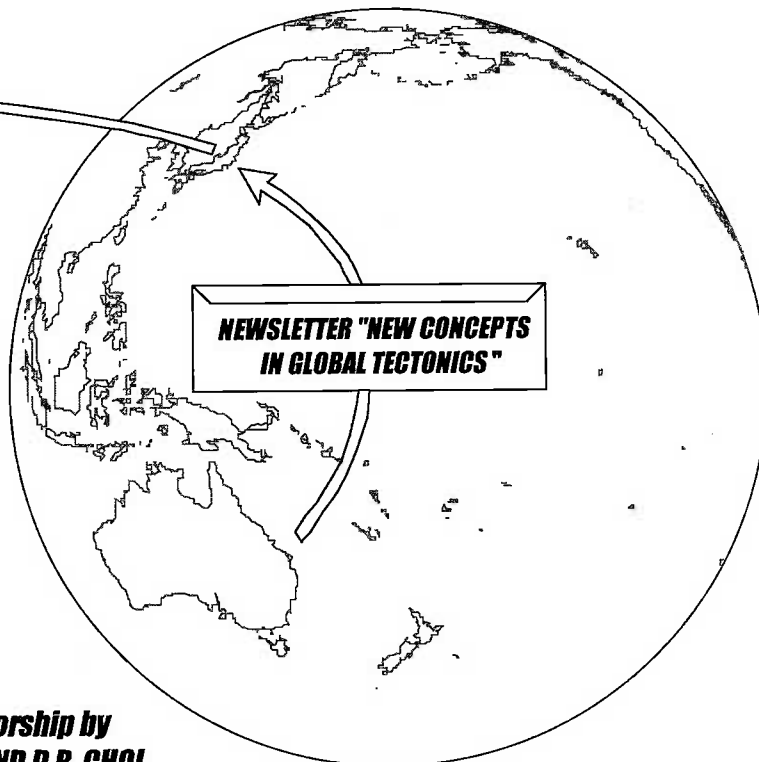
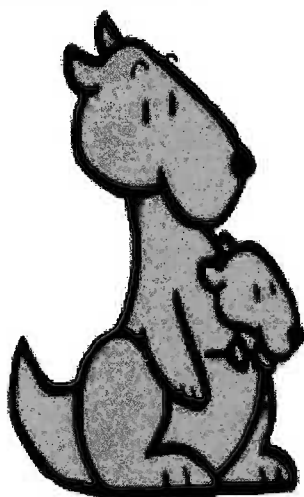
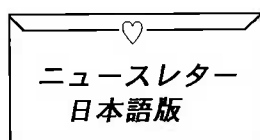


ニュースレター グローバルテクトニクスの新概念 <日本語版>  
**NEWS LETTER New Concepts In Global Tectonics**

No. 6, 1998年3月

編集者: J. M. Dickins and D. R. Choi



**Under the editorship by  
 J.M. DICKINS AND D.R. CHOI**

本 号 の 目 次

■編集者から.....	2	プレートに働く力と圧力.....	9
■編集者への手紙.....	3	惑星水の溢出と逸失.....	10
■論説		プレートテクトニクス神話.....	13
エルニーニョは渦巻構造に支配?.....	5	■ニュース.....	22
渦状運動における重力/密度振動.....	7	■出版物の紹介.....	24

連絡、通信、ニュースレターへの原稿掲載のために 次の方法（優先順に記述）の中からお選び下さい: NEW CONCEPTS IN GLOBAL TECTONICS 1) Eメール: choiraax@u030.aone.net.au, 2) ファックス (少量の通信原稿): +61-2-6254 7891, 3) 郵便・速達航空便など: 6 Mann Place, Higgins, A.C.T., 2615, Australia (IBM Word または Word Perfect の高品質[higher order]のディスクが最善, Macintosh も可能), 4) 電話: +61-2-6254 4409. 次号は1998年3月下旬に発行予定. 投稿原稿は1998年3月上旬までにお送り下さい. 放棄 [DISCLAIMER] このニュースレターに掲載された意見, 記載およびアイデアは投稿者に責任があり, 当然のことながら編集者の責任ではありません.

<本号は Mary K. Choi の援助をえて, J. Mac Dickins と Dong R. Choi によって編集されました. >

## ニュースレターNo.5 (1997年12月) への謝辞

私たちはニュースレターの反応に驚かされ、とても勇気づけられてきた。私たちは寄稿と熱意に対するある種の反撃(fall-off)をずっと予想してきた。しかしそのような徴候はなく、それとは逆に、12月号は3月号を越えて余りあるデータに満ちていた。私たちが受け取った寄稿は将来への見通しとその内容の点で傑出しており、地域的で広域的でかつ世界的な特性の数多くの問題点について述べている。私たちは、地球の自転の影響に関する論文が、最近あまりにも無視されてことをとくに強調したい。この種の研究が最も主流の出版物から締め出されていることは、地質科学における深刻な危機を明瞭に示している。たとえ私たちがプレートテクトニクスの妥当性について誤っていたとしても、ある限られた分野へ研究の方向が向いてしまうことは、全ての科学の進歩にとって、明らかに深刻で反対の結果をもたらすにちがいない。一方で、もし私たちの主張が正しく、これまでの科学的な蓄積や財産の多くが誤っていたとしたら、学界はひとつの世代の研究の事実上の損失といった事実と直面しなければならないであろう。

私たちはニュースレターでの特別な寄稿に対して、いくつかコメントしたい。このことは私たちの仲間に対する批判ではなくて、尊重の立場であることを理解していただきたい。このような状況において、私たちは再度フィールドジオロジーの果たす主要な役割について強調したい。ニュースレターへの寄稿に対する私たちの最も一般的なコメントは、おそらく地質学的知識の欠如であろう。現在のところ、このことはもちろん地質家にとって問題であるが、地質家はしばしば地球表層の限られた部分に精通しているだけである。私たちは、地質学者は現在の地球物理とその時間的關係について、可能な限り幅広い知識を得るよう、自らを意識的にしむけなければならないと信じている。物理と数学の精鋭主義(elitism)のきらいはあるが、結局、学説が試される場、すなわち地球科学における試されるべき学説にとっての現実の実験室は、この地球なのである。このことはしばしばチームワークを意味するが、良い研究者集団をつくることは容易なことではないのは常である。

私たちは太平洋の物理的な構造に関して、非常に興味深くかつ刺激的なSmootの論文を見出した。彼は直交模様(pattern)をつくる網状の"筒抜け状(leaky)断裂帯"について記載している。その模様とは現在の物理

的・地形的な模様のことである。"筒抜け状"とは地殻を貫き、マントルからマグマ起源の物質を導く深部断裂を意味している。それらには磁気異常と部分熔融の痕跡も記されている。それらは交差するパターンをなしているため、海底拡大とプレートテクトニクスとは相いれない。しかし、これがこの種の知識(情報)が出版物の主流から閉め出されている十分な理由なのか。この研究は他の研究者、例えばWezel(1992)などの議論を十分支持するものである。しかし、この模様は広く解釈すれば、海洋だけでなくすべての大陸でも見いだされるはずである。私たちは読者の皆さんに、オーストラリア大陸の重力解析(Anfiloff,1992)に加えて、ニュースレターに記載されているオーストラリアの出版物を照会したい。さらに、この模様が世界的で、すべての地質時代の岩石に見られることから、私たちは次のことを指摘したい。すなわち、その模様は地球創世期に形成された基盤岩の反映であり、海洋には先カンブリア代の岩石が元々あったこと、あるいは現在も存在することを示唆している(Dickins, Choi and Yeates, 1992も参照)。この模様は初期の地殻形成時の収縮模様であり、球面上の地殻において、広く知られている密度の異なった層の収縮に関係して形成されたということを提案する。地向斜は、私たちはよく理解していない後の構造のように思えるが、おそらくその鍵は本号と以前のニュースレターに掲載されているMelnikovと他の人々の論文、すなわち地球の自転の影響の立場に立つ人々によって与えられるであろう。しかし、環太平洋地帯には、巨大な環の形成の問題と、おそらくジュラ紀以降にだけ存在した(Dickins, Choi and Yeates, 1992)という問題が残されている。そうであったとしても、リニアメント模様はまた、地向斜にも影響されているかもしれない(Hills,1956を参照)。リニアメントの直交模様が、マントル対流にせよ、inner shellを越えたcrustal shellの回転にせよ、保持されるに違いないことは適切な疑問だ。

鈴木ほかは彼らの論文の中で、東北日本はプレートテクトニクスでは沈み込み帯とされ、圧縮応力場とされているが、そこで変形のない平坦な地域があることを指摘している。地震波データによれば、深部に及ぶ高角度の隣り合う断層は引張場で形成される。このことはローカルな応力場という、よくある現象に思える問題を含んでいる。それは、たとえばAnfiloff(1992)によって指摘されてきたことだが、おそらくこの場合、

応力は基盤によってもたらされ、運動は基盤内の弱線("断裂")に沿って局所的に現れたと思われる。しかし、地質断面の調査から、逆断層運動が生じていること、"弧"(圧縮)と"背弧"(引張)のセットが東西方向に存在するであろうことを示している。例えば2図で、笹森丘陵と秋田平野は横手盆地とは逆断層構造によって境されているが、横手盆地は引張性断層などによって形成されたように見える。地震波データの調査では、圧縮が確実な場合においても、どんなタイプの断層でも識別されるものである。前号のニュースレター

(No.4)で指摘したように、大陸と海洋のリフトは圧縮応力場における引張性レリーフを表しているようにみえる。同様の形態は背弧側の応力場でみられるべきもので、著者が言っているように、これらの形態はプレートテクトニクスの説明と完全に矛盾する。

(それ以前のニュースレター(No.3)で、藤田ほかは本州中央のフォッサ・マグナにおける陥没構造について述べたが、そこではプレートテクトニクスのいう衝突(沈み込み)と矛盾している。)

## 文 献

- ANFILOFF, V., 1992. The tectonic framework of Australia. In: New Concepts in Global Tectonics. S. Chatterjee and N. Hotton III eds., Texas Tech University Press, Lubbock, Texas: 75-109.
- DICKINS, J. M., CHOI, D.R. AND YEATES, A.N., 1992. Past distribution of oceans and continents. Ibid: 193-199.
- HILLS, E.S., 1956. A contribution to the morphotectonics of Australia. Journal of the Geological Society of Australia 3: 1-15. Reproduced in Pathways in Geology: Essays in Honour of Edwin Sherbon Hills (R.W. Le Maitre, ed-in-chief). Blackwell Scientific Publications (Australia). Melbourne, 1989: 230-242.
- WEZEL, F.-C., 1992. Global change; shear-dominated geotectonics modulated by rhythmic Earth pulsations. In: New Concepts in Global Tectonics (S. Chatterjee and N. Hotton III, eds.). Texas Tech University Press, Lubbock, Texas: 421-439.

[訳: 久保田 喜裕]

---

## 編集者への手紙

## LETTER TO THE EDITORS

---

ニュースレター9月号を送っていただきありがとうございます。ニュースレターのことは以前から聞いていましたが、今回始めて目にしました。私がヨーロッパの異論者たちに論文の表題と適切な情報源・連絡先をすでに送ったことは皆さんにも喜んでいただけたでしょう。ニュースレターが大きな成功となり、事実、すどく批評された(peer-reviewed)論文とともに、十分育て上げられた(a fully fledged)論文誌として、大きく進展することを願ってやみません。私は転向した人々にあえて言う必要はありませんが、伝統的なプレート論者の移り気な見方(blinkered views)は、手堅い観測事実に基づいたどちらか一方の仮説によって、再検討とバランスを図られるべきであることこそが本質であると思います。私たちは全員、定期刊行誌から論文を却下された経験があります。それは私たちが唱えている地球膨張が口先だけでデータを説明しているからだというものです。おそらく私は他の人に比べたらまだ良い方かもしれません。しかしそれは終わりのない丘の上での戦争です。私は率直に言って、科学者

として理解できないことがままあります。それは、海洋底拡大と衛星データが彼らの再検討結果に合わないにもかかわらず、現在の定常的な次元の(変化のない the current constant dimensions)地球史(Earth scenario)に固執する人々のおかしな反応に対しであります。メディアを通して科学を普及する人々と一般市民は、観測データに基づいたほかの地球史が外に追いやられている(out there)ことに対して、両者とも等しく盲目的な過ちを犯しています。しかし私は警告を発することができるのでしょうか。地球膨張の膨張率に関しては多くの仮説があります。沈み込みが起こるのか、それは誤りなのか、同様に観測データに一致していない海洋底拡大は本当に起こっているのか。これらの考えには自由な討論と出版だけでなく、これらの仮説が十分なデータにどの程度基づいているかを十分評価し、討論のできる公開討論の場が必要です。幸いにも貴ニュースレターにはそのような道筋が示されているものといえます。

(Hugh G. Owen, England)

ニュースレターの成功に対して、編集者の皆さまへ心からお喜び申し上げます。本当に充実していていますね。掲載されている論文や手紙から、世界中の多くの人々がこのような企画(platform)を待ち望んでいたことがわかります。NCGTの国際シンポジウムの開催

インドのある若い科学者がArthur A. Meyerhoffの手紙のコピーを私たちに送ってくれたが、それは彼の亡くなる3ヶ月前の94年6月20日付の手紙でした。その手紙は私たちにとって重要な示唆に富んでいるため、読者にその抜粋を引用します。

"1994年5月30日付のご丁寧なお手紙をありがとうございました。別の航空便で次の文献をお送りしました。

- (1) A.A. Meyerhoff and H. A. Meyerhoff, 1974. Test of plate tectonics. In, C. F. Khale editor, Plate Tectonics - Assessments and Reassessments. AAPG Memoir 23, p. 43-145.
- (2) H. A. Meyerhoff and A. A. Meyerhoff ; 1977. Genesis of Island Arcs. In, Geodynamics in south-west Pacific. International Symposium, Noumea-Nouvelle Caledonie, 27 Aug. - 2 Sept. 1976. Paris, Edition Technip, p. 357-370.
- (3) A.A. Meyerhoff et al., 1992. Origin of Midocean Ridges. In, S. Chatterjee and N. Hotton III, eds., New Concepts in Global Tectonics. Lubbock, Texas Tech University Press, p. 151-178.
- (4) A.A. Meyerhoff et al., 1992. Surge tectonics: A new hypothesis of earth dynamics. In, S. Chatterjee and N. Hotton III, eds., New Concepts in Global Tectonics. Lubbock, Texas Tech University Press, p. 309-409.
- (5) W. B. Agocs, et al., 1992. Reykjanes Ridge: Quantitative determinations from magnetic anomalies. In, S. Chatterjee and N. Hotton III, eds. New Concepts in Global Tectonics. Lubbock, Texas Tech University Press, p. 221-238.

