

理研ニュース

理化学研究所

スズメバチの研究

人とは異なる進化の道を進んでいる昆虫には極限的な分化と適応をしているものが多い。そのような生命の不思議な秘密を我々の生活に役立てるため、スズメバチの研究などについて紹介する。

沢山の植物や魚は環境保全や食料として広く役立つにも関わらず、地球上で種類も数も一番多い昆虫がカイコやミツバチなどのごく限られたもの以外にあまり人に利用されていない。とは言っても昆虫は人に馴染みの少ないものでは決してない。いつも身近にいるのが虫である。山野より天敵の少ないことが幸いし、大都会の雑踏の中でもゴキブリは猛烈に繁殖し、暗くて暖かい耳の穴に潜り込むという事故もこのごろ増えている。とかく人の食べるものはなんでも食べる上に血を吸ったり、病気を染したりする虫もいるため人と敵対し競合する場面が多い。虫と人が敵対する真の理由はお互いに高度に発達した器官を持ち、その生理的機能が類似しているために食性や生息条件が重なり合うことに原因している。このことは虫の制御や利用の難しさにつながる。多くの類似の中でも複雑な神経の機構にはいくつかの基本的な違いがある。虫の神経繊維はむき出しであるた

め、私が単離したスズメバチの強力な毒に含まれるマンダラトキシンは昆虫には強い麻痺作用を示すが、人などのミエリン鞘を持つ有髄神経には効きにくい。無髄神経に対してはフグ毒の作用に似た神経伝達のブロックを行う(図1)。また、昆虫

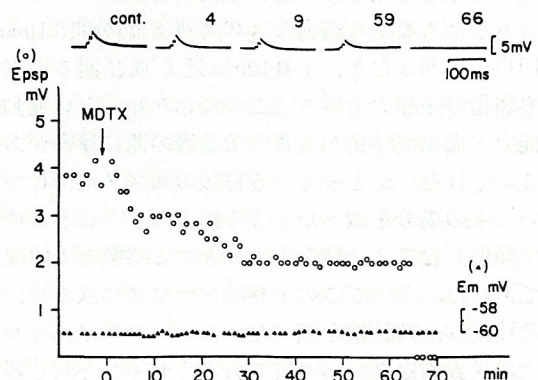


図1 マンダラトキシン(MDTX)によってイセエビ神経筋標本の活動電位が抑制される(○印)

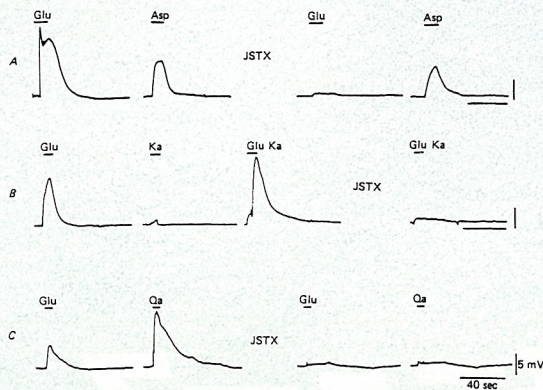


図2 グルタミン酸作働性神経筋接合部位に対するジョロウスパイダートキシン(JSTX)の阻害作用。カイニン酸やキスカリン酸などのアゴニスト作用も抑制している。

の神経筋接合部位の化学伝達物質はグルタミン酸と言われ、人でのアセチルコリンと違う。スズメバチの採集時に注目したジョロウグモの毒から見つけたジョロウスパイダートキシンは昆虫のこの化学伝達を特異的に阻害し、麻痺を惹起する(図2)。アミン作働性シナプスの機能や小脳などの神経伝達機構の解明に役立っている。このように新しい化合物を見出し、その新たな利用や人と違う生理機構を特異的に阻害する物質による選択毒性を利用した昆虫の制御を目指す研究を行っている。

