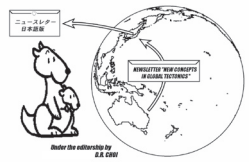
国際オンラインジャーナル

グローバルテクトニクスの新概念

An international journal for New Concepts in Global Tectonics <http://www.ncgt.org>

日本語版 Vol. 2, No. 3（2015 年 1 月） ■ **Print edition ISSN 2186-9693**

多数のカラー図面は→ ■ **Online edition** <http://kei.kj.yamagata-u.ac.jp/ncgt/>



編集長：**Dong CHOI**，編集委員会：**Ismail BHAT, India (bhatmi@hotmail.com); Giovanni P. GREGORI, Italy (giovanni.gregori@alice.it); Louis HISSINK, Australia (lhissink1947@icloud.com), Leo MASLOV, USA (lev.maslov@unco.edu); Nina PAVLENKOVA, Russia (ninapav@ifz.ru); David PRATT, Netherlands (dp@daividpratt.info); N. Christian SMOOT, USA (christiansmoot532@gmail.com); Karsten STORETVEDT, Norway (Karsten@gfi.uib.no); Boris I. VASSILIEV, Russia (boris@poi.dvo.ru); Takao YANO, Japan (yano@rstu.jp)**

もくじ

■ 編集者から　地窪テクトニクス　［小松宏昭 訳］…… 2

■ 編集者への手紙　1977 年 ベロウソフからハインへの手紙　Lidia Ioganson　［久保田喜裕 訳］…… 3

非生物源炭化水素　Karsten STORETVEDT　［岩本広志 訳］…… 7

NCGT ジャーナル　Stephen FOSTER　［矢野孝雄 訳］…… 9

南太平洋 - シベリア地背斜　Per MICHAELSEN　［矢野孝雄 訳］…… 9

■ 原著論文

9/56 year cycle: earthquakes in the Pacific rim of South America　9/56 年周期：南米太平洋縁の地震　David McMINN　［要旨］…… 10

Seismo-volcanic energy propagation trends in the Central America and their relationship to solar cycles　Dong R. CHOI

中央アメリカにおける地震 - 火山エネルギー伝播方向と太陽活動との関係　［小泉　潔 訳］…… 10

A new method to calculate paleogravity using fossil feathers　Stephen W. HURRELL

化石羽を用いた古重力計算の新手法　［山内靖喜 訳］…… 18

OLR and air temperature anomalies prior to big earthquakes N. VENKATANATHAN, V. NATYAGANOV, and A.SIGARVADIVEL

大地震の前に発生する OLR と気温の異常　［角田史雄 訳］…… 23

■ 討論

Sisyphus and oceanography　Sisyphus と海洋学　N. Christian SMOOT　［矢野孝雄 訳］…… 27

Late Mesozoic tectono-magmatism in the West Pacific Ocean – Did the Darwin Rise demise or revive?　Takao YANO

西太平洋における後期中生代造構－火成活動 ダーウィン海膨は崩御したのか，復活したのか？　［矢野孝雄 訳］…… 28

Sisyphus and the Darwin Rise　Sisyphus とダーウィン海膨　N. Christian SMOOT　［矢野孝雄 訳］…… 39

Wrench tectonic history of Greater Australia　Karsten M. STORETVEDT and Biju LONGHINOS

オーストラリアの回転　［杉山　明 訳］…… 44

■ 地球気候コーナー

Rising sea level forecasts: fact or fiction?　上昇する海水準予測：事実か虚偽か？　Cliff OLLIE　［矢野孝雄 訳］…… 52

■ 出版物

Earth's crust of oceans　地球の海洋の地殻　Boris B. BLUMAN　［赤松　陽 訳］…… 57

Dark Winter　暗い冬　John L. CASEY　［矢野孝雄 訳］…… 59

About Face, why the world needs more carbon dioxide　Arthur HUGHES, Madhav KHADEKAR and Cliff OLLIER

直面していること！ 世界には，なぜ，二酸化炭素がもっと多く必要なのか　［矢野孝雄 訳］…… 59

■ 書評

Michihei HOSHINO: The history of micro-expanding Earth　Masahiro SHIBA

星野通平：微膨張する地球の歴史－海水準上昇の視点からの地球の歴史　［柴　正博 訳］…… 60

■ ニュース

Commission on Tectonics of Ore Deposits (CTOD)　鉱床テクトニクス委員会（CTOD）　Deru XU　［矢野孝雄 訳］…… 61

14th IAGOD Symposium　第 14 回 IAGOD シンポジウム　［矢野孝雄 訳］…… 63

■ 財政的支援について / ニュースレターについて …… 66

連絡・通信・原稿掲載には，次の方法の中からお選び下さい：NEW CONCEPTS IN GLOBAL TCTONICS　1）E メール：editor@ncgt.org, ncgt@ozemail.com.au, または，ncgt@hotmail.com（≤ 10 MB），ncgt@hotmail.com（> 10 MB），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, bmp, または tif フォーマット），4）電話：+61-2-6254 4409.

免責 [DISCLAIMER] このジャーナルに掲載された意見，記述およびアイデアは投稿者に責任があり，編集者と編集部に責任はありません．NCGT Journal は 季刊国際オンライン査読誌で，3 月，6 月，9 月，12 月に発行されます．電子版 ISSN 2202-0039，印刷版 ISSN 2202-5685.

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

連絡先 〒680-8551 鳥取市湖山町南 4-101 鳥取大学地域学部地域環境学科 矢野孝雄 Phone/Fax 0857-31-5113 EM yano@rstu.jp

［翻訳・編集］NCGT ジャーナル翻訳グループ：赤松　陽　岩本広志　川辺孝幸　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　杉山　明　柴　正博　角田史雄　宮城晴耕　山内靖喜　矢野孝雄

編集者から　FROM THE EDITOR

（小松　宏昭［訳］）

地窪テクトニクス　DIWA Tectonics

筆者は，2014年8月19～22日に中国南部の昆明で開催された第14回鉱床形成に関する国際シンポジウム（International Association on the Genesis of Ore Deposits: IAGOD）に出席した．これは，筆者にとって中国の地質学界の状況を正確に判断し，中国の科学者との個人的なつながりを構築し，共同研究を発展させるまたとない機会であった．私の会議出席には，広州地球化学研究所を通じて中国科学アカデミーに財政援助をいただいた．

シンポジウムには世界中から約1000人が科学者が参加した．そのほとんどは中国の若い科学者であった．筆者も招聘者の１人として参加した「構造的火成活動とそれにともなう鉱床成因論」は，シンポジウムで開催された19のセッションの中で最も規模の大きなものであった．このセッションで口頭およびポスター発表された論文のリストは，本号のニュース欄で見ることができる．このセッションは，DIWA（地窪）テクトニクスと鉱床成因論の創始者であり，中国の最も優れた地質学者の一人である陳国達氏の晩年に教えを受けた学生や門人たちによって組織された．この会合は，中国の地質やテクトニクスに対する筆者の興味を掻き立てると共に，個人的な交流を再開させ，同時に新しい友人を作ることに役立った．

DIWA（地窪）テクトニクスは，周（1999，2000）によって何年も前にNCGTニュースレターで簡単に紹介されていたが，このテクトニクス（中国語で大規模構造凹地を意味している）は，中国とロシア以外の国ではほとんど知られていない．1956年および1959年に陳国達氏によって初めて提唱された構造－火成活動的活性化あるいはDIWA（地窪）は，地向斜と卓状地につづく大陸地殻の第三の造構要素を代表するもので，卓状地以後の新しいタイプの変動帯である．この変動帯は，著しい火成活動，変動地形，および，複雑な構造的階層構造に特徴づけられ，地向斜や卓状地のいずれとも異なるものである．再活性化した造構運動は，安定帯から変動帯への変化を明示している．DIWA（地窪）変動帯（あるいは，活性化した卓状地域）は，非常に重要な造構－鉱床形成区である．というのは，この地質区は，が多くの世界的な多金属鉱床をもたらした多重的で顕著な鉱化作用を包含するからである．

陳氏の1988年の著作には，DIWA（地窪）テクトニクスの造構運動はマントルクリープ流によって生み出されたコアセルベートのような熱エネルギーに駆動されているのだろう，と述べられている．彼は，地震とそれらの中国の造構帯にかかわる時空的分布を徹底的に研究し，造構帯に沿う地震エネルギーの伝播を考察している．後年，彼は中国語で1996年に出版された彼の記念碑的な著作の中で，海洋底にある大陸性岩石に言及し，サージテクトニクスの基本概念を採用した．こうした状況から，DIWA（地窪）テクトニクスはサージテクトニクスと関連性を持っており，前者は大陸のテクトニクスと鉱床成因論に重点を置いている．

私は，DIWA（地窪）グループに参加できることをうれしく思う．グループのメンバーは，彼らのセッションの最初に，重要論文として私が寄稿した始生代地背斜についての非プレートテクトニクス論文を配置してくれた．さらに，広州市地球化学研究所の大学院生や研究者たちために，私が「構造的膨隆とエネルギー流」と題する講義を行う機会を設けてくれた．鉱床探査には，高度な地質学的な知識，熟練，および洞察力を伴った創造的な思考が要求される．それはまた，正しい造構的モデルによって導かれる必要がある．多くの若い地質学者は無批判にプレートテクトニクスを受け入れているが，私がこのシンポジウムで見いだしたように，中国はまだ地質学が正しい方向に戻る希望の光明を保持している．

写真は，広州地球化学研究所のDeru XU教授の研究室で撮影された．左から右へ：Deru XU，Dong CHOI，ならびに，Ge LIN．挿入写真は，陳　国達（1912-2004）．

Chen, G.D., 1988. Tectonics of China. International Academic Publishers, Pergamon Press. 258p. ISBN 7-80003-000-8/P·6.

Chen, G.D., 1996. Diwa Theory. Outline of activated tectonics and metallogenic theoretic system. Central South Univ. Press, 455p. ISBN 7-81020-931-0/P·045 (in Chinese with English preface).

Zhou, Y., 1999. Diwa tectonics in Russia. NCGT Newsletter, no. 11, p. 26-27.

Zhou, Y., 2000. From Diwa to crustobody. NCGT Newsletter, no. 15, p. 8.

編集者への手紙　LETTERS TO THE EDITOR

1977 年にウラジミール V. ベロウソフがビクトール K. ハインに宛てた書簡
The 1977 Vladimir V. Beloussov letter to Victor E. Khain

（久保田　喜裕［訳］）

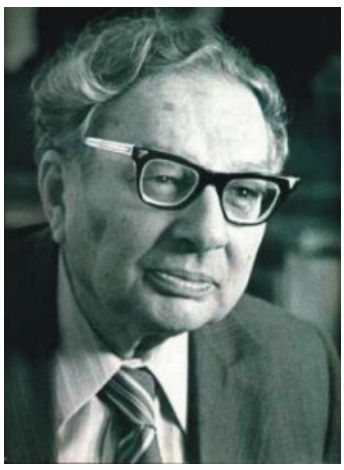
親愛なる編集者へ

以下の書簡は，ロシアで劇的に進展したプレートテクトニクスに関するウラジミール V. ベロウソフ（Vladimir V. Beloussov，1907 ～ 1990）の保管された公文書から引用したものである．よく知られているように，傑出したロシアの地質家ベロウソフは，ごく初期の頃からこの概念を受け入れなかった．その新しい概念を 1970 年半ばまでに受け入れた著名なロシア人研究者たちのなかで，彼はすでにかなり孤立した存在であった．ヴィクトール E. ハイン（Victor E. Khain）は，半世紀以上にわたって卓越した科学者のひとりで，海外の研究にみられる新しい考えを国内雑誌へ紹介したひとりでもある．1970 年に Priroda（Nature）誌に掲載された彼の著作〝地質学に科学革命は起こるか〟は，実質上，プレートテクトニクスが明確に記された我が国初のものだった．これは，ベロウソフとトゥゾー J. ウイルソン（Tuzo J. Wilson）の討論（1968 年の Geotimes に掲載）に対する 1 つのコメントであった．ただし，当時のロシアの地質学界では，この論文を手に入れることはほとんど不可能であった．

ハインの際だった点は，プレートテクトニクスに魅せられ，この話題に関する最初の議論をしたことであり，その後，この概念は新しい考え方としてロシアに広く流布した．ハインとベロウソフの激しい論争は，何年も後までさまざまな場面で継続した．さらに次のことを記述しておくべきであろう ― 両氏はロシアの指導的科学者であり，ともにモスクワ州立大学で教鞭を執り，何年もの間，通常の共同研究を行っていた．

ベロウソフの書簡の内容は輝きを失っていないようにみえる．グローバルな地球ダイナミクスを理解するうえで，大陸の地質の重要性はいくら強調しても，強調しすぎることはない．プレートテクトニクスに対して指摘された重要問題はいずれも未解決であり，場当たり的なご都合主義のいくつかの仮説が考案されただけである．本書簡は，これまで，まったく未公開であった．

V.V. Beloussov（1907 ～ 1990）



V.E. Khain（1914-2009）

謝辞：卓抜した科学者 V.V. ベロウソフの業績に寄せられた NCGT 編集者 Dong Choi 博士の関心は大きな励ましになり，私は氏に深く感謝する．本論の英文を鋭意校正していただいた Peter James 博士のご好意にも併せて謝意を表する次第である．

文献

Beloussov, V.V., 1968. An open letter to J. Tuzo Wilson. Geotimes, v. 13, no. 10, p. 17-20.

Khain, V.E., 1970. Whether the scientific revolution takes place in Geology? “Priroda” (“Nature”), no. 1, p. 7-20.

Wilson, J.T., 1968. Revolution in Science. Geotimes, v. 13, no. 10, p. 10-16.

Wilson, J.T., 1968. A reply to V.V. Beloussov. ibid., p. 21.

Lidia Ioganson
Institute of Geophysics of the Earth, RAS
iogan@ifz.ru

親愛なる Victor Efimovich,

私は貴論文を興味深く拝読し，あなたの要請にしたがってその問題に関する私自身の考えを記します．私は，何らかの新しい発見があり，議論が興味深いものになるだろう，と信じていました．しかし，読み進むうちに,私の期待は裏切られました．それは，かつての論述をくりかえした記述（私がかつて読んだことや聞いたこと，ならびに，私が繰り返し述べてきたこと）にすぎませんでした．周知のとおり，あなたはこのテーマに関する私の考えすべてをご存じですので，この点について，これ以上述べないことにします．

論文の最後に記述されたあなたの論拠を読んだ時，私の気持ちは激変しました．あなたは悦にいって，横柄にも，（あなたとあなたの支持者たちが”プレートテクトニクス”という基礎のうえに築くであろう）“地球造構論のより一般化された学説″というあの威厳のある体系のなかで,（あなたが“最高の価値”を見出すであろう）私の考えのいくつかを私の自己満足（cubbyhole）と結論づけました．このような文言のために，私は，あなたの論文について言及する際には，私の予想以上に率直な表現をしなければならなくなりました．

私たちの後に Karpinsky, Pavlov, Archangelsky, Tetyaev, Shatsky などの高名な科学者が続いているので，私たちは構造地質家として彼らが創り発展させてきた学派に所属することを誇りに思っていました．この学派は，我が国が提供する膨大な地質データとさまざまな事実にもとづいて成長してきました．大陸にみられる多種の地質構造，大陸の地史の比較，および，その発展法則に関する研究に，これほどの膨大なデータを提供できる国は世界でも他にありません．もし私たちが歴史研究を行い，一般原理や多様なスケールを識別でき，世界中の文献に精通するならば，私たちの学派は大陸のテクトニクス研究をリードする立場にたつことは至極当然のことでしょう．私たちにとってもっとも呪わしいことは，独自性の欠如，あるいは，一般に粗悪な模倣とよばれるものです．

ところが，私たちのなかから新しい考えの学派が現れ，それは救いようのない模倣品です．私たちは西側の連中に屈服し，歩調を彼らに合わせようとしています．もし過去のすべてが間違っていて，それらを遺棄しなくてはならないのであれば，もちろん，すぐにでもほかのことに耳を傾ける必要があるでしょう．しかし，このばかげた服従の期間がだらだらとつづいています．わが国の地球物理研究者，プレートテクトニクスの信奉者，西側の陣営に後れをとっていること，かつて西側諸国でつくられ，今日では時代後れになってしまった単純化された様式を繰り返していることについては，多くの事例を示すことができます．

こうしてみると，わが国の地球物理研究者は放っておくほかはありません．私たちが国内で受けている体験からすると，地質研究者も，この“プレートテクトニクス”の進展にはなにか新しいことを発現するかもしれません．しかし，これらの考えにしたがっているわが国の地質研究者の発言はすべて，もどかしく感じられるほど通俗的なのはなぜでしょうか．“知は力なり”（ロシアの一般向けの科学雑誌 – L.I.）という一種の規範（standard a la brochure）があり，それは“若者向けの技術(Technics – to youth)”としてだけでなく，ロシア科学アカデミー客員会員 Khain 氏の論文にまで広まっています．この流行の大著を採りあげるような人々が，地質にはまったく疎いまま，私たちの科学を管理し始めたことに，あなたは懸念を感じないのでしょうか．

あなたはきっと単純さゆえの安っぽい流行に当惑し，そして，一般的に言われているように，真理は常に単純だ，と述べるかもしれません．しかし，単純な真理は決してうわべだけのものでも，また，浅はかなものでもありません．浅はかな考えを黙認するわけにはいかないのです．

あなたの言う“単純な真理”をどのように実証するのでしょうか．

海洋底の年代について言えば，あなたは大西洋中央海嶺での古期岩類の発見にずっと沈黙してきました．そのような事実を本質的でない，とあなたは考えるのでしょうか．そうであれば，それらが見当ちがいであることを証明しなさい．それこそが“プレートテクトニクス”への真の貢献になるでしょう．しかし，私たちはもはや沈黙に覆い隠されることに慣れてしまいました…….

固定論者に対するあなたの〝ひどい〝言説－”大陸地殻の同化作用にはわずかな痕跡もない”－は浅はかに聞こえます．なぜなら，そのような同化作用の兆候は，私たちがほとんど観察できない地下深部に隠されているのが必然的である違いないからです．それにもかかわらず，微小大陸の縁辺，時として大きな大陸縁辺の堆積被覆層は貫入岩やシル，塩基性岩のナップによって複雑になっている．塩基性化作用の間接的データは，とくに地中海と縁海に関して，いくつもある．地中海について，どのように論じられるのであろうか．Dewey の解釈によるのでしょうか．

それでも聞く耳は持ちましょう．私たちが大陸地殻の同化作用についての明確な痕跡の極みに達するまで，あなたはそのような痕跡はないと主張するでしょう．その時まではあなたが優勢なのです．しかし，どうすれば，激しい潮流のなかのいくつかの軽蔑的な言論の一節にすぎないそのような事象を捨て去ることが可能になるのでしょう．おそら“過小評価”されているものがあるか，避難されるに等しい解釈があるのでしょう... まさに，この大きな問題を理解しようとしてこなかったあなた自身のように，まったく独自にそれを論ずる権利を持っているのでしょうか．

まったく同様の安直さで，あなたはその問題を別の現象，もっと大きな問題を抱えている，に置き換えました．私は浅部の内因的体系（superficial endogenous regimes）を深部の根に求めているのです．あなたは浅部構造と通常の深さを超えるアセノスフェアの深部との連結を示している有用なデータを認めなければなりません．あなたが記した以上はるかに，それを指示する膨大なデータがあります．しかし，データ量は充分なので，これらの事実は，すべての問題を解く決め手になると思われますが，あなたに重大な結論を認めさせるでしょう．あなたがこの決定的な点を感じ取らなければ，異なった深度で，異なった時期に，異なった場所ですべる“プレート”を決めてかかるようになるでしょう．あなたは本当にあなた自身を試したい（異なる深さでのこのような動きをする体系を，少なくとも紙の上に描くことによって）と思っているのですか．ひょっとしたら，すべての概念がまさにこの点で，崩れてしまうようになるかもしれません...

拡大ともぐり込みが等しいことによって供給される物質の均衡について，あなたは疑っていないようです（もしそれを無視するなら，あなたが幾度か想定したように，地球の体積が膨縮していることになります）．それはそれとして，ある場合には合理的である拡大ーもぐり込みというこの考えを乗り越えていくべきものを検討してみましょう．大西洋の拡大は，ロシアの北東ないしはアラスカのある場所でもぐり込むことを必要としています．あなたがいつも言っていることを繰り返すだけでなく，このもぐり込みがどこでどのように起きているかを示してくれれば，天に誓って，あなたはプレートテクトニクスに偉大な貢献をしているといえるでしょう．しかし，地質の事実は歪曲しないよう気をつけてください．私たちは，“プレートテクトニクス”の光明さのために，地質の事実が歪曲されることをこれまで何度も見てきましたが，これは不正です．

もぐり込みのメカニズム，とくに島弧の内部と外部で観察されている熱流の分布に関しても，もっと考慮すべきと言われるでしょう．アリューシャン孤でも，その下に何があるのかを説明する必要があります：リフトがどのようにしてそこに沈むのか，マントルという深部にまで，どのようにして太平洋プレートの一般的な運動方向へ向かって新しい地殻が供給されるという奇妙なことができるのか．あなたは，これらの不可解な現象の説明が基本的な事象の繰り返しより有効であると考えているのですか．

プレート運動とともに拡大軸が移動する足跡をたどることも可能なのでしょうか．何が最初に起こるのでしょうか：熱いマントル物質の上昇，その結果，拡大するのでしょうか．それとも，物質が上昇を続けている間に，まず拡大が起こるようなことはいつも見られることなのでしょうか．Sorochtin の考えに頼るより，深い海溝斜面の本当の断面を詳細に調査し，あなたのお気に入りのモデルに都合の良い解釈を性急に受け入れない方が有効でしょう．

あなたはオフィオライト問題についても浅薄であることを示しています．あなたの主張を擁護することは明らかに時代後れで役に立ちません．優地向斜が大陸地殻の上に形成され，超塩基性岩が本源マグマの切り離せない一部である，という事実がますます増加しています（前に仮定されたように）．これらのデータを無視することはできません．とくに，地球化学の結論として，海洋と大陸の岩石の地球化学的な多様性が示唆されています．これは大きな問題で，まだ未解明なことが多いけれど，そのような単純な方法で解決しようとすることは危険です．モンゴルや南シベリア，東南アジアのオフィオライトは海洋地殻の絶対的な痕跡であるとは考えることは難しいことです．

あなたがクラトン内の断層方向を無理に変えようとしている，変動帯（diastrophism zones）の動向を確立するのはそう容易いことではありません．事実，疑問は上部マントルを超える深さ！ にまで貫き，透水性を増加すチャネルについてです．私はあなたに，非常に複雑で重大な問題に対して，並外れて正しい見方をした著者たちのより詳細な例を多く示しましょう．あなたは，物事を深く見ようとしないで，体裁だけの説明の機会を最初に得たまま上滑りしている．私は，あなたの論文にある “明らかに” や “明瞭に”，“論理的に考察すると”，“.. は明白である”，“おそらく”，“.. と考えるのが自然だ” などの表現に溢れていることには驚かない．そのような表現は，もし “プレートテクトニクス” 支持者たちが，“単純な真理” という誤った体裁の影に隠れることによって，“あのやっかいな問題” を素通りしないなら，必要のないものでしょう．彼らがこの論点をもっと厳密に扱っていたならば，望ましいものになっていたことでしょう．

科学の発展は，何よりもまず，研究者が人の考えを検証するだけでなく，それを否定するものを追求することによって，明るい成功ではなく，矛盾点や現実の真理を探究するところにある，ということを覚えておくべきでしょう．矛盾を解決することによってのみ，仮説は強化されるのです．

私たちには知らないことが多くありますが，それは知ることができないのではなく，知ろうとしないからです．なぜ誰も大西洋中央海嶺の古期岩石の露頭状況を入念に調査しないのでしょうか．なぜ大陸と海洋の岩石の地球化学的比較検討を避けるのでしょうか．なぜ大西洋の開裂を補償するもぐり込みについての疑問を無視するのでしょうか．なぜアリューシャン孤内の不可思議な現象すべてに口ごもるのでしょうか．その理由は，これらの疑問はプレートテクトニクスの概念全体にとって，かなり危険なものだからです．そうしている間にも，あなたやあなたのような他の人たちが，これらの困難で断固とした問題を，性急でうわべだけの見方によって，一般の人々への完璧なまでの満足感をつくりあげるでしょう．

反論に耐えられず，矛盾を避ける主義・主張（Doctrine）は必ずや科学の領域外に落ち，独断（dogma）となります．そのような主張は認めるわけにはいきません；それはそれを信ずるときのみ可能です．“プレートテクトニクス” は今まさに認知された科学的独断になっています．

それは，先進の科学者たちの努力にもかかわらず，プレート運動の奇妙な動力学を導く深部のメカニズムが十分理解されていないことが重要な理由です．すべての現象は，あなたの論文にあるように，まったく分かっていない多段階の熱対流システムとの関連に規制されています．残されたのはこれらのシステムが存在するかも知れないと信ずることだけで，これがあなたの教えにある独善的な性質のなかで最も重要な点です．

これからが要の点です．ベロウソフの “最も有用な” 考えのどこがしばしば排除されているのかということではなく，あなたの体系（edifice）のなかのどこに，過去何十年も蓄積され，提供されてきた私たちの国立地体構造学校のすべての科学的財産が見出されるのかということです．少しの努力の後，私はこの場所を思い描いてきました．私たちのかつての科学はすべて，いわゆるプレート内部のテクトニクスに由来します．事実，複雑な地史をもつ私たちの台地は，すべて変動帯で，ほとんど褶曲帯がありますが，プレート内部のそれに転じることになります－少なくとも “プレートテクトニクス” の立場では．プレート内テクトニクスは，“プレートテクトニクス” であるが故に，不法であるだけでなく，邪悪な赤ん坊，人をだます罪も同然だということが今知られています．そしてこの赤ん坊が，不幸にもおり，あなたはこの赤ん坊と一緒になってめちゃくちゃなことをするに違いありません．

それでは，プレート内テクトニクスは他のどのような解釈に取って代わることができるのでしょうか．私たちはまず，地向斜の歴史，火成－造構サイクル，多様な褶曲タイプ，そして異なった造構帯の深部構造に関する特殊な地球物理データや地殻進化の一般的方向性を思い起こさなくてはなりません．もちろん否！ 私たちの聡明な指導者たちは，再びこの実例をさらに素晴らしい拠り所へと導いてくれました －“マントルジェット（the mantle jet）”！ －しかし，このようなジェットはまったく現れずに，やや色あせてしまいました．“彼自身が自分の考えを受け入れなくなる” ようなことが起こってしまった．“ジェット” は，現代の移動論者の中心人物のひとり，Runcorn によって却下されました．彼らが私たちに近かったことはすべて過去のものとなりました．さらに，ユーラシア的 “プレート” の地下深くにもぐり込んでいるインドを活性化させるのは，結論の怪物のような物理学的，機械的，地球物理学的，歴史的な不合理性を反映するのではなく，完璧なまでの整然さを獲得している，私たちの大陸の造構運動なのです！

地球内の深部についてはまだ多くのことが不明で，そこで起きている作用も同様です．それらの多くは，矛盾しており，不可解に思えます．しかし，私たちはその統一法則（the governing rules）とその内因メカニズム（inner causal mechanism）を知るために，これらの作用をずっと研究してきました．そしてついに，私たちは別の方法を採らなけれ

ばならないこと，その作用や歴史的連続性，原因との関係には力学モデルの進展はそれほど重要ではないこと，を確信しました．それは確かに興味ある手法で,ある特別な場合にはすでに使われていました．しかし，私たちへはさらに多くの非難が向けられています：私たち自身の歴史への背信行為... 私たちは膨大な自然から学んできたものすべてを忘れるべきだ...

あなたのような人たち，Victor Efimovich，真の科学をやめてしまった人が，私たちを活きた科学から死んだ独断へ連れて行く，この奇妙な推進運動の集団に加わわっているのは，強く驚き，大変嘆かわしいことです．

結論として，私はあなたに要求があります．あなたがもし私の名を批判的に挙げてきたなら，私はそのような要求をするのは正しくないでしょう.しかし，あなたの論文の文中に，私の名前が不適切に扱われています．このことは，私の名前を完全に削除することを，あなたに促す権利を私に与えます．私はこの論文に係わることを望みません．

敬　具

ベロウソフ
1977 年 10 月 15 日

非生物的炭化水素　Non-biological hydrocarbons

（岩本　広志［訳］）

最近のこの雑誌（第２巻，第２号）で，ヨハン－クリスチアン・プラティッシュは著者の最近の編集者への手紙（第２巻，第１号参照）を引用し，以下に続いた文章を読むことによって彼が驚きと幾ばくかの失望を覚えた：石油の起源と移動が理解し難い程遠くから，そしてそれらのものが，彼等の支配理論に従えば決して存在し得ない結晶質の基盤岩からしばしは発見される．著者がその上気付いた事は，現存する証拠を基礎に，地球全体の炭化水素は，マントル状態下で生成される非生物起源と信じられるに十分な理由がある．地球の深部で形成される石油と天然ガスのそのような可能性は，確かに１世紀以上にも渡って議論されてきた．非生物起源とする学派は伝統的に前のソビエト連邦が牙城で；19 世紀後期の良く知られた化学者のドミトリー・メンデレーエフが原油と膨大な量の天然ガスは地球深部から湧出してくる鉄カーバイドの水和作用によって形成されるとまとめている．今日では石油の無機的なアイディアはしばしばロシア－ウクライナ理論として引用されていて，これらの国々での優占的な石油理論であると見なされている．この背景（文脈）において，外惑星の大気の主要成分がメタンであるというソーラーシステムを指摘しおく事は重要である．土星の月（衛星）のタイタンは大規模に広がる窪地に液体のメタンとエタンがあることが最近発見され，炭素を生じる隕石の多くの炭素物質は固体・液体両方の炭化水素よりなっている（e. g. Stofan et al. 2007; Metri et al. 2007; Studier 1965; Gelphy and Oro 1970）．これらの炭化水素は生物起源であり得ない．

地球に関し，結晶質岩石を通したメタンの噴出は世界中に広く認められる現象である．マントルからのメタン量変化の重要な表示は世界中に分布する静穏な泥火山とそれに関係したガスハイドレート□ 断層に沿ってコントロールされた深部大陸地殻の縁辺か大規模な構造帯（Milkov 2000; Hovland et al. 1997 参照）．結晶質の岩石から浸透し放出されたガスは普通可燃性，アルカン炭化水素，硫酸と水素（要約は Gold 1999 を参照）．化学的に豊富な炭化水素を伴った不活性なヘリウムが流体炭化水素のマントル起源である好適な代用の役割を果たし―それらが地表付近の貯留岩へと上昇する前に―加えて地殻上部で微生物の生活で食物としての役割を果たしてきた可能性があると主張した．

無機説を支援する米国の研究者達（Scott et al. 2004）は，メタンが炭素質岩石物質からの反応によって容易に形成され，それが鉄に富む鉱物と水を伴った上部マントルの典型的な特徴であることを実証した．この著者によれば，「これらの研究は地球内部における炭化水素の形成に関する非生物的な経路の存在と，炭化水素の束が　従来思われてきたものに比べはるかに大きいだろう」研究者の一人，ダデュレイ・ハースバッハ –1986 年のノーベル化学賞受賞者－は「いくつかの地球の貯留岩はくみ出された分石油が補給される可能性がある」（O’Donnell 2005 参照）．付け加えて，最近の高圧化学実験は（Kolesnikov 他． 2009），1）メタンは上部マントル状態で安定　2）炭化水素はメタンよりも重く上部マントルで自然発生的な過程によって形成される．深部大陸掘削では（ロシア－コラ半島と南部ドイツ）は深度増加に伴ってフラクチャーの間隔が増加し，この事はマントルの炭化水素が地表への貯留岩へとゆっくりと流れていくものと思われる．このことは多くの大規模油田が初期に予測したより長い生産経過を持つ傾向があることの主要因になっている可能性がある．例えば，サウジアラビアの油田で

は主要な根源岩が見当たらないようだが，数十年の大容量採収にもかかわらず生産量は少しの減少を経験したほどである（Mahfoud and Beck 1995）.

無機説と正反対に，ヨハン－クリスチアン・プラティッシュが地球の石油と天然ガスがもっぱら有機化学的なプロセスの結果で生じたもので，「すべての起源は一つの例外を除いて，石油と天然ガスは生成盆地の近くの存在に親密に関係し，起源生物（動物か植物／プランクトン）組成からの炭化水素の熱熟成の個々の地史を通して充分に深い」と主張した．「むしろ驚くべき事，そして幾分かの失望」私は彼の圧力調理の説明の化石の特別扱い（えこひいき）に対して異議を唱える．というのは彼の示した，数多くの基本的な石油関係の問題を度外視して，それらの解決に期待し；彼が受容する見解に対し多くの出版物の証拠を読み飛ばしているに違いない，彼の行き詰まった見解に対しひどく驚いた．例えば，石油地質家 H. ウィルソン（2005）– 炭化水素の状態に関し，起源・生成・移動と集積の伝統的なアイディアにまつわるものには多くのつまずき石が散見される：地球化学者が言うような不可解な出来事が残存して，深く埋没した岩石からの石油の噴出は決して十分に説明されたものではない．その間違いは決定的に，本質的な基盤岩石のカタジェニックな組織からの深部初期的移動として説明される.

ウィルソンは数多くのフィールドの矛盾した化石燃料理論証拠を引用して，重要な事実の無視が石油地質思考の大きな間違った方向へ導いてしまうことを主張し．あまりにも多くの側面が科学的に確認されたことよりむしろ単純に見做されてしまう．しかしながら西洋における多数の見解は炭化水素が仮定された，例えばシェールや炭酸塩岩といった堆積的な産油層から形成され，ピンポイントの彼らの実質的な根源層は未解決の問題として残ったままである（例えば Mahfoud and Beck 1995; Mahfoud 2000）.

ノルウェーではスタバンガー大学の石油地質学教授ペル・アルネ・ジョルカムは，彼の著書（Bjorkum 1998）で非常に現実的な立場の記載を与えている：「石油がどのように移動するかという我々の理解は十分でない．一つはしばしば油は期待されえない場所で発見される－という出来事によって．予期せず偶然に石油が発見された時－結晶質岩石中の予期せぬ場所，より多くのこのタイプの炭化水素鉱床の調査が優先的な仕事になるだろうと考えられうるが，しかしながら，このことは普通にケースとならない．もし支配理論がそこに石油が存在しないだろうことを示唆すれば，多分再び生起しないものとしてありそうもない不確かな環境によって，何か特別のものとして分類され期待されない貯留岩として取り去って説明されるだろう．言い換えると，この経験は真面目に捉えられず.... よりましな理論によって説明できる期待されない発見（その場限りのメカニズムの多様性に頼る以外の）として除外されたままの例外として取り残される.

多くの驚くべき理由は自然との関係の遅れの一つ－自然の部分の一部のみが考慮された不完全な理論の欠如に起因した．それ故に，一つに頼らざる得ないその場しのぎのアプローチ；言い換えれば，一つが科学のある種の課題「ハイブリッド方法論」．一つが間違ったとき，... の理由がはっきりしない．事実会社は金儲け，その意味は彼らは良い仕事の意味を必要としない．水蒸気エンジンの使用は 1700 年代では儲かって，とはいえそれらは非常に乏しくその効率は 1% にも満たない．しかし水蒸気エンジンとしては非効率と同等であるも，それらはまだ有用である．それ故に，石油産業が金を生む事実は客観的に彼らが良い仕事をしている兆候とはならない（十分な理論の欠如が理由で）．むしろ，大部分の大手石油会社が同じ方法で考え・操業している兆候である.

最近 15 年の間，筆者は幾つかの講演やセミナーを（幾つかの全日講演を含み）石油会社で行ってきた－世界の石油資源の全体はその起源がマントルにあると示唆される．例えばスタトイル・リサーチセンター（注：Statoil　ノルウェーの石油会社），トロンハイム，2003 年 11 月の全日セミナーでは，「非在来資源」研究グループに招待され，チームによって上げられた主要な論点は，「何故，多くの主要石油フィールドはハライト（岩塩）塊，水と関係するのか？」．著者の回答は原油，天然ガス，水と塩は近くでくっついていて，それらは地球内部のガス放出から完全に始まっている産物のようなもの．さらに大胆にも言うと，これは聴衆にとって何かびっくりするようなまとめとして受け止められ，しかしそれにもかかわらずこの討論は普通に打ち解けたものであった．数日後に受け取ったグループリーダーからのお礼の E メールでは，彼が著者のセミナーの影響を認め，彼が地球の石油と天然ガスのポテンシャルを再考し始めたこと.

文　献

Björkum, P.A., 1998. Annerledestenkerne [Differently thinking]. Oslo, Tano Aschehoug, 331p.

Gelphi, E. and Oro, J., 1970. Organic compounds in meteorites – IV. Gas chromatographic-mass spectrometric studies of isophrenoids and other isometric alkanes in carbonaceous chondrites. Geochim. Cosmochim. Acta, v. 34, p. 981-994.

Gold, T., 1999. The Deep Hot Biosphere. New York, Springer Verlag, 235p.

Hovland, M., Hill, A. and Stokes, D., 1997. The structure and geomorphology of the Dashgil mud volcano,

Azerbaijan. Geomorphology, v. 21, p. 1-15.
Kolesnikov, A. et al., 2009. Methane-derived hydrocarbons produced under upper-mantle conditions. Nature, v. 3, p. 9-25.
Mahfoud, R.F., 2000. Theory links lithospheric rotation to possible abiogenic oil recharge. Offshore, May 2000, p. 102-108.
Mahfoud, R.F. and Beck, J.N., 1995. Why the Middle East fields may produce oil forever. Offshore, April 1995, p. 56-62.
Metri, G. et al., 2007. Hydrocarbon Lakes on Titan. Icarus, v. 186, p. 385-394.
Milkov, A.V., 2000. Worldwide distribution of submarine mud volcanoes and associated gas hydrates. Marine Geology, v. 167, p. 29-42.
O'Donnell, E., 2005. Rocks into Gas. Harvard Magazine, March-April 2005.
Scott, H. et al., 2004. Generation of methane in the Earth's mantle: In situ high pressure-temperature measurements of carbonate reduction. PNAS, v. 101, no. 39, p. 14023-14026.
Stofan, E.R., 2007. The Lakes of Titan. Nature, v. 445, p. 61-64.
Studier, M.H., 1965. Organic compounds in carboniferous chondrites. Science, v. 149, p. 1455-1459.
Wilson, H.H., 2005. A review of geological data that conflict with the paradigm of catagenic generation and migration of oil. J. Petrol. Geol., v. 28, p. 287-300.