上記の文献をぜひ読んで下さい。あなたは手紙の中で、父と私が書いてきたプレートテクトニクスに対するさまざまな異議についてお尋ねになりました。それらのほとんどは1974年にAAPGの論集23で公表されたものです(父は1982年になくなりましたが、私たちはいっしょに多くのものを書いてきました-これはそのほんの一部です)。読んでいただきたい二つ目の論文は"島弧の成因"に関するものです。ここで私たちは"アセノスフェアサージ"という用語を始めて用いまし

も同時に順調にいつているようですね.....皆さんが地形に関するChristian Smootの最近の二つの論文に目を通していただきたいと思います。それはプレートテクトニクスの海洋底の基本原理に対して鋭い一撃を与えている傑作です。

(Ismail Bhat, India)

たが、この論文がサージテクトニクスが生まれた場所です。三つめは"中央海嶺"に関するものです。あなたはこの論文を四番目にまわしたいと思うかも知れませんが、しかし、その論文では中央海嶺に関する現存の解釈は多くの理由から誤っているというべきことを示しています。その理由のひとつは中央海嶺を特徴づけている線状の断層パターンの存在です。また、それらはストークスの法則によれば、中央海嶺間のすべての運動は海嶺に直交ではなく、平行であることを示しています。そしてもちろん、最も重要な理由は先カンブリアや古生代の岩石の幾千もの露頭が中央海嶺に知られているということです。これらの古い時代の岩石はオタワにあるカナダ地質調査所の資料保管所やに堂々と展示されてますし、ケンブリッジ大学Sedgwick博物館でも化石に富んだ古生代の岩石が見られます。

そこで私は"中央海嶺の起源"を3番目に読んでもらいたいと思うのです。そこにはプレートテクトニクスの誤りに関する私たちの考えをいくつか紹介しています(私たちが1974年の論文ですでに論証していることに留意)。

その後で、サージテクトニクス-地球変動に関する新しい仮説-に関する論文を読んで下さい。私たちは物理法則に厳密に則っているのです。また、フィールドで確認された地質学的事実にも則っているのです。私たちはプレートテクトニクスがつぎつぎと見落とし続けてきた非常に多くの事実を見落とすわけには行かないのです。

最後に、Reykjanes海嶺の論文を読むことを勧めます。その内容をすべて理解する必要はありませんが、海洋底における直線的な磁気異常(中央海嶺の直線的な磁気異常)に関して、まだ数多くの別な説明ができること、また、磁気観測データの一部ではなく、すべてを説明するような私たちが提案している帯磁率モデルを知ることが重要なのです。Morley-Vine-Matthewsの論文は全体に現実的ではなく、私たちが図4-5で明瞭に示した点のほか、そのテキストのこれらの図に関する議論について実証することができません。Agocsと彼の共著者以前に磁気データを"極(の問題)に"わざわざ矮小化した人はいません。その結果として、磁気の相関関係(の問題解明)は現在みられるように不可能となりました。

私の専門は大きくは世界のフィールドジオロジーであり、流体力学です。私は(Belousovもそうでしたが)流体力学を身につけた唯一の生きている地質家だ

と思います。お伝えしておきたいのですが、V.V.Belousovは私の最も身近な友人です。サージテクトニクスの本は今度ヨーロッパで出版されますが、私はその本を父と彼に捧げるつもりです。Belousovと私は解釈の点で幾つか異なっていますが、独創的なデータの点では全般的な了解が取れています。事実、コピーが無くて残念なのですが、その論文でBelousovが1973年の夏、アイスランドで私にくれたいくつかの私信を引用します。私が覚えている限り正確に言うと、彼はこう言いました。"プレートテクトニクスは彼らのデータの中に自ら埋もれてしまうでしょう。そして新しい仮説が彼らのデータやあなたと私の考えの中から出現するでしょう。物理学に加え、世界中のフィールドジオロジーから得た私たちの知識の中から。" (Belousovと私はリフトの火山活動のいくつかの問題について、アイスランドで共同研究をしていました。後に Caicacus (コーカサス) や Tian Shan (天山) でもいっしょに仕事をしました)。.....

科学的精神について一般的なコメントをすると、私はなぜある仮説がそんなにたやすく受け入れられてしまうのか理解できないことを強く言いたいのです。私が学生の頃、始めて地質学に出会ったのですが、3つの異なったテクトニクスに関する仮説を教えられました-それはマントル対流説であり、地球収縮説であ

り、地球膨張説でした-。さらに、ほかのテクトニクスにかんする諸説、VanBemmelenのアンデューレーション説、EardleyとVellousovの垂直テクトニクス説、Jardetzkyの帯状回転(zonal rotation)説などの論文を読むよう勧められました。それから青天の霹靂のように、プレートテクトニクス説(1928年にArthur Holmesによって独創的に提案、1931年にはじめて出版)がRobert S. DietzとHarry H. Hessによって復活しました。私が知る以前に、プレートテクトニクス説はすべてのテクトニクス宗教の"福音"(gospel)になってしまったのです。結局、これでは清算されてしまうでしょう。なぜなら、科学のどんな部門においてもひとつの仮説が支配してしまう限り、その仮説以外の考えは窒息し、最後にはその説以外の研究は死んでしまうでしょう。科学の進歩は、ひとつないしは複数の次の仮説を創造するために、科学者が選択できる最良の点を提案しているような多くの仮説によってのみなされるのです。科学の進歩は特別なデータではなく、すべてのデータの融合によって評価されます。科学の進歩と解放は、長い目で見れば、多くの場所で研究している多くの人々の頭脳から生まれます。それは同じ結論に向かって、同じ考えのもとで研究している人々のひとつのグループからではありません。

[訳：久保田 喜裕]

---

## 論 説      ARTICLES

---

### エルニーニョは、テクトニックな渦巻構造に支配されているのか？ サージテクトニクスで説明可能か？ **CAN EL NINO BE CONTROLLED BY TECTONIC VORTEX STRUCTURES AND EXPLAINED WITH SURGE TECTONICS?**

Bruce A. LEYBOURNE

*Geophysics Division, Naval Oceanographic Office,*

*Stennis Space Center, MS 39522, U.S.A.*

*Tel: 601-688-4075, Fax: 601-688-4976*

*e-mail: bruce@navo.hpc.mil*

#### はじめに

科学者たちは、エルニーニョのような気象の変動を説明する機構を探し続けてきた。今日までのところ、海洋/大気の相互作用についてのモデルだけが、必ずし

も十分にではないが、気象の長期変化を説明しているにすぎない。「気象における層状多圏の諸過程とその役割についてのプロジェクト」(SPARC)を主導しているWorld Climate Research Programが、もっかのところ気象数値シミュレーションモデルで重力波を

パラメータ化することの重要性を示している。卓越した層状多圏重力波 (stratospheric gravity wave) が、太平洋赤道付近の東方で1968年の原爆実験のときにラジオゾンデによって最初に確認された。赤道付近は高い熱の供給によって対流しているの、これらの多圏重力波は、対流圏上部に起源を持つと考えられる。重力波の波動の原因は、可能性のある見方として、テクトニック・トレンドを通じてコントロールされた地球内部の結合力に帰することができるかもしれない (Laybourn, 1996)。

### グローバル・オシレーション・システム (GOS)

三つの大規模な海水準圧 (Sea Level Pressure) の振動系 (オシレーション・システム: oscillation system) が、サージテクトニクス (Meyerhoff et al., 1992) の描いたテクトニックな巨大渦構造の上に存在する。これらは、エルニーニョに関連した南のオシレーション (SO) と、北アメリカに向かう前線をコントロールする北太平洋オシレーション (NPO), ヨーロッパの天気コントロールする北大西洋オシレーション (NAO) である。SOは、地球で最大規模のテクトニックな上昇渦構造、すなわちインドネシア弧に規制されている。太平洋底を横切ってSOは、イースター島付近でオフセットする東太平洋海膨に沿った強い下降渦に支配されている。NPOは、東シベリアから西カナダに広がる高緯度帯のベルトと亜熱帯を含む低緯度地方の幅広い領域との間のSLPのシーソー運動であると考えられる。NPOは、日本・千島・アリューシャンからなる北～北西太平洋の島弧-海溝系に支配されている。南にいくとNPOの圧力は、太平洋中央部とハワイの火山群に支配される。NAOは、アイスランド深部のテクトニックな上昇渦構造とアゾレス諸島付近の大西洋中央海嶺のオフセットに沿ったテクトニックな下降渦構造によって支配されている (Laybourn, 1997)。

### プレート説の問題

エルニーニョ現象をサージテクトニクスで説明するために、テクトニックな流れに関するダイナミクスのスケールと方向について二つの仮定が設けられねばならない。これらの仮定は、今日受け入れられているプレートテクトニクス理論に合わない。第一点は、渦の内部のテクトニックな密度の振動をGOSで観測された周波数に変換するためには、テクトニックな流れの速度は何桁も大きいはずである (おそらくcm/yearではなくてcm/day)。第二点は、サージ理論から直接導かれることで、テクトニックな流れは構造方向に平行

である。しかし、プレートテクトニクスではこれは「ベルトコンベア」に直交するとされている。この第二点はひじょうに重要である、なぜならそれは、テクトニックな領域での流動構造と海洋・大気圏での類似の構造—たとえば前線・層流・小渦など—の比較を可能にするからである。われわれは、太平洋縁辺のような強い流れの体系 (high flow regime) について、新語「Geostream」を提唱してもよかろう。この仮説を支持する状況証拠は次の通り。エルニーニョ期間中、東太平洋海膨に沿って地震が増加したこと (Walker, 1988; 1995); 精密測量により観測された太平洋底をまたいでエルニーニョ期間中の海水準の変化は、広域重力場あるいはテクトニックフロントのシフトを示しているかもしれぬ; インドネシアの上昇渦構造付近での温度上昇はエルニーニョの予兆であることは周知のこと。

### 重力の遠隔反応: エルニーニョの呼吸

カリフォルニア大学物理学研究室のWarburtonとGoodkind, 1977の超伝導絶対重力計を用いた研究によれば、重力残差 (潮汐力を除去した残差) と気圧の変化には、天気のパターンにおける周期において強い相関があるということだ。重力における  $6 \mu\text{gal}$  の変化は、最大  $45 \mu\text{gal}$  に達する海水準の気圧の振動に特徴的なものである。彼らは、「 $0.1 \sim 10 \text{cycles/day}$  の周期を持つ大気圧の影響を明確に測定した。重力値と気圧値のパワースペクトル解析は、全周波数領域において得られた重力信号のバックグラウンド・ノイズが気圧の振動によるものであることを示唆する」 (Warburton and Goodkind, 1977) とした。

SOは、重力を  $6 \sim 45 \mu\text{gal}$  変動させる範囲の気圧で変化する。新しいテクトニクス理論はそのことを受け入れるであろう。下部マントルの粘性は三桁も変化し (Karato, 1981), しかも渦構造がマントル-アセノスフェアの通路 (conduit) としてもっともありそうだとされるので、テクトニックな渦構造における密度の振動の可能性はますます高くなる。テクトニックな温度と圧力における特定の鉱物群の間の不連続な相変化が、これらの粘性の変化をもたらすメカニズムに違いない。これらの密度の振動は、重力の遠隔反応による地球規模の天気のパターンに関与するグローバル・オシレーション・システム付近での大気圧の変化に変換される。一般的には大気圧の変動は、太陽の日射によって引き起こされる対流圏の対流のためであるとされる。しかし、テクトニックな渦構造のある地域では、海水準の圧力はテクトニックに引き起こされるのであろう。

[訳: 小室裕明]

# 渦状の運動における重力/密度振動のメカニズム MECHANISM OF VORTEX GRAVITY/DENSITY OSCILLATION

Bruce LEYBOURNE

Naval Oceanographic Office  
USNS Sumner, South China Sea

e-mail: smn@salts.icpphil.navy.mil

New Concept in Global Tectonics の1997年9月号 (no. 4) の Smoot 氏によるすべての収束境界における地震データの解析が、上部マントル (深度範囲80~150km) の組成は最大で50%に達するエクロジャイトを含んでいる、という仮説を提出した。エクロジャイトは玄武岩の変成高压相であり、輝石およびザクロ石を含む (Ehlers and Blatt, 1982)。Wysession (1995) は、450km 相変化不連続面 (玄武岩の主要構成鉱物であるカンラン石が、カンラン石のより高密度相であるスピネルに変化) および650km相変化不連続面 (スピネルが相変化を被る) に、地震発生場 [earthquakeregimes] をならべている [layers: 動詞]。収束境界で発生する地震の1%以下のものが450km境界に沿って発生し、650km境界に沿って2%以下の地震が起こる。アセノスフェア内部の40km以下の深度で玄武岩からエクロジャイトへの最初の相変化が起きるが、そこでは、リソスフェアはほとんどカップリングしていない (Smoot, 1997)。