このような相違点とは逆に人と虫の類似性を巧みに利用した研究もある。人と同じ筋収縮のメカニズムを持ちながら巨大なスズメバチは1分間に1000回以上も羽ばたき、1日100km近く飛び回る昆虫界屈指の飛翔力を持つ。この疲れを知らない運動能力と成虫が幼虫から貰う栄養液の間に秘密があるのではないかと考え、5種類のスズメバチについてその成分を調べたところ図3のようにきわめて類似したアミノ酸を主成分とする特徴ある組成であった。そこでこの栄養液をマウスに飲ませ、遊泳運動への効果を調べた。このマウスは、ミルクの代表的なタンパク質であるカゼインと同じ組成のアミノ酸栄養液やブドウ糖を飲ませたマウスよりもずっと長い時間、波や障害物を上手に避けて泳いだ。遊泳後に筋肉疲労の指標である血液中

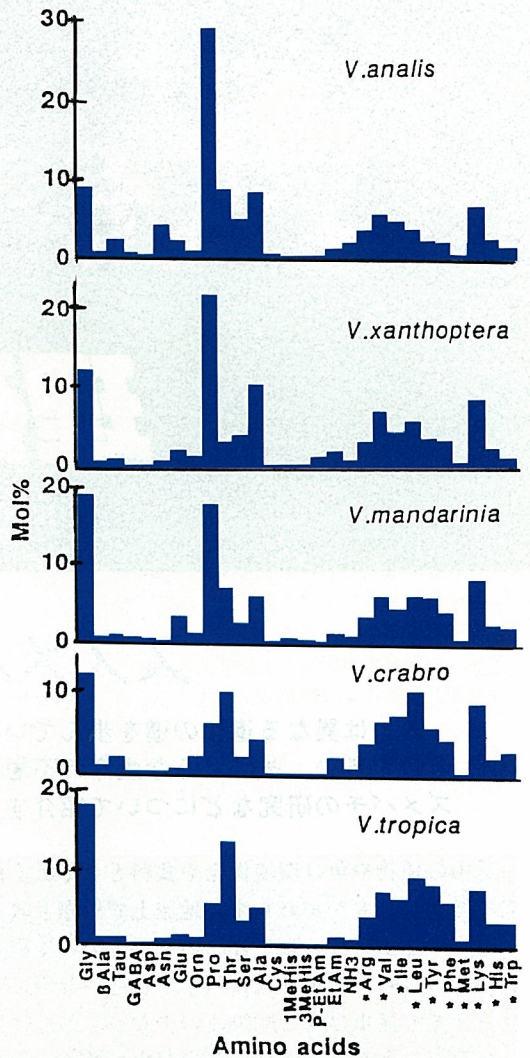


図3 スズメバチ栄養液の組成

の乳酸濃度がほかのどの栄養液を飲んだマウスと比べても低く、逆に血糖値は他のものより高かった(図4 A)。また血中の脂肪酸(図4 B)やアドレナリン(図4 C)が高いことも分かった。このような作用は働き蜂の疲れを知らないエネルギーな活動に役立っているに違いない。更に血液、筋肉、肝臓などについて遊泳時の中間代謝物質、例えばブドウ糖、乳酸、ピルビン酸、アセトアルデヒド、脂肪酸、グリコーゲン、ホルモンなどを詳しく調べたところ、図5に示すようにアドレナリンの分泌が促進され、脂肪の分解(A)が活性化され

