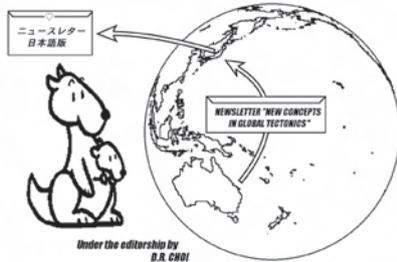


ニュースレター グローバルテクトニクスの新概念



NEWSLETTER New Concepts in Global Tectonics

No. 50 2009年3月 ISSN: 1833-2560 編集: D.R. Choi (日本語版 2009年7月)



編集部: Peter JAMES, Australia (PO Box 95, Dunalley, Tasmania 7177); Leo MASLOV, USA (maslovlev@yandex.ru); Cliff OLLIER, Australia (cliffol@cyllene.uwa.edu.au); Nina PAVLENKOVA, Russia (ninapav@ifz.ru); David PRATT, Netherlands (dpratt@xs4all.nl); Giancarlo SCALERA, Italy (scalera@ingv.it); Karsten STORETVEDT, Norway (Karsten@gfi.uib.no); Yasumoto SUZUKI (yasu-suzuki@vega.ocn.ne.jp); Boris I. VASSILIEV, Russia (boris@poi.dvo.ru)

も く じ

■ 編集者から	2
■ 編集者への手紙	3
■ 原著論文	
ジオイドテクトニクス 4章 地球地殻の応力場 P. JAMES	6
Geoid tectonics, Chapter 4. State of stress in the Earth's crust	
より小さな規模で宇宙の膨張は存在するか? M. MUELLER	12
Does cosmological expansion exist in smaller scale?	
回転している天体の一般的テクトニクスの傾向について (超テクトニクス) G.G. KOCHMASOV	16
On universal tectonic trends of rotating celestial bodies (Supertectonics)	
大陸縁における応力分布とプレート内部地震 L.A. MASLOV	23
Stress distribution in continental margins and intraplate seismisity	
太平洋の地質と発達史 その5. 広域低重力異常帯: 太平洋の巨大環状構造を取り巻くリング	
D. R. CHOI AND N.I. PAVLENKOVA	32
Geology and tectonic development of the Pacific Ocean. Part 5. Global low gravity-belt	
— an outer ring of the Great Pacific Ring Structure	
■ 地球科学における政治コーナー	
IUGS への公開書簡 Open letter to International Union of Geological Sciences (IUGS)	38
IUGS 会長からの回答 Reply from the President of IUGS	39
■ 第33回 IGC オスロ NCGT シンポジウム論文要旨 NCGT session paper abstracts	40
■ 出版物	51
■ 追悼	61
■ 財政的・財政的支援・ニュースレターについて	63
■ NCGT 日本サブグループのコーナー 「米山団研 OB 会のお知らせ」	64

連絡・通信・ニュースレターへの原稿掲載のためには、次の方法の中からお選び下さい: NEW CONCEPTS IN GLOBAL TECTONICS

1) Eメール: editor@nctg.org, nctg@ozemail.com.au, または nctg@hotmail.com; 1ファイルは5MB (メガバイト) 以下, 2) ファックス (少量の通信原稿): +61-2-6254 4409, 3) 郵便・速達航空便など: 6 Man Place, Higgins, ACT 2615, Australia (ディスクはMS Word フォーマット, 図面はjpg またはpdf フォーマット), 4) 電話: +61-2-6254 4409.

放棄 [DISCLAIMER] このニュースレターに掲載された意見, 記載およびアイデアは投稿者に責任があり, 当然のことながら編集者と編集部との責任ではありません.

NCGT NEWSLETTER 季刊国際オンラインジャーナルです (発行: 3月, 6月, 9月, 12月).

日本語版発行: New Concepts in Global Tectonics Group 日本サブグループ

翻訳・編集: NCGT ニュースレター翻訳グループ

ゲスト翻訳者 杉山 明

赤松 陽 岩本広志 川辺孝幸 国末彰司 窪田安打 久保田喜裕 小泉 潔 小坂共栄

小松宏昭 佐々木拓郎 柴 正博 角田史雄 宮川武史 宮城晴耕 山内靖喜・輝子 矢野孝雄

編集者から FROM THE EDITOR

（柴 正博 [訳]）

我々は長い道のりを経て、偉大な成功をつくりだした！ We have come a long way and made great achievements!

NCGT ニュースレターの第1号は1996年12月に出版された。以来、それは3ヶ月ごとに出版されてきた。この号は第50番目で、それはこのニュースレターが今その50年祭を祝っていることを意味する！

我々が2006年8月に第28回IGC北京でそれを設立したとき [訳者注：NCGTが設立されたのは北京のIGCで、それは第30回IGCで1996年8月のはずですが]、NCGTのグループはわずか10人足らずのメンバーであった。中心メンバーはまもなく50人になり、数年後には500人にジャンプした。2006年9月No.40からジャーナルがオンライン化したことで、読者の数は急増し、そして今日我々は数千人の読者を誇っている。2005年12月に編集委員会と同等者による査読システムが設立したことにより、我々は論文の質を高めることができるようになった。これまでの12年間で、ジャーナルは205の論文、そして、毎号およそ4つの論文を出版した。我々のジャーナルは地質学界で現在高い評価をえている；我々の定期購読者のひとりの適切な表現によると「NCGT ニュースレターは手ごわいジャーナルに発展した！」のである。プレートテクトニクスを断念している人々の数が急激に増加していることは、我々が地質学の考えに影響を与え始めたことの強い証しである。

これまでの12年間で、NCGT グループは7つの国際会議とシンポジウムを組織した：IGC30（北京、1996）、つくばシンポジウム（日本、1998）、コロラドシンポジウム（USA、2002）、IGC32（イタリア、2004）と会議後のシンポジウム（ウルビノ、2004）、AAPG ヨーロッパミーティング（アテネ、2006）、そして IGC33 オスロ（2008）。IGC34 が、2012年にブリスベンで開催されるであろう。もうひとつの会議は2010年にカナダで組織化されていて、それはまもなく発表される予定である。

我々は実際の地球からの明白できちんとしたデータを発表し続けるであろう。フィールドデータが地質学の母であって、我々は、NCGT グループの目的を追求し続けるというポリシーに固執しつづけるであろう。ニュースレターで報告した重要な調査結果のいくつかは：1) 深い大洋の玄武岩の下に太古の大陸の岩石が存在する；2) 地球表面の構造は核/マントル境界におよぶ深い根をもっている；3) 現在の深い大洋は中生代以降に形成された；そして 4) 鉛直ブロック運動はマントルと地殻の中で普遍的である。読者のみなさまには、これらの発見と論争

中の地球モデルに対するそれらの意味を研究していただければ幸いである。ニュースレター誌上で、もっと多くの討論が行われることが望まれる。

しかし、これまでの道は穏やかではなかった。開拓者として、我々は試練と苦難を体験しなければならなかった。最近の例では、それが33IGC オスロで見られた。会議の組織者たちがあからさまな妨害と干渉に訴えた。この号には、IUGS へ対する我々の公開質問状とそれらの回答が掲載されている。オスロの組織者たちは、まだ我々に回答していない（2009年3月25日現在）。我々はイデオロギー的抑圧のすべての試みをあばいて、そして記録し続けるであろう。

これまでの12年間に、我々は、Mac Dickins、藤田至則、Igor Rezanov ならびに John Grover を含め、私たちの最も大切な指導者と卓抜した科学者の幾人かを失った。我々は常に彼らを忘れることなく、そして彼ら自身が彼らの人生を捧げた目的を達成したように、我々も戦い続けるであろう。

我々のゴールは地球の強固なジオダイナミックモデルを創造することであり、ただプレートテクトニクスに反対するとか、あるいは我々の得意な考えを追求することではない。次の記念祭号、すなわち No.100 が2020年6月に刊行される以前に、偉大な進歩によって、新しいジオダイナミックモデルが発展を遂げているであろう、と私は信じる。最後に私は、無欲で彼らの貴重な時間と資金とエネルギーを、我々のジャーナルの継続的成功と地質科学の進歩のために犠牲にしてきた編集メンバーとその他の熱狂的な支援者に、私の最も誠実な感謝を表したい。

著者のためのアドバイス：NCGT は、ほとんど理解可能なほど低質な英語で書かれた原稿を多く受け取る。それらが出版に値するか、そして正当な英語に改善することができるかどうかを査定するのは、困難なそして時間のかかる仕事である。我々は、ほとんど英語の知識をもっていない非英語圏のすべての著者に対して、プロの翻訳者に論文の英訳を依頼するか、あるいは、少なくともニュースレターへ提出する前に英語に堪能な人のチェックを受けられるよう勧めたい。これは、著者と、そして読者のためでもある。

編集者への手紙 LETTERS TO THE EDITOR

編集者へ To the Editor

（柴 正博 [訳]）

私はあなた方が編集した NCGT49 を読んでいて、プレートテクトニクスの概念を疑問視するあらゆる問題に関して、反対と検閲が継続的にあることに関心を寄せた。私は高等教育についてのオーストラリア議会の委員会に提案して、この問題を取り上げた。問題は非常に重大である。現況は、15 世紀の中国において、革新が枯渇したことが原因でモンゴル人の侵略を受け、中国にもたらされた状況に近似しているかもしれない；そして、ほぼ同時に、アラブ世界で科学的な考えの枯渇によってもたらされた状況とも類似する。

全うな議論を行わない象牙の塔のプレートテクトニクス地質学者に受け入れられた大部分の問題は、極めて重大である。また、それはプレートテクトニクスに対して代わるものを考慮に入れられなかった、または、現代の磁極の観察によって以前の極の位置を決定する考えに基本的に欠陥がある (Laing, 1998) ということに悟れなかった彼らの失敗である。

私は 59 年間地質学者として働いた後に、長期的に地球は収縮し、冷却することを確信している。次の 3 つの要素によってこれが示される：

- 1] 南極には暁新世以前には氷冠がなく、北極には更新世以前にはなかった。
- 2] 地球の慣性モーメントの変化を示す食（日食または月食）についての中国の暦に関する Lyttleton and Bondi (1992) の研究があり、これは地球が収縮していることを示す。この収縮は、地殻の岩石の褶曲や断層変位をひき起こす (Laing, 1978)。
- 3] Laing (1964, 1978 & 2001) は、オーストラレーシアにおける褶曲強度が、褶曲の程度とその結果としての地殻の短縮が岩石の時代と太平洋縁辺からの距離によって変化することを示した。不幸にも、誰も、世界中の他のところで同じタイプの分析を行っていない。

象牙の塔の地質学者の大多数によるプレートテクトニクスの承認と、それに代わるものを検閲する試みの結果は極めて重大である。なぜなら、その承認が大衆文化と地球温暖化の討論にまで及んでいるからである。

もし私が考える地球の長期的収縮・冷却が受容されるなら、大気中の二酸化炭素の増加の結果はあまり重大ではない。南極とグリーンランドの氷冠は部分的に溶け、海を冷やし、二酸化炭素の吸収量を増やすであろう。それが海の PH をひどく上げるという考えは、二酸化炭素-水反応を一度も研究したことがない人たちの意見にもとづいているにすぎない。主要な海流の変化によって気候パターンの変化変化がひき起こされ、我々は、海面上昇の中断を経験するだろう。しかし、これは地球の差し迫った大惨事を意味しない。氷河期に起きたように、動植物は気候変動に適応するために移動し、上昇する海面に対して住民はオランダ人がしたように順応するであろう。地球温暖化は海からの蒸発量を増加させ、その結果、陸地での降雨量の増加をもたらすであろう。

地球の長期にわたる収縮・冷却の結果は、地球温暖化の概念に異なった意味を与える。地球の緩やかな冷却がミランコビッチサイクルを作動させ、太陽を周る地球の軌道変動は氷河期を起こしたと思われる。大気中に二酸化炭素が増加することによって起こされる地球温暖化は、単に、次の氷河期を低減させる、気候を改善するにすぎない。

文 献

- Laing, A.C.M., 1964. Tectonic Patterns in Australia and New Zealand particularly in the Permian. 37th ANZAAS Conference.
- Laing, A.C.M., 1978. Crustal shortening in the Australasian Plate. 25th International Geological Conference and Bulletin 1 Australasian Geological Institute 1978
- Laing, A.C.M., 1998. The Myth of Plate Tectonics. NCGT Newsletter, no. 6, p. 14-24.
- Laing, A.C.M., 2001. Tectonic Papers. Published A.C.M. Laing ISBN 0-958517-01-0
- Lyttleton, R.A. and Bondi, H., 1992. How plate tectonics may appear to a physicist. Journ. British Astron. Assoc., v. 102, no. 4, p. 194-195.

NCGT シンポジウムの提案 NCGT Symposium proposal
Richard Boulay, Calgary, Canada rickboulay@shaw.ca

（柴 正博 [訳]）

親愛なる編集者へ

NCGT No. 49 (2008年12月) へのPeter Jamesの手紙で、彼は新しいグローバルテクトニクスに関する新しい独自のシンポジウムを提案した。私はNCGTの編集委員会のいつもの高い基準がどんな新しいシンポジウムの内容にでも当てはまり、そして話し手の結論が何であろうとも、すべての適切なそして論証的な意見が受け入れられるであろうと想定する。従って、私は、私の提案を開催場所の問題とマーケティングに限定する。

「いつもの一団」よりもより幅広い聴衆が魅力を感じ、そして、シンポジウムの経済的な見通しを増すためには、NCGTシンポジウムは2日続きで開催されるべきであり、そのうちの1日は、既存のシンポジウムあるいは会議と重複させるべきである。私の方針は学術的というよりむしろ経済的であり、私は採鉱産業地質学会議とのリンクが一定の新鮮な空気を注入するであろうと考える。可能な候補として、3月にトロントで開催されるthe Prospectors and Developers Conference [PDAC] (踏査者と開発者会議: 出席者20,000人以上) あるいは1月にバンクーバーで開催されるthe Round-Up (同会議の巡回会議: 出席者7,000人以上) が想定される。Geology and Hydrocarbon (地質学と炭化水素会議) のような他の採鉱会議も十分に考慮に値するであろう。戦略は、公表とマーケティングの相乗作用、そして、直接的に、そして、産業とのつながりを通して学術的な妨害を避けることを目的に、独立性をたもちながら産業的会議に“加わる”ことである。

3月のPDAC会議は大都市で開催され、およそ20の採鉱国から地質調査の代表者を含めて何千という国際訪問者が参加する。土曜日-日曜日の重なりを考慮して、それは日曜日に始まる。1月のRound-Upは月曜日に始まり木

曜日まで開催される。それは、その前の日曜と月曜に行われるケンブリッジ採鉱投資家会議にオーバーラップする。バンクーバーの施設は優れていて、都市は驚くほど美しい。土曜日-日曜日のシンポジウムはケンブリッジの会議と重なる可能性があり、あえて日曜日-月曜日に私たちのシンポジウムを開催することによって、両会議の「重複」開催を提案する。重複する場合は、一般に、登録する可能性がある人が参加する会議を避けて、他の会議の始まりにあわせて実施すべきである。

NCGTに心をくわいている人々にとって潮時があり、それが今である。期日、会場、および、その他の準備は、NCGTシンポジウムの組織者によって行われるべきで、いかなる近隣の会議からも独立して進められるべきである。その理由は、最近のオスロの会議での不快な干渉でも分かるように、明白である。幸いにも、問題になるのは、適切な近接した会場をみつけだすことだけである。なぜならば、NCGT出席者のすべてが、おそらく、同時に開催される他の会議に出席することを選ぶであろう。そして、他の会議の登録ウェブサイトを通して宿泊施設と他の旅行関連のサービスを利用することが可能になる。

この提案には、もうひとつ、マーケティング側面がある。NCGTブースを開設することによって、NCGT自身を前進させ、そして、将来の会議のための出席者情報を集めることが、妥当なコストで実現するであろう。このような主導的開催は、プログラム作成の自立性や開催会場の自律性を失うことなく、いくつかの相乗的前進をうみだすことができるかもしれない。

多分、この提案の実現可能性が検討されるのに先立って、他の会議やそれらの開催会場に関する推薦を考慮することが可能になるであろう。

アペニン山脈北西部での地震の前兆 Earthquake precursors in northwestern Appenins Valentino STRASER fifurnio@tiscali.it

(柴 正博 [訳])

親愛なる編集者へ

NCGT ニュースレター No. 43 で、Arun Bapat は地震 - 電磁気理論を説明して、最近の地震の際に観察されたいくつかの前兆現象に言及した。前兆には、たとえば、地震発生の数日前に震央域で表面温度が上昇したり、健康診断や病院への入院許可が増加するといった例が含まれる。

イタリアのアペニン山脈北西部で最近起こった地震群は、地震そのものと地震の前兆現象 (大気中の異常な光現象の発生を含む) との間的一致を検証できる機会になった。本震 (M=5.1) は2008年12月23日に起こり、

それに続いて、翌週にはM3に達する地震群がしばしば起きた。この地域は大きな地震災害を受けたことがないと言われるが、それでも、穏やかな地震が通常半径50km以内に毎年起きる。2008年12月のイベントは、アペニン山脈北西部としては確かに並外れた地震であった。運良く死者はなかったが、損害は1億ユーロ以上になった。

著者の研究 (この理論は新しいもので、この論文ではじめて提案する) によれば、もっと強い地震 (M4以上) は、この地域では12年間隔に対応して、ある程度規則的に繰り返り起こっている: 1886, 1898, 1934, 1946, 1958, 1971, 1983 (参照: Petrucci, F., Careggio, M. and Conti, A., 1996. Dinamica dei versanti e della pianura della

Provincia di Parma. L'Ateneo Parmense, Acta Naturalia, v. 32, p. 1-39), 1995, 1996, 2007 と 2008.

そのため、1995年と1996年の「激しい」地震の後に、2007年と2008年に次の地震が予測された。その結果として、2007年7月30日 (M=4.2) の地震があり、もうひとつの地震の発生が翌年に予測された。

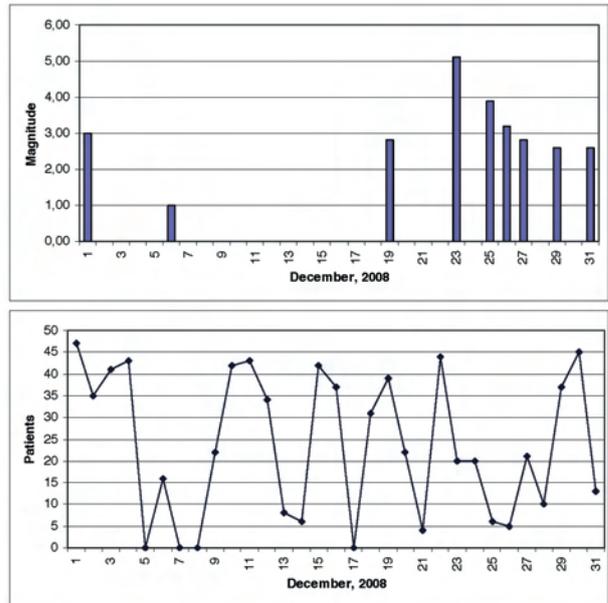
2008年12月6日の朝早く（午前6時10分ごろ）に、明るい光がアペニン山脈北西部の広い地域に現われた。NCGT ニュースレター No. 44の著者によって記載されたものと著しく異なったそのイベントは、どちらかと言うと日本の神戸地震に相当する (Tsukuda T., 1997. Sizes and some features of luminous sources associated with the 1995 Hyogo-Ken Nambu earthquake. 1995年兵庫県南部地震に関する発光源の規模と若干の特徴. Jour. Phys. Earth, p. 73-82). また、カナダの Saguenay での発光現象は (St-Laurent, F., 2000. The Saguenay Quebec Earthquake Lights of November 1998, January 1999, Seismological Research Letters, v. 71, no. 2, p. 160-174), 来たるべき激しい地震ショックの前兆であった。発光源 (EQLs) が観測されていた地域（地震群が発生した地域からわずか数 km のところ）では、その後、温度の逆転が日々記録された。こうして、激しい応力が地下に蓄積されていたことが確認された。およそ 6°C の温度変化が測定され（測定はパルマからの Protezione Civile Italiana の援助で行われ、それはイタリアのアペニン山脈北西部での地震災害を監視するためであった）、それはカシミール地震（2005年10月8日、6°C~10°Cの範囲の温度変化を伴った）で Bapat によって示されたものと明らかに類似している。

本震 (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia によると、発震時は UTC 15:24, 震央は 44.519°E と 10.382°N の交点、深度約 27km) とそれに続く震動の後に、震央から 20km 離れたおよそ 10,000 人の住民の小さな町の病院で記録された 2008年12月の入院患者数が図示される。図から推定されるように、救急病棟への緊急入院と 2008

年12月の地震の間の相関関係はきわめて注目される。図は、健康診断と入院の増加が、地方紙も同様に報告していた発光現象の出現と同様に、地震ショックより 2~3 日前に平均値をうわまわること示す。地震前の発光現象と地震の両方が、電磁波変化をともなつて、Bapat と他の著者が指摘するように神経過敏な人々の生命活性に影響を与えていると思われる。

2008年12月の患者と地震の数を示す図は、12月8日（聖日）と2008年のクリスマス休暇のような日々を含まない。図によれば、ピークは2008年12月9日に対応していて、一見して異常な値であると言える。実のところ、12月8日が休日であるから、入院が緊急時を別として次の日に延期され、従ってピークは、2008年12月8日と9日の2日間であった。

図の M=1（2008年12月6日）は発光現象を表していて、地震規模ではない。2008年11月には患者が240人だったが、12月の（群発地震）には282人となり、2009年1月の前半には89となったことは、注目に値する。



全地球的火山活動と地球の海洋化 Global Volcanism and the Earth Oceanization
V.V. Orlenok orlenok@albertina.ru

(杉山 明 [訳])

編集者殿

貴方は拙著 “Global Volcanism and the Earth Oceanization” (本号の出版物欄を参照：編者注) を2部受け取られたと思います。

貴方はこの著作で現代科学における多くの基本的な問題、とくに以下の6点が解決されたことをお分かりいた

だけだと思います。

1. 大洋の生成過程は中生代と新生代の境界付近で始まったことが明確にされた。
2. 内生的に生産された水と光分解による損失（地球水圏の消失）が初めて定量的に算出された。
3. 海盆の面積と地球の表面温度の関数としての光分解定数が決定された。

4. 地球の表面に放出される水の体積と質量は地質時代を通じて一定ではなかったということが明らかにされた（これは現在科学の主張とは相容れない）。水が放出されなければ地球および他の惑星の海盆の寿命は数百万年～数千万年で尽きる。現在の海の年齢は6,500万年であるが、この海は2億年以上は存続しないであろう。したがって、プレートテクトニクスが復元しているような大洋におけるプレート運動が先カンブリア時代から存続する海で行われてきたという概念は科学的には根拠のないものである。
5. 地球の歴史を通じて2回の地球規模の火山活動が存在したことが明らかにされた。すなわち、カターケアン（前期始生代、40億年）と新生代（6,500万年）である。第1次火山活動では厚さ10kmのシアル質地殻と地球表面積の1/2を覆う浅い大洋が形成された。現在の世界は新生代に現われた。これら2時期の間、火山活動は極めて弱く、局所的ないし散発的であっ

た。第1次火山活動の源は惑星集積の末期に宇宙塵とガスの雲の中に飽和した短寿命アイソトープであった。その寿命は $10^6 \sim 10^8$ 年で、これが地球と他の惑星で第1次火山活動が似たような期間継続するという結果をもたらした。

6. 太陽の進化に関する古い物理学を批判的に検討し、その光度が56億年間維持されているということは先カンブリア時代と顕生代における主要な地質学的イベントとは調和しないことを証明した。カターケアンの末期から顕生代の初期まで冷たい太陽の光度は低く、地球は低温で厳しい環境にあり、湿度も低かった。生物圏の進化はかなり阻害された。

上記のような事実は推測的なプレートテクトニクスの復元が趣味として残る価値しかないということを西側の読者が理解するのに十分でありましょう。

原著論文

ARTICLES

ジオイドテクトニクス 4章 地球地殻の応力場

GEOID TECTONICS: CHAPTER 4 STATE OF STRESS IN THE EARTH'S CRUST

Peter JAMES

Consulting Engineering Geologist, Australia
pmjgeotech@yahoo.com.au

（窪田 安打・川辺 孝幸 [訳]）

要旨：有効応力の概念は地下数10kmまで適用可能であることが検証されており、したがって、鉛直応力は少なくともモホ面まで計算される。浅い深度での大きな水平応力を説明するためにしばしば引用される浸食起源説は、信頼できないことが証明される。つまり、テクトニックな効果が重要であり、それらは極移動に関連したジオイド応力の結果である。応力の現位置測定、鉱山での測定、地震を誘発する貯水池は、しばしば地殻が破断しやすい状態にあることを示す。

キーワード：有効応力、鉛直応力、水平応力の起源、地殻の断裂

はじめに

地殻表層レベルでの原位置の応力状況は、工学や鉱山工学活動に、直接影響を与える。深部レベルの応力場は、地震や、変形現象としての節理、断層、隆起、造山運動などを生み出す。岩石力学の概念は地殻の表層レベルを取り扱うものであるが、地質学的プロセスを研究する量的モデルを発展させるには、少なくとも地殻底面にいたる地下応力解析のための一定様式の枠組みを構築する必要がある。それには、安定した地殻の地域と、変形を受けた地域に分けて、地殻が受けている応力の起源と方向の両者を取り扱う基準が必要である。

応力の鉛直成分は、論理的に予測可能であり、典型的には上載荷重に近い。水平成分に生じる広域的变化の規模は、鉛直成分よりも何倍も小さい。水平応力の変化の原因が解明されるべきであり、仮に、この点について誤った推定が行われると、そのような誤った推定にもとづく予測は間違ったものになる。応力条件が解明されると、それは、大深度における岩石の剪断強度に関するモデルの発展に貢献する。これを行うためには、モデルが、天然物質について確立された力学原理に立脚する必要がある。この原理が日々の地盤工学で利用されることになる。このアプローチから明らかになる驚くべきことがらの1

つは、地殻が初期断裂の場にあるという現実である。

4.1 有効応力の原理

地盤工学の基礎の1つは、有効応力の原理である。つまり、これは天然物質の変形(圧縮、引張、剪断)は、受ける応力(荷重)の全てではなく、塊のすき間や亀裂における流体圧を差し引いた全応力によることを意味する。これは、地盤工学の父である Karl Terzaghi が初めて解明した原則であり、工学や鉱山学では応力レベルとして知られている。高応力レベルや硬岩での応用特性についての不確実性が地質論文にときどきとりあげられる。この混乱は、通常、実験室における試験条件の結果にほかならず、これは後に議論される。

非常に高応力レベルの有効応力の原理を検証するために、最近の発達したジオメカニクス¹にもとづく信頼できる実験がケンブリッジで行われた。弾丸発射を利用した負荷システムが設計され、弾丸の全荷重ならびに弾丸間の隙間の水圧の双方が変化し、個別に測定できるようになっている。弾丸内部や粒間の平均的圧力に達する目的で、独立した弾丸間の接触面積をステージ毎に物理計測する実験として、弾丸発射が選ばれた。1 x 10⁵ kPa 以上の荷重が利用され、地殻の深度およそ 6km での有効応力に相当する。この応力レベルでの弾丸発射は、弾丸間の全接触範囲の 95% に変形を発生させる。これは、弾丸発射によって、独立“粒子”から固体へ変化したことを意味する。

実験では、荷重と間隙水圧の両方の変化や、特定ステージでの弾丸間の接触面積の測定によって、荷重や圧縮の場での変形が、全荷重や弾丸間の接触面積ではなく、純粋に弾丸発射で発生する全荷重と間隙水圧に依存していることが、確実に論証された。つまり、これは、有効応力にのみに依存する圧縮性である。

容易に変形する弾丸発射は、1 x 10⁵ kPa の圧力下でほぼ固体になる。何か高い圧力が硬岩の隙間に接近することを予想する。例えば、ヤング率 E=1000bar² 程度の砂岩や玄武岩の狭いクラックが閉鎖するには 1 x 10⁷ kPa オーダーの荷重が必要となる。その瞬間における岩石強度の温度効果を無視すると、これは地球の地下数百 km の鉛直応力レベルを示す。これはもちろん簡略化しすぎであって、検討する深度でクラックや隙間が硬岩に存在することを推定したものである。その上、岩石のクラックや隙間は、様々な圧力状態の水を含んでいるため、有効応力の原理を用いて解析すべき状況にある。

このことの直接的確証は、貯水池地震の研究からもたらされ、少なくとも地下 12 ~ 15km で働く原理を示唆する。深発地震の解析は、この原理が非常に深い地下でも成り立つことを支持する。この問題は 8 章で取り扱われる。

上述したように、硬岩への有効応力の適用に関する躊躇は、地殻の相当な深部レベルで、Heard(1963)の地質学的論文で述べられた。この典型的な躊躇は、研究室での再現実験から生じたものである。現実的理由は、試験が硬岩に対して過度に大きな速度で実施されたことを示している。間隙圧(または間隙圧の消散)の適切な試験ができれば、透水係数が 1x10⁻⁷cm/sec の粘土の一軸剪断試験には、断層のような何か弱いものが必要である。有効応力条件が現実的であれば、この間隙圧の要素が最も重要である。しかし、このパラメータが正確に決まっていなければ、試験結果はほとんど意味をもたない。

そして、硬岩の透水係数は粘土よりも非常に低い傾向を示し、粘土の 1x10⁻⁷cm/sec に対して、1x10⁻¹⁴cm/sec のオーダーである。それゆえ、硬岩の標本の剪断試験は、岩の意味のある剪断強度のパラメータを得るならば、百万倍でゆっくり行う必要がある。それゆえ、硬岩の試験は、現実的に最もゆっくりした速度で行われる傾向があり、速すぎると有効応力のためのパラメータを得ることができない。そのような試験の解釈は、初期の断層面沿いや成長しつつあるクラック面に沿う実際の間隙圧条件は無視されている。結果として、矛盾し、混乱したパラメータが提示される。この議論は、岩石標本の急速な非排水試験や非制限圧縮試験が不適切であることを示す。特に断層が岩石の不連続沿いに発生するところでの圧縮力の使用は、地下応力のいかなる予測見積もりも与えない。

通常の地質作用では、変形速度は岩石の透水係数とより調和的である。数百 km の幅と数 cm/年もの変形速度がみられる“衝突帯”では、歪速度はおよそ 1 x 10⁻¹⁴ cm/sec であり、重要な条件である有効応力原理にしたがって岩石が挙動するのに必要な条件が保たれている。

4.2 地殻応力

鉛直応力

地殻内部の鉛直応力の有効応力原理は、以下のような単純な形で示される。

$$\sigma'_{n} \text{ (有効応力)} = \sigma_n \text{ (全応力)} - u \text{ (間隙圧)} \quad (1)$$

一般に、地質学的安定域における信頼できる原位置応力測定は、鉛直応力は計算された荷重圧の約 10% 以内におさまる。つまり、鉛直応力は、上載物質の鉛直柱の荷重として扱うことができ、論理的である。もし、深部での原位置応力が上載荷重よりも大きければ地殻は隆起し、逆も同様である。それゆえ、私たちは、ほとんどの場合、鉛直荷重(全荷重)が深度と平均密度の積として与えられるであろう。

深部間隙圧にかんするデータは不十分である。深いポア

¹ “ジオメカニクス”の用語は、“ジオテクノロジー”を伴う“土(または岩)のメカニクス”の頭文字の用語の合成である。それは、ギリシア語とラテン語の語源を結びつけたものであり、書物でしばしば用いられたり、述べられたりしている。

² 5 x 10⁵ bars より大きな値が、そのような岩石により適している。

ホールは、間隙圧が、単一岩相中においてさえも顕著に変動することを明らかにした。しかしながら、安定した地質学的環境では、静水圧条件にほぼ近い平均間隙圧勾配が期待される。すなわち、いかなる深度における間隙圧も、水の密度と深度との積に等しい。地下水面は、地表に存在する必要はないことは明らかで、地殻のいかなる深度においても正確に予測される。そのような条件での全圧力と間隙圧は図 4.1 に示され、次のように記述されるいかなる深度 D においても式 (1) であたえられる。

$$\sigma'_v = \gamma \cdot D - \gamma_w \cdot D \quad (2)$$

D: 深度

γ : 一般的な岩石密度

γ_w : 水の密度

$$u = \gamma_w \cdot D; \quad \sigma_v = \gamma \cdot D$$

2重の地殻の下底面 (モホ面) における有効応力は、適切な深度と密度を代入することで得られる。

大陸地域で、地殻が仮に深度 35km までであるとすると、

$$\sigma'_v = 5.5 \times 10^5 \text{ kPa}$$

仮に深度 6km の海洋地殻底では、

$$\sigma'_v = 1.0 \times 10^5 \text{ kPa}$$

水平応力

地殻中の水平応力は予測がより難しい。擾乱のない理想的な堆積層を除くと、一般には不可能であるのが実際である。かつて、地球科学者たちは、深部における岩石の応力は静水圧状態にむかう傾向にある、つまり水平応力は鉛直応力と平衡に達する傾向にある、とする Heim の法則を信用していた。この視点は、いまだに多くの参考書に示されているが、この均等化が起きる深度は未解明のままである。しかしながら、差応力がなければ、浅発～中発地震の発生を説明することは極端に難しくなる。

高い水平応力を裏付ける他の説明は、浸食作用の要因である。最近堆積した堆積物が浸食サイクルや水面の大きな変動を受けていない場合、堆積物中のいかなる深度における有効鉛直応力は、過去の値よりも決して大きくなることはない。泥質堆積物におけるこのような条件は、普通に固化したものであり、以下の関係式により、そのような関係式で水平応力があたえられる。

$$\sigma_h = \sigma_v \cdot v / (1-v) \quad (3)$$

ここで、 v = ポアソン比

非圧縮性物質はポアソン比が 0.5 であるが、固結堆積物には適さない。大部分の岩石では、ポアソン比の値が 0.2～0.25 を超える程度が典型である。この値を代入した上式は、乱れの無い堆積物の水平応力が、鉛直応力の 1/3 ぐらいであることを示している。

しかしながら、浸食サイクル (または、実際には、水面の大きな変動) が存在するならば、固化条件が変化し、泥質堆積物は固化したものであり、現在の荷重よりも、

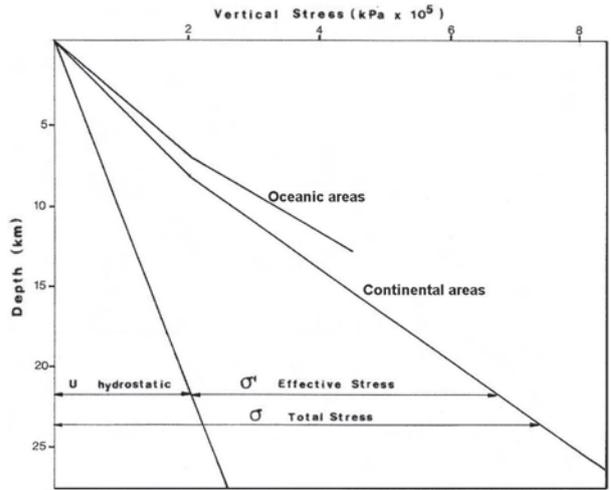


図 4.1 地殻における鉛直応力と (静水圧的) 間隙圧の勾配

より大きな過去の鉛直荷重をうけたことがある。現在では、地表を覆っていた物質はとりのぞかれているので、再移動速度にしたがって減少している堆積物の鉛直応力が想定される。しかしながら、堆積物は側方へ半無限であるので、水平応力は最大値で固定されて残る傾向がある。もし、浸食サイクルによって表層に突出した物質が十分に除去されるならば、鉛直応力は、特に地表付近で、水平応力よりも低いレベルに減少することがある。しかし、いっそう複雑な要素があるだろう。

いかなる時代の堆積物中からも、浸食サイクルによって被った正確な水平応力や構造的応力を記述ことは不可能である。しかし、ある概念はこのことを可能にする。

始新世のロンドンクレイ (London Clay) は、垂直応力の 2～3 倍の水平応力によって過固化した粘土の典型である。ロンドンクレイの堆積末期に、そして、その後のより新しい地層の堆積期に、粘土に加えられた鉛直応力は最終深度と密度 ρ_{vi} の積によって与えられるだろう。その時の水平応力 σ_{hi} は、その 1/4～1/3 であろう。

$$\sigma_{hi} = \text{およそ } 0.25\sigma_{vi}$$

次いで浸食サイクルがあり、鉛直応力は σ_{vii} の新しい値に急減するが、水平応力はその最大値をうまく保ったまま残る。ロンドンクレイ中では、この最大水平応力値は、現在の鉛直応力に比べてほぼ 2～3 倍の値をとっている。つまり、初生的な鉛直応力および現在の水平応力値は、以下のような関係になる。

$$\sigma_{hi} = 2 \sim 3\sigma_{vii}$$

その結果、ある要素に作用する最大鉛直荷重は次のように表せる。

$$\sigma_{vi} = \text{およそ } 10 \sigma_{vii}$$

言い換えれば、問題にしている要素上の堆積物の初生的深度は、過去のある時期に、現在の深度より 10 倍深かつ

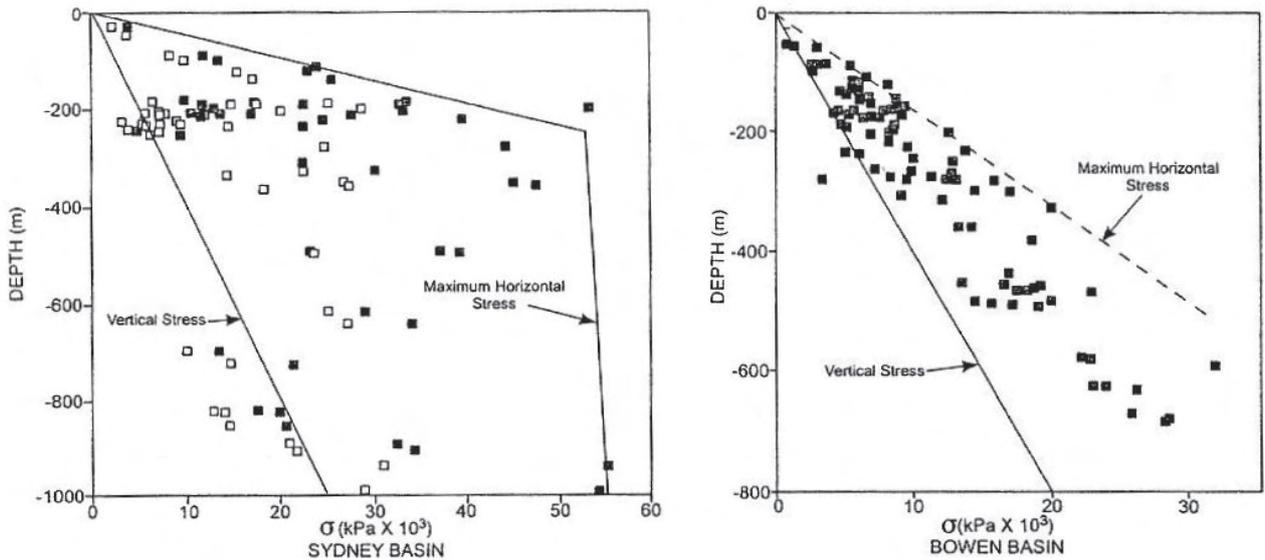


図 4.2 現位置応力測定: a) シドニー盆地; b) ボーエン盆地

た. もし現位置応力測定が 20m の深度で行われたなら, 厚さおよそ 200m の堆積物が, 現在のロンドン盆地の地表から取り除かれたと仮定されるはずである. もし, 測定が 40m の深度で行われたなら, 取り除かれた地層は 400m と見積もられるであろう. しかし, ロンドン盆地の地質は, ジュラ紀から比較的安定で, ここで 400m の地層が現在の表面の上に重なっていた可能性はまずあり得ない. 従って, 水平造構力が, ロンドンクレイに大きな水平応力として働いたと結論づけられるであろう. これは予期しないことである. イングランド南海岸のワイト島では大規模な単斜構造がロンドンクレイより若い地層にみられ, この地域がロンドンクレイの堆積以降に構造的圧縮応力を被ったことを示す.

侵食サイクルの議論は, シドニー堆積盆地のような, 古くて相対的に乱されていない堆積盆地では, 一層非現実的になってくる. この盆地は, 塊状の三畳系 Hawkesbury Sandstone (ほとんどが水平層で, 相対的に乱されていない) によって特徴づけられる. 図 4.2a は, Enever and Lee (2000) による堆積盆地内の現位置応力測定結果を示す. 深度約 250m で測定された水平応力は, 鉛直応力の約 6 倍である. この固定された大きい水平応力を生むためには, 上記と同様な計算では, 現位置応力測定が行われた深度の 20 倍, この場合には 5000m 侵食量を考える必要があろう. 測定された水平応力は, 250m 以深で著しく増大するわけではないが, しかし, 深度 1000m ではちょうど鉛直応力の 2 倍になり, 侵食仮説は, 厚さ 6000m もの物質がその場から除去されたことを意味することになる.

大規模な堆積と除去は地向斜-褶曲山脈サイクルでおきただろうが, そのような厚い新しい堆積物が重なった事実のないシドニー盆地のような相対的に乱されていない堆積盆地では論外である.

同じ説明が, 相対的に乱されていないクイーンズランド

中央部のボーエン盆地に対しても可能である. 図 4.2b は, 再び Enever and Lee (同書) から転載したものである. ボーエン盆地の岩石は, おもに三畳紀の泥岩と砂岩から構成され, 石炭層を挟んでいる. 水平応力はここでも鉛直応力を上回っていて, 低角断層の発達には, かつて盆地に圧縮力がはたらいたことを示す. それにもかかわらず, 堆積物の大半が水平層のままであり, ほんの少しの部分が乱れているだけである. もし, 水平応力の見積りに侵食仮説が適用されると, 厚さ約 3000m の物質が, 堆積盆地から除去される必要がある. そのような可能性を示唆する地質学的事実は無い.

