	辰
NCGT NEWSLETTER New Concents in Global Tec	tonice
	0 年 4 日)
10.49 2006 平 12 月 1330.1833-2300 編集 · D.R. 6101 (日本品版 200	9 4 4 万)
編集部: Peter JAMES, Australia (PO Box 95, Dunal 7177); Leo MASLOV, USA (maslovlev@yandex.ru); Australia (cliffol@cyllene.uwa.edu.au); Nina PAVLENH (ninapav@ifz.ru); David PRATT, Netherlands (dprat Giancarlo SCALERA, Italy (scalera@ingv.it); Karsten S Norway (Karsten@gfi.uib.no); Yasumoto SUZUKI (yasu- ocn.ne.jp); Boris I. VASSILIEV, Russia (boris@poi.dvo.ru	lley, Tasmania Cliff OLLIER, (OVA, Russia tt@xs4all.nl); GTORETVEDT, -suzuki@vega.
も く じ	
■ 絙隹老から ホルオス湖湾はテに戸らたい	
 ■ 編集者への手紙 	
■ 原著論文	
地球の岩塩ドームと火星のドームの類似点 Davide BAIONI & Forese Carlo WEZEL SIMILARITIES OF A MARTIAN DOME WITH TERRESTRIAL SALT DOMES	4
プレートテクトニクスによる古ジオダイナミックモデルと 復元における幾つかのパラドックス(南東ロシア) Alexander GAVRILOV SOME PARADOXES OF PLATE-TECTONIC PALAEOGEODYNAMIC MODELS AND RECONSTRUCTIONS (RUSSIAN SOUTHEAST)	15
カリフォルニア州のサンアドレアス断層南部域における 300 日の地震周期 Valentino STRASER 300-DAY SEISMIC CYCLES IN THE SOUTHERN SEGMENT OF	23
THE SAN ANDREAS FAULT, CALIFORNIA ジナノビニクレニクス 笠 2 辛 振移動の一動的な影響。 Deter JAMEC	42
レンタイトラントーンス ある早 12279期の一般的な影音 Peter JAMES GEOID TECTONICS. CHAPTER 3. GENERAL EFFECTS OF POLAR WANDER	43
■ Noti 摘要 地震とそれらの津波 Pencho BINEV EARTHQUAKES AND THEIR TSUNAMI WAVES	53
■ 出版物	E4
「ノン地展にした」」する共市会 by Guangineng GOO & Din WANG CLOUD ANOMALY BEFORE IRAN EARTHQUAKE ■ 木の紹介	
太陽周期 24 by David ARCHIBALD	
SOLAR CYCLE 24	
■ 財政的財政的支援・ニュースレターについて	56
 連絡・通信・ニュースレターへの原稿掲載のためには、 次の方法の中からお選び下さい:NEW CONCEPTS IN GLOBAL T	CTONICS

連絡・通信・ニュースレターへの原稿掲載のためには、 次の方法の中からお選び下さい: NEW CONCEPTS IN GLOBAL ICTORICS
 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 NEWSLETTER 季刊国際オンラインジャーナルです(発行:3月,6月,9月,12月).

日本語版発行:New Concepts in Global Tectonics Group 日本サブグループ 翻訳・編集:NCGT ニュースレター翻訳グループ 赤松 陽 岩本広志 川辺孝幸 国末彰司 窪田安打 久保田喜裕 小泉 潔 小坂共栄 小松宏昭 佐々木拓郎 柴 正博 角田史雄 宮川武史 宮城晴耕 山内靖喜・輝子 矢野孝雄

編集者から FROM THE EDITOR

変化する潮流は元に戻らない CHANGING TIDE IS IRREVERSIBLE

(赤松 陽 [訳])

NCGT の最新号 (no.48, p.2-3) の Karsten Storetvedt 教 授による第33回万国地質学会議(IGC)の報告を通じて すでにご存知のように、私たちの NCGT セッションは先 例のない困難を経験しました. すなわち, 1) 招待講演者 の一人が、セッションの組織担当者からの何の相談もな く招待をキャンセルさせられたこと、2) 大部分のセッ ション参加者がすでに航空機や宿舎を予約してしまって いる会議の数週間前になって,何の連絡もなくセッショ ンの日程が変更になったこと、そして、3) セッションの 日の1日前までセッションの会場が知らされていなかっ た(決まっていなかった)こと,などです.この事態は, IGC オスロ会議がひじょうにお粗末な計画・準備のもと に行われたことを示しています. あるいは, 私たちは信 じたくありませんが、これらの困難は、IGC 組織委員会 の一部の高い地位の組織委員によって故意によるもので した. 私たちは、これらの問題を IUGS (国際地質学連 合)に提訴しました. 組織委員会は、私たちの訴えに対 する回答の中で(2008年9月30日付け文書),遺憾の意 を表明しましたが、謝罪はありませんでした.私たちは、 IUGS でこの問題をさらに追求していくつもりです.

NCGT グループに対する支持が広がり続け,また,プレー トテクトニクスとは相容れない議論の余地のない確かな 証拠が集積するにつれ,私たちは,設立当初から受けて きた公然たる,あるいは隠然とした脅迫と同様,さらな る検閲と差別に直面すると思っています.第33回 IGC での今回の事件は,この状況から理解することができま す.プレートテクトニクスに適合しない論文の出版は, 主流の定期刊行物ではいっそう難しくなるでしょう.一 部の公然となっている NCGT 支持者の方々は,厳しい経 済環境という口実の下に,彼らの仕事が脅かされるよう になるかもしれません. 1970 ~ 80 年代における Art Mayerhoff のような我々の 先輩方のプレートテクトニクスドグマに対する初期の闘 い以降,私たちは検閲と差別の事件を集めて表にしまし た.これは,1996 年に NCGT グループを設立した理由の 1つでした.私たちは,このような部分に対しても,しっ かりとした監視の目を持ち続けていきます.私たちは, 読者のみなさんが,検閲,差別,被害あるいは脅迫に遭 遇したならば,各々のケースをすべて記録に取り,それ を私たちに報告してくださることを奨励したいと思って います.最近,地球温暖化問題をめぐってAl Gore 氏 や IPCC の科学者らが,30,000 人の科学者で支えられる Weather Channel Founder によって告訴されたように, NCGT グループもまた,他の利用できる手段だけでなく, 法的な手段を追求する必要があるような時が,近い将来 やってくるかもしれません.

体制派がどんなに一生懸命にNCGT グループとその活動 を妨害し,息の根を止めようとしても,彼らは,すでに 私たちに有利に回転しはじめた地質学的思考の変化の潮 流を逆向きに変えることはできません.最近,私たちは NCGT ニュースレターの読者数の劇的な増加をみました. そして,私たちへの熱心な支持がますます拡大していま す.私のアメリカ合衆国の旧友からの手紙の言葉「あな たの仕事は,プレート推進者を正直にしておくために, たいへん重要です」は心暖まるものです.さらに励みに なるコメントが,多くの既刊号と同様,本号の編集者へ の手紙欄 (p.2~3) で紹介されています.私たちは,石 油や鉱山産業界が,プレートテクトニクスに代わるもの を真剣に探し始めているというニュースをいろいろな関 係者から聞きます.真実が結局は勝利する,と私たちは 確信しています.

編集者への手紙 LETTERS TO THE EDITOR

(赤松 陽 [訳])

NCGT ニュースレターの最新号 (no. 48) で, ロシアの探検 によって太平洋でのひじょうに多数のドレッジの成果が 記載されたことに,私はたいへん感動しています.そこ でみられるであろう(さまざまな種類のマグマに関連す る)地球化学的な違いは別として,1つの基本的な事実 が,太平洋と大西洋の両方に共通して存在するようです. すなわち,ひじょうに古い時代(大西洋では部分的に少 なくとも先カンブリア代であることが証明されている) の塩基性貫入岩は、古生代層(大西洋)、中生代層ある いは地域的には第三紀海成層(太平洋および大西洋)に 被われています.これらの被覆層は、しばしば浅海性の ものです.私には、疑問がわき起こってきます.すなわ ち、これらの古い塩基性岩が貫入した母岩はどこにあり、 いつ貫入したのか?もし、ハルツバージャイト等が結晶 したとすると、50,000mにおよぶ岩石の加重があったは ずではないか?などです.ですから、大規模な隆起と 浸食のサイクルが、太平洋においては先カンブリア代と 中生代の間に、大西洋においては先カンブリア代と古生 代の間に存在したにちがいありません.(英国の探査に よって、化石を含む古生層が、大西洋中央海嶺からドレッ ジされたのです.しかし、プレート論と反プレート論の 議論に巻き込まれることを恐れてか、また明らかに、英 国の古生物学者は彼らの経歴を危険にさらすことを恐れ て、このことを決して公表しようとしなかったのです.)

もしこれらの基盤岩の年代を科学的に推定することがで きるならば、大陸に対する海洋地域の局部的な隆起と局 部的な沈降の間の時代関係をはっきりさせることができ るかもしれません.この点は、うまい具合に、反プレー ト論の数多くの事実の中でも、断然、価値があるところ です.皆様によろしく、そして、優れた最新号をありが とうございました.

J. Chris PRATSCH

Houston, TX (well washed but unharmed by hurricane Ike!) jcp@hal-pc.org

私は最近, 70 年前にバートランド・ラッセル氏によって 書かれた声明 (Power, Routledge Classics, 2004, 123 p.)に出くわし, それが, 地球科学の現状にも関連して いるように思えます. 声明は, 以下のように述べていま す.

人が明らかに道理に合わない教義を 一少なくとも表面 上は一 受け入れなければならないような社会では,優 秀な人は,ばかになるか,不満を抱くようになります. 結局は,技術的な進歩を妨げるに違いない知的水準の低 下が起こるでしょう・・・.思想の自由がないような所 で科学が全盛を極めることは不可能です.

これを読んで、私自身の偏見は、気まぐれなプレートテ クトニクスが明らかに不合理な教義だとして塗り替えら れました.そして、公表ができないのは、解釈が編集方 針に適合しないということで、一それを私は、思想の自 由への障害と理解していますが一、主流定期刊行物では 論拠の解釈が難解であると判断されたからです.技術的 な進歩にとっての障害という点で、第1に、プレート説 がすべてを解決するということを前提に、若い研究者へ 圧力を向けるにちがいありません.ですから、若干の掃 討活動だけは必要です.さらに、例えば「XYZ 地域の地 質は、プレートテクトニクス理論の証拠をもたらしてく れます」といったようなキャッチフレーズを多くの公式 の地質調査報告書がぶち上げていますが、それらのこと が、それ以降の文章で引き合いに出されることはないの です.

研究は、哲学のように、成し遂げられた後オープンでな ければなりません.すでに明らかになっている結論で もって説明することは、まれなケースを除き、科学を研 究する方法ではありません. たとえば, コペルニクスは, 地動説の概念を証明する目的のために, 1000 年にわたる 天文データの研究がローマ教会によって認められるよう に, 首尾一貫した準備を行ったにちがいありません. と ころが, 科学にとって幸いなことに, 彼の研究はひじょ うに注意深く行われ, そして彼の宗教的な信条との矛盾 にもかかわらず, 彼の結論は正しいものでした.

バートランド・ラッセル氏の声明から導き出される第2 の結論に、思想の自由に関するものがあります.時とし て、突飛な推測を伝えたいということを、筋の通った論 理性のある共通の立場と混同されることがあります. そ の突飛な推測(を述べること)は禁じられるべきではな いし,理論家は1,2歩先で彼(女)の着想を受け止め て、支持者として推理し、包括的なメカニズムを提供す る義務があります. さらに言えば, 推測が元となってい る仮定は、手はずを整えておく必要があります.この後 者の点で,私が大陸移動論者やさらに地球膨張論者と個 人的に相対する問題点は、地球の歴史の一段階で、大陸 がすべて切れ目無く連続していたに違いないと仮定して いることです. それらを明確に示す法則はありません. その見解は、いくつかの向かい合わせになっている海岸 線 / 大陸棚の形が、少なくとも現在有効な幾何学を使う ならば、ほとんど一致する類似性をもっていることに依 拠しています.しかし、このジグソーのはめ込みの合致 が、期待されるほどには理想的ではないとしても、南ア メリカをアフリカの腋の下にぴったりと合わせるために は、半分ほどしか一致しない先カンブリア代の盾状地の 100km以上の重複をどうにかしなければなりません.大 陸間あるいは大陸の破片の一致が提案されている他の例 は、人工的に生じた、例えば岩塀の中の岩屑の間の一致 と比較されているようです.極めて多数の(繋がってい た)連続性は、個々の岩屑の間で確認されるはずですが、 しかし、これは、岩片すべてが、採石場のもとの場所に あった1つのブロックから来たことを意味しているわけ ではありません.

移動する大陸には,沈み込みや海洋底拡大のようなメカ ニズムも必要です.しかし,それらは,ニュースレター の紙面で編集者や他の方々によって存在しないと紹介さ れてきたメカニズムです.このような論文が今日の主流 の定期刊行物では歓迎されないということは,同時に, 期待されているということの表れであるのです.

前号の Storedvedt 教授の報告のように、最新のオスロ 会議の NCGT セッションにふりかかった混乱 / 不便を考 えると、新しい地球テクトニクスに関する独自のシンポ ジウムを模索する時期かもしれませんね. この件に関し て、何か提案はありせんでしょうか?

> Peter JAMES Tasmania, Australia pmjgeotech@yahoo.com.au

原著論文 AF

ARTICLES

地球の岩塩ドームと火星のドームの類似点

SIMILARITIES OF A MARTIAN DOME WITH TERRESTRIAL SALT DOMES

Davide BAIONI and Forese Carlo WEZEL

Istituto di Scienze della Terra, Università di Urbino «Carlo Bo», Campus Scientifico Sogesta - 61029 Urbino (PU), Italy. Tel. & fax. +39 0722 304295. E-mail address: dvbgeo@uniurb.it

(小泉 潔・小松 宏昭・矢野 孝雄 [訳])

要 旨: Tithonium Chasma は、マリネリス峡谷(火星)の西部地溝の北にある峡谷である. 峡谷東部に、ドーム 状に盛り上がった地形をもつ岩体が存在する. 探査衛星 OMEGA の鉱物学的データによると、ドームは Mg 硫酸塩(キー ゼル石)でできているようだ. ドームの大地形が、HRSC・MOC と THEMIS のデータを使って詳細に研究されてきた. ドー ム表面を特徴づけるガリー状に削られた谷や丸い丘状の堆積地形のいくつかは、周氷河環境あるいは永久凍土に富む 土壌の存在を示し、間隙氷の部分溶融による緩慢な流動に由来する. ドームの解析から、地球上にあるカルスト地形 に非常によく似たいくつかの特徴的な地形の存在が明らかになった. 私たちは、ペルシャ湾地域にある地球の岩塩ダ イアピル地形と火星のドーム状地形を比較した. その結果は、火星と地球のドームが地形学的に著しく類似している ことを示す. 火星と地球の環境の違いを考慮すると、火星と地球のドームの類似性はきわだっていて、両ドームは鉱 物組成の点でも類似しているようだ.

キーワード:火星・Tithonium Chasma・地球類似物・岩塩・カルスト

はじめに

私たちは、Tithonium Chasma(TC)の両端(我々の研究で はとくに東部に位置するドームに焦点を当てた)で、火 星の地形について、谷底から盛り上がるいくつかのドー ム状丘陵の性質や起源を理解しようと試みた.それは、 地質 - 地形的に類似している地球上の場所についての調 査との比較の範囲内でのことである.Tithonium Chasma はマリネリス峡谷に含まれ、タルシス放射状断裂構造に 属するリフト系である(Carr, 1981;図1).峡谷は火星 の赤道近くに位置し、東西に約850km延びている.

TC 東部に隆起したドームの性質と起源を研究するため に,我々は次のことを行った:(i)表面形態・地勢と地 形の形成過程についての詳細な地形学的解析;(ii)ドー ムの露頭に現れている物質の鉱物学的性質に関する有効 な情報を得るための OMEGA データの研究;(iii)地球上 の類似地形との比較.

TITHONIUM CHASMA の概説

Tithonium Chasma は、周囲の Hesperian 代の高原を切っ ている (Scott and Tanaka, 1986). その深度は、平均 火星 MOLA 半径データを基準にすると、およそ-2600m で ある.西部は、東部よりも深くて広く、しかも開いてい る.峡谷は西側から東方へ狭くなり、もう一つの chasma に似た凹みを形成する.TC 西部は線状の峡谷を形成し、 現在の造構運動が北壁のみで生じてできた地溝構造と解 釈できるだろう.しかしながら、峡谷の他の部分はもと もと浸食作用に関連していて、かつ二次的に造構運動 を受けたような地形を示す(Peulvast et al., 2001). Chasmaの壁には、地下水の掘り崩しによって作られたた くさんの指のような形態の支流があり、固結した物質で できていることを示す高角斜面(40°に達する)を形成 する.TCの谷底はゴツゴツしていて滑らかではなく、ま たその谷底は地すべり岩塊で覆われるか、断層に沿った 運動によってクラックが発達している.これらの地形は、 谷底の沈下によって形成されたことを示している.

OMEGA 分光計で観測したスペクトルが、TC の谷底上 に、輝いてみえる層状内部堆積物(ILD)に関連した硫 酸塩鉱物が存在する証拠をもたらした.これまで、後 期 Amazonian 代 (Popa, 2006)の地質単位と考えられ、 現在ではマグネシウム硫酸塩を生ずると証明された (Birbring et al., 2006)これらのドームは、西部に最 も広く露出する TC の両端に位置し、造構的な主要線状 構造に平行にのびる形態を持っている (Popa, 2006).

TC 東部は幅 150km, 深さ 6km 以上である. その発生については,ホタテ貝状の峡谷と似た地形形成作用が有力である(Tanaka and Golombek, 1989). ここの地すべりが chasma の壁で拡大し,谷底に堆積した丘状の岩塊を作った. 峡谷の谷底は,衝突クレーター・造構的断裂系を示す数セットの線状構造や形態に関連した風の作用を示している. 峡谷系のはじまりのところに,反対側の chasma の壁につながりかつ TC 東端の陥没地域の北側境界(ほぼ南緯 5°,東経 280°)を示す縁に隣接して,谷底から盛り上がったドームが位置している. それは以下のことか



図1 (A) 火星の Tithonium Chasma(TC) の位置[白い四角]. (B) Tithonium Chasma の画像,東側の白丸はマグネシウム硫酸塩のドーム (ETD) を示す. (C) 紅海海嶺の構造スケッチ;黒い点は岩塩ドームを示し,黒い線は断層,番号はグローマーチャレンジャー号の掘削位置を示す (Mulder et al., 1975 を修正).

ら,東Tithoniumドーム(ETD;第1図B)とみなされる. ドームという用語は地形学的視点で用いられ,丘陵の形 に関係がある.地形形成作用についての解釈を示してい るわけではない.

ETD の地形学的解析

ETD の地形的特徴が, HRSC・MOC ならびに THEMIS データ を使って詳細に研究された.しかし, 形態計測学的特徴 は, HRSC と MOLA データを使った地形図(等高線は 50m 間隔)上で計測された(図 2).

ドームは chasma の谷底から約 3400m の高さに隆起し, 伸長した楕円形の平面形態を示している.長軸は長さ約 23.5km で NW-SE 方向を示すが,幅は 10 ~ 14km の間で変 化する.山頂地域 (2550 ~ 2750m)は勾配約 6%の非常に 緩やかな斜面を示し,急斜面によって取り囲まれた長さ 約 7km の緩やかなアーチ状の頂上高原の中央部分にある. ドームは,西側と南側がおおむねより急な斜面になり, 地形的に非対称な側面をもつ(図2).主な側斜面の傾 斜は 8 ~ 33% で,それらはドームの中央部分だけは極め てよく似ているが,ほかの部分は異なっている.ドーム の基底境界線と chasma の谷底の周りへの移行部分は全 て不明瞭である.南・東および北側では,とくに南北両 側でドームの縁は明瞭で極めて直線上であるが,北西側, とくに西側では不明瞭である.

浸食の明瞭な地帯が見られる(図3).とくに、ドーム の北西部分では他の部分より浸食形態が浅いのに対し て、南部が非常に大きく浸食されていることが観察され る.浸食作用の激しさによってドームがその形態を強調 するようなこの変化は、表面物質の特徴の多様性とは無 関係のように見える.事実、全てのドーム表面は、キー ゼル石 MgSO4・H₂Oによって代表される同種の鉱物で構成 されるようである.表面にみられる違いは、他の原因に よるものかもしれない.ドームの北東麓には、岩塊に覆 われた扇形の領域が観察される(図2).この領域では、 ドーム構造に関係するいくつかの高まりも観察される. それらは、ドーム本体に属するように見える(図3A). ドームと谷底との間の移り変わりは不明瞭である.これ らの要素は、この領域において、ドームは、今観察でき るものよりも大きかったことを示唆する.その原型は部



図2 ETD の地形図(左図;等高線間隔は50m)と断面図(右図;縦を2倍に誇張,距離と標高の単位はm).

分的に破壊されたか,それとも,一時的な天変地異,地 すべりあるいは洪水などによって変形したのであろう.

ドームの側面には、頂上高原の縁から放射状に深いガ リーが発達する(図3A).ドームの側面が激しく浸食さ れている南部でよく観察できるように、ガリーの形態に は、いくつかの違いがあるように見える.ドームの南側 斜面に代表されるいくつかの部分は、直線的な流路とV 字形の断面で特徴づけられる系統的なガリーがみられる (図3B).ところが、他の部分では、より大きくて浅い 底をもち、両側が急勾配の壁によって特徴づけられるガ リーが発達する.

堆積層は斜面の麓に分布するが,おそらくドームの斜面 では欠如している.丸い丘のような形態を示す堆積物 が,斜面基部に見られる.ドームの南西隅では,重なり 合った丸い丘のような形の堆積物でできた扇状地が観察 される(図4A1-B1).ドームの西側では,側面と前面が 急斜面で囲われた舌状の周氷河地形(Marchant & Head, 2003)様の堆積物が見られる(図4C).ソリフラクショ ンによって形成された丸い丘が,ドームの南東隅に観察 される.これらはアーチ状の高まりを示し,非常に緩慢 な運動によって形成されたと考えられる(図4A2-B2). ガリー系や斜面堆積物の形態は粘性流体に由来し,周氷 河環境あるいは永久凍土に富む土壤中で,間隙氷が部分 溶融することに起因する緩慢な流動運動に関係している のであろう.このような事象は,物質が氷に富むか,あ るいは,かつてそうであったことを暗示している. 線状構造や断層のような造構的痕跡が,長距離にわたっ てドームに観察される(図5).ドームは,SW-NE,WSW-ENE および N-S 方向の3系統の主要線構造によって切ら れているように見える.最北部はWNW-ESE 方向を線状 構造だけが発達する.ガリーによって解析された側面上 の断層を観察すると、とくにドームの南部では断層とガ リーが関連している.また、ドームの南西部などでは、 ガリー形成作用の終了後にも、走向移動断層の外見をも つ断層が継続して活動しているようである.典型的な三 角末端面をもつこれらの断層面は、走向移動運動を反映 したガリーの枝分かれを示している(図5A).

KARSTIFICATION (カルスト地形化)

ドーム表面は典型的なカルスト様地形を示す.われわれ は、カルスト様という用語を使用することを選択した. というのは、われわれが調査した地形はカルスト地形に よく似ているが、地形形成の過程まで明らかにすること はできないからである.氷の溶解および昇華が、地球上 で起きる蒸発岩の溶解や陥没と同様の作用を引き起こし たと推定される.火星における蒸発岩カルストの発達は、 沈殿物質を溶かし込んでいる凍った地下水の融解が引き 金になっている.このような作用によって、火星各地で 見出されるカルスト様地形が説明されるだろう.

地形分析から、地表の広範囲がドリーネやウバーレといった窪地に覆われていることが明らかになった. 高原



図3(A) ドーム構造[白矢印]に連続すると考えられるより浅い浸食谷(A1),頂上高原(A2)と高まりで特徴づけられる北西地域を示す ETD(火星)のHRSC 画像. ESA ウェブサイト http://www.esa.int から引用した画像, ID number; SEMLGXXEM4E. (B) 南側面に V 字形のガ リー(B1)をもつ ETD(火星)の画像(テミスの画像 V15643001). (C) 岩塊[白矢印]に覆われたドームの北西麓に位置する ETD(火星) の HRSC 画像. ESA ウェブサイト http://www.esa.in から引用, ID number: SEM9IXXEM4E.

の頂上は異なったサイズのドリーネやウバーレといった 円形や長円形を示す窪地で特徴付けられる(図6).こ れらの円形の窪地は、直線状に分布する.これらは北お よび西側の縁辺部の地形形成に関連し、しばしば直線的 に配列する.高原の縁では平坦部や斜面に円形や楕円形 の窪地が存在する.西部には、傾斜地に細長く伸びた窪 地がある.それは上部で広く、下の方では狭くなってい る.

その側面に沿って、様々な大きさの陥没したドリーネ地 形が観察される. 窪地は円形や細長い形をしていて、地 表部は広く、底は狭い. また、地球上でよく見られる落 下する滴の形に極めてよく似ているものがある. それ らは斜面の方向に沿って一列に並んでいる. 西と東の側 面は、細長い形の急な側壁と平坦な底面で特徴づけら れる. 一方、南側には中央部に巨大な細長い凹地ある いはgrikeと解釈される地形(White, 1988; Ford and Williams, 2007)が観察される. 凹地は急な斜面に何本 も平行して走っている. そして規模は様々で、地球表 面で水が流れた跡によく似ている(Ford and Williams, 2007). 氷の溶解による水流が、造構運動、機械的作用や 蒸発岩の溶解などが原因でできた裂け目に沿って,それ らを形成したのかもしれない.

塔型カルスト地形(White, 1988; Ford and Williams, 2007)と解釈される突出した地形が,北~西の側面(傾斜した斜面の部分),中央部の高原の頂上,そして南側の側面に見られる(図7).周辺の地形より高くそびえているこれらの構造は,(氷河や洪水のような)物理的作用によって他の場所から運ばれてきたもののようには見えない.そうではなく,これらの構造は,選択的侵食作用によって形成された火星表層物質でできているように見える.観察された地形は,円形(図7L)や四角形(図7L)をしており,鉛直な壁や,平らな,あるいはほとんど平坦な頂上を持つマッシュルームのような形の頂面をもつ.そして側面は現地性岩石で構成される(図7M).またこれらの地形は,侵食に対して強い地層の存在によるのであろう.風による侵食も,この地形の形成に一定の役割を果たしたものと考えられる.

多角形カルスト地形 (Williams, 1972; White, 1988; Ford and Williams, 2007)は、ドームの南西斜面に見ら





図4(A) EDT(火星)のHRSC画像.(B) 北西方向を見た EDT の HRSC 画像. 画像はドームの北西隅に位置する多数の丸い丘状の 堆積物からなる扇状地(A1-B1),南東隅に位置するアーチ状地形 [白矢印](A2-B2)と西麓に位置する氷河性岩石(C)を示す.(A とBの映像はESA ウェブサイトhttp://www.esa.intから引用,ID number:SEMLGXXEM4EとSEM9IXXEM4E;Cの映像はMOC r0300573c).

れる(図4N). ここでは、全面的にドリーネがあばた状 に広がっている. 頂上から眺めると、この地形は、あた かも地球の蒸発岩地帯にみられる、隣り合う窪地が格子 状にならぶ卵ケース [egg-box] のような地形 (Ford and Williams, 2007) に良く似ている(図7o).

火星の地表には,rock-hole(Jennings, 1985; Neuendorf et al., 2005)のような穴も観察される.これらの円形 の浅い凹地は,ドーム地形のいたるところに分布してお り,それらの分布や形状は表面の傾斜とは関係がないよ うに見える.一般的にそれらは他の閉じた窪地よりも小 規模で,とくに西側斜面と高原の頂上にたくさん密集し ている.