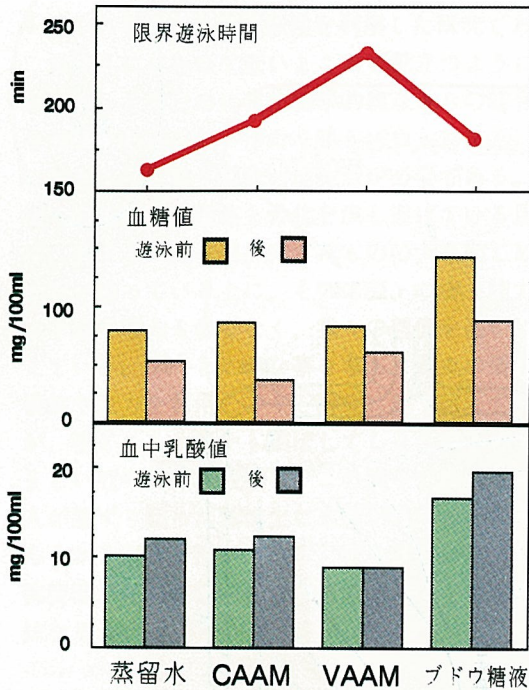


図 4 A 各種栄養液を飲ませたマウスの限界遊泳時間とその時の血糖値・血中乳酸値の変化

ていた。そして脂肪酸の酸化で生じたアセチルCoAは、リン酸化酵素であるピルビン酸デヒドロゲナーゼを不活性化し、逆にアセチルCoAのアロステリック酵素であるピルビン酸カルボキシラーゼを活性化する。その結果、糖新生がこう進み(B)、乳酸は減少する。また脂肪分解で出来たアシルCoAは、ホスホフルクトキナーゼを阻害し、その上、TCAサイクルで出来た沢山のクエン酸とATPもこの酵素をフィードバック阻害するため、ブドウ糖の分解が抑制される。これとは別にアドレナリンはcAMP依存性のプロテインキナーゼ活性化機構でグリコーゲン分解酵素を活性化し、他方で同様の機構によってグリコーゲン合成酵素を不活性化する。このような仕組みでスズメバチ栄養液は運動時に脂肪をエネルギーに変える代謝系を活性化し、同時に糖新生を抗進し、乳酸を低下させ血糖値を維持しているものと考えられる。これらの知見は肥満などの脂質代謝異常に対する予防や治療のみならず、従来の栄養失調を予防し、成長促進のための栄養学から更に一歩進んだ食べ物の持つ機能を利用した、

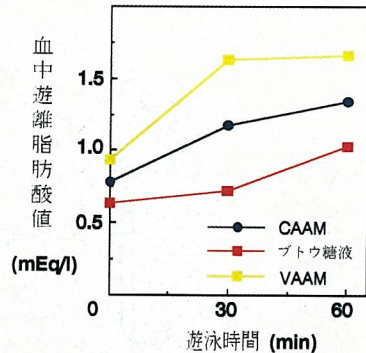


図 4 B 各種栄養液を飲ませた時のマウス血中遊離脂肪酸濃度の変化

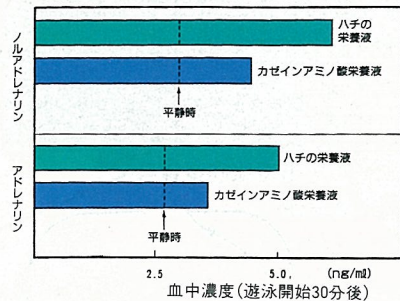


図 4 C 遊泳時の血中ホルモン濃度

例えば運動機能を増進するための、機能性食品への応用が期待される。全ての生物は生命の安全性を高めるためにエネルギー源の貯蔵を行っている。成人の貯蔵エネルギーはその85%が脂質で、14.5%が糖質そして残りの0.5%がタンパク質である。また、血糖の1/5が脳の機能を維持するために使われていることを考えると、脂質と糖質の調節機構の制御は最も基本的な生命維持機構であることが分かる。

ところで、タンパクを遺伝子工学的に作る技術が大腸菌で実用化されて以来、培養細胞やハムスターを使い工業的な生産が行われている。しかし最近、カイコとその病原ウイルス(バキュロウイルス)を利用した技術革新が進んでいる。この生産技術には高価な血清を省くことでタンクやクリーンルームなどがいらぬ。その上、1週間という短い時間で体液タンパクの5%に及ぶ高い収率で生産できるため、値段は現在よりも100から1,000倍安くなると試算されている。さらに良いことには、インターフェロンなどは糖鎖の長いものが得られ

