

流体力学極限・相分離の問題に対する確立論的アプローチ

舟 木 直 久 (数学科)

確率偏微分方程式、あるいは非平衡統計力学に関連した確率論の諸問題を研究対象としているが、最近では流体力学極限・確率偏微分方程式に対する特異極限と相分離の問題を主に考察している。流体力学極限とは、「分子運動のような微視的系から巨視的な運動論的方程式（例えば Navier-Stokes 方程式）を導け」という統計力学の最も基礎にかかわる問題をさす。微視的な系として、種々の確率論的なモデル、例えば保存量をもつ Ginzburg-Landau 方程式、相互作用のある格子気体、保存則をこわさないようなノイズが加わった Hamilton 系等を取り上げ、時空の適当なスケール極限の下で非線形拡散方程式が得られることなどを示した。

相転移があるとき、その相境界の運動に興味を持たれる。それを解析するのが相分離の問題である。種々の現象では、ランダムな外的要因を無視できず、従って基礎方程式として確率偏微分方程式（ランダムな係数を持つ偏微分方程式）が現れる。相分離の問題では、そのような方程式に対して特異極限を考察することになる。極限として相分離曲面が出現し、その運動は、例えばランダムな平均曲率流になる。但し 1 次元のときは、ランダムなノイズの影響の方が完全に支配的になり、全く異なるスケール変換を考える必要がある。確率偏微分方程式の代わりに、微視的レベルの Ginzburg-Landau 型モデルなども扱い、擬平均曲率流を導いた。

高速三次元形状測定

品川 嘉久 (情報科学専攻)
日置 尋久

最近、VRML や仮想現実感など、ネットワークで三次元データを送受信するアプリケーションが増えてきた。単に二次元の「画像」を送受信するのではなく、物体の三次元形状を送受信し、それらの中を歩き回ったり、操作したりする。今後も三次元データ通信は、増え続けるであろう。

しかし、もととなる三次元データの入力、簡単ではない。これまで、物体の三次元測定（物体表面の一定間隔の点の xyz 座標を測る）は、一本の直線をレーザーなどの光源で物体表面に投影し、その像を測ることによって行われてきた。その直線・光源を含む平面と、物体表面の交線が、その直線の像だからである。しかし、一回の測定で、その直線上の点の座標しかわからないので、直線を上下に一定間隔ずらしながら、物体全体の三次元座標を得ていた。そのため、測定に時間がかかっていた。一度に多数の直線を投影すると、どの直線がどの平面の

方程式に対応しているかが、同定できなくなってしまうからである。また、装置も大がかりで高価であった。

そこで、我々の研究室では、三次元物体を、コンピュータが認識しながら高速に計測する方法を開発した。本手法では、多数の直線を一度に投影し、その中で、認識できなかったものについてだけ、再度同定プロセスを行なうことによって、高速に三次元測定が行なえる。静止物体だけでなく、動く物体や、観察系が動く場合でも、動画像で三次元計測が行なえる。システムは、画像入出力ボードを持つコンピュータと、液晶プロジェクタ、ビデオカメラから成り、この三つで、投影と認識のループを構成する。また、個々の装置は一般に普及しているため、安価にシステムが作れる。可搬性を考えて、中核となるコンピュータも、ノートパソコンレベルで処理できるよう、実験を繰り返しているところである。

球状トカマク TST(Tokyo Spherical Tokamak) の実験

遠 山 潤 志 (物理学専攻)

トラスプラズマにおいて主半径 R と従半径 a の比 R/a をアスペクト比という (サークライン蛍光灯の大半径と管断面の半径で類推して頂きたい)。アスペクト比が極端に小さい ($R/a < 1.5$) トカマクは、その形状から球状トカマク (Spherical Tokamak) と呼ばれ、以下の特徴から高効率トカマクの可能性を持つ。①低いトロイダル磁場で高いプラズマ電流が得られるため、超伝導コイルが不要になり、装置設計が単純化される。②単純な垂直磁場コイルで自然に高い縦長度が得られる。高ベータ安定性があり、disruption がない。③幅の広いダイバータ層が自然に得られる。しかしながら、球状トカマクは従来のトカマクの経験則が成立しない全く新しい分野に属する。低アスペクト比領域の閉じ込め実験を行い、閉じ込め物理を総合的に理解するために、我々は理学部 1 号館60号室に Tokyo Spherical Tokamak (TST) を建設し、昨年 8 月から本格的に実験を開始した。

球状トカマク TST の装置パラメーターは、主半径42 cm、従半径35cm、アスペクト比1.2、縦長さ 2、トロイダル磁場 0.2 T である。初期実験として以下の結果が得られ、今秋10/7-11にモントリオールで開催される IAEA 主催の第16回 Fusion Energy Conference で発表される。

