



# 宇宙地球科学と最先端技術

山中千博\*

## Earth and Space Science; -from nano world to outer space-

### 1. はじめに

この20世紀後半に人類が理解し始めた最も重要なことの1つに地球の有限性の認識ということが挙げられるように思う。人口の増大と航空機の発達により、実感として地球は狭くなったし、またエネルギー、資源の枯渇による「成長の限界」が警告され、地球規模での環境破壊問題が取り沙汰されている。はたして地球の未来はバラ色なのか、あるいは灰色なのか？楽観論も悲観論も諸説あるが、間違った処方箋を施さないためにも、私達は地球環境、生態系といったものをよく知る必要がある。しかし、我々のそれに関する知識は、現時点で直面している温暖化、オゾンホールなどの問題にさえ、答えに窮する程度なのである。

今までは野放図な環境破壊も地球の許容範囲であったが、地球の有限性を自動車の耐久テストのように壊れるまで実験することはできない。我々を含む生命体にとって惑星環境はどうあるべきか。環境変化の原因とその行き着く結果はどうなるのか。この答えの鍵は、1) 現在の最新技術を駆使して、地球物質や隕石試料に隠されている過去の環境とその変遷に関する情報を明らかにすること 2) 様々な環境を有する地球以外の惑星を比較対象にして研究をすすめる

ことにあるはずである。そして、これは、太陽系と地球の進化過程、生命の誕生と進化の謎へ直結している問題でもある。

### 2. 理学部宇宙地球科学科について

大阪大学には長らく、宇宙地球関連学科が存在しなかったが、平成3年4月に理学部宇宙地球科学科が、新進気鋭の学科として発足した。その構成は5つの実験系講座（地球物性学、地球構造学、自然物質学、極限生物学および基礎宇宙学）と、1つの理論講座（宇宙進化学）からなっている。

近年、科学と技術が接近、融合してきており、基礎研究も高度な技術支援がなければ困難になることが多くなる一方、ある技術をさらに進歩させていくために、関連する原理、現象の徹底した基礎研究が求められている。我々は、基本的に物理学科と一体の教育、運営を行いつつ、最新の物理計測手段を開発しながら宇宙地球科学へ応用し、広い分野にわたって学際領域を含めた研究を進めることを旨としている。伝統的に原子核物理学、原子物理学、物性物理学などで培われたミクロな構造と性質の研究の成果と方法論を、マクロな存在である宇宙地球科学に世界に先駆けて適用して新しい展開を図ることをねらいとするものである。

### 3. 大学院先端設備について

大学院重点化構想の下、わが大阪大学でも、教養部廃止、大講座制、大学院大学化への転換などが進められている。なかでも老朽化した建物の改善と研究設備の更新は重要な課題である。

平成4年度補正予算にて、我々が以前より申

\*Chihiro YAMANAKA

1962年5月22日生

平成2年大阪大学工学研究科電磁エネルギー工学専攻 博士課程修了  
現在、大阪大学理学部宇宙地球科学科、地球物性学研究室、助手、工学博士、宇宙地球物性学

TEL 06-844-1151(内線4174)





請していた大学院先端設備費による「宇宙地球極限環境年代測定システム」が実現することになった。これは、大学院における最先端の教育研究のための実験設備を充実させることを目的に、各大学研究科に順次配分されるものである。特に、我々にとっては学科が発足したこともあり、実質上の研究室創設費ともいえるべきものである。

この内容は、超高周波電子スピン共鳴年代測定装置、超高感度質量分析計、原子間力顕微鏡装置、ヘリウム冷却磁化測定装置、およびワークステーション3台からなる学内共同利用設備である。

主な目的は、宇宙地球物質の微小領域に記録されている希ガス同位体比、放射線、磁気的情報等を得ることにある。たとえば始源的隕石中の希ガス情報は、太陽系創世時のガス組成や、惑星形成過程のてがかりを与えるし、隕石鉱物、化石などの中の放射線損傷は、生成、加熱、破碎、衝撃などの事件年代やその保存環境の情報を含んでいる。以下に各装置の特徴、用途等を簡単に述べよう。

