



日本地球惑星科学連合ニュースレター Vol. 3
November, 2007 No. 4

TOPICS

ブラックカーボンと地球温暖化	1
ひずみ集中帯	3
地球科学者としてレアメタル資源を考える	6

NEWS

学術会議だより～PD問題の現状～	8
第1回国際地学オリンピック開催!	10
日本鉱物学会設立	11
アジア・大洋州地球科学会について	11

BOOK REVIEW

地震予知の科学	12
生命の起源・地球が書いたシナリオ	13

INFORMATION

	14
--	----

JGL

Japan Geoscience Letters

2007 No. 4

TOPICS 大気化学

ブラックカーボンと地球温暖化 ～マイクロな粒子による気候変化～

東京大学 先端科学技術研究センター 近藤 豊

人為的に放出される温室効果気体の増大が地球温暖化を引き起こすことが大きな問題となっている。しかし、温室効果気体だけでなく、大気中の微粒子であるエアロゾルも地球規模・大陸規模の気候変動に、大きな役割を果たしている。エアロゾルの中でも太陽可視光線を効率良く吸収するブラックカーボン（元素状の炭素を主成分とする「すす」）に近年注目が集まっている。ブラックカーボンに関する研究の進展の一端を紹介する。

エアロゾルと気候システム

地球と大気からなる系の放射のバランスは、1)太陽光による地表面の加熱、2)地表面からの赤外領域での熱放射、3)大気中の二酸化炭素(CO₂)などの温室効果気体や雲による赤外放射の部分的な吸収・再放出、により決まっている。大気組成の人為的変化は、地球-大気システム中での可視・赤外域での放射バランスに影響を及ぼす。この放射効果は、大気上端での正味の放射フラックスの変化すなわち「放射強制力」(単位は W m⁻²; プラスが加熱、マイナスが冷却)として表現される(詳しくはジェイコブ(2002)を参照)。

気候への強制力として最も良く知られているのは、赤外放射(熱)を吸収する温室効果である。全ての強制力のうち、産業革命以前からの温室効果気体の増加による効果は全球平均で見れば最大であり、その大きさは +3.0 W m⁻² と推定されている(IPCC 第4次報告書, 2007)。ちなみに、太陽光の入射の平均エネルギーは 343 W m⁻² である。温室効果気体の放出の削減は今や大きな社会・経済的問題である。

これに対し、地球-大気システムに入射してくる太陽光を散乱し、宇宙空間に戻す

作用を持つのがエアロゾル(大気中に浮遊する微粒子)である。太陽光の散乱は大気を冷却する効果を持つ。効率的に光を散乱する作用を持つのは、無機化合物(硫酸塩・硝酸塩)や有機化合物である。無機化合物の冷却効果の大きさは産業革命前と比べて -0.5 ± 0.3 W m⁻² と推定されている。

光吸収性エアロゾル

エアロゾルには、燃焼過程などにより大気中に直接放出される一次粒子と、窒素酸化物(NO_x)、硫黄酸化物(SO_x)、揮発性有機化合物(VOCs)の光化学反応とそれに続く凝縮により生成される二次粒子がある。黒色の炭素からなるブラックカーボン(すす)は、炭素を主成分とする燃料を高温で不完全燃焼する際に発生する。具体的には、ディーゼルエンジンの排気、石炭の燃焼、森林火災などから生じる。ブラックカーボンは世界全体で年間 8.0 Tg 発生し、そのうち約 40% がアジアからである。中でも中国は世界最大の発生国である。

全てのエアロゾルは光を散乱するが、そのうち限られた種類のみは同時に光を吸収して大気を加熱する効果を持つ。具体的

にはブラックカーボン、黄砂などの鉱物粒子(ダスト)、および分子量の大きい一部の有機成分である。これらの中でブラックカーボンが可視域で最大の光吸収特性を持つ。化石燃料の燃焼によるブラックカーボンの放射強制力は産業革命前と比べて +0.2 ± 0.15 W m⁻² と推定されており、さらにバイオマス燃焼による寄与が加わる。

ブラックカーボンには健康に悪影響のある有機化合物(多環芳香族炭化水素(PAH)など)が付着している。このため、ブラックカーボンの放出の削減は、主として健康の面から実施されている。この削減が地球温暖化の緩和にどのような効果があるか定量的に評価することは今後重要となる。

ブラックカーボンとモンスーン

ブラックカーボンは地球規模での加熱効果に加え、メソスケール現象やモンスーン気候に影響を与えることでも最近特に注目されている。ブラックカーボンの存在している高度域は加熱により昇温し、地上は降温するため、大気の垂直温度勾配が、より緩やかになり大気の安定度が増す。この結果、対流が起きにくくなり、雲の生成や降水過程に影響が及ぶ。大気の加熱自体、雲の蒸発を促し、雲量を変化させる。大陸規模での循環場の変動も起きる。ブラックカーボンの濃度はアジアなど大きな発生源近傍で高濃度であるため、全球平均の強制力と異なり、発生源付近で、このような効果が著しい。図1は3次元モデルで計算された、ブラックカーボンの大気上端

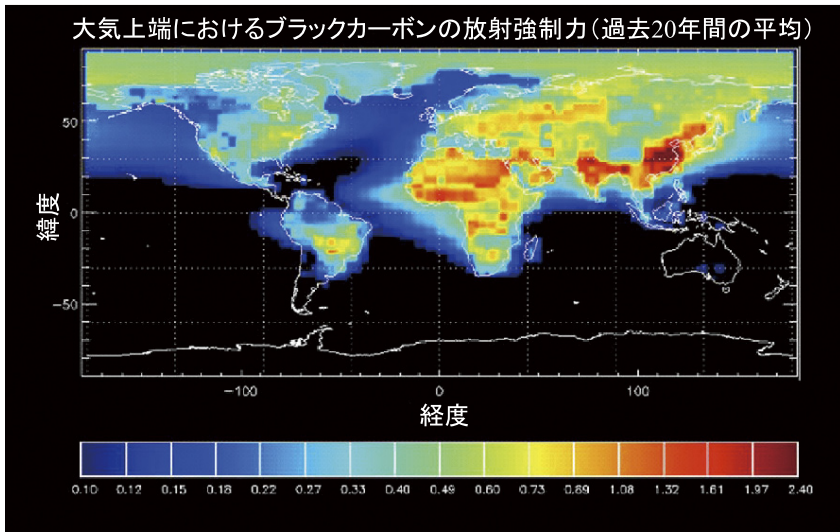


図1 ブラックカーボンの放射強制力の分布。単位は $W m^{-2}$ 。

での放射強制力の分布である (Wang, 2004)。人為起源のブラックカーボンの放出量の多いアジアで特に放射強制力が大きい。またアフリカでの大きな放射強制力は、バイオマス燃焼起源のブラックカーボンによる。

なお、ブラックカーボンの地表面での放射強制力 (冷却効果; その大きさはブラックカーボンが存在する場所での大気の加熱効果にほぼ等しい) が、大気上端での放射強制力と比較して格段に大きいことは重要な点である。この効果は全球平均では $-3 \pm 1 W m^{-2}$ 程度、とくに光吸収性エアロゾルの多い南アジアでは $-14 \pm 3 W m^{-2}$ にも達すると推定されている (Ramanathan *et al.*, 2001)。

気候モデルを用いたいくつかの計算例によれば、インドや中国では、ブラックカーボンの加熱により最近の 40 年間に降水量の変化が起きているという。このようなモデル計算には多くの仮定や近似が含まれており、その予測は定量的には十分とは言えないが、モデルに入力するブラックカーボンの有無が雲・降水過程にも影響を与えるという定性的予測の信頼性は高いと考えられる。

ブラックカーボンの変質・放射効果

数値モデルにおいて、ブラックカーボンの光吸収の強さは、サイズ (粒径) 毎の数濃度と吸収断面積により決まる。ブラックカーボンを水溶性の二次生成物 (硫酸塩、有機化合物など) が被覆することにより、その吸収断面積が最大約 2 倍増加することが知られている (図 2)。さらに、被覆されたブラックカーボンは、過飽和水蒸気雰囲気下で雲凝結核 (CCN) として作用し、

雲粒へと成長する。この雲粒が雨となって降下することが、ブラックカーボンの主要な除去過程である。この過程は、発生源の分布と共に、ブラックカーボンの空間分布を決める重要な要素である。

このような重要性にも拘わらず、各粒径での濃度と被覆の状態を測定することが技術的に困難であった。しかし、新たな装置の開発により、この長年の問題が克服されつつある。測定原理は、チェンバーに連続的に導入した試料大気に強いレーザービームを照射し、試料大気に含まれるブラックカーボンを 4000 K 近い高温に加熱することによる。高温のブラックカーボンが放出する黒体放射光 (白熱光) は個々のブラックカーボンの質量に比例することを利用して、ブラックカーボンの各粒径での数濃度を求めるものである。一方、同時に測定されるエアロゾルの散乱光強度から被覆量を見積もることができる。

この測定器を用いて、名古屋市街地から

発生したブラックカーボンが北西風により海上に流出する間にどのような速度で被覆されていくかを 2004 年 3 月に観測した。大気中に放出されてからの時間経過の異なる空気塊を航空機上で測定した結果、1) ブラックカーボン粒子が 200 nm 付近で最大濃度を持つこと、2) 10 時間程度の中に 3 割の粒子が厚く被覆されること、3) 被覆に寄与する主要な成分は硫酸塩および水溶性有機成分であること、などが初めて明らかにされた (図 3) (Moteki *et al.*, 2007)。さらに雲の内外の観測データの比較から、厚く被覆されたブラックカーボンは効率良く雲粒子に取り込まれることが観測され、この粒子が CCN として作用することも示された。また、東京近傍における観測でも同様にブラックカーボンの被覆の進行が確認された。さらに 2007 年 3 月の長崎県福江島での観測により、最大の発生源であるアジア大陸から長距離輸送されてくるブラックカーボンの粒径や被覆の厚さが明らかになった。これらの結果は多くのモデルで用いられているパラメーターの妥当性を検討する有用な情報となる。

ブラックカーボンの気候インパクト

前に述べたようにエアロゾルの放射強制力には、非吸収性エアロゾルとブラックカーボンなどの吸収性エアロゾルの両方が寄与する。これら全ての種類のエアロゾルの直接測定と、放射計測 (光学的厚さや単一散乱アルベドなど) を比較することにより、エアロゾルの放射の収支を明確化することができる。さらには、このような研究をスケールアップして、アジアや地球規模の放射バランスを高精度化することも可能となる。現在実施中の国連環境計画の一つのプロジェクトである ABC (Atmospheric Brown Cloud) においてもアジアの高濃度