Karsten M. Storetvedt
Institute of Geophysics, University of Bergen
Karsten.storetvedt@gfi.uib.no

親愛なる編集者へ　Dear Editor

（矢野　孝雄［訳］）

現代”科学”の通説による閉塞感にあふれた私たちに，希望の炎をともしつづける困難な仕事を継続されているあなたと編集委員に，私はお礼を申し上げます．私はあなたの雑誌を読むのを楽しみにしています．なぜなら，それは，他の雑誌では簡単にみつけられない証拠にうらづけられた考え方の源であり，そして，私と，私が確信しているように他の人々も，ひどく興奮をおぼえる幅広い素材と考え方を提示しているからです．私は，NCGT で初めて刊行された考え方の多くが議論する価値をもち，また，妥当な考察であることが，より広汎な人々にいずれは認められるだろう，との希望に満ちています．

最大限の心をこめて

Stephen Foster
hero5.premiere@blueyonder.co.uk
2014 年 8 月 8 日

南太平洋 - シベリア地背斜 (South Pacific – Siberia Geanticline [SPSG], NCGT Journal, v. 1, no. 3, p. 45-55.) への返信
―2013 年 9 月 22 日の査読者コメントからの抽出―

Re: South Pacific-Siberia Geanticline (SPSG), NCGT Journal, v. 1, no. 3, p. 45-55.
(Extracted from a reviewer's comment, 22 September, 2013)

（矢野　孝雄［訳］）

雲南サージチャネル（Yunnan Surge Channel：YSC）を北方のモンゴルへ延長することは可能だろうか？

YSC と SPS は，厖大なシベリアトラップにどのようにかかわっているのだろうか？　私は，これらのサージチャネルが脈動的に活動していることを強く期待しているが，それはありうることだろうか？

オルドス盆地の西縁線を延ばすと，それは世界的規模の銅－金鉱床 Oyu Tolgoi を通る……．それは，SPSG の全長にわたって他の世界的規模の鉱床が存在する，という可能性を意味する（！）．明白な経済的意義をもつ興味深い新概念の研究へは，天然資源会社から研究資金がもたらされる可能性があることは明白である．

中国からつながる東アジアの Asia Reflective Axial Belt は，（この地域の SPSG の幅に依存しながら）Dalanzadgad-Oyu Tolgoi 地域を通過する．この地域でアルタイ山脈の東端が消失するのは，たいへん興味深い．そこは，世界的規模の Tavan Tolgoi コークス石炭と Bayan Obo REE 鉱床の胚胎場でもある．さらに，この地域は多数の二畳紀貫入岩体と第三紀噴出岩類によって特徴づけられ，長期にわたって火成活動が起きたことを明示する．添付した写真は，ゴビ砂漠南部の Dalanzadgad 東部における第三紀洪水玄武岩のひろい露出である―これは，SPSG 火成活動に関係があるのだろうか？

Dong さん，あなたは画期的な研究をお続けください．多くの” 科学者 ” たちは，他の人々の研究に逆行することに身をやつしているいっぽう，あなたのようなたいへん少数の人々が既存の枠にとらわれないで考えている．上へ，そして，前へ．

Per Michaelsen　PhD MAusIMM
Nordic Geo Solution（www.NGS.mn）社　社長
モンゴル，ウランバートル
per.mich@yahoo.com.au

原著論文　ARTICLES

9/56 年周期：南米太平洋縁における地震

9/56 YEAR CYCLE: EARTHQUAKES IN THE PACIFIC RIM OF SOUTH AMERICA

David McMINN
Independent Scholar　Twin Palms, Blue Knob, NSW 2480, Australia mcminn56@yahoo.com

（ 矢野 孝雄［訳］）

要旨：日本，カムチャツカおよびアラスカでの大規模地震に関しては，54/56 年格子が確証された．これらの格子は，1900 年以降の世界の巨大地震（M≥8.6）にも適用される．これらの発見にもとづいて，南米太平洋縁の大規模地震も，54/56 年格子にしたがって発生していることが仮設される．これは，チリ，ペルー，エクアドルおよびコロンビアで過去 3 世紀の間に発生したすべての大規模地震（M≥7.8）を検討することによって確証された．56 年および 9 の倍数年にもとづく他の格子も重要な役割を担っている．” 火の輪 ” をめぐる地震活動にたいして 54/56 年パターンがひどく決定的である理由は未解明である．それには月－太陽周期が含まれるが，ある程度の正確さをもって述べうるのはここまでである．

キーワード：9/56 年，54/56 年，地震周期，チリ，ペルー，火の輪

中央アメリカにおける地震 - 火山エネルギー伝播方向と太陽活動との関係

SEISMO-VOLCANIC ENERGY PROPAGATION TRENDS IN CENTRAL AMERICA AND THEIR RELATIONSHIP TO SOLAR CYCLES

Dong R. CHOI
International Earthquake and Volcano Prediction Center (IEVPC), Canberra, Australia. dchoi@ievpc.org
Raax Australia Pty Ltd. raax@ozemail.com.au

（ 小泉　潔［訳］）

要旨：中央アメリカにおける地震 - 火山エネルギーは，カリブ海下の外核に由来し，海洋化した地塁構造を通って太平洋岸に移動する．エネルギーの移動方向は，外核からカリブ海ドームに供給された熱エネルギーの大きさによって制御され，太陽活動と密接に関連しているという結論に達した．すなわち，太陽活動が低下しているときには地震や

火山の群が北方へ移動するが，活発になっているときには南方へ移動する．
キーワード：*地震，火山，エネルギー伝播，カリブ海，中央アメリカ，太陽活動周期*

はじめに

我々の最近の研究は，環太平洋地帯の多くの地域で地震 - 火山エネルギーの流れのパターンを解明してきた（Blot，1976；Meyerhoff et al.，1996；Tsunoda，2009；Tsunoda et al.，2013，2014；Choi，2014；Choi et al.，2014a，2014b）．これらの研究は，外核から地表へ供給される熱エネルギーが，主要な深部断裂や変動帯に沿って横方向に広がることを確立した．

中央アメリカ（図１）は，次のようないくつかの固有性を示す．1）この地域は，海洋化作用を被った海域群，すなわち，カリブ海（中－新生代）とコスタリカ（新生代），そしておそらくメキシコ湾（古生代の海洋化作用？：Pratsch，2010）で構成されている．2）南北アメリカ地背斜の軸部に位置している（Choi，2014）．そして，3）新生代には造構運動および火成活動が非常に活発だった．

つづいて，本研究では，東方のカリブ海からもたらされた深部由来のエネルギーと複雑なエネルギー伝播パターンが解明される．このパターンと太陽活動周期変動をくらべてみると，エネルギー移動に関する非常に興味ある事実が明らかになる．本研究の重要な成果のうち，ここに，そのいくつかを報告する．

地震の伝播方向

大地震（M6.0+）と火山噴火（VEI3+）のデータは，それぞれ，IRIS（www.iris.edu/seismon/）・USGS NEIC（http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/search），およびUSGS火山プログラムウェブサイト（http://www.volcano.si.edu），から引用したもので，それらにもとづいて本研究を進めた（図１）．

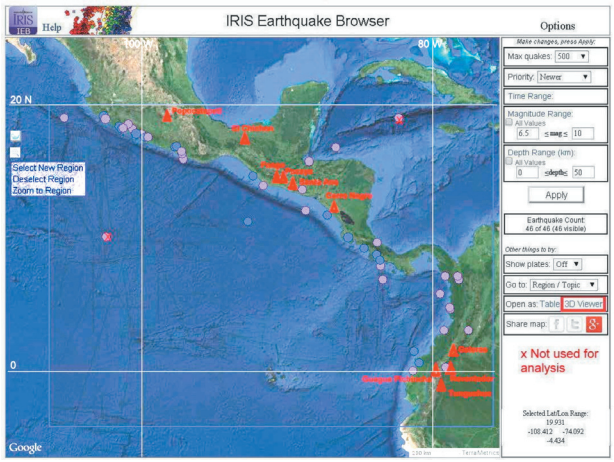


図１　中央アメリカで1970年以降に発生した50km以浅のM6.5以上の地震．本図はIRIS地震監視計画（http://www.iris.edu/seismon/）によって作成．図示されている火山は，1970年以降にVEI3以上の規模で噴火した火山で，表２にリストされている．

図２に見られるように，M6.0～6.9*の地震は特別な傾向を示してないが，M6.5以上の地震群には有意なパターンがみられる．同様の事実は南北アメリカの地震でも観測されている（Choi，2014；Choi et al.，2014a）．これに基づいて，M6.5以上の地震がこの研究に用いられた．

＊6.5の間違いか（訳者）

抽出した地震のこのほかのパラメータは，深度：50km以浅，ならびに，発生域：中央アメリカ沿岸部（南緯4.5°～北緯20°）である．地震一覧が表１に，火山噴火一覧が表２に示されている．それらの地理的位置は図１に示してある．

図３に見られるように，中央アメリカ地域では，非常に興味深い，複雑な傾向がみられる．すなわち，震源は1990～1997年は主に北進し，1988**～2001年は南進，2002～2003年はわずかに北方へ移

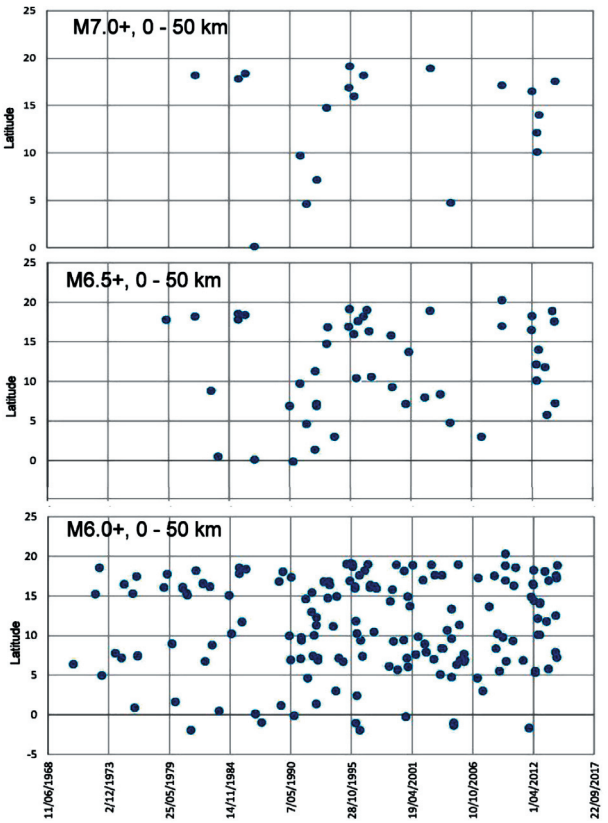


図２　中央アメリカにおいて様々な規模の大地震の緯度－時間図．M6.0+の地震（下図）に明確な傾向は見られないが，M6.5+の地震グループにはいくつかの傾向が見られる．1990～2004年と2012～2014年に，M6.5+の地震が突然に多発していることに注意．図９参照．

表１　中央アメリカの南緯 0.5° ～北緯 20.00° における大地震 (M6.5+) 一覧

Magnitude	Depth (km)	Year	Date	Time	Latitude	Longitude	Locality
6.6	41.2	1974	8/10/1974	9:50:57	17.37	-61.99	LEEWARD ISLANDS
6.5	2.8	1979	14/03/1979	11:07:10	17.76	-101.3	NEAR COAST OF GUERRERO, MEXICO
7.3	28.1	1981	25/10/1981	3:22:16	18.18	-102.01	MICHOACAN, MEXICO
6.5	43.8	1983	3/04/1983	2:50:02	8.8	-83.11	COSTA RICA
6.6	38.8	1983	22/11/1983	14:21:01	0.48	-79.79	NEAR COAST OF ECUADOR
6.5	20.2	1985	16/03/1985	14:54:01	16.98	-62.46	LEEWARD ISLANDS
6.8	29.2	1985	19/09/1985	13:17:50	18.54	-102.32	MICHOACAN, MEXICO
7.6	42.1	1985	21/09/1985	1:37:15	17.81	-101.69	NEAR COAST OF GUERRERO, MEXICO
7	37.8	1986	30/04/1986	7:07:19	18.37	-103.01	NEAR COAST OF MICHOACAN, MEXICO
7	10	1987	6/03/1987	4:10:42	0.12	-77.8	COLOMBIA-ECUADOR BORDER REGION
6.5	9.6	1990	8/05/1990	0:01:40	6.9	-82.63	SOUTH OF PANAMA
7.3	4	1991	22/04/1991	21:56:51	9.7	-83.07	COSTA RICA
7.1	14.9	1991	19/11/1991	22:28:50	4.6	-77.41	NEAR WEST COAST OF COLOMBIA
6.6	50	1992	26/08/1992	9:43:11	1.36	-80.19	OFF COAST OF ECUADOR
6.7	50	1992	2/09/1992	1:51:04	11.29	-93.08	OFF COAST OF MEXICO
6.6	14.3	1992	17/10/1992	8:32:40	6.88	-76.76	NORTHERN COLOMBIA
7.2	10	1992	18/10/1992	15:11:59	7.15	-76.84	NORTHERN COLOMBIA
7.2	35.7	1993	10/09/1993	19:12:55	14.74	-92.69	NEAR COAST OF CHIAPAS, MEXICO
6.7	39	1993	24/10/1993	7:52:18	16.83	-98.73	NEAR COAST OF GUERRERO, MEXICO
6.7	32.6	1994	6/06/1994	20:47:43	2.99	-76.03	COLOMBIA
6.5	36.6	1995	19/01/1995	15:05:06	5.09	-72.94	COLOMBIA
7.4	44.4	1995	14/09/1995	14:04:34	16.88	-98.6	NEAR COAST OF GUERRERO, MEXICO
7.9	42.3	1995	9/10/1995	15:35:55	19.12	-104.2	NEAR COAST OF JALISCO, MEXICO
6.6	10	1995	1/12/1995	5:20:28	10.16	-104.02	NORTHERN EAST PACIFIC RISE
7.1	7.1	1996	25/02/1996	3:08:13	15.96	-98.09	OFF COAST OF GUERRERO, MEXICO
6.8	48.2	1996	15/07/1996	21:23:37	17.57	-101.05	NEAR COAST OF GUERRERO, MEXICO
7.2	49.3	1997	11/01/1997	20:28:28	18.17	-102.83	MICHOACAN, MEXICO
6.9	15	1997	1/05/1997	11:37:34	18.99	-107.27	OFF COAST OF JALISCO, MEXICO
6.9	3	1997	9/07/1997	19:24:10	10.5	-63.55	NEAR COAST OF VENEZUELA
6.9	31.4	1997	19/07/1997	14:22:08	16.34	-98.19	NEAR COAST OF GUERRERO, MEXICO
6.7	6.4	1999	11/07/1999	14:14:16	15.79	-88.32	HONDURAS
6.8	44.9	1999	20/08/1999	10:02:23	9.26	-84.06	COSTA RICA
6.5	17	2000	8/11/2000	6:59:59	7.14	-77.84	PANAMA-COLOMBIA BORDER REGION
6.5	7.6	2001	13/02/2001	14:22:05	13.7	-88.87	EL SALVADOR
6.5	10	2002	31/07/2002	0:16:44	7.94	-82.81	SOUTH OF PANAMA
6.5	33.4	2003	25/12/2003	7:11:11	8.36	-82.82	PANAMA-COSTA RICA BORDER REGION
7.2	15	2004	15/11/2004	9:06:55	4.74	-77.47	NEAR WEST COAST OF COLOMBIA
6.8	29	2007	10/09/2007	1:49:14	3	-77.9	NEAR WEST COAST OF COLOMBIA
7.3	29	2009	28/05/2009	8:24:48	16.81	-86.24	NORTH OF HONDURAS
6.7	10	2009	28/05/2009	8:24:57	20.28	-86.6	YUCATAN PENINSULA, MEXICO
7.4	20	2012	20/03/2012	18:02:47	16.49	-98.23	NEAR COAST OF GUERRERO, MEXICO
6.7	20	2012	11/04/2012	22:55:10	18.23	-102.69	MICHOACAN, MEXICO
7.4	28	2012	27/08/2012	4:37:19	12.14	-88.59	OFF COAST OF CENTRAL AMERICA
7.6	35	2012	5/09/2012	14:42:07	10.09	-85.32	COSTA RICA
7.3	24	2012	7/11/2012	16:35:46	13.99	-91.9	NEAR COAST OF GUATEMALA
6.5	37.4	2013	15/06/2013	17:34:28	11.79	-86.91	NEAR COAST OF NICARAGUA
6.7	12	2013	13/08/2013	15:43:15	5.77	-78.2	SOUTH OF PANAMA
6.5	28.5	2014	13/01/2014	4:01:04	19	-66.83	PUERTO RICO REGION
7.2	24	2014	18/04/2014	14:27:26	17.55	-100.82	GUERRERO, MEXICO

動し，2004 ～ 2007 年は南方へ移動している．もう一つの南方への全般的移動が，2009 ～ 2013 年にあらわれている．

** 1998 年の間違いか（訳者）

それぞれのグループの平均伝播速度を，エクセルソフトで計算した（例えば，図４･図５）．(M7.0 の地震に基づくと）1987 ～ 1997 年の北方への全般的伝播の平均速度は，280km/ 年あるいは 770m/ 日である．このグループは，多くの巨大地震 (M7.0 ～ 7.9) を含んでいる．1998 ～ 2001 年のグループにみられる南方への全般的播速の平均速度は 190km/ 年あるいは 521m/ 日で，北方への速度にくらべて著しく遅い．なお，1990 年以前と 2002 ～ 2007 年の伝播速度は，事例が少ないために，ここに示すことができない．最近（2009 ～ 2013 年）の南方へのグループ（図 3）の平均伝播速度は 580km/ 年あるいは 1590m/ 日と計算され，ほかの期間よりも著しく速い．

加えて，もう一つの傾向，すなわち，きわめてゆっ

表２　中央アメリカで 1970 年以降に VEI3+ の噴火をした火山一覧
訳者注；VEI：Volcanic Explosivity Index（火山爆発指数）

Name	Year of major eruption	Latitude	Longitude	Eruption, VEI 3+
Cerro Negra, Nicaragua	1971	12.51	-85.7	3
Fuego, Guatemala	1971	14.47	-90.88	3
Reventador, Ecuador	1973	-0.08	-77.66	3
Fuego, Guatemala	1974	14.47	-90.88	4
El Chichon, Mexico	1982	17.36	-93.23	5
Pacaya, Guatemala	1990	14.38	-90.6	3
Cerro Negra, Nicaragua	1992	12.51	-85.7	3
Popocatepetl, Mexico	1996	19.02	-98.62	3
Guagua Pichincha, Ecuador	1998	-0.17	-78.6	3
Tunguahua, Ecuador	1999	-1.47	-78.44	3
Reventador, Ecuador	2002	-0.08	-77.66	4
Galeras, Colombia	2004	1.22	-77.37	3
Pacaya, Guatemala	2004	14.38	-90.6	3
Santa Ana, El Salvador	2005	13.85	-89.63	3
Galeras, Colombia	2007	1.22	-77.37	3
Galeras, Colombia	2008	1.22	-77.37	3
Tunguahua, Ecuador	2010	-1.47	-78.44	3

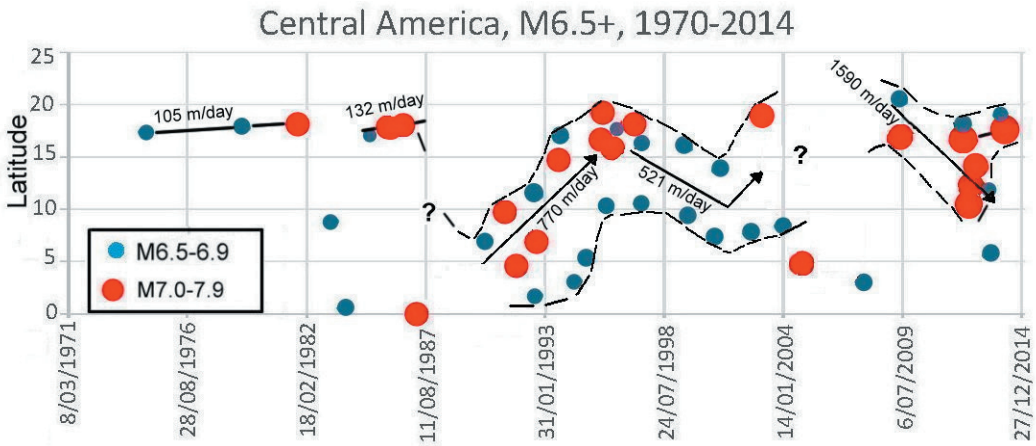


図３　中央アメリカにおける M6.5+ の地震の時間－緯度図．破線は，エネルギー的関連性をもつかもしれない地震群を示す．

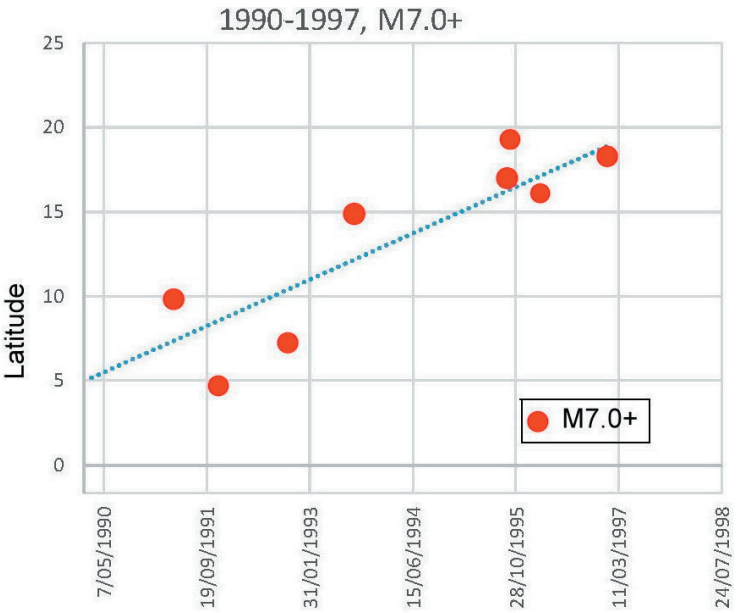


図４　1990 ～ 1997 年（北方への伝播期間）の M7.0+ の地震．平均速度：280km/ 年あるいは 770m/ 日．

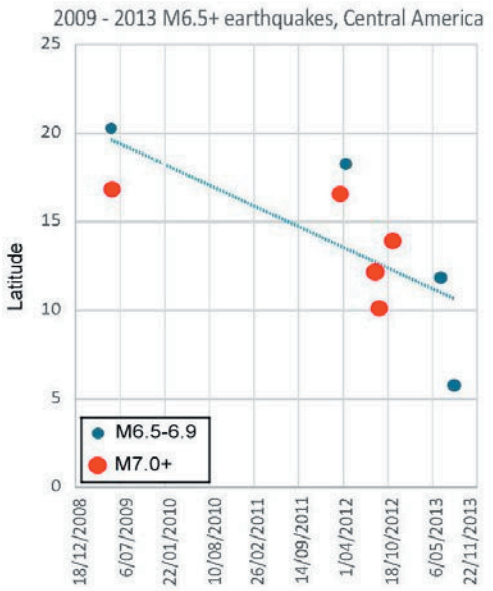


図５　中央アメリカにおいて 2009 ～ 2013 年に発生した M6.5+ の地震の時間－緯度図．直線はエクセルソフトで計算された平均勾配（1590m/ 日）．2010 ～ 2011 年（太陽活動周期 24 の活発化期間）には大地震が発生していないことに注意．

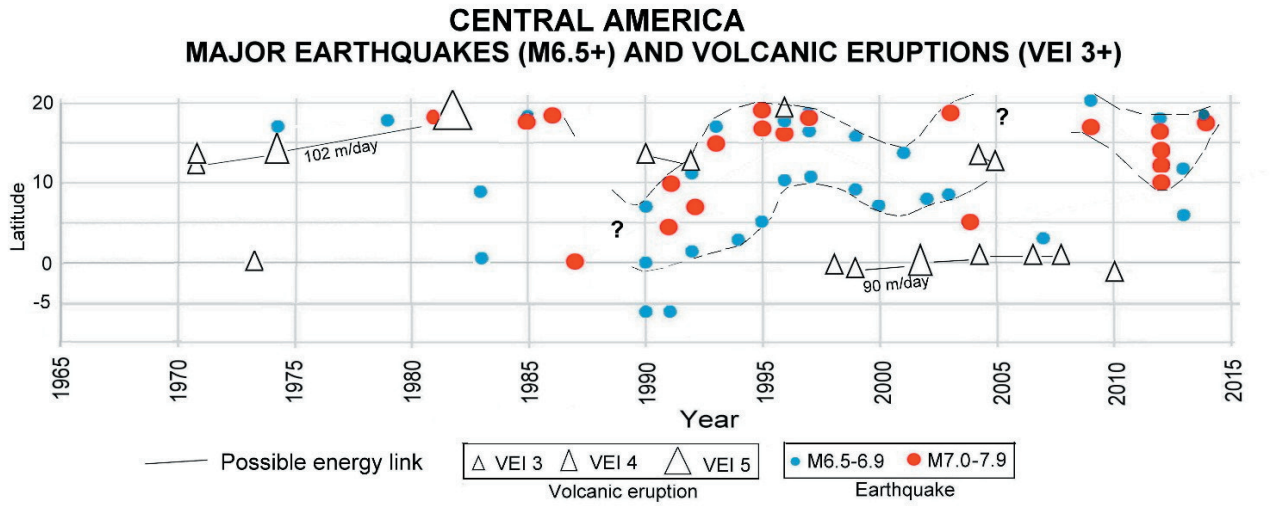


図６　中央アメリカにおける 1970 ～ 2014 年の大規模な地震と火山噴火の年－緯度図．火山とその伝播速度との間のエネルギー的関連の可能性が破線で示されている．

くりとした北方への移動がみられ，特に北緯 15° よりも北方のメキシコにおける 1987 年以前の地震に顕著である（図３）．その速度は 38km/ 年（105m/ 日）～ 48km/ 年（132m/ 日）で，ともに，北アメリカでの伝播速度 120 ～ 140m/ 日と近似，あるいは包含される（Choi et al., 2014b）．

火山噴火の伝播方向

1970 ～ 2013 年に，VEI3 以上の規模の巨大火山噴火が合計 17 回，中央アメリカの北緯 10° 以北と北緯 2° 以南の２つの地域で起きた（表２；図１・図６）．コスタリカ・パナマやコロンビアには多くの活火山が存在しているにもかかわらず，スミソニアン火山プログラム（http://volcano.si.edu/）には，研究期間中の（VEI3 以上の）大噴火は記録されていない．

最大の噴火は，メキシコのエルチチョン火山で発生した 1982 年の VEI5 である．この噴火が起きたのは，エルチチョン西方約 600km における 1981 年のミチョアカン地震（M7.3）の１年後であった．1990 ～ 1996 年の期間には，このほかにも，噴火と北方へ移動する地震とのエネルギー的関連性を示す事例が知られている．このグループ中には，同地域で発生した多くの著しく巨大な地震と VEI3 の噴火が共に含まれている．

このほかに注目されるのは，エクアドル～コロンビア（赤道付近）で 1998 ～ 2010 年に発生した非常に激しい火山活動である．この活動は，最初の３年間

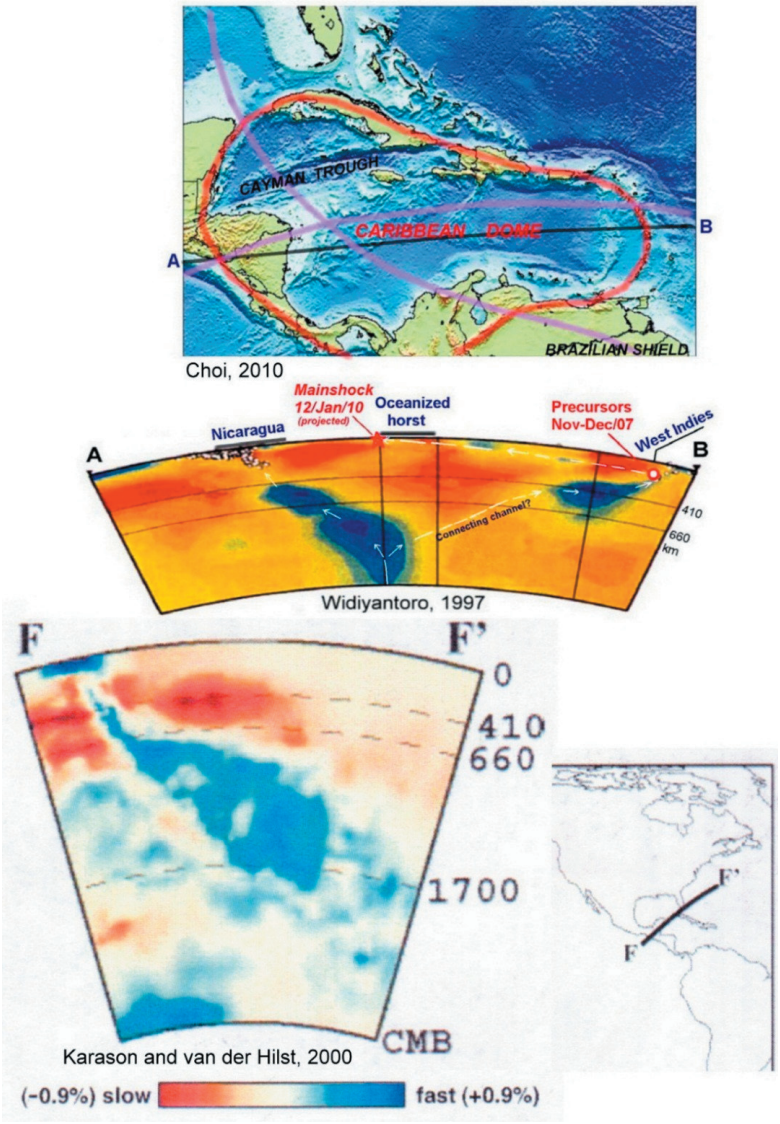


図７　カリブドームの地震波トモグラフィー画像．傾斜した，非常に顕著な地震波高速度帯がマントル深部に達していることに注意

(1998 ～ 2002 年) はエクアドルで発生し，その後，北へむかってコロンビアへ移動し，2004 ～ 2008 年にはガレラ火山において VEI3 の一連の噴火を引き起こした．

さらに，エネルギー的関連の可能性は，1983 年以前にニカラグア・グアテマラ・メキシコで起きた北方へ移動する一連の火山活動である（図６）．注目すべきことは，その噴火規模が時間と共に大きくなったことである．1971 年のニカラグアのセロ山から 1982 年のメキシコのエルチチョンへのエネルギー伝播速度は，77km/ 年あるいは 102m/ 日である．

議　論

中央アメリカの地震と火山のエネルギー源

筆者は 2010 年に発生したハイチ地震を分析し (Choi，2010)，その際，海洋化したカリブドーム（図７）を提起した．この論文では，そのようなアイデアとそれを支持するデータが詳細に説明されている．ここで強調すべき最も重要な点は，下部マントルとおそらくは外核に連結されているであろう巨大断裂系であり，それは Karason & Van der Hilst (2000) によるマントルトモグラフィーによく示されている（図７）．

筆者はすでに，深部断裂系がトモグラフィー画像にみられる急傾斜した薄い高速度マントル帯に合致することをくりかえし議論してきた（例えば Choi，2005）．これまでの地震探鉱データ処理の炭化水素開発についての解析にかかわる経験に基づいて，筆者は，トモグラフィー画像の p- 波速度コントラストがマントルにおける液体および / あるいはガスの存在量に密接に関連すると考えている．深部断裂は外核由来物質が地表へ上昇し，ついに大気圏に漏れていく開放系の通路であるいっぽう，低速度マントルはそもそも液体やガスで満たされた閉鎖系である．興味深いことに，カリブ海下の低速度マントル帯は水平面にくらべて東方へ約 50° ～ 60° の角度で急傾斜している．2000km 以深では不明瞭になるが，マントル深部では相対的に解像度が低下していることを考慮すると，この高速度チャネルがマントル底部まで連続していることはほぼ間違いないだろう．

上で考察したように,地震波トモグラフィー画像は,カリブドームの海洋化のためのエネルギーがカリブ海下の深部断裂系を通って外核から供給されたことを示していることは確実であろう．このエネルギー供給は今日に至るまで続いていて，地震や火山噴火を生じさせている．

カリブドームは，北アメリカ～南アメリカを通り，ブラジル沖大西洋のリオグランデ海嶺に達している巨大な先カンブリア地背斜上に位置している（Choi，2013a，2013b）．後期中生代以降，ボルネオ－バヌアツ地背斜（Choi，2005，2013b）の軸方向付近に広域的海洋化がおきた東南アジア地域と同様に，カリブ地域も海洋化作用を強く被った．

著しく広範囲にわたって海洋化作用を被った構造的高まり（Choi，2010）を考慮すると，外核由来のエネルギーが上部マントルに到達した後は，主に地塁構造に沿って流れている，と筆者は推測する．この地塁構造は，南は（コスタリカ～）パナマ北方のヒパニオラ（ドミニカ）からカリブ海中央部を通るNE-SW 方向の地塁，および，今日ではケインマントラフを形成している E-W 方向の地塁で構成されている（図８）．

エネルギーの移動方向と太陽活動周期

大地震の時空分布（図２）と太陽活動周期を見比べてみると（図９），この地域における次のような地震史が復元されるする．この地震史は，太陽活動周期と地震頻度との逆相関という点で，特に興味深い（Choi & Maslov，2012；Choi et al.，2004a）．

すなわち，地球深部に由来するエネルギーが，カリブ海からパナマに最初に到達したのは 1990 年である．それ以降，活動的な核の活動が活発化し，このエネルギーは，途中で多くの大規模な地震や火山噴火を生じさせながら 1990 年以降（太陽活動周期 22 の明瞭な衰退化期間のはじまり）に沿岸部を北上し

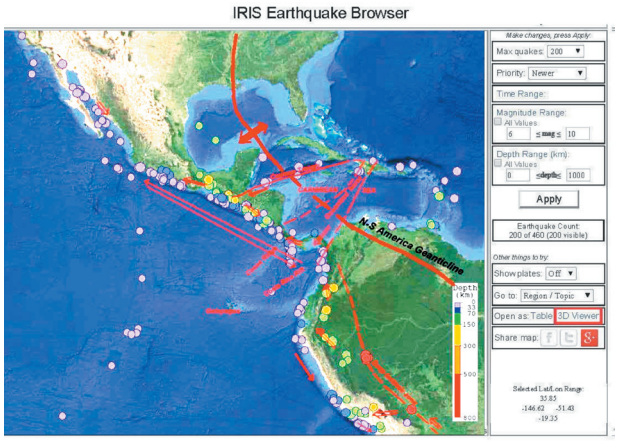


図８　エネルギーの推定流路．M6.0+ の地震分布図（すべての深度，1970 ～ 2014 年）に重ね合わせられている．南アメリカの深部構造帯については，Choi(2005) 参照．

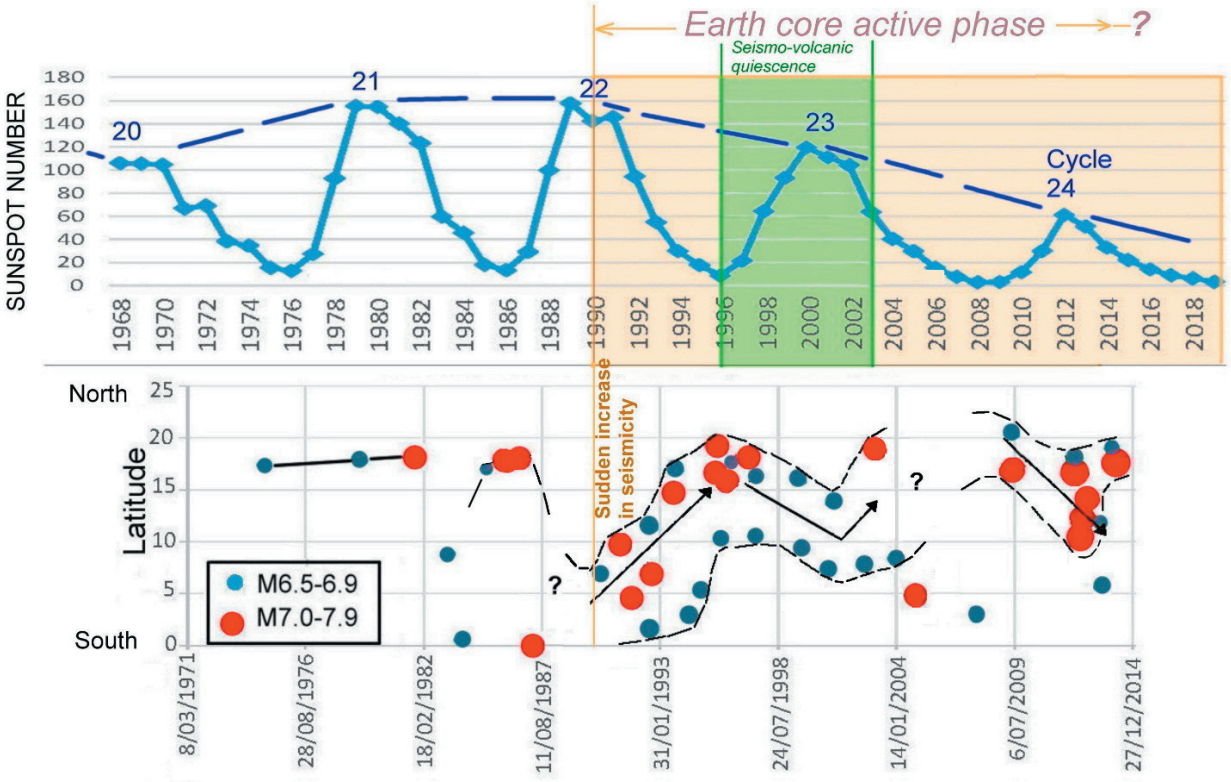


図９　太陽活動周期と地震伝播方向．データが得られない 2005 ～ 2009 年を除いて，太陽活動周期の衰退化期間に地震は北方に移動しているが，太陽活動周期の活発化期間には南方に移動しているという一般的傾向に注意．1990 年からの地震活動の急増が，11 年周期のピークと結びつけることによって得られるより長い周期の低下期の始まりに一致している．Choi et al.(2014a) 参照．地震－火山休止期は Choi(2010) および Tsunoda et al.(2013) から引用し，コアの活動期は Choi and Maslov(2010) からの引用．

はじめ，メキシコ地域に到達した．1995 ～ 1997 年（太陽周期の極小期）には，そこで停滞し，巨大な噴火や地震活動を引き起こした．その後，1997 ～ 2000 年（太陽活動周期 23 活性化期 - 低エネルギー期）に南方へ戻った．移動方向は 2003 ～ 2004 年（太陽活動周期 23 低下期）に一時的に逆になり北方に向かった．2004 ～ 2008 年（太陽活動周期 23 と 24 の間の極小期）には再び南方へ移動したと考えられるが，この時期には M6.5+ の地震活動を欠くために，エネルギー移動を跡づけることはできない．2002 ～ 2009 年（7 年）の太陽活動周期 23 の長期的減衰期は，通常の周期（5 ～ 6 年）より長く，太陽活動の深い冬眠（Casey, 2012）がこの低地震活動の原因となっているのかもしれない．

2009 年に新しい地震周期が，研究地域（メキシコ）の北端で始まった．2012 年（太陽活動周期 24 の活発化期間）までは南方へ移動し，2013 年（衰退化期間）には逆に北方へ移動した．

上述の歴史は，太陽活動周期とエネルギー移動方向との複雑な関係を証明している．すなわち，（カリブ海から供給されるエネルギーが比較的小さい）太陽活動周期の活発化期間には地震 - 火山エネルギーが南方に移動するが，太陽活動周期の衰退化期間（高エネルギー段階）には北方へ移動する．この事実はカリブ海での熱レベル（太陽活動周期に逆相関している）が中央アメリカの太平洋岸に沿う地震 - 火山エネルギーの移動方向を制御していることを暗示している．

結　論

本論では，中央アメリカの太平洋岸に沿う地震 - 火山エネルギーの移動方向を解明した．それは周期的な南北方向への移動によって特徴づけられ，カリブ海からの供給されるエネルギーの変動によって制御されている．

このようなパターンは，伊豆 - 小笠原火山列島（Tsunoda et al., 2014），北アメリカ（Choi et al., 2014），南アメリカ（Choi, 2014）など，ほかの太平洋縁には見られない．これは，カリブ海に特有な地質的特性に起因すると考えられる．特有の地質特性とは，外核から巨大な深部断裂を通じて直接もたらされた熱エネルギーによって形成された大きなドーム構造である．地球のコアの活動が，直接，カリブ海域におけるエネルギーレベルの変動に影響を与えているのである．

これらの事実は，地球力学系の理解や，地表での構造運動やマグマ活動をもたらす地球内部作用の研究に広く波及する．

謝辞；批判的なコメントと激励をいただいた Giovanni Gregori 氏と John Casey 氏に感謝する．また，英文は David Pratt 氏によって改良された．

（訳者注；本論の図番号は，英文版と異なります．著者に問い合わせたところ，英文版の番号は間違っているということでいた．こちらが正しい番号です．なお，著者には了解をいただいています．）

文　献

Blot, C., 1976. Volcanisme et sismicité dans les arcs insulaires. Prévision de ces phénomènes. Géophysique, v. 13, Orstom, Paris, 206p.

Casey, J., 2012. Cold Sun. Trafford Publishing, 167p.

Choi, D.R., 2005. Deep earthquakes and deep-seated tectonic zones: a new interpretation of the Wadati-Benioff zone. Boll. Soc. Geol. It., vol. spec. no. 5, p. 79-118.

Choi, D.R., 2010. The January 2010 Haiti seismic disaster viewed from the perspective of the energy transmigration concept and block tectonics. NCGT Newsletter, no. 54, p. 36-44.

Choi, D.R., 2010. Global seismic synchronicity. NCGT Newsletter, no. 55, p. 66-73.

Choi, D.R., 2013a. Continental rocks from the Rio Grande Ridge, South Atlantic. NCGT Journal, v. 1, no. 2, p. 2. Choi, D.R., 2013b. An Archean geanticline stretching from the South Pacific to Siberia. NCGT Journal, v. 1, no. 3, p. 45-55.

Choi, D.R., 2014. Seismo-electromagnetic energy flow observed in the 16 March 2014 M6.7 earthquake offshore Tarapaca, Chile. NCGT Journal, v. 2, no. 1, p. 61-65.

Choi, D.R. and Maslov, L., 2012. Earthquakes and solar activity cycles. NCGT Newsletter, no. 57, p. 85-97.

Choi, D.R., Casey, J., Maslov, L. and Tsunoda, F., 2014a. Global increase in seismic and magmatic activities since 1990 and their relation to solar cycles. The Global Climate Status Report (GCSR), June 2014, p. 7-19. Space and Science Research Corporation (SSRC), Orlando, USA.

Choi, D.R., Tsunoda, F. and Maslov, L., 2104b. Seismo-volcanic energy propagation trends in the Aleutian Islands and North America. NCGT Journal, v. 2, no. 2, p. 7-12.

Karason, H. and Van der Hilst, R.D., 2001. Improving global tomography models of P-wave speed I: incorporation of differential travel times for refracted and diffracted core phases (PKP, Pdiff). Jour. Gephys. Res, v. 106, p. 6569-6587.

Meyheroff, A.A., Taner, I., Morris, A.E.L., Agocs, W.B., Kamen-Kaye, M., Bhat, M.I., Smoot, N.C. and Choi, D.R., (ed. Meyerhoff-Hull, D.), 1996. Surge tectonics:

a new hypothesis of global geodynamics. Kluwer Academic Publishers, 323p.

Pratsch, J-C., 2010. Gulf of Mexico Basin – a collapsed Late Carboniferous mantle dome? NCGT Newsletter, no. 55, p. 74-76.

Romanowicz, B., 2003. Global mantle tomography: progress status in the past 10 years. Annu. Rev. Earth Planet. Sci., v. 31, p. 303-328. doi:10,1146/annurev.earth.31.091602.113555.

Tsunoda, F., 2009. Habits of Earthquakes. Part 1: Mechanism of earthquakes and lateral thermal seismic energy transmigration. NCGT Newsletter, no.53, 38-46.

Tsunoda, F., Choi, D.R. and Kawabe, T., 2013. Thermal energy transmigration and fluctuation. NCGT Journal, v. 1, no. 2, p. 65-80.

Tsunoda, F., Kawabe, T. and Choi, D.R., 2014. Transmigrating heat passing through the Aogashima Volcanic Island, Izu Volcanic Chain, Japan. NCGT Journal, v. 2, no. 2, p. 27-31.

Widiyantoro, S., 1997. Studies of seismic tomography on regional and global scale. Ph.D. Thesis, Australia National University, Canberra, Australia.

