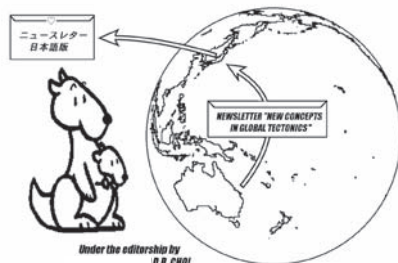


ニュースレター グローバルテクトニクスの新概念



NEWSLETTER New Concepts in Global Tectonics

No. 53 2009年12月 ISSN: 1833-2560 編集: D.R. Choi (日本語版 2010年4月)



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

も く じ

■ 編集者から	2009年9月のサモアの地震と津波からの教訓	2
■ 編集者への手紙		3
■ 原著論文		
大西洋底の古期岩石と大陸性岩石	Ancient and continental rocks in the Atlantic Ocean	
矢野孝雄・Dong CHOI・Alex. A. GAVRILOV・宮城晴耕・Boris I. VASILIEV		4
地震の癖—I: 地震のメカニズムと側方への地震エネルギーの移送—	角田史雄	
Habits of earthquakes, Part 1: Mechanism of earthquakes and lateral thermal seismic energy transmigration		28
大気の発光現象: 地殻の隆起サイン?	Valentino STRASER	
Luminous phenomena in the atmosphere: signs of uplift of the Earth crust?		34
地球の内部—神話と科学	Giovanni P. GREGORI	
The Earth's interior – myth and science		41
■ 地球科学における政治コーナー		
いんちきな気候研究者は、あなたとあなたの子孫には受け入れられない	M. Ismail BHAT	
Climate-quacks are out to fix you and your progeny		56
地球温暖化	IPCC チーフは無知か都合よく黙っているのか?	M. Ismail BHAT
Is IPCC Chief ignorant or conveniently silent?		61
モルジブ大統領への公開書簡	Nils-Axel MÖRNER	
Letter to President Mohamed Nasheed of the Maldives		62
海洋は下から温められている	Vincent GRAY	
The ocean is heated from below		64
■ コメントと回答		66
■ ニュース		70
■ 出版物		71
■ 財政的財政的支援・ニュースレターについて		76
■ NCGT 日本日本サブグループのコーナー	★ニュースレターカラー画像のダウンロードサイト★	76



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

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

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

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

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

翻訳・編集: NCGT ニュースレター翻訳グループ

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

（赤松 陽 [訳]）

2009 年 9 月のサモアの地震と津波からの教訓

Lessons from the Samoan earthquake and tsunamis in September 2009

NCGT ニュースレターの最新号 (no. 52) の「編集者より」に掲載した地震と地震予知についての討論記事の私の草稿の最終的編集が終わった直後、現地時間 2009 年 9 月 30 日（世界時 9 月 29 日）、巨大津波を伴った新たな壊滅的な地震（マグニチュード 8.1）が南西太平洋のサモア諸島地域を揺るがしました。この津波で、近隣の島々の数百人の人々が犠牲になりました。この地震の発生を知らせる世界地震情報当局からの警報はありませんでした。世界の人々は、なぜ誰もこの災害を警告しなかったのかについて、またもや疑問が呈されています。

私は、フィジー-トンガ-サモア、そしてインドネシアとフィリピンを含む南西及び西太平洋の広範囲—そこはボルネオ-ヴァヌアツ地背斜の方向、すなわち太平洋の巨大リング構造 (Choi & Pavlenkova, NCGT no.50) の内側のリングの部分が行くところ—で最近頻発する強い地震や火山活動に関わってきました。それらのうち、2006 年初頭にフィジー東部の深度 500 ~ 600km で起こったいくつかの非常に強い深発地震は、特にそれらのエネルギーが結合されると、非常に強い深部の地震が破壊的な浅発地震を起こす傾向があることを私たちは知っているので、私の注意を引きました。プロットとグローバーのエネルギー移転 (ET) 公式に基づいた予備計算では、トンガ海溝の近くで 2009 年後半のある時期に浅部に出現することを示しました。しかしながら、これを記述したメモは、ファイルの下に埋れたまま、運命の日、現地時間の 2009 年 9 月 30 日まで忘れられていました。

サモアの津波後、私は NEIC や他のウェブサイトから、フィジー-トンガ地域における 1973 年以降の地震記録を分析しました。この地域で起こった M6 以上の強い地震は期間中全体的にわたって増加していますが、特に 1977 ~ 1994 年と 2006 ~ 2009 年に著しく増加しています。ET 公式によって、フィジー東方 200 ~ 400km、深さ 597 ~ 622km で、2006 年 1 ~ 2 月に起こった 3 つの深発地震 (M=7.2, 6.7, 6.1) が、2009 年サモア地震の前兆であったことを確認することができました。これらの 3 つの深発地震の複合エネルギーが、巨大な地震とそれに伴う津波を発生させたと考えられます。このテーマについての包括的説明は、次の NCGT ニュースレターに発表されます。

フィジー-サモア地域は、地震波トモグラフィによると、スーパープリュームが核から上昇している場所です。したがって、地震活動の強さは、スーパープリュームの活

動と直接関連しています。これについては、本号の角田論文 (p. 38-47) で論じられています。スーパープリュームの活動の漸次的増大は、地震など事象は海水温上昇（本号 p. 86-88 の Vincent Gray 論文）に続いて起こるという、Leybourne ほかに (NCGT ニュースレター no. 40, 27-34 ページ) の研究からわかるように、海水温上昇、従って世界的な気候への影響の一因となるでしょう。この事に関しては、最新号掲載 (57-75 ページ) の、スーパープリューム中を上昇する火山・地震のエネルギーに対する電磁気の影響についての Gregory の論文は、特別に興味深いものです。彼もまた、スーパープリュームと太陽活動の関係を述べています。Endersbee は、NCGT no. 42 (p. 3-17) で、地球温暖化に焦点をあてて太陽と地球の相互作用を分析しました。

私たちは、サモアの災害からいったい何を学んだのでしょうか？ サモアの災害は予測可能でした。しかし、私たちが科学者グループと研究プログラムをまだ効果的に組織できなかったのも、予知できませんでした。サモアの津波の直後に、私は私たちの著名な読者の 1 人から、手紙を受け取りました。彼は、命を救い、損害を軽減する手段として、津波のメカニズムの正しい理解に基づいて、破壊的な地震を正確に予知するための、十分な資金と効果的組織をもつ地震研究プログラムが必要であることを強調しました。激しい地盤の震動に先だって、多数の前兆があります。そして前兆と本震の間には規則性がみられます。それらには、壊滅的な地震を予知するために研究する必要がある、総合的に扱われなければなりません。

宇宙科学の最近の急速な発展は、地球大気の微妙な物理的变化をただちに識別することを可能にし（本号 p. 96-98）、地震予知に強力な武器になります。私たちはしっかりとした科学的根拠に基づいて地震予知を可能にする十分な手段とデータをもっていると信じます。

現在、世界地震情報当局は、その任務を果たしていません。主な理由は、彼らが間違った地震モデル（プレートテクトニクス）を採用し、それに代わる地球力学的モデルのための議論の余地のない証拠の蓄積を未だに受け入れることを拒否しているからです。彼らは、必然的に納税者の反乱に直面するでしょう。繰り返している、もし私たちが破壊的な地震を予知できなければ、私たちは地球社会に奉仕していないことになります。

編集者への手紙 LETTERS TO THE EDITOR

（赤松 陽 [訳]）

私は最近の数ヶ月、アメリカ合衆国の大学でちょうど仕事を始めた若い学生博士と接触していました。その人は明らかに、私たちのニュースレターを読んでいます。彼女は、Geir Lunde 氏 (CONCEDOASA) に会いました。氏は、もし彼女が彼女の指導者とプレートテクトニクスの問題を論じるならば、彼女に降りかかるであろう問題について彼女に話しました。ご参考までに、彼女のごく最近の電子メールからのいくつかの短信を紹介しします：

2カ月前、私がシロス（ギリシャ）へ旅行している間に、私はあなたがオスロから発信した IGC（私もその会議に出席しました）でのあなたの活動について、NCGT ニュースレターの記事を読みました。私は、それが私のような若い科学者にとって創造的刺激に満ちあふれたものであり、心を開かせるもので、ほんとうに素晴らしいと思います。私は、その本質について私の最初の指導者と議論しようと思いました。しかし、残念なことに、私の計画についての Geir Lunde 氏の次の懸念は、本当だったことがわかりました。「私は1つだけ警告します。あなたがグローバルな地質学的事実を観察すると、あなたは因習的プレート物語の“信者”である大学では多くのトラブルをかかえるでしょう。」

Karsten STORETVEDT karsten@gfi.uib.no

親愛なる編集者へ

私はアリゾナ大学の映画専攻の学生で、最近、地質学で二者択一の理論に対してひじょうに大きな関心をもつようになりました。これまで、約2年間にわたってそれを勉強し、十分な根拠をもってドキュメンタリー映画の作製を計画するために大きな努力をしようと思うようになりました。この問題を理解するための試みとして、地質学界について調査を行いたいのです。私は、今日有効な広範囲にわたる現代地質学の見方を習得したいと思います。私は、現在何がわかっているかを知りたいし、行政を通じてカット（編集）してゆきたいと思っています。

そうするために、対立する理論やプレートテクトニクスに対する動かぬ証拠を最大限リストアップして、編集したいと思います。これらが、私が現在追求している2つのもっとも大きな問題です。すなわち、太平洋は輪郭が伸長しているとのことですが、もしそこで大半のサブダクションが起こっていると思われるのであれば、そのようなことは不可能です。

サブダクションについて、いったいどれだけ多くの証明がほんとうにあるのでしょうか。（私はこれを計ってみたいと思います。）

これら2つが今、私にとって直面するもっとも重要な疑問です。より多くの小さい疑問がありますが、しかし、私はサブダクションが問題の中心にあると思います。私は、Samuel Carey 氏の最新の本の中に見つけた地図によって、太平洋の面積と輪郭が増加しているという事実について、私の先生の一人と議論をしました。私は、何故そのようなことが起こるのかを彼に質問しました。彼は、私に回答することができませんでした。彼は最後には“私はあなたの情報を疑います。私はあなたの情報源をチェックしたい。”とのべました。私が彼に質問したとき、“なるほど、だが、もしそれが正確ならば？、それで？、それが決定的証拠ですか？”、“それを説明するもう一つの方法がなければなりませんね”、と彼は言いました。これに対して私は“何故、私が主張しているものとは別のそれを説明する他の方法がなければならぬのだろうか？”と思いました。

私はこの事の真相を究明したいと思います。プレートテクトニクスに問題があることは、私は知っているし、大部分の地質家も知っています。そして、私はそのことを理解したいのです。山を見ると、ある地質家は“圧縮”と言うかもしれないし、またある人は“ダイアピルのようだ”等々と言うかもしれないことを私は知っています。起こるはずであると思うには、すべてのカードがテーブルの上にそろっている必要があるということです。しかし、現在そうなってはいません。

私が述べたどのような概要についてでもよいですが、何らかの役立つ提案がありますでしょうか？ 私がより多くの仮説と状況証拠（そこには太陽系の[惑星の]サブダクションに対する他のいかなる証拠もないように）を入手する前に、焦点を当てるべき大きな論争点は何であるとあなたは思いますか？ 私に多少の情報源を示していただけないでしょうか。

どうもありがとうございます。これが一見妙なお願いであることは理解しています。しかし、私はこれらの複雑な考えを理解するための最善のアプローチを見つけようとしています。

Alan HAYMAN

A Media Arts, University of Arizona, USA
yankie18@hotmail.com

原著論文

ARTICLES

大西洋底の古期岩石と大陸性岩石

Ancient and continental rocks in the Atlantic Ocean

矢野孝雄*・Dong R. Choi**・Alexander A. GAVRILOV***

宮城晴耕****・Boris I. VASILIEV***

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

** Raax Australia Pty Ltd., 6 Mann Place, Higgins, ACT2615, Australia (raax@ozemail.com.au)

*** Pacific Oceanological Institute, Far East Branch, RAS, Vladivostok, 690041, Russia

**** 東京都立北園高等学校, 板橋区, 東京, 173-0004, 日本

(矢野 孝雄 [訳])

要 旨： 海洋底拡大説にしたがえば、海洋地殻には2億年よりも古い岩石や大陸起源の岩石は含まれない。しかし、大西洋の海洋地殻は18.5億年前に遡る古期岩石や大陸構成岩石（花崗岩類、片麻岩、結晶片岩、グラニュライト、粗粒陸源碎屑岩類、大陸性かんらん岩、など）を含む。この論文は、42地点で産出したこれらの岩石を記載し、それらを4つのグループに区分する。

これらの岩石の産出は、海洋底拡大説に場当たりの修正（たとえば、拡大の停止、残留古期堆積岩塊、非拡大域、多重的海嶺ジャンプ、振動的拡大、拡大軸両側深部の小規模ロール状渦、剥離作用、など）を促した。これらの修正はいずれも案出されたもので、確実なデータにもとづくものではない。古期・大陸性岩石が広範囲にわたって産出することは、かつての大陸地殻殻が海洋化したのが現在の海洋であるとの仮説と調和的である。ここで得られたデータは、中生代中頃に熱・造構作用・火成活動・リフト形成作用が複雑に相互作用した結果、大西洋が形成されたことを示唆する。

海洋地質調査は今でも著しく希薄で、今までに発見された古期大陸性岩石は偶然に発見されたにすぎない。今後の海洋底掘削やドレッジ調査の進捗によって、大西洋底に古期大陸性岩石が系統的に分布していることが証明されるであろう。大西洋の起源に関するすべての仮説は、あいついで海洋底から発見されたこれらの多くの岩石に照らして、再検討されるべきである。

キーワード： 古期岩石, 大陸性岩石, 大西洋, 海洋底拡大, 海洋化, マントルダイピル

まえがき

大洋水深の骨格は、綱索測深および1910年代に開発された音響測深によって、1930年代には把握された。第二次大戦中には、潜水艦航海のための海底地磁気調査が急速に進展した。戦後になるとドレッジ調査・深海掘削・物理探査・電波/衛星測位・コンピュータなどのめざましい技術革新によって、そして、炭化水素-鉱物資源の探査・開発を背景にして、海洋地質学が長足の進歩を遂げた。こうして1960年代には海洋底拡大説やプレートテクトニクスが誕生し、その後も海洋地質学の発展がつづいている。

海洋地質学は20世紀に誕生した新しい研究分野であり、しかも、海底地質調査には大きな水深や多額の経費などの大きな困難がともなう。そのため、海洋での地質調査密度は、最もよく研究された海域でさえも、250年前の陸上調査に比べて、はるかに希薄である（ワシリエフ1991）。近年における調査の急速な進展をもってしても、このような状況が大きく改善されるには至っていない。

海洋底拡大説にしたがうと、海洋底には、大陸性岩石や、海洋プレート年代よりも古い岩石は存在しない。この基本命題について、上田(1983)は「一番困るのは中央海嶺をはじめ、海底のあちこちで採集される古い岩石や大陸性の岩石の問題であろう。氷山の運んできたものといって全部が説明できるなら問題はないのだが.....」と述べた。同様の問題に注目していたMeyerhoff and Meyerhoff(1974)は、大西洋で4地点、全海洋底では9地点で古期・大陸性岩石が発見されていることを報告した。ウーゲンチェフ(1990)は世界の海洋底の地質を克明に記述し、古期岩石や大陸性岩石が各地に存在することを明らかにした。さらに、Meyerhoff et al. (1992)は大西洋で12地点、Pratt(2000)は16地点から古期・大陸性岩石が発見されていることを、それぞれ報告した。Rezanov(2002)は大西洋底の37地点で発見された古期・大陸性岩石の分布・岩石種・産状などを図示したが、残念なことに、それらの詳細は記載されていない。Wezel(2005)は、大西洋の広範囲に古期大陸性岩石が産出することを記述した。

本稿では、以上の先行研究にもとづいて、文献調査によっ

て得られた新情報を加えて、大西洋の42箇所から採集された古期・大陸性岩石を記載・分類し（表1：論文末尾）、それらの意義を考察する。ただし、本稿に既存の文献が網羅されはいいことを予めおことわりする。

大西洋底の古期・大陸性岩石

大西洋は、赤道付近を境に南北に区分されることが多い。海底地形をみると赤道～北緯10°付近は、大西洋を横断

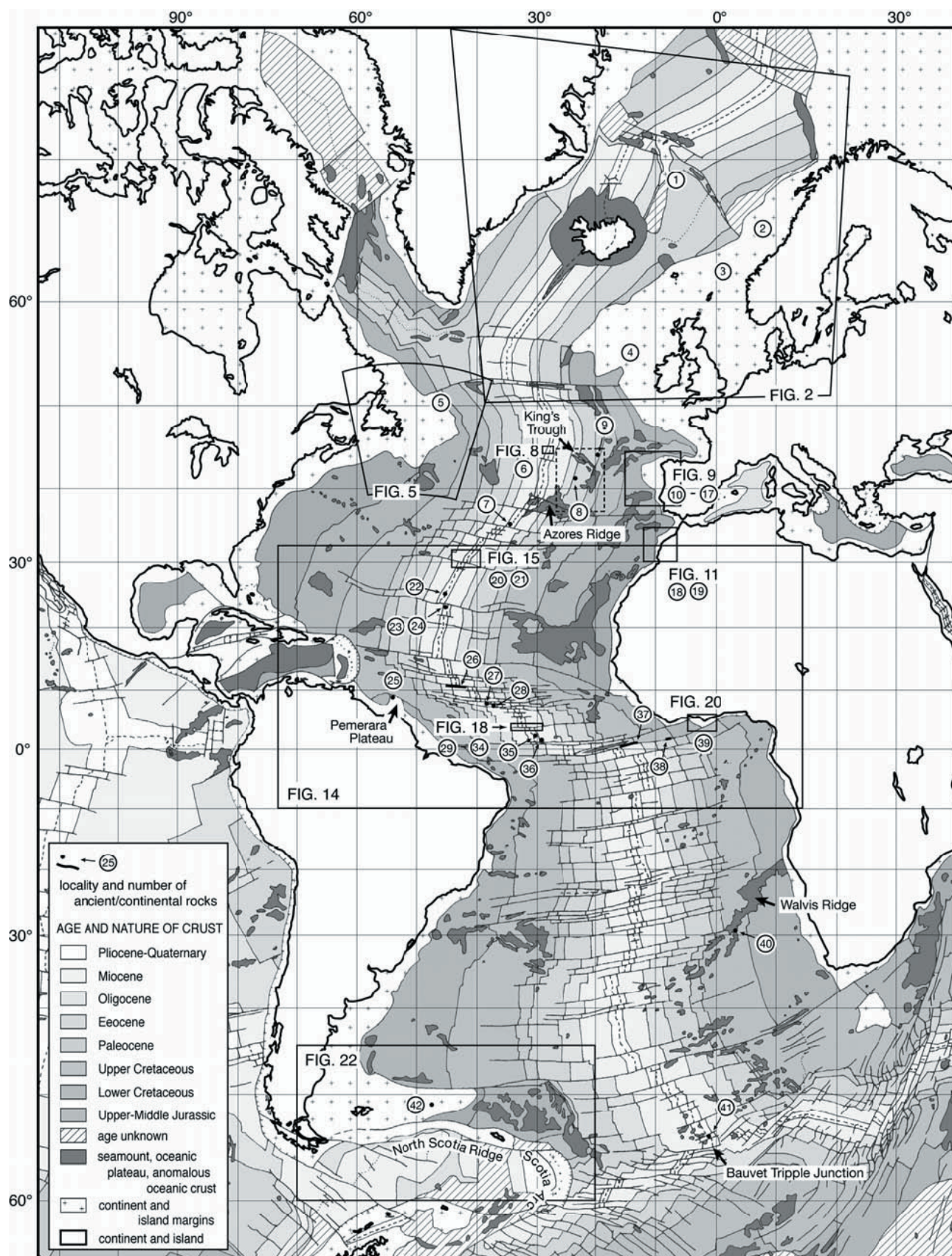


図1 大西洋における古期・大陸性岩石の産地。産地は、比較のために、プレートテクトニクスにしたがった海洋底の論理的年代分布 (Dercourt 2000 ; Sigmond 2002 など) を簡略化) に重ねて表示されている。

する隆起帯になっていて、多くの断裂帯が密に発達することから、赤道大西洋とよばれる (ウーゲンチェフ 1990)。海底地質をみると北緯 32° ~ 南緯 10° に古期・大陸性岩石が多産することから (図 1)、この論文では、この地帯を赤道大西洋とよび、大西洋を北、赤道および南に三分する。さらに、北大西洋を北緯 52° 付近のチャーリー・ギブス断裂帯を境に北部と南部に細分する。以下の記述は、北から南へ順次進められる。

北大西洋北部

チャーリー・ギブス断裂帯は、北大西洋で最大の断裂帯である (図 2)。以北は 4,000m 以浅で、大半が 3,000m よりも浅い。そこには、各地に大陸性岩石が分布する。その 1 つは、中軸部のヤンマイエン海嶺 (中・古生界: Talwani and Udintsev 1976) であり、他に、ヨーロッパ側では、ノルウェー沖のヴォーリング海台 (中・古生界: Talwani and Udintsev 1976) およびその南西斜面 (上部白亜系: Jatskevich 2000)、アイルランド沖のポーキュパイン海台 (上部原生界~古生界: Rezanov 2002) とロッコール海台 (グラニユライト・片麻岩: Sigmond 2002) などが知られる。大陸地殻と海洋地殻の境界は、地殻構造・地磁気異常なども考慮して、大陸性岩石の分布外縁を連ねた位置に描かれている (図 1: Dercourt 2000, 図 2: Sigmond 2002)。境界の水深は、200m から 3,500m まで変化する。

この海域に分布する大陸性岩石のうち、とくに注目されるのは、大陸縁から離れて大西洋中軸部に位置するヤンマイエン海嶺 (図 2-1)、ならびに、北西ヨーロッパ沖堆積盆地 (図 2-2 ~ 4) に伏在する大陸地殻である。ちなみに、以下で用いられる○囲み数字は、図 1 などに図示されている古期・大陸性岩石の産地番号に対応する。

① ヤンマイエン海嶺の大陸ブロック

ヤンマイエン海嶺は、幅 100 ~ 150km、長さ 500km、頂部水深 400 ~ 1,200m の大規模な海嶺である。それは、西縁断層に沿って隆起した傾動地塊である (図 3: Talwani and Udintsev 1976)。頂部は、水平に堆積した中期中新世~中期漸新世の遠洋性堆積物 (層厚 120m: 薄いために図 3 では識別が困難) におおわれる。その下位には東へ大きく傾斜した堆積層が存在し、より深部の地震波速度構造も同様の同斜構造を示す。海嶺をおおう遠洋性堆積物基底の傾斜不整合は、明らかに、陸上浸食によって形成されたものである。不整合直下で、前期漸新世~後期始新世の砂質泥岩・砂岩などの陸源碎屑岩が掘削された (DSDP Sites 346, 347 and 349)。さらに、より下位の傾斜した成層堆積物は中生代以前に遡ると推論された。Sigmond (2002) の構造解析によると、海嶺下の大陸地殻の厚度は 18km に達し、東へ傾斜した中生界 (白亜系~三畳系) と古生界 (二疊系~デボン系)、そして、より下位には結晶質大陸基盤が存在するとみられる。海嶺のみならず、西方海域を含む幅 300 ~ 400km の地帯は地磁気静穏帯 (図 3) になっていて、大陸地殻の存在が推定される (Talwani and Udintsev 1976)。

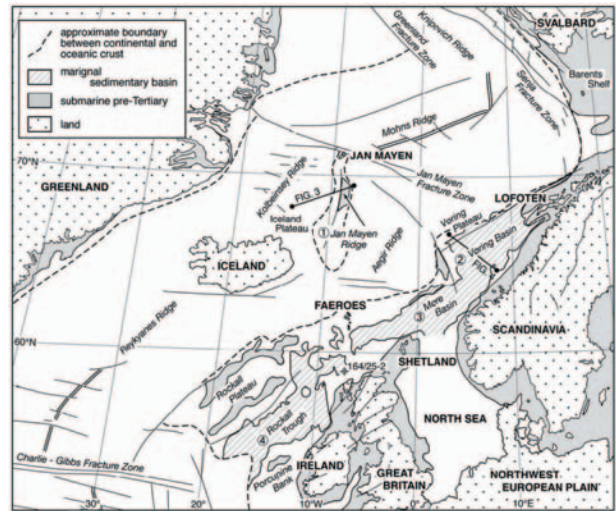


図 2 北大西洋北部の地質構造と大陸性岩石の分布。地質構造: Jatskevich (2000) を簡略化、大陸/海洋地殻境界: Sigmond (2002)、北西ヨーロッパ沖堆積盆地: Stoker et al. (2005)。位置は図 1。

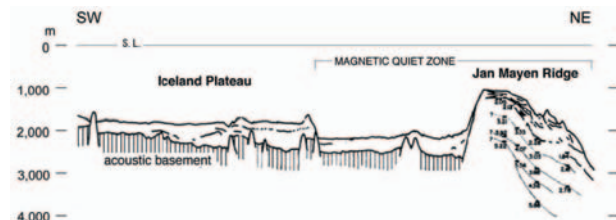


図 3 北大西洋北部のヤンマイエン海嶺を横切る音波探査断面スケッチ (Talwani and Udintsev, 1976)。探査測線は図 2。

ヤンマイエン微小大陸の形成プロセスは、次のように説明されている (Talwani and Udintsev 1976; Gudlaugsson et al. 1988)。この微小大陸は、前期漸新世まではグリーンランドの沿岸部を構成していた、そこには陸源碎屑物が供給されていた。当時の中央海嶺は、このグリーンランド沿岸海域とスカンディナヴィアの間のエギル海嶺 (図 2) にあった。後期漸新世になると、中央海嶺が西へ 2 回以上ジャンプ (ridge jumping) してグリーンランド沿岸まで移動し、その結果、当時の大陸/海洋境界から陸側へ 300 ~ 400km ほどのところでリフティングがおり、ヤンマイエン微小大陸を分離した。この時のリフトは現在も活動的で、コルペインセイ海嶺 (図 2) として拡大をつづけている。こうして微小大陸は東へ移動し、ついに大西洋中軸部に位置することになった。

ヤンマイエン海嶺の形成は、以上のように "multiple ridge jumping" という概念で説明されている。しかし、そのメカニズムや、大西洋中央海嶺の全長のうちで数 100km の区間に限って起きた特異な多段階ジャンプの実態はよくわかっていない。

②~④ 北西ヨーロッパ沖堆積盆地の大陸地殻

北西ヨーロッパ沖の広い範囲には (図 1)、大陸地殻が沈水している。そのうち、外縁隆起帯 (ヴォーリング海台やロッコール海台: 図 2) と沿岸域との間には、中・新生界堆積盆地が連続的に分布し、北西ヨーロッパ沖堆

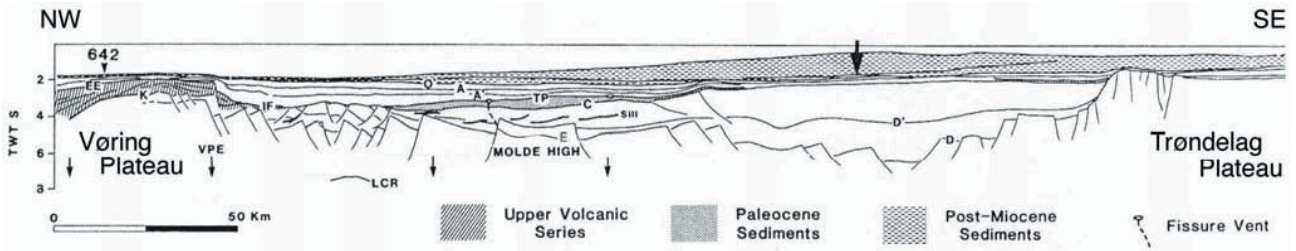


図4 ノルウェー沖ヴォーリング海盆における横断方向の音波探査断面スケッチ (Skogseid and Eldholm, 1989) 層準マーカー 0': 鮮新統基底, A: 下部中新統, A': 中部漸新統, EE: 下部始新統溶岩流 (海側傾斜玄武岩), TP: 下部始新統凝灰岩, IF: シルおよび溶岩 [inner flows] (暁新統 / 始新統), K: 下部層上限, C: 第三系基底, D': 中部白亜系, D: 白亜系基底, LCR: 下部地殻反射面 (深度 13 ~ 15km). 断面位置は図2.

積盆地とよばれる。主要盆地は、北東から、②ヴォーリング、③モレ (北海のバイキング地溝に連続)、および、④ロッキールである。

堆積盆地の構造はかなり複雑で (たとえば図4)、縦走方向へも大きく変化するが、共通して次の3つの特徴が認められる。

(a) 堆積盆地の基盤岩: 構造探査によると、盆地底には結晶質大陸基盤の存在が推定される。その上面深度はヴォーリング盆地で7~13km (Gernigon et al. 2004)、モレ盆地で8~10km (Sigmond 2002)、ロッキール盆地で7~8km (O'Reilly et al. 1995, 1996; Moorewood et al. 2004) と見積もられる。盆地底の基盤岩は未掘削である。しかし、ロッキール盆地北東縁の West Lewis Ridge の坑井 (図2:164/25-2) は暗示となるもので、ここでは暁新統玄武岩に不整合におおわれた花崗岩質岩石が掘削された (Musgrove and Mitchener 1996)。

(b) 埋積層: 層厚5~10km以上に達し、下部、上部および最上部に区分される。大深度のために下部層の詳細は不明であるが、大陸縁辺海 (Ren et al. 2003) あるいはリフト盆地 (Hanish 1984) に堆積した (二畳-三畳系~) ジュラ系と推定されている。上部層は、展張性断層盆地を埋積した白亜系~中新統である。最上部層は深海扇状地堆積物で、中新世末の急速な深海化とそれとともに陸源碎屑物の供給によって海側へプログラデーションしている (Skogseid and Eldholm 1989; Stoker et al. 2005)。

(c) 造構運動: 北西ヨーロッパ沖堆積盆地は一部の短縮変形を除くと、全般に展張場におかれてきた、と一般に考えられている。ある研究者は (O'Reilly et al. 1995; Musgrove and Mitchener 1996)、大陸地殻の伸長・薄化がリフティングによると主張し、別の研究者は (Skogseid and Eldholm 1989)、北大西洋開口後の冷却沈降 (thermal subsidence) に起因すると提案した。しかし、数100%にも達する大きな伸長変形は、ヴォーリング海盆 (図4) の層準マーカーD (白亜系基底) やD' (中部白亜系) のみならず、いずれの盆地の埋積層 (Skogseid and Eldholm 1989; Sigmond, 2002; O'Reilly et al. 1996) にも認められない。Hoshino (2007: p. 62) は、すでに、この問題をロッキール盆地において指摘し

ている。

以上のように、北西ヨーロッパ沖堆積盆地の大陸性結晶質基盤は、中-新生代を通じて海面下7~13kmまで沈降している。この事実は、大陸地殻が大洋底に倍する深度まで沈降しうること示す。

北大西洋南部

北大西洋南部には、多くの古期・大陸性岩石が存在することが知られる (図1)。とくに、その東半部では、中央海嶺軸から大陸縁にいたる広い範囲に点在している。

⑤オーファン海丘の古生代石灰岩とジュラ紀非海成砂岩

北大西洋南部の北西隅に位置するニューファウンドランド島 (図5) は、広大な大陸棚-グランドバンクに囲まれる。浅い鞍部を隔てて東方に、もうひとつのドーム状隆起部-Flemish Capがある (図5)。この海域には、結晶質基盤が存在することが知られる: それらは、グランドバンクのVirgin Rocks, Eastern Shoalsに露出する原生界、および、Flemish Capで掘削された花崗岩 (597

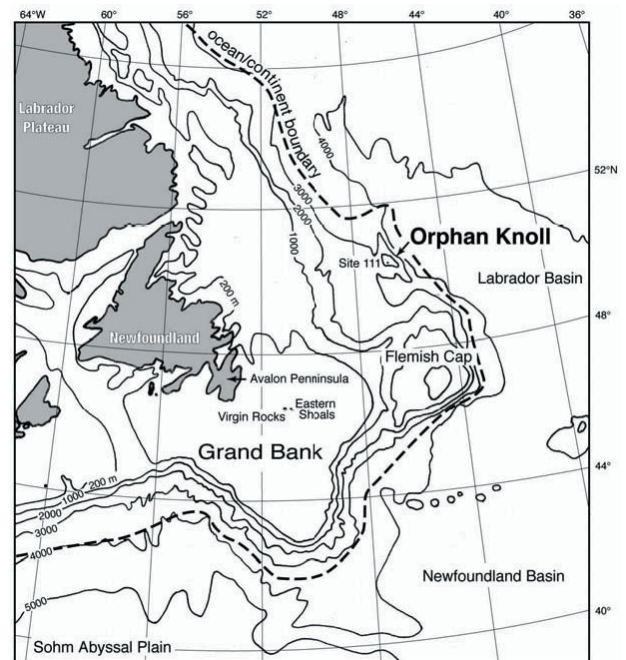


図5 ニューファウンドランド島周辺の海底地形とオーファン海丘。海底地形: The Shipboard Scientific Party et al. (1972) を簡略化、海洋/大陸境界: Dercourt (2000) より。位置は図1。

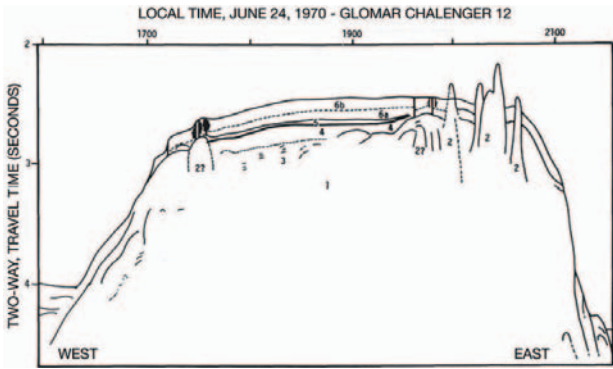


図6 オーファン海丘の東-西方向の音波探査断面スケッチ (The Shipboard Scientific Party et al., 1972)

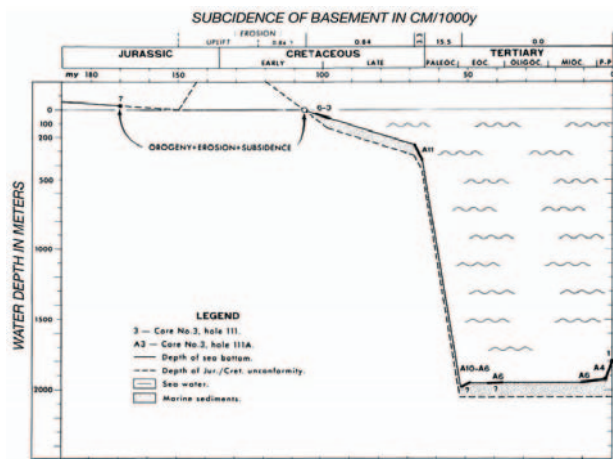


図7 オーファン海丘の隆起-沈降曲線 (The Shipboard Scientific Party et al., 1972)

± 20Ma) である (The Shipboard Scientific Party with additional reports from Nelson et al. 1972). 大陸地殻の分布外縁は、水深 3,000 ~ 4,000m に位置すると推定される (Dercourt 2000: 図 5).

北東縁にある孤立丘はオーファン海丘 (75km x 150km, 平頂部水深 1,800m) とよばれ、水深 4,000m を超えるラブラドル海盆から屹立する. ここでは, Parson et al. (1984) が沈水した先ジュラ紀の古地形を報告している. この海域におけるもうひとつの総合調査では、音波探査・深海掘削 (DSDP Site 111, 水深 1,797m: 図 5)・ドレッジ調査・磁気探査などが実施された. ドレッジ調査および磁気探査の結果、次の層序ユニットが識別された (図 6: The Shipboard Scientific Party with additional reports from Nelson et al. 1972).

ユニット 1 は未掘削の音響基盤で、高帯磁率岩石で構成される. 塔状に突出するユニット 2 は、カルスト残丘と考えられている. 岩塔のドレッジ (50°33.3'N, 46°21.9'W, 水深 1,775m) によって採取された多数の浅海性石灰岩礫は、ユニット 2 の構成岩石と判断された. というのは、これらは単源礫群であり、後述するユニット 6b の氷河性粘土に含まれる多源礫群とは明らかに異なっているからである. ドレッジされた浅海性石灰岩礫群からは、後期オルドビス紀〜デボン紀の動物化石群が産出した (Becker and Adamczak 1994; van Hinte

et al. 1995). ユニット 3 はジュラ紀 (Bajocian) の非海成砂岩で、無煙炭碎屑粒子に富む. ユニット 4 は白亜紀中頃 (Albian ~ Cenomanian) の浅海性石灰岩で、上面がハードグラウンド化している. ユニット 5 は白亜紀末 (Maastrichtian) のチョーク, ユニット 6a と 6b は新生代の深海性堆積物で、それぞれ石灰質ナンノマールおよび氷河性粘土 / 有孔虫軟泥互層からなる.

以上の各ユニット境界は、いずれも、不整合または堆積間隙になっている. 各ユニットの堆積環境は図 7 のように推論される. オーファン海丘はジュラ紀〜前期白亜紀には陸上にあり、後期白亜紀に沈水して浅海になった後、暁新世末までに 2,000m ほど急速に沈降し、かつての大陸が深海化したことを示す.

⑥ ボールド海山の大陸性岩石

北緯 45° 付近の中央海嶺中軸谷の西方 60km に位置するボールド海山 (Bald Mountain: 図 1) は、南北 28km, 東西 5.5km, 頂部水深 1.2km, 比高 1.3km の狭長な断層地塊である (図 8). この海山は、特異な地形要素として注目されてきた: (a) N19°E 方向の中央海嶺軸に斜交し (図 8-A), (b) 水深が中央海嶺頂部に匹敵し, (c) その名のとおりに被覆堆積層をほとんど欠く. 海底カメラによる観察では、塊状岩石が広く露出し、粗粒貫入岩体の特徴的な方状節理が発達する (Aumento and Loncarevic 1969).

海山南部の西斜面で 2 地点、東斜面で 1 地点のドレッジが行われた (図 8-B: バケット曳航比高は 500 ~ 800m). 採取された 84 個の岩石試料のうち、64 個 (75%) が大陸性岩石 (砂岩、石灰岩、片麻岩、花崗岩、花崗閃緑岩、角閃岩およびグラニュライト) であった (Aumento and Loncarevic 1969). 石英黒雲母片麻岩 B10-MAR-19-66-33-1 と花崗片麻岩 B10-MAR-19-66-14-8 から分離された新鮮な黒雲母は、それぞれ $1,550 \pm 50$ Ma および $1,690 \pm 55$ Ma の K-Ar 年代を示す (Wanless et al. 1968).

残りの 20 試料は苦鉄質で、はんれい岩・変玄武岩・玄武岩からなる. これらのうち、粗粒はんれい岩は 785 ± 80 Ma の K-Ar 全岩年代を示す (Wanless et al. 1968). 変玄武岩にはいくつかの緑色片岩が含まれ、明瞭な片理面が発達する (Aumento and Loncarevic 1969). 玄武岩はアルカリ玄武岩 (〜中間的 [transitional] 玄武岩) では、3 試料からそれぞれ 8Ma 前後の K-Ar 年代がえられた (Aumento et al. 1968). 玄武岩のなかには、海底風化が顕著な試料や、厚いマンガン皮殻をもつ試料が含まれる (Aumento and Loncarevic 1969).

ボールド海山で採取された花崗岩質岩石の由来につて、F. Aumento (in: Wanless et al. 1968, pp. 140-141) は、ドロップストーンならびに大陸ブロックという 2 つの解釈を提案した. しかし、前者の場合、大陸性岩石が高密度で分布することの説明が困難であり、後者では、海洋底拡大から取り残される何らかのメカニズムが必要であ

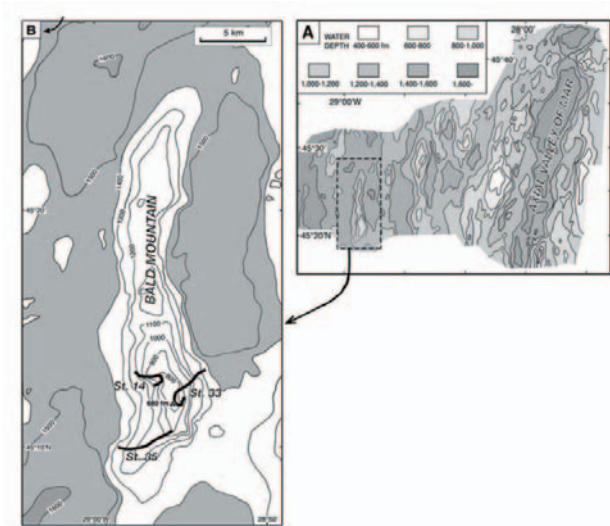


図8 北緯45°における大西洋中央海嶺の西側頂部の海底地形(A)、およびボールド海山の海底地形とドレッジ地点(B)。位置は図1。Aumento and Loncarevic (1969) の図1・2から NRC Research Press から許可をえて編図〔許可番号 2318561227627〕。

る、と Aumento は認めている。

これらの大陸性岩石は、マンガン皮殻の欠如、角や陵の磨耗、未風化な性状、岩石種の多様性、岩石表面の条線などの理由で、氷山由来の“迷子石”と判断され、カナダ地質調査所の収蔵標本として登録されなかった(Aumento and Loncarevic 1969)。また、 $785 \pm 80\text{Ma}$ の粗粒はんれい岩も、「中央海嶺近傍に古期岩石は存在しない」という氏らの信念のために、ドロップストーンと判断された(Wanless et al. 1968)。

しかし、上述のとおり、(a) ボールド海山には結晶質基盤岩が広く露出し、(b) 採取試料の大半が大陸性岩石あるいは古期岩石であり、(c) 顕著な海底風化や厚いマンガン皮殻をとまなう玄武岩試料も含まれ(Aumento and Loncarevic 1969)、(d) バケットの曳航比高が著しく大きい、ということは明白である。これらを考慮すると、Aumento and Loncarevic(1969) が“ドロップストーン”と判断した論拠はいずれも、決定的とはいえない。さらに、F. Aumento(in: Wanless et al. 1968, pp. 140-141) が指摘したとおり、広大な北大西洋を漂流する氷山が、ボールド海山にかぎって集中的に包有岩塊を落下させたことに合理的説明が与えられないかぎり、ドロップストーン説は成立しえない。加えて、前述した北大西洋北部中軸部のヤンマイエン海嶺(図2)を構成する大陸地殻や、後述する赤道大西洋中軸部に存在する多数の古期・大陸性岩石は(図1)、中央海嶺近傍に古期岩石が存在しないとするWanless et al. (1968)の主張をくつがえすものである。

ボールド海山で観察された事実は、F. Aumento の2つの解釈のうち、大陸ブロック説を支持する。ボールド海山南部の容積は 80km^3 と見積もられる(Meyerhoff et al. 1992)。私たちは、海洋底の地質に関する貴重な情報を大量に得るために、そこでの新たな地質調査の実施を望

む。また、ボールド海山でドレッジされた古期・大陸性岩石についての詳細な情報の公開を求める。

⑦ アゾレス周辺における古期・大陸性マントル由来の玄武岩

アゾレス諸島南方(北緯35°付近)のオセアノグラフィ断裂帯は、大西洋中央海嶺に130kmの右オフセットをもたらす。オフセット部の北西角の中軸谷壁(図1-7)において、ALVIN号の潜航調査によって採取された多数の岩石試料はいずれも不適合元素に富む[エンリッチした]ソレライトで、同位体組成にもとづいて3つのグループに分類される(Shirey et al., 1987)。それらのうち、グループAの7試料は、2km x 15kmの狭長な地帯に限られて採取された。それゆえ、これらの試料は、単一の岩体由来であると判断された。グループAを特徴づける著しく特異な同位体組成(Pb, NdおよびSr)は、始生代または原生代の大陸性マントル物質が、MORB マントルに8~12%混入していることを示す(Shirey et al., 1987)。

中央海嶺中軸部のより長い区間(北緯41°~31°)で採取された96個の玄武岩の微量元素およびPb・Sr・Nd同位体組成においても、上記海域の玄武岩類だけがきわだった異常を示し、大陸性物質の混入を物語る(Dosso et al., 1999)。ただし、大陸性マントルに特徴的なNb-Ta負異常は認められていない。また、大西洋中央海嶺のこの区間における給源マントルは著しく不均質で、この不均質性は枯渇マントルを250Maにエンリッチさせたマントル混合に由来するという(Dosso et al., 1999)。

アゾレス海嶺(図1)は、北緯39°付近の大西洋中央海嶺から東南東へのびる。海面上にうかぶアゾレス諸島に産する溶岩類のOs・Re同位体組成は、始生代(2.5Ga)の海洋性マントル断片の伏在を示唆する(Schaefer et al. 2002)。このマントル断片は、始生代の海洋リソスフェアから剥離(delaminate)し、以来、マントル中を回遊(recycle)しているという。

以上のように、アゾレス諸島周辺の上部マントルには古期・大陸性岩石が伏在していて、それらは(a)大陸性マントル、(b)古生代末に生じたマントル不均質性、(c)始生代マントル断片に代表される。

⑧・⑨ アゾレス-イベリア沖の古生代堆積岩類

図1の破線枠の海域では、化石を含む古生代堆積岩が、海底隆起部(アゾレス諸島北方の大西洋中央海嶺の東斜面、アゾレス諸島からジブラルタル海峡へのびるアゾレス-ジブラルタル海嶺の北斜面、King's Troughの斜面、など)で漁網にかかることが古くから知られていた。1883年に、フランスの調査船Talismanが地点133(図1-8, 42°19'N, 23°36'W, 水深3,975~4,060m)で石英砂岩・珪質石灰岩および同定不能の三葉虫破片を含む頁岩片を、地点136(図1-9, 44°20'N, 19°31'W, 水深4,255m)で軽石片(アゾレス諸島の火山に由来)、多数の石英砂岩・チャート・石灰岩および小型三葉虫を含む頁岩片をドレッジした(Furon 1949)。

それ以降に漁網によって採取された標本が、ケンブリッジ大学の Sedgwick 博物館に所蔵されている。それらのなかには、King's Trough (図 1) の南側斜面で採取されたオルドビス紀 (Caradocian) の三葉虫 *Triarthrus* aff. *T. spinosus* と筆石 *Climacograptus typicalis* が含まれる (Meyerhoff 1981; Meyerhoff et al. 1992 による)。

Talisman によって採取されたいずれのドレッジ試料にも多数のグロビゲリナを含む泥質堆積物が付着している (Furon 1949), 大型化石の年代は古生代にかざられる (Meyerhoff et al. 1992)。したがって、採取された古期大陸性岩石は氷山や船舶によって運搬されたものではなく、近くの海底隆起部に由来する岩石片で、グロビゲリナ類を含むシルト質堆積物に包埋されていたのであろう (Furon 1949; Schneck 1974; Meyerhoff et al. 1992)。

⑩～⑪ イベリア深海平原南東部の大陸性岩石

イベリア半島北部沖のガリシア海台 (図 9) は、おもにパリスカン期の変成岩・深成岩類からなる大陸ブロックである (Capdevila and Mougenot 1988)。前期白亜紀に、半島西縁の Petite Sole 断裂帯に沿う階段状断層に沿って沈降しはじめた。この海域は、白亜紀末～古第三紀には礁性石灰岩に広くおおわれた (ウーゼンチェフ 1990)。その後、現在までに、北西部 (ガリシア堆) は 540m, 南部は 3,500m まで沈降した。

ガリシア海台の南方には西からイベリア深海平原が湾入し、水深は 5,000～5,500m を超える。この海域の音響基盤は著しく起伏し、7～8 列の南北方向の隆起帯をつくる (第 10 図)。基盤深度は、隆起帯頂部で海面下 5,500～6,500m, 最深部では 9,000m に達する (Shipboard Scientific Party 1998a)。

ガリシア海台南方の計 10 地点で行われた深海掘削は (ODP Leg 149・Leg 173: 図 10), 深海平原下の基盤隆起帯が大陸性岩石で構成されていることを解明した (図 10 の Site 901, 1065, 1067, 1068 および 1069)。音波探査は、個々の基盤隆起帯がガリシア海台南部の分枝した尾根地形にそれぞれ連続することを明らかにした。これら

の結果は、深海平原下の音響基盤がガリシア海台の大陸地殻が深く沈降したものであることを証明した。いっぽう、より西方の基盤隆起帯 (第 10 図 Sites 899, 897 および 1070) の構成岩石は、大陸性かんらん岩 (はんれい岩を一部に含む) であった。以上の各地点における掘削結果の詳細は、次のように要約される。

東部の Site 901 と Site 1065 は、ともに基盤岩の直上まで掘削した (図 10-⑩⑪)。孔底部は後期ジュラ紀 (Tithonian) の外側陸棚相の粘土岩・シルト岩からなり、少量のタービダイト砂岩・礫岩を含む。粗粒碎屑粒子は浅海性石灰岩、粘板岩、石質アレナイト、単結晶および多結晶石英などで構成される。いくつかの層準に、陸上植物片が多量に含まれる (Shipboard Scientific Party 1994c, 1998a, 1998b; Whitmarsh and Wallace 2001)。このような孔底部の層相は、直下の音響基盤 (Site 901 では海面下約 5,000m, Site 1065 では 5,400m) が大陸地

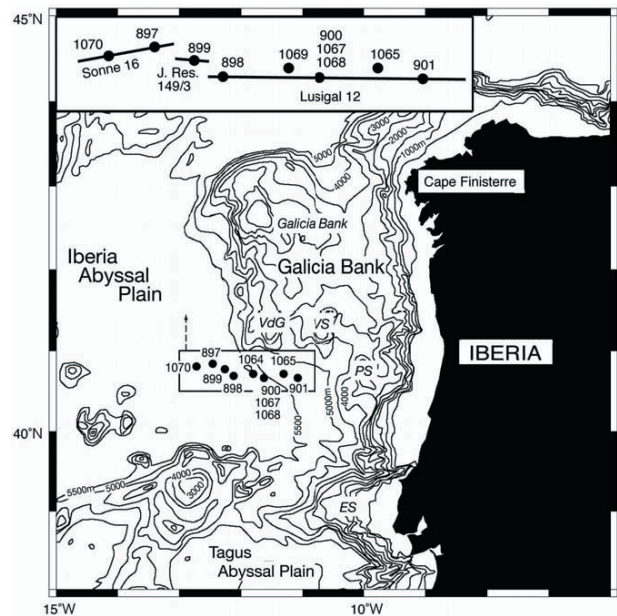


図 9 イベリア大陸縁の海底地形図 (Shipboard Scientific Party, 1998a)。VdG: バスコダガマ海山, VS: ビゴ海山, 挿入図: 音波探査測線 (Sonne 16, J. Res. 149/3 および Lusigal 12) と ODP Leg 149・Leg 173 の掘削地点。位置は図 1。

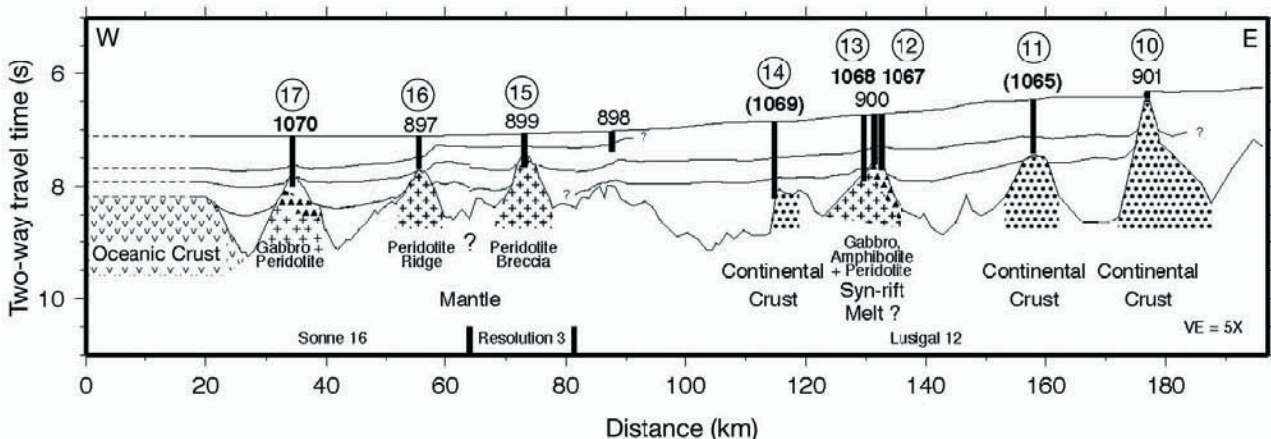


図 10 イベリア深海平原南東部における ODP Leg 149・173 掘削点を通る編集断面図 (Shipboard Scientific Party, 1998a)。断面線は図 9 の挿入図。