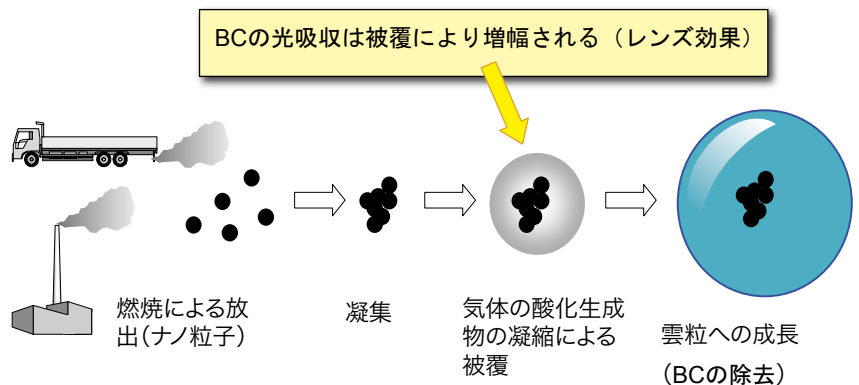


図2 ブラックカーボン (BC) の経時変化。放出直後の 20 nm 程度の小球が集合し 100-200 nm 程度の非球形粒子に成長。水溶性エアロゾルがブラックカーボンを被覆。さらに高湿度下で、水蒸気が凝縮、過飽和で雲粒に成長。図の作成は竹川暢之氏による。

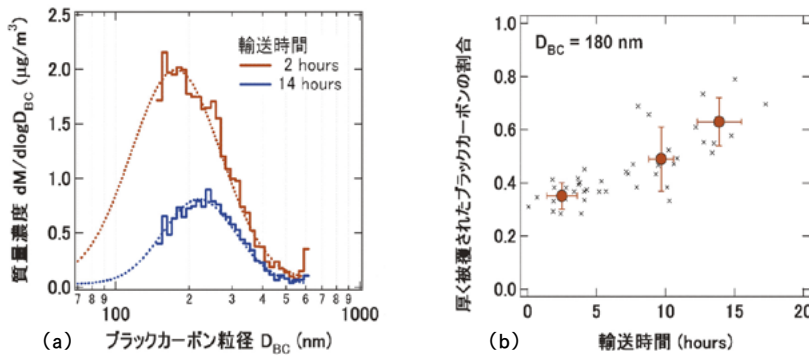


図3 (a) 名古屋市街域から放出されたブラックカーボンの粒径分布の時間変化, (b) 厚く被覆されたブラックカーボンの割合の時間変化。

ブラックカーボンの実態解明と気候影響の評価が中心的課題となっている。

ブラックカーボンが高山の氷河や、北極・南極の雪氷面に沈着すると、日射による雪面の加熱をもたらす、雪氷の融解を促進する。このアルベド（太陽光を反射する「白さ」）を減少させる効果は、不確実性は大きいものの $+0.1 \pm 0.1 \text{ W m}^{-2}$ の強制力を持つと推定されている。さらに、ブラックカーボンの沈着効果には、融雪の促進・アルベドの低下・昇温・さらなる融雪といった正のフィードバック効果が知られている。またアルベドの高い雪氷域では、大気

中に存在するブラックカーボンでも、通常の地表面域に比べ、加熱効果が増幅される。このような効果の定量化のために、ここでも、ブラックカーボンの光吸収特性と共に、発生・輸送・沈着過程の正確な理解が求められている。北極域では、グリーンランドの氷河の後退に見られるように、雪氷域の減少が大きな気候影響問題として顕在化している。

国際極年 (IPY; 2007-2008) の機会に、ヨーロッパ・アメリカを中心とした大規模航空機観測が2008年春と夏に実施される計画になっている。春は、ヨーロッパからの高

濃度大気汚染（北極ヘイズ）、夏は北米・シベリアの森林火災の影響を調べることが中心課題である。ここでも、新たな測定法の開発、それを用いた観測、精緻なモデルの組み合わせがブラックカーボン研究の新たな局面を開きつつある。100 nm 程度のミクロな粒子が、放射過程を通して、1000-10000 km のマクロなスケールの気候変動に影響を与える機構の解明は挑戦的で、想像力をかき立てる課題である。

—参考文献—

IPCC 第4次報告書 (2007)

Moteki, N. *et al.* (2007) *Geophys. Res., Lett.*, **34**, L11803, doi:10.1029/2006GL028943.

Ramanathan, V. *et al.* (2001) *Science*, **294**, 2119-2124.

Wang C. (2004) *J. Geophys. Res.*, **109**, D03106, doi:10.1029/2003JD004084.

■一般向けの関連書籍

ダニエル・ジェイコブ (2002) 大気化学入門 (近藤豊 訳, 東京大学出版会。

TOPICS 測地学

ひずみ集中帯 ～その実体と成因について～

名古屋大学大学院 環境学研究科 鷲谷 威

2007年7月の新潟県中越沖地震が発生した後に、ニュースや新聞がこぞって取り上げた「ひずみ集中帯」。地球惑星科学の専門家の中でも耳慣れない言葉に戸惑った人が多かったのではないだろうか。ひずみが集中するメカニズムや内陸大地震との関係は興味深い研究対象となっており、最近の研究でその実体が少しずつ明らかにされつつある。しかし、ひずみ集中帯の地学的な意義付けやひずみ集中のメカニズム解明は今後の課題である。

集中帯」であるが、ひずみ集中帯とはいったい何なのか、なぜひずみが集中するのか、大地震とどのような関係にあるのか、といった基本的な問いに対して、これまでの研究は十分に答えられていない。そうしたもどかしさはあるが、以下では、現在のひずみ集中帯に関する認識や、これまでの研究で明らかになった知見について紹介していく。

2 つのひずみ集中帯と中越地方の大地震

日本列島の太平洋沿岸には、千島海溝、日本海溝、伊豆-マリアナ海溝、南海トラフ、琉球海溝などの海洋プレートが沈み込むプレート境界が存在する。日本海側や内陸部には、こうした明瞭なプレート境界は存在しないが、周囲と比べて変形速度の大きい、ひずみが集中する場所の存在が知られている。これを「ひずみ集中帯」と呼ぶが、主なひずみ集中帯として、日本海東縁

のひずみ集中帯と新潟-神戸ひずみ集中帯の2つがある。

2004年10月23日の新潟県中越地震 (M6.8) による被害の記憶がまだ新しい中、2007年7月16日に新潟県中越地方の沖合でM6.8の地震が発生した。2007年新潟県中越沖地震と命名されたこの地震について、政府の地震調査委員会は「日本海東縁部に存在するひずみ集中帯と呼ばれる活構造の一部が関係している」と発表し、それ以降「ひずみ集中帯」という言葉が新聞等を賑わした。一躍脚光を浴びた「ひずみ集

日本海東縁のひずみ集中帯

東北日本の日本海沿岸部は、海底の活構造や地震活動に基づいて、顕著な短縮変形が進行している場所として認識されていた。中村一明氏や小林洋二氏は、日本海東縁部で新たなプレート境界が形成され、日本海の海底が沈み込みを開始しつつあると指摘した。1983年日本海中部地震

と1993年北海道南西沖地震の発生により日本海東縁部は大きな注目を集め、その後実施された科学技術振興調整費による総合研究により日本海東縁部の実体がだいぶ整理された。大竹ほか(2002)によると、日本海東縁部では、300万年前頃から東西短縮変形の集中が見られ、海底活断層、陸上の活断層、地震活動、測地観測等の時間スケールの異なる様々なデータが、共通して日本海東縁部におけるひずみ集中帯の存在を示している。また、ひずみ集中帯の重要な特徴として、その内部にひずみの集中帯が平行して何本か走っており、過去の地震活動を見ると、その帯ごとに活動期が異なっていることが挙げられる。

日本海東縁部のひずみ集中帯は、日本列島の形成史と深い関係がある。日本海の拡大時に、現在の日本海東縁部では、正断層運動により大陸地殻が引きちぎられた。その後しばらくは中立的な応力状態が続いたが、300万年前頃から日本列島に一転して東西方向の圧縮力が作用し始める。その結果、日本海拡大時に正断層が形成されてい

た日本海東縁部に変形が集中し、逆断層運動により短縮変形が生じた。このように、正断層として形成された断層が、応力場の変化とともに逆断層として活動する現象はインバージョン(反転)テクトニクスと呼ばれる。大竹ほか(2002)によれば、その短縮量は数十kmに及び、300万年間の平均的な短縮速度は年間1cm程度になる。これは、GPS観測から推定される現在のひずみ集中帯の短縮速度に近い値である。すなわち、過去300万年にわたって、日本海東縁部では同程度の短縮変形が継続してきたと考えられる。

新潟-神戸ひずみ集中帯

新潟-神戸ひずみ集中帯は、最近のGPS観測によって見出されたものである。1990年代に国土地理院がGPS(全球測位システム)の全国的な観測網を整備し、平均25km程度の間隔で設置された観測点で、毎日、正確な座標値が得られるようになった。その結果、僅か2年ほどで日本列島の精密な地殻変動速度分布が明らかとなり、日本列島では年間5cm程度の東西短縮運動が進行しつつあることが分かった。この短縮の様子を東西方向の速度成分の経度方向の変化で示したのが図1である。日本列島の中央部(影を施した部分)

で、東西方向の速度成分が急速に変化し、幅50-200km程度の範囲内で年間2cm程、すなわち日本列島の短縮変形の約半分を賅っていることが分かる。こうして見出された新潟から中部・北陸地方を通過して近畿地方へと連なるひずみの大きい帯状の地域をSagiya *et al.* (2000)は「新潟-神戸構造帯」と呼んだ。現在では「新潟-神戸ひずみ集中帯」と呼ばれている。

このひずみ集中帯は、実は約100年分の三角測量でも検出されており、三角測量とGPS観測の結果を比較すると、現在GPSで見える地殻変動が、少なくとも100年単位で継続していることが分かる。

このように、2つのひずみ集中帯は発見の経緯が異なるが、既にお気づきのよう、新潟から長野付近において、2つのひずみ集中帯は実質的に同じものを指している。

ひずみ集中帯と地震活動

GPSによるひずみ速度の分布と過去400年ほどの間に発生した大地震の分布を重ねてみると、ひずみ集中帯に沿って大地震の震央が分布しており、両者には対応関係があるように見える(図2)。この点については、ひずみ集中は過去の大地震の余効変動を見ているのに過ぎないのではないか、といった批判もある。

