



日本地球惑星科学連合ニュースレター Vol. 4
November, 2008 No. 4

TOPICS

熱帯気象のマルチスケール相互作用	1
ヒマラヤ山脈の上昇とモンスーン	3
「カルサイト-アラゴナイト問題」に挑む	6

BOOK REVIEW

新しい地球学	9
--------	---

NEWS

日本地球惑星科学連合の新しい出発に向けて	10
学術会議だより	11

INFORMATION

	14
--	----

JGL

Japan Geoscience Letters

2008 No. 4

TOPICS 気象学

熱帯気象のマルチスケール相互作用

東京大学 気候システム研究センター／

海洋研究開発機構 地球環境観測研究センター 高菟 縁

気象衛星ひまわり (MTSAT) の画像を見ると、地球上には実に様々な様相の雲がある。中緯度域では、規則的に西から東に進む温帯低気圧の frontline に伴う雲が多いのに対し、沖縄以南の亜熱帯から熱帯域には、積乱雲が湧き上がるように群れをなし、時折大きく渦を巻き始めたかと思う時に台風を生み出す。中緯度の力学に支配された規則的な雲の動きに比べると一見アットランダムに見える熱帯の雲に、実は大気や海の力学との奥の深い関係がある。その最も面白いところは、水平数 km/数時間スケールの積乱雲が 10,000 km/数年スケールのエルニーニョ南方振動 (ENSO) までの階層的なマルチスケール相互作用に直接かかわっているところである。ここでは、雲を巡る熱帯気象のマルチスケール相互作用研究について紹介する。

雲 に見られる赤道波動

熱帯太平洋上の北緯 10 度弱付近には熱帯収束帯と呼ばれる東西に延びる降水帯がある。この熱帯収束帯では、西進する大気擾乱のために 3 ~ 5 日周期で風向が変わる。この現象は 1960 年代より知られ、偏東風波動と名付けられていた。1970 年代に衛星データが利用できるようになると、この偏東風波動が雲の動きにも見られることが示された。ESSA5 衛星の雲画像から作られた熱帯収束帯上の経度-時間断面図は、繰り返し西進する雲擾乱が時に 10 日近くも持続することを明らかにした。

一つの積乱雲の寿命は数時間、雲クラスターと呼ばれる数百 km サイズの雲群になってもその寿命はせいぜい 2 日程度である。10 日近く続いて西進する雲擾乱が見られることは、雲の発生が大気擾乱と結合していることを意味する。10 年分のひまわり画像を用いて時空間スペクトル解析を行うと、多くの雲擾乱が、1966 年に松野

太郎博士 (東京大学名誉教授) が発表した赤道波理論の様々なモード (ケルビン波、ロスビー波、混合ロスビー重力波、慣性重力波) の分散関係に一致し、しかも共通の力学的な深さ (波の伝播スピードを決める鉛直スケール) を示していることがわかった (Takayabu, 1994)。この力学的な深さは、対流の高さと大気成層の強さから求められるものよりも、はるかに小さい。この事実から、雲群の発生が大規模な大気波動を生成し、その大気波動が逆に雲群の発生を促す形で結合しており、さらにその波動の力学的な深さが熱帯の雲群の特性によって決められていることが示唆される。

マ デン・ジュリアン振動

熱帯域で最大の水平サイズをもつ雲システムは、マデン・ジュリアン振動 (Madden-Julian Oscillation: MJO) である。これは赤道域で雲クラスターがさらに数千 km の群れを作り、地球規模の東西循環を

伴いながら東進する現象で、1971 年にマデンとジュリアンによって発見された。30 ~ 90 日程度の周期性を持つため、熱帯季節内振動とも呼ばれる。MJO は、基本的に西側にロスビー波由来、東側にケルビン波由来の風の準定常的な応答構造を伴う (図 1 下)。ここで、ロスビー波は西進する渦的な擾乱、ケルビン波は東西風のみの変動を伴う東進波である。

西 風バーストとエルニーニョの開始

この MJO は、時において赤道域に双子低気圧 (図 1 上左) を形成し、赤道上に数日間持続する強い西風 (西風バースト) をもたらす。エルニーニョの開始前、西太平洋に暖かい海水が蓄積した時期にこの西風バーストが発生すると、風応力が海洋中の波を励起し、暖水が東に移動するきっかけを作ってエルニーニョの開始を促進することが知られている。

当初西風バーストは、MJO に伴って起こる確率的な現象として扱われていた。MJO とエルニーニョとの間に明確な相関関係がないことから、エルニーニョの開始時期に偶発的に発生した西風バーストが、エルニーニョの発達を促進するのではないかと考えられていた。ところが最近の研究で、西風バーストの発生自体が ENSO の周期によって変調していることが明らかになった。

図 2 は、1979 ~ 2003 年に起こった顕著

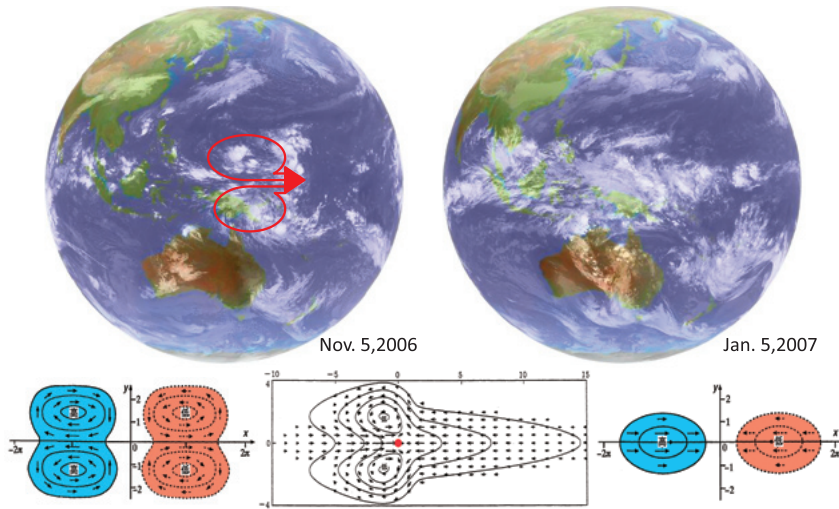


図1 [上] 短いエルニーニョ発達期の2006年11月5日および終息期前の2007年1月5日におけるMJOに伴う雲活動。発達期には赤道をまたぐ双子低気圧に伴う西風バーストが観察されるが、終息期前には双子低気圧の発達は見られない。[下左] 赤道ロスビー波の風(矢印)と気圧場(等値線)の水平構造。青が高気圧、赤が低気圧。図の横軸は東西方向、縦軸は南北方向、y=0は赤道。[下中] 赤道上の定常大規模熱源(赤丸)に対する応答パターン。[下右] 赤道ケルビン波の水平構造。下の3図は「キーワード気象の事典」(朝倉書店)より引用、一部改変。

なエルニーニョ年をはさむ3年間の西風バースト発生位置を示した合成図である(Seiki and Takayabu, 2007a)。西風バーストは太平洋およびインド洋でのみ観測され、大西洋では発生していない。エルニーニョは通常12月-1月にピークを迎える。西風バーストは、エルニーニョ前年の春からエルニーニョ年の冬に西太平洋から中部太平洋にかけて多く発生し、東に向かって広

がるのがわかる。Seiki and Takayabu (2007b)は、エルニーニョの位相によって地球規模の風速分布が異なるために、西風バーストの発生頻度が変わることを示した。MJOの雲域が西太平洋に到達した際、雲域の中で発生する渦擾乱の発達場所が、エルニーニョの位相によって変わる。そして特にエルニーニョ発生前の状態で都合よく西風バーストが発生し、自己励起的にエルニー

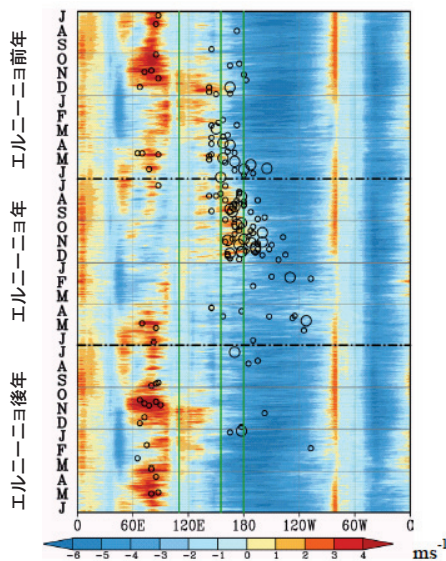


図2 エルニーニョの前年、当年、次年で合成した赤道上西風バースト(WWB)位置(○:大:最大風速10m/s以上、小:5-10m/s)の経度-時間断面。カラーは対流圏下層の東西風。WWBの高頻度分布がエルニーニョ前年の春からエルニーニョ年の冬、西太平洋から中部太平洋にかけて東に向かって広がるのが観測される(Seiki and Takayabu, 2007a)。

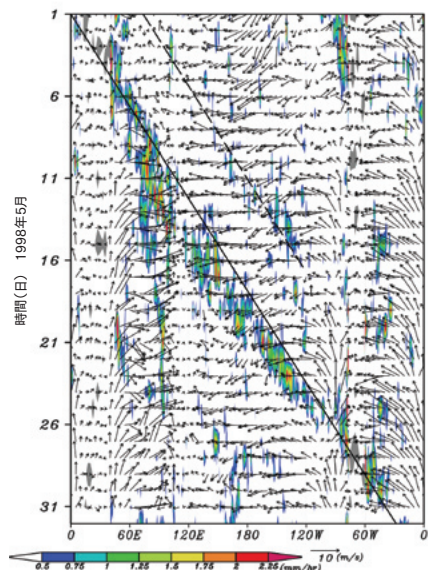


図3 米国DMSP衛星搭載マイクロ波放射計観測による1998年5月の赤道域の雨(10N-10S平均)の経度-時間断面図。5000kmを超える巨大な雨域がひと月で地球を一周している。それに伴う東風の強まりが、97/98エルニーニョの急速な終焉をもたらした(Takayabu et al., 1999)。

ニョの発達を促進することがわかった。

MJOとエルニーニョの終了

MJOがエルニーニョ開始時に西風バーストを形成してエルニーニョの発達を促すばかりでなく、エルニーニョの終息にも影響することがある(Takayabu et al. 1999; McPhaden, 2008)ということは、比較的知られていない。図3は、前半世紀最大であった1997/98年エルニーニョが終息を迎えた1998年5月の赤道域の降雨量の経度-時間断面図である。エルニーニョに伴い中~東部太平洋の海面水温は1998年5月上旬まで平年値より非常に高い値を示していた。ところが5月のひと月に、東太平洋の海面水温が約9℃も一気に降下した。この突然のエルニーニョの終焉には、図1(上右)のようなケルビン波型のMJOに伴う東風強化が重要な役割を果たしたと考えられる。

MJOは通常、海面水温の高いインド洋から日付変更線付近までの暖水域で降水活動を伴うが、比較的海面水温の低い西半球ではあまり降水活動を伴わない大気擾乱となって東進する。しかしこの時期、エルニーニョに伴って暖水域が東方まで広がっていたため、数千kmに組織化した降雨域が、ほぼ1ヶ月で赤道域を東向きに一周した。実はこの時期すでにエルニーニョは終わりがかけており、東太平洋の海面下には冷たい水が用意されていた。この東進システムは通常のMJOよりもケルビン波に近い構造