①プラズマ電流のトロイダル磁場依存性

TST 実験ではトロイダル磁場0.08 Tの低い磁場で、プラズマ電流45kA のプラズマ生成に成功した。プラズマ電流はトロイダル磁場とオーミック加熱のボルトセカンドに比例して増加した。この実験結果からトロイダル

磁場0.5 T、オーミック加熱のボルトセカンド100mVs、 $R=0.8\text{m}$ 、 $a=0.65\text{m}$ のパラメーターで 1MA ST が容易に得られることが確認された。

②アスペクト比と縦長さ

ピンダイオードアレイに受かる信号の立ち上がり時刻の時間差から、プラズマ形成の初期におけるアスペクト比と縦長さの評価を行った。プラズマ形成の初期において、速やかにアスペクト比1.2、縦長さ1.8が得られた。

③TSTにおける揺動測定

三つのトリプルプローブを使い、電子密度揺動の空間分布を求めた。プラズマ外側に行くに従い、平均の電子密度は下がり、電子密度揺動は0.2から0.8まで増加した。また磁気揺動レベルは1%であった。

④ヘリシティ入射実験

球状トカマクでは低いアスペクト比を得るためにオーミック加熱のボルトセカンドを犠牲にしているため、電流駆動が必要になる。以下のヘリシティ入射予備実験を行った。

a) ピーク電流1.4kA の電子入射装置を使い、電子入射を行うとプラズマ電流は2.7倍増加した。またボルトセカンドの消費は、7分の1に減少した。

b) 幅16cmのトロイダル対称な2組4枚の電極を真空容器内に設置し、上下の内側電極に800 Vをかけるとプラズマ電流は0.4ms から0.6ms に伸びた。



球状蛋白質の立体構造形成機構

桑 島 邦 博 (物理学専攻)

天然球状蛋白質の特異的でコンパクトな三次元の規則構造は、そのアミノ酸配列 (= 遺伝情報) により一意的に決定される。蛋白質の天然立体構造形成は、蛋白質ポリペプチド鎖内及びポリペプチド鎖と溶媒 (= 水) 分子間の物理的相互作用に基づく物理化学的な過程である。蛋白質の立体構造形成の分子機構を明らかとするためには、変性剤などにより立体構造の壊された蛋白質ポリペプチド鎖が、天然条件下で、天然立体構造を再形成してゆく巻き戻りの速度過程を追跡することが必要である。そのため、従来は、主に、光吸収スペクトル、蛍光スペクトル、円二色性スペクトルなどの分光学的手法を用いて、蛋白質分子の巻き戻り反応にともなう二次、三次構造の形成を速度論的に追跡することが数多くなされてきた。しかし、蛋白質の立体構造形成機構を明らかとするには、巻き戻りにともなう蛋白質分子のコンパクト化がどのくらいの速さで起こるのかを直接調べることが必要である。分子量が1~2万の球状蛋白質の天然構造の回転半径は、通常、20Å前後であり、このような分子のコンパクト化の過程を直接ミリ秒の時間域で追跡するための有効な実験手段がなかったため、従来、この問題はなおざりにされたままであった。

われわれは、高エネルギー物理学研究所放射光実験施設 (ビームライン15A) にて、ストップトフローX線小

角散乱法による球状蛋白質の巻き戻りの速度過程に関する研究を行っている。ウシ炭酸脱水酵素のアンフォールディング転移にともなう散乱曲線の変化を解析し、散乱ベクトル0.015から0.15Å⁻¹の範囲での積分散乱強度が蛋白質分子のコンパクトさを評価するための有効なパラメータであることを明らかとした。積分散乱強度は、ギニエ・プロットより得られる回転半径や零角度強度に比べ、蛋白質分子の会合による影響ははるかに少なく、また、S/Nが大変よいので、ストップトフロー法などによる高速の時分割測定でも有効に用いることができる。ウシ炭酸脱水酵素と酵母のフォスフォグリセリン酸キナーゼのアンフォールディングと巻き戻りにともなう分子のコンパクトさの変化をストップトフローX線小角散乱の積分散乱強度を用いて追跡することができた。ウシβ-ラクトグロブリンの巻き戻り反応では、分子会合のない条件下で巻き戻りにともなう分子コンパクト化の速度過程を積分散乱強度を用いて追跡し、期待される散乱強度の増大の約80%がストップトフロー法の不感時間 (20ミリ秒) 内に達成されることを明らかとした。これは、この蛋白質の巻き戻りにともなう分子のコンパクト化が20ミリ秒内に完了する素早い過程であることを示しており、蛋白質構造形成の分子機構を考える上で、重要な新しい実験事実を提供する。