化石羽を用いた古重力計算の新手法
A NEW METHOD TO CALCULATE PALAEOGRAVITY USING FOSSIL FEATHERS

Stephen W. HURRELL
11 Farmers Heath, Great Sutton, Ellesmere Port, CH66 2GX, UK　　papers@dinox.org

（ 山内　靖喜［訳］）

要旨：太古の鳥の始祖鳥と孔子鳥 *1 の羽は飛んでいる鳥の重量を支持することができないことをそれらに関する最近の論文は示した．そのため，これらの鳥たちは飛ぶことができないことを著者たちは示唆した．別の研究者はこれらの鳥たちが飛んでいたことを示すいろいろな特徴をあげているので，この示唆は論争状態のままである．本論では，古重力は小さかったという論争中の説に基づいて，これらの鳥たちが弱い羽で飛ぶことができたであろう重力の数値を計算した．そして，ほぼ同じ時代の他の生物体から求められた古重力に関する以前の見積もりとこれらの数値を比較した．

*1：孔子鳥 *Confuciusornis* は中国の前期白亜紀の地層から発見された古鳥類化石．大きさはスズメより少し大きいくらいである．肉食恐竜の面影をうっすらと残しつつ，現代の鳥類に通じる特徴も持ち合わせている（ウイキィペディアより，訳者注）．

キーワード：palaeogravity 古重力，*Archaeopteryx* 始祖鳥，fossil feathers 化石羽，feather evolution 羽の進化

はじめに

太古の鳥は現在の鳥の羽と良く似ているような羽をもっていた．多くの鳥は飛行のために羽を使っていたので，彼等も飛んだに違いないことが広く指摘されてきた（Norberg, 1985; Olson, 1979; Rietschel, 1985; Wellnhofer, 2004 and Yalden, 1971）．しかし，太古の鳥の多くは大変重いため今日の重力下で飛べないようにみえ，彼等は飛んでいなかったことも議論されてきた（Ostron, 1974; Senter, 2006; Speakman and Thomson, 1994 and Vazquez, 1992）．いくつかの研究はそれらが飛べなかったであろうとし，別の人々は正反対の結論を出していて，すべての問題点は論争状態にある．

長年にわたって広く研究されてきた鳥は始祖鳥（図1参照）である．最近化石が発見された孔子鳥は集中的には研究されていないが，現在数100個の化石があるので，恐らく将来には変わるであろう．太古の鳥の始祖鳥と孔子鳥の飛行能力についての最近の興味ある研究が Robert L. Nudds and Gareth J. Dyke（2010a）によって行われ，そのなかで飛行中の鳥の重量を羽が支持することができるかどうかを決めるため，その鳥の化石羽の強度を解析した．羽の強度に基づいて，両方の鳥に“飛ぶ能力はなかった”との結論に彼等は達した．

初列風切羽 *2 の主要な強度は羽軸として知られている中央の軸によって決まる．全ての鳥の羽はこの中央軸にくっついており，そして羽を座屈させることなく翼の上に発生した揚力に耐えるのに充分な強さをそれはもっていなければならない．飛行中は，少なくとも鳥の重量（質量×重力）と同じ大きさの揚力を羽は維持できなければならない．現在の鳥たちは方向を変えるときに，それらが自分の重量より大きな力を作り，そして現在の鳥たちはこの増加す

図１　羽痕をもつ始祖鳥化石

る負担を考慮して安全のための付加的な要素をもっている．たとえ太古の鳥たちが僅かばかりの安全のための要素と充分に丈夫な羽をもっていたとしても，太古の羽は同じような大きさの現在の鳥に期待されるより弱いことをNudds and Dykeは発見した．両方の鳥の羽は大変に弱いため，鳥たちが飛ぼうとするなら羽は座屈してしまうことをその計算は明らかにした．

*2：初列風切羽primary featherとは，鳥の翼後方に整列している一連の羽で，翼の最も外側に位置し，羽ばたき飛行の場合には推進力を得る役割を果たす．さらに，滑空時には次列風切羽と一体となって揚力を得る翼となる（ウイキィペディアより，訳者注）．

この著者達は，始祖鳥と孔子鳥はその羽を座屈することなしには翼を羽ばたかすことはできないであろうという結論に達した．両方の鳥は翼の羽の上の力を小さくするため翼を広げたままで滑空することができただけだろうとNudds and Dykeは述べた．彼等はこの方法をくり返すために再び木に登らなければならなかったであろう．羽ばたいての飛行は可能ではなかった．滑空する鳥の概念でさえ，現在の鳥の安全のための要素より大変低い安全のための要素を作った．

鳥が滑空して地面に下りるためにその翼を使うので，Nudds and Dykeによって提案された滑空という方法は，飛行の発達に関しての有名な“top down”飛行進化モデルに適合する．もう一つの広く知られ，論争されている進化モデルは“bottom up（さかさま）”版である．このモデルでは，機敏な鳥はその発達した翼をより速く走るために使ったので，飛行は最初に地表で進化した，というわけである．広くは知られてはいないが，興味あるもう一つの学説が約20年前にKlaus Ebel(1996)によって提案されている．最初の飛行は陸上で生じたのではなく，水中での狩りの副産物であるという証拠を彼は示した．このように，空気を征服するための第一歩は水中で“飛行”を学習することであった．始祖鳥の骨でできた長い尾は水中での飛行に役立ったのであろう骨格の一部であった．原始的な鳥が水面上を滑空し始めて，そして動力が供給される飛行に発展したように，現実の空気中飛行はその後に発展した．本当の飛行へのこの進化において，彼等は骨からなる長い尾を失い，より孔子鳥のようになった．同じような進化が翼竜類に関しても提案されており，それは化石の証拠によってより多く支持されている．しかしながら，いろいろな理由によって始祖鳥は後期ジュラ紀には飛ぶ能力を充分に発達させていなかったと言うことができるが，それが生存した数1000万年後の前期白亜紀までに有能な飛行者へと進化したに違いないと多くの古生物学者は信じているようである．

始祖鳥と孔子鳥は共に気体力学的揚力を発生させうるようにみえる羽に覆われた翼をもつので，Nudds and Dykeによって提案されたようにこれらの羽は鳥の重力を支えることはできなかったという結論は激しい論争を起こした．“この鳥の全体的な生物学は彼等が羽ばたき飛行を行えたことを示している”とGregory S. Paul (2010) は反論し，その鳥たちの重量計算か羽軸の直径で間違ったのではないかと述べた．Xiaoting Zheng et al. (2010) は，確信的な解析が鳥の進化について重要で新しい考え方を提案することを認めた．けれども，孔子鳥について最近得られたいくつかのデータは主たる羽軸の直径はこれまでより太く，最初の計算で用いられた直径の約２倍であることが，彼等の結論をさらに検討する必要があるだろうことを意味していると彼等

は信じていた．しかし，このような結論にもかかわらず，“私達の測定値でさえ，同じような大きさの現在の鳥で，同じような羽の長さの初列風切羽の予想された羽軸直径よりかなり小さい”と彼等は記述している．Nudds and Dyke（2010b）は以下のような同意を示すことによってこれら２つのコメントに答えている．すなわち，もちろん彼等のモデルはその基になったデータに依存しているが，一羽の鳥によって持続される最大揚力の見積もりは太古の鳥の飛行能力の評価に新しい方法を与える．提案された別の値を使うことは，その鳥が羽ばたいて飛行することはできないで，羽の強度はかろうじて滑空できることを示している．

記　載

弱い羽をもつ鳥が飛ぶことを可能にする別の仮説がある．それは重力が小さかったので鳥の重量は小さかったという考えである．太古の生物は今より弱い古重力の影響を相当に受けてきたというこの仮説は，以下の少数の研究者によって真剣に検討された論議を呼んだ提案である．すなわち,Carey（2000），Davidson（1994),Erickson（2001),Hyrrell（1994, 2011 and 2012），Kort（1949），Ciechanowicz and Koziar（1994），Koziar（2011），Mardfar（2000 and 2012），Maxlow（2005 and 2014），Scalera（2002, 2003a, 2003b and 2004）and Strutinski（2012 and 2013）である．太古の重力の大きさを求めるために化石羽の強度は使われたことはないが，それは興味がある新手法による計算をもたらすであろう．

始祖鳥と孔子鳥の体質量について，Nudds and Dykeは現在の鳥との関連からそれらの大きさに基づいて0.276 kgと 0.5 kgと見積もった．同様に，今日の重力下でそれぞれ0.188 kgと 0.215 kgの質量に相当するような“彼等の体重に等しい力を支えるのに羽が充分強かった”場合に必要な下方への力を彼等は見積もった．これらの著者達は，太古の重力は現在と同じであるという一般的な考えを当然なことと考えてそれらの重量を計算した．そして，”それらの体質量がこれより低いことはありえない”と彼等は考えて,飛行の可能性を否認した．けれども，太古の地球上での重力が小さかったならば，その鳥たちの重量もまた小さかったであろう．太古の鳥が今日の基準では弱い羽で飛ぶことができたと仮定することによって，このことは相対的古重力を簡単に求めることを可能にする．小さい重力下において，重量（質量×重力）は飛行に要求される適当なレベルまで減少するだろう．そして，太古の重力（g_a）は以下の式から求められる：

$$g_a = F_a / M_p$$

F_a は太古の鳥の翼によって作られる最大力，M_p は鳥の質量である．

始祖鳥の場合：

$$g_a = F_a / M_p$$
$$= 0.188 \ / \ 0.276$$
$$= 0.68\text{g}$$

約 145Ma では相対的な古重力は現在の重力の 68% と計算される．

孔子鳥の場合：

$$g_a = F_a / M_p$$
$$= 0.215 \ / \ 0.5$$
$$= 0.43\text{g}$$

約 120Ma では相対的な古重力は現在の重力の 43% と計算される．

次のこともまた述べなければならない．Zheng et al.（2010）は孔子鳥の計測に疑念を表明し，” ４個体の Tianyu（大宇）標本にみられる孔子鳥科の初列風切羽の羽軸直径が 2.1 ㎜～ 2.3 ㎜であることが測定され，これは Nudds and Dyke が報告している測定値の約２倍のおおきさである”と記述している．それでも，これらの測定値でさえ同じ大きさの現在の鳥より小さい．たとえば，C. palumbus は直径 2.97 ㎜の羽軸と 0.49 kgの体質量をもち，より小さな *L. ridibundus* は 0.284 kgの体質量と直径 2.6 ㎜の羽軸をもつ．たとえ測定値は補正される必要があるとしても，それらは現在の鳥が飛行中に要求されるものよりかなり小さい．

結　論

太古の重力についてのこれまでの見積もりは，Hurrell（2012）によってほぼ同じ時代の別の生物から求められてきた．古重力に関するこれら以前の見積もりを，鳥に関して本論で得られた推定値と役に立つように比較することができる．ディプロドクス，アロサウルス及び *Giraffatitan* の脚骨の強度は現在の重力の 0.51g, 0.5g と 0.56g という値を示した．ディプロドクスの頸の靭帯強度から計算された古重力は 0.53g である．*Giraffatitan* の血圧は 0.48g の古重力を示した．現在の生物と比較した *Giraffatitan* の活動的類似は 0.61g の古重力を示した．これまでに出版していない追加的見積もりもまた似たような範囲の古重力を示す．このように，化石の鳥の羽による太古の重力の見積もりはその時代の別の生物について骨と靭帯の強度，血圧及び活動的類似に基づく計算値とおよそ一致している．始祖鳥と孔子鳥から得られた古重力の値は，比較のために，上記の別の推定値と共に図２のグラフに示されている．図２に使用したデータは表１に示してある．

Nudds and Dyke は，始祖鳥と孔子鳥という２種類

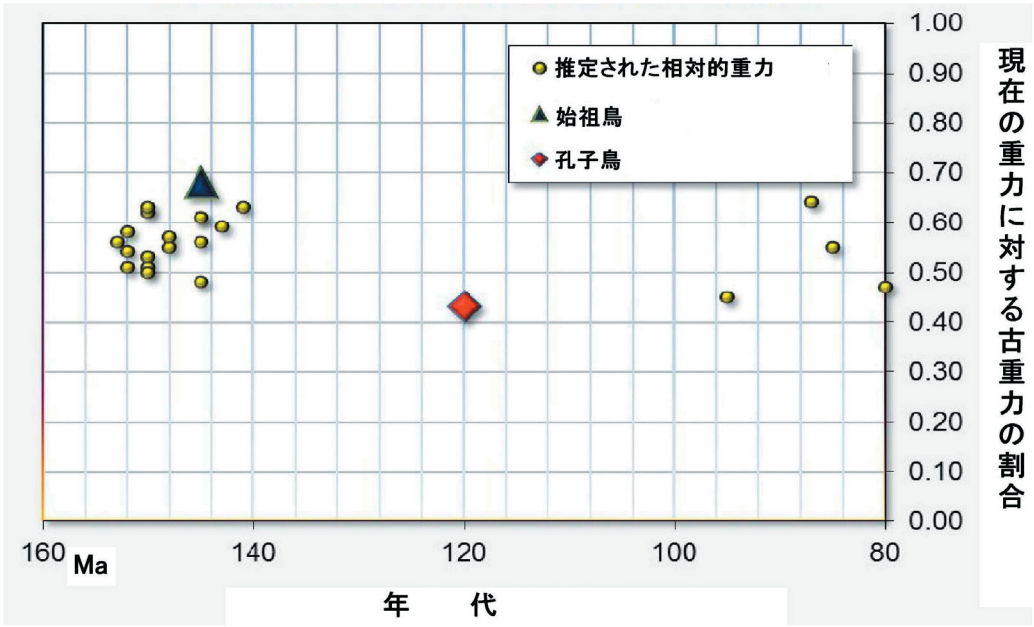


図２　古重力について，始祖鳥と孔子鳥の初列風切羽強度から求めた値とその他の推定値（表１参照）の範囲との比較.

表１　始祖鳥と孔子鳥の初列風切羽強度から求められた古重力を他の生物について別の方法で求めた値の範囲とを比較した．これらのデータは図２のグラフ上に示されている.

動物の種類	学　名	年代 (Ma)	求められた相対的重力	計算方法
竜脚類　恐竜	Supersaurus vivianae	153	0.56	活動的類似性
竜脚類　恐竜	Apatosaurus ajax	152	0.58	脚骨強度
竜脚類　恐竜	Apatosaurus louisai	152	0.51	脚骨強度
竜脚類　恐竜	Apatosaurus (unknown)	152	0.54	活動的類似性
竜脚類　恐竜	Dipiodocus camegiei	150	0.51	脚骨強度
獣脚類	Allosaurus fragilis	150	0.50	脚骨強度
竜脚類　恐竜	Diplodocus carnegiei	150	0.53	頸の靭帯強度
竜脚類　恐竜	Apatosaurus louisae	150	0.62	活動的類似性
竜脚類　恐竜	Diplodocus longus	150	0.63	活動的類似性
本当のトンボ	Isophlebia aspasia	148	0.55	活動的類似性
本当のトンボ	Aeschnogomphus kuempeli	148	0.57	活動的類似性
鳥	**Archaeopteryx（始祖鳥）**	**145**	**0.68**	**羽強度**
竜脚類　恐竜	Giraffatitan brancai	145	0.48	血圧
竜脚類　恐竜	Giraffatitan brancai	145	0.56	脚骨強度
竜脚類　恐竜	Giraffatitan brancai	145	0.61	活動的類似性
竜脚類　恐竜	Brachiosaurus altithorax	145	0.61	活動的類似性
本当のトンボ	Prohoyaeshna milleri	143	0.59	活動的類似性
本当のトンボ	Aktassia pritykinae	141	0.63	活動的類似性
鳥	**Confuciusornis（孔子鳥）**	**120**	**0.43**	**羽強度**
竜脚類　恐竜	Argentinosaurus huinculens	95	0.45	活動的類似性
竜脚類　恐竜	Futalognkosaurus dukei	87	0.64	活動的類似性
翼竜類	Pteranodon longiceps	85	0.55	活動的類似性
竜脚類　恐竜	Puertasaurus reuili	80	0.47	活動的類似性

の鳥の羽長は同じ大きさの現在の鳥と非常に似ているが，羽軸がより細いことを発見した．彼等は現在の鳥について彼等の計算を点検して，現生の鳥の羽長に基づいて羽軸の大きさを正確に求めることができることを見つけた．さらに，Wang et al. (2012) による研究は，この考え方の正しさを確認しているようである．太古の重力を求めるのに，ありとあらゆる化石初列風切羽の利用が可能であろうし，羽長と主軸の直径が長いほど正確に求められるので，太古の重力の計算にとってこのことは興味ある．これは,今後の研究にとって役に立つ領域を示している.

謝辞:有益なコメントを下さったW.C. Erickson, J. Maxlow, C. Strutinski 及び匿名の読者に著者はお礼を申し上げる.

文　献

Carey, S.W., 2000. Earth, universe, cosmos. University of Tasmania. 2nd edition. ISBN 085901715.

Ciechanowicz, S. and Koziar, J., 1994. Possible relation between Earth expansion and dark matter. In: F. Selleri, M. Barone (eds.), Proceedings of the International Conference "Frontiers of Fundamental Physics" (Olympia, Greece, 27–30 September, 1993). Plenum Press, New York and London, p. 321–326.

Davidson, J.K., 1994. Earth expansion requires increase in mass. Frontiers of Fundamental Physics, p. 295-300.

Ebel, K., 1996. On the origin of flight in *Archaeopteryx* and in pterosaurs. Neues Jahrbuch Fur Geologie Und Palaontologie Abhandlungen, v. 202, p. 269-285.

Erickson, W.C., 2001. On the Origin of dinosaurs and mammals. USA. (Available for download from http://www.frontier-knowledge.com/earth/papers/Origin of Dinosaurs and Mammals.pdf)

Hurrell, S.W., 1994. Dinosaurs and the Expanding Earth. (1st edition). Oneoff Publishing. ISBN 0 952 2603 01. Hurrell, S.W., 2011. Dinosaurs and the Expanding Earth (3rd edition). Oneoff Publishing.com. ISBN 0 9522603 70.

Hurrell, S., 2012. Ancient Life's Gravity and its Implications for the Expanding Earth. In, The Earth Expansion Evidence – A Challenge for Geology, Geophysics and Astronomy-Selected Contributions to the Interdisciplinary Workshop of the 37th International School of Geophysics. Aracne Editrice, Roma.

Kort, K., 1949. Das Wachen der Erde und die Wanderung der Kontinente. Hannover.

Koziar, J., 2011. Expanding Earth and space geodesy (extended abstract) In: S. Cwojdziński, G. Scalera (eds.), Pre-Conference Extended Abstracts Book of the 37th Course of the International School of Geophysics. Interdisciplinary Workshop on "The Earth Expansion Evidence: A challenge for Geology, Geophysics and Astronomy" (Ettore Majorana Foundation and Centre for Scientific Culture, Erice, Sicily, 4-9 October, 2011). Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Rome, p. 47-53.

Mardfar, R., 2000. The relationship between Earth gravity and Evolution. Iran.

Mardfar, R., 2012. The relationship between gravity and evolution of animals and plants – The Theory of the increasing gravity. In: The Earth Expansion Evidence – A Challenge for Geology, Geophysics andAstronomy-Selected Contributions to the Interdisciplinary Workshop of the 37th International School of Geophysics. Aracne Editrice, Roma.

Maxlow, J., 2005. Terra Non Firma Earth. Oneoff Publishing. ISBN 09522603.

Maxlow, J., 2014. On the Origin of Continents and Oceans: A Paradigm Shift in Understanding. ISBN 9780992565206

Norberg, R.A., 1985. The beginnings of birds. Proceedings of the International *Archaeopteryx* Conference, Eichstätt 1984. Hecht, M.K., Ostrom, J.H., Viohl, G. and Wellnhofer, P., eds., Freunde des Jura-Museums, Eichstätt, Germany, 1985, p. 303–318.

Nudds, R.L. and Dyke, G.J., 2010a. Narrow primary feather rachises in *Confuciusornis* and *Archaeopteryx* suggest poor flight ability. Science, v. 328, no. 5980, p. 887-889.

Nudds, R.L. and Dyke, G.J., 2010b. Response to comments on "Narrow Primary Feather Rachises in *Confuciusornis* and *Archaeopteryx* suggest poor flight ability". Science, v. 330, no. 6002, p. 320-320.

Olson, S.L. and Feduccia, A., 1979. Flight capability and the pectoral girdle of *Archaeopteryx*. Nature, v. 278, p. 247-248.

Ostrom, J.H., 1974. *Archaeopteryx* and the origin of flight. Quarterly Review of Biology, v. 49, no. 1, p. 27-47.

Paul, G.S., 2010. Comment on "Narrow Primary Feather Rachises in Confuciusornis and Archaeopteryx suggest poor flight ability". Science, v. 330, no. 6002, p. 320-320.

Rietschel, S., 1985. Feathers and wings of *Archaeopteryx*, and the question of her flight ability. The beginnings of birds, p. 251-260.

Scalera, G., 2002. Gravity and Expanding Earth. Proceedings of the 21st National Meeting. GNGTS, published on CD-rom, Roma, p. 11.

Scalera, G., 2003a. Gravity and expanding Earth. Atti del 21 Convegno Nazionale GNGTS.

Scalera, G., 2003b. The expanding Earth: a sound idea for the new millennium. In: Why expanding Earth? A book in honour of OC Hilgenberg.

Scalera, G., 2004. Gravity and expanding Earth. In: Romanovsky, N.P., ed., Regularities of the structure and evolution of Geospheres. Proceedings of the VI Interdisciplinary International Sci. Symposium held in Khabarovsk, 23-26 Sept. 2003, p. 303-311.

Senter, P., 2006. Scapular orientation in theropods and basal birds, and the origin of flapping flight. Acta Palaeontologica Polonica, v. 51, no. 2, p. 305.

Speakman, J.R. and Thomson, S.C., 1994. Flight capabilities of *Archaeopteryx*. Nature, v. 370, no. 6490, p. 514-514.

Strutinski, C., 2012. Contradictory aspects in the evolution of life. In: The Earth Expansion Evidence – A Challenge for Geology, Geophysics and Astronomy-Selected Contributions to the Interdisciplinary Workshop of the 37th International School of

Geophysics. Aracne Editrice, Roma.
Strutinski, C., 2013. Increasing gravity – the driving force of evolution? (In German. Prepublication copy supplied by author – email: cstrutinski@yahoo.com).
Vazquez, R.J., 1992. Functional osteology of the avian wrist and the evolution of flapping flight. Journal of Morphology, v. 211, no. 3, p. 259-268.
Wang, X., Nudds, R.L., Palmer, C. and Dyke, G.J., 2012. Size scaling and stiffness of avian primary feathers: implications for the flight of Mesozoic birds. Journal of evolutionary biology, v. 25, no. 3, p. 547-555.
Wellnhofer, P., 2004. The plumage of *Archaeopteryx*: feathers of a dinosaur. Feathered dragons: studies on the transition from dinosaurs to birds. Bloomington: Indiana University Press. p. 282-300.
Yalden, D.W., 1971. The flying ability of *Archaeopteryx*. Ibis, v. 113, no. 3, p. 349-356.
Zheng, X., Xu, X., Zhou, Z., Miao, D. and Zhang, F., 2010. Comment on “Narrow primary feather rachises in Confuciusornis and *Archaeopteryx* suggest poor fight ability”. Science, 15 October 2010, v. 330, no. 6002, p. 320.

大地震の前に発生する OLR と気温の異常 2014 年 6 月 23 日に発生したアラスカの M7.9 地震の事例研究

OLR AND AIR TEMPERATURE ANOMALIES PRIOR TO BIG EARTHQUAKES: A CASE STUDY ON AN ALASKAN EARTHQUAKE ON JUNE 23, 2014 (M7.9)

Natarajan VENKATANATHAN*, Vladimir NATYAGANOV and Arumugam SINGARAVADIVEL*****

* (Corresponding author) Faculty of Physics, SASTRA University, Thirumalaisamudram, Thanjavur – 613 401, India. Tel. +919444807900; physics16972@gmail.com
** Faculty of Mechanics and Mathematics, Moscow M.V. Lomonosov State University, Moscow, Russia. tenzor@bks-mgu.ru
*** SASTRA University, Thirumalaisamudram, Thanjavur – 613 401, India.

（ 角田　史雄［訳］）

要旨：研究者は，いくつかの方法で地震を予測しようと試みている．それらには，動物の異常行動，地球物理的，地球化学的などの前兆の研究がある．そうした研究では，差し迫った地震の発生場所（緯度と経度），日時，規模の３要素を必ず明記しなければならない．1980 年にロシアの研究者は，強烈な地震の前に気温異常のあることに気付いた．この論文で筆者らは，アラスカで 2014 年 6 月 23 日に発生した M7.9 の巨大地震の 13 日前，大気圏のいろいろな高度における気温と,雲より上層での長波長放出輻射量(OLR outgoing longwave radiation)に異常があったことについて述べる．こうした気温異常（ATA air temperature anomaly）と OLR 異常の検出は，差し迫った地震をより正確に予知するための補完的な方法として役立つものと考える．
キーワード：前兆，長波長放出輻射，気温，熱力学

概　説

巨大地震に先行する，一時的な気温異常を最初に指摘したのはロシアの研究者だった（Gorny ほか，1988）．最近では，衛星工学のおかげもあって，世界中の研究者が気温異常に関する論文を書くようになった．気温異常は，ふつう，M5.0 より大きな地震の前の 3 ～ 30 日間という短い期間に現れる．Singh et al.（2010），Ouzounov et al.（2011），Pulinets et al.（2006a，2006b）など多くの研究者は，過去のいくつかの切迫した地震における，大気圏と地表のパラメーター（ASP atmospheric-surface anomaly）と，地震の発生との関連づけを試みた．この論文で筆者らは，大地震と関連していて，雲より上層のさまざまな高度における気温の変化ならびに OLR の異常を検討した．

地表温度，地表潜熱流量，総オゾン含有量，総電子含有量（TEC total electron content）などの異常が,スマトラ地震（Dec. 26/2004),Wenchuan（四川）地震（May12/ 2008），東北沖地震（Mar. 11/ 2011）などの前に認められた，という多くの報告がある（Dey and Singh, 2003; Dey et al., 2004; Okada et al., 2004; Trigunait et al., 2004; Genzano et al., 2007; Ouzounov et al., 2011）．こうした地表，大気圏，電離圏のそれぞれにおけるパラメーターは，大地震の前兆現象として予知の有効な手段である．たとえば，非常に低い気温は大地震の前によく観測され，この気温異常は大気圏のさまざまな高度レベルに現われる．雲より上の高度レベルでは，これと対応する +2 シグマ レベルの OLR 異常が現れる．これは，国家海洋大気研究所（NOAA）が 15，16，17 号衛星で観測しており，そのデータは

http://www.cdc.noaa.gov. で検索できる．以下に，Little Sitkin 島（北緯 51.7972，東経 178.7604）の南東 24km で発生したアラスカの大地震について報告する．

観測事実と観察方法

NOAA の気象予報センター（http://www.cdc.noaa.gov)は,最新式の高感度放射線解像メーター(AVHRR)でデータを採取し，それを解析するプログラムをもっている．これによって，ある特定区域の大気圏での熱力学的過程における，短期間の造構的な乱れを ２σレベルをこえる誤差で感知できる．つまり，dE_index は OLR のなかで変化していくが，その中での小さな渦として明らかにされる：

dE_{index} =（観測場における OLR － 基準場における OLR）/ 基準誤差）W/m^2

いろいろな高度レベルにおける気温（1000hPa - 364ft/111m，850hPa - 4781ft/1458m，700hPa - 9882ft/3013m，500hPa - 18289ft/5576m）は解析済みである．気温によって変化する造構的な乱れの場所と時間を示す，熱的異常の index は，国立環境予測センター（NCEP; http://www.esrl.noaa.gov/psd/data）でダウンロードできるデータを計算して求める．

dT_{index} =（観測場における気温 － 基準場における気温）/ 基準誤差 K

こうして，気温が OLR 放射と相補的な関係にあることを明らかにできる．つまり，２σをこえた誤差の範囲内の OLR 放射が発生すると,いろいろな高度において，２σ以下の誤差の範囲での気温低下が起こる．

2014 年 6 月 23 日のアラスカ・Little Sitkin 島地震に関する検討結果

アラスカ Littke Sitkin 島の南東 24km（北緯 51.7972 度，東経 178.7604 度）で M_w7.9 地震が 2014 年 6 月 23 日（USGS による日時）に発生した．異常な OLR が最初に現われたのは 2014 年 6 月 15 日で，ちょうど地震の８日前だったが，場所は震央付近の区域（北緯 52.5 度，東経 177.5）で，そのようすは図１ｃと図１ｄに示される．それ以前の図１ａと図１ｂに示された OLR は正常だった．OLR の異常が消えたのは,翌日（2014 年 6 月 16 日）だった（図１ｅ，図１ｆ）．

OLR 異常が現われたその日(2014 年 6 月 15 日)には,気温異常（ATA）が記録されている．その時，２σ

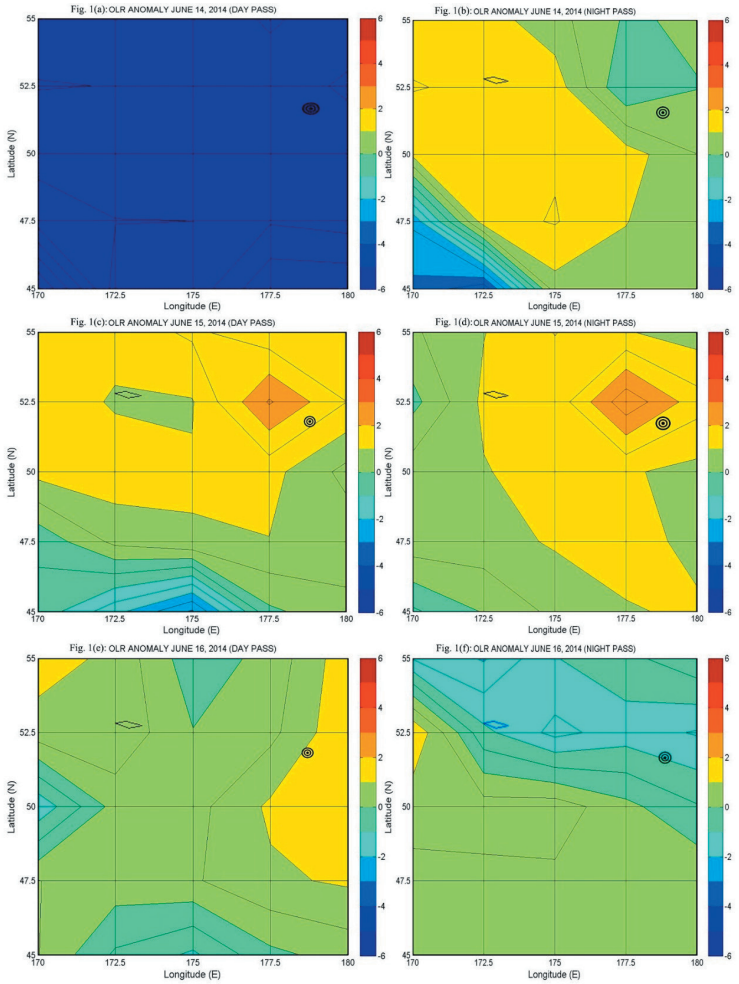


図１　2014 年 6 月 14，15，16 日のアラスカ地域における OLR の概要を示す地図
2014 年 6 月 23 日の地震の震央近傍で，2014 年 6 月 15 日に２σレベル以上の OLR 異常が認められた．震央は，灰色の同心円で示した．

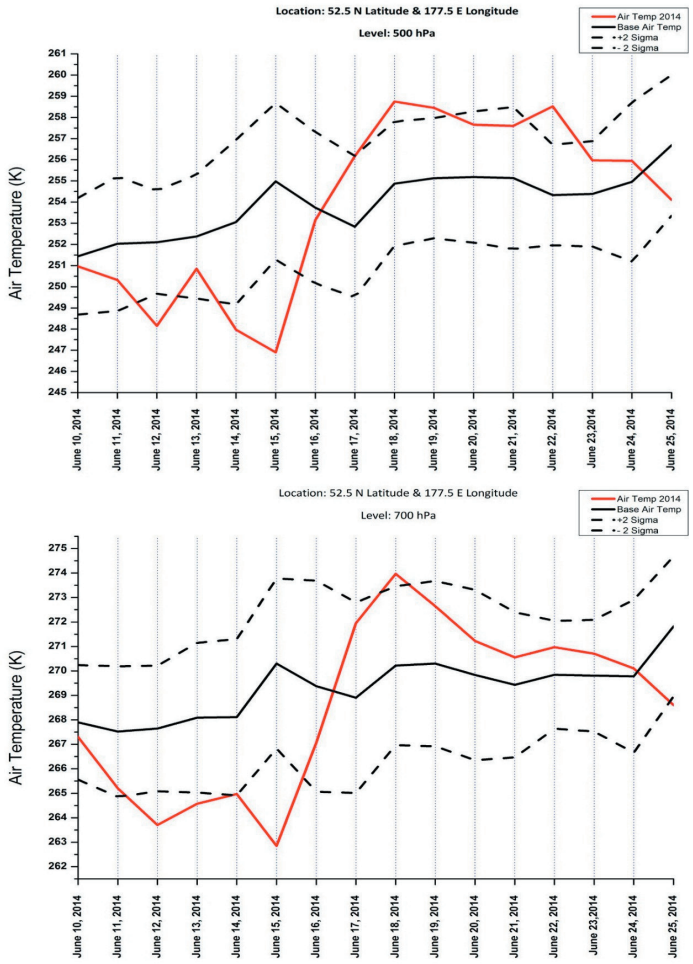


図２（a と b）　高度レベル 500hPa（18289ft/5576m）と 700hPa(9882ft/ 3013m で 2014 年 6 月 15 日に観測された異常な気温の急低下を示したグラフ．地震は 2014 年 6 月 23 日に発生した．基準気温値は 2007 ～ 2013 年の 7 年間の平均値.

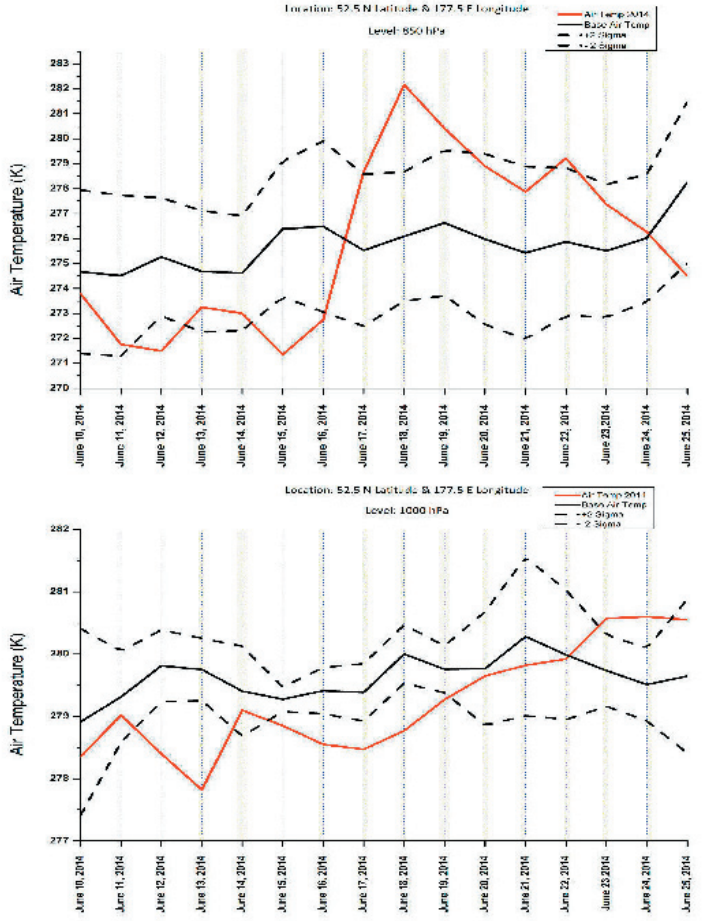


図２（c と d）高度レベル 850hPa と 1000hPa で 2014 年 6 月 15 日に観測された気温の異常な低下を示す図．地震は観測地近傍で 2014 年 6 月 23 日に発生.

より小さい誤差内で，いろいろな高度における気温低下が観測された（図２a，２b，２c，２d）．

討論と結論

地震に先行して発生する気温の低下は，水蒸気の凝縮によるものと思われるが，その水蒸気は地表で蒸発して大気圏へ入り込んだものであろう．地表で水蒸気が蒸発したのは，造構作用の活発化で地表が温められたためと考えられる．異常な OLR 値は，地表の地震活動帯に沿って高温化が起こり，それが引き金となって，IR 輻射量の増加があったためと思われる．かりに，OLR と気温の変化が他の大気圏におけるさまざまな要因に支配されていたとしても，そうした要因は捨象できる．

そこで筆者らは，最近の OLR 値ならいに AT と，2007 ～ 2013 年において求められたデータを計算して求めた平均値とを比較した．最初の OLR 異常値は，2014 年 6 月 14 日の夜間に通過した衛星のデータだった．その翌日（6 月 15 日）に記録された OLR 異常値はきわめて大きかった．その日に気温は２σレベルで急速に低下したが，これは，差し迫った地震より前に現れた OLR と ATA の異常で，地震の日時を特定した事例といえる．これらのことは，上述のような大気圏に存在するパラメーター間の結びつきが，差し迫った地震と関連し合っていることを示すものである．

地震の発生場所や発生の日時の予知レベルが，今までにないレベルに上がり，かつ，研究者の学際的なむすびつきが行われれば，震源の深さについても，きわめて正確に予測できるようになるであろう．今まで以上に，衛星の助けを借りた世界的ネットワークを使って，低周波異常が検出できるようになれば，地震予知はもはや「不可能」とは言えないレベルに到達できるであろう．

謝　辞

NOAA/OAR/ESRL PSD, Boulder, Colorado, USA 社からは NCEP の再解析データ（http://www.esrl.noaa.gov/psd/data），USGS からは地震データ，NOAA（http://www.cdc.noaa.gov）の物理科学部門からは OLR を，それぞれご提供いただいた．また，筆頭著者は SASTRA 大学から論文の公表までの間，ご援助をいただいた．感謝申し上げる．

文　献

Dey, S. and Singh, R.P., 2003. Surface latent heat flux as an earthquake precursor. Nat. Hazards Earth Syst. Sci., v. 3, p. 749–755, doi:10.5194/nhess-3-749-2003.

Dey, S., Sarkar, S. and Singh, R.P., 2004. Anomalous changes in column water vapor after Gujarat earthquake. Adv. Space Res., v. 33, p. 274–278.

Genzano, N., Aliano, C., Filizzola, C., Pergola, N. and Tramutoli, V., 2007. A robust satellite technique for monitoring seismically active areas: The case of Bhuj-Gujarat earthquake. Tectonophysics, v. 431, nos. 1–4, p. 197–210.

Gorny, V.I., Salman, A.G., Tronin, A.A. and Shilin, B.B., 1988. The Earth outgoing IR radiation as an indicator of seismic activity. Proceedings of the Academy of Sciences of the USSR, v. 301, p. 67–69.

http://www.cdc.noaa.gov

http://www.esrl.noaa.gov/psd/data

Okada, Y., Mukai, S. and Singh, R.P., 2001. Changes in atmospheric aerosol parameters after Gujarat earthquake of January 26, 2001. Adv. Space Res., v. 33, p. 268–273.

Ouzounov, D., Pulinets, S., Romanov, A., Romanov, A., Tsybulya, K., Davidenko, D., Kafatos, M. and Taylor, P., 2011. Atmosphere-ionosphere response to the M9 Tohoku earthquake revealed by multi-instrument space-borne and ground observations: Preliminary results. Earthquake Science, v. 24, no. 6, p. 557-564, DOI: 10.1007/s11589-011-0817-z, ISSN: 1674-4519.

Pulinets, S., Ouzounov, D., Ciraolo, L., Singh, R., Cervone, G., Leyva, A., Dunajecka, M., Karelin, A. and Boyarchuk, K., 2006a, Thermal, atmospheric and ionospheric anomalies around the time of Colima M7.8 Earthquake of January 21, 2003. Annales Geophysicae, v. 24, p. 835–849.

Pulinets, S., Ouzounov, D., Karelin, A., Boyarchuk, K. and Pokhmelnykh, L., 2006b. The physical nature of thermal anomalies observed before strong earthquakes. Physics and Chemistry of the Earth, v. 31, p. 143–153.

Singh, R.P., Mehdi, W. and Sharma, M., 2010. Complementary nature of surface and atmospheric parameters associated with Haiti earthquake of 12 January 2010. Natural Hazards and Earth System Sciences, v. 10, p. 1299 –1305, doi: 10.5194/nhess-10-1299-2010.

Trigunait, A., Parrot, M., Pulinets, S. and Li, F., 2004. Variation of the ionospheric electron density during the Bhuj seismic event. Ann. Geophys., v. 22, p. 4123–4131. http://www.ann-geophys.net/22/4123/2004/. USGS, www.earthquake.usgs.gov

Venkatanathan N. and Natyaganov, V., 2013. Outgoing longwave radiations as pre-earthquake signals: Preliminary results of September 24, 2013 (M7.7) earthquake. Current Science, v. 106, no. 9, p. 1291–1297.