収束境界あるいは海溝が形成される場所では、深層の高密度地球内部流 [geostream] がより浅層のより低密度の地球内部流と逆向きに流動する場所である。これは、海洋ダイナミクスにおける黒潮やメキシコ湾流の下を逆向きに流れるより寒冷でより高塩分濃度の海流の場合とほぼ同じメカニズムである。渦状運動 [vortices=vortexの複数形] は、熱および密度起源の対流運動によって、鉱物粒子をアセノスフェアやマントルgeostream中へ、また、これら両者から外へと、移動させる。一般に、渦状の運動は、geostreamの分岐帯や収れん帯、および島弧のように大きなモーメント変化が存在するところに沿って発生する。

渦状運動の内部における一連の鉱物相変化 (最大で3相) にともなって鉱物スラリー [slurry] の密度振動が起きることはかなり確かなことであり、下部マントルにおいて想定されている最大で3桁 ( $10^3$ ) までの粘性変化と連動している場合には、密度振動の発生がとくに期待される。これらの相変化は、造構運動の境界面、とくに渦状運動 [a vortex] の内部で、励起されるはずである。定義にしたがえば、渦状の造構運動 [a tectonic vortex] は、マントルとアセノスフェア

の間の導管 [conduit] であるとされている。エルニーニョに連動して地震が増加する期間には、マグマがアセノスフェアとリソスフェアを貫いて脱出し、東太平洋海膨に沿って溢流するため圧力が解放され、渦状構造内部のマグマは相変化する。この膨張によって、結晶格子構造が相変化して密度を減少させ、その結果、渦状構造やgeostreamの領域では重力が数マイクロガルだけ減少する。こうして重力場がわずかに弱くなると、それは、膨張あるいは密度低下に由来する大気圧の減少にも反映される。このような現象は、渦状の造構運動から、その直上の地表面ばかりでなく、geostreamによって、インドネシア近くの外洋をわたって他の渦状の運動 [複数] にまで長距離伝達される。これは、エルニーニョを支配する南方振動 [the Southern Oscillation] のメカニズムを説明するものである。

## 結 論

この仮説は、気候変動のミランコビッチ系の関連性を説明するのにも役立つ。太陽からの距離を変動させる地球の軌道変化は、それだけでは、気候データとして記録された気温変化の観測値を説明するには十分ではないだろう。重力常数Gの変動が、渦状の造構運動 [複数] 間の重力性遠距離伝達の減退あるいは強化を説明することを可能にし、その結果は、気候パターンを、最近考えられている循環パターンに比べて意外な方向へ展開させることになる。

エルニーニョ現象の主導的研究者の間では、地球温暖化の原因について合意に達していない。幾人かは、人工ガスが温室効果 (太陽熱の対流圏へ蓄積) とエルニーニョの頻度増加 (過去15年間にエルニーニョは1982-83, 1986-87, 1991-92, 1994および1997年に起こった) を通じて、地球温暖化に結びつくと主張する。他の研究者は、歴史時代の気候記録が過去にも温暖化が周期的に起こったことを示すので、地球は人為的影響にかかわらず自然に温暖化しているのだろう、と議論されている。さらに他の研究者は、現在の温暖化が、長期的な寒冷化傾向のなかでの一時的温暖化であると信じている。モデル化の努力の結果、過去

の記録をさまざまな気候指標を用いてシミュレーションすることによっていくらかの成功を修め、また、エルニーニョの前兆がかなりよく理解されるようになった。しかし、確実な証拠と正しい論理がなければ、長期的な気候変動予測は単なる楽天主義すぎなくなるであろう。

地球振動システム [Global Oscillation System (GOS)] に組み込まれた重力専用観測所の全地球的配列を創り出すことは、地表補正衛星高度データ [ground-truth satellite altimetry data] に必要な確実な情報を研究者にもたらし、地球-海洋-大気結合モデル (Laybourne, 1997) に組み込まれるべきサージに関する係数を決定し、そして、正確な予測を生み出すことになるだろう。この情報は、ジオイドの脈動 [複数] を地図上に表現することを可能にするであろう。同時に、気候のモデル化のみならず、地震予知、地磁気圏と太陽の黒点活動を結びつけ、この惑星の膨張/収縮相 (Smirnoff, 1992 ; Wezel, 1992) を見分けるためにも、ジオイド脈動の全地球的傾向を予測することを可能にするであろう。膨張は、地球温暖化傾向の原因である可能性がある。というのは、最近の惑星 [複数] の線状配列 (それは、地球の惑星軌道を増大させ、局所的な惑星重力強度の減少をきたす) がエルニーニョ

頻度の増大と現在の温暖化傾向にぴったりと一致するからである。これらの膨張/収縮相の強度、規模および持続期間は、最近気象学者たちがとりくんでいる諸課題にたいする解答を含んでいる。実際の数値計算をもちいて、これらの解答をひき出すためには、GOSにおける小規模重力脈動が測定され、衛星情報にたいする地表補正 [ground-truth] がなされなければならない。こうして、真の予知能力が現実のものになるわけである。

渦状運動の解析のために必要な重力場の解明は、海洋から大陸への遷移帯を含む領域で行われる必要がある。そのためには、絶対的超伝導重力計を用いた高度依存性のない技術 [non-altimetric techniques with absolute superconducting gravity meters] を使ってデータを取得することが必要になる。まずは、試験研究をオーストラリアのダーウィン付近で実施し、もし結果が有望であれば、SOIのための係数の信頼度をたかめるためにイースター島の渦状構造 [vortex] の内部に観測所を建設すべきである。その後は、アイスランドとアゾレス諸島間のNOAのようなもっとも優れた予測能力をそなえたGOS観測所が、他の渦状構造 [vortices] の内部に建設されることになるだろう。

## 上記2論文 (LEYBOURNE 著) の共通文献

- Ehlers E.G., and Blatt, H., 1982. *Petrology: Igneous Sedimentary, and Metamorphic*. San Francisco. W.H. Freeman and Compny. 732 p.
- Karato, S., 1981. Rheology of the lower mantle. *Phys. Earth. Planet Int*, v. 24, p. 1-14.
- Leybourne, B.A., 1996. A tectonic forcing function for climate modeling. *Proceedings of 1996 Western Pacific Geophysics Meeting*, Brisbane, Aust, EOS Trans. AGU, Paper # A42A-10. 77(22): W8.
- Leybourne B.A., 1997. Earth-Ocean-Atmosphere coupled model based on gravitational teleconnection. *Proc. Ann. Meet. NOAA Climate Monitoring Diag. Lab. Boulder Co. March 5-6*, p. 23. Also: *Proc. 1997 Joint Assemb. IAMAS IAPSO. Melbourne Australia July 1-9. JPM9-1.*
- Meyerhoff, A.A., Taner, I., Morris A.E.L., Martin, B.D., Agocs, W.B. and Meyerhoff, H.A, 1992. Surge tectonics: a new hypothesis of Earth dynamics, In: S. Chatterjee and N. Hotton III (eds) *New Concepts in Global Tectonics* (Texas Tech University Press, Lubbock), p. 309-409
- Sminoff, L.S., 1992. The contracting-expanding Earth and the binary system of megacyclcity. In: *New Concepts in Gobal Tectonics*. Eds., S. Chatterjee and N. Hotton III, p. 441-449. Lubbock Texas Tech University Press.
- Smoot, N.C., 1997. Earthquakes at convergat margins. *New Concepts in Global Tectonics Newsletter*, no. 4, p. 10-12.
- Walker, Daniel A., 1995. More evidence indicates link between EI Ninos and seismicity. *EOS Trans. AGU.*, 76 (33).
- Walker, Daniel A, 1988. Seismicity of the East Pacific: correlations with the Southern Oscillation Index? *EOS Thans., AGU.*, 69: 857.
- Warburton R.J., and Goodkind, J.M., 1977. The influence of barometric pressure variations on gravity. *J. R. Astr. Soc.*, v. 48, p. 281-292.
- Wezel, F.-C., 1992. Global change: shear-dominated geotectonics modulated by rhythmic Earth pulsations. In: *New Concepts in Global Tectonics*. eds. S. Chatterjee and N. Hotton III. p. 421-439. Lubbock: Texas Tech University Press.
- Wysession, M., 1995. The inner workings of the Earth. *American Scientist*, v. 83, p. 134-147.

注 : B.A. Leybourne は米海軍海洋局に勤務している。しかし、この論文は、彼の私的な時間に準備されたものである。この論文はこういう性格のものであるため、それに含まれる見解と主張は著者独自のものであり、米海軍の合衆国部門の公式見解とみなすべきものではない。

[訳 : 矢野孝雄]



# プレートに働く力と圧力 FORCES AND STRESSES ON PLATES

Oakley SHIELDS  
6506 Jerseydale Road  
Mariposa, California 95338, USA

プレートテクトニクスでは、堅いプレートの運動は、それに作用するすべての力の総計の効果を表わしている。これらのプレート運動の力は、スラブの引っ張り・海嶺の押し出し・海溝の吸い込み・大陸の引きずり・衝突の抵抗・ホットスポット・アセノスフェアの引きずりの力、を含んでいる。沈み込みつつあるスラブが、それについている表面のプレートの残りの部分を引っ張るであろうことから、スラブの引っ張りは引張力であり、海溝へ向かっている活動的なプレートにかかる卓越した力とみなされている。太平洋、ナスカ、ココス、オーストラリアーインドのプレートはこのタイプで、ひじょうに速度が大きいことが明らかになっている。スラブの引っ張る力はスラブの長さ、厚さ、沈み込み角に依存する境界の力であり、マントルからの逆向きの力を受ける (Wilson, 1993)。

大陸プレートは、沈み込みつつあるスラブ (インドとは異なった) と結合せず、大陸の持つ引きずりの抵抗を抑えて、アフリカ、ユーラシア、アメリカ、南極のプレートでは速度が最小である。海嶺の押し出しは、年代が増すにつれて海洋性リソスフェアが冷却し、厚くなるために (White et al., 1992参照)、境界の力ではなく、約8億年~9億年より若い海洋性リソスフェアの全範囲に適用される。主原動力はスラブの引張力、海嶺の押し出し力、大陸の引きずり力である。力は質量と加速度の積であり、押したり引いたりする。プレートは互いに連結していないと考えられており、従って、連動していない。(そして地球規模の圧縮は、プレート間の間隙を越えて伝わらせることはできない。)

Carlson (1981) はたった4つの力、すなわち海嶺の押し出し力・スラブの引張力・海溝の吸引力・大陸を引く力の分析によって、観測されたプレートの移動速度と予測されたもの間に密接な関係があることを発見した。観測された速度はすでに、ホットスポットを参照した枠組みによって確立された。彼の最良とするモデルは、ホットスポット、衝突の抵抗力、アセノスフェアの抵抗の合力が全てのプレートについてほとんど同じことを示している。彼のモデルの結果はプレートの原動力はプレート自体の固有のものであり、任意のプレートの予測されるスピードは、全ての他のプレートから独立したものであるということを指している。

これらは実に重要な結果であるけれども、観測されたプレート速度は、ホットスポットはいつも決められた位置に定まったままと仮定してある。しかしながら、真の極に代わって当時曲がって動いていた回転軸から大西洋のホットスポットは南方へ動いた一方で、白亜紀中期の間、古地磁気は制止し、太平洋のホットスポットも停止したままだったということが現在確立されている (Tarduno & Gee, 1995)。古地磁気データは古地磁気と過去1億年間のホットスポットとの関連のフレームの間に約1000km以下の動きがあるということを示している。つまりこのTPWはおそらく新生代の沈み込みの間のスラブのマントルへの注入によって引き起こされた (Richards et al., 1997)。

ある沈み込みは、新しい海洋底が生産される量よりも小さい膨張量なら、膨張する地球の上で可能である。このことは、供給量は大体は、海洋地殻がいかにして大陸下に押し込められるかを説明できるかもしれない。新しい地震トモグラフィ図は、スラブは核とマントルの境界 (日本) とその近傍 (中央アメリカ) へと下りていて、プレートのスラブが、約4000万~5000万年の間に、連続的にマントルを通過して下りていることを示唆している (Levi, 1997)。PTによれば、沈み込みはトリアス紀から連続的に続いているとされるが、これについては説明されていないままである。1億8000万年のスラブの蓄積に相当する広範囲における沈み込むリソスフェアのモデルは、固定された位置にあるホットスポットの枠組みを参照することが基になっていて (Engebretson & Richards, 1992)、これまでのところ地震トモグラフィによって説明されてはいない。

南大西洋などいくつかの地点では、おそらく受動的なリフティングによってプレートが正反対に引き離されるリフト拡大が起こっている (Wilson, 1990)。継続的な引張力は海洋底拡大によって間に海盆を生じながら大陸をばらばらに移動させた。中央海嶺の軸の地溝帯は、全般的な拡大を示唆する巨大な張力性の断裂である。というのは、それが全地球に広がっており、MORの地震は張力テクトニクスを表わしているからである。MORではリソスフェアは2つのプレートが離されているような引き伸ばしを受けている。プレートの端が、速度の速いMORではマグマ活動はプレートの分離とほぼ同じ速度で行なわれるが速度の遅い

MORSでは、マグマの活動は海嶺軸に沿って不連続で、間欠的なので、容赦なく、しばしば冷えた海洋性のリソスフェアの引き伸ばしと断裂が起こる (Karson, 1991, 1992)。

プレートの曲率半径の変化は、膜の応力、すなわちプレートが異なる曲率に適合するための水平方向の変形を引き起こす (Turcotte & Oxburgh, 1976)。そのような応力は、引張と圧縮の両方の力を含み、結果としてプレート内火山、造山運動、衝上断層、正断層、衝突横すべり断層を生じる。PTは、わずかに異なる曲率の地域へ水平に移動するプレートを持ち、一方、膨張する地球は、各プレートが放射状に外に分散するにつれて本来の曲率の何倍もの変化を受けるだろう。もしもプレートが実際に剛体的であるならば、

