

国際誌 グローバルテクトニクスの新概念



An international journal for New Concepts in Global Tectonics

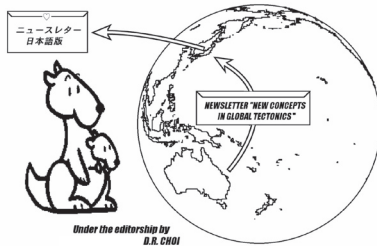
[英語版 Vol. 1. No. 4 <<http://www.ncgt.org/>> から翻訳]

日本語版 Vol 1, No. 4 (2014 年 4 月)

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

■ Print edition ISSN 2186-9693

■ 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 (glopemaker75@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@dauidpratt.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

■ 編集者から	地球表層における造構運動の駆動力としての熱電磁気エネルギー	[小松宏昭 訳]	2
■ 編集者への手紙		[矢野孝雄 訳]	2
■ 原著論文			
Anomalous OLR observations: preliminary results of September 25, 2013 (M7.0) Peru earthquake			
Natarajan VENKATANATHAN and Vladimir NATYAGANOV			
外向性長波発光の観測異常: 2013 年 9 月 25 日 (M7.0) ペルー地震の前兆結果		[岩本広志 訳]	4
A potential relationship between animal behaviour and pre-seismic signals in the north western Apennines			
Valentino STRASER			
北西アペニン(イタリア)における動物行動と地震前兆との関連性の可能性		[岩本広志 訳]	8
The variations of the earthquake depth distribution since 2000		Pavel KALENDA and Libor NEUMANN	
2000 年以降の地震の深度分布の変化		[赤松 陽 訳]	12
Analogy between lowlands of Earth and Mars, Earth and Mercury, and a glance at tectonic granulations			
Gennady G. KOCHERASOV			
地球と火星間及び地球と水星間での低地の類似と造構顆粒状地形の一見		[山内靖喜 訳]	17
Seismogenic layers in Pakistan		Haleem Zaman MAGSI	
パキスタンにおける起震層		[久保田喜裕・矢野孝雄 訳]	21
Thermal seismo-electromagnetic signals appeared in late 2013 in NW Australia and their relation to cyclone			
Arun BAPAT, Dong R. CHOI, Masashi HAYAKAWA, Bruce LEYBOURNE and John CASEY			
西オーストラリアで 2013 年後半に現れた温熱的な地震 - 電磁気学的信号とサイクロンとの関係		[角田史雄 訳]	25
■ 討論			
Response to: Global theories and standards of judgment by Karsten Storetvedt		Irfan TANER	
"Karsten Storetvedt の全地球的学説と判断基準" への回答		[矢野孝雄 訳]	33
The Domino requisite in global theories		Karsten M. STOREVEDT	
グローバルな理論に必要なドミノ		[小坂共栄・小泉 潔 訳]	36
■ 出版物			
Yu.M. PUSHCHAROVSKY: 大西洋のマイクロコンチネント, 星野通平: 微膨張している地球の歴史		[柴 正博 訳]	45
■ 財政的支援について / ニュースレターについて / 広告			46

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 TECTONICS

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.

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])

地球表層における造構運動の駆動力としての熱電磁気エネルギー

本号では、レンチテクトニクスの提唱者である Karsten Storetvedt とサージテクトニクス論者の Irfan Tarner の間で熱い論争がつづいている。現在進行中のこの議論は、多くの読者に歓迎されてきた。この種の公開討論は、科学的発想を健全に育て、勇気づけるにちがいない。しかしながら、それは、お互いに敬意を払う建設的なやり方ですすめられるべきである。われわれの目標は、もっとも優れたモデルを協力して見いだすことであり、他の仮説を打ち破ることではない。それは心の中に生まれるべきものであり、誰も知識を独占する権をもっていないことを肝に銘ずべきである。結局のところ、全地球の力学仮説は、現実の世界において、特に地球表層で観察される地質学的データやすでに確立された地質学の法則によって厳しく検証される。われわれの師は母なる地球なのである。

上記の討論とともに、本号には多くの興味ある論文が掲載されている。それはプレートテクトニクスに打撃をあたえる Kochemasov の顆粒状地形論に加えて、いつものように、地震に関する論文が、本号の大半を占めている。それらは、Straser, Magsi, Kalenda and Neumann, Venkatanathan and Natyganov, および Bapat et al. の論文である。これらの著者たちの継続的投稿は、地震の発生過程やメカニズムの理解に大いに寄与し、さらに地震予知においても私たちの助けとなっている。幾人かの読者が「NCGT Journal」は世界で最もよく読まれている地震学雑誌であると言っているが、それは驚くに値しない。

読者は、Bapat et al. の興味深い論文を目にするだろう。その論文は、2013 年後半に、沖合海域を含む北西オーストラリアにおけるさまざまな地震前兆を考察したものである。国際地震火山予知センター (IEVPC) の 1 分野に含まれる彼らの総合的・学際的な研究は、予知計画の教科書である。しかし、

(地震が) 予想されたその日に、予知された場所の近くで、地震ではなくサイクロンが発生した。その結果、地震とサイクロン (台風・ハリケーン) の発生メカニズムに新しい視点がもたらされた。地震とサイクロンは、一般に、地球のコアからもたらされる熱電磁気エネルギーに関係している。それは、太平洋西岸のような地震の多発地帯に発生する多くの破壊的なサイクロンや台風への適用が可能である。2013 年 10 月の Bohol 地震 (M=7.2) の直後にフィリピンと周辺地域を縦走して大きな被害をもたらしたカテゴリー 5 の Haiyan 台風には、熱電磁気エネルギーという観点からの研究が必要であろう。最近地球のコアから放出された非常に高いエネルギーについては、Space and Science Research Center によって主張されたような 200 年あるいは 400 年周期の太陽活動の低下期あるいは小氷期の到来と関連させて研究される必要がある。

Bapat et al. 論文のもう 1 つの興味深い点は、熱のふるまいである。それは最初の異常が感知されてから 4 か月以上にわたって次のように追跡されてきた：広大な先カンブリア剛塊の下での熱の蓄積 (長波長輻射の放出としてとらえられる：OLR)、剛塊周辺への熱放出 (表面温度上昇として観測される：SST)、地塊境界断層に沿う熱の漏出 (SST)、そして最終段階近くでの剛塊東縁の構造高所への移動 (SST)。このように、おそらくはモホ面下で起きている絶え間ない熱の動きが数ヶ月以上にわたってほとんどリアルタイムで追跡され、それは、地震・サイクロン・その他の構造運動の発生メカニズムを解明するための重要なデータセットである。くりかえしになるが、この研究がよく調べられた地質学と結びつけられた時、(地球内部からの) 熱電磁気学的な地震前兆現象が正しく解釈され、実用に重要な意味をもつことが証明されるであろう。地球物理学的データを解釈する際の地質学の重要性は、いくら強調しても、強調しすぎることはない。

編集者への手紙**LETTERS TO THE EDITOR**

(矢野 孝雄 [訳])

親愛なる編集者へ、

私は、この雑誌の 3 号を楽しく読み終えたところで、科学雑誌は、単一の決まりきったパラダイムよ

りも複数の考え方を含むべきであることを、そして、Storetvedt/Meyerhoff の大河小説のような “人間” 物語が重要であることが、如実に示されています。

私は、とくに、東アジア反射軸帯 [the East Asia Reflective Axial Belt] を通過する Borneo-Vanuatu 地背斜とシベリア剛塊の連続性に関するあなたの論文に興味をもちました。というのも、私はこの2年間 Sepon 銅金鉱山に居て、ラオス中央部の仕事に従事してきたからです。私たちは、いくつもの流紋デイサイト質斑岩の集中貫入域を形成した二疊紀珪長質火成活動を詳細に研究しました。さら

に、そこでは、玄武岩質安山岩岩脈がやや遅れて活動します。この地背斜の発達過程で、さまざまなマグマ溜まりがどのようにして形成されたのか、興味をいただいています。私は、今後、この雑誌でいっそうの議論が行われることを楽しみにしています。

Paul Burrell

MMG LXML Sepon, Sepon 開発管理者
ラオス人民民主主義共和国 Savannakhet 省
Vilabouly 地方
Paul.Burrell@MMG.COM

イタリアのクリスマス地震 : Peter James の批判への回答

私は、北西アペニン山脈（イタリア）でクリスマスの数日前に起こった地震活動にかんする Peter James 氏の正確で透徹した分析を注意深く読みました。

結論から述べますと、まだよくわかっていないと私が考えているこのテーマ（地震）を深くほりさげる必要があることに賛成です。Claude Blot 教授が提唱した学説は、計算することができ、しかも物理的方法で表現できる再現性のあるメカニズムを研究する可能性をもたらすものです。

Blot の方法は公開され、強化される価値をもち、広く利用することができ、学際的研究や研究機関によって支持されています。私は、ここで、Peter James 氏がとりあげた物理学的議論について論じようとは思いません。

私の意見では、クリスマスの頃やクリスマスの日に起きる地震（このような呼称を選択すると、読者は明らかに奇妙だと感じることでしょう）の規則性は、たとえば Peter James 氏がお考えのような伝統的メ

カニズムとは別の考え方を想起させます。

なによりも、地震によって解放される比較的小さいエネルギーは、より大きなエネルギーを解放する岩石破壊ではなく、弾性的はね返りの結果だと思われます。もちろん、この研究分野は依然としてよくわかっていない状態です。規則的に発生する物理作用（潮汐効果、熱力学的隆起、および貯水池性地震を除く）には、地殻引張によって発生した拡散と応力の両者によってほぼ一定速度で表層を移動する放出された気体が含まれます。

地下の変動（たとえば、活動的構造帯における自発性雑信号の相互作用）を効果的に発生させる多くの要素があり、アペニン山脈北西部（イタリア）は学際的検証を実施するための野外実験室なのかもしれません。現時点では奇妙さが残りますが、はたして今年も再び地震が発生するのでしょうか？

Valentino Straser, Italy
fifurnio@tiscali.it

NCGT 討論と流体回転概念

親愛なる編集者へ

NCGT Journal の本号では、いまだ解明されていない地球力学問題と全地球テクトニクス概念に関して、議論がつづけられている。議論の発端は、NCGT vol. 1, no. 3 で K. Storetvedt と D. Pratt が行った真新しい議論である。Storetvedt 論文は1つの主目的に専念している。それは、Meyerhoff のサージテクトニクスを含む既存の学説のすべてを批判すること、そして、今日ではレンチテクトニクスが全地球テクトニクス概念として唯一信頼できると結論づけることにある。逆に、David Pratt は、「地質・地球物理・古生物学・古気候データは大規模な運動

や極移動を必要とせず、非漂移大陸と安定した極を示す」と述べ、それはレンチテクトニクスの否定を意味している。

サージテクトニクス批判には実質的根拠が欠けている。サージテクトニクスは、深部の流体やマグマが水平対流する水平および鉛直方向のチャネルを含む成層リソスフェアを説明し、そのための造構メカニズムを提案する。リソスフェア中に脆弱層が存在することは、詳細な地震研究によって実質的に解明されていて、それらはマントル物質の移動にたいへん重要な役割をはたしている。

Pratt の非漂流大陸という結論も、観測された地球の構造的規則性に合致する。太平洋をとりまく大陸縁は、それぞれに対応する弧を形成し、そこでは Benioff 帯が観測される。太平洋の輪は、もうひとつの全地球的地震の環である地中海－アジア帯に直交する。大西洋とインド洋は海洋中央リフトに特徴づけられ、リフトは南極に関して対称な構造システムを形成する。両リフトは子午線に沿っていて、それらはほぼ同じ距離、すなわち 90° ほど分離・漂移している。非対称な南極大陸と北極海も、地球表層の規則的構造の現れである。これらの規則性はいずれも、プレートテクトニクスとレンチテクトニクスが提案する大陸の大規模移動に矛盾する。そして、全地球テクトニクスの新概念はいずれも、それらの起源を説明しなければならない。

私の流体回転概念 (NCGT-63) において、私は、コアを中心とするマントル回転によって大陸のレンチテクトニクス運動を説明しようと試みた。しかし、私はその後、それが南極大陸と北極海との顕著な非対称性に合致せず、この回転運動は無効であることに気づいた。したがって、私の概念からマントル回転を放棄することになるだろう。そうすることによって、私の概念はより現実的になる。

NCGT Journal で展開される議論は一般にたいへん重要で、より多くの人々がこの議論に参加することが求められている。

Nina I. Pavlenkova

Institute of Physics of the Earth, RAS,
ninapav@mail.ru

原著論文

ARTICLES

外向性長波発光の観測異常：2013 年 9 月 25 日 (M7.0) ペルー地震の前兆結果 ANOMALOUS OUTGOING LONGWAVE RADIATION OBSERVATIONS: PRELIMINARY RESULTS OF SEPTEMBER 25, 2013 (M7.0) PERU EARTHQUAKE

Natarajan VENKATANATHAN* and Vladimir NATYAGANOV**

* (Corresponding author) Faculty of Physics, SASTRA University, Thirumalaisamudram, Thanjavur – 613 401, India. Tel. +919444807900; physics16972@yahoo.com

** Faculty of Mechanics and Mathematics, Moscow M.V. Lomonosov State University, Moscow, Russia. tenzor@bks-mgu.ru

(岩本 広志 [訳])

要旨：外向性長波発光 (OLR) 測定、衛星ベースの測定は、地球上で準備される地震帯を識別する有効なツールになりうる。大気および表層における外向性長波発光 (OLR) の異常現象は、中規模および大規模地震が発生する 5～30 日前に普通に発生する。この論文は、最近発生したペルー地震 (マグニチュード 7.0, 2013 年 9 月 25 日) の試験的解析を報告する。

キーワード：外向性長波発光, 異常インデックス, 熱力学的プロセス

導 入

外向性長波発光 (OLR) は電磁気的なより長い波長の低エネルギー干渉発光で、地球から宇宙へ発せられている。OLR 異常は地震準備域で観測されている。ここ数年、破壊的な地震の前の暗示的な瞬時の熱異常をレポートした多くの研究が出版されている (テュロニンほか, 2002; サラフ・チョウドハリー, 2005a & b; オウゾウノフほか, 2006; オウゾウノフほか, 2007; オヤマほか, 2011; ベンカタナハンほか, 2013; ジングほか, 2013)。幾人かの研究者達は、OLR 異常と特定のクラウドー強力な地震の前にリソスフェア断層を通じて局所的な深部ガス放出の増加を伴った地震テクトニック指示者 (ド

ダほか, 2011) を結びつけた。この排出の重要な役割は、深部水素やその同族 (硫化水素, メタン...), とメンデレーエフのクリティカルポイントの条件下で地下の水が超高温水蒸気を形成することである。このれは多数のスモーカーが海洋下の多くの場所で最近発見されたことによって間接的に支持される。国立海洋大気機関 (NOAA) サテライト 15, 16, 17 は大気圏の外縁で観測をつづけていて、そのデータは <http://www.cdc.noaa.gov> からダウンロードできる。この論文では、大気活動と 2013 年 9 月 25 日にペルーのアカリ南方 50km で起きたマグニチュード 7.0 の地震との関係を調べた NOAA 衛星データの試験的解析結果を議論する。

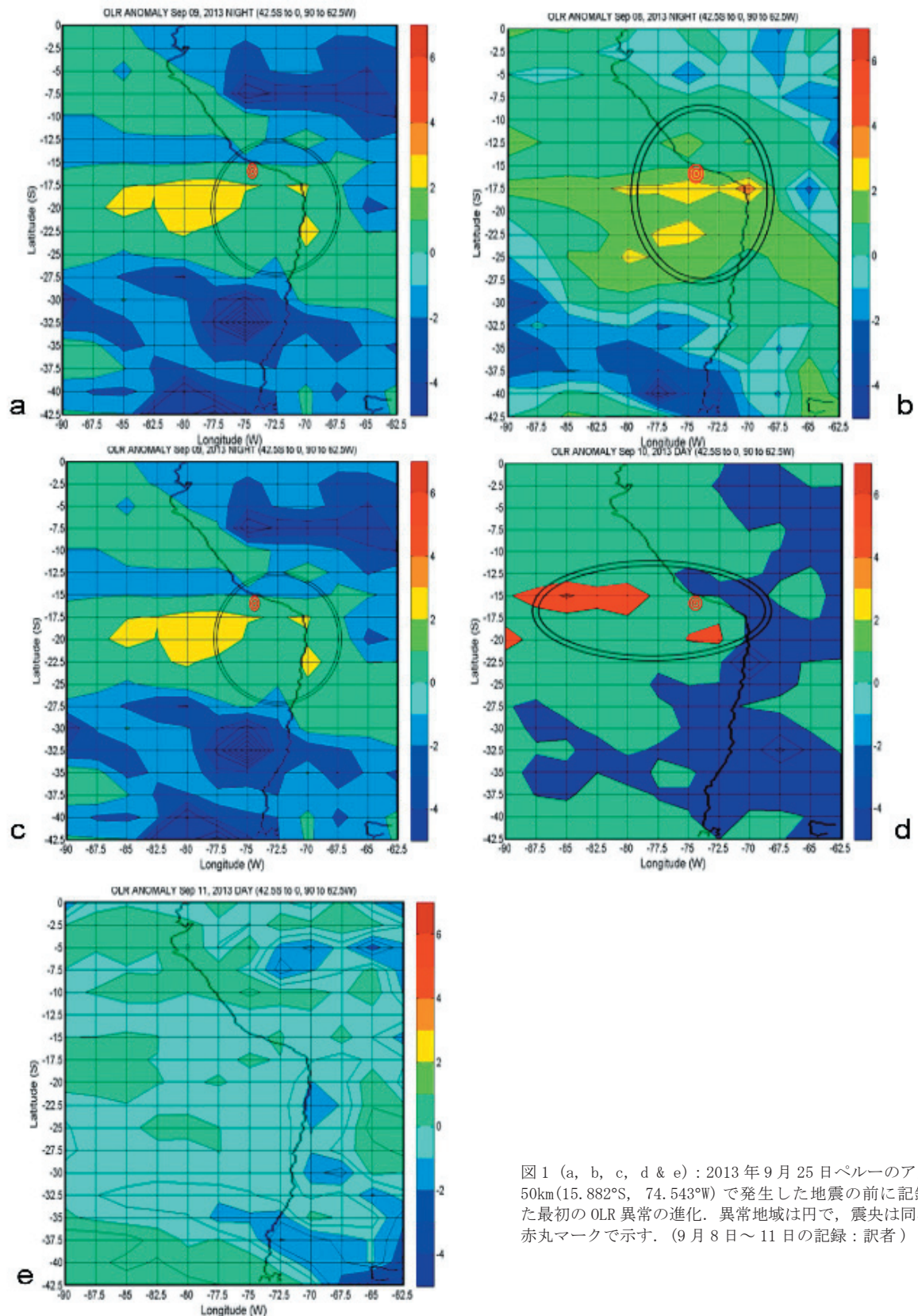
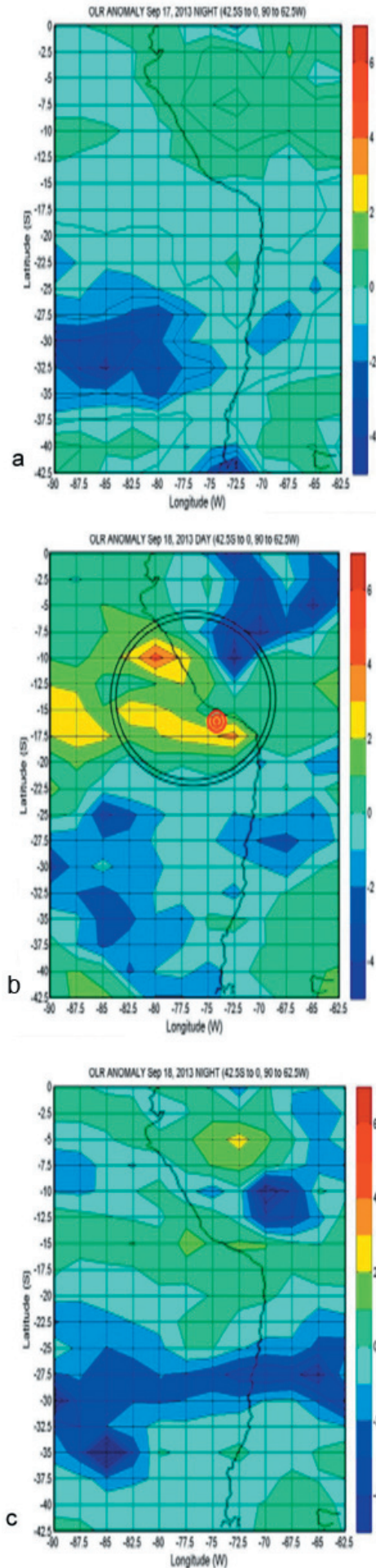


図1 (a, b, c, d & e) : 2013年9月25日ペルーのアカリ南50km(15.882°S, 74.543°W)で発生した地震の前に記録された最初の OLR 異常の進化. 異常地域は円で, 震央は同心状の赤丸マークで示す. (9月8日~11日の記録: 訳者)

地下からの発光は、気圏下部と雲を併せて外向性長波発光 (OLR) と呼ばれている。ベーシックなデータから、別々のアルゴリズムが OLR (8 ~ 12 μ m) の計算に用いられている (グルバー・クルエガー, 1984)。国立海洋大気機関気候予測センター (<http://www.cdc.noaa.gov>) は改良型超高分解能放射計 (AVHRR) で試験したデータとアルゴリズムを提供し

ている。短時間異常発光は大気中の造構応力と熱力学プロセスによって出現可能となる。OLR 異常変動は、与えられた場所と時刻における OLR の最大量変化で統計的に規定された前兆と、特定の空間場所と所定時間についてエネルギー・インデックスに変換して定義することが可能である (オウゾノフほか, 2011)。



$$dE_Index = \frac{(Daily\ current\ field\ OLR - Daily\ base\ field\ OLR)}{Standard\ Deviation}$$

この研究では 2006 ～ 2012 年における NOAA/AVHRR OLR の日別データをベース領域の OLR として、2013 年 9 月 25 日の地震の前兆日が計算される。エネルギー・インデックスの変化は OLR の毎日のカレント領域とベース領域の両者の違いを見つけることによって得られる。もし OLR のベース領域の信頼値レベルに比較して +2 シグマより大きい場合は、その日のエネルギー・インデックスの応答変化が異常であると判断される。短時間の OLR 異常が上述したペルー地震の発生前に観測された。OLR 異常の現れは通常、地震のマグニチュードに関係し、地震発生前の数日～1 ヶ月に変化する。これらの短時間異常出現の時間記録は地震ごとに変化し、それは多分これらの場所におけるテクトニックセッティングの違いに起因するだろう。

2013 年 9 月 25 日ペルー地震に先立った OLR 異常の前兆

2013 年 9 月 25 日の地震発生前に、短時間異常が 3 倍になった。最初の異常は 2013 年 9 月 7 日に発生し、2013 年 9 月 10 日までに終わった。日別のカレント領域の強度は 2013 年 9 月 7 日からゆっくりと増加し、2013 年 9 月 10 日にピークに至った (図 -1a, b, c, d)。2013 年 9 月 7 日～9 月 9 日には日別カレント領域の異常 OLR 量が NOAA 衛星の夜間通過時に記録され、日別カレント領域の OLR 量は 9 月 10 日の NOAA 昼間通過時における日別ベース領域の OLR 量の 4 倍量以上となった。OLR 異常は 2013 年 9 月 10 日夜から消滅し始め、NOAA 衛星の昼間通過時に記録されたように、2013 年 9 月 11 日には完全に消滅した (図 -1e)。

2013 年 9 月 11 日の OLR 異常の消滅後、2013 年 9 月 17 日の夜間通過時までは何も異常は記録されなかった (図 -2a)。しかし、2013 年 9 月 18 日に再び出現し、それは、衛星中間通過時に記録されたイメージ (図 -2b) に示される。ある一つの場所 (10° S, 80° W) でカレント領域 OLR 量がベース領域 OLR の 4 倍になっていた。もうひとつの異常は (17.5° S, 72.5° W) に集中し、カレント領域 OLR 量がベース領域の OLR の 3 倍になった。この時の異常は非常に短時間であり、2013 年 9 月 18 日夜間通過時の衛星データから推測することができた (図 -2c)。

近隣の地域での二度目の異常の消失後、2013 年 9 月 20 日以降カレント領域の OLR 量は静穏が支配

図 2 (a, b, & c) : 2 度目の OLR 異常の進化, 2013 年 9 月 25 日ペルーのアカリ南 50km (15.882°S, 74.543°W) で発生 (黒色のドットで示した)。2 度目は 2013 年 9 月 7 日・10 日に出現した異常の領域に比較して短時間であった。(9 月 17 日～18 日の記録: 訳者)

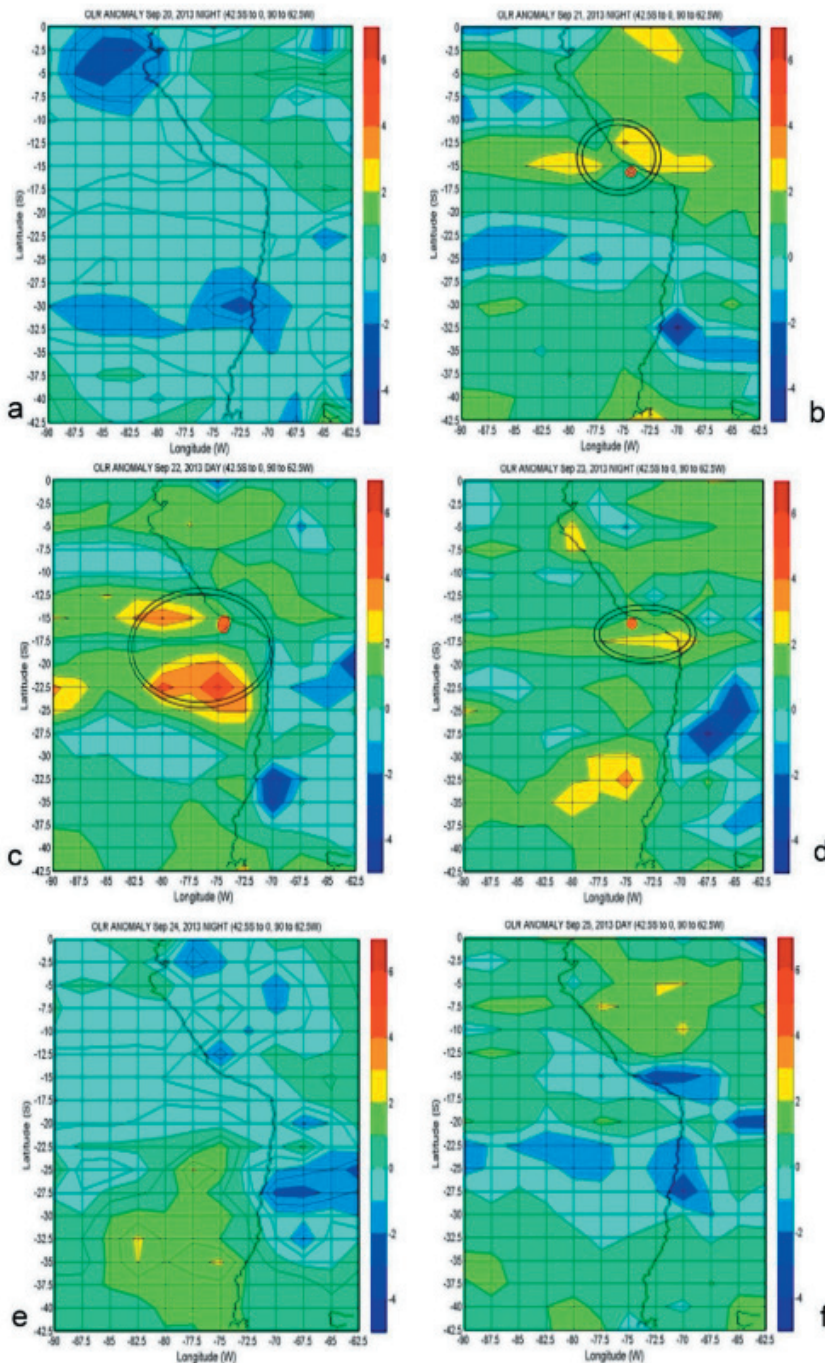


図3 (a, b, c, d, e & f). ペルーアカリでの2013年9月21・23日/2011年3月14日～31日のNOAA衛星から観測されたOLR異常の連なり。異常地域は黒円で、赤の同心円は震央。(9月20日～25日の記録：訳者)

的になり、夜間通過の間に衛星にはノーナルカレント領域のOLR量が記録された(図-3a)。最終的に、2013年9月25日の地震発生前には、9月21日に出現した異常の3倍量となった。今回のカレント領域OLR量は近隣地域(12.5°S, 75°W)でベース領域OLR量の3倍となり、それは衛星の夜間通過によって記録された(図-3c)。異常の強度と面積が2013年9月22日より、前日の夜間(図-3c)に比べて増加し始め、2013年9月23日より(17.5°S, 72.5°W)の場所で以上強度がやや減少が記録(図-3d)、2013年9月25日協定世界時間(UTC)16:42の地震発生の前後日で完全に消失；衛星夜間通過時の記録は以上のとおりである(図-3eとf)。

まとめ

NOAA衛星から配信されたOLRデータがOLR異常を信頼できる前兆シグナルとして使用可能なことを示した。もし我々が前兆研究の複数パラメーターを使えば、地震予知を並外れた精度に向上させることが可能となる。それは、宇宙と地上をベースとした方法論の助けによる良く組織された全地球的ネットワークによって確実に成し遂げられることができ、その時は地震予知が理解しにくいということとはもはやないだろう。

