

# 国際雑誌 グローバルテクトニクスの新概念



*International Journal for New Concepts in Global Tectonics*

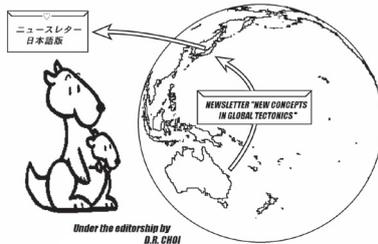
[英語版 Vol. 1. No. 1 <<http://www.ncgt.org/>> から翻訳]

日本語版 Vol 1, No. 1-1 (2013年7月)

■ Print edition ISSN 2186-9693

多数のカラー図面は、下記のオンライン版をご覧ください

■ Online edition <<http://kei.kj.yamagata-u.ac.jp/ncgt/>>



編集長: Dong CHOI, 編集委員: Ismail BHAT, India (bhatmi@hotmail.com); Peter JAMES, Australia (glopmaker75@hotmail.com); Giovanni GREGORI, Italy (giovanni.gregori@idac.rm.cnr.it), Leo MASLOV, Russia (ms\_leo@hotmail.com); Cliff OLLIER, Australia (cliff.ollier@uwa.edu.au); Nina PAVLENKOVA, Russia (ninapav@ifz.ru); David PRATT, Netherlands (dp@daavidpratt.info); N. Christian SMOOT, USA (christiansmoot532@gmail.com); Karsten STORETVEDT, Norway (Karsten@gfi.uib.no); Boris I. VASSILIEV, Russia (boris@poi.dvo.ru); Takao YANO (yano@rs.tottori-u.ac.jp)

## も く じ

### 第1分冊

■ 編集者から	[小松宏昭 訳]	2
■ 編集者への手紙	[小松宏明・矢野孝雄 訳]	3
■ 原著論文		
Rockall Plateau/Maury Seachannel interacton N. Christian SMOOT		
ロツカール海台 / モーリー海底峡谷の相互作用	[柴 正博 訳]	12
54/56 year cycle: World megaquake clustering David MCMINN		
54/56年周期: 巨大地震の世界的群発	[矢野孝雄 訳]	17
Microseisms and spreading of deformation waves around the globe		
Pavel KALENDA, K. HOLUB, J. RUSAJOVA and L. NEUMANN		
脈動と地球周辺の変角振動波	[角田史雄・矢野孝雄 訳]	22
The Christmas earthquakes: seasonal seismic recurrences near Parma, north-western Apennines, Italy?		
Valentino STRASER		
クリスマス地震: パルマ近郊での季節地震の反復, 北西アペニン, イタリア	[岩本広志 訳]	35
■ 財政的支援について / ニュースレターについて		40

### 第2分冊

■ 総説		
Palaeomagnetism, plate motion and polar wander David PRATT		
古地磁気, プレート運動, および極移動	[山内靖喜・小坂共栄・小泉 潔・久保田喜裕・矢野孝雄 訳]	42
■ コメントと討論		
Origin of the Pacific ring of fire Takao YANO		
太平洋の「火の輪」の起源	[矢野孝雄 訳]	107
Further discussion of Nina Pavlenkova paper Karsten STORETVEDT		
N. Pavlenkova の地球造構命題に関するさらなる議論	[矢野孝雄 訳]	111
■ 出版物	[窪田安打 訳]	116
■ ニュース	[矢野孝雄 訳]	119

連絡・通信や投稿原稿には、次の方法をご利用下さい: NEW CONCEPTS IN GLOBAL TCTONICS

1) Eメール: editor@ncgt.org, ncgt@ozemail.com.au, または ncgt@hotmail.com; 1 ファイルは 10 MB 以下, 10 MB を超えるファイルは ncgt@hotmail.com へ, 2) ファックス (少量の通信): +61-2-6254 4409, 3) 郵便・速達航空便など: 6 Mann Place, Higgins, ACT 2615, Australia (ファイルは MS Word フォーマット, 図面は jpg, bmp, tiff フォーマット), 4) 電話: +61-2-6254 4409.

放棄 [DISCLAIMER] この雑誌に掲載された意見, 観察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, NCGT の編集者と編集委員会の責任ではありません.

NCGT JOURNAL 公開され, 査読された季刊国際オンラインジャーナルで, 3月, 6月, 9月, 12月に発行されます.

日本語版発行: New Concepts in Global Tectonics Group 日本グループ

連絡先 〒 680-8551 鳥取市湖山町南 4-101 鳥取大学地域学部地域環境学科 矢野孝雄 Phone/Fax 0857-31-5113 EM yano@rs.tottori-u.ac.jp

翻訳・編集: NCGT ジャーナル 翻訳グループ

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

(小松 宏昭 [訳])

## NCGT Journal — 私たちの勝利をもたらす戦いの概要

私たちは NCGT Journal の発行が実現したことを誇らしく思う！ この新しい定期刊行物は、その先駆けとなる NCGT Newsletter の偉大な業績によって成し遂げられたものである。それは 16 年間発行され、65 号をもって終了した。

ニュースレターは 1996 年の 12 月、第 30 回 IGC 総会のすぐ後にわずかな人々によって開始された。そしてまたたくまに、現在はびこっている (プレートテクトニクスという) 造構モデルの枠組みとは相いれないデータやアイデアを公開する人気のある論壇へと発展していった。それは、論文の中に現実世界からの疑うべくもない確かな証拠を示すことに焦点をあてている。それはまた、人類の福祉や生活に直接・間接に影響を与える新しい分野—例えば鉱物資源探査、地震、そして全地球的な気候—に挑戦する勇気を与えてきた。

われわれの努力は、結果として 2 つのより大きな新しい境界科学の幕開けをもたらした。1 つ目は海洋地殻の真の性質である。それは部分的に海洋化された大陸地殻あるいは沈んだ大陸から構成されている。2 つ目は地震とテクトニクスである。前者は、混沌とした現在の全地球テクトニクスを正しい方向に向かわせた。そして最も重要なことは、世界中の海洋の鉱物資源 (炭化水素) 開発の見通しを広げたことである。皮肉にも海洋鉱物資源は世界の多くの地域で海の領有権争いの引き金になってしまったが、一方後者は地震の基本的な機構や太陽や惑星の引力との相互作用を理解することに寄与した。それは巨大地震の発生を数か月から数年前に予想することを可

能にした。NCGT から発展した国際地震火山予知センターの連続的な予知の成功は、彼らの地震モデルの正確さを確認にしている。またニュースレターは、地球深部の構造や活動に関する最先端の論文を公表してきた。

これらの業績のおかげで、ニュースレターはよく知られた著名な雑誌となり、ncgt ウェブサイトに毎月 10 万件近くの膨大なアクセスがあることに示されるように、地球科学の最前線の中心となった。世界の科学界におけるニュースレターの現在の地位を反映するために、NCGT 編集委員会はより適切な雑誌名—NCGT Journal—に変更することを決定した。この新しい雑誌は、この冊子の末尾の「NCGT Journal について」に書かれているように独自の使命を持ち続けていかなければならない。そして地質学が正しい道を歩む見張り役としての先導的な役割を果たし続けるであろう。

われわれの成功は偉大な先輩や先駆者の残した業績なしには成し遂げられなかった。特に晩年のアート・メアホフ氏とマックディキンス氏そして同時に多くの熱心な支持者たち、特に日本の藤田至則氏に負うところが大きい。下の写真は 1989 年にスミソニアンで行われた「グローバルテクトニクスの新概念」の設立シンポジウムの時のものである。ワシントンにおけるこの会議が NCGT グループの本格的な誕生となった。自らの貴重な時間、資金、エネルギーを捧げ、NCGT Journal の発刊を可能にするための援助をしてくれたすべての人々に感謝する。私は乾杯をしてこの稿を終えたいと思う。未来のために！



スミソニアンでの設立シンポジウム参加者の一部の人々。左から右に、Sankar Chatterjee, Charles Smiley, Forese-Carlo Wezel, Art Meyerhoff, Paul Lowman, Nicholas Hotton III, Irfan Taner, Kaesten Storetvedt, Dong Choi, そして Mac Dikins.

# 編集者への手紙 LETTERS TO THE EDITOR

(小松 宏昭 + 矢野 孝雄 [ 訳 ])

親愛なる NCGT Journal の編集者様

若い地質学者を夢中にさせた、そして、魅力はあるが誤ったプレート運動、地磁気、気候についての理論から彼らを引き離し、その結果、彼らが正しい道に進むのに、今はちょうどよい時期と考えます。事実を満載した私の2冊の本にあなたの関心を向けてほしい、と私は念願しています(著者は最善を尽くしていますが、自らそのように述べることはあまり嗜みの良いことではありません)。

- I. V Raiverman, 2002. ヒマラヤ造山運動における前縁地帯の堆積作用: 造山運動のプロセスの見直し .Bishen Singh Mahendra Pal Singh 23-A, New Connaught Place, Dehradun-248001 (India), 378p.
- II. V Raiverman, 2012. 不整合前縁に広がる新生代堆積盆地とヒマラヤ山脈の上昇 .Indian Geological Congress, 35-A Civil Lines, Rookee-247667 (India), 147p.

これらの本は、今日のほとんどの地質学者に見落とされています。反プレートテクトニクスの立場に立つ雑誌を見直すことは、彼らにとって難しいからです。AAPG Bulletin の編集者は、USA の4人の専門家が論争に巻き込まれたくないという理由で、第1の著書の書評を断ったことを率直に認めました。しかしながら1人の編集者(Crook, 2003)は、17章のうちの5章のみが解説的であり、残りはすべてデータの提示と解釈であるという事実を高く評価しています。私はここに(データの)解釈は最小限にして、説明のための可能な限りのデータを提示してきました。私のアプローチは第2の本においても同じであります。

これら2つの著書は、火成活動、大規模花崗岩体の定置、そして地殻の破片を山体に持ち込むマントルダイアピルといった地殻下のプロセスが造山運動に含まれることを強調しています。鉛直変動に関連した概念は新しいものではないのですが、多くの研究者がこの仮説に賛成しています。その先頭に立つ人物がおそらく Belousov 教授でしょう。第1の著書(堆積場の前縁.....)は、この作用を、盆地における堆積作用のルートと、前縁盆地と後背山地の地質構造的枠組みの継続的な発展を通じて検証しています。さらにそれは、堆積学研究者にとっては多大な恩恵をもたらすであろう構造地質学と堆積学との間の直接の関係にかかわる多くの新しい見方をもたらします。第2の著書は、これらすべてのことを支持し、Higher Himalaya と Lesser Himalaya にある Karakoram や Kohitan-Ladakh の高山中心部の結晶質岩石の放射性

元素のデータ分析によって、強力な証拠にもとづいて内因的過程についての議論をさらに一歩進めています(第1図)。この驚くべき効果的な調査方法は、地殻の上昇や鉱物の冷却の結果を知るという放射性年代学の非常に単純な地質学的役割によるものです。その結果は、ITSZ [インダス-ツアンポー縫合帯]の反対側にある2つの活動的山脈である Higher Himalaya と Karakoram の上昇システムに明示されています。時代は、放射性元素データによって正確に示されます。そして同様に ITSZ の反対側にある2つの休眠状態の Koshitan-Ladakh と Lesser Himalaya 帯においても同様のことが言えるのです(第2図)。このことは、Indus-Tsangpo Suture Zone がプレートの衝突や造山運動に何らの役割も果たしていないことを示しています。地殻の下から共通して働く力は、ITSZ の両側の山脈を持ち上げてきたのです。

この発見の重要性は、かびすましい幾多の主張やアルプスの地質学者の反撃の主張が見失われてはいないという点にあります。それはずっと先にある結論に接近することを期待させるものです。私は、第2の著書(Raiverman, 2009 and 2012)を含む様々な機会を捉えて、この技術を詳細に検討してきました。この話題は、インド地質学会によって公表された冊子でも簡単に紹介されています。ヒマラヤで発展したこの調査方法はアルプスやロッキー山脈、アンデス山脈でも試されるべきと考えます。われわれは、最初にアルプス地域の放射性年代に関する

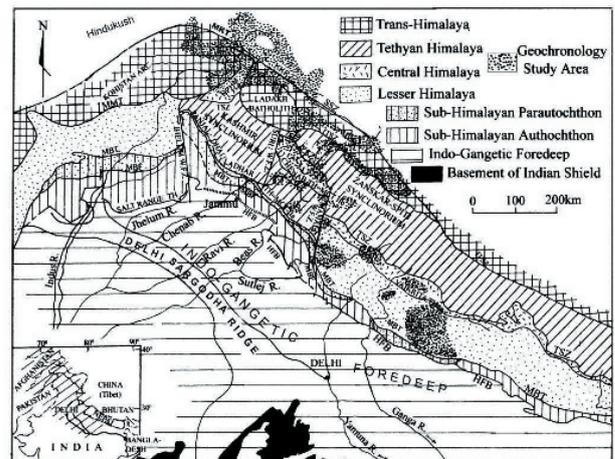


図1 西部ヒマラヤとその周辺地域の構造区分。SSZ-Shyok Suture Zone; MKT-Main Karakoram; KKR-Karakoram Ranges; NPHM-Nanga Parbat-Haramash; ITSZ-Indus-Tsangpo Suture Zone; MMT-Main Mantle Thrust; TSZ-Tethyan Shear Zone/ZSZ-Zaskar Shear Zone (≡ Trans Himadri Fault/South Tibet Detachment); MCTII-Main Central ThrustII(≡ VT-Vaikria Thrust); MBT-Main Boundary Fault; HFB-Himayran Frontal Boundary. 放射性地質年代研究地域が網かけされている。(Raiverman, 2002 にもとづく)

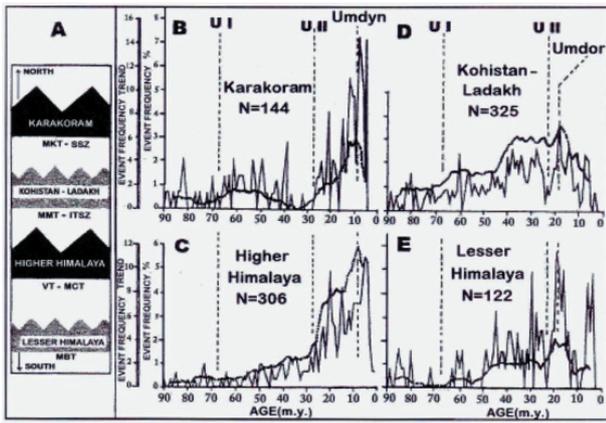


図2 ITSZの両側のインドユーラシア山脈の隆起様式。隆起事件の百分率頻度(100万年ごとの放射年代値数)と9点移動平均関数によって描かれた同じ現象の時間曲線。頻度は細い継続線、移動平均は点線で表示。

A: インドユーラシア山脈とそれらの区分線。黒色部分は活動的山脈、明色部分は非活動的山脈。MKT-Main Karakoram thrust, SSZ-Shyok Suture Zone, MMT-Main Mantle thrust, ITSZ-Indus-Tsango Suture Zone, Vt-Vaikrita Thrust, MCT-Main central Thrust, MBT-Main Boundary Thrust

B-E: 頻度と傾向曲線。B:Karakoram, C-Higher Himalaya, D: Kohistan-Ladhakh, E:Lesser Himalaya.U1 - 第1隆起時相, UII- 第2隆起時相。Umdyn- 活動的山脈の最大隆起, Umdor- 非活動的山脈の最大隆起。Kohistan-Ladhakh と Lesser Himalayan blocks における反転と地理的な完成を強制された UII と Umdor の間の時間間隙は, UII と Umdyn の間の時間間隙に比較される (Raiverman, 2009, 2012 に基づく)。

ウェブサイトを開覧し、新生代のアルプス地域の構造図を編集することから始める必要があるように思われます。ヒマラヤの構造図(図1)は、私が地質年代データを入手する前に、一定の統一性と広域的に適切な抽出条件(Raiverman, 2002)にもとづいて編集されたものです。言い換えると、構造的な配置と地質年代学の間には齟齬はないのです。

私の個人的履歴を簡単に紹介しておくことは、私の立場を明らかにするために必要なかもしれません。今日の世界における古典的方向で生き残った最後のフィールドジオロジストの一人として、私の論述は一特にデータに裏付けられた私の専門分野においては一学説にしたがった洗練をあまりうけてないでしょう。私の考えは、純粋より少しましのように見える分野に非常に近いものです。理論化と思索は、わずかながら私が見いだした本質的データに関するものです。そしてそれは、一層の調査を切望しているのです。1956年にインドにおける石油と天然ガスの委員会が統合され、私にはヒマラヤ山脈の山麓部の調査が割り当てられました。私は、そこで、その後の20年間にわたって仕事を行い(0.5マイル格子ごとに観察をおこなうように基準を決めて)観察内容を記録し、層序表を作成するためにルート調査を行い、室内分析のために岩石試料を収集しました。そして、最後には、ヒマラヤの調査をしている世界中の地質学者に利用されている近代的な地質図を作成しました。役立つように、20年以上にわたって調査を行い、柱状図を描くために断面図を作成し、分析のための岩石サンプルを採集

し、地質図を作成しました。私は南東部のインド-ネパール国境の丘陵地帯から北西部のジャムー〜カシミール地方の地質について非常によく理解しています。しかしながら、私の能力は、北はLadakhのIndus-Tsuanpo(ITSZ)地帯(調査密度は小さい)、南はボーリングと地球物理学データに基づいたIndo-Gangetic Foredeepの地下地質までしか及びません。ヒマラヤの地質の謎は、全世界の構造運動そのものが理解されるまでつづく長い道のりなのです。

NCGT ニュースレターに掲載された Storetvedt and Longhinos (2012) による最近の論文には、いくつかの疑問があります。例えば、ここでグローバルテクトニクスを性格づける際に、なぜ「ねじり」という用語を挿入するのでしょうか。というのは、いかなる場合でも、「ねじり」は副次的作用であるからです。深部断層帯においては、確かに一定の側方変位一左か右の一があります。その結果として断層は地表に到達します。側方への変位は鉛直変動と同時に起きるか、あるいは、その後で起きるのかもしれませんが。西部ヒマラヤとヒマラヤ中央部の構造図をみてください(図1)。Jhelum 横ずれ断層帯の両側の層序は、(図1には描かれていないが)北部に始新世堆積物が点在する古生代〜中生代堆積物が分布する西側とは明らかに異なっています。そしてこの相違は sub-Himalayan Siwalik 帯の南側につながっているのです。そこでは始新世の地層の上にある Siwalik 層は、Jhelum WFZ の西まで中生代層を覆っているが、東方では新生代層は原生代層を直接覆っています。もし、Jhelum 断層帯に沿った南北方向の境界断層が中生界の堆積期まで活動的であったとしたら、その西方まで進むことは可能です。しかしながら、その源が深くまで到達している断層であるにも拘らず、Jhelum 断層は左横ずれ断層地帯として現れています。山脈が造山期に上昇し、重力性の陥没を被るため、基盤を横切る既存断層は、側方変位を促進します。Manali 走向移動断層が、東に走るのを見てください。Manali と Jhelum WFT-s の間では小ヒマラヤ帯はわずか数 km にまで劇的に圧縮されています。Manali WFZ の変位は右横ずれで、Jhelum のそれは左横ずれです。Jhelum と Manali WFZ は線状断層地帯です。走向方向への移動を伴う湾曲した基盤断層はスコットランド高地やインド楯状地をはじめ世界各地に存在します。しかしそのような走向移動断層一湾曲するものあるいは直線のもの一の実移動は、大陸規模でみると大きくはありません。というのは Storetvt and Longhinos (2012) も認めているように、断層には様々なセンスがあるからです。

小ヒマラヤ帯の厚さ 16-17km の新生代堆積物は、断層の起源を調べるには理想的です。亜ヒマラヤ帯の外縁部では縦走断層の両側に沿って同時代の様々な厚さの地層が堆積しています(第3b図)。それは、堆積時断層に沿って沈む堆積盆の沈降の規模が、様々であったことを示しています。これは初期の構造運動ですが、これらの断層の大部分は、走向方向の運動に影響されており、また断面ではフラワー構造を示しています。覆瓦構造を形成す

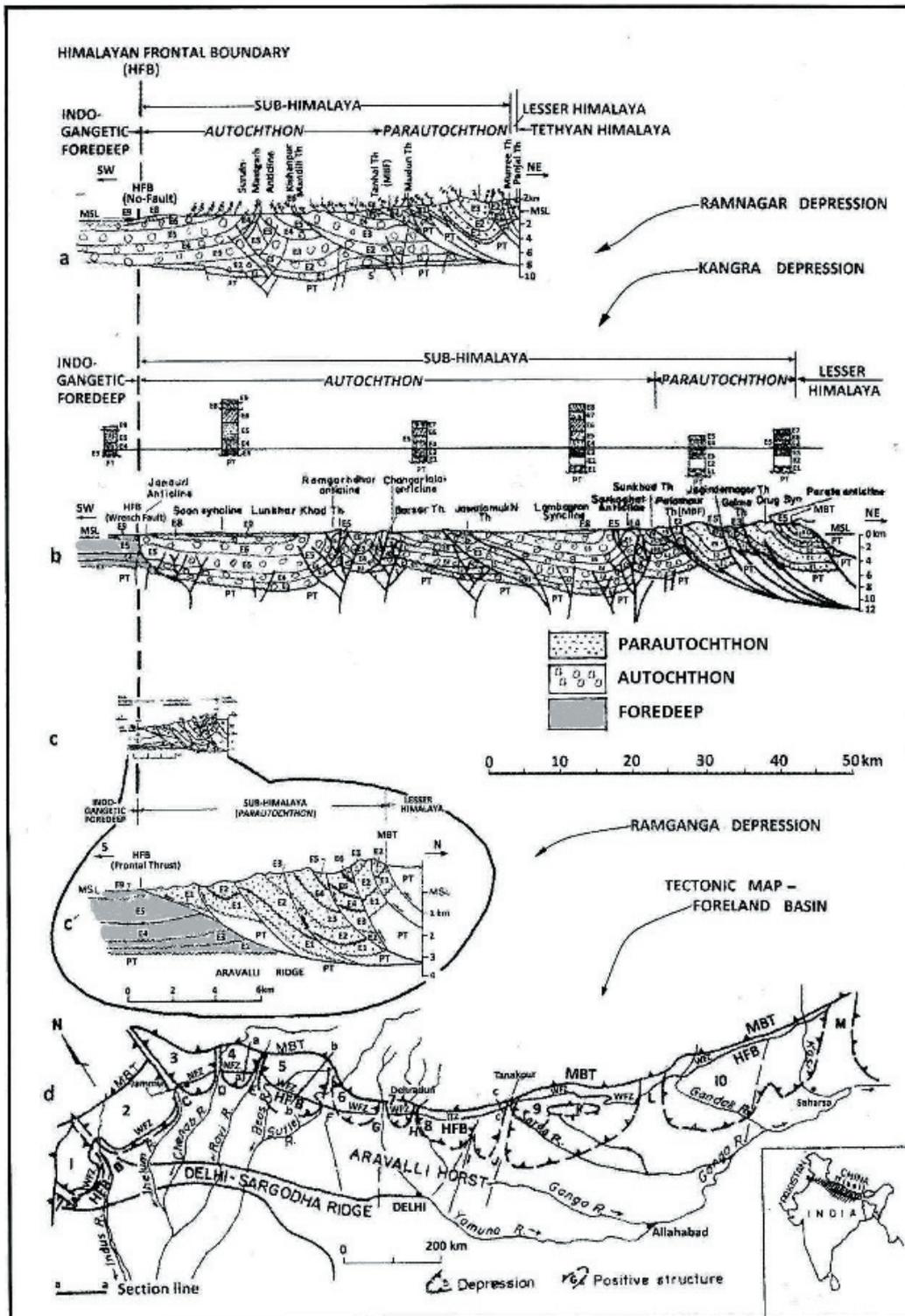


図3 垂ヒマラヤ褶曲帯と前縁盆地の典型的な地質断面図—a,b,c. 地下隆起帯による構造区分と個別的盆地は図3dに示される。断面は地表露頭、地下ボーリング、および地球物理学的の探査にもとづいて編集され、構造地質学的に検証されている。それらは、個別盆地において、前縁盆地と原地性あるいは準原地性岩体との間のような関係を解明している、褶曲帯全体にわたる単一の盆地堆積物という概念を否定し、また、プレートの衝突によって形成された表層の衝上断層は認められません。図3bは、断層を横切る原地性と準原地性岩体と同時期の堆積物の層厚変化を示す。図3cは、Aravalli地帯のヒマラヤ褶曲帯への地下延長部が、堆積作用(地層上の圧縮された新生界)と構造的節構造(前縁盆地に対して直接に衝上している覆瓦構造、異地性岩体は存在しない)に影響を与えるか、妨げとなっています。すべての断面は、比較しやすいようにスケールが統一されている。3cはよりはっきりわかるように3cと同じスケールで描画(Raiverman, 2012aに基づく)。

る垂ヒマラヤ帯内帯の現地性岩石と異地性岩石の中間の岩石は、衝上断層の両側で異なる層厚に反映された基盤運動と同じ現象を示しています(図3b)。衝上する前の走向移動の動きは、もしあったとしても消されていますが、現地性と異地性との中間の岩石は、地殻下の火成活動によって移動し、上昇するまでは、現地性の岩石としてふるまっています。その証拠は、第三紀初期の地層に覆われた、アルプス地帯の始新世型の変成作用を受けた中間層に見ることができます。

Siwalik 構造帯の中の一つの右横ずれ断層帯—Barsar-

Suruinsar-malwara—は、Hazara と周辺の地域の構造方向を切って、Sutluj川から 400km 以上にわたって追跡できることは、注目に値します(Raiverman, 2002)。それは、湾曲した輪郭をもち、走向移動方向の大規模な破碎帯になっています。その走向はヒマラヤの主要な圧縮方向に対して斜交しますが、後者に対しては高角で交わる衝上断層のようにふるまうのです。そのため、その水平変位は場所により様々ですが、どこでも 5km 以上に達することはほとんどありません。したがって、断層の総延長は、これらの以前から存在する破碎帯の側方変位の程度をそのまま示すわけではありません。そのような断層に

