

## 理学部研究ニュース

●銀河系内部の暖かい星間ガスを探る 銀河系内における分子ガスの加熱メカニズムの解明を目指して、長野県野辺山高原に建設された東大-NROサブミリ波サーベイ望遠鏡が星間CO（一酸化炭素）の230 GHz スペクトル線の観測を開始した。観測データは早くも、銀河系中心に大きく広がった暖かい分子ガスの存在や、太陽系近傍の暗黒星雲中に誕生しつつある星の活動による分子ガスの加熱などの興味深い現象を明らかにしている。230 GHz という高い周波数の電波による広域掃天観測は他に例がなく、世界的に注目されている。なお本研究に対して第30回東レ科学技術研究助成金が授与された。長谷川・林・半田・阪本，3-4月（天文センター・天文）

●特異点理論による洋服のしわの形成過程のモデリング 計算機を用いて様々な物体の振舞いを記述しようとする試みは古くから行われてきたが、計算能力の制約などから取り扱われる物体は硬いものに限られてきた。しかし近年、計算機の処理能力の向上に伴って柔らかい物体のモデリングが盛んになってきている。柔らかい物体と硬い物体の主な違いは、構造的な安定性を持っているかどうかということにあり、例えば柔らかい物体では変形の過程で「しわ」が生じるなどといったことが起こるのが普通である。しわは硬い物体における「ひずみ」などとは本質的に異なる現象で、そのモデル化を行うことは柔らかさという概念を探求する上で極めて重要な意味を持っている。本研究では洋服を対象を限定して、そのしわの形成過程のモデリングを試みている。モデリングの手法としては、特異点理論と呼ばれる幾何学的手法を用いていて、これによって系の質的变化を表現できるようにした。こういった幾何学的情報と洋服といった物理的実体からくる制約とを結び付ける

ことはそれほど単純ではないが、一つのシンプルなモデルを提案することにより、部分的な解決を図った。結果のデモンストレーションを行うためにアニメーションを作成し、この分野の代表的学会であるComputer Animation '90（4月25日-27日，ジュネーブ，スイス）で発表した。

國井利泰，後藤田洋伸，4月（情報）

●銀河中心核近傍で発生するスターバースト（国際学術研究） 太陽よりも数10倍も重たい質量を持つ星は短命であるが、非常にエネルギーがある。このような星が銀河中心核の近傍で大量に生成されることがあり、スターバースト（爆発的星生成）現象と呼ばれている。スターバースト銀河核は超大質量ブラックホールをエンジンとするいわゆる活動銀河中心核とは性質を異にしている。しかしながら、銀河中心核の性質を統一的に理解するためにはスターバースト銀河核の研究も非常に重要であることが最近になって認識され始めている。我々はハワイ島マウナケア山頂にあるハワイ大学天文台でいくつかのスターバースト銀河核の分光観測を非常によい空間分解能で行い、約1000光年に及ぶ領域でホモニアスに大質量星が誕生していることを明らかにすることができた。この発見はスターバーストの発生メカニズムを理論的に追求する際の大きな制約になると考えられる。本研究は菅井肇氏（大学院生）との共同研究であり、彼の修士論文としてまとめられたものである。谷口義明，5月22日（天文）

●単細胞生物を使った微小重力実験——1.9秒間の“宇宙” 生体に対する重力の影響を細胞のレベルで解明することは、宇宙生物学の重要な課題である。我々はこのような視点から重力走性（走地性）など、単細胞生物が重力に対して示す反応

の機構を明らかにする目的で、宇宙環境を利用した実験の準備を進めているが、その第一段階として、西独ルール大学Machemer 教授のグループと共同で、ブレーメン大学応用宇宙工学微小重力センター (ZARM) の自由落下施設 (18m) を用いて、ゾウリムシの微小重力に対する反応を研究した。これは、本年完成する落下塔 (110 m) を使用して行なう予定の本格的実験の予備テストを兼ねたものであり、微小重力の持続時間は約 1.9 秒に過ぎない。しかし、ビデオ記録を解析したところ、ゾウリムシには重力に対して能動的に反応する生理機構が存在することを示唆する興味深い結果が得られた。結果の一部は、5月に東京で開かれた第17回国際宇宙技術科学シンポジウム (17th ISTS) で報告した。村上 彰・高橋景一、5月 (動物)