討　論　DISCUSSION

―ダーウィン海膨― Sisyphus と海洋学
- DARWIN RISE -SISYPHUS AND OCEANOGRAPHY

N. Christian SMOOT
6460 Falling Water Ln., Hoschton, GA 30648 USA　christiansmoot532@gmail.com

（ 矢野　孝雄［ 訳 ］）

私たちの多くは，海洋での２つ課題―生データの収集とそれらの室内処理―のために厖大な時間を費やしてきた．海へでかけることもなく，まったくデータ収集しないで快適な室内にいる少数の人々がこれらに着目して，処理されたデータを利用してきた．しかし，彼らの多くは，海洋研究者によって収集された真のデータから学んだことがらを敷衍しようと試みるが，（俗な表現ではあるが）木を見て森を見ていない．私が編集者へこの手紙を送るのは，そのためである．私自身，NCGT Newsletter の１人の編集者として，いつも真のデータの寄稿者として，ある”科学者たち”の海洋底地形という課題に関する自覚を促すために Sisyphus* のような義務を背負わなければならないことを感じてきた．地表の 70% 以上が海洋であることを考えると，私がこの雑誌の最新号で読んだわけのわからないことがらは，私たちが過去に学んだことがらを信頼しない，あるいは，それにもとづかない，まさにそのようなものである．

＊ 訳者注（ウィキペディア フリー百科事典 http://ja.wikipedia.org/wiki/ メインページから編集・簡略化）

Sisyphus（ラテン語）：シーシュポスはギリシア神話に登場する人物で，徒労を意味する「シーシュポスの岩」で知られる．シーシュポスはテッサリアー王アイオロスとエナレテーの息子で，兄弟にサルモーネウス，アタマースなどがいる．プレイアデス（ギリシア神話に登場する７人姉妹）のひとりであるメロペーを妻とし，グラウコス，オルニュティオーン，テルサンドロス，ハルモスをもうけた．

シーシュポスの岩（英：the stone of Sisyphus）：ゼウスは，シーシュポスの蛮行の罰として，タルタロスで巨大な岩を山頂まで押し上げるように命じた（この岩は，ゼウスが石に姿を変えたときのものと同じ大きさといわれる）．シーシュポスがあと少しで山頂に届くというところまで岩を押し上げると，岩はその重みで底まで転がり落ちてしまい，この苦行が永遠に繰り返される．

このことから「シーシュポスの岩」「Sisyphean labor」の語は，や「（果てしない）徒労」や，日本語の「賽の河原」を意味する．シーシュポスの末路を恥じたメロペーは，夜空に輝く星の姉妹から離れ，自らの姿を隠したという．これは，紀元前 2000 年の終わり頃，おうし座のプレアデス星団の星が一つ見えなくなった事実を示しているともいわれる．

少なくとも私にとって，もっとも目ざわりな例は，2014年のNCGT Journal v. 2, n. 2の矢野孝雄の”論文”である．私は，マルチビームソナー時代の幕開けの 1966 年に研究しはじめ，Ocean Survey Program で働き，1993 年に除隊するまでつづけてきた．合衆国海軍海洋局は，この期間に，少なくとも３隻の深海研究用船舶を運用してきた．測深調査では，一般に，全海洋底を網羅するように等間隔に測線が設けられる．私は，階層的に選択してこの測深結果を個々に公刊してきた．

さて，矢野の論文である．私はこの論文の査読を依頼され，それがダーウィン海膨という考え方にもとづいているのでそれを掲載不可とした．これは，Sisyphus の再来であった．私は，矢野によって概説された海域に関する多くの論文を公表してきた．その第１章は出版されていないが，私は水深について述べた．以下が，私が発見したことがらである：

１．彼は，はるか昔の Menard とその多数の支持者たちによって記述されたのと同様，海膨に関する夢のような見方を提示している．彼のいうダーウィン海膨を見渡したあとで，私は，3000 ～ 3100 尋（5550 ～ 5735m）の共通する水底深度をみつけた．それは，Caroline および Marcus-Wake 海山の周辺，芸者ギョー，オントンジャワ海台，ならびに Hess，Magellan および Shatskiy 海膨の周辺海域を含む．それゆえ，4.5km，4.0km および 3.5km 等深線が何にもとづいているのかを不思議に思わざるをえない．海膨を描き出しているこの同心円状の形態は，私が見たことあるいかなる正確な海底地形からも想定できない．そのような海底地形はなく，膨隆（swell）もない．

２　矢野は，「Smoot and King による同じ高度データから…．別の可能な等値線を描くことができ，それらはダーウィン海膨の概形を反映している可

能性がある」とコメントしている．この記述をおこなうために，彼はいくつかのデータ群，すなわち，彼のダーウィン海膨図のまさに中心に位置するMendocino断裂帯の二重海嶺（矢野の図３・図４）を無視しているようだ．彼は，72°N ～ 72°Sの範囲の重力データを収集したGeodetic Earth Orbiting Satellite（GEOSAT）による衛星高度データも無視せざるをえなかったのだろう．Bruce Leybourneと私は，海洋底の構造方向を解明するために，それらに合衆国海軍のハイパスフィルターを使った．その結果も，Bob Kingと私による解釈に合致する．

これらの仕事を行う期間に，私のSisyphusの役割をはたし，MenardやHeezenと彼らの同類に打ち勝ちための真のデータを公表し，おおくの巨礫を丘のうえに押し上げてきた．このような論文を雑誌で見ると，私がそれに関わったことがあるだけに，それにはまったくうんざりする．このような文献が検索できなくなるまで，私は巨礫を同じ丘のうえに押し上げつづけなくてはならない．

―ダーウィン海膨― Sisyphusと海洋学
- DARWIN RISE -SISYPHUS AND OCEANOGRAPHY

N. Christian SMOOT
6460 Falling Water Ln., Hoschton, GA 30648 USA　christiansmoot532@gmail.com

（ 矢野　孝雄［訳］）

要旨：要旨：西太平洋で掘削・ドレッジされた後期中生代の火山岩類，ならびに，ダーウィン海膨に関する古海底地形モデルを総説することによって，本稿では，ダーウィン海膨仮説が崩御したのか，復活したのか，を考察する．海膨の北西側2/3における広域的･多重的火山活動と，既報の３つの古海底地形モデルに関する検証にもとづくと，信頼すべきは海膨仮説の復活である，と結論される．
キーワード：*西太平洋，ダーウィン海膨，岩石の証拠，火山層序，ギョー，古海底地形*

まえがき

厚い海水層は，深海における地質調査を著しく困難にしている．技術的・経費的困難さを克服しながら，1872-76年のChallenger号探検以来，海洋底の堆積物や岩石を採取するために厖大な努力がはらわれてきた．こうして，古期・大陸性岩石を含む深海底試料が，1960年代以降，急速に集積されるようになった（(Meyerhoff and Meyerhoff, 1974; Udintsev, 1990; Meyerhoff et al., 1992; Pratt, 2000; Rezanov, 2002; Wezel, 2005; Vasiliev and Yano, 2006, 2007; Yano et al., 2009, 2011; Vasiliev et al., 2012).

初めての地球地質図として出版されたJaskevich［編］(2000) の ”The Geological Map of the World（縮尺 1: 15,000,000）は，大陸と海洋に共通する凡例で全世界の地質を描出することに成功した．海洋における地質データは依然として希少であるが（Vasiliev, 2006），海洋における地史を研究する際には，可能なかぎり岩石データにもとづくべき新時代を迎えている．

Menard（1964）は，多数のギョー（Hess, 1946）の頂部にみられる波食面の深度にもとづいて，後期中生代の西太平洋にダーウィン海膨が存在していたと提唱した．提案された海膨は，幅4,000km，長さ10,000km，高さ2kmの超巨大な海底地形の膨隆（swell）であり，大容積の多数の火山と群島周縁斜面（archipelagic aprons）をともない，その起源は伏在する上部マントルの上方への熱的膨張に求められた．プレートテクトニクス仮説が広く認められるようになると，人々の関心は太平洋リソスフェアの水平運動に集中し，ダーウィン海膨はほとんど顧みられなくなった．ところが，1970年代以降に掘削ならびにドレッジのデータが集積された結果，後期中生代の西太平洋に広汎な火成活動と鉛直運動が起こったことが確証された．こうしてSchlanger et al.（1981, p. 447）は，プレートテクトニクス場におけるダーウィン海膨の ” 復活（rehabilitating）” を宣言した．いっぽう，Smoot and King（1997）は，彼らが西大西洋中央部で復元した線状の古海底地形がこの海膨に矛盾するとして，ダーウィン海膨の崩御を主張した．

本稿は，ダーウィン海膨が復活したのか，それとも，崩御したのか，という問題を，(1) 岩石の証拠にしたがって，西太平洋における後期中生代の広域的火山活動の実在性を検証すること，そして，(2) 西太平洋において提案された後期中生代の古海底地形モデルを比較検討することによって，解明することを目的とする．それは，太平洋の後期中生代構造発達

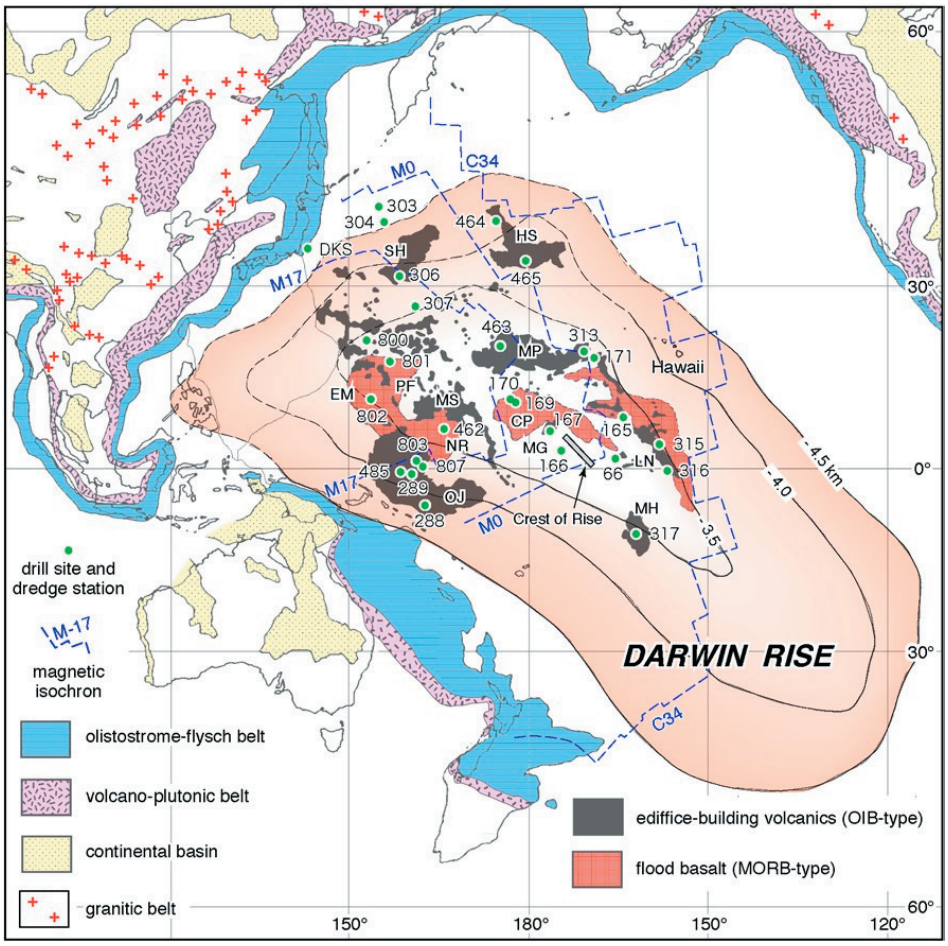


図１　西太平洋の構造図（Yano, 2014 の Fig. 3 の一部）．この構造図には，Vogt（1989）による磁気等時線のうち３つの代表的な等時線，ならびに，図２に示される後期中生代火山岩層の掘削・ドレッジ地点が付されている．CP：中央太平洋海盆，EM：東マリアナ海盆，HS：ヘス海膨，LN：ライン諸島，MG：マゼラン海膨，MH：マニヒキ海膨，MP：太平洋中央海山群，MS：マーシャル諸島，NR：ナウル海盆，OJ：オントンジャワ海台，PF：ピガフェッタ海盆，SH：シャツキー海膨．

史がアセノスフェア慣性流動の影響をうけた太平洋規模の超巨大プリューム頭部と上載リソスフェアとの重力不安定に駆動されたとする Yano（2014）に対する Smoot（2014）の疑義への私からの回答でもある．

西太平洋における後期中生代の広域的火山活動

後期中生代の火山岩類

西太平洋におけるドレッジ１地点と掘削 27 地点で採取された後期中生代の火山岩類は，図２にまとめられる（Daiichi-Kashima Seamount [DKS]: Research Group for the Daiichi-Kashima Seamount, 1985; Sites 303, 304, 307 and 306: The Shipboard Scientific Party, 1975c, d, f and e, respectively; Sites 464 and 465: Shipboard Scientific Party, 1981c and d; Sites 800-802: Shipboard Scientific Party, 1990a-c; Site 585: Shipboard Scientific Party, 1986; Sites 807 and 803: Shipboard Scientific Party, 1991b and a; Sites 289 and 288: The Shipboard Scientific Party, 1975b and a; Site 462: Shipboard Scientific Party, 1981a; Sites 169 and 170: The Shipboard Scientific Party, 1973d and e; Site 166: The Shipboard Scientific Party, 1973b; Site 66: The Shipboard Scientific Party, 1971; Site 167: The Shipboard Scientific Party, 1973c; Site 463: Shipboard Scientific Party, 1981b; Site 313: The Shipboard Scientific Party, 1975g ; Site 171: The Shipboard Scientific Party, 1973f; Site 165: The Shipboard Scientific Party, 1973a; Sites 315-317: The Shipboard Scientific Party, 1976a-c）．それらは，岩相および地球化学特性にもとづいて凝灰岩／火山ガラス，火山砕屑性タービダイト，および玄武岩溶岩（高アルミナ，OIB［海洋島玄武岩］タイプ，漸移タイプ，および MORB［中央海嶺玄武岩］タイプ）に区分される．掘削された火山砕屑性タービダイト層は，最大層厚２～ 3m で，浅海砂，礁性の石灰岩・化石，燐灰石，高等植物片，および，陸上風化玄武岩岩屑を含む．したがって，それらは，図 3-2 および -3 に描かれたように，近傍にあった炭酸塩礁を伴う海山から供給されたとみられる．

後期中生代火山岩類の編年

西太平洋には，水深５～ 6km の深海平原から屹立する多くの海台や多数の海山が存在する．それらは，北緯 30° ～南緯 30° の赤道地帯にとくに集中している．深海平原は，海台，海山群および海山列によって仕切られていて，いくつかの海盆に区分される（図１）．ドレッジ・掘削された火山岩類は，西太平洋

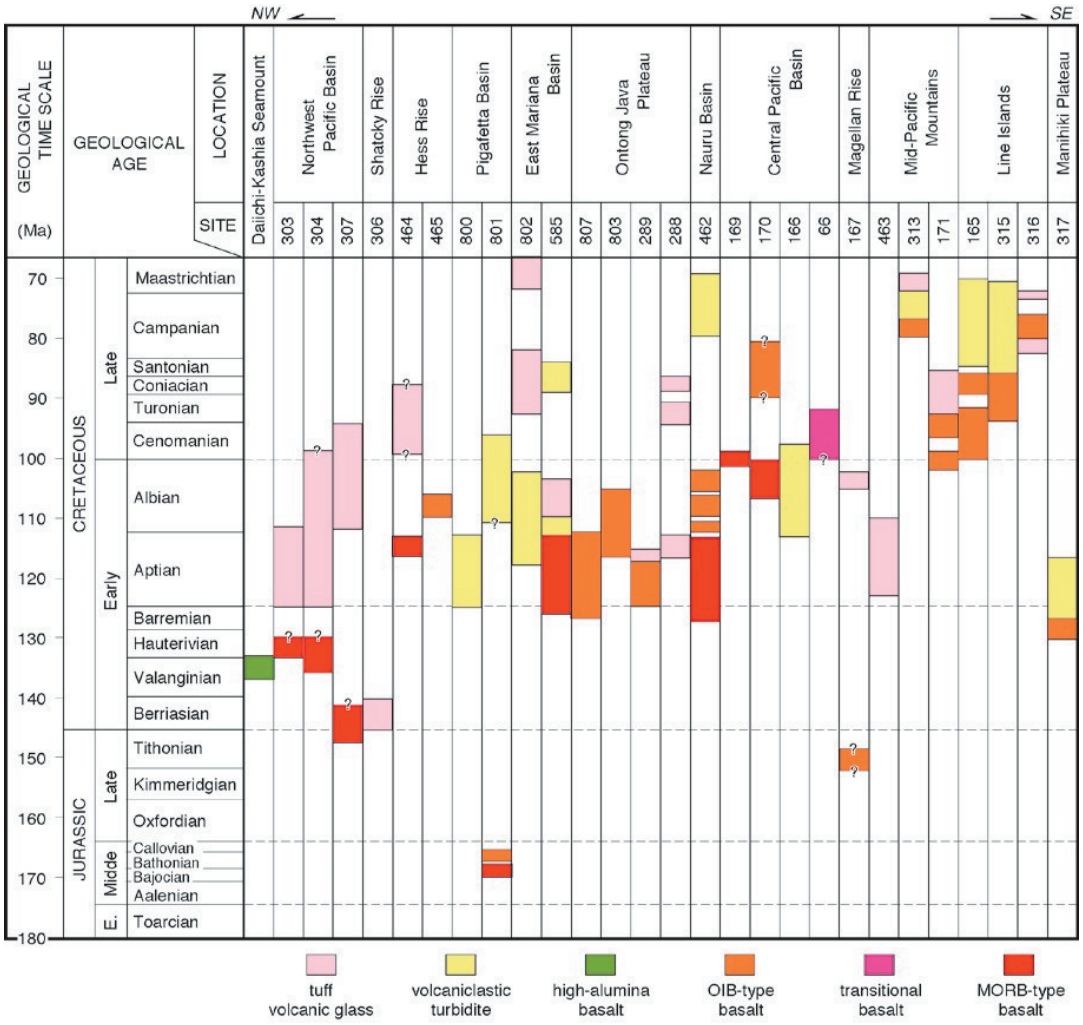


図２　西太平洋におけるドレッジ１地点と掘削 27 地点で採取された後期中生代火山岩類（Yano and Wu, 1997; Yano et al., 2001 を修正）．位置は図１参照．

における後期中生代火成活動が全体としてみると継続的に発生していて，４つのステージ（中期ジュラ紀，ジュラ紀末期～前期白亜紀前半，前期白亜紀後半，および後期白亜紀）に区分される（図２）．

中期ジュラ紀

太平洋でもっとも古いジュラ紀の海洋地殻を発見しようとする 20 年間の試みの末に，ODP Leg 129 は，赤道西太平洋のピガフェッタ海盆［PF］の Site 801（図１および図２）で後期ジュラ紀～白亜紀初期（カロビアン／バトニアン～バランギニアン）の放散虫岩におおわれた中期ジュラ紀玄武岩類の掘削に成功した．掘削された層厚 131m の玄武岩溶岩流は，上部層（157.4 ± 0.5Ma の OIB タイプのアルカリかんらん石玄武岩）と下部層（166.8 ± 4.5Ma の典型的な N［normal］-MORB タイプのソレアイト）からなる（Floyd and Castillo, 1992; Pringle, 1992）．

下部の MORB タイプ玄武岩溶岩流の放射年代と M 系地磁気縞模様から推論された予測年代がほぼ一致したことから，この MORB タイプソレアイトは中央海嶺で形成された，と一般には考えられている．ところが，Leg 129 によって解明された震探層序と堆積史を総括した Abrams et al.（1992）は，慎重に推論し，この火成岩基盤は”かならずしも layer 2 であるわけではない”と述べた．というのは，西太平洋における後期中生代の火成活動は長期間にわたる多重的活動であり（図２），しかも，次に記述するように，白亜紀の MORB タイプ溢流玄武岩は西太平洋の広大な範囲に同時的に広がっているからである（図１）．つまり，Site 801 で掘削されたジュラ紀 MORB タイプ玄武岩類は，中央海嶺ではなく，海盆を広く覆って流出した海洋底溢流玄武岩類である可能性を保持しているのである．

ジュラ紀末～前期白亜紀前半

ジュラ紀末～前期白亜紀前半の火山岩類（図２）は，年代精度は良くないものの，次の地点で報告され，また，予測されている．すなわち，それらは，北西太平洋海盆の Sites 303, 304 および 307 で掘削された MORB タイプソレアイト（Marshall, 1975; Moberly and Larson, 1975），シャツキー海膨 Site 306 のベリアシアンのチャートとナンノチョーク（含：火山ガラス）に覆われた未掘削の音響学的基盤（The Shipboard Scientific Party, 1975e），および，マゼラン海膨の Site 167 の OIB タイプアルカリ玄武岩（Bass et al., 1973）である．

このステージにおける注目すべき存在は，日本海溝

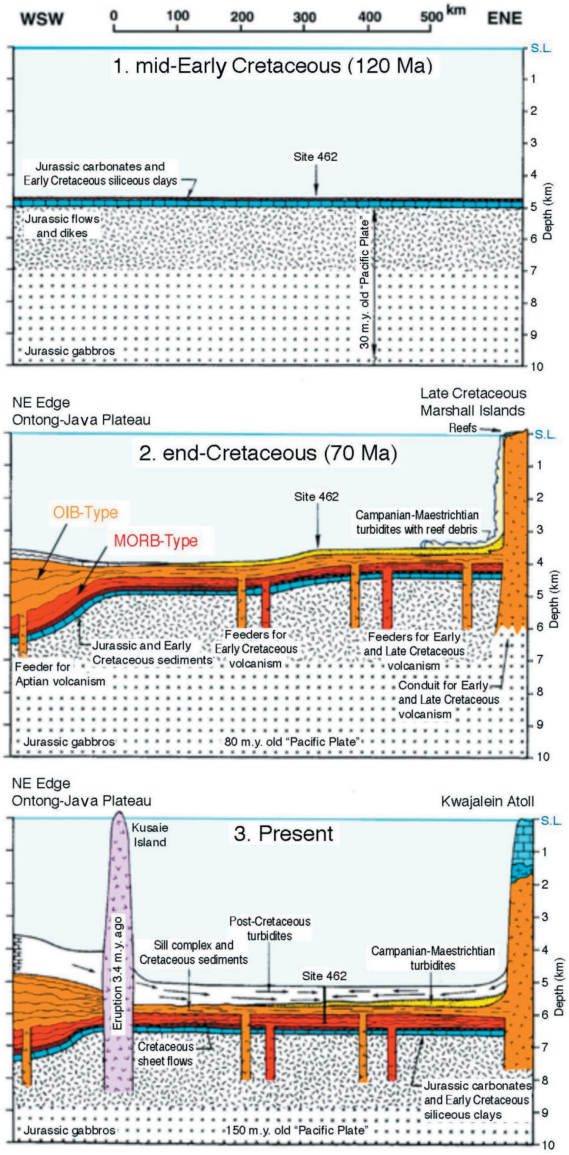


図３　赤道西太平洋のナウル海盆における造構－火成活動史（Larson and Schlanger, 1981 を改変）．海盆［NR］の位置は図１，DSDP Site 462 の火山岩類については図２を参照．白亜紀末以降の広域的沈降量は，1.5 ～ 2.0 km と見積もられている．

最南部の第一鹿島海山である．この海山は，アルビアン前期および，おそらくはバレミアンの礁性炭酸塩岩に覆われている．この海山からドレッジされた基盤岩石は，ほとんどが高アルミナ玄武岩で，少量の斜長流紋岩と真珠岩を伴い，125 ± 25　Ma の Rb-Sr アイソクロン年代を示す（Research Group for the Daiichi-Kashima Seamount, 1985）．この高アルミナ玄武岩は，おそらくは活動的大陸縁の造構環境で形成されたと考えられている．

前期白亜紀後半

前期白亜紀後半（アプチアン～アルビアン）の火山岩類は，確認されたなかでは，もっとも大量で，西太平洋の広大な範囲に分布している（図１・図２）．それらの層厚は，掘進長が約 500m 以下であるために，まだよくわかっていない．たとえば，図１に示されるオントンジャワ海台［OJ］をつくる山体形成複合岩体は数 km の厚さに達すると推論されている（Tarduno et al., 1991）．

このステージの火山活動は２つのスタイルに区分され，それらは地形特性に深くかかわっている（図１）．１つは，海盆中に MORB タイプ玄武岩溶岩流を噴出した溢流火山活動であり，もう１つは海台や海山を形成したもので，OIB タイプ玄武岩類を累重させた山体形成火山活動である．たとえば，Larson and Schlanger（1981）は，ナウル海盆（図１［NR］および図２）におけるこれら２つのスタイルの火山活動を次のように描いている；

海盆の海洋地殻を形成したと想定されるジュラ紀の火成活動（図 3-1）の後に，アプチアンの溢流玄武岩類（MORB タイプ）がナウル海盆底を覆い，アルビアンの山体形成玄武岩類（OIB タイプ）が南東側のオントンジャワ海台と北東側のマーシャル諸島 Kwajalein 環礁を形成した（図 3-2）．MORB タイプの溢流玄武岩類と随伴するシル群は中央海嶺ではなく，いくつかの海盆（図１），たとえば，東マリアナ海盆［EM］とピガフェッタ海盆［PF］南部（Abrams et al., 1992），ナウル海盆［NR］（Larson and Schlanger, 1981），および中央太平洋海盆［CP］（Winterer, 1973）に流出したことが注目される．さらに，このステージには火山砕屑性タービダイトが比較的多量に形成されていることから（図２），炭酸塩礁をもつ多くの海山やいくつかの巨大な海台がこのステージに形成されたと推論されている（たとえば，図３）．このような前期白亜紀後半の厖大な火山岩類は（図１・図２），西太平洋における後期中生代火成活動の極大期を示すものであろう．

ちなみに，ピガフェッタ，マリアナ，ナウル，および太平洋中央海盆では（図１），MORB タイプ溢流玄武岩類と随伴シル群は，伏在するであろうジュラ紀堆積物と海洋地殻の中に密集して形成された断裂系を通じて噴出しただろう（たとえば，図 3-2）．この密集火道は，掘削された玄武岩溶岩が一般に薄い溶岩流（厚さ：数 10cm ～ 2，3m）が累重したものであり，多くの入り組んだ周縁急冷相をもっていて，溶岩流が長距離にわたって流動した可能性を排除する（Larson and Schlanger, 1981）．前期白亜紀後半の溢流玄武岩類は，白亜紀正磁極期に獲得した均一な正磁化を示す（Steiner, 1981）．そのいっぽうで，これらの海盆では，中期～後期ジュラ紀の連続性のよい”M 系” 地磁気異常が認定される．そうだとすると，次の２つのパラドクスが生じる（Larson and Schlanger, 1981）：１）ジュラ紀の地磁気縞模様は，それらを覆っている前期白亜紀後半の正磁化溢流玄武岩類によって消去されないのはなぜか？，２）前期白亜紀後半ので厖大な広域火成活動は，伏在するジュラ紀海洋地殻中に密集する火道系を通じてもたらされたものであり，ジュラ紀の地磁気縞模

様を熱的・構造的に腐食・破壊しなかったのはなぜか？ Nakanishi et al. (1992) によって Phoenix セット (M17-M29) に関する部分的解釈にもかかわらず，地磁気縞模様の担体（群）は依然として未解明なパラドクスとして残されている．

後期白亜紀

後期白亜紀火山岩類には OIB タイプの火山岩類が卓越し，火山砕屑性タービダイトもかなり豊富である（図２）．これらの事実は，後期中生代火成活動の最終段階が活発な山体形成火山活動によって特徴づけられることを示す．火山岩類のほとんどは，太平洋中央海山群，ライン諸島，マーシャル諸島に分布し，北西側縁辺域には存在しない（図２）．

白亜紀末頃に，火山体頂部が深海堆積物や急成長する礁複合岩体に覆われ，広域的で長期的な沈降がはじまったことを反映する（図 3-3：Schlanger et al., 1981；Larson and Schlanger, 1981）．山体形成火山活動のなごりが，たとえば，Eniwetok では始新世まで（Schlanger, 1963），ナウル海盆の Kusaie 島（図 3-3）では鮮新世まで継続した．

後期白亜紀に優勢な OIB タイプ火山活動は部分溶融率の減少，そして / あるいは，マグマ分離深度の増大を示唆し，いずれも給源マントルの冷却を物語っている．白亜紀末以降の火山活動の急速な衰退と広域的沈降（たとえば，図 3-3）は，それゆえに，給源マントルの全般的冷却に由来するだろう（Yano et al., 2001）．

ダーウィン海膨に関する古海底地形モデル

ギョー高度，すなわち，周辺の広域的海洋底から波浪侵食面に位置する火山斜面上端までを測定した高さは，ギョーが沈水しはじめたときの海水準を記録している．したがって，ギョー高度は，周辺の海洋底の古水深をあらわすことになる．ギョー頂部の波浪侵食面の現水深は，沈水以降の全沈降量に相当する．広域的な膨隆（swell）の上にあるギョーが，その後，膨隆が平坦になると，ギョー深度はサッグ（盆）状になると予測される（図４：Smoot and King, 1997）．

”ギョー高度”と”ギョー深度”という用語は，以下では，ギョー頂部の波浪侵食面の高度と深度を示すのに用いられ，それは堆積物表面の高度と深度ではない．ダーウィン海膨については，これまでに３つの古海底地形モデルが知られている；

Menard (1964) の図 6.14 にもとづく推測モデル

Mernard (1964) は，北東および南東太平洋を含む太平洋全域にわたる多数のギョーの深度を示したが，等深線は図示されていない（詳細は彼の Fig. 6.14 参照）．著しく推測的ではあるが，等深線を描き加えた図５をみると，西太平洋の NW-SE 方向の巨大盆状沈降部がダーウィン海膨の凡その範囲に現われる．その他の特徴として，東太平洋海膨域における相対的隆起と，太平洋北西縁および南東縁における今日の海溝に沿った沈降が認められる（図５）．ギョー深度データとその等深線の描画は，当然のことながら，最新のデータにもとづいて改良される必要があるが，この Menard モデルは太平洋海盆における後期中生代以降の累積沈降量分布の原型を示すものだろう．

Menard (1979) の実深度モデル

ダーウィン海膨 (Menard, 1964) という概念には，その誕生以来，海洋プレートの経時的冷却沈降概念（たとえば，Hess, 1962；Mckenzie, 1979）との間で論争が絶えなかった．Menard (1979) はいちど自らの仮説を放棄したが，後期中生代の広域的火成活動がダーウィン海膨の北西部 2/3 を覆って発生したという事実（たとえば，Larson, 1991a:図１・図２）にもとづいて，Menard (1984) はこの仮説にたちもどった．復帰に際して，海膨の範囲がミクロネシア中央部に縮小された．すなわち，実沈降量の WNW-ESE 方向の盆状分布（図６A［オレンジ色の等値線］）にもとづいて，ダーウィン海膨は幅 1,000km，長さ 2,000km，高さ 1.0 ～ 1.6km の著しく小規模なものとされた．

Smoot and King (1979) の線状モデル

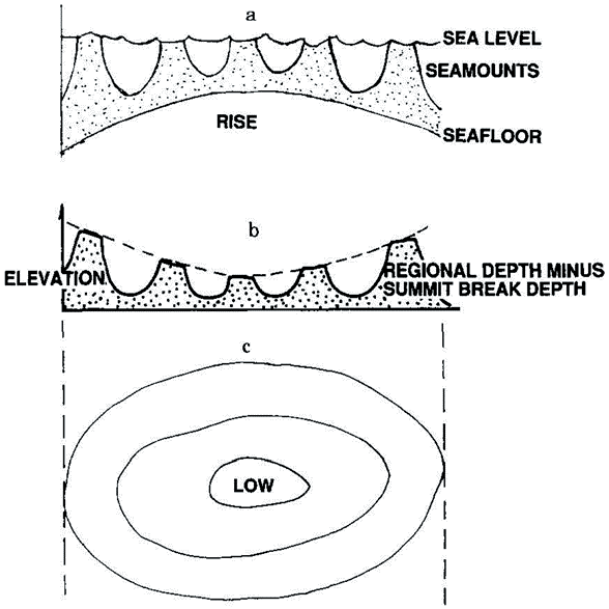


図４　ダーウィン海膨の沈降様式に関する図解（Smoot and King, 1997 の図１：版権者の許可をえて転載）；(a) かつてのギョー高度は，海膨の周縁部よりも中心部で小さかった．(b) 残存する地形．(c) ギョーの頂部平坦面と広域的深度との差の同心状分布パターン．

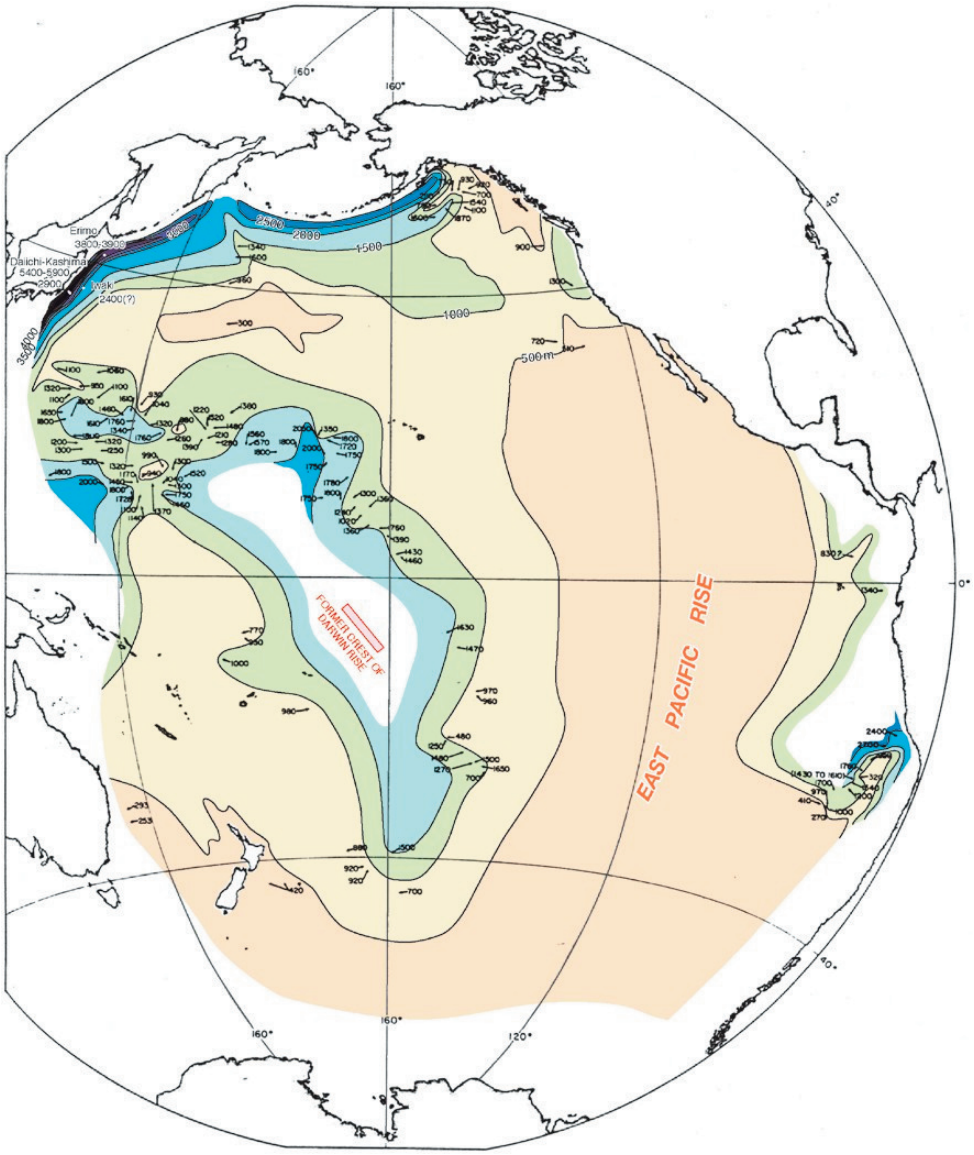


図５　太平洋におけるギョー深度データ（Menard, 1964の図6.14による）および追加データにもとづくにギョー深度の推測等深線図．追加データは，第一鹿島海山の5,400 ～ 5,900mおよび3,900m（Research Group for Daiichi-Kashima Seamount, 1976; Research Group for the Daiichi-Kashima Seamount, 1985; Cadet et al., 1987; Shiba, 1988; Konishi, 1989），磐城海山の2400 (?) m（Masalu et al., 2001），および，襟裳海山の3,800 ～ 3,900m（Cadet et al., 1987; Dubois and Deplus, 1989）．

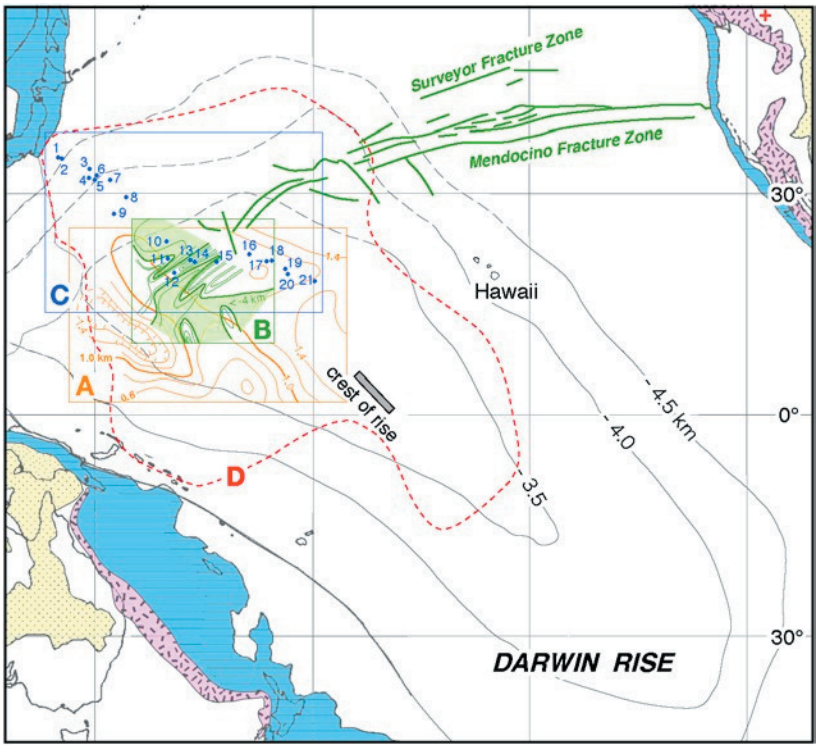


図６　図１の一部に重ね合わせて示されたダーウィン海膨に関するデータセットA～D．A［オレンジ色］：約100 Maのギョーの実沈降量分布（Menard, 1984の図４にもとづく）．B［緑色］：Surveyor-Mendocino断裂帯の南西延長部における80 ～ 100 Maのギョーから求められた広域的等深線図（Smoot and King, 1997にもとづく：等深線間隔は0.2kmで，陰影部は-4 km以深）．C［青色］：後アルビアンのカルスト不整合を示すギョーの位置（van Waasbergen and Winterer, 1993），1: 拓洋第一，2: 拓洋第二，3: "Winterer", 4: "Charlie Johnson", 5: "Stout", 6: "Thomas Washington", 7: Isakov, 8: Makarov, 9: MIT, 10: "Scripps", 11:"Lamont", 12: "Pot", 13: "Vibelius", 14: "Wilde", 15: "Woods Hole", 16: Darwin. 17: "Heezen", 18: Resolution, 19: "Caprina", 20: "Jacqueline", 21: Allison. D［赤色］：後期中生代火山岩類の分布が確認された範囲（詳細は図１参照）．

Smoot and King (1979) は，ミクロネシア東部に分布する 60 のギョーの等深度線を描いた（147°E ～ 173°E /10°N ～ 27°N の矩形範囲：図６B［緑色］）．彼らは，彼らの図を特徴づける NE-SW 方向の線状パターンが図４に示された盆状形状とはまったく違っていて，また，ダーウィン海膨の NW-SE の一般方向に矛盾することにもとづいて，ダーウィン海膨の崩御を主張した．

崩御したのか，復活したのか？

ダーウィン海膨は，崩御したのか，それとも，復活したのか？　この課題を，ここでは（1）後期中生代の西太平洋で提案された，上述の３つの古海底地形モデル（図５・図６），および（2）西太平洋で発生した後期中生代の広域的火山活動（図１・図２）にもとづいて考えてみよう．その理由は，ダーウィン海膨仮説（Menard, 1964）が２つの要素―巨大な膨隆地形と，広域的に同時発生した火成活動で構成されているからである．

ダーウィン海膨の崩御

Smoot and King（1997）によって主張されたダーウィン海膨の崩御は，４つの理由によって，妥当ではないと考えられる：

唯一解でない等値線描画

Yano（2014）は，Smoot and King（1997）のギョー高度データにもとづいて NW-SE 方向の等値線の描画（彼の Fig. 13）も可能であることを示し，次のように指摘した：「彼らの等値線の描画は，Surveyor/Mendocino 断裂帯をひどく重視」していて，「いずれにしても，両者はともに唯一解ではない」，と．

私のこの指摘に対する Smoot（2014）のコメントにもかかわらず，彼らの Surveyor/Mendocino 断裂帯の偏重は，彼ら自身の次の記述からも明らかである：「ひとたび［ギョー（訳者）］高度が図示されれば，それらにもとづいて等値線を描くのはかんたんなことである」が，「最新の統合的な地磁気縞模様（Nakanishi et al., 1992）を等値線の描画のガイドとして一部で利用した」(両文は p. 228)．”M 系” 地磁気縞模様はギョー高度からは独立したパラメータであることは確実で，それらの縞模様の担体は前述のとおり不明である（Larson and Schlanger, 1981）にもかかわらず，彼らの等値線の描画には，すくなくとも「一部で」地磁気縞模様による「ガイド」が必要であったことを意味している．

等値線描画域の不一致

Smoot and King（1997）は「この研究では限られた地理的範囲について記述される（Fig. 2)」と述べている．彼らの「限られた地理的範囲」が，Menard (1979) の実沈降量図（図６A［オレンジ色］，詳細は Smoot and King の p. 224 参照）のうち，ミクロネシア中部の盆状領域を指していることは明らかである．それにもかかわらず,Smoot and King（1997）の等値線図（図６B［緑色］）は，Menard（1979）の地図の「限られた範囲」にわずかに重なるだけであり，相互に比較することはほとんど不可能である．Smoot and King（1997）の図は，もともとのダーウィン海膨の広大な範囲（図１・図６）をカバーしていない．それゆえ，比較できることがらは，等深線の一般的方向に限られる．ところが，彼らの等深線の描画は前述したように Surveyor/Mendocino 断裂帯を偏重していて，また唯一解でもなく，別の等深線を描くことも可能である（たとえば，Yano, 2014 の Fig. 13）．Smoot and King（1997）が主張するダーウィン海膨の崩御は，それゆえに，決定的なものではない．崩御の主張には，彼らの等深線描画を唯一解にし，彼らのギョー高度図の範囲を少なくとも後期中生代火山岩類の分布範囲（図６D［赤色］）に拡大することが求められる．

アプチアン末の広域的隆起運動

拓洋第二海山から太平洋中央海山群にいたる約 5,000 × 1,500km の範囲（図６C［青色］）に分布する 21 のギョーを覆う礁性石灰岩は，Smoot and King（1997）が等値線を描いた範囲（図６B［緑色］）を斜めによこぎる．これらの石灰岩には,共通して,後アルビアン／先チューロニアン期に形成されたカルスト不整合が形成されている（McNutt et al., 1990; Winterer and Sager, 1995; van Waasbergen and Winterer, 1993, Winterer, 1998）．この不整合は，相対的海水準が広域的に約 200m 低下したことを示す（たとえば，図７）．この侵食期間に相当する汎世界的海水準低下は知られていないので，その原因は造構的隆起運動に求められている．このように，アルビアン末の隆起運動は西太平洋北西部の広大な領域が一体的に，系統的な造構運動を行ったことを示唆している．この広域的隆起運動は，崩御していない，生きているダーウィン海膨における白亜紀中頃に活性化した造構－火成活動の最後の極盛期（図２）を示すものであろう．

後期中生代広域的火成活動の無視

Smoot and King（1997）および Smoot（2014）は，ダーウィン海膨仮説（Menard, 1964）を構成する２つの要素のうち１つを無視している．西太平洋における後期中生代の広域的火成活動の実在性は，ダーウィン海膨の南東 1/3 を除くと，掘削・ドレッジされた多数の岩石によって証明されたように思われる（図１･図２）.ダーウィン海膨の復活宣言(Schlanger et al., 1981）は，古水深データではなく，岩石の証拠にもとづいてなされたことが思い出されるべきである．Smoot and King（1997）および Smoot (2014) の崩御論を証明するには，これらの岩石の

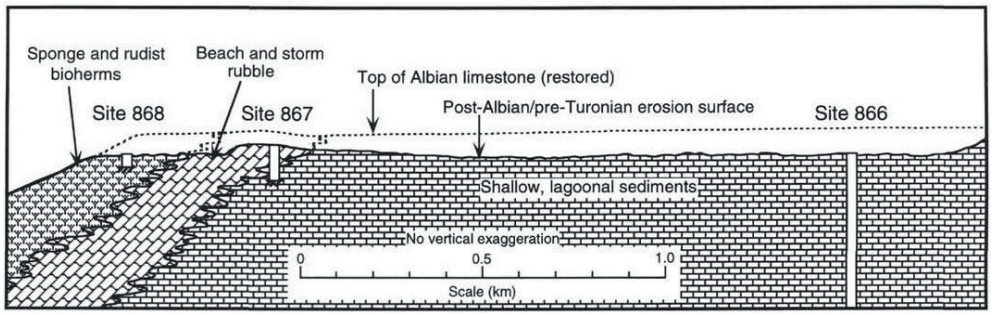


図７　太平洋中央海山群のResolutionギョー頂部の後アプチアン／先チューロニアンの侵食間隙（Winterer and Sager, 1995）．位置は図6-18参照．侵食された石灰岩の層厚は，ギョー中央付近に残存層から見積もられた（Winterer and Sager, 1995のFigures 12 and 13参照）．

証拠そのものを否定するか，彼らのモデルを西太平洋の広範囲に同時発生した火成活動を説明できるように改良することが不可避である．

ダーウィン海膨の復活

西太平洋の$10^7 km^2$スケールの広大な範囲（図１）におよぶ厖大な火山岩類が，少なくとも55 m.y.，活動がジュラ紀中期にはじまったとすると90 m.y.にわたって（図２）活動したことは確実であろう．このような同時的で広汎な，そして長寿命の火山活動（図３）は，中央海嶺沿いでの火山活動とも，また，Morgan（1972）のホットスポット概念とも整合しない（Schlanger and Premoli Silva, 1981; Larson and Schlanger, 1981）．このような広域的火山活動は伏在する上部マントルの地温勾配の大規模変化に由来するものであり（Hsü and Schlanger, 1968），おそらくは，スーパープリューム（Larson, 1991a, b）に起因したのであろう．こうして，Schlanger et al.（1981）は，上述したように多数の岩石の証拠にもとづいて,ダーウィン海膨の復活を宣言した．

復活を完全なものにするための課題は，(1) 海膨の残り1/3における掘削とドレッジ，ならびに，(2) 最新のデータにもとづいて後期中生代太平洋海盆の古地形を詳細かつ全般的に復元することである．両課題の完遂は容易でないが，それらは，Menard（1964）によって半世紀前に試みられ，意図されたように，太平洋の起源に関する研究を大幅に前進させるにちがいない．

結　論

この論文は，西太平洋で掘削・ドレッジされた後期中生代の火山岩類（図１･図２），ならびに，ダーウィン海膨に関する古海底地形モデル（図５・図６）を総説して，ダーウィン海膨仮説（Menard, 1964）が崩御したのか，復活したのかを考察し，後者のほうがかなり信頼できると結論した．ダーウィン海膨のより詳細な全史を解明するための課題は，海膨の南東1/3における地質調査，上部マントルに達する超深層掘削，太平洋海盆全体にわたる古海底地形研究，および，地質学，地形学，地球物理－化学の学際的統合である．

近年，海洋底の岩石学的証拠―世界中の海洋の200地点以上で発見された古期・大陸性岩石（Vasiliev et al. 2012）を含む―の集積が進み，おそらく遠からずして，世界中の海洋の起源と歴史に関する全般的なみなおしが避けられなくなるだろう．本稿で考察した太平洋における後期中生代の古海底地形と造構－火成活動は，そのようなみなおしの際にはいっそう重要視されるだろう．

謝辞：本稿のダーウィン海膨に関する岩石の証拠は，私たちの先行する共同研究にもとづいて総説された．私は，これらの研究の共著者，呉　根耀と松本征夫に御礼申し上げる．私は，引用した図面の版権者，関心とコメントを寄せられたN. Christian Smoot，ならびに，この原稿の提出を励ましてくださった編集者に深く感謝申し上げる．

文　献

Abrams, L.J., Larson, R.L., Shipley, T.H. and Lancelot, Y., 1992. The seismic stratigraphy and sedimentary history of the East

Mariana and Pigafetta Basins of the western Pacific. In: Larson, R.L., Lancelot, Y., et al., Proc. ODP, Sci. Res., v. 129, p. 551-569, College Station, TX (Ocean Drilling Program).

