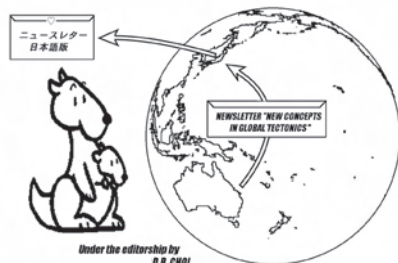


ニュースレター グローバルテクトニクスの新概念



NEWSLETTER *New Concepts in Global Tectonics*

No. 45 2007 年 12 月 ISSN: 1833-2560 編集: D.R. Choi (日本語版 2008 年 4 月)



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

も く じ

■ 編集者から	2
■ 編集者への手紙	2
■ 原著論文	
日本海海底の地質とドレッジされた岩石: その1 LELIKOV, E.P., TSOY, I.B., et al.	5
Geology and dredged rocks from the Sea of Japan floor: Part 1,	
何故にテチス海なの? SMOOT, S.C.	18
Wherefore the Tethys Sea(s)?	
2007 年 9 月 12 日インドネシア M8.4 地震時の地震雲 SHOU, Z.	26
The cloud of the M8.4 Indonesian earthquake on September 12, 2007	
地球リソスフェアの進化についての新仮説 CROLL, J.G.A.	29
A new hypothesis for Earth lithosphere evolution	
特異な惑星と衛星, そして地球膨張説 OLLIER, C.D.	43
Exceptional planets and moons, and theories of the expanding Earth	
■ 出版物	
Robinson, A.B. et al.: 大気中の二酸化炭素の増加の環境影響	45
Suzuki, Y.: 中 - 深発地震研究に関する歴史的レビュー	43
Kolvankar, V.G.: 日周期・半日周期の電磁輻射にもとづく地震パターン	49
Kolvankar, V.G.: RF 放出, 地震前兆のタイプ	49
■ 本の紹介 Lomborg, B., 冷ませ!	49
■ 会議報告 AAPG European Conference + AGU	51
■ ニュース NCGT WebSite: 改良後の 100 日間で 7 万件のアクセス, 4.2 万ファイルがダウンロード [p. 66]	62
■ 財政的財政的支援・ニュースレターについて	67
■ NCGT 日本サブグループのコーナー 『日本海研究交流募金のお願い』	68

連絡・通信・ニュースレターへの原稿掲載には、次の方法（優先順に記述）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 5 MB (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 NEWS LETTER 国際オンラインジャーナルです (季刊: 3 月, 6 月, 9 月, 12 月). 年間購読料; 電子版一人 US\$30, 図書館 US\$50, 印刷版一人 US\$50, 図書館 US\$70 (詳細は p. 67)

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

★ お詫びと訂正: No. 44 p. 16 訳者は「山内・矢野」ではなく、「山内靖喜・小泉 潔」です。お詫びいたしますとともに、訂正をお願いします。

編集者から FROM THE EDITOR

（赤松 陽 [訳]）

海洋地殻は大陸的である；石油産業にとっての大きくタイムリーな朗報！ Oceanic crust is continental: great, timely news for the oil industry!

最近 11 年間にわたる NCGT グループの最も偉大な成功の一つは、現在の海洋のいたる所に古期大陸性岩石が存在することを支持する強力な事例と、いわゆる海洋地殻とされているものの実際の組成、そして、これらの事例がもつグローバルテクトニクスに対する意義を明らかにしたことです。

今までに公表された NCGT ニュースレターの多くの論文は、海洋地殻のあまりに単純化されたプレートモデル（それは玄武岩質や斑岩質であり、中央海嶺で形成され、海洋底の拡大によって現在の位置に移動してきたと言われている）に反論するしっかりした証拠を提供し、深海底における大陸的岩石の存在について論じてきました。その最も優れた論文は Vasiliev and Yano (no. 43, 2007) によるものです。彼らはヒゼン断裂帯との交点における太平洋中央海嶺のみごとな地殻断面図を示し、古期大陸性岩石が太平洋、インド洋および大西洋の広範囲にわたって存在することを明らかにしました。さらに、私たちは、大陸における原生代の構造が大洋底に続いていること（南アメリカと太平洋 / 大西洋、オーストラリア大陸の周囲、北西太平洋、インド洋）を再三示し、また、褶曲変形や断層ブロック化した堆積盆地を埋積する堆積岩（スマトラ沖、北西太平洋などでは、それらのあるものは、おそらく原生代～古生代前期である）が海洋地殻の最上部を構成していることを示す地震探査データを紹介しました。さらに、De Kalb 氏 (no. 44, 2007) によって議論された全地球上の剪断ひずみのパターンは、先カンブリア時代には均一な地殻が地球の表面を被っていた

に違いないことを示しています。

私たちは、今や、いわゆる海洋地殻は、主に上部マントルとの相互作用で広域的に変成作用あるいは変質作用を受けた大陸地殻であるということが出来ます。

私たちの寄稿者によってもたらされたもう一つの重要な事実は、現在の深海はジュラ紀～古第三紀に形成され、その前には、今日の海洋の大部分は地表に露出していて、古陸を形成していたということです。経済的に大きな関心がもたれている中生代～新生代堆積盆地の開発が、主に現在の大陸縁近くのいくつかの深海域でかなり進んでいます。

大陸の“海洋”地殻（あるいは水没した大陸）が中生代～新生代堆積盆地や玄武岩の下に横たわっているという新しい構図は、石油業界にとって大きな贈り物になります。彼ら（石油業界）は、いまや、深海の堆積盆地の探査に対する有望な科学的基盤を入手しています。すでに、ブラジル沖の 1,800m の海底では、炭化水素が採掘されており、世界各地でより深い海底での探査が発展しつつあります（例えば、John and MacFarlan, Offshore, 2007 年 10 月号）。今後 10 年～15 年のうちに、水深 3,000～4,000m の堆積盆地が、最も活気のある探査・開発域になるでしょう（2007 年 11 月の AAPG ヨーロッパ会議における多くの石油会社スタッフの個人的情報）。私たちは、われわれの仲間が達成したことがらをたいへん誇りに思います。

編集者への手紙 LETTERS TO THE EDITOR

（赤松 陽 [訳]）

地球膨張@ AAPG

最近アテネで行われた AAPG 会議では、2 つのことがらが、私個人にとって意義深い重要なものでした。第 1 の、興味深い驚きは、“深部石油”の発生という概念が多くの人々にはっきりと受け入れられたことです。2 つ目は、あまり驚くことではありませんが、地球膨張の概念に多数の支持が寄せられたことです。

Earth Expansion@ AAPG

アリストテレスのさまざまな種類の冥想（①降雨は川を満たすには十分でない、②化石は、“へどろ”から発生する前の動物の姿である、③すべての天体は地球の周りをまわる円運動を行う性質をもっている、など）に、地球科学は時計を 2,500 年も巻き戻すことを決めたかのようにみえます。

膨張主義者の見解に対する現在の退化は、ウェゲナーの冥想とともに始まったのです。彼は、陸地をつくる大陸塊を、ほとんどジグソーパズルのピース同然にピッタリ合うまであちこち動かすことをこころみただけです。これは、海洋底に広く大陸地殻が分布する海域が存在するという証拠が増え続けているにもかかわらず、今日まで存続しているプレートテクトニクスのパラダイムによって権威づけられています。プレートテクトニクスは、この奇術的な見せかけのために、いくつかのメカニズムを証拠もなしに仮定することを試みてきました。それらのメカニズムの、すべてではないにしても、ほとんどが、物質力学の原理[訳者註 principals → principles の誤り?]から見て、とうてい起こりそうもないにもかかわらず、仮定されたのです。

対照的に地球膨張論者たちは、私の知っているかぎりでは、地球の重力に抗して膨らむ固体地球を説明するメカニズムを提案していません。おそらく、神話のような地球膨張説の性質が、その高まる人気の一つの理由なのです。たとえ、単純化しすぎていることを示すような確かな証拠がえられようとも、消失することがない「隕石-恐竜」神話のように。

地球膨張の提案の背後にあるいくつかの理由を、次に紹介しましょう。

- ・膨張する地球では慣性が変化する問題や、その地球の自転速度への影響については、過去に本誌で取り上げられてきました。簡単に言えば、化石サンゴの研究からの確実な証拠は、地球の自転速度が4億年前の400日/1年から現在の速度までに減少したということ、すなわち、それは角速度0.1秒/年のゆっくりとした回転の遅れです。しかし、この同じ期間に30%以上も地球が膨張したとすると、今日、私たちは現在の回転速度の半分程度の速度での自転を経験しているはずなのです。

- ・もしすべての大陸が直径が50%小さい地球の上に載っているとすれば、これらの大陸をびったりと合わせること（パンゲア）ができるという、地球膨張論者は

彼らの主張を正当化しています。しかし、過去のある時代にすべての大陸が集まっていたというこの妄想の根拠、それ自体が信頼がおけるものではないのです。古地磁気研究は、先カンブリア代以降、すべての大陸が現在の場所に位置していたことを明らかにしています。（このことは移動論者をして、大陸は古生代にすべてが集まったのであるが、それらは後に、再び離ればなれに移動したこと、そして、一般に弾性限界を超えた場合に起こる物質の振る舞いにおいては、動きの逆転は知られていないという事実にもかかわらず、移動が起こったことが通用するように説明をおこなうことを余儀なくさせました。）

- ・もし大陸が地球膨張にしたがって、最初のある原型的なパンゲアから分裂したとすると、地球が膨張を続ける間、どのようにして大陸はそれらのもとのままの状態を保ち続けることができたのでしょうか。より小さい地球の上にあった3000km²の1つの最初の大陸は、その下のリソスフェアが4500km²ほどに広がる間に影響をまったく受けず元のままでいることを余儀なくされたでしょう。確かに、先カンブリア代の断層線に沿って並んだアフリカリフトのようなものは、数億年前に分裂したであろうし、分裂し始めたのでしょうか。さもなければ、連続的に拡大している基盤の上の大規模な衝上断層運動（圧縮）をどのように説明するのでしょうか。

科学は、注意深い観察と論破しようとする目標をもった仮説の検証によって、その権威が得られるのです。批判に耐えた科学が、生き残るのです。今日、科学へのアプローチの方法はそれ以上になっています。すなわち、“アイデアを考え出し、それを宣伝し普及する働きかけを促進し、そして、それを守るための政治的な正当性を訴える”というものです。このような道は、後退の方向へのみ、（科学を）導くに違いありません。

Peter M JAMES, Engineering Geologist
P.O.Box 95, Dunalley, Tasmania 7177, Australia
pmjgeotech@yahoo.com.au

対角ひずみ線

次ページの対角剪断図を、NCGT ニュースレター No. 44. の論文“対角ひずみ線”で議論された図面と入れ替えます。前号の図面との相違は些細なもので、主に見やすくただけです。原図の基本は変わっていませんが、さらに多くの地名を加えてあります。接近して空間配置する多数の剪断線の間に空間を見つけることが困難なために、前号の図面では少数の地名だけが付されていたことを思い出されるでしょう。試行錯誤がある程度問題を解決してくれたように思います。そして、その結果が新しい図面に示されています。くわえて、陸域の色を消すことによって、線の混雑状態をいくらか軽減しました。地名自体は、陸域と海域を区別するための目印として役

Diagonal Strain Lines

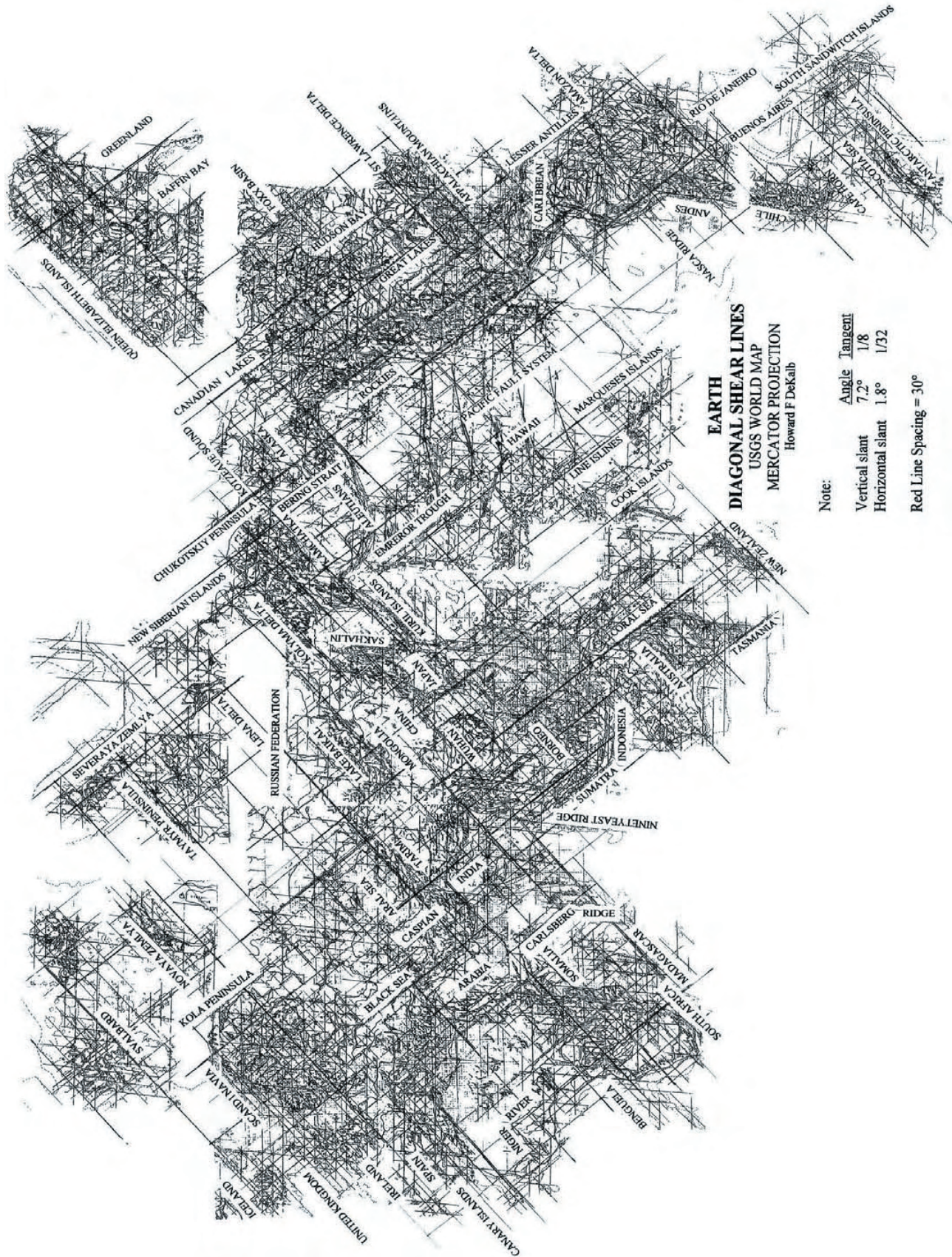
立っています。わずかな変更は、中国南部の都市の英語訳でウーサン（Wusan）をウーハン（Wuhan：武漢）に変えた程度です。これは、より新しい地図帳の表記法によるものです。

最初の版のように、メルカトール図法上では、剪断線の直線性は容易に認められます。ベーリング海峡、タイミル半島、インド/ビルマ、そしてミシシッピ川下流の地球規模の大きな頂点は、すべてが同じ方向の多くの短い剪断線の境界をなす地球規模の長い剪断線に対するヒンジです。この新しい図面は、遠い過去のある時代に起きたある巨大な衝撃によって影響を受けたかも知れない全

地球表面の状況を表示しています。さらに研究を深めて、このような全般的結論をより精緻なものにするためには、今後、多くの詳細な作業が必要になるでしょう。最初に明言したように、どのようなコメントも、大いに歓迎します。

迎します。

Howard DE KALB
dekalbh001@hawaii.rr.com



原著論文 ARTICLES

日本海海底の地質とドレッジされた岩石：その 1 GEOLOGY AND DERDGED ROCKS FROM THE SEA OF JAPAN FLOOR: PART 1

E.P.LELIKOV(elelik07@rambler.ru), I.B.TSOY(tsoyira@mail.ru), E.P.TEREKHOV,
V.T.S'EDIN, N.G.VASHCHENKOVA and A.A.NABIULLIN
V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute, Vladivostok, Russia

（山内 靖喜 [訳]）

〔編集者の注釈：紙数の制約のために、本論文は 2 部に分け、「その 2」は次号に掲載〕

要 旨：1970 年から 1991 年までの間に太平洋海洋学研究所 FEB RAS によって日本海の地質調査航海が多数実施され、多様（火成岩，変成岩，堆積岩）でいろいろな時代（先カンブリア代から後期新生代まで）の多量の岩石標本と，数種類の鉱物（燐灰土，鉄－マンガンコンクリーション，重晶石）が採集され，それらは分類して収蔵された（約 3,000 点）．この収蔵品は，同海域に関して他に類をみないものであり，日本海海底からえられたすべての岩石種と鉱物を代表している．

本論文は，日本海の地質といろいろな morphostructure* から得られた岩石の種類を簡単に述べる．この岩石標本の比類なき収蔵は，大陸と海洋の間の活動的漸移帯に関する今後行われる複雑な研究の基礎となり，科学教育や科学の普及に使うことができ，ロシアの国内外の地質系博物館，科学研究機関及び大学にとって興味あるものにちがいない．さらに，関心がある機関に対しては，特別な協定を交わすことによって，類似の収蔵品が提供され，展示することができる．

*：地質構造と一致するあるいはそれを現している大地形（Glossary of Geology より）．図 3 を参照．

キーワード：日本海，地質構造，層序，火成作用，堆積物，鉱物

はじめに

太平洋の縁海系において，日本海はその地質に関して良く研究されていることで際だっている．この海域における地質学的研究は 1970 年より海洋学研究所太平洋部門によって，1973 年以降は太平洋海洋学研究所 FEB RAS によって積極的に行われてきた．それらは，I. I. Bersenev（調査船“Pervenets”の第 10 次，15 次，20 次，24 次，25 次，28 次，30 次及び 34 次航海），B. I. Vasiliev（“Pervenets”の第 6 次及び 7 次航海），Yu. B. Evlanov（“Pervenets”の第 29 次航海），G. L. Kashintsev（調査船“Dmitry Mendeleev”の第 35 次航海），V. M. Kovylin（調査船“Callisto”の第 1 次航海），E. P. Lelikov（調査船“Pervenets”の第 36 次，37 次及び 39 次航海，調査船“Professor Bogorov”の第 16 次，22 次，25 次及び 30 次航海），Yu. S. Lipkin（“Callisto”，の第 2 次航海），I. K. Puschin（“Pervenets”の第 21 次及び 33 次航海）及び V. I. Chainikov（“Pervenets”の第 27 次航海）の指揮による諸航海で行われた．

これらの航海中，多数の地点（約 1,000）でドレッジによる採集が行われ，岩石標本は海底の高まり，火山性リッ

ジと火山体，大陸斜面及び島斜面から採集された．岩石はそれぞれの研究海域で採集された．ドレッジで採集する技術は I. I. Bersenev（1973）の指揮下にあった調査船“Pervenets”の最初の航海中に上達した．研究海域内では，固定ブイで区画された海域において岩石が採集された．研究海域の配置は図 1 に示してある．

これらの結果，多様で（火成岩，変成岩，堆積岩），さまざまな時代の（先カンブリア代～後期新生代），多量の岩石標本と科学的価値が高い数種類の鉱物（燐灰土，鉄－マンガンコンクリーション，重晶石）が採集された．これらの岩石は，日本海の地質をより詳細に研究するために，地質過程を復元するために，大陸海洋漸移帯における地殻形成を研究するために，そして，古地理を復元するために利用された．これについては，専攻論文（Bersenev et al., 1987; Isezaki et al., 1996），ならびに，多数の論文に記述されている．得られた地質試料を用いて，1988 年に，初の日本海海底地質図が作られ，それは今なおこの海域について編集された最も詳細な地質図である．

これらの試料は，日本海の地質構造と大陸－海洋漸移帯

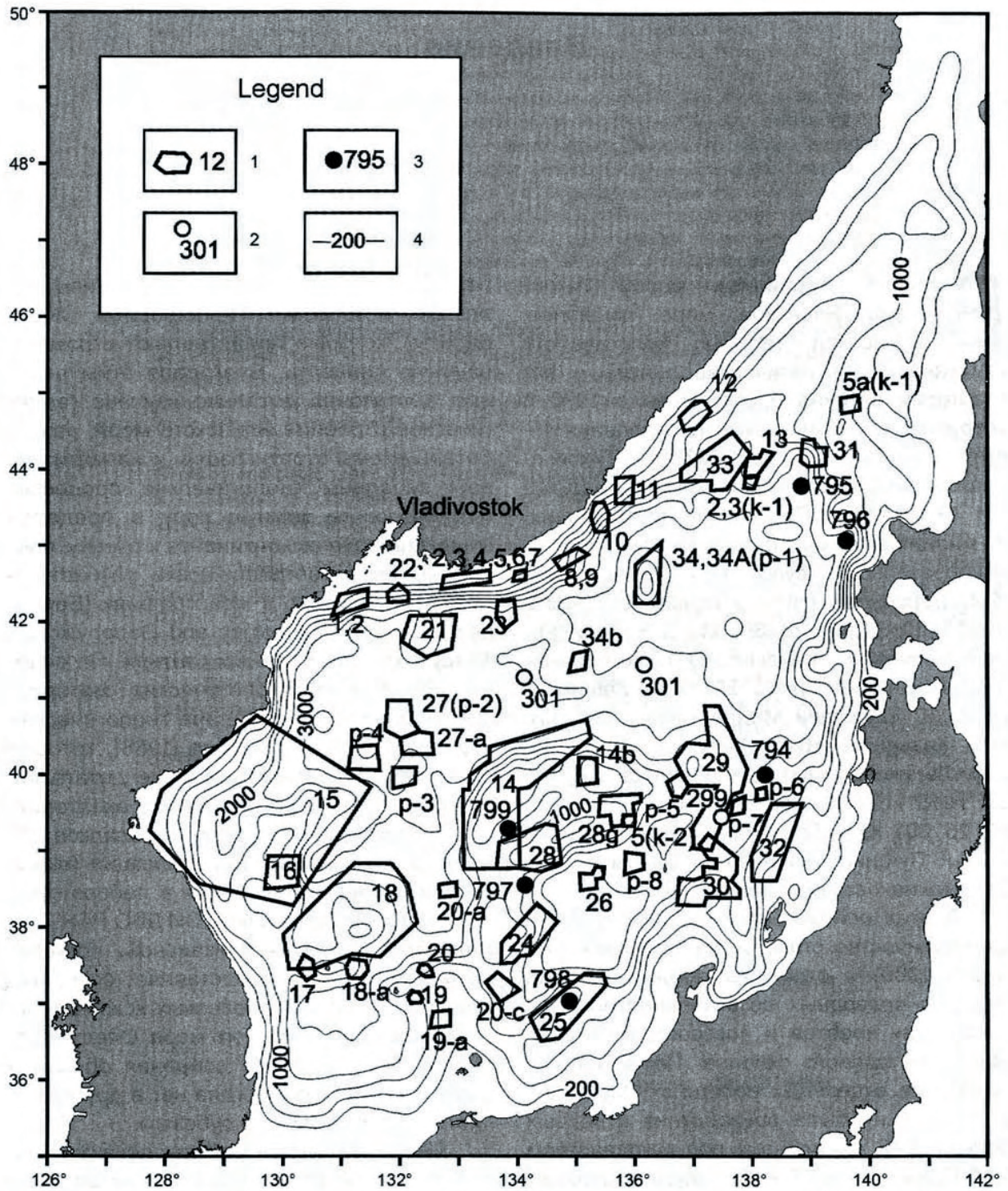


Fig. 1. Location of study areas and deep sea drilling sites. 1 – study area and its number, 2, 3 – deep sea drilling sites: 2 – “Glomar Challenger”, 3 – “JOIDES Resolution”, 4 – isobaths

図1 研究海域と深海掘削の位置。

1 – 研究海域とその番号, 2, 3 – 深海掘削地点: 2 – “Glomar Challenger”, 3 – “JOIDES Resolution”, 4 – 等深線

域で地殻を形成した地質過程を明瞭に示している。

岩石と堆積物の標本は分類され、収蔵品（約3,000点）とされ、太平洋海洋学研究所の地質学部門の研究室に保管されている。この収蔵品は日本海海底の基本的な岩石の種類と鉱物を代表するものであり、他に類をみない。海底下の岩石試料のこのようなコレクションは、ロシアの内外の他の機関では行われていない。

本論文の目的は日本海の高底と隆起 morphostructure を構成する主要な岩石の種類の研究における基本的な成果と業績を示すことである。

この岩石標本の比類なき収蔵は、大陸と海洋の間の活動漸移帯に関する今後行われる複雑な研究の基礎となり、科学教育や科学の普及に使うことができ、ロシアの国内

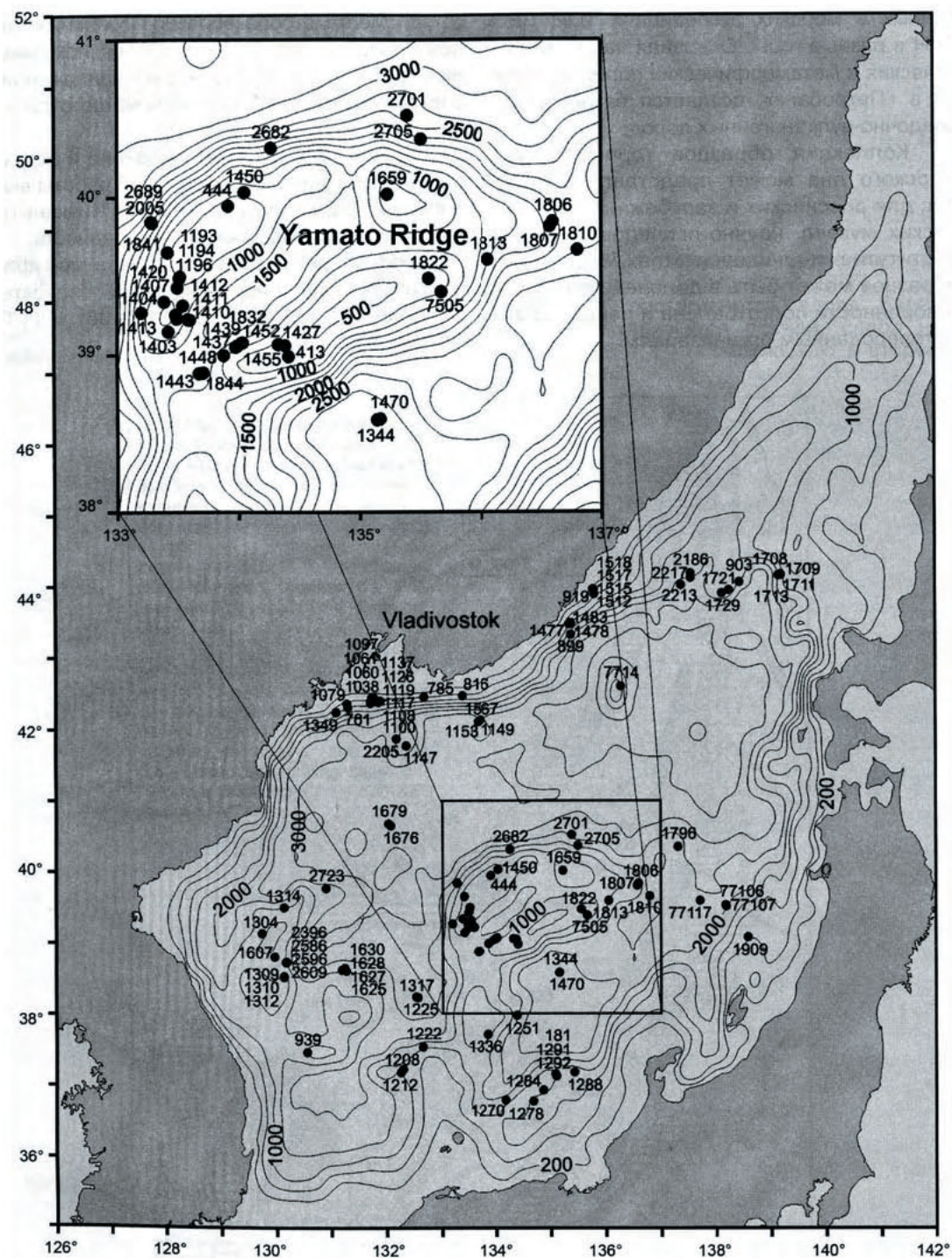


Fig. 2. Location of dredging station from which rock samples were taken. ● – dredging station and its number

図2 岩石標本を採集したドレッジ地点の位置. ●—ドレッジ地点とその番号.

外の地質系博物館、科学研究機関及び大学にとって興味あるものにちがいない。さらに、関心がある機関に対しては、特別な協定を交わすことによって、類似の収蔵品が提供され、展示することができる。

いくつかの岩石標本は、本論文に記載されている。現在、縁海（日本海、オホーツク海、東シナ海）及び北西太平洋からの岩石試料を研究している。これらの試料は、いろいろな年の太平洋海洋学研究所（ロシア科学アカデミー極東支部）による航海中に採集された。多くの火山岩と変成岩がデータベース“PETROBANK”中にある。

そして、目下のところ、私たちは火山起源の堆積岩のデータベースを準備している最中である。

日本海海底を構成する基本的な岩石類の採集地点は、図 2 に示される。

著者達は、写真を撮り、標本をスキャンしてくれた G. A. Krainikov と M. R. Chichkin にお礼を申し上げる。この研究はロシア科学アカデミーの極東支部による支援 (no. 05-III-A-07-121 及び 05-III-A-07-136) 及びロシア連邦の世界海洋計画の支援を受けた。

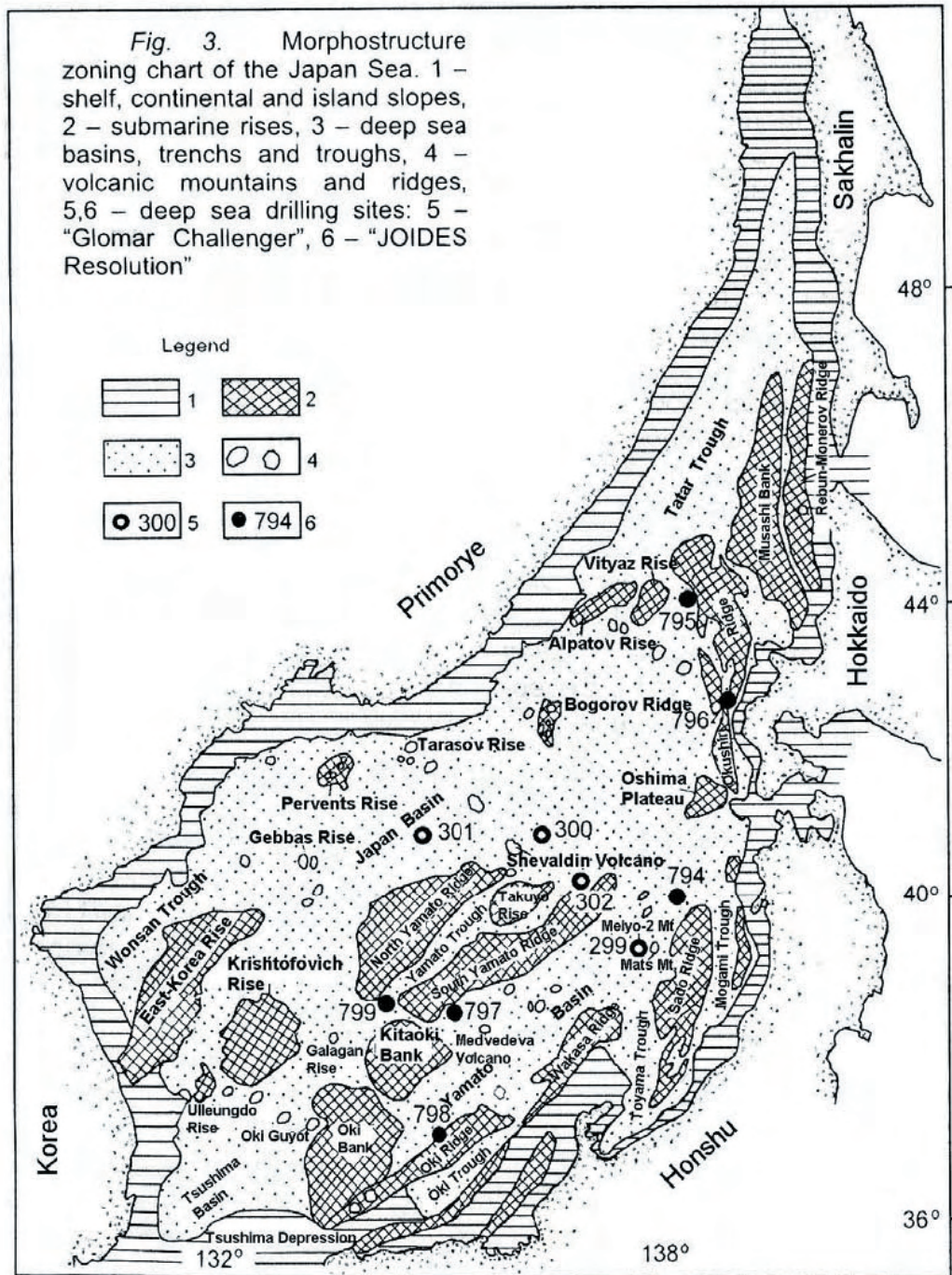


図3 日本海の morphostructure 分帯図。 1 –大陸棚，大陸斜面及び島斜面， 2 –海底の高まり， 3 –深海盆，海溝及びトラフ， 4 –火山性海山及び火山性海嶺， 5，6 –深海掘削地点， 5 – “Glomar Challenger”， 6 – “JOIDES Resolution”

Morphostructure 分帯

日本海の基本的な morphostructure は，陸棚，大陸斜面，島斜面，海底の高まり，火山体及び海盆である。これらの特徴は I. I. Bersenev [Bersenev et al., 1987; Isezaki et al., 1996] に示されている。

陸棚は海岸に沿って延び，外縁に向かって僅かに（1°以下で）傾斜した平坦面に特徴づけられ，その外縁水深は主に 135m にある。陸棚の幅は Peter-the-Great Bay（ピョートル大帝湾）内と隠岐諸島，礼文島および利尻

島で 50-100km，東 Primorye（沿海州）の海岸に沿っては 20-40km そして朝鮮半島に沿っては 4-20km の範囲で変化する（図2）。

＜訳者注：以下の文中の海底地形名や地域名は，基本的に図3に示されている。図3と対応させやすいように本文中の地形名は英語で示し，よく知られた和名がある場合には，カッコ内に記す。＞

大陸斜面は，大陸棚を大陸の麓から分つ。日本海北部の大陸斜面は 1,500m の等深線で限られ，斜面（2-5°）は平滑である。Vladimir 湾の南方～朝鮮半島南部では斜面の末端が深度 3,000m に達し，傾斜は急勾配になり，10°，

第1表 日本海における堆積物の層序

地質系統			層 厚 (m)	層 相
代	系	細分・統		
新生界	第四系	完新統		円礫と礫混じり砂岩, 砂, シルト, 不淘汰堆積物, 泥
		下部更新統		砂質-泥質珪藻質粘土, シルト岩
	新第三系	鮮新統	150-300	Gamov層: 基底礫岩, 礫混じり砂岩, 凝灰質砂岩, 珪藻質粘土, マールと石灰岩のレンズ
		中-上部中新統	300-550	Valentine層: 珪藻質粘土, 砂岩, シルト岩, 凝灰質シルト岩, 凝灰質砂岩, 石灰岩レンズ
	古第三系	漸新統-下部中新統		弱変成泥質岩層: 基底礫岩及び先新生代の岩石の中礫を含む礫混じり砂岩, 弱変成泥質岩, 粘土質珪藻土, 珪藻土質弱変成泥質岩, 凝灰質珪藻土. 花粉群集は南部沿海州の下部中新統の群集と類似する. 凝灰質-陸源成層: 凝灰質礫岩, 火砕岩類, tuffites (注: 碎屑成物質を含む火砕岩), 凝灰質珪藻土, 凝灰質砂岩, 凝灰質シルト岩, 含礫砂岩. 隠岐層: 砂質イグニングフライト, 粗面流紋岩, 粗面安山岩及び粗面デイサイト組成の火砕岩類 細粒凝灰岩 粗面デイサイト 粗面流紋岩 粗面安山岩 安山岩層: 安山岩, 玄武岩, デイサイト
		暁新世		砂質シルト岩単元: Aleuropelite (注: シルト質粘土岩?) シルト岩, 暁新世の花粉を伴う礫岩
中生界	白亜系	上部		デイサイト, 流紋岩及び安山岩-デイサイトの火砕岩類, デイサイト, 流紋岩 (64-103Ma).
		下部		アーコーズ砂岩, シルト質砂岩, アルビアン期の花粉群集を含むシルト岩
	ジュラ系			砂岩, シルト岩, 弱変成泥質岩.
古生界	上部			砂岩層を挟む凝灰質シルト岩, 多源的砂岩, gritstone (注: 固く, 粗粒な珪質砂岩, シルト岩)
	中部-上部		300-400	準台地の礫岩-角礫岩, gritstone, 礫質砂岩, シルト岩; 優地向斜の変玄武岩, アルバイト-緑簾石-緑泥石-アクチノ閃石片岩, アルバイト-黒雲母-緑泥石片岩, 緑泥石-緑簾石-アルバイト及び石英-セリサイト片岩, 角閃岩, 千枚岩, 変砂岩 (356-240Ma)
原生代	後期			ホルンブレンド角閃岩, 黒雲母-角閃石斜長片麻岩, 黒雲母片麻岩
	前期			
始生代	後期			片麻岩-ミグマタイト複合岩体 (2729-1983Ma): ホルンブレンド角閃岩, 黒雲母-角閃石斜長片麻岩, 黒雲母片麻岩, 石英-黒雲母-白雲母片岩, ミグマタイト

ときには 20° になり, 堤防をもつ急傾斜の海底谷 (峡谷) によって切り刻まれている。

海底の高まりは, 日本海海底のかなりの範囲を占めている。それらの中で最大のものはこの海の中央部にある Yamato* (大和) であり, 地溝系によって 3 つの堆に分かれている—すなわち, North Yamato Ridge (北大和堆), South Yamato Ridge (南大和堆, 日本では大和堆とよぶ), Takuyo Rise (拓洋堆) (図 3 参照)。それぞれの長さは, North Yamato Ridge 約 250km, South Yamato Ridge 350km, Takuyo Rise 225km である。それぞれの最大幅は 100km, 75km, 及び 70km であり, 最小深度は 500m である。
< *: North Yamato Ridge, South Yamato Ridge 及び Takuyo Rise からなる広大な高まりを, 著者はここでは Yamato とよんでいるが, 次の節では Yamato Rise とよぶ (記者注)。>

Yamato の南方には Kita-Oki Bank (北隠岐堆) があり, 同じく北東方向に延びており, 長さは 125km, 幅は 75km に達する。これは深さ 1000m の鞍部をもって Oki Bank (隠岐堆) とつながっている。隠岐堆の長さは 150km, 幅は 100km, 深さは 200-500m である。隠岐島の北東方向には長さ 200km・幅 50km の Oki Ridge (隠岐リッジ) が広がる。能登半島の北方には小さな Hakusan Rise (白山堆, 50 × 50km) がある。Japan (Central) Basin (日本海盆) の北方へのつながりは, Vityaz 堆と Alpatov 堆によって

絶たれている。これらの南側斜面は海盆へ急激に深く落ち込んでおり, 北側は緩やかにタタール海盆へ移行する。

日本海の西部には広大な Korean Plateau (朝鮮海台) がある。この海台には East Korean Rise (長さ 350km, 幅最大 60km, 深さ 500m 以上), Krishtofovich Rise (100 × 100km), Ulleundo Rise などの高まりが多くあり, これら 3 つ堆は朝鮮海台の南縁をなしている。

深海盆と窪地が日本海海域の半分以上を占めている。その内で最大のものは Japan Basin (日本海盆) あるいは Central Basin (中央海盆) であり, それは北東方向に 900km にも達する長さで 250km の平均幅をもち, 水深は西部の 3,400m から東部の 3,600m へと深くなる。日本海の南東部には大和 (本州) 海盆がある。これは南西から北東に向かって 600km の長さをもち, 最大 200km の幅をもち, 2,500m ないしそれ以上の深さがある。南西海域には, 直径 250km, 深さ約 2,000m の対馬海盆がある。深海盆の海底は火山性リッジと火山によって複雑になっている。それらのなかでも最大級のものは日本海盆中にみられる Gebass, Pervenets (Siberia) および Bogorov である。Tatar トラフは日本海北部でシホテアリンとサハリンおよび北海道の間にある。その幅は 100-200km であり, その深さは北部の 200m から南部の 2,500m へと深くなり, そこでは Vityaz Rise および Alpatov Rise の海底の高まりによって境されている。

第2表 日本海底の火成作用

地質系統			岩石記載, 年代
界	系	細分・統	
新生界	第四系	完新統	完新世-鮮新世複合岩体 (3.5Maから現在まで) : ピクライト質玄武岩, 粗面安山岩, 粗面岩, 粗面流紋岩
	新第三系	鮮新統	中部中新世-鮮新世複合岩体 (13-4.5Ma) : 輝石-斜長石玄武岩, 以下はあまり普遍的でない: かんらん石-輝石-斜長石玄武岩, デイサイト, 粗面流紋岩.
		上部中新統	
		中部中新統	中新世複合岩体 (11.1Ma) : かんらん石-斜長石玄武岩
		下部中新統	
	古第三系	漸新統	漸新世-前期中新世複合岩体: 粗面デイサイト, 粗面流紋岩, 粗面安山岩, イグニンプライト, 細粒凝灰岩, 安山岩, 玄武岩, デイサイト (Oki Suite: 27-18 Ma). 安山岩, 玄武岩, デイサイト (安山岩層, 27.4, 21.5 Ma)
中生界	白亜系	上部	後期白亜紀複合岩体 (98-58Ma) : 石英閃緑岩, 花崗閃緑岩, 黒雲母及び優白質花崗岩, 花崗斑岩, アプライト.
		下部	前期白亜紀複合岩体 (110-102Ma) : 含石英閃緑岩及び花崗閃緑岩, 黒雲母-ホルンブレンド, 黒雲母および優白質花崗岩, 花崗斑岩
古生界	上部		後期古生代複合岩体 (332-181Ma) : 石英モンゾナイト, 石英閃緑岩, 花崗閃緑岩; ホルンブレンド, 黒雲母, 優白質, 白雲母-電気石花崗岩
	中部		中期古生代複合岩体 (348Ma) : 花崗閃緑岩. 石英閃長岩, 黒雲母及び優白質花崗岩
原生界	上部		後期原生代複合岩体: 角閃石斑れい岩, 黒雲母-角閃石及び黒雲母片麻岩-花崗岩
	下部		始生代-前期原生代片麻岩-ミグマタイト複合岩体 (2729-1983Ma) : 黒雲母片麻岩-花崗岩, ミグマタイト
始生界	上部		

地質と地質構造

日本海の地質構造は, いろいろな起源と時代の堆積岩・火山性岩石・変成岩および貫入岩によって構成されている (図3, 4).

変成岩, 堆積岩および堆積物

始生代-前期原生代変成岩層が日本海西部の East Korean Rise と Krishtofovich Rise の上に広く分布する (表1). これらは片麻岩-ミグマタイト複合岩体で構成構成され, 角閃岩相 (T: 560-670°C, P: 5.0-7.0 Kbar) の中程度から深部の環境で形成されたホルンブレンド角閃岩, 黒雲母-角閃石黒雲母斜長片麻岩, 黒雲母質片麻岩, 石英-黒雲母質-白雲母片岩, 片麻岩-花崗岩, ミグマタイト (Lelikov, 1992) からなる.

後期原生代複合岩体は, South Yamato Ridge の西端の変成岩層であり, ホルンブレンド角閃岩, 黒雲母-角閃石斜長片麻岩および黒雲母片麻岩からなる. これらは緑簾石-角閃岩相 (T: 550°C, P: 4.0 Kbar) 環境下で形成され, 構造的には, 日本の飛騨片麻岩類および南 Primorye の "はんれい岩類" に類似する.