しかしながら, 現位置測定による大きな水平応力が, 典型的な造構応力によるものであり, 侵食サイクルによるものではないと結論される. これらの図を掲載した論文の筆者らは, 水平応力を造構力とし, パプアニューギニアとの衝突の結果, オーストラリアプレートに圧縮が生じたと説明している. 以上の簡単な解析でさえも, このような移動するプレートテクトニクスの観点が, 侵食サイクルの観点と同様に無効であることを示している.

移動するプレートテクトニクスの枠組みでは, リソスフェアプレートが剛体である必要がある. このような状況の下で, 2つの堆積盆地の間における 2×10^4 kPa オーダーの水平応力の違いが, 水平圧縮力で発生しなければならない. 鉛直応力の半分の値を, 侵食サイクル仮説において両脇を深く侵食されることによってできた非常に高いリッジ下という例外を除いて, 容易にもたらすことは困難である. かつて, これらの値は, 計測器の誤差のためにもっとしばしば見落とされていた. しかしながら, 次節でのべるように, これらに対する説明は, 単純に, 岩体に働く造構引張応力の適用によっている. もし, 引張造構力が圧縮造構力に対してあらかじめ従属的にもたらされた堆積物に適用されたとすると, 結果は, 複雑になっているであろう.

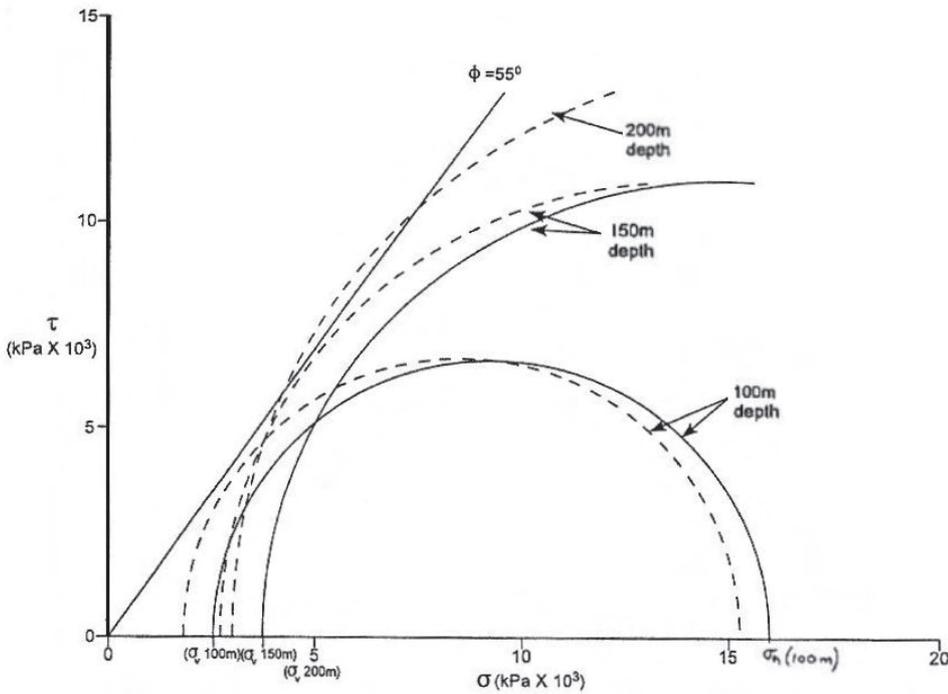


図 4.3 シドニー盆地における現位置応力状態のモール円表示

これらの様々な水平応力の起源に移る前に、図 4.2 に示す応力パターンを作ることの出来るいくつかのさらに進んだ説明に目を向けよう。

両方の堆積盆地で、最上部の 200 ~ 300m で水平応力が減少することは、応力開放の 1 つの形式を示唆する。ここで、我々は、解析を単純にするために、少量の侵食が起こったことを認める。たとえば、100 もしくは 200m の侵食がおこった、つまり、上部ほど鉛直応力が減少した、と仮定しよう。地表付近では、この鉛直応力の減少が、岩体に対して剪断力の増加をもたらす、つまりは高い水平応力のもとに置くと、岩体中には、節理もしくは小規模なスラストなど、部分的な破壊がおこる。このことによって、深い侵食が同様なことをもたらすまで、剪断力が開放される。

この状況は、モール円を用いて説明できる。このタイプの解析は、ほとんどの基本的な地球力学の教科書で解説されており、ここでは記述しない。モール円は、図 4.3 に示すシドニー盆地のいくつかの深度における水平 - 鉛直応力として描かれている。現位置測定は、全応力を示し、有効応力という言葉で結果を表すことが必要である。このことは、ある特定の深度での推定孔隙圧の値によって、モール円に取って代わる単純なことである。図中に破線で示された丸は、この深度における静水圧に対する孔隙圧の有効応力を示している。

有効応力円に接する線は、岩体が破壊もしくはある程度破壊した状況を包絡し、その傾斜は、水平方向での岩石の摩擦角 (剪断抵抗) を示す。一般的に、シドニー盆地の大部分を構成している塊状砂岩に対して得られている剪断面角は、およそ 55° である。もし同様な実験が、シドニー盆地の泥岩 / シルト岩に対して行われたなら、およそ 32° の剪断面角が得られるであろう。両者の値は、

それぞれの岩相に対応する、合理的な値である。地質状況に対するいっそうの興味は、上部の厚さ 200 ~ 300 m の岩体は、初期の破壊状態にあるということである。

論理的には、地球上のいくつかの地域では、全ての上部地殻が初期の破壊の状態にあると仮定することも可能である。何かが現地性の水平応力と鉛直応力の関係に変化を起こすと、岩体は地震をもたらす。しかし、地震をもたらすことは、それが必要とする以上に剪断応力を減少させることはなく、こうして初期破壊状態が残される。このような状態は、破壊が硬い岩石中で起き、その結果、ごくわずかな応力変化しかもたらさないという事実によって確認される。

具体的に、硬岩体の露天掘り鉱山の床面は、たとえ 50m や 100 m の表土を取り去るだけでも持ち上がった、破断することが知られている。100 m の表土の除去に伴う鉛直応力の減少は、岩体の剪断応力と破壊の論理的説明に対してとるに足らないことであり、岩体がすでに表土を取り去る前に破壊の寸前にあったことで、破壊にいたったのである。つまり、表土を除去する過程で、鉛直応力の微小な減少が、岩石強度を上回るのに十分な現地性の剪断応力を増加させたのである。この原理がより大規模なスケールでどのように振舞うかという実例は、Hilleard (1933) に示されている。地下の石炭鉱床での研究は、シドニー盆地の深くて広い地溝における鉄道の高架橋の近くで進められた。研究は、立ち入り禁止区域外で、陸橋からの水平距離を考慮しておこなわれたが、残された地層中の水平応力の集中を引き起こす、水平方向の "もったいぶった" 効果を除去する石炭層の掘削は、深度方向に働く。結果として、地溝基部の砂岩は持ち上げられ、陸橋にたいして小規模な崩壊を引き起こす運動がおこった一さもなければ、おそらく知ることはできなかったであろう。再度、地溝が、石炭層の除去前までは

ほぼ安定な状態にあったに違いないということである。

おそらく、上部地殻が初期の破壊の段階にあることを理解する方法の最も良い例は、地震を引き起こす貯水池 (RIS) の研究からもたらされるであろう。貯水池がダム背後にできると、周囲の岩体の間隙水圧が上昇する。これは、その場の有効応力を減少させる。こうして、その場の応力によって現されるモール円の左への、つまり岩体の破壊包絡の方向へわずかな移動がおこることは明らかである。このわずかなシフトは、伏在岩体や周辺岩体中での地震活動を引き起こすには、充分である。典型的には、RIS は、1つの地震に限定されず、1つの地域における小規模な地震群の全体をひき起こすことができ、しばしば他の地域に一群の地震をもたらすこともある。初期の地震 (破壊) が、それ自身の特定の位置における応力状況を緩和させるが、それは広域的な応力状況を緩和させない。局所的な応力の除去は、単に隣接地域に応力を移したにすぎない。このことは、第8章でさらに詳しく述べる。

水平応力の起源

様々な水平応力はどこで生まれるのであろうか？ 私は、機会を捕らえて、補遺にある移動するプレートテクトニクスに対するほとんどまたは全ての基本的見方の批判をおこなってきたので、これらのメカニズムのいずれも以下では使わない。その代わりに、以下で議論される全ての応力が、過去の章で論じた極移動、そして、赤道膨張と極域平坦化などの主なジオイド配置の移動の結果生じるジオイドストレスに起因するとする。言い換えれば、ジオイド移動が水平応力の変化をもたらし、それだけが、地殻の剪断応力の配置の変化をもたらし得る。

極移動の一般的パターンは第2章で議論され、それは再び、全ての様々な極の位置—およそ、古生代の期間で示した—が、同じ確実さをもっていることを考慮すべきであることを述べておきたい。移動する極は、その位置をさまざまな大陸の岩石から求められるが、たとえこれらの岩石は識別可能な地質時代に属するであっても、それらの年代には100万年～1,000万年の年代差がある。そのときに、移動する極は、大西洋とその背後を横切って移動することが可能であったらう。実際、全ての古地磁気極の位置は、明確な極移動がおこった範囲よりも狭いとみられる。一般的傾向は、やがて極地域が逆に赤道地域にかわり、完全な90°の緯度変換が起こったことを示す。まず、最初の一般的傾向として、極のある位置から他の位置への直接の移動が起こりえないことを記憶に止めておく必要がある。もしくは周りの位置が、図4.4に示すような状態のように、複雑であるか、蛇行したことはもっともらしい。振動の期間をとおして、付随する赤道の配置が、気候と海水準、そして応力場の変化をもたらしながら、地殻の特定の要素を横切って、行きつ戻りつして移動したであらう。このタイプの状況は、石炭層の周期的堆積に調和的である。このことは、後に再び考慮される。

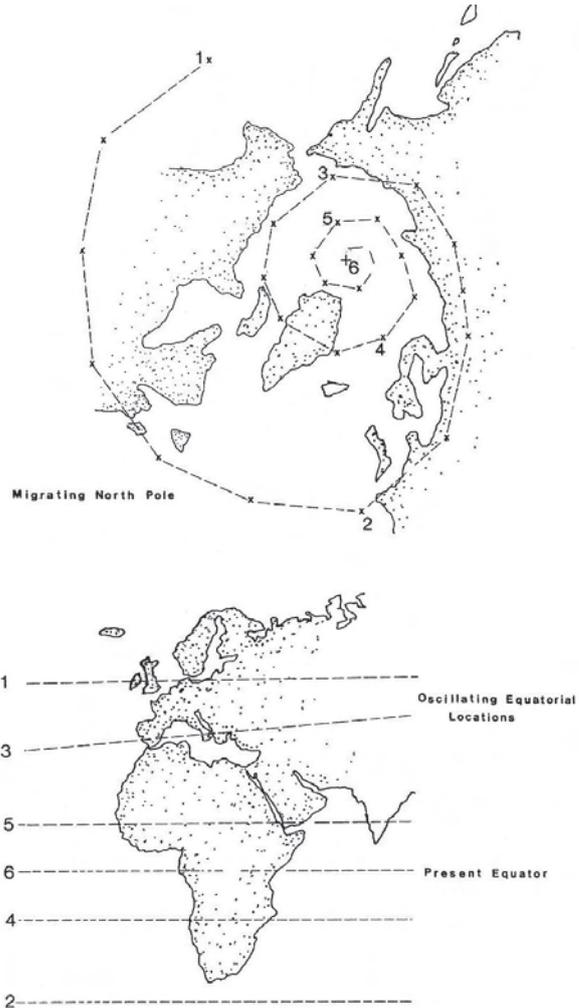


図 4.4 極の最終位置に向かう螺旋運動に対する赤道の振動。(石炭層の説明に関するこの図の使用については第 6.3 章を参照)

1つの岩石の古地磁気測定の結果は、しばしば、1つ以上の古磁極の位置を明示することもまた重要である。たとえば、Hawkesbury 砂岩には複数の古磁極位置が記録されていて、しかも、この砂岩は乱されていない産状を示している。プレートテクトニクスは、おそらく、これらの古磁極位置うち、最も強度の強いものが確かなものとして選択するであらうが、最強のものがオリジナルな磁化であることは当然のことである。著者が知る限りでは、高圧縮力下での磁化特性がどうなるかは、ほとんど研究されていない。

極移動の経路、そして、検討する地殻要素の位置によって、ジオイド応力は、正 (圧縮) または負 (引張) のどちらかになる。応力付与のいずれのモードも、地球上のさまざまな地点で働くであらうし、いずれのモードも、地殻を構成する物質に対して異なる結果をもたらすであらう。従って、いずれのモードもかわるがわる扱われるべきであらう。しかしながら、我々が地殻物質の剪断応力の計算のある方法をとることによって、効果を決定することはできない。しかし、言えることは、第3.1章で示したように、水平応力の大きさには上限値があり、その効果は深くなるほど減少する。このことは図 4.5 に

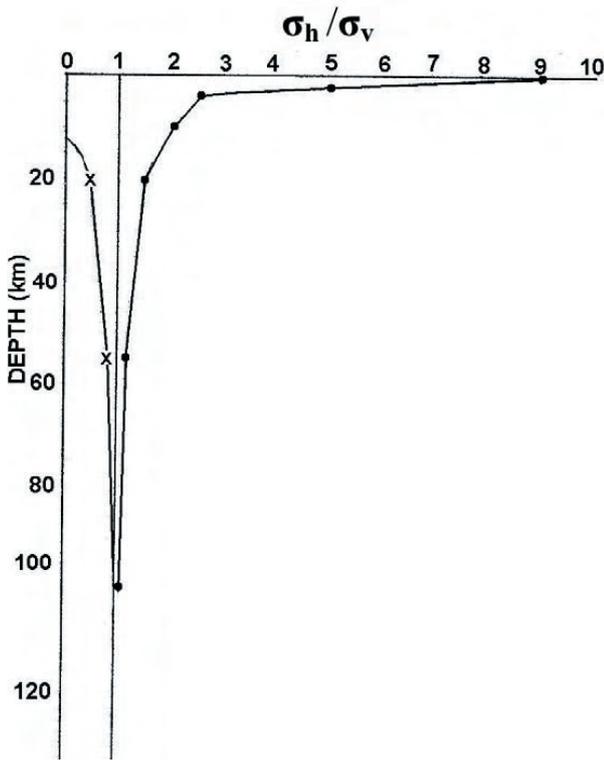


図 4.5 深度に伴って付与された最大ジオイド応力 (水平) と増加する鉛直応力の関係

示すとおりで、ジオイド応力の最大有効値 (1.28×10^5 kPa) に当てはまる。したがって、Heim Role の主張は、ある程度妥当である。それにもかかわらず、水平応力と鉛直応力の主要な違いが地殻領域でおこり、しばらくの間、この効果がモホ面までしかおよばないことを考慮すべきである。地震に関する他の重要な結果は、第 8 章で扱う。

文 献

Enever, J.R. and Lee, M.F., 2000. On the prediction of rock stress. GeoEng 2000, Inst. Engineers Aust., Melbourne.
 Heard, H.C., 1963. The effects of large changes in strain rate in the experimental deformation of Yule Marble. Jour. of Geol., v. 71.
 Hilleard, P.R., 1993. Bedrock movements and failures of the Stanwell Park Railway Viaduct. In, McNally, G. et al. (Ed), Collected Case Studies, Engin. Geol., v. 2.
 James, P.M., 2000. Mechanisms of reservoir induced seismicity. GeoEng 2000, Inst. Engin. Aust., Melbourne.

より小さな規模で宇宙の膨張は存在するか？

DOES COSMOLOGICAL EXPANSION EXIST ON SMALLER SCALES?

Volkmar MUELLER

Observatory Crimmitschau, 08451, Germany (retired)
 volkmar_mueller@hotmail.com

(小泉 潔 [訳])

編集者より：この論文については、査読者と著者との間で議論があり、多くの論議が行われた。査読者のコメントのいくつかは、論文末尾に付されている。

要 旨：科学の異なった分野で、ハッブル定数に大きさと単位がともに近似する数値が知られている。これらの偶然の一致が、可能性のある地球膨張、太陽系の彼方に旅する宇宙探査機の異常な赤方偏移や外見上は関係のない作用に影響している。これらが本当に一致するならば、その可能性は極めて大きいだろう。

キーワード：偶然の一致、宇宙膨張、地球膨張、パイオニア異常、後氷河隆起、地球の自転の減速

はじめに

宇宙膨張はハッブル定数によって特徴づけられている。WMAP 観測によると、それは $71 \pm 8 \text{ km} \times \text{s}^{-1} \times \text{Mpc}^{-1}$ で、それらの許容範囲をはずれた値が文献に見つけられる。 $1 \text{ Mpc} = 3.086 \times 10^{19} \text{ km}$ を代入し、プラスマイナスの数値を無視すると、 $2.30 \pm 0.26 \times 10^{-18} \text{ s}^{-1}$ と変形しうる。ハッブル定数は遙かに遠い銀河ほど、より速く我々から遠ざかっていることを意味する、と一般に説明されている。

ハッブル定数はふつう、銀河のペアあるいは集団よりさらに大きい規模に適用されると考えられている。アインシュタイン-シュトラウスによると、それらはその中の物質が重力によって境されていないために、宇宙の膨張が考慮されていないフリードマン宇宙における天体のそれぞれの集団の周りに存在する。ハッブル定数はそれゆえ、銀河より小さな規模では見られない。同様な定数が非常に小さな規模のものに見られるとすると、偶然の一致として扱われるか、未解明なプロセスが内在していることを我々に示唆している。図 1 は、これらの数値のま

とめである。さらに有意な事例の説明を次に示す。

パイオニア異常

パイオニア 10 号が地球からおおよそ 20 天文単位にあった時、ラジオ信号が不可解な赤方偏移を示した。Anderson et al. (2001) は、宇宙探査機が $a=8.74 \pm 1.33 \times 10^{-8} \text{ cm/s}^2$ で加速したことを示した。注目の焦点が減速度 a でなく、 a/c ($a/\text{光速}$) であれば、これは $2.92 \times 10^{-18} \text{ s}^{-1}$ の減速率を与える。この値は、ハッブル定数に近い。この異常は、パイオニア 11 号、ユリシーズ、およびヴォイジャーにも発見された。負の先駆現象は、膨張ではなく遅延 [postponement] を意味する。しかし、それは説明される。

地球自転の減速

平均太陽時は、ユリウス暦の 100 年間に 29.22 秒減速している (Ahnert, 1959)。約 31.56×10^8 秒のユリウス暦の 100 年間 (t) の長さを計算に入れると、地球の自転の減速度を計算することが出来る。

$$\alpha = \frac{\Delta t}{t^2}$$

$\Delta t = \text{ET-UT}$ の差 (秒), $t = \text{ユリウスの 100 年間の長さ (秒)}$, $\alpha = 29.22 \text{ s}/(31.56 \times 10^8 \text{ s})^2 = 2.94 \times 10^{-18} \text{ s}^{-1}$ 。

この値はハッブル定数に近く、化石から計算される時間の遅れの速度に近い。非常に小さな時間の遅れの割合は、大きな時間間隔 ($< 6 \times 10^8 \text{ a}$) にわたる化石から見つけられた。これを立証した論文では、潮汐摩擦による減速の結果であると考えられている。

後氷期隆起

リングレーザーと LAGEOS 衛星を持つドイツのウェッツェルのウェッツェル測地観測所で, Ruder et al. (1990) が地球の多重極モーメントを決め、大陸移動速度を測定し、かつそれらを古地磁気の数値と比較するために地球規模の距離の正確な測定を行った。それらはまた、北極から南極間の距離が 1mm/年の速度で増えており、極半径が 0.05cm/年の速度で増えていると測定された。半径に対する年 (秒) ごとの半径の変化を計算すると、次のようである

$$\alpha = \frac{\Delta r}{r \times t}$$

$\Delta r = \text{半径の差}$, $r = \text{距離 (地球半径)}$, $t = \text{時間}$, $\alpha = 0.05 \text{ cm}/(6.357 \times 10^8 \text{ cm} \times 31.56 \times 10^6 \text{ s}) = 2.5 \times 10^{-18} \text{ s}^{-1}$

極半径のこの増加は、ふつう、最終氷期以降の氷河圧力からの大地のリバウンドによるされるが、この膨張速度はハッブル定数から推定される宇宙膨張と非常によく似ている。

地球の全大陸表面

Maxlow (1999) ほかによると、大陸棚を含む現在の大陸すべては、隙間や重複なしに 55 ~ 60% (3,750km) の半径の球に合ってしまう。これは大陸が現在の大きさに成長した非常に小さな地球をかたちづくっていたことを示唆する。大陸の年代を 43 億年とするなら、我々は膨張速度を $(2) = (6371 \text{ km} - 3750 \text{ km}) / (6371 \text{ km} \times 4.3 \times 10^9 \text{ 年} \times 31.56 \times 10^6 \text{ s/年}) = 3.0 \times 10^{-18} \text{ s}^{-1}$ と計算することが出来る (Mueller, 2007)。まさにハッブル定数である。

討論とはじめの結論

測定値の間の一致には、なんらかの原因があるか、または偶然の結果によるかもしれない。より正確なものには、おそらく、偶然によるものはほとんどない。宇宙膨張や自転減速のような 2 つの正確な計算された数値の間に厳密な一致があれば、偶然の一致ということはほとんどあり得ないが、それでも可能性はある。しかし、科学の異なった分野から計算された新しい定数がそれぞれさらに一致すると、偶然の一致である可能性は著しく減少する。表 2 のハッブル定数に類似した定数のすべてを総合すると、偶然の一致である確率はわずかである。それ故、宇宙膨張が小領域で生じる可能性を考えるべきである。

宇宙膨張を地球に適用する場合、熱や造構の効果は地球膨張の原因ではあり得ない。しかし、それらはその結果かもしれない。地球膨張に批判的な多くの人は、何人かの著者により提起されている急激な膨張速度から想定されるものより自転の減速は小さい、と主張している。しかし、ここで計算された膨張と自転減速に関する数値は、この批判にもかかわらず類似している。1 Mpc の距離で $71 \text{ km} \times \text{s}^{-1}$ の速度での宇宙膨張を引き起こす。地球半径と同じ大きさの距離では $0.06 \text{ cm} \times \text{a}^{-1}$ の速度に比例的に一致する。測定された実際の地球自転の減速は、回転定理によると同様な膨張速度を引き起こしている (Mueller, 2007)。地球自転の減速と月軌道の拡大が同様な速度を持っているなら、両速度はおそらく同様な原因に由来する (潮汐摩擦が唯一最低限の効果だろう)。引用された事例の中で同様な減速率をもたらすためには、潮汐摩擦は最もありそうにないことである。表 2 の事例は、地球の中心にいる観測者が、多くの階層規模の長さでの距離に厳密に比例する膨張率を見ていることを示す (図 1 参照)。外殻からの、地球表面からの、月からの、パイオニア宇宙探査機からの、銀河からの、そしてさらに宇宙の地平線からの距離が考慮されている。地球の膨張速度は Maxlow (1999) などによって提起された値よりも小さいが、Egyed (1969) によって提起されたものに非常に近く、35 ~ 40 倍であろう。

上述した著書によると、小規模な領域における宇宙膨張は、地球の膨張に比較して次のような効果を提起する。—いくつかのハッキリした原因はないが、中生代に始まる地球の指数関数的成長には妥当しない。—いくつかの天文学的現象は説明できる。

- 多くのより低い数値は、受け入れられやすい；その値はEgyed (1969) の値などに近い。
- 一回転定理は、自転速度の減速によって地球半径が約0.6mm/aで大きくなるはずであることを意味している。
- 約3.8cm/aで拡大している月の軌道は、潮汐摩擦によることを証明していない。
- 地球膨張の原因は地球科学的な問題ではなく、宇宙科学的なものである。

短文の紙数では、いくつかの解釈を述べることはできない。さらに、数値の一致は、同様な膨張速度をもつ現象を別々に説明することは困難で、未知のレベルにある。

謝辞：査読者、とくに示唆、修正と訂正に関してMartin Kokus氏に感謝する。

コメント1：彼はいくつかの興味ある指摘をしているが、パイオニア異常は宇宙船が加速しているのではなく、減速しており (http://www.planetary.org/programs/projects/pioneer_anomaly/)、そこでそれらが赤方偏移ではなく青方偏移を示す。これは彼が証拠に挙げた他の論拠にも疑問を投げかけるのではないか？

回答：第一に確認されていること：概して、データに欠けている赤方偏移が測定されたのは青方偏移である。私は、スケール問題に関する異常と考えている。これには、2つの側面がある：①パイオニア宇宙探査機は無限に飛んでいて、強度の影響が無ければ速度は計算される。②宇宙探査機は無限に飛んでいないで、速度はその距離に比例して減っていかなくてはならない。

なぜ？ 宇宙探査機は極限値の方向からそれて無限に飛んではない。限界値は天文学的地平線あるいはゼロ年の世界である。限界値を破るようなことは出来ないので、

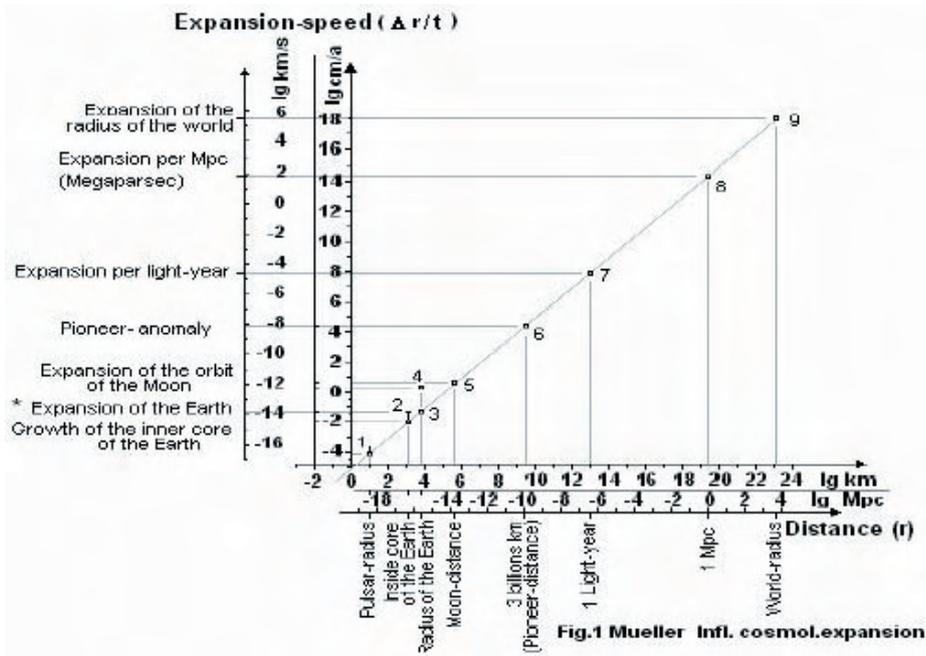


図1 膨張速度と距離との関係

表1 図1の値に関する解釈

1	2	3	4	5	6
9	World-radius	1,265..10 ²³ km	lg 23.10	299805kms ⁻¹	lg 5.48
8	1 Mpc	3,087..10 ¹⁹ km	lg 19.49	71kms ⁻¹	lg 1.85
7	1 Ly	9,46..10 ¹² km	lg 12.98	2,2410 ⁻⁵ kms ⁻¹	lg -4.65
6	Pioneer anomaly	3..10 ⁹ km	lg 9.477	22436cma ⁻¹	lg 4.35
5	Moon-orbit	384600km	lg 5.585	3,8cma ⁻¹	lg 0.56
4	Radius of the Earth ^{xx}	6371km	lg 3.804	2cma ⁻¹	lg 0.30
3	Radius of the Earth ^x	6371km	lg 3.804	0,06cma ⁻¹	lg -1.21
2	terior core of the Earth	1222km	lg 3.087	>0,0146 cma ⁻¹	>lg -1.835
1	Radius of the Pulsars	10km	lg 1.000	7,64..10 ⁻⁵ cma ⁻¹	lg -4.12

列；1 = 図1の地点番号；2 = 現象；3 = 距離；4 = 距離の対数；5 = 膨張速度；6 = 5の対数

^x 減速の結果による膨張速度と回転定理の適用

^{xx} Carey (1996), Maxlow (1999) ほかの仮定に一致する膨張速度。比較のために；成長速度は宇宙の膨張速度より35～40倍大きい。

表2 関連した膨張速度と減速度

Criterion	Basis	Rate (n×10 ⁻¹⁸ s ⁻¹)	In general accepted cause	Spot of discovery to the calculation
Adjustment(SI-UT)-second	R	3.01bzw2.935	Tidal friction	Ahnert, 1959
Expansion of Moon-orbit LLR	E	3.15±0.06	Tidal friction	Ruder, 1990
Surface-relationship ocean / continent	E	3.03	Unknown (Hypoth. Earth-expansion)	Mueller, 2007
Fossils Cambrian-Cretaceous	R	4.1-3.01	Tidal friction	
Old terrestrial fold-mountains(2.75 Mrd a)	E	3.57	Hypothetical expansion of the Earth	Sager, 1976
Polar diameter the earth after ice age	E	2.5±0.95	Reduction of the polar-ice	Ruder, 1990
Hubble constant Vaucouleurs 1982	E	3.08	Cosmological expansion	
WMAP	E	2.30±0.26	Cosmological expansion	
Solar system / Pioneer anomaly	E	2.91±0.44	Unknown	Anderson, 2001
Rate of retardation PSR 1534+12	R	2.4	Loss of mass by radiation	Manchester, 2005
Interior core of the Earth	E	12.8-2.6	Growth of the inner core	Denis, 2006
Loss-rate original kilogram	?	16	Unknown	Rauner, 2003; Mueller, 2007
Project.unified field theory / Expans.of Earth	E	3.57	Scalar -thermal expansion	Schmutzer, 2000&2004

宇宙探査機の速度はゼロに落ちて行かなくてはならない。この速度の落下が減速である。この減速は “青方偏移” または赤方偏移の欠如として知覚される。減速の大きさは $-(8.74 + 1.33) \times 10^{-8} \text{ cm/s}^2$ に達する。この値をもつ $2.92 \times 10^{-18} \text{ s}^{-1}$ という減速率は印刷されず決められた。この速度はそれ故天文学的な原因である。測定された速度の落下は回避されうる。UT1 スケールの数値的指標が決まっていれば、これは到達される。それにともない、このスケールは宇宙論的意味を持っている。このような点で、“青色運動” 形成は説明されうる。原理の減速を起こす力あるいは相違はとりあえずは必要ない。

コメント2：彼の計算はOKのようで、偶然の一致よりやや良いが、どんな場合でも彼は標準的仮説を使う。すなわち、ハッブル効果や地球の年代など、そして何か特異なものを取り上げている—偶然か？ おそらく—しかし、ハッブル膨張あるいは赤方偏移は距離と関係があるものはなく、最近のデータは放射年代に重大な不備があることを示しており、彼の地球膨張の計算は間違っているだろう (Hubble のように)。そこで 電氣的宇宙の視点から、我々は彼の結論はハッブルや地球膨張に関する限りでは偶然の一致と言え、しかし宇宙探査機に関する効果は非常にリアルで、電氣的宇宙原理によって容易に説明される。

文 献

Anderson, J.D. et al., 2001. Study of the anomalous acceleration of Pioneer 10 and 11. arXiv: gr-qc/0104064 (e-print service of the Cornell University)
 Ahnert, P., 1959. (Publisher) Die astron. Zeitmessung und ihre Probleme. In, Kalender für Sternfreunde, p. 92 -108. J.A. Barth-Verlag Leipzig
 Carey, S.W., 1996. Earth Universe Cosmos, Chapter 7 Earth Expansion On-line books and papers regarding global expansion tectonics <http://www.geocities.com/>

capecanaveral/launchpad/8098/2.htm
 Denis, C. et.al., 2006. Secular changes of LOD associated with a growth of the inner core. Astron. Nachr., v. 327, p. 309-313.
 Egyed, L., 1969. Physik der festen Erde. (German translation of: A Föld Fizikája). Akadémiai Kiad, Budapest.
 Manchester, R.N. et. al., 2005. The ATNF Pulsar Database. <http://www.atnf.csiro.au/research/pulsar/psrcat/>
 Maxlow, J., 1999. Global Expansion Tectonics. <http://www.geocities.com/CapeCanaveral/Launchpad/6520/>
 Mueller, V., 2007. Expansion von Erde und Universum. <http://www.zeitexpansion.de>
 Rauner, M., 2003. Das Maß aller Massen. <http://www.technik-channel.de/artikel/616496>
 Ruder, H. et. al., 1990. Geodäsie und Physik. In, Physikalische Blätter Nr 46, no. 2, p. 41- 46. (Official communication-organ of the " Deutsche Physikalische Gesellschaft " (DPG), since 2002 : " Physik Journal ").
 Sager, G., 1976. Gedanken zur Expansion d. Erde. Beiträe zur Meereskunde, Heft 37, Akademie-Verlag Berlin.
 Schäfer, G. and Wex, N., 1993 Binärpulsare testen Einsteins Gravitationstheorie. In, Sterne+Weltraum 11/93, p. 770.
 Schmutzer, E., 2000. Approximate global treatment of the expansion of the cosmic objects induced by the cosmological expansion. Astron. Nachr., v. 321, p. 227 -233.
 Schmutzer, E., 2004. Projektive Einheitliche Feldtheorie. p. 421. Verl. H. Deutsch Frankfurt/M.



回転している天体の一般的テクトニクスの傾向について (超テクトニクス)

ON UNIVERSAL TECTONIC TRENDS OF ROTATING CELESTIAL BODIES
(SUPERTECTONICS)

Gennady G. KOCHEMASOV

IGEM of the Russian Academy of Sciences, 35 Staromonetny, 119017 Moscow, Russia
kochem@igem.ru, kochem.36@mail.ru

(山内 靖喜 + 岩本 広志 [訳])

要旨: 回転している天体の球状の形は、それらの熱帯^{*1}と熱帯外部^{*1}が著しく異なる角運動量をもつことを意味している。単一物体内でのこのような不規則性は、物体を乱す。その理由は、テクトニクス応力とエネルギー状態の物理的性質を最小にするために、物体は自然傾向とは逆に作用するテクトニクス応力のレベルとエネルギー状態を増加させるからである。対立する2つの力を平衡させるため、物体は熱帯内の半径と質量を減らし、熱帯外部のそれらを増加させようとする。その結果生じる破壊のおよび建設的な作用の痕跡は、いろいろな等級の天体における惑星の球形に、すなわち惑星、衛星及び小惑星に固定されている。リソスフェアから大気圏と生物圏に至る地球の球形がより詳細に取り扱われる。すべての天体は回転しており、同じようなテクトニクスを現しているため、それらの共通した特徴を“超テクトニクス (superectonics)”とよぶことができる。

^{*1} (訳者注): 本論文では熱帯 (tropical zone or belt) を緯度による定義に従っているようである。それによれば、熱帯は南北両回帰線に挟まれた地域であり、それより高緯度側を熱帯外部 (extra-tropics or extra-tropical belt) と呼んでいる。

キーワード: 惑星学, 角運動量, 回帰線, extra-tropics, 天体, テクトニクス

はじめに

回転している地球の物理特性は宇宙学者によって広く調べられている。宇宙船の打ち上げは赤道地域からが廉価であるということを知っている。その理由は、赤道地域の半径 (回転軸からの距離) がより大きく、そのため、打ち上げる宇宙船により大きな角速度を与えるからである。地質学と惑星科学において、この客観的性質はほとんど考慮されていない。しかし、1つの回転体において明らかに異なる角運動量をもつ緯度帯 (熱帯と熱帯外部) が共存することは、これらの運動量を釣り合わせる傾向がうまれる。このことは、内部のテクトニクス応力とエネルギー状態を減少させることを求める。これを達成するために、(地球のような) 惑星体は赤道帯 (熱帯) を破壊してその半径と質量を減少させ (例えば、地殻がつぶれて無数の島と海溝になる)、そして熱帯外部と極地域を増強する傾向にある (たとえば、上部地殻中への巨大なブリューム侵入)。重力ははるかに大きいので、天体はこの傾向に打ち勝ち、球形を保持するが、この“改善”による多くの痕跡が球形中に保存されている。本論は、惑星、衛星及び小惑星におけるこれらの調整の事例を多数示す。ここで議論されるテクトニクスは、古典的な物理的性質に基づいて回転するさまざまな天体に適用される。すべての天体は回転しているため、私たちは、これを“超テクトニクス”とよぶ (Kochemasov, 2009b)。

角速度

いろいろな天体の熱帯と熱帯外部の間での外観と構造の違いが、しばしば観察される。岩石質及びガス質の惑星と衛星が影響を受けており、そのため、私たちはそれらに共通する原因を探求している。すべての天体は球形で回転しているため、回転軸からの距離が赤道から極に向かって次第に減少するので、緯度によって異なる角速度をもつ地帯を形成する (図1)。ロケットを宇宙に向けて打ち上げるときに、このことは特に影響を受ける—より望ましい廉価な打ち上げは赤道地域からである—フランス領ギニアは、カザフスタンのバイコノールより有利である。著しい変化は、回帰線の緯度で起きる。1つの回転している惑星体全体は、確立されたテクトニクスのブロックあるいは帯の角速度をもつ傾向にある。そのため、この基本的物理的性質を同じレベルにする機構から始める。熱帯 (回転楕円体のため突出) では、外側の殻—地殻—は壊されたり、沈下したりあるいは収縮したりする。そのため、地殻物質の密度が変化する。大気は化学的性質と構造を再び変化させる。地球の人類圏において人間は小さくなる (よく知られたピグミー化過程)。逆に熱帯外部は物質を増加し、半径を大きくする。角速度は天体をキュウリのような形にする傾向にあるが、しかし強力な重力は天体を常に球状にする。ル・シャトリエ (Le Chatelier) の法則^{*2}に従えば、反対方向の傾向をもつ機構が同じように反応して作用を始める。この宇宙の“闘争”の痕跡は、構造的に目立った熱帯及び熱帯外部として天体の表面でしばしばみられる (図1)。

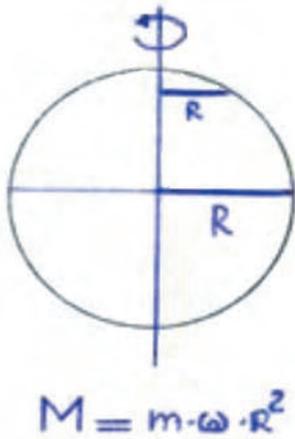


図1 回転している球体における赤道帯と赤道帯以外の間で異なる角モーメント (M)

*2: 平衡状態にある物質系で温度や圧力を変えた場合、平衡状態がどう移動するかを示す法則。状態変数をどのように選ぶかによって法則の内容は多少変わってくるが、その一般的性格は大まかに次のように表すことができる。「ある熱力学的平衡状態にある系が外部からの作用によって平衡が乱された場合、この作用に基づく効果を弱める方向にその系の状態が変化する。」(岩波書店, 理化学辞典より)。

地球

地球上に広い分布する熱帯は、地殻の破壊によって特徴づけられる。東南アジアとオーストラリアの間ではマレー多島海(スンダ列島, マルク諸島^{*3}, フィリピン諸島)の無数の島々が、それを示す。アフリカと南アメリカでは、コンゴとアマゾン川の巨大沈降部が発達し、そこでは始生代の地殻が2km以上の深さまで沈降している(Haughton, 1963)。赤道に沿った太平洋においては、ミクロネシアの無数の島々が存在する(ダーウインによれば、巨大なサンゴは沈降した玄武岩質海山の印となっている)。玄武岩質海洋地殻の沈降の後に、玄武岩と堆積層の激しい褶曲運動と断層運動が続いて起きた(図2)。これは惑星の半径が減少するため、より大きな質量がより小さな空間を占めなければならないからである。

*3: セレバス島とニューギニア島の間にある。なお、マレー多島海という固有名詞は日本では使われない。

中央大西洋はこのことを良く示している。すなわち、北方と南方におけるより静かなテクトニクスが巨大トランスフォーム断層帯に取って代わられ(図2, Pushcharovsky, 1994), そこでは広い範囲から玄武岩の噴出(台地玄武岩の取り込み)が生じた。上部地殻への重い玄武岩をこのように加えたことは、熱帯外部ブロックの角速度を増加させるのに役立った。地球のその他の地域の高緯度と低緯度において、膨大な量のマントル由来玄武岩が噴出して火山性台地と膨大な岩脈を形成した(図3, 4; Hergt et al., 1991; Bochkarev et al., 2007)。それらの起源は、核/マントル境界から上昇し、マントルを溶かし、玄武岩の一部をより容易に溶けるようにした巨大なホットプルーム(スーパープルーム)に帰されるのである。地殻中に重い玄武岩が加わるのと同じ

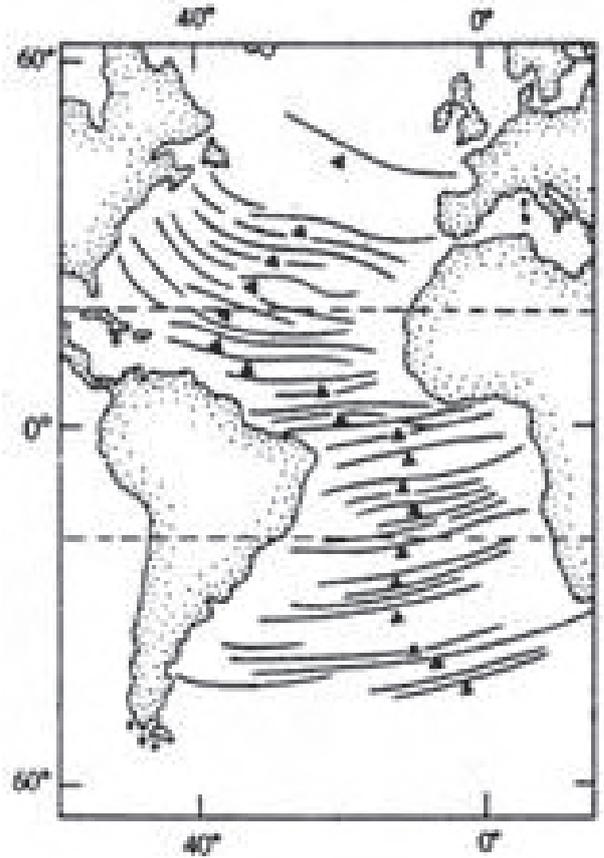


図2 地球. 熱帯大西洋底での強力な断層活動 (Pushcharovsky, 1994 の表紙カバーの絵)

