国際雑誌 グローバルテクトニクスの新概念 NCGT An international journal for New Concepts in Global Tectonics [英語版 Vol. 1. No. 2 < http://www.ncgt.org/> から翻訳] 日本語版 Vol 1, No. 2 (2013 年 10 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); ニュースレター Peter JAMES, Australia (glopmaker75@hotmail.com); Giovanni GREGORI, Italy (giovanni.gregori@idac.rm.cnr.it), Leo MASLOV, Russia (ms_leo@hotmail.com); Cliff OLLIER, Australia (cliff.ollier@uwa.edu.au); Nina PAVLENKOVA, Russia (ninapav@ifz.ru); David PRATT, Netherlands (dp@daividpratt.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 < ■ 編集者から 南大西洋リオグランデ海嶺で発見された大陸性岩石 ■ 原著論文 Negative gravity anomalies as the tails of astroblemes, K. K. KHAZANOVITCH-WULFF and A. V. MIKHEEVA [矢野孝雄 訳] ………… 3 Astroblemes の痕跡としての負の重力異常 Historic Dow Johns Industrial Average (DJIA) peaks: Any relevance to seismic activity? David MCMINN ダウジョーンズ工業平均指標 (DJIA) の歴史的ピーク: 地震活動に関連があるか? [矢野孝雄 訳] ………… 11 Space-time constraints on earthquake predictability, Giovanni P. GREGORI 地震予知可能性に関する時空間的制約 [山内靖喜・矢野孝雄・小松宏昭 訳] ·········· 15 Crustal storms of continental/planetary scale, Giovanni P. GREGORI 大陸 / 惑星スケールの地殻激動 [赤松 陽・小泉 潔・矢野孝雄訳] ······ 29 Thermal energy transmigration and fluctuation, Fumio TSUNODA, Dong R. CHOI and Takayuki KAWABE [角田史雄・矢野孝雄 訳] ······ 47 熱エネルギーの移送と変動 A new basis of geoscience: Whole-Earth decompression dynamics, J. Marvin HERNDON 地球科学の新しい基礎:全地球減圧ダイナミクス [矢野孝雄 訳] ……… 58 The integrated effect of an earthquake swarm in the generation of subionospheric VLF ionospheric perturbations, Masashi HAYAKAWA and Alexander V. SHVET [久保田喜裕 訳] ……… 69 下部電離層 VLF 電離擾乱の発生における地震群の積分効果 Ring-like arrangement of faults accompanied by shallow and deep earthquakes in central Honshu, Japan, Y. SUZUKI, H. ADACHI, Y. AKAMATSU, K. IIKAWA, Y. KUBOTA,K. KOBAYASHI, M. KOBAYASHI and K. MURAYAMA [岩本広志 訳] ………… 73 中央本州における浅・深発地震に関与した断層群の環状配列 ■ ニュース 正博 訳] 76 EGU General Assembly 2013, Vienna EGU 総会 2013 [柴 Continental rocks discovered from Rio Grade Ridge 南大西洋リオグランデ海嶺から発見された大陸性岩石 [柴 正博訳] ……… 77 ■ 出版物 Sunken continents vs plate tectonics, etc. 沈んだ大陸 VS プレートテクトニクス, など [窪田安打訳] ……… 78 [岩本 広志 訳] ……… 80 ■ 追悼 Dr. Yasumoto SUZUKI 鈴木尉元 博士 82 ■ 財政的支援支援について・ニュースレターについて 連絡・通信や投稿原稿には、次の方法をご利用下さい:NEW CONCEPTS IN GLOBAL TCTONICS 1) Eメール: editor@ncgt.org, ncgt@ozemail.com.au, または ncgt@hotmail.com; 1 ファイルは 10 MB以下, 10 MBを超えるファイルファ

 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を超えるファイルファ イルは ncgt@hotmail.com へ. 2) ファックス(少量の通信):+61-2-6254 4409, 3) 郵便・速達航空便など:6 Mann Place, Higgins, ACT 2615, Australia (ファイルは MS Word フォーマット, 図面は jpg, bmp, tiff フォーマット), 4) 電話:+61-2-6254 4409.
 放棄 [DISCLAIMER] この雑誌に掲載された意見, 観察およびアイデアは投稿者に責任があり, 当然のことながら, NCGT の編集者と 編集委員会の責任ではありません.

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

日本語版発行:New Concepts in Global Tectonics Group 日本グループ 連絡先 〒 680-8551 鳥取市湖山町南 4-101 鳥取大学地域学部地域環境学科 矢野孝雄 Phone/Fax 0857-31-5113 EM yano@rs.tottori-u.ac.jp 翻訳・編集:NCGT ジャーナル 翻訳グループ

赤松 陽 岩本広志 川辺孝幸 国末彰司 窪田安打 久保田喜裕 小泉 潔 小坂共栄 小松宏昭 佐々木拓郎 柴 正博 角田史雄 宮川武史 宮城晴耕 山内靖喜・輝子 矢野孝雄

編集者から FROM THE EDITOR

(小松 宏昭 [訳])

南大西洋リオグランデ海嶺で発見された大陸性岩石

この号のニュースセクション (p. 77-78) で紹介さ れたように5月初旬,1つの衝撃的なニュースが世 界中を駆け巡った、ニュースの内容は「南大西洋の リオグランデ海嶺で花崗岩が発見された」というも のである.ブラジルの地質会社(CPRM)が2年前 にリオグランデ海嶺から花崗岩をドレッジしてい た.この事実は、今年の5月になる少し前に日本の 潜水艇「深海 6500」によってより確実なものとなっ た. 南大西洋のその地点で海底に沈んだ大陸の証拠 は、世界の海洋の形成を考えるうえで非常に重要で ある. そのことは, NCGT グループの主要な研究テー マの1つである.NCGT ニュースレター 53 号「大 西洋の古期・大陸性岩石 | に掲載された矢野ほかの 論文のように、多くの論文が NCGT のニュースレ ターでこの問題を論じている. そこで今回, 私はこ の発見の重要性について論じようと思う.

リオグランデ海嶺は、下図(Choi, NCGT Newsletter, no.24, 2002)に見られるように南アメ リカ地背斜(SAGT)の南への延長である.それは 南太平洋と東南アジアのボルネオ - バヌアツ地背斜 とは対蹠的位置にある.SAGTの北方延長はカリブ ドームとメキシコ湾を通り,北のカナダ楯状地の陥 没軸に達する.それは先カンブリア時代の構造方向 であるが,顕性代になって,特に中央アメリカで繰 り返し再活動した.そこは中生代~新生代にマント ル湧昇が起こった場所である.



リオグランデ海嶺からの花崗岩の発見は,重力異常 が正である Walvis 海嶺を含む南大西洋の広い地域 の下に,大陸性の岩石が存在するという説に強力な 根拠を与えることになる.ブラジル地質サービスは, この発見をさらに確かなものにするために,今年リ オグランデ海嶺の掘削を計画していると言われてい る.もし花崗岩がボーリングコアから再び発見され たとしたら,プレートテクトニクスには終焉の鐘の 音が鳴り響くであろう.

しかしながら花崗岩の存在を説明するために、プ レートテクトニクスの支持者はいつも「問題の区域 はプレートの動きに同調して大陸が分裂したときに 海洋に取り残されたものである(The Japan Times, 7 May 2013)」といったその場しのぎの説 明をしてきた.(このことに関する)一般的な主張は、 万人を納得させるようなメカニズムにうらづけられ ていない.別の奇怪な主張は次のようなものである. 一氷山が融けた時に、岩石ブロックが海底に落下し た (Nationnal Geographic News, 9 May 2013).

花崗岩の発見が、炭化水素が生成され、積極的な 資源開発がされている沖合堆積盆地の地質を監督 するブラジル政府当局によってなされたという点 は強調されてしかるべきである.彼らは全員、ブラ ジル沖合の深海底の下には大陸性の岩石が横たわっ

> ていることを認識していた. Keith James は 「・・・南アメリカの大陸の延長部は沖合に 深く沈水している.・・・沈水し,沖合に延 びる大陸の知られざる部分には,莫大な埋蔵 量の炭化水素が眠っている可能性がある.そ して・・・過去 45 年間多くの地質現象の解 釈を支えてきたプレートテクトニクスのパ ラダイムは,見直しを余儀なくされている.」 と痛快に述べている (Oil and Gas Journal, v.109, p22-29; NCGT Newsletter, no.62, p72, 2012).

> この明白で強固な証拠―リオグランデ海嶺か らの花崗岩発見によって実証されたように, 先カンブリア期構造方向の連続性,ドレッジ, 潜水艇による直接観察,そして地球物理学的 なデーターは「海洋地殻」の大陸的性質に関 してわれわれがずっと持ち続けていた見方が 確かなものであり,プレートテクトニクスの 現実世界への不適応性を再び確実にした.

原著論文

ARTICLES

Astroblemesの痕跡としての負の重力異常 NEGATIVE GRAVITY ANOMALIES AS THE TAILS OF ASTROBLEMES

Konstantin K. KHAZANOVITCH-WULFF¹ and Anna V. MIKHEEVA²

¹ – Planetology Branch of the Russian Geographical Society, ojb37@mail.ru,

² – Institute of Computational Mathematics and Mathematical Geophysics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, anna@omzg.sscc.ru

(矢野 孝雄[訳])

要旨: Popigai および他の astroblemes (Puchezh-Katunki, Beyenchime-Salaatian, Janisjärvi, Kamensk, Karla, Kaluga, Kogram, El'gygytgyn, Wanapitei, Steinheim および Chicxulub) にともなう負の重力異常帯が検討される. これらの宇宙起源構造の " 痕跡 " の形成には, 隕石エネルギーが影響している. 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:重力負異常, astroblemes の痕跡, 宇宙起源構造

まえがき

1947 年に Robert Dietz は, Indiana 州の Kentland 構造の宇宙(衝突)起源に関する有名な論文を公表 した. このときは, 円形爆発構造— astroblemes — 研究の新しい画期のはじまりである. 毎年, 研究 の数が増え、現在では、筆者の1人によるカタロ グでは、衝突起源であることが確証された、確実 視される,あるいは,可能性のある構造は,すで に 2,000 以上に達している (Mikheeva, 2013). 過 去60年にわたって世界中の地質研究者は新しい astroblemes を認定し、数 100 の論文のテーマとし て、それらの物質組成を研究するために努力をつづ けてきた.しかし、一方の衝突円形構造と他方のダ イアトリーム火成活動場との間の時空的関係を解明 した法則は, astroblemes が宇宙起源的ではなく, 内因的であることにより適合することを示し、今日 までつづく長期的議論の主題になっている. これら の構造の宇宙起源支持者たちは、ダイアトリーム場 との時空的関係を説明することができず、それを表 示することを好まない. 筆者の1人(Khzanovich. 1991)は, astroblemesの"ダイアトリーム尾"(キ ンバーライト尾を含む)が、落下してくる微惑星サ イズの天体に面した地球内部におけるエネルギー (電気的、電磁気的)活動の結果であるという仮説 を提案した. astroblemes の位置にともなって変化 する重力の研究によって、これらの構造に"尾"状 の負異常が存在することも明らかになり、それまで 知られていなかったこの新しい法則に筆者らは注目 した. 初歩的研究成果が、この論文の主題である.

"Troshichev 効果 "

VSEGEI の地質研究者 Troshichev (1984) は、初め

て、40年前に微惑星サイズの天体が地球に最接近 したときの重力構造的効果を研究した.また、地球 と天体が相互に近接したときの重力的および電子数 [electro-digit]的相互作用の研究もある(Troshichev and Khazanovitch, 1996).

Troshichev によれば、完全固体でない私たちの惑 星は, 隕石体 (a meteoric body: MB) からの重力 的影響をうけて、その物質条件がかなり変化する. 地球への外的影響をうけて潮汐現象が発生し、それ が面している方向に物質を運動させはじめる. こう して、地球から近距離にある MB の運動エネルギー の一部は、重力的影響がおよぶ範囲になんらかの造 構作用のエネルギーとなる. 地球の近傍をおおきな MB が高速で通過すると、全質量が大きい地球がそ の影響をうけることはないが、構成要素の一部、た とえば水,気体,石油瀝青,塩,マグマ源の溶融性 成分は高速運動を被るはずであり,局地的あるいは 広域的な隆起運動がおきる. その重力的影響によっ て、卓状地では非調和褶曲(深部でしだいに消失す る)ができるという説明も可能である.上述の概念 によって,押し被せ褶曲,多くの熱水鉱床場の形成 メカニズムの他,いくつかの作用も説明される.

Troshichev(1984)の論理的概念は,重力現象 が大きな MB の飛跡にかかわる現象の解明に必 要である.しかし,そのような影響が解明され た唯一の事例は Swabian Alb —以前に記述した Ries MB(Troshichev and Khazanovitch, 1996; Khazanovitch, 2007)の飛来域—である.まず,含 炭素ミネラルウォーターの湧出が人々の注目を集 め,地下水が高速で(地表へ向かって)運動すると いう Troshichev の考え方を確実なものにした.次 に,主な規則的異常となったのは,同時に形成され た4つの構造― Urah ダイアトリーム, Steinheim および Ries クレータ, そして Stopfenheim ドーム― が配列する地帯である.それらは,予想されるよう なバラバラな構造的位置にあるわけではなく,被覆 堆積物と結晶質基盤にみられる2つの構造要素―海 成中新統の崖,三畳紀~ジュラ紀堆積物の Doneu 撓曲(撓曲および崖下に位置する結晶質基盤の凹凸 にみられる崖状構造と幅狭い堤に平行する)―に平 行に配列している.上述したこれらの要素はいずれ も,図1に示されている.このような多くのことが らをランダムな事象と考えることはできず,それら の説明には "Troshichev 効果"が必要になる.おな じ " 効果" は,他の MB 飛跡の投影地帯でも観察さ れる.

それは、論理的計算によって確かめることができる. 天体の速度を考慮しなくても、簡略化された研究は、地表のある地点に作用する潮汐力 F_b (天体質量 m によって発生する) と F_M (月による励起)の間の関係 f は次の関係式に示される (Landau, Kitaigorodsky, 1978).

 $\mathbf{f} = \mathbf{F}_{\mathrm{b}}/\mathbf{F}_{\mathrm{M}} = (\mathbf{m} \cdot \mathbf{R}^{3}) / (\mathbf{M}_{\mathrm{M}} \cdot \mathbf{r}^{3}), \quad (1)$

ここで M_M は月の質量, R は地表から月までの距離, r は質量 m の天体までの距離である.

この関係をもちいると、高度10kmにある Tunguska MB (m ~ 1.5 × 10⁸kg, Bronshten, 1980)の規模に等しい天体は月の潮汐力の1/10 の潮汐力を地表にもたらし、Arizona MB (m ~ 1.2 × 10⁹kg)のような天体の場合には月のそれよりも 1.4 倍の潮汐力がもたらされる.たとえば、Popigai



図1 ドイツ Swabian Alb 高原にみられる Urah ダイアトリー ム域(I), Steinheim クレータ(II), Ries クレータ(II), および Stophenheim ドーム(IV)の模式的位置図(Bucher, 1963 に加筆). 1:爆裂パイプ(マール), 2:炭素鉱物の産 出地域, 3:地温ステップの等値線(m/ \mathbb{C}), 4:磁場異常線 (gammas), 5:Ries クレータからの放出限界, 6:後期第三 紀堆積物の分布限界(海成中新統の崖は三畳紀〜ジュラ紀堆積 物の Doneu 撓曲に一致する).

MB(推定半径 8km,密度 2.5g/m³ [最小値を採用])が高度 10km に存在すると,その潮汐力は月 のそれの 41.7 万倍,高度 100km では 417 倍にな るだろう.潮汐加速度に限った計算によると,この 加速度の水平成分に対しては上述の見積もりがほぼ 成り立っていて,鉛直成分はその 2 倍以上に達する (計算を担当したロシア科学アカデミーシベリア支 部 Trofimuk 石油地質学地球物理学研究所の大学院 生 Dmitry Kuleshov にお礼申し上げる).これらの 計算では,天体が大気中を通過するために,その慣 性質量の 10 ~ 90% が失われるという事実は考慮 されていない.

実際, Anabar 楯状地東斜面の地質物質の詳細な研究によると、そこでは"Troshichev 効果"が発生し、 Popigai MBの飛跡に沿って南東方向にのびる負重 力異常帯という痕跡が残されたことが確実である. この事例に関して、詳細を検討してみよう.

Popigai MB 飛跡と低重力値帯

Popigai クレータの地形要素の解析が行われ, Popigai MBの弾道軌跡は以前に考えられていた北 東→南西ではなく,南東→北西であったと結論さ れ,論文 (Khazanovitch et al., 2013)の著者たちは, 後者の方向が負重力値帯の位置に一致することをみ いだした (図2).

この地帯を解析したチェコ人測地学研究者は, Popigai MB 落下時の3つの自然衛星によってこ の構造が形成されたと結論され,それらの落下中 心がモデル化された(図2a).このモデルでは, astrobleme そのもの(Popigai I)だけがきわめて 明瞭に識別されるが,他の3つの異常—Popigai II, IIIおよびIVは部分的には円形構造にみえるが,ロシ アのデータ(図3)のように明確ではない.

さらに Google プログラムでそれらの場所を詳細に 検討すると、この地帯に落下天体の痕跡は存在しな い.同時に、1:1000000 地球物理学的モデル―シー ト R-48-(50) Orenek (Piskarev, 1983) ―には Popigai astrobleme と想定された負重力異常帯がみられ、 Popigai 天体の軌跡が明瞭に示される(図 2 b)*.

* 著者注:astrobleme 構造(クリッペ [複数] の分布帯一外 座層,天体落下時に放出された異地性角礫岩,および遠来の 放出物)によって,30°以下の精度で Popigai MB の飛跡の 方向を特定することが可能になった.その結果,図2bでは, 飛跡の位置が重力異常帯の位置に一致している.その方位は 約310°である.

重力図(2010)で解明された規則性は,より詳 細な重力図(図3)では複雑になる.SEからNW へのびる負異常帯がもう1つ存在し,それは, Popigai MBに相当する負異常帯のすぐ西側に平行



図2 a)Popigai 重力異常(mgal).地球重力モデル-2008 にもとづいてチェコ人測地学研究者(Klokocnik et al., 2010)によっ て計算された.b)1:1000000 地球物理学的モデルーシート R-48-(50) Orenek (A.L. Piskarev, 1983 にもとづいて編集・加筆), 1:NNW 方向の強い磁気縞域,2:緯度方向の静穏磁気異常域,3:準子午線方向の強い正磁気異常域,4:重力異常値 の相対的増加域,5:重力異常値の相対的減少域(堆積物による埋積),6:もっとも広域的な強い磁気異常域,7:もっ とも広域的な強い重力異常域,8:重力異常等値線の遷移域,9:さまざまな異常磁気場の境界,矢印は Popigai 天体の飛 跡(Khazanovitch-Wulff et al., 2013)を示す.c)東シベリア卓状地北部における Anabar 楯状地と Popigai 衝突構造域の 地質状況.小さい矢印はダイアトリーム(キンバーライト,アルカリ玄武岩,カーボナタイト)で,それらの位置はまとめ て描かれている.楯状地の幅は、広いところで 330km,Popigai 衝突構造の直径は 100km である.



する.チェコのデータ(図2)によると,この帯の 断片がこの領域の東南部にかすかにみえるが,北西 へ向かうと,この帯は本論文の範囲をこえる.私た ちが述べることができるのは,キンバーライトパイ プがもっとも密に分布する地帯が,この重力異常に ほぼ沿っているということだけである(図3).

Popigai クレータと大きさ・形状が一致する円形重 力異常とそれから延びる"尾"の相互の位置が明ら かに規則的に配列していることはどのように説明されるのだろうか? "正確な操縦性能"をもつある 天体が既存異常の位置にぴったりと衝突したという 説明はできない.問題の異常帯が,Popigai事件以 前に存在していなかったことは明らかである.もっ ともありうる可能性は,この地帯が天体の飛来・落 下と同時に,そのエネルギー(重力および電気)的 影響で形成されたということである.そして,天体 事件の後でのみ,その事件に影響されて,火成活動 の発生(ダイアトリーム火成活動を含む)が期待さ れうるのである.

どのような種類のエネルギー的影響があるか?

"Bolide モデル"(Khazanovitch, 2011, 2011a)によると、MBによって地表と地球内部に誘導される電場として、電気的影響が地殻の電気的破壊をもたらし、爆発パイプを形成するだろう、という.Ortho-Yarginsk ダイトリームでは、Popigai astrobleme にもっとも近接した Popigai-II 重力異常域で、そのような破壊が実際に発見されている(図2・図3).

しかしながら, さらに南東側にはダイアトリーム 域はみられない. 詳細にみると, それらは西方へ 遷移して, Anabar 地塊境界へ近づく. 問題の地帯 の南東延長におけるダイアトリーム域に替わって, Popigai- III, - IVという負重力異常が突出している. Popigai MB はこの領域では依然かなり高い軌道に あったために, この部分では電気的要因が地殻を破 壊する強度をもっていなかったのだろう.

同時に, Popigai 天体から重力的影響も明白である. 重力的影響が作用する範囲や強度は,地表高度,天 体速度,および大気圏突入角に依存する.おそらく, これらのパラメータ値が小さい条件下(低速,低角, 低高度)でのみ,MB軌跡に沿って地殻の地質的再 編成が最大規模になるだろう.しかし,研究対象域 では,そのような再編成の地質的痕跡はこれまでに は報告されていない.また,負の重力異常の地質学 的・鉱物学的特性の本質も,よくわかっていない.

北シベリア Anabar 楯状地東斜面の重力異常モデル の一部を用いて,それを部分的に判別することがで きる(図4). この図からは,完全に発達した爆発 パイプが2ヶ所で,ほぼ完全なものが1ヶ所に,そ れぞれ負の重力異常として存在している.それゆ え,基盤岩上に存在する異常とは異なる,ダイアト リーム岩体の迸入よる岩石破壊由来の負残留異常 を,Milashev (1984)が Balakshinの計算にしたがっ て提案した棒状貫入岩体として理解することはきわ めて論理的である.

爆発パイプと,ダイアトリームをもたらしたと想定 される深部貫入岩帯との関係性という仮説は,さま ざまな国々の文献でくりかえし考察されてきた.し かし,それらを結びつける事実は,どこにもみいだ されていない.したがって,負の重力異常の存在は 岩石破砕に由来し,ダイアトリーム貫入とそれらの tuffisite あるいは貫入凝灰岩類*の形成の結果と信 じる十分な理由がある.

* 著者注:ロシアでは, "tuffizit" という用語が, キンバーラ イト地質で広く使われる.



図 4 北シベリア Anabar 楯状地東斜面のアルカリ玄武岩 類ダイトリームの分布地点における残留重力異常モデル (Marshintsev, 1974による). 平均化された残留重力異常 (1:負, 2:正, 3:極小, 4:アルカリ玄武岩類ダイトリー ムの分布地点, 5:推定断裂), ダイトリームの分布地点(I: Nomoahtooh (Starorechensk 域?), Ⅱ:Tundra, Ⅲ:Orto-Yrygakh [Ⅱ-Ⅲ:Ortho-Yarginsk 域]).

他の astroblems の重力帯

次には、上述したように、同一重力帯が他の astroblems をともなうか否か?,という疑問が湧 く.この疑問に答えるためには、天体起源の重力帯 は,表層近くの地殻上部に限って地質的に認定され、 それ以降の侵食作用を被っていないか、わずかにし か被っていないものである.そのような場合、これ らの地帯は、新しい新生代の astroblems である場 合(たとえば、14.8Ma の Ries や 37Ma の Pogigai) や、侵食作用に対して高い安定性をもつ岩石が存在 する場合にかぎって保存されうる.

著しい侵食作用,活発な堆積作用,火山・造構活 動が現在進行している astroblem 地質環境の場合 には,重力的影響をうけた地帯の発見は,とくに 小さい天体クレータでは困難であろう.さまざま な astroblems の重力的痕跡の規則性を検出するこ との困難さは,これまでに発見された構造が多くな いことからもわかる. Mikheeva (2013) によれば, 世界に 240 個が存在するなかで,ロシア国内にあ るのは 27 個にすぎない.実際,直径 D<15kmの 構造の大半を,縮尺 1:2,500,000 重力図(重力図, 2010)で重力場の痕跡として常にみいだすことは 不可能である.また,小規模なものは,野外におけ る形状が不明確である(図5).

しかし, ロシアの大規模衝突構造(ロシアで確証 されたわずか9個の構造は D≥15km) に関する縮 尺 1:2,500,000 重力図(重力図, 2010)を用いた 解析によって,すべての astroblems に異常な " 尾 " が存在することが明らかになった.これは,比較的 低角度の MB に 1 つの特徴を追加するだろう.以下 に,そのような " 尾 " のうち,もっとも信頼度の高 いものを紹介する.

大きな astroblems を研究するときに留意すべき ことは、直径 20km 以上のクレータの重力異常は さまざまな地質構造の影響をうけて、一般に複雑 化していることである(図6・図7). たとえば、 Puchezh-Katunki 事件の場合(図6a)、円形クレー タでの重力異常は、衝突場の著しい不均質性によっ て強くねじれていて、大きな造構ブロックの重力 効果が反映されている(Masaitis et al., 1990). Puchezh-Katunki クレータ凹地の長い緩和時間は、 クレータでの重力異常と重力的"尾"の形状がとも にねじれていることにも起因する.

にもかかわらず,図6および図7cの事例は,MB の飛跡,および同心状(円形)の中心をもつ1つあ るいはいくつかの顕著な伸長した負重力異常の存在 を確証する.後者はすべての"跡"にみられ,この 地域の地質構造の影響だけでそれを説明することは できない.これらの地帯の規模と強度は、クレータ そのものの破砕レンズにおけるよりも、はるかに大 きな不足が存在することは、上述したクレータ異常 と比較すると明らかである.

"尾"の重力異常を過大に見積もったことが大きさ と振幅からわかる場合は、これらの異常をもたらし た衝突作用が深くまでおよんだために侵食に対する 抵抗性が小さいことによる、あるいは、"尾"に比 ベてクレータ凹地がより速く緩和されることによ る、と説明されるだろう.したがって、(1)式に したがえば、"Troshichev効果"がおよぶ深度、す なわち、MB 重力場の影響にかかわる諸作用の深度 は、KT 質量 m(正確には m^{1/3})に比例するが、関 係する深度、たとえば、クレータ凹地の重力場とし て表現される衝撃の深度は質量 m とは無関係な限 界をもっている(Petrenko, 1998).

"尾"に観察される屈曲という事実も興味深い(図 6・図7). このような場合の天体は,落下する前 に"策略"をたてる. それは,Carswellクレータ(図 8a)の近くを MB が飛行した痕跡に類似し,MB は 構造的境界から約 15km の距離においては 90°の 方向にするどく変化する.同様な状況は,Kakuga クレータの近くでも観察された(図 8b)."尾"に そのような屈曲をもたら理由は,現在のところ不明 である.





図 6 astrobleme 域の重力異常(重力異常図, 2010). a: Puchezh-Katunki, D=80km, 年代 165Ma, 結晶質岩石と堆積岩の 異地性角礫岩の非対称な配置(右の挿入図)は, MB が北東方向(矢印)から落下したことを証明する(Masaitis, 1979 によ る). b: Kamensk, D=25km, 年代~65Ma, 北北東方向からの落下がクレータの相対的位置に示される(Masaitis et al., 1980). Kamensk クレータ(大きい図)と Gusev クレータ(左挿入図).



図 7 astrobleme 域 の 重力異常(重力異常図, 2010). a : El'gygytgyn, Chukot, D=23km, 年 代 3.58 ± 0.04 Ma, 67.5 $^\circ$ N,172 ° E. MB が 落 下してきた SES 方向は、 クレータの前方における 巨大角礫岩の変位(図b に塗色)によって確証 されている. それぞれ の astrobleme について の必要なデータは、カタ ログ (Mikheeva, 2013) に記録されている. c: Kogram, D=48km, 年 代 1050 ± 25Ma. MB が落下してきたWNW [ENE の間違いか?:訳 者] 方向は, クレータの 前方の起伏,著しい断裂 の特徴, 衝突岩石の発見 地点の非対称性によって (図dの黒線と点)確証 されている (Leonova and Yushmanov, 1983 [Mikheeva, 2013 から引] 用]).

天体 (cosmic body CB) 落下帯, すなわち, CBと 地表が直接接触しない場所にみられる同心円状負 異常 (図6・図7c)が形成される理由についての さまざまな説明の1つとして, Mikheevaは, 彗星 が大気中を通過するモデルを提案した(たとえば, Zeilic, 2011に記述されている). このモデルによ ると, CBが大気圏に突入してさらに運動をつづけ るときに, 1つあるいはいくつかの空気 - ガス爆発 がおこり,それらの衝撃波が「地表に達して,対象 域が破壊・断裂され,地表近くに空粗化(loosened) した空間が形成される」(Zeilic, 2011). この岩石の 減圧は,提案されている爆発の投影点(群)上での 同心円状の大きな重力異常(重力図, 2010による) として現れるのであろう. Tunguska 天体の爆発の 場合には,地下数 km のところにそのような異常が 形成された.さらに,重力"尾"の屈曲も,この仮 説によって説明されうる.

この解析をまとめとして, Steinheim および Wanapitei クレータ(図9)という, 2例の小規模 重力異常を示すことができる. これらの異常は, き ちんとした円形を示し, すべての単純形状の小規 模クレータを特徴づける (Mikheeva, 2013 に示さ れた Holleford, Lonar, Wolfe Creek, Brent なども参 照).

Steiheim クレータの場合の特徴は,重力"尾"の断 片が異常の南西側に存在し(図9a),南西から北東



図8 類似した形状をもつクレータの重力異常. a: Carswell (Genest, Robert and Duhamel, 2010 [Mikheeva, 2013 から引用]), D=37km, 年代 115 ± 8Ma. b: Kaluga (赤円), D=15km, 年代 380 ± 10Ma.



図9 クレータの重力異常. a: Steinheim (Claudin and Ernstson, 2012 [Mikheeva, 2013 による]), D=3.8km, 年代 14.8 ± 0.7Ma, 矢印は MB の飛跡で, 負重力異常に一致する. b: Wanapitei (Dence and Popelar, 1972 [Mikheeva, 2013 による]), D=7.5km, 年代 37.2 ± 2Ma

へ通過した Ries MB の方位データに一致すること である(Khazonaovitch, 2007; Zeilik, 2011). こ うして,ダイトリーム域 Urah, Steinheim および Reis クレータ,および, Stopfenheim ドームからな る北東方向の配列が形成されたのである(図1).

Wanapitei クレータも重力的痕跡(図9b)によく 表現され,MBの北北西からの飛来が推定される. しかし,上述した"尾"の移動(図8)がある場合 には,重力データによる飛来方向の決定精度が著し く悪くなることに留意が必要である.

最大規模の astroblemes (D≥100km) に関しては," 尾"異常がより大きな重力的影響によって形成され るため,顕著な特徴が現れてこの精度が向上するだ ろう. Popigai クレータ (D=100km) に関する上述 した事例を除くと,重力"尾"を追跡することが可 能である. Chicxulub MB の飛行ルート (構造直径 は 180km) の場合にはより明瞭にあらわれ,とて も正確にその運動方向を推定できる (図 10).

データの考察

このように、Popigai astroblemeが遺した重 力痕跡は唯一のものではない. 同様の痕跡は、 Janisjärvi Beyenchime-Salaatian, Kamensk, Karla, Puchezh-Katunki, Kogram, El'gygytgyn, Steinheim, Wanapitei, Kaluga および Chicxulubの astroblemes にも知られている. これまでのところ、暫定的なが ら、astroblemesの重力痕跡はそれらの生来の要素 であるとの結論をえることができる.

しかしながら,それらの物質的表現は何なのだろ う? それに関しては,すなわち,地表へ落下する MBのエネルギー的影響の結果として,軌道上に低 密度岩石が存在すると想定することが可能である. この密度を減少させるメカニズムは何なのか? た とえば,Popigai (Ortho-Yarginsk域)の近くに位 置するダイアトリームの tuffisite のような分解した 低密度岩石の形成が,そのような原因の1つになり うるだろう.しかし,低密度のPopigaiの"尾"の 反対側にはダイアトリームは存在しない.衝撃波(天 体が大気圏を飛行中に発生する爆発現象に由来)の 地表への影響は,第2の原因かもしれないが,これ も仮説にすぎない.

依然として解よりも疑問のほうが多い.しかし,研 究者の問題意識は,未解明なことがらを明らかにし, それを説明するはずである.Troshichevによる宇 宙起源の重力構造形成仮説は,研究者たちから特別 の注目を集め,今後の発展が期待されている.すべ ての地質作用が解明され,既存の地質学的視点から 説明される,ということが求められつづけるだろう. 負の重力値を示す線状縞は何よって帯状に結びつけ られ,また,ある astrobleme 形成以前にそのよう な地帯が " 尾 " として形成されるのはなぜか,これ らの疑問の解明が望まれている.著者らの先行論文 (Khazanovitch et al., 2013)によってすでに考察さ れたように,得られたデータは astroblemes の他の 形態的要素に沿う MB 軌跡を決定するための追加的 データになるだろう.

文 献

- Bronshten, V.A., 1980. About methods of calculation of explosive and ballistic waves of the Tungus meteorite.In book: Interaction of meteoric substance with the Earth. Novosibirsk, "Nauka", p. 156-163. (in Russian)
- Bucher, W.H., 1963. Cryptoexplosion structure caused from within or wit hout the Earth (Astroblemes or geoblemes) . Am. Jour. Sci., v. 261, no. 7, p. 567-649.
- Dabija, A.I. and Fedynsky, B.B., 1979. Geophysical characteristic of meteoric craters. Met eoric structures on planet's surface, Moscow, Nauka, p. 99-116 (in Russian).
- Litvinova, T.V. (Ch. Ed.), 2010. Gravimetric map of Russia and adjacent water areas, of 1:2500000 scale.
- Gurov, E.P., Gurova, E.P. and Kotlovskaya, F.I., 1983. Eroded astrobleme Kogram - the first structure of meteoric origin in the Aldan shield. Report of AS, v. 270, no.1, p. 172-176 (in Russian).
- Khazanovich-Wulff, K.K., 1991. Meteorite-Generated Electrical Discharges as a Possible Factor Governing the Occurrence of Diatremes and the Metallogeny of Kimberlites. Transactions of the USSR Academy of Sciences, Earth Science section, v. 320, no. 7, p. 127-131.
- Khazanovitch-Wulff, K.K., 2007. Diatreme' trains of astroblemes or «bolide model» formation of k imberlite pipes. Petrozavodsk: Geomaster, 272p (in Russian).
- Khazanovitch-Wulff, K.K., 2007a. Geological consequences of large meteoric bodies approaching the Earth - the electrical factor. New Concepts in Global Tectonics Newsletter, no. 43, p. 18-21. Also AIG News, no. 93, 2008, p. 21-24.
- Khazanovitch-Wulff, K.K., 2011. Asteroids, kimberlites, astroblemes. SPb, 192p. (In Russian, conclusions in English).
- Khazanovitch-Wulff, K.K., 2011a. Some problems and questions of kimberlite geology and electric discharge hypotheses. New Concepts in Global Tectonics Newsletter, no. 61, p.88 - 94. www.ncgt.org
- Khazanovitch-Wulff, K.K., Mikheeva A.V. and Kuznetsov, V.F., 2013. Morphological elements of "Popigai" and other astroblemes as indicators to cosmic bodies' ballistic trajectory. Bull. Novosibirsk Computing Center. Ser. Math. Model. in Geoph. – Novosibirsk, Iss. 15 (in print).
- Klokocnik, J., Kostelecky, J., Pesek, I., Novák, P., Wagner, C.A. and Sebera, J., 2010. Candidates for multiple impact craters: Popigai and Chicxulub as seen by EGM08, a global 5'x5' gravitational model. Solid Earth Discussions – 2, p. 69-103.

- Landau, L.,1974. Kitaigorodsky A.I. Physics for all. Physical bodies. - M: Nauka, 206p. (in Russian)
- Marshintsev, V.K., 1974. Karbonatitic formations of east slope of the Anabar roof rising. Yakutsk, 120p. (in Russian).
- Masaitis, V.L. et al., 1980. Geology of astroblemes. Leningrad. Nedra, 231p. (in Russian)

Masaitis, V.L., Nazarov, M.A., Badyukov, D.D. and Ivanov, V.A., 1990. Impact events at a Carbonic and Paleogene boundary, interpretation of data. Impact craters of a boundary of the Mesozoic and the Cenozoic, p. 146-167. (in Russian)

- Mikheeva, A.V., 2013. The Full Catalogue of the Earth's Impact structures, 2056 records. URL: labmpg.sscc.ru/impact/. (in Russian and English)
- Milashev, V.A., 1984. Explosion pipes. Leningrad, Nedra, 268p. (in Russian)

Petrenko, V.E., 1998. Geophysical elements of the Earth's

impact structures. Computing Center Bulletin, Series: Mathematical Problem in Geophysics Novosibirsk. NCC Publisher, Iss. 6, no. 1, p. 119-157. (in Russian).

- Piskarev, A.L., 1983. Characteristic of geophysical fieldtrips. Explanatory note of 1:1000000 scale sheet R-48-(50), Olenek, p. 137-142. (in Russian)
- Troshichev, B.A., 1984. Cosmogenic factor in geological processes. – Cosmo-chemistry and meteoritics. Kiev: Naukova Dumka. (in Russian)
- Troshichev, B.A. and Khazanovitch-Wulff K.K., 1996. Geological consequences of an approach of large meteoricbodies with a planet: the gravitational and electric factors. The Problems of the Universe Research series, Iss.19, "New ideas in natural sciences", SPb, p. 218-227.
- Zeilic, B.S., 2011. Tunguska comet, the hydrogen super-bomb and the space problem of the planet to sustain life on Earth. Otech. Geol., no. 3, p. 116-120 (in Russian).

ダウジョーンズ工業平均指標 (DJIA) の歴史的ピーク: 地震活動になんらかの関連があるか? FACTS, THEORIES, BLIND COMMITMENTS AND SOCIO-DYNAMICS HISTORIC DOW JONES INDUSTRIAL AVERAGE (DJIA) PEAKS: ANY RELEVANCE TO SEISMIC ACTIVITY?

Karsten M. STORETVEDT Independent cycle researcher Twin Palms, Blue Knob, NSW 2480, Australia mcminn56@yahoo.com

(矢野孝雄[訳])

要旨:9/56 年周期が,世界中のさまざまな地域や国における地震発生時に関して確立された.この周期は,最初は 金融危機で確かめられ,次に地震へ敷衍された.このような金融分野からの情報がなければ,9/56 年地震周期が発 見されることはなかっただろう.それゆえに,地震学におけるさらなる発見の端緒として金融パターンを研究するこ とはきわめて重要である.この論文は,合衆国株式市場が過去 120 年以上にわたって,大きな弱気相場の開始期に 最高値を記録したことを検証する.ダウジョーンズ工業平均指標のピークの全事例は月相には関係しない.しかし, それらのピークの月と日(年は考慮しない)を列記して,月相とピーク(恐慌間隔)の両者を用いると,それらのピー クの間にはすぐれた平行性が見いだされる.これは,全くの憶測ながら,大規模地震の発生時にも関係するかもしれ ない.

キーワード:DJIA,月相,市場ピーク,金融恐慌,地震

まえがき

9/56年周期は世界各地の大規模地震の発生時に ついて確立され、この現象は月 - 太陽の潮汐調和 性に由来する (McMinn, 2011a, 2011b および 2011c). この周期性は財政学において最初に確立 され (McMinn, 1993, 1994 および 1996),次に 地震発生に敷衍された. 財政学からの情報がなけれ ば、この周期性が地震学で記述されることはなかっ たであろう. したがって、財政学における他の発見 を考えて、それらの地震周期への関連の可能性を評 価することが重要になる. これは、新しい研究分野 を開拓し, 地震予知の精度を向上させる端緒となる と期待される.

McMinn (2012a) は, Fibonacci-Lucas 数 と Phi (1.618) が合衆国株式市場と月 - 太陽の食周期の双 方においてどのように出現するのかを示した.現在 のところ,次の命題を支持する証拠はないが,これ らの要素が地震活動に関連性をもつことが想定され る.この論文は,ダウジョーンズ工業株価平均指標 (the Dow Jones Industrial Average index:DJIA) によって測られるような合衆国市場の弱気相場のは じまりにあたるピークを評価したものである.もし, 大きなピークが一年間の同じ日の前後に発生してい るとすれば,それらは同様な月相の頃に起きていて, 同様なピークが恐慌間隔をおいてその次に発生する だろう (McMinn, 2010). この傾向は,19世紀後 半以降によく見られるもので,とくに合衆国秋期恐 慌としてよく知られている.それが,地震活動にも 見られるか否かは,地震発生時を評価して,考察す る必要がある.

評価に用いられる時刻は, DJIA に事件が起こった 日の合衆国東部標準時(サマータイムなどの時刻補 正は含まれていない)で表示された 12 の正午であ る.評価に用いられたのは、各日の DJIA 終値であ る. 年間での1日上げ幅あるいは下げ幅 (AOD) が, 3月1日にはじまるその年の1日でのDIIAの動き の最大%として表示される.これらは、任意の年 における投資家マインドの1日でのもっとも大きな 振れ幅を示す.いくつかの恐慌(たとえば, 1987 年,1997年,および1998年)では,AOD下落に 実質的な安値がつづいた.しかし,恐慌後の安値は 株価崩落後の安値とよばれ、この論文でもこの用語 がつかわれる.月と太陽との間の角度(月相)は, A°と略記される.000 A°は新月,90 A°は上弦, 180 A°は満月, 270 A°は下弦を示す. この略号 A。は黄道軌道上での角度を示すのに用いられ、春 分点(000 E°)とのなす角に相当する. 弱気相場 は-20%以上の DJIA 下落と定義されていて、この 論文でもこれが用いられる.

DJIA ピークと月相

歴史的な弱気相場のはじまりに位置する DJIA ピー クの全リストを用いると,月相との対応関係は まったくみられない.しかし,同じ DJIA の高値を 月と日で(年は考慮しないで)リストすると,そ れらは一般に同様な月相に対応することがわかる (McMinn, 2010).この発見は,付録1に示される. DJIA データは fienbear.com にもとづく 1996 年 に終わる 100 年間のもので,筆者によって 1998, 2000 および 2007 年のピークが追加記入されてい る.全般的傾向は,9月 25 日~11月 19日の期 間からあまりはずれることがなく,1つの例外は謎 のままである.

弱気相場のピーク

1年の同じ頃に現れる DJIA のピークは、それにつづく AOD の下落の時期にしばしば密接な平行性を示す(付録2). これには、多くの事例がある.