ETD MINERALOGICCAL DATA

ETD の鉱物学的特徴は、硫酸塩の沈殿として地図上に記

録された OMEGA 分光計の画像データに示される (OMEGA data orbit 531_3; Birbring et al., 2006). さらに TC 内 (Popa, 2006) 堆積物のマグネシウム硫酸塩の水和物 の特性吸収線の研究によって, ETD の詳細な鉱物組成が 解明された. これらの結果にもとづくと, ETD の西側で キーゼライト (MgSO₄・H₂O) が豊富に存在することが明ら かにされた (Popa, 2006; Popa et al., 2007a; Popa et al, 2007b; Popa et al, 2007c).

キーゼライトは水に触れるとヘキサヘドライト (MgSO4・ 6H20) や寫利塩 (MgSO4・7H20) に変化する. そしてこれ らの鉱物がキーゼライトに戻ることはない (Gendrin et al., 2005). 事実, 乾燥した状態ではヘキサヘドライト や寫利塩はキーゼライトにならずに, 非晶質になる. こ のことは, キーゼライトが水和作用と乾燥のサイクル を経た堆積物中に形成され, 保存されないことを示す (Vaniman et al., 2004). また最近の研究から, キーゼ ライトは, 現在の火星条件 (相対湿度 100%) では多くの 水和物を含む硫酸塩鉱物に変わることができるが, 水の 氷のあるところでは安定ではないことが示された (Roach et al., 2008). 一度結晶化したキーゼライトは, 他の 硫化マグネシウムの水和物よりも回復力がある. そのた め, 乾燥し, 冷たい火星の表土の中で長期にわたって準 安定状態でいることができる (Papike et al., 2007).

火星上では, 寫利塩やヘキサヘドライトの脱水によって, キーゼライトが形成されることはない (Freeman et al., 2007). 地球上では, 溶液から直接キーゼライトが生成 することはない. キーゼライトは岩塩層に典型的な変質 鉱物であり, カーナライトやカイナイトの二次鉱物とし て生ずる (Sonnefeld, 1984). しかしながら, 蒸発岩の 溶解作用や反応, そして不安定な初期相が頻繁に生じる ことは, 広域的変質作用が, 岩塩層の堆積過程の最初期 段階で起きることを意味している. 地球の塩類は, キー ゼライト, カイナイト, そしてロングバナイトに変化す る. これらの塩類の続成変化がシルバイト (カリ岩塩) や岩塩を形成し, 脱水を引きおこす.

もしETD全体がキーゼライトで構成されているとしたら, 水にさらされていた表面の一部はヘキサヘドライトや寫 利塩に変化しているはずである. OMEGA のデータは, ETD 表面のヘキサヘドライトや寫利塩の存在の兆候を示して いないので、侵食によって分離されることはありそうに ない. これらの理由から、ETD(火星)は全体がキーゼ ライトだけにおおわれているのではなく, 主にカーナラ イト,カイナイトや岩塩(スペクトル分析には反応しな いドーム内部に存在するかもしれない鉱物)で構成され ているのであろう.われわれは、火星表面のキーゼライ トがドームの主要構成物質ではなく、表層物質の変質に よって生じたと推定している. そのことは、地球におけ る同様の塩類がキーゼライトに変化することから、類推 される.このことは、環境の変化(氷の裂罅から溶出し た水や気候変化)あるいは物質的特性に起因すると考え られる.



図 6 ETD(火星)の高原域や表面を特徴づけるドリーネやウバーレのカルスト様地形の画像.(左上隅)各地形の位置図.(A-D)楕円形底 面をもつ孤立ドリーネ.(E)円形(右上)・細長い形(左)のウバーレ.(F-L)底が円形のドリーネ.(F)(L)はいくつかの特徴的な地形 の観察に適している.(画像は ESA Web site http://www.esa.int, ID number:SEMLGXXEM4E).



図7 ETD 斜面に沿って位置するカルスト様地形(上左隅). 各地形の位置を示す.

(A) 滴型ドリーネ,(B) 斜面を下る細長い丸底ドリーネ,(C) 西の縁の傾斜面にあって上部が広く,底部が狭くなっている細長い形の窪 地,(D) 高原の頂の北東側斜面にある細長い窪地,(E) 底部の丸いドリーネ,(F) 直線状に並んだウバーレ地形を形成する2つの窪地,(G) 滴型ドリーネ,(H) 傾斜地にある不規則に伸びたドリーネ,(I) 側面が鉛直,頂上が平らな四角形の塔状カルスト地形,(L) 鉛直な壁と 平坦な頂上を持つ長円形の塔状カルスト地形,(M) 頂上が楕円形でマッシュルームの形をした塔状カルスト地形,(N) ドリーネの窪地[白 丸]によって形成された ETD の南西側斜面の多角形カルスト,(O) ヘルツエゴビナ Treskavica 山脈(地球)の多角形カルスト地形の航 空写真(Ford and Williams,2007による修正),(画像 A, B, C, D, I, L, M, N は HRSC 画像 ID number:SEMLGXEM4E で ESA Web site http://. esa.int より入手,画像 E, F, G, H は火星探査船 Orbiter のカメラ画像 ID :e16-02173, Malin Space Sciens SystemMars Orbiter Camera Images Gallery web site (http://www.msss.com/moc gallery/e13 e18/images/E16/E1602173.html) より入手.



図8(A) イランのCSDの衛星画像.(B) CSDs南半部の衛星画像,岩塩氷河と解釈される舌状体を示す.(B1) CSD表面南部の拡大画像(図 Bの白枠),リーネやウバーレのようなカルスト地形[白矢印]がみられる.NASAジョンソン宇宙センターの地球科学および画像解析 研究室(http://eol.jsc.nasa.gov)の画像転載承認,画角 ISS014-E-20507.(C) 岩塩ドームの空中写真,CSDの頂部高原と南東側頂部の 形態と地形を示す.(C1) 頂部高原と上部斜面北部の拡大画像,丸いドリーネ凹地[白矢印],伸長し狭長なドリーネ凹地[黒矢印], および裂けたカレンフェルド(cleft karren)[白破線矢印].(C2) ドリーネ凹地を示す頂部高原南部の航空画像の拡大.画像はMajid Mirkazemian ウェブサイト(http://flickr.com/photos/mirkazemian/190680275)から入手可能,(D) 岩塩ドーム斜面の画像.斜面上に は伸長した,あるいは,滴状のカルスト地形が観察される.(D1) 岩塩ドーム斜面にみられる崩壊したドリーネ:椀状(上)と伸長形(下). (D2) 岩塩ドーム斜面にみられる滴状の崩壊ドリーネ.イラン写真ギャラリー(http://ngdir.ir/PhotoGallery)の国家地球科学データ ベースの画像承認.

SALT DOMES AS TERRESTIAL ANALOGUES OF ETD

ETD の鉱物学的特徴は、地球の岩塩ドームのそれとよく 似ている.よく保存された岩塩ドームの例はペルシャ湾 に代表される. Hormoz Complex の約 120 の岩塩ドーム は、イランイスラム民主共和国内の沿岸部に分布する (Kent, 1958; Gansser, 1960; Trusheim, 1974; Bosak et al, 1993). Hormoz Complex 地域は, 鯨の背のよう に大規模で伸長した背斜あるいは箱型背斜で構成される Zagros 褶曲帯の東部に属し、岩塩ドーム(あるいは岩塩 栓)が集中している.地質構造は一般的に北西 - 南東方 向で,緩傾斜の衝上断層や褶曲が,ほぼ鉛直な正断層や 走向移動断層によって細かく切断されている. 地形的な 観点から見ると、Zagros 山脈は、上に閉じた褶曲や下 に閉じた褶曲の谷を伴う地形的特性を示す褶曲構造の古 典的な例である.褶曲帯は北北西-南東方向のリニアメ ントによって完全に切られており,通常岩塩ドームを伴 う. ドームの多くは断層や褶曲の軸傾斜角の上に位置し (Kent, 1958), 基盤のテクトニクスに強く影響を受けて いる (Bosak et al., 1998). 特に今回の研究地域では, 岩塩ドームが背斜構造の内部、またはそれらの中間に存 在する.

われわれは, Chiru 岩塩ドーム (Boask et al., 1998; Boask et al., 1999) として知られている Chiru 半島 (26° 47'N, 53°55'E) の岩塩ドームに焦点をあてた. というの は, ETD に非常によく似ていて. 解析に有用であるから である.

Chiru 岩塩ドーム(以下では CSD と記述)の地形的特 徴は、Google Earth、Earth Science Web site、Image Analysis Laboratory、NASA Johnson Space Center (http://eov.jsc.nasa.gov)の画像を使って詳細に調べ られた. Hormoz Complex 地域は植生がまばらであり、乾 燥気候による良好な露出のため、衛星画像解析に非常に 適している.したがって地質構造や地形が、植生によっ て不明瞭になることはなく、地形的特徴を極めて詳細に 解析することができる.

画像解析により, これまでに公表された多くの研究や 野外データ(Harrison, 1931; Playyer, 1965; Kent, 1979; Poosty, 1985; Talbot and Alavi, 1996; Bosak et al., 1998; Bosak et al., 1999)が統合された.

Chiru 岩塩ドーム (CSD) は海抜高度約 700m で, 細長い楕 円形を示す(図8). 長軸は北北西 - 南南東を示し, 長 さは13kmである.一方, 幅は場所により異なるが5~ 10kmのである.頂上(689-700m)は, 傾斜5.5°の緩斜 面でできたアーチ状台地(長さ4km)の中央に位置する. ドームの山麓線および中心から周辺への地形的移行は明 確である.ドームの境界線は,北側・西側そして北東側 は極めて直線的であるが, 南側と南東側はあいまいで はっきりしない.

ドームの地形はごつごつしており、頂上から下方に向

かってあらゆる方向に地表と平行に流れ下る典型的な ドーム状網状組織で特徴づけられる. 溝は深く刻まれ, 頂上の平坦部の端からのびる放射状の峡谷をつくってい る. ほとんどの谷は傾斜の急な V 字谷をしており、特に 東と西側面では、一列に並んでいる.裂けたカレンフェ ルトと解釈されるその場所では、いくつかの溝が観察さ れる (図8C). grike と呼ばれるこの種のカレンは溶解 によって拡大し、接合部に沿って発達する.塩の氷河と 考えられる裂片状地形を示す堆積物は、側面の斜面麓に 位置する. ドームの北側と南側は, 塩の氷河で特徴づ けられる. ドーム中央から氷河への移行は漸移的であ る. 一方周辺部への移行は急激である (Bosak et al., 1998).とくにドーム縁で明瞭な沖積扇状地の前のドー ム南側では、舌状形の堆積物が観察される(図8B).こ れらの地形は、幾重にも発達した横断方向の弓形嶺に よって特徴づけられる. 嶺は物質移動による皺状窪地を ともない、側面や前面が急傾斜になっている.

ドームを切断するリニアメント状構造が観察される.地 表では北北西 - 南南東,北北東 - 南南西そして西南西 - 東北東の3方向のリニアメントがみられる (Bosak et al., 1999).東側,北側,そして北西側の側面のふもと では,ドームを境する断層が識別できる.ドーム中央部 は,西南西 - 東北東方向の2つの主要リニアメントで切 られているが,この構造は付近のリニアメントに連続す るようにみえる (Bosak et al., 1999).

ETD でみられるように、CSD 表面のカルスト地形化は明 瞭である.ドリーネやウバーレのようなカルスト地形は, ドームの表面地形の大半を占める.一般的に台地の頂上 では,カルスト地形は円形・卵形を示す.一方,台地の 側面では,細長い(頂上は広く,底は狭い)形から不規 則な丸底や滴型を示す(図8).特にrock halls[岩穴] 地役は全体に見られ,高密度で分布する.多くの大ウバー レとみられる細長い窪地や,台地麓の平坦面や斜面にあ る帽岩に守られたドリーネと解釈される円形や楕円形の 窪地は,台地の頂上や側面にも発見される.

結論

形状比較の結果, ETD と CSD は、ドーム構造と表面地形 とも、形態的に類似している.

両ドームとも,楕円状の頂部高原ならびに類似した斜面 をもち,伸長した楕円形の平面形状に特徴づけられてい る.北部(図9A-B)で観察されるように,縁辺形状に もいくつかの顕著な類似性を示す.また,これらのドー ムは,長軸と平均幅の比(ETD 1.958, CSD 1.928)や長 軸と頂部高原の長さの比(ETD 3.357, CSD 3.343)など, いくつかの形態的類似性を示す.

形態学的視点からは、ETD にみられる表面地形は、溶融 または崩壊地形にきわめて類似し、地球上のCSD の地形 によく類似している.両者のドーム表面は、ドリーネ [dolines]、ウバーレ [uvalas] や岩石孔 [rock-holes]



図9 CSD に発見される地形(右)に類似した ETD の形状と地形(左). (A) ETD(北東部)の形態と境界形状. (B) CSD(北部)の形態と 境界形状. 画像は Google Earth ウェブサイト (http://earth.google.com) で入手できる.(C) ETD 斜面にみられる伸長した凹地(上方が 広く,下方が狭い風状の形態を示す).(D) CSD 斜面にみられる伸長した凹地(上方が広く,下方が狭い風状の形態を示す).(E) CSD 西斜 面にみられる滴状地形.(F) 地球の岩塩ドームにみられる滴状地形.(G) (H) ETD 南斜面にみられる滴形ドリーネ.(I) CSD 斜面にみら れる滴型ドリーネ.

といった地形をつくるカルスト形成作用によって特徴づけられ,形態的および分布上でも類似性が認められる(図9).

ETD および CSD にみられる類似性には、火星と地球との 環境的相違(火星の大気は、地球のものに比べると、よ り薄く、寒冷で、乾燥していて、重力は 1/3 である)を 考慮すると、著しいものがある.このような類似性にも とづくと、両ドームは、主に岩塩に代表される類似した 鉱物組成によって特徴づけられていると想定できる.

加えて、たとえば紅海リフト (Mulder et al., 1975;図 1c)のような地球のリフト性トラフと TC 地溝との間で の造構場の顕著な類似性も注目される.私たちの見解で は、紅海リフトは、TC 蒸発岩堆積物の起源と進化を研究 し理解するための、興味深い地球上の類似物であると考 えられる.

謝辞 この研究は、PRIN 2006 プロジェクト(火星蒸発 岩の研究,地域代表 Forese Carlo Wezel)によって支援 された.私たちは、査読者から、論文の改善に多いに役 立った建設的コメントをいただいたことに感謝する.

文 献

- Berczi, S., 2005. Possibility of karst morphology on the martian surface at the Meridiani Landing site from comparison with terrestrial analogos. XXXVI Lunar and Planetary Science Conference, Paper no. 1051.
- Birbring, J.P., Langevin, Y., Mustard, J.F., Poulet, F., Arvidson, R., Gendrin, A., Gondet, B., Mangold, N., Pinet, P., Forget, F. and The Omega Team, 2006. Global Mineralogical and Aqueous Mars History Derived from OMEGA/Mars Express Data. Science, v. 312, p. 400-404.
- Bosak, P., Spudil, J., Sulovky, P. and Vaclavek, V., 1993. Regional Geological Reconnaissance of Salt Plugs in the eastern Zagros. Final Report, MS, GMS, 1-190+1-254, Praha.
- Bosak, P., Jaro, J., Spudil, J., Sulovksky, P. and Vaclavek, V., 1998. Salt Plugs in the Eastern Zagros, Iran: Results of Regional Geological Reconnaissance. GeoLines, v. 7, p. 1-174. Inst. Geol. Acad. Sci. Cz. Rep. Praha.
- Bosak, P., Bruthans, J., Filippi, M., Svobod, T. and Smid, J., 1999. Karst and caves in salt Diapirs, SE Zagros Mts. (Iran). Acta Carsologica, v. 28, p. 41-75, Ljubljana.
- Carr, M.H., 1981. The Surface of Mars. Yale Univ. Press, New Haven, 232p.
- Ford, D. and Williams, 2007. Karst Hydrogeology and Geomorphology. Wiley & Sons Ltd, West Sussex, England, 562p.
- Freeman, J.J., Wang, A. and Jolliff, B.L., 2007. Pathways to form kieserite from epsomite at mid to low temperatures, with relevance to Mars. XXXVIII Lunar and Planetary Science Conference, Paper no. 1534.

Gansser, A., 1960. Über Schlammvulkane und Salzdome.

Vjrschr Naturforsch. Gesel. Zürich, v. 105, p. 1-46.

- Gendrin, A., Mangold, N., Bibring, J.P., Langevin, Y., Gondet, B., Poulet, F., Bonello, G., Quantin, C., Mustard, J., Arvidson, R. and Lemouelics, S., 2005. Sulfates in Martian Layered Terrains: The OMEGA/Mars Express View. Science, v. 307, p. 1587-1590.
- Harrison, J.V., 1931. Salt domes in Persia. Jour. Inst. Petrol. Technol., v. 17, p. 300-320.
- Kente, P.E., 1958. Recent studies of south Persian salt plugs. Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull., v. 42, p. 2951-2979.
- Kent, P.E., 1979. The emergent Hormuz salt plugs of southern Iran. J. Petrol. Geol., v. 2, p. 117-144.
- Jennings, J.N., 1985. Cave and Karst Terminology. In: Matthews, P.G., Eds., "Australian Karst Index". Australian Speleological Federation Inc, Melbourne, p. 14-1 to 14-13.
- Marchant, D.D. and Head, J.W., 2003. Tongue-shaped lobes on Mars: Morphology, nomenclature and relation to rock glacier deposits. Sixth International Conference on Mars, Paper no. 3091.
- Mulder, C.J., Lehner, P. and Allen, D.C.K., 1975. Structural evolution of the Neogene salt basins in the Eastern Mediterranean and the Red Sea. Geol. Mijnbouw, v. 54, p. 208-221.
- Neuendorf, K.K.E., Mehl, J.P. and Jackson, J.A., 2005. Glossary of Geology. American Geological Institute.
- Alexandria, Virginia. Papike, J.J., Burger, P.V., Karner, J.M. and Shearer, C.K., 2007. Mars surface mineralogy: Implications of kieserite group crystal chemistry (Mg, Fe, Mn, Zn, Ni, Co). Seventh International Conference on Mars, Paper no. 3004.
- Peulvast, J.P., Mege, D., Chiciak, J., Costard, F. and Massons, P.L., 2001. Morphology, evolution and tectonics of Valles Marineris wallslopes Mars. Geomorphology, v. 37, p. 329-352.
- Player, R.A., 1965. The salt plugs of southern Iran. Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull., v. 49, Pt. 1, p. 356 (abs).
- Popa, C.I., 2006. Spectral analysis of Martian evaporite environments and implications to geological processes. Ph.D Thesis, «G. D'Annunzio» University, Chieti-Pescara.
- Popa, C.I., Esposito, F., Ori, G.G., Marinangeli, L. and Colangeli, L., 2007a. Tithonuim chasma domes: a result of salt diapirism by means of thin-skinned extension? XXXVIII Lunar and Planetary Science Conference, Paper no. 1848.
- Popa, C.I., Esposito, F., Ori, G.G. and Colangeli, L., 2007b. Tithonium Chasma salt bearing outcrops, stratigraphic Markers for Martian water span. European Mars Science and Exploration Conference: Mars Express & ExoMars, ESTEC, Noordwijk, the Nederland.
- Popa, C.I., Esposito, F., Ori, G.G. and Colangeli, L., 2007c. Tithonium Chasma sulfate bearing deposits as a result of nd pre-rift aqueous activity. Exploring Mars and its Earth Analogues, 2International Workshop, Trento, Italy. Poosty, A.A., 1985. Description of salt domes of Zagros area. MS, AEOI Internal Rep. no. 170. Tehran.

Preuschmann, S., Benkert, D., Wagner, R., Neukum, G.

and The HRSC Co-investigator-Team, 2006. Karst-like topography within the Ganges Chasma Region. Geophysical Research Abstract, v. 8, p. 983.

- Roach, L.H., Mustard, J.F., Murchie, S.L., Bibring, J-P., Arvidson, R.E., Bishop, J.L., Milliken, R.E, Seelos, F. and The CRISM Science Team, 2008. Constraints on the rate of sulfate phase changes in Valles Marineris Interior Layered Deposits. XXXIX Lunar and Planetary Science Conference, Paper no. 1823.
- Scott, D.H. and Tanaka, K.L., 1986. Geological Map of the Western Equatorial Region of Mars, scale 1:15,000,000.
- U.S.G.S. Misc. Inv. Ser. Map I-1802-A. Sonnenfeld, P., 1984. Brines and Evaporites. Academic Press, London, 613p. Talbot, C.J. and Alavi, M., 1996. The past of a future Syntaxis across the Zagros. Geological Society, London, Special Publications, v. 100, p. 89-109.

- Tanaka, K.L. and Golombek, M.P., 1989. Martian tension fractures and the formation of grabens and collapse features at Valles Marineris. Proc. 19th Lunar and Planetary Science Conference, p. 383-396.
- Trusheim, T., 1974. Zur Tektogenese der Zagros-Ketten Süd-Irans. Z. Dtsch. Geol. Ges., v. 125, p. 119-150.
- Vaniman, D.T., Bish, D.L., Chipera, S.J., Fialips, C.I., Carey, J.W. and Feldman, W.C., 2004. Magnesium sulfate salts and the history of water on Mars. Letters to Nature, p. 663-665.
- Williams, P.W., 1972. Morphometric analysis of polygonal karst in New Guinea. Geological Society of America Bulletin, v. 83, p. 761-796.
- White, W.B., 1988. Geomorphology and Hydrology of Karst Terrain. Oxford University Press, New York, 469p.

プレートテクトニクスによる古ジオダイナミックモデルと復元における 幾つかのパラドックス(南東ロシア)

SOME PARADOXES OF PLATE-TECTONIC PALAEOGEODYNAMIC MODELS AND RECONSTRUCTIONS (RUSSIAN SOUTHEAST)

Alexander A. GAVRILOV

V. I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute, Vladivostok, Russia gavrilov@poi.dvo.ru

(岩本 広志・久保田 喜裕 [訳])

要 旨: ロシア極東南部の広域地質データの解析によって、プレートテクトニックジオダイナミックモデルとそれに よる復元には多くの矛盾が存在することが明らかになった.この地域におけるリソスフェアプレートの大規模水平移 動(数百 km ~ 1,600km)と個々のブロック(テレーン)に関するアイディアは、地殻の古構造要素に関係していて、 数億年(断絶を伴う)もの長期間にわたる内因的活動と数千万年におよぶ鉱床 - マグマシステムの発達に関して、造 構 - 火成活動性隆起地塊と中央地塊を分離させたマグマ制御をうけた深部断層パターンや安定的な広域ネットワーク に関する既存データと矛盾している.既存の古ジオダイナミックモデルの枠組みでは、後期新生代に鉛直造構運動が 優占すること、ハンカ地塊縁辺における後期二畳紀の火山 - 造構性構造の安定化、弱変形卓状地層(中生代構造層) の破片的存在が想定されている中生代の活動的衝突過程に矛盾すること、および、その他の時事が説明されない.こ の見解のスペシャリスト達は、中 - 新生代の広域せん断断層帯における最大水平変位が150-200kmを超えることはな いとする観点がより適切である.

キーワード:ロシア極東南部,プレートテクトニクス,復元,鉛直運動,マグマ中心,深部断層,鉱床-マグマシステム

導 入

ロシア南東部の地質構造は、古期中央地塊、後期古生代 (ヘルシニア)の構造形成領域、モンゴル-オホーツク およびシホテアリン中生代造山帯、新生代堆積盆地と後 期新生代玄武岩地域の存在によって特徴づけられる(図 1).現代ジオダイナミックモデルは、新移動論にもとづ いて、ロシア極東におけるリソスフェア・プレートおよ びテレーンの大規模変位(数百〜数千km)による強烈な 構造運動を想定している. 古地磁気,古地理および地質学的データにもとづいて喧 伝されているプレートテクトニクスモデルによれば,例 えば,沿海州南部のセルゲエフスキー地塊(ウラジヴォ ストク南部,図1;かつては,先カンブリア紀ハンカ地 塊の破片と考えられていた)は、やっと前期白亜紀に なって現在の位置に到達したにすぎない.それは、ヴァ ランジュ世-アルブ世に、左せん断断層システムに沿っ て南から北へ1,600km以上移動した.ジュラ紀末期には、 中央海嶺がアジア大陸東縁の下に沈み込んだと考えられ



図1 ロシア南東部の模式的造構図(Krasny et al., 1986から).研究地域:1-Mamynsky,2-Komsomolsky,3-Sergeevsky 地塊・楯状地,後期二畳紀(ヘルシニアン)造構造運動,中生代造山帯,造構 - 火成活動帯(後期中生代〜前期新生代),卓状地,新生 代盆地,後期新生代玄武岩類.

ている. ジュラ紀~前期白亜紀の付加体テレーンは約 1,000kmにわたって北方へ移動し,アルブ世に大陸縁辺 に接合した. この場合,シホテアリンの大陸地殻が比較 的短期間(中期ジュラ紀~アルブ世)の約60Ma(6千万 年間)に形成されと主張されている(Khanchuk, 2001; Kemkin, 2006;他). Anyuysky微小大陸(ブロック) はアムール古陸とは連結していなかった(Natal'in, 1991). 移動論者による地球地質と地域地質データの解釈の不 一致は、すでに、Belousov (1976), Rezanov (1985), Vlasov (1989) および他の研究者達の論文で検討された. 本論の枠組みにおいて、著者は幾つかの明白な事実と広 域的プレートテクトニクスの復元では説明できない矛盾 に注目することにしたい.

1. 水平運動

ロシア極東域における古ジオダイナミック・プレート

モデルでは、水平造構運動が優勢である(Natal'in, 1991; Khanchuk, 2001; Kemkin, 2006). これらのモデ ルでは、稀な例外を除き、鉛直成分とそれらの水平変位 との相互関係の両者の役割が本質的に無視されている. しかし、東部ユーラシア大陸縁の地質発達の全史は、縁 海盆と山間盆地が形成されたネオテクトニクス期(後期 新生代)を含んでいて、別のシナリオを明確に示す. こ れらの盆地の堆積物は、衝突変形が存在しなかったこと を示す. 日本海盆(最大水深 3,700m)の堆積層の層厚は 2,500mに達し、オホーツク海では 10,000m かそれ以上の 堆積レンズが稀でなく、黄海での堆積物の層厚は 8,000m 以上である(Udintsev, 2003).

Achinsk ~ ウラジヴォストク間のシベリア横断鉄道 に沿って改測された3回(1901-1915, 1936-1943, 1963-1971)の水準測量データによれば,現在は地殻の鉛 直運動が大きく,時間・空間的に変化する.1901-1943 年には沈降運動速度が50mm/年に,振幅が900mmに達し, 1943-1971年では13mm/年の隆起運動速度と,350mmの 振幅が観測された.造構運動の向きと強度の転換は,鉛 直運動の波動状の振動特性を反映している.

リソスフェアにおける造陸運動と波動プロセスは、広く 知られている.それらは、この地域における堆積物の形 成やマグマ活動のリズムや周期に関する多くのデータに よって確認されている.

2. 垂直造構運動

鉛直運動の平均速度が 13mm/年で,発達傾向が安定して いることは,高度 2km(ロシア極東山地の特性高度)の 山脈が形成されるのに,かつて存在した岩層が侵食に よって除去されつづけるとして,約15万年かかったこ とを示唆する.このデータに従えば,この地域の山脈は, テクトニクスの観点からみて,非常に若いものであろう.

ロシア極東地域には後期中生代~前期新生代に花崗岩類 が貫入していて、山地の地形と高度の関係性がよく知ら れている(Lishnevsky, 1965; Khudyakov, 1977).地球 物理データによって解明されたこの地域の山脈の深い "根"については、繰り返し出版されてきた(Romanovsky, 1999;その他).数10万km³のやや塩基性~酸性組成の 噴出岩や貫入岩の形成、火山岩の集積を過剰に補償した ために発生したこの地域の広域隆起、そして、他の地質 -地形データは、後期白亜紀~新生代前期の火成活動が 広域な山脈形成にかかわったことを示す.