を持ち、それに伴う東太平洋の東風強化が冷水を海表面に押し上げ、1997/98年エルニーニョの終息を一気に加速したと考えられる。

McPhaden (2008) は、2007年2月に終息したエルニーニョがやはり同様のMJOに伴う急終息を見せたことを示し、このような移動性の雲システムが、はるかに時間スケールの長いエルニーニョに及ぼす効果を強調した。

台風発生とマルチスケール現象

日本の天候に大きな影響を及ぼす台風の発生も、マルチスケール現象の産物である。台風の多くが3~5日周期の偏東風波動擾乱から発生することは、古くから知られている。この偏東風波動は、通常の夏季には日付変更線付近では混合ロスビー重力波とよばれる理論的な赤道波の一つの形をとるが、西太平洋にやってくるとTD (tropical depression: 熱低) 型擾乱と呼ばれる渦擾乱に変化する。そして渦擾乱に変化すると赤道から離れて北西進を始め台風の卵になりやすい。

この数日周期擾乱の形態が変化する程度が、季節変化のみならずエルニーニョやMJOにも影響されている。暖かい海面が赤道上で東に広がるエルニーニョ時には、

より東までTD型擾乱が発生するため、台風の発生は通常より東方にずれる。逆にラニーニャ時には通常より西方で多く発生する。これに加え赤道域にMJOがやってくると、台風はMJOの東風期よりも西風期に多く発生する。いずれも南方への西風の入り込みが台風の発生に有利な大規模な正の渦度場を用意するからだろうと考えられる。

このように大きな気候場で決まる都合のよい場所にTD型擾乱が発生し、さらにその中で雲クラスターが強い渦を作りあげるようにメソスケールの風がうまく吹きこむことが、雲擾乱を本格的な台風へと発達させるわけである。

熱帯気象と全球気候

熱帯では、ただか数kmの積乱雲が群れをなして数百kmスケールのメソスケール雲システムを形成し、それがさらに数千kmスケールの大気波動と相互作用して発達し、台風を生みだしたり、さらには海洋に強い応力を与えてエルニーニョの開始や終焉のタイミングを決めたりと一気に数年スケールの気候現象にまで影響する。そして逆にエルニーニョが雲擾乱の構造を変えて相互作用関係を作り出す。このマルチスケール相互作用こそが、熱帯気象が全球の気候に影響する重要な要因であ

る。そのため、熱帯の雲システムというもの（の効果）をいかに正しく表現できるかによって、気候モデルから得られる全球の気候の状態が左右される。現実の大気海洋でいかなるマルチスケール相互作用が存在するかを把握することが面白かつ重要な所以である。

—参考文献—

McPhaden, M. J. (2008) *Adv. Geosci.*, **14**, 219-230.

Seiki, A. and Takayabu, Y. N. (2007a) *Mon. Wea. Rev.*, **135**, 3325-3345.

Seiki, A. and Takayabu, Y. N. (2007b) *Mon. Wea. Rev.*, **135**, 3346-3361.

Takayabu, Y. N. *et al.* (1999) *Nature*, **402**, 279-282.

Takayabu, Y. N. (1994) *J. Meteor. Soc. Japan*, **72**, 433-449.

■一般向けの関連書籍

田中裕二 ほか (2008) *爆笑問題のニッポンの教養 18 人類の明日は晴れか雨か?*, 講談社.

TOPICS テクトニクス

ヒマラヤ山脈の上昇とモンスーン ~そのリンケージを探る~

京都大学 大学院理学研究科 酒井 治孝

活動的な大陸衝突帯であるヒマラヤ山脈とチベット高原では、近年、固体地球科学のみならず、大気・海洋科学の研究者も取り込んで学際的なプロジェクトが次々に実施され、地球科学研究のフロンティアとなっている。そこでは地球科学の第一級の課題を解決すべく、各国が協力して精力的に研究が押し進められている。一番目の課題は、ヒマラヤ・チベット山塊の上昇・削剥とモンスーンの発生・変動、および新生代を通じた地球の寒冷化とのリンケージである。もう一つは、チベット高原の中部地殻が大規模に部分融解した成因、およびその山脈の上昇や大陸地殻の変形とのリンケージである。これらの課題について、現在行われている研究とその成果の概要を紹介する。

衝 突帯研究のフロンティア

造山帯の成因の解明は、地質学者や地球物理学者が過去100年以上にわたって取り組んできた大きな研究課題の一つである。プレートテクトニクスとブルームテクトニクスの進展によって、造山帯の形成プロセスとメカニズムについての理解は進んだが、山脈の上昇メカニズムや削剥プロセス

などについては、未解決の問題が多い。ヒマラヤ山脈はそれらの問題を解明するための絶好の研究対象である。なぜなら、インド亜大陸の衝突は過去約5500万年間継続しており、その結果ヒマラヤ山脈は上昇を続け、アジア大陸内部では変形と破壊が現在も続いているからである。『現在は過去を解く鍵である』というJ. ハットンの言葉になら

うと、「現在の衝突帯ヒマラヤの研究は、地球史上で繰り返し起こった大陸衝突という事件を解く鍵である」と換言することができる。

ヒマラヤ山脈とその背後のチベット高原で現在進行中の地殻変動に関する理解は、この山塊を南北に横断する地球物理学的探査プロジェクト (INDEPTH) やGPS観測網を利用した測地学的研究によって、飛躍的に進みつつある。例えばINDEPTHによって、インドプレートの北端はチベット高原の中央部北緯32°付近の地下まで達していることや、チベット高原南部の中部地殻(深度15~60km)が南北幅225km以上にわたって大規模に部分融解しており、その南方延長は大陸縫合帯を越えてヒマラヤ北斜面に達していることが明らかにされた(図1)。

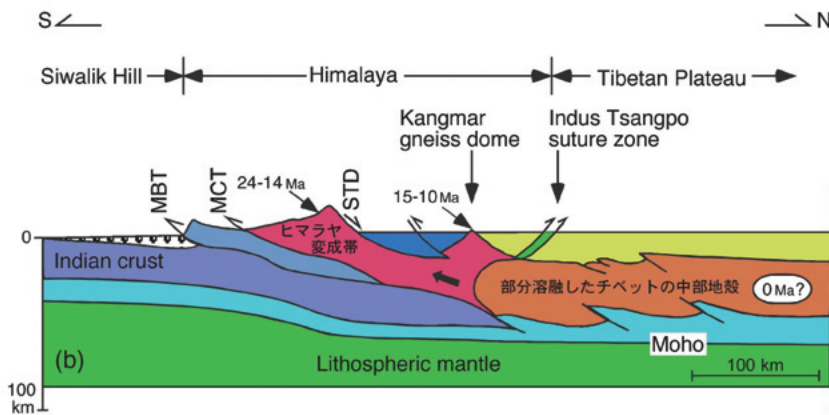
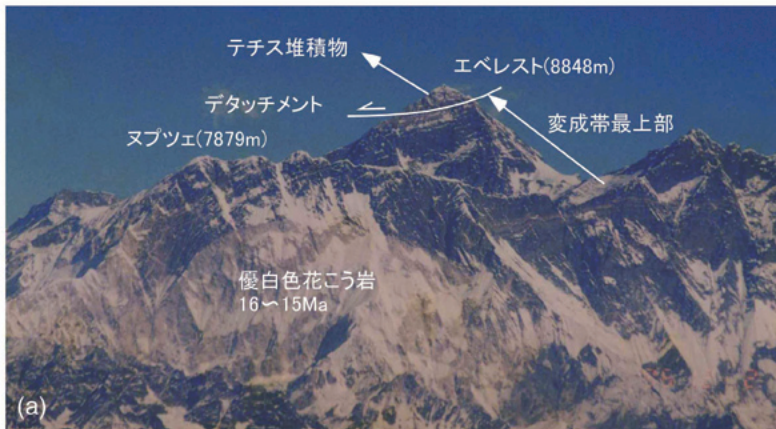


図1 (a) エベレスト山塊の南壁に露出する変成岩と優白色花崗岩は、(b) 部分融解したチベットの中部地殻が南方に流動的に押し出された結果形成されたものと考えられている。

ヒマラヤとモンスーン、そして新生代の寒冷化

一方、ヒマラヤ山脈とチベット高原の誕生は、地球上の大気循環や気候システム、そして新生代の寒冷化にまで影響を与えたと考えられており、固体地球表層の大地形の変化と大気・海洋システムとの間のリンケージの解明を目指して、様々な学際的な研究が行われている。「ヒマラヤ・チベット山塊が存在するからモンスーンという気候システムが誕生した」という仮説は、近年の気候モデルを使った数値シミュレーションの精度の向上によって、ますます確かなものになってきている (Kitoh, 2004)。ではいつ頃モンスーンという気候システムは誕生したのだろうか？ またモンスーンという風系を生み出すほどヒマラヤ・チベット山塊が高くなったのは、いつのことだろうか？ この問題に答えるために、地質学者は陸上の前縁盆地の堆積物や化石などを対象として研究を行うと同時に、オマーン沖のアラビア海やベンガル深海扇状地の堆積物を掘削して研究を進めてきた。海陸双方の異なる地域で、全く異なった手法を駆使して研究を行った結果、

8 ~ 7 Ma (Ma: 100 万年前) までにはヒマラヤは現在の高度に達し、現在と同じ程度のモンスーンが誕生していたという共通の見解に達することができた。またベンガル深海扇状地末端の掘削コアの分析から、10.9 Ma と 0.9 Ma に堆積速度が急激に増加すると同時に、粘土鉱物の組成や粒径が変化しており、それはグレートヒマラヤの急激な上昇を表すものと解釈された (酒井, 2005)。

ところが 2000 年頃から、ヒマラヤ山脈もチベット高原も 8 Ma より以前の 10 ~ 15 Ma には現在の高度に達していた、というデータが次々に報告されるようになった。チベット高原の古標高に関しては、陸成層中に含まれる炭酸塩の酸素同位体比の研究から、少なくとも 35 Ma 頃には 4000 m 以上に達していたという見解が出されるに至り (Rowley and Currie, 2006)、モンスーンの開始時期については始新世にまで遡って再検討する必要が出てきた。

地球規模の気候変遷史という観点からも、ヒマラヤ・チベット山塊の上昇に伴う風化・堆積作用の役割が注目されている。研究を先導している仮説は、Raymo and Ruddiman

によって 1992 年に提唱された Uplift Weathering Hypothesis (大気の CO₂ 濃度と山脈の隆起・風化の相関仮説) である。この説によると、ヒマラヤ・チベット山塊の上昇に伴いモンスーンが強化され、降水量が増加したことによって炭酸塩岩の化学的風化が促進され、大気中の CO₂ が減少し、その結果、新生代を通じて地球規模の寒冷化が進んだというのである。そこで、ヒマラヤ・チベット山塊の現在あるいは第四紀の風化・浸食量とその変化を推定し、ヒマラヤ山脈の上昇開始以来の風化・浸食量を求め、それが寒冷化を引き起こすに十分な CO₂ を消費し得るか否かを検証する研究プロジェクトが進行中である。

ナ ップの前進・冷却とヒマラヤの誕生

私たちの研究グループでは、これら地球科学の第一級の研究課題の解明を目指して、二つの研究プロジェクトを実施してきた。一つはヒマラヤの変成岩ナップの前進・冷却プロセスからヒマラヤの上昇史を解明することを目的とした、「ヒマラヤのナップと上昇プロジェクト」である。もう一つは、最近 200 万年間のヒマラヤ前縁山地の上昇史とインドモンスーン変動史の構築を目指した、「古カトマンズ湖掘削プロジェクト」である。