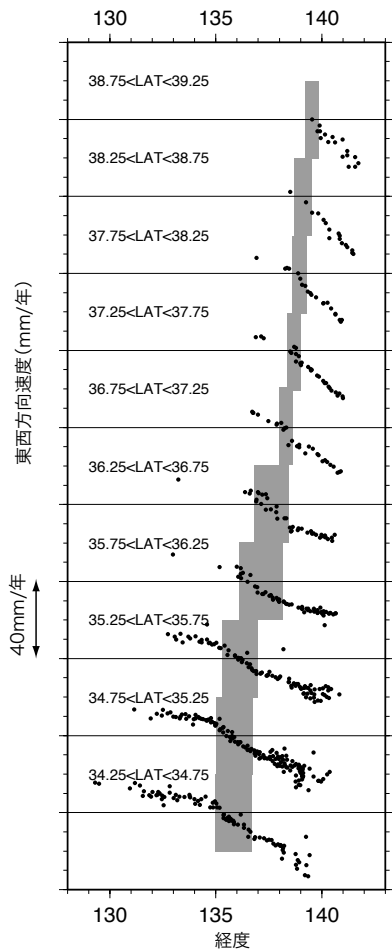


図1 緯度方向の0.5度毎に求めたGPSの東西方向速度成分の経度方向プロファイル。影を施した部分がひずみ集中帯に相当する。

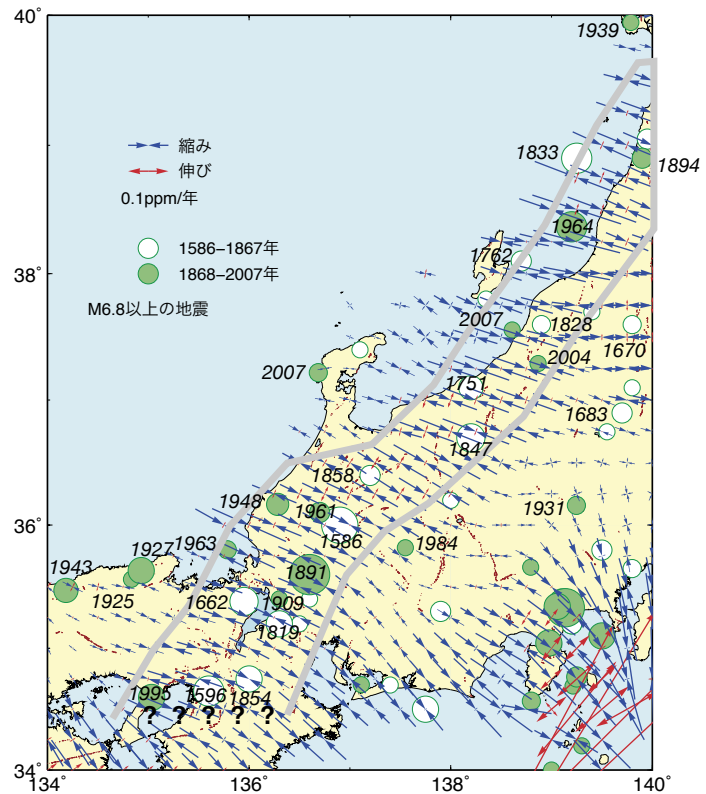


図2 GPSによるひずみ速度と1586年以降の大地震(M6.8以上)の分布。太線で囲んだ範囲がひずみ集中帯である。0.1ppm/年のひずみ速度は、1年間で100kmの距離が1cm変化することに相当する。

一方、大竹ほか(2002)は、日本海東縁のひずみ集中帯に沿った最近200年間ほどの地震活動に注目し、大地震が発生していない、いわゆる「地震空白域」の存在を指摘した。2004年新潟県中越地震と2007年新潟県中越沖地震は、大竹の指摘した4つの地震空白域のうち一番南の領域で発生したものである。したがって、これらの地震はまさに「予想された」地震であったと言える。このように、ひずみ集中帯に注目すると、そこで発生する地震を一連のものとして捉えることにより、長期的な地震発生予測を高度化できる可能性がある。

ひずみ集中帯の成因

日本海東縁部のひずみ集中帯が日本列島の形成史と関連づけて理解できることについては既に述べた通りである。一方、糸魚川-静岡構造線より西側の内陸部で見られるひずみ集中帯については、その成因が良く分かっていない。この地域では、日本海東縁部とは異なり、地質学的な時間スケールで変形の累積が認められる訳でもない。活断層は分布しているが、主要な活断層がすべてひずみ集中帯に含まれる訳ではなく、主要な活断層でもひずみの集中が見られないものもある。

このように、GPS以外にひずみの集中を支持するデータは無いが、Iio *et al.* (2002)は、中部地方の下部地殻における低抵抗異常と³He/⁴Heの同位体比異常分布から、ひずみ集中帯に沿ってマントルから上昇してきた流体が下部地殻に滞留して地殻の強度を下げ、歪み集中を引き起こしているという仮説を提唱した。最近、Nakajima and Hasegawa (2007)は中部日本地域の詳細な

3次元地震波速度構造を推定し、糸魚川-静岡構造線よりも西側のひずみ集中帯に沿って、深さ25km付近の下部地殻の地震波速度が周囲よりも5~6%低いことを明らかにした。この観測結果はIio *et al.* (2002)の仮説を支持するものと解釈可能である。一方、糸魚川-静岡構造線より東側では、上部地殻に低速度域が見られており、日本海拡大に伴う厚い海洋性堆積物の影響と考えられる。

こうした成果を踏まえると、測地的には一連のものに見える東北日本の日本海東縁から近畿地方にかけてのひずみ集中帯が、構造的には糸魚川-静岡構造線を挟んで別物である可能性が高い。ただ、ひずみ集中帯全体を通して地殻の一部に低速度の変形しやすい層が存在することは、結果的に応力蓄積速度を増大させ、大地震の発生頻度が高いことに対する定性的な説明を与えるため、重要だと考えられる。

また、ひずみ集中帯がプレート境界かどうかは議論の分かれるところであるが、そうした議論ではプレート境界の定義そのものが問題になる。筆者個人は、日本列島全体がプレート境界域であり、ひずみ集中帯はその中の変形集中域である、と答えることにしている。

ひずみ集中帯の解明へ向けて

現在、大学の研究グループでは、新潟-神戸ひずみ集中帯の一部である岐阜・富山県境の跡津川断層周辺において地震、電磁気、GPSの総合的な観測を実施し、断層周辺および広域の地殻構造、地震活動、抵抗構造、地殻変動などの詳細な調査を行っている。その結果、広域のトモグラ

フィーから明らかとなったひずみ集中帯に対応する地震波速度の低速度域の中で、跡津川断層周辺に一段と速度の低い領域が見つかるなど、断層周辺の詳細な構造や動きが明らかになりつつある。

こうした研究の成果を積み重ねていけば、ひずみ集中をもたらししている物理的要因や、ひずみ集中と大地震発生との関係の解明につながると期待される。その中で特に注目されるのが、内陸大地震発生やその応力蓄積過程における下部地殻の役割である。地震波トモグラフィーの結果が示唆するように、下部地殻における構造の不均質性が、上部地殻における応力蓄積や大地震発生の様子を規定している可能性は大いにある。地震が殆ど発生せず、物性や変形様式に謎の多い下部地殻によくスポットライトが当てられ、それが内陸地震発生の謎を解く鍵になると期待されている。

—参考文献—

Iio, Y. *et al.* (2002) *Earth Planet. Sci. Lett.*, **203**, 245-253.

Nakajima, J. and Hasegawa, A. (2007) *Earth Planet Space*, **59**, e5-e8.

Sagiya, T. *et al.* (2000) *Pure Appl. Geophys.*, **157**, 2303-2322.

■一般向けの関連書籍

大竹政和ほか(2002) *日本海東縁の活断層と地震テクトニクス*, 東京大学出版会。

EVS を研究成果の3次元可視化に是非ご活用ください
(大学教育機関はアカデミック価格)

- ・地質
- ・大気
- ・海洋
- ・陸水
- ・環境
- ・探査
- ・エネルギー

地層モデルの断面に岩盤区分を表示
岩盤区分は確かさが確率として求まるため、調査のリスク解析が可能

あらゆる地球科学の研究成果を時系列で3次元可視化します
デモDVD進呈いたします

販売/受託 有限会社太田ジオリサーチ
http://www.ohita-geo.co.jp/ tel 078-907-3120
fax 078-907-3123

気象衛星はデジタル時代へ。
欧州発、雲画像受信システムのワールドスタンダード上陸。

MTSAT/LRIT雲画像受信システム

DSR II

株式会社タイロス
http://www.kktiros.co.jp
TEL042-314-0710/FAX042-314-0730

地球科学者としてレアメタル資源を考える

東京大学 大学院理学系研究科 浦辺 徹郎

最近、新聞紙上で資源問題に関する記事を眼にすることが多くなった。さらに、資源ナショナリズムの台頭を心配する声の一方で、資源外交の必要性が強調されている。このように資源問題が一般の関心と呼んでいるのは、2004年以來、幾つかの非鉄金属の価格がそれまでの数倍から10倍高騰しているからで、自動車・IT製品をはじめとする高付加価値・高機能製品の製造業を中心に、希少金属資源供給障害への危機感が高まっている。資源情報が錯綜する中で問題点の整理をし、地球科学に携わる者としての役割を考えておくことは無駄ではないであろう。

金 属価格の高騰

近年の金属価格の高騰にはさまざまな要因が指摘されているが、(1)供給国の偏在性、(2)非鉄メジャーの合従連衡による供給の寡占化、および(3)中国等における需要の急速な拡大、が主要なものである(資源エネルギー庁、2006)。このような影響を最も強く受けているのが、レアメタルである。

レアメタルとは非鉄金属のうち量的に希少であるが、産業上さまざまな用途に少量ずつ用いられる金属を指す。重要なレアメタルの種類は時代や技術開発の過程とともに変化していくもので、現在、問題になっているのは希土類元素(Sc, Y, REE)、Ti, V, Cr, Mn, Co, Ni, Ga, Ge, As, Zr, Nb, Mo, In, Ta, W, Pt, Ru, Rh, Pd, Re, Os などである。特に、現在ほぼ輸出中断状態にある重希土類元素(Gd, Dy, Er, Yb など)の場合、中国一国の生産量が世界の93%に達し、しかも中国政府が鉱山の操業停止や輸出抑制策などを取っていることから、電気自動車やCDドライブに不可欠な希土類磁石やニッケル水素電池等の生産に大きな影響が出ている。これは1990年代、中国が外貨獲得のため資源を大量に輸出したために供給過剰となり、結果として他国の生産

者を圧迫したという状況から、需給が大きく転換したことに起因している(図1)。

資 源の経済規模とその意味

資源問題の中心には常にエネルギー、とくに石油資源があった。経済規模が圧倒的に大きいからである。現在の石油の経済規模は年間約200兆円に達するが、金属資源のそれは小さく、銅で1/20、金やニッケルで1/40、タングステンで1/2500、問題になっているインジウムでは1/5000、希土類のネオジウムでは1/30000程度に過ぎない。資源経済学的にはこの差は本質的で、エネルギー資源にはマーケットが存在し、さまざまな情報が収集・売買され、石油メジャーによって膨大な探査資金が投入される根拠になっている(図2)。金属に関していえば、銅、金、亜鉛、ニッケルなどの主要卑金属はロンドン金属取引所があって、価格の決定、ストック量の表示、資源情報の収集のみならず、非鉄メジャーといわれる金属資源部門の大手も大きな探査資金(銅だけで年間7億ドル程度)を投入している。