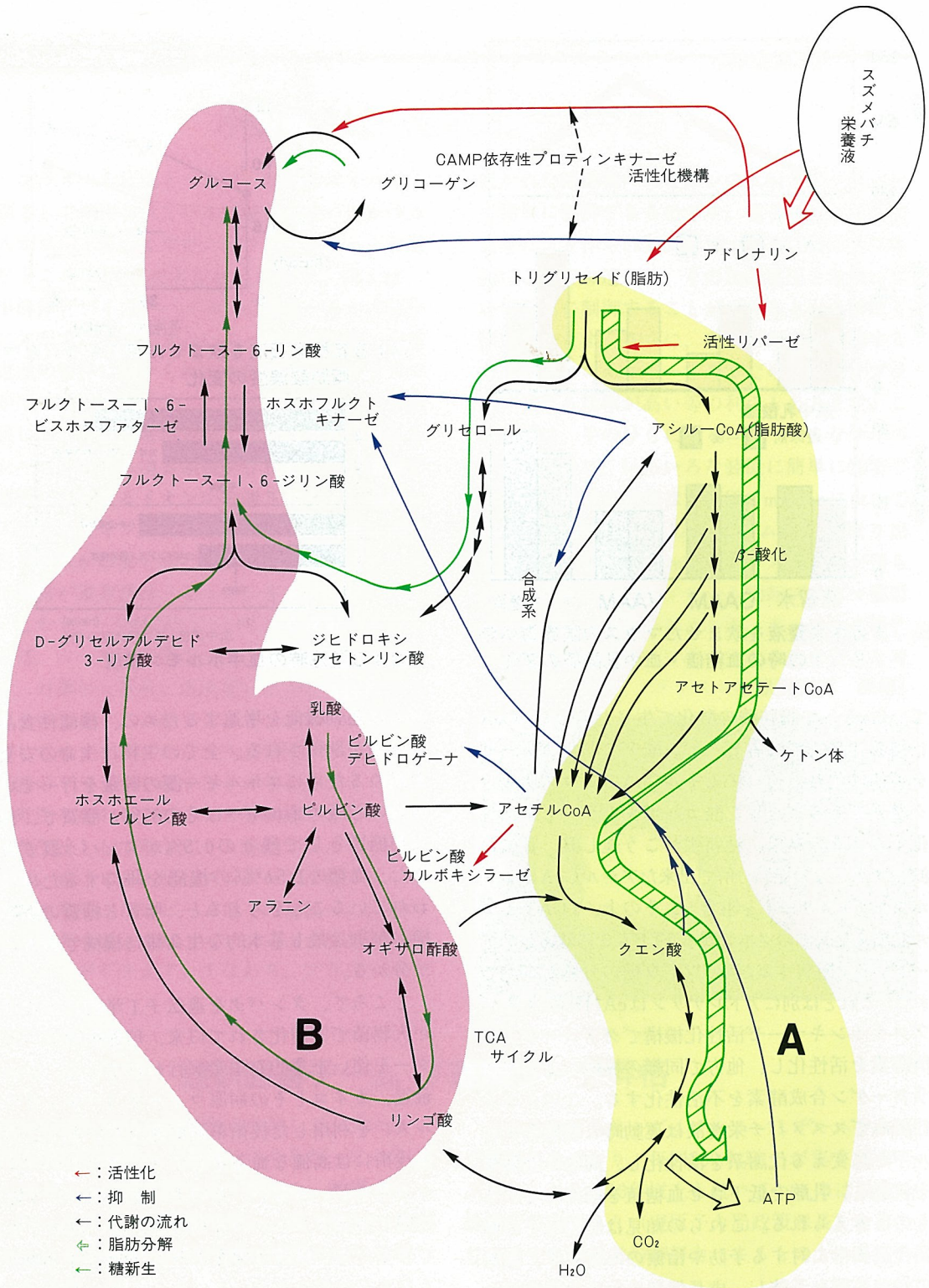


図5 中間代謝から示唆された運動時におけるスズメバチ栄養液の作用

る。これも虫と人の類似性を利用した研究である。

虫は人にきわめて近いところで役立つように思われる。そのためには生物学的視点からの総合的な考察を基にした、平たく言えば虫と仲良く、共に生きようと言う研究の出発点が必要である。環境への極限的な適応と分化を成し遂げている昆虫は、要するに、一芸に秀でたものの大集団である。役者が揃っている上に、その一芸、つまり能力、は中途半端なものでなく、我々の想像を遙かに越えている。ずっとこんな事を考えて昆虫の優れた機能や能力を利用しようと研究に取り組んでいるが、種どころか属をも減ぼしてしまうほどのすさまじい近年の環境破壊に、この調子であと100年も人が這ずり回った地球上には何が残っているのだろうかと危惧を抱いている。我々はこのような生物資源が化石資源同様に価値のあることを忘れてはなるまい。



