

《理学部研究ニュース》

●リーマン面の退化形の位相的分類 複素数 t でパラメトライズされた種数 g の連結な閉リーマン面の族 $\{R_t\}$ があり、 $t \neq 0$ では R_t は滑らかだが、 R_0 には一般に特異点があるとする。(ただし、 $\{R_t\}$ は極小であり、どの R_t も「第一種例外曲線」を含まないと仮定する。) このような退化したリーマン面 R_0 の型は、 $g = 1$ のとき小平邦彦先生 (1963)、 $g = 2$ のとき浪川幸彦氏と上野健爾氏によって分類された (1973)、ここでは $g \geq 2$ の場合を考える。

$t \neq 0$ に対応する R_t が R_0 を一周してもとの位置に戻ってくると、ある自己同相写像 $f : R_t \rightarrow R_t$ が (連続変形と共役を除いて) 決まる。これを R_0 のモノドロミーという。 f の写像類 $[f]$ は、1944年にニールセンが別の目的で導入した「代数的に有限型の写像類」で「正のネジレ」のないものになっている。写像類群 m_g の中で、そのような写像類を含む共役類全体の集合を P_g^- と書こう。最近、次の定理の証明が完成した。

定理 $g \geq 2$ のとき、退化形 R_0 の (周囲までこめた) 位相同形類と P_g^- の要素とは、1対1に残りなく対応する。

この分類定理は J.M. モンテシノス (マドリッド) と筆者の共同の結果である。結果はすでにあちこちで報告したが、最後まで証明をつめるのは骨がおれた。 松本幸夫 (数理)

●高密度プラズマの核融合 高密度プラズマ中では、電子の遮蔽効果に加えて原子核間多粒子相関効果により、核反応率が真空中の基本値を超えて、大幅に増す可能性がある。量子統計力学に計算機シミュレーション法を組み合わせ、この核反応増大率を精度よく評価する理論を展開し、それを宇宙および地上の高密度プラズマ系に应用解析した。天体系では、太陽、低質量星・褐色矮星、巨大惑星、白色矮星 (超新星過程) など、地上系では、

慣性閉じ込めプラズマ、金属中重水素、クラスター衝撃核反応、超高压液体金属系 (D-H または ${}^7\text{Li-H}$) が、解析対象に選ばれた。超高压液体金属系の核融合は新しい提案であり、その成功は核エネルギー解放の新方式に結びつくのみでなく、超新星現象の基礎過程を地上で始めて検証することを意味する。この研究内容は、アメリカ物理学会の *Reviews of Modern Physics* 誌に公刊される。 一丸節夫 (物理)

●不安定核の変分的殻模型 従来主に研究されてきた原子核は安定核と呼ばれ、陽子数 (Z) と中性子数 (N) が近くエネルギー的にも安定である。そこでは、古典的に言えば陽子や中性子は原子核全体が作りだす平均ポテンシャルの中の周回軌道の上を回っており、ハートリー・フォック的な考えが当てはまる。最近、理研などで N/Z が2に近いあるいはそれ以上の不安定核の実験が進み中性子ハローのようなエキゾチックな現象が沢山見つかっている。不安定核では周回軌道は十分安定ではなく、上で述べた伝統的な考え方では例えば ${}^{11}\text{Be}$ の基底状態が説明できない。不安定核の構造を支配する動力学メカニズムについて1990年7月に動的平均場という新しい理論を考えた。これは、表面近くの中性子などは、軌道を絶えず変えながら同時に原子核の芯の部分を励起したり元に戻したりしつつ全体として束縛系を作るというものである。その解を求める方法として変分的殻模型を提案し、大学院生の福西君が中心になって計算している。上に紹介した ${}^{11}\text{Be}$ の問題は30年間謎であったが極く自然に解けてしまった。現在、方法論としての技術的改良を進めて多くの核さらに他の多体系への应用を目指している。この理論はハートリー・フォック理論より一般的だが安定核ではそれとほぼ同等になる。