しかしレアメタルにはそのような経済規模が無いことから、確立したマーケットが無く、

生産・流通情報も限られ、さらにリスクを背負って資源開発をしようという会社も非常に限られている。経済規模や生産量の大きなアルミや銅などでは有効なリサイクルやリユースについても、レアメタルでは経済的にリスクを伴うことが多い。

一方で、レアメタルの消費は一部先進国に偏っている。たとえば、日本はガリウム、インジウム、ディスプレイロシウム等で世界の

60%以上を消費しており、そのほかのレアメタルの多くにおいても第1位の消費者である。多くの資源問題はグローバルな問題であるが、レアメタル事情は日本固有の問題という側面もあり、レアメタルは“産業界のクログロ”と呼ばれる所以でもある。

これらの観点から、政府のより積極的な役割やリスク負担が求められているが、地球科学に携わる者も無関心ではならないだろう。

レアメタル資源問題の解決に地球科学が果たす役割

資源問題に対して地球科学が果たしてきた役割については今さら述べるまでもない。プレートテクトニクス説に基づく鉱床生成区の把握、地質構造の解析、地球物理探査、地化学探査、熱水変質鉱物の研究、鉱石の化学分析や同位体分析などに基づく鉱床成因論など、新鉱床発見につながった科学的寄与は枚挙にいとまがない。しかし、近年、鉱床発見の地底深度が急激に深くなり、さらに発見の確率が従来の3/1000から3/10,000に低下している(林歳彦、私信)中で、地球科学者に求められる役割は確実に変化している。

まず第1に、地表に兆候が無く、かつ大深度の鉱床をどのように発見するのかという命題への解答を模索しなければならない。鉱床という元素の異常濃集現象が地球規模でどのように起こり、またそれが起こった場所を上部地殻中にどのように検知できるか、というのは鉱床学だけで解決できる問題ではなく、すべての地球科学者の寄与が求められる問題である。

レアメタルに関していえば、これらの元素の一部は岩石学や地球化学でしばしば形成過程や起源の解析に使われるインコンパチブル元素(不適合元素)や希土類元素に属していることから、数多くの分析がなされている。しかし、多くの場合、それらの結果は直接の元素濃度ではなく、標準とされる始原的隕石や北米大陸の頁岩の濃度との比として表されるため、資源として検討されることはほとんど無かった。もちろん、岩石学者が研究している新鮮な岩石が含有率(品位)の上でそのまま鉱床となることはありえないが、関連する熱水活動や地表での風化残留作用によりさらに濃集が起こっていれば、可能性が出てこよう。

第2に、地殻内に存在する資源の全量、すなわち究極資源量をどのように求めるのかと



図1 中国最大級のタングステン鉱山である柿竹園鉱床(湖南省)。中国はタングステンにおいても世界の8割の鉱石を供給している。

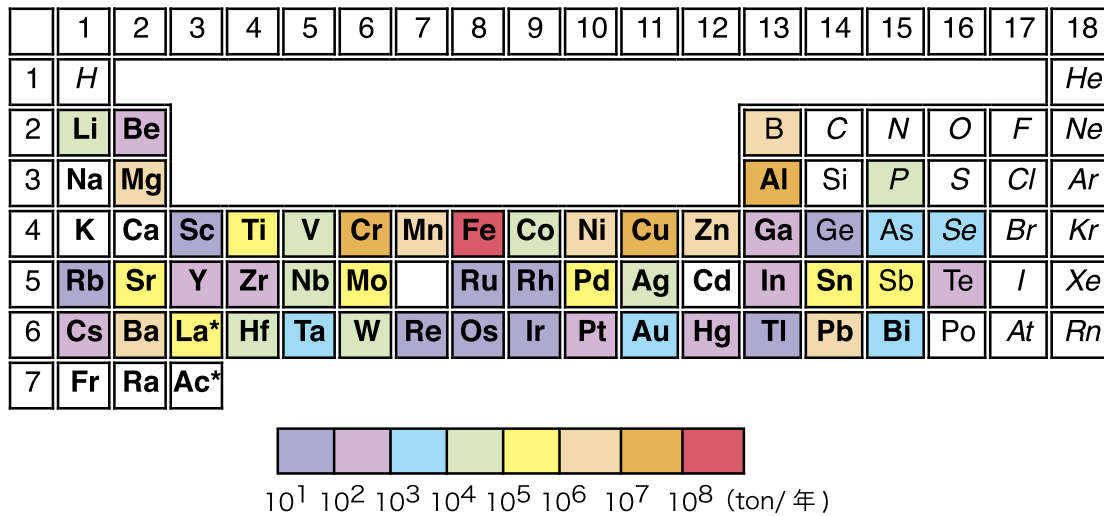


図2 周期律表上に対数表示した年間鉱石生産量(トン)。鉄 (> 10⁷トン) やアルミ、銅 (> 10⁶トン) に比して、レアメタルの生産量は極めて少ないことが分かる。

という問題がある。石油に関しては数多くの試算があり、良く知られているピークオイル論に対し、賛否両論が寄せられている (Witze, 2007)。このピークオイル論は、原油の生産レートの挙動は生産ピークの前後で時間軸に対して左右対称のベル状となる曲線を描くという、証明されていない仮定に則っている。それが現在どのように考えられているかに関しては日本語の優れた分析 (本村・本田, 2007) があるのでそれらに譲るとして、石油のように情報量と研究者の多い資源についても、適切な究極埋蔵量あるいは採掘可能な絶対量 (究極可採資源量) の推定法が知られていないことは、地球科学の怠慢のようにも思われる。

上の議論から推定できるように、金属資源に関しての考察もきわめて限られている。時松ほか (2004) は銅についてピークオイル論の論拠を適用し、気候変動に関する政府間パネル (IPCC) の成長モデルに則った銅の需要予測値と、様々な方法で推定した埋蔵量を組み合わせ、可採年数 (埋蔵量を年生産量で割った値) を試算した。その結果は成長モデルの差にはあまり影響を受けず、究極埋蔵量の求め方で決まる。最も少ない究極埋蔵量は、品位が低いなどの経済的理由で採掘されていない鉱石を加えた既知資源量、すなわち「埋蔵量ベース」となるだろう。逆に、最大値となるのは、ある元素の地殻存在度と、鉱床として回収できる元素の量の間に見られる比例関係 (マッケルピー・モデル) を使って計算した採掘限界量である。これは未発見の資源を含むので、過大な可採年数を与える恐れがある。時松ほか (2004) は、埋蔵量ベースだと 21 世紀半ば、採掘限界量だと 21 世紀末に銅

資源の枯渇があり得ると結論した。なお、この試算にはリサイクルや代替物質の発見などの、人為的要素は考慮されていない。

より正確な試算は、大小を含め数多くの鉱床が知られている鉱床生成区を選んで、それまでに知られている総ての鉱床の品位と埋蔵量をプロットしてモデル化し、それを探索の進んでいない別の鉱床生成区に当てはめ、未発見の鉱床の数と規模をあわせて推定する方法である。しかし、この方法は同じ鉱床タイプに属する鉱床のフラクタル性を仮定しており、それを地質条件の異なる他の地域に敷衍して、地球上の究極埋蔵量を求めるためには、さらに多くのデータが必要となる。

人材・関心の不足

問題は人材不足である。諸外国において、世界的な探査活動の増加に伴う探査地質屋の確保が問題となっている。たとえば地質屋の社会的地位が高いオーストラリアでは、昨年、大学卒の平均初任給の最高位は、歯科医を抜いて地質卒業生となったとのことである。日本の資源関連企業ではさらに深刻なことに、長年地質専門の卒業生を採用しておらず、探査経験を持つ人の多くが定年を迎える年齢になっている。大学においても、工学部、理学部ともに資源関連分野に関する研究・教育は疲弊しており、人材が供給できない状況が続いている。最近、資源関連各社の旺盛な採用意欲に驚かれた大学人も多いと思われるが、社員に対する再教育に取り組む動きも活発化している。ただし残念なのは、再教育の場として選ばれているのは我が国の大学ではなく、オーストラリアの大学だということである。

話は変わるが、持続可能性という言葉は環境問題への関心の高まりのなかで主として用いられてきた。しかし持続可能性という言葉を定量的に定義するためには、省エネルギー、省資源社会への転換を含めた資源のストックへの考慮が必要であることは言うまでもない。途上国の社会や技術の発展と共に需要の急増が予測される金属資源の中で、今後の人類の 2-3 世代の間の安定供給が確保されていないものが多数を占める。人類永遠の問題とも言うべき持続可能性の検討のためにも、環境問題と同様、資源問題は避けて通れないターニング・ポイントにさしかかっていると見えるのではないだろうか。

—参考文献—

本村真澄・本田博巳 (2007) 石油・天然ガスレビュー, 46, 17-30.

資源エネルギー庁 (2006) 資源戦略研究会報告, http://www.jogmec.go.jp/mric_web/kogyojoho/2006-07/MRv36n2-20.pdf

時松宏治ほか (2004) 資源と素材, 120, 681-687.

Witze, A. (2007) *Nature*, 445, 14-17.

■一般向けの関連書籍

ジョン・ティルトン (2006) 持続可能な時代を求めて: 資源枯渇の脅威を考える (西山孝, 安達毅, 前田正史 共訳), オーム社.