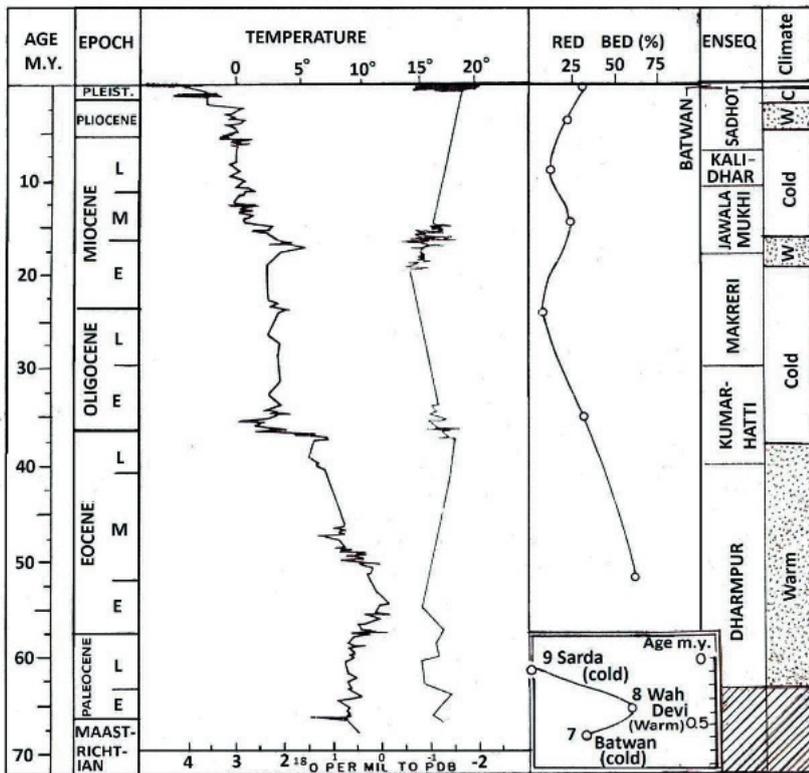


図4 左一海水温における180頻度にもとづく新生代の高緯度地域と低緯度地域の気候変動。太い曲線は南半球の高緯度地域の平均海水水温、細い線は低緯度の平均海水水温 (Shackleton, 1984 の図 2.1 に基づいて改変)。右側の小区画は、ヒマラヤ前縁盆地の新生代赤色堆積物の含有率。高緯度地域に見られるように温暖期 (赤色層が多い) と寒冷期 (赤色層が少ない) の指標になる。層序区分は、エネルギー順位分類に基づいている。堆積物中の岩片や碎屑性鉱物には、それらを支持する証拠が認められる (ここでは詳述しない)。高緯度地域の海水温とヒマラヤ盆地の陸水温の一致は、最近70万年以前に限定されている (下の挿入図、縮尺を拡大)。この期間に、後者が北半球の大陸気候と同調したように思える (Raiverman, 2002 の考察参照)。前者の変化幅が著しく小さいために、南半球の高緯度地域の海洋とヒマラヤ地域の間の変化が明白であるのならば、それを読み解くことは困難である。

における鉛直変位は重要な問題です。そのような断層の別の見方は、それらの断層は異なったレベルにおいて異なる動きをするかもしれないということです。Dehradun 南方の Mohand の山麓断層は、地表では衝上断層のように見えますが、地下では左横ずれ断層なのです。断層露頭の微小線構造の研究から、私の友人はこの断層は衝上断層であるという結論を得、論文として公表しました - 微小構造は大きな地質現象を反映しているという信念のもとで。

要約すると、走向移動断層はグローバルテクトニクスの内容を規定する基本的な鉛直断層の二次的な現れです。そしてそれらは、大陸的規模でのブロック回転にはほとんどその役割を果たしていません。さまざまな事例において、走向移動断層はグローバルテクトニクスに対して補足的な副次物のように見えます。先カンブリア時代にさかのぼる (Raiverman, 1992) アジアを横切る線状構造は、ベンガル湾からインド楯状地とヒマラヤを横切り、アジア大陸にまで及んでいます。北極点を横切る南北方向の線状構造の1つは、フロリダ湾にまで及んでいます (この論文では議論していませんが)。地殻を十文字に交差する異なった方向の線状構造とヒマラヤ造山運動は、かつての基盤構造の上に重なって生じています。そして、2つの構造方向が交差するところでは、干渉しあっていることがわかります (Aravalli と Himalaya の構造方向, Auden, 1935; Raiverman, 2002, 2012, 図 3c と図 3d 図)。しかし、ブロックの回転は含まれていません。

地磁気学者に好まれない問題を私に言わせてください。私は地磁気極の軸と世界的気候の間の因果関係を明らかにすることは困難であることを発見しました。地球は、

2.5 億～3 億年間隔で数千万年続く氷河時代に入ることが証明されています。この間隔で太陽と太陽系の惑星は、天文学的な要素である宇宙塵帯に入ってしまう、温度が低下することが提案されました。ヒマラヤの前縁盆地における新生代の気候変動は、世界的気候変動と地磁気極性に密接に関連していることは明らかです。図4は、新生代の南半球の高緯度地域の海洋水、低緯度地域の海洋水、およびヒマラヤ前縁盆地の陸水の水温変動を比較したものです。高緯度地域の水温は、何回かの小規模の逆転を繰り返しながら全体として次第に低下しています。高緯度と低緯度の水温の違いを見てください。後者は多かれ少なかれほぼ同じ水温を保っており、高緯度地域の厳しい条件を反映していません。しかしながら、大陸内部にセットされたヒマラヤ前縁盆地の堆積物の色調は異質なものを映し出しています。ヒマラヤの堆積物中の岩屑の鉱物集合体も同様の状況を支持しています。Raiverman (2002, p.255-258) の考察を見てください。前縁盆地の堆積物は、高緯度地域の海洋にみられる温暖期と寒冷期の記録に忠実に連動していて、任意の時点での全世界の気候の一体性を示しています。そして、これはいかなる地磁気極性とも無関係なのです (Raiverman, 2002, 2012)。ヒマラヤ山脈はこのこととは何の関係もなく、その隆起が最高に達した後にはじめて、気候に対して広域的影響をおよぼすようになったのです (Raiverman, 2002)。そういうわけで、世界的気候変動の根本要因は天文的なものであって、惑星的要因 (山脈や大気循環、緯度的位置、陸地と海洋の近接性、など) は二次的なものです。しかし、惑星的要因は重要であり、それらの影響は世界的ではないにしても、広域的には大きなものがあります。ここでは、地磁気極性は考慮されていません。

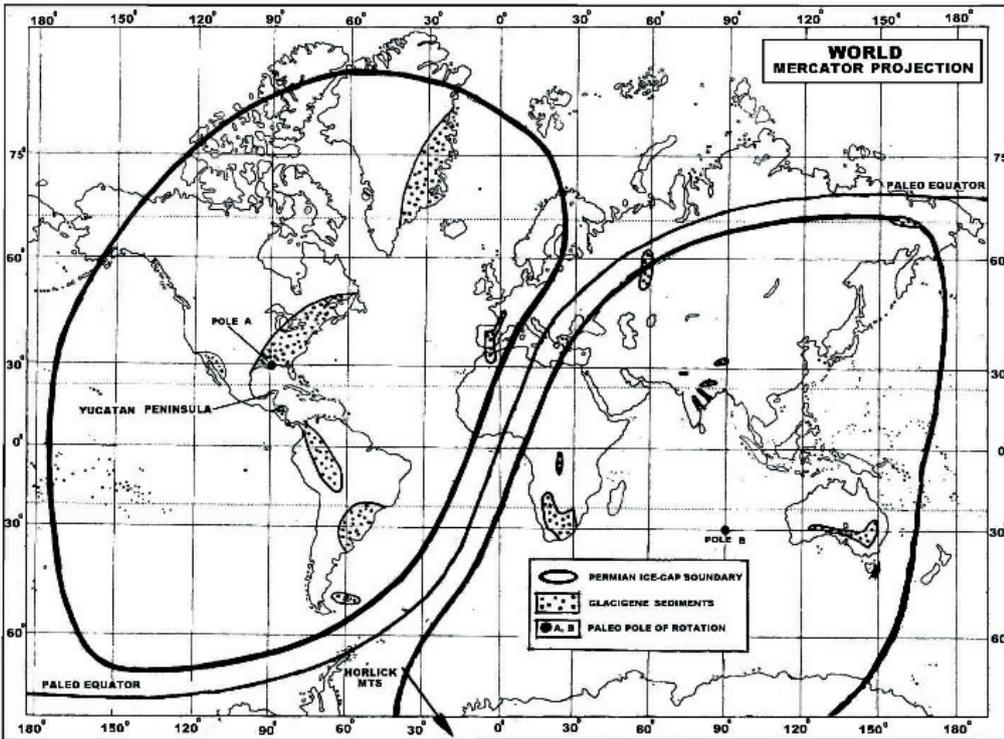


図5 ペルム紀の氷河分布図 (様々な資料から編纂)。下の矢印は Horlick 山脈のペルム紀の氷礫岩の位置を指し示している。ペルム紀には史上最も厳しい氷河期があり、海陸の動物の95%が絶滅している。これに対して白亜紀での絶滅はわずか25%である。図は(地球)全体の様子を示していて、氷河域には数回の膨張と収縮が含まれている。巨大な氷冠は暖帯を含む熱帯地域では著しく狭くなる(古気候の指標のための調査—生物層序あるいは堆積学的な—が必要である)。極Aと極Bは、K/T境界の隕石衝突によって移動する前の磁極を示す。(それに)対応した古赤道も図示されている。

今度は気候への影響や、地球の自転極の変化などを見てみましょう。氷礫岩は、過去の氷河時代の証拠です。「アフリカの先カンブリア時代後期の氷礫岩は、二畳紀—石炭紀の氷礫岩と同じくらいの広さに分布している」(Holmes, 1965, p.737)。この長い期間に自転軸の極の位置が変化しなかったと想定することは合理的でしょう。この不動の極の位置を、白亜紀末まで敷衍してみましょう。ある破滅的な事件がこのとき起こりました。ユカタン半島に隕石が衝突して塵の雲(イリジウム)が湧き起こり、そして恐竜が絶滅しました。私はより激しい事件が隕石の衝突とともに起こったと推測しています。衝突は非常に激しかったので、惑星(地球)は自らの回転を維持できなくなり、新しい自転軸が発達しました。それが現在の極で、古い極は現在の熱帯へ移動しました。ノルウェーから南フランスそして北部ロシアまでの寒冷地に、熱帯気候で形成されるボーキサイトやラテライトやそれに関連する鉱物が産出します(Dana and Ford, 1966)。この異常は、もし私たちが、これらの国々がK/T境界での自転極の移動の前までは熱帯ベルトに位置していたと考えれば(図5)、容易に説明することができます。私は、ローカルな雑誌に気候帯の移動についての論文を発表してきました。しかし、今それについて言及することは、私にとって有用ではありません。しかしながら、K/T境界の頃に移動した極の位置を示す地図を、ここに示しておきます(図5)。このアイデアは狂気じみているかもしれませんが、しかし、即座に却下されるべきものではありません。私の地球科学者への望みは地球科学の事実を整理し、それらを冷静に見てほしいということです。

ません。しかし、それは私の専門外であるので、いくつかの提案について危険を冒してまで検討しようとは思いません。この問題は地磁気学者が解決すべきでしょう。

最後の1つの要点—炭化水素鉱床の供給源としての地球内部からの脱ガス作用(Storetvedt and Lonngjohns, 2012)—それは可能性という点では魅力的な学説ですが、炭化水素の集積への効果については議論の余地があります。堆積盆地における生物起源物質の量、移動経路、そして集積した炭化水素の量を計算するための貯留能力に関する定量的方法は、今日では有効な方法になっています。それは、実際の回収率と符合します。私は東インドのONGCのBorhira-Champang地域の油田地帯の基盤に関する知識をもっています。それは、生物起源の母岩とは無関係の基盤岩の破碎性孔隙に貯留された唯一の事例で、脱ガス理論を支持するかもしれません。しかし、そこでは生物起源の始新世母岩との関連が大いに認められます。貯留された石油と隣接する源岩の同位体的類似性を無視することはできません。

この手紙は幾多の学説をごちゃ混ぜにしたものにみえるかもしれません。しかし、それは、現在普及しているグローバルテクトニクスに関する概念—衝突か否か—に対するパラダイムシフト(科学革命)として十分な役割を果たすものと考えます。

親愛なるあなたへ  
V. Raiverman

文献

磁極が自転軸と連結していないという問題は、未解決のままです。それは実際には、単純な問題であるかもしれ

Auden, J.B., 1935. Traverses in the Himalaya. Rec. Geol. Surv.

- India, v. 69, p. 123-167.
- Crook, K. A.W., 2003. Book review — Foreland sedimentation in Himalayan tectonic regime: a re-look at the orogenic process, by V. Raiverman. *Sedimentary Geology*, v. 161, p. 339-340.
- Dana, E.S. and Ford, W.E., 1966. A textbook of mineralogy. Asia Publishing House, Bombay, Fourth edition nineteenth printing, First Indian edition reprinted 1966, 851p.
- Holmes, Arthur, 1965. *Principle of Physical Geology*. Thomas Nelson and Sons Ltd., London, 1288p.
- Raiverman, V., 1992. Trans-Asiatic lineaments and Himalayan Orogeny. In : Sinha, A.K., (ed.), *Himalayan Orogen and Global Tectonics*, Oxford and IBH Publishing Co. Pvt. Ltd., New Delhi, and A. A. Balkema, Rotterdam, p. 121-155.
- Raiverman, V., 2002. Foreland sedimentation in Himalayan tectonic regime: a re-look at the orogenic process, Bishen Singh Mahendra Pal Singh, Dehradun, India, 378p.
- Raiverman, V., 2009. Isotope geochronology and orogeny related sedimentation cycles from Himalaya and adjacent ranges to ocean basins. *Indian Jour Geol*, v. 81, nos. 1-4, p. 1-25 (Published July, 2011).
- Raiverman, V., 2012. Unconformity-riddled Cenozoics of the Foreland Basin and elevation of the Himalaya. *Indian Geological Congress, Roorkee (India)*, 147p.
- Raiverman, V., 2012 a. A brief account of the continuum from Karakoram and Himalayan ranges to foreland and ocean basins (in press).
- Shackleton, N.J., 1984. Oxygen isotope evidence of Cenozoic climatic change. In: Brenchley, P. (ed.), *Fossils and climate*, John Wiley & Sons Ltd., London, p. 27-34.
- Storevedt, K.M. and Longhinos, B., 2012. The Atlantic and its bordering continents—a wrench tectonic analysis: lithospheric deformation, basin histories and major hydrocarbon provinces. *New Concepts in Global Tectonics Newsletter*, no. 64, p. 30-68, [www.ncgt.org](http://www.ncgt.org).

## 科学的パラダイム, 意図的無視, および間違っただけの行為 SCIENTIFIC PARADIGMS, CONSCIOUS IGNORANCE AND FALSE PLAY

Stephan Foster は *Geoscientist* 誌の編集者たちに落胆した経験を, 本誌 12月号 (NCGT #65) でつまびらかにした。しかし, 私自身の永くつづいた戦いからみると, 地球科学の主流雑誌における専門家査読という手続きは, もはや時代遅れであり, 腐敗していると判断される。事実は, そして PT を疑問視する概念化は, 無視されるか, 言い逃れの説明され, 血族的信条に決定的問題を提起した原稿は掲載拒否される。掲載拒否の理由は, 非科学的で偏見に満ちている場合が多い。

大陸の水平漂移とプレートテクトニクスという革命的考え方が, 増大する事実がそれを必要とするために採用された, というのは錯覚である。むしろ, 地球リソスフェアの超移動論的観点への集団的転向は, 1950年代後半における古地磁気研究に扇動された新しいワナ以外の何者でもなかった。それにかわる, あまり可動的でない解釈はとりあげられなかった。私は, 著書や論文で (Storevedt, 1997, 2003, 2005 : NCGT 55, 61), 批判的観察が無視されてきたことをくりかえし議論した。しかし, 1960年代には, にわか Alfred Wegener たちの全員が, 英雄—全地球地質学における真のニュートン—として歓呼に迎えられた。彼らのモデルは "James Hutton 以来の地球科学における最大の革命" (*Geoscientist*, 2012年10月号, p. 12) と評された。Wegener の栄誉をたたえる植物群とは逆に, 検証実験が行われることもなく, また, (うわべだけのモデルの保持をめざす) 場当たりの決着が増大しつづけたことも手伝って, 地球科学界が陥った混乱は拡大しつづけた。この混乱状態は, 重大な論理的乖離をもたらした。私がこの数10年にわたっ

て世界中でおこなった多くの講演やセミナーにおいて, 確実な証拠にもとづいて PT を弁護しえた仲間に出会ったことはない。感情的反応はあるものの, 全世界的地質学が不確定で混沌とした状態に陥っていることを認める地球科学者に出会えたのも, 2, 3名にすぎない。

地球テクトニクスの今日的状況は, 科学研究における Thomas Kuhn (Kuhn, 1970) の有名な論述—発見と認知をくりかえす確実かつ慎重な方法となった理想的科学観の転覆—を, 思い出させる。そして Kuhn は, 科学が人為的・非合理的要素によって強く影響されていることを描写する。すなわち, 既存の学説に全面的に専心し, 感情的に追従することが科学的常識となるため, それに反する証拠がごく身近に存在する結果になる。これを Kuhn は次のように表現している。すなわち, 「それら (科学的常識) は信頼を失いはじめるが ..... , 危機へ向かうパラダイムそのものと縁を切ることはない」 (Kuhn, 1970), と。Kuhn は, 科学というものは, 教科書に書かれた固定的知識の塊とは別物であると論じている。むしろ, それは, 一群の閉塞的知識で構成されていて, 事実の限らない収集と場当たりの論理的説明の増大によって特徴づけられ, 劇的な知能革命—パラダイムシフト—に終わる。しかし, 科学的常識にとっては, 差し迫ったパラダイム革命は著しく重大な事件である。科学的常識は, その支持者のまじめな努力の総体でもって革命を妨害し, その科学的貢献に比べてはるかに破壊的役割をたす。

いかなる社会でも井の中での思考はたいへん強力ので

あるが、実際には科学の大きな前進に大きく阻害する。流布した考え方(学説)は広く受け入れられているため、ほとんどすべての人々の会話や思考がそれらの影響下にある。この固定化された枠組みが、"安寧"や科学的常識になるのは必定である。ゆえに論理の"現状"を維持するために、虚偽の主張や不正直がまかり通ってしまう。さまざまな機関で行われる科学が階層的であるため、このような間違っただけを正当に評価することは困難である。アメリカの小説家 Upton Sinclair は階層的圧力の本質を次のように表現する。「不理解な機関に給与を依存しているかぎり、人が何かを理解することは困難である。」

同じ信条をもつ人間集団に対する潜在的脅威となる問題を封じ込めようとする人間の性癖は、自然のなりゆきとして、根本的問いかけを妨げようとする精神的障壁をつくりだす。科学界での今日的慣習を維持するために、受容されている論理パラダイムの文脈に沿ってデータが解釈されるのは必然である。観察事実にかんする別の解釈は、たとえきちんと認知されたとしても、ぞんざいな扱いを受けるにすぎない。しかし、正直な科学者はだれも、Schumacher の観察を思い出すだろう。すなわち、彼は有名な著書 "Small is beautiful" (1973) で次のように述べている。「私の経験では、より洗練され、より複雑な方向に進みつづけることに比べ、方向性のない単純な方向にかえしははるかに困難である」と。

「すべては金と性的アピールにかかわっている」と述べたのはオーストリアの科学分析家 Paul Feyerabend である。彼の記念碑的著書 Anything goes (1975) で、Feyerabend は、Kuhn のような科学におけるパラダイム転換の合理的様式を発見することはできなかった。彼は、歴史的経緯にもとづいて、学術文化全体についてかなり起伏に富む記述を行い、科学界における基本的な法則と視点の転換は社会過程以外の何ものでもない、との議論を展開した。つづいて、フランスの社会学者 Pierre Bourdieu は彼の古典 Homo Academicus (1984) のなかで、強力なグループによる科学界の支配を強調した。Bourdieu は、パリにおける彼自身の大学内での支配メカニズムを分析し、社会資本・ネットワーク・金銭および名声のための争いといった要素が、科学的能力や創造的力量よりもっと重要になることがしばしば起きることを発見した。

人的要素はどうしても強く働くために、集団行動が、いかなる学問分野においても活動を強く支配するのが常である。たとえ、多数の場合当たりの修正や完全に間違っていることを示す決定的検証によって支配的学説がしだいに変質したとしても、それは容易に放棄されることはない(図参照)。最近数 10 年間における教義化された地球科学教育のために、あまりにも多くの科学者が若年期—大学や研究の初期段階—に、漂移テクトニクスが地球表層球殻で真の姿であると学習する。たとえ警告的な反証がもたらされても、再考のコストや、経歴の半ばでのコー



ス変更のコストは、ほとんどの人々にとっては、あまりにも高くつくように見えるようだ。それらを認めることを避けるために、彼らは、信条を大転換したり、観察を無視することもなく、あらゆるものが不確かであることを口実にするだろう。

H.C. Anderson の有名な童話『裸の王様 The Emperor's New Clothes』(図)は、今日の全地球テクトニクスにおける the state-of-the-art にぴったりあてはまる隠喩であり、それはプレートテクトニクス形式主義によって推進されてきた。基本的論理がとりざたされることなく、多数の傍観者たち—最大の集団は地球科学界—は王様 (PT 教義) の美しい着物を、王様がほんとうは裸であるという事実にもかかわらず、喝采しているのである。教義にあまりにもひどく傾倒していない、それゆえに、自らの視点が比較的損なわれていない地球科学者たちは、基金・プロジェクト・経歴のために発言をひかえる傾向にある。

19 世紀後半の物理学における不可思議なエーテルは、宇宙を満たしていると信じられていた物質で、光を伝播する媒質であった。エーテルは暗室にひそむ黒猫のようなもので、宇宙をみたく仮想物質の解明のために数 10 年間にわたる実験と論理的解析がおこなわれた。この実りのない探求は、有名な Michelson-Morley による実験の否定的結論で幕を閉じた。猫のようなエーテルは、結局のところ存在しなかったのである!! この結論は、宇宙の本性についての再考と、Einstein の相対性理論を含む現代物理学の発展を促した。

物理学とはちがって、地質学には、決定的に否定的な事実や実験が欠けていることは明らかである。それゆえ、この非科学的傾向は、支配的な全地球造構モデルに対して、別の方法で克服されなければならない。そのモデルの説明能力の著しい欠如、周知の事実から乖離した多くの説明、および、場当たりの修正の定常的増大を明らかにしつづけることによって深く浸透した教義を"緩和"していくと、最終的にこのモデルが崩壊するであろう、と私は考える。この道のりに、NCGT Journal はまちがいなく重要な役割をはたすだろう。にもかかわらず、はやり"世界観"は深く根づいていて、ゆっくりと凋落していく傾向にあるように思われる。しかし、必要条件

がとのおよば、新しい科学パラダイムがにわかにも生まれるだろう。

猫のようなエーテルの存在を排除したことで著名な Albert Michelson は、その業績によって 1907 年にノーベル賞を受賞した。60 年来の機能しない仮説を効果的にくつがえす実験および観察事実がやがて現れ、統合され

て、PT の矛盾に権威ある賞が与えられるだろう。こうしてみると、James Clerk Maxwell の次の言葉は印象的で、この手紙の結びにふさわしい：「意識的におこなわれる完全な無視は、つねに、真の科学進歩の前奏となる」。

Karsten M. Storetvedt karsten.storetvedt@gfi.uib.no

## 先カンブリア紀における造山運動の制御 PRE-CAMBRIAN CONTROL OF OROGEN

次の記述は、地向斜から褶曲山脈への転換の理由をより良く説明する。これによって、私はまずもって、NCGT で以前に行われた議論について弁明したい。

■ 図 1 は、The Times ATLAS of the World の p. 2 から引用されたもので、地球の地殻構造の概要を示している。地表に露出する先カンブリア紀岩石は濃いピンク色、堆積物に被覆された楕状地は淡いピンク色で示される。これらの地域は黒の太枠線によって強調されているが、これらの枠線の外側にも、先カンブリア系が埋没して存在することに疑いの余地はない。

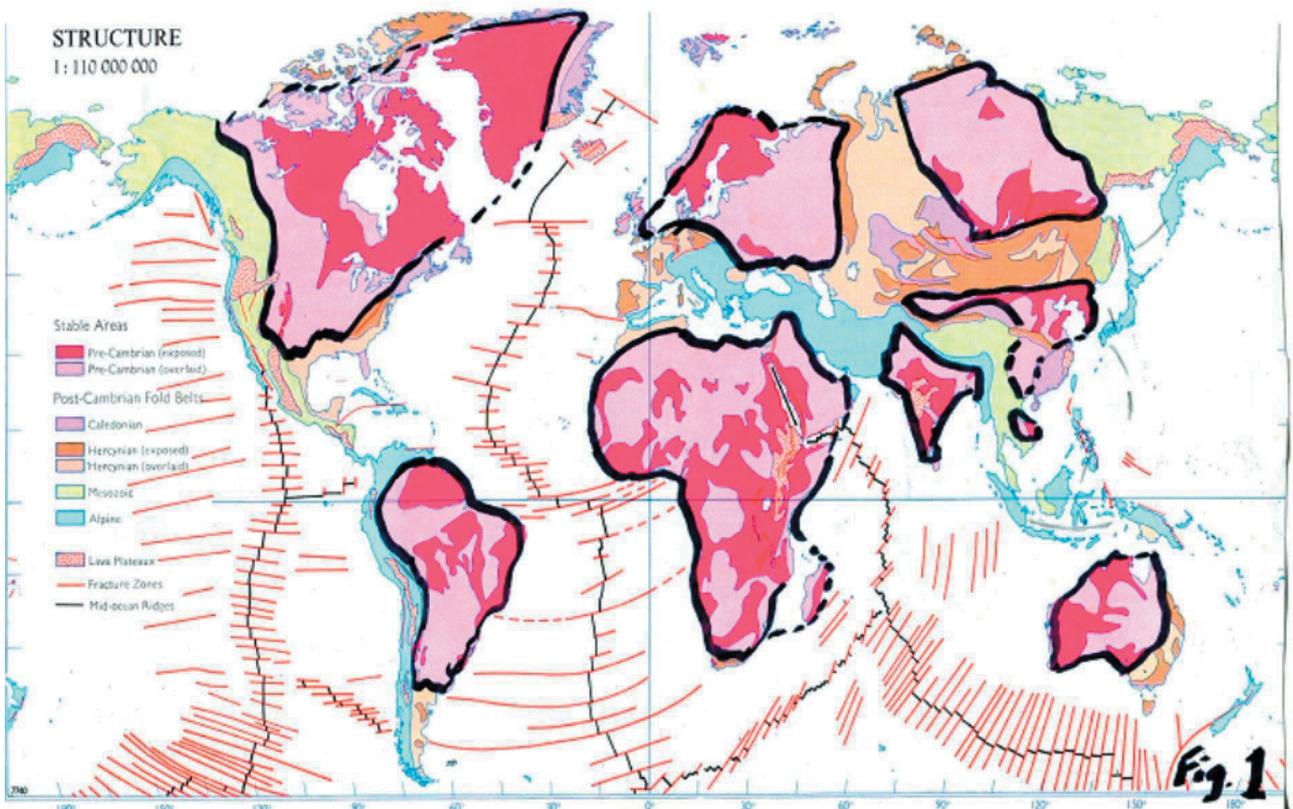
■ 図 1 でみると、主要な褶曲山脈群は楕状地周縁に限られていて、楕状地内部には存在しないことがわかる。