謝辞：OLRデータを提供したNOAA物理科学部門に深謝する。

文 献

- Doda, L.N., Dushin, V.R., Natyaganov V.L., Smirnov N.N. and Stepanov, I.V., 2011. Earthquakes forecasts following Space and ground-based monitoring. *Acta Astronautica*, v. 69, nos. 1-2, p. 18-23.
- Gruber A. and Krueger A., 1984. The status of the NOAA outgoing long wave radiation dataset. *Bulletin of American Meteorological Society*, v. 65, p. 958-962.
- Jing, F., Shen, X. H., Kang, C. L. and Xiong, P., 2013, Variations of multi-parameter observations in atmosphere related to earthquake. *Natural Hazards Earth System Science*, v. 13, p. 27-33, doi:10.5194/nhess-13-27-2013
- Ouzounov, D., Bryant, N., Logan, T., Pulinets S. and Taylor P., 2006. Satellite thermal IR phenomena associated with some of the major earthquakes in 1999-2004. *Physics and Chemistry of the Earth*, v. 31, p. 154-163.
- Ouzounov, D., Liu, D., Kang, C., Cervone, G., Kafatos, M. and Taylor, P., 2007. Outgoing long wave radiation variability from IR satellite data prior to major earthquakes. *Tectonophysics*, v. 431, p. 211-220.
- Ouzounov, D., Pulinets, S., Romanov, A., Romanov, A., Tsybulya, K., Davidenko, D., Kafatos, M. and Taylor, P., 2011. Atmosphere-ionosphere response to the M9 Tohoku earthquake revealed by multi-instrument space-borne and ground observations: Preliminary results. *Earthquake Science*, v. 24, no. 6, p. 557-564, DOI: 10.1007/s11589-011-0817-z, ISSN: 1674-4519.
- Oyama, K.-I., Shimoyama, M. and Liu, J.Y., 2011. Possible interaction between thermal electrons and vibrationally excited N₂. *Annals Geophysicae*, v. 29, p. 583 - 590.
- Saraf, A. K. and Choudhury S., 2005a. NOAA AVHRR detects thermal anomaly associated with the 26 January, 2001. Bhuj earthquake, Gujarat, India, *International Journal of Remote Sensing*, v. 26, p. 1065-1073, doi:10.1080/01431160310001642368.
- Saraf, A.K. and Choudhury S., 2005b. Satellite detects surface thermal anomalies associated with the Algerian earthquakes of May 2003, *International Journal of Remote Sensing*, v. 26, p. 2705-2713, doi:10.1080/01431160310001642359.
- Tronin, A., Hayakawa, M. and Molchanov, O.A., 2002. Thermal IR satellite data application for earthquake research in Japan and China, *Journal of Geodynamics*, v. 33, p. 519-534.
- Venkatanathan, N., Kaarthick, B. and Priyadarshini, C., 2013. OLR Anomalies prior to big earthquakes (Mw > 6.0) - A case study on earthquakes of India's Neighboring Region occurred during the year 2012. *New Concepts New Concepts in Global Tectonics Journal*, v. 1, no. 3, p. 34 - 44. Website: <http://www.cdc.noaa.gov>

北西アペニン（イタリア）における動物行動と地震前兆との関連性の可能性 A POTENTIAL RELATIONSHIP BETWEEN ANIMAL BEHAVIOUR AND PRE-SEISMIC SIGNALS IN THE NORTH WESTERN APENNINES (ITALY)

Valentino STRASER

International Earthquake and Volcano Prediction Center vstraser@ievpc.org

（岩本 広志 [訳]）

要旨：非常に多くの社会において、ガスの放出、静電的な帯電、プラズマと磁場のフィールドが強い地震の前に、動物の異常行動もまた、人間の健康の激変とがしばしば関係していることが言われている。イタリアも例外ではなく、北西アペニン地域（イタリア）で最近5年間に起きたマグニチュードM4.5+の散発的な地震では、これら2つの現象の数多くの一致することを確認した。マグニチュードM4.5+の3つの地震は2008～2013年に起き、すべてが冬であり、爬虫類が冬眠から時期尚早に目覚めたことで一致し、2つのケースでは雪が写真に記録されていた。2009年後半期における継続的調査によって、この地区の救急外来数がM2+よりも大きい地震の発生と結びつく多くの可能性が確認され、10のうちの8ケースにおいて、地震発生の48時間前に数多くの救急外来があった。

キーワード：地震前兆、動物と地震予知、振動性共鳴、電波異常、孤立波

導 入

この研究の目的は動物（脊椎動物と昆虫）の行動と地震前兆シグナルの関係の可能性をチェックすること

とである。

信頼に足る地震予知の欠如、技術的な限界のために、人々はしばしば動物の感受性に頼っている：地震の

多くの予期の兆しとシグナルそれらの潜在的可能性について、「地震の預言者」ヘルムート・トリブッシュがそれらを定義した (1979). シグナルは普通でない行動によって識別され、通常反復的、世界中の多くの場所で観測された破壊的な能力を持った地震の数日或いは数時間前に観測された (デンほか, 1981; ワンほか, 2006; バアルガバほか, 2009; ブスキルクほか, 1981; ロガン, 1977; セルピエリ, 1873; グラントほか, 2011; ガンズ, 1976). 科学的研究或いはレポートでは、ハイチェング (1975) とフリウリ (1976) がフォローした幾つかの例がある. 地震イベントに遭遇した感受性は動物に属するもののみならず、人間もまた、鉱山労働者によって証言されているものとして、裸足は地震イベントの発生前に地表の振動を即座に気づくことができる. 大人の健康における地震の影響の調査とその代りの子供の場合として (バパット, 2007; Şalcioğlu と Başoğlu, 2008) の手記に記されている. 病気の前兆として現れる不快感の一種、これは原理的に、静電気の帯電が大気中のガスの存在によって、セロトニンレベルによる相互作用の可能性がある. アナグノストポウロス (2013) が実施した最近の研究では、地震数の急上昇とメンタルヘルスとの間には高い相関性を示し、個々に特に感度が高いことを示している (アナグノストポウロスほか, 2013; フェイほか, 2012).

調査エリア

この実施中の研究は、2008 年より開始し、イタリア北西アペニン地域のパルマ地方の地震で研究された (図 1).

時間的な韻律分析

時間的な韻律分析の調査は 2 つのフェーズによって分かたれている. 最初のフェーズはマグニチュード 5+ を超える (最近 5 年間でたった 3 回) 地震で動物の間で共通して識別された異常行動の一致を探索

した. マグニチュード 5+ を超える地震はフリグナノ地方とイタリア北西アペニンのパルマ周辺の地震エリアでは稀なイベント.

2 番目のフェーズは 2009 年 6 月から起こった; この調査下でチェックされたこの地域での病院で多くの救急外来患者がいて、同時期に起きた地震に符合した (図 2).

方 法

調査方法は 濃密なネットワークを持った新聞記者 (約 50 名のジャーナリスト) との毎日の接触、同様に地震の近くの村や田舎においてリアルタイムで気付いた地元のいかなる異常に関する情報をしゃべってもらうための自警団; 付け加えて、調査下の地域の観測された地震とデータを比較.

地震データは www.ingv.it/en/ のウェブサイト 24/7 で使用可能、これはリアルタイムの異常と地震の間の関係を識別することが可能となる.

議 論

マグニチュード M5+ を上回る 3 つの地震が起きたデータは冬の時期 (2008 年 12 月 [M5.1], 2012 年 1 月 [M4.9, M5.4], 2013 年 1 月 [M4.8]) に起こったことを示し、爬虫類のクシスヘビ、ヒメアシナシトカゲ、アスプレクサリヘビが観測され、2 例が写真に撮られ、彼等は震央から約 20km はなれた地域の本震の直前に冬眠から時期尚早に目覚めてしまった. 2012 年 1 月 25 日と 2013 年 1 月 25 日の両方の地震では電波異常の出現が先立ち、電磁気バックグラウンドが劇的に上昇 (ローマ局の電波発光プロジェクトによる記録)、本震に先立って均衡状態が続いた (図 3).

調査地域ことだけだとしても、この現象は 1 ケースを除いて (ストラッサー, 2012) 文献が記されてな

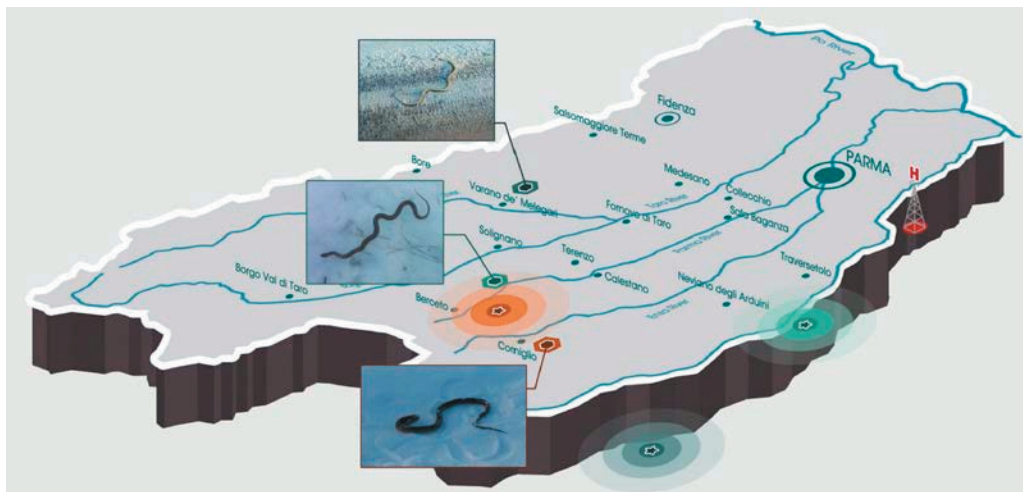


図 1 インデックスマップ
H 文字は病院の位置を示し、色付きの同心円は震央エリア、この地域は雪の中から冬眠から目覚めた爬虫類が発見された.

EVENT ID	DATE	HOURL	LAT	LON	DEPTH	MAG	DISTRICT SEISMIC
2207554350	2009/06/18	11:55:15	44.552	10.512	37.9	Mi:3.6	Reggio Emilia Zone
2208006860	2009/07/19	22:06:17	44.377	10.774	32.2	Mi:2.5	Appennino Modenese
2208489410	2009/08/22	10:21:37	44.796	10.303	5	Mi:2.1	Parmense
2208945450	2009/09/23	02:25:36	44.284	10.238	8.9	Mi:2.6	Frignano
2208856660	2009/09/16	22:26:15	44.511	10.148	26.9	Mi:2.5	Frignano
2208856630	2009/09/16	22:23:58	44.526	10.16	31.7	Mi:2.5	Frignano
2208856620	2009/09/16	22:22:24	44.514	10.14	27.4	Mi:2.5	Frignano
2208658770	2009/09/03	04:38:10	44.684	9.839	26.7	Mi:2.6	Val di Taro
2209470660	2009/10/29	13:46:04	44.196	10.476	13.8	Mi:2.5	Garfagnana
2209468130	2009/10/29	09:33:43	44.213	10.532	8.3	Mi:2.7	Frignano
2209361620	2009/10/22	00:03:24	44.808	9.781	23.8	Mi:2.9	Val di Taro
2209324480	2009/10/19	10:08:50	44.76	9.735	25.8	Mi:3.9	Val di Taro
2209248830	2009/10/14	04:04:26	44.173	11.341	10.7	Mi:2.6	Appennino Bolognese
2209243840	2009/10/13	19:44:44	44.098	11.37	4.7	Mi:2.5	Appennino Bolognese
2209755050	2009/11/18	07:45:35	44.876	11.366	0.8	Mi:3	Pianura Padana
2209735010	2009/11/16	22:21:38	44.864	11.376	2.7	Mi:3	Pianura Padana
2209623251	2009/11/09	04:06:25	44.223	11.019	57.7	Mi:3.3	Appennino Modenese
2209592050	2009/11/07	00:05:07	44.96	9.241	9	Mi:2.6	Appennino Ligure
2209581160	2009/11/06	05:56:53	44.189	10.186	3	Mi:2.6	Lunigiana
2210371610	2009/12/31	03:21:48	44.902	10.994	5	Mi:2.6	Pianura Padana Emiliana
2210074600	2009/12/10	12:20:19	44.997	10.724	10	Mi:2.6	Pianura Padana Lombarda
2210045190	2009/12/08	11:19:50	44.208	10.505	10	Mi:2.7	Frignano
2210043590	2009/12/08	08:39:48	44.206	10.478	11.6	Mi:2.4	Garfagnana
2210041950	2009/12/08	05:55:33	44.205	10.483	11	Mi:2.7	Garfagnana
2210010450	2009/12/06	01:25:42	44.382	10.714	10.5	Mi:2.8	Appennino Modenese
2209995020	2009/12/04	23:43:25	44.341	10.701	10.2	Mi:2.6	Frignano
2209991890	2009/12/04	18:29:24	44.34	10.701	10.6	Mi:2.9	Frignano

図2 2009年6月から調査下の地域で起こった地震のリスト (パルマ・アペニンとフリグナノ地震地域)

いものの、強い地震の前の爬虫類の間での異常行動は他の著者（トリブッシ，1982；モトジ，2003；イケヤ，2004）によって記載されている。

ちょうど数ヶ月たった後に、北部イタリア ポ谷平野のエミリアンで、調査地から約70～80kmの、長い地震系列の特徴を持った7つの地震、マグニチュードがM5.0からM6.0が、他の異常をチェックする追加的な機会を利用可能にする。この地域は最も強力な地震が起こる地域の一つで、田舎の養蜂家が彼等の巣箱からミツバチが突然いなくなったことを記し、特にサン カルロ（フェラッラ，イタリア）近傍では、村の近くの地表に深い地割れが形成され、これは明白な引っぱりで、液状化で多量の泥が注入され地面が半メートルに及ぶ程上昇、幾つかの地域では居住地の近くで起こった（ストラッサー，2012）。事実、強い地震とミツバチの行動の関連は（ゴウルド，1978）に記されていて何も新しいものはない。

調査は2009年も継続され、しかし今度は2009年6月と12月の間の病院救急外来の毎日の入院者数をベースとした。6ヶ月の調査の間、外来者の最大数は日当たり9名、その間の地震はフリグナノ地震地域の通常の数とマグニチュードに一致していた。地震は6月から12月の間10回起き、マグニチュードはM2.5からM3.8。そのうち8ケースで地震発生の48時間前に、最大数の外来者数があった（図4）。

仮説したメカニズム

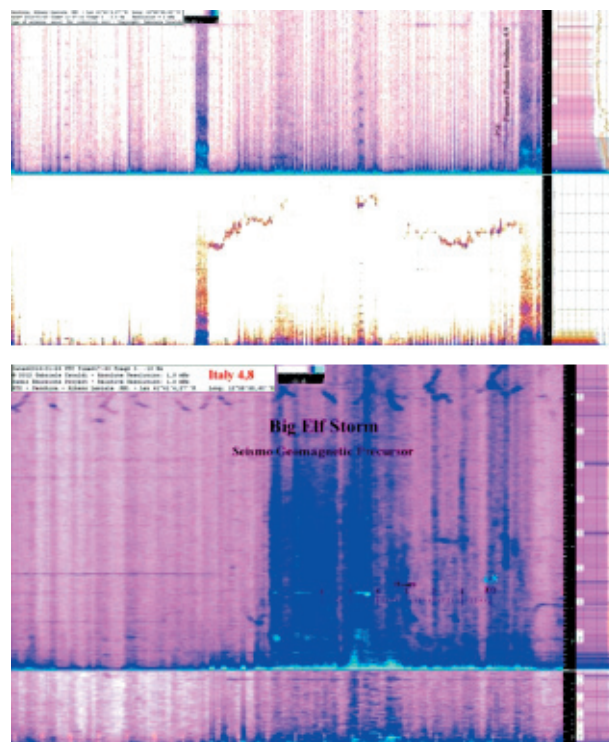


図3 計測された電波異常の典型例，2012年1月25日と2013年1月25日。地震の前に地震に先立った地磁気のバックグラウンドの上昇が記録。

電磁気バックグラウンドの突然の減少の仮説は2012年と2013年の1月25日地震の際に発見され、振動システム（振動性共鳴）との間のフェーズ間同調とNH-グループのタンパク質分子と水素結合の間の振動によって形成されるらしい。異常は追加的な

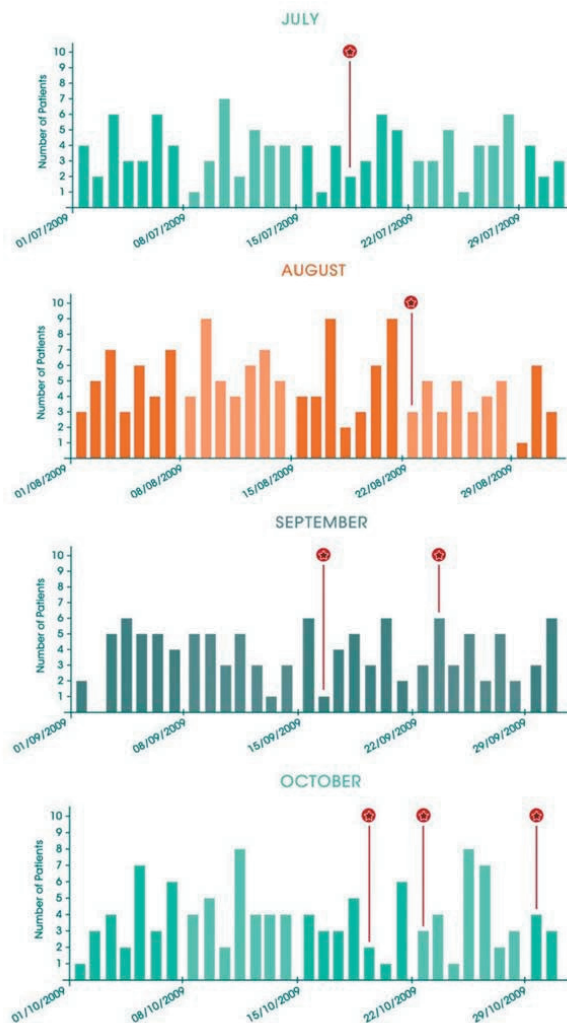


図4 毎日の入院者のヒストグラム。2009年6月から12月。病院の場所はこの調査エリアの中であって、赤星印は図2で描いた震央を示す。

仮説では、動物における生物学的なレベルの逸脱と見当識障害、環境的に正常な状態にもはや理解し得ない（サラリ，2011；メッソリ，2011）状態を誘発してしまう。

事実，現代物理学の用語では，物理学的な現実性は，我々が考慮できないかなるレベルについてもその一部であり，フェーズ変化に対し中断の無い多元的な連続で示され，ここでのフェーズはそのパラメーターとして，一時的な前進とその振動量に一致した両者関の現象の運動が条件を付け，その振動形状を伴っている（キムチほか，2005；デル ギウデイス，2005）。

量子電磁力学フィールド理論によれば（液体と固体の）凝集構造の基礎的かつ決定的役割は振動性共鳴か振動システムのためのフェーズ同調はいずれかの現象によって支配されている（グリスコム，1990）。

共鳴によって，2つの振動システムエネルギー変換（干渉の生成量）を促進するプロセスは同じかほと

んど同じということを意味している．たとえば，タンパク質と核酸のフローリッヒ凝縮，水素結合のタンパク質分子のNH-グループ（アミド I 振動）の振動の相互作用によって形成された孤立波（ソリトン）。

それ故に，動物の間での異常行動の原因は，仮説的に，地震の発生によって作られた電磁気の本質的な干渉によって影響されるだろう（キルシュビンク，1979～2000；クレイガー・リード，1976）。

まとめ

この研究によって浮上したデータは世界中の他の場所でも，動物の行動と人間の健康に関する両方が地震に先立って起こっていることにまとめられる．本質的には他の原因は除外され，単純には，調査した季節のインパクトが毎日の外来患者数を導いていて，他の自然的なファクターは爬虫類が冬眠から時期尚早に目覚めてしまったこと．量的に正しい関係を確立するには量的に困難で変化し，地震の準備フェーズと雪の中に爬虫類を発見することが一致することが驚きであるとしても，最小のことしか言えない．この分野での引き続く進展が，例えば，確かな信頼確立を持った幾つかの予測が作られるために，生物学，生化学と動物行動学を考慮に入れた学際的な調査を通じて作られる可能性がある。

文 献

- Anagnostopoulos, G.C., 2013. Correlation between Seismicity and Mental Health: Crete, 2008-2010. *Geophysical Research Abstracts*, v. 15, EGU2013-4428-1.
- Anagnostopoulos, G.C., Basta, M., Stefanakis, Z., Vassiliadis, V.G., Vgontzas, A.N., Rigas, A.G., Koutsomitros, S.T., Baloyannis, S.J. and Papadopoulos, G., 2013. Correlation between Seismicity and Mental Health: Crete, 2008-2010. *Geomatics. Natural Hazards and Risk*, v. 00, no. 00, p. 1-31.
- Bapat, A., 2007. Seimso-electro-magnetic and other precursory observations from recent earthquakes. *New Concepts in Global Tectonics Newsletter*, no. 43, June, p. 34-38.
- Bhargava, N., Katiyar, V.K., Sharma, M.L. and Pradhan, P., 2009. Earthquake Prediction through Animal Behavior: A Review. *Indian Journal of Biomechanics: Special Issue (NCBM 7-8 March 2009)*. http://www.iitr.ac.in/ISB/uploads/File/ISB/pdf/Neeti_Bhargava.pdf
- Buskirk, R.E., Frohlich, C.L., Latham, G.V., 1981. Unusual animal behavior before earthquakes: A review of possible sensory mechanisms. *Rev. Geophys.*, v. 19, p. 247-270.
- Del Giudice, E. et al., 2005. Coherent quantum electrodynamics in living matter. http://www.bion.si/gradiva-objave/Del_Giudice.pdf
- Deng, Q., Pu, J., L., Jones, M. and Molnar, P., 1981. A preliminary analysis of reported changes in ground water

- and anomalous animal behaviour before the 4 February 1975 Haicheng earthquake, in *Earthquake Prediction, an international review*, Maurice Ewing ser. 3, v. 4, Simpson, D.W. and Richards, P.G. (Editors), American Geophysical Union, Washington, D.C., p. 543–565.
- Gans, C., 1976. Can animals predict earthquakes? Overview and proposal, in *EHRP conference I: Abnormal animal behavior prior to Earthquakes*, I, Menlo Park, California. Evernden, J.F. (Editor), U. S. Geological Survey, p. 272–282.
- Griscom, D.L., 1990. Electron spin resonance. *Glass Sci. Technol.*, v. 48, p.151-251.
- Gould, J. L., Kirschvink, J. L. and Deffeyes, K. S., 1978. Bees have magnetic remanence. *Science*, v. 201, p. 1026–1028.
- Grant, R.A., Halliday, T., Balderer, W.P., Leuenberger, F., Newcomer, M., Cyr, G. and Freund, F.T., 2011. Ground water chemistry changes before major earthquakes and possible effects on animals. *Int. Jour. Environ. Res. Public Health*, v. 8, p. 1936-1956.
- Ikeya, M., 2004. *Earthquakes and Animals: From Folk Legends to Science*. World Scientific. London, UK. p. 295.
- Kimchi, T., Reshef, M., Terkel, J., 2005. Evidence for the use of reflected self-generated seismic waves for spatial orientation in a blind subterranean mammal. *The Journal of Experimental Biology*, v. 208, p. 647-659. Published by The Company of Biologists. <http://www.weizmann.ac.il/neurobiology/labs/kimchi/files/echolocation%20article.pdf>
- Kirschvink, J. L., 1989. Magnetite biomineralization and geomagnetic sensitivity in higher animals: an update and recommendations for future study. *Bioelectromagnetics*, v. 10, p. 239–259.
- Kirschvink, J.L., 2000. *Earthquake Prediction by Animals: Evolution and Sensory Perception*. *Bulletin of the Seismological Society of America*, v. 90, no. 2, p. 312–323
- Krueger, A.P. and Reed, E.J., 1976. Biological impact of small air ions. *Science*, v. 193, p. 1209-1213.
- Logan, J.M., 1977. Animal behavior and earthquake prediction. *Nature*, v. 265, p. 404-405.
- Messori C., 2011. Cells, neurons, and qualia: The Holographic Strange Attractor Model. *Journal of Consciousness Exploration & Research*, v. 2, no. 9. <http://www.jcer.com/index.php/jcj/article/view/163>
- Motoji, I., 2003. *Earthquakes and animals: From folk legends to science*. World Scientific Publishing Company, 300p.
- Reimers, J. R. et al., 2009. Weak, strong, and coherent regimes of Fröhlich condensation and their applications to terahertz medicine and quantum consciousness. <http://www.pnas.org/content/106/11/4219.full.pdf+html>
- Salari, V., Tuszynski, J., Rahnama, M. and Bernroider, G., 2011. Plausibility of quantum coherent states in biological systems. <http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1012/1012.3879.pdf>
- Şalcioğlu, E. and Başoğlu, M., 2008. Psychological effects of earthquakes in children: prospects for brief behavioural treatment *World. Jour. Pediatr.*, v. 4, no. 3, p. 165-172.
- Serpieri, A., 1873. Nuove osservazioni sul terremoto avvenuto in Italia il 12 marzo 1873 e riflessioni sul presentimento degli animali per i terremoti. *Rendiconti del R. Istituto lombardo* 1873, v. 6, p. 25-33.
- Straser, V., 2012. Perception of pre-seismic signals among reptiles. The case of the Parma Apennines (Italy). *Letters to the Editor. New Concepts in Global Tectonics Newsletter*, no. 62, p. 3-4.
- Straser, V., 2012. Pressure increases in geothermal plants and the disappearance of bees: Premonitory signals of strong earthquakes? The case of the recent seismic swarm in the Po Valley Plain (Italy). *Letters to the Editor – New Concepts in Global Tectonics Newsletter*, no. 64, p. 3-6.
- Tributsch, H., 1982. *When the snakes awake: Animals and earthquake prediction*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 248p.
- Tributsch, H. (1979). *I profeti del terremoto*, Edizioni Armenia, 307p.
- Wang, K., Chen, Q.-F., Sun, S. and Wang, A., 2006. Predicting the 1975 Haicheng Earthquake. *Bulletin of the Seismological Society of America*, v. 96, no. 3, p. 757-795.
- Wang, X. and Kezhi Liu, K., 2012. Earthquake and mental health, Post traumatic stress disorders in a global context, Prof. Emilio Ovuga, Md, PhD (Ed.), ISBN: 978-953-307-825-0, InTech, DOI: 10.5772/28888. Available from: <http://www.intechopen.com/books/post-traumatic-stress-disorders-in-a-global-context/earthquake-and-mental-health>

2000 年以降の地震の深度分布にみられる変化 THE VARIATIONS OF THE EARTHQUAKE DEPTH DISTRIBUTION SINCE 2000

Pavel KALENDA¹ and Libor NEUMANN²

¹ IRSM CAS, V Holešovičkách 41, Praha, Czech Republic, pkalenda@irsm.cas.cz

² Anect a. s., A. Staška 2027/79, Praha, Czech Republic, Libor.Neumann@email.cz

(赤松 陽 [訳])

要旨：地震活動の深度分布は2000年以降、数度にわたって顕著に変化してきている。筆者らは、この10年の地震活動と比較して、最近の4ヶ月間、モホ面の深度においてグローバルな弱い異常地震活動を観測することができた。筆者らは、モホ不連続面のいくつかの部分は固定されていると考えている。モホ不連続面におけるそのようなアスペリティーはエネルギーを閉じこめており、グローバルなストレス領域は2004年12月のボクシングデー（クリスマスの贈り物の日）の前の状況と似た状態にある。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：地震深度分布、モホ不連続面、1日の長さの変化、ボクシングデー地震、太陽活動

1. はじめに

地震の深度分布は、地球内部の層状構造を表している。地震活動がより活発に起こる深度は、シアゾーン内の一時的な不安定性を反映したものである (Handy and Brun, 2004)。それは、圧力にきわだって敏感な摩擦が支配的な状況から、緑色片岩や高変成度の変成作用での強い温度依存の半可塑性なマイロナイト化作用への推移 (Sibson, 1982) に、そして / あるいは、地殻の最大のストレス (Meissner and Strehlau, 1982) に関連している。地震活動は、水平な平坦面からなるリソスフェアプレート間のグローバルな断層系に関連しているのと同じ様式で層状構造に関連している。

ストレスは、1つの地域においてだけでなく、早晩、世界的に変化する (Kalenda et al., 2010) ので。筆者らは、地震活動の深度分布は、時間に依存しているであろうと考えている。地震の深度分布の変化は、地球の造構過程の変化 (Doglioni et al., 2005; Crespi et al., 2007) あるいは、一日の長さ (LOD) の変化によるさまざまな層の回転や慣性モーメントの変化 (Ostrihansky, 2004) によって説明することができる。

2. 地球における地震活動の深度分布分析

筆者らは、2000年以降のANSSカタログ (NCEDC 2013) とマグニチュード4以上の地球全体にわた

るすべての地震事象を使用した。カタログは、2000年1月1日～2013年11月1日の166,455個の地震活動を含んでいる。

筆者らは、全世界における月毎の地震活動の深度分布を、1.3の係数による対数スケール (0km, 0.5km, 0.65km, 0.845km, ..., 1,007km) で作った (第1図参照)。