ふるまう地殻とともに、放射方向と接線方向の膜応力プレートは地表でほとんど変形できないだろう。しかしそうではなくてプレートは、弾性のある固体としてによって変形された豊富な証拠を示している。

巨大な多くのプレート内応力の測定は、曲率を平坦にすることから期待されるような圧縮的なものである。理想球体から最大のジオイド面のずれは、約200 mにすぎない。(King-Hele & Cook, 1973; King-Hele, 1976), それ故に、より大きないくつかの規模の曲率変化が、今日の大陸表面起伏を説明するために必要であるように思われる。Carey, Neev, O'Driscollによって発見された、3つの異なる全地球的な剪断系は、広範囲なプレート運動に反対しているように思われる。

## 文 献

- CARSON, R.L. 1981. Boundary forces and plate velocities. *Geophys. Res. Lett.*, v.8, p. 958-961.  
ENGBRETSON, D.C. and RICHARDS, M.A. 1992. 180 million years of subduction. *GSA Today*, v.2, no. 5, p. 93-95, 100.  
KARSON, J.A. 1992/92. Tectonics of slow-spreading ridges. *Oceanus*, v. 34, no. 4, p. 51-59.  
KING-HELE, D.G. 1976. The shape of the Earth. *Science*, v. 192, p. 1293-1300.  
KING-HELE, D.G. and COOK, G.E. 1973. Refining the Earth's pear shape. *Nature*, v. 246, p. 86-88.  
LEVI, B.G., August 1997. Earth's upper mantle: how low can it flow. *Physics Today*, p. 17-20.  
RICHARDS, M.A., RICARD, Y. et al. 1997. An explanation for Earth's long-termed rotational stability. *Science*, v. 275, 372-375.  
TARDUNO, J.A. and GEE, J. 1995. Large-scale motion between Pacific and Atlantic hotspots. *Nature*, v. 378, p. 477-480.  
TURCOTTE, D.L. and OXBURGH, E.R. 1976. Stress accumulation in the lithosphere. *Tectonophysics*, v. 35, p. 183-199.  
VOIGHT, B. 1974. Thin-skinned graben, plastic wedges and deformable-plate tectonics. In, ILLIES, J.H. and FUCHS, K. (eds.), *Approaches to Taphrogenesis*. Schweizerbart Stuttgart, p. 395-419.  
WHITE, R.S., MCKENZIE, D. and O'NIONS, R.K. 1992. Oceanic crustal thickness from seismic measurements and rare earth element inversions. *J. Geophys. Res.*, v.97, no.19, 683-19,715.  
WILSON, J.T. 1990. Some controls that greatly affect surface responses to mantle convection beneath continents. In, CARLSON, K.J. (ed.), *The Restless Earth*. Harper & Row, San Francisco, p.125-162.  
WILSON, M. 1993. Plate-moving mechanisms: constraints and controversies. *J. Geol. Soc. London*, v. 150, 125-162.

[訳：島根大学・青山美樹]

---

## 惑星水の内生的溢出と光分解作用による逸失 ENDOGENOUS ESCAPE AND PHOTOLYTIC LOSS OF THE PLANET WATER

V. ORLENOK

*Dr. Professor, Dean of the Faculty of Geography of Kaliningrad State University  
Street A. Nevskovo, 14  
236041 Kaliningrad, Russia  
Tel./fax. +7-11243 32 8; Fax. +7-11246 58 13  
E-mail: orlenok@ksu2.kern.ru*

地表に滲出している惑星内部の（内生的な）水とその光分解による（宇宙空間への）逸散に関する定量的デ

ータが、初めて得られた。地表に滲出する内生水は、中生代/新生代境界（約65Ma）を機に供給速度が増

加しはじめた。この過程は、外部環境にかかわりのない内発的現象、すなわち地球深部の脱水現象を反映したものである。

地表における水収支に関するよく知られた標準的等式が、新しいパラメータの発見によって以下のように改良された：

$$E = P + R, \quad (1)$$

この場合は、全世界の海洋（惑星全体）を閉鎖系とし、地表面の自由水の容積は一定である、と仮定されている。この等式は、自由水の蒸発量(E)、降水による海洋への回帰量(P)、および河川および地下水の流入量(R)が排他的[exclusive]循環サイクルをなすと考えられている。しかし、実際の地球は、ひとつの開放的な熱力学システムである。多くの深部断裂を通じて、地球深部の物質が表面へもたらされる。宇宙空間へ解放されているため、この惑星の表面は常に光分解作用にさらされ、太陽の影響によって物質を損失することになる。〈著者注：光分解は、地球大気上層部—約500km—における強い太陽輻射微粒子[hard corpuscular solar radiation]や紫外線の作用による水分子の分離作用である。〉

水圏の収支に関するパラメータを決定するために、グローマーチャレンジャー号による深海掘削（1968-1985）のデータが用いられた。これらのデータは、浅海堆積物、あるいは大洋底におけるさまざまな地質時代の風化殻をもつ火成岩の回収率に関するものである。経験式にもとづいて、この1.65億年間における海洋底の沈降速度と内生水の供給速度が次のように得られている：

$$V(t) = a^{e^{-t/c}} + b \quad (\text{mm}/1000 \text{ years}) \quad (2)$$

さまざまな時代における海洋の沈降速度と増大をつづける内生水の溢出速度にもとづいて、この等式の係数は図から次のように求められる。

$a = 580 \text{ mm}/1000 \text{ years}$ ,  $b = 25 \text{ mm}/1000 \text{ years}$ ,  
 $c = 14.65 \text{ mm}/1000 \text{ years}$ .

この曲線は、グローマーチャレンジャー号によって収集されたデータにもとづいて描かれたものであり、さまざまなDSDP掘削孔で見出された浅海性堆積物の深度データにもとづいている（第1図；Orlenok 1982, 1985および1987参照）。

地球表面へ滲出している水の現在の年間溢出量は、海水準上昇にもとづくと、 $3.6 \times 10^{17} \text{ g}$  あるいは  $0.6 \text{ mm}/\text{yr}$  と計算される。光分解作用による損失量は、約  $8 \times 10^{15} \text{ g}/\text{year}$ 、あるいは現在の内生水の年間溢出

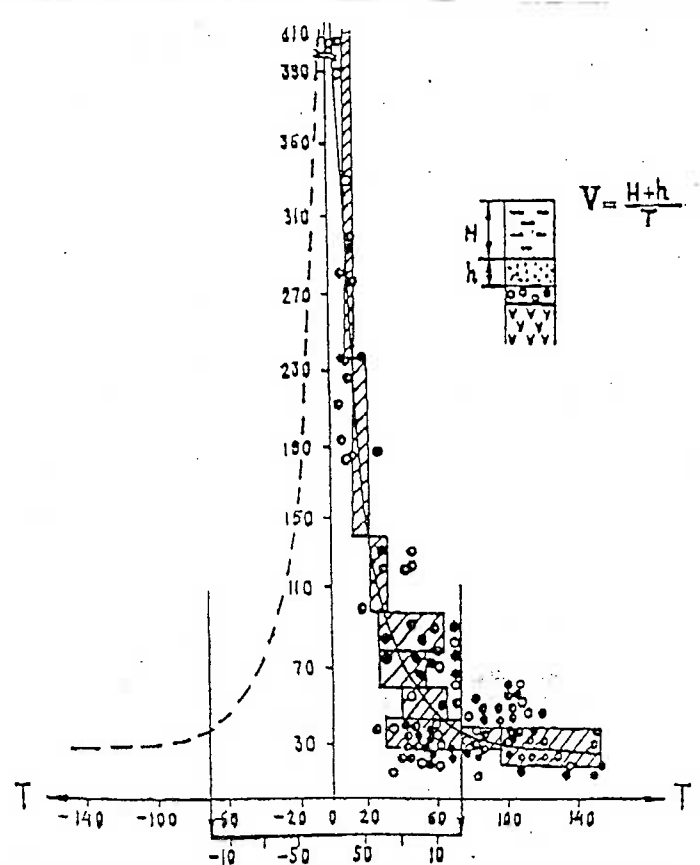
量のほぼ25%であった。こうして、水収支の等式は、次のようなより完璧なものになる：

$$P + R + T - E - F = N, \quad (N > 0) \quad (3)$$

ここでは、内生水の滲出量(T)と光分解作用による損失量(F)という地球の外向きに作動する新しい項が考慮されている。

等式(3)は、光分解作用による不可避免的な水の損失と惑星内部水の連続的供給のゆえに、等式(1)と同等でないことを示している。

年間の規模は小さいものの、地質学的時間スケールで見ると、収支にかかわるこれらの項は地球表面の進化において決定的な役割をはたす。



第1図 最近1.65億年間の地球表面における自由水の増加を示す図 (Orlenok, 1983b, 1985)

疑問点が多く、直感的で、そして仮説的な地球の水圏の進化に関する描像が、ついに信頼のおける検証を受け、等式(3)から得られる描像とは異なっているようであり、地表の自由水の容積がかつて増大したことを証明している。これは、惑星が海洋化し、それゆえ、歴史的にみると全地球的温暖化が進行するといった全般的傾向を決定づけた。

したがって、すべての大陸-大洋システムのいかなる復元においても、新生代における  $3.6 \times 10^{16}$  g/yr あるいは  $0.1$  mm/yr の海水準上昇、さらには、第四紀において最高潮 ( $3.6 \times 10^{17}$  g/yr, つまり  $1.0$  mm/yr) に達する海水準上昇、これらをもたらした内生水の溢出という常時作動している作用が認識される必要がある。

最後の分析にみられるように、この作用は、過去と将来の気候変動、極地氷床の後退、および私たちの惑星の表面におけるすべての自然環境を決定することになる。

したがって、地球上の水は内生的な起源をもち、その質量 ( $1.64 \times 10^{24}$  g) は原惑星物質の地質学的進化過

程で、次第に増加してきた。グロマーチャレンジャー号の掘削データから結論づけられた世界の海洋の漸次的深化は、 $0.78$  mm/yr 以上の速度をもつ内生水の持続的溢出（海水準上昇にかかわる内生的な要素に安定的に貢献）によって補償されている。それは、完新世における海洋深度容量 [Holocene ocean deep capacity] が比較的安定していることの説明になる。したがって、私たちは、地球の造構環境が最近10,000年間にわたって比較的平静である、ということが出来る。海洋の容積は、海洋底の沈降によって増大するであろう。とくに造構運動の活発な期間には顕著に増大し、海水準上昇速度の一時的な低下や停止を引き起こすことになるだろう。

しかしながら、新生代の期間に比べ、更新世における海洋域での造構運動の全般的な小規模化を考慮すると、この海水準上昇は将来にわたってつづくことが予期される。海水準は、現在の氷床後退速度が今後10,000年間にわたって一定でありつづけるとすると約15mに、また、グリーンランドと南極の氷床が完全に消失すると70mになるであろう。後者は、海洋域の深化速度、地球表層の湿潤化作用の増大、および気温上昇に依存する。

## 文 献

- ORLENOK, V.V., 1980. Physical principles of evolution of the earth's perisphere, Leningrad State University Press, 247 p.
- \_\_\_\_\_, 1982. Changes of the World's Ocean level in Cenozoic from deep-sea drilling data. Changes of the sea level. Moscow State University Press.
- \_\_\_\_\_, 1983a Paleogeography of the world oceans in the Late Phanerozoic. Journ. The Pacific Ocean Geology, Nauka Novosibirsk, 4.
- \_\_\_\_\_, 1983b. The balance of the derivatives of protosubstance on the Earth's surface. Izv. VUZ. USSR, ser. Geol and Prosp., 6.
- \_\_\_\_\_, 1983c. Cenozoic history of the Earth oceanization. Kaliningrad State University Press.
- \_\_\_\_\_, 1985. Physics and dynamics of the upper geosphere. Nedra, Moscow, 183 p.
- \_\_\_\_\_, 1986. The evolution of ocean basins during Cenozoic Time. Jour. of Petrol. Geol, v 9, London.
- \_\_\_\_\_, 1987. To estimate the balance of the Earth's hydrosphere. Doklady, AN of USSR. v. 296, n. 5, p. 5-13, Moscow.
- \_\_\_\_\_, 1989. Evaluation of the Earth's hydrosphere. "Water Resources". AN of USSR N4, p. 5-13. Moscow.
- \_\_\_\_\_, 1989. The water in the History of the Earth and Planets. Kaliningrad University Press, 132 p.
- \_\_\_\_\_, 1990. To the critics of Paleomagnetic reconstructions of Neomobolism. Bull. Moscow Soc. of Natural Research. Part Geol., v. 65, no. 5, p. 111-121, Moscow.
- \_\_\_\_\_, 1991. Physics of the earth, planets and stars. Kaliningrad University Press, 175p.
- \_\_\_\_\_, 1992. Petrophysics of the world ocean floor. AN of USSR Press, 222 p., co-authored with A. Ilyin and J. Shuroco. Editor in Chief: G.B. Udintsev.
- \_\_\_\_\_, 1993. Petrophysics of the Baltic seafloor. University Press, 160 p., co-authored with M. Lindin & N. Studenichnik.
- \_\_\_\_\_, 1997. Maine Seismoacoustics. Kaliningrad University Press, 175 p.