殻であることを示す。

Site 1067 と Site 1068 (図 10-⑫⑬) は、それぞれ海面下 5,785m および 5,937m で大陸性基盤岩に到達した。掘削された基盤岩石は、角閃岩、はんれい岩、トーナライト片麻岩、変アノソサイトなどである (Shipboard Scientific Party 1998c, 1998d; Whitmarsh and Wallace 2001)。変はんれい岩に含まれるジルコンの U-Pb 年代は 270 ± 3 Ma を示し、西ヨーロッパに広く認められる後期パリスカン時相に対比される。

Site 1069 (図 10-⑭) で掘削された最下位層は礫岩で、低度変成岩礫からなる。変アルコースワック礫中の雲母の $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年代は、 348 ± 0.8 Ma を示す (Shipboard Scientific Party 1998e)。この礫岩は、白亜紀初期 (Berriasian ~ Valanginian) の外側陸棚相のチョークにおおわれる。孔底部で掘削されたこれらの堆積物は、近接する音響基盤が大陸地殻であることを物語る (Whitmarsh and Wallace 2001)。

西部の Site 897 と Site 1070 (図 10-⑯⑰: Shipboard Scientific Party 1994a, 1998f) では、それぞれ、海面下 6,060m および 5,980m 以深で基盤岩が掘削された。構成岩石は蛇紋岩化したかんらん岩 (一部は、はんれい岩) であり、蛇紋岩礫からなる角礫岩 ~ オリストストロームに被覆される。Sites 899 (図 10-⑱: Shipboard Scientific Party 1994b) では、この被覆層まで掘削され、挟在する粘土岩層から白亜紀中頃 (early Aptian) の石灰質ナンノ化石が産出した (Shipboard Scientific Party 1998a)。Site 899 ~ Site 1070 の約 50km 区間のかんらん岩類は (図 10-⑱ ~ ⑲)，不適合元素に枯渇していない。微量元素組成も総合すると、これらのかんらん岩はイベリア大陸縁の上部マントル岩石であり (Pickup et al. 1996; Whitmarsh and Wallace 2001; Whitmarsh et al. 2001)，大陸分裂後、海底に長期間露出していたという (Shipboard Scientific Party 1994a)。Site 897 (図 10-⑯) のかんらん岩基盤をおおう Hauterivian ~ Aptian の mass-flow 堆積物には、変アルコース砂岩層 (頁岩・石灰岩の岩片を含む) が挟在し、かつては近傍に大陸性基盤が露出していたことを示す (Shipboard Scientific Party 1994a)。

ガリシア海台南方延長部の大陸地殻は、白亜紀中頃 ~ 後期に深海化した (Shipboard Scientific Party 1998b)。その理由は、次のとおりである：この海域の厚い堆積層は 5 つの岩相層序ユニットに区分され、基盤を覆う最下位ユニット V・IV (Tithonian ~ Aptian) は、外側陸棚相を示す。約 3,500 万年間の堆積間隙 (Albian ~ early Campanian) の後、西部にユニット III (赤色粘土: late Campanian ~ early Paleocene) が、東部にユニット II (半遠洋性粘土 / 炭酸塩タービダイト互層: late Campanian ~ early Eocene) が同時異相の関係で堆積した。したがって、Albian ~ early Campanian の堆積間隙のいずれかの期間に、堆積水深が 4,500m 以上も増大したと考えられ (Shipboard Scientific Party 1998a)，

大陸基盤の総沈降量は今日までに 5, 500 ~ 6,000m 以上に達する。提案された深海化のメカニズムは、大西洋の開口 - 拡大期におけるリストラクチャー断層による大陸地殻の薄化を基本に、いくつかのモデルが提案されている (Sawyer 1994; Burn and Beslier 1996; Krawczyk et al. 1996; Whitmarsh and Sawyer 1996; Pickup et al. 1996; Shipboard Scientific Party 1998a; Whitmarsh et al. 2000; Whitmarsh et al. 2001; など)。

いずれにしても、イベリア半島西方沖で明らかになった事実は、(a) ガリシア海台では海面下 500 ~ 3,500m に、その南方のイベリア深海平原南東部では 5,000 ~ 6,000m 以深に、大陸地殻や大陸性上部マントルが存在すること (図 9・10)、(b) ジュラ紀末まで存在していた大陸の一部が、白亜紀にブロック化し、白亜紀後期を中心に海洋底のさまざまな深度に沈降したこと、(c) 最大沈降量は 6,000m 以上に達すること、である。

⑩・⑱ モロッコ沖の片麻岩と蒸発岩

カサブランカ (Casablanca) 西方のマガザン海台 ~ セイン深海平原では、大陸斜面麓を横断して、4 地点の深海掘削がおこなわれた (図 11, Site 544 ~ 547)。その結果、セイン深海平原の東縁部 (水深 3,600 ~ 4,000m) で、後期カンブリア紀の花崗閃緑岩質片麻岩 (Site 544) および三畳紀末 ~ ジュラ紀初期の蒸発岩 (Site 546) が採取された (図 12)。

(a) Site 544 (図 11・図 12-⑱)

海面下 5,765m から 50m にわたって掘削された花崗閃緑岩質片麻岩は、斜長石・カリ長石・石英・黒雲母および白雲母からなる過アルミナスな S タイプ花崗岩質岩で、一部にアナテクシス組織やマイロナイト化がみら

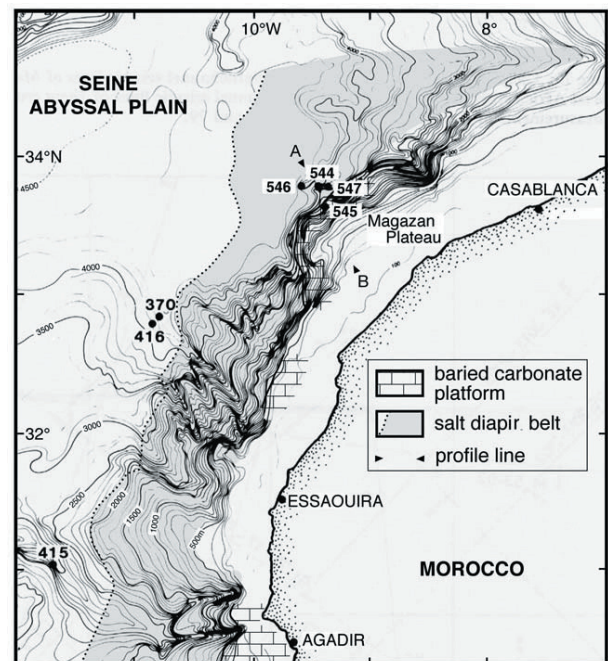


図 11 モロッコ沖海底地形図と構造区分。位置は図 1。College Station of ODP の許可をえて、Winterer and Hinz (1984) および Init. Repts. DSDP (vol. 79) の付録図から編集。

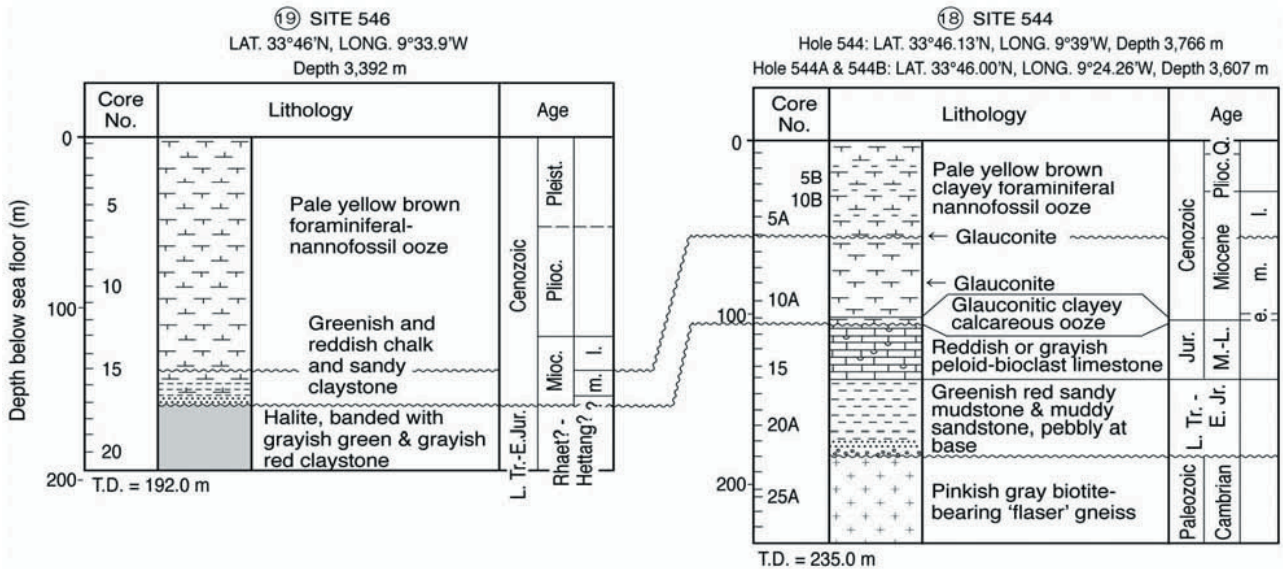


図 12 DSDP Leg 79 Site 544・546 の地質柱状図 (Winterer and Hinz, 1984)

れる (Sachtleben and Schmincke 1984). 粗粒白雲母は $519 \pm 21\text{Ma}$ および $516 \pm 8\text{Ma}$, 細粒白雲母は約 450Ma の K-Ar 年代を示し, それぞれ, 冷却年代と変形年代と考えられている (Kreuzer et al. 1984). 片麻岩の最上部は $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{FeO}$ 比が大きく, 裂隙や結晶粒界に赤色皮膜がみられ, 陸上風化を被ったことを示す (Sachtleben and Schmincke 1984).

この片麻岩は, 三疊紀末～前期ジュラ紀の赤色陸成層 (アルコース質の泥質砂岩・砂質泥岩, 基底は礫質) に不整合に覆われる. 上位には, 中期～後期ジュラ紀の浅海性石灰岩, 中新世～第四紀の深海性石灰質粘土～軟泥が累重する. 花崗閃緑岩質片麻岩は, 陸上風化をうけた後, 現在では海面下 5,765m まで沈降した (Shipboard Scientific Party 1984b).

(b) Site 546 (図 12-①⑨)

モロッコ沖大陸斜面～セイン深海平原東縁部 (水深 500～4,300m) には, 音波探査によって, 幅 90～120km のダイアピル帯が知られていた (図 11). Site 546 の孔底で蒸発岩が掘削された結果, ダイアピル帯が蒸発岩に由来することが明らかになった (図 12: Holser et al. 1984).

蒸発岩はおもに岩塩 [halite] からなり (図 12-①⑨), 臭化物分析によると海洋塩水からの析出を示す (Winterer and Hinz 1984). パリノモルフ化石にもとづくと, 堆積年代は三疊紀末～ジュラ紀初期である (Fenton 1984). 蒸発岩の上面は, (前期～) 中期中新世のチョークおよび後期中新世～更新世の有孔虫-石灰質ナンノ軟泥に不整合におおわれる. この海域は, 現在では海面下 4,114m まで沈降している (Shipboard Scientific Party

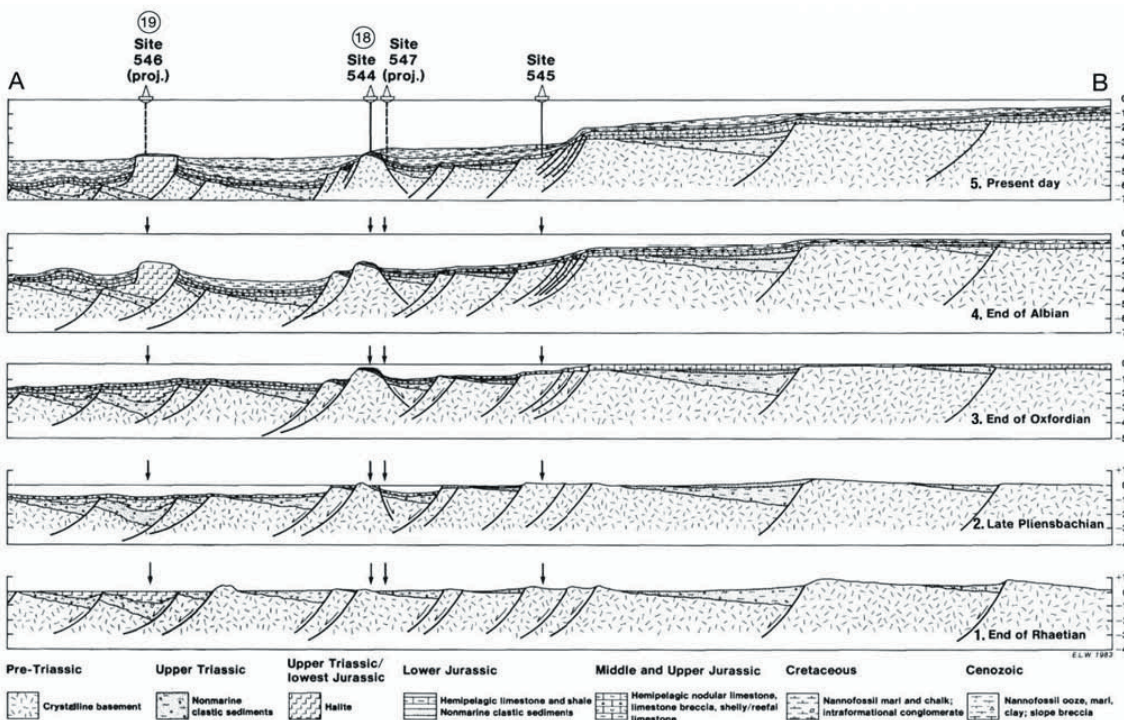


図 13 モロッコ沖大陸斜面～セイン深海平原の構造発達史 (Winterer and Hinz, 1984)

1984c).

(c) モロッコ大陸縁の発達史

Winterer and Hinz (1984) によると、モロッコ大陸縁の発達史はリストリック断層による地殻伸長と段階的沈降に制御されてきた (図 13)。この海域にかつて存在していたアフリカ大陸の一部が、三疊紀末 (Rhaetian) に引張場におかれ、リストリック断層群によってブロック化した (図 13-1)。こうして形成された傾動盆地は非海成碎屑物によって埋積され、北西側の沿岸域では海水から蒸発岩が析出・集積した。

前期ジュラ紀 (Lias) になると北西部が沈水し、半遠洋性石灰岩・頁岩～浅海性石灰岩が堆積した (図 13-2)。ジュラ紀中期～後期 (とくに後期初頭の Oxfordian) の急速な断層・沈降運動にともなう、海進がモロッコ本土に拡大した (図 13-3)。こうして、北西部には半遠洋性石灰岩、南東部には礁性石灰岩、断層崖に石灰質角礫岩がそれぞれ堆積した。白亜紀中頃にはいっそう深海化がすすみ、堆積間隙をはさんで、遠洋性～半遠洋性の泥灰岩やチョークが広く堆積した (図 13-4)。また、急速な深海化は斜面勾配を増し、スランプ構造や斜面崩壊堆積物をくりかえし形成した。

Site 546 周辺の中部白亜系には多数の変形構造がみられ、岩塩ダイアビルがこの時期に発生したことを示す (Winterer and Hinz 1984)。新生代には、石灰質ナンノ化石軟泥・マール・粘土が広く堆積した。断層・沈降運動によってマガザン大陸斜面の勾配がさらに増加し、堆積物は斜面崩壊による下方移動をくりかえした。南方の Agadir 沖の急峻な海底峡谷付近でも (図 11)、最近の 20 万年間に海底地すべりがくりかえし発生した (Talling et al. 2007)。最大規模の土石流・混濁流は、流下距離が 1,200km にも達し、西方の深海平原を広くおこった。

以上のように、モロッコ沖に中生代初期まで存在していた大陸は三疊紀末にブロック化し、現在にいたるまで (Winterer and Hinz 1984) 段階的に沈降してきた。最大沈降量は 4,000 ～ 5,700m 以上に達している。深海化が著しく進んだのは、ジュラ紀後期～白亜紀中頃であった (図 13)。

赤道大西洋

赤道大西洋には大規模な断裂帯が多数存在し、それらのほとんどが中央海嶺に左オフセットをもたらす (図 1)。この海域では、中央海嶺の中軸部や断裂帯によるオフセット部を中心に、古期岩石や大陸性岩石が多数発見されている (図 14-②③)。赤道大西洋で採取されたドレッジ試料は、氷山に由来する可能性はないので、いずれも現地性～準現地性であると判断される。

②・③ アトランティス断裂帯の前期中新世軟泥と変玄武岩

アトランティス断裂帯による中央海嶺中軸谷のオフセット部から 200km 北方で、ドレッジ A150-DR8 が行なわれた (図 14-②: Saito et al. 1966)。この地点は中央海嶺中軸から垂線水平隔離 [normal horizontal separation] で 130km の距離にある (図 15, 地点 8, 水深 3,700m)。ここでのドレッジでは、前期中新世 (Burdigalian) に遡るグロビゲリナー・ココリス軟泥が採取された。

中央海嶺中軸谷のオフセット部では、ドレッジ A150-DR7 が行われた (図 14-③: Saito et al. 1966)。海嶺中軸からの垂線水平隔離がわずか 10km であるにもかかわらず (図 15, 地点 7, 水深 4,280m)、採取された玄武岩巨礫表面の急冷ガラスに包埋された軟泥から、前期中新世 (Burdigalian) に遡る浮遊性有孔虫・ココリスなどの保

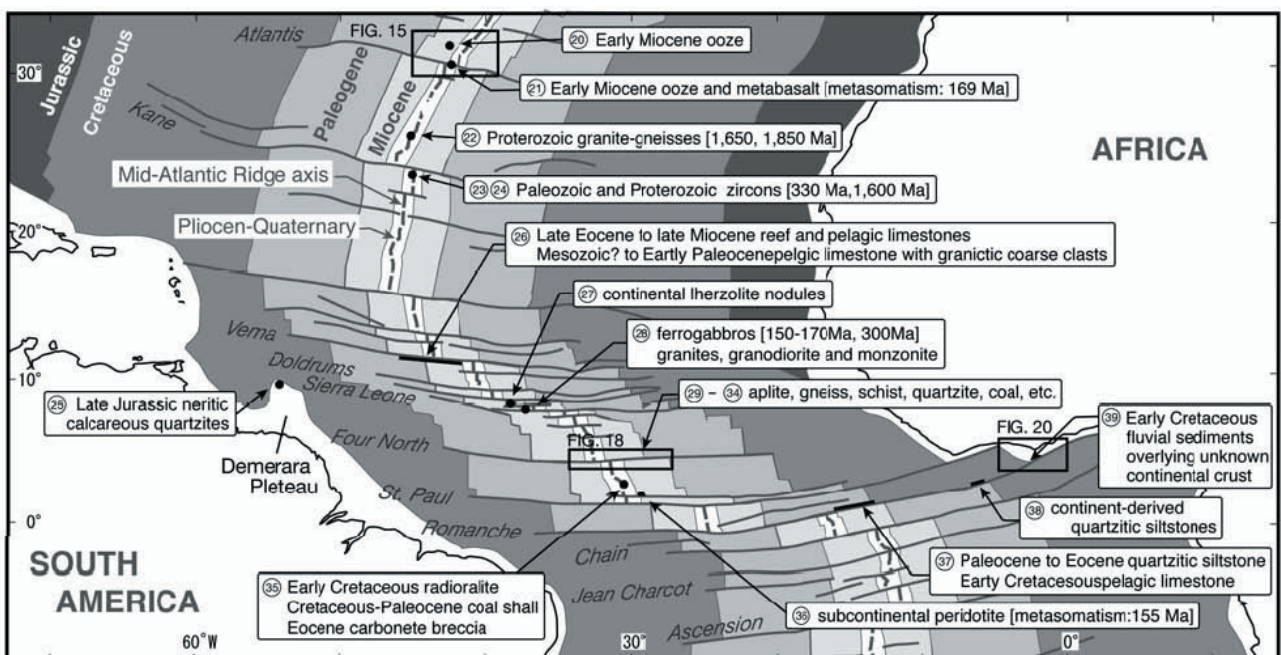


図 14 赤道大西洋における古期・大陸性岩石の分布。海洋底年代は Dercourt (2000) による。位置は図 1。

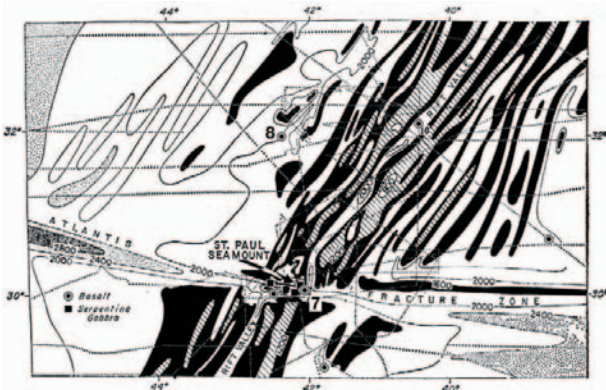


図 15 大西洋中央海嶺とアトランティス断裂帯のオフセット部における地形とドレッジ地点 (Satio et al., 1966). 位置は図 1・14. Science から許可をえて転載・一部加筆 [許可番号 2318451096112].

存の良い微化石群集が産出した。

Saito et al. (1966) は、以上の事実にもとづいて、(a) 前期中新世以降における海洋底拡大の停止 (ceased expansion), (b) 中央海嶺における古期堆積物パッチの残存 (older sediment patches left behind), という 2 つの可能性を提案した。

上述した含化石中新世軟泥に加えて、ドレッジ A150-DR7 (図 15, 地点 7) では、変玄武岩 A150-DR7-AM50 が採取された。この岩石は 169 Ma (^{40}Ar - ^{39}Ar 年代) に交代作用をうけていて、 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初生値は 0.720 であった (Ozima et al. 1976). $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初生値については、北大西洋の開口期にごく近傍に存在した大陸塊の影響によって合理的説明が可能であるにしても、そのような影響を受けた変玄武岩が中央海嶺に 1.69 億年にわたって滞留しつづけることを説明するために、Ozima et al. (1976) は非拡大ブロック (non-spreading block) という異例のモデルを提案した。

② 北緯 26° 中央海嶺中軸谷の原生代花崗片麻岩

Truchalev et al. (1990) は、北緯 26° の中央海嶺中軸谷で (図 14-②, 水深 3,930m) でドレッジされた玄武岩・はんれい岩・ドレライトやミグマタイト質花崗片麻岩を報告した。花崗片麻岩から分離された黒雲母の Kr-Ar 年代は $1,631 \pm 106\text{Ma}$ (Truchalev et al. 1990), ジルコンの U-Pb 年代は $1,648.3 \pm 2.8\text{Ma}$ および $1,853.3 \pm 3.7\text{Ma}$ (Beljatsky et al. 1997), ざくろ石の Sm-Nd アイソクロン年代は $1,678 \pm 15\text{Ma}$ (Beljatsky et al. 1997) を示す。さらに、周辺の表層堆積物中には、広範囲にわたってざくろ石・ジルコン・黒雲母などの碎屑粒子が含まれている。

③・④ ケイン断裂帯の石炭紀・原生代ジルコン

北緯 23.6° 付近のケイン断裂帯 (図 14) における Nautila 号の潜水調査の結果、中央海嶺軸西方の断裂帯南斜面にかんらん岩や蛇紋岩が広く露出し、大量の (変) はんれい岩が複雑に貫入していることが観察された (Karson 1999). 断裂帯から 5 ~ 35km 南方の中央海

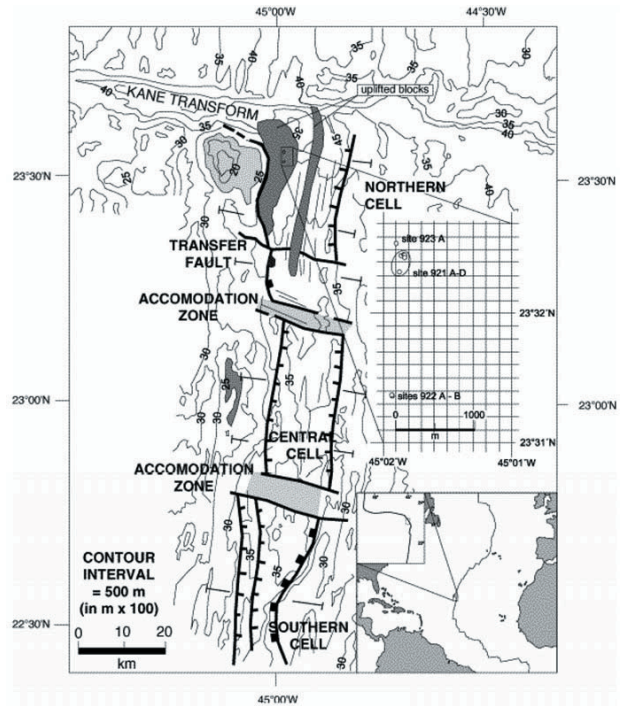


図 16 ケイン断裂による大西洋中央海嶺のオフセット部の海底地形・地質構造, および ODP Leg 153 の掘削地点 (Pilot et al., 1998). 位置は図 1・14. Nature Publishing Group から許可をえて転載 [許可番号 2318430959768].

嶺中軸谷の西壁にも、かんらん岩やはんれい岩が露出する (図 16). そこでの深海掘削 (ODP Leg 153) によって得られたはんれい岩コアから、多数のジルコン結晶が発見された。Pilot et al. (1998) は、mass-spectrometric evaporation 法を用いて、 $330 \pm 17\text{Ma}$ (図 14-③; 図 16, Site 923A: 水深 2,428.7m) および $1,623 \pm 12\text{Ma}$ (図 14-④; 図 16, Site 922A: 水深 2,600.9m) というジルコンの生成年代を得た。U-Pb 法および SHRIMP 法によっても、同様の結果が得られた。こうして、ジルコン結晶群の年代は、それぞれ約 330Ma および約 1,600Ma と結論された。

Pilot et al. (1998) は、ジルコン結晶群の由来を次のように説明した: およそ 2 億年前にゴンドワナ大陸が分裂して、大西洋が開口しはじめるときに、大陸地殻の断片 (原生代・古生代岩石を含む) が形成された。断片は、中軸谷両側のアセノスフェア最上部に想定される「小規模ロール状渦」 (small roll-like cells: Rabinowicz et al. 1984), あるいは, "repeated ridge jumping and transform migration" によって生じる「非漂流部」 (non-drifting segment": Bonatti and Crane 1982) に捕獲され、長時間にわたって中央海嶺の近傍に滞留した。大陸地殻の断片はマントル中で暖められて溶融したが、融け残った部分が、中央海嶺のマグマだまりで固化しつつあるはんれい岩に包有された。これらのはんれい岩は、最上部マントルのかんらん岩とともに、断層運動によって中軸谷の西壁まで上昇した。

⑤ デメララ海台麓の後期ジュラ紀浅海性石英砂岩

デメララ海台は、ギアナ沖の南アメリカ大陸縁に突出す

る (図 14). 成層堆積物 (層厚 1.5km) が, 水深 800 ~ 1,500m の海台頂部の音響基盤をおおう. 水深 4,400m の海台麓に露出する岩盤が水中写真撮影され, そこでは, 中粒~粗粒の石灰質石英砂岩がドレッジされた (Fox et al. 1970).

この砂岩は, 円磨された石英粒子と貝殻片, および少量の海緑石と方解石セメントからなる浅海堆積物で, 後期ジュラ紀のパリノモルフ化石を産出する. この浅海性砂岩は, かつての南アメリカ大陸の一部がジュラ紀末期以降 4,000m 以上も沈降したことを物語る (Fox et al. 1970).

㊦ ヴィマ断裂帯の中生代 (?) および後期暁新世の石灰岩
北緯 11° 付近の ヴィマ断裂帯は, 狭長な横断谷 (transverse valley) をつくる. 中央海嶺のオフセット部には, 横断谷の南側にヴィマ横断海嶺 (図 14-㊦: 幅 20km, 延長 400km, 最小水深 600m 以浅) が存在する. リソスフェアの熱収縮モデルによって予測される海洋底の沈降曲線に比べると, この横断海嶺は最大で 4,000m も浅い (Bonatti and Crane 1982).

ヴィマ横断海嶺は, 鉛直運動によって隆起した板状の地殻-マントル岩体で, 苦鉄質~超苦鉄質岩石で構成される (van Andel et al. 1967; Bonatti and Honnorez 1971; Bonatti 1978). 中央海嶺軸から 360km 西方 (44° 22' W) で, 横断海嶺を南北によこぎりの一連のドレッジ調査が実施された結果, 海嶺の上半部が, さまざまな年代・岩相の石灰岩に覆われていることが明らかになった (Bonatti et al. 1983).

横断海嶺の頂部 (水深 650m) で採集された礫性石灰岩類は, 中新世中頃~後期の化石年代を示し, さまざまな程度に陸上風化している. 風化面をおおう石灰泥から産出した N19 帯の浮遊性有孔虫は, 横断海嶺が 3Ma 以降急速に沈降したことを物語る.

海嶺南斜面の中腹部 (水深 2,550 ~ 2,750m) は, 前期中新世 (N4-N6 帯: 23-18Ma) および後期暁新世 (P3-P5 帯: 58 ~ 55Ma) の深海性石灰岩におおわれる. 後者の化石年代は, 地磁気縞模様などから推定された海洋底年代 (中新世: 図 14) に比べて 3,000 万年以上も古い (Bonatti and Crane 1982).

海嶺北側斜面の最上部 (水深 550 ~ 900m) でドレッジされた礫性石灰岩 P7003-5A は, 底生有孔虫・石灰藻・腹足類などを含む. 陸上風化のために化石の保存が悪く, 残念ながら, 正確な堆積年代を決定できない. しかし, 十脚目糞石 *Parafavreina* は中生代を示唆する (Honnorez et al. 1975). この礫性石灰岩には, 粒径 0.2 ~ 1mm の陸源砕屑粒子 (単結晶石英, マイクロクリンおよび正長石) が多量に含まれる (図 17: Bonatti and Honnorez 1971). このような粒径の砕屑粒子は, 海流・タービダイト・風 (長距離移動する風成塵の最大径 <30 μ m: Prospero et al. 1970) などによって大西洋の中軸海域まで運搬されることはない. それゆえに, 堆積時には, 比較的近傍に花崗岩質後背地が存在したことを物語る (Bonatti and Honnorez 1971).

以上のとおり, ヴィマ横断海嶺は鉛直運動によって隆起した板状の地殻-マントル岩体であり, 中生代のある時期には石灰礁を戴き, 近接する花崗岩質後背地から砕屑物が供給されていた. 古第三紀初期および中新世後半には深海性~礫性石灰岩におおわれ, 陸上風化をこうむった後, 鮮新世後期以降に急速に沈降した.

Bonatti and Honnorez (1971) は, このように複雑な履歴をもつヴィマ横断海嶺は "non-spreading, mantle-derived protrusive block" であり, 海洋底拡大に参加することなく, 大西洋の開口期以来, 中央海嶺付近に残留しつづけた地殻-マントルスライスであると説明していた. 後に, Bonatti and Crane (1982) は別の説明を試み, reorientation and migration of transform による oscillatory spreading (振動的海洋底拡大) の結果, ヴィ

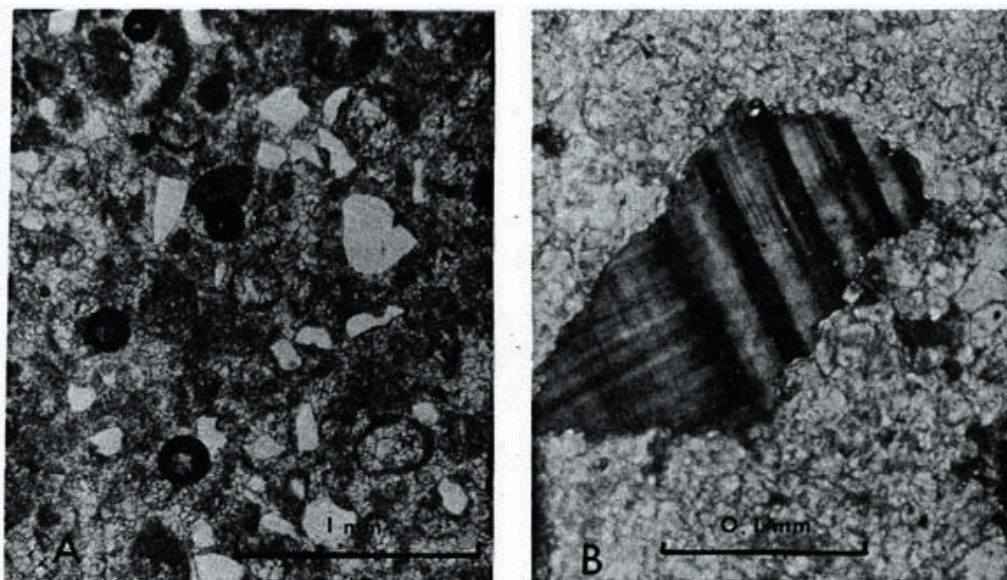


図 17 大西洋中央海嶺軸付近の Vema 横断海嶺における礫性石灰岩中のアルコーズ質砕屑粒子 (Bonatti and Honnorez, 1971). A: 石英粒子, B: マイクロクリン (直交ニコル). American Association for the Advancement of Science から許可をえて転載 [許可番号 2318450735862].

マ横断海嶺は右往左往しながらも中央海嶺付近に留まったとした。両プロセスとも、検証することは容易ではない。高密度ドレッジ調査と潜水艇調査にもとづく最近の研究では (Bonatti et al., 2003), 古期石灰岩体や陸源碎屑粒子について言及されていない。

②⑦・②⑧ ドルドラムス断裂帯の大陸性地殻・マントル岩石

ドルドラムス断裂帯オフセット部で (北緯 7°50'; 図 14), 次の岩石が採取された (Kepezhinskis and Dmitriev 1992)。

(a) スピネルレルゾライト (図 14-②⑦): この岩石はドレッジされた玄武岩のノジュールとして発見され、金雲母・角閃石を含むスピネルレルゾライトで、Na に富む単斜輝石と Al に富むスピネルに特徴づけられる。このような岩石は大陸地域の最上部マントルに典型的なもので、大陸性マントルの伏在を示す。

(b) 古期大陸性深成岩類 (図 14-②⑧): オフセット部東端の Peive 海山からは、アパタイト鉄はんれい岩 (apatite ferrogabbro), 角閃石黒雲母花崗岩, 花崗閃緑岩およびモンズナイトが多数ドレッジされた。鉄はんれい岩は、Ba, Th, Zn, Y および REE に著しく富むことから、大陸地殻の構成岩石であると判断された。花崗岩およびモンズナイトは粗粒等粒状組織を示し、Rb・Nb 含有率が比較的高く、Zr・Y に著しく富むことから、大陸起源の酸性深成岩であるという。

鉄はんれい岩から分離されたアパタイトの FT 年代 (外部ディテクター法) は、約 300Ma および 150 ~ 170Ma の 2 つのグループを示す。また、巨礫サイズの鉄はんれい岩に花崗閃緑岩脈が貫入していることから、酸性深成岩類の年代は、鉄はんれい岩と同等あるいはより新期であると推論されている。

ドルドラムス断裂帯のオフセット部でドレッジされたこれらの岩石は、中央海嶺とその深部に、大陸性の深成岩類やマントル岩石が存在することを示す。Kepezhinskis and Dmitriev (1992) は、これらの岩石が海洋底に残留するメカニズムとして、同時的多軸性海洋底拡大 (contemporaneous multiple ocean floor spreading) を提案した。

②⑨~③④ フォーノース断裂帯の大陸性岩石・鉱物

北緯 4° に沿うフォーノース断裂帯またはストラコフ断裂帯では (図 14-②⑨~③④), MORB 型苦鉄質岩石のほか、

中央海嶺には典型的でない火成岩類、および、大陸性の岩石・鉱物がドレッジされた (図 18: Udintsev et al. 1996)。MORB 型塩基性岩類はおもに中央海嶺中軸部〜オフセット部で採取され、ソレアイト質玄武岩のほか、はんれい岩を含む。これら以外の岩石は、海嶺中軸部からやや離れた断裂帯両縁の隆起帯でドレッジされた。

中央海嶺には典型的でない火成岩類とは、アルカリ玄武岩、粗面玄武岩、粗面安山岩、Fe-Ti はんれい岩、花崗閃緑岩、閃長岩類である。大陸性岩石はアプライト、片麻岩、結晶片岩、ならびに、石英砂岩・石炭・褐炭などの堆積岩類である。表層堆積物中から、藍晶石、十字石、珪線石、ざくろ石、アルバゾン閃石、コランダム、ルチル、ジルコンなど大陸地殻に特徴的な重鉱物が採取された。

これらの大陸性岩石や大陸性鉱物の母岩は、断裂帯の南北両縁の隆起帯を構成する大陸地殻の残留物質と考えられている (Udintsev et al. 1996)。それらは、中央海嶺のリフト形成期に貫入した大量の玄武岩質マグマや超苦鉄質岩石によって壊変されている、という。

③⑤ 中央海嶺中軸谷 (北緯 2°) の前期白亜紀放散虫岩

フォーノース断裂帯とセントポール断裂帯のほぼ中間点で (図 14-③⑤: 2°15'N, 30°25'W, 水深 2,100 ~ 2,900m), 中央海嶺中軸谷壁のドレッジ調査が行われた (Station 43; Udintsev et al. 1996)。採集岩石は、ソレアイト・はんれい岩・ハルツバージャイトのほか、放散虫岩・炭質頁岩・多源的炭酸塩角礫岩である。同定された放散虫化石は *Pseudodictyomitra* sp., *Thamara lacrimula*, *Shchocapsa* sp. であり、前期白亜紀を示す。石炭質頁岩のパリノモルフ化石年代は白亜紀〜暁新世を、炭酸塩角礫岩の基質の石灰質ナノ化石および有孔虫化石は始新世を示す (Udintsev et al. 1992)。

③⑥ セントピーターポール岩の大陸性かんらん岩

セントピーターポール岩は、赤道のすぐ北にある小さな岩礁である (図 14-③⑥)。ビーグル号航海の途上、1831 年にこの岩礁に上陸した Charles Darwin は、ふつうの海洋島とはちがって火山島ではないことを発見した (Darwin 1844: pp. 31-32)。岩礁は、セントポール断裂帯に沿う北側の隆起帯の頂部が海面上にあらわれたものである。

セントピーターポール岩と海底隆起帯は、おもに、かんらん岩や角閃岩で構成される。これらの岩石は中央海嶺から 200km 未満の距離に位置しながら、不思議なことに、

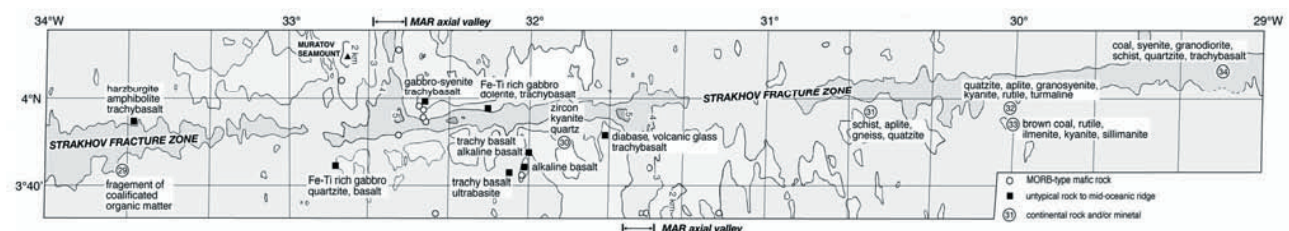


図 18 大西洋中央海嶺とストラコフ (フォーノース) 断裂帯のオフセット部における古期・大陸性岩石の分布 (Udintsev et al., 1996 より編図)。位置は図 1・14。G. B. Udintsev の許可をえて編図。

155 ± 30Ma (Sm-Nd アイソクロン年代) に交代変成作用をこうむっている (Roden et al. 1984). また、かんらん岩の化学組成・同位体組成・平衡温度などは、中央海嶺下のマントルとは大きく異なり、大陸リフト下のマントルに類似する (Bonatti 1990).

これらの事実にもとづいて、Bonatti (1990) は、赤道大西洋の開口期に大陸性上部マントルが断片化し、すくなくとも 1.5 億年にわたって中央海嶺付近に残留したと説明し、そのメカニズムとして transform migration, oscillatory spreadingなどを提案した。しかしながら、これらのメカニズムに関する信頼に足る説明はされていない。

8°N ~ 2°S の赤道大西洋には、同様の大陸性かんらん岩が広く分布することが知られている。この海域でドレッジ調査をおこなった Bonatti and Honnorez (1970) は、中央海嶺のオフセット部を中心に、各地で多数の "Alpine-type peridotites" を採取した。そして、それらが 0.706 ~ 0.723 の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比と低い Rb/Sr 比を示すことから、シアル質地殻を分別した後の残留かんらん岩であると推論した。これらの大陸性かんらん岩が中央海嶺やその近傍に存在する理由については、容易には説明できないという。

③⑦ ロマンシェ断層帯の白亜紀~古第三紀堆積岩層

ロマンシェ断層帯は赤道大西洋では最大の断層帯である (図 14); 中央海嶺のオフセットは 900km に、横断谷の最大水深は 7,454m に達する。断層帯中央部北側に存在するロマンシェ横断海嶺のうち、西半部は鉛直運動によって隆起した板状の地殻-マントル岩体で構成され、頂部は中新世の浅海石灰岩に覆われる (Gasparini et al. 2001)。東半部には、層厚 4km 以上の堆積岩層が 200km にわたって分布する (図 14-③⑦)。

東半部の厚い堆積岩層は、不整合面と考えられる明瞭な反射面を境に、上部および中下部ユニットに区分される (図 19)。上部ユニットは、ドレッジによると石英シルト岩とバイオミクタイトの薄互層からなる。音波探査記録では、内部反射面が密に発達する。産出した有孔虫および石灰質ナノ化石は中期晩新世~後期始新世を示す (Gasparini et al. 2001)。シルト岩を構成する粗粒で角ばった石英粒子 (100 ~ 200 μm) は、近くに花崗岩質大陸が存在したことを物語る (Bonatti et al. 1996)。

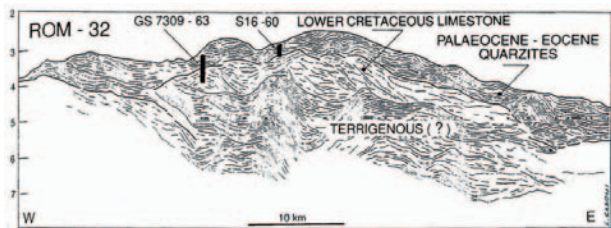


図 19 2つのドレッジデータにもとづいて解釈されたロマンシェ断層帯D峰の音波探査断面スケッチ (Bonatti et al., 1996). 位置は図 1・14. Nature Publishing Group から許可をえて転載 [許可番号 2318420129549].

内部反射面が比較的乏しい中部ユニットはドロマイト化した遠洋性石灰岩からなり、シルトサイズの陸源碎屑粒子 (石英、白雲母、黒雲母など) を含む。このユニットの最上部層準から得られたカルピオネラ類のナノ化石年代は白亜紀初期 (middle Berriasian ~ early Valanginian) を示し、地磁気縞模様から推定される海洋底年代 (約 55Ma) に比べて著しく古い (Gasparini et al. 2001)。厚い下部ユニットにみられる顕著な成層構造は (図 19)、陸源堆積物 (Bonatti et al. 1996) あるいは多重反射 (Gasparini et al. 2001) に由来するという。

以上のように、ロマンシェ断層帯に沿って、中央海嶺の近傍には少なくとも白亜紀初期に遡る厚い堆積岩層が分布する。さらに、中期晩新世~中期始新世および白亜紀初期の堆積物には、比較的粗粒な陸源碎屑粒子が大量に含まれる。これらの堆積岩層は褶曲して (図 19)、南北方向の音波探査記録では押しつぶせ断層群による短縮変形が明瞭である。Bonatti et al. (1996) は、これらの事実を説明するには、海洋底拡大に加えて、ridge jumping や transform migration による oscillatory spreading, 鉛直運動などの複雑なメカニズムが必要である、と述べた。

③⑧ ロマンシェ断層帯東部の堆積岩源変成岩類

ロマンシェ断層帯の東部は広く堆積層におおわれる。6°15' ~ 40°W の区間 (約 50km) には音響基盤が露出し、幅 3 ~ 9km, 比高 500 ~ 1,400m, 最小水深 3,750m の狭長な隆起帯を形成する (図 14-③⑧)。隆起帯の中央には鞍部があり、隆起帯を東西に2分する。深海平原からの比高は、西半部北斜面で最大になる。そこでのドレッジ E88 DR 06 (バケット曳航深度 4,380 ~ 3,820m: Honnorez et al. 1994) によって、総重量 50kg, 23 個の角礫が採取された。Nautila 号の潜航調査 721/16 によって、同位置の隆起帯基部 (深度 4,556 ~ 4,491m) の崖錐角礫層から 7 個の角礫 (総重量 30kg) が採取された (Honnorez et al. 1994)。

角礫はいずれも緑色片岩相の変堆積岩 (石英砂岩、変アルコース砂岩および変シルト岩) で、さまざまな程度にカタクラサイト化~マイロナイト化している。砂岩類は淘汰が悪く、最大粒径は 1.5mm, まれに 1cm に達する。構成粒子は石英を主とし、緑泥石、斜長石 (アルバイト)、白雲母のほか、稀にスフェーン・電気石・ジルコン・アパタイトが含まれる。カリ長石を欠く原因として、風化-運搬過程での分解、埋没-変成過程での雲母類への分解・変質、アルバイト化作用などが想定されている。

ロマンシェ断層帯の東部では、アフリカ大陸縁の大陸/海洋境界から 250km 以上も沖合に、花崗岩源の変堆積岩類が 50km にわたって露出する。Honnorez et al. (1994) は、4,500m 以深の大西洋底に存在する変堆積岩体は「異常」であり、ロマンシェ断層帯の横ずれ変位にともなう巨大クリップであると解釈したが、具体的論拠は示され

ていない。

③⑨ コートジボワール-ガーナ沖の大陸性基盤

コートジボワール-ガーナ縁辺海嶺 (Côte d'Ivoire-Ghana Marginal Ridge) は、大陸棚から南南西へのびる大陸縁辺海嶺である (図 14-③⑨)。西南西へ深くなり、アイボリー深海盆をへて水深 5,000m に達する (図 20)。構造探査によると、大陸地殻も同方向へしだいに薄化する (Basile et al. 1993)。いっぽう、海嶺南東縁は急斜面 (図 20: Southern Slope) になっていて、ギアナ湾側の深海平原からの比高は 3,000m に達する。構造探査によると、海嶺の大陸地殻は、この斜面に入ると 10km ほどの距離で消失する (Benkheilil et al. 1998)。

縁辺海嶺の結晶質基盤は未掘削であるが、南東斜面基部で変堆積岩およびマイロナイトがドレッジされ、アフリカ大陸の古生界に対比された (図 21: Blarez et al. 1987)。さらに、Equanaute 号の潜航調査は次のことがらを発見した: (a) 斜面中～上部が前期白亜紀の陸成砕屑岩で構成されていて (図 21-ED), (b) 詳細な堆積相解析によると深度 3,500 ~ 4,530m は氾濫原～湖成デルタ相を示す (Basile et al. 1996)。斜面の最上部は前期白亜紀末 (late Aptian ~ early Albian) の浅海性砕屑岩類で構成され、海嶺南東部では下位層準とともに複雑に変形している (図 21: Benkheilil et al. 1998)。

深海掘削結果によると (図 20: Sites 959 ~ 961), コートジボワール-ガーナ縁辺海嶺の主要部は、後期白亜紀

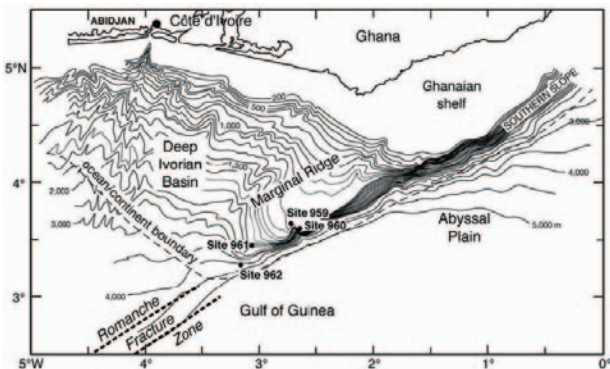


図 20 コートジボワール-ガーナ大陸縁の海底地形 (Benkheilil et al., 1998)。位置は図 1・14。

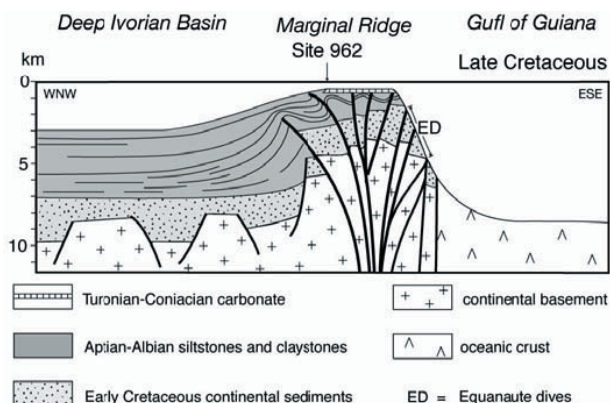


図 21 後期白亜紀におけるコートジボワール-ガーナ縁辺海嶺の模式的断面図 (Benkheilil et al., 1998)

前半 (Turonian) には陸化・侵食の場にあった。後期白亜紀後半～暁新世の礁縁炭酸塩岩～有機質粘土岩の堆積後に深海化し、石灰質ナンノ化石 / 有孔虫軟泥・チャート・粘土などにおおわれた (Strand, 1998)。Turonian の陸上侵食面は、現在では海面下 2,400 ~ 3,300m に沈降し、Site 962 では 4,800m にまで達している (Shipboard Scientific Party 1996)。

南大西洋

南大西洋の海洋地質調査は、かなり希薄な状況にある。しかし、次のいくつかの地点で古期・大陸性岩石が知られている。

④⑩ ウォルビス海嶺の大陸性マントル由来の玄武岩

DSDP Site 525A は、北東-南西方向にのびるウォルビス海嶺中央部に位置する (図 1-④⑩: 水深 2,467m)。そこでは、79.4Ma の玄武岩が掘削された (Shipboard Scientific Party 1984a)。Sr・Nd 同位体組成は海洋玄武岩としては異常で、ブラジル楕状地の Parana-Paranaiba ならびにコンゴ楕状地西縁の Etendeka に分布する 120 ~ 130Ma の大陸洪水玄武岩の同位体組成に酷似する。このような理由で、Class and le Roex (2006) は、Site 525A の深部に大陸性リソスフェアマントルの存在を推論した。

彼らは、この大陸性リソスフェアマントルの由来について次のように説明した。南アフリカスーパープレューム頭部は、放射状の流動によって、コンゴ楕状地のマントルリソスフェアの一部を熱的に侵食し (thermal erosion), 120 ~ 130Ma 頃に剥離 (delaminate) した。剥離したマントルブロックは、50m.y. にわたる移動の末、Tristan ホットスポットに遭遇して部分融解し、その結果、Site 525A で掘削された玄武岩のマグマが生じた。この複雑なプロセスの有効性には疑問があるが、ウォルビス海嶺中央部における大陸性マントルの存在は、注目すべき事実である。

④⑪ 中央海嶺南端部の高 Mg- 高 Ni 安山岩ガラス

ブーベ三重会合点に近い大西洋中央海嶺南端部の中軸谷で (図 1-④⑪: 水深 2,100m), 高 Mg- 高 Ni 安山岩組成の火山ガラス S18-60/1 がドレッジされた (Simonov et al. 1996)。主要元素、微量元素および同位体組成は、マグマの起源物質が前期原生代～始生代の含ざくろ石苦鉄質グラニュライトであることを示す (Kamenetsky et al. 2001)。彼らは、グラニュライトの由来について、後期ジュラ紀～前期白亜紀の南大西洋の開口期に Gondwana 大陸の下部地殻断片が形成され、ドレッジ地点の中央海嶺下の上部マントル中に滞留したと推論している。

④⑫ フォークランド海台の花崗岩質基盤

アンデス山脈の中生代火山-深成帯は、南米最南端から東へ大きく湾曲する。北スコティア海嶺を経て (図 1), 南ジョージア島の後期ジュラ紀～前期白亜紀火山岩類へ連なる (図 22: Mukasa and Dalziel 1996)。その北側に

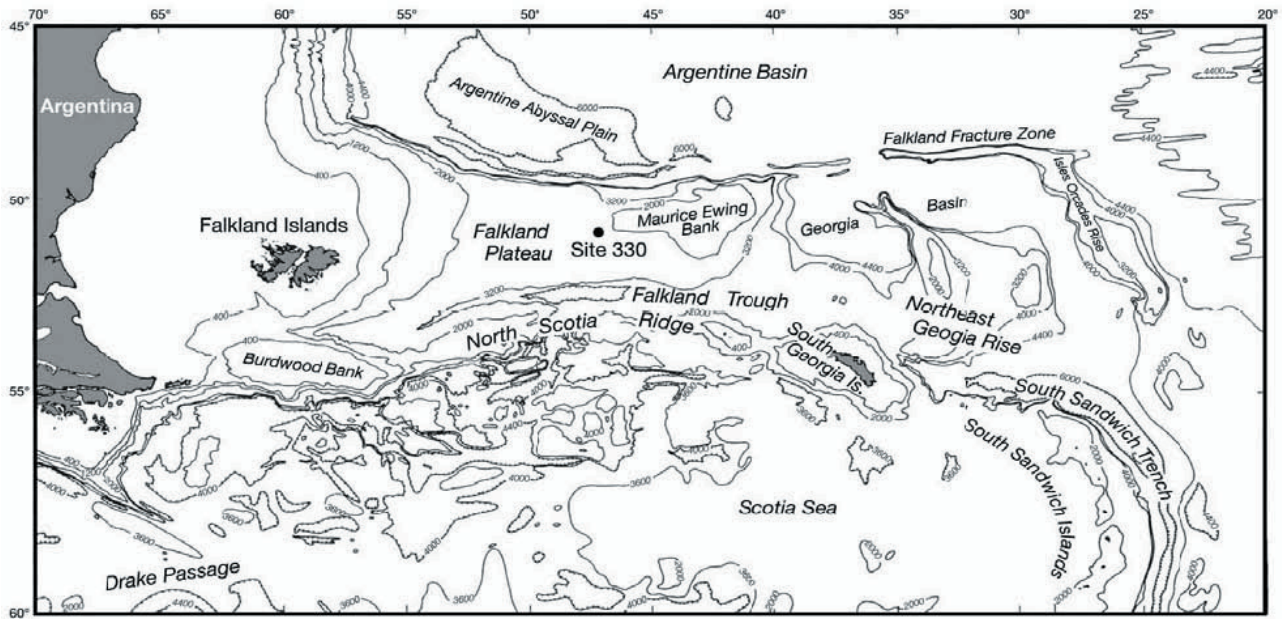


図 22 Foldland 海台および周辺の海底地形 (Ludwig et al., 1983). 位置は図 1・14.

