目し、カオス系とその対極の可積分系の中に位置する系では、どのような統計的性質を示すかを研究している。2次元のピリヤード系そして2および3次元の非調和振動子系をシミュレーションの対象としてきた。モード揺動分布は非常に敏感な可積分系の指標となる事等を明らかにした。ナノテクノロジーに関わる新しいテーマである。

文献: Mitsuyoshi Tomiya, Yoshinaga Naotaka, "Three-dimensional Quartic Oscillators for the Study of Mode Fluctuation Distribution", Journal of the Physical Society of Japan, 2000.9

*Assoc. Prof. M. Tomiya (tomiya@apm.seikei.ac.jp)

**Res. Assoc. S. Sakamoto (sakamoto@apm.seikei.ac.jp)

ナノテクノロジー研究室 (物理情報工学科)

Nanotechnology Laboratory

佐々木 成朗 講師*

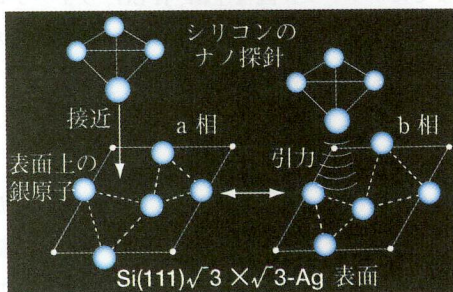
21世紀, 科学はナノテクノロジー, ナノサイエンスの時代に突入した。ナノテクノロジーとは, 半導体デバイスを始めとする各種デバイスをナノメートル (10億分の1メートル) レベルで制御する技術である。物理, 化学はもとよりバイオ, 医学, IT, 環境の基盤技術であることから, ナノテクノロジーはいまや全ての産業分野を巻き込み, 我々の生活を支えている。

このような背景を踏まえて, 当研究室ではナノテクノロジー (技術) の基礎となるサイエンス (科学) の側面にスポットを当てて, コンピュータを駆使した理論研究を進めている。当研究室の特色は, (1) 基礎原理の解明に重点を置きつつ実用化に向けてのコンセプトの提示を視野に入れている点, (2) 実験との対応を重視している点にある。

当研究室は2002年9月に開設されてまだ間もない。本稿を書いている現在, 本格的始動に向けて準備中である。

(1) ナノプローブテクノロジーの理論

Keywords : SPM, Atom Manipulation



針を原子や分子くらいの大きさまで細くしたら原子や分子を直接操作出来るのではないかと? この素朴な興味から出発して, SPM (走査プローブ顕微鏡) のナノ探針を使って原子, 分子を加工する研究を理論的に進めている。シリコンのナノ探針を $\text{Si}(111)\sqrt{3}\times\sqrt{3}\text{-Ag}$ という表面に接近させると, 上図のように探針直下の銀の三量体が引力によって縮む傾向が得られる。これは銀原子の熱揺らぎがナノプローブとの相互作用によって制御される事

を示している。

文献: N.Sasaki, S.Watanabe and M.Tsukada, Phys.Rev.Lett. 88, 0461061 (2002)

(2) 摩擦の原子論とナノマシンの設計

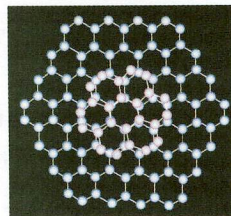
Keywords : Friction, Nano machine

摩擦はピラミッドの昔から知られているありふれた現象であるが, 摩擦現象を原子レベルで制御出来れば, ナノスケールの物体を効率的に運動させる事が出来る。そのため低摩擦機構を理論的に解明すると同時に, エネルギー効率の良いナノマシンを設計・提案したいと考えている。

グラファイトの薄膜 (赤)

を同じグラファイト表面上 (青) で滑らす系を右図に示している。

文献: 佐々木成朗, 塚田捷, 「摩擦顕微鏡の物理: ナノトライボロジーのメカニクス」, 応用物理 67, 1370 (1998)



これらの研究に対して佐々木は, 科学技術振興事業団の戦略的創造研究推進事業さきがけ21「組織化と機能」領域において, 研究代表者として「ナノ力学理論の開発と力学的制御による表面機能発現」の受託研究プロジェクトを進めている。

(3) 当研究室に興味を持たれた方へ

- ・ ナノテクは良く分からないけど, 何となく面白そうだと感じている。
- ・ 面白い卒論を書きたい。
- ・ 新しい事にチャレンジしたい。
- ・ 大学院でバリバリ研究したい。
- ・ 「原子」, 「分子」という単語を聞くと何故かワクワクする。

上のどれか一つでも当てはまった学生, 読者の方には大いに素質がある。是非当研究室の門を叩いてほしい。そして未知のナノ世界の開拓に協力して頂きたい。

* Lecturer N. Sasaki (naru@apm.seikei.ac.jp)