日震学による太陽内部モデルの構築と 太陽ニュートリノ・フラックスの評価

柴 橋 博 資 (天文学専攻)

太陽表面の振動現象を解析して、直接は見ることでできない太陽内部を探索することが出来る。西瓜を叩いてその熟れ具合を調べるのと謂わば同じで、一種のリモートセンシングである。我々が太陽を叩くことは出来ないが、太陽表面近くの対流層が、太陽自身を内側から叩くことになって、太陽では、いつもその固有振動モードが勝手に励起されているのである。太陽面の振動を直接見ることが出来るので、非常に沢山の固有モードを測定出来ることになる。これら多数の固有振動を利用して、直接調べることの出来ない太陽の内部構造を探る研究を、

日震学と称する。

太陽の内部構造に関しては、ニュートリノ問題という深刻な問題が解決されないままである。太陽内部での熱核反応に伴って発生するニュートリノ・フラックスを地球上で (実際には地下でだが) 測定してみると、標準恒星進化論に基づいた太陽内部構造モデルから予測される量に比べてかなり少ないというのだ。この問題の解決のために、様々な案が提唱されてきたが、太陽内部を直接調べる手段がないことは、検証への大きな障害の一つであった。太陽モデルが悪いのか、ニュートリノの理論が

悪いのか、切り分けが困難だったからである。

日震学は、これに一つの可能性を与えるものであった。太陽は、ニュートリノ以外に、波動に対しても透明で、これで内部を透視することが可能になったからである。しかしながら、これまでは、日震学によって、太陽内部の音速分布や密度分布は明らかになったが、ニュートリノ発生量に本質的な温度構造、わけでも太陽中心部の温度構造については、明確な見解を述べる事が出来なかった。

筆者は、最近、太陽の音波モードの振動数から太陽の内部構造のモデルを作成する方法を考案した。太陽の内部構造は、太陽振動に関しても詳細に議論検討されてきた。しかしその議論の多くは、標準恒星進化論に立脚してその範囲内でモデルを精密に作り、モデルの振動数とニュートリノフラックスを観測量と比較して問題を議論するというものであった。

筆者は、大学院の高田将郎と共に、太陽質量、半径、

それに、音波モードの振動数から決定される太陽内部での音速分布、表面化学組成比を満たすべき境界条件として、モデルを構築する。これらは、全て現在の太陽に関する観測量であるので、より実験データに基づく、現在の太陽のスナップショット・モデルと言って良い。太陽は静水圧平衡にあると仮定する。これにより、太陽内部の密度分布と圧力分布を決める事が出来る。更に太陽は熱的平衡にあると仮定する。物理素過程として、熱核反応率と吸収係数の物理は正しいとすれば、これにより、太陽内部の温度分布と組成分布を決める事が出来る。

こうして構築した太陽モデルから、ニュートリノ・フラックスを評価すると、測定されているニュートリノ・フラックスとはやはり有為に差がある。これは、熱核反応率と吸収係数の物理を認める限り、ニュートリノ問題は、ニュートリノの物理に責任があるとする意見を支持する事を意味している。

人工衛星を用いた海洋観測と海洋予報

和 方 吉 信 (地球惑星物理学専攻)

人工衛星による海洋観測では、海面から放射される赤外線を計測して、海面温度が求められることはよく知られている。最近では、マイクロ波を利用することにより、別の物理量も計れる。衛星からマイクロ波を海面に放射し、海面で反射され戻ってくるまでの往復時間を計測することにより、2～3 cmの精度で海洋全域の海面高度を知ることができ、その反射波の分散状態から、海上風の強さも求めることができる。これらの衛星観測により、海洋学では始めて船舶観測のような点のデータではなく面のデータを扱えるようになった。海洋高度データから、大規模な海洋循環の変動や、海洋の熱膨張による海面高度の年変化、小さな渦の移動や波動の伝播も観測できるようになった。熱帯の東太平洋には、海水温度が数年に

一度異常に上昇し、世界の異常気象の原因となっているエル・ニーニョ現象がある。この現象の発生には、赤道を東に進む波動が重要な役割をしており、そこで、この波動の構造や伝播特性を、海面高度データや海洋大循環数値モデルを用いて調べている。また、海面は海洋の内部が暖かいほど盛り上がる性質があるので、海面高度と海洋内部の温度構造の間の統計的関係をあらかじめ調べておけば、衛星観測により得られた海面高度データから海洋全域の内部温度構造も推定できる。現在、そのアルゴリズムを開発中であり、さらにそこで得られる海洋温度データを海洋大循環数値モデルに4次元データ同化をすることにより、天気予報のような海洋の予報を試みている。