中期-後期古生代複合岩体. この岩石は多くの高まりにおいて認められている. East Korea Rise の斜面上では, 先カンブリア時代の花崗岩-片麻岩および中期古生代の花崗岩を覆って, 準台地タイプの陸源堆積層が分布する. それは, 調査域では約 300-400m の厚さをもつ. この堆積層の基底部は角礫岩及び固い砂岩 (花崗岩と片麻岩の破片や中礫を含む) からなり, 上方に向かって礫質砂岩

とシルト岩に移化する.

Vityaz Rise と Alpatov Rise の上では変成した火山岩起源層と陸源層がある. 変玄武岩がすべてを覆っている. アルバイト-緑簾石-緑泥石-アクチノ閃石片岩, アルバイト-黒雲母-緑泥石片岩, 緑泥石-アルバイト-白雲母-炭酸塩片岩, 角閃石マイクロ片岩, 及び斑れい岩と輝緑岩に重なる角閃岩がまれにみつかると. 最初の堆積岩は変噴出岩類を覆っており, 千枚岩, 石英-セリサイト片岩及び変砂岩からなる.

North Yamato Ridge では, 変噴出岩類が緑泥石-緑簾石-アルバイト片岩, 石英-緑泥石-アルバイト片岩, 緑簾石-アルバイト片岩, 石英-緑泥石-セリサイト片岩及び千枚岩と変砂岩に変わっている.

上部古生界堆積物. これらは南沿海州の大陸斜面から採集された; それらは砂岩の挟みを伴う火砕岩起源のシルト岩からなる. South Yamato Ridge の東端と Takuyo Ridge では多源的な砂岩, 円礫岩及びシルト岩からなる層がある.

中生代層. 砂岩, シルト岩は慣例的に中生代層に属するとされている. Pervenets Rise から採集された弱変成泥質岩は, Ussuri 湾の動物化石群集で特徴づけられるジュラ系および North Yamato Ridge と South Yamato Ridge から採集された下部白亜系に類似しており, 同じく中生代層に対比される.

後者は主にアーコース砂岩から構成され, シルト質砂岩とシルト岩を挟む. これらの岩石は亜熱帯気候下の陸上

表3-1 日本海においてドレッジで採集した岩石の一覧表 [1/3近接した陸地においては]
(図版写真は本Newsletter次号no. 46掲載予定の本論文“その2”を参照のこと)

注：この表での海域は海底地形で示してあり，それらの位置は図3中に示されている．図3と照合できるように海域名は論文と同じく英語名で示した．なお，参考のため，本表の海底地形名と日本で一般的に使われている名称との対応を本表下に示した．

年 代	海 域	測点番号	緯度	経度	深度 (m)	標本番号	岩石名	図版写真番号	
基盤の変成岩，火山岩および堆積岩									
始世代-原生代	East Korean Rise*1	1304	39°08.2'	129°44.8'	1450	1304-2	片麻岩	1-1	
		1304	39°08.2'	129°44.8'	1450	1304-2a	ミグマタイト	1-2	
		1314	39°30.0'	130°08.9'	1350	1314	片麻状花崗岩	1-3	
後期原生代	South Yamato Ridge*2	1844	38°53.0'	133°40.5'	1500	1844-1	花崗岩	1-4	
		1844	38°53.0'	133°40.5'	1500	1844-1a	片麻状花崗岩	1-5	
		1309	38°31.4'	130°08.7'	1300	1309-36	砂岩	1-6	
中期-後期古生代	East Korean Rise	1310	38°31.4'	130°08.9'	1600	1310-1a	礫岩	2-1	
		1312	38°32.1'	130°08.8'	1350	1312-36	砂岩	2-2	
		Vityaz Rise	903	44°03.0'	138°27.0'	1900	903	ホルンフェルス	2-3
	Alpatov Rise	2180	44°10.3'	137°33.6'	2000-1800	2186	頁岩	2-4	
		2186	44°10.5'	137°33.8'	2000-1800	2186-2	変砂岩	2-5	
		2217	44°06.3'	137°33.8'	2350-2000	2217-7	頁岩	2-6	
	East Korean Rise	1607	38°45.6'	129°58.6'	1300	1607	花崗岩	3-1	
		1607	38°45.6'	129°58.6'	1300	1607-1		3-2	
後期古生代	OkI Ridge*3	1292	37°10.0'	135°05.2'	400	1292-3a	ホルンフェルス	3-3	
	Takuyou Bank*4	1659	40°01.2'	135°13.7'	500	1659-1	砂岩	3-4	
	沿海州大陸斜面	1349	42°14.6'	131°06.4'	1100-1000	1349	ホルンフェルス	3-5	
		North Yamato Ridge*5	1404	39°15.5'	133°29.0'	1050	1404-6	花崗岩	3-6
			1407	39°14.0'	133°29.5'	900	1407-1	花崗閃緑岩	4-1
	1413		39°16.3'	133°12.0'	1400	1413-1	花崗岩	4-2	
	South Yamato Ridge	1806	39°50.5'	136°36.0'	1400	1806	石英	4-3	
		1807	39°48.7'	136°34.5'	1500	1807.1a	モンソナイト	4-4	
	Sado Ridge*6	1895	39°10.8'	138°33.0'	420	1895	安山岩	4-5	
	前期白亜紀	South Yamato Ridge	1410	39°13.5'	133°36.0'	1100	1410	砂岩	5-1
			1411	39°13.7'	133°35.0'	800-750	1411		5-2
1411			39°13.7'	133°35.0'	800-750	1411-1	5-3		
1193			39°29.4'	133°30.8'	750-680	1193-1	5-4		
1412			39°19.0'	133°32.5'	900	1412	5-5		
1194			39°30.1'	133°31.1'	800-700	1194-2	シルト質砂岩	5-6	
1439			39°03.5'	133°59.6'	1150-1100	1439	砂岩	6-1	
1439			39°03.5'	133°59.6'	1150-1100	1439-2		6-2	
1832			39°04.6'	134°02.0'	1400-1300	1832-1		6-3	
1832			39°04.6'	134°02.0'	1400-1300	1832-4		6-4	
1807			39°48.7'	136°34.5'	1500	1807-2	細粒砂岩源 ホルンフェルス	6-5	
Krishtofovich Rise			1627	36°37.3'	131°12.0'	1400	1627	花崗岩	7-1
		1628	38°37.7'	131°13.0'	1700	1628	7-2		
		1628	38°37.7'	131°13.0'	1700	1628-1	7-3		
		1630	38°39.0'	131°15.0'	1400	1630-1	7-4		
Gebase Rise		1676	40°39.0'	132°05.2'	1900	1676-4		7-5	
後期白亜紀		沿海州大陸斜面	899	43°19.0'	135°23.3'	1800	899-4	デイサイト凝灰岩	7-6
		South Yamato Ridge	7505	39°23.7'	135°40.2'	500	7505	デイサイト	8-1
		沿海州大陸斜面	816	42°28.2'	133°23.7'	2400-2000	816-1	花崗岩	8-2
	Vityaz Rise	1729	43°53.7'	138°07.9'	2000	1729-1	デイサイト	8-3	
前期古第三紀	South Yamato Ridge	1452	39°04.5'	134°01.5'	1230-1150	1452-a	シルト質砂岩	8-4	
		1452	39°04.5'	134°01.5'	1230-1150	1452-4e	シルト岩	8-5	

*1:朝鮮海台，*2:大和堆，*3:隠岐リッジ，*4:拓洋堆，*5:北大和堆，*6:佐渡リッジ，

環境で形成されたことを証明するアルビアン期の花粉群集を含んでいる (Lelikov et al., 1980)．

新生界の堆積物は，基本的には海成の堆積岩と堆積物からなり，それらは褶曲した基盤層の上にオーバーラップしており，化石を含む．

暁新統の堆積層の分布は限られており，South Yamato Ridgeの北側斜面上で見つかった砂質-シルト岩ユニットに特徴づけられ，暁新世の陸成層であることを示す花粉植物群を含む (Lelikov et al., 1980)．

漸新統一下部中新統の地層は陸成層と海成層からなる．

第一のタイプの地層は，Japan Basin北部とYamato Rise上に発達する凝灰質-陸源成の地層である．それは主に凝灰質礫岩と火砕岩-デイサイトを伴い，Yamato Rise上ではやや石化した火砕岩，凝灰質珪藻土，tuffites (注：砕屑成物質を含む火砕岩)，凝灰質砂岩，シルト岩，円礫岩，礫質砂岩及び礫岩からなり，それらは陸の湖沼性盆地に堆積したことを示す淡水性珪藻植物群と花粉群集を含む (Tsoy et al., 1985)．

海成堆積物はPeter-the-Great Bay内の大陸斜面上の表層堆積物の基底部に認められる弱変成泥質岩層である (Isezaki et al., 1996)．これは海底でGamov Canyon (調査海域2，図1) から東方 (調査海域22) まで追跡できる．

表3-2 日本海においてドレッジで採集した岩石の一覧表 [2/3]

年 代	海 域	測点番号	緯度	経度	深度 (m)	標本番号	岩石名	図版写真番号
後期漸新世- 前期中新世 (隠岐層)	Ulleungdo Rise*7	939	37°28.3'	130°33.9'	2150-2000	939-1	火砕岩	9-1
		939	37°28.3'	130°33.9'	2150-2000	939-1		9-2
	Oki Bank*8	1222	37°32.7'	132°39.8'	880-800	1222		9-3
		1222	37°32.7'	132°39.8'	880-800	1222-1		9-4
	Oki Ridge	1278	36°47.2'	134°41.2'	400	1278-1		9-5
		1284	36°56.5'	134°52.0'	420	1284		9-6
		1284	36°56.5'	134°52.0'	421	1284-3		10-1
		1288	37°11.6'	135°26.0'	1150-1100	1288		10-2
		1336	37°43.3'	133°51.8'	500	1336	デイサイト	10-3
		1336	37°43.3'	133°51.8'	500	1336-3	珪長岩	10-4
		181	37°08.3'	135°06.3'	440-400	181-4-3	玄武岩	10-5
		1291	37°08.3'	135°06.3'	440-400	1291		10-6
	North Yamato Ridge	1403	39°09.0'	133°25.3'	1100-1000	1403	溶結凝灰岩	11-1
	Takuyo Rise	1639	40°01.2'	135°13.7'	500-470	1659		11-2
	Krislitofovich Rise	1625	38°36.6'	131°16.6'	1350-1300	1625-1	粗面デイサイト	11-3
	Vityaz Rise	1721	43°56.4'	138°15.6'	2950-2000	1721	火砕岩	11-4
	Sorth Yamato Ridge	1813	39°36.0'	136°03.6'	1100	1813a	玄武岩	11-5
		1822	39°28.8'	135°33.9'	700	1822	安山岩	11-6
	Vityaz Rise	1729	43°53.7'	138°07.9'	2000	1729-2	粗面安山岩	12-1
後期漸新世- 前期中新世 (安山岩質岩石)	North Yamato Ridge	444	39°57.0'	133°55.0'	860-680	444-5	安山岩	12-2
	Sorth Yamato Ridge	413	38°59.3'	134°24.7'	400-350	413-76	玄武岩	12-3
後期漸新世- 前期中新世 (隠岐層)	East-Korean Rise*9	2723	39°46.1'	130°54.6'	1610-1580	2723-1	流紋岩	12-4
後期漸新世- 前期中新世 (安山岩質岩石)	North Yamato Ridge	2005	39°50.4'	133°17.4'	1600-1500	2005	安山岩	12-5
		2682	40°18.9'	134°16.2'	1500	2682-2-1		12-6
		1403	39°09.0'	133°25.3'	1100	1403-2	玄武岩	13-1
	Sorth Yamato Ridge	1427	39°03.9'	134°19.6'	360-340	1427		13-2
		1841	39°39.3'	133°25.0'	1300	1841	安山岩	13-3
		1796	40°21.1'	137°19.2'	1900-1700	1796-4	玄武岩	13-4
		1450	39°62.1'	134°03.0'	520-470	1450		13-5
		1455	39°03.5'	134°23.0'	350-340	1455		13-6
中期中新世- 鮮新世	Pervents Rise	1147	41°46.2'	132°22.4'	1800-1580	1147	玄武岩	14-1
		2205	41°52.0'	132°11.7'	2800	2205-1		14-2
	Tarasov Rise	1149	42°06.5'	133°41.0'	2450-2350	1149-1		14-3
		1153	42°07.0'	133°43.0'	1750-1700	1153	粗面安山岩	14-4
		1149	42°06.5'	133°41.0'	2450-2350	1149-6	粗面岩	14-5
		1567	42°07.9'	133°44.2'	1820-1750	1567		14-6
	Bogorov Ridge	7714	42°36.1'	136°17.4'	1600-1500	7714a	玄武岩	15-1
	Shevaldin Volcano	2701	40°31.3'	135°23.6'	2000-1800	2701		15-2
	Medvedeva Volcano	1344	38°35.4'	135°10.0'	1600-1580	1344-5		15-3
	Bogorov Ridge	7714	42°36.1'	136°17.4'	1600-1500	7714-4		15-4
	Galagan Rise	1317	38°14.7'	132°32.6'	1200-1100	1317		15-5
	Gebbas Rise	1679	40°40.5'	132°02.0'	2000-1900	1679		15-6
	Medvedeva Volcano	1470	38°35.3'	135°09.7'	1580-1500	1470		16-1
	Okushiri Ridge*10	1708	44°09.0'	139°12.2'	1430-1300	1708		16-2
		1709	44°09.3'	139°11.1'	1900	1709-3		16-3
		1711	44°09.5'	139°11.9'	1500	1711-1		16-4
		1713	44°08.7'	139°09.5'	2500	1713		16-5

*7:ウルルン海台Ullung Plateau南西の小さな高まり, *8:隠岐堆, *9:朝鮮海台を含む高まり, *10:奥尻リッジ,

その厚さは150-200mである。この弱変成泥質岩層は中部中新統に覆われている。本層の最上部では礫岩が弱変成泥質岩とシルト岩に取って代わっている。これらの岩石中から、M.T.Gorovayaは南Primoryeの下部中新統中のものと似ている孢子・花粉群集を発見している。

中部及び上部中新統堆積物は似たような岩質組成をも

ち、大陸棚や多くの高まりの上で漸進的変化をもって存在する。

Primoryeの大陸棚と大陸斜面において、Valentinovskaya層の堆積物層序は詳細に調べられている(Bersenev et al., 1987)。それは珪藻土質-粘土岩からなり、砂岩、シルト岩、凝灰質シルト岩及び砂岩、

表3-3 日本海においてドレッジで採集した岩石の一覧表 [3/3]

年 代	海 域	測点番号	緯度	経度	深度 (m)	標本番号	岩石名	図版写真番号
中期中新世-鮮新世	Mats Mountain	77106	39°32.0'	138°11.2'	1450-1300	77106	粗面安山岩	16-6
		77107	39°31.1'	138°11.7'	1300-1200	77107		17-1
	Meiyo Mountain-2	77117	39°35.8'	137°43.2'	1500-1400	77117	粗面岩	17-2
		77117	39°35.8'	137°43.2'	1500-1400	77117-2		17-3
	Sorth Yamato Ridge	1810	39°39.7'	136°48.2'	2200-2000	1810	粗面ダイサイト	17-4
鮮新世-完新世	Oki Guyot	1208	37°11.3'	132°15.7'	800-700	1208	粗面岩	17-5
		1212	37°13.9'	132°18.2'	450-400	1212	玄武岩	17-6
表層の新第三紀堆積岩								
前期中新世（湖沼成層）	Sorth Yamato Ridge	1448	38°59.8'	133°52.7'	1050-1100	1448	珪藻土質火砕岩	18-1
		1448	38°59.8'	133°52.7'	1050-1100	1448-26	凝灰質シルト質砂岩	18-2
		1443	38°53.2'	133°42.6'	1400-1300	1443	シルト質凝灰質砂岩	18-3
中期中新世	Oki Ridge	1270	36°48.2'	134°10.9'	1300-1250	1270-2	粘土質珪石	19-1
前期-中期中新世	Okushiri Ridge	1708	44°09.0'	139°12.2'	1430-1300	1708-8	珪質岩 (ボーセラナイト質)	19-2
		1708	44°09.0'	139°12.2'	1430-1300	1708-10		19-3
		1713	44°08.7'	139°09.5'	2500-2400	1713-9		19-4
後期中新世	Alpatov Rise	2213	44°00.6'	137°23.3'	2950-2800	2213-2	粘土	19-5
中期中新世		785	42°27.2'	132°41.8'	1200-1100	785-3	シルト質粘土質岩	20-1
前期中新世		1100	42°22.9'	131°45.1'	1550-1470	1100-1-1	粘土質岩	20-2
中期中新世 (D. hyalina zone, 14.9-13.1Ma)		1117	42°23.6'	131°44.0'	900-850	1117-1	珪藻土質石灰岩	20-3
前期中新世		1126	42°23.0'	131°52.7'	1580-1500	1126-1	粘土質岩	20-4
		1137	42°23.9'	131°54.7'	1100-1040	1137-4-2		20-5
中期中新世 (D. praelauta zone, 16.3-15.9Ma)		1079	42°21.6'	131°18.1'	670-650	1079-1	粘土質珪藻土	21-1
中期中新世 (D. paraedimorpha zone, 12.9-11.5Ma)		1108	42°23.4'	131°44.2'	1050-1000	1108	珪藻土質凝灰質シルト岩	21-2
		1108	42°23.4'	131°44.2'	1050-1000	1108-1	シルト岩	21-3
中期中新世 (D. hyalina zone, 14.9-13.1Ma)		1100	42°22.9'	131°45.1'	1550-1470	1100-2	シルト質砂岩	21-4
		761	42°18.3'	131°19.3'	1470-1350	761-10	珪藻土質シルト	21-5
	1097	42°22.9'	131°45.1'	1450-1400	1097a	珪藻土質粘土質岩	22-1	
	Kita Oki Bank*11	1251	37°59.1'	134°23.6'	1950-1900	1251	珪藻土	22-2
後期中新世 (Nitzschia rolandii zone, 6.4-5.5Ma)	沿海州大陸斜面	919	43°53.3'	135°48.7'	1200-1100	919	珪藻土質粘土質岩	23-1
後期中新世 (Rouxia californica zone, 7.6-6.4Ma)		1477	43°27.8'	135°21.4'	1100-1000	1477-9	石灰岩	23-2
後期中新世 (Thalassiosira yabei zone, 11.5-10.0Ma)		1119	42°22.1'	131°44.0'	1400-1300	1119-2	珪藻土質粘土	23-3
後期中新世		1515	43°57.1'	135°47.2'	270-250	1515-1a	石灰質コンクリーション	23-4
後期中新世 (Denticulopsis katayamae zone, 9.2-8.5Ma)		1512	43°57.1'	135°48.0'	420-400	1512-5		23-5
後期中新世 (Denticulopsis katayamae zone, 9.2-8.5Ma)		1518	43°56.8'	135°48.3'	050-020	1518-2	珪藻土質砂岩	23-6
後期中新世 (Thalassiosira oestrupii zone, 5.5-3.9/3.5Ma)		1478	43°28.8'	135°23.5'	980-950	1478-1	シルト質砂岩	24-1
後期中新世-前期鮮新世 (Neodenticula Kamtschaticula zone, 6.4-3.9/3.5Ma)		1483	43°28.8'	135°22.1'	850-800	1483-2	石灰岩、珪藻土質砂岩を伴う	24-2
		1128	42°23.7'	131°54.8'	1200-1100	1128-2	珪藻土	24-3
前期鮮新世 (Thalassiosira oestrupii zone, 5.5-3.9/3.5Ma)		1060	42°26.7'	131°47.3'	850-800	1060	凝灰質砂岩	24-4
後期中新世 (Denticulopsis katayamae zone, 9.2-8.5Ma)		1517	43°56.9'	135°47.9'	450-425	1517-4	石灰質団塊	24-5
鉱物とその他の岩石								
	Sado Ridge*12	1909	39°05.0'	138°35.3'	1300-1200	1909	重晶石コンクリーション	25-1
	Galagan Rise	1225	38°14.2'	132°34.2'	1050-950	1225	鉄-マンガン殻	25-2
	East-Korean Rise	2396	38°44.0'	130°12.0'	1650-1350	2396-1	燐灰土	25-3
		2586	38°44.3'	130°11.6'	1700-1650	2586	海緑石-珪質岩石	25-4
		2596	38°44.0'	130°11.8'	1650-1550	2596		25-5
		2609	38°43.8'	130°11.0'	1550-1350	2609-2		25-6

*11:北隠岐堆, *12:佐渡リッジ,

火砕物質起源砂質石灰岩の挟みやレンズを伴い、中期～後期中新世（16.5–6.0Ma）の珪藻群集を含んでいる（Tsoy and Shastina, 1999）. その厚さは300–550mである.

中部及び上部中新統の珪藻群集を含む類似の堆積物が朝鮮半島の大陸斜面, Yamato Rise, Vityaz Rise, Alpatov Rise, Bogorov Ridge, Kita-Oki Bank, Oki Ridge, Oki Bank および Sado Bank の上で見つかっている. Alpatov Rise の上では, これらの堆積物の層序（水深範囲: 3,300 ~ 2,700m）は海浜相を示す基盤岩の巨礫と中礫から構成される基底礫岩を伴って始まっている. その上にはより深い盆地の堆積物がある: すなわち珪藻土質及び火砕物質起源粘土と火砕岩類である（Bersenev et al., 1987）.

上部中新統の堆積物が基盤岩石上に直接重なるのが Korean Plateau 上と深海の Japan Basin の火山性高まり, すなわち Gebass Rise, Pervenets Rise 及び Tarasov Rise の上で見つかっている. 通常, それらは珪藻土質粘土, 珪藻土, 凝灰質珪藻土, まれに砂岩, シルト岩, 凝灰質礫混じり砂岩（Gebass Rise）からなり, Primorye の大陸棚や大陸斜面の群集と類似した上部中新統の珪藻群集を含んでいる.

鮮新統堆積物は大変広く分布する. それらは Primorye の大陸棚や大陸斜面上のすべての調査海域で見つけられ, Gamov 層に属する（Bersenev et al., 1987）. 鮮新統の層序は礫岩, 含礫砂岩及び砂岩からなる薄い基底部をもって始まる. 中新統の堆積物と違って, 鮮新統は粗粒な岩石を多量に含み, 火砕物質の含有量, やや石化したマールの挟みとレンズ及び石灰質コンクリーションが増加する. 本層の基底部には火砕物質起源 – 陸源性岩石が優勢で, 最上部では相当量の陸源性物質（25%に達する）を含む珪藻土質 – 粘土が優勢で, 石灰質コンクリーションの量が増加する. 大陸棚上の鮮新統の厚さは150–200m, 大陸斜面上で300mである. それらの時代は, 後期中新世 – 前期鮮新世の *Neodenticula kamtschaticula* Zone（6.0–3.2Ma）, 後期鮮新世の *N. kamtschaticula*–*N. koizumii* Zone（3.2–2.4Ma）及び *N. koizumii* Zone（2.4–1.7Ma）に対比される珪藻群集によって決められた.

これらの堆積物に加えて Japan Basin においていくつかの地点で深海掘削が行われた. それらの地点では鮮新統は凝灰質シルト岩, 珪藻土質粘土, 礫混じり凝灰質珪藻土及び珪藻土質 – 粘土質円礫岩からなる.

下部更新統堆積物は Gamov Canyon（調査海域2, 図1）内の大陸斜面最上部で見つかっており, それらは砂質 – シルト質珪藻土質粘土からなり, *Actinocyclus oculatus* Zone（2.0–1.0Ma）の珪藻を含む. この時代の堆積物は Japan Basin（Sites 391 and 302）及び Yamato Basin（Site 299）でのボーリング掘削において確認されている（Isezaki, 1996）.

現世 – 上部第四系堆積物は日本海のすべての地層の上に途切れることなくオーバーラップしている. 大陸棚上の

堆積物の基本的なタイプは砂岩グループの堆積物である（Likht et al., 1983）. それらはシルトと細粒砂を含み, 大陸棚の大部分を覆うだけでなく, Sado, Yamato, Musashi 及び Oki の各高まりの頂部も覆っている. より粗粒な堆積物（含礫砂 – 中礫, まれに中礫, 含礫砂 – 中礫 – 砂質堆積物）が東 Primorye の大陸棚上といくつかの海峡の狭い部分に分布する: すなわち, Korean, Tsugaru, La Perous 及び Nevel'skoi の各海峡である. 東 Primorye の大陸棚上, 朝鮮の大陸棚の北東部, Tatar 海峡, Korean 海峡の広い範囲で, 混合した組織をもつ堆積物（mixtite）が縞状, 点状あるいは広がりをもってみつかっている. 深海盆の底はシルトに覆われており, そのシルトは窪地, 高まりの間の急斜面及び緩やかな大陸斜面をおおう.

火山起源の岩石

これらの岩石は日本海に広く分布する. それらは深海の窪み内の火山体や高まりを構成し, 海底の高まり上では, 褶曲した基盤岩を覆う被覆層になっていることがまれにある. 放射年代, 地質学的状況及び組成によれば, それらはいくつかの時代の複合岩体に区分される.

上部白亜紀複合岩体. この時代の火山起源の岩石は Primorye の大陸斜面上と South Yamato Ridge の上でみつかっている. 前者はデイサイト～流紋岩質火砕岩類及びデイサイト～流紋岩からなり, シホテアリン海岸火山帯の火山岩の海底延長である.

South Yamato Ridge 上では, デイサイト, 流紋岩, それらの火砕岩及び安山岩 – デイサイト組成の火砕岩が分布する.

漸新世 – 前期中新世複合岩体. この複合岩体の岩石は日本海に広く分布し, 岩体を構成する組成からそれらは2つに区分される: すなわち, 粗面安山岩系（隠岐層）と安山岩系である. 粗面安山岩系の岩石は, すべての大きな高まりの異質な基盤を覆うものとして産出する. Oki Ridge 上の模式層において, 隠岐層は2層に細分されている. 下部層は砂質イグニンプライトと流紋 – 粗面岩と粗面 – 流紋岩組成の溶結凝灰岩から, 上部層は砂質イグニンプライトと粗面安山岩と粗面デイサイト組成の溶結凝灰岩, 混合した組成の砂質火砕岩及び細粒凝灰岩からそれぞれ構成されている. 別の高まりでは, 火砕岩類と並んで粗面流紋岩, 粗面デイサイト及び粗面安山岩がある（Lelikov and Terekhov, 1982）.

これらの火山岩類は Yamato Rise 上, Primorye の大陸棚上および日本 – サハリン境界帯に分布する. それは玄武岩からデイサイトまで一連の組成の岩石からなり, ここでは安山岩が最も多い. 岩石の化学組成から, これらはカルクアルカリ岩系である.

中期中新世複合複合岩体. この複合岩体の岩石は, Primorye 南部の大陸斜面のみに発見されている. それらの岩石はすべてがかんらん石 – 斜長石玄武岩によって代

表される。鉱物・化学的特性にもとづくと、これらの玄武岩は、Primorye 南部に分布する新第三紀（後期中新世）の台地玄武岩に類似する。

中期中新世－鮮新世複合岩体．日本海においてはこの複合岩体の火山起源の岩石が最も広く分布しており、深海盆内（Japan Basin 及び Yamato Basin）の多くの火山体やリッジ、及び海底の Yamato Rise, East Korea Rise, Noto Rise* 及び Okushiri Ridge の縁辺部の火山体を構成している．ケイ酸含有量の違いからそれらは玄武岩から粗面流紋岩までの系列を形成し、玄武岩が最も多い（表 2）．

<*: 図 3 には Noto Rise という地形は示されていないが、地理的にみて Wakasa Ridge と思われる．>

鮮新世－完新世複合岩体．この複合岩体の火山岩類は日本海の南西部に分布する．そこでは火山岩類は古いシアル質地殻の固いブロックの範囲内と Tsushima Basin（対馬海盆）内の火山体を形成している．これらはカリウム（最大 5.0%）とチタン（最大 3.6%）の含有量が高いアルカリ岩である．これらはアルカリ玄武岩から粗面流紋岩へという進化系列を形成し、Tsushima Basin 内ではピクライト質玄武岩から粗面岩へという進化系列をなす．これらは大陸地溝のアルカリ玄武岩系岩石に類似する（S'edin, 1987）．

日本海的新生代火山活動を特徴づける地球化学的特徴は、すべての識別されたタイプの地層において、アルカリ度、とくにカリウム含有量が大きいことである．これは、マグマの初生的組成に対する大陸地殻のシアル物質の影響が関わっているに違いない．

貫入岩類

花崗岩系岩石は、大陸棚と海底の大きな高まりの褶曲した基盤の構造において重要な役割を演じている．これらの場所において、これらは数 10 及び数 100km の広がりをもつ岩体を構成する．それらの中には 3 種類の成因による形成が目立っている：すなわち、超変成作用、パリンジェネシス、および、安山岩マグマの分化によるものであり、時代と地質学的位置から、時代を異にする 6 つの複合岩体に細分される：始生代－前期原生代、後期原生代、中期中生代、後期中生代、前期白亜紀及び後期白亜紀（Lelikov and Malyarenko, 1994）．

<*: パリンジェネシスとは花崗岩マグマが一度固結した後、深部にもたらされて再熔融し、再び花崗岩マグマとして蘇生すること（地学事典）．>

始生代－前期原生代の超変成作用による花崗岩は片麻岩－ミグマタイト複合岩体の形成に密接に関連しており、ミグマタイトと黒雲母片麻岩－花崗岩を含む．

後期原生代複合岩体は閃緑岩、閃長岩、花崗閃緑岩及び花崗岩を含み、South Yamato Ridge の西端では変成岩を、North Yamato Ridge 西側斜面ではホルンブレンド斑れい岩を伴う．

中期中生代複合岩体は、East Korean の高まりの西部で見つかった黒雲母－ホルンブレンド花崗閃緑岩、石英閃長岩、黒雲母－ホルンブレンド、含黒雲母優白質花崗岩を含む．これらは南北方向にほぼ 200km の長さを持ち、幅は 70km に達する大バソリスを構成しており、先カンブリア代の変成作用を受けた地質単元のパリンジェネシスの熔融過程で作られた．この複合岩体の岩石は花崗岩バソリス形成における一群のパリンジェネシスの abyssal 花崗岩に関連しており、比較的低温（550–660℃）・高圧下で水を多く含んだフェーズでマグマから晶出した．

後期中生代複合岩体．この複合岩体の岩石は海底の Yamato Rise で認められた．そこでは、これらは北東方向に 200km 以上の広がりをもつ巨大な岩体を構成しており、個々の露頭は 15–30km の幅をもつ．ホルンブレンド、黒雲母－ホルンブレンド石英モンゾナイト、ホルンブレンド石英閃緑岩、黒雲母－ホルンブレンド花崗閃緑岩と花崗岩、そして同じく黒雲母、優白質及び白雲母－電気石花崗岩がこの岩体中において認められている．これらは abyssal 貫入岩と mesa-abyssal 貫入岩の境界周辺での低温状態（590–660℃）下で晶出した安山岩マグマの分化物を現している（Lelikov and Malyarenko, 1994）．

前期白亜紀複合岩体は、日本海西部の Krishtofovich Rise と Gebass Rise の上で見つけられている．

Krishtofovich Rise 上では、複合岩体は含石英黒雲母－ホルンブレンド閃緑岩及び花崗閃緑岩、黒雲母－ホルンブレンド、黒雲母、優白質花崗岩及び花崗斑岩からなる大きな岩体を構成しており（2,000km² 以上）、Gebass Rise 上では黒雲母花崗岩のみが見つかった．これらの岩石は 4.1–5.3 kbar の圧力と 560–650℃ の温度の mesa-abyssal 環境で形成されたパリンジェネシス岩体中でみつかった．

後期白亜紀花崗岩類は Primorye の大陸棚と大陸斜面上、Vityaz Rise, Alpatov Rise 及び南部 Yamato Rise に発達している．いろいろな採集地点からの岩石は組織が異なる．

Povorotny 岬南方までの Primorye の大陸棚と大陸斜面上では、地球化学的タイプとしてはパリンジェネシスによるプルマサイトである黒雲母及び優白質花崗岩が見つかった（Lelikov and Malyarenko, 1994）．それらは低温（550–650℃）の hypabyssal（半深部）環境下で移動しやすい成分で飽和しているマグマから晶出したのである．

Peter-the-Great 湾中央部の大陸斜面上でホルンブレンド及び優白質花崗岩と花崗斑岩が見つかった．

Russkii 島* の南 25km の大陸棚上に位置する Zubr Bank 上では、黒雲母－ホルンブレンド石英閃長岩、黒雲母－

ホルンブレンド及び黒雲母花崗岩、それに優白質花崗岩がみつがっている。Vityaz Rise と Alpatov Rise の上では黒雲母－ホルンブレンド石英閃緑岩と花崗閃緑岩からなる小さな岩株状岩体があり、南部 Yamato Rise の東側斜面上には安山岩マグマから派生した花崗閃緑岩と含黒雲母花崗岩がみつがっている。

<*: Peter-the-Great Bay（ピョートル大帝湾）内にある島。>

鉱物

日本海で見つかった固形の鉱物中で最も興味あるものは、リン灰土^{*}、重晶石コンクリーション及び鉄－マンガン殻とコンクリーションである。

<*: 塊状のりん灰石集合体（地学事典）。>

リン灰土。1978 年 East Korea Rise の斜面上への太平洋海洋研究所 FEB RAS の調査航海中に、日本海では初めてリン灰土が発見された。さらに、この海の多くの海底の高まり上で、基本的には南部及び南西部の海域において、リン灰土がみつかった（Lelikov, 2001）。

Primorye の大陸斜面と海底の高まりの斜面の水深 350 ～ 2,500m の無数のドレッジ地点でリン灰土がみつがっている。

日本海で採集されたリン灰土はケイ酸－炭酸塩ノジュール、リン酸塩ノジュールとコンクリーション、リン酸塩化した珪藻土及び単一の動物群（single zoomorphous）のリン酸塩層である。

ケイ酸質炭酸塩ノジュールは分布が限られており、南部 Primorye の大陸斜面から採集されており、そこではこれらのノジュールは鮮新世の堆積物中に分布する。それらは直径 5-40cm の同心球として産出し、低 P_2O_5 含有量（10-12%）を特徴とする。

直径 20cm 以下、厚さ 5cm 以下のレンズ状の形態のリン酸塩ノジュールとコンクリーション、リン酸塩化した魚の骨や軟体動物と有孔虫の殻を核にもち、その外層はリン酸塩化した珪藻破片と海緑石からなる。 P_2O_5 含有量は 28.06-30.64% である。

リン酸塩化した珪藻土は 2 つのグループに細分される。一つは psepho-psammitic 岩石である。これは P_2O_5 含有量（3.0-10.0%）が低いリン酸塩化した珪藻質物質によって固結されている。もう一つはリン酸塩化した珪藻土あるいは板状のリン灰土である。

単一の動物群のリン酸塩層は日本海のリン灰土の中で最も広く分布し、経済的重要性が大きい。それらは新第三紀のリン酸塩化した粘土－珪藻土質堆積物及び火砕岩－珪藻土質堆積物中でみつかると。これらは高密度（2.84-2.86gr/cm³）、塊状の硬い岩石であり、ときには大きさが 2-3 ～ 32cm までの破片や板として採集される茶色の薄い層あるいは壊された岩石である。採集された破

片中には無数の珪藻の殻（frustule）と海緑石粒子がみられる。

すべてのタイプのリン灰土のリン酸塩物質は、 CO_2 を多く含む（5.39-2.30%）francolite（炭酸塩－フッ素リン灰石）ないし、ほたる石－炭酸塩－リン灰石からなる。

薄い平板状（敷石）の岩石は P_2O_5 含有量 27-31%、高含有量の酸溶解性 P_2O_5 （43%）の高品質リン灰土を含む。リン酸塩の粉としての海成リン灰石の農業化学試験はそれらが高い効能をもつことを示した。これを使用した場合には、多くの作物（カラス麦、トウモロコシ、小麦、大豆）の生産性は 40-70% まで増加し、ダブルスーパーリン酸塩を使うと 88-90% にまで増加する。またこれらのリン灰土はリン酸塩抽出、単純及びダブルスーパーリン酸塩、飼料用のフッ素を含まないリン酸塩に適しているという結論を専門家は出した。これらの製品すべてが州基準の最上級ないし 1 級に該当する。

このように、日本海産リン灰土について行われた技術的及び農業化学的試験は、リン酸塩の粉として農業で使用する場合、それらの高品質、濃縮が容易なこと、使いやすさ及び高い効能をもつことを証明した。

重晶石コンクリーションは、北部 Yamato Rise 上、佐渡－奥尻リッジ上及び本州島境界帯において確認され、球状、楕円形（直径 4-7cm）、ダンベル状（長さ 3-32cm）あるいは薄く平らな塊などの形をしている。 $BaSO_4$ 含有量は 98-63% である。コンクリーションは中期から後期中新世の珪藻土質粘土質岩に限られている（Astakhova and Mel'nichenko, 2002）。

鉄－マンガン殻とコンクリーション。火山性構造上でバルカン鉱と一緒に鉄－マンガン殻とコンクリーション（直径 2-3cm）がドレッジで採集され、鉄－マンガン物質で固められた玄武岩角礫（30 × 20 × 15cm）もまた採集された。殻は 25-40cm の大きさをし、その表面はでこぼこして小さな窪みがあるこぶ状のものとそれより小さな破片（5-8cm）であり、また玄武岩の表面上に厚さ 1.5-5.0cm の殻も観察された。これらは黒色あるいは濃灰色呈し、茶色がかったもろい岩石と一緒にである。もろい岩石は新鮮な割れ目では内側が濃茶色、外側が黒色をし、一対の厚さ 0.5-2.0cm の葉理がしばしばみられる。しばしば大きなブロックは細粒（0.3-2.0cm）で丸いコンクリーションが融合したものからなる（Puschin and Bersenev, 1975）。鉄－マンガンコンクリーションはマンガン鉱物（bernessite と todorokite^{*}）で構成されており、44.5-42.2% の Mn と少量の Fe（2.4%）、Ni（610gr/t）、Cu（70）、Co（280）、Cr（25）及び V（172 gr/t）からなる。

<*: todorokite ならば、『轟石』というマンガン鉱物である。>

結 論

調査航海で地球物理学的データとともに採集された岩石

類についての包括的な研究から、私たちは日本海の起源と歴史の問題に対する答えを提案する。海底の高まりの先新生代の基盤の構造は、周りの陸地の同時代の地質単元と類似している。先カンブリア代の変成岩類及び abyssal と meso-abyssal の花崗岩類は厚い (30-35km) シアル質地殻構造中で形成され、その地殻内では中間層 ("花崗岩-変成層") の厚さは 10-15km である。現在、これらの morphostructure の地殻の厚さが 22-26km を越えないことは、大陸地殻ブロックの破壊的な変形による厚度の減少を示している。前期中新世には、海底の高まり上の陸上噴出した粗面安山岩系のアルカリ火山岩被覆層と淡水性珪藻を含む漸新統-下部中新統堆積物の堆積が終わる。これらの構造の上では、中期中新世以降、海生動物群を含む堆積物の堆積が始まり、それらの基底部には海浜相の大礫を伴う。この基底層準が、現在では、海面下 1,700-2,200m の深度にあることは、後期中新世に日本海の構造が著しく深くなったことを示している。

日本海は、リフト起源の構造システムを示している。この系は太平洋とユーロ・アジアのリソスフェアの相対的変位とマントルプルームに連携した火成岩の貫入によって生じた引き伸ばし作用の結果であり、恐らくそれは白亜紀に始まった。

最も活動的なリフト運動は新生代に起こり、その領域内に深海盆が形成された。Japan Basin 形成の始まりは、後期漸新世 (28Ma) とされている (Tamaki et al., 1992)。掘削データによるこの海盆の音響的基盤は堆積物に覆われた下部中新統 (23.7-17.1Ma) の玄武岩であり、被覆堆積物の基底層準の年代は 15.5-14Ma である。このことは、大陸リフトの発達が前期中新世末までに基本的には終わったことを示している。この過程は東部で最も充分に進行し、海洋型地殻が形成された (Lelikov and Karp, 2004)。

一般に、大陸構造と海洋構造の褶曲基盤の地質構造と造構史に、私たちは多くの共通した特徴を観察していて、それは先カンブリア界の構造的同一性に起因している。海陸の明瞭な相違が現れたのは、活動的リフトの発生と当時の水域での海成層の堆積に結びついた日本海の発生期、すなわち古第三紀後期～新第三紀である。そのとき、近接した陸地においては盆地や断層凹地には陸成層が堆積し、しばしば石炭層を含む。こうして、海洋構造と大陸構造は別個のジオダイナミック様式を辿ることになった。

文 献

- Astakhova, N.V. and Mel'nichenko, Y.I., 2002. Barite concretions of the Sea of Japan. *Litologiya i poleznye iskopaemye*, no. 1, p. 44-52.
- Bersenev, I.I., 1972. The experience of the geological survey of the continental slope within the water area of the Peter the Great Gulf (the Japan Sea). *Geological problems of the bottom of the Japan Sea*. Vladivostok, Far East Centre of the USSR Academy of Sciences. p. 140-142.
- Bersenev I.I., Lelikov E.P., Bezverkhni V.L. et al. 1987. *Geology of the Sea of Japan floor*. Vladivostok, Far East Centre of the USSR Academy of Sciences. 139p.
- Bersenev, I.I., Krasny, L.I., (eds.), 1988. *Geological map of the Japan Sea Floor*. Mingeo, USSR.
- Isezaki, N., Bersenev, I.I. and Tamaki, K. (eds.), 1996. *Geology and geophysics of the Japan Sea*. TERRAPUB, Tokyo, 87p.
- Lelikov, E.P., Markevich, V.S. and Terekhov, E.P., 1980. Low Cretaceous and Paleogene deposits of underwater Yamato Rise (Sea of Japan). *Doklady AN USSR*, v. 253, no. 3, p. 678-682.
- Lelikov, E.P. and Terekhov, E.P., 1982. Alkaline vulcanites of the Sea of Japan floor. *Pacific Geology*, no. 2, p. 71-77.
- Lelikov, E.P., 1992. Metamorphic complexes of the marginal seas of the Pacific Ocean. Vladivostok, Far East Branch of the Russian Academy of Sciences. 268p.
- Lelikov, E.P. and Malyarenko, A.N., 1994. Granitoid magmatism of marginal seas of the Pacific Ocean. Vladivostok, Dal'nauka. 268p.
- Lelikov, E.P., 2001. *Geology of phosphorites of the Sea of Japan floor*. Vladivostok, Dal'nauka. 115p.
- Lelikov, E.P. and Karp, B.Ya., 2004. Deep structure and rift genesis in the Sea of Japan. *Lithosphere*, no. 2, p. 16-29.
- Likht, F.R., Astakhov, A.S., Botsul, A.I., et al., 1983. Structure of deposits and facies of the Sea of Japan. Vladivostok, Far East Centre of the USSR Academy of Sciences. 285p.
- Lelikov, E.P., Tsoy, I.B., Terekhov, E.P., S'edin, V.T., Vashchenkova, N.G. and Nabiullin, A.A., 2006. *Geology and basic types of rocks of the Sea of Japan floor*. V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute, Vladivostok, Russia.
- Pushchin, I.K., Bersenev, I.I., Bersenev, Yu.I. et al., 1975. About discovering the ferro-manganese concretions in the northwestern part of the Sea of Japan. *Geology of marginal seas of the Pacific Ocean*. Vladivostok, Far East Centre of the USSR Academy of Sciences, p. 94-96.
- S'edin, V.T. 1987. Formational-geochemical types of Cenozoic basaltoids in the Sea of Japan. *Doklady AN USSR*, v. 296, no. 6, p. 1441-1447.
- Tsoi, I.B., Vashchenkova, N.G., Gorovaya, M.T. and Terekhov, E.P., 1985. About discovering continental deposits on the Yamato Rise. *Tikhookeanskaya Geologiya*, no. 3, p. 50-55.
- Tsoy, I.B. and Shastina, V.V., 1999. Siliceous microplankton of Neogene in the Sea of Japan (diatoms and radiolaria). Vladivostok, Dal'nauka. 240p.
- Tamaki, K., Suyehiro, K., Allan, J. et al., 1992. Tectonic synthesis and implication of the Japan Sea ODP drilling. *Proc. ODP, Sci. Results*, v. 127/128. p. 1333-1348.

