

 An international journal for New Concepts in Galobal 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

 (2023年8月更新)

# 編集者より Editorial

## (足立久男 訳)

今号では、時間に関する考古学とその物理学の基礎への貢献に焦点をあてた主論文が掲載され、より哲学的 な領域へと移行しているように思われる.2番目の Soloviev らによる論文は、マントル脱ガスによる地殻表 面効果を引き起こす地殻下からの放出検討に関して、周波数共振理論に踏み込んだ前回の論文に続くものであ る.James Maxlow は、地球膨張理論の更新を続けているが、ブレートテクトニクス理論は、その支持者た ちが最近のデータを無視する傾向があり不完全であることから、今回はそれらのデータが地球膨張によって、 よりうまく説明できることを示唆している.V. Gordienko and L. Gordienko は、既知のマントル重力異常を 説明できる深部マントルプロセスについて、興味深い地球物理学的研究を続けている。最後の論文は、読者 の S. Ahmala が編集者の協力を得て、地殻における水の電気的役割について述べている。一つの斬新なアイ デアは、深部地下水であれ、天水のような循環水であれ、地表水を液晶として解釈することである。Pollack による研究(The Fourth Phase of Water, Beyond Solid, Liquid, and Vapor, Ebner and Sons, Publishers, Seattle WA, USA, 2013)では、親水性環境下での赤外線照射による電荷分離で水が液晶に変化することを実 証しているので、この考えはそれほど突飛ではない.

動く電荷が電気である以上,動く水もまた電流,つまりプラズマと考えることができる.そうであれば, 「ダウジング」の技術も説明できる.私は,西オーストラリア州北東部の金鉱床地帯にあるイェリリー・ウラ ン鉱床の草の根探査で,掘削機を使って飲料水の水源を探す仕事をしたときに,この効果を実感したことがあ る.当初は「ありそうな場所」を選んでいたが,ドライホールにしか遭遇しなかった.予算が限られていたた め,掘削担当者はついに「水脈占いができるか」と聞いてきた.私はやってみると答え,適当な長さのワイ ヤーを見つけ,L字型に成形し,あらかじめ決めておいた探索路を歩きながら探索を開始した.すると,ある 場所でダウジングワイヤーが反応したので,そのダウジング異常の場所に機械を移動させると,数mの深さに ある地下水を見出すことができた.このように、ダウジングとは,導電体であるワイヤーを局所的な磁場の中 で動かすことで,その動きによって生じる弱いローレンツ力に反応させることだと説明できる.運動がなけれ ば、ローレンツ力も発生しないので、ダウジングの異常は発生しない.電気宇宙というより、プラズマ宇 宙? 確かに考えさせられる.

Louis Hissink, Editor.

# 原著論文 ARTICLES

# 古代の西洋,東洋,極東文化における「時間」の概念の考古学 物理学の基礎(要旨)

Archæology of the concept of "time" in the ancient Western, Eastern, and Far Eastern cultures - The foundations of physics

G.P. Gregori<sup>1</sup>, F.C. Wezel<sup>2</sup>, L.G. Gregori<sup>3</sup>, B.A. Leybourne<sup>4</sup>, W. Soon<sup>5</sup>, and V. Straser<sup>6</sup>

- <sup>1</sup> Giovanni Pietro Gregori IDASC Istituto di Acustica e Sensoristica O. M. Corbino now merged with IMM-Istituto per la Microelettronica e Microsistemi (CNR) Bologna, Italy; giovannipgregori3 8@gmail.com
- <sup>2</sup> Forese Carlo Wezel<sup>†</sup> Academician of Lincei, Emeritus Professor of Stratigraphy at Urbino University (Italy) deceased on December 23rd, 2018
- <sup>3</sup> Lucia Giuseppina Gregori Ministero Pubblica Istruzione, Mirano (VE) Italy; luciagregori@icl oud.com
- <sup>4</sup> Bruce Allen Leybourne GeoPlasma Research Institute (GeoPlasmaRese archInstitute.org) Aurora, CO 80014; leybourneb@ias cc.org
- <sup>5</sup> Willie Soon Institute of Earth Physics and Space Science (ELKH EPSS), H-9400, Sopron, Hungary; romeosoon@gmail.com
- <sup>6</sup> Valentino Straser University of Makeni, Sierra Leone; valentino.straser@gmail.com

# (村山敬真 訳)

要旨:ギリシャの偉大な思想家の時代に,現在の「科学」の定義に先立って行われた前史的な展開について考察する.理論物理学の現在よく知られているパラドックス(相対性理論と量子力学)は,「絶対的」な現実は「時のない」世界によって表されると仮定すれば,克服することができる.一方「時間」と「反時間」は,「世界」と「反世界」を特徴づけるための特別な追加機能である.「世界」と「反世界」はそれぞれ「物質」と「反物質」の領域などである.以前の5つの一連の論文では,理論物理学の改良された公理的定式化についての徹底的な議論が行われている.この論文では,西洋,東洋(ヒンドゥー教),極東の世界における「時間」という重要な概念の先史時代の背景を示している.主な焦点は,古代ギリシャの世界よりも前に,無名で洞察力のある思想家たちが,聖書やヒンドゥー教の古代の書物を議論し執筆した先史時代の激しい論争にある.驚くべき結果は,時のない世界の概念が少なくとも3世紀まで存続していたということである.逆に,「絶対的な」時間については,現在の一般的な感覚が最終的に優勢となり,無意識的かつ生得的な概念のように受け入れられていった.古代の「時のない」概念は,後に一部の禁欲的な思想家,神学者,一般的な信念の中で生き残った.それらはもともと一般の人々にいくつかの微妙な概念を簡単に説明する方法として提案された.この議論全体には,「科学」という言葉の同じ意味について,重要な倫理的制約を含む深い意味がある.比較のために,儒教,道教,仏教に基づいた極東の「時間」の概念も考慮される.

 $\neq - \neg - \checkmark$ : prehistorical definition of "time" – ancient Greece - present paradoxes of physics - "timeless" world -"world" and "antiworld" - "matter" and "antimatter" - *Bible* and the sacred books of Hinduism - cultural communication in prehistory - Western and Eastern sources – religions of the mysteries - Triads - cosmological *vs.* "anthropocentric" concept of "time" – archæoastronomy - meaning of "science" - ethical constraints – comparison with Confucianism, Taoism, and Buddhism - *Book of Changes - Zhuangzi* 

# 極域の構造における POCKMARKS・SEEP の起源と脱ガス過程

Pockmarks, Seep Sources, and Degassing Processes in the Polar Region Structures

Valery Soloviev<sup>1</sup>, Nikolay Yakymchuk<sup>2</sup>, Ignat Korchagin<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institute of Geophysics of Ukraine National Academy of Science, Kiyv, Ukraine. korchagin.i.n @gmail.com

<sup>2</sup> Institute of Applied Problems of Ecology, Geophysics and Geochemistry, Kiyv, Ukraine. yakymchuk@gmail.com

# (小泉 潔・岩本広志 訳)

要旨:北極や北海における seeps\* や pockmarks\* の起源や形成過程の研究に関する周波数共振技術を応用した新しい結果が考察されている.メタンの seeps や pockmarks の場の研究は,活動的な脱ガス過程の結果から,その形成の強度やダイナミクスが深部源からのガス流体の流入によっていることを示している.FR サウンディング技術を用いることで,強烈なガス放出帯形成の空間的な規則性や移動の地質学的な移動源の確率的な深さをを遠隔で決めることができる.

seeps と pockmarks の場の調査結果は、大陸縁の構造にその性質と脱ガス過程の形態に地殻-マントルガス流体が影響しているを裏付けている。

現代の脱ガス中心部の研究は、グローバルな気候変動過程のダイナミクスの重要な要因となる大気圏中への ガスの活発な移動帯の存在を裏付けた.

北極海の構造におけるメタン seeps と pockmarks の研究分野で使用された FR 技術の経験は,他地域の構造におけるガス放出の研究への利用の可能性を示した.

\* 訳者注: seeps および pockmarks は、以下のような意味である.pockmark; 1.〔皮膚にできた〕あばた・ にきびの痕, 2.〔物の表面にできた〕小さなくぼみ〔へこみ傷〕から、"小さな凹み"とした.seep;しみ出 る・浸透する・染み込む・滴下する,あるいは(液体・情報などが)漏れることから、"漏出"とした.

 $\neq - \nabla - \kappa$ : remote methods, FR mobile technologies, seeps, pockmarks, methane flares, North Sea, Spitsbergen, Arctic, Laptev Sea.

# はじめに

地球リモートセンシングデータ (ERSデータ) の解 釈のための新しい技術は,北極海の到達困難な地域 や陸棚の構造における多くの種類の鉱物の鉱床の試 掘や探査の様々な段階における複雑な地質学的およ び地球物理学的研究の結果を有意に補完している. また,それらはERSデータの処理と解読のための携 帯できる周波数共鳴(FR)技術も含んでおり,それは 研究の初期段階ですでに,従来の地球物理学的手法 による詳細な調査に関する最も有望な地域を素早く 特定することができる (Levashov et al, 2012, Yakymchuk et al, 2019, 2019a, 2021).本研究で 紹介する研究対象は,北海と北極圏の構造中の seepsとpockmarksの離れた二つの場である.

極域における現代のメタン脱ガス地域の特定と研 究への特別な配慮は、グローバルな気候変動の過程 へのそれらの影響の評価に関連している (Bogoyavlensky et al, 2020, Chuvilin et al, 2020, 2021, Judd et al., 2007, Shakhova et al, 2010, Ruppel et al, 2017, Syvorotkin 2002, WMO GHG Bulletin, 2022).

ガス状放出物(炎)は、メタン(CH4)・CO<sub>2</sub>、時には 硫化水素が主体であることが知られている (Dmitryevsky et al., 2002, Judd et al., 2007, Shnyukov et al., 2019). ガスの炎の高さは、しば しば 100~200m に達し、深海では 500~800m を 超える. メタンの多くは、浅い (20m 程度まで)地 帯で大気中に移行する. これらのガスのうち僅かな 部分が、200~300m 以深の深海底の放出中心部で 放出され、大気に入る (Judd et al, 2007, World ocean review, 2019).

海底では,放出の局所的中心は泥の集積やクレー ター (pockmarks) として形成され,それらは数~ 数100m の範囲の大きさの局所的な凹みで,深さは 数10m に達する(Judd et al, 2007). メタンが大気中に放出される領域を遠隔地から検 出するFR技術を用い,主に脱ガス過程に起因するそ のようなメタン中心部を調査した.

### 一般的な原理と方法

本研究で用いた特別な技術は,ERSデータや写真 をFR処理と解読のための修正法を含んでいる.これ らは,大量の均質な物質がある物質に特徴的な電磁 場を作り出し,その放射電力が物質の濃度に比例す るという実験的に証明された仮定に基づいている (Levashov et al, 2012, Yakymchuk et al, 2019, 2019a, 2021).

地球物理学的研究の新しいパラダイムによると, 焦点は断面中の信頼できる構造要素の選択やそれら の物理的特性の決定ではなく,断面中に極めて特定 の物質(石油・ガス・帯水層・金・プラチナ・ウランやそ の他の鉱物)を検出することにある.

FR法の基本的で重要な特性は、特別に開発された 機器や測定装置で信号を記録する過程で直接的に、 堆積岩・変成岩・火成岩の基準複合体で断面を埋める 現実的な機会を提供することである。

化学元素・鉱物・石油や,別々なタイプやグループ に分けて分類された堆積岩・火成岩・変成岩と同様な 凝縮物標本及び衛星画像や写真の処理に使われる共 鳴周波数のデータベースは,直接探索法の改良に重 要な要素となった.

堆積岩・変成岩・火成岩の標本に使用されたセット の写真はウェブサイト http://rockref.vsegei.ru/ petro/(Yakymchuk et al, 2019, 2019a, 2021)の電 子文書から借用した.

石油標本の基本的コレクションは117標本,ガス 凝縮物は15標本を含んでいる.堆積岩のデータベー スは12グループよりなり,火成岩と変成岩の写真コ レクションは18グループを収録している.

周波数共鳴測深法の実用化のために、ソフトウェ アが開発され、測定装置が創られた (Yakymchuk et al., 2021).