ここでは、世界の地震活動の深度分布が、5.3km, 11.6km (上部 / 下部地殻の不連続面), 33-43km (モホ不連続面), そしておよそ600km (上部 / 下部マントル不連続面) に象徴的なピークを持っていることがわかる。

最近の4ヶ月間 (2013年6月～9月) は、33kmの深さのモホ不連続面における地震活動の相対的な欠落、2004年以来43kmの深度のモホ面における最も少ない地震活動、そして全体として異常に少ない、それも1995年以来もっとも少ない地震活動 (図1参照—青, 赤, 黒の太い曲線) などの故に、異常な分布を示している。モホ面の深さでの分布がそのような少ないといった確率は1%以下である (そのような分布の百分位数の値は極端に小さく、この13年間 = 156ヶ月に観測できたのはわずか1度だけである)。

筆者らは、5.3km, 11.6km, 33km, 43km, 596 kmの深さの不連続面での地震活動の結果をきちんと分析

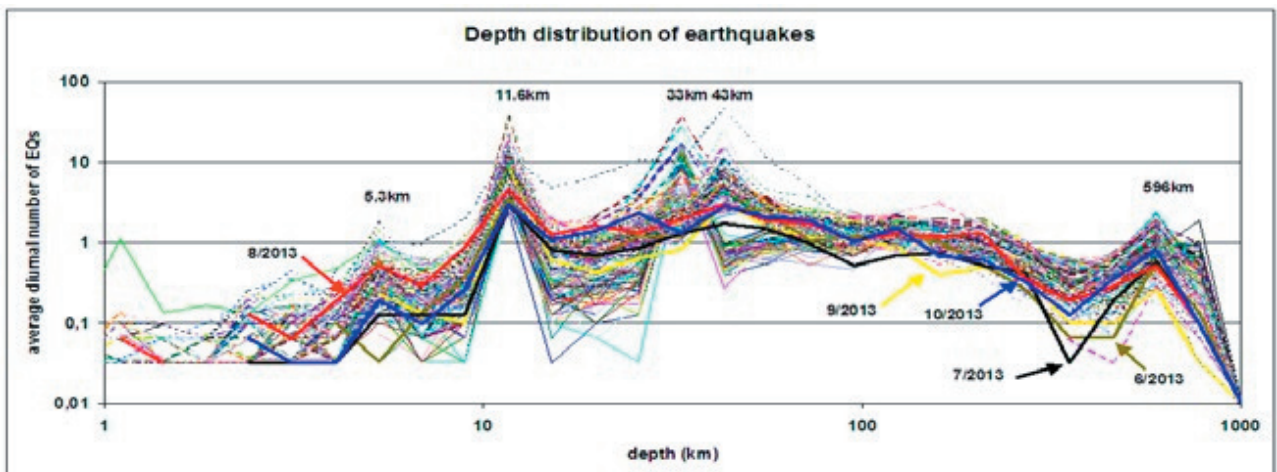


図1 2000年1月1日からの1ヶ月間の画像に示される地球の地震活動の震度分布。緑色太曲線—2013年6月、黒色太曲線—2013年7月、赤い露太曲線—2013年8月、黄色太曲線—2013年9月、青色太曲線—2013年10月。

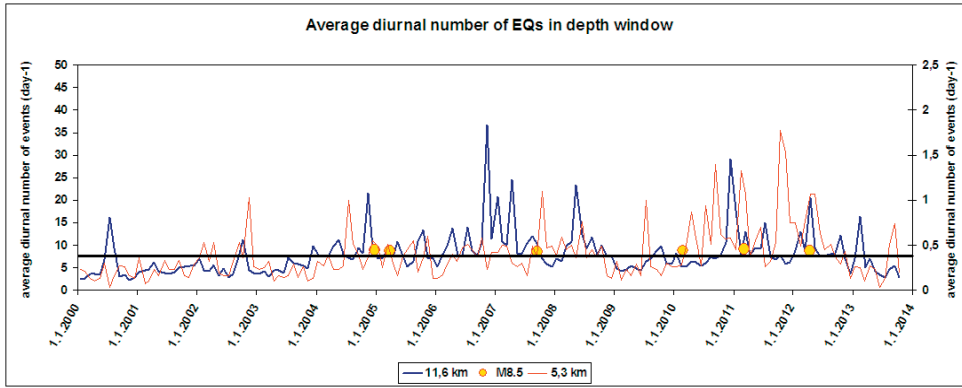


図2 深さ 11.6km (青色曲線 - 左軸) と 5.3km (赤色曲線 - 右軸) の不連続面における地球規模の地震活動の変化。

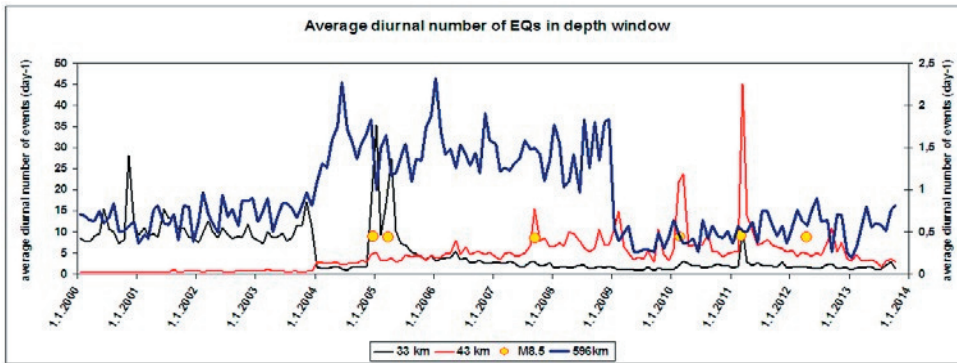


図3 深さ 33km (茶色曲線 - 左軸), 43km (赤色曲線 - 左軸) および, 596km (青色曲線 - 右軸) の不連続面における地球規模の地震活動の変化。黄色円は M8.5+ の規模の地震を示す。

すると、グローバルな構造作用は安定していないが、多かれ少なかれはっきりとした周期を持っている (図2・図3参照) ということを述べるができる。

深さ 5.3km と 11.6km における浅発地震の活動は、2004 年 11 月 1 日まで安定していた。それは、それら両方の 1 日平均の数 (図は月毎に表されている) が、2009 年におけるのと 2013 年 3 月からのただ 2 つの例外を伴うそれぞれ一日につき 7.5EQ と 0.375EQ の値以上に著しく増加した時であった (第 2 図参照)。もし、地震活動と最も激しい地震の関係を分析すれば、筆者らは、11.6km の深さでの地震活動の数の増加は、最も強い地震に先んじて起こったこと知ることができる。一方、深さ 5.3km での地震活動の平均の数は、最も強い活動の前ではなく、主にその後に増加した。

深さ 33km, 43km, 596km での状況 (図 3) は、たいへん興味深い。確実な深度分布の変化は、ほぼ 2004 年 1 月 1 日にあたり、すなわち、スマトラ地震 (M9.1) のボクシングデーの 1 年前に始まった。深さ 33km での活動の 1 日の平均回数は著しく減少した。だが一方、深さ 43km の活動の回数は著しく増加した。さらに、上部マントルと下部マントルの間の不連続面 (596km) での深発地震の活動数ははっきりと 2 倍以上増加した。このような比較的活発な深発地震の活動は、2008 年末まで続いた。2003 年 12 月と 2008 年 12 月には何が起こったのだろうか？

2003 年の深発地震数の増加についての 1 つの可能

な説明は、特に南西太平洋における地震の無活動の終息であり、それは Choi and Maslov (2010) によって認識され、分析され、詳しく説明された。2 つ目の可能な説明は、2003 年の終わりに、どのような地震研究センターへも新しいソフトウェアの提供が可能になったことである。そこでは地震活動の場所がはっきりとつきとめられている。第 3 の説明は、LOD (1 日の長さ) の変化によって深部の不連続面の活性化があり得るかもしれないことである。LOD は 2004 年 7 月 15 日に最小値に達した (地球自転の角振動数は、その最大値であった) (IERS, 2013)。LOD の変化は、潮汐に関係しており、この場合、特に月の結節点 (月の軌道と黄道が交差する点) 周期 (18.5996 年) に関係している。北半球での潮汐力の最大値は 1968 年末、1986 年末、2004 年末にあった (Tamura 1987 ; Skalsky 1991)。深発地震と全地震両方の増加は、1986 年 7 月に始まった月の半結節周期 (つまり 9.3 年) に支配されて起こった (図 4 参照)。

2009 年における深発地震の活動数の減少についての可能な説明の 1 つは、太陽活動の低下、そして / あるいは、寒冷期の開始にあるかもしれないことである (Choi and Tsunoda, 2011 ; Choi, 2013)。もう一つの説明は、LOD 周期の減少 / 増加の交替であるかもしれない。LOD 周期の値は、2004 年と 2007 年 5 月の間、その位置の最高 (値) まで増加した (IERS, 2013)。

33km と 43km の深さでの地震活動の数は、そのほとんどが最も強い地震の後に増加した。そして、それ

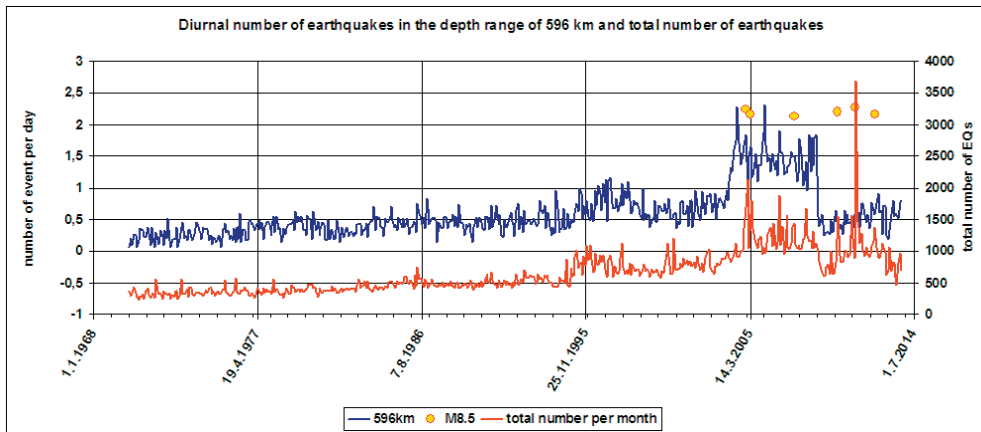


図4 深さ596km(青色曲線-左軸)の不連続面における全地球的地震活動の変化とM4以上の地震の月別合計数(赤色曲線-右軸). 黄色丸はM8.5+の地震を示す.

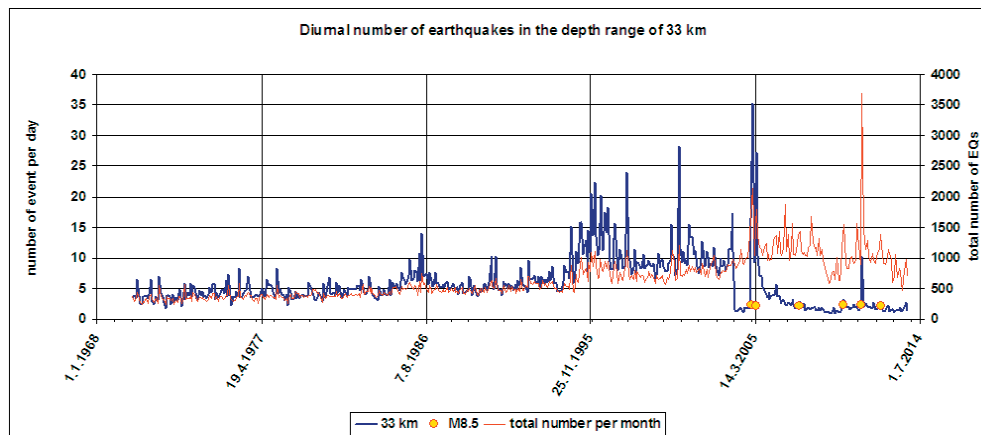


図5 深さ33km(青色曲線-左軸)の不連続面における地球規模の地震の変化とM4以上の地震の月別合計数(右軸). 黄色丸はM8.5+の地震を示す.

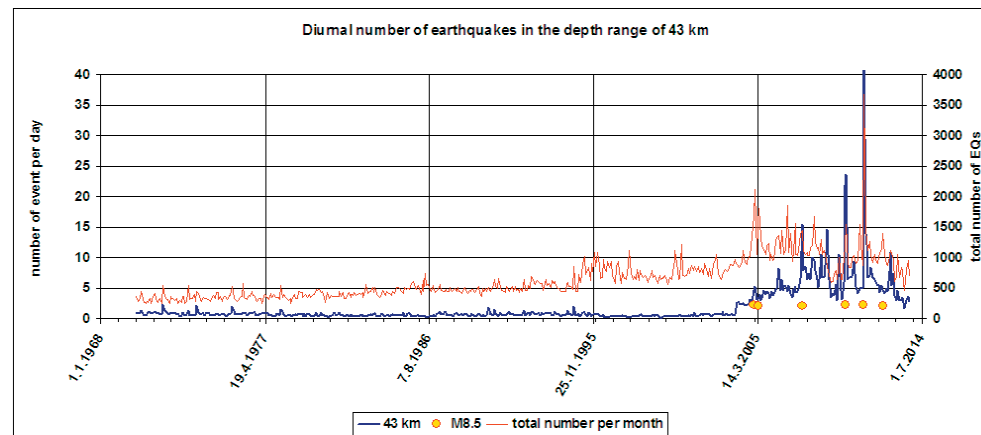


図6 深さ43km(青色曲線-左軸)の不連続面における地球規模の地震の変化とM4以上の地震の月別合計数(右軸). 黄色丸はM8.5+の地震を示す.

は、主要動の震源の深さと震源の周辺の地層によってのみ決まり、その深さは活性化されていたということがわかる。

約33kmの深さの不連続面は、2004年スマトラ地震(M9.1)、2006年スマトラ地震(M8.6)、そして2011年日本地震(M9.0)(東北地方太平洋沖地震)の後、活性化された。約43kmの深さの不連続面は2007年スマトラ地震(M8.5)、2010年チリ地震(M8.8)、日本地震(M9.1)の後に活性化された。深さ33km付近での地震活動は、ボクシングデー地震まで2004年の全期間、明瞭な無活動を示した。この地震の後、深度分布は全く変わってしまい、深度33kmでの活動が連続的に減少し、43kmでの活動が増加した(図5と図6を比較されたい)。

もし、筆者らが、地震活動はモホ不連続面の他の部分へ単にジャンプするだけであり、そのために、2004年にその深さを変えたと考えたら、33kmと43kmの深さでの両方の活動を1つのファイルの中に要約することができ、同時に、モホ不連続面におけるそのような活動のすべての絶えざる変化(波動)をプロットすることができる(図7参照)。そのようなわけで、筆者らは、2004年のボクシングデー地震(M9.1)や2010年のモール、チリ地震(M8.8)の前に、はっきりした無活動期を認めることができる。地震活動の衰退は、2007年のスマトラ地震(M8.5)の前、2011年の東北地震(M9.1)の前、そして2012年のスマトラ地震(M8.6)の前に見ることができる。モホ面の深さでの最近の地震活動の衰退は、2013年の初めに始まったのだが、2004年

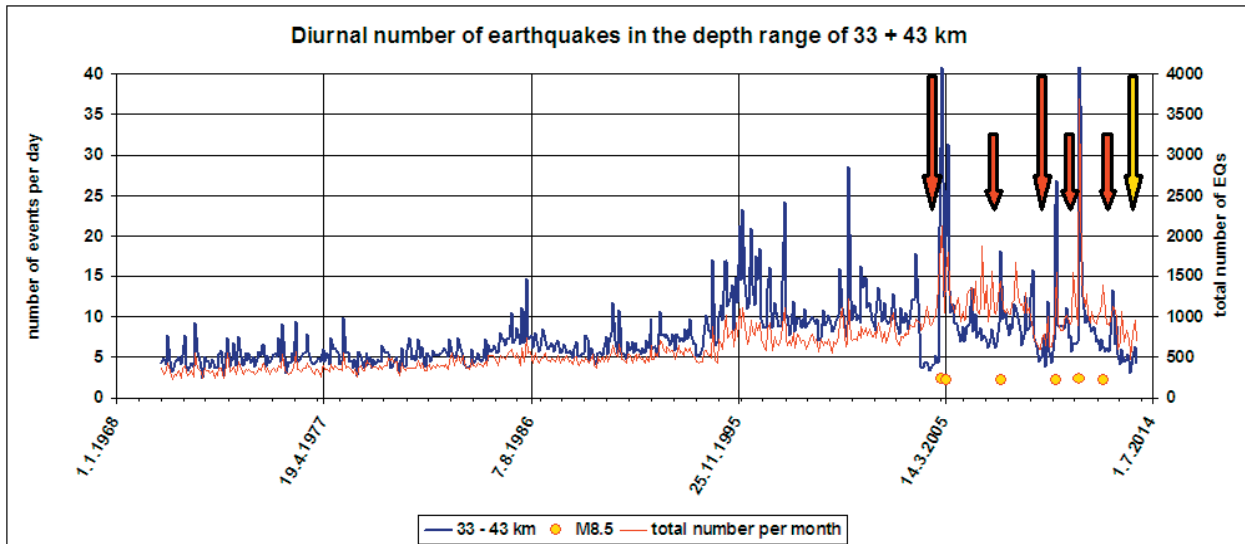


図7 深さ33-43km（青色曲線－左軸）の不連続面における地球規模の地震の変化とM4以上の地震の月別合計数（右軸）。黄色丸はM8.5+の地震を示す。赤色大矢印はボクシングデー地震と2010年のモール、チリ地震（M8.8）の前の明白な無活動を示す。黄色矢印は2004年と2009年のような同じ“値”の最近の明白な無活動を示す。赤色小矢印は2007年のスマトラ地震（M8.5）の前、2011年の東北地震（M9.1）の前、2012年スマトラ地震（M8.6）の前の地震活動の衰退を示す。

のボクシングデー地震（M9.1）や2010年のモール、チリ地震（M8.8）の前と同じような長く深いものである（図7の黄矢印参照）。

3. まとめ

地震の深度分布は早晚変化する。はっきりした変化は、ボクシングデー地震のほとんど1年前の2004年1月1日頃に発生した。そのつぎにはっきりした地震の深度分布の変化は、2009年1月1日頃に起こった。最近の分布は、ボクシングデー地震の前と同じような様相を呈している。筆者らは、最近の地震活動の推移、とくにモホ面の深さでの状況は、2004年のボクシングデー地震や2010年のモール、チリ地震の前の状況とよく似ているということを事実として指摘した。これら2つの地震は、最近40年間の3つの最も強い地震のうちの2つであった。筆者らは、モホ不連続面のいくつかの部分は固定されていると考えている。モホ不連続面上のそのようなアスペリティー（歪集中体）は、エネルギーを閉じこめ、その結果、ボクシングデー地震に匹敵するエネルギーを1つの活動の間に解放することができるのである。そのような強力な活動の最も起こりやすい周期は、2014年末までであり、そのときには、月や惑星の影響が最大に達するであろう（潮汐のポテンシャルは、18.6年、4.5年、1年のサイクルでその最高値に達する）。太陽活動の衰退は、火山や地震の活動は増加させるいっぽう、そのような推移を促進するである。

文 献

Choi, D.R. and Maslov, L., 2010. Earthquakes and solar activity cycles. *New Concepts in Global Tectonics Newsletter*, no. 57, December, p. 85-97.

Choi, D.R. and Tsunoda, F., 2011. Volcanic and seismic activities during the solar hibernation periods. *New Concepts in Global Tectonics Newsletter*, no. 61, December, 2011, 78-87.

Choi, D.R., 2013. Earthquakes/volcanic activities and solar cycles. *Global Climate Status Report (GCSR)*, Edition 3-2013. p. 10-19. www.spaceandscience.net.

Crespi, M., Cuffaro, M., Doglioni, C., Giannone, F. and Riguzzi, F., 2007. Space geodesy validation of the global lithospheric flow. *Geophys. Jour. Int.*, v. 168, p. 491-506.

Doglioni, C., Green, D.H. and Mongelli, F., 2005. On the shallow origin of hotspot and the westward drift of the lithosphere. *Geological Society of America Special Paper* 388, p. 735-749.

Handya, M.R. and Brun, J.-P., 2004. Seismicity, structure and strength of the continental lithosphere. *Earth and Planetary Science Letters*, v. 223, p. 427-441.

IERS, 2013. International rotation and reference system service. *Bulletin B*. http://www.iers.org/nn_10970/IERS/EN/Publications/Bulletins/bulletins.html

Kalenda, P. et al., 2012. Tilts, global tectonics and earthquake prediction. *SWB*, London, 247p.

Meissner, R. and Strehlau, J., 1982. Limits of stresses in continental crusts and their relation to the depth-frequency distribution of shallow earthquakes. *Tectonics*, v. 1, no. 1, p. 73-89.

Northern California Earthquake Data Center (NCEDC), 2013. ANSS Catalog Search. <http://quake.geo.berkeley.edu/anss/catalog-search.html>

Ostřihanský, L., 2004. Plate movements, earthquakes and variations of the Earth's rotation. *Acta Univ. Carol. Geol.*, v. 1-4, p. 89-98.

Sibson, R.H., 1982. Fault zone models, heat flow, and the depth distribution of earthquakes in the continental crust of

the United States. Bulletin of the Seismological Society of America, v. 72, no. 1, p. 151-163.

Skalský, L., 1991. Calculation of theoretical values of the tidal strain components with respect to their practical use. Proceedings from seminary "Advances in gravimetry", December 10 - 14, 1990, Smolenice, p. 179-184.

Geophysical Institute, Slovak Academy of Sciences, Bratislava.

Tamura, Y., 1987. A harmonic development of the tide-generating potential. Marées Terrestres Bulletin d'Informations, no. 99, p. 6813 - 6855.

地球と火星間及び地球と水星間での低地の類似と造構顆粒状地形の一見： 比較波動惑星学からプレートテクトニクスへの強烈な一撃 ANALOGY BETWEEN LOWLANDS OF EARTH AND MARS, EARTH AND MERCURY, AND A GLANCE AT TECTONIC GRANULATIONS: A SEVERE BLOW TO THE PLATE TECTONICS FROM THE COMPARATIVE WAVE PLANETOLOGY

Gennady G. KOCHEMASOV

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

(山内 靖喜 [訳])

要旨：海洋のような、地球のいくつかの基本的な造構的起伏は、“プレートテクトニクス”がない他の惑星上にそれと良く似たもの（無水であるが）があることを最近の宇宙データははっきりと示している。このことは、この仮説が地球のテクトニクスの基本的な特性を十分に説明していないことを意味しており、修正されるか、廃棄されなければならない。ここで、地球の北極海とその形と相対的規模が類似した水星の北部平原との比較、及び火星のボレアレス平原 Vastitas Borealis と地球の太平洋の比較を行った。惑星テクトニクスの波動の性質は、氷からなる衛星タイタンを金属-岩石質惑星の水星と比較して検査した。

キーワード：プレートテクトニクス, 波動惑星学 (wave planetology), 北極海, 火星, 水星, 地球, タイタン

はじめに

知られているように、プレートテクトニクス仮説によると、地球上の海洋は海洋底拡大の結果である。もし、プレート運動が全く認められない他の惑星上に、類似し、比較可能な構造が存在するならば、それは、この仮説が疑わしいことを意味する。惑星間に共通した別の理論が考えられなければならない。集中的に宇宙が研究されて 50 年経った現在、他の惑星に、地球の海洋と確実に比定できる地形の事例がある。最も顕著なことは、地球上と火星上の類似である (Kochemasov, 2004)。両惑星の表面の 1/3 は深い凹地、すなわち地球の西半球の太平洋盆地と火星北半球のボレアレス平原によって占められている。ねじれた波長 $2\pi R$ の慣性-重力波の干渉は、これらの海洋的凹地の相対的な規模と形状を適切に説明する。最近、入手した水星北半球の地形図には、地球の北極海と形と相対的規模がまったく類似する巨大な凹地がみられる。水星（金属-岩石惑星）とタイタン（氷衛星）での造構顆粒状地形 (tectonic granule^{*1}) の相対的な規模は、楕円状のケプラー軌道によって励起される波動作用が天体の構築に基

本的な役割を演じることを示している。

*1：本論文では granule だけの場合には顆粒状地形、tectonic granule は造構顆粒状地形と訳す。ただし、NCGT Newsletter (日本語版) no. 63 に掲載されている同じ著者の論文では tectonic granule を造構胞と訳している。(訳者注)

観察と結果

地球の最も古い海洋凹地、すなわち太平洋盆地は地球表面の約 1/3 (35% 以上) を占めている。火星北半球の低い位置にある“海洋”地域はその惑星表面の約 1/3 を占めている。両方の凹地はこれらの惑星の歴史において極めて初期に形成され、惑星の表面と深部の両方におけるテクトニクスの基本的な特徴を決定する最も古い構造单元である。

太陽を中心とする惑星の公転（軌道を描いて回る）は変動する波動に匹敵し、惑星の球殻内部に慣性-重力波を起こす。球殻の閉鎖空間において、4 方向（直 ortho- と対角 dia-gonal）に、いろいろな波長・振幅・周期をもつ定常波がつくられる。それ

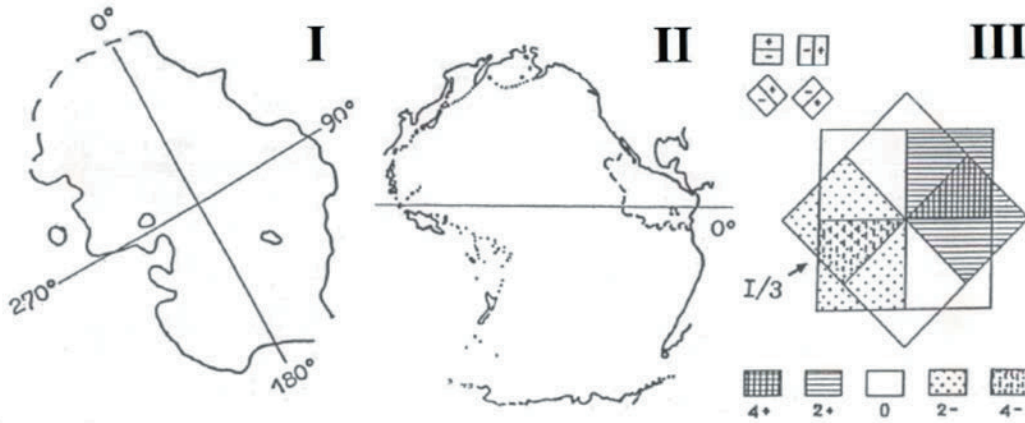


図1 4方向の波の干渉図。二分性と2つの方形の構造からなる部分(III), 太平洋の外形(II), 火星のボレアレス平原(I)。

らの干渉は必然的に、いろいろな構造地質学的発展史とともに平坦なブロック内に多角形の形成を導く。すなわち、間断のない隆起運動(+), 沈降運動(-)及び反転の時代(いろいろな組合せの“+”と“-”の交替)からなる。ブロックの配列における非対称(二分性)と隆起ブロック、沈降ブロック及び釣り合いの取れた(0)ブロック(各タイプに対して約3/1)の表面での割合はこの干渉の結果として決まる(図1)。惑星の形態構造地質学的組み立ては長さ $2\pi R$ (R は惑星の半径)の特別に長い基本的波とそれらに重複するより短い波, すなわち, 最初の倍音 πR とより短い波の干渉によってつくられる。

最初の全球的構造運動の二分性(dichotomy)を引き起こした惑星において、最初の海洋性凹地(理論的には総計で球面の37.5%を占有する部分)は一つの半球の大部分を占める。その後のより短い波によるねじれにもかかわらず、海洋性凹地の形が多角形ブロックの組合せからなることが認められる。地球と火星の両方における海洋性凹地の形は、2つ一組の正方形の一つを 45° (太平洋)と 90° (ボレアレス)回転したものをもう一方の一部に重ねたもので近似される。これは海洋の2つの正方形による波モデル(bisquare wave model)と定義できるかのしれない(Kochemasov, 1992, 1993)。正方形のこの一部の重なりは常に地球の海洋に大変特徴的である2つの準海洋の形成をもたらす! 向かい合って(平原と山地のように)異なる海岸(多くの島の海岸に壊れたアジアの反対側の America Andes; 火星のカオス地形に向かい合う山地)と同じく、火星の平原は孤立した盆地と見られる(図2)。近似させた正方形の大きさは行き当たりばったりなものではなく、正方形の一辺は太平洋の場合約10,000 km, ボレアレスの場合5,000 kmである。これらの値は惑星の赤道長の約1/4であり、これらの惑星の一般的な形態構造地質学的組み立てを形成した超長波と互に関係がある。

惑星の一般的な外見をもたらす主要な形態構造地質学単元の規模における同等 coordination あるいは



図2 火星のボレアレス平原における2つの方形の表示(Kochemasov, 1993)。

共鳴は地球の海洋の助けを借りて追跡できるかもしれない。第一位の太平洋, 第二位の大西洋とインド洋, 第三位の北極海は、相関関係にある長さの辺をもつ2つ正方形によって近似される(表1, 図3)。これらの長さの比はおおよそ3:2:1であり、後からの(倍音の)リソスフェア波の減少する波長に従って若くなる海洋性凹地の調波的性質をこの比は物語っている。より若い世代の海洋の規則的に変化するパラメーターに対して、海洋の面積比は特有の正方形の面積比にほぼ等しいこと、海洋の最大深度は減少すること(より高次の調波の振幅が減少)、海洋底における水没大陸ブロックの役割の増加を加えなければならない。

海洋型地殻と類似した海洋, 準海洋 sub-ocean, 分離盆地, 大陸内凹地及び陸向斜を造る特有の波長のリソスフェア波によって生じる調波級数(初期においてのみ連続しているけれど)について、実際に

表 1

海 洋	太平洋	インド洋・大西洋	北極海
正方形の一边の長さL(1000km)	9.6	6.3	2.7
正方形の面積 $S=L^2(\text{km}^2 \cdot 10^6)$	92.2	39.7	7.3
Sの比	12.6	5.4	1
海洋の面積($\text{km}^2 \cdot 10^6$)	179	83.5(平均)	14.7
海洋面積の比	12.1	5.7	1
最大深度(km)	11	8.7-7.7	5.5

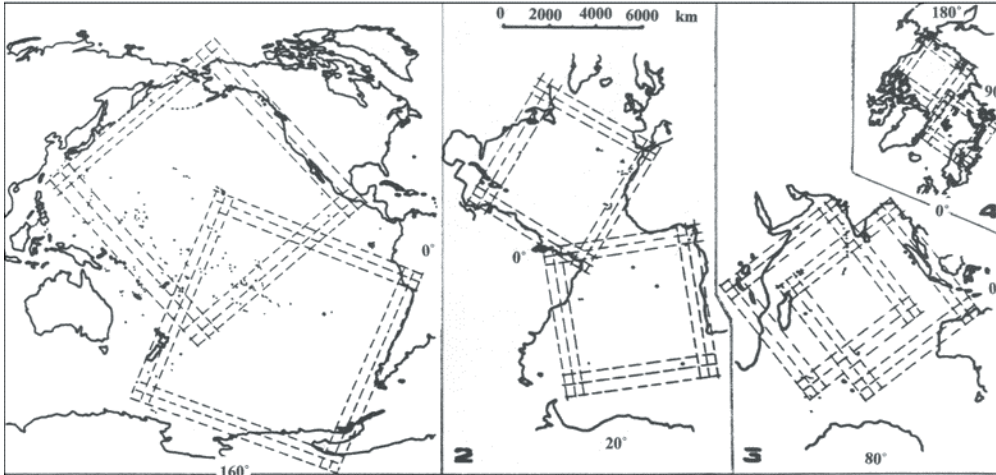


図 3 地球の海洋における 2つの正方形での表示. 1-太平洋, 2-大西洋, 3-インド洋, 4-北極海 (Kochemasov, 1992, 1993)

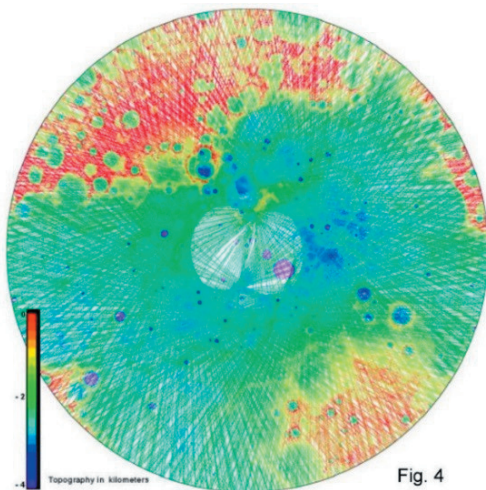


Fig. 4

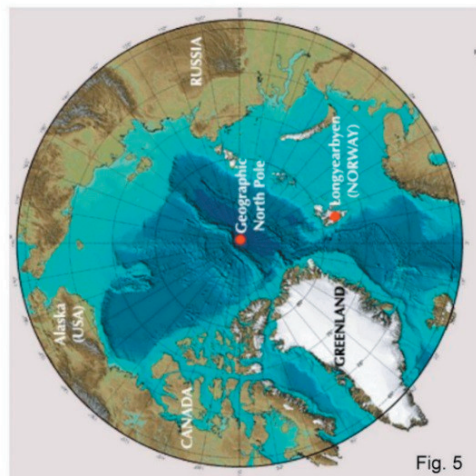


Fig. 5

図 4 (左図) 水星の北部の地形, PIA16951. 図の最下部を経度 0° にして, 北極点～北緯 65° の範囲のステレオ投影図. この投影の半径は 2130 km.