何故にテチス海なの？ WHEREFORE THE TETHYS SEA(S)?

N.Christian SMOOT

12395 Mulberry Tree Ct., Creve Coeur, MO 63141, USA

ncsmoot@yahoo.com

（小泉 潔・柴 正博 [訳]）

要 旨： 中生代に存在していたと考えられる赤道直下の巨大な水塊であるテチス大洋 / 海は、プレート理論では基本的に水平運動によって制御されていると、これまで提案されてきた。北の大きな超大陸はローラシア、南のものはゴンドワナと呼ばれている。インドとアラビア亜大陸の北方への移動という造構的シナリオと 15Ma にユーラシアブロックへの衝突が、Taurus-Zagros-Indus-Yarlung 縫合帯 (TZIYSZ) の両側にそれぞれの岩石集合体を押しつけて、テチスを閉じてしまった。ゴンドワナの存在を証明するのに使うリストロザウルのような個々の化石群は、TZIYSZ の南方のゴンドワナにのみ見つかるはずである。

野外調査は、まったく異なった造構的あるいは年代的なシナリオをもたらした。これらのことを示す集合物のうち少なくとも 3 つのものが TZIYSZ の北側に見つかっている。少なくとも先カンブリア時代以来、ユーラシアブロックへのアラビア半島とインド亜大陸の再接近は、水平運動に制御された古代のテチス大洋 / 海と言われている海の深さと広がり熱線 (hot lines) あるいはサージチャネルが下に存在する鉛直造構運動によって制御されたより浅い水路 (seaway) に取って代わられた、と信じることに繋がった。

キーワード： テチス海・アラビア半島・インド・地質学・古生物地理学

はじめに：広域的背景

とくに大陸の水平運動がかかわって地球の造構運動を考察する意味のある研究課題には、地質学的・古生物地理学的データが組み入れられるべきである。ここで、私は、テチス海（単数 / 複数）、および、その / それらの位置と大きさを重視する。

対象とする地域は、現在の地中海に始まり、東方へはイラン、パキスタン、アフガニスタン及びインドによって占められる地域を通る。よく知られている考え方によると、この地域は昔からあったわけではない。問題になっている地域は、かつて中生代を通じてテチス海と呼ばれる水塊によって占められ、そして陸地は広い海によって隔てられてバラバラに分裂させられていた（第 1 図）。

基本的なテチス海概念は、1893 年に、スイス人地質研究者 Eduard Suess によって発表された。このアイデアは、多くの修正 (Dietz and Holden, 1970 ; Sengor, 1985 ; Chatterjee, 1992 ; Pal, 1993 ; など) がなされたが、多くに共通する見解が含まれていた：簡単に言うと、二畳紀の古テチス海は、東方に開いた C 字型の超大陸塊であるパンゲアに、三方向（そして時にはほとんど四方向）を取り囲まれた水塊だった（図 1）。

前期三畳紀 (248-242Ma) に、変化し始めた。海洋底の拡大軸が古テチスの南岸に沿って発達した。パンゲアのはるか南東端が、オーストラリアから北西に、ヨーロッパ、北アメリカとアフリカのプレートが出会う点—大まかには 'C' の中心—へ向かって、すべての方向に引き延

ばされた。海洋底が拡大するにつれて、ゴンドワナ大陸プレートによって南と西を境された堆積盆地が作られた。

前期三畳紀の Induan 期 (248-245Ma ; Geological Society of America, 1999 の地質年代表) には、大きなテチスリフトが、ゴンドワナ陸塊から Cimmeria 大陸と東南アジアをすでに切り取っていたが、テチス海は小さく残っていた。北方への移動の速度は、比較的遅かったようである。北シベリアテレーン、いまだに主大陸に融合しており、そして北中国とアムール（中国のちょうど北方）がシベリアと分かれて残っていた。

Induan-Olenekian 期 (245-242Ma) の大きな地質事件は、非常に活動的な火山活動によるシベリアトラップの形成、ならびに、南アメリカ・アフリカから北アメリカ・ヨーロッパを分離した赤道付近のリフティングである。新テチス海が Cimmeria 大陸の背後に拡大し、中生代のテチス海となった。また、テチス海は、南のゴンドワナと北のローラシアの超大陸にパンゲアを分離し、西方へ拡大した。ゴンドワナ超大陸は、現在南アメリカ・アフリカ・マダガスカル・インド・オーストラリア・ニューギニア・ニューギニア及び南極と呼ばれている大陸を含んでいる。ローラシアは、残りの大陸塊のすべてよりなる。

後期三畳紀（図 2）とジュラ紀には、テチスは、テチス水路（やがて第 3 の "テチス" になる）として知られる今の中央アジア及び南ヨーロッパを通る長くて浅いアームのように拡大した。

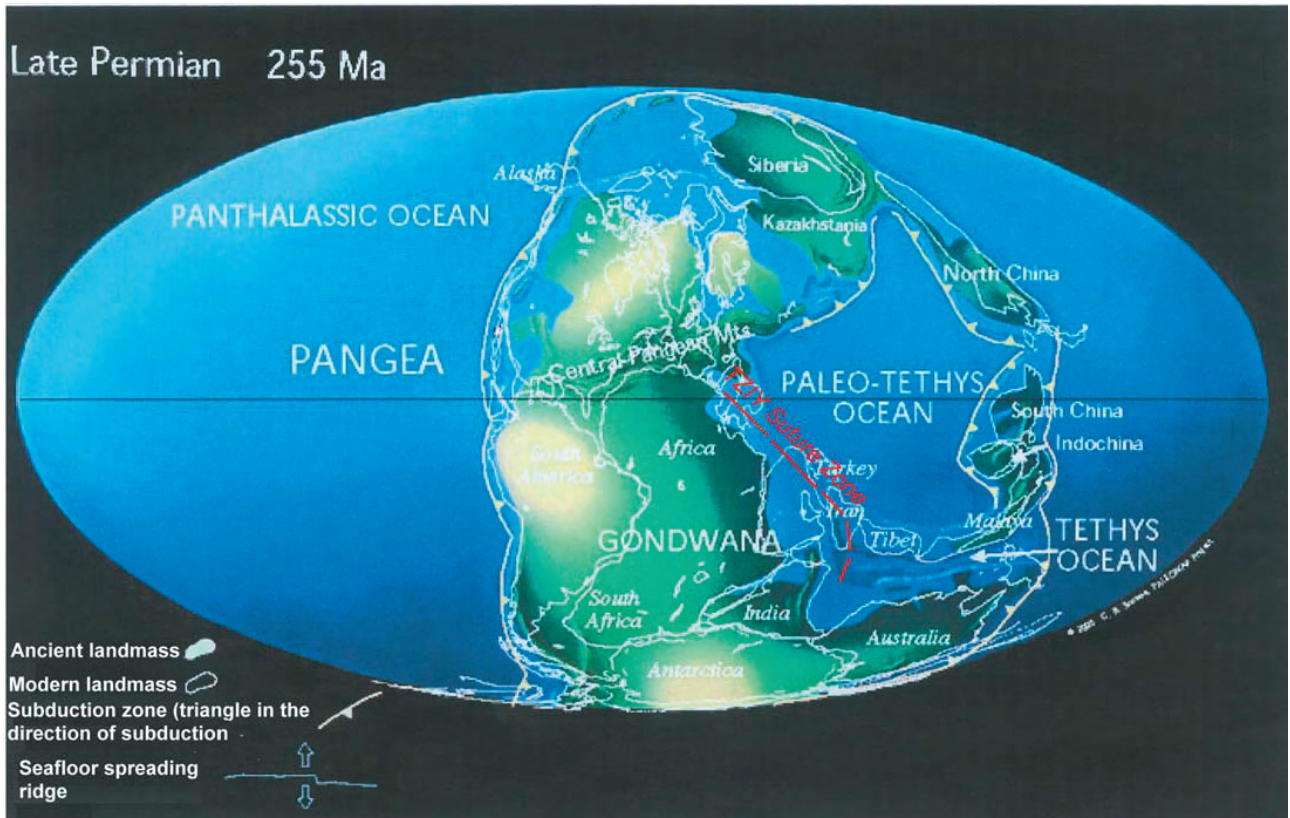


図1 ペルム紀の大陸配列 (Scotese, 2002). グロソプテリス植物群による Gondwana 大陸を示す.

ジュラ紀 (約 150Ma) には, Cimmeria 大陸が, ついにローラシアに衝突した. テチス海溝を形成して, 海洋底が下に折れ曲がって潜り込んだ. 海水面が上昇し西テチスはヨーロッパの大部分に広がる浅海になった. 同じ時代前後, ローラシアと Gondwana は, それらの間に大西洋を残してバラバラに漂流し始めた. Gondwana は, テチスを横切りアフリカとインドを北方に押し壊れ始めた (約 100Ma). インドとマダガスカル の完全な分離は約 55Ma に生じた. この運動の痕跡は, 西は Chagos-Laccadive で, 東は東経 90° 海嶺である. このほかのこの痕跡は, 西の Ornach-Chaman 断層と東の Shan 境界である. さらにもう一つのものは, ヒマラヤ山脈でプレート境界を形成していない. インドの代わりに, チベット及び中国が一つのプレートを形成している (Pal, 1993). Delhi-Hardwar-Harsil 海嶺 (DHH) が, 新しく作れたインド-中国プレートの西端を形成している.

それはともかく, インドが北方に動いたとき, アラビアプレートは紅海が開き始めた漸新世 (約 35Ma) までの顕生代のほとんどの期間, アフリカプレートの一部だった. それ以来, アラビアプレートはユーラシアプレートの方にゆっくりと動いてきた.

後期中新世 (15Ma) から最近まで, これらの陸域がすべての方向から押されて, テチス水路あるいは "テチス海" になるまでテチス大洋は縮み続けた. 完全な水路は南方と北方のアフリカ・アラビア及びインドプレートを含む大陸塊の衝突・潜り込みで閉じた. ユーラシアプレート縁へのアラビアプレートの到着が, 現在の大陸配置の始

まりである.

合理的で多くの同意を得たプレートテクトニクスモデルの定式化以来, 大陸塊の水平運動が提案されてきた. 多くの再解釈は主にインド亜大陸に関連していて, ほぼすべてがテチス海に関連する. Celal Sengor (1982) は本質的に二つのテチス海のアイディアに賛成しているが, 彼の時期設定は少し違っている. 新テチスは, インドと南アジアが衝突し, ヒマラヤ山脈とチベット高原に乗り上げた中新世 (23-5Ma) に閉じた. 南アメリカ・アフリカと南極の分離は後期二疊紀 (240Ma ; Ramos, 1989) に始まった. もう一つのモデルは, 160Ma にはインドはまだ Gondwana の一部だったというものであり (Nance et al., 1988), さらに最近のモデルは, ユーラシアプレートに最終的に衝突する (Murphy and Nance, 1992) 方向に, 180Ma までインドの北方にすでにアラビア半島が存在していたことを示している. もう一人の研究者は, 基本的に逆であるが, Gondwana が, 後期原生代 (800-570Ma) の間にローラシアの分裂によってバラバラに裂けたことを示すのに比較地質学を用いた. ヒマラヤは後期原生代の衝突によって形成されたと考えられている. チベットは, アジアに衝突したインドのように, 2 ~ 3cm/年の速度で東方に移動したと考えられる. これは, 長さ 2000km, 東方に延びる Altyn Tagh 断層に沿って SPOT 衛星観測によって示された. もう一つの解釈では, 1992 年に Shankar Chatterjee が, インドの北方移動によって K-T 境界にインドとセシエル諸島が分離したことを理論化した. その運動は, 西方では Ornach-Chaman 断層, 東は Shan 境界断層によって限られている. インドとア

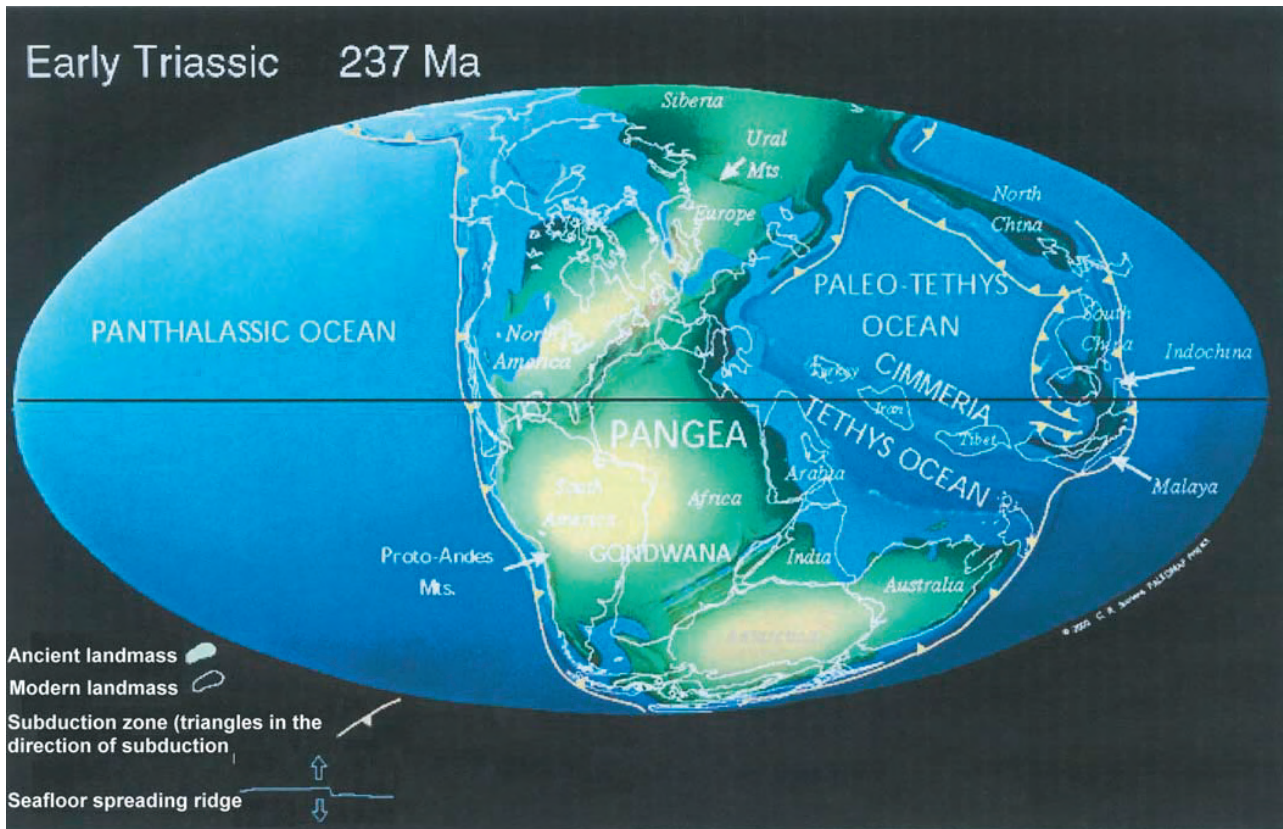


図2 インダス期後の前期三畳紀の大陸配列 (Scotese, 2002). 理論的に、ゴンドワナかローラシアにいたる四足動物に関する陸橋は存在しなかった。見れば分かるように、この時代を通じての二つに分離した超大陸というアイデアの骨組みは、古テチスの東の分離した陸塊を除いて、完全に間違っている。Scoteseがこの時代の大陸配列を間違えて説明したか、あるいはそれを示す化石群の集合が実際に分裂があったジュラ紀に行われたかである。または、あったのか？いずれにしても、これはリングをミカンと比較しているようなものだ。

ジアとの完全な縫合は約 50-55Ma に起きた。この時代はまた、45Ma にも設定されている。さらにもう一つは、ヒマラヤ山脈はプレート境界を作らない。インドの代わりに、チベットと中国が一つのプレートを形成する (Pal, 1993). Delhi-Hardwar-Harsil 海嶺 (DHH) は、新しく形成されたインド-中国プレートの西端を形成している。

いずれにしても、それとユーラシアプレートとの境界は、巨大な山脈地帯（衝突縁）になっている。いわゆるアルプス造山運動は第三紀に発生し、TZIYSZ が含まれる Alpine 帯の山脈地帯を形成した。この山脈は、（西から東に）アトラス山脈・ピレネー山脈・アルプス山脈・ジナルアルプス山脈・Hellenides 山脈・バルカン半島・トラス山脈・コーカサス山脈・Alborz 山脈・ザグロス山脈・ヒンズークシ山脈・パミール高原・カラコルム山脈及びヒマラヤ山脈を含んでいる。アフリカプレートの境界は、ヘレニズム島弧と東アナトリア断層帯によって輪郭を描かれた沈み込み帯である。

上記のシナリオから、1966 年に海洋底についてほとんど何も知らない地球物理学者によって我々に与えられた造構的シナリオを信じるとすれば、隣接し連続している構造のいくつかのタイプは、定義によれば、15Ma より若くなくてはならない。このアイデアは、古地図プロジェクトによって今世紀までに繰り越し、主張されている (Scotese, 2002)。

大陸の時代と配置は、このストーリーの最初から終わりまで重要であるが、現在我々が注目しようとするのは Induan 期である。この期の大陸配置も、提案されているテチス海の存在を証明するための補助物として使われる化石についてのストーリーである。リストロザウルス・シノグナータスやグロソプテリス植物群の化石群は、その時代には南アメリカ・アフリカ・インド・オーストラリア及び南極でしか発見されていない（図3）。この特異な古生物地理は、南方のゴンドワナ超大陸の存在とその北縁に温かいテチス海が存在することの証明に使われた。必然的に、この水塊を横切することは、陸棲四足動物にとってほとんど不可能であり、当時生きていたリストロザウルス・シノグナータス動物群をもってすると大陸漂移とは違う考えを限定することになる。

地質

Howard Meyerhoff と Arthur Meyerhoff の父子チームによって、赤旗が繰り返して振られた。1972 年の論文では、次のような結論に達していた：（1）原生代以降の古気候記録が、蒸発岩や炭酸塩岩、石炭、氷礫岩の地理的な分布に残されている、（2）南半球では、種の多様性がより大きい、（3）原生代以降のイベリア半島西部からオーストラリアまでのすべての岩石記録はひとつの地質学的ユニットである、（4）大西洋中央海嶺から引き上

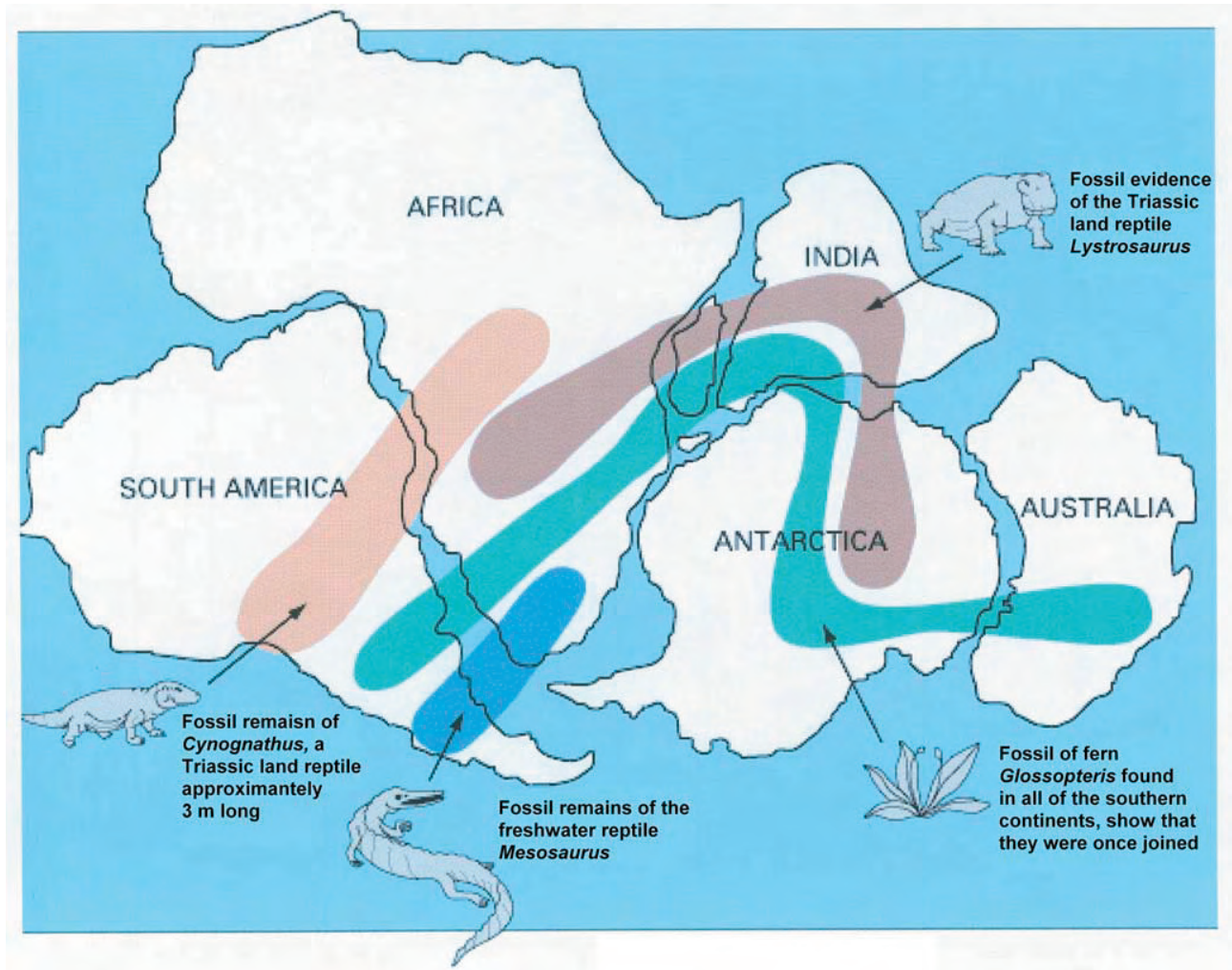


図3 ギンドワナ超大陸の存在を証明するためにインダス（Induan）期の動物相と植物相の分布を示すのに使われてきたこのダイアグラムを、インターネットのファイルから、引用した。と言っても、非常に説得力のある論拠である。しかし、……

げられたカンブリア紀と先カンブリア代の岩石の存在、(5)「サブダクション帯」の位置と総延長の不足。これらの事実は、前もって批判した目ききの鑑定人たちから見ると、わずかな量でないことは明らかである。彼らが先で補正しても承認できるものでない。ところが、場当たりの修正を常に加えることによってモデルを改善することによって、プレートテクトニクス仮説の基本的視点を全般的に維持しようとする努力が今日まで続けられている。

ところが、まず最初に、扁球体の周りを厚さ 20km の玄武岩質プレート 12 枚が無秩序に移動して、厚さ 600km の大陸性岩石塊を運ぶということを信じるかどうか、私たちに問われる。しかし、それらは単にこの荷重を運ぶだけではなく、それらはいくつかの場合には押し、他の場合には沈み込んでいるのである。そして、プレートの数は最初の 12 から、今や 52 以上にまで増えた (Bird, 2003)。

注目すべきは、テーチス海の閉塞を指示する最初の指示者は、Cimmerian 地塊のより早期の北方移動であり、それに続いて、インド亜大陸が 65-15 Ma にユーラシアプレートの中へ移動したことである。Bhat (2001) にした

がえば、2つの異なったテーチス海は最初から存在したはずがなく、自由に移動した Cimmerian ブロックという考えは蛇足である。インドとアラビアは現存するものすべてである。

我々は西から東まで調べることで、この神話にすばやく決着をつけるつもりである：すなわち、地中海海盆には、犬の背中のノミと同じほど、多くの形成仮説がある。本質的に、海盆はアフリカプレートが沈み込み、ユーラシアプレートがのし上げる場所として想定され、また、Apulian, アドリア海、エーゲ海などの数枚のマイクロプレートは、それらの地域の様々な破碎ゾーンとともに、誰かが信奉したいと願ういかなるテクトニックなシナリオもこなすことができる (Levant, 2005; Mantovani et al., 2002 の構造的枠組みを参照)。キプロス島の近くの海洋地殻については、その存在を示す妥当な証拠はなく (Zverev, 2005)、地震分布データは、サブダクション帯の位置に関していかなる手がかりも提供しない。とくに「プリニウス/ストラボ（ギリシャの）海溝システムの地域と Pytheus 海溝と Giarmann 海溝……」(Kopf et al., 2005)、そして、エラストテネス海山は、アフリカ大陸の先カンブリア紀地殻物質から構成されていると思われ (Zverev and Ilinsky, 2005)、東地中海海盆がア

フリカとヨーロッパの間のサブダクション帯ではないと宣言することは無理なことではない。サブダクションがなければ、この地域のプレートテクトニクスの解釈に関連するあらゆるシナリオが無効になる。アルプス造山には主要な衝突帯という考え方が適用されるが、我々は、現地性の山地システムという考え方を持っている。

TZIYSZ は、北側をイラン台地に、南側をアラビア半島・イラク主要部・サウジアラビアによって境されている。それは、この縫合線を横切って異なるタイプや年代の岩石のような、水平移動のいかなる兆候も見いだすことができないところに位置している。地質学的意味では、アラビア半島は広大なイラン台地によって特徴づけられる。イラン台地は、ある地質学者たち (Stump et al., 1993) によると、先カンブリア代のアラビア盾状地の延長部と考えられる先カンブリア基盤の固化によって生じた。その上に、ユーラシアのテチス造山帯が重なっている。先カンブリア紀盾状地の多少安定化した残留地塊（“中央地塊”）が並置することと、また、Alborz-Zagros テチス山系のような地質学的により若い要素が累重していることが、事実として一般に受け入れられている：

- a. 層位学的にも構造地質学的にも、Alborz と中央イランはこれまで予期されるよりも密接に関連づけられる。
- b. 古生代のいくつかの造山運動によって、上部先カンブリア界と中部三畳系間の地質系統が欠失している。そして、これは、中央イランがやや安定な大陸～準大陸の状態にあり、構造的にもいくぶん安定していたに違いないことを示す。
- c. 中生代のテチス域は、その周辺と同様に、中央イランの全領域におよんだアルプス型造山運動によって特徴づけられる。とくに、Kopet-Dag 山脈や Makran 山脈などの周辺褶曲帯として、Zagros は地向斜褶曲帯として発達したが、現代のイランの大陸核は準大陸的特徴を一貫して維持してきた。
- d. 世界の他の地域とは逆に、第三紀に形成されたイラン山系は、先第三紀の、そして先カンブリア紀まで遡る造山運動を強く指示する要素を保持している。
- e. 新しい研究によると、イランの“中央地塊”は、たぶん中央イランの小領域、すなわち“Lut ブロック”に限定される。このブロックは、これまでは、すでに述べた古い古生代基盤の大規模な残留物であると考えられていた。

このイランの地質発達史を単純化しすぎた概要と解釈は、カレドニアンまたはパリスカン造山運動のいかなる証拠もこれまでに見つからないという事実によって証明づけられる。さらに、中央イラン地塊の被覆堆積物（平均層厚 3,000 ～ 4,000m）の特徴は、比較的一様な陸源物質で構成されていることである。さらに、これらの堆積物は三畳紀（あるいは、より古期の）地層や、時に

先カンブリア基盤や浸食台地の固化した浸食面を覆っている。古生代以降の含油盆地は、この構造単元に位置する (Konert et al., 2001)。これらの事実が公表されると、いかなる水平運動も、この地域に起こらなかったことが信じられるようになるだろう。

TZIYSZ パズルの最後のピースはテチス海の位置に関する問題であるが、その位置は、パキスタンとバングラデシュを含むインド亜大陸がユーラシアに衝突した場所であると考えられている。紹介している研究によって提示されたテクトニクスに関するさまざまなシナリオによると、中新世の間にテチス海は完全に閉塞したわけではないので、我々は 15Ma 以降の水平運動と海成化石に関するなんらかの兆候を探すつもりである。手がかりになる道は、パミールとヒンズークシュからカラコルム山脈とヒマラヤ山脈へ続き、パキスタンとアフガニスタンにつづく。Sia Kuh 山脈は北西からヒンズークシュに合流し、そして、マクラン褶曲帯が再び明瞭に陸上に現れ、インダス川の北西に横たわる中央マクラン山脈とスライマン山脈になる。パキスタンとアフガニスタンの地形にみられる大規模渦巻構造は、北部では Chagal 火山帯、ヒマラヤ褶曲帯、キルタール褶曲帯、カラコルム山脈－ヒマラヤ結晶質衝上帯、およびマクランフリッシュ盆地に囲まれ、南東縁は海底下のマクラン山脈とスライマン山脈からなる。そしてそれは、北東で大ヒマラヤ山脈の中で終わる。したがって、インドの衝突を信じるならば、TZIYSZ は著しく複雑な縫合線ということになる。

ところが、Wadia 研究所の研究者によって過去の 25 年間にわたって公表されてきたヒマラヤの地質に関する論文によれば (WIHG; 以下参照, Bhat, 1984a, 1984b, 1987 & 2001; Bhat and Ahmad, 1990; Bhat and LeFort, 1992; 1993; Bhat et al., 1994, 1998; Dubuy, 1997; Dubuy and Bhat, 1986, 1990 & 1991; Jayagondaperumal et al., 2001 の一部)、インド－ユーラシアの衝突テクトニクスに関するシナリオは、提案されている作業的モデルとは全く異なっている。提案されたテクトニクスモデルはいずれも、テチス海の最もよく知られている縁辺セグメントのひとつであるヒマラヤ帯の層序・地質構造データについて記述していない。ヒマラヤ帯は、テチス海南縁の非活動的大陸縁にあたり、始生代後期～始新世までの整合的層序が保存されていて、過去の 25 億 1000 万年間の出来事を記録した一連の岩石が残されている。

ヒマラヤの層序記録は、始生代後期の盆地埋積層からカンブリア紀前期まで連続する堆積作用が、盾状地～高ヒマラヤのすべての地帯にわたって行われていたことを示唆する。盾状地と小ヒマラヤ両地域では、古生代前期末まで海洋環境がつづいた。広域的花崗岩質マグマ活動によってこの堆積盆地が特異な隆起と浸食を経験した北部では、その後も海洋環境が連続し、それにとまって堆積作用も継続した。このマグマ活動は、高ヒマラヤのカンブリア－オルドビス紀の花崗岩を形成した。それ以降、小ヒマラヤが沈水することはなかったので、適用が試みられたいずれのテクトニクスシナリオにおいても、イン

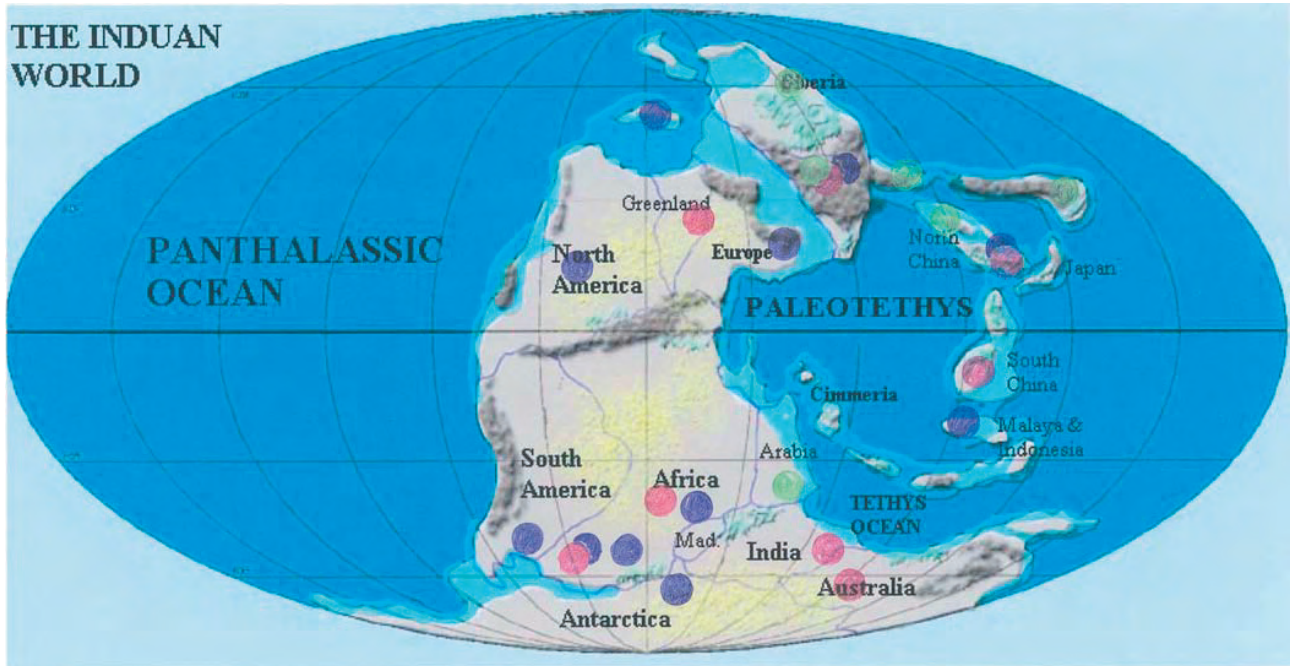


図4 私はこの図にペルム紀後期と三畳紀（インドゥアン階とオレネキアン階）をひとまとめにして示した。そして、この時間のフレームでは、大陸塊の間の大きな分離を示すには十分でない。3つの異なったタクソンの分布境界を赤道とすることがあるが、それではまだ違いがないだろう。キノグナートス（紫色）は、北アメリカだけで発見されている。“ Gondwana ”の位置はすべて、これまで予測されているようにした（リストロサウルス=赤； グロソプテリス=緑色）。その他のものは、いかなる時代のタクソンの汎世界性以外になにも示さない古生物地理を用いることに一致しない。ある人は、「おお、この種はこのタクソンに含まれることになっていない」と言ったり、またある人は一時的にとりつくろうが、結果は同じになるだろう。実際に、現代の地図の上に位置をプロットするとより良く理解できるようになり、アラビア半島を通してアフリカへ繋がるヨーロッパの陸橋は、1つの散布ルートになっている。それとは別に、G/I/UK ギャップに架かり北アメリカに入る北大西洋陸橋がある。さらに別に、インド/アジアから陸橋を通してオーストラリアに入るルートも存在する。

ドが衝突することはなかったはずである。

テチス海に堆積した石炭紀後期～白亜紀末の地層は、衝突による隆起ではなく、リソスフェアの隆起や伸張、網目状（アナストモーゼング）正断層の発達などと密接に関連する。記録が良く残されている大陸縁は、テチス海の幅が最大でも500kmだったことを示す。先造山期のリフトテクトニクスは、ヒマラヤの構造発達をモデル化するうえで、極めて重要な運動である。TZIYSZ オフィオライトと他の地質学的データは、このオフィオライトが著しく軟化したリソスフェアに由来する苦鉄質-超苦鉄質ダイアピルであることを示す。一方、突発的な活動を繰り返すリフトテクトニクスの長い歴史は、ヒマラヤ地域で実際に起こった出来事をうまく説明することができる。リフトの突発的活動にみられる同時性は、地球の自転速度の変化と一致している（Bhat, 1987）。

いかなる水平的な運動も指示されず、実際に起こったのは垂直運動だけである。

古生物地理

上述した地質学的記述からは、インドとアラビアがまるで、それらが現在あるところから遠くに一度も動いていないかのように思えるだろう。指標となる一連の化石群は確実に次のことがらを示すだろう。議論の指標となる化石がローラシアと Gondwana の分離を示すが故に、主

なテクトニクス事件の年代が、ここでは最高に重要になる。その年代について、ほとんどの科学者はペルム紀と三畳紀の間に仮定していて、当時、両者はより近接した位置にあった（図4）。

Gondwana のすべての古地理図では、ペルム紀に栄えたシダ類-グロソプテリスのタクソンの70種以上が、オーストラリアとそれを除く Gondwana 大陸が連結していたこと、そして、ローラシアでは、どこにもこの植物群が存在しないかのように示されている（図3）。しかし、この植物群は、オーマンの Gharif 層；ランバート地溝、南極大陸で発見されている。グロソプテリスの化石は、アジアの全域で発見されている。それらは、シベリア台地のツングスカとコリマ川の地域、モンゴル、東ロシアのウラジオストク周辺、中国の黒龍江地方、および韓国などである（Meyerhoff et al., 1996a）。

小さなリストロサウルスに再登場してもらおう。それはブタのようなディキドンであり、かつての Gondwana の存在と、その後、インドが北へ大陸移動したことを立証するのに使われた。層準マーカーとして利用される、いわゆるリストロサウルス帯（層、または、動物群）が、インドゥアン階（三畳紀初期；Groenwald and Kitching, 1995）の地質系統/化石群として、広い地理的範囲に適用されている。南アフリカの Karoo（図3）からのものを除くと、Lootsbergian 層群の最も重要な脊椎動物化石群集は、中国のジュンガル盆地の Guodikeng

系上部と Jiucayuan 系下部；中国のオルドス盆地の Heshanggou 層；南極大陸の Fremouw 層の下部；インドの Panchet 層；ロシアのウラル山脈の Vetluga 系の Vokhmian 層準；東グリーンランドの Wordy Creek 層；東ヨーロッパ、ザンビアとベトナムのペルム系からものである。

リストロサウルスが TZIYSZ の北で繁栄して、三疊紀になって南に移動したと推論されている (Meyerhoff et al., 1996b)。推論自体が重要であるばかりでなく、これらの大陸が現在と同じように相互に分離していた可能性を示す。我々が知っているプレート復元のほとんどは、アメリカ大陸がこの群集の世界的な分布拡大のための唯一の通路であり、東南アジアはパンゲアの時代、すなわちペルム紀に南極とインド大陸からとてつもなく遠く離れていたことを示す (図 1 参照)。そのため、リストロサウルスは、漂移に関していかなることも証明するものではなく、またインドはアジアとアフリカの近くに存在していて、オーストラリアや南極大陸、南アメリカからなるゴンドワナ大陸に決して近接していなかったとことが理解される。

しかし、我々はインドゥアン階またはリストロサウルスの時代を完全に当てにしなければならないというわけではない。ローラシアとゴンドワナが完全に分離したオレネキアン階 (245-242 Ma) は、キノドントであるキノグナートスの初出に伴って始まるが、我々はその時代の直後で代を変える。オレネキアン階は、キノグナートス群集帯 (Kucas, 1998) によって南アフリカのカルー盆地の Burgersdorp 層の上部 2/3 を特徴づける (Kitching, 1995)。オレネキアン階の主な脊椎動物化石群集の産出層は次のとおりである；南極大陸の Fremouw 層上部；アルゼンチンの Puesto Viejo とリオメンドーサ層；ナミビアの Omingonde 層；ザンビアの N'tawere 層下部；タンザニアの Kingori 砂層の K7 層準；ロシアのウラル山脈のペトロパブロフスク層 (「Yarenskiy 層準」)；アメリカ合衆国アリゾナ-ユタ州に分布する Moenkopi 層群の Wupatki と Torrey 層；中国のオルドス盆地の Ermaying 層、および、スバルバル諸島の Sticky Keep 層 (図 4)。

我々は、議論している時間フレームを通して、アラビア半島とインドが現位置にあったことを既に知っている。あわせて、我々は、北部および中央大西洋海盆を横切る、また東南アジアとオーストラリアをつなぐ、そして南アメリカと南極大陸の間の陸橋について既に知っている。当時は、現在の大陸の形状と同じであり、現在もそうである。海の分布と深さは時代とともに変わったかもしれないが、陸塊は同じ状態のままであって、動物は自由に移動したのである。他にどのようにしてこの古生物地理について説明することがでるだろうか？

したがって、我々が研究対象としている地域は、およそ 15Ma まで安定することがなく、長距離にわたって水平的移動をしていた様々な南の大陸プレートのひとつではな

い。それはペルム紀以降わずかな鉛直移動を伴って、極わずか水平移動した地域である。したがって、我々には、アラビアとインドプレートの北方への漂流に関連するテクトニクス説から派生した仮説や、それを改訂した仮説のいずれについても、これ以上、論述する必要はまったくない。これが意味する海況は、北アメリカ西部の広大な内陸水路に類似した、幅 500km ほどのテチス水路、あるいは、テチス海洋である。この海洋はいくらか浅く、提案されている海洋 / 海の海進が 1 回以上あった。この海域と交差しているサージチャネル / ホットライン、または渦構造は、いずれも先カンブリア紀のものであろう。

結 論

プレートのテクトニクスに関する今日的理解に対して以上のことがらが意味することは、我々が主要プレート (アフリカ、アラビア、インド亜大陸、およびユーラシア) を扱っているということである。縫合線、または古い衝突帯は、大陸クラトンに超苦鉄質岩石帯が存在することで証拠づけられた。プレートテクトニクスの問題点の 1 つは、すべての造構帯が共通する起源をもつこと、ならびに、同一サージチャネル地帯で同時に圧縮、走向移動および拡大のすべが起きていることを、プレートモデルが認識していないこととである。詳細な野外調査がますます増加したため、衝突帯でないことがすべての場所で明らかにされた。アジアで提案された縫合線の多くが、現在では、古期の伸張場やリフトであったり、苦鉄質～超苦鉄質岩のテクトニクス環境は地表へ上昇した断層帯であったことがわかっている。これは、アジアが微小大陸のコラージュであるという理論がまったく疑問であって、TZIYSZ と DHH の双方が縫合帯ではありえないことを意味する。

以上の議論は、この研究地域全体の基盤として先カンブリア代の大陸地殻が存在していることを明示する。TZIYSZ の両側は同じ陸塊の一部であろう。イランでは白亜紀以降の非海成化石が発見されていて、高ヒマラヤ南部と小ヒマラヤでも発見されている。北側の地域には、海成化石が豊富に産出する。地震データは、この地域ではいかなるサブダクションも行われていないのを明らかにする。古生物地理は北と南の生物相が分離したという考えと食い違っていて、その代わりに、タクソンのほとんどが世界的に南北方向に連続することを示している。これは、常に詳細な観察眼をもつ人々に陸橋の存在を暗示していて、すでに、北大西洋と東南アジアを横切る陸橋、そして、南アメリカと南極の間の陸橋の存在は立証済みの事実である。岩石年代は、水平運動に対する大陸の安定性を立証する。イラン沖の Makran 大陸縁などに存在する圧縮地形は、拡大しなかったことを示唆する。

水平方向では安定なこれらの地域の中では、より確固たる広域テクトニクスを研究することができる。ゴンドワナ以外では、これまでも、現在も、サブダクション帯がなく、熱プルームもなく、これらを説明できるプレー

トテクトニクスモデルはひとつもない。しかし、我々には、メガトレンド / サージチャンネルに沿う大陸拡大という説明が可能で、それらのチャンネルに沿う継続的テクトニクスを想定することができる。先カンブリア代の大陸塊の分布は、現在のそれと、基本的には同じ形状と形態であった。我々の研究対象地域では、水平運動よりも、むしろ海水準上昇と鉛直テクトニクスによって制御されたように見える海進と海退が繰り返し起きている。

言い換えれば、地向斜仮説は、地中海海盆からヒマラヤ山脈を通り、その先の地域において依然として勢力を保持しているように思える。これらの亜大陸塊のどちらかの水平移動を含む運動仮説は、地球の歴史についての誤りと誤解に満ちている。