1895年および1899年の12月恐慌 Cleveland大 統領が12月20日にベネズエラと英国ギアナ植民 地との国境紛争中にモンロー主義を実施すると、合 衆国市場は騒然とした.市場は、英国との戦争が

Table 1 1895 & 1899 SECURITY THREATS						
D.II.A High	Interval	AOD Fall	Interval	AOD Rise		
DolA lingu		≥ -4.50%	inter var	\geq -4.50%		
Sep 04, 1895	107 Days	Dec 20, 1895	3 Days	Dec 23, 1895		
Sep 05, 1899	104 Days	Dec 18, 1899	1 Day	Dec 19, 1899		
NB: 1895 data based on the 12 Stock Average index.						

Table 2 LUNAR PHASE & DJIA HIGHS BETWEEN AUGUST 20 & SEPTEMBER 10							
Bear Market Beginning Sun E° Moon E° Phase A°							
163	169	006					
161	164	003					
152	165	013					
162	347	185					
168	344	176					
	2 & DJIA HIC 20 & SEPTE Sun E° 163 161 152 162 168	Content Content <t< td=""></t<>					

Table 3							
6 DAY INTERVALS & APRIL 29 TO JUNE 17 DJIA PEAKS							
DJIA Peak	1 st OD Fall	%	2 nd OD Fall	%	OD Rise	%	
	Pan	ics of 1	901, 1946 & 200	01			
Jun 17, 1901	Sep 07, 1901	-4.43	Sep 13, 1901	-4.27	Sep 16, 1901	+4.10	
May 29, 1946	Sep 03, 1946	-5.56	Sep 09, 1946	-4.41	Oct 15, 1946	+3.58	
May 21, 2001 (a)	Sep 11, 2001	na	Sep 17, 2001	-7.13	Sep 21, 2001	+4.47	
	I	Panics o	f 2008 & 2011				
May 02, 2008 (a)	Oct 09, 2008	-7.33	Oct 15, 2008	-7.87	Oct 13, 2008	+11.08	
Apr 29, 2011	Aug 04, 2011	-4.31	Aug 10, 2011	-4.65	Nov 30, 2011	+4.24	
(a) Intra bear mark	et high.						
Abbreviation: OD	 One Day 						

Table 4								
LUNAR	LUNAR PHASE & PANICS AFTER APR 29 - JUN 17 DJIA PEAKS							
DJIA Peak	Phase	1 st OD Fall	Phase	2 nd OD Fall	Phase			
		Panics of 1901, 1	946 & 200	1				
Jun 17, 1901	015 A°	Sep 07, 1901	298 A°	Sep 13, 1901	010 A°			
May 29, 1946	343 A°	Sep 03, 1946	091 A°	Sep 09, 1946	159 A°			
May 21, 2001*	342 A°	Sep 11, 2001	281 A°	Sep 17, 2001	004 A°			
	Panics of 2008 & 2011							
May 02, 2008*	321 A°	Oct 09, 2008	115 A°	Oct 15, 2008	192 A°			
Apr 29, 2011	321 A°	Aug 04, 2011	067 A°	Aug 10, 2011	143 A°			
* Intra bear market high.								
Abbreviation: OD – One Day.								

起きるかもしれないと想定した.この時の恐慌は, 1899年の恐慌(この時にはボーア戦争によって金 供給がとだえた)と時期的にかなり近接していた(表 1参照).それらにともなう弱気相場は翌年までつ づき,それぞれ1896年8月8日と1900年9月 24日に最終的底値をつけた.

8 月下旬~9月上旬の DJIA 最高値はいずれも,新 月あるいは満月に近い月相にあたる(表2参照). DJIA の歴史上,5回の最大1日下げ幅は1899, 1929,1987年の新月ピークの後に発生している.

1901年,1946年および2001年の9月恐慌 これらの年には,DJIA 高値が5月21日~6月17日に発生し,9月上旬に最初の恐慌が起こり,6日後に最大1日下げ幅を記録した.それらに関連した1日上げ幅が10月15日に発生した.注意:1901年の場合は,AODの高騰と下落は5月に発生している(表6参照).

1901年, 1946年および2001年のピークは, 340~015 A°(およそ新月の頃)に発生した(表 4参照). 1901年と2001年最初の1日下げ幅時 の月相は280~300 A°(下弦の月 3rd quarter Moon後), 1946年の場合は91 A°であった.恐 慌後の主要な1日上げ幅に共通する月相は認められ ない. 2008年と2011年には、3月2日および4月30 日にそれぞれ最高値をつけ、1901年、1946年お よび 2001 年の場合よりも少し早い. これら 2つの 最高値の日には,月相は321 A°であった.それ につづいて、2つの大きな1日下げ幅が、8月上旬 と10月中頃に生じた.重要なことに、AOD下落は 2008年には最初の1日下落の4日後に発生してい るが,2011年にも同じタイミングでAODが下落 している (表5参照).

1913 年および 2008 年の 1 月恐慌 主要ピークは 1912年9月30日と2007年10月9日に生じ, つづいて翌年の年頭, すなわち, 1913 年 1 月 20 日と2008年1月21日に恐慌が起きた.それらは, ながびく深刻な弱気相場のはじまりとなった.

1929年および1987年の10月恐慌 たいへん 近接したピーク - 恐慌の組み合わせが 1929 年と 1987年の10月に発生し、これらは合衆国史上 で最悪の2つの株式市場恐慌であった(Carolan, 1998; McMinn, 2004, 2010b), 1929 年 9 月 3 日と1987年8月25日の記録的ピーク後は、合衆 国史上におけるもっとも劇的な株式市場恐慌が 55 日間にわたって続いた(表6参照). 猛烈な市況の 下落は2,3ヶ月だけ続き,DJIAは1929年11月 13 日および 1987 年 12 月 4 日に底をうった.

1990-1998の8月恐慌 1990年8月上旬には、 イラク軍のクウェートへの侵攻が合衆国株式市場 に苦境をもたらした. 1990年7月16日および 1998 年 7 月 17 日の DJIA のピークは下弦後に発 生し、それぞれにつづいて8月6日と8月31日 に AOD が下落した(表7参照). これら両期間に, DJIA は約 20% まで下落し、金融トラブルは短く、 1990年10月11日と1998年9月10日には相場 の総ぐずれ後の最安値をつけた.

DJIA ピークから AOD 下落までの時間間隔に関する 全般的なまとめは、付録2に示される.

季節性とピーク - 恐慌間隔 2月1日~9月10日 の高値のすべてには、それ続く 22 回の AOD の高 騰と下落 (≥2.00%) が、例外なく8月5日には じまる半年間に発生した(表8参照). この発生は 偶然ではないだろう.9月25日~12月10日の DIIA ピークには、それに続いて AOD の高騰と下落 が1月20日にはじまる6.4ヶ月のうちに発生した.

回復市況のピーク

DJIAの回復市況の開始ピーク(-10~-20%の下落) も,ピーク― AOD 下落の間隔との類似性を示す.

1901年と1915年の5月恐慌 DJIAは1901年5

	Table 5 TH	IE 2008 & 2011 D	JIA PANICS			
Panic of 2008						
OD Fall		AOD Rise		AOD Fall		
Oct 09, 2008	+4 days	Oct 13, 2008	+2 days	Oct 15, 2008		
-7.33%		+11.54%		-7.87%		
		Panic of 2011				
OD Fall		AOD Fall		OD Fall		
Aug 04, 2011	+4 days	Aug 08, 2011	+2 days	Aug 10, 2011		
-4.31%		-5.55%		-4.62%		
Abbreviations: OD - One Day. AOD - Annual One Day.						

THE	Table 6 THE 1929 & 1987 PANICS: DJIA PARALLELISM & LUNAR PHASE							
Record		AOD		AOD		Major		
High		Fall		Rise		Fall (a)		
1929	+55 Days	1929	+2 Days	1929	+7 Days	1929		
Sep 03		Oct 28		Oct 30		Nov 06		
003 A°		-12.83%		+12.34%		-9.92%		
		313 A ^o		338 A°		058 A°		
+717.05		+717.05		+717.05		+716.99		
Lunar		Lunar		Lunar		Lunar		
Months		Months		Months		Months		
1987	+55 Days	1987	+2 Days	1987	+5 Days	1987		
Aug 25		Oct 19		Oct 21		Oct 26		
013 A°		-22.61%		+10.17%		-8.04%		
		324 A°		347 A°		051 A°		

(a) Major DJIA one day falls were recorded after the panics on Nov 6, 1929 and on Oct 26, 1987. These were among the 10 biggest one day falls ever recorded for the DJIA.

The 29.53 day lunar month is the time taken for the Moon to complete one cycle new Moon to new Moon. Sources: Carolan, 1998; McMinn, 2004.

Table 7 THE 1990 AND 1998 AUGUST PANICS						
Record High	Phase AOD Phase Post-Crash Phase A° Fall A° Low A°					
Jul 16, 1990	286	Aug 06, 1990	181	Oct 11, 1990	277	
Jul 17, 1998	284	Aug 31, 1998	107	Sep 10, 1998	238	

Table 8 DJIA HIGHS, SEASONALITY & AOD FALLS					
DJIA Highs	DJIA AOD Rises & Falls (a)	No			
Feb 01 – Sep 10	Aug 05 – Feb 05	23			
Anomalies	-	-			
Sep 11 – Jan 31	Jan 20 – Jul 31	22			
Anomalies	Nov 13, 1919, Sep 19, 1960,	4			
	Nov 26, 1973 & Dec 22, 1916				
(a) AOD rises and falls	≥2.00%				

Table 9 1901 AND 1915 DJIA MAY PANICS							
DJIA High	Interval	AOD Fall	Interval	AOD Rise	Interval	Post-Crash Low	
May 01, 1901	8 Days	May 09, 1901	1 Day	May 10, 1901	4 Days	May 14, 1901	
Apr 30, 1915	7 Days	May 07, 1915	4 Days	May 11,	3 Days	May 14, 1915	

月1日と1915年4月30日に記録的高値をつけ、 ともに1週間後に株式市場恐慌が起こった. 1915 年5月上旬に、ドイツの潜水艦が魚雷で Lusitania 号を撃沈し, 1,200名の死者が発生した. これによっ て、1901年のブラック木曜日と同様の一時的恐慌 が起きた、ピーク-恐慌-安値の期間は、これら2 つの例で共通する(表9参照). 1901年と1915 年の事件は,月相では近接していない.

1927, 1955, 1986, および 1989 年秋の恐慌 これ らの事件はすべて、10月10日までの6週間に記 録的高値が先行していたという点で、密接な類似性 を示す. これらの高値には、それぞれの後、7日以 内に AOD の下落が発生した(表 10 参照). これら の市況暴落はいずれも、短期間で回復した。1927 年および 1955 年の最高値時の月相はたいへん類似 していて、底値と AOD の下落の間は約2日以内で あった(表11参照). ピークと底値の間は, ぞれぞれ, 19日と18日で,ほぼ同じであった.

Table 10 AUTUMN PANICS AFTER DJIA PEAKS SEPTEMER 4 - OCTOBER 10								
DJIA Record High	Interva Days	I AOD Fall	Inter	val Days	Post-C	rash Low		
Oct 03, 1927	05	Oct 08, 192	27	14	Oct 2	2, 1927		
Sep 23, 1955	03	Sep 26, 195	55	15	Oct 1	1, 1955		
Sep 04, 1986	07	Sep 11, 198	36	18	Sep 2	9, 1986		
Oct 09, 1989	04	Oct 13, 198	39	24		6, 1989		
	Table 11 1927 AND 1955 AUTUMN PANICS							
DJIA	Phase	AOD	Phase	Phase Correction P		Phase		
Record High	A	Fall	A ⁰		DW	A ^o		
Oct 03, 1927	086	Oct 08, 1927	150	Oct 22	., 1927	328		
Sep 23, 1955	085	Sep 26, 1955	118	Oct 11	, 1955	309		

考察と結論

DJIA の高値に関する研究が有効あるいは一致して いるのか否か,について疑問があることは明らか である.提示された例として,この点を明らかにす るために統計的検証をおこなうことは困難であろ う.しかし,付録1に示された月相とDJIA 高値に 関する多数の事例が偶然に発生したとは考えられな い.さらに,ピーク - 恐慌の組み合わせは,かなり 正確である(たとえば,1895-1899,1901-1946, 1912-2007,1929-1987 など).重要なことに,い くつかのピーク年については評価ができない.とい うのは,それらには約 -2.25%以上に達する顕著な AOD 下落が伴わないからである(たとえば,1956, 1968,1976 および 1981 年のピーク後).

弱気相場のはじまりにあたるピークは月相に関係している可能性があり、この場合、それらは月 - 日で表示される.グループとして扱う場合には、月相との関係性はみられない.DJIAの主要最高値、および、それらにつづく AODの上昇と下落は、もう1つの注目すべき発見である.2月1日~9月3日のピークには10月31日まで AODの高騰・下落が続くことが頻繁に起きる.9月11日~10月31日に発生するピークは、それにつづいて、7月31日までの6.5ヶ月間に AODの高騰・下落が発生するのが常である.

この論文における金融学上の発見にもとづくと,地 震応力のピークにつづいて,減衰期とその後の地震 破壊が発生するのだろう.この仮説の有効性は,い かなる証拠にも支持されていないので,未解明であ る.大きな問題は,地震が発生しやすい特定の地域 における地質応力のピークを決定することにある. そのような応力測定は,達成できるかどうかわから ない大きな挑戦である.残念ながら,地震学には, DJIA のような金融指標に相当するものがない.

DJIA ピークの季節性と月相の重要性を考えると, 食周期に関する月と太陽の位置は,合衆国金融市場 のピークと恐慌の時期に密接に関連していると仮説 されるだろう.残念なことに,重要な出来事のタイ ミングに関わる月 - 太陽の数学は著しく複雑で,現 在の知識で解明することは不可能である.

1年の同じ頃に発生する弱気相場は,類似した月相, ならびに,類似したピーク-恐慌間隔を示す傾向に ある.それは,金融市場に歴史的に持続してきた特 徴である.DJIAの高値評価に関する季節性は過去 120年間にわたって一貫していて,研究に驚くべ き単純性をもたらす.これをどのようにして地震に 適用するかは,まったく未知である.もしこの効果 が地震活動に活かされるならば,それは地震予知に 重要な役割をはたすであろう.地震応力のピーク時 は,地震周期における決定的な破壊時相の前兆にな るだろう.この分野にはいっそうの研究が必要であ ることは明らかである.

謝辞 筆者は,この論文の刊行にご教示をいただいた Dong Choi 編集長と査読者 [複数]にお礼申し上げる.常に,氏らのご援助に感謝している.

文 献

- Carolan, C., 1998. Autumn Panics. The Market Technician. Journal of the Society of Technical Analysts, p. 12-16.
- fiendbear.com. DJIA Bear Markets of the Past 100 Years. www.fiendbear.com/bearenc1.htm
- McMinn, D., 1993. US financial crises & the number 56. The Australian Technical Analyst Association Newsletter, p. 21-25. September.
- McMinn, D., 1994. Mob psychology & the number 56. The Australian Technical Analyst Association Newsletter, p. 28-37. March.
- McMinn, D., 1996. The Sun, the Moon & the number 56. Technical Securities Analysts Association Newsletter, p. 1-11. April–June.
- McMinn, D., 2004. Market timing by the Moon & the Sun. Twin Palms Publishing. 153p.
- McMinn, D., 2010a. Market timing Moon Sun research 2006-2009. Privately published. 183p.
- McMinn, D., 2010b. DJIA Peaks, Seasonality and Market Outcomes. Market Technician. Journal of the Society of Technical Analysts. Issue 67, p. 10-13. October.
- McMinn, D., 2011a. 9/56 Year Cycle: Californian Earthquakes. NCGT Newsletter, no. 58, p 33-44.
- McMinn, D., 2011b. 9/56 Year Cycle: Record Earthquakes. NCGT Newsletter, no. 59, p. 88-104.
- McMinn, D., 2011c. 9/56 Year Cycle: Earthquakes in Selected Countries. NCGT Newsletter, no. 60, p. 9-37.
- McMinn, D., 2012a. Financial Cycles: A Key to Deciphering Seismic Cycles? NCGT Newsletter, no. 63, p. 15-36.
 McMinn, D., 2012b. 9/56 Year Cycle: World Mega Volcanic Eruptions. NCGT Newsletter, no. 64, p. 7-18.

国際雑誌 グローバルテクトニクスの新概念 [日本語版] Vol. 1, No. 2

Appendix 1 LUNAR PHASE & DUA HIGHS BV SEASON 1896-2010							
DIIA High	Sun	Moon	Phase				
Start of Bear Market	E	E	A°				
Sun (295 - 325 E°); Moon (195 - 235 E°); Lunar Phase (235 - 295 A°)							
Jan 19, 1906	299	233	294				
Feb 09, 1966	321	197	236				
Sun (350 – 040 E°); M	Sun (350 – 040 E°); Moon (310 - 325 E°); Lunar Phase (270 - 335 A°)						
Mar 10, 1937	350	322	332				
Apr 06, 1956	017	324	307				
Apr 27, 1981	037	311	274				
Sun (065 - 085 E°); N	100n (025 - 055 E°);	Lunar Phase (340 -	015 A°)				
May 29, 1946	068	051	343				
Jun 17, 1901	086	101	015				
Sun (110- 115 E°); N	100n (035-040 E°); I	Lunar Phase (280 –	290 A°)				
Jul 16, 1990	114	040	286				
Jul 17, 1998	115	039	284				
Sun (150 - 165 E°); N	/loon (160 - 180 E°);	Lunar Phase (000 -	015 A°)				
Aug 25, 1987	152	165	013				
Sep 03, 1929	161	164	003				
Sep 05, 1899	163	169	006				
Sun (165 - 180 E°); M	loon (150 - 160 E°);	, Lunar Phase (330	- 350 A°)				
Sep 12, 1939	169	158	349				
Sep 21, 1976	180	150	330				
No distribution patt	ern established for	the Moon or luna	r phase.				
Sep 30, 1912	187	057	230				
Oct 09, 2007	196	180	346				
Nov 03, 1919	220	342	122				
Nov 12, 1938	230	114	244				
Nov 19, 1909	237	314	077				
Nov 21, 1916	239	192	313				
Dec 03, 1968	252	058	166				
Sun (260 - 295 E°); M	loon (335 - 030 E°);	, Lunar Phase (075	- 095 A°)				
Dec 13, 1961	261	337	076				
Jan 05, 1960 (a)	284	013	089				
Jan 11, 1973	291	015	084				
Jan 14, 2000	294	026	092				
NB: This listing for DJIA highs by month – day, with the year i (a) Beginning of a -17% correc Source of Dates. fiendbear.com	s at the beginning of ignored. tion. m for all dates to 19	fa bear market was 96. The author exter	compiled in order				

cover DJIA highs to 2010. Sources: McMinn, 2010a: McMinn, 2010b

Appendix 2 DLIA PEAKS & ENSLING AODPP RISES & FALLS (2)							
DJIA High	DJIA AODPP Fall	% Fall	DJIA AODPP Rise	% Rise			
Feb 09, 1966	Oct 03, 1966	-2.10	Oct 12, 1966	+2.58			
Mar 10, 1937	Oct 18, 1937	-7.75	Oct 20, 1937	+6.07			
Apr 06, 1956	(b)	-	(b)	-			
Apr 27, 1981 (c)	Aug 24, 1981 Feb 01, 1982	-2.23 -2.22	Jan 28, 1982	+2.56			
	a						
May 29, 1946	Sep 03, 1946	-5.56	Oct 15, 1946	+3.58			
Jun 17, 1901 (a)	Sep 07, 1901	-4.43	Sep 16, 1901	+4.10			
Jul 16 1990	Aug 06 1990	-3 32	Jan 17 1991	+4.57			
Jul 17, 1998	Aug 31, 1998	-6.63	Sep 08, 1998	+4.98			
Aug 25, 1987	Oct 19, 1987	-22.61	Oct 21, 1987	+10.17			
Sep 03, 1929	Oct 28, 1929	-12.83	Oct 30, 1929	+12.34			
a	P. 40.1004						
Sep 04, 1895 (d)	Dec 20, 1895	-6.61	Dec 23, 1895	+4.73			
Sep 05, 1899	Dec 18, 1899	-8.72	Dec 19, 1899	+4.72			
Sep 12, 1939 (c)	May 14, 1940	-6.76	Jun 12, 1940	+6.73			
	May 21, 1940	-6.78					
Sep 21, 1976	(b)	-	(b)	-			
Sep 30, 1012	Ian 20, 1013	-4.90	Jun 12 1013	+3.01			
Oct 09 2007 (e)	Jan 20, 1913	-4.90	Mar 11 2008	+3.55			
000 09, 2007 (0)	Juli 21, 2000	(1)	Mar 17, 2008	+3.51			
Nov 03, 1919	May 21, 1920	-4.21	Nov 13, 1919	+3.30			
Nov 12, 1938	Apr 08, 1939	-3.86	Jul 17, 1939	+3.41			
Nov 19, 1909	Feb 07, 1910	-3.44	Jul 28, 1910	+3.01			
Nov 21, 1916	Feb 01, 1917	-7.24	Dec 22, 1916	+5.49			
D 02 10/0	<i>(</i> 1)		(L)				
Dec 03, 1968	(D)	-	(D)	-			
Dec 15, 1961	May 28, 1962	-5./1	May 29, 1962	+4.68			
Jan 11, 1973	Nov 26, 1973	-2.30	(U) May 24, 1973	+3.27			
Jan 11, 19/3	1101 20, 1975	-3.40	1viay 24, 1973	13.27			
Jan 14, 2000	Apr 14, 2000	-5.64	Mar 16, 2000	+4.98			
Jan 19, 1906 (c)	Apr 27, 1906 May 01, 1906	-2.76 -2.73	May 04, 1906	+3.04			
(a) The ensuing AC	DD Post Peak rise ar	nd AOD Post Peal	c fall were taken as the	biggest one			

day percentage movements in the year after the peak prior to a DJIA bear market. (c) Two almost identical percentage AOD falls occurred after the DJIA highs in 1906, 1939 and 1981.

(d) Based on the 12 Stock Average index.
(e) Two AOD rises of about +3.50% were recorded in mid-March. They were the biggest one day rises in the 11 months after the October 9, 2007 peak.

(f) Worldwide stock market panics were experienced on January 21, 2008. However, the US stock market was closed due to the Martin Luther King Jr holiday. Even so, this date was taken as the DJIA AOD fall for 2007. Abbreviation: AODPP - Annual One Day Post Peak

Source: McMinn, 2010b.

地震予知可能性に関する時空間的制約

全破砕現象に特有の秒速 10cm の"ドミノ効果"

SPACE-TIME CONSTRAINTS ON EARTHQUAKE PREDICTABILITY

A 10 cm/sec "domino effect" typical of every fracture phenomenon

Giovanni P. GREGORI

IDASC - Istituto di Acustica e Sensoristica O. M. Corbino (CNR), giovanni, gregori@idacrm.cnr.it

IEVPC - 国際地震火山予測センター,http://ievpc.org/indexhtml

S.M.E. - Seculity, Materials, Environment, s.r. - D-Z, info@sme.ae.it;www.sme-ae.it

ICES - 地球科学国際センター

(山内 靖喜・矢野 孝雄・小松 宏昭 [訳])

要旨:時空間自己相似性^{*1}は、大陸規模での地殻応力の伝播から長さ 1m 以下の鋼製の棒までのいろいろ な一定の物理系に作用した破砕現象において観察される. この物理学的解釈は破砕現象の"ドミノ効果" 伝播によっている.この伝播は関係する物理系の特定の物質や構成とは関係なく,1 年に 10 cmという-定の特性速度ですべての種類の固体媒質中で起きる.その上,地球の地殻内での応力の伝播は線状軌跡に 沿ってのみ起きているようである(すなわち、それは2次元現象ではない). 原理の厳密なことであるが 為に,この法則は地震予知に関して特別の制約を意味している.火山災害は本質的に異なり,より単純に 生じる事柄である.また,この法則は外挿されることもできる.たとえば,地すべりの直線状前線の広が りを見積もるのに有効な方法になりうる. その上, 1 ナノ秒^{*2}の時間精度で媒体をモニタリングする場合, ごく僅かな数の原子サイズの微小な流れをモニタすることも可能であろう. 合金あるいはなんらかの混合 物質の微小な物理的挙動をモニタリングしたり,あるいは金属やその他の物質の純粋さを調べるのにこの ことは非常に有効であるという結果をもたらすことができる.

*1:自己相似(じこそうじ; self-similar)とは、何らかの意味で全体と部分とが相似であることをさす言葉である。図形においては、ある図形の断片を取ってきたとき、それより小さな断片の形状と図形全体の形状とが相似である場合を指す。(訳者注,ウィキペディアより)

*2:1 ナノ秒は 10⁻⁹ 秒に等しい. (訳者注)

キーワード:時空間自己相似性(spacetime self-similarity),破砕現象(fracture phenomena),地殻応力伝播速度(crustal stress propagation speed), "ドミノ効果(domino effect)",地震予知(earthquake forecasting),火山災害(volcanic hazard),火山活動(volcanism),地すべりの直線状前線(linear front of a landslide),合金(metal alloys)

1- はじめに

文献によれば、地震前兆の研究は、多少直感的な議論にもよるが、やがて起きる衝撃の信頼できる指示物であるという結果に終わるであろうという、"外来的"でさえある効果をさがすことのように一般には考えられている.

地震は予言できない.しかしながら,起こるべくし て起きる適当な強さの衝撃をより受けやすいであろ う時間の長さとすべての物理学的状態を想像するた めに,多少局地的にはなるが地球地殻の状態を診断 することはできる.

表現的な類似で言えば,医者は患者が息を引き取る その瞬間を予測することはできない.対照的に,患 者が多少速く危機的状態になるかどうかを彼はモニ タすることはできる.

すなわち," 地震の予知可能性"を扱うときには," 地 球地殻の状態を診断する能力"についてより適切に 話すべきである.以下においては,この基本的な警 告を伴うが,"予知(prediction)"と"予報(forecast)" という用語を使用する.

どんな場合でも、非常に厳しく、逆行できない出来 事(患者が息を引き取る、あるいは地殻の破壊)が 起こる前に、患者(地球の地殻)をモニタすること は重要である、違った言い方をすれば、地震計は逆 行できない出来事を検出するのに有効であるが、予 備的な診断にはほとんど役に立たない.

3つの事項が地震の"予知可能性"に関連している. それは時, 震央, マグニチュードである. Gregori (2012) のレビューと討論を参照のこと.

私達の診断能力の正真正銘で具体的な進歩は,破砕 現象をより詳細に物理学的に理解することによって のみ得ることができるのである.

本論では物理"法則"である時空間自己相似性を示 す.これは惑星や大陸の規模から合金,セメントあ るいは木材の内部の数個の原子の大きさの規模まで のすべての破砕現象によって共有されている. 破壊は"固体"固有の現象である.この物体は結晶 質の結合を特徴としている.そのため,これは化学 的結合の論理的骨組みである.物質の違いによる強 度のいくらかの違いは考慮されなければならない が,これらの結合は特有の範囲の大きさを共有して いる.これは大きく異なる物理系間において驚くほ どの相似があることが見つかっている.これは現在 の議論の物理学的基礎である.

"ドミノ効果"が生じることは知られている.適当 に小さな大きさの"基本的"固体試料がその結合の 破壊を受けて,それに隣接する"基本的"試料に応 力を移す.この"ドミノ効果"はある平均的な共通 した速度で伝播し,その速度はすべての物質におい てほぼ同じことを結果としてもたらす.

従って,この現象は,検討されている固体構造(地 球地殻のある巨大な部分,あるいは花崗岩や合金な どの内部の微小構造のような小さな物体のどちらに おいても)の主に物理的な規模によって本質的に特 徴づけられる.

どんな種類の現象によってモニタされた地震前兆を 説明する可能性に関して,この発見はいくつかの基 礎的,論理的な避けがたい制約を意味しており,そ の現象はやがて起こる地震を予報するのに適してい なければならない.

地震は破壊的な衝撃である. "破壊的"とは,それ が適当な規模のある地殻構成要素の破壊を伴わなけ ればならないことを意味する. 実際に,極端に小さ な地殻構造はわずかな量のエネルギーのみを解放で きる.それが大量のエネルギーをもたなければなら ないが,それは極端に大きな規模をもつことができ ないし,固体構造の結晶質結合にはある上限を超え た圧力を加えることはできない.すなわち,地震は ある一定の最大マグニチュードを決して越えること はできない.もし,巨大なエネルギーが何とかして 蓄積されたならば,空間と時間などにおいて適当に 配分されたいくつかの衝撃が起きるはずである.

従って, 地震とは, ある最小と最大の限界で限られ た一定の空間的範囲をもつある地殻特徴の破壊を意 味するに違いない破壊的衝撃である.

これはモニタされているすべての種類の前兆に関し てある特定の物理的制約を意味する.たとえば、い わゆる"活"断層の典型的な大きさに比べてより大 きな規模の地域に関係した前兆は、進行中の地殻の 嵐、すなわちある大きな地域に関係した発作をモニ タするのに役に立つ.しかし、その情報はその広い 地域内に入っているいくつかの"活"断層に適用で きるだけである.従って、ある特定の限られた地域 を襲うことが心配されている特定の地震に関するか ぎりなんの役にも立たない.

しかし、"予報された"時間を扱う類似した制約も またある.

実際に,前述の"ドミノ効果"は,一定の壊れつつ ある構造の全体に破壊効果が行きわたるために"ド ミノ効果"が必要とする時間を通して前兆は持続し なければならないことを意味している.

非常に短い時間の経過に伴って検出される前兆は, 検出器設置地点の非常に近くで起こる現象のみを反 映することができる.すなわち,その現象は最終破 壊のほとんど瞬間に生じるのである.このいわゆる "前兆"は最終衝撃の地震計記録を実施するのとほ とんど同じである.

同じく,非常に長い時間の経過に伴って見つけられ た前兆はある非常に広い地域に関係するに違いな い.従って,その物理的意義はいくつかの潜在的な "活"断層に関係しているのであり,まさに前述の 空間的制約によるのである.

従って,前兆は"適当な"時間の経過をもつこと, すなわちある物理的時間領域より短くもなく,長く もないことを前提とする.それは壊れつつある地殻 構造の進化を表す.起こりうる最終的で逆行できな い事件に向かうその傾向の実例である.

しかし,実質的な破壊が生じるまで全体の破壊現象 がその時間的な進展を十分に完遂したときに,前兆 は物理的に関連したものになる."活"断層の周り の境界条件がこの時間のずれの間に変化するという しばしば起きる事例において,破壊現象は中断され ることがある.このように,物理系はその状態と発 展を変化させてきた.もはや破断は全く起きない. 後に,地殻はなんとかしてやがて休息するであろう. 蓄えられそしてある地域へ真の危険を再び送った位 置エネルギーは,このようにして結局は不鮮明にな り,多少ドラマチックではなく,従って破壊的でな く,混合した過程に入っていく.

従って、この場合、"擬似的"前兆が観察されてき

たと公言されている.実際に,自然現象においてな にも " 擬似的 " ではない.むしろ,私達の " 単純な " 概念上の体系は " 擬似的 " であり,確かに過剰に単 純化されている.

これは本論文の全般的な原理である.第2節は一 組の単なる観察事実を扱う.第3節は地震性の前 兆の問題とその解釈を特別に扱う.第5節は,地 すべりから人工の構造や実験室での微小物理まで のその他の応用に対しての同じような議論の外挿を 検討する.第6節は,すでに前述しているように, 地震予知可能性の時空間的制約についての注意を述 べる.第7節は火山の監視の本質的な違いを述べ, 第8節は短い終わりの結論である.

2-時空間の自己相似:観察事実

図1を参照.一般に,モニタされている物理系の ある典型的な発作を"嵐(storm)"または"準嵐 (substorm)"と呼んでいる.これらの用語は地磁 気と磁気圏に関する文献に由来している(数10年 来,"地磁気嵐"または"磁気圏準嵐"は古典的で, よく知られた現象である).

"地殻嵐 (crustal storm)"は Gregori et al. (2010) によって 明確に把握され, Gregori (2012) で再吟味されている.

中央イタリアの Foligno の郊外の測点での 30 秒の 時間分解能でのアコースティック・エミッション^{*3} (acoustic emission, AE)の9年間の記録に基づくと, ある関連した応力が 2 ~ 3 年間絶え間なく観測さ れており,その後に明らかに完全なる大きな静けさ の時間が続いている.イタリア半島をなでる地震は 地殻嵐の期間のみ,厳密にその期間のみに生じる. *3:アコースティック・エミッション(AE)とは、材料が 変形あるいは破壊する際に,内部に蓄えていた弾性エネル ギーを音波(弾性波, AE 波)として放出する現象である. AE 波は主に超音波領域の高い周波数成分を持つ.(訳者注,

これは図1上にプロットされた最初の点の定義を 導く. 地殻嵐は大陸あるいは惑星規模^{*4}の現象の ようである. すなわち, その空間的規模はおよそ 10,000 kmまたはおよそ10⁷m であり, 地殻嵐の期 間はおよそ2~3年, すなわち約10⁸ 秒オーダー である.

ウィキペディアより)

*4: た と え ば, Poscolieri et al. (2006) は Foligno と Cephaloniaの両者において HF AE(高周波アコースティック・ エミッション)の同時性の季節変化を検出した. この季節変 化は月による干満によっても調節されているようである. ど うも,ユーラシアの大陸棚上の太平洋の海水の干満による加 重との関係で説明できるようである. ユーラシア大陸を通っ て地中海地域まで伝播する地殻応力をこれが発生させてい る.



図1 破断現象の時空間自己相似.発作一"嵐"あるいは"準嵐(substorm)"などと呼ばれることがある一を表す特性時間は, 与えられた規模の物理系に関連している.空間の規模の対数を横座表に示す.すべての物理系は線形形態をもつと仮定する.縦 軸は"嵐"あるいは"準嵐"の持続時間の対数である.大陸規模での地球地殻から断層,陸橋,鋼棒までのすべての測定された 物理系は,規則的な直線上に表される.いろいろな大きさと構造をもついろいろな物理系の破断現象のこの驚くべき時空間自己 相似は,10cm/secn.代表的な平均速度での"ドミノ効果"伝播の現実的存在を把握している.地すべりの前線の広がりの推定 あるいは1ナノ秒の時間分解でのモニタを行う場合この法則は役に立つことができる,原理的には,少数の原子相当の規模か ら始まる媒質中の微小な流れを検出することは現実的に可能のはずである.本文参照.

破壊的地震は "活"断層の破壊に関連している. そ の空間的広がりは約 100 kmあるいは約 10⁵m ほど である. L'Aquila 地震(2009 年 4 月 6 日)に先 だって明瞭な前兆が先行した. その前兆は最初 HF AE によって,後に LF AE によって観測されたこと を,Gregori et al. (2012) は示している. その時間 の長さはおよそ 15 日間である(図 2 と第 4 節の議 論を参照).従って,図 1 の 2 番目の点は縦座標で 約 10⁶ 秒,橫座標で約 10⁵m である.

Gregori et al. (2013) は,長さ 159m の金属製陸橋 について使用開始前の荷重試験期間の AE モニタに ついて報告している.彼等は,1秒間記録分解能で の HF AE によって予期せぬ現象をもはっきりと検 出した.しかしながら,その現象の物理的解釈が確 信的ではなかったため,論文化されていない.それ は系の規則的進化のように思われる.それは大変規 則的で凸凹がないけれども,常に生じており,大変 ゆっくりしている.それは約 10 ~ 15 分続いた後, ついには中断したり,その後すぐに新たに再活動を 始めるなどする. 従って,図1の3番目の点は横座標約10²mと縦 座標約10³秒である.

最近, Gregori と共同研究者は(投稿準備中)は, 長さ 1m 以下の鋼製の棒について 2 マイクロ(100 万分の 1)秒の時間分解能の記録で HF AE と LF AE のモニタを実施した.いくつかの種類の周期的 ななめらかで規則的な特徴が疑いもなく常に検出さ れ,それは 2,3 秒から数秒間という典型的な長さ 現れる.^{*5}

*5:前述の橋と鋼製棒の両者についてのこれらの推論の詳細 は準備中の論文で述べられるであろう.それは多くの異なる 構成を伴うので,これらの研究の関連した議論を本論文中に 含めることはできない.

従って,図 1 の追加された点は横座標約 10ºm で 縦座標約 10¹ 秒である.

図1上のこれらの点すべてが驚くほど直線上に配 列していることが知られている.このことは著しい 時空間自己相似性があることを示しており,それは すべての破壊現象の特徴であり,まさにいろいろな



図2 L'Aquila 地震の震央から 354 kmの Valsinni で実施された HF AE と LF AE 記録の両方のフラクタル^{*}次元 D₁. HF AE と LF AE のどちらの"地殻準嵐"とも2つの大きな楕円によって明示されている。一般にいろいろな地震はいろいろな速度の展開を もつが、L'Aquila 地震は LF AE の"準嵐"の完結時に起きた。しかし、図1の規則正しさは、なんらかの基礎的な制約がすべて の種類の可能な前兆によって満足させられているに違いないことを示す。本文参照。Gregori (2012)より。 *フラクタルは、ブノワ・マンデルブロが導入した幾何学の概念で、図形の部分と全体が自己相似になっているものなどをいう.(訳者注、 ウィキペディアより)

時空間規模において生じ,いろいろな組織と構成物 からなる物理系を扱っている.

この時空間自己相似性はどうにかして物理学的に説 明されるに違いない.これは第3節の課題である. 第4節は地震の危険の挑戦に対する実用的応用の ための示唆に対して具体的に述べて,他方,第5 節はいろいろな時空間の規模での特定の応用のため の示唆を扱う.

3-物理的解釈:"ドミノ効果"

この"時空間自己相似性"は単純なモデルと大きさ の次数での計算によって試験的に説明することはで きる.しかし、この評価を行っている間に、明らか に多少正当化されたある仮定が結局は取り入れられ ることになることをこれは意味している.どのよう な場合でも観測結果は常に最後に信頼できる唯一の 真実であり続けるとしても、最初の目標は、最終式 を図1の観測に基づく証拠と適合させることであ る.

なんとかして,最終式を観測結果にうまく適合させ

ることは、基礎となる仮定が合理的でありそうなこ との間接的な確証である.すなわち、いろいろな近 似は明らかに互いに補い合う.従って、このような 方法において、図1の観測に基づく明らかな証拠 の裏にある物理学的意味について、私たちはある合 理的で信頼できる触感を手に入れることができる.

検討中の固体のある単元的な体積成分 $\Delta \tau$ の変形を 決定している応力を F とする. この体積成分 $\Delta \tau$ の密度を ρ とする. 時間差 $\Delta \tau$ の間に応力 F は体積 成分 $\Delta \tau$ の変形を起こす. 仮に $\Delta \tau$ は以前には静止 していたと仮定すると, F による作用の後では, そ の変形は Δv による局部的な速度のゼロでない増加 を意味する.

モーメント保存則にしたがうと、それは;

 $F \varDelta t = \sigma \varDelta \tau \varDelta v.$

弾性的挙動にともなう Δτ の変形は,つづいて,あ らゆる隣接する Δτ に移送される(微細な抑制を除 く).というのは,結晶接合が,まず Δτ を内部に 発生させ,なんらかの AE を放出するからである. すなわち,この変形は,"ドミノ効果"のように, ある速度 Δν で固体物質中を伝播する(たとえば, Stronge, 2004).

いかなる場合にも,次の点に注意すべきである.す なわち,これは,物質の局部的微小物理学的挙動だ けを厳密に記述するメカニズムであり,対象とする 全物理系の大規模構造とは無関係である.

すなわち,この"ドミノ効果"は地球規模の物理系 とはちがって,つねに観察される.唯一の必要条件 は,変形の伝播をひきおこした信号が隣接する容積 要素 Δτ へ移送されることであり,たとえば,固体 物体がとぎれて,なんらかの粗(ルーズ)な物質に かわらない限り,この移送がひどく阻害されること はない.

特定ある大きな系を考えよう.この物体は線形形状 をもち,その特徴的長さをLとする.

鋼鉄棒,断層,地すべりの降伏面,橋は,ほぼ線形 であることが容易に理解されるだろう.

対照的に,地球の地殻をあつかう際には,ある大き な半径をもつ2次元球面に近似すべきことが直感的 にわかるだろう.いっぽう,地殻は均質ではなく, 応力伝播は,特定の伸長した構造に沿っておきる だろう.さらに,蛇紋岩化作用という現象 (Judd and Hovland, 2007)は,線状伝播の好例である.

したがって,線状特性は地球の地殻の複雑な特徴で あるという作業仮説を設定しよう.そして,あらゆ る歴史事例において,*L*を,対象とする物理系を特 徴づける特徴的長さと呼ぶことにしよう.

解析の対象とする物体(たとえば,関与する地殻表 面のサイズ,"活"断層の長さのサイズ,など)に おいてLの実際の大きさを決定するには複雑な不確 実性を扱うことになる.すなわち,すなわち,"ド ミノ"伝播にともなう信号の損失量が問題になる.

さらに、実際の伝播速度Δvにかかわる拘束性について検討することも理にかなっている.他方、私たちは長時間にわたる時間的遅延(地殻の場合には、2~3年になることもある)を扱うので、現象がきわめて高速であることを想定する必要はない.すなわち、固体構造が違っていても、Δvは同じであったり、違っていたりする.というのは、これらの単純化されたモデルや計算には、特定の物理学的拘束がされないからだ.

検討している物理系のサイズが研究対象としている 固体物体中を伝播する変形とおなじ検出性能力に よって決定されるという事実を考えると,上述した 問題に対する適切な回答がもっとも容易にえられ る.

すなわち,欠かすことができない物体サイズの定義 は,現象の検出性能にかかわっている.つまり,私 たちが測定する物体のサイズは,効果が検出される 範囲にまで拡大される.検出性能は,使用できる検 出器の精度,ならびに,信号にくわえられる阻害に 依存する.

したがって、物体の空間的サイズと伝播速度の時間 的ひろがりは、私たちが現象を効果的に検出するこ とができる物理学的拘束によって絶対的・本質的に 定義される.

私たちは行中の"ドミノ"現象を認識しているため に,速度が著しく遅い場合には,長期間にわたる十 分な遅延を観察する必要がある.

いいかえると、空間的サイズと時間的サイズ(それ は、間違った定義は効果を再現することができない という事実によって絶対的に決定される)の定義に ついて、ここでは議論しない.なぜならば、本質的 拘束が客観的検出性能によって決定されているから である.

さらに,区別は,(i) 微小流動を発生させる結晶接 合の現実的破断を,(ii) 放出される AE 信号と比較 する,という手順で行われる."ドミノ効果"は破 断段階を特徴づける.しかし,AE 信号は"物理構 造全体にわたるドミノ効果"が伝播する全期間にわ たって検出される.

図1によると,速度Δvは破断現象の"ドミノ効果" を特徴づけるという結果をもたらし、それはほぼ一 定で、検討されている物理系の空間サイズと組成に は無関係である.実際、図1にしたがうと、さまざ まな物質の間での相違は小さく、平均的Δvは、

$\Delta v = 0.1 \text{ m/sec}$

実際のドミノ板(slab)でできたモデルの場合,ド ミノ効果の伝播速度は板の大きさと形状,そして, それらが配置される相対距離などに依存する.それ とは別に,ここで検討されている実際の物理的歴史 事例ではいずれの場合も,伝播速度は結晶接合の複 雑な強度に依存している.結晶接合はさまざまな物 質において固有の相対(ほどんど同一の)強度をもっ ている.