図 5 (右図) 地球の北極海.

話することができる. すべての波長の分子 $2\pi R$ に共通した減少後に, 次の級数になる. すなわち, $1/1$, $1/2$, $1/3$, $1/4 \dots 1/6 \dots 1/8 \dots 1/16 \dots 1/32$. 最初の 3つの項は海洋 (第一位の, 第二位の, 第三位の), $1/4$ -第二位海洋の準海洋 (例えば, 北大西洋と南大西洋は核-マントル境界深度さえ異なっており, 西インド洋と東インド洋においても同じく異なる), $1/6$ - 北極海の準海洋 (ユーラシア海盆 Eurasian Basin^{*2} とアメラジアン海盆 Amerasian Basin^{*3} は substantially に異なっている), $1/8$ - 上部構造, 例えば Obskaya, バーミューダ, メキシコ湾, $1/16$ -Pre-Caspian 陸背斜, $1/32$ - Southern Caspian, 黒海凹地. 調波級数の大きさを記述したこれらは, 地球の負の形態構造地質学的な地形の波動性を代弁している.

*2, *3: 北極海のお底地形は, ロシアのノヴォシビルスク諸島からカナダのエルズミール島に向かって延びるロモノソフ海嶺によって, 大きく 2つの海盆に分かれている. ロモノソフ海嶺のユーラシア大陸側をユーラシア海盆, 北米大陸側をアメラジアン海盆とされている (ウィキペディアより). (訳者注)

水星の北部にあって, 相当に起伏が小さな広がり (Head et al., 2011; 図 4) を占める火山性平原は, その相対的な規模と球体上での位置の点から地球の北部の氷海洋 (北極海) に匹敵する (図 5). この対比を強化するものは対蹠地であるが, それは水星の南極周辺の高いクレターがつくられている隆起地域 (=地球の南極地方?) である. この惑星間対比は北極海のプレートテクトニクス起源説に異議を唱える. 地球と水星の両方の対蹠地は波状構造に示ばられている (Kochemasov, 1998, 2000, 2003).

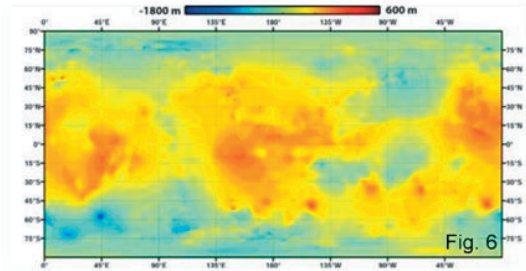


図6 (左図) タイタンの地形. IMG004814-br500. jpg(PIA16848). 直径約 600-700 km ($\pi R/12$) の顆粒状地形が規則的に配列した並びが南半球を横切っている.

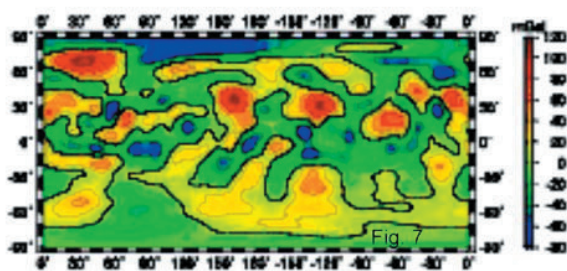


図7 (右図) 水星の重力 (Mazarico et al., 2012). 直径 ~ 500 km ($\pi R/16$) の顆粒状地形が北半球にみられる.

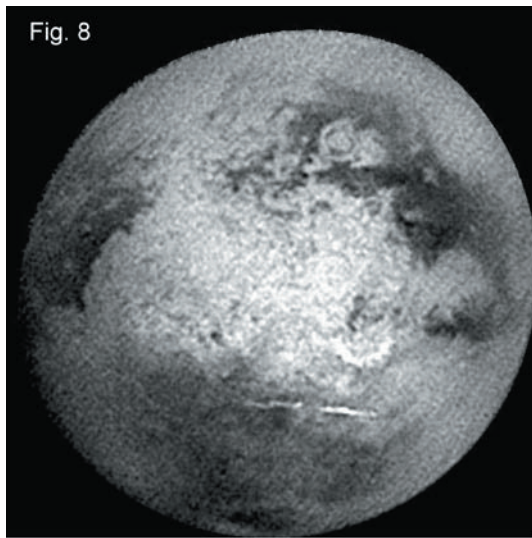


図8 (左図) タイタン (PIA06154); 像は2004年12月10日に1,746,000 km上空から938 ナノメートルの特製近-赤外線フィルター付狭角カメラで撮影された (証明: NASA/JPL/Space Sci. Inst.). 中央の広く明るい地帯はザナドゥと名付けられている. 規則的に交差するびんと張った線構造 (波) がタイタンの全表面を覆い, 約 70-100 km の直径をもつ窪地 (“クレーター”) の列状と格子状の配列をつくっている. この顆粒状地形の大きさ (88 km) はタイタンの公転周期から計算された. これらの顆粒状地形ははるかに大きな塊—“クレーター” (直径 500-700 km, 中央ではほとんど見分けられない) の上に重なっており, とときどき多数の同心円状の輪 (ビーズの首飾り) をもつ. 波状の顆粒状地形のためのこの大きさは衛星の2つの変調する軌道によって決まっており, 変調した側波周波数に対応した大きさのものとして土星探査機カッシーニの飛行以前に推定された (Kochemasov, 2000).

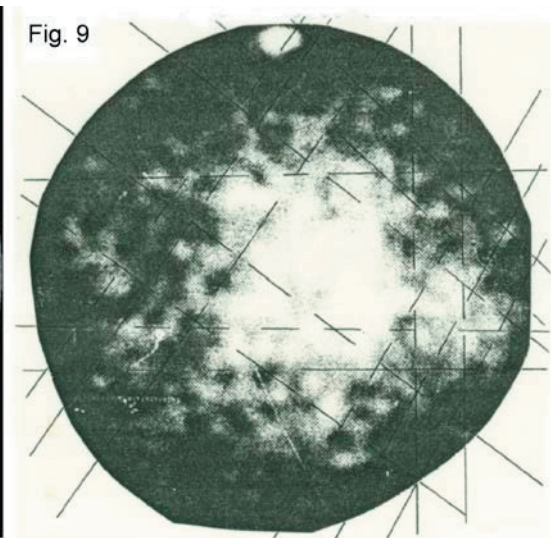


図9 (右図) 水星の表面全体が, 同じような大きさで平等に分布する暗い円と輝く円によって覆われている (Slade et al., 1992). これらの円は不規則でない線 (直線) に沿って配列しているように見える. この規則性は不規則な隕石衝突よりもむしろもっと規則的な過程によるものである.

タイタンの地形図 (PIA16848) (図6) を利用できる今では, 波状構造を支持する一つの顕著な比較を行うことができる. この地形図を水星の重力図 (Mazarico et al., 2012) と比較するのである. タイタンの半径は 2,575 km, 水星の半径は 2,439 km であり, 両方の天体はほぼ同じ大きさで, 共に球形である. また一方では, 違いがある. 水星は惑星であり, タイタンは衛星である. このことは, 水星は太陽系内に一つの軌道をもっている (公転周期 86 日). タイタンは2つの軌道をもつ—土星の周りの公転 16 日, 太陽の周りの公転 30 年. 最も大きな違いは, タイタンは氷 (密度 1.37 g/cm^3) でつくられており, 水星は岩石質であるが, 鉄からなる巨大な核をもつ (密度 5.44 g/cm^3). 波動惑星学 (Kochemasov, 1998, 2003 and その他) によれば, 軌道は構造をつくる. すなわち, より早い公転周期—より小

な造構胞化, 逆に遅い公転—大きな顆粒状地形をつくる. 水星の顆粒状地形は $\pi R/16$ (~ 500 km), タイタンののは $\pi R/91$ (88 km) である (Kochemasov, 2000). このように, タイタンではより小さな顆粒状地形を, 水星ではより大きなものが予想される (それらの組成が違うにも関わらず!). 宇宙観測はこのことを確かめている (図8, 9). しかし, 二番目のタイタンのゆっくりした軌道は, 顆粒状地形の大きさ $\pi R/12$ (662 km) に対応する側波周波数をつくる早い軌道を変える. タイタンの 662 km と水星の 500 km の造構顆粒状地形はともに, 図6と図7の地形図と重力図に重ねあわされた. このように, 天体の形態構造地質学的構造形成において有力である波動過程は, 最新の宇宙データによって鮮やかに強調されている.

結 論

惑星の形態構造地質学的発展の理論を造るのに役立つ道具として惑星間比較は、“プレートテクトニクス”の疑わしさを強く主張した。プレート運動によって造られた形態としてこの構造論で解釈されている海盆のような地球上の大きな負の形態構造地質学的単位は、他の天体上（火星、水星及び月）にも同じく存在し、それらの天体にはプレートテクトニクスはない。インド洋は月の南極の Aitken 盆地と対応する (Kochemasov, 2012)。地球の太平洋と火星のボレアレス平原は、北極海と水星北部の平原と同じように類似した特徴をもつ。金属-石質の水星と氷のタイタンの間で類似した大きさの造構顆粒状地形は、楕円のケプラー軌道によって生じた波動構造運動の基本的な役割を証明している。

文 献

- Head, J.W. et al., 2011. Flood volcanism in the northern high latitudes of Mercury revealed by MESSENGER. *Science*, v. 333, p. 1853-1856.
- Kochemasov, G.G., 1992. Bisquare model of the terrestrial oceans. 29th International Geological Congress, Kyoto, Japan, Abstracts, v. 1, p. 144.
- Kochemasov, G.G., 1993. Why Pacific of the Earth and Vastitas Borealis of Mars occupy a third of the planets Surfaces. 18th Russian-American Microsymposium on Planetology, Abstracts, Oct. 9-10, 1993, Moscow, Vernadsky Inst.
- (GEOKHI), p. 31-32.
- Kochemasov, G. G., 1998. Tectonic dichotomy, sectoring and granulation of Earth and other celestial bodies. “Proceedings of international symposium on new concepts in global tectonics ('98 TSUKUBA)”, Tsukuba, Japan, Nov. 1998, p.144-147.
- Kochemasov, G.G., 2000. Titan: frequency modulation of warping waves. *Geophys. Res. Abstr.*, v. 2, CD.
- Kochemasov, G.G., 2003. Coherent structurization of the Earth's geospheres from core to atmosphere and lithospheric weakness zones favourable for concentration of metals. *Global Tectonics and Metallogeny*, 2003, v. 8, no. 1-4, p. 209-212.
- Kochemasov, G. G., 2004. Mars and Earth: two dichotomies – one cause. In Workshop on “Hemispheres apart: the origin and modification of the martian crustal dichotomy”, LPI Contribution # 1203, Lunar and Planetary Institute, Houston, p. 37.
- Kochemasov, G.G., 2012. Outstanding large depressions and geoid minima on some celestial bodies as regular wave woven features (Earth, Moon, Mars, Phobos, Phoebe, Miranda, Lutetia): cosmic sense of the Indian geoid minimum tectonic phenomenon. *NCGT Newsletter*, no. 63, p. 76-79.
- Mazarico, E. et al. 2012. The gravity field of Mercury from MESSENGER. 43rd LPSC, Abstract 2189 pdf.
- Slade, M.A. et al., 1992. Mercury: the radar experiment from Earth. *Science*, v. 258, p. 635-640.

パキスタンにおける起震層 SEISMOGENIC LAYERS IN PAKISTAN

Haleem Zaman MAGSI

Department of Earth Sciences, Karakoram International University
University Road, Gilgit 15100, Pakistan
E-mail: dr.magsi@kiu.edu.pk

(久保田 喜裕・矢野 孝雄 [訳])

要旨：本研究の主目的は、パキスタンの大地震を発生させる変形源となっている起震層を決定することにある。起震層の厚さは、少震層や非震層（10 km）に境される最上部（10-20 km）と底部（30-45 km）の活動層（active layers）を含めると、約 35km である。広域圧縮の影響下において、上記の岩層に生ずる最も顕著な造構過程は、大地震の発生である。導波岩層（waveguide layers）は実際のところ、Sulaiman, Kirthar, Makran からインド卓状地の西斜面へ連続するカラコルム-ヒマラヤ直下に限定される起震層として観測される。

キーワード：導波岩層、起震層、地震、造構過程、脆性岩層

はじめに

地震活動は横ずれや縦ずれといった多様な変位を示し、きわめて複雑である。パキスタンにおける地震活動の横ずれ変位は、地殻の変形強度 (Magsi,

1985) だけでなく、活断層とあわせて一体的に研究されてきた (Ambraseys and Bilham 2003; Bendick et al., 2007; Chandra, 1975; Khawaja et al., 2003; Molnar, 1973 and 1992; Monalisa et al., 2005; Quittmeyer et al., 1979; Seeber and

Armbruster, 1979; Verma, 1991). しかしながら、地表断層の深度に見合った浅部地質構造 (活断層) に伴う震源の縦ずれとの関わりについては、充分言及されていない. 例えば、主マントルスラストは Pattan 地震 (1974) の震源域を通るが、断層との関連は明らかではない (Pennington, 1979). パキスタンの直線状に並んだ狭長な地震帯と地震活動の拡がり (Quittmeyer et al., 1979), および非震域は、世界的にみても強い地震を被っている (Schukin, 2008). そのような現象は、大地震を伴う地震の拡がりや非震域を説明するためには、地殻の物理・化学的および地球物理学的特性と地球力学的過程の知識をもって、深部造構性地震の発震機構を決定することが必要である.

Seeber and Armbruster (1979) は、Hazara 弧の地震について研究し、地震活動と浅部構造との関連はデコルマによって乱され複雑になっているが、地震とデコルマ帯の基盤断層とを関連づけた. Monalisa ほか (2005) も基盤との関わりをみるため、Kohat 台地の地震活動について、地殻の厚化テクトニクス (thick-skinned tectonics) で説明したが、起震層を明確にすることはできなかった. Jackson・White (1989) の見解では、震源は上部地殻中に規制されている. Maggi et al. (2000), Jackson (2002), Watts and Burov (2003), Handy and Brun (2004), および Burov and Watts (2006) は、地震の分布がリソスフェアの長期間レオロジーと関連する可能性を議論してきた. それに対して、Belousov et al. (1979) は、パミールヒマラヤ横断面に沿って地震を発生させる導波岩層 (waveguide layer) の役割を研究した.

そのため、今日の研究の目的はパキスタン地方の起震層の決定に置かれるようになり、個々の断層は震源域に一致する地震現象の理解には重要ではないとされている.

パキスタンにおける起震層

大陸地殻上部における速度構造の変化によって特徴づけられる導波岩層 (Belousov et al., 1979) は、地殻の脆性部と脆弱部を分かち、地殻のブロック運動の際、この岩層内に規制された層厚変化や震源のほとんどを伴うデタッチメント帯の役割を果たしている (Pavlenkova, 2004). Watts and Burov (2003) は、起震層がリソスフェアの脆性岩層最上部にあり、応力段階を反映することを示した. Kastelic et al. (2008) の見解では、起震層は活断層であるという. しかし、Basili et al. (2009) は、断層の分布特性と地質 - 地球物理学的データに基づき、起震層を 3 つの範疇に分類した. Belousov et al. (1979) は、天山からパミールを通りチベットまでの地殻深部～マントル断面と震源分布様式から、パキスタン北部域直下の導波岩層 (図 1) がパキスタン南部へ連続すること (Magsi, 1983) を明らかにしたが、このことは導波岩層が台地に特徴的であることを支持した (Pavlenkova, 2004). 震源と導波岩層は、起震層として、相互に関連していることは明らかである (Belousov et al., 1980).

それゆえ、歴史地震および現在の地震と地質 - 地球物理データは、さまざまな地質構造に関係して時々強い地震震動を被ったパキスタン国内における導波岩層の挙動に関連づけて理解されてきた. 歴史地震および現在の地震の震源は、個々の構造帯、卓状地斜面、前縁凹地、および褶曲帯に位置する (図 2). 頻度分布には厚さ約 35km の起震層が示され、導波岩層の上部 (10 ~ 20km) と下部 (30 ~ 45km) は地震学的により活動的で、厚さ 10km の低～無地震層によって隔てられている. 起震層の厚さは導波岩層を反映し (Belousov et al., 1979), そこでは最も強い造構作用が広域のおよび準子午線方向の圧縮性地質構造のもとで発生している. これはパキスタン-インド亜大陸の特徴であり、上述の深度で地震

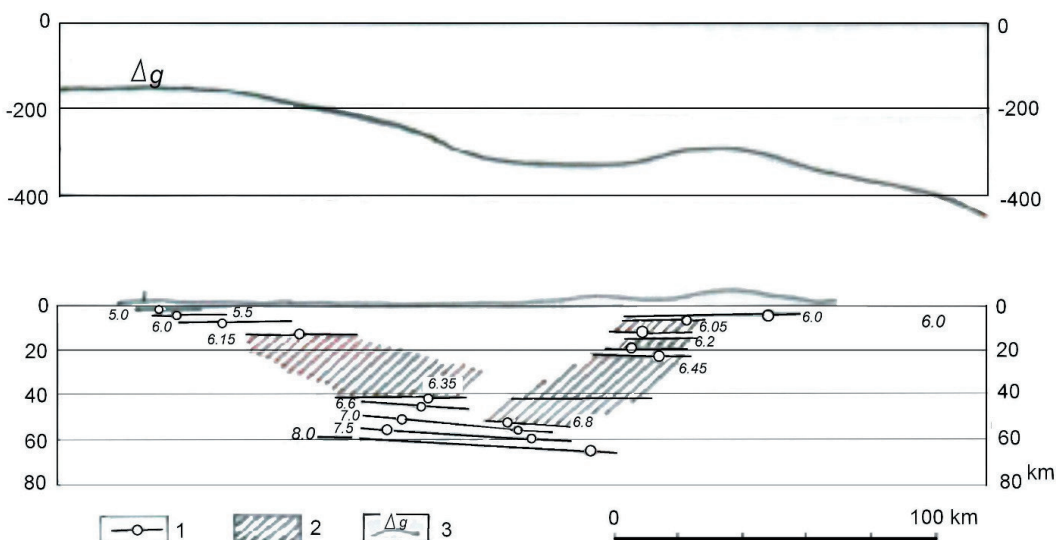


図 1 Lawrencepur と Astor に沿うブーゲー異常曲線と速度構造 (Belousov et al., 1979). 1. 速度構造層, 2. 導波岩層, 3. ブーゲー異常 Δg (上図).

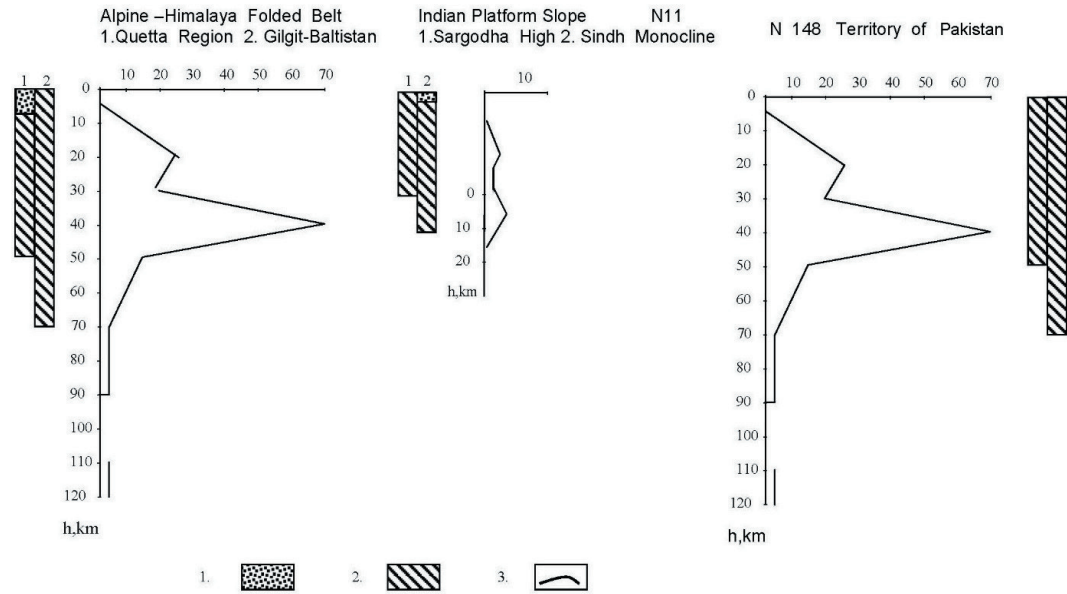


図2 地殻の模式断面と頻度分布—パキスタンにおける震源分布。1. 堆積層, 2. 固結地殻, 3. 標準化地域Nにおける震源密度の変化。A: アルプス褶曲帯, I—Quetta 地域, II—Pakistan 北部域, B: インド卓状地の斜面, I—Sargodha 高地, II—Sindh 単斜構造, C: パキスタン領土

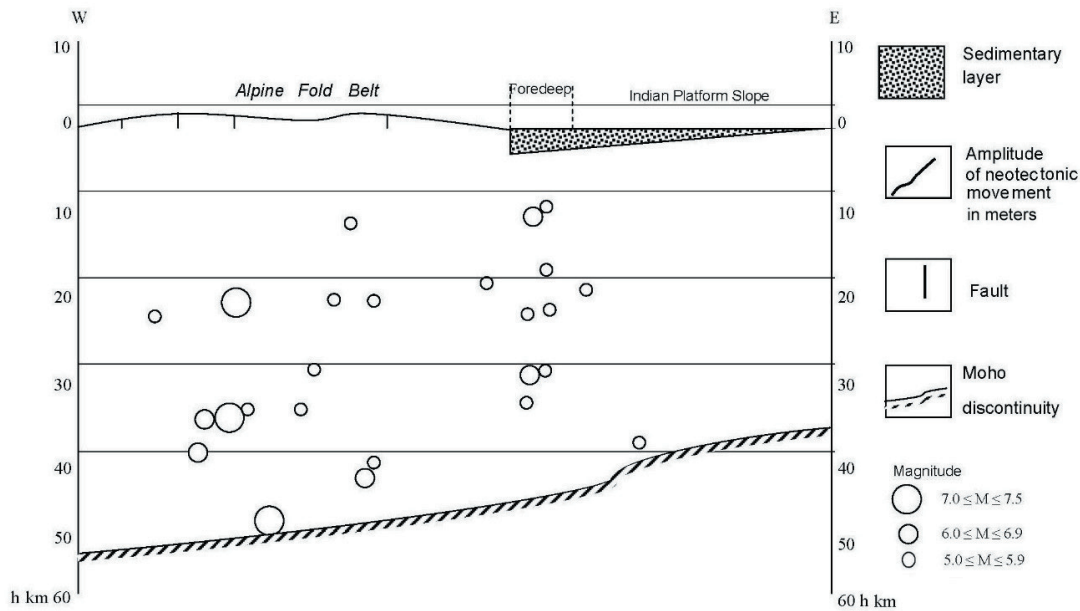


図3 ネオテクトニクス運動; パキスタン中央部における断面と震源。

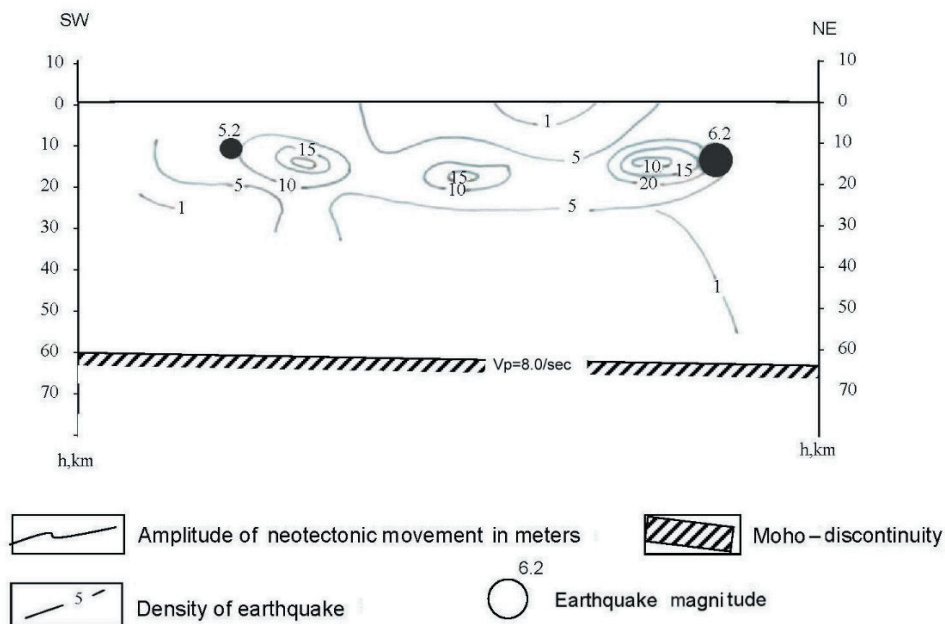


図4 パキスタン北部における地殻の最上部起震層

が発生している。中央部(図3)および北部(図4)の断面にもとづいて、パキスタンにおける起震層を決定できる。断面(図3・図4)に示される震源によって、北部～南部における起震層の連続性が確認される。図3・図4に示されているように、強い地震の震源は大きな振幅をもつネオテクトニクス域に限られることが、地震活動とネオテクトニクスの関係もとづいて証拠づけられる。1974年のPattan, 2008年のKashmir, 1935年と1931年のQuetta, および2013年のBalochistanにおける強い地震の震源は、ネオテクトニクス運動が大きな振幅をもつ地域の上層(10～20km)と下層(30～40km)に位置する。

結 論

得られたデータは、多くの著者—Belousov et al. (1980), Schkin (2008), および Blot and Choi (2005)—によって解明されたパミール—ヒマラヤ地域の地震活動特性に関する一般的特徴を確かめた。しかし、著者らは次のことがらを追加することができた。

1. パキスタンのうち、地震活動が明瞭にみられる北部、および、その他の地域において、導波岩層が深部地震の活動状況(Deep Seismic Prospecting: Belousov et al., 1979)に決定されているとの議論が可能である。
2. 地殻の構造特性、すなわち成層構造が重要であり、強度が小さい領域として導波岩層も含まれる。
3. さまざまな深度に認定された起震層、それらのうちで最も重要なものは、前述のとおり、下部地殻(30～45km)と上部地殻(10～20km)に位置する。
4. 震源は、導波岩層の上部と基底に位置する。
5. 上部の起震層(10～20km)は、ヒマラヤ山脈、Kohistan 弧、および Karakoram 山脈でも同様に認められる。それらは傾斜していないので、インドプレートがユーラシアプレートに沈み込んでいるとか、衝突していることを支持しない(Belousov et al., 1980; Blot and Choi, 2005)。

謝辞 著者は、この研究のための作図環境の整備に努力をしてくれた Emilia Magsi 氏、この論文を査読された教授 Aquila Islam 博士、ならびに 研究を支援下さった大学副総長・教授 Najma Najam 博士に感謝する。

文 献

Ambraseys, N. and R. Bilham, R., 2003. Earthquakes and associated deformation in northern Baluchistan 1892-2001. *Bull. Seism. Soc. Am.*, v. 93, no. 4, p. 1573-1605.