原子・分子クラスター

近 藤 保 (化学専攻)

固体や液体を細分化してゆき構成する原子や分子の数を1000個以下程度にするとその物性や反応性は基本的に変ってくる。このような少数の原子・分子から構成される超微少物質を原子・分子クラスター（以下クラスターと略す）といっている。クラスターを構成する原子・分子の数（サイズ）が1個だけ増減してもその特性は著しく変化する。その原因を究明することによって、原子や分子が集合するときどのように集合体としての新しい特性が現れるかを明らかにすることができる。また、サイズによる特性変化を積極的に利用することによって、新しい素材を作り出す可能性もある。

我々はこのようなクラスターの基本的な物性や反応性について調べている。たとえば、バナジウム原子から構成されるクラスターは、その金属とは著しく異なった性質を示す。バナジウム4量体クラスターの負イオンは強磁性的であるのに対して、正イオンでは常磁性的である。これらはバナジウム金属とは著しく異なった性質であり、クラスターの持つ特別な構造や原子間距離に起因してい

る。クラスターの特異な構造や電子状態は、その反応性の上にも反映している。金属クラスターが特異な触媒作用を持つことはその典型的な例である。一方、クラスターを固体表面に衝突させたときクラスター内で起こる反応は通常の条件では起らないとされているものが多い。これは衝突によってクラスター内の‘温度’や‘圧力’が瞬間的にしかも局所的に急激に上昇するためであると考えられる。ハロゲン分子のような2原子分子と溶媒分子から構成されるクラスターをシリコン表面に衝突させると、溶媒分子がハロゲン分子の結合に割り込み、力学的にその結合を切断する。これは、くさびで木を割るのと似ており、クラスター粒子間のコヒーレントな多体衝突によるものとして注目されている。

クラスターの研究分野には、多くの研究者が参加しつつあり、興味ある新しい結果が報告されるようになってきた。自然界にもこのようなクラスターが多く存在していると考えられ、クラスター研究の進展にしたがい、自然の新しい側面が切り出されようとしている。

金属クラスター間相互作用

齋 藤 太 郎 (化学専攻)

金属ハロゲン化物、酸化物、硫化物などを還元すると、クラスター骨格が形成され、それらが金属—アニオン間結合あるいは金属—金属結合により連なった構造ができる。金属の酸化状態の違いによって、多様な連結様式をとり、また電子的安定化条件を満足するために、クラスター内部に種々の元素を内包するものも多い。完全に還元すればバルクの金属になることは言うまでもない。近年この非常に単純な考え方にに基づき多くの興味深い新規無機化合物が次々と合成されている。中には超伝導性などの特異な物性を示すものがあるが、固体無機化合物中の金属クラスター間の電子的、磁氣的相互作用の本質は化学的観点からはあまり解明されていない。最近我々が合成したクロムの硫化物クラスター化合物は $[\text{Cr}_{12}\text{S}_{16}(\text{PET}_3)_{10}]$ の組成を持ち、クロムの正八面体が2個連結した構造を有する。この連結様式は超伝導化合物として古くから知られるモリブデンのシェブレル相に

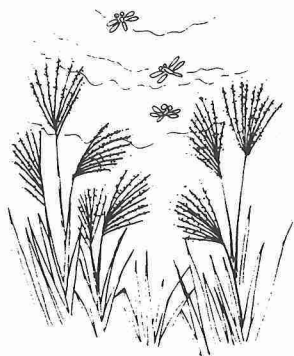
おけるものと同じであり、固体化合物に至る最初の重合段階に対応する。長年にわたる努力にもかかわらず、クロムとタングステンのシェブレル相類似化合物は合成されていないが、12核のクロムクラスター化合物におけるクラスター間の電氣的、磁氣的相互作用を明らかにすることは、未知のクロムシェブレルの物性の予測や合成指針として有用であろうと期待される。現在は未だ予備的結果が得られた段階であるが、常磁性クロムクラスター間に連結部のクロムを通した顕著な電氣的および反強磁性的相互作用が観察されている。同様な構造であるが反磁性である12核モリブデンクラスターも合成され、タングステン誘導体の合成にも目途がたっているので、これらの誘導体を合成することによりクラスター間相互作用の金属およびカルコゲン依存性を解明できるものと思われる。