Bass, M.N., Moberly, R., Rhodes, J.M., Shih, C.-y. and Church, S.E., 1973. Volcanic rocks cored in the Central Pacific, Leg 17, Deep Sea Drilling Project. In: Winterer, E.L., Ewing, J.I., et al., Init. Repts. DSDP, v. 17, p. 429-503, Washington D.C. (U.S. Govt. Printing Office).

Cadet, J.-P., Kobayashi, K., Aubouin, J., Boulègue, J., Deplus, C., Dubois, J., von Huene, R., Jolivet, L., Kanazawa, T., Kasahara, J., Koizumi, K., Lallemand, S., Nakamura, Y., Pautot, G., Suyehiro, K., Tani, S., Tokuyama, H. and Yamazaki, T., 1987. The Japan Trench and its juncture with the Kuril Trench: cruise results of the Kaiko project, Leg 3. Earth Planet. Sci. Lett., v. 83, p. 267-284.

Dubois, J. and Deplus, C., 1989: Gravimetry on the Erimo Seamount, Japan. Tectonophysics, v. 160, p. 267-215.

Floyd, P.A. and Castillo, P.R., 1992. Geochemistry and

petrogenesis of Jurassic ocean crust basalts, Site 801. In: Larson, R.L., Lancelot, Y., et al., Proc. ODP, Sci. Results, v. 129, p. 361-388, College Station, TX (Ocean Drilling Program).

Hess, H.H., 1946. Drowned ancient islands of the Pacific Basin. Amer. Jour. Sci., v. 244, p. 772-791.

Hess, H.H., 1962. History of ocean basins. In: Engle. A., James, H. and Leonard, B. (eds.), Petrological Studies: A Volume in Honor of A.F. Buddington, 599-620, Geol Soc Amer.

Hsü, K.J. and Schlanger, S.O., 1968. Thermal history of the upper mantle and its relation to crustal history of the Pacific Basin. Proceedings of the 23rd International Geological Congress, v. 1, p. 91-105.

Jatskevich, B.A. [ed.], 2000. The Geologic Map of the World (Scale 1:15,000,000). Ministry of Natural Resources of the Russian Federation.

Konishi, K., 1989. Limestone of the Daiichi Kashima Seamount and the fate of a subducting guyot: fact and speculation from the Kaiko Nautile" dives. Tectonophysics, v. 160, p. 249-265.

Lancelot, Y., Larson, R.L. et al., 1990. Proceedings of the Ocean Drilling Program, Initial Reports, Volume 129. 488 p., College Station, TX (Ocean Drilling Program).

Larson, R.L., 1991a. Latest pulse of Earth: Evidence for a mid-Cretaceous super plume. Geology, v. 19, p. 547-550. Larson, R.L., 1991b. Geological consequences of superplumes. Geology, v. 19, p. 963-966.

Larson, R.L. and Schlanger, S.O., 1981. Geological evolution of the Nauru Basin, and regional implications. In: Larson, R.L., Schlanger, S.O., et al., Init. Repts. DSDP, v. 61, p. 841-862, Washington D.C. (U.S. Govt. Printing Office).

Marshall, M., 1975. Petrology and chemical composition of basaltic rocks recovered on Leg 32, Deep Sea Drilling Project. In: Larson, R.L., Moberly, R., et al., Init. Repts. DSDP, v. 32, p. 563-570, Washington D.C. (U.S. Govt. Printing Office).

Masalu D.C.P., Ogawa, Y. and Kobayashi, K., 2001. Bathymetry of the Joban Seamount Chain, Northwest Pacific. Mar. Geol., 173, 87-96.

Matsuoka, A., 1992. Jurassic and Early Cretaceous radiolarians from Leg129, Sites 800 and 801, western Pacific Ocean. In: Larson, R.L., Lancelot, Y., et al., Proc. ODP, Sci. Results, v. 129, p. 203-220, College Station, TX (Ocean Drilling Program).

Mckenzie, D.P., 1967. Some remarks on heat flow and gravity anomalies. Jour. Geophys. Res., v. 72, p. 6261-6273.

McNutt, M.K., Winterer, E.L., Sager, W.W., Natland, J.H. and Ito G. 1990. The Darwin Rise: a Cretaceous superswell? Geophys. Res. Lett., v. 17, p. 1101-1104.

Menard, H.W., 1964. Marine Geology of Pacific. MacGraw-Hill, New York, 255 p.

Menard, H.W., 1973. Very like a spear. In: Cecil, C.J. (ed.), Two Hundred Years of Geology in America. Proceedings of the New Hampshire Bicentennial Conference on the History of Geology, p. 19-30, University Press of New England, Hanover, N.H. Menard, H.W., 1984. Darwin Reprise. Jour. Geophys. Res., v. 89, p. 9960-9968.

Meyerhoff, A.A. and Meyerhoff, H.A., 1974. Tests of plate tectonics. Amer. Assoc. Petrol. Geol. Mem. , no. 23, p. 43-145.

Meyerhoff, A.A., Agocs, W.B., Taner, I., Morris, A.E.L. and Martin, B.D., 1992. Origin of midoceanic ridges. In: Chatterjee, S. and Hotton, III, N., (eds.), New Concepts in Global Tectonics. p. 151-178. Texas Tech. University Press, Lubbock.

Moberly, R. and Larson, R.L., 1975. Mesozoic magnetic anomalies, oceanic plateaus, and seamount chains in the northwestern Pacific Ocean. In: Larson, R.L., Moberly, R., et al., Init. Repts. DSDP, v. 32, p. 945-956, Washington D.C. (U.S. Govt. Printing Office).

Morgan, J.W., 1972. Convection plumes and plate motions. Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull., v. 56, p. 203-213.

Nakanishi, M., Tamaki, K. and Kobayashi, K., 1992. Magnetic anomaly lineations from Late Jurassic to Early Cretaceous in the west-central Pacific Ocean. Geophys. Jour. Int., v. 109, p. 701-719.

Pringle, M.S., 1992. Radiometric ages of basaltic basement recovered at Sites 800, 801, and 802, Leg 129, western Pacific Ocean. In: Larson, R.L., Lancelot, Y., et al., Proc. ODP, Sci. Results, v. 129, p. 389-404, College Station, TX (Ocean Drilling Program).

Pratt, D., 2000. Plate tectonics: A paradigm under threat. Journal of Scientific Exploration, v. 14, p. 307–352.

Research Group for Daiichi-Kashima Seamount, 1976. Topography and geology of Daiichi-Kashima Seamount, off Inubo Cape, Southeastern Honshu, Japan. Earth Science (Chikyu Kagaku), v. 30, p. 222-240. **

Research Group for the Daiichi-Kashima Seamount, 1985. Daiichi-Kashima Seamount. Tokai University Press, Tokyo, 156p. **

Rezanov, I.A., 2002. Origin of oceanic crust. Bulletin of Moscow Society for Experiment of Nature, Section of Geology, v. 77, p. 24-31.***

Schlanger, S.O., 1963. Subsurface geology of Eniwetok Atoll. U.S. Geol. Surv. Prof. Paper, 260-BB, 901-1066.

Schlanger, S.O. and Premoli Silva, I. 1981. Tectonic, volcanic, and paleogeographic implications of redeposited reef faunas of Late

Cretaceous and Tertiary age from the Nauru Basin and

the Line Islands. In: Larson, R.L., Schlanger, S.O., et al., Init. Repts. DSDP, v. 61, p. 817-827, Washington D.C. (U.S. Govt. Printing Office).

Schlanger, S.O., Jekins, H.C. and Premoli Silva, I., 1981. Volcanism and vertical tectonics in the Pacific Basin related to global

Cretaceous transgressions. Earth Plant. Sci. Lett., v. 52, p. 435-449.

Shiba, M., 1988. Geohistory of the Daiichi-Kashima Seamount and the Middle Cretaceous eustacy. Science Reports of the Natural History Museum Tokai University, 69p.

Shipboard Scientific Party, 1981a. Site 462: Nauru Basin, Western Pacific Ocean. Deep Sea Drilling Project Leg 61. In: Larson, R.L., Schlanger, S.O., et al., Init. Repts. DSDP, v. 61, p. 19-394, Washington D.C. (U.S. Govt. Printing Office).

Shipboard Scientific Party, 1981b. Site 463: Western Mid-Pacific Mountains. In: Thiede, J. and Valuer, T.L. et al., Init. Repts. DSDP, v. 62, p. 33-156, Washington D.C. (U.S. Govt. Printing Office).

Shipboard Scientific Party, 1981c. Site 464: Northern Hess Rise. In: Thiede, J. and Valuer, T.L. et al., Init. Repts. DSDP, v. 62, p. 157-197, Washington D.C. (U.S. Govt. Printing Office).

Shipboard Scientific Party, 1981d. Site 465: Southern Hess Rise. In: Thiede, J. and Valuer, T.L. et al., Init. Repts. DSDP, v. 62, p. 199-282, Washington D.C. (U.S. Govt. Printing Office).

Shipboard Scientific Party, 1986. Site 585. Moberly, R., Schlanger, S. O., et al., Init. Repts. DSDP, 89, p. 29-155, Washington (U.S. Govt. Printing Office).

Shipboard Scientific Party, 1990a. Site 800. In: Lancelot, Y., Larson, R. L., et al., Proc. ODP, Init. Rept., v. 129, p. 33-89, College Station, TX (Ocean Drilling Program).

Shipboard Scientific Party, 1990b. Site 801. In: Lancelot, Y., Larson, R. L., et al., Proc. ODP, Init. Rept., v. 129, p. 91-170, College Station, TX (Ocean Drilling Program).

Shipboard Scientific Party, 1990c. Site 802. In: Lancelot, Y., Larson, R. L., et al., Proc. ODP, Init. Rept., v. 129, p. 171-243, College Station, TX (Ocean Drilling Program).

Shipboard Scientific Party, 1991a. Site 803. In: Kroenke, L. W., Berger, W. H., Janecek, T. R., et al., Proc. ODP, Init. Rept., v. 130, p. 101-176, College Station, TX (Ocean Drilling Program).

Shipboard Scientific Party, 1991b. Site 807. In: Kroenke, L. W., Berger, W. H., Janecek, T. R., et al., Proc. ODP, Init. Rept., v. 130, p. 369-493, College Station, TX (Ocean Drilling Program).

Smoot, C. and King, R.E., 1997. The Darwin Rise demise: the western Pacific guyot heights trace the trans-Pacific Mendocino fracture zone. Geomorphology, v. 18, p. 223-235.

Smoot, I.A., 2014. Sisyphus and oceanography. NCGT Journal, v. 2, n. 3, p. 41.

Steiner, M.B., 1981. Paleomagnetism of the igneous complex, Site 462. In: Larson, R.L., Schlanger, S.O., et al., Init. Repts. DSDP, v. 61, p. 717-729, Washington D.C. (U.S. Govt. Printing Office).

Tarduno, J.A., Sliter, W.V., Kroenke, L., Leckie, M., Mayer, H., Mahoney, J.J., Musgrave, R., Storey, E.L. and Winterer, E.L., 1991. Rapid Formation of Ontong Java Plateau by Aptian Mantle Plume Volcanism. Science, v. 254, p. 399-403.

The Shipboard Scientific Party, 1971. Site 66. In: Winterer, E. L. et al., Init. Repts. DSDP, v. 7, p. 725-819, Washington D.C. (U.S. Govt. Printing Office).

The Shipboard Scientific Party, 1973a. Site 165. In: Winterer, E. L., Ewing, J. I. et al., Init. Repts. DSDP, v. 17, p. 47-102, Washington D.C. (U.S. Govt. Printing Office).

The Shipboard Scientific Party, 1973b. Site 166. In: Winterer, E. L., Ewing, J. I. et al., Init. Repts. DSDP, v. 17, p. 103-143, Washington D.C. (U.S. Govt. Printing Office).

The Shipboard Scientific Party, 1973c. Site 167. In: Winterer, E. L., Ewing, J. I. et al., Init. Repts. DSDP, v. 17, p. 145-234, Washington D.C. (U.S. Govt. Printing Office).

The Shipboard Scientific Party, 1973d. Site 169. In: Winterer, E. L., Ewing, J. I. et al., Init. Repts. DSDP, v. 17, p. 247-262, Washington D.C. (U.S. Govt. Printing Office).

The Shipboard Scientific Party, 1973e. Site 170. In: Winterer, E. L., Ewing, J. I. et al., Init. Repts. DSDP, v. 17, p. 263-281, Washington D.C. (U.S. Govt. Printing Office).

The Shipboard Scientific Party, 1973f. Site 171. In: Winterer, E. L., Ewing, J. I. et al., Init. Repts. DSDP, v. 17, p. 283-334, Washington D.C. (U.S. Govt. Printing Office).

The Shipboard Scientific Party, 1975a. Site 288. In: Packham, G.H. and Andrews, J.E. et al., Init. Repts. DSDP, v. 30, p. 175-229, Washington D.C. (U.S. Govt. Printing Office).

The Shipboard Scientific Party, 1975b. Site 289. In: Packham, G.H. and Andrews, J.E. et al., Init. Repts. DSDP, v. 30, p. 231-398, Washington D.C. (U.S. Govt. Printing Office).

The Shipboard Scientific Party, 1975c. Site 303: Japanese magnetic lineations. In: Larson, R.L., Moberly, R., et al., Init. Repts. DSDP, v. 32, p. 17-43, Washington D.C. (U.S. Govt. Printing Office).

The Shipboard Scientific Party, 1975d. Site 304: Japanese

magnetic lineations. In: Larson, R.L., Moberly, R., et al., Init. Repts.DSDP, v. 32, p. 45-73, Washington D.C. (U.S. Govt. Printing Office).

The Shipboard Scientific Party, 1975e. Site 306: Shatsky Rise. In: Larson, R.L., Moberly, R., et al., Init. Repts. DSDP, v. 32, p. 159-191, Washington D.C. (U.S. Govt. Printing Office).

The Shipboard Scientific Party, 1975f. Site 307: Hawaiian magnetic lineations. In: Larson, R.L., Moberly, R., et al., Init. Repts. DSDP, v. 32, p. 193-214, Washington D.C. (U.S. Govt. Printing Office).

The Shipboard Scientific Party, 1975g. Site 313: Mid-Pacific Mountains. In: Larson, R.L., Moberly, R., et al., Init. Repts. DSDP, v. 32, p. 313-390, Washington D.C. (U.S. Govt. Printing Office).

The Shipboard Scientific Party, 1976a. Site 315. Deep Sea Drilling Project Leg 33. In: Schlanger, S.O. and Jackson, E.D., et al., Init. Repts. DSDP, v. 33, p. 37-104, Washington D.C. (U.S. Govt. Printing Office).

The Shipboard Scientific Party, 1976b. Site 316. Deep Sea Drilling Project Leg 33. In: Schlanger, S.O. and Jackson, E.D., et al., Init. Repts. DSDP, v. 33, p. 105-159, Washington D.C. (U.S. Govt. Printing Office).

The Shipboard Scientific Party, 1976c. Site 317. Deep Sea Drilling Project Leg 33. In: Schlanger, S.O. and Jackson, E.D., et al., Init. Repts. DSDP, v. 33, p. 161-300, Washington D.C. (U.S. Govt. Printing Office).

Udintsev, G.B., 1990. Topography and geological structure of the ocean floors. Translated and edited from Russian to Japanese by Oshite, K., Hanada, M. and Ishida, M. Earth Science Research Center, Tsurugashima, Saitama, 143p.*

van Waasbergen R.J. and Winterer, E.L., 1993. Summit geomorphology of Western Pacific guyots. In: Pringle, M.S., Sager, W.W., Sliter, W.V. and Stein, S. (eds.), The Mesozoic Pacific: Geology, Tectonics, and Volcanism: A Volume in Memory of Sy Schlanger, Geophysical Monograph 77, 335-366.

Vasiliev, B.I. [translated by Yugov, I.V.], 2006. Geological structure and origin of the Pacific Ocean. Earth Science (Chikyu Kagaku), v. 60, p. 185-196. **

Vasiliev, B.I. and Yano, T., 2006. Continental and ancient rocks discovered in the ocean floor. Science Class (Rika Kyoshitsu), v. 49, p. 25-41.*

Vasiliev, B.I. and Yano, T., 2007. Ancient and continental rocks discovered in the ocean floors. New Concepts in Global Tectonics Newsletter, no. 43, p. 3-17.

Vasiliev, B.I., Yano, T. and Choi, D.R., 2012. Progress report of the study of ancient continental rocks in the Pacific Ocean. New Concepts in Global Tectonics Newsletter, no. 63, p. 80-81.

Vogt, P.R. (1989) Volcanogenic upwelling of anoxic, nutrient-rich water: A possible factor in carbonate-bank/reef demise and benthic faunal extinctions? Geol. Soc. Amer. Bull., v. 101, 1225-1245.

Wezel, F.C., 2005. Geological evidence on the formation of the Atlantic Ocean. Boll. Soc. Geol. It., vol. spec. no. 5, p. 61-78. Winterer, E.L., 1973. Regional problems. In: Winterer, E.L., Ewing, J.I., et al., Init. Repts. DSDP, v. 17, p. 911-922, Washington D.C. (U.S. Govt. Printing Office).

Winterer, E.L., 1998. Cretaceous karst guyots: New evidence for inheritance of atoll morphology from subaerial erosional terrain. Geology, v. 26, p. 59-62.

Winterer EL and Sager WW (1995) Synthesis of drilling results from the Mid-Pacific Mountains: regional context and implications. Proc. ODP, Sci. Res., v. 143, p. 497-535.

Yano, T., 2014. Tectonic development of Pacific Ocean and its periphery: a constraint on large-scale rotations of lithospheric blocks. New Concepts in Global Tectonics Journal, v. 2, n. 2, p. 54-68.

Yano, T. and Wu, G.Y., 1997. Late Mesozoic geodynamics interrelating Circum-Pacific mobile belt and Darwin Rise. Jour. Geol. Soc. Philippines, v. LII, p. 235-271.

Yano, T. and Wu, G.Y., 2006. A tectonic model of Pacific genesis. Earth Science (Chikyu Kagaku), v. 60, p. 197-211. **

Yano, T., Matsumoto, Y. and Wu, G.Y., 2001. Pacific genesis induced from Phanerozoic reheating of upper mantle. Himalayan Geology, v. 22, n. 1, p. 51-64.

Yano, T., Choi, D.R., Gavrilov, A.A., Miyagi, S. and Vasiliev, B.I., 2009. Ancient and continental rocks in the Atlantic Ocean. New Concepts in Global Tectonics Newsletter, no. 53, p. 4-37.

Yano, T., Vasiliev, B.I., Choi, D.R., Miyagi, S., Gavrilov, A.A. and Adachi, H., 2011. Continental rocks in the Indian Ocean. New Concepts in Global Tectonics Newsletter, no. 58, p. 9-28.

(* in Japanese; ** in Japanese with English abstract; ***in Russian with English abstract)

矢野への回答：Sisyphus とダーウィン海膨
REPLY TO YANO：SISYPHUS AND THE DARWIN RISE

N. Christian SMOOT
6460 Falling Water Ln., Hoschton, GA 30648 USA　christiansmoot532@gmail.com

（ 矢野　孝雄［ 訳 ］）

要旨：地要旨：プレートテクトニクス仮説―それは，海底地形にほとんど，あるいは，まったく，もとづいていない―の出現以降，巨大膨隆（superswell）がずっと文献でとりあげられてきた．地球表面の 72% が海 / 海洋におおわれ，大陸地殻が沈み込む可能性はなく，したがって，その考え方は夢にもとづくものである．これは，ダーウィン海膨が夢想にすぎないことを正確に示している．マグマプリュームに起因するリソスフェアの巨大膨隆は，多くの研究者によって存在しないことが証明されてきた．北太平洋全域の測深がおこなわれ，私たちはダーウィン海膨が存在したことがあるか，そして，現在存在しているかどうかを研究できるようになった．Mendocino 断裂帯の西方延長部，ならびにギョーの高度と線構造の解釈に用いられる実際の海図は，太平洋海盆中央部におけるあらゆる種類の巨大膨隆を排斥する．交差する巨大線構造は，大規模なブロック回転を排除する．
キーワード：巨大膨隆（superswell），ダーウィン海膨，海底地形，GEOSAT，巨大線構造，太平洋

まえがき

ダーウィン” 海膨 ”（DW）は，Menard（1964 and 1984）にはじまり，McNutt et al.（1990）につづく長期間にわたる推測の対象になってきた．1997 年（Smoot and King）に,その棺が釘で閉じられた．2000 年に，Takao Yano（2014）による復活を発見したために，DR の考え方の問題群に再び遭遇した．スーパープリュームの規模は個々の解釈毎に縮小されたが，矢野は Menard の全規模を再び踏襲したようだ．彼の解釈（Yano，2014a，b）は，岩塊を別の丘へ押し上げる Sisyphus の試みのような考察にもとづいている．

1970 年代後半の比較的立派な海底地形図の登場以前に，この大きな地形（長さ 10,000km，幅 6000km）が 2km の高さまで膨隆したと仮説され，それが太平洋中央部にある多くの海山の由来とされた．現在の山頂は 2400 ～ 3000m にあり，広域的な基底深度は 5,500m である．海山 / ギョーならびに海台の多くは北緯 0° ～ 40° と東経 140° ～ 170° に存在し，この北西 - 南東方向の海域は北緯 45° ～南緯 40°，120° ～ 115° におよぶ．いいかえると，DR は太平洋海盆の中央部全体なのである．

DR は，消失した MOR［海洋中央海嶺］として形成とみられていて，南は Tuamotu 諸島から，Line 諸島および Marshall-Gilbert 海山群をへて，北へは太平洋中央海山群と芸者ギョーまで，西は Magellan 海山群および西太平洋海溝群にまでの範囲を占める．白亜紀の巨大噴火によって形成され，数 100 もの海山がダーウィン海膨上に屹立していた，と幾人かによって語られている．これは，当時入手できた海底地形による虚構であった．

海洋底年代

矢野は彼の論文で多くの DSDP/ODP 報告書を引用している．プレートテクトニクス仮説を定式化するために利用された地磁気異常を実証するために，調査船 Glomar Challenger を用いて 1968 年に深海掘削計画（Deep Sea Drilling Project：DSDP）がはじまった．これは，海洋底拡大の考え方を証明するために多数の岩石を採取し，年代を決定した．この計画は，1983 年に終了した．この考え方は国際協力を含む方式に拡大され，新しい調査船 JOIDES Resolution を用いて 1985 年に再開され，国際深海掘削計画（Ocean Drilling Program：ODP）とよばれた．これは，統合国際深海掘削計画（Integrated Ocean Drilling Program：IODP）に進化する 2004 年（Leg 207）まで継続した．私は，すべての掘削地点の記録を読み，次のことがらが，私によってではなく，主要研究者自身によって正確に評価されていることを知っている．

The Shipboard Scientific Party on ODP Leg 179 は 1999 年に次のように述べた：「Deep Sea Drilling Project（DSDP）とその後継の Ocean Drilling Program（ODP）の開始以降，科学界の主要目標の 1 つは，海洋地殻の全層序を掘削し，地殻 / マントル境界に到達することであった．この目的は，深海掘削の当初から今日にいたるまで継起してきたある技術的困難さの克服にあった.たとえば，被覆堆積層が欠けているか，ほとんどなく，著しく破断された若い玄武岩質岩石に坑井を掘削する試みは，いずれもうまくいかなかった（たとえば，Legs 106，109 および 142）．いっぽう，かなり厚い堆積物におおわれた深い基盤岩の掘削では，坑井をより安定的に掘削することができることが証明された．Hole 504B 坑井は深度 2100m 以上に到達したが，そ

れ以深の坑井掘削はできなかった．また，ほぼ2/3の坑井では伏在する地殻の試料をえられず，地殻岩石を掘削した場合の多くもコアの回収率が低い．

地殻全体を掘削しようとするさまざまな試みの後に，Kane断裂帯近傍の大西洋中央海嶺沿いのLeg 109ではtectonic window［造構的窓］でかんらん岩に到達し（MARK Area, 1989），南西インド洋海嶺近傍のLeg 118およびLeg 176（合計掘削深度：1508m）でのはんれい岩質岩石の掘削（SWIR, 1989）に成功した事例にもとづいて，新しい戦略が採られた．南西インド洋のAltantis Ⅱ断裂帯に沿う著しく異常な海食台上に設置された誘導基地（guide base）を利用して初めて掘り込まれたLeg 118・Leg 176のHole 753Bでは合計深度1508mまで掘削された．このような例外があるものの，被覆堆積物をほとんど，あるいはまったく欠いている若い海域で行われた他のODP火成岩掘削航海は，海底下約200m以浅のコア採取に成功したにすぎない．それらのもう１つの特徴は，Legs 118・176のコア回収率にははるかにおよばないことである．Leg 148（Hess Deep, 1993）とLeg153（MARK海域，1995）のオフセット掘削戦略の開始直後に経験したこれら２つの掘削によって，現在の硬岩用誘導基地の構造は，被覆堆積物をほとんど，あるいはまったく欠いた中程度の傾斜海底面で割れ目が発達した火成岩を掘削するのには適していないことが判明した．これらの環境条件は，中央海嶺や断裂帯の掘削には典型的に認められる．中央海嶺の若い海域では，岩屑・角礫堆積物に薄く覆われた斜面も広くみられる．これらの海域では掘削孔を深部まで安定的に維持するのが困難であり，工学的観点からはとくに問題になることが広く知られている．

これらの手に負えない技術的および工学的問題をかかえながらも，全地殻掘削という科学的目的のために，海洋地殻に位置をずらしていくつかの坑井を掘削することによって統合地殻断面を描きだすことが，ODPでは最優先の主要目標の１つになっている．そのため，硬岩掘削という科学的目的を達成するために，このような環境下で坑井を掘削しうる新しいハードウェアと技術の開発が求められている．硬岩に坑井を掘削するODP能力を劇的に増大させうるのは，the hammer drill-in casing system*（HDS）である．

＊訳者注（ODP Leg 179 Engineering and Drilling Operationにもとづく）：深海底に露出する破断面が発達した硬岩の掘削のために開発されたシステム．掘削・坑井安定化・掘削ビット再挿入のための広孔ビット，水圧ハンマー，水ジェット，再挿入コーン，ケーシング鋼索などで構成され，傾斜した海底斜面にも対応可能である．

1998年のODP次世代技術開発者（the then-reigning manager）であるTAMUのTom Daviesの次の言葉は興味深い．「…..実際，私たちは，深海で200 MAよりも古い岩石を発見したことがない．このような観察は，プレートテクトニクス仮説の速やかな受容を促した.」 ほんとうだろうか？

Shipboard Scientific Party（2004）は，「Leg 203以前に,ODP/DSDPの期間中,そのような” 正規の” 太平洋地殻を100m以上掘削したのはわずか３孔にすぎない．Leg 203の掘削および観察の目標は，この研究中で未解明のリソスフェアの共通的状況に関する限られた基礎データ目録にデータを追加することである.」，という．

事実，Leg 209（2007）はマントルかんらん岩を採取するのに成功した唯一の航海であり，かんらん岩は大西洋中央海嶺の頂部で採取された.それまでは，チャートが問題の原因になっていたようだ.

Site 1276の短い要旨は，多くの枕状溶岩・岩脈・火山岩類が採取されたと述べている．これらは，おもに，巨大火成活動域（large, igneous provinces: LIPs）あるいは海嶺で採取されたものである．深海底のSite 801だけが基盤に到達し，それは151Maの年代を示した．それゆえ，DSDPとODPの情報は，堆積層にもとづいて決定され年代だけが有効である．海洋底基盤に到達したのは１つの掘削地点だけではない．そのことの意味は，確実なデータにもとづいて証明されたものではないので，地磁気異常は年代決定されていないのである．

NCGT Newsletter/Journalでたびたび記述されているように，年代／組成の記録の観点から海洋底の大陸地殻の存在を初めて指摘したのはChoi and others（1992）およびDickins and others（1992）である．古生代大陸地殻が，のちに玄武岩の貫入をうけ，海成堆積物とサンゴ礁に覆われたことは広く知られている．

想定年代にもとづくと，堆積物が大量に集積した．論理的には，DR［ダーウィン海膨］の最上部1000mは堆積物である．この被覆堆積層をとりのぞくと，実際の膨隆（swell）の規模は,1500～2000mであった．海山やギョーも，もちろん被覆堆積層に覆われているが，それらのほとんどは採取されていない．年代的相違にもとづくと，堆積層の発達状態は，北向きに流れる北太平洋深層水（the North Pacific Deep Water[NPDW]）と黒潮の両者に規制されていて，それらは被覆堆積層の層厚に影響している．これを応用すると，ギョー高度は私が問題なく決定した深度に比較的近いだろう．

ダーウィン海膨の進化

論理的には，マントル中にまずもって大規模な膨らみが形成されるので，このマントルプリュームの上には伸長した峰やトラフが形成される．火山噴出物が側斜面に累重すると，約 110Ma には古海洋島が形成されるだろう．最後に，火山活動が終息すると，アイソスタシーによって海膨は沈降する．Bill Menard と Marcia McNutt（1964，1984，1990）は 40Ma の地殻上にギョーが形成され，その海域は現在では 140Ma になっていると主張し，1964 ～ 1990 年に学界から注目されてきた．前述したように，DSDP/ODP からはそれを決定づける十分な情報は得られていない．その全海域が，M20 磁気等年代線（148 Ma）に囲まれている．それは，いずれにしても，証明されたことがらではない．実際，もともとの考え方が提出された時には，この海域はジュラ紀磁気静穏帯にされていた．これに関しては，誰も，実年代を決定する考え方を見いだせていない．

一連のホットスポットが画像に描かれ，深海剛塊（a thallasocraton）が提案され，つづけてダーウィン海膨が説明された．John Woodhouse and Adam Dziwonski の熱流量図（1984）によると，ダーウィン海膨海域は，世界中の他の高熱流量域よりもより高い熱流量を示さない．また，同海域の全域が正のジオイド域になっている．

大規模マントルプリュームが，巨大膨隆（superswell）の原因の１つと考えられている（Yano, 2014）．大規模マントルプリュームは，1970 ～ 1980 年代に流行した”がらくた箱”にすぎない（1990 年代以降の Don L. Anderson のいずれかの論文を参照）．McNutt（1998）は，巨大膨隆の下にあるものは溶融物質に富んでいて，それはマントル遷移帯の上に形成された高温層であり，マントルプリュームではない，と考えている．注意深く読むと，Marcia は，それを高温チャネルとみなしている．

したがって，ダーウィン海膨研究にとって唯一の確実な情報は，重力 /GEOSAT 高度データと相対的水深である．合衆国海軍が褐色海域の研究戦術を変更した 1993 年に私が従事していた水深調査は完全に中止されたが，ダーウィン海膨が提案された海域は全体が調査済みであった．他のすべてのマルチビーム調査は，全海域の調査が行われてはいないが，観測結果をそのまま使用した．

GEOSAT は高熱流量域が示さないので，次には構造的特徴を検討する必要がある．GEOSAT データにもとづく太平洋海盆の構造図（Leybourne and Smoot, 1997）は，ダーウィン海膨域を貫く巨大線構造（megatrends）を示している．5500m 等深線は，ダーウィン海膨域南部の地形要素，たとえば，Magellan および Manihiki 海膨やオントンジャワ海台をとりかこむ（図１）．したがって，矢野の 3500m 等値線は，そのようには存在しない．

Chinook（Smoot, 1995），Mendocino（Smoot and King, 1997），Molokai・Murray（Smoot, 1997, 1999），Clarion・Clipperton（Joseph et al., 1993; Smoot, 1994, 2005）断裂 / 巨大線構造は，すべて，西南西 - 東北東方向にこの海域を貫いている．中央太平洋巨大線構造（Smoot and Leybourne, 2001）は，西北西 - 東南東方向に赤道域を貫いている．この形状に加えて，Udintsev，Kashima/Eltanin，Maura/Tubuai，および Emperor/Easter 巨大線構造（Smoot, 1997）はすべて，北北西 - 南南東方向に延びている（図２）．これらの地形はすべて，年代決定されていない．にもかかわらず，いずれの線構造にもオフセットがほとんど認められないので，海洋底は断裂帯の活動期間にわたってきわめて安定した状態にあった．これらの断裂帯の一部は，実際に陸域へも連続していいて，それらの年代は少なくとも古生代まで遡る（Smoot and Choi, 2003）．断裂帯はくりかえし示され，それらは交差していることからプレート運動の方向を示すものではない．それらは相互にオフセットをあたえていないことか

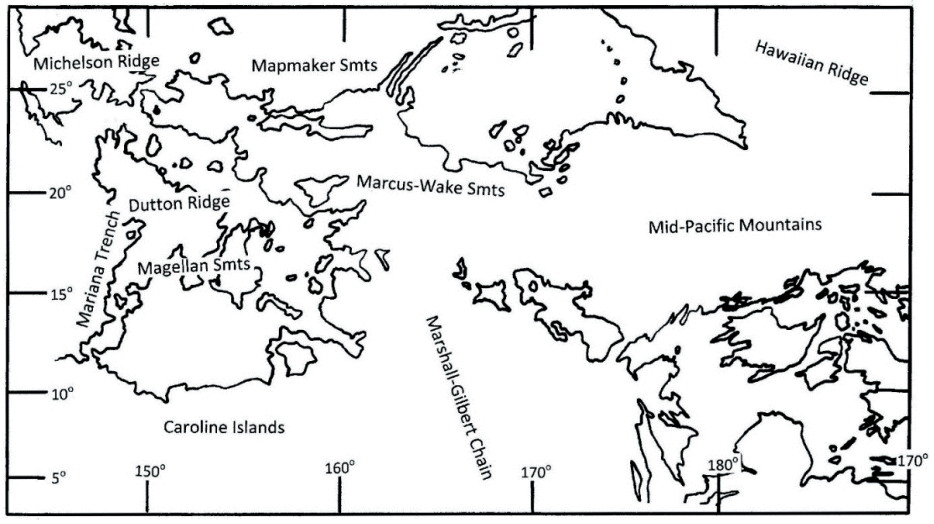


図１　この図は，SIO によって編集された DBDB-5 海底地形図にもとづいている．私は，ダーウィン海膨の LIP 域を通る 3000fm/5500m の等深線を写した．

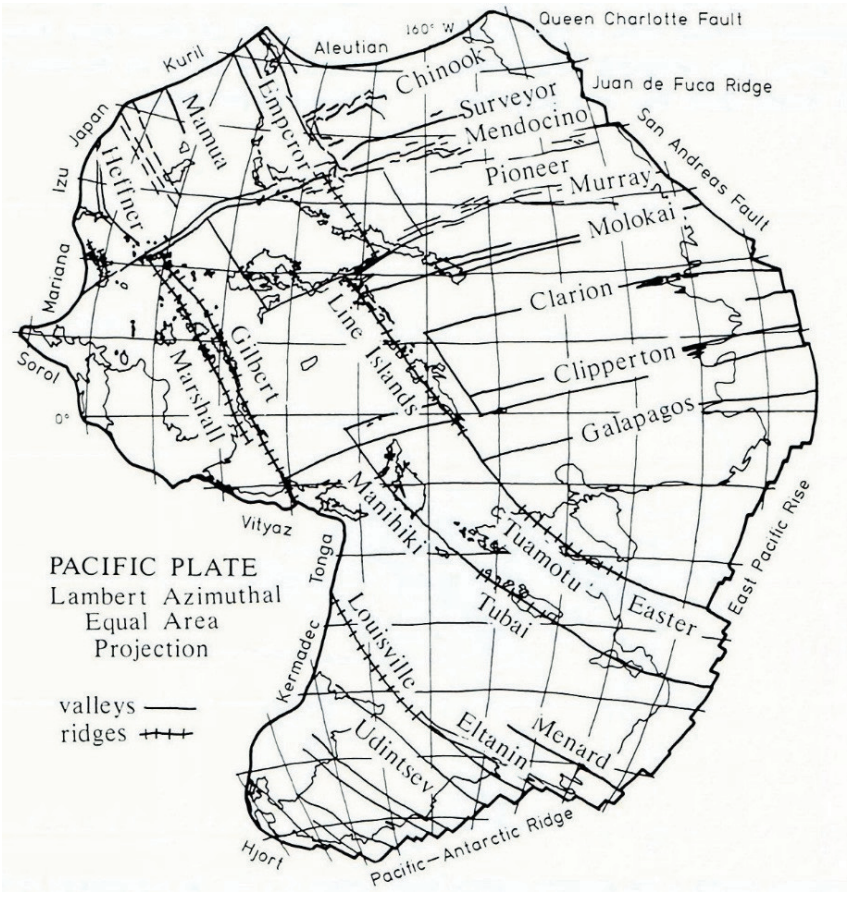


図２　ランパート等積投影図法で太平洋海盆の巨大線構造を示すこの図を描くのに必要な十分良質な海底地形が 1988 年までに解明された．多くの海山列は断裂帯の延長あるはそれらの一部であり，43-Ma の ” 屈曲 ” を無視してリニアメントを延長すると，線構造が直交していることがわかる．このデータは依然として無視され，主流の雑誌で出版することがますます困難になった．GEOSAT データにもとづくより新しい復元（Leybourne and Smoot, 1997）は，はるかに詳細にこれを示している．

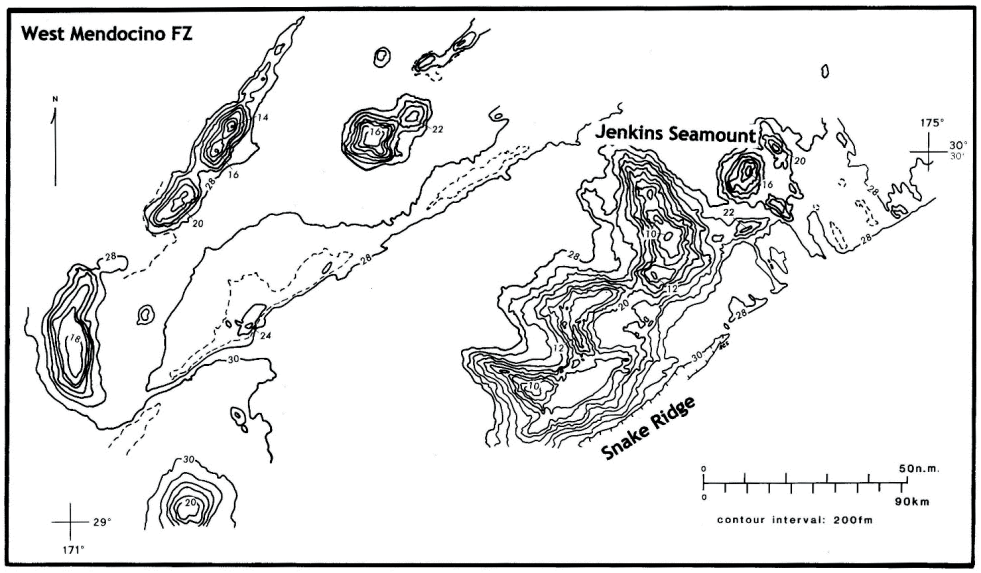


図３　２重跡をもつ Mendocino 断裂帯の西方延長を示すマルチビームソナー測深の全範囲．Snake Ridge の海底地形は，圧縮力によって相互に押しつけられた直線的海嶺のようにみえる．

ら，そして，研究者たちによって太平洋海盆底が約 600 Ma であると決定されたことから，マルチビーム海底地形と組み合わされたギョーそのものが，この考察に決定的な要素になる．太平洋海盆を横切る巨大線構造にオフセットがほぼ認められないという事実は，断裂群の形成以降，海盆全体がいかなる種類の地塊回転も経験していないことを信じさせるものである―いずれ証明されるだろう．

NAVOCEANO は，1990 年代までに，より決定的な研究を行うのに十分な調査を実施した．海盆を横断する Mendocino-Surveyor 断裂群という考え方は揺籃期にあった．断裂帯の多くに認められる縁辺リフト帯は西南西方向に形成されていて（Smoot, 1989），断裂帯海嶺の断層跡は Macus-Wake 海山群へ延びる断裂帯の提案された末端の西側を横切る．私はギョー高度を研究し，Marcus-Wakes からマリアナ海溝までを研究しつづけた．この研究で 60 のギョー高度を求め，それらは 4387 ～ 3290m の範囲にあった．頂部平坦面の外縁深度は 600fm （1100m）～ 1300fm (2380m) であった．前提条件としてギョーが島々であり，それらが同時に侵食されたとすると，ギョー高度はダーウィン海膨の中央部では，海膨縁辺部よりも小さく，頂部平坦面外縁深度はより深くなる．

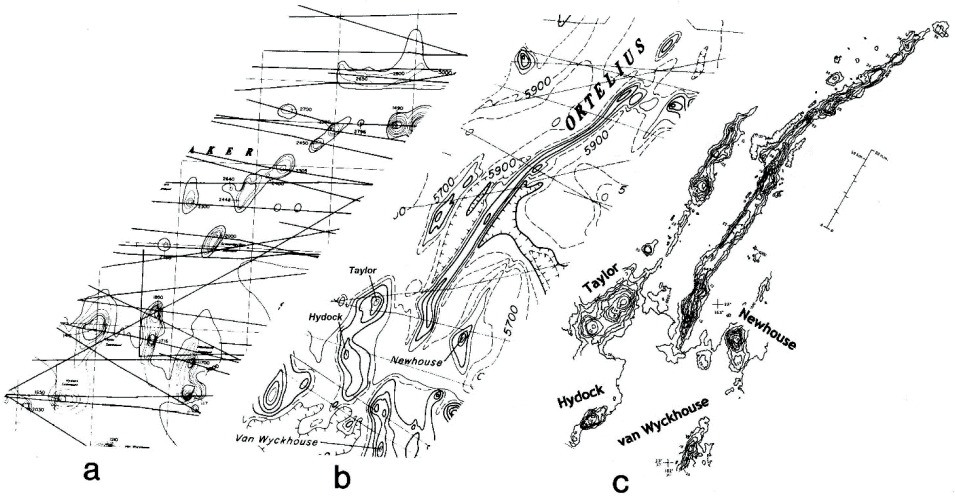


図４　この図面は，円形の等値線を描くことの間違いを説明している．Mapmaker 海山群は，この方法で” 発見 ” された (a)．Ortelius 断裂帯の線構造を示すデータの解釈 (b)．同海域で SASS 調査によってえられた全調査結果は，Mendocino 断裂帯が二股になっていることを明示する (c)．この地形は，ダーウィン海膨中－北部に位置し，ギョー高度を用いた等値線描画の契機となった．

これらの等高線が同心円状になればダーウィン海膨が実証されるが，そうはならない．

矢野の論文の主要な問題は，貧困な学識ではなく，太平洋海盆を横切り，彼が提案したダーウィン海膨北部と交差している２つの線状海嶺の海底地形全体を無視した事実である．真のデータを無視したり，覆い隠して，自らの求めに適合させることはできない．私は，これを注意するために，これらの地形を示した．この類いのことがらは，不注意な研究者につきものである．

したがって，ダーウィン海膨は現存せず，そして，存在したこともない．それは ” 夢想された地形 ” であり，提案された ” 事実 ” は無価値の仮説である．Smoot and King が示したマルチビーム海底地形が正しく，100% 調査されたものであるという事実だけで，もっとも近視眼的な研究者を満足させるのに十分である．あなたが円形の等値線を描きたいのであれば，私は受けて立つ．あなたが正しくない年代データを使いたいのであれば，私は受けて立つ．しかし，私の背中に水をかけるな．そして，それが，外で降っている雨のせいだ，と言うな．

文　献

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

Dickins, J.M., Choi, D.R. and Yeates, A.N., 1992. Past distribution of oceans and continents. In: Chatterjess, S. and N. Hotton III, eds. New Concepts in Global Tectonics (Texas tech University Press, Lubbock), p. 193-199.