Basili, R., Kastelic V., Valensise G. and DISS Working Group, 2009. Tutorial series: Guidelines for compiling records of the database of individual seismogenic sources, version 3. INGV, Rapporti Tecnici, 108, 16p.

Belousov, V.V., Belyavsky, N.A. and Borisov, A.A., 1979. The structure of the lithosphere the profile of deep seismic sounding of the Tien Shan, Pamir-Karakoram Himalaya. *Sovetskaya. Geology*. 1979. Number S, p. 11-28. (In Russian)

Belousov, V.V., Belyavsky, N.A., Borisov, A.A., Volvovsky, B.S., Volvovsky, I.S. and Resvoy, D.P., Tal-Virsky, B.B., Khamrabaev, I.Kh., Kaila, K.L., Narain, H., Marussi, A. and Finetti, J., 1980. Structure of the lithosphere along the deep seismic sounding profile: Tien Shan-Pamir-Karakoram – Himalayas. *Tectonophysics*, v. 70, p. 193-221.

Bendick, R., Bilham, R., Khan, M.A. and Khan, S.F., 2007. Slip on an active wedge thrust from geodetic observations of the 8 October 2005 Kashmir earthquake'. *Geology*, v. 35, p. 267-270

Blot, C. and Choi, D.R., 2005. Forerunners of the catastrophic Kashmir Earthquakes (8 October, 2005) and their geological significances. *New Concepts in Global Tectonic Newsletter*, no. 37, p. 4-16.

Burov, E. and Watts, A.B., 2006. The long-term strength of continental lithosphere: “jelly sandwich” or “crème-brûlée”? *GSA Today*, v. 16, 4-10.

Chandra, U., 1975. Fault plane solution and tectonics of Pattan earthquake of December 28, 1974. *Tectonophysics*, v. 28, p. T19- T24

Handy, M.R. and Brun, J.P., 2004. Seismicity, structure and strength of the continental lithosphere. *Earth Planet. Sci. Lett.*, v. 223, p. 427-441

Jackson, J., 2002. Strength of the continental lithosphere: time to abandon the jelly sandwich? *GSA Today* September, p. 4-10.

Kastelic, V., Vannoli P., Burrato, P., Barba, S., Basili, R., Francassi, U, Tiberti, M.M and Valensise, G., 2008. Seismogenic source of the Adriatic domain: an overview from the Database Individual Seismogenic Sources (DISS 3.1.0). *Rendiconti online Soc. Geol. It.*, v. 2, p. 1-3.

Khawaja, A.A., Mona Lisa, Khan, S.A., Chaudhry, Rafiq, M. and Khan, A.T., 2003. Recent seismic activity along the western margin of the Nanga Parbat Haramosh Massif, Pakistan. *Islamabad Jour. Science*, v. 13, no. 1, p. 18-27.

Maggi, A., Jackson, J.A., Priestley, K. and Baker, C., 2000. A re- assessment of focal depth distributions in southern Iran, the Tien Shan and northern India: do earthquakes occur in the continental mantle? *Geophysics. Jour. Int.*, v. 143, p. 629-661.

Magsi, H.Z., 1985. Evaluation of Seismic Danger Zones in Pakistan based on the interpretation of Landsat Data. *Bulletin of the International Institute of Seismology and Earthquake Engineering, Building Research Institute, Ministry of Construction, Japan*, v. 21, p. 133-137.

Magsi, H.Z., 1983. Seismotectonic of Pakistan (thesis in Russian)

Mona, L., Khawaja, A.A. and Qureshi, S.N., 2005. Structural Interpretation based on Focal Mechanism Studies in the

- Area of Kohat Plateau, Bannu Basin and Western Extension of Salt Range. Pakistan Journal of Hydrocarbon Research, v. 15, p. 43-51,
- Molnar, P., 1992. A review of seismicity, recent faulting and active deformation of the Tibetan plateau. Jour. Him. Geol., v. 3, p. 43-78.
- Molnar P. and Tapponier, R., 1973. Fault plane solution of earthquakes and contemporary tectonics in Asia. Earth Planet Science letter, v.19, p. 101-112
- Pavlenkova, N.I., 2004. Low velocity and low electrical resistivity layers in the middle crust. Annals of Geophysics, v. 47, no. 1, p. 157-169
- Pennington, W.D., 1979. A summary of field and seismic observations of the Pattan Earthquake, 28 December 1974. In: Farah, A. and K.A. DeJong, (eds.), Geodynamics of Pakistan. Geol. Surv. Pak., Quetta, p. 271-284.
- Quittmeyer, R.L., Farah, A. and Jacob, K.H., 1979. The Seismicity of Pakistan and its relation to surface faults. In: Farah, A. and DeJong, K.A. (eds.), Geodynamics of Pakistan. Geol. Surv. Pak., Quetta, p. 271-284.
- Seeber, L. and Armbruster, J., 1979. Seismicity of the Hazara Arc in Northern Pakistan: decollement versus basement faulting. In: Farah, A. and K.A. DeJong, (eds.), Geodynamics of Pakistan. Geol. Surv. Pak., Quetta, p. 271-284.
- Schukin, Yu.K., 2008. Geodynamics, Mass, Seismicity, All-Russian Conference 'Tectonophysics and current issues of Earth Sciences. On the 40th anniversary of the M.V. Gzovskaya Laboratory of Tectonophysics. p. M.369-371. (In Russian).
- Verma, R.K., 1991. Seismicity of the Himalaya and the Northeast India, and nature of continent-continent collision. In: Sharma, K.K., (Eds.). Geology and Geodynamic Evolution of the Himalayan collision zone, Part 2, Physics and Chemistry of the earth. Pergamum press, Oxford, p. 345-370,
- Watts, A.B. and Burov, E., 2003. Lithospheric strength and its relationship to the elastic and seismogenic layer thickness. Earth Planet Sci. Lett., v. 213, p. 113-13

西オーストラリアで 2013 年後半に現れた温熱的な地震 - 電磁気学的信号とサイクロンとの関係

THERMAL SEISMO-ELECTROMAGNETIC SIGNALS APPEARED IN LATE 2013 IN NW AUSTRALIA AND THEIR RELATION TO CYCLONE

Arun BAPAT¹, Dong R. CHOI², Masashi HAYAKAWA³, Bruce LEYBOURNE⁴, Giovanni GREGORI⁵, and John CASEY⁶

¹ Research seismologist, Pune, India. arunbapateq@gmail.com

² International Earthquake and Volcano Prediction Center (IEVPC), Canberra, Australia. dchoi@ievpc.org

³ The Univ. of Electro-Communications (UEC), Advanced Wireless Communication Research Center, Chofu, Tokyo, Japan. hayakawa@hi-seismo-em.jp

⁴ Climate-Stat LL, Colorado, USA. geostreams@climatestat.com

⁵ IDASC (CNR)/S.M.E., Roma, Italy. giovanni.gregori@idasc.cnr.it

⁶ Space Science Research Center/IEVPC, Orlando, Florida, USA. mail@spaceandscience.net, jcasey@ievpc.org

(角田 史雄・久保田 喜裕 [訳])

要旨: オーストラリアの北西部で 2013 年の後半に、大地震を示唆する可能性を含んだ、強い温熱的で、一連の地震 - 電磁気学的な信号が現われた: それは、(1) 外向き長波放射 (訳者注; Outgoing longwave radiation; OLR; 地上、大気、雲などから出る波長 3 ミクロン以上の長波長の赤外線放射) 異常、(2) 海面水温 (Sea surface temperature; SST) 異常、(3) 地震雲、(4) 短期間であった VLF (訳者注; Very low frequency; 超長波) 電磁気波における伝播異常などが起こっている最中のできごとだった。このできごとが起こったので、国際地震 - 火山予知センター (International Earthquake and Volcano Prediction Center; IEVPC) は、12 月中旬に地震予知情報を発表した。しかし、この予報通りの日時に、地震が発生すると想定された区域に現れたのは地震ではなく、サイクロンであった。そこで、さらに順次検討を進めてみて分かったのは、地震エネルギーとサイクロンとが、極めてはっきりした密接な関係をもっている、ということである。これではじめて、地震とサイクロン (台風あるいはハリケーン) の発生メカニズムに光が当てられた。つまり、両者とも、地球の核から供給される熱的な地震 - 電磁気学的エネルギーと普遍的な関係をもっているのである。この新しい見方によると、猛烈なサイクロンは、地震の想定される区域で発生すると考えなければならないことになる。その具体的な事例が、M7.2 の Bohol 地震の後で、フィリピンを直撃した 2013 年 11 月のカテゴリー 5 の Haiyan 台風であった。

キーワード: OLR; 外向き長波放射, SST; 海面水温, 地震雲, VLF 超長波電磁気波の伝播, サイクロン, 地震予知

1. 概説

いつものように、世界の地震予知情報を検索していた Bapat A. は、2013 年 8 月末にオーストラリア北西部で強くて異常な、外向き長波放射 (OLR; 訳者注) と海面水温 (SST) とをキャッチした。Choi, D.R. はこの情報を重視し、すぐにそれらに関連する他の地質学的なデータを集めた。Hayakawa, M. によって、それらの短期間の信号が解析され、2013 年 12 月 15 ~ 18 日の強い超波長の電磁波・VLF の異常な伝播であることが分かった。こうしたデータに基づいて、国際火山・地震予知センター・IEVPC は、2013 年 12 月 19 日に北西オーストラリア沖で強い地震が起こる、という予知情報を公表した。

しかし、上述の予知は、予知したその日に、想定した場所で、地震ではなくカテゴリー 2 のサイクロンが発生した、という結果に終わった。この予知には、短期間の信号はしっかりと認められたし、想定地域からの他の確固としたデータも得られていた。そのため、予想した地震のエネルギーとサイクロンを発生させるエネルギーとに対応関係がある、とは考えられなかった。筆者らが今まで追い求めてきたものが何なのか？ という問題は、選択肢が多くて、絞り込みが難しいが、地震とサイクロンの発生メカニズムを理解する手掛かりは欲しい。それが見つかれば、過去の強いサイクロン (台風あるいはハリケーン) にも適用できるし、将来の地震とサイクロンの正確な予知へと導いてくれるであろう。筆者らはここにデータと新知見とを提示して、世界の地震学界における研究促進に役立てたい。

2. 検出された外向きの長波放射 (OLR) による予知

1) 北西オーストラリアで 2011 年 12 月初旬に現れた異常な OLR

過去数年間、OLR と SST というパラメーターは、地震予知の細部を知るための良い情報源、とされてきた。一つの事例研究であるが、スマトラ沖の巨大地震と巨大津波の起こる数日前の 2004 年 12 月 26 日に、震源域の周辺で、海面水温・SST が約 4℃ も上がって、その状態が 3 ~ 4 日続いたことを筆者らが発見して報告した。同様に Bapat (2011) は、オーストラリア北西部で OLR 値が上がったことを観測したが、そのときの地震はマグニチュード 5.0 くらいのものが予想された。2011 年 12 月 2 日にはオーストラリア北西部で、ふつうより高い OLR 値が観察されたが、同年 12 月 5 日には M=5.1 の地震が発生した (図 1)。

2) 2013 年の後半に現れたオーストラリア北西部の OLR 信号

つぎの 3 つの画像は、オーストラリア北西部を考え

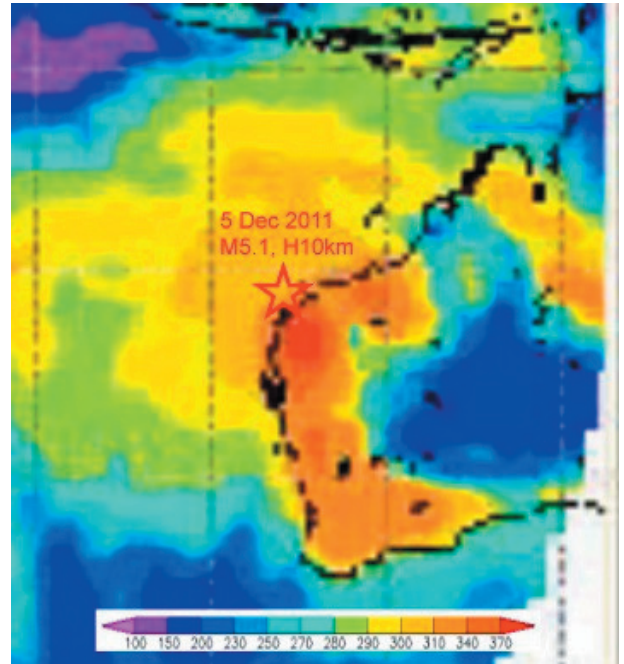


図 1 OLR の撮影画像 (2011 年 12 月 3 日に撮影)
オーストラリア北西部における OLR の高い値 (図の赤色の点) に注目。地震は、この画像の日付 (2013 年 12 月 5 日) の 2 日後に発生した。イクロンは巨大な異常 ($2.5^{\circ} \sim 3.5^{\circ} + C$) を従えた。

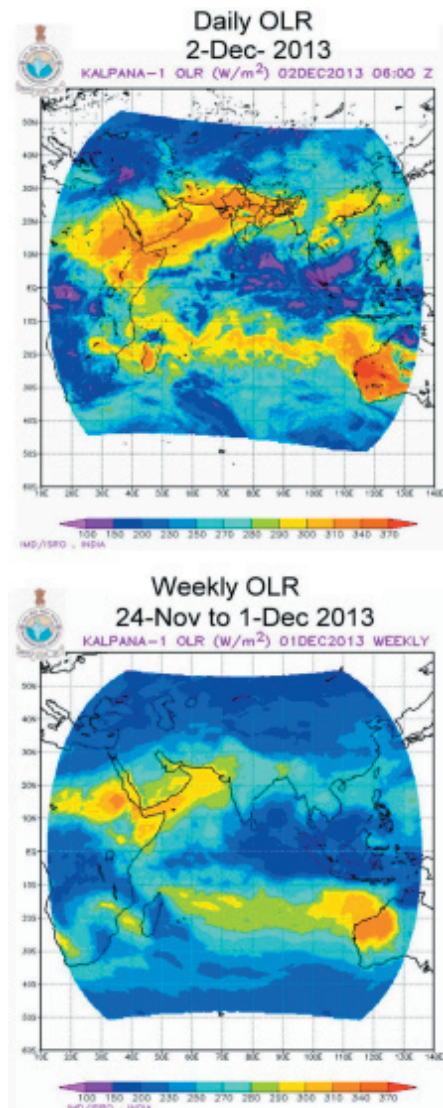


図 2 2013 年 12 月 2 日 (上図) と週末の 2013 年 12 月 1 日 (下図) のインドの人工衛星 KALPANA-1 OLR 画像。高異常域は、オーストラリア北西部とその沖合ではっきり現れている。

る上で、ヒントになるイメージを提供するだろう。OLR 観測の平均的な値である 90, 30, 7 日間は、図 2～図 4 に示されている。その場所で、どのように変化が起これり、どんなふうな移動が発生し、どんな具合に事態が落ち着くのかは、これらの図からははっきりと分かる。3 ヶ月以上の長期にわたる OLR のようすは、これらの観察結果が、気象条件には関係していないことを、はっきりと示している。筆者らの見解では、長期にわたる OLR の信号は、地下の地質構造に起因する応力や熱でもたらされる現象 (BHR, 1979) とは関係がなさそうである。それよりむしろ、地球の核に由来するジュール加熱エレメント (? joule heating element ; 35 頁下から 11 行目 ; Giovanni, 2002) と関係がありそうである。こうした現象は数か月間も続く。

OLR の信号が存在することは、物理的な理由が何であれ、電磁結合 (訳者注 ; 交流磁場を他のコイルで受け取って電圧に変換させること) と深い関係にある現象が、地下と電離圏との間で伝えあっていることを意味する。図 2 の右図がまさにそれで、その電磁結合が、西オーストラリアと、スーダン・Afar・アデン湾・東アフリカのリフト帯との二か所間で発生していることを示している。

2013 年 12 月に 2 度目の同じような電磁結合の増加は、惑星が作用するスケールで発生した (図 2 の左図)。その現象は、地理的な配置とはほぼ独立して振る舞ったような傾向をもっているから、電離圏で生じた変化とは無関係である。どちらかと言えば、電離圏と連動する機能をはたす地下の「アンテナ」の効率が、大きく変化することと深く関係しているようである (Gregori, 2002)。そして、前もって「アンテナ」で観察できるすべての地域、たとえば、図 2 (右図) の 280 以上のユニットにあたる地域では、あらゆる位置で対の効果が増すことを証明できるが、このことは特筆される。これと対照的に、図 2 (右図) に示される 200 以下のユニットの区域では、図 2 (左図) で 150 以下の対の弱い区域となっている。しかし、これはおそらく、手動によるデータ取得による結果だと考えられる。

図 4 NOAA による OLR の画像一覧。これらは、2013 年の 8 月から 11 月までの平均 90 日間、同 30 日間、同 7 日間、1 日間のデータ。

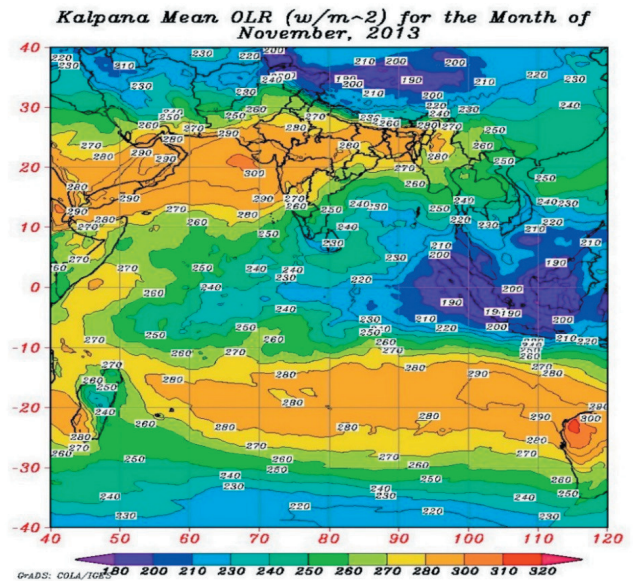
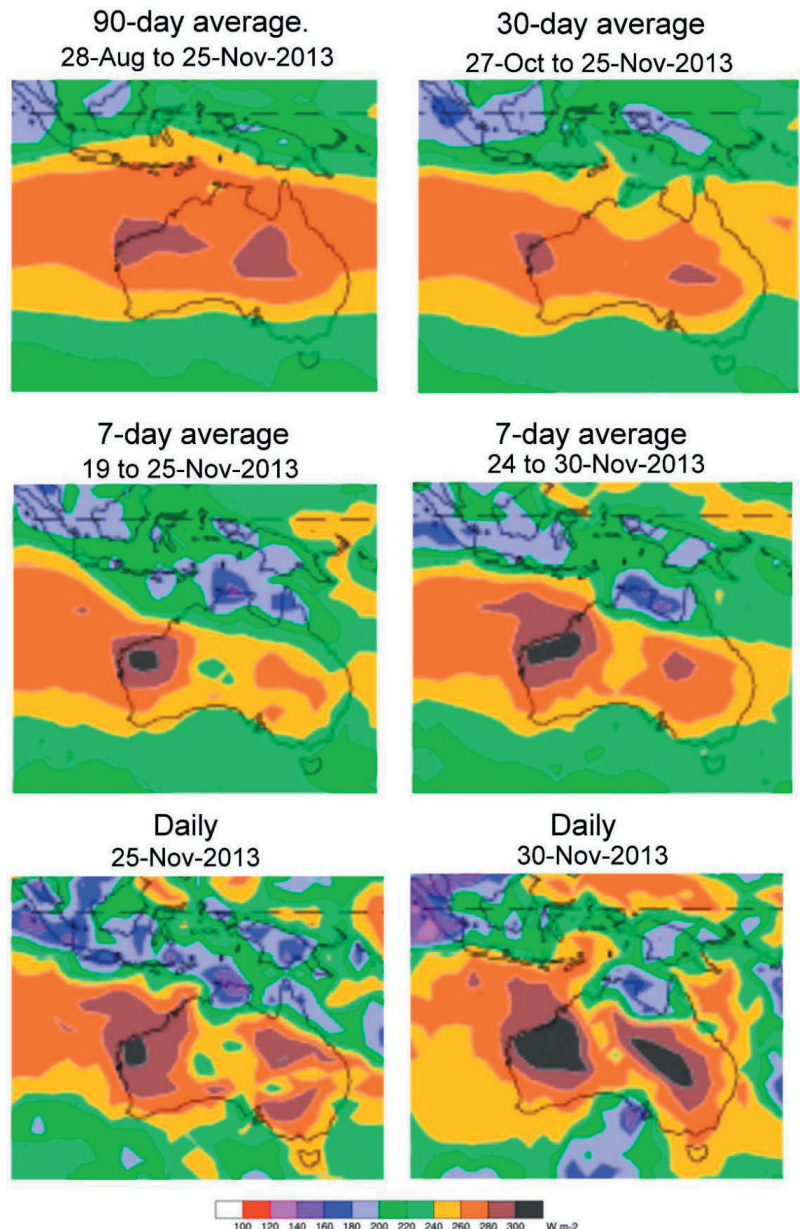


図 3 他の KALPANA-1 の人工衛星画像。2013 年 12 月の OLR は、高エネルギー蓄積域を鮮明に映し出している。



3. 海面水温兆候

応力の作用が最高になるか、限界に達するとき、海面水温 (SST) の上昇形態が明らかになる。このことは図5に示されている。オーストラリア大陸棚北西部の広域的な SST 高温部は 10 月 20 日に出現し、11 月 20 日以降、直線的傾向が現れ始めた—その傾向は Exmouth 卓状地の北縁と西縁にほぼ沿うように並んでいる (図6); 図5の下の方の二図を参照。この変化は、Exmouth 卓状地—Pilbara—Hamersely クラトンの広域的な構造的高まりの下に集積された温熱が、先カンブリアクラトン/卓状地縁辺部へ拡がり、卓状地の境界に沿って流れ始めたことを意味している。直線状 SST 高温部の方向性はこのような見方で最も良く説明される。図6の SST 高温部の節 (交差部) はほぼ2つの大規模な断層帯の会合部に位置しているため、温熱が断層会合部に発達した高多孔部に沿って上昇している。

次の図 (図7) は 2013 年 12 月 25 日～2014 年 1 月 1 日までの日毎の SST 異常を示している。Exmouth 卓状地周辺の大規模な異常は、この8日間を通じて、西から東へ移動した。その卓状地の東縁に存在する始生界の構造的高まりは強く地塊化を受けている。2014 年 1 月 2～4 日までの入手出来る最新の SST 図は、その異常が Exmouth 卓状地を広く覆っている東半部から中央部へ移動したことを示している。

このような事実が示すデータは、Exmouth 卓状地直下の温熱エネルギーが大規模な地殻構造—大規模ブ

ロック境界断層に規制されて急速に移動してきたことを示唆している。その変動はおそらくジュール熱を上部マントルや下部地殻で生じている運動に反映しているのであろう。

4. 他の前兆

1) 地震雲

この地域ではさらにもうひとつの兆候が明らかに

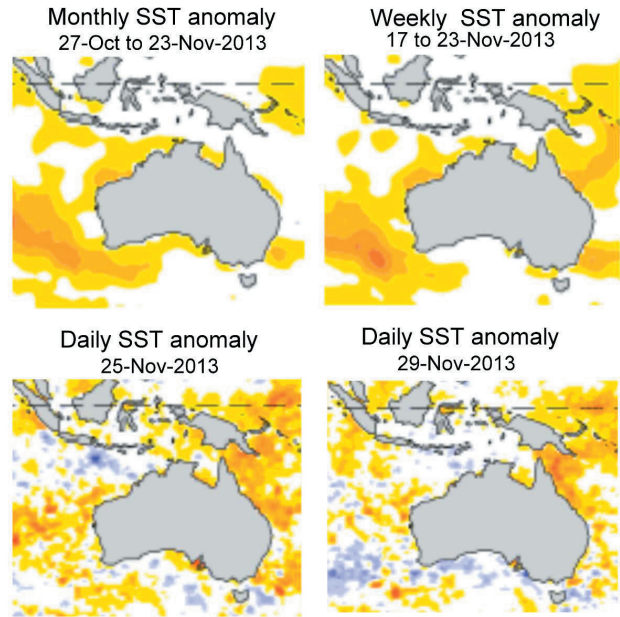
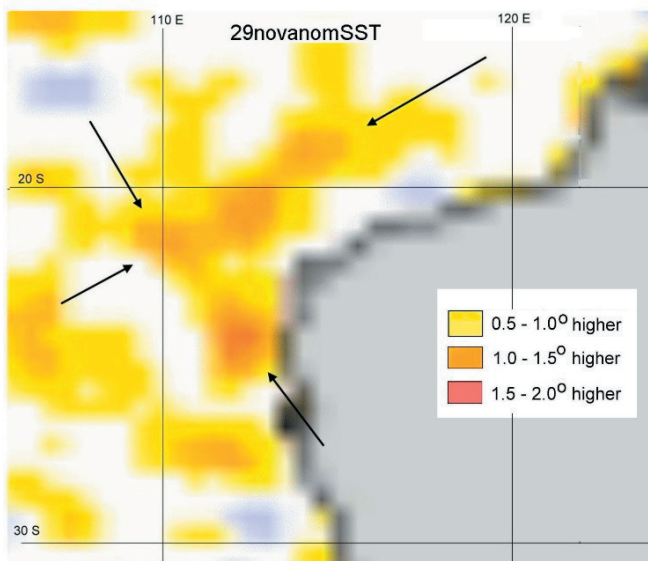


図5 10～11月の NOAA SST 異常図。早期の高温地域に注目してほしい (上の二つの図) が、11月下旬の後期には直線状になっている。この傾向は2014年1月下旬まで続いた。

Sea surface temperature anomaly for 29 November, 2013



Geological map, earthquake clouds, and Sea surface temperature (29 Nov. 2013)

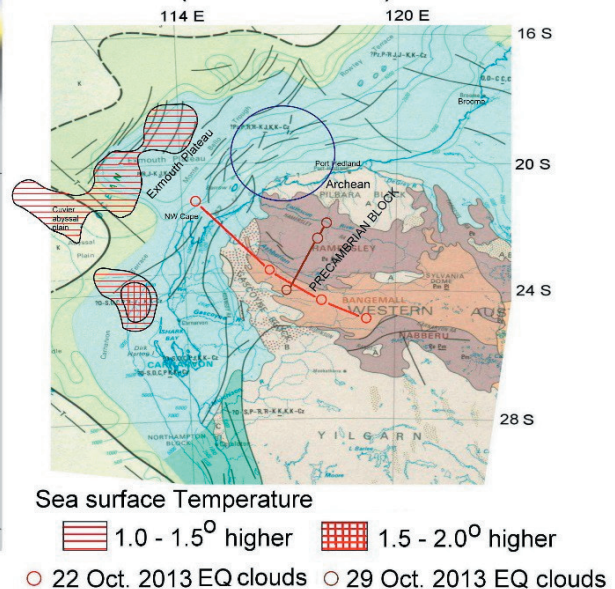


図6 SST 異常と地質の比較。高 SST 部は Exmouth 卓状地の縁辺部に配列している。高 SST 部の節 (交差部) は断層帯の方向と一致していることに注意。直線状の地震雲 (右図) も断層系の一般走向に調和的である (図8も参照)。右図の青丸は、IEVPC が観測された最も強い地震活動と地質構造にもとづいて 2013 年 12 月 19 日に公表した予測震央 (www.ievpc.org; CGE 004-12-19-13) である。地質図は BMR (1979) による。