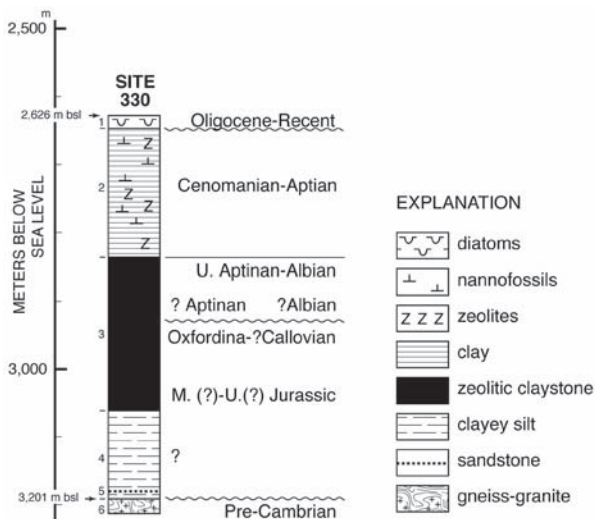


図 23 DSDP Leg 36 Site 330 の地質柱状図 (The Shipboard Scientific Party together with Harris and Sliter, 1977)

は、狭長なフォークランドトラフを隔てて、フォークランド海台～北東ジョージア海膨が並走する。フォークランド海台の東半部は Maurice Ewing 堆と呼ばれ、2,000m 等深線に囲まれる。DSDP Site 330 は、その西端部に位置する (図 22: 水深 2,626m)。この試錐は、海面下 3,201m で花崗片麻岩類を掘削した (図 23: The Shipboard Scientific Party together with Harris and Sliter 1977)。花崗片麻岩の Rr-Sr 全岩年代は $535 \pm 66\text{Ma}$ であり、変成作用あるいは熱水変質作用の 1 つの時相を示し、片麻岩そのものの生成年代は先カンブリア紀と考えられている (Beckinsale et al. 1977)。

花崗片麻岩類の表面はカルクリート皮膜に覆われ、季節的降雨をともし乾燥気候下にあったことを示す。この基盤岩に不整合関係で累重する (中期～) 後期ジュラ紀の河川性堆積物は炭灰薄層をはさむシルト岩・石英砂岩からなり、湿地やデルタなどの海岸平野相を示

す (Thompson 1977)。後期ジュラ紀の海進にともなうて、海浜相の重アルコース質砂岩、つづいて陸棚相のシルト質粘土 / 粘土質シルト互層が堆積した。前期白亜紀末 (Albian) には、外海 (open sea) 環境になり、後期白亜紀～古第三紀に深海化してほぼ現水深に達した (The Shipboard Scientific Party together with Harris and Sliter 1977)。

以上のように、今日のスコティア弧北方に位置する南米楕状地の南方延長部は、後期ジュラ紀の海進以前には陸上～河川環境にあった。後期白亜紀～古第三紀の深海化によって、この楕状地域は沈降して、フォークランド海台と北東ジョージア海台を形成した (図 22)。

古期・大陸性岩石の分類と意義

私たちは、大西洋底の 42 地点で発見された多数の古期・大陸性岩石を記載した。それらの全リストが、この論文の末尾に掲げられている。この節で、私たちは、それらを分類し、意義を考察する。

分類と細分の定義

上に記載された太平洋底から産出した古期・大陸性岩石は、次の 4 つのグループに分類され、さらに細分される (図 24)。

(1) タイプ A: 大陸 / 海洋境界地帯において、海洋底の深度 2,500 ～ 6,000m あるいはそれ以深に沈降した大陸性地殻-マントルブロック。これらは、大陸縁の深い堆積盆地の基盤ブロック (A1: ②, ③, ④) と、海洋縁に沈降した断層ブロック (A2: ⑤, ⑩, ⑪, ⑫, ⑬, ⑭, ⑱, ⑲, ⑳, ㉑, ㉒) に細分される。

タイプ A は、海洋底以深に沈降した大陸性堆積盆地や深海盆～深海平原に転化した大陸を指す。深海化の時期は

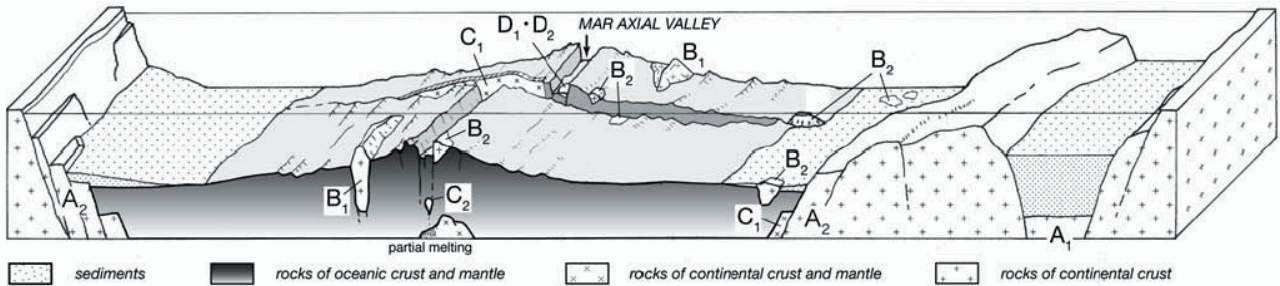


図 24 大西洋における古期・大陸性岩石の産状を示す模式図 (非縮尺・大陸性岩石のひろがりを強調). A: 海洋底の深度あるいはそれ以下に沈降した大陸性の地殻ブロック (A1: 深い堆積盆地の基盤, A2: 海洋縁), B: 海洋底の古期大陸性ブロックや岩石・鉱物 (B1: ブロック, B2: 岩体と鉱物), C: 地球化学的に認定された大陸性の岩体や岩石 (C1) それらの部分熔融に由来する火山岩 (C2), D: 海洋プレートの推定年代にくらべてより古期の堆積物 (D1) と岩石 (D2)

白亜紀～古第三紀に集中する傾向にあり (⑤オーファン海丘: 白亜紀末～暁新世, ⑩～⑪イペリア沖: Albian ～ early Campanian, ⑬・⑭モロッコ沖: Oxfordian と白亜紀中頃, ⑮デメララ海台麓: ジュラ紀末以降, ⑲コートジボワール・ガーナ沖: 始新世以降, ⑳フォークランド海台: 後期白亜紀～古第三紀), 北大西洋 (①～④) ではいくぶん若い可能性がある。

(2) タイプ B: 中央海嶺から両翼の海盆にいたる海洋底に存在する古期大陸性岩石. それらは, 最大長数 100km に達する比較的大規模な地殻ユニット (B1: ①, ⑥, ③⑧) と, 岩体, 岩塊, あるいは鉱物粒子 (B2: ⑧, ⑨, ②②, ②③, ②④, ②⑥, ②⑧, ②⑨, ③①, ③②, ③③, ③④, ③⑤, ③⑦) に細分される。

タイプ B は, 断層運動によって海洋地殻の深部断面が海底に露出しているところに産出する. このような産状は, 大西洋底の地下には古期大陸性岩石が伏在していることを物語る。

(3) タイプ C: 地球化学的特徴にもとづいて大陸性の地殻 - 上部マントルと判断されたブロックや岩石 (C1: ⑮, ⑮, ⑮, ⑮). それらの部分熔融に由来すると推論された火山岩 (C2: ⑦, ④①, ④①) も含まれる. タイプ B と同様に, タイプ C も大陸性地殻 / マントルブロックが伏在することを示す。

(4) タイプ D: プレートテクトニクスによって想定されている海洋底年代にくらべて有意に古い年代を示す含化石堆積物 (D1: ⑧, ⑨, ②①, ②⑥, ③⑤, ③⑦), や苦鉄質岩石 (D2: ②①). 最古の化石年代と同位体年代は, オルドビス紀および 1,85Ga まで遡る. タイプ D は, 含化石堆積物や苦鉄質岩石の年代は, 海洋底のプレートテクトニクス年代とは適合しないことを意味する。

古期・大陸性岩石の意義

海洋の起源については, 地質学が学問体系をととのえた近代以降, いくつかの仮説が提唱されてきた. 山下 (1967)・藤田ほか (1993) にもとづくと, それらは次の 4 説に代表される: (a) 『大洋恒久説』 (大陸成長説と表裏一体の関係にある), (b) 『海洋底拡大説』 (プレートテクトニクス説・地球膨張説・アンデーション説に組み込

まれている), (c) 『大洋化説 (大洋化作用)』, ならびに (d) 『海洋底隆起説 [地球微膨張説 “Earth’s minor expansion assuming the differential uplift between ocean and continent” (星野 1983; Hoshino 1998) に対する藤田ほか (1993) による仮称]』。

戦後における海洋地質学の進展によって, 大西洋底にジュラ紀以降の玄武岩質岩石が広く分布することが明らかになり, 大西洋が地球形成初期以来「恒久的」であったわけではなく, すくなくともジュラ紀以降は活発な構造 - 火成活動場にあったことを示した. さらに, 大西洋の海洋底から得られたデータが集積された結果, 1960 年代初頭に提案された『大洋化説』(Belousov 1960) と『海洋底拡大説』(Diez 1961; Hess 1962) の論争にも決着をつけたかにみえた。

『海洋底拡大説』は, その提唱の直後から, 大西洋底にタイプ B ～ D の古期・大陸性岩石が発見されるたびに, 修正やメカニズムの追加を余儀なくされてきたのも事実である. これまでの提案を再録すると, 次のとおりである: ceased expansion or older sediment patches left behind (Saito et al. 1966), non-spreading block (Bonatti and Honnorez 1971; Ozima et al. 1976), multiple ridge jumping (Talwani and Udintsev 1976; Gudlaugsson et al. 1988), non-drifting segment (Bonatti and Crane 1982), oscillatory spreading through reorientation and migration of transform (Bonatti and Crane 1982; Bonatti 1990; Bonatti et al. 1996), small roll-like cells bilateral under a spreading axis (Rabinowicz et al. 1984), contemporaneous multiple ocean floor spreading (Kepezhinskis and Dmitriev 1992), および, delamination (Schaefer et al. 2002; Class and le Roex 2006)。

これらはいずれも実証的データに乏しく, メカニズムにも不明なことがらが多い. タイプ B ～ D の古期・大陸性岩石が中央海嶺～海盆の 28 ヶ所に産出することを『海洋底拡大説』が説明することができれば, それは, しつかりとした地球力学仮説になるであろう。

いっぽう, 中央海嶺から大陸 / 海洋境界地帯にいたる大

西洋底の全域に散在するタイプ A～C の古期大陸性岩石は、大陸の海洋への転化を主張する『大洋化説 (Belousov 1960)』や『海洋底隆起説 (星野 1983; Hoshino 1998)』を支持する。これらの仮説は、現在の大西洋にはかつて陸塊が存在していたことを是認している。というのは、大西洋が経てきた大陸としての前史を今に遺す物的証拠になるからである。タイプ D も、大西洋底がオルドビス紀まで遡る長い歴史をもっていることを示している。さらに、タイプ A2 は、白亜紀～古第三紀を中心とする大陸の深海化を記録している（たとえば、図 7・10）、大洋の深海化のプロセスを理解するためのデータとなる。

古期・大陸性岩石は、大西洋と同様、インド洋や太平洋でも発見されている (Tabunov et al. 1989; ウーゼンチェフ 1990; ワシリエフ 1991; Choi et al. 1992; Vasiliev 2006; Vasiliev・矢野 2006; Vasiliev and Yano 2007)。海洋地質学の歴史と現状を顧みると、今後の文献収集が進捗し、そして、とくに海洋地質調査が進展するにつれて、はるかに多くの古期・大陸性岩石が発見されるであろう。

大洋底で発見される古期・大陸性岩石は海洋起源学説の試金石であり、私たちの地球観を大きく左右する。今後も、海洋底で古期・大陸性岩石が発見されるたびに、地球膨張説 (Carey 1976) を含む『海洋底拡大説』は、より信頼性のある説明が求められる。いっぽう、『大洋化説』や『海洋底隆起説』には、支配的メカニズムを具体的に提案することが求められる。

古期・大陸性岩石の名残が広く分布すること、ならびに、大西洋海洋リソスフェアのさまざまな岩石と岩層中に古期ジルコンが存在すること (Pilot et al. 1998; Skolotnev et al. 2009) は、地球の初期リソスフェアと大西洋スーパープリュームとの相互作用に多面的に関わっている。

大規模な洪水玄武岩区が、北米から、中央大西洋西部を経て、ブラジル中央部までひろがっていて、中央大西洋火成活動区 [Central Atlantic magmatic province] と呼ばれる (Marzoli et al. 1999; Hames et al. 2003)。苦鉄質岩類の放射年代は 205～190Ma の範囲を示し、三畳紀/ジュラ紀境界前後にあたる。これらのデータは、この期間にスーパープリュームが活動的であったことを証拠づける。

観察された事実は、大西洋がリフティングとプリューム火成作用の複雑な相互作用の結果であることを示唆し、相互作用が被覆する大陸地殻の破壊と海洋化のプロセスを決定した。このシナリオは大西洋の造構進化モデルを説明した Wezel (2005) の枠組みを支持する。氏の提案は、次の 2 つの段階で構成される：(a) 白亜紀前期の造構-熱活動（マグマのダイアピル上昇、地殻の上方アーチングと地殻の破断）、(b) それに続いて、白亜紀中頃～後期ならびに漸新世/中新世境界におけるマントル冷却と、その結果としての広域的沈降。

1960 年代の地球科学界を二分した海洋起源論争が、半世紀にわたる海洋地質研究の発達を背景に再燃するであろう、と私たちは予想する。そして、その争点は、海洋底の地質が、(a) ジュラ紀以降に形成されたまったく新しいものなのか、それとも、(b) 先行する永い歴史をもっていて、中生代以降に大きく改変されたものなのか、になるであろう。この論争をつうじて、地球科学における積年の課題の 1 つである『地球起伏の二峰性 (hypsographic bimodality: Sverdrup et al. 1942)』の起源が解明されることを、私たちは期待する。

結 論

この論文では、大西洋底の 42 ヶ所で発見された古期・大陸性岩石を記載・分類するとともに、それらの意義を考察した。その結論は、次の 3 点にまとめられる：

(a) 古期・大陸性岩石は、タイプ A (大陸/海洋境界地帯において海洋底深度で深に沈降した大陸性地殻-マントルブロック)、タイプ B (大洋底に存在する数 100km～鉱物粒子サイズの大陸性物質)、タイプ C (大陸的地球化学特性をもつ地殻-上部マントル物質やそれらに由来する火山岩)、および、タイプ D (プレート年代にくらべて有意に古い含化石堆積物や苦鉄質岩石) に分類される。

(b) タイプ A は、さまざまな大陸地殻が 4,000m 以深に沈降して海洋に転化したことを示す。タイプ B は、多数の古期・大陸性岩石が断層運動によって海洋地殻の深部断面が露出したところに産出することを示し、タイプ C とともに、大西洋底にはより多くの古期・大陸性岩石が伏在していることを示唆する。タイプ D は、化石・放射年代とプレートテクトニクス年代との不一致を意味する。大西洋における最古の化石年代および放射年代は、それぞれ、オルドビス紀および 1.85Ga に遡る。

(c) 今後の文献収集の進捗、そして何よりも海洋地質調査の進展によって、世界中の海洋底からはるかに多くの古期・大陸性岩石がみだされるであろう。『海洋底拡大説』や『地球膨張説』の支持者にはそれらすべての古期大陸性岩石存在を説明することが求められ、『大洋化説』、『ダイアピルマグマ上昇』や『海洋底隆起説』の支持者には支配的メカニズムを具体的に提案することが求められる。やがて海洋起源論争が再燃し、『地球起伏の二峰性』の起源が解明されることを、私たちは期待している。

謝辞 私たちは、次の方々に厚く御礼申し上げる：佐藤完二、栗山佑子、Ivan Yugov、小坂共栄の諸氏には、論文の準備にご援助をいただいた。David Pratt 氏には編集に際して貴重なご助言をいただいた。いくつかの図面の転載には、Gleb Udintsev 氏、NRC (National Research Council Canada) Research Press、Nature Publishing Group および American Association for the Advancement of Science から許可をいただいた。

注：この論文の元の版は、日本語雑誌『地球科学』v. 63, p. 119-140(2009)に掲載されたもので、英語に翻訳され、NCGT News Letter 用に編集された。

文 献

- Aumento F and Loncarevic BD (1969) The Mid-Atlantic Ridge near 45°N. III. Bald Mountain. *Canadian Jour Earth Sci*, 6: 11-23.
- Aumento F, Wanless RK and Stevens RD (1968) K-Ar ages and spreading rates on the Mid-Atlantic Ridge at 45°N. *Science*, 161: 1338-1339.
- Basile C, Mascle J, Popoff M, Bouillin JP and Mascle G (1993) The Ivory Coast-Ghana transform margin: a marginal ridge structure deduced from seismic data. *Tectonophysics*, 222: 1-19.
- Basile C, Mascle J, Sage F, Lamarche G and Pontoise B (1996) Pre-cruise and site surveys: a synthesis of marine geological and geophysical data on the Côte d'Ivoire-Ghana transform margin. In: Mascle J, Lohmann GP and Clift PD et al., *Proc ODP, Init Repts*, 159: 47-60, College Station, TX (Ocean Drilling Program).
- Becker G and Adamczak FJ (1994) A remarkable Ordovician ostracod fauna from Orphan Knoll, Labrador Sea. *Scripta Geologica*, 107: 1-25.
- Beckinsale RD, Tarney J, Darbyshire DPF and Humm MJ (1977) Rb-Sr and K-Ar age determinations on samples of the Falkland Plateau basement at Site 330, DSDP. *Init Repts DSDP*, 36: 923-927, US Government Printing Office, Washington DC.
- Belousov VV (1960) Development of the earth and tectogenesis. *Jour Geophys Res*, 65: 4127-4146.
- Beljatsky BV, Levsky LK, Trukhalev AI, Pogrebitsky UE, Vasilyeva IM and Kurentsova NA (1997) Precambrian granite-gneiss in the Middle Atlantic-ridge (26°N.): results of U-Pb and Sm-Nd isotopic investigations. *Geochemistry*, 8: 876-880. (in Russian)
- Benkhelil J, Mascle J and Huguen C (1998) Deformation patterns and tectonic regimes of the Côte d'Ivoire-Ghana transform margin as deduced from Leg 159 results. In: Mascle J, Lohmann GP and Moullade M (eds), *Proc ODP, Sci Results*, 159: 13-23, College Station, TX (Ocean Drilling Program).
- Blarez E, Mascle J, Affaton P, Robert C, Herbin JP and Mascle G (1987) Géologie de la pente continentale ivoiro-ghanéenne: résultats de dragages de la campagne Equamarge. *Bull Soc Geol Fr*, 5: 877-885.
- Bonatti E (1978) Vertical tectonism in oceanic fracture zones. *Earth Planet Sci Letters*, 37: 369-379.
- Bonatti E (1990) Subcontinental mantle exposed in the Atlantic Ocean on St. Peter-Paul islets. *Nature*, 345: 800-802.
- Bonatti E and Crane K (1982) Oscillatory spreading explanation of anomalously old uplifted crust near oceanic transforms. *Nature*, 300: 343-345.
- Bonatti E and Honnorez J (1970) Equatorial Mid-Atlantic Ridge: petrologic and Sr isotopic evidence for an alpine-type rock assemblage. *Earth Planet Sci Letters*, 9: 247-256.
- Bonatti E and Honnorez J (1971) Nonspreading crustal blocks at the mid-Atlantic ridge. *Science*, 174: 1329-1331.
- Bonatti E, Sartori R and Boersma A (1983) Vertical crustal movements at the Vema Fracture Zone in the Atlantic: evidence from dredged limestones. *Tectonophysics*, 91: 213-232.
- Bonatti E, Ligi M, Borsetti AM, Gasperini L, Negri A and Sartori R (1996) Lower Cretaceous deposits trapped near the equatorial Mid-Atlantic Ridge. *Nature*, 380: 518-520.
- Burn PJ and Beslier M-O (1996) Mantle exhumation at passive margins. *Earth Planet Sci Lett*, 142: 161-173.
- Bonatti E, Ligi M, Brunelli D, Cipriani A, Fabretti P, Ferrante V, Gasperini L and Ottolini L (2003) Mantle thermal pulses below the Mid-Atlantic Ridge and temporal variations in the formation of oceanic lithosphere. *Nature*, 423: 499-505.
- Capdevila R and Mougnot D (1988) Pre-Mesozoic basement of the western Iberian continental margin and its place in the Variscan Belt. In: Boillot G, Winterer EL et al., *Proc ODP, Sci Results*, 103: 3-12, College Station, TX (Ocean Drilling Program).
- Choi DR, Vasil'yev BI and Bhat MI (1992) Paleoland, crustal structure, and composition under the northwestern Pacific Ocean. In: Chatterjee S and Hotton III N (eds), *New Concepts in Global Tectonics*: 179-191, Texas Tech Univ Press, Lubbock.
- Class C and le Roex AP (2006) Continental material in the shallow oceanic mantle –How does it get there? *Geology*, 34: 129-132.
- Darwin C (1844) Geological observations on the volcanic islands, visited during the voyage of H.M.S. Beagle, together with some brief notices on the geology of Australia and the Cape of Good Hope. Smith Elder, London, 175p.
<<http://darwin-online.org.uk/contents.html#books>>
- Dercourt J [ed] (2000) Geological map of the World, Scale 1:25,000,000. Commission for the Geological Map of the World and UNESCO.
- Dietz RS (1961) Continental and ocean basin evolution by spreading of the sea floor. *Nature*, 190: 854-857.
- Dosso L, Bougault H, Langmuir C, Bollinger C, Bonnier O and Etoubleau J (1999) The age and distribution of mantle heterogeneity along the Mid-Atlantic Ridge (31-41°N). *Earth Planet Sci Lett*, 170: 269-286.
- Fenton JPG (1984) Palynological investigation of the Triassic-Middle Jurassic sequences at Deep Sea Drilling Project Leg 79, Sites 545, 546, and Hole 547B, off central Morocco. In: Hinz K, Winterer EL, et al., *Init Repts DSDP*, 79: 715-718, US Government Printing Office, Washington DC.
- Fox PJ, Heezen BC and Johnson GL (1970) Jurassic sandstone from the tropical Atlantic. *Science*, 170: 1402-1404.
- 藤田至則・小室裕明・角田史雄・加藤碩一・西村敬一 (1993) 新しい地球観を探る. 愛智出版, 東京, 312p.
- Furon R (1949) Sur les trilobites dragués à 4255 m de

- profondeur par le Talisman (1883). Acad Sci Compte Rendu, 228: 1509-1510.
- Gasperini L, Bernoulli D, Bonatti E, Borsetti AM, Ligi M, Negri A, Sartori R and von Salis K (2001) Lower Cretaceous to Eocene sedimentary transverse ridge at the Romanche Fracture Zone and the opening of the equatorial Atlantic. *Marine Geology*, 176: 101-119.
- Gernigon L, Ringenbach J-C, Planke S and Gall BL (2004) Deep structure and breakup along volcanic rifted margins: insights from integrated studies along the outer Vøring Basin (Norway). *Marine and Petroleum Geology*, 21: 363-372.
- Gudlaugsson ST, Gunnarsson K, Sand M and Skogseid J (1988) Tectonic and volcanic events at the Jan Mayen Ridge microcontinent. *Geol Soc Spec Publ London*, 39: 85-94.
- Hames W, McHone JG, Renne P and Ruppel C (2003) The Central Atlantic Magmatic Province. Insights from fragments of Pangea. *Geophysical Monograph* 136. 267p., Am Geophys Union.
- Hanish J (1984) The Cretaceous opening of the Northeast Atlantic. *Tectonophysics*, 101: 1-23.
- Hess HH (1962) History of ocean basins. In: Engle A, James H and Leonard B (eds), *Petrological Studies: A Volume in Honor of A. F. Buddington*: 599-620, Geol. Soc. Amer.
- Holser WT, Saltzman ES and Brookins DG (1984) Geochemistry and petrology of evaporates cored from a deep-sea diapir at Site 546 offshore Morocco. In: Hinz K, Winterer EL et al., *Init Repts DSDP*, 79: 509-540, US Government Printing Office, Washington DC.
- Honnorez J, Bonatti E, Emiliani C, Brönnimann P, Furrer MA and Meyerhoff AA (1975) Mesozoic limestone from the Vema offset zone, Mid-Atlantic Ridge. *Earth Planet Sci Letter*: 8-12.
- Honnorez J, Villeneuve M and Mascle J (1994) Old continent-derived metasedimentary rocks in the equatorial Atlantic: An acoustic basement outcrop along the fossil trace of the Romanche transform fault at 6°30'W. *Marine Geology*, 117: 237-251.
- 星野通平 (1983) 海洋地質学. 東海大学出版会, 東京, 373p.
- Hoshino M (1998) *The expanding Earth*. Tokai University Press, Tokyo, 295 p.
- Hoshino M (2007) *Crustal Development and Sea Level: with special reference to the geological development of Southwest Japan and adjacent seas*. E.G. Service, Sapporo, 199 p.
- Jatskevich BA [ed] (2000) *Geologic map of the World (Scale) 1:15,000,000*. Ministry of Natural Resources of the Russian Federation.
- Kamenetsky VS, Mass R, Sushchevskaya NM, Norman MD, Cartwright I and Peyve AA (2001) Remnants of Gondwanan continental lithosphere in oceanic upper mantle: Evidence from the South Atlantic Ridge. *Geology*, 29: 243-246.
- Karson JA (1999) Geological investigation of a lineated massif at the Kane Transform Fault: implications for oceanic core complexes. *Phil Trans R Soc London A*, 357: 713-740.
- Kepezhinskas P and Dmitriev D (1992) Continental lithospheric blocks in Central Atlantic Ocean. *Ophiolite*, 17: 19-35.
- Krawczyk CM, Reston TJ, Beslier M-O and Boillot G (1996) Evidence for detachment tectonics on the Iberia Abyssal Plain rifted margin. In: Whitmarsh RB, Sawyer DS, Klaus A and Masson DG (eds), *Proc ODP Sci Res*, 149: 603-615, College Station, TX (Ocean Drilling Program).
- Kreuzer H, Müller P, Wissmann G and Reinecke T (1984) Petrography and K-Ar dating of the Mazagan granodiorite, Deep Sea Drilling Project Leg 79, Holes 544A and 547B. In: Hinz K, Winterer EL, et al., *Init Repts DSDP*, 79: 543-549, US Government Printing Office, Washington DC.
- Ludwig WJ, Krasheninnikov VA and Wise SW (1983) Introduction and explanatory notes. In: Ludwig WJ, Krasheninnikov VA, et al., *Init Repts, DSDP*, 71: Washington (US Government Printing Office).
- Marzoli A, Renne PR, Piccirillo EM, Ernesto M, Berllieni G and De Min A (1999) Extensive 200 million-year-old continental flood basalts of the central Atlantic magmatic province. *Science*, 284: 616-618.
- Meyerhoff AA (1981) Ordovician (Caradocian) trilobites and graptolites near the North Atlantic Ridge. *International Stop Continental Drift Society Newsletter*, 3: 1.
- Meyerhoff AA and Meyerhoff HA (1974) Tests of plate tectonics. *AAPG Mem*, 23: 43-145.
- Meyerhoff AA, Agocs WB, Taner I, Morris AEL and Martin BD (1992) Origin of midoceanic ridges. In: Chatterjee S and Hotton III, N (eds), *New Concepts in Global Tectonics*: 151-178, Texas Tech. University Press, Lubbock.
- Morewood NC, Shannon PM and Mackenzie GD (2004) Seismic stratigraphy of the southern Rockall Basin: a comparison between wide-angle seismic and normal incidence reflection data. *Marine and Petroleum Geology*, 21: 1149-1163.
- Mukasa SB and Dalziel IWD (1996) Southernmost Andes and South Georgia Island, North Scotia Ridge: zircon U-Pb and muscovite ⁴⁰Ar/³⁹Ar age constraints on tectonic evolution of Southwestern Gondwanaland. *Jour South Amer Earth Sci*, 9: 349-365.
- Musgrove FW and Mitchener B (1996) Analysis of the pre-Tertiary rifting history of the Rockall Trough. *Petroleum Geoscience*, 2: 353-360.
- O'Reilly BM, Hauser F, Jacob AWB, Shannon PM, Makris J and Vogt U (1995) The transition between the Errs and the Rockall basins: new evidence from wide-angle seismic data. *Tectonophysics*, 241: 143-163.
- O'Reilly BM, Hauser F, Jacob AWB and Shannon PM (1996) The lithosphere below the Rockall Trough: wide-angle seismic evidence for extensive serpentinisation. *Tectonophysics*, 255: 1-23.
- Ozima M, Saito K, Matsuda J, Zashu S, Aramaki S and Shido F (1976) Additional evidence of existence of ancient rocks in the Mid-Atlantic Ridge and the age of the opening of the

- Atlantic. *Tectonophysics*, 31: 59-71.
- Parson, L.M., Masson, D.G., Rothwell, R.G. and Grant, A.C., 1984. Remnants of a submerged pre-Jurassic (Devonian?) landscape on Orphan Knoll, offshore eastern Canada. *Jour. Earth Sci.*, v. 21, p. 61-66.
- Pickup SLB, Whitmarsh RB and Fowler CMR (1996) Insight into the nature of the ocean-continent transition off West Iberia from a deep multichannel seismic reflection profile. *Geology*, 24: 1079-1082.
- Pilot J, Werner C-D, Haubrich F and Baumann N (1998) Paleozoic and Proterozoic zircons from the Mid-Atlantic Ridge. *Nature*, 393: 676-679.
- Pratt D (2000) Plate tectonics: A paradigm under threat. *Journal of Scientific Exploration*, 14: 307-352.
- Prospero J, Bonatti E, Schubert C and Carlson TN (1970) Dust in the Caribbean atmosphere traced to an African dust stream. *Earth Planet. Sci Letter*, 9: 287-293.
- Rabinowicz M, Nicolas A and Vigneresse JL (1984) A rolling mill effect in asthenosphere beneath oceanic spreading centers. *Earth Planet Sci Letters*, 67: 97-108.
- Ren S, Faleide JJ, Eldholm O, Skogseid J and Gradstein F (2003) Late Cretaceous-Paleocene tectonic development of the NW Vøring Basin. *Marine and Petroleum Geology*, 20: 177-206.
- Rezanov IA (2002) Origin of oceanic crust. *Bulletin of Moscow Society for Experiment of Nature, Section of Geology*, 77: 24-31 (in Russian with English abstract).
- Roden MK, Hart SR, Frey FA and Melson WG (1984) Sr, Nd and Pb isotopic and REE geochemistry of St. Paul's Rocks: the metamorphic and metasomatic development of an alkali basalt mantle source. *Contr Mineral Petrol*, 85: 376-390.
- Sachtleben T and Schmincke H-U (1984) Metagranitic rocks from the Mazagan Escarpment, Deep Sea Drilling Project Leg 79, Hole 544A. In: Hinz K, Winterer EL, et al., *Init Repts DSDP*, 79: 551-554, US Government Printing Office, Washington DC.
- Saito T, Ewing M and Burckle L (1966) Tertiary sediment from the Mid-Atlantic Ridge. *Science*, 151: 1075-1079.
- Sawyer DS (1994) The case for slow-spreading oceanic crust landward of the peridotite ridge in the Iberia Abyssal Plain. *EOS*, 75: 616.
- Schaefer BF, Turner S, Parkinson I, Rogers N and Hawkesworth C (2002) Evidence for recycled Archaean oceanic mantle lithosphere in the Azores plume. *Nature*, 420: 304-307.
- Shipboard Scientific Party (1984a) Site 525. In: Moore Jr TC, Rabinowitz et al., *DSDP Init Repts*, 74: 41-160, Washington (US Government Printing Office).
- Shipboard Scientific Party (1984b) Site 544. In: Hinz K, Winterer EL, et al., *DSDP Init Repts*, 79: 179-221, Washington (US Government Printing Office).
- Shipboard Scientific Party (1984c) Site 546. In: Hinz K, Winterer EL, et al., *DSDP Init Repts*, 79: 25-80, Washington (US Government Printing Office).
- Shipboard Scientific Party (1994a) Site 897. In: Sawyer DS, Whitmarsh RB, Klaus A, et al., *Proc ODP, Init Repts*, 149: 41-113, College Station, TX (Ocean Drilling Program).
- Shipboard Scientific Party (1994b) Site 899. In: Sawyer DS, Whitmarsh RB, Klaus A, et al., *Proc ODP, Init Repts*, 149: 147-209, College Station, TX (Ocean Drilling Program).
- Shipboard Scientific Party (1994c) Site 901. In: Sawyer DS, Whitmarsh RB, Klaus A, et al., *Proc ODP, Init Repts*, 149: 263-268, College Station, TX (Ocean Drilling Program).
- Shipboard Scientific Party (1996) Site 962. In: Mascle J, Lohmann GP, and Clift PD, et al., *Proc ODP, Init Repts*, 159: 251-294, College Station, TX (Ocean Drilling Program).
- Shipboard Scientific Party (1998a) Leg 173 Introduction. In: Whitmarsh RB, Besiler M-O, Wallace PJ, et al., *Proc ODP, Init Repts*, 173: 7-23, College Station, TX (Ocean Drilling Program).
- Shipboard Scientific Party (1998b) Site 1065. In: Whitmarsh RB, Besiler M-O, Wallace PJ, et al., *Proc ODP, Init Repts*, 173: 65-104, College Station, TX (Ocean Drilling Program).
- Shipboard Scientific Party (1998c) Site 1067. In: Whitmarsh RB, Besiler M-O, Wallace PJ et al., *Proc ODP, Init Repts*, 173: 107-156, College Station, TX (Ocean Drilling Program).
- Shipboard Scientific Party (1998d) Site 1068. In: Whitmarsh RB, Besiler M-O, Wallace PJ, et al., *Proc ODP, Init Repts*, 173: 163-218, College Station, TX (Ocean Drilling Program).
- Shipboard Scientific Party (1998e) Site 1069. In: Whitmarsh RB, Besiler M-O, Wallace PJ, et al., *Proc ODP, Init Repts*, 173: 219-263, College Station, TX (Ocean Drilling Program).
- Shipboard Scientific Party (1998f) Site 1070. In: Whitmarsh RB, Besiler M-O, Wallace PJ, et al., *Proc ODP, Init Repts*, 173: 265-294, College Station, TX (Ocean Drilling Program).
- Shirey SB, Bender JF and Lagmuir CH (1987) Three-component isotopic heterogeneity near the Oceanographer transform, Mid-Atlantic Ridge. *Science*, 325: 217-223.
- Sigmond E M-O (2002) Geological Map, Land and Sea Areas of Northern Europe, Scale 1:4 million. Geological Survey of Norway.
- Simonov VA, Peyve AA, Kolobov VY, Milosnov AA and Kovyazin SV (1996) Magmatic and hydrothermal processes in the Bouvet Triple Junction region (South Atlantic). *Terra Nova*, 8: 415-424.
- Skogseid J and Eldholm O (1989) Vøring Plateau continental margin: seismic interpretation, stratigraphy, and vertical movements. In: Eldholm O, Thiede J, Taylor E, et al., *Proc ODP, Sci Results*, 104: 993-1030, College Station, TX (Ocean Drilling Program).
- Skolotnev SG, Beltenev BE, Lepekhina EN, Ipatyeva IS (2009) Young and ancient zircons from rocks of the oceanic lithosphere in the Central Atlantic, geotectonic consequences. *Geology of seas and oceans, Proc XVIII, Intern Sci Conference*, 16-20 Moscow, GEOS, 5: 247-250.

- Stoker MS, Praeg D, Hjelstuen BO, Laberg JS, Nielsen T and Shannon PM (2005) Neogene stratigraphy and the sedimentary and oceanographic development of the NW European Atlantic margin. *Marine and Petroleum Geology*, 22: 977-1005.
- Strand K (1998) Sedimentary facies and sediment composition changes in response to tectonics of the Côte d'Ivoire-Ghana transform margin. In: Mascle J, Lohmann GP and Moullade M (eds), *Proc ODP, Sci Results*, 159: 113-123.
- Sverdrup HU, Johnson MW and Fleming RH (1942) *The Ocean*. Prentice-Hall, New York, 1087p.
- Tabunov SM, Tomanovskaya YuI and Staritsyna GN (1989) Rock complex of the Pacific Ocean bed in the area of Clarion and Clipperton faults. *Pacific Geology*, 4: 11-20.
- Talwani M and Udintsev G (1976) Tectonic synthesis. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, 38: 1213-1242.
- Talling PJ, Wynn RB, Masson DG, Frenz M, Cronin BT, Schiebel R, Akhmetzhanov AM, Dallmeier-Tiessen S, Benetti S, Weaver PPE, Georgiopoulou A, Zühlsdorff C and Amy LA (2007) Onset of submarine debris flow deposition far from original giant landslide. *Nature*, 450: 541-544.
- The Shipboard Scientific Party with additional reports from Nelson H, Hacquebard PA, Bloxam TW, Kelling G, James NP, Hopkins JC, Pocock SAJ, Jeletzky JA, Pessagno JrEA and Longoria JF (1972) Site 111. *DSDP Init Repts*, 12: 33-159, Washington (US Government Printing Office).
- The Shipboard Scientific Party together with Harris W and Sliter WV (1977) Evolution of the southwestern Atlantic ocean basin: results of Leg 36, Deep Sea Drilling Project. *Init Repts, DSDP*, 36: 993-1014, US Government Printing Office.
- Thompson RW (1977) Mesozoic sedimentation on the eastern Falkland Plateau. *Init Repts DSDP*, 36: 877-891, US Government Printing Office, Washington DC.
- Truchalev AI, Silantjev SA and Kurentsova NA (1990) Old K-Ar age of metagabbro and granite-gneiss dredged at the axial part of the Mid-Atlantic Ridge, 26°N. *Dokl Akad Nauk*, 311: 1447-1452. (in Russian)
- ウージェンチェフ GB [押手 敬・花田正明・石田光男訳編] (1990) 大洋底の地形と地質構造. 地球科学研究センター, 鶴ヶ島, 埼玉, 143p.
- Udintsev GB, Zolotarev B, Kurentsova NA, et al. (1992) New data on the basement rocks of the equatorial segment of the Mid-Atlantic Ridge. *Dokl Acad Sci USSR*, 322: 572-578. (in Russian)
- Udintsev GB, Beresnev AF, Golod VM, Kol'tsova AV, Kurentsova NA, Zakharov MV, Agapova GV, Volokitina LP and Udintsev VG (1996) Geological structure of the Strakhov fracture zone (equatorial segment of the Mid-Atlantic ridge). *Oceanology*, 35: 544-558.
- 上田誠也 (1983) プレートテクトニクスに対する反論を検討する. *地学教育と科学運動*, 12: 67-73.
- ワシリエフ BI [押手 敬・花田正明・石田光男 訳編] (1991) 太平洋北西部地質構造の主な特徴. 地球科学研究センター, 鶴ヶ島, 埼玉, 204p.
- van Andel TH, Corliss JB and Brown VT (1967) The intersection between the Mid-Atlantic Ridge and the Vema fracture zone in the north Atlantic. *Jour Mar Res*, 25: 343-351.
- van Hinte JE, Ruffman A, van den Boogaard M, Jansonius J, van Kempen TMG, Melchin MJ and Miller TH (1995) Palaeozoic microfossils from Orphan Knoll, NW Atlantic Ocean. *Scripta Geologica*, 109: 1-63.
- Vasiliev BI (2006) 太平洋の地質構造および起源. *地球科学*, 60: 185-196.
- Vasiliev BI・矢野孝雄 (2006) 大洋底でみつかると大陸性岩石と古期岩石. *理科教室*, 49: 25-41.
- Vasiliev BI and Yano T (2007) Ancient and continental rocks discovered in the ocean floors. *New Concepts in Global Tectonics Newsletter*, 43: 3-17 (www.ncgt.org).
- Wanless RK, Stevens RD, Lachance GR and Edmonds CM (1968) Age determination s and geological studies. K-Ar isotopic ages, report 8. Paper 67-2, Pert A, *Geol Surv Canada*, 141 p.
- Wezel, F.C., 2005. Geological evidence on the formation of the Atlantic Ocean. *Boll. Soc. Geol. It., vol. spec. no. 5*, p. 61-78.
- Whitmarsh RB, Dean SM and Minshull TA (2000) Tectonic implications of exposure of lower continental crust beneath the Iberia Abyssal Plain, Northeast Atlantic Ocean: Geophysical evidence. *Tectonics*, 19: 919-942.
- Whitmarsh RB and Wallace PJ (2001) The rift-to-drift development of the west Iberia nonvolcanic continental margin: a summary and review of the contribution of Ocean Drilling Program Leg 173. In: Beslier M-O, Whitmarsh RB, Wallace PJ and Girardeau J (eds), *Proc ODP, Sci Res*, 173: 1-36, College Station, TX (Ocean Drilling Program).
- Whitmarsh RB and Sawyer DS (1996) The ocean/continent transition beneath the Iberia Abyssal Plain and continental-rifting to seafloor-spreading processes. In: Whitmarsh RB, Sawyer DS, Klaus A and Masson DG (eds), *Proc ODP, Sci Res*, 149: 713-733, College Station, TX (Ocean Drilling Program).
- Whitmarsh RB, Manatschal G and Minshull TA (2001) Evolution of magma-poor continental margins from rifting to seafloor spreading. *Nature*, 413: 150-154.
- Winterer EL and Hinz K (1984) The evolution of the Mazagan continental margin: a synthesis of geophysical and geological data with results of drilling during Deep Sea Drilling Project Leg 79. In: Hinz K, Winterer EL, et al., *Init Repts, DSDP*, 79: 893-919, US Government Printing Office, Washington DC.
- 山下 昇 (1967) 地球科学入門—その歴史と現状— <自然科学入門シリーズ>. 国土社, 東京, 219p.

Table 1

NO.	TYPE	AREA	LATITUDE	LONGITUDE	DEPTH (below sea level)	ROCK TYPE AND MINERAL	AGE	OCCURRENCE	REFERENCE
1	B ₁	Jan Mayen Ridge	see Fig. 2 for location		400-1,200m at ridge top	Meso-Paleozoic + crystalline basement	Meso-Paleozoic, Pre-Cambrian	crustal block (300-400 km x 500 km x 18 km) [DSDP Leg 38 Sites 346, 347 and 349]	Talwani and Udimsev (1976), Sigmond (2002)
2	A ₁	Vørgin Basin	ditto		7-13 km at basin bottom	continental crystalline basement	unknown (older than pre-Cretaceous strata)	estimated through reflection seismic profiling	Gernigon et al. (2004)
3	A ₁	More Basin	ditto		8-10 km at basin bottom	continental crystalline basement	pre-Jurassic (estimated)	estimated through reflection seismic profiling	Sigmond (2002)
4	A ₁	Rockall Basin	ditto		7-8 km at basin bottom	continental crystalline basement	pre-Permio-Triassic	estimated through reflection seismic profiling	O'Reilly et al. (1995, 1996), Moorewood et al. (2004)
5	A ₂	Orphan Knoll	see Fig. 5 for location		1.8 km at knoll top, 2.3-2.5 km at basement surface	unknown basement of high magnetic susceptibility, covered with late Ordovician and Devonian neritic limestone and Bathonian nonmarine clastics	pre-late Ordovician	crustal block (75 km x 150 km) [DSDP Leg 12 Site 111]	The Shipboard Scientific Party et al. (1972), Laughton et al. (1972), van Hinte, Kulfman et al. (1995)
6	B ₁	Bald Mountain	see Fig. 8 for location		1.2 km at mountain top	sandstone, limestone, gneiss, granite, granulite, green schist, amphibolite, granulite	1,550±50 and 1,690±55 Ma K-Ar [granites], 785±80 Ma K-Ar [gabbro]	crustal block (5.5 km x 28 km)	Aumento and Loncarevic (1969), Wanless et al. (1968)
7	C ₂	Oceanographer Fracture	35°04'-35°30'N	34°48'-35°02'W	817.3-223 m	enriched tholeiites from source mantle containing Proterozoic sub-continental mantle	source mantle enriched through mantle mixing around 250 Ma		Shirey et al. (1987), Dosso et al. (1999)
8	B ₂	eastern slope of MAR	42°19'N	23°36'W	3,975-4,060 m	quartzites, siliceous limestone, shale with trilobite fragment	Paleozoic [trilobite]	adhered with globigerinoids	Furon (1949)
9	B ₂	ditto	44°20'N	19°31'W	4,255 m	quartzites, chert, shale with trilobite	Paleozoic [trilobite]	adhered with globigerinoids	Furon (1949)
10	A ₂	southeastern Iberia Abyssal Plain	40°40.447°N	11°3.587°W	4,718.5 m at sea floor, 4,966.3 m at hole bottom	undrilled continental basement	pre-Tithonian	acoustic basement overlain unconformably by end-Jurassic outer-shelf black claystone, siltstone, and sandstone [DSDP Leg 149 Site 901]	Shipboard Scientific Party (1994c) , Whitmarsh and Wallace (2001)
11	A ₂	ditto	40°43.447°N	11°3.587°W	4,770 m at sea floor, ca. 5,400m at basement top	undrilled continental basement	pre-Tithonian	acoustic basement covered unconformably by end-Jurassic outer shelf terrigenous sediment [ODP Leg 173 Site 1065]	Shipboard Scientific Party (1998a, 1998b), Whitmarsh and Wallace (2001)
12	A ₂	ditto	40°40.950°N	11°35.750°W	5,020.9 m at sea floor, 5,784.7 m at basement top	amphibolite, tonalite-gneiss, meta-anorthosite		unconformably covered by Late Paleocene to early Middle Eocene deepsea sediment (claystone, calcareous claystone to siltstone) [ODP Leg 173 Site 1067]	Shipboard Scientific Party (1998c), Whitmarsh and Wallace (2001)
13	A ₂	ditto	40°40.955°N	11°36.720°W	5,043.9 m at sea floor, 5,937.0 m at basement top	serpentinite, serpentinized plagioclase peridotite of continent to island arc affinity	270±3 Ma U-Pb (zircon in meta-gabbro of overlying breccia)	covered by 40 m-thick breccia of amphibolite, meta-gabbro and meta-anorthosite with Early Cretaceous nanofossil in matrix [ODP Leg 173 Site 1068]	Shipboard Scientific Party (1998d), Whitmarsh and Wallace (2001)
14	A ₂	ditto	40°43.612°N	11°46.633°W	5,074.8 m at sea floor, ca. 6,034.1 m at hole bottom	undrilled continental basement	348±0.8 Ma ⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar [biotite in gravel of meta-arkose wacke]	acoustic basement abutted by meta-arkose wacke, metasilstone and dolomitic meta-arkose of pre-Tithonian [ODP Leg 173 Site 1069]	Shipboard Scientific Party (1998e), Whitmarsh and Wallace (2001)
15	C ₁	ditto	40°46.347°N	12°16.063°W	5,291.0 m at sea floor, 5,775.2 m at basement top	serpentinite, serpentinized peridotite, gabbro, claystone, minor siltstone	early Aptian to Barremian [calcareous nanofossils in interbedded claystone and siltstone]	poor recovery (mass flow deposits?) [ODP Leg 149 Site 899]	Shipboard Scientific Party (1994b), Whitmarsh et al. (2001)
16	C ₁	ditto	40°50.33°N	12°28.44°W	5,315.2 m at sea floor, 6,060.1 m at basement top	serpentinized peridotite	pre-late Hauterivian [calcareous nanofossils in nanofossil clay of overlying mass flow deposits]	subarkose sandstone with shale and limestone fragments in the overlying mass flow deposits, indicating continental basement in source area [ODP Leg 149 Site 897]	Shipboard Scientific Party (1994a), Whitmarsh et al. (2001)
17	C ₁	ditto	40°47.779°N	12°43.430°W	5,321.8 m at sea floor, 5,980.2 m at basement top	serpentinized peridotite	pre-Aptian [calcareous nanofossils in overlying chalk]	serpentinite breccia suggesting a late stage of tectono-sedimentary emplacement of mantle rocks on seafloor [ODP Leg 173 Site 1070]	Shipboard Scientific Party (1998f), Whitmarsh et al. (2001)
18	A ₂	southeastern margin of Seine Abyssal Plain	33°46.00°N	9°24.26°W	3,581 m at sea floor, 5,765 m at basement top	granodioritic gneiss	519±21, 516±8 Ma K-Ar [coarse-grained muscovite; cooling age], ca. 450 Ma K-Ar [fine-grained muscovite; deformation age]	substantially weathered, and covered by end-Triassic to Early Jurassic red beds and Middle to Late Jurassic neritic limestone [DSDP Leg 79 Site 544]	Shipboard Scientific Party (1984b), Sachleben et al. (1984), Kreuzer et al. (1984)
19	A ₂	ditto	33°46.71°N	9°33.86°W	3,958 m at sea floor, 4,114 m at basement top	evaporite	end-Triass to earliest Jurassic [polymorph]	covered by Miocene to Pliocene deepsea claystone and nanofossil ooze [DSDP Leg 79 Site 546]	Shipboard Scientific Party (1984c), Fenton (1984)
20	D ₁	MAR offset by Atlantis Fracture	31°49°N	42°25°W	3,700 m	globigerina and coccolith ooze	back to Early Miocene (Burdigalian) [foraminifera, coccolith]	normal horizontal separation from MAR axis = 130 km	Saito et al. (1966)
MAR: Mid Atlantic Ridge			TYPE						
			A:		continental crust subsided to the depth of ocean floor or more (A ₁ : base of deep sedimentary basin, A ₂ : ocean margin), B: continental block, rock and mineral in ocean floor (B ₁ : block, B ₂ : rock mass and mineral)				
			C:		continental block and rock with geochemical designation (C ₁) and volcanics derived from their partial melting (C ₂), D: ancient sediment (D ₁) and rock (D ₂) in comparison with estimated age of ocean plate				

MAR: Mid Atlantic Ridge
 TYPE A: continental crust subsided to the depth of ocean floor or more (A₁: base of deep sedimentary basin, A₂: ocean margin); B: continental block, rock and mineral in ocean floor (B₁: block, B₂: rock mass and mineral)
 C: continental block and rock with geochemical designation (C₁, D: ancient sediment (D₂) and rock (D₂) in comparison with estimated age of ocean plate

