

# 連載 理学のキーワード 第4回



## 「惑星は8つ」

岡村 定矩 (天文学専攻 教授)

8月後半にプラハで開かれた第26回国際天文学連合総会は、全世界の注目を浴びる異例のものとなった。太陽系の惑星の定義を決めるという大事件が起きたためである。IAU総会で一票を投じた当事者の立場からこの問題を考えてみる。

惑星という言葉はもともと、恒星の間をさまようような動きをすることから「惑える星」にちなんで付けられた。しかしその「科学的な定義」はこれまで存在しなかった。多分このこと自体が多くの人にとって驚きであったろうが、専門家の間でもそれが必要とすらく最近まで考えられてはいなかった。1930年の冥王星の発見以来、水金地火木土天海冥の9つが惑星として定着していたからである。とくに冥王星は、太陽系最遠の惑星として、神秘やロマンの対象でもあった。だが冥王星は他の8個の惑星

と比べて、軌道の特徴が違いうえに、大きさもだいぶ小さい。しかし、1つだけなので、冥王星のこの例外的な性質は大きな問題にはならなかった。

ところが、観測技術の進歩により、1990年代から海王星以遠の領域で次々と天体が発見されはじめた。これらはトランスネプチューニアンオブジェクト(海王星以遠天体)と呼ばれた。そしてついに2005年7月には、冥王星より大きいと考えられる天体が発見された。一部では「太陽系第10番惑星の発見か」との報道もなされた。こうして惑星とは何かを科学的に定義する必要が出てきた。

今回、決まった惑星の定義によれば、冥王星は惑星には分類されない。しかしこれを、冥王星が「降格」されたと受け取るのは適切ではない。冥王星は海王星以遠天体の一つの種族の代表格として新

たな地位を与えられたのである。この種族を何と呼ぶかについては来年6月までにIAUが決めることになっている。新しい定義にもとづく惑星以外の太陽系天体の和名は、関係者の協議にもとづき1年以内に決定される見込みである。新しい役者の登場によって、太陽系は広がったのである。科学の進歩により、教科書も書き換えられることを目の当たりにする貴重な出来事であった。

惑星の定義については国立天文台のホームページを参照されたい(<http://www.nao.ac.jp/info/20060824/index.html>)。

理学系研究科では、おもに地球惑星科学専攻、とくに宇宙惑星科学講座と地球惑星システム科学講座において、惑星に関する研究が行われている。



## 「磁性ナノ粒子」

寶角 敏也 (化学専攻 助手)

磁性ナノ粒子は、機能性材料として注目され盛んに研究されている。学問的には、1962年に本学部物理学教室の久保亮五教授により「粒径が数nm程度の金属微粒子では、電子状態が離散的になり、その磁性は粒子内の電子数に依存する。」という理論が提唱された。それ以後、金属ナノ粒子の物性研究が盛んになった。

最近では、微粒子作製技術の進歩により、粒径のそろった磁性ナノ粒子の作製が可能になり、実用化へ向けた研究が進められている。微粒子にすることにより、保磁力が大きくなる性質を利用し、FePt粒子は垂直磁気記録方式を用いた高密度磁気記録材料への実用化検討が

行われている。また、生物の分野では、多くの生き物の体内から磁性微粒子が発見されている。磁極に向かって移動する走磁性細菌では、体内に50-100nmのマグネタイト( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )粒子があり、磁気を感じることが明らかにされている。マグネタイトは生体への安全性が高いことより、医療関連分野でも研究されている。マグネタイト粒子に医薬物を担持し、体外からの磁界により医薬物を患部に運ぶ「ドラッグデリバリーシステム」は代表的な例である

磁性ナノ粒子の実用例としては、磁性流体がある。磁性ナノ粒子は表面処理することにより、水や油に凝集することなく均一に分散させることができるよう

になる。このような溶液は液状でありながら磁石に吸いつく性質を示す。そして、回転軸のシール、交流磁界を印加すると界面が変化する現象を利用したアクチュエータやダンパーなどに利用されている。

理学系研究科化学専攻では、物性化学研究室の大越慎一教授らが化学的合成法を用いて酸化鉄からなる磁性ナノ粒子の作製を行っており、これまでほとんど報告例のない $\epsilon\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ナノ粒子の単相の合成に初めて成功している。また、この磁性体が室温で2万Oe(エルステッド)という、金属酸化物で最大の保磁力を示すことを見出しており、今後大きな保磁力を示すナノ磁性粒子を利用した応用展開が期待されている。



## 「RNA干渉」

程 久美子 (生物化学専攻 助教授)