SEA SURFACE TEMPERATURE ANOMALY

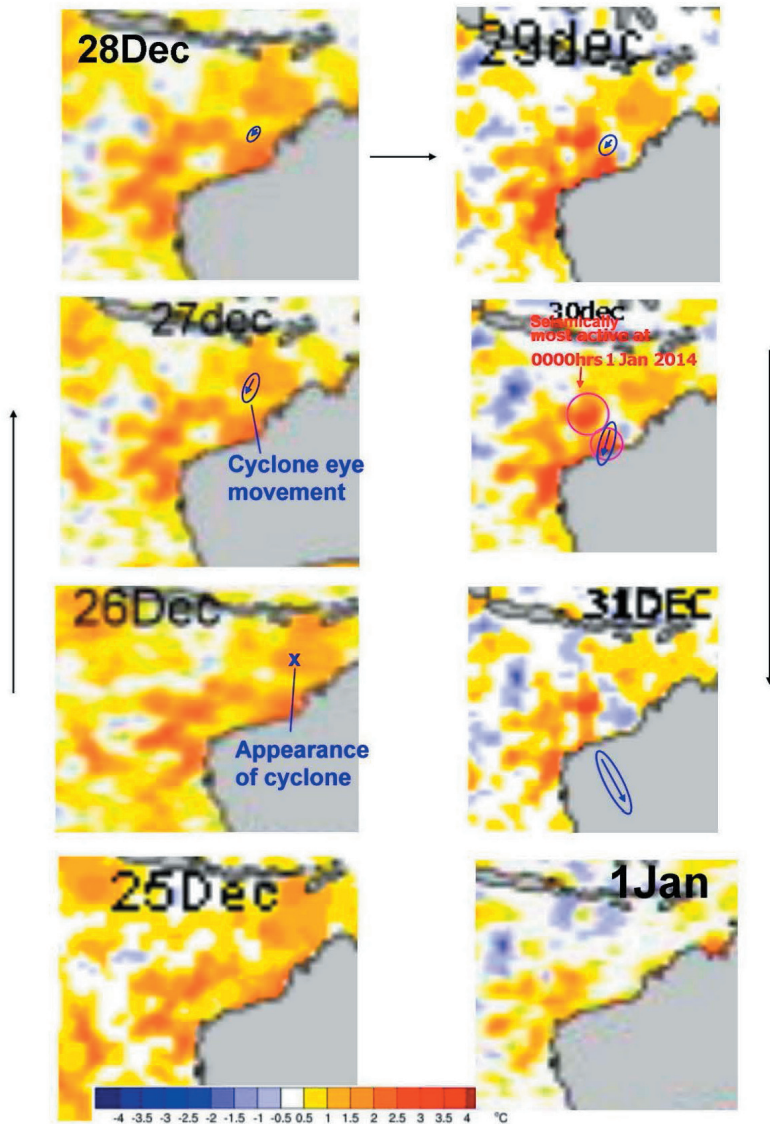


図7 2013年12月25日～2014年1月1日までの海面水温異常。サイクロンの動きを重ねた（青色楕円）。構造的に規制された高異常帯と、それらの東方への全体的な経時移動。N-S方向の高異常列が2013年12月31日に出現した。2014年1月2,3日の図（ここには示されていない）には、高異常部は幾分西方へ移動した。サイクロンは巨大な異常（ $2.5^{\circ} \sim 3.5^{\circ}\text{C}$ ）を従えた。

Earthquake clouds

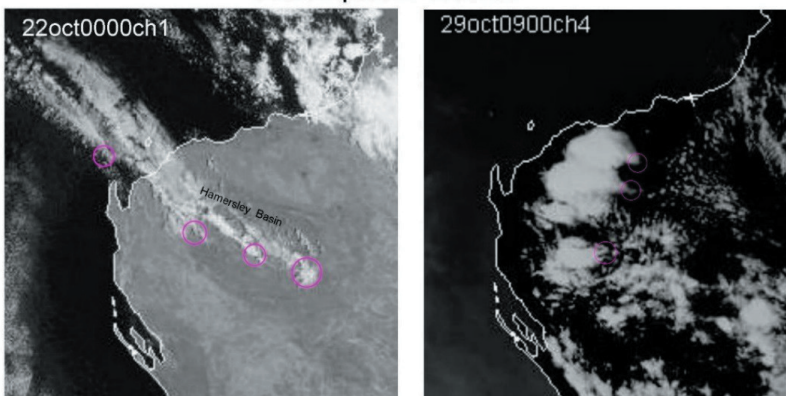


図8 地震雲は10月20日（左）と10月29日（右）に現れた。

なった一地震雲である：最初の地震雲は10月20日にNW-SE方向に、二番目は10月29日にNE-SW方向の直線上に沿って現れた（図6・図8）。その後、我々はその地域には顕著な地震雲は出現しなくなったことに気づいた。Shou(2006)によれば、地震雲は一般に、大地震の前には平均30日間、最大で112日間出現する。

2) VLF 電磁波伝播異常

Bapat と Choi が11月終わりに警告を発したので、早川はオーストラリア北西部を注意深く見守っていた。予想どおり、強い地震－電離圏擾乱がNorth West Cape (NWC) とオーストラリア北西部に設置されたVLF送信機と日本のいくつかの受信局との間で記録された（早川，2012 参照）。図9はひとつの

例で、NWC から特別の基地のひとつである調布（東京）までの伝播経路の結果である。この図は NWC 信号（19.8 kHz）の夜間平均振幅をおとしたもので、前日までの 15 日間の標準偏差で規格化されている。伝播異常は夜間振幅（トレンド trend と名づけた）の減少（標準偏差を -2 超える）で特徴づけられることから、12 月 15 日に始まり、約 10 日間連続するような長引く活動を見出すことができる。しかしながら、新年 2014 年には伝播異常はまったく観察されていない。同様のパターンは茂尻（北海道）、三宅島、春日井（名古屋）、津山（岡山）および高知でも観察されている。

この全く同じ伝播異常の同時検出によって、早川は日本のさまざまな場所に配置された受信局の信号形態を検討することによって、異常源は北西オーストラリアからインドネシア地域と決定した。南インドネシア地域は強い地震一造構作用を示さず、またこれらの特別の日や 12 月 14-15 日に伝播経路に沿うあらたな火山活動も報告されなかったため、異常は北西オーストラリア、ジャワ島の南の North West Cape 付近を源とすると決定したが、その場所は地震前兆活動の中心にあった（図 6 右図）。

このことは他のデータでも支持される：12 月 15 日の協定世界時（UTC）00:00～03:00、Dundee 衛星画像上に NE-SW・NW-SE 方向の二つの鮮明で狭長な線状帯が現れたが、両者とも主要な断層方向に一致し（図 6）、非常に強いエネルギー放出の兆候を示している（図 10）。さらに、他の場所では、顕著な TEC 異常が翌日や 12 月 16 日に全く同じ地域で現れた（図 11）。

12 月 15 日に最初に現れた電離圏擾乱の源となる地域は、他には Molucca 海と Banda 海の可能性があるが、そこは両地域とも北西オーストラリアと日本の観測地間の Fresnel 帯内に位置しているが、とくに最近数ヶ月間、中地震がしばしば発生している。2013 年 12 月 20 日、マグニチュード 5.2、深度 51km の Molucca 海の地震はそれらのひとつである。しかし、12 月 15 日の VLF 異常は検出されるには規模が小さく深すぎる（Hayakawa, 2012）。他に可能性のある地震は Banda 海で 12 月 19 日に発生した M5.6、H=20km のものである。しかし、もしここが源であったら、その VLF 異常は 12 月 12 日以前に検出されていたであろうし、さらにそのマグニチュードは検出限界以下のままである。

上記の議論によれば、12 月 15 日に北西オーストラリア陸棚の深部断層帯から放出されたイオン化されたラドンの大塊が後のその日に電離圏下部に供給され、VLF 波伝播異常として検知されたと結論づけられる（図 9）。

3) 全電子量（TEC）異常

興味深いことに、この場合は小さな TEC 異常信号が検出された。しかし、少なくともひとつの明瞭な異常形態（小規模ではあるが）が 12 月 16 日の電離圏 TEC で見つかった（図 11）。まさにこの日は電離圏擾乱の半ば（12 月 15-18 日）で、VLF 伝播信号として検知されたのである（図 9）。そのようなほぼ 4 ヶ月間もの間完全に続いた強く長い高 OLR 異常にもかかわらず、調査地域内の小さな TEC 異常が同様の期間に見られていたという事実はきわめて興味深いことである。このことは、電離圏に付随する電磁結

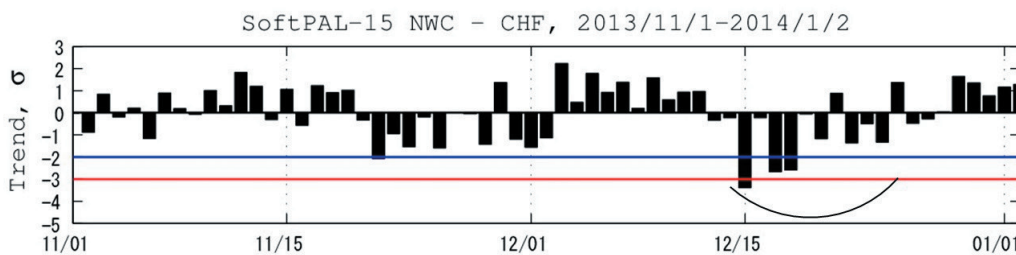


図 9 NWC-調布（東京）経路上の VLF 伝播異常。縦軸（トレンド trend）は標準偏差で規格化された平均夜間振幅で、異常は標準偏差で -2 以上のトレンドの減少で特徴づけられる。長引く VLF 異常は 12 月 15 日に始まり、1 週間程度続いたことがみられる。

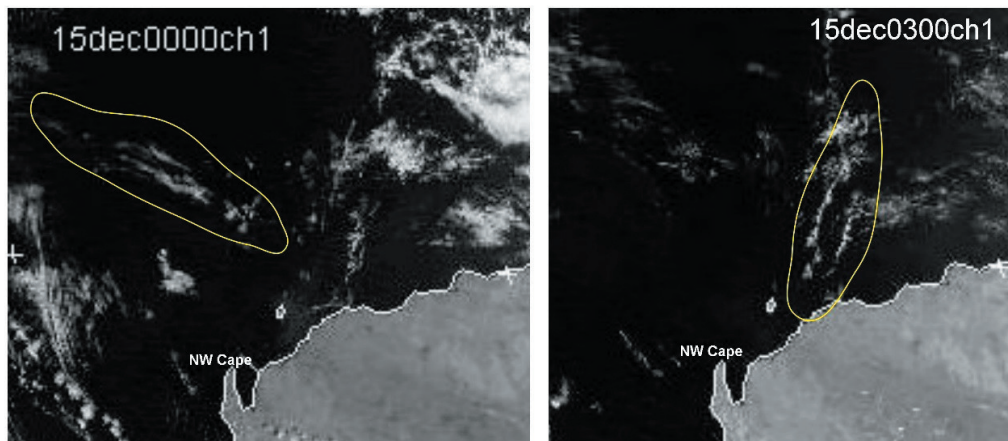


図 10 2013 年 12 月 25 日の画像に現れたイオン化されたガス源として可能性のある地域—それらは後の 12 月 15-18 日の間に北西 Cape と日本列島の局間で、VLF 波伝播異常として検出された。

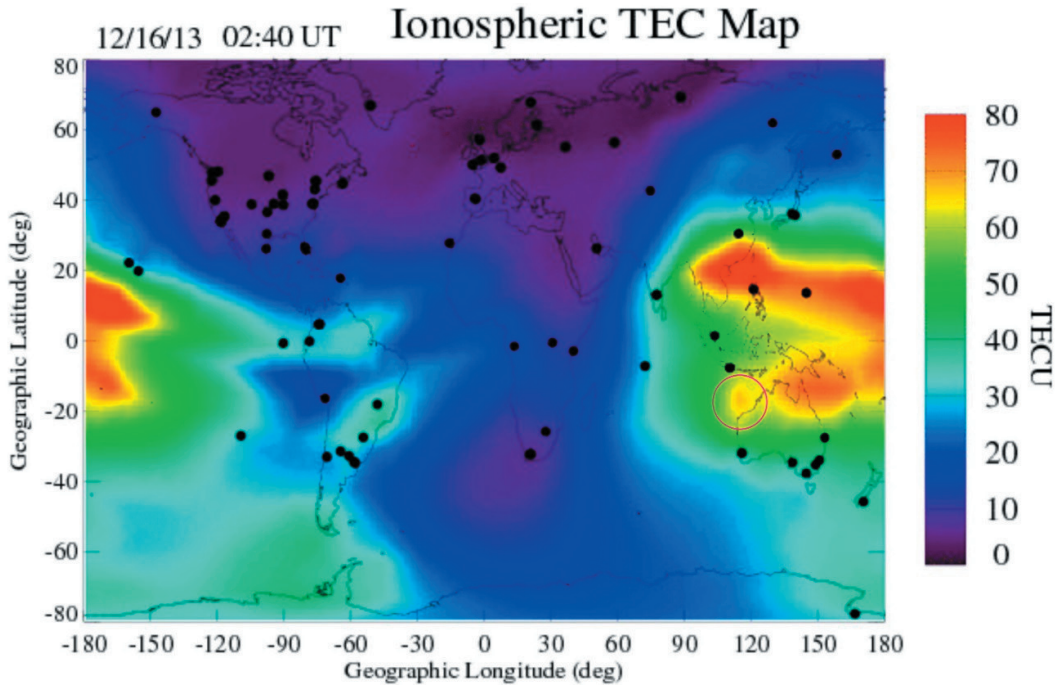


図 11 2013 年 12 月 16 日の電離圏 TEC, VLF 地震—電磁伝播異常が続いた (12 月 15-18 日) 際のもの. やや小さい特徴的な N-S 方向の高異常が北西陸棚地域, 赤丸で見られる.

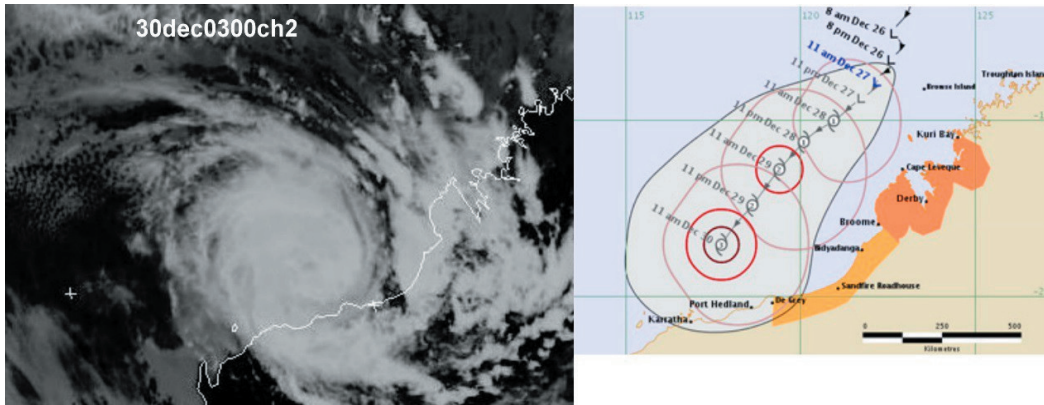


図 12 北西オーストラリア沖合を通過するカテゴリー 2 サイクロン クリスティーン. 左図は衛星画像 (UTC). 右図はサイクロンの軌跡 (Canberra Times, 27 Dec. 2013, 現地時間). それは 2013 年 12 月 26 日にティモール海で出現した—その日はまさに地震の発生が予測されていた日 (図 6) .

合 (e.m. coupling) が電離圏の現象によるものではなく、むしろ “アンテナ” 効果の増大による地下の現象と結論される。

もうひとつの予測が成功した 2012 年 11 月のミャンマー M6.8 地震と比較すると、全体に逆のパターンが見られた；それはかなり強く長く続いた TEC と SST 異常によるものと思われる (NCGT Newsletter, no. 65, p. 3 の論説を参照)。2013 年 4 月の Sichuan 地震 (M6.6) は主に異常な OLR 信号に基づいている。現在の北西オーストラリアのように、OLR 高異常は TEC の代わりに全期間にわたって顕著な特徴を示している。ミャンマーと北西オーストラリア陸棚の両者では今のところ、SST 異常は前兆信号のカギのひとつである。顕著な前兆信号のタイプには地域性があるように見える。

上述のように、北西オーストラリア陸棚で目撃された高 OLR・SST セット、強い VLF 異常および弱い TEC 信号は、地震の代わりに発生間近のサイクロンの指標になるかも知れない。このことは、西太平洋の地震多発地帯において、サイクロンや台風へ適応

できる可能性がある。さらなる研究がこの魅力的なテーマの理解へつながるであろう。

議 論

VLF 異常は通常、地震に先立つ 7～14 日前に現れるので、早川は 2013 年 12 月 19 日にクリスマス前後 (12 月 23-26 日) に地震が起こると予測した。可能性のある震央は前兆信号の出現と地質構造から決定され、2013 年 12 月 19 日に IEVPC によってウェブ上で公表された (図 6; CGE 004-12-19-13, マグニチュード 6.0～7.0)。しかし、図らずもこの予測は予測された 12 月 26 日にティモール海の予測された震央付近に突然現れたサイクロン (カテゴリー 2 サイクロン クリスティーン, 図 12) に遭遇した。そのサイクロンは最も大きい SST 異常の地域 (図 7) に沿って右往左往したが、その場所は地震の前兆も重なっていた場所であった。

前に述べたように、我々はこのサイクロンの形成は地震エネルギーないしはイオン化されたラドンガスが、2013 年 12 月 19 日に突然大規模な放出によっ

て引き起こされたと推察しているが、現時点では気象学的で惑星規模の衛星情報や地域の観測基地のデータがないため、この関係についての詳細な科学的説明には至っていない。しかし、我々の推測を支持するような大気影響（潮汐循環と台風）と地震との関係に関する公表論文がある（Schekotov ほか, 2006）。イオン化ラドンと VLF 異常との関係を支持する別の論文がある Pulinets (2004, 2009) が、彼らは岩圏－大気圏－電離圏カップリング (LAIC) 概念－電離・熱異常はラドンによるイオン化過程を通して結合される、を提唱した。サイクロンと地震の関係についてのもっと一般的な情報は Gregori (2002) および Leybourne (2012) にみることができる。

とにかく、サイクロンと地震および VLF 異常との内的関係は、各々の特別なケースに対して、将来十分に検証されるべきものである。それらの正しい理解は我々に地震とサイクロンの発生機構への有意義な洞察を提供してくれるであろう。それは各方面へ広く影響を与える：過去の壊滅的な台風と地震の主要なもののいくつかには新しい視点が要求されるであろう。たとえば、フィリピンと近隣諸国を一掃し、10 月の M7.2 Bohol 地震のすぐそばで直後に発生した 2013 年 11 月カテゴリー 5 の壊滅的な Haiyan 台風のように。

結 論

1. 本論は北西オーストラリアで 2013 年末に観測された顕著な温熱的地震－電磁現象のいくつかを紹介する。その地域は今年の 8 月以来、地震・造構活動が活発になり、高 SST・OLR 異常が繰り返し発生するという特徴がみられた。しかし、その間の TEC 異常は小さいものであった。

2. さまざまな前兆パターンが地質構造に規制され発生している；初期段階で、その活動は先カンブリア紀クラトンが発達する沿岸地帯に規制されたが、後の段階には Exmouth 台地と先カンブリア紀クラトンの周囲に発達したブロック境界断層に沿って沖合へ移動した。

3. 非常に強くイオン化されたガスの放出が 12 月半ば（2013 年 12 月 15 日）に沖合の地域に発生した－北西オーストラリアと日本の受信局間の VLF 波伝播異常。このことから、北西オーストラリアの沖合で、2013 年 12 月 23-26 日のクリスマス前後の M6.0-7.0 地震が予測された。

4. 2013 年 12 月 26 日に予測された地域で突然大規模に放出した地震エネルギーもしくはイオン化されたラドンは、ティモール海付近のサイクロン クリスティーナの発生が原因と疑われたが、さらに詳細

な研究が必要とされた。地震、サイクロンおよび地震－電磁エネルギーとの内的関係が研究されねばならない。

この結論は過去と将来の破壊的なサイクロン（あるいは台風／ハリケーン）と大地震のいずれにも当てはまり、それらの予報の精度を高めることに役立つ。

文 献

- Bapat, A., 2011. Letters to the Editor. NCGT Newsletter, no. 61, p. 6-7.
- Bureau of Mineral Resources, 1979. BMR Earth science Atlas of Australia.
- Gregori, G., 2002. Galaxy – Sun – Earth relations. The origin of the magnetic field and of the endogenous energy of the Earth. Beiträge zur Geschichte der Geophysik und Kosmischen Physik, v. 3, no. 3, 471p.
- Hayakawa, M., 2012. Short-term earthquake prediction with electromagnetic effects: present situation. NCGT Newsletter, no. 63, p. 9-14.
- Leybourne, B., 2012. Natural disaster weather and earthquake forecasting with geophysical methods. International Geological Congress 34 Brisbane abstract. Recaptured in NCGT Newsletter, no. 64, p. 127.
- Pulinets, S., 2004. Ionospheric precursors of earthquakes; recent advances in theory and practical applications. Terr. Atm. Ocean Sci., v. 15, p. 445-467.
- Pulinets, S., 2009. Lithosphere-atmosphere-ionosphere coupling (LAIC) model. In, Hayakawa, M. (ed.), Electromagnetic phenomena associated with earthquakes, p. 235-254.
- Schekotov, A.Yu., Molchanov, O.A. and Hayakawa, M., 2006. A study of atmospheric influence from earthquake statistics. Physics and Chemistry of the Earth, v. 31, p. 341-345.
- Shou, Z., 2006. Precursor of the largest earthquake of the last forty years. NCGT Newsletter, no. 41, p. 6-15.
- Websites
- <http://www.sat.dundee.ac.uk/geobrowse/geobrowse.php>. NEODAAS NERC. Satellite cloud images. Dundee Univ.
- <http://www.esrl.noaa.gov/psd/map/clim/olr.shtml> OLR and SST maps, NOAA
- <http://www.imd.gov.in/section/satmet/dynamic/olr.htm> Indian satellite KALPANA-1 images, Indian Meteorological Department
- <http://www.ips.gov.au/Satellite/2/2> TEC maps. Australian government, Bureau of Meteorology.
- <http://media.canberratimes.com.au/news/wa-news/cyclone-christine-smashes-was-pilbara-coast-5043798.html>. Canberra Times, 31 Dec. 2013, Cyclone Christine
- <http://m.canberratimes.com.au/wa-news/cyclone-accelerates-towards-wa-coast-20131230-30286.html>. Canberra Times, 30 Dec. 2013, Cyclone Christine.

討 論

DISCUSSION

Global theories and standards of judgment by Karsten Storetvedt. NCGT Journal, v. 1, no. 3, p. 56-102 への回答

Response to: Global theories and standards of judgment by Karsten Storetvedt. NCGT Journal, v. 1, no. 3, p. 56-102.

Irfan TANER

Iskenderun, Turkey. irfantaner@hotmail.com

(矢野 孝雄 [訳])

訳者注: 「 」内は杉山 明訳 (NCGTJ 日本語版 v. 1, n. 3 pp.) による.

Karsten M. Storetvedt 博士は科学的方法と哲学を広く研究したことは明らかであり、文献のなかでは認できる行動と是認できない行動の両方を指摘するのに時間を費やした。私は、これらの方法には誰も反対せず、賢明な科学者に踏襲されるべきであると信じている。

残念ながら、Storetvedt 博士は氏の最近の論文で、Meyerhoff et al. (1996) としてまとめられたこの学説の最新版に言及することなく、サージテクトニクスを批判している。氏がとりあげたいいくつかの問題について、私は回答してみたいと思う。とくに、私は、観察、事実データ、および解釈を区別することを試みたい。

サージテクトニクスは、造構運動の引き金メカニズムを説明する出発点として、地球収縮を考える。Meyerhoff et al. (1996, p. 3, 76-92) は、地球収縮と冷却しつつある地球について、それらの肯定的および否定的側面から詳細に考察した。入手可能な地球力学モデルをみなおし、入手可能なデータを総合して、地球収縮と冷却しつつある地球が、重要なメカニズムとしてサージテクトニクス概念に統合された。

Storetvedt 博士は、収縮説を 19 世紀哲学であるとし、収縮説にもとづく研究史上のさまざまな考察を批判した。私は、氏の批判のいくつかに賛成する。しかし、その論理は冷却しつつある地球や地球収縮の重要性を否定するものではなく、取り扱いと解釈がこの学説にうまく適合しないことを示しているにすぎない。これは、氏の論文の p. 69 [日本語版 p. 35 第 3 段落] で Storetvedt 博士によって証明されている。すなわち、「始生代に地球のどこか外側が現在よりもかなり熱かったという幅広い合意が存在する。それゆえ、早期段階の冷却収縮は発達途上の脆い殻に影響を及ぼし……」と。

Storetvedt 博士はずっと自転力の重要性を強調しつつづけていて、Meyerhoff et al. (1996) が p. 68 で次のように述べているように、それに賛成する。すなわち、「サージテクトニクスは 3 つの別々の作用—それらは独立しているが相互作用している—で構成される。第 1 の作用は、収縮あるいは冷却しつつある地球である。第 2 は、リソスフェア中の相互に連結したマグマチャネル網の中を側方 [および鉛直方向] へ流れる流体もしくは準流体のマグマである。……第 3 のさようは地球自転である。」と。しかし、同様に地球に作用する他の力 (たとえば、重力、コリオリ力、など) も存在するが、これらの追加的な力はサージテクトニクスと矛盾することではなく、それらは解釈を複雑化させているにすぎない!