#### 1) 超高周波電子スピン共鳴年代測定装置

X-Qバンドまでの周波数領域での電子スピン共鳴法(ESR)による物質中の放射線損傷量の高感度計測、ガンマ線分光による隕石、地球、惑星試料の放射線線量率の実測をおこなう。また試料の被曝線量測定、年代測定、高感度ESR顕微鏡、CTの開発、さらにパルスESR法による格子欠陥の分別や挙動の動的解析などが目的である。

#### 2) 超高感度質量分析計

地球、月惑星、隕石試料中に存在する極微量希ガスを高真空中でイオン化し、質量分析による精密同位体比測定(K-Ar法など)に基づき年代測定を行う。また惑星大気の起源と進化に関する情報を得ることも目的の1つである。

#### 3) 原子間力顕微鏡装置

走査型トンネル、原子間力、および磁気力顕微鏡として機能し、試料表面に刻まれた過去の物理的履歴の痕跡(衝突、放射線損傷)を原子サイズ(~nm)で評価するほか、高温、高圧強酸、強アルカリ、高塩濃度、絶対嫌気条件下

など極限環境に生息する微生物の生命諸現象(光反応など)も計測する。

#### 4) ヘリウム冷却磁化測定装置

超伝導量子干渉計(SQUID)により、高感度に磁化を測定する。たとえば、岩石中に記録されている古地磁気の変動を高感度に調べることが可能である。

#### 5) ワークステーション

外部機関(宇宙科学研究所、国立天文台など)とのネットワークを構成し、観測、実験データの迅速な参照、解析を行う。

伝統的に、物理学では、不純物の少ない物質を合成し、その性質を測定してきたわけだが、その反面自然物質のような、混ざり物の多い「汚れた」試料は省みられてこなかったきらいがある。一方、伝統的な地質学分野では、最先端の物理計測技術は縁遠い存在であった。しかし微量しか手に入らない貴重な試料においても原子サイズ( $10^{-9}$ m:ナノメートル空間)で分析すれば新しい情報が得られる場合もある。ナノ-ピコ秒( $10^{-9}$ ~ $10^{-12}$ 秒)の緩和時間の差を観測できるパルスESRのような手法により従来、ESRの信号分離が困難であった不純物の多い試料でも新たな知見が得られるようになってきている。このようにナノメートルの分析から宇宙地球環境の計測へ、ナノ、ピコ秒の精密計測からギガ年( $10^9$ 年)の年代測定へと全くオーダーの異なる時間と空間を結びつける計測技術がまさに生まれつつある。このほか、人工衛星搭載用の計測機器の開発や赤外線天文観測、放射光や陽電子消滅などを利用した宇宙地球物質の計測技術が既に実施、あるいは計画されている。地球規模、太陽系規模での環境の変遷の詳細な議論のためには精度の高い年代測定法の開発が重要である。科学と技術、理学と工学のバランスのとれた野心的な研究が要請されている。

## 4. おわりに

生命の誕生と進化が原始地球環境を大きく変えた結果、現在の多様な生命のあふれる地球環境がある。自然が作り上げたこの複雑、精緻なシステムは究極の生産技術システムではないだろうか。人類が安定し充実した21世紀を築い



ていくためには、人と社会、環境のバランスに配慮しながら、科学技術の発展を図っていくことが必要不可欠である。そのため、私たちはもっと地球を知らなければならない。もちろん科学技術だけでこの地球が救えるほど甘くはないだろう。しかし“知る”ことが、人間の意識や価

値観、政治体系や社会構造を変えていくきっかけになるに違いない。

最後に、宇宙地球科学科は平成5年度中に新校舎の着工を、6年度に竣工を予定しており、この新しい分野に広く一般のご支援をお願いする次第である。