それゆえ,ある既定の物理系がある空間サイズの特 徴的サイズLをもっていると,その物理系に影響 する AE の"嵐"あるいは"小嵐"(発作)の特徴的 持続時間を私たちは検出するだろう.そして, $T \sim l/\Delta v$

となるか, モメント保存則によって

 $T \sim l/[F \Delta t / \sigma \Delta \tau] = L[\varrho \Delta \tau / (F \Delta t)] = const L$

すなわち, *T* と *L* は線形関係にあることは明らかで, 図 1 と調和する.

同一の定数がいくつかの著しく異なった物理系に適 用されるという事実は、この定数が固体物質の複雑 な微細物理学特性に本質的に関係することを示し、 それはあらゆる物体(鋼鉄であろうと、地球の地殻 などであろうと)においてつねに同一である.

それゆえ,この結果は,図1に示された重要な規則 性を説明する前述の暫定的仮説と厳密に一致する. いっぽうで,理解をすすめる観点からは,この一致 はおそらく単なる偶然の一致であるか,場当たり的 モデル化などの結果であるとみられる.

しかし、いずれにしても、この一致は、地球の地殻 中を地殻応力がおもに伸長した構造に沿って伝播す ることを示している(この事実が、蛇紋岩化(Judd and Hovland, 2007)や、既知の他の現象や未知の 現象に依存いたとしても).

さらに、強調されるべきことは、時空的自己同一性 がフラクタル性を連想させる概念であることであ る.フラクタル性から類推すると、この種の特性は 数学的抽象であり、ユークリッドあるいは非ユーク リッド幾何学などの背後にある過程に類似する.し たがって、自然の現実性は、高い、もしくは低い精 度で、この抽象、あるいは、他の暫定的抽象にもと づく何らかの既定のモデルに適合する、もしくは、 しないかである.

観測事実によると、これらの歴史事例におけるこの ような抽象が自然現象の挙動を代表するであろうこ とを証拠づける.この"ドミノ効果"は、それゆえ、 これらの観測に絶対的である物理学的拘束を解明す るために現実的に研究された合理的方法であろう.

要約すると,前述した"ドミノ効果"という指導的 考え方は,さまざまなサイズと組成の物理系内部に おけるあらゆるサイズの断裂現象に適用できるだろ う.

あらゆる断裂は,常用対数原理にしたがう.すなわち,結晶接合が新しく降伏する確率は,すでに降伏した接合と比へる.加えて,小規模な欠陥領域が連結することによって,しだいに内破し,より大規模な欠陥領域になる.これは,放出される AE などの頻度がしだいに減少することを意味する.その詳

細は, Gregori (2012, 2013), Gregori et al. (2010, 2012, 2013), Poscolieri et al. (2006), およびそれ らに含まれる文献にすべて記述されている.

基本的メカニズムは破断現象とは大きく異なってい るものの,他の現象も常用対数にしたがっているこ とに留意せよ.

たとえば、地磁気嵐は常用対数分布に典型的な形状 を示す(もっとも、グラフ軸は通常の事例とは逆に する必要がある;Campbell, 1996 参照). 地磁気嵐 は,太陽風の欠如,すなわち,大規模"プラズマ空白" によって引き起される(Gregori, 1998). 典型的な 太陽風速度は約 400km/sec であり、"プラズマ空白" は約 3 日にわたって継続するので、"プラズマ空白" は約 0.7AU^{*}にひろがる.

*AU は天文単位,すなわち,太陽~地球間の平均距離.

同様に、磁気圏小嵐は、磁気圏尾部に沿うプラズマ シートから供給される荷電粒子の欠如によっておき る. 典型的な太陽風速度は約 400km/sec であり、 地球磁気圏小嵐は約 2 ~ 3 時間継続するのが典型 で、磁気圏尾部中のプラズマシートへの供給は、地 球半径の約 600 倍の規模にひろがる. これは、最 大で地球半径の約 1,000 倍に達する尾部を検出し た宇宙探査機の観測結果と一致する(尾部の末端は、 使用しつくされたロケット噴射のように、フィラメ ント状の構造を示す).

すなわち,破断現象の決定的要素は,固体物質の破 断物理学を特徴づける"ドミノ効果"における伝播 速度Δvである.太陽風と磁気圏物理によって主導 される現象の決定的要素は,(大きく変化する)太 陽風速度である.ただし,常用対数原理が常に適用 される.

4-活断層と破壊的地震による数年にわたる惑星的 規模への地震の関与

特有の実践的関心事項として,地震災害をとりあつ かう.第1に,惑星規模,あるいは少なくとも大陸 的規模であり,地殻応力の世界的伝播ならびに地殻 嵐が観測される.そして,すべての国が,領土内で の地震発生周期を知ることができる.この情報は, さまざまな地域における気象擾乱を惑星規模で観測 するのと同様に,サービスとして定期的に供給され うるだろう.著しい詳細な時空情報は必要としない.

異変についての警告は,いずれの場合も,国の防災 関係機関の責任である.それらは,詳細で密な観測 網(たとえば,特定の環境の局地気象や特定の局所 的地質特性をあつかう)を基礎に実施される.

それゆえに、破壊的震動をもたらす可能性がある"

活断層"はいずれも、合理的密度に配置された観測 点によって常時適切に観測されるべきである(たと えば、AE 観測によるが、地殻応力伝播について相 当の情報がえられるならば、他の機器にも十分であ る).

この局所的観測網は,対象地域を特徴づける地殻嵐 に関する情報をもたらすだろう.

しかし,震央域におけるある"硬い"構造を通じて 連結されている地殻板の上に位置する観測点のいず れでも,小嵐は効果的に検出されつづけている.し たがって,次におきる地震の震央決定には,可能性 のあるあらゆる"活"断層の局所的直接観測によっ て,そして,適切な密度の観測網によって評価され る必要がある.

たとえば、活断層としてよく知られている Paganica 断層によって引き起された後述する L' Aquila 地震は、震央から約 354km はなれた南イタ リアの Valsinni で観測された地殻嵐(図2)によっ て予知された.

それとは対照的に, Foligno は, Valsinni よりも震 央にかなり近いにもかかわらず, そこではこの種の 傾向は観測されない.しかし, Foligno は, Anzio-Ancona 深部断層の北方に位置する.この断層は, 何か矛盾した地形的特徴をもっていて, それがイタ リア半島を2つの地殻ブロックに分割している, と 主張する幾人かの地質研究者もいる.

さらに、Valsinni で常に観測される一連の後続性 AEの解析する際には、かなりの数の追加的不完全 小嵐がみいだされる(図3).いずれの小嵐も、イ タリア半島のいずれかで、そして、Anzio-Ancona 深部断層南部で、ある"活"断層に沿って破断現象 が進行していることを意味している.しかし、発端 となる小嵐はいずれも、その後、全面的破断作用が 完成する前に中断し、ある1つの全面的破断のみが 最終的に破壊的地震をもたらす.

いっぽうで,イタリア国民の大多数へ2,3日ごと に警告を発震することは,実際には不可能である. しかし,イタリアの市民防災局は,これらの地殻小 嵐が大きく発達した後に警告を行うべきである.

イタリア市民が1,2日後に小嵐が完結するであろうことを最終的に実感するときはいつでも、大衆に警告を発することが可能である.おそらく、その後で、地震は起こらないであろう.

こうして,地殻嵐の期間には,より頻繁に警告が発 せられるだろう.これは,地震予知ではない.そ れにもかかわらず,これは災害を管理し,多数の 被害と物質的損出を防ぐための現実的対応である. 2,3ヶ月間にわたって,図3(適切に拡大されてい る)と同じ種類のいくつかの図が毎週の月曜日,水 曜日,金曜日に Potenza にあるイタリア市民防災局 (Valsinni が位置する "Balilicate" 地域を担当)へ提 出された.たとえば,あるとき地殻嵐が全面的に完 結しつつあることが明らかになり,イタリアのどこ かで10月20日の2,3日前後に起こるかもしれな い地震が注目された.幸いにも,この小嵐はその完 結の前に中断し,地震は発生しなかった.

要約すると,いなかる場合にも,図1の一般的解釈 は,破断現象は,10cm/secの特徴的速度で伝播す る"ドミノ効果"があらゆる固体物体に発生する, という結論をみちびく.これは,前述のように,地 震災害対策に有意義である.しかし,これは惑星~ 金属棒というあらゆる規模で発生し,原子という微 小規模にまでおよぶ.これは,第5節で議論される.

5-地すべり,人工構造,および実験室微小物理学

図1を再検討し、可能な追加的適用に着目する.

地すべりは、AE 記録によって効果的に監視できる. ある特定の時間遅延期間にわたって継続する,ある" 周期"特性を計測する場合を想定する.見ることが できない地すべり範囲が,たとえば数100mなのか, 数 km なのかを推定することが可能になる.

さまざまな規模の人工物体を扱う場合,同じことが 金属やコンクリートの疲労の研究に適用できる.あ る既定の時間遅延のなかに"周期的"特性を発見し ようとする場合,降伏特性を示す幾何学規模を推測 される.

たとえば,ある原子の特徴的サイズは約 10⁻¹⁰m である.図1にしたがうと,これは,約1 nsec の持続期間の周期的特性は,1 個の原子サイズの傷に相当する.

しかし,AE信号は,約1 nsec の速度で電子的に記録することが可能であり,このような数 nsec の" 周期的"特性によってのみ認識できる.

すなわち,約1 nsec の速度で AE を記録する方法で, 原子約10個分の大きさからはじまるある既定の物 質の内部における微細な損傷を認定できる.

これは,原子2,3個分の空間規模の要素を同定す ることができる"顕微鏡"を研究者に提供すること に相当する.これは,合金,木材,大理石や岩石, コンクリート,未だ知られていない1世紀にわたる コンクリート疲労プロセスなどの研究のために,あ るいは,内部溶融プロセスにおける損傷を検出する



図3 これは図の類推であり, HF AE や LF AE に関する Valsinni 記録にもとづいて計算されたフラクタル次元 Dt が示されている.いくつかの地殻小嵐がしばしば発生したが,それらの最大周期を完結することはなかった.たとえば,10月20日に関心があつまった.しかし,その小嵐は完結前に突如として中断した.すべての点の信頼度あるいは不信度は,Dt の計算に供されるデータ数に依存している.本文参照.

ために,適用できる可能性ももつ.

6-地震予知の強制的拘束としての時空スケール

地震予知が一般的問題としてあつかわれるかぎり, 観測された前兆現象の種類にかかわらず,絶対的な 根本限界が考慮されるべきである(1節での記述も 参照). 長さ約 100km の "活"断層によって引き起される 地震は,破壊的になるはずである.これは,その前 兆の特性時間が約 2 週間になることを意味する.

ところが,震央域の実際の決定には,震央が位置する可能性がある"活"断層を監視する必要がある.

市民防災局や他の政府機関は,あらゆる小嵐の進化 を監視して.適切な時期(たとえば,発生する可能

図3 つづき



1 Nov 2009 - 21 Dec 2009 - Valsinni HF

性のある地震の約1,2日前)に警告を行わなくて はならない. 地震強度の "予測 "という固有の問題 については, Gregori (2012) が考察している.

かなり大きな時間解像度がある場合,地震"予知" の試みはいずれも"活"断層の小規模構造を観測す ることを意味する.このような事態はときどき発生 するが, このようなことはすべてのおこりうる機会 に生じることは望めない.

7-火山の監視と噴火予知

地震の「予知」と比べて、火山活動の監視には実際 上異なった物理的関連と操作が必要になる.それは



単純で容易なものである.起こりうる災害の範囲は よく知られている.噴火の発生場所はよく知られ, 監視もされている.

さらに、地震の場合の(火山監視に)匹敵する役割 をはたすものとして、(i)最終的に加えられたす べての応力に対する効率をしだいに減少させていく 地殻"疲労"と(ii)作用応力の時間変化が考慮さ れるべきであり、この応力が震動を放出している地 殻スラブ境界において増加しているのである.

反対に火山噴火では、内部で発生するマグマの急速 な圧力の増加が原因になって周期的な噴火に続く破 滅的な現象が発生する.これは AE recordsの異次 元分裂図形 D₁の増加を意味し、そしてその現象は 同時にすばやく監視される必要がある.

顕著な例は,2002年12月28~30日に起こった 大噴火(Gregori and Paparo 2006)について,AE 記録によって監視されたストロンボリの周期的な噴 火によって表されている.しかしベスビアス火山も 監視されており,活動が活発な時期と不活発な時期 が交互に訪れることも知られている.

しかし火山活動の危険性を評価はするが,他の種類 の火山活動は区別されるべきである.

火山活動は,最終的な分析の中で,流体の移動を通 して内部の余分なものを放出するそれぞれの能力に 基づき,異なったカテゴリーにおいて分類すること ができる. いくつかの火山は巨大な水資源価値を持っている. それらは水蒸気爆発がなく,そしてすぐれた地熱の 供給源になる(例えば Ischia 島).

他の火山はあまり効果的なものではないのだが,明 白な水資源価値をもっている.そして通常のマグマ 性水蒸気活動を示している.このクラスの活動は, ストロンボリで典型的に示されている.

しかし同様のカテゴリー中には、例えば Phlegraean Fieldsの大規模なカルデラで起こって いるような局所的で小規模なテクトニクスによって 活動する他の火山も含まれるべきである.いずれに してもそれらの火山が、内部のエネルギーを放出す るための一つあるいは他の可能性を持っているとい うことは重要である.

他の火山は一見したところ,流体移動による温度バ ランスに適した水や他の流体の供給は不十分であ る.それにも拘らずそれらの構造は,新しい特別な 流体,言い換えるとマグマがマグマ噴出の中から流 れ出すことができる非常に浅い深さにおいて形成さ れるようなものである.この活動は通常周期的であ る.例えばエトナ火山の活動は,少なくとも2~3 年ごとに活発化している.

しかし他の火山は、内部からの熱供給をマグマに よってさえ放出することに非常な困難を抱えてい る.したがってそれらの火山は悲劇的な結末をとも なう爆発的な噴火で終了するに違いない.歴史にお ける典型的な事例は、ベスビアス火山に代表される. それは世界で最もよく歴史的に記録された火山であ



図4 世界各地の歴史上有名な火山の最も長い活動周期. 環太平洋火山帯の最も長い活動期間は集中しているように見える. 図は Simkin 他(1981)によって報告された有史火山活動の情報に基づいている. ところがデータは Simkin et al. (1984) や Simkin and Siebert (1994) によって報告されても活用されなかった. Gregori et al. (1994) に基づいて描きなおされた.

る. それは規則正しい印象的な活動周期^{*}を示している. 亜プリニー式噴火が 2015 ~ 2029 年に何回か発生するであろう(Gregori, 1993, 1996)と予測されている.

* cyclicity は periodicity(周期性)を意味しないということ に気付いてほしい. periodical な現象は続いて起こる現象と 現象の時間間隙は規則正しく, cyclic な現象は,形態上何回 か繰り返されるが起きている現象と現象の時間間隙が規則的 ではない場合をいう.

一般的に世界のすべての歴史上有名な火山の活動 は、明確で(データの活用次第であるが、多かれ 少なかれはっきりと示されている)周期的な特徴を 持っている.すべての火山は、最終的に周期的な形 態学上の特徴を示している.それらのすべては、時 折内部の亜周期を示すことがある.図4には、入手 できるすべての火山の観察された(活動)周期が示 されている.

このことから,明白で疑う余地のない(活動)評価 を得ることは不可能である.しかし一般的な隆起と して,(100年以上の)最も長い周期は,太平洋を 取り囲む火の輪に沿って起きているように見える. したがってテクトニックな動きとの整合性があるよ うに見える.

実際ここでは詳細な説明ができない普遍的な根本原 理(それは全地球ダイナミックスに関する議論を含 んでいるのだが;Gregori, 2013の記述を見よ)に 従うと,これらの火山群のエネルギーは海洋性リソ スフェアと大陸性リソスフェアの相互作用によって 引き起こされる摩擦熱によって供給されるはずであ る^{*}.

*対照的に他の火山群,そして一般的に「ホットスポット火山」 と呼ばれている火山のエネルギーはしばしば主としてウニの 棘によって供給されている (Gregori, 2013を見よ). もっと もエトナ火山のように,エネルギーが摩擦熱によって供給さ れるように見える特異な構造場で起こる例外もあるが. しか し中央地中海域は,構造的・地球力学的に非常に複雑な地域 であることはよく知られている.

AE によって観察されてきたこのカテゴリーの火山の例は,アルゼンチンとチリの国境付近にある Peteroa 火山である (Ruzzante et al., 2005 and 2008). それは,リソスフェアスラブの非常に厚い押しかぶせによって特徴づけられる.このことから,それは内部高温流体を圧縮するのに適した重くて大変効果的な安全なバルブであるといえる.こうして固体地球潮汐の干潮 - 流動の振動が,AE 記録に観察される周期性をもたらした.高温流体が火山内部の多孔質物質に浸透し,細かい穴を破壊して AE を発震することを考慮せよ.

しかしながら 24 時間に近い潮汐の干満は観察され

ているが、12時間に近いものはない、というのは 奇妙に思える.この事実は、月によって引き起こさ れる地球潮汐の干満が、安全弁の役割をはたしてい ることを示している.いっぽう月と反対方向で起こ る潮汐干満の効果は不十分で、月-地球系の遠心力 にともなって起こる.

要約すると,(i)地震を誘発する地殻にはたらく 圧力と(ii)火山災害の歴史的事例は明らかに異なっ た物理的課題を抱えていて,それらの固有の物理的 意味と特異性に応じたとりあつかいが求められてい る.

8-結論

「ドミノ効果」は,惑星単位から合金の原子レベル 単位まで,すべての破断現象のいたるところに見ら れる特徴である.

「ドミノ効果」は、さまざまな物理条件、物質、大きさなどの間での何らかの一見小規模な拡散をともなって、約10 cm/s の特性速度でひろがる.

地殻応力の伝播は,地殻中にある伸長した構造,お そらく蛇紋岩化作用を起こしやすい領域に 発生する.

この関係は,(i)人工物内部で起こるような単純 な力学的伝播と(ii)蛇紋岩化作用について適正に 評価されるべきである.この学問の合理性に応じて, 両方の可能性が考慮されるべきである.

この結果は,最初に破砕の拡散速度は内部では中程 度と測定され,その速度はまったく異なった大きさ と組成を同じ内部物質として評価しているように見 える.

すべてのこの結果は,地震災害を扱う戦略において 実質的に進化していく.そしてそれは,地球全体の 地殻状態に関するリアルタイムの情報とともに,市 民を保護する国際的サービスの要求を高めている. 実際急激な地殻変動発生のメカニズムは,地球全体 に及ぶものであり,限定的ではない.したがって, それは,少数ながらも,適切に配置された惑星的観 測網によってのみ観察することができる.

地殻嵐の引き金となるメカニズムの物理学は,地球 力学の一般的な問題と内部エネルギーの発生にかか わる一般的問題になる.この問題は Gregori (2013) によって論じられる.

謝辞 Valsinni で AE を観測してくれた Regione Basilicata の Protezione CiVile の Guido Loperte 氏, ならびに, Valsinni データベースや橋・鉄棒につ いての測定の際に機材設置とデータ解析の両方に 援助して下さった Giuliano Ventrice 氏に感謝する. Simkin and Siebert (1994) によって報告されても活 用されなかった. Gregori et al. (1994) に基づいて 描きなおされた.

文 献

- Campbell, W.H., 1996. Geomagnetic storms, the Dst ringcurrent myth and lognormal distributions. Jour. Atmos. Terr. Phys., v. 58, no. 10, p. 1171-1187.
- Gregori, G.P., 1993. The next eruption of Somma-Vesuvius. In "The Earth and the universe", Festschrift in honour of
- Prof. H.-J. Treder, ed. by Wilfried Schröder, Newsletter of IDCH-IAGA, (20), 1-497, Science Edition, Bremen-Roennebeck, p. 191-213.
- Gregori, G.P., 1996. The next eruption of Somma-Vesuvius. In, Proceedings of the 4th Workshop of Progetto Strategico Clima, Ambiente e Territorio nel Mezzogiorno, ed. by V. Piccione and C. Antonelli, Lecce, November 11-14, 1991, 2 vol. 644 pp., CNR, Roma, p. 399-468.
- Gregori, G.P., 1998. The magnetosphere of the Earth. A theory of magnetospheric substorms and of geomagnetic storms. In: From Newton to Einstein - A Festschrift in honour of the 70th birthday of Hans-Jürgen Treder, ed. by W. Schröder, Mitteilungen des Arbeitskreises Geschichte der Geophysik der DDG, v. 17, no. 3/4, Science Edition / IDCH-IAGA / AKGGKP, Bremen-Roennebeck and Potsdam. p. 68-106.
- Gregori, G.P., 2012. Earthquake and volcano "predictability" vs. crustal diagnosis. Spacetime scale sizes and error bars. Societal information and moral responsibility issues, New Concepts in Global Tectonics, Newslett., no. 65, p. 55-102.
- Gregori, G.P., 2013. Crustal storms of continental/planetary scale - Earth's battery and Earth's electrocardiogram, internal state, structure, and time variation, endogenous energy production and release, the role of solar modulation, and the "French Revolution" jerk. NCGT Journal, v. 1, no. 2, p. 40-63.
- Gregori, G.P., and Paparo, G., 2006. The Stromboli crisis of 28 ÷30 December 2002. Acta Geod. Geophys. Hung., v. 41, no. 2, p. 273-287.
- Gregori, G.P., Paparo, G., Poscolieri, M., Rafanelli, C. and Ventrice, G., 2012. Acoustic emission (AE) for monitoring stress and ageing in materials, composing either manmade or natural structures, and their precursors. In Acoustic emission, ed. by W. Sikorski, InTech; http://www. intechopen.com/articles/show/title/acoustic-emission-aefor- monitoring-stress-and-ageing-in-materials-includingeither-manmade-or-natur; ISBN 978-953-51-0056-0. p. 365-398.
- Gregori, G.P., Ventrice, G., Pinori, S., Alessandrini, G. and Bianchi, F., 2013. Structural ageing of a cable-stayed bridge during load-test: the overall effect monitored by

acoustic emission. In: "Acoustic Emission - Research and Applications", ed. by Wojciech Sikorski, InTech; http://dx.doi.org/10.5772/54840; ISBN 978-953-51-1015-6.

- Gregori, G.P., Maurizio Poscolieri, Gabriele Paparo, Sara De Simone, Claudio Rafanelli, and Giuliano Ventrice, 2010."Storms of crustal stress" and AE earthquake precursors, Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 10, 319–337.
- Gregori, G.P., Banzon, V. and Leonardi, R., 1994. The cycles of volcanoes, and the global synchronism of the time variation of their heat source. In "Geophysics: past achievements and future challenges" ed. by Wilfried Schröder and Michele Colacino, Newsletter of IDCH-IAGA, (20), 1-191, Science Edition / IDCH of IAGA, Bremen- Roennebeck, p. 152-191.
- Judd, A.G. and Hovland, M., 2007. Submarine fluid flow, the impact on geology, biology, and the marine environment. 475p., Cambridge University Press.
- Paparo, G., Gregori, G.P., Taloni, A. and Coppa, U., 2004.
 Acoustic emissions (AE) and the energy supply to Vesuvius
 'Inflation' and 'deflation' times. Acta Geod. Geophys.
 Hung., v. 40, no. 4, p. 471-480.
- Poscolieri, M., Lagios, E., Gregori, G.P., Paparo, G., Sakkas, V.A., Parcharidis, I., Marson, I., Soukis, K., Vassilakis, E., Angelucci, F. and Vassilopoulou, S., 2006. Crustal stress and seismic activity in the Ionian archipelago as inferred by combined satellite and ground based observations on the Kefallinia Island (Greece). In: Fractal analysis for natural hazards, ed. by G. Cello and B.D. Malamud, Geol. Soc. Lond., Spec. Publ., v. 261, p. 63-78.
- Ruzzante, J., Paparo, G., Piotrkowski, R., Armeite, M., Gregori, G.P. and Lopez, I., 2005. Proyecto Peteroa, primiera estación de emisión acustica en un volcán de los Andes. Revista de la Unión Iberoamericana de Sociedades de Fisica, v. 1, no. 1, p. 12-18.
- Ruzzante, J., Pumarega, M.I.L., Gregori, G.P., Paparo, G., Piotrkowski, R., Poscolieri, M. and Zanini, A., 2008. Acoustic emission (AE), tides and degassing on the Peteroa volcano (Argentina). In, Acoustic emission, v. 1, Microseismic, learning how to listen to the Earth..., 68p., ed. by Josè Ruzzante and Maria Isabel Lòpez Pumarega, CNEA, Buenos Aires. ISBN 978-987-05-4116-5, p. 37-68.
- Simkin, T. and Siebert, L., 1994. Volcanoes of the world, II ed., 349p., Geoscience Press, Inc., Tucson, Arizona. Simkin, T., Siebert, L. and McClelland, L.,1984. Volcanoes of the world - Supplement 1984. Smithsonian Institution Washington.
- Simkin, T., Siebert, L., McClelland, L., Bridge, D., Newhall, C. and Latter, J.H., 1981. Volcanoes of the world - A regional directory, gazetteer, and chronology of volcanism during the last 10,000 years. 233p., Hutchinson Ross Publ. Co., Stroutsburg, Pennsylvania.
- Stronge, W.J., 2004. Impact mechanics, Cambridge University Press.

大陸 / 惑星スケールの地殻嵐

地球電池と地球心電図,内部状態,構造,そして時間変化, 内生的エネルギー生成と放出,太陽周期変化の役割,そして"フランス革命"発作

CRUSTAL STORMS OF CONTINENTAL/PLANETARY SCALE

Earth's battery and Earth's electrocardiogram, internal state, structure, and time variation, endogenous energy production and release, the role of solar modulation, and the "French Revolution" jerk

Giovanni P. GREGORI

IDASC-Instituto di Acustica e Sensoristica O. M. Corbino(CRN), giovanni.gregori@idac.rm.cnr.it IEVPC - International Earthquake and Volcano Prediction Center, http://ievpc.org/index.html S.M.E. - Security, Materials, Environment, s.r.l. –Roma, info@sme.ae.it; www.sme-ae.it ICES - International Centre for Earth's Sciences

(赤松 陽・小泉 潔・矢野 孝雄 [訳])

要旨:地殻の激動 (Crustal storms) は,大陸あるいはほとんど惑星スケールの現象である.とはいえ,それらの説明は, 一般的で改良されたジオダイナミクス概念の枠組みの中で行われる.これまでのジオダイナミクスに関する長期に わたる研究—今現在,編集の最終段階にある—の意味が,この論文ではごく短く記述される.特に,詳述されるの は内核の構造と時間的進化についてである.合理的に推測された内核の状態は,(おそらく)ある固有の,あるいは, まだ解明されていない地磁気永年変化の特徴によって証明されるだろう.ここに提案されているモデルを吟味する 重要な手段は,地殻に加わる力の伝搬とその時間的進化を地球規模でモニタリングできる観測点群であろう.これ は,おそらく,音響放射 (AE) 技術により最も簡単に達成されるであろう.ここでは,この課題について議論でき ないが,幸いにも,AE は一般的で改良された多媒介変数(多要素からなる変数)的研究の一環をなすであろう.

キーワード: 内部エネルギー, 地球の蓄電池と心電図, 構造と時間変化, 地殻の激動, ジオダイナミック

1. まえがき

ここで述べている研究ノートは、本論というよりも むしろ詳しく述べられた長い要旨と言った方がよ い.つまり、簡潔にするために、ここではいずれの 議論も単に概説されるだけである.しかし、一貫し た批判的討論は、より長い表現方法のために繰り延 べられなければならない.

私は、さらにいっそう厳密な表現が期待される批 判的な討論を、数10ページにまとめることが極め て困難であることを読者にお詫びしなければならな い. この"長々と述べられた要旨"を書くにあたっ て、かなりの量の著作と議論を総合的に扱い、解り やすくするためには相当な努力をおこなった.

ここでは簡単な論究は,効果的な概論となっている Gregori (2006, 2009) によって,以前に言及され たいくつかの議論についてなされている.Gregori (2002) には,ここでの2節から6節に関するアイ テムについての広範な議論を含んでいる.Gregori (2002) は,関心をおもちの読者には,連絡をいた だければ,どなたへも無料で電子書籍として提供さ れる.Gregori (2006) はGregori(2002)の要約版で ある.

7節から11節にわたるかなり革新的な内容は、これまで未公表であった。その広範な議論は、ここで

は GPG8 として以下で簡潔に示される. それは今準 備中の原稿 (G.P. Gregori,「気候と大気の電気回路 -太陽風と地球の間の電磁結合」) に関連する 8 巻 セットの 2 巻と 3 巻を対象としている.

2. ICB, CBM そして ALB における電流の3つの殻

地球磁場のエネルギー領域に注目してみよう. それ は,地表で測られる全磁気エネルギー密度 En と定 義される.そして,地磁気ポテンシャルの古典的ガ ウス球面調和発散 (SHE) にかかわる所定次数 n の項 のあらゆるセット (全次数 m=0,1,2,…n を含む)と 関連したそのそれぞれの荷担を識別することによっ て明白に規定される.

図1はnに対する log En の点を示している. それ は以前, Frank J. Lowes と Heikki Nevanlinna によっ て発見された3本の線を示している. この図はこ こでは Lowes-Nevanlinna(LN)の点とよばれている. n=1,2を通る線は,ここでは Nevanlinna 線とよばれ, n=3,……,14と n=14,……は,ここではそれぞれ第 1 Lowes 線と第2 Lowes 線とよばれている. この 線形性はここでは LN 法則とよばれている.

この観測に基づく証拠は、地球磁場(ここでは簡潔 にBと示す)に対する3つの異なる源の確かな指 数として解釈することができる、キューリー点がひ じょうに浅いので、これらの源は、3つの異なる電



図1 Lowes-Nevanlinna's (LN's) 図 (地球磁場Bの"エネルギー 電磁スペクトル"). 地表 (すなわち r=a) で観測される B は、大気 -地電流を無視した場合、電位によって表現される.この電位は、 球面調和的拡散 (SHE) に換算して表され、そのあらゆる項は一組 の指針(すなわち段階nと順序m)によって表示される.その古 典的な Gauss 係数 gⁿ と hⁿ は任意である. これに対して, 物理 的な視点から n とmに対するそれらの方向は,発電機の物理を反 映している.mに対するそれらの方向は,nに対する方向とは違っ て,基準の枠の選択によって決まり,それは不変である.この表は, 段階nを横座標に、それに関連づけられた r=a で測定され、惑星 全体にわたって平均化された B²(つまりそれは磁気エネルギー密 度と比例している)の割合を縦軸に表している.この割合は,一 度ある時間に, SHE のすべての項によるあらゆる追加の量とあら ゆる固定されたnに対して, m=0,1,……,n.のすべてにわたって 合計した結果を考察することによって定義される. ここでは SHE は、1979.85,の時点の MAGSAT 衛星によって収集された B の記 録に基づいて考察した. それは地殻の源による偏りを取り除くた めにうまく適合している (Gregori et al. 1999). すべての点は, 3 本の直線に沿って整列する結果となっている. n=1,2 を通る1本 の線は、Nevanlinna の線と呼ばれており、指針 k=0 で示される. k=1 の線は第1 Lowes 線と呼ばれ, n=3,4, …,13. で点を通り抜け ている. 第3の線 k=2 は第2 Lowes 線と呼ばれ, n=14,……で 点を通り抜ける. あらゆる線の傾きが, ICB(k=0), CMB(k=1), ALB(k=2)の(地震により決定された)それぞれ半径 R_{ICB}, R_{CMB}, RALB に対する低い境界に一致している.異なる時期に注目して SHE を考察すると、あらゆる線の傾きは時間に対して、ある相 対的な適切な総量によってさえ,変化することがわかる.しかし, あらゆる"歴史から復元された"線は特定の過去の時期と一致し ており,つねに,それぞれ X_{ICB}, XCMB, XALB としてここでは 指示されている固定された交叉する点を通って交叉する結果と なっている. これは、あらゆる線が地球の内部構造の若干の顕著 な変化を反映しているということを暗示している. これは、その 対応するエネルギーの寄与が、遅れず変らずになされるというそ のような1つの特定のnをつねに加減しているとはいえ、地球 の内部構造の若干の顕著な変化を反映することを意味している. 2本のLowes線のそれぞれ1本は、いくつかの点によって定義 される. 反対に, Nevanlinna 線はそれぞれ n=1,2, だけの 2 点に よって定義される.しかし、2つの事実は、この Nevanlinna 線 の物理的な信頼性を裏付けている.まず,一つは同じ議論を適用 でき、これら3本の線のどれか1本から重要な同じ結論を得る

ことができる(注参照)ので, n =1,2によるこれらの2点がそれ ぞれ2本の Lowes 線に比較できる重要な Nevanlinna 線を定義す ると仮定することは、合理的-あるいは、いずれにしろ首尾一貫 したこと-である.2番目に、Nevanlinna 線の傾きは、ほとんど 信頼できない昔の SHE's の結論さえ, n=1 と2にたいする信頼で きる係数をもっていると仮定することは理にかなっているように みえることを予想させる,ひじょうに滑らかな SV(図9)をもっ ている. 図は Gregori(2000) と Gregori(2002) より描き直された もので, キャプションは GPG8 より改作されている. に押し込ま れる"電気半田ごて"(ESI)の場合によく似たように見える.地球 全体はこのように2要素の方法で表されるべきである. 質量密度 と流動学的に言えば、その構造はほとんどタマネギのように見え る.しかし, σからみれば, それはむしろ"ウニ"あるいは"タコ のようにみえる. この上方へのjの拡散は,物質(マグマ,イオ ンなど)の移動を全く意味せず、むしろ、ただ厳密に誘導充電(電 子)のみを意味している.つまり、このプロセスは、熱力学的で あるというより、むしろ単に電気力学的なだけである. ウニの "棘"が地球の表面に接近するとき、それが何かある流体(水、油、 メタン, 天然ガス, 等)に出会うやいなや, これらの流体は熱を 移流によって運び、やがてエネルギー・バランスを確保するので ある.しかし、それらがこの目的に対して不十分な時はいつでも ローカル・システムは暖まり、"棘"は、状態方程式が溶融を許 す比較的浅い深さに到達するまで、さらに上方へ広がる. その場 合、新しい流体、すなわちマグマが形成される、マグマは、それ が形成される層の玄武岩化学作用の実例となる.マグマは,噴火 を通して移流により熱を運搬するという事実から、現在どの流体 よりもより作用することが出来る.別の言い方をすれば、前者の 単純な電気力学的プロセスは、ある流体(溶岩か他のもの)が利 用できるやいなや、流体力学的プロセスや熱力学的プロセスに転 換される. Gregori (1993, 2002) による, そしてキャプションは GPG8 を適用.

流システム (J- システム) から構成されているに違いない.

地球深部を流れるあらゆる種類のj-システムのルー プ(環状回路)(またはあらゆるj-ループ)は、可能 なかぎり拡大するに違いない.これは大学の物理学 のよく知られている成果であり、それは Hamilton 変動の原理の結果である.したがって、あらゆるj-ループは、その主要な駆動メカニズムから独立して、 若干減少した電気伝導度(以下常に σと表示)の最 外部層に達する限り、拡大するに違いない.そこで はそれはジュール熱によって減衰し、その結果、地 域的な温暖化を引き起こす.

したがって、3つのj-殻の存在が推測できる.一般 に、地球の内部の構造は異方性をもっているため に、これらのj-殻は必ずしも球形をしているとは かぎらない.それでも、エネルギー・バランスの重 要で厳密な計算は、3つのj-殻を考えることによっ て可能である.それはいくつかの一定の平均半径を もっている球形(すなわち、それらは球面殻あるい はss)であると考えられる.エネルギー条件に基づ いて、それらの平均半径に制約を想定することは可 能である.

いくつかの前もって任意に選ばれた半径の ss に よって地球表面で観測され,さらに,"現在の作用" が形式上数学的に定義される,Bに関する有名な古 典的論文 Chapman & Bartels (1940) の説明を思い 出してほしい.したがって,閉じたj-殻の3つの システムのどれもが,それぞれの ss^(k)(k=0,1,2) に 原因があり,それらはいくつかの任意に前もって選 ばれた半径 R^(k)をもっていると思われ,そこでは指 数 k=0 が Nevanlinna 線に相当し,k=1,2 が 2 本の Lowes 線に相当しているが,それをはっきり定め ようではないか.

実際には、そのような ss が物理的に存在するよう なことは全くありえない.確かに、このような方法 で計算されているあらゆる j-システムは、Hamilton の必要条件に適合させるために、光の速度で再配分 しなければならない.しかし、Hamilton の必要条 件に調和させるために、B の観察のみによって、衝 突の形態とあらゆる ss の "谷"をこの物理的必要 条件を使って計算することは可能である.けれども、 この計算は重いデータ処理を必要とし、今まで実行 されることはなかった.ここではこの事柄について は何の問題もない.

特定のできごとに注目し,例えば,図1にあるような MAGSAT フィールド (1989.75) を考えてみよう. そしてそれをもとにして,仮定の R^(k)(図2) によって決まるすべての ss^(k)の総磁気自己エネルギー U^(k) を計算してみよう.よく知られていることではある が,磁気エネルギーは,エネルギー・バランスにお けるエネルギーの主要な形であることを思い出して ほしい.R^(k)は,そのj^(k)-システムにおけるエネルギー U^(k)の漸近線の枝分かれ(発散)と一致している一 定の値 R^(k)より常に大きくなければならないことが わかる.

驚 く べ き 結 果 は, こ の よ う に 計 算 さ れ た $R^{(k)}(k=0,1,2)$ は,地震によって決定されるそれぞれ 内核の境界 (ICB)の R_{ICB} ,核とマントルの境界 (CMB) の R_{CMB} ,アセノスフェアとリソスフェアの境界 (ALB)の R_{ALB} 半径に比べてわずかに小さい (ほんの わずか数パーセント)ことである.別の言い方をす ると,地表で測定されたただ B だけの記録によって,われわれは,地震によって決定された R_{ICB} , R_{CMB} , R_{ALB} に対する下限 (数パーセントの差異)の数値を 求めることができる.

これらの見積もりが3つのおそらく球面のj-殻の 平均半径を示していることは強調されるべきことで ある.しかしながら,実際にはそれらは球形ではな い.地震学においてさえ,R_{CMB}やR_{ALB}は,ほぼ球 面に近いのであるが,実際にはそれは正しくない. ここで想定された電磁気の議論によれば,ウニ型が



図2 全磁気エネルギーは、ここでは、2本の Lowes 線 (k=1,2) のどれか 1 本、あるいは Nevanlinna 線 (k=0) に関連している B に原因 があると推測されており、3 つの ss(k) のどれか 1 つに影響を及ぼす j- 回路に関連してプロットされている(縦座標の軸に)、横座標で は、任意のあらかじめ選ばれた半径 R(k) が報告されている、あらゆる結果として生じるエネルギーは、R^(k) = a $\sqrt{Q^{(k)}}$ に対する漸近線を もつ、ここで a は地球の半径である、そして、Q(k) は LN 図に示される k 番目の線の傾きである。いくつかの地震によって決定された地 球深部の不連続の半径に関わっている、どのような結果 (k=0,1,2) についても、想定された対応がつねに起こらねばならない (それぞれ k=0,1,2 に対して) ということが不可欠である、実際、これはつねに観測されており、明白な結論は、R^(k)(k=0,1,2) が、地震によって派生 した R_{ICB}、R_{CMB}、R_{ALB} それぞれに対応する、地磁気によって派生した下の境界として考えることが出来ることである。さらなる詳細は原 論文を参照されたい、Gregori et al. (1999) および Gregori (2002) による、キャプションは GPG8 により改作.

考慮されるべきである. R_{ALB}についての地震の証拠 はさらに詳述される. 時には, アセノスフェアの同 様の存在さえ,明らかにその重要性が検討されない. それでも, 第2の Lowes 線と関連した約 83.3km までの深さは,もしALBが球面のj-殻に近いならば, その平均半径はシステムの全体的なエネルギー・バ ランスと調和するため> R⁽²⁾ であるに違いないとい うことを意味している.

したがって,これら3つのss^(k)(k=0,1,2)の物理的 な意味は概算であり,エネルギー・バランスに基づ いている.そしてそれによってわれわれは地球深部 のさまざまな構造の変化における特定の制約の存在 を検討することができる.現実の物理的な推論の結 果あるいは制約は,実際に地表で観測できる地球磁 場のエネルギーによって与えられる情報に頼ってい る.

利用できる歴史的な情報は,Bの方が,地球の地震の歴史よりも豊富なので,私たちは地球の深部構造の進化に関する客観的な観測情報を推論することができる.

その上, R_{ICB} は Neanlinna 線, すなわち n=1,2 とい う条件によって推論される. それはより高い n と いう条件と比較して,ひじょうによく知られている. したがって, 過去の R_{ICB}(t) は, R_{CMB}(t) と比較され る最も下部にあるエラーバー (点の誤差範囲を示す 線)で評価されるはずである. それは n=3,……14 という条件に依拠している. R_{ALB}に関係するかぎり, n=14….の条件に関わる歴史的情報はひじょうに制 限され,時間 t に対する実際の方向は推論できない. しかし, これはこの小論にとっては当面問題ではな い.

さらなる重要な特徴は、あらゆる R^(k) の計算は、そ の縦座標の位置でではなく、LN- 面の k-th 線の傾 きだけで決まるということである.それゆえ、そ れが、伏角でなく B の偏角だけを記録した古代の 航海者の航海日誌によって計算されてきた歴史的 SHE に典型的に見出されたように、それはまた、B の SHE が、増加傾向をもつ未知の定数とは別に知 られる時、正確に実行されるはずである.

3. TD 地球ダイナモ

もちろん地球本体はユニークな剛体の物体にたとえ ることはできない. それどころか, それに反して, そのいくつかの異なる構成部分のいつかは, 互いに 呼応して滑り込むはずである。現在, とくに, 地球 の回転率の低下, すなわち, 日にちの長さの時間に 対する規則的な増加は, その大部分は月に起因する 潮汐が原因となっていることははっきりと見極めら れている. 潮汐は固体地球に影響を及ぼし,地面での毎日の放 射状振動の最大振幅は最も低緯度で観察される.そ の規模の大きさは,まあ,およそ1mまでである. しかしながら,その現象は,私たちがさまざまなも のが置かれているテーブルを穏やかに上げ下げする 時のようなものであるので,その影響は,建物や山 地などには,劇的な結果をもたらすことはない。そ のありさまは火山の場合にはまったく異なる.それ は,内部に生じる熱い流体などが叩く圧力釜にとり つけられた安全弁の重さのような働きをする(この 影響はアンデス山脈のペテロア火山ではっきりと観 察された.)