昆虫生態制御研究室
研究員 阿部 岳

新主任研究員紹介

有機金属化学研究室

若槻康雄



昭和45年に理研に来ましたから、かなりの古株ですが有機化学第一研究室→有機化学研究室→有機金属化学研究室と名前は変わってもその間一貫して大阪弁の雰囲気の中、有機金属錯体を相手に研究を進めて来ました。理研の合成化学部門は生物、薬学系の人々が圧倒的に多く我々のように天然には存在しない(しえない)極めて人工的な化合物の合成と利用を目指すところは例外的存在と言えるでしょう。空気中ではたちまち分解したり、ひ

どい場合は発火したりする化合物を扱うことが多いわけです。近代有機金属化学の歴史は比較的浅く、学生時代から有機金属化学の講義を聞くことが出来た世代は前任の山崎先生が最初、少し遅れて我々といったところなのですが学問分野としては中間領域的、学際的色彩がかなり濃いので多くの方に興味を持って戴けていると(勝手に)思っています。例えば有機合成の専門家でも有機金属を利用する人が格段に増えて来ましたが、単に利用するだけなら不安定な錯体を単離したり金属の周りで実際何が起ったのか思い患うことなく、最終的に有用な合成生成物さえ得られればよいのです。化学工業においてはスケールが大きく、例えば年間800万トンにおよぶポリプロピレンも全て有機金属状態を経て製造されています。我々は今迄これらのよりどころとなる有機金属錯体の合成と基礎的反応、新規(触媒)反応の開拓を行って来ましたが、これからは材料科学をはじめとする他分野との境界領域も積極的に扱う計画をたてています。理研の他分野の方々、よろしくお願いします。



A GLIMPSE BACK TO BULGARIA

by S. Penchev

Far from home land, one usually feels closer to it. Positive things are best remembered. On the request of my kind hosts in RIKEN, I would share a few features of my country, as I have seen it.

Bulgaria is a country of 9 million population and located in the midst of the Balkan Peninsula. A moderate climate and a variety of land shape from seashore to high Alpine type mountains could describe its geography. The country is a natural basis of tourism. The capital, Sofia, of 1.5 million population, is an ancient town founded by the Roman Emperors, and located in a valley rich of hot mineral water springs in the vicinity of Mt. Vitoshka.

By its disposition and ancient culture, Bulgaria played an important role in Europe, once. The worldwide famous treasures of the Thracians were found in tombs of this land, created by people who celebrated and enjoyed the death as a saviour from the troubles of this world. The Old Bulgarians, horsemen who have come from Asia, established in alliance with the native Slavic tribes, one of the oldest countries in Europe, in the year of 681. Expanding by fighting against Visantia-the Eastern Roman Empire, Bulgarians accepted its great culture. From Bulgaria the culture was spread out through Christianity and Cyrillic Alphabet to the rest of the Slavic world. The first features of the European Renaissance were seen in Bulgaria, even earlier than in Italy, when the Turkish invasion in the 14th century

which returned the country behind several centuries back. Liberated by Russia, the country passed through monarchy and turns of European history, survived years of communism. Now, willing to change its future, Bulgaria is returning back to the world's achievement of democracy.

At home, we get accustomed with our national peculiarities and hardly notice them. Yet, Bulgaria is experienced in entertaining visitors and friends from all over the world. This land of legendary Orpheus, who was said to move rocks and trees by the music of his lyre, is famous with its country, choir and opera singing. I remember now some pagan rituals coming from the distant past, the so-called "kuker" and "nestinar". Each spring, the "kukers", wearing dreadful masks and hanging ringing bells on all over their bodies, enter dancing every house to pursue and let evils out. The "nestinar", as far as I know, exists only in Bulgaria, in the Rhodopes Mountain region. This mystical ritual is performed mainly by women dancing in trance bare-footed on burning coals, and it is a great show in the night. No one is injured, and this mastery could be learned and experienced by those who wish and dare it.

Concluding my brief story, I admit that there could be different opinions, selecting something typical Bulgarian, but one thing seems certain. This is a friendly country by culture, national character and tradition.