ヒマラヤ山脈はどのようなプロセスを経て、いつ対流圏界面に達するような現在の高度に達したのだろうか？ この問題を解明するために、私はヒマラヤの変成岩ナップに注目した (図 2)。ナップとは 19 世紀末にアルプスで発見された地質構造であり、低角衝上断層に沿って上盤の地塊が水平に移動し、下盤の地塊を構造的に覆った地質体のことである。アルプス型の造山帯および圧縮型のプレート境界に特徴的な構造であり、アルプスでは最大 165km も水平移動したことが知られている。ヒマラヤ山脈の地質構造を特徴づけるのも変成岩ナップであり、その水平移動距離は少なくとも 80 km 以上と見積もられてきた。

私はネパールヒマラヤで、厚さ 10 km に達する変成岩ナップが中新世の蛇行河川堆積物を覆っていることを発見した。蛇行河川堆積物はナップの先端から約 80 km 北まで分布しており、その上部はナップの熱と圧力によって弱く変成し、白雲母を生じていた。蛇行河川堆積物は、現在のガンジス平原の氾濫原のような標高数百 m のところに堆積したものであることから、厚さ 10 km の変成岩が地上に露出し、前縁盆地の氾濫原上に乗り上げた時には標高 1 万 m を超えるヒマラヤが誕生したことが想定された (酒井, 2005)。また弱く変成した蛇行河川堆積物に

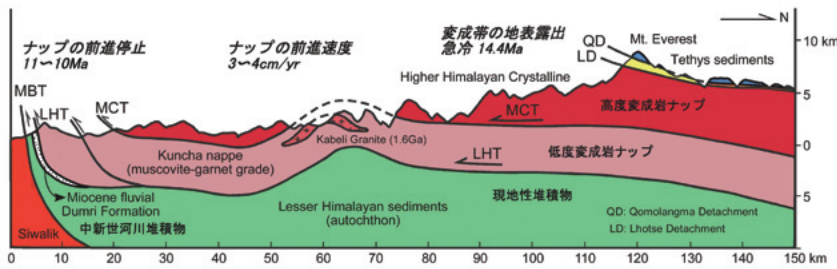


図2 変成岩ナップは南北 120 km 以上にわたってレッサーヒマラヤの堆積物を構造的に覆っている。これまで変成帯は、地表に露出するとすぐに冷却するものと考えられてきた。しかし、変成岩ナップの内部は地表露出後 1000 万年余りにわたって 240℃以上の温度を保っていたことが判明した。

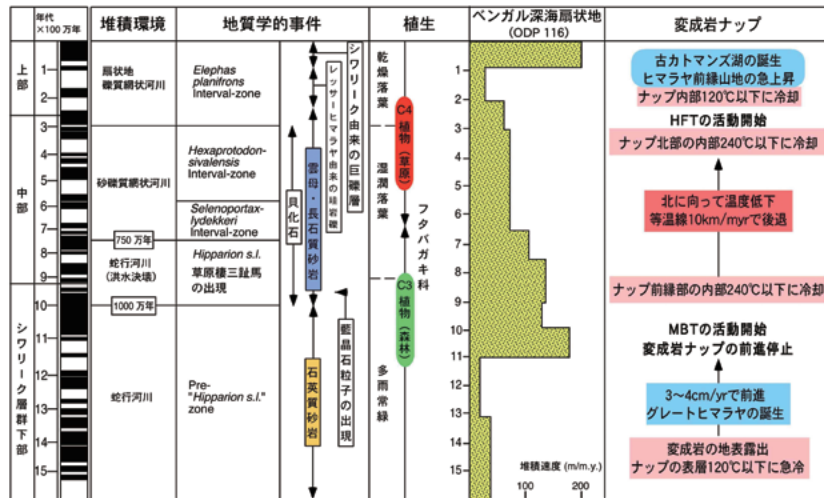


図3 ヒマラヤ前縁のシワリク盆地とベンガル深海扇状地に記録されたヒマラヤの環境変動史と変成岩ナップの運動・冷却史との対応関係。

含まれる碎屑性の鉱物粒子であるジルコンやアパタイトのフィッション・トラック年代や変成鉱物の白雲母の $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年代を測定すれば、熱変成を受けた時期、すなわちナップがその地点に到達した時期を推定することができる。さらに変成岩ナップを南北に横断する測線に沿って同様の年代測定をすれば、ナップの運動速度を求め、冷却史を明らかにすることができるはずである。

変成岩ナップと地殻流動・押し出し

このような作業仮説に基づき、共同研究者とともに変成岩ナップの熱年代学的研究を行った。その結果、変成岩は 22 Ma 頃に急激に上昇を開始し、14.4 Ma には地表に露出、その後引き続きナップとして年間 3 ~ 4 cm の速度で前進を続け、11 ~ 10 Ma までに現在の位置に達し運動を停止したことが明らかになった (酒井, 2005; 図 2)。また、変成岩ナップの表層部は地表に露出後急速に冷却したが、内部は 8 ~ 3 Ma まで約 240℃以上の温度を保ち続け、3 ~ 0.8 Ma になってようやく約 120℃以下に冷却したこ

とが判明した (図 3)。さらに、南に位置するナップの先端ほど早く冷却し、南から北に徐々に冷却が進み、エベレスト地域ではナップの最下部は 3 Ma に 240℃に、1 Ma によりやく 120℃以下に冷却したことも明らかとなった。

従来の研究では、変成帯は地表に露出するとすぐに冷却してしまふと考えられてきたが、実はヒマラヤの変成岩ナップは、地表に露出後 1000 年以上にわたって高温の状態を保っていたのである。冷却はナップの南端から北端に向かって進んだことから、その熱源は部分融解しているチベットの中部地殻に求めることができる。つまりヒマラヤの核心部を成す変成岩とその延長であるナップは、チベット中部地殻が延性的な側方押し出し (ductile extrusion) を受けた結果形成されたことを示している。

一方、ナップの運動停止時期は、ベンガル深海扇状地から報告された堆積速度が急激に増加した 10.9 Ma と重なっており、それは現在のプレート境界断層 (Main Boundary Thrust: MBT) の活動開始時期とも一致している (図 3)。

100 万年前のヒマラヤ前縁山地の急激な上昇

ではベンガル扇状地のコアに記録された 0.9 Ma の堆積速度の急激な増加は、グレートヒマラヤの急激な上昇に対応しているのだろうか? この疑問については、「古カトマンズ湖掘削プロジェクト」によって解答を得ることができた。

中央ヒマラヤのカトマンズ盆地には、厚さ 600 m に達する河川と湖の地層が堆積している。その湖成粘土層を掘削して得られたコアに含まれる各種環境指標の分析から、過去約 60 万年のインドモンスーン変動史を構築することができた。また湖縁辺部の掘削により、ヒマラヤ前縁山地が 1 Ma 頃に急激に上昇を開始したため、南方山地から土砂が供給されて河川が塞き止められ、湖が形成されたことが判明した (酒井, 2005)。さらにその南方に位置するシワリク丘陵でも、1 Ma 以降、巨礫を含む土石流堆積物が急増する。したがって、ベンガルファンの掘削コアに記録された急激なヒマラヤの上昇は、グレートヒマラヤの上昇ではなくヒマラヤの前縁山地の上昇を示している。

このようにアジア大陸の核心部を成すヒマラヤ・チベット山塊の研究は、近年長足の進歩をしているが、まだまだ未知の領域が多く残されている。ここでは分野横断的なフィールド調査と観測、室内実験、そしてモデルの数値シミュレーションが一体となった学際的な国際共同研究が行われている。しかし日本からの研究者は少ない。確かに政治情勢は不安定で、高山の厳しい自然環境の中での調査・研究は大変であるが、そこから得られる喜びは大きい。もっと多くの若い日本人研究者が、この地球科学研究のフロンティアに加わることを期待している。

—参考文献—

酒井治孝 (2005) 地質学雑誌 (特集号: ヒマラヤ-チベットの隆起とアジア・モンスーンの進化, 変動), 111, 631-724.

Rowley, D. B. and Currie, B. S. (2006) *Nature*, 439, 677-681.

Kitoh, A. (2004) *Jour. Climate*, 17, 783-802.

■一般向けの関連書籍

酒井治孝編著 (1997) ヒマラヤの自然誌, 東海大学出版会。

「カルサイト-アラゴナイト問題」に挑む～分子生物学で迫る生体鉱物学最大の難問～

筑波大学 大学院生命環境科学研究科 遠藤 一佳

自然科学には、昔から研究されてきたにもかかわらず、未解決の問題がいくつかある。地球大気中にいつ酸素が発生したかを巡る19世紀中頃まで遡る論争はその代表だ。これを古さで上回るのが「カルサイト-アラゴナイト問題」である。この生体鉱物学の最難問を解く鍵が貝殻の中の基質タンパク質にあることが最近の研究で明らかになってきた。

200 年来の難問

貝殻やサンゴなど生物が作る鉱物の多くは炭酸カルシウムからできている。同じ炭酸カルシウムの成分でも、結晶構造の違いからカルサイト（方解石）とアラゴナイト（アヲ石）という二つの結晶多形が区別される。アラゴナイトはカルサイトよりも密度が高く、高圧下でのみ安定である。それにもかかわらず、生物は常温常圧下でアラゴナイトを作る。また、どちらの結晶形を取るかは生物種ごとに決まっている。例えば、ウニの棘はカルサイトだが、アサリの貝殻や真珠やサンゴはアラゴナイトだ。

さらに、同一の個体内でカルサイトとアラゴナイトが隣接して作られる場合もある。例えば、カキやホタテガイの貝殻は大部分カルサイトだが、貝柱が付くところはアラゴナイトである。また、真珠貝として知られるアコヤガイの貝殻も、外側の稜柱層はカルサイトだが、内側の真珠層はアラゴナイトだ（図1）。不思議である。なぜだろう。これが「カルサイト-アラゴナイト問題」（以下CA問題と呼ぶ）である。つまり、(1)生物はカルサイトではなく熱力学的に不安定なアラゴナイトをいかにして作るのか、また、(2)カルサイトとアラゴナイトを生物はどうやって作り分けているのか、ということだ。

1927年のPrenantによる総説では、ストロンチウムイオン(Sr^{2+})やマグネシウムイオン(Mg^{2+})などのイオンの存在、温度、濃度、平衡状態との関連など、それまでに唱えられた多くの仮説が古い順に紹介されている。

最古の説はSrがアラゴナイト形成に不可欠だとする「結晶学の父」Haüy（アユイ）の説であり、実に19世紀初頭まで遡る。時代は下って1951年には炭酸脱水酵素や貝殻基質タンパク質が結晶多形を制御するとした説がそれぞれ提唱され、現在までに検討されてきた仮説の大枠がすべて出揃った。