地震の癖— I: 地震のメカニズムと側方への地震エネルギーの移送—

HABITS OF EARTHQUAKES

Part 1: Mechanism of earthquakes and lateral thermal seismic energy transmigration

角田 史雄

埼玉大学 名誉教授 tsunochan@sky.email.ne.jp

（角田 史雄 [訳]）

概要：地質、地震、地震トモグラフィ画像などを総合的に解析すると、地球の外核からもたらされた地震と火山のエネルギーは、短期的には2年、長期的には数十年の周期で、スーパープリュームを通して湧昇している。火山の噴火と地震とは密接な関係をもっていて、それらはともにマグマに起源をもつ。本論では、この活動過程をVEイベントと呼ぶ。このVEイベントは、環太平洋火山・地震帯の上部マントルと下部地殻中を、側方へ移動しつつ、マグマ溜まりを高温化させて膨張・部分熔融させて、噴火と地震をひき起こしている；つまり、上に在る地塊化した上部地殻を押し上げて、地震と噴火のきっかけになっている。マントルへ地震の熱エネルギーを放出し、VEイベントの強弱を左右している外核での変動は、大よそ、30～50年という周期で繰り返されている。

キーワード：地震トモグラフィ画像、地震エネルギー、火山・地震活動、環太平洋火山・地震帯、地震メカニズム、大地震の周期

はじめに

筆者は主に、日本列島中央部の地質を長年にわたって、くわしく調べてきた。そして、このことを基礎にした地震の研究を続けてきた。最近、「地震の癖」という本を講談社から日本語で出版した。その書評は、NCGT・52号、52-55頁に載っている。この本の論旨は、地球の外核からマントルへ湧昇してくる熱エネルギーが、上部マントルと下部地殻でマグマ溜まりを高温化・部分熔融させる、というものである。そして結果的に、それがマグマ溜まりを膨張させて浮上させるため、その上位にある脆性的な上部地殻が破壊され、地震を発生させる、と述べた。

この英文版のシリーズⅠでは、地震の発生とそのメカニズム、および、熱エネルギーの側方への移送について述べる。

シリーズⅡでは、熱エネルギーの東アジアと日本への移送について述べ、シリーズⅢでは、メラネシアから東南アジアで発生する大地震を、新しい視点で解析する予定である。

地震エネルギーの起源

急テンポで進んだ地震波トモグラフィで、地球の内部構造はくっきりと画像化された（図1；Kawakami et al., 1994；Fukao et al., 1992；Fukao et al., 2001；Obayashi et al., 2002；Obayashi et al., 2006；Tanaka et al., 2009）。これらの図では、2つの似たような低速度（あるいは熱い？）チャネルが、ポリネシアと東アフリカとの直下にある。それらはマントル浅部で側方へ拡がり、太平洋の縁と中東ならびにヨーロッパへと

のびている。筆者は、こうしたスーパープリュームといわれる低速度チャネルは、熱エネルギーを地球表層へ導くルートとみている。一方、これらの図には無数の高温部が見られる。それらは、地球内での蓄熱部として機能していると考えられる。最も低速度のマントルは、東アジアから太平洋に広がっている。つまり、そうした部分は、地殻とマントル境界から上部マントルまで400kmの厚さをもっている。こうした低速度マントルのうち、地下50kmまでの浅い部分は、現在の環太平洋造山帯とびつたりと一致していて、そこに、現在における、地震をふくむ変動とマグマ活動とが集約されている。

火山・地震過程（VE イベント）

1. 活火山におけるVE イベント

ふつう、噴火前には深部で低周波の地震（Aタイプ）が発生して、マグマが浮上し、浅部でのBタイプの地震が発生する（図2）。このAタイプの地震はマグマの波打ち運動であるといわれ、ハワイや日本の活火山でよく観測される。マグマは、高温化で溶けて膨張すると、軽くなって上昇する。この流動体が火山の浅部へたつと、母岩が熱膨張して、割れ目がつぎつぎにできる。こうした群発性の地震が起きると、すぐに噴火がはじまる。こうした火山と地震の一連のプロセスがVEイベントである。もちろん、これらの火山活動と地震活動との原因はマグマ活動にある。言葉を換えれば、マグマの活動過程とも言えるであろう。

2. 一つのVE イベントにおける地震エネルギーの収支

松澤（1964）は、VEイベントにおいて、地震を発生させる熱エネルギーが、どのように供給され、どういう風に消費される（熱エネルギー収支）かを、つぎのように計

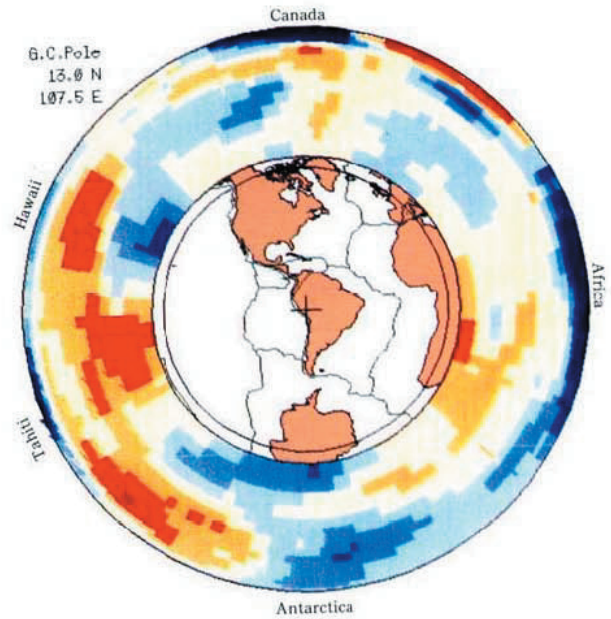
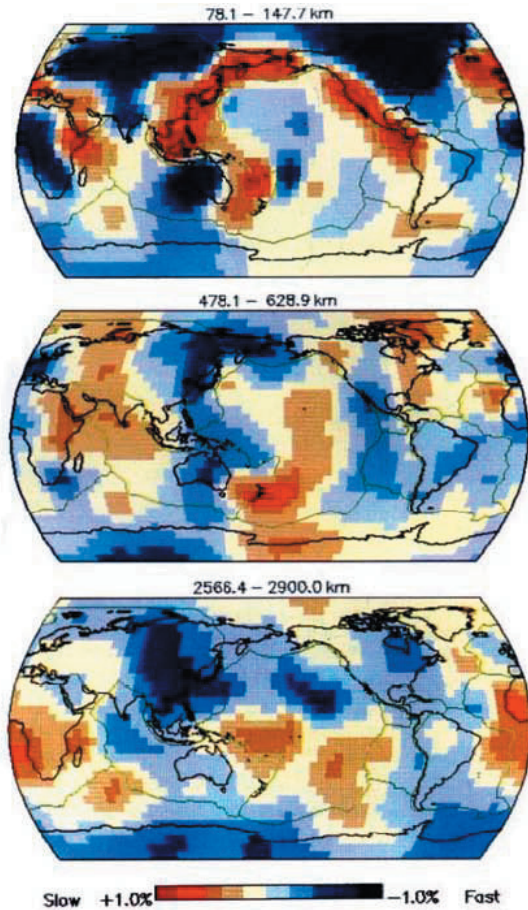


図1 Kawakami et al. (1994) による、いろいろな深度のマントルトモグラフィ画像。注目されるのは、外核からのびている低速度マントルが、タヒチと東アジア直下の上部マントルへ、スーパーブリュームとして湧昇している点である。

算した（図3）：つまり、まず、火山・地震帯の地下で高温化が発生して、部分熔融状態にある上部マントルから下部地殻にかけての部分、固相から液相へと変化する。この相変化によって、一部溶けた流動体は膨張する。深部の母岩には引張応力が生まれ、それによる裂かが形成される。こうした地殻中における応力開放で、地震が発生する。松澤（1964）によれば、「こうしたプロセスはくり返し行われるが、そのくり返し方は全て同じである。このようすは、熱機関における地震機械とも呼べる」と述べている。筆者は、この熱機関説は、深発地震にも適用できるとみている。

3. 地震エネルギーの移送

地震エネルギーの側方への移送を調べるために、筆者は、地震と噴火とを時系列順に解析した。

VE イベントの実例として、伊豆諸島の三宅島における事例を示す（図4）。海底火山・福德岡ノ場（右側の図の一番下）は1973年からずっと噴火し続けてきた。1999年になると噴火は、北にある火山島・硫黄島に広がった。その後、2000年3月28日に硫黄島近海でマグニチュード7.9という大きな地震が起きた。この3ヶ月後の2000年6月にはVEイベントが三宅島へたつて、はげしい噴火が起こった。その直後に、この地域の北方で、マグニチュード5～6クラスの深発地震が続けて発生した。これらの深発地震の数日後に、ふたたび、新島と三宅島

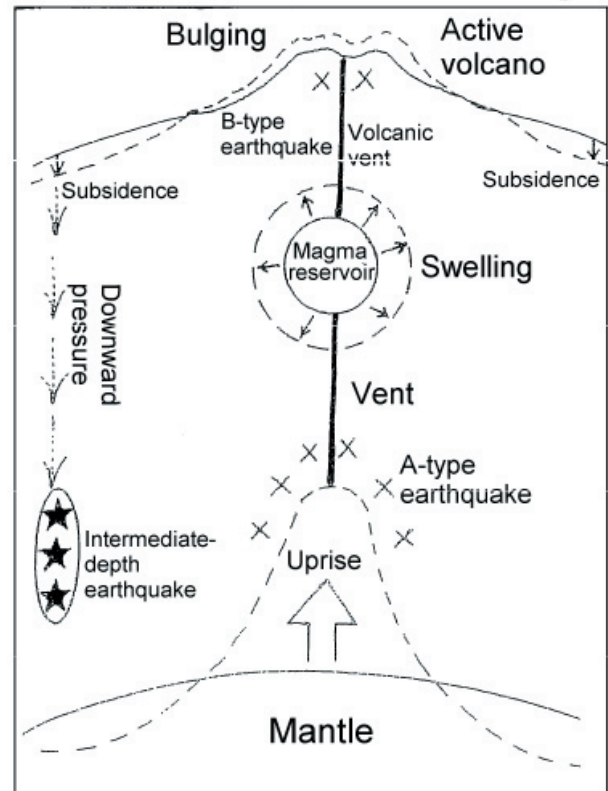


図2 噴火と地震

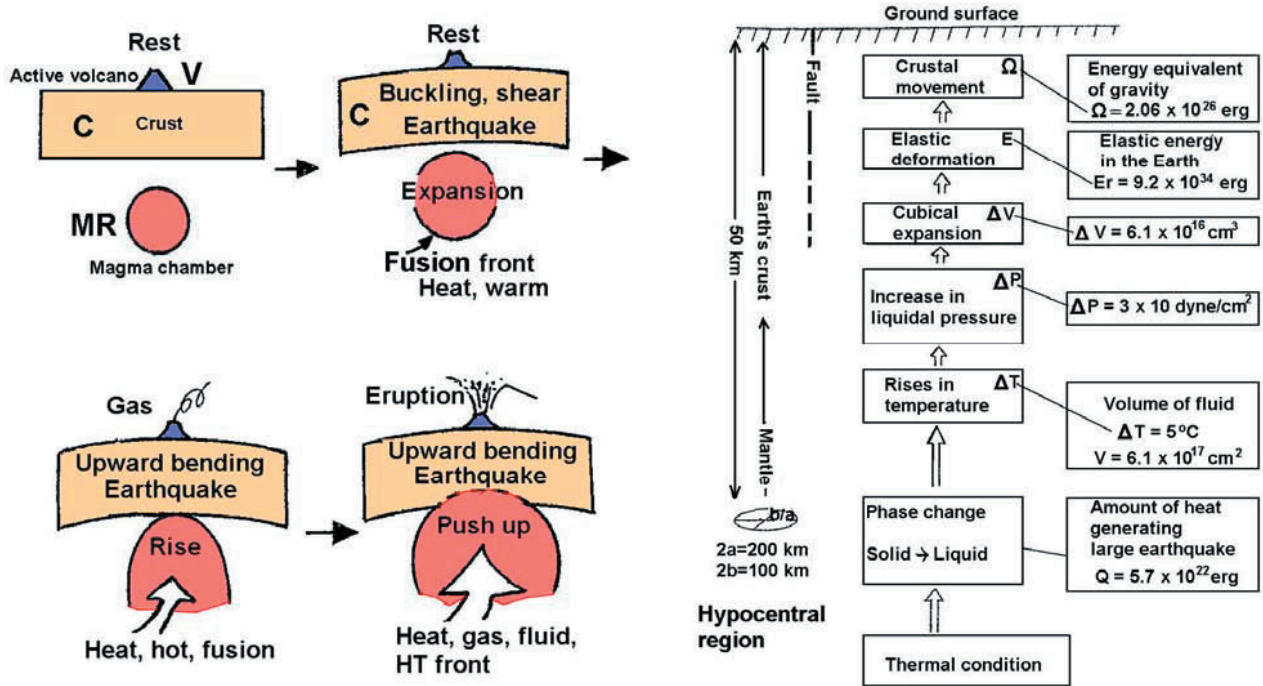


図3 地震と火山の噴火を発生させる松澤の熱機関説 (1964) によるメカニズム。V=火山, C=地殻, MR=マグマ溜まり。2a と 2b は、震源域の長軸と短軸。

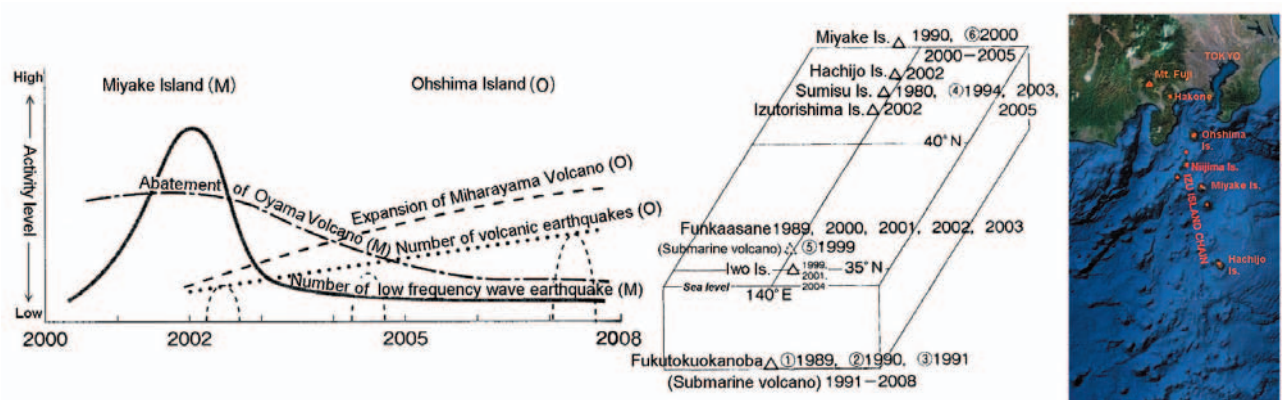


図4 硫黄島から三宅島までのVEイベントの北上。左の図；Mは三宅島，Oは大島，縦軸は活動度，実線Mは低周波地震の発生回数，点線Oは大島の三原火山における火山性地震の発生回数，破線は三原火山の膨張，一点鎖線は三宅島雄山火山の活動低下。

との間の地域で群発地震が起こった。三宅島における噴火は2000年から2003年までがピークで、それ以後はしだいに弱まった。しかし、この噴火を発生させるマグマ活動は、三宅島の北にある大島の三原火山に移った（図4の左図）。

上に述べたように、一連の火山と地震の活動は、南側の三宅島における噴火から、北側の大島における火山性地震へと移動している。これは、VEイベントの北上を示すものである。大島-箱根-富士山をむすぶラインは、温泉の湧出で特徴づけられる、一種の断裂帯であり、エネルギーはこのラインに沿って流れる可能性がたかい。たとえば、2000年に三宅島で噴火が起こった時、2001年から2002年までに、富士山直下における低周波地震、箱根火山における火山性地震が引き続いて発生した。したがって、VEイベントは今もなお、この火山列を通り道にしている。

西南太平洋におけるVEイベント

少し広い地域、つまり、スーパープレュームの湧昇する西南太平洋のVEイベントをみてみよう。図5は、地震が時間と共に、どのように移り変わって行くのかを調べた結果である。火山に関するデータはスミソニアン自然史博物館のホームページ (<http://www.volcano.si.edu/world/>)、地震のそれはUSGSのデータベース (http://neic.usgs.gov/neis/epic_global.html) に基づいている。地震はマグニチュード6.0以上のものをE1からE9まで、また噴火も同じようにV1からV7まで順番にリストした。地震は、時間の経過とともに、しだいに震源が浅くなった。最初の噴火（東ジェミニ海底火山）・V1は、E1からE3までの地震過程の間に発生した。この地域における最初の噴火が、最初の地震から4ヶ月後に最初の噴火の起こったことは明らかである。

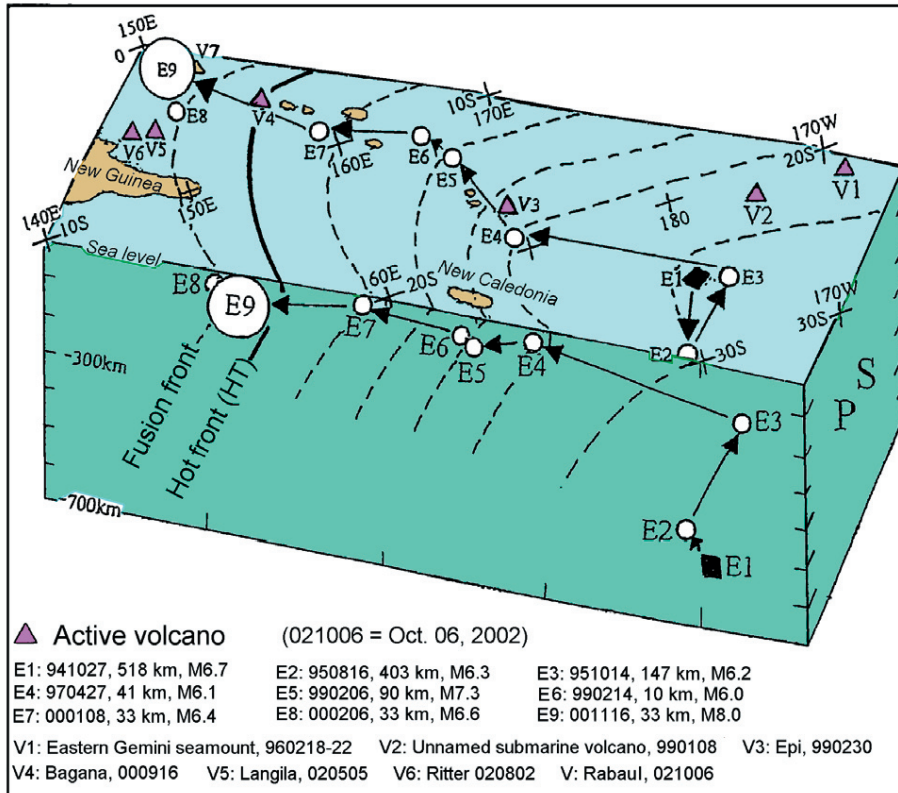


図5 メラネシアにおけるHT（溶融化）線の移動

図4には1994年から2002年までのVEイベントが示されている。ペアで発生した噴火と地震とは、スーパープリュームで発生して西進した。活性化したマグマ部分の移動にともなう高温化領域が拡がり、それが西へ移動したのである。噴火と地震とがたびたび場所を変えていくようすが、あたかも、それ自体が西進しているように見えるのである。これは、熱エネルギーの移送が、その経路のマグマを順番に活性化していくためである。筆者は、こうした高温化のゾーンの最先端部をHTフロント（高温化線）と呼ぶ。さらに、高温化線が通り過ぎて、熱エネルギーが移送され続ける。そのため、火山の底のような、あるていど温度の高い部分では、どんどん温度が上がり続ける。それが1000℃にたつと、火山ガ

スを発生させ、噴火を起こせるまでガス圧を高める。もっとも高温になった高温化線部分におけるガス圧は臨界にまでたつていて、それはHT線（溶融化線）と呼べる。図5の破線が溶融化線である。VEイベントとともに、HT線は上昇してから側方へ移動していく。

太平洋におけるVEイベント

ここで、すでに述べてきたようなことに基づいて、太平洋域全域を調べてみよう（図6）。データは1972年から2007年にわたっていて、メラネシアの場合よりはるかに多い。地震は発生深度順に並べられている。図6では、2年間ごとに、VEイベントが上昇してきて、側方へ拡がっ

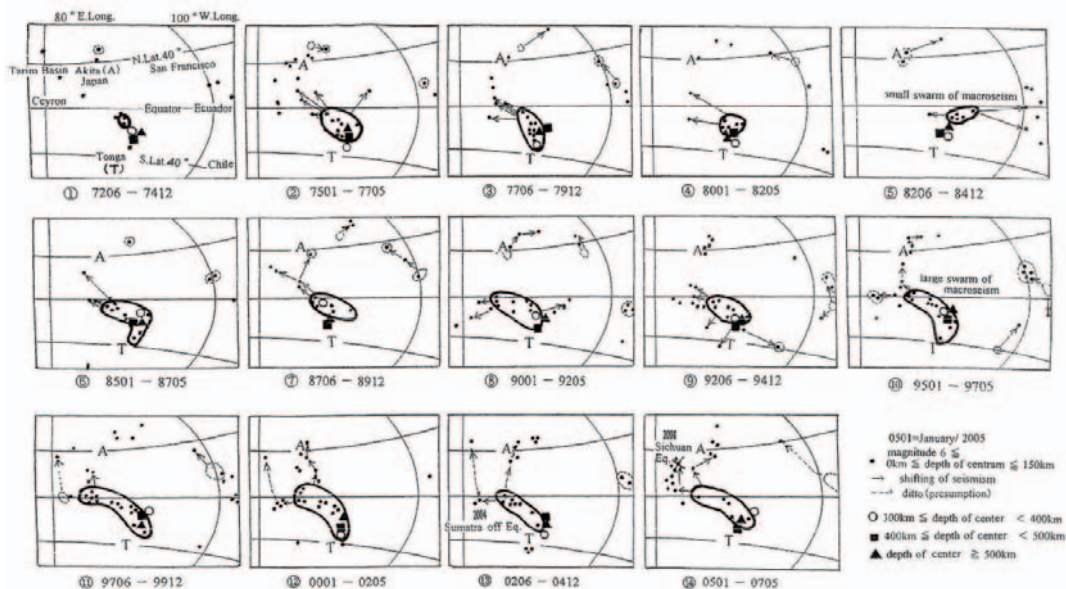


図6 スーパープリューム付近におけるVEイベント。USGSのEHとEHPから引用。

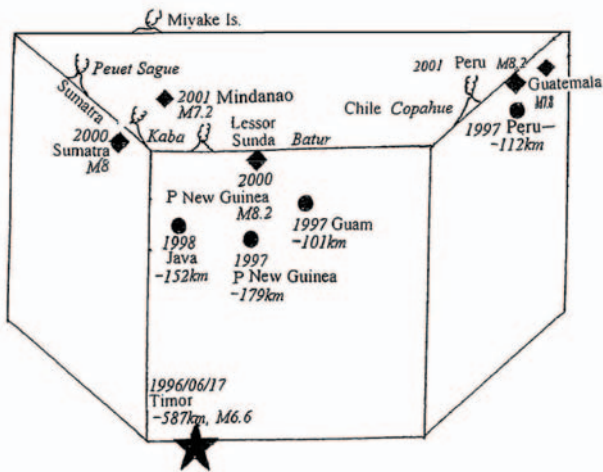


図7 1997～2001年の同時多発的なVEイベント

ていくようすをまとめてある。太い線でかこった区域はVEイベントの勢いが良いところである。その枠が大きいほど、スーパープリュームからのエネルギー供給量の多いことを示している。大きくみれば、1972年から1994年まではエネルギー量が少なく、1995年以降は多くなっている。

同時多発性のVEイベント

1997年から2001年の間は、太平洋の両岸で、噴火が多く、大地震もたくさん起こった（図7）。スーパープリュームからのHT線は、対称的には現れない。図5に示された矢印の長さはVEイベントの移動速度を大まかに表している。東（アメリカ側）への速度が、西（アジア側）よりやや速い。HT線の移動方向にも注意して頂くと、図6の8番と14番のように変化している。このようにVEイベントの勢いは強くなったり弱くなったりを繰り返している。これは、おそらく、地震エネルギーの増減に起因しているのだろう。

上述のことに基づけば、VEイベントの活動度はスーパープリュームの活動レベルの強弱に関係しているようである。スーパープリュームが外核につながっていることを考えると、VEイベントの活動は、外核のそれに左右されていると考えられる。

マグマ溜まりを活性化させる電磁的なエネルギーと上部マントルおよび下部マントルの部分熔融

火山列をつくっている伊豆諸島における深発地震とVEイベントの関係は普通ではない。つまり、伊豆諸島西方で深発地震が起きるといつも、数日後に火山性の地震（低周波地震も含む）が発生する。このことは、日本の気象庁のホームページで地震・津波情報で検索できる。信じられないほどのVEイベントのスピードである；すなわち、400kmほどの距離を数日で移動している。Blot(1971)による地震エネルギーの一般的な速度としては600kmなら2.6km/日、200kmなら0.9km/日、100kmなら0.5km/日、33kmなら0.15km/日などである（Grover,

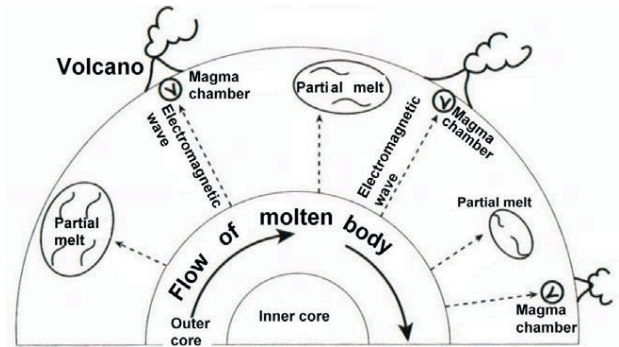


図8 電子レンジのような地球のしくみ。マイクロ波がマントルのマグマ溜まりを高温化して活性化させる。

1998)。したがって、これほどのスピードで急速に高温化を可能にするのは、われわれが家でふつうに使っている電子レンジと似たようなマイクロ波が関連しているのかもしれない（図8）。そのような高速の高温化は、地球の電磁的なジャーク現象に関連している可能性がある。Nagao et al. (2002) や Nagao et al. (2003) などが、スーパープリュームに関連したジャーク現象について報告している。

かりに、これが正しいとすれば、スーパープリュームの活動が活発になると、地球の電磁気がつよまり、地震エネルギーも同じように増加することになる。

外核は、6000°C異常の高温の流動体 (http://en.wikipedia.org/wiki/Outer_core) なので、その流動によって電磁気がマントル内へ放射され、マグマ溜まりを高温化・熔融化して、最終的には、火山の噴火や地震を引き起こす、と考えられる。

大地震の周期性

図9は、1972年以降はUSGUのデータベース、それ以前のは宇津氏のホームページ (<http://iisee.kenken.go.jp/utsu/>) によるデータから、マグニチュード6.0より大きい地震を抽出した。これらを10年ごとに、マグニチュード7.0の地震の数に換算したグラフであるが、1900年代以降の数が著しく増加しているのは、観測網の整備などのためである。しかしながら、100年ごとに繰り返される増減のパターンの中で、必ず、3～4回のピークが現れている。実際に、マグニチュード6以上の大きな被害地震は、100年間に3～4回は在った。したがって、マグニチュード6より大きい地震は、22～33年間に一回のわりで発生するといえる。

図10に示されるのは1956～1960年の間に、環太平洋域で同時多発的に発生したVEイベントである。そのつぎのピークは、40年後の2000年前であった。こうしたことから、大きな地震エネルギーの増加は、30～50年ごとに現れるといえよう。

I の結論

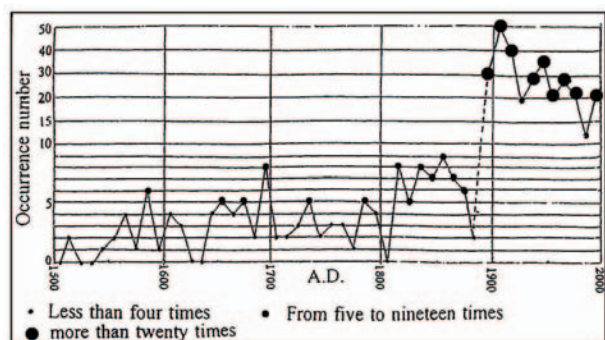


図9 西暦1500～2000年におけるマグニチュード6.0以上の大きな地震の発生回数

本論では、熱エネルギーが地球の外核でどのようにして産まれ、南太平洋のスーパープリュームに沿いに、どういふ風に上昇してきたのかについて述べた。地下深部にある岩層は、移送された熱エネルギーで高温化される。また、このような深部での熱エネルギーは、上にも側方へも移送され続けている。地球浅層のマントルでは、絶え間ない熱エネルギーの移送で、熱膨張が起こる。そのために、上位に在る地塊状に割られた地殻では、浅発地震とか火山の噴火とかが引き起こされる。火山・地震活動 (VE イベント) は、南太平洋から環太平洋にかけて発達する環太平洋火山・地震帯ぞいを移動していく。

謝 辞

Giovanni Gregori 氏には、するどく建設的なコメントをいただいた。彼との議論は本論の改善に役だった。また、Dong Choi 氏と David Pratt 氏には、本論の英文と校正でたいへんご援助をいただいた。これらの方々に深謝申し上げます。

文 献

- Blot, C., *Volcanisme et sismicité dans les arcs insulaires: prévision de ces phénomènes*. ORSTOM, Géophysique 13, 206p.
- Okubo, Y., Tsu, H. and Ogawa, K., 1989. Estimation of Curie point temperature and geothermal structure of island arcs of Japan. *Tectonophysics*, v. 159, p. 279-290.
- Fukao, Y., 1992. Seismic tomogram of the earth's mantle: geodynamic implications. *Science*, v. 258, p. 625-630.
- Fukao, Y., 1992. Subducting slabs stagnant in the mantle transition zone. *Jour. Geophys. Res.*, v. 97, no. B-4, p. 4809-4822.
- Fukao, Y., Widiyantoro, S. and Obayashi, M., 2001. Stagnant slabs in the upper and lower mantle transition zones. *Rev. Geophys.*, v. 39, p. 291-323.
- Grover, J.C., 1998. Volcanic eruptions and great earthquakes. *Advance warning techniques to master the deadly science*.

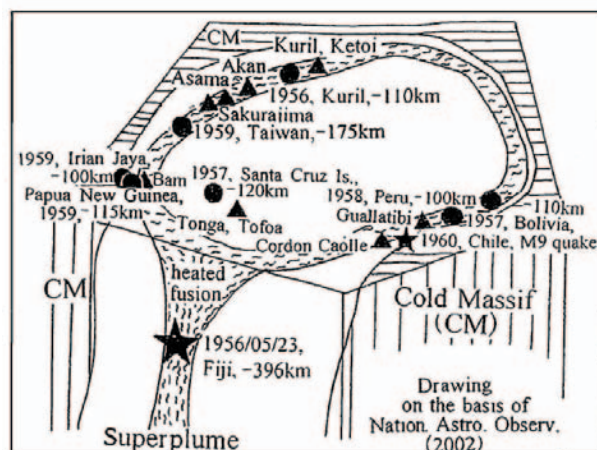


図10 1956～1960年に環太平洋域で同時多発的に発生したVEイベント。大きな★；深発地震，中深発地震は大きな●；浅発地震は小さな●。▲は噴火。

CopyRight Publishing Co. Pty Ltd., Brisbane, 272p.

- Kawakami, S., Fujii, N. and Fukao, Y., 1994. *Frontiers of the earth and planetary sciences: a gallery of the planetary worlds*. Jour. Geol. Soc. Japan, v. 100, p. I-VIII.
- Matuzawa, T., 1964. *Study of earthquakes*. UNO Shoten, Tokyo, 213p. (in Japanese)
- Nagao, H., Iyemori, T., Higuchi, T., Nakano, S. and Araki, T., 2002. Local time features of geomagnetic jerks. *Earth, Planets and Space*, v. 54, p. 119-131.
- Nagao, H., Iyemori, T., Higuchi, T. and Araki, T., 2003. Lower mantle conductivity anomalies estimated from geomagnetic jerks. *Jour. Geophys. Res.*, v.108(B5), 2254, doi:10.1029/2002jb001786.
- Obayashi, M., Sugioka, H. and Fukao, Y., 2002. Seismic slow anomalies in the deep upper mantle oceanward of subducting slabs. Program Abstract, Japan Earth and planetary Science Joint Meeting.
- Obayashi, M., Sugioka, H., Yoshimitsu, H. and Fukao, Y., 2006. High temperature anomalies oceanward of subducting slabs at the 410km discontinuity. *Earth Planet. Sci. Lett.*, v. 243, p. 149-158.
- Okubo, Y., Tsu, H. and Ogawa, K., 1989. Estimation of Curie point temperature and geothermal structure of island arcs of Japan. *Tectonophysics*, v. 159, p. 279-290.
- Tanaka, S., Suetsugu, D., Shiobara, H., Sugioka, H., Kanazawa, T., Fukao, Y., Barruol, D. and Reymond, D., 2009. On the vertical extent of the large low shear velocity province beneath the South Pacific Superwell. *Geophys.*, v. 36, L07305, doi: 10.1029/2009GL037568.
- Tsunoda, F., 2001. Middle Pleistocene Uplift of the South Fossa Magna Region. *Himalayan Geology*, v. 22, no. 1, p. 17-25.
- Tsunoda, F., 2009. *Jishin-no-kuse (Habits of earthquakes)*. Kodansha, Tokyo. 190p. (in Japanese)

大気の発光現象：地殻隆起のサイン？
Taro 谷（イタリア）と Hessdalen（ノルウェー）の “ ひかり ”
**LUMINOUS PHENOMENA IN THE ATMOSPHERE:
SIGNS OF UPLIFT OF THE EARTH'S CRUST?**
The “lights” in Taro Valley (Italy) and Hessdalen (Norway)

Valentino STRASER

94, Località Casarola - 43040 Terenzo PR. Italy e-mail to: fifurnio@tiscali.it

（久保田 喜裕 [訳]）

要 旨：世界の多くの地域で、またヨーロッパの Taro 河谷（イタリア）や Hessdalen（ノルウェー）の地震地帯で観察されてきた発光現象が繰り返し生ずることは、発光現象とそれが生ずる地域の地史には、偶然とはいえ関係が成立する可能性が指摘されてきた。その地域の電磁場の多様性は地殻の応力現象に関係してきたが、それは地震を発生させ、大気中へ特異な発光現象を生じた。“光球 (balls of light)” は、Taro 河谷（イタリア）や Hessdalen（ノルウェー）で普通にみられる現象、すなわち地殻の隆起といった地質ダイナミクスや、地下の鉱物に関連している。

キーワード：地震、光球、Hessdalen, Taro 河谷、地殻の隆起

1. はじめに

明らかに偶発的な、しかし1年をとおして、大気中に繰り返して起こる発光現象と Taro 河谷地震域で頻繁に生ずる小地震は、それら2つの物理現象の間に密接な関係が存在することが結論づけられてきた（図1）。光現象とそのあとの地震との間隔は、規則的に起こるようで、長年にわたって繰り返されてきた；この繰り返し様式が、地震の前兆を示しているとされてきた理由である（Straser, 2007）。この繰り返しは、アペニン・アルプス山脈やチレニア海域の両地域など、イタリアの他の地域でも、著者によって明らかにされてきた。

大気中の発光現象の発生は、地球規模での応力下の岩石に左右されている（Derr and Persinger, 1990）。そのことは地下での蓄電を発生させたり、そのきっかけをつくる（Finkelstein et al., 1973; Freund, 2002）。その現象は、地表や大気中に電位による雲（clouds of potential）を出現したりする。そのような可能性は、湿度や気温など特異な物理現象のもとで、光球に変化することがある。ノルウェーの Hessdalen 谷（図1）の場合、1980年代と90年代初頭に始まって以来、国際科学界に多くの関心を与えてきた例とされる。そこでは、大気的光球作用や多様な形の小さく輝きを発する高速の光が頻繁に出現する（Strand, 1985; Teodorani, 2004; Teodorani and Strand, 1998）。

Hessdalen における形や大きさ、色、速度の異なる多くの光現象（Hauge, 2007）は、冬期の午後10時と午前1時の間の時間帯に出現しがちである（Teodorani, 2004）。

第四紀にスカンジナビア半島を覆った厚い氷床は、石英質岩石など、耐浸食性の多くの鉱物を岩石基底部に残し

た。氷床によって、基底部は“短い”距離を運搬されたが、それは高緯度の冷たい氷河の典型である。岩片と碎屑鉱物の生産は、凍結による静水圧にも影響される。また、それは断裂や浸食、地表に細礫が覆った結果、中粒～粗粒砂が生ずる（Golubev, 1995）。後氷期の互層堆積物には、多かれ少なかれ、圧電気レベル（piezometric level）と酸化帯での硫化物の完全な分解が生ずる。しかし、漂礫や土壌に埋没した伝導性鉱物の存在は、局所的な電場や電磁場を生ずる。腐植土の層準で重要な陽イオンはCa, Sr, Cd, Cu, Pb, Zn, Na, Mg, KそしてBの成分である。それらは腐植土と漂礫土の有機成分と正の関係を示す（Lax et al., 1995; Citterio, 2001）。

同様の鉱物や石英の生成が、Taro 構造線でも見つかった（Zanzucchi, 1980; Straser, 2007）。力学的圧縮や多湿状態において、石英結晶などの鉱物成分が供給されれば、低周波の電磁波と相互作用する帯電物粒子の両者を同時に形成することができる（Derr, 1986; Freund, 2002; Freund et al., 2006; St-Laurent, et



図1 Taro 谷と Hessdalen の位置

al., 2006; Gennaro and Ghiotti, 2004; Falcinelli, 2005; など). EL 効果と球状プラズモイド (spherical plasmoid) は、圧電鉱物によって誘発された荷電粒子と電磁放射波により、波-粒子相互作用によって生成される (Finkelstein, Hill and Powell, 1973; Zou, 1995; Teodorani, 2008).

この物理的特性は、Hessdalen (Teodorani, 2004) と地震帯ないしは Taro 河谷 (Straser, 2007) の両地域で記載されてきた。後者の地域では、とくに、地殻応力、電磁場の生成、大気中の異常な光現象と地震との間の関連が証明されてきた。

Taro 谷だけでなく、Hessdalen 谷 (ノルウェー) においても (Petrucchi et al., 1996), M4 より小さい地震が頻繁に起きる。きわめて例外的に、通常 100 年に一回は、M5 ないしはそれ以上の地震も起きる (Mäntyniemi et al., 2004)。大気中の光球の出現は、大地震の発生前後に、断層近傍か震源に近い常に造構応力のかかっている地域に現れる。断層面はとくに、電荷がしばしば摩擦によって引き起こされ、地下で圧力が生じ規制される特異な経路と考えられている；大気中のこのような電荷はひとたび地表を横断すると、帯電雲ないしは光現象として激しくなる。しかし、Taro 地震線と Hessdalen 谷の両地域において、光球の出現場所は、いつも構造的な断層や地変が起きてきた地域に対応しているとは限らない。そのため、地殻応力によって生じた地表近くの電荷の移動は、圧縮状態にあることにより電荷を生成する地下の厚い岩石層の隆起の結果、引き起こされる。

2. データ

この研究のため、私はノルウェーの研究者や科学者の報告書 (Strand, 1985; Teodorani, 2004; Teodorani and Strand, 1998) から得たデータを利用した。また、Taro 谷 (イタリア) の地震域で、電場と空中磁場の両方の日

変化を直接測定した。この地域では、そのデータは 2008 年 12 月と 2009 年 7 月のイタリアの北西アペニンの群発地震に関連している。

空中の磁場・電場 — $E = 2 \text{ V/m}$ および $B = 1.0 \text{ uT}$ — に関する解釈は、群発地震に一致するものが集められた。そのような値の組み合わせは、著者によって、“Jackpot (当たり値)” として定義された。その図は Kc 値 ($Kc = Ec/Bc$)、すなわち、著者が“電荷移動速度 (charge transfer speed)” (図 2) と地震の発生 (Straser, 2009) として定義しているものと同じであるとみられる。Hessdalen 谷の“間隔解析 (distance analysis)” は、ローカルな電場や太陽黒点の数、Hessdalen 谷における大気中の特異な発光現象の時間別・月別分布の解釈の獲得に係わっている。私はとくに Massimo Teodorani の報告書に恩恵を受けている。ノルウェーの降雨状況に関する詳細なデータが www.meteogiornale.it のウェブサイトから収集されている。Teodorani 博士から得たデータは、1998 年、1999 年、2000 年、および 2001 年にノルウェーの自動計測所で取得されたデータに基づいた、Hessdalen における光イベントのタイミングの統計に関するものである。

3. 議論

Taro 構造線 (図 2) と Hessdalen (Teodorani, 2004; Teodorani and Strand, 1998) の両地域における電磁場の解釈と ELF 領域における極低周波の記録は、それらが大気中の特異な光現象の出現に関連していることを明らかにした。Hessdalen の光球の数は 1 日の間の一定時刻に生じ (図 3)、高湿度など降雨状況により変化する (図 4) が、それは“光球”の発生にとって重要なことである。同様の解析が Taro 谷に適用されたが、それは 1 年を通じ、目撃数が不十分で、そのような現象は、冬期を通じ夜間に起きやすく、午後はきわめてまれなためである。光球の出現は地震に関連してきたが、1 年間では

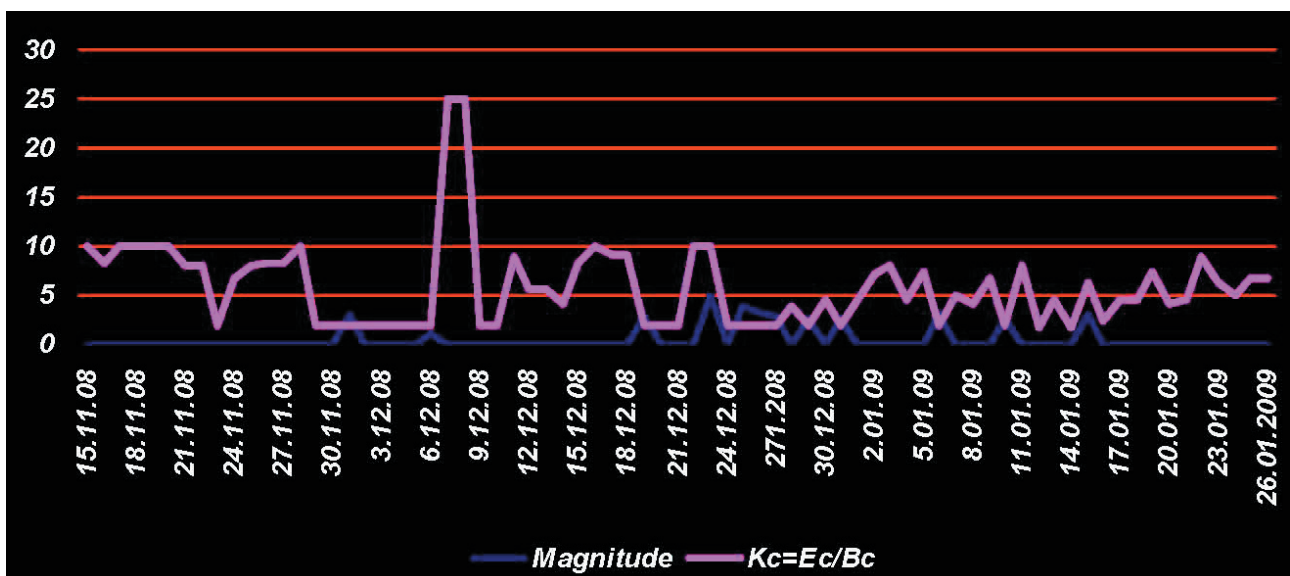


図 2A 図は大気中の発光現象に先行した地震群を表す。それらは、2008 年 12 月から 2009 年 1 月にイタリアの北西アペニン山脈で起き、静電場や電磁場 (変化量 $Kc = Ec/Bc$) と地震の発生との関係を明確に示す (Straser, 2009)。

それほど頻繁ではない (Straser, 2007). これが, Taro 河谷が物理と地球物理の 2 つの現象間の関連と解析にとって適切な理由であり, ある意味で野外の自然実験室と考えられる.

光球の形成は, 多くの著者によって, 地下で生ずる地殻応力に関連づけられ (Derr, 1986, Freund, 2003; et al.), 地震活動に関する現象と電波帯の電磁波の発生 (Warwick, 1990) が示唆されてきたことが知られている. 電磁波の放射は, Teodorani and Nobili (2004) お

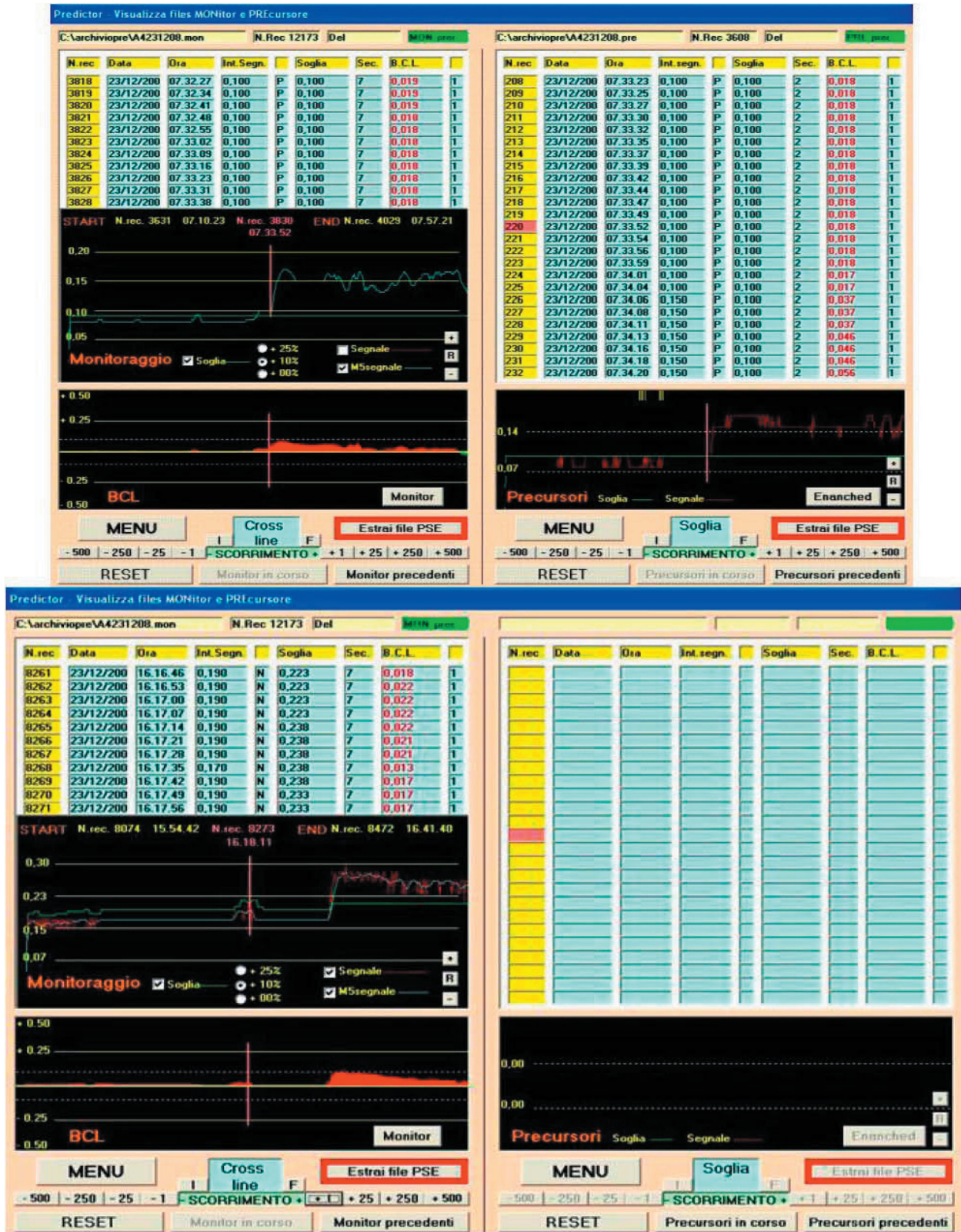


図 2B イタリアのアマチュア無線家による Fidenza の断面によると, 2008 年 12 月 23 日の現地時間 16:25(15:25 UTC) のイタリア北西アペニン山脈で起きた地震の極低周波 (ELF) の記録は 9 時間前に始まり, 地震の少し前には震央近くに落ちていた (アマチュア無線家 Fidenza の断面に感謝する. www.arifidenza.it 参照).

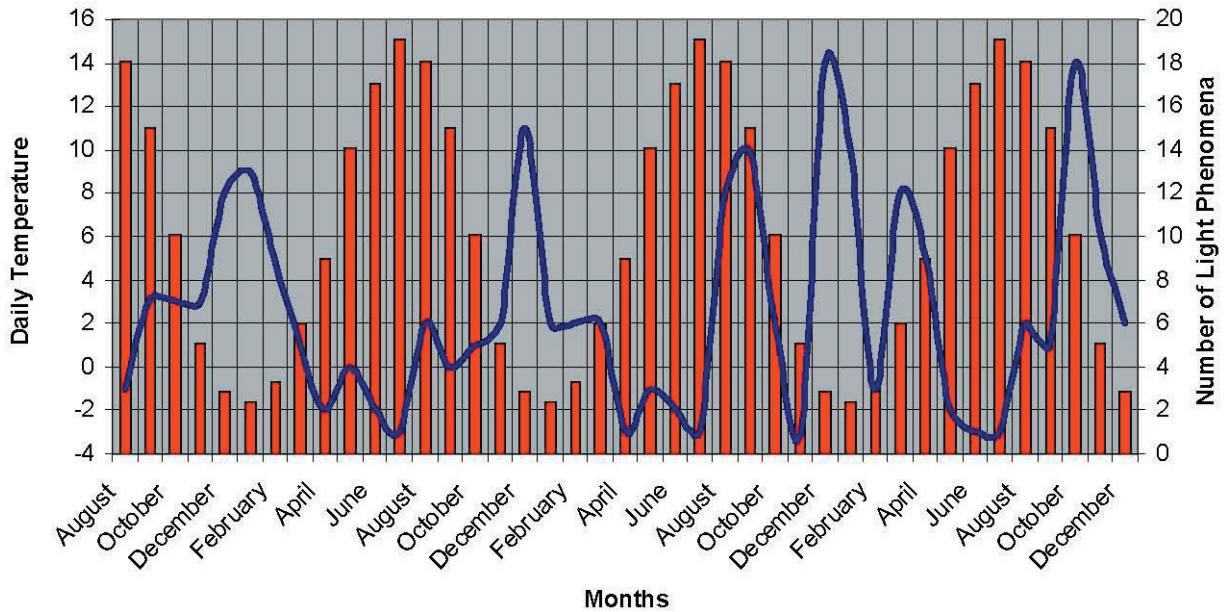


図3 Hessdalen に近い Trondhei (www.meteogiornale.it 参照) における毎日の気温 (赤) と大気中の球の数 (青) の比較 (データはMassimo Teodorani の好意による)。その比較は顕著な相関関係が存在することを示しているが、“いくらかの不一致”がある：それが2, 3ヶ月の不一致であれば、それらの間に相関はないといえる。

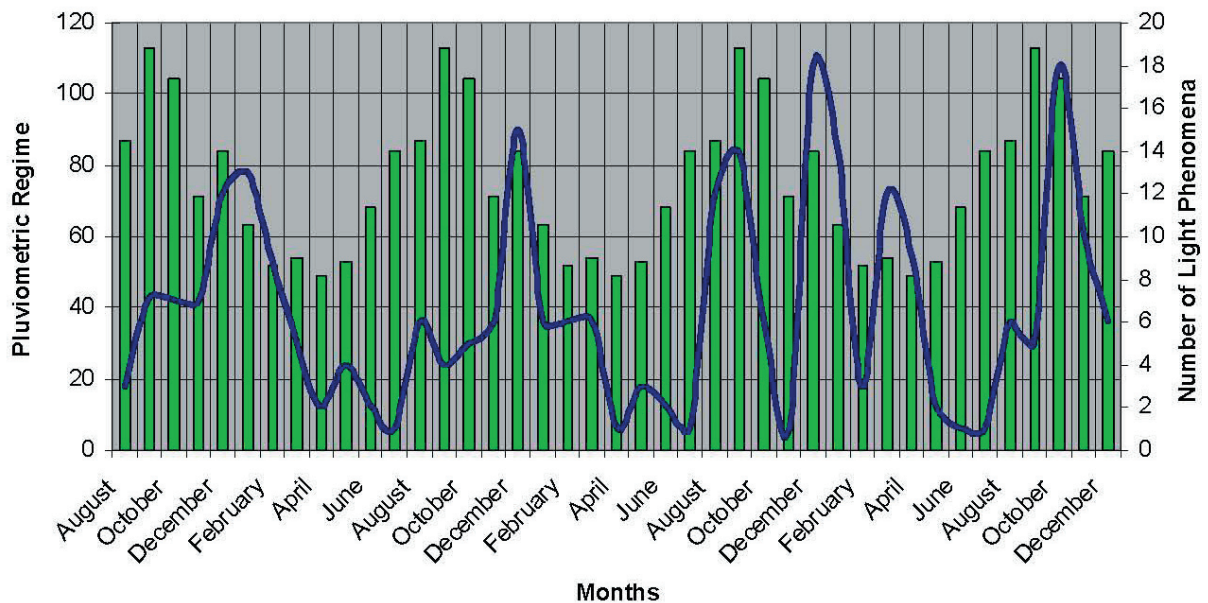


図4 降雨状況 (緑)(www.meteogiornale.it 参照) と大気中の球の数 (青) の比較 (データはMassimo Teodorani の好意による)。その図は顕著な相関関係が存在することを示しているが、“いくらかの不一致”がある；それが2, 3ヶ月の不一致であれば、それらの間に相関はないといえる。

よび Gori (2001) の科学報告書や、イタリアのアマチュア無線局の Fidenza 区域の記録によって指摘されたように、Taro 構造線 (図2) と Hessdalen の両地域で検知された。

電磁場と極低周波 (ULF—VLF) 帯における電磁波の生成の両者とも、地表下の鉱物組成や地域の地質発達史に関連してきた。この観点からすると、Hessdalen 谷 (ノルウェー) とアペニン山脈 (イタリア) 間のより詳細な比較要素は、広域隆起現象である：ノルウェーでは年間 10-20mm (Dehls et al., 2000), イタリアではアペニン・アルプス山脈での測定では年間 1mm (Antonoli et al.