■ 30 年前に、Sam Carey 教授は、オーストラリア地質学会の会長講演で、野外事実にもとづいて、すべての褶曲山脈が赤道に由来すると説明した。ジオイド造構モデ

ルとその後の発展においても、赤道と地向斜のあいだに同様の関連を予想していたので、私はうれしくなった。

■ ところが、ジオイド造構モデルは、古赤道と地向斜の関係性にもうひとつの前提を必要とする。すなわち、地向斜をうみだす古赤道はいずれも、主要な地殻境界（たとえば、先カンブリア紀楕状地と、それに接する海洋地殻との境界帯）に沿う必要がある。

もし上記の事項が妥当であるとする、図 1 に示される先カンブリア紀楕状地の縁辺に配置された地向斜は当時の古赤道で形成されたものであり、地質時代を通じて発達してきたことになる。この想定は、証明されていない。地質時代の赤道の位置は古気候記録と古地磁気データから求められる。（古地磁気データについていえば、喧伝される大陸漂移がもたらす複雑性はいずれも、研究対象とする大陸から得られた古地磁気データを使用することによって回避される。）



次の第2項目も満たされる必要がある。間欠的あるいは持続的な極移動が想定される場合、赤道沿いの膨らみの境界が次々に移動するために、引張から圧縮へと応力条件が変化する。新しく形成された地向斜を満たしていた堆積物の剪断強度は、現在わかっている固結堆積物の強度/深度関係から予測でき、筆者は次のように計算した。すなわち、中程度の極移動(約40°)は、深度10kmの地向斜堆積物を変形・褶曲・衝上させ、局所的地殻短縮をもたらすような圧縮応力を生じさせる。

そうだとすると、この提案は、地史をどのように説明するのだろうか? 北アメリカから検討をはじめよう。

## 北アメリカ

カンブリア系下部に関する古地磁気研究の結果と古気候データはともに、カナダ楕状地西端に沿って、赤道がほぼ"南北"方向に存在していたことを示す。こうして地向斜発達条件が満たされ、実際にも、隣接する楕状地から供給された結晶質岩石片を含む厚さ20kmほどの堆積物が存在することが知られている。

古生界下部の古地磁気データは、相対的極移動によって赤道がカナダ楕状地を横切って東へ移動し、南西-北東方向にのびていたことを示す。古気候データによると、赤道がデボン紀までには楕状地の東端に沿っていたことは確実である。ただし、赤道移動には1°の振動的運動があり、それ以前にも、赤道がこの地殻境界にとどき到達した。重要なことは、赤道がカナダ楕状地を横切る際に、地向斜が形成されなかったという点である。ところが、赤道に沿う膨らみが楕状地の東端に到達すると、そこでは地向斜沈降が再び発生した。その後、赤道沿いの膨らみが移動すると、アパラチアは圧縮場となり、古い褶曲山脈になった。

ちなみに、古生代前期の赤道配置を大西洋を越えて延長すると、それらはスカンジナビア楕状地の北端を通過し、一部はブリテン島の北側を通ることがわかる。そこでの地向斜形成とその後の隆起という類似した変動様式が、これらの地域にカレドニア造山運動をもたらした。

## 南アメリカ

アンデスの歴史はより複雑で、北アメリカよりも長期にわたっていて、筆者の能力を超える。しかし、アンデス山脈が南アメリカの先カンブリア紀楕状地の西縁に接していることは図1からも明らかであり、北端では楕状地をとりまいて湾曲している。

## ヨーロッパ~アジア

古生代中頃には赤道環境となり、赤道が全ヨーロッパを

行き来した。その結果、ヘルシニア期の沈降と隆起がもたらされた。アルプス変動帯は東南アジアまでひろがり(古期テチス水路)、北側の先カンブリア紀楕状地群と南側のアフリカおよびアラビア楕状地群との間に位置した。インド楕状地は、ヒマラヤ山脈の南縁をなす。

## アフリカ

アフリカは単一の楕状地でできた大陸であり、広範囲にわたって褶曲帯を欠く。唯一の褶曲帯は北海岸のアトラス山脈で、ヨーロッパのヘルシニアサイクルの南縁を形成する。

## オーストラリア

オーストラリアは、その東部を除くと、アフリカと同様に大半が先カンブリア紀の楕状地からなる。東部は、現在はGreat Divide Range(大分水嶺山脈)になっていて、しばしば混乱をもたらす。この地帯は、オルドビス紀に赤道地帯であった。それ以来、この大陸のところどころを赤道帯がさまざまな方向に横切った。おそらくそのために、東部を除くと、連続的な地質構造が発達しなかったのだろう。

## パプアニューギニア(PNG)

PNGは、地殻境界に沿って配置された赤道域の今日的事例である。およそその中央線が"鳥の頭"から東南東へ向かって島を通過し、この島を、北半部の海洋地殻域と南半部のオーストラリア卓状地域に二分している。鮮新世の赤道が、この境界域を通過し、その後の隆起がPNGの"刺"とよばれる高地を形成した。

したがって、極移動-ジオイド造構モデルは、地球上の褶曲山脈群の位置、ならびに、地向斜/褶曲山脈の転換を論証するものと考えられる。これには、プレートテクトニクスの移動論はまったく関与しない!

地殻の引張性破断に関する上述の議論を支持する定量的解析は、筆者の著書原稿Geoid Tectonics(未公表)や、以下のNew Concepts in Global Tectonics誌の論文に掲載済みである。NCGT#17:応力状態、貯水池起源の地震、#24:極移動場での海洋環境、#40:極移動はどのようにして地球をかたちづくるか、#41:極移動の1事例、#49:極移動場でのジオイド応力、#50:地殻応力状態の解析、#51:地殻の変形と破断、#52:地向斜の形成と隆起。

Peter M. James  
Tasmania, Australia  
glopmaker75@hotmail.com

## 原著論文

## ARTICLES

 ロッカル海台 / モーリー海底峡谷の相互作用  
 ROCKALL PLATEAU/MAURY SEACHANNEL INTERACTION

N. Christian SMOOT

6460 Falling Water Lane, Hoschton, Georgia 30548 USA  
Christiansmoot532@gmail.com

(柴 正博 [訳])

要旨：ロッカル海台とモーリー海底峡谷は、対になった存在である。この対を作ったテクトニクスについてはまだ探究と討論をされているところで、多くの異なったシナリオが今でも提出されている。この地域はアイスランドと大ブリテン島の間であって、海底には多くの特徴的な海底地形が見いだせる(図1)。下層は大陸起源であるが、後の火山活動がその上を大きく変化させて覆っている。堆や斜面、崖や海底面のような地形は火山活動によって作られた。水の流れが地形に影響を与えている。北大西洋の深海底層水は一般にWSWに流れるが、フェロー-アイスランド海嶺によって妨害される。フェロー-アイスランド海嶺は、ロッカル海台を横切って南アイスランドから転換した活発な海底峡谷と連結し、アイスランドと西ヨーロッパ海盆の間にあるモーリー海底峡谷と連結している。

キーワード：Rockall Plateau, Maury Seachannel, Iceland Basin, topography, oceanography

## はじめに

Doggerland についての最近の「ナショナル・ジオグラフィック」の論文が、その地域に対しての興味をひき起こした。それらの地図はフェロー諸島の周りにとどまっていた。その地域の海底地形をチェックした後で、含まれていなかったもう1つの地形の高まりを発見した。さらなる点検で、ロッカルと呼ばれる小さい小島がまだ小島であったことが見いだされた。その小島が何の上に位置するのかが、この論文を執筆した理由である：

海膨と海台はいろいろな主要造構作用によって形成される(Mohriak et al., 2010)。大洋底のおよそ10%を占めるその大規模な火成岩体は、特に断裂帯の交差部では、過剰な火山活動量によって作られたのかもしれない(Smoot, 2005)。それらは以前にあった大陸地殻が隆起したものである可能性もある。それらは、より古い海洋地殻か大陸地殻の構造的頂部に、後から起こった火山活動でできたのかもしれない。あるいは、それらは海底拡大によって引き裂かれた大陸地殻である可能性もある。私はロッカル海台が停止して閉じた象徴的で古い拡大中心であったということを以前に読んだことがある。これはロッカル海台が大陸地殻を基盤としているという事実を考慮すると、とても斬新な考えである。

どんなものでも海膨と海台は大きい。ロッカル海台は長さ約540海里(1000km)で、幅は350海里(650km; 図2)である。海台は大ブリテン島の西でフェロー諸島の南にあり、そして北東大西洋海盆のアイスランドの南東にある。それは大西洋中央海嶺のレイキャネスセクションによって西を区切られ、その海嶺のもう1つのセクション、より具体的にはチャーリー-ギブス断裂帯に

よっての南を区切られているか、そこが境界になっている。ロッカル舟状海盆は海台をブリテン島から分離し、アイスランド海盆が西側にある。

海底峡谷は、二次的造構作用の結果である。それらはいろいろな方法によって形成される；たとえば、遠洋性堆積作用、大量の岩屑のような重力流、塩熱作用、造構作用である。水のようなものはどこでも、斜面方向へ流れ、抵抗が最も小さいところに沿って流れる。流れ出た水は同じく侵食テクトニクスの世界の中では主要な原因となる。

## 広域的地形学

この地域の海底地形はいくつかの情報源からの複合物で、米国海軍海洋学研究所で世界海底地形グループに



図1 北東大西洋海盆の位置図：1=レイキャネス海嶺、2=チャーリー-ギブス断裂帯、3=アイスランド海盆、4=ハットン堆、5=ロッカル海台、6=ロッカル舟状海盆、7=フェロー-アイスランド陸橋、8=イルミンガー海。

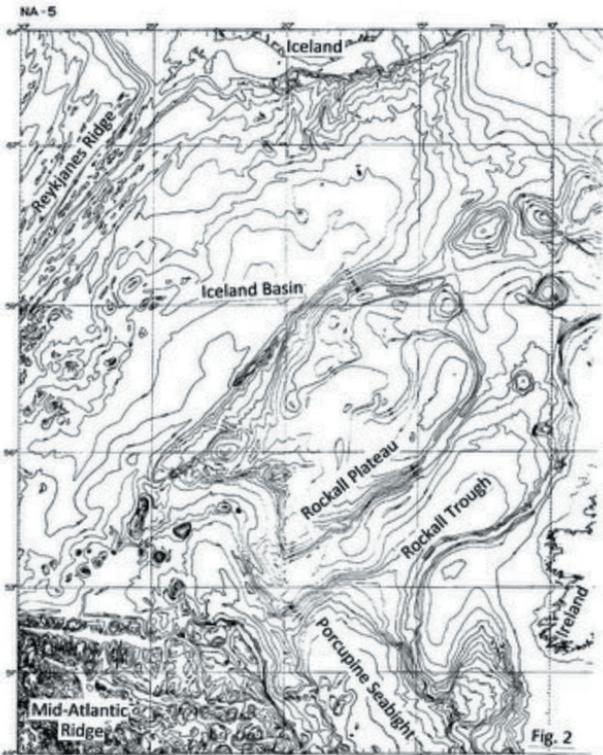


図2 ロッカー海台とその周辺の海底地形図 (等深線間隔 200 m). 編集: 米海軍海洋局世界海底地形グループ

よってすべてが編集された。音波速度断面は 1500m/sec で作成されているので、より新しいデータにはいくぶんの違いがある。しかし、おおまかな地形学の研究にとって、これらのデータは十分に適切であった。

ロッカー海台ではグラブ式採泥や掘削、海底地形、地震探査、採泥曳きなどによって数年の間に繰り返し採集の試みが行われたが、その多くはそれらの計画された目的において失敗し、いくつかはこれまでに成功した。アイスランド南東部と大ブリテン島から海台(ハットン堆とエドラス堆)の上で採集された岩石は、すべてが 17 億~18 億年前のオーダーであった (Morton et al., 2010 : 図3)。白亜紀後の火山活動には 55 ~ 57Ma の確定的年代が得られた (Sinton and Duncan, 1998)。この地域の堆積盆はハットン - ロッカー盆地と、ロッカー舟状海盆と Porcupine 海灣からなる。それらは古第三紀後であり、そしてすべてが大陸地殻の上に横たわる (Roberts, 1975)。そのために、海台自体は大陸起源であり、その後には火山活動を受けている。海台の以前の地理的位置は、もし実際にその位置が現在のものと異なっているのなら、未解明である。

ロッカー海台は、東のロッカー堆と西のハットン堆に分岐するように思われる。ハットン堆はここで重要である。長さ 500km と水深約 1000m の大規模地形は、南向きに流れる北大西洋底層水の滑らかな流動パターンを妨げるような形になっている。このどちらかと言うと散漫なイベントの結果として、水塊はフェロー - アイスランド海嶺の後ろでせき止められたようになるか、あるいは、障害的地形によって分岐する。

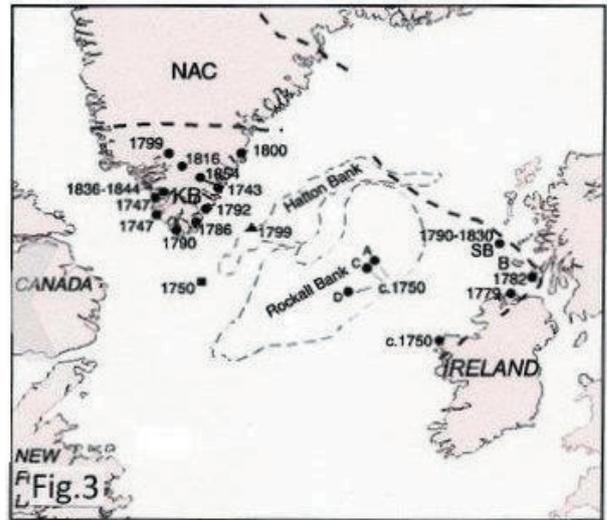


図3 北大西洋盆地の上に境界から集められた岩石試料年代。年代は百万年 (Ma)。それらは、いずれも基本的に同年代であり、大陸的構造に周囲をかこまれた Rockall 海台のある種の組み合わせ構造を示している (インターネットから)。

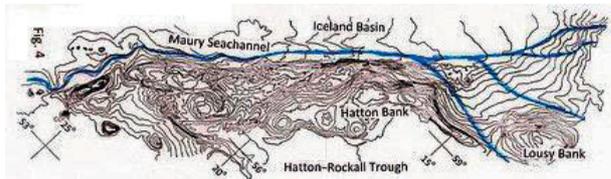


図4 ロッカー海台西側のハットン堆の海底地形図の拡大表示 (等深線間隔:100 m)。モーリ海底峡谷と2、3の支流を示している。流水の影響を受けている領域は、水塊運動の侵食効果のために非常に明瞭である。

3つの側面はいくぶん緩やかな斜面に囲まれていて、西側斜面は海底地形としては極めて急勾配である (図4)。これらの斜面は、100km で 2200m 低下する勾配をもつグレートメテオール複合堆の西斜面やコーナー海山の東斜面に類似する (Smoot, 1995 ; Bhat et al., 2010)。この不釣り合いには理由が存在するはずであり、実際に存在する。その明瞭な斜面地形は、海台斜面を下刻・浸食する底層流によって規制されている (Sayago-Gil et al., 2010)。

### 海洋学

アイスランド海盆まで北上する表層水はメキシコ湾流で、そしてそれはおよそ 1000 ~ 1500 m の深さから北東へ向かっている (Malmberg, 2004 ; 図5)。レイキャネス海嶺を横切って流れるラブラドルとイルミンガー海盆の海水は中層流をつくっている。底層水 (北大西洋深層水) はフェロー - シェットランドとフェロー堆からフェロー - アイスランド海嶺を横切ってロッカー海台の北にあふれてた水である。この水はアイスランド海盆をめぐり、レイキャネス海嶺を越えて西側のイルミンガー海に入る。

北からの深層水の流れは西側にあるロッカー堆の上を上昇させられ、ルーシー、ジョージブライトとハットン

堆の間に押し込まれる。こうして、他の水塊に比べて、流速がより大きくなる。その結果、700-1400 mの間と1800~2200 mの間に多くのモート(堀)ができる。およそ0.5 m/sの流速はこれらの海域の地形を変形させるのに十分である。このような堆積物が、アイスランドからすでに海底峡谷に流入しているとすれば、ロッキール海台の西側斜面を洗掘する力は巨大である。

その底層流はモーリー海底峡谷である。そしてそれは本質的にアイスランドの南東に始まり、そこでは溶氷水によって運ばれたタービダイトが大陸棚を削った大きな海底峡谷を形成する(図6)。これらの峡谷は沖合で合流して、60°Nにおいてモーリー海底峡谷の主部を形成する。図4に示されるように、もう1つの谷系が主要谷に流れ込む。そしてそれはフェロー-アイスランド海嶺の斜面とベアー島トラフの入口から、近隣の堆積物を供給したと考えられる(Loberg and Vorren. 2000)。それは、ちょうどスピッツベルゲン南部およびノルウェー海のタービダイト谷である。

モーリーは、西縁に堤防を伴った底平な海底谷である(Smoot, 1993)。チャーリー-ギブス海嶺に到達する以前に、海底峡谷にはいつものくぼみやねじれが存在する(Smoot and Sharman, 1985)。そこで峡谷は東へ急に屈曲したあとは、分散して西ヨーロッパ海底平原を形成する。この峡谷は海面から水深約4000 mに達し、堆積物を運搬するのに最適な勾配をもつ。

堆積物は、海台上のハットン堆の西側斜面全体に沿って運搬される。過傾斜化した斜面は、その長い寿命の間に多くのスランプと地すべりを経験し、そして水流が下刻し、それらの碎屑物を供給源から運搬する最も重要な役割をはたしている。実際に、南へ1300海里(2400 km)にある西ヨーロッパ海盆のサイト調査を行うと、アイスランドとロッキール海台の両方に類似した大陸性物質が発見されるだろう。

### 討 論

興味深いことに、ある人の見方にしたがえば、大西洋海洋盆は動きにおいて海洋底拡大の教科書通りの例である。チャーリー-ギブス断裂帯(図1)において顕著な東側へのオフセットをともなう大西洋中央海嶺の拡大中央が存在している。西からの何らかの圧力が必要で、それはレイキャネス海嶺であろう。西ヨーロッパの近くにはどこにも沈み込み帯はなく、過去180 Maあまりの期間にわたってこの圧力のすべてが、広域的地形に影響を与えてきたのだろう。逆に、この圧力はさらにそれからの北米を以前の地理的位置からさらに押すだろう。

多くの圧縮性の背斜構造がフェロー-ロッキール海台の西部と北部で識別されている(Boldrell and Andersen. 1998)。海台のこれらの部分は、暁新世における台地玄武岩の溢流の最終段階には海面上にあり、これらの地質

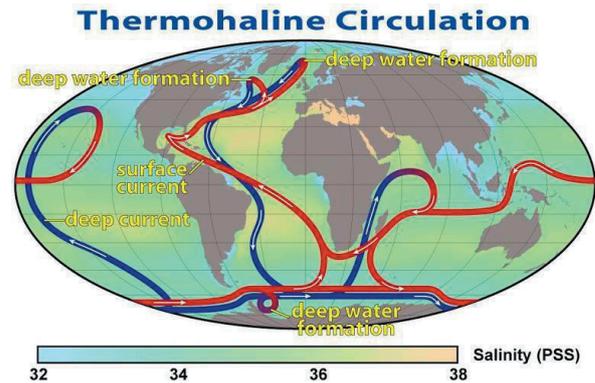


図5 世界の海流を示す熱塩循環図。凡例色は塩分濃度(‰)を示す。赤線はベンジャミン・フランクリンのメキシコ湾流のような、より暖かい表層流である。青線はもっと冷たい底層流である。(インターネットから)

構造はそこで形成された。3玄武岩溢流後の3回の圧縮時相が海台に影響を与えた。海台北部における圧縮性構造の大部分は、暁新世末期~始新世初期のNE-SW~ENE-WSW方向の応力にかかわって形成された。古地磁気異常パターンを合わせた生層序学的データ(Stokera et al., 2012)は、始新世中頃~後期にハットン隆起の上に東へ前進するくさび状堆積物が発達したことを示している。ハットン隆起は、海洋縁に沿う始新世中頃~後期の圧縮力によって、ある背斜の中に押し込まれた。これは、必然的に、過剰なスランプと地すべりをひきおこすことになった。底層流がこの碎屑物の下部を取り除くには、長時間を要したであろう。その結果、その末端部が平滑化されたに違いない。

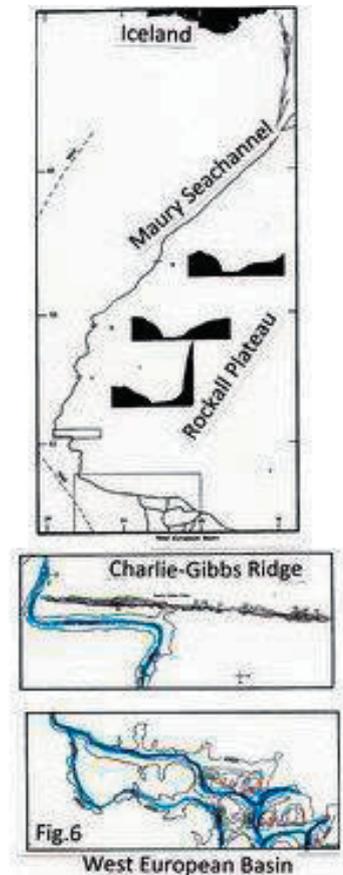


図6 アイスランドから西ヨーロッパ海盆までのモーリー海底峡谷の谷系図で、チャーリー-ギブス海嶺(中図)の周辺と盆地の消散パターン(下図)の拡大図が付されている(下図は、Smoot, 1993による)。

この圧縮段階は、漸新世~中新世を通してつづいた(Boldrell and Andersen, 1998)。私は、その圧縮が今日まで継続していると提案をする。この地域において拡大は起こっていないで、圧縮力は地球収縮に起因する可能性があり、それは地球(とくに外殻)の冷却に由来することが予想される。そうではなく、圧縮力はレイキャネ

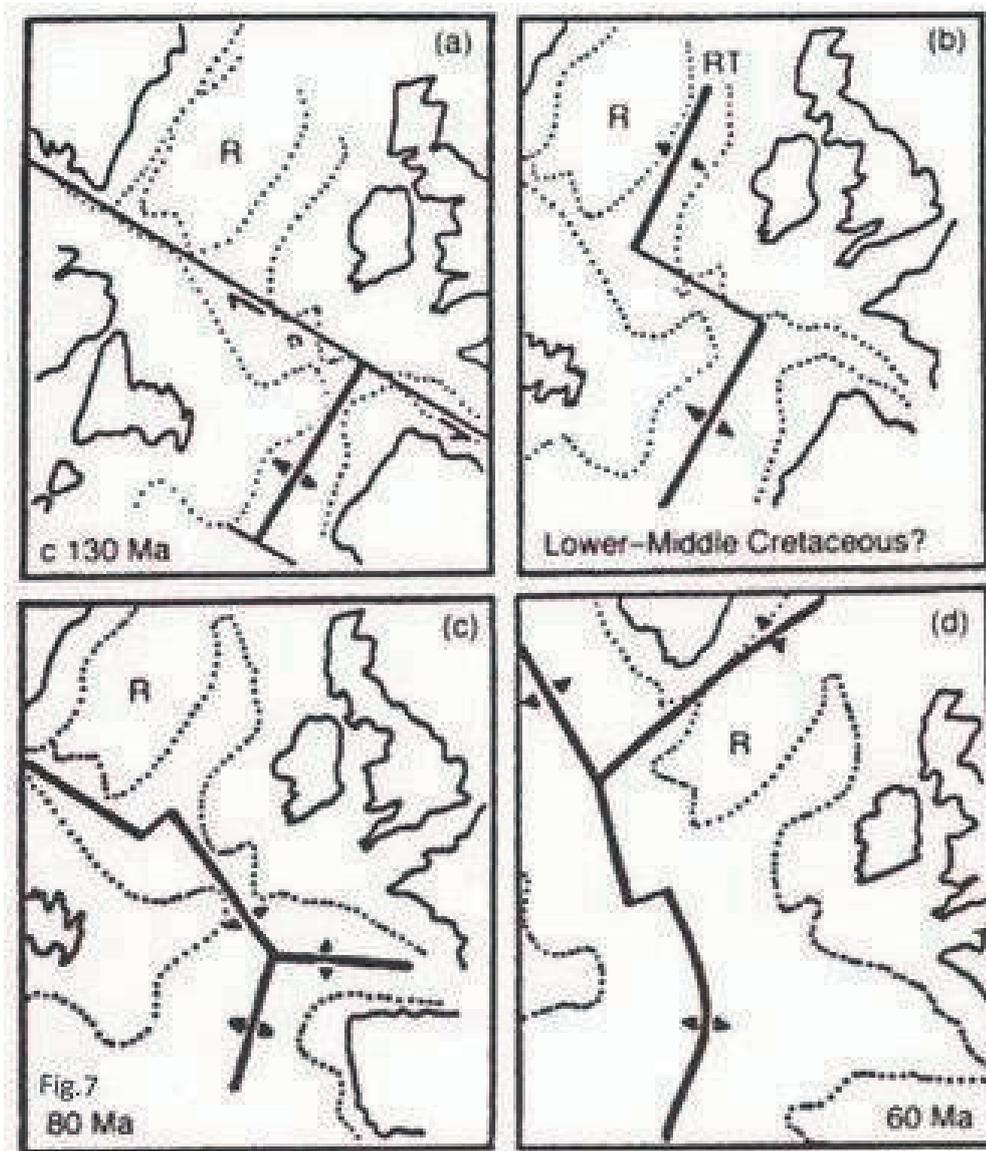


図7 過去 130 Ma 間における海底拡大事件を解釈した夢のシート (インターネットから)。これらの事件によってひきおこされるどんなことがらをもカバーするであろう間に合わせの「説明」であるということに、だれも気付かせてくれない。読者は真偽の程は分からないが、この図を得ることができる。私にとっては、何の意味もない。この領域におけるどこにも、昔の拡大軸のわずかな痕跡を示す海底地形の証拠はいささかも存在しない。

ス海嶺からの海底拡大によってもたらされているかもしれない。そして、その応力を軽減するために、沈み込み帯を持たないヨーロッパのような大きく動かない大陸を押ししているのかもしれない。Boldreel and Andersen は、後期の 2 つの変形時相は、局地的にいくぶん変化しながら北西ヨーロッパの広域応力系に関係すると信じている。

抵抗できない力が動かせない物体に遭遇すると、何かが起きる。頭部の凹地と急傾斜の側面からなるハットン堆北部の形状 (図 4) は、次のような地形制御の可能性を示唆する。すなわち、「ジェット気流」のような水流が NNE 方向から到来して、ハットン堆とルーシー堆の間を通り抜けている。より南方にある 2, 3 の段丘を除くと、これらの急傾斜した側面は海台の麓まで続いている。