と 今まで分かっているか

温度が結晶多形に影響する（高温ほどアラゴナイトを形成しやすい）ことはよく知られている。このことから逆に、貝殻化石中のカルサイトとアラゴナイトの量比から過去の海水温が推定できる。また、 Mg^{2+} や Sr^{2+} などのイオンも結晶多形を大きく左右する。2000年には原子間力顕微鏡を用いた研究により、 Mg^{2+} がカルサイトの結晶成長を阻害するのは、結晶中に Mg^{2+} が不純物として取り込まれてカルサイトの溶解度を上げるためであることが解明された。現在の海水のように Mg^{2+} が多く存在する状態では、カルサイトよりアラゴナイトの方が沈殿しやすい。これは、カルサイトには Mg^{2+} が取り込まれて溶解度が上がるが、アラゴナイトにはイオン半径の都合上 Mg^{2+} が入らず溶解度が変化しないため、結晶の形成と溶解の速度論的な兼合いから準安定なアラゴナイトが形成されると理解できる。つまり、CA問題の半分（上述の(1)）は解決したと言える。

しかし、まだ(2)の問題が残っている。温度やイオンの影響は大きいですが、それだけ

で観察事実は説明し尽くせない。この現象は明らかに遺伝的に制御されているのである。

1996年にCA問題に一つの転機が訪れた。貝殻基質タンパク質が結晶多形を制御することを示す実験結果がイスラエルのグループと米国のグループから相次いで報告されたのだ。すなわち、カルサイトとアラゴナイトの貝殻から抽出された水溶性タンパク質によって、それぞれカルサイトとアラゴナイトの形成が誘導されたのである。しかし、ここで用いられたタンパク質は未精製の混合物であり、具体的にどのタンパク質がどのように働いているのか不明であった。貝殻基質タンパク質は分離・精製が極めて難しく、アミノ酸配列の研究も遅れていた。だが、同じ1996年に、アコヤガイの真珠に含まれる貝殻基質タンパク質の一つであるナクレインのアミノ酸配列が日本のグループによって決定されたことを皮切りに、次々と貝殻基質タンパク質のアミノ酸配列が知られるようになった。

ア スペインの発見

そのような中、アミノ酸配列が解明されたアコヤガイの貝殻基質タンパク質

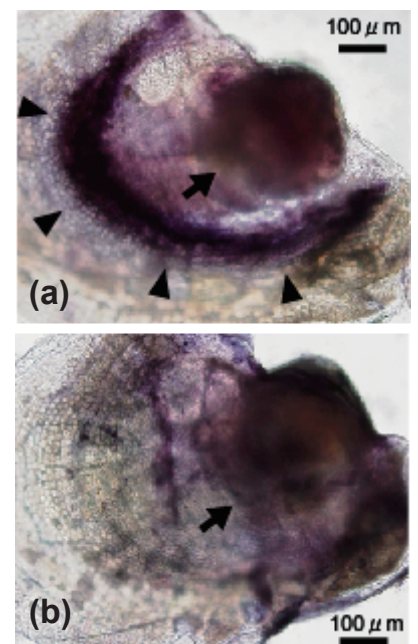


図2 アコヤガイにおけるアスぺイン遺伝子の発見。(a)アスぺイン特有の塩基配列を検出してその分布を紫色に染めたもの。稜柱層（カルサイト）の場所に対応する外套膜縁辺部（矢印の示す帯状部分）で発見が見られる。(b)別の染色による対照実験（ネガティブコントロール）。殻頂部の発色（矢印）はアスぺインのものでないことを示す。

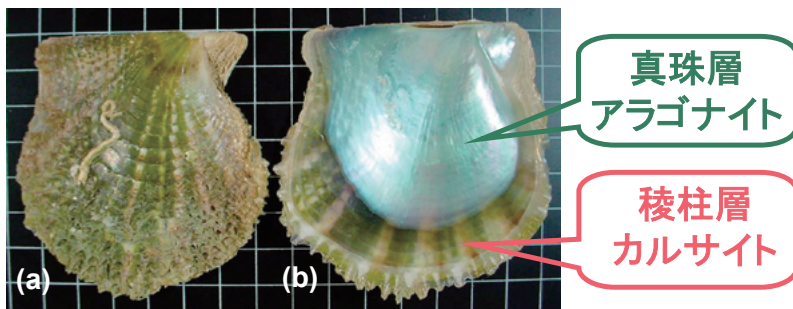


図1 アコヤガイの(a)右殻外面と(b)左殻内表面。外側の稜柱層と内側の真珠層は直に接している。マス目は1cm。

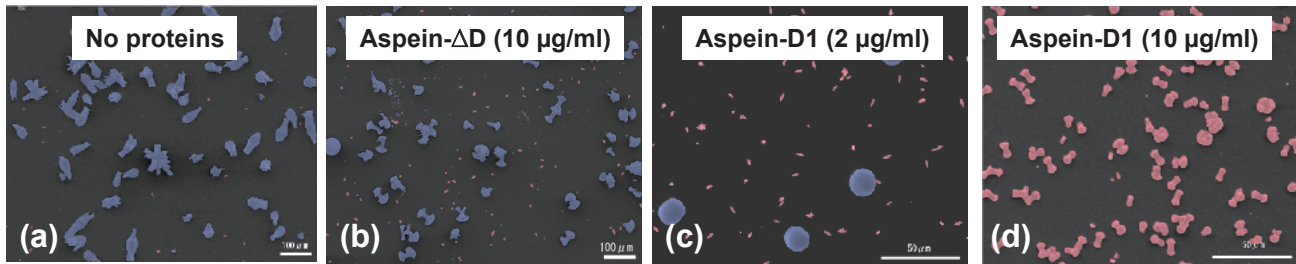


図3 アスぺイン添加によるカルサイト形成の誘導。アラゴナイト結晶を青に、カルサイト結晶を赤に着色してある。以下の条件で結晶を沈殿させた。(a) アスぺインなし、(b) Dドメイン(アスパラギン酸の多い領域)を欠くアスぺイン(10 μg/ml)、(c) Dドメインを持つアスぺイン(2 μg/ml)、(d) Dドメインを持つアスぺイン(10 μg/ml)をそれぞれ添加。

の一つ、アスぺイン(Aspein)の遺伝子発現パターンを調べたところ、興味深いことが分かった。アスぺイン遺伝子は、貝殻を分泌する外套膜の外縁部、すなわちカルサイトでできた稜柱層に対応する部分でのみ発現していたのである(Tsukamoto *et al.*, 2004; 図2)。アスぺインは394個のアミノ酸から成り、その内の60%を酸性アミノ酸のアスパラギン酸が占める超酸性タンパク質である。タンパク質の酸性/塩基性の強さの目安となる等電点のpHは1.45であり、この値は理論値としてはこの世で知られるタンパク質で最も低い。

貝殻の有機基質を分析すると大量のアスパラギン酸がしばしば検出されるため、アスパラギン酸を多く含む酸性タンパク質は、貝殻基質の重要な構成要素だと昔から考えられてきた。酸性タンパク質は生理的pHで負に荷電するため、Ca²⁺イオンと相互作用できる。1975年には、アスパラギン酸が一つ置きに配置して炭酸カルシウム結晶中のCa²⁺イオンと立体的に対応するという酸性基質タンパク質の有名なモデルが提唱された。しかし、実際にアミノ酸配列が解明され、その存在が確かめられたのは、ホタテガイのMSP-1が最初である(Sarashina and Endo, 1998)。

MSP-1はアスパラギン酸を20%含む酸性糖タンパク質であり、カルサイト中から得られた。だが、上述の通りホタテガイの貝殻は大部分がカルサイトのため、CA問題に取り組む材料としては不向きだ。そこで、貝殻がカルサイトとアラゴナイトの両方から構成されるアコヤガイを用いて、MSP-1の配列を基に芽づる式にアスぺインを得たのである。その後、アスプリッチ、カスパルティン、MPP-1などアスパラギン酸を多く含む酸性基質タンパク質が二枚貝類(翼形類)の各種から見つかったが、これらも例外なくカルサイトのみに含まれることが分かった。

アコヤガイの稜柱層(カルサイト)だけに発現する基質タンパク質には、アスぺインの他にもMSI31やプリズマリン-14などがある。

しかし、これらのタンパク質はアスぺインとは異なり不溶性であるため、結晶成長の制御には直接関与せず、稜柱の壁や床などの枠組みとして使われていると考えられる。透過型電子顕微鏡を用いた観察から、アコヤガイの稜柱を構成する結晶は、この枠組みの中に浮かぶ有機質の薄膜(エンベロープ)の中で析出し成長することが示されている。この薄膜はアミノ酸組成がアスぺインと酷似しており、アスぺインがその主成分である可能性が高い。

また、MSI60やN16など真珠層(アラゴナイト)だけに発現するタンパク質も知られる。だが、ここで一つ重要な点がある。アコヤガイを始めとする海生貝類では、貝殻を作る母液である外套膜外液に現在の海水と同レベルの高い濃度のMg²⁺が含まれているのである。つまり、先に述べた理由から、アコヤガイ(やその他の海生貝類)では、何もしなくてもアラゴナイトが沈殿するのであり、タンパク質を用いてわざわざアラゴナイトを作る必要はないと考えられる。

タンパク質によるコントロール

以上述べた事実は、アスぺインが結晶多形の制御因子であることを強く示唆する。そこで、このことを検証するために、試験管内での結晶合成実験を行った。天然のアスぺインは現在でも精製が困難なため、遺伝子組換えで得たタンパク質を用い、結晶を沈殿させる母液としてアコヤガイの外套膜外液の組成を模したMg²⁺を含む水溶液を用いた。その結果、アスぺインを加えると、通常ならばアラゴナイトが沈殿する水溶液からカルサイトが沈殿すること、つまりアスぺインにはカルサイト形成誘導能があることが示された(Takeuchi *et al.*, 2008; 図3)。

では、どうやってカルサイト形成を誘導するのだろうか。可能性は少なくとも二つある。一つはカルサイト結晶と立体化学的にフィットすることで結晶核形成の自由エネルギーを低下させている可能性。もう一つは、局所的に外套膜外液のMg/Ca比を低下させて

上述の速度論的効果で誘導している可能性である。アコヤガイの稜柱結晶は結晶化する前に非晶質の段階を経るという最近の観察事実や、ポリアスパラギン酸のCa²⁺吸着能力がMg²⁺吸着能力の10倍以上であることから、後者が強く支持される。

地 球進化との関連

アスぺインの発見によって、200年来のCA問題も解決の兆しが見えてきた。結晶多形の制御因子の特定に関しては、遺伝子発現を抑制する手法を用いた生体内での貝殻基質タンパク質の機能解析が決定的な情報を提供するだろう。結晶多形の制御メカニズムもさらなる検討が必要だ。

また、アスぺイン等を含む貝殻基質タンパク質は一般に進化速度が速く、遺伝子重複、収斂進化などダイナミックな進化を経てきたことも分かってきた。一方、これらの生物を育ててきた海洋も、地質時代を通じてCa²⁺やMg²⁺の濃度を始めとする化学組成を大きく変化させてきたようである。このような地球環境の変化と生物進化の関連は今後の最重要の課題である。CA問題を巡る謎は尽きない。

—参考文献—

Sarashina, I. and Endo, K. (1998) *Am. Mineral.*, **83**, 1510-1515.

Tsukamoto, D. *et al.* (2004) *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, **320**, 1175-1180.

Takeuchi, T. *et al.* (2008) *FEBS Lett.*, **582**, 591-596.