US TOGETHER

ブルガリア 振り返り見れば (要訳)

ブルガリアから理研レーザー科学研究グループへ、研究テーマは「レーザープロセシングのその場観察」。ブルガリアは「薔薇の国」「バルカンの日本」といわれているそうです。

遠く離れるほど身近に感じられるのが故国です。良いことばかりが思い出されます。理研からの依頼がありましたので、私の見た私の国の様子を少しお話ししたいと思います。

ブルガリアは、バルカン半島の中に位置する人口9百万の国です。地理的な側面を言えば、温暖な気候と海岸からアルプス風の高い山々までの変化に富んだ地形がその特徴です。国自体が自然の観光資源になっています。首都のソフィアは、人口150万人ですが、ローマ皇帝によって建設された古い町です。ソフィアは、ピトーシャ山の近くの、鉱泉と温泉が豊富に出る渓谷の中にあります。

ブルガリアはその位置と古くからの文化により、かつてヨーロッパにおいて重要な役割を果たしていました。災難の多い現世からの救いとして死を祝い楽しんだ人々が作り上げた墓がこの地にあり、そこから世界的に有名なトラキアの宝物が発見されました。古代ブルガリア人は、アジアから来た騎馬民族で、土着のスラブ民族と共に、ヨーロッパでも最も古い国の一つであるブルガリアを681年に建国しました。東ローマ帝国であったビザンチンとの戦いを通じて領土を広げながら、そのビザンチンの偉大な文化を受け入れました。その文化はまた、ブルガリアからキリスト教とキリル文字を通じてその他のスラブ世界へと広がっていきました。ヨーロッパルネッサンスの最初の徴候は、イタリアよりも早くブルガリアで見られたのです。そのときは、14世紀のトルコの侵略があったときで、この侵略によりブルガリアは何世紀も後退させられることになってしまいましたがロシアにより解放され、

ブルガリア王国となってヨーロッパの歴史の曲がり角を経験し、共産主義の時代をも生き抜いてきました。現在では、世界での民主主義の達成を目指す動きの中に復帰し、ブルガリアの未来を変えようとしています。

自分の国にいるときは、国民の特徴的なことといても、それに馴れっこなになってしまっていて、自分では分からないものです。今日まで、ブルガリアは世界中から訪れる訪問者や友人をもてなしてきました。リラを奏でて岩や樹を動かしたという伝説のオルフェウスのいた土地として、コーラスやオペラでも有名な国です。はるか昔から伝えられている異教徒行事のいくつかを覚えています。それらは、「クケル」と「ネスティナル」と呼ばれるものです。毎年春になると「クケル」は恐ろしい顔のお面をつけ体中に鈴をぶら下げてそれを鳴らし、踊りながら家々に入っていくって悪魔を家から追い出します。「ネスティナル」というのは、私の知る限りではブルガリアのロードブ山地方にだけあるようです。この神秘的な行事は、主に女性たちが行い焼けた炭の上で裸足で陶醉したように踊るものです。夜に見るとなんとも言えない素晴らしいものです。これで誰も火傷や怪我をしたことがありません。この技術はそれをやろうとし、またその勇気のある人によって習われ受け継がれているのです(前頁写真)。

この短い話の最後に言いたいのは、ブルガリアの典型的なものを集めるとしても人によって意見が異なるでしょうが、一つだけ確かなのは、ブルガリアが文化として、国民性として伝統として他人に優しいということです。



Traditional middle-century architecture



Celebration in the valley of Roses

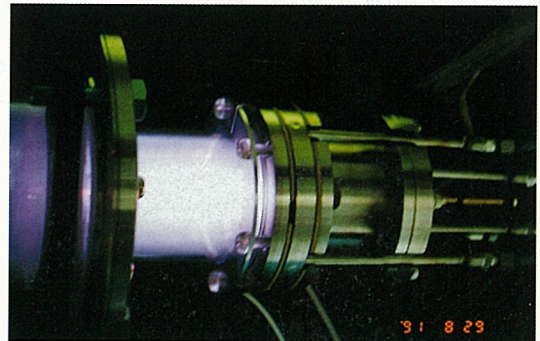
スポットニュース

小型電子ビーム励起プラズマ装置

プラズマの応用といえば、無限のエネルギー源として期待されている核融合を思い浮かべる人が多いと思いますが、プラズマはもっと身近なところに沢山利用されています。例えば、半導体デバイスやパソコンの液晶パネルの製作に欠かすことができないエッチング技術、太陽電池の製作に用いられる成膜技術にはプラズマが用いられています。この様なエッチングや成膜においては、基板表面にプラズマとは異なるシースと称する境界領域が存在し、この領域で基板に入射するイオンが加速されます。基板に入射するイオンエネルギーによりエッチング特性や膜質が影響を受けることがわかり、シースの制御が重要課題となっています。