2003; Barletta et al., 2006)。

Locardi and Nicolich (1988) は、アペニン山脈 (イタリア) の隆起は、ティレニア海域における大気中の二つのダイアピルが北東と南東へ放射状に移動するような、再上昇がきっかけと考えている。現在隆起しつつある北東アペニン山脈 (イタリア) と Taro 谷 (Papani and Bernini, 1987) に影響している垂直逆断層は、鮮新世に 1500m 以上の変位 (Lunigiana-Garfagnana 地域) をもたらした (Bernini and Lasagna, 1988)。北東アペニン山脈の稜線地域における地形の逆転、および約 2 万年前に最高となった最終氷期以前の氷河作用のレリックは、

アペニン山脈の現世の隆起を示すので重要視されてきた (Federici and Tellini, 1983; Chelli and Tellini, 2002).

地表下の岩石を規制している応力が原因で生ずる電荷とその伝播に関して、我々は一般に、それらが伝導率と温度の両者によること、また深さとともに量が増えることを知っている (Duba, 1976; Chandrasekhar, 2000). 岩石のように中程度である場合、そのような反応は半導体と比較される。そこでは電荷担体が集中し、そのため伝導性は温度に規制される。

岩石を天然の半導体と比較してみると、岩石に掛かっている強い応力のもとで短期間では、Pタイプの半導体のように振る舞い正電荷を解放する (Freund et al.,

2006). 導電性は、酸素原子のイオン化状態が不十分な場合や、酸素が活発に動いたり、遷移元素が混入したようなイオンにより良くなり (Shankland, 1975), 岩石に応力が掛かっている場合には、温度とともに増加する。

酸素原子が完全にイオン化しないで、過酸化化合物が壊れるときには、正電荷の正孔 (P-Holes) が生ずる。このような正孔は、半導体の場合、荷電担体であり、例えば地震時など、強い応力の掛かった岩石で励起される (Freund, 2003 & 2007).

そのものの伝導性が良くない場合は (岩石によるが), 強い電場のため結晶格子が破壊されたのであろう。このような場合は、結晶の分子構造の破壊や、岩塊中の応力によって生じた微細割れ目に近く、互いに至近距離で面す

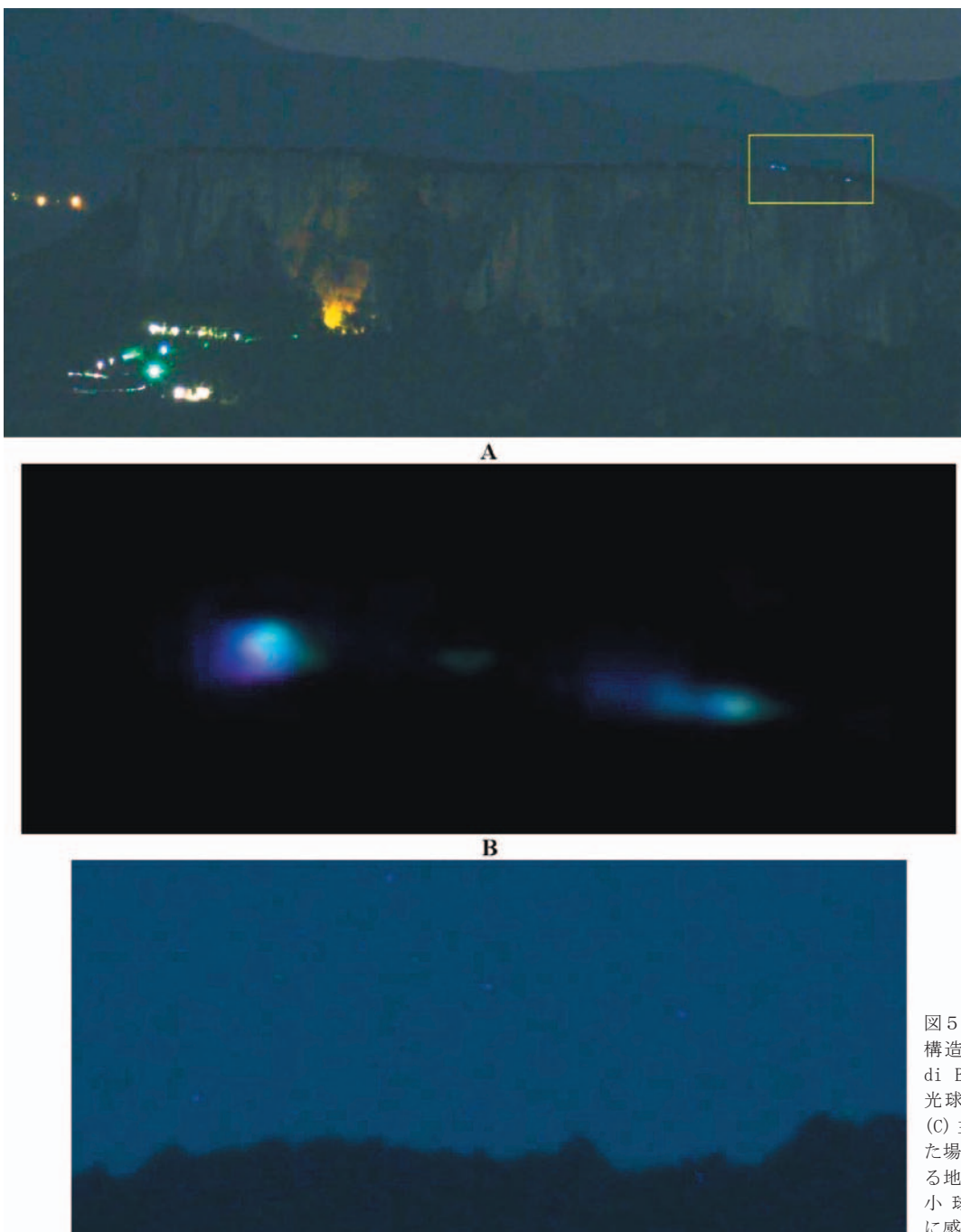


図5 (A) 2009年8月に Taro 構造線地震帯近くの Pietra di Bismantova で撮影された光球。(B) 発光現象の細部。(C) 主要な発光現象が発生した場所を取り囲む地域における地表からの物質移動 (光の小 球)。Massimo Teodorani に感謝する。

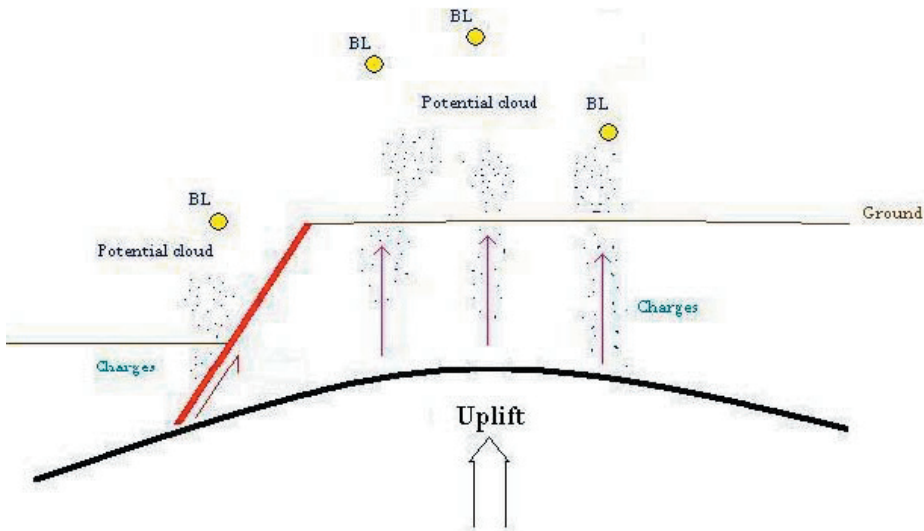


図6 地殻の垂直応力に応答する大気中の発光現象の位置と断裂に沿って地表へ向かう荷電雲の移動についての提唱モデル。

ることができる反対の電荷イオンによって引き起こされた不安定さが原因で発生する。この複雑な過程は、すべての再結晶水以上の (above all re-crystallization water) 水の積極的な役割を必要とするかもしれない。それは、ロシアのコラ半島における深部掘削孔の例のように、驚くべき深度で見つかった（Kozlovsky, 1987）。微小割れ目は最大圧縮軸に平行に配列し、近傍の地層に応力を伝える。さらに、地震時に観測されるように、しばしば地表を隆起させ、顕著な局所的な温度上昇を伴う (Straser, 2009; Bapat, 2007)。

微小割れ目の面に沿ってできた電磁場は、地表を横断する際、地表近くの荷電雲や荷電物質を分離させた最大歪や応力に沿って生じた場の総量の結果と考えられている。地表で観測された電磁場は、それゆえ、岩石の抵抗やシールドによって消失した分を差し引いた最大歪軸に沿う電位の総量である。深部帯から表層へ移動する際（そのため計器で測定できる）、応力下におかれている地域で生じた電荷の移動過程は、歪みが地表へ向かって鉛直に移動するような場合には、もっと発生しやすくなる。

しかし、深部の“孤立した”応力の仮説は、実際はさらに複雑な過程なので、成り立ちそうもない。なぜなら、電荷は上載岩石によって“保護される”ため、まず地表へ通り、それから大気へぬけるようなことはさらに困難だからである。

4. モデル

2箇所の研究地域で、大気中の発光現象や地震、電磁場、電磁波が一致したことは、広域的な隆起過程に規制された下層の岩石の応力に関連している。下層帯から上昇する物質は、地殻を破壊し、さらに表層へエネルギーを運ぶであろう。（下方から）高圧縮力を受けた地域では、鉱物は変形し、電荷を放出する。電位雲は応力軸に沿って生じ、地表に近づくにつれて、結合作用を生み出す。そしていったん地表に到達すると、大気中に拡散し、しばしば発光現象を生ずる。電位雲は電磁場と電磁波を発生することができるので、岩石応力は地震現象とローカ

ルな地表温の上昇の両方をもたらすだろう（図6）。

5. 結論

研究結果の解析から次の結論に至った：ローカルな電磁場は地殻応力に関連している。とくに、“Taro 構造線”における大気中の発光現象の出現は、地震の発生に関連している。しかし、Hessdalen 谷では、電磁場の多様性に関連している。両研究地域とも、地表下で垂直成分の応力が増加するため、広域的な地質ダイナミクスに影響されている。さらに、2つの谷に共通するのは、アセノスフェアから上昇する物質によって引き起こされる地殻の隆起作用である。

結論は、Teodorani 博士によって再発見された、日本古来の俳句でいわれていることに要約される：大地は揺れる山々に静かに語りかけ、空は輝く (The earth speaks softly/To the mountain/Which quivers/And lights the sky)。

謝辞：Massimo Teodorani 氏の常日頃の研究への支援と励まし、この研究を行うにあたって必要な批判的討論に心から感謝したい。Karsten Storetvedt 氏および重要なコメントや批評をいただいた匿名の査読者にも感謝する。

文 献

- Antonoli, F., 2003. Vulnerabilità delle coste italiane: rischio di allagamento da parte del mare. In “la risposta al cambiamento climatico in Italia”. ed Ministero dell’Ambiente e della tutela del Territorio, p. 17-21.
- Bapat, A., 2007. Seismo-electro-magnetic and other precursory observations from recent earthquake vapour clouds. New Concepts in Global Tectonics Newsletter, no. 43, p. 34-38.
- Barletta, V.R., Ferrari, C., Diolaiuti, G., Carnielli, T., Sabadini, R. and Smiraglia, C., 2006. Glacier shrinkage and modelled uplift of the Alps. Geophys. Res. Lett., v. 33, L14307.
- Bernini, M. and Papani, G., 1987. Alcune considerazioni

- sulla struttura del margine appenninico emiliano tra il T. Stirone e il T. Enza. *Ateneo Parmense, Acta Naturalia*, v. 23, no. 4. Atti del Meeting <Bridle deformation analysis in Neotectonics> Firenze, 17 aprile 1986.
- Bernini, M. and Lasagna, S., 1988. Rilevamento geologico e analisi strutturale del bacino dell'Alta Val Magra tra M.Orsaro e Pontremoli (Appennino Settentrionale). *Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. Mem. Anno 1988. Serie A, vol. XCV*, p. 139-183.
- Brady, B.T. and Rowell, G.A., 1986. Laboratory investigation of the electrodynamics of the rock fracture. *Nature*, v. 321, 29 May 1986, p. 488-492.
- Centamore, E. and Rossi, D., 2009. Neogene-Quaternary tectonics and sedimentation in the Central Apennines. *Ital. Jour. Geosci. (Boll. Soc. Geol. It.)*, v. 128, p. 73-88.
- Chandrasekhar, E 2000. Geo-electrical structure of the mantle beneath the Indian region derived from the 27-day variation and its harmonics. *Earth Planets Space*, v. 52, p. 587-594.
- Chelli, A. and Tellini, C., 2002. Geomorphological features of the Bratica Valley (Northern Apennines, Italy). *Geogr. Fis. e Dinam. Quat.*, v. 25, p. 45-60.
- Citterio, M., 2001. Esplorazione mineraria in terreni glaciali e periglaciali. Università degli studi di Milano – Dipartimento di Scienze della Terra.
- Dehls, J.F., Olesen, O., Bungum, H., Hicks, E.C., Lindholm, C.D. and Riis, F., 2000. Neotectonic map: Norway and adjacent areas. Geological Survey of Norway.
- Derr, J.S., 1986. Luminous phenomena and their relationship to rock fracture. *Nature*, v. 321, p. 470-471.
- Derr, J.S. and Persinger, M.A., 1990. Luminous phenomena and seismic energy in the Central United States. *Jour. Of Scientific Exploration*, v. 4, p. 55-69.
- Duba, A., 1976. Are laboratory electrical conductivity data relevant to the Earth? *Acta Geodaet., Geophys. et Montanist. Acad. Sci. Hung.*, v. 11, p. 485-495.
- Falcinelli, F., 2005. Progetto Radiomet - Proposta per un esperimento coordinato di monitoraggio sulle radioemissioni ELF-VLF prodotte da fenomeni meteorici e da fenomeni terrestri naturali. Italian Committee for Project Hessdalen, p. 1-13.
- Finkelstein, D., Hill, R.D. and Powell, J., 1973. The piezoelectric theory of earthquake lightning. *Jour. of Geophys. Research*, v. 78, p. 992-993.
- Federici, P.R., Tellini, C., 1983. La geomorfologia dell'alta Val Parma (Appennino settentrionale). *Riv. Geogr. Ital.*, v. 90, Fasc. 3-4, p. 393-428
- Freund, F., 2002. Charge Generation and Propagation in Igneous Rocks. *Jour. of Geodynamics*, v. 33, p. 543-570.
- Freund, F., Takeuchi A. and Lau, B., 2006. Electric Currents Streaming Out of Stressed Igneous Rocks – A Step towards understanding pre-earthquake low frequency EM emissions. *Physics and Chemistry of the Earth*, v. 31, p. 389-396.
- Freund, F.T., 2003. On the electrical conductivity structure of the stable continental crust. *Jour. Geodynamics*, v. 35, p. 353-388.
- Freund, F.T., 2007. Pre-earthquake signals – Part I: Deviatoric stresses turn rocks into a source of electric currents. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, v. 7, p. 1-7
- Gennaro, V. and Giaioti, D., 2004. Misure del campo elettrico terrestre nella valle di Hessdalen Italian Committee for Project Hessdalen Report Winter Mission
- Golubev, Y.K., 1995. Diamond exploration in glaciated terrain: a Russian perspective. *Jour. Geochem. Exploration*, v. 53, p. 265-275.
- Gori, M., 2001. Hessdalen EMBLA 2001: VLF Radio Report and some further proposals for the next Missions. CIPH Articoli, n. 5: <http://www.itacomm.net/ph/gori01.htm>.
- Hauge, B.G., 2007. Optical spectrum analysis of the Hessdalen phenomenon. Preliminary Report June 2007. The 7th Biennial European SSE Meeting, August 17-19, 2007– Røssø, Norway, p. 31-42.
- Kozlovsky, Ye.A. (Ed.), 1987. Superdeep Well of the Kola Peninsula. Springer Verlag, Berlin, 558p.
- Lax, K., Edén, P., Björklund, A., 1995. Wide-spaced sampling of humus in Fennoscandia. *Jour. Geochem. Exploration*, v. 55, p. 151-161.
- Locardi E., Nicolich R., 1988. Geodinamica del Tirreno e dell' Appennino centro-meridionale: la nuova carta della Moho. *Mem. Soc. Geol. It.*, Vol. 41, p. 121-140.
- Mäntyniemi, P., Husebye, E.S., Kebeasy, T.R.M., Nikonov A.A., Nikulin, V. and Pacesa, A., 2004. State-of-the-art of historical earthquake research in Fennoscandia and the Baltic Republics. *Annals of Geophysics*, v. 47, nos. 2-3, <http://hdl.handle.net/2122/785>
- Meshcheryakov, O., 2007. Ball Lightning-Aerosol Electrochemical Power Source or A Cloud of Batteries. *Nanoscale Res. Lett.*, Springer: <http://www.springerlink.com/content/501k0653122j172u/fulltext.pdf>
- Petrucchi, F., Careggio, M. and Conti, A., 1996. Dinamica dei versanti e della pianura della Provincia di Parma. *L'Ateneo Parmense, Acta Naturalia*, v. 32, p. 1-39.
- Shankland, T.J., 1975. Electrical conduction in rocks and minerals: parameters for interpretation. *Phys. Earth Planet. Inter.*, v. 10, p. 209-219.
- St-Laurent, F., Derr, J. and Freund, F., 2006. Earthquake lights and the stress-activation of positive hole charge carriers in the rocks. *Physics and Chemistry of the Earth*, v. 31, p. 305-312.
- Strand, E.P., 1985. Project Hessdalen 1984 – Final Technical Report, Project Hessdalen Articles and Reports. <http://hessdalen.hiof.no/reports/hprepost84.shtml>
- Straser, V., 2007. Precursory luminous phenomena used for earthquake prediction. The Taro Valley, North-western Apennines, Italy. *New Concepts in Global Tectonics Newsletter*, n. 44, p. 17-31.
- Straser, V., 2009. A “jackpot” for the forecast of earthquakes: The seismic swarm in the north-western Apennines, December 2008. *New Concepts in Global Tectonics Newsletter*, no. 50, p. 4-13.
- Teodorani, M. and Strand, E.P., 1998. Experimental methods

for studying the Hessdalen phenomenon in the lights of the proposed theories; a comparative overview. ØIH Rapport, 1998 (5), Høgskolen i Østfold (Norway), p. 1-93.

Teodorani, M., 2004. A Long-Term Scientific Survey of the Hessdalen Phenomenon. Journal of Scientific Exploration, v. 18, p. 217-251.

Teodorani, M., Nobili, G., 2004. Monitoraggio di Anomalie nell'area di Solignano. Galileo. http://www.galileoparma.it/Solignano_Report_1.pdf.

Teodorani, M., 2008. Sfere di Luce: Grande Mistero del Pianeta e Nuova frontiera della Fisica. Scienza & Conoscenza, Macro Edizioni, p. 192. ISBN 88-6229-008-X.

Turner, D.J., 1998. Ball lightning and other meteorological phenomena. Physics Reports, v. 293, p. 1-60.

Warwick, J.W., 1990. Radio emissions from an earthquake. Journal of Scientific Exploration, v. 4, p. 273-279.

Zanzucchi, G., 1980. Lineamenti geologici dell'Appennino parmense. Note illustrative alla Carta e sezioni geologiche della Provincia di Parma e Zone limitrofe (1:100.000). In: Volume dedicato a S.Venzo, Step Parma, p. 201-233.

Zou, Y.S., 1995. Some Physical Considerations for Unusual Atmospheric Lights Observed in Norway. Physica Scripta, v. 52, p. 726-730.

Websites cited

<http://hessadlen.hiof.no/reports/hprepost84.shtml>
<http://www.meteogiornale.it>
<http://www.springerlink.com/> <http://www.arifidenza.it>

地球の内部—神話と科学

THE EARTH'S INTERIOR – MYTH AND SCIENCE

Giovanni P. GREGORI

ICES – International Centre for Earth's Sciences (c/o CNR)
 via Fosso del Cavaliere 100, 00133 Roma (Italy)
giovanni.gregori@idac.rm.cnr.it

(山内 靖喜・小泉 潔・柴 正博・矢野 孝雄 [訳])

要 旨：地球深部の現象についてのいくつかの解釈は、科学的な知識の誕生以来生き残ってきたある“神話”に主に頼っている。実際の観察によって支持されるものは何か、“オッカムの剃刀”*に基づいて何が再考され、改良を加えられるべきか、そして必要な場合には何を否認するべきか、を認識するためには、私たちの文化的遺産の根源にかんする注意深く批判的な再考が助けとなる。ジオダイナミック過程と火山活動の仕組みと共に地球内部を扱ったいくつかのアイディアは“疑わしい”ものであり、考え違いであることが証明されるであろう。科学的アイディアは、今日の知識の進歩に寄与することができる。

*訳者注:「ある事柄を説明するためには、必要以上に多くの実体を仮定するべきでない」という指針(ウィキペディア)
キーワード：地球内部、火山活動、大陸の起源、造山運動、地球発電機、地熱流

1. はじめに

私たち全員は、私たちの潜在意識の文化遺産に頼っている。いくつかの“先天的な”概念は観察によって実証されていないにもかかわらず、事実と科学を考える私たちの方法はこれらの概念によって大きく支配されている。この点で、科学の歴史はまさに学問的好奇心の問題ではない。むしろ、それは私たちの理解の今日の進歩のために大きな発見的価値をもっている。特に、私たちの“科学的”遺産において、観察によって客観的に実証された事実と以前の神話あるいはある一般的に受け入れられている信念の残渣とを識別する手助けとなる。それゆえに、本論はある概念の歴史的発展を報告しているいくつかの逸話的目録(たとえば, Gregori and Dong, 1996a) に集

中していない。加えて、思考の数千年間の発展について徹底した評論と批判的で歴史的な再評価を行うつもりはない。むしろ、いくつかのあまり関連のない細部をとばし、地球内部を扱ったいくつかの主要な潜在意識のアイディアのみを強調するように努める。しかしながら、このような厳格な選択が歴史家の仕事と年代史家の仕事を区別することであることはよく知られており、それは著者によるいくつかの主観を不可避免的に含んでいる。

最終的な分析においていくつかの現在の討論と関心事は未だに私たちの古くから遺産に、そしてしばしば実証されていない無意識の遺産に由来する。私たちがこのような文化的根源をはっきりと知ったとき、私たちは観察記録についてのより良く、かつより正しい解釈を推論する

ことができる。第2節は、地球の一般的な内部構造に関する基礎的な概念を扱う。第3節は、造山運動と大陸の起源に関する弁明を含めて、ジオダイナミクスに関する関わりを述べる。第4節は火山活動の起源の説明の問題点を検討し、第5節は短い結論である。

2. 概念の発展

広範で学問的な評論は、Brush(1982, 1996, 1996a & 1996b) によって出されている。ここに述べられた非常に図式的な記述は、僅かばかりの基礎的で主要なモデルをはっきりと区別している。いろいろな基礎的なアイデアとモデルが組み立てることができる場合に、それらは連携して一つの様式を与える。

2.1 地球の空洞説

有史以前の人間の恐れと魔法が入り混じったものを先ず初めに考えてみよう。溶岩流、火山噴火、カルストの終わりののしれない洞窟、あるいは地震などの驚くべきショーに直面したとき、それは私たちの同じ感覚にまだ充満している。その上、人間の死そして亡くなった後の靈魂の世界の信仰の謎が加わる。このようにして、死者が君臨し、泥の川、マグマの川などがある地下世界（図1）の神話の誕生が説明される。従って、地球はある種のブルーチーズによく似たように想像された。これは、今では tout court, 地球の“空洞説”と呼ばれている。

その主要な根源は、サハラの先古典期文明にまでさかのぼる。このような推論は、イベリア半島の先ローマ時代の墓の碑文によって実証される。Arnàiz Villena and Alonso Garcia (1998) このような碑文を解析し、それ

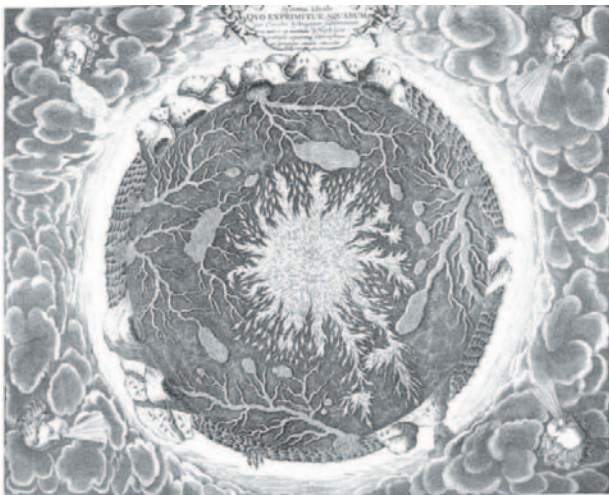


図1 Athanasius Kircher(1602-1680)による地球内部、1678年出版のMundus Subterraneus(地下世界)より。明らかに有史以前から広範に普及しており、ほぼ今日まで生き残っていたアイデアをこれは伝えている。火、泥、水などの川の巨大なネットワークが惑星全体を横切っている。惑星はある種の“ブルーチーズ”のように見え、従って人間が探検して訪れることもある。火山が引き起こされる今日の“配管工”概念（すなわち、マグマを運搬するパイプラインのネットワークの見地）は、このような観察に基づいての動機づけられていない“神話”の今日まで生き残った遺物である。Kircher(1678)による図及び Sapper(1903)。

らをエトルリア文明^{*1}とミノス文明^{*2}の古文書及びバスク語と比較した。加えて、ベドウィン族、バスク族及びトスカナ^{*4}とクレタに現在住んでいる人々の対立遺伝子^{*5}を調べた。そして彼等は以下のように結論した。古代のサハラの住民の土地が砂漠化したときに、彼等は海を渡って現在のバスク地方、トスカナ及びクレタに移住した。エトルリアやミノスのように偉大な専門的技術を持った地方文明が突如誕生したことを、彼等はこうのように説明した。これらの文明は、その地方において順調に発展したことを想像させるそれ以前のなんらかの証拠によってほとんど証明されることができなかった。

*1: 訳者注, エトルリア Etruscan, 紀元前8世紀から紀元前1世紀にイタリア半島中部にあった都市国家群。

*2: 訳者注, ミノス Minoan 文明=クレタ文明は3000~1100 B.C. にクレタ島で栄えた青銅器文明。

*3: 訳者注, バスク語はピレネー山脈西部のバスク人の言語。

*4: 訳者注, イタリア中部の地方。

*5: 訳者注, 相同な遺伝子座を占める遺伝子に複数の種類がある場合の、個々の遺伝子のこと。

この1000年間を通して、空洞説の痕跡をたどることができる。例えば、中世の最も良く知られた類の百科事典のうち、数世紀にわたってヨーロッパ文化全体に大きな影響をおよぼしてきたのは、Dante Alighieri(1265-1321)によるLa Divina Commediaである。これは、この時代の科学、哲学及び神学の最先端の知識を本当に総合したもので（図2）、空洞説に厳密に依存している。

地獄は、地球内部深くにある。Danteはラテン系詩人バージルの靈魂に案内されて地球全体を巡る観光旅行を行うことを想像している。煉獄（天国へのある種の一時的な控えの間）は、南半球の巨大な海洋の中央で、エルサレムの地球上の正反対側にある島にある山である。極楽は天動説天文学のエウドクソス^{*1}球上の天国内にある。最も大きいこのような球体、例えばEmpyrean（最高天）は神の座であり、世界に関する真の完全なる基準系である。Jean Buridan（~1300~>1358）は図3の概念を用いた。数世紀にわたって、このようなモデルは、現実の物質界の真の表現であると信じられていた。1657年にAthanasius Kircher(1602-1680)はローマでIter extaticum secundum（2番目の有頂天旅行）という本を出版した。この本においては、主人(Cosmiel)は弟子(Theodidactus)と水晶で作られた船で航海し、その後は徒歩で地球の驚くべき内部を案内する。

*1: 訳者注, エウドクソス Eudoxus, ギリシャの数学者(408 BC - 355 BC)

17世紀のまさに最後の年にEdmond Halley(1656-1742)は地磁気の現世の変動の西方移動を発見した。彼の時代において磁場に関して唯一知られている源は、磁気を帯びた物体である。従って、彼の発見を説明するために、地球深部においていくつかの磁化の程度が異なる同心球状の層があり、相対的に回転していると彼は推測した。

加えて、このような同心球状の層と層の間にある程度のうつろな空間があり、そこは住めるかもしれない空間であると想像することは、彼にとって疑問の余地がないことに思えたのである。極のオーロラは高緯度の適当な隙

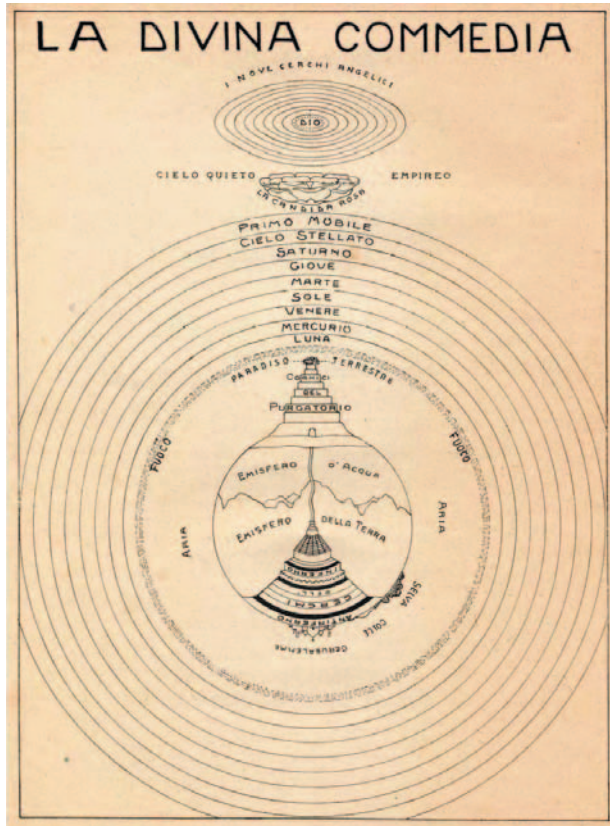


図2 Dante の La Divina Commedia による宇宙。これは現代科学が打ち破らなければならない最強のパラダイムであった。数世紀にわたり、これは公式の文化において深く根づいた本拠となっていた。天動仮説の瓦解と南極大陸の発見までそれは持続し、そして地球の空洞説に関してはほとんど 19 世紀末まで続いた。その思い出は未だに火山活動における今日の“配管工概念”に生き残っており、それは昔の地下の熱い泥と火の川に由来している。図中の語句はイタリア語であり、韻文のようである。地獄への入口はエルサレムの近くで、その地球上の正反対側で南の海の中央に煉獄山がある。エウドクソスの“水晶”球体まで登ることができ、Empyrean(最高天)は神の座である。図は Gustarelli(1920) より引用。

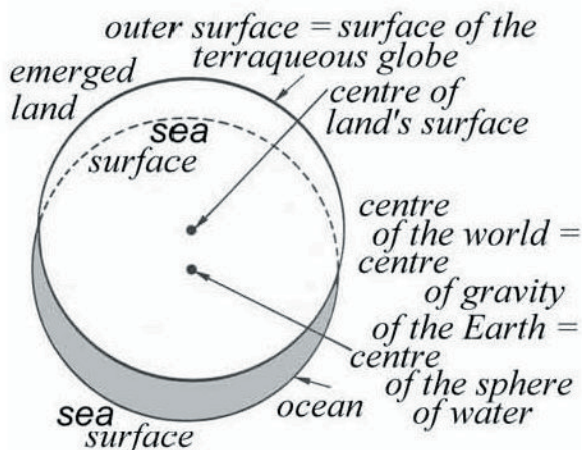


図3 南半球に想像された巨大な海洋を説明する Bridan の推測。Gohau(1990) を描き直した。

間を通して地球の内部から漏れた光として解釈された。Halley の哲学協会の公式肖像画（図4）には、手にモデルをもっている彼の姿が描かれおり、このような概念を想起させる。この概念は、彼の最も重要な業績と考えられていた。

Jules Verne(1828-1905) は、博識で明晰な地理学者であった。発着所による今日のリモートセンシング手法の概念を予想して、彼は気球によるアフリカ探検計画を提案した。彼は不成功で、挫折感を感じた。大衆化した科学の執筆において、彼の博識は彼をある程度有利にしていると忠告を受けた。彼の最初の本は大変な成功を収めたので、その後彼は研究をやめ、本当の作家になった。彼は真の科学研究に従事するためのすばらしい科学的訓練を受けていたために、実践的な感覚を持っていたことはありそうなことのように思える。なぜ彼の小説のすべてが科学の将来の達成をある程度予測できたのかを、このことが説明している。事実、彼の小説「地球中心への旅」は彼の時代の公式的科学を示している。1818年に中空の地球探検の遠征隊を指揮することを望んでいると主張した John Cleves Symmes, 1906年に「極の幽霊」という本を出版した William Reed, 1920年に「地球内部への旅、あるいは極は本当に発見されたのか」という本を出版した Marshall B. Gardner(1854-1920)、ドラゴンなどと戦いながら地球の中心への旅を想像した小説を数冊書いた Edgar Rice Burroughs(1913-1944に活躍)を含む何人かの作家について、Eather(1980)はある程度細かく述べている。1963年に Raymond Bernard は「中空の地球」という本を出版した。その中で、極の穴は Admiral Bird によって発見され、そして国防省によ



図4 Edmond Halley の公式の肖像画で、中空の地球に関しての彼のアパートモデルを手にもっている。地磁気の現世の変動の西方への移動を説明するために彼はこのモデルを想像した。1600年代のまさに最後の年に彼はこの移動を発見した（そしてことによるとと住めるかもしれないと彼は推測した）。王立協会の好意による。

て秘密にされていると彼は主張している。

このような信仰の名残は、現在、マグマ流のための地下のパイプラインに関する火山活動の“配管工”概念中に生き残っている（第4節参照）。

2.2 砲丸

George-Louis Leclerc comte de Buffon(1707-1788)は、金属製の砲丸を冷却する実験を実行した。このやり方で彼は、高温高压での物質の状態方程式に関する知識のギャップを埋めることを試みた。現在でも、このような基本的なギャップのいくつかは、ほとんど未解決のままである。冷却しつつある流動体からなる球のような地球を想像するこの方法はまだ生き残っており、私たちの主要な潜在意識の遺産は、1940年公開の最初のWalt Disney映画「ファンタジー」によってたいへん美しく表現されている（これは1913年ストランビンスキー作曲のLe Sacre du Printemps[春の祭典]に対する視覚的解説である）。すべての地球科学者は、子供の時にこの映画をみている。

Buffonは、非常に博識な科学者であった。彼は有名な“自然科学の百科事典”（啓蒙思想^{*1}の偉大な時代の始まりである1749～1789年に刊行された36巻からなる“Histoire naturelle, générale et particulière”）を著した。



図5 惑星の憶測された起源としての太陽と彗星の衝突。BuffonのHistoire naturelle (1785)より。

チャールス・ロバート・ダーウィン(1809-1882)を含めて次の世紀の科学の発展に関して、彼には大いなる名誉が与えられ、大きな影響をおよぼした。今日の科学は総合における彼の偉大な努力について、彼に感謝しなければならない。この総合は次の世代の科学者の訓練に役立ったのである。惑星系の形成に関して、彼は太陽と彗星の衝突を想像した（図5）。そして、20世紀初頭においてさえ、彼のモデルは信頼できるであろう推測として報告されている（Sapper, 1903）。今日、これはばかばかしいものに思われている。しかし、彼の冷えつつある地球という素朴な概念の大半が、無意識ながらも、地球内部に関する基本モデルとして、今日報告されるものの中に基本的に未だに生き残っていることは信じがたい。

*1: 訳者注、啓蒙思想 the Enlightenment, 18世紀の後半のヨーロッパの文化運動、フランスで最も大きな政治的影響力を持ち、フランス革命に影響を与えたとされる（ウィキペディア）。

2.3 浮かんでいる地球

砲丸概念は、大変古いアイディアである浮かんでいる地球に移植された（図6）。同じアイディアが、地球の殻の推測された周期的な破裂、水の流出、及びそれに続く再び地下へ水の供給という見地から数世紀にわたって保持された。デカルト(1596-1650)は、このやり方で造山運動と大陸の形成の2つを説明した（図7）。彼は、レオナルド・ダ・ヴィンチ(1452-1519)による古い概念を復活させた。19世紀の間、基本的には同じ考え方が、斉一論者あるいは水成論者の基礎にあった。ガウスはこのモデルを信じていた。彼は50kmほどの規模の厚さをもつ地殻を考えていた。

2.4 現在のモデル

マントルとリソスフェアが固体であり、最近では内核

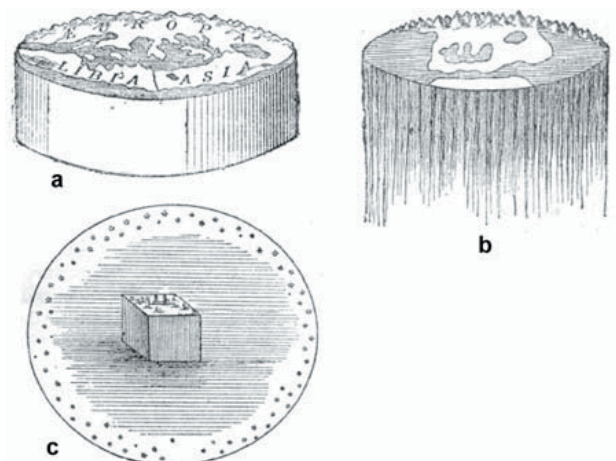


図6 浮かんでいる地球。a) アナクシマン드로ス^{*1}(～610-347BC)による；b) コロホンのクセノファネス^{*2}(580-577BC)に生まれ、92才あるいは100才以上生きた)による；c) プラトン(427-347BC)による[Flammarion(1874)より]。

*1: 訳者注、アナクシマン드로ス Anaximander, イオニア人の都市国家ミレトス出身の哲学者。

*2: 訳者注、クセノファネス Xenophanes, 古代にアナトリア半島南西部に存在したイオニア地方コロホン Colophon 出身の哲学者。

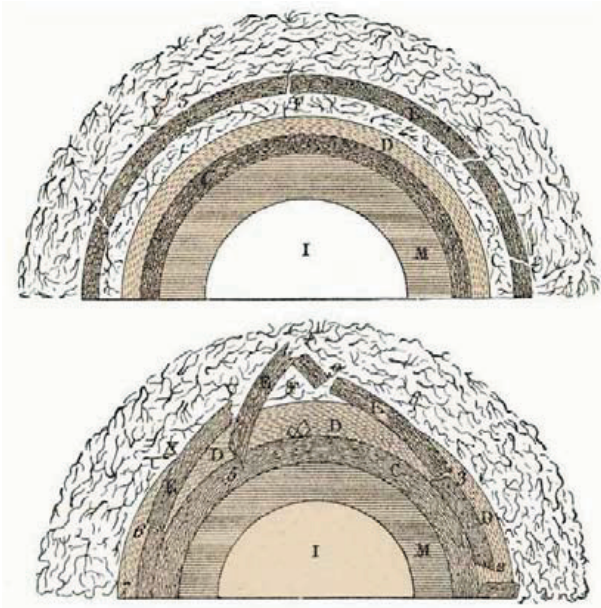
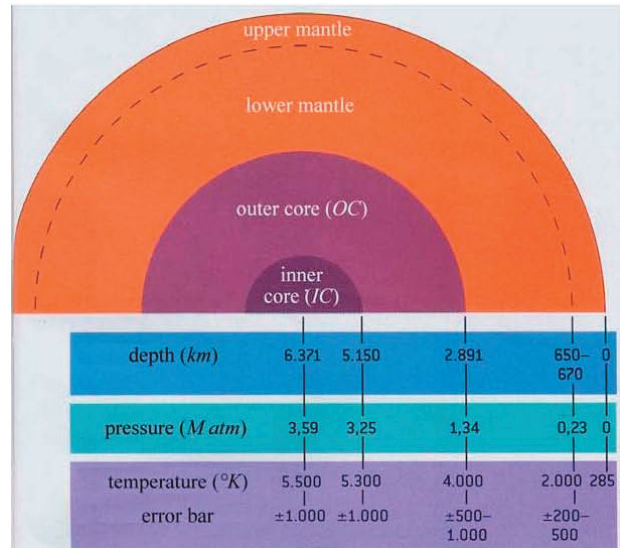


図7 山地形成についてのデカルトの概念（レオナルド・ダ・ヴィンチの概念の呼び戻し）。周期的な地下への水の供給と地下からの水の流出を伴う水の循環の見地による。幾人かの古代ギリシャの思想家達までさかのぼることができるアイディアを呼び戻した。そして、それは後の19世紀まで一観論者あるいは水成論者の神話となった。この原因はデカルトによるが、今日の歴史的な文献中にしばしば述べられている。

(IC) が固体であることを、地震学者は明確に証明し、全ての過去の意見は大幅に再考されなくてはならなくなった。現在推定されている地球深部の特性についての模式図が、図8にまとめられている。数人の同時代の地球科学者はそれを意識しているようには見えないが、地球内部を推定するために2, 3の実質的に異なった基礎に基づいた方法に、大きな意見の違いがいくつかありそうである。以前の“俗説”は、現代数学のスキルに置き換えられている。実際、すべての著者は、彼らがもっともよく知っている数学的方法に特別な意味を与えているように見える。かつての予備的分析を悪用する地球物理学者によると、応用数学者は信頼できるプロの科学者であり、彼らは基本的アイデアあるいは直感的モデルに基づいて巧妙に確証的分析を行うことができる (Tuckey, 1976)。しかし、先入観を持って予想されたモデルが本質的に不適切であれば、数学的なスキルはかつての物理的先入観を取り除くことはできない。数年後に応用数学者によって行われた方法が不成立だと判っても、予備的分析が間違っていることによる責任は応用数学者にはないだろう。しかし、明白な事実が、認識されていない場合が多いようである。

2.4.1 固体地球

地球の“空洞説”[tout court] が固体力学の地球理論の“息子”とみなす数名の科学者が、2つの固体部分からなる地球を扱っている。それはICと外核との間に厚い流体層を持つというマントル+リソスフェア+地殻の集合体である（“空洞説”はそれをmalicrustと呼ぼうとしている）。地球の自転周期異常の時間的な流れの重要でない細部の研究に基づいて、流体である外核の粘性を



第8図 地球深部の物理的パラメータについての現在の見積もり (Scandolo and Jeanloz, 2004)

推定している。巧妙な分析によると、彼ら全員が、そのような流体にはほとんど摩擦がないことに同意し、断定している（口語的には、彼らは室温の水よりも粘性が小さいと主張している）。ICは流体OCがあるため、明らかにその動きと反対にはたらく摩擦はなく、前後方向への運動はない。

2.4.2 流体地球

非常に対照的なモデルは、Buffonのかつての“砲丸【cannon-ball】”モデルと浮遊地殻モデルの“息子たち”であろう。それらは、流体力学に関するあらゆること、あるいは磁気流体力学 (MHD) に関するe.m. 相互作用を含むあらゆることを考慮している。2つの点が強調されるはずである。

マントルは、ニュートン流体（すなわち、すべての小応力は常にそれに比例した流れを引き起こす）のように記載されることが多い。マントル対流は、未だに文字通りに語られることが多い（そしてそれは、以下で語られるOC対流と混同してはならない）。マントルの粘性は様々な方法で見積もられ、そのようなニュートン流体の流速は、最大でも～1cm/年のオーダーであると推定される。時間スケールについていくつかの考えがある。数学的に、対流セルは直交関数であり (McDonald, 1966)、この観点から常に厳密に決めることができる。しかしながら、物理的に、時間的遅れが対流セルの少なくとも1つを満たすサイクルが完結することを必要とする間は、システムがいくつかの定常状態にあり続けるときにのみ、直感的には道理にかなっている。従って、直径～2900kmのマントル中の対流セルは、完結までにほぼ～1Ga年という時間を要するはずである。そのような問題を排除するために、そのような対流セルはたくさんのより薄い層を含んでいるはずであると、推測されている。1桁小さいと～100Maオーダーで、時間スケールは小さくなる。それでも、永年変化（～数10年）の典型的な時間スケールより非常に長い。そのような理由で、マントル内の対流

（それが意味があると仮定すれば）は、いくつかの実測が正しいとすると、不適当であるように見える。事実、証明されるはずのものが存在するのであれば、比較的非常に長い時間スケールでの有効な観察事実のほんの少しの部分のみを説明することができるに過ぎない。

より大きな矛盾した事実は、標準的な MHD 地球ダイナモモデルである地球磁場の起源に関わっている。それらは、エネルギー供給の必要条件を減らすために、電気伝導度 s を 8 と仮定された流体 OC に関係する。しかしながら、流体 OC に対流運動を引き起こし、維持しているであろう熱源によって誘起される地球ダイナモ機構は、適正で調和するエネルギー喪失メカニズムを説明しえない。ついで、引き起こされるダイナモ流動のさらなる増加は、磁力の漸進的增加によって引き起こされ、それは全プロセスの存在に関して破局的状態をもたらす。実際、これは方程式が形式上、すべてのそのような多数のモデルで解かれたときに発見された結果である。実際、この不可癒的で物理的（数学的ではない）状況で、最終的に特に強い凝集力を持った完全固体のようにふるまう地球の内部構造を示す完全なブロッキング（Biermann のブロッキング）を、IC・OC と malicrust が引き起こす。そのため、IC はマントルに完全に固定されることになる。この結論は、固体地球モデルの推測に矛盾することは明かである（2-4-1 節）。さらに、本質的な矛盾は、ダイナモを引き起こす完全な構成要素である流体 OC 内に推定される対流に関係している。対流を正しいとするほかの運動についても、完全な Biermann のブロッキングのような種類の運動を禁じている。この基本的問題についての広範な議論は Gregori (2002) にある。

2.4.3 “キタムラサキウニ”モデル

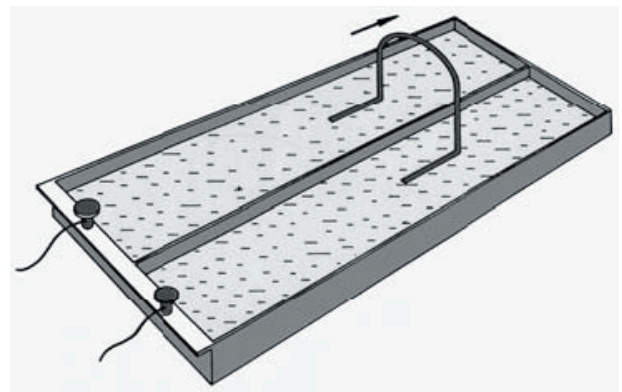
筆者 (Gregori, 2002 & 2004) は、この矛盾した事実に解答を出した。客観的あるいは直接的あるいは間接的な観察事実について一できる限り文化的に先入観のない一考慮した材料から、この推論は導かれた。長い議論はこの論文の範囲を超えるので、2, 3 の非常に短く本質的なコメントのみをここに示す。概して、この解釈は、最新の観察事実を少しずつ挿入することによって到達され、モデルは少しずつ詳しくなってきた。それは少なくとも全体として変更されるべきことの証明が成功するまでは、付け加えられた前例のないいくつかの観察事実が有効になるにつれて、このモデルはそれに沿って改良されるだろう。しかし、著者の認識によれば、そのモデルはすべての有効な観察事実に適しているようであり、以前に対照された解釈より自然の現実に非常に近いようである。

固体地球モデルの推定を受け入れ（2-4-1 章）、そして malicrust と IC の完全な機械的な分離を仮定してみよう。IC ではほとんど無視してよい程度のものだが、引き潮は外側すなわち malicrust でより大きい。日長の荷重 [?loading → loading?] 効果が、大陸塊や地球深部に非常に粘性度の低い海水によって起こされることは現在広く知られている。潮汐トルクの大きな違いが、いわゆる

荷重潮汐として知られるメカニズムによってさらに大きく強められる。こうして、海水は、西方に押すように大陸棚に荷重をかける。この効果は、普通、荷重潮汐として示される。IC では回転速度をより速くさせ続けるが、外部から malicrust に適用されるこのような効果は回転をさらに減速する。惑星の形成についての標準的教科書によると、地球は、その形成時におそらく 5 ～ 6 時間で自転していた。

malicrust と IC 間の強い磁力による結合の存在についての標準的な MHD 地球ダイナモモデル論者による反論は、支持できない。実際、それらモデルの本質的な問題は、Biermann のブロッキングと同じ意味の用語を繰り返しているようなものである。これらのモデルは偏見の始まりであり、それらの仮定の中に潜在している。さらに、推測される地球深部の密度の不均質による重力による結合で起こりうる固定は、正に正当とは認めがたい特別な仮定のように見える。そしてそれは、重力によって強く固定されるはずだったそのような流体体内に、対流あるいは他の運動の結果として生じる固有の内在する不可能性によって否定される。

結論は、IC に対する malicrust の大きな相対的回転による潮汐で駆動する (TD) ダイナモである。IC の回転は malicrust より速い。結果として地球は、その再充電や再放電に時間的ズレを伴う自動車のバッテリーを思わせる。いくらかの電流 j は地球深部のどこかで生じたにちがいない。そして、それらは空間全体に広がっていったはずである（図 9；これは Hamilton の多様性原理として知られている）。 σ の 2 つの大きな段階的下降が、内核境界 (ICB) と核 - マントル境界 (CMB) をそれぞれ横切って地球内部に生じている。いくらか関連した j の集中が、それぞれのそのような境界の比較的薄い層の上の流れとして観察されるはずである。ICB での j 系は、流体 OC 内に猛烈な対流を引き起こすジュールの喪失に由来するものである（図 10）。さらに強いジュールの分散が CMB で生じている。さらに作用 - 反作用の法則のために、全く同一の全エネルギーの 2 つの j 系が、ICB と CMB の両方



第 9 図 電気回路ができる限り広がろうとすることの証明に関するアンペールによる実験。回路に（電圧または電流）の発生機を使用するとき、2 つの水銀容器に浮いている橋が外側に動くであろう。物理理論的には、これは Hamilton 原理と見なされることである。図は、Bruhat (1963) によって描き直されたもの。

に誘発されているはずである。それに対して、実際に観察される j パターンは ICB で $\sim 10^{20}$ J, CMB で $\sim 10^{18}$ J のエネルギーを持っている。エネルギーの大部分がジュールの喪失によって解放されたとしても、TD ダイナモは磁力エネルギーの発生に関して $< 1\%$ 以下と非常に低い性能しか持っていない。そして地球の内部エネルギー量を発生させている（そして事実、放射能などのような別の供給源が単なるオプションのように見えるのに、そのようなメカニズムはさらに全量を正しいとするのに十分なようである）。