[訳：矢野孝雄]

# プレートテクトニクス神話 THE MYTH OF PLATE TECTONICS

A.C.M. (Colin) LAING

ACM Laing and Associates

3319 Moggill Road, Bellbowrie, Queensland 4070, Australia

Tel. +61-7-3202 7064; Tel. +61-7-3202 7748

地球の表面を筏のように漂流する諸大陸を持っているプレートテクトニック理論(以下PT論と略称)は持ちこたえられないだろう。諸大陸は決して漂流し回らなかった。また、それらがそうするのに適切な動力機構が提案されたこともなかった。しかしなお、それは事実として大学で教えられ、平易な科学番組や教科書にまでも事実として浸みこんでいる。

この理論は、大洋海盆には「大陸地殻」はない、と予言している。それでもなお、「大陸地殻」の領域はますます多く発見されつつある (Fig.1., Dickins et al. 1992; Nur and BenAvraham 1982を修正, を見よ)。遠洋における深海掘削計画の掘削坑は、長い間、すべて第三紀玄武岩層の頂部までしか掘削できなかった。これはつねに「海洋地殻」と見なされた。海洋底から浚渫された古期岩石は極地方からきた氷山の溶解がもたらした氷搬断片 (ice drafted fragments) であると見なされた。オーストラリア地質調査所がひき続き行った遠洋調査ではタスマニア海とタスマニアの南には、さらに多くの「大陸地殻」地域が発見されてさえているのである。

PT論は、はるかに適切な {別の} 結論を許すような一連の観察に基づいた結論を基礎にしている。

これらの観察とは：—

古地磁気

諸大陸の適合

大洋中央海嶺の両側の地磁気帯

ペルム紀の氷期

グロソプテリスの分布

大陸地殻と海洋地殻 (シアルーシマ理論)

測地調査が大陸間の移動を示していること

山脈を説明するのに他の理論は不適切だと

見なしていること

地質学によって立つ主要な原理はわれわれすべてに知られている。齊一説—ライエルの原理—がそれで、これは激変説—過去に、地球の形態を決めた大激変があったとする—に対立して出されたものである。PT論は激変説に極めて近い。地質学は、基本的に、一つの観察科学である。その主な教科書は地球自身であっ

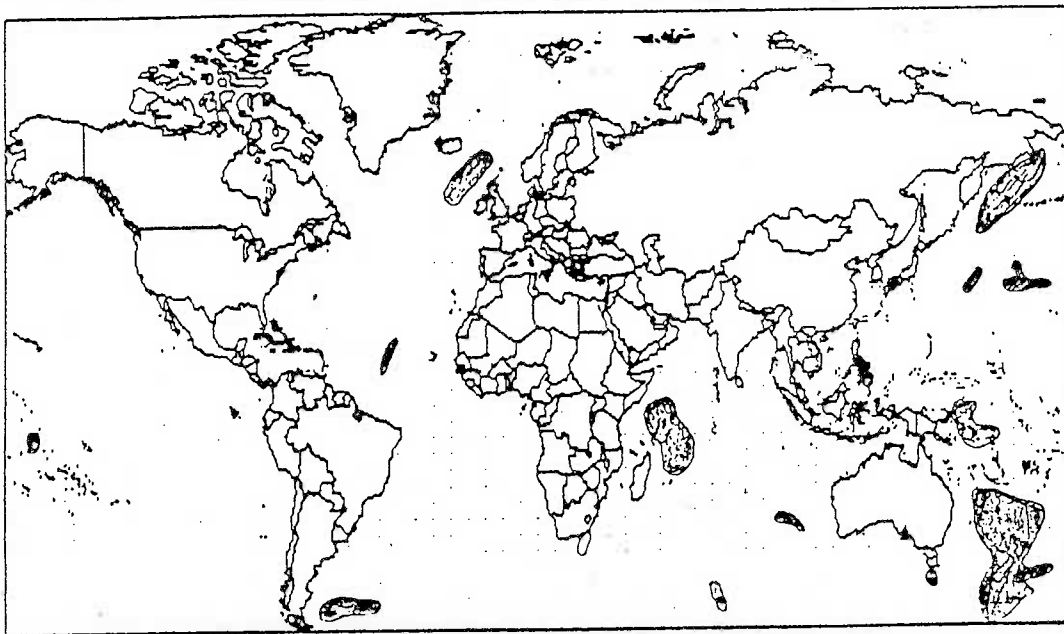


Figure 1 海洋における大陸地殻の領域。Nur and Ben-Avraham (1982) に加筆。

て、他の地質学者が書いた報告や論文ではない。

諸理論は諸観察から帰納により発展し、さらなる観察により検証される。

地質学的な諸帰結を発展させる場合、多数の作業仮説を用いることが望ましい、と私は教えられた。

諸理論を選ぶについては、Ockams Razorの理論を適用すべきである、「すべての事実に適合するもっとも単純な理論が適用されなければならない」。

構造論について言えば、不適当な観察による間違っただけの結論を取り除いたとき、最も単純な構造論は諸大陸がつねに大体同じ位置にとどまってきた、というものであることを示すよう私は努力するつもりである。

PT論の基礎を論ずれば：-

古地磁気学—岩石磁気の現在の測定値はPT論者により、岩石が成層した当時の地理的極の位置を示している、と解釈されている。この仮定は、地球が完全に磁化された球体であり、すべての磁気異常は十分な時間隔にわたる平均的な観察によりならされてしまうということから作られている。この中には、現在の地磁気極と地理極の間の約10度の差が含まれる。それはまた、磁気異常—下部岩石層の帯磁率の変化による一様帯磁球体の全磁力の強度からのずれ—をも含む。堆積後の岩石磁気の変化は部分的な消磁として扱われる。

Ducan and Starling (1950) によるFigure 2 は現在の地球磁場を示す。コンパスだけを使い、任意の精度で誰かの緯度を決定することは現在では不可能であるし、経度については決して決定できないだろう。

これらの事実からいえば、古地磁気的な定義の結果はよほど注意深く見なければならず、われわれがオーストラリアにおいて、最近の「オーストラリアプレート」の運動に適用された結果の総和を見る場合にはなおさらそうなのである (Fig. 3, Li et al., 1990 による)。

この結果は、「オーストラリアプレート」が、オルドビス紀前期とシルル紀中期の間で時計回りに130度、シルル紀中期とデボン紀前期の間で反時計回りに30度、デボン紀前期からデボン紀中期にかけてさらに反時計回りに30度、そしてさらにデボン紀後期までに反時計回りに15度、というぐあいに回転したことを示すように見える。

このシナリオは余りに非現実的かつ力学的に不可能な

ので、古地磁気学の結果は無価値ではないかという私の疑念をますます強くした。カリフォルニアで古地磁気を用いて断層ブロック運動の解釈をしようと試みていた研究者たちもこれと同じ結論に達していた。

この解釈は、いまのシベリア、中国、インド、オーストラリアの部分からなる(Li, Zhang & Powell 1996) という原生代の大陸、ローディアナ、の再集合の場合にはなお一層不可解なものになっている。そしていまやわれわれは、昔々原生代のこと、地球上にローディアナと呼ばれる一つの大陸がありました、そしてそれは古生代になると二つの大陸、ゴンドワナ大陸とローラシア大陸とに分かれ、それぞれ南半球と北半球に落ち着きました、またそれから色々あって、いまの形になりました、という話を信じていると思われているのである。これは悪いSFのたわごとなのであるが、にもかかわらずそれは、一つの定評ある科学出版社、すなわちオーストラリア地球科学ジャーナル—これはPT論に批判的な論文の出版を偶然に断わる出版社なのだが—の編集者と評論家たちにより出版を許されてきた。

磁気縞と中央海嶺の考察にいたると、最近オーストラリア地質学会誌に掲載された二つの論文に対し、礼をいわなければならない (Veervers & Li 1991, Fig.13)。PT論者は大洋中央海嶺には絶え間なく玄武岩が貫入していると仮定している。これは海嶺の両側に溢出し、キュリー点下まで冷却し、規則的に逆転すると彼らが信じる地球磁場の方向を現しつつ磁化する。

オーストラリアの南の領域はその一例と考えられている。つねづね、南極とオーストラリアとの間に分離が生じていること証明しようとして試みられてきた。850kmにわたる9 {枚?} の磁気断面図が取られ、すべての上昇(ups)と下降(downs)は、上昇は正磁帯、下降は逆磁帯と命名され、相互に関連づけられた (VeeVers & Li 1991, Fig.7を見よ)。すべての物事をコンピュータで処理し、魅力的なカラーマップが作成された (VeeVers et.al. 1991, Fig.13)。この論文は—カラー・プレートと一緒に—オーストラリア地球科学ジャーナルからも出版された。

かすかすの磁気調査の監督と解釈を行ってきたある地質学者によれば、このデータは全く不十分なもので、そこから引き出された {磁気縞の} 拡大という結果 (sweeping conclusion) を正当化しないとのことである。典型的な大洋中央海嶺、すなわち大西洋中央海嶺における事実という点では、ロシアの深海掘削が古生代の堆積物を掘り出し、また、地震波の観測結果の解析は東西の運動というよりはむしろ南北の運動を示唆している。最近の労作 (Agocs et.al., 1992) はアイスラ

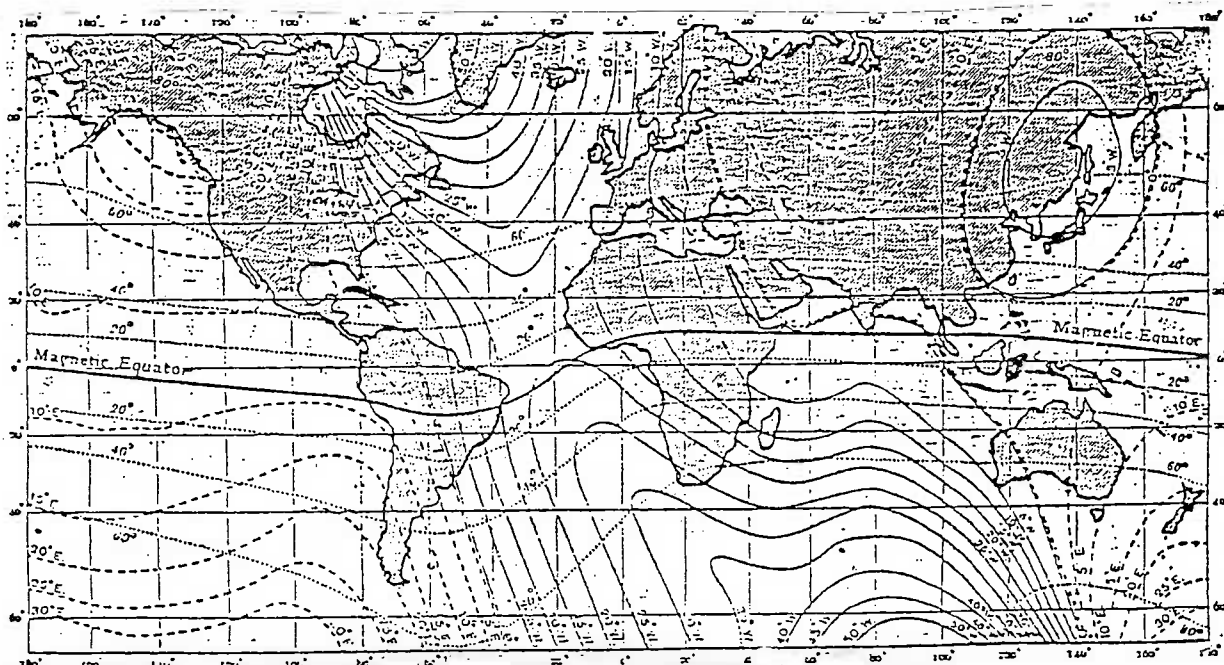


Figure 2 等偏角・等伏角世界図

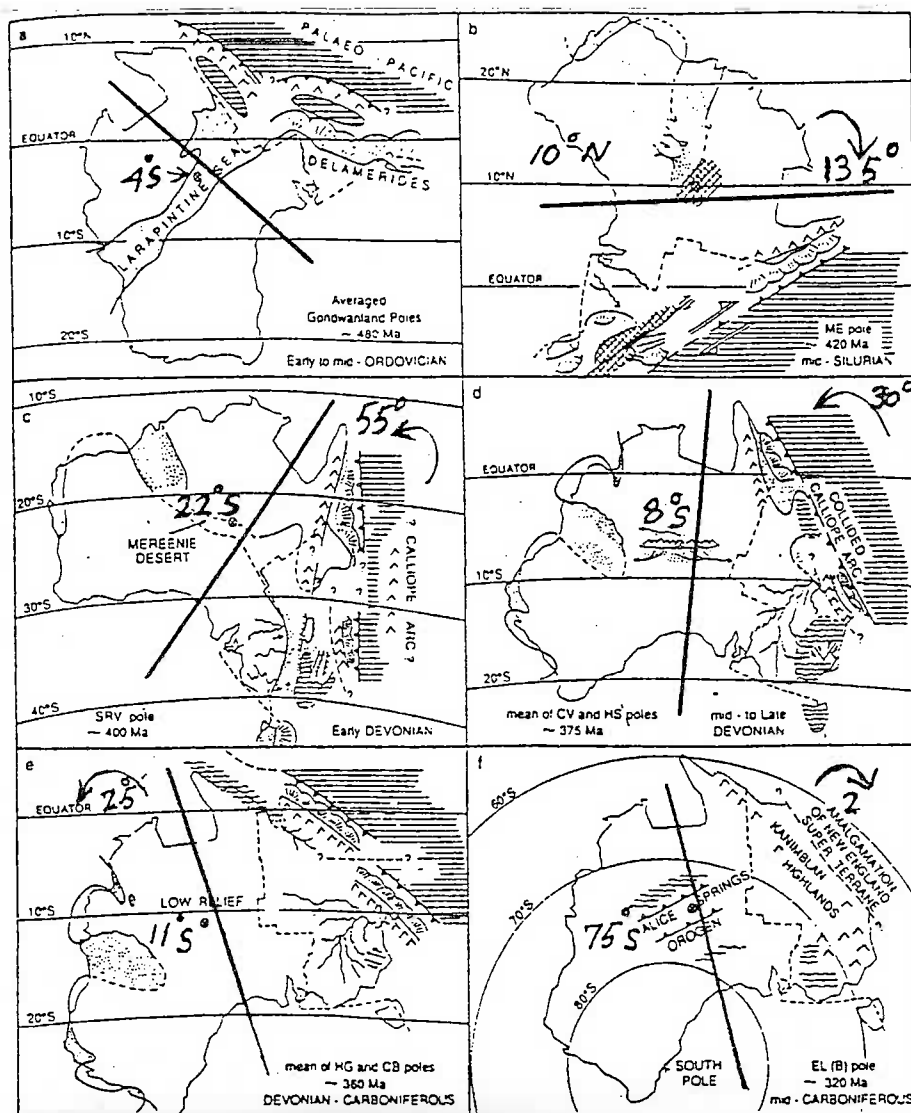


Figure 3 オルドビス紀と石炭紀の間におけるオーストラリア大陸の回転。Li et al. (1990) による。経線は Alice Spring による加筆。推定された大陸の回転総量を定義する参照線の加筆も同じ。