しかし, lo.d. におけるこの影響の誘導的な動力源 は, 剛体地球の潮汐(現象)によるよりもむしろ, いわゆる"荷重潮汐"によると説明されていること はよく知られていることである."荷重潮汐"は, 海水が激しく西方へ押される地球規模の海洋循環の 劇的でダイナミックな効果に関係している.した がって,海洋水はあらゆる海盆のすべての東海岸の 大陸棚に大きな負荷をかけている.これは地殻に対 して途方もなく大きい力の影響を与える。その力は 地球本体を通じて内部に伝搬される.実際,それは l.o.d.に決定的に影響を与えている.l.o.d.がただ地 球の表面だけで行われた観察にもとづいて言及する としても,地球本体全体を含むあらゆる種類の影響 を測ることは全く不可能なことである.

ところで,ユーラシア大陸の太平洋岸から生じた結 果として力は,地殻における(構造物の)破壊音(AE) の記録によって,地中海地域ではっきりと感知出来 る(例えば Gregori, 2012 やその中の引用を参照). 第11節で述べたように,この影響は,おそらく惑 星ジオダイナミックスにおいて重要な役割を演じる ように思われる.

いずれにしろ,最終的な分析で,ある(一般に特に 定義されていない)地球本体の外側の殻は,前述さ れているより小さい同時発生の(そして放射状に分 化した)影響に加えて,加重された潮汐によって西 方へ絶え間なく引かれている.それは固体地球にお いては潮汐作用による直接的原因となっている.

地球内部は、大きな電気伝導度σによって特徴づけ られており、互いに関連して動くさまざまな導電部 分は、非常に効果的な発電機、例えば、潮汐駆動 (TD) 発電機を構成している.つまり、潮汐の相互作用 は、地球本体のさまざまな部分を動かし、潮汐はこ のようにひじょうに効率的な発電機の主要な駆動力 となっている.

文献の中で報告されている,有名な"標準的"で"古 典的"な Elsasser-Bullard 発電機が,まさしく一つ の星の歴史に実際に当てはまるということは強調さ れるべきである.そこでは内因的な核反応が主要な 役割を演じている.反対に,惑星内部ではそれは物 理的パラドックスのために働かず,すぐにブロッキ ングを起こすという結果にいたる.それは Gregori (2002) によって "Biermann ブロッキング"と呼ば れているが,文献の中では"消滅"あるいは"飽和" として報告されている.つまり,地球のような惑星 に対して"標準的"な発電機とよぶことは,物理的 に無意味なものにしてしまう.広範囲な批判的議論 と動機付けには,TD 発電機のエネルギー収支が含 まれ,Gregori (2002) の重要な目標になっている. そしてその最初の半分は"標準的"発電機の批判的 な再評価に向けられている.

エネルギー収支に関する詳細な議論と同時に,すぐ に役に立つ合理的な評価によると,利用できる総エ ネルギーの供給は,内因性エネルギー収支に関連し て観測される現象のまるまる全体について納得いく 説明をするために,疑いなく十分であるということ が示されている.つまり,TD発電機は,地球物理 的な現象の観測による証拠のすべてを使って求めら れる全エネルギー収支について納得のいく説明をす るのに十分足りる.したがって,他の偶発的なエネ ルギー源(たとえば,放射能あるいは相変化など) は,地球の構造,内部,そしてダイナミクスの進化 についての議論の上では,完全に無視されることさ えあるはずの,任意の補足的なそしてより小さい貢 献のように考えられるはずである.

図 2 によれば、3 つの ss' の総磁気エネルギーは、 それぞれ U⁽⁰⁾ ~ 10²⁰ J、U⁽¹⁾⁾ ~ 10¹⁸ J、そして U⁽²⁾ ~ 10¹⁰ Jの規模を持っている. であるから、主要 な TD の働きは、一方では j_{ICB} 系と他方では伝導性 を有する外核 (OC)、例えば j_{CMB} 系との間の電磁気 的 (e,.m.) 相互作用と関連づけられているようであ る.反対に、 j_{ALB} 系は、 j_{CMB} 系から漏れ出るいくら か弱い j's の結果である.

この j_{ALB} 系は,ジュール熱によって衰え,それは部 分的に溶融して"滑らかになった"層すなわちその 上をリソスフェアが滑ることができる例えば ALB の構造を決定する.その上,"滑らかになった"層 の粘性は,地球の心電図(第5節参照)のタイミン グによって決まる時間 t に対して劇的な変化する.

訂正は Gregori (2002) になぞらえて強調されなけ ればならない. そこでは, もし, 相互作用が単純 に作用 - 反作用の原理に基づく 2 つの j- 系, すなわ ち, j_{ICB} 系と j_{CMB} 系の間でのことであるなら, それ は t がどのようであっても, U⁽⁰(t)=U^{(t}(t) でなければ ならない, ということが主張されている. したがっ て, Gregori (2002) は, 少なくとも TD 発電機によっ て生じた j's の 99% はジュール熱のように減少する はずであり, このように地球の内因性エネルギーを 供給する.

しかしながら, Gregori (2002) は, 内核 (IC) の性 質についてのいくらか新しいより現実的な考えを考 慮しなかった. IC は "magpol(磁気位置エネルギー)" 体 (8節参照)のように理解すべきである. これは, TD 発電機のエネルギー・バランスに重要な関わり 合いを持っている. この特徴は8節と9節でより詳 細に議論される.

4. 内因性エネルギーの放出, ESI メカニズム, ウニの棘, 超膨張と巨大向斜, そして WMT

TD 発電機は地球深部の途方もなく多量のエネル ギーに由来している. このエネルギーは,何等かの 方法で放出されるはずである. つまり,逆の場合に は,地球は電子レンジの中で焼けすぎたジャガイモ のようになるはずである.

地磁気の永年変化 (SV) の西方への移動 (WD), さら に, 惑星スケール (第7図参照) での火山活動の太 陽周期 (長周期) 変化を考える上で,主要な内因性 のエネルギー生産のすべての時間の変化は,深いエ ネルギー源から地表へまでほとんど即座に広がるこ とが明白に推測される.

そのような即座の伝搬は, e.m. 現象を通じてのみ 起こる. このメカニズムは,大いに論争の的になる もので,暖かな物質の巨大なプラムあるいは小塊が CMBから上昇し,地球の表面までゆっくり伝わる という広く受け入れられている考えと比較される.

この"即時の"上方への伝搬は,自由伝導性充電, すなわち,電子を通して起こる.そしてそれは以下 のように非常に単純に説明出来る.

上で強調されたように、完全な球形でないj- 殻を考 えていただきたい. Hamilton の原理によると、も しより小さい衝突が起こるとすると、j's の比較的 大きい流れは、そのてっぺん (図3)で起こる. こ れらのj's は局地的なジュール熱に匹敵できるほど より高い熱を生み出す. それらは σの局地的増加を 引き起こす. これは、つねに Hamilton の原理によっ て、j- 殻のj's による付加的な外への浸透を助ける. このプロセスは、氷の塊を貫通する電気半田ごての (熱の) 伝搬になぞらえることができる.

最終結果は, j- 殻における先のより小さい上昇が 徐々に現れ, 次第に細い形が鋭くなる. 最終的な姿 はスパイクを思い起こさせる.

その伝搬は,速さをもち,それは約1cm年一という適切なオーダーとして見積もられる.しかしながら,これは平均値である.つまり,その最初の値



図3 地球の内側の一定の球面 (ss)(例えば CMB) と完全な球面 の左右対称に関連したほんのわずかな衝突について考えていただ きたい. Hamilton の原理によると、j はそのような衝突の先端に 集中する傾向があり, それらは比較的多量のジュール熱を放出す る. 熱伝導率がひじょうに低いので、この部分の局部熱は拡散で きない.それゆえ、局部温度は増加し、それによってもまた局部 のσによっても、ハミルトンの原理のためにさらにjの増加量さ え集中する. このプロセスは自己増殖である. その結果は、氷塊 に押し込まれる"電気半田ごて"(ESI)の場合によく似たように見 える.地球全体はこのように2要素の方法で表されるべきである. 質量密度と流動学的に言えば、その構造はほとんどタマネギのよ うに見える.しかし、σからみれば、それはむしろ"ウニ"ある いは"タコ"のようにみえる. この上方へのjの拡散は,物質(マ グマ,イオンなど)の移動を全く意味せず,むしろ,ただ厳密に 誘導充電(電子)のみを意味している.つまり、このプロセスは、 熱力学的であるというより、むしろ単に電気力学的なだけである. ウニの"棘"が地球の表面に接近するとき、それが何かある流体 (水,油,メタン,天然ガス,等)に出会うやいなや,これらの 流体は熱を移流によって運び、やがてエネルギー・バランスを確 保するのである.しかし、それらがこの目的に対して不十分な時 はいつでもローカル・システムは暖まり、"棘"は、状態方程式 が溶融を許す比較的浅い深さに到達するまで、さらに上方へ広が る. その場合,新しい流体、すなわちマグマが形成される. マグ マは、それが形成される層の玄武岩化学作用の実例となる.マグ マは、噴火を通して移流により熱を運搬するという事実から、現 在どの流体よりもより作用することが出来る. 別の言い方をすれ ば,前者の単純な電気力学的プロセスは、ある流体(溶岩か他の もの)が利用できるやいなや、流体力学的プロセスや熱力学的プ ロセスに転換される. Gregori (1993, 2002) による, そしてキャ プションは GPG8 を適用.

に比べてスパイクの上方への伝搬の最後では (速さは) 2 倍となっている.

実際,スパイクが鋭くなって,その頂部の曲率は 次第に減じ,そして先端のj's は次第に強固になる. つまり,スパイクは次第にその浸透速度を上げる.

この影響は, Bから引き出され, SV と関連した所 定の量のA(いかなる種類のものでも)を考えるこ とによって, はっきりと本質を明らかにすることが 出来る. それはA(t)を象徴している. ある所定の 段階nに関連しているある所定の量A_n(t)を考えて みよう. 数学の厳密な問題のために,より高い段階 nはj-殻の鋭い特徴と一致する.

比率 A_n(t)=[dA_n(t)=dt] は, n に対する動向を示して いる " 再編成 " 時間である. Gregori (2002) の詳細 をご覧いただきたい.そこでは,この注目に値する 観察に基づく証拠は,その発見後,dSBT(deSantis-Barraclough-Tozzi)則と呼ばれている.

したがって地球深部は,相変わらず同心状で,ほとんど球状の層をしたタマネギ型のような構造であると考えるべきではない.

この"タマネギ"パターンは,数学的(物理的でなく) な必要条件から,そして地震記録の無力さから,空 間的な不均等性を見つけることを明らかにする.(最 近のかなりのコンピューターの使用は,地震トモグ ラフィーなどを用いてこの欠点を克服することを試 みるのではあるが).

地球の構造は、それぞれの棘がその周辺媒質に比 べて非常に高いσで特徴付けられる細長い形態の ウニにたとえられるだろう.これらの棘は、電導 性のあるマントルによるファラデーのふるい分け (Faraday screening)を回避する自然のアンテナの ように作動する.こうして、地球深部と太陽風の場 の変動との間の e.m. 連結を確実にするために重要 な役割を果たしている.

この深部ウニの棘パターンが地球表面に出たところ は、火山・噴気孔または地熱地帯にみられる大小の 勾配などのようなほぼ"点状"の外観を示す.しか しながら、これがハミルトン原理やESI 機構の厳密 に論理的な意味では、この外観はより微妙な深部パ ターンの非常に限られた部分の現れでしかないであ ろう.

内因的な熱伝導が,それらの回路全体における最小 のになる浅部に到達するまで,上方に突き抜けてい る j's を経て,確かに生じている.それ故ジュール 熱を減衰させている.それらが利用しうる自然流体 (水・油・ガスなど)が十分な量になれば,それらの 流体を暖める.流体は移流によって熱を運び,最終 的に地球表面に放出する.

これは、地熱現象やこれらの時空間勾配などのどこ にでもある特徴である.調整は最終的には TD ダイ ナモの効率によって、それ故内部エネルギー量に影 響を及ぼす太陽の影響力によっても制御されてい る.しかしこの太陽変調はバッテリー効果によって 時間的に遅れる(5章参照).

利用できる流体が不足していると,熱は新たに流体 が生まれるまで集積される.それは"厳密に移流し てくるだけ"であり,すなわちそれはマグマであり, 最終的には溶岩のように流れ出す.流れ出すことが できなければ,火山は最終的にカタストロフィック に爆発する圧力鍋の安全弁のように振る舞う.



図4 モホ面上の物質による影響を取り除いた後の,GRACE モデルによる重力異常.相違点が世界的に無補正の重力図よりも強調され るはずである.この相違点-と2,3の superswell (11節に記載されている)についてここに示されている標準的パターン-は、モホ 面が単なるリソスフェア過程(現在訂正済み地図に示されている)と地殻の衝上や褶曲に関係した効果(無補正の重力図に示されてい る)を識別していることを示している.モホの期待される物理的意義は、海洋に伸びた最深部である.議論は、GPC8参照.原データ: http://www-app2.gfz-potsdam.de/pb1/op/grace/results/index_RESULTS:html; 2003 年 7 月 25 日に公表した重力場モデル EIGEN-GRACE01S

火山活動のこの(著しい"異端")モデルは,火山 のマグマだまりが近くの他の火山マグマだまりとは 全体として無関係で,非常に浅く局所的特徴である ことを暗示している.言い換えれば,それは都市の 水道管に類似した"マグマ配管"によって作られた "マグマパイプ"のネットワークを想定する火山活 動モデルは,あまりにも無邪気だと思われる.

しかしながら,通例,ほんのわずかでしかも分離し たウニの棘が,マントルと交差していることはあり そうにない.非常にたくさんのウニの棘が束として 存在する広い地域があるはずであり,それを期待す ることは,非常に合理的である.それぞれの大きな 束はそれ故,比較的高温で特徴付けられているマン トルの比較的より熱く広い地域を決定している.す なわち,この広い地域はかなり熱的に拡大し,それ 故隆起を経験するはずである.これは,いわゆる"巨 大隆起(superswell)",あるいは van Bemmelen による"メガアンデーション(megaundation)"の 原因となる.この superswell の状況が図4に示さ れる.

superswell は、中央海嶺(MOR's)パターンの直下 に位置している.さらに、明白な superswell は現 在の北極の海氷下に上昇している(11 章参照).

リソスフェアはそれぞれの superswell の斜面を(数 mm/日の速さで;5章参照)滑り落ちる.接して

いる superswell 間のそれぞれの " 谷 " は, それ故 " 大 きな向斜 " を構成している.それは一点に集まった リソスフェアのスラブがもう一つのスラブの上に若 干褶曲しながら衝上している (Cliff Ollier).

それ故,衝上や褶曲により,地殻は最終的に高いところに持ち上げられており,そこは前者の superswell よりさらに高い.浮かび上げられている 島や大陸・山脈の地殻とは違って, superswell は最 終的に海面下にある(図5).

それらが他の大きな向斜の内側に永久に持ち上げら れていくいっぽう,大陸はその後風化によって破壊 される.堆積物によると,最大でほぼ 179 Maの周 期が観測され (Mortari, 2010),いくつかの別な 証拠により,これはその誕生と最終的な消滅との間 の合理的に見積もられた大陸の寿命である.

superswellの斜面上を滑り落ちている間にリソス フェアが体験した摩擦は,時間に対して非常に大き な変動性を見せている(5章参照).

プレートテクトニクスやアイソスタシーが、本質的 に伏在する(ニュートン)流体に浮いている大陸あ るいはプレートの原理を信頼しているので、このモ デルがプレートテクトニクスやアイソスタシーと明 白に矛盾していることに注目しよう.



図5 2つの相接した superswell の斜面を滑り落ちるリソスフェアスラブが,2つのリソスフェアのスラブが衝突する地域に,造山 作用と大陸形成の両方をもたらす.このモデルは向斜の古典的概念を思い起こさせる.それ故,大向斜と名付けた.本文参照のこと. GPG8 より.

その一方, ここで想定されているモデルは, 不均質 な唯一の惑星のリソスフェアを考えている. それは 下にあるほぼ固体のマントルの斜面上を滑り落ちて いる. それは"すべすべ"な表面を滑り落ちる. す なわちそれは, superswell や大きな向斜をこのよう に生じる内部熱によってマントルが変形させられて いる間に, JALB系のジュール熱によって"すべすべ" にされる ALB である.

それ故, このモデルは暖められた基盤(変形したマントル)上を滑り落ちる乾いた泥層(リソスフェア)を, 直感的に思い起こす. ゆえに, "warm mud tectonics" (WMT) と名付けられている.

"サージテクトニクス"あるいは"グローバルレン チテクトニクス"あるいはさらにいくつかの"固定" モデル(それらは地球表面に沿った変位のないリソ スフェアの垂直運動のみをアピールしている)を支 持すると主張している観測事実と、WMT は原理的 に矛盾していない.固定派の視点について、例えば Pratt (2013)による造詣の深い議論を見ると、地 球表面に沿って変位が生じているので、彼は厳密に は固定派の仮説のみを支持する必要ないことに賛成 しているが、いくつかの別な観測事実はそのような 視点と調和していることを強調している.

"拡大主義"が関係している限りは,いくつかの別 のモデルとどんなに平和共存することができても, 別な仮説を信頼している.

それ故,その単純化された最初の骨格の制約内のみ ではあるが,それぞれの別のモデルが支障なく受け 入れられ得る.厳しい論争は意味がない(水成論者 と火成論者との議論のように).出発点での仮説が 観測によって明白に否定されているように,プレー トテクトニクスやアイソスタシーがいくつかの観測 事実と合わないだけである. それ故,残念なことに, プレートテクトニクスやアイソスタシーは,やむを 得ず却下されなくてはならない.

時空変化のメカニズムが TD ダイナモ作用による内 因的エネルギー生産に関係しているところまでは, すべてのこれらの非常に革新的な事項の,より詳細 で文書に記録された議論に注意を向けたい読者は, Gregori (2002)を参照した方が良い.しかしなが ら,この物理的モデルは,外核あるいはマントルな どいずれかの内部 "対流"を扱う現在の一流の考え と大きく違っている.その全範囲(でしかもたくさ ん)の批判的議論と正当化は,Gregori (2002)の 前半で大まかには必要としてきた.

Gregori(2002)はまた,エネルギー収支・エネル ギー伝播・三つのj殻の物理的意味・ウニの棘の概 念・地磁気ジャークの原因などを扱う広い議論を含 んでいる.

GPG8 の第3巻はおそらく, Gregori(2002)の議 論の一向上や強化と一体となって一進化になぞらえ ることが出来る.

地球力学(superswell・大向斜・大陸と造山運動の 起源・WMTなど)の意味に関しては, Gregori(2002) にいくぶん言及されているのみである.すべてのこ れらの事項は,むしろ GPG8の第2巻で非常に広 く批判的に議論されている.

それ故,私は読者にこれらの批判的で基礎的な事項 についての詳細を,この"長めの要旨"で報告でき ないことを陳謝する.それらの議論は GPG8 の第 2・3巻と同様,実に約 1000ページを必要とする.

以前の著者あるいは私の WMT のどちらかよって提
案されたそれぞれのモデルは,非常に複雑で多面的 な現実の自然の別な相に焦点をいかに絞っているか が,強調されなければならない.この大自然の複雑 さは,現実の自然が先験的に単純化した仮説と一致 しうるようである.それ故,それぞれのモデルはそ の本質的な正当性を持っている(これは遺憾ながら, プレートテクトニクスを除く,それぞれのモデルに 関して有効である).

言い換えると, warm mud tectonics (WMT) が他 のものより良いモデルであると, ここで主張してい るわけではない.現象を調べるためや"単純"で厳 密な物理的議論によって地球力学を説明する別な方 法があると主張しているのである.しかしながら, 多面的な現実の自然のすべての相一従ってそれぞれ の別なモデル一は,明確な仮定や見積もりと矛盾し ない適切な評価を受けるべきである.

5.地球心電図,地球バッテリーと ALB での 摩擦による時空間変動

ここで記載された全体の論理的枠組みと解説の実現 について、ハワイー天皇海山列の 108 の島あるい は海山の注意深い解析から,重要な直感が湧いた(こ の研究は、Dong Wen-Jie と Gao Xiao-Qing の協力 で行われた;それは Gregori, 2002 で広く議論さ れている).

放射年代測定はいくつかの島あるいは海山で役にた つ. それぞれの場所で測定された最古の玄武岩標本 についてのみ考える.また,それぞれの島あるいは 海山の体積について考える.この情報によって,二 つの物理量を評価することが出来る:すなわち(i) ハワイホットスポット(すなわち,それを生じたウ ニの棘の強烈な束の上にある)の上を滑り落ちるリ ソスフェアによって示される"コンベアーベルト" の速度と,(ii)単位時間に噴出する物質の全体積 である.

"コンベアーベルト"によって変位させられるまで, それぞれの火山体は内因的圧力を少しずつ解放し, こうして新しい火山が生成される,など.

それ故, "コンベアーベルト"と単位時間当たりの 熱放出速度を測定する.結果(図6)は,それぞれ の"鼓動"は数 Ma 続く,いわゆる"地球心電図" である.それに続く"鼓動"は,27.4±0.05Maの 一定のペースで繰り返す.それぞれの鼓動の折りに, 巨大火成活動域(LIP)が地球上のどこかに生成さ れる.

アイスランドがそれと関連した LIP であるように (アイスランドは 2Ma には存在しなかった),人類 史(最近の数万年を言う)は,アイスランド鼓動と



図6 各年代におけるハワイ - 天皇海山列のマグマを噴出した 島々と海山の体積から幾何学的内挿によって描かれた地球心電 図,あるいは70Ma以降のハワイホットスポットのマグマ供給 速度. 年代解像度は 100,000 年である. データベースは 10,000 年の解像度と同じ程度の精度をもっていないが、これは若干改良 されうる. 最も大きな不確実さは, 各海山の体積計算の誤差だろ う. 一鼓動は, 27.4 ± 0.05 Ma ごとに起こった. おそらく, 最 近 250Ma (おそらく, さらにより早く)の間, 安定した形態を持っ ているようである. それぞれの鼓動は, 一つあるいは数カ所の大 きな火成活動地域(LIP's)に相当する.最新の鼓動に相当する LIP は, アイスランドのようである. それ故, "アイスランド鼓動" と呼ぶ. 観察事実―長い間よく知られている―は、地質学的には 比較的最近,ハワイホットスポットへの定置速度は数 Ma 以降非 常に大きくなっている. ホットスポットの産出量が増えつつある 時、島列それぞれの要素の地盤圧力による制御と予想されるそれ ぞれの体積より、島列要素の数g(t)の増加が気になる(すなわ ち,それぞれの火山体は,圧力鍋の安全弁のタップのように振る 舞う). 2つのグラフは、それぞれ上から下へ、マグマのある場 所の体積とホットスポットの供給と関連したリソスフェアの速度 を示している. Gregori & Dong (1996) と Gregori (1997) によ る図. Gregori (2002)も参照. キャプションは GPG8 にもとづく.

呼ばれる鼓動によって発展した.

歴史時代のヴェスビアスとエトナ火山の一連の噴火 (歴史的に世界の火山について最良の記録を残して いる)は、それらの初期の熱供給が最近6世紀の 間に500~600%に増加したこと(図7)を示し ている.すなわち、現在われわれはアイスランド鼓 動の成長段階を経験している.この事実は、気候変 動と明らかに因果関係がある.本論の目的ではない ので、気候についてはここでは述べないが、それら は GPG8 の第5・6巻の主題である.

またすべての他の歴史的な時系列に沿って記録され た世界の火山は,それらが普通初生的に"中央噴火" によってすべて供給されているように見え,それぞ れの最初の供給は世界中で同時に起きているように 見える.

巧妙な解析が,地磁気反転(FR)とハワイのホットスポットでその場に配置される速度との相関関係によってもたれされた.それ故それぞれのFRが,常に内部エネルギーの急激な放出に貢献しているこ



図7 第1と第2のグラフ(上から下へ)は, Minze Stuiver et al. (例えば Gregori, 2002 に引用されたいくつかの論文参照) に よるものである.比較的高い太陽活動が,地球に降り注ぐ宇宙線 フラックス(フォーブッシュ減少^{*}),それ故より小さな¹⁴C 生産 速度を暗示していることを考慮してある.¹⁴C含有量の2つの必 要とされる回帰線―それぞれ黒点あるいは地磁気活動の指標のど ちらかに対する―は、それぞれ地磁気場と黒点の歴史的観測を用 いて目盛りを打ってある. その結果, (ある年代の) 年輪に含ま れる¹⁴Cの含有量は,過去の磁気あるいは太陽活動のいずれかを 推定するのに使われた. 点線は、比較のために、直接観測した黒 点のグラフを示している.しかしながら,明らかに太陽黒点を暗 示するよく知られた任意性により、年輪は比較的良い記録を残す ものであることを指摘しておく. 第3のグラフは,"熱量測定基準" を単位としてエトナとヴェスビアス火山に供給された一次エネル ギーの時間変化を示している.ちなみに、周期性を示す火山は圧 力鍋に非常によく似た振る舞いをすると推定され、それぞれの周 期の継続時間は、それぞれの一定の周期の間に供給される平均一 次エネルギーと反比例しているようである.火山にもたらされる この時間変動はすべての世界中の歴史的火山噴火と同期している ようである.相互関係は、上の2つのグラフ―年輪から導かれた もの―と一番下のグラフ―エトナとヴェスビアス火山の歴史的噴 火系列からのものの間で確かに印象的であるように見える. 図は Gregori et al. (1992) と Gregori (1997, 2002) から. キャプショ ンは GPG8 から転載した.*地球で観測される銀河宇宙線が惑星 間空間擾乱との相互作用により減少する現象

とが分かった.

それが TD ダイナモの継続する大きな効果を反映し ているように,これは予期されていた.FR は変調 した太陽である.太陽系が地球軌道の内側の太陽圏 界面内に押し込んでいる星間物質の雲に出会う時に 生じる確率は 50% である.

しかしながら, この FR 効果は, 内部エネルギーが 解放される"チャネル"(ウニのとげより成る)の "穴"の進化段階により, 多少の時間的な遅れが生 じている. この時間の遅れΔ t は, 0= Δ t=27.4Ma の範囲である.

言い換えると、地球はバッテリーのように振る舞っている.このエネルギー容量がその最大値に達すると、またウニの棘パターンが成長してくる.今のところ、解放されたエネルギーの量は、TDダイナモによって補充されるエネルギーに比べると、より大

きい.

しかし,熱を解放しすぎるとマントルが冷却し, *a* 値の減少を引き起こす. これは,それらの j's があ る深部でジュールによって減衰するように,いくつ かのウニの棘はほとんど残ることが出来ないことを 意味している. すなわち,これらの棘は深部のどこ かで"切断"され,それらに沿ってほとんどエネル ギーをもたらすことはできない.

それ故,エネルギー放出は最終的に止まってしまう. しかし, 蓄えられたエネルギーなどが新たに最大値 に到達するまで, TD ダイナモは再充電などで新た に始動するであろう.それ故,これは地球の内部構 造や組成の結果である普通の鼓動形態を説明してい る.

ハワイ等の島列の解析からもたらされた重要な発見 は、ALB上のリソスフェア摩擦の見積もりと関係 している.平均的な見積もりが最近 70 Ma の間で 求められ、ALB の弾性的結合が 4% まで関与し、粘 性的結合は 96% までであることが発見された.し かし、これらの値はとんでもなく大きな量にさらに 変化する.実に、地球が鼓動を通り抜けると、かな り温かいマントルやアセノスフェアは、ほとんど全 体にわたって粘性的結合となる.その一方、マント ルやリソスフェアがかなり冷たい場合、弾性的結合 が主役を演じる.それは非常に大きなパーセントで ある(おそらく 80% 以上であるが、誤差範囲が大 きく、その値は信頼できない).

それ故, superswell 斜面上のリソスフェアの滑り速 度は,その心電図にしたがって地球進化を通じて大 きく変化する.

この過程の時期は次のように説明される.滑り落ち るリソスフェアの運動エネルギーの増加は,摩擦 熱の増加を決定する.それが最近 50,000 ~ 100, 000 年に,マグマ定置を加速されている.

6.CMB の時間変化と太陽変調

図7は世界のすべての火山への初生的熱供給の驚く べき変調を示している.それは長期的な太陽変動と 密接に関係して起きている.

それ故, 懸案事項は地震学的に決められた RCMB 平均位置の内部境界(きわめてわずかに離れてい る)の地磁気測定である R⁽¹⁾の太陽変調に関してで ある.

図8は,時間tに対するR⁽¹⁾の全計算値グラフを示している.しかしながら,Bポテンシャルについていくつかの過去のSHEモデルの誤差範囲を見積も



図8 この図は、CMB の半径 RCMB に関する太陽制御を示している.(a)上のグラフはR⁽¹⁾の地磁気的に決定した値にみられる最近6 世紀間の見かけの時間変動を示す.それは実際には、RCMBの物理量の下方境界である、すなわちR⁽¹⁾はおそらく5%以下といわれる 下限を暗示している(本文参照).プロットは総延長一縦軸一を物理的な許容範囲内に限ることで制約されている(すなわち、半径は正 で、地球半径以上ではない).縦軸は CMBの半径を持つ球の体積を示し、それぞれの点は小三角形で示されている.比較のために、四 角形で示されたデータは、第9図のR⁽⁰⁾値である.地磁気の球調和膨張(SHE)の誤差は大きくばらついている.この大きなばらつき は、CMB データのみに影響を及ぼしているはずである.物理的原因によって、より信憑性がありそうな点は、点線でむすばれている. 太陽活動が比較的活発な時期に相当する"プラトー"上にほぼ定常的に留まっている時代を除いて、地球内部の流体相の体積の減少傾向 は、基本的に単調である.(b)と(c)一第7図には、記掲の同じ図がある.これらの結果は、かつて Rabrizio T. Gizzi との共同研究によっ て得られた.この図は Gregori (1997, 2002) に掲載した前回の図から引用であり、GPG8 からここに再録した.

ることが出来ないことを考えると、図8に点線で結 ばれた事例史、すなわち R⁽¹⁾ の最小見積もりの事例 史のみを考えるのが妥当であることが分かる.(確 かに、少なくとも地球半径より大きい R⁽¹⁾ の見積も りは、無意味なものとして除外せざるを得ない)

さらに、誤差範囲のある種の見積もりを推測するこ とは、多少であっても事実上不可能である.非常に 異質で一般的には規定されてない一組の観測データ によって得られた別の SHE モデルが、時を異にし て、別な計器によって計測された.SHE の計算結 果はしばしば、未知で十分に信頼できないアルゴリ ズムあるいは筆算によって行われてきた.例えば、 画期的な 1922.0 に関する SHE モデルは、確かに 全体的にあらゆる点で信頼できない.それ故、現実 的な方式で、時には全体的には無視されるほかはな かったことを暗示する情報として、図8のそれぞれ の論点を考えなければならない.

このように、太陽がより活動的な時、その減少は急

激ではないが,R⁽¹⁾が時間tに対して減少すること が図8から発見された.より活動的な太陽は,TD ダイナモの生産を高めるマントル内部のより強い誘 導電流をもたらすより強い太陽風を暗示しているの で,実際にこれは予期されてきた.

この結果は, TD ダイナモが,太陽風によって実際 に制御されていることを示している.まとめると, 気候についての太陽変調は二つの原因で生じる:(i) 通常,一連の因果関係を報告されている"外因", すなわち,太陽風一磁気圏一電離圏一下部大気圏一 気候と,(ii)"内因",すなわち太陽風一 TD ダイナ モの制御一内部熱の生産と放出についての制御一流 体放出の制御一そして最終的には気候の制御.

" 内因 " は,古気候変動や絶滅の(i) や現在の長期 的気候変動の(ii) を制御している最も重要な推進 力(ドライバー)で確かにありそうである(詳細は GPG8 の第 5・6 巻にある).

7. ICB の時間変化. 物理的説明の必要性

図9は,計算されたR⁽⁰⁾(t)の時間的変化を示す. 図8に示されるT⁽¹⁾(t)の事例史に比べると,誤差 範囲はたいへん小さい.その理由は,Nevanlinna 線がとても精度よく決定されうるからであり,かつ てのSHE モデルにおいても,それが degree n=1,2 という SHE 法でえられるからである.

この結果は,1990年代末にえられた.その時以来, 私たちはいかなる説明も行えていない.しかし,疑 いようのない明白な観察結果は地磁気を示す唯一の 固有の方法である.それゆえに,私たちはなんらか の物理的理由づけをする必要がある.これは,以下 の2,3の節の目的であり,それらは最近の2,3ヶ 月にわたって開発した考え方にもとづいている.

記述しておくべきことに,1990年代~2000年代 前半に IC の超回転の研究が流行した.その証拠は, ほぼ同じ震央で発生した 20 数年間の異なる時期に 発生したいくつかの強い地震の記録比較にもとづい



図9(a) 過去約6世紀間の R⁽⁰⁾(t)の時間的変化,および,5 次多項式による級数挿入.SHE のすべてが利用されている.現実 的には,R⁽⁰⁾は R_{ICB}の下限であり,それは,おそらく最大 5%ま で過小評価されている(本文参照).(b)特定次数 vs.次数の多 項式における数値(a) にプロットされた観察点の適合に関する 二乗関係係数 ρ^2 .(c)図(a) にプロットされた級数挿入 5次 多項式から導かれる [dR⁽⁰⁾(t)/dt]-年の図.これらは Rabrizio T. Gissi との共同研究でえられた公式の成果である.Gregori (1977) による.GPG8 後に適合.

ている.ある顕著な変化が観測され,それは,図9 に示されるように IC 半径の同時的変化を確証する.

対照的に, その文献で報告された"標準的"解釈は, 球対称からの IC の想定偏差,および想定超回転と いう方法によるものであった.しかし,解析が,全 地球的データベースについて超回転固有の影響を解 析する系統的方法で行われると,超回転の証拠はそ れ以降みいだされなくなった.実際,その後に刊行 された2,3の論文は,超回転を重視するよりも, IC 半径の時間的変化のほうを重視すべきことを強 調した.

8.物質の状態,すなわち,固体,液体, あるいは気体,金属状態, "magpol", " 最大 'emp' 密度含有原理 ",および IC の本質

1つの重要な前提は,物質のさまざまな状態をとり あつかうことである.まずは"固体"状態からはじ めよう.原子と分子は,ある複雑な電子殻によって 特徴づけられていて,電子殻はそれぞれの量子状態 を保持している.ある原子や分子が,他の原子ある いは分子から1つ,あるいは,2,3の電子を捕獲 すると,その結果としてイオンが生成する.いずれ の場合も,原子,分子,あるいはイオンの e.m.相 互作用が物質の結晶構造をかたちづくる結合方法を 決定するという最終結果をもたらす."固体"物質 は,"結晶構造"と同義である.

"固体"試料が温められると,結晶結合は最終的に 破壊され,熱運動に圧倒される.重力場が本来の役 割をはたしていれば,"液体"状態がうまれる.

重力も熱的撹乱に圧倒されると、多かれ少なかれイ オン化した"気体"状態になる.

地球内部では,深層ほどより大きな静岩圧一上載層 の荷重によって発生する圧力一を被る.下方ほど減 少する物質の重力ポテンシャルエネルギーは,深度 にともなって増大する温度に由来する.

しだいに増大する温度は、あらゆるイオンの内側電 子殻がしだいに枯渇することを意味している. その ために、局所的電気伝導度 σ が大きくなる.

こうして深層ほどより"裸"のイオンで構成され, それらの電子殻はしだいに枯渇する.以前に結合し ていた原子核からすべての電子がはぎとられると, 何がおきるのかが問題になる.

それは,太陽系の大型外惑星,すなわち木星,土星, 天王星,海王星の内部でおきていると惑星研究者た ちが想定している状況である.そこでは,おもに水 素が合成されていると信じられている.イオン化さ れた水素原子は,電子殻のすべてがはがされた原子 核に相当する.彼らは,この状態を,大きな導電電 荷が生じることから,"金属状態"と呼ぶ.

地球内部では,"固体"のマントルにつづいて,外 核(OC)がしだいに温かくなり,しだいに"液体" ではなく,より"金属"に近づいていく.

しかし,地球のような惑星が十分な質量をもってい て,それゆえに,内部の圧力・温度が十分に大きい 場合には,その内部のイオンは,最終的にもっとも 内側の電子殻まですべてはぎとられる.そうすると, 何がおきるかが問題になる.

静電気反発が作用するが,地球外層の巨大封圧に よって補償されている状態を想定しよう.

完全に裸になった原子核は、それらの磁気モーメントによって相互に引き合っていて、静電気反発を補 償するために、この引力が封圧に加算されることになる.それゆえ、裸の電子核は、"固体"試料の結 晶結合に比べてはるかに強くなり、強力な磁気結合 によってむすびつけられた物体を形成する.物質の このような状態は、人類が達成したいかなる環境一 直接的あるいは実験室での再現一でも未知である.

GPB8 はこの状態の物質を "magpol" とよぶ (" magnetic polarization" に由来)

"magpol" 物質の電気伝導度は,内部を運動しうる 自由電子を欠くために,0である.しかし,それは 大きな力学的効果をもっている.そのレオロジーは" 固体"に比べられる.その構造は繊維状で,いずれ の繊維も,互いに狭く強固に配列するすべての核磁 気モメントの方向に沿っている.そのため,繊維の 方向に変位が発生すると,加えられた力学変形はい ずれの場合も不規則に発生する.しかし,繊維配列 に横断方向に外部応力が加えられた場合には,つね に強く抵抗する.

実際上, これは地球の IC であり, それは S 波を 伝達する. この理由のために, "固体"であると naïvelyには主張される. このような高温高圧では," 固体"あるいは"結晶"の結合がおこりえないこと はあきらかである.

いいかえると,地表にいる観測者にとって IC は永 久磁性物質と同じ挙動を示すようにみえる.これ は,実際に幾人かの碩学によって想定されている (Karsten Storetvedt の 2009 年私信の主張「私自身, 地球が IC に定常的な固体状態の磁石が存在するか 否か,迷っている」).しかし,この推論を支持する 物理学的主張はみあたらない. 物質の高温高圧下での状態を研究するための周知の ダイアモンドアンビル実験の意義については,明確 な反対意見がある.前述した推論にしたがえば,そ れらはかなり"金属的"状態を示すはずである.す なわち,それらは OC の比較的深部でおこる代表的 現象であると考えるのが当然である.しかし,IC 内部の物質の状態を実際に示しえない.したがって, 現在の実験は,IC 内部の物質状態には到達してい ない.

天体が地球サイズの惑星よりもかなり大きい場合に は、核分融合現象が "magpol"IC の内部で発生する. これは、恒星内部で典型的に発生する.それは、大 きな惑星(たとえば、木星)内部でも発生している ようであり、より小さい惑星内部にも可能性がある.

たとえば,それは誕生後20~30億年間であれば 地球内部でおきていた可能性があり,その期間には 核融合炉が(おそらくは)稼動していて,玄武岩の 3He/4He 比にかかわる今日のミステリーも説明す ることできる(Herndon, 2010).

これは、地球よりもわずかに大きい金星内部で(お そらくは)実際におきている.対照的に、火星内部 のTDダイナモは使い尽くされ、すべてがOlmpus 火山の形成期に惑星外に放出されただろう.すなわ ち、Olmpus山は地球のLIPに相当するものである. その後、火星の内部構造は全体として冷却・固化し、 その構成部分は相互にいれかわることはできなく なった.加えて、火星の潮汐作用は太陽潮汐にかぎ られていて、その小さい衛星(Phobos と Deimos) が大きな影響をおよぼすことはない.

いずれの場合でも物質のなんらかの状態を説明する あらゆる種類の現象を記述しておこう.これらの現 象は物理学によってすでに説明されているか,い くつかは研究中のものである.これらの現象はすべ て,常に満足される物理的原理―エネルギー+質量 =最大密度という原理―におそらくは適合するであ ろう.

それをより詳細に説明するために、すべての存在 が"真空"(すなわち,何も存在しない)と"emp"(" エネルギー energy そして / あるいは質量 mass の 根本 primordial"の頭文字語)でできていると考え てみよう.特定の時空容積の"emp"密度は、その 容積中のあらゆる種類の"emp"を含む.

しかし,運動エネルギー(ある観点から熱エネルギー も含む)は通常,基準枠の選択と関わっているので, 基準枠についての前提が必要である.そこで,現在 の物理公式にしたがうと,基準枠の任意の変化は" emp"密度を変化させる. 幾人かの専門家にひろがっている(そして,十分に 動機づけられている)感覚^{*}にしたがうと,実質的 な "絶対的基準枠"が存在する.これは,"エーテ ル ether"が存在し,有名な Mechelson-Morely の実 験が偽りであったことを意味する.ここでは,この 命題には触れない (Gregori, 2005, 2010 およびそ れらの文献欄を参照されたい).

* 2006 年9月に私は、ロンドンの王立大学で開催された P.I.R.T.(相対理論の物理学的解釈 Physical Interpretation of Relativity Theory) で私の著書(Gregori, 2005)を紹介す るように招聘された.私は、"異教徒"と思われているよう に思っていた.しかし、"絶対的"基準枠に関する私の関心が、 実際には幾人かの権威ある専門家に実際に共有されている ことに私は驚いた.

ともかくも、"絶対的"基準枠が存在すると想定し よう.そうすると、empの"絶対的"物理学的存在 を規定することができる.前に述べた(推定した) ように一般的物理原理が提案され、それは"最大' emp'-密度存在原理"と呼ぶことができる.

他方,この原理は,ある特定の試料が,ある状態に あるときには,ある一定の物理学的閾値を超えて圧 縮されることはないという事実を説明できる.すな わち,この原理はあらゆる種類の状態をあつかう際 に,物質の圧縮性閾値の存在を説明する.したがっ て,この原理は拘束基準をもたらすものであり,ま た,実験室の限界を超えた極限状態におかれた物質 の挙動を説明することができる.

いつでも、どこでも、この原理は適用可能で、この 原理が有効であるはずの特定の時空領域から過剰" emp"が解放されると何らかの現象(原子核にかか わるかどうかは別に)が発生する.

これはあらゆる場合に、すなわち、"固体"物質の 熱膨張にかかわる単純な経験則から、非実在"ブ ラックホール"にまで適用される.実際には、この" 原理"にしたがえば、"ブラックホール"は相対性 公式群の単純な数学的敷衍にすぎなくなる.しかし、 この敷衍は、ほんらい物理学的には、"最大'emp'-密度存在原理"には適合しない.したがって、ブラッ クホールは決して存在せず、ちょうど、完全圧縮物 質が存在しえないことに似ている.むしろ、最大の 物理学的閾値をけっして超えないものの、最終的に ある著しく大きな "emp" 密度をもつ領域が想定さ れるべきである.

要約すると,惑星や恒星の最深層ででは,"最大' emp'-密度存在原理"が物質の状態を規定し,それ が最終的なエネルギー放出をひきおこしている.

9. "磁気エネルギー変化"の原理

もう1つの原理について述べる必要がある.それは, よく知られている大学物理学の方法でひどく厳格に 示すことができる(ここでは証明しない.Gregori, 1999, 2002, GPG8 のいずれかを参照).それは, TD ダイナモのエネルギー収支の計算に適用する. 図 10 とその詳細な説明を参照せよ.