#### 脱ガス過程の指標としてのガス流体

研究結果は、極地の大陸棚の様々な構造中の現代 のガス放出中心部の存在が、地球大気中の"温室効 果ガス"の総濃度に影響を与える可能性があること を示していた(Bogoyavlensky et al., 2020, Chuvilin et al., 2020, 2021, Dmitryevsky et al., 2002, Judd et al., 2007, Shnyukov et al., 2019, Shakhova et al., 2010, Ruppel et al., 2017, Syvorotkin 2002, World ocean review, 2019).

"メタンの約40%は自然発生源(例えば,湿地や シロアリ)から大気中に放出され,約 60% は人為 的発生源(例えば,反芻動物・稲作・化石燃料開発・埋 立地及びバイオマス燃焼)に由来する.2007年以 来,大気中のCH4は増加し続け,人為的な放出源の 増加により産業革命前のレベルの262%に達してい る.しかし,原因である地理的起源や主な放出過程 に関して観測された増加率の変化を説明すること は,はるかに難しい."(WMO GHG Bulletin, 2022).

世界で生産されるガス量と大気中のメタン量の増加動態の平均曲線は、いくらかの類似点を持ち、一般的に特徴的な成長傾向がある(図1).この点で、炭化水素の生産過程と大気中への"温室効果"ガス放出量の増加との関係について、さらにデータを得ることが重要であろう(World ocean review, 2019, WMO GHG Bulletin, 2022).

また、大気へのメタン放出に関して、深部に集積 した石油とガスや未発見の炭化水素鉱床からの脱ガ ス過程の影響も評価する必要がある。

しかし,北極圏の大気中のガス分布をモニタリン グした結果の分析では,北極圏の大陸棚にメタン放 出量の最大値が異常に高い地域が見つかっている (Bogoyavlensky et al, 2020, Chuvilin et al, 2020, 2021, Dmitryevsky et al, 2002, Ruppel et al, 2017) ことから,さらなる放出源を探索する必要で あることを示していた (図2).既知の研究結果が示 したように,活動的な北極の現代の中心部でのガス 放出は,惑星のオゾン層に破壊的な影響をもってい る (Syvorotkin 2002, World ocean review, 2019).



図1 Kondratiev (2019) による世界のガス産出量 (10<sup>12</sup> m<sup>3</sup>) (A) および世界平均の CH<sub>4</sub> モル比 (ppb) (B) (WMO GHG Bulletin, 2022).



図2 Shakhova et al. (2010) によるラプテフ海の各層における溶存 CH<sub>4</sub> A: 底層水中, B: 表層水中, C: 大気への CH<sub>4</sub>の放出流量.

惑星上の気候変動のグローバルなパターンを大き く左右するのはオゾン層の状態であり、"北極海の 縁で集中的にメタンが脱ガスしているという事実 は、21世紀の最初の10年間の最も重要な科学的発 見のひとつとなった" (Syvorotkin, 2002).

研究結果は、メタンの大部分は水柱の下部に溶け ており (図2A, 2B),一部は大気中に入っているこ と(図2C)を示している.

活動的なメタン流動帯の研究は、その生成と惑星 上でのグローバルな温暖化過程への影響の信頼のお ける評価のために重要である.

地球の脱ガス過程に大きく起因する北極圏で発見 されたいくつかのメタン放出中心の深度特性を得る ために使われた FR 技術の例が,以下に考察され る.

#### ノルウェー海の Nyegga pockmarks

FR 技術の助けを借りて, Voring 高原南部の中部 ノルウェーの大陸斜面の大陸棚に位置する Nyegga pockmarks 領域の海底の深度 600~800m のさま ざまな地点で測深が行われた (図3).

ここでは, 230 以上の pockmarks が発見され, そ の直径は 600m, 深さは 15m に達する (Bouriak et al., 2000, Plaza-Faverola et al., 2010, 2011).

Nyeggaサイトのpockmarks (図3, 4)の構造と推 定年代の奇妙さは,"ガスパイプ"構造と密接に関 連しており,堆積層の厚みを通って上方への深部ガ ス流体の長期にわたる進化の結果として,詳細に解 釈された (Judd et al, 2007, Plaza-Faverola et al, 2010, 2011).

Nyegge 地域では, すべての "パイプ" が海底面 まで達しているわけではないが, pockmarks はし ばしば局所的な構造によって浮き彫り状になってい る (図4). この地域の pockmarks の詳細な地震学 的研究 (PlazaFaverola et al., 2011) は, "ガスパイ プ"が現在, 全容積の 14~27% が高速ガスハイド レートで満たされていることを示している. 提示さ れた "ガスパイプ"のモデルでは, ガス流体の主な 生成源は, ガスハイドレート帯の下に横たわるガス



図3 Mienert et al. (2010), Plaza-Faverola et al. (2010, 2011) による地震波断面 A-B' とノルウェー中 部 (A) および大陸縁での Nyegga 地域と測深地点位置 と研究地域 (B). G11・G12 は pockmarks の位置.

集積である (図4) という事実に注目すべきである. フリーガスシステムは,主にその位置で生産された 微生物起源のメタンである (Judd et al., 2007).

しかし、より深い多角形断層からフリーガスシス テムへの発熱ガスの寄与は確かなようである。

発熱性メタン形成の条件は、水深 1500m 以深の 海底面下に存在する可能性がある.メタンを多く含 むガス層からの流体がパルス状に流入し、 pockmarks と seeps の形成には地殻深部(および マントル)のガス流体の流れが影響した可能性も否 定できないと、我々は推定している.

"ガスパイプ"を研究してきた経験では、大陸縁の 構造中の多くのガス流体の流れや脱ガス過程が、初 生的に地殻に起源があることを示している.

Nyegga 全域の予備的調査過程で,信号は玄武岩 や超苦鉄質岩からの信号と同様に,水素・赤燐・水素 細菌・生活水・泥灰岩及び珪質堆積岩の周波数で記録 された。

測深地点の pockmarks を厳密に調査したところ,反応は複数の堆積岩・ガスハイドレート・炭化水



図4 Plaza-Faverola et al. (2011) による Nyegga 地域の断面 A-B' 上の pockmarks と "ガスパイプ" (左図), pockmarks の深部ガス移動の結果を示す FR 測深概略図 (右図).

素・二酸化炭素及び黄燐だった。ガスハイドレート は深度 555m までの断面に固定されている。

脱ガス過程は,水深 340~586m, 1,669~ 1,933m, 3,547~3,999m および 4,156~4,819m と同様に海面で記録された (より深部の厳密な調査 は実施しなかった).

この結果は、深度約 5km までの堆積層を含む地 殻深部層準のガス流体が Nyegga 地域の pockmarks の形成に関与しているとの主張の根拠 となる.また、脱ガス過程がより深い層準でも存在 している可能性があることを排除しない.

測深地点のガスハイドレート深度は,この地域に おけるガスハイドレート安定帯の許容深度のモデル 値を超えている (図4).

このように、FR 技術の適用結果は、深部メタン の流れが実質的な役割を果たす形成過程で、ノル ウェー中部の大陸斜面上の地球流体およびガスハイ ドレートのシステムの重要かつ特徴的な部分である ことを、Nyegga 地域の堆積物が示した。

今回得られた測深の結果, Niegga 地域に炭化水 素の深部集積の存在が確認された. この地域はガス 有望地帯に位置していることが知られ, ガスハイド レート・サブハイドレート・"フリー" ガスおよび "チムニーゾーン"から推定されるガス埋蔵量は, 他 の可採ガス埋蔵量とほぼ同程度である.

### 北海「ベルタ」地域の湧出域

この地域は,北海のドイツ領北西部に位置し,炭 化水素の産出を期待できる大きな地域の一つである 中生代地溝構造の中央砂岩の中に位置している.こ の海域(図5)では、水柱にガス湧出場所が約 170 箇所で発見・調査されており、その溶存メタン濃度 はバックグラウンド値の 10 倍高い (Römer et al., 2021).

北海のこの地域では、ジュラ紀後期の岩塩火山 (ソルトダイヤピル)が広く発達している(図5). これらの火山が成長することによって、垂直断層が 出現し、堆積物の連続性が失われ、深部脱ガスの過 程でガス移動経路が形成された.おそらく、ガス流 体の大深度から地表への連続的な移動は、最も顕著 な断層に沿ってのみ行われたのだろう(図5, B).坑 井 B11-4 は「ガスパイプ」の可能性がある場所か ら離れた場所にあり、この地域で得られた底質水中 のメタン濃度の値は、急激に増加した値の違いはあ るものの、坑井に向かって増加することはない.浅 い(30~50m)底層は、水柱上層へのメタン放出、 および大気中へのガス放出に寄与した(Römer et al., 2021).

200~300m 幅の「ガスパイプ」の震探検出や, 岩塩ドーム構造の断層とガス集積の特徴的な接続 は,移動するガスの深い性質を証明するものである (図5). これらの深部熱発生ガスは,より深い岩盤 から発生した可能性がある.

マウンドの主要部分は底の地形に現れておらず, 岩塩火山「ベルタ」(図5)とつながっており,その 東端では最も活発なメタンフレアの発生が観察され ている.

登録されたすべてのフレアは,岩塩構造の近く か,深さ約 2.0km に位置するその上部に位置して いて,メタンフレアの主な集中部(図5)は,この



図5 Römer et al.(2021) による北海ドイツ区北西部 の塩構造図 (A) と「ベルタ」海域の浸透場と周波数共 振 (FR) サウンディングポイントの位置の模式図 (B).

構造の北東約 150~450m に位置している (Römer et al., 2021).

周波数共振 (FR) 技術を適用した結果 (探測点 1),ガスの流入源は底部付近だけでなく,水深 1,094~6,000m に位置するその深部集積 (ガスポ ケット)にもあることがわかりました. 深層からの 熱発生ガスは,本サイトのガスの一部に過ぎない可 能性がある.一連のガス含有水平層の総厚は,ベル タ岩塩火山の東側斜面において,局所的な湧出域を 持つ「ガスパイプ」内に位置する大規模な貯留層の 存在を示していると考えられる.

また,探測点2(図5,B)ではガス信号がないこ とから,深部ガスの移動経路が塩ドーム構造の外側 に位置する深部断層の局所帯とつながっていること が確認された.

北海、フィッゲ・マール・クレーター

Figge Maarクレーター (図4) は,北海の浅い (35~40m) 棚の構造中に,深い (2,925m) 井戸 の掘削中に放出されたガスによって (1963年に)出 現した (Karstens et al., 2022).

形成された漏斗の直径は 550m に達し,初期深 度は約 40m であった(図6).クレーターは坑口か ら数 100m の位置にあり,複雑な軌跡を描いてガ ス流体が流入したことを示すと考えられ(図6),岩 塩ダイアピル(火山)を制限する断層系の位置と一 致する.

このクレーターは、大規模な岩塩火山の主ドーム の断層帯の上に、長期間の浸透と意図的なガス流の 衝上放出によって形成されたものである.このメカ ニズムは、北海だけでなく、世界海洋のさまざまな 構造物における数多くのクレーター形成例で研究さ れた.フィッゲ・マール火口の衛星画像データを用 いた周波数共鳴サウンディングにより、深度 879~ 2,616m からガスの活発な移動が確認された(図 6).これは、深度 2,925m にある大規模なガス貯留 層に伴う局所的なトラップにガスが蓄積されたため と考えられる(図6).

クレーター形成時に二酸化炭素などの放出が記録 されたことが知られている(Karstens et al.,



図6 フィッゲ・マール・クレーター A:北海での位置とその形態的特徴, B: 坑井周辺の深さに沿った概略図および フィッゲ・マール・クレーターへのガス流入の可能性 (Karstens et al., 2022 を修正).

2022). 本研究の結果,現在の二酸化炭素の移動も記録された.

北極海や世界海洋のメタン湧出域や pockmarks (海底凹凸地・窪地)の調査で使用した周波数共振技術の経験は、大規模ガス放出調査における周波数共振技術の汎用性と可能性を示した。

スヴァールバル諸島の中央部 (イスフィヨルデン)

イスフィヨルデンでは 1,300 個以上の pockmark (直径 14~265m, 深さ 1~11m, 分布頻度 20/ km<sup>2</sup> まで)が見つかり (図7), ノルトフィヨルデン では 535個の pockmarks が見つかった (Roy et al., 2019).

イスフィヨルデンの pockmarks の分布はモザイ ク的な性格をもち,その最も活発に発現するフィー ルドは,スバールバル褶曲スラストベルトの活断層 などの既知のゾーンと空間的につながっている.ス ヴァールバル西部および周辺のフィヨルドの表層付 近の海洋堆積物における炭化水素異常の地球化学的 解析は,熱発生ガスおよび生物起源ガスの性質を指 摘している (Roy et al., 2019).

