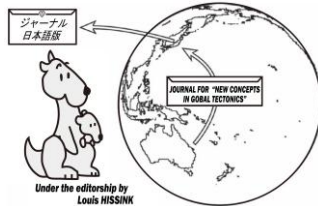


**NCGT Journal, Volume 13, Number 7, September 2025**

<http://www.ncgtjournal.com/>

『グローバルテクトニクスの新概念』日本語版 発行 2025年11月

<https://www.ncgtj.org/>



編集長: Bruce LEYBOURNE, USA (leybourneb@iascc.org)

副編集長: Masahiro SHIBA, Japan (shiba@dino.or.jp)

編集委員: Giovanni P. GREGORI, Italy (giovannipgregori38@gmail.com)

Louis HISSINK, Australia (louis.hissink@outlook.com)

Per MICHAELSEN, Mongolia (perm@must.edu.mn)

Biju LONGHINOS, India (biju.longhinos@gmail.com)

Vladimir ANOKHIN, Russia (vlananokhin@yandex.ru)

## 目次

### ■編集者コーナー

(柴 正博 訳)

編集長 Bruce Leybourne によるコメント	.....	134
今後の会議に関するお知らせー論文募集	.....	134
編集者への手紙	.....	135

### ■原著論文 Articles

The Properties of Those Ultra-Low Frequency Electromagnetic Signals Associated with Earthquakes

Solar and Earth's : John Wright, Bruce Leybourne

地震に関連する超低周波電磁信号の特性 (要旨のみ 柴 正博 訳) ..... 137

Solar and Earth's Geomagnetic Activity Related to the M6 Earthquake Recorded on October 30, 2024:

Valentino Straser, Gabriele Cataldi, Daniele Cataldi

2024年10月30日に観測されたM6地震に関連する太陽活動と地球の磁気活動

(足立久男 訳) ..... 138

Quantitative Analysis of Pre-Seismic Electromagnetic Emissions Associated with Earthquakes of

Magnitude  $M_w=6$  and Implications for Seismic Monitoring: Gabriele Cataldi, Daniele Cataldi.

マグニチュード  $M_w=6$  の地震に伴う前震電磁放射の定量解析と地震監視への示唆

(要旨のみ 柴 正博 訳) ..... 144

On the Nature of Mantle Earthquakes' Focal Zone: Vadim V. Gordienko, Ludmila Ja. Gordienko

マントル地震の震源域の性質について

(岩本広志 訳) ..... 145

The Geometrical and Gravitational Rejection of the Continental Drift Theory: A Radial Growth Model

of Earth (Apple Model) : Mojtaba Maleki

大陸移動説の幾何学的・重力学的反駁: 地球の放射状成長モデル (アップルモデル)

(柴 正博 訳) ..... 153

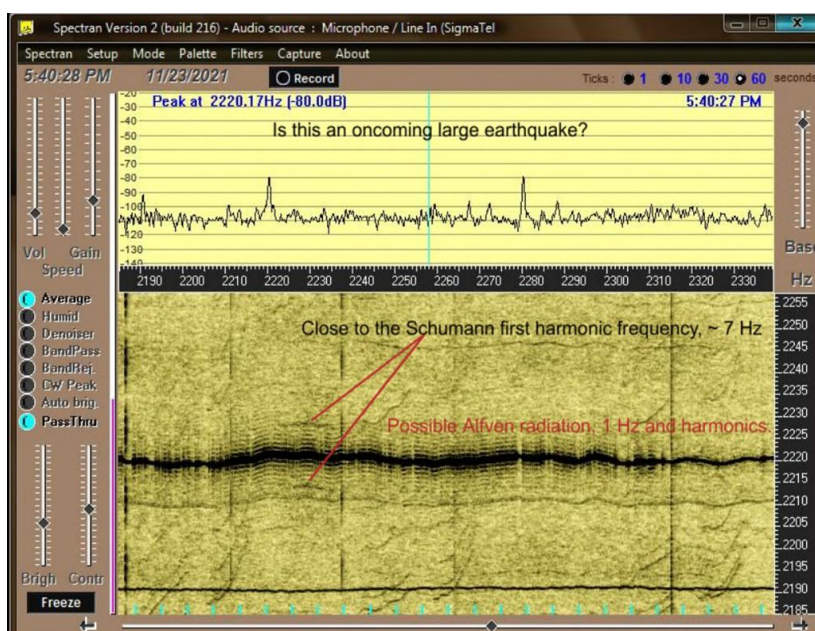
### ■NGCT ジャーナルについて

..... 158

## EDITOR'S CORNER

### 編集長 Bruce Leybourne のコメント

(柴 正博 訳)



表紙画像：地震を伴わないアルヴェン高調波にも、シューマン信号と呼ばれる第1高調波がいくつか存在する。2台目のコンピュータで地震を記録した。この拡大画像では、アルヴェン高調波の約1Hzの垂直間隔が分離されている。アルヴェン信号のオン/オフ特性に注目してください。本号の巻頭論文「地震に関連する超低周波電磁信号の特性」(Wright and Leybourne.)の図6を参照。

#### 今後の会議に関するお知らせ — 論文募集

1年後、つまり2026年9月に、イタリアのNCGTがValentino Straser (valentino.straser@gmail.com)によって開催されます。会議のあらゆる側面にご参加いただける場合は、Valentinoまでご連絡ください。重ねて申し上げますが、セッショントピック、要旨、論文、セッションチェア、オーガナイザー、スタッフ、資金提供などを募集しております。どのような形でご参加いただけるか、私とValentinoまでお知らせください。できる限り対応させていただきます。

- 1.) Straser - 地震予報 (要旨募集中)
- 2.) Leybourne - 恒星変成星 - 地球宇宙天気相互作用 (New Concepts in Global Tectonics Journal - 第12巻第4

号, 2024年12月号, エディターズコーナーに6件の要旨掲載)

- 3.) Anokhin - ラドガ湖 - シベリア (New Concepts in Global Tectonics Journal - 第13巻第1号, 2025年3月号, 5~8ページ, エディターズコーナーに2件の要旨掲載. 要旨追加募集中)

- 4.) Longhinos - インドテクトニクス (要旨募集中)

Valentino はさらに多くのセッションを考えている可能性があり、別のセッションの議長を務めたり、企画したりすることに興味がある方がいらっしゃいましたら、お知らせください。

編集者への手紙 NCGT 会議：イタリアの Parm 2026 年 9 月 - Valentino Straser

編集者様

約 20 年ぶりに NCGT 会議がイタリアに戻り、来年は文化と多様な科学的関心の街、パルマで開催されます。この地域は、地震の研究から地質学上の謎、そして世界でも数少ない地域としか共通点のない大気現象に至るまで、多くの独自の特徴を有しています。フィールド研究の機会には、太陽活動の移行期、特に太陽活動の極大期と極小期に、12 年または 12 の倍数年ごとに発生する、マグニチュード 5 を超える地震の特異な時間的再発が含まれます(図 1)。もう一つの特徴は、白亜紀後期の地質構造「悪魔の跳躍」(I Salti del Diavolo)です。これは地球規模の影響を及ぼす可能性があり、長年にわたり研究と議論の対象となってきました(図 2)。また、特定の地域では大気中に繰り返し発生する

発光現象があり、これは様々なケースにおいて、地震前兆現象や炭化水素の放出と関連している可能性があります(図 3)。

この後者の現象は、地球だけでなく惑星間の相互作用の可能性についても、電気的および磁気的影響に焦点を当てた研究を導く研究動向と非常によく結びついています。パルマとその州は、NCGT が常に推進してきたテクトニクスの革新的なビジョンの概念、表現の自由、アイデアの共有を忘れることなく、会議中に議論されるトピックを反映する場所です。できるだけ幅広い科学者の参加が得られるような、セッションのより良いプログラムを構築するために、これらのアイデアは歓迎されます。

Valentino Straser

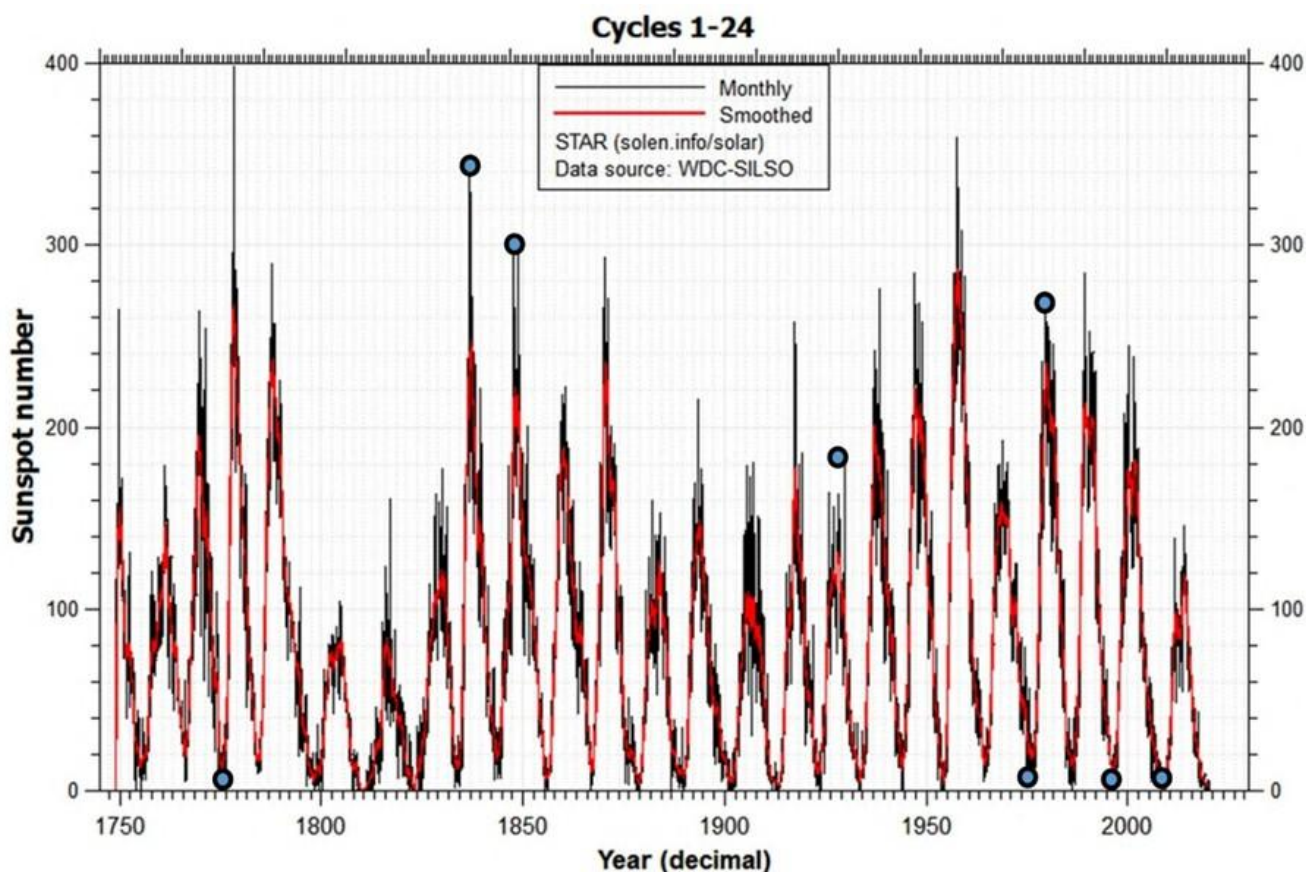


図 1 このグラフは、1775 年以降の太陽活動の回数の推移と、青い点で示されるマグニチュード 5 の地震の周期性を示す。



図2. 「サルティ・デル・ディアボロ」(悪魔の跳躍)の堆積層の概観.

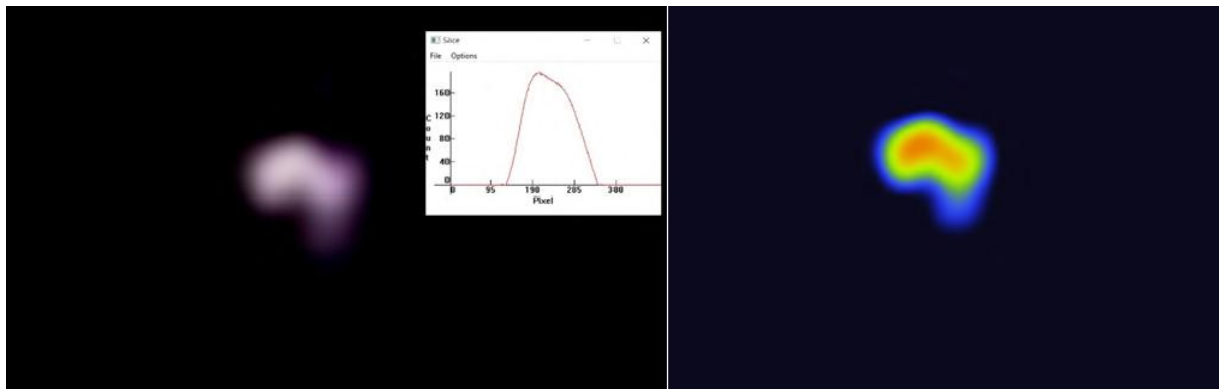


図3. 大気中の発光現象. 輝度分析と擬似色分析による. (Jerry Ercolini 提供)

### 会社概要

NCGT13-6号に掲載されているので省略

---

## 原著論文 *Articles*

---

### 地震に関連する超低周波電磁信号の特性

「Faron Dean Wright を追悼して」

The Properties of Those Ultra-Low Frequency Electromagnetic Signals  
Associated with Earthquakes  
'In Memory of Faron Dean Wright'

John Wright<sup>1,2</sup>, Bruce Leybourne<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Emeritus Professor of Chemistry, Southeastern Oklahoma State University, Durant, OK, USA

<sup>2</sup> Cotter Observatory, Cotter, AR, USA

<sup>3</sup> GeoPlasma Research Institute, Aurora, CO, USAo

(要旨のみ 柴 正博 訳)

---

**要旨:** 米国の電力網からの信号, 文字通り家庭用コンセントからの信号が, 4046 FM 受信 IC に容量結合され, そこから Spectran II ソフトウェアを実行するコンピュータの入力へ送られた. 同じコンピュータは同様に, 静電シールドのない地震計にも接続されていた. この FM 多変数計測器を用いて, 時間軸を分単位で水平方向, 周波数軸を Hz 単位で垂直方向とした 2 次元スペクトルを作成した. この装置は, シューマン共鳴 (約 20 Hz, 第 3 シューマン調波) と約 1 Hz のアルフェン波の両方を検出することが判明した. いずれも良好な感度と分解能を示し, 同じ時計上で時折地震信号が重なることもあった. また, ここでは遅い波 (より具体的には単一ピークのウェーブレット) と記述される数分間の信号と, 非地震的すべりが起源である可能性のある連続的な 2 Hz 信号を検出した. 電力系統の 60 Hz 高調波はすべてこれらの信号とヘテロダイン干渉を起こしたが, 地震計から発生し地震ベースライン上にあった遅い波を除く. 予備的な調査結果は興味深いものであった. マグニチュード 6.7 の地震発生時, 遅波のピーク振幅がアルフェン波の発生開始と一致し, 地震が収まるまで波動は継続した. シューマン共鳴の急増もまた, 遅波の下降斜面で発生する傾向が見られた. そうしたケースでは, 爆発の発生頻度とその振幅が増加した. また, 遅波は大きな地震と一致し, 地震記録に上向きの弓形を生じさせた. これらはさらなる研究が必要なパターンであるが, 特に世界的に小規模地震に関する文献へのアクセスが限られているため困難である. この文献は, シューマン爆発が地震なしで終息したのか, あるいは地震計が検出できなかった遠方の小規模地震を伴って終息したのかを判断するために必要である.