しかし、一般に用いられている放電プラズマでは、シースを制御することは非常に難しいので、外部から基板に直流電圧あるいは高周波電圧を印加して、入射するイオンエネルギーを制御しています。しかし、外部電圧の印加は基板表面のプラズマを乱すことが考えられます。外部電圧を用いずにシースを制御できるプラズマ発生法として電子ビーム励起プラズマがあります。電子ビーム励起プラズマでは電子ビームの加速電圧またはビーム電子の基板への入射角度を制御することによってシースは簡単に制御することができます。すなわち、プラズマ中に

置かれた絶縁物へのイオンの入射エネルギーをも簡単に制御できるのです。電子ビームは直流放電により作られたプラズマから短間隙多孔電極によって加速され、その加速電圧と電流は互いに独立に制御することができるという特徴を持っています。さらに、電子がガスを電離するのに最適なエネルギーであるため、ガスをプラズマ化する効率が高い等の利点もあります。この装置は、手のひらに乗るコンパクトなサイズであるために、いろいろな装置に簡単に装着できます。装置の性能はガス圧4 mTorrにおいて、100Vの加速電圧で1.5Aのビーム電流を取り出すことができ、 10^{11}cm^{-3} のプラズマ密度が得られています。小型電子ビーム励起プラズマ装置はイオン源、酸素ラジカル源、エッチング等プラズマプロセスに広く応用される大きな可能性があります。(プラズマ物理研究室 浜垣)



理研囲碁チーム 7連続リーグ昇格

科学技術庁関係の39機関が参加して、科学技術囲碁連盟を結成し、春秋の大会を行っている。5月30日(土)には第26回大会が開かれ、理研チーム(7人)はBリーグ優勝を果し、最下位リーグHから7連続優勝・昇格を続け待望のAリーグ入りが実現した。

この大会は各リーグ4チーム、1チーム7人で構成されており、毎回230人以上が集う盛会ぶり。これまで13年以上も続いているのは科学技術庁の内藤さん(現原子力局政策課長)をはじめとする関係者の御努力によるものという。

理研シンポジウム（7月）

テ ー マ	担当研究室	開催日
極限微小構造の物理と制御 —Physics and Technology of Nanostructures— 第5回「微粒子材料の設計と開発」	半 導 体 工 学	7 / 17
—nmから μm までの超微粒子材料のハンドリングと用途開発 の新展開— 第11回「有機合成化学の新展開」	分 離 工 学	7 / 21
	有 機 合 成 化 学	7 / 31

理研の主な公開特許

PH04-012274 間接固相抗体法

微生物学研究室 池田 正幸 その他1名

[目的]既知量の抗体と抗原とを溶液中で反応させた後溶液を希釈し、抗原と未反応の抗体を固相抗体法で定量することにより、溶液状態における抗原抗体反応を容易にかつ正確に定量可能にする。

PH04-013606 植物病害防除方法

微生物制御研究室 山口 勇 その他2名

[目的]ペニシリウム属に属する微生物の存在下に4-ビニル（または4-アリル）-2-アゼチジノンを用いて、従来は十分な防御手段がなかったフザリウムオキシスポラム種に起因する植物病害を防除する。

PH04-025365 変位テーブルを用いた電
解ドレッシング研削方法
及び装置

素形材工学研究室 中川 威雄その他3名

[目的]被加工物を保持し、被加工物を回転軸と平行な方向に微小変位させ、且つ微小角度だけ傾斜させるための変位テーブルを設けることにより、精密な鏡面性状、高い形状精度を可能とする。