油,ガス,ガスコンデンセート,二酸化炭素,メ タン酸化細菌,黄燐,頁岩,ガスハイドレート,無 煙炭,窒素,酸素,炭素,氷から周波数共振 (FR) 信号が登録され,探測は深さ 4,789m まで実施され た.

深度 1,335~1,932m, 2,459~3,321m, 3,933~ 4,467m の炭酸塩岩(石灰岩)からガス周波数の信 号が得られた.

その結果,黄燐,二酸化炭素,酸素,窒素の大気 中への移行が確認された. これらの周波数共振 (FR) 技術を用いた成果は, 大陸縁構造における脱ガスプロセスの性質や特徴に 深部ガス流体が影響していることを確認するもので ある.

北極圏

北極圏の長期的な研究により、メタン排出プロセ スの形成とダイナミクスは多くの要因の結果である ことが示されている.

これらの主な要因は以下の通りである:1) ガスハ イドレート堆積物からのガス流入と融解の結果破壊 された長期凍結岩石層へのメタン蓄積,2) サーモカ ルスト湖からの季節的メタン放出,3) 表面近くの地 殻変動システムによる水柱への種々の起源ガス流体 の移動(Bogoyavlensky et al., 2020, Chuvilin et al., 2020, 2021),4) リソスフの深いゾーンからの 直接的ガス移行(Baranov et al., 2020).

長期凍結岩石の大規模な破壊・劣化により、「封 印」された大量のメタンが大気中に衝動的に放出さ れる可能性は、地球全体の気候変動につながる.

そのため,脱ガス領域の特定,放出源の包括的な 分析,その動態の予測は,極北における長年の研究 課題となっている.

### バレンツ海の西部 (ノルウェー)

北海とバレンツ海の中央(ノルウェー)部におけ る痘痕場の最初の研究では、円形または楕円形の痘 痕は主に直径 10~400m, 深さ 2~15m で、単一 構造,クラスター,拡張チェーンの形をしていた (Judd et al., 2007, Solheim et al., 1985, Waage et al., 2019).



A

B

図7 A:イスフィヨルデン北部(Nordfjorden)の衛星画像とスキャンポイント位置, B:イスフィヨルデン地域 のポック マークシステムの密度分布の概略図(単位は 数/km<sup>2</sup>, Roy et al. 2019 を簡略化).

このような pockmarks の集積の形成は, 深層ま たは生物起源(厚い堆積層の場合)のガスの浸透の 結果として, バレンツ海の様々な地域で起こりうる (Solheim et al., 1985).

現在, バレンツ海の西部 (ノルウェー) のいくつ かの地域で, 同様の pockmarks の集積が十分に詳 細に研究されている (Andreassen et al., 2014, Waage et al., 2019, Weniger et al., 2019).

そのうちの1つ (図8) では, 巨大な pockmarks (クレーター) の集積が見られ, その一部 (100個 以上) は直径 300~1,000m, 深さ 30m にもおよ ぶ.

著者らは、このクレーターの形成は、11,000~ 15,000 年前の最終氷河期の後退期における強力な 爆発的メタン排出によって説明できるとしている (Andreassen et al., 2014).

調査地では、97% がメタンで構成され、底面か ら高さ 200m まで上昇するガスフレア(600 本以 上)と、直径 1,100m、高さ 20m に達する多数の ピンゴ(盛り土)が発見された.メタンフレアは、 著者らによれば、ガスハイドレートの分解によって 引き起こされ、この地域の現代の脱ガスプロセスの 存在を確認するものである(Andreassen et al., 2014).

我々の見解では、このような巨大な(直径 1km 以上)pockmarks が形成されるには、長期間に渡 るインパルス的なメタン供給源が追加的に関与して いることが必要である。 ガスハイドレートの蓄積を介した「ガスパイプ」 による深部脱ガス機構は、このような大型底質構造 の形成を説明する上で、より信頼性が高いと思われ る.

そのようなメカニズムがバレンツ海北西部の1地 点 (Hornsund 断層帯)で提案された (Weniger et al., 2019).

巨大な pockmarks やピンゴの集積域における周 波数共振 (FR) 8.0km までの探測の結果 (図8, 9), ここでは深度:1.3~2.0km, 2.29~3.12km, 3.32~4.5km で炭化水素やガス集積からの信号が 記録されていることがわかった.

これらの区別されたガス集積深度の間隔は,石油 や熱発生ガスの形成に十分成熟した石油源岩を含む 暁新世から三畳紀中期の深度に近い(Lutz et al., 2021).

断層系(図9)の存在により,深層ガスが上部堆 積物層へ移動することが可能であり,この地域で pockmarks やピンゴフィールドを形成するための 追加的な条件となる.

#### ラプテフ海

ラプテフ海の陸棚構造のメタン湧出における「温
室効果」ガス (CO2, CH4)の高濃度に関する実験
データは、地球上のそれらの主な発生源が人為的活
動であるという定説に反する (Baranov et al., 2020, Bogoyavlensky et al., 2020, Chuvilin et al., 2020, 2021, Dmitryevsky et al., 2002).





図8 A: バレンツ海西部の Lutz et al.(2021) による脱ガス領域でのサウンディング地点とモデリング (BGR15-107) プロファイルの位置, B: サウンディングポイント領域での Andreassen et al. (2014 を簡 略化) によるあばた状の穴の分布位置図.



図9 バレンツ海西部における断層位置と炭化水素の蓄積,油飽和(閾値0.01%以上)堆積岩の境界 を示すモデリング断面図 BGR15-107 (Lutz et al., 2021). セクションの南西部では,周波数共振 (FR) データに従ってガス集積帯が示されている.断面位置は図8のA.

ラプテフ海の棚は堆積岩で覆われ、多くの大きな 堆積盆地があるため、炭化水素の探査に適した地域 である (Bogoyavlensky et al., 2020).

このメタン湧出の局所的蓄積の最大地帯は、ラプ テフ海リフトシステムの地殻変動の北部(ハタンガ -ロモノーソフ断層帯付近)と空間的に一致し、こ の断層を通して流体が地表に移動する(Baranov et al., 2020, Bogoyavlensky et al., 2020).

このような湧出領域の分布の性質は,深部ガスの 異なる流入経路の存在を示している.メタンが水柱 に流入するメカニズムは,ハタンガーロモノソフ断 層帯(図10)を複雑にする深部地殻変動系に沿った 堆積層の上部(ガスハイドレートの安定帯と永久凍 土帯の下)で脱ガスするプロセスで構成されると考 えられる (Baranov et al., 2020).

そこで、北極海棚帯の陸上・海中永久凍土岩の劣 化を原因とする「温室効果」ガスの現代大気放出の 存在について仮説が提案され、正当化された (Baranov et al., 2020, Bogoyavlensky et al., 2020, Chuvilin et al., 2020, 2021, Dmitryevsky et al., 2002).

堆積層の上部では、水柱への流体の流入経路が地 表の断層系を通過しており、外層が水没した際に、 ガスハイドレートを覆う岩石の完全性を破壊した (Baranov et al., 2020).

オイル, ガス, ガスコンデンセート, 二酸化炭 素, メタン酸化細菌, 黄燐, 頁岩, ガスハイドレー ト, 無煙炭, 窒素, 炭素, 氷から周波数共振 (FR) 信号を登録した. 機器測定により,ガス(メタン,二酸化炭素,窒 素など)の大気中への移行が確認された.

深度 956~1,603m, 2,542~2,925m (sp1), 2,074~4,375m (sp2) におけるガスの蓄積・移動 の位置を初めて決定した (図11).



図10 ラプテフ海における調査領域 (2) の地形, Shakhova et al. (2010) によるメタン湧出フィールド の領域, および周波数共振 (FR) 測距点の位置. 海域の 紫二重線はガッケル海嶺の軸, 赤破線はハタンガーロモ ノソフ断層帯, 赤線は Drachev (2000) によるラプテ フ海溝系の断層である.

北極圏における脱ガスのプロセスに関する長期的 な研究の結果,北極圏の強烈な温暖化によって,中 央ラプテフ地域の底部温度が過去数十年にわたって 上昇することはなかった(Bogoyavlensky et al., 2020).

このことから,この地域における湧出領域の形成 とガスの放出は,地殻変動による表層と深層のネッ トワークによって制御される深部脱ガス源によって 大きく左右されると考えられる.

しかし, pockmarks の下に数キロメートルの根 が存在することを説明できる外生的要因は皆無であ ることから,領域の出現は,まず,深部構造プロセ スと関連付けられるべきであることは明らかである (Shnyukov et al., 2013, 2019).

我々の研究は、メタン湧出の真の原因は、炭化水 素の深部堆積物であり、そこからガスが断層に沿っ て移動する可能性を示している(Bogoyavlensky et al., 2020).

ガスハイドレートからの流入は,周波数共振 (FR) 探測の結果で確認されているが,pockmarks と湧出の流体モデルにおけるメタンの追加的な供給 源に過ぎない可能性がある.

ラプテフ海の棚構造における湧出ガスや pockmarks 領域の同定は、それらの形成における 多様で多レベルの原因と要因の存在、および北極圏 極域構造におけるローカルな深層と底部の脱ガスプ ロセスの混合メカニズムの存在を確認するものであ る.

#### 結論

極域構造物における湧出ガスと pockmarks の形 成源とプロセスを決定するための周波数共振 (FR) – 技術適用の新しい結果について考察した.



図11 Baranov et al., (2020を改変) によるラプテフ 海縁辺における地殻変動と深部・底部脱ガス過程のモデ ル(断面のスケールを越えている)と概略断面図. 1: ラプテフ海リフトシステム, 2:ハタンガ-ロモノソフ断 層帯, 3:外輪山の表層断層. 矢印:自由ガスの移動方 向, sp1, sp2:周波数共振 (FR) サウンディングポイン ト.

その結果,大気へのガス放出プロセスやガス飽和 が断面上部からだけでなく,ガス流体の深部蓄積の 存在や永久凍土層への移行が確認された.

メタン湧出と pockmarks 領域の研究では,その 形成の強度とダイナミクスは,大陸縁の構造におけ る活発な脱ガスプロセスのために,深いソースから のガス流体の流入に一部依存していることが示され た.

また,永久凍土の厚さ,組成,ガス飽和度,大気 中へのガス移行,ガスや炭化水素の深部蓄積など, 脱ガスプロセス源としての新しいデータは,海洋北 極の湧出ガスや pockmarks 領域形成の起源と特徴 を決定する上で,さらなる論拠となった.

本研究により, 湧出ガスや pockmarks 領域の データを, これらの地域に存在する炭化水素の深部 蓄積の指標として利用する可能性が確認された.

周波数共振 (FR) –サウンディング技術を用いるこ とで、このようなガス放出ゾーンの形成パターン や、移動中心の地質学的ソースの推定深度を遠隔的 に決定することが可能.

これらの結果から,現代のガスが大気中に移動す るゾーンの存在が確認された.このゾーンは,地震 活動の増加や,地球の気候変動のダイナミクスに影 響を与える地球の深部脱ガスのプロセスへの宇宙サ イクルの影響によるところが大きいと考えられる.

#### 文献

- Andreassen K., M. C. M. Winsborrow, L. R. Bjarnadóttir, D. C. Rüther, Massive blow-out craters formed by hydrate-controlled methane expulsion from the Arctic seafloor Quaternary Science. Reviews 92, 246-257 (2014)
- Baranov B., Galkin S., Vedenin A. et al. Methane seeps on the outer shelf of the Laptev Sea: characteristic features, structural control, and benthic fauna Geo-Marine Letters/ April, 2020 https://doi.org/10.1007/ s00367-020- 00655-7
- Bogoyavlensky V. I., Sizov O. S., Nikonov R. A. et al. Earth degassing in the Arctic: the genesis of natural and anthropogenic methane emissions // Arctica: ecology and economy. - 2020. - No. 3 (39). - P. 6-22. — DOI: 10.25283/2223-4594-2020-3-6-22.
- Bouriak S., Vanneste M. and Saoutkine A., 2000. Inferred gas hydrates and clay diapirs near the Storegga Slide on the southern edge of the Voring Plateau, offshore Norway. Marine Geology 163(1-4), 125-148
- Chuvilin, E.M.; Sokolova, N.S.; Bukhanov, B.A. et al. Formation of Gas-Emission Craters in Northern West Siberia: Shallow Controls //Geosciences 2021, 11, 393. https:// doi.org/10.3390/geosciences11090393
- Chuvilin E., Sokolova N., Davletshina D. et al. Conceptual Models of Gas Accumulation in the

Shallow Permafrost of Northern West Siberia and Conditions for Explosive Gas Emissions // Geosciences 2020, 10, 195; doi:10.3390/geosciences10050195

Dmitryevsky A.N., Valyaev B.M. Hydrocarbon degassing through the bottom of the ocean: localized manifestations, scales, significance // Degazation of the Earth and the genesis of hydrocarbon fluids and deposits. M.: GEOS, 2002. P. 7-36. (In Russian)

Drachev S. S. Tectonics of the rift system of the Laptev Sea bottom. Geotektonika, 2000, vol. 6, pp. 43-58. (In Russian).