RNA といえば、セントラルドグマ (DNA → RNA → タンパク質) という分子生物学の中心原理ともいえる概念の中で、DNA からタンパク質を合成するための遺伝情報の仲介役にすぎないと考えられていた。また、DNA は二重らせんを作るが、RNA といえば 1 本鎖であるというのが 10 年程前までの常識であった。しかし、1998 年に、RNA 干渉 [RNA interference の和訳で RNAi (アールエヌイーアイ) と略される] という現象が見いだされ、2 本鎖の RNA が遺伝子発現を制御していることがわかってきた。発見から 8 年しか経っていないにもかかわらず、本年のノーベル医学生理学賞は「RNA 干渉— 2 本鎖 RNA による遺伝子の抑制」の業績により、A. ファイアー (Andrew Fire) 博士と C. メロー

(Craig Mello) 博士に授与された。

RNA 干渉とは、2 本鎖 RNA が、いくつかのタンパク質と複合体を作り、相同な塩基配列をもつメッセンジャー RNA と特異的に対合し、切断することによって、遺伝子の発現を抑えてしまう現象である。RNA 干渉のマシナリーは、生体内のさまざまな局面で重要な役割を担っている。ウイルス感染に対する防御機構や、ゲノム上を転移する動く遺伝子を抑制し、ゲノムの安定性を保つことにも関わっているようである。また、これまで見逃されてきた、マイクロ RNA という短い 2 本鎖 RNA が生体内でも多数発現しており、多くの遺伝子の発現調節をしていることも明らかになってきている。さらに RNA 干渉は、遺伝子の機能を人為的に抑制することにも応用できるの

で、遺伝子機能解析の汎用性の高いツールとしても注目されている。ゲノムプロジェクトによってヒトをはじめとする多くの生物種的全遺伝子配列が決定されたが、その情報を利用し、個々の遺伝子にユニークな塩基配列を選択することにより、遺伝子機能を網羅的に解析することが可能になったといえる。すでに臨床的な治療へ応用することも検討されている。

理学系研究科においても、RNA 干渉を利用した遺伝子機能の解析は幅広く行われている。メカニズムの解析に関わる研究も生物化学専攻 (西郷研究室、程研究室) で行われており、哺乳類での RNA 干渉は、配列によって効果が大きく異なることが示され、効率よく RNA 干渉を引き起こすことが可能で、遺伝子特異的な配列を選択する方法が確立されている。



## 「ポアンカレ予想」

松本 幸夫 (数理科学研究科 教授, 理学部数学科 教授 兼任)

現代的なトポロジーの基礎理論を創った H. ポアンカレ (H. Poincaré) が 1904 年の論文で述べた予想。3 次元球面のトポロジカルな特徴づけに関する予想のことである。通常の球面は、ゴムボールの表面のような曲面で、これを 2 次元球面という。3 次元球面というのは、もう 1 次元だけ次元の高い「球面」で、たとえば、4 次元ユークリッド空間のなかで定点からの距離が一定の図形が 3 次元球面である。

2 次元球面は、次の特別な性質をもつ閉曲面である。すなわち、2 次元球面のうにに任意のループを描くと、そのループは始点と終点を止めたまま球面上を滑らせて、1 点に縮められる。他の閉曲面、たとえばドーナツ型の曲面ではこうはいかない。閉曲面のなかで、このようにルー

プが 1 点に縮むという性質 (「単連結性」または「1-連結性」という) をもつものは球面に限る。

曲面の概念を 3 次元に拡張した「3 次元多様体」という空間についてはどうか。ポアンカレは閉曲面の場合と同様に「閉じた 3 次元多様体のなかで単連結性をもつものは 3 次元球面に限るだろう」と予想した。これがポアンカレ予想である。この予想はさらに、「閉じた  $n$  次元多様体で  $[n/2]$ -連結性をもつものは  $n$  次元球面に限るだろう (正確には、 $n$  次元球面に同相だろう)」という形で  $n$  次元に一般化されている。

面白いことに、一般化されたポアンカレ予想は、はじめに 5 次元以上の場合に解決され [S. スメール (S. Smale), 1960], 少し遅れて 1982 年に 4 次元の

場合が解決された [M. H. フリードマン (M. H. Freedman)]。本来の 3 次元ポアンカレ予想だけが残っていて、西暦 2000 年に「クレイ数学研究所」が 7 大問題のひとつとして賞金 100 万ドルの懸賞金を賭けたことは有名である。

最近 (2002/2003), G. ペレルマン (G. Perelman/Перельман) というロシア数学者が、3 次元多様体上のリーマン計量を「リッチ流」とよばれる熱方程式型の非線型方程式で変形する理論を使って本来の 3 次元ポアンカレ予想を解決し、大きな話題になっている。今年 8 月にマドリッドで開催された国際数学会議において、数学のノーベル賞といわれるフィールズ賞が与えられることになったが、当人が受賞を拒否したことで、さらにジャーナリスティックな興味を引き起こした。