そのために、フランクリン氏の流れの方向が正しいが、南アイスランドの大陸棚から流下する混濁流がモーリー海底峡谷に流入する時には、北大西洋深層水の流動の一部が遮断されるために分流して、その谷の中を SSW 方向

に進んで、チャーリー - ギブス海嶺のところで急に左に旋回する (Smoot and Sharman, 1985 ; Smoot, 1993)。

モーリー 海底峡谷はそれ自身、それほど古いものではないかもしれない。ロツカール海台の周りに想定される圧縮によって、西側斜面の地殻に沿って割れ目ができたかもしれない。明らかにこれはアイスランド沖の海底峡谷から来るもう 1 つの水流の通過ルートを確保するために必要とされたことがらである。そしてそれは始まった途端に、後には戻ることができなくなった。

### 結 論

海洋底の上に大きい火成岩体として定置して形成された可能性について、長年にわたる研究によって、多くのさまざまな解が提案されてきた。それはロツカール海台も例外ではない。しかし、チャーリー - ギブス断裂帯以北の北大西洋盆地に裂罅帯はなく (Smoot, 1989)、断裂帯の交点における過剰なマグマ漏れだした可能性は想定できない。ロツカール海台西端の砂岩から発見された 1.7

～1.8 Ga のジルコンの存在は、海台が古い大陸地殻でできていることを確信させるだろう。アイスランドから大ブリテン島までの地帯にわたって同様の岩石が分布していることは、これらの海底地形のがすべてが、かつては一体のものであったことを信じさせるだろう。火山性の皮殻を取り除けば、海台自身がジュラ紀～白亜紀に地表に露出していたとは考えられないことがわかるであろう。

この地域に関して、もう1つの可能性が存在する。それは、これらの地形はいずれも、今までに造構作用によってどこにも動いたことがないということである。グリーンランド - アイスランド - ノルウェー - 大ブリテン島ギャップを渡る陸橋を示す多くの論文 (たとえば、Canudo et al., 2009; Noonan and Chippendale, 2006) がほとんどどこにでも知られている。地球収縮は背斜/向斜として表示された地形の原因になりうる。もし膨張が原因であったなら、圧縮的地形は観察されないであろう。これは、それらのすべての中で最も単純な説明であり得る。我々は、プレートテクトニクス仮説に適合しない事象のすべてを説明するための場当たり委員会によって至る所に想定された海嶺ジャンプ (図7) を必要としない。それにもかかわらず、ミシシッピ川のように、モーリ海底峡谷は独自に存在するのである。

#### 文 献

- Bhat, M.I., Smoot, N.C. and Choi, D.R., 2011. Scientific logic behind surge tectonic hypothesis. *New Concepts in Global Tectonics Newsletter*, no. 58, p. 50-63.
- Boldreel, L.O. and Andersen, M.S., 1998. Tertiary compressional structures on the Faeroe-Rockall Plateau in relation to northeast Atlantic ridge-push and Alpine foreland stresses. *Tectonophysics*, v. 300, nos. 1-4, p. 13-28.
- Canudo, J.I., Barco, J.L., et al., 2009. What Iberian dinosaurs reveal about the land bridge said to exist between Gondwana and Laurasia in the Early Cretaceous. *Bulletin de la Societe Geologique de France*, v. 180, no. 1, p. 5-11.
- Due, L., van Aken, H.M., Boldreel, L.O. and Kuijpers, A., 2006. Seismic and oceanographic evidence of present-day bottom-water dynamics in the Lousy Bank—Hatton Bank area, NE Atlantic. *Deep-sea Research Part I-oceanographic Research Papers*, v. 53, no. 11, p. 1729-1741.
- Laborg, J.S. and Vorren, T.O., 2000. Flow behavior of the submarine glacial debris flows on the Bear Island Trough Mouth Fan, western Barents Sea. *Sedimentology*, v. 47, no. 6, p. 1105-1117.
- Malmberg, S.-A., 2004. The Iceland Basin: Topography and oceanographic features. *Marine Research Institute Report* 109, 43p.
- Martin, J.E., Case, J.A., Jagt, J.W.M., Schlup, A.S. and Mulder, E.A.W., 2005. A new European marsupial indicates a high-latitude trans-Atlantic dispersal route. *Journal of Mammalian Evolution*, v. 12, nos. 3 & 4, p. 495-511.
- Morton, A.C., Hitchen, K., Fanning, C.M., Yaxlet, G., Johnson, H. and Ritchie, J.D., 2010. Detrital zircon age constraints on the provenance of sandstones on Hatton Bank and Edoras Bank, NE Atlantic. *Journal of the Geological Society*, v. 166, no. 1, p. 137-146.
- Noonan, B.P. and Chippendale, P.T., 2006. Vicariant origin of Malagasy reptiles supports Late Cretaceous Antarctic land bridge. *The American Naturalist*, v. 168, no. 6, p. 730-741.
- Roberts, D.G., 1975. Marine Geology of the Rockall Plateau and Trough ([www.adsabs.harvard.edu/abs/1975SPTA.278.447R](http://www.adsabs.harvard.edu/abs/1975SPTA.278.447R))
- Sayago-Gil, M., Long, D., Hitchen, K., Diaz-del-Rio, Fernandez-Salas, L.M. and Duran-Munoz, P., 2010. Evidence for current-controlled morphology along the western slope of Hatton Bank (Rockall Plateau, NE Atlantic Ocean). *Geo- Marine Letters*, v. 30, no. 2, p. 99-111.
- Sinton, C.W. and Duncan, R.A., 1998. 32. 40Ar-39Ar ages for lavas from the southeast Greenland margin, ODP Leg 152, and the Rockall Plateau, DSDP Leg 81. In: A.D. Saunders, H.C. Larsen, and S.W. Wise Jr (eds.), *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, v. 152, p. 387-401.
- Smoot, N.C. and Sharman, G.F., 1985. Charlie-Gibbs: a fracture zone ridge, In: G.F. Sharman, III and J. Francheteau (eds.), *Oceanic Lithosphere. Tectonophysics*, v. 116, p. 137-142.
- Smoot, N.C., 1989. North Atlantic fracture-zone distribution and patterns shown by multibeam sonar. *Geology*, v. 17, p. 1119-1122.
- Smoot, N.C., 1993. Bathymetry: Collection, Processing, Interpretation. (Naval Oceanographic Office Training Manual, TM 03-93), 299p.
- Smoot, N.C., 1995. Mass wasting and subaerial weathering in guyot formation: the Hawaiian and Canary Ridges as examples. *Geomorphology*, v. 14, p. 29-41.
- Smoot, N.C., 2005. Seamount chains, fracture zones, and oceanic megatrends. *Bolletino della Societa Geologica Italiana, Special Issue: Earth Dynamics Beyond the Plate Paradigm*, v. 5, p. 25-52.
- Smoot, N.C. and Meyerhoff, A.A., 1995. Tectonic fabric of the North Atlantic Ocean floor: speculation vs. reality. *Journal of Petroleum Geology*, v. 18, no. 2, p. 207-222.
- Stokera, M.S., Kimbell, G.S., McInroya, D.B. and Morton, A.C., 2012. Eocene post-rift tectonostratigraphy of the Rockall Plateau, Atlantic margin of NW Britain: Linking early spreading tectonics and passive margin response. *Marine and Petroleum Geology*, v. 30, no. 1, p. 98-125.

## 54/56 年周期 : 巨大地震の世界的群発 54/56 YEAR CYCLE: WORLD MEGA QUAKE CLUSTERING

David McMinn

Independent cycle researcher McMinn56@yahoo.com  
Twin Palms, Blue Knob, NSW 2480, Australia

(矢野 孝雄 [訳])

要旨：9/56 年地震周期が、多くの地域・国で確立された。1900 年頃以降の世界的巨大地震については、54/56 年格子がより重要であることがみいだされた。この論文では、この概念を拡張して、過去 3 世紀にわたる巨大地震と 54/56 年格子の関わりが考察される。興味深いことに、大規模な地震はおよそ 50 年毎に群発してきた。これらの群発期からはずれるのは、1700 年頃以降でわずか 2 つの大地震にすぎない。1895 年以降でみると、17 個の巨大地震 ( $M \geq 8.6$ ) のすべてが 1/56 年周期の 1 つの枠内で発生していて、この発見はきわめて重要である。このような 54/56 年地震効果は、月 - 太陽潮汐によるひきがね作用によって発生していると仮説される。56 年周期と 9 の倍数に束ねられるすべての地震が、月 - 太陽に密接にかかっているのだろう。一等三角点の改測資料によるひずみの分析データは、環状配列を伴うそれぞれの単元における脈動を示している。

キーワード：54/56 year cycle, 9/56 year cycle, mega earthquake, clustering

### まえがき

9/56 年周期は、さまざま地域・国における地震の発生時期の基本になっている (McMinn, 2011a, 2011b および 2011c)。20 世紀における世界の巨大地震にみられる 54/56 年周期はこの命題の変形で、McMinn (2011b および 2012b) によって初めて確立された。この論文はこの概念を拡大し、過去 3 世紀にわたる世界の大規模地震との関係において 54/56 年格子を評価する。また、2004, 2005, 2010, 2011 および 2012 年に発生した最近の巨大地震をもたらした地震学における議論の多い話題についても検証する。

世界の大規模地震 ( $M \geq 8.6$ ) リストは、国立地球物理学データセンター (National Geophysical Data Center:NGDC) のデータベースにもとづいて、1700 年以降のものが編集された (付録 1 参照)。NGDC は、歴史地震をもっとも広汎に収集しているため、基本的情報源として選ばれた。残念ながら、時代を遡るにつれて、とくに推定マグニチュードに関して、すべてのカタログの信頼性が減少する。さらに、1890 年以前のアラスカ地域の地震に関する情報はほぼ完全に欠落していて、入手できるデータに大きな空白がある。これらの問題を解決することはほぼ不可能である。

大規模地震は、月 - 太陽潮汐効果によって引き金がひかれると仮説される。54/56 年周期は、月 - 太陽食周期に直接に関連している。54 年 (3 倍の Saros - 669 陰月) と 56 年 (692. 6 陰月) という鍵になる期間は、月、太陽、昇月点、および遠地点の間のさまざまな角度配置にもとづいている。56 年および 9 年の倍数年を基礎とした格子にプロットされるすべての地震が、月 - 太陽にかかわる共通性をもつだろう (McMinn, 2011a)。

54/56 年周期は、横軸に 54 年間隔 (サブサイクルと呼ぶ)

と縦軸に 56 年間隔 (系列と呼ぶ) をとった格子で構成される。世界の主要地震については、2 種類の 54/56 年格子が知られている。1 つは、末尾が偶数で終わるすべての年で示され (末尾偶数年の 54/56 年周期と呼ぶ)、もう 1 つは末尾が奇数で終わるすべての年で示される (末尾奇数年の 54/56 年周期と呼ぶ)。それぞれ、付録 2, および付録 3 を参照されたい。56 年系列は McMinn (付録 2, 2002) にしたがって番号がふられ、系列 01 は 1817 年, 1873 年, 1929 年, 1985 年からなり、系列 02 は 1818 年, 1874 年, 1930 年, 1986 年からなる、といった具合である。

同じ国 / 地域で 1 日あるいは 2 日のうちに起きた複数の地震は、単一の地震として処理された (たとえば、日本の 1707 年 10 月および 1854 年 12 月の地震、フィリピンの 1897 年 9 月の地震)。最適年はさまざまな表に適用され、通常は 11 月 25 日に終わる 12 ヶ月として扱われる。最適年は数世紀にわたって変化すると思われるが、これは実証の必要がある。

### 1895 年以後における末尾偶数年の 54/56 年周期

末尾が偶数の年に発生した大規模地震 ( $M \geq 8.3$ ) は、表 1 に示されるように、系列 42 と系列 20 の間で発生する傾向にある。末尾偶数年に発生した 10 個の巨大地震 ( $M \geq 8.6$ ) のすべてがこの配列に含まれる。

### 1895 年以後における奇数年の 54/56 年周期

約 6 個の巨大地震 ( $M \geq 8.6$ ) が末尾奇数年に発生し、それらのすべてが表 2 に含まれる。

### 2/56 年および 1/56 年周期

これまでに筆者の地震論文であつかったのは、縦軸に



**Table 5**  
**CLUSTERS OF WORLD MEGA QUAKE SINCE 1700**

Era	M	Major Quakes
1700-1716	≥ 8.6	1700, 1716, 1716
1730	8.7	Anomaly
1751-1761	≥ 8.5	1751, 1755, 1761
1812-1822	≥ 8.5	1812, 1812, 1812, 1818, 1819, 1822
1837	8.5	Anomaly
1855-1868	≥ 8.5	1855, 1861, 1868
1897-1914	≥ 8.6	1897, 1898, 1902, 1906, 1910, 1914
1950-1965	≥ 8.6	1950, 1952, 1957, 1960, 1964, 1965
2004-????	≥ 8.6	2004, 2005, 2010, 2011, 2012

Events denoted in red recorded M ≥ 8.7.  
Source of Raw Data: NGDC.

示す。ほとんどの地震は、4月25日に終わる3.1ヶ月に発生している。

NGDC データにもとづく、過去3世紀にわたって50年ごとに巨大地震が集中的に発生するという性癖がある(表5参照, 1730年および1837年は異例)。個々の集中はすくなくとも10年間は続き、最大では17年間になる。現在の集中は2004年後半にはじまり、巨大地震が2005年, 2010年, 2011年および2012年に続いている。歴史的傾向からみると、集中的地震災害が今後数年にわたって発生しやすい傾向にある。

これらの集中期間以外では、巨大地震はほとんど発生しない。とくに、1966~2000年には、1944年(M8.3)に唯一発生しただけである。加えて、NGDC データベースによれば、1740~1895年に発生したのは、2つの巨大地震(M≥8.6)だけであり、相対的な地震静穏期を反映している。これは、1700~1740年および1895~2012年に巨大地震がふつうに発生したのに比べると、異常にみえる。NGDC 地震データによると、16および17世紀におけるM≥8.5地震の発生は、1513, 1555, 1575, 1586, 1604, 1609, 1619, 1668 および 1687年に限られている。この一連の地震は、巨大地震の集中的発生を支持しない。

### 議論と結論

大規模被害をもたらした古い地震の推定マグニチュードは、出典によってかなり異なる。単なる推測であったり、記録ごとに異なることが頻繁にある。たとえば、Fujita は日本で1933年3月2日に発生した地震をM8.6と評価したが、そのため、1897~1914年および1950~1965年の地震集中期間の間に異様な巨大地震が単独で発生したことになる(表3)。対照的に、NGDCはこの地震をM8.4としていて、巨大地震とはみなされない。Wikipedia は1833年のスマトラ地震をM9.0と記述しているが、NGDCはM8.3とみている。1812~1822年と1855~1965年に強い地震集中期が知られている。マグニチュードの不一致の事例は、他にもたくさんある。地震集中に関する筆者の発見には本質的欠点があることは明らかであり、それはNGDC データベースの正確さと網羅性に大きく依存している。

これらの周期性の原因は何であろうか? 月-太陽潮汐の調和(共鳴)が、大規模地震の引き金であると仮説

される。56年と9の倍数年の格子において集中がみられる地震は、月-太陽に密接な関係性をもつ(McMinn, 2011a)。54/56年格子は月-太陽食周期と直接に結びついていて、それらの間隔は54年 Triple Saros と56年食周期にもとづいている(付録6参照)。669朔望月(1 Triple Saros)ごとに、月と太陽の相対角、昇月点、および遠地点は著しい接近をくりかえす。692.5朔望月(1回の56.0年周期)ごとに、太陽は角度円の反対側に180°を隔てて月と同じ角度の上昇点に位置する。月および太陽に対する遠地点の相対角、ならびに上昇点も、60°の倍数で変化する。1.90年の Half Octon において、太陽は、角度円の反対側に180°を隔てて昇月点に対して同じ角度にある。遠地点は、角度円の反対側に180°を隔てた太陽に対して、月と同じ角度にある。

56年ごとに同じ日に、昇月点は、18.6年の月の nutation 周期と太陽年との密接な配置を反映するたいへん類似した食の位置に達する。したがって、おなじ56年系列にならぶ地震は、例外なく食周期の狭い領域に配置される上昇点をもつだろう。

18.03年 Saros 周期は、6,585.32日で月-太陽の角度配置、上昇点および遠地点を同じくする。この期間における32日は、地球が1日に1/3だけ余分に自転することを意味し、地表からみると、その配置は経度で約120°後戻りすることになる。3Saros 周期後には、同様な角配列が地表のほぼ同じ経度で発生する。これが、地表のある特定の場所でどのようにして月と太陽の日周期に変換されるかは未解明である。

Lunisolar Cycle	Half Octon x 10		Metonic
Lunar Months	23.5 x 10	=	235
Solar Years	1.9 x 10	=	19.0

1.90年 Half Octon が整数になることはなく、したがって太陽年にはならない。Half Octon の10倍は19.0年、すなわち1Metonic 周期になり、この周期で月と太陽は、春分点に同じ角度をなす位置で同じ月相をくりかえす。これが月-太陽周期や大規模地震の発生時にどのように影響するかも、未解明の問題である。

54/56および2/56年地震格子において、鍵になる食周期は56年周期、Triple Saros および Half Octon であり、それらは次のような関係にある。

Lunisolar Cycle	Triple Saros		Half Octon		56 YC
Lunar Months	669	+	23.5	=	692.5
Solar Years	54.1	+	1.9	=	56.0

9/56年周期の格子構造は再配置すると、多数の加工的パターンをもたらす。そのようなさまざまなサブサイクルは金融にもみられ、20年, 38年, 47年, 65年などの幅広い周期性をもたらす。それらは、月-太陽周期と直接にむすびついている(McMinn, 2004)。この論文では、表3に示す2/56年格子は表1および表2の54/56年格子から導かれたものである。さらに、9-45/56年格子は、20世紀における世界中の巨大地震を説明するこ

とができる (McMinn, 2011b, 2012b). このパターンは横軸では 9, 45, 9, 45, 9..... 年をくりかえし, 縦軸は 56 年である (付録 5 参照). この格子レイアウトには, 1895 年以降に発生した 7 個の M $\geq$ 8.8 地震のすべてと, 17 個の M $\geq$ 8.6 地震のうち 14 個が含まれる. 重要なことに, 2/54 年, 9-45/56 年および 54/56 年周期は, 共通する 56 年系列を含んでいるが, 横軸の間隔は異なっている.

NDGC リストにもとづく, 最近数世紀における巨大地震の集中が確認される. その効果は, およそ 50 年ごとの地震群—1700 ~ 1716 年, 1751-1761 年, 1812 ~ 1822 年, 1851 ~ 1868 年, 1897-1914 年, 1950 ~ 1965 年, および, 2004 ~ ??? 年—to 一貫して認められる. この概念はおおむねうまく適合していて, これらの集中期以外に発生したのは 1730 年と 1832 年の異常な 2 つの地震だけである. 最近の 3 回の集中は, 1/56 年格子の同じセルで発生し, 1895 年以降の 17 個の M $\geq$ 8.6 地震のすべてが系列 21 と系列 42 の間でおきている. それは, 付録 4 (信頼度 p<.001) に示される 1/56 年格子の 53% を示す. 1895 年以前の巨大地震は, 理由はともかく, 系列 52 に集中する.

巨大地震の集中発生がほんとうの現象なのか, それとも単なる偶然であるのか, という問題については多くの議論がされてきた (Kerr, 2011). Shearer and Stark (2012) によれば, 「チリで発生した大規模地震と日本における大規模地震を結びつけるもっともらしい物理的メカニズムがないので, それらは真にランダムな事象である可能性がもっとも大きい」という. Stark には, 月 - 太陽潮汐による引き金仮説が精密に説明しうることが, 認知されていないようである. もしこの仮定が有効であるとする, それは, 巨大地震がいかにして時間的相関性を示すかを説明するだろう. 望むらくは, 筆者の 9/56 年および 54/56 年周期がこの重要な研究分野のなかでより広く研究されるようになってほしいものである. それは, 地震研究の新しい分野であり, 未発見の事象を推測するものである.

**謝辞** 筆者は, この論文の出版にこぎつけられた編集長 Dong Choi と査読者たちにお礼を申し上げる. いつもながら, たいへん感謝している.

文 献

Fujita, K., Magnitudes of the Largest Events of the 20th Century. [www.msu.edu/~fujita/earthquake/bigquake.html](http://www.msu.edu/~fujita/earthquake/bigquake.html)  
 Kerr, R A., More mega quakes on the way? That depends on your statistics. [www.sciencemag.org/content/332/6028/411.summary](http://www.sciencemag.org/content/332/6028/411.summary)  
 McMinn, D., 2004. Market Timing by the Moon and the Sun. Twin Palms Publishing. 153p. McMinn, D., 2011a. 9/56 Year Cycle: Californian Earthquakes. New Concepts In Global Tectonics Newsletter, no. 58, p. 33-44.  
 McMinn, D., 2011b. 9/56 Year Cycle: Record Earthquakes.

New Concepts In Global Tectonics Newsletter. no 59, p. 88-104.  
 McMinn, D., 2011c. 9/56 Year Cycle: Earthquakes in Selected Countries. New Concepts in Global Tectonics Newsletter, no. 60, p. 9-37.  
 McMinn, D., 2012a. 9/56 Year Cycle: Earthquakes in Peru, The Philippines and Selected US States. New Concepts in Global Tectonics Newsletter, no 62, p. 23-30.  
 McMinn, D. 2012b. Financial Cycles: A Key to Deciphering Seismic Cycles. New Concepts in Global Tectonics Newsletter, no. 63, p. 15-36.  
 National Geophysical Data Center. Significant Earthquake Database. [www.ngdc.noaa.gov/hazard/earthqk.sht](http://www.ngdc.noaa.gov/hazard/earthqk.sht) ml  
 Shearer, P. and Stark, P., 2012. Global Risk of Big Earthquakes Has Not Recently Increased. Proceedings of the National Academy of Sciences, v. 169, no 3, p. 717-721. January 17.

Appendix 1 MAJOR WORLD EARTHQUAKES 1700-2012 M $\geq$ 8.3 National Geophysical Data Center				
YYYY	MM	DD	Location	M
1700	1	26	CASCADIA	9.0
1707	10	28	JAPAN: ENSHUNADA	8.4
1707	10	28	JAPAN: NANKAIDO	8.4
1716	2	6	PERU: PUEBLO DE TORATA IN TACNA	8.8
1716	2	11	PERU	8.6
1730	7	8	CHILE: VALPARAISO	8.7
1751	5	25	CHILE: CONCEPCION	8.5
1755	11	01	PORTUGAL: LISBON	8.7
1761	3	30	PORTUGAL: LISBON	8.5
1787	3	28	MEXICO: SAN MARCOS, OAXACA	8.3
1792	8	22	RUSSIA: NEAR KAMCHATKA	8.4
1793	2	17	JAPAN: SANRIKU, RIKUZEN, RIKUCHU	8.3
1797	2	4	ECUADOR: RIOBAMBA	8.3
1811	12	16	ARKANSAS: NORTHEAST	8.5
1812	1	23	MISSOURI: NEW MADRID	8.4
1812	2	7	MISSOURI: NEW MADRID	8.8
1818	11	8	INDONESIA: SUMBAWA ISLAND: BIMA	8.5
1819	4	12	CHILE: COPIAPO	8.5
1822	11	20	CHILE: VALPARAISO	8.5
1828	3	30	PERU: LIMA, CALLAO	8.3
1833	11	24	INDONESIA: SUMATRA: BENGKULU	8.3
1837	11	7	CHILE: VALDIVIA	8.5
1841	5	17	RUSSIA: OFF KAMCHATKA	8.4
1843	2	8	GUADELOUPE: POINTE-A-PITRE	8.3
1843	4	25	JAPAN: HOKKAIDO: YEZO, KUSHIRO, NEMURO	8.4
1852	11	25	INDONESIA: MALUKU: BANDANAIRA	8.3
1854	12	23	JAPAN: ENSHUNADA SEA	8.3
1854	12	24	JAPAN: NANKAIDO	8.4
1855	7	25	SWITZERLAND: HAUT-VALAIS	8.5
1857	1	9	CALIFORNIA: FORT TEJON	8.3
1861	2	16	INDONESIA: LAGUNDI, SIMUK, TELLO	8.5
1868	8	13	CHILE: ARICA	8.5
1877	5	10	CHILE: OFF NORTH COAST	8.3
1882	9	7	PANAMA: SAN BLAS ARCHIPELAGO	8.3
1889	7	11	KAZAKHSTAN: CILIK, ALMA-ATA	8.3
1891	10	27	JAPAN: MINO-OWARI	8.4
1896	6	15	JAPAN: SANRIKU	8.3
1897	2	7	JAPAN	8.3
1897	9	20	PHILIPPINES: NW MINDANAO: DAPITAN	8.6
1897	9	21	PHILIPPINES: MINDANAO, ZAMBOANGA	8.7
1898	6	5	JAPAN: OFF EAST COAST HONSHU	8.7
1899	1	24	MEXICO: GUERRERO-OAXACA	8.4
1900	10	9	ALASKA: KODIAK ISLAND	8.3
1900	10	29	VENEZUELA: MACUTO	8.4
1901	8	9	NEW CALEDONIA: LOYALTY ISLANDS	8.4
1902	8	22	CHINA: XINJIANG, TURKESTAN	8.6
1903	6	2	ALASKA: SOUTHWEST	8.3
1904	6	25	RUSSIA: OFF KAMCHATKA	8.3
1904	8	27	ALASKA: RAMPART	8.3
1904	12	20	COSTA RICA	8.3
1905	1	22	INDONESIA: MINAHASSA PENINSULA	8.4
1905	7	9	MONGOLIA	8.4
1905	7	23	MONGOLIA	8.4
1906	1	21	JAPAN: NEAR S COAST HONSHU	8.4
1906	1	31	ECUADOR: OFF COAST	8.8
1906	12	22	CHINA: XINJIANG PROVINCE	8.3
1907	4	15	MEXICO: GUERRERO	8.3
1910	6	16	VANUATU ISLANDS	8.6
1914	11	24	JAPAN: VOLCANO ISLANDS	8.7
1917	6	26	SAMOA ISLANDS	8.3
1918	8	15	PHILIPPINES: MINDANAO: COTABATO	8.3
1918	9	7	RUSSIA: KURIL ISLANDS	8.3
1919	1	1	FIJI ISLANDS	8.3
1919	4	30	TONGA ISLANDS	8.3
1922	11	11	CHILE: ATACAMA	8.5
1923	2	3	RUSSIA: KAMCHATKA	8.3
1924	4	14	PHILIPPINES: E MINDANAO: MATI, SURIGA	8.3
1933	3	2	JAPAN: SANRIKU	8.4
1938	2	1	INDONESIA: NEW GUINEA	8.5
1939	1	25	CHILE: CHILLAN	8.3
1941	11	25	ATLANTIC OCEAN: NORTHERN	8.3
1948	1	24	PHILIPPINES: PANAY, ILOILO CITY, ANTIQUE	8.3
1950	8	15	INDIA-CHINA	8.6
1952	11	4	RUSSIA: KAMCHATKA PENINSULA	9.0
1957	3	9	ALASKA	8.6
1958	7	10	ALASKA: LITUYA BAY	8.3
1958	11	6	RUSSIA: KURIL ISLANDS: S	8.3