Judd A., Hovland M. Seabed Fluid Flow. The Impact on Geology, Biology, and the Marine Environment. — Cambridge, 2007. — 475

Karstens J., von Deimling J.S., Berndt C. et al. Formation of the Figge Maar Seafloor Crater During the 1964 B1 Blowout in the German North Sea // Earth Science, Systems and Society, The Geological Society of London June 2022, Volume 2, Article 10053

Kondratiev V.B. Galobal Oil and Gas market: basic trends //Mining Industry Journa -2019, 4(146), P.24-29. (In Russian). DOI: http://dx.doi.org/ 10.30686/1609-9192-2019-6-148-24-29

Levashov S.P., Yakymchuk N.A, Korchagin I.N. The frequency-resonance principle, mobile geoelectric technology: a new paradigm of geophysical researches // Geofizicheskii zhurnal. - 2012. - Vol. 34, No. 4. - P. 167-176. (In Russian).

Lutz R., KlitzkeP, Weniger P. et al., Basin and petroleum systems modelling in the northern Norwegian Barents Sea // Marine and Petroleum Geology 130 (2021) 105128

Mienert J.• Vanneste M., Haflidason H., . Bu nz S. Norwegian margin outer shelf cracking: a consequence of climate-induced gas hydrate dissociation?// Int J Earth Sci (Geol Rundsch) (2010) 99 (Suppl 1):S207– S225 DOI 10.1007/s00531-010-0536-z

Plaza-Faverola A, S. Bünz, and J. Mienert. Repeated fluid expulsion through sub-seabed chimneys offshore Norway in response to Galacial cycle // Earth and Planetary Science Letters 305 (2011) 297–308.

Plaza-Faverola A, S. Bünz, and J. Mienert, Fluid distributions inferred from P-wave velocity and reflection seismic amplitude anomalies beneath the Nyegga pockmark field of the mid-Norwegian margin // Marine and Petroleum Geology, vol. 27, no. 1, pp. 46-60, 2010.

Römer M, Blumenberg M, Heeschen K. et al. (2021) Seafloor Methane Seepage Related to Salt Diapirism in the Northwestern Part of the German North Sea. Front. Earth Sci. 9:556329. doi: 10.3389/feart.2021.556329.

Roy, S., Senger, K., Hovland, M., Römer, M., Braathen,A., 2019. Geological controls on shallow gasdistribution and seafloor seepage in an Arctic fjord of

Spitsbergen, Norway. Mar. Pet. Geol. 107, 237–254. http://dx.doi.org/10.1016/j.marpetgeo. 2019.05.021.

Ruppel, C. D., and J. D. Kessler (2017), The interaction of climate change and methane hydrates, Rev. Geophys., 55, 126-168, doi:10.1002/2016RG000534

Shakhova N, Semiletov I, Salyuk A. et al. (2010) Extensive methane venting to the atmosphere from sediments of the East Siberian Arctic shelf // Science 327, 5970,pp. 1246–1250.

Shnyukov E.F., Topachevsky I.V. Gas seeps of the World Ocean // Geology and minerals of the World Ocean, 2019. 15, No. 2, p. 3-15. (In Russian).

Shnyukov E.F., Kobolev V.P., Pasynkov A.A. Gas volcanism of the Black Sea. Kyiv: 2013. 383 p (In Russian).

Solheim A.and Elverhøi A. A pockmark field in the Central Barents Sea; gas from a petrogenic source? // Polar Research, vol. 3, no. 1, pp. 11-19, 1985.

Syvorotkin V.L. Deep degassing of the Earth and Galobal catastrophes. M.: OOO Geoinformcentr, 2002, 250 p. (In Russian)

Waage M., Bünz S., Landrø M. et al., (2019). Repeatability of high-resolution 3D seismic data. // Geophysics, 84(1), B75-B94. https://doi.org/10.1190/ geo2018-0099.

Weniger P., Blumenberg M., BerGalar K. et al., 2019. Origin of near-surface hydrocarbon gases bound in northern Barents Sea sediments // Mar. Pet. Geol. 102, 455–476. http://dx.doi.org/10.1016/j.marpetgeo. 2018.12.036.

WMO Greenhouse Gas Bulletin (GHG Bulletin): The State of Greenhouse Gases in the Atmosphere Based on Galobal Observations through 2021 (No. 18 26 October 2022)

World ocean review. Living with the oceans. 2019 The Arctic and Antarctic – Extreme, Clinically Crucial and in Crisis. P. 330

Yakymchuk N.A., Korchagin I.N., Javadova A. Application of frequency-resonance methods of satellite image processing for hydrogen and living water accumulations searching within local areas in Europe. Conference Paper, WMSESS, September 2021

Yakymchuk N.A., Levashov S.P., Korchagin I.N. Direct search mobile technology: results of testing when searching for hydrogen clusters and migration channels of deep fluids, mineral matter and chemical elements. // Geoinformatics. 2019a. No. 2. P. 19-42 (In Russian).

Yakymchuk N.A., Korchagin I.N., Bakhmutov V.G., Soloviev V.D. Geophysical research in the Ukrainian marine Antarctic expedition of 2018: mobile measuring equipment, innovative direct search methods, new results. //Geoinformatics. 2019. No. 1. P. 5-27. (In Russian).

# プレートテクトニクスと膨張テクトニクスの比較(要旨)

# Comparing Plate Tectonics and Expansion Tectonics

### James Maxlow (PhD)

Retired Professional Geoscientist, Australia james.maxlow@bigpond.com Free PDF copy of current book: book.beyondplatetectonics.com

# (村山敬真 訳)

「当たり前のことを否定するのは、もちろん科学者の特権であり、しばしば栄光でもある.」「科学では、 自分の理論に合うものだけでなく、観察可能なすべての事実を説明しなければならない.」「さもなければ、 危険を冒して残りの事実を無視することになる.」

要旨:プレートテクトニクスの理論は、1960年代半ばに海洋の地球物理学者らによって開発された.彼ら は、当時入手できた限られた量の地質学的証拠をほとんど考慮に入れていなかった.最初に確立されて以来、 プレート理論が地質学、地理学、生物地理学を犠牲にして地球物理学によって推進され続けてきたことは残念 なことである.当時の科学者たちは、新たに観察された地殻プレートとプレート運動の背後に、既に否定され ている大陸移動説を駆動メカニズムとして使用するという、情報不足に基づく決定を下した可能性があると主 張されている.そして、彼らはこれを支持するために、古地磁気学をプレート集合体の研究の基礎として採用 し、時間の経過に伴う地球の半径と表面積の増加によるプレート運動と組み立ての可能性という代替提案を否 定し、その信用を失わせた.要するに、この論文は、ある重要な理由から、プレート理論の基礎として地球物 理学と大陸移動の採用に異議を唱えるために、これら両極の理論を比較することを目的としている:なぜな ら、プレートテクトニクスは、このような重要で広く受け入れられている理論が必要とする、経験的に観測さ れた大量の現代の地球規模の物理データ、とくに地球規模の地質図を適切に説明できず、また十分に利用する ことができないからである.

 $\pm - \nabla - \kappa$ : Expansion Tectonics, Plate Tectonics, Galobal Tectonics.

# 地球の内部構造の多様性によるマントル重力異常

# Mantle Gravitational Anomalies in Zones of Different Endogenous Earth Regimes

## Vadim Gordienko and Lyudmila Gordienko

S.I. Subbotin Institute of Geophysics of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine GordienkoVadim39@gmail.com

# (久保田喜裕・柴 正博 訳)

要旨:全大陸・海洋に拡がっている現世の活性化(RA: recent activation)の深部プロセスは未解明で、地 質学的イベントの研究からはまだ充分に再構築されていない.このことは、地殻下の上部マントル底部から直 接物質を除去することも、深さ約 200km の中間溜まりをつくることもできる.より現実的な選択肢を採るた めに、ユーラシアと北アメリカ、大西洋と太平洋、大陸・海洋遷移帯の横断断面系に沿った地殻・上部マント ル密度モデルの構築を検討した.

地殻モデルは DSS 断面に沿った速度領域によって作図される.密度領域は、上部プラットフォームマント ルの密度を基準に異常値として再計算される.これらのモデルの重力効果は、ゼロ磁場が観測された領域で -870mGal と計算される.この観測値は、地質学的・地球物理学的知見が最も多い東欧プラットフォームにつ いて実験的に見出されたものである.深部作用に関する著者の考え方は、上部マントルに用いられている.そ の作用は、多様な地球内部構造下での熱および物質移動と関連している.その作用はプラットフォームの分布 とは異なる温度分布をもたらし、それは(プラットフォームの分布とは異なる)密度異常の分布に対応してい る.これらの変則的なモデルから算出された重力効果は、地殻効果にまとめられる.次のような地球内部構造 をもつあらゆるタイプの領域が研究されている:プラットフォーム、現世の活性化地帯、異なる年代の地向斜 とリフト、中央海嶺、海盆、縁海トラフ、島弧、背弧海盆など、概略では、すべての状況で観測場に一致し た.すべての観測領域で、我々が確認した誤差は、観測と計算の誤差(15±4mGal)で説明されるものを超え ていない.このように、テクトノスフェア密度モデリングは、深層作用、とくに RA 作用について、これまで のスキームを検証するひとつの方法である.

 $\pm - \nabla - \kappa$ : endogenous regimes, recent activation, tectonosphere, Earth's crust, upper mantle, density modeling

# はじめに

本研究は多様な地球内部構造をもつ領域における 地殻と上部マントルの密度をモデル化し、マントル の重力異常値を特定し、深部熱・物質移動モデルで 独自に計算した異常値と比較することを目的として いる。このことは高精度の初生データと適切な解析 技術を用いれば実現可能である。この問題を解決す るためには、重力場に関する情報(陸上のブーゲー 異常と水域のフリーエア異常)に加え,地殻の速度 断面が必要である。速度モデルに基づいて地殻密度 をモデル化し,その重力効果を地質学的に正しく計 算し,フィールドの測定と比較した後は,さまざま な方法で研究を継続することができる。ミスマッチ を排除できるような地殻やマントルの密度対象を選 択する方法が広まっているが,テクトノスフェアの 研究を含む広域的な問題を解決するような場合には 意味がない. テクトノスフェアを研究する場合, 検 査によって逆問題を解く曖昧さだけでなく、発生源 の異なる多数の兆候が重複する影響から生じる残留 異常の複雑な性質も考慮する必要がある. 同様の異 常な兆候の下に、異常な密度をもつ物質が存在しな いという状態はよくあることである(たとえば、大 陸・海洋境界付近の大陸ブロックにある正の異 常). この手法は、ウクライナ内外の多様な地球内 部構造をもつ地域で、著者によって長年使用されて きた [Gordienko and Pavlenkova, 1985; Buryanov et al, 1988; Gordienko et al, 1992, 2005, 2006, 2011, 2012, 2015, 2017; Gordienko, 1999, 2017; Varentsov et al, 2013; など], ただし すべての場合における造構単元(大陸あるいは海 洋)という限定された状態で、結果をよりよく視覚 的に表現するために、北半球の大陸と海洋を通るほ ぼ連続した断面に沿ってテクトノスフェアの密度モ デルを検討するのは興味深いことである [Mooney et al., 2002, Pavlenkova et al, 2014 etc http:// www.geologam. ru/ http://www.geologam.ru/ geophysics/gravimetry/gravitacionnoe-poletihogo-okeana; http://www.geologam.ru/ geophysics/tectonics/kora-i-verhnyaya-mantiyapod-okeanami]; http://www.geologam.ru/ geophysics/seismology/seysmicheskaya-modelstroeniya-kory-atlanticheskogo-okeana etc.]. この リストの中で,現世の再活性化 (RA) レジームの 様式は,特別な位置を占めている.未解明の深層作 用システムは,研究可能な表層付近の現象から再構 築することはできない.しかし,最も現実的な多様 性を他の深層作用システムに含めることや,計算さ れた効果が重力場に適合するかどうかを確認するこ とはできる.