その適用については、1つの静磁気源と1つの可動 性コイルをあつかうことを強調しておく必要がある (図 10c).静磁気源が標準的磁化物体であれば、そ れは不滅の電気伝導性 σをもち、図 10aの事例史 がふたたび現れる.というのは、誘導されたj電流 は磁化物体内部を流れるはずであるからだ.たとえ ば、この理由から、特定の機器の変圧装置は、変圧 装置に必要な駆動電源に依存する適切な規模をもっ ていなくてはならない.そうでなければ、磁化物体 は迷子電流によって溶融してしまうだろう.

しかし,静磁気源が IC のような "magpol" 物質でで きているとすると,そのσは厳密に 0 である.そ れゆえ,まさに完全な理想静磁気源の仮定によって, 誘導電流が生成することはなく,磁気エネルギーの 伝達も起きない.

つまり,これは,粒子物理学の基本的で,一般的に 同意され,容認された現在の公理的定式が意味する 厳密な論理的要請を満たす.

きわめて適切で関連する歴史的情報の問題として, 単なる静磁気的仮定はエネルギー収支においては, よく知られているように深刻な矛盾を意味する.歴 史的に,これは Coulomb 理論にしたがって,静磁 気学と静電気学の単なる類推と,電荷などの想定と によって導かれた古典磁気学の古い定式である.そ の後,電磁気理論は,Ampère 則,すなわち,jによっ て発生した B などを適用することによって,この 矛盾を解決した.

ここで, TD ダイナモのエネルギー収支の計算問題-すでに3節で論述-を再び検討しよう.

B の起源が、地球内部の 3 つの j システムによっ て説明されるとすると、図 10a および b の本質が 厳密に適用される.桁数は U⁽⁰⁾ ~ 10²⁰ J,U⁽¹⁾~ 10¹⁸ J であり、作用・反作用の原理によるので、そ れは U⁽⁰⁾ = U⁽¹⁾ であるはずで、TD ダイナモで生成 した j の少なくても 99% が Jourle 熱によって壊変 されるはずである.これは、古典的な Maxwell 則 からの厳密な推論である.

しかし,もし IC がより現実的な "magpol" 物質であるとすると、その物理学的挙動は原子核磁気モメントの性質に依存する.ある "magpol" 物質は、その同じ定義によって、 σ は0である.それゆえ、e.m.誘



図 10 (a) 2つの j 回路 L₁ と L₂ を考えよう. それぞれの内部に は,特定のj₁とj₂が流れている.それらに Joule 損失はない. L₁ に衝撃力をあたえ、そして、発生損失を0とすると、衝撃はあ るエネルギーΔEを発生させ、L1の運動は自己エネルギー増加、 すなわち, ΔU_s⁽¹⁾ = ΔE > 0となる(符号はL₁とL₂の形と方 向に依存するが、符号が逆のときにも同じ議論が適用されうる). Maxwell 則から, e.m. 誘導によって L1 と L2 の総合磁気エネルギー Δ U_i^(1,2) は Δ E の大きさに応じて減少する. (b) L₁ が Joule 損失 をともなう場合を考えよう.それは Δ U_s⁽¹⁾ = - Δ J < 0 と記述さ れ, ∆ J は Joule 損失量である. それは, e.m. 誘導によって, U_i^(1,2) を減少させ、U。⁽²⁾を増加させるために、ΔJが輸送されること を示す. すなわち、 $\Delta U_s^{(1,2)} = -\Delta J < 0$ ならびに $\Delta U_s^{(2)} = \Delta J$ >0となる.(c)この場合のL2は、静磁気源によって、あるいは、 その定義によってoが0となる "magpol" 物体によって代理され る. そのため, その内部には e.m. 誘導は起きず, エネルギー輸 送も起こらない. Joule 損失がない場合は,運動エネルギーΔE とΔU⁽¹⁾との収支だけを意味する. Joule 損失がある場合は, △ U,⁽¹⁾の減少を意味する.作用・反作用の原理およびエネルギー 収支は, "magpol" 物体の同じ存在さえ無視すると, 満足される. " magpol"物体は、それに内在するエネルギーにフィードバックが 起きない場合には、受動的な一正負にかかわりなく一理想源のよ うにふるまう. これは単純で概念的な理想静磁気源を仮定した場 合のよく知られた逆説的結果である. にもかかわらず, それは明 らかに非現実的で、非物理学的である.本文参照. GPG8 にもと づく.

導によって, e.m. エネルギーの伝達はおこりえない. この逆説的事例は,図 10c に示される.

したがって、問題は、OC 温度の増加が "magpol"IC の付加あるいは枯渇に影響するプロセスをどのよう に計算するかにかかっている.現実には、この計算 は "magpol"IC の十分にイオン化した原子核一最深 電子殻がほとんどはがされた状態にある OC のイオ ン一の相互作用に関する公式的学説に相当する.

これらの現象は、Maxwell 則では究明できない. む しろ,それらは Feynman グラフなどと比較するこ とが必要である.しかし,相互作用は単なる e.m. で はない.すなわち,分散は,光子のみではない粒子 の交換を意味している.むしろ,相互作用をしてい る粒子の原子核は最終的にも不変であるにもかかわ らず,原子核相互作用が示唆される.

すなわち, TD ダイナモのエネルギー収支の徹底的 な計算が,現代原子核物理学の最前線に重要である にちがいない.そのため、今日では、この計算は地 球物理学研究の枠外におかれている.

RICBの"フランス革命"最小,地磁気学的前進, および,その物理学的説明: 促進されたエネルギー放出か,太陽変調か?

したがって、図9が次のように解析される.

関心の焦点は、地球蓄電池のエネルギー収支である. それは、TDダイナモによって再充電され、太陽風と太陽活動の長周期変動によって運搬される e.m. 場を通じてTDダイナモ効率が調整される. すなわち、この効率は、入手可能なウニの棘によって決定される. ウニの棘は進化・発展し、約28Maという規模の時間的遅れを生じ、地球の心電計パターンをかたちづくる.

TD ダイナモによって再充電されるエネルギーより も、より少ないエネルギーをウニの棘が運搬するた めに OC が加熱されているとき、すなわち蓄電池が 再充電されている地球ステージが想定される.

OC がより高温であれば, IC をより効率的に"侵 食"する.実際, OC のイオンお運動エネルギーが" magpol"IC を構成する十分にイオン化された原子 核の磁気モメント間の結合よりも大きい場合には, OC イオンは, それらの "magpol" 状態から十分に イオン化した原子核を分散させ,はぎとることがで きる.これは,簡単なエネルギー収支からもたらさ れていて,9節で述べた Feynman グラフの議論と は無関係である.

すなわち,高温の OC は IC の大きさを減少させ, OC の容積を増加させる.

しかし, OC 容積の増加は, 自由に運動する良導物 質が大量にえられるため, TD ダイナモの効率を向 上させる.

したがって、この現象は自己増殖という最終結果に なる.

他方,より高温の OC とより効率的な TD ダイナモ 運動は,棘の貫通を加速する.したがって,適切な 時間が経過した後には,この通路は内因エネルギー の外部への放出をほとんど突然に行う.さまざまに 記述されていることだが,蓄電池のかつての"正" のエネルギー収支(放出されるよりもより大きなエ ネルギー生産)は,"負"のエネルギー収支(すな わち,エネルギー生産よりもより大きな放出)に転 換する.

図9は、それゆえ、AD1790~1791年には地球蓄

電池に最大のエネルギーが蓄積されたことを示し, そのときには地磁気が強まった.ここでは、この現 象を記憶しやすくするために"フランス革命強化" と呼ぶ(慣習的には、フランス革命は1789年であ る).

しかしながら, TD ダイナモ効率に関する太陽変調 も考慮されるべきである.

Dong Choi (2013 年の私的会話; このコメント に感謝する)は、「私たちは、1793 ~ 1830 年の Dalton 極小期に似た太陽低活動期にさしかかって いることは、今日では明白である」と主張している.

それゆえ,関心は,Dalton 極小期に先だってとて も長期的な太陽風 e.m. 場期間が実在したか否かに ある.この場合,太陽変調はTDダイナモの効率性 の大幅な減少に由来することになり,地球蓄電池の エネルギー収支の逆転が生じる.

いっぽう,逆の可能性として,地球蓄電池のエネル ギー収支にみられるこの逆転が,ウニの棘などを通 じて内因的エネルギーを放出する"通路"の開口に 由来することも考えられる.

最終的解析によると、両方の効果が同じ最終結果を もたらしうる.それゆえに、現在のところ、これら の2つの可能性を識別することは困難であろう.問 題は、単なる学術的関心では収まらない.実際、気 候の長期的傾向はこれらの現象によって強く制御さ れている.

正誤いずれの場合でも、これは図9の客観的な観測 事実にもとづいて最終的に提案されたもので、今 日入手できる唯一の物理学的解釈である.それは、 1701 ~ 1702 年に Edmond Halley によって最初に 発見されたのと同じ地磁気 SV を示す単純な特別の 方法としてもたらされた.

これとは別の,そして / あるいは,競争的な提案 が温かく歓迎される.しかし,ある著者によって 別の提案がいつまでも提案されなければ,図9は " magpol"状態にある IC の仮説の信頼された観察" 証拠"と考えることができる.

11. 惑星の地震発作―結論

惑星ジオダナミクスの現状は,次のように描き出 されるだろう.このモデルは数10年間にわたる思 考から導かれたもので,地球力学的観測証拠にした がってその全般的正当性が,GPG8第2巻の全体に わたってきわめて詳細に議論され,GPG8第3巻に もいくつかの議論が幅広く交差引用されている. ここでは、簡潔に説明する. その道程は簡単でもまっ すぐでもなかったが、それによって"一連の"因果 関係が、Kerguelen superswell、Red Sea、Arabia、 Anatoria, Aegean Sea、Caucasus および Carpathians の関連性にしたがって浮かび上がってきた. いくつ かの観察データが、そのような結論へ到達するのに 貢献した.

共通理解やみかけ上たいへん合理的な物理学的議論 にしたがうと、これは1つの可能な信頼できる説明 であるとみられる.しかし、誰も"絶対的"真理を もっているわけではない.科学は提案と議論によっ て構成され、"すべての"可能な説明が考察され、 相互に比較されるべきである.

ここで提示されたモデルは, 厖大な地球力学・地質 学の文献によって報告された, いくつかの直接的お よび間接的証拠にひじょうに厳密に適合するもっ とも簡潔な説明であると考えられる. 読者は, 自 ら関心のあるあらゆる事例史について, このモデル が関心事の観察結果にいかに現実的に適合するかを チェックされるとよい.

以下に掲載された記述が関心以外である場合, 厖大 な文献・話題・考察を2,3ページにまとめること ができなかったことを,私は読者にお詫びする.

アフリカは、マントルにもっとも強固に根をおろし ている大陸のようにみえる.実際,その(熱的)リ ソスフェアは深さ 400km 以上に達している.とこ ろが,他の大陸では 200 ~ 250km の範囲にあり, Easter Island 域では 30km 以下である.

もっとも強力な潮汐は太平洋の海水によってひきお こされる. それはユーラシアを押し, アフリカを基 準にするとユーラシアを西方へ移動させる. 大規 模な"巨大剪断"が,極東から, Gibraltar のすこし 南方の Morocco を通ることが知られている. 実際, 地磁気異常の巨大線状配列でさえも(ここでは示さ ないが)検出され,それは中国北部〜日本にも延長 している.

地中海は、この巨大剪断沿いに位置している.たいへん効率的な接合線が、アフリカリソスフェア(Sicily)とイタリア半島との間の著しく安定な Messia 直線に沿って延びている.その結果、顕著な摩擦が大量の摩擦熱を発生させ、その熱は Etna 火山という安全弁によって解放される(この仮説は、 同位体化学研究結果と調和的である).

イタリア半島は反時計まわりに回転していて,それ が地震の原因になっている(イタリア域の地震につ いては厖大な文献があり,バルカン半島やエーゲ海 域と一緒にあつかわれている.ここでは,特定の文 献リストを掲載しない).

イタリアのこの回転は、ビスケー湾を開口させ、次 に、イタリア半島がヨーロッパ本土に衝突した際 に Balearic 諸 島, Sardinia, 最後に Corshica を分 離したというよく知られた前史の最終段階である. Tyrrhenia 海などに沈水した火山が、このプロセス の痕跡である.

ユーラシアの西向き漂移(Pekeris 力に由来する北 向きの運動と合成されている.Pekeris 力について は次の段落参照)は、その痕跡として島弧の形成を ひきこす.その結果、リソスフェアへの力学的効果 は局所的な摩擦熱をもたらし、島弧火山活動を発生 させる.他の種類の火山に比べて、この種の火山活 動の典型的特徴はきわめて特異である.島弧火山活 動が、地磁気現象に関係しないことは確実である.

"Pekeris 力"は地球の観察された形状―過剰扁平 化―を考察することから生まれた概念である. もし 地球が流体であれば,地球の形状を補正しようとし て,極へ向かう "Pekeris 力"が観測されるはずであ る. それは,緯度 45°N と 45°S で,それぞれ最大 値を示す. Jeffreys (1976)を参照. また,熱収縮 については, Bott (1971), Collette (1974),お よび Turcotte (1974)を.

"Pekeris 力"は極向きである.そのため、より知られている Pohluchtkraft とは逆向きである.これは、本質的矛盾あるいは二分性を意味する.このメカニズムが浮揚原理にしたがうとすれば一プレートテクトニクスやアイソスタシーによって仮定されているように一、地球の浮揚性上層は Pohluchtkraft をうけることになる.そうではなく、固体表面を滑動する固体層という原理であれば(WMT にしたがうように)、地球浅層は "Pekeris 力"をうける.その結果、それらは極へ向かって移動する.いくつかの観点における観察証拠は、プレートテクトニクスを支持するのに求められることがらを否定する.

さらに,深部地球は,多少なりとも一般化された流体モデルと比べるとかなり異なっている.すなわち,内因的熱流の時空的勾配は,地形の複雑性に適合しているようで,ウニの棘の分布に示されるように,かなり不均質なパターンを形成する.

さらに、"Pekeris 力"が子午線にそって作用することに注意すると、潮汐性引張作用も平行に作用する. さらにコリオリ加速度は、幾人かの著者が示したように(しばしば相互に矛盾するが)、地球力学的螺旋構造を形成する.

北極の海氷は,現在,地熱を大量の放出していて, いくつかの異常気候(ここでは議論しない)をもた らす.これは、北極の superswell が現在も進行していることに関わっていることは明らかである.

もう1つのよく知られた superswell は,ほぼ Kerguelen 島に位置する.しかし,それはインド洋 の広範囲にひろがっていて,紅海にまでおよぶ.こ れはインドの北方への移動,チベット高原の隆起を ひきおこし,いっぽうでは,前述したユーラシアの 西方への滑動がこの広大な領域によく知られた左横 ずれ断層運動をもたらす.

Sunda 諸 島, New Guinea, Philippines, Borneo, Molucca 海, Banda 海などの領域は,西太平洋 とインド洋における島弧形成作用と, Kerguelen superswell 斜面での北方への滑動との間でたいへん 複雑な多くの運動方向が相互作用を行った結果であ る.

Anatolia 半島は,反時計回りに回転している. Aegea 海と North Anatolia 断層は,この地球力学 的複雑さの結果である. Kerguelen superswell によ る押しの影響は,Caucasus 山脈の隆起や Carpathia 山脈の独特の構造パターンを形成した.

太平洋に比べて,インド洋の海水の潮汐荷重はそれ ほど大きくない.また,アフリカはマントルに強く 根をおろしている.さらには,太平洋による潮汐荷 重は,オーストラリア障壁のために,アフリカへは 影響しない.

大西洋の superswell(図4参照)は,南北アメリカ を西方へ強く押していて,さらに,大西洋による潮 汐荷重が西方への押しをもたらす.

両アメリカの太平洋岸に関するかぎり,ハワイ superswell の存在は遠方である.したがって, Easter 島 superswell ―おそらく,世界でもかなり 高温の地熱地帯である―による強い運動に比べる と,その逆向きの運動は比較的微弱である.ここで は詳細を省略する (GPG8 の第2巻に報告されてい る).

いずれにしても,アンデス山脈の地震活動は, Rocky 山脈に比べてはるかに強烈である.

California は Easter 島 superswell による北方への 押しの結果であり、その押しは Galàpagos 地域や その背後にまで強くおよんでいる.

大西洋最南端では、大西洋 superswell が南アメリ カ最南端の隆起を生じさせ、さらに、大西洋の全周 にわたる潮汐荷重をうける.その結果、Scotia 諸島 が形成された. このような全体的な惑星構造を考えると, Pyrenee 山脈から Sunda 諸島や Borneo などを通る巨大向斜 が想定される.

内因エネルギーの放出が増大すると, superswell の 隆起が加速されて惑星全体の地震活動が活発化す る.

これは、世界の別々の部分に発生する地震の間の遠隔連関を説明する.しかし、地震遠隔連関は蛇紋岩 化現象(Judd and Hovland, 2007)によって生じていると予想される.この命題はここでは考察しない.

それゆえ、地震活動の増大が、たとえば、Iran 南部から New Guinea, さらにはその東方まで、といった広い領域で同時的に観測されたとしても、驚くには値しない.これは、長い延長をもつ巨大向斜が地熱活動によって強く活性化された結果である.

この解釈があまりに推測的であるか否かとは別に, これは総合的で,"美しく"そして"簡明"なモデ ルである.それには,ある程度の推測をともなうこ とは避けられない.それは研究と考察の最初の枠組 みである.それは,観察によって確証されるか,否 定されるであろう.

アコースティックエミッション(acoustic emission: AE)による地殻応力の瞬間的時空変化の連続観測 は、現実的で信用できる推論と、物理学的に信用で きない推測とを識別する決定的な方法であろう.

謝辞 GPG8 には謝辞が数ページにわたって述べら れている.地球力学に関する項目について,ここ ではもっとも重要な謝辞にかぎって述べることに する.私は, Cliff Ollier, Karsten Storetvedt, Carlo Forese Wezel 教授, Dong Choi博士, J. Marvin Herndon, Martin Hovland ならびに Bruce Leybourn にお礼申し上げる.全リストはあまりにも長く,こ の長めの要旨にはふさわしくない.

文 献

- Bott, M.H.P., 1971. The interior of the Earth. 316 p., Edward Arnold Pub. Ltd, London.
- Chapman, S. and Bartels, J., 1940. Geomagnetism. 2 vol., 1049p., Oxford Univ. Press, (Clarendon), London and New York.
- Collette, B.J., 1974. Thermal contraction joints in a spreadign seafloor as origin of fracture zones, Nature, Lond., v.251, no. 5473, p. 299-300.
- Gregori, G.P., 1993. Geo-electromagnetism and geodynamics: "corona discharge" from volcanic and geothermal areas. Phys. Earth Planet. Interiors, v. 77, p. 39-63.

Gregori, G.P., 1997. Historical data and global change. Case

studies. In Schröder (1997a), p. 183-210. Gregori, G.P., 1999. Variational principles and geomagnetism. In Schröder (1999), p. 268-303.

- Gregori, G.P., 2000. Galaxy Sun Earth relations. The dynamo of the Earth, and the origin of the magnetic field of stars, planets, satellites, and other planetary objects. In Wilson (2000), p. 329-332.
- Gregori, G.P., 2002. Galaxy Sun Earth relations. The origin of the magnetic field and of the endogenous energy of the Earth, with implications for volcanism, geodynamics and climate control, and related items of concern for stars, planets, satellites, and other planetary objects. A discussion in a prologue and two parts. Beiträge zur Geschichte der Geophysik und Kosmischen Physik, v. 3, no. 3, 471 p.
- Gregori, G.P., 2005. Relativity, quanta, gravitation and cosmology. A discussion on the cognitive process in theoretical physics. Sonderband Beitr. Gesch. Geophy. Kosm. Physik, Science Edition. 219 p.
- Gregori, G.P., 2006. Galaxy-Sun-Earth relations: the origin of the magnetic field and of the endogenous energy of the Earth, with implications for volcanism, geodynamics and climate control and related items of concern for stars, planets, satellites, and other planetary objects. New Concepts Global Tectonics Newsletter, no. 38, p. 34-36.
- Gregori, G.P., 2009. The Earth's interior Myth and science, New Concepts Global Tect. Newsletter, no. 53, p. 57-75.
- Gregori, G.P., 2010. On the Pioneer anomaly and the Doppler effect. Galilean Electrodynamics, v. 21, no. 3, p. 43-52.
- Gregori, G.P., 2012. Earthquake and volcano "predictability" vs. crustal diagnosis.Spacetime scale sizes and error bars. Societal information and moral responsibility issues. New Concepts in Global Tectonics Newsletter, no. 65, p. 55-102.
- Gregori, G.P., and Dong, W., 1996. The correlation between the geomagnetic field reversals, the Hawaiian vulcanism and the motion of the Pacific plate. Annali di Geofisica, v. 39, no. 1, p. 49-65.
- Gregori, G.P., Banzon, V.P., Leonardi, R. and de Franceschi, G., 1992. Geomagnetic activity vs. volcanic cycles, and their forecasting. Application to Etna and Vesuvius. In Schröder and Legrand (1992), p. 188-222.
- Gregori, G.P., Dong, W.-J.,Gizzi, F.T. and Gao, X.-Q., 1999. The separation of the geomagnetic field originated in the core, in the asthenosphere, and in the crust. Annali di Geofisica, v. 42, no. 2, p. 191-209.
- Herndon, J.M., 2010. Inseparability of science history and discovery. Hist. Geo. Space. Sci., v.1, p. 25-41.
- Jeffreys, Sir Harold, 1976. The Earth, its origin, history and physical constitution. VI edition, 574p., Cambridge Univ. Press, Cambridge etc.
- Judd, A.G. and Hovland, M., 2007.Submarine fluid flow, the impact on geology, biology, and the marine environment. 475p., Cambridge University Press.
- Mortari, R., 2010. I ritmi segreti dell'universo. (III ed.) Aracne editrice s.r.l., Roma. The I ed. appeared in 1988, the II ed.

in 1999. 336p

- Pratt, D., 2013. Palaeomagnetism, plate motion and polar wander. New Concepts Global Tectonics Jour., v. 1, no. 1, p. 66-152.
- Schröder, W. (ed.), 1999. Physics and geophysics (A compilation with special historical case studies), 335 pp., History Commission of the German Geophysical Society, Mitteilungen des Arbeitskreises Geschichte der Geophysik der DGG, v. 18, Jahrgang (1999), Heft 1-3, Science Edition/ DGG, Bremen.
- Schröder, W. (ed.), 1997a. Physics and geophysics with special historical case studies (A Festschrift in honour of Karl-Heinrich Wiederkehr). Mitteilungen des Arbeitskreises Geschichte der Geophysik der DDG, v. 16, Jahrgang (1997),

no. 2/5, and Newsletter of IDCH-IAGA, no. 25, 409 p., Science Edition / IDCH-IAGA / AKGGKP (Arbeitskreis Geschichte der Geophysik und Kosmischen Physik der DDG), Science Edition, Bremen Roennebeck and Potsdam.

- Schröder, W. and Legrand, J-P. (eds.), 1992. Solar terrestrial variability and global change. 243 p., Interdivisional Commission on History of IAGA, Bremen-Roennebeck.
- Turcotte, Donald L., 1974. Are transform faults thermal contraction cracks? Jour. Geophys. Res., v. 79, no. 17, p. 2573-2577.
- Wilson, A. (ed.), 2000. The first solar and space weather conference. The solar cycle and terrestrial climate. ESA SP-463, 680 p., European Space Agency, ESTEC, Noordvijck, The Netherlands.

熱エネルギーの移送と変動 THERMAL ENERGY TRANSMIGRATION AND FLUCTUATION

角田史雄^{*}・Dong R. CHOI^{**}・川辺孝幸^{***}

* tsunochan@sky.email.ne.jp

** raax@ozemail.com.au; dchoi@ievpc.org

*** kawabe@kescriv.kj.yamagata-u.ac.jp

(角田 史雄・矢野 孝雄[訳])

要旨:マントル内における熱エネルギーの移動あるいは流れは、最近の多くの研究によってはっきりと証明されて、 地震予知などの分野でも実際に適用され始めてきた.地球の外核で生産された熱エネルギーは、2つの地質学的な 枠組みをつかって湧昇してくる;つまり、その一つである規模の小さいものは、南西太平洋と南アフリカの2つの スーパープリュームを通じての湧昇である; もう一つは規模の大きなもので、地球の核とマントル境界から上の 部分を構成している深部の造構場を通じて、環太平洋地域で発生する深発地震に沿う形で、地球の浅層へと湧き上 がってくる.浅層に達した後の熱エネルギーは、リソスフェア内で中生代から新生代にかけて形成された、深部の 断層系ならびに低速度層の組織網を通じて、熱伝導、熱対流、熱放射、熱流などの形で、横方向へ熱伝達(熱移送) される.熱伝達速度は、スーパープリュームからの距離、深さ、地域的な地質条件などによって変化するが、一般 的に、スーパープリューム近くの深部では速く、そこからの距離が遠い、浅い場所では遅い、全世界の地震活動と 太陽活動とは逆の相関関係をもっているが、太陽活動と全世界の火山(噴火)活動だけは、全世界の 地震活動と同じように、太陽活動と正の相関関係をもつ.このことは、太陽活動が弱く、ミニ氷河期的な時期には、 地球の外核から放射される熱エネルギー量が多くなることを示している.1996年から2003年までに期間は、地 震活動は不活発で、火山(噴火)活動も静かだったが、逆に、太陽活動はもっとも盛んであった。外核から放射さ れるエネルギー量が周期的に変わる現象は、太陽活動、惑星間引力、宇宙線などと連動している.

キーワード:熱移送, VE過程,地震活動の周期性,火山作用,太陽活動

I. 概 説

スーパープリュームと、中生代から新生代にかけて の変動でできた大きな深部断裂帯などを通って、外 核から地球の浅層へ熱エネルギーが移送される、と いう証拠はますます増えつつある.この考えを最 初に打ち立てたのは Blot (1976)で、彼は、弧状 列島と和達―ベニオフ帯(Grover, 1998)に関連し て、火山の噴火と地震とが深部から浅部へという 順序をたどって起こる、と指摘した.続いて、強 い地震に対する ET 説を述べ、その正当性を主張し た(Blot ほか, 1993; Blot and Choi, 2004; 2006a ; 2006b).これが、中期の地震予報の依ってたつ、 もっとも強力な理論的根拠で、IEVPC (www.ievpc. org)) が実践している.

Choi (2005) は,地質データとトモグラフィデータ とに基づいて,深さ300km以上の深発地震が,太 平洋縁辺部一帯に発達する巨大な深部の構造帯で発 生する,と述べた.その構造帯は,下部マントル から地核―マントル境界という深部にまでたっして いる.このように,深発地震を起こすエネルギー は外核から直接移送される,といえる.かれはま た,深発地震と浅発地震,それらと太陽活動との関 係も検討した (Choi and Maslov, 2010; Choi and Tsunoda, 2012).

ET 説とは直接の関係は無いが, リソスフェアにお ける熱エネルギー流の概念は, Meryerhoff のサー ジテクトニクスに負うところが大きい (Meyerhoff, 1992;1996). このサージテクトニクスという概 念は, リソスフェアには, 形を変えられるマグマ通 路 (サージチャネル) 網が全地球に張り巡らされて いて, 部分溶融したマグマがそこを活動的なサージ チャネルとして行き来したり, なかには, 過去に行 き来したりしたもの (inactive surge channel) も在 る, という考えである.

Tsunoda (2009a, 2009b) は、リソスフェア内の エネルギーの流れを VE 過程で説明することに力を いれた. この VE 過程というのは、火山(噴火)活 動と地震活動との横方向への広がり(移動)の規則 性を徹底的に観察して導かれた仮説である.それら のエネルギーは、外核から2つのスーパープリュー ム、つまり、一つは南太平洋、もう一つは南アフリ カのスーパープリュームを通って移送される.最 近の論文では、南太平洋とアフリカのスーパープ リュームに焦点をあてて、マントル内のエネルギー 流あるいはエネルギー移送現象の最新の解釈をレ ビューしており、そのなかで、太陽活動やその周期 との関連をさぐり、外核から供給される火山地震活 動の原因を追究している.

II. リソスフェアにおけるエネルギー流の変動現象

Blot (1976) と Meyerhoff (1992) に 加 え て 角 田 (2009a, 2009b, 2010, 2011) は, 次のようなこと に基づいて, 熱エネルギーの移送について, 以下の ように述べた:

1. 火山活動と地震活動との連動

熱は地震を起こす原因となる(Matuzawa, 1962) から,火山活動と地震活動の両方を発生させること ができ,これはVE過程(あるいはVE活動)と呼べる.

2. VE 過程の周期的変動を産みだす熱エネルギー 地球規模での VE 活動の周期性は,エネルギー供 給の周期的な変化に原因がある.地球上の全 VE 活 動のエネルギーをまかなえるのは,6000℃の外核 (Anzelini ほか,2013) が産みだす熱エネルギーし かない.

3. VE 活動の移動の原因

規模の大きな VE 活動が起こるのは,環太平洋と 地中海の地域だけだが,その地域では,何度も繰 り返してそれが発生する.マントルトモグラフィ (Ohbayashi, 2009;図1)によると,それらの地域 はともに,スーパープリューム(SP)の出口にあ たる所で,熱エネルギーが湧昇してきている.こう したことで,筆者らは,VE 活動は外核からの熱エ ネルギー移送によって起こると考えている.

4. 熱エネルギーの増減の原因

外核は、本来、層流などによって、熱エネルギー量 の増減を繰り返しているものと考えられる(Hirose ほか、2004; Miyagoshi ほか、2010; Noguchi ほ か、2013). しかし、太陽活動(Choi and Maslov, 2010; Choi and Tsunoda, 2012)や、惑星間引力 などのような外因も関係しているようである.

5.他説では説明できない地震エネルギーの急速蓄積 1888年の磐梯火山(本州北部,日本)の噴火エネ ルギーは,2011年3月の東北沖太平洋地震のエネ ルギーに匹敵する.このことから,わずか123年 間で,北日本における地下のエネルギーは,M9.0 クラスの超巨大地震を起こせるほど急速に蓄積され たことを示す.このあっという間のエネルギーの蓄 積は,機械的なエネルギーの蓄積を考えるプレート 説をはじめとする他説では,ほとんど説明不可能で ある.

6. 熱エネルギー移送説に求められている課題 解かなければならない課題は次の3つである.

- a. 地球の熱源である外核における熱生産量の周 期的な変化.なぜ、外核には、こうした昔か らの性質があるのか?
- b. 太陽活動(Casey, 2012)は、ほんとうに外因 なのか?
- c. 地球内部における高温部での温度変化は,熱 エネルギー移送に影響を与えるのか?

筆者の一人である角田 (FT) はすでに 2009b で述 べた作業仮説において,上記の「c.」について検討 したが,「a.」と「c.」については未検討である.そ こで,この論文では,「c.」については主に確認を 行い,「a.」「c.」を主な検討課題とする.

Ⅲ. 深発地震と浅発地震の発生様式の違い

1. スーパープリュームの地域区分 a. スーパープリューム (SP)の熱構造 図1は, スーパープリューム内部の構造のうち, もっ



図1 太平洋スーパープリュームとアフリカスーパープリューム (大林, 2009に基づいて編図)における断面図.上の図;熱移 送ルートを示すマントルトモグラフィ,下の図;スーパープリュー ムの断面図.

とも温度の高い部分のみをとりだして示した図であ る. 南太平洋のスーパープリューム(図1bの右の 図)は深さが浅くなるほど広がりが大きくなってい る.これに対してアフリカのスーパープリューム(図 1bの左の図)は狭いままである. b. 太平洋 SP とアフリカ SP

大林(2009)のマントルトモグラフィによれば,

深い「根っこ」をもつ高速の冷塊が、南北のアメ リカ大陸とインド東経 90 度海嶺との直下で、「壁」 をつくっている.この「壁」が太平洋 SP 区と、ア フリカ SP 区を分けている(図2).

2. 浅所に向かって急増する地震

a. スーパープリューム(SP)区における深発地震 活動 太平洋 SP 区においては, 2000 ~ 2012 年に, 7 つの M6.0 ~ M7.5 の深発地震があったが,それ らの発生場所は南太平洋 SP,日本,南米などであっ た.アフリカ SP 同じ期間に 4 つ発生した(図 2a). b. 中深発~浅発地震活動 2000 ~ 2012 年の間に, 南太平洋 SP 区では M6.5 以上の地震が 47 個発生し, アフリカ SP 区では 21 個発生した(図 2b).これ らのほとんどの中深発~浅発地震は,深発地震(図 2a)の真上の区域で起こっていて,両者は連動し ていると確信でき,Blotの ET 説を支持するもので あろう.これらのことから,地震の多くは,急速に 浅所に向かうことを示している.

3. リソスフェア中で熱はどのように移送されるか a. 熱伝達と熱移送 熱伝達には,熱伝導,熱放射, 熱対流の3つがある. このほかに熱は,深部の断層 系に沿っても移送される. 多分,電磁気的なチャー ジもあって,熱い気体流という形で,スーパープ リュームや深部の断裂中の空隙に沿って,エネル ギーが運ばれるのであろう. 地球の内部では,熱せ られた蒸気やガスという形での熱移送を考えなけれ ばならない,と考えられる. 一方,通常の熱伝達(熱 伝導,熱放射,熱対流)は,リソスフェアの母岩中 のいたるところで行われているであろう. この論文 における「熱移送」という用語は,上記のような意 味で用いる.

b. リソスフェアの物性 ふつう,マントル最上部の 地下 70km までの部分が,S波速度で区分された



図2 太平洋 SP 区 とアフリカ SP 区 における地震発 生様式. 地震は, 2000~2012年に 発生した M6.0 以上 の地震. リソスフェアとされている(たとえば Dziewonski and Anderson, 1981). しかし, このように単純化 された言葉では, 複雑きわまりない上部マントルと 地殻に相当する部分を表すことはできない. リソス フェアには, 多種多様な岩石層が含まれていて, そ の最上部の地下 20km までの部分は P 波速度が平 均 6.1km/sec の花崗岩質岩層, その下の地下 25 ~ 35km は P 波速度 6.8km/sec の玄武岩質岩層, そ の底部は P 波速度 7.0km/sec ほどの斑レイ岩質岩 層となっている.

c. 各岩層の熱伝導 上記の3つの岩層のうち玄武岩 質岩層の電気伝導度がもっとも高く,花崗岩質岩 層がもっとも低い (Kariya and Shankland, 1983). かりに, Uyeda (1989) が考えるように,地下 250kmのマントル部分を高速度層 (Press and Siever, 1982) だとすると,そこでの電気伝導度は 高いことになる. さらに言えば,地球のより深部で は温度がもっと高くなるから,そこでの岩層はいず れも高い伝導度をもっている,とかんがえなければ ならない.

4. スマトラー日本 (SJ) ルートの地下地質

a. 伊豆諸島の地下地質 Press and Siever (1982)の S波解析によると,伊豆諸島(富士火山帯および伊 豆海嶺)の地下は,上から,花崗岩質岩層,玄武岩 質岩層,斑レイ岩質岩層,金属相(H)の高速度層 と低速度層との互層の順に重なっている(図3). かりに高速度層が金属相であるとすると,250km 以深の岩層は,高い電気伝導度をもっている(図3 の太い線参照).

b. 上部マントル中の深い断裂帯 環太平洋地域が 変動で弱められ, せん断されたのは, 太平洋が誕 生した7~10億年前である(Tsunoda, 2009b; Salop, 1983; Hoshino, 1998). こうした脆弱なゾー ンでは、広域的な高温化が起これば、簡単に割れ目 が開き(熱エネルギーの伝播;TR11 [RH+TCD];図 3の第一ステージの灰色部分)、上方へ熱伝導が行 われ、上記やガスによる高温化がすすむ(図3の第 ーステージの垂直の太い矢印).

5. 伊豆諸島における VE 過程の移動とその速度

a. 熱移送のメカニズム 地震活動域が高温化の広 がりとともに上方へ移動(図3のe11, e12, e13). 第二段階になると,火山活動が活発化するととも に、 地震活動場は、 引き続く高温化にともなって HT2 と F12 へ移る. 熱移送 TR13 (TCD+TCV) がマ グマ溜りにおける一部溶融を引き起こす. さらに, 熱移送 TR22 (TCD+TCV) によって, 熱膨張が起こっ て(破壊が発生して),地震が生ずる(e21,e22, e23). 熱移送が第二段階から第三段階へ移るとと もに、VE 活動が上方と北へ移動をはじめる. b. 最速の熱移送 伊豆の火山列島(富士火山帯の 南方延長部)の島々は、海底火山の頂上部である. それぞれの火山島の地下にはマグマが伏在してい る. 著者の角田が述べた (Tsunoda. 2011b) よう に、地下 300km から 400km で深発地震が起こる と、これらの火山島のどれか、あるいは、その周辺 で、数日後から一週間後に、必ず火山性の地震が発 生する.火山島の地下が高温化するときは、熱によっ て岩盤が膨張して、マグマ溜りが拡がる. その結果, その開いた裂け目に蒸気が入り込んで、急速な高温 化が起こって上方への熱移送が起こる(図3の太い 実線). これが, 最速の熱移送となるが, その速度 は一日 60km にたっする.

c. 普通の熱移送 富士火山帯,つまり,伊豆一小 笠原海嶺における一般的な熱移送速度は,一日 0.26km (Tsunoda, 2010の図 25 参照).



図3 マリアナー日本 (MJ) ルートにおける熱移送モデル. 灰色部;高温化したマントル-地殻部分, V1 と V3;活動的な火山, V2;休火山, C;地震, 黒い長楕円形マーク;溶融マグマ, 点部;硬く溶けていないマグマ, UC;上部地殻, LC;下部地殻, MT;マントル, HT;高温化前線, FT; 溶融化前線 (Tsunoda, 2009a), xxx;熱膨張による群発地震, RH;放射熱, TCD;熱伝導, TCV;熱対流, RH+TCD+TCV = HTR;熱移送, TR;高温化, VE;火山・地震活動, M1-M4;Dziewonski et al. (1995) による上部マントルの区分層.

Ⅳ. 熱移送のメカニズム

1. 高速の熱移送

a. 南太平洋スーパープリューム (SSP) における上 方への熱移送 南太平洋スーパープリュームの高温 部における上方への熱移送速度は一日に 1.05km で ある (Tsunoda, 2009a). つまり, 深さ 518km で M6.7 の深発地震 (Oct. 27, 1994) が起きてからほ ぼ一年後に, 熱エネルギーの供給で, M6.2 の中深 発地震 (深さ 147km, Oct.14, 1995) が発生した. 一方, FT の移動速度は一日に 1.08km となる.

和達一ベニオフ帯に沿った熱エネルギーの上方へ の移送速度を, ET 説にしたがって求めると,地下 600km で一日 2.6km,地下 200km で 0.9km,地 下 33km で 0.5km になる(Grover, 1998).南太平 洋における地下 518 ~ 147km の平均的な速度は 一日に 1.05km となってほぼ ET 説の一般則とほぼ 合っている.

b. 南太平洋 SP とその近傍における水平方向の移動 Tsunoda (2009a) によれば,高温化前線 (HT) の速度は一日に 2.63km,メラネシアとポリネシア における溶融化前線のそれは一日に 1.33km と見積 もられる.

ハイチ地震の場合,前震と浅い本震があり,それらの深さの違いはそれぞれ地下 160km と地下 7km だった.それらから求められた速度は 1.57km / 1 日であった (Choi, 2010).この値は,上に述べた メラネシア—ポリネシアのそれとほぼ同じである.

2. 遅い速度

a. 南太平洋 SP から遠ざかる水平方向への速度 南太平洋 SP 近くにおける VE 活動の移動速度は速 い.しかし,この速度は,この熱源となる SP から 遠ざかるほど遅くなる.東アジアにおいては,東南 アジアで 0.6 ~ 0.3km / 1日 (Tsunoda, 2010a), 霧島火山帯で 0.27 ~ 0.29km / 1日 (Tsunoda, 2010b),伊豆海嶺で 0.26km / 1日 (Tsunoda, 2010b)となる.

b. 熱移送のくり返し これらが VE 活動の遅い例で あるが,長さが 1720km にたっする伊豆諸島にお いては,VE 活動はほぼ 18 年ごとに繰り返し起こっ ている(Tsunoda, 2009).

高温化して熱膨張した場所は,まるで,地表面を北 上していくように見える;これは,伊豆諸島に在る マグマ溜りが,北へ向かって次々に熱くなっていく ためである.これが VE 活動の北への移動であるこ とは明らかである(富士火山帯を示した図4の太い 矢印参照).同様な現象は,フィリッピン一日本(PJ) ルート(図4)でも,アフリカ SP 区でも認められ る(図5,表1).

- 3. 他の関連した課題
- a. プレートの低速運動

海洋プレートは6~9cm/年で運動するという(た



図 4 TR (TRH+TCD): 放射熱と伝導熱によって発生した熱移送. TR: 伝導熱と対流熱によって起きた熱移送. PJ = フィリッピン -日本ルート. MJ = マリアナ - 日本ルート.



図5 火山の噴火を時系列で追跡して判明した,アフリカ SP 区における熱移送.編図に用いた火山は表1参照.

表1 アフリカ SP 区におけ る火山噴火一覧

Eruptional events developed in the African superplume								
	Volcano	Eruption	Lat.	Long.	Country	Subregion		
No.								
1	Heard	2000	53.1S	73.6E	Australia	S. Pacific		
2	Erta Ale	2001	13.78	40.6 E	Ethiopia	East Africa		
3	Mcdonald	2001	53.0S	72.6E	Australia	Indian Oc.		
4	Montagu	2001	58.58	26.3W	British	Antarctica		
5	Nightingale	2004	37.58	12.6W	UK	S. Atlantic		
6	Dabbahu	2005	12.6N	40.5E	Ethiopia	NE. Africa		
7	Karthala	2005	11.7N	43.4E	Comoros	S. Indian		
8	Erebus	2006	77.58	167.0E		Antarctica		
9	Ol D, Lengai	2007	0.6 S	36.2E	Tanzania	E. Africa		
10	Manda Harao	2007	12.2N	40.6E	Ethiopia	NE. Africa		
11	Jebel at T.	2007	155N	41.8E	Yemen	NE. Africa		
12	Dalaffija	2008	13.8N	40.5E	Ethiopia	NE. Africa		
13	Karisimbi	2010	1.58	29.5E	Congo	C. & Rwanda		
14	Tur Zawar	2010	30.58	67.5E	Iran	M. East		
15	Stromboli	2010	38.8N	15.2E	Italy	Mediterranean		
16	Eyjallajokull	2011	63.6N	19.6W	Iceland	Iceland		
17	Zubair Group	2011	15.0N	42.2E	Yemen	NE. Africa		
18	Katla	2011	63.6N	19.0W	Iceland	Iceland		
19	Grimsvotn	2011	64.4N	17.3W	Iceland	Iceland		
20	Camni Fl.	2011	40.8N	14.1W	Italy	Mediterranean		

とえば, Minster and Jordan, 1978). プレートを ひきずり込む熱対流は, 同程度の速度と考えられて いる. しかし, 前述のような高速移送(214km/年) を説明するには, それらはあまりにも遅い.

b. 剪断帯がS波断面に追跡される

環太平洋火山 - 地震帯には,深度 25 ~ 250km に Vp 波および Vs 波構造断面を乱す極端な低速度層 が存在する (Dziewonski and Anderson, 1982).