# 2024年10月30日に観測されたM6地震に関連する 太陽活動と地球の磁気活動

## Solar and Earth's Geomagnetic Activity Related to the M6 Earthquake

Recorded on October 30, 2024

Valentino Straser<sup>1</sup>, Gabriele Cataldi<sup>2</sup>, Daniele Cataldi<sup>2-1</sup>

<sup>1</sup> University of Makeni (Sierra Leone);

<sup>2</sup> Radio Emissions Project (I);

<sup>3</sup> LTPA Observer Project (I).

**Keywords:** space weather, geomagnetic activity, proton density, Oregon, Papua New Guinea.

(足立 久男 訳)

**要旨:** 本研究では、太陽風陽子密度の増加と地球の磁気活動、および、2024年10月30日にパプアニューギニアとオレゴン州バンドン西方279 km でそれぞれ発生した、マグニチュード6.0の地震との間に強い相関関係があることを特定した。両地震の前には太陽風の陽子密度が著しく増加し、その後地球の磁気活動が増大した。より広範な地磁気異常とは異なり、観測データは太陽風陽子密度の特定の変動が、大きなマグニチュード(M6+)の地震現象の確かな指標となり得ることを示唆している。本研究は地震に先行する電磁気的メカニズムの解明に貢献し、太陽風陽子流の擾乱が地震現象の有効な前兆であるという仮説を補強するものである。

### はじめに

2024年10月30日、いわゆる「環太平洋火山帯」において2つのM6の地震が観測された(図1):

1) 2024年10月30日12:18 (UTC) にパプアニューギニアで観測されたM6の地震。

2) 2024年10月30日20時15分 (UTC), 米国オレゴン州バンドン西方279km で記録されたM6の地震。

太平洋火の輪は太平洋を囲む広大な地質学的に活発な地域であり、地震や火山活動が頻繁に発生する特徴を持つ。全長約4万kmに及ぶこの火の輪は、東アジア、南北アメリカの海岸線に加え、日本、フィリピン、インドネシア、ニュージーランド、南東太平洋などのオセアニア諸島地域を含む。

この地域は、太平洋プレート、ナスカプレート、ココスプレート、北米プレート、インド・オーストラリアプレートなど、多数のテクトニックプレートの複雑な相互作用によって形成されている。主な力学現象には、海洋プレートが大陸プレートや他の海洋プレートの下に沈み込むことをふくみ、断層系、火山、トランスフォーム破砕帯を形成する。プレートが別のプレートの下に滑り込むことで生じる沈み込みは、この地域の地震活動や火山活動の主要な原因になっている。

Seismic Epicenters

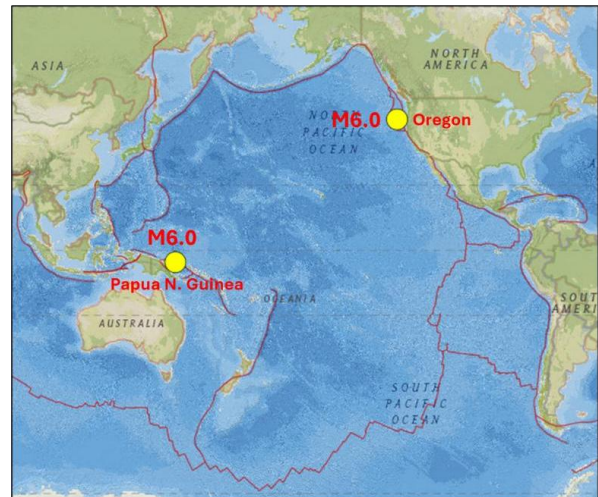


図1 2024年10月30日に記録されたM6以上の地震の震央。上図は、2024年10月30日に記録された破壊的な可能性のある地震の震央を示している。出典: USGS, Radio Emissions Project.

特に、この帯にはマリアナ海溝、カスカディア沈み込み帯、日本海溝、ペルー・チリ海溝など、世界の主要な沈み込み帯が含まれる。これらの地域では大規模な地震が発生し、場合によっては破壊的な津波を引き起こすこと

もある。さらに、環太平洋火山帯には世界の活火山の約75%が集中しており、これが地殻の継続的な変形や新たな山脈・火山島の形成に関与している。

環太平洋火山帯は、地震学および火山学研究において極めて重要な科学的位置を占めている。これは地球上で最も動的で地質学的に危険な地域の一つを構成しているからである。

2024年10月30日、マグニチュード6.0の地震がパプアニューギニアを襲い、同地域が世界で最も地震活動が活発な地域の一つであるという認識をさらに強めた。この地震はオーストラリア・太平洋プレート境界の北縁で発生し、オーストラリアプレートが太平洋プレートの下に沈み込むことで支配される継続的な地殻変動活動の一部である。この地域は顕著な収束運動を特徴としており、特にニューブリテン海溝と南ソロモン海溝沿いで、長年にわたり数多くの大規模な地震を引き起こしてきた。

オーストラリア・太平洋プレート境界は北縁に沿って4,000 km以上に及び、西のスンダ（ジャワ）海溝から東のソロモン諸島まで伸びている。この境界の東部区間（2,300 km以上）は、オーストラリア大陸北東端から珊瑚海を横切り、パプアニューギニア東海岸まで続く。この広大な境界域では、主にオーストラリアプレートが太平洋プレートの下へ、北方向へ沈み込む構造的相互作用が顕著であり、激しい地震活動と頻繁な大地震の原因となっている。

南ソロモン海溝に沿って、オーストラリアプレートは太平洋プレートと平均約95 mm/年の速度で東北東方向へ収束している。この収束は大きな地殻応力を生み出し、この地域における地震活動の頻度の多さに関わっている。1900年以降、南ソロモン海溝ではマグニチュード7.5以上の地震が13回記録されており、この地域が重大な地震災害の危険にさらされていることを示している。特に2007年4月1日には、海溝西端でM8.1のプレート間メガスラスト地震が発生し、破壊的な津波を引き起こして少なくとも40名の犠牲者を出した。この地震は過去100年間でこの沈み込み帯に関連した3度目のM8.1メガスラスト地震であり、前回は1939年と1977年に発生している。

さらに東のニューブリテン海溝では、オーストラリア・太平洋境界を囲む複数のマイクロプレートの存在により、構造力学が複雑化している。ここでは、ソロモン諸島の南に位置するウッドラーク海盆における南北方向の海底拡大が、太平洋関連リソスフェアの下でオーストラリア関連リソスフェアの継続的な北向きの沈み込みを支えている。ニューギニア東部の主要な地震のほとんどは、この沈み込み帯に関連しており、特にニューアイルランド島南方の海溝先端部で活動が集中している。1900年以降、この地域ではM7.5以上の地震が33回発生しており、

1906年、1919年、2007年には浅い逆断層型のM8.1の地震が3回発生しており、地震活動が活発な地域であることを示している。

オーストラリア・太平洋プレート境界の西端は、おそらく構造的に最も複雑であり、インドネシアとバンダ海から東ニューギニアにかけて約2,000 kmにおよぶ。この区間は収束型テクトニック相互作用が支配的であり、特にニューギニア全幅にわたる島弧大陸衝突帯に沿って顕著である。しかし、衝突するオーストラリア大陸縁辺部の周辺地域では、比較的短い区間において伸張性変形、横ずれ変形、収束性変形がみられる。この地域の主な収束は、ニューギニア北部の幅250~350 kmの帯状地帯における短縮と隆起によって吸収され、ニューギニア海溝では太平洋プレートが南方向へ緩やかに沈み込んでいる。この地域におけるオーストラリア・太平洋プレートの相対速度は北東方向に約110 mm/年であり、ニューギニア高地の顕著な隆起（2~8 mm/年）をもたらしている。

さらに西へ進むと、境界線はニューギニアからスマトラまで約4,800 kmにわたり続く。この区間は主にオーストラリアプレートとユーラシアプレートの境界を画定し、スンダブロックを含む。ここでは収束型相互作用が支配的であり、スンダ（ジャワ）海溝に沿った沈み込みと、それに伴う若い島弧大陸衝突がみられる。

東部海域では、この境界線はカイ諸島からスンバ島までティモール海溝に沿って延び、スンバ島の南約250 kmでスンダ海溝から外れる。従来のモデルではこの海溝をスンダ海溝と連続する沈み込み帯と分類していたが、最近の研究では、オーストラリアプレートの大陸縁辺とユーラシアプレートの火山弧の衝突によって形成された沈降変形構造であることが示唆されている。このプロセスは過去500~800万年以内に始まった。この衝突以前、スンダ沈み込み帯は少なくともカイ諸島まで東方に延びていたことが、東ティモール下の北傾斜地震活動帯によって示されている。この東部区間の地震活動を詳細に観察すると、ティモール島下の中間深度地震イベントに空白域が認められ、これは沈み込むスラブに東向きに裂け目が生じていることが示唆される。この裂け目では、負の浮力を持つ海洋リソスフェアが、正の浮力を持つ大陸リソスフェアから剥離している。地表GPS観測により、ティモール島および周辺地域が現在オーストラリアプレートとほぼ同速度で移動していることが判明し、衝突の影響を示すさらなる証拠となった。

東インドネシアでは大規模地震が頻発する一方、沈み込みに関連する真のプレート間メガスラスト地震は稀である。これは下降する海洋プレートが大陸縁から剥離しているためと考えられる。1900年以降、カイ諸島からスンバ島にかけてマグニチュード7.5以上の地震が9回記録されており、最大規模は1938年のバンダ海地震（M8.5）

であった。これは中深度での逆断層型地震であり、その規模にもかかわらず人的被害は最小限に留まった[1]。

2024年10月30日、オレゴン州バンドン西方約279 kmで観測されたマグニチュード6.0の地震は、ブランコ断層帯で発生した。この地域は、北米プレート西縁に位置するゴルダ微小プレートと太平洋プレートを分離する複雑なトランスフォーム断層系によって特徴づけられる。

#### 主な地質構造の特徴：

- ・トランスフォーム断層：ブランコ断層帯は変形運動が支配的であり、ここでテクトニックプレートは水平方向に互いにすれ違う。この横方向の運動により蓄積された応力は、ここで観測された地震のように周期的に解放される。
- ・ゴルダプレート：太平洋プレートと北米プレートとの間に位置するゴルダプレートは、周囲のプレートとの継続的な相互作用により著しい内部変形を受けるマイクロプレートである。この内部変形が当該地域の地震活動に大きく関与している。
- ・カスカディア沈み込み帯：地震はブランコ断層帯で発生したものの、カスカディア沈み込み帯に近接している点に留意することが重要である。この沈み込み帯はカリフォルニア州北部からブリティッシュコロンビア州まで延びる世界有数の巨大逆断層帯であり、ゴルダプレートが北米プレートの下に潜り込む場所である。この沈み込み過程は巨大な地殻応力を蓄積し、高マグニチュードの地震を引き起こす可能性がある。

カスカディア沈み込み帯に近接しているにもかかわらず、2024年10月30日の地震はブランコ断層帯で発生した。この地域では地震は比較的頻繁に発生するが、大規模な津波を引き起こすことは稀である。要約すると、オレゴン州バンドン西部の地域は、ブランコ断層帯のトランスフォーム断層の運動と、近隣のカスカディア沈み込み帯との相互作用の両方に影響を受けた複雑な地質構造をもっている。

#### 研究方法とデータ

2024年10月30日に観測されたM6地震活動と太陽活動・地球地磁気活動との相関検証は、ラグランジュ点L1に配置された先進組成探査機（ACE）衛星が提供する太陽イオン流データ、ならびにNASA統合宇宙天気分析（ISWA）が提供するKp指数データの解析により実施された。本分析では、破壊的地震イベント発生の数時間～数日前に見られる太陽プロトン流束密度の増加とKp指数の上昇を検出した。著者らが2012年から現在まで実施した研究により、逆のプロセスを追跡することも可能である：太陽プロトン流束密度の分析によりプロトン増加の始まりを特定でき、全球規模で記録される破壊的地震イベントは常に太陽プロトン流の増加に先行するため、こ

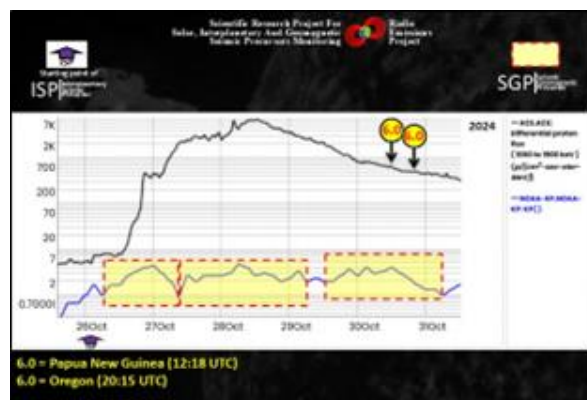


図2 2024年10月30日に記録されたM6地震活動に関連する太陽活動と地球の地磁気活動の変化。上図は、2024年10月25日から31日にかけてラグランジュ点L1軌道に位置するAdvanced Composition Explorer (ACE) 衛星が記録した陽子変動曲線（黒線）と、Kp 指数曲線（青色）を示している。赤色の点線で囲まれた黄色領域は、2024年10月30日に記録されたM6地震に先行する地球磁場の増大を示している。紫色の矢印（ISP）は、M6+地震に先行する陽子増加の開始を示す時間マーカーを表す。垂直の黒矢印は、2024年10月30日に全球規模で記録された地震の時間マーカーを表す。出典：USGS, ISWA, Radio Emissions Project.

の特定は平均して増加開始から99時間以内に全球規模でM6+地震活動の再開が観測されることを示唆している[2-48]。

この確認は、2024年10月30日に記録されたM6地震（図2-3）に対しても得られた。

この革新的な地球規模の地震予測手法は、著者らによって2013年に初めて提唱され[3]、太陽活動と地磁気活動に基づく地震監視・予測の新たな可能性を切り開いた。著者らが提案する手法は、主に局所的な地震信号や地殻の地質パラメータに焦点を当てる従来の地震予測手法と比べて、大きな変化をもたらすものである。太陽プロトン流束とKp指数の監視を導入することで、高マグニチュード（M6+）地震イベントと信頼性の高い相関を示す電磁氣的・イオンの変動を検出することが可能となる。

この手法では、太陽風プロトン密度の増加を地震の前兆（惑星間地震前兆：ISP）として検出する。これは太陽風と地球磁気圏の電磁的相互作用が深部地震プロセスに影響を与えることを示唆している。過去12年間にACE衛星及びその他の観測ステーションが収集したデータの歴史的な分析により、このような増加は常に大規模地震イベントの前に存在することが示され、モデルの有効性に対する重要な実証的裏付けを提供している[2-48]。実際、太陽プロトン流束増加の強度と持続時間は、潜在的に破壊的地震イベントの発生確率だけでなく、その規模の推定値を予測するのに役立つ可能性がある。

著者らは、陽子増加の規模は通常、それに続く地震の

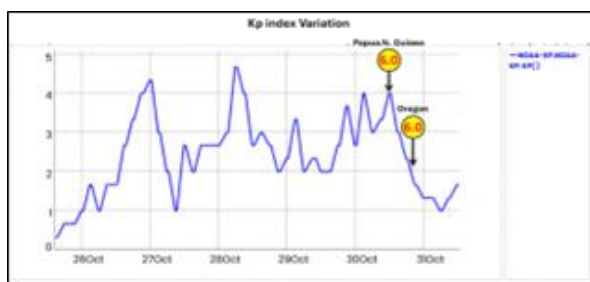


図3 - 2024年10月30日に観測されたM6地震活動に先行するKp指数の変化。上図は2024年10月25日から31日にかけて観測されたKp指数の変化曲線を示す。出典：ISWA, Radio Emissions Project.

規模と比例関係にあることを指摘している：増加の規模が大きいほど、M6以上の地震現象に関連する規模も通常大きくなり、その逆もまた然りである[22].