は、ふつう、大洋の波浪の反作用として現れる非線形の交互作用で発生する。この考えは Longuet-Higgins (1950) が最初に指摘し、それから Tanimoto (2006) と Webb (2007) が発展させたものである。この新しい仮説から、2 次の脈動は、海岸近くの浅い海で発生することが推定でき、実際に、多くの報告がある (Haubrich and McCamy, 1969 ; Bromirski and Duennebieber, 2002 ; Rhie and Romanowicz, 2006 ; Tanimoto, 2007 ; Gertsoft and Tanimoto, 2007)。

1 次の脈動の典型的な周期は 5 ~ 20 秒だが、その場合の基本的なモードはラブ波とレイレイ波である；しかし、短時間では、表面波の複雑な合成波、つまり、より高モードの表面波や実体波 (Bonnetfoy and Claudet et al., 2006) になることもある。小さい相速度は表面波の特徴でもある (Koper et al., 2010)。

筆者らの脈動と変角振動波の波群との観測によって、二次の脈動は「応力波」(Kalenda et al, 2010), または「変角振動波」あるいは「構造波」(Khalilov, 2009) などのどれかが原因となって発生する、という二者択一的な仮説をたてた。これは、「地球のうなり (hum)」とは少し違って、2 ~ 8 分の周期 (Nishida et al., 2000 ; Tanimoto, 2001) が卓越しているといえる。また、それは、共鳴振動とは別の地球の捻じれによって生み出され (Rhie and Romanowicz, 2004), 固体地球と宇宙との偶力 (Nishida et al., 2000 ; Tanimoto, 2001 ; Rhie and Romanowicz, 2004) および浅水域で発生する脈動と同じメカニズムで増幅されたものである。筆者らはここで、大地震に伴って発生するスロースリップ変動波を提案する。この波は、遠く離れた地域の発震機構と関連をもち、スロー地震あるいはサイレント地震の後で発生するもので、Rhie and Romanowicz (2004) によって発見された。

## 2. マシーフノイズと変形ノイズの傾動

「ノイズ」とその傾動は、2007 年の 2 月からボヘミアで、最新式の縦型静電気振り子 (Kalenda et al., 2009) によって観測されてきた。地域特性と振り子の長さによって、測定精度は 10 ~ 100n ラジアンである。電磁波反

射装置 (window) の 3 分間と 30 分間の平均的な観測精度は 1 ~ 10n ラジアンである。傾動以外は、NS 方向と EW 方向のそれぞれの「ノイズ」パラメーターが測定された。これらのパラメーターは、中央を取り巻く部分における傾動の変化、と定義され、2 つの方向のそれぞれで、電磁波反射装置で 3 分間と 30 分間の 2 回ずつ測られた (Neumann and Kalenda, 2010)。こうしたノイズ (訳者注；マシーフノイズ) は、弾性限界を超えた応力の作用で、岩塊が弾性変形したり、非線形の変形をしたりした時に発生する。それらの線形、非線形の変形時における例は図 1 に示した。振り子の P1 は鉱山の地下 1m にある坑道、P7 は地下 96m にある坑道に、それぞれ取り付けられた。P1 のデータは毎日、熱弾性波 (thermoelastic wave) として日中に観察された (Hvozدارa et al., 1988)。より大きな応力は、その日の午後に観察されたが、外力が加わった場合、その時の変形はとり除くことができない。

筆者らは、2011 年末から振り子の装置を使って、ノイズパラメーターの測定を始めた。ノイズの傾動は、振り子の装置で地表あるいは浅層部における日中に得られた値を測った (Neumann, 2007)。深部に設置された振り子の装置では、ほとんどが傾動とノイズの両方とも 1 年の周期を示したが、その極大値は冬季に現れた (Kalenda ほか, 2009)。この値は、ウィーンの聖パウダの回廊とスロバキアの変角振動波の速度 (deformation velocity) あるいは変角振動波のノイズ (deformation noise)、ボリス盆地に掘られた掘削孔に設置された歪み計の水平成分 (Stejskal et al., 2007 ; Brimich ほか, 2006) などの測定結果とよく対応する。また、この地下の歪み計は、地下の水位レベルや活断層の変位量 (Bruestensky et al., 2010) なども明らかにしつつ (図 2)、地下数百メートルという深い所の 1 年周期をもつ熱弾性波も発見した (Hvozدارa et al., 1988)。

1 年の周期より短い間隔を示す高ノイズ異常が、おそらく、図 3 に細いピークで示されているレイレイ波とラブ波、つまり地震波と関係しているのである。一方、異常ノイズが現れる時間帯は、大地震のおよそ 2 日後、あるいは、数日から数週間後のことである (図 3 参照)。ノイズのピークのいくつかは、震源域の断層に沿う動きと

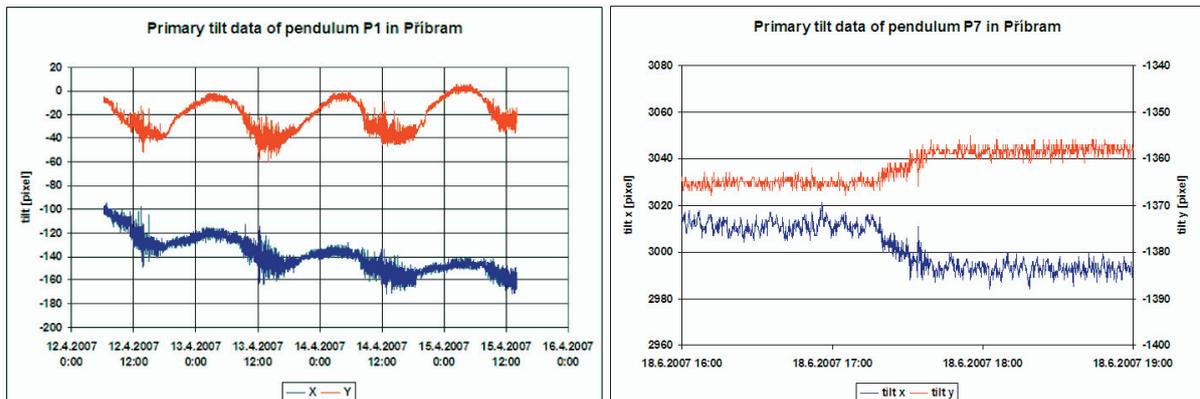


図 1 プリブラム (Příbram) の Prokop 坑道における振り子 P1 と振り子 P7 の傾動。青い横線は X 方向 (カメラと直交する方向) の傾きで、赤い横線は Y 方向 (カメラと平行で、壁とは直交する方向) の傾動。

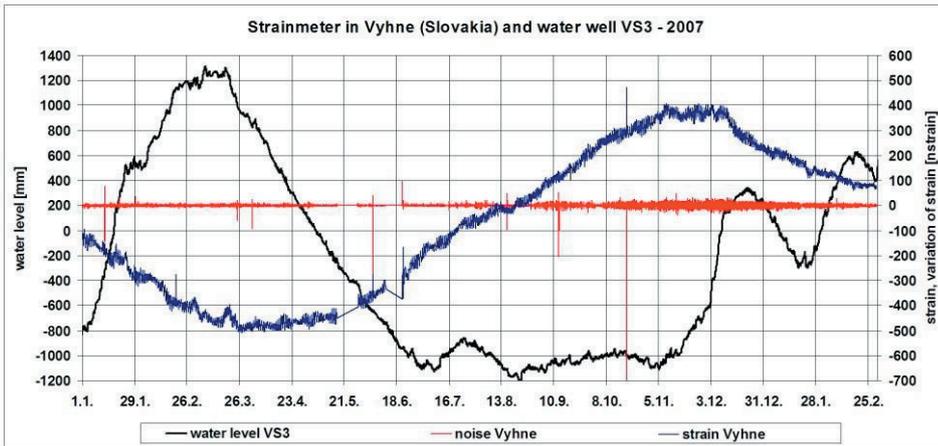


図2 2007年における、ボヘミアのポリス盆地にあるVS3孔井の地下水位(Stejskal et al., 2007 参照)と、スロバキアのVyhneにある歪み計(Brimichの私信)の記録。黒色;VS3の地下水位記録(左の欄)。青色;ひずみ計の記録。赤色;サンプル間のズレから求めた歪みのノイズ。

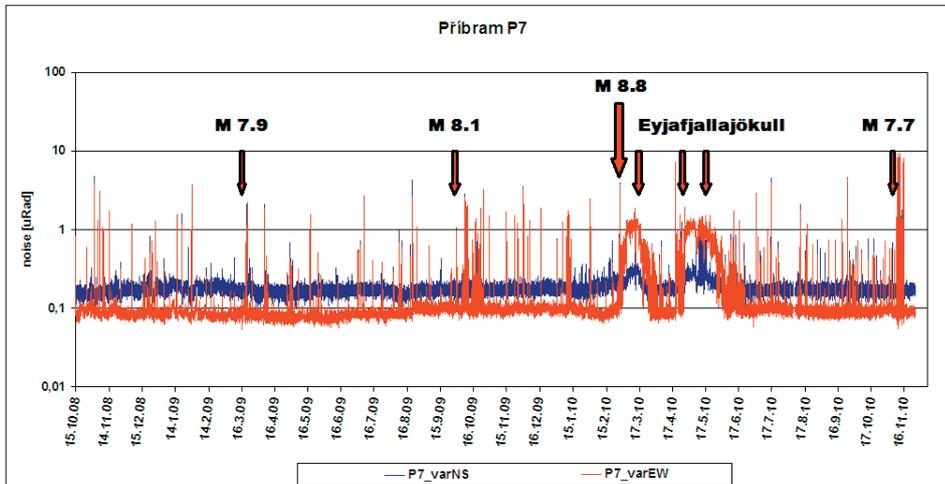


図3 Příbramに設置されたP7振り子のノイズの変化。青色;南北方向のノイズ, 赤色;東西方向のノイズ。ノイズは、30分間(長時間の電子窓; window)での傾動の変化で測った。矢印は、変角振動波(deformation wave)から読み取ったM7.5以上の大地震。Eyjafjallajökullという記号は、アイスランドのEyjafjallajökull火山の異常な活動。

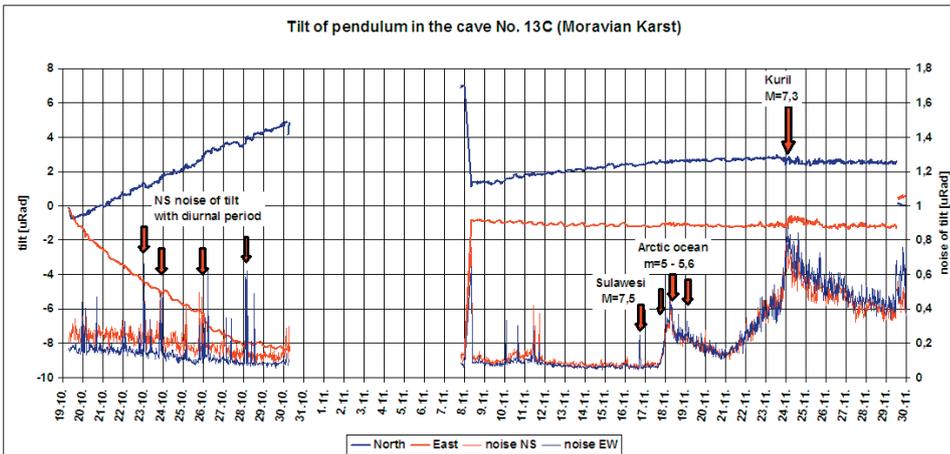


図4 Moravianカルストの13C洞窟に設置された振り子の傾動とノイズ。この装置は南北方向の活断層上に取り付けられていて、南北方向の応力変化にはきわめて敏感に反応する(Kalenda et al., 2009)。青色;南北方向の傾動(ノイズ), 赤色;東西方向の傾動(ノイズ)。傾動は、30分間の電子窓(window)で測られた180の記録を平均化したデータ。ノイズは、同じ30分間の電子窓で測られた傾動のデータの変化を抽出したもの。左側のノイズのピークを示した矢印は、日中の熱弾性波から発生したものである。右側の矢印は、スラウェシ、北極海、千島列島(M7.3)などの地震を示したものの。

直接的な関係をもっている(図4)。

インドネシアで発生した大地震のうちで、最も異常な活動が著しかったことを示したのは全て、Ida 鉱山で観測された前の年の振り子の記録だった(図5)。問題の振り子は地下200mの深さに設置されたもので、北西-南東方向のPorici断層がそのすぐ近くにあった。ちなみに、その断層の延長にインドネシアがある(Vyskocil, 1988)。この断層の活動度は、Ida 鉱山に観測点が設けられた、過去30年間に50~70cm(訳者注;1000年

に20m前後のA級あるいはAA級の活断層)である。これくらいの活動度であれば、小地震や群発性の地震を発生させられる(Maleket al., 2008)。

### 3. 限られた時間内における脈動と変角振動波のノイズ(deformation noise)との対照

振り子による平均的な日中の変角振動波のノイズと、二次の(secondary)脈動(以下、脈動)との比較対象は重要なので述べておく。地震計は、チェコ共和国の北モラ

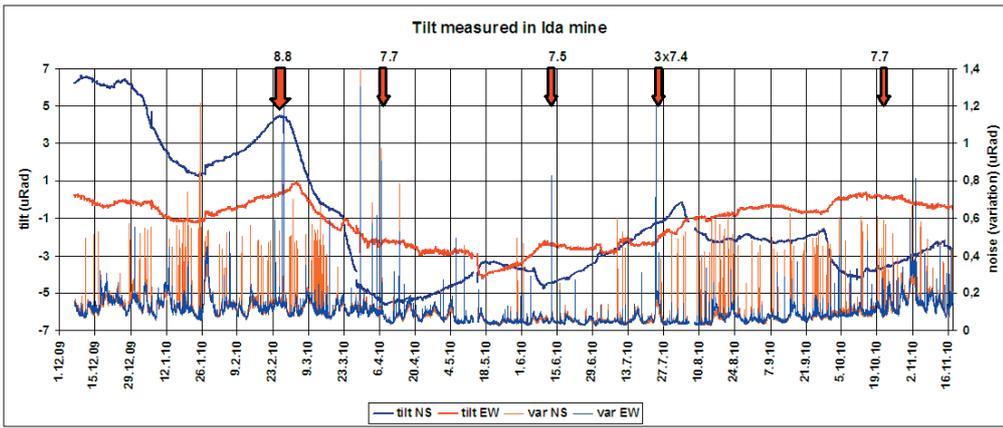


図5 Ida 鉱山の振り子による傾動とノイズ。振り子は北西-南東方向の活断層の上に設置され、インドネシア、トンガ、チリなどの地震の感度が良い。青色;南北方向の傾き(ノイズ)、赤色;東西方向の傾き(ノイズ)。傾きは、30分間の電子窓による観測値(180)の平均値で表してある。ノイズは、同じ30分間の電子窓で観測した傾動の変化から読み取った。矢印は、「インドネシアの方向」からの Maule と 2010 年のチリ (M8.8) との地震のピークを示す。これら多くのピークが現れる前に、振り子は南へ傾いている。

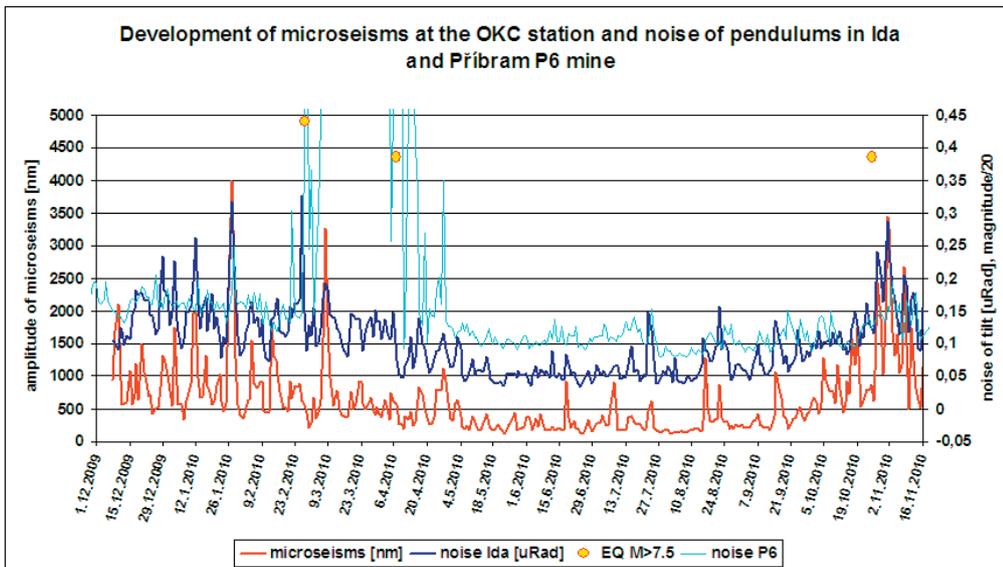


図6 OKC 地震観測点における微小地震(赤)、Ida 鉱山(紺)および Příbram の P6(水色)における変角振動波の変形ノイズ。○印は M>7.5 の地震を示す。変形ノイズは 30 分間の電子窓における傾動量の変化として計算される。P6 観測点における 2010 年 2 月末～4 月はじめの変形ノイズは、グラフ上で 0.45  $\mu$  Rad を超える。

ヴィア地区(緯度 49.8353°N, 経度 18.1423°E)に設置されている。この観測所で取られた脈動は 3 軸広域サイズモグラフ(GURALPCMG-3ESP)(30 秒用)を内蔵する SeisComP データ取得装置で、20 サイクルの周期をつかって記録された。地震記録は、1 時間電子窓を用いて、23.00 ~ 24.00 中央ヨーロッパ時間(CET)内に得られた二次の脈動の最大値を求めるように解析されたものである(図6)。

全観測期間中に得られた、OKC 観測点での脈動と Ida 鉱山での振り子の変形ノイズの変動パターンは、 $r=0.79$  のときに計算される両地点(OKC と Ida)間で得られた係数の変化の傾向ときわめて良く対応している。それにも関わらず、OKC と Příbram の P6 の両地点間においては、2010 年 2 月 25 日のチリ地震(M8.8)と 2010 年 10 月 25 日の Mentawai 地震(M7.7)との後は、まったく相関性が認められない(図6)。つまり、チリ地震後の P6 の振り子の値は、Ida 鉱山の振り子と OKC の脈動の 7 倍になっている。その一方で、Mentawai 地震の後においては、Příbram の P6 の振り子の値が低くなっているにも関わらず、OKC の脈動と P6 の振り子のそれはまったく逆になっている。

筆者らは、2007 ~ 2010 年の間、全ヨーロッパの振り

子と、OKC の地震観測点における異常な脈動とで認められる異常な時間差とによって、ノイズ期間を見分けられた。そのなかでも興味深いのは、ノイズ異常の高い時期が、サモアの M8.1 地震、チリの M8.8 地震、Mentawai の M7.7 地震などの巨大地震の後で、一定期間をおいて現れることである(図7と表1)。

### 3.1 Mentawai 地震に関係する傾動、ノイズおよび脈動の発達

2010 年 10 月 25 日の Mentawai 地震(M7.7)の前に発生した傾動異常は、中部ヨーロッパで観測された(図8)。この異常は 2010 年 4 月 6 日の北スマトラ地震(M7.7)に先立つ別の異常に匹敵するが、2010 年 2 月 27 日の Chile 地震(M8.8)の前の異常よりは小さかった。Ida 鉱山におけるマシーフの突然の傾動によって 2010 年 9 月 27 日にはじまる応力異常は南および東向きであり、経験的には南東からの増大する応力に対応するものである(Kalenda and Neumann, 2010)。この応力異常(図8-A)は、2010 年 10 月 13 日(M>6.5 と予想)および 10 月 20 日(M>6.3 と予想)に MDCB によって確認され(Wang, 2005)、また、カリフォルニアの Quake Finder によっても確認された(Bleier, 2010)。図8からは、震源域での応力がその地域の強度限界に近づきつつ

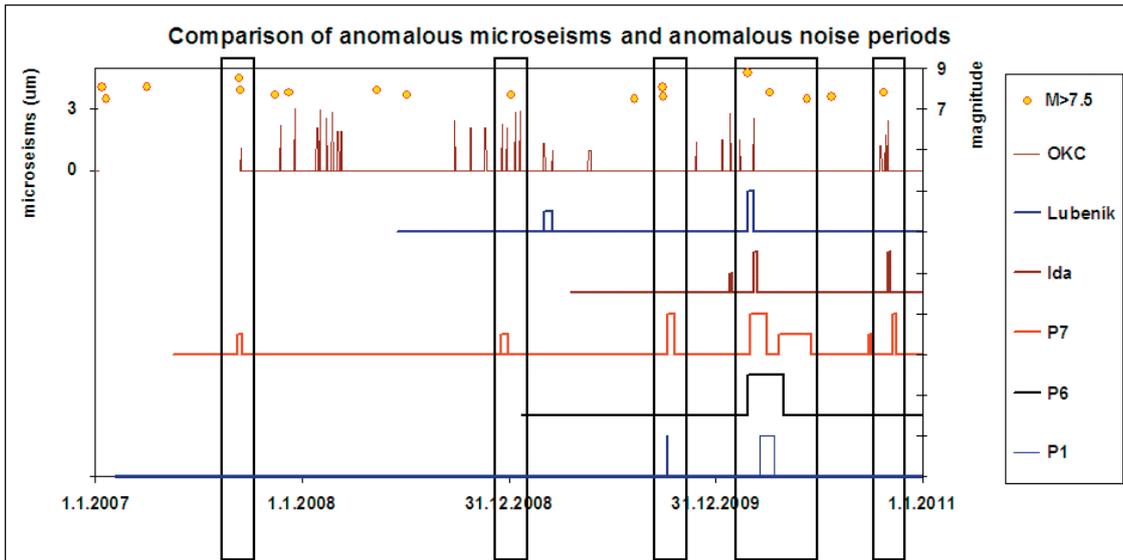


図7 OKC 地震観測点における異常なタイムインターバルと、Lubenik 鉱山, Ida 鉱山, Příbram の P7・P6・P1 観測点における変角振動波のノイズの異常なタイムインターバル。

表 1 2008 年 1 月 1 日 ~ 2010 年 12 月 31 日に発生した M7.5 以上の大地震 (EMSC-CSEM 2010).

Time	Latitude	Long.	Depth	Mw	
2008-05-12 06:28:00.6	31.11 N	103.32 E	10	7.9	EASTERN SICHUAN, CHINA
2008-07-05 02:12:04.3	53.94 N	152.90 E	632	7.7	SEA OF OKHOTSK
2009-01-03 19:43:57.0	0.55 S	132.78 E	52	7.6	NEAR N. COAST OF PAPUA, INDONESIA
2009-03-19 18:17:37.9	23.00 S	174.72 W	10	7.9	TONGA REGION
2009-07-15 09:22:29.6	45.73 S	166.57 E	2	7.8	OFF W. COAST OF S. ISLAND, N.Z.
2009-08-10 19:55:38.9	14.06 N	92.90 E	25	7.6	ANDAMAN ISLANDS, INDIA REGION
2009-09-29 17:48:11.2	15.42 S	172.13 W	10	8.1	SAMOA ISLANDS REGION
2009-09-30 10:16:09.9	0.76 S	99.84 E	80	7.6	SOUTHERN SUMATRA, INDONESIA
2009-10-07 22:03:15.9	12.98 S	166.33 E	30	7.6	SANTA CRUZ ISLANDS
2009-10-07 22:18:23.8	12.57 S	166.35 E	10	7.8	SANTA CRUZ ISLANDS
2010-02-27 06:34:14.1	35.89 S	73.04 W	30	8.8	OFF SHORE MAULE, CHILE
2010-04-06 22:15:03.0	2.30 N	97.12 E	40	7.7	NORTHERN SUMATRA, INDONESIA
2010-10-25 14:42:21.4	3.46 S	100.12 E	10	7.7	KEPT. MENTAWAI REGION, INDONESIA

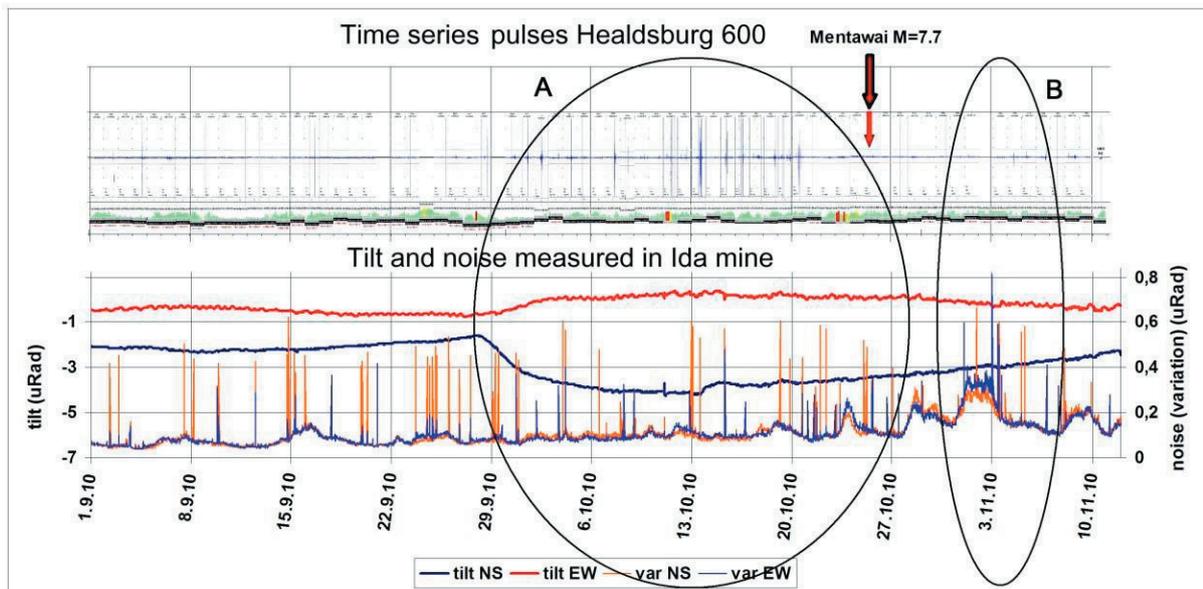


図8 2010 年 10 月 25 日の Mentawai 地震前後にみられた Ida 鉱山における振り子の傾動およびノイズ, ならびに, QuakeFinder ネットワークの EIMag 観測所の 1 つによって観測されたカリフォルニアの Healdsburg 600 における磁気パルス (Bleier and Freund, 2005). 楕円 A: 本震前の傾動と応力異常, 楕円 B: 変角振動波. Mentawai 地震の 3 週間前に EIMag 異常パルスの数が増加し, 同時に Ida 鉱山 ("インドネシア" 方向にもっとも敏感) で傾動異常がはじまった. これは, 異常に高い応力場の反映であり, それは, Ida 鉱山における振り子に働く "応力波" の場合のように見ることができる. Mentawai 地震後に EIMag パルスは観測されないが, いっぽうで, Ida 鉱山における振り子には高レベルの変形ノイズが観測された.