Joseph, D., Taylor, B. and Shor, A.N., 1993. The Nova-Cantonn trough and the Late Cretaceous evolution of the central Pacific. The Mesozoic pacific: Geology, Tectonics, and Volcanism. Geophysical Monograph 77 (American Geophysical Union, Washington DC), p. 171-185.

Leybourne, B.A. and Smoot, N.C., 1997. Ocean basin structural trends based on GEOSAT, altimetry data. In: Ocean Technology at Stennis Space Center: Proceedings of the Gulf Coast Chapter Marine Technology Society, p. 135-140.

McNutt, M., Winterer, E.L., Sager, W.W., Natland, J.H. and Ito, G., 1990. The Darwin Rise: A Cretaceous superswell, Geophysical Research Letters, v. 17, p. 1101-1104.

Menard, H.W., 1964. Marine Geology of the Pacific (New York, McGraw-Hill).

Menard, H.W., 1984. Darwin reprise, Journal of Geophysical Research, v. 89, p. 9960-9968.

Smoot, N.C., 1989. The Marcus-Wake seamounts and guyots as paleofracture indicators and their relation to the Dutton Ridge, Marine Geology, v. 88, p. 117-131.

Smoot, N.C., 1994. Plate-wide Pacific trends--orthogonal fracture intersections, Eos, Transactions, American Geophysical Union, v. 75, no. 25, p. 69, Hong Kong, 29 July.

Smoot, N.C., 1995. The Chinook Trough: a trans-Pacific fracture zone, in: Proceedings of the Third Thematic Conference on Remote Sensing for Marine and Coastal Environments, v. II, p. 539-550.

Smoot, N.C., 1997. Seafloor fabric and surge tectonics, Proceedings of the Fourth Thematic Conference for Remote Sensing in Marine and Coastal Environments, v. II, p. 518-527.

Smoot, N.C. and King, R.E., 1997. The Darwin Rise demise: The western Pacific guyot heights trace the trans-Pacific Mendocino Fracture Zone, Geomorphology, v. 18, nos. 3/4, p. 223-236.

Smoot, N.C., 1997. Magma floods, microplates, and orthogonal intersections. NCGT Newsletter, no. 5, p. 8-13.

Smoot, N.C., 1999. Orthogonal intersections of

megatrends in the Mesozoic Pacific Ocean basin: a case study of the Mid-Pacific Mountains, Geomorphology, v. 30, p. 323-356.

Smoot, N.C., 2000. The Darwin phoenix rises yet again. NCGT Newsletter, v. 14, p. 2-4.

Smoot, N.C. and Leybourne, B.A., 2001. The Central Pacific Megatrend. International Geology Review, v. 43, no. 4, p. 341-365.

Smoot, N.C. and Choi, D.R., 2003. The North Pacific Megatrend. International Geology Review. v. 45, no. 4, p. 346-370.

Smoot, N.C., 2005. Seamount chains, fracture zones, and oceanic megatrends. Bolletino della Societa Geologica Italiana, Special Issue: Earth Dynamics Beyond the Plate Paradigm, v. 5, p. 25-52.

Smoot, N.C., 2012. North-central Pacific basin lineaments and mobilism: Really? NCGT Newsletter, no. 62, p. 5-21.

Yano, T., 2014a. Tectonic development of Pacific Ocean and its periphery: A constraint on large-scale rotation of lithospheric blocks. NCGT Journal, v. 2, no. 2, p. 54-68.

Yano, T., 2014b. Late Mesozoic tectono-magmatism in the West Pacific Ocean – Did the Darwin Rise demise or revive? NCGT Journal, v. 2, no. 3, p. 42-54.

オーストラリアの回転
レンチテクトニクスから見た大オーストラリアの歴史：さらなる具体的証拠

ROTATION OF AUSTRALIA：
The wrench tectonic history of Greater Australia: Further substantiation of evidence

Karsten M. STORETVEDT
Geophysical Institute, University of Bergen, Bergen, Norway　Karsten.storetvedt@gfi.uib.nocom
Biju LONGHINOS
Univeristy College, Trivandrum City, Kerala, India　biju.longhinos@gmail.com

（ 杉山　明［訳］）

要旨：我々は本誌の最近の記事で，大オーストラリアブロックが新第三紀にかなりの規模の反時計回りの回転をしたことがオーストラレーシア地域の現在の構造的複雑性の大きな原因であると結論づけた（Storetvedt and Longhinos 2014）．我々は多くの地球物理学的・地質学的証拠にもとづいて，白亜紀～現世の大オーストラリアブロックの造構的ねじれ運動が，オーストラレーシアに関してこれまで考察されていなかった広域的・現象学的なつながりを生み出したと推論した．我々の結論の後の評論で，Choi（2014）は，我々が“回転したブロックの境界，とくにオーストラリアの南と西の境界”を明確に定義していないと断言しているが，彼が持ち出した反証は一部はレンチテクトニクスの作動システムの誤解から生じている．それに加えて，Dong Choi は，その主要な造構帯，大陸を貫く断裂帯，幅広い準大陸的ないし準大洋的な境界地帯の構造的複雑性の起源を考慮することなしに，造構的に安定なオーストラリアという見方に同意している．本稿で，我々はレンチテクトニクスの枠組でのオーストラリアの造構史を，後期原生代～古生代の褶曲帯と大陸を貫く造構性リニアメントの起源を含めて広範に描出する．追加的な事実は我々の元の結論を実証する．

レンチテクトニクスの土台

評論の中でChoi（2014）は，我々のオーストラリアに関する可動的な造構シナリオ（Storetvedt and Longhinos 2014）に反対して，オーストラリアを貫く後期先カンブリア時代の断裂帯と現在の大陸縁辺を越えて伸びていると推定される何本かのそれらの延長とみなされるリニアメントを強調している．古い急傾斜の大規模なリニアメントがリソスフェアを深く切る断裂帯を構成していて，それらは多くの場合繰り返し再活動してきたということはほとんど疑う余地が無い．重要なことは，どのような種類の動力造構システムがこれらの構造を作り出したかということである．もう１つの基本的な問題は，大陸の断裂帯と大洋の断裂帯の発生関係と，現在の大陸縁辺を横切るそれらの構造の連続性が，我々の造構解に反対する妥当な議論になっているかどうかである．

世界の大洋から白亜紀以前の深海堆積物はほとんど採取されていない．この証拠にもとづくと，大洋凹地と大陸縁辺は，加速された地殻下層のエクロジャイト化とそれに伴う上部マントルへの重力による消失に応じて後期白亜紀になって初めて形成され，それは惑星の一定の加速とそれに関連する慣性に駆動された全地球的なリソスフェアのねじれにつながったと思われる（Storetvedt 1997, 2003 参照）．し

かしながら，多くの地域では初期の厚い汎地球的な大陸地殻のこの化学力学的な分解がかなり不完全である．例えばオーストラリアの周りの幅広い地帯ではそのことが多くの沈水した比較的厚い地殻を有する大陸性台地と非震性海嶺で明示されている．そういうわけで，van der Linden（1977）はニュージーランド－オーストラリア複合大洋地区のような多くの準大洋地域から得られた地球物理学的構造と岩石情報を比較して，” 大陸リソスフェアの薄化は大陸縁辺と大洋盆地の形成に重要な役割を演じている ” と主張した．

オーストラリアの東方ではニュージーランド台地（New Zealand Plateau）/ トンガ海嶺（Tonga Ridge）に囲まれた地域 - タスマン海盆（Tasman Basin）・ロードハウ海膨（Lord Howe Rise）・ノーフォーク海嶺（Norfolk Ridge）・南フィジー海盆（South Fiji Basin）を含む - が著しく多様化した地殻構造を示す．例えば 15 ～ 25 km の厚さの地殻を持つフィジー台地（Fiji Plateau）は準大陸とみなされてきたが,この結論は北フィジー海盆（North Fiji Basin）及びラウ海盆（Lau Basin）の中の活発な変形帯で取り巻かれた安定なブロックであることを示唆する地震の特性と分布で強化されてきた結論である（例えば，Chase 1971; Malahoff et al. 1982）．Shor et al.（1971）によると，“ロードハウ海膨とノーフォーク海嶺は頂部に厚い堆積物を載せ，地殻の根が深く，オーストラリアの地殻と同じ P 波速度の厚い物質層を有する ”．

ニューカレドニアからノーフォーク海嶺を経てニュージーランドに至る N-S 方向に連なる地域的構造（以下も参照）と海面上の部分－ニューカレドニア，ニュージーランド，キャンベル台地（Campbell Plateau)･チャタム海膨（Chatham Rise）上の島々－から得られる地質学的な証拠は,Summerhayes(1969)にオーストラリアの東の台地 / 海嶺システム全体が大陸と親和性があると思わせた．それ故，元は厚かった大陸地殻が（マントル過程により）様々な程度に薄化し，その間に既存の断裂システムが地形学的な規制を受けるようになったと思われる（以下も参照）．我々のレンチテクトニクスのシナリオでは，オーストラリアとそれに隣接する準大陸性の地域（大オーストラリアと名付けた）を一体化したブロックとして考えるのが自然であり，現在の大陸縁辺を横断する地震探査測線に構造的な不連続があることを疑う理由はない（Choi が我々の可動的スキームに反対する主要な論点の 1 つ）．

事実，沈水した台地 / 海嶺と深海盆は起源が異なるのではなく，主として地殻下層の薄化とそれに伴うアイソスタティックな沈降の程度が異なるのである．したがって，Choi が公表した南オーストラリア沖の深海縁辺でドレッジされた先カンブリア～古生代の岩石(位置に関しては彼の図 2 を参照)が我々の造構モデルを否定すると考えるのは見当違いである．事実，我々の推定する大オーストラリアの反時計回りの動きがもたらす造構的な不連続は現在の大陸縁辺からずっと離れたところ，すなわち深いインド洋と南極海におけるねじれの集積という形で見出される（以下参照）．

造構的にはオーストラリアの東の幅広い縁辺地域は大陸の延長とみなしうる．したがって，先カンブリア時代の古い断裂は東の準大洋境界地帯を横断して連続するように見えるという指摘（我々の新第三紀における回転に反対する Dong Choi の論点の 1 つ - 彼の図 2 参照）はまさに期待されるところである．この先カンブリア時代のリニアメントは，回転したオーストラリアブロックの重要な東の境界がトンガ－ヴィーチャズ（Tonga-Vitiaz）海溝系 - 今は大オーストラリアブロックの反時計回りの動きの造構的産物と見られる著しく分裂した（膝形の）ベニオフ帯を形成している - に沿って見つかるということを我々に語っているに過ぎない．

レンチテクトニクスの主要なリソスフェア単元は時間関連のある 2 つの古リソスフェアの ‘ キャップ ’ である．この慣性的な動きは，とくに，古赤道地域に沿う剪断帯と褶曲帯，ときにはそれらと高角で斜交するすリフト帯を形成した．後期白亜紀までに脱ガスが引き起こした最上部マントルにおけるメルト・流体・ガスの集積により，不規則な低速度の（柔らかい）アセノスフェアが徐々に ‘ 定着 ’ した．こうして，惑星回転速度の変化に応じて脆い表層の ‘ リソスフェア ’ は地球深部と分離する傾向が強くなり，自然と惑星の慣性モーメントの変化に呼応した緯度依存のリソスフェアのねじれ変形というイベントにつながったのであろう（Storetvedt 2003）．

白亜紀以前にある程度の広がりをもった深海盆が存在した証拠はない．したがって，我々が今日知っているような陸塊もまた地球の歴史における新参者である．かなりの量の地殻がマントルに消失したことは地球の回転速度をある程度早め，全地球的なリソスフェアが緯度依存のねじれ変形をする引き金になった．すなわちアルプス時代（後期白亜紀～前期第三紀）の広範な造構的クライマックスが始まるきっかけとなった．この過程で，相対的に薄くて力学的に弱い大洋リソスフェアは強力な剪断変形を被り，それに加えて磁性鉱物の変質と断層に整列した地殻帯磁コントラストが生じた．おそらく，このアルプス時代の薄い大洋リソスフェアのねじれ変形は，周囲の磁場による誘導で生み出された海洋磁気リニエーションの主要な営力と見ることができる(Storetvedt 2003, 2010)．

ねじれた全地球リソスフェアの不可欠な部分である現在の大陸は，隣接する大洋地域とともに相対的に（大部分は穏やかに）回転した．この過程で，より広い大洋地域が大洋中央海嶺沿いの中央リフトを含む幅広い造構的境界帯になった．新しいがはるかに弱い動力造構イベントが新第三紀に地球を席巻し，その間に，それ以前の地質時代には存在しなかったと思われる地形である大洋中央海嶺と大陸のすべての山脈が出現した．新第三紀の間，大陸の相対的な動きはあまりに小さくて古地磁気データの記録からそれを読み取ることはできない．

見逃すことのできない例外は，新第三紀～現在における慣性的なねじれが世界で最も複雑な地域である‘謎の’オーストラレーシア結合を生み出したオーストラリアである．

後期白亜紀～現世の慣性に駆動された大陸の動きというイベントは，主として古緯度と大きさといった要素に依存したであろうが，特別な場合には造構的な相互作用が重要な役割を演じた（Storetvedt 2003）．後期白亜紀にオーストラリアは今日のように亜熱帯の位置にあった（Storetvedt and Longhinos 2014 の図 10 を参照）．当時の古赤道のちょうど南という位置にあって，その時までに新たに形成された比較的小さなオーストラリアのリソスフェアブロックはかなり強い慣性効果を受けたであろう．したがって，南半球の当時の低緯度という位置により北向きの反時計回りの変位 / 動きを被った．不規則なアセノスフェアのために大きな大陸はその場でのねじれ回転によって対応した．しかし，オーストラリアはサイズが相対的に小さかったために，それが当時の低緯度にあったことと相まって，深部のアセノスフェアがデタッチメント帯を形成し，上部マントルの下部に対して大陸リソスフェアを 2000 km のオーダーで北方向へ滑らせたと思われる（Storetvedt 1997, 2003; Storetvedt and Longhinos 2014）．**図 1** に示されているように，現代の GPS 速度ベクトルはこれらの慣性に基礎を置いた予測と完全に一致している．オーストラリアの観測点の特徴的な速度は北向きであるが，大陸の北の現在の赤道帯に沿った観測点の速度場は明らかに西ないし北西を向いている．我々は慣性にもとづいた単純な反時計回りの動きが後期白亜紀～現世のオーストラレーシア地域の造構的な複雑性を容易に説明すると考える．

我々が推測した大オーストラリアの動きは，アセノスフェアの低速度帯を大きく幅広くしたことに加えて，造構ユニットを貫く広範な剪断作用を生み出したに違いない．これに関連して，フィジー台地内の活構造運動を研究した Hamburger et al. (1988) はフィジー諸島に新第三紀の火山活動の証拠がかなりあることを強調した．彼らは地震波速度構造と地震活動パターンは台地全体が広範な広域的変形に活発に参加していることを示唆していると結論づけた．さらに，彼らはフィジー台地の下の上部マントルの地震波速度が，隣接する縁海と島弧の下で観測される値に類似した異常に低い値（7.55 km/s）を示すことを発見した．それに加えて，Hamburger et al. は，台地内では地震が散発的に発生するが，周辺の造構帯に沿っては，北フィジーとラウ海盆を変形させている同じ応力場の中で，走向移動断層に伴って生じていると結論づけた．これらの結論はレンチテクトニクスの予測と調和している．

’一次オーダー’の造構図

脆い地殻物質中に広く認められる応力のかかった特徴は，大部分が通常 2 組みの急傾斜でほぼ直交する共役断裂系の形をとることは十分立証された事実である（レビューしたものとしては Scheidegger 1963, 1985; Hancock 1985 を参照）．これらの基本的な破断組織は上部始生界から始まるように思われる（考察と参考文献は Storetvedt 2003 参照）．その後の地史における間欠的な全地球的造構過程は明らかにこの断裂パターンを再活性化させ激化させ，我々が今日見るような小規模な節理から巨大な

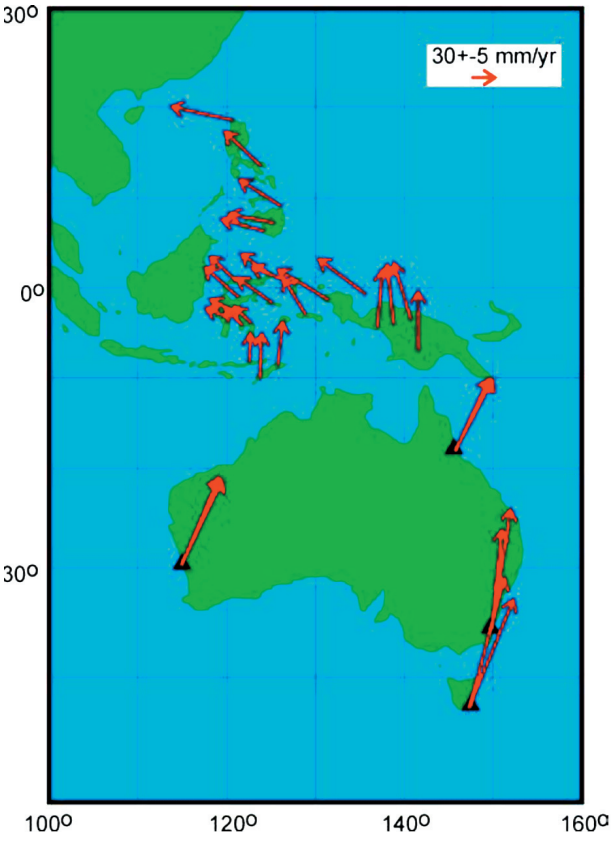


図 1　図は大陸東南アジアに対するニューギニアと東南アジアの外側島列の特徴的な GPS 速度とオーストラリアの代表的な速度ベクトルを示している．GPS から得られたオーストラリアの異常に大きな NNE 方向の変位と現在の赤道地域における顕著な反時計方向の速度場に注目．GPS 情報は Puntodewo et al. (1994), Larson et al. (1997), Rangin et al. (1999) にもとづく．

規模の断層帯までの複雑な岩石不連続システムを作り出した．レンチテクトニクスの理論と調和して何人かの著者は，鮮明な交差と滑らかな面をもつほぼ直交する特徴的な節理面が地殻の剪断によって発生したであろうと主張した（例えば，Bucher 1921; Scheidegger 1982; Hancock 1985）．節理面上にしばしば見られる鏡肌の存在は，これらの岩石構造が形成される間にあきらかに剪断作用があったことを示している．ほぼ水平な（うねった）断裂面が普遍的に存在するということはリソスフェアのねじれを支持する追加的な証拠と見ることができるであろう．

共役断裂面の卓越したセットがしばしば断層もしくは断層帯に平行し，そこに向かって節理の頻度が増加していることは，節理の大部分が疑いもなく断層形成の主要時期より若いにもかかわらず断層と節理の形成に因果関係があることを示唆している．しかしながら，節理はあらゆる時代の水平な被覆層を貫通しているだけでなく，通常，基盤層の岩石複合体をも切っているように見える．先カンブリア時代の岩脈がしばしば特徴的な直交断裂セット - 惑星の動力造構イベントの間にずっと若い表面層に刻印された断裂系 - の１つまたは両方に沿って整列しているという事実は，ネオテクトニックの節理が深部の断裂網 / 組織から受け継がれたという見方を実体のあるものにする．時折，全地球的なねじれ作用は卓越する断裂網に斜交する顕著な断層帯を作り出す．そのような例は慣性的な過程がその最も強い歪効果を有すると考えられる古赤道環境内で特に生じるであろう．これらの見方は，オーストラリアを貫く大規模な断層帯がどのようにして存在するに至ったかという問題を我々に提起する．

図２はオーストラリアの４つの地域のほぼ鉛直な表面節理の方向別の数 - 卓越した方向はそれぞれ NNE/SSW と ESE/WNW - を示している．古地磁気データ（Storetvedt 1997）を用いてオーストラリアを後期白亜紀以前の方位に戻すと，その後の（アルプス期と新第三紀の反時計回りのねじれイベントを合わせた）回転の大きさは約 80° に達する．言い換えると，初めの節理軸は実際には入れ替わるであろう．卓越する節理軸と，Choi（彼の図２）によって示されたオーストラリアを貫くと想定される大規模断層帯の方向を比較すると，いくつかの例では節理軸と大規模断層帯の間に比較的密接な関係があることを示唆している．しかしながら，他の例では，大規模な断層は（卓越する節理軸と比較すると）中間的な方向を有するように見える．オーストラリアの卓越したリニアメントがおそらく先カンブリア時代であるという事実は，大陸が後期白亜紀～新第三紀の回転史よりずっと前の初期時階に強力な造構性の剪断変形を被ったことにつながる（O'Driscoll 1980, 1986 参照）．レンチテクトニクスによると，オーストラリアの主要な古い断裂帯の成因は，それが後期白亜紀以前の方位環境において古赤道に整列した２本の褶曲帯 - 南西オーストラリアを横断する後期原生代アデレーディアン（Adelaidean）の地向斜 / リソテクトニック帯と現在の西縁に沿った若いタスマン褶曲帯 - が交差するという事実の中に見出されるべきである．

オーストラリアの先上部白亜系の方位では，原生代～オルドビス紀の古赤道は**図３**に示されているように大陸を横断していた．このほぼ３億年の間，大陸内部の地殻変動過程はオーストラリアのクラトンを繰り返し再活性化させ，古赤道に整列した横ずれ圧縮性変形を伴う堆積性トラフを作り出した．このように，オーストラリア南部の主要部分をカバーして伸びる後期原生代～前期カンブリア紀のアデレード地向斜 / 褶曲帯システムは，主として浅海性の堆積物からなる 15 km にも達する厚い堆積シーケンスを含み（Brown et al. 1969; Preiss and Forbes 1981），タスマニア西部における同時代の岩石シーケンスを伴っている（例えば，Williams 1978; Turner et al. 1993）．褶曲帯内部の表面の湾曲，構造方向，十分発達した劈開（例えば，Marshak and Flöttmann 1996; Turner et al. 1994）は，かなりの剪断作用が関与したことを示唆している．模式地のアデレード向斜（Adelaide syncline）の北西方の中央及び西オーストラリアの別な厚い後期原生代の盆地-キャニン盆地（Canning Basin),オフィサー盆地(Officer Baisn),アマデウス盆地(Amadeus Basin)，その他 - は，南東のアデレード地向斜との密接な関連が示唆されるほど十分に類似していると

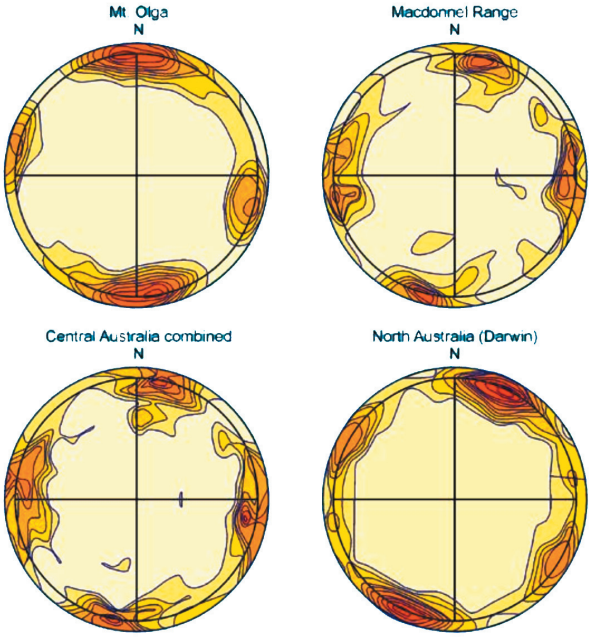


図２　Scheidegger（1980）にもとづくオーストラリアの４地域から得られた特徴的なほぼ鉛直の節理の極密度分布を示すランベルト投影．色のついた領域は節理の数の統計的平均値が最大の方位を示す．投影の内側の円は下半球の投影限界であり，外側の円は上半球と 10° 重なっている．

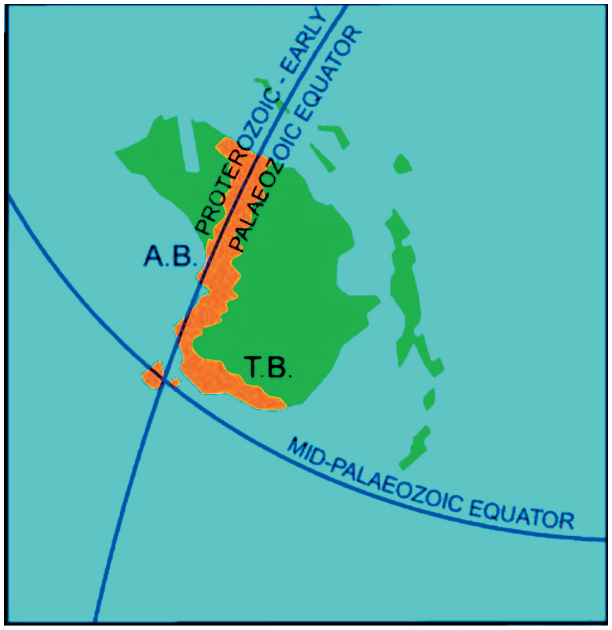


図３　大オーストラリア（西に向いた現在の大オーストラリア湾を伴う）の後期白亜紀以前の方位では，後期原生代～前期古生代の赤道がアデレーディアンのリソテクトニク帯（A.B.）と一致していた．タスマニア地域ではそれは南東オーストラリアの中期～後期古生代のタスマニア造構帯（T.B.）によって切られていた．タスマニア帯は地向斜／褶曲帯 - 北半球のカレドニア－アパラチア帯に相当する-と整列した別な古赤道の陸側セグメントである．タスマニアとアデレーディアンの交差部の北の対蹠点はニューファンドランド地域にある（Storetvedt 2003 参照）．

考えられる（Preiss and Forbes 1981 を参照）．南西オーストラリアを横断する大陸内トラフ - ここではアデレード帯と呼ぶ - の一連の地層は後期原生代の推定された赤道の位置と調和的である（**図３**）．レンチテクトニクスによると，古赤道帯は慣性効果が最も強く作用する地域であり，地球を取り巻く連続した堆積性トラフを生み出す（Storetvedt 1997, 2003）．

大オーストラリア -（現在のグリッドで）真西に当たる現在の大オーストラリア湾を伴う - の初めの方位では，褶曲帯と整列した後期原生代の古赤道は北極圏カナダ（Arctic Canada）を通過する前に北西太平洋を横断して伸びていたであろう．この点で，北半球のクラトン地域から得られた新期原生代の古地磁気極はそれぞれ約 65°E, 20°E と 約 115°W, 20°S という対蹠的な合理的位置にまとまる．これにより古赤道は北極圏カナダとラブラドル海（Labrador Sea）に沿うことになり，さらにその先は現在の中央及び南大西洋を経てオーストラリアを横断することになる．（全地球的な冷却イベントに対応する）アデレーデイアン・サクセッションの高所での氷成シーケンスは別にして，種々の層準で赤色層とストロマトライト礁シーケンスを含む炭酸塩類の集積が広範に産出することは，後期原生代から前期古生代の間，オーストラリアが熱帯から亜熱帯の条件にあったことのさらなる証拠である．

中期オルドビス紀から古赤道帯はまったく異なる方位，すなわち，タスマン－ニューイングランドリソテクトニック帯沿いに伸びる方位をとるようになった．このオーストラリアを横断するかなり大規模な赤道の移動は’中期’オルドビス紀の真の極移動というイベントによって引き起こされた（Storetvedt 1997, 2003）．オーストラリア大陸の南東部での古赤道／造構会合部（**図３**を参照）は対蹠的な位置にあるニューファンドランド－ラブラドル海地域と同じ意味を持つ（Storetvedt 2003）．この半球の幾何学的／造構的な対蹠性はオーストラリアの初生的な地理的方位 - 現在の西向きの大オーストラリア湾をもつ - を支持する極めて強力な証拠と見てよいだろう．

２つの古赤道褶曲帯が極めて古いオーストラリアのクラトンを横断したという事実は，それらの詳細な幾何学と構造が‘予めセットされた’始生代の直交する造構性の骨組み - オーストラリアに関してはそれぞれ N-S と E-W の方向 - の影響を受けた結果であろう．例えば，タスマン褶曲帯は‘N-S’方向をもった内部の分裂構造を示し，主要断層帯のうちのいくつかはほぼ‘E-W’方向を有する．しかしながら，後期原生代と古生代のオーストラリアが古赤道環境 - それに沿って慣性駆動のねじれ造構過程が最も強い効果を発揮した - にあったという事実は，その下位の構造的骨組みに斜交するクラトン内部の剪断と主要断層帯の分裂が作り出された場合もあることを示すと見られる．

さらに，レンチテクトニク理論が基礎を置く脱ガス地球モデルでは，表層の鉱床の大部分はおそらくマントルからの非生物的な炭化水素の上昇流によって断裂帯に沿った造構的に適切な位置に形成された．Gold（1999）によると，金属の上方への移送はいわゆる有機金属の形で行われたようである．流路沿いの圧力と他の条件が変化したため，ある点で特定の金属の組み合わせが炭化水素分子から解離して鉱床を形成したのであろう．いずれにせよ，オーストラリアの交差する断層帯（Choi 2014 の図２参照）はリソスフェアの鉛直な分裂チャンネルを形成し，流体の表層への効果的な通路になったと思われる．したがって，そのような造構的会合部が大規模な鉱床の濃集部となるのは驚くに当たらない．回転速度の変化あるいは真の極移動という形での地球の間欠的な慣性モーメントの変化はマントルからのガスと流体に対して一種の水圧ポンプのように作用し，種々の金属複合体を地表レベルに移送した．

造構境界の問題

Dong Choi は我々の新第三紀の回転モデルを批判し，我々が回転したオーストラレーシアの境界，とくにその南部を明確に定義していないと主張した．

それゆえ，造構‘境界’問題をもっと詳しく見る必要があると思われる．高さのある大陸塊は低く横たわる大洋地域よりもより強く慣性効果の影響を受けたであろうが，通常は大陸縁辺はいかなる重要な造構的不連続にもならない．したがって，可動的な大陸の‘実体’は幅広いねじれ変形を受けた隣接大洋地域をも含むであろう．それゆえ，リソスフェア塊の相対的回転の造構的効果は基本的には機械的に弱い大洋基盤によって解消される．この過程で，大洋の普遍的な直交断裂は強く再活性化（ある場合には変形）された．そして，（始生代の断裂構造にもとづいた）大洋中央リフト／海嶺の現在の形と構造は，明らかに後期白亜紀以降のリソスフェアのねじれに新第三紀の隆起が加わったものである（Storetvedt 2003）．

相対的に回転する２つの大陸の間の造構的境界がどこになるかは介在する大洋中央リフト帯によって決まる．それゆえ，可動的なリソスフェア塊の間の造構的境界は幅の広い大洋変形帯 - アルプス期に発生した新しい型の褶曲帯 - という形をとることになるだろう．

オーストラリアの場合，新第三紀の推定された大規模な反時計回りの回転は，薄い地殻をもった周囲の大洋領域 - インド洋と南極海の大洋中央リフト／海嶺は一種の造構境界帯外帯とみなされる - に重要な造構的不連続とその他の変形構造を残したに違いない．この関連で，中央インド洋海盆の中新世と鮮新世の地層は強い造構的擾乱を被り，強い褶曲運動と高角の断層運動で特徴づけられる Wezel（1988）のいうインドシナ褶曲帯を形成した．Wezel は中央インド洋海盆の線状磁気異常が広域的な高角逆断層にほぼ平行していることに注目した．また，Neprochnov et al.（1988）によると若い広域的な剪断作用のイベント（新第三紀）は中央インド洋海盆と大陸性の東経 90° 海嶺を切ってそれらを一続きの雁行状のブロックに変えている．さらに，大オーストラリアの新第三紀の反時計回りの回転は明らかに北東インド洋全体に影響を及ぼし（**図４**参照），その間に東経 90° 海嶺（Ninety-East Ridge）の南部はわずかに反時計方向に曲がったように見える。

オーストラリア西縁沖の深海盆と深海平原およびワルトン海盆（Wharton Bain）の主要部からなる構造領域は，複雑な地形と構造的ネットワークをなしている．普遍的な直交断裂ネットワークで境を接するいくつかの微小大陸塊（台地）の差別的沈降は多様な地形的特徴を作り出した（Falvey and Veevers 1974; Bradshaw et al. 2003; Williams et al. 2013 を参照）．特徴的な構造は‘NE-SW’と‘NW-SE’方向を示すが，造構線とそれらに囲まれた地殻領域は一般に湾曲し歪んでいて，強烈なねじれ変形があったことを証拠立てている（**図４**参照）．例えば，長く伸びて断層規制されたロストダッチマン海嶺（Lost Dutchman's Ridge）とブロークン海嶺（Broken Ridge）の大陸性断片は異常に深い大洋底とともに大規模な剪断帯と整列している．大オーストラリアブロックが回転している間に北西インド洋全体の基盤は，横ずれ引張変形を被り，顕著な断層帯の全体的に湾曲したパターンを作った - 部分的には先カンブリアの直交断裂システムによって変形された．オーストラリアの新第三紀の回転の背後では，造構化された深海盆と微小大陸性海嶺の複合体は西へ少なくとも東経 90° 海嶺と中央インド洋海盆まで伸びる幅の広い大洋の‘造構境界’帯を形成した．南では，引き伸ばされたワルトン海盆の横ずれ引張変形が東に伸びて，大オーストラリア湾の深海盆に至る大規模なブロークン海嶺／ディアマンティナ断裂帯（Diamantina Fracture Zone）と長い距離にわたって接している．大規模な断裂帯と横ずれ引張地域は，基底から上方へ向かう地殻のデラミネーションを伴う地殻下層のエクロジャイト化（Storetvedt 2003）を促し，細長い盆地のアイソスタティックな沈降と変形を引き起こす含水流体の通路を開くだろう．西オーストラリア沖の深海盆 - 西及び東パース深海平原（West and East Perth Abyssal plain），ガスコーン深海平原（Gascoyne Abyssal plain），アルゴ深海平原（Argo Abyssal plain）- の成因はこのように説明できる．

顕著な断裂帯と変形した地殻は深い線状のトラフもしくは大洋平原によって特徴づけられている．我々は造構評価（Storetvedt and Longhinos 2014）で，白亜紀後期～第三紀前期の小規模な回転と中新世～現世の大規模な回転という２回の慣性に駆動された反時計回りの主要造構フェーズを識別した．したがって，我々はこれらの期間が深海盆の沈降と集積速度によって明確になるものと期待している．インド洋と南極海の掘削地点から得られた DSDP データをとりまとめた Quilty（1980）は，これらの２つの期間は間欠的な深海堆積史において実際にごく普通に見られることに気づいた．

後期白亜紀～前期第三紀の全地球的造構運動のクライマックスは，世界の大洋の海底磁気リニエーション - 進化した薄い大洋地殻が慣性に駆動された剪断作用を被って形成された - の主要な要因になっていると思われる（Storetvedt 2010 参照）．その後の新第三紀の造構イベントは明らかに全体としては地球的意義は小さなものであった．唯一の異なった広域的な例がオーストラリアで，それは古地磁気学的及び構造的・地球物理学的証拠によると新第三紀～現世にかなりの回転をしたように思われる．**図４**はその結果としての周辺大洋地域における複雑な造構的分裂を示している．造構的に変形した北東インド洋の南では大規模なディアマンティナ断裂帯 - 大オーストラリア湾沖の深海盆内で南極海の海底を特