この低速度層は太平洋が形成されたときの剪断帯で ある,と私たちは考える.それらは,今日では,蓄 熱に利用されている(Tsunoda, 2010).これらの 蓄熱域は,Vp波およびVs波速度構造を乱して深 部に達する主要な剪断帯もしくは断裂帯に沿ってい る.深部剪断帯は,暖かい太平洋マントルブロッ クと冷たい日本海マントルブロックとの明瞭な境界 (Ohbayashi, 2009),あるいは不連続面に一致する.

V. 2000~2012年の熱エネルギー周期的変化

1. 熱の上方移送

a. 深発地震

深発地震は、外核から放出された初原的地震エネル ギーの現れである.それゆえ、地震数は1次的な値 となる.図6の下の図に破線で示されたこの1次値 の変化はたいへん安定していて、約2年の周期性を 示す.1次値は2002年に大きく、2003~2005 年に小さく、2006~2012年では比較的大きい. 中-浅発地震によって発生するエネルギーは,深発 地震によるものに比べて,かなり大きい.これは, 浅所における熱膨張速度の増大にともなって封圧が 減少することに由来すると考えられる.エネルギー 放出は 2004 年に大きく,2004 ~ 2006 年に減少 するが,2007 年以降には増加している.

c. スーパープリューム活動に関係するスーパープ リュームからの熱移送距離の増大

スーパープリュームからの熱エネルギー流量が増加 すると,熱移送距離も増大すると考えられ,実際の データによっても支持される.すなわち,Tsunoda (2009b)の図6に示されるように,南太平洋スー パープリューム頂部からの熱移送距離は,1995 年以降に急増する.この傾向は,2000年以降, 2003?年まで,継続している.

アフリカスーパープリューム(図1)は南太平洋スー パープリュームに比べてかなり小規模で,深発およ び浅発地震エネルギーが 2002 ~ 2003 年と 2008 年に顕著に増大した(図6の赤色線).同じ傾向は, 南太平洋スーパープリュームにも認められる.巨大 な 2004 年スマトラ地震と 2011 年日本地震はとも に,エネルギー放出の顕著な増大から1~3年後に 発生していることに注意されたい.

d. 深発地震から浅発地震までの時間的遅延 図6の2つの図を比較すると,深発地震と中-浅発 地震の間でエネルギーピークにたいへん興味深い 傾向が認められる. すなわち,まず 2002 年に深 発地震のピークが現れ,2004 年あるいはその2年

b. 中-浅発地震





後に中 - 浅発地震のピークが到来する.同じ傾向は 2008 年および 2010 年の深発地震ピークにも認め られ,1~3年後の 2011 年に中 - 浅発地震ピーク が到来する.これらの傾向は,深発地震と浅発地震 との間の関連性,すなわち,図1に示される深部か ら浅部へのエネルギーの上昇を示唆している.これ らの時間的遅延は,Choi and Maslov (2010) によっ て確かめられた Blot (1976) の ET 現象と調和的で ある.

2. 太陽活動と火山 - 地震活動との関係性 a. 1980 年以降における太陽活動の低下

11 年周期または Schwabe 周期は 1 次的周期であ る. 周期 22 が最高潮に達した 1990 年以降では, 太陽活動が定常的に衰弱していく(図7). この衰 弱傾向は周期 22 で著しくなり, ピーク自体が出 現しない可能性が予測されている (National Solar Observatory, 2011; Casey, 2012, 2013).

b. 地震エネルギーの変動

・地震エネルギーへの変換方法

図7の中ほどの図では,2000~2012年に発生した個々のM6.0+地震が,M6.0の地震数によみかえられた変動グラフとして示されている.変換方法は,対数スケールで示されたマグニチュードにもと

づいている. たとえば, 1 個の M7.0 地震 =32 個 の M6.0 地震, 1 個の M8.0 地震 =32 x 32 (=1024) 個の M6.0 地震, 1 個の M8.7 地震 =12 x 32 x 32 (=12,288) 個の M6.0 地震,のように読み替えられ る. これらの変換は,この論文の第3著者(TK) によるコンピュータプログラムによって行われた. 結果は,図7の中ほどの同じグラフに示される.

・定量化された地震エネルギーと地震周期の変化 外核から上昇する熱流は、約2年をかけて地表部に 到達する前にも、地震エネルギーを放出しつづける. 図7bは、M6.0+の地震のエネルギーにみられる年 ごとの変化を示している.

すべての大規模な地震の放出総量は,1995年以降 には全般的に増加し,2004年以降は急増し,2つ のスーパープリューム活動に由来すると考えられ る.これらの急速な増大は,2004年(スマトラ) と2011年(日本)の2つの巨大な地震の背景になっ ている.

c. 火成活動の周期性

・火山エネルギー計算の方法

世界中の活火山の噴火規模は、スミソニアン研究 所ホームページの自然史の項目にL1~L7に区分



図7 黒点数(上),放出された地震エネルギー(中),および,地震エネルギー(下). 2012年以降の黒点数は,Solar Influences Data Analysis Center (http://side.oma.be)から編集. 地震の静穏期は Choi and Maslov (2010) による.

して表示されている. L2 ~ L6 は 1 個の M8 地震 に, L7 は 1 個の M9 地震に匹敵する. 噴火の規模 については, L0 は 1, L1 は 10^2 , L2 は 10^3 , L3 は 10^4 , L5 は 10^6 , L6 は 10^7 , L7 は 10^8 に, それ ぞれ変換される. この方法によって,噴火エネルギー が年ごとに定量化される. このようにして図 7 c が 作成された.

・火山エネルギー放出の極大年

図 7c に明瞭にみられるように、火山活動によっ て放出される熱エネルギーのピークは、1980 ~ 1982年、1992年、2008 ~ 2010年に3倍に達した.

3. 太陽活動と火成 (火山)活動 / 地震活動の関係 a. 太陽活動と地震活動

図6のように, Choi and Maslov (2010)の太陽周期 と地震周期の逆相関 一太陽活動の活発期には地震 活動は微弱になり,その逆も認められる一が注目 される.太陽活動は,周期21~周期24ではしだ いに弱まっていて,周期25ではさらに衰弱するこ



図8 1976 ~ 2000 年における太陽周期曲線と火山 - 地震活動 の比較. 上図: 地震活動. 点線は太陽活動の中期的傾向(太陽 周期 20 ~ 24 のピークを包絡). 四角囲み数字1 は地震活動の短 周期(11 年周期または Schwabe 周期),四角囲み数字2 2 は中期 的周期(11 年周期のピークを包絡). 下図:火山活動. ①は短期 的火山活動周期, ②は中期的火山活動周期,③は長期的火山活 動周期. ▲は Shabe(11 年)周期のピークである.火山活動が 1996 年に急に衰弱し,この傾向は 2003 年までつづいたことに 注意せよ. この期間は, Choi and Maslov (2010) によって発見 された地震活動静穏期に一致する.

とが予測されている (National Solar Observatory, 2011; Casey, 2012, 2013). 逆に, 地震活動は時間とともに全体的に活発化している (図7b). この逆相関は, 図8にみられるように, より長期的な太陽周期曲線(太陽周期21~25のピークが典型)と地震活動曲線でより明瞭である.

Choi and Maslov は,太陽周期の極大期間に地震 活動が短期的に活発化すること — 1980 年および 2000 年にみられる(図7) — に注目した.しか し,この逆相関は 2008 年の場合には成立せず,太 陽活動が弱い期間に低地震活動期が合致する.これ は,太陽周期 23 と 24 との間の低活動期が長引い たためである.それが通常の周期であれば,曲線は 2008 年から上昇しはじめただろうが,2010 年ま で極小状態がつづき,通常周期にくらべ 2,3 年間 ほど長引いた.

b. 太陽活動と火成(火山)活動との関係

地震活動の頻度にみられる上述した傾向とは違っ て、興味深いことに、太陽周期と世界的火山活動は 一般に正の相関を示す.すなわち、太陽周期が活発 な期間には、火山活動も活発である.図8の下の図 は、太陽曲線と火山活動の間にみられる信頼に足り る調和的関係を示す.

いっぽう,とてもおもしろいことに,南太平洋スー パープリューム域での火山活動と全世界中の火山活 動とは,全体に逆相関を示す.すなわち,南太平洋 スーパープリュームが最高潮をむかえると,全世界 の火山活動は不活発になる.いいかえると,南太平 洋での火山活動は,地震とともに太陽活動とおおむ ね逆相関する.この南太平洋スーパープリューム域 における興味深い傾向は,太陽周期に左右される外 核からの影響を直接被っているのであろう.

もうひとつの注目すべき事実は,地震静穏期(Choi and Maslov, 2010)と全世界的火山周期(図8の 下の図,南太平洋スーパープリューム域の火山は含 まれない)との一致である.1996年には火山エネ ルギーレベルが急に低下し,その状態は2003年ま でつづいた(同図の曲線①).地震活動の静穏性は 惑星間相互作用力に由来し,それは太陽周期に同期 していない.これは,太陽周期に加えて,火山噴火, 地震,および惑星間相互作用力の間の複雑な相互作 用を証拠づける明瞭な事実である.

VI. 考察と結論

1. エネルギー分布と地震のプロセス

外核から解放される熱エネルギーはスーパープ リュームの下部を通じて上昇し,深度800~ 1,000kmに一時的に蓄積される(図1参照).これ らの高温領域には,深発地震の巣が存在する(図 2の上の図).熱流が深度約650kmの低速度層 に到達すると,側方へ拡大する(図3).深度約 400km,220km および20~30km (Dzievonski and Anderson, 1981)の低速度層に到達するたび に,熱流はさらに側方へ拡大する.2~3年を要す るこれら熱分配プロセスの期間中に,もともとの深 発地震エネルギーのピークは中浅発地震として出現 する(図6).その結果,地震帯が深部の小さな点 から浅部の広い領域に拡大する(図2).

2. 熱移送の有効性

a. 伊豆諸島鎖における震源分布

伊豆島列の鳥島(30N40E)の下には顕著な深発地 震帯が存在する.そこでは,深部,中部から浅部 へ向かう地震活動の移動がいつも観測されてきた. N76Eの線に沿う断面(図9)では,鉛直の漏斗(じょ うご)域において深部から浅部への震源移動が観測 される.平面的にみると,浅部ほど震源分布が拡大 していくことが明らかである.これらの事実は,震 源を経時的に表示するとはっきりする.

b. 高速度の熱移送

図9の鉛直空間は、高速度(60km/年) 熱移送ルートTR11(図3のRH-TEC; $e11 \rightarrow e12 \rightarrow e13$)に 一致する.この領域は、VE 過程の側方移送ルート (MJルート; 0.5km/年)に位置する.深部地球からの高速鉛直熱移送が、浅部の低速度層において低速側方移送にかわることが確かめられた.

この段階での熱エネルギー移送メカニズムは、図3 に示されるように急速上方熱移送(HTR)という様 Data Area:(N27.021°, E138.832')-(N27.021°, E143.458°)-(N30.731°, E143.458°)-((N30.731°, E138.832 Projected cross Section: N72.0°E, Dip: 19.5°



図9 伊豆島列の鳥島の N76E 線に沿う震源の 3-D 断面. 震源 の時間プロットのアニメーションは, http://kei.kj.yamagata-u. ac.jp/ncgt/Tsunoda_et_al/fig9.html を参照.

式で運搬される放射熱(RH)および伝導熱(TCD) であろう.このようにしてスーパープリュームから 地球浅層へ到達した熱流は,後期中生代に形成され た多孔質リソスフェアを通じて側方へ移動しはじめ る.その移送は,局所的地質条件に応じたさまざま な様式を示す(図4・図5,表1).

3. 火山および地震活動の時間的遅延

前述のとおり,伊豆島列における火山活動は地球深 部からの高速エネルギー供給に起因する.それゆえ, 火成作用や噴火の引き金は,外核から移送された熱 エネルギーによる.火山噴火エネルギーのピークが 地震のそれらに比べて先行することは,このメカニ ズムによって説明されるだろう.しかし,1996~ 2003年における地震活動静穏期と長期的火山活動 静穏期との一致(図8)に示唆されるように,太陽 活動や惑星力との相互作用のような他の要因も探究 されるべきである.

4. エネルギー移送速度

エネルギー移送速度は,深度,スーパープリューム からの距離,および,スーパープリュームからのエ ネルギー解放レベルに大きく依存する.一般に,地 球の深部ほど,スーパープリュームに近いところほ ど,また,スーパープリュームからのエネルギー放 出が大きい時ほど,エネルギー移送が高速化する. 一般に,700~600km(ここで深部地震エネルギー が解放される)から 200km までの深部速度は 2.6~ 1.5km/日,50km 以浅では 0.5 ~ 0.25km/日である.スーパープリュームから強い熱エネルギーが解放される時には,移送速度が速くなり,より遠方まで到達する.火山域では鉛直熱移送速度が最大になり,60km/日に達することが知られている.

5. 外核から地球表層へのエネルギー移送メカニズム 伊豆島列で観察されたように(60km/日に達する), 急速な加熱能力をともなうエネルギー移送の大きな 速度を説明するために,角田(2009b)は私たちの 家庭で利用している電子レンジのような電磁波を想 定した.そのような急速加熱は,地球地磁気の痙攣 現象に関係しているかもしれない.いく人かの研究 者(Nagao et al., 2002; Nagao, 2003)は,これま でに,スーパープリュームによって磁気痙攣が発生 することを指摘している.もしそうだとすると,スー パープリュームがより活発化すると,地球の地磁気 が強化され,地震エネルギーも増大する.

外核は 6,000℃以上の温度によって溶融していると ひろく信じられていて (http://en.wikipeda.og/wiki/ Outer_core), 流体や気体の運動はマントル中に電 磁波(マイクロ波)を放出する.その結果,上部 マントルにおけるマグマ溜まりと部分溶融が活発化 し,最終的に火山噴火と地震が発生する.

上述したマイクロ波モデルは,"ウニモデル"を提 案した Gregori (2009, 2013) と調和的である.私 たちは、ウニの棘はコア/マントル境界に達する大 規模深部断裂帯であり、太平洋縁に深発地震をもた らすと考えている.とくに私たちに興味深いのは、 Gregori が示した外核から湧昇する2つのプリュー ムである.それらは、ハワイとインド洋の下に位 置し、トモグラフィ画像にもとづいて認定された スーパープリュームに一致する.ウニの棘を通じて ジュール加熱がおきるメカニズムは、角田の電子レ ンジに類似する.

6. 太陽周期と地震 / 火山噴火の関係,および VE プロセスの変動

この論文は、太陽周期と地震頻度との逆相関 — Choi and Maslov (2010) が確立した— を確証する. これは、Maunder および Dalton 極小期のような大 規模な長期的太陽周期にも適用することができる.

伊豆島列(図4)で観察される VE 過程の北上のような周期的変動をともなう火山 - 地震活動の側方移動が環太平洋域の全体にわたって発生することが、この論文に示された. VE 過程の変動を説明するために、私たちは真の原因をみいださなければならない.それらの1つは、太陽活動が弱いときに透過力の大きなイオン化された宇宙線の量が増大する(Kirby, 2007; Miyahara et al., 2008; Brannen, 2006)といった外因であろう.増大した宇宙線は、

地球内部を加熱し、VE 過程を活性化させる. この ような条件では,高温領域がより急速に膨張し, VE 過程を活性化する.しかし,そのメカニズムは あまりよくわかっていない.この問題に関しては, Gregori (2013)の概念が注目される.彼は,地球の コアは太陽の活動と周期に影響される漏れやすい蓄 電池であるとみなしている.

この論文で解明されたもう1つの興味深い事実は, 火山活動と太陽周期との関連性である(図7・図 8).世界中の火山活動と太陽周期(とくに中期的 周期)との間の正の相関が明白になった.しかし, これは,南太平洋スーパープリューム域における火 山活動(そこでは,もっとも強いエネルギー)と太 陽周期との間にみられる逆相関に矛盾する.これに 関しては,もっとも強烈な火山噴火は,Casey (2010) および Choi and Tsunoda (2012)の主張のように, 太陽活動が大きく衰えた期間(小氷期)に発生した ことを思い起こすべきである.これらの事実は,太 陽,地震および火山噴火の間の複雑な相互作用を示 す.

さらに, Choi and Maslov (2010) が発見した 1996 ~ 2003年の地震静穏期は,火山エネルギー 変動にも対応することが明らかになった(図8). すなわち,火山活動の静穏期は地震静穏期にぴった りと一致する.これは,未知の惑星力が地球の造構 作用と火成作用に働いていることを示すもうひとつ の証拠になろう.

謝辞 私たちは,この論文を改良する上で,査読と 有益なコメントをいただいた John Casey にお礼申 し上げる.私たちは,地震と火山活動に関するデー タを利用させていただいた合衆国地質調査所とス ミソニアン研究所に感謝する.私たちは,日本の気 象庁と文部省による一元化データを利用した.この データは,気象庁,国立防災科学研究所,北海道大学, 東北大学,東京大学,名古屋大学,京都大学,高知 大学,九州大学,鹿児島大学,地質調査所,東京都, 静岡県,神奈川県温泉研究所,横浜市,および,海 洋研究開発機構からもたらされた.

文 献

- Anzellini, S., Dewaele, A., Mezouar, M., Loubeyre, P. and Morard, G., 2013. Melting of iron at Earth's nner core boundary based on fast X-ray diffraction. Science, 26 April 2013, p. 464-466.
- Blot, C., 1976. Volcanisme et sismicité dans les arcs insulaires. Prévision de ces phénomènes. Géophysique, v. 13, Orstom, Paris, 206p.
- Blot, C. and Choi, D.R., 2004. Recent devastating earthquakes in Japan and Indonesia viewed from the seismic energy transmigration concept. NCGT Newsletter, no. 33, p. 3-12.

- Blot, C. and Choi, D.R., 2006a. On the recent catastrophic Java earthquake (May 26, 2006) and Merapi Volcano eruption: Their forerunners. NCGT Newsletter, no. 39, p. 31-36.
- Blot, C. and Choi, D.R., 2006b. The great southern Java earthquake on July 17, 2006 and its tectonic perspective. NCGT Newsletter, no. 40, p. 19-26.
- Blot, C., Choi, D.R. and Grover, J.C., 2003. Energy transmigration from deep to shallow earthquakes: a phenomenon applied to Japan. NCGT Newsletter, no. 29, p. 3-16.
- Brannen, C.A., 2006. The lepton masses. http://brannenworks. com/MASSES2
- Casey, J., 2010. Correlation of solar activity minimums and large magnitude geophysical events. Space and Science Research Center, Research Report 1-2010 (Preliminary), p. 1-5.
- Casey, J.L., 2012. Cold sun. Trafford Publishing, 167p.
- Casey, J.L., 2013. Global climate status report (GCSR). Edition 1-2013. 51p. Space and Science Research Corporation (SSRC). . www.spaceandscience.net.
- Casey, J.L., 2013b. Global climate status report (GCSR). Edition 2-2013, 67p. Space and Science Research Corporation (SSRC). www.spaceandscience.net.
- Cho, D.R., 2005. Deep earthquakes and deep-seated tectonic zones: a new interpretation of the Wadati-Benioff zone. Boll. Soc. Geol. It., volume spec. no. 5, p. 79-118.
- Choi, D.R., 2010. The January 2010 Haiti seismic disaster viewed from the perspective of the energy transmigration concept and block tectonics. New Concepts in Global Tectonics Newsletter, no. 54, p. 36-44.
- Choi, D.R. and Maslov, L., 2010. Earthquakes and solar activity cycles. NCGT Newsletter, no. 57, p. 85-97. Choi, D.R. and Tsunoda, F., 2012. Volcanic and seismic activities during the solar hibernation periods. NCGT Newsletter, no. 61, p. 78-87.
- Dearnley, R., 1966. Orogenic fold-belts and a hypothesis of earth evolution. In, Ahrens, L. H. et al., Ed, Phys. & Chem. Earth, v. 7, p. 1-114.
- Dziewonski, A.M., Hales, A.L. and Lapwood, R.R., 1975. Parametrically simple earth models consistent with geophysical data. Earth Plan. Inst., p. 10-12.
- Dziewonski, A.M. and Anderson, D.L., 1981, Preliminary reference Earth model. Physics of the Earth and Planetary Interiors, v. 25, p. 297-356.
- Gorai, M., 1968. Some geological problems in the development of Japan and the neighbouring island arcs. GMAGU, 12, 481-488.
- Grover, J.C., 1998. Volcanic eruptions and great earthquakes. Advanced warning techniques to master the deadly science. CopyRight Publishing Co. Pty Ltd., Brisbane. 272p.
- Hardin, E., Barton, N., Voegele, M., Board, M., Lingle, R., Pratt, M. and Ubbes, W., 1982. Measuring the thermomechanical and transport properties of a rockmass using the heated block test. Proc. 23rd U. S. Symp. on Rock

Mech., p. 802-813.

- Hirose, K., Shimizu, N., van Westrenen and Fei, Y., 2004. Trace element partitioning in Earth's lower mantle and implications for the geochemical consequences of partial melting at the core-mantle boundary. Physics of the Earth and Planetary Interiors, v. 146, p. 249-260.
- Hoshino, M., 1998. The expanding Earth evidence, causes and effects. Tokai University Press, 295p.
- Karia, K. and Shanlland, T.J., 1983, Electrical conductivity of dry lower crustal rocks. Geophysics, v. 48, p. 52-61.
- Kawakami, S., Fujii, N. and Fukao, Y., 1994. Frontiers of the earth and planetary science: a gallery of the planetary worlds. Jour. Geol. Soc. Japan, v. 100, p. I-VIII.
- Kirby, J., 2007. Cosmic rays and climate. Surveys in Geophysics, v. 28, p. 333-375. Matuzawa, T., 1962. Study of earthquakes. Uno Shoten, 213p.
- Meyerhoff, A.A., Taner, I., Morris, A.E.L., Martin, B.D., Agocs, W.B. and Meyerhoff-Hull, D., 1992. Surge tectonics. In, Chatterjee, S. and Hotton, N., III (Eds.), New concepts in global tectonics, p. 151–178. Lubbock, Texas Tech University Press.
- Meyerhoff, A.A., Taner, I., Morris, A.E.L., Agocs, W.B., Kamenkaye, M., Bhat, M.I., Smoot, N.C. and Choi, D.R., (Ed., Meyherhoff-Hull, D.), 1996. Surge tectonics: a new hypothesis of global geodynamics. Kluwer AcademicPublishers, 323p.
- Minster, J.B. and Jordan, T.H., 1978. Present-day plate motions. Jour. Geophy. Res., v. 83, p. 5331–5354.
- Miyagoshi, T., Kageyama, A. and Sato, T., 2010. Zonal flow formation in the Earth's core. Nature, v. 463, p. 793-796 (11 February).
- Miyahara, H., Yokoyama, Y. and Masuda, K., 2008. Possible link between multi-decadal climate cycles and periodic reversals of solar magnetic field polarity. Earth and Planetary Science Letters, v. 272, p. 290-295.
- National Solar Observatory, 2011. What's down with the Sun? Major drop in solar activity predicted. http://www. boulder.swri.edu/~deforest/SPD-sunspot-release/ SPD_solar_cycle_release.txt
- Noguchi, M, Komabayashi, T., Hirose, K. and Ohishi, Y., 2013, High-temperature compression experiments of CaSio3 perovskite to lower mantle conditions and its thermal equation of state. Physics and Chemistry of Minerals, v. 40, p. 81-91, DOI10. 1007/s00269-012/1549-1.
- Ohbayashi, M., 2009. Mantle tomographic images. Cited in the frontispiece of Tsunoda, 2009a.
- Salop, S. P., 1983, Geological evolution of the Earth during the Precambrian (transl., Grudina, V.P.), Springer Verlag, Berlin, 459p.
- Smithsonian Inst. NMNH, 2012. http://www.volcano.si.edu/ world/find_regions.cfm
- Stothers, R.B., 1989. Volcanic eruptions and solar activity. Jour. Geophys. Res., v. 94, no. B12, p. 17,371-17,381. Tsunoda, F., 2009a. Habits of earthquakes: Time and place of occurrence

and their migration paths. Kodansha, α -Shinsho, 480-1 C, Y876, 190p. (in Japanese)

- Tsunoda, F., 2009b. Habits of earthquakes, Part 1: Mechanism of earthquakes and lateral thermal seismic energy transmigration. NCGT Newsletter, no. 53, v. 38-46.
- Tsunoda, F., 2010. Habits of earthquakes, Part 2: Earthquake corridors in East Asia. NCGT Newsletter, v. 54, p. 45-56.
- Tsunoda, F., 2011a, Habits of earthquakes, Part 3: Earthquakes in the Japanese Islands. New Concepts in Global Tectonics Newsletter, no. 55, p. 35-65.
- Tsunoda, F., 2011b. The March 2011 Great Offshore Tohoku-Pacific Earthquake from the perspective of the VE process. NCGT Newsletter, no. 59, p. 69-77.
- USGS, 2012. http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/ eqarchives/epi.
- Yamaga, S., 2012. http://www.s-yamaga.jp/nanimono/chikyu/ magnitude-energy.htm. Table for converting earthquake magnitude (M) to energy (J) by log = 4.8+1.5M (in Japanese)

地球科学の新しい基礎:全地球減圧ダイナミクス A NEW BASIS OF GEOSCIENCE: WHOLE-EARTH DECOMPRESSION DYNAMICS

J. Marvin HERNDON

Transdyne Corporation, 11044 Red Rock Drive, San Diego, CA 92131 USA mherndon@san.rr.com; http://www.NuclearPlanet.com

(矢野 孝雄[訳])

要旨:プレートテクトニクス説も地球膨張説も、地球科学を理解する基礎としては十分ではない.地球に関する学 説は不完全であり、両説は難解な要素をとりあつかっているが、私が"全地球減圧ダイナミクス(WEDD)"と呼 んでいる、より根本的で包括的な地球科学学説のための礎石になる.WEDDによると、私たちの惑星は、もとも とは木星のような巨大ガス惑星として誕生し、その結果、現在の姿になった.それからは、次のことがらが演繹さ れる:(1)地球内部の組成、構造、および著しい還元状態、(2)惑星全体が溶融することのないコア形成過程、(3) 新しく強力な内部エネルギー源一圧縮性の原始惑星エネルギーと核分裂エネルギー地球炉、(4)地球炉による地 球磁場形成、(5)地殻の地温勾配をもたらす地殻底への熱蓄積メカニズム、(6)減圧に駆動された地球ダイナミ クス(プレートテクトニクスに由来するとされる無数の観測事実を、物理的に不可能なマントル対流に頼ることな く説明できる)、および、(7)プレート衝突を必要としない褶曲山地の形成メカニズム(プレート衝突では、超大 陸サイクルの想定が不可避である).この論文で、私は、全地球減圧ダイナミクスの原理を紹介し、地球科学と地 質学の新しい基礎を論述する.

キーワード:地球ダイナミクス,地温勾配,種の絶滅,ウィルソンサイクル

まえがき

『大陸と海洋の起源』のなかで、大陸漂移説の父、 そして、プレートテクトニクスの先駆者である Wegener (1929)は、次のように記述している.「前 節で記したように、大陸が相互に移動することの判 断と証明は、まったく経験的に、すなわち、測地学 的、地球物理学的、地質学的、生物学的および古気 候学的データのとりまとめという方法で行われ、こ れらの作用の起源に関する何らかの仮定が設けられ ることはなかった.これは帰納的方法であり、多く の場合にさまざまな自然科学が用いる方法である. 落下物体や惑星軌道に関する法則の定式化は、まず は観察によって純帰納的に求められ、その後はじめ て、ニュートンが1つの万有引力方程式から演繹的 にこれらの法則が導かれることを見いだし、説明し た.これは正常な科学的手続きであり、何回もくり かえされたものである. 漂移説のニュートンは, 未 だ現れていない.」

今日、プレートテクトニクス学説や地球膨張学説 について同様に記述することが可能だろう.両学 説は、まったく異なった見方で、ほぼ同時期に発 達した.それぞれは、いくつかの地質学的観察に 関して説明しているようにみえるが、ともに不完全 な学説で、物理学的に不可能であったり、現在まで に解明された物理法則によって説明しえないメカ ニズムや説明に困惑することがしばしばある.さら に、地球の形成についても、また、その内部構造に ついても言及するところがない.しかし、それぞれ は、私たちの惑星に関するより基本的で包括的な学 説一私は、全地球減圧ダイナミクス [Whole-Earth Decompression Dynamics (WEDD)] とよぶ—に最 終的に導く道程の役割をはたした.

全地球減圧ダイナミクスは、私たちの惑星が木星の ような巨大ガス惑星として誕生した結果であるとす る. そして, 次のことがらを演繹する:(1)地球 内部の組成,構造,および,著しい還元状態,(2) 惑星全体が溶融することのないコア形成過程,(3) 新しく強力な内部エネルギー源一圧縮性の原始惑 星エネルギーと核分裂エネルギー地球炉,(4)地 球炉による地球磁場形成,(5)地殻の地温勾配を もたらす地殻底への熱蓄積メカニズム,(6)減圧 に駆動された地球ダイナミクス(プレートテクト ニクスに由来するとされる無数の観測事実を、物理 的に不可能なマントル対流に頼ることなく説明でき る)、および、(7)プレート衝突を必要としない 褶曲山地の形成メカニズム(これは、超大陸サイ クルを想定する必要性を排除する). 私はそれらの 詳細と全地球減圧ダイナミクスの意義を、多くの 科学論文 (Herndon, 2005, 2006c, 2006a, 2007b, 2009a, 2010, 2011b, 2011a および 2012c) と著 書 (Herndon, 2008, 2012b, 2012a, 2012d および 2012e) に記述してきた.以下では,WEDDの原 理を総説し、地球科学のための新しい基礎を記述す る.

背 景

1897年にWiechert (1897)は、地球に隕鉄類似の 鉄のコアがあるとすると、惑星平均密度(Cavendish 1798)がうまく説明されるだろう、と示唆した. 1906年にOldham(1906)は、地球深部では地震 波[複数]が急に低速度帯に入ることに気づき、コ アを発見した.その後の30年間に、コアが液体で あり、その半径はちょうど3,400kmであることが 判明した.つづいてLehmann (1936)は地球の内 核を発見し、その半径が1,200kmであることを正 確に見積もった.しかし、次なる問題—内核の化学 組成—が生じた.

地震波 [複数] の研究は, 慣性モメンントと総合さ れて, 地球内部にさまざまな構造が存在し, それら が固体か液体かという情報をもたらした. しかし, それらの化学組成は不明のままであり, それらをコ ンドライト質隕石から推定するほかはなかった. コ ンドライトの造岩元素(太陽の光球元素とほぼ同じ) は,地球内部の各部分の化学組成を理解する基礎と なった. ところが, 問題は複雑化し, コンドライト 隕石のなかには, 酸化状態と鉱物組成が大きく異な る3つのグループがあることがわかった. これら3 つのグループは, 普通コンドライト, 炭素質コンド ライト,およびエンスタタイトコンドライトである.

1930年代後半~1940年代前半には、地球は普通 コンドライトに似ているという考え方があった。普 通コンドライトとは、落下が目撃された隕石では もっとも多い.エンスタタイト隕石は希であり、著 しい還元性が理解されていなかったために,無視さ れた.内核の化学組成を説明する論理的解釈はどの ようなものがあるでろうか? 普通コンドライトの 金属のなかで,ニッケルはつねに鉄合金になってい て,ニッケルよりも重たい元素をすべて集めても, 内核の形成には不足するだろう.そのため,液体鉄 合金コアは固結しつつあり,内核は固結した鉄金属 であると仮定される.

その後,コア表面よりも上に,深度 660km や,よ り浅部のマントル中に地震的不連続が発見された. 不連続,すなわち地震波の角度と方向が変化を被る 境界は,原理的には(1)化学組成が異なる層,あ るいは,(2)化学組成は同じで,結晶構造を異に する層のいずれかである.地球内部が普通コンドラ イトに類似しているとすると,(1)は考えられず, (2)が想定される.

Lehmannの内核発見後の40年間に、エンスタ タイト隕石に関する1960年代の発見は、内核の 組成に関する別の可能性、すなわち、完全結晶し たニッケル珪酸塩である可能性を私はみいだした (Herndon, 1979).つづいて私は、地球内部の82% が、表1に示される初源的エンスタタイトコンドラ イトに著しく類似していることを示した.表1は、 地球内部の各部分の相対的質量が、Abee エンスタ タイトコンドライト隕石(Herndon, 1980, 1993, 2011a)の各部分に対応することを示す.この知識 は、地球の起源を理解する上で決定的に重要である.

木星状巨大ガス惑星としての地球の起源

惑星形成概念は,一般に,2つのカテゴリーー(1) 原始惑星概念:数100~数1,000気圧の高圧下で の凝縮を典型とする,および(2)微惑星概念:1 気圧以下の著しい低圧下での凝縮を典型とする一の いずれかに分類される.

Cameron (1963) によって 1963 年に公表され た低圧惑星形成モデルにしたがって,大気圧の 10/1000 (Grossmann, 1972) という低圧下で凝 縮した初源物質で形成されたという考え方に,地球 科学界が間違って同意した.この考え方は,塵がし だいにより大きな岩石として集積し,その後,巨礫, 微惑星,そして,最終的に惑星に成長したというも のである (Goldrich and Ward, 1973).このような 全体像は,"太陽系形成の標準モデル"として広く 認められた.しかし,私は,鉄は金属鉄よりも鉄酸 化物を形成しやすいので,そのような低圧凝縮では 地球型惑星の大きなコアは形成されないことを発見 した (Herndon, 1978, 2006c).

熱力学的研究によって, Eucken (1944) は, ガスからなる巨大な原始惑星のなかで地球が形成されたと

表1 地球内部(下部マントル+コア)と Abee エンスタタイト質コンドライトの基本質 量比の比較. 地震データは, 660km 以浅は薄 層であり、より後期のより酸化的コンドライト および彗星物質(これらの組成は今のところ特 定できない)の付加によって形成されたことを 示す。

Fundamental Earth Ratio	Earth Ratio Value	Abee Ratio Value
lower mantle mass to total core mass	1.49	1.43
inner core mass to total core mass	0.052	theoretical 0.052 if Ni ₃ Si 0.057 if Ni ₂ Si
inner core mass to lower mantle + total core mass	0.021	0.021
D" mass to total core mass	0.09***	0.11*
ULVZ** of D" CaS mass to total core mass	0.012****	0.012*

= avg. of Abee, Indarch, and Adhi-Kot enstatite chondrites

D'' is the "seismically rough" region between the fluid core and lower mantle ** ULVZ is the "Ultra Low Velocity Zone" of D''

*** calculated assuming average thickness of 200 km

**** calculated assuming average thickness of 28 km

data from (Dziewonski and Anderson, 1981; Keil 1968; Kennet, Engdahl, and Buland, 1995)

信じるようになった. その過程では、溶融した鉄の 雨からコアが形成され、つづいて、珪酸塩岩石でで きたマントルが凝縮した、とされる. 同様の、そ して拡張された計算によって、私は、Euckenの結 果を確かめ、次のことがらを推論した(Herndon, 2006; Herndon and Suess, 1976). すわわち, エ ンスタタイト質コンドライトを特徴づける酸素を欠 き著しく還元的な物質と、さらに地球内部物質も、 原始太陽系ガスから高温・高圧状態で凝縮し、この 環境は凝縮物が低温状態でガスと反応することを妨 げた,というものである.

高温・高圧下にあった太陽組成ガスの冷却中には, 溶融した鉄がもっとも分別的に凝縮した. 図1は, 太陽組成環境における液体鉄金属と鉄蒸気との間の 相境界を示している.理想的状態では、ガス中での 特定物質の分圧がその凝縮物質の分圧をうわまわる と、その物質は凝縮しはじめるだろう.太陽組成の ガス中で,ある物質の分圧は全ガス圧に直接比例し, そのため、高圧では、物質が高温で凝縮する. それ とは別に、凝縮物の酸化度はガス状態での次の反応 によって決定される.

$H_2 + 1/2O_2 \rightleftharpoons H_2O$

これは温度の関数で、圧力には基本的に無関係であ る. 私が発見したように、この反応は低圧で、その 結果、低温化した場での酸化凝縮をもたらす.高圧 で、そのために高温になった環境では、この反応は 著しく還元的なエンスタタイト質コンドライト様の 凝縮をもたらし,形成された凝縮物はガスとの反応 をつづけることができなくなる(Herndon, 2006c; Herndon and Suess, 1976). これは, Euchenの概 念一地球は原始巨大ガス惑星のなかでの雨によって 形成された―に完全に一致する.

私は Eucken の先に歩をすすめ, 巨大ガス原始惑星 からの地球の完全な凝縮によって木星とほぼ同じ



図1 この図の曲線は、液体鉄が理想的凝縮をはじめるときの、 冷却中の太陽組成ガスにおける温度と全圧を示す.

質量の巨大ガス惑星が形成されたが、原始太陽物 質のなかでのガス物質は、岩石構成物質の質量の約 300 倍であった. 巨大ガス恒星が他の惑星系の中 に発見されること(Seager and Deming, 2010)に 似ていて,これは不可思議な考え方ではない.しか し、現在の地球は初生ガスを欠く、どのような作用 が、地球質量の300倍もの初生ガスを剥離したの であろうか?

いくつかの若い恒星には T-タウリ期とよばれる非 常に活動が活発な期間があり、超強力な太陽風と物 質放出が行われる. この短い期間は, 星の熱核点火 にともなって発生するという.図2は、二重星X,Z のタウリ爆発を示す 2000 年に撮影された Hubble 宇宙望遠鏡画像である.私は、同一の爆発を撮影し た1995年の画像から5年前のプリューム縁を示す ために、白い三日月を加筆した.5年間で、爆発縁 は130倍も前進し、それは太陽と地球との距離に 相当する.太陽の点火期には同様のできごとがおこ り、太陽系内惑星からガスをふきはらい、小惑星帯 の普通コンドライトでできた惑星物質をつくった.



図2 2000 年における二重星 X, Z-タウリの Hubble 宇宙望遠鏡 画像. T-タウリ期の爆発を示す. 白い三日月表示は, 1995 年に おけるプユーム前縁の位置を示す. 5年間での移動量は 130 天 文単位に達する. T-タウリ爆発は,新しく形成された恒星に観 察される. 形成期に近い太陽のそのような爆発が,太陽系の内惑 星から初生ガスをはぎとった,と私は提案している.

と私は想定している (Herndon, 2007a).

凝縮,すなわち,高圧高温の巨大ガス原始惑星中に おける降雨 [raining-out] は,惑星全体が溶融する ことなくコアを形成し,さらに,惑星中心における 核分裂炉を形成するかもしれない著しく還元的な内 部組成をもたらした.木星のような巨大ガス惑星と しての地球の初期形成史は岩石質の芯をもたらし, その後,巨大ガス荷重がとりはわれると減圧された. これらの作用は全体として,地球の力学と地殻地質 の原因となった.

地球凝縮の結果

凝縮による地球形成,すなわち,図1に示される圧 力温度範囲における巨大ガス質原始惑星内部での降 雨の結果,どのようなことが起こったのだろうか?

太陽組成大気におけるこの圧力 - 温度範囲での熱 力学的計算によると,溶融鉄は,珪酸よりも揮発 的でなく、より耐性が大きい (Herndon, 2006c; Herndon and Suess, 1976). したがって, Eucken (1944)によって発見されたように、地球の鉄合金 コアはマントル珪酸塩よりも早期に形成されたので ある.地球コアの化学組成は凝縮によって形成され, 親酸素元素(たとえば, Ca, Mg, Si)は著しい還元 環境にある溶融鉄中にある程度まで溶解する. 深部 地球組成とエンスタタイト組成の間の質量比指標が 表1に示される. それによると. 地球深部の相対的 元素組成が、Abee 隕石のような初生的エンスタタ イト質コンドライトの対応部分の測定から見積もる ことができる(表1,図3). コアの微量元素組成は, 微量元素が主要元素によってもたらされる緩衝組成 に従属的であるために、同様にして見積もることで きる.

Abee エンスタタイト質コンドライトでは、ウラ



図3 Abee エンスタタイト質コンドライトから推定された地球 主要部の化学組成(表1参照).下部マントルを覆う上部マント ルは,地震学的には溶融層であり,その化学組成は依然不明であ る.半径の縮尺は km 表示.



図4 地球の核分裂反応炉(挿入図)と地球の主要部分との関係. 中心にある地球反応炉は,地球流体核の質量の10万分の1であ る.私の仮定では,地球反応炉の外殻部は流体あるいはスラリー (泥漿)で,核分裂熱源と内核熱溜りとの間に位置している.地 球反応炉の外殻部における対流によって駆動されるダイナモは, 持続的な地球磁場形成に不可欠である(Herindon, 1996, 2007a, 2009a).

ンは(トリウムも)地球のコアに相当する部分に ほぼ限られて含まれている(Murrell and Burnett, 1982). ウランは,いくぶん高温で凝結し,最高 密度であるために,最終的には地球の中心に集積 し,そこでは地球における自然核分裂炉として機能 する,と私は考えている(Herndon, 1993, 1994, 1996, 2003; Hollenbach and Herndon, 2001).

地球核分裂炉は図4のように2層構造になっていて、分裂中の核でできた下層コアが、おそらくは液体か slurry でできた放射性廃物の上層に包まれている.半径約24kmの複合体は、現在の地震学的

表2 放射性熱生産における地球ニュートリノ(反ニュートリノ) の貢献(Bellini et al., 2010; Gando et al., 2011). 地球熱の宇宙 空間への放出量(Pollack, Hurter and Johnson, 1993)と比較さ れている.考察と誤差については原著参照.

Heat (terawatts)	Source		
44.2 TW	global heat loss to space		
20.0 TW	neutrino contribution from ²³⁸ U, ²³² Th, and georeactor fission		
5.2 TW	georeactor KamLAND data		
3.0 TW	georeactor Borexino data		
4.0 TW	⁴⁰ K theoretical		
20.2 TW	loss to space minus radiogenic		

解析にはあまりにも小さい.しかし,海洋玄武岩の ヘリウムデータは地球反応炉の存在を支持する強力 な証拠となり(Herndon, 2003; Rao, 2002),反 ニュートリノ測定もそれに反しない (Bellini et al., 2010; Gando et al., 2011). 今日まで, 日本の神 岡およびイタリアの Gran Sasso にある検出装置は, 地球内部からやってきた反ニュートリノを検出しつ づけている、数年間にわたるデータによると、ウラ ンおよびトリウムの全エネルギー放出量のうち、地 球反応炉における核分裂からの供給は最大で26% (神岡,日本:Gando et al., 2011) または 15% (Gran Sasso, イタリア:Bellini et al., 2010) であることが, 深地球反ニュートリノ測定から見積もられている (表2).しかし、実際の地球反応炉の貢献度は、そ れらよりもいくぶんより大きいだろう.というのは、 地球反応炉のエネルギーは、核分裂に加えて、天然 の放射性壊変からも供給されているからである.