ンドの真南の大西洋中央海嶺が、大部分は古生代と原生代の岩石から成ることを示した。彼らはまた、線型磁気異常は、海嶺上の多くの場所に露出する古生代と原生代の岩石の帯磁率の変化によって容易に起こりうることを示した。

磁気断面図上の上昇と下降は必ずしも磁氣的反転を証明するものではない。私は初めて行った地磁気調査で、誰もが手にできる【特に変わったところのない】玄武岩のブロックが北極と南極に分離して磁化していることに気づかされた。Tarling(1971)によれば、固相分離したFeTi酸化物をとまなう岩石標本は自身の磁気を自然反転させやすく、磁極の反転をとまなうブリティッシュ玄武岩の多くはこの鉱物相を持っている。海嶺の拡張から計算された運動と古地磁気極からのそれとが、大きさと方向において異なっているのもまた、興味深いことである。

最近でPT論への支持と思われているものは、地球上の任意の位置が1cm以下の精度で得られると主張する一連の測定(measurements)である。これらの測定はプレートの運動が可測であることを示す、と主張されている(Christodoulis et al.,1985)が、しかし、彼らが引用している【これらの測定から得た】諸結果は、ただこれに使われている方法がまだ疑問含みのものであることを表明しているだけである。

私は地質学同様に測地学を学び、いくつかの天文学的定数の手助けを受けた。

計測するのは難しいが、クイーンズランドの弧の1秒は地表の約30mを表す。オーストラリア地理院の測地学者(National Mapping surveyers)たちは、0.4秒の精度を主張しているが、それは12mということである。現代の人工衛星航行法は約5mの精度を主張している。これはまた最新かつ最良の人工衛星航行系における主張である。Christodoulis et.al.が実験している干渉計法(interferometer methodes)は屈折、計時の精度(clock accuracy)、地球の潮汐、地球の形態、光の太陽重力場効果などについてあらゆる前提を設けている。かれらが示唆する位置決定の精度を主張するには、それらの方法は時期尚早で、安定した信頼度を示すほど十分な観測は行われていない。

私は、PT論が依拠する現代の情報が大変疑わしい、ということを示した。

では、さかのぼって始めのころの情報、大陸の適合、特異な気候の層位学的な証拠と化石の分布、にもどうう。これらはどれも等しく疑わしい。

現在、三つの房を持つ一つの大陸がある。ゴンドワナとローラシアという二つの始原大陸を持つ、という哲学的な必要があるのはなぜだろうか？大陸の適合は、

大西洋と今日の海岸線（ペルム紀のものよりはましとして使われているように思える）を横断する場合でさえ具合が悪いのだ。

南アフリカとオーストラリアの間の層位学的類似性は信じられているよりは少ないと私は確信する。

Mac Dickins、前 BMR Senior Palaeontologist、は最近の論文の中で、インドとオーストラリアの化石についての彼の研究に基づき、これらの大陸がかつて近接していたとする理論を批判している。

特異な気候の層位学的な証拠には、オーストラリアにおけるペルム紀の氷河作用がしばしば引用される。オーストラリアにはペルム紀の氷河作用の確かな証拠は全くない。わたしは、ハレット・コープやバッカス・マーシュをふくむペルム紀の氷堆積物と考えられているものをほとんど調査したが、それらはすべてバイモーダルな、明白な水中堆積の含円礫砂岩である。ニュー・サウス・ウエールズのいわゆるカッティング・バーブスはCoombs(1958)により火山性凝灰岩であることが示されている。

いわゆるペルム紀の氷堆積物、バッカス・マーシュは流水成層(current bedded)である。私は南オーストラリアとビクトリアのペルム紀の堆積物は氷河起源であるとの説を昔の地質学者Selwynの文献まで戻って跡付けた。彼はセント・ビンセント湾でいくつかの巨礫を見つけ、1855年頃、それらは氷河起源であろうと言った。

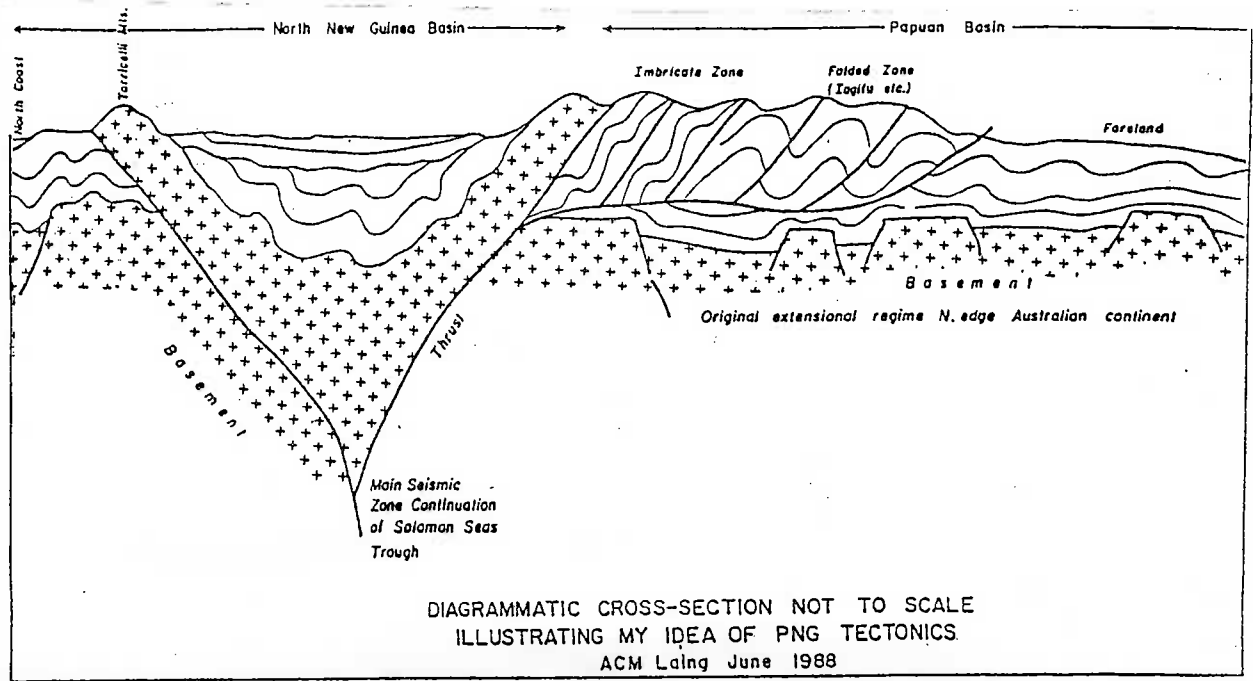
氷河堆積物の標識は明らかな不淘汰、すなわち碎屑物のどのような大きさにも、また平滑であるかあるいは鋭角的であるかにも卓越性を持たないことである。実際の氷床は、幅と深さが2cmに及ぶ波状のガウジと氷河の移動方向を示す擦痕をとまなう(Agassizによるメモ 3 USGS を見よ)。数世代にわたる南オーストラリアの地質学者たちは誤導され、すべてのペルム紀の円礫岩は氷礫岩であると主張させられてきたのである。私は、盛んに円礫を堆積している川があるニュージーランドの一地方、の出身である。洪水のときには円礫が川底を跳躍する音が誰にでも聞こえるだろう。

水成堆積物は一般にバイモーダルである。細粒のものは水流で運搬され、粗粒のものは川底を跳躍する。

PT論に代わるものは何か？

Bucher(1930)は、地球上で大きく活動した二つの断裂帯が存在した、と指摘した。一つは環太平洋断裂帯であり、もう一つはインドネシア、ヒマラヤ、スイス・アルプスを通る断裂帯である。会同点はプーゲンビル島付近である。





PNG/10a/E

Figure 4 パプア・ニューギニアの模式的断面図。(Laing,1988,MS)

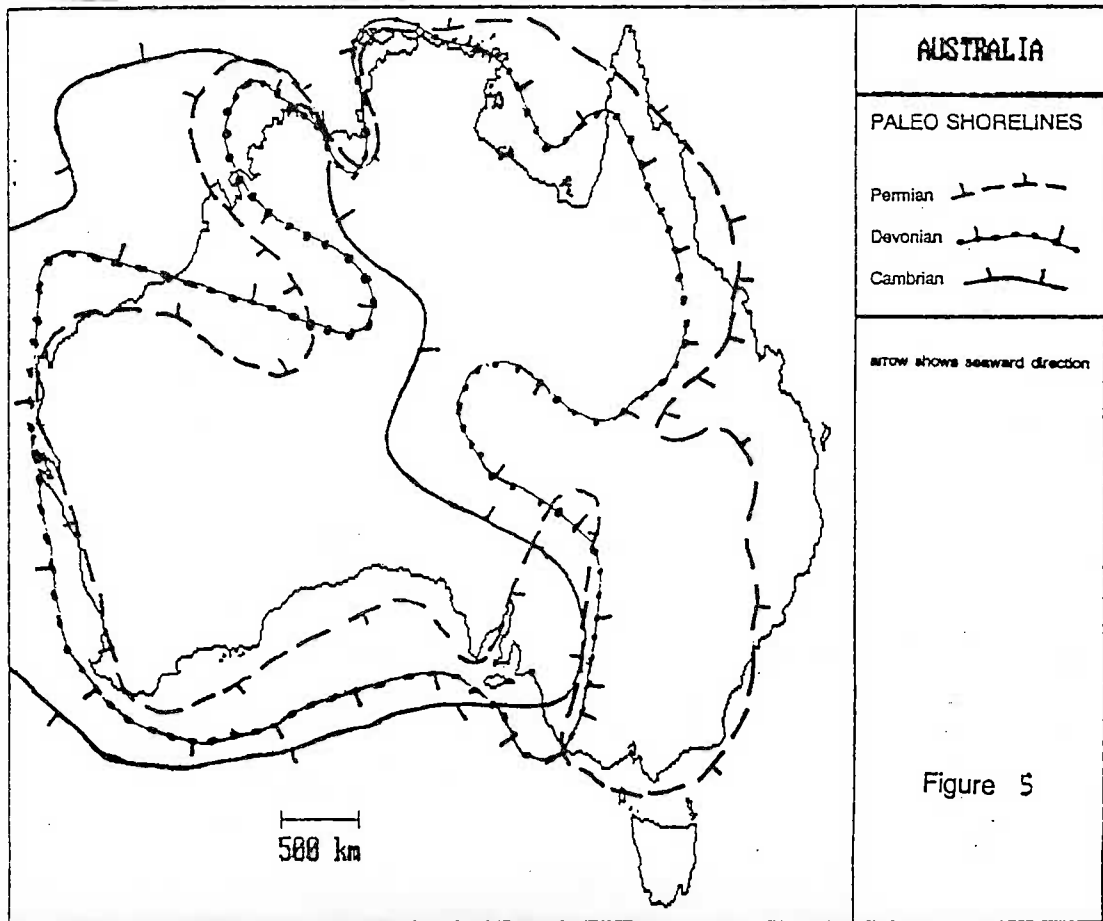


Figure 5 カンブリア紀、デボン紀、ペルム紀の古-海岸線

パプア・ニューギニアを通る断裂帯は、Fig.4.にあるように、東西方向の中央帯から北方と南方に向かう衝上断層である。最近ドイツの地質学者が、スイス・アルプスにあるのと同様なフラワー構造がニュージーランドでも実証できるかもしれない、と提案した。

地震波の結果から環太平洋断裂帯の深さは700kmであることがわかっている。ニュージーランド東海岸盆地の更新統下部は傾斜平均15-20度の褶曲を受けているのに、東キンバリーの原生界は平らな層である。これは表からも説明できるし、また、ニュージーランドから西方に向かう恒常的な水平応力の作用を示唆している(Table 1. Laing,1978)。

太平洋の対岸でも同様な状況があり、カリフォルニアから北アメリカ大陸を横断し東方に向かう応力作用がある。これらの地帯の外側では変形度は減少する。オーストラリアは、西部オーストラリア核の周りに、続く大陸棚が東に向かって若くなるような付加により成長してきた(Fig. 5)。そうした大陸棚の残渣は堆積盆地として残されている。

それらの堆積盆地の下での変形度は；新しい花崗岩の年代がそうであるように、産油目的の基盤のようなものでも東方に向かい新しくなっていく；というように変化している。

Table 1 の結果と地域的傾斜データは以下のように適正に解釈される：-

1) 地層はもともと水平であったのだから、すべての傾斜は地層に対する構造作用の結果であり、構造作用の総量がオーストラリアプレート—この用語は注意し

て使うとして—の方に向かって減少することから、褶曲を生じさせる応力の起源は東方にあるということ。これは、インド洋がオーストラリアプレートを東方におしながら拡大するとしているPT論に真っ向から対立する。