あった2010年10月13日が本震発震時の第2候補であったことを意味する。

この変形はMentawai地震後にはじまり、つづいて2010年10月25～27日には一連の余震が発生した。南西ブロックに対する北東ブロックの側方運動(図9A)は、周辺地域に変角振動波をもたらした(Ekström, 2010)。最初の変角振動波は本震後1日で中部ヨーロッパに到達し、第2の変角振動波は2010年11月1日に

発生した。OKC地震観測所における振り子と脈動は、それぞれ、2010年の10月29日と11月2日に最大に達した(図9B～D参照)。

最大脈動の到達時刻を解析すると、ヨーロッパの地震観測所(表2)では2010年10月27～30日に変角振動波が観測され(図10)、観測所は3つのグループ(南西、中央、および北東観測所群)に区分される(図11)。

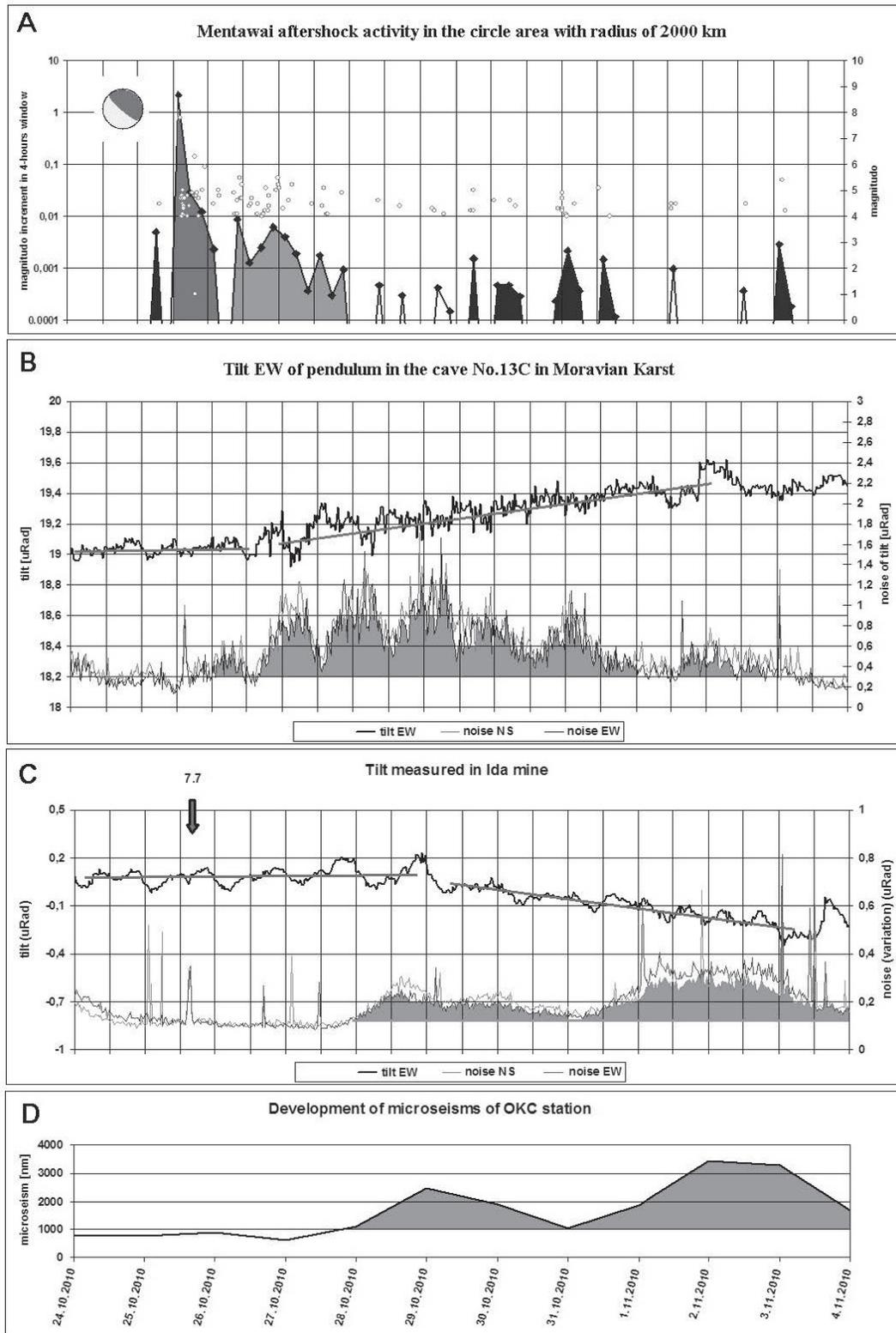


図9 Mentawai地震の余震活動(A)と他の変動(B～D)との比較。B:坑道No.13Cにおける振り子の東西傾動と傾動の南北ノイズ(水平面での運動の変化),C:Ida鉱山における東西傾動とノイズ,D:OKC観測所における鉛直脈動。

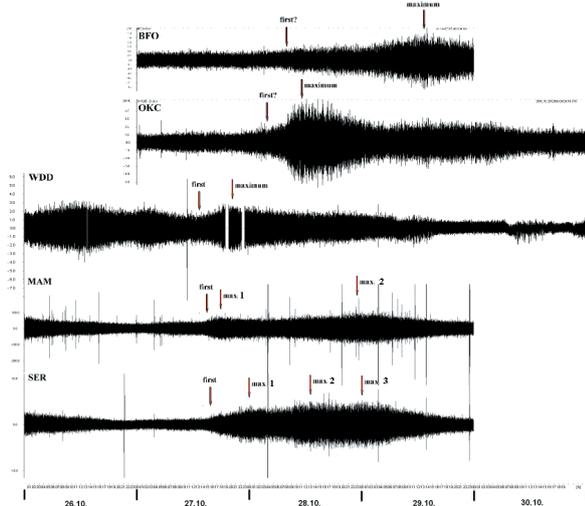


図 10 観測所 BFO, OKC, WDD, MAM および SER において記録された脈動発達の事例。

	station	latitude	longitude	altitude	date	maximum	amplitude (arbitrary u.)	diff. time (days)
A	JSA	49.18780	-2.1717	39	29.10.2010	12:16:12	1570	0.881
	BFO	48.33010	8.3296	509	29.10.2010	13:16:14	1058	1.024
	CLF	48.02580	2.2600	145	29.10.2010	13:38:46	15450	0.998
	CALF	43.75230	6.9220	1242	29.10.2010	12:09:21	221581	1.063
B	OJC	50.21950	19.7984	391	28.10.2010	14:54:42	4953	0.145
	KWP	49.63140	22.7075	448	28.10.2010	13:55:36	25163	0.139
C	COP	55.41070	12.2567		28.10.2010	17:19:11	2189	0.076
	SOFL	62.06890	-6.9658	721	28.10.2010	23:03:54	4940	0.021
	JAVC	48.85910	17.6707	827	28.10.2010	11:26:14	1264	0.011
	GUNZ	50.36350	12.3316	669	28.10.2010	13:09:08	378	0.009
	PRU	49.98830	14.5417	302	28.10.2010	12:29:59	951	0.007
	WERN	50.28740	12.3761	872	28.10.2010	12:56:10	413	0.002
	TANN	50.41500	12.4610	600	28.10.2010	12:56:52	1174	0.000
	OKC	49.83530	18.1423	250	28.10.2010	11:29:48	5489	-0.003
	PVCC	50.52823	14.5690	311	28.10.2010	12:30:19	621	-0.004
	ROTZ	49.76690	12.2070	430	28.10.2010	12:30:14	7830	-0.007
	KONO	59.64910	9.5982	216	28.10.2010	17:57:33	41482	-0.008
	GRFO	49.69190	11.2217	425	28.10.2010	12:31:20	1860	-0.012
	VRAC	49.30830	16.5935	475	28.10.2010	11:16:32	9007	-0.013
MOX	50.64610	11.6161	454	28.10.2010	12:48:26	2612	-0.017	
CLL	51.30770	13.0026	230	28.10.2010	12:47:36	1563	-0.021	
OUL	65.08530	25.8964	60	28.10.2010	16:45:03	1172	-0.042	
RUE	52.47590	13.7800	40	28.10.2010	12:41:28	1850	-0.043	
D	HFC2	60.13350	13.6945	297	28.10.2010	15:23:50	49129	-0.092
	VTS	42.61600	23.2350	1345	28.10.2010	3:25:11	1400	-0.147
E	PGB	42.51400	24.1730	554	27.10.2010	23:03:46	2290	-0.319
	MAMO	38.15220	22.0573	650	27.10.2010	22:25:29	600	-0.271
	SERG	38.41420	22.0573	480	27.10.2010	22:49:58	3000	-0.259
F	WDD	35.86700	14.5230	41	27.10.2010	21:04:08	3350	-0.340
	TRO	69.63530	18.9128	15	28.10.2010	12:40:04	3315	-0.364
G	AGRB	39.57500	42.9920	1820	27.10.2010	12:35:02	48	-0.543
	BNN	38.85200	35.8470	1380	27.10.2010	13:38:46	828	-0.541
H	SER	38.41420	22.0573	480	28.10.2010	13:21:28	3800	0.346
	MAM	38.15220	22.0573	650	28.10.2010	22:33:30	900	0.735
	SER	38.41420	22.0573	480	28.10.2010	23:05:13	4000	0.751

地震観測所の分布は、2直線座標平面によって最大脈動の発生を書き入れることを可能にする。最大脈動の到達時刻は、緯度と経度に依存していて、それぞれ図 12 と図 13 に示される。すべての地震観測所は、到達時刻にもとづいて西ヨーロッパグループ (A), 中央ヨーロッパグループ (B+C), 南東ヨーロッパグループ (E) にわかれる。中央ヨーロッパの観測所に比べて、ポーランドの観測所 OJC と KWP では 2 時間遅延し、観測所 HFC と VTS (D) では 2 時間早く到達する。最初の最大 (G) の到達に比べて、アジアの観測所 AGRB と BNN (F) では 12 時間早く、ギリシアの観測所 SER と MAM では 12 時間と 24 時間の複数の最大遅延を示す (図 10 と図 11)。これらには、グループ E と A の間に位置する 2 つの観測

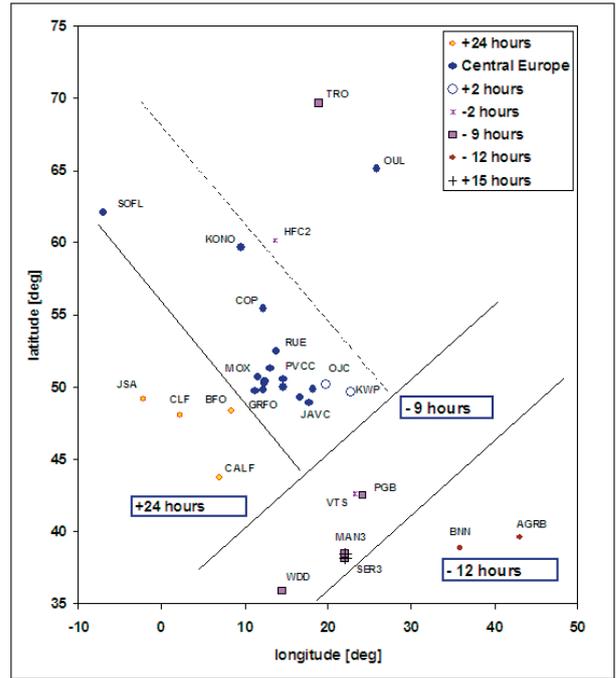


図 11 脈動解析につかわれた地震観測所。枠で囲った数値に示されるように、一群の地震計に、中央ボヘミア地震計 [複数] に比べて典型的な遅延 / 早まりが発生する。

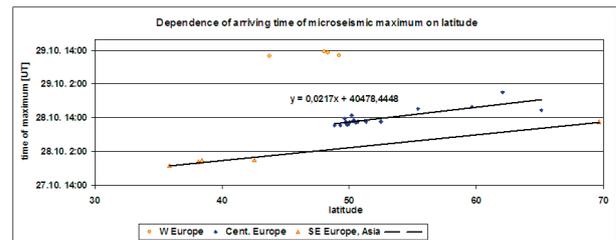


図 12 緯度に対する最大脈動の到着時刻の依存性。3つのグループの地震計—24 時間の遅延を示す西ヨーロッパグループ (○), 中央ヨーロッパグループ (比較基準, +), 12 時間早くなる南東ヨーロッパグループ (△) —が示される。

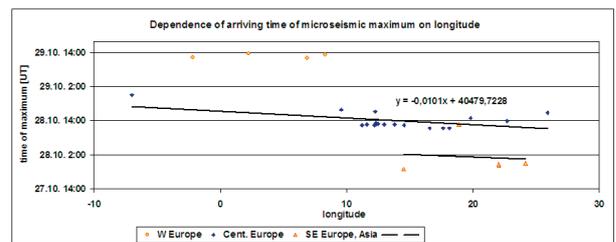


図 13 経度に対する最大脈動の到着時刻の依存性。3つのグループの地震計—24 時間の遅延を示す西ヨーロッパグループ (○), 中央ヨーロッパグループ (比較基準, +), 12 時間早くなる南東ヨーロッパグループ (△) —だけが認められる。

所が含まれる。

最大脈動の到達時刻の緯度そして / あるいは経度への依存性は中央ヨーロッパの地震観測所においてたいへん顕著で、南東ヨーロッパの観測所ではかなりきまぐれであるのは明瞭である。西ヨーロッパにおける脈動発生の遅延は、中央ヨーロッパにおける脈動後ほぼ 24 時間であり、最大振幅時刻はほぼ一定である。

さまざまな脈動の到達時刻がみられる観測所の境界地帯は、南西側をボヘミア地塊に、そして、北東側を Teisseyere-Tornquist 帯に一致している(図 11). 中部ヨーロッパにおけるこの変角振動波の見かけ上の方位は約 156° で、中部ヨーロッパから Mentawai 地域を結ぶ方位(93°)とは最大 60° ずれていて、それは本震の震源メカニズム(図 9A)と調和的であり、Teisseyere-Tornquist 帯(153°)とほぼ平行する(図 11).

中央ヨーロッパの観測所に比べて、バルカン半島域の観測所の反応は最大で 9 時間早く、トルコの観測所 BNN と AGRB の反応は最大 12 時間も早い. 最大脈動の見かけ上の時刻の相違は連続値ではなく、一日おおよび一日に変調されている(図 9B, 10, 12 および 13).

南北方向の断層があるところ(たとえば、モラビアカルストの洞窟 No. 13C の振り子)での変角応答は、北西-南東方向の断層のあるところ(たとえば、Ida 鉱山)に比べて、第 1 波、たとえば変角振動波で見て、かなり早い(図 9B と図 9C を比較せよ). 半日周期は、ノイズにもみいだされるが、真夜中頃の最大ノイズは人工的(すなわち交通によるもの)ではなく、一日周期の熱熱弾性波によるものであり、ヨーロッパとアメリカのリソスフェアプレートの接合部で発生する(Kalenda

and Neumann, 2010). この波は変角振動波と重畳され、2008 年 11 月 24 日の千島地震の場合のように、南北方向に応力テンソルの主成分をもつ(図 4). 12 時間の長周期でみると、潮汐波が変角振動波と熱弾性波に重畳されていることがわかる(図 10).

一般に、"変角振動波"はヨーロッパを南東から北西へ横切り、その位相速度は数 100km/時であり、群速度は 100km/時以下であることがわかる(図 12・図 13). 変角振動波運動の不連続は、運動方向に直交する大規模な地質ブロックの境界に一致する(図 14). 波の拡散に平行なりニアメントの場合は、変角振動波に不連続性はみられない.

### 3.2 チリ地震 M=8.8 に関する傾動, ノイズおよび脈動の発達

過去 5 年間での最大級の地震—2010 年 2 月 25 日に発生したチリ地震 M=8.8 に先行して Ida 鉱山で発生した振り子の傾動異常は、2009 年 12 月末にはじまった(図 5). 短期的傾動異常(狭義の地震準備期)は、2010 年 2 月 25 日頃、すなわち本震の 2 日前にはじまった(図 15). この本震の 10 時間前の 2 月 26 日に発生した琉球地震 M=7.2 は、地球のちょうど反対側に位置することから、



図 14 2010 年 10 月 28 日標準時 12:15 (中部ヨーロッパ基準枠)からの最大脈動の時間的差異(単位:時間)

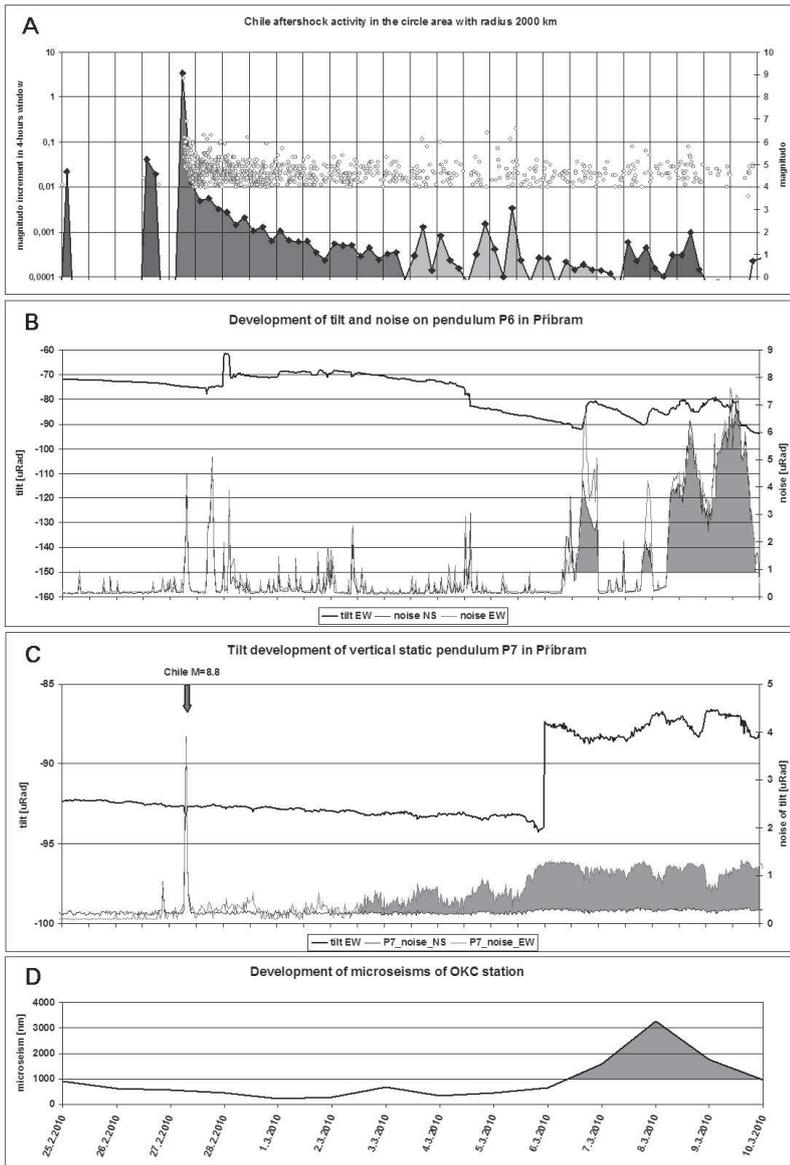


図 15 チリ地震の余震活動 (A) と他の要素との比較. (B) 東西方向の傾動と振り子 P6 のノイズ (南北方向), (C) Příbram における振り子 7 の東西方向の傾動とノイズ, (D) OKC 地震観測所における鉛直脈動.

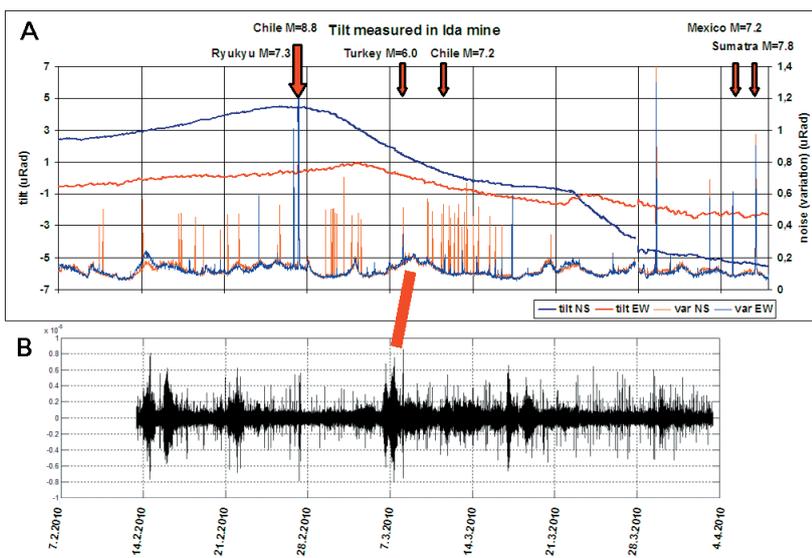


図 16 Ida 鉱山における振り子の傾動とノイズ (A) と Sevastopol における要塞 No. 35 の歪計のノイズ (B) の比較 (O. Boborykina 私信). 赤帯はチリ地震によって引き起こされ、中部ヨーロッパで検出された同一変角振動波を示す。この波はトルコの地震 (M=6) の引き金になり、チリ地震の本震の 13 日後の 2010 年 3 月 11 日に発生した最大余震 (M=7.2) よりも 1 日早くクリミアで検出された。この地球をめぐった波動の平均移動速度は 125km/h で、トルコおよび / あるいはクリミアと中央ヨーロッパの間での 1 日の遅延に調和的である。

切迫した引き金であったのかも知れない。

最大の変角振動波が中部ヨーロッパに到達したのは 2010 年 3 月 6 ~ 9 日で、本震の 7 ~ 10 日後であった。そのはじまりは、Mentaway 地震の場合のように急激で

はなく、変角結果はより塊状であった (図 9 と図 15 を比較せよ)。

この変角振動波は、3 月 4 日の台湾地震 (M=6.4) とバヌアツ地震 (M=6.4)、3 月 5 日のインドネシア地震

(M=6.6), 3月7日のクリミア地震(図16), および3月8日のトルコ東部の地震(M=6.4)の引き金になった。3月11日に発生したチリ地震の最大余震(M=7.2)は, 第2の地球をめぐる変角振動波を発生させた。この変角振動波は, 地球全体に伝播し, 3月20日には, その集結部でEyjafjallajökull火山の噴火の引き金になった。このことは, 火山周辺における地震活動の活発化によって実証される。そして, 変角振動波が3回目に地球をまわったところで, 4月14日の大噴火がはじまった(Eldgos í Eyjafjallajökull, 2010に報告)。5月には, Eyjafjallajökull火山の山頂噴火が, 振り子P7の最大変角ノイズ(図3)と同時に観測された。

第2の変角振動波が地球全体にひろがっていく途上で, きわめて大きな地震が4月4日にBaja California(M=7.2)と4月6日にスマトラ(M=7.7)で引き金をひかれた。第2の変角振動波は第1のものよりかなり長く, より長い変角および振動の時間をもっていた。これが, つづ

いて火山噴火(とくにカムチャツカ半島における)を引き起こすのではなく, 第2の変角振動波によって大きなエネルギー消散と地震摩擦がおこった理由であろう(Global Volcanism Program 2010; KVERT, 2010)。

### 3.3 サモア地震 M=8.1 に関係する傾動・ノイズ・脈動の発達

最近2年間において2番目に大きい地震は2009年9月29日にサモアをおそったM=8.1の地震であり, それには, 8月末"応力波"にはじまる長期にわたる傾動異常が先行した。切迫した余震(M=7.5)が, 9月30日にスマトラで発生した。2日間の空白の後に, 切迫した余震が発生したことがわかった(図17A)。

変角は2009年10月6日に中部ヨーロッパに到達し(図17Bおよび17C), 最大値に達したのは10月8日であったが, 顕著な影響はでなかった。唯一, 小規模な変角ノ

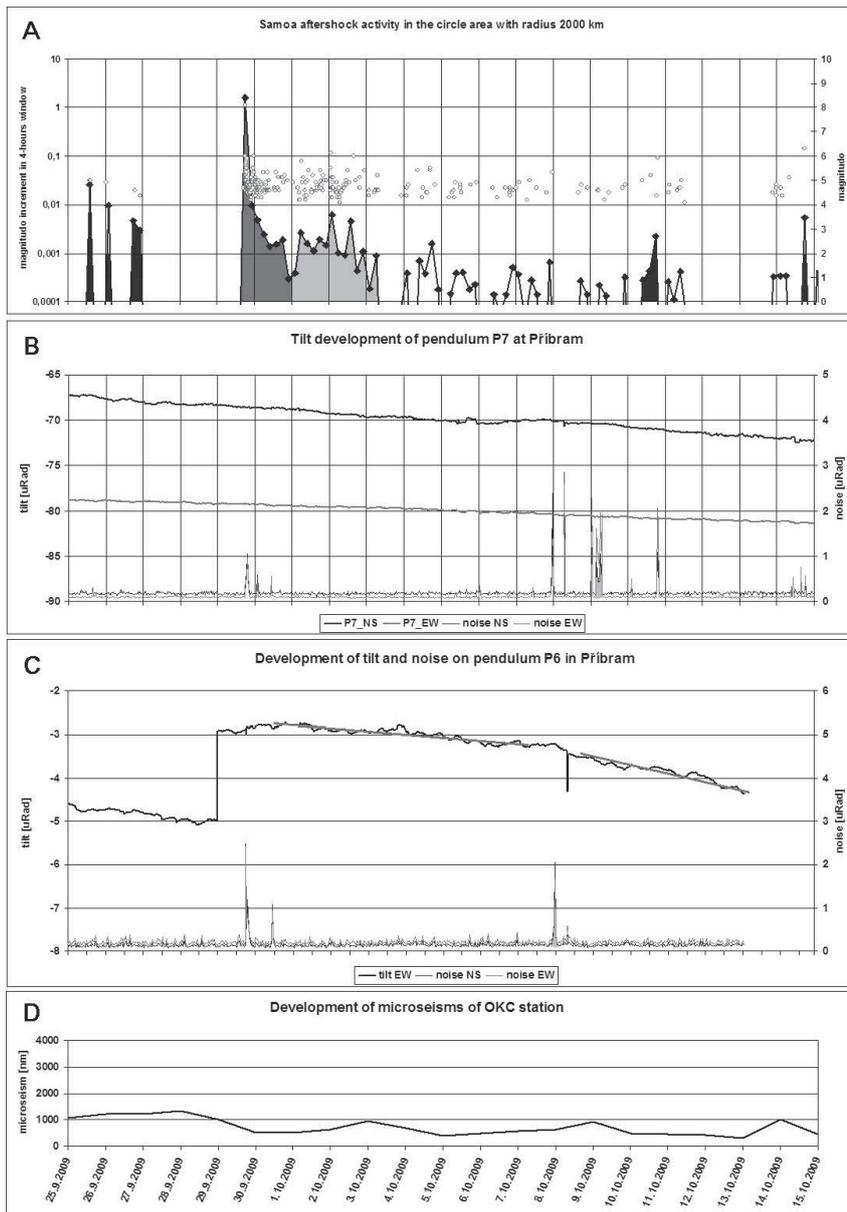


図17 サモア地震の余震活動(A)と諸要素との比較。(B)振り子P7の傾動とノイズ, (C) Příbramにおける振り子P6における東西方向の傾動とノイズ, (D) OKC地震観測所の鉛直脈動。

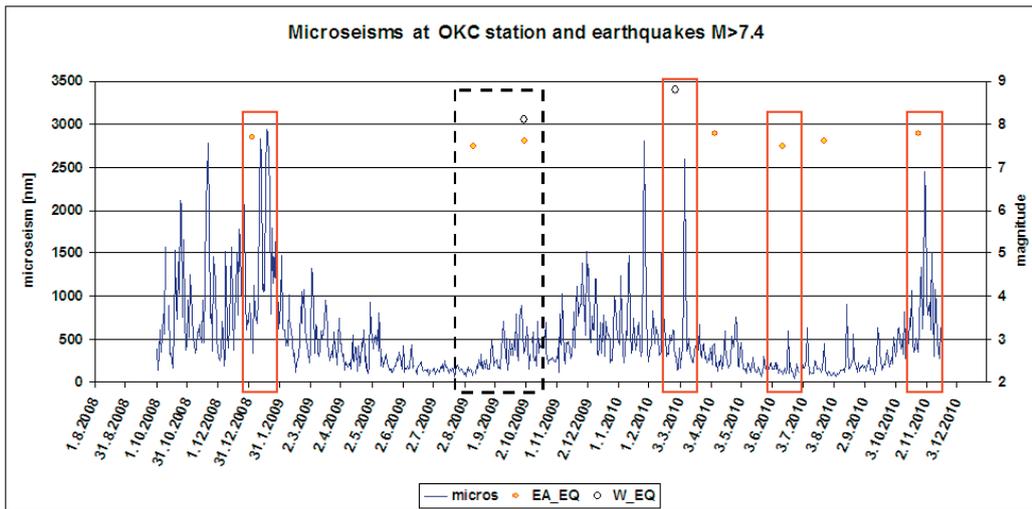


図 18 OKC 地震観測所における脈動と M>7.4の地震. 実線枠: 地震後に検出された変角振動波, 破線枠: 不明瞭な変角振動波.