●フラクタル経路積分法の定式化 量子多体系の研究の新しい方法として、「フラクタル経路積分法」が鈴木によって提唱された。これは、非可換な演算子  $A, B$  に対して、その指数演算子  $e^{x(A+B)}$  が

$$e^{x(A+B)} = e^{t_1 A} e^{t_2 B} e^{t_3 A} e^{t_4 B} \dots e^{t_M A} + O(x^{m+1})$$

の形に、任意の正の整数  $m$  に対して分解できるという鈴木的一般分解定理の発見に基づく。但し、 $t_j$  は、 $x$  に比例した実数であり、その分割は負の値も含むフラクタルな構造をしている。この方法は負の時間や負の温度を含む点で概念的に極めて興味深く、物性理論だけでなく、場の理論や原子核の研究にも使えるものと期待される。その可能性についての研究が現在進行中である。特に、これは量子モンテカルロ法の精度をあげる一般的な方法として期待が持たれており、 Trotter 公式と組み合わせた利用法の有効性がいろいろなグループで検討されている。詳しくは、Phys. Lett. 146 A (1990) 319 および J. math. Phys. (1990) (印刷中) を参照。鈴木増雄、6月 (物理)

●成層圏オゾンのグローバル分布 地球大気による太陽紫外光の後方散乱を測定するため、科学衛星「おおぞら」には紫外分光計が搭載されていた。この観測の目的は、オゾンの紫外吸光係数が波長によって大きく変化することを利用して、後方散乱光スペクトル・データから成層圏オゾンの高度分布を求めることにあった。地球物理研究施設の大気分光チームは、分光計の設計・製作から始めて、衛星観測オペレーション、取得した観測データの反転法解析まで一貫して行ない、成層圏オゾンの高度分布を求めることに成功した。この衛星の寿命は数年前にすでにつきているが、取得した全データの解析をこのほど終了し、COSPAR (宇宙空間研究委員会) のシンポジウム (6月25日-7月6日、於オランダ・ハーグ市) でその結果を発表した。この観測データは、1984年3月から1987年9月までの3ヶ年半の期間にわたり、全地球的規模で (緯度60°以下) 得られたもので、1980年代中期における成層圏オゾン分布の子午面断面図を月毎に表している。この衛星観測結果は、1980年前期に得られた米国の衛星観測結果ともよく一致しており、この間中低緯度においては、オゾン層に顕著な変調はなかったことを示している。小川利紘、7月12日 (地物研)

●地震の前兆現象 地殻化学実験施設では、地震や火山噴火の前兆をとらえるため、国内各地で様々な地球化学的観測を実施している。本年6月1日のマグニチュード6.0の地震 (震源は銚子付近で、東京も随分揺れたので、覚えている方も多いと思う) の約2日前に福島県鹿島で、地下水中のラドン濃度の低下が観測された。この地下水は、双葉断層という活断層上に掘削した深さ200mの井戸から自噴する地下水である。鹿島観測所では、これまでも地震発生とともに顕著なラドン濃度の変動が何回も観測されている。結果の詳細は、秋の地震学会、日本地球化学会などで報告する。脇田 宏、7月 (地殻化学)

●**海生無脊椎動物の進化** 古生物研究の一環として、速水は遊泳性の二枚貝（ツキヒガイ類）の殻の流体力学的特性を工学部の船型水槽を用いて実験的に調査し、化石種の適応形態の考察に応用した（投稿中）。また加瀬（国立科博）に協力して、海底洞窟中の遺存的な現生動物群の調査を行っている。大路はD. Meyer（Cincinnati大）と共同でウミユリ類の生態・分布・機能形態を研究している。これらのテーマは、たがいに脈絡がないように見えるかも知れないが、いずれも「中生代以降に海洋の捕食圧が増大し、被食動物の形態・生態と生息域に重大な影響を与えた」とする仮説の検証につながるものである。古生物学における形態進化や機能形態の研究は、これまで個々の分類群を対象として行われたが、最近では既存の化石記録を総合すると共に、生物間の相互作用（特に捕食の影響）や地球環境の大規模な変化を合わせて考察する傾向にある。私達の一般研究「深海性有殻動物の比較生物学的研究」もこのような興味を中心に進められている。速水 格・大路樹生，8月11日（地質）