造山作用が深部過程に由来するものであり,それが大陸 縁における後期白亜紀の造山運動東アジアの火山 - 深成 帯の形成,およびその他の変動をひきおこした広域的マ グマ制御断層運動と関わっていることなどのデータは, テレーンの衝突 - 付加モデル,カオティックな造山運動 および沈み込みによる火成活動マグマティズムと整合す るところはほとんどない.今日の高速鉛直造構運動と 7千万年間にわたる広域的地質構造の安定性は互いに矛 盾する存在であり,造構運動の向きが周期的に変化する ことによってのみ説明され,さらに,更新世〜完新世に 急激な速度変化が起こったとの説明はほとんど信頼でき ない.

3. 造構作用の古く深い"根"

後期新生代がこの地域の地質発達における特別の例外的 ステージと考える理由はない. そのうえ、リフト形成造 構作用が活発にあらわれる時期がこの地域における先行 する歴史なかでくりかえされたことに疑う余地はない. 後期始生代の東アジアには、リフト形成作用構造的、火 成活動および鉱床形成を示す十分な数の兆候がある(例 えば, Sukhov, 2000). 地向斜形成作用と地殻のリフト 形成作用への転換の関係に関する考え方は、幅広い関心 をあつめてきた.この場合、リフト形成作用の特徴を示 す直線的な地向斜凹地と堆積盆地のほかに, 卵型の同心 的帯状構造を示す地向斜も存在する (Saytsev, 1984). 現在の類似例としては、東アジアの縁海盆、メキシコ湾 やカスピ海の盆地、および、他の等軸的凹地があげられ る.利用可能な地質・地球物理データは、造構作用が同 心構造の中心部に起き,マントルダイアピルもしくはプ リュームの活動的な関与を伴っていることを示す.

4. 水平運動

プレートテクトニクスの説明にみられるもう一つの疑問 は、大規模な水平移動を考える場合に地質的空間の問題 をいかに解決するかということである.ユーラシア,北 米と太平洋メガプレートの間の漸移帯が連結した地球ダ イナミクスの緩衝システムとして機能していることは明 らかである.剪断断層運動の期間に、メガプレートの相 対回転変位,遷移帯における断層と地塊の全体系が一体 化して変形する.それゆえ、全般的集合をなす遷移帯構 造の外側における個々の地塊あるいはテレーン(たとえ ばSergeeevテレーン)が数1,000km以上にわたって個 別運動することは、全くの仮説的事象である(Khanchuk, 2001; Kemkin, 2006).個々のテレーンの変位が、隣接 域の造構変形を解析しないで、また、造構運動と造構要 素の階層性(惑星、広域、局地)を考慮することなく、 復元されることはないだろう.

地塊,剪断断層およびおしかぶせ断層による変形では, 水平運動の存在を否定することはできないだろう.しか しながら,変位量は確実な地質証拠にもとづいて評価す べきである.150~200kmに達する最大変位量は,広域 的剪断断層帯(シホテアリン中央断層)にみられるにす ぎない(Utkin,1989).その他の多くの広域断層帯での 水平変位量は数10kmを超えることはなく,局地的な断 層の場合には数100mを限界とする(Gavrilov,2002). 中-新生代における太平洋縁に平行な断層系に沿う広域 地塊の剪断断層変位に想定される左ずれ変位は,FREの 褶曲-造山帯と火山帯の全長の10%に満たず,プレート テクトニクスの復元に比べるとはるかに小さい.



図2沿海州南部の断層パターン

同様な扱いは、局所的なオリストリスやオリストスト ロームのような特別な構造に関する造構的解釈に関して も必要となる.

森や草に広く覆われた地域であるため、ロシア極東地域 における地質露出の大部分は河谷や海岸に沿いに限られ る.現在では河谷の大部分は断層帯によって決められ、 海岸線はその地域のテクトニクスに制御されている.こ のように、プレートテクトニクスモデルとジオダイナミ クスの復元の基礎に用いられる厖大なセクション(柱状 図、断面図)の大部分は、様々な階層性の断層帯に位置 している.このような見通しは、それらが一般的である かのような間違った印象を形成し、広域なスケールでの 岩石分布の混乱が根拠のない広域的水平運動を導いてし まう.

5. 線状構造と深部断層

多くの研究者(Radkevich, 1977; Kosygin, 1983; Krasny et al., 1986; ほか)は、ユーラシアー太平洋 遷移帯、すなわち構造配置 [structural plan]の地域 要素である直線部や境界部(大陸縁変動帯、火山-深成 岩帯、深海の海溝、島弧など)に普遍的な大〜小規模ブ ロック構造を決定づける規則的で空間的階層的関連 [an ordered spatial-hierarchical network],ないしは断 層変位形態 [pattern of fracture dislocations]の存 在に気づいている.長期にわたる活動的な深部断層の存 在は,東アジアのテレーンの大規模で雑然とした移動と いう考えに矛盾する.地域を超える地球規模のリニアメ ントは、造構運動の指標と考えることができる. なぜな ら, それらは, 異なる構造や異なる形成時期の構造が交 差するなど、相互に関連して変位したという知見を与え てくれるからである. 広域的な断層のいくつかの部分 は、図2に示されているように、Primorye 南部の構造 配列にみられる基本形態であることは明白である.著者 の研究 (Gavrilov, 2002) は、固有の発達様式をもつ独 立した凹地ブロックの構造形態をとる東アジア縁海盆の 境界は、元々別のものであることを裏付ける. それらの 形成は、広域的な剪断断層やリフティング、マントルダ イアピル運動のなかで、引張と伸長ないしは膨張過程に 結びついた作用に関わっている. そこは地殻深部の構造 的-物質的変換部で、きわめて重要な場所である.深部 での注入造構作用が活発な徴候をみせる間、断層系で構 成される完全な状態 [The integrity of the framework fault systems] は、後期新生代のマントルダイアピル が漸移帯のリソスフェアで発達したマグマに規制された 網状チャネルを利用したことを示唆している. それはや や小規模の水平運動を伴う鉛直変位の主な結果である.

6. 衛星測地データ

SLR, DORIS, GPS などの衛星測地データ (図3: Peltzer, Saucier, 1996; Heki et al., 1999; ほか) の出現は, 移動論者の立場からすると, 造構運動論の基



図3 EUと誤差1 σ 楕円に関する全地球測位システム [GPS] 観測による変位速度(Heki et al., 1999).

本的問題を解決したことは明白で、プレートテクトニク スはより具体化されてきた.しかしながら、実際には、 状況は曖昧なまま残されている.その観測期間は、確た るものをいうにはあまりにも短かいことは明らかであ る.測地観測域のサハリンやクリル諸島、カムチャツカ における機器観測(Tsakharov et al., 1982)は、記録 されたプレートと個々のブロックの運動が往復運動ない しは振動現象である可能性を示している.それは、リ ソスフェア上部において、元来、自転要因に関連した (Gavrilov et al., 2005),圧縮-展張様式の周期的変 化と応力場のベクトル方向の変化を反映していることに よる.

7. 卓状地の被覆層

Laoelin-Grodekovskaya Epihercynian 域内のハンカ地 塊(図1)の縁辺部に位置している中生界層状岩塊(三 畳系~下部白亜系)は、成層状態や下位層との関係にも とづいて、Putyatin 諸島(図4)や Askold and Russky 諸島(図5)、Amur 湾西岸、Ussuriysky 湾東岸(図6) における卓状地の被覆層と判断され、弱いながらも明瞭 な断層運動が起こった構造時階 [a clearly defined, weakly dislocated structural stage] を経験してい る.シホテアリン北部の一連の中生代累層群(Kaydalov, 2003)は、付加プリズムやテレーンテクトニクスの形成 モデルに適合しない.

8. 顕生代を通じて繰り返されたマグマ作用

古生代~中生代のプレートとテレーンの活動的な移動と いう仮想に対して,内生的な(マグマ)活動の中心が固 定されていることは矛盾している.このような観点から は,ブレインスキー中央地塊は後期始生代,前期原生 代,前期・後期古生代,前期三畳紀,そして前期・後期



図4 Putyatin 島の上部二畳系(褶曲と断層運動を受けている)と下部三畳系(水平構造). 位置は図2参照



図 5 Russky 島における下部三畳系の岩塊断面. 位置は図 2 参照.



図6 Ussuriysky 湾東岸の下部白亜系の岩層.位置は図2参照.

白亜紀に生じた火成活動と活動範囲をきわめて明瞭に示 している. さらに, Kuldurskiy 地熱地帯は, 今日まで, ずっとその場所に位置している. 造構 - 火成活動ドーム もまた, ハンカ地塊東縁に確認される. 中心タイプの Gonzhinsky および Mamynsky 造構 - 火成活動ドーム (図 7)は, Amur-Zeya "プレート"の北縁に位置している. そこは,後期始生代,前期原生代,前期・後期古生代, 前期三畳紀,そして前期・後期白亜紀の異なった組成を もつ火成岩類が集中している.内生作用の3つの時階(後 期リフェアン紀,後期石炭紀-二畳紀-三畳紀,前期白 亜紀)が設定される局所的 Kondersky 火成活動の中心 は,幅広い地質年代と異なった活動様式で特徴づけられ る(Karetnikov, 2006).



図7 造構性マグマの上昇による Mamyn 環状構造系 (Krasny et al., 1986 を著者が解釈).1- 始生代複合岩体,2- 始生代花崗岩類,3- 後期 原生代複合岩体,4- 後期原生代はんれい岩,5- 後期原生代花崗岩類,6- 前期〜中期デボン紀複合岩体,7- 後期原生代花崗岩,8- 後期古生代 はんれい岩〜閃緑岩,9- 前期三畳紀花崗岩,10- ジュラ紀複合岩体,11- 前期白亜紀花崗岩類,12- 前期白亜紀火成岩類,13- 未固結被覆層,14-地質境界,15- 断層,断層帯.16- 造構 - 火成活動による放射状断層,17- 弧状断層帯に関連した地形 - 地質境界,位置は図1参照.



図 8 東ロシアにおける錫鉱床とそれに関連した岩石の年代 (Rodionov, 2005).

膨大な研究 (Shcheglov and Govorov, 1985; Rodionov, 2005;ほか)は、シホテアリンの後期中生代-前期新生 代の鉱化火成活動系列が、ほぼ数億年にわたるものであ ることを,我々に明確に示している.例えば,火成岩や 変成岩の同位体年代によると, Kavalerovsky 鉱化帯にお ける火成活動系列の最盛期はアルブ世〜漸新世の約8000 万年にわたって続いた. Badzhalsky 鉱化帯では 6000 万 年間, また Komsomolsky 鉱化帯の Mnogovershinnoe 鉱 床などは4000万年前以前に形成されはじめ、鉱化作用 は3000万年以上続いた. 錫鉱床地帯の複合貫入岩体 が長期間にわたり形成された同様のデータは、極東の Khinganskaya や Kolymskaya, その他の地域で得られて いる.東アジア地域における錫鉱床形成に関わる鉱化-火成活動系列の全作用期間は、三畳紀末~漸新世、すな わち2億年以上に及ぶ(図8). 錫鉱床形成の明瞭な最 盛期は、9600~6300万年前にある.

上述した造構性マグマの上昇だけでなく,長期間続いた 堆積盆地の発達が,東アジア地域で見られる.リフト性 で炭酸塩岩に富んだ松遼盆地における堆積物の集積は, 時々中断されたものの,ジュラ紀中期[~]新生代まで続い た.そこでは堆積被覆層の層厚は10kmを超え,地震や 重力のデータによれば,地殻の薄化やアセノスフェア層 隆起部が見つかった(Karsakov et al., 2005).同様に 中生代~現在の長期にわたって発達した広域的リフト性 構造帯は,Udsko-Zeyskaya や Amur-Zeyskaya, Udyl-Kizinskaya, Razdolninskaya などの堆積盆地で確認され る.それらの堆積被覆層は,後期中生代~前期新生代に および,一般に言われている活動的衝突作用の証拠と矛 盾する.

上記の、そして、他の経験的データと論理的前提の間の 矛盾や不一致は、その地域の予察的な内生的鉱化作用の 探査のためにプレートテクトニクスモデルを適応するこ とは出来ないこと示す.

文 献

- Belousov, V.V., 1976. Geotectonics. MGU, 334p (in Russian). Gavrilov, A.A., 2002. Faults systems of Japan and Okhotsk sea regions. Comparative analysis by geological and remote sensing data. Proceedings of the 6th Pan Ocean Remote Sensing Conference (PORSEC, 2002), Bali, 3-6, September, p. 140-144.
- Gavrilov, A.A., Kolomiets, A.G., Shestakov, N.V., Gerasimenko, M.D., Kasahara, M. and Kato, T., 2005. Last processing Results of the GPS measurement in Primorsky Krai and morphotectonic zoning of the East Eurasia. Regularities of the Structure and Evolution of Geospheres VII. Proceedings of VII International Interdiscip. Symposium and Intern. Geoscience Programme (IGCP-476). Vladivostok, p. 103-109.
- Heki, K., Miyazaki, S., Takahashi, H. et al., 1999 The Amurian plate motions and current plate kinematics in eastern Asia. Jour. Geophys. Res., v. 104, no. B12. P 29,147-29,155.
- Kaidalov, V.A., 2003. General regularities of the structure of Mesozoic sediments sections of the Lower Priamurye and the North Sikhote-Alin. Tectonics, deep structure and geodynamics of East Asia. Khabarovsk, p. 17-30 (in Russian).
- Karetnikov, A.S., 2006. About the new conception of massif Konder formation. Tectonics, deep structure and geology of mineral deposits of the East Asia. Khabarovsk, p. 154-158 (in Russian).
- Karsakov, I.P., Zhao, C., Malyshev, Yu.F. and Goroshko, M.V. [Ch. Eds.], 2005. Tectonics, deep structure, metallogeny of the Central Asian-Pacific belt junction areas. Tectonic map, scale 1:1,500,000 with explanatory text, 264p., Vladivostok-Khabarovsk, FEB RAS.
- Kemkin, I.V., 2006. Geodynamic evolution of the Sikhote-Alin and the Sea-of-Japan region in Mesozoic. M. Nauka, 257p (in Russian).
- Khanchuk, A.I., 2001. Pre-Neogene tectonics of the Seaof-Japan region: a view from Russian side. Earth Sci.

(Chikyu Kagaku), v. 55, p. 275-291. Khudyakov, G.I., 1977. Geomorphotectonics of the South of Far East. M. Nauka, 255p (in Russian).

- Kosygin, Yu.A., 1983. Tectonics. M. Nedra, 536p (in Russian). Krasny,L.I., 1984. Global system of geoblocks. M. Nedra, 224p (in Russian).
- Krasny, L.I., Putinizev, V.K. and Vasiliev, B.I [Ch. Eds.], 1986. Geological Map of the Far East 19. Scale 1:1500 000, VSEGEI. Lishnevsky, E.N., 1965. On the active role of granite intrusives in mountain-building processes. Jour. Geotectonics, no. 3, p. 76 -83 (in Russian).
- Natal'in, B.A., 1991. Mesozoic collision and accretion tectonics in the South of the Far East of the USSR. Tikhookeanskaya Geologiya (Pacific Geology), no. 5, p. 3-23 (in Russian).
- Peltzer, G. and Saucier F., 1996. Present-day kinematics of Asia derived from geologic fault rates. Jour. Geophys. Res., v. 101, P27, 943-956.
- Radkevich, E.A. ,1977. Metallogenic provinces of the Pacific ore belt. M. Nauka, 176p (in Russian).
- Rezanov, I.A., 1985. Evolution of the Earth's crust. M. Nauka, 144p (in Russian).
- Rodionov, S.M., 2005. Metallogeny of tin in the East of Russia. M. Nauka, 327p (in Russian).
- Romanovsky, N.P., 1999. The Earth's Pacific segment: deep structure granitoid ore-magmatic systems. Khabarovsk, 164p (in Russian).
- Saitsev, Yu.A., 1984. The evolution of geosynclines (ovalconcentrically-zonal type). M. Nedra, 208p (in Russian).
- Shcheglov, A.D. and Govorov, I.N., 1985. Nonlinear metallogeny and depths of the Earth. M. Nauka, 325p (in Russian).
- Sukhov, V.I., 2000. Metallogenic zoning of territory of the Russian Far East. Tikhookeanskaya Geologiya (Pacific New Concepts in Global Tectonics Newsletter, no. 49, December,
- Tsakharov, V.K., Vasilenko, N.P. and Naumov, N.V., 1982. Horizontal deformations of Earth's surface within Sakhalin and Shikotan Islands. Tikhookeanskaya Geologiya (Pacific Geology), no. 1, p. 119-122 (in Russian).
- Tuezov, I.K. and Zolotarskaya, G.V., 1987. Special features of the present-day motions in the Earth's crust in Southeast Siberia and the Far East according to the data on the repeated leveling. Tikhookeanskaya Geologiya (Pacific Geology), no. 3, p. 23-32 (in Russian).
- Udintsev, G.B. [Ch. Ed.], 2003. International Geological-Geophysical Atlas of the Pacific Ocean. Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO. Moscow - St-Petersburg, 192p.
- Utkin, V.P., 1989. Shear fault dislocations, magmatism and ore formation. M. Nauka, 164p (in Russian).
- Vlasov, G.M., 1989. Why doesn't everybody accept plate tectonics? Tikhookeanskaya Geologiya (Pacific Geology), no. 2, p. 125-130 (in Russian).

カリフォルニア州のサンアドレアス断層南部域における 300 日の地震周期

300-DAY SEISMIC CYCLES IN THE SOUTHERN SEGMENT OF THE SAN ANDREAS FAULT, CALIFORNIA

Valentino STRASER 94, Localita Casarola – 43040 Terenzo PR, Italy fifurnio@tiscali.it

(角田 史雄・川辺 孝幸 [訳])

要 旨:連動地震(TE)は、通常300日間隔でくり返し発生する地震で、地球上の地震発生場が、惑星軌道上で、特 有な配列状態になったときに発生する. イタリアのアペニン山脈では、すでにこのことが研究されている. 南カリフォ ルニア、シェラネバダ、モジャブ地方、ロサンジェルスなどでは、震源の深さがほぼ同じで、300日周期で繰り返さ れる地震が知られているが、これにイタリアでのモデルを適用してみる. 地震の規模との関連は分からないが、こう した規則性をもつ連動地震の緯度,経度、震央などをわずかな誤差で予報できれば、人間生活や経済への影響を軽減 できる可能性がある.

 $\neq - \nabla - F$: earthquakes, Twin Earthquakes (TE), planetary disturbances, correlations, San Andreas Fault, regular seismic cycles, earthquake prediction.

概説

サンアンドレアス断層では、地震学者から「チックタッ キング」と呼ばれるような地震活動が起こる. この断層 の分布域は、地震のリスクに関するモデリングや方法論 の研究には欠かせない地域である (Bakun and McEvilly, 1984; Ben-Zion ほか, 2003; Ruth, 1990; Nadeau and McEvilly, 1999-2004; Niu ほか, 2008).

同様な地震のくり返し性は、中央イタリアと北アペニン山脈のVal Taro地震帯でも観察された(Straser, 2008). そこでの地震は、同じ地域で、ほぼ300日ごとに起こっていて、太陽と月とがからんで、天体がある特殊な位置関係になった時に発生している. それぞれの地震の震央は、数kmから50kmほど離れている.

筆者は、こうした地震を連動地震(TE)と名付けた (Straser, 2008).これらの地震の特徴は、地震帯によっ て違うはずの震源とか地震の規模などが、対照できそう なことである.たとえば、イタリアのアペニン帯では小 地震だが、カリフォルニアでのそれは中~大地震である.

サンアンドレアス断層での地震には起こり方に幅がある:つまり,あるものは,流体や重力計の「引き」(Di Toro ほか,2004)に関連した物理的なメカニズムを引き 金にしていたり,あるものは3年をめどにして集中的に 発生する.さらに別のものは太陽の黒点にからんで22年 ごとに起こる(Bakun and McEvilly, 1984).または,月 の周期が関係する場合もある(Kilston and Knopoff, 1983;Kokus, 1988 - 2006).全てのそうしたくり返し現 象を,これらの地域におけるTE法で検証してみよう.

そして, 前述したこと(http://earthquake.usg.gov/

research/parkfield/repeat.php 参照)とか, 地震履 歴や,「特徴的な地震」と呼ばれる,同じような破壊過 程の一定のくり返しなどを考え始められたのはパーク フィールドの地震からと思われる(Ellsworth, 1995). その上, P波とS波の最初の周期が似通っているのは, こうした破壊過程が,断層の同じ場所で起こっている ことを意味している(Bakun and McEvilly, 1979a&b; Bakun and Lindh, 1985).

こうしたくり返し性に加えて、ほとんど同じマグニ チュードで、同規模の前震が、パークフィールド地震の 17分前に発生した. 1992 年と 1993 年 11 月の地震 (Cole and Ellsworth, 1995) は、パークフィールドの前震の もつ潜在的な力に、形の上では見合ったものであるし、 M6.0 地震の起こる可能性が高いことを広く警告したので ある.

この地震とパークフィールドでの「特徴ある地震」との 関係は、1993年11月の地震の波形が、1966年の本震の 3日前に起こった前震のそれとは違っていた、という事 実が物語っている.しかしながら、「17分の前震」に相 当する地震はなにも無かった.

筆者がもっとも興味を引かれたのは、ここでの TE 法が、 中央カリフォルニアのサンシメオン地震とパークフィー ルド地震との間の 281 日間に適用できそうなことであ る.最初の地震は、2003 年 12 月 22 日にシエモン北東の 地下 11km とパソローブル西北西の地下 39km で発生した (Hardebeck et al., 2004).後者は、2004 年 9 月 28 日に、 サンアンドレアス断層の中央域にあるパークフィールド の市街地近くで起こった (Langbein et al., 2004).こ れらの地震は 2 つとも、ある天体の配列(表1)と一致 しており、それはちょうど、中央イタリアの Gran Sasso

	YYY/MM/DD	HH:mm:SS.ss	м	LAT	LON	Depth	Planet	Azimuth	Height
1	2002/01/09	10:59:07.80	1.91	36.290	-120.290	2.71	Mercury Neptune Venus Sun	+142°24' +142°22' +164°39' +163°16'	+27°04' +28°19' +31°31' +32°06'
2	2002/11/09	07:58:29.41	1.79	36.039	-120.598	1.58	Mercury Sun	+126°18' +125°17'	+19°52' +17°18'
3	2003/09/09	23:11:36.55	1.16	36.025	-120.564	4.99	Mercury Venus	+343°34' +345°00'	-53°08' -49°13'
4	2004/07/07	23:29:32.65	1.64	36.227	-120.282	12.74	Mercury Mars	+329°05' +326°00'	-28°43' -28°29'
5	2005/05/07	22:35:00.79	1.07	35.926	-120.474	6.53	Moon Sun	+340°28' +337°54'	-34°50' -35°13'
6	2006/03/13	13:07:25.83	1.90	36.139	-120.169	10.75	Mercury Sun	+331°09' +322°23'	-53°03' -51°53'
7	2007/01/07	17:32:39.99	1.43	36.220	-120.280	11.46	Mercury Sun	+245°51' +247°48'	-06°50' -06°26'
8	2007/11/07	15:16:51.31	2.07	36.030	-120.040	21.90	Jupiter Pluto	+228°18' +227°10'	+14°59' +23°39'
9	2008/09/09	16:11:11.09	1.46	36.026	-120.105	8.0	Jupiter Moon	+133°12' +133°24'	+15°54' +11°56'

	YYY/MM/DD	HH:mm:SS.ss	м	LAT	LON	Depth	Planet	Azimuth	Height
1	2007/12/19	09:51:05.52	1.7	34.025	-117.236	13.3	Jupiter Sun	+146°48' +149°35'	+24°51' +26°01'
							Mercury	+149°14'	+24°07'
2	2008/01/19	10:55:50.46	1	34.030	-117.266	15.8	Mercury Neptune	+139°56' +136°00'	+29°13' +28°38'
3	2008/02/19	05:48:11.21	2	34.283	-117.046	7.4	Mercury Venus	+113°08' +119°21'	+05°02' +06°46'
4	2008/03/19	23:45:31.51	2	34.009	-117.210	6.8	Mercury Venus	+36°00' +32°55'	-61°45' -61°00'
5	2008/04/19	02:17:12.26	1	34.044	-117.265	6.0	Mercury Sun	+39°40' +43°46'	-33°19' -32°21'
6	2008/05/19	13:58:24.54	1	33.954	-117.060	5.7	Sun Venus	+252°09' +254°10'	+58°14' +52°51'
7	2008/06/19	03: 14:29.89	1.4	34.034	-117.307	18.9	Sun Venus	+46°50' +44°18'	-14°47' -16°16'
8	2008/07/19	20:52:44.66	2.2	34.045	-117.246	14.6	Mars Saturn	+277°01' +281°22'	+04°32' +02°34'
9	2008/08/19	08:34:06.47	1.1	34.279	-117.049	5.2	Mercury Venus	+97°05' +96°08'	-21°11' -20°38'
10	2008/09/19	06:03:24.06	1	34.201	-117.440	10.4	Mercury Mars	+90°23' +86°39'	-20°08' -17°58'
							Venus	+85°41'	-22°06'
11	2008/10/19	12:59:15.15	1.7	34.038	-117.258	16.1	Mars Sun	+188°53' +207°16'	+40°31' +41°37'
12	2008/11/19	10:53:53.47	1	34.013	-117.106	7.0	Mars Sun	+170°56' +167°06'	+36°40' +35°17'
							Mercury	+162°13'	+33°00'

山で地震が観測された時だった (Straser, 2008).

両方の地震とも、>M6.0で同じマグニチュードだった. それらの時間差、同じ震源の深さ、地震に合致した特有 な天体の配列(その配列のしかたはパークフィールドの 場合と同じ)、双方とも震央間距離が 50km などは、マグ ニチュードは別々でも、すでにイタリアで研究されてい る連動地震を想起させる現象である.

連動地震と天体の位置関係

この研究の目的は,地震帯として知られる南カリフォル ニア断層系で,過去に発生した地震にTE法を適用して, この方法が正しいことを立証することである(図1). この研究は2つに分かれている.: 最初の研究は,過去245年(1769年~1915年)にわたって,天体の位置関係が乱れた時に地震が起こったかどうかを調べることである.過去のデータは,USGSのデータから引用した(表2).

次の研究は, TE 法の適用に関するものである. 地震帯に は、シェラネバダ、モジャヴ 地域、ロサンジェルス地 域などである. 期間は1981~2008年である. 過去のデー タは SCEC のデータから引用した(表3,4,5).