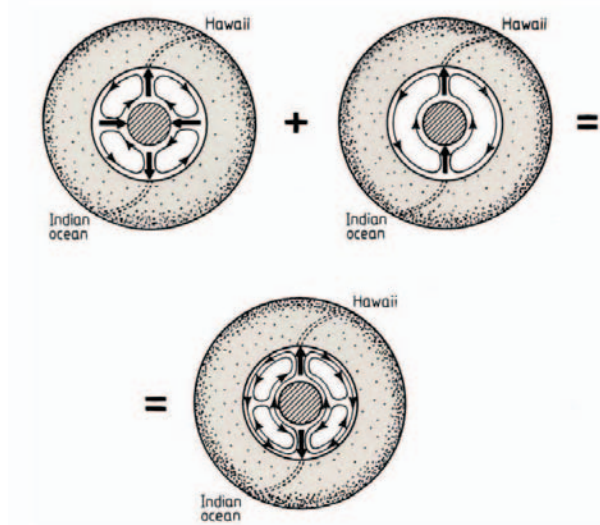
決定的な記事が、malicrust 内のエネルギー伝播に関するメカニズムを扱っている。以前は、 j のほぼ球殻を考えた。いくらかの小さな隆起が表面に発生することが想像される（図 9）。Hamilton の原理（図 11）により、局所的なジュール熱の相対的な増大と σ の増加のために、 j は隆起部の上に集中する。それ故、 j はさらに外側に広がり、上を覆うマントル中に突き抜けることができるし、できなければならない。結果としてメカニズムは、一塊の水を突き抜ける電氣的に結合した鉄 (E. S. I.) を思い起こさせる。地磁気観測は、トゲの断面が次第に小さくなるのに、上方への運動の平均の速さが ~ 10 cm/年（速さはほとんど 0 から始まり ~ 20 cm/年に）を示す OC 内の対流と E. S. I. メカニズムの両方の証拠を与えている。全過程が全 malicrust を横切って ~ 27.4 Ma と長続きしている。

地球では ~ 27.4 Ma 毎に発生し、それぞれは $\sim$ 数 Ma 続く、鋭く強烈な心臓の鼓動のような心電図を思い起こすパターンを示している。そのあらゆる場合に、大きな火成活動地域が形成される。地球のバッテリーは、タイムラグの間に内部に熱を蓄積する。E. S. I. メカニズムが地球表面までキタムラサキウニのトゲのように押そうとする

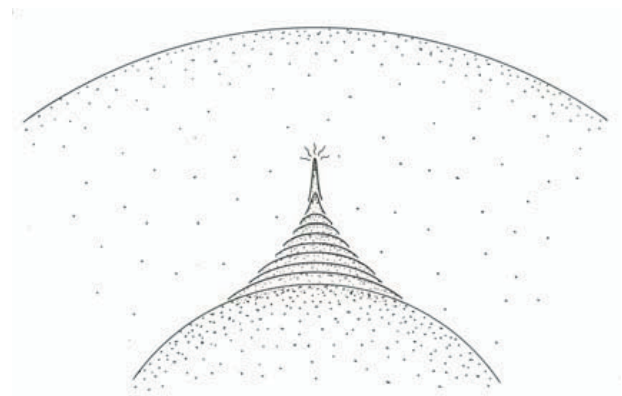
と、地球の放電能力はその再充電効果を圧倒し、バッテリーは急激に放電する。エネルギーの保存は、相転移によって発生する。OC の完全な冷却の前に、局地的な冷却の結果削減された σ のために、キタムラサキウニのトゲはその深部での近道であり、そして TD ダイナモは残存する少量の流体 OC に依存することによって再出発することができる。このようにして、エネルギーをあらためて再蓄積できる（非常に初期に全放電と冷却の後にそれらの本体が完全に固結し、しかも TD ダイナモが再出発できなかった月あるいは火星とは異なる）。

現在、地球は 1 回の鼓動の最上部に近いところにある。全人類史（ $\sim$ 数 10^4 年）はそのトップ（それぞれの鼓動は、通常は $\sim$ 数 Ma 継続する）に生じている。この出来事の間を生じた大きな火成活動地域がアイスランドの誕生である。地球進化のこのような段階は、おそらく比較的惑星規模で増加する地熱流量と関連した温暖化の現在の傾向を証明している。そしてそれはもっとも最近のさまざまな気候異常（研究は進行中）と関連しているように見える。

まとめると、地球はレオロジー的な形態に関する限りタマネギを思い起こす構造を持っていて、 σ に関する限りはキタムラサキウニのようなものと考えられる。キタムラサキウニパターンは物質あるいは原子の運搬を示すものではなく、むしろ電子の伝導電荷の運動のみを示している。伝導する malicrust に起因するファラデーのスクリーニングを打ち破るために、キタムラサキウニは太陽



第 10 図 ICB で生成した電流によって熱せられたジュール熱が流体と粘性のない OC 内で強烈な対流を引き起こす。観察された証拠（ここでは報告されてない）によると、二つの主な上昇ブルームが大雑把にはハワイのホットスポットとその反対側のインド洋地域の下部に位置するはずである。Gregori (2002) による。



第 11 図 例えば、CMB (同様な論拠がまた他のすべての j 殻に適用している) を流れる見せかけだけの電流 j を考える。完全な球対称からのそれぞれのもともとのより小さいズレがより小さい上昇流を示している。そしてそれは Hamilton 原理によると、 j は存在しなければならない。それらは局地的な発熱を生じる。そのため局地的な電気伝導度 σ が増加する。それ故、Hamilton 原理によると、 j は外側に伝播し、その進行過程は自己拡大していく。最終的には、一塊の水を突き抜ける電氣的に結合した鉄 (E. S. I.) とよく似ている。上方に鋭く尖っているものの断面は時間とともに小さくなっていき、その放射速度は大きくなる（見積もられる大きさのオーダーは $0 \sim 20$ cm/年）。いくつかのこのような形態は、地磁気の記録を用いて認められる（詳細はここでは示さない）。球のレオロジー特性を参照すると標準的に“タマネギ”モデルが未だに維持されているが、そのようなモデルは、 σ を参照すると、地球内部に関してキタムラサキウニモデルと言うことができる。Gregori (1993) による。広い議論については、Gregori (2002) を参照のこと。

風と深部地球との間が密接に e.m. 結合していることを示している。それ故、大気の電気回路とその機構制御の密接な関係を含めて、太陽風と深部地球との間の e.m. 結合は、批判的にいえば詳細に再検討されるべきである (進行中)。

最近数 Ma の間、充電と放電のエネルギーバランスは、再充電に関しては $4 \sim 5 \times 10^{12} \text{W}$ で、放電に関しては $\sim 7.54 \times 10^{13} \text{W}$ である (誤差範囲が大きく、ほとんど見積もることができない)。これらの比 $\sim 1/19$ は、惑星規模でのいくらか大きい地熱流を示す現在の深部地球が急激な冷却段階を体験し、急激に気候が温暖化する傾向にあることを意味している。しかしながら、エネルギー量は、太陽活動 (>22 年単位) によって、数十年についてはエネルギー収支が消耗する方向に向かっている。

キタムラサキウニメカニズムは、小さなパターン (原理的にあらゆる電撃がこのような現象の一つである) から、いくつかの (すべてではない) 火山のように次第に増加していく構造、中央海嶺 (MOR) な細長い構造、そして大陸規模の構造へという、異なった大きさの地球の構造を暗示している (第 3 章参照)。

3 大陸の地球力学、造山運動と起源

2, 3 のよく知られている矛盾した理論体系のみを手短かに思い起こしてみよう。すべての推測的な説明や地球力学的証拠のすべてのリストをここで提供することはできない。非常に長く、広範囲な歴史的調査やきちんとした再調査が必要である。未だに大陸の起源は推測的論点であるようであり、説得力のある説明は得られていないようである (例えば Scheidegger, 1982)。

一般によく知られたモデルは、アイソスタシー仮説に依存するプレートテクトニクスである。最も広く言及されたモデルであるが、よく知られている通り、報告にはいくらかの違いがある。レビューにはたくさんの紙幅が必要である (例えば, Wezel, 1994)。大陸の形成は、それらが浮いているマントル内の流体の運動 (対流など) によるさまざまな "漂流物" の衝突に由来する。

近年正によく知られるようになったもう 1 つのモデルが、膨張地球モデルである (Jordan, 1966; Carey, 1976, 1981, 1986, 1988; Scalera and Jacob, 2003)。以前は、地球膨張の原因として宇宙重力定数 G の時間的減少を唱えていた。地球のもっとも外側の固体層がモザイクのように壊れ、大陸をこのように作ったはずである。いくらか弱々しくひどい理論的な論拠にもとづいて、かつて Dirac は σ のとりうる時間的変動を予想した。彼はいくらか推測される対称性と当然のこととされている "自然の単位" をたよりにした。しかしながら、膨張説論者は、そのような効果は必要とされる強度が十分でないようだ、その後気づいたようだ。さらに、ある人物が地球内の新物質のいくらか一様な "創造物" についての推測を口にした (宇宙の膨張を説明する Hoyle, Bondi

と Gold によるいくらか広い—非常に異なったスケールでの—宇宙仮説を思い起こさせる)。地球膨張仮説については、太陽系内の他の惑星や惑星物質と比較する必要がある。ここでは、詳細については踏み込まない。それは見解の異なった学派による一組の異なった最も重要な "意見" あるいは "信念" に基づいている。それは、あり得る矛盾するデータなどについて、いくらか先入観のない議論に余地を残しているように見える。むしろ、あらゆる人が特別な仮説について、賛成あるいは反対することを望む。いろいろな意味で、それは 19 世紀における天変地異説論者あるいは火成論者に対して、斉一論者あるいは水成論者が対立した論争のスタイルを想起させる。全問題に大きな異論があるようであり、膨張地球モデルを否定したり、あるいは支持したりする疑問の余地のない証拠はないようである。

サージテクトニクスは、渦が生成されその効果が地球表面の異なった形態的パターンに観察される、というマントルの理論的な流体モデルに依拠するモデルに対して名付けられたものである (Meyerhoff & Hull, 1996)。原理的に、非常に長い時間スケールでは、マントルがニュートン流体と規定される関する限り、そのような仮説が成立する余地があり得る。理解しえない点は、後述するマントル対流で扱うのと同様な議論に必要な時間的スケールに関係する (2.4.2 節)。

レンチテクトニクスは、(少なくとも、地球の外層、それ故そこは地球内部の主体部分の上を滑る) 地球の自転軸の方向に大きな変化があることを訴えるメカニズムに Storetvedt (1997) が名付けたものである。さらに彼は、古気候等を説明するために赤道に達する極移動を想定している。彼は、リソスフェア内の物質のある程度の適切な再編成が、関連する莫大なエネルギー量を証明すると主張する。しかし、数名の著者は、エネルギーの捉え方が非常に不可解あるいは理解しにくいと異議を唱えている。

Warm mud テクトニクス (WMT; Gregori, 2001a & 2002) は、地球のキタムラサキウニモデルを訴えている (2-4-3 節)。CMB を流れる j を考える。非常に穏やかにマントルに伝わり、それらのより小さい一部分は、上方に逃げる。 j のこのさらに少ない量は、アセノスフェアとリソスフェア境界 (ALB) でのジュール熱によって衰えさせられたのだろう。それ故、それは地震学者が "アセノスフェア" と呼ぶ弱い (例えば部分熔融) 層の形成の原因であるようである。そこは、リソスフェアが避けて通れることができる場所である。これは、大陸漂移や海洋底拡大を認めるための物理的必要条件を正しいとしている。ALB を流れる j の観測される全エネルギーは、 $\sim 10^{10} \text{J}$ 、すなわち CMB を流れる j のエネルギーの $\sim 10^{-8}$ 倍である。

図 12a を考えると、数本のウニの棘がある大きな地域の malicrust を暖めると、そこは膨張し、何千キロメートルもの大きさの、地球物理学者が「超膨張域」あるいは「megaundations」と呼ぶ一種の巨大な丘を生成する。岩

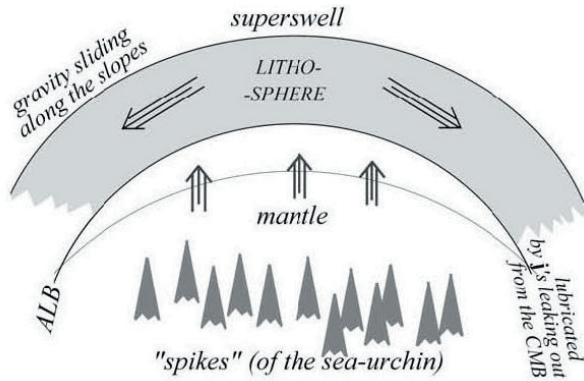


図 12a 数本のウニの棘による暖めで、結果としてマルクラスト（マントルと岩石圏、地殻の集合体と定義される）の熱の拡大が起きる。このような拡大が「超膨張域」（あるいは「megaundation」）の隆起を起し、そして岩石圏は ALB の滑らかな表面上を移動して斜面を滑り下りたろう。

石圏は、穏やかなジュール加熱によって円滑にされ ALB の上の超膨張域の斜面を滑り下ることができる。超膨張域は太平洋地域で記録（隆起と沈降）されている。ハワイのホットスポットによって、岩石圏のスラブの移動速度が測定され、その結果その速度は時として最大で 1 日に ~ 3 mm (Gregori and Dong, 1996) である。~ 50,000 ~ 10,000 年後にこの莫大な運動エネルギーは後に火山活動として開放されて出現する。

2 つ超膨張域は岩石圏の滑りスラブを衝突させて、そこに造山帯が形成される（図 12b）。したがって地球は、球の異なった部分が違う時期にまたランダムに繰り返し隆起する ALB の幾何学的な表面としてみなされる。繰り返しの隆起は、地球の心電図を生成するメカニズムに関連している（2.4.3 節を参照）。この作用は超膨張域を形成する。岩石圏の上に重なって、連続する泥層のように、ALB の流れによる j の緩やかなジュール加熱によって下

面が暖められる。これは地球の一定の重力的平衡を永久に継続することになる。そしてそれは ALB の継続的な幾何学変化のために、決して達成されない。それゆえ、その名前は暖かい泥テクトニクス（WMT）という。

現在、4 つの超膨張域が地球上で活動中であるように思われる。ひとつはイースター島の周りで北方に拡張していて、東太平洋海嶺全体を含んでいる。他のひとつは大西洋を横切る中央大洋海嶺全体に沿って細長く伸びている。3 番目は、中央インドの南部にあり、北に伸びてカールスバーク海嶺に及んでいる。より小さいひとつは、オーストラリアの南東に位置している。WMT は、プレートテクトニクスにとってどちらかと言えば論理的な基礎である浮揚とアイソスタシーとは共存できないことを強調しなくてはならない。実際、たとえばテーブルが傾けられるときにはいつでも本がテーブルを滑り落ちるが、一方私たちはテーブルの表面に本が浮かぶと述べることはできない。GPS の証拠にしたがえば、西ヨーロッパは大西洋中央海嶺の超膨張域の斜面を東へ現在滑っていて、一方 TOPEX-POSEIDON の記録にしたがえば、地中海の海底はその西側が隆起していて東側が沈降している。加えて、南アメリカはイースター島から西方に滑っている熱い岩石圏のスラブとの間で圧縮されている一方、南大西洋中央海嶺の超膨張域の斜面を滑る西側の大陸と相対している。詳細については、共著者とともに現在発表準備中である。

そのために、大陸は隣接する超膨張域の間にあるいくつかの巨大なメガ地向斜の中に生まれる。しかし、その作用は厳密には褶曲ではなく、むしろ主に衝上運動である (Ollier, 1981; Ollier and Pain, 2000)。

いくつかの異なった推論についてのいっそう詳細な分析（ここで詳細に論じられない）では、大陸の風化による

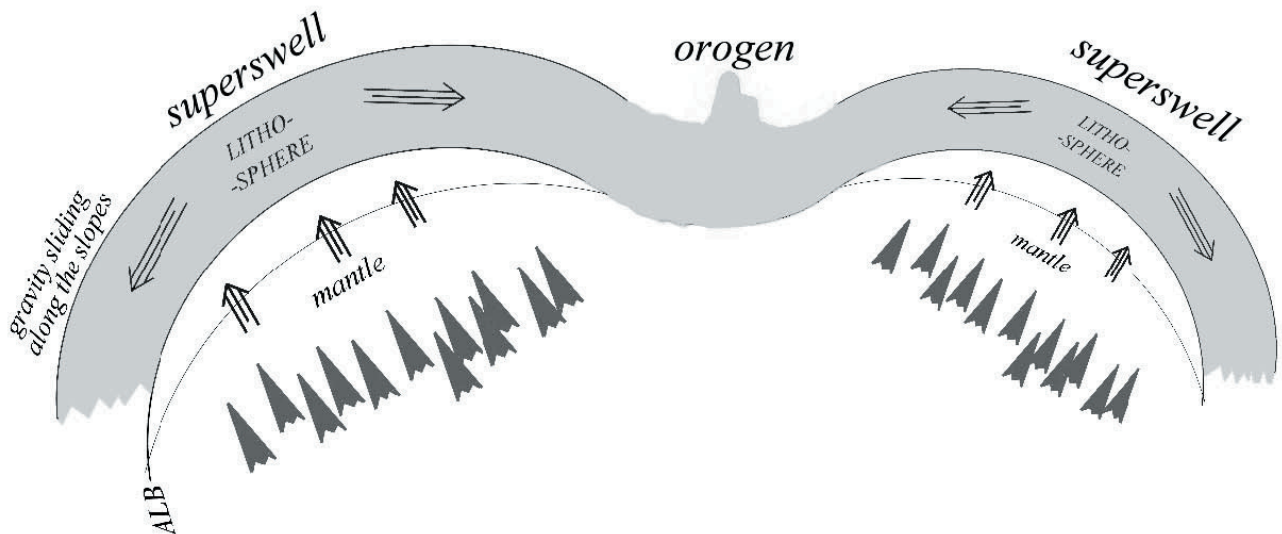


図 12b 近接した 2 つの超膨張域のケースでは、斜面での下方への運動は、結果的に山の褶曲をとめないやがて衝突する地域を形成する。地球の中心と比較しての山の隆起は超膨張域より大きいなど、図のスケールは任意である。地球深部からの内部エネルギーを開放するさまざまな時間は、ジオダイナミクスの過程における時間変化から引き出され、地球による平衡を継続して調査した状態を作りだし、他方その結果は決して達成しないだろうことであり、岩石圏側の上にある ALB 表面の継続的な変化によっている。このようなモデルは暖かい泥テクトニクス（WMT）と呼ばれる。

形成ーと全浸食ーが、たとえば～100-200Ma オーダーの期間で周期的に起こる（しかし厳密には周期的でない）現象であると結論できる。Leonardo は時々激しい無力さで苦しんだ。彼は地球がまもなく巨大な沼になるであろうという本当の悪夢を経験した：彼は正確に浸食の大きな速度を認識していたが、大陸と山の着実な隆起を見落としていた。

4 火山活動

地球科学者は、火山活動の根本的起源に常に挑戦してきた (Gregori and Dong, 1996a のレビューを参照)。現在信じられていることは、地球の内部の異なった概念の文化遺産から導かれる。比較的人気が高い概念は Gaia として、地球は生物のある種と同様に考えられ、取り扱われた。いくつかの点で、これは確かに正しい。たとえば、地殻のほんの一部はリサイクルされたバイオマスからなると思われる (Ronov, 1982; Budyko et al., 1985)。加えて、数 10 年の間、地球科学者は地球深部の内部の調査を通じて、リサイクルされたバイオマス仮説を支持する黒鉛で構成された可能性が非常に高い底部伝導層がどこでも見られることを強く主張している。Leonardo (1452-1519) は、地球は生物であると考えた。1950 年代初期に、Leonardo の仕事の研究されて、そのような単純なモデルで地球を考える素晴らしい思考が可能であるとの再発見がなされた。Kepler (1571-1630) は、すべての生物が栄養と排泄を必要とするように、火山は地球の排せつ物であると主張した。いくつかの鍵となる点に焦点を合わせよう。

I - 古代の思索家は内部が空虚な地球を考えて、その大洞窟に入るある猛烈な風によって起こされた摩擦について思案した（図 13；その考えは、古代に知られている火山を支えたもので、たとえば非常に風が強い主に Aeolian 諸島など）。

II - 配管工の地球。現在の文献では、火山は其中を流動性のマグマが流れ地球深部を横切るただのパイプラインであるということ（図 14）で完全に一致しているように思われる。しかし、著者は本当にこの信念を支持する実際の観察の証明を知らない。観察の証拠は、火山が若干異常な内部からの熱供給を持っている地球表面のスポットであることを示すだけである。あらゆる種類のトモグラフィなどは、下部に少し比較的浅い層があることだけを探る。「……著者は火山活動が地震の派生物である可能性を述べることはできないが、地殻の底あるいはマントルの中に含まれる熱エネルギーから両方もが等しく同格の派生物であると言うことは言える。」(Yokoyama, 1957, p. 106)。特に、火山が常にマグマ流をとまなっている必要は実際にはない。たとえば、嵐がちょうど起こったときにいつも虹が見られたとしても、私たちは虹がある特定の視覚方向などを必要とするから、すべての嵐がひとつの虹を起こすなど推測することができない。同じような多くが、マグマを噴出したことを示す山は確かに火山であるが、しかしすべての火山が下層

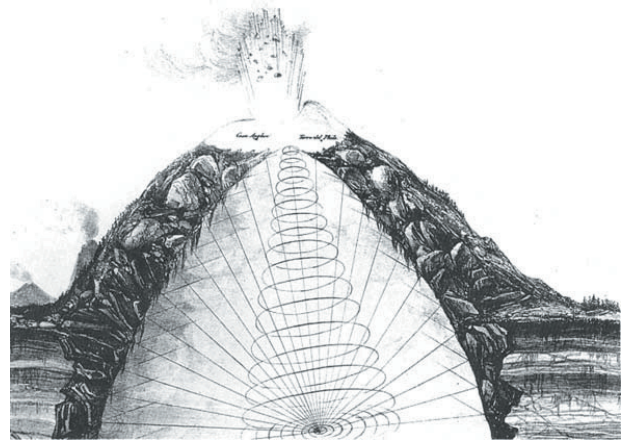


図 13 古代の思索家による火山の説明は、the Comte A. de Bylandt Palstercamp によって 1836 年のアトラスとして報告された「火山の理論」にある。強風が大洞窟の中を通り抜けて、火山活動に供給する摩擦熱を作り出す。摩擦熱は火山を支える可能性があり合理的な候補である。けれどもそれは岩流層の上を滑る間に岩石層の動きと結びついた摩擦にも言及する。文章を参照。図は Krafft (1991) による。

にマグマを持つ必要は実際にはない。

ストロンボリの主要な供給源に関して、Francis et al. (1993) は次のようにコメントしている。「Giberti et al. (1992) は、～200kg/秒のマグマ噴出はガスの除去と伝導を通して熱損失があること、そして推論されたガスフラックスを説明するために、ストロンボリの山体の上部から供給されなくてはならないと計算した。彼らはこの供給が深いマントル源かあるいは大きいマグマだまりの逆流した対流に由来する可能性を示唆した；しかし、ストロンボリとエトナの両方のウラニウム系同位体の研究は、浅いマグマにとっての移動時間がたった数十年であり……表面の火道と補充されない貯留層の間には、それらの粘性のある表面が対流循環によって維持されないことを示す。したがって、熱とガスフラックスのデータの控えめな解釈でさえ、新しいマグマが数 100 ～ 数 1000kg/秒もの速度で類似の火山に供給されなくてはならないことを意味する。マントルからもたらされたマグマの推論された間断のない供給が噴火の速度を超えるときはいつでも、地下とまたは火山内部での貫入コンプレックスが示される。」

すなわち、Ghiberti et al. (1992) は、火山学の現在の教科書と一致するストロンボリへの供給メカニズムを推論している。マグマから水まで（実際にマグマは非常に低い熱伝導率を持っているため）熱伝導を説明しようとする（目立つ）困難を無視している間であらう、彼らはマグマの間断のない流れからのいくつかの熱エネルギーの移転について、誰かが推測するべきであると結論した。彼らの前述の見積もられた～200kg/秒のフラックスは、しかし、いくぶん逆説的であるように見える。それは、少なくとも～3000 年間も本質的にほとんど変化せず、そしてかなり着実に、そして通常のままだった、このような構造上極めてデリケートな、そして壊れやすい自然

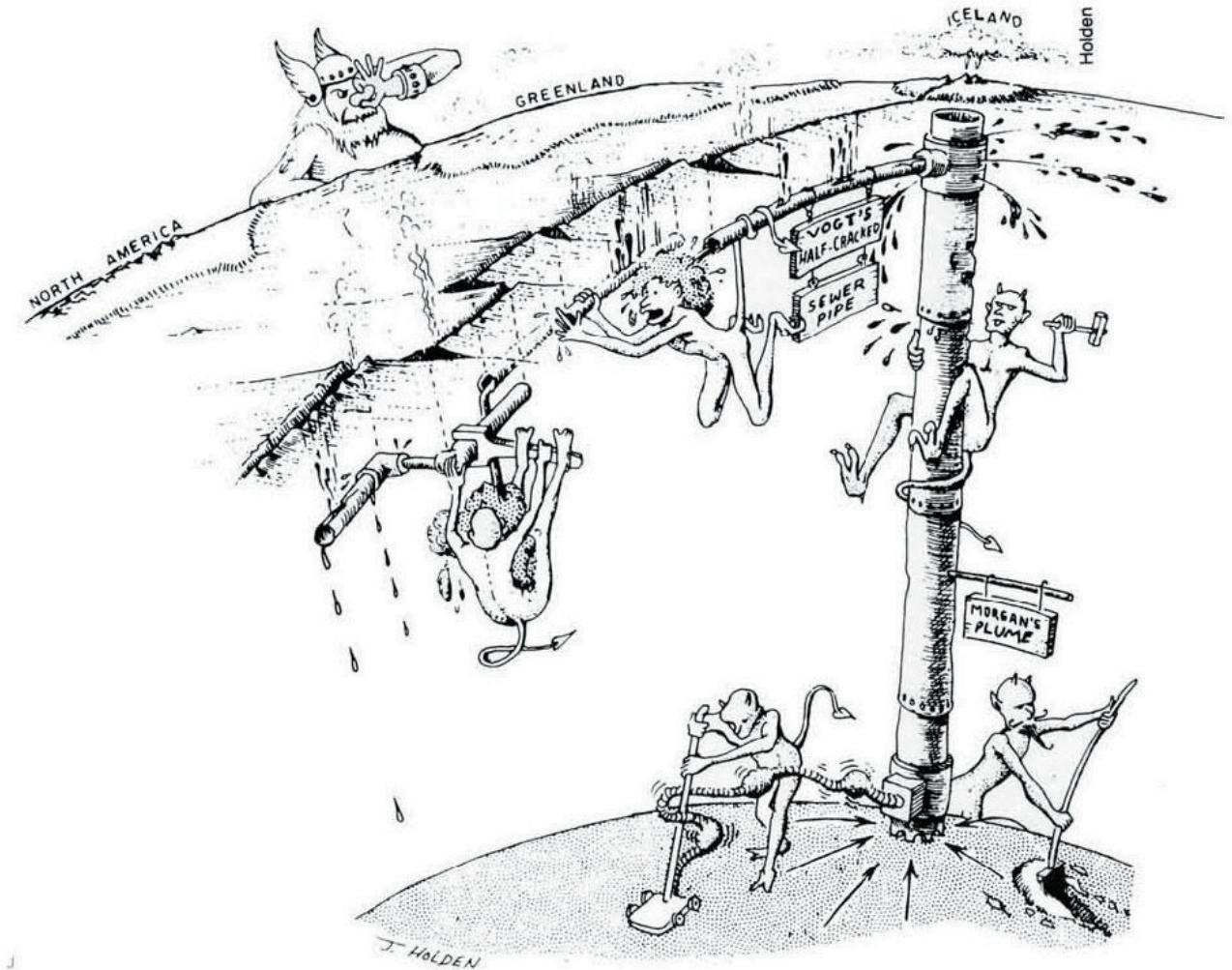


図 14 「アイスランドの下から部分的に溶けた岩を通すパイプラインの役割をするリフト海嶺軸に関するピーター・ボークトの理論の漫画バージョン」(Cromie, 1989 の図とキャプションによる)。この漫画は火山活動についての「配管工概念」を説明している。すべての火山に流動性のマグマを地球を横切って供給する「パイプライン」のネットワークの存在について推定した、現在明らかに一般的に同意されている「神話」である。著者の理解にしがえば、このような「神話」を支持する実際の観察による証拠はない。オッカムのかみそりに関して、火山はどちらかと言えば、高異常の内部地殻熱流量のサイトであるように思われ、そしてそれはただエネルギーバランスを保証するためのエネルギーのいくらかの比較的より容易であるか、あるいはそれほど容易でない開放されるための地域的な施設と一緒にされて、異なった環境に依存して噴気現象あるいは大げさな表現では爆発活動で、多かれ少なかれ大惨事を引き起こす。本文を参照。

システムが、漠然と原子炉の若干の精巧な冷却回路を思い出させて、ある人が推測するべきである。

Ⅲ - 火山ガスは、重要な関心の対象になろう。Bullard (1984, p. 508-509) は、Gorshkov によって行われたマイクロホンを使うことによって、そして大気中の核実験の間に行なわれた類似した測定と音波を比較することによって、カムチャツカでの爆発的噴火の力を測定したと述べた。Bullard は、「・・・3 月 30 日の爆発のエネルギーは 4×10^{23} ergs であった。Bezymianny 噴火で放出された熱エネルギーは従来の方法で計算され[すなわちその噴出物のエネルギー量を考慮するか否か] 約 2.2×10^{25} ergs である。爆発エネルギーは、Gorshkov の導いた計算結果では噴火の完全な熱エネルギーのおよそ 2% にしか過ぎない：・・・噴火の主な要因がマグマの熱エネルギーであり、ガスはこのエネルギーを爆発的なものに変えるのに役立ただけである」(1959, p. 108)。Perret からの引用で「ガスが活動要因であり、マグマは

その媒体である」(1924, p. 59) と述べたように、これは一般的見方と反対である。Perret の見方は、Thomas A. Jaggar の次ぎの叙述と同様に確認される：「火山活動はどこでも単一性を持ち；ガスは原動力である。」

これはほとんど信念、すなわち本当の現代「神話」のままであるように思われる。なぜなら、たとえば Gorshkov による前述の矛盾した結果にもかかわらず、Perret and Jaggar の概念は、たとえば Krafft (1991) によってと 1993 年に出版されたそのイタリア翻訳版に含まれる編集コメントによって、まだ何人かの火山学者によって強調されている。Gorshkov の結論は、さらに 1964 年 11 月 12 日の Shiveluch 山の爆発の分析を使って彼自身で確認した（しかし、ここで彼は修正したパーセンテージの値を 1% 以下に下げた）。

火山ガスの起源として、前述したパイプラインを通る巨大なマグマ流れから直接作られたと推測することは外見

上一般的に感じられる。彼らは、少しの水でもマグマと接することで大規模な爆発が起こると主張する。

しかし、著者が知る限り、実際の観察の証拠は本当にこのような信念を支持するように思えない。より現実的で過小評価する観点から問題に取り組もう。オッカムのかみそりを適応しよう。観察によって、地域ごとに異なった量の地熱の流れがあることが特徴づけられる。そしてそれは、結局火山活動を決定するために必要なほどになり、しかし与えられた入口の上の内部熱エネルギーの若干の適当な蓄積の後に明らかにされる。内部熱は、その起源にかかわらず、比較的浅い層に達し、そこでそれは（どんな種類もの、そしてどんな量によってでも、小さいか、あるいは大きい）いくつかの液体を見いだす。液体は土の隙間を通して大きな可動性を持っていて、そしてそれらは移流によって熱を伝える。このような液体はエネルギーバランスを保証することによって不十分であるので、熱は蓄積されなくてはならない。そのためには、原則として系の機械的な封鎖と状態均衡によるという2つの可能性がある。一方で、温度とともに内部圧力が増加する。そのために、熱い液体の機械的な封鎖は結局は不十分であることが判明して、多かれ少なかれ暴力的であるが、その機械的な封鎖の遂行により決定された入口に依存しているため、系は爆発する。他方、いずれかの比較的極めて浅い層で減少した岩石圏の圧力に起因して、状態の均衡は結果的に熔融をさせることになる。このような場合、高い粘性はあるがマグマのような新しい特別な液体が生成され、それはしかし系の超過した熱収支を移流によって運搬するための他の標準的な液体がないために供給されたにちがいない。これは大規模火山活動の事例記録である。

それと対照的に、現在の標準的な火山学では客引き法廷で「配管工地球」と呼ばれる一般に報告された前述の概念を訴える。加えて、火山ガスが地下の巨大なマグマの流れからの発散物によって放たれると主張される。他方、もしマグマが水と接触したら火山の爆発が起こるに違いないと主張する。このようなモデルと比較して、火山現象を見る前述の非常に還元的な方法はずっとより単純であるように思える。しかし、著者の理解では、火山の現象を説明する前述の標準とより詳細な憶測的なモデルを支持する観察の事実でさえないように思われる。したがってそれらは、利用可能な客観的な観察の証拠によって暗示されるより、むしろ私たちの潜在意識の「神話」の申し子であるように思われる。

IV - ジュール加熱対摩擦熱-ウニ地球の観点から、（少なくとも）いくつかの火山はウニの棘の頂上で開放されるジュール熱によって供給されるだろう。この解釈にとってよい証拠がいくつかの火山の地磁気異常によって提供されている。そしてそれは、よく知られている二重の目の構造を表わすように思われる。それは、磁場を生み出す直流電気回路の中でマグマが磁極モーメントを獲得することによって固まるときにできる。この特徴はたとえばすべての火山島や海山で典型的に観察される。

たとえば、Aeolian 諸島または Tenerife 島などを含む Tyrrhenian の海山と島々である。電気の供給は中央大洋海嶺にとって確かであろう。そしてこのような証拠は、地磁気の非霊的な変動が西向きそして東向きのいずれも示さないサイトの幾何学的な位置が、海洋中央海嶺の地理的な分布に類似するという事実 (Gregori, 1993) によっている。

しかし、いくつかの火山は確かに地球磁気との関係を示さないように思われる。それらは運動エネルギーから転換によって生成された摩擦熱によって供給される可能性が高い。これは島弧の火山に典型的な事例記録であるように思われる。このような差は、さらに玄武岩の同位体化学によって支持され、また強化される。Aeolian 諸島を含む大洋島は、非常にはっきりした典型的な特徴を見せるように思われる。そしてそれは、完全に島弧の典型的な火山活動の化学的性質と異なっている。この推論の結果からは、Aeolian 諸島が何らかの種類の異常な弧状列島のように考えることができない（文献でしばしば述べられるように）。どちらかと言えば、それらは大洋島と（多分）Tyrrhenian 海の海底のすべての海山により類似しているように見える。

V - 「火の輪」- 岩石圏が超膨張域の斜面を滑り下りる（たとえば太平洋の地域は、超膨張域から構成されるユニークな大規模な超膨張域の集合体とほとんど同じである）。そのため、岩石圏はそのまわりの地域の上に積み重ねられ、それはいくつかの巨大な地向斜帯の中と同じで、そこは褶曲よりも主として衝上断層が起きる。この地向斜は低い重力帯と山脈の輪によって識別されるだろう。加えて、地向斜の底に着く前に岩石圏は比較的より大きな摩擦熱が解放される地域で、ただそれがその運動エネルギーにブレーキをかけて減少させる地域を通過するだろう。摩擦熱はそれゆえ火山に供給され、そしてそれは同心円状に内部に現れ、低重力帯である「火の輪」を構成するであろう。

これは太平洋地域で起こることである (Choi and Pavlenkova, 2009)。加えて、フィールド逆転 (FR) の間に仮想の地磁気極 (VGP) の軌道が、統計上の意見ではだいたい前述の低い重力帯に沿って、地球の表面に示すこと (Lay et al., 1991; Runcorn, 1996) はよく知られている。これはメカニズムと矛盾しない。TD ダイナモの上の太陽風を制御することにより、ウニの棘の最も高い拡張子を通してマントルの中に誘導することを通して起こる。すなわち、これは超膨張域や帯のある種のように地球のネットワークに沿って起きる。したがって、VGP はこの「リング」と垂直に交わり、そしてそれは誘発された電気の流れの若干の大きい交差した断面を持つ。それゆえ、VGP は前述の Choi and Pavlenkova の低い重力帯に沿って、統計学的になくなくてはならない。

5 地球内部物質の状態

Gregori (2002) が見落とした1つの重要な観点は、地球

内部物質の状態という問題である。まずは、地球の表層からみていこう。低温であるため、分子間結合が顕著である。それゆえに、地殻、リソスフェアおよびマントルが“固体”なのである。もっとも、それは、ときどき、多少なりとも弾性的になったり、塑性的になる。“固体”構造は剪断応力を伝えることができるので、S波も観測される。

しかし、これらの球殻の温度は、分子間結合が“固体”状態を保持できなくなるほど高くなることがある。物質状態が“液体”になり、S波は伝わらなくなる。この転換は、CMB（コア / マントル境界）を横切って起きる。

深さとともに、温度はさらに上昇する。分子の外殻電子や原子は、個々の分子や原子としての結合を保持できなくなる。物質の状態は、次第にイオン化される。より深部ではより高温になり、より強く結合していた電子は、それらの中央部での結合からしだいにひきはがされていく。次に、全体的状態は、しだいに、惑星研究者たちが太陽系の外惑星を数10年間にわたって“金属状態”とよんでいた状態に変化する。地球型惑星の場合には、その状態は金属的であるが、化学組成は水素だけではない。地球の場合、これは外核に典型的な状態である。横断結合 transversal bond がまったく欠けているために剪断応力が生じないため、外核の金属状態中ではS波は伝わらない。

深部では温度が上昇してある一定（そして未知）の最大温度になると、原子核からひきはがされたすべての電子が、熱的運動エネルギーよりも小さいエネルギーで原子核と結合される。そのために、この温度で、新しい状態が最終的に出現し、内核として認定されることになる。

事実として、イオン化した原子や原子核の磁気モーメントは、互いに相互作用するであろう。ここで、次のことがらに言及しておくことは、合理的である。最小エネルギーの法則を満足させるために（事実、ハミルトンの原理は、量子電気力学を含む理論物理学のすべての定式化の基本である）、すべての磁気モーメントは互いに平行することになる。しかし、原子核やイオン化された原子は、非圧縮性のために、すべてが互いに重なりあうことはできない。そのために、内核はある種の束状構造をもっていることが容易に推論され、内核内ではいくつかの束がいずれも互いに平行する。これらの束はおそらくねじれたり、屈曲することはない。そうでなければ、このシステムのエネルギー状態が増大することになるからである。すなわち、このようにして、剪断応力が伝達されるのであろう。しかし、“固体”状態ではないことは確実である。というのは、“固体”を定義するために必須の3Dパターンがみられないからである。にもかかわらず、この“磁気極性”（あるいは“magpol”）状態はS波を伝搬させ、実際にも地震研究者はS波が内核を横切ることを観察できるのである。

すべての磁気モーメントに共通する方向は、地球の自転

軸に対して、どのような方位にあるのだろうか？明瞭な推論は、2つの軸（自転軸と磁気軸）は同じ方向にあることである。しかし、論理的には厳密な意味で、私たちは今のところこれを証明することはできない。この議論は、根本的な理論物理学の難解な議論を通じて究明されるべきであり、ここでの議論には適しない。ここで私たちは、単純に塊状物体の自転とその磁気特性との関係、および、それらの物理的相互作用は、Patrick Maynard Stuart Blackett (1897-1974; Baron of Chelsea, 1948年ノーベル賞受賞) による否定的な実験 (Blackett, 1947) のなかで長期間にわたってつづけられた大きな努力と研究の対象でありつづけたことを思い出しておこう。それらが何らかの粒子相互作用の磁気モーメント均衡にあること以外にそれらの物理的意味を知らないが、究極的には、磁気モーメントが存在することを私たちは知っている。

Karsten Storetvedt (私信, 2009) による著しく複雑なコメントは、次のように記述している。「2, 3年前におこなわれたLawrence-Livermore研究室での実験は、木星磁場に関わる圧力140GP (Giga-Pascal) で金属水素の生成に成功した。地球内部について便宜的に考えると、圧力140GPはCMBに相当し、したがって、固体状態の金属水素‘磁石’がコア（不均質であろうと、異方的であろうと）のどこかで機能するのであろう。私自身は、地球の内核に固体の永久磁石が存在するかどうか懐疑的である。いずれにしても、それが木星に存在していることはまったく確信している。しかし、私たちは、まず惑星磁場を適切に説明し、それらがなぜ他の地球型惑星に存在しないかを説明する必要がある。

まとめると、地球内部が“固体”の地殻、リソスフェアおよびマントル、“液体”（むしろ、液体+金属）の外核、そして“固体”(!)の内核で構成されているという主張は、確かに微妙で、非現実的である。これは、Buffonの冷却大砲玉実験あるいは火山活動の“配管モデル”に例えられる。

実際には、権威のある一般化された報告（たとえば、Woodey, 2009）のように、現今のモデルは、次のように記述されている：「凍結した内核」「直径約2,500kmの凍結した鉄球：地球の長期にわたる冷却史のもっとも強力な証拠」（原文のまま）。Buffonのパラダイムの是認が明瞭に宣言されている。

しかし、冷却する球—熱伝導率が小さい—は、まずは、内核ではなく、エネルギー放射によって外層を冷却させる。加えて、たいへん高温の電気伝導性のよい外核が、なぜ、ほとんど急速に“凍結”して“固体”になり、S波を伝達するのかを説明しなくてはならない。とりあえずは、未知の状態方程式に関するいくつかの仮定が必要とされる。それゆえに、Ockhamのするどい考察 [razor] は、金属 / “磁極 magpole” 状態に関するあまり異質的でない説明—外惑星の観測的説明から類推的な—にうまく適合しているようである。ただし、完全な論理的説明に

は、基礎理論物理学の進展をまつ必要がある。TD ダイナモは、外核内部で活動している。エネルギー“蓄電池”の充/放電は、①外核とマントルの体積変化によってCMBでの固体/液体相転移、そして/あるいは、②外核/内核の体積変化によってICBでの金属/“magpol”転移によって発生する。

6 結 論

地球深部現象、地球力学および火山活動に関する私たちが主張した今日的理解の多くは、適切な観測事実を伴わない大量の“神話”あるいは“合議科学”にもとづいていたり、依然としてそれらを含んでいる。それは、むしろ、何らかのとても古い文化遺産の輝かしい追憶であるようにみえる。私たちは、Ockhamのするどい考察に対して明瞭に、そして厳格に訴えることによって、推量された知識を批判的に再考することが求められている。実際には、観察された証拠の重要性が再考され、的確に評価されて私たちの枠組みとモデルに組み込まれる必要がある。現在入手できるデータベースから、私たちは、確定的な方法で、可能ないろいろな解釈のうちからいずれであるかを決定することができる。しかしながら、私たちは、できるだけたくさんの潜在意識や偏見を排して、知識にしたがって思考する必要がある。

謝辞 著者は、Wilfried Schröder 教授の永年にわたる大いなる激励とこの論文の再掲許可に、Dong Choi 氏からのこの論文の最新版の投稿依頼に、そして、David Pratt 氏の再編集と原文章の学術英語の洗練に、厚く御礼申し上げます。

文 献

Arnàiz Villena, A., and Jorge Alonso, G., 1998. El origen de los vascos y otros pueblos mediterráneos. 139p., Estudios Complutenses, Editorial Complutense, Madrid.

Blackett, P.M.S., 1947. The magnetic field of massive rotating bodies. *Nature*, Lond., v. 159, p. 658-666.

Bruhat, G., 1963. Cours de physique générale. Electricité. 911 pp., Masson, Paris.

Brush, S.G., 1982. Chemical history of the Earth's core. *EOS*, Bull. AGU, v. 63, p. 1185-1188. Reprinted in Gillmor (1986), p. 1-5.

Brush, S.G., 1996. Nebulous Earth: the origin of the solar system and the core of the Earth from Laplace to Jeffreys, 324p., Cambridge University Press.

Brush, S.G., 1996a. Transmuted past. The age of the Earth and the evolution of the elements from Lyell to Patterson, 192p., Cambridge University Press.

Brush, S.G., 1996b. Fruitful encounters. The origin of the solar system and of the Moon from Chamberlin to Apollo. 354p., Cambridge University Press.

Budyko, M.I., Alexander B. Ronov, and Alexander L. Yanshin, 1985. Istoriya atmosfery (in Russian). Gidrometeoizdat. English translation, History of the Earth's atmosphere.

139p., published in 1987 by Springer-Verlag, Berlin.

Carey, S.W., 1976. The expanding Earth. 488p. Elsevier Sci. Publ. Co., Amsterdam.

Carey, S.W., (ed.), 1981. The expanding Earth. A symposium. 423p., University of Tasmania. Geological Society of Australia, Australian Academy of Science.

Carey, S.W., 1986. La Terra in espansione. 346p., G. Laterza e Figli, spa, Roma and Bari.

Carey, S.W., 1988. Theories of the Earth and universe. A history of a dogma in Earth sciences. 413p., Stanford University Press, Stanford, California.

Choi, D. R., and N. I. Pavlenkova, 2009. Geology and tectonic development of the Pacific Ocean. Part 5. Global low-gravity belt: an outer ring of the great Pacific ring structure, *New Concepts Global Tectonics Newsletter*, no. 50, p. 46-54.

Cromie, W.J., 1989. Hotspots. The roots of midplate volcanism. *Mosaic*, v. 20, p. 18-25.

Flammarion, C., 1874. Storia del cielo (con disegni di Bennett). 449p., Fratelli Simonetti Editori, Milano. Italian translation from French.

Francis, P., Oppenheimer, C. and Stevenson, D., 1993. Endogenous growth of persistently active volcanoes. *Nature*, London, v. 366, p. 554-557.

Giberti, G., Jaupart, C. and Sartoris, G., 1992. *Bull. Volc.*, v. 54, p. 535-541.

Gillmor, C.S., (ed.), 1986. History of geophysics - Volume 2, 191p., American Geophysical Union, Washington, D. C.

Gohau, G., 1990. Histoire de la géologie. Revised English translation by A.V. Carozzi and M. Carozzi, A history of geology, 259p. Rutgers University Press, New Brunswick and London, 1990.

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., 2001. The origin of the magnetic field and of the endogenous energy of the Earth (Galaxy – Sun – Earth relations). “Warm-mud” tectonics (?). *International Workshop Global Wrench Tectonics*. New theory of Earth evolution. Oslo, 9-11 May, 2001.

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*, Band 3, Heft 3, 471p.

Gregori, G.P., 2004. The geodynamo and Galaxy – Sun – Earth relations. Implications for geodynamics, climate, and for the origin of the magnetic field of planets, satellites, and larger celestial bodies, in Schröder (2004), p. 161-165.

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. NEWSLETTER New Concepts in Global Tectonics, no. 38, p. 34-36. March, 2006, ISSN: 1833-2560.
- 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, p.49-65.
- Gregori, G.P. and Dong, W., 1996a. The prime Mover of volcanoes - History of a concept (in the "western" science). In Schröder, W. and Colacino, M., (eds.), p.12-75.
- Gustarelli, A., 1920. Il Poema sacro. Riassunti e schemi per lo studio della Divina Commedia. Parte prima. L'Inferno. 83p., Carlo Signorelli Editore, Milano.
- Kircher, A., 1678. *Mundus subterraneus*, in XII libros digestus, (editio termia), Tomus I, 372p., Tomus II, 516p.,
- Krafft, M., 1991. *Les feux de la Terre. Histoire des volcans*. Gallimard, Paris. English translation: *Volcanoes: fire from the Earth*, 207p., published by Harry N. Abrams, New York in 1993; Italian translation: *I vulcani. Il fuoco della Terra* (with additions). 192p., published by Universale Electa/Gallimard, Scienze, 1993.
- Joannem Janssonium à Waesberge & Filios, Amstedolami. Reprinted in 2004 by Arnaldo Forni Editore, Bologna, for the Museo Geologico Giovanni Capellini, Bologna.
- Jordan, P., 1966. *Die Expansion der Erde*. Friedr. Vieweg, Braunschweig. English translation: *The expanding Earth. Some consequences of Dirac's gravitation hypothesis*. 202p. Pergamon Press, Oxford. 1971.
- Laj, C., A. Mazaud, R. Weeks, M. Fuller, and E. Herero-Bervera, 1991. Geomagnetic reversal paths, *Nature*, Lond., v. 351, no. 6326, p. 447-; doi: 10.1038/351447a0.
- McDonald, G.J.F., 1966. The figure and long-term mechanical properties of the Earth. In Hurley, P.M. (ed.), "Advances in Earth Sciences, contributions to the international conference on the Earth's sciences" (M.I.T., Sep., 1964). 502p. The M.I.T. Press, Cambridge, Mass. and London.
- Meyerhoff-Hull, D. (ed.), 1996. *Surge tectonics: a new hypothesis of global geodynamics*. Kluwer Academic Publ., Dordrecht. 323p.
- Ollier, C. D., 1981. *Tectonics and landforms*, 324p., Longman Publishing Group.
- Ollier, C. D., and C. F. Pain, 2000. *The origin of mountains*, 345p., Routledge, London and New York.
- Ronov, A.B., 1982. The Earth's sedimentary shell. Quantitative patterns of its structure, compositions and evolution. The 20th V. I. Vernadskiy Lecture. *Int. Geol. Rev.*, v. 24, nos. 11/12, p. 1313-1388. Translated from the Russian edition of 1980 (Izd-vo Nauka, Moscow, 80p.). Reprinted in 1983 by the American Geological Institute as a monograph, 80p.
- Runcorn, S. K., 1996. Preferred paths of VGP's in geomagnetic reversal records and their significance, *Surveys Geophys.*, v. 17, p. 229-232; doi: 10.1007/BF01908685.
- Sapper, K., 1903. *Esplorazione della crosta terrestre*. Article within the encyclopaedia *Universo ed Umanità, Storia dei progressi umani nella conoscenza e nel dominio delle forze naturali*, ed. by H. Kraemer et al., vol. I, p. 17-292. Italian translation from the German, with notes by Luigi de Marchi et al., printed by Casa Editrice Dottor Francesco Vallardi, Milano.
- Scalera, G. and Karl-Heinz, J. (eds), 2003. *Why expanding Earth?*, a book in honour of Ott Christoph Hilgenberg, 465p., Technische Universität Berlin, and Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Roma.
- Scandolo, S. and Raymond, J., 2004. *Nel cuore dei pianeti*, *Le Scienze*, 432, p. 46-55. [Italian edition of *Sci. Am.*]
- Scheidegger, A.E., 1982. *Principles of geodynamics*. Third, completely revised edition. 395p., Springer Verlag, Berlin.
- Schröder, W. and M. Colacino, (eds), 1996. *Global change and history of geophysics. Mitteilungen des Arbeitskreises Geschichte der Geophysik der DGG*, v. 15, Jahrgang (1996), nos. 1-4, p. 1-291, Science Edition/IDCH-IAGA/AKGGKP (Arbeitskreis Geschichte der Geophysik und Kosmischen Physik der DDG), Bremen-Roennebeck and Potsdam.
- Schröder, W. (ed.), 2004. *Meteorological and geophysical fluid dynamics (A book to commemorate the centenary of the birth of Hans Ertel)*, 417p., Arbeitskreis Geschichte der Geophysik und Kosmische Physik, Wilfried Schröder/Science, Bremen.
- Storetvedt, K.M., 1997. *Our evolving planet. Earth history in new perspective*, 456p., Alma Mater Forlag as, Bergen.
- Tuckey, J.W., 1977. *Exploratory data analysis*. 688p. Addison-Wesley Publ. Co., Reading, Massachusetts, etc.
- Wezel, F.C., 1994. *Dal nero al rosso: dentro il pulsare della Terra*. 325p., Sperling & Kupfer, Milano.
- Wookey, J., 2009. New views of the Earth's interior. *Astron. Geophys.*, v. 50, no. 3, p.3.34-3.37.