●**レーザーカオス** ニュートンの運動方程式のような決定論的な方程式で記述されているにもかかわらず、系に内在した非線形性から一見ランダムで予測不可能な運動が起こりうる。このカオスの発見は、不規則で複雑な運動は、大自由度の関与した確率過程の結果生じるものであるという従来の常識を大きく覆した。我々は、CO<sub>2</sub>レーザー、N<sub>2</sub>Oレーザーを用いて、レーザー光強度が示すカオス現象を観測している。レーザー共振器内に可飽和吸収体を導入したり、定常変調を加えることによって不安定性を誘発し、カオスへの分岐現象やストレンジアトラクターを実現することができる。こうしたカオス発生のメカニズムは、レーザー媒質中での誘導放出、衝突緩和、励起等のダイナミカルな過程に強く関係している。特に赤外ガスレーザーの場合、分子の振動緩和がレーザーのダイナミクスに大きな影響を及ぼすことを発見

し、観測結果を精密に再現する理論モデルの確立に成功した。今後、レーザーカオスの研究が、原子分子系の物性定数を測定する手段として応用できるかもしれない。清水忠雄・立川真樹，8月（物理）

●**ショウジョウバエ細胞内情報変換とリン脂質との密接な関係——視覚系突然変異遺伝子のクローニングとその解析** われわれの研究室ではショウジョウバエ突然変異（つまり遺伝子病）の解析から、脳神経・感覚器・筋肉等の高次機能の遺伝子支配について研究している。たとえば幼虫・成虫の両時期に視覚を失う突然変異遺伝子がX染色体上に3個存在するが、最近になってその内の2個がともにフォスファチジルイノシトール代謝に関係する酵素の遺伝子であることを発見し、それらの遺伝子のクローニングと突然変異のDNA上での異常を明らかにした。そのうち、norpAはフォスフォリパーゼC，rdgAはジグリセリドキナーゼの構造遺伝子であった。リン脂質代謝酵素の異常がハエを盲目にするという事実は、視覚受容過程・その「情報変換」・セカンドメッセンジャーなどの過程でリン脂質がダイナミックな役割を果たしていることを示している。このような分子過程を生化学などの手法で明らかにすることは容易でないが、遺伝学・発生生物学・動物行動学などを学際的に組み合わせる新しい神経生物学の手法によって、非走光性ショウジョウバエの研究から当初はまったく予期していなかった細胞情報変換の分子機構の詳細に迫ることができた。堀田凱樹，8月（物理）

●**新しい官能基の開発** 有機化合物は種々の官能基の組合せで成立ち、その種類は極めて多様であり、現在約900万種存在すると言われている。その中の重要な一群として、いわゆる不飽和結合をもつ化合物がある。炭素-炭素，炭素-酸素，窒素-窒素二重結合などがその代表的官能基であるが、これらの元素をより原子番号の大きい同族の元素に置き換えると、それらは極めて不安定とな

り、通常の条件では安定に合成・単離ができない。しかし、これらの不飽和結合を形成する原子上に非常にかさ高い置換基を導入することで安定性が著しく増加できることが、この数年の研究で明らかにされてきた。筆者らのグループでは、より優れたかさ高い置換基として、ケイ素を含むビストリメチルシリルメチル基をもつベンゼン誘導体を開発し、Ge-S, Sn-S 二重結合を有する化合物の前駆体として有用と考えられる含Ge (あるいはSn) 環状ポリスルフィドの合成に成功した。これらからGe あるいはSn を含む安定な二重結合化合物の単離にむけて研究が進行中である。岡崎廉治, 8月 (化学)