文 献

- Bhat M. I., 1984a. Abor Volcanics: further evidence for the birth of the Tethys ocean in the Himalayan segment. *Journal Geological Society London*, v. 141, p. 363-375.
- Bhat M. I., 1984b. Evolution of southern passive margin of the Himalayan Tethys: model implications and constraints-I & II. *Journal Petroleum Geology*, London, v. 7, p. 341-350 & 429-436.
- Bhat M. I., 1987. Spasmodic rift reactivation and its role in the pre-orogenic evolution of the Himalayan region. *Tectonophysics*, v. 137, p. 103-127.
- Bhat, M.I., 2001. Untenability of the Neo-Tethys: Okeanos was not a polygamist. In: J.M. Dickins, A.K. Dubey, D.R. Choi, and Y. Fujita (eds.) *Special Volume on New Concepts in Global Tectonics*, Himalayan Geology, v. 22, no. 1, p. 5-16.
- Bhat M. I. and Ahmad T. 1990. Petrogenesis and mantle source characteristics of the Abor volcanics, eastern Himalayas. *Jour. Geological Society India*, v. 36, p. 227-246.
- Bhat M. I. and Le Fort P., 1992. Sm- Nd age and petrogenesis of the Rampur metavolcanics, NW Himalayas: Late Archaean relics in the Himalayan belt. *Precambrian Research*, v. 56, p. 191- 210.
- Bhat M. I. and Le Fort, P., 1993. Nd-isotopic study of the Late Archaean continental tholeiites, NW Himalayas: a case of ocean island basalt source for continental tholeiites. *Himalayan Geology*, v. 4, p. 1-13.
- Bhat M. I., Le Fort P. and Ahmad T., 1994. Bafliaz volcanics, NW Himalayas: origin of a bimodal, tholeiite and alkali basalt suite. *Chemical Geology*, v. 114, p. 217-234.
- Bhat, M.I., Claesson, S., Dubey, A. K. and Pande, K., 1998. Sm-Nd age of the Garhwal-Bhowali volcanics, western Himalayas: vestiges of the Late Archaean Rampur Flood Basalts of the northern Indian Craton. *Precambrian Research*, v. 87, p. 217-231.
- Bird, P., 2003. An updated digital model of plate boundaries. *G3*, v. 4, no. 3, p.1-52.
- Chatterjee, S., 1992. A kinematic model for the evolution of the Indian plate since the Late Jurassic, in: S. Chatterjee and N. Hotton III (eds), *New Concepts in Global Tectonics*, (Texas Tech University Press, Lubbock), p. 33-62.
- Dietz, R.S. and Holden, J.C., 1970. Reconstructions of Pangaea: breakup and dispersion of continents, Permian to present. *Journal of Geophysical Research*, v. 75, p. 4939-4956.
- Dubey, A. K., 1997. Simultaneous development of noncylindrical folds, frontal ramps and transfer faults in a compressional regime: experimental investigations of Himalayan examples. *Tectonics*, v. 16, p. 336-346.
- Dubey A. K. and Bhat M. I., 1986. The role of reactivation of pre-rift basement listric faults in the structural evolution of the Himalayas: an experimental study. In *Himalayan Thrusts and Associated Rocks* (Ed. P. S. Saklani). *Currents Trends in Geology*, v. 9, p. 265-290.
- Dubey A. K. and Bhat M. I., 1990. Fold hinge line orientation in the fold belts of India vis-a-vis Plate Tectonics. In *Critical Aspects of Plate Tectonics Theory* (Eds. V. Belousov, H. G. Bevis, K. A W. Crook, D. Monopolis, H. G. Owen, S. K. Runcorn, C. Scalera, W. F. Tanner, S. T. Tossos, H. Termier, U. Walzer and S. S. Augustithis), p.143-153.
- Dubey A.K. and Bhat M. I., 1991. Structural evolution of the Simla area, NW Himalayas: implications for crustal thickening. *Journal South-East Asian Earth Science*, v. 6, p. 41-53.
- Groenewald, G.H. and Kitching, J.W., 1995. Biostratigraphy of the Lystrosaurus Assemblage Zone. *South African Committee for Stratigraphy Biostratigraphy Series 1*, p. 35-39.
- Jayangondaperumal, R., Dubey, A.K., Sangonde, S.J. and Sathyanarayana, K.V.V., 2001. Superimposed folding, finite strain and magnetic lineation in the Mussoorie Syncline, Lesser Himalayas: implications for regional thrusting and the Indian plate motion, In: J.M. Dickins, A.K. Dubey, D.R. Choi, and Y. Fujita (eds), *Special Volume on New Concepts in Global Tectonics*. Himalayan Geology, v. 22, p. 207-216.
- Kitching, J.W., 1995. Biostratigraphy of the Cynognathus Assemblage Zone. *South African Comm. Strat. Biostratigr. Ser.*, 1, p. 40-45.
- Konert, G., A.M. Afifi, S.A. Al-Hajri, K. de Groot, A.A. Al Naim and H.J.Droste, 2001. Paleozoic stratigraphy and hydrocarbon habitat of the Arabian Plate, in *Petroleum Provinces of the Twenty First Century: AAPG Memoir 74*, p. 483-515.
- Kopf, A., Vidal, N., Klaeschen, D., von Huene, R. and Krashennnikov, V.A., 2005. Multi-channel seismic profiles across Eratosthenes Seamount and the Florence Rise reflecting the incipient collision between Africa and Eurasia near the island of Cyprus, Eastern Mediterranean. In: *Geological Framework of the Levant, Volume II: The Levantine Basin and Israel* (Eds. J.K. Hall, V.A. Krashennnikov, F. Hirsch, C. Benjamini, and A. Flexer), p. 57-72.
- Lucas, S. G., 1998. Global Triassic tetrapod biostratigraphy and biochronology. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Pa*

- laeoecology, v. 143, p. 347-384.
- Mantovani, E., Albarello, D., Babbucci, D., Tamburelli, C. and Viti, M., 2002. Trench arc-back arc systems in the Mediterranean area: examples of extrusion tectonics. In: Rosenbaum, G. and Lister, G. S., Reconstruction of the evolution of the Alpine-Himalayan orogeny. Journal of the Virtual Explorer, internet.
- Meyerhoff, A.A. and Meyerhoff, H.A., 1972. The new global tectonics: Age of linear magnetic anomalies of ocean basins. AAPG Bulletin, v. 56, p. 337-359.
- Meyerhoff, A.A., Taner, I., Morris, A.E.L., Agocs, W.B., Kamen-Kaye, M., Bhat, M.I., Smoot, N.C., and Choi, D.R., 1996a. D. Meyerhoff-Hull (ed); Surge Tectonics: A New Hypothesis of Global Geodynamics (Kluwer Academic Publishers, Dordrecht), 323p.
- Meyerhoff, A.A., Boucot, A.J., Meyerhoff-Hull, D. and Dickins, J.M., 1996b. Phanerozoic faunal and floral realms of the earth: the intercalary relations of the Malvinokaffric and Gondwana faunal realms with the Tethyan faunal realm. Geological Society of America Memoir 189, 78 p.
- Murphey, J.B. and Nance, R.D., 1992. Mountain belts and the supercontinent cycle. Scientific American, v. 266, p. 84-91.
- Nance, R.D., Worsley, T.R., and Moody, J.B., 1988. The supercontinent cycle. Scientific American, v. 259, p. 44-51.
- Pal, D., 1993. India and China forming a single plate - Evidences from Himalaya, Arabian Sea and China. Bulletin of the Oil and Natural Gas Corporation Limited, v. 30, p. 19-25.
- Ramos, V.A., 1989. The birth of southern South America. American Scientist, v. 77, p. 444-450.
- Scotese, C.R., 2002, <http://www.scotese.com>, (PALEOMAP website)
- Sengor, A.M.C., 1985. The story of the Tethys: How many wives did Okeanos have?, Episodes, v. 8, p. 3-12.
- Smiley, C.J., 1992. Paleofloras, faunas, and continental drift: some problem areas, in: S. Chatterjee and N. Hotton, III (eds.), New Concepts in Global Tectonics (Texas Tech University Press, Lubbock), p. 241-257.
- Stump, T.E., Connally, T.C., and Van der Eem, J.G.L.A., 1993. Major events in the late Precambrian to early Triassic geohistory of the Arabian Peninsula. AAPG Bulletin, v. 77, p. 1668-1669.
- Zverev, S.M., 2005. Peculiarities of sediments and basement structures in the Frontal Zone of the Cyprus Arc, In: Geological Framework of the Levant, Volume II: The Levantine Basin and Israel (Eds. J.K. Hall, V.A. Krashennnikov, F. Hirsch, C. Benjamini and A. Flexer), p. 113-126.
- Zverev, S.M. and Ilinsky, D.A., 2005. The Deep Structure of Eratosthenes Seamount from seismic refraction data. In: Geological Framework of the Levant, Volume II: The Levantine Basin and Israel (Eds. J.K. Hall, V.A. Krashennnikov, F. Hirsch, C. Benjamini, and A. Flexer), p. 73-112.

2007 年 9 月 12 日インドネシア M8.4 地震時の地震雲

THE CLOUD OF THE M8.4 INDONESIA EARTHQUAKE ON SEPTEMBER 12, 2007

Zhonghao SHOU

Earthquake Prediction Center

<http://quake.ext.com/earthquake.prediction@gmail.com>

(角田 史雄 [訳])

要 旨: この論文では、2007 年 9 月 12 日にインドネシアのスマトラ島で発生した M8.4 地震の地震雲について述べる。それは、他の地震雲の場合と同じように、とつぜん始まり、高気温・高気圧のある限られた場所で起こった。一日に 4 つの型をもつという珍しい事例であるうえ、多くの細かなことは忘れられてしまっているものの、いずれの現象も、基本的なところは分かっている。科学の発展に寄与できるかどうか、地震学が敬遠されるのを防げるかどうかは分からないが、本論では、気象学や地震学の難問で、広く研究されている短期予知などについて検討してみる。2007 年の地震で 687 名（インドネシアの M8.4 地震による 25 名を含む）の方々が亡くなって以後に筆者は、引用文献（1）の論文で、同じことの再現について指摘した。筆者はまた、文献（2）や（3）で指摘したことに基づいて、衛星画像データや地震問題の予算の 0.1% を地震雲の研究に充てたらどうか、と政府に要求した。そうすれば、どんなに外れても、半径 20km くらいの円形域内で震央位置を特定できるであろうと述べた。さらに、筆者の Bam 予知方式に基づけば、どんな条件下でも、地震規模で M0.2 内外の誤差の予知が可能になる、とも指摘した。これから研究が進めば、一週間という短期間予知もできる可能性がある。

キーワード: 地震, 蒸気, 予知, 雲, インドネシア

予 知

インドネシアのM8.4スマトラ地震は、2007年9月12日に南緯4.5度、東経101.36度で発生し、25の方が亡くなった。この論文は、この地震で観察された地震雲による予知について述べる。

図1は、スマトラ、インドネシア、インド洋などをカバーする衛星の赤外線画像で、2007年8月10日午前6時(UTC)～8月15日午前0時に撮影された。一日に4枚の画像という限られたものにも関わらず、Xシリーズによって特徴づけられる暗い孔がはっきりと写しだされている。つまり、2007年8月10日12時ごろは震央付近に白いリング状、同日18時、翌日午前0時あるいは同日午後6時(LT)から翌日午前6時にはそれが大きくなり、黒っぽくなった。この気象学的な現象は、局地的な気温の急上昇では説明できないが、地震雲理論ならできる。それは、熱い地震雲噴出、つまりジオエラプション(2, 3)によるものである。くわえて、波状の地震雲といった一連の直線的な地震雲が震央に8月10日の午後6ごろに現れた後に、北西の雲を横切るようにのび、それから翌朝6時ごろまでに、その雲と混ざり合った。そしてついには、8月13日午前12時から8月14日午後6時ごろまでに、震央から突き出るような厚い地震雲(Bam雲のような雲)になった。図2がその詳細である。

図2は、拡大画像で、それぞれに、震央の南緯4.5度、東経101.35度にリング状雲のあることが分かる。8月11日午前6:00時の画像で北西にのびる波のような地震雲が見えるが、この雲は、それと直交していて、黒い矢印の間に在るふつうの雲に混ざりつつある。こうした形の雲はふつう、震央からのいくつかの裂け目を通して蒸気である。8月13日午前12:00の画像は、黒い矢印の形や位置とも同じ組み合わせになっている。8月11日午前6:00から8月13日午前12:00までの間、54時間経っているにも関わらず、震央から同じように北西へのびていて、黒い矢印の幅も変わっていない。これら2つの事実から、それらが同じ雲であることが分かる。

地震雲は、8月13日午前12:00から8月14日午後6:00までの間ずっと、リングの真中に震央を予報し続けた。8月13日午前12:00から8月14日午後6:00までの96時間にわたって、長さ5,000kmに達する雲の大きさは、地震の規模を「予報」し続けた。28時間持続するBam雲はM6.8の地震を予知した。それからすれば、上記の例では、少なくとも、M7.5の地震を想定されなければいけなかった。地震発生までに112日(8月10日から11月30日)があり、もっとも長いケースになった(1)。しかし、実際の発生は9月12日だった。したがって、地震雲はM8.4インドネシアの地震の震央、規模、時間を正確に予知していたといえる。

討 論

M8.4インドネシア地震の地震雲による予知は、地震雲が

ふつうの雲と混ざり合えるほどの高温下で、かつ、ふつうの雲と直交しつつ遠方に伸びるほどの高気圧状態下で行われた。急激で局地的な異常気流は、2つの特徴をもっている。この異常気流は地球温暖化のせいだ、という気象学者もいる。しかし、この説明では、なぜ局地的現象なのかとか、なぜ急に発現するのかの答えにはなっていない。また、これをエルニーニョのせいだという気象学者もいる。しかし、その意見は、エネルギー源がどこにあるのかを説明できていない。地震学者のほとんどは、地震をプレート衝突で説明している。しかし、2つのプレートの長い衝突境界の無いところで、多くの地震を起こす原因については説明が無い。また、地震雲が現れたところでだけ、その発現の前の約112日間(1)、プレートの衝突が無かった(＝地震は起こらなかった)と言うのだろうか？ さらに言えば、プレート説では、地震雲はおろか、地殻内地震も、そして、地殻内地震と衝突境界の地震との区別もつけられないだろう。

何人もの科学者が、地震の短期予知をさまざまなかたちで、広範囲に何度も試みているが、Nature Debatesはそれら(4)をことごとく否定した。もし、かれらが科学と人間のために仕事をするというのなら、地震のきっかけを如何にしたら予知できるかを厳密にモデル化すべきである。また、地震にともなう起きるBam雲などを、Shouの地震雲理論のように、どうしたら予知できるのかを示すべきである。そして、ShouがBam雲でやったように、統計的な裏付けのある予知を提案すべきである。Bamの予知の可能性は限りなくゼロに近いといわれたが、彼のカリフォルニアHector 鉱山での予知(5)は、何百万ドルにも及ぶ被災額(6)にたっし、彼がそれぞれ別個にかたちで50回も予知した1999年8月3日のロサンゼルスの大震災に関するJPL(NASAジェット推進研究所)の予知への反証となった。アメリカ貴族の面々は、USGSのデータに示されたきわめて狭い区域で発生する1つの地震をピンポイントで予知するなど1/16000の可能性しかないとか、人工衛星の測地データ・地震情報・Shouの地震雲予知経験を含めて、全てを非難した。しかし50の予知は、アメリカ地質調査所(USGS)のデータで立証されたのである。統計的な証拠がないと、知りたい物に何でもケチをつけるのが常だが、そんなことは大した事ではない。正確なモデルと統計的データの両方が難問を解決していくのである。

2005年に国連は、年頭書簡にShouの地震雲理論を載せた。国連の宇宙利用計画の第16 SEMINAKSでのこの書簡は、2005年2月21日～4月4日にウィーンで開かれた科学技術小委員会のメンバー全員に配布された。しかし、政府はShouの研究に何の反応も示さなかった。2006年にShouは、文献(2, 3)にくわしく紹介されているように、「人命救助のために、政府が年間予算の0.1%を衛星データ解析と地震データ解析に充てることを提案する」と述べ、同年4月には北京で3回にわたって自説を広く訴えた。もし、これに実際に手を打たれていたら、冷たい周囲の環境とは別のかたちで、どんな状況下であってもShouのBam予知と同様に、正確でかつ容易に、半径

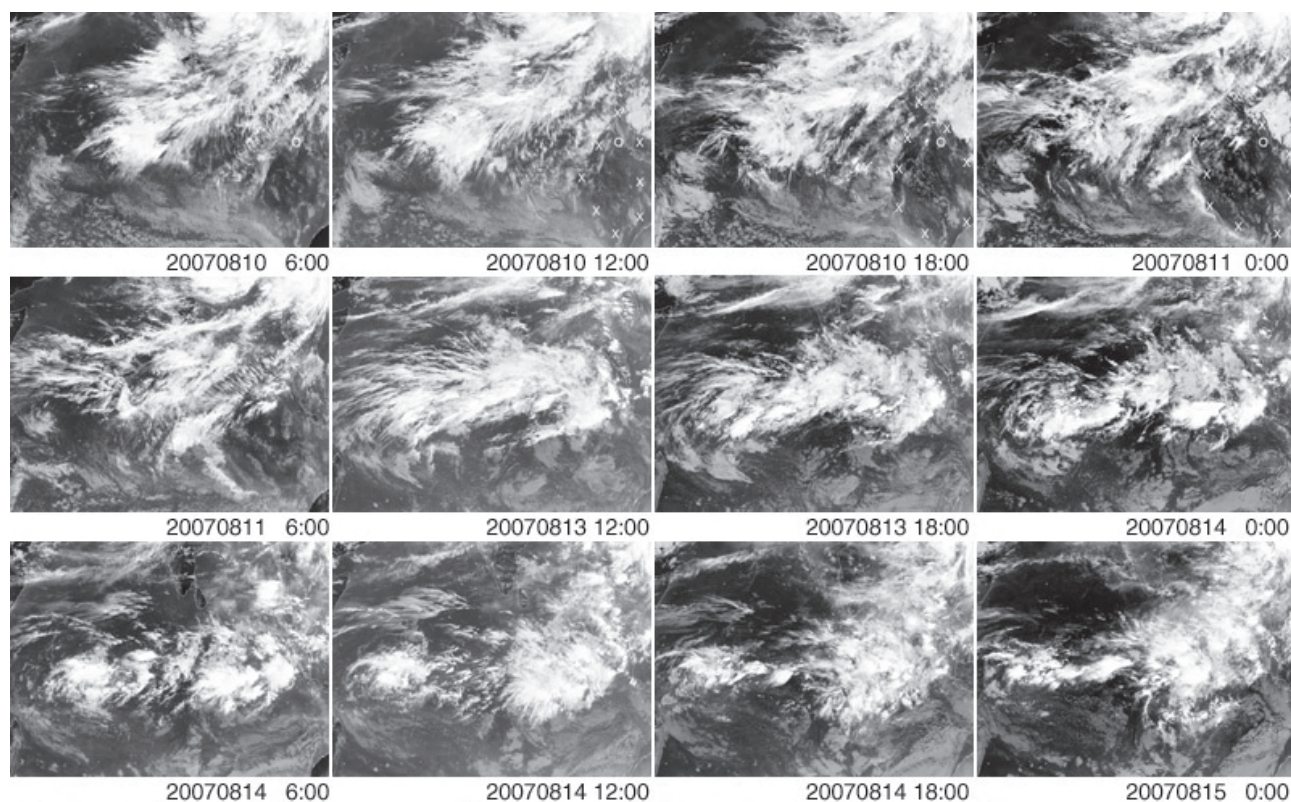


図1 この一連の赤外線画像は、EUMETSAT の IODC 衛星 (<http://www.eumetsat.de/en/index.html>) によって1時間に4画像というペースで撮影されたもので、英国の Dundee 大学 (<http://sat.Dundee.ac.uk/pdus.html>) からに公に提供されている。時間は、2007年8月10日午前6:00(UTC)～8月15日午前0:00のこれらの画像は、誰でも入手できる。4画像のうち最初のものが、M8.4地震の震央に現れた白いリング状の地震雲である。黒っぽい孔は8月10日午前6:00に大きく濃くなり、8月11日午前0:00に白い“X”字形になった。

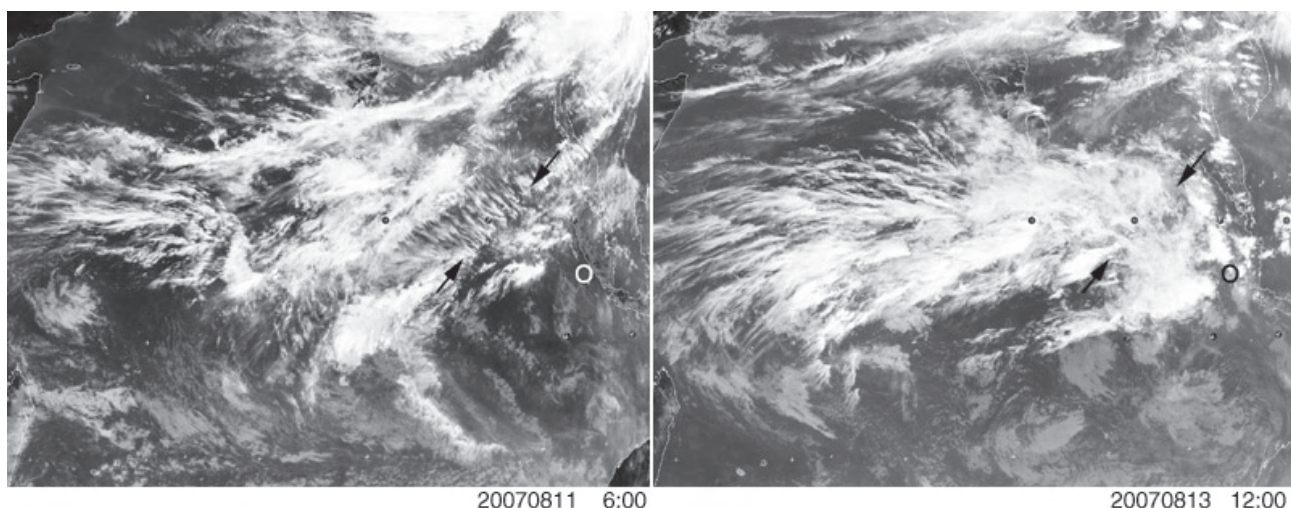


図2 2つの画像は、図1と同時刻に撮られているが、より大きく拡大したものである:M8.4地震の震央(南緯4.5度、東経101.36度)のリングは、2007年8月10日午前6:00の対になっている黒い矢印が北西側にあるふつうの雲と直交し、かつ、それと混じり合っている北西へ伸びる波のような地震雲を示している。8月13日午前12:00の2つの画像に見える他の黒い矢印のペアは、54時間後でも(画像そのものは掲載していない)、その幅と方向が変わらず、地震雲と同じものである。

20km 以内、マグニチュードも $\pm 0.2M$ 以内で震央を予知でき、被害を軽減できたかもしれない。さらに研究がすすめば、一週間以内という短期間で、避難を成功させることも可能性もあった(文献1)。しかし、だれもこのことに関心をはらわなかった。その一方で、年間10億ドルもかけた予知事業からは何の成果も得られず、2007年に687名以上の命が奪われた。このように、地震の予知事業は、科学上の問題をこえて、社会的問題の様相を

呈している。避難を云々するより先に、社会がまっさきに解決しなければいけない課題である。

謝辞 筆者は Wenying Shou, Lingyan Fang, Frank Mayhar, Yan Fang などの各氏に助力をいただき、Dong R. Choi 氏からは投稿をすすめられ、ヨーロッパ人工衛星利用機構(EUMETSAT)、Dundee 大学、国連などからは画像、USGS からは地震データのそれぞれを提供いただ

いた。御礼申し上げます。

文 献

1. Shou, Z., 2006. Precursor of the largest earthquake in the last 40 years. *NCGT Newsletter*, no. 41, p. 6-15.
<http://quake.exit.com/copies/Ncgt41.pdf>
2. Harrington, D., & Shou, Z., 2005. Bam Earthquake Prediction & Space Technology. *SEMINARS of the United Nations Programme on Space Applications*, v. 16, p. 39-63.
<http://quake.exit.com/copies/BamSeminars.pdf>
3. Shou, Z., 2006. Earthquake vapor, a reliable precursor. In, Mukherjee, S. (ed.), "Earthquake Prediction", Brill Academic Publisher, Leiden-Boston, p. 21-51. <http://quake.exit.com/copies/EQVapor.pdf>
4. The Nature Debates, 1999. <http://www.nature.com/nature/debates/earthquake/index.html>
5. Shou, Z., 1999. California Earthquake Situation Analysis. <http://quake.exit.com/A990810.html>
6. Clarke, T., 2001. Water thrown on earthquake prediction. *Nature News*. 23 August.

地球リソスフェアの進化についての新仮説

A NEW HYPOTHESIS FOR EARTH LITHOSPHERE EVOLUTION

James G.A.CROLL

Professor of Civil Engineering

University College London, London WC1E6BT, England

j.croll@ucl.ac.uk

（宮城 晴耕・久保田 喜裕・窪田安打 [訳]）

要 旨：過去 50 年の間に、我々の惑星の大陸と海洋地殻を形成したと信じられている諸作用のモデル化に重大な変化があった。それは、プレートテクトニクス（PT）によるもので、今ではほとんど普遍的に受け入れられているパラダイムである。しかし、PT モデルには、自問せざるをえない問題点がますます増加しつつある。本論文では、PT の弱点のうち、より本質的ないくつかの問題点を短くまとめてみた。そしてこれらの弱点を克服する一つの新しい仮説的モデルを概説する。すなわち太陽輻射エネルギーレベルの長期的変動が、たとえば氷河時代を引き起こした原因であると考えられているのと同じように、直接的にせよ間接的にせよ地殻の熱的状态に大きな変化をもたらした、と論じる。地表水や氷の配置の広域的变化は、太陽輻射エネルギーの地球内部への流入や地熱エネルギーの外部への流出の双方の遮断による時間的空間的变化の結果として生じたものであり、地殻内部における熱状態の著しい変動を引き起こす。さらに、引張力と圧縮力が大きく入れ替わることによって、側方への膨張と収縮を制御する。このような熱荷重のサイクルが、現在 PT によって説明されている多くの作用を引き起こす造構ポンプとして作用していることを、私は主張している。地球のリソスフェアに知られている大半の特徴は、この動力学的モデルで説明しうる、しかも重要なことに、この新しいモデルが PT の多くのパラドクスを解明することができ、大陸および海洋地殻の長期間にわたる鉛直運動の原因を説明することにも役立つであろう。

キーワード：contraction, expansion, lithosphere, tectonic force, thermal energy, lithosphere, dynamics

背 景

著者の目から見て、プレートテクトニクス（PT）はほぼ普遍的に受け入れられている地球科学上のパラダイムになったように思われる。また、過去に何が地球の地殻を形成したのか、現在大陸地塊と海洋地塊の関係を決する動的過程を継続してもたらしているのが何かを説明しているように思われる。世界の地球科学分野のカリキュラムの土台となる教科書を見ても、矛盾がないように見受けられ、広く普及されるべきモデルであるといわれている（例えば：McLeish, 1992 ; Skinner and

Porter, 1995 ; Spencer, 1977 ; Wicardner and Monroe, 1999)。例え、プレートに動力を供給している実態が何かという点で依然としてはっきりしないことや意見の不一致があるものの、PT モデルの基本的妥当性についての疑問は比較的少ない。見かけ上、次々に解明された証拠の増加にともなって、PT モデルが圧倒的に支持されるようにみえる。例えば、易しく読め、事実がうまく要約されている Sullivan(1991) の本が好例であろう。

いろいろな海洋で両岸の大陸棚の形状が接合するということは、単なる偶然ではないと思われる。大洋中央の“拡

大地帯”からの距離が離れるにつれ、玄武岩層直上の堆積物（第1層）の年代が古くなることは、“プレート”が引き裂かれたときに生じた割れ目に、下から上昇してきたマグマが新しい海洋地殻を形成したとする考えを強く支持する。“拡大地帯”の片側の新しくつくられた地殻の地磁気の縞模様が、マグマが“拡大地帯”で固結したときにそのときの地球磁場の方向にそって岩石磁気が固定されたものであるとする考えと一致していることは、“プレート”が押し広げられそこに新しく中央海嶺の地殻がつくられたとする重要な証拠である、と多くの人々によって考えられている。地震や火山活動が、拡大地帯やそれと相補的關係にある“サブダクションゾーン”付近—そこはより新しい海洋地殻が相対的により古い大陸地殻の下へ沈み込む場である—などに集中していることは、PTの基本的な考えと調和している。また、ある種の植物や動物化石が大洋をはさんだ両大陸において一致することも、かつて大きな大陸地塊として形成された陸地がPTによる過程をへてバラバラに引き離されたものであると信じられる証拠である。このような、また他の多くの注意深く集められた証拠の全てが矛盾のない、驚くほど単純で確信に満ちたモデルを提供している。そして、この明らかに自己完結した魅力的モデルに調和しないような要素が増大しているといったことはまだない、という。

次に、PTの基本的な考えと調和しない深刻な地質学的事実のいくつかについて短く総括する。この批評は例えばMeyerhoff (1966) などによる優れた批評の総説に基づいている。それはGhoi, Dickins, Smoot たちによって発行されている出版物「New Concepts in Global Tectonics Newsletter (NCGT)」(一つの電子出版物で、プレートテクトニクスの考えに矛盾する事実の公開を促進させるために創刊されたものであり、地球科学分野における主要な出版物からはしばしば不掲載になっている内容の論説などが掲載される)の中で報告されている多くの事実として示されている。Pratt (2000) は、多数の矛盾する証拠を広範に集めた易しく読める論文を書いている。その中で、地殻の進化に明らかに影響を与えた動力学作用を引き起こすために必要なエネルギー源にまつわるいくつかの解釈が短くふれられている。本論文の主要な目的は、過去に働いていた可能性があり、しかも継続して地殻の形成にかかわっている作用について、氏とは別のモデルを提示することにある。

この新モデルは、PTを支持する証拠として取り上げられていた大部分の作用や観測結果を説明できるばかりでなく、見つかっている深刻な欠点をもうまく説明することができる。この新モデルでは、とりわけ、地球の形成において鉛直変動が水平運動と同じよう決定的であるという事実が示されるであろう。さらに、この新しい仮説に必要な水平運動はPTの場合に比べて、より著しく小さい。太陽系の時空スケールの中で、地球やその他の惑星、および、それらの衛星に、周氷河環境を形成する類似の諸作用がダイナミックに働いていることが主張されるであろう。

プレートテクトニクスにみられるいくつかの問題点

大陸ジグソーパズルの再構成：大陸移動および初期に存在した巨大大陸が引き裂かれて、現在の大陸配置になった可能性について、初めて着目されたのは、アメリカ大陸の東岸とアフリカやヨーロッパの西岸の形が著しくよく接合することであった。より改善された地形的接合がつつぎに提案されつづけてきた。膨大な数の論文が書かれ、さらに、これらのモデルによって達成された接合の程度を完璧にするための研究集会がもたれた。一方、懐疑論者たちは、接合性に関する多数の研究に疑問を持っていた (Voisey, 1958)。数百 km に達する程度のプレート運動に対しては強い地質学的証拠があるが (Jeffreys, 1976)、PTに必要とされる 9,000 km に達する地殻プレートの動きに関しては、それを支持する人は少ないように見える。種々の接合において、あまりにも多数の不一致があるため、この証拠はPTの決定的証拠として採用することはできないであろう。Meyerhoff et al. (1974) によって取り上げられたように、Bullard et al. (1965) による巨大大陸パンゲアから生じたアメリカ、アフリカ、ヨーロッパのコンピュータで処理した図には少なくとも 350 万 km² の接合不一致がみられる。さらに、南極、オーストラリアそして高速移動するインドなどの南方の陸塊の形成を説明するために、Smith and Hallam (1970) や Dietz and Holden (1970) などが仮定したように、南半球にあった Gondwana 大陸の分裂によって、南半球の大陸が生じたとする場合も類似の困難をともなうであろう。インドはそれ自身が Gondwana 大陸から移動し、9000 km にわたって北上し、やがてアジアプレートと衝突し、そのときの力によってヒマラヤ山脈が形成されたとされる。しかし、想定されているように、南極やオーストラリアからインドが分離して北上をはじめる以前から、インドがアジア大陸の一部であったとする強力な地質学的・古生物学的証拠がある (Chatterjee et al., 1986; Ahmad, 1990; Meyerhoff et al., 1991)。すなわちインドの植物や動物は、南極やオーストラリアのものとは、ほとんど似ていないからである。Pratt (2000) は、皮肉を交えて、「仮想されたインドの飛行は空想的飛行以外の何ものでもない」と述べている。

PTモデルにおける植物・動物分布による生物地理学的境界は、実際に分布している動植物とはひどく矛盾していることがしばしばある。実際、化石の分布に関して知られている古生物学的データは、PTから予想されたものよりも、大陸塊の現在の分布で考えた方が矛盾がないようにみえる (Smiley, 1992)。植物と動物の分布に関する世界規模の主要な研究において、Meyerhoff et al. (1966) は、現在の生物地理学的分布は、プレートの運動モデルから予期される分布からひどくはずれていると結論した。彼らは、「プレートテクトニクスによる仮定と野外のデータとの大きな不一致（数千 km もの幅をもった境界を含む）が注目されず、認識されず、研究されることもないまま、許容されていることは不可解である」と述べている。

海洋堆積物の年代: PTにおける基礎的概念の一つに、海洋底拡大説がある。この作用では、プレートが引き裂かれることによって生じた割れ目の間に地球内部から溶融した物質が湧きだす場所、すなわち海嶺もしくは“拡大地帯”付近で、新しい海洋地殻が造り出されるというものである。この新しく造られた地殻はあたかも“ベルトコンベアー”のように、比較的厚い大陸地殻に接するまで海洋底を徐々に動くという特徴を備えている。これらの比較的薄い地殻は衝突地帯において、“サブダクションゾーン”とよばれる海溝の中へ沈み込むと考えられており、こうして新しく造られた地殻は溶融した地球内部へ失われていくことになる。もしこの概念が正しいとすると、新しく形成された海洋地殻の上に堆積した堆積層の年代は拡大地帯から離れるにしたがって増加することになる。この仮説をテストするために著しく広域的な深海掘削計画がおこなわれ、表面上はうまくいっているようである。NSF 研究 (1969-73) において、拡大地帯から押し出された新しい海洋地殻と考えられる最上位の玄武岩の直上をおおう堆積物の年代は、拡大地帯から離れるにしたがって、実際に次第に増加している。

しかし、顧みると、PT 仮説を支持するために海洋地質データのうち、あるものが選択的に使われたと想像させる理由がある。Smoot et al. (1995) は、PT の考えを支持するデータだけが選択されて、海底地形図がつくられていることを示した。彼らは、一般に得られている正確な情報の多くは、PT の概念に適合しないとの理由で、無視されていると主張している。彼らは、例えば測線にそったレーダー画像にもとづいて、中央海嶺は無数の長くて直線的な裂かや断裂によって切断され、海嶺に平行して古い地殻岩石が間にはさまれることを示した。さらに、全世界の海洋底の多数の地点で、古いものでは 3.74Ga まで遡る大陸性岩石が海洋底に分布している。これらの場所は、PT によると少なくとも 2 桁は若い岩石からなるはずである (Timofeyev, 1992; Udintsev, 1996)。Dickson et al. (1992) は、現在の海洋地域の中に大きな大陸地殻が存在することを示す証拠を詳しく集める作業をおこない、次のように結論している。すなわち「我々はそのようなデータが見過ごされていたり、無視されているという科学的にも客観的な事実について驚くとともに、興味をいだいた」と。また、深海掘削のいくつかの坑井においては、最上部の玄武岩を貫いた可能性があり、より古期の堆積岩層がそれよりなお古い玄武岩の上に水平層の上に横たわっていることを示す、うらづけのある強い疑問があるという。上述のような調査に基づいて、Dickson et al. (1992) は、「一般に認められている海洋地殻の本当の組成は何であるのかを確定するために、今後は、玄武岩層よりも下位の層準をまずもって掘削することをめざす海洋掘削計画が広く求められている」と述べている。後で議論されるように、これらの堆積物の年代に関する新しい発見を説明することができる、より確実性のあるモデルが存在している。

地磁気異常の証拠: 拡大地帯にほぼ平行に配列する新しい海洋地殻の縞模様は、中央海嶺に対して対称的な磁極

逆転を示している (Sullivan, 1991)。これらの古地磁気記録は、溶融したマグマが拡大地帯に噴出して固結したときに生じたものであると信じられている。いくつかの興味深い理由から、これらの新しく造り出された磁化岩石の帯は 2 分され、逆方向に引き離されることによって、拡大地帯をはさんで対称的な岩石磁気の縞模様を形成する。この対称性と拡大年代にかかわる証拠は、PT を支持するはずであるが、想定に比べて納得しにくい場合があることが指摘されている。海底古地磁気異常を総括した教科書のあるものにみられる Licourice-allsort (甘草で味をつけた各種の飴のつめあわせ) 状態は、多くの特徴的な磁気異常を示すことができていない。火成岩体の地磁気縞模様は著しく不完全な対称性を示し、実際には、時間経過と変化が線形的変化になっていない場合がある (Meyerhoff et al., 1974)。縞模様は、たいへん古く、大陸起源の海底岩石にも出現することが時々ある (Grant, 1980; Choi et al., 1992)、さらにこれらの縞模様は、深さ方向の異方性も示している。あまりに多くのデータが、プレートに替わる説明を必要としているようである。

張力と圧縮の証拠: 地殻中の多くの場所で、張力と圧縮の両方の作用が別の時代に起こった証拠が知られるようになった (Stretvedt, 1997)。これはおそらく、裂かを埋めて貫入してきたマグマによって形成された新しい地殻の縞模様と直交する引張場によって地殻が引き裂かれた海洋中央の“拡大地帯”に特徴的な証拠であろう。以前から知られているように、これらの裂罅は、海洋中央海嶺に平行する幅広い地帯に出現する。しかしながら、海嶺もしくは中央海洋山地などには、時々褶曲した堆積岩層を随伴して、海嶺に直交する圧縮場があることを強く主張していて、Antipov et al. (1990) は、大西洋中央海嶺に隣接する衝上断層は、張力ではなく、圧縮によって生じたとする方がよいと述べている。また、断裂の分布も、拡大地帯周辺での破壊によって生じた圧縮であることを示している。Zoback et al. (1989) は、中央海嶺の地震データは、PT で張力場となるはずであるが、実は圧縮作用があることを強く示すことを指摘した。引張と圧縮と交代は、PT が張力による割れ目がゆっくり発達するのと述べている、まさにその場所でおこなわれているようである。

鉛直テクトニクス: たとえ経験のあまりない地質学者でも、高い山脈や広大な大陸台地のいくつかがかつては海洋底あり、堆積岩で構成されていることに関心を抱くのに、時間は長くはかからないはずである。これらの広大な地域は、想定されているプレート境界から遠くはなれていて、内陸部に位置することがしばしばある (Belousov, 1990; Cheknov et al., 1990)。同様に、深海底のおびただしい地域で観察されているように、それらの岩石の古生物学的証拠だけからでも、それがかつて大陸地塊の一部であったことがわかる (Spencer, 1977)。PT は、これらの研究に対してほとんど言及せず、これらの明確な事実を説明するのに困難があるようである。海成堆積物や海棲化石などがヒマラヤ山脈のもつ

とも高いピーク付近で見つかる、あるいは浅海性堆積物や陸地起源の化石が、海洋底の深部から見つけだされていることなどは、PTを構成する一部の概念と整合することは困難である（Spencer, 1977; Wezel, 1992）。中央海嶺の上昇によって引き起こされたと信じられている海水準の変化に基づいた説明は、定評あるPTの支持者によって、不適当な説明であり、この種の運動のスケールは「プレートテクトニクスにはほとんど適合しない」と主張されている（van Andel, 1994）。

地殻ダイナミクスに関するいくつかの過去の説明

地球の地殻が、時間尺度にともなう周期的変化、長いもので数億年、短いもので1万～10万年の両スケールで、変化を被っていることには確かな証拠がある。長期間にわたって、大陸は周期的に沈んで海洋底になるとともに、海洋底は隆起して新しい大陸になるようである。そのようなサイクルが約45億年の地球の歴史のなかで何回行われたのか、また、我々が今日知っているような形のしっかりとした地殻が、その動きを可能にするために造られたのは正確にはいつなのか、といった点についてはほとんど明らかになっていないようである。しかし、そのような、著しく長期的なサイクルが数多くあったことは確かなことであろう。さらに、地殻の側方への運動を主とするPTモデルでは、これらの著しく長期的な鉛直構造サイクルを説明するのは困難であろう。

これらの長期にわたる地質学的サイクルの中で、別のもっと短い時間スケールの作用が存在したと考えられる。これらのより短期間の作用は、地殻内部で生じた圧縮と引張の交代現象に関係があるはずである。このダイナミックなサイクル、すなわち引張と圧縮作用にともなう水平と鉛直の両運動を説明できるモデルに進む前に、今日我々が知っているような地殻の発展史を解明するためにかつて提案されたPT以外の説明を顧みるのも有効であるかもしれない。

地球モデル群の間で一つの大きな違いは、我々が現在目にしている地球の姿はしだいに進化してきた結果であり、その過程でおこなわれた過去の作用は現在起こっている作用から明らかになるべきものであるという考え方を採用するかどうかという点にある。この考え方は、いわゆる「斉一論者」モデルで、地球の進化はもっと不連続で、しばしば激変をともなうとする考え方と対照的なものである。

後者の考えの中に、今日我々が「聖書の洪水」という用語でよんでいるような考え方で地球を説明しようとしているものがある。この考え方は、18世紀～19世紀始めにはやったもので、アメリカとアフリカやヨーロッパ大陸の間の海岸線の形の適合性は、洪水にしたがって起こった大西洋の上昇と分裂によって起こったとする聖書の中にでてくる認識に合致するというものである。その他に、「月の分離」が現在太平洋となっている大きな穴を残し、そのあいた部分を満たすためにアメリカ大陸と

アフリカ、ヨーロッパ大陸が分裂し、大西洋が形成されたと主張する考えもある（この見解はチャールズ・ダーウィンの甥であるジョージ・ダーウィンによって出されている）。

それ以外の種々の考え方に、「衝突」もしくは「衝突すれすれの天体」などの説が含まれている。これらは、それぞれ、異なった形式をもつが、地球による月の捕獲によって生じた重力場が、初期の段階で大陸を赤道に向かって引き寄せる力および無数の山脈形成力などを発生させたという考えを含んでいる（Taylor, 1910）。近似する考え方として、金星の接近によって、月を地球から引き離す重力場が生まれたとする考えがある（Baker, 1914）。惑星軌道に関するその他の相互作用については、Velikovsky（1950）による労作がある。

前者に属す、より伝統的な斉一説論者の考え方に、「収縮（圧縮）モデル」がある、それはすなわち、地殻に対する地球内部の収縮によって山脈を形成するのに必要な圧縮力が生じるという考えに基づいたものである。この考え方を初めて提出したのはNewton（1681）である。しなびたリンゴ（それは落下するリンゴで重力観察を行った数日後のものであったかもしれない）の皮にしわが生じるのと同じである、という類似点をあげて説明されている。Jeffreys（1976）も、地球は、その誕生以来、冷却にともなって全体的に収縮するということを論じている。これらのモデルは、地殻が張力の作用によって、ある地域で、ある期間にわたって切り離されたり、それが継続したりするという事実を説明することに失敗している。張力による拡大作用の大変はつきりした証拠をうまく処理するために、他の極端な考え方として「膨張モデル」があり、海洋の分裂は地球の半径の増加によって生じるとする考え方を支持する。Carey（1958）は、地球の半径は100%ほど増加したと論じている。この膨張がどのようにして起こったのかという点については、いろいろな説明がなされている。この膨張が起こった理由として、地球物質の相変化あるいは分子組成変化がよりゆるい充填状態になることによって生じたとするものや、重力常数の漸次的減少によるといったものが提案されている（Dicke, 1962）。これらの斉一論者のそれぞれのモデルは、上方への褶曲および山地の形成もしくは海溝を形成するための下方への褶曲を説明するために必要な大きな圧縮を説明できていない。これらのモデルはいずれも、引張力と圧縮力を含む周期的サイクルを支持する信頼にたたる証拠が時空的に広く存在することを説明できていないようにみえる。

引張力の期間と圧縮力の期間をはっきりした証拠によって整理する試み、すなわち、「膨張と収縮の複合」モデルでは、地球形成の最初期に、おおくの気体物質が次第に液体に、いくらかは、やがて固体へ相変化することを認めている。このような分子のゆっくりした凝縮は、地球半径の大きな減少をともなっているはずである。その後、これらの凝縮した液体や固体がより圧縮されていない分子形態に変化すると、体積が再び増加するであろう。こ