ように、より熱いマントルは膨張して角速度を増す。熱帯の地震活動はその外側より著しく高く、熱帯の地殻と上部マントルには、より激しい破壊が起きていることを示す(Bulatova, 2008 中の地震統計, 図5)。熱帯外部においてはマントル由来のダイヤモンドはアフリカのものよりも窒素に富んでいる(そしてより重い)。また、アフリカにおいては、ホウ素を含む(密度を下げる)珍しいダイヤモンドさえいられている(Mitchell, 1986; Cartigni, 2005)。

大気中での変化が同じ傾向をもってそれに続く。二酸化炭素, メタン及びオゾンのように重い成分は熱帯で少なく、高緯度で富む(図6, 7)。下層大気では、同じような傾向がある。海洋上の風力(速度)についての新しい地球規模の地図が、NASAのQuikScat衛星による10年間の観測にもとづいて作成された。この地図は、赤道帯の風力は高緯度帯及び低緯度帯よりも弱いことを示す(図8, NASAのNews Releases, July 09, 2008)。風力発電には、カルフォルニア北部の海岸沖, タスマニア島周辺, ニュージーランド, Tierra del Fuegoが有利である。このように、他の地圏と同じく、大気圏では熱帯以外でモーメントを増加させる傾向にある。水圏においては赤道に向かうより小さな寒流に比較して赤道から出て行くより大きな暖流は、この傾向を示すだろう。いずれにせよ、高緯度での海水準は赤道より2~2.5m高く、通常それは水温と塩分濃度の変化で説明されている。

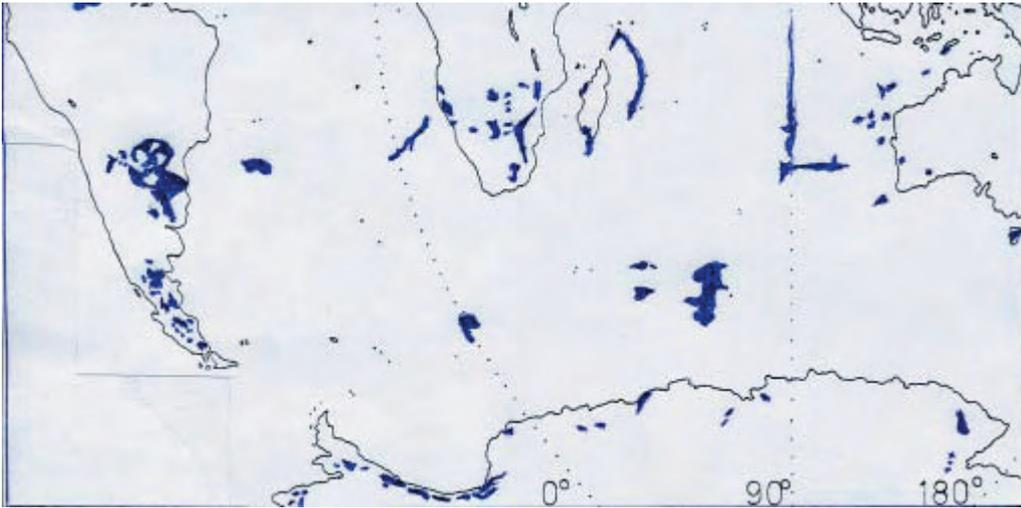


図3 大陸と海洋の中-新生代洪水玄武岩 (Hergt et al., 1991; N_meth et al., 2007; Saunder, 2005)



図4 アジアにおける巨大火成活動域;玄武岩の噴出を黒塗りで示した(アジアの広大な火成活動地域……, 2007;本の表紙カバーの絵)

人類圏においては、この球形の傾向は非常に明瞭に見ることができる。地球の赤道(広い意味での)地域の身体と背丈が小さな人々の発育の問題がある。主な形態学的タイプ(人数の多い人種あるいは地理的支系)に関わりなく、この帯の人々はより南方および北方の緯度の彼等に対応する人々より身体と背丈は著しく小さい(Kochemasov, 2008a)。この現象は、アフリカ(コンゴ盆地のピグミー)、アメリカ(アマゾン盆地と中央アメリカの部族)、アジア(パプア人、ベドイド人^{*4}、ネグリティ人^{*5}、マラヤン人、ベトナム人)及びオセアニア(ポリネシア人に比較してのマイクロネシア人)に存在する。

^{*4}: スリランカ、インド、アラビア半島のハドマウト

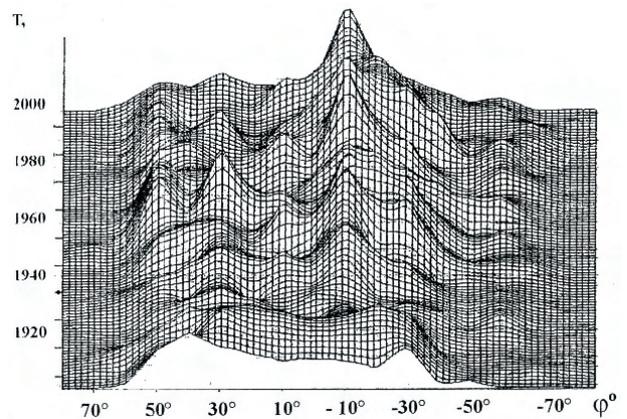


図5 1900～2002年に発生した地震[M_L6.5: IASPI カタログによる]の時間-緯度分布 (Bulatova, 2008)。

とイエメンなどに棲む人種。

^{*5}: フィリピン、マレー半島、タイ、インド洋の島々などの民族を構成する人種。共通の形態的特徴をもつ。

この現象は哺乳動物にも見られ、Bergmanの法則によって説明された一すなわち、高緯度のより冷たい温度はより大きな身体によって熱を保持する能力を要求する。もし、それが大部分の動物に対して真実であるならば、それは容易に人間に適用できない。第1に、人は寒さから自分自身を守る方法を知っている。第2に、オセアニアの熱い熱帯では、背が高く身体の大きなポリネシア人と相対的に小さなマイクロネシア人は実際に一緒に存在し、そして気温は人間の形態となんに関係もない。動物界においては、Bergmanの法則のほかに角速度法則の作用が熱帯(動物)の矮小な形態(鹿、熊、象及びその他の動物にみられる)を同じく説明している。さらに、この結論は樹木圏における観察によっても支持される。そこにおいては、赤道地域の樹木の平均密度は熱帯地域の赤道地域外のそれより多少小さい。すなわち、樹木を比べると、751 kg/m²(インド)と785 kg/m²(オーストラリア)に対して697 kg/m²(アフリカ)である(図9)(Kochemasov, 2008b; Vorobyev, 1982)。

他の惑星

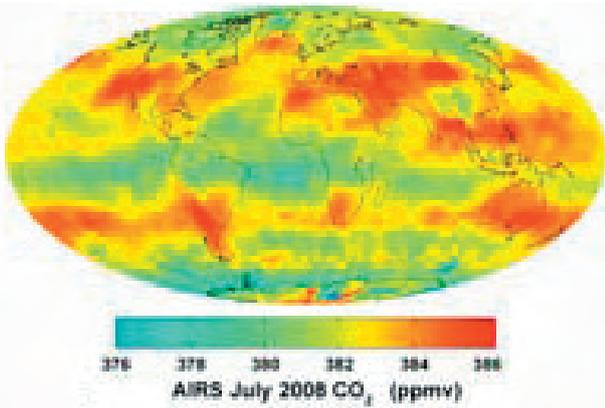


図6 地球大気中の二酸化炭素分布 (NASA's News Releases, Oct. 09, 2008)

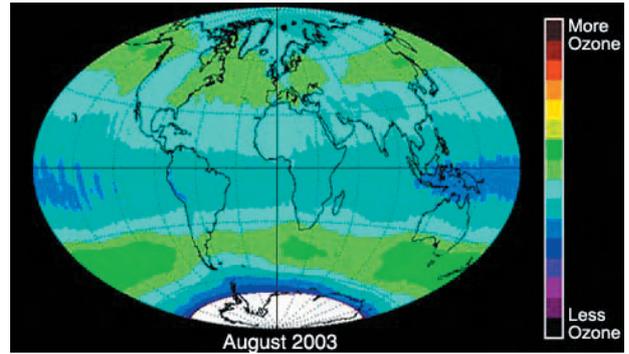


図7 地球大気中のオゾン分布 (総オゾンについての Nimbus-7/TOMS 資料)

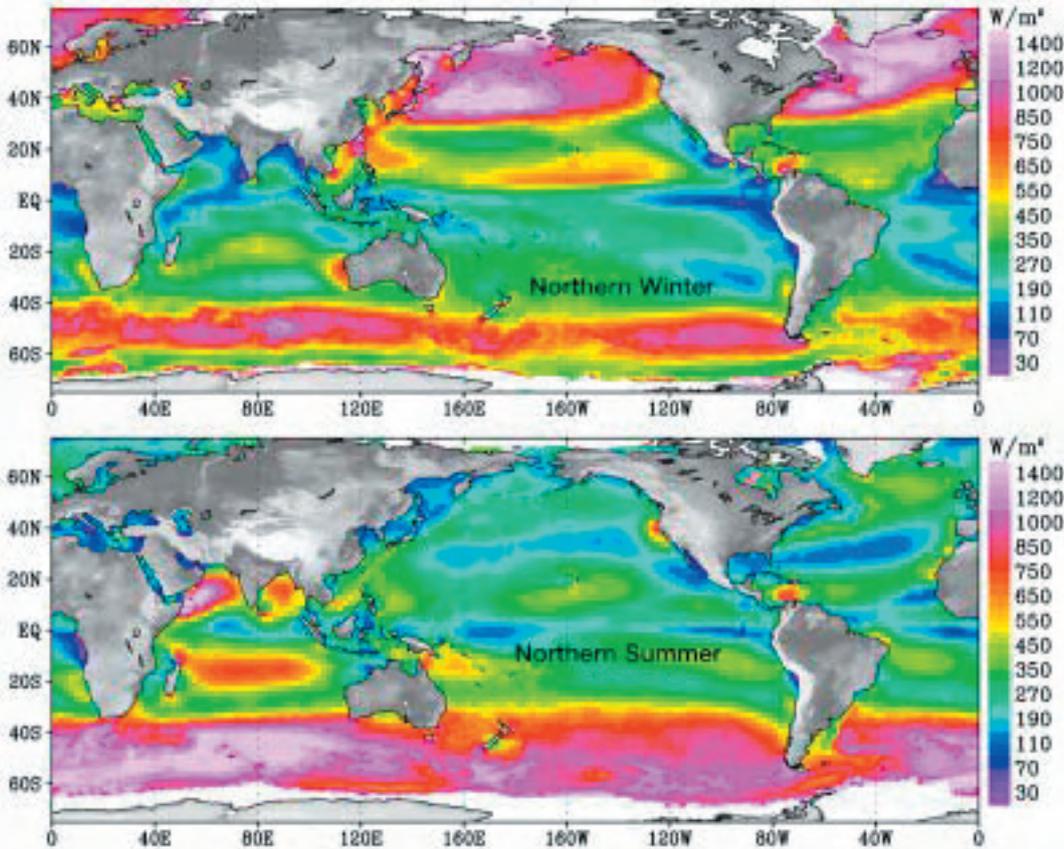


図8 NASA QuikScat 衛星の10年間の観測にもとづく海洋風力(速度)の地球全図 (NASA's News Releases, July 09, 2008)

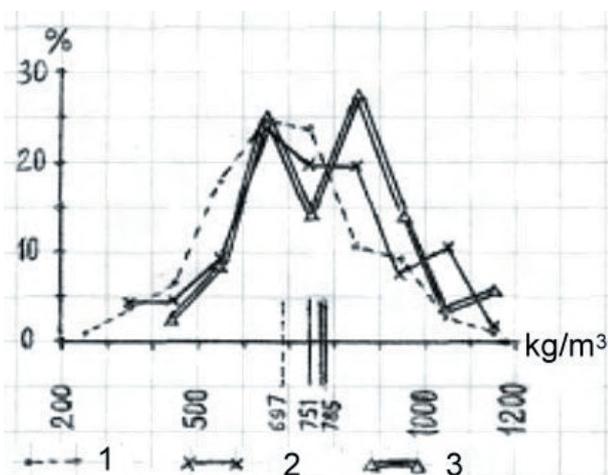


図9 材木の平均密度: 1-アフリカ, 2-インド, 3-オーストラリア (Kochemasov, 2008b)

火星では高地と低地の境界部付近に謎に満ちた混沌として乱れた大陸が広がり、それは、幅広い熱帯に沿う地殻破壊の痕跡としてとらえることができる。小丘群とそれらが分離した凹地のシステムは、横断テクトニクス [crosscutting tectonics] によってコントロールされる。そこでは、沈降が支配的であるという特徴が認められる。逆に、幅広い熱帯以外では、流体に富む物質が幅広く流出した台座型クレーターが存在し (図10; Kadish et al., 2008), 不完全なモーメントを補完していることは明らかである (地球上の図3-4と比較せよ)。

金星では、熱帯に強くひきさかれたアフロディティ高地 [Aphrodite Terra] とフォイバーレジオ [Phoebe Regio] が存在し、高緯度地域に広く発達する玄武岩に充填されたプラニティア [Planitia] を伴っている。

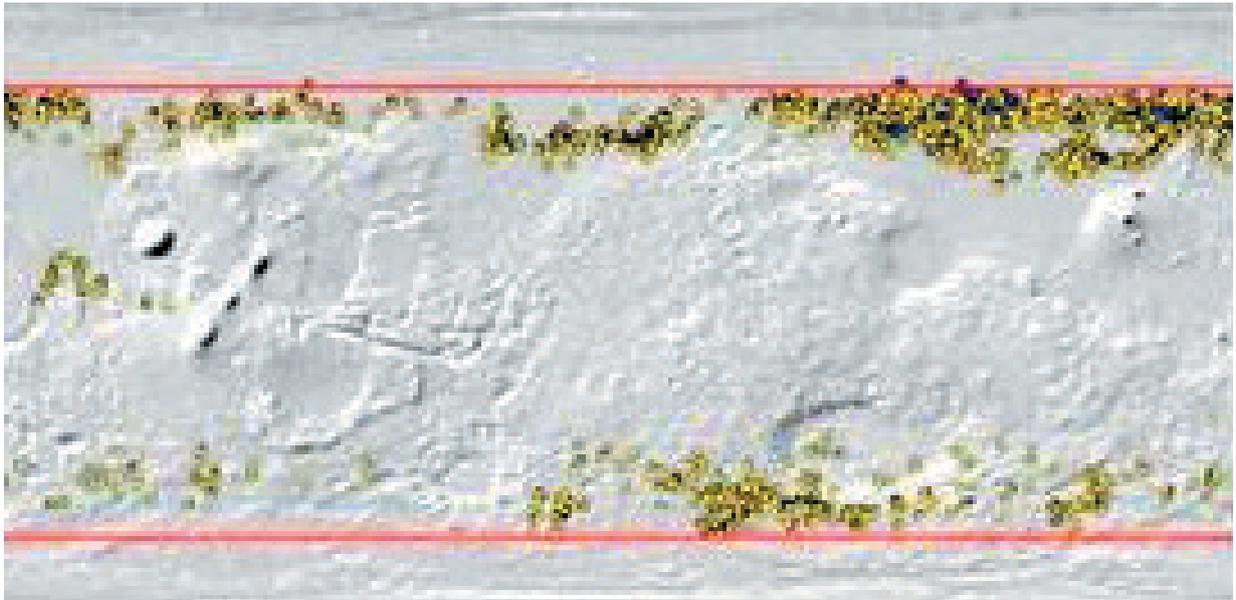


図 10 火星：赤道以外の地帯に分布する流体に富む物質の流出を伴う台形クレーター (Kadish et al., 2008). 赤線は平行な 60° 緯線.



図 11 木星：大気雲の紫外線画像はより明るい領域にはさまれた暗色赤道帯を示す (Venus-Express 宇宙船, 2007 年 7 月).

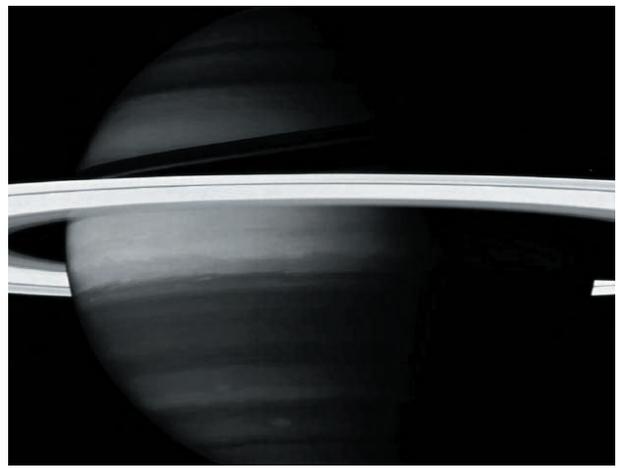


図 12 土星：PIA09769, 赤道帯でのメタンの弱い吸収 (輝いた場所, IR 光, 890nm)



図 13 イアペタス：PIA09756, 暗色床“クレーター”が配列する側にみられる暗色赤道リッジのつながり.

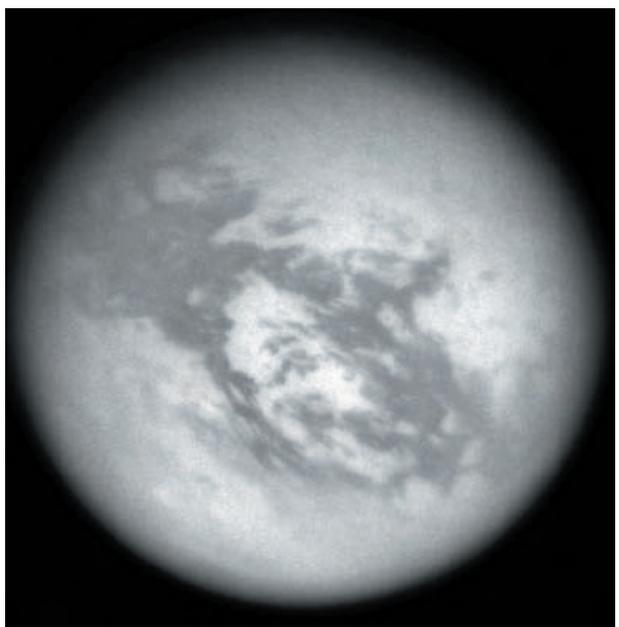


図 14 タイタン：PIA08995, 暗色赤道地域中央部に明色域 Adriri を含む. IR-939nm.

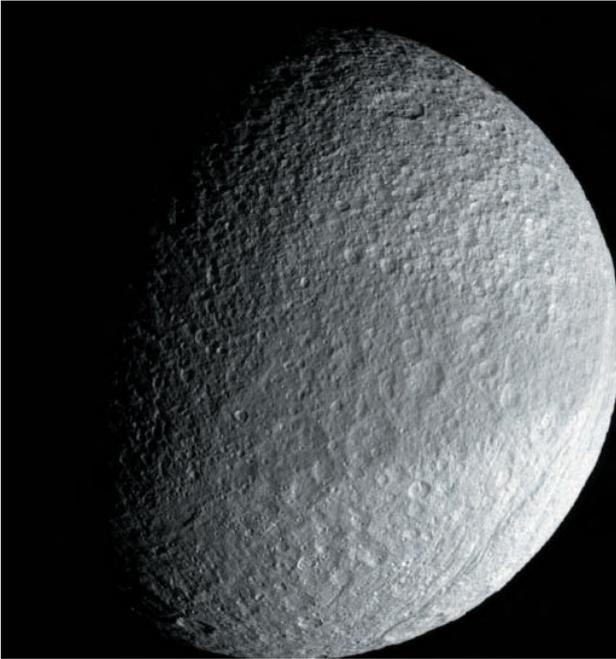


図 15 テチス : PIA09766, (左) 暗い赤道帯, leading side



図 16 テチス : PIA10424, 暗い赤道帯, leading side

高速回転する厚い金星大気は強い乱流を示すが、Venus-Express 宇宙船の紫外線画像（2007 年 7 月）の幾つかでは、より明るい領域に囲まれた赤道帯が暗く表示されている（図 11）。先行するマリナー 10 号の画像でも、このような硫酸雲の再配列が観察されていた。

土星では一般に、幅広い熱帯が、熱帯外部よりも高い反射率を持つ。水素-ヘリウム大気中で、より重たいメタンは赤道付近には存在せず、高緯度域に濃集する（図 12）。

木星の熱帯のうち（図 14）、ふつう、より暗いメタン低地には少なくとも 2 方向の波長数 km ~ 20km のリップルが認められる（Kochemasov, 2007a）[このような形状は幾人かの科学者に誤ってデューンと理解された]。このリップル形成は中~高緯度では暗色ペーズン（おそらくは、液体メタン）のなめらかな表面に移化し、その境界は、南半球よりも北半球でより高緯度にある。この惑星模様は、地球上の海洋底玄武岩の挙動に類似する。

イアペタス [Iapetus] では、輝線をもつ半球の幅広い赤道帯は、暗色床を持つ比較的多くのクレーターによって識別される（図 13）。赤道上の隆起した領域が明るい半球で、沈降・分解傾向を示す。この領域で、平坦で暗く見える半球と赤道上の膨らみが連結される（搾り出されたような地形は暗色半球の沈降に起因する）。

テチス [Tethys] の赤道周辺には、やや暗い表面物質が帯状に分布する。それはより高緯度地域の氷とは異なった構造をもつ、あまり汚れていない氷あるいは氷であるとされる。これは、米国の宇宙科学研究所の Cassini 科学者達の見解である。もしそれが赤道地域においてより粗粒な粒子（より未固結）でより純粋な物質でできているとすると、より低密度の傾向を示すはずで、その角運

動量を減少させることになる（図 15・16）。

最近得られた小惑星 2867 スティンス [Steins] の画像（図 17）では、4.6km のダイヤモンド型の形状ばかりではなく、その赤道帯上の独特な色彩が構造的なものか組成変化なの不明である。

太陽は南北 30° 以内に有名な黒点を持ち、高温プラズマ星は独自の特異性を持っているにもかかわらず、他の自転天体と同じ造構的挙動を示す。

他の惑星天体のより接近探査がすすむと、熱帯と熱帯外部との間のこのような相違がより多く発見されるだろう。

とくに興味深いのは熱帯と熱帯外部の間の漸移帯で、両地帯が接合する場所ではモーメントが明確に異なる。

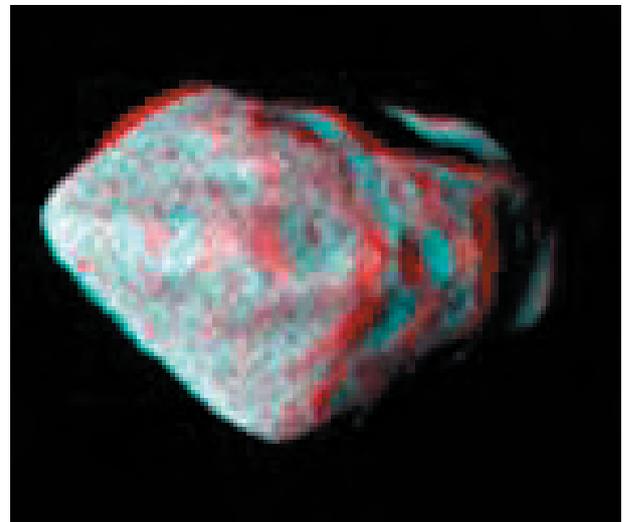


図 17 小惑星 2867 Steins : 赤道帯にみられる特性変化 (ESA-Rosetta 探査, 2008 年 9 月 5 日)

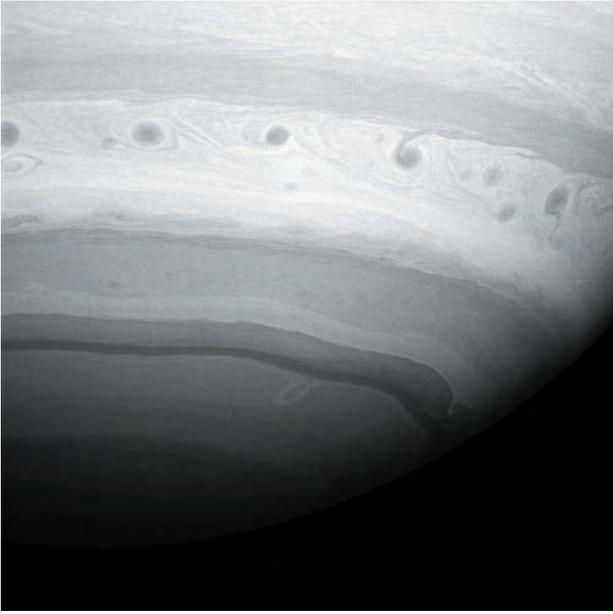


図 18 土星：PIA10411 渦巻く嵐，“嵐の細道”，南緯 35°

ここでの 1 つの見方として、この惑星領域には高エネルギー状態の休まない挙動が期待される。確かに、土星大気中での南緯 35° 周辺に平行した“渦巻く嵐” [swirling storms] が持続していること、地球上の水圏や気圏には有名な“ほえる 40°” [Roaring Forties] が存在し、両現象は同様な物理法則によって説明できるかもしれない。土星の“嵐の通路” [Storm Alley] (カッシーニ科学者達によってそう呼ばれている、図 18) は、初期の“ボイジャー” [Voyager] で観測されたように、安定的に存在する構造である。地球の“ほえる 40°” は、はるか昔から航海者によって良く知られていた (図 8)。天体が自転し、球形の外形が保持される限り、2 つのゾーンの間で角運動量が十分に釣り合った状態が生じることはありえないので、熱帯と熱帯外部の矛盾は永続的で、両半球のおもに 30° ~ 50° 緯度帯は、恒常的な摩擦によって擾乱や強風が生ずる。これらのイベントに呼応して、その影響は極方向へ 70° までおよぶだろう。地球上のほえる 40° (40° ~ 50°) は、怒涛の 50° (50° ~ 60°)、悲鳴の 60° (60° 以南、南極の近く) につながる。

地球の場合、擾乱は大気や海洋・地圏に影響を与える。航海者はほえる 40° の強い偏西風を利用してきた。ヨーロッパは、どきどき異常な、そして、まれに災害的な天候に遭遇する (北半球では陸地によって風は幾分かやわらぐ)。ユーラシア・北米、ならびに、南緯 46° ~ 48° に沿う南大洋には、緯度方向にのびる惑星規模の 2 つの撓曲地形が存在し、低緯度側の沈降帯から高緯度側の隆起帯へ漸移する (Kotov, 2003)。これらの永続的に低速度の地殻とリソスフェアの逆向きの運動は、自転する地球が熱帯と熱帯外部の角モーメントを均衡させようとしている証拠である。以上のように、岩石天体と巨大天体はともに、同じ基本的自然則にのっとって、熱帯と熱帯外部の不等な角モーメントを調整しようとし、両者の間の漸移帯に特異性をもたらしている。

上述した惑星の普遍的造構特性は、惑星球面に普遍的な多面体波状構造 (Kochemasov, 2007b) とあわせて、“スーパーテクトニクス [supertectonics]” (Kochemasov, 2009b) と呼ばれる。

画像著作権者：NASA/JPL/Space Science Inst. (Fig. 10-14)

文 献

- Bochkarev, V., Brekhuntsov, A. and Lukomckaya, K., 2007. Permian-Triassic amphitheatre of superplume magmatism in northern Eurasia. Large Igneous Provinces of Asia, Mantle Plumes and Metallogeny. Abstracts of the International Symposium in Novosibirsk, Russia, 13-16 August 2007. Novosibirsk: Publishing House of SB RAS, 225p. (p. 11-13) (in English).
- Bulatova, N.P., 2008. Application of space-time statistics of the Earth's seismicity to a study of tectonic and geodynamic processes. Geophysics of the XXI century: year 2007. Proceedings of the 9th V.V. Fedynsky geophysical readings (March 1-3, 2007, Moscow), Tver: GERS Press, 368p. (p. 43-51) (in Russian).
- Cartigni, P., 2005. Stable isotopes and the origin of diamonds. Elements, v. 1, no. 2, p. 79-84.
- Houghton S.H., 1963. The stratigraphic history of Africa south of the Sahara. Edinburgh and London. Oliver and Boyd, 365p.
- Hergt, J.M., Peate, D.W. and Hawkesworth, C.J., 1991. The petrogenesis of Mesozoic Gondwana low-Ti flood Basalts. Earth and Planetary Science Letters, v. 105, p. 134-148.
- Kadish, S.J., Head, J.W. and Barlow N.G., 2008. Pedestal craters on Mars: distribution, characteristics, and implications for Amazonian climate change. LPS XXXIX, Abstract 1766.pdf.
- Kochemasov, G.G., 2007a. Wave structures in the Saturnian system. New Concepts in Global Tectonics Newsletter, no. 38, p. 13-15.
- Kochemasov, G.G., 2007b. Plato's polyhedra as shapes of small satellites in the outer Solar system. New Concepts in Global Tectonics Newsletter, no. 44, p. 43-45.
- Kochemasov, G.G., 2008a. Angular momenta of different latitudinal belts of rotating Earth and their influence on geospheric structures (lithosphere, biosphere, atmosphere). General and regional problems of tectonics and geodynamics. Proceedings of the XLI Tectonic conference, T. 1, Moscow, GEOS Print, 560p. (p. 442 - 446) (in Russian).
- Kochemasov, G.G., 2008b. A reflection of tectonic levels of the Earth's global tectonic blocks in the dendrosphere (in wood density). Actual problems of regional geology and geodynamics, X Gorschkov's readings, Moscow State University, Proceedings, Apr. 28, 2008, 42 pp. (15-19) (in Russian).
- Kochemasov, G.G., 2009a. "Storm Alley" on Saturn and "Roaring Forties" on Earth: two bright phenomena of

- the same origin. *Geophysical Research Abstracts*, v. 11, EGU2009-2768 (CD-ROM). Kochemasov, G.G., 2009b. Universal planetary tectonics (supertectonics). *ibid.*, EGU2009-2747.
- Kotov, F.S., 2003. A reflection of planetary flexures in limits of the continental lithosphere. *Tectonics and geodynamics of the continental lithosphere. Proceedings of the XXXVI Tectonic conference. T. I, 4-6 Feb. 2003, Ed. Yu.V. Karyakin, Moscow, GEOS, 2003, 370p (p. 305-308) (in Russian).*
- Mitchell, R.H., 1986. *Kimberlites: their mineralogy, geochemistry and petrology.* New York, 436p.
- NASA's News Releases, July 09, 2008: Ocean wind power maps reveal possible wind energy sources. <http://winds.jpl.nasa.gov>
- NASA's News Releases, Oct. 09, 2008: NASA maps shed light on carbon dioxide's global nature. July 2008 CO₂ in the mid-troposphere (8 km above Earth), AIRS data in ppmv, PIA11194-226.jpg.
- Németh, K., Martin, U., Haller, M.J. and Alric, V.I., 2007. Cenozoic diatreme field in Chubut (Argentina) as evidence of phreatomagmatic volcanism accompanied with extensive Patagonian plateau basalt volcanism? *Episodes*, v. 30, p. 217-223.
- Pushcharovsky, Yu.M., 1994. *Atlantic tectonics with elements of nonlinear geodynamics.* Moscow, Nauka, 84p. (Geological Institute Transactions, v. 481) (in Russian).
- Saunders, A.D., 2005. Large Igneous provinces: origin an environmental consequences. *Elements*, v. 1, p. 259-263.
- Vorobyev, G.I., 1982. *Timbers of the world.* Moscow, Forest Industry Press. (Russian translation from TRADA, *Timbers of the world*, v. 1, 1979, 328p. and v. 2, 1980, 352p.).

大陸縁における応力分布とプレート内部地震

STRESS DISTRIBUTION IN CONTINENTAL MARGINS AND INTRAPLATE SEISMICITY

Lev A. MASLOV

Computing Center, RAS 65, Kim Yu Chen Str., Khabarovsk, 68000, Russia
ms_leo@hotmail.com

(矢野 孝雄 + 久保田 喜裕 [訳])

要 旨 : この論文は、大陸縁の一般化された造構物理モデルを提示する。モデルには、大陸縁の幾何学、流れ学および密度分布が含まれる。大陸縁の応力場および変形場が、2つの異なる数学課題の解析を通じて評価される。アジア-太平洋大陸縁における地球物理学的深部断面が考察される。それは、この断面にみられる密度異常に起因する応力を評価すること、ならびに、計算された応力場を地質-地球物理学的に解釈することを目的とする。物質の臨界状態の指標としてクーロンの法則と変形エネルギーを用いて、臨界状態にある領域が計算される。物質の臨界状態にあるであろう3つの地帯が存在する。それらは、大陸縁に端を發し、次の3つの方向へ延びる: このモデルの1) 鉛直下方へ、2) "大陸" ブロックへ、および、3) "海洋" ブロックへ。モデルの層構造に水平方向の圧縮や引張がつけ加わると、物質の臨界状態地帯のパターンが次のように変化する: 引張は臨界状態地帯を"海洋" ブロックへ向かって伸長させるいっぽう、追加的圧縮は臨界状態地帯をこのモデルの"大陸" 領域へ伸長させる。計算された応力の大きさは、数10~数100MPaの桁である。このような応力は地震を発生させ、深部断層を形成しうる。物質の臨界状態地帯の空間分布の規則性は、プレート内部地震の空間分布とよく一致する。アジア-太平洋大陸縁における深部地球物理断面の総合的解析によって、計算された応力、重力異常、熱流量異常および地磁気異常、ならびに、この断面の地震学および電気的モデルの間に著しい整合性があることが明らかになった。

キーワード : 大陸縁, 応力, 物質の臨界状態, 数学的モデル化, プレート内地震

まえがき

受動的小よび能動的大陸縁における応力が、解析的方法と数値計算を使ってモデル化されてきた。McQueen (1986) は、いくつかの想定される地殻構造の形状に関して有限要素法を適用した。Liu et al. (2000) は、さまざまな層厚と流れ学特性をもつ重たい(重力の影響を受ける)地殻層の応力と断層パターンについて3次元有限要素

モデル計算を行った。Zhang et al. (1999) は、東オーストラリアの受動的小大陸縁における地殻応力を評価する数値モデルをつくった。GeoMod2008 会議の会議録(Bollettino di Geofisica..., 2000)には、大陸縁の数値モデルに関する最新の成果が多数集録されている。数値計算法は、パラメータ(密度、幾何形状、流れ学特性、など)を変化させながら、複雑な線形および非線形問題を解くことを可能にする。いっぽうで、数値解は一般性

を欠いていて、いかなる数値解も任意のデータに関する特殊解にほかならない。解析的方法は、数値計算に比べて、多くの優れた特性をもつ。解析解にもとづく計算は有用で、論理的に完結する。解析解は、数値解析とはちがって、正確な解を求めるための収束テストを必要とせず、それ自体が正確である。Fleitout and Froidevaux (1983) は、大陸縁リソスフェアにおいて“伝達された”力と“そこで生じた”力によってもたらされる応力の相対的規模を研究する解析的方法を開発した。Tresl and Marvanova (1988) は、地形的重力荷重をとまなうリソスフェアの応力テンソル成分を評価するための解析的方法を開発した。その結果、水平応力が表面(地形)荷重を大きく凌駕することが解明された。プレート内地震活動の研究によって、大陸縁の範囲(Triep and Sykes, 1996)に発生する地震の圧倒的多数が地殻上部に集中していることが明らかにされた(Maggi et al., 2000)。

この研究の目標は、大陸縁における応力評価の結果を記述し、プレート境界における震源の空間分布を議論することにある。

大陸縁

大陸縁は、地表地形、重力場・磁場、組成、および流れ学的特性を比較的短距離で急変させる構造である。大陸縁は、かなり対照的な地表地形を示す。これらの地帯は、活発な火山および地震活動と対照的な造構運動を伴う。地球規模の大陸縁の例は、太平洋造構地帯(Maslov and Romanovsky, 1995)である。図1aは、典型的な大陸縁の深部断面を図解し、図1bは“カリフォルニアのGreat Valley—Mount Whitney (2001)”の深部断面を示す。特徴的な水平規模Lは300～600kmの値をとり、鉛直規模H、すなわち層厚は25～50kmの範囲にある。地表地形の変化ΔHは距離Lの間で5kmに達し、層下底の凹凸は同じ

距離の間で20kmに達する。層構成物質の密度変化Δρは0.5g/cm³の値に達し、流れ学的常数(粘性または弾性)は2桁まで変化するだろう。

“プレート内部”地震活動の研究によると、大陸縁の範囲内(Triep and Sykes, 1996)で発生する地震の圧倒的多数は上部地殻に集中し(Maggi et al., 2000)、大陸をとりかこむ深度5～30kmの震源環を形成する。

数学的モデル化

方法A

さまざまな層厚、密度および流れ学的性質(粘性あるいは弾性)をもつ重たい(すなわち、重力の影響を被る)層が大陸縁のモデルとして設定される(図1a)。この層の応力分布は、次式の連立差分方程式の解として与えられる。

$$\begin{aligned} \frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial z} &= 0 \\ \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_z}{\partial z} - \rho g &= 0 \\ \nabla^2 (\sigma_x + \sigma_z) &= 0 \end{aligned} \tag{1}$$

ここでは、2次元変形が想定される。これらの方程式ではxが水平方向の座標、zが鉛直方向の座標を示し、σ_x、σ_{yz}、σ_zは応力テンソル、ρは層密度でρ=ρ(x)、gは重力加速度、そして、∇²はラプラス変換である。平均層厚Hに対する特性層厚の比を示す変数ΔHは、大陸縁では1よりもかなり小さくなるので、小パラメータ法(Nayfeh, 2000)が適用され、一定の厚さHの層の上面と下面を示すために境界条件が計算式であたえられる。z=0となる上面について、垂直応力は次式で計算される。

$$\sigma_z(x) = T(x) \cdot \sigma_T(x) \cdot g \tag{2}$$

上面に働く接線応力

$$\tau(x) = 0 \tag{3}$$

層の下面については、z = Hであり、垂直応力は次のように計算される。

$$\tau(x) = M(x) \cdot \Delta \rho(x) \cdot g \tag{4}$$

下面にはたらく接線応力

$$\tau(x) = \text{const} \neq 0 \tag{5}$$

式(2～5)において、T(x)は層上面の凹凸、σ_T(x)は凹凸部分の密度、M(x)は層下面の凹凸、Δρ(x)は伏在物質に対する層の密度異常である。

層の上面と下面における荷重は、密度ρ(x)と同様、Fourier系要素の合計として示される。問題の解析解(1～5)は、次式で示される。

$$\begin{pmatrix} \sigma_x(k) \\ \sigma_z(k) \\ \tau_{xz}(k) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A \cos(k \cdot x \cdot \pi / L) \\ B \sin(k \cdot x \cdot \pi / L) \\ C \cos(k \cdot x \cdot \pi / L) \end{pmatrix} \cdot (C_1 e^{-kz} + C_2 e^{-kz} + C_3 z e^{-kz} + C_4 z^2 e^{-kz}) \tag{6}$$

harmonic [調和関数?] kthに対する7つの未知の定数A, B, C, C1, C2, C3, C4は(6)を式(1～5)へ代入し、代数方程式を解くことによって求められた。k=1～k=Nとして応力σ_x(k), σ_z(k), τ_{xz}(k)の合計を求めると、問題(1～5)のすべての解が求められる。歪(粘性流動の歪速度)テンソル要素は、平面変形の場合には構造的関係(応力-歪方程式)を用いて評価される。この層の粘弾性流

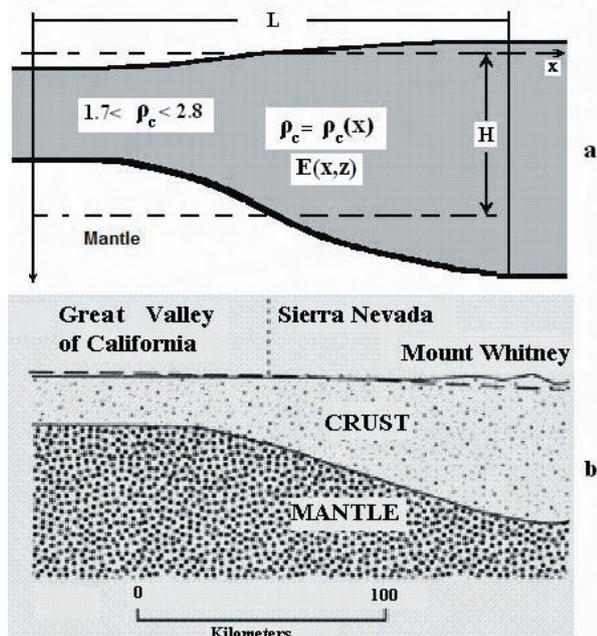


図1 大陸縁の断面。a- 典型的な大陸縁の断面。b- 北アメリカ大陸縁の断面 (Robertson, 2001)

動は、弾性および粘性変数係数を相応じて用いることによって考察される。任意の初期応力場が計算応力場に加え、“プレートテクトニクス”力による大陸縁の追加的圧縮および引張をモデル化することができる。