地球中心にあるウランとそれに付随する核反応炉と しての機能は、凝縮による地球形成、すなわち、高 圧高温の著しく還元的環境におかれた巨大ガス原始 惑星内部における降雨 [raining-out] の直接の結果 である.これらからは、さらに次のようなことがら が派生する:(1)地球反応炉は、地球磁場発生の エネルギー源と発生機構になっている.(2)太陽 からの荷電粒子供給の変動は、地球磁場を媒介にし て地球反応炉内に電流を誘導して、電気抵抗発熱を もたらす.それは、瞬時に地球磁場の反転やエクス カーションを発生させるだろう.(3)地球反応炉 は導管を通して熱を地表へ供給し、アイスランド島 やハワイ諸島の地下に存在するホットスポットをも たらす.(4)地球反応炉は地球の減圧を促進する だろう.

Elsasser (1939, 1946, 1950) は,地球の流体核で はたらいている対流駆動ダイナモによって地球磁場 が発生していることを示唆した.ダイナモメカニ ズムは地球磁場の発生を説明するが,私の発見によ ると,それは地球の流体核のなかで機能しているわ けではない.地球史には,地磁気場が数100万年 間にわたって安定していた期間がある.そのような



図5 R_A (大気の³He/⁴He 比) で規格化された核分裂による ³He/⁴He 比. 5TW (上) および 3TW (下) のエネルギーレベル における地球反応炉の数値計算 (Herndon, 2003) による.中央 海嶺玄武岩 (MORB) 測定値の信頼度 95% 範囲が実線で示され ている.地球の年齢は矢印で示される.地球の概略年代 45 億年 の計算値分布に留意せよ、増大する値はウラニウム燃料の燃焼の 結果である.アイスランドの深層起源"プリューム"は,高い値 37 R_A を示す (Hilton et al., 1999).

長期間の対流安定性を,地球コアに期待することは できない.コア底ではコア表面にくらべて密度が約 23% おおきいばかりか,コアは熱的に隔離してい る毛布―マントル―によってとりかこまれている. マントルは,コアよりも,熱伝導度と熱容量が小さ いのである.コア表面に運ばれた熱は効率的に除去 されず,コア表面はコア底よりもより低温に保たれ たことはなく,必然的に熱対流が発生する.すなわ ち,地球中心部には,熱対流を基本的に維持しうる 場所があるのである.

放射性廃棄物でできた地球反応炉の外殻内部にはた らく Elsasser の対流駆動ダイナモによって地球磁場 が生成する,と私は考えている(Herndon, 2007). 地球のコアとはちがって,地球反応炉の外殻におい て維持されている対流はきわめて妥当であるとみら れる.地球反応炉外核表面は巨大蓄熱器である内核 に接し,内核は,もう1つの巨大な蓄熱器である流 体核に接している.地球反応炉の中心核から外殻表 面に運ばれる熱は,これらの巨大な蓄熱器によって 効率的にとりのぞかれる結果,反応炉外殻の逆転温 度勾配が保持される.さらに,外殻は底部が高密度 というわけではない.流体コアとはちがって,反応 炉外殻における中性子に富む放射性廃棄物の壊変は 電子を供給し,それらは磁場の種をつくり,それが 増幅されていくのだろう.

火山から溢流する溶岩に含まれるヘリウムには、さまざまな地質環境が反映される.中央海嶺で噴出した玄武岩で測定された³He/⁴He 比はきわめて一定で、空気中での測定比の平均 8.6 倍に達する.地球全体にわたる 18 個のホットスポット(たとえば、ハワイ諸島)の溶岩で測定された³He/⁴He 比は、

大気のそれよりも 10 倍以上大きい.

地球反応炉のはたらきに関する Oak Ridge 国立研 究所での数値シミュレーションによると、地球反応 炉の存在が不可避的である証拠がもたらされた.地 球反応炉におけるヘリウム分裂生成物は、図5に 示されるように、海洋玄武岩で測定される³He/⁴He 比に著しく詳細にわたって適合する. この図で注 視されるべきは、核分裂と放射性壊変によってウラ ン燃料が消費されるにつれて、³He/⁴He 比が時間と ともに漸増することである. ハワイ諸島とアイスラ ンドの下の、しばしばマントルプリュームとよば れる熱構造は2つの高³He/⁴He比をもつホットス ポットであり, 地震トモグラフィによって画像化さ れるように (Bijuwaad and Spakman 1999; Nataf 2000), コア / 下部マントル境界まで連続し、そ れらには地球反応炉起源の熱が再注入されている. ホットスポット溶岩で測定される高³He/⁴He 比は, 地球反応炉が"最近"生成した熱とヘリウムの指標 であると考えられる. ここでいう"最近"とは、過 去数億年まで遡る時間である.

ハワイ諸島とアイスランドは、地震画像にコア/マ ントル境界から熱源が上昇していることが示される 現在も活動中の2つのホットスポットである。両例 では、溶岩は高い³He/⁴He 比に特徴づけられ、地 球反応炉で発生した熱を指標する。最近、Mjelde and Faleide (2009)は、これらの2つのホットスポッ トから噴出した溶岩に新生代を通じて周期性と同 期性があることを発見した。そして、Mjelde et al. (2010)は、それらが地球反応炉の熱生産の変動に 由来することを示唆した。これは、かつて注目され た地表現象と地磁気逆転との間の関係性(Larson, 1991)が説明されはじめたことを意味している。

地球圧縮の結果

木星状の巨大ガス惑星としての地球の初期形成史 は、私たちの惑星の力学に重大な影響をもたらし



図6 木星状巨大ガス惑星としての地球初期形成史の結果として 生じた褶曲山脈の形成過程の図解. 左:2つのボールは、'現在' の地球(大きい)と減圧前の'かつて'の地球(小さい)との相 対比を示している.中:'かつて'の地球から切りとった大陸を 現在の地球の上においた球の断面で,(1)'かつて'の大陸の曲 率は'現在'の地球の曲率に適合しないこと,(2)'かつて'の大 陸は固定された外周の内側に余剰表面積をもつことを示す.右: 「ひだ」が余剰表面積をなくし、'かつて'の大陸が'現在'の地 球の曲率に適合するために不可欠な褶曲山脈の形成過程を示す. ボールの物質とはちがって岩石は脆性的であるために、地殻中に 形成された「ひだ」は破断・落下して自ら褶曲山脈を形成する.

た.地球が木星のような巨大ガス惑星であった期間 には、地球質量の約 300 倍のガスと氷が、岩石質 の芯を現在の直径の約 66% まで圧縮していた.レ オロジー(流れ学)と地殻剛性のために、T タウリ 爆発によってガスと氷がふきはらわれるまでは、圧 縮状態の芯(その地殻は全体が大陸性岩石 sial でで きていた)に原始惑星の圧縮エネルギーが封じ込め られていた.

減圧による惑星体積の増大を補償するために、地表 は2つの根本的に異なる様式―表面曲率の変化に応 じた裂罅形成と表層褶曲―をとって対応した. 表面 積を増大させる裂罅形成は、惑星の体積増大の結果 として発生した.初生的裂罅には地下に熱源があり, 玄武岩を噴出することができる. 2次的裂罅は熱源 をもたず、最終的には初生的裂罅によって噴出した 玄武岩の保存庫となった. 減圧によって増加した体 積は、地球の直径が小さかったときに形成された大 陸性岩石と整合しない. この不適合は, 過剰な表層 物質をもたらした. その物質は、大陸縁に囲まれた 範囲に生成し、図6に図解されるように、褶曲山脈 を形成する座屈・破断・落下によって、新たらしい 表面曲率に適合した. 表面曲率へのもう1つの重要 度の低い適合方法は、大陸周縁引張断裂の形成であ る. それらによって海底峡谷と水系が形成されはじ めた (Herndon, 2012c).

地球が減圧されるにつれて, 原始惑星圧縮から失 われた熱量を補填するために熱が供給されなけれ ばならない. そうしなければ, 減圧は温度を低下 させ、減圧作用が妨げられるだろう、地球深部に おける地球反応炉の核分裂と自然放射性壊変によっ て発生した熱は、原始惑星圧縮の熱損失を補ってマ ントル減圧を促進するだろう. その結果マントル 中にはじまる減圧は、津波のようにマントル全体に 伝播して、地殻底に位置する障害にであうだろう. そこでは、地殻の剛性が減圧の継続を阻害し、圧 力が発生してマントル-地殻境界の物質を圧縮し, その結果, 圧縮加熱が発生するだろう (Herndon, 2006a). 私はそれにマントル減圧熱津波 (Mantle Decompression Thermal Tsunami) と命名した. こ れは地殻底部への熱供給に関する新しい説明とな り, 地温勾配の新しい論拠をもたらした. それは, 減圧裂罅に集中するようにみえる地震や火山にも 関与しているだろう. さらに, 地殻底部に供給され る熱は非生物性炭化水素の形成にも関与しているだ ろう (Herndon, 2006b, 2010). マントル減圧熱津 波による熱供給は, コアから地表への導管によって 地球反応炉の熱からもたらされていることを明示す る.

地質の新しい理解

Wegener (2012) によって提案され、プレートテク

トニクスの考え方に適用されたかつての超大陸パン ゲアは、1.5 倍近くの表面積をもつ海洋にとりかこ まれていたとみられている.それとは対照的に、全 地球減圧ダイナミクスでは、唯一の真の超大陸があ り、それは初期地球の圧縮された芯を完全に覆う大 陸性岩石の連続殻であった.私は、その存在を初め て確信した Ott Christoph Hilgenberg (Hilgenberg, 1933)の栄誉のために、その超大陸を Ottland と 命名した.

Hilgenberg は、今日の地球半径の 50% で、大洋盆 が存在しない、より小さな初期地球を提案した.彼 は、海面上の全地表面積からそれを計算した.私や 他の人々は、大陸縁に沈水した面積を考慮して、現 在値の 65% という半径を算出した.山脈形成によっ て褶曲した表面積を考慮して(Herndon, 2012c)、 私は初期地球の半径をほぼ 4200km、現在の地球 半径の 66% を見積もっている.

減圧裂罅とそれにつづく間隙充填大洋盆の形成による Ottland の分裂には、すぐに初生ガスの除去を開始する必要も、また、ある一時点でそうする必要もなかった. Ottland の分裂とそれにともなう変位についての一連の描写は、流行している仮説的パンゲアの分裂にみかけだけ似ているだろう.後者では、実在しないマントル対流セルに載っているにもかかわらず、大陸は自在に漂移し、分裂し、そして再集合するかに想定されている.

全地球減圧ダイナミクスは、プレートテクトニクス 概念を、問題視されるマントル対流を除外して地球 のよく解明された特徴を説明できるように展開した ものである (Herndon, 2005, 2010, 2011a). 褶曲 山脈の形成は、プレート衝突を必要とせず、全地球 減圧の当然の帰結である(Herndon, 2012c). 下方 からの押し上げによる、あるいは、プレート境界で おきる衝突による山脈形成は排除されない(Ollier and Pain, 2000). 一部が埋積された 2 次的減圧裂 罅だけが海洋トラフを説明することができ、プレー トテクトニクスでは説明できない. 剛体的地殻の底 における圧縮加熱は、マントル減圧の直接的帰結で ある (Herndon, 2006a). 私の新パラダイムにおい ては、プレートテクトニクスの意義や用語法の多く が踏襲されている.たとえば、リフトは類似してい て、原因となるメカニズムは異なっている。トラス フォームプレート境界は認定され、拡大プレート境 界は類似しているが、駆動メカニズムが異なってい る. 収束プレート境界も同様に類似しているが、下 降プレートが海溝―2次減圧裂罅―を形成すること はなく、コンベアのようなマントル対流によってそ れらがマントル中を巡回することもない. 和達 - ベ ニオフ帯はきわめてよく類似している.ただし、マ ントル溶融がおこり,ときどきの火山噴火の原因に なる理由は異なっているかもしれない. プレートテ クトニクスかかわるたくさんの観察のおおくは,全 地球減圧ダイナミクスをも支持する.

全地球減圧に含まれている諸作用はまだ未解明で あるが、進歩はこれまでの地質学よりもかなり遅 い. 地球の減圧が現在もつづいているとすると、1 日の長さもしだいに長くなっているはずである. 最 近数10年間におこなわれた詳細な観測によると、 現在のところ実質的増大は起きていない (Chao, 1994). これは、減圧裂罅が、今日では顕著には形 成されていないことを意味する.しかし、大規模な 2次的減圧裂罅は依然としてきわだっていて、それ は、たとえば、マリアナ海溝のような環太平洋の海 溝において明らかである.そして,玄武岩の噴出や 裂罅充填といった全地球減圧ダイナミクス作用は. 現在もつづいている. 噴出した玄武岩の積算量から 見積もると、現在の減圧量は、1日の長さの測定に おける精度誤差とおなじ規模とみられる.しかし, 大規模地震によって応力が解放されるのと同様に, 減圧裂罅の形成はときどきに起きるのである.

Afar 三角地帯は、紅海リフト、インド洋の Carlsberg海嶺、および東アフリカリフト系が会合 する三重点である.この地帯の地震トモグラフィ画 像によると、たいへん大きな低速度帯が下部マント ルの基底まで延びていて、"スーパープリューム" と呼ばれている(Ni et al., 2002; Zhao, 2001).下 部マントル底の熱はマントル底物質を上方へ浮上さ せるのに十分な浮力をもたらすことができないので (Herndon, 2009a), Afar 玄武岩で測定された高い ³He/⁴He 比($R_A > 10$: Marty et al., 1993)は地球 反応炉の熱的導管の存在を示唆する.そのような導 管は、著しく可動的な不活性へリウムを、しだいに 低密度になる浅層へ移動させる.コアからの地球反 応炉の熱導管は、地質史をつうじて、大陸の分裂に 関わってきたようにみえる.

表面の大陸性岩石の下でのホットスポットの形成な らびに地下のマグマによって形成された局所的上昇 流は大陸断片を増し,こうして,減圧によって増大 した惑星体積を補うように表面積が拡大する.地下 でのホットスポットの発生にともなう全地球減圧の 応力は,大陸分裂とそれに付随する新海洋盆の開口 をもたらす複合要因となる.東アフリカリフト系に 沿う現今のアフリカ大陸の分裂をもたらしている地 球反応炉由来のホットスポットは,Eden 湾と紅海 の開口にもかかわってきただろう.同様に,61Ma の北大西洋の開口は,アイスランドホットスポット に関係しているようである.地球反応炉由来の熱と 大陸分裂との関連性は一般化できるのか? 詳細が 完全に明白であるというわけではなく,未解明のこ とがら多く残されている.

地球反応炉に由来するホットスポットが減圧応力と

複合的に存在することは、常に大陸分裂をもたらし ているわけではない. ウラル山脈とシベリア卓状 地(西シベリア盆地を含む)の間の地帯は、およ そ 500 ~ 250Ma に広域的リフティングを経験し た (Saunders et al., 2005). 隆起はリフト盆地を発 生させ、そこには大量の地層が形成されて、石油・ 天然ガスの貯留に著しく好適な条件をもたらした (Reichow et al., 2002).約250Maには、シベリア トラップとしてよく知られている大量の洪水玄武岩 が100万年間にわたって溢流し、おそらくは高い ³He/⁴He 比をもったヘリウムを含む 2.999km³ 以上 の玄武岩によってこの地域が覆いつくされた(Base et al.,1995). 玄武岩の流出後も、リフティングが つづいたことが証明されている(Reichow et al., 2002). リフティングは、リフト盆地の形成に先行 していて、その後、多量の玄武岩の噴出が起こった、 高い³He/⁴He 比は、地球反応炉の熱がコアからの 導管を通って供給されたことを示している. 今日で は、この地域には、世界的にももっとも広範囲にわ たる石油・天然ガス・石炭鉱床が胚胎していること が解明されている.

40年間にわたって、石油探査地質学はプレートテ クトニクスの用語で語られてきたが、それは物理学 的には不可能なマントル対流にもとづいたものであ る(Herndon, 2009b). プレートテクトニクスによっ て上手に記述されているかにみえる前弧盆地や背弧 盆地のような地表現象は、全地球減圧ダイナミクス によっても同様に記述される事例が多い.しかし、 微妙であるが重要な相違、とくに対流由来の沈み込 みは存在しないという相違が存在する.

プレートテクトニクスの用語法において,"リフ ト"はひきはなされはじめる2つのプレートの境界 をさす.全地球減圧ダイナミクスでは、"リフト" は、減圧裂罅形成のはじまりを意味する.リフティ ングは全地球減圧作用の全般にかかわっていて, Ottland とともにはじまり,現在まで継続している. 大陸分裂作用は,減圧裂罅の形成とともにはじまる. 時間とともに裂罅はひろがり,リフト谷あるいは盆 地を形成する.それにつづいて発生する火山噴火は, 供給される熱量に依存している.このようにして形 成されるリフト盆地は,石油・天然ガス鉱床をしば しばもたらす地層の形成に理想的な環境となり,大 洋盆の形成後でさえも大陸縁の一部に残存すること がある.

実際にすべての石油・天然ガス鉱床が,なんらかの かたちで,リフティングのWEDD作用に関係して いたり,その結果であったりすることを,私は示唆 してきた. 衝下による圧縮を含む foreland 盆地の 堆積物であっても,別の場所でのリフティングや展 張に由来することもある (Herndon, 2010). 完成 された,あるいは未完成の大陸分裂は,リフティン グからはじまる. エチオピア北東部の Afa 三角地帯 で現在おこっているリフティングと,東アフリカリ フト系の全体にわたるリフティングの結果を観察す ると,そのいずれかで発生した石油鉱床に関連する リフティングに影響された石油鉱床の特性を解明す るうえで有用である.

Afar や東アフリカリフト系に沿って観察される全 地球減圧ダイナミクスの諸作用は,石油鉱床形成 のための重要な要素となる. リフティングが、た とえば世界第2の深さをもつ Tanganvika 湖(水深 1.4km) や, 4番目に深い Nyasa 湖によって例示 されるように、深い盆地を形成することは明らかで ある.両湖はともに、東アフリカリフト系の一部と して形成された.下方からの膨らみによってひきお こされるリフティング (Almond, 1986) によって、 地表は侵食を受けやすく,大量の堆積物質を供給し て,盆地を埋積する貯留岩を形成した.火山性堆積 物質は豊かな塩類をもたらし、光合成プランクトン のブルーミングをもたらしただろう. 隆起運動は海 に覆われた陸地を取り込んで、蒸散によって海成岩 塩堆積物を形成し、それらは岩塩ドームをつくって いることもある.

プレートテクトニクスで想定されている大きさが不 変の地球では,超大陸パンゲアは海にとりかこまれ ていたと考えらる.このような見解では,パンゲア の分裂は単に陸と海とがほぼ同じレベルで単に移動 するだけである.このパラダイムで,急速で大規 模な海面低下のメカニズムとして提案されているの は,唯一,大量の海水が極地域や氷河氷として貯え られる"氷期"だけである.しかし,たとえば海面 が大きく低下した1例である65Maには,気候は 氷期というにはあまりにも暖かかった.全地球減圧 ダイナミクスは,対照的に,増大した惑星直径,と くに大陸分裂によって海面が低下したという別の説 明を提案する.

全地球減圧ダイナミクスとホットスポットと通じた 地球反応炉からの熱供給の複合作用は,新しい大洋 盆の開口をともなう大陸分裂や石油・天然ガス鉱床 の起源ばかりではなく,生命への顕著な影響をも説 明することができる,と私は仮定している.たとえ ば,白亜紀末/第三紀初期にあたる65Maに種の大 量絶滅の1つが起こった.これは,アラビア海の開 口と関係していると考えられているデカントラップ を形成したインドにおける地球反応炉起源の洪水玄 武岩が大量に溢流したときである.幾人かが信じて いるように,K-T境界における種の絶滅は,隕石衝 突の単なる結果以上のものを含んでいる(Courtillot, 2002).

WEDDの生物絶滅への予測される影響には、次のような事象が含まれる:(1)すでに指摘されてい

るように,巨大な火山噴火は全地球規模の環境に荒 廃をもたらすだろう,(2)新しい大洋海盆をもた らす新しい減圧裂罅の開口は海面低下をひきおこ し,ある生物群に破壊的影響をもたらすだろう,(3) 地球反応炉から導管でみちびかれた熱,ならびにマ ントル減圧熱津波による地殻底への熱供給によって 海洋の温度が上昇するだろう,(4)海洋循環パター ンと卓越風がバラバラになるだろう,そして(5) 海洋の酸性化,すなわちpHが低下するだろう.最 後の項目には,いくらかの説明が必要である.

価値のある鉱石を発見して採掘するために地殻中へ 坑道を掘削している鉱山は,まずは,酸化帯にでく わす.時間が経つと,酸素を含む地下水がその酸化 帯から滲みだし、そこで発見された鉱物の一部を酸 化させる.坑道が深くなると、そのようには酸化し ていない岩帯に達する. そこでは, 含ヒ素黄鉄鉱の ような"還元"鉱物にであう.水はこのような環境 に触れ、たとえば、水に浸かった鉱山のパイプ類が 酸性される. このレベルでの鉱山廃石、すなわち、 地表にのこされたズリは、時間がたつと酸化され て,環境へ有害重金属を放出するだろう.このよう にして大陸が断裂すると海洋水を酸性化させて同化 することは、驚くにあたらない、デカントラップの ような規模と噴出速度をもつ火山噴火によって生成 する酸性雨によって、同様の酸性化と同化がおきる ことも予想される.時間がたつと,酸性海水と炭酸 カルシウムとの反応によって pH は中性にもどるだ ろう.

生物の大量絶滅をもたらす最大の原因は, WEDD 大陸分裂と大量の洪水玄武岩をもたらす火山活動, および、それに随伴して生じる諸作用であると、私 は仮定している.約250Maに発生した最大の大量 絶滅が、二畳紀末~三畳紀初期のシベリアトラップ を形成した地球反応炉の熱に由来する巨大火山活動 と同時に発生したことはあまり知られていない. そ して、中央大西洋が開口した約 200Ma におこった 別の5つの大量絶滅が存在する. 大量絶滅はバラバ ラな孤立した事件ではなく,木星のような巨大ガス 惑星としての地球初期形成史の結果としておきてい る全地球減圧作用の進行過程の一部なのである.オ ルドビス紀の終焉とシルル紀のはじまりにあたる約 436Maの絶滅事件のような、はるか昔に起きた別 の大量絶滅でさえも同じ原因による. 地質研究者が 挑戦すべきは、地球の海洋盆や湖盆の開口をもたら し、それにともなって繁栄していた生物の荒廃をも たらす大陸分裂の時系列を発見することである.

欠陥のあるプレートテクトニクスの枠組みのなか で,説明不可能なことがらを説明しようとして改良 がはかられている.たとえば,想定されているパン ゲアの形成に先行する山脈の観察は説明不可能で, そのために,Wilsonサイクルとも呼ばれる超大陸 サイクルを仮定することによって説明が試みられて いる.下敷きにされているアイデアは,超大陸が形 成されては分裂し,その後,また形成されるという もので,そのために,さまざまな山脈を説明するた めに衝突がもちだされる.私は,これらを"架空の 超大陸サイクル"と呼んでいる(Herndon, 2013). そして,褶曲山脈の形成は,木星のような巨大ガス 惑星という地球の発生期からの帰結として,表面曲 率変化への適合にほかならないのである(Herndon, 2012c).実際,すべての地質現象は,全地球減圧 ダイナミクスによって記述されたように,地球が高 圧高温の初生物質からの降雨によって形成され,最 初は木星のような巨大ガス惑星であったことの帰結 である.

私は、画家が絵を幅広い刷毛で描くように、全地球 減圧ダイナミクスの枠組みを記述した.人々は、そ の枠組みのなかに、疑いなく将来的発展をみちびく 多くの事象を発見するだろう.たとえば、観測は前 進しつつあるので、2次的減圧裂罅はバイカル湖や マリアナ海溝などに明瞭に示される.エチオピアの Afar や東アフリカリフト系では、大陸分裂が現在 進行中である.しかし、リフトの開始とそれにつづ く海洋中央海嶺への発達の詳細は依然まったく解明 されていない.展望は、おそらく海洋底掘削コアか らもたらされるだろう.

地球反応炉の質量は地核質量の 1/1000 万にすぎな いために,太陽からの荷電粒子の変化は,地球磁場 を介して地球反応炉に電流を誘導して,電気抵抗加 熱をもたらす.原理的には,そのような誘導熱は, 外殻対流を中断させて,磁場逆転やエクスカーショ ンをもたらす.地質学的地表現象と地磁気逆転との 間の関係性(Larson, 1991)は,太陽荷電粒子供 給の大きな変化に起因するのかもしれない.対蹠的 な玄武岩溢流の同時性は,地球反応炉で発生した熱 量の変化にむすびついているようにみえる(Mjelde and Faleide, 2009; Mjelde, Wessel, Müller, 2010). 大量の洪水玄武岩には何が関係しているのであろう か? 全地球減圧ダイナミクスの枠組みには,多く の発見されるべきことがらが内在していることは明 らかである.

謝辞 この論文を、友情、発想および激励によって 指導していただいた次の人々へ記念としてささげ る:Paul K. Kuroda, Ingle Lehmann, Lynn Margulis, Hans E. Suess および Harold C. Urey. 私は多くの 方々、とくに Asish R. Basu, Richard B. Cathcart, J. Freeman Gilbert, Rudolph Gottfried, Giovanni Gregori, David R. Hilton, Cliff Ollier, James Maxlow および Giancarlo Scalera のコメントや研究から恩 恵をえた. Dong R. Choi の激励に感謝する.

文 献

- Almond, D. C., 1986. Geological evolution of the Afro-Arabian dome. Tectonophys., v. 331, p. 302-333.
- Basu, A.R., Poreda, R.J., Renne, P.R., Teichmann, R.F., Vasiliev, Y.R., Sobolev, N.V. and Turrin, B.D., 1995.
- High-3He plume origin and temporal-spacial evolution of the Siberian flood basalts. Sci., v. 269, p. 882-825. Bellini, G. et. al. 2010. Observation of geo-neutrinos. Phys. Lett., v. B687, p. 299-304.
- Bijwaard, H., and Spakman, W., 1999. Tomographic evidence for a narrow whole mantle plume below Iceland. Earth Planet. Sci. Lett., v. 166, p. 121-126.
- Cameron, A. G.W., 1963. Formation of the solar nebula. Icarus, v. 1, p. 339-342.
- Cavendish, H., 1798. Experiments to determine the density of Earth. Phil. Trans. Roy. Soc. Lond.. v. 88. P. 469-479.
- Chao, B.F., 1994. The geoid and Earth rotation. In The Geoid and Its Geophysical Interpretation, ed.
- Christou, P.V.A.N., p. 285-298. Boca Raton, Florida: CRC Press.
- Courtillot, V., 2002. Evolutionary Catastrophes. Cambridge: Cambridge University Press.
- Dziewonski, A. M. and Anderson, D.A., 1981. Preliminary reference Earth model. Phys. Earth Planet. Inter., v. 25, p. 297-356.
- Elsasser, W.M., 1939. On the origin of the Earth's magnetic field. Phys. Rev., v. 55, p. 489-498.
- Elsasser, W.M., 1946. Induction effects in terrestrial magnetism. Phys. Rev., v. 69, p. 106-116.
- Elsasser, W.M. 1950. The Earth's interior and geomagnetism. Revs. Mod. Phys., v. 22, p. 1-35.
- Eucken, A., 1944. Physikalisch-chemische Betrachtungen ueber die frueheste Entwicklungsgeschichte der Erde. Nachr. Akad. Wiss. Goettingen, Math.-Kl., p. 1-25.
- Gando, A., Gando, Y., Ichimura, K., Ikeda, H., Inoue, K., Kibe, Y., Kishimoto, Y., Koga, M., Minekawa, Y., Mitsui, T., Morikawa, T., Nagai, N., Nakajima, K., Nakamura, K., Narita, K., Shimizu, I., Shimizu, Y., Shirai, J., F. Suekane, F., Suzuki, A., Takahashi, H., Takahashi, N., Takemoto, Y., Tamae, K., Watanabe, H., Xu, B.D. Xu, Yabumoto, H., Yoshida, H., Yoshida, S., Enomoto, S., Kuzlov, A., Murayama, H., Grant, C., Keefer, G., Piepke, A., Banls, T.I., Bloxham, T., Detwiler, J.A., Freedman, S.J., Fujikawa, B.K., Han, K., Kadel, R., O'Donnell, T.O., Steiner, H.M., Dwyer, D.A., McKeown, R.D., Zhang, C., Berger, B.E., Lane, C.E., Maricic, J., Miletic, T., Batygov, M., Learned, J.G., Matsuno, S., Sakai, M., Horton-Smith, G.A., Downum, K.E., Gratta, G., Tolich, K., Efremenko, Y., Perevozchikov, O., Karwowski, H.J., Markoff, D.M., Tornow, W., Heeger, K.M. and Decowski, M. P., 2011. Partial radiogenic heat model for Earth revealed by geoneutrino measurements. Nature Geosci., v. 4, p. 647-651.
- Goldrich, P., and Ward, W.R., 1973. The formation of

planetesimals. Astrophys J., v. 183, no. 3, p.1051-1061. Grossman, L., 1972. Condensation in the primitive solar nebula. Geochim. Cosmochim. Acta, v. 36, p. 597-619.

- Herndon, J.M., 1978. Reevaporation of condensed matter during the formation of the solar system. Proc. R. Soc. Lond, v. A363, p. 283-288.
- Herndon, J.M., 1979. The nickel silicide inner core of the Earth. Proc. R. Soc. Lond, v. A368, p. 495-500.
- Herndon, J.M., 1980. The chemical composition of the interior shells of the Earth. Proc. R. Soc. Lond, v. A372, p. 149-154.
- Herndon, J. M., 1993. Feasibility of a nuclear fission reactor at the center of the Earth as the energy source for the geomagnetic field. J. Geomag. Geoelectr., v. 45, p. 423-437.
- Herndon, J.M., 1994. Planetary and protostellar nuclear fission: Implications for planetary change, stellar ignition and dark matter. Proc. R. Soc. Lond, v. A455, p. 453-461.
- Herndon, J.M., 1996. Sub-structure of the inner core of the earth. Proc. Nat. Acad. Sci. USA, v. 93, p. 646-648. Herndon, J.M., 2003. Nuclear georeactor origin of oceanic basalt 3He/4He, evidence, and implications. Proc. Nat. Acad. Sci. USA, v. 100 (6), p. 3047-3050.
- Herndon, J.M., 2005. Whole-Earth decompression dynamics. Curr. Sci., v. 89, n. 10, p. 1937-1941.
- Herndon, J.M., 2006a. Energy for geodynamics: Mantle decompression thermal tsunami. Curr. Sci., v. 90, no. 12, p. 1605-1606.
- Herndon, J.M., 2006b. Enhanced prognosis for abiotic natural gas and petroleum resources. Curr. Sci., v. 91, no. 5, p. 596-598.
- Herndon, J.M., 2006c. Solar System processes underlying planetary formation, geodynamics, and the georeactor. Earth, Moon, and Planets, v. 99, no. 1, p. 53-99.
- Herndon, J.M., 2007a. Discovery of fundamental mass ratio relationships of whole-rock chondritic major elements:
- Implications on ordinary chondrite formation and on planet Mercury's composition. Curr. Sci., v. 93. no. 3, p. 394-398.
- Herndon, J.M., 2007b. Nuclear georeactor generation of the earth's geomagnetic field. Curr. Sci., v. 93, no. 11, p. 1485-1487.
- Herndon, J.M., 2008. Maverick's Earth and Universe. Vancouver: Trafford Publishing.
- Herndon, J.M., 2009a. Nature of planetary matter and magnetic field generation in the solar system. Curr. Sci., v. 96, no. 8, p. 1033-1039.
- Herndon, J.M., 2009b. Uniqueness of Herndon's georeactor: Energy source and production mechanism for Earth's magnetic field. arXiv.org/abs/0901.4509.
- Herndon, J.M., 2010. Impact of recent discoveries on petroleum and natural gas exploration: Emphasis on India. Curr. Sci., v. 98, no. 6, p. 772-779.
- Herndon, J.M., 2011a. Geodynamic Basis of Heat Transport in the Earth. Curr. Sci., v. 101, no. 11, p. 1440-1450. Herndon, J.M., 2011b. Potentially significant source of error in magnetic paleolatitude determinations. Curr. Sci., v. 101,

no. 3, 277-278.

- Herndon, J.M., 2012a. Beyond Plate Tectonics: Consequence of Earth's Early Formation as a Jupiter-Like Gas Giant: Thinker Media, Inc.
- Herndon, J.M., 2012b. Indivisible Earth: Consequences of Earth's Early Formation as a Jupiter-Like Gas Giant, ed. L. Margulis: Thinker Media, Inc.
- Herndon, J.M., 2012c. Origin of mountains and primary initiation of submarine canyons: the consequences of Earth' s early formation as a Jupiter-like gas giant. Curr. Sci., v. 102, no. 10, p. 1370-1372.
- Herndon, J.M., 2012d. Origin of the Geomagnetic Field: Consequence of Earth's Early Formation as a Jupiter-Like Gas Giant: Thinker Media, Inc.
- Herndon, J.M., 2012e. What Meteorites Tell Us About Earth: Thinker Media, Inc.
- Herndon, J.M., 2013. Fictitous Supercontinent Cycles. arXiv. org/abs/1302.1425.
- Herndon, J.M. and Suess, H.E., 1976. Can enstatite meteorites form from a nebula of solar composition? Geochim. Cosmochim. Acta, v. 40, p. 395-399.
- Hilgenberg, O. C. 1933. Vom wachsenden Erdball. Berlin: Giessmann and Bartsch.
- Hilton, D. R., Grönvold, K., Macpherson, C.G., and Castillo. P.R., 1999. Extreme He-3/He-4 ratios in northwest
- Iceland: constraining the common component in mantle plumes. Earth Planet. Sci. Lett., v. 173, no. 1-2, p. 53-60.
- Hollenbach, D. F., and J. M. Herndon. 2001. Deep-earth reactor: nuclear fission, helium, and the geomagnetic field. Proc. Nat. Acad. Sci. USA, v. 98, no. 20, p. 11085-11090.
- Keil, K., 1968. Mineralogical and chemical relationships among enstatite chondrites. J. Geophys. Res., v. 73, no. 22, p. 6945-6976.
- Kennet, B.L.N., Engdahl, E.R. and Buland. R., 1995. Constraints on seismic velocities in the earth from travel times Geophys. J. Int., v. 122, p. 108-124.
- Larson, R.L., 1991. Geological consequences of superplumes. Geology, v. 19, p. 963-966.
- Lehmann, I., 1936. P'. Publ. Int. Geod. Geophys. Union, Assoc. Seismol., Ser. A, Trav. Sci., v. 14, p. 87-115.
- Marty, B., Appora, I., Barrat, J.-A.A, Deniel, C., Vellutini, P. and Vidal, P., 1993. He, Ar, Nd and Pb isotopes in volcanic rocks from Afar: Evidence for a primitive mantle component and constraints on magmatic sources. Geochem. Jour., v. 27, p. 219-228.

- Mjelde, R. and Faleide, J.I., 2009. Variation of Icelandic and Hawaiian magmatism: evidence for co-pulsation of mantle plumes? Mar. Geophys. Res., v. 30, p. 61-72.
- Mjelde, R., Wessel, P. and Müller, D., 2010. Global pulsations of intraplate magmatism through the Cenozoic. Lithosphere, v. 2, no. 5, p. 361-376.
- Murrell, M. T. and Burnett, D.S., 1982. Actinide microdistributions in the enstatite meteorites. Geochim Cosmochim. Acta, v. 46, p. 2453-2460.
- Nataf, H.-C., 2000. Seismic Imaging of Mantle Plumes. Ann. Rev. Earth Planet. Sci., v. 28, p. 391-417.
- Ni, S., E. Tan, M. Gurnis, and D. Helmberger. 2002. Sharp sides to the African superplume. Sci., v. 296, p. 1850-1852.
- Oldham, R.D., 1906. The constitution of the interior of the earth as revealed by earthquakes. Q. T. Geol. Soc. Lond., v. 62, p. 456-476.
- Ollier, C.D. and Pain, C.F., 2000. The Origin of Mountains. London: Routeledge.
- Pollack, H.N., Hurter, S.J. and Johnson, J.R., 1993. Heat flow from the Earth's interior: Analysis of the global data set. Rev. Geophys., v. 31, no. 3, p. 267-280.
- Rao, K.R., 2002. Nuclear reactor at the core of the Earth! -A solution to the riddles of relative abundances of helium isotopes and geomagnetic field variability. Curr. Sci., v. 82, no. 2, p. 126-127.
- Reichow, M.K., Saunders, A.D., White, R.W., Pringle, M.S., Al'Mukhamedov, A.I., Medvedev, A.I. and Kirda, N.P., 2002. ⁴⁰Ar/³⁹Ar dates from the west siberian basin: Siberian flood basalt province doubled. Sci., v. 296, p. 1846-1849.
- Saunders, A.D., England, R.W., Reichow, M.K. and White, R.V., 2005. A mantle plume origin for the Siberian traps: uplift and extension in the West Siberian Basin, Russia. Lithos, v. 79, p. 407-424.
- Seager, S. and Deming, D., 2010. Exoplanet Atmospheres. Ann. Rev. Astron. Astrophys., v. 48, p. 631-672.
- Wegener, A., 1929. Die Entstehung der Kontinente und Ozeane. fourth ed. Braunschweig: Friedr. Vieweg & Sohn.
- Wegener, A.L., 1912. Die Entstehung der Kontinente. Geol. Rundschau, v. 3, p.276-292.
- Wiechert, E., 1897. Ueber die Massenverteilung im Inneren der Erde. Nachr. K. Ges. Wiss. Goettingen, Math.-Kl., p. 221-243.
- Zhao, D., 2001. Seismic structure and origin of hotspots and mantle plumes. Earth Planet. Sci. Lett., v. 192, p. 251-265.

下部電離層 VLF 電離擾乱の発生における地震群の積分効果 THE INTEGRATED EFFECT OF AN EARTHQUAKE SWARM IN THE GENERATION OF SUBIONOSPHERIC VLF IONOSPHERIC PERTURBATIONS

早川正士^{1,2)}・Alexander V. SHVETS³⁾

- 1 The University of Electro-Communications (UEC), Advanced Wireless Communications Research Center, 1-5-1 Chofugaoka, Chofu Tokyo 182-8585, Japan. hayakawa@hi-seismo-em.jp
- 2 Hayakawa Institute of Seismo Electromagnetics, Co. Ltd., UEC Incubation Center, Chofu Tokyo, Japan
- 3 Usikov Insitute of Radiophysics and Electronics, National Acedemy of Sciences of Ukraine, 12 Akademika Proskury St., Kharikov 61085, Ukraine. alexander_shvets@ire.kharkov.ua

(久保田 喜裕 [訳])

要旨:下部電離層 VLF 電離擾乱に関連した連続する地震群 (EQ) の影響は,地震 - 電離層擾乱の発生・継続機構を 考えるうえで,基本的に重要なことである.1997 年 3 月の伊豆群発地震は群発地震の典型例として選ばれたが, それは対馬オメガ局の送信機から調布の受信機まで,電離層における東西の VLF 伝播経路のターミネータタイム (訳者注,terminator time:日出・日没において振幅・位相が最小となる時刻)変化を利用して研究された. 一連の地震が電離層擾乱の発生と継続における累積・積分効果に結びついていること,および1日の地震放出エネ ルギーの総量が地震 - 電離層擾乱過程において基本的な役割を果たしていることを見いだした.

キーワード:地震予知, VLF 電離層擾乱,群発地震,統合効果,地圏・大気圏・電離圏統合

1. はじめに

地震に関連した電磁現象の多くの事実が蓄積されて いるが、短期の地震予測に使えそうである(たとえ ば、Molchanov and Hayakawa (2008), Hayakawa (Ed) (2009 and 2012) 参照). さまざまな地震の前 兆間で、最近、電離層擾乱が統計的に大地震に関連 していることが立証された. Hayakawa et al. (2010) は、マグニチュード (M) 6 以上の大地震に伴って下 部電離層 VLF/LF 伝播で検出されるような下部電離 層擾乱に関する統計学的に重要な関連を示してき た. Rozhnoi et al. (2004), Maekawa et al. (2006), Kasahara et al. (2008) による前述の統計学的研究 から、下部電離層擾乱は小さくとも M5.5 程度で発 生していることが明らかとなった. 上部電離層も, 大地震の前に形成される VHF 下底探測による統計 学的関連にもとづいて,発見されている(たとえば, Liu, 2009 参照).

下部電離層の VLF/LF 伝播を扱った上記の研究は, すべて個々の大規模な地震の研究に基づいていた. ここで,連続して起こる多くの地震は電離層上の意 義のある付随効果かどうか,という根本的な疑問が 浮かぶ.地震性電離層擾乱の研究におけるこの種の 問題はかなり重要であるが,そのような論点の研究 はこれまでになされていない.この主題は,日本の 伊豆地域における顕著な群発地震(比較的小規模な 連続する地震群)による下部電離層の VLF/LF 伝播 データを扱った本論で詳論される.

2. 群発地震と下部電離層 VLF 伝播

2011年の日本の地震以前には,現在の解析よりむ しろ好条件であった.それは日本全域が2011.3.11 の超巨大地震後,大なり小なり,きわめて不安定 な状態になっているからである.群発地震の最も 典型的な地域のひとつは伊豆地域(例えば,Uyeda et al., 2002を参照)であるので,2011年以前の 1997年3月の群発地震を選んだ.その群発地震は, やや長期にわたって(1週間か1か月程度),それ ほど大きくない地震が連続して起こるのが特徴であ る.

さらにこの群発地震の選定に対応して、下部電離 層 VLF 伝播経路を選定した;オメガ VLF(対馬)-調布 (CHF) 経路および 送信周波数は 12.8 kHz. 図1はVLFオメガ送信局(1997年9月末に送信 終了)とCHF 受信局の相対位置を示す.CHFの VLF/LF 受信局は Omnipal システム (Dowden and Adams, 1988) であった. 送信局と受信局間の距離 は、1995年神戸の壊滅的地震の下部電離層擾乱の 研究で利用されたオメガ(対馬)-犬吠経路の場合 のように、約1Mm(弱)である(Hayakawa et al., 1996). 今日の研究による伊豆の群発地震は, 図2 の多くの点(それぞれの点が地震を示す)で示され ており、この伊豆群発地震は CHF の VLF 受信局の 近くに位置している.その地震の震央のいくつかは、 図 1 の 5th Fresnel 帯で規制される波の敏感領域の やや外側にあるようだが、我々の以前の経験によれ ば、震央の距離が波の敏感領域に近いことを考える



図1 九州の対馬にある VLF 送信局 (Omega VLF) と調布 (CHF) の VLF 受信局の相対位置.5th Fresnel 帯 (楕円帯) による電波 鋭敏地域も記されている.