大塚孝治 (物理)

●冷やしたらシンチレータ 無色の透明結晶モリブデン酸鉛 (PbMoO_4) が、液体窒素で冷却してやると効率の良いシンチレータとなることがわかった。この物質は室温では実質的には全くシンチレーション光を発しない。特定のエネルギーの γ 線を照射してそのシンチレーション光を光電子増倍管でパルス計測してみると絶対温度で 100K 以下では、良く使われるシンチレータ NaI(Tl) の 16% の光量が得られた。天然のモリブデン中には 9.6% の割合で同位元素 ^{100}Mo が含まれているが、この同位元素は二重ベータ崩壊をする可能性のある原子核として知られている。このモリブデン酸鉛を使えばシンチレータ自身に含まれる ^{100}Mo が放出するベータ線を大立体角、高分解能で捕らえることができるので、ニュートリノの性質を探るための重要な過程である二重ベータ崩壊の研究にとっての新しい手段となる。

(M. Minowa, K. Itakura, S. Moriyama, and W. Ootani, Nucl. Instrum. and Methods in Phys. Res. Sect. A, in press.)
箕輪 真, 12 月 (物理)

●グレートアトラクタは本当にあるか 銀河系から約 1 億光年以内にある銀河は、揃ってケンタウルス座の方向に引き寄せられているという。銀河の特異速度場を欧米 7 人の研究者が解析した結果である。特異速度とは、一様な宇宙膨張からずれた銀河の運動速度のことを言う。この原因として、1.5 億光年の距離に太陽質量の 5×10^{16} 倍の (銀河団 50 個分) の物質集合があるとされ、それがグレートアトラクタ (巨大引力源) と名付けられた。この方向は天の川の吸収帯に隠されているため、グレートアトラクタの正体について様々な憶測がなされてきた。

グレートアトラクタの存在の裏付けとなっている銀河の特異速度のサンプルは二つしかなかった。我々は、木曾観測所の大型シュミット望遠鏡による観測データから三つ目のサンプルを作り、これら三つのサンプルを統一的手法で解析した。この

結果、グレートアトラクタの方向や距離、銀河系が引き寄せられる速度などがサンプルによりかなり異なることがわかった。現在のグレートアトラクタモデルは観測データを確定的に解釈しすぎているというのが我々の結論である。特異速度の観測は極めて難しい。銀河の距離を正確に測ることが必要であり、距離の誤差はそのまま「にせ」の特異速度となる。ケンタウルス座の方向では確かに銀河の揃った特異運動が認められるが、最新の観測ではその範囲は 1.5 億光年より大きいという示唆もある。得体の知れないグレートアトラクタなるものは実在しない可能性がある。岡村定矩, 嶋作一大, 4 月 (天文)

●磁気圏物理のグローバルイメージング 地球の磁気圏で展開されている物理過程のグローバル特性を把握する上で最も重要な課題は、磁気圏プラズマ対流とサブストームの解明であると思われる。両者と本質的に係わっているのが、磁気圏の広範囲にわたって、地球磁場に沿って流れている沿磁力線電流系であることは現在ではよく知られているが、実在としての沿磁力線電流系は、1970 年代初頭に米国の人工衛星による地球磁場観測から、初めて唱えられた。私達は、1975 年以来米国ジョーンズ・ホプキンス大学の研究者グループと共同で、沿磁力線電流系の研究を行ってきており、その成果は、最初に発表された 1976 年のものを含めて、現在までこの方面の研究の規範に供せられてきている。磁気圏研究の国際的成果を総括してみると、今や磁気圏でのグローバル物理像の構築を行うべき時機であり、新たな発展の為にも、それが必要であるとの認識の下に、私達は、磁気圏物理の根幹をなす沿磁力線電流系の研究成果をたたき台にして、これに関するプラズマ領域の特性とダイナミックスを決定していく仕事に取り組んでおり、成果の一部を今年 3 月末にスウェーデンのキルナで開催された第 1 回国際磁気圏サブストーム会議にも披露した。飯島 健, 5 月 (地球惑星)