方法 B

この方法は、地表起伏の荷重による内部密度不均質をもつ半分空間を構成する。応力および歪のテンソル要素が、内部 (密度不均質, $\rho(\xi, \eta, \zeta)$) における Mindlin 解の重積分として、

$$u_i(x, y, z) = g \int_V \rho(\xi, \eta, \zeta) \cdot u_i^V(x, y, z; \xi, \eta, \zeta) d\xi d\eta d\zeta, \quad (7)$$

地表 (地形) 荷重解における Boussinesq 解として評価される。

$$v_i(x, y, z) = g \int_S \rho_r(\xi, \eta) T(\xi, \eta) \cdot v_i^S(x, y, z; \xi, \eta) d\xi d\eta, \quad (8)$$

$i=(1,2,3) \leftrightarrow (x,y,z) \leftrightarrow (\xi,\eta,\zeta)$

関数 u_i^V は変位であり、Mindlin 問題の基本解である。関数 v_i^S は変位であり、Boussinesq 問題の基本解である。 $\nu = 0.25$ のポアソン比を用いると、Mindlin および Boussinesq 解は、粘性流動の Navier-Stokes 方程式を満足させる。これによって、弾性流動に相応する粘性流動を考察することが可能になる。応力は、アジア-太平洋大陸縁の地球物理学的深部断面における密度モデル $\rho(x, y, z)$ に関する convolution (回旋) 積分 (7) および (8) を用いて計算される。

臨界状態の基準

Coulomb の法則によると、破断が起きるのは、

$$\tau = \tau_0 + \sigma \cdot m, \quad (9)$$

であり、ここで τ_0 は一貫したあるいは初期の剪断応力であり、 σ が 0 の場合には物質の破壊前に降伏するはずである。 σ は有効垂直応力、 m は物質の封圧に依存する係数である。Byerlee は、 m が 0.85、封圧 200MPa 以上では $\tau_0 = 0$ であり、より大きな封圧では m が 0.6、 $\tau_0 = 80$ MPa であることを明らかにした。地殻および上部マントルは多要素-多相物質であり、高圧・高温および時空的に変化する荷重条件におかれる。運動過程は、これらの物質中でたいへん活発である。地殻-マントル物質の変形の場合、2つの反対方向の運動過程、すなわち、欠陥の形成とそれらの解消 [healing: 癒し] (Vladimir, 1975; Hansen and Baker-Jarvis, 1990; Tuncay et al., 2000) が共存する。変形結果は、エネルギーの集中と解放の間の均衡に依存する。この均衡が正であれば、欠陥が集積して破断が起きる。最近の研究は、Coulomb の変形エネルギー則にしたがって、物質の臨界状態の基準は次式のように考えられている：

$$W(x, z) = R(x, z)[\epsilon_x^2 + \epsilon_z^2 + (\epsilon_x - \epsilon_z)^2 + 6\gamma_{xz}^2]/9 \quad (10)$$

弾性流動の場合には、 $\epsilon_x, \epsilon_z, \gamma_{xz}$ は歪速度テンソル要素であり、 $R(x, z)$ は物質の粘性である。

結論

方法 A では、応力・歪みテンソル成分は与えられた境界荷重、レオロジー、そして層密度から計算される (図 2)。ここに、上部の境界荷重における応力の大きさ (stress amplitude) は 22MPa に等しくなるが、それは密度 $2.75g/cm^3$ 、地形荷重 0.8km の幅に等しい。下部の境界荷重の応力の大きさは 15MPa に等しくなるが、それは $0.2g/cm^3$ という密度異常の地形荷重 7.6km の幅に等しい。地層底部での引っ張り荷重は 1MPa に等しいと仮定される。図 2b は剪断応力の計算結果を示す。最も高い応力が、大陸縁の表層下 1/4 の厚さにみられる。計算された剪断応力の大きさは 30MPa に等しい。Kohlstedt et al. (1995) によれば、この応力はその物質を破壊するのに十分である。変形場のエネルギーも計算された。それは、縁部から“大陸性”地塊の下方へ延びる 2つの狭長な地帯に位置している (図 2c)。図 3 は、その状態でのクーロンの法則 [方程式 (9)] によれば、物質が臨界状態にある地帯の幾何模様を示している：

$$\frac{\tau(x, z)}{\sigma_x(x, z) \pm \sigma_{pt}}, \quad (11)$$

ここで、 σ_{pt} は“プレートテクトニクスのな”差応力である。物質の臨界状態にある地帯の形状を示す図 3d と 3e は、本州弧を横断する深部断面 (Tarakanov, 2005) における 1次と 2次の震源地帯を想定させる (図 4)。

Obluchie における応力分布—Datta Cape 深部地球物理断面が、方法 B、すなわち Mindlin・Boussinesq 解析解を用いて計算された (Maslov et al., 2001)。その断面は、座標 49.03°N, 131.03°E と 49.03°N, 140.32°E のアジア-太平洋漸移帯の大陸部分に位置している (図 5)。それは、ブレア地塊とシホテアリン褶曲系を横切り、並列する中央アムール凹地の新期構造や、西部シホテアリンと東部シホテアリン火山性地帯を含んでいる。この断面で密度モデル化が行われた (Kuznetsov, 2000)。その断面の初期密度構造、単位区画の位置とそれらの大きさが、重力場の形態と MCWE [遠地地震による変位波形法 method of converted waves from distant earthquakes] データを用いて求められた。密度分布は、得られた解を正規化するプログラムパッケージを用いて決定された。地球のパラメータ化された大陸モデル (PEM-K) が正規のものであると思われる。Obluchie の地球物理的断面に沿う重力場と磁場の測定、電磁的・地震学的探査、ならびに、Datta Cape で行われた密度・電氣的地震断面のモデル化が実施された (Kuznetsov, 2000)。図 6 は、深部断面の地球物理的要素のみならず、応力計算結果も示している。剪断応力の計算結果が図 6d に示される。

この図にみられるように、最大剪断応力領域は、重力場の断面とその水平導関数 $\delta(\Delta g) / \delta_x$ の断面において、密度分布の最大勾配領域に対応している。同時に、最大剪断応力地域は、シホテアリン山脈の東西縁にある西シホテアリンおよび東シホテアリン火山性地帯に集中し、高磁気異常領域 ΔT に対応している。この相互関係は、高強磁性成分 (磁鉄鉱, チタン磁鉄鉱) を含む貫入性ないし火山性の塩基性・超塩基岩が表面付近に集中していることで説明される。鉛直断面において、最大剪断応力領

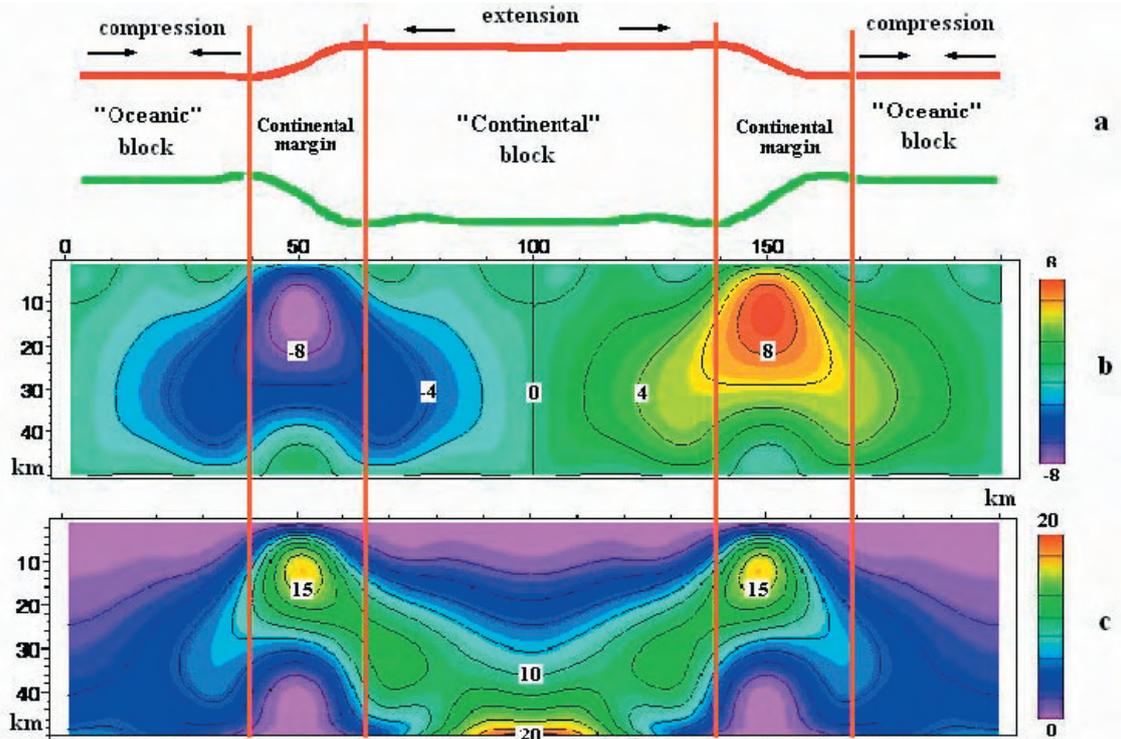


図2 変形場の剪断応力と剪断エネルギー. a-層の上限と下限の地形; 矢印は層の水平変位方向を示す, b-剪断応力等値線 (MPa), c-相対単位 W/R (方程式 10) における変形エネルギー等値線.

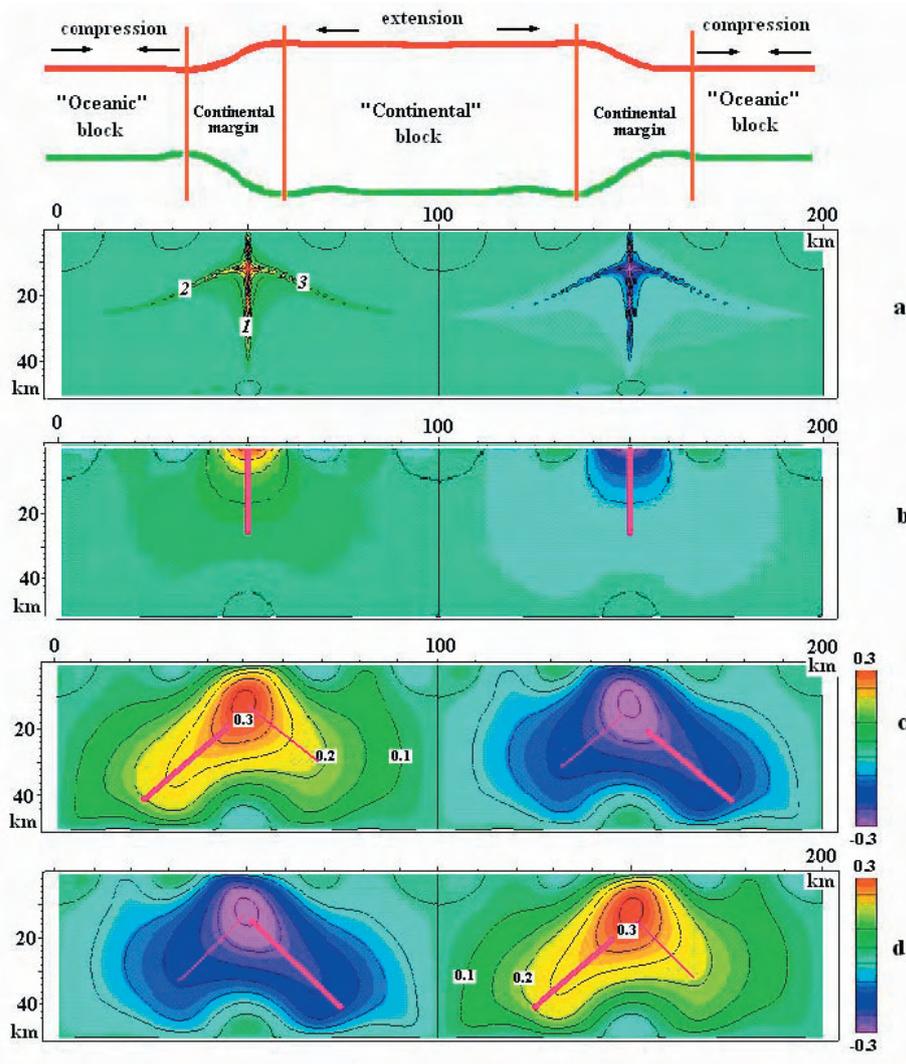


図3 クーロンの法則による物質の臨界状態地帯の幾何模様. a-物質の予想断裂帯の3方向と位置, b-層に適應された非外部圧縮・伸長, c-層に適應された30MPaの付加伸長, d-層に適應された30MPaの付加圧縮. 実線は場のわずかな勾配方向を示す.

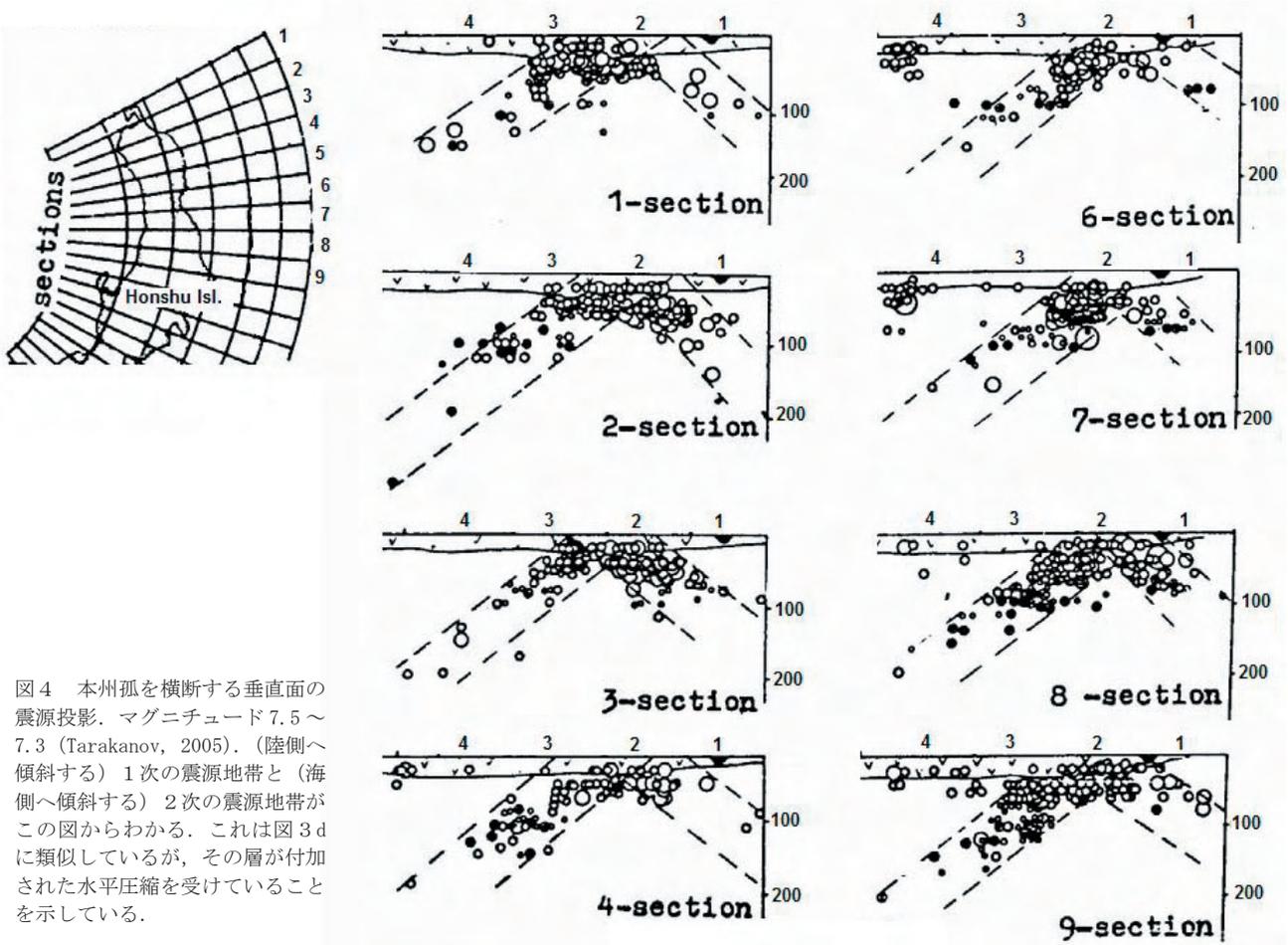


図4 本州孤を横断する垂直面の震源投影。マグニチュード7.5～7.3 (Tarakanov, 2005)。(陸側へ傾斜する) 1次の震源地帯と(海側へ傾斜する) 2次の震源地帯がこの図からわかる。これは図3dに類似しているが、その層が付加された水平圧縮を受けていることを示している。



図5 アジア-太平洋大陸縁 (49°N, 131°E) ~ (49°N, 141°E) における “Obluchie ~ Datta cape” 断面の地理的位置。

域と弱い地震波速度異方性のそれとの間に、空間的な対応があることが分かる。この断面の電気的モデルにおける電気伝導度の2つの最大値は、最大剪断応力値のちょうど2つの領域にみられる。研究地域では、60-80 mW/m²と50-60 mW/m²の最高熱流量値がシホテアリン褶曲系の東西縁で観察されるが、シホテアリン山脈の典型的な熱流量は40-45 mW/m²である (Gornov, 1998)。

図6の縦線A・B (図6) は、重力異常、磁気異常、電気伝導度、熱流量、地震波速度異方性、およびこの断面における物質密度を基礎に計算された応力場の相関関係を示している。

討論

大陸縁は高剪断応力集中域である。公式：

$$|\tau_{\max}| = \frac{L}{4.22H} \cdot |P_1 - P_2|, \quad (12)$$

ここで、

$$P_1 = T \cdot \rho_T \cdot g \cdot \sin(\pi \cdot x / L) \text{ and } P_2 = M \cdot \Delta\rho \cdot g \cdot \sin(\pi \cdot x / L)$$

は、ある地層の上下の境界に作用する調和的地形のための、問題 (1 ~ 5) の解析解から導かれた。この公式において、 $|\tau_{\max}|$ は大陸縁内部における最大剪断応力の絶対値；Lは荷重の波長；Hは層厚；P₁とP₂は上部 (z=0) と下部 (z=-H) の境界荷重；Tは地形の振幅 [amplitude]；ρ_Tはその密度；Mは基底境界の地形的振幅、Δρは伏在物質との密度差である。いくつかのL/Hに対する $|\tau_{\max}|$ のグラフが図7に示されている。この図から次のことが分かる。すなわち、L/H=60 (たとえばL=2400km, H=40kmの場合) で、層表面と基底面との間での地形荷重の不均衡 ΔP=P₁-P₂=5MPaであれば、大陸縁における最大剪断応力は70MPaを超える。剪断応力は、その表層から層厚の約1/4のところまで最大になることも分かった。

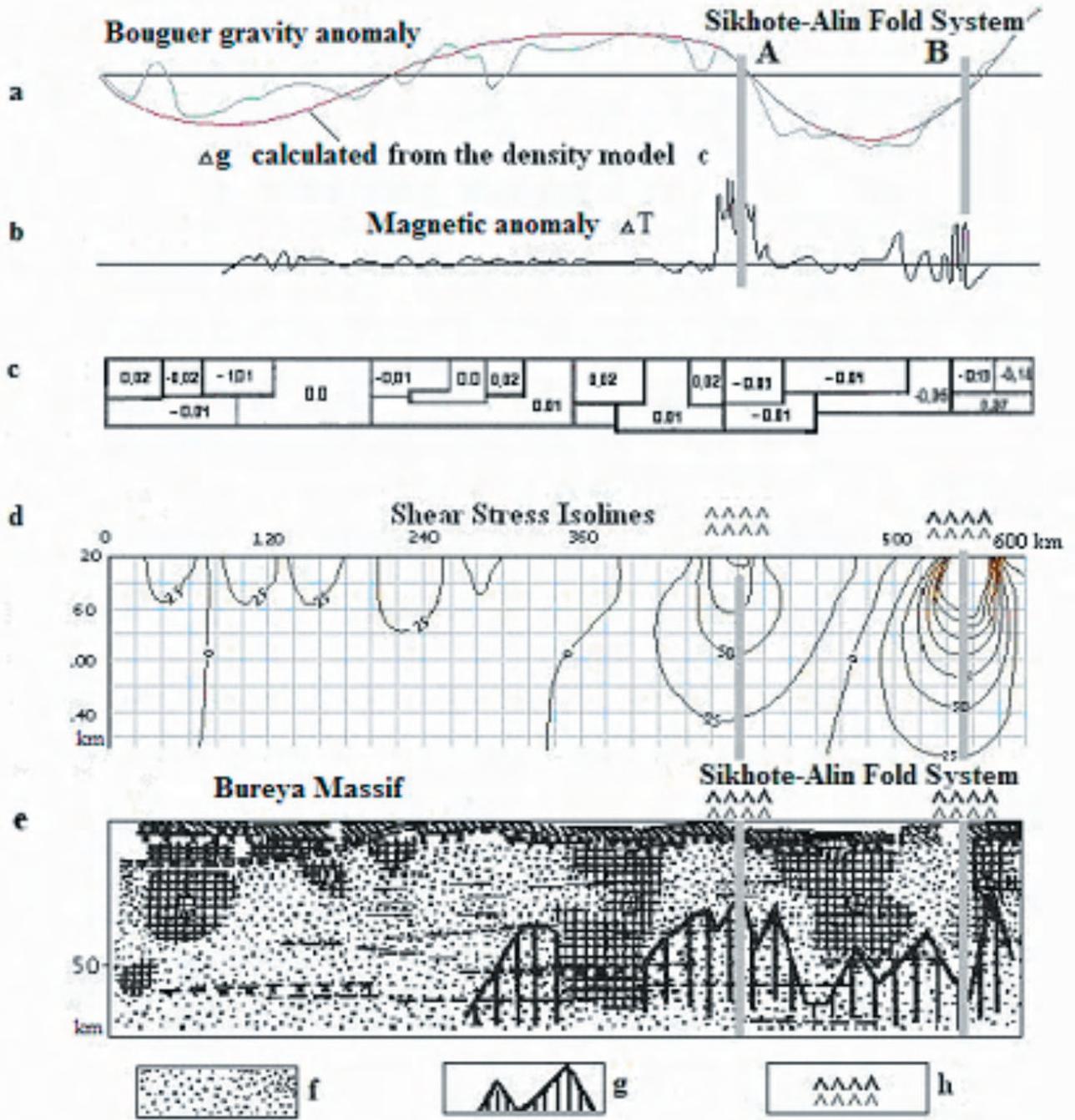


図6 “Obluchie ~ Datta cape” 断面における力学的応力と地球物理学的モデル. a-ブーゲー重力異常, b- 磁気異常, c- その断面の密度モデル (g/cm^3), d-25MPaの剪断応力等値線, e- その断面の電氣的・地震学的モデル, f- 低地震波速度の異方性域, g- 高電気伝導率層の上限, h- 西シホテアリンおよび東シホテアリン後期中生代火山性地帯.

グリーンランドでの地震活動の研究 (Gregersen, 2006) は、地震活動が大陸縁でのみ生じていることを解明した (図8). 同様の震央分布のパターンは、スカンディナヴィアと南極大陸でも観察される. これらの大陸は氷河が急速に消失した地域である. 我々の観点からすると、急速な氷河消失はこれらの大陸の表層から荷重を取り去ったが、地殻基底では作用がかなり遅いため、それがまだ補償されていない. コンピュータモデルでは、このことが値をより大きくした (図2・3). さらに、公式 (12) のより強い応力は臨界値を超え、地震を発生させるかもしれないという結果となった. プレート内地震の全地球

的分布図 (Triep and Sykes, 1996) は、地震の集中がアフリカ、オーストラリア、さらに北アメリカの縁辺部にもみられることを示している. 震源の空間分布に関する他の構成要素は、それらの震源震度である. 図9は震源震度のヒストグラムを示している (Maggi et al., 2000). モホ面のおよその深度が破線で示されている. この研究により、”大陸のほぼすべての地震は、10-40kmの厚さで変化する地殻内に限られていることが分かる”. 図8 [訳者注: 図9の誤りか] からわかるように、きわめて多くの地震が地殻表層のほぼ1/4の層厚深度で発生している. Maggi et al. (2000) によれば、これは”おそらく温度構造と少量の水の存否による”大陸強度

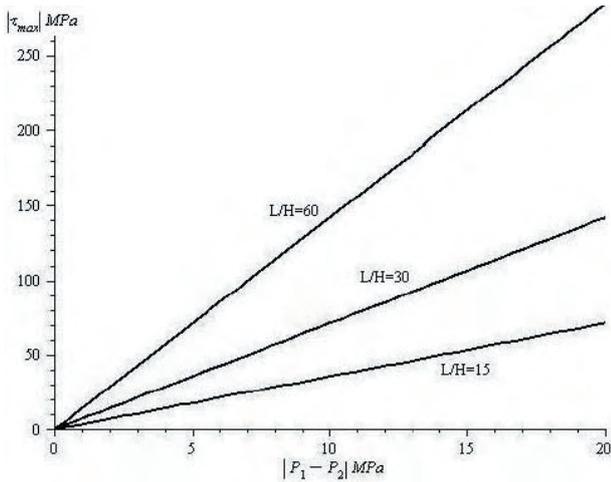


図7 層の上下境界地形的荷重関数 (a function of a layer's upper and lower boundary topography loads) $|P_1 - P_2|$ としての大陸縁における最大剪断応力。

の空間的多様性に起因する。問題点 (1-5) の解析解から、剪断応力は地殻表層から約 1/4 の厚さで最大になることがわかる。他の要因も排除しないで、Maggi et al. (2000) の研究に言及すれば、我々もまた、上記で考察された地震の空間的分布の規則性は大陸縁の地形に規制されている、との結論に至るのである。

結論

大陸縁の応力テンソル成分を計算するために解析解が使われ、コンピュータアルゴリズムが開発されてきた。結論は次のことを示している。すなわち、大陸縁は剪断応力の高集中域であり、表層からほぼ層厚の 1/4 のところでその値が最大値になる。このことは、プレート内部の震源の空間的分布とよく一致している。公式 (12) は、大陸縁辺部における最大剪断応力の大きさは、層の均衡状態に依存していることを示す。その層に働く局所的応

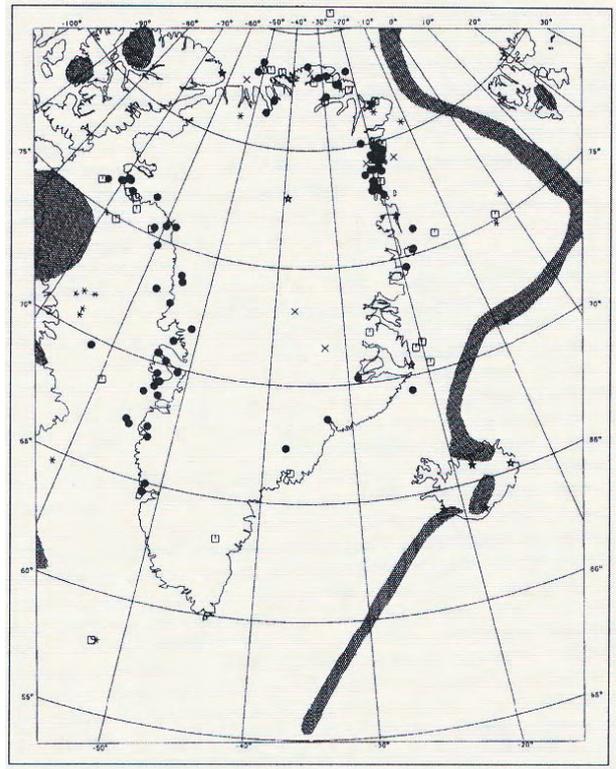


図8 グリーンランドにおけるプレート内地震 (Gregersen, 2006)。

力と外部応力の関係が、変形の基本であるエネルギーだけでなく、断裂系におけるクーロンの法則を利用して研究された。計算結果は、その地層に加えられた水平圧縮ないしは水平伸長が、物質の臨界状態域の位置を変化させることを示す。このメカニズムは、本州弧やその他の地域の地下にみられる1次と2次の(海側へ深くなる)震源地帯の存在を説明するために利用できる。アジア-太平洋大陸縁における深部地球物理断面の総合的解析によって、その断面における計算された応力、重力、熱流量、

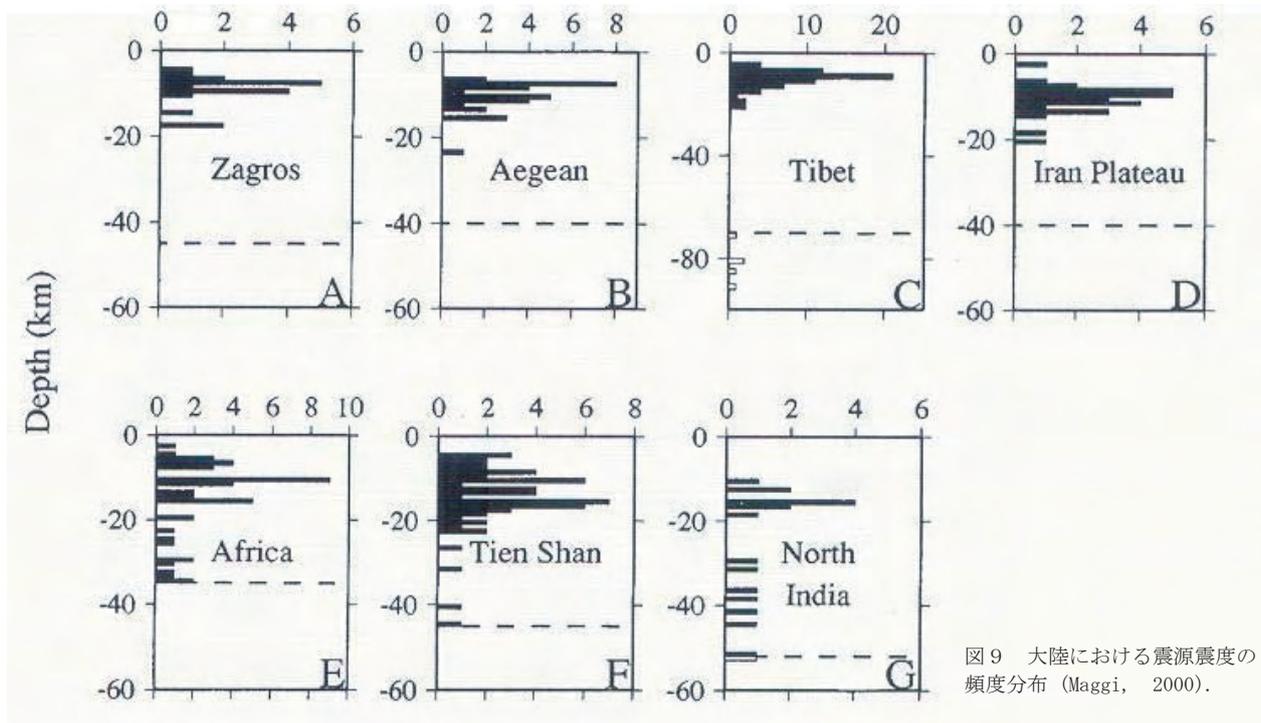


図9 大陸における震源震度の頻度分布 (Maggi, 2000)。

磁場, 地震学および電氣的モデルのそれぞれに顕著な対応していることが解明された。

謝辞: Sara G Burtwell 氏には, 本研究を完成させるにあたって協力いただき, 査読や適切な助言, 意見をいただいたことに感謝する。

文 献

- Bollettino di Geofisica (Bulletin of Geophysics), 2008. Teorica e Applicata (Theory and Applications). An International Journal of Earth Sciences, Special Edition, v. 49, 542p.
- Fleitout, L. and Froidevaux, C., 1983. Tectonic stresses in the lithosphere. *Tectonics*, v. 2, p. 315-324.
- Gornov, P., 1998. Heat flow in the crust of the Russian Far East. In: Regularities of the structure and evolution of geospheres, IV International Interdisciplinary Symposium, Khabarovsk, Russia, p. 86-89 (in Russian).
- Gregersen, S., 2006. Intraplate Earthquakes in Scandinavia and Greenland. *Neotectonics of Postglacial Uplift. Jour. Ind. Geophys. Union*, v. 10, p. 25-30.
- Hansen, A.C. and Baker-Jarvis, J., 1990. A rate dependent kinetic theory of fracture for polymers. *International Journal of Fracture*, v. 44, p. 221-231.
- Kohlstedt, D.L., Evans, B. and Mackwell, S.J., 1995. Strength of the lithosphere: constraints imposed by laboratory experiments. *Jour. Geophys. Res.*, v. 100, p. 17,587-17,602.
- Kuznetsov, V.E., 2000. Deep structure and modern geodynamics of Amur region (Priamurie). *Geology of the Pacific Ocean*, v. 15, p. 307-316.
- Liu, M., Shen, Y. and Yang, Y., 2000. Gravitational collapse of orogenic crust: A preliminary three-dimensional finite element study. *Jour. Geophys. Res.*, v. 100, p. 3,159-3,173.
- Maggi, A., Jackson, J.A., McKenzie, D. and Priestley, K., 2000. Earthquake focal depths, effective elastic thickness and the strength of continental lithosphere. *Geology*, v. 28, p. 495-498.
- Maslov, L.A., Kuznetsov, V.E. and Komova, O.S., 2001. Stress field in the Earth's crust and upper mantle along the profile "Obluchie-Datta Cape", Priamurie. *Tikhookeanskaya Geologiya*, v. 20, p. 25-30 (in Russian).
- Maslov, L.A. and Romanovsky, N.P., 1995. Geophysical characteristics, deep structure, magmatism and metallogeny of the Pacific Belt. In: PACRIM CONGRESS, Auckland, New Zealand, p. 497-501.
- McQueen, H.W.S., 1986. Vertical movements and stress across passive continental margins. *Bull. Roy. Soc. N.Z.*, no.24, p. 99-109.
- Nayfeh, A.H., 2000. *Perturbation methods*. Wiley-Interscience, New York.
- Robertson, E.C., 2001. The interior of the Earth. <http://pubs.usgs.gov/gip/interior/>
- Tarakanov, R., Z., 2005. On the nature of seismic focal zone. *New Concepts in Global Tectonics Newsletter*, no. 34, p. 6-20.
- Tuncay, K., Park, A. and Ortoleva, P., 2000. A forward model of three-dimensional fracture orientation and characteristics. *Jour. Geophys. Res.*, v. 105 (B7), p. 16,719-16,735.
- Tresl, J. and Marvanova, V., 1988. Stresses and displacements in the lithosphere due to terrain topography. *Studia Geoph. et Geod.*, v. 32, p. 350-361.
- Triep, E.G. and Sykes, L.R., 1996. Catalog of Shallow Intracontinental Earthquakes. <http://www.ldeo.columbia.edu/seismology/triep/intra.expl.html>
- Vladimirov, V.I., 1975. A kinetic approach to theory of fracture of crystalline solids. *International Journal of Fracture*, v. 1, p. 869-880.
- Zhang, Y., Scheibner, E., Ord, A. and Hobbs, B.E., 1996. Numerical modeling of crustal stresses in the eastern Australian passive margin. *Australian Journal of Earth Sciences*, v. 43, p. 161-175.

太平洋の地質と発達史. その5. 広域低重力異常帯: 太平洋の巨大環状構造を取り巻くリング

GEOLOGY AND TECTONIC DEVELOPMENT OF THE PACIFIC OCEAN. PART 5. GLOBAL LOW-GRAVITY BELT: AN OUTER RING OF THE GREAT PACIFIC RING STRUCTURE

Dong R. CHOI

Raax Australia Pty Ltd 6 Mann Place, Higgins, ACT 2615, Australia
raax@ozemail.com.au; www.raax.com.au

Nina I. PAVLENKOVA

Institute of Geophysics of the Earth, RAS B. Grusinskaya 10, Moscow, 123995, Russia
ninapav@ifz.ru

(久保田 喜裕 [訳])

要 旨：高解像度の全球重力図で、きわめて顕著なN-S方向の2つの低重力異常帯が認められた：ひとつは東半球で南極大陸からオーストラリアとインドを通りシベリアへ抜け、もうひとつは西半球でカナダからブラジルへ抜ける。それらは、場所によっては不明瞭であるが、北極と南極で連結し、地球全体を取り巻く環状構造を形成する。それをあらたに「全球低重力異常帯」と呼ぶ。その地帯は「太平洋の巨大環状構造」の外側に確たるリング構造を形成する。内側のリングは現在の環太平洋変動帯である。上部マントルにおける地震波の高速度帯と下部マントル構造の相互の関連という問題を解くための十分な研究がなされていないため、低重力異常帯の原因は未だ明らかではない。

キーワード：全球重力場 (global gravity field), 太平洋環状構造 (the Pacific ring structure), 広範囲地震断面 (long-range seismic profiling), 地震波トモグラフィ (seismic tomography)

はじめに

地球の深部構造を研究しているうちに、年長の著者は、高分解能の重力図に明瞭に表現されながら、地球物理学者には無視されているかほとんど認識されていない、地球上で最も重要な構造形態に気づいた。それは、シベリアからインド、オーストラリア、南極大陸、ブラジル、カナダ、そして北極海へ走る地球を取り巻く低重力異常帯である (図1)。この地帯は、現在の環太平洋変動帯において、西太平洋の活動的地域 (Choi and Vasiliev, 2008) と内側にリングをもつ太平洋の巨大環状構造 (the mega-Pacific ring structure) の外側にリング構造を形成していることがわかる。

我々はこの低重力異常地帯について簡単に記し、太平洋と全球の構造発達史の観点から、その起源と意義について議論しよう。

全球低重力異常帯

図1の世界重力図はGRACE重力モデル01 (2003年7月)である。これはGRACE衛星データ (www.csr.utexas.edu/grace/gallery/gravity) の111日に及ぶ観測に基づいてつくられた。このマップでは、2つの顕著で広域的な (2000-2500km) 低重力異常域の存在が明瞭である。それらは：1) 東半球ではシベリアからインド、オーストラリア、南極大陸へ走り、2) 西半球ではカナダからブラジルへ走る地帯である。地表では、これらの地帯は、大陸域の始生代～原生代のクラトンや卓状地で特徴づけられ、また、海洋ではドレッジされたかつての大陸性岩石や地震波断面の解釈によって示唆された白亜紀に沈水した古陸で特徴づけられる (図1：Muratov, 1966；Choi, 2001；Choi, 2005 & 2007；Wezel, 2005, ほか多数)。さらに、これらの地帯は、一部不明瞭なところもあるが、北極と南極域で連結されている (図2, 3)。また、中生代以降、ずっと変動が続いてきた造構的に最も活動的な西太平洋深部変動帯 (Choi and Vasiliev, 2008) の東方境界にその中心をもつ全球環状構造を形成している。我々は、この低重力異常域を全球低重力異常帯 (the Global Low-Gravity Belt) と命名する。

北太平洋のGLG帯 (全球低重力異常帯) の外側には、大きな低重力異常のつぎはぎ状の区域がある。これらの地域はジュラ紀～白亜紀まで陸域を形成していた (Walker

et al., 1987；Choi, 1984 & 1987)。このことは、玄武岩の下で、先カンブリア系の大陸性岩石がドレッジされることによって支持される (Tabunov et al., 1989；Vasiliev and Choi, 2008)。

GRACE重力図はジオイド異常を示しているが、それは主に地表の地形 (山地の局所的な高重力異常) やマントルの不均質性 (大規模な低・高重力異常) を反映している。観測された重力場は、我々に、非常に興味深いマントルの造構形態についての洞察をもたらす。高重力異常域は、すべて中-新生代の造構的に最も活動的な地域に一致する。その地域は、浅部 (350km以浅) に低重力異常帯や高速度マントルが分布するヒマラヤ山脈や、中間的速度の上部マントルをもつ南米のアンデス山脈 (Kawakami et al., 1994；Choi and Vasiliev, 2008を参照) を除いて、一般的には浅部の低速度マントルからなる。両地域とも、一般的に地球上で最も高い山脈がそびえている。さらに、ふたつの顕著なマントルの高まりがみられる：ひとつは東南アジアで、もうひとつは北大西洋 (アイスランドの高重力異常) である。前者は、年長の著者によって認識されたBorneo-Vanuatu地背斜 (Choi, 2007) である。北大西洋海嶺域は造構的に活発で、火成活動によって特徴づけられる (Wezel, 2005による大西洋全般にわたる造構論を参照)。

地殻および上部マントルの地震波断面探査

GRACE重力異常の要因を明らかにするために、マントルの構造に地震データを重ねた。地殻、上部マントルおよびマントル遷移帯 (700km以深) の最も詳細な地震データは、ロシアが行った平和的核爆発 (Peace Nuclear Explosions) の長大な範囲の地震波探査 (Fuchs, 1997；Pavlenkova and Pavlenkova, 2006) から入手できた。これらの断面はシベリアクラトン内の低重力異常帯を横断する。図4Cにおけるシベリアの低重力異常と北大西洋の高重力異常の両者の特徴をみるために、地殻と上部マントルの横断面がA-A'線上に沿って描かれた (図4A・4B)。その断面は核爆発データと西ヨーロッパの地震学データ (England et al., 1978) から編集された。

この断面は、地殻と上部マントルが複雑で不均質であることを示している。最も急激な変化が西ヨーロッパと北大西洋の高重力異常域の直下にみられる。東ヨーロッパ卓状地の西縁 (20°E) で、地殻は40-45kmから25-30kmに

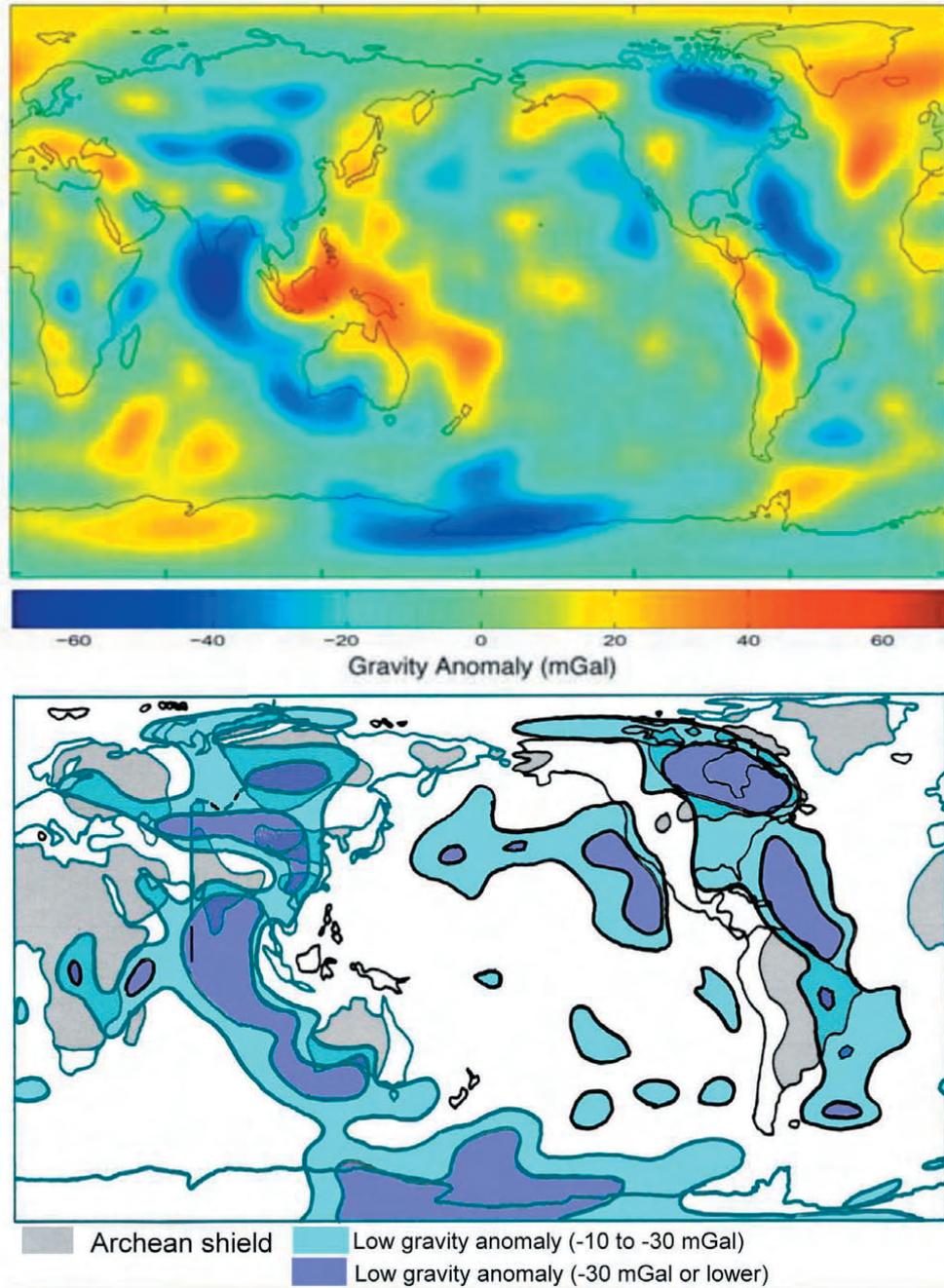


図1 上図-GRACE重力異常図. 下図-始生代と下部原生代のクラトン/卓状地に重ねた低重力異常域の分布. 上図の2つのきわめて著しい低重力異常帯: 1) シベリア-インド-オーストラリア-南極大陸, および 2) カナダ-ブラジル.