と、VLF下部電離層擾乱に大きな影響を与えている.

3. VLF 観測結果

下部電離層 VLF/LF 伝播の解析手法として,二つの 方法が提案されている.ひとつはターミネータタ イム法であるが,1995 年神戸地震で,地震性電離 層擾乱の初の有力な証拠を示している (Hayakawa et al., 1996). その際,ちょうど日没と日の出の頃 にターミネータタイムが記録される (Hayakawa et al., 2011). ふたつめは夜間変動法 (the nighttime fluctuation method) で,夜間のデータ,とくに 夜間の VLF 振幅に留意したものである (たとえ ば,Rozhnoi et al., 2004; Maekawa et al., 2006; Kasahara et al., 2008; Hayakawa et al., 2010).

ターミネータタイム法は、近距離(1-2Mm 程度) の伝播(Molchanov and Hayakawa, 1998; Yoshida et al., 2008) や, 東西の伝播方向(Maekawa and Hayakawa, 2006) にも非常に有効なので, 我々は この方法を当面の目標としている. インドの研究者 は、さらにいくつかの熟考された物理条件を提案 している (D 層準備時間 D-laver preparation time や, D 層消失時間 D-layer disappearance time など) が、それは我々の従来のターミネータタイムに比較 的近い (Sasmal et al., 2010). しかし, 我々は従来 のターミネータ. 日没時のターミネータタイム t. 日の出のターミネータタイムと比べて VLF データ をきわめて顕著に検出する、に注意を払っている. すなわち, (振幅における) t. の増大は VLF 伝播異 常であるとされている (Molchanov and Hayakawa, 1998).

図3は1997年3月のt_eの観測結果である. 横座 標は3月の日を表し, 灰色柱の頂部は各々の日の



図2 1997年3月群発地震期間の伊豆地域の震央. 個々の円の 中心が震央を示し,大きさがマグニチュードを表す. 図の左にあ るやや大きい円は愛知県の地震に相当している.

ターミネータタイムが何分ずれたかを示している. t。の表示がない日があるが、それは数日間、何らか の理由で VLF 観測が停止していたことを意味して いる.t.のたったひとつの増加(ないしは上方移動) でさえ、我々の目的にとっては重要であることを強 調するために,我々は基線(the zero line)を仮に 図の下に低い値として設定した. AVG の記号がつ いた水平の細線は、この3月一ヶ月間の平均値を 示している. t. の急激な上昇にとくに留意する必要 がある (あるいは, t. 変化の大きな正勾配). 上の 水平線は基準値2σを示す(σ:t。変化の標準偏差). マグニチュード3以上の地震の発生は、各々の日に 時間関数として、星印で示されている. その大きさ は地震のマグニチュードに比例している. 図3の中 段に見られるように、マグニチュード3以上の地震 の総数は、3月3日に急激に増え、3月6日に二回 目のピークが見られるのが分かる.このことから, 伊豆群発地震は、3月3~10日の長期におよぶ地 震(深さはすべて約10km以浅)で特徴づけられ ている.3月3日のこのピーク以前には、地震は 起きていない. これらの地震で一日に放出された総 エネルギーに相当する量 (Σ E_i (in J), E_i =10^{4.8+1.5M} (i はその日の ith 地震を意味する)(Molchanov and Hayakawa, 2008) は、3月3日と7日の二つのピー クとともに、図3の下図に日関数として図示してあ る. 図3上図のターミネータタイム (t,) における変 化の一時的な展開は,最初の増大が3月2日に現れ たことを示しおり、我々は3月4日~6日にターミ ネータタイム(t.)の長期におよぶ変化を見出した. ターミネータタイムの重要な変化は3月4日にピー クを迎えたが、それは3月6日の地震総数の一時的 な展開のピークから2日前のことである. さらに3 月6日には、マグニチュード 5.6 の比較的大きな地 震が観測された. ターミネータタイム変化の一時的 変動は、地震発生の2日前に発生している. ターミ ネータタイムの変化、および地震総数と全放出エネ ルギー両者の総存続期間は、きわめて類似しており、 それらの一時的な進展も同様にきわめて類似してい ることがわかる.

さらに,次の3月末までの期間はここで観測したが,



図3 上図はゼロ (0) 仮線上のター ミネータータイムにおける変化の一 時的な進行を示す (t,, すなわち現 地時間との遅れの変化). 各日の灰 色柱の頂部は、ターミネータータイ ムの変化値(分)を示す.水平の細 線は当月の平均(AVG)を示し,水 平の太線は2σ準位(σ:標準偏差)を示す.(現地時間からの関数と して)各々の日のM≧2の地震を 星印で示した(大きさは地震の規模 を反映). 中段の図は伊豆地域で起 きたマグニチュード 3.0 以上の地震 の一時的な進行を示す. 下段の図は 各日の全地震放出エネルギー合計値 の一時的進行を示す.

それはこれらの地震がかつて長期に研究したときは M6以下であったが、それと同様にたった一回だけ で終わりそうだった(Hayakawa et al., 2010)から である. 3月16日に, M5.6の比較的大きな地震 が愛知県の東端で観測された (図2に示された伊豆 地域から離れた一つの点). この地震に関連して, 我々はこの地震の2日前に局所的に増加したターミ ネータータイムを観測した.3月18日のターミネー タータイムの増加の変化は、明らかに3月20日の 地震の前兆であることが分かる. 続くターミネー タータイムの変化は、3月23日の二つの地震の前 兆であることが分かる (所要時間は3日間である). 我々はもうひとつのターミネータータイムの局所的 増加を観測したが、それは翌3月26日の地震の前 兆と考えられる. 局所的なターミネータータイム変 化と地震との1対1の対応に関する詳細な研究は 明瞭な前兆結果を示しており、本論から所要時間は 数日(2~3日)前であることが分かる.

4. 結論

本論は1ヶ月のデータセットに基づいているにすぎ ないが,次のような重要な結論に要約することがで

きる.

単発の地震(3月10日以降の期間)のように、(2のの範囲を超えないターミネータータイムの変化としての)ローカルな伝播異常と地震との関係には明瞭な対応がみられ、発生までの時間は1995年神戸の地震の場合のようにほぼ数日である(Hayakawa et al., 1996).地震のマグニチュードが5.0以下でも(深度0~10kmだが)、ローカルな前兆を明瞭に観測することができる.

2) 本論の主要な目的は電離圏上の群発地震(連続 する地震)の積分効果で,数日前にみられ,その一 時的な進行は地震数の毎日の合計,ないしは一日の 地震が放出する全エネルギーの合計にきわめて類似 している.

3) 地震群の影響を特徴づける最も有効な指標は, 毎日の全地震が放出する全エネルギーの日毎の合計 と考えられる.

下部電離層 VLF データにおける地震の影響を考 える際に,我々が関心を寄せる期間を通して,電 離層上に大きな影響を与えるであろう(たとえば, Rozhnoi et al., 2004)地磁気作用に留意しなければ ならない.t。異常を観測した3月 2-10 日の期間は, 地磁気はきわめて静穏であるとみられるが,それは 毎日の Kp 指標の合計 (Σ Kp) が 19 までにしかな らないというものだった. さらに,3月の残りの期 間,最大Σ Kp はたった 27 である.そのため,こ の月は地磁気が比較的穏やかであると考えられる. このことが恐らく,ポイント(1)地磁気作用のよう な下部電離層を擾乱する VLF データの重要な要因 が見られない理由にまとめられるように,ローカル な伝播異常と規模の小さい地震とが 1:1 に明瞭に対 応した理由であろう.地震群の間,地磁気作用 は きわめて静穏であるため,ポイント(2)(3) は真の 地震要因効果と考えられる.

Hayakawa et al.(1996)は、神戸地震で、地震-電離層擾乱を見出したように、ターミネータータ イムの変化の利用を初めて表した.そして、この VLF/LF 解析法は Molchanov and Hayakawa(1998) によって、さらに進んだ統計学的研究として広範 囲にわたって利用された.さらに、Maekawa and Hayakawa (2006)は、このターミネータータイ ム法がとくに東西の伝播経路に有効であることを見 出してきた.これが本論で VLF オメガ (対馬)か ら CHF への伝播を用いてきた理由である.ターミ ネータータイムの変化は、我々に地震-電離層擾乱 の情報を与えてくれる.

本論の目的は電離層上の連続する地震(いわゆる群 発地震)の影響を研究することであった. 群発地 震のなかには一日に2~3回(ないしは4~5回) の発生で特徴づけられ、活動が数日(ないしは数週 間)続くものがある.顕著な日の最大規模の地震は それほど大きくはない(6未満)ので、連続する地 震は累積的な作用をし, 地震性電離層擾乱の発生に いくつかの重大な影響をもたらす.まず第一に、本 論に見られるように、VLF 伝播異常の一時的な進 行と(ターミネータータイムの変化)と、群発地震 の間の地震活動とを詳細に比較すると、驚くべき類 似性が認められる. さらに、ターミネータータイム の最大変化は、Molchanov and Hayakawa (1998) にあるように、単発の大地震(M<6)で見られた 2 σの範囲を超えている.いったん地震によって電 離層擾乱が生じると、少なくとも1日程度は続く ことが期待される.そのため、連続する地震の発生 は長く増進した地震性電離層擾乱に累積的に作用す る.以上の結論は、地震性電離層擾乱の発生に関す る群発地震の積分効果を明瞭に示しているものであ ろう.

すでに知られているように,地震性電離層擾乱の発 生に関するいくつかの可能性のある仮説が提案され てきた;(1)化学的経路(ラドン放射,電場発生あ るいは陽子孔)および(2)大気振動経路.それぞれ の仮説のより詳細はHayakawa (2009, 2012)によ る書籍のいくつかの論文に掲載されている.本論で 見出された下部電離層 VLF の積算効果は,メカニ ズムについてのさらに合理的な議論に応用できるで あろう.

文 献

- Dowden, R. L. and Adams, C.D.D., 1988. Phase and amplitude perturbations on sub-ionospheric signals explained as echoes from lightning induced electron precipitation ionization patches. Jour. Geophys. Res., v. 93, p. 11543-11550.
- Hayakawa, M. (Editor), 2009. Electromagnetic Phenomena Associated with Earthquakes. Transworld Research Network, Trivandrum, India, 279p.
- Hayakawa, M. (Editor), 2012. The Frontier of Earthquake Prediction Studies, Nihon-senmontosho-Shuppan, Tokyo, 794p.
- Hayakawa, M., 2011. Probing the lower ionospheric perturbations associated with earthquakes by means of subionospheric VLF/LF propagation. Earthquake Sci., v. 24, no. 6, p. 609-637.
- Hayakawa, M., Molchanov, O.A., Ondoh, T. and Kawai, E., 1996. The precursory signature effect of the Kobe earthquake on VLF subionospheric signals. Jour. Comm. Res. Lab., Tokyo, v. 43, p. 169-180.
- Hayakawa, M., Kasahara, Y., Nakamura, T., Muto, F., Horie, T., Maekawa, S., Hobara, Y., Rozhnoi, A., Solovieva, M., and Molchanov, O.A., 2010. A statistical study on the correlation between lower ionospheric perturbations as seen by subionospheric VLF/LF propagation and earthquakes. Jour. Geophys. Res., v. 115, A09305, doi:10.1029/ 2009JA015143, 2010.
- Kasahara, Y., Muto, F., Horie, T., Yoshida, M., Hayakawa, M., Ohta, K., Rozhnoi, A., Solovieva, M. and Molchanov, O.A., 2008. On the statistical correlation between the ionospheric perturbations as detected by subionospheric VLF/LF propagation anomalies and earthquakes. Natural Hazards Earth System Sci., v. 8, p. 653–656.
- Liu, J.Y., 2009. Earthquake precursors observed in the ionospheric F-region. In "Electromagnetic Phenomena Associated with Earthquakes", Ed. by Hayakawa, M., Transworld Research Network, Trivandrum India, p. 187-204.
- Maekawa, S. and Hayakawa, M., 2006. A statistical study on the dependence of characteristics of VLF/LF terminator. IEEJ Trans. Fundamentals and Materials, v. 126, no.4, p. 220-226.
- Maekawa, S., Horie, T., Yamauchi, T., Sawaya, T., Ishikawa, M., Hayakawa, M. and Sasaki, H., 2006. A statistical study on the effect of earthquakes on the ionosphere, based on the subionospheric LF propagation data in Japan. Ann. Geophysicae, v. 24, p. 2219-2225.
- Molchanov, O.A. and Hayakawa, M., 1998. Subionospheric VLF signal perturbations possibly related to earthquakes.
Jour. Geophys. Res., v. 103, p. 17,489-17,504.

- Molchanov, O. A., and Hayakawa, M., 2008. Seismo-Electromagnetics and Related Phenomena: History and latest results. TERRAPUB, Tokyo, 189p.
- Rozhnoi, A., Solovieva, M.S., Molchanov O.A. and Hayakawa,M., 2004. Middle latitude LF (40 kHz) phase variations associated with earthquakes for quiet and disturbed geomagnetic conditions. Phys. Chem. Earth, v. 29, p. 589-598.
- Sasmal, S., Chakrabarti, S.K. and Chakrabarti, S., 2010. Studies of the correlation between ionospheric anomalies and seismic activities in the Indian subcontinent. In "Propagation Effects of Very Low Frequency Radio

Waves", Ed. by Chakrabarti, S.K., AIP Conf. Proc., p. 270-290.

- Uyeda, S., Hayakawa, M., Nagao, T., Molchanov, O.A., Hattori, K., Orihara, Y., Gotoh, K., Akinaga, Y., and Tanaka, H., 2002. Electric and magnetic phenomena observed before the volcano-seismo activity in 2000 in the Izu Island region, Japan. Proc. US National Academy of Sci. (PNAS), v. 99, p. 7352-7355, 2002.
- Yoshida, M., Yamauchi, T., Horie, T. and Hayakawa, M., 2008. On the generation mechanism of terminator times in subionospheric VLF/LF propagation and its possible application to seismogenic effects. Natural Hazards Earth System Sci., v. 8, p. 129–134.

特別寄稿 SPECIAL PAPER

中央本州における浅・深発地震に関与した断層群の環状配列 RING-LIKE ARRANGEMENT OF FAULTS ACCOMPANIED BY SHALLOW AND DEEP EARTHQUAKES IN CENTRAL HONSHU, JAPAN

鈴木尉元 *・足立久男 **・赤松 陽・飯川健勝・久保田喜裕・小林和弘・小林雅弘・村山敬真

* 故人

** 連絡著者.東京農業大学(自宅)〒 343-0045 埼玉県越谷市下間久里 1168-1-A212 e-mail: q.adachi@ac.auone-net.jp

(岩本 広志 [訳])

(編集者注:この論文の筆頭著者,鈴木尉元博士は,以下の原稿の発表準備を行っている最中の2013年5月13日朝に亡くなられた.)

ある地震の初動領域は 震源をとおって直交する2 つの平面によって押しと引きの四分球に分割され, いずれかの面が地震に関与した断層に一致する.2 つの節面が互いに平行であることは非常に頻繁で, このような場合は断層の走向が一義的に決まる.1 つの節面が急傾斜で,もう1つが緩傾斜の場合は, 前者が断層にちがいない.というのは,それが,近 傍の傾斜移動断層の走向に平行するからである.こ のようなケースでは,その断層は,いくぶんの斜め すべり成分を伴う正断層あるいは逆断層であろう.

上記の手順に従うと、中央本州における浅・深発地 震に関与した断層は幾つかの環状配列を示す.

中央本州の北東部では,次の3つの環状配列が明確 である.最初のものは,越後山脈〜足尾山地周辺に みられる径約100kmの角ばった環状配列である. 2番目は,朝日山地〜飯豊山地周辺にみられる約 50km x 100kmの南北方向の矩形環状配列である. 3番目は,阿武隈高原周辺にみられる約50km x 200kmの南北性の楕円形環状配列である.これら の環状配列ではいずれの場合も,浅発地震(100km 以浅)と深発地震(100km以深)の震源がかたち づくる2層の環状構造が上下に重ねあわさっている(図1,図2).

中央本州西部は東の関東山地から西の若狭湾・大阪 湾までを占め、そこには、飛騨高地を中心とする大 規模な環状配列が分布している.その規模は、南北 約 200km、東西約 400km におよぶ(図 3).この 環状配列では、浅・深発地震に関与した断層の一般 傾向が相互にほぼ平行している(図 4, 図 5).さら に、環状配列の半分が関東平野南部にみられ、東西 約 100km、南北約 50km のひろがりをもつ.

紀伊半島には浅発地震から推定される断層走向の矩 形配列が見いだされるが(図 4),そこでは深発深 が観測されていない(図 5).

このように、中央本州における地震活動は浅発と深 発の2つのグループに分けられ、後者は西方へ深く なっている.これら2つのグループに関与した断 層群の走向はほぼ平行する.この傾向は深発地震と 浅発地震が相互に鉛直方向に相関していることを示 し(図6)、環状配列が中部日本の浅部~深部の造 構運動を支配していることを物語っている(鈴木・



図1(左) 中央本州の北東部における浅発地震に関与した 断層群の一般走向が示す環状配列.環状配列は、中生代花崗 岩類と第四紀火山の分布に幾何学的に調和する.



図2(右) 中央本州の北東部における深発地震に関与した 断層群の一般走向が示す環状配列.環状配列は、中生代花崗 岩類と第四紀火山の分布に幾何学的に調和する.



図3 中央本州の西部の地 質略図にプロットされた中 深発地震(1923~2001) の震央.



図4(左) 中央本州の西部における浅発地震に関与した断 層群の一般走向が示す環状配列.環状配列は火成岩類の分布 と幾何学的に調和する.

図5(右) 中央本州の西部における深発地震に関与した断 層群の一般走向が示す環状配列.環状配列は火成岩類の分布 と幾何学的に調和する.



深部構造研究グループ,2009;鈴木ほか,2012)

三次元的テクトニクス解析が地球内部の深部構造に 適用されることが,決定的に重要であろう.

文 献

- Suzuki Y., 1975. Earthquakes in Japan. Tokyo, Tsukijishokan, 157p. (in Japanese)
- Suzuki Y., Adachi H., Akamatsu Y. and the Research Group of Deep Structure, 2012. Ring-like arrangement of faults accompanied by shallow and deep earthquakes, (2) Northeast Honshu, Japan. Earth Science (Chikyu Kagaku), v. 66, p. 99-105. (in Japanese)
- Suzuki Y. and the Research Group of Deep Structure, 2009. On the ring-like arrangement of faults accompanied by shallow and deep earthquakes in central Honshu, Japan. Earth Science (Chikyu Kagaku), v. 63, p. 239-247. (in Japanese)

$\Box = -Z$ NEWS

(柴 正博[訳])

EGU 総会 2013, ウィーン「地震の前兆, 地 震に先行する生物の異常と予知」

EGU General Assembly 2013, Vienna. "Earthquake precursors, bio-anomalies prior to earthquakes, and prediction"

今年の2013 ヨーロッパ地球科学連合総会には, 95か国から11,167名の科学者が参加し、4,684 の口頭発表と 8.207 のポスター発表. 452 の PICO プレゼンテーションがあり,またも大成功であった. 総会はこの科学的な集まりの活動にとって理想的な 環境であると分かったウィーンのオーストリアセ ンターの十分に支度が整った会場がもう一度提供さ れた. EGU 総会では初めて「地震予測」の会場が 用意され, Valentino Straser, Gabriele Berberich, Rachel Grant によって調整されたセッションには世 界のトップ科学者の何人かが招かれる機会になっ た. トピックの前衛的な本質と「大胆さ」の感覚 から判断して、ロシアの科学者 Sergey Pulinets が、 宇宙を最初に旅した有名な宇宙飛行士「ユーリ・ガ ガーリン」と比較して公式にコンビナーを外称賛し た.「地震の前兆,地震に先行する生物の異常と予知」 のセッションは、人工衛星によって検出されるか否 かにかかわらず、あるいは特殊な装置の使用を通し て、そして動物と人の異常な行動の観察から地震の 前兆を調査する方法に関する議論と討論のためには 一瞬であった. EGU 委員会はこのトピックスにつ いて合計12の口頭発表と16のポスター発表を受 理し、2013年4月12日金曜日に発表された.

口頭発表:

- Gideon Steinitz, Oksana Piatibratova, and Peter Kotlarsky 東北地震と関係があるシグナルのラ ドンシステムにおける記録.
- Tributsch Helmut 漏れている「pneuma(空気)」— 動物や大気、そして温度の前兆と関連した古代 の地震概念のガス.
- Jann-Yenq Liu, Koichi Chen, Ho-Fang Tsai, Katsumi Hattori, and Huijun Le 1998-2012 年の間に 西太平洋の地域での M6.0 地震に関連した世界 的な電離層地図の完全な電子含有量における地 震 - 電離層の前兆についての統計学的研究.
- Pavel Kalenda, Dimitar Ouzounov, Vadim Bobrovskiy, Libor Neumann, Olga Boborykina, Andrij Nazarevych, Stanka Šebela, Július Kvetko, and Wen-Bin Shen 短期地震予測のための地震 前シグナルとそれらの電位のマルチパラメータ

観察.

- Valentino Straser 北西部アペニン山脈(イタリア) での M5 + の地震前に起こったいくつかの脊椎 動物と昆虫の異常行動.
- Gabriele Berberich, Martin Berberich, Arne Grumpe, Christian Wöhler, and Ulrich Schreiber 地震事 象と相互関係にあると考えられるレッド・ウッ ドアリの行動変化の3年間のモニタリングの最 初の結果.
- Sergey Pulinets and Dmitry Davidenko ギリシャ のための GPS TEC 前兆マスクのリアルタイム確 証. 日本の関東での地震に関連した ULF の磁気 現象の統計的研究.
- Martin Kokus and Valentino Straser 重力と慣性の異常と地震予知.
- Sayoko Yokoi 1995 年の神戸地震の前の不安なネ ズミの日周期性のリズム.
- Katherine Yates, Marlene Villeneuve, and Thomas Wilson 地震の荷重にさらされる丘が多い地形の ための大惨事後のリスク評価.
- George C. Anagnostopoulos 地震活動と精神衛生 の間の相互関係: クレタ, 2008-2010.

ポスターセッション:

- Valentino Straser 北西部アペニン山脈(イタリア) での M5 + の地震前に起こったいくつかの脊椎 動物と昆虫の異常行動.
- Andrei Apostol and Iren Adelina Moldovan ヴラ ンチャの地震活発地域における予想されるスト レスにとっての生物の位置.
- Angela Constantin and Aurelian Pantea ヴラン チャ(ルーマニア)の大規模地殻下地震の前の 異常な動物の行動.
- Hilary Conlan and Rachel Grant 地下と半水生の 無脊椎動物の行動の反応とそれに続く地震前の 変化の実験的シミュレーション.
- Viktor Stolc, Friedemann Freund and Rachel Grant 熱の騒音下での電磁波と関連する生きている 生物.
- Cristiano Fidani, Friedemann Freund, and Rachel Grant 大きい地震の前の雌牛の異常な行動.
- Teodosio Chavez C, Israel Chavez-Sumarriva, and Nadia Chavez S 春分点とプレートテクトニク ス:インド-オーストラリア
- Michael E. Contadakis, Dimitrios N. Arabelos, and George Vergos 引き金効果としての潮汐の可 能性について最近のサントリーニ地震活動での 検証

Michele Casati and Valentino Straser 太陽の最小

サイクル 23 と太陽活動周期 24 の上昇の間の移 行の間の, IMF と M7 + 地震と VEI インデック スの変化の間の可能な関係

- Gabriele Cataldi, Daniele Cataldi, and Valentino Straser M6+の世界的な地震活動に対応する 地球の地磁気の変化.
- Maria Mesimeri, Eleftheria Papadimitriou, Vasilios Karakostas, and George Tsaklidis コリントリ フトにおける地震の集まり
- Valentina Antonova and Beibit Zhumabaev
 北天

 山山脈地域における電場変化と地震の前兆
- Xiao-jian Lu 中国華北地域の地震裂け目イメージ
- Yvonne Milker, Benjamin P. Horton, Simon E. Engelhart, William Kearney, Alan R. Nelson, Robert C. Witter, Bill Bridgeland, and Christopher Vane Bandon 湿地実験一中央 Cascadia 沈み込み帯における大衝上地震の最近 の相似.

Elias Tsiapas 地震一火山(原因一予測一反作用)

Roberto Quevedo, Pedro Hernandez, and Nemesio Perez エルイエロの 2011-2012 年の火山 - 地 震の危機の間の反響パターンを持つフラクタル 構造:可能な新しい予測アプローチ



南大西洋のリオグランデ海嶺から

発見された大陸性岩石 Continental rocks discovered from Rio Grade Ridge, South Atlantic

2013 年 5 月に, さまざまなメディアに大陸の岩石 の発見のニュース記事が出た. いくつかの抜粋は次 の通りである:

大西洋に大陸が存在したかもしれないことを示唆す る,花崗岩の大きなかたまりがリオデジャネイロの 海岸沖の海底で発見された,と日本海洋研究開発機 構とブラジルの政府が発表した.ブラジルの当局者 は,通常陸地にだけできる花崗岩の発見が、プラト ンによって古代に彼の哲学対話で言及されたアトラ ンティスの伝説的な島がおそらく位置していた地域 に存在したものであったという有力な証拠であると 言った.伝説によれば,その島には大いに発展した 文明社会があり,およそ 12,000 年前に海中に沈ん だ.それの跡は今までに発見されていない.

この発見は、日本の政府機関によって操舵される有 人潜水艇「しんかい 6500」を使って行われた.花 崗岩のかたまりが発見された海底は、数千万年も前 に海中に沈んだと推定される.

ビデオデータを分析した後で,政府機関はそれが花 崗岩であったと結論した.同じくその周りの地域で 発見された大量の石英の砂も,海で形成されないも のである.基盤は主に玄武岩からなると信じられて いる.

海膨自身は最も広い地点でおよそ 1,000 km にわ たって広がっていて,1億年以上前に南アメリカと アフリカが裂開したときに後に残された大陸の一部 であると思われている.政府機関は,その地域がお よそ5千万年前までの海水上であったが,近くの 海底で発見される化石と他のデータに基づいて,数 百万年に及ぶ期間にわたって沈水したと想定される と述べた.

The Japan Times (Kyodo), 7 May 2013 ジャパンタイムス (共同), 2013年5月7日

リオグランデ海膨は花崗岩質の岩石を含むように思 われる.2年前の採泥で得られたサンプルと、そし て今週海膨での潜水艇での潜航調査によるビデオの 所見によってさらなる証拠として言及された・・・花 崗岩は重要な事柄で,なぜならリオグランデ海膨は 「マントルプリューム」によってつくられたホット スポットの軌跡であり、マントルプリュームは花崗 岩をつくらないと考えられているからである. リオ グランデ海膨は,ブラジル南部から沖に大西洋中央 海嶺のトリスタン・デ・クニヤの島(とホットポッ ト)をむすぶ道程のほとんどすべてにわたって延び ている主として火山岩でできた長い縁飾りである. 他方、ワルビス海嶺と名づけられた類似の地形がア フリカのナミビア北部へ伸びている. それらはうま く説明されるように思われることから、それらは今 のところ研究する魅惑的な場所ではない. けれども ごらん,より近い場所での調査が南大西洋で花崗岩 の注目すべき量の証拠をもたらした. 南米とアフリ カのプレートが分かれたときにつくられた南大西洋 の地殻につけられた引き伸ばされた跡であるという 代替えの説明をするための、ホットスポットを含ま ないリオグランデ海膨とワルビス海嶺のためのモデ ルがある.おそらく、北大西洋のヤンマイエン島や インド洋のセーシェル島のように、南米大陸の切れ 端が取り払われてその周りの海洋地殻とともに沈ん だのだろう. たぶん, マントプリュームとプレート

分解を混ぜて合されたモデルが花崗岩を説明するために現れてくるだろう.

Andrew Alden, About.com Guide, 2013 年 5 月 8 日 http://geology.about.com/b/2013/05/08/granitic-seafloorreported-off-brazil.htm?nl=1 その他の関連するウェッブサイト: http://blog. geogarage.com/2013/05/scientists-find-sunkencontinent-off.html http://news.nationalgeographic.com/ news/2013/13/130509-brazilian-atlantis-lost-continentsgeography-world/

出版物 PUBLICATIONS

(窪田 安打[訳])

沈んだ大陸 VS プレートテクトニクス Sunken continents vs plate tectonics

David Pratt. EdgeScience, no. 14, May 2013, p. 11-15. www.edgescience.magcloud.com.

プレートテクトニクスは、その単純で優美で、総括 的なグローバル学説という存在からかけ離れて、多 くの観測上の異常に直面し、複雑で様々な場当たり 的修正および追加的仮定で取り繕わなくてはならな かった.大規模な大陸移動、海洋底拡大と沈み込み、 海洋地殻の相対的若さという諸仮説は、大量のデー タに矛盾している.隆起したものが沈んだ、現在の 海洋に沈水した古期大陸地殻が存在することは、プ レートテクトニクスにとって特に深刻な障害であ る.

地球内部熱輸送の地球力学的基礎 Geodynamic basis of heat transport in the Earth

J. Marvin Herndon. Current Science, v. 101, no. 11, 2011, p. 1440-1450.

地球規模の気候の状態レポート (GCSR) Global Climate Status Report (GCSR)

Edition 2-2013. Space and Science Research Corporation (SSRC), Orlando, USA. www.spaceandscience.net

Executive summary, 20 pages, U\$5.95; Full report, 67 pages, U\$12.95.

編集者の注釈:以下の小記事は,"すぐれた要旨" に掲載された「特定の気候パラメータの評価」から の抜粋である.

2013年5月までの選択的気候状態パラメータの全 般的とりまとめたが、その後の地球気候変動評価に 関する現状と予測は以下のとおりである.

a. 気候パラメーターのまとめ

SSRC によって評価された 24 の地球気候パラメー タのうち,20 は地球寒冷化傾向を示す.3つは地 球温暖化傾向を示し,1つは中立の傾向にある.そ れらのうち,温暖化傾向を示すパラメータは次のと おりである.

- (1) 地球海洋の熱容量.
- (2) グリーンランドの気温と氷床状態.
- (3) 地球の海水位

唯一の中立的パラメータは、'北極の気温と海氷の 広がりである.

b. 現在の気候状態

1830年頃に始まる最近の百年単位の気候時代が終 了した.下部対流圏大気に測定された全地球的気温 は、太陽の通常的で規則的な活動周期に由来して いて、それは、2007~2008年に温暖化のピーク に達した.新たな "太陽の冬眠"は、これまで繰り 返されてきた 206年の太陽周期の初期状態であり、 太陽エネルギー出力の大幅な下落として現れはじめ た.太陽周期#24がはじまっているので、このエ ネルギー減少は、過去の温暖な時代から寒冷な時代 への反転を予想させる.

c. 今後30年の気候予測

自然周期を用いた SSRC の SAF モデルに基づく気 候予測の手法は、全地球的な 24 の環境パラメータ が示す傾向からみると、最も正確だと信頼される 2013 ~ 2043 年の気候予測であると考えられる:

過去の温暖な時代から寒冷な時代への急速に移行期



には,非常に変化に富んだ極端な気象現象が予測される.

少なくとも今後の 30 ~ 40 年間の気候は,長く深 刻な寒冷時代へと変化しつづけると予想される.こ の新しい気候時代に生じる寒冷化の程度と深刻さ は,少なくとも摂氏 1.5°の地球の温度を低下させ, この 200 年以上で最悪の事態をまねくことが推測 される.

評価された2つのもっとも重要な気候パラメータ, 世界的に統合された大気と大洋の温度は,ともに, 全地球的温度の低下傾向を示している.

この特異な事実は地球温暖化が終了したことを示す 証拠であり、太陽によって引き起こされる気候変動 の自然な時期が終了したことによる.

既存の気候変動指標は、危機をまねく可能性をもつ 新しい寒冷気候時代のはじまりを示している、と SSRC は考えている.海洋・大気温度の現在の低下 傾向に予想外の急速で大きな変化が起こらない限 り、今後 40 年間の気候としては、次の 2 つのシナ リオしかないことを強調しておく必要がある.両シ ナリオとも、寒冷気候の新時代というのが結論であ る.

一つは、200年間の寒冷気候が記録されたダルトンクラスの寒冷時代であり、他方は400年の寒冷気候が記録されたマウンダークラスの寒冷時代である。歴史学的調査によると、これらの期間は、寒冷気候による死亡、作物損害による飢餓、および市民の不安や戦争による生命の損失の著しい増加によって特徴づけられる。

将来の地球気候変動に関する両シナリオによると, 実質的に,社会的な混乱と人命の損失が地球全体に 発生する結果になるであろう.程度の違いは,温度 の違いによる.

さらに,SSRC は太陽の冬眠と,記録された最大の 地震と火山噴火の間に強い相関関係が存在すること を確認した.そして,その後者の場合には,エアゾー ルとちりによる遮蔽が,太陽光線を反射させ,地球 の寒冷化をさらにひどくするかもしれない.次の気 候寒冷期には,地球物理学的に壊滅的出来事と太陽 冬眠との相関性が強まると予想される.

地球温暖化と気候変動:科学と政治 Global warming and climate change: Science and politics

Cliff Ollier. Quaestiones Geographicae, v. 32, no. 1, 2013, p. 61-66. http://geoinfo.amu.edu.pl/qg/

要約:人為的地球温暖化による気候変動の脅威が減 少している.地球の気温は,1975~1998年に上 昇したが、それ以降は横ばいである、潮位計による と現在の海面は年間約1.5mmで上昇しているが、 衛星データでは海面が低下している. サンゴ島では 浸水域が増えるとの脅威が伝えられている. 氷床は 海面下数 km に達する盆地に分布しているので、そ れらが周辺海域へ滑落すること(人騒がせなモデル) はない. 氷床の深部コアによると、積雪の年輪層が 過去76万年間にわたって連続的であり、今日より も高温期においても氷床が溶けることはなかった. 北極において、海氷は30年間にわたって変化がな い、温室効果の重視は、放射を強調し、対流のよう な重要な要因を無視する.水は主要な温室効果ガス である.海と大気中のCO。は平衡状態にある.我々 が大気中から CO₂を除去すれば、海はバランスを 回復するために多くの CO₂を供給するであろう. CO₂の増加は、海を酸性化するのではなく、貧アル カリ性にすることかもしれない.現状では、太陽は、 気候の主要制御因子などではなく、温室効果ガスを 通して評価されている.太陽黒点と気候には,非常 に良い相関関係がある.太陽の周期は、予測の根拠 となる、太陽活動周期24がはじまっていて、私た ちは重大な寒冷化を予測することができる.多くの 人々は,気候変動に関する政治的決定が科学的な予 測に基づいていると考えているが、しかし、政治家 の得ているものは、コンピュータモデルに基づいた 予測である.国連の主要な顧問である IPCC は入力 を調整したデータを用いたモデルとコードを秘密に していて,彼らは予測の責任を取っていない.

追悼 **OBITUARY**

(岩本 広志 [訳])



Dr. Yasumoto SUZUKI (1935-2013) 鈴木尉元 博士 (1935-2013)

私たちは,1996年のNGCT グループの創設期から のメンバーの一人であり,今日までNCGT 日本グ ループを牽引してきた偉大な地質家,鈴木博士を 喪ってしまった.氏はニュースレター編集委員会メ ンバーとして貢献されてきた.1998年に日本のつ くば市で開催された初のNGCT シンポジウムを氏 が成功裏に導いたことは鮮明に記憶されている.

氏は 1935 年に東京で生まれ, 1958 年に東京大学 地質学教室を卒業した.卒業後,氏は日本の地質 調査所の地質調査官(1958~1995年,そのうち 1989~1994年は地質情報センター長), 1995~ 2002年には地熱技術開発株式会社の顧問を務め た.退職後も,氏は 2013年5月13日の朝78歳 で亡くなる前夜まで寧猛に研究を続けていた.

氏の地球科学にかんする深い洞察力と包括的視野 は、広汎な地質研究を通じて発展してきた.いくつ かの代表的研究成果は以下のようにまとめられる;

1) 単層対比法

東京の南東に位置する房総半島には,厚い新生界の フリッシュ型堆積物が分布している.多数の火砕岩 鍵層を追跡することによって,1960年代に鈴木氏 とその共同研究者はフリッシュ型互層の単層対比を 確立した.この先駆的な研究は,差別的沈降に起因 する褶曲メカニズムと同様に,著名なタービダイト 堆積学の発展をもたらした. 2) 響曲形成の気好的メカニブム

2) 褶曲形成の包括的メカニズム

本州中央部背弧側の新潟油帯の厚い新生界には,多 くの褶曲構造がほぼ平行に発達している.鈴木氏と 共同研究者は,1970年代前半に包括的な褶曲形成 メカニズムをまとめた.褶曲群は3つのクラスに 区分される.第1級(軸長30km以上)と第2級(軸 長20~5km)の褶曲は堆積期からのブロック運動 とそれに関係する火成活動を通じて形成された.第 3級(軸長5km未満)の褶曲は,前2者の成長に 起因する局所的側方圧縮と塑性流動によって派生し た.ブロック運動の反転と主応力方位の回転が,堆 積作用と変形作用の過程で生じた.近年の過度に単 純化された水平圧縮による褶曲モデルは,氏の偉大 な進歩をあともどりさせる役割しか果していない.

3) コア - マントル境界の変形

東アジア大陸〜西太平洋の中 - 新生代構造発達史 を説明するために, 鈴木・小玉・三梨は, 早くも 1970年代後半にコア / マントル境界の変形を提案 し,数値計算をおこなった.氏らは和達 - ベニオフ 帯は歪み集中帯として形成されたことを提唱した. この研究は, それは 10年以上も後にマントルトモ グラフィによって確かめられたコア / マントル境界 と地殻表層との造構的関係性の存在を提示した最初 の研究であった.

4) 堆積中心部の移動メカニズム

関東堆積盆は、日本における最大の新生界盆地で、 東京周辺の本州中央部の前弧側に位置している. 1980年代には、鈴木と共同研究者は、精密な地質 調査にもとづいて盆地の堆積中心が背弧方向に現在 に至るまで少しずつ移動していることを解明した. 氏らの仮想基盤変位法(VBD)による広域的モデル は、堆積盆地の形成と移動が和達 - ベジオフ帯の上 盤側の非対称な隆起と、その結果として生じる断 層性沈降の背弧側移動に起因することを明らかにし た.この研究は浅層と深層の変形作用を前弧域の造 構システムとして統合し、今日では地質学や応用地 質学の様々な分野でひろく活用されている仮想基盤 変位法の有用性を明らかにした.

5) 地震地質学

地質,地形,地震および測地学の相互関係は,科学 者としての生涯にわたって氏を魅了してきた.日本 における地震学の先達者の多くが地質 - 地形学的情 報を活用していたことを,氏はくりかえし紹介した. 1990 年代以降は,多くの仲間と共同して,氏は地 震地質学的な研究に集中するようになった.本号の p.102-105 に掲載された氏の最新の論文に示される ように,浅発・深発地震が地質的制御をうけている 多くの事例が見いだされた.測地学を専門とする氏の仲間は,日本列島が脈動的な運動を行い,10⁵オーダーの最大せん断域で破壊的地震が起きることを明らかにした.最近の改良がすすんだ震源位置の決定精度は地震活動が地質に強く影響されていることを明らかにし,氏の遠大な先見性を証明した.

鈴木氏は、多数の論文と講演にくわえて、著書・編 著書として「関東地方の地震と地殻運動」(1974 年、ラティス社、東京)、「日本の地震」(1975年、 築地書館、東京)、「構造地質学」(1981年、共立 出版、東京)、「日本の地震【新版】」(1985年、築 地書館、東京)、「日本の地質学 100 年」(1993年、 日本地質学会)と「地球内部の構造と運動」(1995 年、東海大学出版、東京)を刊行した.これらの書 名には、氏の主な関心の発展が反映されている.

氏は,1978~1990年に日本地質学会の評議員に 選出され,そのうち,1978~80年,1988~89 年に学会誌編集委員会,1983~1987年に国際交 流委員会,1984~198年に総務委員会の委員長 を歴任し,「日本の地質学100年」の編集長を務め た.氏は,1990年以来「地球科学歴史国際委員会 (INHIGEO)」理事会メンバーに選ばれ,2011年に 日本の豊橋で開催された INHIGEO 年総会の組織委 員長を担った.

氏は,地学団体研究会・構造地質研究会・構造コロ キウムや数多くのセミナーや研究グループをはじ め,様々なコミュニティーの科学研究および組織運 営へ貢献するなかで,若い研究者や学生を思慮深く 育成した.氏は芝浦工業大学の卒業研究をつうじて, 多数の学生を献身的に教育した.氏の学生たちは「河 田会」という同窓会を組織して,氏が亡くなるまで 交流をつづけてきた. 私的生活においても、氏は芸術家一歌手と画家―と して活躍した.洗練された魅力的な声のテナーとし て、コーラスグループ「つくば古典音楽合唱団」の 1人のリーダーであった.氏はスケッチブックを常 に携帯し、お気に入りもののスケッチを楽しんだ. 氏は人気者で、魅力的で誰からも愛された、氏の行 くところ、多くの人々に囲まれていた.

国際的にも,鈴木尉元博士は,地質学的な観点から 地震を研究するすぐれた地質家として高く評価され た.氏は新しい研究分野として地震地質学を確立し た.それは,残念ながら,今日の地震科学には欠失 しているものである.氏のテクトニックモデルは, マントルを含む鉛直地殻変動が地震を発生させると いう正真正銘の鉛直的モデルであり,それ故,当然 のことながら,氏をプレートテクトニクスに対する 強力な反対者にした.

氏は NCGT ニュースレターへ頻繁に寄稿し,大き く貢献した.氏は NCG ニュースレターに 16 編の 論文を発表していて,これは年平均で 1 編になる. 国際誌や日本語雑誌にも多数の論文が掲載されてい る.氏の研究の多くは,今日の世界中の地質学界に 反響をよびおこし,くりかえし引用されている.

氏は NCGT と世界の地質学界に大きな足跡を残した.氏の後に続く人々は,氏が希求し,氏の人生では成し遂げえなかったことを現実化するだろう.氏の名前と功績は今後長らく記憶されるであろう.

鈴木博士, どうか安らかにお眠り下さい.

矢野孝雄・小玉喜三郎・飯川健勝・ 足立久男・Dong R. Choi



鈴木博士のスケッチ 左一日本地質調査所, 1993年. 右一高砂百合 (Lilium formosanum), 1994年

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,Higginns,ACT2615,Australia

■ 現金で銀行送金する際の銀行口座の詳細

銀 行 名 :Commonwalth Bank (Swift Code: CTBAAU25), Belconnen Mall ACT Branch (BSB 06 2913) 口座番号 :06 2913 10524718

口座名義:New Concepts in Global Tectonics

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・ 生物的変遷の主要ステージ,などの視点から,たいへ ん広い分野をカバーするべきものである.
- 4. シンポジウム,集会,および会議の組織.
- 5. 検閲, 差別および犠牲があった場合の広報と援助.