10月26日02:15(UTC)に、ラグランジュ点L1軌道に位置する先進組成探査機(ACE)衛星は、太陽風プロトン密度の増加の始まりを記録した。この増加は数日で顕著な値に達し、最大ピークは2024年10月28日13:00(UTC)に観測された。その後、増加は徐々に減少し始めた。陽子増加開始から約106時間後にパプアニューギニアでM6地震が観測され、約114時間後にはオレゴン州沖でM6地震が観測された。両地震は陽子密度減少相の期間に発生した。

著者らが2012年から2023年にかけて実施した陽子変動曲線の分析により、世界規模で記録された破壊的地震(M6以上)の82.8%が太陽陽子流束密度の増加期および減少期に発生していることが判明した。一方、M6以上の地震のわずか17.2%が、陽子密度が最大ピークに達した時点(±6時間)および密度がほぼ基底値に戻った段階で記録されている。

2024年10月30日に記録されたM6地震活動に先行するKp指数の増加は、2024年10月26日6:00(UTC)に始まり、10月31日00:00(UTC)に終了した(図3)。この増加は主に3つの段階を経て進行した(図2)：

- 1) 最初のものは2024年10月26日から27日にかけて観測された。
- 2) 2番目のものは2024年10月27日から29日にかけて観測された。
- 3) 3番目のものは2024年10月29日から31日にかけて観測された。

この特定のケースでは、Kp指数は決して顕著な値(5-9、これは地磁気嵐の等級G1-G5に相当)に達しなかったが、これは2024年10月30日に記録されたM6の地震イベントが、地球の地磁気活動の増加に先行されなかったことを意味するものではない。実際、図3はパプアニューギニアとオレゴン沖で観測されたM6地震の前にKp

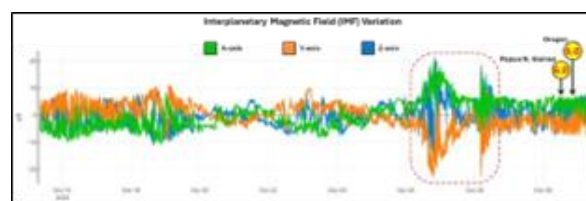


図4 2024年10月30日に記録されたM6地震活動に関連する惑星間磁場(IMF)の変化。上のグラフは、ラグランジュ点L1に配置されたAdvanced Composition Explorer(ACE)衛星が2024年10月15日から31日にかけて記録した惑星間磁場(IMF)の変化(ナノテスラ単位:nT)を示している。記録は3軸(X軸:緑色曲線、Y軸:オレンジ色曲線、Z軸:青色曲線)で行われた。2本の黒い縦矢印は、2024年10月30日に記録されたM6地震イベントの時間マーカーを表す。

赤点線で囲まれた領域で強調して表示されたグラフ部分は、2つのM6地震に先行した惑星間磁場(IMF)の擾乱を表している。出典：ISWA, Radio Emissions Project. .

指数が明らかに上昇したことを明確に示している。この上昇は、図2に示される太陽プロトン流量の増加が地球磁気圏に与えた影響によって引き起こされた。図3に示される地球地磁気の増加の始まりは、2024年10月30日に記録された2つのM6地震より96時間以上も先行していた。

2024年10月30日に世界規模で観測された2つのM6地震に先行した太陽活動増加の規模を裏付ける別の証拠は、惑星間磁場変動曲線(図4)のデータから得られる：赤の破線は、図2に示される太陽プロトン流量の増加によって生成された惑星間媒体の磁気擾乱を強調している。この種の相関関係は著者らによって2011年にも観測されている。この種の相関関係は、著者らによって2011年に観測された。図4に示される可視的な擾乱は、2024年10月26日00:00(UTC)に始まり、2024年10月29日09:22(UTC)に終了した。これは、2024年10月30日に記録された2つの地震現象に96時間以上先行するものである。

## 討 論

太陽活動の継続的監視を通じて検出可能な高プロトン増加の存在は、地震リスク軽減計画を地球規模で実施できる重要な時間的余地を提供する。この手法は革新的ではあるが、課題がないわけではない。著者らは、この種の分析を他の電磁氣的監視パラメータ(例えば、地域・局所的な無線周波数監視)と統合することの重要性を強調している。地殻応力の観点から、この種の電磁氣的監視は極めて有望な結果をもたらす可能性がある。これは、構造応力が圧電効果や、構造断層付近の地球力学によって地殻内で電荷移動を生じさせる他の現象を通じて、地震前兆の電磁氣的源を発生させると仮定した場合である。

陽子増加は確かに地球規模での地震発生の差し迫りを示す可能性があるが、無線方向探知 (RDF) 技術を活用した観測ステーションネットワークは、三角測量による位置特定を通じて、地殻応力が前震性高周波を発生させる地表下の領域を特定できる[19][49-75].

この地震予測手法の実用化には、宇宙機関・地震研究センター・防災システム間の連携による統合的早期警報システムの構築が不可欠であり、これにより危険リスクのある地域住民への重要な支援が可能となる。

## 結 論

結論として、太陽プロトン流と地磁気変動の分析に基づく革新的なアプローチは、全球的な地震予測において重要な進展を示す。M6以上の地震イベントの信頼できる前兆としてプロトン増加を特定することは、監視と早期警報のための貴重な手段を提供し、局所的な地震パラメータのみに焦点を当てる従来の手法に対する興味深い代替案となる。観測された太陽風変動と地震活動の相関関係は、地球の磁場と太陽イオン流の相互作用が、間接的な電磁メカニズムの基盤となり、地殻破断プロセスに影響を与える可能性を示唆している。

ただし、この手法を地球規模で実用化するには、予測される事象の地理的位置の精度を高めるため、より広範な電磁監視ネットワークの構築と科学機関との連携が必要である。こうすることで、RDF技術と先進的な宇宙観測の支援は、地震リスク管理の向上を可能にする追加的な詳細情報を提供し得る。

最後に、このモデルの大規模な採用には、地震学、太陽物理学、および防災機関の分野間の協力関係の強化とパラダイムシフトが必要となる。こうした相乗効果により、より信頼性の高い地震予測システムへの進展が可能となり、破壊的な地震の影響を軽減し、危険地域における住民の保護とインフラの保全を実現できるだろう。

## 文 献

- [1] United States Geological Survey (USGS). Tectonic Summary.
- [2] G. Cataldi, D. Cataldi. (2013). Reception of Natural Radio Emissions in the ELF Band. *The INSPIRE Journal*, 20, Spring/Summer 12-16.
- [3] G. Cataldi, D. Cataldi, V. Straser. (2013). Variations Of Terrestrial Geomagnetic Activity Correlated To M6+ Global Seismic Activity. EGU, General Assembly, Geophysical Research Abstracts, 15, EGU2013-2617.
- [4] G. Cataldi, D. Cataldi and V. Straser. (2014). Earth's magnetic field anomalies that precede the M6+ global seismic activity. EGU General Assembly 2014, Geophysical Research Abstract, 16, EGU2014-1068.
- [5] T. Rabeh, G. Cataldi, V. Straser. (2014). Possibility of coupling the magnetosphere-ionosphere during the time of earthquakes. EGU General Assembly 2014, Geophysical Research Abstract, 16, EGU2014-1067.
- [6] V. Straser, G. Cataldi. (2014). Solar wind proton density increase and geomagnetic background anomalies before strong M6+ earthquakes. Space Research Institute of Moscow, Russian Academy of Sciences, MSS-14. 2014. Moscow, Russia. 280-286.
- [7] V. Straser, G. Cataldi. (2015). Solar wind ionic variation associated with earthquakes greater than magnitude M6.0. *NCGTJournal*, 3, 140-154.
- [8] G. Cataldi, D. Cataldi, V. Straser. (2015). Solar wind proton density variations that preceded the M6+ earthquakes occurring on a global scale between 17 and 20 April 2014. EGU General Assembly 2015, Vienna, Austria.
- [9] G. Cataldi, D. Cataldi, V. Straser. (2015). Solar wind ion density variations that preceded the M6+ earthquakes occurring on a global scale between 3 and 15 September 2013. EGU General Assembly 2015, Geophysical Research Abstract, 17, EGU2015-4581.
- [10] G. Cataldi, D. Cataldi, V. Straser. (2015). Solar wind proton density variations that preceded the M6.1 earthquake occurred in New Caledonia on November 10, 2014. EGU General Assembly 2015, Geophysical Research Abstract, Vol. 17, EGU2015-4167.
- [11] V. Straser, G. Cataldi, D. Cataldi. (2015). Solar wind ionic and geomagnetic variations preceding the M8.3 Chile Earthquake. *NCGT Journal*, 3, 394-399.
- [12] G. Cataldi, D. Cataldi, V. Straser. (2016). Solar activity correlated to the M7.0 Japan earthquake occurred on April 15, 2016. *NCGTJournal*, 4, 202-208.
- [13] G. Cataldi, D. Cataldi, V. Straser. (2016). Tsunami related to solar and geomagnetic activity. EGU General Assembly 2016, Natural Hazard Section (NH5.6), Complex modeling of earthquake, landslide, and volcano tsunami sources. Geophysical Research Abstract, 18, EGU2016-9626.
- [14] G. Cataldi, D. Cataldi, V. Straser. (2017). SELF- VLF electromagnetic signals and solar wind proton density variations that preceded the M6.2 Central Italy earthquake on August 24, 2016. *International Journal of Modern Research in Electrical and Electronic Engineering*, 1, N1-15.
- [15] G. Cataldi, D. Cataldi, V. Straser. (2017). Solar wind proton density increase that preceded Central Italy earthquakes occurred between 26 and 30 October 2016. EGU General Assembly 2017. Geophysical Research Abstracts 19, EGU2017-3774.
- [16] V. Straser, G. Cataldi, D. Cataldi. (2017). Solar and electromagnetic signal before Mexican Earthquake M8.1, September 2017. *NCGT Journal*, 5, 600-609.
- [17] G. Cataldi, D. Cataldi, V. Straser. (2017). Solar and Geomagnetic Activity Variations Correlated to Italian M6+ Earthquakes Occurred in 2016. EGU General Assembly 19, EGU2017-3681.
- [18] G. Cataldi, D. Cataldi, V. Straser. (2019). Solar wind ionic density variations related to M6+ global seismic activity between 2012 and 2018. European Geosciences Union (EGU) General Assembly 2019. Geophysical Research Abstract, 21, EGU2019-3067.
- [19] G. Cataldi. (2020). Precursori Sismici – Monitoraggio Elettromagnetico. Kindle-Amazon, ISBN: 9798664537970. ASIN Code: B08CPDBGX9.
- [20] G. Cataldi, D. Cataldi, V. Straser. (2019). Wolf Number Related To M6+ Global Seismic Activity. *NCGT Journal*, 7, 178-186.
- [21] V. Straser, G. Cataldi, D. Cataldi. (2020). The Space Weather Related to the M7+ Seismic Activity Recorded on a Global Scale between 28 January and 25 March 2020. *Acta Scientific Agriculture* 4.12 (2020): 55-62.

- [22] G. Cataldi, V. Straser, D. Cataldi. (2020). Space weather related to potentially destructive seismic activity recorded on a global scale. *NCGT Journal*. 8, 233-253,
- [23] G. Cataldi. (2021). Radio Emissions Project – A new approach to seismic prediction. *Kindle-Amazon*.
- [24] G. Cataldi, D. Cataldi, V. Straser. (2021). Space weather and geomagnetic activity related to the Japan M7.1 earthquake recorded on February 13, 2021. *NCGT Journal*, 9,16-23.
- [25] G. Cataldi, D. Cataldi, V. Straser. (2021). Space weather and geomagnetic activity related to the Chilean M6.7 earthquake recorded on February 3, 2021. *NCGT Journal*, 9, 3-9.
- [26] G. Cataldi, D. Cataldi, V. Straser. (2021). Space weather and geomagnetic activity related to M6+ global seismic activity recorded on February 7, 2021. *NCGT Journal*, 9, 24-30.
- [27] G. Cataldi, D. Cataldi, V. Straser. (2021). Space Weather and geomagnetic activity related to Ecuadorean M7.5 earthquake recorded on February 22, 2019. *NCGT Journal*, 9, p79-86.
- [28] G. Cataldi, D. Cataldi, V. Straser. (2021). Solar Activity and geomagnetic activity related to M6+ global seismic activity recorded on March 20, 2021. *NCGTJournal*, 9, p87-93.
- [29] G. Cataldi, D. Cataldi, V. Straser. (2021). Space weather and geomagnetic activity related to M6+ global seismic activity recorded on 3-4 March 2021. *NCGT Journal*, 9, p94-98.
- [30] G. Cataldi, D. Cataldi, V. Straser. (2021). Solar activity and geomagnetic activity related to M6.0 South Sandwich Islands region earthquake recorded March 14, 2021. *NCGT Journal*, 9, 99-105.
- [31] G. Cataldi, D. Cataldi, V. Straser. (2021). Space weather and geomagnetic activity related to the Vanuatu M6.3 earthquake recorded on March 20, 2019. *NCGT Journal*, 9, 106-111.
- [32] G. Cataldi, D. Cataldi, V. Straser. (2021). Space weather and geomagnetic activity related to M6+ earthquakes recorded between 7 and 20 November 2017. *NCGT Journal*, 9, 137-144.
- [33] G. Cataldi, D. Cataldi, V. Straser. (2021). Space weather and geomagnetic activity related to M6+ earthquakes recorded between 12 and 15 April 2012. *NCGTJournal*, 9, 145-154.
- [34] G. Cataldi, D. Cataldi, V. Straser. (2021). Space weather and geomagnetic activity related to M6+ earthquakes recorded between 13 and 16 April 2016. *NCGT Journal*, 9, 158-163.
- [35] G. Cataldi, D. Cataldi, V. Straser. (2021). Space weather and geomagnetic activity related to M6+ earthquakes recorded between 17 and 19 July 2017. *NCGT Journal*, 9, 164-169.
- [36] G. Cataldi, D. Cataldi, V. Straser. (2021). Space weather related to M6+ earthquakes recorded on June 24, 2019. *NCGT Journal*, 9, 132-136.
- [37] G. Cataldi, V. Straser, D. Cataldi. (2021). Space weather related to M6.1 Indonesia earthquake recorded on June 3, 2021. *NCGT Journal*. 9, 185-193.
- [38] G. Cataldi, V. Straser, D. Cataldi. (2021). Space weather related to M6.0 Tonga earthquake recorded on March 17, 2020. *NCGT Journal*. 9, .206-214.
- [39] G. Cataldi, V. Straser, D. Cataldi. (2021). Space weather related to M8.2 earthquake recorded in Alaska on 29 July 2021. *NCGT Journal*. 9, 194-205.
- [40] V. Straser, G. Cataldi, D. Cataldi. (2022). Space weather related to M6+ potentially destructive seismic events recorded on a global scale between 13 and 16 March 2022. *NCGT Journal*. 10, 3-10.
- [41] V. Straser, G. Cataldi, D. Cataldi. (2022). Space weather related to M6+ potentially destructive seismic events recorded on a global scale between 2012 and 2021. *NCGT Journal*. 10, 11-21.
- [42] V. Straser, D. Cataldi, G. Cataldi. (2023). Weather Events Associated with Strong Earthquakes and Seismic Swarms in Italy. *Advances in Geological and Geotechnical Engineering Research*.05, 39-54.
- [43] V. Straser, G. Cataldi, D. Cataldi. (2023). Magnitude of potentially destructive earthquakes recorded in Mexico correlated to the extent of the solar proton flux. *NCGT Journal*. 261-266.
- [44] V. Straser, G. Cataldi, D. Cataldi. (2024). Space Weather related to destructive seismic activity that has been recorded globally between 2012 and 2023. *NCGT Journal*, 12, 1-8.
- [45] D. Cataldi, G. Cataldi, V. Straser. (2024). Solar activity and Electromagnetic Signals that preceded the M7.5 Earthquake of January 1, 2024, in Japan. *NCGT Journal*. 9-25.
- [46] D. Cataldi, G. Cataldi, V. Straser. (2024). Earthquakes, Solar Activity, and Bright Meteors. *NCGT Journal*.12, 85-94.
- [47] V. Straser, G. Cataldi, D. Cataldi. (2024). Space weather linked to potentially destructive earthquakes between 2012 and 2023. *NCGT Journal*. 12, 248-257.
- [48] D. Cataldi, G. Cataldi, V. Straser. (2024). Space weather and pre-seismic radio frequency related to the Italian M5.1 earthquake recorded on August 1, 2024. *NCGT Journal*. 12, 240-247.
- [49] V. Straser, D. Cataldi, G. Cataldi. (2018). Radio Direction Finding System, a new perspective for global crust diagnosis. *NCGT Journal*, 6, 203-211.
- [50] D. Cataldi, G. Cataldi, V. Straser. (2019). Radio Direction Finding (RDF) - Pre-seismic signals recorded before the earthquake in central Italy on 1/1/2019 west of (AQ). *EGU General Assembly 2019. Geophysical Research Abstract*, 21, EGU2019-3124.
- [51] V. Straser, D. Cataldi, G. Cataldi. (2019). Registration of Pre-Seismic Signals Related to the Mediterranean Area with the RDF System Developed by the Radio Emissions Project. *International Journal of Engineering Science Invention (IJESI)*, 8 I, 26-35. - 6734, ISSN (Print): 2319 – 6726.2019.
- [52] V. Straser, D. Cataldi, G. Cataldi. (2019). Radio Direction Finding (RDF) - Geomagnetic Monitoring Study of the Himalaya Area in Search of Pre-Seismic Electromagnetic Signals. *Asian Review of Environmental and Earth Sciences*, 6, 16- 27,
- [53] V. Straser, D. Cataldi, G. Cataldi. (2019). Electromagnetic monitoring of the New Madrid fault us area with the RDF system - Radio Direction Finding of the radio emissions project. *NCGT Journal*. 7, 43-62.
- [54] V. Straser, G. Cataldi, D. Cataldi. (2019). Namazu's Tail – RDF: a new perspective for the study of seismic precursors of Japan.
- [55] V. Straser, G. G. Giuliani, D. Cataldi, G. Cataldi. (2020). Multi-parametric investigation of pre- seismic origin phenomena through the use of RDF technology (Radio Direction Finding) and the monitoring of Radon gas stream (RN222). *NCGT Journal*, 8, 11-27.
- [56] D. Cataldi, G. G. Giuliani, V. Straser, G. Cataldi. (2020). Radio signals and changes of flow of Radon gas (Rn222) which led the seismic sequence and the earthquake of magnitude Mw 4.4 that has been recorded in central Italy (Balsorano, L'Aquila) on November 7, 2019. *NCGT Journal*, 8, 32-42.
- [57] V. Straser, G. Cataldi, D. Cataldi. (2020). Radio direction finding for short-term crustal diagnosis and pre-seismic signals. The case of the Colonna earthquake, Rome (Italy). *European Journal of Advances in Engineering and Technology*, 7, 46-59.