薄くなり, 最上部マントルの速度は8.1-8.3km/sから7.9-8.1km/sに減ずる. この減速は, 西ヨーロッパの高熱流で説明される. 上部マントルと下部マントル間の遷移帯の特徴も変化する: いわゆる“400km不連続”域の速度勾配は, 西部と東部の境界で著しく異なる. 深度300-400kmの上部マントル下部の観測結果によると, 北大西洋と西ヨーロッパで地震波の高異常が認められるが, それは高ジオイド異常に起因しているものかもしれない(図4CのG曲線を見よ).

観測された他の重力異常の要因を明らかにするため, 2次元と3次元モデルが議論されて全地域でつくられた

(Gordienko and Pavlenkova, 1985; Pavlenkova and Romanyuk, 1991; Yegorova et al., 1995). このモデルは, 地殻と上部マントルの両者において重力が地震波の不均質性へ及ぼす影響を示している. 図4Bと4Cに示されているように, 重力の多様性はまさにマントルの表面形態の模写である. これは, 現在の最大の密度差はマントル/地殻境界にあることから, 理にかなってみえる. しかし, 重力モデルは, 図4Cのジオイド異常が地殻の薄化では説明できないと思われることを示している. その理由は, 地殻/マントル境界の形態は, 表面の形態や最上部マントルの不均質性による重力場で補償されているからである. AA'断面の重力モデルは, 主要な重力の

効果が上部マントルの構造に起因していることを示すが、それは造構運動と熱流量が相互に関連している。低熱流量の古期卓状地は、深度 300km に及ぶ高速の上部マントルで特徴づけられる。

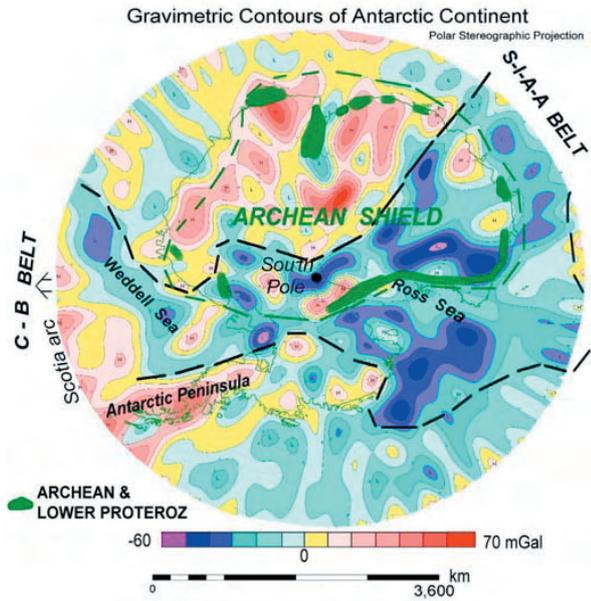


図2 南極大陸の重力図 (ドイツ衛星データ, オリジナルの等高線は, J.G. Weihaupt, Univ. of Colorado, Denver; Weihaupt et al., 2006; Weihaupt and Rice, 2007 の好意により提供). 南極大陸を横断する2つの低重力異常帯 (SIAA and CB 帯) の延長が示されている. カナダ-ブラジル (C-B) 帯は, 新期のスコティア弧によって分断されるが, 北部のアルゼンチン盆地で再び現れる. 始生代~下部原生代の岩石の分布は Jatskevich et al. (2000) による. 低重力異常帯は始生代楕状地/クラトンの約半分を占めている. S-I-A-A= シベリア-インド-オーストラリア-南極大陸低重力異常帯.

同様の結論は、シベリア低重力異常帯 (全球低重力異常帯のシベリア部分) を横断する長大なすべての断面から得られ、上部マントル全域や深度 700km 以深のマントル遷移帯の構造を特徴づけている。低重力異常帯は古期シベリア卓状地に広がっているが、隣接地域と比較して、高速な上部マントルで特徴づけられる。アセノスフェアに関連する低速度層は、卓状地下の上部マントルにはまったく観察されない。Artemieve and Mooney (2002) によって定義された“熱的なアセノスフェア”は、深度 250-300km の卓状地の下では、地震やゼノリス、上部マントルの温度などの新しいデータからはこれまで立証されていない。マントル漸移帯の不連続 (深度 400-700km) は、シベリア低重力異常帯ではすべて平坦である。

この低重力異常を説明できるただひとつの地震波境界は H 境界である；それはシベリア卓状地の直下、平均深度 320 ~ 360km に横たわっている。しかし、この境界では、速度差はあまり大きくないため (0.1km/sec 以下)、卓状地の負のジオイド異常をつくるには十分でない。

このようにシベリアの低異常の場合、地殻や上部マントル、あるいはマントル遷移帯の不均質性によってのみ説明される、という結論に達する。最上部マントルの不均質性とジオイド異常との逆相関は、世界の他の地域でも観察される (Bott, 1971)。しかし、それらの要因はもっと深部下部マントルないしは上部コアにあると思われる。

上部~中部マントル地震波トモグラフィ

マントル速度は、低速度中部マントル (347-991km) が支配的な北部インド洋を除き、GLG (全球低重力異常)

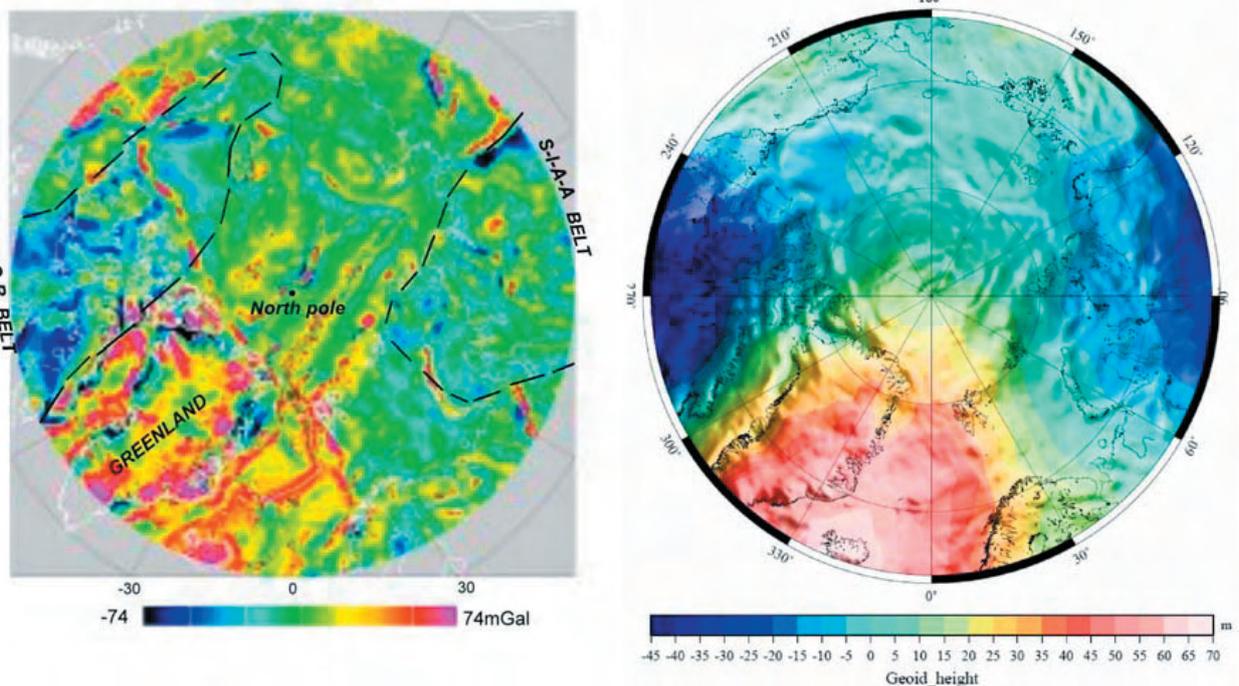


図3 北極圏の重力異常図 (左図) とジオイド異常図 (右図). 両図は Forsberg et al. (2006) および www.esa.int/esaLP/SEMNBAAATME_index_2.html から抜粋. 2つの低重力異常帯が北極海で連結している、とくにジオイド異常に明瞭であることに注意.

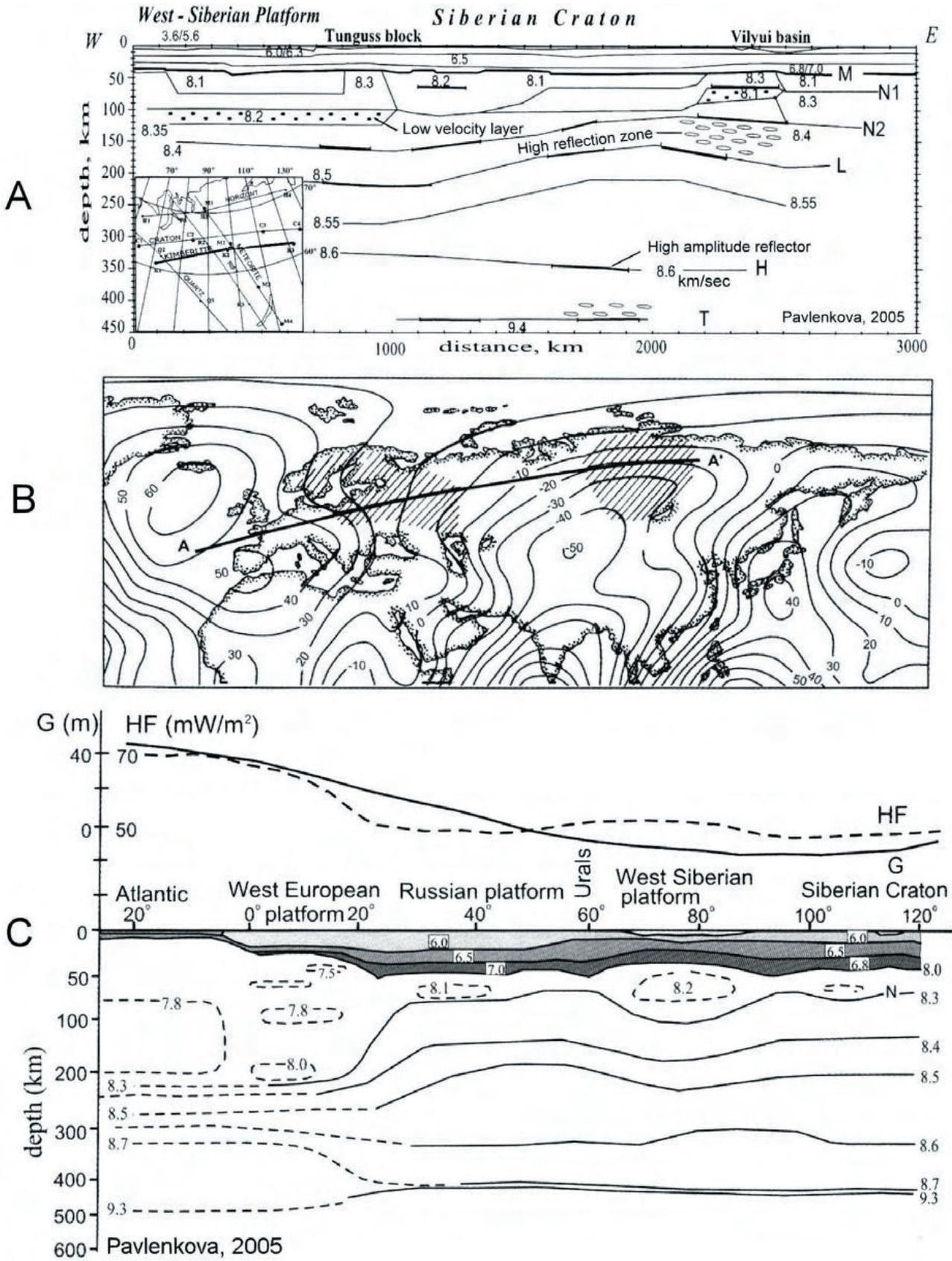


図4 ジオイド異常 (Pavlenkova, 2005) を伴う地殻と上部マントルの地震波断面 (A) と (C) の比較. A- 平和的核爆発により作られた広範囲にわたる“キンバーライト”地震波断面. (挿入図において広範囲の断面計画が設定). 断面は西シベリア新期楯状地と古期シベリアクラトンを横断する. B- ユーラシアと北部北極圏のジオイド異常図 (Gaposchkin, 1974). これと図1C- ラインA-A' (中段の図) に沿う地震波断面におけるGRACE重力図との比較. この断面はロシア楯状地-シベリアクラトン地域からえられた広範囲の断面データおよび西ヨーロッパと北極圏の地震波データから作られた. その断面は、連続するアセノスフェアの欠如、西ヨーロッパにおけるジオイド異常とマントル遷移帯構造との間の規則的な相関、そして海洋と大陸の上部マントル速度の差異を示している. シベリアの低重力異常は、最上部マントルのより速い速度とH境界の小規模な沈降に関連している.

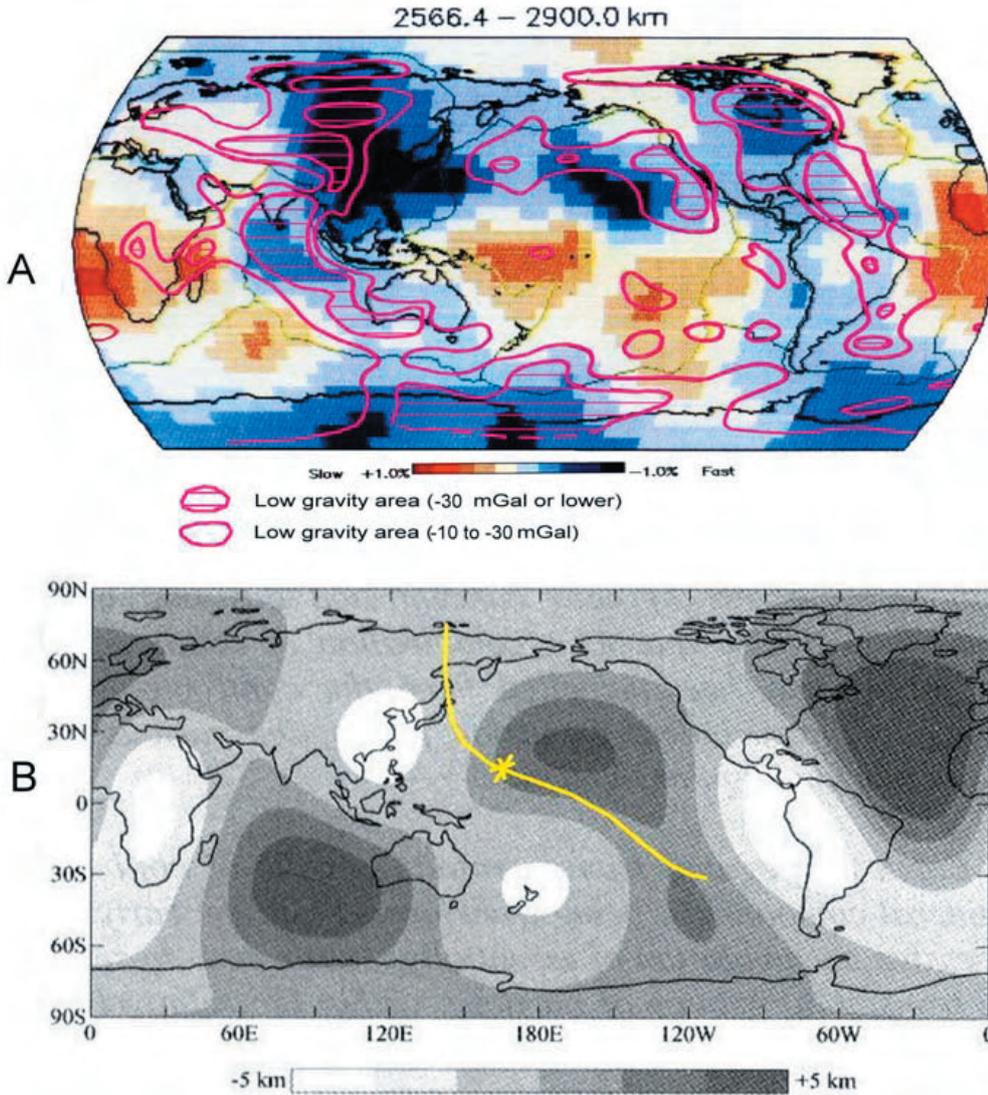


図5 マントル下底の地震波トモグラフィ画像とコア/マントル境界 (CMB) 起伏 (下図 B: Morelli and Dziewonski, 1987) との比較. 全球低重力異常帯をトモグラフィ画像に重ねた. 低重力と高速マントルの分布の一致に注意. 下図において, 太平洋と東シベリアにおける中生代堆積盆地地方方向を重ねている. CMBの最上部は, 中生代堆積盆地の軸とやや離れたハワイ諸島に沿っている. CMBの高まりは, 南大西洋を除く現海洋の中間に位置しているが, マントル速度の多様性との関連は明らかではない.

帯の下では一様に速い (Kawakami et al., 1994).

下部マントル地震波トモグラフィとコア/マントル境界の起伏

マントル最深部の地震波トモグラフィ (2,566 ~ 2,900km は Kawakami et al., 1994 による) が図 5A に示されている. この図はマントル基底の大規模な高速マントルの分布が GLG 帯の影であることを示している. しかし, それらにはいくつかの例外がある: 1) アリューシャン列島~ハワイ諸島の高速マントル帯—それは始生代の楯状地/クラトン地域に発達した深部断裂帯で説明される (Vasiliev and Choi, 2008; Choi and Vasiliev, 2008b); さらに, 2) 中国や東シナ海, フィリピン海とボニン諸島の高速マントルのさらに広い分布. 後者は, 陸上では始生界岩石が広く発達し, 海域では超塩基性岩や変成古生界が分布するが (Vasiliev and Choi, 2008), 入手可能な情報はまだ断片的である.

図 5B は, Morelli and Dziewonsky (1987) によって描かれたものである. コア/マントル境界 (CMB) の高まりは南大西洋を除いた現海洋の中央に位置しているが,

このことは CMB の隆起は海洋の沈降と形成に直接的に関連していることを示す. しかしながら, 最も高い (あるいは浅い) コア/マントル境界は, すべての海洋で, 水深や構造的沈降方向に厳密には対応していない. たとえば, 太平洋において, CMB の高まりはハワイ諸島の下で最高になるが, 海山/ギュヨー (Pushcharovskiy and Udintzev, 1970) や, 西太平洋の NW-SE 方向の沈降帯 (Choi and Vasiliev, 2008a & 2008b) に明らかでないような, 水深や中-新生界の沈降方向には一致していない. これは, CMB の高まりが白亜系に作用し, 西太平洋の深部変動帯より新期で, ジュラ紀から始まったことを示していると思われる. CMB の高まりに関連した活動は, より古い構造方向を引き継ぎ, それを強めた. このことは今日でも続いている.

議論と結論

上述のように, 全球の重力場において, 顕著な低重力異常帯が太平洋半球の周囲に認められる. それは南極大陸からオーストラリアとインドを通り, シベリア, カナダ, ブラジルまで走る. さらに, 全球低重力異常帯と名づけられた地球を取り巻く環状構造を形成している. この地

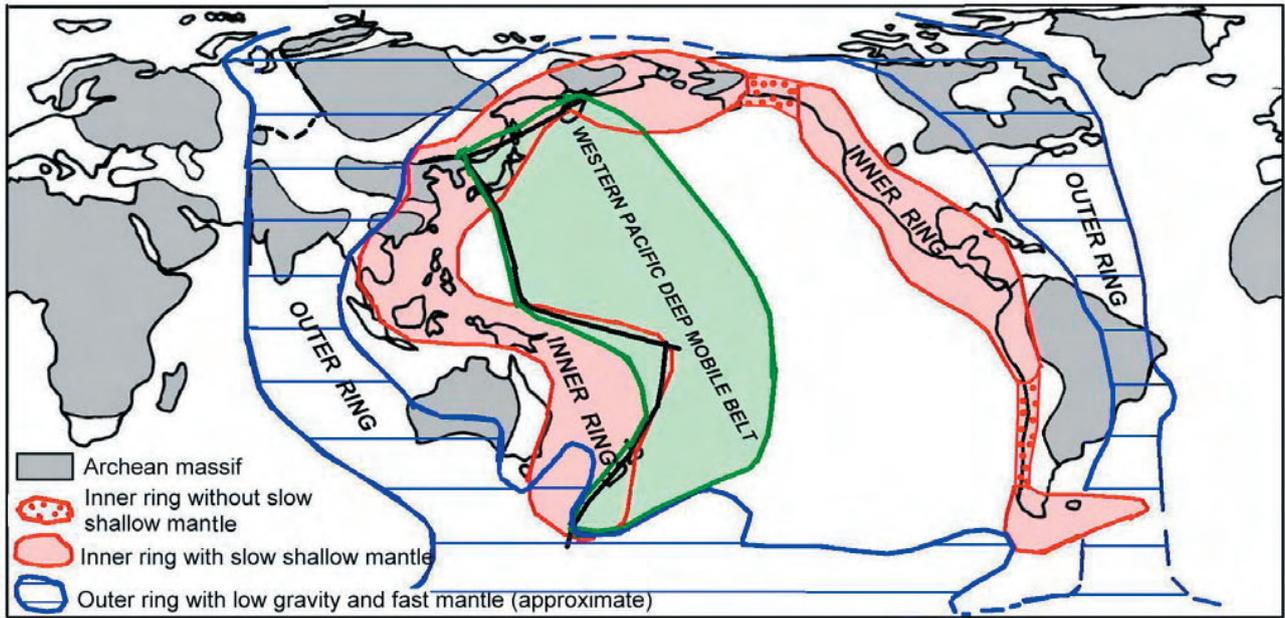


図6 太平洋巨大環状構造. 内側のリングは現在の環太平洋変動帯であるが, 中生代以降, 造構-火成活動が集中してきた地域で, 低速度マントルが350km以浅に分布している (Choi and Vasiliev, 2008). 外側のリングは, コア/マントル境界まで高速度マントルからなる安定した始生代のクラトンから構成される.

帯は「太平洋巨大環状構造」(the Great Pacific Ring Structure 新称; 図6)の構造的に安定した外側のリングを形成している. それは, 1) 低重力異常帯で特徴づけられる外側リング, および 2) 現在の環太平洋変動帯を占める内側リングからなる. 巨大環状構造は, 「西太平洋深部変動帯」(Choi, 2005; Choi and Vasiliev, 2008b)の活動に伴い, ジュラ紀に現れた. この地域におけるマグマ活動は白亜紀~古第三紀にかけて最も活発で, 最大の広域的な沈降が新第三紀~第四紀に起こった. この構造は, 地球規模の構造のなかで最も顕著なものの中で, 全球の構造発達史に影響を与えた.

深部マントル構造の解釈と地球の動学的モデルの考察をする際に, この巨大な構造形態を無視することはできない. 全球低重力異常帯はこのような形態のひとつであり, 地球動力学の観点から, 大変興味深い. それは太平洋の周囲に和達-ベニオフ帯を伴うリングや, 正の重力異常(山地のリング)を形成し, 太平洋を地球上の他の部分と区別している. このことは, 地球が2つの半球へ分離され, 高地と低地(大陸と海洋の半球)を形成したことを反映するが, それは始原的には古い構造であるという考えを確たるものにする. 同様の分離はほかの惑星(月や火星)でも典型的に見られる.

そのような地球の構造はリソスフェア“プレート”の不可思議な動きによって形成されるものではない.

このような構造は, 観察された規則性が地史の中に存在するという地球動学的概念を支持する (Storetvedt, 2003; Pavlenkova, 1995 & 2005). この研究は, 地球表層の主要な構造方向はコア/マントル境界に延びる深い根を持っているという, 決定的な事実を示している. ここに示された事実は, 一度のみならず, プレートテクト

ニクスの運命を決定づけるべきもので, きわめて明白で議論の余地のないものである.

しかるに, 低重力異常帯の要因は未解決の問題として残されている. 重力場と下部マントル起伏の相似性は, 低重力異常がすべてのマントル断面で高速マントルであることをほのめかすことを示している. しかし, 高速(高地震波速度)マントルは低重力異常の要因とはなり得ない. なぜなら, マントルの主要な岩石で, 速度と密度の直接的な関係が観測されるからである (Kern, 1993). この問題の解決のためには, 2つの可能性がある: まず, 深さとともに低速や高速に複雑に変化する可能性を未だ識別できないという, 低速マントルトモグラフィデータの低解像度にある. もうひとつの提言は, 地震波速度と密度との逆相関性の原因となっている上部マントルの組成変化である. Jordan (1979)に示されたように, ペリドタイトの組成変化は逆相関にある密度と速度の変化を伴う: このことについては, 例えば, フランス中央地塊 (Sobolev et al., 1996)のマントルゼノリスの事実がある.

地質学の観点からは, 太平洋巨大環状構造の究極の要因は地球の半径の半分以上を占めるコア内部にある, と考えるのが妥当である. しかしながら, 液体コアは不均質性を保持できないため, 重力異常を生むことができる唯一の可能性のある場合は, コア/マントル境界である. これらの問題を解くためにさらなる研究が必要である.

謝辞: コロラド大学の J.W. Weihaup から南極大陸のオリジナルな重力図を, またフロリダ州立大学の David Loper からはコア/マントル境界に関する文献を提供していただいたことに感謝する. コメントと英文の編集作業をしていただいた David Pratt に深謝する.

文 献

- Artemieva, I.M. and Mooney, W.D., 2002. On the relation between cratonic lithosphere thickness, plate motions, and basalt drag. *Tectonophysics*, v. 358, p. 211-231.
- Bott, M.H.P., 1971. The mantle transition zone as a possible source of global gravity anomalies. *Earth Planet. Sci. Lett.*, v. 11, p. 28-34.
- Choi, D.R., 1984. Late Permian-Early Triassic paleogeography of northern Japan: Did Pacific microplates accrete to Japan? *Geology*, v. 12, p. 728-731.
- Choi, D.R., 1987. Continental crust under the northwestern Pacific. *Jour. Petroleum Geology*, v. 10, p. 425-440.
- Choi, D.R., 2001. Submarine geology of the oceans around Australia. *Himalayan Geology*, v. 22, p. 81-90.
- Choi, D.R., 2005. Deep earthquakes and deep-seated tectonic zones: a new interpretation of Wadati-Benioff zone. *Bull. Soc. Geol. Italy, Spec. vol. no. 5*, p. 79-118.
- Choi, D.R., 2006. Where is subduction under the Indonesian arc? *NCGT Newsletter*, no. 36, p. 2-11.
- Choi, D.R., 2007. Borneo-Vanuatu geanticline and the tectonic framework of Southeast Asia and the Indian Ocean. *NCGT Newsletter*, no. 42, p. 18-25.
- Choi, D.R. and Vasiliev, B.I., 2008a. Geology and tectonic development of the Pacific Ocean. Part 1: Mesozoic basins and deep-seated tectonic zones. *NCGT Newsletter*, no. 46, p. 28-34.
- Choi, D.R. and Vasiliev, B.I., 2008b. Geology and tectonic development of the Pacific Ocean. Part 4, Geological interpretation of seismic tomography. *NCGT Newsletter*, no. 48, p. 52-60.
- England, P., Kennett, B., and Worthington, M., 1978. A comparison of the upper mantle structure beneath Eurasia and the North Atlantic and Arctic Oceans. *Geoph. Jour. R. Astr. Soc.*, v. 54, p. 575-585.
- Forsberg, R. Skourup, H., Andersen, O., Knudsen, P., Laxon, S.W., Ridout, A., Braun, A., Johannessen, J., Tscherning, C.C. and Arabelos, D., 2006. Arctic Ocean geoid, ice thickness and mean sea level—the Arcgice project. Proc. ESA workshop "15 years of progress in radar altimetry", Venice, March, 2006. http://esamultimedia.esa.int/docs/arcgice_venice.pdf.
- Fuchs, K. [ed.], 1997. Upper mantle heterogeneities from active and passive seismology. NATO ASI Series, (1. Disarmament Technologies - v. 17), Contribution N 336, International Lithosphere Program, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. 366p.
- Gaposchikin, B.M., 1974. Earth's gravity field to the eighteenth degree and geocentric coordinates for 104 stations from satellite and terrestrial data. *Jour. Geophys. Res.*, v. 79, p. 654-670.
- Gordienko, V.V. and Pavlenkova, N.I., 1985. Combined geothermal-geophysical models of the Earth's crust and upper mantle for the European continent. *Jour. Geodynamics*, v. 5, p. 75-90.
- Jatskevich, B.A. [ed.], 2000. Geological Map of the World. 1:5,000,000. Ministry of Natural Resources of Russian Federation, RAS.
- Jordan, T.H., 1979. Mineralogies, densities and seismic velocities of garnet lherzolites and their geophysical implication. In F.R. Boid and H.O.A. Mayer [eds.], 'The mantle sample: inclusions in kimberlites and other volcanics', Proc. 2nd International Kimberlite Conference. v. 2, AGU, p. 1-14.
- Kawakami, S., Fujii, N. and Fukao, Y., 1994. Frontiers of the earth and planetary sciences: a gallery of the planetary worlds. *Jour. Geol. Soc. Japan*, v. 100, p. I-VIII.
- Kern, H.M., 1993. Physical properties of crustal and upper mantle rocks with regard to lithosphere dynamics and high pressure mineralogy. *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, v. 79, p. 113-136.
- Morelli, A. and Dziewonski, A.M., 1987. Topography of core-mantle boundary and lateral homogeneity of the liquid core. *Nature*, v. 325, p. 678-683.
- Muratov, M.V., 1966. Comparison of ancient platform basement and the history of their formation. *Bull. of University of Geology and Exploration*, no. 3, p. 3-48 (in Russian).
- Pavlenkova, G.A. and Pavlenkova, N.I., 2006. Upper mantle structure of the Northern Eurasia from peaceful nuclear explosion data. *Tectonophysics*, v. 416, p. 33-52.
- Pavlenkova, N.I., 1995. Structural regularities in the lithosphere of continents and plate tectonics. *Tectonophysics*, v. 243, p. 223-239.
- Pavlenkova, N.I., 2005. Fluids-rotation conception of global geodynamics. *Boll. Soc. Geol. Italy, spec. vol. no. 5*, p. 9-22.
- Pavlenkova, N.I. and Romanyuk, T.V., 1991. Seismo-gravity modeling for the crust of Siberia. *Geology and Geophysics*, no. 1, p. 34-42.
- Pushcharovsky, Yu.M. and Udintzev, G.B. [eds.], 1970. Tectonic map of the Pacific segment of the Earth. Scale 1:10,000,000. Compiled by Oceanological Institute of Oceanology of Academy of Sciences of the USSR.
- Sobolev, S.V., Zeyen, H., Stoll, G., Werling, F., Altherr, R. and Fuchs, K., 1996. Upper mantle temperatures from teleseismic tomography of French Massif Central including effects of composition, mineral reactions, anharmonicity, anelasticity and partial melt. *Earth Planet. Sci. Lett.*, v. 139, p. 147-163.
- Storetvedt, K.M., 2003. Global wrench tectonics. *Fagbokforlaget*. 397p.
- Tabunov, S.M., Tomanovskaya, Yu.I and Staritsyna, G.N., 1989. Rock complex of the Pacific Ocean bed in the areas of Clarion and Clipperton faults. *Pacific Geology*, v. 4, p. 11-20.
- Vasiliev, B.I. and Choi, D.R., 2008. Geology and tectonic development of the Pacific Ocean. Part 3, Structure and composition of the basement. *NCGT Newsletter*, no. 48, p.

- 23-51.
Walker, J.D., Burchfiel, B.C. and Rodyden, L.H., 1983. Westward-derived conglomerates in Moenkopi Formation of southeastern California, and their probable tectonic significance. AAPG Bull., v. 67, p. 320-322.
- Weihaupt, J.G., Rice, A. and Van der Hoeven, F.G., 2006. Multiple meteoroid impact in Antarctica. Proc., Annual meetings of the American Geophysical Union, San Francisco. EOS, Transactions of the American Geophysical Union, v. 87, no. 52, December 11-15.
- Weihaupt, J.G. and Rice, A., 2007. Suggestions of multiple meteoroid impact in Antarctica: How do we sort it out? The 31st Symposium on Antarctica meteorites, national Institute of Polar Research, Tokyo, Japan, June 5-7.
- Wezel, F.C., 2005. Geological evidence on the formation of the Atlantic Ocean. Boll. Soc. Geol. Italy, spec vol. no. 5, p. 61-78.
- Yegorova, T.R., Koslenko, V.G., Pavlenkova, N.I. and Starostenko, V.I., 1995. 3-D density model for the lithosphere of Europe: construction, method, and lithosphere and preliminary results. Geophys. Jour. Int., v. 121, p. 873-892.