●細胞の中の清掃工場 細胞は生命の源であり、その活動は生きる証のひとつである。この細胞の生命を維持していくためには、数多くのシステムが必要であり、そのひとつに不要になったタンパク質や異物のタンパク質を取り除くシステムがある。細胞の中にはこれを専門に行う細胞内小器官が存在するが、これとは別に細胞の中核である核や細胞質でタンパク質の分解を行う装置がある。そのひとつがプロテアソームであり、この活動は細胞そのものを破壊しないように厳密にコントロールされている(何故なら、生きるという反応を触媒しているもののほとんどはタンパク質であるから)。プロテアソームは真核生物のあらゆる細胞に存在し、最近、分子生物学の手法を用いて構造と機能が明らかになりつつある。現在までに得られている結果から、どうやらこのプロテアソームの構成成分(10~20存在する)は互いによく似ており、集合してタンパク質分解を行う場を作っているらしいことがわかってきた。しかも、各構成成分の構造は、簡単な真核生物である酵母から哺乳類に至るまで進化的によく保存された分子であることも明らかになった。さらに、数多い構成成分は、似たもの同志であってもそれぞれが別な機能を持ち、いずれも細胞が生きること重要であることもわかった。つまり、真核生物の細胞質

・核のタンパク質の清掃工場では、互いに似ているが別々の役割を持ったメンバーが集まり、そこにタンパク質分解酵素という機械が備えられているようである。やはり、細胞という社会も作る側と不要となったものを始末する側の調和がとれてはじめて健康に維持できるらしい。榎森康文, 8月 (生物化学)

●強磁場におけるツメガエル卵の発生 最近、モノレールや医療機器への磁場の応用から、生物体に対する強磁場の影響の研究の必要性が高まっている。かねてより九州大学工学部の電子工学科の上野照剛教授と共同研究を行っていたが、超伝導により生じている6.34 テスラ(T)の強磁場におけるツメガエル卵の発生を調べたところ、この程度の強磁場中ではツメガエル卵の発生は正常に起こることが明らかにされた。この結果は、最近、J. Appl. Phys. 67巻9号に発表された。塩川光一郎, 8月20日 (動物)

●文化伝達される鳴禽の歌の起源 一夫多妻の配偶様式をとる鳥で、歌が生得的に決定されている状態から模倣学習によって獲得される状態へ進化するための条件を、性淘汰の集団遺伝学的モデルにもとづいて導いた。父親から息子へ歌が正確に伝達されることが重要で、巣立ちした後に他の成鳥の歌を学習することは望ましくない。*Zonotrichia leucophrys* を用いたPetrinovichとBaptistaの実験では、巣立ちする前の年齢で歌が学習された場合、新しい歌の学習に抵抗があることが示された。*Z. leucophrys* は主に一夫一婦であるが、理論的予測を支持する観察と言える。この研究は、Amer. Natur. 134: 599-612に発表された。青木健一, 8月 (人類)

●中国黄土高原緑化に関する研究 文部省科学研究費補助金「中国黄土高原緑化に関する基礎的研究(代表: 田村三郎東京大学名誉教授)」は、中国科学院西北水土保持研究所との共同研究として、

予備調査を含めて、本年度で4年度目に入った。黄土高原は古くからの開発により、植被が乏しく、土壤侵蝕が激しく、同時に、栄養塩類や有機物の流亡により、農業の生産性もきわめて低い状態にある。本研究では、雑草や小麦などの耐寒性・耐乾性品種の導入・育種により、山地の被覆率を高め、農産物収量の増加を通して、適性な土地利用を行い、水土保持と生活の向上とを両立させるための方策を探ることを目的としている。その一環として、地理および土壤班は、雨水の表面流去を減少させ、水利用効率を高め、土壤侵蝕を防止するとともに、植物の発芽・生育の促進させるための土壤構造の改良の研究を行っている。土壤構造の改良は、高分子化合物により、土壤に団粒構造を形成させた。昨年度一年間の実験によると、土壤構造の改良によって、未処理区に比べ、流出水量、土壤侵蝕量は20%以上軽減し、また、小麦の収量は30%の増収をもたらし、土壤改良がきわめて有効な水土保持技術であることが確認された。実験域の拡大と手法の改良のため、本年度は四月～五月にかけての現地調査により、新たな実験施設の設置を行い、現在雨量、土壤水分、土壤流出量、植生の生育状態などの観測を継続中である。大森博雄，8月（地理）