●魚の化学防御 スカンクやカメムシのように物質を体外に分泌して敵を追払う「攻撃的な化学防御」が一部の魚にも知られる。防御を担う化学成分としてハコフグで脂肪酸関連低分子が、次にヌノサラシ科でペプチド性の物質が報告され、その後ミナミウシノシタでステロイド配糖体とペプチド双方の関与が筆者らにより示された〔Science 226, 703 (1984), 233, 341 (1986)〕。さらに農学部水産化学研究室との協同でヌノサラシ科の疎水性低分子防御物質が調べられ、脂肪酸とポリアミンの環状複合体と判明したこの化学構造がこの度解明された〔大貫裕介 (D2) ら, 日本化学会春季年会 (本年 3 月 28-31 日, 東大阪)〕。ハコフグでも低分子成分の生物活性を増強するタンパク質が最近報じられ、この生物現象での疎水性低分子とペプチド性物質の協同作業は一般性を持ちつつある。

海水中に放たれるこれらの外分泌は、多細胞生物での内分泌による細胞間、臓器間の化学情報伝達と、その起源、延てはその機構を共有する可能性を持ち、これらが天敵の細胞に作用する際の分子機構に興味を持たれる。 橘 和夫, 5 月 (化学)

●金属クラスター錯体の合成 炭素を蒸発させると、 C_{60} サッカーボール分子が生成することが大きな話題となっているように、3 次元的分子の選択的合成は興味深い研究課題である。

金属原子の集合を配位子で安定化した金属クラスター錯体の合成は容易ではないが、無機合成研究室では、モリブデンと硫黄から単純な多面体分子や梯子状分子を合成する方法の開発をおこなっている。3 個のモリブデンから成る三角形クラスター錯体を出発化合物に用い、正八面体型の $[Mo_6S_8 (PEt_3)_6]$ や、梯子状の $[Mo_4S_6 (SH)_2 (PMe_3)_6]$ 、 $[Mo_6S_{10} (SH)_2 (PEt_3)_6]$ が生成することを見出した。クラスター錯体の分子量と幾何構造を制御する因子の解明により、クラスター構造の選択的構築の可能性が生まれると思われる。生体系ではクラスター分子を介する多電子移行や

多中心反応が小分子の活性化において中心的役割を果たしているの、合成クラスター系はこれらの機能の解明に有用であり、また固体硫化物の電子物性解明などにも役立つ。構造-機能相関に関し基本的知見を与える幾何構造と電子構造の関係を新規クラスター錯体の単結晶 X 線構造解析と DVX α 法の組み合わせにより研究している。

齋藤太郎 (化学)

●哺乳類卵巣の濾胞液に蓄積する新規のプロテアーゼ 卵巣は FSH や LH の制御の下で卵形成を行う生殖器官の 1 つである。卵母細胞は 1 個ずつが多数の濾胞細胞にかこまれ、全体として濾胞を形成する。ほとんどの哺乳類では、卵成熟過程で濾胞組織内に濾胞液を蓄積するが、我々は生殖器官におけるプロテアーゼの役割を明らかにする試みの中で、ブタ卵巣の濾胞液にユニークなペプチダーゼが存在することを見出した。分子量が約 35 万で、Arg-X 結合を特異的に切断するエンドペプチダーゼ活性を有するセリンプロテアーゼであること、さらに濾胞の成長とともに、その酵素活性が増加することなどが判明した。本酵素がこれまで報告された濾胞内プロテアーゼとは異なった種類である点、プロテアーゼとしては分子量が非常に大きい点など、発生学的にも生化学的にも大変興味深いタンパク質である。今後は、本酵素の酵素学的特性の詳細な検討と構造研究を行い、分子としての理解を深めるとともに、その生理機能を解明したい。 高橋孝行 (生化)