同様に、Storetvedt 博士は蛇紋岩化作用、エクログジャイト化作用、流体発生作用などについて論述している。これらはいずれも、マグマ上昇あるいは地質作用 (断層運動、隆起・沈降) にともなって多くのさまざまな地質環境で局所的あるいは広域的に発生するであろう地質過程であるが、それらは全地球的の力学事象をひき起こす力を発生させるものではない。

サージテクトニクス

サージテクトニクスは、さまざまな地質要素 (中央海嶺、リフト、褶曲帯、断層帯など多数) のすべてに伏在・内在する低速度層 (P 波速度 7.0 ~ 7.8 km/s) の発見にもとづいている (Meyerhoff et al., 1996, p. 69)。これらの低速度帯のほとんどは、上部マントルの低速度帯であるアセノスフェアに連結している。さまざまな科学者による多くのさまざまな地質要素からこれらの低速度帯の事例が、Meyerhoff et al. (1996) に紹介されている。

サージテクトニクスの第 2 の発見は、マグマ流と断層 - 断層帯 - 裂罅との関連である。これらの構造要

素は、地殻内のマグマ流動に対応して形成されている。この関連性は、詳細に記述・図示されている (Meyerhoff et al., 1996, p. 102-115)。

これら 2 つの重要な発見は、それらに関連する諸作用とともに、Storetvedt (2013) が p. 57 [日本語版 p. 26 第 2～3 段落] に引用した次の記述に適合する。すなわち、「隠されたパターンの観察はほとんど常に自然の重要な側面、すなわち、先に決定された見解と混じり合ったある種の重ねあわされた二次的な過程というカーテンの背後に存在する情報を観察することである。この点で、Ernst Schumacher (1973, p. 154) は、次のように書いて核心を突いた。

我々はあらゆる必要な知識を持っているが、活動的存在へと至らせ、それを一般に見え、かつ、手に入れられるようにするための系統的、創造的な努力を今なお求めている。私の経験では、洗練化と複雑化の方向に進むよりも率直さと単純さを取り戻す方がいつも難しい。どんな三流の技術者や研究者でも複雑性を増すことはできるが、物事を再び単純にするためにはある程度の洞察力が必要である。」

Storetvedt (2013) は多くの刊行物でサージテクトニクスを批判しているが、それらはサージテクトニクス概念の誤解や間違った解釈に由来することは明白である。p. 76 [日本語版 p. 42 第 3 段落] で氏は「[海洋中央] 海嶺の内部構造は単純なサージチャンネル概念より通例もっと複雑であるという事実は、……」とまで述べている。単純さは良いことではなく、悪いというのである！

1. マントルトモグラフィ

この方法は、地球内部の 3 次元画像を描出するために遠隔的地震データを利用する。1980 年代以降、この方法はさまざまな地質場の詳細を地球の全深度にわたって詳細に描出した。おもな発見は、次のように整理される。1) 多くの層 (モホ面、リソスフェア-アセノスフェア境界、400km 不連続面、640km 不連続面など) が地球に存在する。2) 低速度層および低速度帯が地殻とマントル中に存在する。3) 大陸核は深い根 (深度 500km に達する) をもつ。これらの地震トモグラフィの成果と追加的データは、サージテクトニクス概念に調和的であり、役立っている (Meyerhoff et al., 1996, p. 9, 14, 18-47, および、この著書の他の多くの章)。

Storetvedt 博士は、地震トモグラフィ研究について「仮想的な層状構造を周期的に作り出してきた溶融分化する地球という古い見方は地震トモグラフィからの最近の証拠と矛盾する。そのマントルにおける高まりは、むしろチョコレートケーキかブルームディングのようで、明らかに CMB 帯から上

昇する物質によって作り出された構造のように見える (例えば Tackley, 2008).」と記している (p. 64-65 [日本語版 p. 33 第 2 段落])。氏は上述の諸層を無視し、地表からコア/マントル境界 (CMB) の特徴に関連させているにすぎない。さらに氏は、地表の熱化学的作用を CMB に結びつけている。しかし、文章の他の箇所では Storetvedt (2013) はマントルと地殻におけるそれらの諸層について考察していて、層構造のないマントルという自らの記述と矛盾する。

2. 収縮仮説とベニオフ帯の構造

収縮仮説についてはすでに議論され、地震トモグラフィは地球が成層していることを明瞭に示す。地質活動 (火山、熱水活動、火成活動、地温勾配測定、熱流量測定、アセノスフェア、マントル-地殻中の低速度帯) は、Meyerhoff et al. (1996, p. 76-86) が掲げた理由とともに、地球が冷却し、収縮していることを示す。

ベニオフ帯は収縮の結果であり、2 つの区間—傾斜角 $22^{\circ} \sim 45^{\circ}$ の浅部区間と $45^{\circ} \sim 75^{\circ}$ の深部区間に分かれる。両者は無歪深度 (アセノスフェア) によって区分される。浅部区間は圧縮場、深部区間は引張場にある (Meyerhoff et al. 1996, p. 65-66, 69)。

地球自転は、リソスフェアとストリクトスフェア (アセノスフェアよりも下位のマントル) の間の差動的遅延の発生によってもたらされる東太平洋と西太平洋の間でのベニオフ帯の相違を説明する。この差動的遅延が、東方移動をひきおこす。

3. 地表熱流量 “問答” と不思議なサージチャンネル

Storetvedt (2013) は熱流量について長い考察を行っている。氏は、プレートテクトニクスに関わる熱流量についての氏の考察はまったく正しく、同様の考察は Meyerhoff et al. (1996) においても行われている。しかしながら、氏のサージテクトニクスに関する熱流量の理解と解釈には欠陥があることは明らかである。

サージテクトニクスでは、高熱流量は活動的低速度帯に関係する。活動的低速度帯と周辺域との熱流量差は、当然のことながらあまり大きくない。熱流量の大きさは、おもにマグマ源の深度と周囲の岩石に依存する。比較的大きな熱流量は、活動的サージチャンネルを示す唯一の判断記述というわけではない (Meyerhoff et al., 1996, p. 122)。

磁気縞模様は、サージテクトニクスでは磁化率の差異に由来する (Agocs et al., 1992)。Storetvedt (2013) はこの点を批判するものの (p. 77-78 [日本語版 p. 43 第 3 段落])、次のようにも述べている。「断

層で規制されて定置したパターンとそれに関連する低温変質 / 酸化過程の証拠は、磁性をもった酸化物がいろいろな程度に枯渇することと合わせて、観察される正負の縞状磁気異常に対する造構鉱物学的基礎をなすように思われる。」

4. 海洋中央海嶺の熱流量

私たちが熱流量データをプレートテクトニクスと同様に解釈している、と Storetvedt 博士は考えているようだ。サージテクトニクスでは、10 単位以上の熱流量差はその地域に熱源が存在することを示すと理解される。しかしプレートテクトニクス対流では、対流セルを形成する非常に高い熱流量が存在することとなる。海洋中央海嶺は活動的な地質要素であり、それらは全般的に比較的高い熱流量をとまっているが、局所的には多くの理由で高い熱流量を示さないことがあり、プレートテクトニクス対流に必要な非常に高い熱流量は存在しない。

結 論

私は、これらの幅広い話題を短く述べる必要があった。支持データを含むより詳細な議論は、Meyerhoff et al. (1996) に示されている。

このような会話のためのフォーラムとして NCGT 論壇を Dong Choi 博士が運営されていることに私は感謝する。私は、グローバルテクトニクスの一層の理解に役立ついくつかの課題をとりあげた Storetvedt 博士にも感謝する。

最後に、私は、科学的なコメントと議論をつづけることによって Arthur Meyerhoff 博士を讃えることに誰もが参加され、それらを私たちの地球内部への理解をいっそう深めることに役立てたい。Meyerhoff 博士は真の科学者—豊かな思索家、勤勉家、旺盛な読書家、公平な仲間、そして輝かしい地質研究者—であった。すべてにおいて、彼はすばらしい人間であった。私は、彼のそばで研究するという希な荣誉に恵まれ、彼から歴大な科学、人生、笑いを学ぶことができた！彼の早すぎる逝去は、地球科学界にとって巨大な損失であった。しかしながら、私たちの研究分野における彼の貢献が今日的議論の方向性に影響しつづけていることを知って、彼は誇らしく思うであろう。

文 献

- Agocs, W.B., Meyerhoff, A.A. and Kis, K., 1992, Reykjanes Ridge: quantitative determinations from magnetic anomalies, in Chatterjee S. and Hotton N. III, eds. *New Concepts in Global Tectonics*. Lubbock, TX, Texas Tech University Press, p. 221-238.
- Meyerhoff, A.A., Taner, I., Morris, A.E.L., Agocs, W.B., Kamen-Kaye, M., Bhat, M.I., Smoot, N.C. and Choi, D.R., 1996, *Surge Tectonics: A new hypothesis of global geodynamics*. D. Meyerhoff-Hull, ed., Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 323p.
- Storetvedt, K., 2013, Global theories and standards of judgment: Knowledge versus groundless speculation. *NCGT Journal*, v. 1, no. 1, p. 56-102.

グローバルな理論に必要なドミノ The Domino requisite in global theories

Karsten M. STORETVEDT

Institute of Geophysics, University of Bergen, Bergen, Norway
karsten.storetvedt@gfi.uib.no

(小坂 共栄・小泉 潔 [訳])

要旨: 本論説は、現在このジャーナルで進行中である2つのグローバルテクトニクス論の提案、すなわち私自身の Wrench Tectonics と Arthur Meyerhoff 氏の Surge Tectonics に関する科学的な論争の深まりに寄与するものである。Surge Tectonics を支持する立場での、私への最初の反論 (Pratt, 2013a) に対して、私は地球内部の構造や物理的状态に関する新たな事実のアウトラインをエッセイ風にして答えた。それは、Surge Tectonics モデルにとって最も重要な仮定に反する事実についてであった (Storetvedt, 2013a)。それに対しては直ちに反論がなされた (Pratt, 2013b ; J.C. Meyerhoff et al., 2013)。残念ながらその反論は個人的で、政治的な興味に主眼が置かれ、この種の議論に不可欠なグローバルな地質学的議論は片隅に追いやられていた。本論説では、私のグローバル論に関わる DOMINO について述べている。これは、地球システムを理解するうえでは個々の現象の理解が重要であると同様に、それら全体の一次オーダーのことが次に引き続く現象をひき起こすことを理解することも重要であると考えからである。グローバル理論というのは、裏付けのある、また連続性のある長い説明でなくてはならないし、また地球の進化過程と結びついたものでなければならないのである。

科学的な対応とは一私の論説に関連してー

最近、このジャーナルにおいて二つのグローバルなモデルに関する加速度的に早い論争が続いている。Arthur Meyerhoff 氏の Surge Tectonics と私の Wrench Tectonics についての論争である。これは David Pratt 氏 (Pratt, 2013a) の長文の論説から始まった。Pratt 氏は、その論説の中で磁極の移動やリソスフェアの水平方向の移動といった現象に異を唱えるとともに、グローバルテクトニクスにおいて信頼できるフィールドである古地磁気学も無用のものと捨て去っている。しかし、彼の論説の主要なターゲットは実はそこにあるのではなく、Surge Tectonics を擁護するために私の Wrench Tectonics を問題にすることにあった。私は直ちに反論し、その中で 15 年前以前は Surge Tectonics にある種のシンパシーを感じていたことにも触れながら、なぜ Surge Tectonics を受け入れられないかを述べた (Storetvedt, 2013a)。この私の論説は、Dr. Pratt (2013b) と Meyerhoff (2013) という 2 つの論説を引き出すきっかけとなった。そのこと自体は期待していたことであったが、現在進行中の議論の中に何かしらをもたらしてくれるものではなかった。彼らの論説の中には、これら二つのグローバルな地質学的議論を突き動かす重要かつ必要なものが欠けていたのである。

本ジャーナルのエディターに宛てた私の手紙 (Storetvedt, 2013b) の中で、私は現代人の傾向というものにも目を向けている。時のやり (流行) の意見に異を唱えるものに対して、集団で攻撃するという傾向である。科学の歴史を学ぶと、そこからは “多くの普通の科学者たちは、新しい科学的な発見に対してかなり強固なバリアを張るものだ” ということが明らかとなる (cf. Barber, 1961)。他とはくらべものにならないほど優勢な考えの信奉者どうしのコミュニケーションは、その使い方さえ誤らなければ何の努力も時間も必要としないのである。これには、Trotter (1941) の “その考えが、自分の心に深く根付いていることを知った時、人は新しい考えを受け入れることを恐れる” という言葉を理解すればそうむずかしいことではない。結局のところ、人 (科学者) は自分の信奉するシステムのために物理的な観察事項を新たに集めることが面倒になった時、その世界に次第に浸りきって努力もしくなくなるのである。

役に立たないグローバルな仮説を捨て去ることが難しいことだということを証明するためには、この 50 年の間に誕生し成長をとげた混沌としていながらも他を疎外してきたプレートテクトニクス仮説の例を挙げれば充分であろう。そこでは、プレートがどこで動いているのか誰もが知らないのに、誰もがそれを信じているのである。プレート仮説の基本的

な失敗は予言力の欠如ということであった。すなわち、プレート論では互いに離れた島同士の間で現在みられるような環境の違いが、過去にそれらが一体であった時以来、次第に大きくなっていったことを何とか示すために、その場しのぎの観察事項を際限なく提供しなければならなかったのである。このことについては、このジャーナルの読者諸君なら納得するであろう。

この仮説の信奉者同士で繰り広げられた、また役にも立たない膨大な量の歴史上の論説を除けば、このジャーナルにおける現在のような討論は私にとってはまことに有益なものである。なぜなら、普段はできないような議論が専門的な言葉を用いてできるまたとない機会だからである。地質学的・地球物理学的な詳細について議論する前に、私はもう一度スイスの地質学者である C. Wegmann (Schwartzbach, 1963) の中に引用されている) の次のような一文を思い出すのである。 “多くの地質学者たちは、その概念についてはそれが何を根拠に提起されているかを、それにかかわるすべてからのみ知ることができる”。これは、セオリーの信頼性が個々の観察結果の信頼性に依っていること、またそのセオリーの依拠する室内・野外の観察結果の記載が、既存のセオリーに強く影響を受けることを意味している。

一般的に、その時期に優勢なパラダイムのルールの影響下にある科学者たちにとっては、ともかくも自身が何を学び、何をしなければならぬかを理解することが困難なのである。正確な観察であれば、それは対立する仮説モデル—それもまた数あるイマジネーションの 1 つにすぎないのだが—にも適用できるのである。可能性のあるいくつかの結論の中の一つがとりあえず正しいものとされ、他の結論は他の現象や観察事項とリンクされる。これが、私たちが有効なグローバルセオリーを考える際のやり方である。このことを他の言葉で言えば、現実に提唱されている global dynamo-tectonic theory というのは、それに相対する観察結果—それらは地球形成のさまざまな種類の Domino system からなっているものであるが—にリンクしている。研究者、ある研究者集団 (あるいはその分派) が、欠点のある仮説にいつも簡単に降伏してしまうものだということに注意しなければならない。

具体例を挙げてみよう。ノルウェーでは 1971 年代の中ごろまで、フィールド調査において古典的な手法による綿密な岩石記載が行われ、その記載結果は国中の基本図幅にまとめられていた。プレートテクトニクスが姿を現す前は、地球科学的論文の圧倒的 대부분は観察事項が、より深部との関係で論じられていた。そこでは大きなスケールでのグローバルな考察をあまり必要としなかった。また、大陸の水平移動や海域の閉鎖などについて考える必要もな

かったのである。ところが、1975 年ごろ Norwegian geological community は “gestalt-shift” という組織に改編された。それ以降、フィールドでの記載事項はすべてプレートテクトニクスのプロセスで説明されるようになった。この新しい方向に従わせるために、フィールドでの観察は新しい目で見直され意味づけされることとなった。フィールドの岩石は、それまでと同じように採取されたが、“古いラベル” を付けるのを避けるため、地質屋はあたかもかつて調べたところから新しい情報を得たかのように装って、新しいコンセプトを採用したのである。

私自身の専門領域での話からすると、しっかりした観察によって確立した真実であっても、この（プレート論の）世界では論証のための基礎にはならないことを示している。公表された事実であっても、それは外からのさまざまな要素によってしばしば影響を受ける。たとえば、伝統的な見方、グループからのプレッシャー、ある傾向に流される群集、特別な忠誠心、先入観などなどからの影響である。時の科学教育における固定的で教条的な内容は、明らかにパターン認識力の低下をもたらしてしまうのである。これには地球物理的なプロセスにおける化石、岩石の成因や構造などについての本質的な疑問を解くスキルを教育する以外に解決の道はない。古気候の研究にとって、岩石の分析データというものは古地磁気記録の分析、マントルトモグラフィーの記載、微妙な重力値データなどの決定などに比べて重要性が小さいなどということはない。記載ということに関して言えば、それは科学の世界ではすべてに優先されるべきことなのである。とはいえ、その記載は 1) 科学的に明快なメッセージであり 2) 大なり小なり混乱して誤りのある学問的論争にも光をあてたものでなければならない。真の科学的進歩は、常にごく少数のすぐれた科学者たち一すでに提起されている意見や、見落とされてきた問題に目を向ける能力にたけた科学者たち一に依るところが大きかったのである。このことに関しては、イギリスの科学分析家 John Ziman (彼の著作 Reliable Knowledge) が多くの事例と適切な図を提供してくれている。また、Albert Einstein が William Blake (1757-1827) の語った次の言葉 “同じ木でも、愚か者の見る木と賢者の見る木は違う” を引用している。

以上に述べたことは、地球科学界の形式主義者の集団にすべてリンクしていることではないのだが、否定できない明白な事実があることも指摘できる。それは、どのような分野でもそこには、ごくわずかであるにせよ科学的な活動のための燃料（材料）を提供してくれる思索家が存在するということである。それらの材料とは、マッピングや野外の具体的な事実の集積などであり、技術の世界での純粋な進歩などのように目覚ましいものではない。しかし、仮にそれらのデータを集めた人に誤った断層理論が届

けられていたとすると、それに基づいた論説の載ったジャーナルは理論と事実とがごちゃ混ぜになった infested artifact の詰まったものとなるであろう。これが、今日における地球科学の世界の現実の姿なのである。1968 ~ 1989 年までの 20 年間、私自身の仕事の大半は岩石磁気のパターン認識を実験的に行うことであった。特に取り組んだのは、岩石中に固定された過去の磁気化石の一般的な要素を明らかにすることであった。それに関しては、1970 年代の再帯磁にかかわる激しい論争があった。以下に述べるような当時の寸描は、本論にとっても有益なものであるばかりでなく、科学の世界における行動について考える上での格好の材料でもある。

私のスクラップブックの記録

研究初期のころ、私は測定をしていた Old Red Sandstone の古地磁気方位がばらつくことに、次第に苛立ちを覚えるようになっていた。それは、観察結果が当時一般的に期待されていたようなものではなかったためもある。私は次第にその当時進めていた古地磁気学の基本的な前提となる考えや方法論が、実験手法も含めて実際の地質学的過程と合致していないのではないかと考えるようになった。その結果、私にとってのそれまでの極めて単純化された古地磁気学における物理学は廃棄され、地質学に基礎を置く舞台がそれに取って代わった。研究に関する私の考えの一部には、磁気の再帯磁という考えとそこからつくられた古地磁気構造—地球史のイベントに調和的な—があった。仮に各種の要素からな古地磁気のフィールドでの記録が、個別の要素に分離できなければ、提唱されている古地磁気方位というのは分散してしまう。正帯磁と逆帯磁両方を含んだ帯磁場では、このことは極めて重大である。理論的には未解決の課題である双極磁場構造の成因が、磁化の空間的な方位で示すことができる。私はこれを、1968 年の NATO Advanced Study Institute を会場にして開催された国際地球物理学会で発表したのである。

この会議での私の新しい論説は、私の属するコミュニティに大きなショックを与えた。著名な多くの地球科学者たちにとって、それまでの古地磁気学に対する私の批判は大きなダメージであった。私が繰り返し広げた批判的なコメントによって、会議の最初の二日間に巻き起こった議論は、若い研究者にかなりのフラストレーションを与えることになった。実験的な事実は否定出来ないのだが、さりとて自分の属するコミュニティは守らなければならないのである。あるセッションの中で、座長—日本の東大教授の永田武氏であった—は、私があるコメントを行った後、私に向かって “君はもうすでに十分に話したじゃないか。まだ話すつもりか？” と脅したのである。そのあとのコーヒープレイクの間に Newcastle 大の

David Collinson 教授は、私に向かって “これを機に、彼らは君を完全に嫌うだろうね” と述べたのである。しかし、Princeton 大の Bob Hargreaves 教授は “私は君の言うことにすべて賛成するよ。ただ、もう少し如才なくやった方がいいね” と述べてくれた。数日後、Northumberland へのエクスカーションの案内者であった S. K. Runcorn 教授は、現地で Northumbria の王と Viking のことについて少しばかりの説明をしたのだが、その際に彼は私を見ながら、 “この Northumberland は、再び恐れを知らない Viking によって侵略されようとしている！” と叫んだのである。そこにいた皆はその言葉に大笑いした。このグループの言葉以外でのコミュニケーションからすると、Keith のこのコメントは皆をハッピーにしたように見える。

それまでに古地磁気学において確立されていた実験や分析手法に対する私が 1968 年に行った最初の批判は、その後の 10 年間にわたる論争の始まりであった。1971 年に Moscow で開かれた IUGG の通常総会で、St John's Nfld 大の Ernst Deutsch 教授は、 “君の再帯磁化作用に関する論文は、北米では熱い議論になっているよ” と伝えてくれた。また、Newcastle でのあの “事件” 以来、ある人はこの事態が沈静化することを願い、忘れ去られることを望んだ。一方では、その後に増えた再磁化作用や多重磁化を中心課題とする多くの論文の中で論争が続いた。1973 年に出版された Michael McElhinny の “Palaeomagnetism and plate tectonics” という教科書は、それまでの再磁化論争によって進展した旧説の妨害者を何とか丸裸にしようとの試みでもあった。それは別の言い方をすれば、古地磁気学研究の危機的状況を示すものであった。

古地磁気学の目的やその手法に関する内輪もめが、1975 年 Grenoble での IUGG で鮮鋭になった。古地磁気学のすべてのセッションで、雰囲気異常ともいえるほど張りつめた状況であった。再磁化作用に関する議論は、もはや後戻りできるところまで来ていることが明らかであった。この 2 週間後に、私は Germany 大の Hahn 教授一彼は EGS Programme Committee の議長であった一から “来年、Amsterdam で開催予定の EGS の年次総会でシンポジウムを組織してほしい” との一本の電話をもらった。そのシンポジウムのタイトルは、 “古地磁気学の結論の信頼性：その定義・方法・エラーの見積もり” というものであった。私はためらいもなくその申し出を快諾した。それ以来、今日までに古地磁気学研究においては、新しい見方に対する反対というのはそれ以前に比べるとずっと穏やかなものになっている。第 3 回 EGS の集会において、さまざまな問題を幅広く扱ったことが状況を好転させるのに役立った。古地磁気学の世界において、フィールドで仕事をこなしている主要な研究者たちは、自分た

ちの関与や貢献について明確にそれを発表できるようになっている。

1976 年 9 月 8 ~ 10 日、オランダの Amsterdam で開催されたシンポジウムでの主要な結論は、 “一般的に言って、古地磁気記録は、グローバルな造構史の過程で過去の磁気フィールドの記録が重なり合ったものである” というものであった。長期間続いた古地磁気学上の論争は、短期間のしかも静かな革命のうちについに終息した。何度も指摘したように、科学に関するこれまでの歴史的・哲学的な記述においては、どんな領域であれ基本的な側面に関する議論をしようとするものは少数であった。それは古地磁気学における再帯磁の議論に関しても同様であった。しかし、時が熟し古地磁気学の世界は地磁気が複層的要素からなっているという考えを受け入れたことから、やがてそれが新しい流行となった。シンポジウムの後、皆は気分的に和らぎ、またオープンになったように見えた。私はオランダの Aarhus 大の Niels Abrahamsen 教授の言葉を思い出す。 “私は目覚め、今やと君がこれまで何を語っていたのかを理解したよ！”。

私はその後、サバティカル休暇でカナダの Western Ontario 大に滞在し、その間に North American Journal に掲載されている多くの論文を読んだ。そのころまでに、再磁化作用や多重磁化という考えはごく一般的になっていたが、多くの研究者は一見すると新たな実験に関する考え方を自分の実験データにどう適用させればよいか若干の困惑を覚ええるように見えた。それまでの古地磁気学の実験に関わる手順というものがあまりにもしっかりと定着していたために、新しい考えにもとづいて別のものに置き換えることがそう簡単ではなかったのである。しかし、1979 年に Canberra で開かれた IUGG 総会では、残留磁化についての多重磁化という考えが 3 年前までの古典的な考えの identity crisis (自己目標の喪失) を経て現在に至っていることを感じさせないまでになっていた。しかし、過去に何があったかを知っている研究者は、Thomas Kuhn の (1970 年の著作, p. 136) 次の言葉を肯定的に受け入れるに違いない。 “大きな変革が、なぜあまりはっきりした形で起きないのかについては、それなりの明確な理由がある。私は、それを次のように考える。すなわち科学者もそうでない人も、創造的な科学に関するイメージを体系化されオーソライズされた側面を通して得るからである。そのこと自体が、科学の大変革を起こす上では重要な要素でもあるのだが。”

それからかなりの年数を経て、1998 年に Nice で開かれた EGS の総会で、私は熱心に議論する科学者たちの集まるあるセッションに加わっていた。そこで突然 Zurich 大の Ann Hirt 教授が “やあ！ 私は君が 20 年以上前に自然残留磁化の多重要素という

考えを受け入れる道筋をつけるための激しい議論の
主役を果たした闘士だったことをよく覚えている
よ”と言って私の方を向いたのである。私は、“そ
うですね。あなたは古地磁気学の世界がそれまでの
ものをすっかり捨て去って、新しい考えを受け入れ
た時のことをおっしゃっているのですね！”とす
こし冗談めかして答えた。私の言葉は皆の笑い声が
会場を包むまで、一瞬であるが静まりかえったので
ある。

最近の20年間というもの、私は地球というものの
基本的な特徴の解明に没頭してきた。1980年代後
半にプレートテクトニクスを批判し、その代りとな
るグローバルテクトニクス論を提案したことによっ
て、プレート論の世界から私はやがて社会-政治的
には完全な裏切り者とみなされることになる。しか
し、当時とはすっかり変わった古地磁気学を適用し
た地球物理学的・石油地質学的なトピックスなど
に関するレビューの掲載された国際誌が手元に届く
が、残念ながら実験データにもとづくごく少ない論
文でさえも、裏付けとなるデータとは不一致の論説
がしばしば認められる。古地磁気が多重の要素か
らなるとの認識が一般的になって10年もたつとい
うのに、公表された古地磁気学の成果の多くは、不
十分な実験データのために、わざとらしく改変され
たりしている。無視された情報を回復させ、真実の物
理学的な情報を確立させるために、人々は科学の世
界で今何が問題になっているかの知識を十分に持た
なければならない。

David Pratt 氏の考え方について

Surge Tectonics 説の支持者たちの論説を読んでみ
ても、そのモデルの物理学的な基本原理について
の厳密な議論をほとんど目にするすることができない。
—その説が地球表層部の観察に負うというのであ
れば、当然そのことが議論されてしかるべきなの
だが—。私はこのジャーナルでの最近のエッセイ
(Storetvedt, 2013b) の中で、Surge Tectonics が
直面しているある重要な問題についてその概要を述
べた。たとえば、地質学的環境の場で認められる
Domino システムなどが無視されていることなど
である。地球史が抱えているあらゆる問題を解決し
たと宣言している Surge Tectonics であるが、私の理
解ではそのモデルは何もそのことに関して述べてい
ない。Surge Tectonics 論の支持者たちは、その論
の基本的なことを精緻なものにするかわりに、敵対
する考えを攻撃することに熱心である。そうするこ
とで彼らは、繰り返し彼ら自身のデータ、モデル、
方法論そのものに関する洞察力が欠けていることを
さらけ出しているのである。彼らのシステム論に完
全にかけていることは、極移動の力学的なメカニズ
ムに関する議論である。それ故、彼らの考える極は、
熱帯・亜熱帯から氷室の状態までごちゃ混ぜである

(Pratt, 2013a & b)。

私自身のことで言えば、1989年という年は、私
が新たにつくりあげた古地磁気学にもとづいたグ
ローバルな極移動の考えが、Damian Kreichgauer,
Vladimir Koppen, Alfred Wegener やその後の古気
候学者たちのコンパイルした伝統的な古気候学に関
する考えと調和的であることが分かったことで幸せ
な年であった。そのことは、過去の地球にも現在と
同じような帯状の気候帯があったことを意味してい
た。これは明らかに Arthur Meyerhoff 氏やその同
調者らの言うような固定した極という前提（下を見
よ！）や、熱帯や亜熱帯などの明瞭な古気候学的証
拠を説明する面倒さから逃れていることとは根本的
に異なっている。結局のところ、最もシンプルな結
論が真実に最も近いということであろう。

Surge Tectonics 論の仲間の人々は、他の科学分野
の手法や基本的仮定などに異を唱え続けている。し
かし、一番の問題は彼らの批判が科学的な議論を欠
いた一般論のみだということである。これは David
Pratt 氏の最近の議論 (Pratt, 2013b) をみれば
充分である。彼はそこで次のように述べている。
“化石化した磁気というものは、多くの要因で変
化する。再磁化作用というものはごく当たり前であ
る。構造運動は古地磁気の様相を複雑なものにする。
結果として古地磁気データベースというものは、不
安定なもの集合なのである。”。さらにこうも述
べている。“それ故、古地磁気データの選択・記
載や処理などには大きな主観が入るのである。”
古地磁気学に長年携わってきた私のキャリアからみ
ても、このようなしゅちょうには全く同意すること
はできない。David Pratt 氏はこの分野では見たと
ころ何等の基本的な知識を持ち合わせていないよう
に見える。さらによくないことに、彼は古地磁気デー
タに対するこのような軽視が、ほかの地球科学の分
野にまで及んでいることである。どんな科学の分野
であろうとも、真の科学的進歩は偏見を持たない熟
達した観察者や分析者の努力によるのである。たと
えば、Surge Tectonics の場合なら、推定されてい
る地球内部の熱移動システムに関する厳密なテスト
は、地球表層部の熱流のパターンによって証明され
なければならない。その点で、海洋の中央海嶺など
はそのための主要な実験室といえる。しかし、そ
こは Surge Tectonics の言う高い熱流の起きている
場所ではないのである。ある科学的なモデルに対す
る反論は自動的に、その考え方に対する再検証へと
導くものである。しかし、科学の歴史（特にプレ
ートテクトニクスに関して）を見ると、そのような厳
密な検証の失敗例というのは表に出ず無視されてき
た。これについてはもう少し見てみる必要がある。

グローバルな地球科学というのは、地球の統一的な
理解という点で尊敬されると同時に、伝統的にそれ

は厳密なものとなされてきた。科学の世界では、エラーや無視、誤った理解や判断などの背後にある新しい物理学的真実を視ることのできる科学者によって断続が起こるべくして起こるものである。常に保守的な科学者の集団というものは、その背後に科学的な革命を引き起こす新しい考えを含んでいる。一方、パラダイムシフトが起こる際には、社会的・政治的にも強い力が働く。1960年代後半のプレートテクトニクス革命が生み出した多くのいかげんな仮説が、科学の世界に大きな混乱をもたらした。それ故、広い世界的な認識の上に立つセオリーを前進させ得る比較的少数の科学者たちの肩にその責任がかかっているとも言える。公にされていない意見を盗み取ることなどは、政治の世界では当たり前だろうが、科学の世界では許されないことである。

皮相的・表面的な科学論争を紹介するのに、私は David Pratt 氏の岩塩堆積層の考察というのを引用したい。彼は岩塩を、さまざまな環境における表層部での蒸発の典型としている。このジャーナルの最近の論説で、私たちは塩の集積についての多面性について論じている (Storetvedt and Longhinos, 2012; Storetvedt and Bouzari, 2013)。数〜数十メートル程度の薄い岩塩層の堆積学的な特徴に関連させると、それらが蒸発によるものであることは疑い得ないことである。しかし、1 キロメートルもの厚さを持つ chloride・sulphate・nitrate などからなる Intra-Cambrian Middle East 層は、地球表層部の蒸発による産物の特徴とは似て非なるものである。われわれが最近の論説で述べたように、塩の主要な集積というのは、地殻 / リソスフェアに達する深部断裂と関連して形成された長大な盆地に伴われており、それ故、それは地球内部での脈動的な脱ガス作用による産物のように見えるのである。したがって、層状の岩塩層は Middle East の Intra-Cambrian palaeo-polar などのように、過去のいかなる緯度の場所であろうとも生成の可能性がある。岩塩などの塩が大陸縁辺の泥火山やガス水合物に伴われて集積していることを思い出すであろう。現実には、ガスや質の悪い石油や塩などの問題は、常に地球科学上の謎として残されてきた。しかし、Wrench Tectonics が基礎を置く脱ガス作用に関連した地球形成モデルでは、塩水・水・炭化水素などの集まりは、モデルが主張する一つの体系の中に組み込まれるのである。

私は、このジャーナルでのグローバル論に関する今後の議論は、David Pratt 氏の提起した問題の特異な面について論ずる豊富な機会を与えてくれるとみている。しかし、そのような議論を意味あるものにするために大事なことは、Surge Tectonics の信奉者たちがそのモデルの直面している基本的な問題（たとえば Storetvedt, 2013 が提起した問題など）に対する十分な返答を行うことである。未解決の問