- [58] V. Straser, D. Cataldi, G. Cataldi. (2020). Radio Direction Finding (RDF) - Geomagnetic monitoring study of the Japanese area related to pre-seismic electromagnetic signals. *NCGT Journal*, 8, 119-141.
- [59] T. Rabeh, D. Cataldi, Z. Z. Adibin, G. Cataldi, V. Straser. (2020). International study Italy-Malaysia pre-seismic signals recorded by RDF – Radio Direction Finding monitoring network, before earthquakes: Mw 6.3, occurred at 111 km SW of Puerto Madero in Mexico and Mw 6.3, occurred at 267 km NW of Ozemovskiy in Russia, November 20, 2019. *NCGT Journal*, 8, 105-118.
- [60] D. Cataldi, V. Straser, G. Cataldi, G. G. Giuliani, Z. Z. Adibin. (2020). Registration of Pre-Seismic Radio Signals Related to the Russian and Jamaican Earthquakes with The RDF System Developed by the Radio Emissions Project. *International Advance Journal of Engineering Research*, 3, 1-30.
- [61] V. Straser, D. Cataldi, G. Cataldi, G. G. Giuliani, J. R. Wright. (2020). Effects of Hurricane Laura on the New Madrid Fault Area - Results of Electromagnetic Monitoring Through the RDF Network - Radio Direction-Finding and Arkansas Electromagnetic Monitoring Station. *NCGT Journal*, 8, 187- 218.
- [62] V. Straser, D. Cataldi, G. Cataldi, G. G. Giuliani. (2021). Pre-Seismic signals recorded by the Italian RDF network before the occurrence of some earthquakes in Northern Italy. *International Journal of Software & Hardware Research in Engineering*, 9, 63-76.
- [63] V. Straser, D. Cataldi, G. Cataldi. (2021). Radio Direction Finding, A new method for the Investigation of presismic phenomena. The case of Japan. *International Journal of Engineering Sciences & Research Technology*, 10: 10-18.
- [64] V. Straser, D. Cataldi, G. Cataldi, G. G. Giuliani. (2021). Electromagnetic monitoring of Italian volcanoes with the RDF Network, developed by the Radio Emissions Project. *iJournals: International Journal of Social Relevance & Concern*, 9, 92-136.
- [65] D. Cataldi, V. Straser, G. Cataldi. (2021). Crustal relaxing - a new seismogenesis phenomenon associated with seismic trigger on a global scale. *iJournals: International Journal of Social Relevance & Concern*, 9, 137-163.
- [66] V. Straser, D. Cataldi, G. Cataldi. (2022). Pre- seismic phenomena that preceded the M7.0 earthquake recorded in Acapulco (Mexico) on September 8, 2021. *iJournals: International Journal of Social Relevance & Concern*, 10, 41-57.
- [67] D. Cataldi, V. Straser, G. Cataldi. (2022). “Terrestrial Flares” and presismic monitoring of the Radio Direction Finding network. Results of the experimentation carried out in Italy from 18 to 31 September 2021. *Journals: International Journal of Social Relevance & Concern*, 10, 72-90.
- [68] V. Straser, D. Cataldi, G. Cataldi, G. Giuliani. (2021). Electromagnetic monitoring of Italian volcanoes with the RDF network. *Journal Emerging Environmental Technologies and Health Protection*, 4, 32-40.
- [69] D. Cataldi, G. Cataldi, V. Straser. (2023). Experimentation of The Italian RDF - Radio Direction Finding - Network, In The Search for Electromagnetic Seismic Precursors. *iJournals: International Journal of Social Relevance & Concern*, 11, 1-9.
- [70] V. Straser, D. Cataldi, G. Cataldi. (2023). Radio Direction Finder Method to Mitigate Tsunami Risk in Sierra Leone. *Advances in Geological and Geotechnical Engineering Research*, 5, 64-75.
- [71] V. Straser, G. Cataldi, D. Cataldi. (2023). Analysis of possible electromagnetic seismic precursors related to the Turkish seismic sequence recorded on february 6, 2023. *NCGT Journal*, 11, 213-232.
- [72] D. Cataldi, Z. Bin Z. Abidin, G. Cataldi, V. Straser, A. A. Siyad, M. S. Radzi, Z. Hassan, A. N. Zulkiplee, M. Abdullah, N. S. A. Hamid. (2023). Experimentation of the RDF network for research on pre-seismic electromagnetic signals. *NCGT Journal*, 11, 233-249.
- [73] V. Straser, D. Cataldi, G. Cataldi. (2024). Comparison of electromagnetic signals before an earthquake using the radio direction finding method. The Case of Po Plain Valley (Italy). *MedGU 2022. Recent Research on Geotechnical Engineering, Remote Sensing, Geophysics and Earthquake Seismology*, 279–283.
- [74] D. Cataldi, G. Cataldi, V. Straser. (2024). Electromagnetic signals that preceded the M4.8 magnitude earthquake that occurred between New Jersey and New York on April 5, 2024. *NCGT Journal*, 12, 154-162.
- [75] D. Cataldi, G. Cataldi, V. Straser. (2024). Electromagnetic signals that preceded the destructive earthquakes that occurred in Taiwan between April 2 and 3, 2024. *NCGT Journal*, 12, 132-141.

---

## マグニチュード Mw=6 の地震に伴う前震電磁放射の 定量解析と地震監視への示唆

Quantitative Analysis of Pre-Seismic Electromagnetic Emissions Associated with  
Earthquakes of Magnitude Mw=6 and Implications for Seismic Monitoring

Gabriele Cataldi<sup>1</sup>, Daniele Cataldi<sup>2-1</sup>

<sup>1</sup> Radio Emissions Project (I);

<sup>2</sup> LTPA Observer Project (I).

**Keywords:** Mw6, Earthquake, Energy Conversion, Radio Sources, Earthquake Prediction.

(要旨のみ 柴 正博 訳)

---

**要旨:** 最近の研究によれば、マグニチュード Mw=6 の地震現象は約  $2.51 \times 10^{13}$  ジュールのエネルギーを放出すると推定されており、そのごく一部 (約 0.001%) が SELF 帯および ELF 帯において検出可能な電磁波信号に変換される。本研究では、これらの発音を発生させる物理的メカニズムを分析し、特に地殻応力を受ける岩石の破碎に伴う圧電現象に注目する。定量分析により、発生した電磁波の出力は約 139.44 kw と推定され、これらの信号が地表で検出可能な地震前兆として潜在的な可能性を有することが明らかとなった。この結果は、現象の理解を深め地震予測能力を高めるために、ラジオエミッションプロジェクトのような地球規模の電磁気モニタリングネットワークを拡大することの重要性を強調している。

# マントル地震の“焦点帯”震源域の性質について

## On the Nature of Mantle Earthquakes' Focal Zones

Vadim V. Gordienko<sup>1</sup>, Ludmila Ja. Gordienko<sup>1</sup>

<sup>1</sup> S.I. Subbotin Institute of Geophysics, NASU, Kiev, Ukraine.

**Keywords:** focal zones, alpine geosynclines, Kamchatka, Carpathians, Hindu Kush.

(岩本 広志 訳)

**要旨:** 本論文は、我々が“焦点帯”(FZ)震源域と呼ぶ、上部マントルにおける地震震源のクラスター領域に関する情報を提示する。我々は、モホ不連続面から200~300kmまでの深さに分布する地震を分析した。これらは主に大陸と海洋の境界で発生し、その長さの約25%に及ぶ。大陸内部では、ヴランチェア地域(カルパティア山脈)とパミール・ヒンドゥークシュ地域の2地域で確認されている。すべての“焦点帯”震源域は、最近の遷移帯ではアルプス地向斜と関連し、大陸上の古いものとも関連している。地震メカニズムの研究は、震源における垂直変位を明らかにしている。その起源は、地域中心部から周辺部へと伝播する後地向斜活動と論理的に結びつけられる。それらの活動は、地殻の玄武岩質部分のエクロジイト化を伴った。近代のアルピデスでは、下降したエクロジイト塊が地向斜全体にわたり次々と出現し、マントル内に傾斜した“焦点帯”震源域を形成した。一部の古いアルピデスでは、エクロジイト岩塊の原料は既に枯渇しており、周辺部でのみ残存していた。そこに垂直な“焦点帯”震源域が出現した。

### はじめに

本論文は、モホ不連続面から深さ200~300kmまでの上部マントルにおける地震活動を検討する。プレートテクトニクス(PT)の概念では、このような深さでの地震は大陸と海洋の境界に沿って発生し、大陸下のマントルへ海洋プレートが沈み込むことによって引き起こされると想定されている。

この仮定の誤りは明らかである：大陸と海洋の境界の75%に沿ってマントル内では地震活動が確認されない。このうち17%では地震の深度は200-300kmに限定され、8%では(深度約300-400kmで一旦途絶えた後)上部マントルと下部マントルの境界領域である遷移帯でもより深い場所で地震が発生する。ここで観測される最大震源深度は約800kmに達する。大陸下に傾斜する「“焦点帯”(FZ)震源域」では、マントル地震の震源が密集する傾

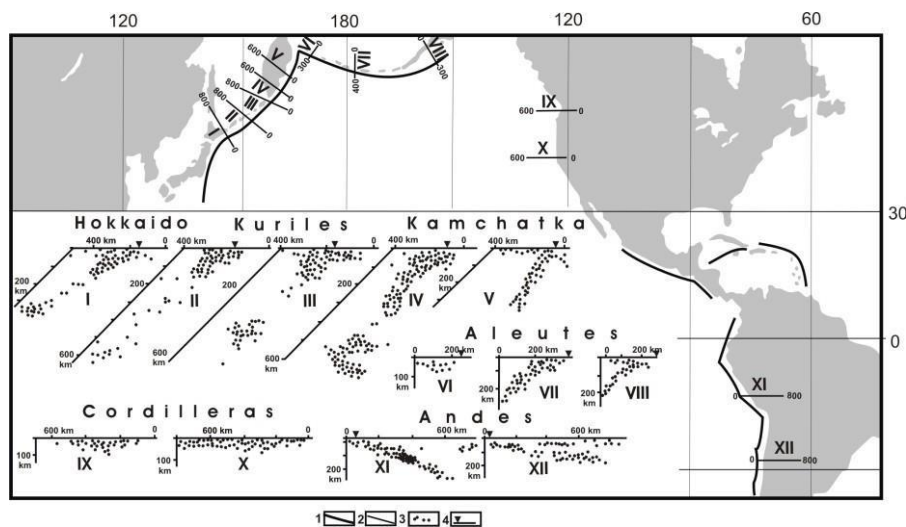
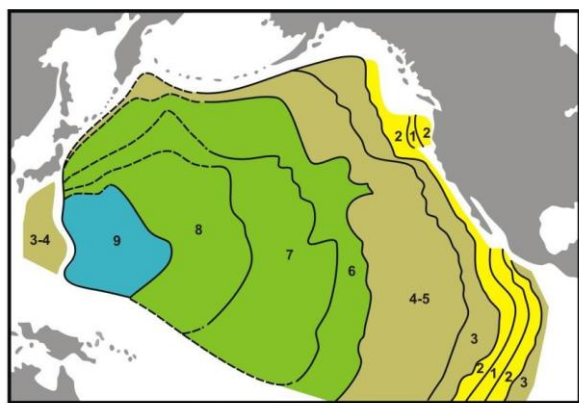


図1. 太平洋北部におけるマントルの”焦点帯”震源域 [Gordienko, 2018]. 1— 深海海溝; 2— 地震震源; 3— 選択された断面線; 4 — 深海海溝の軸線。

向が認められる。大陸内部の2地域——カルパティア山脈のヴランチェアとパミール・ヒンドークシューでは”焦点帯”震源域はほぼ垂直と見なせる。いずれの「大陸内部」事例においても，“焦点帯”震源域は深さ200~300kmに限定される。太平洋北部(より詳細に研究されている)の”焦点帯”震源域の一部を図1に示す。

深さ300~400kmにおける地震活動の空白は、単一のプレートが沈み込む現象だけでは説明がつかない。PT理論はこの現象を説明できない。Turcotte et al. (1985)によれば、外側の深海海溝斜面の傾斜は海洋地殻プレートの塑性曲げ限界を大幅に超えており、沈み込み期間中は常に再生可能な断層が存在し、浅い深度で最大規模の地震活動を引き起こすはずである。しかし実際には、その地



1 - Pliocene-Pleistocene, 2 - Miocene, 3 - Oligocene, 4 - Eocene, 5 - Paleocene, 6 - Upper Cretaceous, 7 - Middle Cretaceous, 8 - Lower Cretaceous, 9 - Jurassic

図2. 北太平洋の堆積層底部の岩石の年代 [ペロソフ, 1975]. Belousov (1975)における相互参照: a - 新第三紀, b - 古第三紀, c - 白亜紀, d - ジュラ紀.