一般向けの関連書籍

渡部哲光(1997) *バイオミネラリゼーション—生物が鉱物を作ることの不思議*, 東海大学出版会。

nature
geoscience VOL.1 NO.4 APRIL 2008
メディアから注目を浴びた
2008年 Nature Geoscienceの記事

- 10月27日 地球工学的計画の順位づけ
- 10月20日 最終的に炭素は台風で収納される?
- 10月13日 泥炭の炭素損失
- 10月6日 プレートの間のくさび
- 9月29日 人工的な窒素肥料の100年
- 9月29日 地下水水位が陸地の気候への応答を決定している
- 9月29日 海面下の海洋温暖化による氷河の加速
- 9月22日 人類が火を支配したとき
- 9月1日 急速な古代の海面上昇
- 8月25日 プリウムモデルに衝撃?
- 8月25日 氷河と河川の栄養素
- 8月25日 北極域の炭素貯蔵庫の定量化
- 8月2日 急激な気候変化の時機
- 7月28日 地球に酸素を供給した超大陸
- 7月21日 自然災害の軽減
- 7月21日 将来の豪雨
- 7月12日 東南アジアのヒ素危険度マップ
- 7月12日 大量絶滅が支配する貝殻
- 6月30日 地滑りが氷河を前進させる
- 6月30日 海洋メタン生産
- 6月23日 陸と海での炭素捕捉
- 6月16日 氷河深層水の流れを測る
- 5月31日 温暖で塩分の高い白亜紀の海洋
- 5月26日 地震を起こす
- 5月26日 モデルと調和的な大気上層温暖化の観測
- 5月19日 温暖化した地球では大西洋のハリケーンは少なくなる
- 5月12日 氷河が深く切り裂く
- 5月12日 地下のプレートの跡をたどる

(下記のウェブサイトから上記記事の要約を無料で読むことができます)

So what are you waiting for ?

Nature Geoscience 2008年最後の特別価格で新規定期購読のお申込みを!

nature
geoscience

個人 新規 定期購読 郵便振込/クレジットカード

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**

2008年12月15日まで

お申込み、記事の要約はこちらから www.naturejpn.com/jguf  nature asia-pacific

「新しい地球学——太陽・地球・生命圏相互作用系の変動学」

渡邊誠一郎, 檜山哲哉, 安成哲三 編
名古屋大学出版会
2008年3月, 360p.
価格 4,800円 (本体価格)
ISBN 978-4-8158-0590-6



東京大学 気候システム研究センター 佐藤 正樹

本書は、名古屋大学での21世紀COEプログラム「太陽・地球・生命圏相互作用系の変動学」における成果と到達点をこれから学ぶ人々に示したものである。新しい地球学とは、太陽・地球・生命圏相互作用 (Sun-Earth-Life Interactive System: SELIS) という概念のもとで、細分化した地球科学の統合化をもくろむものとされている。本書はこの野心的な試みの成果といえる。

昨今、地球科学の統合化・総合化の動きが様々な方面で企てられている。最近の一つの大きな流れは、「地球システム統合モデル」の構築であり、世界の主要な気候モデリングの研究機関で進められている。すなわち、大気海洋結合大循環モデルを核とし、氷床、炭素循環、生態系モデルなどを付加していくことで、地球システムを数値的に統合的に解こうとするものである。名古屋大学での試みは、このような複雑な数値モデルによるシミュレーションよりもむしろ、地球システムの挙動の理解や基礎を重視しているかのように見える。たとえば、第3章 (SELISのモデリング) では、大循環モデルの重要性を説きつつも、複雑モデルとシンプルモデルの相補性を力説しており、アイスアルペド

フィードバックやデジザーワールドについてシンプルモデルによる説明に多くのページを割いている。このような重点の置き方は、大学とミッションをもった研究機関との差異によるものであり、SELISを特徴づけるものといえることができるだろう。

異なる分野間の統合化や連携はなかなか時間がかかることで、簡単には成果が出てこない。5年程度の一過性のプロジェクトで新しい学問を創出しようというのは無理な話で、もしそれが継続されなければ蒔かれた種はすぐに枯れてしまうだろう。統合化を目標にしたプロジェクトの多くは、それを見越して実態は総花的な別個の研究の羅列で終わる場合が多いにも関わらず、名古屋大学の試みは、理解のレベルで統合化をめざしたものとして、注目に値する。十分な分量の序章 (SELISの理解) と、統合化の実践としての第3章は、本書の特色を最もよく表している。

本書のようにさまざまな分野の話題を一冊にまとめようとした場合の、もうひとつの懸念は、異なる専門分野のための入門書というエクスキューズのもとに、それぞれの記述が初歩レベルに止まり、教科書のイントロ

を集めたに過ぎなくなりかねないことである。本書では、そうならないための配慮が伺われる。それぞれの分野の記述に関して、従来とは異なった切り口、特にSELIS的な視野で記述しようとする意欲が伺われる。たとえば、第1章 (SELISの動態把握) の読者と同じ専門分野の節を見れば、そこには、著者らの意気込みが感じられるだろう。また、読者と異なる専門分野の記述は、確かに入門書として便利である。必ずしも網羅的な記述がされているわけではないが、入門者に大づかみな指針を示してくれている。

もちろん、本書での統合化・総合化が発展途上であることは、目次をみれば一目瞭然である。第2章 (古環境記録から見たSELIS) には、節のタイトルに琵琶湖やバイカル湖という固有名詞が見られ、専門外のものから見ると妙な感じを受ける。本書では、これらの具体例を通じて、古環境記録の復元プロセスの難しさが示されている。このことは、地球全体の古環境についての一般化した記述が整理されるのはまだ先であろうことを伺わせる。

現時点では名古屋大学での21世紀COEに続く (Global-COE等による) プログラムの継続が定かではないため、この企てが継続的に発展するかは未知数である。一過性の試みに終わるのか、あるいは本プログラムの参加者がSELIS的な思考をもってさらに推進させるのか、SELISの今後の展開をみていきたい。いずれにしても、本書は現時点での到達点を示すものとして、十分に価値がある。序章でも述べられているように、地球環境問題は、地球科学統合化・総合化のための今日的な要請と視点を我々に与えており、この流れは今後も止まることはないからである。

新しい地球学

太陽・地球・生命圏 相互作用系の変動学

渡邊誠一郎・檜山哲哉・安成哲三編

人間圏を含むシームレスなシステムの過去と現在を、観測・モデルの両面から把握する、これからの「地球学」のための先駆的テキスト。 5040円



土壌圏と地球温暖化

木村真人・波多野隆介編 陸域最大の炭素貯蔵庫である土壌が、大気中の温室効果ガス濃度を制御している様子について、実例に基づき述べる。 5250円

東アジアモンスーン域の湖沼と流域

水源環境保全のために 坂本充・熊谷道夫編 地球温暖化による気候変動や人間活動が湖沼・流域環境に与える影響を、幅広い視野から探る。 5040円

北極圏の大気科学

エアロゾルの挙動と地球環境 岩坂泰信編 極地大気中のオゾンの様相や、その破壊に関わるエアロゾル粒子の動態と役割を明らかにする。 6825円

〒464-0814 名古屋市中区不老町名大構内

名古屋大学出版会

☎ (052) 781-5353/FAX (052) 781-0697
http://www.unp.or.jp 宅記可

日本地球惑星科学連合の新しい出発に向けて



日本地球惑星科学連合運営会議議長
木村 学 (東京大学)

11月13日の評議会において、日本地球惑星科学連合が一般社団法人そして公益法人をめざすことで意思が統一され、登記へ向けた最終段階に入りました。ここであらためて地球惑星科学関係者の皆さまにご協力をお願いしたいと思います。

今回、連合を法人として衣替えさせるのは、単に連合の組織的整備を行い法的存在として明確化するということではありません。将来構想委員会に答申いただきましたように、これまでの分野を超えた学術的な交流に加えて、我が国における地球惑星科学の活動主体へとさらに脱皮することが大きな目標としてあります。しかもそのことを、連合加盟学協会との共存共栄によって成し遂げようという壮大な構想です。

連合の法人化が、いまなぜ重要なのでしょうか。世界人口の大爆発と人間活動に起因するグローバルスケールでの地球環境問題、資源エネルギー及び食料枯渇問題は世界の経済に激震を走らせながら、突破口を探して迷走を続けているように見えます。あらゆる科学と技術がこれらの問題の解決への道筋を示すことが期待されています。その中であって、私たち地球惑星科学コミュニティは、この地球について最も良く知る教育研究者集団であると自負しております。したがって、私たちに、この地球の歩んで来た道と現在の姿を解き明かし、いまこ他の学術分野にはまねのできない力を発揮するという、地球と人類の未来を照らす崇高な使命を帯びているのです。

私たちは、三年前、このような自覚のもとに、明治の黎明期以来、一世紀以上の長きにわたって地球物理学、地質学、地理学などに分かれていた分野間の垣根を超えて、「知りたい」と「役に立ちたい」というそれぞれの内なる意思を統一して、日本地球惑星科学連合を発足させました。そしていま再び、このコミュニティを日本社会に一層広く深く根を張ったものにし、同時に世界をリードする一極へと成長させるべく、新しく衣替えしようとしているのです。

このコミュニティの発展の鍵は、ここに集う皆様一人一人、そして学協会ひとつひとつの、大きな目標に向かっての一致した積極的活動以外にはあり得ません。連合の一般社団法人としての登記が済み次第、ただちに会員の斉登録が開始されます。また、団体社員としての学協会の登録も開始されます。新しい連合の組織としての衣は完全なものではありません。目標に向かってより機能的なものへと進化させる原動力は、そこに集う皆様の多様な知恵と積極的な行動です。

新しい日本地球惑星科学連合は、以下の3つの柱となる事業を軸として活動を発展させます。

第一の柱は、より高い峰と広い裾野をめざす学術研究活動の推進です。この事業は連合大会と学術雑誌の充実によって展開されます。内外からの参加者のニーズを満たすための大会における会員提案型及び学協会提案型の多様なセッションの開催、展示コーナーの一層の充実等をはかります。新たに設けられるユニオンサイエンスボード、セクションサイエンスボードと大会プログラム委員会の連携によって、ユニオン、スペシャル、レギュラーなどの大会プログラムを適切にアレンジし、参加者にとって最大限のメリットが得られる

ように配置します。また、すべてを英語で運営する国際セッションを、当面全体の20%を占めるよう目標を定め、アジアをはじめとする多くの外国からの研究者が参加できる体制を整えます。AOGS, AGU, EGUをはじめとする各国あるいは地域別に活動する地球惑星科学の連合体との連携を一層すすめて、国際的なリーダーシップを確立します。さらに、これまで個別の学協会の努力で発行されて来た、日本発の国際学術雑誌の一層の充実と影響力強化を支援するとともに、コミュニティ全体をカバーする国際誌の新たな発行を模索します。

第二の柱は、広く国民と社会に地球惑星科学を普及し、後継者の育成をはかるための広報・普及・教育事業です。連合大会時における一般向け講演会、高校生セッションの一層の充実、高校生を対象とした国際地学オリンピック・国際地理オリンピック事業の支援をはじめ、これまですすめて来たさまざまな事業の一層の充実をはかります。さらに、連合加盟学協会や研究教育機関とも連携して、マスコミの活用、Webサイトの充実をはじめ、広報普及事業の展開をはかります。また、とくに地球惑星科学分野の後継者育成のために、高度な専門性に秀でた集団の集まる学協会や研究機関に、連合大会における展示ブースの優先的設置の機会を提供し、また特別セミナーなどの開催もお願いする予定です。