イズが最大変角の前後に発生し、傾動にわずかな変化が認められた。脈動は、それ以前のレベルにとどまっていた (図 17D)。

#### 4. 変角振動波によって起こりうる脈動の発生メカニズムの概要

脈動は、冬期に最大振幅をもつ基本的年周期をもつ (図 18)。このパターンは井戸における地下水位測定 (Breitenberg et al., 2006)、歪計測定 (Brimich, 2006)、ハム (低周波うなり) の変化 (Nishida et al., 2000)、そして / あるいは振り子による変角測定 (Kalenda et al., 2011) を示唆する。この変角と応力の年周期は、Hvoždara et al. (1988) によって記載され、論理的に説明された年周期の熱弾性波に関係している。冬期における最大応力は、未風化岩石からなる深部への熱波伝播の遅延による。分析結果によると応力テンソルの主要要素は、大陸の位置に依存して、その年に方位を変化させる (Kalenda et al., 2011)。冬期に応力の最大値が観測されると、中部ヨーロッパにおけるその主要要素は、N-S ~ NNE-SSW 方向にあり、つまりは、ユーラシアと北米のリソスフェアプレートの境界にほぼ依存しているのである。その時、岩石中の断層と裂隙は、応力波と変角振動波をより容易に伝播させることができるほど閉じているわけである。

地震発生深度における断層と裂隙は一般に開離しているため、岩体中の応力状態は夏期には低いレベルにある。ブロックの鉛直運動は、水平運動よりもより頻繁に観測され (J. Stemberk 私信), それゆえ、変角 (あるいは応力) の伝播は冬期ほど容易ではない。

応力波 (あるいは変角振動波) は、バックグラウンド程度の応力に加算される。応力波に数日~数週間の持続期間があることを考えると、それらの波長は地球円周よりも長く、それゆえ、それらの減衰は小さく、ブロック境界の性質におおきく依存する。マシーフにおけるより高い応力期間中には、1日周期の応力波が、千島列島地震

の前 (図 4), 2008 年 5 月 12 日の文江地震の前 (Kalenda and Neumann, 2010), そして, Mentawai 地震の後 (図 9B), および, チリ地震の後でも一部 (図 15C) で観測された。ヨーロッパにおけるさまざまな到達時刻で最大脈動が生じることは、2つの波の合成によって説明される。すなわち、1つ目は大陸地殻が太陽光にさらされることによって発生する1日周期の応力波で、2つ目は震源域から入射してくる応力波である。

Mentawai 地震後の最大脈動の経緯を詳細に解析すると、Teisseyre-Tornquist 帯の方向に沿って東から西へ、そして南から北へと最大振幅時刻がヨーロッパ全体を移動したことがわかる (図 11)。観察された変角振動波の西向き運動は、マントル上のリソスフェアの西向き漂流に一致する (Scoppola et al., 2006)。

"変角振動波" の群速度は数 100km/h の桁であり、表面波速度にくらべて数桁小さい。

チリ地震後の "変角振動波" の伝播解析は同様の結果を示す。すなわち、最初の2つの波は、地球全体をに14日でひろがり、平均速度は 120km/h であったが、第3の変角振動波はよりゆっくりと移動し、平均速度は 100km/h 以下であった。

このような解析は、以前に Khalilov (2009) が行った観測と整合的である。彼は、ユーラシアのリソスフェアプレートにおける造構波の平均速度を見積もるために重力場を用いて、その速度が 300 ~ 500km/h であると見積もった。この解析は、脈動の起源が海岸ではなく、たとえばクーロン則がなりたつ大陸棚のように、断層、裂隙あるいは弱帯があるあらゆるところに存在することを示す。そのため、この "応力波" へのマシーフの応答がどこでも同じではなく、それが地震や変角の観測所の位置に依存するのである。もし観測所が、入射してくる応力波の進行方向にある活構造 (断層、裂隙) の近くにあると、地震または変角の応答は、進行方向とは異なる方向の構造の場合と比べてより急速に、そして、より大きく出現

するだろう (図 9B および図 9C を比較せよ)。

応力波あるいは変角振動波による第 2 の脈動の発生は、たとえば台風、嵐および洪水による脈動とは別の発生メカニズムの存在も否定しない。それらのメカニズムは、たとえば、Donn (1951), Bromirski (2001), Takagi et al. (2006), Holub et al. (2008, 2009) など、多くの著者が記載してきた。他方、海洋波や固体地球-大気相互作用によって発生する初生的脈動 (Nishida et al., 2000; Tanimoto, 2001) も起こりうる。そのような他の外力がマシーフを変形させ、地震のように応力波あるいは変角振動波を発生させるのである。

## 5. 結 論

結論は次のとおりである：

脈動とマイクロ変形 (傾動, 変角, ノイズ, および地下水位) にみられる年周期は, Hvoždara et al. (1988) によってすでに認識されているように, 熱弾性波が深部へ浸透することによって発生する。変角ノイズそして / あるいは脈動の最大値が, とくに, 熱波が未風化岩石に到達して最大値に達する (可能性がある) 冬期に観測される。

すべりに由来する応力あるいは造構波は, この応力のバックグラウンドレベルに加算される。この事実は, 海洋潮汐, 海岸近くでの波浪の振動, 嵐, 台風のような, 他の岩石変形の発生メカニズムを排除しない。

応力波はおもに大きな地震の前に観測されるが, 変角振動波はそれらの前に観測される。

マシーフのノイズは, 入射してくる応力波の方位と, 振りが設置された地域の卓越断層系の方位に依存する。

応力波および / あるいは変角振動波は数 100 ~ 数 1,000 km/h の速度をもつので, それらが地球を周回する間にくりかえして検知される可能性がある。それらの減衰は, 地震波の減衰よりもはるかに小さく, 本質的にはブロックや造構プレート間の接合性に依存している。

そのような応力波あるいは変角振動波は, 断層クリープ, 変角ノイズ, 脈動を発生させ, 火山活動をもひきおこすこともある。最大の弱帯は大陸棚, 大陸縁, および主要断層帯であり, 変形エネルギーの大半はそこで放出される。

**謝辞** この調査は firms CoalExp Ostrava, Anect Praha, チェコ共和国科学アカデミー研究プログラム No. OZ 30860519 および No. OZ 0860518 によって財政支援された。同時に, この研究はヨーロッパプロジェクト CzechGeo/EPOS-ID LM2010008 における観測事業として実施された。ヨーロッパデータセンター ORFEUS のデータを使用できたこと, さらに, Prague-Patras

合同地震観測所 SERG および MAMO (<http://seis30.karlov.mff.cuni.cz>) のデータを自由にご利用させていただいたことに深く感謝する。私たちは, Sevastopol に設置されたレーザー干渉計のデータを提供していただいた国立 Taurida V. Vernadsky 大学 (ウクライナ) の O. Oboborykina 博士, ならびに, Vitosha (VTS) の地震観測所のデータを提供いただいたソフィアの BAS 地球物理学研究所の L. Dimitrova 博士にお礼申し上げる。著者らは, ヨーロッパのいくつかの地震観測所からのデータ収集に大きく貢献されたプラハの地球物理学 AS 研究所の J. Zednik 博士にも心より感謝する。最後になるが, 査読および有益なコメントをいただいた Giovanni Gregori 博士にお礼申し上げるしだいである。

## 文 献

- Bleier, T., 2010. QuakeFinder network. <http://www.quakefinder.com/>.
- Bleier, T. and Freund, F., 2005. "Earthquake [earthquake warning systems]". *Spectrum, IEEE*, v. 42, p. 22–27.
- Braitenberg, C., Romeo, G., Taccetti, Q. and Nagy, I., 2006. The very-broad-band long-base tiltmeters of Grotta Gigante (Trieste, Italy): Secular term tilting and the great Sumatra-Andaman Islands earthquake of December 26, 2004. *Jour. Geodyn.*, v. 41, p. 164–174.
- Briestenský, M., Košťák, B., Stemberk, J., Petro, L., Vozár, J. and Fojtková, L., 2010. Active tectonic fault microdisplacement analyses: a comparison of results from surface and underground monitoring in western Slovakia. *Acta Geodyn. Geomater.*, v. 7, no. 4 (160), p. 387–397.
- Brimich, L., 2006. Strain measurements at the Vyhne tidal station. *Contributions to geophysics and geodesy*, v. 36/4.
- Bromirski, P. D., 2001. Vibrations from the "Perfect Storm". *Geochem. Geophys. Geosyst. Res. Lett.*, v. 2, 2000GC000119.
- Bromirski, P. D. & Duennebier, F.K., 2002. The near-coastal microseisms spectrum: Spatial and temporal wave climate relationships. *Jour. Geophys. Res.*, v. 107 (B8), 5.1 – 5.20. doi:10.1029/2001JB000265.
- Bromirski, P.D., Duennebier, F.K. & Stephen, R.A., 2005. Mid-ocean microseisms, *Geochem. Geophys. Geosyst.*, v. 6, doi:10.1029/2004GC000768.
- Cessaro, R.K., 1994. Sources of primary and secondary microseisms. *Bull. Seismol. Soc. Am.*, v. 84, p. 142–148.
- Donn, W. L., 1951. Cyclonic microseisms generated in the western north Atlantic Ocean. *Jour. Atmos. Sci.*, v. 9, p. 61–71.
- Ekström, G., 2010. The Global Centroid-Moment-Tensor (CMT) Project. <http://www.globalcmt.org/>.
- Eldgos í Eyjafjallajökli, 2010. <http://www.vedur.is/um-vi/frettir/2010/nr/1844>.
- Gerstoft, P., & Tanimoto, T., 2007. A year of microseisms in southern California. *Geophys. Res. Lett.*, v. 34, L20304, doi:10.1029/2007GL031091.

- Global Volcanism Program. Shiveluch. Accessed March 29, 2010.
- Haubrich, R.A. & McCamy, K., 1969. Microseisms: Costal and pelagic sources. *Rev. Geophys.*, v. 7, no 3, p. 539–571.
- Holub, K., Rušajová, J. and Sandev, M., 2008. The January 2007 windstorm and its impact on microseisms observed in the Czech Republic. *Meteorol. Z.*, 17, No. 1, 047-053 (February, 2008).
- Holub, K., Rušajová, J., Sandev, M., 2009. A comparison of the features of windstorms Kyrill and Emma based on seismological and meteorological observations. *Meteorol. Z.*, v. 18, no. 6, 607-614 (December, 2009).
- Hvoždara, M., Brimich, L. and Skalský, L., 1988. Thermo-elastic deformations due to annual temperature variation at tidal station in Vyhne. *Studia geophys. et geod.*, v. 32, no.2, p. 129-135.
- Kalenda, P., Neumann, L. and Wandrol, I., 2009. Indirect stress measurement by static vertical pendulum. *Proc. 47th Int. Sci. Conf. Experimental stress analysis 2009, TU Liberec*, p. 120-128.
- Kalenda, P. and Neumann, L., 2010. Static vertical pendulum – observations of anomalous tilt before earthquakes (case study). In: *Rock stress and earthquakes (F.Xie ed.)*, p. 795-803.
- Kalenda, P., Neumann, L. and Kvetko, J., 2010. Indirect stress measurement and earthquake prediction. *Proc. of “XV Int. Sci.-Tech. Symp. Geoinformation Monitoring of Environment: GPS and GIS Technologies”*, September 13-18, 2010, Alushta (Ukraine, Crimea), p. 57-65.
- Kalenda, P., Neumann, L., Málek, J., Ostříhanský, L., Procházka, V., 2011. Tilt, global tectonics and earthquake prediction. *SWB London*, 247p. (in press)
- Khalilov, E., 2009. Global network of forecasting the earthquakes: New technology and new philosophy. *SWB, London*, p. 65. <http://icep-atropatena.com/images/broshura.pdf>.
- Koper, K. D., Seats, K. and Benz, H., 2010. On the Composition of Earth's Short-Period Seismic Noise Field. *Bull. Seismol. Soc. Am.*, v. 100, no. 2, p. 606-617.
- KVERT 2010, Kamchatkan and Northern Kuriles Volcanic Activity. Accessed March 29, 2010.
- Longuet-Higgins, M.S., 1950. A theory of origin of microseisms. *Philos. Trans. R. Soc. London A*, v. 243, p.1–35.
- Málek, J., Brož, M., Stejskal, V. and Štrunc, J., 2008. Local Seismicity at the Hronov-Poříčí Fault (Eastern Bohemia). *Acta Geodyn. Geomater.*, v. 5, no. 2 (150), p. 171–175.
- Neumann, L., 2007. Static pendulum with contactless 2d sensor measurements open the question of gravity dynamic and gravity noise on the Earth surface. *Physics Essays*, v. 20, no. 4, p. 535-551.
- Neumann, L. and Kalenda, P., 2010. Static vertical pendulum – apparatus for in-situ relative stress measurement. In: *Rock stress and earthquakes (F.Xie ed.)*, London, p. 255-261.
- Nishida K., Kobayashi N., Fukao Y., 2000. Resonant oscillations between the solid earth and the atmosphere. *Science*. 2000 Mar 24; 287(5461):2244-6.
- Rhie, J. and Romanowicz, B., 2004. Excitation of Earth's continuous free oscillations by atmosphere-ocean-seafloor coupling. *Nature, Lond.*, v. 431, p. 552-556.
- Rhie, J. and Romanowicz, B., 2006. A study of the relation between ocean storms and the Earth's hum. *Geochem. Geophys. Geosyst.*, v. 7, doi:10.1029/2006GC001274.
- Scoppola, B., Boccaletti, D., Bevis, M., Carminati, E. and Doglioni, C., 2006. The westward drift of the lithosphere: A rotational drag? *GSA Bulletin*, v. 118, no. 1/2, p. 199-209.
- Stejskal, V., Skalský, L. and Kašpárek, L., 2007. Results of two-years' seismo-hydrological monitoring in the area of the Hronov-Poříčí Fault Zone, Western Sudetes. *Acta Geodyn. Geomater.*, v. 4, no. 4 (148), p. 59-76.
- Takagi, T., Sato, H., Nishimura, T. and Obara, K., 2006. Rayleigh-wave group velocity in Japan revealed from the cross-correlation analysis of microseisms excited by typhoons. – *Proc. 8th SEGJ Symp.*, Kyoto, p. 207–210.
- Tanimoto, T., 2001. Continuous Free Oscillations: Atmosphere-Solid Earth Coupling. *Annu. Rev. Earth Planet. Sci.* 2001, v. 29, p. 563–584.
- Tanimoto, T., 2006. Excitation of normal modes by nonlinear interaction of ocean waves. *Geophys. Jour. Int.*, doi:10.1111/j.1365-246X.2006.03240.
- Tanimoto, T., 2007. Excitation of Microseisms. *Geophys. Res. Lett.*, v. 34, L05308, doi:10.1029/2006GL029046.
- Vyskočil, P., 1988. The dynamics of the Hronov-Poříčí seismoactive fault. *Proc. of VÚGTK 17, VÚGTK Zdiaby*, p. 93-111.
- Wang, W.-X., 1997. The Shun theory and earthquake short-term/imminent prediction. Beijing. (in Chinese with English abstract).
- Wang, W.-X., 2005. MDCB network and earthquake prediction. (in Chinese with English abstract).
- Webb, S. C., 2007. The Earth's 'hum' is driven by ocean waves over the continental shelves, *Nature, Lond.*, v. 445, (7129), p. 754-756; doi:10.1038/nature05536.
- Zátopek A., 1964. Long-period microseisms generated in eastern part of Atlantic frontal zone. *Studia geophys. et geod.*, v. 8, p. 127-139.
- Zátopek A., 1975. On the long-term microseismic activity and some related results. *Studia geophys. et geod.*, v. 19, p. 14-24.

# クリスマス地震：パルマ近郊での季節地震の反復，北西アペニン，イタリア THE CHRISTMAS EARTHQUAKES: SEASONAL SEISMIC RECURRENCES NEAR PARMA, NORTH-WESTERN APENNINES, ITALY?

Valentino STRASER

vstraser@ievpc.org

(岩本 広志 [訳])

要旨：パルマ州は，2006～2012年のクリスマスの日には毎年，いつも同一の地震エリアに震源をもつ浅層地震に襲われてきた。地震のマグニチュードがM5.1を超えることはない。一年を通じて，幾つかの例外を除くと，この地震エリアに発生する地震は非常に稀で，12個ほどにすぎない。12/25という日における反復性，ならびに，震央が北西アペニンの2つの河川の間にあるという事実とともに，地震の周期性が，ある因果関係をもつ物理的・地球物理的作用の現れであることを示唆している。この論文では，太陽と地球が軌道上の近日点にあるときに起きるジオイドの変形や重力的作用のいずれかによって引き金がひかれるという現象の背後にあると考えられるメカニズムについて，考えられる説明を試みる。惑星相互作用に加えて，テクトニックに活発な北西アペニン地域においては，太陽の重力的作用へ相乗効果として大気圧による追加的作用もはたらいているだろう。

キーワード：周期的地震，重力的相互作用，地震前兆信号，地球重力の変動，季節的地震の反復発生

## まえがき

地球規模の地震活発帯における地震の周期的発生は，例えば北西アペニン（イタリア）のような大規模断裂帯と層序系に関する多くの研究で報告されてきた。本論は2006～2012年の期間を対象にして反復性を研究するもので，その反復性は12月25日のクリスマスをさむ数日間に地震が発生することによって示される。パルマ州の北西アペニンの同一エリアで，震央が数km離れた位置で2008年12月23日に起こったM5.1の地震を除くと，浅層地震のマグニチュードは普通M3.5以下である（図1）。

No./Day	Time (UTC)	Lat.	Long.	Depth	Magnitude
1- 2006/12/24	10:55:20	44.660°N	10.220°E	15.2km	M3.1
2- 2007/12/28	05:05:33	44.61°N	10.25°E	13.8km	M4.1
3- 2008/12/23	15:24:21	44.519°N	10.3820°E	27km	M5.1
4- 2009/12/25	05:58:40	44.211°N	10.5°E	10.2km	M2.6
5- 2010/12/25	18:31:20	44.519°N	10.127°E	10.2km	M2.2
6- 2011/12/23	16:59:51	44N33.83	9E35.98	17.21km	M1.2
7- 2012/12/25	06:03:40	44.647°N	10.090°E	23.62km	M2.1

一年の同じ日に，同じ地震エリアでの反復地震は，アペニンのテクトニクスに関係した季節的周期を示唆しているのかもしれない。北西アペニンのケースは特異で，サンアンドレアス断層（ストラッサー，2008b）のように，たとえ反復が主体であってもより長い周期は他の地震エリアでも既に見つかっている。日本と米国における他の研究（クリスチャンセンほか，2005；コスケ，2003；村上・宮崎，2001；大竹・中原，1999）は，中規模エネルギーの地震のみならず，大規模な地殻断裂帯の中で発生した破壊的な地震であっても季節的反復の可能性を述べている。

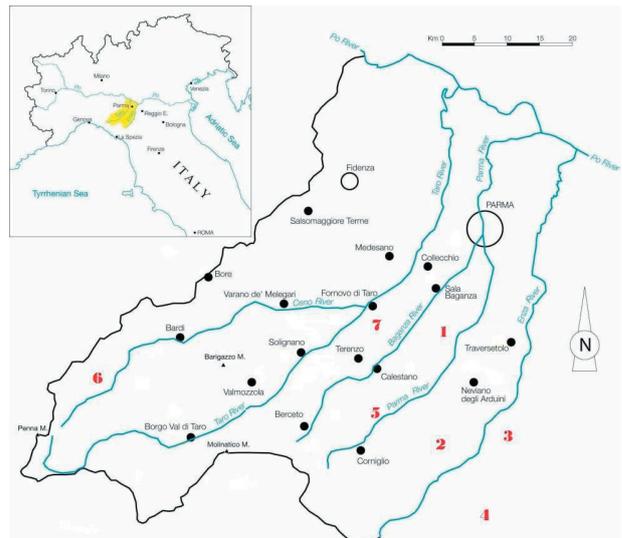


図1 2006～2012年のクリスマス頃に起きた地震の震央位置図

調査エリアは北西アペニンに位置していて，バルディタロとフリゲナノに伸びる地震帯で，中規模地震によって特徴づけられている。これらの2つの地震帯の地震は1年を通じてそれほど頻繁ではなく，最近4年間のM5を超える2つの例外や，代表例の2008年12月23日（M5.1）と2012年1月27日（M5.4）を除いて，それらのマグニチュードは普通M2.0からM3.5の間に位置している。最近150年のパルマ州の地震の歴史（ペトルッチほか，1996；CPTI,2004）もまた，マグニチュード5を超える地震の出現はもはや散発的と確認し，震源は普通30kmを下回るとしている。それにもかかわらず，これらの地震がマグニチュード2よりも小さいものはこのエリアで研究されつつある完全に頻繁なものであることを覚えておかなければならず，ただその数が月に2～3が限度。この平均は，それ故に年間についての正確な代表とはなり得ず，2011年の9月から10月にかけての

群発地震が最も記録的で、フリグナノ地方のみで、ほんの2日で50を超える振動がマグニチュード幅M2.0からM3.7で記録されている。バルディタロとフリグナノで起きる異種の少数のケースは、大きな褶曲が白亜紀から始まった堆積岩の強力なパケットに影響されたアペニン山脈の特別な地質構造に関係している。変形過程の最後に、地質構造はその地方に関係した地層に変換され、複合的な方法で重複する。メッシニアンから鮮新世末期には、ポー谷平野下部に続いた深部変形原因した東方向からの段階的な変換。バルディタロとフリグナノ地方の地震活動は地質構造の並走とその変形過程... まだ続けている... チレニア海の膨張エリアからアペニンの地層の収縮エリアへエネルギーの変換の応答として... による引張によって影響されている (ベルニニ・パパニ, 1987; ザンツッチ, 1980)。

### データ

この研究で議論するデータは、以下のデータベースから取得した:

- a) 地震: INGV (イタリア地球物・火山研究所) (<http://www.ingv.it/>), スイス地震サービス (<http://www.seismo.ethz.ch/index>), 北西イタリア地域地震ネットワーク (<http://www.dipteris.unige.it/geofisica/ITA/index.html>), 米国地質調査所 (<http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/recenteqsww/>).
- b) 気象データ: アーキーボメテオ (<http://www.ilmeteo.it/portale/archivio-meteo>).
- c) 電波異常モニタリング 24/7 以下の機材を利用  
アンテナタイプ: 強磁性コアに巻き付けた3マルチレヤーコイル  
巻線数:  $60,000 + 33,400 + 375,000 = 468,400$   
総インダクション: 1,178,900 ヘンリー  
アンテナの発明・作成者: Gabriele Cataldi  
モニタリング局の発明・作成者: Gabriele Cataldi, Daniele Cataldi  
使用した増幅システム: N.A.S. A.I.N.S.P.I.R.E. VLF3  
使用したソフトウェア: Spectrum Lab  
モニタリング・サイト: Albano Laziale (Rome, Italy) 緯度:  $41^{\circ}41'4.27''N$ , 経度:  $12^{\circ}38'33.60''E$   
ネットワーク・モニタリング: Italian (Radio Emissions Project & FESN)  
活動局の数: 2

### 重力測定法

重力測定装置は気圧変化や熱膨張に起因する最大誤差の低膨張ロッドを用いた振子とは独立したもの。位置ファインダーを持った発信器は、大変正確な同期信号を作ることが可能で、電磁気干渉がなく、8桁から9桁の有効数字で正確な電気式時計に接続されている。

このシステムは計算機によって制御されていて、地球重力場の52値について1回の測定からその次の測定まで

に連続的なデータを採取し、データはディスクに保存される。相対誤差は1,000の測定に対し0.000000089。重量測定局(ロヴィゴ, イタリア)は $45^{\circ}05'N$ ;  $11^{\circ}48'E$ 。

### 討 論

地球は進化するダイナミックシステムで絶えず変化の影響下にある。これらの過程は陸上地形や地球内部の質量分布、これは重力場のこと。もし我々が偶然の要素を除外するならば、調査下にある地域での地震の反復の仮説は12月25日頃に推定される地球の位置によって誘発される重力の効果、例えば近日点、ことによると大気圧と併せてかもしれない。重力もしくは潮汐の効果は当面の間は、通常の地球物理的なメカニズムのこの論文で述べた季節的反復に関係し、近日点の宇宙空間上の地球によって推定される位置として、もはや繰り返すはない。

同様なトピック、他の著者が地球システムに於ける月と太陽に誘発される引張が陸上の地震活動に関連しているだろうことを示唆している(ストラッサー, 2008a; ベンカタナサンほか, 2005; コルバンカール, 2007), 例えばサンアンドレアス断層の明白な配列(コクス, 2006; ストラッサー, 2008b; ナデウとマックエビリ, 2004)。このメカニズムはまだしも理解されていないが、天体と地球による相互作用の実験を理由に長期間に渡って行動する。この効果は地震的に活発なエリアのテクトニックな変動に変化し、北西イタリアを含み、アペニンの中規模地震を作る。

季節的な地震反復の証拠は海洋領域の大きな破壊的地震との対応を記録し、大竹・中原(1999)の指摘として、他の貢献はヘキ(2001・2003)で衛星データを用いて、季節地震反復が確かに可能であることを確かめ、他の自然イベントとして破壊的地震が能力的に含まれると述べた。類推的な確認はクリスチャンセンほか(2005)が米国で観測された地震反復について、火山活動のデータと地震データを複合して取得した。この試算を惑星スケールまで拡張し、一つとして天体は地球のテクトニクスへの影響を実験し、他の一つは、地球での地震の震動で類推的に原因できることは、例えば月でも起こっている、と仮説できるとした。

事実、アポロ計画によって示されたデータでは月で地震反復が存在する、関係した位置で月間サイクルで推定されることを確認した。よく知られた事として、月の地震は大体14日間隔で起きていて、月での月間を通じて中ほどに、地球の場合と異なった様式での営みであり(アラビ, 2001; ゴウルティ, 1979; シレン, 1972), 地球の衛星が発見した新しい月もしくはフルムーンフェーズの中で。

このような重力の構成要素(他の相互作用、例えば電磁気の影響などは無視されたら)、この研究によって仮説プロセスの基本的な役割が動くだろう。

調査中の地域での地震反復は、既に考慮されたことで、太陽からの距離が最近な時に発生し、たとえば近日点、現在では1月の5日から6日に起きている。もし我々が重力の効果を考慮すれば近日点日に先立った日が、我々がそれを妥当に期待するかもしれない、12月25日、多少の軌道対称を通過して、少なくとも1月の一両日中に、追加的に地震反復が起こるだろう。

これは2012年と2013年の12月25日:その時の2つの地震、各々M4.9とM4.8、調査中の同じ地域で連続して発生した。(http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/recenteqsww/;http://www.ingv.it/it/;http://www.dipteris.unige.it/geofisica/ITA/index.html).