域の地震活動はごくわずかか全く存在しない。PT理論に

よれば、拡大域から沈み込み域へのプレートの移動は、堆積物の分布と図2および図3に示される磁気異常帯に反映されるべきである。PT理論に基づく年代を示す異常帯の数は、以下の表に示す通りである。

北太平洋における堆積物と帯状磁気異常の分布は、深海海溝域における海洋プレートの現在の沈み込みと全く一致しない(図2および図3)。磁気帯状異常の特異な分布パターンは、その形成と移動の複雑な歴史によって説明される。1億5500万年前(M-26)には、クラ・太平洋海嶺、太平洋・ファラロン海嶺、太平洋・フェニックス海嶺からなる海嶺系が、太平洋プレートを中心とする比較的小さな三角形を描いていたと結論づけられる。中生代後期に逆転期が訪れる以前の拡大速度が同程度であったと仮定し、これを過去に遡って投影すると、このシステムは本質的に1億8500万~1億9000万年前(15°N, 155°E付近)に始動したことになる。中生代後期には、太平洋・ファラロン海嶺よりもクラ-太平洋海嶺および太平洋・フェニックス海嶺での拡大速度が速かった。クラ-太平洋海嶺と北部太平洋-ファラロン海嶺の拡大方向は時計回りに変化した(M-26から新生代異常32までの間に40°回転)。一方、太平洋-フェニックス海嶺では拡大方向が反時計回りに変化した。この拡大システムの進化は現在まで持続しており、したがって太平洋プレートは、隣接する拡大海嶺の展開によって小さなセルから形成されたとみられる。[Hilde et al., 2013, p. 205].

このような推論の信頼性は疑問である。また、現在アラスカ西部、アリューシャン列島、カムチャツカ、千島列島、日本、伊豆・小笠原列島弧の下に沈み込んでいる具体的なプレートがどれなのかも明らかになっていない。プレートテクトニクス概念に基づき採用されている現行モデ

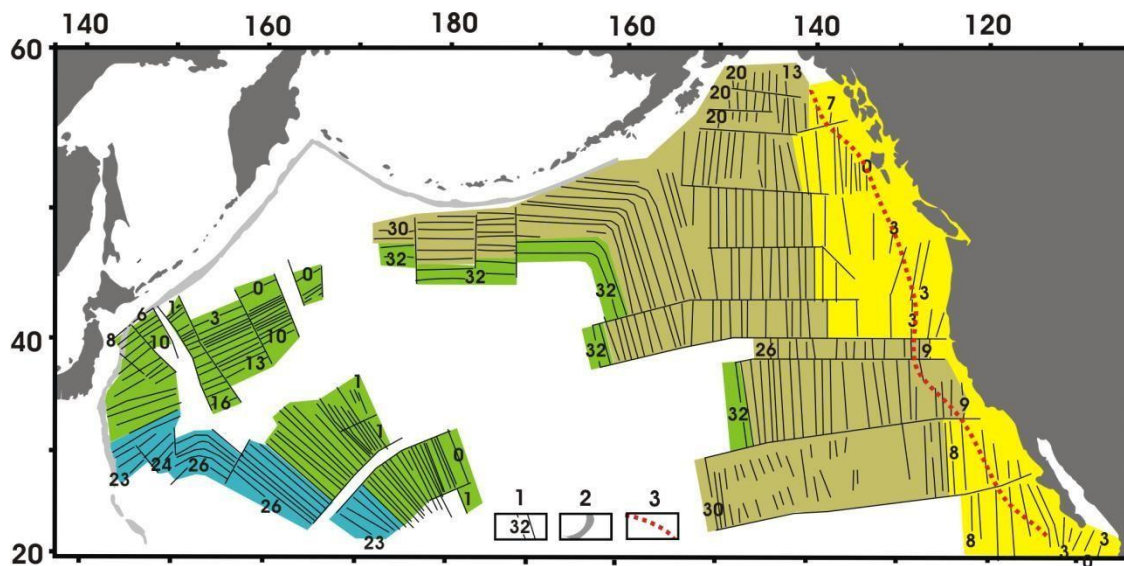


図3. 北太平洋における帯状磁気異常の分布. 色付けされていない海域(8000万~1億2000万年前にさかのぼる静穏域)では、帯状磁気異常は記録されていない [Hilde et al., 2013]. 1 - 磁気異常とその数; 2 - 深海海溝; 3 - 安山岩線.

表. 帯状磁気異常の数 (No.) と地殻の年齢 (T, 百万年) [Müller et al., 2008]...

Pliocene - Cretaceous				Cretaceous - Jurassic			
No.	T	No.	T	No.	T	No.	T
5	10	21	48	0	120	21	148
6	20	25	56	4	127	25	154
13	30	31	68	10	132		
18	40	34	83	16	140		

ルでは、そのようなプレートの拡大域はカリフォルニア湾北部の東太平洋沿岸でなければならぬ。そこでは、出現を裏付ける確固たる証拠がないまま、仮説上のファン・デ・フカ海嶺、ゴルダ海嶺、エクスプローラー海嶺が想定されている。

いずれの場合も、0.5~1 km の厚い堆積層を破壊せずに拡大が起こればならぬ。大陸下の海嶺から東へ向かうプレートの沈み込みは、深海海溝もマントル“焦点帯”震源域も生じない[Gordienko, 2019b, etc.]. この帯の他の地域では、プレートテクトニクス支持者でさえ拡大海嶺を特定できていない。

バンクーバー島周辺の帯状磁気異常の初期解釈[Vine et al., 1965]以来、非現実的な発生源モデル（磁化強度 10~20 A/m）が用いられてきた。しかし実際には、海洋において顕著な異常（実測磁化はわずか 3 A/m）を生じうる下部地殻層の蛇紋岩化岩体は、通常の磁化しか持たないことが知られている[Encyclopedia, 2007].

問題のすべての“焦点帯”震源域（および大陸下で検出されたより小さな集中を示す震源）がアルプス地向斜に関連していることは容易に証明できる。大陸と海洋の境界部では、これらは後期アルプス期の島弧と海岸山脈（褶曲年代約 1000 万年）に属し、大陸内部ではより古い地向斜（褶曲年代約 2500 万~3500 万年）と一致する。深部プロセスと関連する物理場異常は同一であるが時間的にずれている[Gordienko, 2017a, 2022]. 大陸-海洋境界で“焦点帯”震源域が存在しない場合、大陸縁辺部は先カンブリア紀からキメリア紀後期の地層からなるプラットフォームで構成される（北米西部縁辺部の大部分など）。

後地向斜活性化段階において“焦点帯”震源域が形成されると、大陸地殻にはほぼ常に相当な深さの陥没が生じ、堆積物によって埋め尽くされる。これによりその下部の地殻厚が減少することが多い。場合によっては変化が極めて顕著で、大陸地殻の海洋化と見なせることもある（例：千島列島弧後方の南オホーツク海盆）。

### “焦点帯”震源域の起源

著者らの見解によれば、彼らが支持する地質学理論[Gordienko, 2022]に基づき、震源域における地震は地向斜形成の最終段階における自然的構成要素である。活性化

(Aubouin 波, AW) は各地域の中心部から周辺部へと波及し、前深部まで到達する。

J. Aubouin は先人たちに続き、この過程の外部的現れを次のように記述している：「...内陸部から周辺部へ向けて、安定した隆起が連続して現れる。これらは実際には...背斜である。堆積岩の被覆層が剥離し斜面を滑り落ちる...、その後第二の隆起が形成され...、第三、第四と続き、この過程が繰り返される。」[J. Aubouin, 1967, p. 176.]

深部プロセスにおいて、部分溶融した上部マントル岩石のカスケードが地殻を貫通し、深さ 20 km 以上に達する。この深度帯では、角閃岩相および片麻岩相の変成作用を受けた玄武岩質岩石が優勢である。

地震データは、ヒンドークシュ・パミール震源域の東部（パミール）地域において、まさにこのような岩体を特定している。これらは、上縁が深さ 30±5 km に位置し、厚さが 5~10 km の低速度帯として表れている[Lithosphere..., 1982]. 同域のヒンドークシュ部分については地震情報が得られていない。

専門家の広範な見解によれば、流体の活発な作用下にある岩石粒径を有するマフィック岩は、比較的短期間でエクロジャイトへと進化し得る[Korikovskiy, 2005; Korolyuk et al., 2004].

流体作用は角閃岩相岩石の部分溶解を伴うことがある。カムチャツカの場合、火山性マグマ中の水分含有量は 5 重量%に達する[Bogoyavlenskaya et al., 2004]. エクロジャイト化は主に深さ 20~28 km 付近、あるいはやや表層に近い深度で発生すると考えられる[Portnyagin et al., 2005; Puzankov et al., 2004, etc.]. マグマの「流入」と周囲岩石の融解（および流体飽和）は体積を増加させ、岩石静水圧レベルを超える圧力を発生させる。岩石密度約 3.0 g/cm<sup>3</sup>の岩塊が、密度約 3.5 g/cm<sup>3</sup>の溶融物質に隣接している場合、エクロジャイト化は岩石の強度を克服するのに十分である。このパラメータは一般に 0.1~1.0 GPa の範囲で推定される[Gordienko, 2017a]. カムチャツカ岩石についても同様の値が得られた[Ladygin et al., 2004].

固相線温度におけるマントルの初期密度差は 0.2~0.3 g/cm<sup>3</sup>である。この深度におけるエクロジャイトの固相線温度はペリドタイトよりも約 100°C 低い[Butvina, 2006, etc.]. ブロックの降下終点（深さ 300 km）では、この密度異常は著しく減少する。沈降速度はストークスの法則を用いて推定可能である： $V = 2r^2 \cdot \Delta\sigma \cdot g / 9\eta$  [Gordienko, 2017a, etc.]. ここで r はブロック厚の半分、 $\eta$  は粘度である。後地向斜マントルの粘度分布は[Gordienko, 2019a]のデータに基づく。

部分融解層がマントルを通過する過程で、一部のエクロジャイトは逆変成作用を受け「玄武岩質マグマの生成に寄与する」可能性があるが、下降速度は約 1 cm/年と十分に高い。この推定値は正確とは程遠い。誤差は 1 桁に

達する可能性があり、主に粘度決定の誤差に起因する。しかしながら、約 500 万～1000 万年前の中新世における東カムチャツカ活動化の開始時 [Volynets et al., 2010; Koloskov et al., 2004; Marakhanov et al., 1981 など] には、アルプス地向斜中央部下では既に最大沈降が生じていた。カムチャツカ東縁部では、このプロセスはまだ初期段階にある可能性がある。図 4 は地震の深さの分布を示している：半島中心部の地下 300km から、カムチャツカ東部の地殻直下レベルまで。

カムチャツカにおける最近の火山活動の移動過程は、Aubouin 波の局所的な伝播速度に関する手がかりを提供する [Koloskov et al., 2004]。この速度は、地殻ブロックの沈降速度と同程度と見られる。

沿岸部の東部火山帯地域では、マンテル内のエクロジヤイト塊が地殻下深部で検出されている [Mishin, 1996]。

地殻岩石の塩基化および部分的なエクロジヤイト化は、たとえマンテルへの沈み込みが起きなくても、地表沈降を促進し、地向斜内部に窪地を形成する。

大陸-海洋接触域の他の事例では、“焦点帯”震源域の傾斜はカムチャツカ地域で示されたものとは大きく異なる可能性がある [Gordienko, 2017b, 2018, etc.]。大陸内部の“焦点帯”震源域（パミール・ヒンドークシュおよびカルパティア山脈）については、ほぼ垂直な指向性が疑いがない (図 5 および 図 6) [Euro-..., Interactive... Search...]

パミール・ヒンドークシュ地域ははるかに広大で構造的にも複雑な領域であるが、その地質学的・地球物理学的データはヴランチェア地域に比べて詳細度が著しく低い。カルパティア山地では、震源域は地向斜のアルプス断層帯と明確に関連している。東経 26°以西の南カルパティア山地における褶曲は後期キメリア期のものである (図 6 参照)。おそらくパミール・ヒンドークシュ地域もアルプス起源であるが、これを完全に断言することはできない。とはいえ、この地域が構造的要素によって支配されていることは疑いない。

「我々は…アフガニスタンにおける複数の構造帯の（平面図上の）楔形形態に注目すべきである…この三角形の鋭角は、いずれの場合も北東方向、すなわちパミール・カシミール区間を指している」 [Slavin, 1976, p. 196]。

「平面図では、震源の分布域は南西（ヒンドークシュ地域）から北東（パミール）に向かって狭くなっている。垂直断面では、深部地震の震源域は、複雑な内部構造と、地震波速度および地震エネルギー吸収の異常なパラメータを持つ「地震体」を表している [Belousov et al., 1979, p. 23] 。

カルパティア山脈の地殻および上部マンテルにおける地震波速度の分布は、かなり詳細に研究されている [Manea et al., 2011, etc.]。パミールでは、これは震源域の東縁にのみ当てはまる [Belousov et al., 1979; Lithosphere...]

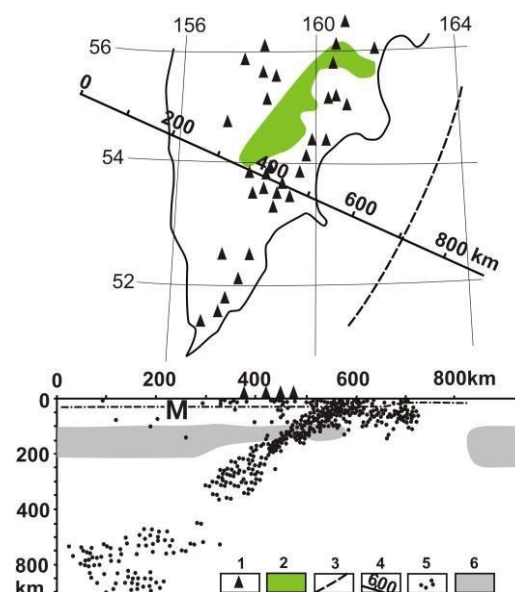


図 4. カムチャツカ “焦点帯” 震源域 [Gordienko, 2017b] 1 - 中間帯及び東部帯の火山群； 2 - 中間帯の窪地； 3 - 深海海溝軸； 4 - 断面線； 5 - 地震震源分布； 6 - アセノスフェア。

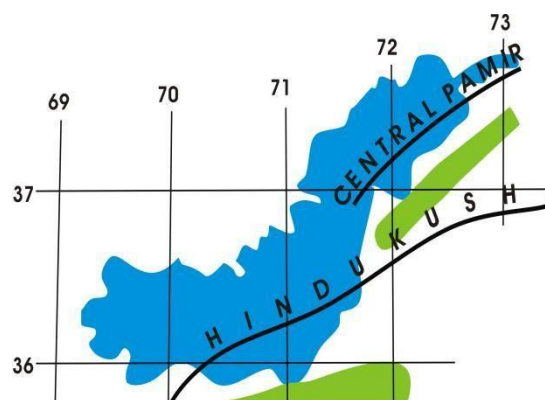


図 5. パミール・ヒンドークシュ “焦点帯” 震源域 [米国地質調査所 (USGS). 地震カタログ検索] 山脈の尾根は線で示される。地震の震源は青色で表示される。

1982]。どちらの場合も、窪地の下の地殻が著しく薄くなっていることが明らかになっているが、パミールでは、地殻は平均よりもはるかに厚い (60～70 km)。速度プロファイルから判断すると、地殻の下にはエクロジヤイトが存在する可能性がある。

テチス海のアルプス地向斜では、震源の深さが 200 km を超えることもあるマンテル地震が、大陸と海洋の境界や大陸内部など、震源域の外側でも時折発生していることに留意すべきである。図 4 はそのような事例を示している。2006 年から 2019 年の期間において、地震の最大深度は以下の通り記録された：トラス山脈 - 130 km, コーカサス山脈 - 160 km, ザグロス山脈 - 180 km, バダフシャン及び天山山脈 - 240 km, ヒマラヤ山脈 - 150 km [USGS. Search...]