2) 相当の地殻褶曲があるということ。オルドビス系とデボン系とは東西方向の袖廊と言える形で、ピクトリアのほとんども露出している。このことはオルドビス系の堆積後に、ピクトリアを横断する400kmの地殻短縮があり、石炭系下部の堆積後に25kmのそれがあったことを示している。地殻短縮のほとんどが石炭紀前期より前に生じていたことは興味深いことである。これはPT論に適合しない別の観察事実である。白亜紀後期から太平洋海盆がより深くなったことを示すいくつかの証拠があるようにもみえる。

齊一説は、地球が進化しつつあるということを除いて、成立している。

広く分布する豊富なカンブリア紀の石灰岩は高濃度の二酸化炭素を含む大気、および、より一様な気候の存在を示す。デボン紀の植生の発達陸地表面の侵食に対する抵抗力を強め、山脈をより高く隆起させた。これはより大きな気候の差異を生じさせた。南極は始新世以後に氷冠を持ち、北極は鮮新世以後にそれを持つ。

構造論は大陸、海洋、海盆、山脈、堆積盆地、海溝のような大規模な地球の構造が形成された理由を探求する学問である。構造理論はこれらの構造に対してなんらかの地球内部の制御機構による説明を捜し求める。

Table 1 オーストラリアとニュージーランドを覆う各時代の岩層の平均傾斜。(Laing 1964 に加筆)

AGE	NEW ZEALAND	VICTORIA	BOWEN BASIN E.QLD	GULF OF CARPENTARIA N.QLD	PORT KEATS & VICTORIA RIVER N.T.
Tertiary	30 degrees	2 degrees	flat	¼ degree	flat
Cretaceous	50	5	2 degrees	½ degree	flat
Jurassic	50-vertical	15	5	2 degrees	flat
Permian	60-vertical		20	10 degrees	flat
L.Palaeozoic	overtumed	60	none known		
U.Proterozoic	none known	none known	none known		flat

地球で最も高い山、もちろんエベレストであるが、は海拔9000mを少し下回る。太平洋の最も深い海溝は海面下11000mである。すなわち、地球の凹凸は約20,000m—20km、地球の半径の約0.3%—であり、したがって地球の表面はほとんど滑らかである。

しかしなお、説明を要するいくつかの構造がある。最も重要な構造は、ヨーロッパ/アジア/北アメリカ大陸から成る、事実上の一つの大陸—大部分は北半球に—があり、それはアフリカへ、南アメリカへ、また、マラヤ、インドネシア、オーストラリアへと延びる房を伴うということである。パナマ地峡における古い時代の海洋による中断が、長期にわたる南アメリカの分離を生じさせた。オーストラリアはつねに北のセレベス/ニューギニアと分離された。地質学的に古い時期の南インドとロシアの間の分離を明らかに示すなもの、なにもない。アフリカとヨーロッパの間の古い時期の分離についてもまた、同様である。この陸地の分布は陸上の動植物の分布を説明するのに適切である。

そのほかの非常に重要な構造として地球の表面の大きな割合を占める太平洋がある。太平洋の縁辺部は地球の最も重要な構造帯である。太平洋は、地殻の深部断裂系を示す火山、深発地震帯(700km)、深い—10km—海溝をとまなう島弧系に囲まれている。太平洋内部の玄武岩質火山とは対照的に、島弧系の火山は、安山岩質あるいは珪質の度合いがより高いものである。現在海面下にある平頂ギョー(白亜紀のサンゴ礁冠をもつ古い火山)は、過去6000万年にわたり太平洋が深くなってきたことを示している。

太平洋にはまた、大規模断層が関連している。私はオーストラリアに着任する以前、ニュージーランド地質調査所に勤務していたが、それは大地質学者Harold Wellmanのもとでの研究の最終年のことであった。彼は南島の最新の断層のすべてをプロットしていた。私は北島について同じことをしなければならなかった。問題は彼と共同研究者が南島の垂直、水平両方向の運動を持つアルプス断層をマッピングしているときに起こった。当時の見解は、1978年に「ニュージーランドの地質」に書かれてから変更されてはいないのであるが、同じ時間尺度においてこの2000万年の間に総量20kmの水平運動が継続し、それに伴う9000mの垂直運動が南島のアルプスを隆起させた、というものである。しかしWellmanは、またそのうえ、一類似の岩相系列を持つ一連のペルム紀の露頭の隔離から—最近の2億年で500km時計回りの(すなわち西側が北へ移動すること)水平移動があったと主張した。この大きな移動については地球構造論の見地からして無視できないいくつかの問題があった。この構想は、ニュージーランド南島の半分を移動できるのなら、大陸も移動できる、ということまでいった。しかし

500km—あるいは現在言われているような470km—というのはWellmanと同時代のニュージーランドの地質学者からは一般的には容認されなかった。いくつかの問題があったが、特に私が研究しなければならなかったのは、北島、あるいはじつにトンガを越えたところまで、同じ総量と方向を持つ断層が存在する何の徴候もなかったことについてである。そのうえ、断層に沿った地質調査から、より短い水平隔離をなすペルム紀の岩層を覆う、より若い岩層の長い領域が見られた。

それにもかかわらず、Wellmanの理論は、大きくは彼の強烈な個性から、そしてまた地質学のほかの場面での彼の素晴らしい業績から、世界的に容認され、それにカリフォルニアのサンアンドレアス断層の500km横ずれの提案が続いたのであった。ブーゲンビルにおける環太平洋断裂帯からの西方への延長は、火山、深発地震、山脈をとまなうもう一つの断裂帯である。それはインドネシア、マレーシア、ビルマ、ヒマラヤ、コーカサス山脈を通り、スイスアルプスへと延びる。

アメリカとヨーロッパ/アフリカの間にあるもう一つの構造は火山をもつ大西洋中央海嶺であるが、最新の情報によればそれらの下部は原生界、古生界の岩層からなる。

私は広く容認されているPT論を批判するよりは、むしろ上述の諸構造を現在知見されているように描くことで、私になぜPT論を不適切であると考えたのか、を説明するほうがよいと思った。決定的な分析では、生じた運動についての糸口を与えるものは、本や論文に書かれている事物ではなく、実際に地上で生じている事物なのである。

現代の構造論では、過去の運動の記録としての岩層の二つの特性が無視されているように思える—量的に計測された岩層の褶曲、それと、深部からの隆起の尺度としての、地表における岩層の変成作用。

どのような場所であれ、構造運動の総量の一つの尺度は岩層が埋もれ、それから侵食により地表に戻るまでの時間である。これに関して、オーストラリアにおける最新の花崗岩の年代を考察してみよう。これらは放射能測定により決定できる。

西オーストラリアの地表の最新の花崗岩は原生代であるが、それにかかわらず、東オーストラリアではペルム紀、ニュージーランドでは第三紀である。同様に石油開発目的の経済的基盤においても西オーストラリアの原生界中部から東クィーンズランドの石炭系上部へ、さらにニュージーランドの白亜系下部へと変化する。いかなる構造論も、なぜこの構造活動の測定が太平洋の縁辺から遠ざかるにつれて変化するのか、を説明しなければならぬ；そして太平洋の対岸で、カリフォルニアから東へ同様な変化があることもまた。

成層した堆積物の一列を得るには、供給源と堆積物を受け入れるために連続的に深化する海盆とが必要である。このような状況は普通大陸塊の縁にあるので、ほとんどの堆積盆地はそれ以前の大陸棚にある。海盆の底の部分では積み重なる堆積物の重みで沈降する；しかし内容となる堆積物はふつう褶曲しているので、海盆の形成は一般に何らかの水平応力によるものである。

この褶曲の量的な尺度は、初生的には水平であった堆積物の層理面の傾斜の角度である。石油地質学者の主な努力の一つは、石油溜まりになりうる背斜構造を見いだすことにあるから、地層の傾斜と走向の測定は石油地質学者の野外調査の主要な部分なのである。石油地球物理学者はこの仕事を地震反射波のような方法を用いて補っている。

### 地殻の短縮

Table 1 はかなりの程度の地殻の短縮を示す。ピクトリアにはオルドビス系（古生界下部）の岩層が大分水嶺山脈に沿って東西にほとんど連続して露出（いくらかのデボン系岩層の被覆と後オルドビス系の花崗岩の貫入を除き）している。これらのオルドビス系の岩層は褶曲して、翼の平均傾斜が60度の見事に規則的な向斜と背斜の系列になっている。これらはベンディゴ鉦山のいくつかで1000mまで追跡された。いくつかの場所でオルドビス系はデボン系上部/石炭系下部の向斜の遺存物で不整合に覆われているが、その向斜の翼の傾斜は約15度である。オルドビス系はいくつかの後オルドビス系の花崗岩の貫入を受けている。この情報を用いてピクトリアを東西に横断する地殻短縮の総量が容易に計算できる。石炭系下部以来410kmの地殻短縮があり、そのうち384kmはデボン系より前に生じた。オーストラリアの、ポートランドからマウント・アイザに向かう線の西側ではデボン系下部と石炭系下部の両者の後の褶曲は無視できる程度しかなかった。

ニュージーランドでは後白亜系下部に極端な地殻短縮がある；そして東海岸にも後更新統の短縮がある。

インドネシア/ヒマラヤ/スイス・アルプスにもまた、衝上断層に示される大きな地殻短縮がある。

### 構造論に結びついた誤解

構造論についての文献に忍び込み、広く認知されるようになったいくつかの誤解がある。それらは：-

#### a] ペルム紀の氷河神話-

明らかな水成堆積物を氷河起源の氷礫岩と称することが、オーストラリアの地質学者の習慣になってきた。

私は南オーストラリアのハレット・コーブとピクトリアのバックス・マーシュを含むこれらのいわゆる氷礫岩なるもののおおくを調べた。それらはすべて円礫を含む砂岩であり、水成起源であることを示すパイモーダル級化をともう。ニュー・サウス・ウェルズのいわゆるカッタング・パーブは火山起源であることが示された。

#### b] 古地磁気極の位置神話-

現在の岩石磁気の測定値は、PT論者により、その岩層が成層した当時の地理的極の位置を示すものと解釈されている。仮定では、地球は完全に磁化された球として扱え、すべての磁気異常は十分な時間間隔にわたる平均的な観察によりならされるであろう、とされている。これは現世の磁極と地理極の間の約10度の差異を含む。それはまた磁気異常を含む。堆積後の岩石磁気の変化は部分的な消磁として扱われる。

今日の地球の磁場は不規則である。多くの磁気異常がある。コンパスだけを用いて任意の精度で誰かの緯度を求めるのは現代では不可能であり、経度は決して求まらない。

より詳しい情報はこの論文の始めにある。

#### c] 大陸地殻および海洋地殻神話

PT論の基礎概念は地殻には二つの型があるという観念である——一つは大陸の下に、もう一つは海洋の下にある。大陸地殻は厚く、基本的に密度約2.7の花崗岩型の岩層からなるとされているのに対して、海洋地殻は薄い堆積物を乗せた厚い玄武岩型の岩層からなるとされる。次の二つの主張は適切である。第一に、岩層とそれに結びつく地震波速度の分布との間の関連が確かではない。第二に、前述したように、地球の凹凸はあまり大きくはない。

PT論者は新しい海洋地殻は大洋中央海嶺で生成されつつあると信じている。最近までは深海底に掘られた掘削坑を再掘することは不可能だったので、普通は、玄武岩のような初めて遭遇する硬岩のところで掘削をやめていた。浚渫された古い大陸型の岩石はどのようなものであれ、大陸氷山に氷搬されたものとして、あるいは大陸が移動したあとに残した破片としてのけられた。不運なことに、この説を支持するためには、深海における大陸型岩石の産出があまりにも多くなりすぎた。特に大西洋中央海嶺は少なくとも部分的に古生代と原生代の岩石からなることが発見されている。

#### d] ゴンドワナ大陸神話-

南の大陸ゴンドワナランドという観念の起源は三つの裏付け証拠に基づく。その第一は、ペルム紀の植物化石グロッソプテリスの分布であり、それはオーストラリア、南アメリカ、南インドのみに産出すると信じら

れていた。しかしそれはまたシベリアでも報告されており、したがってその分布はより広い。

第二には、オーストラリアにおけるペルム紀の氷河作用の発生である。しかしこれが起こらなかったことはすでに示した。

第三は、オーストラリア、南アメリカ、南アフリカのペルム紀の岩層の間に想定された類似性である。しかしこれらが特別に類似しているわけではない。

### より適切な構造論

地殻の短縮と傾斜の度合いを構造運動の強さの尺度として容認すれば、それが太平洋の縁辺から離れるにつれて弱まることは明らかである。これは太平洋の縁辺により近い地表で、より新しい地層がより深く埋められ、それから隆起したという事実により確認される。太平洋の対岸でもまた、カリフォルニアから東方にすすむにしたがい類似の状況が存在することは明らかである。反対に大西洋とインド洋の縁辺部には水平応力による褶曲は全く存在せず、引張テクトニクスによるとおもわれる断層ブロックを覆っているドレープ褶曲があるのみである。

ヨーロッパとロシアの構造運動について私のわずかに知るところでは、ユーカサス/スイス・アルプス褶曲帯から離れるにつれて、類似の、構造運動の強度の減衰を示している。

デボン紀の植生の発達は陸地表面の侵食に対する抵抗力を強め、山脈をより高く隆起させた。これはより大きな気候の差異を生じさせた。南極は始新世以後氷冠を持ち、北極は鮮新世以後それを持つ。

### 修正短縮説

LittletonとBodi(1992)は、かれらがRamsey崩壊と液体核の形成が起こったと仮定している30億年まえ以来の地球の慣性能率の変化を、古代の食のデータから計算した。かれらはそれ {Ramsey崩壊} 以後地球の半径が漸次的に300km短縮したことを算出した。これから1884kmの地殻短縮が出る。これは四通りの仕方では生じているように思われる。 :-