題をそのままにしておくのは、科学の振興という面ではよくない。自然界のもつ規則的で単純明快な構造—それは、しばしば実験による妨害で隠されていたりするのだが—を解明することは、すべての人が求めていることではないにせよ、科学の隆盛・発展には必要なことである。

ARTHUR MEYERHOFF と彼の書簡

Meyerhoff の父との長時間の議論の後に起きている、1994 年 3 月 10 の彼の書簡についての私の評判に対する彼らの子どもたちからの昨年 9 月の反応は、彼らの父のたくさんの“コメントと彼の主張”を私が誤解してきたことに対して、異議を唱える古典的な被告人の言い訳以外に何も含んでいない。しかしながら、我々の長時間の議論は彼の書簡に良くまとめられており、そのメッセージの理解に、読者が私やその他誰かの助けを必要とするとは考えていない。もちろん私は、彼のサージテクトニクスに異議を挟んでいるわけではないが、我々の議論の結果、Arthur Meyerhoff は彼のサージシステムの主な力学的原動力について再考した。私の視点では、私は彼の収縮の原動力は非常に不明瞭であり、彼が否定しなかった意見にどちらかというところほとんど役にたたなかったと、彼に告げた。明確で比較的短期間の変動によって記載された地史の一時的な自然の古典的な説明は、基本的に彼のモデルでは説明できなかった。

公表されている古地磁気データの私の計算から、プレカンブリア紀以後の全地球の極移動経路を、私は確立することができた (Storetvedt, 1990)。それらは全地球的空間的変化の出来事は主な地質時代境界に対応している。言い換えると、地球の空間的再構成が、赤道付近の膨らみに関連した移動を引き起こし、次にアセノスフェアで静水圧の変化を起こした。私の考えでは、それらの比較的確実な力学的パルスが、彼のサージテクトニクスの効果的な原動力であろう。さらに、私の全地球の極移動経路は古典的な古気候データの全体像と驚くほど良く一致すると、私は彼に告げた。その上、私は古地磁気及び古気候データの彼の取り扱いはきわめてその場しのぎのようで、私のシンプルな全地球のダイナモ-気候システムに著しく反しているようだと言った。我々の会談で、私は彼が私の主張に多少なりとも反対していることを念頭におくことはできなかったが、たとえそうであっても、私は彼の 3 月 10 日の書簡に次のように書かれていたことに非常に驚かされた：

“私は、あなたのアイデアが基本的に正しいと確信でき、私は十分に慎重に、そして私がやる気が出る程度に客観性を持って、私のデータを再調査することを私自身に強いてきた。幸いにも、それらの論文はほぼ 25 年前に書かれていた、私が書いた言葉

がシナイ山の上の石にセットされたブロンズの額にもはや彫刻されてないように！”

1970年代前半から、彼は一部の論文での議論に、もはや満足していなかったことはほとんど疑問の余地はない。我々の会談で、私が古気候に関する岩石調査の専門家ではないことを、私は力説してきた。しかし、私の古地磁気研究について、私はノルウェーの地質屋ご夫妻と古気候システムについて議論する良い機会を持った。彼らの研究（古生代の層序と古生物）は、古気候と密接に関連している。全体として、どこかに隠れた問題がある場合を除くか、あるいは過去の全ての古気候解析が完全に間違っているとすると、古代の気候の帯状配列は今日のもの—私が到達した全世界的極移動経路と調和的な一時的な時空間移動によってできたシステム—と見かけ上、類似していた。

古気候に関する岩石に残った証拠が推定されるサージチャネルの存在に本質的に関係ないにも関わらず、帯状気候配列の時間的に変化する気まぐれな移動は全体的な力学系と直接関係している；提案されているサージチャネルにおいて、赤道付近の膨らみの一時的変化が流体静水力学的な活動に動力を与えるアセノスフェアの圧力変化を必然的にまねくだろう。これは確かにArthurに聞きたいものだ；我々はいくらかの普通の科学的基盤を得てきた。私は彼が“Karsten, あなたは何も誤解したわけではなかった。誤解したのは私だと考えています”と書いたことに率直に驚きはしなかった。彼らの父からのこれらの言葉は、“Storetvedt博士は、結局極移動に堪える我々の父の見解について、一連の間違った結論に達している”とコメントしているMeyerhoffの子どもたち（あるいはその目的のほかのサージテクトニクス支持者）の好みではなかったかもしれない。しかしながら、私は我々の長時間の討論と彼が後に書面で確認した中で、彼らの父が私に何を言ったのか、にこだわりたい；私は正直者として、彼に強い印象を受けた。

我々のあの日の会談の最後に、Arthur Meyerhoffは一我々が我々の理論を結合した一新刊書発行計画で彼と力を合わせようと、私を誘った。私は即座にその招待を受諾した。1994年3月10日の彼の書簡で、彼はこのような共同計画に関する理由/プランをあらためて表明した。この事実に対して、Meyerhoffの子どもたちは、“科学的仲間あるいは協力者として、Storetvedt博士を、それ以上に述べている我々の父を、私たちは覚えていない”と言っているが、我々が議論した中心的課題のいくつかをまとめて同意した彼の書簡は、彼らの父が彼の心にあったものを彼らに何も告げていなかったことを示しているのかもしれない。彼らの父はまた、彼は健康が衰え呼吸器疾患で旅行を止められていると

私に告げた。彼は仕上げてあるたくさんのプランと研究を持っていたが、彼は協力者からほとんど助けをもらえない以上に大きな欲求不満を示していた—私が理解したことをハッキリと書いておく。彼らは明らかに彼だけを信頼しすぎていたが、一方彼は、私の理論（MY THEORY）として、サージテクトニクスに繰り返し言及していたと感じた。私が彼と同様な状況にあるように、彼は私の科学的協力者から実質的にどれくらい協力してもらえるか、私にたずねた。私自身の経験と科学史からの多くの例を参照し、彼は単に技術的観察に基づいた自然の問題について、協力者からの実質的な援助を期待していただけだと、私は彼に告げた；一方、理論的側面は、常に比較的わずかな個人を含む単独のパフォーマンスだった。実のところ、我々の議論は人間関係においてきわめてわずかな問題を含んでいるだけだった；彼はあの日非常に心が広いようだった。

サージテクトニクスの私の評価や彼らの父との接触に対するMeyerhoffの子どもたちの返答で、彼らは‘弁護側の証人’のような役を演じた。しかし、彼らの一連の説明はほとんど影響力がない；彼らの父が私に何を告げ、彼の書簡で何が立証されたのかは、私にとって本当に何が価値があるのかということだ。しかしながら、私は“彼がStoretvedtの研究への手助けやサージテクトニクスへの応用を理解したArt Meyerhoffを理解したことは明らかだ”と、彼らが認めたことはうれしかった。それはまた、まさに私の主張である。私の全地球的ダイナモ-造構システムにおけるArthur Meyerhoffの興味は、第一に、彼のサージチャネルに流体の流れの一時的なパルスを引き起こす実質的な水力学的な‘駆動ギア’を彼に与えたことである。地質学者のように、もちろん彼は地球史の重要な問題は、革新的な特徴のハッキリと区別できるパルスにより中断された長期間の相対的休止期間のものであることを知っていた。もちろん、彼は彼のサージテクトニクスを断念したわけではないが、私の全地球的システムの動作状態モードが、彼のサージシステムが見かけ上、持っていなかった説明力を持っていたと理解した。彼のサージテクトニクスが造構的なディテールに関係していたとはいえ、彼が結論づけた私の理論は、地球の全体像（彼の言葉遣いでは“big picture”）を与えた；2つの理論は彼が書いたように、ほとんど完全に一致している。

私は、彼のサージテクトニクスを目上の人または代理人に、私のレンチテクトニクスを評価していたことを、Arthur Meyerhoffは決して言わなかった—しかし、彼は全地球的造構運動が最も広域的に説明できることにに関して、2つの理論が両立することを理解していた。Meyerhoffの子どもたちは、“サージテクトニクスによって生じる全ての引張および圧縮造構運動（横ズレ断層活動を含む）はモデルで説明

されうるし、その横ずれ断層はサージチャネルから生じる可能性のある造構運動の結果のまさにほんの一つの現れである”ことに異議を唱えた。まず第1に、彼らは彼らのモデルが現状では地球の一時的な発達パターンを説明できないという事実が分からないことに、私は驚いた。第2に、彼らは全地球的理論としてレンチテクトニクスを理解してきたことの印象がなく、彼らの示した理解は、私と彼らの父が私の訪問中に同意したものと正反対なものになった—そして彼は彼の次の書簡であらためて表明した。

我々の長時間にわたる議論の間に、Arthur はアルプス—ヒマラヤ褶曲帯についての私の比較的詳細な1990年の論文 (Storetvedt, 1990) の本質を完全に誤解していたことを認めた。その論文は、私がレンチテクトニクスシステムを使って調整した古赤道に、古地磁気データを再解釈しようと試みたものである。しかしながら、ウェーゲナーの水平方向への大陸移動を支持する古地磁気の繰り返しが十中八九誤っていると聞いて、彼は非常に喜んでいて。また、私は主要な褶曲帯の空間的方向の移動と真の極移動の出来事との密接な関係を理解しはじめてきた、と私は彼に告げた。しかし、アルプス帯は彼のサージシステムとよく合っているが、彼の次の書簡では、彼は私の理論は彼のものよりまさにわずかがより良く多くの先アルプス褶曲帯を説明できることを認めたと、彼は強く異議を唱えた。そのように言うことにより、彼は間接的に私の造構システムにおける主な原動力として、古地磁気データにかんする彼の初期のレビューでは退けてきた真の極移動を、彼は認めた。しかし彼の書簡で、“当時私が書いた言葉は、シナイ山の上に設置された青銅額にもはや刻まれない”という結論に、彼は達した。

Meyerhoff の子どもたちは、“Storetvedt は、見かけ上流体の流れや流体力学が、水平方向に数1000 (数100万ではない、そうなら違った結論になっていた) 作ることができることを認めたくない”と述べた。むしろ私は、常にそれらが事実に基づく証拠によって長い間支えられてきた新しい科学的メカニズムに重大な考察と結果を与えることができる；科学者は、信頼と未確認の予測の組み合わせにもとづいたのでは幸せに暮らすことができない。初期の交流の場で言ったように、私はリソスフェアのサージチャネルのアイデアにいくらかの共感を始めには持っていたが、結局中央海嶺に沿って必要とされる高熱流の欠如がある—それが私を諦めさせた。一連のチャネル (活動的または非活動的) の特別なタイプをアピールするためにサージテクトニクスの必要性が、表面観察を説明することに求められ、モデルは予測力に欠けていると、私に告げた—そのようなことはプレートテクトニクスも同じである。

Meyerhoff の子どもたちは、彼らの父の研究におい

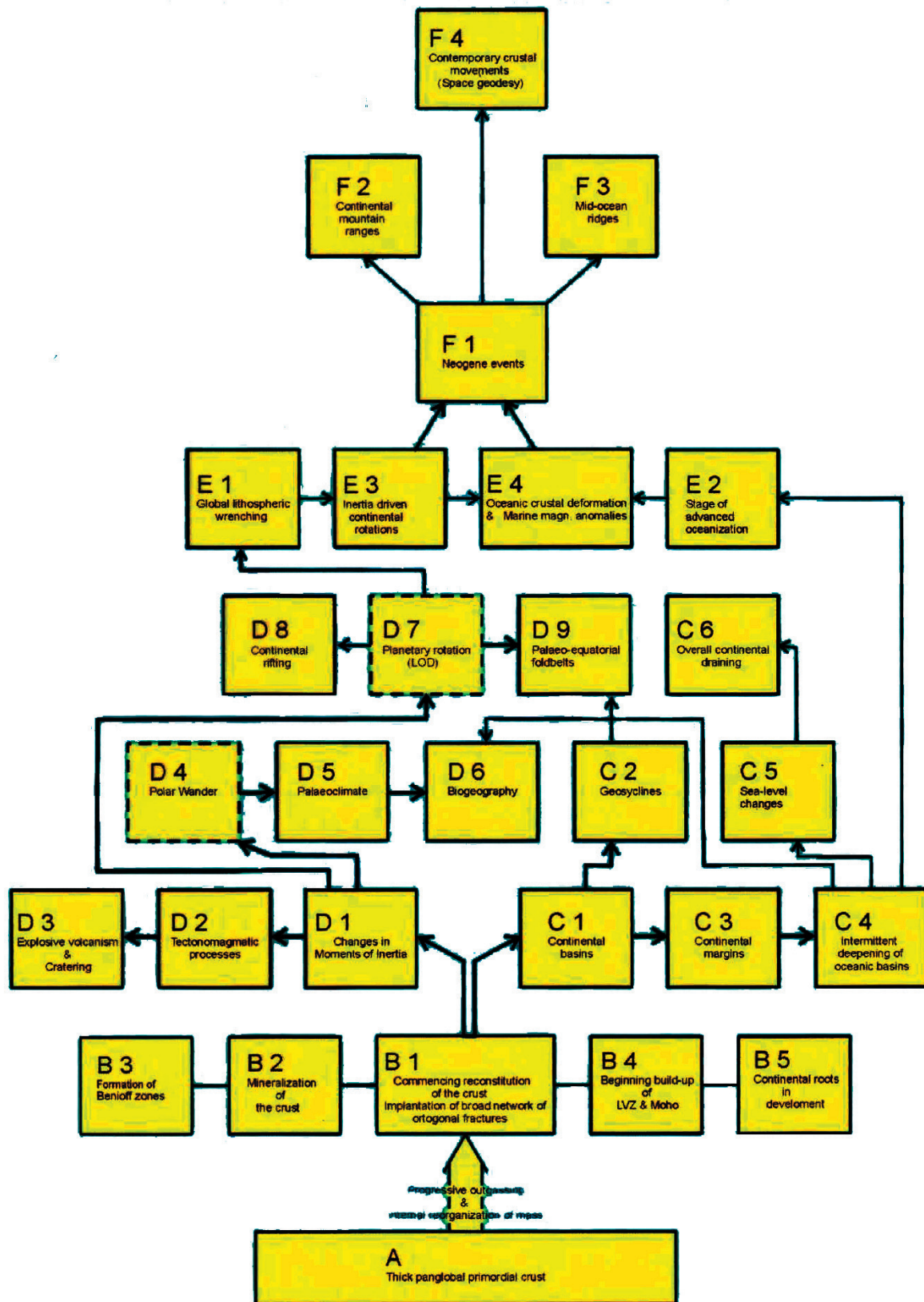
て、“彼を動かした主な動機の一つは、彼の理論の弱点を見つけることである。弱点が確認された時点で、彼は支持するデータでアイデアを証明するか、あるいは必要に応じてアイデアを変更するまで、問題を調べたであろう。それ故、彼は多くの全世界的造構運動研究者として‘科学的方法’を忠実に守ってきた…そうではありませんか”と書いた。しかしこの見方は科学における包括的な理論の最も基本的 (技術的ではない) 側面を完全に誤解していることは、私の最近の論文で議論した (Storetvedt, 2013a)。ところで、彼らの父のユニークな研究方法として、彼らが述べていることは、正確にはプレートテクトニクス論者はほぼ50年間何をしてきたのかということである—彼らの主要なモデルのディテールの変更、その場しのぎなやり方での現象論的理解への長期間の邁進；それらの努力の失敗例は今更いうことは必要ない。ところで、私はMeyerhoffの子どもたちが‘科学的方法’といふ表現が何を意味しているのか疑問である。Albert Einsteinや多くの科学者が繰り返し指摘しているように、観察から説明的理論への道は知られていない。我々が科学の進め方を知っているなら、全地球的造構運動におけるすべての重要な問題が、相当前に解決していたであろう。それどころか、‘地球システム’は今日でも一世紀前と同様に未解決である。

理論的 ‘超構造’ のドミノ必要条件について

前述の議論に関連して、現実的な全地球的地質理論の特徴的特性のいくつかの概要を述べるのが適切である。まず第1に、自動的に明確な予測—力学・造構運動・古気候・測地学・生物地理などの現象の論理的な第一次システムに関して—が正しく定義されるべきである。それ故、必要な説明力を持つために、地球の理論は長期間の予測—立証の連鎖を整えなければならない。これは理論的なシステムにおける1つの現象が、予測によって別な現象を我々に導くことを意味する—ゆくゆくは入れ子になった表面観察の広範囲なシーケンスを作り上げることであり、できれば内部の研究の推定と一致するようにすることである。さらに、機能的な思考構造の力が次に観察されるかもしれないことを予測する才能である—予測は常に観察に先立って生じるところを意味している。一方、地質理論を墮落させる最良のサインは、表面観察に適合させるために、その予測を繰り返し変更すること (あるいはその場しのぎの付け足し) を必要とすることである。その点で、私は墮落した理論として、サージテクトニクスを次第に理解するようになった。

近刊予定のエッセー (Storetvedt and Longhinos, 準備中) で、我々はオーストラリアの‘結合’の強烈な造構的複雑性が、レンチテクトニクスの枠組みの中でどのように理解することができるかの概要

THE THEORETICAL TREE



この図は、レンチテクトニクス理論の枠組みの中での「第1次オーダー」の現象論的相関関係を示している。線で繋いでいる現象のいくつかは、地殻の変化の長期的傾向における漸進的段階を示している—例えば、浅い大陸の配置から深海の陥没へ、表面の盆地が次第に発展していく。しかし、見かけ上地球は明確な方向への発展システムを示しており、それ故その物理化学的性質は漸進的な改変を受けてきたと期待される。それ故、地質時代を通じて、いくつかの波及効果の産物（地質学的、地球物理学的、自然地理学的など）が新しい形を成してきたと期待される。A～Fの枠は、漸進的地殻の発展段階を意味している—もともとの pan-global な殻 (A) から現在の地球 (F) 段階へかわっている。例えば、レンチテクトニクス理論は、大陸の山脈地域や中央海嶺のような現象が地球史の中で比較的新しいものと予測しており、そのようなものとしてそれらは理論の木の上部にある。

を与えている；この論文では、東南アジアの造構的絡み合いが、その理論から導かれる予測とどのように一致するかを示すつもりである。一連の漸進する予測を通じて、それはある種の証拠から、ある種の造構的ドミノ (DOMINO) システムを作り出している長期間にわたる漸進するシーケンスを作り上げる一連の別な現象に続くことが示されている。全地球的な全体像で、私は地史学の ' 第一次 ' の現象論的多様性がシステム内にその妥当な場所を見いだす理論の木のメタファーを確立してきた (Storetvedt, 2003)。多数の地球内部の基本原則から生じ、脱ガスした惑星についての増えている証拠に関連する 2, 3 の理論の目標は、乱雑な観察の現在は無限で不定形のまとまりを、多くの著名で未だにほとんど説明されてない表面現象にさらに重点を置いて統一することである。

もっとも物理的なシステムの性質は、一方向にのみ発達することであり、そのような不可逆的な自己組織化する全地球的プランは、レンチテクトニクスが何を表現していると考えられているのかということである。枠で囲んである図は、第一次オーダーの現象論的関係の概要を説明している。本誌の別刷り (Storetvedt, 2011) で、私は初期の地球に関する新しい発達史の図を提示し、私の 2003 年の著書 (Storetvedt, 2003) では、結果として起きるダイナモ - 造構運動と表面地質学からの結果の比較的综合的な解説を示した；読者はダイナモ - 造構運動の結合についての、より広範囲な議論についてはその著書を参照してください。しかし、内部物質の脱ガスに関連した変化は、地球の慣性モーメントを周期的に変容させ、その回転特性の変化を引き起こしてきたはずである—ここでは、変化に富んだ地史の背景となる主な原動力であることを示している。

地殻の長期にわたる機械的弱体化の結果、白亜紀を通じて強化されたリソスフェアの薄化やそれに関連して惑星加速度を生じ、その結果アルプス造構運動極相が地球に造構運動の大変動を引き起こした。この過程で、全地球のリソスフェアの明白な西方への緯度毎のねじれの成分として、残りの（ ' 消化されてない ' ）大陸片の慣性によって駆動された相対的回転が、間にある海洋基盤の広範囲の剪断変形をまねいた。この外側の堅い球殻のアルプス期のねじれが、地球上に以前は見られなかったあるタイプの広範囲の斜め短縮 (transpressive) 帯を海洋リソスフェアに変化させた。例えば、多くの海洋断層帯—それらのほとんどは根源的な pan-global な斜長岩 - 閃緑岩地殻にもともと入っていた多くの直交した断層の共役セットを引き継いだ—は、大規模な走向移動断層帯になって再活動し、現在は中央海嶺にオフセットをもたらす不連続として現れている。支配的な海洋剪断形態は、磁化率にコントラスト（環境中の地磁気場の存在下で、海洋磁気異常の形態に

示されている岩石特性）を作り出している酸化物質に、断層に制御された変化を必然的にもたらした。地球史の枠に囲まれた図表列の中の、アルプス極相は E の四角である。

漸新世 - 中新世境界付近にはじまりに、新しい地球力学的パルスが地球を掃除した—それは現在の世界の特徴を引き起こしている (断面 F)。アセノスフェアのガス圧の増加が良く確立されたユースタティックな海面高度によって示される新第三紀の全地球的段階は、(アルプス極相のものに加えて) 予測される慣性運動が現在の測地学の技術により決められた相対速度と一致しており (本論のオーストラリアの項参照)、一連の大陸間の相対運動を起動した。予測される現在の地質現象 / 過程の中で、現在みられる大陸の山脈の起源と同時に起きた ' 中央 ' 海嶺の上昇を我々は発見した—後者は陸上では山脈に相当する。新理論の発展パターンを適用すると、大陸と海洋地域は、脱ガスしている惑星やそれに関連した地球史の 40 億年以上後の ' 最後 ' の産物を示す地球史における新しい地域である。全体的に見れば、新理論は地球の地史に完全に新しい大局観を与えている。たくさんの観察事実、以前は無関係だったそれらの多くは現在、予測可能な現象の明確なシステムになっている。これは地球科学をこれから先へ、そしてより総合的な理解へと飛躍させているように見える。

文 献

- Kuhn, T.S., 1970. The Structure of Scientific Revolutions. Chicago, Chicago University Press, 210p.
- Meyerhoff, J.C. et al., 2013. Surge Tectonics – A response to Karsten Storetvedt. NCGT Journal, v. 2, p.117-121. Pratt, D., 2013a. Palaeomagnetism, Plate Motion and Polar Wander. NCGT Journal, v.1, p. 66-152.
- Pratt, D., 2013b. Palaeomagnetism, Polar Wander and Global Tectonics: some controversies. NCGT Journal, v. 2, p. 103-117.
- Schwartzbach, E.F., 1963. Climates of the Past, London, Van Nostrand Ltd., 328 p.
- Storetvedt, K.M., 1990. The Tethys Sea and the Alpine-Himalayan orogenic belt: mega-elements in a new global tectonic system. Phys. Earth Planet. Inter., v. 62, p. 141-184.
- Storetvedt, K.M., 2003. Global Wrench Tectonics, Bergen, Fagbokforlaget, 397 p.
- Storetvedt, K.M. 2013a. Global theories and standards of judgment: knowledge versus groundless speculation. NCGT Journal, v.2, p. 56-102.
- Storetvedt, K.M., 2013b. The flock instinct in science. NCGT Journal, v. 2, p. 4-10.
- Trotter, W., 1941. Collected Papers of Wilfred Trotter. Oxford, Oxford University Press, 194p.

出版物 PUBLICATIONS

(柴 正博 [訳])

大西洋のマイクロコンチネント Microcontinents in the Atlantic Ocean

Yu. M. Pushcharovsky

Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Pyzhevskii per. 7, Moscow, 119017 Russia

m_shupletsova@yandex.ru

Geotectonics, v. 47, no. 4, p. 241–250. 2013. © Pleiades Publishing, Inc., 2013.

要約 大陸の構造の破片は大西洋の南北に広範に広がっていて、大洋の中央部分においてほとんど欠如している。これは、破片が大陸周囲のジオダイナミクスと関係があることを意味する。破片は2つのグループに細分され、それらはマイクロコンチネント（微小大陸）と大陸の縁

辺のブロックである。この論文において両方のグループの簡単な特徴づけがされ、そしてそれらの形成機構についての意見が表明されている。私の意見では、研究のこの方向性が移動論的ジオテクトニクスに本質的な貢献をすると信じられる。

微膨張している地球の歴史—海水準上昇の視点から地球の歴史— THE HISTORY OF MICRO-EXPANDING EARTH — History of the Earth from the viewpoint of Sea Level Rise —

星 野 通 平

(東海大学および中国海洋大学名誉教授)

A5 版, 上製本, 200 ページ, 5000 円 (約 50 ドル), ISBN 978-4-9903950-5-6. 2014 年 4 月発行予定. イージーサービ
ス, 005-0861 札幌市南区真駒内 138-86, Tel. +81-11-583-8881 Fax. +81-11-583-5457. E-mail: press@egs.co.jp

目 次

I 地球の起源

1. 熱雲の凝集
2. カンラン岩と玄武岩
3. 地球発達の原動力

II 地質科学における海水の重要性

1. 海水の起源
2. 海水の組成
3. 基準面 1
4. ユースタシー
5. 海進と海退
6. 不整合

III 花崗岩時代

1. 上部地殻の形成
2. 花崗岩時代の構造的特性

IV 漸移時代

1. 台地の隆起
2. 残留盆地
3. 台地の蓋層
4. 地向斜と造山運動
5. リフト谷
6. オラーコゲン
7. 海嶺と海山列
8. オフィオライト

V 玄武岩時代

1. 玄武岩時代とは?

2. 溢流玄武岩の分布
3. 大洋底玄武岩の岩石学
4. 玄武岩時代の花崗岩
5. ネオテクトニクス期の地殻隆起
6. 海溝
7. 玄武岩時代の海水準上昇
8. 陸橋

VI 結語

序 文

1950 代のはじめ、私が海洋地質学の研究を始めたとき、キューネンの「海洋地質学」の扉に、「陸と海の対立、地球の歴史」という短いメモを書いた。

それから約 10 年、私は日本列島周辺の大陸棚堆積物の調査を終えて、大陸斜面の地質の研究に進んだ。そして、私は、海底峡谷の成因が後期中新世以降の 2000 m の海水準上昇によって沈水したものであるという仮説を立てた (星野, 1962)。この考えは、西地中海海盆のメッシニア期蒸発岩の発見によって科学的に証明された、と私は考えた。さらに、1970 年代はじめに、海溝は地殻が沈んだところではなく、大洋側の地殻の隆起に取り残された溝であると述べた。1975 年に、私たちは日本海溝の南端に位置する第一鹿島海山の山頂 (水深

4000m) から、中期白亜紀の浅海性化石を発見した (東海大学海洋学部第一鹿島海山調査団, 1975)。中期白亜紀の浅海性化石は、千島海溝のエリモ海山と、北アメリカの大西洋縁辺沖における埋積海溝の中の DSDP Site 384 海山から報告されていて、これらのギュヨーは第一鹿島海山 (ギュヨー) と同じ水深である。これら 3 つのギュヨーは海溝が不動であることを証明していると、私は考えている。

私は 1991 年に「玄武岩時代」を出版した。この本の中で私は、古い準平原 (海水準) 基盤をもつバイカリアンとバリスカンの残留盆地と、それぞれの準平原がバイカリアンとバリスカンに浅海になったことを報告した。この研究のあとで、大陸と大洋島との間の陸橋の問題を明らかにすることを試み、生物地理学的データから陸橋の最大水深が地質時代とともに浅くなってい

ることを発見した (毒蛇のきた道, 1992, 東海大学出版)。

これらの研究から、私は現在、「地質学の根本問題は地殻の隆起 (微膨張している地球) であり」、そして地殻の「沈降」は偽りの現象で、その真の過程は地殻の隆起に起因する海水準上昇による沈水であると信じている。

この本では、上に概説されるように、私は私の考えを、時々私の旧著の記述を繰り返しながら提出する。私の考えは、正統な地質学の概念やプレートテクトニクス仮説とも非常に異なっている。しかし、私は地球の歴史の原動力が地球半径の微膨張であり、そして、これが様々な地質現象と地球進化の本質的な原因であると確信している。

財政的支援について FINANCIAL SUPPORT

多くの読者からの示唆にしたがって、NCGT Newsletter は公開雑誌になった。今や、登録することなく、誰でもすべての号にアクセス可能である。これは、この雑誌の発行費用を賄うために、私たちは読者からの善意・無償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。私たちは読者の寛大な財政支援を歓迎する。印刷版の購読費は、US\$140/年 (あるいはユーロ相当額) + 郵送費である。広告費は、裏表紙 (Premium position) 半ページで US\$60/号, US\$220/年, 全ページで US\$100/号, US\$360/年 (あるいはユーロ相当額) である。他のページでは、10% 割引。詳細は editor@ncgt.org. へ。

■ 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 で支払い可能。この方法の利用を推奨する。

<http://paypal.com/cgi-bin/>

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: CTBAU25),
Belconnen Mall ACT Branch (BSB 06 2913)

口座番号 : 06 2913 10524718

口座名義 : New Concepts in Global Tectonics

ニュースレターについて ABOUT THE NEWS LETTER

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

目的は次の事項を含む：

1. 組織的照準を、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行う。とくに検閲と差別の行われている領域において。

3. 既存の通信網では疎外されているそのような考え方と研究成果に関する討論のためのフォーラム。それは、地球の自転や惑星・銀河の影響、地球の発達に関する主要学説、リニアメント、地震データの解釈、造構的・生物的变化の主要ステージ、などの視点から、たいへん広い分野をカバーするべきものである。

4. シンポジウム、集会、および会議の組織。

5. 検閲、差別および犠牲があった場合の広報と援助。