●メダカゲノムから単離した反復配列 OLR1

我々はメダカゲノムから約 160bp の反復配列を単離し、OLR1 と名付けた。サザンプロットおよびコロニーハイブリダイゼーションの結果から、この反復配列はメダカゲノム内に平均 136Kbp に一つあて散在し、いわゆる SINE (small interspersed repetitive sequence) とよばれる反復配列であることがわかった。さらに OLR1 を含む DNA 断片をプローブにし、メダカ属の 8 種とポ

エシリア属（卵胎生メダカ）の2種におけるこの反復配列の保存性を検討したところ、(ニホン)メダカを含む4種においてOLR1関連配列が保存されていることもわかった。今回の結果は、核型分析からこれら4種は1つのグループを形成するとして宇和らの成果をDNAレベルで支持するとともに、これら4種が共通の祖先種に由来する可能性を示唆した(Naruseら, J. Exp. Zool., 1992 印刷中)。

魚類ゲノムの反復配列研究は始まったばかりで、まだ十分な知見は得られていない。混沌としている魚類の系統関係を明らかにするうえで、反復配列は有効な分子マーカーになると我々は考えている。成瀬 清, 三谷啓志, 嶋 昭紘, 5月(動物)

●細胞呼吸：その分子論的基盤 細菌からヒトに至るまで多くの生物は、酸化的リン酸化によって細胞のエネルギー代謝を支えている。大腸菌では、呼吸鎖電子伝達系が細胞膜を介してプロトンの電気化学的勾配を形成し、この勾配がH⁺輸送性ATPaseによってATP中の化学エネルギーに転換される。呼吸鎖末端酸化酵素はプロトン勾配形成に与る重要な酵素だが、電子伝達反応と共役してプロトンを輸送する分子機構は明らかではない。我々は、部位特異的変異法をミトコンドリアのシトクロム酸化酵素と一次構造上の相同性を持つ大腸菌シトクロム_{b_o}複合体に適用し、本酵素の反応中心の構造解析を行った。アミノ酸置換変異体の分光学的解析から、サブユニットIに結合するの金属中心(低スピンヘム_b, 高スピンヘム_oとCu_B)の配位子として6個の保存性ヒスチジン残基を同定することに成功し、反応中心の構造モデルを提出した(皆川ら, J. Biol.Chem. 267, 2096, 1992)。現在、電子伝達、プロトン輸送、エネルギー共役に関与する残基を同定するために保存性芳香族アミノ酸残基や解離性残基などのスクリーニングを進めるとともに、振動分光法を用いた解析を行い、酸化還元共役プロトンポンプの分子機構の解明を目指している。 茂木立志・

安楽泰宏, 5月(植物)

●ニホンザルの「方言」 ヒトが発する「言語」は、われわれがこの世に誕生したのちの環境情報の影響によってその内容が可塑的に変化することが、よく知られている。では、他の霊長類ではどうなのかということ、実は今まで全く研究が行われてこなかった。

われわれは最近、遺伝情報を共有し、しかもここ30年以上にわたって全く外部との交流を持っていない二つのニホンザルの集団について、それぞれの集団内の個体の発する音声を大量に録音し、分析を行った。その結果、0歳の段階では両集団において、音の特性にはほとんど差違が見出されるしこと。それにもかかわらず、1歳を過ぎると音響特性は双方で極端に異なるようになり、パラメーターを設定して計測してやると、その分布がほとんど重複しないことが明らかとなった。ニホンザルの音声にも、1種の「方言」が存在する。彼らの各地域で、その地域固有の方言を習得していくのだと考えられる。 正高信男(人類)