# モデリング手法

モデリングプロセスについては、多くの出版物 [Gordienko, 1999 etc.] で実例とともに詳しく説明 されている.ここでは、2D モデルに関連する他の 著者が使用した手法と、我々の手法を区別するいく つかの特性についてだけ述べる.

一般的な計算手順は次のとおりである: (1) 速 度区間を地殻の密度区間に変換し,密度値 σ をプ ラットフォーム上部マントル (3.32g/cm<sup>3</sup>) に対す る異常値に再計算し,重力効果を計算する.ブーゲ 異常値がゼロの場合,プラットフォーム上では -870mGal に相当することが実験的に確認された;

(2)計算場と観測場を比較し、その差をマントル 重力異常と見なす; (3)プラットフォームの上部 マントル密度モデル、プラットフォームと調査対象 地域の熱モデルにもとづいて、密度異常をモデル化 し、その重力効果を計算する; (4)計算された地 殻と上部マントル効果の合計を観測場と比較する.

#### 地殻

地震波のP波速度値から地殻岩石やマントル上部 水平層の密度を計算するために,Neif-Drake 曲線 の変形式が広く使われている.その現地データを用 いる選択式は,密度モデルに必要な既存の岩石の依 存性のすべてのタイプをカバーしていると考えられ ている [Brocher, 2005a, b Christensen et al., 1995, Gardner et al., 1974など]. このような印象 を与えるのは,使用されるパラメータ値の範囲が広 いためである.一例として,Brocher 式 [Brocher, 2005a,b など] を挙げることができる (図1).

 $\sigma = 1.6612v - 0.4721v^2 + 0.0671v^3 - 0.043v^4 + 0.000106v^5$ 



図1 地殻岩石の  $\sigma$  =f(Vp) 関係に関する異なる著者に よる多様性. 1:Brocher (2005a, b), 2:Gardner et al. (1974), 3:Christensen et al. (1995).

著者が使用した実験機器の記載では、PT の岩石 化パラメータの範囲が限定されていることが明らか であるが.この試料はほぼ新第三紀-第四紀の未固 結堆積物だけが含まれ、その厚さは閉じた窪地に近 接する流入源の影響により、急速に増加する.その 地層の下位には、速度が約 5.8km/s、密度が約 2.7g/cm3 のサリック花崗岩がある.その他を図1 に示す.2種類の曲線は、一般的に利用可能な選択 肢の範囲を表している.

ウクライナのより浅層の環境下では,沈降によっ て続成作用のレベルまでしか変質していない新期の 堆積層が一般的である.ただし,黒海深海盆の埋積 物は例外で,本研究の範囲外である.最も代表的な ものは,ドニエプル-ドネツク盆地 (DDB),ドンバ ス,インドロ-クバン谷のものである [Golizdra et al., 1998, Gordienko et al.].ここでは多様な物性 から,中・新生代の上部堆積層は(下位の古生界と 比べて)明らかに空隙率が増加し区別される.10~ 90°C の温度における深さ 0~3km 間隔の  $\sigma$  の分 布は,速度 2~4km/s の範囲では図2のデータとほ ぼ完全に一致する [Golizdra et al, 1998, Gordienko et al, 2006, etc.] (図2).

図2aからわかるように、カタジェネシス後期 (200°C 以上の高温で形成)の堆積岩の密度は鉱物 レベルに達している(すなわち、空隙がほとんどな い).このことは、ドンバスのナゴルニー海嶺の現在 の侵食断面に露出する下部石炭系に関するデータに よって説明できる(図3).カタジェネシス中~後期 の変質岩の密度や速度に関する情報は非常に豊富で あり、これまでのデータの中でも、ユーラシアや北 米大陸の鉱山地帯の情報が主要な役割を担ってい る.もちろん、Vp 4~6km/s の範囲で密度–速度関 係の選択肢を採用することは、その地域の地史に関



図2 ウクライナにおける早期および晩期の続成作用を受けている堆積岩の温度による密度 a と速度 b の 変化,および地殻岩石の速度と密度の関係 c.



図3 BODINE-1 01井の密度岡面図 (Murich et al., 1975).

する理解となる. この場合, 堆積層の一部に存在す る PT 条件を復元し, 望ましい曲線の形状を用いる ことができる. ウクライナでは一般的な変質岩石の 密度は, [Brocher, 2005a] で使用したものとかなり の深度で 0.15g/cm<sup>3</sup> 程度の差があり, 計算上の効 果は数 10mGal 程度異なる場合がある.

さらに,花崗岩類の下位にある超高密度岩石がカ タジェネシスで変成した場合(現世の活性化時を含 む)には,Vp 分布には見られない密度逆転が生じ る.このような相異なる現象が,ブロックの垂直運 動を引き起こし,地殻内地震を引き起こす原因に なっている可能性がある.このことはアルプス山脈 で最も可能性が高いと思われ,テーチス地向斜と太 平洋ベルトの一部(後者の Cimmerian の断片を除 く)のデータによって確認されている [Gordienko, 2022].

結晶質地殻の一部における速度を密度に変換する ための方法は,長年にわたって試行されてきた.こ の方式は [Brocher, 2005] による曲線変形によく一 致する. Christensen and Mooney [Christensen et al., 1995] による結晶質地殻の変形式  $\sigma = f$  (Vp) は「非地質学的」であると思われる.構築された地 殻組成モデルは,考えられるすべてのデータからの 創作であり,自然界には存在しないものである.ウ クライナ地殻結合部における典型的な組成分布と変 成度が,一連の地球物理学的データを用いて研究さ れた (Gordienko et al., 2005).ここで重要な役 割を果たすのが放射壊変熱(HG)で、密度や速度 とは対照的に、地殻の垂直方向には一桁の差があ る.これにより、密度や速度を比較するための信頼 性の高い岩石を選択することができる。平均地殻密 度が Christensen・Mooney モデルにほぼ正確に一 致するため、我々のモデルにおける酸性度 (acidity) とその垂直変化はかなり小さい。

#### 上部マントル

テクトノスフェアのこの部分の密度モデルの記載 は、他の構造の根拠となるプラットフォームに関す る情報から始めるべきである.マントル岩石の化学 組成に関する多くの記載(たとえば、[Gordienko, 2010]を参照)を分析することによって、いくつか の平均的なパラメータを決定し、その実際の変化が 岩石密度にどのように影響するかという問題を検討 することが可能になった.

図4は、大陸・海洋マントルの岩石とモデルについて、多くの著者による約70種類の解析データを示したものである.

肥沃なマントル,初生的なマントル,枯渇したマ ントルの組成は,明らかに密度と速度が同一であ り,これは鉱物学の経験的上,当然の成り行きであ



図4 受理済みの筆者のモデルによる値(Gordienko,
 2010)にもとづく異なる組成のマントル岩石の密度
 (a)と、それらの疎密波の伝播速度(b)の偏差ヒストグラム、



図5 温度効果のもとでの深さによるマントル岩石の密度(a)とマントル岩石中の疎密波の伝播速度(b)の値.

る. この意味で、マントルではエクロジャイト共生 岩だけが際立っており、それ以外は同一の PT 条件 のもとで鉱物組成が類似している.

マントルの PT 条件の変化は、多形変化を引き起 こし、岩石の密度や岩石中の地震波の速度を変化さ せる. 高温では、ガーネットかんらん岩より密度が 0.125g/cm<sup>3</sup> 小さい斜長石かんらん岩が ~30km ま で、ガーネットかんらん岩より密度が ~0.08g/cm<sup>3</sup> 小さいスピネルかんらん岩が ~100kmまで生ずる. ガーネットかんらん岩より密度が 0.125g/cm<sup>3</sup> 低い 斜長石かんらん岩が ~30km まで、ガーネットかん らん岩より密度が ~0.08g/cm3 低いスピネルかんら ん岩が ~100km まで発生する.西北太平洋海盆の 薄い海洋地殻(最大 33km)の下に大陸地殻の残存 物が保存されているという考え [Lomtev, 2008; な ど] では、モホ面深度(~30km)で同じ密度にな る、プラットフォームのより深部の温度では、輝石 は徐々にガーネットに置き換えられ、岩石密度は深 さ~300km でパイロープエクロジャイトと同じにな る.

この岩石は、下部マントルへの漸移帯(深さ 400 ~450km から 650~700km)に入ると、上部マン トル底部でほとんど変化する.輝石からガーネット への変化が完了し、b-オリビンから a-オリビンが出 現するのは、0.21g/cm<sup>3</sup>の密度増加と推定される. しかし、密度・速度境界の鮮明さは疑問であるが、 詳細な研究によって、漸移帯の複雑な構造が明らか になった[Gordienko, 2018].海洋下のこの地帯の 深さに関する情報(深さを決めるのは著者だが、そ れをモデルに導入することが先験的でない場合) は、非常に矛盾している.プラットフォームの上部 マントルにおける温度分布は熱履歴([Gordienko, 2017; etc.参照])の結果として計算される.温度 (図5),岩圧,多形変化の影響下で,岩石密度の深 さ方向の変化を考慮し, σ 分布と Vp 分布を導出 する (図6,表1).

図8のデータは,地表にマグマを供給するマグマ だまりの最大深度で規制されている.

上部マントル全体におけるこれらのパラメーター の分布は表1に示されている.プラットフォーム下 の上部マントルの計算速度分布は,すべての大陸の プラットフォームでの実験データによって規定され ている [Gordienko and Gordienko, 2022].

図5・6,表1に示すデータと、さまざまな地球内 部構造のタイプをもつ地域や活発な熱・物質移動年 代が異なる地域の熱モデルを用いると、マントルに おける密度異常分布が得られ、重力効果を計算する ことができる.この効果は当然ながら常にマイナス である.活動域(地向斜、リフトなど)では、最近 の活性化によって、プラットフォーム上とほぼ同じ



図6 大陸プラットフォーム地域におけるマントル岩石 の深度による密度の分布(一般化データ) 1 ●:個々 の実験データ(James et al., 2004), 2 □:50-100 以上のサンプル平均値(Sobolev et al., 1996; James et al., 2004; etc), 3 曲線:近似曲線.

表1 非活性化した先カンブリア代のプラットフォームの上部マントルにおける T, VP, σ の分布 (一般化データ).

H, km	T, ⁰C	V <sub>p</sub> , km/s	$\sigma$ , g/cm <sup>3</sup>	H, km	T, ⁰C	V <sub>p</sub> , km/s	$\sigma$ , g/cm <sup>3</sup>
25	340	8,08	3,30	250	1660	8,52	3,42
50	520	8,15	3,32	300	1820	8,56	3,44
100	930	8,32	3,34	350	1920	8,64	3,46
150	1220	8,39	3.36	400	2000	8,70	3,48
200	1450	8,45	3,40	450	2060	8,76	3,50

く異常値に付加される。このプロセスは、アルプス 褶曲の大きな大陸地域では 200mGal より少し高い 異常値を、小さな地域では -150mGal を生じさせ る。この過程で、アルプス褶曲の広大な大陸地域で は 200mGal よりやや高異常に、小さな領域では -150mGal 異常になる。海洋盆地でもほぼ同様の擾 乱が観測され、背弧盆地ではやや小さい擾乱(150 ~200mGal)が観測されている。最大の異常は、地 殻が最も薄い中央海嶺 (MOR) に関連している. それらの海嶺下にあるメルトレンズがマントルに起 因するものであれば、500mGal を超える異常にな る。熱モデルや上部マントルの物質の多形変換に関 する考えは、プラットフォームの現世の活性化の場 合, 信頼できない. その作用が終わっていない, 正 確な年代が不明(地域によって明らかに異なる),発 生が地域によって大きく異なる、先行する発生年代 が異なる、地殻直下や中深発地震が起こる最大深度 から超高温物質が移動する形で生ずる,などであ る. マントル重力効果については,現在の状況理解 のレベルでは「コントロール」の選択肢として、初 生タイプが使用されている。これはドニエプル-ド ネツ盆地 (DDB) のウクライナ楯状地とその斜面で 試された「Gordienko, 2017; etc.]. 活性化地域の 中央部では、その効果は約 30-40mGal、縁辺部で は -20mGal に達する.