注：この論文は、もとは Schröder, W. (ed.) , 2006b によって刊行された論文の改訂版である。物理学と地球物理学における事例研究。Beiträge zur Geschichte der Geophysik und Kosmischen Physik (Journal for the history of Geophysics and Cosmical Physics), Science Editions, AKGG, Bremen-Roennebeck の特集号 (2006 年 2 月刊), 126p. 特集号の編集者 Wilfried Schröder の許可をえて再録。

地球科学における政治コーナー

GEOPOLITICAL CORNER

いんちきな気候研究者は、あなたとあなたの子孫には受け入れられない
CLIMATE-QUACKS ARE OUT TO FIX YOU AND YOUR PROGENY

M. I. BHAT

Department of Geology & Geophysics, University of Kashmir, Srinagar - 190 006-India

E-mail: bhatmi@hotmail.com

（小松 宏昭・岩本 広志 [訳]）

編集者注：この論文は、イギリスとアメリカの気候学者の間で交わされた e-mail の手紙や文書 —それは「気候ゲート事件」として知れ渡った— の漏洩が起こる前に書かれたものである。委員会や世界中の政治界を揺るがしたこのスキャンダルは、それ以前に書き上げられたこのメッセージを証明したにすぎない。

世界中に大変動をひき起すだろうとの気候変動に関する 3 つの警告が、20 世紀に発せられた。1920 年代～1930 年代には地球温暖化が、1960 年代～1970 年代には地球に恐ろしい結末をもたらす気候寒冷化と氷河時代の到来が、そして、1980 年代以降には再び世界的温暖化の発生が、警告された。前二者は、いずれも実際には起きなかった。今日の温暖化警告については、危険を知らせる赤ランプが点灯しつづけているにも拘わらず、平均気温は 11 年以上に渡って下降し続けている。このことはそれ自身の中では、これらの警告は自説の正しいこと、いいかえると、科学的な根拠を強調している。順々に挙げながら、最初の 2 つの警告の期間には、幸いなことに、一般大衆はメディア、NGO、政治家の脅威にさらされることはなかった。しかし、最近 20 年間のメディアの広がりや進化は、われわれの世代の（温暖化に対する）関心を変化させた。気候学者は、彼らが発した事前の警告が誤っていたことについては都合よくだんまりを決め込んでいて、気候の変調に関する科学的知識の不十分さについてさえも是認していない。それに変わって、通俗的メディアや政治家をはじめとする興味本位のグループが、温暖化を否定する多くの科学研究を葬り、あたかも二酸化炭素と温暖化との因果関係が確立されたかのような世論を構築するために、あらゆる手段を講じている。気候予報に関する過去の経験と 1997-98 年以降つづいている気温低下を考慮すると、発展を阻害し、効果のない気候制御に有害であるだけの政策集団と国々との合意がはかれる前に、地球がすでに次の寒冷期に入っているかどうかがかかるまで待つべきであるとの忠告は妥当なものである。

今年、インド亜大陸は猛烈な暑さに見舞われた。ここカシミール地方でも 7 月と 8 月は異常な暑さであった。この暑さは人類が二酸化炭素が大気中に増加させたことによる大きな罪の結果であるということを一般の大衆が言い出すのを、インドの気候専門家はとめなかった。しかし、なぜ大気中の高濃度 CO₂ が 6 月まで気温を上昇させる原因となっていない理由を、これらの気候専門家は説明してくれなかった。事実 6 月には、Pahalgam, Sonamarg, Kupwara などのいくつかの地域で平年よりも低い気温や降雪が記録された。大気中の CO₂ 濃度は、はたして、7 月になって初めて高レベルに達したというのであろうか？。

気候学に付随する悲劇は、オウムを籠で飼い、それを財産とするような輩の手に、この学問を下すことを許したことである。（現在の）気候の変調ばかりか、地球の過去の気候にも注意を払わない彼らは、気候学を人間の肌から空にいたる環境科学の一部としてしか扱おうとしない。氷河の消失は、いんちきなこれらの気候学者の知ったかぶりの一端を示している。彼らは、アフリカの「キリマンジャロの雪」をヘミングウェイが書いた 1936 年よりもさらに昔から、実に 125 年にわたって山頂部の

Furtwangler 氷河が消失し続けているという単純な事実さえも知らないのである。キリマンジャロ頂上付近の月平均気温は過去 30 年間、-7.1°C のままで、0°C 以上には上がっていない。消失しつつあるヒマラヤの氷河—Uttarakhand の Gangotri 氷河においてもその事実は変わらない。その上、北極海の海水の消失も温暖化の証拠と考えられている。グリーンピースは 2009 年 7 月 15 日付の文書で、温暖化によって北極海の氷は 2030 年までに消失するであろうと発表した。しかし、その 1 ヶ月後（正



確には2009年8月18日）、この組織の活動的リーダーであるGerd Leipoldは、HardtAlkでBBCのStephen Suckerに対して、気候が（たまたま）暖かかったせいであり、（北極海の氷の消失という主張は）誤りであることを認めた。それにも拘わらず、“感情的な”地球規模の温暖化という議論は正しい、と是認している。われわれはグリーンピースやその取り巻きの餌食になる必要があるのだろうか？われわれは、1945年に北極海の北西航路が開かれたこと、そしてノルウェーの偉大な探検家ロアルド・アムンゼンが木造帆船でここを通過したこと、あるいは、最近100年間に少なくとも100回以上の北極海航海がなされていることを思い出す必要があるのではないだろうか？もし地球温暖化の原因が人類活動由来の大気中CO₂によるものならば、ロシアのPulkov宇宙観測所の宇宙調査室長Habibullo Abdussamatov博士たちによって報告された火星の温暖化は何が原因なのか、「いかさま師たち」に説明してもらおうではないか。

また、CO₂が地球温暖化の原因であることを何千人もの科学者たちが支持している、というデタラメな宣伝をえせ気候学者たちがしている。彼らに、こう尋ねてみよう。「あなたたちはBan Ki-Moonやオバマ大統領、英国・カナダ・オーストラリアの首相、あるいは地球温暖化という茶番劇に反対するマンハッタン宣言の参加者に嘆願した人々を数えたことがあるのか？」と。

彼らに尋ねてみよう。「あなたたちは温暖化についてのニュースが自分の患者に与える影響を調べているKlaus-Martin Schulte博士の論文を読んだか？」と。博士は、2003～2007年に公表された気候変化に関する論文を539編閲覧したが、（温暖化による）危険がさし迫っているという証拠を示す論文には1つも出会わなかったと述べている。もし読んでいないとしても、われわれは英国気候変動研究所のTyndall センター所長Mike Hulmeの発言に耳を傾けよう。それに先だって、筆者は読者にHulme教授の紹介をしておきたい。氏は、「自分自身は、地球規模の気候変動、気候モデルの進化、気候変動のシナリオ、および気候影響モデルの発展と適用を専門とする気候研究者であり、これらすべての分野についての論文を著している。影響評価のための気候のシナリオに基づくIPCCの作業チームの一員であり、IPCCの3番目の気候報告に携るIPCC Data Distribution Centerの共同責任者である。また13章からなる気候変動報告書の編集責任者、IPCC TARのWGIレポートの中の広域気象情報の第10章の筆頭著者である。1982年以来王立度量衡学会の会員であり、1994～1999年に国際気候学会の編集委員を勤め、1997～2000年には”Climate Research”の編集責任者の地位にあった。創刊されたClimate Policyの編集委員会に所属し、1995年王立度量衡学会によってHugh Robert Mill賞を共同研究者と受賞した。」と述べている。要するに、氏は比類なき著名な気候学者であり、IPCCの一員である。簡単にいうと、彼の次の主張が現在の学界の雰囲気になっているのである：

「IPCCは、予想される次の問題については議論しないだ

ろう：海面上昇が5mに達することはないこと、メキシコ湾流の衰退が原因になって、次の氷河時代が到来すること、そして（それに関する）経済学からの厳しい論評。それは、まるでイギリス政府が考えていることと国際科学学会が考えていることとの間のギャップを露呈するようなものである……」

「2～3年以上前から新しい環境変化が起きている。（それは）“劇的”気候変化という現象である。わずかな気候変化は環境の悪化を引き起こすとは思われてこなかったが、今では“劇的なもの”が注目されなければならない。この軽蔑的用語—混沌とした、不可逆の、性急なといった類語も含めて—の使用の増加は、気候変動に関する一般的論調を変えつつある。」

「この論調は、今われわれが考えていること—地球上の気候は後戻りできない状態に近づいている、われわれはもう引き返せない地点に来ている—ことよりも気候変動の状況は悪い、というような言い回しで特徴付けられる。私は気候変動に関する自分の公式的な見解や講義が、環境問題についての事件や誇張された言い回しを渴望している気候変動に関する環境運動家を満足させなかったことで、彼らが私を徐々に苦しめるようになったと痛感する。われわれプロの気候研究者は、今では、大規模な気候変動に関して懐疑的であるようにみえる。車輪（議論）の方向は如何に変えるべきなのか！」

車輪（議論）の方向について話し合っていると、以下のような警告が幅広く浸透していることに気づくであろう。

「ノルウェーのベルゲンにあるConsul Ifftから昨日Commerce Departmentへ届いた報告によると、北極海の海水温は上昇、氷山は減少し、高海水温のためにアザラシが何箇所かで発見されるという。漁師やアザラシ猟師、探検家からの報告をもとに、彼は北極海の気候条件、そして、これまで知られていなかった気温の根本的变化に関して観察したことをすべて記述している。調査隊は北緯81度29分付近でようやく氷を見ることができ、大きな氷塊が氷河堆積物や岩石類に置き換わっている。いっぽう、多くの場所で著名な氷河が完全に消滅している。北極海東部ではアザラシはわずかに生息しているが、シロマスはまったく見つからない。ところが、以前は北極海には進出してこなかったニシンやワカサギの仲間の大群が、古くからのアザラシの餌場に見られるようになった。」

このような記述はなじみ深い、残念なことに広くは知られていない。これは、アメリカ気象局が1922年に発表した世界的な温暖化の警告である。あなたは、1922年の記述を正しいと受け入れることができるだろうか（たぶんできないだろう）。われわれは温暖化に関する同じような警告を1933年にも受け取っている。その後1970年に寒冷化、そして1980年以降になって、再び温暖化の警告を受けている。

1945～1975年の30年間の気温低下の次に起こる1970年代の見出しは、数千人の科学者間の同様の合意にもとづき、大衆を興奮させることに使用された。

「もし現在の傾向が続くならば、世界は1990年の平均気温より4°C低いであろう。しかし、2000年よりは11°C低いであろう。このことは、われわれが2回氷河時代に置かれていたことを意味する。」出典：Kenneth E. F. Watt(1970) 地球の大気汚染と全地球的冷却。

「第2次世界大戦以来の工業化や機械化、都市化や人口爆発にともなう世界的な大気汚染の増加と一致している。」出典：Reid Bryso(1971) 世界生態学：人類のための合理的戦略への読み物。

「地球の気候が劇的に変化し始めていること、そしてその変化は、多くの国々の政治的な絡み合いを伴う食料生産の大幅な低下の前兆になるかもしれないという不吉な予兆がある。食料生産の減少は極めて近い時期に始まる可能性があった。これらの予言における証拠は非常にたくさん集中しているので、気象学者はそれに遅れないようにするのがやっとなのである。」出典：Newsweek 1975年4月28日付。

「気候の寒冷化ですでに何十万人もの人々が死んでいる。もしこれが続き、有効な対策がとられなければ、世界的な飢餓や混乱そして戦争が引き起こされるであろう。そして、これらは西暦2000年より前にやってくるだろう。」出典：Lowell Ponte(1976) The Cooling.

寒冷化という言葉を温暖化に置き換えることを除くと、Al Goreに率いられたインチキ気候学者の言う次の主張と全く違うことがわかるだろう：「われわれがこの地球を暖め、何も行動を起こさなかったとしたら、われわれは激しい気候変動、熱波、洪水、強大な嵐、旱魃を予期しなくてはならない。」神よ愚かな民を救いたまえ。

Al Goreは会社を所有しており、Cripin Charles Cervantes Tickell卿のような慈善家である。彼は、35年前に全世界的な寒冷化の問題を論じる際に、政府の介入や課税について熱心に論じていた。そして今は、世界的な温暖化の問題について、以前と同様に政府の介入や課税について熱心に論じている。

慇懃な宿屋の主人のようにインチキな気候学者は調子のよいことばかりをしゃべるが、本当の世界については何も知らない。”大ぼら”と科学は相異なる2つの世界なのだ。

さて、われわれは真の科学に目を向け、本物の気候研究者が今後の気候について述べていることを検証しようではないか。CGCMs(気候の研究や予報のために使われるコンピュータモデル)による17の包括的レビューは次のような予想を導く。永久的エル・ニーニョ(火の玉地球)

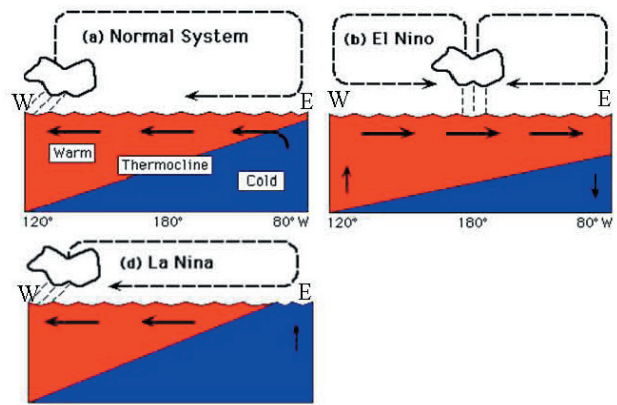
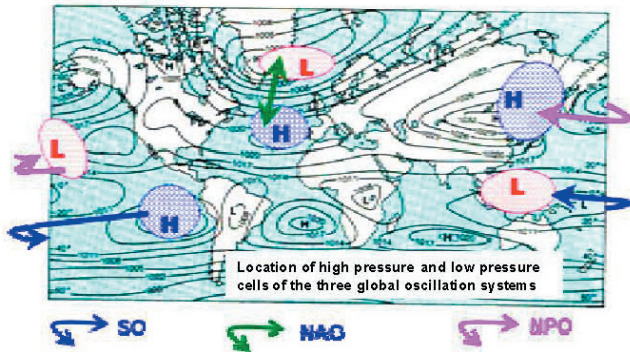
と終わりのないラ・ニーニャ(雪玉地球)がくりかえす気候は、今日のように振動しながら継続するであろう。読者はより矛盾しているもの、不確かなものを想像できるであろうか？気候学が不確定科学であることは明白である。気候学の最高権威者の1人であるMark A. Caneが「一般に使われているどのCGCMsも、その場限りのごまかしなしの世界に通用する本物の気候学を装うことはできない」と述べていることは何ら驚くにはあたらない。本物の気候学者にとって、気候はIPCCによって合意されたように複雑であり、線形でなく混沌とした現象であるという理由から、前述のことは何も驚くことではない。カオス理論を提唱したEdward Lorenzは、「もし気候現象を明示する幾多の変化の初期の状態を知ることができず、予報の正確さが現在も将来も一定の評価を受けていることを知ることができなければ、気象の長期予報は不可能である」と述べた。

Dr. J. Scott Armstrong(International Journal of Forecastingの設立者)とDr. John S. Theon(1982～1994年の間、いくつかのNASA Hq Program責任者を務め、全部署の天候と気候に関する責任者であった)は、「地球温暖化に関する多くの学会の活動を支えるコンピュータモデルには基本的欠陥がある」と述べ、気候モデルを酷評している。Armstrongは「われわれはIPCCの報告書に書かれている行動監視を指導し、彼らが予想した72の科学的法則が破綻していることに気づいた」と主張している。コンピュータモデルを酷評する立場に比較的近いところにいる前出のNASAの大気専門家であるDr. Joanne Simpsonは次のように述べている。「人間の放出する温暖化ガスが温暖化の原因であるという主張の根拠は、全体に気候モデルに基づいている。われわれは皆、大気と地表面の相互関係に関するモデルが脆弱であることを承知している。」

もしコンピュータが導き出した気候予報が、IPCCや組織された歩兵たちが、われわれが信頼するに値する信頼度を持っているとすれば、過去10年間の世界気温の予測と実際の間には一定の相違が見られるはずである。予想された(二酸化炭素の)継続的增加に反して、1998年以来大気中のCO₂が4%増加しているにも拘わらず、地球の気温は低下し始めている。多くの物事が2009年5月以降変化しており、大気の温度は、やがてやってくる冬と春を通じて気温が上昇するのと同じような軌跡をたどっているが、気候変動の原因は、地球規模の温暖化あるいはCO₂が誘発するような別の気候変化ではなく、エルニーニョのような予測できない現象にある。

エルニーニョの原因についてはほとんど解明されていないので、世界の気候秩序がどのように制御されているかについて簡単に概説しておこう。

海面圧力と温度の遠隔的相互関係は、地球上の天候パターンを支配している3つの大規模海洋大気振動システム(GOS)を導きだした。それらは、南半球の気候パターンを支配する南方振動(SO)、北米の天候パターンを支



配する北太平洋振動 (NPO)，そして、ヨーロッパとシベリアの気候パターンを支配する北大西洋振動 (NAO) である。各々の海洋大気振動システム (GOS) は高気圧と低気圧を持ち、各々の領域は、2つの圧力セルの間のシーソー運動によって広域的巨大スケールの気候パターンを支配する。このように、非常に良く研究された南方振動 (SO) は、東部太平洋のイースター島とジュアン フェルナンデス島に高気圧セルが、西部太平洋のインドネシア列島の近くのバンダ海に低気圧セルが存在する。北大西洋振動 (NAO) は大西洋上のアゾレス島近くに高気圧セル、アイスランドに低気圧セル。同様に北太平洋振動 (NPO) は高気圧セルがバイカル湖～北西太平洋列島に広域的にひろがり、低気圧セルが中部太平洋山脈～ハワイ島に存在する。これらの広域の大気振動を補足する他の振動システムは、太平洋 10 年振動、大西洋のベンゲラ・ニーニョ種、インド洋で最近識別されたインド洋双極子種である。

南方振動 (SO) に戻って、通常時の風の運動は、上図に見られるように高気圧と低気圧のセルのシーソー運動に由来する。太平洋では暖かい赤道水がインドネシアに向かって動くことによって、ペルー西海岸に沿って栄養塩に富む低温深海水が湧昇する。しかしながら、その逆の現象が起きると暖かい赤道水がプールされ、インドネシアから東向きにカリブ海西岸、エクアドル、ペルー、チリでは通常時の天候パターンとは逆の事象が起こる。結果的に、これらの地域は豪雨を被り（暖水塊から大気中にもたらされるより多くの水蒸気によって）、インドネシアやオーストラリアでは旱魃を経験する。この気象現象はエル・ニーニョとしてよく知られている。

エル・ニーニョ現象が南方振動と関係づけて考えられて以来、気象学者は、その頭文字を取って ENSO (El Nino Southern Oscillation) と呼んでいる。影響を被る地域での洪水や地すべりの他に、太平洋東部赤道の暖水塊の存在は深層冷水塊の湧昇を阻害し、結果的にこの地域から魚が逃げ出し、漁業産業とその地域の経済に莫大な損失をもたらす。時々この地域で通常時以上の冷水の湧昇が始まれば、深刻な旱魃が起きることもある。この気象フェーズは、ラ・ニーニャと呼ばれている。南方振動は最大の振動システムであり、広域な海洋区域を広く被っていて、エル・ニーニョやラ・ニーニャによる変動は当

然のことながらほぼ地球全体に影響を及ぼす。

エル・ニーニョの発達は、東経 150°～180°、北緯 5°～南緯 5°の領域の周辺地帯における 3ヶ月間の平均海面温度が普通より 5°C 高いことで、反対にラ・ニーニャの場合は 5°C 低いことで、それぞれ予測される。エル・ニーニョやラ・ニーニャというエピソードの強度を決めているのは、水温が通常よりどの位高い / 低い、上 / 下かということに依存している。エル・ニーニョ / ラ・ニーニャエピソードは通常約 1 年継続するが、もう少し長くなることもある。

エル・ニーニョ エピソードのもっとも深刻なものは、1997-1998 年に記録されている。使用可能な気温記録が取られて以来、この年は地球上の最高の気温が記録された (1934 年が最高であった米国は除外)。

この年のモンスーンの異常？は、2009 年 5 月に太平洋赤道上の水温が上昇し始めたことに由来する。この水温範囲は我々が通常弱～中程度とするもので、エル・ニーニョエピソードでは 0.7°C～1°C の水温上昇を伴い、最終的には少なくとも翌年の春までその影響がつづいた。この状態は、インド洋赤道東部の冷水塊の出現が、温水塊をインド洋赤道西部に向けて移動させ、インド上空の湿潤大気塊を奪い去るインド洋双極子の活動と相互作用をおこし、東部アフリカの一定範囲に降雨をもたらす。この現象は、我々が現在経験している気候の気まぐれである。深刻な冬となった 2007-2008 年は、ラ・ニーニャのエピソードの結果である。

エル・ニーニョとラ・ニーニャの興味深いところは、それらが予測できないことにある。我々の知っているすべてのことはエル・ニーニョが 2～5 年ごとに発生することであるが、そこに横たわるメカニズムは駆動力とともに不明なままである。それは太平洋 10 年振動 (PDO) についても同様で、天候現象が暖かすぎるとも、寒すぎようと、夫々は最近 20～30 年のできごとである。幾人かの科学者は 20 世紀の温暖 / 寒冷フェーズを太平洋 10 年振動 (PDO) に帰し、1997-1998 年以降の地球上の温度低下を太平洋 10 年振動 (PDO) がネガティブフェーズに入ったものとして計算に帰した。しかし、俗に言う

ように、この疑問に関する結論は出ていない。

どんな場合でも、気候の調整について我々の知っていることがらがいかになぜであるか、同様に、なぜ気候の予測が正確でないかが語られる。より重要なことは、気候災害の明確な理由をどこまで正しく決定できるのか、気象学者ですら自然の変化を確実に解明できないでいる。

私は、上述の如く、1対の大循環モデルに言及した。この用語は気候の研究と予測のための海洋と大気の方のパラメーターを考慮したコンピューターモデルから引用されたものである。初期の気象学者は大循環モデルという気候モデルを使って大気を単独に考慮しようとした。しかし後に、気候調整に海洋の役割が非常に大きいという認識から、海洋パラメーターを合体させた1対の大循環モデルが必要になり規定化された。我々の記録として、この描像はまだ明確になっていない。

1980年代晩期にハワイをベースとした地震学者ダニエル・ウォーカー（NPTの観測の実施に関係した）は、非常に興味深い観測を行った。彼が記録した1964年以降調査してきた夫々のエル・ニーニョ エピソードは、東部太平洋海膨（世界中の海洋に存在する山脈の一部）付近における地震と火山活動が増加が最大6ヶ月先行する。彼の一連の論文は東部太平洋海膨に沿ったテクトニクスとエル・ニーニョの関係を発見したものであり、この現象を「エル・ニーニョの予言者」と呼んだ。しかしながら、気象学者は彼らの砦を守り、まだこの観察を認めていない。科学者の他のグループ（筆者はこのグループに属する）はウォーカーの観察からさらに一步進んで、海洋大気振動システム（GOS）における夫々の高気圧と低気圧セルの下には主要地質構造として渦地形と典型的地球物理学的特性を持つことを指摘した。高気圧セル下の渦群は一つの地球物理－地質的構造を形成していて、低気圧セルでは別の地球物理－地質的構造を持っている。自然には2つのことが同時に起こらないので、これらの観察を同時に行うことができない。幾つかのほかの観測は、気候の調整に関する地球内部のダイナミクスの役割を確実に調査することができるが、ウォーカーの観測はまだ気象学の枠組みに組み込まれていない。

利用可能な二酸化炭素と温度との関係にかかわるすべての調査によると、大気中の二酸化炭素濃度の上昇に比べて、地質学的過去における地球の温度上昇は時間的に数世紀にわたって遅延することを明確に示す。決して、逆にはならない。この関係性はアル・ゴアの温度－二酸化炭素グラフから大変な証拠となるものである。しかしな

がら、もしすべてのこの種の科学が疑わしいか、誤謬であったならば、その問いは如何なる科学的な講演や労作においても最高のものになるだろう：いずれにせよ二酸化炭素が気候を動かす。これは例外なく地球の公共政策の決定に関し二酸化炭素と温度の関係の（ダフ屋的な）予測のインパクトのような見解におけるきわどい問題である。不幸なことに、この問題は欠陥のある気候科学－メディア－NGO－政治上のAGWの暗い影のなかで、どこでも当てにされない。

1997-1998年の高温期に引き続く地球上の温度の持続的降下は、以前の気候予測が間違いであったことを証明する。1945～1975年のような寒冷化フェーズが、20世紀の2つの温暖フェーズを分けていることを注視する必要がある。1960年代～1970年代の気象科学や国家の科学的指針を振り返ると、アメリカ合衆国は、地球寒冷化による来るべき激変を煽動してきた。またしても同じ人々が、1980年代に地球温暖化による差し迫った激変について我々に説教を始めた。幾人かの科学者は、20世紀の温暖／寒冷イベントが20-30年の期間に及ぶ太平洋10年振動（PDO）のポジティブ／ネガティブフェーズに由来するとし、1997-1998年以降の地球温度の低下はPDOがネガティブフェーズに入ったことに原因を求める。

ここに述べたことは、”カオス”の外周にも触れていない。”カオス”は、将来の天候に関する神聖な新事実よりも聖なるものとして与えられた基礎と正確さについての十分なアイディアを得るであろうし、最も不幸なことはそれらの最小化された権利によるものである。世界中のそれほど多くの人々が間違ってしまうのか、とても不思議である。その答えは私にわからない。私たちは、どのようにして全世界がサダムの大量破壊兵器とそれらが招く世界の悲惨な結末を信じるようにさせられたのかを知っているのだが。そになっても、世界にとってそれらの悲惨な結果となっても、私は答えを知らない。温暖化に関し受け入れられる費用は、反対する多数の健全な声にも関わらず、生命、財産と金銭は我々の前に存在する。もしアル・ゴアが地球温暖化と海面上昇についての伝道、彼のドキュメンタリーや著作「不都合な真実」を心から信じているならば、カリフォルニアでの20部屋のベッドルームがあるような高級住宅の購入に関する莫大な幸運に対する投資をしないはずだということを、私は知っている。その住宅は、彼自身が見積った20フィート（6m）の海面上昇にのみこまれるのである。この「文明化された世界」でも、真実はいまだに稀になりつつある。この新案の欺瞞を受け入れる対価は、量と質ともにイラク戦争をはるかに凌ぐ。

地球温暖化 IPCC チーフは無知か都合よく黙っているのか？ GLOBAL WARMING: Is IPCC Chief ignorant or conveniently silent?

M. I. BHAT

Department of Geology & Geophysics, University of Kashmir, Srinagar - 190 006-India

E-mail: bhatmi@hotmail.com

（岩本 広志 [訳]）

インド政府環境森林大臣 (MoEF) ジャイラム・ラメッシュ氏が 2009 年 11 月初頭にヒマラヤの氷河の健全に関する討論論文を発表してすぐに、国連気候変動政府間パネル (ICPP) 事務局長 R. K. パチャウリ博士からの反応は「生徒の科学」と性格づけた。この論文は MoEF による委員会のスタディーに基づいたもので、インド地質調査所の部長を退いた V. K. ライナ氏によって準備されたものである。このスタディーは地球温暖化が原因するヒマラヤ氷河の消失について声高く警告したものを強く割り引いている。パチャウリ博士は、そのことを見つけたで大変怒り狂い、彼が労苦を惜しまなかった大臣であっても、彼が支持するようなスタディーを「傲慢」と大声で叫んだ。

これは私の意図したことではないが、パチャウリ博士のコメントがある。ここにある博士の選んだ言葉、若しくは受容に関する欠陥のある彼の言葉は、反対のデータのために、うっかり本性を表してしまう。しかしそれが醸しだす一つの疑念は、なぜ彼が非インド系の数人の科学者の研究が示したインドの水田から放出されるメタン量の粗雑で誇張的な予測について同様な性急さを持って示しえなかったのか。それにしても、このことは IPCC の生存のためには秘密ではなく考慮される選択肢であった。海運業からの二酸化炭素、窒素酸化物や二酸化硫黄の放出は、IPCC の選択的な沈黙の一つのケースとして例示される。

二酸化炭素や窒素酸化物は温暖化ガスとして知られている、二酸化硫黄は肺ガンや心臓病のような幾つかの致命的な疾病に結び付けられ、船舶放出ガスの専門家ジェームズ・コルベによれば、人間の生命に多年にわたって犠牲者をうみだしている。

船舶は精製した石油を用いない。その代わり、彼らが「パンカー重油」と呼んでいる燃料で動かされている。それは褐色か黒色で、高粘性の残渣物、丁度タールのような、製油所で原油から蒸留されたすべてのより綺麗な燃料の後に残されたもの。4.5% 以下の硫黄濃度をもつ高い汚染物質で、燃焼によって大気中に二酸化硫黄を放出し、多くの煤煙を生産する。

自動車や産業の二酸化炭素の放出に関する削減はスローガンとなっているが、しかし船舶からの放出量の削減は誰も言っていない。90,000 隻と推測される船舶が世界中

の海洋で定期的に往復していて、客船や石油タンカーやタグボートも含めると 100,000 隻。これらからは年間 10 億トンもの二酸化炭素が放出され、量的には世界中の道路を行きかう推定 7.5 ～ 8 億台の自動車が年間 1200 億ガロン（約 5 億 m³）の燃料を消費して排出する二酸化炭素と等しい。それらは地球全体では、18-30% の窒素酸化物放出と計算される。

ヨーロッパによる放出スタンダードは車燃料であり、パンカー重油は、その 4,500 倍もの硫黄を含んでいる。環境コンサルタント、ニューサイエンティストのフレッド・ピアースは 16 隻の大規模船舶が大気中に放出する二酸化硫黄は世界中の自動車と同じである、と述べている。各々の大型船舶は年間 5,000 トンの二酸化硫黄を放出し、二酸化硫黄の全体量を大気中に汲み出しているイメージである。広く拡散した危険なガスは、貨物船が大気中に噴出（ゲップ）する煙と考えられる。

航空産業のストーリーも違わない。

興味深いことに、航空と船舶の両方は京都プロトコル排出回復ルールに除外されたままである。航空は 2050 年の放出量を 50% 削減と見込んでいる。世界海運を規制する国際海事団体や国連機関は、世界海運業界の特に熱狂的な力によると見なされる [dosen't seem particularly enthusiastic... ?]。航空産業の例も、同様である。

どうして IPCC、政治家、NGO の活動家の誰も、この前線に立って多くの心配をしないのだろうか？何故、インドの水田で自然に生産されるメタン—人類の視中の犯罪者として牝牛の屁も考慮するのか？—が、持続的な地球温暖化を引き起こした主要原因がではなく、貨物船や石油タンカーそれに贅沢客船からの他の汚染ガスではないのか？

答えは簡単で、貨物船は産業の血管として保護され、発展する世界の贅沢である。パチャウリ博士は多くのインドの惨めで貧乏な農夫の行く末を見る余裕があるが、もしそれが存在しないとすれば、発展する世界の現代生活が脅かされるものを彼の組織に求めることによって、弛緩した妥当性を見る余裕が無い。そのことは熱いジャガイモを握り締めて彼に聞いてみなくてはならない。

しばらくの間。パチャウリ博士は結局のところ、気象工

学と呼ばれている太陽放射管理のことを聞きそうもないことを目論んでいない。単純に、気象工学は太陽放射の幾つかの空間の反映された創出された技術を把握する。技術の一つの可能性は1991年のピナツボ火山の経験が基になって、成層圏（地上10km～50kmの大気の間目）へ放出された二酸化硫黄として把握される。フィリピンにおけるこの特別な噴出は、成層圏へ数百万トンの二酸化硫黄を吐き出した。水との混合によって二酸化硫黄は酸化されて硫酸になり、この酸滴は地球中に広がるエアロゾル層を形成する。上空における太陽放射の吸収と反射によって、このエアロゾル層は地球表面温度を2年近くに渡って低下させた。

想像力に欠けることが無いかもしれないのは、もし誰かがIMOにノミネートするか、それがIMO事務局長で、気象工学の先駆者としてノーベル賞を受賞したエフチミオス・ミトロポウロス氏であった場合は、我々はIPCCのチーフを忘れないであろうし、アル・ゴアがトリッキーな気象科学を用いてノーベル賞を受賞することを支持し助長する。IMOチーフにはまじめな主張が聞こえるには遠い。確かに彼は信頼にたたる気象工学的能力を持っておらず、彼の名誉としてよく知られた法律上の工学の多

くを主張できるだけである。フレッド・ピアースも、金銭上或いは所有者が従うべき他の法律上の優遇措置のために、全船舶の2/3が開発途上で登録されていることを我々に語った。「安全や船舶労働者への支払いについての厳しい規制を逃れるために」と。付け加えて、貧乏国では炭素放出の許可が容認されている。

PS: 地球温暖化から地球を救うことの全体のレトリックは、それが幾分かの最近の化身として、気候変動は単純に人を欺くようなビジネスが道徳的に聞こえる言葉の中に横たわっている。2009年の11月に誰かによって、ロシアのインターネット・サーバーにハック（イースト・アングリア大学の気象調査ユニットのコンピューター・サーバー）された大量のファイル（64MB）から、英国とアメリカの気象学者（「ホッケーシュティック・チーム」のメンバーで、あの悪名高い気象データのグラフ）の間で電子メール通信記録が明らかになった。これは既に広く知られたことで、強く否定されたものの、人為的地球温暖化の分担金拠出を促進するために気象データの操作が行なわれたことを世界が知ることになった。欺瞞的な科学と政治の結婚である。

モルジブ大統領への公開書簡 OPEN LETTER TO PRESIDENT MOHAMED NASHEED OF THE MALDIVES

（窪田 安打 [訳]）

大統領 殿

ある海底に関する閣僚会議で、あなたは最近、世界的な海水準が上昇して、モルジブが沈むという考えを提起されました。この提案は、観測事実と真に科学的判断が見られず、ゆえに誤っています。

それゆえ、私はあなたの行動に驚き、意図されたメッセージに異議を申し立てざるをえません。2001年に、私たちの研究グループは、モルジブの海水準は上昇傾向にはなく、過去30年にわたってほぼ安定していたという圧倒的事実を発見しました。その際、私たちが帰国後、国際フォーラムで我々の結果を公表できたなら、モルジブのすばらしい人々に敬意を表されなかったでしょう。それゆえ、私は、この良いニュースをあなた方の地元テレビ局のインタビューで公表しました。しかしながら、あなたの前任の大統領は、それを検閲し、放送を中止させました。

あなたが大統領に就任した際に、私は民主主義と対話の両方を希望していました。ところが、あなたへ二度手紙を書きましたが、返事はありませんでした。あなたの民衆は、彼ら自身の島々に未来はないとの間断のない主張に苦しめられるべきではありません。この恐ろしいメッ

セージはまったく不適当です。なぜなら、それは現実でなく、持ち込まれた概念によるもので、科学的根拠がなく、それゆえ筋道が立たないからです。そして、それに対して基礎資料がありません。

ここに数点の事実をまとめおきます（図1参照, Morner, 2007 で公表された証拠）

- (1) 過去2000年間の海水準は、現在水準より上へ0.6-1.2mに達する5度のピークをもつ変動を経験した。
- (2) 1790-1970年に海水準が今日よりも約20cm高かった。
- (3) 1970年代には、海水準は現在の水準よりも約20cm低かった。
- (4) 海水準は過去30年間安定していて、海水準が上昇しはじめた如何なる兆候もみられない。
- (5) それゆえ、モルジブは（地球上でのその他の低い海岸や島も）、近い将来に水没すると宣告される理由はない。

私がINQUA海水準変動と海岸変化委員会の委員長を務めていたときに（1999-2003）、現在から未来の海水準変化に関する問題について多大な努力をおこないました。徹底的な野外研究の後に、5つの国際会議における討議と議論を通じて審議した結果、我々は2100年までに起こりうる海水準変動の“最良の見積もり”を得ることがで

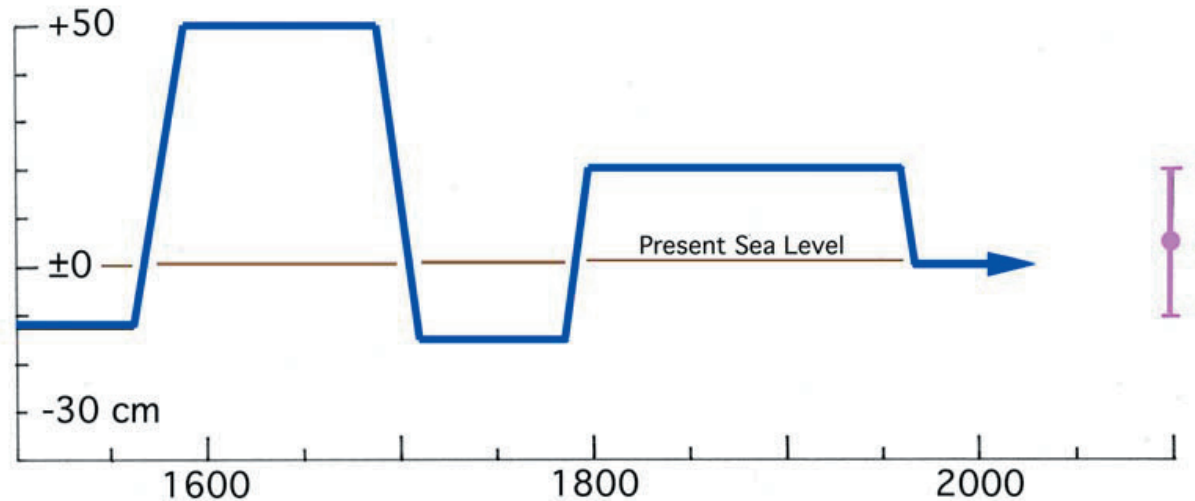


図1 モルジブの過去500年の海水準曲線（青）と、2100年までに起こりうる海水準変動について提案した最良の見積もり（紫）。この曲線の詳細は、Morner(2007) が公表したものである（エラーバー、アンカーポイント、曲線折れ点は含まず）。海水準は、過去30年は安定していた。次世紀の将来の変化に何の危険も無く、1790-1970年のケースに比べて約20cm高い海水準である1970年以前へ回帰することもある。これらは、未来に向きあうための観測的事実と結果である。すなわち、警戒や危険性のメッセージを発する現実的問題や信頼できる理由はない。

きました。我々の数値は、+10cm(±10cm)です。その後、この数値は+5cm(±15cm)に改定されました（図1）。このような変化は、取るに足らないほどの小さな効果しかもたらしません。

図1の海水準曲線によると、そのような小さな上昇は、モルジブにとって、何ら脅威にならないと、即座に判断できます。その後は、1790-1970年の環境へ自動的にもどるでしょう。例えば、1970年代の海水準依然の海面高度まで低下することが想定されます。

同様に海水準は上昇しないという見解は、浸水が進行していると主張されているほかの地域でも報告されている。例えば、ツバル、バヌアツ、ベニスである（Morner, 2007b）。その他に、衛星海面高度計から得られた世界的傾向は、“個人的な訂正”によって、実際には計測されていない上昇傾向が生じているかのように、不当に書き換えられた（Morner, 2008）。熱膨張による海面上昇は、数cm~10m程度である。しかしながら、海岸での効果はゼロである（Morner, 2000, 2005a & 2009a）。

故に、大統領、あなたは有効な観測事実に向き合うことを避け、通常の民主的な対話を拒み、浸水災害が進行するという造られた脅威で、あなたの住民を脅迫し続けるならば、それは重大な過ちである、と私は思います。

得られた観測的事実について、建設的に議論をしましょう。新しい視点から、巨大なモルジブ環礁群島において、一緒に私たちの海水準研究を継続・発展させていきましょう。

天の助けとして、あなたやあなたの前任者がモルジブ住民の背負わせた精神的重荷を下ろしましょう。彼らは、家を押し流す洪水という造られた脅迫のもとで生活して

います。単なるコンピュータモデルが人為的に造りあげた机上フィクションが間違いであることが、正確な現実世界の観測によって証明されています。

海水準に関するあなたがたの閣僚会議は、間違った企画や間違って指揮されたPR以外のなににもありません。Al Goreは、そんな安っぽい技術の代表者なのです。しかし、そのような間違った指揮は、不誠実で、非生産的であり、そして、まちがいに最も非科学的です。

スウェーデン、ストックホルム、2009/10/20

Nils-Axel MÖRNER

Head of Paleogeophysics & Geodynamics at Stockholm University, Sweden (1991-2005)

President of the INQUA Commission on Sea Level Changes and Coastal Evolution (1999-2003)

Leader of the Maldives Sea Level Project (2000-)

Chairman of the INTAS project on Geomagnetism and Climate (1997-2003)

Awarded the Golden Condrite of Merit from Algarve University (2008)

“彼の不敬な言動と海水準変動の理解への貢献”

謝辞：我々の国際調査グループは、モルジブでの洗練された研究に喜んで取り組んだ。個人的には、この計画で6回おとずれ、その中には、3ヶ月もの長期調査遠征が含まれます。私たちは、モルジブの特筆すべき自然とすばらしい地元民を愛するようになりました。私の批判は、観測事実に基づくという揺るがない確信にもどづいて主張されているものです。

主要文献

- Mörner, N.-A., 2000. Sea level changes and coastal dynamics in the Indian Ocean. Integrated Coastal Zone Management, Spring 2000 Ed, p. 17-20, IGC Publ. Ltd.
- Mörner, N.-A., Tooley, M. and Possnert, G., 2004. New perspectives for the future of the Maldives. Global Planetary Change, v. 40, p. 177-182.
- Mörner, N.-A., 2007. Sea level changes and tsunamis, environmental stress and migration over seas. The case of the Maldives and Sri Lanka. Internationales Asienforum, v. 38, p. 353-374.
- Mörner, N.-A., Laborel, J. and Dawson, S., 2008. Submarine "sandstorms" and tsunami events in the Indian Ocean. Jour. Coastal Res., v. 24, p. 1608-1611.
- Mörner, N.-A., 2004a. Changing sea levels. In: Encyclopedia of Coastal Sciences (M. Schwartz, Ed.), p. 229-232.
- Mörner, N.-A., 2004b. Estimating future sea level changes. Global Planetary Change, v. 40, p. 49-54.
- Mörner, N.-A., 2004c. The Maldives Project: a future free from sea level flooding. Contemporary South Asia, v. 13, p. 149-155.
- Mörner, N.-A., 2004d. Sea level change: Are low-lying islands and coastal areas under threat? IN: The Impacts of climate change: An appraisal for the future, p. 29-35. International Policy Press.
- Mörner, N.-A., 2005a. Sea level changes and crustal movements with special reference to the Eastern Mediterranean. Z. Geomorphologie, Supp. v. 137, p. 91-102.
- Mörner, N.-A., 2005b. Facts and fiction about sea level changes. House of Lords Economic Affairs Committee, 6p.
- Mörner, N.-A., 2007b. The Greatest Lie Ever Told. Jofo Grafiska Print, 20p, 2007 & 2009.
- Mörner, N.-A., 2008a. Comments on comments. Global Planetary Change, v. 62, p. 219-220.
- Mörner, N.-A., 2008b. No on-going global flooding with the Sun in the centre. Estudos do Quaternario, v. 5, APEQ, p. 3-9, Porto.
- Mörner, N.-A., 2009a. Some problems in the reconstruction of mean sea level and its changes with time. In press.
- Mörner, N.-A., 2009. Setting the frames of expected future sea level changes. Submitted. Mörner, N.-A., 2009. The Maldives as a measure of sea level and sea level ethics. Submitted.

補足文献

参照

- Booker, C., 2009. Rise of sea level is "the greatest lie ever told". The Sunday Telegraph, March 29.
- Eklund, L., 2009. SASNET visit to the Maldives 6-8 February 2009. Report by Lars Eklund. <http://www.sasnet.lu.se/maldives09.html>
- Mortensen, L., 2004. Doomsday Called Off. TV-documentary, Danish TV, Copenhagen.
- Murphy, G., 2007. Claim that sea level is rising is a total fraud. EIR (Executive Intelligence Review), v. 34, no. 25, June 22, p. 33-37.

海洋は下から温められている THE OCEAN IS HEATED FROM BELOW

(窪田 安打 [訳])

“世界”は寒冷化している。海水位は上昇していない。氷河は前進している。漏れているのは何か？海洋が温められている。

最近2回のIPCC報告書には、海洋の温暖化の大事が記載されている。利用された方法は、著しくバラバラな結果を示した。平均値は周期的を示し、1965年と1986年に低下し、1980年と2005年に上昇している。ところが、1965年から後半のピークである2005年に海水温が上昇したことを、確信をもって、炭酸ガス放出による“世界的温暖化”によるとした。

少なくとも、2007年報告のはじめの2つの草案の骨子はそうであった。その後、海水温計測者たちから、2005年の測定値によると海水温が確かに低下したという混乱させるニュースがもたらされ、彼らは最終報告に記載した。

その後、科学者に対して、そのような混乱する観測を撤

回するように世界中から圧力があり、彼らは忠実に、信用できないセンサーの“詐欺”を発見し、海水温が上昇しているとするIPCCの“確信”を復活させた。

そして、彼らは観測点を増やし、3,000の観測点をもつARGOと呼ばれる新しい洗練された観測システムをつくった。結果は悲惨で、彼らは未だにそれを認めていない。かれらの見解は、下記の論文に示されている。

K. von Schukmann, F. Galliland, and P.Y. Le Traon, 2009. "Global hydrographic variability patterns during 2003-2008". Geophysical Research Letters, v. 11124.09007. doi:10.29/2008JC005237

はじめに、平均水温は低下している。しかし、何か間違っている。変化が大きいので、大気から加熱される可能性はない。ゆえに、地下から加熱されねばならず、海水下の火山等のこれまで無視されていたものである。私は、

塩分と水温が変化に富む太平洋海盆の記録を示す(次頁のグラフを見よ)。

これは、すべて、次の Douglass and Knox 論文による：
Douglass, D.H. and R. Knox, 2009. "Changes in Net Flow of Ocean Heat Correlate with Past Climate Anomalies". Physics Letters A., v. 373, Issue 36, 31 August 2009, p. 3296-3300.

アブストラクトには次のように記述されている：

”地球放射の不均衡は海洋の熱容量のデータで決定されていて、実測結果と比較される。明瞭に正負値が交互す

る期間が発見される：1960～1970年代中期(−0.15)，1970年代中期～2000年(+0.15)，2001年～現在(−0.2W/m²)。これは、前記の報告書と調和的である。それらの気候変動は、気候の周期性を示す。”

まとめには次のように記述されている：

”私たちは、1950～2008年の期間に決定された最近の独立した3つの観測海洋熱容量を分析することによって、地球放射不均衡を判断し、衛星による直接観測結果と比較する。この10年間では、放射の不均衡と直接観測の両方に、大きな年変動を発見した。その規模と段階は、海洋へのエネルギー運搬が速いというこれまでの観測を

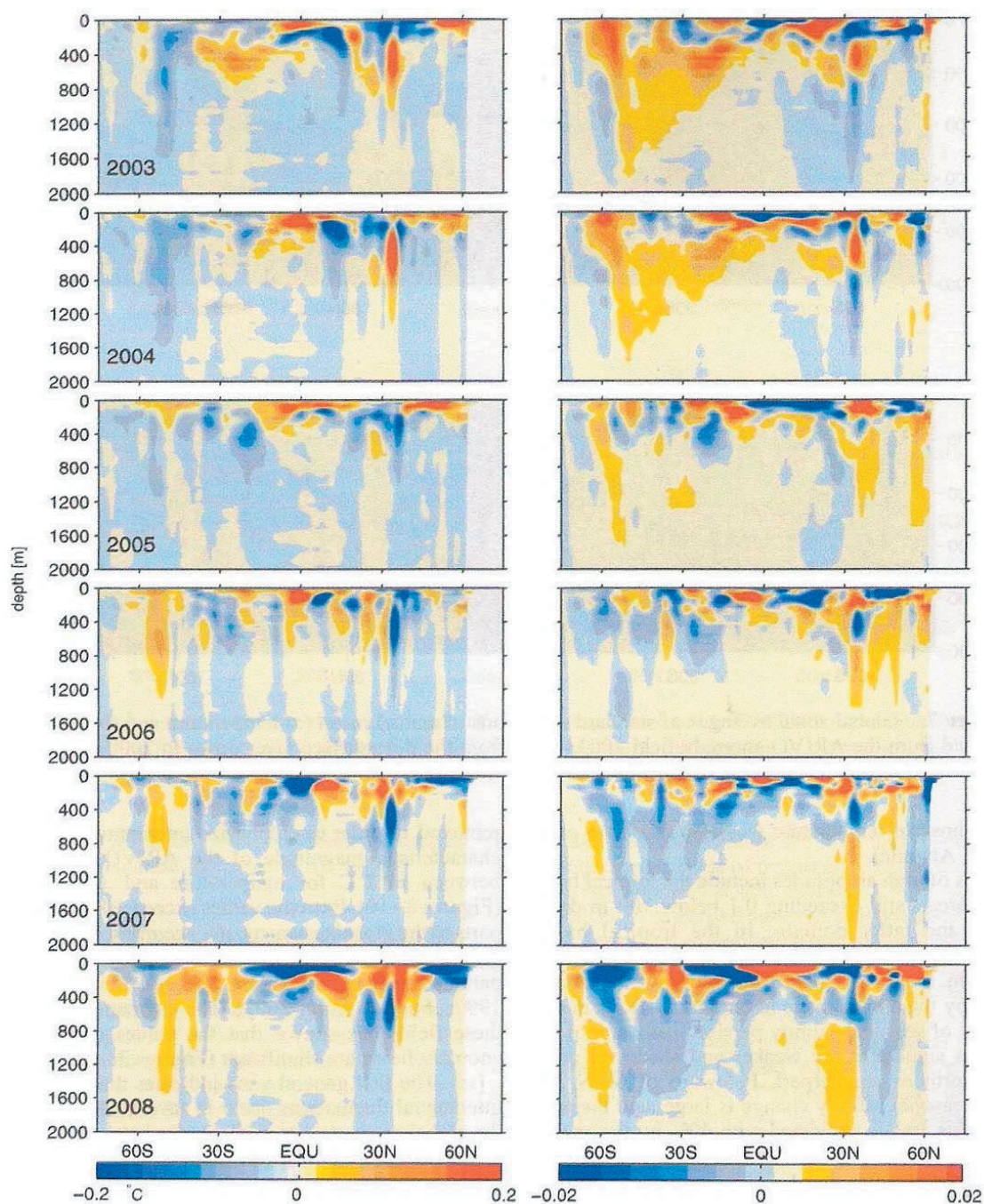


図1 2003～2008年の期間における、太平洋海盆の2000m以浅での、年平均水温(左)と塩分異常(右)。Douglass and Knox (2009)。

確証する。それゆえ、全熱輸送量に関連する長期的定常状態が存在する可能性は排除される。

観測された不均衡の長期間の平均値は、理論的にもたらされた数値よりも数倍小さいが、正負がくりかえされる。この事実は、理論的予測では見出されていない。

不均衡には正負の変換が顕著な3つの期間がみられる：1960年～1970年代中期、1970年代中期～2000年、2001年～現在である。各期間における放射不均衡の平均値は、-0.15, +0.15, -0.2～-0.3である。この観測結果は、Swanson and Tsonisにより同定された1960年、1970年代中期、2001年初期の気候変動と矛盾しない。

複雑な大気－海洋の物理的プロセスの知識は、これらの発見には含まれず、また、必要でもない。時間の関数としての全地球表面温度も知る必要はないのである。”

その周期性は、太平洋の10年間の変動(PDO)の挙動が同時に起こることを発見した、つまり、下から加熱されており、この加熱は、周期的な流行で振舞うPDOに関連している。

発見された周期性は、太平洋10年振動(the Pacific Decadal Oscillation: PDO)の動きと一致している。そして、下から温められているので、PDOに関係したこの加熱もまた周期的であることを余儀なくされる。

地球のエネルギーが均衡していないという発見は、均衡しているとするすべてのコンピュータ気候モデルの根本的前提が間違っていることを示し、全てのモデルが間違っていることを意味する。

世界的な温暖化派と“気候変動”の熱狂者は、これに関してもなんら弁明をしていない。

Vincent GRAY

vinmary.gray@paradise.net.nz

75 Silverstream Road

Crofton Down, Wellington 6035, New Zealand

(この論文は次の抜粋である：New Zealand Climate Truth no. 225, 23 October, 2009)

コメントと回答

COMENTS AND REPLIES

(矢野 孝雄 [訳])

NCGT #52に掲載された「北大西洋でのChris Smootの観察」に対する一膨張論者の応答

An Expansionist response to

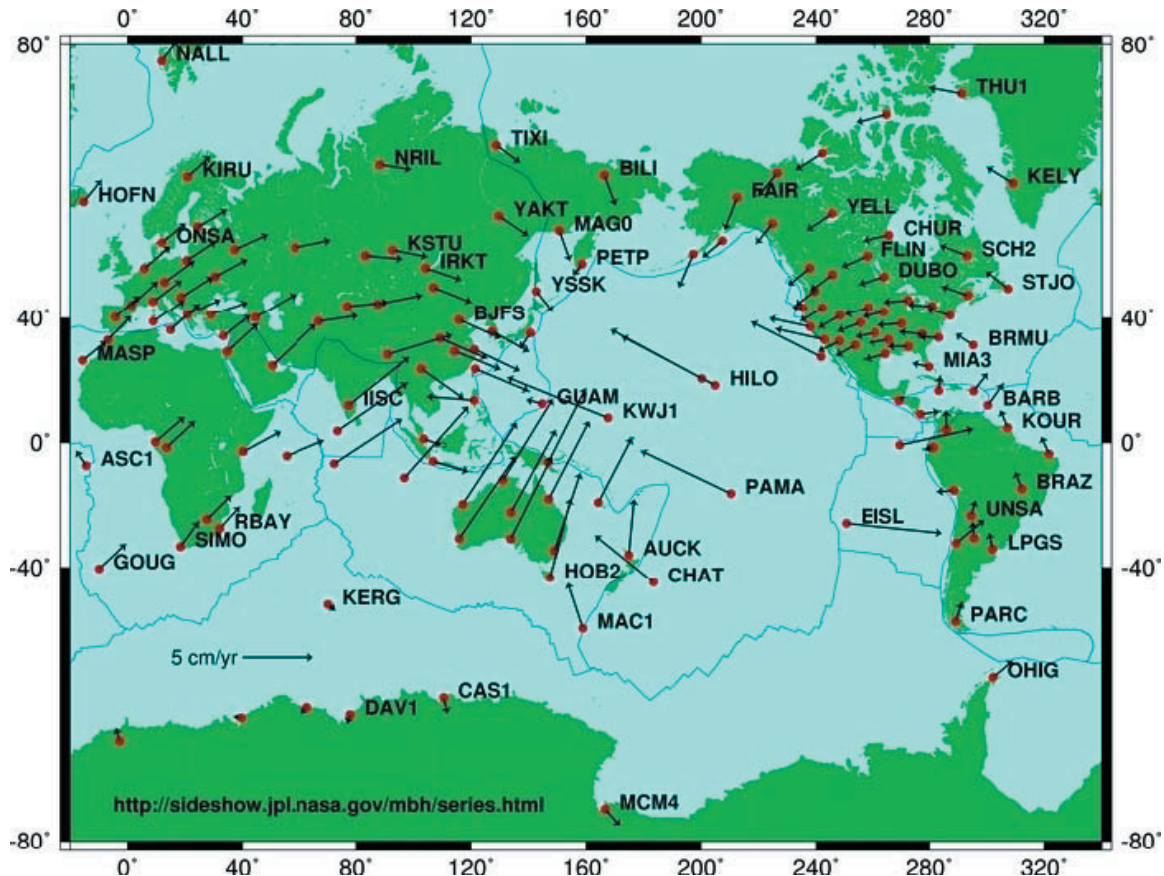
Chris Smoot's North Atlantic Cruise Observations from NCGT #52

Keith WILSON kpwilson1@prodigy.net

Smoot教授は「さまざまな移動論者たちすべてから、私が見てきたものに対する合理的説明を聞きたい」と要請した。(北大西洋の移動論に関して)Chrisが観察したものは、次の2つである。1) アイスランドではごくわずかな拡大しか起きていない。2) グリーンランドと北米の分離を正当化する拡大中心は存在しない。Chrisと私の友人のPeter Jamesが膨張論者たちに対して、なんといえよいか....., 荒々しいことばをつかっている以前のNCGT論文は、容易にさがしだすことができる。しかし、私は分別のある試みをしてみたい。すべての主要なテクトニクス論理は、地球半径の変化への信念、ならびに、移動論あるいは非移動論の信念、この2つの順列・組み合わせにもとづいている。そうだとすると、別の教義に対するある教義の反論は容易に紛糾する。大陸を水平に押し分けるための拡大中心が必要なのは、そして、想像もできない方法で、大陸の深い根を水平に圧縮して、それらを高密度物質のなかへ押し込むことを必要としているのは、プレートテクトニクス(PT)の教義である。これらは、地球膨張(Earth Expansion: EE)には不要であ

る。(全員でなくも)すくなくとも数名の地球膨張論者たちは“拡大中心”を肯定していて、中央海嶺MORsが移動の原因ではなく、移動運動の結果であり、そして、水平ではなく鉛直方向の移動論なのである。

EEの主要な位置づけは、内部からの膨張であり、地表の鉛直隆起(半径の増大)をもたらす。風船を膨張させる1回の実験で反復検証は困難であるが、半径を2倍にする力学的Hoberman球を用いると、大陸の移動運動と、分離させるための水平方向の圧縮力が不要であることがわかる(そして、誰でも再現することができる)。この実験の解説記事は、<http://eeathk.com/Articles02.html>にある。このサイトは、PTが必要とする圧縮なしで、アフリカと南米が分離・移動することを示している。ここに示された単純な鉛直膨張は、これらの2つの大陸を、実際に観察されるほぼ正確な距離だけ引き離す。それはまさに、もうひとつのジグソーパズルであるが、意味するところは逆であろう？



では、中央海嶺については、どのように考えればよいのだろうか？ 昨年9月のNCGT #53で、Peter Jamesは海嶺形成の3つの段階を示した(p.17の図6.5)。氏の図解には、初期分離（どのような理由が選ばれようと）、海嶺の沈降、そして、海嶺の隆起が示された。この図解は、SW Careyが彼の著書Theories of the Earth and Universeに掲載した図19(p.115)に類似する。PTと違って、中央海嶺において、大陸を分離させる力が必要ではないことが要点である。中央海嶺は、傷を閉じるための再活動あるいは癒しのために、大陸の分離運動として形成される。いくつかの地域（北米とグリーンランド）における地表の拡大が分離運動をひきおこすが、地表にそのような大きな傷を生み出すにはいたっていない。

Chrisがしばしば記述する前提、すなわち、結果は広義の”基本的論拠”であり、できるだけ最良の証拠を用いるべきであることに、私お賛成する。地球の大きさは不変であるのか、そうでないのか？ もっとも基本的証拠は、もちろん、十分な時間間隔をおいて同じ方法で、この困難なものを改測することにある。NAD83(1983)は、当時の最良の測地法を用いて、そのような測定を行った。それは、25年以上経た後にくりかえされたであろうか？

否である！ なぜ、それに頼らないのか？ なぜ、それに抗議がおきないのか？

移動論に反対する最終的方法は、GPSである。信号は改良され、今日の精度は0.25秒以下である。次の記事は、現在の精度が1～2mmであることを示す：http://www-gpis.mit.edu/~tah/Faculty_semina_2002.pdf.