●ダイヤモンド粒を用いた高圧下での固体-液体の分離-マントルにおけるマグマの発生への応用

高圧下で部分的に融解した物質から液体を効果的に分離することは、地球深部におけるマグマの発生の問題の解明に重要である。筆者らは、ダイヤモンド粒(怪30-60um)の薄層(0.2-0.5mm)を融解させる物質に挟み、高圧下(1-3GPa)においてその物質を部分的に融解させた。ダイヤモンド粒間の空隙は少なくとも3GPaまでは保たれ、生じた液はダイヤモンド粒間の空隙に効果的に分離した。分離する液は空隙が液で満たされるまでは低圧下での性質を示すが、空隙が満たされると液圧と全圧とが等しくなり、融解する物質と平衡な液となる。平衡に達する時間は温度および液の粘性あるいは液中のイオンの拡散速度によるが、カンラン岩の場合は、1300℃以上で24時間でほぼ平衡に達する。この方法を用いてカンラン岩の部分

融解により生じた液を分離し X 線マイクロアナライザーにより分析し、1 - 3GPa (深さ 30 - 100km) での液の組成を決定した。この方法は、高圧下における液の効果的な分離のみならず、小さな容器内に大きな圧力勾配を生じ得るので、高圧下における物質移動に関する種々の実験に応用され得る。久城育夫、広瀬 敬 (地質)

●**硫塩鉱物における超構造の研究** 以前より硫塩特に Pb, As を主成分とする種の解析を行っているが、sartorite, $PbAs_2S_4$ は最も簡単な理想化学式、しかし最も複雑な回折パターンを示す。最近この鉱物標本の中から X 線的に 2 種の多形を識別・分離し、今夏京都で開催の国際地質学会の新鉱物シンポジウムで報告する。この 2 形の関係は電顕観察から、単位格子スケールの規則正しい双晶からなると予想される。この関係は伊藤貞市が斜方輝石と単斜輝石、その他の関係に提唱したものである。周期的反位相や双晶に基づく基本構造を確認、2 形を分離したので、長周期構造の決定も夢でなくなった。その他、形式の異なる超構造を Pb-As-S 系の rathite, baumhauerite, Pb-Sb-S 系硫塩等に発見している。

また超構造の解析に正確な化学組成の決定が大きな手がかりとなるが、Pb, As, S の共存は、EPMA による微小部分分析を行なおうとしてもスペクトルの重なりがきびしく、少なくとも日本では殆どやられていない。地質学教室、総合研究資料館、北大、地質調査所などの先輩、同僚の方々から、測定と補正計算に関する数々の助言・支援を得てこの長年の懸案をほぼ解決、Pb, Tl, As, Sb, S 等が共存する硫塩の正確な化学組成を導くことが出来ることとなった。

小澤 徹、5 月 (鉱物)

●**扇状地の規模と上流域の地形特性** 山地から発する河川がつくる扇状地は、上流域での土砂生産の多寡を直接反映する地形である。1962 年の合衆国南西部での研究以来、扇状地の面積が上流域

の面積のべき関数で表されることが指摘されている。この式は、大流域では土砂生産量が多く、扇状地の規模も大きくなることを示す。しかし、べき関数の指数は一般に 1 より小さく、扇状地は流域面積の増加に見合うほどは大きくならない。この理由については十分に説明がなされないまま、上記の式が今日まで適用されてきた。

日本と合衆国の資料を再検討したところ、上記の指数の値は、流域面積の増加にともなう流域の斜面傾斜の減少が顕著なほど小さくなり、斜面傾斜一定の条件下では 1 になることが判明した。これは、扇状地の面積が流域面積に正比例して変化する一方で、斜面傾斜にも影響されて変わることを示す。この関係を表す式を、変数間の多重共線性の存在に留意しつつ算出したその結果、日本の扇状地の面積は流域面積の 1 乗と斜面傾斜の 3 乗の積に比例することが見いだされた。この式は、現在のダムの堆砂速度と上流域の地形特性との関係と調和的であり、上流域での土砂生産と下流域の堆積地形の発達との関係を合理的に表現していると判断される。小口 高、4 月 (地理)

●**シンガポール国立大学との研究交流** 情報科学学科では、日本学術振興会による大学間交流の一環としてシンガポール国立大学との交流を行ってきている。現在の交流内容について報告する。