の後者の期間に地球の地殻の形成がおこなわれ、その間、分子構造の破壊によって地球の動力学において重要な要素となっている水が供給されはじめたのかも知れない。この見解（例えば MacDonald, 1959 を見よ）は大変魅力的であるが、現在我々が関心を持っている地殻の動力学に先行する期間により関係している。しかしその見解は、どんな短い周期性の下でも、地殻の平均厚度の増加やそれに付随して起こる自由水の体積増大、低密度分子の増加などをともなう、ゆっくりした膨張が続いていることを提案する。似たような考えの系列である、いわゆる「反移動論者」とよばれている人々は、地球の地殻は、陸塊の膨張と収縮を引き起こした加熱と冷却のサイクルによって形造られてきたと信じている。彼らは、大陸プレートの移動というウエゲナーの概念を支持している「移動論者」とは反対の見解をもっている。

「脈動する地球」の仮説もまた、Wezel (1992) や Dickens (2000) などによって主張されている。真実は、もしいつかみつかったとして、これらのモデルの大部分が実際に起こっていることを説明するのに必要とされる要素を含んでいることを、疑いなく見つけ出すであろう。同様に、他の現象もゆっくり進行している過程の結果として起こっていることも確かであろう。安定した状態、もしくは一瞬のモデルのどちらか一方を採用したとしても、地殻の進化がこれまでずっと著しく活動的であり、それが現在もそのまま続いていることも、また、明らかである。ある地域では、地殻は張力の作用を受け、同時に他の場所では圧縮作用を被っていることを示す強い証拠がある。このことは斉一論者の見解か、もしくは地球の性質を動力学システムとしてとらえる多数のより流布している概念のどちらか一方の立場に立つのとは非調和的である。また、地殻のいろいろな地域で、周期的に鉛直方向の大きな変化が生じたという疑う余地のない証拠があるが、これは PT を含む過去のモデルの大部分と不調和である。

それではいったい地殻の形成において、これまで起こってきたと信じられている重要な作用の全てを説明でき、現在も継続している作用を説明できるのは何なのであるうか。

地殻ダイナミクスの新しいモデル

それは地殻ダイナミクスのモデル化には瑣末な関連しかないようにみられるかもしれないが、さまざまな地表の地形発達において、熱的サイクルを誘発した太陽の効果の意味を明らかにするための次の目的は、どのようにして地殻が発展してきたのかを明らかにし、また、これまでのモデルに取って代わるべきダイナミクスモデルを生みだすかもしれない。

地表の地形と太陽サイクル：乾燥した泥には、第1図のような、よく見られる多角形の亀裂をつくる。この場合、収縮が強制された期間にわたる引張場でのエネルギー開放は、特徴的な多角形状の発生によって最大になる。同

様に、アスファルト舗装の冷却は、結果的に、多角形の特徴的な網状亀裂を発達させる。冷却期間を通じて、アスファルト層は、他の方法では発生しない収縮の結果、平面引張応力の発生を経験する。アスファルトは低温時には幾分脆性的になり、この引張エネルギーは、一般に、蓄積された引張エネルギーの開放が最大になる多角形の網状亀裂の発達によって開放される。亀裂の入った表層の碎屑物に共通にみられるように、アスファルト層が熱せられたときには、かなり高いレベルの圧縮応力が生じるとともに、充分閉じることができないことを意味している。ある条件のもとで、アスファルトの加熱と冷



図1 乾燥した泥に発達する多角形状の亀裂パターン



図2 アスファルト道路におけるワニ状の亀裂作用



図3 カナダ北部の多角形状の氷楔



図4 環状列石（上）と多角形状列石（下）の例

却がたびたび繰り返されると、第2図に示される“ワニ皮状の亀裂”（Croll; 2006, 2007c）として良く知られている、道路の深刻な破壊形態が観察される。密接に関連する熱によるラチェット（ratchet：歯止め、爪車）状の突起は、地上の二つの永久凍土地帯において、多角形の氷楔の形成原因であることは広く認められている（Lachenbruch, 1962; Mackay and Burn, 2002）。これは、さらに、他の惑星の極寒帯やその衛星画像でも認められている（Yoshikawa, 2000）。図3はカナダ北部でみられた、ある地表の多角形の氷楔の例である。ちょうどアスファルトの多角形の亀裂に類似しているが、永久凍土内における収縮が抑制されなかったため、季節的気温低下によって発生した引張応力場がその発達に関連している。氷が引張によってもろくなると、断裂・亀裂のパターンが、蓄えられていたエネルギーが最大になるように作用する。これらの亀裂は、暖かくなると膨張によって歪みが抑制されるため、やがて氷結するであろう水分で満たされ、ほぼ同時に圧縮場になりはじめる。氷楔の空間的スケールは、凍土へ浸透する一年を通じた季節的熱循環の深度を反映する。周氷河地形の他の様式、たとえば小石や岩石の環状、多角形状、網状、縞状配列など（図4参照）の形態は、氷結と融解のサイクルが生ずる季節的凍土や表層における通常は短期間の熱循環に規制されて生じるのであろう（Croll and Jones, 2006; Croll, 2008）。

ある環境のもとで、アスファルト層は周囲との相互作用によって規制され、熱せられると、図5に示される特異な膨らみが生じる。それは、増温時にアスファルトはやや弱い弾塑性変形し、隆起による歪によって生じた面内



図5 加熱サイクル作用によるアスファルトの膨脹

圧縮応力がやや強い流動変形をもたらすからである。低温期のより強い弾塑性変形のため、これらの隆起による歪は、温度が下がっても充分には回復しない。ある限界値を超えた温度の上昇・下降の各サイクルによって、結果として、上方への膨張変形がいつそう促進されることが期待される（Croll, 2005a & 2007b）。周氷河地形の他の多くの形態の発生と成長には、密接に関連したメカニズムが包含されているであろう。

図3に示される多角形氷楔の縁辺部周辺には、季節的周期の温暖期に外側への膨張によって、圧縮突き上げの結果形成された城壁様の盛り上りがみられる。近年の永久凍土層の拡大地域において、ピンゴ（小丘）の上方成長が季節的熱周期によって促進される可能性が、理論的形成メカニズムとして最初に議論された（Croll, 2004）。典型的な小丘を図6に示した。季節的熱サイクルの結果としてそれらが成長するメカニズムの解明が念入りに仕上げられ（Croll, 2005b）、周氷河域における季節ごとの、そして、多年にわたる他の隆起地形にも適用されてきた（Croll, 2006 & 2007a, d）。それらのいくつかは、図7に示される。これらの隆起した膨張形態の個々の成長のメカニズムは、圧縮強度が大きく、引張強度が小さい氷や氷床の強度特性に由来するものである。凍った大地が冷却されて収縮した時に形成された引張亀裂には水分が集まり、集まった水が氷に変態する。これは、凍結した大地が暖められる際に、多角形の氷楔亀裂は充分開



図6 カナダ北部の永久凍土に出現した対になった小丘

じてはいないことを意味している。側方が拘束された条件下で発生する熱的膨脹による平面内での著しい圧縮応力は、隆起やラチェット (ratchet)、座屈といった地形を形成するに充分である。

以上の新たな視点は、さまざまな表面地形が如何に発達するかを説明するものである。時空スケールが異なるものの、この視点からは、地殻内の諸作用にかかわるいくつかの重要な長期的力学的運動作用のモデルが導かれるであろう。

地殻の熱循環：太陽を周転する地球の離心率変化は、軌道面とそれに関連する自転軸の傾きと歳差とともに、周期的な氷河時代にみられる気候変化の主因と考えられている。クロール-ミランコビッチモデルは、唯一ではないが、長期にわたる地表面に達している太陽光の強度変動の主因として広く認められている (Croll, 1864; Milankovic, 1920)。次には、地殻中の温度勾配に関連した大きな変動にも、このモデルが十分に信頼に足るものであることが示される。

過去約 200 万年を超える氷河時代は、この周期的作用の最も明白な事例である。いっぽう、おそらく、これよりかなり長期にわたる、より極端な温度変化を伴う同様のサイクルがつづいてきたと考えられる十分な証拠がある。2 万年周期でおこる歳差運動の変化や、4 万年周期の自転軸の傾き、約 11 万年の周期をもつ楕円軌道の離心率の変化、そして、地球の表層におけるある場所での温度変化は、図 8 にみられるような時間スケールによって示されるであろう。2～11 万年の期間では、地球表層の 20℃に達する平均的な温度変化は、地殻深部にまで及んでいるであろう。地殻中の温度が上昇すると、岩石は側方に拡張するようになるであろう。しかしながら、地殻は、比較的堅硬な内部マントルや核との相互作用によって、側方に伸張するのを規制されている。温暖期に発達した側方あるいは面内圧縮応力の強さは、無論、平均温度の上昇量や地殻内の温度断面に依存する。同様に、熱



図7 泥炭の中に形成されたハンモック（小丘）

サイクルの冷却期間には、強い引張応力が生じるであろう。

日射変動による直接的な地殻表層温度の変化も重要であろうが、これらの表層の熱的周期の間接的效果は、地殻内の熱構造に大きな変化をもたらすはずだ。熱周期に伴う地表水 (surface water) や氷床 (ice) の分布変化は、熱構造にもっと大きな影響を与えようである。宇宙から輻射される太陽エネルギーの入射率は、表層の雪や氷床の発達によって、強く影響をこうむるであろう。海水変化は、海流を変化させ、地熱エネルギー流量 (flux) を大きく変化させる。関連して成長した大陸氷床はいずれも、地熱エネルギーの伝導に対して、断熱という大きな変化を引き起こす。地殻内部の熱的条件において、これらの現象はさらに大きな変化を引き起こしそうだ。例えば、大陸氷床は、地殻中のエネルギー流量の割合を減らすであろう。図 9 に示されているように、これは地熱勾配の低下をもたらすであろう。熱平衡が再構築されるまでの十分な期間が過ぎると、かなりの温度低下となり、深度の増大とともにより顕著になるであろう。これらの温度低下は、予想される平面応力へ影響し、側方への強い引張応力場を生じる。深部で得られた高い温度でさえ、比較的脆い岩石物性は、この蓄積された引張エネルギーを解放する際に、引張と剪断断裂の発生に関連した顕著な地震活動を起こすことが予想される。同様の影響は、海水面のあらゆる変動からも生ずるはずだ。海洋底における地熱流の最も重要な源のひとつとして、この対流過程におけるあらゆる変動も、長期的地熱勾配に影響するであろう。海面低下が長期間におよぶと、大陸氷床上に形成された氷が海洋循環に影響するであろう。

おそらく、海洋凍結や陸橋の発達の結果、それらによる規制は、地熱エネルギーの流れをかなり減少させるであろう。それゆえ、図 9 に類似した地熱勾配の低下作用は、地殻深部の温度において、とくに下部地殻における引張エネルギーの形成によって、同様にして、かなりの温度低下を引き起こすことが予想されるであろう。

氷床の融解にともなう海面上昇は、相反する影響をもつことが予想される。図 10 のように、かなり長期にわたり生じた急激な地温勾配は、とくに地殻下部において、著しい温度上昇をもたらすであろう。発生することが予

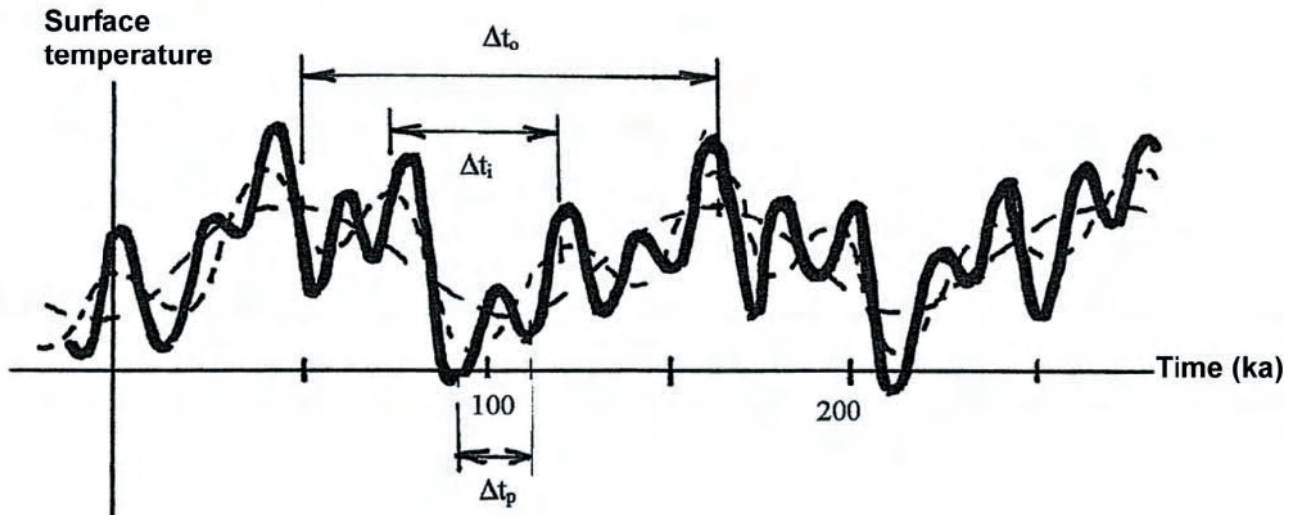


図8 地球表層の平均気温の典型的変動

想される膨張による規制は、平面圧縮応力の大きな増分 (additional level) をもたらす。この圧縮エネルギーは、地殻の圧砕作用、褶曲作用、剪断作用、隆起のような他の破壊様式をもたらすものと予想される。

熱サイクルの影響： 上述したように、太陽と地球間の相互作用によって生じる地表温度の変動は、海水や水床の分布における変化の結果、地熱エネルギーの流れに伴う地表の変遷との相互作用によって大きく増幅される。適度な地表の暖かさは、深部では著しい温度上昇をもたらす。その結果、平面圧縮応力が大きく増加する。熱膨張係数が $\alpha = 12.5 \times 10^{-6} \text{ m/m/}^\circ\text{C}$ の地殻岩石では、 20°C という平均的な地表温度の上昇は、拘束されなければ、 250×10^{-6} の引張歪を発生させる。 $a = 3,000 \text{ km}$ という平面半径をもつほぼ円形の大陸地塊を超えると、この非拘束膨張は、側方や平面、四方へ 750 m の変位を引き起こすであろう。同様の隣接する地殻の外側への変動とともに、全体で 1.5 km の相対運動は、各々の熱的サイクルにおける造山運動にとって重要な可能性として地殻の歪や圧砕に充分であろう。しかし、上述したように、地表の温度変化の間接的な影響は、さらに大きいものになるはずだ。

これらの平面応力や歪がいかに大きいかを示す例として、地殻内の任意の深度で、温度が 200°C 上昇することの影響を考えてみよう。熱膨張係数が $\alpha = 12.5 \times 10^{-6} \text{ m/m/}^\circ\text{C}$ をもつこの深さの岩石をとると、 200°C の温度上昇は、拘束されなければ、 2.5×10^{-3} の歪を発生させるであろう。再び、平面半径 $a=3000 \text{ km}$ をもつほぼ円形の大陸地塊を超えて、この非拘束膨張は、外側や平面、四方へ半径約 7.5 km の変位を生ずるであろう。もし隣接する大陸が同様に变形させられるとすると、この地殻が加熱期や圧縮期を通して加熱される時、地殻の褶曲、剪断、あるいは他の歪を発生させるのに充分な、全体で 15 km の相対的な平面運動になるであろう。そのような歪は、後に議論されるように、疑いもなく差別的に生じているのであろう。それらは、海溝に向かう上方への褶曲

運動、造山運動、海溝への下方褶曲運動、あるいは、海溝やいわゆる“沈み込み”帯を含む、多くの地域にみられる地殻中の地層の剪断作用が含まれる運動の確実な原因となるはずだ。

実際に到達した歪量は、褶曲作用や剪断作用、その他の作用を問わず、次の段階で地殻の特定の量を破壊するのに必要な力によるのであろう。しかし、外側への膨張を規制するために表層で必要とされる、 250×10^{-6} の圧縮歪、あるいは深部で 2500×10^{-6} の歪を解放する際に、破壊しなければ、 $E=40 \times 10^{13} \text{ Mpa}$ という弾性係数をもつ比較的堅硬な岩石は、 10 Mpa （岩石 1 m^2 あたり 1000 トン ）から 100 Mpa （岩石 1 m^2 あたり 10000 トン ）間での圧縮応力が発生する。表層におけるこれらの応力レベルは、岩石を砕くために必要なそれより小さいかもしれない。しかし、それらは、実際の層厚を超えてまとめると、褶曲運動や断層運動のような幾何学的な破壊のさまざまな形態をもたらすのに充分であろう。歪が小さい時、応力は圧砕破壊や変成作用を生ずる他の段階へ容易に移行するはずだ。深度に伴う差別的歪作用は、とくにやや脆弱な堆積層において、剪断破壊のさまざまな形態の原因ともなっている。

温度上昇期に、応力が破壊に必要な値に到達すると、圧縮歪と蓄積エネルギーが急激に解放され、圧縮性の破壊様式をとるのであろう；それらは、きつと累積的であり、温度上昇の全期間を越えて、異なった場所で異なった時間におけると予想される。温度上昇の末期には、圧縮エネルギーの大部分は、造山運動や地殻ののし上げ運動、あるいは海溝を生成する下方への褶曲運動などを問わず、さまざまな破壊様式の歪へ変化してであろう。次の冷却期が始まることにより、地殻中には熱に由来する残留圧縮応力はほとんど消失するであろう。

冷却期に地殻が冷えるにつれて、地殻は収縮する。堅硬な内核やマントルによって、再度、実質的に冷却が妨げられると、引張応力が発達する。この冷却期間は引張期

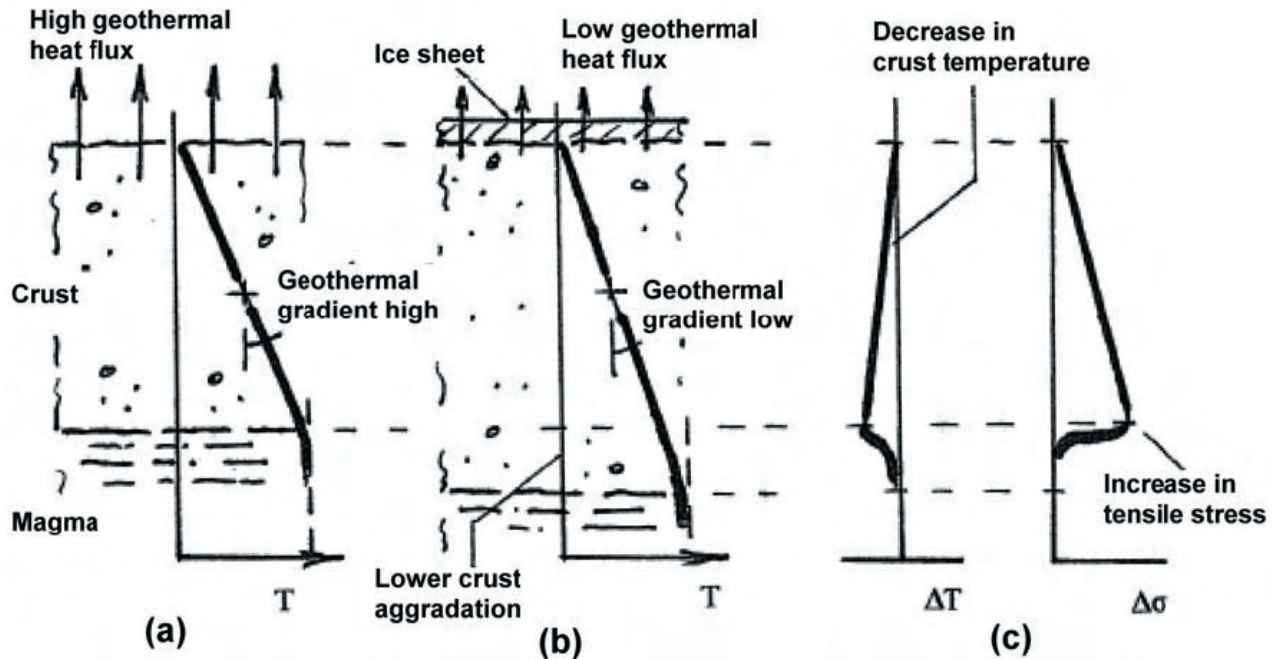


図9 地熱熱流量に基づく断熱性の増大と地熱勾配、地殻温度の降下、そして関連する引張応力の発達の影響

といわれる。上記の逆の計算すると、 20°C という平均温度の降下は、約10Mpaの引張応力を発生させる。それは、地表面でさえ、岩石の引張破壊をひき起こすのに充分であろう。温度上昇が小さい時、温度の急激な低下は、高圧のマグマが貫入する大きな断裂やリフトを開口させるはずだ。引張破壊は、地殻が最も脆弱になる場所に集中しやすいのであろう。大陸地殻の厚さよりもかなり明瞭に薄い海洋地殻とともに、少なくとも、後に造り上げられる動力学的な造構過程の現在の段階において、これらの断裂のほとんどは、すべてではないにしても、大洋底に位置すると期待される。主要な断裂がほぼ多角形になると予想されるかもしれない。しかし、エネルギーの解放が最大になるため、地殻の厚さの不均質性によって、海洋地殻中に集中した断裂様式や、より厚い大陸地殻内のあらゆる脆弱な地帯が出現するであろう。

水平テクトニクス

加熱と冷却の周期的反転、そして、重要なことに、それにとまなう圧縮と引張サイクルは、PTが立脚している証拠と調和的であるようである。20Ka ~ 110Kaの周期で、地殻、特に地殻深部は、圧縮と引張の顕著なサイクルを経験するだろう。図11は、加熱と冷却の典型的サイクルを示している。図11(a)に示される様々な時期における応力場と地殻内で予想される破壊特性が図11(b)に示されている。長期間の冷却後、冷却波が下部地殻に到達するための遅れをへて、(1)地殻と海底の比較的脆弱な箇所引張断裂が生じる。マグマはこの断裂沿いに貫入し、海底に溢れ出し、新しい玄武岩地殻を形成する。後続の加熱期につづいて、(2)各サイクルにおける強烈な圧縮力が、褶曲帯や造山帯、あるいは、海溝や“沈み込み”帯において、地殻の衝上と剪断断層運動、下方への褶曲、を派生させる。次の冷却期末期には、(3)これら

の圧縮破による歪は、引張力の発生によって回復することはないだろう。その代わり、引張期には、多くのケースで展張断裂とリフティングが引張断裂に沿って溶融したマグマがふたたび噴出することが予測される。熱サイクルによって駆動される、このような水平運動の累進的交替は、多角形の氷くさびの発達に関わる運動と同じ理由で、圧縮場と引張場における岩石の異なる破壊特性に起因する。

図11(b)に示されるように、中央海嶺リフトや“拡大”帯、あるいは、引張断層が集中するその他の地帯では、新しい地殻が形成される。これは“拡大”帯に関して対称的あるいは非対称的な新しい玄武岩縞になり、それらの中に地磁気年代の指標が保存されるだろう。しかしながら、私のモデルは、Timofeyev(1992)、Udintsev(1996)やDickins et al. (1992)によって観察されたような、かなり若い堆積物をPTが予期するところに、古くて、おそらくは大陸性の地殻の存在することに完全に整合する。また、Grant(1980)、Choi et al. (1992)によって記録されたような、大陸起源の可能性をもつ古期岩石が点在する磁化した玄武岩縞に調和的である。それは、さらに、磁化した玄武岩の非連続的で非対称縞(Meyerhoff et al., 1974)にも完全に調和的である。PTモデルの問題とされてきたのは、以上のようなことがらである。海洋中央断裂から広がっていくマグマ流は、これらのいくつかの噴出期間に形成されたものと考えられ、もっとも遠くまで広がったのは、統計的には、もっとも古い時期であった可能性がある。引張サイクルのうちある1つのサイクルで形成された個々のマグマ流は、それに続く圧縮(高温)サイクル中に、いいかえると、大陸塊における河川浸食速度がもっとも大きい期間に蓄積された堆積物に覆われるであろう。これは、最上位の玄武岩層の堆積年代は、拡大帯からの距離が増加するにしたがって次第

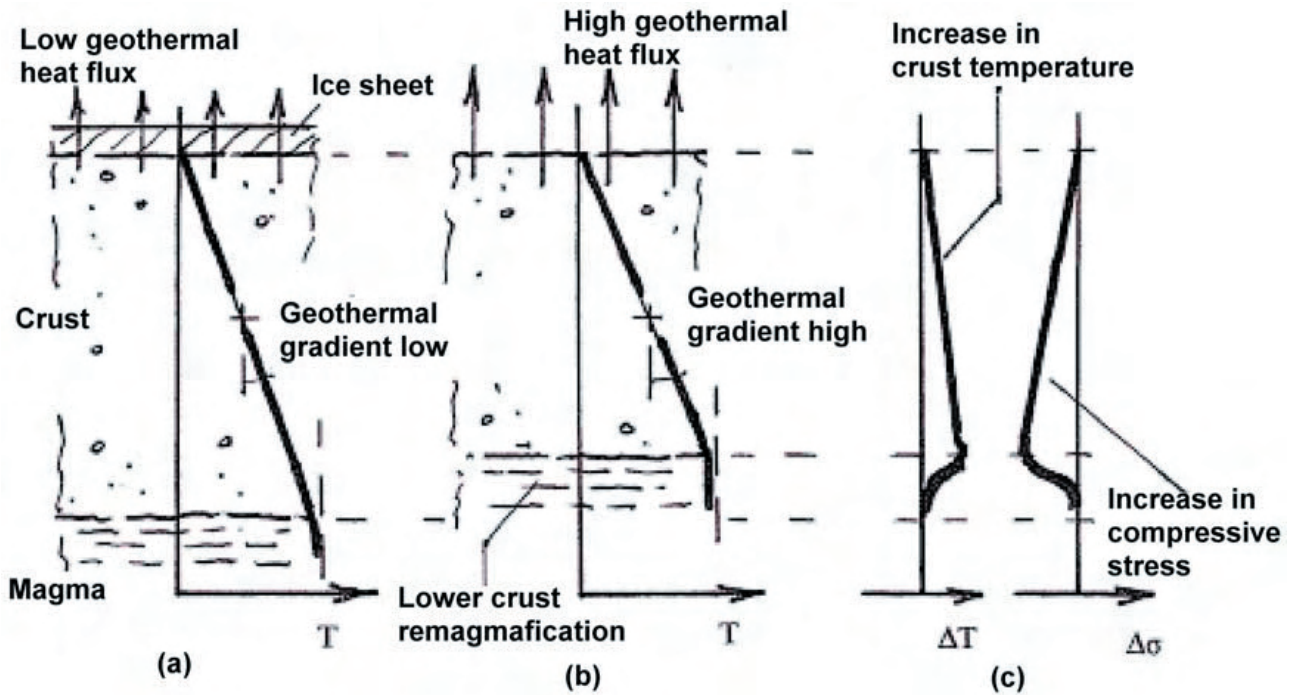


図 10 地殻熱流量に基づく断熱性の減少と地熱勾配，地殻温度の上昇，そして関連する圧縮応力の発達の影響

に古くなることを意味する。しかしながら，私のモデルは，最上位の玄武岩を貫通した下位に古い堆積層が発見された深海掘削についての Dickins et al. (1992) や他の多くの人々の疑いと一致している。実際，しだいに古くなる一連の玄武岩と堆積岩の互層が発見されるものと予想されていた。このような発見は，PT にとっては重大な当惑であるが，ここで述べている周期的な拡大と収縮モデル，あるいは，圧縮と引張モデルには十分に妥当性があることを示している。海洋中央の断裂帯あるいはリフト帯において，高温期には，当時の新しい地殻全体に圧縮力がもたらされる。ある条件では，この圧縮は，地殻の最初の局地的褶曲，剪断，断層運動，あるいは全体的隆起を引き起こすのに十分である。これらの隆起帯や海嶺は，図 11(b) に示されるように，各々の高温期サイクルのたびに成長すると予期される。圧縮運動を特徴とする海嶺が，拡大が定常的な引張りフティングの結果であるといわれる場所で発生することは，PT の問題のひとつである。私のサイクルモデルでは，そのような問題は生じない。

地球が存在した約 45 億年間に，数千もの熱サイクルが起こった。あるものは，特異な軌道形状や自転特性によって，非常に極端であった。多くは，今日我々が知っている重要な地殻の形成に先行して発生した。しかし，このサイクルの効果は，熱ポンプに似ている。各々の高温（圧縮）サイクルは，地殻に褶曲山脈，中央海嶺，沈み込み帯と呼ばれる海溝での典型的な衝上剪断や褶曲をもたらす。各々の低温（引張）サイクルは，引張と圧縮での岩石の異なる特性の結果として，単純な反復ではなく，引張断層，剪断変形やリフト拡大（マグマが貫入し，固結することによって新しい地殻が発生する）を生じる。このようにして，次の高温（圧縮）サイクルに継続する作

用によって，新しい地殻ができる。このプロセスは，永久凍土の氷くさびの多角形構造の発達を制御する作用 (Mackay, 2002)，最近になって出されたピンゴ（北極地方の氷を核とする火山状の小丘）の発達を説明する仮説 (Croll, 2004)，氷河氷のある種の運動についての最近の記述 (Croll, 2007e) に極めて類似している。それらケースの各々では，引張クラックを充填して固化するのは，溶融したマグマではなく，水である。しかし，これらや他の全てのケースで，熱的挙動は，引張と圧縮で異なる破断特性に由来し，そして，熱サイクル周期の違いは太陽と地球の相互作用によって生じることは論をまたない。

鉛直テクトニクス

およそ 45 億年で，地球の地殻と関連する水が形成された。地殻の平均厚度と，それゆえ体積が，次第に増加してきた。数百億年といった比較的短い期間においては，地殻の体積は実質的には一定に保たれる，と想定することが許されるであろう。それゆえ，しばしば中央海洋の“拡大帯”の近傍での新しい地殻の形成は，古い地殻の損失によってまかなわれなければならない。しかしながら，これは，新しい地殻が連続的に押し出され，溶融したマグマの中へ押し込まれることにより，沈み込み帯で消失することを想定する PT モデルを必要としない。それに代わって，私のモデルは，大陸と海底地殻の両者が経験した非常に長期間の鉛直運動によって体積バランスを説明するまったく異なった様式を提案する。それは，海洋底が沈み，より薄くなり，その後，厚くなることによって隆起・上昇して再び大陸となり，そして侵食され沈んで海洋底になることの理由を説明する。

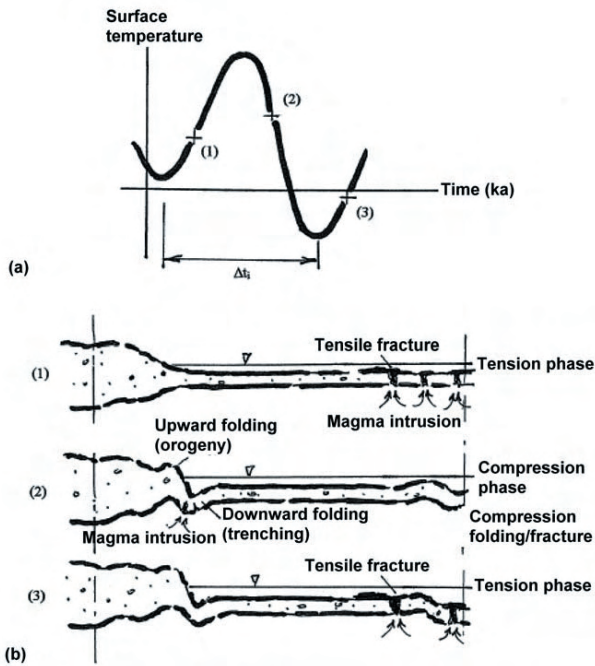


図 11 破断メカニズムに関係する地殻の引張と圧縮サイクルをもたらす長期的熱サイクル

大陸地殻と海洋地殻の鉛直運動は、水平運動を駆動するラチェット (つめ歯車) ように進行する上述した周期的熱サイクルよりも、数桁大きい時間スケールをもっていることは明らかである。熱サイクルは数千年に 100 回ほど観測されるのに対して、鉛直運動は 1 ~ 2 桁大きい時間スケールで発生するであろう。数百回の熱サイクルは、地殻の鉛直運動の発達をもたらす。しかしながら、この鉛直運動の駆動力うち、少なくとも一部は、地球軌道の離心率と自転軸の変化により生じる熱サイクルからもたらされていることが示唆される。この駆動メカニズムの内、熱的に駆動される要素がどのように機能するかを、次に簡潔に記述する。

すでに議論したように、大陸氷床の成長をもたらす地表温度の緩やかな低下は、上載荷重の単調な増加に加えて、地殻のより深部におけるより大きな温度低下をもたらす。図 9 に示されるように、この温度構造の変化は、地殻下限で固化したマグマの集積を引き起こす。この固化したマグマが、給源となったマグマよりも低密度になればなるほど、その浮揚性によって、地殻下限での集積が地殻表面の隆起をもたらす。地殻下限における集積作用による隆起が、増大する氷床荷重による沈降に勝るか否かは、熱伝導率、地殻の厚さ、および、氷床による上載荷重に依存する。隆起と沈降に影響するもう 1 つの要因は、地殻内の温度構造の周期的変化に関連した歪状態である。引張断層が発生しない場合には、地殻深部での大きな温度低下は、図 12(a) と類似の断面をもった引張応力の発達をもたらす。これは、図 12(b) に示されるように、板を下向きに撓んだ形状に変形させようとする引張力とモーメントによって板状地殻を変形させるのと等価である。この応力を軽減させる引張断層は、地殻の下面で最大になり、それゆえ、この引張断層に貫入するいかなるマグマも、貫入後に固化することによって、地殻上

面に広域沈降をもたらす下向きの変形を固定化しようとする。これらの熱的に生成される応力断層の効果の重要度も、地殻の物性に依存するであろう。

地表の温度上昇は、地殻の隆起と沈降に対して、上で述べてきたのとは逆の効果があると予測される。氷床荷重の減少は、最終氷期後のスカンジナビアで発生していると広く認められているように、地殻の隆起をもたらす。上で議論した熱的效果は、対照的に、間氷期における反転隆起をもたらすか、地殻表層の沈降をひきおこす。図 10 で議論されているように、地殻の不均質な加熱は、地殻下底における地殻物質の再溶融をもたらす。マグマ密度の増大のために、地殻の薄化や沈下という結果をまねくと予想される。対照的に、図 13 に示されるように、深部における不均質な温度上昇は圧縮応力を発生させ、その値は地殻下底で最大となる。高い圧縮応力と高い粘塑性歪を伴う地殻下部において、断層や増大するクリープ変形に補償するため、地殻には上向きの座屈が発生するであろう。この上方への変形は、上向き座屈のひとつの様式であると考えられ、大きな圧縮力と上方への変形を促す偏向性に由来する。それゆえ、この熱的效果は、間氷期における反転隆起に加算されるか、地殻を沈降させる別の環境下において加えられる。

同様の効果は、海洋地殻にも生じることが予測される。海洋地殻は、地表温度の摂動やあらゆる熱的遮蔽に関連した温度変化の結果、その熱構造に大きな変化を生じる。多数の熱サイクルがつづく、ある数の出来事がおこる。長期間にわたる寒冷な表層環境がひきがねになって、海洋地殻は次第に隆起あるいは沈降し、より短期間の温暖な表層環境によっては回復しないことがある。逆に、長期間にわたる温暖な表層環境につづいて、短期間の寒冷期がはさまれる場合も、同様である。この点で、45 億年間のさまざまな時期で地球の自転速度が、今日とは大きく異なっていたであろうと推測することは興味深い。地球の自転がほとんど途絶えたか、方向が反転した地質学的時代があったであろうか？ そのような変化は、地球の全地殻の温度勾配に顕著な対蹠的相違があることを説明することを可能にする。厳しい寒冷期あるいは温暖期が長期間にわたって生じると、地球の地殻のある側は強く熱せられ、対蹠的な反対側は強く冷却される状況が予測されるだろう。これによって、大陸地殻と海洋地殻が対蹠的に発生する強い傾向があるというよく知られた事実が説明されるかもしれない。

地殻内の熱エネルギーの大規模な変化がおこると、海洋地殻と大陸地殻の双方に、隆起あるいは沈降のいずれかをひきおこす造構力がもたらされるであろう。熱エネルギーの変換のメカニズムは、地球表層に到達する太陽輻射の長期サイクルと、その結果として生じる地熱エネルギー流出を遮る度合いの大きな変化によってもたらされた温度構造の増幅によって生じることが示唆される。ある条件下における説得力のあるメカニズムは、海洋地殻が長期間にわたって隆起すると、結局は大陸地殻になる、あるいは、その逆になることが起こりうることを示す。

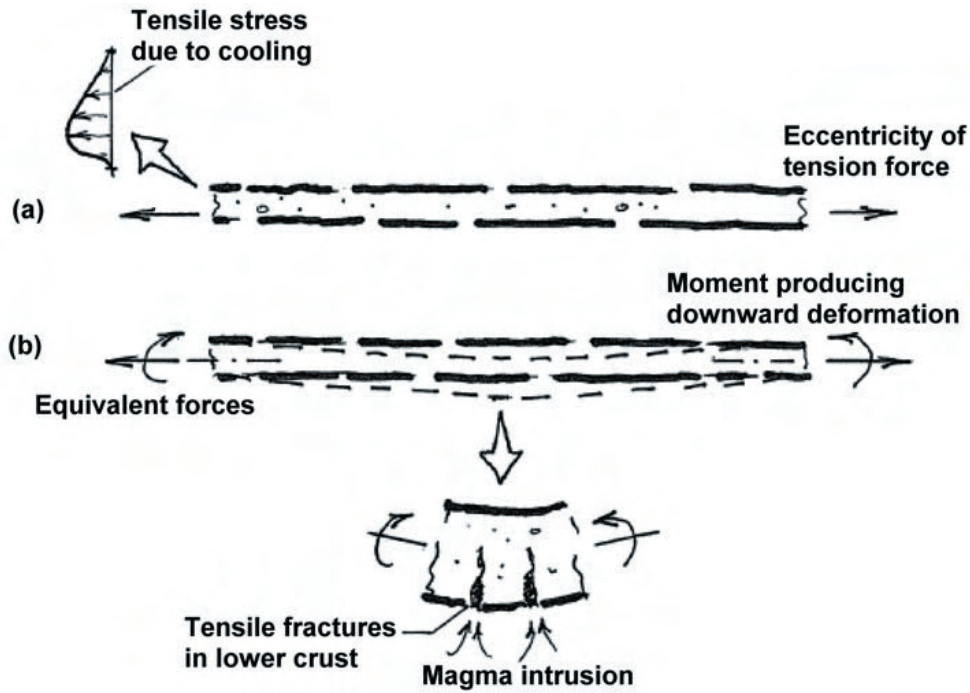


図 12 長期間の地殻冷却が、地殻の鉛直沈降を導く平均引張力をいかにして生み出すか？

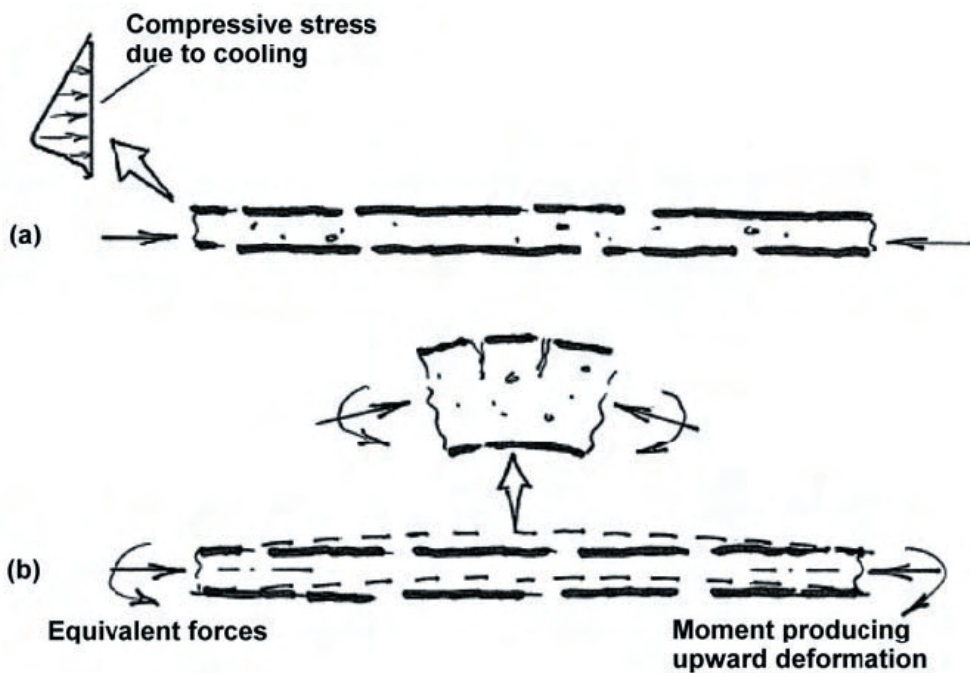


図 13 長期間の地殻温暖化が、地殻の鉛直隆起をもたらす平均的圧縮力をいかに生み出すか？

すでに得られた事実によって、このような鉛直運動はかなり明白になっている。そのような地殻特性の鉛直変化、あるいは、このような変化が実際には起こらないとの説明はまちがいである。そして、それは、最近になって公認されるようになったPTの大きな欠点の一つである。

結 論

現在の地質学的考えの多くを説明することができる、優勢な理論的枠組であるプレートテクトニクス（PT）には、

基本的な問題があることを示した。これらの問題の多くは、熱環境の周期的変化による地球地殻の形成をもたらす造構力に起因するという新しいモデルによって克服される。これらの熱的変化のいくつかは、太陽をまわる地球の軌道変化と、より小規模な軌道面に対する地球自転軸の方向の周期的変化に由来する。地殻が暖まる時期に起きる膨張への抑制が、大きな圧縮力をもたらす。冷却サイクルでは、同様の抑制が、おもに、引張場をもたらすように働く。この熱的サイクルは、PTによって現在説明されている多くの作用を駆動する造構性ポンプのよ

うな役割をはたす。しかし、重要なことに、このモデルはPTの多くの矛盾を解決しうる。とくに、PTが沈黙する大陸および海洋地殻（プレート）双方の長期間にわたる鉛直運動を引き起こす過程を解明できると説明されてきた。この周期的熱モデルは、次の事象を説明できるという。すなわち、大陸塊を構成する厚い海洋底をつくる鉛直隆起、新しい海洋底を形成する浸食された大陸の鉛直沈降、中央海山列の形成（海山列は、中央海嶺中軸谷や“拡大帯”に平行することがしばしばである）、および、大陸塊の上で山地をつくりつづける作用がそれらである。

この新しいモデルを立証したり、反証する直接的な証拠をえることができないけれども、既知の多くの事象との整合性は、このモデルを深く考察することを推奨しているようにみえる。将来えられるであろう証拠は、現在はそれが間違っているとえられていることを示すだろう。このモデルは、既知の多くの経験的な基本データにそぐわないことが既に知られていることを考慮すると、このリスクが確かにまさっている。我々は新しい考え方を必要としていることは明らかである。この提案が、新しい考えの一部になることを希望する。

謝 辞

2007年11月17-20日にアテネで開催されたAAPG（アメリカ石油地質学者協会）ヨーロッパ会議における本論文の発表は、Leverhulme研究特別奨学金（番号RF/RFG/2006/0087）によって行われた。この支援に厚く御礼申し上げる。

文 献

Ahmad, F., 1990. The bearing of paleontological evidence on the origins of the Himalayas. In: Barto-Kyriakidis, A. (ed.), *Critical aspects of the plate tectonic theory*, v. 1, p. 129-142, Athens, Greece, Theophrastus Publications, S. A.

Andel, T.H. van, 1994. *New views on an old planet: a history of global change*. 2nd Ed. Cambridge University Press, 439p.

Antipov, M.P., Zharkov, S.M., Kozhenov, V.Y.A., and Pospelov, I. I., 1990. Structure of the mid Atlantic ridge. *Int. Geology Review*, v. 32, p. 468-478.

Baker, H., 1914. The origin of continental forms. *Annual Report of the Michigan Academy of Sciences*, no. 16, p. 99-103.

Belousov, V. V., 1990. Present trends in present-day geosciences. In: Barto-Kyriakidis, A. (ed.), *Critical aspects of the plate tectonic theory*, v. 1, p. 3-15. Athens, Greece, Theophrastus Publications,

S. A. Bullard, E.C., Everett, J. E., and Smith, A. G., 1965. The fit of the continents around the Atlantic. In: *A Symposium on Continental Drift*, Blackett, P. M. S., Bullard, E. C., and Runcorn, S. K. (ed). *Phil Trans., Series A, Royal Society London*, A258, p. 41-51.