#### 計算の誤差

提案されたモデリング方法により,少なくともい くつかの誤差の原因を推定することが可能である. とくに,異なる大陸プラットフォーム地域で実施さ れた研究結果は,地殻・上部マントル岩石における 放射壊変熱が ±0.01 µW/m<sup>3</sup>(最新値)内で変動す る可能性があることを指摘している.これは,先カ ンブリア代後期以降の地質作用や上部マントルの現 世の温度の大きな違いと相関していることが,地熱 測定データで確認されている.

そのため、プラットフォームのマントル温度は 100~200℃ の範囲となり、かなりの深さ範囲をカ バーすることができる. 密度異常は数百分の一 (g/ cm<sup>3</sup>) に達し、大きく異なる Δg 値を生ずることが ある.

しかし、さまざまな HF のプラットフォーム地域 (活性化地帯外)では、それらは気づかれない.マ ントルブロックの実際の大きさを計算すると、磁場 変化は数 mGal 程度になるはずである.もちろん、 たとえば、マントルの密度モデルパラメータにおけ る上記の不確実性、すなわち現在の PT 条件に一致 した岩石の不完全な多形変換、異なる起源のエクロ ジャイトの異常な濃集などは、密度推定と場計算に おける 誤差を下回らない.地域レベルでは ~10mGal と推定される.地殻の重力効果の計算で も同様の誤差が生じる.DSS によって充分に解明さ れた構造をもつ地域では、5~10mGal と推定され る.ここでいう計算値と観測値の差とは、後者の局 所的なばらつきを反映したものではない.異常な密 度の小天体をすべてモデルに含めることはできな い.それらを無視した場合、その手法が正しけれ ば、約 20mGal の不一致が予想される.ほとんどの 場合、これが最小値である.この値が妥当かどうか は、実験によってのみ検証できる.より大きな差異 が生ずる場合としては、まず、海盆と MOR の境界 領域、トラフと島弧の境界領域、背弧盆地が考えら れる.この点において、これらの要素が考慮された 研究結果は興味深い.

本研究の主要な課題であるマントル異常効果の計 算に着目する別の方法として,計算値と観測値の誤 差を比較・推定する方法もある.それによる誤差を 推定するためには、マントル効果の異常がない場 合、すなわちプラットフォーム上でモデリングする 場合の誤差を比較・推定する必要がある.以下の情 報は、充分に代表的なデータにもとづけば、行うこ とが可能である.その比較は東ヨーロッパのプラッ トフォーム上にある延長 4,000km 以上の断面に 沿って行われた(ウクライナ地域では~2,000km). その結果を図7に示す.

現地で観測された重力場の誤差は、計算誤差より も小さいと思われるが、さまざまな重力マップ (Atlas..., 2002; National..., 2007 など)を比較す ると、一概には言えない.後者は 10mGal,前者は ~5mGal と推定される.交差する断面では、計算さ れた地殻効果(例えば、ドンバスの 6±4mGal; Gordienko et al., 2015)を比較すると、同様の値 が得られる.速度区間が不明瞭な DSS 断面(海 洋,陸上の大規模観測断面など)では、フィールド の計算誤差が顕著に増加することが想定される.

モデリング結果



図7 現世の活性化地帯以外の東欧プラットフォームに おける重力場の計算値と観測値の偏差ヒストグラム.

モデル断面の地域は、必要なデータ量が最大とな るように選択した、断面線を図8に示す。

断面地域の地質学的・地球物理学的知識(まず, DSSデータの有無)はきわめて不均一である.とく に海洋では,地殻の構造が比較的単純で,観測され るフィールドがほとんど変化しないため,情報が不 足している.

断面1(サハリン・カムチャッカ-太平洋北西プレー ト)・断面2(シホテ・アリン-北海道海膨)

断面1 (サハリン・カムチャッカ-太平洋北西プ レート) および断面2 (シホテ・アリン-北海道海 膨) は,ユーラシア・太平洋漸移帯に位置する [Geology…, 1978; Gordienko et al, 1992; Gordienko, 2017; Chulick and Mooney, 2002; Tektonic..., 2006; Pavlenkova, 2019; etc].

正確な地殻密度のモデリングは、ここでの海底深 度の大きな違いや、オホーツク海東部のモホ不連続 面の位置が不確かなために複雑である。上部マント ル密度モデルには、2つのアルプス地向斜(サハリ ン、東カムチャッカ、千島列島)、不活性化(シホ テ・アリンの西)および活性化したエピシンメリア プレート、タタール(間宮)海峡の狭いリフト、北 西境界が不明瞭でその下で海洋化プロセスが活発な 背弧の南オホーツク海盆、過熱成分で外在する深海 海溝、北太平洋西部のプレートの明示的に活性な辺 縁部、に伴う不均一な構成要素が含まれている(図 9).

オホーツク海南部における背弧海盆の形成につい ては、[Gordienko and Gordienko, 2018] で詳細に 検討されている.熱流の大きさ、地殻の厚さの減 少、顕著なトラフの形成を伴う急速な底面沈下は、 このプロセスが明白な地域の北西で起こる可能性が 非常に高いことを示している [Tektonic..., 2006]. おそらく、これはもっと前の段階を指しているのだ と思われるが、重力異常の主な原因である上部マン トルの熱モデルも、この場合は異常である。断面2 の領域では、地震波速度 7.9km/s [Pavlenkova, 2019] と、過熱マントル岩に特徴的な下部地殻層 (?) が確認されている。その重力効果はマントルのものに起因するはずである。

計算値と観測値の差は上記の値を超えないため, 我々が用いたアプローチは概ね妥当である.この地 域における結果の信頼性を高めるため,シャンタル 湾から千島列島北部(パラムシル島)を通過する断 面 la に沿って,追加のモデルを構築した(図8参 照).観測値と計算値の  $\Delta g$  の差は,断面の東部で より顕著である.これは速度断面の詳細が不十分で あることと関連している可能性がある:断面全体を 通して,地殻層に一定の密度が割り当てられている [Pavlenkova, 2019].

### 断面3(「キンバライト」), 4(「クォーツ」), 5 (「黒海–ウラル」)

断面3~5は、異なる年代の北ユーラシアのプラッ トフォームを横断し、そのうちのいくつかは最近の 活性化段階にある [Resent…, 1985; Gordienko and Pavlenkova, 1985; Buryanov and Gordienko, 1988; Map…, 1991, 1992; Gordienko, 1999, 2017; National …, 2004; Varentsov 他, 2013; Pavlenkova and Pavlenkova, 2014; など]. おもな問題は、プラットフォームと複 雑な最近の活性化マントルモデルのどちらを選択す るかということであった. 追加のマントル効果 (隣 接する地域の下での異常なマントル密度の横方向の 効果)は、断面5の南端に対してのみ考慮された. ここでは、深海化プロセスが海洋化段階に達した黒 海深海盆の下で過熱したマントルが発見された.

最近の活性化ゾーンを特定するために,地質学 的・地球物理学的基準の複合体が使用されたが,こ れはウクライナ国内とその領土からボロネジ結晶質 群に広がるゾーンにのみ完全に適用可能である [Gordienko et al., 2020]. 断面5の南側の約 1,100km の地点で,最近のプラットフォームの活 性化の密度モデルを適用したところ,計算フィール



ンと番号.



図9 断面1(a)と断面2(b)に沿った地殻密度モデルおよび重力場 凡例1:密度モデルの構成要素とその密度値, 凡例2:重力異常の観測値, 凡例3:地殻および標準的マントルに基づく重力異常の計算値, 凡例4:マントル異常を考 慮して推定した重力異常, 凡例5:計算値と観測値の偏差ヒストグラム. 断面1(サハリン-カムチャツカ海溝)の地域 名-1:サハリン, 2:オホーツク海, 3:カムチャツカ, 4:カムチャツカ海溝, 断面2(シホテアリン-北海道海膨)の 地域名-1:シホテアリン, 2:タタール海峡, 3:サハリン, 4:オホーツク海, 5:イトゥルップ, 6:クリル(千島) 海溝, 7:北海道海膨.

ドに 30mGal の効果が生じた.北と東では選択が より困難であった.

この北ユーラシア領域では,最近活性化したゾーン(ZRA)の調査は行われていない.推定による と、これらのゾーンはプラットフォームの領域の半 分を占めている[Gordienko et al, 2022]. このため, 個々の活動の兆候を利用した.熱流束の増加は非常 に良い指標であるが,地域的に 55mW/m<sup>2</sup> より高 い値でなければならない.一方,最近始まったケー スでは,熱信号がまだ広い地域で地表に届かず,深 部流体が上昇する断層のすぐ近くでのみ HF(地殻 熱流量)が上昇する.このような状況は,とくにド ニエプル-ドネツク大峡谷で発生した.ウラル山脈 では明らかにプロセスが活発であるが,ここでは HF は背後のプラットフォーム値より低い.

この地域の地震は、活発な地球内体系であること を示すが、活性化した地域からプラットフォーム地 域の深部まで貫通する断層に沿った動きに関連する こともある。石油・ガスの含有量は、一見、活性化 の最も明確なサインである。しかし、ウクライナの 石油・ガス盆地を例にとると、それらは ZRA の一 部しか占めていないことがわかる.現代の知識レベ ルでは、上記の指標は断面5が 1,100~1,900, 2,100~2,400, 2,800~3,100km 杭で交差する東 ヨーロッパプラットフォーム地域のプラットフォー ムレジームを維持していると解釈されている(図 10).

断面4(「石英」)については、100~1,200km 圏 のプラットフォーム条件と認識された.西シベリア プレートとペチョラプレート、ウラル山脈で活性化 する可能性が高いと思われ、断面3(「キンバライ ト」)では西シベリアプレートとヴィリュイ低地で 明らかである.

この地球内部構造は,熱流束に関する情報が信頼 できないシベリアプラットフォームの大部分で疑問 視されている [Map..., 1991]. 断面の始まりから ~1,000km の距離で,約12個の HF 値が知られてい る.永久凍土効果を考慮した補正が開発されていな いため,誤差は不明である.白亜紀-古第三紀境界 では,現在のシベリアプラットフォーム内で,リフ ティングとカーボナタイトやキンバーライトを含む マグマ活動の発生が起こった.新第三紀から第四紀



図10 断面3 (a), 断面4 (b) および断面5 (c) に沿った地殻密度モデルおよび重力場 (Pavlenkova and Pavlenkova, 2014, Gordienko and Pavlenkova, 1985, Gordienko and Moiseenko, 1991, Poluektov et al., 1992, Pozdnjak et al., 2004 など) 凡例の表記は図9を参照. 断面3 (キンバライト)の地域名-1: 西シベリアプレート, 2: シベリアプラットフォーム, 3: ヴィリュイ低地. 断面4 (クォーツ)の地域名-1: 東欧プラットフォーム, 2: ペチョラプレート, 3: ウラル, 4: 西シベリアプレート. 断面5 (黒海-ウラル)の地域名-1: 黒海, 2: スキタイプレート, 3: ウクライナシールド, 4: ドニエプル-ドネツク低地, 5: ボロネジ山塊, 6: パチュルマトラフ, 7: トクモフスキーアーチ, 8: モスクワ堆積盆地, 9: ティマン海溝, 10: ティマン, 11: ペチョラプレート.

にかけて垂直隆起が活発になった [Recent…, 1985;など]. 地形海面からの高さは,キンバライ ト断面の領域では平均 700~800m (アフリカのよ うにリフティングで覆われている), 1~1.5km の高 さも一般的である. 断面の南側 (Aldan) では,新 第三紀 (10~20Ma) のマグマ活動が知られている [Kovalenko, 2010]. つまり,このプラットフォー ムが最近活性化したことはかなり確実に想定でき, それは約 30mGal の強度の負のマントル異常に対応 する.

断面上の計算フィールドと観測フィールドの偏差 のヒストグラムには、プラットフォーム条件の結果 も含まれているが、主に(断面長の80%近くが) ZRA のものである。平均偏差の差は、プラット フォームで得られたものと、複雑なマントル密度モ デルを用いた大陸-海洋移行帯で得られたものの中 間的なレベルである(図9、図10参照). これは自然 なことであり、偏差の絶対値から、予測された誤差 に関連するものと考えることができる.考慮したマ ントル異常のバージョンの計算誤差は、10~ 12mGal と推定される.