地球科学にかかわる政治欄 **GEOPOLITICAL CORNER**

(矢野 孝雄 [訳])

IUGS への公開書簡

日 付：2009年2月2日
宛 先：国際地質科学連盟会長
同時送信：IUGS 事務局, 元会長, ICSU 推薦委員会
差出人：第33回オスロ IGC の STT-09 セッション招聘者

第33回万国地質学会議における 先例のないイデオロギー的抑圧に関する苦情

1960年代後半以来、いちどは笑いものになった Alfred Wegener の大陸移動仮説が地球科学界一般から擁護されるようになった。プレートテクトニクス (PT) という装いのもとで、長期間支持されてきた地殻“固定論”が増大する移動論モデルにとってかわられ、その後、後者は地質学的思考を主導してきた。PT モデルには当初から批判的検証の必要性が多分にあったが、“順応を求める圧力”のために、流行の仮説の審理を敢えて実施した試しはない。PT の期待と実際の観察との間には頻りに矛盾が起きたが、このモデルにその場凌ぎの修正がくりかえしほどこされ、また、多くのデータを歪曲したり、特異な複雑性でもって、わけがわからなくすることがくりかえしおこなわれてきた。一連の偽造された予測、ならびに、未解明の状態の継続にもかかわらず、不幸にして、批判的な議論は数10年前に終息し、論理的ブラックボックスがそれにとってかわった。すべてうまくいっているとのみせかけがつづいているが、全地球テクトニクスを示す事実、推量の泥沼に深くはまり込んでいる。科学分析家 Thomas Kuhn の解析によれば、地球科学の各分野の特徴は論理的な危機状態にあり、新しいパラダイムが待望されている。

第32回 IGC のイタリア人組織者たちが、地球地質システムを再考する切迫した必要性に十分に気づいていたことは明瞭で、パラダイム変化を求める多くの観測事実を是認する幅広いプログラムを準備した。こうして、主会場

において全日にわたる多分野シンポジウム (S09.01) が開催され、それにつづいて2004年8月29～31日にはウルビノ大学主催で会議後ワークショップ (PW0-09) がたいへん成功裡に実施された。このワークショップの目的はグローバルテクトニクスにかんする仮説を幅広く議論することであり、なごやかな雰囲気で行われた。イタリア IGC の参加者が共有した論議の主な原則は、真の科学的進歩は教義的権威にもとづく議論とは対極にある、ということであった。きわめて少数の意見が、最後には、多数に勝利することが常である。その際、確実な事実は必ず少数派の側にある。イタリアでのこのような経験から、私たちはオスロで開催された第33回 IGC を楽しみにしていたが、それは霧消した。というのは、スカンディナビアの組織者たちがプレートテクトニクスに反対する考え方に耐えられなかったからである。

New Concepts in Global Tectonics (NCGT) シンポジウムを開催する私たちの提案は、プログラム委員会によって受理された。しかし、その目的(私たちのセッションの焦点は、プレートテクトニクスに関わる問題であり、新しいデータと代替のモデルに関する議論も含んでいた)を公式化する段階になると、組織者たちからのイデオロギー的抑圧がめだちはじめた。そのため、より「社会的に」そして「感情的に」受け入れられるようにするために、私たちはセッションの趣旨を書きなおさざるをえなくなった。それは、ほんの序の口にすぎなかった。最終的に開催が決まったのは、シンポジウムの開催日の前日であり、私たちはずっと不安と焦燥のなかにあった。

シンポジウムの期日は、会議のわずか2週間前に変更され(しかも、招聘者として私たちは、ある偶然によってのみ、これらの最終的変更を知り得たのである)。そのため、海外からの講演者の幾人は、そして、予め案内されていた日程にしたがって旅行の手配をしていたシンポジウム参加者も、非常に困難な状況を余儀なくされた。“奇異なことから”リストに掲げられるべき第2の事件

は、私たちの招待講演者が口頭発表セッションから除外されたことである。これは、招聘者たる私たちに事前に何らの相談もなく行われた。プログラム事務局は、彼らの行動を事後に繕うことはできない。招待講演者は、招待講演からポスター発表者への格下げをおこなった組織者の対応によって、ひどく傷つけられた。氏は、会議参加のすべてをキャンセルした。

シンポジウム前日になって、会場割当をめぐるひどい混乱にみまわれた。私たちは、その場で、この問題を“交渉”しなくてはならなくなった。最初に私たちに提供されたのは、隣のビルの小さな、まったく不適當なセミナー室 (15 ~ 20 席) であり、最後に提供されたのは別のビルのかなり立派な大講義室であった。さらに、私たちのシンポジウムは、プログラムに会場が TBA と記された唯一のシンポジウムであった。受付会場にいた人々は、私たちのシンポジウムになぜ特別な配慮がされる“価値がある”のか、不思議に思った。これらの悪質な混乱を除くと、会議は全体として順調に運営されているとの印象を私たちは抱いた。それゆえ、私たちのシンポジウムがイデオロギー的政策に遭遇したとの印象を免れない。

私たちが第 33 回オスロ IGC で経験したことは、いかなる国際会議であってもまったく容認できることではなく、「新しい地質学的概念・モデル・方法を公式化し、検証することを奨励する」ことを含む IUGS の理念にも反している。私たちは、私たちが遭遇しなくてはならなかったこれらの困難について、私たちに十分に説明することを、IUGS が第 33 回 IGC の組織者たちに依頼することを要求する。また、私たちは、この種のみえすいた差別と抑圧が今後の万国地質学会で決してくりかえされない確約を IUGS が表明されることを求める。

敬具

第 33 回 IGC セッション STT-09

New Concepts in Global Tectonics の招聘者：
Karsten Storetvedt (ノルウェー)，
Karsten@gfi.unib.no
Dong Choi (オーストラリア)，raax@ozemail.com.au
Forese Wezel (イタリア)，wezel@uniurub.it

IUGS 会長からの回答

2009 年 2 月 10 日

宛先：第 33 回 IGC セッション STT-09 招聘者である K. Storetvedt 博士，D. Choi 博士ならびに F. Wezel 博士
標題：第 33 回 IGC セッション STT-09 New Concepts in Global Tectonics の組織者
発信者：教授 Alberto C. Riccardi, IUGS 会長

親愛なる Storetvedt, Choi, Wezel 博士へ、

ノルウェーのオスロで開催された第 33 回万国地質学

会におけるあなたがたのセッション“New Concepts in Global Tectonics”の組織に関する E メールと公開書簡に深く感謝する。

ご承知のとおり、International Union of Geological Sciences (IUGS) は科学的、非政府的、非政治的、そして非営利的な国際組織である。その目的は、世界的な地質学界を統合して、地球科学の発展を推進することであり、そのために、幅広い科学研究を支援し、それらの結果や他の研究成果を国家の繁栄と人間生活の質の向上に資することにある。

IUGS は International Council for Science (IUSU) のメンバーであり、その資質として、ICSU の“自由、責任および科学の普遍性”に関する公文書に唱われた原則と理念に合意している。そこに表明された 1 つの基本理念は、“科学は、研究—未知のことがらの系統的な探索と解明—を通じてえられた知識の到達点であり”、“科学的進歩は仮説の公式化と検証にもとづき、観察と実験から得られる実証できる証拠を生み出すことによって推進される”との理解に立脚する。したがって、この文脈には、既存の学説への挑戦ならびに新しい学説の提唱という双方の自由が十分に含まれている。これらの科学的権利と自由に必要なのはさまざまな責任であり、それらのうちの 1 つは、科学の構成において“すべての研究が最高質であり、可能なかぎり再現性があり、検証されうる方法で報告されなければならない”ことである。

このような考え方がすべての地球科学者に共有されていて、そして、すべての地球科学の研究活動、そして、万国地質学会を含む関連の科学集会や出版物にも同様に絶対的であると理解している。

それゆえに、あなたがたの手紙は私には驚きである。あなたがたが述べた状況が、なんらかの誤解や大規模な催しにおいて起こりがちな組織上の問題に起因するのではないかということ、私は最初感じた。しかし、個々の万国地質学会議は地元組織委員会 (Local Organizing Committee: LOC) が担当しているので、まずは、あなた方の要望に応じて、あなたがたの公開書簡とこの私の返書を第 33 回 LOC へ転送し、彼らがあなた方が依頼された説明をあなた方へお届けすることを保証する。

お便りの記述内容にもとづいて、そして、将来の国際会議におけるあらゆる差別と抑圧にかかわるあなた方の要望に関して、私は IUGS 上席委員会を代表して、この手紙の冒頭に述べた原則と精神にしたがって、IUGS は永遠に科学的自由を保障するためのあらゆる努力を行うことをあなたがたに確約する。

敬具

IUGS 会長 Alberto C. Riccardi 教授

同時送信：IUGS 上席委員会、第 33 回万国地質学会、万国地質学会委員会

第33回 IGC オスロ NCGT シンポジウム (12 AUGUST, 2008) 論文要旨
33RD IGC, OSLO NCGT SYMPOSIUM (12 AUGUST, 2008) ABSTRACTS OF PAPERS

(赤松 陽 + 小松 宏明 + 佐々木拓郎 + 矢野 孝雄 [訳])

世話人 : Karsten M. Storetvedt, Dong Choi and Forese Carlo Wezel

編集者注釈 : 私たちは、第33回 IGC 組織委員会に対して、NCGT のセッションの要旨を出版するための許可を、2008年の9月と12月の2度にわたって求めたが、私たちの要求は2009年1月13日に至るまで第33回 IGC 出版委員会には届いていない。これは、NCGT ニュースレター No49 が発行され、その論説の中でイデオロギー的抑圧について記述された後のことである。

日本列島およびその周辺地域の深発地震の活動
Seismicity of deep earthquakes in the Japanese islands and surrounding areas

赤松 陽, 前東京都立高校教師 (日本).
 yo-akam@m2.hinocatv.ne.jp
 島弧深部構造研究グループ (日本)

研究グループは、日本の気象庁2006年発行の地震年報に基づき、日本列島およびその周辺地域の震源分布について検討をおこなった。1983年から2005年までに発生した100km以浅の地震のうちM4.5以上の、そして、100km以深ではM3.0以上の震源が地形図上に示された。

等深線は千島-カムチャツカ列島、本州、伊豆-小笠原諸島とその周辺地域に引かれている。等深線は、和達(1935)が示したように、一般的には、千島-カムチャツカ海溝から北西方向へ、日本海溝から西方向へ、伊豆-小笠原海溝から南西方向へ傾斜している。同様の等深線は九州、琉球諸島とその周辺地域にも引かれている。それらは琉球海溝から北西方向に傾斜している。

等深線は上に指摘したほど単純なものではなく、線状にあるいは弧状に走る部分で構成されており、それらの境界線付近で数10kmあるいはそれ以上ずらされている。これらのずれた等深線は、エシェロン状に北西-南東方向に走っており、それらの線によって境された4つの単元が北海道-千島地域に示される。その変位量は50~100kmに達する。

本州、日本海とその周辺地域では、変位線は一般に、東西、東南東-西北西に走り、これらの線によって境されるいくつかの単元がみられる。変位は、日本海ではおよそ200km、本州ではおよそ50kmに達している。伊豆-小笠原地域では、変位線は北東-南西方向、東北東-西南西方向に走り、6つの単元がみられる。九州と琉球地域では、変位線は西北西-東南東に走り、これらの線によって3つの単元が境されている。変位はおよそ20~200kmにおよぶ。

深発地震ともなう断層の楕円形をした配列によって境されている単元を示すことができる(鈴木・島弧深部構造研究グループ2008)。これらの単元は、また、等深線と変位線にかこまれた部分と相関している。

等深線と変位線に境された地震単元の中には地震の空白域も識別されている。これらの領域は、地表地質と関連をもち、地質の深い根に関連する現象であることを示唆する。

地震とそれに関連した津波
The earthquakes and their linked tsunami waves

Pencho BINEV, Union of the Bulgarian Scientists(Bulgaria)
 pbinev@abv.bg

津波がもつ自然現象としての特性を説明しようとする、津波の発生と伝搬に関する既存の確立した概念は、かなり大きな難題に直面する。これまでの伝統的な仮説によれば、津波は、海面下で発生した地震や火山活動の結果として発生する力学波である。それらは海岸に向かって速度 v 、すなわち g 、 h の積の平方根で表面を伝わる。ここで g は重力加速度、そして h は波面より下の深さである。浅い沿岸域では h は確実に減少し、それに対して、波の振幅は30mからそれ以上にまで増加する傾向があり、それが津波の破壊活動の主な原因となる。そのような点で、ほかの仮説と同様に、津波は力学的原因による波であるが海面下を伝搬するとみなされる。海岸付近でそれらは表面にはっきりと現れ、減速するいっぽうで、その振幅は増大する。

ここに引用した概念は、明言されている潮汐の性質と同様に、波の発生地点からの放射状の伝搬、および波の原因と同時に起こるその破壊効果の間の相関関係を明らかにすることが求められている。しかしながら、津波に関する利用できるデータは、そのような結論とは一致していない。このような事実に基づいて発展してきた概念に基づけば、津波の発生源は静電界にある。地震あるいは火山噴火は、海洋底および海岸を被う地域的な静電界と

電磁気の磁極を発生させる装置にすぎない。これらの静電界や電磁気界の性質と強度は、状況、すなわち、海洋のさまざまな部分における電解質の性質と海底や海岸の性質によって決まる。それらは単純に、充電の進展と拡散が起こる地域的な主要地点と関連しているわけではないので、それらの放射・伝搬を予測することは難しい。このようにして作られた電極とそれによって生み出された電磁場は、海洋の電解質の性質を異なる傾向に誘導し、津波を起こす。このような巨大コンデンサーの定期的な充電と放電は、それぞれの波の時間、周期の特徴、強度などを決定する。

西太平洋の中生代盆地と深部構造帯

Mesozoic basins and deep-seated tectonic zones in the Western Pacific

Dong CHOI, Raax Australia Pty Ltd (Australia).

raax@ozemail.com.au

Boris VASILIEV, Pacific Oceanological Institute (Russia).

boris@poi.dvo.ru

ジュラ紀および白亜紀の海盆は、太平洋の西部によく発達している。それらは三畳紀～ジュラ紀前期まで存在した古代陸域に形成された。現在の深発地震帯と中生代海盆の分布の間には直接的な関連がある。さらに、NW-SE 方向のエルトニン、ウージェンツェフ断裂帯と同じように、メンドシノ、クラリオン、クリッパートン断裂帯といったような ENE-WSW 方向の断裂帯も海盆形成の一因となった。沈降、海進、火山活動などは、ジュラ紀から新生代にかけて東へ向かって発展し、ついには新第三紀から第四紀に東太平洋地域全体が冠水した。低速度マントル (350-1,700km) と中生代海盆の分布域とのみごとな相関関係は、低速度マントルが海盆の沈降原因であることを示している。また、この低速度マントルの上の浅い深度 (80 ~ 350km) の高速度マントルが重なって存在することは、高速度マントルから地球表面へガスや液体などが抜けてしまうことによって化学的枯渇状態がもたらされたことを示唆している。これは根深い構造帯と和達-ベニオフゾーンは一般的に高速度層が付随するという事実と一致しており、速度変化が温度の代わりに化学的枯渇レベルを反映しているといった観点からトモグラフィ画像解釈に再検討がもたれている。浅部マントル (表面 ~ 350km) と深部マントル (350 ~ 2,900km) の間の低速度層の分布には明確なコントラストがみられる。それは、浅部マントルの低速域はマグマの活動の活発な現在の太平洋の大陸周縁と沿海に限られているのに反して、深部マントルの低速域は現在深海が優勢な太平洋西部に位置するということである。

**全鉍床形成構造 “GEOTRANS” の惑星内部力学系
The planetary geodynamic system of**

through ore-forming structures "GEOTRANS"

Leonid GALETS'KIY, Institute of Geological Sciences of National Academy of Sciences of Ukraine (Ukraine).

geos@geolog.kiev.ua

東ヨーロッパ台地 (EEP) の領域内のカルパチア～バルカンと黒海～カスピ海地域などでは、巨大な貴金属、ダイヤモンド、石油ガスなどの胚胎をコントロールしている長期 (始生代後期～現在) にわたる汎地域的な活性化リニアメント-メガゾーンの驚くべき地球力学的システムがある。それらは、特異な地球物理的・地球化学的伝導性のある領域によって占められており、決定的な内部の活動と外因的な活動の差がある。さらに、地震活動によって活性化され、やや平行に変位するずれの存在、重要な地壘-地溝構造の存在、ベアサイト-超ベアサイト、キンバーライト、アルカリ-準アルカリ層状貫入岩体、交代作用を受けた層といった深部の地質構造の出現などによって示されている。EEP の範囲内で、20 箇所以上の傾斜したり鉛直方向にのびた鉍石濃集メガゾーンが選ばれている。主なメガゾーンは、ノヴゴロート、北部-中央-南部ウクライナ、ペチェンガー-ラドガ、コヴドール-キビネス、北部コラ、その他などである。

緯度方向のゾーンは、最もはっきりと現れている。それらは幅 50 ~ 150km で、1,000km の長さがある。最大の鉍産性を持っている所は、他の方向の構造帯と交差する複合した動的結節点にみられる。周期的におこる構造-マグマ活動の原動力の 1 つは、惑星の自転状態の変化によって生み出される伸張力である。地軸の歳差運動と地球の自転速度の変化の結果、張力を開放する臨界地帯では、次第に高まる動的な環境が生まれ、それが地球深部での鉍石元素の移動を刺激し、造鉍液体の流れをつくり濃集させる。構造的なトラップは、異なる方向の変形によって、また他の要因、たとえば、地球化学的な障壁、膨大な破碎帯、篩い分け面、圧力-温度条件などとの組み合わせによって、より高いレベルのものが作り出される。“振動する”構造運動の結果、高い浸透性をもつ特殊な動的環境が作られ、造鉍機能が活発な安定した作用がもたらされ、大鉍床の形成、さらに非鉄金属、貴金属、そしてダイヤモンドなどの形成が行われる。

鉍石濃集に好ましい条件は、造鉍システムの自己組織化に基づいて、宇宙成因的な要因と地球内因的な要因の共同の効果によって確立される。

調査結果を世界の他の地域と比較すると、同じタイプの構造は大きな大陸の範囲内すべてに存在することを示している。それは、励起 “ジオトランス” という、地域を越えて延びる鉍石の濃縮メガゾーンの一般的な惑星力学システムに合った選択の論拠を形成している。さらなる研究は、巨大でユニークな鉍床を探索するための新しい見通しをもたらしてくれる。そしてまた、大規模建設や大災害の防止と並行して増加する地震活動や外部地球力学的活動の地域ごとの状況説明に必要とされる。

地球の地殻構造上のプロセスに関する新しい理論的概念
New theoretical conception concerning
the tectonic processes of the Earth

Hatam GULIYEV, Institute of Geology Azerbaijan National
 Academy of Sciences (Azerbaijan). hatam@lan.ab.az

提案されている概念によれば、造構運動を含むあらゆる運動の原因は、エネルギーと物質の永久の闘争に求められる。エネルギーは開放されようとするが、物質は最少の位置エネルギーで状態を保とうとする。エネルギーから物質へそして物質からエネルギーへの転換が、この拮抗する闘争のなかで起こる。その結果、力学運動は最少作用の原理に従って実現する。そのようなわけで、どのような強さの運動も地球とその内部のどのような場所でも同じように起こる。

このような運動は、環境密度の変化を引き起こす。変形の増大での密度変化の過程の非線形性と不安定性は、密度増加と放散の過程の因果関係を導く。横滑りおよび鉛直方向の巨大な断層は、かき乱された環境と整然とした環境を分ける放散帯としての境界域の不安定性の結果、放散帯のさまざまな深さで発生する。これらの断層は変形過程によって放散された環境によってとりまかれている。これらの大部分は、さまざまな深さと特定の状況下で液化された状態に移る。一方、これはこの種のゾーンの(地質学的にみて)長期にわたる存在条件を作っている。他方、次の段階の変形不安定性に帰因する横方向と垂直方向の断層に沿って移動するこれらの液化した部分は、リソスフェア内部やマントル全体にわたる構造運動の自発性の原因でもある。

駿河湾：世界の最も深い湾のうちの1つの起源
Suruga Bay: Origin of one of the world's deepest bays

花田政明, 東海大学海洋学部海洋資源 (日本)
 hanada@scc.u-tokai.ac.jp
 星野通平, 東海大学名誉教授 (日本)

駿河湾は、日本列島の中央を横切る大構造帯フォッサマグナの南端に位置している。湾口の深さは2,500mで、アデン湾(湾口で5,360m)、カリフォルニア湾(湾口で3,700m)について世界で第三の深さを持っている。

伊豆-小笠原弧の基盤は、オフィオライト層およびvp=6.0km/sec.の花崗岩質および変成岩質岩石からなる地殻構成層で構成されている。それは表層の中と6.0km/sec.層の頂部の東西両側にある海溝の肩に一致しているブロックを上昇させた。

駿河湾の北部での爆破地震探査に基づく東西方向の地殻の断面は、6.0km/sec.層の深さが地下10kmにあることを示している。フォッサマグナに沿って分布する前期中新世の海成層から発見される底棲有孔虫は、それらすべてが太平洋側から日本海側までつづく深海の環境に生息していたことを示している。(それらの中には炭酸塩補償深度以下の深度を示している種が知られている。)

メキシコ沖のカリフォルニア湾の基盤の基底の深さは、駿河湾と同じように10-11kmである。カリフォルニア湾は、駿河湾が伊豆-小笠原海嶺の北端に位置しているのと同様に、海嶺の北端に位置している。地溝帯が、大西洋中央海嶺の頂部に沿って発達し、それがアイスランドに発達する地溝帯まで延々と続いていることは広く知られている事実である。アイスランドにおいて、溶岩層によって被われた地溝帯の基底の深さは10kmと考えられている。大西洋中央海嶺には後期原生代の大陸岩石が多数存在することが知られている。この海嶺の支脈であるロックオール海嶺のvp=6.0km/sec層はグレンヴィル岩からなっている。

現在地球上で観察される海底山脈は、後期原生代の地向斜-造山帯であり、海底山脈上のリフト帯はグレンヴィル造山帯の頂部に形成されたリフト帯から派生したものである。アデン湾は世界最深の湾であり、カールスバーク海嶺が拡張する場所に位置している。上に示した3つの湾の底は、原生代の間に複数の障害により地殻の固化が進行した場所であり、古生代とそれ以降の間、地殻のアップスラストによって背後に取り残された地域である。湾の両側で観察できるアップスラストした地層は、白亜紀とそれ以降の間に、主要地溝の肩の隆起upthrustでできたものであり、これらの湾の溝は鋭い深いオーラコジン(aulacogene)である。

初生石油システムは深部の液体包有物を解放している
グローバルな造構プロセスによって機能する
Juvenile petroleum systems work via global tectonic
processes releasing deep fluid inclusions

Alexander KITCHKA, CASRE IGS, Nat'l Ac. Sci., Ukraine
 (Ukraine). kitchka@casre.kiev.ua

非生物源炭化水素の発生、熟成、移動、蓄積は、造盆地運動と、したがって、地殻の進化、および堆積盆地の根の構造的分化に密接に結びついている。石油の非生物源についての新しい理論的概念は、世界の石油埋蔵量によって特徴づけられる揮発性-飽和帯(VSZ)の地下進化の結果に由来することを示す(Kitchka, 1998, 2007.)。

炭化水素、主にメタンとその同族体は、流体包有物としてまれな構成物というわけではない。結晶質基盤中にさえ、液体の油や瀝青を含んでいる。リソスフェアに集中

している炭化水素に富んだ初生流体包有物が時々構造的に開かれた経路に沿って放出されるという概念は、大規模な無生物起源の石油の排出を示唆している。活断層帯 (例えば広域的横ずれ断層帯) では、岩石の破碎とマイクロナイト化が、地殻中でかなりの長さ、幅、深さまでひろがっていること、そして数千立方 km の母岩と初生包有物からの莫大な量の流体の放出を伴うといったことを計算することは難しいことではない。

非生物源石油の開発が進められた主要地質構造のなりたちは以下の通りである。リフト生成の衰弱は、リフト形成の最後の脈動の間に捕獲された残存流体包有物の地域的なハローを伴って、地殻/マントル境界面で VSZ の変位帯への変化を導く。これらした後、地溝の残存流体ハローは、第 1 級および第 2 級の断層帯に沿って、上方に追跡できるほぼ鉛直に近い流体の高濃集領域を表している。VSZ 発展の次の重要な段階は、堆積岩に対して仮定したのと似たようなプロセスである主要な石油の移動に相応している。堆積盆地底の漸進的な屈曲と流体包含体の 2 次的な過熱は、静岩圧的な荷重の増加にともなう断層帯に初生的流体の新しい流れの波を供給する微小割れ目群の拡大の下で、地殻の 3 次元的な屈折を励起する。沈降速度は、初生的流体の移動速度を制御するたいへん重要なパラメーターである (Artyushkov, 1993)。これらの流体は、不安定な摩擦による褶曲から局所的な準可塑的な剪断へと変化する境界に現れている準安定な破碎された空間の中で繰り返し蓄積され分離される (Sibson, 1994)。断層面に沿って前述の空間から拡散しながら上昇する膨張雲は、炭化水素で被われた結晶質基盤と堆積物の中に一時的なトラップをつくる。上部地殻中の一時的なトラップは、上の流体静力学的に循環する流体系とそれらの分留に平行して起こる初生炭化水素の外側への移動を可能にしている活発なあるいは不活発な幾重にも重なる剥離面と関連している。

テチス渦構造列の造構的渦構造 : GRACE ジオイドの解釈とアフリカ稲妻遠隔遠隔連関

Tectonic spiral structures of the Tethyan vortex street: GRACE geoid interpretations and African lightning teleconnections

Bruce LEYBOURNE, Geostream Consulting (United States). leybourne@hotmail.com

Chris SMOOT, Geostream Consulting (United States)

Giovanni GREGORI, Istituto di Acustica O. M. Corbino (Italy)

Gabriele PAPARO, Istituto di Acustica O. M. Corbino (Italy)

Ismail BHAT, Univ. Kashmir (India)

テチス地域の Vortex Street (TVS) には以下のようなものが上げられる。(1) Sestri Spiral (2) Aegan Spiral (3) Kersahir Spiral (4) Spiral of the Lut desert (5) Tibisti Spiral (6) Arabia Spiral (Neev and Hall, 1982)。TVS の反時計回りの構造はまた、世界を取

り巻く渦巻き構造によく見られる特徴である。6 つの渦巻きは、GRACE ジオイドデータによると、高重力異常と伴っており、さらに活動的あるいは休止した熱流帯を伴っているように見える (Gregori 2002)。2003 年 2 月から 2005 年 11 月の間の月毎のジオイドの値は GRACE 探査によってもたらされ、温度の広がりを示す表示は、それぞれのテクトニクススパイラルについて調べられている。一方、他の重力や電気についての測定装置への遠隔操作が求められている。コンゴにおける稲妻の異常な年間発生率は、空間構造と位置からみて、GRACE に示されるジオイドの凹みに類似している。

1 つの観察はジュールスパイクであり、熱の要素は GRACE 高重力帯を伴う。一方、コンゴにおける最も顕著な特徴の一つは、低重力帯が見られることである。コンゴとアフリカリフト帯の GRACE 重力の離れた結びつきは、エーゲ海の Spiral との強い結びつきを表し、一方で Lut Spiral との結びつきは弱い。コンゴ直下のマントルのアーチの様子を明らかにする末端の物質とウガンダの熱の突き出し付近の引力は、アフリカ大陸を留めおくことができるリフトのエネルギーを供給し、なぜアフリカがパンゲア大陸の分裂の中で最も安定していると考えられているのかを示唆する新しい理論的な証拠を提示するかもしれない (Nance et al., 2006)。加えてアフリカを軽くすることは、熱帯大西洋のサイクロンの形成と結びつけられてきた (Chronis et al., 2007)、そしていくつかのこれらの複合体の解決を可能にできた。音の放出物を監視し (Gregori et al. 2001)、いくつかの重要な電源の表示や低地は熱帯ハリケーンに関連した情報を決定するかもしれない。

大陸下部地殻層流層流仮説

Continental lower-crustal laminar flow hypothesis

Dewei LI, China University of Geosciences (Wuhan) (China). dewei89@sina.com

大陸についての多くの地質学的、地球物理学的、地球化学的な調査の有限要素法のモデルは、大陸地殻中に地殻内に溶融体の流れがあることを示している。チャンネルフローモデルや薄いフローモデルは、溶融体の流れの規則性や流れのメカニズムを説明するために考えだされた。チャンネルフローは、厚い地殻と上昇の急な造山帯や高原の中の中～下部地殻の低い粘性流が、その地形の高さや露出度に応じて山脈の根元から流れ出していることを示している。青蔵-チベット高原の研究にもとづいて Li Dewei (1992) が提案した層流モデルは、盆地と造山帯の間での、あるいは下部および上部地殻の間での岩石状態の相違のために起きる循環運動を含んでいる。この循環的な運動は、内陸部における湧昇するマントルプレートのダイアピルに関係した熱エネルギーに駆動され、活動的大陸縁に沿った沈み込むプレートの脱水域の上方で発生するマグマの鉛直運動に関係している。

軟化したり溶けたりした下部地殻物質は、重力によって近接した山脈の根元に向かって流れていく。そして薄い盆状の地殻と厚い造山帯の地殻が同時に形成される。厚くなった造山帯の下部地殻の中の部分熔融したマグマは、密度逆転により中部～下部地殻の變成岩の鉛直移動を引き起こし、變成岩複合体と下部地殻の熱いアンダープレATING (底付け作用) によって誘発された鉛直応力による低角のデタッチメント断層系を形成する。山脈の上昇にともなう側方への広がりによって、山脈と盆地の境界部では複数の衝上断層が生ずる。そして、山脈の上昇によって起こる侵食で生じた岩屑は下部地殻での流れによって引きずられて盆地前面の深い窪地に運ばれ堆積する。

チャンネルフローは、大陸のプレート内部変形や中部～下部地殻の押し出し、衝上断層を伴う同時期のデタッチメント断層、深部變成岩の露出、そして造山帯の部分熔融にもとづく層流と似たようなものである。しかし、造構的背景や流れの範囲や表面、規模、様式、体制、方向、構成物質、流れの振る舞いあるいは効果、そして流れの機構において2つのモデルの間には根本的な相違がある。チャンネルフローは層流の空間的・時間的に部分的なものと見なすことができる。しかし、下部地殻の層流は熱エネルギーと重力からもたらされたものであり、侵食による岩石の露出や地形学的荷重のような表面で起きている原因によるものではない。全地球的な観点から見ると、層流は地球における熱循環システムの複数段階あるいは複数規模の極めて小さな部分のみを占めているように思える。

中 / 古生代境界境界における衝突

The impact at the Paleozoic-Mesozoic boundary

Nicolas PARUBETS, Granton Institute of Technology
(Canada). gitechp@ca.inter.net

20世紀末、古生代 / 中生代の境界 (PMB) に巨大な地球外天体が衝突したという仮説を何人かの研究者一彼らの何人かは十分に確立された地質学的証拠を持っていた一が発表した。その仮説から導かれる結論の1つは、ある彗星や小惑星が PMB の際の衝突を説明するために創り出されたということである。彗星や小惑星の形成に関する主要な理論の1つは、原始惑星や氷の集積から形成されることを主張している。しかしながら、この見解は21世紀の宇宙時代の発見とは合致しない。ディーブインパクト時における彗星 Temple 1 の Spitzer スペクトル観測、ならびに、小惑星 Itokawa を観測した探査衛星ハヤブサは、Itokawa 表面の中礫～巨礫大の岩石中にあったものと同じ複数の水和ケイ酸塩を Temple 1 にも発見した。これらの物質は最初から存在していた可能性がある。しかしながら、現在地球には豊富な水があり、かつての火星にも水は存在していた。もちろん小惑星や彗星に見

られるこぶし大の岩石や人頭大の岩石および粘土や石灰岩の存在は、PMB インパクトの間に生じたことを証明するものではないが、PMB インパクト仮説をより強固にする。

得られた地質学的データを用いることによって、私の講演は PMB インパクト概念のさらなる発展のみならず、そのような衝突イベントが存在することに説得力のある証明にもなる。データは DSDP 計画と ODP の最初の報告書からとられた。また報告には、PMB インパクト仮説を支えるいくつかの有力なものがある。記録的な海水の蒸発、石炭層の突然の堆積休止、カーボンサイクルの世界的な変化、地磁気の逆転、大量の物質の欠損した期間である。その間の約 700 万年間に、生物は地球上から消え去ったのである。

この衝突仮説を支持する古植物学上の有力な証拠が存在する。PMB インパクトの時の季節的な変化の始まりを実証するために、古生代の木々の成長線の欠如が、中生代や後の時代の明確な成長線と対比された。この兆候は、地球の自転軸を 23° 変え、中生代の始まりを暗示する巨大隕石の衝突が原因とみることができる。

これらが別々に起こったなら、そのような地質学的事実は、衝突仮説を強固にするには不十分であろう。しかしながら、これらの事実が同時に起こったとき、それらは PMB インパクト仮説を強く支持し、証明する決定的な証拠となると考えられる。

流体循環概念にもとづく全地球テクトニクスの主要段階

The main stages of global tectonics according to the fluids-rotation conception

Ninal PAVLENKOVA, Institute of Physics of the Earth
(Russian Federation). ninapav@ifz.ru

流体循環概念は、全地球的構造運動に2つのエネルギー源を予想させる。1つは地球の脱ガス作用 (流体移流)、もう1つは地球自転における変化である。3つの基本の段階が区別されている。他の惑星のように、地球は異なる起伏を持つ2つの半球に分けられる。それは、低い起伏と薄い海洋地殻を持つ太平洋半球と高い山脈と厚い大陸地殻を持つ大陸半球である。これらの半球は、いくつかの厚い大陸性リソスフェアの塊が形成された始生代～原生代に起こった。地球化学的な研究から、脱ガス作用がそれらの形成に重要な役割を果たしたことが分かっている。大陸地殻は多量の流体を伴ったマントル物質から形成されたのである。古地磁気から判断して巨大大陸は南半球にあり、そのことはこの地域に深部流体の強い流れが存在したことを意味する。その他の部分では、地球表面は原始地殻に覆われており、亜大陸地殻のわずかな部分がこの海洋地域の中に出現していた。

南半球での厚いリソスフェアの形成は、惑星の非対称と地球中心部の物質の入れ替えを誘導した。厚いリソスフェアの形成は球殻間に高い圧力を生み出し、そのことで中心物質の入れ替えが始まった。一様なアセノスフェアは存在しないし、大陸は深い根を持っているため、そのような入れ替えの可能性は外核の表面で非常に高い。中心部の転位は核周辺のマンツルの転位を引き起こし、南極から赤道への大陸の移動を伴っている。それは、古生代に起きた大陸移動に関する古地磁気学と古気候学に関するデータとよく一致する。

核周辺のマンツル物質の循環は、非一様性を経験した。太陽-月-地球のシステムにおける地球の自転軸の周期的な変化に関連する潮汐力は、物質の重心を元に戻す力を備えていた。マンツル物質が周期的な入れ替わりと造構運動はその都度発生する。核周辺のマンツル物質の循環は、惑星の自己の機構の1つの段階ではあるが、それによって新しく生じた非平衡なシステムとしての地球が安定したもとの平衡状態に完全に戻ることはできないのである。したがって中生代には別の重要なステージが始まった。それは、北半球より半径の大きな南半球の膨張である。そうした膨張は、中部大西洋、インド洋、そして太平洋の対称的な海嶺とともに南極大陸周辺の環を構成する中央海嶺を形成する。最終的には、南極大陸の形成と北半球における大陸地殻の破壊(北極海の形成)は、中心のマスバランスの上に生じたものと考えられる。

断層の側方展張破断モデル

The lateral tensile fracturing model of fault

Zehua QIU, Institute of Crustal Dynamics, China Earthquake Administration (China). qzhh@163.com

1976年に起こった唐山地震の主要な地表地震断層の新しい発見が報告される。唐山市を通る約10kmの推定走向移動断層—右側面のずれが地表で1.5mにも達するものだが—と異なり、新しく発見された断層は、北西方向に3mの急斜面を持つ正断層である。唐山地震で新しく発見された地震断層は、40km以上と非常に長く、主要な揺れの直後に撮影された航空写真にもはっきりと写っている。一方、推定された走向移動断層は、航空写真にも地震反射断面にも見出すことはできないが、問題の正断層は、中国石油公社のJidong Oilfield Companyの詳細な地球物理学的探査によって明らかにされている。

この断層はリストリックな形状をもつが、リストリック断層に関する流行のモデルで説明することはできない。別のモデル—側方張力破砕モデル—が提示されているが、リストリック断層がどのように発生するのかを説明してはいない。

唐山とその周辺地域の構造運動の背景は北西地域が上昇し、南東地域が沈降する差別的な鉛直運動を被った

と考えられている。地震地帯は、北東方向の軸を持ち、ほぼ鉛直の北西翼と比較的平らな南東翼からなる古期Kaiping 向斜の上に位置している。そのような構造配置では、深部においてひとたび傾斜断層が起ると、激しい応力の集中が先端部に起き、側方張力破砕と名づけられた新たな破砕の支脈が巨大な張力に通じる通路に沿って広がっていくであろう。

破砕メカニズムや、数値シミュレーションと同様の実験室での実験に基づくと、モーメントなしの力のダブルカップルは、側方張力破砕に関連した機構の源を再現することに適用しうる。そのモデルは、地震の原因としての断層の固着すべりという考えに反するものであるが、地震学的な観察を伴う論争の中にあるものではない。事の重要さからみて、巨大地震のCMT流体に関する全地球的な統計は、側方張力は唐山地震ばかりでなく、他の地震についての原因になるという考えを強く支持する。

側方張力破砕は正断層の発生だけを説明するものではない。その上、もし側方張力破砕の走向の対して正常な水平圧力が十分にあったとすれば、逆断層が地表付近で発生するのである。

**プレートの運動方向にみられる混乱の原因
A source of confusion in plate motion direction**

Mohammad RAEESSI, University of Bergen (Norway).
raeesi@geo.uib.no

プレートテクトニクスの概念は、1960年代以降地球上で起こる様々な現象の理解に革命的な変革をもたらした。しかし、われわれはこの概念を正しく理解しているのだろうか。われわれは地震学的証拠からプレートの移動方向を検討しようと思う。われわれは、他のどのプレートモデルにおいても検討されなかった中央ユーラシアプレートの南方への移動の証拠を強調する。最初の問題は、1997年2月4日イラン北東部のM6.7の地震に続いて起こった。地割れに関連する余震の分布に基づいて、われわれは、ユーラシアプレートの一部であるTuran地塊がイランに向かう南への移動成分を持っているに違いないと結論した。このことは、一般的な考え—Turan地塊は固定されており、北東イランの地質構造はイランサブプレートがユーラシアプレートを押している結果である—と対立する。1990年2月20日、イラン北部で起きたM7.4の地震の余震分布は、ユーラシアプレートの南への移動という考えを支持する。関連するプレート移動の概念は数学的に正しいが、それはしばしば誤って解釈され、その結果混乱を生じさせた。この混乱を回避するため、一層の拘束をもたらす絶対的なプレート運動ベクトルを抽出する必要がある。小規模ではあるが、ニュートンの第3法則の誤った解釈から導かれた同様の混乱は、地震学や構造地質学と同様、他の地球科学の分野でも見られるのである。

プレート水平運動は、慣性テンソルの対角線成分をもつ
地質質量の再配置によって説明しうる

Horizontal plate movements could be explained by
redistribution of geological masses to have diagonal
values of inertia tensor

Sergey Y. SOKOLOV, Geological Institute RAS (Russian
Federation). sysokolov@yandex.ru

プレートの動きは以下のことから始まる。層状で移動に適したリソスフェアは、慣性モーメントに対して効果を最大にし、回転軸の現在の位置に対する慣性テンソルの接線成分に対する効果をもたない方向に動いていく。そのことは、物質が赤道に向かって移動し、その周辺に広く分布するという一般的な方向をいみする。現在みられる地表質量の非対称な分布は、質量が慣性テンソルに斜交して移動した稀な軌跡をたどったことを暗示するのかもしれない。またこの状態は、自転軸の位置の移動によって入手された。2つのメカニズムが存在すると信じられている。この過程のモデリングは、2つの段階を経て考えられた。最初のアプローチは、軸の位置の見積もりである。それは慣性テンソルを明確な状態に導く。回転軸の0.1°程度の変動から、それぞれの新しい軸の位置についての表面物質に対する慣性モーメントが計算された。軸の位置が西経72.5°、北緯15.6°にあった結果、地殻物質が斜めに見える慣性テンソルをもたらす。この経線に沿って、極が年間10cm移動することがこれまでのデータから証明されている。第2のアプローチは、5°ステップごとに方向を変える円弧において、その表面の1弧度ごとに質量移動を変化させる方法であり、それは、先に特定した全慣性力をもたらす手法である。

このモデリングは、南北アメリカ、北東ユーラシア、オセアニア、そして太平洋サブダクションの環の移動ベクトルがGDPデータに適合するという結果を与えた。モデルは、アフリカスーパープレュームの上に位置するアフリカ、ヨーロッパ、そして南部ユーラシアのGDPデータに適合するのであろうか。十分に説明されている慣性力や広がりつつあるプレュームを起源とする移動の重なりを計算することは、それらの地域にとっては有効なことである。それは、水平的な構造要素はマンテル対流なしで、そして作用物の上の2つの記述されたものの重ね合わせによってのみ説明が可能であるということの意味する。この場合、海嶺軸の構造は同じ地質と考えられるが、活動的な大陸部分の漂流の後の空いた場所の補償の結果として起こったものである。また、島弧地域の沈み込みも同じ地質と考えられるが、これは海洋リソスフェアの上に活動的な大陸のスラストの結果として生じたものである。この機構は、地質学的時間の中で自転軸の回転の変更が絶対的に必要となる。地球内部の軸の位置は、月と地球そして液体核の内部の核の入り組んだ相互作用のために意味深長に、そして定期的(200Maから)に移

動している(Avsyuk, 2000)。そのことは、地球表面の物質は永久にその位置を変えており、時間内に必然的な位置に到達するまでの間は移動を停止しない、ということの意味する。この考えは、海洋の緯度方向が閉じて経度方向が開いている間に、新しく誕生した海洋の方位角の変化とそれらのステージの相変化によって支えられている。詳細な調査は、重要な地質学的事件に対して(プレートの)移動を計算するために継続されるであろう。

過剰質量による応力テクトニクスにかかわる
元素、鉱物、岩石組成

Element, mineral and rock formation in the context of
Excess Mass Stress Tectonics —EMST

Stavros TASSOS, Institute of Geodynamics, National
Observatory of Athens (Greece). s.tassos@gein.noa.gr

過剰質量応力テクトニクス—EMST は、原子核を構成する一対の陽子と中性子、MeV 結合エネルギー均衡を意味する。静止から光速へ加速した電子の緩和された'プラズマ'状態で、電子雲範囲の電子ボルトの空間の最大伸張である。溶融と分裂の両方が核の変化により安定したより大きいか、より小さいものにかかわって、ともにFe⁵⁶の核子あたりの8.8MeVを最大に、一点に集まる。これらの2つの自発的に起こる過程は非エントロピーである。すなわち、両方の生成物はより高い核結合エネルギー結合/E=hfの頻度を持っている。事実上、核融合と核分裂はすなわち、同じ数、比例性原則による増倍や分裂量より他ならない。周期的で線上伸張の両方を含む成分は時間とともに頻度が増加する。どんな過剰なエネルギー注入も無対の定在波一対の定在波へのエネルギー注入、又は過剰な塊状へのエネルギーに変形する。つまり、外部コアの'プラズマ'中の定常から最高速まで加速された原子核と同意義の地球の内部コアからの元素はマンテルを形成して、原子ごとの周りの固体の状態に据え付けられる。3つの状態の中で合成、結晶、鉱物、岩石からの構造的束縛に依存する事は、第1にH², Li⁷, Be⁹, B¹¹, He⁴, N¹⁴, 1.1 ~ 7.5 MeVを形成する各結合を伴いながら、初めの先鉄、又は後ウラン期は、4.6b. y. aから始まった。地球の初期岩石は、大部分は巨大な単結晶であり、Li, Be, Bが豊富な原始ペグマタイトであった。第2に先鉄、後ウラン期には4.6b. y. aからで、核分裂ではU²³⁸の7.6MeVで、核融合側ではC¹²の7.7MeVを伴う放射性減衰時間が設定された。ウラン及び炭素は原始ペグマタイトの結晶構造に入り込み、かくして原始ケロゲンやメタンなどの炭化水素の先代的分子を形成した。宇宙の一定の拡大の結果、核融合によりO, Na, Mg, Al, Si, S, K, Ca、そして核分裂によりKとCa、鉱物のようなリシア輝石、長石、石英の形成、ペグマタイトが花崗岩へ入り込んだ先ケロゲンや先ペグマタイトの結晶構造へ入り込んだ核子、元素の高結合エネルギーを供給した。つまり200 m. y. aからはすべての包含するペグマタイト/花崗岩地殻は60%以下の表面を覆った。第

3に後鉄期の始まり, 200Maのとき Fe^{56} の 8.8MeV が供給された. 先存する Fe の構造にに入り込んだ鉄物は, 地球表層部に近い微小割れ目の電子の '過剰' 共鳴に帰する放射熱に関与し, 石炭, 油, およびガスの中への油母の熱分解, およびカオリナイトの侵入した頁岩の焼きつきを引き起こす. 鉄物, 雲母のようにかんらん石, 輝石は形成され, そして岩石となり, 初めに BIFs や後期閃緑岩, 斑禰岩および地球は現在のサイズまで発達した.

過剰質量による応力テクトニクスにかかわる地震と津波
Earthquake and tsunami generation in the context of
Excess Mass Stress Tectonics —EMST

Stavros TASSOS, Institute of Geodynamics, National Observatory of Athens (Greece). s.tassos@gein.noa.gr

慣習上, 岩石は弾性の媒介物であり, 水平な静的な応力変化は弾性の緊張, 摩擦による滑りの蓄積, 破裂, 滑り, 最終的に地震が発生する. しかし, 事実上, ミクロとマクロ割れ目の度合いに依存し, 弱い静的な圧力の作用での岩石が全く変形しないか, クリープから急速な滑りの過程でそれらは非弾性に変形する. 直線的にもう片方に比例してものを動かすカードのデッキのように一連の別々のブロックとして機能する. その結果そのシステムから弾性の緊張エネルギーが取り除かれる. 過剰地塊応力テクトニクス EMST とは 200m. y. a より Fe , 高頻度 / 高エネルギーとして上昇形成するため, 同一空間上の電子軌道の s 軌道と d 軌道にあたる Fe^{2+} 鉄イオンを減少されたその最後の元素としての Fe である. Fe^{2+3+} になる減圧酸化のときに, 彼らの共鳴するための空洞として 1014Hz の放射熱で機能する微小亀裂に入る 4~5 個の '過剰' 電子を放出する. 電子濃度が重力のバランスをとる 1018 電子 / m^2 の数を超えていると, 内部の圧力は上昇し, そして微小亀裂は拡大する. そしてかなりの岩塊は時間がたつにつれて上昇させられる. ミクロ空洞での電子の濃縮が流れるように, それらのインピーダンスを凌ぐなら, 絶縁破壊は起こる. すなわち電子の一時的な排出であり, 突然の伝導率増加と内破音崩壊を引き起こし, 可塑性の基本的な岩石が弾力的に応じるために妨げる事を強制する. 地震はこのようにして発生する. マグニチュードは, そのほとんどが微小空洞からの付随的に解放した活動度の大きさに依存する. また, 地震を引き起こしたこの一時的な動的応力が, 岩石のものを超えているなら, 二次の非弾性効果として強さは断層破壊を起こす. 地震, 津波の中で, 圧縮と一対の定常波 'P' が原因となり, おのおのが弾性力として作用する活動的な応力は柱状の岩石又は海水の垂直変位を引き起こす. 応力の方向へ平行に振動する; 伸張と 2つの反対となる無対の進行波はそれぞれ対称な走向の方向に垂直な伝播する. ラブ波は, 垂直成分を全く持たないで, 水平に分極している横波として現れる. 海が振られるとき, レイリー波が P 波の交錯と S 波を表すと考えることができる. 実際にどんな波の地震波も, その斜辺が媒体の最大

変形率である直交した三角形の 2つの直交した面によって表されたスペースの交換可能な圧縮となる. 均質で等方性の層には, ボディーと表面波の両方の振幅が地球の中で深さに従い, 剛性 / 傾度 / 密度増加と比例して減少し, 深さによって剛性が増える不均質媒質における変化が全く生じない.