Carey, S.W., 1958. A tectonic approach to continental drift. In: *Continental Drift Symposium*, University of Tasmania, March 1956, p. 177-355.

Chatterjee, S. and Hotton, N., 1986. The paleoposition of India. *J. SE Asian Earth Sciences*, v. 1, p. 145-189.

Chekunov, A. V., Gordienko, V. V. and Guterman, V. G., 1990. Difficulties of plate tectonics and possible alternative mechanisms. In: Barto-Kyriakidis, A. (ed.), *Critical aspects of the plate tectonic theory*, v. 1, p. 397-433. Athens, Greece, Theophrastus Publications, S. A.

Choi, D.R., Vasil'yev, B.I. and Bhat, M.I., 1992. Paleoland, crustal structure and composition under the northwestern Pacific Ocean. In: Chatterjee, S. and Hotton, N.III (eds.), *"New Concepts in Global Tectonics"*, p. 179-191. Texas Tech Univ. Press, Lubbock.

Creer, K.M., 1965. An expanding Earth? *Nature*, v. 205, p. 539.

Croll, J., 1864. On the physical cause of the change in climate during geological epochs. *Philosophical Magazine*, v. 28, p. 121-137. See also *Climate and time in their geological relations: a theory of secular changes of the Earth's climate*, London. Daldy, Isbister, 1875.

Croll, J.G.A., 2004. An alternative model for "Pingo" formation in permafrost regions. Paper presented at 21st Int. Congress of Theoretical and Applied Mechanics, ICTAM-04, Warsaw, 15-21 Aug., 2004.

Croll, J.G.A., 2005a. Thermal buckling of pavement slabs. *Jour. of Transportation, Proc ICE.*, v. 158, p. 115-126.

Croll, J.G.A., 2005b. Mechanics of pingo formation in permafrost regions. Internal report UCL (Univ. Coll. London), submitted for possible publication.

Croll, J.G.A., 2006. From asphalt to the Arctic: new insights into thermo-mechanical ratcheting processes. III Int. Conf. on Computational Mechanics. Lisbon, Portugal, 5-8 June.

Croll, J.G.A., 2007a. Mechanics of thermal ratchet uplift buckling in periglacial morphologies. *Proceedings of the SEMC Conference*, Cape Town, September, 2007.

Croll, J. G. A., 2007b. A new hypothesis for the development of blisters in asphalt pavements. *Int. Jour. Pavement Engineering* (in press).

Croll, J.G.A., 2007c. Asphalt cracking. In press, *Int. Jour. Pavement Engineering*, 2007.

Croll, J.G.A., 2007d. Thermal ratchet uplift buckling and periglacial morphologies. Presented at Int. Conference Cryogenic Resources of Polar regions, Salekhard City, Russia, 17-22 June, 2007.

Croll, J.G.A., 2007e. Pulsatile motion of solids. Internal UCL Report.

Croll, J.G.A., 2008. Dynamics of patterned ground evolution, to be presented at 9th Int. Conference on Permafrost, Fairbanks, Alaska, 29 June - 3 July, 2008.

Croll, J.G.A. and Jones, E.W.J., 2006. Thermal ratchetting in periglacial environments. *Asian Conf on Permafrost*, Lanzhou, China, 7-9 August, 2006.

Darwin, G., 1887. On the influences of geological change on the Earth's axis of rotation. *Philosophical Transactions of*

- the Royal Society of London, v. 167, p. 271.
- Dicke, R.H., 1962. The Earth and cosmology. *Science*, v. 138, p. 653-664.
- Dickens, J.M., 2000. Major global changes in the development of the Earth during the Phanerozoic. *New Concepts in Global Tectonics Newsletter*, no. 16, p. 2-4.
- Dickens, J.M., Choi, D.R. and Yeates, A.N., 1992. Past distributions of oceans and continents. In, Chatterjee, S. and Hotton, N. III (eds.), "New Concepts in Global Tectonics", p. 192-199. Texas Tech Univ. Press, Lubbock.
- Dietz, R.S. and Holden, J.C., 1970. The breakup of Pangaea. *Scientific American*, v. 223, p. 30-41.
- Grant, A. C., 1980. Problems with plate tectonics: the Labrador Sea. *Bulletin of Canadian Petroleum Geology*, v. 28, p. 252-278.
- Jeffreys, H., 1976. *The Earth: Its Origin. History and Physical Constitution* (6th Edition), Cambridge University Press.
- Keith, M. L., 1993. Geodynamics and mantle flow: an alternative earth model. *Earth-Science reviews*, v. 33, p. 153-337.
- Lachenbruch, A.H., 1962. Mechanics of thermal contraction cracks and ice-wedge polygons in permafrost. *Geological Society of America Special paper* 70, 69p.
- MacDonald, G.J.F., 1959. Calculations on the thermal history of the earth. *Jour. Geophys. Research*, v. 64, p. 1967-2000.
- MacDonald, G.J.F., 1963. The deep structure of continents. *Reviews of geophysics*, v. 1, p. 587-665.
- Mackay, J.R. and Burn, C.R., 2002. The first 20 years (1978-79 to 1998-99) of ice-wedge growth at the Illisarvik experimental drained lake site, western Arctic coast, Canada. *Canadian Jour. of Earth Sciences*, v. 39, no. 1, p. 95-111, and v. 39, no. 11, p. 1657-1674.
- McLeish, A., 1992. *Geological Science*. Thames Nelson and Sons, Walton on Thames, Surrey, England.
- Meyerhoff, A.A., Boucot, A.J., Meyerhoff, H.A. and Dickens, J.M., 1996. Phanerozoic faunal and floral realms of the Earth; the intercalary relations of the Malvinokaffric and Gondwana faunal realms with the Tethyan faunal realm. *Geological Society of America Memoir* 189, Boulder, Colorado.
- Meyerhoff, A. A. and Hatton, C. W., 1974. Bahamas salient of North America. In, Burk, C.A. and Drake, C.L. (eds.), *The geology of continental margins*, p. 429-446, Berlin, Germany, Springer-Verlag.
- Meyerhoff, A.A. and Meyerhoff, H.A., 1974. Tests of plate tectonics. In, Khale, C.F. (ed.), "Plate Tectonics " Assessment and Reassessment. *American Association of Petroleum Geologists Memoir* 23, p. 43-145.
- Meyerhoff, A.A. and Teichert, C., 1971. Continental drift, III: late Paleozoic glacial centres and Devonian-Eocene coal distribution. *Jour. of geology*, v. 79, p. 285-321.
- Milankovic, M. M., 1920. *Theorie mathematique des phenomenes thermiques produits par la radiation solaire*. Academie Yougoslave des Sciences et des Arts de Zagreb, Paris, Gaultier-Villars, p. 1-338. See also *Kanon der erbestrahlung und seine anwendung auf das eiseitenproblem*, Belgrade, 1941, translated as *Canon of insolation and the ice-age problem*, Jerusalem. Israel programme for Scientific Translations, 1969.
- National Science Foundation, 1969-1973. Initial report of the deep sea drilling project, v. 1-31. US Govt Printing Office, Washington.
- Newton, I., 1681. Letter to Thomas Burnet, Master of Charterhouse. *The correspondence of Sir Isaac Newton*, v. 2, p. 329-334.
- Pratt, D., 2000. Plate tectonics: a paradigm under threat. *Jour. Scientific Exploration*, v. 14, p. 307-352. http://www.scientificexploration.org/jse/articles/pdf/14.3_pratt.pdf
- Saxena, M. N. and Gupta, V. J., 1990. Role of foredeep tectonics, geological and palaeotological data, gravity tectonics in the orogeny and uplift of the Himalayas, vis-à-vis continental drift and plate tectonics theory. In, Barto-Kyriakidis, A. (ed.), *Critical aspects of the plate tectonic theory*, v. 1, p. 105-128. Athens, Greece, Theophrastus Publications, S. A.
- Skinner, B.J. and Porter, S.C., 1995. *The dynamic Earth: and introduction to physical geology*. John Wiley and Sons, 3rd Edition, New York.
- Smith, A.G. and Hallam, A., 1970. The fit of the southern continents. *Nature*, v. 225, p. 139-144.
- Smiley, C.J., 1992. Paleofloras, faunas, and continental drift: some problem areas. In, Chatterjee, S. and Hotton, N.III (eds.), "New Concepts in Global Tectonics". Texas Tech. Univ. Press, p. 241-257.
- Smoot, N.C. and Meyerhoff, A.A., 1995. Tectonic fabric of the Atlantic Ocean floor: speculation vs reality. *Jour. Petroleum Geology*, v. 18, p. 207-222.
- Spencer, E. W., 1977. *Introduction to the structure of the Earth*, 2nd Edition. McGraw Hill, New York.
- Storetvedt, K.M., 1997. *Our evolving planet: earth history in new perspective*. Alma Mater Forlag AS, Bergen, Norway, 456p.
- Sullivan, W., 1991. *Continents in Motion: the New Earth Debate*. McGraw Hill, New York, 431.
- Taylor, F.B., 1910. Bearing of the Tertiary mountain belt on the origins of the Earth's plan. *Bull. Geological Society of America*, v. 21, p. 179-226.
- Timofeyev, P.P. et al., 1992. Equatorial segment of the mid-Atlantic ridge as a possible structural barrier between the north and south Atlantic. *USSR Academy of Science, Transactions (Doklady) Earth science sections*, v. 312, p. 133-135.
- Udintsev, G.B. (ed.), 1996. Equatorial segment of the mid-Atlantic ridge. *IOC Technical series* 14, UNESCO.
- Velikovsky, I., 1950. *Worlds in collision*. Macmillan, 450p.
- Voisey, A.H., 1958. Some comments on the hypothesis of continental drift. In, "Continental drift" - a symposium, Hobart, Tasmania, p. 162-171.
- Wezel, F.C., 1992. Global change: shear-dominated geotectonics modulated by rhythmic Earth pulsations. In,

Chatterjee, S. and Hotton, N.III (eds.), "New Concepts in Global Tectonics", p. 421-439. Texas Tech Univ. Press, Lubbock.
Wicander, R. and Monroe, J.S., 1999. Essentials of geology (2nd Edit.). Belmont, CA, Wadsworth Publishing Co.
Yoshikawa, K., 2000. Contraction cracking and ice-wedge

polygons in Mars. Second Mars Polar Science Conference 2000, p. 186-187.
Zoback, M.L., Zoback, M.D. and Compilation Working Group, 1989. Global patterns of tectonic stress. Nature, v. 341, p. 291-298.

特異な惑星と衛星，そして地球膨張説

EXCEPTIONAL PLANETS AND MOONS, AND THEORIES OF THE EXPANDING EARTH

Cliff D. OLLIER

School of Earth and Geographical Sciences, The University of Western Australia
Crawley, WA 6009.

（小松 宏昭 [訳]）

要 旨：地球の他に、いくつかの天体が膨張しているであろうという証拠が提示される。しかし、大多数の天体は膨張していない。膨張している天体は、現在も活動的で、原子核反応でエネルギーを得ている例外的な星である。膨張する天体の特異な性質は、膨張原因についての仮説に拘束をあたえる。というのは、いくつかの提案された要因は、2, 3 の天体だけでなく、すべての天体に適応されるべきであるからである。

キーワード：planets, expansion, helium, nuclear reactor, expansion mechanism

1981 年の「膨張する地球」に関するシンポジウムにおいて、Ross Taylor は、太陽系の他のどの惑星にも膨張の兆候が見られないから、膨張は地球においても起こっていないと述べた (Taylor, 1983)。彼は、後にも、この主張を繰り返している (Taylor, 2002)。

私は、ここには論理的な誤りが存在すると反論した (Ollier, 2002)。

Taylor の簡明に表現された論拠は「太陽系の他の惑星は膨張していない。したがって、地球も膨張していない。」というものである。

われわれは、同様にすると、次のように述べることができる。

- ・他の惑星には海がない。したがって、地球にも海がない。
- ・他の惑星にはプレートテクトニクスがない。したがって、地球にもプレートテクトニクスがない。
- ・他の惑星には生命がない。したがって、地球上にも生命がない。

初歩的な論理学の本は、白鳥についての説明をする。読者は、すべての白鳥は白いと信じているであろう（すべての惑星のその大きさは一定であるということと同じである）。白鳥に白以外のものがあるという新しい発見がな

ければ、「白鳥は白い」という定説は強固になる。しかし、黒い白鳥という一つの発見は、その定説が誤りであることを証明することになる。膨張する惑星の発見は、「惑星は膨張しない」という主張が誤りであることを証明する。

それでも、Taylor の結論には何らかの真実があるかもしれない。膨張しているたった 1 つの惑星が、何ゆえに存在するのであろうか。われわれは、この宇宙の中で膨張している他の天体を知っているのだろうか。事実われわれは知っている。それらは、惑星よりも衛星である。しかし、このことは、議論に影響を与えない。以後の記述で、私は扱いにくい天体という用語よりも、惑星を使う。

木星のガリレオ衛星は、最も手ごわい競争者である。それらは、12 個の衛星のうちで最も大きく、木星に近い方から、イオ、エオロパ、水星よりも大きいガニメデ、そしてカリストとなっている。

活動的な天体であるイオは、他の衛星よりも岩石質であり、現在も火山活動が行われている。エウロパには中央海嶺を彷彿させる特徴的な地形があり (Prockter et al. 2000 ; Prockter and Pappalard, 2002)、そしてまたいくつかの造山運動があったように見える。ガニメデは、より若い地溝状地形によって分断された古いクレーターのある地殻を持っている。Squyres(1980) は、この

事実を、地球の大陸と地磁気異常の縞模様のある海底と同様に引き裂かれる古い地殻と下からの新しい物質の上昇の証拠と解釈した。さらに詳細な報告がProcterほか(2000a)によって成された。Collins(1998)他は、ガニメデで連続して起こる膨張の事例を報告している。そして、「ガニメデの地溝状の地形の形成は、衛星全体の膨張によって支配されているのではないかと明確に主張している。ガニメデは珪酸塩と氷の混合物で構成されている。Taylorはガニメデの5～7%の膨張を認めており、その原因は地殻の下の水の相変化であると考えている。Squyres(1980)は、カリストも膨張しているのではないかと考えている。

イオ、エウロパ、そしてガニメデの内部は、地球のように層状構造になっている。イオは核を持っており、部分熔融した岩石マントルと硬い岩石でできた地殻で構成されている。エウロパとガニメデはともに核をもっており、そのまわりを岩石が覆っている。そして外側は、氷と水で覆われている。エウロパとカリストにおいては、層の境界はあまりはっきりしない。

おそらく正しい結論は、(ガスやプラズマでできた星を除いて)明瞭な固体惑星のうちの少数のものは膨張しているということであろう。われわれは、それらに共通しているものは何か？、ということを追求したいと思っている。

私はその答えを見出していないが、以下のようなことは提案できる。

膨張する天体には、星内部の深いところで未だに続いている相変化をとともなう不安定が必要である。もし、物質の相変化がより低密度へ進むとしたら、惑星は膨張するであろう。相変化は揮発成分の喪失や噴出を伴うかもしれない。地球での揮発成分は、水（これがほとんどを占める）、二酸化炭素、硫化水素、その他である。大変興味のある物質はヘリウム、特に He^3 である。 He^3 は、地球の変動の如何なるプロセスによっても再生されない。したがって、地球表面から噴出したヘリウムは、最終的には宇宙に逃げていく。 He^3 がいつも放出されるという事実は、地球が不安定な惑星であるということを示している。

地球の継続的な進化、あるいは同様に膨張する天体は、エネルギーを必要とする。地球では初期のエネルギーはずっと以前になくなっているが、 He^3 は放出され続けている。ひとつの説は、地球深部で原子核が生み出されているというものである(Herndon, 2003; 2005印刷中)。小さな過去の原子炉はよく知られている。1972年、フランスの科学者たちはガボン共和国のOkloにある厚さ0.5m ウラニウムの薄層中で18億年前に天然の核分裂を起こして作動した原子炉を発見した(Neuilly et al., 1972)。その後、同じ地域で他の原子炉が発見された(Gauthier-Lafae et al., 1996)。

膨張する天体の特徴として、内部に原子炉を持っているということはあるだろうか。

もし、そうだとすれば2つの説が考えられる。

1. なぜ惑星内部に、原子炉をもつものとそうでないものがあるのだろうか。われわれは、火星のような内部に原子炉を持たない星を死んだ惑星と結論づけられるだろうか。火星の地形から、かつては豊富な水が存在していたが、現在は失われてしまっていることが推定されている。火星は、エネルギーやかつて存在した揮発性物質のもとになった物質を使い果たしてしまったと考えられている。

2. もしある惑星の膨張が独特の環境を要求するものであれば、地球膨張の原因は無理に作られたものになるであろう。膨張に関するいくつかの仮説は、すべての天体に影響する。しかし、われわれは、限られた天体に影響を及ぼした機構を必要としているのである。

地球膨張の原因

地球膨張を説明する共通的な機構は、以下の点を含んでいる。

隕石、小惑星そして宇宙塵の集積。これは、地球のみならずすべての天体に影響を与えている。したがって、膨張の原因としてはありそうにもない。

宇宙の重力定数の永続的な減少。これは、地球のみならず、すべての天体に影響を与える。したがって、膨張の原因としてはありそうにもない。

地球体積の増加を含む宇宙的原因

Maxlow (2005)によれば、このことは今もって最も人気のあるテーマである。新しい物質がどのように生み出されるかを議論している人々は、エネルギーの物質への転換について色々と語る。しかし、Maxlowが指摘するように、このプロセスはわれわれの太陽系の他の惑星や太陽、そして見たところは無限に続く銀河群に応用されるべきものである。もしわれわれが、膨張する星はわずかであるというTaylorの見解を受け入れるとしたら、エネルギーが惑星内部物質に転換することは、簡単には起きない。Carey (1988)は「私は、もし地球の膨張に宇宙的原因があるとしたら、それは広く一般に適応されなくてはならない。しかし、すべての天体が同じ相あるいは状態にあるのではないかと推測することは愚かなことである」と述べ、もっと重要な問題点を指摘している。

深部での相転移を伴う質量一定の地球

これは、今も最も有力な候補である。このことはガニメデのような他の天体で起こっているかもしれない。しかし、異なった構成物のもとでは、物質や相はことなっているであろう。しかし、これら双方には、原子集積によ

るポテンシャルエネルギーをうわまわる他のエネルギー源が必要であろう。

地球の膨張には、マントル・核での継続的な相変化や揮発物質の噴出、そして深部での原子核反応の存在を含む様々な状況のとてもありそうもない組み合わせの想定外の組み合わせが関与しているのかもしれない。そのような事象が宇宙における他の天体でも起きる可能性は、おそらく、かなり小さい。いくつかの天体ははるか昔に膨張し、現在は停止しているのかもしれない。地球は膨張し続けているという点で、著しく例外的な惑星であろう。しかしまた一方では、地球は、われわれの知る限りでは、大陸が移動し、海底が拡大し、大洋や生命の存在する唯一の惑星なのである。

結 語

この小論は、収縮する地球、安定した地球、振動、サージ、その他の全地球的なモデルに対立するものとして、地球膨張を支持する議論しようとするものではない。それは、単に、それらのモデルに関する討議の中で、すでに使われた議論の延長にすぎないのである。他の論文において私は（例えばOllier, 2003）、造山運動は他の研究者が議論しているような地球膨張を対象とした問題ではないことを示した。同様に私はこの論文で、あまたの天体がありながら、膨張するものがないということは、地球の膨張という仮説を超えられない議論ではないということ強調した。そのような膨張がどのようにすれば解明できるか、という問題についての詳細は、この小論の守備範囲を超えている。

文 献

- Carey, S.W., 1988. Theories of the Earth and Universe. Stanford University Press, Stanford.
- Collins, G.C., Head, J.W. and Pappalardo, R.T., 1998. Formation of Ganymede grooved terrain by sequential extensional episodes: implications of Galileo observations for regional stratigraphy. *Icarus*, v. 135, p. 345-359.
- Gautier-Lafaye, F., Holliger, P. and Blanc, P.L., 1996. Natural fission reactors in the Franceville basin, Gabon. *Geochim. Cosmochim. Acta*, v. 60, p. 4831-4852.

- Herndon, J.M., 2003. Nuclear georeactor origin of oceanic basalt 3He/4He, evidence, and implications. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 100, p. 3047-3050.
- Herndon, J.M., 2005. Whole-earth decompression dynamics. *Current Science*, v. 89, p. 1937-1941.
- Herndon, J.M., in press. Nuclear georeactor generation of Earth's geomagnetic field. *Current Science*.
- Maxlow, J., 2005. Terra non Firma Earth: Plate tectonics is a myth. Terrela Press, Perth.
- Neuilly, M., Bussac, J., Fréacques, C., Nief, G., Vendryes, G. and Yvon, J., 1972. Sur l'existence dans un pass reculé d'une réaction en chaîne naturelle de fission, dans le gisement d'uranium d'Oklo (Gabon). *C.R. Acad. Sci. Paris*, v. 275, p. 1847-1849.
- Ollier, C.D., 2002. Earth expansion -tests and logic. *The Australian Geologist*, v. 124, p. 11.
- Ollier, C.D., 2003. The origin of mountains on an expanding Earth, and other hypotheses. In, Scaler, G. and Jacob, K-H., (eds.), *Why expanding Earth?* INGV Publisher, Roma. P. 129-160.
- Prockter, L.M., Figueredo, P.H., Pappalardo, R.T., Head J.W. III and Collins, G.C., 2000. Geology and mapping of dark terrain on Ganymede and implications for grooved terrain formation. *J. Geophys. Res.*, v. 105, p. 22519-22540.
- Prockter, L. M., and Pappalardo, R.T., 2000. Folds on Europa: Implications for crustal cycling and accommodation of extension. *Science*, v. 289, p. 941-943.
- Prockter, L.M., Head, J.W.III, Pappalardo, R.T., Sullivan, R.J., Clifton, A.E., Giese, B., Wagner, R. and Neukum, G., 2002. Morphology of European bands at high resolution: A mid-ocean ridge-type rift mechanism. *J. Geophys. Res.*, v. 107, No.E5,10.1029/2000JE001458.
- Squyres, S.W., 1980. Volume changes in Ganymede and Callisto and the origin of grooved terrain. *Geophys. Res. Lett.*, v. 7, p. 593-596.
- Taylor, S.R., 1983. Limits to Earth expansion from the surface features of the Moon, Mercury, Mars and Ganymede. In, Carey, S.W., (ed.), *Expanding Earth Symposium*, Sydney, 1981. University of Tasmania. p. 343-347.
- Taylor, S.R., 2002. Earth expansion - is it a testable hypothesis. *The Australian Geologist*, v. 123, p. 8.

出 版 物 PUBLICATIONS

A.B. Robinson, N.E. Robinson and W. Soon: 大気中の二酸化炭素の増加の環境影響
Environmental effects of increased atmospheric carbon dioxide.

Journal of American Physicians and Surgeons (米国内科・外科雑誌), v. 12, 2007, p. 79-90.
 (www.oism.org/pproject/GWReview OISM150.pdf)

(岩本 広志 [訳])

標記論文の図 13 を下に転載する。これは、独立した 7 つの記録を示す。それらは、太陽活動、北半球・北極・地球・米国の年間地表気温、海水準、氷河長である（海水準と氷河長には大気温から 20 年遅れるように修正した）。これらすべてが、定性的には、1910 年頃から継起した温暖化、冷涼化、温暖化の 3 つのトレンドを示すことが相互に確認されている。太陽の光輝期間は気温に相関するが、炭化水素の消費量は相関しないことは明らかである。気温は、炭化水素の大量消費よりも 1 世紀早く上昇した。1910～1940 年の気温上昇期には、炭化水素消費量はほとんど変化していない。つづく 1940～1972 年の気温低下期には、炭化水素消費量は 330% まで増大した。1940 年以降の炭化水素消費量の非常に大きな増加が、150～

200 年間にわたって継続している海水準上昇と氷河短縮の傾向に影響した、と誤認された。

過去 127 年における米国年間気温は、 $0.5^{\circ}\text{C}/100$ 年の上昇傾向を示す。全地球と北半球の地表年気温記録は、図 13 に示されるように、 $0.6^{\circ}\text{C}/100$ 年で上昇する傾向にある。しかし、筆者らは、記録としては 0.5°C がより正確な数値であり、それが、たとえば都市部でのヒートアイランド効果によって高温側に偏倚したものであると考えている。

図 13 に示された 1980～2006 年までの気温の上昇傾向は、衛星 (MSU) と気球 (ラジオゾンデ) によって得られ

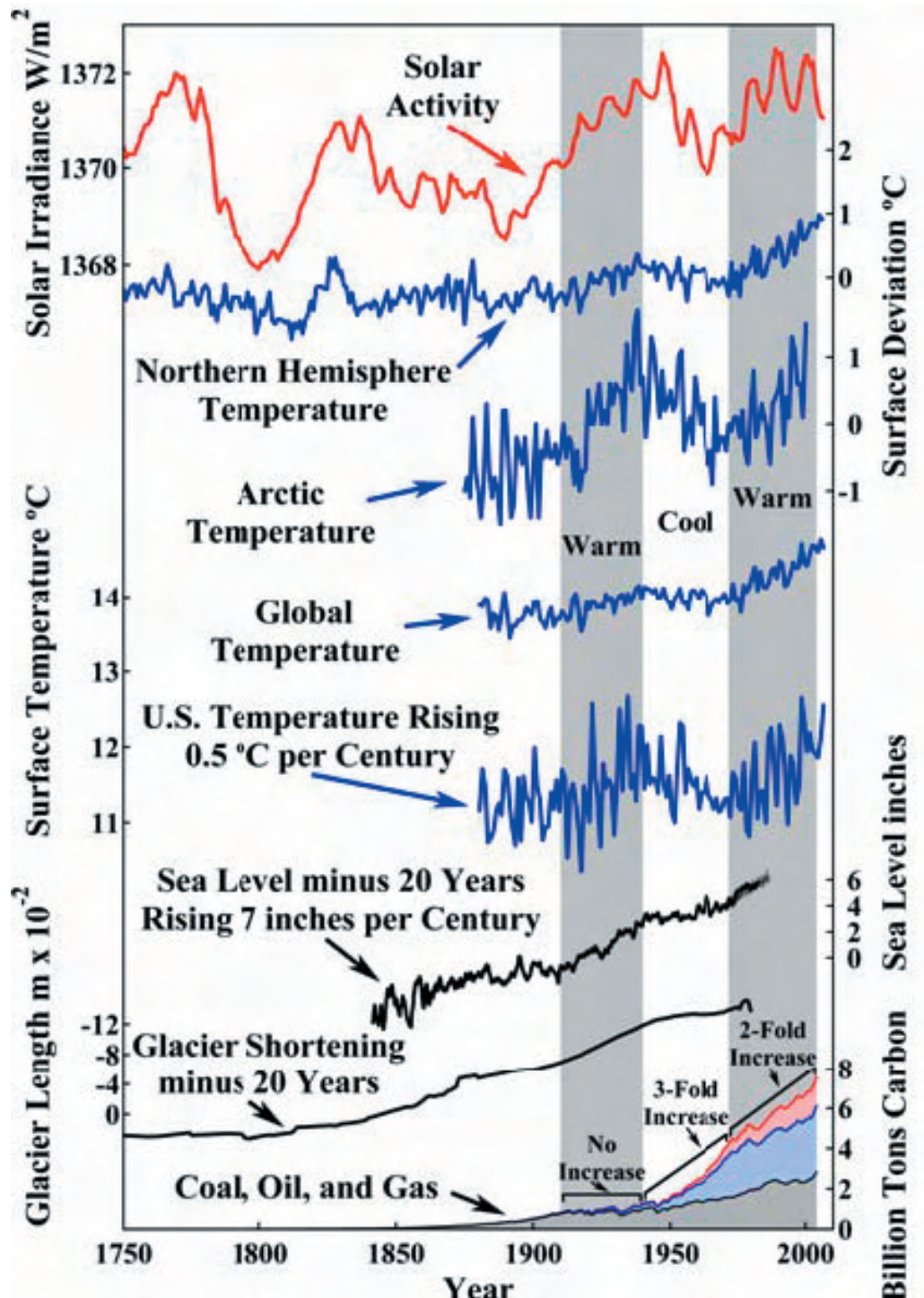


図 13

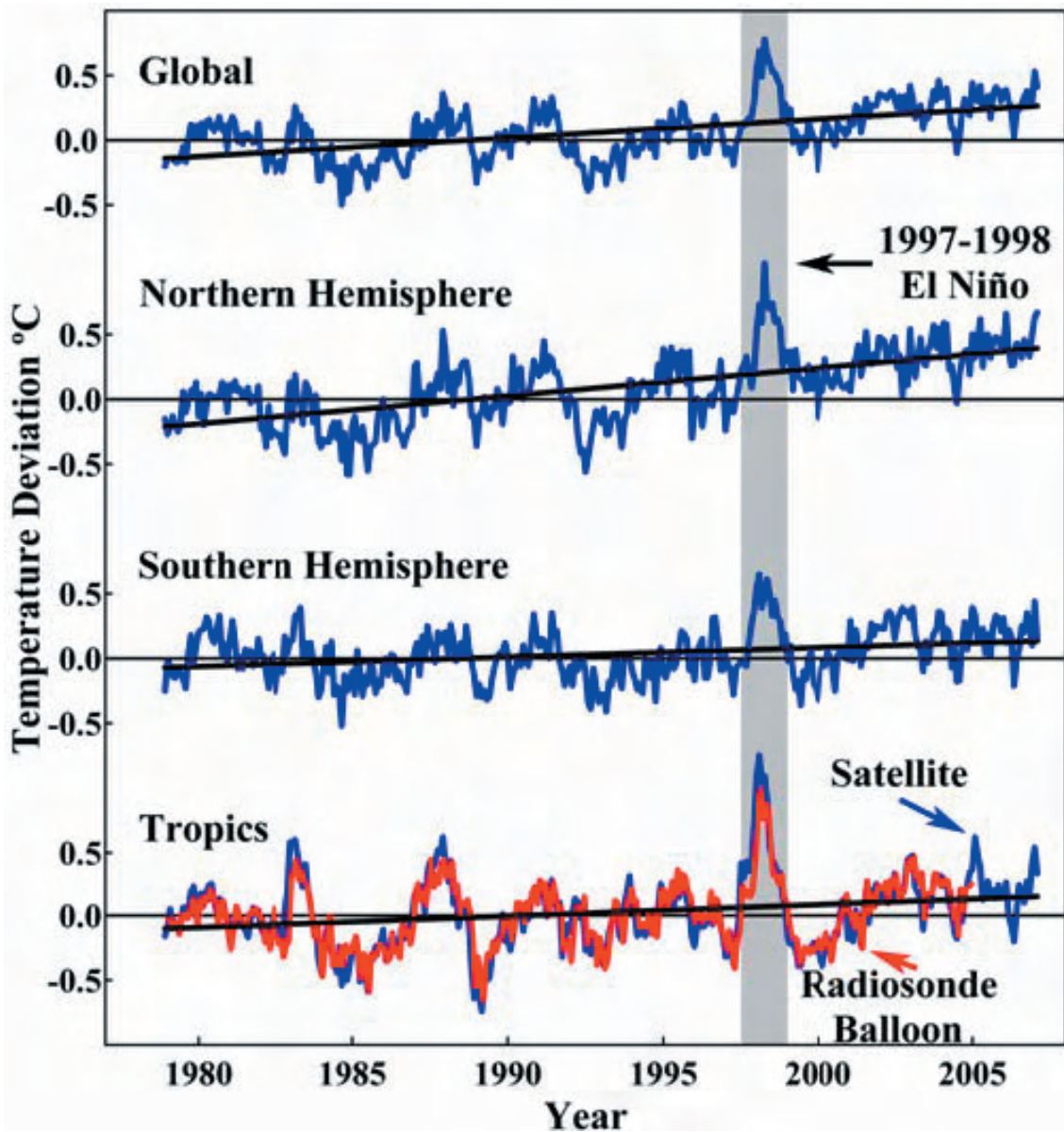


図 14

た対流圏の測定結果（著者の図 14 上図参照）に類似する。この傾向は、南半球よりも北半球でより顕著である。二酸化炭素温暖化モデル予測とは逆に、対流圏の温度は地表気温よりも速く上昇してはいない。1997～1998 年の異常な温暖化はエルニーニョに起因するもので、全般的傾向と同様、二酸化炭素に相関しない。

人為による劇的な地球温暖化は、信頼性のないコンピュータ気候モデルにもとづいていて、例えば雲や水蒸気、関係する水文学から適切にフィードバックされたモデルではない。幾人かは、大気中での二酸化炭素の滞留時間を 300 年かそれ以上としているが、より現実的な推定によれば、この値は 10 年未満だとされる。かれらは、二酸化炭素（温室効果は非常に微弱である）の効果が、大気、特に水蒸気（実はこれが最も重要な温室効果ガス）によって増幅され、大きな気温上昇をもたらすと仮定している。

しかしながら、1940 年以降 6 倍に増えた炭化水素消費量は、気温変化になら顕著な影響を与えず、気温変化は、

大洋活動の活発化にともなって小氷期からの回復基調にある。これは、物理的および生物的な負のフィードバックは二酸化炭素の増加効果とは逆に働いて、結果として、地球の気温に無視できるほどの変化しか与えなかったことを意味する。人為的地球温暖化説は、65 万年間にわたる氷床コアの記録によっても証明されない。最近 7 回の間氷期サイクルのいずれにおいても、大気中の二酸化炭素とメタンガスの増大に先立って気温が上昇した。これは、おそらく、海洋と大気中の二酸化炭素とメタンの変化が気温変化によって引き起こされた結果であろう。

全地球規模の平均的気温は、過去 3000 年間で約 3℃の範囲内で変化した。筆者の図 1（下図参照）は海底堆積物中に残された海生生物遺骸の同位体比にもとづいて決定された Sargasso 海の表層海水温度を示している。局所的気温と世界中の約 100 地点から集められた気温比較に記録は、各地点のほとんどは、中世温暖期（c. 800-1300）と小氷期（c. 1300-1900）の両方を経験したことを示していて、そして、そのほとんどは、先例のない 20 世紀の温暖化を経験していない。過去 3,000 年にわたる気候記

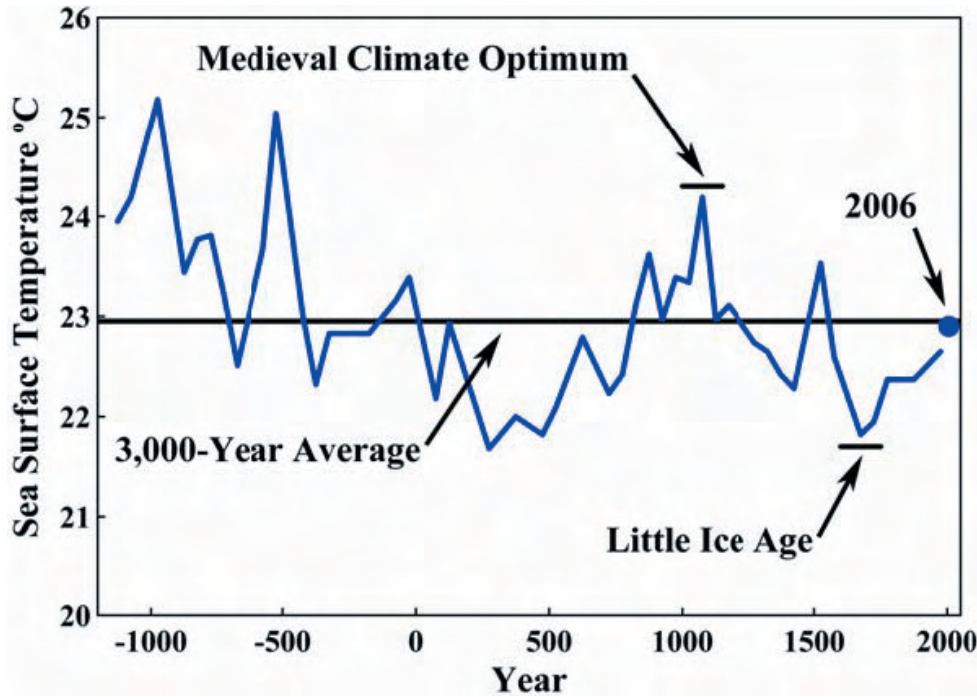


図 1

録は、それゆえに、気候危機が差し迫っているとの警告を支持しない。

筆者は、20 世紀初頭に始まった大気中の二酸化炭素の増加は、地球の気象や気候になんらの不幸な影響ももたら

さず、将来的にわたっても両者に不幸な影響をもたらさないであろう、と結論する。しかしながら、二酸化炭素の増加は、植物の成長を著しく促進したことが証拠づけられる。

David PRATT

鈴木尉元：中－深発地震研究に関する歴史的レビュー

Yasumoto Suzuki : Historical review of the study on intermediate and deep earthquakes

Earth Science History, v. 26, p. 371-382, 2007.

(yasu-suzuki@vega.ocn.ne.jp)

（岩本 広志 [訳]）

要旨: 深発地震は、1922 年に Herbert Hall Turner によって初めて発見され、1928 年に和達によって確認され、その後、1931 年の Scrase が、1932 年の Stechschulte が続く。和達は、1935 年に、日本列島とその周辺地域で傾斜した中－深発地震帯の存在を実証した。このような地震帯は、環太平洋地域の他の場所でも発見されている。Benioff (1954) は、形態的に 2 つのタイプに分類し、Suess のアイディアに従って衝上運動にその原因を帰した。Richter (1958) は衝上説を批判し、ほとんどの深発地震は逆断層に伴うものではなく、P 波初動から帰納された正断層に伴うとした。Gutenberg and Richter (1954) は、環太平洋地域における外側の海溝から内側の深発地震帯に至る地質－地球物理的現象の規則的配列を指摘した。和達 (1928) は、日本列島の本州中央部で、浅発地震と深発地震の鉛直的相関性を実証した。鈴木 (1975) は本州東北部でも同様な相関性があることを示し、深部におよぶ鉛直断層が重要な役割を果たしていることを示

唆した。Bemmelen (1972) は、傾斜した中－深発地震帯の成因を、マントル深部に起因する上向きの駆動力に帰した。鈴木ほか (1978) は、マントル基底部における差動的鉛直変位が傾斜した中－深発地震帯を派生させることを示す有限要素法を用いた数値実験にとりくみ、その結論を地震の発生応力と比較した。



24 時間毎に観測された地震火山に関する日周期・半日周期の電磁輻射にもとづく地震パターン Earthquake patterns based on diurnal and semidiurnal electromagnetic emission related to earthquakes observed with 24 h periodicity

Current Science, v. 93, p. 710-717, 2007.

V.G. Kolvankar <vkolvankar@yahoo.com>

Seismology Division, Bhabha Atomic Research Centre, Trombay, Mumbai 400 085, India

（国末 彰司 [訳]）

要旨：地震や火山活動に関係した電磁輻射（EM）は、VLF から短波まで大変幅広い周波数帯で観測される。それらは1日のうちの数時間に限って現れ、日周期あるいは半日周期のタイプのものが認められる。電磁輻射発生のタイミングと同時に地震や火山が発生した、という例もある。本研究では、地球および月に作用する半日周期の応力が、太陽の位置だけで決定されている、と結論する。日周期応力の原因は、詳細にはわからない。

長期間にわたる応力変化を研究するために、世界中の様々な地域の地震が24時間ベースでマッピングされ（HE24H）、いくつかのパターンが認識された。地震のほとんどが、100年以上にわたって、異なる応力強度の接触を示すある曲線に配列していたことが観測されている。それらはまた、異なる形状と規模を持つことが明らかにされた。HE24Hの研究は、地震発生が地球自転と同期しているという仮説を支持する。

RF 放出，地震前兆のタイプ：おそらくは惑星配列に起因する RF emissions, types of earthquake precursors: possibility caused by the planetary alignments

Journ. Indian Geophys. Union, v. 11, no. 3, p. 157-170, 2007.

V.G. Kolvankar <vkolvankar@yahoo.com>

Seismology Division, Bhabha Atomic Research Centre, Trombay, Mumbai 400 085, India

（国末 彰司 [訳]）

要旨：様々な調査従事者が、地震発生前や地震発生期に電磁輻射が起きることを報告している。いくつかのケースでは、これらの電磁輻射が1日のうちのある特定の数時間連続して見られた。地域的月齢から卓越する時間帯において半日周期の電磁輻射が地震発生や火山噴火に先だって観測された、という多くの例が報告されている。また、そのような電磁輻射は、VLF から短波帯まで、とても広い周波数帯で観測される。半日周期のパターン以外に、1日周期の電磁輻射タイプもある。このタイプは、

Valsad (1991) や1960年のチリ地震でも観察されていて、これらの地震時の半日周期パターンよりも早期に出現した。このタイプの電磁輻射の原因は、半日周期のタイプのものと全く異なっているようである。惑星配列による重力がこれらのタイプのRF輻射をもたらした原因であるかどうかのチェックが行われる。本論では、これら全ての例を詳細に記述し、多くの地震が発生する地域で地震発生/火山噴火の前兆を観測するための信頼できる方法の開発への応用を議論する。

本の紹介

BOOK REVIEW

（国末 彰司 [訳]）

冷ませ！ COOL IT!

Bjorn Lomborg (Alfred A. Knopf, New York), 2007, 253 p.