### 断面6(ケルチ-イギリス海峡)

断面6は、全長にわたって活性化した若い(キン メリア造山からヘルシニアン造山の)プラット フォームまたはアルプス地向斜の中に位置してい る. この断面は、比較的小さな地域である中央フラ ンス山塊 [Gordienko and Pavlenkova, 1985; Geophysical..., 1987; Gordienko et al., 2011, 2017; etc.] のアルプスリフト (図11) を横切る.

ZRA 下のマントル異常の影響は軽微である。東 側の大きな異常は、黒海下のマントルの横方向の効 果と、カルパチア山脈のアルプス地向斜の異なる部 分(後期キンメリア造山の南カルパチア山脈の最小 値), アルプス山脈, レノ・リビアン・リフトとの交 差に関連している。マントル擾乱の大きさは、断面 1,2と同程度である。実際、アルモリカン山塊の高 いマントル異常は、主に西ヨーロッパ大西洋盆地の ビスケー湾への接近と関連している。マントル異常 は、カルパチア山脈の中央パノニア山塊 (200mGal をわずかに超える)と、中央フランス山塊 (~200mGal) で最大となる. アルプス山脈の異常 マントルの影響は、若い過熱帯の幅が比較的小さい ため、やや小さい (~150mGal). アルプス山脈で は、マントル異常がブーゲー補正とほぼ一致すると いう興味深いアイソスタシーが観測されている。計 算値と観測値の一致は断面3~5と同様であり,計算 誤差はマントル異常強度と関係ない。<br />

断面7(ハリファックス–ダカール)

この断面は,他の地域よりもモデル化のための データが多い大西洋の一部を通過する

[Geology ..., 1978; Tectonics ..., 1981; Isostasia ..., 1987, etc]. とはいえ, 地殻の速度断 面に関する情報の「密度」は, 大陸の断面に比べて はるかに低い. 観測されたフィールドのデータだけ



図11 断面6に沿った地殻密度モデルおよび重力場 凡例の表記は図9を参照 断面6(英仏海峡-ケルチ)の地域名 -1:アルモリカン山塊,2:中央山塊,3:アルプス,4:パノニア山塊,5:アプセニ,6:トランシルヴァニア低 地,7:カルパチア山脈,8:カルパチアの前面深部,9:ドブルヤ,10:スキタイプレート.

が比較的十分な量をもっている(機器誤差は大陸の ものよりもはるかに大きいが、フリーエア異常の変 動はブーゲー補正のそれよりもずっと弱い).また, 大西洋の主要部を占める大海盆では、海洋地殻の底 の深さが保たれている。一方、海洋下のモホ不連続 面が大陸下のそれと同じ性質であるという確証はな い.したがって、混合岩もマントル異常の発生源と なりうる (Lomtev, 2008; Gordienko, 2017; etc). 前述のように、輝石相のマントル層は深さ 30km ま で加熱されても低密度であるため、異常マントルの 効果の計算に顕著な影響を与えないはずである.地 殻効果のかなりの部分は、よく研究された厚さと安 定した密度をもつ水柱によって生み出されている. 稀な例外を除いて、盆地の硬い地殻は層の厚さと密 度を一定に保っている.計算された地殻の効果は, 一般に信頼できると考えられる。しかし、中央海嶺 の領域では状況が変わる.底の深さやモホの不連続 面(後者は信頼性が低い)の差が大きいと, 密度モ デリングに大きな困難が生じることがある。しか し、この場合も満足のいく結果を得ることができる (図12).

小さな底の凹凸は、その長さに関する情報がない ため、計算では無視された.海底の深さを滑らかに 変化させることで、計算値と観測値の間に十分な一 致が得られることが判明した.中央大洋海嶺では、 底の地形とモホ不連続面の深さがより詳細に考慮さ れた.その結果、海嶺の上に巨大なマントル異常が あるにもかかわらず、その強さが重要でない地域と ほぼ同じフィールド間の一致が得られた.この場 合、異常マントルの効果は、水中で盆地の上に上昇 する MOR マスの効果と一致する.海嶺とマントル の地殻への侵入の効果の最大和(深さ 4.5~12km の範囲)は、260mGal である.この値は、海嶺中 央の上空と近隣の盆地の上空で計算されたフィール ドの差である.つまり、海嶺は地殻ブロックの厚さ と高さにおいてのみ、(キンメリア造山の海洋化後 の最近の活性化モードである)盆地と異なってい る.また、側面台地の影響は利用可能なデータから 追跡することができない.

南半球の大西洋中央海嶺を横断するアンゴラ・ブ ラジルのジオトラバースでは、マントルモデルの配 置が違っていた、マントル岩石の貫入は地殻の一部 とみなされた、マントル部分の効果は 100mGal 近 く減少した(後述).

### 断面8 (ワシントン-サンフランシスコ)

断面8は,他の断面に比べ,必要な情報が多く提供されている.

しかし,得られた速度断面は,様々な地球内部構造が存在するこのような複雑な領域に対して,あまりにも概略的である (Cook, 1970; Warren, 1968; Geology ..., 1978; Chulick and Mooney, 2002; Mooney et al, 2002; Romanyuk, 2008; Mooney and Kaban, 2010; 他); www.geologam.ru/



図12 断面7に沿った地殻密度モデルおよび重力場 凡例の表記は図9を参照 断面7(ギャリファックス-ダカール)の地域名-1:北アメリカ海盆,2:大西洋中央海嶺,3:カナリア海盆,4:ケープベルデ海膨

geophysics/seismology/seysmicheskoezondirovanie-v-severnoy-amerike).

断面のほぼ全域で平滑化された Δg 分布が使用され,計算フィールドと観測フィールドの間の偏差に 影響を与えた (図13).

使用された速度セクションは地域的で図式化され たものである.平滑化されていない実験曲線にみら れる局所的な擾乱を説明するための詳細が欠けてい る.断面8に沿った地殻密度モデルは,総合した断 面からかなり離れた場所で受信したデータを含み, 異なる交差成分下の速度セクションのデータの集合 体である.いくつかのデータは,明らかに低い(プ ラットフォームと比較して)地震波速度をもつマン トル断片を参照しており,これは直接的に活発な地 球内部構造との過熱を示す.これは主に断面の西側 で,活性化の事実とそのタイプを示す地質学的・物 理学的指標がすでに十分に存在する場所である.断 面の東端では,情報はあまり明確ではない.

また,北米コルディレラ山脈では,深いシートプ ロセスは、大陸と海洋の成分が混在している、東太 平洋海膨はカリフォルニア湾のリフトに続いてお り、すなわち海洋構造は大陸地殻をもつブロックに 囲まれている。すぐ北側にはベイズンアンドレンジ のリフトがある(活動過程の年代は 35~0Ma であ る). その規模は大陸性地溝の特徴とは異なり(例 えば、隣接するリオ・グランデと比較),火成作用 は 800~900km 幅の帯状を占めている. これらの スケールは、MOR に共通するものである。リフト は、後期キンメリア地向斜の活性化した断片、すな わち,約 80Ma で褶曲したシエラネバダと約 60Ma のロッキー山脈に囲まれている。海洋盆地の 地殻の年齢がキンメリア造山期であり、その断片の 多くが新第三紀から第四紀にかけて活性化した事実 を考慮すれば、この類比は完全なものとなる、違い は地殻の処理の程度であり、コルディレラの下では 海洋化の段階には達していない。コルディレラ山脈 系の最近の活性化は明らかである。更新世に大きく



図13 断面8に沿った地殻密度モデルおよび重力場 凡例1~5は図9の表記を参照 凡例6:堆積盆の充填物.断面8(サンフランシスコ~ワシントン)の地域名-1:太平洋,2:海岸山脈,3:グレートバレー, 4:スベラネバダ,5:ベイズンアンドレンジ地域,6:ロッキー山脈,7:グレートプレインズ,8:中央平 原,9:アパラチアン,10:大西洋.

隆起したグレートプレーンズとアパラチア山脈系 (フォアランドを含む)の活性化が一般的に認識さ れている。中央平原の熱フラックスは、増加値と背 景値の両方が存在する。隆起はグレートプレーンズ ほどではないが、ここでは地震活動がかなり活発で ある(震源地のクラスターは主に断面の南に位置す るが、その直ぐ近くにも多数ある) (geology.com/ usgs/new-madrid-seismic-zone/). また、この地域 内には油田もある。したがって、中央平原が活発で あることが望ましいと思われる. つまり, ここで は、西(ロッキー山脈まで含む)や東(海岸まで) のように、1つのマントル異常値、~30mGal を使用 することができる。ロッキー山脈の西側では、異常 値はもっと高く、アルプス山脈のリフトと地向斜の 下の状況に対応する。断面の東端と同様に、海洋盆 地マントルの横方向の効果がある。 ワシントン-サ ンフランシスコ断面の計算値と観測値の間の偏差 は、平滑化されていない観測値を使用した場合、西 半分と東半分で大きく異なっている。平滑化された フィールドを使用すると、断面の異なる部分で、偏 差は他の断面の典型的な値(±17mGal)にまで減 少することがわかった。

#### 断面9(「北緯45度」)

断面9は MOR 領域 (図14)の外側で太平洋を横 断する [Geologiya…, 1978; Galubinnoe…, 1987; Gordienko 他, 1992; Trehu 他, 1994; Chulick and Mooney, 2002; Tectonic…, 2006; Lomtev, 2008; Romanyuk 他, 2008; Golubeva, 2009; Gordienko, 2017; など. www.geophysics/ gravimetry/gravitacionnoe-pole-nadatlanticheskim-okeanom; www.geologam.ru/ geophysics/tectonics/kora-i-verhnyaya-mantiyapod-okeanami].

太平洋の固体地殻パラメータを他の海(例えばイ ンド洋)と比較すると、その違いがよくわかる、太 平洋の方が誤差は少ない(盆地の地殻の話をしてい る). この海では、堆積層の平均厚さは 0.3km, 層 内速度は 2.5km/s である。第2層では、厚さは 1.4km, 速度は 5.1km/s である。第3層では, 厚さ は 4.7km で, 速度は 6.8km/s である. 連結地殻の 平均速度は 6.4km/s である。また、断面9の東側付 近では、速度が 6.7~6.8km/s の範囲で変化してい る。地殻の平均厚さも両者の推定で異なっており、 その変動は大きい、火山活動は、天皇海山列の中で は古第三紀に限られている [Golubeva, 2009; etc.] 断面9の沿岸域では、新第三紀~第四紀マグマティ ズムが海底丘陵のラコリスのかなりの部分を占め、 海洋中央部のマントル効果異常の強度は ~30mGal 低くなっていることがわかる。断面の西側ゾーン (太平洋からユーラシア大陸への移行)では、海溝 と島弧の異常が顕著に見られる。断面9の東端で



図14 断面9に沿った地殻密度モデルおよび重力場。凡例は図9の表記を参照。断面9(千島-カスケー ディア;北緯45度)の地域名-1:千島,2:海溝,3:北海道海膨,4:北西太平洋盆地,5:天皇海山 地区,6:北東太平洋盆地,7:ファン・デ・フカプレート.

は、(断面7の大西洋の「受動的」縁辺と同様に) 計算場と観測場に擾乱がなく、これはここに存在す ると思われるファン・デ・フカ拡大海嶺とサブダク ションゾーンに対応している。

断面9は、この天体の南端を 6,000km 杭の近く で横切っている.約60年前に「発明」されて以来、 海嶺と帯の磁場の縞状異常を説明するために多くの 物理学的モデルが開発されてきた.それらは、地質 学的兆候がないにもかかわらず、太平洋東縁のプ レートテクトニック構造を確認することを目的とし ている [Gordienko, 2019等].このように、プリ オリ(以前の経験や観察に基づくことなく真実であ ると考えられる知識)を受け入れ、完全に非現実的 なスタートモデルを採った場合、観測されたフィー ルドはパラメータの選択によって「説明」すること ができる.

### 結論

この研究の結論として,重要な多くの事実で組み 立てられたさまざまな地球内部構造の密度モデルの 確立を含むが,そのような手法についての一定の結 論が得られる。なお,この手法はテクトノスフェア 上の密度分布の研究を目的としたものではなく,著 者が提案した地質学的理論の妥当性を重力・地震計 のデータで検証するためのものであることをお断り しておく.その意味で,この結果はポジティブなも のと考えるべきだろう.すべての場合(必要に応じ て地殻の簡略化した速度区間を使用した場合を含 む),計算値と観測値は,誤差によって決定される範 囲内の偏差で一致している.