第三の柱は、広く社会からの期待に応え、地球惑星科学コミュニティからの発信力を増すための社会貢献活動です。地球環境問題、資源エネルギー・食料・水資源等の枯渇問題、大規模自然災害対策、健全な宇宙空間利用政策や月惑星探査計画、適切な地球観測システム構築など、この分野の専門的学術者集団として、政策決定者へ適切な提言、パブリックコメント要請に対する適切な応答は連合の持つ重要な社会的責任です。日本学術会議地球惑星科学委員会とも協力して効果的に行っていく考えです。また、突発自然災害などにおける学協会等の緊急調査出動に対しても支援体制を取り、効果的な成果があがるよう支援します。

初等～高等教育に至る日本における自然科学教育のあり方、深刻化するポスドク問題対策、大学における地球惑星科学及び地球環境教育のあり方と後継者育成に関する検討と適切な提言などに関して、すぐに行う行動の開始も極めて重要です。

これらについては、関連する学協会および法人化後の連合に設置される学協会長会議と連携しながらすすめます。また日本学術会議地球惑星科学委員会に対応する責任窓口として、日本学術会議におけるこれらの課題の検討と密接な連携をはかりながら、実効性のある社会貢献活動をすすめます。

これらは数万人が結集する新しい日本地球惑星科学連合の壮大な事業です。一人二人ではできない事業ではありません。しかし、連合に参加される個人会員、団体会員の学協会の皆様が、参加者としての「客体」から「活動主体」へとその立ち位置をちょっと変えていただき、わずかでも多くの人の知恵と力が結集されれば、“Yes! We can!”なのです。

一般社団法人としての登記を速やかに済ませた後の次なる目標は、上に述べた事業の柱を詳細に設計し、2009年3月末までに公益法人としての申請を行い、新しい連合の事業をいよいよ本格的に展開することです。

皆様の強いご支援とご協力を改めてお願いする次第です。

学術会議だより ～第21期学術会議始動～

日本学術会議は、10月1日より、第21期の新しい活動を開始した。10月3日開催された第1回地球惑星科学委員会において、以下の内容が決定された。(1)地球惑星科学委員会は7名の会員+57名の連携会員から構成され、最高の意志決定機関とする、(2)地球惑星科学委員会の下に、地球惑星科学企画分科会、地球惑星圏分科会、地球人間圏分科会、社会貢献分科会、国際対応のいくつかの分科会(国際対応分科会を含む)をおく、(3)国際対応に関しては国際対応分科会の下に小委員会をおく、(4)日常的な方針決定などは、地球惑星科学企画分科会においておこなう。企画分科会委員は、会員のほか、地球惑星圏分科会、地球人間圏分科会、社会貢献分科会の3つの分科会の役員各1名、日本地球惑星科学連合議長、日本地球惑星科学連合国際対応担当の12名から構成する。連合国際対応担当が連携会員でない場合は、オブザーバー参加とする、(5)地球惑星科学委員会、地球惑星科学企画分科会委員長は平朝彦、企画分科会副委員長は岡部篤行、幹事は北里洋・永原裕子とする。



日本学術会議 地球惑星科学委員会委員長
平朝彦 (海洋研究開発機構・理事)

専門分野: 地質学, 地球深部探査船「ちきゅう」の運用
略歴: テキサス大学博士課程終了, 高知大学助教授, 東京大学海洋研究所教授を経て, 2002年より海洋研究開発機構地球深部探査センター長, さらに同機構理事, 2007年日本学士院賞, 第20期日本学術会議委員。

日本学術会議とこれからの地球惑星科学

2008年10月より3年間、日本学術会議の第21期が始まりました。私は今回、分野別委員会の一つ、地球惑星科学委員会の委員長を務めることになりました。どうぞよろしく申し上げます。

ご存知のように日本学術会議は、第20期において、従来の専門分野別の利益を代表する研究者の集まりから、学術全体としての見解や意向をまとめ、社会にまとまった提言のできる研究者の集まりとして大幅に改革され、行政組織の一つとして内閣府に置かれました。当初は、新しい組織の中での活動の方向性ややり方に戸惑いもありましたが、後半は、ようやく軌道に乗り始め、多くの提言が出されて、その中には社会的にインパクトのあるものもありました。

地球惑星科学委員会においては、入倉孝次郎委員長および河野長第三部幹事の努力によって、国際対応の組織化や課題別委員会への貢献がなされました。また、地球人間圏分科会からの提言、地球惑星圏分科会の記録、社会貢献分科会の記録が作成され、それぞれ、陸と海を繋げた人間と環境の共生のあり方、これからの地球惑星科学の進むべき方向、大学進学に必要な基礎素養確保のための試験制度などについてまとめを行いました。

第21期の日本学術会議は、第20期で検討が不十分であった論点をさらに明確化してゆくと同時に、さらに社会への働きかけをどのように強めてゆくのか、いわゆる提言の実現への道を探ることが強く求められています。まず、第20期での活動結果を基礎に、学術の将来の動向と我が国の未来を見つめる「日本の展望」をここ1年でまとめる作業を行います。これには、分野別委員会と、社会的課題を議論す

る各種委員会が合同で作業を行います。さらにその先には、日本学術会議の我が国における科学技術政策上の位置付けの明確化を行うことが必要となります。総合科学技術会議と日本学術会議は車の両輪とされていますが、未だに、両輪がどのように機能するのか明確ではありません。これを法律で定めることが、今後の学術会議の大きな使命と考えます。これによって、基礎科学の振興、研究者育成、初等から高等までの一貫した教育など、学術振興と大学改革、教育改革が一体となった政策提言が可能になるからです。

地球惑星科学委員会の活動もまた、この大きな流れに沿って実施することが大切です。まず、地球惑星科学の今後の動向を、学術全体の中で位置付けて、必要な方策の実現に関しては、明瞭な意思表示を行ってゆくことが大切です。決して、「圧力団体」に戻れと言っているのではないのですが、地球惑星科学が学術全体にどのような貢献をし、また社会のニーズにどのように答えるのか、より明確にする必要があります。そのために必要な具体的な方策についても、はっきりと打ち出すことが肝心と考えます。地球惑星科学振興の具体的な方策、研究者育成と職場養成のための活動、初等から高等までの一貫した基礎教育体系の構築などが、これから地球惑星科学委員会とその分科会での主な議題となるでしょう。これらは第20期の成果を基にしながら、さらにより具体的な方策を提言してゆくことを意味しています。その提言は、単に地球惑星科学の発展のためだけではなく、学術全体の発展に寄与するものでなくてはなりません。

日本学術会議は、学協会との連携なしには、発展できません。というより、学協会との密接なる連携こそが、学術会議の価値を高め、我が国の科学技術政策上で省庁を超えた「研究者コミュニティー」という集団の声を国と社会に届ける役目が果たせると考えるからです。地球惑星科学委員会は、学協会、とくにそのまとめ役である日本地球惑星科学連合と密接なる関係を持ちながら今後も活動を続ける所存です。皆様とともに、これからの地球惑星科学の発展に寄与すると同時に、学術研究の復権を目指して頑張りたいと思います。



碓井 照子

専門分野: 人文地理学, 地理情報学 (GIS)
略歴: 奈良女子大学大学院地理学専攻修了。奈良大学文学部助手、専任講師、助教授を経て1998年より奈良大学文学部教授。(財)日本測量センター GIS 研究所所長, IGU National committee member. 前 GIS 学会会長, 第20期日本学術会議委員。

私は、第一部(人文社会科学)地域研究委員会に第一所属しており、地球惑星科学

委員会には、第二所属の会員です。専門分野が地理学(人文地理学, GIS: 地理情報システム)であるため、地球惑星科学委員会以外にも環境学委員会、情報学委員会にも所属しております。地球惑星科学委員会では、人文社会科学の視点から地球惑星科学の諸課題に取り組みたいと考えております。特に、関心があるのは災害研究と地球環境問題、そして人材育成です。第20期で

は、課題別委員会にも参加し、「地球規模の自然災害の増大に対する安全・安心社会の構築」(答申・対外報告)や地球・人間圏分科会の「陸域・緑辺海域における自然と人間の持続可能な共生へ向けて」(提言)作成にかかりました。とりわけ、残念であったのが、2008年5月の中国四川省の大地震直後に準備した「頻発する地球規模の自然災害に関する緊急声明」が、日程的な関係

で実現しなかったことです。第21期には、この声明案に記載された理学・工学・生命科学・人文科学を含めた学際的研究、学協会横断的研究の推進、国際共同研究体制の確立と防災分野の国際支援を実現したいと考えております。



岡部 篤行

専門分野：地理情報科学、空間分析・空間統計学

略歴：ペンシルバニア大学博士課程修了。筑波大学講師、助教授、東京大学助教授を経て、1990年より東京大学工学系研究科教授、元東京大学空間情報科学研究センター長、地理情報システム学会会長、第20期日本学術会議会員。

専門は地理学、その中でも地理空間情報科学 (Geospatial Information Science)、とりわけ統計的・計算幾何学的な空間分析を主に研究しています。第20期では、地球惑星科学委員会に属する「地球・人間圏分科会」と「IGU分科会」の委員長を務めました。

「地球・人間圏分科会」は、地球惑星科学の既存の諸学問を礎に分野横断型の「地球・人間圏学」を創り上げようという第20期に産声をあげた新しい分野ですが、その実態はこれから皆さんと創り上げて行かなければならない研究領域です。そう簡単にはできるものではありませんが、その試みとして、第20期においては、この分科会に属する委員の方々の様々な分野の研究相互理解をはかり、一つの共通対象として、「陸域-緑辺海域」に焦点を当てて議論を重ね、「陸域-緑辺海域における自然と人間の持続共生に向けて」という提言をまとめました (<http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/index.html>)。第21期では、これを出発点に、日本地球惑星科学連合の皆様のご意見をいただきながらさらに深め、提言の実現に向けて活動を進めたいと思っておりますので、よろしくお願いたします。



北里 洋

専門分野：地球生命科学、海洋微生物学、深海生物学

略歴：東北大学大学院理学研究科博士課程修了。静岡大学理学部助手、助教授、教授を経て、2002年より、(独)海洋研究開発機構・地球内部変動研究センター・プログラムディレクター (上席研究員)、前日本古生物学会会長、現国際古生物学協会 (IPA) 評議員。

私は、「地球生命科学」という惑星地球と生物との相関・共進化について研究する分野を確立したいと思っています。そのために、日本学術会議では、第三部地球惑星科学委員会に所属しますが、第二部応用生物学委員会にも所属し、第三部理工学と第二部生命科学との間の橋渡しを行う所存です。私は、30数年前に地質学古生物学で

学位論文を書いたとき、地球生命史を理解するためには生物学・生命科学的な研究が必要であることを認識しました。それ以来、地球科学と生物学の二方向から研究活動を行ってきました。そういう意味では、双方の分野がある程度はわかっていると思っています。

地球科学者が生物学・生命科学の研究を行うときに気をつけなければならないことがあります。それは、地球生命史の問題を生物学・生命科学の言葉で理解するという姿勢です。また、生命史の問題を地球惑星科学の言葉で解くことも必要です。若手研究者の中には、地球科学と生命科学の双方の資質を備え、両方の分野を自在に渡り歩いている方が何人もいます。「地球生命科学」の研究を進展させるためには、このようなキメラ人間がもっと増える必要があります。法人化後の日本地球惑星科学連合には「地球生命科学」というセクションが立ち上がる予定だと聞いております。このセクションが、この分野の研究の発展と人材育成の場になることを心から願っております。