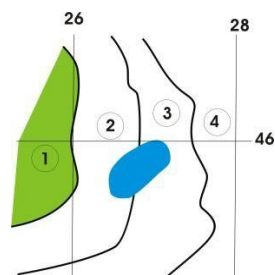


図 6. ヴランチェア震源域. [Euro…; Interactive… Search…]. 1 - トランシルヴァニア低地とトランスカルパティアトラフ, 2 - 東部・南部カルパティア山脈の褶曲帯, 3 - カルパティア山脈前縁盆地, 4 - 東ヨーロッパ台地. 地震の震央域は青色で示されている.

### 地震を誘発する震源メカニズム

プレートテクトニクス理論によれば、震源域である沈み込み帯における地震のメカニズムは、大陸下に海洋プレートが沈み込むか大陸プレートが沈み込むかのいずれかに合致しなければならない。しかし、実験データに基づくこのようなメカニズムに関する情報は疑問を投げかけている。

L. M. Balakina は太平洋の震源域における地震の震源メカニズムを分析した、特に 10 以上の文献で報告された結果を検討し、それらの震源域の沈み込みベクトルとの整合性を仮定する根拠を見出せなかった[Balakina, 1979, 2002].

「数多くの地震データ（震源域の構成や震源機構など）に基づき、島弧の性質に関する仮説を提唱できる…この仮説によれば、震源域は、主に垂直に近く物質の転位に対応した領域として識別される」[Balakina, 2002, p. 139].

つまり、プレートの沈み込みに関する広く普及している見解が、メカニズムに関する認識にもそのまま引き継がれている。

ヒンドークシュ・パミール”焦点帯”震源域に関しては、ユーラシア構造の上にインド亜大陸が押し上げられているという認識についても矛盾が見られる。「パミールとヒマラヤの地震震源における応力は、南向きの傾斜を伴う逆断層を反映している…したがって、これらの応力は、インドシールドが北に向かって前進しているという考えを裏付けるために使用することはできない」[Belousov et al., 1979, p. 25].

[Manea et al., 2011]では、カルパティア山脈付近におけるユーラシアプレートの垂直沈み込みを説明しようとする複数の試みがなされている。いずれも説得力のある証明とはならず、独立した証拠を用いた制御に関する示唆も提供していない。

L. M. Balakina の研究結果にも、物質のほぼ垂直な変位の一部が下降ではなく隆起を伴う可能性を示唆する内容

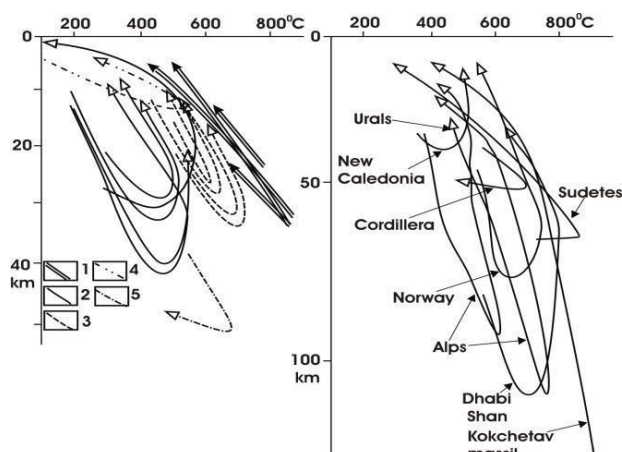


図 7. 地殻岩石およびマントル岩石における（圧力-温度）条件の変化.

1 - 古い台地, 2 - 大陸縁辺部と島弧, 3 - 褶曲帯 [Perchuk, 1997], 4 - オーストラリア・ビクトリア金鉱床 [Clark et al., 1988], 5 - アラスカ・ファロ地域のエクログャイト [Perchuk et al., 2005].

が含まれている。こうした事例は、震源域におけるより浅い地震に関連して検出される、おそらく、こうしたメカニズムは UHP（超高压）ブロック（地形）の形成と関連している可能性がある。これらは地殻起源の岩体で、深部まで沈み込んだ後、再び上昇したものである(図 7)。

活動地域（現在または過去）の地殻では、鉱物学的マーカーを用いて非常に顕著な岩石変位が検出・研究されている [Gerya, 2010; Perchuk et al., 2005; Perchuk, 1997; Clark et al., 1988; 他]。これらの変位は極めて緩慢な場合もあり、例えばビクトリア鉱床の岩石[Clark et al., 1988]は古原生代初期の約 9000 万年にわたり図 7 に示す軌跡をたどった。他方、粘性が高い媒体における応力緩和時間に近接した期間で発生した、はるかに高速な再配置も明らかになっている。アラスカ州ファロ地域では、岩石が 8 万年の期間に垂直方向に 16 km 移動したことが報告されている [Perchuk et al., 2005] (図 7)、リンポゴ帯における岩石の上昇運動 (25~30km) には 200 万年を要した [Perchuk, 1997].

前述のアルピデス山脈下および震源域外のマントルにおける個々の地震は、超高压 (UHP) ブロックの発達初期（下降）段階における移動と関連している可能性がある、浸入した部分エクログャイト化した地殻ブロックが、その後の活性化時に初期深度へ回帰する現象は、厳密な必然性というより、好都合な条件の偶然的組み合わせによる結果である可能性が高いことを指摘しておく必要がある。

“焦点帯”震源域におけるエクログャイト化ブロックの垂直運動メカニズムおよび超高压ブロックに関する詳細な議論は [Gontovaya et al., 2009; Gordienko, 2022] に詳述されている。

### ヴランチェアとパミール・ヒンドゥークシュの “焦点帯”震源域

一方、島弧や沿岸海嶺における近代のアルピデスでは、その長さの約 25% に沿って“焦点帯”震源域が形成されたが、褶曲の中間年代を持つ大陸内アルピデスでは、この現象はさらに稀であり、わずか 2~3% であった。そして、カルパティア山脈のヴランチェア帯のみが、“焦点帯”震源域”の出現原因を解明できるほど十分に完全な情報を有している、

[Manca et al., 2011, p. 4] で述べられているように、「ヴランチェア地震発生帯は、その地球力学的特性により、ヨーロッパおよびそれ以上の地域において最もよく知られ、最も集中的に研究されている地域の一つである。完全な大陸環境における中規模地震の発生、極めて限定された震央域、200km を超える深さにおけるほぼ垂直な震源分布（個々の震源は 160km より深い場合もあり – [Manca V. et al., 2011]）。40~60km の地震空白域、地震の高頻度（1日あたり約1回）、リヒタースケールマグニチュードほぼ 7 の地震の比較的短い再発周期といった特徴により、この地域は真の地質力学実験室となっており、地震発生メカニズムの解明を目的とした数多くの実験がその後行われてきた。

[Manca et al., 2011] で検討されたメカニズムは、沈み込みモデル、すなわちプレートテクトニクス概念に合致する。著者らのこのモデルに対する否定的な見解は、[Gordienko, 2017a, 2022, etc.] で詳細に論じられている、プレートテクトニクス概念はこの状況に適合しない：

1. 変成作用によって大陸地殻の大部分の密度がマン  
トル岩石の密度を超えることはありえない。
2. 水平移動するプレートを垂直方向に引き下げる地  
殻内部のメカニズムは非現実的であり、その根拠は  
定性的なものに過ぎない。
3. 震源面における地震の空白域を説明するために用  
いられる可能性のあるプレートの分裂についても  
同様である。

このような議論はさらに続けられる（ヒンドゥークシ

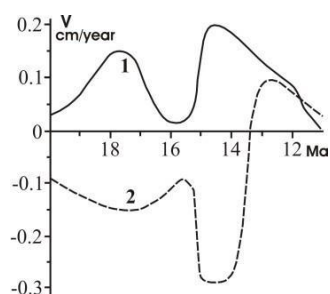


図 8. 折り畳みカルパティア山地表面 (1) およびカルパティア前縁トラフ (2) の垂直運動速度の時間的変動 [現代地球力学研究, 2005 年].

ュ山脈の類似構造についても同様である)。しかし、前述の議論は代替説明を求める十分な理由となる。

ヴランチェア震源の深部では、媒質の潜在弾性エネルギーはほぼゼロに等しい [Gordienko, 2018]、運動の引き金は移動体そのものと関連付けられなければならない。

地質学的理論 [Gordienko, 2022] によれば、観測された地震分布は、Aubouin 波が地向斜を通過して褶曲帯の中心から縁辺部へ伝播する現象によって説明できる (前述参照)。大陸から海洋への移行域 (島弧の最近のアルパイン) における地向斜の玄武岩質地殻では、現在の活動条件下で震源面を完全に埋めるのに十分な物質が存在する。通常の大陸地殻の場合 [Hauser et al., 2001, 2007, 等]、複数回の後地向斜活動を経た中間年代アルパイン造山帯 (カルパティア山脈やヒンドゥークシュ山脈の場合) では、エクロジヤイト生成物質は地域の外縁部 (全ての活動波が到達しなかった可能性のある領域) にのみ残存し得た、現代における活動物質は完全に枯渇している可能性がある。東カルパティアにおける後地向斜期活性化期 (最近の活性化を除く) を図 8 に示す。

上記のデータを [Manca et al., 2011] (図 9) に示すヴランチェア地域の地震震源分布と関連付けることは論理的であるかもしれない。

ヴランチェア震源域における地殻・マントル震源の分布は (いくつかの特異な例外を除き) 以下の 3 つの明確な区分に分けられる：20–30 km から 60–70 km – 震源なし、60–70 km から 100–110 km – 550 件、100–110 km から 160–170 km – 1,750 件。

したがって、より古い活性化がエクロジヤイト岩塊を生成するために最大の物質を消費し、それらが現在観測される最大深度まで沈降するのに十分な時間があったと推測できる。当該セグメントにおける最深の震源は、地向斜の中心方向へ明らかに偏移している、おそらく、エクロジヤイト化に用いられた地殻物質の一部が依然としてそこに貯留されていたのだろう、年代で見た中間の活性化は地殻物質の貯蔵量を枯渇させ、関連するブロックは中間深度まで沈降した、最新の活性化では地殻から

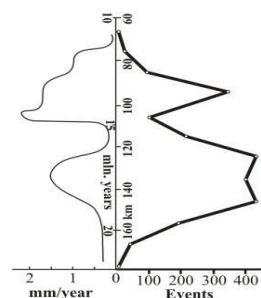


図 9. ヴランチェア震源域における地震震源の集中とカルパティア・アルプス地向斜の活動期の相関関係。 [Manca et al., 2011].

分離可能な高密度ブロックは生成されなかった、空間的・時間的パラメータを論理的に相関させることで、ブロック沈降の平均速度は約0.5~1.0 cm/年と算出される。

[現代地動学研究, 2005年]のデータにより, Aubouin 波速度を推定することが可能となる, これは, 2000万~2600万年の期間にわたり, 褶曲カルパティア山脈基盤の歪みが地向斜外縁方向へ50~60 km 変位したことに起因する。平均速度は0.8~1.0 cm/年である, トランスカルパティア火成岩の年代データ及び300~1000 万年前に折り畳みカルパティア山地で発生した遠隔火成現象[Naumenko et al., 1984; Shumlyansky et al., 2008]は, マグマ源が地向斜外縁方向へ約60 km 変位したことを示唆している。

パミール・ヒンドゥークシュ地域におけるアルプス地向斜の進化は, 始新世前期(約3000万年前)の褶曲作用で頂点を迎えた, テチス海に属するこの構造的に複雑で長期にわたり活動した地域の地質史に関する情報は明らかに不十分である。この地域(ウラル・オマーン線状構造の東側)には, 最近のキンメリア変動を含む, キンメリア褶曲帯が広く分布していると確信を持って言える。一部の地域では, アルパイン変動と区別することが難しい[Belousov et al., 1979; Slavin, 1979; Khain, 1984, etc.]. この地域の最新の活動段階(現在も進行中)は, 最近の鮮新世に始まり, 火山活動と地殻ブロックおよび上部マントルの激しい垂直運動によって特徴づけられる。先行する段階(これもマグマ活動による)は中新世中期(約1400万年前)に始まった, さらに古い活性化段階(褶曲と逆断層運動によって現れる)の開始は, 約2300万年前の始新世初期に関連している[Vikhter et al., 1977; Slavin, 1976, etc.]. この情報は, 震源域における震源集中度の深度別分布データ[Sycheva et al., 2020] (図10)と相関させることができる。

図10は主に震源域のパミール地域下部の震源に関するものである。震源集中度の深度別変動はヒンドゥークシュ地域の場合と概ね一致するが, 著者らは正確な情報を欠いている。

この場合も, エクロジャイト化した岩塊の沈降速度の推定値は約1 cm/年である。

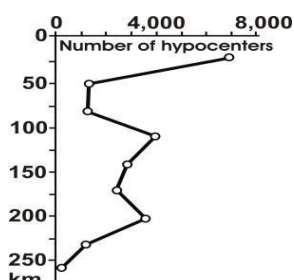


図10. パミール・ヒンドゥークシュ震源域における, 厚さ25km ごとの深度区間ごとの地震震源の数量。[Sycheva et al., 2020].

## 結論

本調査により, 大陸と海洋の境界域, およびユーラシア大陸内部(テチス海盆地帯内)における”焦点帯”震源域の性質に関する考え方の要点を概説することができた。境界域においても大陸内部においても, “焦点帯”震源域がプレート沈み込みと関連していない可能性が高いことが示された。プレートテクトニクス概念の主張とは対照的に, 震源域はアルプス期後の活性化過程において地殻岩石のエクロジャイト化によって形成された異常な固体の垂直沈降中に出現する。問題の震源域が地理的に限定されるのはまさにこれらの地域である。アルパイド山脈圏外では, こうした帯は単純に観測されない。このような変位中に誘発される地震のメカニズムは, それらの変位の垂直方向指向性を示唆している。変位が傾斜した震源帯に沿って発生するという広く受け入れられている見解は, 大陸内部では成立せず, 大陸-海洋境界で得られた実験データの誤解釈に基づいている。このような変位中に誘発される地震のメカニズムは, それらの変位の垂直方向指向性を示唆している。

本論文はまた, 深部プロセスに関するパラメータの分析過程で生じる重大な不確実性を指摘している。しかしながら, こうした不確実性の存在は我々の結論を疑わしいものにするものではない。むしろ, さらなる研究のための具体的な傾向を概説することを可能にするであろう。

## 謝辞

著者らは, 本論文をロシア語から翻訳してくださった Mrs. Rita Schneider に特に感謝の意を表したい。

## 文献

- Aubouin J. (1967) Geosynclines. Moscow: Mir. 302 p. (in Russian).
- Balakina L. M. (1979) Orientation of stresses in earthquake foci of the Pacific seismic belt. *Izvestiya AN SSSR. Physics of the Solid Earth*, 5, 16-30. (in Russian).
- Balakina L. M. (2002) Subduction and mechanisms of earthquake foci. *Controversial aspects of plate tectonics and possible alternatives*. Moscow: OIPE RAS, 120-141 (in Russian).
- Belousov V.V. (1975) *Fundamentals of Geotectonics*. Moscow: Nedra. 262 p. (in Russian).
- Belousov V.V., Belyaevsky N.A., Borisov A.A. et al., (1979) Structure of the lithosphere along the profile of deep seismic sounding Tien Shan - Pamir - Karakorum. - Himalayas. *Sov. Geology*, 1, 11-27. (in Russian).
- Bobrov, A.V. (2009) Mineral equilibria of diamond-forming carbonate-silicate systems. Abstract of doctoral diss., Moscow: Moscow State University. 44 p. (in Russian).
- Bogoyavlenskaya G. E., Naumov V. B., Tolstykh M. L. et al. (2004) Melt compositions and crystallization conditions of andesites in Avachinsky, Bezmyanny, Shiveluch, and Karymsky volcanoes (based on melt inclusion studies). *Vulkanology and Seismology*, 6, 35-48 (in Russian).
- Butvina, V. G. (2006) Experimental studies of phase equilibria and diamond formation in eclogite-carbonate-sulphide systems. Thesis for