学術会議だより ～地球惑星科学分野における PD 問題の現状～

日本学術会議会員 永原 裕子 (東京大学)

日本学術会議では、若手人材育成問題の一つとして PD 問題を大きな課題と位置づけている。PD 問題は地球惑星科学分野を含む理学・工学系、それ以上に生物系においてきわめて深刻な事態にある。このことはすでに社会問題となっており、日本物理学会、日本化学会などもすでに解決のために大掛かりな取り組みを開始している。地球惑星科学委員会では、この分野における現状と問題点を明らかにし、解決のためにとるべき対策、行動計画を考えるため、アンケートを行った。まだ十分な解析をおこなっていないが、8月に開催された第3部夏期部会にあわせて結果の一部の集約をおこなった。傾向の概略は明らかであるので、ここに報告をおこない、広く関心を喚起したい。

アンケート内容と対象

アンケート内容は年齢、性別、専門分野、学部卒業大学、博士修了大学、博士課程で DC1 または DC2 であったかどうか、育英会奨学金取得状況、PD の履歴・職種、職が得られた場合の職種、分野を離れた経験のある場合はその職種、公募への応募状況、研究費取得状況、発表論文数、国際学会発表数、国際学会参加旅費の出所、家族の有無、家計維持者、PD 問題についての自由記入欄である。アンケートは、日本地球惑星科学連合より関連学会に情報が流され、個人に呼びかけられた。対象としたのはこの 10 年間に地球惑星科学分野において学位を取得した人であるが、回答から判断して、少数ではあるが、10 年以上経過した人からも回答がよせられた。このアンケートの調査対象者総数は、1 年あたりの地球惑星科学分野における学位取得者が 100 人以下と考えられることから、非常に大雑把に考えて数 100 人から 1000 人程度と推測される。

結果はインターネット上あるいはメール添付書類として、無記名でおこなわれ

た。約 2 ヶ月の期間に、約 200 名から回答が寄せられた。なお、このアンケートは PD 問題ということでおこなったため、PD 経験後、任期なしあるいは任期付の職を得た人からの回答がとぼしくなっており、このアンケート結果が、この分野の学位取得後の若手の経歴の全体像を的確に示しているものではないことを注意しておく必要がある。

結果

回答者の内訳は男性が約 3/4、女性が 1/4 であった。年齢は 28 歳から 44 歳に分布し、平均は男性が 33 ± 4 、女性が 32 ± 3 歳で、全平均も 33 ± 3 歳で、男女の有意の差は認められない。年齢に対する人数分布はほぼ直線的に減少するが、男性では 40 歳、女性では 35 歳以上の人数は極めて乏しくなっている(図 1)。

男性は年齢に対する PD 人数の分散が大きい。これは、国内地球惑星科学分野の 21 世紀 COE プログラムのほとんどが 2003 年にスタートしたことに関連するのではないかと考えられる。多くの COE プログラムでは、PD という立場と任期つき

助手(現在は助教)という 2 通りの若手ポストを作ったため、このことが 30 歳代前半の人数分布の分散に影響を与えているのではないかとと思われる。

人数がごく少なくなる年齢が男女で差があるのは、現在 35 歳以上に女性が相対的に乏しいためか、女性の場合 PD として時間を重ねるより、研究以外の職を得ているため、結婚/出産等のために研究分野から離れている人が多いため、などの理由が考えられる。

これらの方々の約 1/3 が学部と大学院とで異なる大学を経験しており(図 2)、それなりに高い流動性が存在している。ただし、どのようなタイプの大学の場合流動性が高いか、低いかにいう解析はまだおこなっていない。

博士課程において学術振興会特別研究員であったかどうかについては、約 1/4 がそれに採用されていた(図 3)。このことと、その後の任期なしポストへの就職状況の関係は興味のあることであるが、今回のアンケートでは、その解析は困難である。

PD 経験回数は 2 回程度が多いが、3 回、4 回以上という人も相当数いることが注目される(図 4)。PD 継続回数に対し人数はほぼ直線的に減少しているが、1 回目から 2 回目への減少割合に対し、2 回目から 3 回目への減少割合が大きく、2 回目から 3 回目にかけての段階で PD とはよばれない職を得ているケースが多いことがわかる。ただし、これらの方がどのような職についているか、助教の場合任期のある助教なのか否かなどの解析はまだおこなっておらず、その詳細な内容は不明である。

PD になる以前に、あるいは複数回の

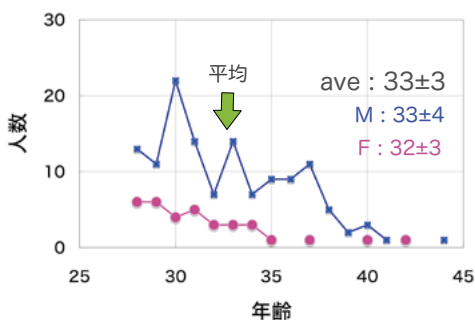


図 1 男女別年齢構成

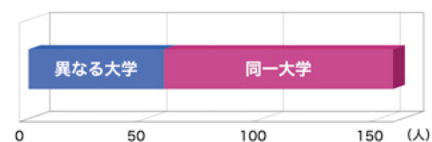


図 2 卒業学部/修了大学院



図 3 DC1 または DC2 だったかどうか

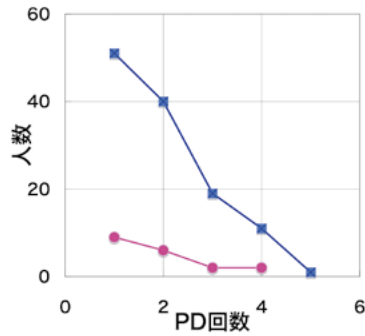


図4 男女別 PD 回数

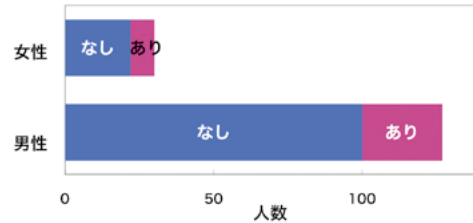


図5 無給経験の有無

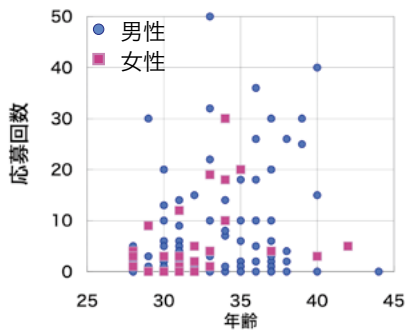


図6 年齢と応募回数

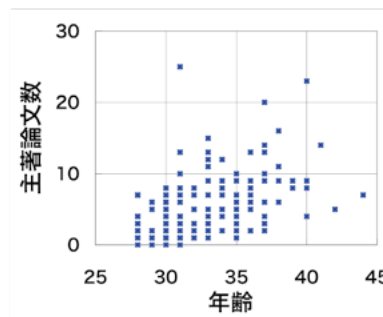


図7 年齢と主著論文数

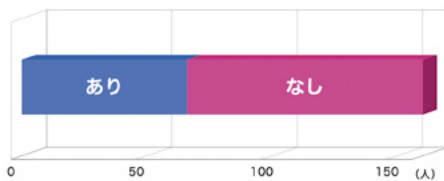


図8 家族の有無

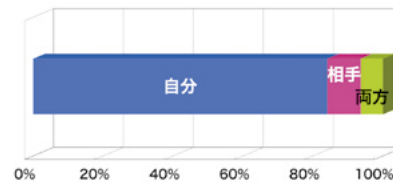


図9 主たる家計維持者

PDを経験した場合に無給の状態を経験したかどうかについては、無給期間をどのように定義するかにより大きく数字が変化する。ここでは暫定的に3ヶ月をその期間とした結果を示してある。約1/4の方が経験があり(図5)、その期間は多くは1年以内であるが、3年という長期にわたる方、あるいは断続的に2回という方も、少数ではあるがおられる。

任期なし、あるいは任期つき助教等への公募への応募状況は、年齢でみてかなり分散が大きい(図6)。年齢とともに応募回数が増加するのは容易に理解できるが、顕著に増加する方々と、そうではない方々とにわけられるようにも見える。このまとめでは、50回以上との回答は省略してあるが、最高は120回、50回以上が数人おられた。応募先についての質問

はないので、そのように多くの公募に応募されている場合、地球惑星科学の範囲内なのか、他の分野にもまたがっているか、等については不明である。また、年齢と応募回数の相関について男女差は見受けられない。

研究活動についてみると、多くの方が相当数の論文を書いている。図7は年齢と主著論文数の関係であるが、このほかに、共著論文があり、時代を反映して全体として論文数はかなり多いといえる。ただしこのアンケートでは、論文が日本語か英語か、国際誌か国内誌か、ISIジャーナルであるかどうか、などは質問していないため、今後より詳細な情報収集が必要である。

研究費の獲得については、半数以上の人があると回答している。きちんと解析

していないが、獲得経験なしと回答している人の大部分は、今回はじめてPDになった人ではないかと推測される。

家庭については、4割程度が家庭をもっており(図8)、しかも自分が主たる家計維持者である(図9)と回答している。このことは、自由記入欄に書かれた、PDというポジションの経済的不安定性を指摘する声の多さにつながっていると考えられる。

問題点

自由記入欄に記された文章から判断して、PD問題は大きく分けて3つの問題に集約できると考えられる。

第1の点は、ポスドク制度そのものの問題である。ポスドクを何回も重ねなくてはならないこと、何回も重ねたとして正

規の職に就職できる確率があまりに低いこと、研究職以外に就職しようと思っても年齢そのほかの理由により極めて困難であり、それどころか学位をもっていることやその年齢まで職歴がないことが不利に働く、等の様々な問題である。これはポストドク問題として広く認識されている問題で、その解決が困難な問題である。すでに日本物理学会、応用物理学会、日本化学会では学会が主導してポストドクと民間企業との間のミーティングの開催、キャリア支援センターの設立など、独自の取り組みによる解決にむけた動きがはじまっている。大学という単位の取り組みもあり、文科省もインターンシッププログラムとして30億円を投ずる予定であるという。

第2の問題は、身分の問題である。具体的には、ポストドクの社会的地位、金銭面、福利厚生面における劣悪さである。一般企業で働く者あるいは公務員になった者などとの比較をすると、同年齢で見た場合、顕著にその社会的地位の低さが挙げられている。例えば、親や親戚に対しても十分な説明ができない、ひいては、それが結婚の妨げになるという声もある。

また、学振の研究者でさえ大学とは正規の雇用関係が存在せず、厚生年金や健康保険、雇用保険がない、等の待遇の問

題がある。そのほかの研究員や科研費による雇用などの場合、特にこれらの問題は深刻なように見受けられる。これらの費用は雇用の際、雇用主の考え方でかなり大きく変化するもので、個々の雇業者の側の問題もある。博士の学位を取り、30歳をこえた年齢の研究者であるにもかかわらず、ほとんど社会保障がないというのは、その人にとっての生活上の問題点であると同時に、そのような身分につくことを快しとしない人を多く生み出すことにもなり、優秀な人材が研究の道に残ることを妨げている。

また、賃金の低さを指摘する声も多い。学位をもっていることが正当に評価されず、低い賃金で雇用されているため、生活の不安定さをかかえる人の割合はばかにならない。この問題は、ポストドク制度そのものに伴う問題に比べると、現状でも十分に改善をすることの可能な問題である。

第3に自身の研究についての問題である。多くの人が、ポストドクを渡り歩くことで、研究が断片的になったり、成果を求められるため落ち着いて研究ができないことを危惧している。本来もっとも充実し生産性の高い時期であるにもかかわらず、2、3年ごとにテーマの変更を余儀なくされたり、次のPD採用に有利なように論文を大量生産せざるを得ず、ま