連動地震法は,通常,半径 50km 以内のごく狭い区域に 震央が在り、くり返し発生する地震の予知が可能であ る.つまり、前兆的な地震(PE)と連動地震(TE)との間 の 300 日間に生じた地震と天体の位置関係に認められる

		E/	ARTHQUA	AKE	PLANET			
Туре	Date	Time	Lat	Long	Depth	Configuration	Right Ascension	Declination
PE	Jan.27, 2008 M=1	06:03:41	34.02N	-117.26W	17.3	Neptune Mercury	+229°43' +229°48'	+24°40' +27°45'
TE	Nov.21, 2008	14:43:13	33.87N	-117.07W	-	Sun	+239°59'	+7°00'
	M=1					Mercury	+241°32'	+5°36'

		E/	ARTHQU	AKE	PLANET			
Туре	Date	Time	Lat	Long	Depth	Configuration	Right Ascension	Declination
PE	Jan.27, 2008 M=1	06:03:41	34.02N	-117.26W	17.3	Neptune Mercury	+229°43' +229°48'	+24°40' +27°45'
TE	Nov.21, 2008	14:43:13	33.87N	-117.07W	-	Sun	+239°59'	+7°00'
	M=1					Mercury	+241°32'	+5°36'

		E/	ARTHQU/	AKE	PLANET			
Туре	Date	Time	Lat	Long	Depth	Configuration	Right Ascension	Declination
PE	Jan.27, 2008 M=1.4	00:52:35	34.02N	-117.22W	17.4	Neptune Mercury	+229°43' +229°48'	+24°40' +27°45'
TE	Nov.21, 2008 M=1	10:02:33	33.92N	-117.16W	14.7	Sun Mercury	+239°59' +241°32'	+7°00' +5°36'

		E	ARTHQU	AKE	PLANET			
Туре	Date	Time	Lat	Long	Depth	Configuration	Right Ascension	Declination
PE	Jan. 25, 2008 M=1.5	02:25:53	34.05N	-117.14W	11.6	Neptune Mercury	+329°51' +328°46'	-56°24' -54°51'
TE	Nov.19, 2008 M=1.1	18:44:34	34.04N	-116.85W	21.2	Sun Mercury	+44°04' +49°59'	-70°21' -67°21'

		E/	ARTHQU/	AKE	PLANET			
Туре	Date	Time	Lat	Long	Depth	Configuration	Right Ascension	Declination
PE	Jan,25, 2008 M=1.3	16:07:34	34.01N	-117.22W	15.6	Neptune Mercury	+329°51' +328°46'	-56°24' -54°51'
TE	Nov.19, 2008 M=2.8	19:00:54	34.13N	-117.03W	4.3	Sun Mercury	+44°04' +49°59'	-70°21' -67°21'

		E/	ARTHQU	AKE	PLANET			
Туре	Date	Time	Lat	Long	Depth	Configuration	Right Ascension	Declination
PE	Jan.24, 2008 M=1.3	10:12:55	34.02N	-117.24W	16.8	Neptune Mercury	+331°55' +330°58'	-67°59' -66°50'
TE	Nov.18, 2008 M=1.4	21:34:11	34.30N	-117.08W	10.3	Sun Mercury	+43°46' +50°13'	-70°08' -66°35'

		E/	ARTHQU/	AKE		PLANET		
Туре	Date	Time	Lat	Long	Depth	Configuration	Right Ascension	Declination
PE	Jan.22, 2008	05:18:09	34.28N	-117.05W	6.4	Neptune	+327°25'	-67°13'

M=1.7					Mercury	+328°51'	-67°36'
Nov.16, 2008 M=1.1	16:05:08	34.03N	-117.13W	9.5	Sun Mercury	+43°07' +50°34'	-69°41' -65°01'

		E	ARTHQU/	AKE	PLANET			
Туре	Date	Time	Lat	Long	Depth	Configuration	Right Ascension	Declination
PE	Jan.29, 2008 M=2.4	16:19:05	34.27N	-117.27W	13.1	Neptune Mercury	+221°40' +221°30'	+20°27' +23°46'
TE	Nov.23, 2008 M=2.1	02:39:15	34.01N	-117.10W	15.8	Sun Mercury	+54°10' +56°16'	-55°16' -54°18'

経験的な連鎖を抽出するのである. イタリアで研究され たいくつかのケースでは, PE/TE 周期が数年から数百年 の幅で,一定間隔で繰り返される.

発生の一連の過程は次のように纏められる: 天体のほぼ直線的な位置関係 > 前兆的な地震 (PE) → ほぼ直線的な天体配列 > 連動地震 1) もっとも最近の天体の配列を決める.

2) 天体の配列と対応していて、PE 地震よりおよそ 300 日前に発生した「特色ある地震」を地震活動域から見つ け出す.

3) 計算で求まる天体の配列があった±3日以内に想定 される連動地震の予想値を算定する.

天体の配列と地震との相関関係

TE 法は、つぎのような手順で適用される:



図1 索引図(出典:南カルフォルニア地震情報局 http://www.data.scec.org/index.html). 調査地域の色分け:緑がシェラネバダ, 黄色がモジャヴ地域,青紫がロサンジェルス.残りの区域で,南部海岸山脈と中央谷は橙色.カリフォルニア南縁部は赤.

図2,3,4 PE と TE のそれぞれの地震が発生した任意の時間差 を計算したデータ.検討した地震はこの任意の時間差でグループ 分けしてある.グラフは、この計算で求められた結果で、PE と TE との間に記録された時間間隙の回数が顕著なもの.



図2 シェラネバダ











図5 破壊寸前の状態にある岩石における時間と関連する理論値の趨勢を示す概念図.

横座標:2つの朔望月(注;太陽・月・地球が一直線に並んだ時から,次にそうなるまでの時間の平均値)の期間中の日数,岩石への負荷荷重の理想的な直線の波打ち曲線であるシヌソイド曲線のピークは,月あるいは天体の配列の乱れのピークと対応している.

たて座標:乱れの強さを表すパーセンテージで,100個のデータのうちの応力条件下にある岩石への荷重限界に対応する数値.シヌソイ ダル曲線は2つの造構応力を示し,青は遅い動きの場合で,フクシア色は早い動きの場合.

2つの傾向が読み取れる;1つ目は、青色のシヌソイド曲線で、グラフの値が岩石の破壊限界に近いと、かりに天体配列の乱れがわずか(グラフではたかだか1%)でも、破壊限界を超え、地震の引き金がはずれてしまう.こうした状況で最も考えやすいのは、岩石中に応力がゆっくりと蓄積されていく場合で、2003年のサンシメオン地震、2004年のパークフィールド地震、1989年のロマプリータ地震などである.2つ目は、赤色のシヌソイド曲線で、グラフに示される急激な応力増加で、天体配置に起因する地球外の乱れは地震の引き金にはならなかった.このケースは、1906年のサンフランシスコ地震のように、偶然的な要素が強い.

天体の配列の乱れを観測したところ、この研究による「地 震の起こる臨界角」(表2~5)に、高さと方位角とで、 <5°の遅れがでると、地震が発生している. 多くの場合、 いくつかの天体の配列までの「臨界角」の減少のよって、 地震エネルギーの解放があると言うよりは、地震の引き 金のスイッチが入って地震が起きるようである.

1769~1915年に公表された地震(表2)のうち,天体の配列があったのに,地震が発生しなかったのは,たったの16例しかない.確率的に言えば,天体の配列によって発生した地震の数は94%を超えている.中央イタリアでの研究でも,同様な確率は約90%である.

シェラネバダ,モジャヴ地域,ロサンジェルス地域など で,TE 法を適用したところ,地震のくり返しや集中がみ られたのは,主に295,300,305の各日数(図2,3,4) となり,平均は298日であった.イタリアで得られた結 果もほぼ同じ日数であった.

討 論

地震が発生する時間間隔は、数分から数日にわたっている.研究対象とした地域においては、地震が続けて発生していくという傾向に、規則性は認められず、モジャヴ/ロサンジェルス/シェラネバダ区域でのくり返しは25% ていどの確率だった.

連動地震(表2,3,4)が起こるのは,天体が配列した 時の角度が <5°前後の時であった場合が多かった.地震 と天体の配列との相関関係のほかにも,震源の深さです ら,それぞれの地震帯ごとに変化していた.

シェラネバダでの TE 法の場合, 震源の深さは平均約5 ~6km だった. モジャヴ地域とロサンジェルス地域では 平均10km, 深度のばらつきは2~18km であった. 1906 年ロサンジェルス地震のときは, 16の地震が, 地震と天 体配列間の関係が無かった. 逆にみて,この地震は,パー クフィールド地震やサンシメオン地震,1989年10月17 日のロマプリータ地震などの場合とは違っている.

こうした2つの別のケースにおける違いは、つぎのよう な理由があるのだろう:

1. 岩体の急激な応力解放と天体の配列の影響(通常, 3~4段階にわたる月と太陽の重力の影響)とは無視で きる.このような急激な状況変化があった場合,1906年 ロサンジェルス地震での場合と同じように,地震は,相 当量の地震エネルギーを解放できるからである.

2. 応力解放がもっと遅く,かつ,天体の配列の乱れが もっと顕著な場合,最大応力値限界(図5)まで,岩盤 中における地震の引き金のスイッチが入らない. 2004年 のパークフィールド地震とか 1989年のロマプリータ地 震(McNutt. 1990)がその例である.

天体の配置の乱れは、岩盤中の応力をゆっくりと高めて いき(図5)、地震の規模には関わらず、地震の引き金 を入れたり切ったりしているうちに、地震発生のくり返 し性が出てくる.この方法は、この論文中にはデータが 無いけれども、アラスカのような別の地域でも適用でき る.かりに、イタリアでの研究例に比べて、太平洋にお ける場合のように、距離がずっと離れていて、震源がずっ と深くても、51回もの地震のそれぞれに適用できた.

マグニチュード2.5以下の地震は、マグニチュード5.5 以上の地震で起こる岩盤破壊よりは、弾性的な減衰ある いは人間活動などに起因しているが、PEとTEの間にあ るおよそ300日間という時間差は、研究対象地域では不 可思議なことである.こうした理由から、この論文では、 たとえマグニチュード1.0~1.5という微小地震でも、 くり返し性が認められれば、研究対象とした.なぜなら、 そうした地震は、PE後の298日間に起き、ほとんど他の 地震とは無関係に発生した「単発の」地震だからである.

TE 法は. 南カリフォルニアの地震に利用できたように, Parkfield セグメントにも,利用することができる. 2002 ~ 2008 年の TE は, M1 ~ M3 のマグニチュードで, 300 日間の時間間隔である.

TE メカニズム. それは岩石の ″限界 ″ 応力に ″ 加算され た値 ″ として解釈できるが,表層および深部の岩石の両 方に重なり合ってみられる.

それは、PEとTEとの関係は、いつも一義的なものでは ないことを意味するとみられる.TEは高い頻度の場合の 地震群、例えば2007年9月中旬のスマトラ巨大地震の 地震群として現れることがある.

南部カリフォルニアの場合には 298 日が最も顕著な繰り 返しの値で,TE 法による PE と ET の間の 300 日に近い 値である.この間隔は,南部カリフォルニアにおける地 震予報をおこなうために適用できる"一定"値を示して いる.全長地震に対応する頻度を伴う 298 日間隔を順守 している PE に対応するその地震は、同じ地震地域の他の地震に対して"主"の地震であるとみなせる. Twin Earthquakes Method の適用は、ある地域における地震 群の発生の周期性と反復性の概念に厳密に対応する.

もちろん,全ての地震がこの概念に該当するわけではない.実際,このようなケースとして,地震の数は,ある 地域における与えられた時間間隔と,いつも常に同じで あろう.いずれにしても,研究地域において毎年に50km の範囲で起こった地震の数は,年間でも月別でも同等で あり,このことは,地球物理的もしくは地質天文学的な 要素に対して偶然でない依存関係にあると説明できるで あろう.

実例として、南部カリフォルニア地域において、200~2008年の1月において、地震の数は、それぞれ、765、815,732,781,781であり、最後の2つは同じ数であった.

TE 法が,天体の攪乱に厳密に依存しているゆえに,1年 間に,地震と天体の攪乱の間の良い一致の要素として, 異なる時間間隔,もしくは繰り返しの順序を見出すこと ができる.

さらに、南部カリフォルニア地震帯のTEを考慮する と、地震の連鎖、配列の位置において数日の間変動する 天体の位置に影響された30日間隔もしくは繰り返しの 順序をみいだすことができる.これは2007年12月12 日~28日の範囲の間隔(太陽.土星.木製)の場合、 2008年1月19日~29日の場合(火星.水星)、または、 2008年1月29日~2月10日(土星.金星.火星)の場 合などである.

2月を除外して、研究対象地域にみられるおよそ 30 日の 規則正しさは、TE の解釈に新しい要素をもたらす. 30 と 300 という 2 つの値は、明確に相互関連があることか ら、調査は、地震と特定の天体配置との間の月のタイプ の規則性の照合に志向する.この規則性は、"決定的な 角度"にあらわれる天体配置、もしくは天体に近い応答 を示す対応する各月の 19 日目に起こる地震にとってあ てはまる.

2008年における一致は5日目,6日目,7日目のような, 一月における他の日でも起こっている.

30日の一定性というこの新しい値は、短期間の予報(月 単位)と長期間の予報(1年単位またはそれ以上)を可 能にする.そして、2~3ヶ月間の現象の規則性を証明 する.1ヶ月または1年単位でのある地震帯における持 続する現象の繰り返しは、TE法との調和する"有力な" 地震を正確に見いだすことが可能であり、そして、それ らを、南部カリフォルニアの場合のように、このような 地域の他の地震と区別することが可能である.

このような地震の中で時々起こる低いマグニチュードの 値は、それらの現れの頻度によるであろう.このことは、 蓄積された応力の規則的な開放をもたらし,災害を引き 起こすような地震の引き金をを防ぐことになる.この研 究におけるこのような理由によって,M2.5以下のもので さえ全て考慮された.

従って、TE 法は、およそ10ヶ月先の地震発生日の長期 予報のために、地震帯において観察された解釈モデルと、 可能性のある1つの規則を提供する.すでにイタリアで 研究された地震帯で論証されたように、南部カリフォル ニアのものでさえ、この方法の満足できる適用の可能性 は90%に達する.

方法の適用

3つの地域における二つの地震の再帰間隔は,およそ 298日間と計算される.この値は,経験的関係を考慮して, 地震の予報に使われるべき地震地域に固有な定数(Ke) を表す.

PE + Ke = TE

1981 年から現在までの TE の反復性が証明されたことで、 地震の予報がなされ、意味のある発生の 2 ~ 3 日前に予 報が出された.基準点は、ロサンジェルス地震帯の中で. 北緯 34°, 西経 117°の地点である.

2008 年 2 月 27 日に発生した地震を先発地震(PE)として 選ぶことによって,TE 法が適用される.このような日に 298 日 (Ke)の定数を加えることによって,2008 年 11 月 21 日 (TE)を得る.

両方の地震は、同時におこり、予報は正確であった.

PE/TE の関係は、ちょうど1つの地震を確かな地震日に 限定するものではないが、他の地震に対しても有効である.

たとえば、もし我々が7日間隔を考慮すれば、半径およそ50kmの同じ地域において他の地震が(少なくとも10個)起こり、それらに対して、我々はKe=298日であることを記録することが可能である.

このようなデータは、ある地震帯での TE の発生が全地 震の 50% を超えることがありうる.

発生の何日か前に発表されたもう1つの予報は、正しい ことが分かった.

結論

TE 法は、シェラネバダとベーズンアンドリッジ地域・モジャベ地域そしてロサンジェルスの地域という3つの地 震帯の他にも、中部イタリアの Gran Sasso とイタリア 北部アルプスの ValTaro に適応できることが示された. 対の地震のメソッド (Method of Twin Earthqakes) は, ゆっくりと増加する応力によって地震が引き起こされる 異なるテクトニック環境に適用できる.そうだとすると, 発生の力学を研究し. 岩石の最大応力値に応力が急激に 増加し,大きいマグニチュードの地震を引き起こすこと のできる地震帯に適用できる方法とを区別する必要があ る.

計測データに一致する要素をもとに地震予知に対してい くつもの方法がすでに適用されている(Venkatanathan et al., 2005; Kolvanker, 2007-2008; Freund et al., 2006; Schlemberg, 2006; StLaurent et al., 2006; Ondo, 2003; Teryshinikov, 1996; など)は, TE 法とと もに,同じ問題に多くの見方を示している.地震と,そ の地球物理学的,地球天文学的モデルの詳細に適応され るメカニズムの将来の理解は,長期間の地震の予測に対 する新しい見通しをもたらすであろう.

謝 辞:最も価値のある情報とこの研究に対する視点を 支持いただき,私のTE法の刺激となる批判的かつ建設的 なコメントを頂いた査読者, Physics and Engineering Technology, Bloomsburg University, USA の Martin Kokus 博士, Southern Illinois University Department of Geology Southern Illinois University の Nicholas Pinter 教授, Dipartimento di Scienze della Terra, Universita di ParmaのGiorgio Zanzucchi 教授に感謝 する.

文 献

- Bakun, W.H., and McEvilly, T.V, 1984. Recurrence models and Parkfield, California, earthquakes. Jour. Geophys. Res., v. 89, p. 3051-3058.
- Bakun, W.H., and Lindh, A.G., 1985. The Parkfield, California earthquake prediction experiment. Science, v. 229, p. 619-624.
- Bakun, W.H., and McEvily, T.V., 1979a. Are foreshocks distinctive? Evidence from the 1966 Parkfield and the 1975 Oroville, California sequences. Bull. Seismol. Soc. Am., v. 69, p. 1027-1038.
- Bakun, W.H., and McEvily, T.V., 1979b. Earthquakes near Parkfield, California: Comparing the 1934 and 1966 sequence. Science, v. 205, p. 1375-1377.
- Bapat A., 2007. Seismo-electro-magnetic and other precursory observations from recent earthquake vapour clouds. New Concepts in Global Tectonics Newsletter, no. 43, p. 34-38.
- Ben-Zion, Y., Rice, J.R., and Dmowska, R., 2003. Interaction of the San Andreas Fault creeping segment with adjacent great rupture zones and earthquake recurrence at Parkfield. Jour. Geophys. Res., v. 98 (B2), p. 2135-2144.
- Blot, C., Choi, D.R., and Grover, J.C., 2003. Energy transmigration from deep to shallow earthquakes: a phenomenon Applied to Japan - Toward scientific earthquakes prediction. New Concepts in Global Tectonics Newsletter, no. 29, 3-16.

- Blot, C., Choi, D.R., and Vasiliev, I., 2007. The great twin earthquakes in late 2006 to early 2007 in the Kuril Arc: their forerunners and the seismicity-tectonics relationship. New Concepts in Global Tectonics Newsletter, no. 43, p. 22-33.
- Cole, A.T., and Ellsworth, W.L., 1995. Earthquake clustering and the long-term evolution of seismicity near Parkfield, California, 1931-1994 (abs.). Seis. Res. Lett., v. 66, p. 28.
- Di Toro, G., Goldsby, D.L., Tullis, T.E., 2004. Friction falls towards zero in quartz rock as slip velocity approaches Seismic rates. Nature, v. 427, p. 436-439. www.geoscienze. unipd.it/docs/ditoro/DiToro_etal_Nature2004.pdf
- Dolitsky, A. and Sergeyeva, A., 2002. Global stress of the Earth, its variations and prediction of the earthquakes. New Concepts in Global Tectonics Newsletter, no. 25, p. 22-29.
- Ellsworth, W. L., 1995. Characteristic earthquakes and longterm earthquake forecasts: implications of central California Seismicity. In, Cheng, F. Y. and Sheu, M. S. [eds.], "Urban Disaster Mitigation: the Role of Science and Technology". Elsevier Science Ltd., p. 1-14.
- Freund, F., Takeuchi, A., and Lau, B., 2006. Electric Currents Streaming Out of Stressed Igneous Rocks - A step towards understanding pre-earthquake low frequency EM emissions. Physics and Chemistry of the Earth, v. 31, p. 389-396
- Hardebeck, J. L., Boatwright, J., Dreger, D., Goel, R., Graizer, V., Hudnut, K., Ji, C., Jones, L, Langbein, J., Lin, J., Roeloffs, E., Simpson, R., Stark, K., Stein, R. and Tinsley, J.C., 2004. Preliminary report on the 22 December 2003 M6.5 San Simeon, California, earthquake. Seism. Res. Lett., v. 75, p. 155-172.

http://www.data.scec.org/index.html

http://www.usgs.gov/

- Kilston, S., and Knopoff, L., 1983. Lunar-solar periodicities of large earthquakes in Southern California. Nature, v. 304, p. 21-25.
- Kokus, M., 1988. From Earth's rotation to commodities. The 9.2-to-9.6-Year Cycles, Cycles, Dec. 1988, v. 39, p. 288-289.
- Kokus, M., 2002. Alternate theories of geology and gravity in earthquakes prediction. Edwards, M. [ed.], "Pushing Gravity". Apeiron Press, Montreal.
- Kokus, M., 2006. Earthquakes on the Parkfield segment of the San Andreas Fault and lunar phase, proceedings of the Natural Philosophy Alliance, 12th Annual Conference, U of Connecticut, Storrs, 23-27 May 2005.
- Kolvankar, V.G., 2007. RF emissions, types of earthquake precursors: possibly caused by the planetary alignments. Jour. Ind. Geophys. Union, v. 11, p. 157-170.
- Kolvankar, V.G., 2008. Sun induced semi-diurnal stresses on earth's surface, which trigger earthquakes and volcanic eruptions. New Concepts in Global Tectonics Newsletter, no. 47, p. 12-23.

Langbein, J., Borcherdt, R., Dreger, D., Fletcher J., Hardebeck,J. L., Hellweg, M., Malcolm Johnston, C. J., Murray, J.R., Nadeau, R.M., Rymer J. M., and Jerome Treiman, A.J., 2004. Preliminary Report on the 28 September 2004,

M 6.0 Parkfield, California Earthquake, http://quake. usgs.gov/research/deformation/modeling/papers/2005/ Langbein_parkfield.pdf

- Ruth L. R., 1990. Earthquake Prediction. http://www. geophys.washington.edu/SEIS/PNSN/INFO_GENERAL/ eq_prediction.html
- McNutt, S., 1990. Loma Prieta Earthquake, October 17, 1989 Santa Cruz County, California. California Geology, v. 43, no. 1, p. 3-7.
- Nadeau, R.M. and McEvilly, T.V., 1999. Fault slip rates at depth from recurrence intervals of repeating microearthquakes. Science, v. 285, p. 718-721.
- Nadeau, R. M. and McEvilly, T.V., 2004. Periodic pulsing of characteristic microearthquakes on the San Andreas Fault. Science, v. 303, no. 5655, p. 220-222.
- Niu, F., Silver, G. P., Daley, T. M., Cheng, X. and Majer, E. L., 2008. Preseismic velocity changes observed from active source monitoring at the Parkfield SAFOD drill site. Nature, v. 454, p. 204-208.
- Ondo, T., 2003. Anomalous sporadic-E layers observed before M1, Hyogo-ken Nanbu Earthquake; Terrestrial gas emanation model. Adv. Polar Upper Atomos. Res., v. 17, p. 96-108. National Institute of Polar Research. http://www. meteoquake.org/anomalous%20sporadic%20e%20layers.pdf
- Schulemberg, K., 2006. Correlation between Time-Specific Solar Activity and Subsequent Earthquakes. Presented at WPGM 2006 in Beijing, China, on Thursday July 27th. http://theraproject.com/db5/00472/theraproject.com/ _download/wpgmpresentation.pdf
- Shou Z., 2006. Precursor of the largest earthquake in the last forty years. New Concepts in Global Tectonics Newsletter, no. 41, p. 6-15.
- St-Laurent, F., Derr, J. and Freund, F., 2006. Earthquake lights and the stress-activation of positive hole charge carriers in the rocks. Physics and Chemistry of the Earth, v. 31, p. 305-312.
- Straser, V., 2007. Precursory luminous phenomena used for earthquake prediction. The Taro Valley, North-Western Apennines, Italy. New Concepts in Global Tectonics Newsletter, no. 44, p. 17-31.
- Straser, V., 2008. Planetary perturbations and 'twin earthquakes': A model for the long-term prediction of earthquakes. New Concepts in Global Tectonics Newsletter, no. 46, p. 35-50.
- Tertyshinikov, A.V., 1996. The variations of ozone content in the atmosphere above strong earthquake epicenter. Physics of the Solid Earth, v. 31, no. 9, p. 789-794. http://www. meteoquake.org/tertyshinikov_ozone_above_eq_epicenter. pdf
- Venkatanathan, N., Rajeshwara, R.N., Sharma, K.K. and Periakali, P., 2005. Planetary configuration: implication for earthquake prediction and occurrence in Southern Peninsular India. Jour. Indian Geophys. Union, v. 9, p. 263-276.

表1

		E	ARTHQU	AKE		PLANET				
Туре	Date	Date Time Lat Long De		Depth	Configuration	Right Ascension	Declination			
PE	Dec.12, 2003	19:15:56	35.705N	-121.101W	7.59 km	Moon Sun	+14°23' +04°37'	-82°01' -78°44'		
TE	Sept. 28, 2004	17:15:14	35.819N	-120.364W	8.8 km	Mars Jupiter Mercury	+293°29' +294°20' +294°58'	-21°05' -21°08' -20°40'		

表2 天体の妨害と1769年から1915年までのサンアンドレアス断層沿いで起こる地震. 括弧内の日数は,天体の妨害を示す. 地震デ ータの表は,国立地震情報センター (NEIC http://eathquake.usgs.gov/regional/neic/)による.天体データは筆者による.