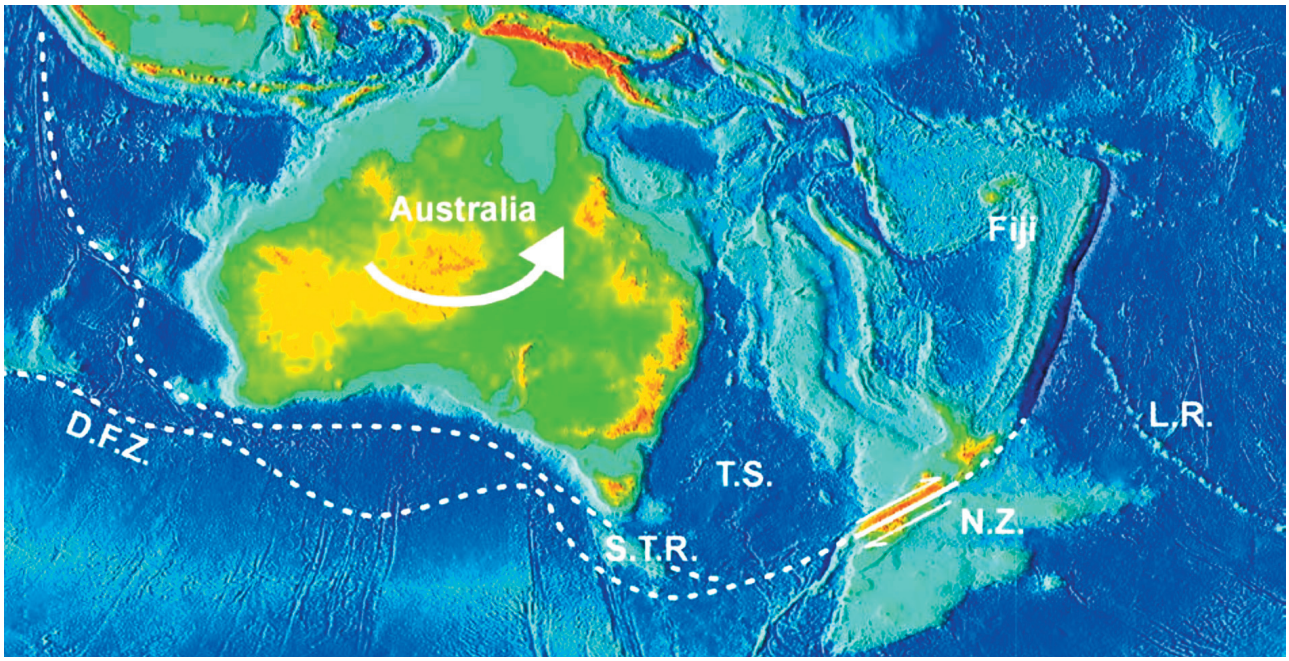


図４　NOAA の衛星高度計にもとづく全地球海底地形図の一部．おそらく新第三紀の反時計回りの回転で形成された顕著な造構性分裂帯が白い破線で示されている．北東インド洋（西オーストラリア沖）とタスマン海（T.S.）- ２つの地域の主要な方向が推定された回転と調和している - の海底構造の類似性に注目．オーストラリアブロックの大規模な新第三紀の動きが N-S 方向の南極海の古い断裂の基本システムをも再活性化させた．この’海底’の大規模な再活性化は，南オーストラリア沖の造構性破砕帯を所々で切ったことに加えて，明らかにオーストラリア－南極海嶺を強く剪断する原因となった．南ニュージーランドの大規模なアルパイン断層の右ずれの性格（白の矢印で記されている）は推定された回転と調和的で，結果としてフィジー地域の圧縮性フロントを生み出した．ルイビルと他の南西太平洋の海嶺はケルマデック－トンガ海溝 / 剪断帯によって鋭く切られている．DFZ：ディアマンティナ断裂帯，STR：南タスマン海嶺，L.R.：ルイビル海嶺

徴づけている顕著な N-S 方向の断層系を切る複合剪断帯-を形成した．この顕著な N-S 方向の断裂系は，南オーストラリア沖の大規模な W-E 方向の剪断帯に垂直であるが，新第三紀に再び剪断運動を被り，南部オーストラリア沖の W-E 方向の剪断帯を所々で切っている（**図４**参照）．

南オーストラリア沖の地殻分裂の結果，対比不能の磁気異常を特徴とする幅広い深海盆が形成された（König and Talwani 1977 参照）．König and Talwani は自分たちの地球物理学的研究から，タスマニアの西方から大オーストラリア湾の西の境界に伸びている磁気静穏帯の基盤深度は静穏帯のいずれの側より深いことを示唆した．Veevers（1986）は陸に向かう何本かの磁気リニエーションを早期の海底拡大アイソクロンとして定義しようとしたが，Sayers et al.（2001）は関係する深海地域の少なくともいくつかは，拡大によって形成された大洋地殻というよりはむしろ沈水した大陸性地殻であろうと示唆した．レンチテクトニクスの図式では，後期中生代以前の南極海は，（他の大洋のように）大陸ないし準大陸で，N-S 方向の構造をもった現在のその大洋底は，古い先カンブリア時代の直交リニエーションの一方が新第三紀に再活性化した剪断作用により形成されたものである．強く剪断されたオーストラリア－南極海嶺はこの解釈に見合っている．

図４で我々は大オーストラリア湾沖の著しく変形された地殻帯の概略を描いた．それは，ここでは新第三紀の反時計回りの回転の間に形成された主要な造構境界帯の南部セグメントの主要部分を表わしている．この湾の東部では地殻は例外なく剪断されていて，２本の造構分枝が結合し反時計回りする手前，ニュージーランド南島の右ずれのアルパイン断層（Alpine Fault）に連続する手前で，南タスマン海膨（South Tasman Rise）の北と南の２本の枝に分裂している．造構的境界は深部断層化したケルマデック / トンガ海溝（Kermadec/Tonga Trench）に沿って自然な形で北方へ連続している．複雑な造構性の膝と海溝 / ベニオフはフィジー台地のまわりで分裂し，マグニチュード７以上の深発地震の大規模な巣はこの境界地域が圧縮性であることを証明している．著者らの新第三紀回転モデルでは北東インド洋の海底地形と西オーストラリア沖の海盆はタスマン海の海底構造と調和的である．著者らが元の論文で論じたように，オーストラリア結合の構造的複雑性だけでなく，結果としてメラネシア外帯の造構フロントを作り出した高ジオイドは，オーストラリアブロックの新第三紀の反時計回りの回転の当然の産物である．

結　論

この討論で紹介した追加的な造構的証拠は，新第三紀～現世のオーストラリアブロックの大規模な反時計回りの回転がオーストラレーシア地域の構造的複

雑性の主要な原因であるという著者らの元の結論（Storetvedt and Longhinos 2014）を強化するものである．回転ブロックの東側境界であるニュージーランド南島のアルパイン断層の北方延長は，造構－火山性のケルマデック－トンガ海溝に続く．明らかにまだ継続しているこの回転過程で，フィジー台地は異常に強い地震活動によって特徴づけられる圧縮性フロントになった．それに加えて，顕著な構造性の膝が形成され，その間に現在の複雑な海溝／ベニオフ帯のシステムが出現した．反時計回りの回転という推察からすると，動くブロックの末端は横ずれ引張状態をもたらす．これは西オーストラリア沖の大洋地域が重力に駆動された地殻下のデラミネーションと盆地の沈降がますます促進されることを意味する（Storetvedt 2003）．この現在進行中の地殻の上部マントルへの消失が北東インド洋の低ジオイドの背後にあるメカニズムであると思われる．他方，ケルマデック／フィジー地域から南シナ海へ伸びる全体的な（現在の）横ずれ圧縮フロントは，メラネシア地域に沿う現在の長く伸びたSE-NW方向の高ジオイド帯の存在理由になると思われる．ユーラシアの比較的穏やかな時計回りの回転は，インドネシア弧外帯に沿う一定の乗り上げ効果を作り出しながら，隣接するインド洋でリソスフェアを南方向に引きずる－これはオーストラリアブロックの相対的に速い回転の産物であろう－ことで相殺することにはなりそうにない．それ故，インドネシア弧に沿った（新第三紀～現世の）全体的な造構効果は横ずれ引張的であることが期待され，それによって高い封圧のもとで上昇するマグマとマントルの揮発性物質の通り道ができた．こうして，インドネシア弧に沿った異常に強い地震と火山活動に無理のない説明がつく．

謝辞：著者らはイラストで助けてくれたFrank Clevelandに感謝する．

文　献

Bradshaw, B.E, et al., 2003. A revised structural framework for frontier basins on the southern and southwestern Australian continental margin. Geoscience Australia Record, 2003/03

Brown, D.A. et al., 1969. The Geological Evolution of Australia and New Zealand. London, Pergamon Press, 409 p. Bucher, W.H., 1921. The mechanical interpretation of joints. J. Geol., v. 29, p. 1-28.

Chase, C.G., 1971. Tectonic history of the Fiji Plateau. Geol. Soc. Am. Bull., v. 82, p. 3087-3110.

Choi, D.R., 2014. On the rotation of the Australian continental block in the Miocene. NCGT Journal, v. 2, no. 2, p. 69-72

Falvey, D.A. and Veevers, J.J., 1974. Physiography of the Exmouth and Scott plateaus, Western Australia, and adjacent Northeast Wharton Basin. Marine Geology, v. 17, p. 21-59.

Gold, T., 1999. The Deep Hot Biosphere. New York, Springer-Verlag, 235 p.

Hamburger, M.W. et al., 1988. Active tectonism within the Fiji platform, southwest Pacific. Geology, March 1988, p. 237-241.J. Struct. Geol., v. 18, p. 891-908.

Hancock, P.L., 1985. Brittle micro-tectonics: principles and practice. J. Struct. Geol., v. 7. P. 437-458.

König, M. and Talwani, M., 1977. A geophysical study of the southern continental margin of Australia: Great Australia Bight and western sections. G.S.A. Bull. v. 88, p. 1000-1014.

Larson, K.M., Freymueller, J.T. and Philipsen, S., 1997. Global plate velocities from the Global Positioning System. J. Geophys. Res., v. 102, B5, p. 9961-9981.

Marshak, S. and Flöttmann, T., 1996. Structure and origin of the Fleurieu and Nackara Arcs in the Adelaide fold-thrust belt, South Australia: salient and recess development in the Delamerian Orogen.

Malahoff, A., Feden, R.H. and Fleming, H.S., 1982. Magnetic anomalies and tectonic fabric of marginal basins north of New Zealand. J. Geophys. Res., v. 87, p. 4109-4125.

Neprochnov, Y.P. et al. et al., 1988. The structure and tectonics of the intraplate deformation area in the Indian Ocean. Tectonophysics, v. 156, p. 89-106.

O'Driscoll, E.S.T., 1980. The double helix in global tectonics. Tectonophysics, v. 63, p. 397-417.

O'Driscoll, E.S.T., 1986. Observations of the lineament-ore relation. Phil. Trans. R. Soc. London, v. A317, p. 195-218.

Preiss, W.V. and Forbes, B.G., 1981. Stratigraphy, correlation and sedimentary history of Adelaidean (late Proterozoic) basins in Australia. Precambrian Research, v. 15, p. 255-304.

Puntodewo, S.S.O., et al., 1994. GPS measurements of crustal deformation within the Pacific-Australia plate boundary zone in Irian Jaya. Tectonophysics, v. 237, p. 141-153.

Quilty, P.G., 1980. Sedimentation cycles in the Cretaceous and Cenozoic of Western Australia. Tectonophysics, v. 63, p. 349-366.

Rangin, C. et al., 1999. Plate convergence measured by GPS across the Sundaland/Philippine Sea plate deformed boundary: the Philippines and eastern Indonesia. Geophys. J. Int., v. 139, p. 296-316.

Sayers, J. et al., 2001. Nature of the continent-ocean transition of the non-volcanic rifted margin of the central Great Australian Bight. Geological Society of London, Special Publication 187, p. 51-57.

Scheidegger, A.E., 1963. Principles of Geodynamics, 2nd edition. Berlin, Springer-Verlag, 362 p.

Scheidegger, A.E., 1980. Joint orientation measurements in Australia. Geol. Applicata e Idrogeologia (Bari), v.

15, p. 121-146.
Scheidegger, A.E., 1982. Principles of Geodynamics, 3rd edition. Berlin, Springer-Verlag. Scheidegger, A.E., 1985. The significance of surface joints. Geophys. Surv., v. 70, p. 259-271.
Shor, G.G., Kirk, H.K., and Menard, H.W., 1971. Crustal structure of the Melanesian Area. J. Geophys. Res., v. 76, p. 2562-2586.
Summerhayes, C.P., 1969. Marine geology of the New Zealand Sub-Antarctic Sea Floor. Bull. N.Z.Dep. Scient. Ind. Res., Mem. 190.
Storetvedt, K.M., 1997. Our Evolving Planet. Bergen, Alma Mater Publisher, 457p. Storetvedt, K.M., 2003. Global Wrench Tectonics. Bergen, Fagbokforlaget. 397 p.
Storetvedt, K.M., 2010. World magnetic anomaly map and global tectonics. NCGT Newsletter, no. 57, p. 27-53.
Storetvedt, K.M., 2011. Aspects of Planetary Formation and the Precambrian Earth. NCGT Newsletter, no. 59, p. 60-83.
Storetvedt, K.M. and Longhinos, B., 2012. The Atlantic and its bordering continents – A wrench tectonic analysis: Lithospheric deformation, Basin History and major Hydrocarbon Provinces. NCGT Newsletter, no. 64, p. 30-68.
Storetvedt, K.M. and Longhinos, B., 2014. Australasia within the setting of Global Wrench Tectonics. NCGT Journal,v. 2, no. 1, p. 66-96.
Turner, S. et al., 1993. Sm-Nd isotope evidence for the provenance of sediments from the Adelaide Fold Belt and southeastern Australia with implications for episodic crustal addition. Geochemica et Cosmochemica Acta, v. 57, p. 1837-1856.
Turner, S. et al., 1994. Rb/Sr dating of differentiated cleavage from the upper Adelaidean metasediments at Hallett Cove, southern Adelaide fold belt. J. Struct. Geol., p. 1233-1241.
Van der Linden, W.J.M., 1977. How much continent under the ocean? Mar. Geophys. Res., v. 3, p. 209-224.
Veevers, J.J., 1986. Breakup of Australia & Antarctica estimated as mid-Cretaceous (95 ma) from magnetic and seismic data at the continental margin. Earth Planet. Sci. Lett., v. 77, p. 91-99.
Wezel, F.-C., 1988. A young Jura-type fold belt within the Central Indian Ocean. Boll. Oceanol. Teor. Appl., v. 6, p. 75-90.
Williams, E., 1978. Tasman fold belt system in Tasmania. Tectonophysics, v. 48, p. 159-205.
Williams, S.E., Whittaker, J.M. and Müller, R.D., 2013. Newly-recognised Continental Fragments Rifted from the West Australian Margin. West Australian Basin Symposium 2013, Perth, WA, 18-21 August 2013.

地球気候コーナー　Global Climatic Corner

上昇する海水準予測：事実か虚偽か？
RISING SEA LEVEL FORECASTS: FACT OR FICTION?

Cliff OLLIER
The University of Western Australia　cliff.ollier@uwa.edu.au

（ 矢野　孝雄［ 訳 ］）

編集者注：次の論文は，著者の許可をえて http://www.principia-scientific.org/rising-sea-level-forecasts-fact-or-fiction.html から再録したものである．この論文は，西オーストラリア委員会国家利益会議の冬期ニュースレター 2014 年 7 月号（www.cniwa.com.au）に掲載された．

オーストラリアは，現在の海水準を研究するのに恵まれた場所である．Sydney とともに，Fremantle では，オーストラリアで最長の 1897 年に遡る海水準の観測記録がある．

Rottnest 島の近くは，現在よりも２～３m 高いいくつかの海水準を含めて，過去 2,000 ～ 3,000 年間の海水準変動が研究された著名な地点である．

最近の２年間に，海水準上昇を警戒すべき理由がないことを示すいくつかの論文が発表され，警戒論者の論文もいくつかの公表された（文献欄参照）．幾人かの警戒論者は，今世紀末までに数 m 上昇するだろうと主張している．この論文は西オーストラリア委員会国家利益会議 The Council for the National Interest WA (CNI)* のために準備されたもので，データの意図的選択がこの問題のほんとうの原因であることが理解されるだろう．

海水準変化の将来予測には，２つの基本的方法―検潮あるいは衛星による直接観測ならびにモデル計算―がある．

検潮儀は，一定の時間的間隔で海水準を測定する観測点に設置される．計測技術は長年にわたって改善されてきた．設置する陸は通常，安定であると仮定されるが，海に対して上昇あるいは下降している陸地もある．測定期間が長期でるほど，また，欠測が少ないほど，より良い記録となる．Fremantle の記録は，1897 年に開始された．1992 年に，もう１つの検潮所が Hillarys に設置された．それらの記録が図１・図２に示される．

統計処理をしていない Fremantle データはかすかな上昇を示すが，警戒の必要はまったくない．ただし，例外的な高潮位や低潮位（1941 年と 1993 年に注意）が認められる．

海水準の直接測定結果は，わずかな上昇を示すにすぎない．合衆国と他の２，３の国における海水準データを，http://tidesandcurrents.noaa.gov/sltrends/sltrends.shtml．でみることができる．ほとんどの観測点では約 1.7mm/ 年の海水準上昇を示すが，同じ観測点でさえも著しい変化がみられる．オーストラリアの記録は，Parker et al.（2013）に示される．

全世界の海水準上昇を，いくつかの衛星が観測している．ヨーロッパの衛星 Evisat は，入手できる範囲では，おそらく最良のデータを提供した．2002 年の打ち上げ以降，海水準の低下を示し，最近２年間の低下は 5mm/y であった．残念なことに，Evisat は 2012 年 4 月 8 日に故障した．

衛星データの解析を含めて，Mornar（2012）が

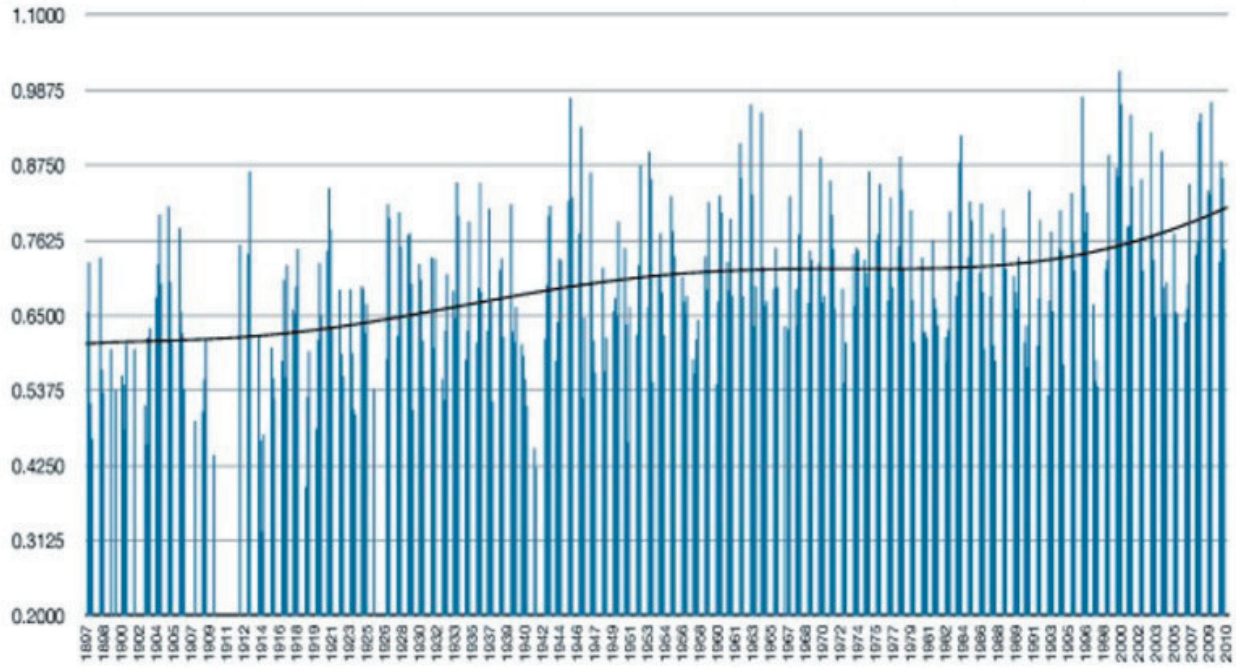


図 1 西オーストラリア Fremantle の検潮記録．　Fremantle BoM 検潮儀 62230 による 1897 ～ 2010 年の月平均海水準 (m)

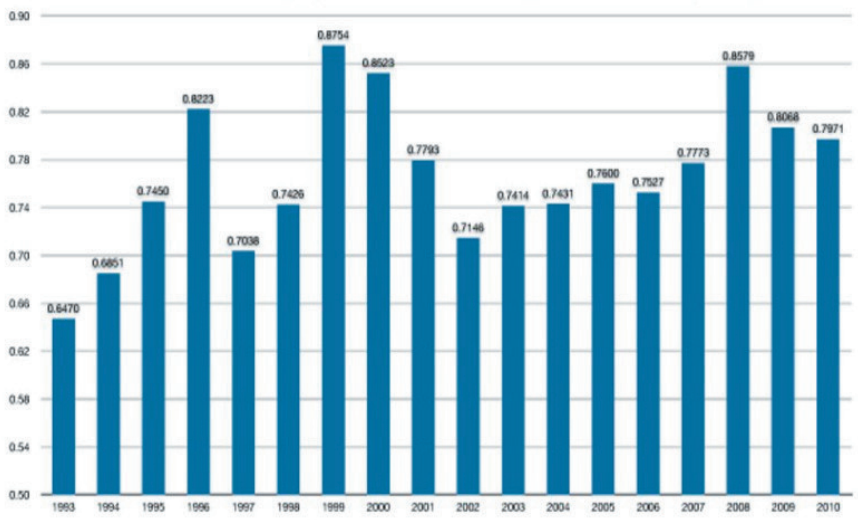


図 2 西オーストラリア Hillarys の検潮記録．Fremantle BoM 検潮儀 62230 による 1993 ～ 2010 年の月平均海水準 (m)

最近の海水準変動をまとめている．彼によると，1993 ～ 2000 年に運用された海水準衛星 TOPEX/POSEIDON の一連のデータはかすかな海水準上昇を示すものの，1997/1998 年の巨大エルニーニョ南方振動による歪み効果を除外すると，海水準変化はなくなる．重力異常観測衛星 GRACE のデータによると，2002 ～ 2007 年以降に海水準がわずかに低下した．

モデル，予測，および予想

気候に関する公式な政策意思決定は，科学的予測にもとづいて行われる．これは真理ではなく，政治家が IPCC や CSIRO から得るものはモデルにもとづく予想である．モデルは仮定にもとづいていて，入力するもの（データ），プログラム，出力結果から導かれる結論に依存する．

国連の主要アドバイザーである気候変動に関する政府間パネル（the Intergovernmental Panel on Climate Change）は，入力に適正化データ（ほとんどが，英国の East Anglia 大学の信用できない気候研究ユニットから得られる）を利用し，彼らのコンピュータのモデルやコードは未公開で，科学的措置ではない．IPCC はどのようにして暴走温室効果をという結論に至ったのだろうか？　1℃の加熱を 6.4℃に変換するために，CO2 で加熱水蒸気を加熱するための厖大な複合フィードバックが想定されている．

2009 年の CSIRO 報告「ビクトリア州政府の ” 将来的海岸プログラム Future Coasts Program” のための Phillip Bay 港における極端な海水準にかかわる気候変動の効果」は，そのようなモデル計算の一例である．このモデルは，2100 年の気温が 6.4℃上昇するという予測にもとづいている．それは，1,550 ppm という信じえない CO2 濃度を設定した IPCC のもっとも極端なシナリオを基礎にしている．これまでに知られているすべての化石燃料を使用しても，この量のわずか半分にすぎないだろう．その結論は，2100 年までに Phillip Bay 港における推定海水準上昇が 82 cm に達することを意味する．

つまみ食いの痕跡

“ つまみ食い ” ―選択されたデータの使用―によって人々をおびえさせる方法の一例が，社会基盤部（Department of Infrastructure）のオーストラリア都市状態報告書（State of Australian Cities Report）である．この報告書は，Perth 近傍の海面が ” 世界平均の３倍の速さ ” で上昇していると主張した．彼らは，（1897 年以降の）すべてのデータを使用しないで，1941 年以降に個別検潮儀がたまたま最低潮を記録した 1993 年以降のデータを使っているのである．これは図１に示され，Hillarys については図２により明瞭に表される．1993 年の代わりに 1999 年のデータが使われていれば，海水準が下降したことになるだろう．都合のよいデータをつまみ食いすることによって，だれしも，自分が望むいかなる速度や結果をも得ることできる．

陸地の安定性と GPS

海水面は，安定した海岸に設置された検潮目盛に対して相対的に上昇および下降しているだけではない．地球の運動が一定の影響を及ぼすので，全地球的（ユースタシー）影響から局所的影響を分離しなくてはならない．最終間氷期（約 12 万年前）の海水準は，オーストラリアでは一般に 2m ほどである．ところが，Mount Gambier では 26m まで上昇し，Adelaide では海面下にあって，地殻変動によって隆起および沈降していることを示す．

Baker et al.（2004）は，Rottnest 島のノッチがかつての高海水準を記録していることを発見した．石灰質生物が，炭素年代測定が可能な幅狭い範囲に堆積物を残している．約 1.8m にある高位ノッチは約 3600yrBP である．

約 1m にある下位ノッチは約 2000yrBP である．この高度は，中国やブラジルなど他の場所でも知られている．

Perth 地域の各地は，地下水の揚水によって沈降している（Featherstone et al., 2012）．Gnangara の GPS 受信機ならびに近傍の掘り抜き井戸［複数］の記録によると，2005 年頃に Yarragadee 帯水層からの地下水のくみ上げが減少して以降，陸地の沈降速度が約 -6mm/yr から約 -2mm/yr に鈍化した．Hillarys と Fremantle はわずか 20km 離れているだけでありながら，海水準上昇はまったく異なる速度を示す．見かけ上の海水準上昇の一部は，検潮儀の沈降によるものである．GPS ドームの鉛直速度の見積もり精度は依然として 1mm/year 以上で，平均的な相対的海水準変動速度にきわめて近い．

地質学的研究

Jonea（2005）は，この地域の海岸浸食を地質学的（および他の）側面から検証し，次のように結論した．

「Mandurah ～ Fremantle 区間の大部分は，Tamala 石灰岩が地域の大半に海面下に存在するにもかかわらず，次の世紀にわたって海岸浸食を受けるようには見えない．これは，この区間が過去 8,000 年にわたって Swank 海岸を形成する本来の沈降域であったためである．」

「Hillarys ～ Yanchep 区間は，海岸線の大部分にお

いてTamala石灰岩が海水準上に保存されていて，３列の離岸珊瑚礁によって海浜がうまく防御されているので，来世紀にわたって侵食を受けそうには見えない.」

海水準上昇の原因

海水準上昇には可能性をもつ多くの原因―海底の造構変形，あるいは数百の海底火山からの新しい水の供給を含む―があるが，一般には，その原因が２つのメカニズムに求められる.

１．海洋の温暖化による海水の膨張と，そのための海水準上昇．2004年以降のARGO計画では，3,600個以上のブイ（浮標）によって水深2kmまでの水温が測定されている.それらは海洋の温暖化を示さず，過去17年間にわたって地球が温暖化していないことと調和的である.

２．氷冠の溶融．南極とグリーンランドの氷冠は，実際には増加している．海氷は，浮遊しているので(アルキメデスの原理)，全地球的海水準変化にかかわらない.

海洋温度と氷冠溶融が何らかの方法で二酸化炭素に関係していると考えるために，温暖化の信念がいっそう強くなる.

太　陽

一般に，太陽が地球の気候を制御してきたと考えられているが，IPCCならびにSCIROは太陽を無視し，気候変動をCO2と，いわゆる温暖化ガスに関連づける．このようなグループ以外では，多くの人々が太陽が気候を制御していると考えつづけている．黒点周期と気候との間にはたいへん良い相関関係がある．現在は太陽周期24に入っていて，もし過去に起こったのと同じことが起きるとすれば，地球は寒冷化し，海面が低下するだろう．”警戒原則”にもとづいてこれらの危機に向けて，私たちは寒冷化と海水準低下のために必要な対策をとるべきである.

他の地域について

海水準警告者たちに好都合な２つの地点はTuvaluとMaldivesである．Tuvalu（および他の観測地点）で測定された海水準を，オーストラリア気象局のウェブサイトに掲載された図13（http://www.bom.gov.au/ntc/IDO60101/IDO60101.200809.pdf）でみることができる.

そこでの海水準は，まったく安定していることがわかるだろう．しかし，それらの島は海水準に近いため,これらの島々には水没の危険性が切迫している，とくりかえし主張された．Webb and Kench (2010)は，南西太平洋の27の環礁における19年間～61年間にわたる物理的変化の定量的解析を初めて行った．彼らは，43%の島々が安定していて，43%が面積を拡大していることを見いだした．サンゴは成長するので，サンゴ島は大きくなっている．Maldivesが，海水準研究の古参Niklas Axel-Mornerが率いる地形研究者チームによって研究されたが，彼らによって海水準上昇のいかなる証拠も見いださなかった（Morner et al., 2004).

責　任

IPCCは本当の予測ではなく，コンピュータ予想だけを示している．さらに，その警告のいかなる責任も想定していない.オーストラリアのCSIROは,オーストラリアに関するその臆病な予想について，法律上，次のように免責されている.

「この報告は，コンピュータモデリングにもとづく気候変動シナリオに関するものである．十分には理解できていない実際の諸過程は，モデルでは簡略化されている．したがって，予想の精度，この報告から推論される予測，あるいは，この報告に掲載されているいかなる人物の解釈，演繹，結論あるいは行動について，CSIROは責任を負わない.」

科学的であると主張しながら，この種の法律上の免責を必要とする書類が科学ではないことは明白である．オーストラリア政府の大臣（と彼らの助言者）たちは，かれらの決定が科学的”合意”にもとづいていると主張するが，彼らはIPCCとCRISOの助言を使っているにすぎない．しかし，これらの両機関は予測を否定し，それらのコンピュータ予想の責任をとらない．コンピュータは責任をとることはできないので，おそらく，必要な探究を勤勉に行わなかった政府が責任をとることになろう．喧伝されている人為による危険な地球温暖化と気候変動との戦いを現在実行している政府は，高価でありながら効果のない行為に責任を負っている．この議論は．地方政府が必要な探究を勤勉に行わず，得られるデータのごく部分的な見解にもとづく法外な政策を押しつけて，住民を貧窮させているために，その責任は地方政府にも及ぶだろう.

たとえば，Joondalup市気候変動戦略：2014-2019（The City of Joondalup Climate Change Strategy: 2014-2019）という文書は，そのデータのほとんど全体がIPCCとCRIRO,および,他の２，３の警告主義者からの引用である．私は，より幅広い情報源から引用したほうが賢明だ，と助言する．喧伝されている海面脅威に対処する直截な行動は，権能をもつ人物たちが，モデル論者たちが提供するデータではなく，すべてのデータの検証すませた後

まで延期すべきである.

結　論

Mörner and Parkerは,Fremantleの検潮儀は約1.4mm/yearの局所的沈降要素を示し，海水準上昇の可能性は少ないと結論した．彼らは，過去60年間にわたるとても安定した状態を，そして最近の14年以上におよぶ完全な安定性を主張し，今日のいかなる加速の痕跡も存在しないことを意味している.

Cater and de Langeは，政策的ガイドラインは，(1)”全地球的海面上昇を止めよう”との政策を放棄し，(2)海岸災害の局所的あるいは広域的特性を認識し，さらに(3)柔軟で適切な計画変更が含まれるべきであると結論した.

私は，政策立案者が必要な探究を勤勉に行い，自らの拠り所とするデータの出所と質を評価すべきことだけを追加したい.

＊西オーストラリア委員会国家利益会議［The Council for the National Interest WA (CNI)］は,「海水準の上昇予測：真実か，虚偽か？」を目標に掲げた非政党政治グループであり，Cliff Ollier教授が主宰する．CNIのニュースレター最新号にもとづくCliff Ollier教授のたいへん包括的な講演は，広く納得された．CNIは，オーストラリアの国家的利益に影響をあたえる幅広い課題に関する話題性のある問題について定期的に討論を行っている．CNIは，影響力のある政策立案者たちへ配布するために政策論文を準備していて，それらはwww.cniwa.com.au.でみることができる.この会議への参加や意見は，執行委員会admin@cniwa.com.au.へ連絡されたい.

引用文献と参考文献

Artyuskov, E.V., 1993. The physical tectonics. M.: Nauka (Science). 456p. (in Russian)

Beloussov, V.V., 1942. On the geological structure of oceans. Priroda (Nature), nos. 5–6, p. 26–40. (in Russian)

Beloussov, V.V., 1954. The next problem of geotectonics. Soviet Geology, Collected works, no. 41, p. 3–25. (in Russian)

N.J. Fordによる海水準予測の要約

今日までの実際の海水準上昇は，1.4mm/年（懐疑的科学者）と1.7mm/年（IPCC見解）の間のどこかであろう．以下の誤差予測の計算には，IPCCの数値が使われている．懐疑的科学者たちの数値を使うと,誤差はより大きくなるだろう．これらの数値は,自然の海水準上昇が彼らの予測に含まれることを仮定している.

1. IPCC First Report (1990-1992), Summary for Policy Makers, p.52.　2100年まで(110年間)に海水準が1m上昇するだろう．これは9.1mm/年である．今日までの誤差は535%
2. IPCC Second Report (1995), Summary for Policy Makers, p.23.　2100年まで(105年間)に海水準が95cm上昇するだろう．これは9.0mm/年である．今日までの誤差は532%.
3. IPCC Third Report (2001), Summary for Policy Makers, p.32.　2100年まで(99年間)に海水準が88cm上昇するだろう．これは8.9mm/年である．今日までの誤差は523%.
4. IPCC Fourth Report (2007), Summary for Policy Makers, p.7-8.　2100年まで(93年間)に海水準が59cm上昇するだろう．これは6.3mm/年である．今日までの誤差は373%.
5. United Nations Environmental Program (UNEP)は1988年に，2100年まで(112年間)に海水準が2m上昇するだろうと予測した．これは17.9mm/年である．今日までの誤差は1,050%.
6. Al Goreと彼のNASA科学アドバイザーJames Hansenは1998年に，2050年まで(62年間)に海水準が6m上昇，つまり10年毎に1m上昇するだろうと予測した．それによると，2000年までにフロリダの重要地点が海面下1mになると計算される．この予測は，6.3mm/年である．これは96.8mm/年である．今日までの誤差は5,693%.
7. NSW評議会（たとえばCSIROとANUを含む最高の国際的科学者集団とされるGosford）は1995に，沿岸部に資産をもつ住民へ，2015年まで（20年間）に海水準が6m上昇するだろう，と助言した．これは300mm/年である．今日までの誤差は17,647%.
8. NSW評議会（たとえばCSIROとANUを含む最高の国際的科学者集団とされるGosford）は2011年に，沿岸部に資産をもつ住民へ，2100年まで（89年間）に海水準が90cm上昇するだろう，と助言している．これは10.1mm/年である．今日までの誤差は595%.
9. 衆国環境計画（United Nations Environmental Program：UNEP）は1995年に，2010年までに5000万人の気候難民が発生するだろう，と予測した．その年までに気候難民は発生していない．その誤差はたいへん大きい.
10. 合衆国環境計画（United Nations Environmental Program：UNEP）は2011年に，2020年までに5000万人の気候難民が発生するだろう，と再予測した．そのようにはならないだろう．その誤差はたいへん大きい.
11. 最近の20年間にわたって緑の党と彼らの科学者たちは，TuvaluとMaldivesの島嶼が海に沈みつつあると言ってきた．2011年に60年ぶりに

空中写真が撮影され，Tuvalu のすべての島嶼で陸地面積が 5-30% 増えていることをがわかった．Maldives では，識別しうる変化はなかった．その誤差はたいへん大きい．

12. 2005 年にオーストラリア政府の気候アドバイザーである Flannery 教授は，2050 年まで（45 年間）に Sydney が 20m の海水に覆われるだろう，と予測した．これは 444mm/ 年である．今日までの誤差は 26,144%.

出 版 物　PUBLICATIONS

地球の海洋の地殻．世界の海洋における国際深海掘削計画の資料から
Earth's crust of oceans. According to the materials of international programs of deepwater drilling in the World Ocean

執筆者 :Boris A. BLUMAN
出版社 ;VSEGEI Press(VSEGEI 出版社), St. Petersburg(サンクトペテルスブルグ),
344p., 192 figures, 2011. ISBN978-5-93761-176-5. ロシア語

（ 赤松　陽［訳］）

この著作は，海洋地殻の第 1 層（堆積岩），第 2 層（火山岩），第 3 層（結晶質岩）の構成，構造，そして関係を論じている．著作は 1968 ～ 2003 年の時期に実施された世界海洋における 2 つの深海掘削計画（DSDP, ODP）から得られた掘削コアの記載についての著者による解釈に基づいている．主眼点は，海洋地殻の第 2 層の火山岩を貫く掘削井のコア記載の解釈におかれている．DSDP 計画や ODP 計画によって得られた掘削コアの解釈された記載，例えばインド洋：48，大西洋：48，そして太平洋：161 などの記載である．著作は，これらの計画に基づいて，世界の海洋全体で掘削された 1276 のうち 326 の掘削井についての短い記載を公表している．

コアの記載は世界海洋のタイプの（典型的な）構造によって体系づけられている．つまり，活動的でない縁海部，深海帯，中央海嶺とそれらの翼部，海洋内部と周縁海の隆起部，など．DSDP や ODP 計画の各航海における掘削井の位置地図，コアのカラー写真，玄武岩の上に発達した様々なタイプの風化殻の分布図，その他に，坑井コア中の地表植物化石の発見場所や珪質結晶質基盤の上に浸透したカオリン風化殻のある地域が付け加えられている．

著作のいくつかの項は，深海掘削コアのデータを補足する最近公表された論文やモノグラフを含んでいる．海洋地殻の第 2 層と第 1 層の間の堆積ギャップに関する情報が分析されている．非活動的大陸縁と世界の海洋の歴史が比較されている．つまり，海洋地殻の第 2 層の玄武岩における風化殻の存在に関するジオダイナミック的重要性に関心が払われている．同様に，世界の海洋における玄武岩と堆積岩の地殻層間ギャップの性質と意味が考察されている．

この本は，部門の従業員や専門的な学術研究組織，鉱山・地質大学の教師や学生の他に，ロシア内陸産業事業の地質家のために企図されたものである．

地質学・鉱物学博士 ,Bluman book 編集者 O.I. Suprunenko 教授によるコメント
Comment by Prof. O. I. Suprunenko, Doctor of Geology and Mineralogy, Editor of the Bluman book

読者が学ぼうとする著作は，特に内容に特有の言葉が使われている点では普通ではない．そして，この普通ではない点は，このモノグラフの著者が，世界海洋と地球の構造および発展に関する出版物に興味をもつ読者を引きつける，一般にもっとも人気のコンセプトを含んでいる，既成のグロ―バル・コンセプトをしばらくの間（少なくとも，この本を読む時間に匹敵する間）忌避するほどに，そして，国際深海掘削計画（1963-1984 年の DSDP 計画と 1985-2003 年の ODP 計画）の比較的古い主な資料をもう一度再検討してみようと考えるほどに魅了するという事実にある．これらのデータのいくつかは，玄武岩の“基盤”の構造と被っている堆積岩層の下部層準を特徴づけているが,著者と翻訳者（の一人）によって解説が補われており，この研究論文の多くの部分を占めている．つまり，著作のそのような構成は，その独特さを明確に示している．それぞれの掘削井の“最初の報告....”の冊子に含まれている特に

主な掘削デ―タへの著者の表題は，掘り上げられたコアのさらに詳細な記載と，掘削船上においてコアの研究の指揮をとった専門家によってなされてきたこれらの「主要な」客観的な結論，とりわけ，「基盤」玄武岩の変質の起こりうる理由について，そしてある場合には，玄武岩を直接被っているかそれらの被っている地層の間に横たわっている堆積岩の地層についての結論を，ただちに読者に広め伝えることへの彼自身の自然の要求によるものであった．

人は，なぜ比較的遠い昔に公表されたデ―タに注意をひかれるのか？　そして，それらの一部が著者によってなぜ言い換えられたのか？ と思うかもしれない．しかしながら，その重要な事柄は，ソ連 / ロシアと外国の両方で過去 10 年間以上にわたって出版された地質学の文献の分析が，実質的に議論されないか　あるいは，少なくとも，20 世紀後半～ 21 世紀早期に大きな成功をおさめた世界的地質学界における計画の一つ，国際深海掘削計画のいくつかの基本的な結果に注目していないことをはっきりと示していることである．そして，もしわれわれの国で，この事実が，主な深海掘削資料の限られた有効性によるある限界を，広範な地質家の仲間たちに対して説明出来るのであれば，とくにそれらのロシア語への翻訳書がないときには，われわれの外国の仲間たち，特に英語圏の国々の仲間たちによるそれらの無知は，筋の通った解釈を得ることはできない．

これは，主に最初のコアの記載を行った専門家の発見に基づいた標準とされる結果に関する蓄積した資料を分類し，“ お気に入りの場所 ” に移し，簡潔な解説書にまとめることに没頭したという偉大な仕事だけでなく，それは，大洋底において直接，堆積層を被っている玄武岩 “ 基盤 ″ の構造的問題への専門家の注意を引くためのこの論文の著者の独創力・構想・進取的精神だからである．

内海舟状海盆や太平洋の深い海溝と同様に，不活発な周縁部，内海の海台や隆起域，深海ゾ―ン，中央海嶺やそれらの翼部，縁海と背弧海盆，島弧系を含む大西洋，インド洋，そして太平洋など，地球の海洋のさまざまな部分での深海掘削の結果を考え（第 1 章），それから，これらの結果の簡潔なまとめを提示し（第 2 章），最後の第 3 章　“ 世界の海洋の地質とリソスフェアプレ―トのテクトニクス ” で，著者は，きわめて明白に結論づけられている主なコアの記載から，そしてこれらの記載を行った研究者の暗示から直接結果として生まれたきわめて明白ないくつかの重要な結論へと読者を導く．これらの結論は以下の通りである．

１．いくつかのタイプの風化殻（東太平洋― Line & “halo”，西太平洋タイプ，カオリン殻）は，大西洋，インド洋，太平洋上の地域全体に広く広がっており，はじめに風化殻のタイプと始まり，その形成の継続時間との関係が観察される．

２．地球規模の間隙は，世界海洋の玄武岩（あるいは，とりわけ有名な広い意味での火山岩）の基盤と上に重なる地層との間に観察される．十分に長い間隙は，同様にその堆積岩の内部に存在している．

３．砕屑岩層準（角れき層）は，大部分玄武岩基盤を貫くすべての掘削井に存在しており，さまざまなサイズの破片は，はっきり定義され同定された酸化外縁に運ばれる．この層準は世界海洋の広い地域全体で発見され，その生成と変質の場に見られる．