Cris Smoot <ncsmoot@yahoo.com> によるレビュー

このニュースレターは真の科学にとって、最後の砦になるのだろうか？ 我々はカトリック教会によって支配されたローマ帝国時代以降、最もこっけいな事象を目撃している。私は、アル・ゴア氏が地球温暖化について行った仕事に与えられたノーベル平和（？）賞受賞のことを言っているのだ。この政治家は、この馬に長く乗りすぎている。今は、彼の退陣の時だ。そして、ノーベル賞を手放す時でもある。アインシュタイン、マリー・キュリー、あるいはその他の受賞者は、最近ジミー・カーターやヤシール・アラファトらが同賞を受賞したことを見て屈辱を感じ、墓石をひっくりかえすだろう。

本書「Cool It!」はデンマークの経済学者によって著されたもので、全てのことが語られている。ホッキョクグマの絶滅、極地方における氷の融解、洪水、急激な海面上昇、温暖化などなどの基礎事実に基づくアル・ゴア氏や彼のオスカー賞によって大きく影響された地球温暖化についても多少ふれられている。

著者は、4頭の死したと思われる熊ににもとづいて、ホッキョクグマの絶滅について語り始める。しかし、彼が見いだしたことは、ホッキョクグマ専門家のグループによる2001年の調査にもとづいて2004年に出版した気候への人為的影響の分析にもとづくと、20地区にホッキョクグマ集団が存在している。このうち、Baffin湾周辺の1つか2つのグループは頭数が減っているが、半分以上のグループでは変化が無く、2つのグループでは頭数が増えた。頭数が減っていた2つのグループは、過去50年間に寒くなった地域のグループである。加えて、最もよく研究されたグループはハドソン湾西岸に生息していたもので、1987年の1200頭から2004年の950頭へ17%も減少した。そして、ハドソン湾西岸に生息している300～500頭の熊が毎年射殺されていることは記述されていない。

気温上昇がこの議論の核心であるようで、それを概観すると興味深いデータが明らかになる。まず、これらの気温がどこで測定されたのか？ それらの大半は、都市の中にある測候所で記録されている。私が最近住んでいたいくつかの都市の測候所は、アスファルト路面上の高層ビル間のトンネルにあった。実際に、私はセントルイス郊外に住んでいるが、気温は常に市街部よりも低い。かつて科学者であったMichael Crichton氏の小説State of Fearから気温のグラフを利用すると、Oswego, Syracuse, West Point, Albany New Yorkといった場所の気温グラフが、1930年以降、New Yorkでの上昇を除けば全て気温の低下を示している。しかし、1つの事象に偏らず、別のことも見てみよう。オーストラリアのAlice Springs, ニュージーランドのChristchurch, フランスのパリ, ドイツのStuttgart, スペインのNavacerradaでは、気象記録が取られ始めた1800年代からずっと低下している。これはどういうことか？ 気温が上昇している場所の大部分は、世界各地の大都市である。（地球温暖化は）半分以上が真実ではないのである。

1900年以降に記録されたハリケーンの数を見ると、1940年代に記録された数が最も多く、それ以降の10年で減少している。加えて、何らかの理由で、より多くの人々が被害をうける地域へ移動し、また、多くの人々が海岸地方へ移住・撤退している。かつてのように、家屋が上手く建てられていない。海岸部での居住への補助金が移住を加速させている。平均的地域として被害規模を算定すると、2005年にニューオーリンズを襲ったハリケーンカトリーヌは史上3番目にすぎない。

最終的には、氷の融解の大部分は水中でおこる。氷をグラスに入れて溶かしてみてください。水面は上がるだろうか？ 上がらない。水は温度が上がって多少膨張するくらいだろう。しかし、ゴア氏やかれの同類が予測しているようなこと（100年間で1インチ以上）は、まったく起こらない。

決まりきった反応をする人々や地球温暖化に熱心な自然保護主義者によって唱えられる“事実”，ならびに、それによる人類に有害な効果は、すべて半面だけの真理であり、米国議会ががむしゃらに行っているような政治家らによる扇情主義的しかけである。このような事実一つ見ても、母なる自然による気候変動にかつて起こったこと以上の前兆は認められない。

イギリス諸島の善良な人々や海洋学者によってよく知られていることが、最も良い例である。小氷河期の原因は、メキシコ湾流の偏移によるものである。この偏移は大量の淡水流入によるもので、グリーンランドや北極の氷床の融解に由来する。湾流はイギリス諸島の気候を和らげる効果をもたらす。小氷河期ゆえに、寒冷化や降雪がもたらされるのである。湾流は消失せず、分流もしないし、南側へ移動することもない。淡水が広域的な循環から除かれると、メキシコ湾流は北側に戻り、イギリス諸島は温暖な気候を享受することができる。

この事実の歪曲は、永久に続く可能性がある。Lomborgは経済的な見地から何ができ、何をすべきかを分析して、歪曲に抵抗した。もし、マラリアやエイズ、世界の食料不足の根絶などの人命の尊重について本当に関心があるのなら、こういったことも含めるべきである。

この本は大変興味深く、啓発的である。我々は将来起きるかもしれない問題について、もっと多くの事実を把握することが必要である。私たち全員に自らの意見をもつ権利があり、アル・ゴアや温暖化論者を手本にしないようにしよう。



会議報告

CONFERENCE REPORTS

（川辺 孝幸 + 矢野 孝雄 [訳]）

神話に挑戦せよ CHALLENGE OUR MYTHS

AAPG & AAPG EUROPEAN REGION ENERGY CONFERNECE ADN EXHIBITION

2007 年 11 月 18-21 日

Megaron, Athens International Conference Centre, Greece

General Chairman: Geir Lunde

全地球および大規模地質における非伝統的学説およびアイデア

Un-Traditional Theories and Ideas in Global and Large Scale Geology

Co-Conveners: Stavros T. Tassos and Karsten M. Storetvedt

Geir Lunde の普遍的議長精神に激励された AAPG アテネカンファレンス “我々の作り話の挑戦” は、世界各国から 1200 人を超える参加者で開かれた。3 日間の間に並行して開催された 25 のセッションの中で、300 の口頭およびポスター発表が行われた。グローバルと大規模地質の非伝統的な理論とアイデアと型にはまらないリソース-炭化水素の非生物的な起源と型にはまらない重油リソースに関する最新の理論、発展的で、挑戦的なケーススタディなど、すべての会議は、地球科学の転換点を記した。

西洋の大規模な会議でこのようなテーマがもたれたことは、初めてである。会議の全般的スローガンである、一我々の作り話の挑戦は、プレートテクトニクスと、石油が “化石起源の液体” であるという西洋の従来からの見方の両方に対する直接的な挑戦である。

地質学および地球物理学的な基本概念が挑戦をうけ、それらに基づいた総合的な新しい提案が提示された、グローバル～大規模地質の非伝統的な理論とアイデアのセッションが、カンファレンスの最重要事であったことは、主要国際地質会議で初めてのことである。

我々のセッションでは、物質とエネルギー、作り話と準作り話、大規模と小規模な構造運動、地震の発生と広がり、石油と塩分の生成と探査、グローバルな構造パターンにともなう油田地域での密な集合状態、これらの論点から津波に関する事まで、広範なトピックをカバーする口頭 15、ポスター 10 の計 25 のプレゼンテーションがあった。

口頭発表では、明白なプレートテクトニクスに賛成の立場からの 1 つのプレゼンテーション、そして、本質的には汎世界的で大規模地質を扱わないプレゼンテーションを除いては、沈み込みが、従ってプレートテクトニクスが、機構的に不可能であるという共通認識があった。垂直対水平変動の重要性は、固体地球内部に対する地球内

部の熱 / 溶融の議論と同様に、複合もしくは独立した論点として議論された。ポスターセッションでは、広範囲な対象、“hot” 頁岩から、堆積盆地、地球磁場の解釈と地震探査、地球科学者と技術者の共同の必要性、地球の大円と拡大する地球、火山性ダイアビル論、鉛直構造運動、石油とガスの深部貯留層、花崗岩中の石油までの幅広い範囲をカバーする発表があった。

シンポジウムのプログラムに含まれる全ての口頭およびポスター発表のアブストラクトを以下に示す。アブストラクトは、筆者らによって書かれたものである。

Stavros TASSOS and Karsten STORETVEDT
s.tassos@gein.noa.gr; karsten@gfi.uib.no

口頭発表

午前セッションの議長団：S. T. Tassos, K. Storetvedt and D. Choi

開会挨拶：Karsten Storetvedt

地質学における 5 つの準作り話と 1 つの理解しやすい提案：固体の、量子化された、成長し、輻射する地球

Five Para-Myths and One Comprehensive Proposition in Geology: The Solid, Quantified, Growing and Radiating Earth

Stavros T. Tassos : Institute of Geodynamics, National Observatory of Athens, PO Box 200 48, Athens 118 10 Greece, phone: +30 210 34 90 169, s.tassos@gein.noa.gr

プレートテクトニクス、一定の大きさの地球、熱機関としての地球、弾性反発、そして炭化水素貯留層の生物学的起源という地質学における5つの命題は、それらの可能性のある真実性は観測結果として、または/かつ、実験的に、または/かつ、論理的に確認されているわけではないので、準作り話として検討されている。過剰質量のストレスによるテクトニクス (The Excess Mass Stress Tectonics-EMST)、たとえば、固体で、量的な、成長し、輻射する地球と、たとえば、炭化水素の無機的な起源など、その含意は、理解しやすい提案を要求する。

宇宙は、エネルギーとして計測可能な全ての物質の無限の源である。エネルギーは、対でない定常波または進行波、および、物質と対になった定常波（秒速 299792458 m/s の速度で空間を伝播する）として計測される。エネルギーと物質は、融通性のある大規模な連続体中のローカルな非等方性のサインカーブである。それは損失が無く、光速度以下のあらゆる速度において、無限の剛性 $v \cdot c$ を持っている。重力は引張力であり、その逆の量は“質量”-空間密度である。全ての波動粒子は、 $E=hf$ により、波長に無関係で、引張的な弾性ポテンシャルの一定の量を含んでいる。全ての波動粒子は、 $E=hf$ 率として、波長に関わりがない、一定量の引張的に弾性のポテンシャルを持っている。一定の直線的な伸張のために、たとえば、周波数のような、引張性の弾性的エネルギー (E) は、ローカルな空間密度 (m) が、反比例と正比例的に増加する、1つの実態として、その結果、それら比の平方根の普遍性をもつ。同時に、エネルギーの消失を妨げることが正比例的に増加する。

過剰質量のストレスによるテクトニクス (Eccess Mass Stress Tectonics-EMST) の状況内において、地球は時間とともに成長するように見える量化された固体の黒体である。地球の内核は、その内部でエネルギー的に対になっていない定常波もしくは進行波が変形して物質と対をなす定常波に変化する、それゆえ、保存原理が破れた高引張/高周波数の平衡場である。新しい原理、たとえば、“過剰質量”、“アクティブな”部分が冷たい部分に地震波速度データが示すように、深さに対応して増加的に剛体になるマントル中を上昇するのに対して、それらは原子ごとであるが、同心的により大きい容積をもつ。酸化-減圧のもとで、減少する形態は、その“過剰な”電子を放出する。8.8MeV の最も高い核の高速エネルギーを持っている鉄は、たとえば2億年以前に本当の海洋地殻が無い時代のように、最後に形成された要素であるはずだ。高温と溶解は、たとえば、5km 以深の 10^{14} Hz でおこる $1 \mu m$ オーダーの微細割れ目中の電子共鳴のような放射的な熱によってもたらされ、最大深度の水平方向の微細割れ目は永久的に開いた状態で残るように、局所的であまり重要でない現象である。

過剰質量のストレスによるテクトニクス-EMST の文脈において、炭化水素は、水素と炭素による過程で非生物的に生産されるエネルギー源である。しかし、また、酸素と窒素、イオウと地球の核で形成される微量元素は、固

体で冷たいマントルから地球表面に放射状の割れ目に沿って上昇する。もし、それらの上昇が、ケロジェンのようなより組成の大きな化合物にブロックされたなら、それは、上部 5km のまたは地球内部の、放射熱およそ 200 度以下、 50° 以上の温度でガスや石油、石炭に変化する。捕獲の欠如とかつ/または 200°C 以上の条件、それはポルフィンが破壊されるが温度であるが、それらは、現在の土星の第6惑星のタイタンのようにメタンガスとして放出する、そして/または、それらは CO_2 と H_2O に完全に酸化される。石油とガスの貯留物は、広くて深い海洋と、複雑なパターンの上昇部と堆積盆地が発達し、その結果リザーバーと構造、かつ/または層序的トラップが準備された、ほとんど最後の2億年を通して、変形された先カンブリア代の楕状地とプラットフォームに隣接した堆積盆地の中で、熟成された。それらは、穏やかな地震と火山活動で、フリーエア重力、ジオイド、そして熱流量の異常、そして、大規模な火成活動帯（たとえば Excess Mass のような）に関連している。

コロラドプラトーおよびベーズンアンドレンジリフト帯におけるクラトン内部での火山活動

Intra-cratonic Volcanism in the Colorado Plateau and Association with Basin and Range Rifting

William J. Sercombe, GOM, BP, 200 Westlake Park Blvd, 713A, Houston, TX 77079, phone: 281-366-3903, fax: 281-366-1231, sercomwj@bp.com

Thomas W. Radford, BP Algeria, BP, 240 4th Avenue SW, PO Box 200, Station M, Calgary, AB T2P 2H8, Canada.

イエローストーンの Absaroka 火山活動はマントルブリウムによる北米プレート運動によって起きたと考えられる、火山性の“ホットスポット”の結果であるとされている。テクトニクス、火山活動および地質学全般に関する共有的データをより広範囲にレビューすると、イエローストーンは、コロラド高原と北米クラトンから第三紀ベーズンアンドレンジ延長地域を分離する重要な Wasatch/Mogollon リフトシステムの南北方向のへこみの頂部にあたる。イエローストーン西部のスネーク川曲窪、コロンビア高原とベーズンアンドレンジは、ホットスポットの移動にともなって必然的に起きる東方へ若くなる火山活動の年代測定結果を安定的に示しているわけではない。西部の第三系火山活動の地域被覆頻度は、火山活動に固有な横断方向での単調な変化を示していない。この火山リフトのくぼみは、中央コロラドからメキシコに深く入り込み、東向き極性を示す南北方向のリオグランデの活発な火山性リフトに匹敵し、このリフトはコロラド高原を大陸内部クラトンから分離している。コロラド高原は、サンフランシスコとズニーバンデラ火山活動のような、多くの火山活動地域を含んでいる。火山活動の強度は、東に向かって主要なリフト構造から離れる

につれて減衰する．この火山活動の減衰は、また、引張性構造が主要リフトから離れるにつれて減少することと関連している．引張性の地形は、非常に深く狭い、山地内部にあるビッグホール盆地に代表される．主要リフトの断層群に沿って膨張しながら移動する火山活動というメカニズムは、単一のマントルホットブリュームの移動による東西方向の火山活動の移動に比べて、クラトン内部の火山活動と南北方向のリフトの火山活動を矛盾無く説明できる．

3つの作り話 Three Myths

Yuri Borisovich Galant : Independent Researcher,
AAPG, P.O. Box 164, Yokneam-Moshava 206000 Israel,
phone: 972-528-660-158, fax: 972-4-821-46-29,
bakinez1@mail.ru

現代地質学の発達は、次のように分析される．2つの井戸が掘られたとしよう．1つの井戸は高温で、割れ目が発達していて、流体流に富む．もう一方の井戸は、全く逆の特徴をもっている．明らかに、現在の地質学的概念に基づけば、地質屋は、前者は現在の地向斜地域で掘られたが、後者は過去の楕状地で掘られたと結論づけるであろう．しかし、このことは、間違った結論であるかもしれない．現実には、前者は、SG-3（コラ半島超深層井）であり、過去のバルト楕状地で掘られたもので、後者は、SG-1（Saattly 超深層井）で、若い地向斜地域で掘られたものである．このようなことは、異なった地質対象における熱力学的特長の第1の作り話を粉砕するものである．このような作り話は、地層の熱力学的状態を現実推定することや、西シベリアやその付近で貯留層の探査を推奨することを導くものではない．なぜならば、作り話は“石油生成層は未成熟”と考えられているからである．しかし、もっとさらに予期しない結果は、コラ半島超深層井で地殻の花崗岩層と玄武岩層の境界が見つけれなかったことである．なんと、そこでは、玄武岩層の実態は、より高密度の花崗岩層に他ならなかった．こうして、地殻を二層に区分する2番目の作り話も破壊された．しかし二層構造に関しては、現在も、石油／ガス探鉱の戦略と戦術に基本概念として活用されているのである！ 花崗岩化作用は H_2 を誘導し、炭化水素を上方の堆積層に運搬する．ミグマタイト化作用からは、炭化水素、おもに CH_4 が供給される．炭化水素の導入は、既存の石油／ガスの貯留層に関する3つ目の作り話を停止させる．

汎世界的ねじれテクトニクス—地球史の新視点—

Global Wrench Tectonics—Earth History in New Prospective

K.M. Storetvedt : Institute of Geophysics, University of
Bergen, Allengt. 70, Bergen, N-5007 Norway, phone: +47 55 58
26 48, fax: +47 58 98 83, karsten.storetvedt@gfi.uib.no

新しい汎世界的地質学理論—それをもたらす駆動力が、質量の鉛直移動によって引き起こされる惑星の自転変化に直接的に関連する地球の脱ガスモデル—が概説される．我々は、熱化学平衡の状態からはるかに外れているとみられる地球の内部構成について扱う．炭素－珪素－鉄水素化合物はマントル～下部地殻における浮揚性運動の起源であり、水と酸素が再反応して熱を生成し、熔融物生成とマグマ活動の前提条件となる．脱ガスは、内部質量の再配分、外側への物質移動、それにとまな惑星の慣性運動に対する影響、および、表面における地質的多様性の形成に、効果的な方法であろう．以下に述べることは、地球力学、造構－マグマ活動、生物学的・自然地理学および他の諸作用のそれぞれ固有の予測の連鎖から構成された新しい汎地球的理論に基づいている．石油と天然ガスは、初生的に地球深部の脱ガス現象（非生物起源）の産物である．

惑星の脱ガス、そして関連する地球内部における質量の再配置は、先カンブリア紀初頭から初生的地殻と上部マントルを累進的に変化させると同時に、水や炭化水素のような地球表面の揮発性物質の体積を増大させた．閃緑岩－アノーソサイト組成と推定される、かなり厚い（月型の）汎地球的な外殻形成に始まり、地球の外側レベル（最上部マントルと下部地殻）における静岩圧の漸進的増大が、エクログャイト化作用とそれに伴う重力由来の地殻下底からの薄化と化学変化をもたらした．このような発達過程が、結局、地殻のいっそうの薄化を伴う海洋の深い沈降と、現在みられる大陸地殻ブロックのモザイク状の残存との混合状態をもたらした．累進的な海洋の沈降は中生代後期に加速されたが、地球表面の水の体積を著しく増大させただけでなく、かつての広大な大陸縁辺海の収容容積をもたらした．ついには、現在の乾陸の上昇を引き起こした．第三紀初頭までに、（残存している）隆起した大陸ブロックと深い海洋の再配置は、ほぼ、現在の汎世界的分布になった．

推論される内部質量の再配置は、地球の回転モーメントを周期的に変化させ、惑星の自転速度変化と真の極移動（すなわち、黄道に対する地球惑星体の方向変化）をもたらした．さらに、このような力学的運動が、顕著な古気候変動と生物界の激変をもたらすほどの造構－火成活動の諸現象を引き起こした．地質年代区分の境界となった、これらの地質的および古環境の現象が間欠的に集中して発生することが、汎地球的なダイナミクスの原因となった．この新しい学説は、顕生代の海水準変動曲線中の海退現象に密接にとまな主要な地質時代境界、多くの大陸縁辺部における深海に主要なガス水和物の存在、他では存在しないのに、いくつかの大陸縁で石油に富む理由などを説明することができる．

不規則なアセノスフェア（低速度）層の成長に沿って、しだいに不均質になる地殻が力学的に著しく脆弱化するにしたがって、地球の地殻は構造的にしだいに不安定化した．このように、中生代後期におこった惑星自転速

度の加速は、アルプス革命—その期間にほとんどのそびえ立つテチスのテクトニック構造を形成した—をもたらすような構造的破壊を地球にもたらした。慣性力に駆動されたほぼ現位置での大陸回転が、アルプス造山の極盛時相に起きた。それは、古地磁気学的にもとめられた極移動曲線の世界的不一致の原因であり、地球史上、初めての現象である。この地殻のねじれ過程において、海洋地域の薄化とさらなる機械的弱体化が、テクトニックな変形、変成作用、ところどころにみられる巨大な海洋横断剪断帯（たとえば、中央インド洋剪断帯）などをもたらした。大陸ブロックの相対的回転は、さらに、海洋の中央部で“地殻”を切断する断層帯を生成し、最近の数百万年間における中央海嶺の上昇—この上昇は陸地における山地地形の形成を伴う—をもたらした。薄い海洋地殻のねじれ変形は、アルプス期の諸時相に再活動し、いたるところで直交断裂系を増加させた。付随する鉱物変質作用は、剪断を経験した主要断層系によるものであり、誘発された磁性値の増減が帯磁率の縞状変化（地磁気縞模様）をもたらした。このように、海洋の磁気的線構造は、磁極の変化とは無関係であり、構造磁気の起源をもつ。

テチス帯の構造的進化は特に注目されていて、主要な塩類堆積盆地と炭化水素鉱床地帯の起源と分布に関する新しい視点をもたらした。主要な油田地帯は、大規模な地質構造と密接に関係し、地球のダイナミックな“脈動”—自転速度変化、そして/または極移動の出来事におけるいわゆる気まぐれな変化—が、与圧された石油、水、海水、マグマなどの“ポンプ揚水”に対する自然の水力学的メカニズムをもたらした。汎世界的ねじれテクトニクスは、わずかに脈動するものの、ほぼ一定半径を保つ地球モデルとして、プレートテクトニクスの諸概念を否定する。海洋底拡大、沈み込み、トランスフォーム断層、マントル対流などの流布している言葉は、事実に基づく調査結果に矛盾し、いずれも不必要である。

地殻における大規模な水平応力の起源について

On the Origin of Large Horizontal Stress Variations in the Earth's Crust

Peter James : Consulting Engineering Geologist, Tasmania, Australia, pmjgeotech@yahoo.com.au

地殻応力の直接測定、貯水池による誘発地震、および、鉱山に関連する事象などのデータは、大きな応力によって、地球の地殻がしばしば破壊の開始状態になることを明らかにしている。応力には引張性もしくは圧縮性の双方があり、このような“ジオイド応力”が、地殻に対して緯度方向の移動（極移動）によるジオイド変形に由来することを示す。ジオイド応力は、それらが極大値に達すると、多くの主要な地質過程をうまく説明する。そして、より低いレベルでも、それらは、地殻内における水平応力の大規模な変動に理論的解釈をもたらす。増大

する事実、揮発性物質が下部マントル起源であることを物語っている。揮発性物質の上方への移動は、高い間隙圧の条件下で起こり、ジオイド応力の限界と合わさった場合、地震分布に対する物質力学の理論的解釈をもたらす。

地震工学における 揺れの鉛直成分がもつ触媒作用の重要性

The Catalytic Importance of the Vertical Component in Earthquake Engineering

Panayotis Carydis : National Technical University of Athens Greece, Athens Greece, pkary@tee.gr

構造物の耐震設計に対する現在の慣例は、中距離に位置する地震に対して、構造物を守る安全性が欠如している。現在の安全対策は、長距離の強い地震に対して、被害を著しく低減することを目的としていて、直下型、特に震央地域の直下型地震に対しては直接的な防備をほとんど備えていない。最新の情報では、震央域に建つ構造物の地震による揺れの鉛直成分がもつ触媒作用の重要性が、独立して振舞っているのか、それとも、他の地震動の二つの水平要素と複合して振舞っているのかを証明しようとしている。

この10年間のほとんどのギリシアの被害地震の震央域では、地震動の鉛直成分の存在を強く示す事実がある。

この論文では、ギリシアとヨーロッパの地震多発地帯における通常の浅発地震に言及する。これらの地震について、初期的構造運動のモデルを提案する。結果として地表面にあらわれる運動は、既知の様々な種類の波動と、突然の構造的沈降に対する地面の応答の重ね合わせである。

いくつかの建築基準および設計基準は、既存および新規の構造物のいずれにおいても、鉛直震動成分に対しては不十分である。

新しい熱水塩理論と、その 深層水塩の集積と貫通構造の理解への適用

Martin Hovland¹, Hakon Rueslatten², Christine Fichler³, and Hans Konrad Johnsen³. (1) Statoil, Stavanger, Norway, phone: +47 95802243, mhovland@statoil.com, (2) Numericalrocks, Trondheim, Norway, (3) Statoil, Trondheim, Norway

室内実験は、超臨界水が、通常の海水塩に対して極端に低い溶解度であることを明らかにした。この事実は、構

造的に活動的な堆積盆地（典型的には膨張的な先リフト帯およびリフト帯）の熱源に近い断層中と割れ目中を循環する海水から塩類が沈殿する可能性を示した。海水は、水深 2,800m (300bar の圧力に相当) を超える深度と 405°C を超える温度では、超臨界状態になる。塩類は、おそらく、地下または深海の条件における海水の沸騰によって沈殿する。このことは、簡単な室内実験で明らかにされている。超臨界条件になった海水からの塩類の沈殿の理論的基礎は、分子モデルによって検証されている。塩類の沈殿のこのような過程は、塩類堆積物の地質学的理解に対する新しいアプローチをもたらす。そして、現在、塩類がこのような熱水的な条件で堆積しているかどうかを検証するために、2つの地域が選ばれた。1つは紅海のアトランティスⅡ深海盆（深海条件）で、もう1つはエチオピアのダロルにある Asale 湖（大陸条件）である。

新しいモデルは、メキシコ湾の深海や地中海の深海における塩類の濃集部など、深海の塩類集積体を理解するために利用できる。さらに言えば、広域的な塩類集積と、盆地底における超臨界水による堆積岩の変質は、深層水条件下での塩類を核とする粒子構造と泥を核とする粒子構造の形成プロセスを説明できる。

いかに無機石油システムが働くか：
テクトニクスによってもたらされた深部流体供給源

How Abiotic Petroleum Systems Work:
Tectonically Driven Deep Fluid Sources

Alexander A. Kitchka : CASRE NASU, Gonchar Str.,
55-B, Kiev 01601 Ukraine, phone: (+ 380 44) 4861148,
kitchka@casre.kiev.ua

無機炭化水素の起源・熟成・集積は、堆積盆地のダイナミクス、堆積盆地の地殻環境、ならびに、堆積盆地の起源の時代的な構造地質条件に内部リンクされている。新しい理論的概念は、無機石油の起源が、地殻下の揮発性物質に飽和したゾーン (VSZ ; volatile-saturated zones) にあるとするもので、世界各地の石油貯留槽でみられる炭化水素に富む初生的流体包有物の高密度分布によって特徴づけられる。リフティングが終息してくると、VSZ 中にリフトを生成する脈動の際に捕らえられた広域的ハロー (halo) が、地殻-マントル遷移帯へ移動する。その後、リフトに残留した流体のハローが、初生的および二次断層帯の上方にのびる鉛直に近い流体高濃集帯に現れる。VSZ の発達次の重要なステージは、堆積岩の場合に考えられていると同様な過程に類似していて、“初生的”な石油移動に関連する。堆積盆地底の下方撓曲によって引き起こされる後リフト期の地殻とマントルとの残留性混合は、漸減する岩石弾性と二次的流体包有物の加熱によって、三次元的な再破碎をもたらす。こうして、地殻/マントル遷移帯において、静

岩圧の増大と相伴って断層帯をなし、微細割れ目の群れの広がり形成され、新しい初生的な流体の流れが発生する。沈降速度は、初生的な流体の移動速度を制御する非常に重要なパラメータである。これらの流体は周期的に集積し、不安定な摩擦断層運動から局所的にある程度塑性的な剪断へと遷移する変形領域において、ある程度安定な割れ目チャンバーに分留される。

炭化水素をもたらす断層面に沿って分布する前述のチャンバーから、分岐しながら上方に向かう膨張性の“雲”は、結晶基盤や被覆堆積層中に一時的にトラップされる。典型的な場合には、上部地殻中の一時的トラップは、多くの平面が複合した剥離面であり、その上方において流体静力学的な循環流体システムに伴う初生的炭化水素の能動的または受動的な側方移動を可能にする。

午後のセッション

司会者 : T.S. Tassos, K. Storetvedt and J. Maxlow

神話と擬似神話の間、および、神話と歴史的事実の間の
相違を探る*

Exploring the Difference Between Myth and Paramyth
and Between Myth and Historical Fact*

Stavros P. Papamarinopoulos : Department of Geology,
University of Patra Greece, Greece, papamarl@otenet.gr

多くの人は、「神話が真実か?」という間違った質問をするのが普通である。それによって人々は、その神話が擬似神話とはかなり異なった概念であることを真剣に研究する可能性を失う。神話と擬似神話は、古代ギリシアの文献によく規定されている。多くの人々は、古代ギリシア人たちが科学と神話体系の概念を別々に定義したことを知らなかったがゆえに、2つの意見の対立が起きる。たとえばプラトンは、Phaedros における科学と、Timaeos における神話学を定義した最も初期の人である。実際、彼は、神話をロゴス (logos) —すなわち、先史時代のできごとの正しい人間記憶と、記憶を含まず、科学的興味が含まれない捏造された神話—から区分し、定義した。しかし、古代ギリシアの知識人たちは、若者を、これらの創造神話の背景にある哲学的・科学的真実を熟慮して検証する研究にひきつけるために、創造神話を利用することがあった。歴史学家であるヘロドトスとツキディデスは、歴史事実の研究のための原理について規定した。

人名目録

プラトン (紀元前 4 世紀 : Timaeos, Phaedros 共和国)
ヘロドトス (紀元前 5 世紀 : 歴史家)

* この講演はキャンセルされたため、割り当てられた時間は討論に使われた。

海洋深部の炭化水素：
新グローバルテクトニクスの視点から

Hydrocarbons in Deep Oceans:
from a New Global Tectonic Perspective

Dong R. Choi : Raax Australia Pty Ltd, 6 Mann Place,
Higgins 2615 Australia phone: +61262533309, fax:
+61262544409, raax@ozemail.com.au

“海洋地殻”が大陸の性質をもつことを示す確実なデータが大量に集積されている。これは、世界中の深海が将来における炭化水素探査の前線の1つになることを意味する。ドレッジ、掘削、古地理、地震探査、および他の地球物理データにもとづく最近の世界中の海洋研究は、プレートテクトニクスのすべての教義が誤りであることを証明した。新しく生まれつつあるグローバルテクトニクスは、地表における造構運動の主因を、深部マントル物質の上方移動、および、それと相互作用する鉛直ブロック運動に求める。この新しい地球ダイナミクス像は、玄武岩層におおわれた“海洋地殻”が、先カンブリア系と下部古生界で構成され、これらの岩石は局所的に変質・変成あるいは海洋化されていることを示す。現在の海洋はジュラ紀〜古第三紀に形成されたものであり、それ以前は、現在の海洋の大半が通常の大陸としての歴史をもつ陸域であった。大陸縁の地震探査に関する公表データは、“海洋地殻”の上部に、よく成層し、海盆を埋積する比較的擾乱されていないユニットが存在することを明らかにした。このユニットは、大陸における原生界および下部古生界（浅海性炭酸塩岩で構成されることが多い）に相当すると考えられる。大西洋中央海嶺北部を横断するいくつもの地震探査断面は、陸域でふつうにみられる地溝／リフト構造を示す。この地溝は、新期火山岩層におおわれた厚い堆積層に埋積されている。広域的地質－地球物理データの総合的解析によると、この堆積性ユニットは古期盆地埋積層であり、おそらくは、中生代（ジュラ紀〜白亜紀？）堆積物であると示唆される。上述の事実は、断片的ではあるが、炭化水素鉱床の探査・開発において、将来は大深度の深海底での系統的な研究が妥当なものになることを示唆する。

私たちの地球造構運動神話への挑戦

Challenging Our Global Tectonic Myths

James Maxlow : Terrella Consultants, 29 Cecil Street, Glen
Forrest, Perth 6071 Australia
phone: 61 08 92988819, fax: 61 08 9298 9576, james.
maxlow@newcrest.com.au

新しいグローバルテクトニクスにもとづく地殻変動が、

46億年の全地球地質史にわたって復元される。伝統的なプレートテクトニクスとはちがって、ここで発表される新しい復元には、最新の地質、地球物理および古地理データが用いられる。この復元は、地中海地域、および、個々の大陸と海洋の形成と崩壊は単純で、漸進的で、進化的であることを明示する。この復元されたプロセスでは、過去の磁極と赤道が精密に決定され、解明された気候帯と生物学的データが一致することが示される。また、動物種および植物種の進化が、この漸進的な大陸分裂および海洋地殻発達に直接に関連していることが示される。全地球の絶滅事件は気候および海水準変動に一致し、金属資源分布や炭化水素産地も容易に理解される。地理的および古生物地理的データは、古地磁気データから決定されたすべての古磁極と古赤道の位置と調和する。公表された海岸線の地理は、想定された大規模なパンサラッサ海、イアペタス海、およびテチス海が復元には必要でないことを示す。それとはちがって、これらの海洋は、大陸縁辺海としてのパンサラッサ海、イアペタス海、およびテチス海にとって代わられ、それらは、今日の太平洋、大西洋およびユーラシア地中海域の前身にほかならない。先カンブリア紀および顕生代の陸域は、伝統的なロディニア・ゴンドワナ・パンゲア超大陸とより小規模な亜大陸の面積に正確に一致し、全地球史をつうじての大陸の進化的発達を証拠づける。超大陸の形状は、大陸縁辺盆地とリフト帯における漸進的な地殻伸長、造山運動、ユースタシーおよび海進－海退による海水準変動、ならびに、中生代以降の現海洋の開口によって決定された。

地球リソスフェアの進化に関する新仮説

A New Hypothesis for Earth Lithosphere Evolution

James G. A. Croll : Civil and Environmental Engineering,
University College London, Gower Street, London wcl e
6bt, United Kingdom phone: 00442076792723, fax:
00442073800986, j.croll@ucl.ac.uk

過去50年間に、私たちの惑星の大陸および海洋地殻をかたちづくったと考えられている作用のモデル化に大きな変化が起こった。しかし、プレートテクトニクスには問題点が次第に増大してきたことが一般に認められている。

この論文は、プレートテクトニクスの実質的弱点が何であるかを要約して述べる。リソスフェアの多くの重要な物理的特徴を説明するには、地殻内において引張優勢期から圧縮優勢期への周期的大変化が必要であることが議論される。このような平面方向での圧縮および引張の周期的変化の起源を説明するこの新しい仮説は、地球の太陽周回軌道の長期的変化、ならびに、自転軸と軌道面との関係にかかわる熱構造の大きな変化にもとづいている。その結果として発生する太陽輻射レベルの変化、地

球表面における水-氷変化ならびにそれらの太陽輻射反射への影響、地熱エネルギー供給の熱的絶縁効果が複合して、リソスフェアの熱構造に大きな時空変化をもたらす。地殻が加熱された時の膨張が拘束されることによって、大規模な圧縮力が生じるであろう。冷却サイクルでは、この同じ拘束が、優勢な引張応力場をつくりだす方向に働く。このような熱負荷周期は、プレートテクトニクスによって不完全に説明されてきた多くの作用を駆動するポンプのように働くであろう。しかし、重要なことは、この新しい仮説が、プレートテクトニクスの多くの逆説を解決する点にある。

墓場からよみがえった二畳-三畳紀の沈み込みスラブ

Permo-Triassic Subducted Slabs Return from the Grave

Douwe G. Van der Meer : Utrecht University / Shell Exploration and Production, Kessler Park 1, Rijswijk, 2288GS, Netherlands, phone: +31704474538, douwe.vandermeer@shell.com

Douwe J.J. Van Hinsbergen : Paleomagnetic Laboratory, 'Fort Hoofddijk', Faculty of Geosciences, Utrecht University, Budapestlaan 17, Utrecht, 3584CD, Netherlands

この発表で、私たちは、沈み込んだプレート（スラブ）がマントル基底のD''層に貫入し、全マントル対流サイクルが完成する、というシナリオを検証する。地殻のレベルでは、沈み込むプレートの一部が、上盤プレートに付加され、造山帯を形成することがある。私たちは、造山期を沈み込み事件の開始および終了によって規定し、地震トモグラフィをマントル中のスラブを描出するために利用する。マントル基底部のスラブは地震波の高速度異常として認識され、北米-大西洋-ヨーロッパという枠組みでは、二畳-三畳紀のパンゲア西部活動縁で沈み込んだスラブに相当する。D''層は、最終的沈み込み（スラブの墓場 'slab graveyard'）とマントルプリューム起源領域の両方を代表する。これらのスラブを地表に投影した位置をとりまいて、中生代後期～新生代のマントルプリュームに関連した巨大火成活動域（Large Igneous Provinces）やホットスポットが多数認定され、スラブとマントル湧昇流との間に成因的関連があることを示唆する。この講演で、私たちは、4つの造山帯をマントルプリュームに関連づけ、スラブのマントル滞留時間を造山運動の開始とマントルプリュームの開始との間の230～250Myrと見積もる。この時間は、全マントル対流サイクルと同等であろう。古地理復元とトモグラフィ画像を比較することによって、かつての沈み込み帯の古経度を特定する斬新な方法が得られる。私たちの分析は、パンゲア西部とテチス海縁辺が、現在の想定よりも、経度で45°西方に位置していたことを示唆する。

炭化水素母岩評価における放射線輻射効果

Radioactive Irradiation Factor of Hydrocarbon Source Rock Evaluation

George Mirkin : Quanto International Co., Ltd. 260-21 Russell Hill Rd, Toronto, ON M4V 2T2 Canada
phone: 416-921-9710, fax: 416-921-9710 or 416-544-9510, quantointco@aol.com

炭化水素（HC）の源岩評価は、炭化水素鉱床の探査にとって重要な指標である。現在適用されている技術は、熱力学的原理にもとづいている。地熱要素だけを考慮する場合には、おもに、次の4つの評価方法が用いられている：Tisso' method, Lopatin' method, Lab-pyrolysis, Vitrinite reflection index.

同一対象へのこれらの方法を歴史的に適用すると、まったく異なる結果をもたらした。方法論的問題は、用いた地質パラメータ（古地温、古深度、など）の不確かさによっても拡大する。おおくのHC源岩は、放射性元素に富む。放射性壊変は、ケロジンの化学的変質の重要な原因である。Bazhenov 頁岩（西シベリア）の源岩評価は、ウランウムの壊変によって生成したエネルギーがケロジンの高度な成熟に十分であることを示す。

放射性古有機地球化学は、熱力学の原理にもとづく古有機地球化学とまったく異なる。それゆえ、ケロジン輻射によって生成した炭化水素基は、加熱による炭化水素基とは異なっている。輻射によって生成した炭化水素基の濃集は、地熱による過熱の場合と異なり、生成温度に依存せず、加えられた輻射に依存する。地熱によるケロジンの熟成は、同様の炭化水素基の濃集にかなり高い加熱温度が必要になる。したがって、源岩からの放射性炭化水素の抽出は、質的にも量的にも、地熱による抽出とは異なる。

天然の粘土触媒は、より低い地温で生成した炭化水素基を吸収する。集積した炭化水素基は、生成温度が100℃を超えると粘土構造が崩壊するために、急速に解放される。この方法で、炭化水素基の最高濃集が起きる。さらに、地熱および壊変（エンタルピー）熱の組み合わせによって、残留ケロジンの成熟がすすむ。

ミノア文明は、青銅器時代後期に発生した Thera 火山の噴火による巨大津波によって衰滅したのか？

Did the Minoan Civilization Decline Due to the Attack of the Large Tsunami Caused by the Late Bronze Age Eruption of Thera Volcano?

Gerassimos Papadopoulos and Anna Fokaefs : Insitute of Geodynamics, National Observatory of Athens, Lofos Nymfon,

Thissio, Athens 11810 Greece, phone: +302103490165,
g.papad@gein.noa.gr

前世紀にもっとも流布した地球科学の作業仮説の1つは、青銅器時代後期の東地中海で隆盛をきわめたクレタ島のミノア文明が、ギリシアのエーゲ海南部の Thera 火山におけるいわゆるミノア巨大噴火によって発生した大津波の影響によって衰退した、という考古学の故 Marinatos 教授 (1939) によって提案された仮説であった。エーゲ海南部の沿岸地帯における最近の地質研究は、ミノア津波堆積物の層厚は5～10cmで、ミノア噴火が実際に大津波をひきおこしたことを示す明確な証拠の一部であることを解明した。津波の数値シミュレーション結果は、ミノア津波が、クレタ島北部沿岸地帯では10～15mの波高をもっていたことを示す。インド洋において2004年12月26日に発生した破壊的津波のような最近の大津波からえられる経験にてらしてあわせてみると、これらの結果は、ミノア津波が、クレタ島の北海岸における船舶、港湾施設、および他の施設を破壊するのに十分なエネルギーをもっていたことを意味する。しかし、遙か内陸部にあったミノアの宮殿と都市を津波が破壊したことはなさそうである。それゆえ、私たちは、ミノア津波はミノア文明を攻撃したが、文明の衰退をひきおこしえなかったことはほぼ確実であると考えている。

ポスターセッション

メキシコ湾深部に産出した高ガンマ線頁岩
— 氾濫面源岩と絶滅に対する意味 —

Deep Water Gulf of Mexico High Gamma Ray Shales and
their Implications for Flooding Surfaces Source Rocks
and Extinctions

William J. Sercombe : GOM, BP, 200 Westlake Park blvd,
713A, Houston, TX 77079
phone: 281-366-3903, fax: 281-366-1231, sercomwi@bp.com
Thomas W. Radford : BP Algeria, BP, 240 4th Avenue SW,
PO Box 200, Station M, Calgary, AB T2P 2H8, Canada

高ガンマ線を放つ始新世の'高温'頁岩が、メキシコ湾南部の深海坑井で掘削された。2層準の顕著な頁岩は、40および50Maの年代範囲を示す。これらの頁岩は、もともとは盆地底の環境に堆積したものであるが、palinspasticallyに、20,000' sstvdよりも大きな水深に保存されている。そのような水深に堆積した'高温'頁岩の産出は、'高温'頁岩と最大海氾濫面との組み合わせについて疑問をよびおこす。汎世界的海水準変動の大大深環境への影響は、きわめて小さいであろう。大大深での'高温'頁岩は、それとは違って、広範囲にわたる石灰藻の繁殖と無酸素海洋環境をもたらした著しく高温の世界的温度上昇期を示唆する。この高温は、ハイドレードの融解、世界的な無酸素状態の洪水的拡大、世界

的なアルギン酸塩母岩の堆積、大気組成の変化、海陸における負荷/絶滅と動物群のlagerstättenの連鎖的発生をもたらす。これらの頁岩の年代は、Green River 頁岩、ドイツならびにエジプトのWale谷のMessel化石層におけるlagerstättenの遺骸群集に対比される。脊椎動物の遺骸群集は、同一場所で一緒に死滅した複数種を含む。関節でつながっていて、腐肉食動物に荒らされていない骨格遺骸は、おそらく致命的な大気温度が腐肉食者と腐肉食者を抑制したために、死後捕食が起らなかったことを示す。大量の化石が保存されていることも、温度変化が急激に起こったことを示唆する。Wale谷のlagerstättenは、カニ化石を含む赤色層からなる。カニ化石は、集団で同時に巣穴をつくった後に休眠状態で発見され、健全な動物群集が大量死したという急激な変化を示す。短期間の著しく極端な温度上昇をとまなう高温期によって、海域における深海性有機質'高温'頁岩と陸域における遺骸群集の組み合わせを説明できるだろう。

プレート境界での変形に関連する プレート内部の広域的侵食

Regional Intraplate Exhumation Related to Plate
Boundary Deformation

Paul Green¹, Ian Duddy¹, and Simon Holford²

(1) Geotrack International, Melbourne, Australia
mail@geotrack.com.au
(2) University of Adelaide, Adelaide, Australia

中生代～新生代にさまざまな程度に活動的であったプレート境界に囲まれた英国の堆積盆地は、プレート内部効果を研究するための壮大な実験室である。アイルランド海盆システムにおけるAFTA研究は、広域的なひろがり(～106 km²)をもち、厚さ約1km以上の堆積層を除去するような、一連の侵食事件がおこったことを解明した。北大西洋沖合での相当する構造的証拠は、最近、かなりの関心をよびおこした。しかし、陸上でのこれらの事件の効果ははるかに顕著で、相当する層序記録が保存されないほどである。これらの事件は、隣接するプレート境界での主要事件と密接に関連していて、成因的関連をもつ。同様なkm規模の侵食事件は、たとえば、オーストラリア南東部、南アフリカおよびブラジルのような他のプレート内部における熱年代学的研究によっても解明されている。アラビア卓状地におけるシーケンス層序学的研究によって、より小規模な鉛直スケール(約10～100m)の同様な効果を示す顕著な証拠が報告された。これは、存在するさまざまな規模の事件のうち、より大規模な事件だけが古熱学的手法で解明されうることを示す。その結果として形成される低角度の不整合面は、しばしば非堆積期間を示すものと解釈されるが、実際には、km単位の埋没とそれにつづく侵食事件が隠されている。

このように顕著な傾斜非整合がみられないことは、多くの剛塊域の安定性について間違ったみかたをもたらしてきた。このような事件を発生させたメカニズムは、広域的な炭化水素鉱床の将来性を敏感に制御しているにもかかわらず、それに関する信頼に足る説明がいまだに与えられていない。私たちは、その背後に隠されているメカニズムの研究に大きな関心を払うべきである。

広域電磁気探査によるヨーロッパ横断縫合線の中央部および隣接卓状地基盤の構造

The Structure of the Central part of Transeuropean Suture Zone and the Basement of Neighbouring Platforms Based on Regional Magnetotelluric Survey

Michal Stefaniuk¹, Jędrzej Pokorski², Tomasz Czerwinski¹, and Marek Wojdyła¹

(1) PBG Geophysical Exploration Company, Jagiellonska 76, Warsaw, 03-301, Poland

phone: +48 12 2690421 ext. 2, fax: +48 12 2690421 ext. 6, m_stefaniuk@pbg.com.pl

(2) Polish Geological Institute, Warsaw, Poland

2005-2006 年に、ポーランドを南西から北東へ横切る広域測線に沿って電磁気探査が実施された。この測線は、ポーランド中部の主要な地質構造を横断する。主要な地質構造には、パリスカン変動を受けていない地帯、パリスカン変動の前縁沈降帯、ヨーロッパ横断縫合帯、および東ヨーロッパ剛塊の縁辺帯が含まれる。測線の総延長は約 700km で、約 4km という中程度の間隔で 161 ヶ所の深部電磁気探査サイトが設けられた。このプロジェクトの主要目的は、鉱石（Zechstein）堆積盆の地下構造の解析、地殻深部とくに、東ヨーロッパ～中部ヨーロッパの先カンブリア剛塊と古生界構造との接合部における抵抗値分布の評価にある。電磁気探査結果の地球物理学的解析は、1 次元および 2 次元インバージョンにもとづいて行なわれた。地質層序の上部は比較的水平的な層でできているので、1 次元解析モデルの適用が有効である。1 次元解析の初期モデルは、坑井における電磁気検層結果にもとづく。2 次元インバージョンの初期モデルは、1 次元電磁気探査インバージョンおよび地震データ解析断面の浅層構造モデルを利用して構成された。探査測線に沿う抵抗値分布モデルは、地球物理学的解釈の結果としてえられた。たいへん興味深いことは、Zechstein 蒸発岩体と結晶質基盤の間にある地層の変化に富む抵抗値、ならびに、ヨーロッパ剛塊基盤中での抵抗値変化である。