				EARTH		PLANET				
N	YEAR	мо	DA	TIME	LAT	LONG	Magnitude	Alignment	Azimut	Height
1	1769	07	28	-	33.90	-117.80	-	Saturn Mercury	+321°40' +320°22'	-23°27' -27°17'
2	1775	12	27	01	33.60	-116.60	-	Pluto Mars	+259°19' +260°08'	-27°46' -24°48'
3	1800	11	22	2130	33.00	-117.30	6.5	No correlation	-	-
4	1803	05	25	-	32.80	-117.10	-	Mars Moon	+272°57' +271°48'	+32°49' +33°03'
5	1806	03	25	08	34.40	-119.70	-	Saturn Uranus	+106°53' +109°36'	+10°38' +12°09'
6	1808	06	21	-	37.80	-122.50	-	Mars Venus	+326°44' +323°01'	-24°26' -22°43'
7	1812	12	08 (05)	15	33.70	-117.90	6.9	Neptune Sun	+275°38' +273°10'	-46°54' -47°01'
8	1812	12	21 (20)	19	34.20	-119.90	7.1	Jupiter Moon	+74°14' +75°57'	+10°35' +09°11'
9	1827	09	24	04	34.00	-119.00	5.5	Sun	+297°10'	-34°13'
								Venus	+301°28'	-34°10'
	1000					100.00		Mercury	+297°34'	-32°51'
10	1836	06	10	1530	37.80	-122.20	6.8	Mars Moon	+348°42' +343°03'	-39°54' -37°39'
11	1841	07	03	2207	36.60	-122.00	-	No correlation	-	-
12	1851	05	15	1610	37.80	-122.40	-	Mars Venus Saturn Uranus	+343°57' +338°39' +329°23' +327°40'	-49°01' -47°15' -41°43' -37°46'
13	1852	11	29	20	32.50	-115.00	6.5	Jupiter Sun	+278°26' +274°36'	-49°20' -47°08'
14	1853	02	01	21	35.60	-121.10	-	Mars Sun	+275°36' +276°31'	-41°16' -39°35'
15	1853	10	23 (19)	11	40.80	-124.20	-	Saturn Moon	+80°20' +78°17'	+18°40' +17°49'
16	1855	01	25	06	39.50	-120.30	5.5	Mercury Jupiter	+184°03' +184°52'	+35°51' +37°13'
								Sun	+188°59'	+36°34'
17	1855	07	11	0415	34.10	-118.10	-	Saturn	+259°44'	+55°21'
								Mars	+260°08	+58°45'
								Moon Moreum Cun	+267°42'	+56°02'
									+209°33'	+71°11 +75°28'
18	1855	08	27	11	38.10	-122.50	4.90	Mercury Sun	+201°21' +204°13'	+65°52' +64°12'
19	1856	01	02	1815	37.50	-122.50	5.30	Mercury Sun	+188°47' +190°36'	+30°46' +32°19'
20	1856	02	15	1325	37.50	-122.30	5.50	Mercury Sun	+187°04' +189°34'	+47°44' +42°47'
21	1856	09	21 (18)	0730	33.00	-117.00	-	Moon Uranus	+317°22' +314°40'	-20°17' -22°06'
22	1857	01	09	16	35.30	-119.80	7.90	Saturn Moon	+20°42' +15°18'	-29°55' -26°40'
23	1857	09	03 (01)	0305	39.30	-120.00	6.00	Venus Saturn	+266°14' +270°15'	+42°15' +39°49'
24	1858	11	26 (25)	0835	37.50	-121.90	6.10	Saturn Moon	+302°22' +306°02'	-12°32' -13°52'
25	1858	12	16	10	34.00	-117.50	-	Venus Sun	+198°09' +192°43'	+32°28' +31°34'
26	1859	10	05	2016	37.80	-122.40	-	Mercury Sun	+311°57' +306°45'	-35°39' -36°24'

	-		,						7	r
								Venus	+304°35'	-34°46'
27	1860	01	27 (26)	0830	34.10	-118.20	-	Moon Neptune	+283°33' +278°06'	-18°49' -16°34'
28	1860	03	15	19	39.50	-119.50	6.30	Neptune Sun	+318°47' +321°14'	-50°21' -50°22'
29	1860	11	13		40.80	-124.20	-	Mercury Moon	+274°29'	-54°12'
30	1861	07	04	0011	37.80	-122.00	5.60	Venus	+321°24'	-59°11 -22°43'
	1001	0,		0011	57100	122.000	5.00	Mars	+319°02'	-21°58
								Mercury Moon	+312°28'	-22°32'
									+14°50'	-29°44'
								Uranus	+10°33'	-32°07'
31	1862	05	27	20	32.70	-117.20	5.90	Jupiter Moon	+256°40' +254°19'	+31°46' +31°59'
									+343°08'	-31°31'
								Sun	+337°51'	-30°39'
32	1863	12	19 (17)	2238	37.50	-122.20	4.80	Neptune Moon	+253°14' +258°37'	+23°08' +25°55'
33	1864	02	26 (25)	1347	37.10	-121.70	5.90	Moon Saturn	+115°41'	+18°04'
34	1864	03	05	1649	37.70	-122.00	5.70	Moon Mercury	+109°49' +07°54'	+19°47' -65°51'
	1001								+349°22'	-70°24'
35	1864	05	21	0201	37.60	-122.10	5.30	Mercury Sun	+335°01'	-31°46' -31°37'
36	1864	07	22	0641	37.60	-122.00	4.70	Venus Sun	+333°35'	-29°55'
									+334°53'	-31°11'
37	1864 1865	08	18 08	1318 1430	39.30 38.40	-121.00 -122.60	4.50	No correlation Mars Uranus	- +280°54'	- +31°30'
	1005	05		1150	50.10	122.00			+275°52'	+36°23'
39	1865	05	24	1121	37.10	-121.80	5.50	Mercury Venus	+03°27' +06°00'	-43°44 -40°22'
								Sun	+337°44'	-31°06'
								Moon	+331926'	-32025'
40	1865	10	01	1715	40,80	-124.10	5.40	No correlation	-	
41	1865	10	08	2046	37.30	-121.90	6.30	Mars Saturn	+301°01'	-50°46
42	1965	12	16	05	38.80	-123 10	4.00	Morcupy Jupitor	+295°44'	-46°52'
72	1005	12	10	05	50.00	125.10	4.00	Mercury Supree	+277°45'	-54°29'
43	1866	03	26	2012	37.10	-121.60	5.40	No correlation	-	-
44	1866	07	15	0630	37.50	-121.30	5.80	Moon Mercury	+302°01° +305°51'	-21°36' -17°38'
45	1867	12	02 (25)	0820	39.60	-120.90	4.00	Saturn Mercury	+312°08'	-66°58'
46	1868	(11)	30 (24)	0510	39,30	-119.70	5.80	Uranus Moon	+320°32' +296°00'	-68°16' +03°43'
									+290°55'	+02°35'
47	1868	06	02 (03)	1730	39.50	-120.80	4.00	Moon Saturn	+148°41' +150°35'	+33°41' +32°01'
48	1868	07	25	0230	36.30	-119.30	-	Venus	+330°44'	-34°32'
								Mercury Jupiter	+333°04' +75°51'	-32°04' -12°06'
									+73°08'	-13°54'
49	1868	09	04	-	36.60	118.40	-	Mars	+21°29'	-28°53'
								Juniter Nentune	+18°55	-30°06 +21°15'
								Moon	+96°47'	+18°55'
50	1969	00	17	1655	38.60	-110 70	5 20	Marc	+98°07'	+15°58'
50	1000	09		1000	50.00	115./0	5.20	Uranus	+30°55'	-25°49'
								Neptune Jupiter	+105°11'	+29°28'
									+110°41'	+32°10'
51	1868	09	26	0840	39.20	-123.20		Neptune Jupiter	+111°55' +119°11'	+36°33' +39°20'
52	1868	10	21 (15)	1553	37.70	-122.10	6.80	Sun Moon	+299°10' +297°30'	-48°17 -43°25'
53	1869	10	08	0930	39.10	-123.10	5.00	Venus Mars	+261°14'	-23°55'
54	1869	12	21	04	39.50	-120.60	4.80	Mercury Sun	+202°59' +270°51'	-24°30 -50°17'
55	1869	12	27 (23)	0155	39.40	-119.70	6.10	Sun Mercury	+276°57' +276°52'	-53°57' -53°51'
56	1869	12	27	10	39.10	-119.80	5.90	Sun Mercury	+270°26' +276°52'	-49°37' -53°51'
					07.05	100.15	5.50		+270°26'	-49°37'
57	1870	02	1/(12)	2012	37.20	122.10	-5.80	Uranus Moon	+152°31' +165°19'	+/7°22' +76°46'
58	1870	04	02	1948	37.90	-122.30	5.30	Mars Sun	+309°56' +308°10'	-39°20' -34°55'
59	1871	03	02	2105	40.40	-124.20	5.90	Uranus Moon	+207°56' +203°25'	+76°40' +77°36'
60	1871	07	05	2106	36.40	-118.00	5.20	Mercury	+326°42'	-23°11'

								Jupiter	+324°02'	-22°50'
61	1872	03	26	1030	36.70	-118.10	7.80	Mars	+299°36'	-25°10'
								Mercury	+299°56'	-21°42'
								Neptune	+296°49'	-22°00'
62	1872	03	26	1406	36.90	-118.20	6.50	Mars	+299°36'	-25°10'
								Mercury	+299°56'	-21°42'
								Neptune	+296°49'	-22°00'
63	1872	03	28	13	39.50	-120.40	4.90	Mars	+300°31'	-25°10'
								Mercury	+300°26'	-19°52'
								Neptune	+298*13	-23*23
64	1872	04	03	1215	37.00	-118.20	6.10	Neptune Mars	+302°39' +303°12'	-27°24 -25°10'
65	1872	04	11	19	37.50	-118.50	6.60	Sun Neptune	+311°33'	-32°36'
	1072	0.1	10	12	26 50	117.00		M	+309°11'	-32°25'
00	1872	04	18	12	30.50	-117.80	-	Mars Mercury	+309°35	-25°00 -22°09'
67	1872	05	03	01	33.00	-115.00	5.50	Sun	+317°35'	-27°26'
								Mars	+315°23'	-24°45'
								Jupiter Uranus	+277°33'	+29°56'
68	1872	05	17	21	36.60	-118.10	-	Jupiter Uranus	+282°54'	+20°20'
									+281°14'	+22°10'
69	1873	11	23	05	42.00	-124.00	6.70	Saturn Mars	+249°02' +247°10'	-05°44' -03°59'
70	1875	01	24	12	40.20	-120.50	5.80	Mercury Saturn	+275°30'	-43°07'
				1000		10.1.00			+275°46'	-39°10'
/1	1875	09	30	1230	40.70	-124.00	5.50	Sun	+304°15'	-43°19'
								Mercury Jupiter	+302°11	-41°24
								Mercury Suprice	+275°15'	-28°59'
72	1876	05	29	1855	38.40	-122.90	4.20	Mars Mercury	+304°51'	-05°13'
73	1878	05	09	0425	40.10	-124.00	5.80	Moon	+307°00' +253°12'	+44°53'
								Uranus Saturn	+251°27'	+47°55'
								Manua	+15°27'	-56°28'
74	1001	01	07	0225	40.00	122.00	E 00	Verius	+08*57	-54*44
74	1881	01	02 (01)	0225	36.00	-122.00	5.60	Mercury Sun Moon	- +278°57'	-43°08'
		-						,	+283°28'	-47°33'
								Manua	+277°31'	-05°00
76	1881	04	10	10	37.40	-121.40	5 90	Saturn Nentune	+272 09	-03 00 ±28°05'
70	1001	04	10	10	57.40	-121.40	5.90	Saturn Neptune	+93 32 +88°40'	+25°24'
77	1882	03	06	2145	36.90	-121.20	5.70	Venus Sun	+293°43'	-38°13'
78	1883	03	30	1545	36.90	-121.60	5.60	Neptune Saturn	+296°55'	-41°06 -01°57'
									+288°08'	+03°25'
79	1883	09	05	1230	34.20	-119.90	6.00	Sun Venus	+310°24'	-34°41' -34°24'
80	1884	01	28	0730	41.10	-123.60	5.70	Sun Moon	+281°36'	-48°34'
						100.00			+288°33'	-47°29'
81	1884	03	26	0040	37.10	-122.20	5.90	Venus Neptune Mercury	+310°40' +307°40'	-18°23' -20°13'
								Sun	+347°18'	-54°27'
								Maan	+344°26'	-51°28'
87	1884	06	06	00	40 30	-122 30	4 20	Nentune Mercury	+21°47'	-35°52'
02	1004	00	00	09	0.00	122.30	7.20	Saturn	+17°57'	-38°17'
								G	+354°23'	-34°02'
	1005	01	21	0545	40.40	120.00	F 70	Sun	+351°26'	-32°02'
83	1882	01	31	0545	40.40	-120.60	5.70	Mercury Venus	+48°23' +45°05'	-72°28' -73°17'
								Sun	+325°36'	-69°25'
								Mars	+318°59'	-68°25'
84	1885	03	31	0756	36.70	-121.30	5.50	Mars Venus	+00°06'	-55°36'
	100-			1505	26.05	101 10	F 40	Maura M	+356°55'	-55°24'
85	1885	04	02	1525	36.80	-121.40	5.40	Mars Venus	+01°04' +356°29'	-54°58' -54°24'
86	1885	04	12	0405	36.40	-121.00	6.20	Venus Sun	+354°31'	-49°22'
07	1005	00	01	0010	20.00	122.00	4.00	Catura	+348°09'	-45°29'
87	1992	US	01	0010	38.80	-123.00	4.00	Mars	+30°29'	-20°19'
								Venus	+32 1/	-23 30
								Venus Mercury Jupiter	+318°41' +314°32'	-33°48' -35°23'
								i lei cui y supitei	+313°36'	-33°14'
88	1887	06	03	1048	39.20	-119.80	6.30	Saturn	+313°37'	-17°08'
								Venus	+311°02'	-12°57'
								Neptune	+09°33'	-36°38'

		-							-	
								Mars	+03°02'	-34°13'
89	1887	12	03	1855	39.30	-123.60	4.90	Jupiter Mercury	+42°32' +40°16'	-68°02' -66°39'
90	1887	12	16 (12)	1215	39.20	-123.70	4.40	Moon Mercury	+37°47'	-67°24'
91	1888	02	18	1050	39.20	-123.60	4.90	No correlation	-	-70 20
92	1888	02	29	2250	38.30	-122.70	4.20	Moon Uranus	+118°57'	+30°11'
93	1888	04	14	0330	41.50	-120.50	4.60	Mercury Venus	+124 30	-54°44'
94	1888	04	29	0448	39.70	-120.70	5.90	Uranus Mars	+22°12' +206°01'	-53°40' +47°47'
05	1000	00	17	1151	27.10	121.90	4 50	Morcup	+204°33'	+48°31'
95	1000	09	17	1151	57.10	-121.00	4.50	Venus	+315°54 +317°08'	-52°36'
								Uranus	+314°00'	-52°27'
96	1888	11	18	2228	37.90	-122.30	4.30	Neptune Moon	+151°09' +142°06'	+72°50' +69°27'
97	1889	02	07	0520	34.10	-116.70	5.30	Neptune Moon	+276°35' +275°27'	+24°15' +17°49'
98	1889	04	15 (14)	0328	37.10	-121.90	4.80	Moon Uranus	+176°20' +175°32'	+53°16' +48°47'
99	1889	05	19	1110	38.00	-121.90	6.00	Sun Neptune	+351°38' +348°04'	-34°51'
100	1889	06	20	06	40.50	-120.70	5.90	Sun	+350°46'	-31°19'
								Mars	+351°56'	-30°43
								Mercury	+353°28'	-35°50'
101	1889	07	31 (29)	1247	37.80	-122.20	5.20	Mars Mercury	+03°15' +359°51'	-33°08' -33°41'
102	1889	08	28 (27)	0215	34.10	-117.90	5.20	Moon Mercury	+319°41' +322°30'	-41°07' -45°15'
103	1889	09	30	0520	37.20	-118.70	5.60	Venus Mars	+32°26'	-38°55'
								Saturn Moon	+32°05' +36°41'	-38°41' -34°25'
								Jupiter	+252°50 +250°55'	-13°47 -13°24'
104	1890	02	09	1206	33.40	-116.30	6.30	Jupiter Mercury	+44°26'	-72°03'
								Venus	+30°07' +330°12'	-70°40' -69°15'
								Sun	+328°44'	-66°58'
105	1890	04	24	1136	36.90	-121.60	6.00	Mercury Venus	+333°52' +332°32'	-30°51' -32°24'
106	1890	07	26	0940	40.50	-124.20	6.00	Mars Moon	+232°21' +235°25'	+10°11' +13°26'
107	1891	01	02	20	37.30	-121.80	5.50	No correlation	-	-
108	1891	10	12	0628	38.30	-122.40	5.50	Saturn Mars	+27°39'	-47°34'
109	1892	02	24 (21)	0720	32.70	-116.30	6.70	Mars Moon	+97°45' +100°32'	-30°22'
110	1892	04	19	1050	38.40	-122.00	6.40	Sun Mercury	+349°20'	-43°01'
111	1892	04	21	1743	38.50	-121.90	6.20	Sun Mercury	+349°37'	-42°22'
112	1892	04	30	0009	38.40	-121.80	5.50	Venus Moon	+355°34 +312°10'	-43°36 -09°24
113	1892	05	28	1115	33.20	-116.20	6 30	Sun	+311°17' +351°39'	-09°25' -33°10'
115	1052	0.5	20	1115	55120	110.20	0.50	Neptune Moon	+350°39'	-34°30'
								Venus	+313°41'	-11°50' -12°17'
114	1892	06	14 (12)	1325	34.20	-117.50	4.90	Neptune Mercury	+06°57'	-34°40'
115	1892	11	13	1245	36.80	-121.50	5.60	Saturn Venus	+01°43' +54°20'	-32°57' -42°16'
116	1893	04	04	1940	34.30	-118.60	5.40	Venus Mercury	+52°26' +355°09'	-46°02' -53°05'
117	1893	05	19	0035	34 10	-119 40	5 50	, Mercury Juniter	+358°09' +12°37'	-50°22' -40°46'
110	1000	00		1220	20.00	122.40	4.60		+11°23'	-39°41'
118	1002	00	30	0015	38.00	-122.40	4.0U		+323°20'	-25°30'
119	1023	80	09	0912	38.40	-122.60	5.10		+333°2/	-42°59° -39°02'
120	1894	07	30 (29)	0512	34.30	-117.60	5.90	venus Moon	+24°45' +22°29'	-28°37' -24°01'
121	1894	09	30	1736	40.30	-123.70	5.80	Saturn Mercury	+316°11' +310°53'	-55°48' -58°31'
122	1894	10	23	2303	32.80	-116.80	5.70	Sun Saturn	+349°09' +353°51'	-66°47' -64°01'
123	1896	08	17	1130	36.70	-118.30	5.90	Sun Jupiter	+348°02' +353°37'	-41°37' -40°02'
124	1897	06	20	2014	37.00	-121.50	6.20	Saturn	+212°24'	+32°26'

i		1	r					1		1
								Uranus	+211°14'	+30°38'
125	1898	03	31	0743	38.20	-122.40	6.20	Venus Mercury	+332°17' +330°18'	-43°24' -38°54'
126	1898	04	15	0707	39.20	-123.80	6.40	Mercury Venus	+332°19' +332°31'	-31°23' -36°00'
127	1899	04	16 (14)	1340	41.00	-124.40	5.70	Moon Neptune	+300°22'	-01°41'
128	1899	04	30 (27)	2241	36.90	-121.70	5.60	Uranus Moon	+141°39'	+24°07'
129	1899	06	02	0719	37.70	-122.50	5.40	No correlation	+141*11	+20°08
130	1899	07	06	2010	37.20	-121.50	5.80	Venus Neptune	+12°32'	-31°22'
121	1900	07	22	0046	24.20	117.40	F F0	Coturn Moon	+13°13'	-32°03'
131	1099	07	22	0040	34.20	-117.40	5.50	Saturn Moon	+214*09 +209°48'	+20°22 +24°51'
132	1899	07	22	2032	34.30	-117.50	6.50	Saturn Moon	+214°09' +209°48'	+26°22' +24°51'
133	1899	10	13	05	38.40	-122.70	4.00	Mercury Venus	+328°41' +332°42'	-63°49' -62°56'
								Jupiter Mars	+300°12'	-58°14'
134	1899	12	25	1225	33.80	-117.00	6.60	Uranus Mercury	+271°59'	-33°22'
135	1900	02	09	1230	38.20	-122.70	-	Sun	+271°50' +257°38'	-30°40 -07°43
								Mercury Moon	+255°49' +114°36'	-08°41' +52°43'
								Neptune Jupiter	+118°07'	+54°24'
								Uranus	+326°06' +317°00'	-62°10' -61°28'
136	1900	04	30	2241	36.90	-121.60	4.50	Jupiter Uranus	+85°55'	-33°58
								Mercury Mars	+85°09' +290°03'	-36°35' -14°29'
107	1000		20	0755	27.00	122.20		11	+290°38'	-10°53'
137	1900	09	20	0755	37.90	-122.30	-	Uranus Jupiter	+202°36' +206°45'	+20°27' +20°20'
138	1900	09	28	1217	37.00	-121.60	-	Jupiter Uranus	+212°43' +209°38'	+17°47' +18°02'
139	1901	03	03	0745	36.00	-120.50	5.50	Saturn Jupiter	+299°09' +306°26'	-54°24'
140	1901	12	11	2158	37.30	-121.60	-	Sun	+254°52'	-17°04
								Uranus	+256°12'	-18°19'
								Jupiter Mars	+234°56'	+02°14'
								Saturn	+236°38' +236°13'	+01°34'
141	1901	12	14	1613	37.90	-122.30	-	Mars	+249°13'	-10°54'
	1901			1010	0,100	122.00		Saturn	+250°33'	-10°38'
								Jupiter	+249°22'	-09°12'
142	1901	12	27	11	34.10	-117.30	-	Mercury Sun	+261°02' +261°07'	-33°24' -30°07'
								Saturn	+256°15'	-19°27'
								Jupiter	+254°32'	-16°36'
143	1902	04	19	1609	37.80	-122.20	-	Sun Mars	+292°30'	-11°23'
144	1902	05	19	1831	38.30	-121.90	5.50	No correlation	+293°29'	-15°55'
145	1902	05	21 (23)	0620	38.20	-122.00	4.00	Moon Uranus	+108°06'	-08°03
146	1902	05	22	0740	33.80	-117.90	-	Moon Uranus	+111°43' +108°06'	-08°40' -08°03
147	1002	06	11	0245	22 70	_117.10	4 60	Neptupo Mercury	+111°43'	-08°40'
147	1902	00		0245	55.70	-117.10	4.50	Neptune Mercury	+291°34'	+03°43 +07°57'
148	1902	07	08	0945	33.70	-117.90	-	Mercury Neptune	+311°16' +310°16'	-18°30' - <u>13</u> °43'
149	1902	07	28	0657	34.60	-120.40	-	Mars	+323°01'	-21°17'
								Venus	+323°47'	-23°21'
150	1907	07	31	0920	34 70	-120 30	5 50	Mars Venus	+323°00'	-24°20 -21°44'
150	1002			0220	24.60	120.30	5.50		+322°59'	-22°54'
151	1902	08	01	0330	34.60	-120.40	-	Venus Mars	+22°06' +22°06'	-29°32' -28°09'
152	1902	08	11	1410	37.80	-122.40	-	Sun Mercury	+346°19' +345°08'	-39°00' -37°20'
153	1902	09	11 (9)	0530	34.80	-120.30	-	Uranus Moon	+246°52'	-06°10'
154	1902	09	11 (9)	07	34.80	-120.30	-	Uranus Moon	+246°52'	-01-43
155	1002	00	1.0	1151	37 00	-122.60		No correlation	+248°04'	-01°43'
155	1902	12	10	-	34.80	-120.40	-	Uranus Venus	+320°39'	-75°54'
									+312°06'	-74°42'

								Sun	+324°54'	-76°20'
157	1903	01	08	0030	35.30	-119.00	-	Venus Saturn	+296°26'	-66°25'
158	1903	06	11 (9)	1312	37.60	-121.80	5.50	Moon Uranus	+166°04'	+35°36'
159	1903	07	24	2026	39.50	-122.00	4.50	Sun Mercury	+163°28' +347°07'	-34°23'
160	1903	07	29	0713	35.70	-121.30	-	Mars Moon	+348°59' +263°05'	-32°47' -08°07'
								Sun Mercury	+265°50' +346°51'	-08°32' -35°28'
161	1903	08	03	0649	37.30	-121.80	5.50	Uranus Moon	+341°50' +219°56'	-33°48' +20°46'
162	1003	00	16 (14)	1210	33.80	-117.60	4.00	Moon Nontune	+218°54'	+26°33'
102	1903	09	10 (14)	1210	10.00	-117.00	ч.00		+58°54'	-04°14'
163	1903	12	09	1644	40.80	-124.20	-	Uranus Mercury	+301°27 +292°41'	-71°25' -70°55'
164	1903	12	25	1745	34.00	-118.00	-	Saturn Mars	+278°02' +276°08'	-46°00' -42°46'
165	1904	04	16	0920	40.50	-122.40	4.50	Venus Jupiter	+17°20' +07°22'	-53°28' -51°37'
166	1904	04	21	1150	37.30	-121.90	4.00	Venus Jupiter	+287°41' +287°46'	-18°50' -17°17'
167	1904	05 (04)	01 (27)	1830	34.30	-119.30	-	Jupiter Venus	+291°15' +289°30'	-20°33' -16°23'
168	1904	07	30 (26)	1026	38.50	-122.00	4.50	Venus Sun	+285°59' +289°02'	+10°58' +06°36'
169	1904	08	27	2058	37.30	-121.60	-	No correlation	-	-
170	1904	12	14 (16)	1510	37.90	-122.30	4.00	Moon Jupiter	+150°05' +146°18'	+56°31' +58°27'
171	1905	01	01	2338	37.70	-122.50	4.00	Mercury Sun	+257°52' +253°34'	-18°28' -16°41'
								Saturn	+236°32'	+16°25'
172	1905	01	06	1430	35 50	-118 70	5.00	Venus Mercury Uranus	+233°42'	+20°30'
172	1905	01	10 (15)	0440	24.00	110.70	4.00		+260°29'	-29°45'
1/5	1905	03	19 (15)	0440	34.00	-119.50	4.00	Sun Mercury	+270°55 +269°00'	+00°53'
1/4	1905	04	04	1023	37.30	-121.90	-	Sun Moon	+278°14' +274°54'	-01°13' -01°26'
175	1905	05	26 (25)	0250	37.70	-119.60	-	Moon Saturn	+09°52' +12°21'	-65°24' -66°45'
176	1905	07	15 (14)	2041	34.10	-117.30	-	Moon Uranus	+121°01' +125°08'	+08°54' +07°25'
177	1905	09 (8)	03 (31)	0540	34.00	-118.30	-	Mercury Sun	+282°03' +280°57'	-05°15' -00°13'
178	1905	12	03	1930	37.80	-122.50	-	Uranus Mercury	+242°42' +242°52'	-01°35' -04°05'
179	1905	12	23	2223	35.30	-118.80	5.00	Mars Saturn	+224°47' +223°34'	+29°50' +30°38'
								Uranus	+252°09'	-15°40'
								Sun	+253°42'	-17°48'
								Mercury Venus	+265°59' +261°00'	-30°06' -28°25'
180	1906	03	03	2025	33.00	-117.00	4.50	Moon Pluto Venus	+172°54' +172°16' +264°15'	+74°11' +70°58'
								Sun	+266°29'	-06°23'
181	1906	04	18	1312	37.70	-122.50	8.25	Saturn Moon	+294°47'	-44°35'
182	1906	04	18	1614	37.70	-122.50	-	Saturn Moon	+294°47' +296°59'	-44°35' -49°29'
183	1906	04	18	1615	37.70	-122.50	-	Saturn Moon	+294°47'	-44°35'
184	1906	04	18	1619	37.70	-122.50	-	Saturn Moon	+294°47' +296°59'	-44°35' -49°29'
185	1906	04	18	19	37.70	-122.50	-	Saturn Moon	+294°47'	-44°35'
186	1906	04	18	2230	37.70	-122.50	-	Saturn Moon	+294°47' +296°59'	-49°35' -49°29'
187	1906	04	18	2235	37.70	-122.50	-	Saturn Moon	+294°47' +296°59'	-44°35' -49°29'
188	1906	04	18	23	37.70	-122.50	-	Saturn Moon	+294°47' +296°59'	-44°35' -49°29'
189	1906	04	19	0028	32.70	-117.20	-	Saturn Moon	+295°38' +291°19'	-45°14' -38°48'
190	1906	04	19	0030	32.50	-115.50	6.00	Saturn Moon	+295°38'	-45°14'
191	1906	04	19	0930	42.70	-120.60	-	Saturn	+295°38'	-45°14'

			r	i	í –	i i		1		ï
								Moon	+291°19'	-38°48'
192	1906	04	20	0415	39.60	-119.30	-	Mercury Moon	+287°49' +287°17'	-20°44' -28°03'
193	1906	04	23 (24)	0848	41.00	-124.00	-	Moon Venus	+275°38'	+14°01'
194	1906	04	25	20	37.70	-122.50	-	Mars Venus	+279°06'	+18 01 +23°53'
195	1906	04	25	2315	37.70	-122.50	-	Mars Venus	+280°18' +279°06'	+18°24' +23°53'
105	1006	05	02	0530	38.50	-123.00		Venus Mars	+280°18'	+18°24'
195	1900	05	02	0550	36.50	-125.00		Venus Mars	+281°20 +281°01'	+21°05 +22°55'
196	1906	05	07	0410	39.20	-122.90	-	Mars Venus	+282°17' +281°59'	+22°12' +22°56'
197	1906	05	07	05	39.20	-122.90	-	Mars Venus	+282°17' +281°59'	+22°12' +22°56'
198	1906	05	10	1457	41.00	-123.00	4.00	Jupiter	+280°41'	+24°27'
								Mars	+283°00'	+21°45
100	1006	05	15	0120	37 70	-122 50		Venus	+282°11'	+24°02'
199	1900	05	15	0120	57.70	-122.50	-		+284°07'	+21°00'
200	1906	05	15	0932	39.20	-121.10	-	Jupiter Mars	+282°39' +284°07'	+21°30' +21°00'
201	1906	05	17	0818	37.70	-122.50	-	Jupiter Mars	+02°28' +03°02'	-33°19' -32°15'
202	1906	05	18	0421	37.70	-122.50	4.00	Jupiter Mars	+03°18'	-33°15'
203	1906	05	19	0454	40.00	-124.00	-	Jupiter Mars	+03°18' +04°07'	-32°09' -33°11'
204	1906	06	05	0751	37 70	-122 50		Nentune Venus	+03°34'	-32°03'
204	1500	00	05	0/51	57.70	122.50		Neptune venus	+349°26'	-30°04'
205	1906	12	07	0640	35.30	-120.70	-	Jupiter Neptune	+159°53' +148°26'	+/8°22' +76°12'
								Mercury Venus	+72°54' +74°28'	-52°28' -56°16'
206	1907	01	01	12	41.50	-122.90	-	Sun Uranus	+61°51'	-69°22'
207	1907	01	08 (04)	2345	37.00	-122.10	-	Sun Uranus	+60°40'	-69°28'
208	1907	05	22	0652	34.00	-117.4	-	Jupiter Neptune	+68°27' +335°49'	-66°36' -28°07'
								Mercury Sun	+335°28'	-29°04'
200	1007	0.6	05	0027	27.00	122.00	4.00		+23°15'	-31°38'
209	1907	06	05	0827	37.60	-122.00	4.00	Jupiter Neptune	+346°41' +349°22'	-31°13 -32°27'
210	1907	08	11	1219	40.80	-124.20	-	Jupiter Mercury	+39°14' +40°23'	-23°39' -25°26'
211	1907	09	20	0154	34.20	-117.10	6.00	Sun Venus	+34°02' +31°01'	-48°30' -48°43'
212	1907	11	22	0930	39.50	-119.90	-	Moon Pluto	+157°23'	+76°34'
213	1908	01	27	02	40.30	-120.30	-	No correlation	-	-
214	1908	03	23	1357	33.00	-115.50	-	Saturn Sun Venus	+299°05' +299°57'	-27°45' -24°47'
									+282°03'	+13°41'
								Mars	+278°59'	+17°35'
215	1908	04	25 (27)	1133	36.60	-121.80	4.50	Saturn Moon	+333°02' +334°36'	-41°32' -47°05'
216	1908	04	29	0841	37.00	-122.10	-	Mercury Moon	+315°12' +313°12'	-23°10' -27°13'
217	1908	05	30	1938	38.80	-121.10	4.00	Mercury Mars	+299°47' +295°45'	+06°45' +08°56'
218	1908	07	03	1255	34.00	-117.50	4.00	Mercury Venus	+310°07'	-10°28'
								Sun	+308°55 +313°51'	-08°39 -07°24'
								Neptune	+310°48'	-06°35'
219	1908	08	18	1059	40.80	-124.00	5.00	Jupiter	+309°08'	-15°03'
								Marc	+310~31	-14°24'
220	1908	09	04	-	35.30	-119.00		Mars Sun	+310°32'	-21°00'
	1000	10	10	0011	26.00	101.40		Junitor Vor	+305°34'	-21°08'
	1908	10	18	0821	30.80	-121.40	-	Jupiter venus	+357°20' +351°56'	-35°00' -36°42'
222	1908	11	04	0837	36.00	-117.00	6.50	No correlation	-	-
	1303	02	14 (12)	1000	30.10	-121./0	4.50		+292-55 +286°57'	-33°20 -34°40'
224	1909	03	03 (01)	12	39.40	-120.90	5.00	Moon Neptune	+194°22' +188°24'	+69°08' +67°07'