Day	Time (UTC)	Lat.	Long.	Depth	Magnitude
2012/01/25	08:06:36	44.854°N	10.538°E	33.2km	M4.9
2013/01/25	14:48:18	44.168°N	10.454°E	15.5km	M4.8

図2に示す2つの地震の震源はタロ川の谷とエンザの間の地震地帯回廊に位置していて、ことによると太陽に最も近い日で、これらの同一な谷の間の地質に及ぼされた並走した応力に依存している。

これら2つの地震のマグニチュードはM5.0に近い、電磁気タイプとそれに加えた電波異常の地震前兆の解析が可能で、来たる地震が普通に形成され、そのマグニチュードはM5.0に近い(ストラッサー, 2012)。モニタリングの方法はコルバンカー(2007)に示された他の地震エリアで試されていて、その仮説は天体による影響と電磁気の放出の間に結びつき、造構造応力に関係した岩石中に引張が形成された。

図3は、2012年と2013年の1月25日の地震に関する2つのスペクトル図であり、地震発生の数時間前に電磁氣的バックグラウンドが増加し、本震の直前には"通常化"したことを示す。もし、仮説のとおり、もし電波

異常の発生が岩石中に発生した応力に関係したものであるとすれば、2つのスペクトル図を比べることによって、これらの地震の初期相に類似性が認められるはずである。

もし我々が天体による重力活動の仮説が認めるならば、地球で作られる引張が土壌の垂直運動に変換されるという仮説も成り立つ。2012年の1月25日の地震、重力パターンのデータが使用可能で、図4は地震の震源から数10km離れた場所で測定されたもの。この痕跡は地殻の垂直的な震動が本震に関係し先立ったもの。グラフ上では重力震動が観測され、それに先立つ地震に回答した電波異常が出現する。

とはいえ、我々は地震に関係する土壌の垂直運動が特定な大気圧によるものよりも好都合なことを覚えておかななくてはならない。

Date	P (mb)	T min.	T max.	Met. Conditions
2006/12/24	No data	-2°C	8°C	cloudless
2007/12/28	1034	-4°C	1°C	cloudless
2008/12/23	1027	-2°C	2°C	cloudless
2009/12/25	999	1°C	8°C	rain
2010/12/25	1003	6°C	8°C	rain
2011/12/23	1024	-4°C	7°C	cloudless
2012/12/25	1021	4°C	5°C	cloudless

2012~2013年1月25日のクリスマス地震もまた、大気圧は通常1,000mbよりも高く、晴天か晴曇りの応答。

Date	P (mb)	T min.	T max.	Met. Conditions
2012/01/25	1018	0°C	11°C	cloudless
2013/01/25	1009	0°C	7°C	broken clouds

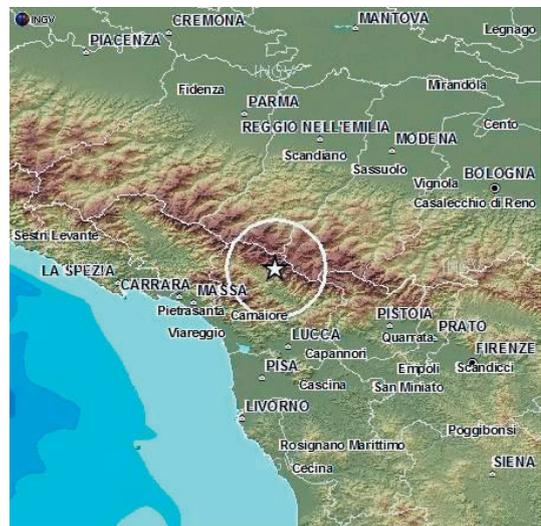
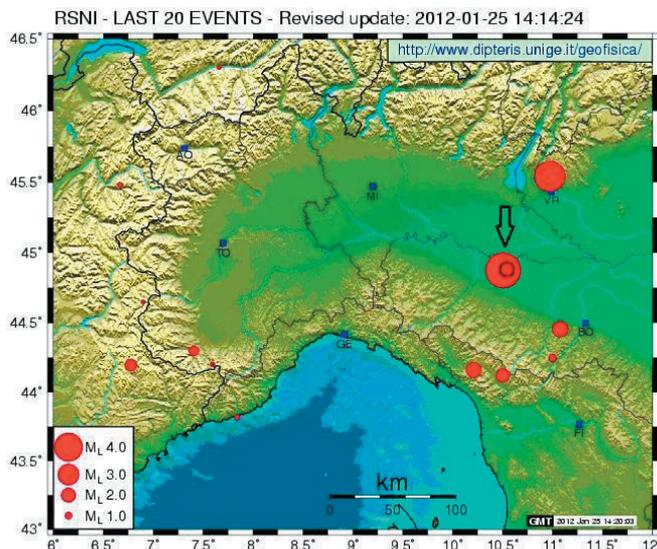


図2 2010年(a)および2013年(b)の1月25日に発生した地震の震央 (http://www.dipteris.unige.it/geofisica/ITA/index.html)

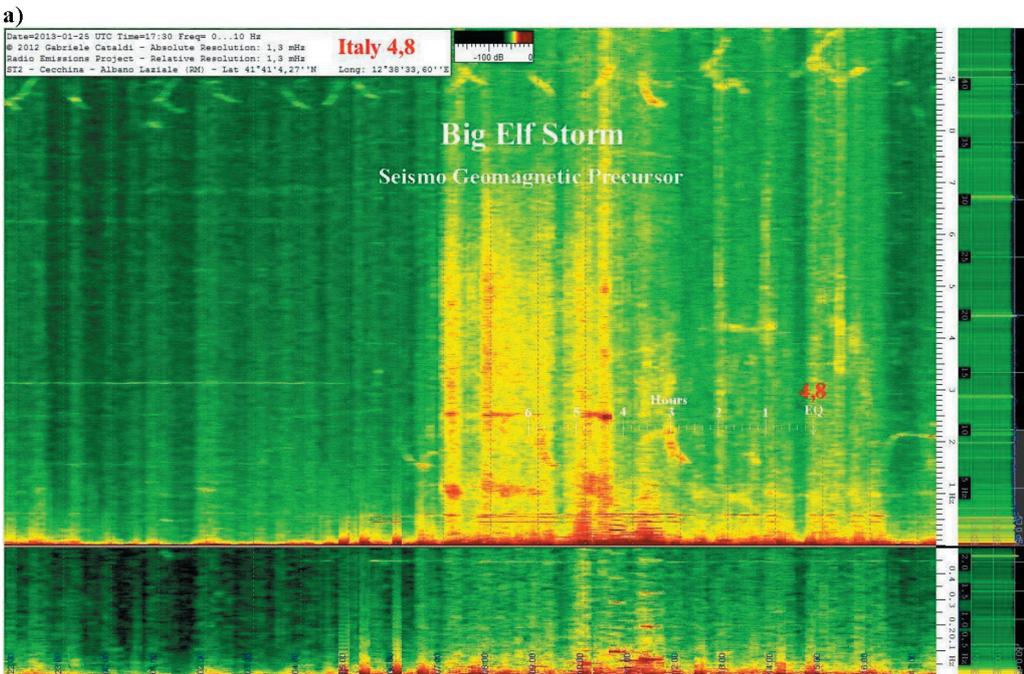
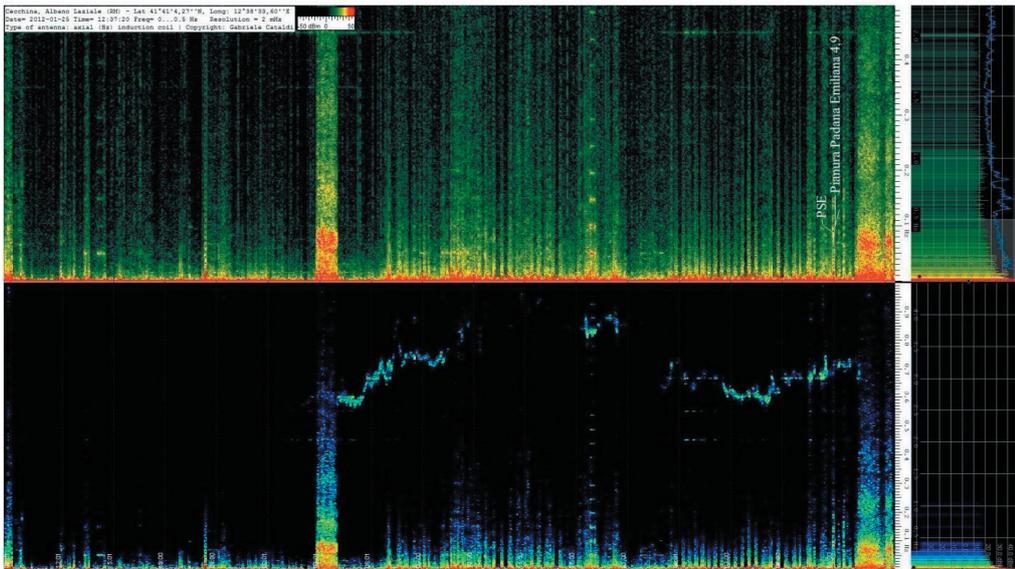


図3 2つのスペクトルは2012年と2013年の1月25日の地震に関係したもので、この図に示す電磁気バックグラウンドは地震の起こる数時間前に上昇し、本震に先立って正常化が続く。仮説をたてるとすると、電波異常の発生は岩石応力に関係していて、2つのスペクトルを比較すると、これらのイベントは両地震の初期段階に発生する異常かもしれない。

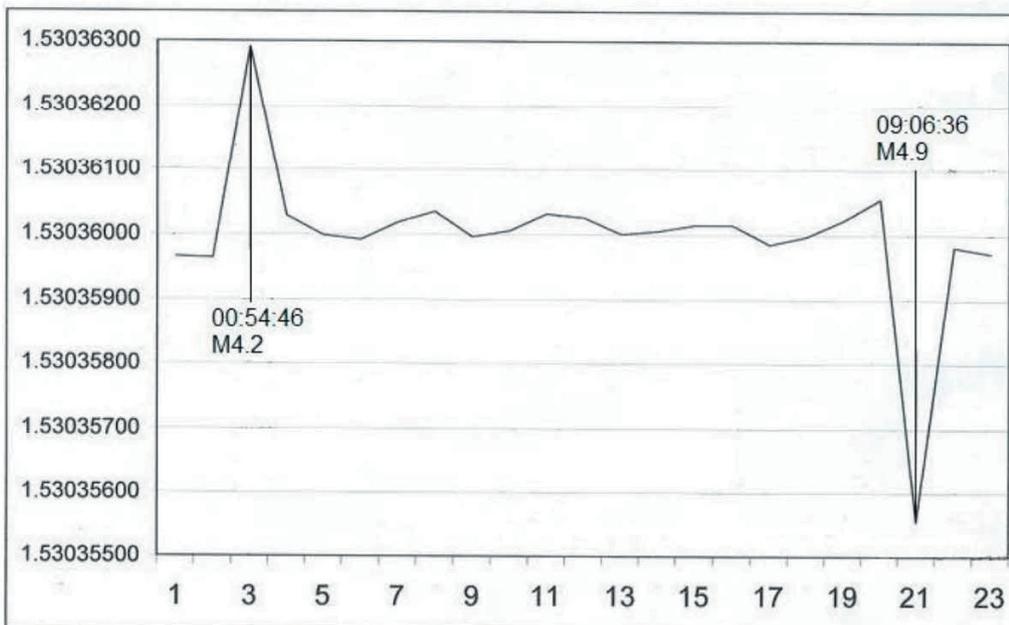


図4 2012年1月25日の地震に関して震央から68km離れた場所で観測された重力パターン。(マリオ チャンピオンのご厚意)。このグラフは、重力値 (mGa) と約28分間 (横座標) におけるギャップとの間の関連を示している。本震前後の瞬間に、地震発生に一致する重力変化 (減少) が観測された。

まとめ

クリスマス地震の反復は調査域における特別なジオイドの変形に関係しているだろう(ドリツキー・セルゲーエバ, 2002)。近日点の時の地球の重力効果は他に正確なものではなく、それらのケーススタディのような反復した地球物理学的なメカニズムが存在するのみである。地震研究の震源は同じような地形上の通路に位置していて、それはアペニンの地質構造に誘発される応力と惑星スケールで誘発される応力との関係の存在を仮設する事が可能である。広い事情では、クリスマス地震は地球を伴った天体との相互作用によって誘発される応力の点状効果を受けたものであり、その上、テクトニックな変形はこの研究で述べたダイナミクスの長期間効果に代表されるはずである。

**謝辞:** データを提供頂いたガブリエレとダニエレ、ダニエレとマリオ、チャンピオンへお礼申し上げる。

文献

- Arahi, H., 2001. Focal Processes of Deep Moonquakes. *Journal of the Geodetic Society of Japan*, v. 47, no.1; p. 508-513.
- Bernini, M. and Papani, G., 1987. Alcune considerazioni sulla struttura del margine appenninico emiliano trail T. Stirone eil T. Enza. *Ateneo Parmense, Acta Naturalia*, v. 23, no. 4. *Atti del Meeting <Bridle deformation analysis In Neotectonics> Firenze, 17 aprile 1986.*
- Christiansen, L.B., Hurwitz, S., Saar, M.O, Ingebritsen, S.E., Hsieh, P.A., 2005. Seasonal seismicity at western United States volcanic centers, *Earth and Planetary Science Letters* v. 240, p. 307–321.
- Dolitsky, A. and Sergeyeva, A., 2002. Global stress of the Earth, its variations and prediction of the earthquakes. *New Concepts in Global Tectonics Newsletter*, no. 25, p. 22-29.
- Gruppo di Lavoro CPTI, 2004. *Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, versione 2004 (CPTI04)*. INGV, Bologna. <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI/>
- Goulet, N.R., 1979. Tidal triggering of deep moonquakes. *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, vol. 19, Issue 1, p. 52-58.
- Heki, K., 2003. Snow load and seasonal variation of earthquake occurrence in Japan. *Earth and Planetary Science Letters*, no. 207, p. 159-164
- Ko Ivankar, V.G., 2007. RF emissions, types of earthquake precursors: Possibly caused by the planetary alignments. *Jour. Ind. Geophys. Union*, v. 11, p. 157-170.
- Kokus, M., 2006. Earthquakes on the Parkfield segment of the San Andreas Fault and lunar phase, *Proceedings of the Natural Philosophy Alliance, 12th Annual Conference, U of Connecticut, Storrs, 23-27 May 2005.*
- Murakami, M. and Miyazaki, S., 2001. Periodicity of strain accumulation detected by permanent GPS array: possible relationship to seasonality of major earthquakes occurrence. *Geophys. Res. Lett.*, vol. 28 p. 2983-2986.
- Nadeau, R. M. and McEvilly, T.V., 2004. Periodic pulsing of characteristic microearthquakes on the San Andreas Fault. *Science*, v. 303, no. 5655, p. 220-222.
- Ohtake, M. and Nakahara, H., 1999. Seasonality of great earthquake occurrence at the northwestern margin of the Philippine Sea Plate. *Pure Appl. Geophys.*, v. 155, p. 689-700.
- 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.
- Shlien, S., 1972. Earthquake-Tide Correlation. *Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society*, v. 28, p. 27–34.
- Straser, V., 2008a. Planetary perturbations and ‘Twin Earthquakes’: a model for the long-term prediction of earthquakes. *New Concepts in Global Tectonics Newsletter*, no. 46, p. 35-50.
- Straser, V., 2008b. 300-day seismic cycles in the southern segment of the San Andreas fault, California. *New Concepts in Global Tectonics Newsletter*, no. 49, p. 30-53.
- Straser, V., 2012. Can IMF and the electromagnetic coupling between the Sun and the Earth cause potentially destructive earthquakes? *New Concepts in Global Tectonics Newsletter*, no. 65, p. 27-34.
- Venkatanathan, N., Rajeshwara, Rao, N., Sharma, K.K. and Periakali, P., 2005. Planetary Configuration: Implication for Earthquake Prediction and Occurrence in Southern Peninsular India. *Jour. Ind. Geophys. Union*, v. 9, no. 4, p. 263-276.
- Zanzucchi, G., 1980. Lineamenti geologici dell'Appennino parmense. Note illustrative alla Carta e sezioni geologiche della Provincia di Parma e Zone limitrofe (1:100.000). In: *Volume dedicato a S.Venzo, Step Parma*, p. 201-233.

---

## 財政的支援について FINANCIAL SUPPORT

---

この NCGT Journal は公開オンライン雑誌で、すべての個人や組織が無料で入手することができる。これは、増大する雑誌発行経費を賄うために、私たちは読者からの善意の寄付と広告収入に頼らなければならないことを意味する。私たちはみなさまがたの寛大な財政支援を歓迎する。

私たちは、希望に応じてごく限られた数の印刷版をつくっている。オーストラリアでのたいへん高額な印刷費のために、読者のみなさまには電子版をダウンロードして個人で印刷されることをお勧めしたい。2013 年の印刷版購読料は、オーストラリアの購読者では AS\$150/年、他の国々の購読者では US\$180/年 (航空郵便料金を含む) である。

自作広告の料金: 裏表紙の全面広告で US\$400/号, US\$1500/年 (4号) である。それ以外の位置の場合は, US\$300/号, US\$1100/年 (4号) となる。半ページ広告は, 全ページ料金の 80% である。詳細は editor@ncgt.org. へ。

### ■ 支払方法

もしあなたが PayPal 口座をお持ちであれば、下記口座へ送金されたい (PayPal は、クレジットカード Visa・MasterCard での支払いも可能で、みなさまがたにこの方法 [<http://paypal.com/cgi-bin/>] の利用をお勧めする)。  
口座名 :New Concepts in Global Tectonics  
E-mail: ncgt@ozemail.com.au (editor@ncgt.org ではない)

### ■ 銀行振替あるいは個人小切手でお支払いの場合は

宛名 :New Concepts in Global Tectonics  
郵送先 : 6 Mann Place, Higgins, ACT2615, Australia

### ■ 現金で銀行送金する際の銀行口座の詳細

銀行名 :Commonwealth Bank (Swift Code: CTBAAU25), Belconnen Mall ACT Branch (BSB 06 2913)  
口座番号 :06 2913 10524718  
口座名義 :New Concepts in Global Tectonics

---

## NCGT ジャーナルについて ABOUT THE NCGT JOURNAL

---

New Concepts in Global Tectonics ニュースレターは、NCGT ジャーナルの前身誌で、1996 年 8 月に北京で開催された第 30 回万国地質学会シンポジウム "Alternative Theories to Plate Tectonics" の際の討論にもとづいて生まれた。その名称は、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ワシントンのスミソニアン研究所で開催されたより早期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. 組織的照準を、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基礎とする。とくに検閲と差別の行われてきた領域において。
3. 既存の通信網では疎外されているそのような考え方や研究成果に関する討論のためのフォーラム。それは、地球自転の効果や惑星・銀河の影響、地球発達に関する主要学説、リニアメント、地震の研究と予知、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。

# 国際雑誌 グローバルテクトニクスの新概念



**International Journal for New Concepts in Global Tectonics**

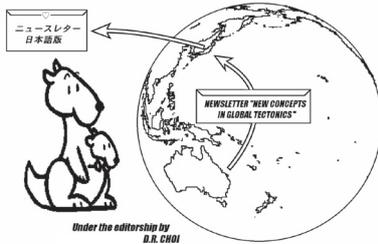
[英語版 Vol. 1. No. 1 <<http://www.ncgt.org/>> から翻訳]

日本語版 Vol 1, No. 1-2 (2013年7月)

■ Print edition ISSN 2186-9693

多数のカラー図面は、下記のオンライン版をご覧ください

■ Online edition <<http://kei.kj.yamagata-u.ac.jp/ncgt/>>



編集長: Dong CHOI, 編集委員: Ismail BHAT, India (bhatmi@hotmail.com); Peter JAMES, Australia (glopmaker75@hotmail.com); Giovanni GREGORI, Italy (giovanni.gregori@idac.rm.cnr.it), Leo MASLOV, Russia (ms\_leo@hotmail.com); Cliff OLLIER, Australia (cliff.ollier@uwa.edu.au); Nina PAVLENKOVA, Russia (ninapav@ifz.ru); David PRATT, Netherlands (dp@daavidpratt.info); N. Christian SMOOT, USA (christiansmoot532@gmail.com); Karsten STORETVEDT, Norway (Karsten@gfi.uib.no); Boris I. VASSILIEV, Russia (boris@poi.dvo.ru); Takao YANO (yano@rs.tottori-u.ac.jp)

## も く じ

### 第1分冊

- 編集者から [小松宏昭 訳] ..... 2
- 編集者への手紙 [小松宏明・矢野孝雄 訳] ..... 3
- 原著論文
- Rockall Plateau/Maury Seachannel interaction N. Christian SMOOT [柴 正博 訳] ..... 12
- ロツカール海台 / モーリー海底峡谷の相互作用
- 54/56 year cycle: World megaquake clustering David MCMINN [矢野孝雄 訳] ..... 17
- 54/56年周期: 巨大地震の世界的群発
- Microseisms and spreading of deformation waves around the globe Pavel KALENDA, K. HOLUB, J. RUSAJOVA and L. NEUMANN
- 脈動と地球周辺の変角振動波 [角田史雄・矢野孝雄 訳] ..... 22
- The Christmas earthquakes: seasonal seismic recurrences near Parma, north-western Apennines, Italy? Valentino STRASER
- クリスマス地震: パルマ近郊での季節地震の反復, 北西アペニン, イタリア [岩本広志 訳] ..... 35
- 財政的支援について / ニュースレターについて ..... 40

### 第2分冊

- 総説
- Palaeomagnetism, plate motion and polar wander David PRATT
- 古地磁気, プレート運動, および極移動 [山内靖喜・小坂共栄・小泉 潔・久保田喜裕・矢野孝雄 訳] ..... 42
- コメントと討論
- Origin of the Pacific ring of fire Takao YANO [矢野孝雄 訳] ..... 107
- 太平洋の「火の輪」の起源
- Further discussion of Nina Pavlenkova paper Karsten STORETVEDT
- N. Pavlenkovaの地球造構命題に関するさらなる議論 [矢野孝雄 訳] ..... 111
- 出版物 [窪田安打 訳] ..... 116
- ニュース [矢野孝雄 訳] ..... 119

連絡・通信や投稿原稿には、次の方法をご利用下さい: NEW CONCEPTS IN GLOBAL TCTONICS

1) Eメール: editor@ncgt.org, ncgt@ozemail.com.au, または ncgt@hotmail.com; 1 ファイルは 10 MB 以下, 10 MB を超えるファイルは ncgt@hotmail.com へ. 2) ファックス (少量の通信): +61-2-6254 4409, 3) 郵便・速達航空便など: 6 Mann Place, Higgins, ACT 2615, Australia (ファイルは MS Word フォーマット, 図面は jpg, bmp, tiff フォーマット), 4) 電話: +61-2-6254 4409.

放棄 [DISCLAIMER] この雑誌に掲載された意見, 観察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, NCGT の編集者と編集委員会の責任ではありません.

NCGT JOURNAL 公開され, 査読された季刊国際オンラインジャーナルで, 3月, 6月, 9月, 12月に発行されます.

日本語版発行: New Concepts in Global Tectonics Group 日本グループ

連絡先 〒680-8551 鳥取市湖山町南 4-101 鳥取大学地域学部地域環境学科 矢野孝雄 Phone/Fax 0857-31-5113 EM yano@rs.tottori-u.ac.jp

翻訳・編集: NCGT ジャーナル 翻訳グループ

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