癌遺伝子産物 R a s の機能に関わる G A P 蛋白質の 高度な多型性が線虫で見つかった

山 本 正 幸 (生物化学専攻)
飯 野 雄 一

癌遺伝子 ras はヒトから酵母に至るまで多くの真核生物に存在する。この遺伝子によって作られる Ras 蛋白質は、細胞が外界、特に他の細胞からのシグナルを受け取る際に重要な働きをしている。この蛋白質は細胞膜の内側に存在し、GTP あるいは GDP を結合する性質があり、GTP を結合したときに活性型となりシグナルを他の蛋白質に伝える。Ras 蛋白質に結合した GTP の GDP への変換を促進するのが GAP と呼ばれる蛋白質である。この蛋白質は Ras の機能発現に重要であると推定されるが、その正確な役割についてはいまだに論争中である。我々は異種間相補という手法を用い、線虫 *C. elegans* の信号伝達関連遺伝子を単離している。分裂酵母の GAP 欠損突然変異体を正常型に復帰させる線虫の cDNA を探すことにより、線虫 GAP をコードする cDNA を単離した。哺乳類では Ras に働く GAP として p120、NF1、Gap1^m が知られているが、今回単離

した線虫の GAP はいずれとも近縁関係になく、新種の GAP であると思われる。面白いことに、この線虫 GAP 蛋白質は N 末端側の調節領域と思われる部分に、スプライシングの違い（オールターナティブ・スプライシング）による多型性が見られ、N 末端側だけが異なる少なくとも 9 種類のタイプが存在することがわかった。このように多くの多型を持つ例は、GAP に関してこれまでに知られていなかったものである。これらのアイソフォームが機能的に異なるのか、発現している組織が違うのか等は興味深い問題である。また、線虫では Ras は「陰門」と呼ばれる生殖器官の形成時の細胞間コミュニケーション等、発生いくつかの場面で機能していることがわかっており、これらの過程における GAP の関与の有無及びその役割も今後の研究の進展により明らかになろう。



オゾンによる植物の障害に関わるエチレン生成

近 藤 矩 朗 (生物科学専攻)

近年、大気汚染は世界的にますます深刻化し、地球規模の酸性雨問題に発展している。なかでも、光化学オキシダントの主成分であるオゾンは植物にとって強い毒物であり、農作物に多大な被害を引き起こしてきた。さらに、最近ではオゾンは欧米における森林の衰退やわが国におけるスギの衰退の主要因のひとつであると考えられるようになった。オゾン対策を考えるためには、まず、オゾンによって生じる障害の仕組みを明らかにする必要がある。しかし、植物のオゾン障害の初期過程はほとんど未解明のままである。

最近、植物のオゾン障害にエチレン生成が関与していることを示す報告がいくつかなされている。エチレンは果実の成熟を促進する植物ホルモンの一種であり、葉が傷をつけられたり病原菌に感染した際にも生成し、傷害の発現や耐性の誘導などに大きく関わっていると考えられている。我々は、オゾン接触中におけるエチレン発生の速度の変化やエチレン生成を律速する酵素（ACC 合成酵素、ACC 酸化酵素）の活性変化などについて調べた。オゾン接触により ACC 合成酵素の活性が速やかに上昇し、オゾン接触は継続しているにもかかわらずその後まもなく低下した。これに応じてエチレンの発生速度が一過的に上昇し、まもなく低下した。特異的阻害剤を

用いて ACC 合成酵素の活性を阻害するとエチレン生成は抑制され、障害の発現も顕著に軽減された。ACC 合成酵素、ACC 酸化酵素はいずれも多重遺伝子族を形成しており、両酵素ともオゾンにより特定のアイソフォームの DNA の転写が促進された。これらがほかの刺激によって誘導されるアイソフォームと同じものかどうかは現在のところ明らかでない。一般に、環境刺激により誘導されるタンパク質には、植物種や刺激の種類によらず相同性の高いものが多い。しかし、環境刺激によって生じる可視的な障害や生理機能障害には刺激の種類によって異なるものも少なくない。種々の刺激によって植物体内に生じる変化の共通性と特異性を明らかにすることがひとつの目的である。また、我々はこれまでにオゾンによって葉緑体の脂質代謝が速やかに変化することを明らかにし、オゾンの植物毒性との関係について検討してきた。一過性のエチレン生成促進と脂質代謝変化のあいだに何らかの関係があるかどうかは今後の課題である。

ここで紹介したような急性的な影響と森林の衰退に繋がると思われる慢性的な影響とはその仕組みが異なる可能性がある。植物に対するオゾンの影響の全体像を把握するにはまだしばらく時間がかかりそうである。



軟体動物のミトコンドリアDNAにみられるゲノム構造の多様性

上 島 励 (生物科学専攻)