225	1909	05	18	0119	41.00	-124.00	-	Sun Venus	+313°28' +309°39'	-11°14' -07°27'
226	1909	06	23	0724	39.40	-120.80	5.50	Neptune Venus	+301°56'	+00°06'
								Jupiter Moon	+302°34' +255°44'	+01°42' +27°11'
227	1000	10	20 (27)	0645	40.50	124.20	C 00	Maan Catum	+255°33'	+30°53'
227	1909	10	29 (27)	0645	40.50	-124.20	6.00	Moon Saturn	+135°21° +134°41'	+39°06' +41°00'
228	1909	11	22	1521	36.70	-121.40	4.50	Venus Uranus	+246°42' +247°48'	-11°58' -09°10'
								Mars Moon	+194°31'	+43°56'
229	1910	03	11	0652	36.90	-121.80	5.50	Sun Moon	+194°49' +295°41'	-28°03'
230	1910	03	19	0011	40.00	-125.00	6.00	Neptupe Moon	+288°48' +220°10'	-26°48' +62°25'
250	1510	0.5	15	0011	10.00	125.00	0.00		+218°29'	+67°11'
231	1910	04	11	0757	33.70	-117.40	5.00	Saturn Sun	+301°14' +305°46'	-17°13' -19°55'
								Mercury	+302°13'	-14°22'
232	1910	05	06 (05)	1640	37.33	-118.42	5.50	Moon Venus	+350°45'	-50°35'
233	1910	05	13 (12)	0620	33.70	-117.40	5.00	Neptune Moon	+350°54' +290°05'	-45°52' +09°14'
224	1010	05	15 (19)	1547	22.70	-117.40	6.00	Jupitor Moon	+294°01'	+10°50'
234	1910	05	15 (16)	1547	55.70	-117.40	0.00		+210°55 +219°57'	+49°18 +51°20'
235	1910	08	05	0127	40.83	-124.17	-	Neptune Venus	+353°35' +00°22'	-33°44' -33°04'
								Moon	+314°33'	-23°56'
								Mercury	+307°54'	-24°59'
236	1910	11	07	1720	37.50	-117.00	-	Jupiter Mars	+338°32' +334°08'	-64°08' -64°42'
								Venus	+313°14'	-62°30'
								Mercury Sun	+308°52' +303°23'	-62°17' -61°28'
								Uranus	+248°41'	-07°28'
								Moon	+244°40'	-09°51'
237	1910	11	19	0225	38.00	-118.00	-	Sun	+297°32'	-63°15'
								Venus	+301°09'	-63°44'
238	1910	11	21	2323	38.00	-118.00		Mercury Sun Venus	+289°03'	-61°00'
250	1510		21	2323	50.00	110.00			+299°09'	-63°44'
239	1910	11	22	0030	38.00	-118.00	-	Sun Venus	+296°05' +298°10'	-63°32' -63°42'
240	1910	11	22	0605	38.00	-118.00	-	Sun Venus	+296°05' +298°10'	-63°32' -63°42'
241	1910	12	27	1715	33.25	-115.50	-	Mercury Uranus	+272°20'	-44°39' -45°17'
242	1910	12	31	1211	36.83	-121.42	5.00	Mercury Uranus	+275°36'	-46°14'
								Moon	+273°09'	-48°20 -57°51'
								Venus	+277°42'	-54°17'
243	1911	03	11	2130	36.83	-121.42	4.50	Mars Uranus	+58°49'	-67°51'
244	1911	03	29	0425	34.00	-120.40	-	Venus Saturn	+301°40'	-67°14' -16°59'
								Sun Moon	+300°14' +317°38'	-19°40' -42°54'
	1011	05	- 10	1240	24.40	110.00	4.00		+316°46'	-48°14'
245	1911	05	10	1340	34.10	-118.80	4.00	Mercury Saturn	+336°04' +335°12'	-38°08' -38°43'
246	1911	07	01	22	37.25	-121.75	6.60	Sun Mercury	+330°09' +332°52'	-25°55' -25°42'
247	1911	08	11	1820	33.80	-116.70	4.00	Mars Saturn	+63°50' +61°51'	-09°41' -11°20'
248	1911	08	11	2340	33.80	-116.70	4.50	Mars Saturn	+63°50'	-09°41'
249	1911	11	22	0257	34.10	-117.30	-	Sun Jupiter	+296°12'	-63°31'
250	1912	01	05	0354	37.33	-118.42	5.50	Venus Jupiter	+304°09' +46°26'	-65°03' -67°49'
251	1912	08	31	0453	38.92	-120.33	4.50	Venus Mars	+42°42' +265°37'	-71°51' +12°58'
252	1012	00	12	1727	27.22	_100 17	4 50	Venus Mars	+260°52'	+15°09'
252	1912	0.9		1/2/	37.33	-122.1/	UC.F		+260°59'	+09°29'
253	1912	10	25	0316	36.83	-121.42	-	Sun Mars	+262°57' +260°33'	-11°00' -08°55'
254	1912	12	14	-	34.00	-119.00	-	Uranus	+230°04' +227°58'	+16°44'
								Jupiter Sun	+250°28'	-11°59'
	1	1			1	1		1	+251°57'	-14°36'

		i						7	1	
								Mercury Mars	+262°33' +259°12'	-23°36' -24°41'
255	1913	04	13	1045	34.20	-117.30	-	Neptune Moon	+174°02'	+76°54'
256	1913	10	20 (21)	1125	35.20	-120.60	4.00	Moon Mars	+1/5°34 +12°35'	+82°29' -27°57'
257	1913	10	21	0938	33.80	-118.00	4.00	Moon Mars	+12°35'	-27°57'
258	1913	10	25 (27)	0945	37.67	-122.42	4.00	Venus Moon	+14°03' +285°49'	-30°46' -24°27'
259	1914	01	24	0333	37.58	-122.42	4.00	Uranus	+279°43' +251°42'	-25°55' -06°16'
								Sun	+253°18'	-09°02'
								Mercury venus	+251°22' +253°52'	-09°53' -13°22'
260	1014	02	10	1017	20 50	110.00	F 00	Jupiter	+254°05'	-12°25'
260	1914	02	18	1817	39.50	-119.80	5.00	Uranus Jupiter	+263°56' +264°44'	-24°49' -26°55'
261	1914	02	20	10	39.50	-120.00		Jupiter Uranus	+265°38' +264°56'	-28°06' -26°20'
262	1914	04	24	0834	39.50	-119.80	6.40	Mars Neptune	+202°32' +205°43'	+77°59' +75°21'
263	1914	06	16	1052	34.20	-119.20	-	Neptune Venus	+270°40' +273°12'	+37°38' +38°38'
								Sun	+290°36'	+11°29'
	1014			1110		110 50	4.50	Saturn	+291°03'	+08°27'
264	1914	11	08	1140	34.00	-118.50	4.50	Sun Mercury Pluto	+259°15' +262°22'	-13°22' -15°29'
								Saturn	+48°37' +45°42'	-20°41' -17°15'
265	1914	11	09	0231	37.17	-122.00	5.50	Pluto	+49°23'	-20°04'
								Saturn Mercury Sun	+46°28' +264°04'	-16°38'
				10.10				Mercury Sun	+258°59'	-13°30'
266	1914	12	28	1042	37.17	-122.17	4.50	Mercury Sun	+252°06' +251°06'	-1/°4/' -13°18'
								Mars	+251°01'	-14°48'
267	1914	12	29	10	33.00	-117.00	-	Mercury Sun	+251°41' +251°05'	-17°13' -13°11'
								Mars	+251°07'	-14°54'
268	1915	01	12	0431	34.70	-120.30	5.50	Mercury	+247°52'	-07°39'
								Marc	1251 10	16911
269	1915	02	16	1330	33.10	-116.60	-	Mars Uranus	+252 55 +260°58'	-18°10'
270	1915	02	22 (21)	-	40.58	-121.82	-	Mars Uranus	+261°47' +262°32'	-19°25' -18°24'
271	1915	02	28	1044	36.58	-121.92		Mars Mercury	+264°16' +264°54'	-23°12' -18°44'
272	1915	03	04	1250	33.10	-116.60		Mars Mercury	+268°38' +266°19'	-16°10'
272	1015	0.5	01	2140	20.00	110.00	4.50	Mars Marsury	+270°20'	-21°15'
2/3	1915	04	05	2140	38.60	-119.50	4.50	Mars Mercury	+279°16' +277°40'	-20°20' -19°45'
274	1915	04	05	2311	38.58	-119.50	5.00	Mars Mercury	+279°16' +277°40'	-20°20' -19°45'
275	1915	04	06	1628	36.92	-121.75	-	Mars Mercury	+279°42' +277°55'	-20°23' -19°03'
276	1915	04	17	0627	38.67	-119.75	4.00	Jupiter Venus	+288°27' +287°29'	-34°14' -32°05'
277	1915	04	28	0310	33.00	-115.50	-	Mercury Sun	+283°15' +283°06'	+02°50' +05°55'
								Saturn	+262°12'	+53°52'
								Pluto	+254°06'	+53°14'
278	1915	04	30	0820	33.00	-115.50	-	Saturn Pluto	+263°26' +255°44'	+52°25' +51°41'
279	1915	05	11	1145	33.10	-116.60	-	Venus Mars	+294°52' +295°14'	-23°03' -21°25'
								Saturn Pluto	+269°25' +263°28'	+44°31' +43°02'
280	1915	05	29	0646	36.08	-118.82	5.00	Mercury Saturn	+281°03' +277°31'	+31°42' +31°45'
								Pluto	+273°31'	+28°42'
281	1915	05	29	0830	36.08	-118.83	4.50	Mercury	+281°03'	+31°42'
								Saturn	+2//~31'	+31°45'
282	1915	06	04	2110	40.50	-124.00	-	Mercury	+2/3°31' +307°19'	+28°42' -07°59'
				-				Saturn	+308°28'	-11°30'
								Pluto	+306°29'	-15°52'

284 1915 06 23 0456 32.80 -115.50 6.25 Mercury Saturn +317°46' -23 +310°50' -115.50 <td< th=""><th>.8°45' :3°07' :1°05'</th></td<>	.8°45' :3°07' :1°05'
284 1915 06 23 0456 32.80 -115.50 6.25 Mercury Saturn +317°46' -23 +320°20' -21	3°07' 1°05'
+320°20' -21	1°05'
1320 20 E1	
285 1915 07 03 2345 32.80 -115.50 - Mercury Pluto +331°23' -31	1°21'
+330°08' -31	1°19'
Sun +323°25' -22	2°37'
Saturn +327°32' -25	5°14'
286 1915 07 04 0045 32.80 -115.50 - Pluto Mercury +331°06' -31	1°42'
297 1015 07 04 05 22.90 -115.50 - Diuto Marcuny +221906' -21	10/2'
207 1915 07 04 05 52.80 -115.50 - Plate Pl	1°49'
288 1915 08 05 1630 40.42 -121.57 - Neptune Venus +332°39' -30	0°44'
+330°52′ -29	9°18'
Mercury Mars +229'32' -28	8°34
+18°49' -29	9°46
Moon +19°58' -25	.5°43'
289 1915 08 18 2240 32.80 -115.50 - Sun Mercury +317°17' -30	0°49'
+312°25' -27	.7°46'
290 1915 08 19 04 32.80 -115.50 - Pluto Mars +21°57' -34	4°04'
+22°24' -28	8°12'
291 1915 08 19 2240 32.80 -115.50 - Pluto Mars +21°57' -34	4°04'
+22°24' -28	8°12'
292 1915 08 20 04 32.80 -115.50 - Pluto Mars +23°00' -33	3°46'
+22°40' -28	8°07'
293 1915 09 08 0742 32.70 -117.20 - Mars Saturn +320°14' -20	0°14'
+318°35' -20	0°37'
Sun Venus +26/*41' +1.	13°53'
	14°30'
294 1915 09 08 1245 35.67 -120.67 - Mars Saturn +320°14' -20	0°14'
+318°35' -20	10°37'
Sun venus +26/*41 +1.	13°53' 14°30'
2005 1015 10 01 1576 27.50 122.22 400 Mean Catum 122021 17	
/2- 25*26*1 MUDBC 100/M 00.4 22.521- 02.7C 0221 10 01 2121 222	00011
500 Jan	07017
	10°57'
296 1915 10 08 0526 37.83 -122.25 4.50 Neptupe Mare +235561 -23	<i>01</i> 8°12'
+328°15' -27	.7°22'
297 1915 10 10 0506 34.20 -116.90 - Neptune Mars +327°41' -29	9°05'
+328°54' -27	.7°54'
298 1915 11 21 0013 32.00 -115.00 7.10 No correlation -	-
299 1915 11 21 0410 32.00 -115.00 - No correlation -	-

表3 シェラネバダ

	YYY/MM/DD	HH:mm:SS.ss	м	LAT	LON	Depth	Planet	Azimuth	Height
1	2008/01/22	11:52:59.83	1	36.023	-117.792	2.8	Neptune Mercury	+268°24' +268°41'	-21°52' -21°40'
2	2007/03/21	00:36:26.33	1	36.038	-117.769	1.9	Mars Neptune	+328°13' +325°27'	-65°08' -62°39'
3	2006/05/18	09:31:08.03	0.0	36.007	-117.798	0.8	Mercury Sun	+311°16' +311°17'	-14°25' -14°58'
4	2005/07/23	15:29:22.59	1.7	36.069	-117.631	2.7	Sun Saturn	+309°29' +309°59'	-13°22' -13°18'
5	2004/09/28	03:02:33.73	1	36.085	-117.850	4.7	Mars Mercury Jupiter	+301°39' +302°46' +302°48'	-33°21' -32°50' -33°28'
6	2003/12/26	06:02:32.39	1	36.027	-117.877	5.4	Sun Mercury	+273°01' +276°07'	-43°29' -42°37'
7	2003/02/23	03:21:10.31	1.3	36.083	-117.896	3.5	Neptune Mercury	+297°49' +292°04'	-55°00' -51°52'
8	2002/04/29	17:02:23.70	1.2	36.074	-117.646	4.4	Mars Saturn	+292°35' +289°32'	+08°29' +09°20'
9	2001/06/19	20:32:36.52	1.7	36.024	-117.886	5.3	Moon Saturn	+325°42' +329°38'	-24°39' -25°37'
10	2000/08/19	02:00:59.88	1.5	36.044	-117.712	2.1	Mercury Sun	+307°29' +304°56'	-18°34' -19°31'
11	1999/10/15	12:09:12.37	1.6	36.079	-117.849	3.1	Mars Moon	+234°16' +240°42'	+03°30' +03°45'
12	1998/12/11	15:34:59.33	1.2	36.075	-117.881	2.1	Mars Moon	+33°37' +33°53'	-48°13' -46°12'
13	1998/02/08	17:24:46.76	1.2	36.069	-117.867	3.7	Mercury Uranus	+281°42' +284°11'	-45°50' -46°30'
14	1997/04/08	20:01:51.75	1.1	36.088	-117.658	2.4	Sun Venus	+301°49' +299°54'	-23°20' -22°16'
15	1996/06/10	14:48:27.75	1	36.017	-117.814	6.0	Venus Sun	+313°03' +312°53'	-12°55' -11°53'

16	1995/08/05	15:01:14.56	1	36.061	-117.873	3.5	Venus Sun	+311°52' +307°32'	-16°26' -15°44'
17	1994/10/06	11:52:12.85	1	36.022	-117.801	2.6	Neptune Uranus	+212°55' +210°36'	+23°39' +23°49'
18	1993/12/08	08:51:07.46	1.1	36.017	-117.791	2.8	Neptune Uranus Mercury Venus	+255°55' +254°36' +290°45' +284°55'	-16°32' -16°25' -54°37' -51°37'
19	1993/02/04	08:59:17.70	1.2	36.012	-117.924	3.7	Neptune Uranus Sun Saturn	+297°33' +295°32' +278°57' +276°16'	-60°53' -61°25' -36°47' -33°17'
20	1992/04/04	08:32:47.45	1.3	36.035	-117.888	5.3	Venus Mercury	+308°35' +309°56'	-41°15' -38°18'
21	1991/06/01	09:12:58.70	1.5	36.017	-117.539	8.1	Moon Saturn	+95°57' +93°45'	-23°23' -26°30'
22	1990/08/03	01:11:58.99	0.0	36.091	-117.872	8.6	Neptune Moon	+157°02' +156°38'	+26°47' +22°45'
23	1989/10/01	11:53:39.70	0.0	36.011	-117.741	7.1	Neptune Saturn	+218°30' +219°55'	+19°37' +18°05'
24	1988/12/01	03:47:07.11	1.3	36.088	-117.842	2.4	Sun Mercury	+276°35' +275°10'	-45°00' -45°13'
25	1988/02/05	00:36:28.79	2.4	36.005	-116.735	6.0	Saturn Uranus	+343°29' +341°06'	-73°23' -74°32'
26	1987/04/03	06:05:24.21	1.4	36.197	-117.888	2.8	Jupiter Sun	+301°36' +299°55'	-30°36' -24°36'
27	1986/06/07	19:14:57.33	1.4	36.004	-117.896	4.5	Sun Moon	+312°50' +311°00'	-12°13' -05°26'
28	1985/07/25	12:11:11.53	0.0	36.060	-117.862	6.0	Mars Sun	+312°00' +309°13'	-13°50' -13°40'
29	1984/10/01	01:34:39.80	2.5	36.020	-117.361	6.0	Mars Neptune	+226°23' +227°48'	+10°00' +13°08'
30	1983/12/01	15:07:41.02	1	36.062	-117.733	0.2	Moon Saturn	+319°37' +318°59'	-58°37' -58°54'
31	1983/02/06	16:15:05.64	1	36.036	-117.791	4.1	Jupiter Uranus	+50°45' +50°22'	-65°11' -66°31'
32	1982/04/09	15:48:04.48	1	36.010	-117.843	5.4	Mercury Sun	+301°48' +302°01'	-25°09' -23°12'
33	1981/06/10	07:53:04.22	1	36.002	-117.778	6.0	Jupiter Saturn	+220°32' +217°27'	+45°36' +46°57'

表4 ロサンジェルス地域

	YYY/MM/DD	HH:mm:SS.ss	м	LAT	LON	Depth	Planet	Azimuth	Height
1	2008/01/18	02:06:09.90	2.9	34.884	-118.971	7.2	Mercury Neptune	+125°49' +120°35'	+09°39' +08°30'
2	2007/03/20	11:34:50.35	1.4	34.527	-118.790	14.0	Mars Neptune	+202°39' +199°43'	+32°26' +35°17'
3	2006/05/20	20:52:32.90	1.8	34.412	-118.617	4.0	Sun Mercury	+135°13' +129°06'	+66°55' +66°23'
4	2005/07/23	11:52:55.89	1.6	34.408	-118.588	7.7	Sun Saturn	+309°29' +309°59'	-13°22' -13°18'
5	2004/09/28	08:43:13.68	1.6	34.229	-118.480	13.3	Mars Mercury Jupiter	+301°39'+30 2°46' +302°48'	-33°21' -32°50' -33°28'
6	2003/12/26	03:42:09.79	1.8	34.237	-118.701	11.2	Sun Mercury	+273°01' +276°07'	-43°29' -42°37'
7	2003/02/24	05:58:27.66	2	33.878	-118.789	19.2	Mercury Neptune	+175°59' +182°36'	+34°40' +34°57'
8	2002/04/29	22:34:07.58	1.9	34.298	-118.400	7.7	Mars Saturn	+292°35' +289°32'	+08°29' +09°20'
9	2001/06/19	10:32:45.36	1.8	34.247	-118.081	9.3	Moon Saturn	+325°42' +329°38'	-24°39' -25°37'
10	2000/08/19	01:08:05.78	1.5	34.247	-118.617	9.1	Mercury Sun	+307°29' +304°56'	-18°34' -19°31'
11	1999/10/15	01:41:46.97	1.4	34.389	-118.527	14.9	Mars Moon	+234°16' +240°42'	+03°30' +03°45'
12	1998/12/11	17:24:42.17	1.8	34.653	-118.950	15.0	Mars Moon	+33°37' +33°53'	-48°13' -46°12'
13	1998/02/08	00:47:58.12	1.6	34.270	-118.726	24.1	Mercury Uranus	+281°42' +284°11'	-45°50' -46°30'
14	1997/04/08	01:08:08.82	1.1	34.345	-118.673	14.4	Sun Venus	+301°49' +299°54'	-23°20' -22°16'
15	1996/06/10	00:14:46.74	1.3	34.247	-118.487	16.0	Venus Sun	+313°03' +312°53'	-12°55' -11°53'
16	1995/08/05	05:44:39.58	1.5	34.375	-118.621	6.4	Venus	+311°52'	-16°26'

							Sun	+307°32'	-15°44'
17	1994/10/06	01:28:44.11	1.2	34.307	-118.478	5.0	Mercury Moon Neptune Uranus	+103°42' +110°18' +274°22' +271°35'	+54°13' +53°54' -40°25' -38°10'
18	1993/12/09	13:23:38.61	2.4	34.491	-118.683	15.0	Uranus Neptune Mercury Venus	+132°03' +132°04' +178°06' +173°07'	+12°55' +14°10' +31°55' +30°45'
19	1993/02/04	03:13:22.02	1.6	34.503	-118.581	5.2	Neptune Uranus Sun Saturn	+297°33' +295°32' +278°57' +276°16'	-60°53' -61°25' -36°47' -33°17'
20	1992/04/04	21:18:01.75	1.8	34.045	-118.690	21.7	Venus Mercury	+308°35' +309°56'	-41°15' -38°18'
21	1991/06/05	18:43:24.05	1.8	34.474	-118.528	5.8	Mars Jupiter Uranus Neptune	+83°21' +82°45' +275°13' +274°46'	+25°19' +21°34' -45°45' -42°17'
22	1990/08/04	18:36:18.39	1.9	34.011	-118.867	2.1	Saturn Moon	+09°51' +08°14'	-73°14' -75°00'
23	1989/10/01	07:13:43.37	0.0	34.580	-118.503	9.0	Neptune Saturn	+218°30' +219°55'	+19°37' +18°05'
24	1988/12/02	01:44:32.96	2.0	34.377	-118.557	4.7	Mercury Sun	+163°21' +163°46'	+27°18' +28°29'
							Saturn Uranus	+142°26' +144°56'	+19°37' +19°52'
25	1988/02/01	06:55:04.98	2.5	34.634	-118.593	9.9	Uranus Saturn	+204°05' +205°07'	+24°42' +25°43'
26	1987/04/02	09:16:27.68	1.7	33.813	-118.506	12.8	Jupiter Sun	+155°51' +147°39'	+51°47' +52°58'
27	1986/06/09	00:20:49.27	1.2	34.456	-118.854	16.1	Mercury Moon	+99°35' +91°42'	+55°11' +51°02'
28	1985/07/25	07:42:21.79	1.2	34.436	-118.550	4.1	Mars Sun	+312°00' +309°13'	-13°50' -13°40'
29	1984/10/03	10:12:12.63	1.8	34.398	-118.690	2.6	Mars Neptune	+108°30' +105°44'	-17°49' -15°50'
30	1983/12/04	21:28:18.61	2.4	34.642	-118.511	9.6	Uranus Sun	+166°21' +163°41'	+29°15' +28°18'
							Moon	+160°15'	+26°16'
31	1983/02/05	1/:19:39.44	0.0	34.150	-118.996	4.5	Jupiter Uranus	+280°16' +280°14'	-46°53' -48°06'
32	1982/04/10	14:38:30.57	1	34.461	-118.005	10.3	Mercury Sun	+148°11' +146°14'	+55°08' +56°00'
33	1981/06/06	07:14:12.31	1.8	34.130	-118.122	14.8	Jupiter Saturn	+66°44' +64°39'	-24°52' -26°44'

表5 モジャヴ地域

	YYY/MM/DD	HH:mm:SS.ss	м	LAT	LON	Depth	Planet	Azimuth	Height
1	2008/01/21	09:13:23.05	1.1	34.047	-117.264	15.8	Neptune Mercury	+135°43' +137°01'	+24°59' +25°17'
2	2007/03/20	03:29:19.04	1.3	34.005	-117.180	6.8	Mars Neptune	+202°39' +199°43'	+32°26' +35°17'
3	2006/05/18	10:11:52.14	3.3	34.043	-117.028	12.2	Mercury Sun	+311°16' +311°17'	-14°25' -14°58'
4	2005/07/23	11:28:35.52	1.4	34.087	-117.298	15.7	Sun Saturn	+309°29' +309°59'	-13°22' -13°18'
5	2004/09/28	12:58:11.64	1.8	34.035	-117.254	16.5	Mars Mercury Jupiter	+301°39' +302°46' +302°48'	-33°21' -32°50' -33°28'
6	2003/12/26	01:14:01.67	1.6	34.059	-117.251	14.2	Sun Mercury	+273°01' +276°07'	-43°29' -42°37'
7	2003/02/23	08:01:15.33	1	34.005	-117.575	4.4	Neptune Mercury	+297°49' +292°04'	-55°00' -51°52'
8	2002/04/28	03:42:42.30	1	34.031	-117.115	9.5	Mars Saturn	+94°40' +94°19'	+45°00' +41°17'
9	2001/06/19	22:14:28.94	1.7	33.949	-117.224	15.1	Moon Saturn	+325°42' +329°38'	-24°39' -25°37'
10	2000/08/19	11:42:59.53	1.1	34.016	-117.146	12.5	Mercury Sun	+307°29' +304°56'	-18°34' -19°31'
11	1999/10/14	20:54:43.88	2.0	34.020	-117.556	6.9	Moon Mars	+114°25' +114°04'	-00°28' -09°33'
12	1998/12/13	06:12:54.47	1.6	34.110	-117.474	6.2	Sun Venus	+162°55' +151°53'	+27°10' +22°35'
13	1998/02/08	21:20:44.24	1	34.017	-117.211	16.2	Mercury Sun	+307°29' +304°56'	-18°34' -19°31'