中島 映至

専門分野：大気物理学、気候科学

略歴：東北大学大学院理学研究科地球物理学専攻単位修得退学。東北大学理学部技官、助手、助教授、1987年から1990年までNASAゴダード宇宙飛行センター上席研究員、東京大学気候システム研究センター助教授を経て、教授、現在、センター長。

第21期から6年間、会員として活動をさせていただきます。これまで、大気放射過程と雲・エアロゾルの気候影響を研究してきましたが、そのなかで、世界の宇宙機関との共同研究、IPCC等の国際気候研究活動、IAMAS国際放射委員会長として国際学会活動などに参加してきました。その経験から、地球惑星科学という学問分野では、組織的な研究活動や振興活動が非常に重要であると感じていましたので、この機会に、研究と教育を推進する我が国の体制とか仕組みについて意見を発信して行きたいと思っています。特に、地球温暖化等、地球環境問題に関わる施策や巨大な地球観測システムについては、重点施策を支えつつ、同時に将来の新しいサイエンスも作り出さなければならず、難しい舵取りが必要で知恵を出す必要があると思っています。また、この分野ではポストドク問題など、次世代の育成に影響を落とす困難な状況もありますので、その解決にもできる限りのことをしたいと思えます。古い規範が崩れたが、新しいやり方もはっきり見えずという状況ですが、みんなが元気になる方向性を見出したいものです。



永原 裕子

専門分野：惑星科学

略歴：東京大学大学院理学系研究科博士課程修了。東京大学理学部助手、助教授を経て2001年より東京大学大学院理学系研究科教授、Vice President of the Meteorological Society、日本惑星科学会副会長、第20期日本学術会議会員。

地球惑星科学は今、地球という複雑システムの変動と進化、その将来の予測につき、宇宙科学、生命科学、工学、社会科学、人文科学などの領域をまきこんだ巨大な科学に発展しつつあります。また、その成果に対する社会的要請も極めて高くなっています。すなわち、従来の個別学会の枠を超え、日本の地球惑星科学はより多角的な発展を遂げなくてはなりません。その一方で、大学におけるこの分野への進学、大学院博士課程における人材育成については多くの問題も指摘されています。私は第20期の活動のなかで、地球惑星科学分野全体としての現状と今後の課題を認識すること、そのための組織的基盤作りなどをめざしてきました。様々な分野の方々と議論する中で、サイエンスだけでなく、分野として共通にかかえる問題について、「地球惑星科学の現状と課題」という記録にまとめました。第21期においては、その実質性が重要な課題であると考えています。ただしそれは日本学術会議がおこなうことではなく、コミュニティーがおこなうことであり、日本地球惑星科学連合と協力し、日本の学術、特にこの分野の発展に、微力ながら尽力いたしたいと思えます。



安成 哲三

専門分野：気象学-大気水圏科学

略歴：京都大学理学研究科地球物理学専攻博士課程修了。京都大学東南アジア研究センター助手、筑波大学地球科学系講師、助教授、教授を経て、2002年より名古屋大学地球水循環研究センター教授、海洋研究開発機構プログラムディレクター (併任)、前水文・水資源学会会長、日本気象学会理事。

地球惑星科学は、私たちの住む地球と太陽・惑星系の理解を通して、「人間にとって地球とは何か」を問かける学問であると、私は信じています。現在さまざまに議論されている地球環境問題のより本質的な解決には、地球を、大気・水圏・地圏に、生命圏が能動的に作用し進化してきた系として理解しつつ、その系における「人間の位置」とは何かを考究していく態度が必要です。次世代の地球惑星科学は、したがって、物理・化学や生物学の応用科学ではなく、それらの分野を止揚する新しい科学であるべきと考えます。私自身は、古地磁気学の卒論から始まり、その後は気象学・気候学、大気

水圏科学という分野でもっぱら研究を進めてきましたが、興味は常に丸ごとの地球でした。第21期の会員の命を拝した機会に、冒頭の問いかけに新ためて回帰しつつ、日本と世界の地球惑星科学の新たな展開に微力を尽くしたいと考えています。

連携会員の紹介

以下に地球惑星科学分野に属する連携会員の紹介をおこなう。紙面の都合により、氏名、メールアドレス、現職、簡単な専門のみとさせていただきます。

- 安仁屋 政武
筑波大学名誉教授、地理学・雪氷学, maniya@helen.ocn.ne.jp
- 荒井 良雄
東京大学大学院総合文化研究科教授、人文地理学, yarai@humgeo.c.u-tokyo.ac.jp
- 石田 瑞穂
(独)海洋研究開発機構地球内部変動研究センター特任研究員, 地震学, ishida@jamstec.go.jp
- 井上 一
宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究本部長, inoue.hajime@isas.jaxa.jp
- 今脇 資郎
(独)海洋研究開発機構執行役, 海洋物理学, imawaki@jamstec.go.jp
- 入倉 孝次郎
京大名誉教授・愛知工業大学客員教授, 地震学, irikura@geor.or.jp
- 尾池 和夫
財団法人国際高等研究所フェロー, 地震学・地震予知論, oike-kazu@nifty.com
- 大久保 修平
東京大学地震研究所教授・所長, 測地学・固体地球力学, okubo@eri.u-tokyo.ac.jp
- 大久保 泰邦
経済産業省産業技術環境局 技術評価室産業技術総括調査官(評価企画担当), 資源探査・地球熱学, yasui-okubo@aist.go.jp / okubo-yasukuni@meti.go.jp
- 大谷 栄治
東北大学大学院理学研究科教授, 高圧地球物性学・実験鉱物学・実験岩石学, ohtani@mail.tains.tohoku.ac.jp
- 岡田 尚武
北海道大学理事・副学長, 古海洋学・微生物学, okavp@general.hokudai.jp
- 岡田 義光
(独)防災科学技術研究所理事長, 地震学・地殻変動論, okada@bosai.go.jp
- 奥村 晃史
広島大学大学院文学研究科教授, 第四紀学・活断層古地震研究, kojiok@hiroshima-u.ac.jp
- 上出 洋介
京大大学生存圏研究所・特任教授, 太陽地球系物理学, kamide@rish.kyoto-u.ac.jp
- 浦生 俊敬
東京大学海洋研究所教授, 海洋地球化学, gamo@ori.u-tokyo.ac.jp
- 木村 学
東京大学大学院理学系研究科教授, 地質学・テクトニクス, gaku@eps.s.u-tokyo.ac.jp
- 久城 育夫
東京大学名誉教授, 岩石学, ikushiro@r2.dion.ne.jp
- 熊木 洋太
専修大学文学部教授, 地図学・応用地理学, kumaki@isc.senshu-u.ac.jp

- 河野 長
東京工業大学グローバルエッジ研究院特任教授, 地球電磁気学, masarukono@gmail.com
- 高藤 靖二
神奈川県立生命の星・地球博物館・館長, 地質学・堆積岩石学, yssaito@jc4.so-net.ne.jp
- 佐々木 晶
国立天文台電波研究部教授・RISE月探査プロジェクト長, 惑星科学・太陽系探査, sho@miz.nao.ac.jp
- 佐竹 健治
東京大学地震研究所地震予知情報センター教授, 地震学・古地震・津波, s_atake@eri.u-tokyo.ac.jp
- 佐藤 薫
東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻教授, 気象学・大気力学, kaoru@eps.s.u-tokyo.ac.jp
- 柴崎 亮介
東京大学空間情報科学研究センター教授・センター長, 地理空間情報学, shiba@csis.u-tokyo.ac.jp
- 高橋 栄一
東京工業大学大学院理工学研究科・教授, マグマ学・実験岩石学, etakahas@geo.titech.ac.jp
- 高橋 桂子
(独)海洋研究開発機構地球シミュレーションセンターグループリーダー, takahasi@jamstec.go.jp
- 滝沢 由美子
帝京大学文学部・教授, 地理学・地図学, takisan@main.teikyo-u.ac.jp
- 田村 俊和
立正大学地球環境科学部教授, 地理学・地形学・環境変動, tztamura@ris.ac.jp
- 千木良 雅弘
京大防災研究所教授, 地質学・山地解体過程, chigira@slope.dpri.kyoto-u.ac.jp
- 津田 敏隆
京大大学生存圏研究所教授, 大気科学・環境計測, tsuda@rish.kyoto-u.ac.jp
- 鶴田 浩一郎
宇宙科学研究所名誉教授, 地球・惑星磁気圏物理学・惑星上層大気科学, tsurada@blue.ocn.ne.jp
- 富樫 茂子
(独)産業技術総合研究所 評価部 首席評価役, 地球惑星化学・火成岩岩石学, s-togashi@aist.go.jp
- 中田 節也
東京大学地震研究所教授, 火山学・岩石学, nakada@eri.u-tokyo.ac.jp
- 中村 和郎
駒澤大学名誉教授, 地図学・地理学, nakamura3@ab.auone-net.jp
- 西田 篤弘
宇宙科学研究所名誉教授, 宇宙空間物理学・磁気圏物理学, hirosoph@dj.mbn.or.jp
- 野上 道男
京都都立大学名誉教授, 地理学・気候変化の人間の評価/地形学, mnogami@chs.nihon-u.ac.jp
- 長谷川 昭
東北大学名誉教授, 地震学, hasegawa@aob.geophys.tohoku.ac.jp
- 花輪 公雄
東北大学大学院理学研究科教授, 海洋物理学, hanawa@pol.geophys.tohoku.ac.jp
- 浜野 洋三
(独)海洋研究開発機構地球内部変動研究センター上席研究員, 地球ダイナミクス・地球内部電磁気学, hamano@jamstec.go.jp
- 春山 成子
三重大学共生環境学地域保全工学講座田園計画学教育研究分野教授, haruyama@bio.mie-u.ac.jp

- 氷見山 幸夫
北海道教育大学教育学部教授, 環境地理学・環境地図教育・土地利用変化, himiyama@asa.hokkyodai.ac.jp
- 深尾 良夫
(独)海洋研究開発機構地球内部変動研究センターセンター長, 地震学, fukao@jamstec.go.jp
- 藤井 敏嗣
東京大学地震研究所教授, マグマ学・岩石学, fujii@eri.u-tokyo.ac.jp
- 松井 孝典
東京大学大学院新領域創成科学研究科教授, 比較惑星学・アストロバイオロジー, matsui@k.u-tokyo.ac.jp
- 松岡 俊文
京都大学工学研究科社会基盤工学専攻教授, 物理探査・地質情報処理, matsuo@earth.kumst.kyoto-u.ac.jp
- 松本 紘
京都大学理事・副学長, 宇宙電波科学・磁気圏物理学, matsumoto@rish.kyoto-u.ac.jp
- 松本 良
東京大学大学院理学系研究科教授, 堆積学・地質学, ryo@eps.s.u-tokyo.ac.jp
- 丸山 茂徳
東京工業大学大学院工学研究科地球惑星科学専攻教授, 地質学・テクトニクス・生命惑星学, smaruyam@geo.titech.ac.jp
- 三上 岳彦
帝京大学文学部教授, 気候学・自然地理学, mikami@comp.metro-u.ac.jp
- 森田 喬
法政大学デザイン工学部教授, 地図学, morita@hosci.ac.jp
- 山形 俊男
東京大学大学院理学系研究科教授・副研究科長, 海洋物理学・気候力学, yamagata@eps.s.u-tokyo.ac.jp
- 山下 輝夫
東京大学地震研究所教授, 地震学, tyama@eri.u-tokyo.ac.jp
- 坂本 尚義
北海道大学大学院理学研究院教授, 宇宙地球化学・鉱物学, yuri@ep.sci.hokudai.ac.jp
- 若土 正晴
北海道大学名誉教授 海洋物理学, 極端海洋学・地球惑星科学, masaakiw@lowtem.hokudai.ac.jp
- 渡邊 眞紀子
首都大学東京大学院都市環境科学研究科教授, 土壌学・自然地理学, m.wata@tmu.ac.jp
- 村山 祐司
筑波大学大学院生命環境科学研究科地球環境科学専攻空間情報科学分野, mural1@sakura.cc.tsukuba.ac.jp
- 小野 有五
北海道大学大学院地球環境科学研究院, 地理学・環境科学, yugo@ees.hokudai.ac.jp