まりやすい小さなテーマの研究を積み重ねることがしばしばおこっている。これはポストドクに限った問題ではないが、彼らに顕著におこっている可能性は高い。

以上、アンケートの結果と自由記入欄からみた問題点の指摘をおこなった。今後この問題をどのように解決してゆくべきかは、学術会議全体でも議論がおこなわれている。他分野との連携により社会への働きかけや、待遇の改善に取り組むことも必要である。さらに、地球惑星科学分野のかかえる固有の問題を明らかにすることも必要である。

今回のアンケート結果とりまとめではあまり顕著にみえなかったが、地球惑星科学分野は、環境、地震をはじめ、大きなプロジェクトが多く、そこで発生する問題を無視することはできない。労働力として、あるいは短期に論文を多量に生産することを求め、きちんとした身分保障をしないまま安価な賃金でなされる雇用が多く存在する可能性もある。このような問題は、地球惑星科学分野の協力改善をはかることが可能かもしれない。

アンケート結果のより詳細な解析と、必要であればさらなるアンケートにより、少しずつでも問題解決にむけて行動をおこないたい。

第1回国際地学オリンピック開催！

10月7日から15日まで大韓民国のDaegu（大邱）とYeongwol（寧越）にて、第1回国際地学オリンピック（1st International Earth Science Olympiad, <http://www.2007ieso.or.kr/>）が開催されました。韓国、台湾、モンゴル、フィリピン、インドネシア、インド、アメリカ、日本の8カ国から24名の高校生、36名のメンター・オブザーバー、それに20名以上の韓国の協力者、計80名以上の参加者でした。

Daeguでの筆記試験（花崗岩、地球の自転、ハワイのプレートテクトニクス、天気図、フェーン現象、太陽の動き、海水温度の内容）、実技試験（地質断面図の作成、天気図、望遠鏡操作の内容）の結果、台湾3名、韓国1名が金メダルを獲得しました。

また、Yeongwolでは各国の高校生の混合で4グループに分かれて地質を中心とした1日間の野外観察ののち、翌日結果をまとめてとてもすばらしいプレゼンテーション（各グループ30分；個人評価の算定には加えず）を行いました。全体として競い合うというよりは国際交流の感が強い内容でした。来年は9月上旬にフィリピンで第2回目も予定されています。

今回、日本は高校生の参加を見送り、日本地球惑星科学連合から7名（高校教師2名を含む）の視察団を派遣しました。視察の結果は運営会議

及び評議会に報告し、来年以降の対応について議論を行う予定です。

（教育問題検討委員会幹事 瀧上 豊）



日本鉱物科学会設立

日本地球惑星科学連合加盟学会である日本岩石鉱物鉱床学会、日本鉱物学会が、2007年9月21日、東京大学本郷キャンパスで開催された設立総会をもって統合し、日本鉱物科学会として新たな船出をしました。日本岩石鉱物鉱床学会は1928年に設立、日本鉱物科学会は1952年に設立し、それぞれ岩石学・鉱物学・鉱床学の発展と普及、鉱物学の発展と普及を目的に学会活動をおこなってきた歴史ある学会です。しかし、時代の移り変わりとともに、広がりゆく地球惑星科学の中で、鉱物学や岩石学という個別研究分野を越えたサイ

エンスの必要性が生まれ、学会間の共通項が増えてきました。これを踏まえて、両学会は統合して新学会をつくることを目指した議論を重ねてきました。これまでも合同で秋の年会を開催し、統合に向けて、共通の欧文誌である Journal of Mineralogical and Petrological Sciences を発行するなど実績を積み重ね、学会統合を実現させました。

誕生した日本鉱物科学会は会員数が1000人を越える学会となり、健全で安定した学会運営をおこなうことができると期待されます。板谷徹丸会長は「今後、分野をさらに発展させ、未来を担う若者に魅力

あるサイエンスを提示することを目指したい」と設立総会で決意を語りました。また、新学会の設立記念講演会や懇親会では、資源地質学会、日本火山学会、日本粘土学会、日本地球化学会、日本惑星科学会、日本地震学会、日本地質学会など11学会から祝辞があり、学問分野や学会活動における連携強化の提案などがなされ、地球惑星科学における物質分野をリードする役割を担ってほしいという新学会への期待の高さをうかがえるものでした。

(広報アウトリーチ委員会 橘 省吾)

アジア・大洋州地球科学会(AOGS)について ～第4回年会の報告と今後の予定～

AOGS President 西田 篤弘 (総研大)
AOGS Secretary General 斉藤 義文 (宇宙研)
AOGS Solid Earth Section President 佐竹 健治 (産総研)

7月31日から8月4日にタイのバンコックにおいて第4回アジア・大洋州地球科学会(AOGS)が開催されました。約1200名が参加し、ほぼ同数の発表がありました。AOGSは、2004年の第1回大会以来、シンガポールで開催してきましたが、今回初めて他の国で開催し、これまで最大の参加者数となりました。参加者を国別にみると、

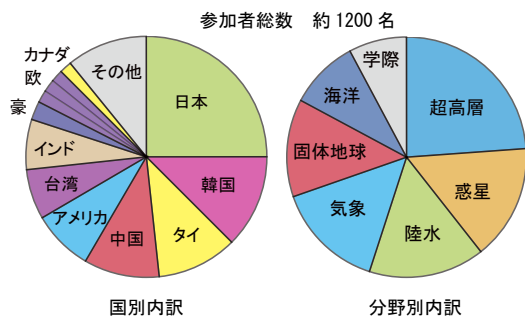
日本が約4分の1、韓国、中国、タイが約10%ずつで、アメリカ、台湾、インドと続きます。分野別では、超高層と惑星が全体の40%を占め、陸水、気象、固体地球、海洋と続きます。地球物理と地質学をカバーする固体地球が相対的に低い数字となっております。過去の大会では、発表を申し込んだのに参加しない、いわゆる no

showが多いことが課題でした。今回は、事務局から事前登録を強くお願いすることにより、口頭発表の no show を約15%まで減らすことができました。今年の年会中に、次期の役員選挙があり、会長(今年度は副会長)には韓国ソウル大学の Lee Dong-Kyou 氏(気象学)が、事務局長(今年度は副局長)にはシドニー大学の Iver Cairns 氏(超高層)が選出されました。各セクションの president も選出されましたが、残念ながら日本からはどなたも入っておりません。現在は、我々3名が Council member として会の運営に参加しておりますが、このままでは2年後には日本からのメンバーがいなくなってしまいます。発表だけでなく、AOGSの運営にも日本から積極的に参加して頂くようお願いいたします。

来年の年会は6月16～20日に韓国の釜山で開催されます。ソウル大学をはじめとする主要大学やKIGAM(韓国地質資源研究院)などの国立研究機関から大学院生や若手を含む多くの研究者が参加する予定です。セッション提案はAOGSのウェブサイトです。セッション提案はAOGSのウェブサイトです。講演の申込締切は来年1月24日の予定です。

2009年の年会はシンガポールで開催されます。今後は3年に1回はシンガポールで、それ以外の年はアジアの各地で開催する予定です。

詳細はAOGSのウェブサイト <http://www.asiaoceania.org/> をご覧ください。



AOGS 第4回年会 2007年7月30日-8月4日 バンコック

図 参加者の国別(左)と分野別(右)内訳

「地震予知の科学」

日本地震学会 地震予知検討委員会 編
 東京大学出版会
 2007年5月, 242p.
 価格 2,000円 (本体価格)
 ISBN 978-4-13-063706-0



海洋研究開発機構 地球内部変動研究センター 深尾 良夫

本書は日本地震学会が出す初めての一般向け地震予知の解説本である。一読わかりやすく、一般の人にも研究者にとっても面白い読み物となっている。以下、内容を紹介する。

第1章は、地震予知とはどういうことかを説明した章である。「過去の履歴に基づく長期予知」、「地殻の観測データに基づく中期予知」、「前兆現象に基づく直前予知」というアプローチはとくに目新しいものではないが、中期予知の現実性に対する自信は本書の特徴とも言うべきものである。

第2章は予知研究の歴史である。本書によれば、1995年の阪神淡路大震災をきっかけに有志研究者により旧地震予知計画の根本的な見直しが行われ、1998年新予知計画が提案されるに至ったとある。旧予知計画の30年をレビューし地震予知の今後の方向を示した測地学審議会(当時)の役割には全く触れていない。

第3章は本書のハイライトであり、とくにこれからの地震予知の鍵となる概念としてアスペリティについての説明が詳しい。アスペリティの概念に基づく断層滑りの計算機シミュレーションが過去の巨大地震の

繰り返しを再現できるまでに到ったこと、観測からの刻々のインプットによってチューニングされた断層滑りシミュレーションに基づく中期予知が現実性を帯びてきたことが力を込めて語られている。

第4章は、日本の直前予知に対するアプローチの解説である。地震は断層の摩擦滑り現象であること、摩擦滑りの理論によれば地震発生に事前滑りは必須であること、岩石摩擦実験にも前兆滑りが必ず見られること、最近巨大地震の断層面に沿ってスロースリップが発見されるようになったことなどから、直前予知の手段として前兆滑りの検出が最も信頼できることが強調されている。本章では地震予知の現状に鑑み、最近気象庁が始めた緊急地震速報についての詳しい解説もある。

第5章では、前兆滑りのモニタリングに基づいて切迫する地震発生を予報する日が来ることを展望している。前兆滑り検出だけに頼ることの危険性とそれを補う多様なアプローチの必要性も指摘されている。しかし著者らの楽観的な見通しほどにはこの章の記述は説得力を持たないように感じられる。

全体として、最近の相次ぐ地震学的発見とアスペリティ概念の発展を背景にこの種の解説本にして珍しく勢いが感じられる。しかし、この路線で突っ走れば良いかという点になるといささか疑問が残る。

たとえば本書では、アスペリティの概念を説明するために釜石沖で繰り返し起きるマグニチュード5の地震を引用している。しかしこの地震は、なぜ繰り返し地震がここで起こるのかについて説得力あるモデルが提示され、そのモデルに基づいて次の発生時期が(正しく)予知された記念すべき地震なのである。評者からすれば、こうした予知経験の積み重ねこそが、滅多に起きないより大きな地震の予知への近道だと思いが、本書にそうしたアプローチへの言及はない。

また前兆滑りの検出をもって直前予知への最も信頼できる手段であるとしているが果たしてそうだろうか? 前兆滑りが地震破壊開始点付近に限られること、一方、断層摩擦モデルでは想定外の地殻不安定現象が震源域(ストレス充満域)全体に起こりうることを考えると答はそう簡単ではないように思える。