- the Master's degree in geol.-min .scien. Moscow: MSU. 144 p. (in Russian).
- Clark M., Camichael D., Hodson C. (1988) Metacomatic processes and T-XCO<sub>2</sub> condition of wall-rock alteration Victory gold mine, Kambalda, Australia. *Bicentennial Gold 88 Geol. Soc. Aus. Abstr.* 22, 230-234.
- Encyclopedia of Geomagnetism and Paleomagnetism (2007) Ed. Gubbins D., Herrero-Bervera E. Springer. 1071 p.
- Euro-Mediterranean Seismological Centre. Interactive Earthquake Browser.
- Gerya T.V. (2010). Introduction to Numerical Geodynamic Modelling. Cambridge University Press, 345 p.
- Gontovaya L. I., Gordienko V. V., Gordienko L. Ya. (2009) On the nature of mid-depth seismicity in the transition zone of the Pacific type. *Geology and Mineral Resources of the World Ocean*, 1. 15-22 (in Russian).
- Gordienko V. V. (2017a) Thermal processes, geodynamics, deposits. 283p. <https://ivangord2000.wixsite.com/tectonos>
- Gordienko V. (2017b) Deep-seated processes and seismicity. *NCGT Journal*. 2, 176-201.
- Gordienko V.V. (2018) On Lithospheric Plates Movement in Oceans and Transitional Zones. *Geophysical Journal*, 3, 129-144 (in Russian).
- Gordienko V. (2019a) On viscosity of the material making up the tectonosphere of continents and oceans. *NCGT Journal*. 2, 13-23.
- Gordienko V. V. (2019b) The Earth's crust in oceans and stripe anomalies of the magnetic field. *Geology and Mineral Resources of the World Ocean*, 4. pp. 3-35 (in Ukrainian).
- Gordienko V. (2022) About geological theory. *Geophysical Journal*, 2, 68-92.
- Hauser, F., Răileanu, V., Fielitz, W. et al., (2001) VRANCEA99- the crustal structure beneath the southeastern Carpathians and the Moesian Platform from a seismic refraction profile in Romania. *Tectonophysics*, 340, 233-256.
- Hauser, F., Răileanu, V., Fielitz, W., et al., (2007) Seismic crustal structure between Transylvanian Basin and the Black Sea, Romania. *Tectonophysics*, 430, 1-25.
- Hilde T. Isesaki N., Wageman J. (2013) Mesozoic Sea- Floor Spreading in the North Pacific. *The Geophysics of the Pacific Ocean Basin and Its Margin MAGNETISM Geophysical Monograph Series*, 19, 205-226.
- Khain V. E. (1984) Regional Geotectonics. The Alpine Mediterranean Belt. Moscow: Nedra. 344 p. (in Russian).
- Koloskov A. V., Anosov G. I. (2004) Studies of the Vortex Concept of the West Pacific Transition Zone Development in the Cenozoic. *Materials of the Fourth International Conference on Subduction. Petropavlovsk-Kamchatsky*, 95-96 (in Russian).
- Korikovskiy S. P. (2005) Prograde Transformations of Gabbro-Norites during Eclogitization in the Temperature Range of 600-7000C. *Geology and Geophysics*, 12, 1355-1366 (in Russian).
- Korolyuk V. N., Lepegin G. G., Korsakov A. V. (2004) Evaluation of thermal history of metamorphic rocks based on exchange-diffusion zoning in minerals. *Geology and Geophysics*, 4. 501-512 (in Russian).
- Ladygin V. M., Girina O. A., Frolova Yu. V. et al. (2004). Lava flows of Bezymyanny volcano, Kamchatka. *Materials of the Fourth International Conference on Subduction. Petropavlovsk-Kamchatsky*. 62-63 (in Russian). *Lithosphere of the Pamirs and Tien Shan*. Ed. Iuzailov and R. Musin. Tashkent: Fan. 1982. 245 p. (in Russian).
- Manea V., Beșuțiu L., Dobrică V. et al. (2011) Proiect: Infrastructură cibernetă pentru studii geodinamice relaționate cu zona sei smogenă Vrancea. Privind analiza modelelor geodinamice existente. Academy Romania. Institute Geodynamics. Bucurest. 310p. (in Romanian). [chrome-extension://efaidnbmninnibpcapjpcgclefindmkaj/http://cyberdyn.geodin.ro/cyberdyn/documents/O2.1.2\\_ID593\\_studiu\\_activitate\\_1.09.pdf](chrome-extension://efaidnbmninnibpcapjpcgclefindmkaj/http://cyberdyn.geodin.ro/cyberdyn/documents/O2.1.2_ID593_studiu_activitate_1.09.pdf)
- Marakhanov V. I., Potapyev S. V. (1981) Structural zoning of the Kamchatka tectonic region. Moscow: Nauka. 88p. (in Russian).
- Mishin V.V. 1996. Deep structure and types of the Earth's crust in southern Kamchatka. *Pacific Geology*, 1. 110-119 (in Russian).
- Müller, R., Sdrolias M., Gaina, C. et al., (2008) Age, spreading rates and spreading symmetry of the world's ocean crust, *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 9, Q04006, doi:10.1029/2007GC001743.
- Naumenko V. V., Goncharuk A. F., Koptyukh Yu. M. (1984) Metallogenic characteristics and structural position of the Inner Carpathians Neogene volcanic belt. *Magmatism and Metallogeny in the Carpathian- Balkanian and Caucasian folded regions*. Moscow: Nauka, 105-112 (in Russian).
- Perchuk L.L. (1997). Geothermobarometry and handling crystalline rocks in the crust and upper mantle. *Soros Educational Journal*. v.7, pp. 64-72. (in Russian).
- Perchuk L. L., Gerya T. V. (2005) Dynamic aspects of high-pressure metamorphism. *Proceedings of ISES- 2005*. Moscow: Moscow State University. 1-14. (in Russian).
- Portnyagin M. V., Plechov P. Yu., Matveyev S. V. et al. (2005) Petrology of "avachites" - high-magnesian basalts of the Avacha Volcano (Kamchatka). 1. General characteristics, and composition of rocks and minerals. *Petrology*. 2. 115-138 (in Russian).
- Puzankov M. Yu., Bazanova L. I., Maksimov A. P. et al. (2004) Andesite-basalts of initial Plinian eruptions of the young cone of the Avacha Volcano (Kamchatka). *Materials from the Fourth International Conference on Subduction. Petropavlovsk-Kamchatsky*, 158-160 (in Russian).
- Shumlyansky V. O., Derevska K. I., Zagnitko V. M. et al. (2008) Some characteristics of lithogenesis and ore formation in the flysch Carpathians. *Proceedings of the Institute of Fundamental Research*, 75-102 (in Ukrainian).
- Slavin V. I. (1976) *Tectonics of Afghanistan*. Moscow, Nedra, 200 p. (in Russian).
- Studies of modern geodynamics of the Ukrainian Carpathians. (2005) Ed. V.I. Starostenko. Kyiv: Nauk. dumka, 256 p (in Ukrainian).
- Sycheva N.A., Mansurov A.N., (2020). Seismotectonic deformation of the lithosphere in the Pamir and adjacent territories. *Geodynamics & Tectonophysics*, 11, 785–805. doi:10.5800/GT-2020-11-4-0507.
- Turcotte D., Schubert J. (1985). *Geodynamics*. Moscow: Mir. 730 p. (in Russian). USGS. Search Earthquake Catalog.
- Vikhter B. Ya., (1977). Eremenko G. K., Chmyrev V. M. et al. Pliocene-Quaternary volcanism of Afghanistan. *Izvestiya AN SSSR. Ser. geol.*, 9, 29-42 (in Russian).
- Vine F., Wilson T. (1965). Magnetic anomalies over a young oceanic ridge off Vancouver Islands. *Ibid.* 150, 485-489. DOI: 10.1126/science.150.3695.485
- Volynets A., Churikova T., Wörner G., et al. (2010). Mafic Late Miocene - Quaternary volcanic rocks in the Kamchatka back arc region: implications for subduction geometry and slab history at the Pacific-Aleutian junction. *Contributions to Mineralogy and Petrology*. 159, 659 - 687.

# 大陸移動説の幾何学的・重力学的反駁： 地球の放射状成長モデル（アップルモデル）

## The Geometrical and Gravitational Rejection of the Continental Drift Theory: A Radial Growth Model of Earth (Apple Model)

Mojtaba Maleki<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Independent researcher, Iran

**Keywords:** Expanding Earth, Continental Drift, Wegener, Maxlow, Radial Growth, Apple Model, Fossil Distribution, Paleoclimate, Geodynamics

(柴 正博 訳)

**要旨:** 本論文は、アルフレッド・ウエゲナーの大陸移動説や、プレートテクトニクス、マックスロウの地球膨張説を含む他の古典的仮説の限界を批判的に検証する。これらの枠組みにおける構造的・幾何学的・重力的な矛盾、特にABC問題、三地球半径問題、陸地と海洋の集中による不均一な質量分布を明らかにする。これらの限界に対処するため、本研究では放射状成長モデル（アップルモデル）を導入する。これは若いリンゴを用いた物理実験によって裏付けられており、惑星の放射状への漸進的な膨張が、横方向の移動を必要とせずに陸塊を自然に分離する仕組みを実証している。このモデルは古生物学的証拠、地質構造、古気候データを統合し、大陸分離を理解するための一貫性のある物理的に整合性のある枠組みを提供する。

### はじめに

アルフレッド・ウエゲナーによって最初に提唱された大陸移動説は、大陸の配列と化石の分布に関する説明に矛盾があるため、これまで多くの批判に直面してきました。大陸が超大陸（パンゲア）から水平方向に移動したと示唆する一方で、そのような過程における体積力学と重力力学については十分に説明できていない。

本研究では、現在の大陸分布（地球表面のわずか29%を覆うに過ぎない）は、かつて地球の半径がはるかに小さく、陸地がほぼ全表面を覆っていたことを示唆している。したがって、水平移動ではなく、放射状の膨張の方が地質学および幾何学的現実をより適切に説明する。

### 既存理論のレビュー

1. ウエゲナー – 大陸移動説 (1912) 大陸はかつて一つの超大陸として結合していたが、後に分離していった。証拠：海岸線、岩石層、化石分布の一致。批判：物理的メカニズムの弱さ（遠心力と潮汐力の影響）。

2. プレートテクトニクス - リソスフェアプレート上の大陸と海底の移動。メカニズム：海底拡大、沈み込み帯、プレート衝突。限界：すべての大陸の同時移動と、特定の化石や重力の証拠を説明することは困難。

3. 地球膨張モデル 地球の半径は地質学的時間の経

過とともに徐々に増加し、大陸の分離を引き起こした。要件：膨張のエネルギー源を説明すること。

4. Maxlow (2005). 膨張地球仮説の拡張と改良。数学的モデリングとシミュレーションにより、半径の変化と大陸および海洋の形成を説明する。長所：包括的な幾何学的解析と古気候学的・化石学的裏付け。短所：正確な測地データとエネルギー源の説明が必要。

要約：これらを除く、主要な理論を網羅している。各理論は、物理的メカニズムが弱い、すべての証拠を完全に説明できない。アップル/放射状成長モデルは、大陸の分離、化石証拠、そして幾何学的構造を包括的かつ一貫して説明でき、マックスロウモデルに匹敵する。

### 幾何学と重力の衝突

固定半径地球モデルでは、2つの大きな矛盾が見られる。

### 3つの地球半径問題（ABC問題）

地球の半径が一定である場合、大陸Aが大陸Bから離れるには、大陸CがAまたはBに近づく必要があります。観察：地質学的証拠は、ほぼすべての大陸が同時に離れていくことを示しているが、これは地球の半径が一定であるという考え方とは矛盾する。放射状成長モデ

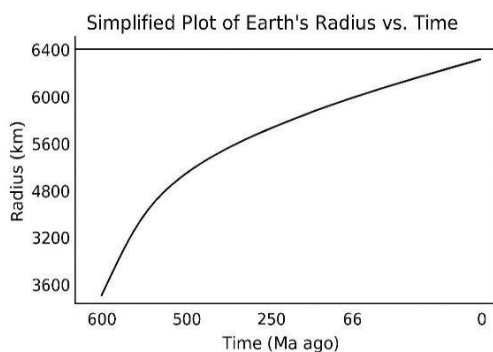


図1. 地球の半径と時間の簡略化したグラフ.

ルによる解決: 地球の半径が増加すると、陸地は横方向の移動なしにあらゆる方向に分裂し、この幾何学的矛盾

表1. 地球の半径と時間の簡略化したグラフ.

Era/period	Radius (km)	Temp (°C)	Time Range (Ma)
Precambrian	3200	-50 to -20 °C	>541
Mesozoic	4000~5000	-15 to 0 °C	541~252
Paleozoic	5000~5500	0 to 10 °C	252~66
Cenozoic	6000~6371	14 to 25 °C	66~now

が解決される.

### 重力の破れ

陸地が片側に、海洋が反対側に集中すると、質量分布に不均衡が生じる。地球は、海底、大陸面、山の高さといった標高差によって扁平または洋ナシ型になる。矛盾点: この形状は、固定半径モデルの重力均一性の仮定に反する。解決策: 緩やかな半径方向の成長 (図1) は、質量をより均等に分散させ、重力の平衡を維持する。

### 物理的メカニズムの欠如

遠心力や潮汐力だけでは、巨大な大陸プレートを動かすには不十分である。放射状に成長するので、そのような説明のつかない力は必要ない。

### 地質時代を通じた地球の熱と半径の変化のレビュー

地球の気温は地質学の歴史を通じて劇的に変動し (図2)、生物進化、地質学的プロセス、そして環境形成に深刻な影響を与えてきた。地質学的証拠と気候モデルは、地球規模の深刻な氷河期と明確な温暖化期が複数回存在したことを裏付けている (表1)。

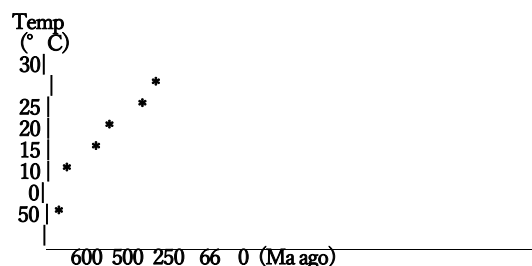


図2. 世界平均気温と時間の簡略化したグラフ

### 先カンブリア時代 (>5 億 4100 万年前)

先カンブリア時代には、少なくとも2回の全球氷河期 (スノーボールアース) があった。地球の平均気温は-20 ~ -50°Cと推定されている (Hoffman et al., 1998)。地球の半径は約3200kmで、現在の半径のほぼ半分であった。地表の圧縮により地殻が厚くなり、初期の超大陸が形成された。

### 古生代 (5 億 4100 万~2 億 5200 万年前)

先カンブリア時代と比較して気温が上昇し、生物多様性が急激に増加した。後期古生代氷河期は大量絶滅を引き起こした。平均地表温度は5~10°Cでしであった。地球の半径は約4000~4500kmに拡大した (Carey, 1976)。

### 中生代 (2 億 5200 万~6600 万年前)

恐竜の時代として知られる、温暖で安定した気候。堆積学のおよび化石の証拠は、平均気温が10~15°Cであったことを示している。極地の氷床は存在せず、海面は高かった。地球の半径は約5000~5500kmに達した (Smith et al., 1994)。

### 新生代 (6600 万年前~現在)

激しい気温変動と極地氷河期の始まり (約3400万年前) が特徴。平均気温は14~18°Cであった。地球の半径は現在の大きさ (約6371 km) に達した (Zachos et al., 2001)。

### まとめ

地球の半径は、先カンブリア時代の約3200kmから、現在の約6371kmへと徐々に拡大している。気温の変化は、大陸の形成、生物多様性、そして環境条件に大きな影響を与える。表1を参照: 地質時代ごとの半径と気温の詳細を示す。

### 注釈/表1

地球力学の推定によると、地球の半径は約0.3 mm/年で増加している。半径の拡大と大陸の分離の間には直接的な関係がある。気温の変動は、表面積の増加と太陽への接近と一致している。