日 本地球惑星科学連合 新規加盟学協会の紹介*

*2008年11月1日現在 48学協会加盟

陸水物理研究会 (1979年設立)



会長: 徳永英二. 陸水物理研究会は、陸水物理学および関連する諸現象に関する研究を進展させ、それらに関する知識の普及と会員相互の学術交流を目的として活動しております。年1回の総会および研究発表集の開催のほか、研究会誌「陸水物理 研究会会報」の発行を行っております。連合の活動も積極的に支援していきます。

http://rikusui.sci.hokudai.ac.jp/rikuken/

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 大学院理学研究院
附属地震火山研究観測センター**

①准教授1名 ②地震予知を目指し、海域における地震活動や地震発生場に関するテーマを中心に広い視野に立った新しい地球物理学の基礎研究を実施する。全国の関係諸機関と協力し、北海道大学が担当する海域での観測研究および大地震時の観測を主体的に推進できること ③ H21.4.1 以降 ④ H20.12.12 ⑤ <http://www.sci.hokudai.ac.jp/grp/isv/isv-web/koubo0810.pdf>

**北海道大学 創成科学共同研究機構
JAPEX 地球エネルギーフロンティア研究部門**

①特任准教授、特任助教、および博士研究員2名 ②地球エネルギー資源に関する地球科学(堆積学、有機地球化学、地層流体科学など) ③ H21.4.1 ④ H20.12.24 ⑤ <http://www.hucc.hokudai.ac.jp/~k15507/koubo/2008koubo.pdf>

**東北大学 大学院理学研究科
附属地震噴火予知研究観測センター**

①准教授1名 ②主として実験・シミュレーションおよび観測等による地震発生機構の解明とそれに基づく地震予知の基礎的研究 ③ H21.4.1 以降 ④ H20.12.15 ⑤ <http://www.aob.geophys.tohoku.ac.jp/recruit/kyoin-kobo/655954e1516c52df51c665596388/>

**東北大学 大学院理学研究科
地球物理学専攻**

①准教授1名 ②太陽惑星空間物理学講座・宇宙地球電磁気学分野 ③ H21.4.1 以降のできるだけ早い時期 ④ H21.1.9 ⑤ <http://www.geophys.tohoku.ac.jp/>

**東京工業大学 大学院理工学研究科
地球惑星科学専攻**

①教授または准教授1名 ②地球惑星内部物理学 ③採用決定後できるだけ早い時期 ④ H20.12.19 ⑤ <http://www.geo.titech.ac.jp/koubo/koubo2008/koubo2008.html>

**東京大学 地震研究所
海半球観測研究センター**

①准教授1名 ②グローバル電磁気学分野 ③ H21.4.1 以降 ④ H20.12.19 ⑤ <http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/recruit/H20/global201219.pdf>

**東京大学 地震研究所
地球流動破壊部門**

①准教授1名 ②大規模地震を対象とした計算・計測地震工学分野 ③決定次第でできるだけ早い時期 ④ H21.01.19 ⑤ <http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/recruit/H20/jisinkougaku21.1.19.pdf>

**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准教授1名 ②海洋などの無機化学物質の存在量や存在形態を化学的手法によって明らかにし、物質循環・動態に関わる諸過程を解明 ③決定次第でできるだけ早い時期 ④ H21.1.16 ⑤ <http://www.kaiyodai.ac.jp/koubo/221/222/11733.html>

名古屋大学 太陽地球環境研究所

①教授1名 ②太陽地球系科学の重要課題の研究に意欲的に取り組み、その研究の発展に指導的役割を果たすと共に、理学研究科の協力教員として、幅広く太陽地球環境科学の教育にも当たっていただける方 ③決定次第でできるだけ早い時期 ④ H21.1.5 ⑤ <http://www.stelab.nagoya-u.ac.jp/ste-www1/news/koubo/koubo081029kyo.pdf>

**京都大学 大学院理学研究科
地球惑星科学専攻 大気圏物理学講座**

①准教授1名 ②非断熱過程を含む広い意味での大規模大気物理学 ③可能な限り早い時期 ④ H20.12.22 ⑤ http://www.kyoto-u.ac.jp/ja/news_data/b/5/news3/2008/081222_1.htm

**(独)海洋研究開発機構
地球内部変動研究センター**

①研究員または技術研究員2名 ②地球生物学的手法を用いた地球古環境変動の研究 ③ H21.4 を想定(応相談) ④ H20.1.4 ⑤ <http://www.jamstec.go.jp/ifree/j11employments/090104ifree4and5.html>

**(独)海洋研究開発機構
地球内部変動研究センター**

①研究員または技術研究員1名 ②地学現象にみられる固相・液相・気相混合流体ダイナミクスの数値的手法による研究 ③ H21.4 (応相談) ④ H20.1.4 ⑤ <http://www.jamstec.go.jp/ifree/jp/11employments/090104ifree4and5.html>

イ ベント情報

詳細は各 URL をご参照下さい。

**■地球観測連携拠点(温暖化分野)
平成 20 年度ワークショップ**

「統合された地球温暖化観測を目指して」—温暖化影響観測の最前線—
日時: 2008 年 12 月 11 日(木)~12 日(金)
場所: KKR ホテル東京
主催: 地球温暖化観測推進事務局/環境省・気象庁
内容: 公開講演会として「地球温暖化の影響/その実態と観測の最前線」、分野間連携に関するワークショップとして「陸域炭素循環観測と生態系観測の連携」を実施し、最新の観測結果や観測技術の現状を伝える
<http://occo.nies.go.jp/081211ws/>

**■第 7 回地球システム・地球進化ニュー
イヤースクール**

日時: 2009 年 1 月 10 日(土)~11 日(日)
場所: 国立オリンピック記念青少年総合センター
主催: ニューイヤースクール事務局
内容: 「地球科学をとりまく研究の進化と発展」をテーマにした講義や EX レクチャーを予定。普段会えない様々な世代・分野・立場の人々と交流をはかる。
<http://quartz.ess.sci.osaka-u.ac.jp/~earth21/school/2008/>

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 web に随時掲載しております。 <http://www.jpgu.org/> をご覧下さい。

025 日本海の気象と降雪

世界有数の豪雪地帯である日本海沿岸域の降雪に関する気象条件をわかりやすく解説。

二宮 洸三 著

四六判 220頁
定価 1890円

024 地球温暖化と農業

地球温暖化による農作物への影響を提言。最新のデータから今後の農業の適応策を探る。

清野 裕著

四六判 180頁
定価 1890円

023 健康と気象

天気と健康の関係を「衣・食・住」や四季、先人の知恵などから学ぶ。

福岡 義隆 著

四六判 192頁
定価 1890円

022 天気予報 いまむかし

生活の一部になっている天気予報の始まりから現在までを、文化・学問・技術の3つの視点から紹介する。

股野 宏志 著

四六判 212頁
定価 1890円

成山堂書店 〒160-0012 東京都新宿区南元町 4-51 成山堂ビル
PHONE:03-3357-5861 / FAX03-3357-5867

成山堂書店

検索

地球惑星科学連合大会 2009 予稿原稿をご提出される前に！

NAG 英文論文校正・ネイティブチェックサービス

英国オックスフォードの数値計算/統計研究者集団のNAGがご提供する英文論文校正サービス
各分野ごとの学術的知識をきちんと持つネイティブエディタが担当し、あなたの専属エディタとして活躍いたします。

校正担当者の指名と評価制度

「前回と同じ担当者に英文校正をしてほしい」と思われた事はありませんか？
英文添削作業を行う担当エディタの評価制度と指名制度を導入しており、質の高いエディタの選別が可能です。

お急ぎのご依頼はもちろん、公費でのご利用が可能…

短納期で校正・校閲いたします。エクスプレスサービスをご用意。緊急の場合にも安心です。
お支払い方法は、私費・科研費・その他公費のご利用が可能です。

英文校正・校閲証明書無料発行

英文校正・校閲証明書をお客様の原稿と併せて投稿先へ提出することにより、
査読者からの「ネイティブチェックをうけるように」との指摘をあらかじめ回避することが可能です。
また投稿先によっては、英文校正証明書の提出を求めてくる場合があります。



安心のアフターフォロー

校正済み文書を納品させていただいてから1ヶ月間、お客様からのお問い合わせにお答えいたします。
納品後に出てくるお客様の疑問にお答えいたします！

変更された箇所について、なぜその変更が必要なのかを知りたい。
変更を指摘されたが、どうも意図する意味ではなくなってしまったのではないかと
この部分を変更した場合、別の部分も変更する必要があるのではないのか？

すでに多くのお客様がご利用されています

- ◇校閲者が、論文筆者の真意や含意を英語の文脈から敏感に読み取り、その真意や含意を的確に表そうという意思を持って
端麗な校正が行われている。プロフェッショナリズムの高さを感じる。(私立大学)
- ◇公費でも利用でき、請求書などもしっかりしているので助かりました。(国立大学)
- ◇素早い対応をしていただき助かった。またお願いすることがあると思います。(一般企業(化学))
- ◇コメントには参考になる意見が多く、論文校正の質は高いものと判断される。(独立行政法人研究所)
- ◇他社では電話番号が明記されていないところもありますが、NAGさんは電話による問い合わせがスムーズにできたからです。
パソコンの苦手な者には助かります。対応してくれた女性の方も感じがよかったです。今回はスーパーエクスプレスだったので
相応の費用がかかりましたが、午後4時台に注文して翌日の午前中に納品完了ですから、まさに超特急でした。(私立大学)

ご利用料金

ベーシックサービス 2,200円/200語
プレミアムサービス 3,800円/200語
担当者指名料金 500円/200語

対応スタイル

英国・米国スタイル

対応フォーマット

MS-Word(*.doc/ *.docx)形式、
リッチテキスト(*.rtf)形式、テキスト(*.txt)形式

Expressサービス

ベーシックサービス(1200単語/1営業日+1日) プレミアムサービス(1200単語/1営業日+2日) 通常料金の1.4倍
Super Expressサービス
ベーシックサービス(1500単語/1営業日+1日) プレミアムサービス(1500単語/1営業日+2日) 通常料金の1.8倍

NAG 英文校正

検索

<http://www.nag-j.co.jp/ron/kousei.htm>

お見積もり依頼フォームの「その他ご希望事項など」の欄に **GARJC** とご入力下さい。 **10%割引**



※本クーポンコードの有効期限は2009年2月末までとなっております。

※本クーポンコードは再配布が可能です。皆様でご利用ください。

※上記割引はアンケート割引との併用が可能(併用後合計13%割引)

お問い合わせ 日本ニューメリカルアルゴリズムズグループ株式会社
TEL 03-5542-6311 (代表) NAG 英文校正事業部