“ 世界海洋における深海掘削コアの構造と分析のもっとも重要な因果関係は，海洋地殻の第 1 層と第 2 層の境界が，本質的には，それらの地球規模の間隙であり，上部玄武岩基盤における風化殻の形成と一連の第 1 層の底での砕屑物の存在は，特にこの間隙のはっきりした発現である．”（p. 229）

論文のすべての資料は，現代の深海地域を含む世界海洋によって占められている地球地表の多くの部分には，地質史の早い段階では，陸あるいは浅海の状態が存在していたということを表している．ラテライト質の風化殻は，陸上起源の被覆火山岩と関連づけられており，個々の溶岩流の頂部付近で，重なる溶岩流の噴出前に形成された風化殻が観察されてきた．そのような地殻の風化は，ヘブリデス外弧，デカン，カル―，コロンビア高原，その他の地方の被覆玄武岩に知られている．ある場合には，風化殻を伴う大陸の被覆玄武岩は，陸地から世界海洋（グリ―ンランド陸棚，ヘブリデス外弧など）への深海掘削井によって追跡調査されたことはひじょうに重要である．また，アラビア海のボンベイ境界湾における 100km にわたるデカントラップの，そしてペラナトラップ―大西洋水域内部 600km へのまっすぐな追跡調査の証拠がある．

世界海洋のさまざまな地域において，さまざまな時代に，地表（状態）の海底（状態）による入れ替わりが起こった．つまり，三畳紀―ジュラ紀（北東オ―ストラリア，フォ―クランド台地，西アフリカ，太平洋北西部）から新生代（大和海盆，ラウ海盆など）であり，浸水は様々な地域において方向と度合いを異にした．

世界海洋の歴史における広大な浅海と大陸の環境を考えると，論文の著者は，古代の風化殻の形成におけるバクテリアの役割についてたいへんな興味と比較的新しい疑問に首を突っ込んでいる．著者によって引用されている Shtaudigela et al. (2008) によ

ると，火山ガラスの生物変質作用は，世界海洋のさまざまな地域で広く明らかにされており，ある種の“生物反応体”bioreactor のような活動がはっきり数百年の間にわたって起こったに違いない．この“反応体”の影響は，それが裏返るように，海洋玄武岩残留磁気の変化へと導く．“世界海洋”の研究者が，上部海洋地殻で起こっているプロセスの研究において，全く新しい目標に直面していることを知るのは容易なことである．

論文の著者によって成し遂げられた深海掘削の結果の分析は，それらがプレートテクトニクスの原理と完全に相入れないという確信へと彼を導いた．しかしながら，彼は読者に対して彼にすぐに同意することをアピールしなかった．彼の仕事は，彼がそれを知っているように，できるだけ多数の専門家に“国際的地質学コミュニティーの大きな努力によって”，公表されたデータを自主的に評価させることである．私は，著者のこれらの願いが実現するだろうこと，そして，彼がうれしく思う多くの一般読者たちに出会えることを信じたい．

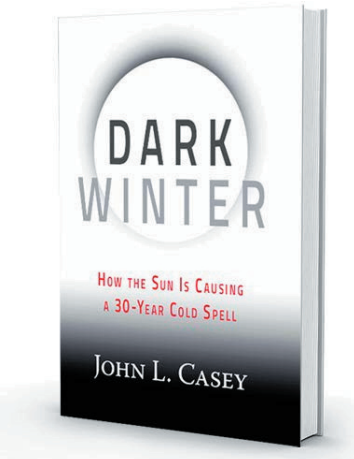
暗い冬　DARK WINTER

（矢野　孝雄［訳］）

気候変動は，長年にわたって難題でありつづけた．『暗い冬』の著者 John L. Casey は，これまでにホワイトハウス国家宇宙政策アドバイザー，NASA 司令部相談役およびスペースシャトル技術者を歴任し，気候と太陽におこりつつある不吉な変化にかかわる真実をこの著書に記述している．

『暗い冬』で，Casey は次のことがらの証拠を提示する：

- 地球温暖化の終焉
- ”太陽の冬眠”のはじまり，すなわち，太陽のエネルギー放出の歴史的減少
- 地球気温の長期的低下
- 今後数 10 年つづく危機的な寒冷気候のはじまり
- 記録的な地震・火山活動が発生する高い確率



地球の将来を慎重に展望した『暗い冬』は，農業生産を世界的規模で破壊する冷害，食料不足ならびに合衆国と海外における暴動，全地球的規模の厖大な人命損失，および，社会的・政治的・経済的動乱を予測している．

本書『暗い冬』の購入は，Amazon.com や他の書店で可能である．

直面していること！ 世界には，なぜ，二酸化炭素がもっと多く必要なのか．地球温暖化という失敗科学
ABOUT FACE!　Why the world needs more carbon dioxide. The failed science of global warming

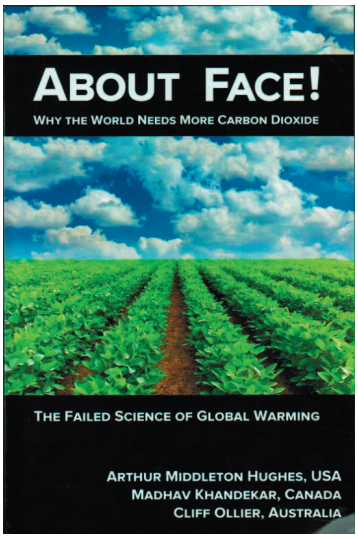
（矢野　孝雄［訳］）

著者：Arthur Middleton Hughes, Madhav Khadekar and Cliff Ollier
出版社：Two Harbors Press, Mineapolis, MN, USA
本の注文：www.TwoHarborsPress.com　http://www.twoharborspress.com/b-About-Face!_20333
価格：ハードコピー　US$ 19.99
ISBN-13-987-1-62652-989-2

まえがきからの引用

…過去 50 年間，科学界と世界中のほとんどの国々の政府は，超巨大な誤解―二酸化炭素のために世界は危険な温暖化にさらされている―にとらわれてきた．この誤解によって，不適切な専門家と会社に数 10 億ドルの政府資金が投資されてきた．

…CO2 は良い．私たちは，それを減らすのではなく，もっと必要としている．DDT は良い．私たちは，それをマラリアの撲滅のために使う必要がある．エネルギー的自立は不可能であり，まちがった目標である．私たちは，エタノール，風力および太陽エネルギーへ助成することを止めるべきだ．大気中の CO2 を増やすために発電を行い，そして石炭を利用する工場が，緊急に求められている．私たちは，世界中に数 100 万人の死者をもたらし，数 10 億ドルを浪費する環境計画を止めるべきである．



書 評　BOOK REVIEW

微膨張する地球の歴史－海水準上昇の視点からの地球の歴史
The history of micro-expanding Earth - History of the Earth from viewpoint of sea level rise

著者：星野通平
イー・ジー・サービス出版，日本，札幌，2014 年，234 ページ．
press@egs.co.jp. ISBN 978-4-9903950-5-6.
5,000 円，税金と送料別．ハードコピーのみ利用可能

柴 正博
東海大学自然史博物館 , shiba@dino.or.jp

（ 柴　正博［訳］）

著者である星野通平は，東海大学と中国海洋大学の名誉教授で，現在 91 才である．本書は，彼のライフワークである，海水準上昇の視点から彼のジオテクトニクス研究を集大成したものである．

最初に彼は，日本周辺の大陸棚の堆積物を研究し，最終氷期の海水準が約 100m 低かったことを明らかにした．次に彼は，海底峡谷が後期中新世以降の 2,000m の海水準上昇によって形成されたと仮定した．その仮説は，西地中海盆のメッシニアン蒸発岩の発見によって証拠づけられた．

1970 年代前期に彼は，海溝は地殻の沈降するところではなく，大洋側の隆起から取り残された溝であると考えた．海溝底の白亜紀のサンゴ礁を頂くギュヨーの頂上水深が 4,000m であることから，彼は中期白亜紀の海水準が現在よりも 4,000m 低かったと予測した.そして,ジュラ紀以降の岩流圏起源のソーレアイト玄武岩活動による広汎な大洋底もふくむ地殻の隆起とそれによる海水準の大規模上昇によって，現在の大陸と海洋の形成と，古陸上生物が移住に使った陸橋の沈水を説明した．

1991 年に彼は，バイカリアンとバリスカンの残留盆地が，古い準平原面（海水準）の基盤をもち，バイカリアンの残留盆地の準平原が現在の海水準より約 11km 低いことを報告した．そして彼は，地球の歴史を，花崗岩時代（始生代）と漸移時代（原生代と古生代），玄武岩時代（中生代と新生代）の 3 つに区分した．

これらの研究から彼は，「地質学の基本的な問題は地殻の隆起（地球の微膨張）である」とし，そして地殻の「沈降」は架空の現象であり，真の過程は地殻の隆起による海水準上昇による地殻の沈水であると，現在確信している．私にとって，それはとても理にかなった見方であると考えられる．

本書では，地球創生からの地殻とユースタシーの歴史が示されている．それは，50km 以下の地殻の隆起と海水準の上昇に支配されている．それぞれの時代に地殻は形成され，地球表面の位置は上昇し，そして地球表面の地形が形成された．本書では，以下のように地球の微膨張の歴史がドラマティックに語られる．

地球の誕生の早期にユークライト隕石が，その後に原始地球の表層を形成したエンスタタイト隕石が集積した．前者は岩流圏を,後者は最上部マントル(岩石圏下部層）を形成した．

花崗岩時代（始生代）には,岩石圏下部層から大気,水圏，花崗岩地殻が分化した．この時代の構造的なパターンは，緑色岩帯によって取り囲まれ中央に配列された花崗岩や片麻岩のたくさんのドームから構成されている．これらのドームの直径は，100 ～ 800km に達する．

漸移時代（原生代と古生代）には，マグネシウムの多い超塩基性マグマとカルシウムの多い塩基性マグマが混合して形成された層状火成岩体の活動により，隆起した台地が形成された．二酸化炭素や水蒸気を含んだ原生代の高温の大気は，隆起した台地を激しく浸食し，広大な準平原をつくった．そしてさらに,台地のまわりの海は堆積物で埋め立てられた.海面は上昇して,台地域は浅海によっておおわれた.ストロマトライトの厚層がその浅海に堆積して，苦灰岩を形成し,同時に大量の酸素を大気に放出した.

台地の間の海は，隆起した台地から厚い堆積物の供給をうけて埋積され，初期の地向斜が始まった．多くの現在の地向斜帯の底が，現在の海面下 50km ほどの深さにある．星野は，この深さが後期始生代の海底であったと考えている．原生代最末期（バイカリアン時代），今から 10 億年前に，海面は現在にく

らべて 11km ほど低い位置まで上昇し，そのとき地球上のいたるところに準平原が形成された．この面の大部分が現在の大洋底の下の現在のモホ面を構成している．

幅の広い地向斜盆の場合，古期・新期台地である中央台地が隆起したときに，双方向の花弁状の逆断層を生じた．その逆断層は，その後も引き続き活動して，地向斜の岩層を台地の輪郭にあわせて外側の台地準平原面（大洋底モホ面）上に押し出した．このような過程で，縁海（中央台地）－島弧（周辺地向斜－造山帯）－海溝（圧縮帯）が形成された．中央台地をもたない幅の狭い地向斜盆の場合，地向斜－造山帯の隆起は逆断層をともなう岩層の押し出しはない．大洋の海嶺はこのような地向斜－造山帯から構成されている．

玄武岩時代は，中生代から現在までの地球の最も新しい時代であり，カルシウムに富む玄武岩質火成岩マグマの活動によって特徴づけられる．それによって，海面上昇をともなう陸地と大洋底の隆起（造陸運動）とが起こった．この玄武岩質火成岩は，主に岩流圏起源の高温・高圧マグマで，体積を増大して岩石圏の弱線（始生代の線構造）に沿って線状の深部断層を生じた．それらは，水平に広がり，台地の基盤の下を持ち上げて迸入した．マグマは，陸上に噴出して台地玄武岩となり，海底に突き出たものは準平原化された上部原生界基盤の一面をおおって，現在の海洋地殻を形成した．変形して隆起した堆積層は島弧や海嶺を形成した．中生代以降の海洋底玄武岩層の付加による大洋盆底の隆起によって，海水準は 6km 上昇した．

玄武岩時代のテクトニクスの特徴は断層地塊と傾動であり、そして特に、ネオテクトニクス期とよばれる最後の時期には，きわだった特徴を発展させ，現在の地球表面の地形を形成した．

星野は，本書で地球の歴史について，「地球の歴史は，斉一説（チャールズ・ライエル）でも弁証法進化の過程（Zhang, 1984）でもなく，誕生から死にいたる発展過程であろう．地球の死は，いつむかえるのであろうか．それは，地球の膨張力が終わる日か，それともしっかりした珪質で結合した地殻が破壊される日であろうか．地球の死の物語は遠い未来である．なぜならば，^{232}Th（トリウム）の半減期は 141 億年であるからである.」と言及している．

Zhang, W.J. 1984. *An introduction to Fault-block tectonics*. Petrol. Industr. Press, Beijing, 385p.

ニュース　NEWS

（矢野 孝雄［訳］）

鉱床形成国際協会（IAGOD）鉱床テクトニクス委員会（CTOD）

Commission on Tectonics of Ore Deposits (CTOD) of the International Association on Genesis of Ore Deposits (IAGOD) (国際砿床成因協会大地構造－成砿専業委員会)

Deru XU
中国科学院広州地球化学研究所，鉱物－鉱床形成作用 CAS 重点研究室
No. 511, Kehua Street, Guangzhou 510640, Guangdong Province, P.R. China　Email: xuderu@gig.ac.cn

活性化造構学説（DIWA）とその鉱床形成作用が 1956 年に陳　国達教授―中国における著名な造構－鉱床地質学者―によって提唱された．1988 年には，活性化造構学説（DIWA）と鉱床形成作用の国際研究センターが中国に設立された．その際，鉱床形成国際協会（IAGOD）の鉱床テクトニクス委員会（CTOD）のワーキンググループとして〝活性化造構学説（DIWA）グループ〟[CTOD WG4: Tectono-Magmatic Activation (DIWA)] が創設され，陳　国達教授が CTOD の副議長ならびに DIWA グループの議長に就任した．造構－鉱床形成タイプの新しい考え方，すなわち，活性化地帯における鉱化作用を提案し，多重起源的鉱床概念を確立したのは陳　国達教授である．この考え方は，複雑な鉱床生成作用を理解するための新しい研究方法をもたらしたばかりではなく，新しい鉱物資源の開発への視点を開拓するものであった．2004 年の陳　国達教授の逝去後も，活性化テクトニクスと鉱床形成作用の関係についての氏の考え方は学問研究と鉱山業界に大きな影響を与えつづけてきた．

鉱床テクトニクス委員会（CTOD）は，昆明で開催された第 14 回鉱床形成国際協会（IAGOD）シンポジウム（４年毎）期間中の 2014 年 10 月 20 日に，IAGOD によって公式に再建された．鉱床形成国際協会（IAGOD）の鉱床テクトニクス委員会（CTOD）は，造構運動ならびに火成作用にかかわる鉱床形成作用を理解し，さらに，活性化域と超巨大鉱床との関係

を明らかにし，活性化域と関連鉱床形成作用にかんする研究におけるアイデア，研究方法および成果を交流するとともに，それらによって活性化域における多重起源鉱床の開発を促進し，造構－火成活動に関連する鉱床鉱物システムの理解を促進することを，目的としている．鉱床テクトニクス委員会（CTOD）は，集会，会議の分科会，ショートコース／ワークショップ，および出版活動を組織していく予定である．

IAGOD の CTOD は，１名の委員長，５名の副委員長，および２名の事務局長を擁する新しい委員会を発足させた．現在の委員会メンバーは，次のとおりである：

委員長： Prof. Xu Deru

Guangzhou Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, No. 511, Kehua Street, Guangzhou, 510640, P.R.China; Mobile phone (+86) 13539821572; (+86) 20-85292713 (office); fax (+86) 20-85290130; e-mail xuderu@gig.ac.cn

副委員長：

Prof. Chi Guoxiang, University of Regina, 3737 Wascana Parkway, Regina, SK S4S 0A2, Canada; Phone (+1) 306-585-4583; fax (+1) 306-585-5433; guoxiang.chi@uregina.cn

Prof. Lin Ge, Guangzhou Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, No. 511, Kehua Street, Guangzhou, 510640, P.R.China; Mobile phone (+86) 13973161811; (+86) 20-85290321 (office); fax (+86) 20-85290130; gelin@gig.ac.cn

Prof. Chen Guoneng, Department of Earth Sciences, Sun Yat-sen University, No. 135, Xingangxi Road, Guangzhou, 510275, P.R.China; Mobile phone (+86) 13535255180; fax (+86) 20-84112390; chenggn@mail.sysu.edu.cn

Prof. Wang Jingbin, China Non-ferrous Metal Resource Geological Survey, wjb@cnncm.com

Prof. Shao Yongjun, School of Geosciences and Info-Physics, Central South University, Changsha, 410083, P.R.China; Mobile phone (+86) 13973149482; fax (+86) 731-88830616; shaoyongjun@126.com

委員：

Prof. Chen Guoneng, Sun Yat-sen University, chengn@mail.sysu.edu.cn

Prof. Chen Shengzao, U.S. Geological Survey, szchen@usgs.gov

Prof. Chen Zhenglei, Institute of Geomechanics, Chinese Academy of Geological Sciences, chenzhengle@263.net

Prof. Chi Guoxiang, University of Regina, Canada, guoxiang.chi@uregina.cn

Dr. Choi Dong R., Editor-in-Chief, NCGT Journal, Australia, raax@ozemail.com.au; editor@ncgt.org

Prof. Deng Jun, China University of Geosciences (Beijing), djun@cugb.edu.cn

Prof. Han Runsheng, Kunming University of Science and Technology, 554670042@qq.com

Prof. Hu Baoqun, East China Institute of Technology, bqhu@ecit.cn

Prof. Lai Jianqing, Central South University, ljq@csu.edu.cn

Prof. Lev Maslov, University of Northern Colorado, Lev.Maslov@unco.edu

Prof. Li Feng, Kunming University of Science and Technology, lifeng@kmust.edu.cn

Prof. Lin Ge, Guangzhou Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, gelin@gig.ac.cn

Prof. Lv Guxian, Institute of Geomechanics, Chinese Academy of Geological Science, lvguxian@yahoo.com.cn

Prof. Shao Yongjun, Central South University, shaoyongjun@126.com

Prof. Tan Kaixuan, Southern China University, nhtkx@126.com

Prof. Wang Jingbin, China Non-ferrous Metal Resource Geological Survey, wjb@cnncm.com

Prof. Wang Ling, Chengdu University of Science and Technology, wangling@cdut.edu.cn

Prof. Xiao Wenjiao, Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, wj-xiao@mail.igcas.ac.cn

Prof. Xu Deru, Guangzhou Institute of Geochemistry Chinese Academy of Sciences, xuderu@gig.ac.cn

Prof. Yan Yi, Guangzhou Institute of GeochemistryChineseAcademy of Sciences, yanyi@gig.ac.cn

Prof. Yang Liqiang, China University of Geosciences (Beijing), lqyang@cugb.edu.cn

Prof. Zhang Baolin, Institute of Geology and Geophysics, ChineseAcademy of Sciences, blzhang@mail.igcas.ac.cn

Prof. Zhang Yanhua, Principal Research Scientist with CSIRO Exploration & Mining, Australia, Yanhua.Zhang@csiro.au

Prof. Zhang Zhaocong, China University of Geosciences (Beijing), zczhang@cugb.edu.cn

Prof. Zhong Jianhua, China University of Petroleum (Shandong), 95756033@qq.com

事務局長：

Prof. Lai Jianqing, Central South University. Address: School of Geosciences and Info-Physics, Central South University, Changsha, Hunan Province, China 410083; Tel. 86-013875983805; Email: ljq@csu.edu.cn

Prof. Yan Yi, Guangzhou Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences Postal address: No. 511, Kehua Street, Tianhe District, Guangzhou 510640, Guangdong Province, China; Tel. 86-20-85290212; Fax: 86-20-85290130; Email: yanyi@gig.ac.cn

支援機関：

Guangzhou Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences

2014 年 8 月 21 日

第 14 回 IAGOD シンポジウム（2014 年 8 月 19-22 日，中国南部昆明）での発表論文

Papers presented at the 14th IAGOD Symposium, 19-22 August 2014, Kunming, South China　Session: Tectono-magmatic activity and associated metallogeny

Conveners: Ge LIN, Dong R CHOI, Guoneng CHEN, Tagen DAI, Deru XU, Guoxang CHI and Yongjun SHAO

（* キーノート発表者）

*Behavior of Elements during Granite Formation and Its Relationship to Mineral-Zonation 花崗岩形成時の元素挙動と鉱物分帯との関係：CHEN Guoneng, CHEN Zhen and Grapes H. RODNEY

*Ore-Controlling Structures of the Heishan Iron Deposit, Damiao Anorthosite Complex in North China Craton and Ore-Prospecting　北中国剛塊の Damiao アノーソサイト複合岩体における黒山鉄鉱床の鉱床制御構造と鉱床探査：CHEN Zhengle, DU Weihe, CHEN Bailin, HAN Fengbin, WANG Yong, SUN Yue and WU Yu

*Relationships between Hydrodynamics of Mineralization and Tectonic Settings　鉱化作用の水力学と造構場との関係：CHI Guoxiang and LIN Ge

*An Archean Geanticline Extending from the South Pacific to Siberia　南太平洋～シベリアにのびる始生代地背斜：CHOI Dong R.

Analysis of the Geodynamic Mechanism of the Large-Scale Gold Mineralization in Northeastern Hunan Province　湖南省北東部における大規模金鉱床の地球力学メカニズムの解析：DENG Teng, XU Deru, CHEN Genwen, WANG Zhilin, ZHANG Junling and ZHOU Yueqiang

Zircon U-Pb Geochronology and Hf Isotopic Geochemistry of the Liwan Cu–Mo Deposit, Guichi Ore Cluster Field　Guichi 鉱床集中域の Liwan Cu-Mo 鉱床のジルコン U-Pb 地球化学と Hf 同位体地球化学：GU Huangling, DUAN Liuan and YANG Xiaoyong

Tectono-Magmatic Events and Gold Metallogeny in the Qinling Orogen　秦嶺造山における造構－火成活動事件と金鉱化作用：GUO Yaoyu, YANG Liqiang, LI Nan, LI Zaichun and JI Xingzhong

Granite and Mineralization of Qinghai Province in the Hoh Xil Wuxuefeng Area　可可西里－呉雪峰山地域における青海省の花崗岩と鉱化作用：HAN Xuyuan, LI Yusheng, HU Yao, TIAN Ming, WU Peng, GUO Yuhong, ZHANG Jun and WU Xinyong

Mesozoic Monzogranites and Related Mo-Pb-Zn Polymetallic Mineralization in Southeastern Lesser Hinggan Area　小興安嶺地域南部における中生代モンゾナイト花崗岩と関連 Mo-Pb-Zn 多金属鉱化作用：HAN Zhenzhe, WU Mingqian and YAN Guangsheng

Baolun Gold Deposit, an Orogenic Gold Deposit in Hainan Province, South China　Baolun 金鉱床―中国南部海南省における造山性金鉱床：HOU Maozhou, XU Deru, SHAN Qiang, WU Chuanjun and YU Liangliang

Theory on Water Phase Transitions Controlling Hydrothermal Mineralization　熱水鉱化作用を制御する水の相転移に関する理論：HU Baoqun, LÜ Guxian, WANG Fangzhang, SUN Zhanxue and GUO Tao

The Evolution of Uranium Mineralization in Xiangshan Ore-Field　香山鉱床区におけるウラン鉱化作用の進化：HU Baoqun, QIU Linfei, LI Mangen, SUN Zhanxue, HUANG Zhen and WANG Qian

Detrital Zircon U-Pb Ages of the Proterozoic Metaclastic-Sedimentary Rocks in Hainan Province of South China　中国南部海南省における原生代変砕屑性堆積岩中の砕屑性ジルコンの U-Pb 年代：New Constraints on Depositional Times, Provenances, and Tectonic Implications：HU Guocheng, WANG Zhilin, XU Deru, CAI Jianxin, WU Chuanjun, YU Liangliang, SHAN Qiang, HOU Maozhou, CHEN Huayong and Monika Agnieszka KUSIAK

Late Paleozoic Granitic Magmatism in the West Junggar Metallogenic Belt (Xinjiang), Central Asia, and Its Tectonic Implication　中央アジア西ジュンガル変成帯（新疆ウイグル自治区）における古生代後期の花崗岩火成活動：HUANG Penghui, WANG Xiaoyu, CHEN Xuanhua and WANG Zhihong

Inherited Zircons from the Linglong Granite: Constraints on Pre-Mesozoic Crustal Evolution and Its Implications for Mesozoic Gold Mineralization in Jiaobei Terrane, China　Linglong 花崗岩からの残存ジルコン―中国 Jiaobei 区における先中生代地殻進化への拘束と中生代金鉱化作用の意味：HUANG Tao, YANG Liqiang, WANG Zhongliang, LIU Xiangdong, LI Hailin, ZHANG Binglin, WANG Jiangang and ZHAO Yunfeng

Geological Characteristics and Re-Os Geochronology of Tongshanling Polymetallic Ore Field, South Hunan, China　中国湖南省南部東山嶺多金属鉱床域の地質特性と Re-Os 地質年代学：HUANG Xudong and LU Jianjun

Analysis of Structural Ore-Controlling Rules and Mechanism of the Laosuzhai Copper Deposit in Jiangcheng, Yunnan Province　雲南省剣川 Laosuzhai 銅鉱床の鉱床構造規制とメカニズムの解析：JIAN Long and GAO Jianguo

Mantle-Derived Primary Sulphide Melt Inclusions in Amphibole Megacrysts　角閃石巨晶中にみられるマントル由来初生硫化物の流体包有物：LI Dapeng, DU Yangsong and YU Xuefeng

Multi-Stage Mineralization of the Early Yanshanian Granites from the Central Nanling Region, South China: Implications from REE Geochemistry　中国南部中部南嶺地域に産する前期燕山期花崗岩の多段階鉱化作用：

LI Huan, Koichiro WATANABE and Kotaro YONEZU

The Tectono-Metallogenic Process—A Key Role in the Formation of Polygenetic Compound Ore Deposits　造構－鉱化作用―多重起源的複合鉱床の形成における重要な役割：LIN Ge, SHAN Yehua, YAN Yi and LI Zian

U-Pb Zircon, Geochemical and Hf Isotopic Constraints on Age and Origin of Early Yanshanian Granites and Their Enclaves from Xitian, Hunan Province　湖南省 Xitian 産の前期燕山期花崗岩と捕獲岩の年代と起源に関する地球化学的および Hf 同位体的拘束：LIU Qing, SUN Jinfeng, HOU Quanlin, WU Shichong, NIU Rui, HE Miao and LI Gaohong

Ore-Controlling Factors of the Zhaojikou Lead-Zinc Deposit in Dongzhi County, Anhui Province 安徽省東至県における Zhaojikou 鉛－亜鉛鉱床の鉱床規制要因：LIU Xue, XU Xiaochun, ZHAO Yanling, LIU Xiaoyan, FAN Ziliang and BAI Ruyu

Analysis of Inversion Structural Styles in South Guizhou Depression 南桂州における逆転構造形態の解析：LIU Yali and GUO Feng

Petrogeochemistry and Geochronology of Gold-Hosting Monzogranites in the Xincheng Gold Deposit, Jiaodong Peninsula, China　中国膠東半島新城金鉱床における金母岩モンゾナイト花崗岩の岩石化学と地質年代学：Implication for Gold Mineralization：LIU Yue, YANG Liqiang, WANG Zhongliang, ZHANG Liang, ZHANG Chao and WANG Xudong

An Analysis of Cenozoic Petroleum Structural Mineralization in Kunbei Oil-Gas Pool, Southwestern Qaidam Basin, China　中国柴達木（ツァイダム）盆地南西部の Kunbei 石油－ガスプールにおける新生代の石油構造鉱化作用：LÜ Baofeng, CAI Zhourong, YIN Zhengxin and WANG Xue

Analysis of Gold Mineralization in Tectonic-Magmatic Environment —A Case Study of Ertix Gold Metallogenic Zone　造構－火成環境における金鉱化作用の解析―額爾斉斯金鉱化帯の事例研究：LÜ Xiaoqiang, GUO Naxin and LI Chunxia

The Core-Mantle Minerals Migration and the Ore-Controlling of Mantle Branch Structure：NIU Shuyin, SUN Aiqun, ZHANG Jianzhen, CHEN Chao, ZHANG FUxiang and HOU Jianglong：Guojiadian Mantle Branch Structure and Its Ore-Controlling, Zhaoyuan, Shandong Province, China　中国山東省招環における郭家店マントル分枝構造とその鉱床規制：NIU Shuyin, ZHANG Jianzhen, SUN Aiqun, CHENG Guangsuo, ZHANG Fuxiang, CHEN Chao, MA Baojun and XU Meng

Magma Mixing in the Haxiyatu Area, East Kunlun and Its Mineralization Significance　崑崙山脈東部 Haxiyatu 地域におけるマグマ混合：Namkha NORBU and LING Tang

Mesozoic A-Type Granites and Related Ore Mineralization, Eastern Mongolia モンゴル東部の中生代 A タイプ花崗岩類と関連鉱化作用：Gerel OCHIR and Jarosalv DOSTAL

Mineral-Zonation of Vein-Type U-Deposit and Predetermination of Concealed Ore-Bodies in the Xiazhuang Ore-Field, SE China　中国南東部東張鉱床区における脈型ウラン鉱床の鉱物分帯と封入型鉱体の胚胎条件：PENG Zhuolun, CHEN Zhen, LIAO Zhuoheng and CHEN Guoneng

Geochemical Constraints on Genesis of the Xinqiao Cu-Au-S-Fe Deposit in the Tongling Ore-Cluster Field, Middle-Lower Yangtze Metallogenic Belt 揚子江中～下流鉱化帯の東嶺鉱床集中区における新橋銅－金－硫黄－鉄鉱床に関する地球化学規制：QI Huasheng, XIAO Yuliang and YANG Xiaoyong

Metallogenic Tectonic Characteristics of Mesozoic-Cenozoic Sandstone Type Uranium Deposits in China 中国における中－新生代砂岩型ウラン鉱床の鉱化造構特性：TAN Kaixuan, XIE Yanshi, HU Yang, LI Chunguang, WANG Zhaozhao and YANG Fei

Comprehensive Confirmation of Cenozoic Tectonic Events in Northern South China Sea and Their Significance on Petroleum Accumulation　南中国北部における新生代造構作用の包括的確認とそれらの石油集積の重要性：WANG Xue, LÜ Baofeng, CAI Zhourong and LU Ye

Study of the Genesis and Sources of Uranium Ore-Field in Xiangshan　香山におけるウラン鉱床区の形成と起源に関する研究：WANG Yun, HU Baoqun, GAO Haidong, HUANG Zhen and ZHANG Zhihang

Geological Characteristics and Metallogenesis of the Co-Cu Ore Deposits in the Northeastern Hunan Province of South China　中国南部湖南省北東部の Co-Cu 鉱床の地質特性と鉱床形成作用：WANG Zhilin, XU Deru, DENG Teng, ZHANG Junling, NING Juntao and HU Guocheng

Mineralogy and Metallogeny of the Shilu Co-Cu Ore Deposit in Hainan Province of South China　中国南部海南省における石路 Co-Cu 鉱床の鉱物学と鉱床形成作用：WANG Zhilin, XU Deru, WU Chuanjun, YU Liangliang and WANG Li

*Geochemical Characteristics and Tectonic Setting of the Granites in Sanmianjing Pb-Zn (Ag) Deposit, Inner Mongolia　内モンゴル自治区の三面江 Pb-Zn (Ag) 鉱床の地球化学特性と造構環境：WEI Hantao, SHAO Yongjun, LIU Zhongfa, YE Zhou and QUAN Wei

Structural Controls on Baolun Gold Mineralization in Hainan Province, South China　中国南部海南省の Baolun 金鉱化作用への構造規制：WU Chuanjun, CAI Jianxin, XU Deru, SHAN Qiang, HOU Maozhou, YU Liangliang and HU Guocheng

Study on Meso-Cenozoic Geotectonic Characteristics and Ore-Controlling Role in Huainan Coalfield　槐南炭田における中－新生代造構特性と鉱床規制因子の研究：WU Shiyong, WANG Yuan, WANG Jingwei, ZHANG Yi and LIAN Biao

The Geochemical Characteristics of Houmachang Granitoid in Suixi, China, and Its Significance　中国遂渓県における

Houmachang 花崗岩類の地球化学特性：WU Weiping, CAI Yang, CHENG Fang and DONG Xiaoping

Geochemical Characteristics and Tectonic Significance of the Kecun Dyke Swarm in the Jiuhuashan Geopark　九華山ジオパークにおける Kecun 岩脈群の地球化学特性と造構的重要性：WU Weiping, CAI Yang, HU Shaoqi, ZHU Qiang, MA Tao, YANG Peiming, WANG Longyun and DONG Xiaoping

The Regional Tectonic Controls of Mineralization in Wuxuefeng Mountains and Adjacent Regions, Hoh Xil　可可西里の雪峰山山脈と隣接地域における鉱化作用の広域造構規制：WU Xinyong, LI Yusheng, TIAN Ming, WU Peng, HAN Xuyuan, GUO Yuhong and ZHANG Jun

Chromatographic Method of Induced Polarization in Mines　鉱山における誘導透過のクロマトグラフィー技術：XI Zhenzhu, TANG Jiqiang, WANG He, LEI Kai and LI Li

Zircon LA-ICP-MS U-Pb Dating on the Guyong Granites from the Tengchong Block, Western Yunnan and Its Geological Significance　雲南省西部騰中地塊の古永花崗岩類に関するジルコンの LA-IPC-MS ウラン－鉛年代：XIE Jincheng, DONG Guochen and LUO Wei

Tectono-Magmatic Activization and Fractal Dynamics of Ore-Forming of Hydrothermal Uranium Deposits in South China　中国南部における熱水性ウラン鉱床の鉱床形成にかかわる造構－火成活動活性化とフラクタル力学：XIE Yanshi, TAN Kaixuan, TANG Zhenping, HU Yang, LI Chunguang, WANG Zhaozhao, YANG Fei and YIN Jianwen

Studies on Metallogenic Models of Au-Nonferrous Metals Deposits in Eastern Liaoning-Jilin-Heilongjiang District　遼寧省東部～吉林省～黒竜江省における金－非金属鉱床の鉱化作用モデルに関する研究：XING Shuwen, ZHANG Yong, SUN Jinggui, ZHANG Zengjie and MA Yubo

*Re-Understanding on the Mechanism of Tectonic-Magmatic Activity (Diwa Theory) and Associated Ore-Forming Processes of Polygenetic Compound Deposits　造構－火成活動メカニズム（地窪学説）とそれに関連する多重起源複合鉱床の形成作用の再解釈：XU Deru, HU Guocheng, LIN Ge, QIU Liangbin, CHEN Guoneng, ZHOU Yueqiang and HOU Maozhou

Lower Paleozoic Shale Gas Preservation Condition Analysis and Evaluation in the Yangtze Block　揚子地塊における古生界下部のシェールガス保存の条件解析と評価：XU Zhengyu, XIONG Shaoyun, WANG Gaocheng and LIN Ge

Structural Properties of the Longshoushan Block—Constraint from LA-ICP-MS Zircon U-Pb Dating　竜首山地塊の特性 —LA-ICP-MS ジルコン U-Pb 年代測定による拘束：YAN Haiqing, LIU Qiaofeng, FAN Mochun, WANG Qiang, REN Jianmei and CHEN Yuan

Magmatic-Fluid-Metallogenic System of the Anqing Skarn Cu-Fe Deposit, Anhui Province, China　中国安徽省安慶スカルン Cu-Fe 鉱床のマグマ性流体鉱化システム：YANG Guangshu, WEN Hanjie, YAN Yongfeng, FENG Pengyu and ZHANG Junwei

Structural Control of the Linglong Metamorphic Core Complex on Gold Mineralization of the Jiaodong Peninsula, East China — Low Temperature Thermochronologic Constraints　中国東部膠東半島の金鉱化作用に関わる嶺竜変成コア複合岩類の構造規制：YANG Liqiang, DENG Jun, WANG Zhongliang, ZHANG Liang, YUAN Wanming, LIU Yue and ZHANG Ruizhong

Ore Deposit Types and Mineralization Sequence of Tianbaoshan Metallogenic Region in Yanbian Area, Northeastern (NE) China　中国北東部延辺地域における天宝山鉱床区の鉱床タイプと鉱化作用系列：YANG Qun, REN Yunsheng, JU Nan, CHEN Cong and ZOU Xintong

The Discussion on the Ore Genesis of Yangla Copper Deposite, Yunnan, China　中国雲南省 Yangla 銅鉱床の鉱床形成に関する考察：YANG Zhen, YANG Liqiang, LIU Jiangtao, ZHANG Guangning, LONG Fei and LIU Yuedong

Analogue Modeling of the Multi-Layer Over-Thrust System in South China　中国南部における多重おしかぶせ断層系のアナログモデル：YI Jin and LIN Ge

Metallogeny of the Triassic-Jurassic Rift-Related Mineralizations in Argentina アルゼンチンにおける三畳紀－ジュラ紀リフト関連鉱床形成の鉱化作用：Eduardo O. ZAPPETTINI, Sabrina CROSTA, Nora RUBINSTEIN and Susana J. SEGAL

Tectono-Magmatism of Two Phases and Deposit Enrichment Regularity in Gejiu Tin Polymetallic Ore-Field, Yunnan, China —Evidences from Geochronology, Geochemistry, Gravity and Paleomagnetism　中国雲南省個旧錫多金属鉱区における２時相の造構－火成活動と鉱体富化規制：ZHANG Baolin, LIU Ruilin, SU Jie, SHEN Xiaoli, LIU Jungang and HAI Lianfu

Analysis on Metallogenic Conditions of Polymetallic Ore in Hoh Xil Region—Stratigraphy, Sedimentary and Tectonics　可可西里地域における多金属鉱床の鉱化条件の解析—層序，堆積作用および造構作用：ZHANG Jun, LI Yusheng, TIAN Ming, WU Peng, HAN Xuyuan, GUO Yuhong and WU Xinyoung

Zircon SHRIMP U-Pb Dating on the Baimashan Granitic Composite Batholith from Hunan Province, South China　中国南部湖南省白馬山花崗岩複合バソリスに関するジルコン SHRIMP ウラン－鉛年代：ZHANG Yipin, ZHANG Jin and WANG Yaying

Computational Modeling on Hydrothermal Mineralization Process of Vein Type Gold Orebodies in Jinchang Deposit, Heilongjiang, China　中国黒竜江省金江鉱床における脈石型金鉱体の熱水鉱化作用のコンピュータモデル：ZHAO Yilai, OUYANG Fei and LUO Xianrong

Research on the Hydraulic Fracturing Design of Polygenetic Compound Oil-Gas Reservoirs　多源的石油－ガス複合槽の水圧破砕設計に関する研究：ZHAO Yunfei,

WANG Jiang, LI Zian and LIN Ge
Discussion on Structural Ore-Controlling Patters of Gan-Hang Uranium Metallogenic Belt　Gan-Hang ウラン鉱化帯の構造的鉱床規制パターンに関する考察：ZHOU Ye, WEI Xiangrong and LIN Ge
Discovery of Hydrothermal Baddeleyite and Zircon in the Mesozoic Tengtie Iron Skarn Deposit, South China　南中国中生代 Tengtie 鉄スカルン鉱床における熱水性バッデレイ石とジルコンの発見：ZHAO Wen Winston, ZHOU Meifu and CHEN Wei Terry

財政的支援について　FINANCIAL SUPPORT

NCGT Newsletter は，すべての個人と組織が自由に入手できる公開オンライン雑誌である．これは，増えつづけるこの雑誌の発行費用を賄うために，私たちは読者からの善意・無償の寄付と広告収入に頼らなければならないことを意味している．私たちは読者の寛大な財政支援を歓迎する．

ご希望に応じてごく少部数の印刷版が作成されている．オーストラリアでは印刷費が高額であるため，個人用の印刷には電子版電をダウンロードされることをお勧めする．2014 年の印刷版購読費は，オーストラリアの購読者で A$180，他の国の購読者で US$200（含：航空便郵送費）である．

自由構成の広告：裏表紙全面広告で US$400/ 号，US$1500/ 年（4 号分）．他の場所では，US$300/ 号，US$1100/ 年（4 号分）．半ページ広告は，全ページ費用の 80%．詳細は editor@ncgt.org. へ．

■ 送金方法
もしあなたが PayPal 口座をお持ちであれば，下記口座へ送金されたい（PayPal はクレジットカード Visa・MasterCard で支払い可能．この方法の利用を推奨する．
http://paypal.com/cgi-bin/
口座名：New Concepts in Global Tectonics
E-mail:ncgt@ozemail.com.au（editor@ncgt.org ではない）

■ 銀行振替あるいは小切手でお支払いの場合は
宛名：New Concepts in Global Tectonics
郵送先： 6 Mann Place, Higginns, ACT2615, Australia

■ 現金で銀行送金する際の銀行口座の詳細
銀行名：Commonwalth Bank（Swift Code: CTBAAU25), Belconnen Mall ACT Branch（BSB 06 2913）
口座番号：06 2913 10524718
口座名義：New Concepts in Global Tectonics

NCG ジャーナルについて　ABOUT THE NCGT Journal

グローバルテクトニクスの新概念ニュースレター（現在の NCGT ジャーナルの前身）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．その名称は，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ワシントンのスミソニアンスミソニアン研究所で開催された，それ以前のシンポジウムにちなんでいる．NCTG ニュースレターは，2013 年に NCGT ジャーナルに改称された

目的は次のとおりである：

1．組織的照準を，プレートテクトニクスの観点に即座には適合しない創造的な考え方にあわせる．
2．そのような研究成果の転載および出版を行う．とくに検閲と差別の行われている領域において．
3．既存の通信網では疎外されているそのような考え方と研究成果に関する討論のためのフォーラム．それは，地球の自転や惑星・銀河の影響，地球の発達に関する主要学説，リニアメント，地震データの解釈，造構的・生物的変遷の主要ステージ，などの視点から，たいへん広い分野をカバーするべきものである．
4．シンポジウム，集会，および会議の組織．
5．検閲，差別および犠牲があった場合の広報と援助．