1] 大洋の深化と大洋中央海嶺の形成

2] 大陸の隆起と隣接し、堆積物を満たしつつ褶曲させる海盆(大陸棚)の沈降。堆積盆地はごく普通の地質学的な構造なので、それらが二つの条件を要することは改めて理解するまでもない。

(a)より多くの堆積物を受容するための海盆底部の連続的な沈降。

(b)堆積物の供給源を準備するための隣接大陸の隆起。

3] 上述の過程だけでは地殻の短縮を負担するには十分ではなく、二組の主要断裂帯、すなわち環太平洋のそれとインドネシア-コーカサス-スイスアルプスのそれが地殻短縮の主要な部分を負担する。そこでは堆積盆地が狭まって深い海溝スラストとなり、堆積物は両方向に褶曲し、また重力滑動を起こしている。

4] オーストラリアの褶曲の総量は上のTable 1に示すように、太平洋縁辺から離れるにしたがって変化する。

### 地殻の短縮

Table 1は相当な地殻短縮を示す。ビクトリアのオルドビス系(古生界下部)の岩層は大分水嶺山脈に沿って東西にほとんど連続して露出(いくらかのデボン系岩層の被覆と後オルドビス系の花崗岩の貫入を除き)している。これらのオルドビス系の岩層は褶曲して、翼の平均傾斜が60度の見事に規則的な向斜と背斜の系列になっている。これらはベンディゴ鉱山のいくつかで1000mまで追跡された。いくつかの場所でオルドビス系はデボン系上部/石炭系下部の向斜の遺存物で不整合に覆われているが、その向斜の翼の傾斜は約15度である。オルドビス系はいくつかの後オルドビス系の花崗岩の貫入を受けている。この情報を用いてビクトリアを東西に横断する地殻短縮の総量が容易に計算できる。石炭系下部以来410kmの地殻短縮があり、そのうち384kmはデボン系より前に生じた。オーストラリアの、ポートランドからマウント・アイザに向かう線の西側ではデボン系下部と石炭系下部の両者の後の褶曲は無視できる程度しかなかった。

ニュージーランドでは後白亜系下部に166kmという極端な地殻短縮がある;そして東海岸にはまた後更新統の4kmの短縮がある。

われわれ地質学者はどのような場合でも、われわれの教授を受ける人々がただ一つの理論を教え込まれるのではなく、すべての地質学的現象を観察し、多数の作業仮説を保持し、彼ら自身で考え、既存の独断に対して特別な態度を保持するようはげまされるべきであること、を理解する義務を持っている。

## 文 献

- Agoc, W.A., Meyerhoff, A.A., Kis, K., (1992) "Reykjanes Ridge: quantitative determinations from magnetic anomalies". In, New Concepts in Global Tectonics, Chatterjee, S. & Hotton III, Eds., Texas Tech University Press, Lubbock.
- Bucher, W.H., (1958) "The Deformation of the Earth's Crust" Princeton University Press.
- Christodoulidis D.C., Smith D.E., Kolenkiewicz R., Kiosko S.M., Torrence M.H., Dunn P.J., (1985) "Observing Tectonic Plate Motions and Deformations from Satellite Laser Ranging" Jour Geophys. Research, v. 90 (no. B11), p. 9249-9263.
- Coombs D. S., (1958) "Zeolitised Tuffs from the Kuttung Glacial Beds near- Seaham, New South Wales" Aust Jour Sci. v.21(1), p. 18.
- Choi D.R., (1997) "Geology of the oceans around Australia Parts I -III" Newsletter New Concepts in Global Tectonics, no. 3, June 1997, Eds., J.M.Dickins & D.R Choi.
- Dickins, J.M., (1994) "What is Pangea ?" In Pangca: Global Environments and Resources. Canadian Society of Petroleum Geologists Memoir 17, p. 67-80.
- Duncan, J., Starling, S.G., (1950) "A Textbook of Physics" Macmillan & Co., London.
- Laing, A.C.M., (1964) "Tectonic patterns in Australia and New Zealand particularly in the Permian" abstract 37th ANZAAS Conference.
- Laing, A.C.M., (1978) "Crustal shortening in the Australasian Plate" 25th IGC Sydney 1976, Bull 1, Australasian Geological Institute.
- Laing, A.C.M., (1997) "Contraction Theory revisited" Newsletter New Concepts in Global Tectonics, no. 3, June 1997. Eds., J.M. Dickins and D.R. Choi.
- Li, Z.X., Powell, Mc\_A, Thrupp, F.A., Schmidt, P.W., (1990) "Australian Palaeozoic palaeomagnetism and tectonics -II. A revised apparent polar wander path and palaeogeography~. Jour. Structural Geology, v. 12, p.5-6.
- Li Z.X., Metcalfe I., Powell C.McA., (1996) "Thematic issue. Breakup of Gondwanaland and assembly of Asia" Aust. Journ. Earth Sci., v. 43, no. 6, December 1996
- Lyttleton, R.A., Bondi, H., (1992) "How plate tectonics may appear to a physicist" Journ. Br. Astron. Assoc., v. 102, p. 4
- Nur, A., Ben-Avraham, Z. (1982) "Displaced terranes and mountain building" Mountain Building Processes, Hsu K. Ed., Academic Press.
- Tarling, D.H., (1971) "Principles and Applications of Paleomagnetism". Chapman & Hall, SBN 412109107.
- Veevers J., Li, Z.X. (1991) "Review of sea floor spreading around Australia. II. Marine magnetic anomaly modelling." Aust. Journal Earth Sci. v. 38, no. 4, Sept. 1991.
- Veevers, J., Powell, C. McA, Roots, S.R., (1991) "Review of seafloor spreading around Australia. I. Synthesis of patterns of spreading". Aust Journal Earth Sci., v. 38, no. 4, Sept. 1991.

[訳：宮川武史]

---

## ニュース NEWS

---

### Forese C. Wezel 教授が名誉あるアカデミー会員に！ Prof. Forese C. WEZEL honoured!

1997年に、Forese C. Wezel 教授がローマにおける "Academic in the Academia Nazionale dei Lincei" に選出された。このアカデミーは、イタリアにおける第一流の学識のある学会で、ヨーロッパでも、かなり古い歴史をもつ学会である（1603年に創設、ガリレオも1611年以來の最初のアカデミー会員の一人であった）。

Foreseさん、おめでとうございます！

氏の住所と連絡先

Forese Carlo WEZWL Institute di Dinamica Ambientale Facolta'di Scienze Ambientali dell'Universita' I-61029 Urbino, Italia Tel. and fax': +39-51 231441; +39-722 304276 E-mail: <wezel@alma.unibo.it> <wezel@fis.uniurb.it>
---

国際ワークショップ  
INTERNATIONAL WORKSHOP

金属元素の集積におけるマントルに根をもつ構造的な不連続の役割— 3次元的アプローチ  
"The role of mantle-rooted structural discontinuities in  
the concentration of metals —a 3-dimensional approach"

後援： 鉱床生成に関する国際連合(IAGOD), 鉱床テ  
クトニクス委員会(CTOD), IGCP Project 354  
期日： 1998年8月24~26日. 2日間のワークショッ  
プと1日間の野外見学 (Ballaratにおける金鉱山  
にみられる主要な鉱化作用のタイプ)  
会場： オーストラリア ビクトリア州 Ballarat大学  
コンピーナ： Ingrid Campbell および Rodney  
Boucher (Whitehorse Geoscience Pty Ltd),  
Tim O'Driscoll (Consultant/geologist)  
登録料： A\$250

詳細は次の連絡先へ：

Ingrid Campbell at Suite 6, 560 Lonsdale Street,  
Melbourne, Victoria, Australia 3000.  
Fax. +61-39 602 3827 E-mail:  
<whitehorse@baltel.com.au>,  
または  
Jan Kutina, Dept of Chemistry, America  
University, Washington, D.C. 20016-8014, USA  
Fax. +1-202 885 1752

国際シンポジウム"グローバルテクトニクスにおける新概念" (NCGT-98 TSUKUBA)  
日本, つくば  
INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NEW CONCEPTS IN GLOBAL TECTONICS  
TSUKUBA, JAPAN

日程： 1998年  
11月19日 (木) 参加者の到着  
11月20~21日 (金・土) 房総半島の見学旅行  
11月22~23日 (日・月)  
学術セッションおよび研究連絡会議  
11月24日 (火) 参加者の出発  
会場： 茨城県つくば市 工業技術院研究協力センター  
重要期日：  
1998年6月15日 セカンドサーキュラーの発送  
1998年7月31日 講演要旨の提出および登録  
料・見学旅行費の支払い締切  
1998年9月15日 サードサーキュラーの発送

登録料および見学旅行費用：

登録料—300米ドル (学術セッションへの参  
加・レセプション・要旨集・食事宿泊を含む)  
見学旅行費—200米ドル (交通, 食事および相  
部屋宿泊を含む)

詳細は次へ：

矢野孝雄  
NCGT-98 Tsukuba 組織委員会  
鳥取大学教育学部地学教室  
鳥取市 〒680 日本  
Tel. and Fax. +81-857-31 5113  
E-mail. <yanot@fed.tottori-u.ac.jp>

[訳： 矢野孝雄]

---

## 出版物の紹介 PUBLICATIONS

---

- SMOOT, N. C., 1994. Plate-wide Pacific trends - orthogonal fracture intersections. EOS, Transactions, American Geophysical Union, v. 75, p. 69.
- SMOOT, N. C., 1995. The Chinno Trough: a Trans-Pacific fracture zone. Proceedings of the Third Thematic Conference on Remote Sensing for Marine and Coastal Environments, v.2, p. 539-550.
- 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, p. 223-235.
- YOON, Sun, 1997. Miocene-Pleistocene volcanism and tectonics in southern Korea and their relationship to the opening of the Japan Sea. Tectonophysics, v. 281, p. 53-70.

---

### グローバルな環境変化の科学としての地質学に関する F.C. Wezel の新刊本

#### A NEW BOOK OF F.C. WEZEL ON GEOLOGY AS THE SCIENCE OF GLOBAL ENVIRONMENTAL CHANGE

WEZEL, F.C., 1994. *Dal nero al rosso: dentro il pulasre della Terra* (イタリア語).

—“From the Black to the Red: Inside the Rhythms of the Earth” (『黒から赤へ：地球のリズムの中へ』) —  
Sperling & Kupfer, Milan. 315 p. + 図多数

F.C. Wezel

この本の出発点は、地球の生物圏をむしばむ環境および生態的危機に対して有効に対処法するためには、惑星環境のグローバルな変化について信頼できる予測が必要である、との視点にある。著者の考えでは、制御不能な複雑性と永遠の可変性をもつ自然界の真実をとらえるには不適切なあまりにも単純化され実証されていないモデルと戯れる時間は、もはやなくなっている。プレートテクトニクス学説のような空想的で理想化された考え(schemes)は、自然の時空的な挙動様式にもとづく一種の“居間 (parlour) でのゲーム”であり、地球の挙動を有効に、しかも科学的に記述したものではない。この書籍では、永い地球史をつうじて大洋および大陸における地圏ならびに生物圏の習性が、次々に記述される。その意図は、理想化された言葉で語られる地球物理学的推測 (学説優先科学) ではなく、真実の言葉で語られる地質学的事実にもとづいた私たちの惑星の進化に関する研究成果を見いだそうとすることにある。

実際には、私たち人類がほんとうに必要なとするものは、“地球システム”の作動方式を深く理解することである。この目標を達成するためには、私たちの惑星に起こったあらゆる物理的・生物的出来事を記録した地質学的成果を丹念に分析することが必要である。

このような分析から導かれる結果にもとづいて、著者は、地圏および生物圏のグローバルな大規模変化は私たちの惑星の不可逆的進化のさまざまな段階であり、その進化過程は準周期的なリズムをもっている、と考える。グローバルな変化は、気候、地球磁場、海水準、地球の表面地形などの大規模な不安定が発生している期間中に、急激に作用する臨界的な安定化現象である。私たちは突発的な脈動を扱うが、それらは同時に、地球の発達をかたちづくる漸進的な波動運動をなすものでもある。マントル全体を貫くテクトニクス (transmantle tectonics) は、そのような進化しつつある地球の脈動の引き金として現れる。

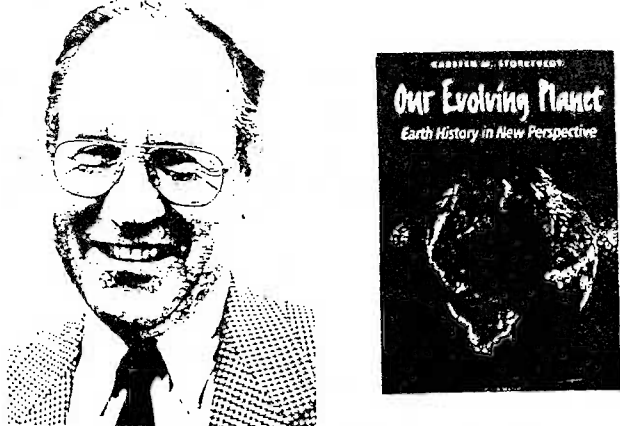


将来のグローバルな環境変化の研究に対して地球科学が果たしうる雄大な可能性が、この本においてはとくに強調されている。この意味において、新しく総合化された地質学は、地球環境の全体的な総合および現実世界における地球環境危機に関する根本科学であると

考えられる。いいかえると、自然を理解するためには、著者は過去のなかに未来を発見し、広汎な地球の履歴を偉大な宝庫とみなすよう、主張するものである。

[訳：矢野孝雄]

---



**Prof. Karsten M. Storetvedt of University of Bergen, Norway and his new book "Our Evolving Planet".**  
Book order: Alma Mater Forlag AS,  
PO Box 4213, Nygardstangen, 5028, Bergen, Norway.  
Fax +47-5531 8468

---

## ニュースレターについて ABOUT THE NEWSLETTER

---

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

目的は次の事項を含む：

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