専門的なGPSシステムは、軍事用や高度な科学的機関でなくても、ふつうの政府研究システムや個人の研究システムでもすぐに入手できるhttp://www.improvedconstructionmethods.com/gps_basics.htm. 2006年以降のNASA GPS 全地球図解が示され、それには主要ベクトル運動が方向と速度として表示される。これらは、PT学説を想定しているものである。説明を加えれば、それらはEE学説の説明になりうる。非移動論者たちは、GPSへのこれまでの反論を測定精度の改良に応じて見直す必要がある、と私は信じる。Surge, Wrench, ExpandingおよびPolar Wanderingの闘志たちには、それぞれの主張を比較することが有用である。彼らはみんなすぐれた前進をもたらした。

「北大西洋航海の観察に関する一人の地球膨張論者の見解」に対する回答 Reply to an expansionist's view on North Atlantic cruise observations

Chris SMOOT christiansmoot532@gmail.com

NCGT Newsletter #52 に掲載された私の疑問（私は、異なった考え方の間での議論の方法を探っていた）への回答に対する回答であるので、この記事にはある程度自由なことば使いをした。ただし、それらは、一般には用いられない。

最後には、地球物理学あるいは統計学以外の何か、たとえば、「あなたが望むものがあれば、私はそれをあなたに与えるだろう」といった言葉を使った。ついでに、私は”教授”の呼称を許されていない。私は、一介の死すべき、海軍の退役軍人にすぎない。Keith 氏に、階級を上げていただいたことに感謝する。

氏の記事の最後に、氏は Global Positioning System (GPS) へのたいへん大きな信頼をよせられた。私は現役時代の仕事で、このシステムを、その開発から十分な衛星が展開されるまで利用していた。これは、たいへん優れた観測システムであり、LORAN-C の受信範囲であろうがなかろうが、利用できる Transit 衛星に置き換えられたときにはとくに有用であった。ではあるが、その実情を私たちは常に知っていた。氏は、このシステムによって求められた地球移動ベクトルを示したすばらしい図面を提示された。そして、ベクトルには、私なりの見方がある。

その図への私の疑問：厚さ 600km に達するアジアや北米といった規模の大陸剛塊が、北東とか南東といった異なる円方向の剛塊内部運動を同時にするには、どうすれば可能なのだろうか？それらは、連続的な地塊もしくは剛塊と想定されているはずである。

Keith 氏は GPS に大きな信頼をよせられているので、地

球の運動を測定する他の方法、すなわち、NUVEL や超長基線電波干渉法 (Very Long Baseline Interferometry: VLBI) について紹介する必要がある。それらは、概していうと同じパラメータにもとづいているのではないだろうか？

NUVEL が最初であった。それは、磁気異常、断裂帯の方位、そして、地震（とくに収束境界と断裂帯における地震）の走向移動ベクトルの方位から求めた拡大速度にもとづいていた（図 1 参照）。NUVEL-1 ベクトルは GPS ベクトルに合致しなかったもので、私たちはすでに、2 組のデータを入手したことになる。これは、驚くに値しない。というのは、NUVEL ベクトルは、断裂帯方位のような想像上の物理的拘束や、磁気異常（伏在する深海岩石の年代によって裏付けられていない）のような地球物理的拘束にもとづいているからである。

2 つ目のデータセットは、VLBI 網からもたらされた。VLBI 観測システムは、全世界的に（すくなくとも、ヨーロッパ、オーストラリア、日本、カナダ、合衆国に）展開された一群のトランジット（土地測量機）にもとづいている。これらの観測点と最寄りのクエーサー (?) との間の走時が、北米および太平洋プレートの運動速度、あるいは、想定される太平洋海盆の拡大速度を与える。私の記憶では地球膨張を信じる人は沈み込みを信じないので、太平洋海盆は拡大するはずである。沈み込みの概念は、1998 年に私を含む著者たちの主催者によって完全に否定された。それゆえ、地球はその全体において、大きくなっていくてはならない。はたして、そうだろうか？海洋盆の大きさは、増大しているのだろうか？

私は、図 2 をみつけることができた。この GPS データは

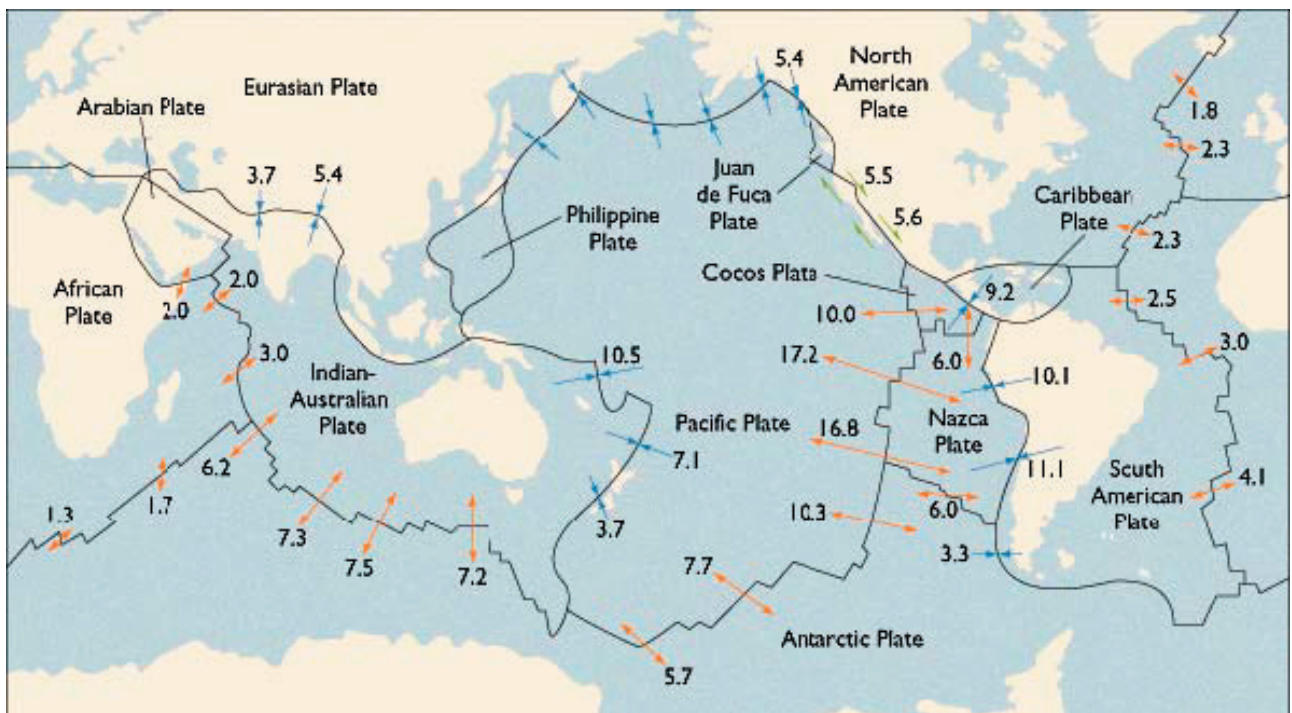


図 1

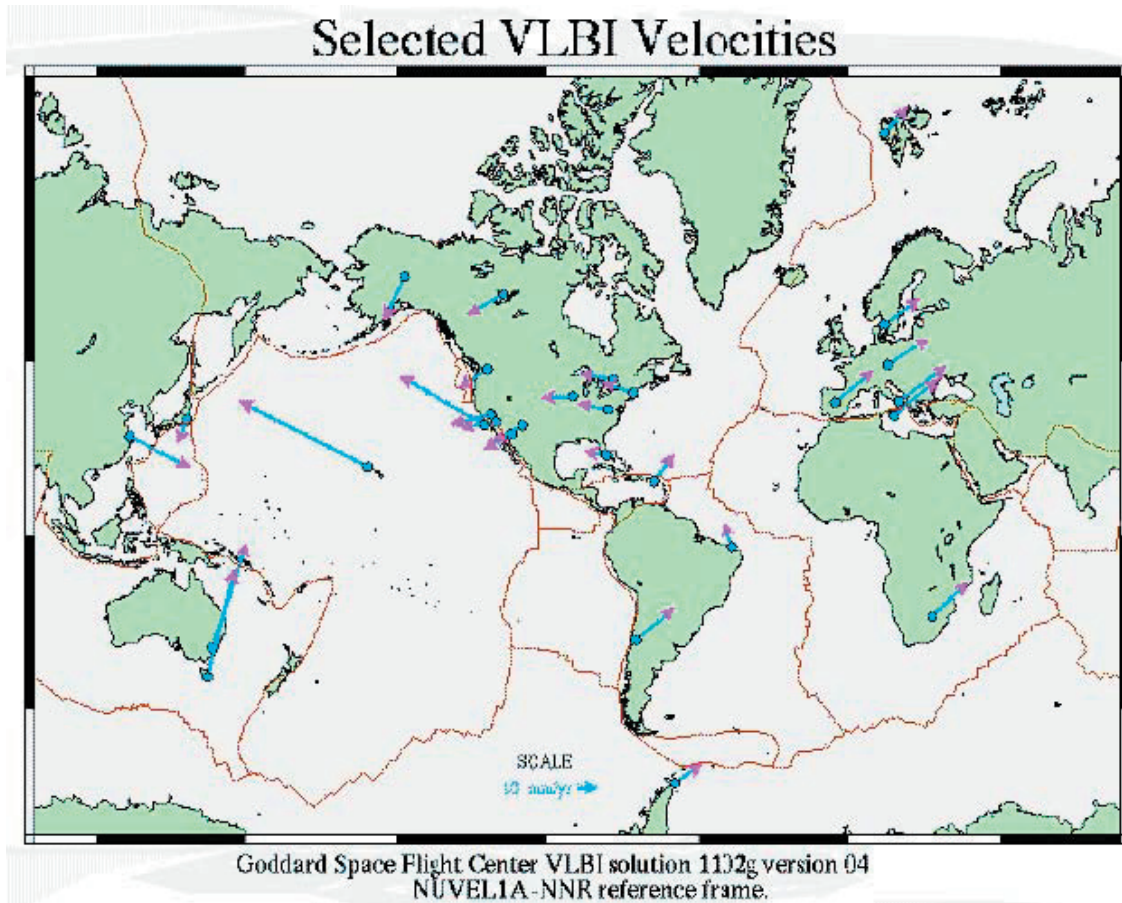


図2 Goddard 航空宇宙センターの VLBI 解 1102g (第4版). NUVEL1A-NNR 基準枠組み.

VLBI データにある程度一致するが, NUVEL データとはまったく一致しない.

これは、より多くの疑問を私にもたらした：これらの異なる ” 試行と真実 tried and-true ” 法のいずれが正しいのか？ いずれが、あらゆる鉛直運動、沈降運動のアイソスタシー補償、そして、反転上昇 (rebounding) 地球を説明しうるのであるのか？ 最寄りのクエーサーに接近もしくは離遠している地球上の観測点を動かすアルゴリズムをもたらすのは、いずれであろうか？ クエーサーの赤方変移が、一連の時間的变化のなかで連続的に説明されているのだろうか？

私には、SLR と TFR のような観測システムを含めて議論することができる。しかし、膨張速度や膨張方向に関する可能性は無限にある。やるべきことは、何なのか？ 疑問をなげかけること？ それとも、最良の推測？

地球膨張に関する他の問題にも、たくさんの議論がある。何が膨張の原因なのか？ 多くの研究者は、それを熱に求める。地球膨張を駆動する熱機関は、どこにあるのだろうか？ 地震研究者の Stavros Tassos は、地球のコアは冷たいという。誰が知っているのか？

ここで、基本的前提にたちもどろう。太平洋海盆には、少なくとも6億年の歴史があるが証明された。もしベクトルが示すように、そして、沈み込みが起きていないと

すると、太平洋海盆はこの全期間にわたって広がってきたはずである。これは、もちろん、地球全体、すなわち陸と海洋底に適用される。このような新しい膨張や半径の増大は、全体としてどこに存在するのか？ もし地球が膨張していないとすれば、歴大な地殻短縮が起こったことになる。そうであるか、あるいは、ある巨大な新しい地殻の積み重なりが、他の海盆の中央海嶺と同様に、太平洋海盆にもできているかである。私は、海底地形図のどこにも、そのようなものをみることがない。現在形成されつつある地殻は、活動中の海山の頂部や中央海嶺以外では、見いだされない。中央海嶺は、逆に、より古期の堆積物に覆われ、大陸性岩石でできている場合もある。Texas A&M大学のWill Sagerは、現在(2009年10月)、シャツキー海膨上の海上にいる。氏は、「掘削して火山岩を見出そうとしたが..... 理解に苦しむ岩石、予想もしていなかったコア」を見つけた。これは、IODP Leg 324で乗船している彼自身のことを引用したものである。

NCGT ニュースレター #20 に、これらのさまざまなシステムについて、David Pratt がすぐれた総説を書いている。地球上におけるほんとうの検証が、再度、必要になっている。地球物理学的 / 統計学的 ” 検証 ” は、プレートテクトニクス仮説がもたらしたものの以上の何物も、もたらしはしていない。私たちは13年以上にわたって、さまざまなタイプのテクトニクスに関する ” 議論 ” を行ってきた。これには、私も同感である。なんらかの合意をうる絶好の時期が到来した。

ニュース NEWS

（赤松 陽 [訳]）

会議報告

第 3 回ロシア国家科学会議：地球内核 2009

＜地球－月－太陽系の潮汐の進化．進化の変動様式の天文学的・地球物理学的研究＞

CONFERENCE REPORT Third Russian National Scientific Conference: Earth's inner core – 2009
 <Tidal evolution of the Earth – Moon – Sun system. Astronomical and geophysical study of the oscillatory mode of evolution>

上記の会議はロシアのモスクワにて 2009 年 11 月 25-27 日に開かれました．主催研究機関はロシア科学アカデミー シュミット地球物理学研究所でした．この会議で扱われた話題は以下の通りです．

- 地球の核の物理的状態と構成．核の変遷（地球化学および地球物理）．
- 地球ダイナモモデル．磁場の逆転．磁場の発生．地球の内核．
- 天文学，地震学，地球化学，磁気・重力の研究そして測地学から得られる深部の変化過程の機器観測データ．
- 太陽の引力圏内における地球－月系の公転と自転運動．潮汐力．
- 地球の発展とその歴史における内核の役割．環境と気候の地球規模の変化．古生物学と地質学の循環．
- 月の 1 ヶ月間の運動における変化の記録，28 ～ 25 日以内の近点の月の変化の記録，412 ～ 437 日の短い月の回帰の頻度．
- 地球上の天文台の変化する緯度のプロセス．機器測地学．
- 潮汐力の完璧な説明のための天体（太陽，地球，月，惑星）の軌道運動への摂動の採用に関するアイサック・ニュートンの注釈．

この会議は，2 つの事柄が目立っていました：まず，事実の観察・観測に基づいた豊富なデータ；そして第 2 に，これらのデータから生まれている多くのひじょうに興味深い考え，アイデア，そしてその一般化などです．この会議では，合計およそ 35 のプレゼンテーションが行われました．それらの一部は，以下の通りです：

- Yu. Avshuk & I. Suvorova: 緯度の変化，チャンドラーの発見，そしてニューカム仮説．
- K. Kuimov: 地球自転の天文学的パラメータとそれらに含まれる地球物理学的情報．
- B. Lewin & E. Sasorova: 太平洋地域の地震の分布における潮汐力の影響．
- E. Artyushkov: マントル流体の侵入の結果としての大陸のネオテクトニックな隆起現象．
- M. Glukhovskiy: 原始地球の地殻構造の進化での自転－プリュームの様式．
- F. Letnikov & Yu. Avsyuk: 内核の中と核－マントル境界での熱の発生．
- M. Reshetniak: 歳差運動のジオダイナモモデル．
- O. Tsoi: 地球の重力と気候のシステム．

この会議に関する詳細な情報は，ウェブサイト (http://www.innercore.ru/2009/index_en.html) で見るができます．

Leo MASLOV ms_leo@ hotmail.com

第 34 回万国地質学会議，ブリズベン，オーストラリア．2012 年 8 月 34th IGC, Brisbane, Australia. August 2012

1st サーキュラーは，組織委員会の www.34igc.org に発表されました．私たちは NCGT のセッションを準備しています．それはまもなく発表されます．一方，もし，私たちのセッションに対して提案やご意見がありましたら，ご連絡ください．

NCGT ウェブサイト アクセス状況報告 NCGT website traffic report

NCGT サイトへのアクセス数は，2009 年中に着実に増加しました．web 分析者は，2009 年 10 月の 1 ヶ月間に，およそ 130,000 に達するアクセス (= 4,200/ 日) と 18,000 に達するファイルのダウンロード (= 600/ 日) が行われたことを明らかにしています．これはたいへん励まされる結果です．

出版物 PUBLICATIONS

（矢野 孝雄 [訳]）

カリブプレートの起源と進化 The origin and evolution of the Caribbean plate

Geological Society of London special publication 328. (2009 年 12 月出版予定)

K. James, M. Lorente and J. Pindell (eds.). 850p, ISBN 978-1-86239-288-5. Online bookshop code: SP328.

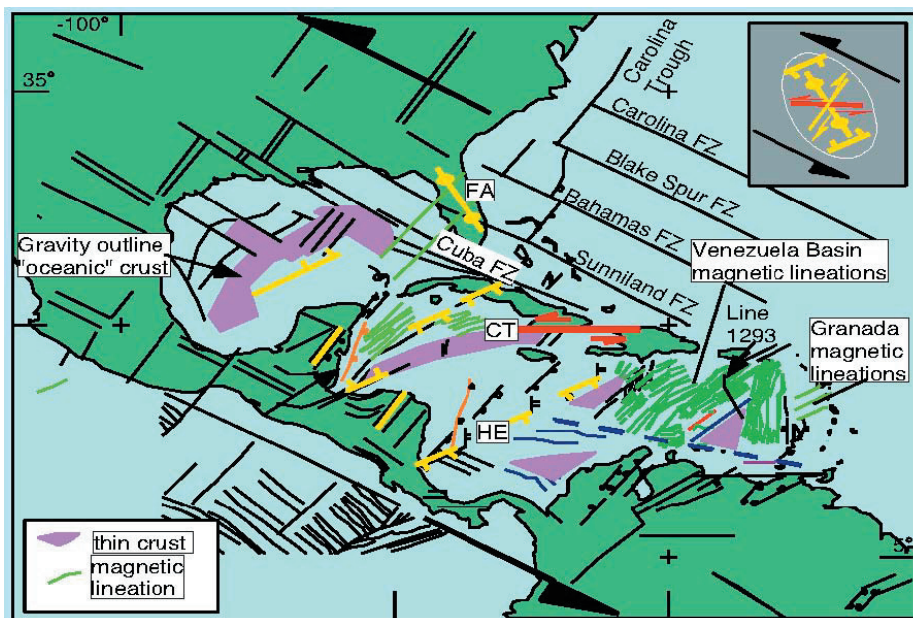
次の段落が Geoscientist, v. 19, no. 9, 2009 の 11 ページに引用されている。

この著書は、南北アメリカ間の領域の地質に関する最先端の研究状況を、カリブプレートの起源に焦点をあてて議論している。理解を困難にしているのは、カリブプレートが太平洋で形成され、両アメリカの間に移動したことにある。このモデルにしたがえば、このプレートは海洋性岩石と火山弧岩石で構成されている。別のもうひとつの考え方によると、このプレートはその場所で形成され、伸長した大陸地殻が含まれているという。これらの考え方が混成した説も存在する。本巻の論文には、広域的総説、カリブプレートの起源に関する議論が含まれていて、環カリブ海を経てプレート内部で終わる見学旅行のために配置された地域地質の見地から考察されている。著者たちは、テクトニクス、火成岩および変成岩地質、層序学と古生物学について述べている。このような幅広い話題がとりあげられているのは、議論を促進するためである。

問題のカリブ海プレートが太平洋起源とするパラダイム Pacific origin paradigm for the Caribbean plate questioned

Keith James and Maria A. Lorente. Geoscientist, v. 19, no. 9, p. 12- 15, Sep. 2009. www.geolsoc.org.uk/geoscientist

中米のテクトニクス構造。N60°W 方向の断裂 / 大陸内部断層に沿って南米から北米が左ずれすることによって、N35° E 方向の古リニアメントを再活動させた。また、N60°E 方向の正断層（たとえば、Hess 急崖 :HE）、および、北側のプレート境界（初期のケイマンオフセット :CT）やフロリダアーチ (FA) に沿う東西走向の左ずれ断層を発生させた。中



期始新世には、プレート境界にそって巨大なオリストリス〔複数〕（厚さは5kmに達し、長さは1,000km）が定置し、カリブプレートの南北縁に沿う火山活動のほとんどが終息した（終息は順次起きたわけではなく、同時）。つづいて、漸新世～今日の走向移動が起こり、ケイマン・トラフ中央部の300kmにおよぶ海洋底拡大をもたらした。これは、中米において唯一、地磁気異常にもとづいて確定された拡大である。カリブプレートは、東へ向かって大西洋地殻上に拡張した。スコティアプレートの類推は、Aves 海嶺に沿う背弧拡大を示唆する。

カリブ海の進化—新説

Karsten Storetvedt debates on the Caribbean origin in the Geoscientist Online 2 December, 2009.

<http://www.geolsoc.org.uk/gsl/site/GSL/lang/en/page6816.html>.

大規模な地質学界を代表するこの雑誌は、興味深いことに、世界地質にとって非常に緊要なこの地域を非プレートテクトニクスによって説明することが適切である、ということを示す。

地球の東半球における造構特性の幾何学的規則性 Geometric tectonic regularities in the eastern hemisphere of Earth

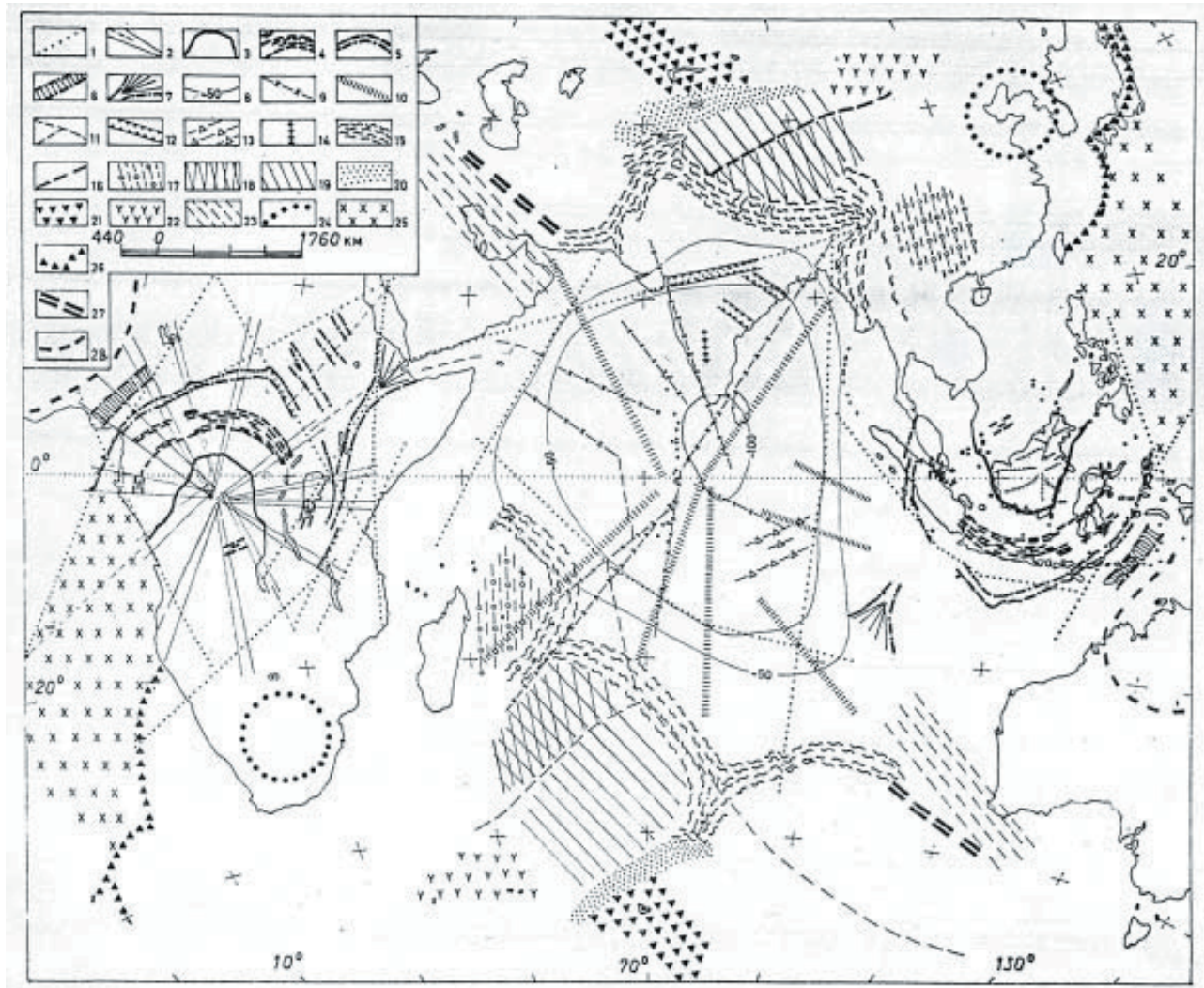
Gennady G. Kochemasov, kochem.36@mail.ru.

IGEM of the Russian Academy of Sciences, 35 Staromonetny, 119017 Moscow

Paper presented at the 2nd Workshop Mathematical Geosciences, 07 to 08 December,

要旨：規則的な全地球的構造網を明示する対照的なテクトニクス構造が、地球上でジオイド高がもっとも低いインド洋領域をとりかこんでいる。この構造網は、曲隆を支える4方向の波動の干渉によって形成される。これらの波動は、加速度の周期的変化によって、ケプラー軌道を運行している自転惑星体に発生する。地球サイズ $\pi R/4$ (径約 5,000km) の2つのテクトニクス塊が目目される：コンゴ始生代剛塊とインドネシア（マレー列島の島弧システム）の超巨大構造。それらの内部構造の形状

（パターン）は、 180° 回転すると一致する（これは、波動運動の造構パターンの全地球網に由来する）。コンゴ川の湾曲は、ボルネオ島の外形を反復している。中央アフリカのグリーンストーン帯は、マレー島弧などを反復する。2つの超巨大構造は、同規模のインド洋超巨大構造によって隔てられている。この地理学-地形学-造構学的解明は、地球の造構史を真に理解するために重要な貢献となる。



地球の造構ペア。1. 接線方向の弱帯, 2-7. コンゴ超巨大構造と、 180° 回転したインドネシア超巨大構造。2. 放射状弱帯, 3. コンゴ川とボルネオ島外形, 4. 始生代グリーンストーンとマレー島弧, 5. 大陸リフトと海溝, 6. Benoue とラフ, 7. Afar 地溝, 8-14: インド超巨大構造, 8. ジオイド等値線, 9-10. 放射状弱帯 (9. 地表地形による, 10. ジオイド異常による), 11. 海底山脈, 12. 地溝, 13. 海洋地殻中の褶曲, 14. Closepet 花崗岩, 15-28. 造構ペア, 15. ヒマラヤ山脈-“反ヒマラヤ山脈”, 16. アルティン山脈-西南インド洋海嶺, 17. 揚子卓状地（峨嵋山玄武岩類）-Mascarene 玄武岩類, 18. チベット高原-マダガスカル海盆, 19. タリム盆地-Crozet 盆地, 20. 天山山脈-Kerguelen 諸島と St. Paul 諸島の間の海底隆起, 21. 中央カザフスタン-Kerguelen 海台, 22. ゴビ砂漠-Crozet 海台, 23. ペルシャ湾とメソポタミア-南西オーストラリア沖海盆, 24. 南アフリカ Ar 剛塊-中朝剛塊, 25. アンゴラ海盆-フィリピンプレート, 26. ウォルビス海嶺-琉球・日本列島, 27. ザグロス-Diamantina 断裂帯, 28. 西アフリカ-北オーストラリア始生代剛塊

アペニン山脈，ディナール山脈，およびアドリア海：アドリアマイクロプレートは実在するのか？ The Apennines, the Dinarides, and the Adriatic sea: Is the Adriatic microplate reality?

Cliff Ollier and Colin F. Pain, 2009. The Apennines, the Dinarides, and the Adriatic Sea:
Is the Adriatic Microplate a reality? Geogr. Fis. Dinam. Quat., v. 32, p. 167-175..

要旨：ナップからなるアペニン山脈とディナール山脈はアドリア海に向かって衝上しているが，その海域にはほとんど乱されていない岩石が伏在する．さらに，アドリア海（アドリア）プレートと呼ばれるプレートが，アフリカからヨーロッパへ向かって北へ運動し，そこでは衝突することによって，アルプス山脈の形成に貢献するという，より包括的な概念が存在する．幾人かは，このプレートが今も運動していると考えている．古生物学的および地震学的データと総合すると，観察された事実にもっともよく適合する全体的な造構場は，2つの短縮しているナップ帯が同じ前縁地帯を形成しているという旧来のモデルである．

太陽の電光が地球を揺する！—電気地震 Sun bolts shake the Earth! – ElectricQuakes

これは，みんなが読むべきたいへん興味深いウェブサイトである．www.electricquakes.com を見られたい．このサイトの抄録は以下のとおりである．

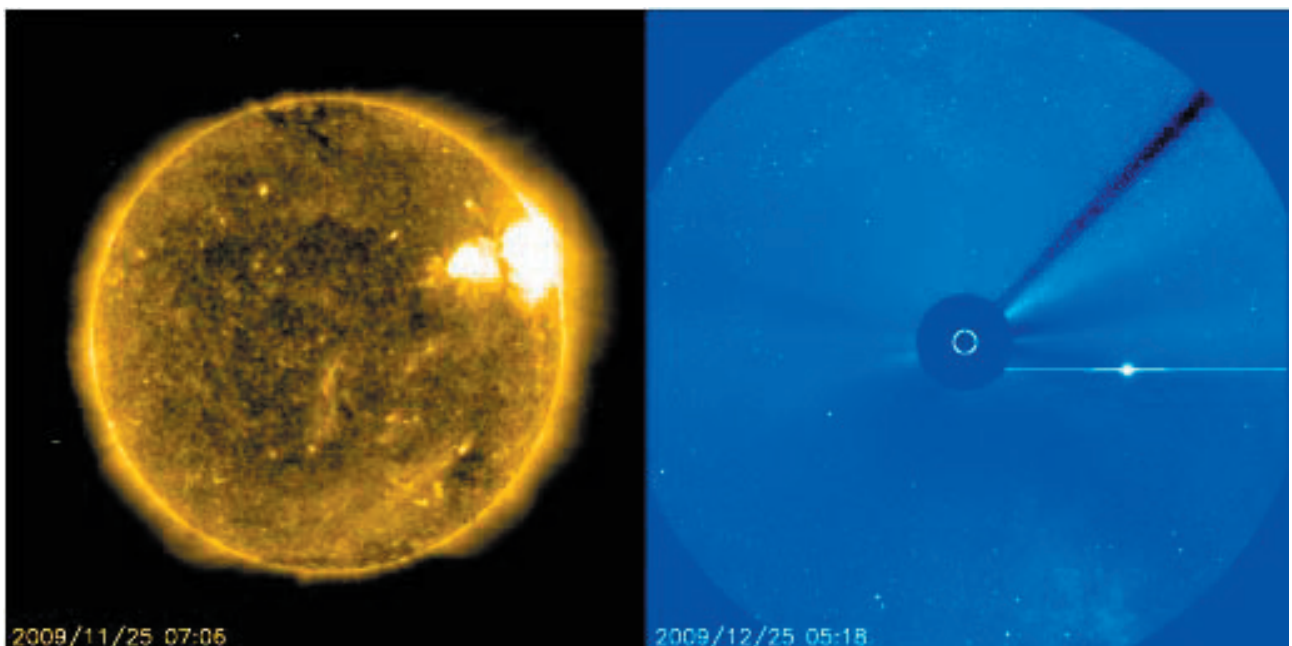
最近では，イタリアの地震研究者 Gioacchino Giuliani がイタリアにおける 2009 年 4 月の地震を予知したことに注目していて，さらにより多くの人々は地震の先駆になるかもしれない現象に興味をいだいている．その結果，私たちは，地震予知の可能性や人命を救うことに関心がある一般の方々によりわかりやすく説明するために，このウェブページを全面的に改訂した．

詳細に記述され，専門家に査読され，そして公刊され，そして，惑星 / 太陽 / 地球の相互作用の背後に存在する NASA および NOAA 衛星が観測している科学的に総合された原理に慣れていない人々のために，手早く説明させて

いただきたい．

太陽のフレア / 輻射の放出が増大すると地震が発生する確立が増大することを述べた研究は，ほんのわずかしかない．その仕組みは次のように考えられている．電離層の過剰な加熱が，大気圏高度を上下させ，地球の回転モーメントを変化させる．こうして，自転速度が減速したり，加速されることによって，すでに応力集中が起きている地震断層を急に揺さぶることになる．別の可能なメカニズムは，ある電磁場が地球の回転している金属コアと相互作用をおこなうというものである．さらに別の可能性は，大気湿度に関係する静的荷電効果である．

地震断層の加熱は，今日では衛星によって観測することができる．異常な断層加熱は，通常の大気状態に比べて，地球の断層が存在する部分からより多くの水蒸気を



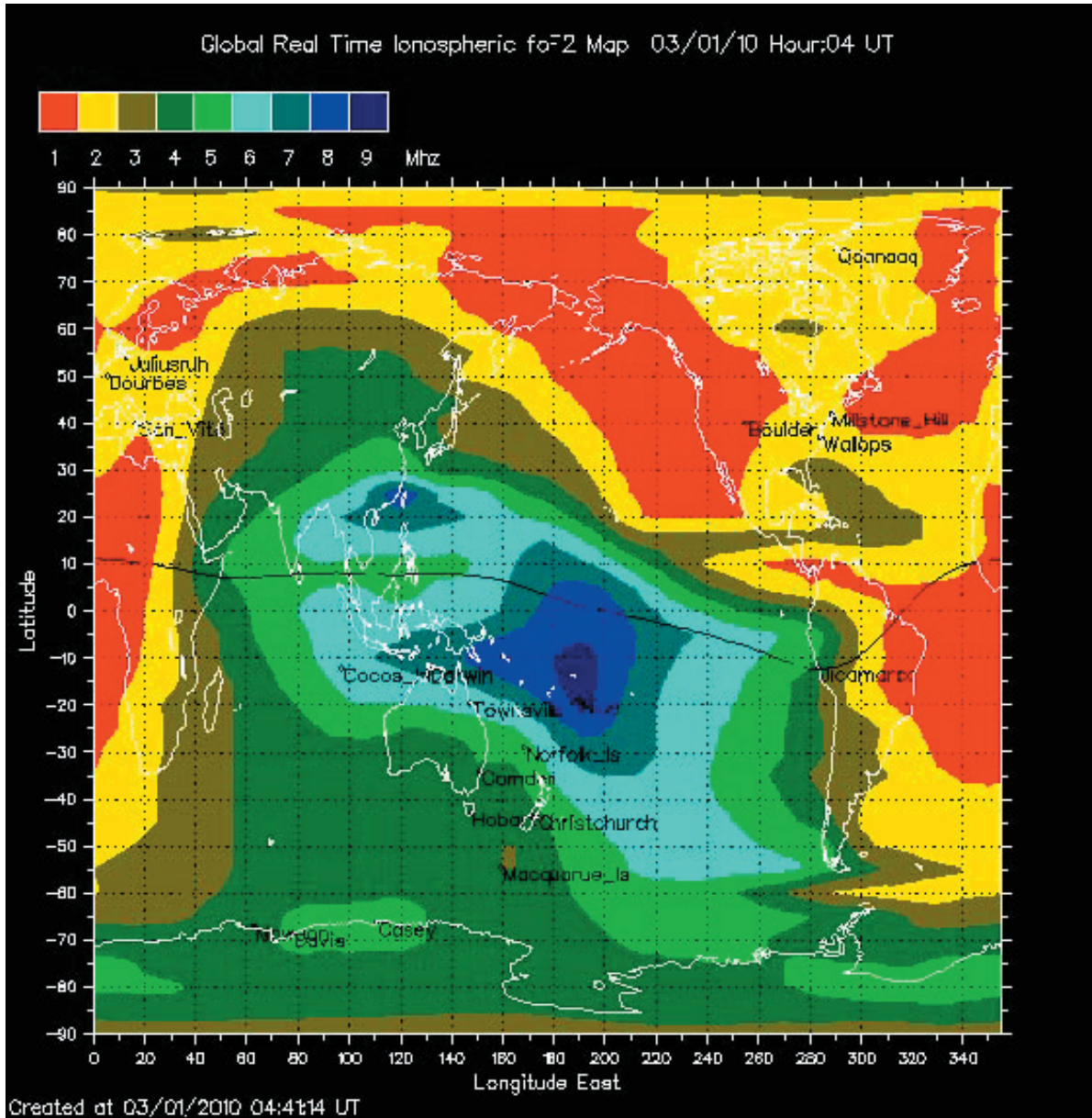
上昇させて、高高度に達すると“地震雲”を形成することになる。このウェブサイトの目的は、これらの仮説を恒常的に人々に伝え、幅広く生データを提供することにある。こうして、一般の人々と専門の研究者がそれらを比較するためにデータを閲覧することができることになる。NASAのような重んじられる研究機関によってグラフ化された生データを見るほかに、より真実のまことしやかでない関係をみいだすことはない。

太陽から放出される太陽風の話題にもどろう。NASAのSOHO衛星から送られてくる中継画像では、まさに今の太陽を見ることができる。太陽は、常に輻射していて、その表面で発生する巨大爆発は、私たちに向かって、さまざまな量の荷電陽子（太陽風）をもたらす。こうして、太陽風の変化が起きる。

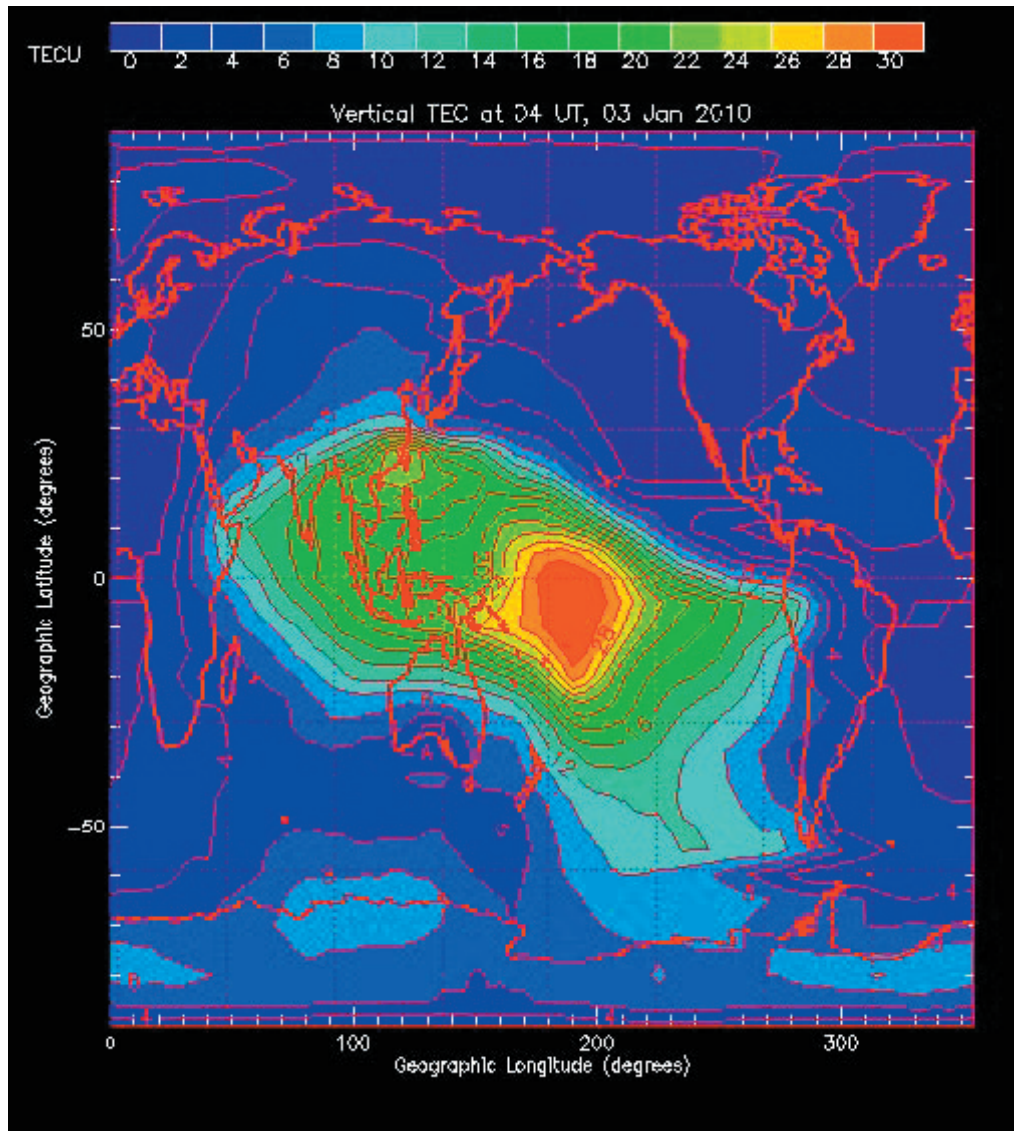
次の図は、宇宙で観測された太陽の中継映像である。個々の画像に期日が表示されている。左の画像は、すべてのフレアと黒点にともなうさまざまな波長領域でみた太陽で

ある。右の画像では、太陽が被覆されていて、周辺のコロナだけをみることができる。これによって、太陽からの大規模な放出物質をより容易に観察することが可能になる。それらが直接地球に向かってくると、両側で渦巻く姿をみることができ、太陽風が惑星に衝突する（太陽のまわりでは、ときどき彗星をみかけることもある）。

次の革新的な画像は、世界中の電離層中のイオン濃度のリアルタイムモデルである。それは急速に変化するが（およそ1時間単位で）、大地震時には、近傍に電離層ホットスポットがときどき現れる〔下線は編集者〕。その論理は、次のように考えられる。押し出された地球断層は、地表付近で石英のようなpiezoelectric鉱物にイオン電荷を生じさせるか、あるいは、太陽風が地球に衝突して地震を発生させ、大気をイオン化させることによって太陽風が検出されるのであろう。世界で初めて、これは、世界中の地震〔複数〕との適合図につづいて、中継で研究されるデータである。

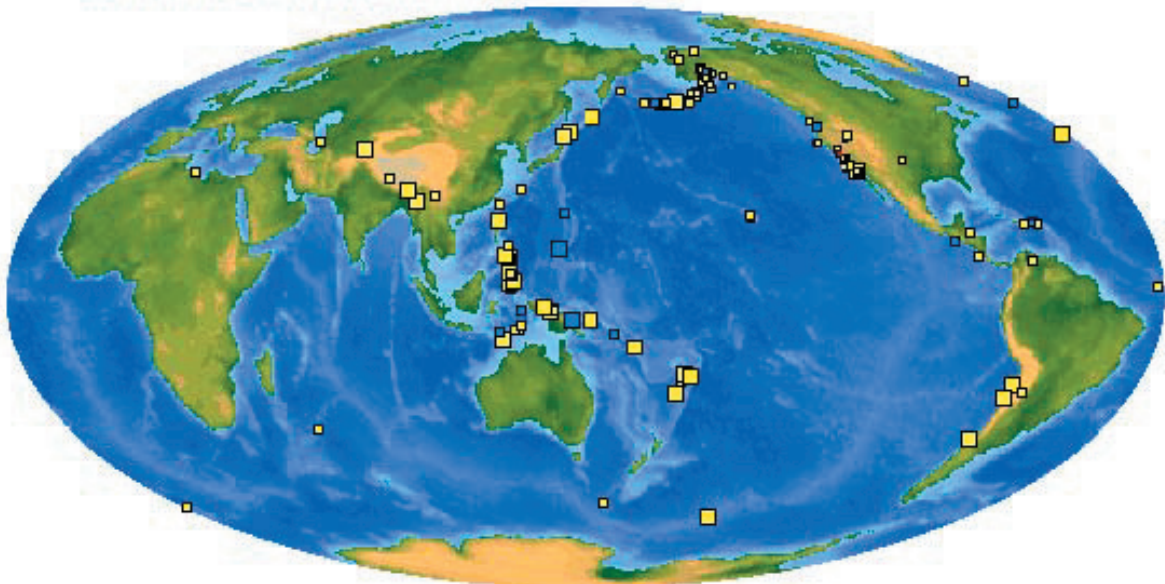


下に、別の衛星からえた同時データを示す。



上記の電離圏の活動と、世界的な地震分布とを対応が可能であろうか？

Sun Jan 3 05:14:26 UTC 2010 179 earthquakes on this map



財政的支援について **FINANCIAL SUPPORT** 新購読料システム NEW SUBSCRIPTION FEE STRUCTURE

（赤松 陽 [訳]）



NCGT ニュースレターを購読するには、編集者へ連絡ください: editor@ncgt. org. または ncgt@ozemail. com. au

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

少額ですので、ばかにならない銀行手数料の支払いを避けるために、私たちは、銀行為替手形か、New Concepts in Global Tectonics 宛での支払い可能な個人小切手を発行してもらうことをお願いします。あて先は 6 Mann Place, Higgins, ACT2615, Australia. 銀行を通じて送金する方のための銀行預金口座細目: 銀行名 - Commonwealth Bank, Belconnen Mall ACT Branch (BSB 06 2913)10524718, 口座加入者名 - New Concepts in

Global Tectonics.

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

もし領収書が必要な場合には、ご送金の際に一言、お知らせ下さい。

ニュースレターについて **ABOUT THE NEWS LETTER**

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

目的は次の事項を含む:

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

NCGT 日本サブグループの
コーナー

カラー画像を
入手できます！

■ カラー図面をはじめ、ニュースに掲載された図面をダウンロードすることができるサイトが、川辺孝幸さんのご尽力で開設されました。

■ 購読者限定の ID と PASS は、下記のとおりです。ログインして、No. をクリックすると図の一覧が現れます。必要な図面をダウンロードして、ご利用下さい。

URL <http://kei.kj.yamagata-u.ac.jp/ncgt/>
ID ncgt
PASS ncgt_japan