14	1997/04/07	10:08:16.03	1	34.041	-117.246	16.9	Sun	+146°42'	+55°03'
							Venus	+144°34'	+53°46'
								. 1200221	. 510401
							Moon	+139°32'	+51°48'
15	1996/06/10	23:48:15.54	1.2	34.022	-117.097	6.0	Venus Sun	+313°03'	-12°55'
16	1005/09/05	22.52.45.20	1 5	24.057	117 204	12.0		+312-55	-11-55
10	1995/06/05	23:32:45.29	1.5	54.057	-117.504	15.9	venus sun	+311°52 +307°32'	-15°44'
17	1994/10/06	09:12:37.95	1.2	34.006	-117.012	6.0	Mercury	+103°42'	+54°13'
							Moon	+110°18'	+53°54'
							Neptune	+274°22'	-40°25'
							Uranus	+271°35'	-38°10'
18	1993/12/08	15:04:13.99	1.2	34.015	-117.254	17.2	Neptune	+255°55'	-16°32'
							Uranus	+254°30	-10°25
							Venus	+290°45 +284°55'	-54°37 -51°37'
19	1993/02/05	12:37:42.27	1.2	34.018	-117.113	11.6	Neptune	+187°19'	+30°36'
	2000/02/00	1210/11212/		0.0010		11.0	Uranus	+186°56'	+29°34'
20	1992/04/05	00:40:01.27	1.6	34.075	-117.285	19.5	Venus	+176°03'	+50°05'
							Mercury	+175°31'	+52°31'
21	1991/06/01	13:16:21.91	2.3	34.048	-117.538	13.8	Moon	+95°57'	-23°23'
							Saturn	+93°45'	-26°30'
22	1990/08/04	00:58:23.38	1.7	34.030	-117.574	2.6	Saturn	+09°51'	-73°14'
							Moon	+08°14'	-/5°00'
23	1989/10/01	02:40:56.56	1.2	34.000	-117.240	18.1	Neptune	+218°30'	+19°37'
24	1088/12/01	21:42:57.63	0.0	34.001	-117.082	23.0	Saturn	+219 55	-45000'
27	1900/12/01	21.45.57.05	0.0	54.001	-117.002	23.0	Mercury	+275°10'	-45°13'
25	1988/02/05	22:51:37.04	0.0	34.123	-117.495	3.9	Saturn	+343°29'	-73°23'
							Uranus	+341°06'	-74°32'
26	1987/04/01	08:27:15.74	1	34.022	-117.272	12.5	Sun	+147°48'	+52°35'
							Jupiter	+154°45'	+51°26'
27	1986/06/07	07:15:54.63	2.1	34.042	-117.499	4.2	Sun Moon	+312°50'	-12°13'
								+311°00'	-05°26'
28	1985/07/26	20:45:01.09	1.2	34.107	-117.284	6.0	Mars Sun	+133°50'	+67°39'
	1004/10/01	11 50 17 00		24.044	117.001	110		+131°46	+64°54
29	1984/10/01	11:58:17.08	1.9	34.041	-117.224	14.6	Mars	+226°23'	+10°00'
30	1083/12/06	00.38.53.36	1	34.034	_117 125	16.7	Uranuc	+227 +0	+13 00
50	1903/12/00	09.30.33.30	1 ¹		-117.125	10.7	Sun	+163°32'	+29 55
31	1983/02/05	11:29:32.29	1.4	34.026	-117.603	14.6	Jupiter	+229°15'	+14°01'
	1,00,02,00	11110102129					Uranus	+227°44'	+14°01'
32	1982/04/09	00:00:36.57	0.0	34.074	-117.137	8.7	Mercury	+301°48'	-25°09'
							Sun	+302°01'	-23°12'
33	1981/06/06	01:54:31.21	1.8	34.049	-117.253	16.6	Jupiter	+66°44'	-24°52'
							Saturn	+64°39'	-26°44'

ジオイドテクトニクス 第3章 極移動の一般的な影響

GEOID TECTONICS CHAPTER 3 GENERAL EFFECTS OF POLAR WANDER

Peter JAMES

PO Box 95, Dunalley, Tasmania 7177, Australia pmjgeotech@yahoo.com.au

(山内 靖喜・柴 正博・窪田 安打・矢野 孝雄 [訳])

要 旨:(地理学的な)極移動に関連した影響は2重に起きる.すなわち,緯度の変化によって地殻上に引き起こされるジオイド応力,および求心性加速度の変化が海洋分布におよぼす影響である.前者に関する若干の予備的な検討は,極から赤道への地殻物質の移動,あるいはその逆が地殻変形時に破壊を起こすであろうことを示した.極移動にともなう海洋分布の大きな変化は,DSDPのいくつかの掘削孔によって,また海底峡谷のような地形によって証拠が得られた.約4kmという海洋の深さ内での変動が暗示されている.海洋の再分布と絶滅の出来事との関係も議論される.

キーワード:極移動,ジオイド応力,海洋の再分布

1. はじめに

地球はその毎日の回転運動による遠心力に対して準流体 静力学的様式で反応して、赤道で膨らみ、極で扁平になっ ている.その結果の形は極方向に約1/300 扁平になった 楕円形とされている.これを単純な言い方をすれば、赤 道半径は極半径よりちょうど3%強の差に当たる20km強 長い.あるいは、緯度1°の長さは赤道で110.6km、極で 111.7kmであり、その差は1%である.

緯線を横切って移動する脆い地殻物質の反応を検討する 場合に、この差は重要になる.このように考えるならば、 その物質は緯度の違いに伴う曲率半径の違いに遭遇する. この違いは完全に漸移的である必要はなく、恐らく局部 的により顕著になる.すなわち、赤道での膨らみに近づ く部分と極での扁平に近づく部分の両方、またはそのど ちらかである.しかしながら、モデルを単純にするために、 適度に漸移的な変化を仮定する.

仮に,地殻物質が極地方あるいは高緯度から赤道帯に移 動すると(脚注1),その物質はゆっくり膨らむ風船の上 にいるのと似たような大騒ぎを経験するであろう.その 物質は変化に適応するためにその表面積を増加させるか, あるいは"伸びる"ことをしなければならない(図1). 伸長は,赤道線に対して直交および平行する両方向で要 求されるであろう.赤道から高緯度へ移動する要素の場 合,この逆が当てはまる.すなわち,この物質は減少し た表面積に合うように圧縮される必要があるだろう.万 が一どちらかの場合が起きたとしたときの重要な地質学 上の問題は,この調整が地球地殻の脆性物質に起きるこ とである.

このように、可動的なプレートテクトニクスの枠組み、 あるいは、(地理学的な)極移動の枠組みのどちらを選 んだとしても、脆い地殻内での表面積の変化というこの ような状況に直面することは必然である.そして、次の 質問がだされるにちがいない.すなわち、脆く、不均一 な地殻がその変化に対してどのように順応するのかとい う問題である.現在まで、プレートテクトニクスはまっ たくこの問題を追及していない.それは、私たちが地表 で観察することは、脆性物質の挙動にかかわる現象では なく、深部における一般的な延性物質に関する現象であ ると仮定しているからである.これはチョークをチーズ に比較することに多少似ている.

地殻物質が緯線を横切って移動するときにもたらされる 応力についての考察から始めることは、脆い地殻上での 緯度の変化の影響をとりあつかう問題に役立つ.

この問題は、Heiskanen and Meinesz (1958) によって初めて扱われたようである.彼等は極での扁平化に必要な 条件下での球殻の弾性変形に関する解を発展させた.選 択したモデルに関して、引き起こされる応力は地殻の厚 さとは無関係で,移動する緯度の大きさにのみ依存する ことを彼らは知った.当然,小規模な移動は地殻中に小 さな剪断応力を発生させるが,極一赤道間を完全に移動 した場合に引き起こる剪断応力は1.28×10⁹ dyne/sq. cm あるいは1.28×105 kPa(キロパスカル)の規模で あることを算出した.以下では,この応力を″ジオイド 応力″と呼ぶ.そして,硬い岩石に関する適当な変形係 数と結びつけて完全な緯度間移動によって引き起こされ る歪を用いると,フックの法則を単純に適用することに よって,その最大値を得ることができる.

上記の著者たちは,彼等の結論に達するために,等方的 で均質な地殻を仮定したが,現実の物性がそれほど単純 でないことは明らかである.地球の脆い皮膚は厚い大陸 の楯状地をところどころに含んでおり、大陸はときには その縁に褶曲山脈と堆積域の両方かあるいはそのどちら かを伴い、薄い海洋地殻の広大な広がりの中に点在する. これは、再び、単純化であるが、モデルを発展させるた めに、本質的にバイモーダル(注:2つの形態ないし様 式をもつ)であるとして地殻を扱うことができる.バイ モーダルな地殻の妥当性は、引き起こされた応力下でそ れぞれの形態から異なる挙動を期待することができるこ とにある.同じく,任意の2つの地殻要素の境界面に応 力が集中することは大いにありそうなことである.バイ モーダルな地殻における赤道での伸張によって引き起こ される応力をシミレーションするために、単純な有限要 素解析を約30年前に行った.その結果は、"ジオイド変 化のテクトニクス"に述べられているが、ここで簡単に 紹介すると、より薄い海洋地殻中の応力はより厚い要素 との接合面近くで非常に大きくなることをその解析は示 した(図2).この発見はその著書の中で後々まで、すな わち地向斜の発展に要する条件を議論するときまで記憶 に留め置かれた.

今や, Heiskanen and Meinesz による解析の妥当性は以 下のようである.最大緯度変化(極一赤道間)によって 生じる応力のレベルは,次の章 (James, 2009) で述べる ように、モホ面における多くの岩石の推定クリープ強度 を超えている.このように、先ず初めに次のことを合理 的に仮定することができる. すなわち, 緯線を横切る長 距離移動はアセノスフェア内に、そして恐らく上部マン トルでも同じようにクリープを起こさせるであろう、そ して, 延性的クリープ作用の何らかの様式によって, 地 球のこれらのレベルを極移動に順応させることになると 仮定できる.最大ジオイド応力レベルは同じく花崗岩中 に破壊を起こし始めるのに必要な応力より僅かに大きい ので、そのため最大圧縮下において花崗岩は地殻中に注 入されうる. 脆性地殻それ自身の調整について解析する ことができ、そして次の章である程度詳しく取り扱われ る.

別の考察がある.第1章(James, 2006a)で概略的に述 べた化石サンゴに関する研究は、地質時代を通して地球

脚注1 この場合,傾倒している移動論者は,もし彼等がそう願うならば,これを大陸移動の結果として考えることもできる.すなわち, このことは本質的な議論にとって大した違いにならない.



図1 赤道条件下での要素Aの伸びを示す.図は誇張してある.





の自転速度が次第に遅くなってきたことを示している. この減速率を前期先カンブリア代まで適用すると,現在 の速度の2倍程度になる.自転の運動エネルギーは角速 度の2乗に比例するから,前期先カンブリア代ではその エネルギーは現代に比べて大変大きかった.先カンブリ ア代には地球の扁平性はより大きかったため,緯度のど のような変化においても地殻により大きな剪断応力が作 用したであろうと,Heiskanen and Meineszは推定した. さらに彼等は,先カンブリア代 (Sonder)の剪断パター ンは今日でも地球表面でまだ認識できるが,それらはこ の初期の剪断応力状態の結果であろうと提案している. 確かに,地球はカンブリア紀及び初期の頃から保存され てきた古い断層系を多くもっており,それらは未だ今日 の地質に影響を及ぼしている (Choi, 2002 & 2003).

上記の研究は緯度変化に起因する応力を扱っている. こ の問題は引き起こされる歪の観点から考えることもでき る. 地殻物質に作用する最大歪は, 再び極から赤道へ 緯線を横切る完全な移動の歪である.二次元地殻物質 d=3,000km, は地球中心での1 ラジアン(注:1 ラジアン ≒約 57°)のほぼ半分の角度に相当する. rp を極半径と すると, 極では, d(=3,000km) = rp・θとなる. 赤道で は、物質は re. θの値に適応させられると予期される. この場合、赤道半径は極半径よりほぼ 20-25km 長い.地 殻要素が極から赤道までの旅行の間に行わなければなら ない調整は、第一次のオーダーの正確さでこれは相対的 に一定のパラメーターであると仮定すると,この場合半 径の違いΔrに掛けるθである.この伸張は、まちがい なく, 12km より大きくなる. 3,000km 規模の地殻物質に 対して、これは0.4%オーダーの歪をもたらす.かわりに、 歪の近似として極円周と赤道円周の差をとっても、これ はまったく同じ値である.

このオーダーの歪は、圧縮下、とくに適度の封圧下、す なわち中深度での多くのもろい岩石の破壊以前の範囲に 入る.しかしながら、地表近くで、そして引張場では、 このような歪は破壊的結果をもたらす.たとえば、引張 場は、玄武岩が 0.2% という小さなひずみで切断される.

上記をまとめると、以下のようになる.地球のより延性 的水準はリソスフェアと恐らく上部マントルであり、引 き起こされた大きな応力下でのクリープ過程によるジオ イド調整に従ったに違いない.しかし、演繹的に地球の 脆性殻に同じことが妥当と考えることはできない.ジオ イド移動によって引き起こされる最大応力と最大歪は弾 性の範囲を超える変形を起こすことができ、まったく極端な場合には地殻の破壊を起こすことができる.これらの結果は次章においてより詳細に解析される.しかしながら、その前に、地球の海の分布に対する極移動一及び、地球の振動一やその他の一般的効果をみておくことは都合がよい.

極移動と地球海洋

水分布

地球表面上のすべての点が地球の回転によって求心加速 度に支配されている.赤道に沿った点が最大になり,そ してその大きさは回転有効半径,すなわち緯度によって 減少し,極において事実上ゼロになる.論争の時代以前 には,荒っぽいアナロジーとして,遊園地で見られる大 きい糸車がとりあげられたかもしれない.ある人がこれ らの中心からさらに移動するとき,回転半径から離れれ ば離れるほど,自分の位置を維持することがいっそう難 しくなる.これらの車輪の1つの中心から移動すること は,遠心力はもちろん,我々にとって比較的より低角に なるが,回転する地球上で極から赤道へと動くことと同 じである.重力がより大きい力を我々に与えるために, 我々は緯線を渡るとき,遠心力の変化に気付かない.し かし,地球を覆っている水の薄層については同じことが 真ではない.

もし地球が球形であれば、現在の形とまったく同じでな かったら、回転力は海洋水を赤道に集め、極から流出さ せるであろう.1次近似では、重力と潮汐の効果の変化 のような2次的効果を無視すると、運動および位置エネ ルギーを均等化することによって、この効果は定量化す ることができる.それ故、ある緯度での水柱の高さが以 下のように求められる:

ポテンシャルエネルギー m.g.h = 運動エネルギー 1/2m.v2

あるいは、h = v2 / 2g (i)

ここで h = 水柱の高さ g = 重力定数 v = 角速度, ω.r

用語 ω は24時間で2 π ラジアンで,rは有効な回転半径 である:赤道における地球半径と同等で,極においては 0である.これらの値を上記の方程式(i)に挿入するな らば,結果は:

> 極の水柱の高さは0 km 赤道の水柱の高さ:11.9 km

水深のちがいは大きいが,もし地球が直径30センチの 地球儀の大きさであったなら,そのちがいは2ミリメー トルまたは葉書の厚さよりも小さな値にもならないであろう.このような球形の地球上の水の分布は,全表面積をおおうための適切な水量があると想定され,そうであるなら,分布は図3の線Aのように見えるであろう.大洋の実際の分布はその形状において著しく異なっていて,そして線B(脚注2)のように相互により独立している.同じ回転力に対する地球自身の準流体力学的な反応は,大部分においてこの通常の水分布のようになる.

実際の水の量は、線Bによってそれぞれの地域に与えら れるが、仮説の線Aよりかなり少ないことが指摘される かもしれない. このことは、もし地球が球形であったな ら,現在の水量が線Aで示されるように全面を覆い隠す には不十分であり, 高緯度地帯が一般に乾燥するであろ う.この「不十分な」海水量は極の遊動モデルのために 重要である.極の遊動においては、以下の求心力のパター ンのどのような変化でも海域では即座に反応があるだろ う.水は、新しい極域から流出し、新しい赤道帯に集ま るだろう.その効果は球にとっては予測されるが、さま ざまな大陸塊と、膨らむ赤道と扁平化する極のような大 規模なジオイド形状をともなう地球では、状況は複雑に なる、摩擦効果も、同様に考慮する必要がある、さらに、 大規模なジオイド形状はそれら自身がこのような変化に 順応しようとするだろうが、おそらく、反応にはもっと 時間がかかるだろう.この遅れは、もし新しい赤道の膨 らみが自ら形成しうるとすれば、海水準は多かれ少なか れそれらの前の基本水準面に戻ることが予想されうる が、時間の要素を加えると問題はより複雑になるだろう.

地理極が 45°移動した場合を考えよう. 結節地域 [nodal areas] から離れて,赤道の膨らみは中緯度地帯に自らを みいだすだろう.他方,以前の極は地球の別の側で,同 じく中緯度地帯に位置するだろう.新しい赤道地域は, その膨らみが発達する前に,水がそれに沿って集まるに したがって,深海になるだろう.再び結節点はわからな くなり,前の赤道の膨らみの場所のそれらの一部は,中 緯度域に海が引き寄せられるにつれて,非常に乾燥して くる.それと対照的に,それらがすでに水面下でなくなっ ていたら,かつての極地域はより暖かくなるだけでなく, 海に覆われるだろう.新しい極地域は、まだ扁平になっ ていなかったなら,海洋の中から離水することを経験す ることになる.

換言すれば、比較的速い極移動は、いかなる地域であっ ても、適切な緯度変化次第で、地球のまわりにさまざま な、そして大規模な海水準変化をもたらす.地球のジオ イドの形状が新しい状況に順応するまで、これらの課さ れた変化が持続する.この調整にどれほどの時間がかか るかは、今後解明すべき課題である.

上のことはかなり仮説的で,それを支持する証拠にはどのようなものがあるだろうか? 証拠として最も明白な領域は,海底谷である.海底谷の地形は,それら自身魅力

脚注2 これは、表面の3分の2をカバーする大洋の、およそ4kmの平均深度に関連する.



図3 球形の地球の上の理論的な水の分布と実際の分布との関係.

的な研究素材であり、それらの紹介のためにいつくかの 文献を末尾に掲げておく.

海底谷

海底谷は世界のすべての海と大洋に存在し、それらの 90%が陸上水系に由来する.そのような水系が大陸棚を 横切るところで、しばしばその連続が乱されたり、ある いは、失われるが、大陸斜面では再度回復して、大多数 の海底谷が4kmかそれ以上の深さの深海平原まで連続す る.大規模な沖積タイプの扇状地が、深海平原にしばし ば発達している.そして、新しいチャネルがこれらの扇 状地の表面を解析している場合がある.

陸上の水系と親密な接点を持っていることに加えて,海 底谷は,陸上河川システムとしての主要な地形的特徴の 大半をもっている.すなわち,峡谷が硬い岩石を切っ解 析し,支流があり,扇状地堆積物が成層し,下刻した水 系パターンがあり,堤防をもつ.それらの唯一の問題は 水面下にあることであり,海底谷は陸上でこれらすべて の地形をつくりだした重力(水力の勾配)に現在さらさ れていないことである.Shepard and Dillによれば,海 底谷のすべての地形に適した最も論理的な説明は,おそ らく「溺れた河川」としての起源」である.すなわち, 峡谷が普通の川と同様にしてできあがり,その後,沈水 したのである.少なくとも筆者は,海水面の大変動を説 明するために,いずれかのメカニズムを選択するならば, 溺れた河川という起源が最も論理的な説明であると考え ている. これは手ごわい挑戦である. 海水面変動の大部 分が3~4kmのオーダーでなければならないだろう海洋 学者はそれゆえに,別の説明を探す傾向がある. 断続的 に表層を流下する混濁流がどのようにして硬い岩石から なる海底峡谷を浸食する能力をもつのかを,今までに誰 も成功裏に説明できていないにもかかわらず,その説明 には,きまって混濁流あるいは浮遊固体で満たされた水 塊が引きあいに出される.

もうひとつ重要なことがある. 混濁流は級化堆積物を形 成する傾向がある:堆積物は礫質砂から砂,シルトへと 水平方向に級化し,通常の河川システムではさまざまな 粒子サイズの地層に分ける明確な層準がない. しかし, 海洋底の深海扇状地に堆積した堆積物は,通常の河川シ ステムの堆積物のように,典型的な場合には水平方向に 成層する. 次に述べる海底谷の他のいくつかの特徴は, あらゆる混濁流起源説にとって強い妨げとなる.

上記の議論を証明するために海底谷のいくつかの例を見 てみよう.地中海の海底谷は有用な端緒になる.なぜな ら,地中海は第三紀以来2回乾燥したことが知られてい るからである(脚注3).これは地中海海底谷の発生を説 明するための完全に満足のいくメカニズムを我々に提供 する:この閉鎖海が乾燥していた時にも,通常の河川が 存在したはずである.コルシカ島に見いだされた急勾配 の海底谷はこの説明にほぼ適合する.コルシカ海底谷は 岩石海岸のノッチ(刻み目)にはじまり,それはほぼ現 海水準にあるため,混濁流の活動によって形成されるい

脚注3 神話ではよりいっそう現実の状況について語られている. ヒペリオン(日や月,夜明けの神々の親),すなわち太陽神は,ある日, 能力に乏しい彼の甥に空を横切る太陽の二輪戦車を運転させることに同意した. 手に負えない乗用馬が制御できなくなり,そして二輪戦 車は地球に衝突した. そのため,地中海は乾燥して沸騰して,エチオピア人はそのために黒くなった.



図4 ベンガル湾の海底谷システム.長く延びた陰影部は、堆積扇状地の上に刻まれたチャネルを表現している.

かなる可能性もない.海面下で,ノッチは急速に発達し て硬い岩石の中の峡谷となり,深度数kmの地中海底ま で続く.その基底部において,堆積物荷重は海藻のよう な浅海物質を含む小扇状地堆積物をつくる.

ここでは,疑問の余地はない. さらに,水を取り除いて 説明することが容易ではない,他のより大規模な水域に おける沈水谷と比較しょう.

スリランカの東海岸にはいくつかの海底谷があって,最 大の海底谷はこの国の最大河川 Mahaweli 川とは離れて 存在する Trincomalee 海底谷である. それは硬い先カン ブリア紀花崗岩類と珪岩類を侵食して、湾曲した V 字谷 をつくって急勾配の流路をたどる. それは陸上から水深 4km まで,およそ 60km 延びている.現在の Mahaweli 川 は適当な堆積物荷重を運搬する能力を持っている. それ 故、もしこの海底谷が唯一のものであるとすると、混濁 流にかかわる起源説を完全に排除することはできなかっ ただろう.しかし、そこにはさらに多くの南へ下る海底 谷があり、それぞれ Trincomalee 海底谷と同等の規模を もち,硬い岩石を浸食している.しかも,これらの海底 谷には谷頭に主要な陸上河川がなく、したがって、混濁 流の活動にその成因を求める根拠はない. コルシカ島の 例のように、これらの海底谷は海水面が著しく低位置に あったときに形成されたはずである. そうであれば, な ぜそれらが Trincomalee 海底谷の地形とまったく同じで あるかということも説明できる:すなわち、現在はたら いている諸作用は、いかなる大きさの海底谷をつくるか に関してまったく関係がないのである.

この解釈を支持する事実が、ベンガル湾で見いだされる. ベンガル海底システムは、ガンジス川河口から 2500km の距離にわたって広がる(図4).このシステムは、大陸 斜面の岩盤中の不連続な谷として始まり、巨大な堆積物 扇状地を刻む蛇行谷および網状谷のネットワークとして 終わる. 堆積作用の4つの主要なパルスは, 優勢なシル ト相中に挟まれる粗粒層の分布として認識されている. これらのパルスの年代は、白亜紀から、中新世と鮮新世 をへて、第四紀までおよび、最も若い更新世堆積物が深 海軟泥に覆われる.現在の海深は北部の3kmから南部の 5km まで増加し, 海底勾配は 1:1000 以下であると考えら れている. タービダイト流の活動による広大な堆積扇状 地を説明しようとするのは, 既知の水理原理を超えてい る:特に、タービダイト流が、水平に成層した広大な堆 積層を堆積させ、なおかつ、タービダイト流が発生しう るところから 2,000km の距離にわたって深海海流によっ て扇状地表面を浸食することを想定しなくてはならない のである.一方で、ベンガル湾は、少なくとも過去のあ る時期に、地中海のように乾燥したことがある.DSDP Site 217, 東 90°海嶺における深海底での掘削は, 白亜 紀堆積物に乾燥による乾痕[mud cracks]が含まれるこ とを発見した(脚注4). それゆえ, その後も, そして, 更新世にいたるまで、同様の海水準変動が起こったこと が容易に類推される.

6°Sのコンゴ海底谷は、河口から約20km上流で始まり、

海に入っておよそ 400km にわたって追跡される. このシ ステムの地形は,大規模な海底タービダイト堆積物と深 海堆積扇状地を含み,ベンガル扇状地と同様に,下刻チャ ネル [incised channels] をともなう. しかしながら, ここではヘマタイトで被覆された砂粒からなる自然堤防 という地形要素が見いだされる. 破堤堆積物からなる分 枝は,深部堆積物で再度覆われている. この堆積扇状地 の基底年代は白亜紀であり,重要なことに蒸発岩を被覆 している. この事実は,再び,海洋底が深海扇状地の形 成時期に乾燥したことを支持し,その後も乾燥期を経験 したのかもしれない.

バハマでは、世界の海底谷の中で最も長く深いものの1 つが発見された:雄大なグランドキャニオンに匹敵する 地形で、勾配は9~12°で、200kmの長さと数 kmの高さ の側壁をもつ.平らな谷底は水深4~5kmにあり、想定 されるような深海軟泥泥でできているわけではなく、砂 を挟む大礫~巨礫堆積物で構成されている.その砂はし ばしばカレント層理を示し、浅海堆積物に典型的な層相 を示す.

北アメリカ西岸の海底谷システムも、それらの起源について、重要な手がかりになる.カナダからメキシコ国境にかけて、全て陸上河川の河口に位置している.ただし、ちょうど Mendocino 岬の南に位置して、サンアンドレアス断層の分枝が海岸に接しする Delgada を除く.

ワシントン州とオレゴン州から沖に向かう Cascadia, Tarzana, Delgada, Astoria 海底谷は, 大陸斜面の岩盤 を解析して始まり、太平洋の深底平原まで下る(図5). このシステムは、深底平原においては、堆積扇状地その ものを刻んだ谷として追跡される.この海岸みられる海 底谷の大きさは、陸上河川の大きさを反映していない. Delgada 海底谷の場合,大規模な堆積物の明確な供給源 はないが、他の大きな陸上河川と同様、深海に堆積扇状 地を形成することができたのである.この扇状地の扇端 部にあたる DSDP Site 32 における掘削では、海面下4. 5km で更新世の淡水棲珪藻や木片が回収された. このコ アは砂と泥の層理面がシャープで、タービダイト起源の 環境ではないことが明白である.より北方のコロンビア 川は、次の3河川よりも2倍の規模を誇る大河川である が,その海底谷はその他の河川にくらべて大きくない(図 6). カリフォルニア州北部沖のエール谷は, 普通の陸上 河川と同様,海洋底の高まりの周辺を迂回している(図 7). このような事象がタービダイトの活動によって発生 したことを説明するには、かなり自由な想像力が必要で ある.