脱ガス地球における非生物性石油
Abiotic petroleum in a degassing Earth

Karsten STORETVEDT, University of Bergen (Norway).
 Karsten@gfi.uib.no

原油と天然ガスは本質的には再食された生物学的岩屑に由来しているか, あるいは深部地球脱気の生成物なのか? 石油の生命活動に必要な起源の考えが, 最も支持されている西世界では, しばしば真意の疑わしくない供給物質が占有しているにも関わらず, 主要な油層が現在様々な岩石の中に発見されている. 例えば, 多くの中東油田の「根源岩」のすぐ上部が明白ではなく, 10年の間, 高揚水量にも関わらず, その生産は純粋な圧力状態からやや低下してきた. 例えば, メタンで支配された天然ガスはスウェーデンのシリヤンクレーター, およびコラ半島の超深部ボアホルの 12km 以上の花崗岩の岩石の中の 6km の深層で見つけられた.

油とガスは, 多くの深い破砕帯に沿って火山岩における包含として中間に海洋の裂け目で太平洋周辺のベニオフゾーンのセクターと位置に著しく染み込んで, 不可解なままで転移していた. Global Wrench Tectonics (ねじれ地球モデル) によると, 主要な石油堆積盆地は引張の領域に制限され, 表面 (塩水, マグマ炭化水素などの) への流量に必要なチャンネルを提供する深いリソスフェアを切る断層帯に関連している. ガス水和物のかなりの量は水と炭化水素ガスのために有効な移動経路を必要とする. 新しい理論によると, そのような前提条件は多くの大陸縁部部に狭くて, 断層で制御された深層水ベルトに自然に存在し, 岩塩ダイアピルと泥火山はそこに現れる. 例えば, セントラル北海, ドニエプル川-ドネツとカスピ内湾のように, 多くの堆積盆地で見られる強い線状構造は断層作用を示す. 石油の非生物起源の理論をサポートするために, 世界のすべての主要な油とガス州はどうやら転移伸張構造の状態に関連している. 本当の極移動 (すなわち, 横道に比例した惑星の再設定の比較的短命なフェーズ) の出来事は油, 天然ガス, 水, および多くの集中塩水の流体を表面の近くの貯留層の中にポンプで送って. 自然な油圧機械として機能している.

地球発達研究のための新しい物理学的基礎
New physical platform for Earth evolution studies

Karsten STORETVEDT, University of Bergen (Norway).

Karsten@gfi.uib.no

Karsten@gfi.uib.no

微小惑星理論に直面することにおける問題の多数のため、惑星が多彩で比較的集中しているソース雲の比較的孤立している球から発展したと示唆される。原始太陽系星雲の小さい部分は組成の断片化を受けて、さまざまな原始惑星を放出して、軌道への集団は太陽の回転面へ近づく (Cameron 1978, 1985)。放出の力ははなはだしく異なる角運動量をもたらした。このような関係においては、地球は様々なガスに混ぜられた濃縮鉱物粉末の比較的速い回転球の凝縮から形成し、揮発する。惑星が形成されたプレ原始太陽系星雲は 50 ケルビン以上の温度があったと一般的に仮定されている。その質問は冷却ガスに浸されたそのような回転する鉱物雲が、凝固過程の結果として '安定' になったかどうかということである。粒状媒質における混合過程の実証研究は、サイズ、密度、形、および他の粒子の特性 (Cook 他 1976; Fan 他 1990) で分離する傾向があるのを明らかにした。このように惑星発達の初期段階に、サイズに従って、回転の遠心力は、塵粒の総合的な分離を起こした。

ウランとトリウムのような放射性元素を含む大きい成分が、ガスの要素のわずかではない部分が発達中のコアに閉じ込められながら、動的に外側領域に向かって強制された。したがって、それは初期の惑星の外側の地域のかなりの放射性加熱で認識され、緑岩帯の主要な成分が 3.5 ~ 2.5 Gy の間で形成される、コマティ溶岩の存在と一致している。その提案は原始惑星の外側領域 (現代の上部マントルに対応する) のより高い温度は、反応速度と関連高度な脱気を高め、特に下部マントルの大きい異種性に関して、斜長岩 - 閃緑岩構成の原始的な地殻を確立した。

比較的冷たい原始惑星のガス密集では、磁化粒子は、高密度の鉄の豊富なコア (Tunyi 他 2001) の重力の増大のための中核として機能するように、大きくて重い不規則な主要部を確立した。硫黄、炭素、シリコン、水素、および酸素のような元素は高圧の金属混合に容易に溶ける。これらの軽い成分は、鉄合金はコアの中へと予測され、それによって現在の密度欠損が説明される。コアはどうか水素を蓄えるための強い収容力となり、そして比較的低温のため、惑星の深い内部が非常に非脱気された状態にあると推論できる。化学反応、熱/溶融生産、および力学的な変化に関連づけられた深部からの垂直な物質移動が表面の範囲に起動力を表し、岩石圏地質学として地球物理学の表現をすると結論づけられる。

全地球ねじれテクトニクスからみた顕生代の地球史
Phanerozoic Earth history in the framework of global
wrench tectonics

Karsten STORETVEDT, University of Bergen (Norway).

さまざまな証拠によると、初期地球は比較的低温で、あまり分化 (脱ガス) していない天体であり、全地球をおおうアノーツサイト - ドレイイト層に覆われていた。その結果、内部からは揮発性成分がゆっくりと放出され、その分布は不均一になり、その結果、外殻はさまざまな程度の薄化と化学的 / 鉱物学的変異をひどいに被った。現在の大陸下に推定されるマントルの根も、このような不均一な脱ガスの産物の 1 つである。これらの諸作用は、地球の慣性モーメントの周期的変化、すなわち、惑星自転に跛行的変化をもたらした。後期中生代には、深海底の沈降がひどいに加速された。この沈降は、排出される処女水量が増大することによって補償されるのみならず、かつて存在した広大な大陸縁辺海の容積によっても補償され、また、今日の乾陸域を隆起させることもあった。

不均質さを増す地殻の力学強度の低下、それに続いて起きるアセノスフェア "層準" の「まだら」な分布にもなると、脆性的外殻 (リソスフェア) の造構的不安定度がひどいに増す。エクロジャイト化された "地殻" 物質がときどきマントルに沈降し、それにもなると、形成途上の大洋域のアイソスタシー沈降がすすむことによって、惑星自転が周期的に加速される。こうして、リソスフェアには慣性力による変形事件が起き、全地球にわたって緯度依存性のあるねじれ変形が発生する。後期白亜紀に進行した惑星自転の加速によって、地球の造構運動は 1 つの極相期を迎えた。こうして地球史上初めて発生した大陸の現位置回転は、相対的で、多くの場合は小規模であったが、古地磁気学的に測定された極移動経路の不一致を説明することが可能である。側方への大陸移動や海洋底拡大といった概念は、事実と矛盾する。進化しつつある海洋盆の薄化した地殻は、変形・変成した。造構帯は各時期の赤道に沿って配列したり (たとえば、ヨーロッパのカレドニア、ヘルシニアおよびアルプス変動帯)、子午線方向に発達した (たとえば、ウラル、グレンビル、汎アフリカ変動帯)。脱ガスによる歴大な揮発性成分をうけた上部マントル域は、沈降以前には長期間にわたって隆起し、その他の地表部分 (やがて大陸ブロックになる) は超長期サイクルの海進による影響を受けた。地殻物質がマントル中に沈降する事件が広く起きると海退相となり、火山活動が起こり、有毒な揮発性成分が海洋および大気中に放出され、気候と生物に影響をあたえた。これらの影響は、間欠的な地殻物質のマントル中への消失とそれにもなる惑星自転の加速の組み合わせの結果であり、地質時代の主要境界となった一群の相互に関連した地質事象にほかならない。

日本列島および周辺域における深発地震にともなう
断層の楕円状配列
On the elliptical arrangement of faults accompanied by
deep earthquakes in
the Japanese islands and neighbourhoods

鈴木尉元一元地質調査所 (日本, yasusuzuki@vega.ocn.ne.jp) ・ 島弧深部研究グループ (日本)

地震のP波射出パターンにもとづいて、最大圧縮軸、最小圧縮軸、ならびに、2つの節面を知ることができ、節面の1つは断層面に一致する。筆者らは、地震をひきおこした断層面としてより急傾斜した節面を選択する。というのは、その走向が隣接域に発生した傾斜移動タイプの地震の節面と平行するからである (Suzuki et al., 1977)。

Suzuki and Kobayashi (2005) は、本州中部で発生する深発地震にともなう断層がおよそ200~300km幅の楕円状に分布し、深度約500kmまで達することを指摘した。この断層の楕円状配置は、放射状配置によって切断される。当該地域の地質は、主に中-古生代層からなり、中生代~古第三紀花崗岩質岩に貫入されている。断層の楕円状配置は花崗岩質岩石の環状分布に調和的であり、花崗岩質岩が深部に由来することを示唆する。

このような楕円状配置が、北海道と本州で7個発見された。それらの差し渡しは約100~300kmで、深度約300kmまで延長している。一般に、中央部には正断層が、周辺部には逆断層が卓越する。ただし、関東地域の楕円状配置には、逆断層が卓越する。同様な配置が、伊豆-小笠原 (ポニン) 海嶺で5個発見された。それらの差し渡しは、150~200kmから200~300kmで、深度500kmあるいはそれ以深までつづく。北部の2個では逆断層が卓越するが、南部の3個では正断層が卓越する。

楕円状配置は千島海盆でも発見され、差し渡しは300~1,200kmで、基底部は500km以深に達する。深発地震にともなう断層のアーチ状配列が、日本海の北部、中央部および南西部で発見され、それらは500~600km以深にまで連続する。このアーチの構造方向を延長すると、朝鮮半島に分布する花崗岩質貫入岩体に平行する。

深発地震をとともなう断層の楕円状配置は、深発地震帯の上にひろがるくさび形領域の細密構造を反映したものである。個々の配置は各領域ごとの地形-地質特性を示すことから、数100kmに達する固有の深部構造と、造構運動をひきおこす独自の駆動力をもっているにちがいない。本州中部の楕円状配置において破壊的地震が同時に発生していることは、このような造構運動の証左であろう。

**惑星形成にかかわる衝撃的磁場
Impulse magnetic field in planetary formation**

Igor TUNYI, Geophysical Institute SAS (Slovakia)
Peter GUBA, Geophysical Institute SAS (Slovakia)
Peter BALAZ, Institute of Geotechnics SAS (Slovakia)

Milan TIMKO, Institute of Experimental Physics SAS (Slovakia)

Jozef KOVAC, Institute of Experimental Physics SAS (Slovakia)

Ladislav E. ROTH, Jet Propulsion Laboratory (United States)

この研究は、衝撃磁場による鉄磁性粒子の集積に関する私たちの先行研究を補足するものである。

私たちは、スウェーデンKiruna産の自然磁鉄鉱試料に関する室内実験を行った。力学-化学的分析によると、この試料は磁鉄鉱Fe₃O₄ (98%) と珪素 (2%) からなる。この試料は、実質的には磁性をもっていない。試料を粉碎して、平均粒径0.88μmの粉体をえた。

無磁場空間では、粉体粒子は静電気力によって集合するであろう。私たちの実験では、この作用によって密集体ができることはなく、微弱な外力によって容易に分解できた。次に、この粉体試料に5Tの衝撃磁場をかけた。この磁場は、変形しうる密集体を形成した。個々の粒子は磁氣的に結合して、永久磁性をもつ。ちなみに、おもに珪酸でできた非磁性粒子は、この磁場によって影響を受けず、密集体中に含まれなかった。

**太平洋巨大海盆複合体の構造と組成
The structure and composition of the Pacific Mega-basin basement complex**

Boris VASILIEV, Pacific Oceanological Institute (Russian Federation). boris@poi.dvo.ru

Dong CHOI, Raax Australia Pty Ltd (Australia). raax@ozemail.com.au

この論文は、ドレッジ、深海掘削および火山溶岩中のゼノリスの研究にもとづいて、太平洋巨大海盆の基盤複合体を記述する。得られたデータは、太平洋巨大海盆の基盤複合体が多数の不均一性と不均一構造をもつことを証明する。ドレッジされた大陸性岩石と火山岩組成 (ankaramite, trachybasalt, boninite 系) によって証拠づけられた基盤岩組成には、大陸地殻のレリックが多数みられる。それらは、比較的詳細に解明された地質断面でも明らかである。今後の研究の進展によって太平洋海盆の大陸的組成が解明されることは確実であろう。同時に、太平洋巨大海盆の地殻の大部分が優黒質組成であることも明確であり、超塩基性岩と塩基性岩が広く分布していることを証拠づける。これらの岩石は、海洋底、掘削孔および火山岩ゼノリスから直接得られたものである。地球の地殻は、大陸性リソスフェアにくりかえし起こった造構-火成活動によって形成されたことは、確実であろう。これは、大洋島火成岩のPb・Sr・Nb同位体組成によっても確かめられ、給源マントルが35億年の年代をもつことを示す。ハワイの火山岩溶岩中からゼノリスとして発見されたレルズライトからも、同様の年代

が得られた。太平洋巨大海盆の大部分の基盤複合岩体が最終的に形成されたのはジュラ紀～白亜紀であり、全地球規模の巨大火成活動に由来する。この火成活動は、大陸域のものに類似し、地球の最新の玄武岩時代のはじまりを告げるものである。太平洋巨大海盆における将来の深海掘削や基盤岩石の組成および年代研究に適したいくつかの調査地域が推薦される。

地質時代とともに減少する地球自転速度の理由—全大陸プレートのトルクが摩擦力モーメントをもたらす—

The reason for a decrease in the Earth's rotation speed in geological time. The total continental plate torque friction force moment

Victor ZEMTSOV, Institute of Geology (Russian Federation).
zemtsov@krc.karelia.ru

角回転速度 (angular rotation velocity: ARV) は、固体回転体の主要な特性である。プレートテクトニクスでは、正確な見積もりがされないまま、すべての大陸が剛性板であるとの仮定にもとづいている。GPS ネットワークにもとづくロシア領内の同時的 ARV 計算は、この概念を否定する。回転体の ARV を見積もるために物理学的に必要な方法は単純であり、その結果、第 2 近似まで計算を行っても、ユーラシアは実質的に剛性的プレートではない。この大陸内部では、その各領域における ARV は数回変化し、回転の中心部から大陸の周辺部に向かって絶対値が増大する (Zemtsov, 2007)。

古地磁気データにもとづくと、かつてのユーラシアの回転テクトニクスには、同様の、そして新しいパターンが認識される。かつて赤道と交わっていたヨーロッパ (Baltica) にとつての回転方向変化は、プレート運動の一般的な地球物理学的パターンであることは明白である。Baltica のテクトニクスにおいて、デボン紀後期には、ほぼ東西方向の走向移動地殻変形が短期間の多数発生し、それにもなって、北部フェノスカンディナビア楕状地 (過去の緯度経度に位置する) におけるダイヤモンドを含む超苦鉄質火成活動が発生した。Baltica で速く、シベリアで遅い差動的回転がデボン紀前期に進行し、石炭紀後期にそれらが衝突した後には、平均 ARV 値が、現在と同様に緯度方向に変化するようになった。

K.M. Storevedt (2005) によれば、これらはリソスフェアの圧縮による主に南北方向の変形と赤道方向の線状剪断歪変形である。しかし、中緯度～極地域のねじれ変形は、主に、大陸の自発的回転によってひきおこされた環状の剪断歪変形と展張変形である。

三疊紀初期からの 160Ma にわたる期間には、Baltica, ウラルおよびシベリア域の平均 ARV 値は、同時代の他の地域に比べて、やや大きい (Zemtsov et al., 2006)。これは、南側に位置するユーラシアの運動、ならびに、

これまでに知られている地球自転速度の減少、すなわち、地質時代をつうじて月が地球から遠ざかるゆっくりとした運動 (Varga, 1996; Zharkov, 2003) に関係しているであろう。今日のユーラシアを構成しているかつての大陸域の大部分は、580Ma にわたる地球の ARV ベクトルとは逆の方向に回転していた。こうして、これらの大陸の基底部には回転摩擦モーメントが働いていて、全海洋における潮汐摩擦とともに、顕生代を通じて地球マンツルの ARV を減少させてきた可能性がある。

マンツル流動と衝上運動による地中海の誕生について

About the birth of Mediterranean by mantle flow and thrust

Jiagui ZHANG, Institute of Geomechanics, Chinese Academy of Geological Sciences (China). jiagui62@sina.com

地中海の誕生と周辺域の造構運動に関して演繹する。著者の最近の見解では、地球力学には 3 つのタイプがある。それらは、地球自転に由来する西向きの方学的重力、宇宙重力および重力的平衡であり、地球のさまざまな場所を差動的に運動させる。アフリカはマンツル流動と衝上の地帯 (MFTZ と略記) によって西向きに押されている。この地帯の軸は、Tanga, Bujumbura および Mbandaka を横切る。Laut Maluku, Thai の Carat 地峡、インド半島、およびアラビア海を横切る MFTZ は力学的重力によって発生し、北方のユーラシアは宇宙重力による。両者の境界は、開かれた、活動的で、能動的なマンツル流、とくに、上部マンツルの流動域になっている。地中海東部の地殻を薄化させて地中海東部を誕生させたのは、次のマンツル領域である。すなわち、西向きの方学的重力流に支えられたペルシャ湾下のマンツル、そして、地中海西部からの衝上運動によって紅海からアドリア海を経てエーゲ海にいたる地帯のマンツルであり、それらは地殻を北西方向へ押ししている。大西洋下のマンツルは、重力的平衡によって、ビスケー湾とジブラルタル海峡をへて地中海西部に向かって流動・衝上し、地中海西部の地殻を押し、地中海西部を大きく運動させて、誕生に導いた。これら 2 つの別方向に向かうマンツル流はイタリアに沿って合流し、火山と地震を発生させる。地中海の周りでの造山運動、沈降、断層移動、火山および地震を含むすべての運動は、これらのマンツル流動にかかわっている。



出版物 PUBLICATIONS

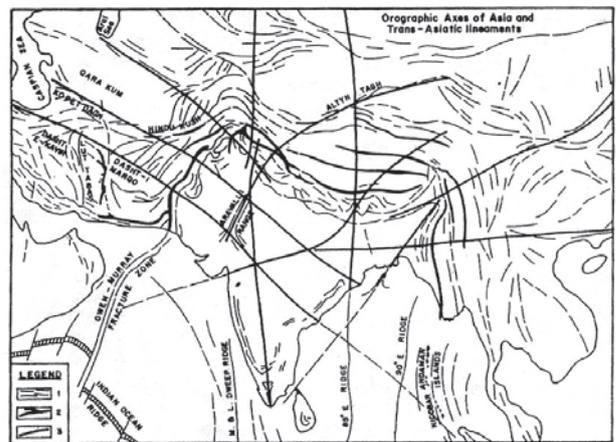
アジア横断リニアメントとヒマラヤ造山 Trans-Asiatic lineaments and Himalayan Orogeny

V. RAIVERMAN

KDM Institute of Petroleum Exploration, Oil & Natural Gas Commission, Dehra Dun, India
In, Sinha, A.K., (ed.), "Himalayan orogen and global tectonics".
The International Lithosphere Programme. 1992. p. 121-155.

(矢野 孝雄 [訳])

要旨からの抜粋 多くの研究者は、白亜紀後期～第三紀前期のいずれかの時期にインドプレートがチベットプレートに衝突し、それに続いてインドプレートが沈み込んでヒマラヤ造山帯を形成した、と考えている。そのような場合には、衝突以前にインド楕状地に存在したリニアメントは、造山帯の向こう側にあるユーラシアプレートに存在するリニアメントと何らの関係ももたないはずである。しかし、先カンブリア紀～第四紀の構造地形、層序、火成活動、堆積盆地の進化史などの分析によると、ヒマラヤ山脈を横切って2つの“プレート”にまたがって直線的に連なる顕著なリニアメントが多数存在する。インドの主ゴンドワナ地溝と同軸性リニアメントのいくつかは、西は Sind-Baluchistan 弧を、そして、東は Assam-Arakan 山脈をよこぎっている。さらに、他のリニアメントは、楕状地からインド洋の中まで連続する。インドとそれに隣接する地域に多数存在するこのようなリニアメントが完全に連続することは、インドとアジアが一体であることを示し、インドプレートの極圏からヒマラヤ地域に至るいかなる長距離移動も排除する。化石に関する既知の証拠は、インドプレートがかつてアジアから離れていたことを支持しない。ヒマラヤ山脈の低角衝上断層、縫合帯における化石海洋地殻、および、古地磁気データに関する現行の解釈は、プレートテクトニクス



図の凡例 1：造山軸，2：オフィオライト，3：リニアメント

にかならずしも好都合ではなく、ヒマラヤ造山運動には別のモデルが考案されなければならない。インダス縫合線の北側のチベット地塊には、さらに3つの縫合帯が存在することが知られている。この事実は、ヒマラヤとチベット地塊の統合的造山モデル—火成活動—塩基性化フロントが深部断裂帯に沿ってマントルから地殻底へ上昇することによって、隆起運動がひきおこされた—をもたらす。

全地球リニアメント：数値テレーンモデリングの適用 Global lineaments: Application of digital terrain modeling

Author: Igor V. FLORINSKY

In, Zhou, Q., Lees, B. and Tang, G-A. [eds.], Advances in Digital Terrain Analysis. 462p., Springer, 2008.
ISBN: 978-3-540-77799-1

(矢野 孝雄 [訳])

要旨 隠れた全地球的線状（らせん状）構造が存在し、それらは造構的ならびに地形的に表現されるという提案が、最近の数10年間にわたっておこなわれてきた。本書では、数値テレーンモデリングを使って、この仮説が検証される。この研究は、30' 格子の数値海拔モデルにもとづいている。最初に18の地形変数が全地球表面の

計算と図化に用いられる。与えられた数値テレーン解析は、全地球のリニアメントの存在を支持する：特殊な集水域の地図上では、極から極へ地球をとりまく相互に対称な螺旋構造を5組検出することができた。この構造は、地形的には、全地球的な山脈網のパターンによって表現される。それらは、この惑星のねじれ変形跡に関係

していることは明白である。2組の2重螺旋は、論理的に予測された剪断断層跡に合理的に一致し、他の2組の2重螺旋は理想裂罅跡に合理的に一致する。これらの構造にそって観察される地質現象(すなわち、断裂、断層、

結晶集積、および鉱床)が議論される。2重螺旋は、金星にみられる惑星規模の螺旋リニアメントに類似したレリック構造であろう。

中央アジア - 太平洋接合帯の造構性深部構造と鉱化作用
—縮尺 1:1,500,000 テクトニクス図 説明書 [英文]—

Tectonic, deep structure, metallogeny of the Central Asia-Pacific Belts junction area

(矢野 孝雄 [訳])

著者: Karsakov, L.P. et al., [eds.]

出版年: 2008

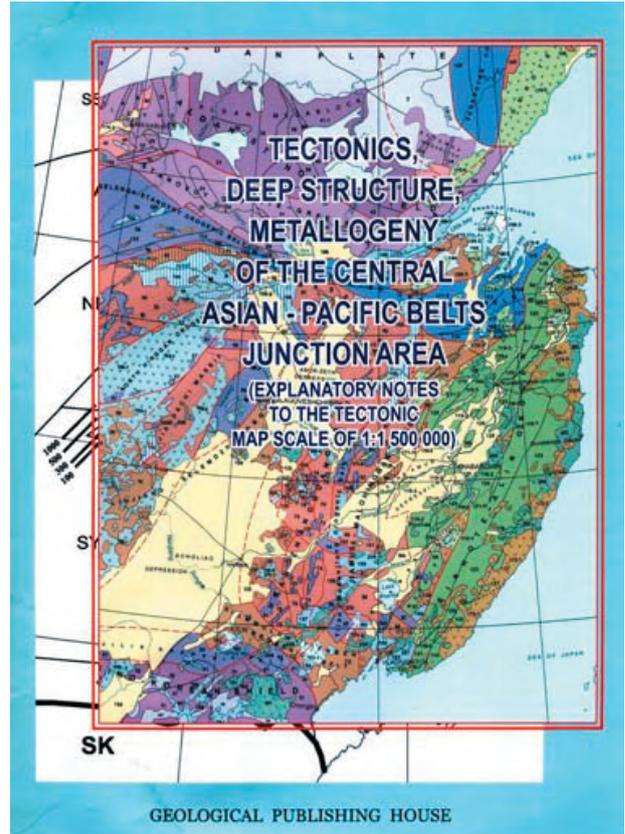
著者所属: ロシア科学アカデミー極東支部, Yu. A. Kosygin テクトニクス-地球物理研究所, ならびに, 中華人民共和国, 国土資源省, 瀋陽地質鉱産物研究所

出版社: 地質出版, 北京

詳細: R. F. Cherkasov < itig@itig.as.khb.ru >へ

目次

- まえがき
- はじめに
- 第1章 シベリア卓状地
- 第2章 中国北部卓状地
- 第3章 中央アジア造山帯
- 第4章 太平洋造山帯
- 第5章 大陸縁における中央アジアおよび太平洋造山帯の相互作用構造
- 第6章 プレート間リフト構造
- 第7章 当該地域の深部構造
- 第8章 当該地域の鉱化作用
- 第9章 地震活動と現在の地球ダイナミクス
- 結論
- 文献



大西洋の古期・大陸性岩石
Ancient and continental rocks in the Atlantic

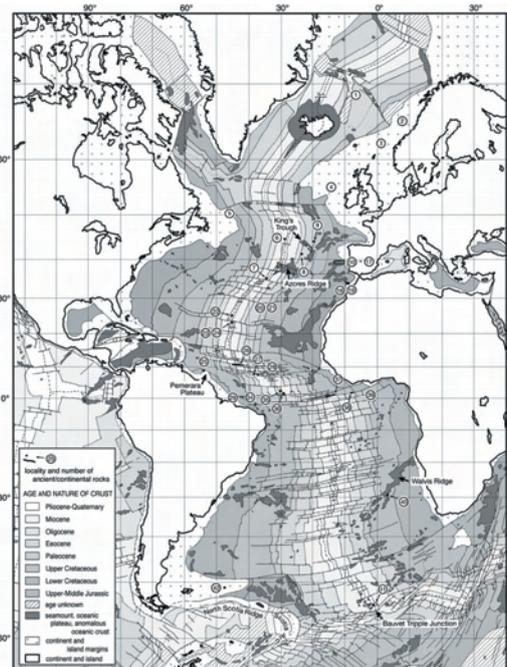
(矢野 孝雄 [訳])

矢野孝雄 (yano@rstu.jp) 鳥取大学地域学部地域環境学科, 鳥取, 680-8551, 日本

海洋底の年代分布は Dercourt (2000) および Sigmond (2000) から簡略化。この図面は, NCGT 東京シンポジウム [2008年8月] で発表された論文要旨集 (18 p.) に出版された。

文献

- Dercourt, J. [ed.], 2000. Geological map of the World, Scale 1:25,000,000. Commission for the Geological Map for the World and UNESCO;
- Sigmond, E.M-O., 2002. Geological Map, Land Sea Areas of Northern Europe, Scale 1:4 million. Geological Survey of Norway.



地球規模の火山活動と大洋の生成
Global Volcanism and the Earth oceanization

Author: V.V. Orlenok

Published by Immanuel Kant State University of Russia Press, 224p., 2008 (ロシア語)

Reviewed by V.A. Solvyev, K.N. Dyankonov and N.A. Shilo, (英語)

(杉山 明 [訳])

(訳者注) この本の原題は Okeanizatsiia Zemli : al'ternativa neomobilizma (Oceanization of the Earth : an Alternative of Neomobilism) で、ロシア語で書かれたペーパーバックである。NCGT Newsletter の記事はロシア人である V.A. Solvyev らがその概要・目次と結論部分のみを英文で紹介したものである。初期地球の環境や太陽の状態、水の光分解など訳者には馴染みのない事項を扱っていることと、英文に不備があることから十分理解できない箇所があった。原文及び紹介文の文意を損ねた訳文になっているかもしれない。なお、注記の*1~*21 は訳者によるものである。ここで使われている "Oceanization" という語は大陸地殻の海洋地殻化 (塩基性化) という意味ではなく、海の発生と深化を意味していると思われる。そこで、ここでは Oceanization を "大洋 (深海と言った方がよいかも) の生成" と訳した。目新しい視点で海の生成・消滅を論じているのでロシア語の原本からの翻訳が待たれる。

概要

著者はこの専門書で地球と惑星に関する理論的な問題、世界の大洋の発生と進化、地殻の構造に関する研究成果を開陳している。著者は内生的に生産された水、水圏における光分解による損失、地史のそれぞれのステージにおける初生物質の量などを計算するとともに、第1次 (カタールケアン) と最近 (新生代) の地球規模の火山活動とそれが地球の大洋とシアル質基盤の生成に及ぼした影響を吟味している。著者によって展開された光分解機構により先カンブリアと顕生代を通しての水圏の状態を評価することが可能となった。大洋盆の寿命と面積、水の体積、太陽の状態との間に関係があることが見出された。我々の惑星は (1 億年の間) 深い海を形成し維持するだけの元手を得ることはできなかった。地球表面の 80% を覆うことのできるような浅い海でさえ光分解によって 1,000 万年~数千万年で消滅してしまう。著者は 45 億年間に地球や他の惑星の半径、体積・面積・質量・平均密度といったその他の条件が実質的に減少したと判断した。著者は大陸と大洋の地殻について批判的に検討された地球物理学的データから、それらのポテンシャルと地震波構造には基本的な違いがないということを明らかにした。さらに、地球型惑星 (内側惑星) と巨大惑星の表面に生じる初期火山活動と水圏の存在様式の特徴を調べた。

本書は地球科学の専門家を対象にしているが、大学の地球物理学・地質学分野の学生、大学院生、その他のより

高度な教育を受けた者にも有益である。

目次

- Chapter 1. 大洋底の現在の構造と力学
 - § 1. 海底の地形的特徴, 地震テクトニクスおよび火山活動
 - § 2. 大洋の性質に関する現在の概念
- Chapter 2. 新生代の地球規模の火山活動と大洋の生成
 - § 1. 大洋底が大規模に沈下した明らかな証拠
 - § 2. 大洋底の沈下速度の算出
 - § 3. 最後の 7,000 万年間に地球表面へ放出された内生水の定量的な見積もり
 - § 4. 水圏における光分解による損失の見積もり
 - § 5. 大洋の生成が始まる前の顕生代における古地理の状態
 - § 6. 水収支の新しい方程式
 - § 7. 地球ではなぜ大洋が生成されたのか
 - § 8. 地殻の分離と deserpentation のプロセス
 - § 9. 新生代における地球規模の火山活動はなぜ起ったか
 - § 10. 大洋生成過程での熱と水の収支
 - § 11. 最近 140 年間の海水準の変化 - その原因と影響
- Chapter 3. 世界の大洋の将来
 - § 1. 地球上の水体積の算出
 - § 2. 原生代にはなぜ大洋の存在が不可能ではなかったのか
 - § 3. どのような時代に大洋は存在するのか
- Chapter 4. カタールケアンの地球規模の火山活動と地殻のシアル質複合体の生成
 - § 1. 前地質時代の地球の状態
 - § 2. 太陽の進化と状態
 - § 3. 地球半径の縮小と他のパラメータの変化
 - § 4. 第1次の地球規模の火山活動
 - § 5. 第1次火山活動の間の短寿命放射性アイソトープの働き
 - § 6. 先カンブリア時代の火山活動衰退ステージ
- Chapter 5. 他の惑星での初期火山活動と水
 - § 1. 問題を解明するうえでの地質的観点
 - § 2. 地球型惑星
 - § 3. 巨大惑星

- § 4. 土星の衛星タイタン, 海王星の衛星トリトン, 木星の衛星ガリレオ

Chapter 6. 中生代後期の海の地史

- § 1. 大洋地域における先カンブリアの花崗岩と変成岩の分布
- § 2. ジュラ～白亜紀の海の形と水深
- § 3. 新生代の大洋の形と水深
- § 4. 後期顕生代における海盆の古地理
- § 5. 新生代の大洋の古地理

Chapter 7. 大洋地殻の地震波構造

- § 1. 大洋地殻の地震探査記録の批判的解析
- § 2. 屈折波の走時方程式による地球深部地震探査の評価
- § 3. 大洋地殻の地震波パターン

Chapter 8. 大洋地殻の岩石磁気構造

- § 1. 大洋の磁気異常を拡大速度の計算に用いることが不可能な理由
- § 2. 古地磁気を復元するための方程式の検討
- § 3. (この行の英文は理解不能のため省略)
- § 4. ネオモビリズムの古地磁気復元批判

結論
文献

(結 論)

地球の歴史においては地殻のシアル質基盤の形成と大洋の生成を導いた2つの主要な火山活動期が識別される。最初の火山活動期は惑星が集積した直後(45億年)から惑星規模で始まり4億年の間続いた。6.0 × 10⁹ km³以上の火山物質と約9.0 × 10⁷ km³の水が地球表層に放出された。集中的な火山活動期の後、カタールケアン^{*1}の末期(40億年前)までに地球の全表層で花崗岩化作用と変成作用が行なわれ、地殻のシアル質基盤が10km以下の厚さで形成され、浅い海盆^{*2}が生じた。これらの海盆は地球表面積の約1/2を占め、平均的な水深は300mであった。

*1 カタールケアン (Katarchean) は始生代前期 (30～40億年前) に当たり、深太古界と訳すこともある。模式地であるフィンランド東部・カレリア地方では大部分が花崗岩質片麻岩・花崗岩からなり、それらの放射年代は35～32億年。ちなみに、世界最古の岩石は今のところ42.8億年 (¹⁴⁶Sm-¹⁴²Nd アイソクロンから求めた年代) を示すカナダのハドソン湾東岸に露出する塩基性岩 (O'Neil, J. et al., 2008)。2番目に古いのは約40億年 (ジルコン年代) を示すカナダのアスタ地域に露出する片麻岩 (Bowring, S.A. and Williams, I.S., 1999) とされている。

*2 グリーンランドのイスア地域には38億年前に噴出した枕状溶岩が厚さ1,000mで分布している。この

ことから当時 (カタールケアン), 同地域には1,000m以上の深さの水域が存在したと考えられている。イスア地域にはタービダイトも分布し、このことも水域の存在を裏付けている。(掛川, 2004)

カタールケアンの間、太陽は未成熟期^{*3}にあったため水圏では光分解^{*4}が行なわれなかった。これがカタールケアン末期 (太陽が主系列星^{*5}となる前) まで大洋のかなりの部分が原始的な状態で存続した理由である。(30億年前頃になって) 火山活動が急速に衰え、水の放出が減少し、太陽の光度も増した結果、光分解がこれらの原始的な海を破壊した。当時の光分解定数を1.3 × 10⁷ g/km²/年、最初の海の面積を3 × 10⁸ km²とすると、光分解による損失量 (F) は

$$F = 1.3 \times 10^7 \text{ g/km}^2 / \text{年} \times 3 \times 10^8 \text{ km}^2 \\ = 3.9 \times 10^{15} \text{ g/年}$$

当時の海水量は9 × 10²²gと推定されるので、これが光分解で消失するまでの時間 (t) は

$$t = 9 \times 10^{22} \text{ g (H}_2\text{O)} / F = 2.3 \times 10^7 \text{ 年}$$

すなわち、原始的な海は2,000万年と少し存在したことになる^{*6}。

*3 星は原始星 (星間ガスが重力的に収縮して星となる) として誕生し、Tタウリ星の段階 (星の中心での核融合はまだ起っていないが、重力エネルギーの解放によって光っている) を経て主系列星 (重力収縮により水素の核融合反応が生じ、それが長期にわたって続く) の一員となる。太陽が安定的な主系列星となる前の段階をここでは未成熟期 (prestellar stage) と呼んでいる。地球の誕生は原始太陽の誕生から約1億年後で、その当時の太陽の光度は現在の70%程度だったといわれている。

*4 光分解 (photolysis/photolytic dissipation/photodissipation) とは、物質が光エネルギー (光子: photon) によって構成分子・原子・イオンなどに分解・解離されること。光エネルギーは波長が短いほど大きい。水の光分解は2H₂O → O₂ + 4H⁺ + 4e⁻で表わされる。

*5 英文ではvariable luminosity star (変光星) となっているが、main sequence (主系列星) が正しいのではないかと思う。(訳者)

*6 英文に示されている数式と説明は理解できないので意識した。光分解定数1.3 × 10⁷g/km²/年をどのようにして求めたかについては原著に書かれているだろう。

それにもかかわらず、顕生代の浅い海盆の存続期間に匹敵する4億年の間存続したカタールケアンの原始的な浅い海は原核生物圏^{*7}の発生と急速な発展に都合のよい条件を生み出した。太陽の熱と光が不足していたために、この生物圏は火山によって暖められた海盆と強力な残留火山ガスに起因する陸地表面の温床効果からエネルギーを得ていた。原核生物の多量の新陳代謝物 (アルダン楕状

地^{*8}におけるクォーツアイト, グラファイト, 硫化物・マグネシウム・炭酸塩を含む堆積物, ミイラ化した微細有機物) がこれを証明している. 光合成の証拠がまったくないということは太陽が未成熟なステージにあったというさらなる証拠である. 光合成の最初の証拠は南アフリカのスワジランド累層群 (31 億年前)^{*9} の地層中の化石に見られる.

* 7 原核生物 (prokaryota) は細胞内に核膜で覆われた核を持たない最も原始的な生物. 単細胞で, 真正細菌・古細菌・藍藻植物などがこれに属する. 藍藻はシアノバクテリア (Cyanobacteria) と呼ばれ, 光合成によって酸素を生み出す能力がある. 藍藻の集合体であるストロマトライトの最古の化石は西オーストラリアや南アフリカの始生界中のものである.

* 8 アルダン楯状地はロシアのレナ川上流・アルダン高地を中心とする始生界分布域. 始生界は主に変成岩類 (グラニュライト相, 輝石ホルンフェルス相) と花崗岩質岩類で構成されていてジルコン年代は 29 ~ 30 億年を示す. ごく僅かに変堆積岩を伴うとされているが, その中に生命活動の痕跡が見出されるということであろう.

* 9 スワジランド累層群は南アフリカのカープファール (Kapaar) クラトン内に分布する約 35 億年前の地層で, そのうちのチャートからストロマトライトと原核生物 (バクテリア, シアノバクテリア) が多数見出されている (Schopf, J. and Barghoorn, E. S., 1967). 同様の地層はオーストラリアのピルバラ層群からも報告されている (Awramik, S. M., 1983).

45 ~ 40 億年前の火山岩は月の高地でも発見された^{*10}. いっぽう, 若い火山岩 (39 ~ 36 億年前) は月の "海" の底部で採取されている. 前者は月の初期火山活動を反映したもの, 後者は隕石の集中的な爆撃により引き起こされた玄武岩の溢流を反映したものである. 隕石により穴だらけにされた強力な火山岩層はすべての地球型惑星と巨大惑星の衛星に見出されてきた. 月面上と同様, 起伏のある火山性大地に形成されたクレーターは地球と月の初期火山活動に一致する古い年代 (40 億年) を示す. 地球と他の惑星における第 1 次火山活動の同時性は共通するエネルギーの源が存在することを示唆している. それは, 集積過程の末期に塵とガスの雲^{*11} の残りと共に惑星表面に落下した U^{235} , A^{126} , Be^{10} などの短寿命のアイソトープ^{*12} に違いない. カタストロフィックな炭素 - 窒素サイクルによって発展した若い超新星の爆発の結果として短寿命アイソトープのシャワーが惑星空間に降り注いだのである.

* 10 月の表半球の大部分は暗い "海" で占められ, 裏半球は明るい "高地" で占められている. クレーターは圧倒的に海に多く, 高地では少ない. 海に分布するのは玄武岩 (火山岩) で, その大部分は 39 ~ 32 億年の年代値を示す. いっぽう, 高地に分布するのは斜長

岩 (深成岩) でクレーター形成の影響を受けていないものは 45 ~ 43 億年, 影響を受けているものは 40 ~ 38 億年の年代値を示す (杉原, 2008). Solvyevar による紹介文では "45 ~ 40 億年を示す火山岩が高地でも発見されている" と書かれているが, これが斜長岩のことか, 玄武岩のことかはっきりしない.

* 11 塵とガスの雲 (dust-gas cloud) と表現されているのは分子雲 (molecular cloud) のことで, 宇宙塵とガスからなる星間物質が高い密度になっている領域. 星間物質の密度が高いと星からの光が内部まで届かず, 主成分の水素はじめ一酸化炭素, アンモニア, 水などが分子の状態を維持しているのが分子雲と呼ばれる. 分子雲の中でもガスがとくに濃い部分を分子雲コアといい, そこがさらに自身の重力で収縮すると原始星が誕生する.