後生動物のミトコンドリアDNA(mtDNA)は約16 kbpの環状分子で、そのゲノムには通常37種類の遺伝子がコードされている。mtDNAゲノム上に各遺伝子が配置する順序や方向性(遺伝子配置)は一般に保存性が高く、同じ動物門の中で遺伝子配置に変化が生じることは稀である。また、mtDNAにコードされている遺伝子の中でも、蛋白遺伝子およびrRNA遺伝子の配置は特に保守性が高く、真体腔動物群では動物門を越えて配置が保存されていることが知られている。近年になって、4種類の軟体動物において、mtDNAのゲノム構造が明らかにされたが、驚くべきことに、これらの軟体動物は同じ動物門に属するものにもかかわらず、mtDNAの遺伝子配置は全く異なることが分かった。また、一部の軟体動物ではmtDNAゲノム上にATPase 8遺伝子が欠けていたり、他の動物にはない特異なtRNA遺伝子が見い出されるなど、遺伝子組成も異なっていることが分かった。同じ動物門の中で、mtDNAのゲノム構造がこれほど変化している例は、他の真体腔動物群では知られておらず、特筆すべきことである。ところが、これらの軟体動物はいずれも異なる綱に属し、系統学的に遠い関係にあるた

め、軟体動物のmtDNAに見られる著しい多様性が、軟体動物門の起源の古さによるものなのか、ゲノム構造の変化速度が速くなっているためなのかは明らかではなかった。そこで、軟体動物の中で最も大きな分類群である腹足綱において、mtDNAのゲノム構造を詳細に調べたところ、遺伝子配置は異なる綱の間で変化しているのみならず、腹足綱の中においても著しく変化していることが見い出された。また、腹足類のmt-tRNAでは、T-armまたはD-armを欠いた異常な二次構造をとるものが見い出され、保守性の高いtRNAの二次構造も多様に変化していることが分かった。注目すべきことに、有肺亜綱に属する腹足類では、きわめて近縁な分類群の間でも遺伝子配置やtRNAの二次構造が変化しており、これらの軟体動物ではゲノム構造の進化速度が異常に速くなっていることが明らかになった。このようにゲノム構造が著しく多様性に富む軟体動物は、mtDNAゲノムの分子進化を研究する絶好のモデルになると考えられ、ゲノム構造が変化する分子機構を解明する鍵になると期待される。

深海底活断層の探査

芦 寿一郎 (地質学専攻)

阪神淡路大震災から一般の人にも注目されている活断層であるが、海域では分布や活動度などについて不明な点が多い。特に断層の活動時期の研究には岩石試料の採取が欠かせないが、深海域での掘削は非常に大掛りで事前に掘削地点を厳選する必要がある。現在「日仏KAIKO-TOKAI計画」では、音波探査や潜水調査によって掘削に適した地点を絞りつつある。

西南日本の太平洋側では巨大地震が繰り返し起こっている。地震とともに津波も発生しており、最近では1944年の東南海、1946年の南海道地震の際には甚大な被害が生じている。津波は深海底の隆起によって起き、その波源域は精密音響測深で明らかになった崖地形の分布とよく一致する。崖の成因は地震時に広域的な隆起を起こし

た断層が海底面に現れたことによると考えられる。断層が最近活動したか否かについては、潜水艇による観察から推定できる。それは、活断層周辺では地殻変動によって常に新鮮な崖が形成されており、崖に沿って化学合成生物群集が分布しているからである。これらの生物は、地下から湧き出るメタンを含んだ流体に依存しており、断層は海底下からの流体の主な湧出経路となっている。

これまでのところ、東海沖では海溝から約30, 50, 80 kmに主な活断層の分布が確認され、海溝陸側地質体のブロック化が明らかになった。これらのブロックの運動については、逆断層成分に加え横ずれ成分が認められるが、その詳細や活動履歴については深海掘削に基づく研究が待たれる。

火星起源の新しい隕石 QUE 9 4 2 0 1

三河内 岳 (鉱物学専攻)

これまでに人類が発見した隕石の数はおよそ2万個である。これら膨大な数の隕石の中で、SNC隕石と呼ばれている12個の隕石がある。SNC隕石の故郷は実は火星だと考えられている。残念ながら、まだ火星から実際に岩石が持ち帰られていないので断定はできないが、様々な証拠から火星を起源とするのが最有力となっている。SNC隕石の中に閉じ込められていた希ガスの組成が、バイキング探査機が分析した火星大気の数値とよく一致するというのが大きな証拠の一つである。SNC隕石という名前は、シャーゴッタイト、ナクライト、シャシナイトという3つの隕石グループのイニシャルをとって名付けられたものである。12個のSNC隕石のうち、いちばん最近発見された隕石 QUE94201 (南極産で、わずか12g) は、シャーゴッタイトに分類されるが、これまでのSNC隕石とは異なった特徴を持つ非常に重要な隕石であることが分かった。QUE94201 は、地球の玄武岩とよく似た組織をしており、輝石とマスクェリナイト (火星からはじき出されたショックによりガラス化した斜長石) がほぼ等量に含まれている。これまでに見つかったシャーゴッタイトは、輝石がマスクェリナイトの数倍以上の割合で含まれている集積岩の組織を示していたが、