こうした疑問は持つものの、全体として良く書いており一読を勧めたい。なお時を同じくして学術会報(No.865)に上田誠也氏による論文「地震予知研究の歴史と現状」が発表された。地震予知は直前予知にこそ意義があるのであり、地震の力学的モデルに捉われない広い視野からの前兆現象検出の努力とそのメカニズム解明が重要であることを熱を込めて説いている。長期予知から直前予知まで断層摩擦滑りモデルで押し通そうとする本書と対極の考えであり、併せて読むと面白いかもしれない。

地震予知の科学

4/6判・242頁/2100円

日本地震学会
地震予知検討委員会[編]

地震予知はどこまで可能か? この10年で大きく進展した地震予知研究の最先端をわかりやすく解説する。

東京大学出版会

地震予知は
どこまで可能か?
この10年で大きく進展した地震予知研究の最先端をわかりやすく解説する。地震予知研究の歴史と現状を「地震予知不可説議」や「断層摩擦」への強力な反証。

地球史が語る 近未来の環境

日本第四紀学会
町田 洋・岩田修二・小野 昭[編]

4/6判・274頁/2520円

急激に変化する現在の地球環境——その近未来の姿を、最新の研究成果をもとに様々な角度から解説し、将来の方向性を探る。

〒113-8654 東京都文京区本郷7-3-1 東大構内 【価格税込】
TEL.03-3811-8814 FAX.03-3812-6958 <http://www.utp.or.jp/>

地震の揺れを科学する

みえてきた強震動の姿 4/6判・208頁/2310円

山中浩明[編著]
武村雅之・岩田知孝・香川敬生・佐藤俊明[著]

地震の揺れを科学する
みえてきた強震動の姿

「生命の起源・地球が書いたシナリオ」

中沢弘基 著
新日本出版社
2006年4月, 224 p.
価格 1,900 円 (本体価格)
ISBN 4-406-03255-X



熊本大学 大学院自然科学研究科 吉朝 朗

命は、いつどこでどのようにして獲得されたのだろうか? 「生命の起源」、それは人類の大きな科学的・哲学的テーマの一つで、ロマンに満ちた話題である。生命が誕生した頃の原始地球は、マグマオーシャン後、隕石の衝突が頻繁に起こる、壮絶な環境下であった。そこでの有機分子のサバイバルと生命への進化を考えるには、地球科学的視点からの研究が不可欠である。創生期の地球像が明らかになりつつある今日は、「生命の起源」のシナリオを描き、パラダイムを創設していく好機である。

著者は、無機材研、東北大、物材研フェローでの華々しい研究歴を有し、日本粘土学会会長等歴任、紫綬褒章を叙勲される等、優れた科学者である。本書では、地球科学、分子生物学からナノテクまでの広範な研究成果が織りなす「生命の起源」についてのシナリオが描かれている。著者自身の斬新なアイデアや手法を取り入れたアミノ酸の高圧高温脱水重合実験や無機物質自己組織化実験など、多岐にわたる物質研究の経験や成果が基盤と

なっている。本書では、原始地球の環境変化を圧力として、有機分子の態様が地中で自然選択された結果、生命体へと進化してゆく過程が論じられる。とくに、分子進化と生命進化を、地球進化の歴史軸の中に位置づけている点が重要である。

第1章では20世紀末の地球観の大変化について、第2章では“究極の祖先”、ゲノムや生命進化系統樹について述べられる。第3章では、分子も生物もなぜ進化するのか、第4章では、「無機界と有機界をつなぐ粘土鉱物」として、粘土鉱物の有機分子親和性・包接能・酵素蛋白の代替性などが解説される。第5章では、「有機分子の出現と自然選択」として、原始大気とミラーの実験、アンモニアの生成、有機分子のビッグ・バンなどについて、第6章では、「有機分子の高分子化」として、海洋堆積物の続成作用、有機分子の濃集と脱水重合、アミノ酸の高圧高温脱水重合の実証について論じられる。そして第7章では、「高分子の組織化・生命の発生—大陸の発達と熱水活動」として、地下での生命発生、海洋

への適応放散、鉱物の自己組織化、遺伝・代謝の鉱物起源説、分子と生物の統一進化系統樹と、展開・集約してゆく。

これまでの生命起源解明に向けられた科学者たちの研究を著者独特の熱い視線で再評価している。その中で「生物は負のエントロピーを食べて生きている」と言う、代謝を中心とした理解では、分子から高等生物までの高度化は説明出来ない点を、進化現象の熱力学的矛盾点として指摘している。著者は、この矛盾点をダイナミックな地球活動を想定することで解決している。つまり、分子や生物の進化とは地球の組織化・複雑化の一部としての軽元素の組織化・複雑化であるとみなし、進化させる圧力は地球系全体の熱の流れであるとしている。

地中の鉱物間隙は、クロマトグラフィーと似た役割を演じ、自発的に小胞状組織をつくった有機高分子が、加水分解や酸化を免れ、融合や合体、消滅を繰り返す場を提供する。そして小胞状組織から、機能や安定性の異なる様々な「個体」が形成されて行く。これが生死ある個体の成立メカニズムである。また、その後この小胞の形成が海水環境で生き残るメカニズムの獲得へと繋がってゆく。「生命は海洋ではなく地下で発生した」とする考えである。

本書は、研究者として集大成の時期にある著者の科学ロマン溢れる意欲作であろう。地球創生期での生命発生の先導的なシナリオが、世界に先駆けて日本語で書かれたことを有効に活用したいものである。生命の起源のパラダイム確立に向けてのアイデアの源泉として、本書の一読をぜひ勧めたい。

日本最西端の地『佐世保』でコンベンションを開催しませんか?

お問合せ 財団法人 佐世保観光コンベンション協会 Tel 0956-23-3369 Web Site <http://www.sasebo99.com>



美しい花々が咲き誇る滞在型リゾート。コンベンション施設も充実しています。



アルカス SASEBO JR佐世保駅に隣接するコンベンション施設。3つのホールその他、会議室を多数備えています。



©ハウステンボス/J-9280

西海国立公園九十九島

公募情報

①職種②分野③着任時期④応募締切⑤URL

北海道大学 低温科学研究所
寒冷海洋圏科学部門①教授1名 ②寒冷圏の海洋物理過程を主に観測的手法を用いて研究 ③H20.4.1 またはできるだけ早い時期 ④H19.11.30 ⑤ <http://www.lowtem.hokudai.ac.jp/kyujin/>

東北大学 大学院理学研究科附属惑星プラズマ・大気研究センター

①教授1名 ②地球を含む太陽系惑星を対象とし、電波を含んだ新しい観測手段の開発と惑星プラズマ・大気研究センターが進めつつある観測体制の推進により、惑星物理学の発展に大きく寄与できる能力と見識を有する方 ③H20.4.1以降 ④H19.12.10 ⑤ <http://www.geophys.tohoku.ac.jp/labointro-c.html>東京海洋大学 海洋科学部
海洋環境学科 水圏環境化学講座①教授1名 ②海洋における無機化学物質を中心とした生物地球化学的循環、生物群集との相互作用についてフィールドワークを中心とした化学的手法によって教育研究を行う ③決定後出来るだけ早い時期 ④H19.12.21 ⑤ http://www.kaiyodai.ac.jp/Japanese/koubo/190921kankyo_koubo.htm

信州大学 ファイバーナノテク国際若手研究者育成拠点

①テニユアトラック助教1名 ②地質学分野(フィールド地質学、山岳科学、地殻物質科学) ③H20.4.1 ④H19.12.10 ⑤ <http://www.wakate-shinshu.com/recruit/>名古屋大学 太陽地球環境研究所
総合解析部門①研究員若干名 ②GEMSIS プロジェクトに加わり、中心となってプロジェクトを推進していく意欲を持つ方 ③H20.4.1 ④H19.11.30 ⑤ <http://www.stelab.nagoya-u.ac.jp/ste-www1/news/koubo/koubo20070926.pdf>名古屋大学 大学院工学研究科
マイクロ・ナノシステム工学専攻①准教授あるいは講師1名 ②宇宙航空マイクロ・ナノ工学(超小型センサー・アクチュエータ、搭載用デバイス、先端材料など)、宇宙システム工学(ロケット、人工衛星、惑星探査機、ローバーなどのシステム、宇宙環境利用、宇宙エネルギー伝送など) ③H20.4.1 ④H19.12.20 ⑤ http://jrecin.jst.go.jp/seek/SeekJorDetail?fn=3&id=D107100106&ln_jor=0大阪大学 大学院理学研究科
宇宙地球科学専攻①助教1名 ②同位体惑星科学 ③H20.4.1 ④H19.12.17 ⑤ <http://www.ess.sci.osaka-u.ac.jp/>(独)国立環境研究所
水圏環境研究領域①NIES 特別研究員1名 ②流域における水・物質循環と生態系機能の解明に関する研究 ③H20.4.1以降 ④H19.11.26 ⑤ <http://www.nies.go.jp/osirase/saiyo/2007/20071001.html>(独)国立環境研究所
アジア自然共生研究グループ①NIES 特別研究員1名 ②対流圏大気質の実態把握と大気環境影響評価研究 ③H20.4.1以降 ④H19.11.30 ⑤ <http://www.nies.go.jp/osirase/saiyo/2007/20071004.html>国立極地研究所
地図研究グループ①准教授1名 ②極域に関連した固体地球科学の諸分野 ③H20.4.1 ④H19.11.30 ⑤ <http://www.nipr.ac.jp/info/notice/tikenkoubo191004.pdf>(独)海洋研究開発機構
地球内部変動研究センター①任期制職員8名 ②1. 海洋底観測データを重視した地球内部構造、マントル・コア構造の研究。地震学的手法による地球内部構造の解析の経験が期待される(研究職または技術研究職) 2. 超高压実験に基づくコアダイナミクスに関する研究(技術研究職) 3. 同位体比・微量元素の微小域分析に基づく沈み込み帯マグマ成因論に関する研究(技術研究職) 4. 地質学・岩石学・地球化学的手法を融合させたマグマ成因論に関する研究(技術研究職) 5. 反射法地震探査研究による地殻構造イメージング(研究職または技術研究職) 6. 屈折法・広角反射法地震探査研究による地殻・最上部マントル構造イメージング(研究職または技術研究職) 7. 地球生物学的手法を用いた地球古環境変動の研究(研究職または技術研究職) 8. 同位体地球化学的手法を用いた大規模火成活動(LIPs)の火成活動と地球表層環境変動とのリンケージに関する研究。新しい分析・解析手法の開発にも積極的に取り組む方(研究職または技術研究職) ③H20.4.1 ④H20.1.4 ⑤ http://www.jamstec.go.jp/j/about/recruit/ifree_20071001.html