●原始的棘皮動物有柄ウミユリ類の飼育 棘皮動物のうちの最も原始的なグループである有柄ウミユリ類は、今より数億年を遡る古生代の昔から、その基本的な体制を変更することなく生き残って来た動物として知られ、棘皮動物の系統発生を知る上での「かなめ」に位置する生き物である。現生種は全て深海性で、その、水槽での長期にわたる飼育は成功した例が無い。その為、この動物についての実験的知見は皆無に等しい。昨年(平成元年)10月、駿河湾の海底より得られた有柄ウミユリの1種トリノアシ(和名)は、水槽中で飼育され、既に、10カ月を越えて生き続け、幾つかの実験的知見をもたらしつつある。現生種によって得られた結果から、古生代に繁栄した化石種の生活

様式が推察される。この研究は、本学部地質学教室大路樹生博士との共同研究である。雨宮昭南，8月（臨海）

●シンクロトロン放射を利用した固体表面の光化学 分光化学センターでは昭和58年度から高エネルギー研究所放射光実験施設内に、紫外から軟X線領域(波長250-1.5 nm)のシンクロトロン放射が利用できる固体表面分光解析設備を建設して、シンクロトロン放射に関する分光法の開発と固体表面に関する研究を行ってきた。主な研究として、単結晶表面に化学吸着した単原子層の光化学の研究を行なっている。光化学過程では、光のエネルギー、偏光方向を選ぶことによって状態選択した光吸収を起こさせて、反応経路を選択、あるいは、制御することが可能である。これまでの光化学過程の研究では、レーザー光などの短波長限界が7-10 eVであるために、結合を作っている価電子の一部しか励起できなかった。そのために、波長が連続で高強度のシンクロトロン放射の利用によってのみ価電子から、内殻電子を標的とした光化学過程の研究が可能になってきた。H<sub>2</sub>O、NH<sub>3</sub>などをSi(100)、Ge(100)上に吸着させると、表面上にGe-OH、Ge-Hなどの表面分子を生じる。それらの試料に5-50 eVのシンクロトロン放射を照射した時に分解して試料から真空中に脱離してくるイオン、中性粒子を質量分析器で検出すると共に、試料表面、および、吸着分子の電子状態などの変化を電子分光法により測定する。その時に生じる諸変化を入射光のエネルギー、角度などを変えて調べることにより光化学過程の全体像を調べている。本実験設備は、平成2年度からは、これまでに行なってきた理学部内、および、全学内での共同利用だけでなく、高エネルギー研究所の一般共同利用として全国の利用者に開放されている。8月（分光化学センター）

●キューザーに熱いダストの輪 活動銀河核の近

赤外連続放射光の起源を明らかにするために宇宙研 1.3 m 赤外線望遠鏡を用いて IRAS (NASA の打ち上げた宇宙赤外線天文衛星) キューサーの観測を行った。その結果、これらのキューサーの 1.5  $\mu\text{m}$  から 2.5  $\mu\text{m}$  のスペクトルが 1500 度 K の黒体放射に非常に良く一致することが明らかになった。ダストの蒸発温度は 1500 度 K 付近であることが知られており、観測された黒体放射はキューサー中心のブラックホールを取り囲む降着円盤からの強烈な放射によって蒸発する高温のダスト

からのものと思われる。熱平衡を考慮にいと中心からの距離は約 1 pc となり、質量は高々、1 太陽質量程度である。スペクトルの形から推測して 1500 度 K のダストはリングを形成しており、1.5  $\mu\text{m}$  より短波長側のスペクトルは自由-自由放射で説明できる。他に一部の I 型セイファート銀河にも同じ様なスペクトルが見いだされた。なお、この観測は宇宙科学研究所・国立天文台との共同研究の一環として行われたものである。  
小林行泰, 8 月 (天文センター)

「理学部研究ニュース」欄に掲載のそれぞれのニュースの詳細については、年次報告等に紹介されておりますので、該当の教室・施設（ニュース末尾の（ ）内）に連絡して下さい。