QUE94201 にはそのような特徴は見られない。QUE94201 の一番の特徴は、他のSNC隕石には見られない輝石のユニークな化学組成変化である。QUE94201 の輝石の中心部分はピジョナイトで、その周りをオージャイトが {110} 面に平行なセクター状に取り囲んでいる。そしてオージャイトの周りに再びFeに富むピジョナイトが結晶化しており、エッジでは、ほとんどMgを含まない組成まで変化している。QUE94201 の輝石の結晶化系列は、月の玄武岩にも見られるもので、過冷却したマグマからの結晶化が原因だと考えられる。その他のQUE94201 の特徴は、磷酸塩やメソステースなどの結晶化過程末期に晶出する部分に富んでいることなどである。これらのことを総合すると、今までのシャーゴッタイトが比較的深いところで形成された集積岩であるのに対して、QUE94201 は溶岩流のような急冷される環境で形成されたものであり、親マグマの組成に近いバルク組成を持つ初めてのSNC隕石だと考えられる。また、過冷却したマグマから結晶化したことだけでなく、マグマの化学組成の点でも月との類似点があり、火星と月との火成活動の共通点が示唆される。



銀河の回転

祖父江 義 明 (天文学教育研究センター)

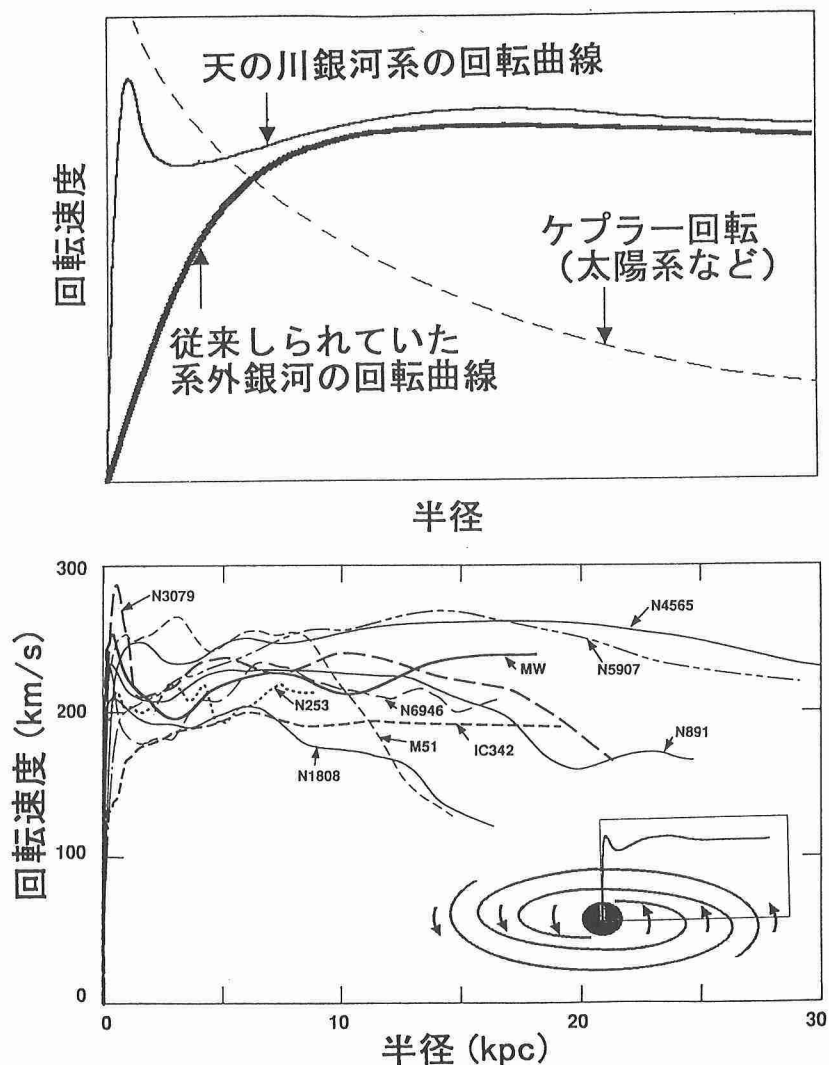
銀河の回転は今世紀の半ばごろに発見された。今日では回転の様子を力学的に解析して銀河内の質量分布や構造を詳しく解明することができる。ところが私たちの銀河系と系外銀河の回転を詳細に調べると両者に甚だしい食い違いが存在する。銀河系の回転速度は中心からすぐにピークに達したのちフラットになり端までつづく(図上)。一方、系外銀河の回転はゆっくりと立ち上がってフラットになる。私たちの銀河系は他の銀河にくらべて力学的に特異なのだろうか。