### 放射状成長 / アップルモデル

### 方法

「アップルモデル」と呼ばれる概念的な幾何学モデルが提示されている。このモデルは、地球の成長を球形の果物の膨張に例えており、表面積の拡大によって、保存



図 3. 小さな地球上の大陸全体の覆いを示す大陸線の概略図と初期の Apple モデルの類似性



図 4. リンゴの成長段階と系統の放射状拡大モデルを古典的な漂流と比較した図

された陸地部分（大陸）の間に亀裂（海洋）が生じる。

このモデルを裏付けるために、過去の大陸被覆率と現在の地球の曲率の空間的關係を示す図(図3および図4)が用いられている。重力の影響については、陸地被覆率全体から現在の分布に至るまでの表面積増加に対応するために必要な半径の変化を計算することで考察する。

#### 実験

若いリンゴの皮に大陸の境界線を模した線が引かれた。リンゴが自然に成長するにつれて、線は伸び、海のような隙間ができた。大陸の表面積は距離とともに増加した。重要な注意：リンゴのモデルはあくまでも視覚的な補助であり、モデルの基礎となるものではないが、従来の理論と比較すると画期的なものである。

#### 構造的根拠

固定半径の地球：大陸が一点で分離すると、他の場所で収束するはずである(ABC問題)。地質学的観察：すべての大陸はほぼ同時に分岐するが、これは固定半径とは矛盾する。片側に陸地が集中し、反対側に海が集中すると、地球は扁平または洋ナシ型になり、重力に反する。地球の半径が大きくなると：質量分布がより均一になり、重力の平衡が維持され、大陸の同時分離が可能になる。

#### 利点

横方向の移動や未知の沈下を伴わずに、すべての大陸が同時に分離したことを説明できる。ウェグナーモデルとプレートテクトニクスモデルに存在する3つの地球半

径と重力の矛盾を解決し、他のモデルにはない具体的な実験的証拠(リンゴの実験)を提供する。地球半径の成長率：約0.3mm/年。半径が増加すると表面積が拡大し、内部圧力が低下する。

#### 地球の半径成長と太陽からの距離の影響

放射状成長と太陽からの距離に関する重要なポイント

地球の半径が小さかった頃は、表面から太陽までの実効距離が長かったため、入射する太陽エネルギーは少なく、表面温度は低かった。

地球の半径が大きくなるにつれて、太陽に面した表面上の領域は実質的に地球に近づき、より多くの太陽エネルギーを受け取り、気温が上昇した。地球の半径が大きいくほど相対的に温暖化が進み、半径が小さいほど相対的に寒冷化が進んだ(Shen et al., 2015; Bajgarová, 2005)。

#### 「斜め」と「垂直」の太陽入射の再定義

一般的に「斜入射」や「垂直入射」と呼ばれる入射角は、太陽光が地表に当たる見かけの角度のみを表している。実際には、太陽は地球よりもはるかに大きく、その光線はほぼ平行であるため、重要な要素は角度ではなく、実効的な経路長と地表までの距離である。経路が長いほど(実効距離が長いほど)、太陽に届くエネルギーは少なく、経路が短いほど、太陽に届くエネルギーは多くなる。

したがって、この現象は角度ではなく、実効距離の観点から捉え直す必要がある(Lázár, 2020; Szokolay, Solar Geometry Handbook)。

#### 地質学および考古学的証拠

大陸の分離、化石のパターン、そして生物地理学的分布はすべて、地表の拡大と放射状成長という枠組みの中で再考することができる。巨大化石や地中深く埋もれた考古学的遺物の発見は、時間経過に伴う地表の変化を反映している可能性がある(Scalera, 2011)。

#### 分析的議論

地球の半径の変化は、表面と太陽の実効距離に直接影響を及ぼす。地球が小さかった頃は、赤道地域でさえ太陽から実質的に遠く、受け取る太陽エネルギーが少なく、気温も低かった。半径が大きくなるにつれて、表面は太陽に近づき、受け取る太陽エネルギーが増加し、相対的に温暖化が進んだ。このメカニズムは、測地学的研究(Bajgarová, 2005; Shen et al., 2015)の解釈と一致し、地球の氷河期と温暖化のサイクルを説明する可能性がある。

#### 議論

ABC問題分析/(ABC問題)。地球の半径が固定されていると仮定すると、大陸AとBが分離すると大陸Cは接近する。地質学的証拠は、すべての大陸がほぼ同時に分岐することを示しており、これは固定半径モデルと矛盾する。放射状成長モデル(アップルモデル)はこの問題を自然に解決する。半径が増加すると、すべての大陸は収

束の衝突なく同時に分離する可能性がある。

### 重力と幾何学的解析

地球の片側に陸地が集中し、もう片側に海洋が集中すると、半径が一定である地球では扁平または洋ナシ型の偏りが生じ、重力バランスが崩れる。一方、半径方向の膨張により質量はより均一に再分配され、重力バランスが維持されると同時に大陸の分岐も可能になる。このモデルは、化石の分布と古気候記録を地質学的観測と整合的に説明する。

### Maxlow (2005) との比較

マックスロウのモデルは、幾何学的分析によって地球の膨張を提唱しているが、直接的な実験的可視化が欠けている。アップルモデルは、幾何学および重力的な一貫性を維持しながら、明確で視覚的かつ実験的な実証を提供する。どちらのモデルも放射状の膨張を支持しているが、アップルモデルは直感的な理解と化石や気候データとの直接的な比較を可能にする。

### 注記

地球の半径方向の成長（約 0.3mm/年）は、古地磁気記録や化石の埋没深度と整合している。このモデルは、ウェグナー理論やプレートテクトニクス理論では解決できなかった ABC 問題と重力の不整合を解消する。

## 結果

かつて大陸が地球の表面積の 100%を覆っていたのに対し、現在は 29%にまで減少していると仮定すると、表面積は約 3.44 倍に増加します。球の表面積の公式によれば、このような表面積の増加を実現するには、半径を約 1.85 倍に増やす必要がある。

これは、大陸が静止した表面上で離れていくのではなく、地球の半径が大陸の下で拡大する一方で、大陸は比較的固定されたままであったことを示唆している。この放射状の拡大は、横方向の地殻変動を考慮せずに、中央海嶺や化石の埋没といった地質学的現象を理解できる可能性を開く。

アップルモデルは、現在のプレートテクトニクスのパラダイムに対していくつかの疑問を提起している。

1. 幾何学的矛盾: 過去に大陸が地球全体を覆っていた面積は、大きな半径方向の成長なしには、今日の 29% と一致することができない。

2. 重力モデル: 初期の地球がよりコンパクトであった場合、より強い重力を経験し、地殻運動や化石の保存に影響を与えていたはずだ。

3. 化石の埋没: 表面の曲率が大きくなると、当然のことながら、古い生物学的物質がより深く埋没することになる。

4. 地球温暖化: 放射状の膨張には、内部エネルギーまたは外部熱源が必要であり、太陽への近さや核エネルギー

と関連している可能性がある。

5. 隙間としての海: 海はリフトゾーンからの海底拡大の結果ではなく、地殻膨張によって形成された隙間である。このモデルは、海底の年齢変化などの観測結果を無効にするものではないが、異なる解釈を与える。

### 対立仮説

「電気宇宙」の破滅的海洋盆地形成仮説など、いくつかの代替モデルでは、突発的な惑星規模の放電現象によって海洋が形成されたと提唱されている。視覚的には説得力があるが、このようなシナリオは層序学的、堆積学的、化石学的証拠による裏付けがなく、観測データにもそのような現象のエネルギー源となるような証拠は見つかっていない。対照的に、放射状成長モデルは、幾何学と惑星物理学に基づいた一貫した説明を提供する。

### 海洋プラズマ盆地理論の批判

海洋プラズマ盆地理論は地質学において局所的かつ部分的な説明を提供するものの、地球の幾何学的、重力的、そして熱的矛盾を包括的に説明する能力を欠いている。地球全体の放射状および熱的変化を統一的に説明することも、放射状成長モデルに取って代わることもできない。

### オープンチャレンジ

#### 材料特性

地球の内部構造は、体積の変化と半径の増加に限界を課している。半径方向の成長の実現可能性を判断するには、岩石とコアの特性に関するさらなる研究が必要である。

#### 測地データ

現在の衛星観測では、地球の半径に大きな変化は見られない。このモデルを検証するには、より正確で長期的な測地データが必要である。

#### エネルギー源

地球の半径膨張の物理的メカニズムは完全には解明されていない。その原因としては、内部熱、核の圧力、物質の相変化などが考えられる。

#### 類推の限界

アップルモデルは、純粋に教育および説明のためのツールであり、実際の構造類似物ではない。しかし、大陸の分離を横方向移動なしで実証する上で、視覚的かつ実験的な利点を提供する。

### 結論

アップルモデルは、地球の地殻変動史に関する説得力のある新たな解釈を提示する。大陸移動ではなく、地球半径の拡大は、陸地の分布、海洋の形成、そして多くの古生物学的・地質学的現象を首尾一貫した形で説明する。

このモデルは、地球の熱力学、化石地層学、そして惑星進化に関する更なる学際的研究への道を開く。

地球の放射状成長モデル（「アップルモデル」）は、古典的な大陸移動説に代わる、一貫性があり物理的に整合した代替モデルを提示する。大陸の分離と海盆の形成を漸進的な放射状拡大に帰することで、説明のつかない大規模な水平移動の必要性を排除する。このモデルは地質学、地球物理学、古生物学的証拠と整合性があり、地球のテクトニクスと地形史を再解釈するための現実的な枠組みとなる。

放射状成長／アップルモデルは、大陸の分離を説明する一貫した物理的枠組みを提供する。このモデルは、ウエゲナー理論とプレートテクトニクス理論に存在する幾何学のおよび重力的な矛盾を解消する。アップルモデルの実験は、地球の半径の増大が自然に、そして同時に大陸を分離させることを示している。化石、地質学的、そして地熱データはアップルモデルと整合している。マックスロウのモデルは補完的であり得るが、アップルモデルは具体的な実験的証拠と幾何学的分析を提供する。この枠組みは妥当性があり、将来の地質学および地理学的发展を研究するための科学的参考資料として役立つ。

## 文 献

- Bajgarová, T. (2005). The hypothesis on the Earth's expansion compared with recent results of space geodesy methods. *Acta Geodynamica et Geomaterialia*.
- Carey, S. W. (1976). *The Expanding Earth*. Elsevier
- Hess, H. H. (1962). History of Ocean Basins. In *Petrologic Studies: A Volume in Honor of A. F. Buddington*.
- Holmes, A. (1929). Radioactivity and Earth Movements. *Transactions of the Geological Society of Glasgow*.
- Lázár, I. (2020). Solar radiation geometry parameters for solar energy models. *Energy Reports*.
- Maxlow, J. (2005). *On the Origin of Continents and Oceans: A Paradigm Shift in Understanding*.
- Scalera, G. (2011). *Earth Expansion: Evidence and Theory*. NCGT Journal.
- Scalera, G., & Jacob, K. H. (2003). *Global Tectonics and Earth Expansion*
- Shen, W., et al. (2015). Evidences of the expanding Earth from space-geodetic data. *Journal of Geodynamics*.
- Smith, A.G., et al. (1994). *Atlas of Mesozoic and Cenozoic Coastlines*. Cambridge University Press.
- Smith, A. G., Hurley, A. M., & Briden, J. C. (1981). *Stewart, J. W. (2010). The Geology of Plate Tectonics and Expanding Earth*.
- Szokolay, S. V. *Solar Geometry Handbook*. PLEA Notes. Vine, F. J., & Matthews, D. H. (1963). *Magnetic Anomalies Over Oceanic Ridges*. Nature.
- Vogel, K. (1983). *Global Tectonics from a New Perspective*.
- Wegener, A. (1912). *Die Entstehung der Kontinente*. Petermanns Geographische Mitteilungen.
- Wegener, A. (1915). *The Origin of Continents and Oceans*. Vieweg+Teubner Verlag.
- Zachos, J., Pagani, M., Sloan, L., Thomas, E., & Billups, K. (2001). Trends, rhythms, and aberrations in global climate 65 Ma to present. *Science*, 292(5517), 686–693.

## 付録：予想される質問と回答

**Q1:** 「GPS データはあなたのモデルを支持していません。」

**A:** GPS と宇宙測地データセットは、通常、固定半径の仮定に基づいて解釈されます (Shen et al., 2015; Bajgarová, 2005)。Apple モデルは、地球の半径が一定でない場合は、これらの解釈を見直す必要があることを示唆しています。

**Q2:** 「放射状膨張のエネルギー源は何ですか？」

**A:** 考えられるエネルギー源としては、内部熱（マントル対流）、放射性崩壊、そして地球内部の力学的変化などが挙げられます。これらは、緩やかな放射状成長に必要なエネルギーを供給する可能性があります、さらなる定量的な検証が必要です。

**Q3:** 「あなたのモデルは赤道と極の間の温度差をどのように説明しますか？」

**A:** この差は、太陽の実効距離と経路長の変動によって生じます。過去には、半径が小さかったため、赤道上の地点は太陽から実質的に遠く、受け取るエネルギーも少なかったのです。半径が大きくなると、一部の地域は太陽に近づき、より暖かくなりました (Lázár, 2020)。

**Q4:** 「なぜこの考えはこれまで考慮されなかったのでしょうか？」

**A:** プレートテクトニクスへの依存と半径一定という仮定は、数十年にわたって地球科学を支配してきました。データの複雑さと水平方向の動きへの焦点が、代替的な解釈を覆い隠してきました。測地学、古生物学、太陽放射研究を統合した包括的な学際的アプローチは、ごく最近になってようやく実現可能になりました (Scalera, 2011)。

## NCGT ジャーナルについて

NCGT 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 回国際地質学会議でのシンポジウム“Alternative Theories to Plate Tectonics”での議論から始まった。その名称は、1989 年にワシントン D.C.で開催された第 28 回国際地質学会議に関連して開催されたシンポジウムの名称に由来している。NCGT ニュースレターは 1996 年 12 月に創刊され、2013 年に NCGT ジャーナルに名称を変更した。NCGT ジャーナルの目的は以下のとおりである：

1. 地質学，地球物理学，太陽惑星物理学，宇宙論，気候学，海洋学，電気宇宙論 (electric universe)，その他，地球の核から大気圏の上部に至るまで，地球上で起こっている物理過程に関連ないしは影響を及ぼしている分野において，新しいアイデアやアプローチを自由に交流するための国際フォーラムを提供すること。
2. 支配的なテクトニックモデルの範疇に収まらない創造的なアイデアのための組織的な目標を創り出すこと。
3. とくに検閲や差別があった場合には，そのような研究の転載と出版の基礎を構築すること。

---

■ 寄付については，ジオプラズマ研究所のブルース・レイボーン研究部長 (leybourneb@iascc.org) まで，お気軽にご連絡ください。

■ NCGT ジャーナルへの連絡・通信・原稿掲載には次の方法をご利用ください：NEW CONCEPTS IN GLOBAL TECTONICS. Eメール：leybourneb@iascc.org 原稿は (MS Word または ODT 形式のファイル，図表は gif, bmp, png または tif 形式) を別ファイルで送付，電話 +61 402 509 420.. 免責事項：このジャーナルに掲載されている意見，見解，アイデアは寄稿者の責任であり，必ずしも編集者や編集委員会の意見を反映するものではありません。NCGT ジャーナルは国際的査読オンラインジャーナルで，3 月，6 月，9 月，12 月に発行されます。英文版 ISSN 番号：ISSN 2202-0039

---

An international journal for New Concepts in Global Tectonics 日本語版発行チーム

(連絡先) 柴 正博 (shiba@dino.or.jp)

(翻訳メンバー) 足立久男・岩本広志・川辺孝幸・小坂共栄・小松宏昭・柴 正博・宮城晴耕・村山敬真

(事務局メンバー) 足立久男・岩本広志・金井克明・川辺孝幸・柴 正博 (代表)・宮城晴耕