* 12 短寿命アイソトープとは半減期が数 10 万年 ~ 数 100 万年の放射性核種. U^{235} , A^{126} , Be^{10} の半減期はそれぞれ 7 億年, 103 万年, 220 万年であるから U^{235} は短寿命アイソトープとはいえないだろう. 初期太陽系に存在した短寿命アイソトープとしては A^{126} , Be^{10} のほかに Cl^{36} , Ca^{41} , Mn^{53} , Fe^{60} , Pd^{107} などが挙げられるが, 通常 U^{235} は含めない.

第 1 次火山活動の時期に地球型惑星の上に出現した環境条件の類似性に注目することが必要である. それは力強い原核生物圏の広範な発展の可能性が存在したことを示唆し, その痕跡は第 1 次火山活動が行なわれた地域に見出すことができる. カターケアンにおける太陽が物理学の理論によって仮定されるような現在のスペクトル型 (G0) (6000K) であったとすれば, 原核生物圏が 4 億年の間同じ進化レベルにとどまることはなかったであろう. 顕生代においては高い湿度と高温の太陽という条件のもとで同じ 4 億年の間に有機世界が原核生物 → 三葉虫 → ホモサピエンスへと急速に進化したことを思い出すだけで十分である. 別な言い方をすれば, もし太陽が 56 億年前^{*13} に黄色スペクトル型 (G0) に到達していたならば, 地球の有機世界の発展は 40 億年前かそれ以前に始まっていたであろう.

* 13 太陽の誕生は 46 億年前頃でそれから 1 億年後に主系列星の段階に入ったと考えられているので, "56 億年前" というのが何を意味するのか不明.

カターケアンの第 1 次火山活動の継続期間は短寿命アイソトープの寿命によって完全に制約されていた. それゆえ, 火山活動は 40 ~ 39 億年前に完全に衰えた. その後の 39 億年間は地球の全表面で顕著に火山活動の強度が低下し, 他の惑星上では完全に終焉した. そのような長期間で僅か $0.45 \times 10^9 \text{ km}^3$ の火山性物質と $1.35 \times 10^8 \text{ km}^3$ の水が形成された. 火山性物質の放出量は $0.35 \sim 0.01 \times 10^{15} \text{ km}^3/\text{年}$ であり, これは第 1 次火山活動期の $1/50 \sim 1/100$ である. 始生代後期, 原生代, および顕生代の大部分の間に形成された水をすべて集めたとすると, 形

成された海 (深さ 480 m) はその当時の地球の表面 ($5.6 \times 10^8 \text{ km}^2$) の半分を覆うことができる。原生代の平均的な光分解定数 (Fn) は

$$Fn = 1.7 \times 10^7 \text{ g/km}^2/\text{年}$$

そのようなどちらかといえば浅い海が存在しえた期間 (t) は

$$t = 1.35 \times 10^{23} \text{ g(H}_2\text{O)/F} = 2.8 \times 10^7 \text{ 年 (F} \\ = Fn \times \text{SOK)}^*^{14}$$

すなわち 2,800 万年であり、これは 39 億年間の僅か 1/100 だったことになる。

* 14 原生代の平均的な光分解定数の設定根拠、始生代後期以降に形成された火山性物質や水の量の算定根拠は原著に書かれているのだろう。なお、当時の地球表面積 ($5.6 \times 10^8 \text{ km}^2$) は現在の地球表面積 ($5.1 \times 10^8 \text{ km}^2$) より広がった (110%) と考えているようである。

弱い火山活動と地球表面の僅かな水という条件のもとで、ほとんど氷点下という低い温度もあって、カタークエーンの原核生物圏はそれ以上発展しなかった。原核生物圏の第 2 次発展 (23 億年) は弱い火山活動という条件のもとで行われた。したがって、4,000 ~ 4,500K にまで上昇した太陽の表面温度が基本的なエネルギー源となり、有機世界の再来を促進した。この時から主として水生植物の光合成と水分子の光分解が地球大気中の酸素の恒常的な源となった。

始生代後期と原生代の境界 (26 億年前) に注目する必要がある。それは弱い火山活動の独特のエネルギー源であった長寿命アイソトープ K^{40} (半減期が 26.2 億年) が完全に崩壊した時期である。原生代に氷礫岩が見られないか断片的である*¹⁵ ということは陸域の湿度が低く、広大な海がなく、大気は乾燥し、降水モードが極端に低かったことによる。リーフ界の末期 (9 億年前) に太陽光度が短期間上昇してすぐに低下したということは赤色風化した氷礫岩と蒸発岩の互層に反映されている。

* 15 原生代 (25 ~ 5.42 億年前) の初期と後期には大水期があり、それらの時期に形成された地層からは氷礫岩などの氷河性堆積物が産出することはよく知られている。ヒューロニアン (Huronian) 氷期は 24 ~ 21 億年前、スターチアン (Sturtian) 氷期は 8.2 ~ 7 億年前、マリアノン (Marianon) 氷期は 6.5 ~ 6.3 億年前とされている。「原生代に氷礫岩が見られないか断片的である」としているのは初期と後期を除いた期間 (20 ~ 9 億年前) のことを言っているのであろうか。

顕生代 (カンブリア紀以降) には弱い火山活動と無数の浅い海盆が同時に出現した。デボン紀と石炭紀の境界 (3.6 億年前) あたりで太陽は黄色スペクト型の段階 (6,000K) に入った。形成されたオゾン層のもとで太陽光、熱、水、および発展した原核および真核生物圏を利用して地球の有機生命の力強い進化が始まり、同時に第 2 次の地球規模の火山活動が始まった。

第 2 次の地球規模の火山活動は中生代の中期 (ジュラ紀後期) にインド洋と大西洋に隣接する大陸地域で始まり、太平洋の中央部でも始まった*¹⁶。白亜紀後期と古第三紀の火山活動はこれら的大洋盆の中央地域を包み込んだ。しかしながら、中新世には将来のリフトリッジの中核部は大気下に曝されていた。中新世のやや後期と鮮新世に太平洋の北西地域における中央海嶺のアーチが沈下し始め、島弧と深い海溝の形成が始まった。浅海性堆積物のヒプソメトリーが示すように、世界の大洋底の沈下速度は全体として顕著に増大し、現在は 0.8 ~ 1.0mm/年という高い値に達している。この期間に $340 \times 10^6 \text{ km}^2$ 以上の地域において、 $1 \times 10^9 \text{ km}^3$ 以上の火山性物質と $2.2 \times 10^9 \text{ km}^3$ の水が地球表面に放出された。結果として初めて深海が形成され、それは今日では地球表面の 2/3 を占めている。火山岩の平均的な厚さは 2.5km である。火山活動に伴って振幅が 8km という地殻の大規模な沈下が生じ、2 つ以上のファクターにより火山岩の体積を超える大量の水が放出された。地殻のそれほどの沈下は decontamination, 脱水作用、火山活動により形成された可動的なアセノスフェアの中で可能となった。新生代の地球規模の火山活動は年に 15.3 km^3 であり、それはカタークエーンにおける第 1 次火山活動の強さに匹敵する。しかしながらその期間はかなり短く、わずか 6,500 ~ 7,000 万年であった。火山活動の強度は今は $2 \sim 3 \text{ km}^3/\text{年}$ まで低下している。光分解による水の損失は火山活動の間に表面に放出された $2.2 \times 10^{24} \text{ g}$ のうちの $6.3 \times 10^{23} \text{ g}$ であった。これは 1.5 km の厚さの水のシート (光分解を除く) で陸地表面積の 90% を覆うことができる量に相当する。

* 16 英文では “the end of Mesozoic (Late Jurassic)” となっているが、不適切なので中生代中期とした。また、「インド洋と大西洋に隣接する大陸地域で始まった」という第二次火山活動が具体的にどの岩体を指すのかは不明。いわゆる巨大火成岩区 (Large Igneous Province) を総覧すると、シベリアトラップのように二畳紀に形成されたものもあるが、白亜紀前期が最盛期である (Coffin, M.F. et al., 2006)。

地球規模の第 2 次火山活動の原因は何であろうか。なぜ第 1 次火山活動の終わりからほとんど 40 億年後に新たな活動が、地球と金星の一部でのみ始まったのであろうか。著者によると、金属核とマントル下部の境界にもう 1 つの放射性熱のゾーン (Zone of radiogenic heat: ZRH) があった。分子雲の外側に広がった部分は、コアから 10^5 km のところでの平均密度が約 10^{-3} g/cm^3 、大きいところでも $0.1\text{--}1 \text{ g/cm}^3$ までで、コアに近い凝縮部分に比べてアイソトープの飽和度は 1/100 万以下であった。宇宙塵とガスからなる物質が凝縮すると長寿命アイソトープに富むマントル下部の厚みが増した*¹⁷。ウランウムとトリウム半減期は 45 億年であるから、マントル下部が十分暖まるのは 40 億年後となる。

* 17 宇宙塵とガスからなる分子雲の中から微惑星が生まれ、それが原始惑星に成長していく過程で長寿命アイソトープがマントル下部と核の境界付近に集積すると考えているようであるが、根拠など詳しいことは原文に当たらないと分からない。

このように ZRH は特別な熱力学的状態のゾーンであるだけでなく放射性熱のゾーンでもあり、熱の蓄積が ZRH 溶融物の上部境界上で $\text{MeH}_2 + \text{MeO}_2 \rightarrow \text{Me} + \text{MeO} + \text{H}_2\text{O}$ と表現される金属の二水素化物と過酸化物の吸熱化学反応を促した*¹⁸。

* 18 英文では二水素化物を dihydrite としているが、dihydride が正しい。二水素化物を作る金属は第 2 族元素の Be, Mg, Ca, Sr, Ba などであり、純粋な過酸化物を作る金属はアルカリ金属またはアルカリ土類金属である。初期地球の深部におけるそれらの量と存在状態については原著に書かれているのだろう。

この熱化学反応の主要な産物は水である。これは顕生代の中に水和物様複合体の中で自由水素と結合した後、シアル質地殻の下まで上昇し、第 2 の溶融帯であるアセノスフェアを形成した。将来の海となる領域の下でこのアセノスフェアは著しく発達した。圧力が低下したとき、Al, Si, C, Mg その他の軽い元素と結びついた水和水は解放されて水となって分離し、アセノスフェア内で発熱加水分解反応を促進する元になった。

H_2 , H_2O を消費することで下部マントル物質から 3.8×10^{31} kcal の熱が生み出された。この熱は新生代の地球規模の火山活動を引き起こすのに十分であった。(次の 3 行の英文は理解不能のため省略) これが新生代の間には水全体のわずか 1/10 が火山活動により地表へもたらされた理由である。火山活動が弱い近年では大量の内生水が大洋中央海嶺におけるリフト断層や島弧の深部断層を通して放出され続けた。

それゆえ、地球および他の惑星は宇宙物質の不均質な集積でできたというモデル*¹⁹を受け入れると、その後の進化の様相はすべて説明がつく。初期の要素は金属核、長寿命のアイソトープで飽和した放射性マントル、および残留ガスでできた大気である。その他はすべてこれら初期の物質が進化した結果できたものである。

* 19 地球の層状構造がどのようにして形成されたかについては、均質集積モデル (homogeneous accretion model) と不均質集積モデル (heterogeneous accretion model) がある。均質集積モデルでは一様に集積した宇宙物質が高温のもとで全地球的に溶融し (いわゆるマグマオーシャンの状態)、地殻・マントル・核に分化したと考える。いっぽう、不均質集積モデルでは始めに核を構成する物質が集積し、次にその外側にマントルを構成する物質が集積したと考える。原著者は不均質集積モデルの立場に立っているようである。なお、均質集積モデルが考えるマグマオー

シャンに対しては強力な反論があるという (藤井ほか, 2002)。

すべての惑星は金属核を有し、それを取り巻く濃縮した宇宙塵とガスからなる雲の重量は核の重さ、すなわち重力に依存する。(次の 3 行の英文は理解不能のため省略) したがって、この比率からすべての惑星とそれらの衛星の内部構造のパラメータを決定することができる。同じ原理により著者はすべての惑星とそれらの衛星に関して惑星の体積と第 1 次火山活動の体積、水の重量、火山活動が終わってからの光分解による損失量の間を見出した。

これに対して、宇宙物質の均質な集積と化学的分化作用で惑星の球体が形成されたというモデル*¹⁹を採用するならば、上述の問題は何も解決されない。そのような分化作用の提案は、圧力が大気圧の 10 ~ 100 倍となるマントルの熱力学的条件においては数学的には可能かもしれないが、物理的に再現することは非現実的であり、まだ誰もそれをなしていない。

計算結果は、太陽光度が現在のエネルギーを保持し、内生水の放出が終わるという条件のもとでは光分解が 2 億年の間に現在の深海を破壊するであろうことを示している。しかし、海水準は現在 2.6mm/年の割合で上昇を続けており*²⁰、第 3 章で示されているようにこの過程は今後 12 年間続き、その後海水準が低下する可能性がある。

* 20 海水準は最近の 100 年では平均 2mm/年、最近の 10 年では平均 3mm/年前後で上昇している。このような上昇は人類が引き起こした地球温暖化によるもので、今後も長期にわたってこの傾向が続くと見る研究者が多い (ICCP の報告書など)。「12 年後に海水準が低下する」と考える根拠は原著に書かれているであろう。

そのようなわけで 45 億年間の大規模な火山活動は $7.45 \times 10^9 \text{ km}^3$ のマグマ性物質を地球表層にもたらし、その量は $24 \times 10^{25} \text{ g}$ 、14.6km の厚さとなった。decontamination、脱水作用および放熱が一緒になって地球の質量は不可避免的に減少した。最後の 10 億年で地球の半径は 150km 以上小さくなり、地球全史では 585km 小さくなった。このため地球の反作用は避けがたく、惑星体の体積の減少により外側の硬いシアル質地殻の輪郭が全体としてはっきりするようになった。この過程は地殻セグメントの垂直的な動きを著しく制限するという形でダイナミックに現われた。他の動きもすべて時空的に著しく限定された。大陸内の多くの山脈と同様、大洋中央海嶺と海溝は残留したものであり、しばしば中央海嶺に沿って生じたマントルダイアピルのテクトニクスにより複雑なものとなった。地球膨張説 (重力に逆らう) は惑星規模では物理的にありえないことである。中央大洋海嶺は膨張を反映したものではなく、マントルダイアピルの貫入により張力が働いたアーチの両側のプラットフォームが沈降してできた残留山脈である。それゆえ、

先カンブリアの地殻岩石やある場合には超塩基性のマン
トルダイアピルがそこに露出している*²¹。

* 21 このパラグラフでは地球半径の減少が必然的に
もたらすという地殻変動について述べられているが、
概念がよく理解できない。原著には分かりやすく書か
れているのだろうか。

大洋の生成過程を明らかにすれば新たな視点から地史を
理解し大洋の自然と年代に関する議論の枠組みを制約す
ることができる。さらに重要なことは、科学的基礎に立っ
て環境の変化を予言できることである。

科学界はネオモビリズムの純粹学問的な空想にとらわれ
た状態から脱し、地球上における大洋の生成という真の
自然現象に向き合っその研究を始め、海水準上昇から

文明の水際を守るうえで必要な決定をなすべきである。

さらに、我々は“永久に” 熱い太陽という概念を修正
すべきである。この概念は太陽の年齢が全宇宙と同じ
で、最後の世紀に現われた十分な水素を有する天体であ
るという物理モデルに従っている。

本書で示した資料によると、太陽が現在の光度（6000K）
に達したのは56億年前ではなく、4億年前のデボン紀
になってからである。（次の3行の英文は理解不能のため省略）今、間氷期は終わりに近づいており、今世紀の間に新たな氷期に入るであろう。それゆえ、現代の気候温暖化の問題はむしろ短期的なものであり、次の10年以内に終わるであろう。

ルイセンコ主義と地球温暖化 Lysenkoism and global warming

名誉教授 Cliff OLLIER

西オーストラリア、地球-地理科学部、名誉研究員

E-mail: cliffol@cyllene.uwa.edu.au

（矢野 孝雄 [訳]）

編集者注：この論説はEnergy & Environment誌（v. 20, nos. 1 & 2, p. 197-200）に掲載されたものである。この雑誌の客員編集者Bob Fosterによって転載を許可された。Energy & Environment誌の特集号の目次が、この論説の末尾に紹介される。

要旨：科学への政治的干渉による有害な影響としては、ルイセンコ事件が1つの古典的事例になる。この事例と現在の地球温暖化をめぐる政治状況は、不幸にも、かなり相似する。重要なことに、Lysenko Trofimは自らの考え方をまず政治をつうじて紹介した。幾人かは、氏の考え方にはマルクス主義的背景があると考える。というのは、それが人々の行動を制御するために、生物学はやがてソビエト共産主義者たちが望むように修正されるかもしれないからである。さらに、ルイセンコは伝統的な遺伝学を神格化させ、これがファシスト優生学の背景をなす根拠であると信じる人々を満足させた。

1. まえがき



Trofim Denisovich Lysenko
(1889-1976)

Trofim Lysenkoは重要ではない農学者である。彼は、スターリン時代の食料不足のロシアにあつて、食料生産を著しく増大させるであろう穀物生産の拡大方法を開発したと思っていた。その方法はvernalization [春化法?]とよばれ、それには、種子の挙動に影響を与える栽培前の種子処置が含まれる。

ソビエト政府は食料生産の増大に頭を痛めていて、栽培障害を少なくしようとしていた。ルイセンコは巧みな宣伝者であり、借地農民たちに感銘を与える宗派の指導者になった。最終的に、彼は全ソビエト・レーニン農業科学研究所の総裁になり、この分野の国家的研究を推進した。彼は、穀物生産を3倍～4倍に拡大することを約束したのである。

2. 反対意見が寛大にあつかわれることはなかった

ルイセンコへの反対意見は寛大にあつかわれることはなく、ブルジョアとか、ファシストといったレッテルが貼られた。ルイセンコは自らの地位を利用して、メンデルフ学派の遺伝学者たちを「ハエ愛好者-ヒト憎悪者」として弾劾した結果、彼らは悲惨な結末を迎えた。1934～1940年のスターリンの肅正によって、多数の遺伝学者が銃殺され、その他の者はシベリアへ流刑された。たとえば、真に偉大な遺伝学者・生物地理学者であったNikolai Vavilovはシベリアへ送られ、そこで氏は1943



Nikolai Ivanovich Vavilov (1887-1943)

年に餓死した。いっぽう、氏のレーニン農学科学アカデミー総裁という地位を、ルイセンコ本人が引き継いだのである。粛清のなかで生き残った人々は、だれも沈黙を保たなくてはならなかった。1948年に、遺伝学は公式に“ブルジョアの偽科学”というレッテルを貼られ、遺伝学研究は頓挫した。Krushchevもルイセンコを支持したが、1964年のルイセンコの死後、科学アカデミーは記録を調査して、ルイセンコへの圧倒的な批判が公にされた。1965年になって、遺伝学の禁制が解かれた。

ルイセンコがメンデル学派を反動そして退廃だとして弾劾したときに、彼の演説は共産党中央委員会の賛同をえた。これと不気味に相似するのは、James Hansenによって地球温暖化運動が実質的に始められたことであり、彼が1988年6月に合衆国上院に証拠を提出したことが、その契機となった。以来、IPCCが、国家のおよび国際的機関として機能するようになった。Hansenは合衆国副大統領Al Gore、そして、炭素排出権取引を新たな商機と見ていたLehman Brothersを含む他の多くの人物の気候アドバイザーとなった。IPCCは、そのレポートが2,500名の科学者によって著されたと主張するが、実際には、決定的な科学的論拠はわずかに35名によるものであり、しかも、それはより少人数によって制御されていた。

地球温暖化論への反対は、しばしば、ホロコーストの否定と同等とみなされる。「科学は終焉をむかえ」、科学研究がほとんどされないまま、議論が終息した、と私たちは主張してきた。IPCCの影響は政界に浸透し、地球温暖化信者でなければ研究資金をうることがますます困難になっている。

3. 新しい信仰



1935年にクレムリン宮殿で演説中のLysenko (Joseph Stalinが右に立っている)

この考え方に対する科学的評価の以前に、各国政府が納得してそれに従うのはなぜだろうか？ 1つの理由は、環境主義という新しい信仰に関連した何らかの優勢な潮流が存在するためであろう。当然のことながら、いかなる政治家も“反環境派”とみられたくはなく、そして、環境派の支持を失いたくもないだろう。小政党や小数派閥はしばしば力のバランスを保ち、大政党はあえてそれに背くことはしない。

IPCCの宣伝機構は強力で、その最も強力な道具がAl Goreの映画「Inconvenient Truth」である。それは、英国高等裁判所が、この映画には大きな間違いが含まれているとのコメントなしで学校等の会場で上映することを禁止したにもかかわらず、依然として巨大な影響力を保っている。私は、Al GoreとIPCCのノーベル賞受賞の理由がこの映画であると感じている。宣伝におけるもう1つの成功は、常に増大する速度で気温が上昇することを示すことを意図した“ホッケースティックグラフ Hockey Stick Graph”であった。これは、信頼性が皆無でありながら、政治家と大衆の心に感銘をあたえ、とらえつづけているようだ。多くの政府CMは地球温暖化支持のために費やされ、英国BBCのような主要メディア放送は、地球温暖化側の議論に与することを選択した。

4. 地球温暖化機構の成長

ルイセンコ学派と同様、“地球温暖化”論は、真の科学の複雑さに比べて、はるかに理解しやすい。これは、大衆に、そして、政治家や他の影響力をもつ人々に訴えかけ、それを理解した人々が自ら語るようになる。詳細について疑問をいざくと、彼らは、IPCC報告にたちもどる。

気候変動に関するいわゆる“Independent Reports”は、英国のNicholas SternとオーストラリアのRoss Garnautによって作成された。SternとGarnautはともに、科学者ではなく経済学者であり、彼らの結論はIPCCに依存していることは明らかである。しかし、両者は、あたかも自らが専門家であるがごとく、増大する気候変動の危険性について警告する公式見解を発表しつづけている。これは、彼らの報告を大衆に掲げつづけて、IPCCの地球温暖化論の欠陥科学を反芻しているにすぎない。Nicholas 卿—現在はThe Lord Stern of Brentfordに勤務—もまた、今日では、炭素排出権取引の業界に席をおいていることが注目される。

証明が必要でない初歩的な議論では、あらゆるものが地球温暖化のせいとされる—干ばつ、洪水、マラリア、ハリケーン、そして、寒冷化さえも！ IPCCの作文がづくが、その予測はいまだに真実をみだせないでいる。それは、ちょうど、ルイセンコ学派が約束した収穫の増加をずっと達成できなかったことに類似する。IPCCは恒常的に気温が上昇することを予測するが、全地球的気温は1998年以降低下している。彼らは、今や、地球温暖化を15年間にわたって止めなくてはならない。という

のは、ある他の要素が介在するからである。そのモデルはこの事象を予測していなかったが、そのような仔細は信者たちに影響をおよぼさなかった。

はじめに幾人かの科学者は温暖化論の立場にたち、身をまかせてしまっているために、彼らは楽隊車から降りることができない。他の人々は IPCC のために働いたが、彼らの研究がどれほど歪曲されたかということ、あるいは、真の科学研究がこれまでにつくられた主張を支持しないことを実感したときに、あきらめを感じた。幸いなことに、彼らを収容するシベリアにあたるものは、私たちに存在しない。

地球温暖化論事件はすでに 20 年もつづいていて、おおくの官僚機構と科学研究センター（大半はコンピュータ-シミュレータ）が設立された。コンピュータ-シミュレーションは科学において一定の役割を果たしているが、観察に替わることはできず、仮説の検証と反証に利用される。このゲームの名称は、“地球温暖化”から“気候変動”に変わり、地球温暖化に帰させることができる影響の幅が拡大された。今日では、政府系の気候変動部門が存在し、それらは、“人為排出二酸化炭素による地球温暖化部門”と理解される。

5. 歴史からの教訓：ルイセンコ学派との相似性

私たちは、数 10 億ドルが費やされている悪漢が人為排出二酸化炭素であるという基本的事実を忘れてはならない。これは、ルイセンコ時代における“vernalisation”と変わらない。

最後に、ルイセンコ学派と地球温暖化論を比較すると、

- 1 最初に、政治的機構によってとりあげられる。
- 2 科学的決着が要求され、議論の余地が失われる。
- 3 予測が誤謬であることを示す証拠が集積しているにもかかわらず、それらを一括して無視・否定する。
- 4 反対意見を封殺する（メンデルフ遺伝学者、地球温暖化“否定論者”）
- 5 反対意見を苦しめる（死刑や流刑、失職や研究基金の剥奪）
- 6 流行のイデオロギーによる拘束（スターリン主義、環境主義）
- 7 幅広い宣伝機関による支援
- 8 巨大政府機構の創設（“既成概念”に依存して、多くの職がつくられる）

6. 結論

ソビエト時代のルイセンコ学派と今日の地球温暖化論の間の相似性は、ルイセンコ学派を論じた Helena Sheehan (1993) の次の言葉にみごとに表現されている：「誤りに陥った原因は、そのような複雑な課題を適切にとりあつかうことなく、簡便な標語と単純な解決方法をもって短絡的にとらえ、それらの課題を行政命令によっておしつけたことにある。」

ルイセンコ学派は、最終的には、真の科学にとって替わられた。同じことが、結局は、地球温暖化論にも起きるだろう。というのは、真の科学はなくならないからである。

文 献

Helena Sheehan. 1993. *Marxism and the Philosophy of Science: A Critical History* (Humanities Press International).

特集号『天候と気候の自然因子』の目次

Special Issue: Natural drivers of weather and climate
(Energy & Environment, v. 20, nos. 1 & 2)

客員編集者 Bob Foster (オーストラリア)

査読論文

- 太陽周期 24：予測と意味 David C. Archibald (オーストラリア)
- 次回のインド大飢饉の予測は可能か？ I.R.G. Wilson (オーストラリア)
- 地球気候ダイナミクスの調整にかかわる太陽の役割 Richard Mackey (オーストラリア)
- 気候変動と地球磁極、ありうる関連性 Adrian K. Koerton (イギリス)
- 太陽の光輝にさらされた地球の放射平衡 Martin Hertzberg (アメリカ合衆国)
- 二酸化炭素の排出源と蓄積 Tom Quirk (オーストラリア)
- 2003 年以降の地球海洋の冷却 Craig Loehle (アメリカ合衆国)

視点と技法にかんする情報交換

- 太陽-気候の関連性はもはや証明された Adriano Mazzarella (イタリア)
- 地球の熱源—太陽 Oliver K. Manuel (アメリカ合衆国)
- 太陽の挙動、そして、その地球気候への影響 Timo Niroma (フィンランド)
- 最近の地球気温にもとづく二酸化炭素の気候への影響論の限界 David E. Douglass and John R. Christy (アメリカ合衆国)
- 地球気温 /1850 年以前の二酸化炭素平衡 Martin D. Cropp (ニュージーランド)
- ルイセンコ学派と地球温暖化 Cliff Ollier (オーストラリア)
- 気候の政治：Quo Vadis? Hans Labohm (オランダ)
- 思考のための燃料 Sonja Boehner-Christiansen (イギリス)

より詳細は、Bob Foster <fosbob@bigpond.com>

追悼 OBITUARY

John Charles GROVER (1920年11月25日—2008年9月21日)
 O.B.E., M.Sc (Geol. & Geophys.), B.E. (Min. & Met.), F.R.G.S., F.Aus. I.M.M., F.I.M.M., F.I.E. Aust., F.G.S.

(矢野 孝雄 [訳])



John Grover (ソロモン諸島 地質調査部の前庭にて 1966年)

シドニー東部の郊外で生まれ育って以来、Great Depression を生きぬいてきた John は、ボーイスカウトの仲間とともに新しく建設された港橋 Harbour Bridge を初めてわたった人々の1人である。14歳のときの父親の死後、職を求め、家族（母親と2人の年下の血縁者）への送金のために退学を余儀なくされた。

戦争の勃発によって、軽騎兵義勇軍（1940年5月まで存続）に加わった。彼は、中尉として、王立オーストラリア第6技術部隊の2/1歩兵中隊とともに中東へ従軍した。1942年には、2/14歩兵中隊としてパプアニューギニア作戦に加わった。中東と同様、ここでも、道路、橋梁および棧橋の設計・建設、キャンプへの給水網などあらゆる構造物の建設に従事した。John は、ビルマ、Wua および Bulolo の最終作戦で陸軍大尉に昇任した。

第6回オーストラリア教育士官師団の援助をうけて、残したいくつかの科目の単位認定試験を受験するために彼が学校へもどったのは、この最終作戦の期間中であった。オーストラリアでいっそうの独学をつけ、1946年にはシドニー大学へ入学する資格をえた。そして、1950年に

は採鉱-鉱床学分野の工学士として最高ランクの成績で卒業した。英国保護領ソロモン群島に地質調査所を設立するための上席地質技官の地位を彼がえたのは、最終学年のことであった。この職に就いて、17年半を彼はソロモン群島ですごした。

彼の研究は変化に富み、感銘をうけるものであった。それは、研究者集団と地元ポーターの踏査によって、ジャングルを開拓した時代であった。彼は、島嶼部の地質調査を好み、海上および航空物理探査を企画・統括した。地表踏査、ならびに軍艦および観測用航空機による探査が実施され、河川や土壌についての地球化学的データが取得された。John は、Honiaraにある世界標準地震観測所を指揮した。この観測所が人工密集域にある火山の差し迫った噴火についての警告を発表したおかげで、人々は疎開する時間をえた。これが主要研究課題となり、1968年には地質-地球物理学分野の理学修士号が与えられた。それは、彼の著書「火山噴火と巨大地震」の基礎にもなった。彼は、仕事の重点を地域住民が専門職員になることを可能にするための訓練においたために、西洋人スタッフをしばしば交代させた。ソロモン群島への貢

献によって、彼に O.B.E (英国植民地指令士官) の称号が与えられた。ほぼ 40 年後に、ソロモン群島における彼の業績を讃えるために、オーストラリア CSIRO 研究グループによって、新しく発見された海底火山が彼の名にちなんで Grover 海山と命名された。彼が作成したこの地域の地質図は、現在もキャンベラの国立図書館に保管されている。

1959 年に John は Caroline と結婚し、英国から湿潤な熱帯地域へ彼女を誘った。彼らは、そこで、3 人の子供—Felicity, Charles そして Stephanie をもうけた。1968 年にはソロモン群島を離れ、フィジー諸島で 1 年をすごした後、シドニーへ帰った。1975 年に、エチオピアのマルクス主義政府のための国連地質調査プロジェクトの代表として招かれた。彼は 11 名の国際的専門家とともに、政情不安定なこの国の発展のために働いた。1977 年にオーストラリアへ帰国し、特別プロジェクトの責任者として Peko-Wallsend に参加し、1982 年に退職した。

退職後の日々は、次の著作のために費やされた：

The Struggle for Power —what we haven't been told and why. 『権力との闘争—語られなかったこととそれらの理由』(Dwyer 1980).

The Struggle for Cargo —what the cargo cultists are doing to Australia. 『積荷との闘争—積荷崇拜者たちがオーストラリアへもたらしたものの』(Rigby 1984).

The Hellmakers. 『地獄をつくる者』(Ellan 1988).

Volcanic Eruptions and Great Earthquakes — advance warning techniques to master the deadly science. 『火山噴火と巨大地震—死に体の科学に打ち克つための発達した警告の方法』(Copyright Publishing Company Pty Ltd 1988)

Maker and Breaker —the story of an Engineer Officer 1939-1945 『創造者と破壊者—1 人の技術士官のものがたり 1939-1945』(Australian Military Publications 2008)

John は、彼が信じるものの正しさと正義を生涯にわたって語り続けた。彼の晩年は、アルツハイマー病によって、ゆっくりとした憂鬱な死を迎えた。Caroline の看護によって、彼女のなすことがなくなるまで、自宅で療養することができた。最後の年は Mona Vale にある擁護ホームで過ごし、生まれたときと同様に、海辺で生涯をとおした。

Charles Grover jandcg@bigpond.net.au
Stephanie Grover Greenidge stephgreenidge@hotmail.com

偉大なオーストラリア人の生涯と業績についてさらに

John Grover は紳士で、古風な学派の学者であり、生まれながらの愛国者として育った。彼は常に礼儀正しく、より良い世の中になるようにその誠実さをささげた。多彩な人物 (偉大で、多面的に学習した人物) として、身も心も地球科学の研究に没頭し、火山噴火と巨大地震の地震学的長期予知技術の先駆者であるフランス人火山学者 Dr. Claude Blot という偉大な友人をえた。この分野の研究における彼の記念碑的著作「Volcanic Eruptions and Great Earthquakes」は、彼の研究が他の著名な地球科学者たちにとりあげられてきたように、今日では、この分野の古典と認められている。この著書は太平洋の島々に関する研究の叙事詩であり、提供された信頼性のある早期警戒警報にしたがって、住民たちが自然の大激変を生き延びる方法について答えを提供している。これらの大激変は、地球の連続的な形状を内部から変化させるものであり、活動的なコアからもたらされた地表への影響である。

John Grover のおいたちは、この人物の人となり記述するうえで重要である。彼の祖父は、18 才のときに、大英帝国から帆船で 1832 年にビクトリア州の金鉱探査にやってきて、最後は、1887 年に Kings 川の沿う Kelly 地方で没した。そこは、現在「Coojong 農場」になっていて、彼が建てた小さなレンガ造りの家が今も遺っている。

男たちが出払うと、Kelly 家一族は John の祖母を中心に生活し、彼女は彼らに食事を用意した。彼らは、これを 2 度行った。John が語った多くの話題の 1 つとして、この孫息子は「彼女はすばらしい料理人であったにちがいない」と話した。

John Grover の父親は、ボーア戦争に従軍した。退役すると、オーストラリアは国防を欠いていることを警告するようになった。新しい連邦政府は急いで、NSW [ニューサウスウェールズ] と Norfolk 島のすべての町や開拓地とそのまわりに銃座を建設した。Henry C. Grover は退職までこの仕事をつづけた。それは、1930 年代の日本軍の襲来の際して功を奏した。彼らは、これらを利用する技術と運用法を知っているのだから、オーストラリアを侵略しないよう東京へ忠告したのである！

このような家庭を背景に、John Grover は 1930 年代から大戦まで Moore Park で連隊士官候補生になった。その後、中東、パプアおよびニューギニアへ従軍し、1 年間はジャングル工学分野の騎兵士官としての訓練を受けた。兵役終了後、彼は Aitape-Wewa 学校へ復帰し、大戦終了まですごした。そこで、テント内で実施された修了検定試験を受けた。

シドニー大学では採鉱学と鉱床学を学び、Cobar 金銅鉱山と Broken Hill 鉛鉱山でそれぞれ数ヶ月を鉱夫として坑内で働いた。その後、Solomon 群島への招聘に応じ、

戦時に使われた Sunderland 飛行艇で金銀鉱の探査・試料採集に従事した。彼は踏査を行い、シドニーでの分析評価のための試料を採集し、Gold Ridge の起業家 Roy Hudson, 地質家 Teremce Connolly および Owen Jones 博士のために働いた。

John Grover は、英国ソロモン群島保護領政府から上席地質技術者に任命され、第1級課題を与えられ、8ヶ月にわたる業務に従事した (1950年4月)。つづいて1962年3月には、フランス火山学者 Claude Blot 博士他2名とともに、New Hebrides 共同管理政府に招かれ、Lopevi 火山が地域住民への警告もなく噴火した理由、ならびに、将来における火山噴火の予報方法の発見という課題が与えられた。彼と Blot 博士は、彼の著書に記述されているように、これらの課題を達成した。

こうして20年以上つづけられた太平洋の島々の探査・探検は、彼のもう1つの業績である。この事業は、合衆国の飛行機を利用し、各国 (オーストラリア、アメリカ、スウェーデン、イギリス、およびデンマーク) の大学から派遣された専門家とともに実施された。

その後、彼は文化戦争期間中に大勢の専門家集団を率いて、国連プロジェクトの運営者としてマルクス主義軍事政権下のエチオピアに赴任し、オーストラリアへ帰国後は多作の著述家となり、社会政策を主題としたすぐれた著書を刊行した。彼は活動的な社会科学解説者でもあり、鉱産物とエネルギー、ならびに、これらをめぐる政治課題について多数の講演を行った。

従軍期間中にレバノン山脈中で、Jebel Druze 騎手は彼に、「真実を語る者は、片足をかならず籠においてかなければならない!」と語った。John は RSL の代表的メ

ンバーの1人であり、鼓舞する多くの演説を通じて、急いでこの場を離脱しようとする意見はないという真実を語った。彼の冒険的な人生のなかで、彼は妻の Caroline のすばらしい援助を楽しんだ。彼女は、自らについて2, 3冊の著書を著し、たいへんな挑戦をつづけてきた男との開拓的人生について語った。

実際には、どの書物も John Grover を正当に評価していない。しかし、この人物の容貌は、スウェーデン人の写真家 Jorgen Lundberg によって1966年に撮影された1枚の写真に遺されている。この写真は2003年12月に John Grover に贈られた。「この写真によって、ソロモン群島地質調査部門が大活躍していたころの歳月がよみがえってきた。この年月は私たちすべてにとって偉大な日々であった。この建物は、建築家がいなかったため、私が設計した。中央最上階は司令室と図書室であり、ここでは、有能な設計者たちが英国留学の前年に訓練を受けていた。建物の背面と中央にならぶ部屋には、地質助手、科学者、および専門家がいた。前面の部屋には、訓練されたガダルカナル人や他の頑強な人々が居室していた。すべての人々が大きな貢献を行い、それがいなければ私たちの仕事はとても達成できなかった。」

John Grover よ、さようなら。

John McRobert (johnmcrobert@bigpond.com) が、John Grover の膨大なファイルから、エッセンスを抽出して手向けとした。

Vale John Grover OBE

(John Grover の論文は、NCGT ニュースレター no. 36, 2005, p. 2-11 に掲載されている。)

財政的支援について FINANCIAL SUPPORT

(赤松 陽 [訳])

私たちは、オンライン購読の場合、個人で可能な方からは30米ドル (45豪ドル) あるいは相当額以上の、また、図書館に対しては50米ドル (75豪ドル) あるいは相当額の財政援助をお願いしております。印刷物での購読の場合には、図書館では70米ドル (95豪ドル)、個人では50米ドル (75豪ドル) を設定させていただきました。

少額ですので、ばかにならない銀行手数料の支払いを避けるために、私たちは、銀行為替手形か、New Concepts in Global Tectonics 宛での支払い可能な個人小切手を発行してもらうことをお願いします。あて先は 6 Mann Place, Higgins, ACT2615, Australia. 銀行を通じて送金する方のための銀行預金口座細目: 銀行名 - Commonwealth Bank, Belconnen Mall ACT Branch (BSB

06 2913)10524718. 口座加入者名 - New Concepts in Global Tectonics.

自国通貨が国際的に流通する国の方は、個人小切手の場合、自国の通貨立てで発行してください。たとえば、カナダからの送金の場合は、カナダドル立てでというように、というのは、もし、カナダから米ドル立てで発行されると40ドル、豪州ドル立てで発行されるとそれ以上の手数料がかかってしまうからです。また、銀行為替手形の場合は、豪州ドル立てで発行してください。もし米ドル立てで発行されると、同じように、それらには40豪州ドルあるいはそれ以上の手数料がかかってしまいます。

[領収書が必要な方は、送金の際にお知らせ下さい。]

ニュースレターについて

ABOUT THE NEWS LETTER

このニュースレターは、1996年8月に北京で開催された第30回万国地質学会のシンポジウム“Alternative Theories to Plate Tectonics”の後でおこなわれた討論にもとづいて生まれた。New Concepts in Global Tectonics というニュースレターのタイトルは、1989年のワシントンにおける第28回万国地質学会に連携して開催された、それ以前のシンポジウムにちなんでいる。

目的は次の事項を含む：

1. 組織的準拠を、プレートテクトニクスの観点に即座には適合しない創造的な考え方にあわせる。

2. そのような研究成果の転載および出版を行う。とくに検閲と差別の行われている領域において。
3. 既存の通信網では疎外されているそのような考え方と研究成果に関する討論のためのフォーラム。それは、地球の自転や惑星・銀河の影響、地球の発達に関する主要学説、リニアメント、地震データの解釈、造構的・生物学的変遷の主要ステージ、などの視点から、たいへん広い分野をカバーするべきものである。
4. シンポジウム、集会、および会議の組織。
5. 検閲、差別および犠牲があった場合の広報と援助。

NCGT 日本サブグループのコーナー CORNER FOR JAPAN SUBGROUP OF NCGT

米山団研OB会のお知らせ

OB会事務局代表 佐藤隆春



1963年に発足した米山団研は、今夏で第40次調査を迎えます。参加者は、すでに、延べ2,000名を超えました。この節目の年に、下記のとおり「団研OB会」を開催いたしますので、団研参加者や関心をお持ちの方はぜひご参加ください。

私は学生時代に数年間参加し、ルートマップ調査の間縄の先持ちをはじめ地質調査のイロハを学びました。夜のまとめ会や食事当番などの団研生活で地質学から人間的な面まで米山スタイルを刷り込まれました。大学卒業後は直接参加する機会もなくなりましたが、その後も長期間にわたり地元の教師会員が事務局をにない、成果を蓄積してきました。久しぶりに団研の成果を学ぶとともに、旧交を深めたいと思います。

記

日時：2009年10月

31日(土)午後～11月1日(日)昼

場所：柏崎市

内容：①現地討論 + ②ミニシンポ『米山団研の成果と今後の課題』+ ③交流会

費用：約1.5万円(現地討論 + 宿泊 + 飲食)

参加申込：8月31日までに、下記へご連絡下さい。

〒950-2181 新潟市西区五十嵐二の町8050 新潟大学理学部自然環境科学科 久保田喜裕

EM: kubota@env.sc.niigata-u.ac.jp TEL/FAX 025-262-7534

詳細：お申込の方々へ、あらためてご案内申し上げます。