地震工学の付加価値：地球科学者と技術者の協働方法

Added Value of Seismic Engineering: A Collaborative

Way Between Geoscientists and Engineers

Endro Hartanto : Engineering Dept, PERTAMINA EP Region Jawa, PERTAMINA EP, Jl. Parta No. 1, Cirebon, 45151, Indonesia, phone: 62 231 2512674, fax: 62 231 2512126, endro.hartanto@pertamina-epjawa.com

Asep Samsul Arifin : Exploration Dept, Pertamina EP, Jl. Medan Merdeka Timur No. 6, Jakarta, 10110, Indonesia Bambang Widjanarko, Engineering Dept., PERTAMINA EP Region Jawa, Jl. Patra No. 1, Cirebon, 45151, Indonesia

地震工学は、油槽問題を解決するためだけではなく、工学的問題を解決する地震学の 1 分野である。この広義の定義は、地球科学者と技術者が相互に協働しなければならないことを意味する。このような地震工学の一例として、油槽中の圧力分布予測と油槽の力学特性があげられる。地震データによる圧力分布予測は、掘削計画の立案のみならず、たとえば、炭化水素回収を増大させるための EOR 計画の立案にも有用である。いくつかの会社は、EOR 計画を実施するために 4 次元地震プログラムを利用している。この経時的地震データを解析することによって、油槽のいくつかの力学パラメータを測定することができる。

EOR 計画のための圧力分布予測の簡単な方法は、3 段階からできている。第 1 段階は、対象層の既存坑井から圧力分布を求めることである。第 2 段階は、対象層の圧力特性に関係した地震特性を構築することにある。そして、最終段階は、坑井および地震データを統合して圧力分布を求めることである。

地震工学の第 2 の例は、時間断面の深度断面への変換（TDC）である。地震工学の定義にしたがえば、TDC は技術者によって利用されるケーシング計画や他の坑井計画にとって基本的情報でもある。地震工学の必要性が増大しているので、このパラダイムシフトを地球科学者と技術者の間でうまく調整するための緊密な連携が求められている。地震工学の鮮明な目標によって、石油ガス会社の上流部門における主要課題はいっそう拡大するものと期待される。

大円、膨張する地球、および、かつて見たことのない地殻の移動

Great Circles, An Expanding Earth, and Previously Unseen Crustal Shifting

Keith P. Wilson : Expanding Earth Knowledge, Co, 760 Fairmount Ave, Saint Paul, MN 55105, phone: 612-296-4464, kpwilson@prodigy.net

プレートテクトニクスは、地表付近の観察を評価する基

本的視点を形成した。このパラダイムには、それにとって代わるものが存在する。とって代わるものの1つは、地球膨張学説である。この学説は、1年に約3/4の急速な半径膨張を示す。膨張前の地球直径は、これまで、今日の大きさの55～80%と見積もられてきた。そのような体積増加の原因と効果を説明するために、“下方からの力”，水素放出，および、その他の学説が提示された。

この論文は、そのような観点にもとづいて、新たな成果を付け加える。ここでは、地表の多くのリニアメント地形—海岸線，山脈，島列などが、地球上の5つの重要な地点のまわりに配列しているを示す。これらの地点は、地球上のこれらの地形を連ねる大円を相互に連結していると見ることができる。これらの5地点が引張場を代表することは明らかであり、それらのまわりで地球が周期的に膨張している。これらの地点の分析は、次のようなさまざまな解釈をもたらす。a) 大陸性陸塊がどのようにして形状を変化させるか、b) 大陸陸塊は、かつて、より小さい地球にどのように適合していたのか、c) 島弧やホットスポット海山列にさまざまな解釈をもたらす、そして、d) 宇宙的原因との関係を示唆する。この論文は、プレートテクトニクスに反対する地球膨張に楽しい見方を提供する。これらの可視化された拡大帯に油ガス田位置を重ね合わせると、新しい油・ガス田地帯の存在を専門家に実際に提案することができる。

インド Cambay 盆地の Narmada 地塊北部に 火成ダイアピリズムが発生した証拠

Evidences of Igneous Diapirism in Northern Part of Narmada Block, Cambay Basin, India

Steenivasan Rangarajan : GP-08, GPS, OIL & NATURAL
GAS CORPORATION LIMITED, LUIT BHAVAN, Jorhat,
Assam 785704 India
phone: +91-135-2756299, rangarajans3@gmail.com

インド半島北西縁近くに位置する鋭くとがった Cambay リフト盆地は、第三紀～第四紀堆積物に埋積されている。この盆地は第四紀沖積層にほぼ完全におおわれ、南部の ENW-WSW 方向に伸長した2, 3のドーム沿いにだけ第三系が露出する。あるドームにおける反射法地震探査によって、明瞭な傾斜不整合を形成した隆起運動が暁新世末に発生したことが明らかになった。これは、盆地内におけるリフティングにともなう一連の熱力学的事件の結果である、と提案された。地震探査データは、最近形成された大規模な地下背斜構造が存在することも示す。この構造の形成については、かつて、さまざまに解釈されてきた。たとえば、ヒマラヤ造山帯に由来する圧縮応力、ドームの北方を境する Narmada 地質断層帯に沿うひねり、あるいは、隆起運動によって形成されたという。この論文では、この構造が1つの隆起構造であり、かつての解釈が不合理であることが議論される。最近の隆起運動は、

この構造の下にマグマが上昇しているためであると推論される。北部では隆起を縁どる堆積層に明瞭な下方撓曲がみられ、それは、マグマの下降によって形成された陥没構造であると解釈される。これは、背斜の下へ同時上昇するマグマのダイアピル運動を示唆する。これは、おそらく、マグマのダイアピル運動が反射地震データに記録された最初の例であろう。

北部メキシコ湾の受動的大陸縁に沿う広域的運動は 盆地側への側方テクトニクスを示す

Regional Motions Along the Northern Gulf of Mexico Passive Continental Margin Indicate Lateral Basinward Tectonics

Allen Lowrie : Consultant, 238 FZ Gross Road, Picayune, MS
39466, phone: 228-688-5485, allen.lowrie@navv.mil
Juan Lorenzo : Geology and Geophysics, Louisiana State
University, Baton Rouge, LA 70803
Nancye Dawers : Department of Geology, Tulane University,
New Orleans, LA 70118

受動的大陸縁、とくに、メキシコ湾北部の基本構造のレビューによると、大陸縁の全長に沿ってひろがる堆積盆地における大陸縁での運動は、一般的に、斜面を下って盆地側へ向かう運動方向を示す。メキシコ湾北部では、かつてアラカンサス州の Little Rock で示されたように、大陸縁は fall line (滝線) にはじまり、メキシコ湾の深海平原まで達する。この大陸縁は、傾斜方向の距離は緯度で約 10°、約 1,200km である。この勾配は、陸域での約 500m の海拔高度から、海底では 2.5～3km の深度に達する。造構的沈降がすすむにつれてリフト盆地が進化するので、リフトの基盤ブロックは沈降し、盆地側へ回転し、沈降速度は海洋底拡大あるいはプレートテクトニクスによって規定される。被覆堆積層における造構運動は、リストリック断層に代表されるように、展張的である。局所的な圧縮場が、リストリック断層の爪先部分に形成される。頁岩 / 岩塩の主要な移動は、盆地側への ' 造構流出 (tectonic escape) ' として発生し、運動は全般的に傾斜を下る向きになる。このような大陸縁における無数の広域的 / 局所的 / 微視的規模の運動は、瞬時から地質学的時間をかけたゆっくりとしたものまで、著しく幅広い速度範囲をもつ。第2オーダーの堆積ユニットは、堆積盆地の進化に規定された当時の深度におけるシーケンス層序および地震層序に記録された堆積物から決定される。堆積物は堆積深度を記録していて、かなり古期の堆積物に例示されるように、堆積物は地下深部に埋没し、現在ではその地域は深海底の深度に沈降している。一連の運動とそれとともなって移動ルートに沿った熱 / 流体の集積および可動性の増大などの地球物理学的変化は、大陸縁の進化を記述するための一般的用語「大陸縁テクトニクス "margin tectonics"」とよばれるであろう。

ISBA : 構造的に複雑な地域における石油システム評価を めざす方法論プロジェクト

ISBA : a Methodological Project for Petroleum Systems Evaluation in Complex Areas

M. Thibaut : Geology-Geophysics-Geochemistry, IFP, 1-4
rue Bois Preau, Rueil Malmaison, 92500, France, phone:
0033147527235, uriel.thibaut@ifp.fr

最近の油・ガス探査の状況を考慮すると、将来の新しい
発展は、より深く、構造がより複雑な候補地において
油槽を探知する私たちの能力の如何にかかわっている。
さらに、石油システム評価および堆積盆地モデル手法に
は、あらゆる造構環境（圧縮、展張、および岩塩テクト
ニクス）にある成熟した既開発域における炭化水素ポテ
ンシャルに関する知識を改良することが求められる。し
かし、地震探査結果の画像化、構造復元、とくに現在お
よび造構変形の各進行段階における地質構造の幾何学的
記述を考慮した3次元堆積盆地モデル化などの技術を高
い信頼性をもって適用することは困難な状況にある。今
後数年間にわたって挑戦すべき課題は、堆積盆地規模の
構造変形の運動像を、圧力場の評価や温度履歴と組み合
わせて適切にとりあつかうことである。

さまざまな複雑な地質状況、すなわち、岩塩テクトニ
クス、圧縮場および展張場において、試験的プロジェクト
ISBA が実施された。最初の事例研究は、北部アパラチア
山脈のケベック州に位置する Gaspe 半島における圧縮環
境で行なわれる。この ISBA プロジェクトには、私たち
の革新的な技術を適用するための協力とデータ取得が期
待される。

Chaudwan, Domanda および Takht-E-Sulaiman 断層地帯(パ キスタン) における Sulaiman 褶曲帯における地震探査断 面の層序学的ならびに構造地質学的解釈

Stratigraphic & Structural Interpretation of Seismic Profile in the North-Eastern Part of Sulaiman Fold Belt in the Vicinity of Chaudwan, Domanda and Takht-E-Sulaiman Fault (Pakistan)

Shazia Asim : Quaid-I-Azam University, Islamabad, Pakistan,
phone: 923009505000, naseem_shazia@hotmail.com

パキスタンのブロック 34 地域 (Sulaiman 褶曲帯)
におけるマイグレーション地震探査断面 Line No.
BG34-94-06 および BG34-94-01 が、解析される。Line
BG34-94-06 のデータの質はあまりよくない。そこで、
BG34-94-01 が解析に利用される。この断面は、shot-

point 175 で、BG34-94-06 と交差する。坑井記録 (Gulan-01
および Saviragha-01) と地表地質踏査結果をもちい
て、深度断面モデルが作成された。Domanda 断層は、
BG34-94-06 の shot-point 800 に位置する。Domanda 断
層は地下へ投影され、shot-point 860、深度 2,200m で
2つの部分に分岐する。断層 1 は東傾斜の主断層で、深
度 8,000m において基底剥離レベル (Basal detachment
level) とよばれる。断層 2 は、semer 頁岩 (中生代)
中の深度 6,000m で東へ向かって傾斜するもう 1 つの剥
離レベルを示す。深度モデルは、Domanda 断層に対
して第三紀層が露出していることも示す。Kirthar 層は、
shot-point 870 ~ 569 (1569) において海底へ露出する。
中生界の岩石も、shot-point 800 ~ 860 に海底露出する。
基盤は、深度 8,000 m に位置している。

ベトナムの White Tiger 油田の例にみられる 花崗岩中のガス

Oil in Granites on Example of White Tiger Field, Vietnam

Tatyana Nickolaevna Nemchenko : Petro Alliance,
Novokonjushennyi pereulok, 11, flat 12, Moscow, 119121,
Russia, phone: +7(495) 2464142, tnemch@msk.org.ru

Alla Semenovna Memchenko-Rovenskaya : Vernadsky
Institute of Geochemistry, Russian Academy of Sciences,
Moscow, 119121, Russia

Eugeniy Georgievich Areshev : State Commission on
Reserves of the Russian Federation, Bolshaya Polyanka, 54,
Moscow, 119121, Russia

White Tiger 油田の花崗岩中の特異なプールでの石油生
成問題は、勝利油田 (中国)、Sarir (リビア)、Bombay-
Hay (インド)、La-Pas (ベネズエラ)、Kern-River (ア
メリカ合衆国) などのような世界中のさまざまな堆積盆
地の基盤中に胚胎する油田の発見と形成機構という観点
から、科学的にも探鉱上でもきわめて重要な存在であ
る。もっとも顕著な発見は、ベトナム大陸棚上の White
Tiger 油田で、埋蔵量は 7 億トンと見積もられる。White
Tiger は南ベトナム沖の巨大油田で、それが胚胎する
Kyulong 凹地は、結晶質基盤岩とそれを被覆する漸新世
~ 中新世の碎屑性堆積物で構成されている。主要な大規
模貯留槽は、基盤の花崗岩類中に賦存する。被覆堆積物
(中新統および漸新統) 中の地質油槽を合算しても、基
盤岩中の埋蔵量の約半分にすぎない。基盤岩中に集積し
た石油の生成問題は、議論の分かれる問題である。ある
科学者らは非生物起源説をとり、基盤岩中の石油は深
部 (マントル?) の供給源から断裂に沿って上昇した炭
化水素流によって形成されたとする。逆の意見は生物起
源説であり、石油は堆積岩中で生成し、側方移動によ
って破断した基盤岩中に胚胎したという。White Tiger の
石油と岩石に関する統合的な地質学的・地球化学的およ

び分析的研究は、ある結論を導いた。それは、特異な White Tiger 油田の石油は生物起源であり、主要な根源岩は石油発生ポテンシャルをもつ漸新世岩石であり、高い有機物含有量を示す。

2007 年 12 月 8 日 アテネ / ベルゲンにて

招聘者両名 : Stavros T. Tassos and Karsten M. Stoetvedt

=====

2007 年 AGU 秋季大会の概要 2007 AGU FALL MEETING SUMMARY

アメリカ地球物理学連合 (American Geophysical Union) の第 30 回大会が、サンフランシスコで 2007 年 12 月 10 ~ 14 日に開催された。この年の大会には、全世界から 1 万人以上の科学者が参加し、参加者の専門分野は宇宙物理から高圧高温条件での鉱物物理にわたる。いくつかの脚光をあびたセッションは、「地球-宇宙科学の情報学」と「教育と人的資源」であり、それらは、この地球物理学学会の恒常的セッションになった。今年の大会で、世界中の地球物理学研究者は、自らのセッションを提案することができるようになった。それによって、この学界連合の大会は、より幅ひろく、そして、興味深い事業になった、と私は信じている。

この記事の著者は、「二連惑星系としての地球と月」というセッションを申請した。このセッションは、AGU 職員によって了承されたが、プレートテクトニクスに代わる地球テクトニクス仮説を議論するもう 1 つのセッションは拒否された。組織された科学者集団は、その組織に非伝統的な考え方が流入することに耐えられなかったのであろう。この会合を通じて、すべての発表において、プレートテクトニクスは学説として扱われ、「プレートテクトニクス学説の導入以来、未解明の根本問題の 1 つは、プレート運動の始動力学と同様に、どのようにして、いつプレートテクトニクスが始まったのか、ということの理解であった。.... プレートテクトニクスの主要な駆動要因に関する合意は存在しない...」(A Hypothesis...., Haluk Cetin, 2007 AGU Fall Meeting)。なんとすばらしい“学説”であろうか！

に関する私たちの知識の主要な源泉である。地球物理学では、それらは重力・ジオイド・磁気・地形および衛星観測にもとづく他の全地球モデルである。多数の貴重な情報が、重力回復と気候実験 (GRACE: Gravity Recovery And Climate Experiment) から得られた。NASA/DLR 合同ミッションに組み込まれた双子衛星が、2002 年 3 月 17 日に打ち上げられ、2002 年 5 月に科学的観測をはじめた。5 年の観測期間のうちに、GRACE は、陸・海洋・大気と寒冷圏 (cryosphere) との間での質量移動を地球規模で観測した。最近の 5 年近くの期間にわたって GRACE によって測定された一連の微小な重力変化は、地球システムの力学に対する新しい洞察をもたらした。

地球内部に関するその他の重要な情報源は、地震トモグラフィである。それは、プレートテクトニクス“学説”の未解決な問題を解決したであろうか？ Adam Dziwonski は、氏の講演『地震トモグラフィとマントル流動』のなかで、次のように述べている。「今年は、全地球地震トモグラフィのはじまりから 30 周年にあたる。地球内部の速度不均一性を描出することが、地球ダイナミクスの根本問題のいくつかに答をあたえることが期待されていた。これは、もともと考えられていたことがらに比べて、より困難な事態をうみだした...」。MIT の R. Van der Hilst は、氏の講演『P 波 走時トモグラフィから求めた全地球的スラブ構造：成層対流でも、全マントル対流でもない』のなかで、次のように述べた。「私たちのモデルは.... リソスフェアスラブがマントルへ沈み込むスタイルにはさまざまなものがあり.... その結果は.... 深度 660km で厳密に成層している、あるいは、さまたげられることのない全マントル対流、といった正規のモデルには調和していない。」

もっとも出席者が多かったセッションは、現在の全地球的気候変化に割り当てられたものである。気候変動に関する政府間パネル (IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change) によると、今世紀に人類は多くの将来的困難に直面する。それらは、淡水資源の枯渇、大気汚染、不健康な環境、などである。これらの発表のなかでもっともしばしば聞いたことばは、適応 adaptation であった。実際、このことばは、来るべき末世を生き抜くためには自助努力せよ、ということの意味する。

真実のデータと観察が、依然として、地球の作用と構造

Leo Maslov Leo.maslov@org.edu

ニ ュ ー ス NEWS

(矢野 孝雄 [訳])

全地球的気候変動：バリ会議 国連への公開書簡

GLOBAL CLIMATE CHANGE; BALI CONFERENCE OPEN LETTER TO THE UNITED NATIONS

国連への科学者たちの手紙の中の重要な引用句：「起こりつつある全地球的気候変化を防止しようとする試みは結局のところ無駄であり、人類がまさしく直面している問題に費やすべき資源の悲惨な浪費である。」

Ban Ki-Moon 閣下
事務総長
国際連合、ニューヨーク、N.Y.

事務総長 殿

趣旨：世界をまったく間違った方向に導きつつある国連の気候会議

時代とともに人類に影響を与えてきた自然現象である気候変化を、押し留めることはできない。地質学的、考古学的、先文字および文字文明史はすべて、気温、降水量、風、そして他の気候変数の予測できない変化が、過去の社会に劇的な挑戦を求めてきたことを証明している。私たちは、それゆえ、経済成長と資材生産をすすめることによって、これらの自然現象の全変化に弾力的であるように国家を整備することが必要である。

国連の気候変動に関する政府間パネル（IPCC）は、人類がつくりだした二酸化炭素（CO₂）—植物の光合成に不可欠な非汚染気体—の気候への影響についての警告をしだいに強化する結論を発表してきた。私たちは、彼らをCO₂排出を有害なものとするようにさせた証拠を理解しているが、IPCCの結論は、将来の繁栄（順境）を著しく減少させるであろう政治を遂行するための正当な理由としては全く不適切である。とくに、人類の温室効果ガス排出を減少させることによって地球の気候を大きく変化させることが可能である、ということは確定されたことではない。その頂点において、排出を減少させる試みは発展を減速させるであろうがゆえに、現在の国連のCO₂を減少させるとりくみは、それを減少させることよりも、将来の気候変動からこうむる人類の被害を拡大させるであろう。

政策決定担当者のためのIPCC要約版は、政治家や科学者でない人々にもっとも広く読まれたIPCC報告書である。しかし、この要約版は、各国政府の代表者によって一行ずつ承認された最終原稿として、比較的少数の中心的執筆陣によって準備された。IPCCへの貢献者と査読者の大半、そして、これらの問題についてコメントする資格がある数万人の科学者たちは、これらの原稿の準備に携わっていない。要約版は、それゆえ、専門家の間の合意を代表しえない。

この事実は、IPCC要約版が与える印象とは逆である。

* 氷河の後退、海水準上昇、温度に敏感な種の移動といった最近の観察は、異常な気候変化の証拠にはならない。というのは、これらのいずれもが、既知の自然変化の範囲を超えるものではないからである。

* 20世紀後半に衛星によって記録された0.1～0.2℃/10年の平均的温暖化速度は、過去10,000年にわたる温暖化および寒冷化を示す既知の自然速度の範囲内に収まる。

* 幾人かのIPCC主要代表者を含む指導的科学者たちは、今日のコンピュータモデルでは気候予測ができないことを認めている。これと整合して、そして、温度上昇を示すコンピュータ予測にもかかわらず、1998年以降は、実質的な地球温暖化は起きていない。最近の気温の頭打ち状況が20世紀後半の温暖化に後続していることは、自然界における数10年～1,000年単位の気候サイクルが今日へ連続していることと調和的である。

気候変動科学に“決着がついた”との、しばしばくりかえされる主張とは全く逆に、専門家によって査読された新しく重要な研究は、人類が引き起こした危険な地球温暖化という仮説に、より大きな疑問を投げかけた。しかし、IPCCワーキンググループは、2005年5月に出版された研究に配慮するよう教育されているため（http://ipcc-wgl.ucar.edu/wgl/docs/wgl_timetable_2006-08-14.pdf）、彼らの報告書にはこれらの重要な発見が含まれていない。すなわち、IPCC評価報告書は、すでに、実質的に時代遅れなのである。

バリで開催された国連気候会議は、京都議定書の失敗から明らかになった教訓を無視し、ヨーロッパの炭素排出権取引市場の混乱した状況、温暖化効果ガスの排出を抑制するための他の経済的誘導に効果がないことを無視して、世界を厳格にCO₂削減を進める方向に導こうとしてきた。費用対効果の分析は、限定的なCO₂の排出を目標として、エネルギー消費を頭打ちにさせ、減少させるための全地球的基準の導入を支持しない。さらに、“予防原理”の適用は不合理である。というのは、今後、中程度の期間のうちに、気候の寒冷化と温暖化が現実にかかる可能性を多くの科学者が認識しているからである。

11月27日の国連計画の人類発達報告書に図示されているように「気候変動との戦い」という現在の国連の中心的観点は、どのような対応をとるにしても、不可避免な自然気候変動の兆候から各国政府の関心をそらせている。そのような変化のための国家および国際計画が必要であり、直面する環境問題にもっとも抵抗力のない私たち市民が適合できるような援助に焦点をしばるべきである。起こりつつある全地球的気候変化を抑制する試みは、究極的には無駄になり、ほんとうに人類におしよせている問題のために費やすべき資源の悲劇的な誤投入である。

以下には、バリで開催された国連気候会議の際に、Ban Ki-moon国連事務総長に宛てた12月13日付の手紙の署名が掲げられる。

Ian D. Clark, PhD, Professor, isotope hydrogeology and paleoclimatology, Dept. of Earth Sciences, University of Ottawa.

Richard S. Courtney, PhD, climate and atmospheric science consultant, IPCC expert reviewer, U.K.

Willem de Lange, PhD, Dept. of Earth and Ocean Sciences, School of Science and Engineering, Waikato University, New Zealand

David Deming, PhD (Geophysics), Associate Professor, College of

- Arts and Sciences, University of Oklahoma
- Freeman J. Dyson, PhD, Emeritus Professor of Physics, Institute for Advanced Studies, Princeton, N.J.
- Don J. Easterbrook, PhD, Emeritus Professor of Geology, Western Washington University
- Lance Endersbee, Emeritus Professor, former Dean of Engineering and Pro-Vice Chancellor of Monash University, Australia
- Hans Erren, Doctorandus, geophysicist and climate specialist, Sittard, The Netherlands
- Robert H. Essenhigh, PhD, E.G. Bailey Professor of Energy Conversion, Dept. of Mechanical Engineering, The Ohio State University
- Christopher Essex, PhD, Professor of Applied Mathematics and Associate Director of the Program in Theoretical Physics, University of Western Ontario
- David Evans, PhD, mathematician, carbon accountant, computer and electrical engineer and head of 'Science Speak,' Australia
- William Evans, PhD, editor, American Midland Naturalist; Dept. of Biological Sciences, University of Notre Dame
- Stewart Franks, PhD, Professor, Hydroclimatologist, University of Newcastle, Australia
- R. W. Gauldie, PhD, Research Professor, Hawai'i Institute of Geophysics and Planetology, School of Ocean Earth Sciences and Technology, University of Hawaii at Manoa
- Lee C. Gerhard, PhD, Senior Scientist Emeritus, University of Kansas; former director and state geologist, Kansas Geological Survey
- Gerhard Gerlich, Professor for Mathematical and Theoretical Physics, Institut für Mathematische Physik der TU Braunschweig, Germany
- Albrecht Glatzle, PhD, sc.agr., Agro-Biologist and Gerente ejecutivo, INTTAS, Paraguay
- Fred Goldberg, PhD, Adjunct Professor, Royal Institute of Technology, Mechanical Engineering, Stockholm, Sweden
- Vincent Gray, PhD, expert reviewer for the IPCC and author of The Greenhouse Delusion: A Critique of 'Climate Change 2001, Wellington, New Zealand
- William M. Gray, Professor Emeritus, Dept. of Atmospheric Science, Colorado State University and Head of the Tropical Meteorology Project
- Howard Hayden, PhD, Emeritus Professor of Physics, University of Connecticut Louis Hissink MSc, M.A.I.G., editor, AIG News, and consulting geologist, Perth, Western Australia
- Craig D. Idso, PhD, Chairman, Center for the Study of Carbon Dioxide and Global Change, Arizona
- Sherwood B. Idso, PhD, President, Center for the Study of Carbon Dioxide and Global Change, AZ, USA
- Andrei Illarionov, PhD, Senior Fellow, Center for Global Liberty and Prosperity; founder and director of the Institute of Economic Analysis
- Zbigniew Jaworowski, PhD, physicist, Chairman - Scientific Council of Central Laboratory for Radiological Protection, Warsaw, Poland
- Jon Jenkins, PhD, MD, computer modelling - virology, NSW, Australia
- Wibjorn Karlen, PhD, Emeritus Professor, Dept. of Physical Geography and Quaternary Geology, Stockholm University, Sweden
- Olavi Kärner, Ph.D., Research Associate, Dept. of Atmospheric Physics, Institute of Astrophysics and Atmospheric Physics, Toravere, Estonia
- Joel M. Kauffman, PhD, Emeritus Professor of Chemistry, University of the Sciences in Philadelphia
- David Kear, PhD, FRSNZ, CMG, geologist, former Director-General of NZ Dept. of Scientific & Industrial Research, New Zealand
- Madhav Khandekar, PhD, former research scientist, Environment Canada; editor, Climate Research (2003-05); editorial board member, Natural Hazards; IPCC expert reviewer 2007
- William Kininmonth M.Sc., M. Admin., former head of Australia's National Climate Centre and a consultant to the World Meteorological organization's Commission for Climatology
- Jan J.H. Kop, MSc Ceng FICE (Civil Engineer Fellow of the Institution of Civil Engineers), Emeritus Prof. of Public Health Engineering, Technical University Delft, The Netherlands
- Prof. R.W.J. Kouffeld, Emeritus Professor, Energy Conversion, Delft University of Technology, The Netherlands
- Salomon Kroonenberg, PhD, Professor, Dept. of Geotechnology, Delft University of Technology, The Netherlands
- Hans H.J. Labohm, PhD, economist, former advisor to the executive board, Clingendael Institute (The Netherlands Institute of International Relations), The Netherlands
- The Rt. Hon. Lord Lawson of Blaby, economist; Chairman of the Central Europe Trust; former Chancellor of the Exchequer, U.K.
- Douglas Leahey, PhD, meteorologist and air-quality consultant, Calgary
- David R. Legates, PhD, Director, Center for Climatic Research, University of Delaware
- Marcel Leroux, PhD, Professor Emeritus of Climatology, University of Lyon, France; former director of Laboratory of Climatology, Risks and Environment, CNRS
- Bryan Leyland, International Climate Science Coalition, consultant and power engineer, Auckland, New Zealand
- William Lindqvist, PhD, independent consulting geologist, Calif.
- Richard S. Lindzen, PhD, Alfred P. Sloan Professor of Meteorology, Dept. of Earth, Atmospheric and Planetary Sciences, Massachusetts Institute of Technology
- A.J. Tom van Loon, PhD, Professor of Geology (Quaternary Geology), Adam Mickiewicz University, Poznan, Poland; former President of the European Association of Science Editors
- Anthony R. Lupo, PhD, Associate Professor of Atmospheric Science, Dept. of Soil, Environmental, and Atmospheric Science, University of Missouri-Columbia
- Richard Mackey, PhD, Statistician, Australia
- Horst Malberg, PhD, Professor for Meteorology and Climatology, Institut für Meteorologie, Berlin, Germany
- John Maunder, PhD, Climatologist, former President of the Commission for Climatology of the World Meteorological Organization (89-97), New Zealand
- Alister McFarquhar, PhD, international economy, Downing College, Cambridge, U.K.
- Ross McKittrick, PhD, Associate Professor, Dept. of Economics, University of Guelph
- John McLean, PhD, climate data analyst, computer scientist, Australia
- Owen McShane, PhD, economist, head of the International Climate Science Coalition; Director, Centre for Resource Management

Studies, New Zealand
 Fred Michel, PhD, Director, Institute of Environmental Sciences and
 Associate Professor of Earth Sciences, Carleton University
 Frank Milne, PhD, Professor, Dept. of Economics, Queen's University
 Asmund Moene, PhD, former head of the Forecasting Centre,
 Meteorological Institute, Norway
 Alan Moran, PhD, Energy Economist, Director of the IPA's
 Deregulation Unit, Australia
 Nils-Axel Morner, PhD, Emeritus Professor of Paleogeophysics &
 Geodynamics, Stockholm University, Sweden
 Lubos Motl, PhD, Physicist, former Harvard string theorist, Charles
 University, Prague, Czech Republic
 John Nicol, PhD, Professor Emeritus of Physics, James Cook
 University, Australia
 David Nowell, M.Sc., Fellow of the Royal Meteorological Society,
 former chairman of the NATO Meteorological Group, Ottawa
 James J. O'Brien, PhD, Professor Emeritus, Meteorology and
 Oceanography, Florida State University
 Cliff Ollier, PhD, Professor Emeritus (Geology), Research Fellow,
 University of Western Australia
 Garth W. Paltridge, PhD, atmospheric physicist, Emeritus Professor
 and former Director of the Institute of Antarctic and Southern
 Ocean Studies, University of Tasmania, Australia
 R. Timothy Patterson, PhD, Professor, Dept. of Earth Sciences
 (paleoclimatology), Carleton University
 Al Pekarek, PhD, Associate Professor of Geology, Earth and
 Atmospheric Sciences Dept., St. Cloud State University, Minnesota
 Ian Plimer, PhD, Professor of Geology, School of Earth and
 Environmental Sciences, University of Adelaide and Emeritus
 Professor of Earth Sciences, University of Melbourne, Australia
 Brian Pratt, PhD, Professor of Geology, Sedimentology, University of
 Saskatchewan
 Harry N.A. Priem, PhD, Emeritus Professor of Planetary Geology and
 Isotope Geophysics, Utrecht University; former director of the
 Netherlands Institute for Isotope Geosciences
 Alex Robson, PhD, Economics, Australian National University
 Colonel F.P.M. Rombouts, Branch Chief - Safety, Quality and
 Environment, Royal Netherlands Air Force
 R.G. Roper, PhD, Professor Emeritus of Atmospheric Sciences,
 School of Earth and Atmospheric Sciences, Georgia Institute of
 Technology
 Arthur Rorsch, PhD, Emeritus Professor, Molecular Genetics, Leiden
 University, The Netherlands

Rob Seagel, M.Sc., forest microclimate specialist, principal consultant,
 Pacific Phytometric Consultants, B.C.
 Tom V. Segalstad, PhD, (Geology/Geochemistry), Head of the
 Geological Museum and Associate Professor of Resource and
 Environmental Geology, University of Oslo, Norway
 Gary D. Sharp, PhD, Center for Climate/Ocean Resources Study,
 Salinas, CA
 S. Fred Singer, PhD, Professor Emeritus of Environmental Sciences,
 University of Virginia and former director Weather Satellite Service
 L. Graham Smith, PhD, Associate Professor, Dept. of Geography,
 University of Western Ontario.
 Roy W. Spencer, PhD, climatologist, Principal Research Scientist,
 Earth System Science Center, The University of Alabama,
 Huntsville
 Peter Stilbs, TeknD, Professor of Physical Chemistry, Research Leader,
 School of Chemical Science and Engineering, KTH (Royal Institute
 of Technology), Stockholm, Sweden
 Hendrik Tennekes, PhD, former director of research, Royal
 Netherlands Meteorological Institute
 Dick Thoenes, PhD, Emeritus Professor of Chemical Engineering,
 Eindhoven University of Technology, The Netherlands
 Brian G Valentine, PhD, PE (Chem.), Technology Manager - Industrial
 Energy Efficiency, Adjunct Associate Professor of Engineering
 Science, University of Maryland at College Park; Dept of Energy,
 Washington, DC
 Gerrit J. van der Lingen, PhD, geologist and paleoclimatologist,
 climate change consultant, Geoscience Research and Investigations,
 New Zealand
 Len Walker, PhD, Power Engineering, Australia
 Edward J. Wegman, PhD, Department of Computational and Data
 Sciences, George Mason University, Virginia
 Stephan Wilksch, PhD, Professor for Innovation and Technology
 Management, Production Management and Logistics, University of
 Technology and Economics, Berlin, Germany.
 Boris Winterhalter, PhD, senior marine researcher (retired), Geological
 Survey of Finland, former professor in marine geology, University
 of Helsinki, Finland
 David E. Wojick, PhD, P.Eng. energy consultant, Virginia
 Raphael Wust, PhD, Lecturer, Marine Geology/Sedimentology, James
 Cook University, Australia
 A. Zichichi, PhD, President of the World Federation of Scientists,
 Geneva, Switzerland; Emeritus Professor of Advanced Physics,
 University of Bologna, Italy.

第 33 回万国地質学会ニュース
33RD INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS NEWS
未来にむけた重要な会議 IMPORTANT VENUE AHEAD
シンポジウム New Concepts in Global Tectonics
第 33 回 IGC, オスロ, 2008 年 8 月 6-14 日

私たちは、みなさまをこの重要な科学集会へお招きできることを嬉しく思い、要旨を提出されるようお願いす

る。最近ギリシアで開催された AAPG エネルギー会議では、地質学の基本問題がひろく議論された。その雰囲気

は、全般にわたって、おどろくほど和気藹々とした、くつろいだものであった。『全地球的ならびに広域地質における非伝統的な学説とアイデア』（議長：S.T. Tassos ならびに K.M. Storetvedt）の午前中の口頭発表セッションが終了して会議室を出るときに、ある聴衆が「私は非伝統的な学説の説明能力に驚いています」とコメントされた。おそらく、アテネ会議は、地質科学における転換点になったであろう。プレートテクトニクスは地球科学界をあざむいて、袋小路においこんだのだらうとのメッセージがひろがり、新しい統合的理解の到来の必要性が強調された。言うまでもなく、私たちは、アテネを離れるときにオスロ IGC で開催される来年の NCGT シンポジウムにかけると大きな望みをいだいた。

公式のシンポジウム趣旨で私たちが強調したように、「このシンポジウムは、惑星物理、テクトニクス、および、関連する地球表層における地質作用におけるとって代わる考え方を討論するフォーラムになることをめざしている」。このような広範囲にわたる科学的展望のもとで、私たちのセッションは『境界領域』というカテゴリーに区分されることになっている。さらに、多数の要旨が登録されると、会議の時間と会場の広さの競争において有

利になる。第 33 回 IGC のプログラムは、不可避免になんらかの北欧の趣をもち、ノルウェーがホスト国になっていることは、石油関連の観点が 1 つの中心的テーマになるであろう。

私たちのシンポジウムに与えられる時間は、当然のことながら、関連する魅力的な要旨の受付数に依存する。発表の口頭およびポスター発表の区分は、何よりも召集者の推薦による。しかし、すくなくとも丸 1 日の口頭発表プログラムに加えて、かなり大きいポスターセッションが期待される。

より詳細は、会議のウェブサイト (www.33igc.org) をご覧いただきたい。

そして何よりも、最終締切に留意されたい。

要旨と野外巡検の登録提出：2008 年 2 月 29 日
ジオホスト給付プログラム：2008 年 1 月 15 日

召集者 (Choi, Storetvedt, Wezel) を代表して
Karsten M. Storetvedt (karsten@gfi.uib.no)

ヨーロッパ地球科学連合全体会議 2008 EUROPEAN GEOSCIENCES UNION GENERAL ASSEMBLY 2008

オーストラリア、ビエナ：2008 年 4 月 13-18

セッション GD22：グローバルテクトニクスの最前線—非伝統的な考え方と解釈

未だ未解明の問題の発表に加え、私たちの惑星の全球ダイナミクスにかかわる新しいアイデアと解釈が歓迎される。現在の全地球テクトニクスの枠組み、すなわちプレートテクトニクスは、—Kuhn のいう意味で—多くの不完全性、逆説および異常から傷をうける。そして、このセッションの目的は、広く認められているパラダイムをのりこえる新しい考え方の定式化を奨励する。地震トモグラフィによって解明された高速度マントル域の意味にかんする議論、全地球的データバンク、および、多種類のデータと現象の間の可能な対比は、新しい考え方とさまざまな考察をもたらすだろう。地中海、Vrancea カルパチア地域、カリブ海など、私たちの惑星の不可思議な造構域の検討、および、新しく可能な統一的解釈—大規模な沈み込み概念や褶曲帯の衝突起源説を必要としない—は、

このセッションの目的に含まれる。最大の目的は、真実のデータにもとづいて地球科学に新しい創造性を生み出すことにある。

要旨提出期限：2008 年 1 月 14 日
登録期限：2008 年 3 月 31 日

参照 http://www.cosis.net/members/meetings/sessions/information.php?p_id=303&s_id=5602, あるいは召集者へ連絡されたい。

G. Scalera, scalera@ingv.it
F.-C. Wezel, wezel@alma.unibo.it

NCGT ウェブサイト アクセス報告

2007 年 7 月下旬に大きく改良されて以降、最初の 100 日間で 70,000 件のアクセスがあり、42,000 ファイルがダウンロードされた。パスワード保持者の人数は限られて

NCGT WEBSITE TRAFFIC REPORT

いることを考えると、90% 以上のサイト訪問者は非会員であり、無料で入手できる古い記事をダウンロードしたいへん興味深く、元気づけられる統計だ！

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]）

新しい予約購読料の体系：予約購読料は過去 11 年にわたって据え置かれてきました。しかし、経済状況の変化に遭遇し、また、増加している仕事量の迅速な処理やウェブサイトのコンスタントなグレードアップとメンテナンスのために、新しい予約購読料の導入を 2008 年 1 月から始めています。

NCGT ニュースレターの予約購読を行うには編集委員に連絡をとってください。アドレス editor@ncgt.org または ncgt@ozemail.com.au

予約購読料：オンライン購読者の場合、年間予約購読料は個人の方は 50 米ドル（35 ユーロ、60 豪ドル）（追加の寄付は歓迎！）、そして図書館は 80 米ドル（56 ユーロ、100 豪ドル）。印刷冊子購読者の場合、予約購読料は個人の方は 80 米ドル（56 ユーロ、100 豪ドル）、そして図書館は 130 米ドル（91 ユーロ、156 豪ドル）。私たちは、3 年～4 年間で 10%、5 年以上で 15% の割引が受けられる 3 年間あるいはそれ以上の予約購読をみなさまにお勧めします。



もしあなたがペイパル（Pay Pal）のアカウントをお持ちならば、次のアカウントに支払いをお願い致します。（Pay Pal はクレジットカードによる支払いを受けま

す—私たちはどなたもこの方法をご利用くださることをお勧めします：<http://www.paypal.com/cgi-bin/>）

アカウント名：New Concept in Global Tectonics
E-メール：ncgt@ozemail.com.au (editor@ncgt.org ではありません)

もしあなたが銀行為替あるいは小切手で支払う場合

New Concepts in Global Tectonics (6 Mann place, Higgins, ACT 2615, Australia) 宛に届くように作成してください。

銀行を通してご送金頂く方のための銀行口座細目

銀行名：Commonwealth Bank (Swift Code: CTBAAU2S), Belconnen Mall ACT Branch (BSB 06 2913) 口座番号：06 2913 10524718
口座名義：New Concepts in Global Tectonics.

小切手あるいは銀行為替で支払う方へのご注意

自国通貨が国際的に流通可能な国では、発行国の通貨で小切手を発行下さい。例えば、もしカナダからならカナダドルで。もし、米ドルで作成された場合、それらは 40 豪ドルあるいはそれ以上の銀行手数料がかかることになります。銀行為替は豪ドルで作成して下さい。米ドルで作成された場合は、同じく 40 豪ドルあるいはそれ以上の銀行手数料がかかります。領収書が必要な場合は、送金の際に私たちにお知らせください。

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るべきものである。
4. シンポジウム、集会、および会議の組織。
5. 検閲、差別および犠牲があった場合の広報と援助。

NCGT 日本サブグループのコーナー

日本海研究交流募金のお願い

鈴木尉元 [NCGT 日本グループ] + 久保田喜裕 [構造コロキウム]

陽春の候、お元気ですますますご活躍のこととお慶び申し上げます。

今夏の地団研東京総会の前日に、ウラジオストックの太平洋海洋学研究所から A. A. ガブリロフさんと B. I. ワシリエフさんをお招きして、NCGT 日本グループ主催の下記研究集会を開催することになりました。また、ご承知のとおり、地団研東京総会の「日本海学習会」では、同 B. I. ワシリエフさんが講演されます。



NCGT東京集会

と き：8月21日（木：東京総会前日）

13:00～17:00 [懇親会17:30～19:30]

ところ：大東文化会館(東武東上線「東武練馬駅」徒歩5分)

内 容：リング・ストラクチャーとその地質学的意義

日本列島の地質構造発達史を解明するうえで、「リングストラクチャー（環状構造）」と「日本海」という2つのテーマは、大陸縁の変動帯から島弧への転換点にかかわるきわめて重要な位置を占めています。大陸側から、これらのテーマを研究されていらっしゃるお二人との研究交流は、燕山-広島変動とグリーンタフ変動の結節点の解明をすすめる絶好の機会になるものと期待されます。

研究集会の開催にあたり、招聘に必要な経費といたしまして、みなさま方からの募金をお願いいたします。出費多端なときに恐縮ですが、下記の要領でご協力・ご支援賜りますようお願いいたします。なお、集会・シンポジウムの詳細につきましては、あらためてご案内申し上げます。ご案内とお願いまで。

■ 募金の要領

1口 5,000円 （できましたら2口以上いただけると助かります）

もちろん適宜の額をお送りいただければ、ありがたく存じます。



■ 募金送付先

郵便振替口座加入者名 金井克明

郵便振替口座記号番号 00160-8-668021

■ 呼び掛け人 代表：鈴木尉元 [NCGT 日本グループ] + 久保田喜裕 [構造コロキウム]

足立久男・赤松 陽・石田吉明・金井克明・川辺孝幸・久保田喜裕・小坂共栄・小玉喜三郎・佐瀬和義・杉山 明・鈴木尉元・角田史雄・野村 哲・花田正明・方違重治・宮城晴耕・矢野孝雄
(連絡先 〒690-8551 鳥取市湖山町南 鳥取大学地域学部 矢野孝雄 TEL/FAX: 0857-31-5133 EM: yano@rstu.jp)