構築した密度モデルに基づいて,特定の地域の地 殻と上部マントルの熱・物質移動過程といった課題 を(他の地質・地球物理学的データを用いて)説明 し,解決することが可能である。

### 文献

Atlas. Deep Structure of the Lithosphere and Ecogeology, Baisarovich, M.M., Mitropol's'kii, O.Yu., and Chuprin., S., Eds., Kiev: IGN NANU, 2002. 55p.
Brocher T.M., Empirical relations between elastic wave speeds and density in the Earth's crust. Bull. Seis. Soc. Am. 2005a. V. 95 (6). P. 2081-2092.

Brocher T.M., A regional view of urban sedi mentary basins innorthern California based on oil industry compressional-wave velocity and density logs, Bull. Seism. Soc. Am. 2005b. V. 95, (6) P. 2093-2114.

Bur'yanov, V.B. and Gordienko, V.V., Density model of the Siberian tectonosphere: in Geological Interpretation of Gravitational and Magnetic Anomalies, Tashkent: Fan, 1988, pp. 288-292.

Christensen, N., Mooney W. Seismic velocity structure and composition of the continental crust: a Galobal view, J. Geophys. Res. 1995. V.100. Issue B6. P. 9761-9788.

Chulick, G. and Mooney, W., Seismic structure of the crust and uppermost mantle of North America and adjacent oceanic basins: A synthesis, Bull. Seismol. Soc. Am.,2002, vol. 92, no. 6, pp. 2478-2492.

Cook, K.L., Rift system of in the Basin and Range province, in The World Rift System, Irvine, T.N., Ed., Ottawa: Geological Survey of Canada, 1966, pp. 246– 276; Moscow: Mir, 1970, pp. 150-172.

Gardner, G., L. Gardner, A. Gregory. Formation velocity and density - the diagnostic basics for stratigraphic traps. Geophysics. 1974. V 39, No 6. P.770-780.

Deep Seismic Sounding. Pacific Ocean Data from the World Data Center), Moscow: Geofiz. komitet SSSR, 1987. 104p.

Geology of Continental Margins, v. 2. Burk, C. and Drake, Ch,Eds., Berlin: Springer, 1974; Moscow: Mir, 1978. 372p. 184p.

Geophysical Model of the Tectonosphere of Europe, Gordienko, V.V., Ed., Kiev: Nauk. dumka, 1987.

Golizdra, G.Ya., Popovich, V.S. Density models of the sedimentary sequence of the southeastern part of the Far East, the western and northern outskirts of the Donbass. Geophys. Zh., 1998, No. 6. pp. 117-123.

Gordienko, V.V., Density Models of the Tectonosphere of Ukraine, Kiev: Intellekt, 1999. 101p.

Gordienko, V.V., On the nature of anomalies of the rate of propagation of seismic P-waves in the upper mantle, Geofiz. Zh., 2010, no. 2, pp. 43–63.

Gordienko, V.V., Thermal processes, geodynamics, and Deposits.IGF. 2017. 284p. https://docs.wixstatic.com/ ugd6d9890\_472adba2848246a9bfd80910e6848299.pd f?index=true.

Gordienko, V.V., The roof depth in the transition zone between the upper and lower mantles of the Earth, Dokl. Natl. Akad. Nauk Ukr., 2018, no. 4, pp. 60-65.

Gordienko, V.V., The Earth's crust of oceans and narrow anomalies in the magnetic field. Geol. Polezn.

Iskop.Mirovogo Okeana, 2019, no. 4, pp. 3-35.

Gordienko V. About geological theory. Геофизический журнал. 2022. No 2. C. 68-92.

Gordienko, V.V., Andreev, A.A., Bikkenina, S.K., et al., Tectonosphere of the Pacific Margin of Asia, Vladivostok:DVO RAN, 1992. 238p.

V. and Gordienko, L., Plate tectonics and earthquakes, NCGT Journal 2018, no. 4,pp. 480-492.

Gordienko V.V. and Gordienko L. Ya. P-Wave Velocities in the Upper Mantle beneath Platforms. NCGT Journal. 2022. No1. P.42-52.

Gordienko, V.V., Gordienko, I.V., Zavgorodnyaya, O.V., et al., The Ukrainian Shield: Geophysics and Deep Processes, Kiev: Korvin, 2005. 210p.

Gordienko, V.V., Gordienko, I.V., Zavgorodnyaya, O.V., et al., The Dnepr–Donetsk Depression: Geophysics and Deep Processes, Kiev: Korvin, 2006.142p.

Gordienko, V.V., Gordienko, I.V., Zavgorodnyaya, O.V., et al., The Ukrainian Carpathians: Geophysics and Deep Processes, Kiev: Logos, 2011.128p.

Gordienko, V.V., Gordienko, I.V., Zavgorodnyaya, O.V., et al., The Volyn–Podol'sk Plate: Geophysics and Deep Processes, Kiev: Nauk. dumka, 2012. 193p.

Gordienko, V.V., Gordienko, I.V., Zavgorodnyaya, O.V. et al., Donbass: Geofizika, Galubinnye protsessy (Donbass: Geophysics and Deep Processes), Kiev: Logos, 2015. 159p.

Gordienko, V.V., Gordienko, I.V., Zavgorodnyaya, O.V., et al., The South Ukrainian Monocline, Scythian Plate, the Black Sea: Geophysics and Deep Processes), Kiev: IGF NANU, 2017. 131p. https://d4d10b6a-c83d-45d7b6dc-b2c3ccafe1ce.filesusr.com/ugd/
6d9890 5e5c1df8d84a 47339bde6688a983f6ee.pdf.

Gordienko, V.V., Gordienko, I.V., Zavgorodnyaya, O.V., et al., Zones of recent activation in the territory of Ukraine, Geofiz. Zh., 2020, no. 2, pp. 29-52.

Gordienko, V.V. and Pavlenkova, N.I., Combined geothermal–geophysical models of the Earth's crust and upper mantle of the European continent, J. Geodyn., 1985, vol. 5, pp. 75-90.

Isostasy and the Gravity Field of the North Atlantic), Moscow: Nauka, 1987. 156p.

James, D., Boyd, F., Schutt, D., et al., Xenolith constraints on seismic velocities in the upper mantle Southern Africa, Geochem., Geophys., Geosyst., 2004, vol. 5, no. 1.

Kovalenko, D.V., A comparison of Late Mesozoic and Cenozoic intraplate magmatic areas in Central Asia and paleomagnetic reconstructions of the anomalous mantle location, Russ. Geol. Geophys., 2010, vol. 51, no. 7,pp. 774-784. Lomtev, V.L., New data on the tectonics and magmatism of the NW Pacific, Geol. Polezn. Iskop. Mirovogo Okeana,2008, no. 4, pp. 93-105.

Map of Heat Flow of the USSR Territory, Scale 1:5000000, Gordienko, V.V., and Moiseenko, U.I., Eds., Moscow: Mingeo SSSR, 1991.

Map of Mineral Deposits of Russia and Adjacent Countries, Scale 1:5000000, Il'in, K.B., Poluektov, V.N., and Terent'ev, V.M., Eds., St. Petersburg: VSEGEI, 1992.

Mooney, W. and Kaban, M., The North American upper mantle: Density, composition and evolution, J. Geophys. Res., 2010, vol. 115, B12424.

Mooney, W.D., Prodehl, C., and Pavlenkova, N.I., Seismic velocity structure of the continental lithosphere from controlled source data, in IASPEI Handbook, Lee, W.,Kanamori, H., Jennings, P.C., and Kisslinger, C., Eds.,2002, vol. 81A, ch. 54, pp. 887-910.

Murich A.T., Reznikov A.L., Abrazhevich E.V. and other Results of deep drilling in the central part of Donbass. Soviet geology. 1975, No. 8. pp.125-131.[

National Atlas of Russia, vol. 2: Priroda i ekologiya (The Nature and Ecology), Moscow: GOSGISTsENTR, 2004. 493p.

National Atlas of Ukraine, Kiev: Kartografiya, 2007. 440p.

Pavlenkova, N.I., Structural features of the lithosphere of continents and oceans and their nature, Geofiz. Zh.,2019, no. 2, pp. 3-57.

Pavlenkova, N.I. and Pavlenkova, G.A., The Structure of the Earth's Crust and Upper Mantle of Northern Eurasia According to Data of Seismic Profiling with Nuclear Explosions, Moscow: GEOS, 2014. 192p.

Popovich, V.S. Deconsolidation of clays in the overproductive strata of oil and gas fields. Applied geophysics. 1987. 117. P.104-110.

Recent Tectonics of the Siberian Platform and Its Influence on the Oil and Gas Capacity, Trofimuk, A.A., Varlamov, I.P., and Starosel'tsev, V.S.,Eds., Moscow: Nauka, 1985. 145p.

Romanyuk, T.V., Reflection of the Cenozoic geodynamic evolution in the modern structure of the crust and upper mantle of the western USA, Vestn. KRAUNTs, 2008, no. 1, pp. 134-146.

Sobolev, S., Zeyen, H., Stoll, G., et al., Upper mantle temperatures from teleseismic tomography of French Massif Central, Earth Planet. Sci. Lett., 1996, vol. 139, pp. 147-163.

Tectonics and the Problem of Oil and Gas Capacity of North Atlantic, Leningrad: Nedra, 1981. 200p.

Tectonic Zoning and Hydrocarbon Potential of the Sea of Okhotsk, Sergeev, K.F., Ed., Moskow, Nauka, 2006. 132p.

Trehu, A., Asudeh, I., Brocher, T., Luetgert, J., Mooney, W.,Nabelek, J., and Nakamura, Y., Crustal architecture of the Cascadia forearc, Science, 1994, vol. 265, pp. 237-243.

Varentsov, I.M., Gordienko, V.V., Gordienko, I.V., et al., The Flank of the Voronezh Crystalline Massif: Geophysics and Deep Processes, Kiev: Logos, 2013. 112p.

Warren, D., Transcontinental Geophysical Survey (35°– 39° N):Seismic Refraction Profiles of the Crust and Upper Mantle, U.S. Geol. Surv., 1968.

# 山岳水

# 山岳形成,火山活動,氷河,および水の 電気的環境における役割への新しいアプローチ(要旨)

Mountain Water, A New approach to Mountain forming, Volcanism, Galaciers and the role of water in an Electric Environment

# James Maxlow (PhD)

Stefan Ahmala, A3 Anomalies Independent Researcher & Amateur Natural Philosopher stefan.ahmala@outlook.com

# (村山敬真 訳)

要旨:人々は水辺に住み着く.ほとんどの生物は水を必要とする.水は地球上の生命にとって非常に重要であ る.誰もが合意できる理論では蒸発,降水,蓄積を通じた水の循環を説明している.気象学者は火山について はあまり知らない.火山学者は天候についてあまり知らない.これが現代科学の仕組みであり,どんな科学の 分野でも細分化された専門家が存在する.その枠組みの中で,どうやって全体の総合的な絵を描くことができ るのだろうか? それは矛盾や誤解された結果に満ちており,また特定の謎を生き残らせるようにも見える. それらのほとんどは,数10年前の実験室での実験や査読済み論文に対する知識を無視しなければ,より簡単 に理解できるはずである.この論文は,アルプスの形成と活動に関して,および多くの特徴をより大きい環境 の一部としてとらえるという,示唆に富む新しい研究法を示している.また,これは北海から地中海,黒海か ら大西洋に至るアルプス地域に住んでいるきわめて多くの人々に対する深刻な警告でもある.環境には大きな 変化(図1)が過去に起きており,これらは周期的な出来事であり,繰り返し起こり,将来も再び起こること を理解することが重要である.

 $\neq - \neg - ec{k}$ : Cryptogeysers, Cryptodomes, White Rivers, Galaciers, Alps, Flash floods, Geothermal activity, Groundwater, Scalability, Craters, Plasma, Birkeland Currents, Earth flares, Cycles, Sun, Earth, Electromagnetism, Charges, Dragons, Circuits, Earth is a Capacitor in Space, Ph, Alkaline, Mineral Water, Pile Dwellings, History, Mysticism, Scientism, Dogma, Paradigm Shift, Autodidacticism

# 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 GalOBAL TCTONICS

1. Eメール: louis.hissink@outlook.com, 2. 郵便,航空便など, 33 Fields Road, Tanja, NSW 2550, Australia (MS Word か ODT ファイル,図は gif, bmp, tiff フォーマットで別ファイルで, 3. 電話 +61 419 283 775. 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しているわけではありません. NCGT Journal 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