PH04-031785 X線検出器系の不感時間
調整法及び不感時間を調
整できるX線検出器系

結晶学研究室 伊藤 正久 その他1名

[目的]X線検出器系の波高弁別器から出力される出力パルス波形の幅を連続的に変化させることにより、可変抵抗1つのみでX線検出器系の不感時間を調整でき、不感時間はTTLデジタルパルスの長さとしてオシロスコープなどで簡単に知ることができる。



私は昨年7月、米国のシリコンバレーと呼ばれるコンピュータ産業の中心地ならびにラベカスに行っていました。主な目的はSIGGRAPH'91という米国で最大のコンピュータ・グラフィックス・カンファレンスに参加すること、開催地はギャンブルで有名な街ダラス州ラスベガスでした。

さて、いよいよ日曜日の午後5時、我々米国CG最新技術動向調査団という総勢35名のツアーは米国に向けて成田を出発。サンフランシスコに到着するや否や休む間もなく市内観光ということで、バスで連れ回されました。これは時差の解消という目的もあり、かなりハードといわざるをえません。というのも、ホテルのベッドで眠りに就くまで実に40時間起きていたのですから。もっとも最後の4時間は、ツアーをより充実したものにすべく同室の人と親睦を深めていたのですが。勿論アルコール飲料を飲用してですよ。この就寝前の親睦会は、ツアー中人数を増しつつ継続された事は、言うまでもありません。

翌日からは、毎日2、3社をバスで移動しながらの会社訪問です。米国は、コンピュータとネットワークに関して先進国ですが、特にCGについては日本に比して2、3年進んでいるようです。たとえば話題の映画「ターミネーター2」に見られる「液体金属人間」の特殊撮影は、実写の映像にCGによって作られた画像を、コンピュータ画像処理技術により組み込んだものです。日本で放映されていたテレビCMのタコとイカのアニメーションも訪問した会社のひとつで作られていました。

こうして昼間の会社訪問とレポートのまとめ、夜の親睦会を消化しながら5日間が過ぎ、やっと丸1日の休日がやってきました。ところは、メキシコと目と鼻の先、海軍の街で有名なサンディエゴ、湾の中には空母インディペンデンスがミッドウェーとの交代を前に待機していました。湾の近くには、高級住宅地やイルカやシャチのショーが見られるシーワールドなどがあるニュータウンがあり、海岸から少し入った丘側にはオールドタウンと呼ばれるメキシコ情緒あふれる地域がある。午前中は、ホテルから出ている送迎バスに乗り込みシーワールドで遊び、午後はホテルの前のビーチで思いっきりリゾートしてしまいました。ローラスケート、マウンテンバイク、プールとどれも面白そうでしたが、なんととってもT

バック・トップレスのビーチバレーが一番。仲間に混ぜてもらいたかったのですが、どれがボールだか判別する自信がありませんでした。さて、ホテルへの帰路、どうも気に掛かることがありました。それは、道路脇にも店頭にも自動販売機がないということです。ただ一カ所発見したコイン洗車場の自販機は、鉄格子の中にあった。この謎はその夜の話題となり、いろいろ議論の末、一応の結論がでた。つまり、自販機のコインが盗まれるか自販機ごと盗まれる、というのである。そこで、仲間の一人いわく、このホテルにも鉄柵かアンカーが必要じゃないかと。というのは、ホテルの中には自販機がたくさん設置してあったからです。

次はいよいよ、ラスベガス。さすが砂漠の都市、「暑い…」と、思ったのは早計で、建物から一步外に出ると温度差で眼鏡が割れるのではないかと心配したほどです。ここは有名なギャンブルの街、驚いたことに空港のロビー、ガソリンスタンド、コンビニにまでスロットマシンが並んでいる。挙げ句の果てにトイレの中にもマシンが並んでいたのです（これは、冗談）。ラスベガスは、不夜城と呼ばれるだけあり、我々が宿泊したホテルでもスロットマシン、ルーレット、カードといつも人でにぎわっていましたが、さすがに午前4時頃には人の動きは止まっていました。勿論、私は昼間はカンファレンスと展示会場に足を運んで情報収集を行い、夜はモンテカルロ・シミュレーションの実機による実験に手をそめていたのですが。

こうして、瞬く間に2週間が過ぎ、日本に帰って私が思い出すのは、多くの知人・友人、それと下手なアメリカンジョークでした。



電子計算機室

技師 堀木 豪