その謎を解くには系外銀河の中心部の回転を従来の光学や21cm電波観測よりも詳細にもとめて銀河系と比べる必要がある。そこで銀河中心に多量に存在する一酸化炭素(CO)ガスのミリ波輝線に注目する。しかも高分解能のデータが必要である。野辺山45mミリ波望遠鏡や干渉計による最高精度のデータを他のデータと合成して中

心から円盤部までの精度よい回転曲線を求めるわけである。10個あまりの系外銀河の回転曲線を作っていくと、驚いたことに1つの例外もなくすべて私たちの銀河系とほとんど同じ回転法則をしめすことがわかった(図下)。すなわち

「系外銀河と天の川銀河系の回転曲線は本質的に同一である。」

この当たり前だが重要な事実を本格的に実証するのに我が国の大型装置による観測データが活躍したのは愉快なことである。今後この回転法則を多数の銀河について検証していきたい。さらに回転法則が銀河形成や進化とどう関わっているかを調べるために、宇宙初期(遠方)の銀河回転の研究も面白い課題として浮かび上がってきた。



図：(上)従来の研究では系外銀河の回転は私たちの銀河系と大幅に異なっていた。
(下)系外銀河の中心部の回転をよく調べてみると我が銀河系と同じであることが明らかとなった。

指紋領域における超高速赤外吸収分光

岡 本 裕 巳 (スペクトル化学研究センター)
田 隅 三 生 (化学専攻)

赤外分光法はラマン分光法と相補的な関係にあり、振動分光法として最もよく用いられる手法である。しかし時間分解測定においては、光源や検出法等における技術的な困難から、常にラマン分光法が先行して発展してきた。ピコ秒までの時間分解ラマン分光法は技術的に十分確立したものとなっているが、赤外分光法では、振動分光独自の情報を多く与える指紋領域 ($1800\sim 800\text{cm}^{-1}$ 付近) での時間分解測定法がある程度確立しているのは、サブマイクロ秒までである。ピコ秒以下の時間領域での指紋領域赤外分光の実験法は世界的にも模索段階であり、ごく最近のドイツのグループによって生体試料に関する報告がなされるまで、全く例がなかった。

我々は、指紋領域でのピコ秒時間分解赤外分光を目標とした開発を行ってきた。時間分解赤外分光には波長可変のパルス赤外光が必要である。我々は、Nd:YLF 再生増幅器の基本波出力 (近赤外光) と増幅された色素レーザー光 (可視光) から、BBO 結晶と AgGaS₂ 結晶を用いて差周波発生を 2 回連続して行うことによって中赤外域の光を得ている。色素レーザーの波長を掃引する事により、 $3000\sim 800\text{cm}^{-1}$ 付近までの、パルス幅数ピコ秒の

赤外光の発生が可能であることを確認している。こうした赤外光源を用いて、ピコ秒の時間分解能を持つ赤外吸収測定装置を製作し、4-ジメチルアミノ-4'-ニトロスチルベン (4-DMS) のベンズニトリル溶液中で、寿命数十ピコ秒の 1 重項電子励起状態の赤外吸収スペクトルを、指紋領域 ($1640\sim 940\text{cm}^{-1}$) で観測することに成功した。また偏光を用いた測定により、振動遷移の遷移モーメントの方向が分子軸に対してどのような方向を向いているかを定めることにも成功した。これは溶液中の 1 重項励起状態の観測としては初めてのものである。この分子は分子内に電子吸引性基と電子供与性基の双方を持ち、そのため、特に極性溶媒中において、電子励起状態では分子内電荷移動のため極めて大きな双極子モーメントをもつなど、特異な性質をもつ。このような系の電子励起状態における分子構造を探る上で、超高速赤外分光は有効な方法論を提供するものと期待される。今後電荷移動励起状態など興味深い電子励起状態の溶液中の測定を行い、励起状態の分子構造・ダイナミックスの解明に用いていく予定である。