イベント情報

詳細は各URLをご参照下さい。

■企画展『地下展 UNDERGROUND — 空想と科学がもたらす闇の冒険』

日時: 2007年9月22日～2008年1月28日
会場: 日本科学未来館1階企画展示ゾーン a,b
主催: 日本科学未来館, 朝日新聞社
協力: 日本地球惑星科学連合ほか
費用: 大人900円, 18歳以下350円(常設展示見学可)
内容: 最新の科学が挑む未知の領域、地球最後のフロンティア「地下」に関する企画展
http://www.miraikan.jst.go.jp/j/event/2007/0922_plan_01.html■東京大学創立130周年記念事業公開講座
「異星の踏査—「アポロ」から「はやぶさ」へ—日時: 2007年11月7日～12月5日
16:00～17:30
場所: 東京大学総合研究博物館(本郷キャンパス)・展示ルーム内講義室
受講料: 5,000円
定員: 60名

内容: 11月7日「惑星探査と太陽系の博物学」宮本英昭(東京大学), 11月14日「隕石から覗く太陽系」橋省吾(東京大学), 11月21日「日本の惑星探査」平田成(会津大学) 11月28

日「ディーブインパクト探査が明かす太陽系誕生のなぞ」杉田精司(東京大学) 12月5日「The First Mars Civilization」(日本語の解説付き)ジェフ・カーゲル(アリゾナ大学).
http://www.um.u-tokyo.ac.jp/education/lecture_200711.html■サイエンスアゴラ 2007
～みんなでつなごう 未来のスイッチ～日時: 2007年11月23日～25日
会場: 国際研究交流大学村
主催: (独)科学技術振興機構
参加費: 無料
内容: “科学と社会をつなぐ” 広場(アゴラ)となることを標榜し、2006年から始まったサイエンスコミュニケーションイベント。サイエンスにまつわる問題やサイエンスが社会にもたらす影響について、出展者と参加者が共に考え楽しむイベント。
<http://scienceportal.jp/scienceagora/>

■東大-JAXA 学際理工学20周年記念公開シンポジウム「宇宙科学と大学」

日時: 2007年11月26日 9:30-17:30
会場: 東京大学本郷キャンパス安田講堂(東京都文京区本郷7-3-1)
参加費: 無料
定員: 700名
http://www.isas.ac.jp/j/topics/event/2007/1126_ut-jaxa.shtml

■玉城嘉十郎教授記念公開学術講演会(第46回)「物理学のフロンティアとしての宇宙」

日時: 平成19年11月28日 15:00
会場: 京都大学理学2号館第1講義室(1階120号室)
主催: 京都大学
参加費: 無料
内容: 「宇宙交響楽—宇宙マイクロ波背景放射が明かす宇宙の現在・過去・未来」杉山直(名古屋大学), 「系外惑星—宇宙の新大陸へ—」井田茂(東京工業大学)
<http://www.rigaku.kyoto-u.ac.jp/modules/tinycontent6/?id=3>

■一般公開講座「二酸化炭素のゆくえ—気候系と二酸化炭素—」

日時: 2007年11月29日 14:30～17:30
場所: 東京大学本郷キャンパス大講堂(安田講堂)
共催: 東京大学気候システム研究センター、伊藤忠商事
参加費: 無料
定員: 500名
内容: 第一部: 講演会「二酸化炭素を宇宙から測る」今須良一(東京大学), 「海と気候と二酸化炭素」羽角博康(東京大学), 「二酸化炭素削減とその効果」丸山康樹(電力中央研究所)
第二部: パネルディスカッション
<http://www.ccsr.u-tokyo.ac.jp/~k-koza/>公募求人及びイベント情報をお寄せ下さい
JGLでは、公募・各種イベント情報を掲載してまいります。大学・研究所、企業の皆様からの情報もお待ちしております。ご連絡は <http://www.jpgu.org/> まで。公募及びイベントの最新情報は随時掲載しております。 <http://www.jpgu.org/> をご覧ください。

INFORMATION

貴社の新製品・最新情報を JGL に掲載しませんか？

JGL では、地球惑星科学コミュニティへ新製品や最新情報等をアピールしたいとお考えの広告主様を広く募集しております。本誌は、地球惑星科学に関連した大学や研究機関の研究者・学生に無料で配布しておりますので、そうした読者を対象とした PR に最適です。発行は年 4 回、発行部数は約 3 万部です。広告料は格安で、広告原稿の作成も編集部でご相談にのります。どうぞお気軽にお問い合わせ下さい。詳細は、以下の URL をご参照下さい。

http://www.jpgu.org/jgl_ad.html

【お問い合わせ】

JGL 広告担当 宮本英昭
 (東京大学 総合研究博物館)
 Tel 03-5841-2830
 hm@um.u-tokyo.ac.jp

【お申し込み】

日本地球惑星科学連合 事務局
 〒113-0032 東京都文京区弥生 2-4-16
 学会センタービル 4 階
 Tel 03-6914-2080
 Fax 03-6914-2088
 office@jpgu.org

個人情報登録のお願い

このニュースレターは、連合大会登録システムに個人情報登録された方に当面无料で送付します。登録されていない方は、<http://www.jpgu.org/entry.html> にてぜひ個人情報登録をお願いします。登録は無料です。どなたでも登録できます。すでに登録されている方も、連絡先住所等の確認をお願いします。



PLANETARY GEOLOGY from APOLLO to HAYABUSA

異星の踏査

アポロからはやぶさへ

東京大学創立130周年記念事業
 これまで人類が標本採取に成功した天体は月だけではない。
 昨年スターダスト計画で獲得されたビルト第2彗星の標本を、アポロの月の石と共に日本初公開。

ビルト第2彗星

2007.10.20sat — 12.26wed 入館無料

開館時間 / 10:00-17:00 (入館は16:30まで) 休館日 / 月曜 (祝日の場合は開館し、翌日休館)

東京大学総合研究博物館
www.um.u-tokyo.ac.jp


- 大江戸線「本郷三丁目」駅より徒歩1分
- 丸の内線「本郷三丁目」駅より徒歩4分
- 南北線「東大前」駅より徒歩15分



至東大前 本郷通り

丸の内線「本郷三丁目」2番出口

THE UNIVERSITY MUSEUM, THE UNIVERSITY OF TOKYO

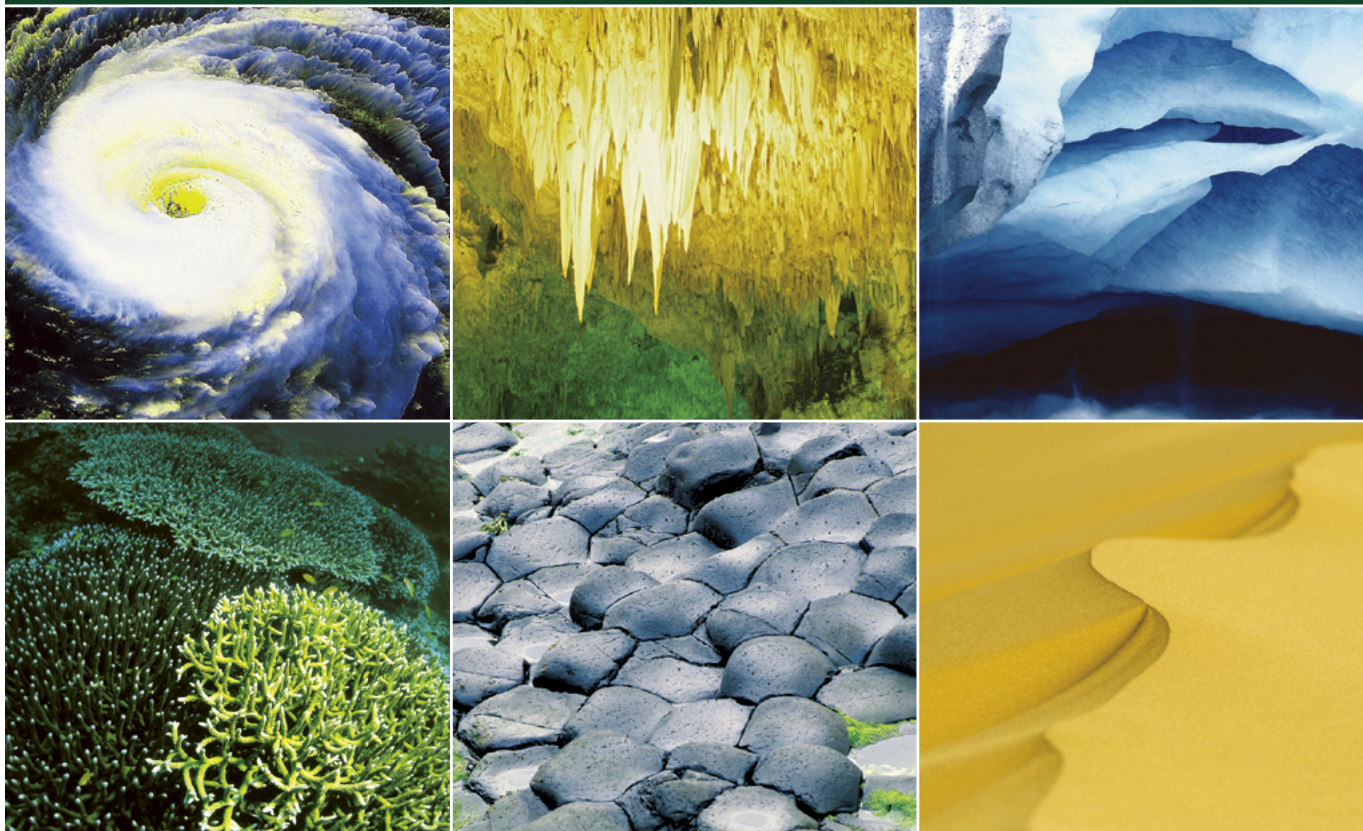


nature geoscience

2008年 1月 創刊

日本地球惑星科学連合
ニュースレター購読者対象

1869年から最高品質の研究論文を取り扱ってきた **nature** の経験を生かし、新しい姉妹誌創刊



対象分野

- 地球物理学
- 地球生物学
- 地球化学
- 地理情報科学
- 大気科学
- 気象科学
- リモートセンシング
- 地球電磁学
- 地質学
- 地形学
- 地震学
- 構造地質学
- 鉱物学
- 鉱物物理学
- 岩石学
- 火山学
- 古海洋学
- 古地磁気学
- 古気候学
- 古生物学
- 海洋学
- 水文学
- 氷河学
- 陸水学
- 惑星科学
- 宇宙物理学
- 生物地質化学

ネイチャー・パブリッシング・グループは、地球科学全般における極めて意義の高い研究に関する情報を提供することを目的とする総合学術月刊誌 **Nature Geoscience** を、創刊します。

創刊前特別価格 30%OFF! 2008年1月31日まで

1年間 定期購読 ~~28,350円~~ → **19,840円**

2年間 定期購読 ~~42,520円~~ → **29,760円**

ジャーナルに関する詳しい情報と、購読お申込みはこちらから

www.naturejpn.com/jgl

 nature asia-pacific