情報科学科とシンガポール国立大学との交流の歴史は、約 10 年ほど以前に遡り、後藤英一教授 (現名誉教授) が精力的に交流を始めたことに端を発している。以後、毎年数名の教官が訪問し、セミナーと相互交流を行なってきた。また、2 年に一度シンポジウムを開催して両大学における研究成果の発表を行ってきた。

今年はシンポジウム開催年度であり、その準備を兼ねて平木がシンガポール国立大学を 3 月末に訪問した。シンガポール国立大学の理学部情報科学科は各学年の学生数が 300 名の大規模学科であり、広範な専門分野の教官が所属している。今回交流のテーマである並列処理システムについても、学

科主任であるユエン教授を含めて多数の教官が研究に従事している。特にデータフロー計算モデルに代表される細粒度並列処理に研究に従事している研究者が複数（4名）いることが注目された。これは日本の大学では全く見られない研究者数である。

シンポジウムは5月26日から29日にかけて本学内部で開催され、シンガポール側から8件、日本側から7件の研究発表が行われる予定である。
平木 敬（情報）

● **日本アイ・ビー・エム株式会社とのパートナーシップ研究** 素粒子物理国際センターは、平成3年10月から、日本アイ・ビー・エム株式会社と、「素粒子物理学分野でのAIXワークステーションによる研究環境の構築と基礎研究」というパートナーシップ研究を開始した。研究期間は3年を予定している。主要な研究テーマは、「UNIXワークステーションを利用した物理学研究プラットフォームの研究」、「大量データ処理の研究」、「並列処理手法の研究」、「高機能グラフィックスの研究」である。しかし、必ずしもこれらのテーマにとらわれることなく、自由な研究を行う予定である。本研究のために、日本アイ・ビー・エム株式会社から、AIXワークステーション950が1台、550が4台提供された。現在、システム環境を整備している段階である。その一方で、素粒子反応のシミュレーションなど、実際の物理学研究のための利用を既に開始している。システム環境が十分に整備された段階で、計算機資源の一部を理学部のユーザーに開放することも検討している。
川越清以（素粒子）

● **科学衛星「ようこう」軟X線望遠鏡の成果**

科学衛星「ようこう」は、昨年8月30日に打ち上げ以来順調に飛翔している。なかでも、本学部天文センターが米国NASAと約5年をかけ日米共同開発した軟X線望遠鏡は、すでに約30万枚の太陽X線画像を高空間・時間分解能で取得

し、従来の静的なコロナ像に反して、激しく変化するダイナミックなコロナの姿を明らかにしつつある。現在までの主な成果は、以下の通りである。

(i) 磁気リコネクションにより大規模コロナ磁場がopen構造からclosed構造に変化したり、異なる磁気ループが融合する現象。(ii) 大規模磁場構造が短時間でactivate（加熱）される現象。

(iii) staticな状態にあると考えられていた活動領域の小磁力管に短時間加熱現象が頻発している現象。これは、異なる磁力管のリコネクションにより生じており、コロナ加熱への寄与が示唆される。(iv) 活動領域の磁場構造が、構造変化や膨張を繰り返し、質量と磁束を惑星間空間に放出している現象。(v) coronal dark channel(hole)が光球面の差動回転と異なりほぼ剛体回転している現象。(vi) 磁気浮力でコロナへ浮上しつつある磁場から強いX線放射が起きている現象。(vii) 高速X線ジェット現象。(viii) 磁気中性線にそってシアした磁場構造が太陽フレアを発生し、シアのない磁場構造に緩和される現象。(ix) 磁気ループ頂上の磁気中性線上でエネルギー解散が起きていると考えられるフレア現象。これらの初期観測結果により、「ようこう」軟X線望遠鏡は、太陽の電磁流体物理の研究を一新しつつある。「ようこう」衛星の運用及びこれらのデータ解析は、国内および米英の関連研究者により共同で行われており、上記の初期成果は、日本天文学会欧文報告(PASJ)にまもなく特集号として発表される。

常田佐久（天文センター）