起伏の点ではグランドキャニオンに匹敵する,西海岸の 巨大海底谷の1つは,モンテレー湾に始まる.それは深 海平原にくだると,2つの大きな支流が合流し,合流点 では支流が懸谷を形成している.水深約2kmにあって, 2つの合流点の間の主な谷壁には,風化花崗岩が露出す る (Martin, 1964).さらに水深約3kmのところでは,海



図5 北東太平洋の海底谷. 陰影部の範囲は, 深海扇状地に刻まれた谷を表現している.



図6 海底谷の大きさは、陸地の河川に関連する堆積物量に関係しない.



図7 エール海底谷は、陸上河川と同様に、海洋底での地形的高まりを迂回する.

底谷の堆積扇状地末端付近に直径 7cm 以上の礫が分布す る. この礫は,深海流によって移動した,または,大陸 斜面からタービダイト流によって移動したと考えること も難しい.図示されるように,モンテレー海底谷はサン アンドレアス断層の主断層線に沿う地形を横切ってい る.その交差部で,海底谷には鮮新統が堆積している. この断層が現在記録されているような速度で変位してい るとすると,ここには,変位量が 200km に達する海底谷 の大きな屈曲が生じるはずである.

アメリカ東岸の大西洋の海底谷の典型は、太平洋側のも のよりも長い.図8のアマゾン谷は、プエルトリコより も遠くまで続く.ハドソン海底谷における現在から更新 世をへて鮮新世/中新世移行期の堆積層序は,チャネル 側面に記録されている.大礫と浅海性貝化石が,現在の 水深で3.5kmのチャネル底に発見されている.

最も長くて深い北部大西洋の地形は、海洋中央海底谷 [Mid-Ocean Submarine Valley]であり、カナダとグリー ンランドの間を深海平原へ下る(図8).それに沿って浅 海性第三紀堆積物が分布し、一連に堆積した白亜紀系を 覆う.DSDP Site 185 は、古期堆積物を不整合に覆う鮮 新統に遭遇した.ちなみに、この海底谷はグリーンラン ドとラブラドル間に広がる海洋底拡大帯であると喧伝さ れている中央地帯を流下している.海底谷は、グリーン ランドの南で、特筆する変位のない Charlie Gibbs 破砕 帯と交差する. この破砕帯の南側には,一般に認められ ているように谷筋に数 100mの屈曲が存在する. それで もなお,ここで海洋拡大があれば,谷筋の何らかの明白 なオフセットが存在するはずである.

ハワイが,最後の例である.ここの海底谷は,Corsica 島と同様,タービダイト堆積物の明確な供給源がない急 勾配の岩石海岸で発見された.これらの海底谷は,典型 的に,急傾斜の玄武岩地帯にみられる浸食凹地から発し, 水深およそ2kmまで,1kmにつき100mの一定勾配で連続 する.個々の粘土層は,礫とその上位の粗粒砂に覆われ, 浅海性貝化石とともに,水深1kmのところで発見された. また,更新世サンゴ礁が水深2kmの海底斜面で発見され た.後ほど,海山の沈下はこの事象を説明する要素では なく,海水準の大変動がより論理的な解釈を与えること が示されるだろう.極移動によってひきおこされるこの ような海水準変動は,地球的変動ではなく,極運動を反 映した変動であることを,くりかえし確認すべきである.

核心の深海掘削結果

上記のように海水準変動が起こっていたとすれば、その 直接的証拠は、深海掘削計画 (DSDP) に期待される.こ の計画の多くは、様々なプレートテクトニクス論を支持 する狙いがあり、この状況は公平な出版機会が受け入れ られる場合がある(ときどき、海洋底堆積物中にはさま れる玄武岩シルが、海洋基盤がんであると解釈されるこ ともあるが).しかし、DSDP 計画で興味深いものは、陸 地から数百 km も沖合で、粗粒堆積物、陸源物質、木片 や葉までが採取されることである.現在まで、これらの 異常な特徴は、一般には、タービダイト流の結果に帰さ れている.より説明が難しいのは、他の異常な発見であ る.

Site 156(ガラパゴス地域)では,海底下2.5kmで酸化 した玄武岩が回収された.通常,岩石の酸化(風化)には, 空気に曝されることが必要である.海水準変動が除外さ れれば,掘削地点にあった陸地の局所的沈下か,深海で 岩石を酸化させる新しい方法を提案する必要がある.こ のボアホー掘削地点に関連した探査によって,この地域 の海洋底が深く裂けており,東西方向に浸食されている ことが明らかにされた.

Site 240 は、赤道直下のアフリカ海岸から 500km 沖合の インド洋で掘削された.海面下 5km で、砂質陸源砕屑物 の証拠が、砂洲物質とともに上部層序ユニットから回収 された.Site 518 は、水深 4km にて中新世/鮮新世境界 の浸食性非整合面を記録し、この面は深海堆積物に不整 合に覆われている.

Site 661 は、アフリカの北西海岸の大西洋沖を掘削した もので、白亜紀の硬石膏堆積物に遭遇した.蒸発岩は、 もちろん、浅く閉鎖された熱帯の盆地を示すものであり、 このような堆積物は、地中海と紅海に分布する.しかし、 少なくとも地中海は、過去に乾燥したことが知られてい る.大西洋での白亜紀硬石膏が,地中海の乾燥期か,または、インド洋の90°Eの海嶺から回収された白亜紀の乾燥した乾痕と同時期のものであるかのいずれかを想定することができる.ここでも、大規模海水準変動の存在が暗示される.

海水準変動を示す他の証拠

スラウェシ島とボルネオ島の間の海洋における石油開発 ボーリングによって、鮮新世に遡る厚い堆積層の存在が 明らかになった. そこでの興味深い事実は、ボルネオ島 の大河川 Mahakan 川によってではなく、西からの流れに よって堆積物が供給されたことである. この西からの流 れは,現在は深い海洋底になっているところを移動して きたものである. バルバドス [Barbados] 海では, グロ ビゲリナ軟泥に覆われた第三紀石炭層が存在する.この 事実は次のように解釈されている. すなわち, かつて亜 熱気候下の浅い淡水環境が存在し、その後、軟泥が堆積 するのに十分に長い期間にわたって深海に覆われた、と するものである.この地域は海洋底の深度から、その後、 もう一度地表へと戻った.このすべてのプロセスは、最 近の1,000~1,200万年間に起こった.現在,バルバド ス島はカリブプレートの縁辺近くに位置し、これが著し い環境変化を満足させる説明としてときどき用いられ る.しかし、陸地の沈降/隆起を想定すると、それは活 火山地域における隆起速度として観測される程度の少な くとも1mm/年という速度で、地殻運動が完全に反転し たことを意味する. 大規模海水準変動に対する長期間に わたる偏見をとりのぞくと、海水準振動よりも陸地の振 動を好む証拠は、実際には何もない.

同様な地質状況がインドネシアで記録されてきた.そこ では、深海性放散虫軟泥が海面上に発見され、浅海性第 三系に挟在する.このように、バルバドス島の例は唯一 ではないのである.

海底谷に関する前述の議論に関して,私たちは主に低海 水準で形成されたとの討論を行ってきた.提案された海 水準変動モデルにもとづくと、地球上のある場所で低海 水準が存在すると、他の場所では、補完的高海水準が存 在するはずである.しかしながら、高海水準を示す証拠 は保存されにくい. というのは、海水準以下の場合より も、より長期間にわたる浸食作用をうけるからである. しかし、それが保存されているところがある.マレイ半 島の後第三紀花崗岩域には海抜 200m 以上に侵食性台地 が存在することを地質調査所が報告している. アルバー タ [Alberta] 平原の Saskatchewan 礫層は,海抜 1km に 達する幅広い隆起海岸を示す. この地層に含まれる円磨 された石英砂岩巨礫が、たとえば Revelstoke 近郊のよ うなロッキー山脈西側に堆積していることも知られてい る (Hunt, 1989). このような堆積物の成因として, 大隕 石の衝突による大規模な津波が提案されてきたが、それ らは, (一時的な) 高海水準による説明にも同様にうま く適合するだろう.



図8 西部大西洋の海底システム

オーストラリア東海岸および北西海岸の波食台は,ハワ イ島における海抜 300mの同様な地形とともに,津波に 由来するとされることが多い.しかし,津波が,その通 路に沿って,波食台のような半永久的な地質学的地形を 遺すことはほとんどないか,全くない.このことは,津 波に襲われた地帯を実際に訪れたことがある人のほとん どが経験することである.

南アメリカの海岸線に沿って、tablazos とよばれる海成 台地が存在することは、Charles Darwinによって初めて 記述され、その後、Sheppard(1927)によって議論された. 彼らは、孤立した沿岸台地がペルーからフェゴ島[Tierra del Fuego]まで連続することを記述した.被覆堆積物を つくる海成層は、鮮新世〜現世のものである(De Vries, 1988;Cantalamessa and Di Celma, 1988).海抜高度は 北部で 300m以上に達するが、南へ向かってしだいに減 少する.もし、これらが南アメリカの隆起運動によって 説明されるべきものであるとすると、大陸の西海岸の河 川地形に何らかの隆起を示す証拠が確実に存在するはず である.しかし,そのような証拠は何もなく,これらの 地形の論理的説明はふたたび海水準に求められる.

歴史時代におけるごく最近の海水準変化の例は,英国南 東海岸の旧 Rye 港の歴史に知られている. Rye における 海水準変化は比較的小さいが,このような例にあたる. というのは,先に概要を述べた極移動モデルによって予 測されるように,気候変動にともなう海水準変化にいく ぶん類似しているからである.

中世における Rye 港は、本土と結ばれた狭隘な陸繁島状の地形に立地していた.そこは、今日では、2マイルほど内陸になっている.歴史は、このような過程を経ている.

11世紀にヨーロッパ北部は温暖期になり,スカンディナ ビア人たちはグリーンランドへ植民し,英国南部にはワ イン畑ができ,Winchelseaの町は,一時的にRyeの南の 1つのバリアー島になった.このバリアー島は1250年の 嵐によって侵食され,1280年にWinchelseaの町が一時 的に沈水したため,西側の遠くない地点の丘陵頂部へ移 転した.この頃には,海水準が上昇して,Ryeの北方約 15kmにあるAppeldore付近の内陸まで陸地が海に覆われ た.RyeとLyddの間に海峡ができ,その東部は今日では 空港に利用されている.元々Ryeの町がその岸辺に存在 していた川の河口は,約17km東方のNew Romneyにあっ たが,それは1290年に現在の位置に移動した.1世紀後 には,再移動したWinchelseaの東方にBrede川の河谷 の大部分が水没した.

これらの出来事は温暖期の結果として発生したが、ワイ ン文化を放棄せざるを得なくなる1400年代に事態が変 化しはじめた.1596年までには、小氷期をへて、Ryeを 流れていた Rother 川の河道がふさがれはじめ、船舶の 運行にはあまりにも浅くなった.この波止場は17世紀 末には放棄され、1730年までには、河道はなくなった. 1635年には、この地域で約2,000エーカーの土地がふた たび海から現れ、1699年にはより多くの土地が同様に出 現した.このような海退は、ヨーロッパ北部の寒冷期に 一致している.

しかし,1931年までには、イギリス海峡の海水準が再び 上昇し、1960年代の上昇速度は約2mm/年であった.こ の海水準上昇は温暖期に相当するが、この温暖期は、い かなる重大な人為的地球温暖化よりも先行している.し かし、前述したとおり、これは、現在の人為に由来する 気候変化の先駆的記録であることを排除するものではない.

最後に,著者が本誌で議論したように (James, 2008), ワシントン州における大規模な Missoula 洪水の例があ る.この議論も,極移動とそれに関連する絶滅メカニズ ムとしての海水準変化という概念を紹介したものであ る.

絶滅メカニズムとしての極移動(および地球動揺)

極移動にともなう気候変動は、地球上のあらゆる場所に 棲息する生き物にとって、とくに急速な極移動の場合に は、不快な因子になることは明らかである.しかし、よ り外傷的なのは、ゆっくりとした極移動状況に関連した 海水準変動であろう.陸地を横切る海水準上昇の影響を 想像すると、動植物はより高所へ移動する.しかし、陸 地のすべてが沈水し、すべての陸上生物が死滅するとき がやがてやって来る.逆に、海水準低下は、淡水塊を減 少させ、乾燥化を招き、その結果、陸上および水生動物 に深刻なストレスを与える.

もし極移動がゆっくりであれば,海棲生物は,陸上動物 よりも,よりうまく海洋分布の変化に適応できる.しか し,海棲生物は,おそらく深海棲生物を除くと,急速な 移動には成功しないだろう.

真の極移動のプロセスは、大規模な歳差運動のような、 地球の自転モードの他の変化に関係しているだろう.海 棲および陸上生物には、もっと危険な因子も存在するだ ろう.というのは、海洋における振動的効果を及ぼす と予期されるからである.したがって、陸の高所と深海 に棲息する種だけが安全なのである.実際、著者の著書 「Earth in Chaos」では、先史時代の大規模な歳差運動 と暗黒時代、聖書の洪水、および、不可避的絶滅に代表 される激変的事件との間に関連性が見いだされている. しかし、これらの問題は、ジオイド応力についての本論 文の論点からは、いくぶん、外れている.

文 献

- Cantalamessa, G. and Di Celma, C., 2004. Origin and chronology of marine terraces of Isla de la Plata. Jour. South American Earth Sciences, v. 16, p. 633-648.
- Choi, D.R., 2002. Deep earthquakes and deep structures, S.E. Asia. NCGT Newsletter, no. 25, p. 9-21.
- Choi, D.R., 2003. Deep earthquakes and deep structures, S.W. Pacific. NCGT Newsletter, no. 26, p. 16-32.
- De Vries, T.J., 1988. The geology of Late Cenozoic marine terraces in northwestern Peru. Jour. South American Earth Sciences, v. 1, p. 121-136.
- Heiskanen, W.A. and Meinesz, V., 1958. The Earth and its gravity field. McGraw Hill.
- Hunt, C.W., 1989. Environment of violence. Polar Publ., Calgary.
- James, P.M., 1993. Earth in chaos. Boolarong Publ., Brisbane.
- James, P.M., 1994. The tectonics of geoid change. Polar Publ., Calgary.
- James, P.M., 2006a. Geoid tectonics. Chapter 1. How polar wander shapes the Earth. NCGT Newsletter, no. 40, p. 5-13.
- James, P.M., 2006b. Geoid tectonics. Chapter 2. The case for polar wander. NCGT Newsletter, no. 41, p. 29-41.
- James, P.M., 2008. The massive Missoula Floods. NCGT Newsletter, no. 48, p. 5-19.
- James, P.M., 2009. Geoid tectonics. Chapter 4. State of stress in the Earth's crust. NCGT Newsletter, no. 50 (in press).
- Martin, B.D., 1964. Geology of the Monterey Canyon. Ph.D. Thesis, Univ. of S. California.
- Shepard, F.P. and Dill, R.F., 1966. Submarine canyons and other sea valleys. Rand McNalley.
- Sheppard, G., 1927. Geological observations on Isla de la Plata, Ecuador. Amer. Jour. Science, v. 13, p. 480-486.

NCGT 摘要 NCGT BRIEFS

地震とそれらの津波*

EARTHQUAKES AND THEIR TSUNAMI WAVES*

Pencho BINEV Union of Bulgarian Chemists (pbinev@abv.bg)

(矢野 孝雄 [訳])

*) 詳細な分析は, 著書「自然科学領域における誤信 Fallacies in the Realm of Natural Sciences」に著されている. 参照:http://penchobinev.com

津波の発生に関する主要概念は、強い海底地震や火山噴 火によって海洋底が急激に(おもに鉛直方向に)隆起す るというもので、多くの津波の特性に矛盾する[1,2].

(1) 力学的に発生した津波潮汐波は放射状に伝播し,等 距離にある大陸や島嶼の海岸に到達して同程度の影響を あたえると予測される.実際には、それらの速度や振幅 はひどく違っている.1960年チリ地震時の津波の日本へ の到達時間は6時間15分、より遠くに位置する合衆国 ワシントン州の海岸へは4時間5分であった.チリ沿岸 においてさえも、振幅は1.5mから20mまで変化した. (2)もっと説明のできない例は、2004年スマトラ地震の 際のことである.スリランカのほぼ全周に寄波が押寄せ たにもかかわらず、スリランカ西海岸沿いに引波があら われた.

(3) 強い地震の際にはいくつかの強い津波が海岸を襲う が、第1波がかならずしも最大であるとはかぎらず、地 震後に漸減的な減衰が起きるわけではない.

津波は地震あるいは火山活動に関係していることは疑い ないが,それらは、より大きな力の引き金にすぎない. より強力な力は,静電気的および電気力学的原因である. 地殻の構成鉱物はイオン結合構造をもち,地震もしくは 噴火の際の強力な力学的 - 熱的影響によって無数の荷電 粒子を形成する.それらは地球深部の自然誘電路を通っ て移動し,誘電路は岩石組成にしたがって決定される. それらが海洋底や海岸のある地帯に蓄積すると,そこに はポテンシャル電位差が生じ,絶縁体によって遮られた 極をもち,容量が増大しつづける巨大な効果的コンデン サを形成する.この場合のコンデンサは海洋電解質であ り,そのため,この作用では瞬時の放電は起きない.そ のかわり,急に発生する電極および電磁気極が,海洋電 解質を引き寄せたり,押しやったりして,津波として知 られる荒れ狂う波浪を発生させる.津波の強襲程度はポ テンシャル電位差に依存し,津波の周期は充電/放電サ イクルの持続期間に関係する.

- Physics of Tsunami: http://fiz.1september.ru/articlef. php?ID=200501107;
- [2] G. Mardirosian: Natural calamities and environmental catastrophes, "Prof. Marin Drinov", Sofia, 2007.

出版物 **PUBLICATIONS**

イラン地震に先行する異常雲 CLOUD ANOMALY BEFORE IRAN EARTHQUAKE

Guangmeng GUO and Bin WANG Nanyang Normal University, Henan, 473064, China guogm@igsnrr.ac.cn

(矢野 孝雄 [訳])

1980年代に、ロシア人科学者たちが、ある地震に先行す る熱的異常、および、ある活断層の上空の異常雲を発見 した.その後、20年間にわたって熱的異常については広 く研究されたが、異常雲はほとんど報告されたことがな い.この論文では、静止衛星センサーをもちいて、イラ ン活断層上空の異常雲が研究される.厚い雲のなかで、 主要構造線に沿って,直線状の高温軌跡が追跡された. 69日後に,異常雲に近接してM6.0の地震が発生した. これら2つの事象では,異常雲がやがて起きる地震の震 央の概略位置を示した.地球物理学的観測データ,すな わち,衛星温度データと異常雲データを統合すると,地 震研究に貢献できる可能性がある.

本の紹介 BOOK REVIEW

太陽周期 24 SOLAR CYCLE 24 著者: David Archibald, 出版社: Rhaetian Management, Perth. 70 pages. A\$25

Cliff OLLIER cliffol@cyllene.uwa.edu.au

(矢野 孝雄 [訳])

この著書は造構運動と気候との関係を無視しているが, 気候変動の基本的事実とそれらの原因に関するこの著書 の説明に多くの地質研究者は感謝するであろう.

この70ページのブックレットは横長のフォーマットで, 簡潔な洗練されたグラフや図の表示は理想的で,ページ 数の半分が明確な説明文で占められている.この本は, さまざまな気候記録にはじまり,気候変動の主要要因と しての太陽について詳細に記載し,二酸化炭素の役割を 一歩一歩簡明に説明する.

太陽周期24が始まると、2030年までにはひどく寒冷化 することが予測される.二酸化炭素の効果は、とても有 益である.

ここでは、このようにして解明された興味深い事実のうち、2、3の事例が記述される.

気温は 20 世紀の間に 0.7℃上昇した.最近の 18 ヶ月の うちに,この気温変化量に相当する気温低下が起きた.

この太陽周期が長く続くほど,次の太陽周期はより寒冷 になるであろう.太陽周期は通常11年であるが,現在 の周期(23)はその終了期に近く,ちょうど12年にわたっ てつづいている.2009年6月は,太陽周期の中でも,活 動の極小月になり,そうなると,2℃の温度低下が起き るだろう.このようなことが起きたのは,最近では1796 ~1820年のDalton極小期であり,収穫ができなかった.

衛星データは入手しうる最も良質の温度データである が,1978年以降のデータしかない.この期間中では 1998年がもっとも高温になった年で,エルニーニョによ る.

合衆国田園地帯のデータは1893年まで揃っていて,ヒー トアイランド化の影響を避けることができる. 最高温年 は,1936年であった.

英国中央部には、1661年に遡る最長の温度計記録がある. この記録には、Dalton極小期(最新のテムズ川全面凍結 期)を含む小氷期が含まれ、より寒冷な1700年頃のマ ウンダー [Maunder] 極小期も含まれる.後者の後の36 年間に起きた2.2℃の温度上昇は、20世紀を通じて起き た0.6℃の温度上昇に比べて、上昇量で4倍、上昇速度 で3倍である.もちろん、これは全くの自然現象であり、 人為的な二酸化炭素の増加以前のことである.

温度計記録以前については、木の年輪や同位体のような 代替えデータが利用される. 紀元 700 年に遡る温度グラ フは、今日よりも 2℃ 高温の Medieval 温暖期を明確に示 し、小氷期には現在よりも 2℃ の温度低下が認められる. 今日の騒動の原因になっている 20 世紀の 0.7℃ に比べ て、この期間の温度較差は 4℃ に達する.

最終氷期末期以降の1万年にわたるグラフには、完新世

気候最適期[Climatic Optimum]とローマ時代気候最適 期が記録されている.

南極 Vostok 氷床コアは 45 万年にわたる温度を記録して いて、氷期と間氷期の歴史が残されている.最高温度を 連ねた興味深いグラフが、5 つの間氷期に重ねられた. それを見ると、完新世温暖期は、2~3千年つづく小氷 期環境のはじまりの直前にあたる.

太陽周期は,1700年以降の記録にもとづいて,詳細に説明されている.磁場は,黒点や白斑,そして他の太陽科学的指標として記載される.

太陽周期23は太陽周期4に著しく類似しているようで、 この傾向がつづけば、再びDalton極小期を迎えること になろう.もっと悪くなることあり、太陽周期予測にお ける最高記録をほこる太陽物理研究者—Ken Schatten は、Maunder 寒冷期を迎えることもありうると示唆する.

CO₂の温室効果は,理論計算ではないが,急速に 20 ppm 以下まで減少すると,いかに増加しようとも気温への影 響は無視することができる.そうでありながら,IPCC は 暴走温室効果を採用するのか?彼らは,ステファン-ボ ルツマン法則(地球は完全黒体ではないので,それは適 切ではない)を用い,問題をこじらせる巨大量の水蒸気 フィードバックを適用する.「最悪の場合,IPCC モデル は1℃の気温上昇を 64℃ にまで拡大してしまう」のであ る.

Archibald 氏は、 CO_2 の増加は惨事ではなく、 CO_2 が寒 冷化から私たちを救いうるのではないか、と問いかけ る.もし CO_2 濃度があまり低すぎると、植物は成長を停 止する.「私たちが最小臨界値をうわまわって二酸化炭 素を利用すると、この惑星での生存がより安全になるだ ろう.」現在の CO_2 濃度は 384ppm で、先工業化時代には 280ppm であった. 1,000 ppm は、商業的企業者が温室を 管理する CO_2 濃度である.

気候警告者たちがこの惑星を救うために主張するときに は、高い意欲にもとづくため、この著書の次のような結 論を読むことは興味深い.

「あなたがたが二酸化炭素を環境中へより多量に放出す ればするほど、この惑星のすべての生き物を救うことに なり、もちろん、あなたをもより良い人物にする.これ が私のメッセージである.」

David Bellamyは、氷河神話から地球温暖化神話への変 化をふりかえる情熱的なまえがきを付言し、氏が「科学 におけるマッカーサー主義 [McCarthyism]」とよぶもの への迫真の考察へ傾倒したと述べている.

付録は, John Brigness による宝石のような文筆「炭素 賛美のなかで」である. 付録2は, David Archibaldによる挨拶「温暖化説の失敗」 である.

付録3は, IPCCの欺瞞, とくに, 悪名高いホッケース ティック [Hockey Stick] についての詳細な議論である. 主要文献欄には, 26 の文献が紹介されている.

この著書は、2009年3月には店頭にならぶだろうが、より早期の注文や多部数の割引販売については、david.

Archibald@westnet.com.au ^.

【編集者注】

関連情報は,次のウェブサイトから入手できる. http://www.youtube.com/watch?v=FfHW7KR33IQ http://earthchangesmedia.com/secure/3247.326/ article-9162522779.php http://earthchangesmedia.com/secure/3247.326/ article-9162523581.php

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·矢野 孝雄 [訳])

NCGT ニュースレターを講読するには, 編集者 (editor@ncgt.org または ncgt@ozemail.com.au)へ連絡 下さい.

購読料:年間購読料は、オンライン購読の場合、個人 で50 米ドル (35 ユーロ;60 豪ドル)[追加醵金も歓迎], 図書館では80 米ドル (56 ユーロ;100 豪ドル)である. 印刷物講読の場合には、個人で80 米ドル (56 ユーロ;100 豪ドル),図書館では130 米ドル (91 ユーロ;156 豪ドル) である.割引制度があるので、3 年間あるいはそれ以上 にわたる講読をお勧めする;3~4年間では10%割引,5 年以上の場合は15%割引.

もし PayPal 口座をおもちであれば,次の口座番号へ送 金されたい (Paypal はクレジットカードでの支払いが可 能であるので,読者の皆様がこの方法を利用されること をお薦めしたい;http://www.paypal.com/cgi-bin/).

口座名義:New Concepts in Global Tectonics E-mail:ncgt@ozemail.com.au (editor@ncgt.org ではない) New Concepts in Global Tectonics 宛への支払いを可能 にされたい. 宛先は, 6 Mann Place, Higgins,ACT2615, Australia.

銀行を通じて送金する方のための銀行預金口座細目: 銀行名:Commonwealth Bank, Belconnen Mall ACT Branch (BSB 06 2913) 口座番号:10524718 口座加入者名:New Concepts in Global Tectonics

銀行為替手形か個人小切手で支払いをされる方への注意 自国通貨が国際的に流通する国の方は,個人小切手の場 合,自国の通貨立てで発行されたい.たとえば,カナダ からの送金の場合は,カナダドル立てでというように. というのは,もし,カナダから米ドル立てで発行される と40ドル,豪州ドル立てで発行されるとそれ以上の手 数料がかかってしまうからです.また,銀行為替手形の 場合は,豪州ドル立てで発行してください.もし米ドル 立てで発行されると,同じように,それらには40豪州 ドルあるいはそれ以上の手数料がかかることになる.

銀行為替手形か個人小切手での支払いを希望する方は,

領収書が必要な場合は、ご送金の際に一言,お知らせ下 さい.

ニュースレターについて ABOUT THE NEWS LETTER

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

目的は次の事項を含む:

1. 組織的照準を、プレートテクトニクスの観点に即座 には適合しない創造的な考え方にあわせる.

- 2. そのような研究成果の転載および出版を行う. とく に検閲と差別の行われている領域において.
- 既存の通信網では疎外されているそのような考え方 と研究成果に関する討論のためのフォーラム.それは、 地球の自転や惑星・銀河の影響、地球の発達に関する 主要学説、リニアメント、地震データの解釈、造構的・ 生物的変遷の主要ステージ、などの視点から、たいへ ん広い分野をカバーするべきものである.
- 4. シンポジウム,集会,および会議の組織.
- 5. 検閲, 差別および犠牲があった場合の広報と援助.