

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 (leybourne@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：louis.hissink@outlook.com (MS Word か ODT ファイル, 図は gif, bmp, tiff, png フォーマット) を別ファイルで送付, 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 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

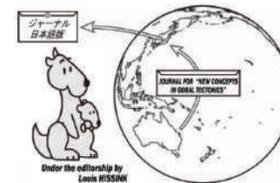
An international journal for New Concepts in Global Tectonics 日本語版発行チーム

- [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

国際オンラインジャーナル ISSN 2186-9693
グローバルテクトニクスの新概念
 An international journal for New Concepts in Global Tectonics



NCGT Journal, Volume 11, Number 4, December 2023
 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 2024 年 3 月
 https://www.ncgtj.org/



- 編集長：Louis HISSINK (louis.hissink@outlook.com)
- 編集委員：Bruce LEYBOURNE, USA (leybourne@iascc.org)
- Giovanni P. GREGORI, Italy (giovannipgregori38@gmail.com)
- Per MICHAELSEN, Mongolia (perm@must.edu.mndir)
- Lev MASLOV, USA (lev.maslov@cccs.edu)
- Masahiro SHIBA, Japan (shiba@dino.or.jp)

原著論文 Articles

Magnitude of potentially destructive earthquakes recorded in Mexico correlated to the extent of the solar proton flux
 Valentino Straser, Gabriele Cataldi, Daniele Cataldi
 メキシコで記録された潜在的に破壊的な地震のマグニチュードと太陽プロトンフラックスの範囲との相関 [岩本広志 訳] …… 126

“The Earth Expansion Theory and its Transition from Scientific Hypothesis to Scientific Belief”
 An Empirical, Scientific Method-based Rebuttal
 James Maxlow
 「地球膨張説とその科学的仮説から科学的信念への変遷」
 実証的, 科学的手法に基づく反論 [柴 正博 訳] …… 131

書籍要約 Book summary (from Russian monograph)
 Topical Theoretical Questions of Geomorphological and Morphotectonic Researches
 A. A. Gavrilo
 地形学および地殻変動研究の理論的な諸問題 [柴 正博 訳] …… 143

(この要約は、ロシア語版の序論と結論を英訳したものである。目次もロシア語からの翻訳であり、以下の様々な図や写真のキャプションもロシア語からの翻訳である。著者は、欧米の読者に、ロシア語のキャプションではわからないモノグラフの研究範囲を理解してもらうために、すべての翻訳キャプションを掲載した。)
 ※日本語版では、図と図の凡例 (キャプション) は省略したので、図については英語版を参照してください。

NGCT ジャーナルについて …… 158

原著論文 Articles

メキシコで記録された潜在的に破壊的な地震のマグニチュードと太陽プロトンフラックスの範囲との相関

Magnitude of potentially destructive earthquakes recorded in Mexico correlated to the extent of the solar proton flux

Valentino Straser¹, Gabriele Cataldi², Daniele Cataldi^{2,3}

- (1) Department of Science and Environment UPKL Brussel (B).
valentino.straser@gmail.com
(2) Radio Emissions Project (I). ltpaobserverproject@gmail.com
(3) LTPA Observer Project (I) - daniele77c@hotmail.it

[柴 正博 訳]

要旨: 2012 年から 2023 年の間に、著者らは太陽活動と潜在的に破壊的な地球規模の地震活動 (1,94 の地震イベント) を分析し、これらの地震と太陽プロトンフラックス密度の増加との間に密接な相関関係があることを特定した。この研究で得られたデータは、記録された地震の大きさと、観測されたプロトンの増加の程度との間の相関関係も浮き彫りにした。これを確認するために、本研究では、著者らは、メキシコで 2 つの異なる期間に記録された地震イベントを分析することによって得られた結果を発表する：2022 年 9 月 19 日から 22 日の間に記録されたものと、2017 年 9 月 8 日に記録されたものを用いた。

Keywords: space weather, seismic precursors, Mexico, M6+, magnitude

はじめに

長年にわたり、地震予知に関する新しい方法論の実験により、これまで考えられなかった新しい一連の地磁気地震前兆現象を特定することができた。この点に関する研究は、宇宙天気、すなわち太陽活動が地球に及ぼす影響に焦点を当てている。[これらの研究は、イタリアの科学研究プロジェクトである電波放射プロジェクトによって初めて実施され、宇宙空間外で測定された陽子密度の上昇と地震の発生との間に直接的な相関関係があることを特定した。[2-5]

これは、宇宙空間の外、地球近傍に存在するイオンの増加を、惑星間地震前兆 (ISP - Interplanetary Seismic Precursors) として真剣に考慮することを可能にする兆候を提供した。[6] [7] これらのデータにより、著者らは、L1 ラグランジュ軌道に位置するいくつかの人工衛星から提供されたデータを通じて、太陽イオンフラックス密度の変調をリアルタイムで分析することにより、

一連の短期的な地球規模の地震予測を行うことができた：

- DSCOVR (深宇宙気候観測) 衛星。
- アドバンスド・コンポジション・エクスプローラー (ACE) 衛星。

方法とデータ

この研究に使用されたデータは、iSWA-統合宇宙天気解析システムから提供されたものである。この作業仮説を確認するために、著者らは、2022 年 9 月 9 日から 22 日にかけて記録された地震シーケンスが、太陽プロトンフラックスの密度上昇に先行し、持続していたのかどうかを理解するために、2022 年 9 月 8 日から 23 日にかけての 3 つの異なる高エネルギー陽子分率 (1060-1900 keV; 310-580 keV; 115-195 keV) の太陽イオンフラックスの変調を分析した：この相関は、著者らによって 2012 年に最初に観測され[8], 2023 年 12 月 31

どの推定に基づいて、古エネルギー的な MTS の特性を決定する；

- 流域節理形態構造の地形学的、地質学的、深部構造の分析、および、対象とする鉱床地域と胎土地域および地域の構造と発展における、さまざまなオーダーのエネルギー、地力学的、地形学的中心としての役割の評価；
- 鉱石対象物の形態構造的位置 (特殊性、一般的データを考慮) と、異なる次数、発生、年代の、焦点構造、MCT、それらのグループ化、および地域断層系に関連するリニアメントネットワークに対する地球化学的異常の比較研究；
- 等質鉱床と線状鉱床の帯状の形態構造、形態テクトニック、金属原性分類群の関係スキームの作成；
- 鉱石を制御する焦点系と断層帯の進化系列を示す鉱石形成時期の形態構造計画の主要要素の同定、内因性

形態形成の新テクトニック段階におけるそれらのその後の変容の分析；

- 局所的な鉱石-マグマ系の金属生成非対称現象の推定；
- 劣化シートの調査、鉱体保存のための条件、対象物、現存する、または可能性のある砂鉱床形成地域の推定；
- 一般的 (地域的) および専門的なコンピュータ・データベースの準備、標準的な鉱石対象物や地域の地質学的、地形学的、地球物理学的、宇宙地理学的特性の体系化、分析的に正当化された検索機能、予後予測モデル、基準などの精緻化。

図と図の凡例 (キャプション)

省略

M6+ seismic sequence related to the proton increase recorded between 9 and 22 September 2022

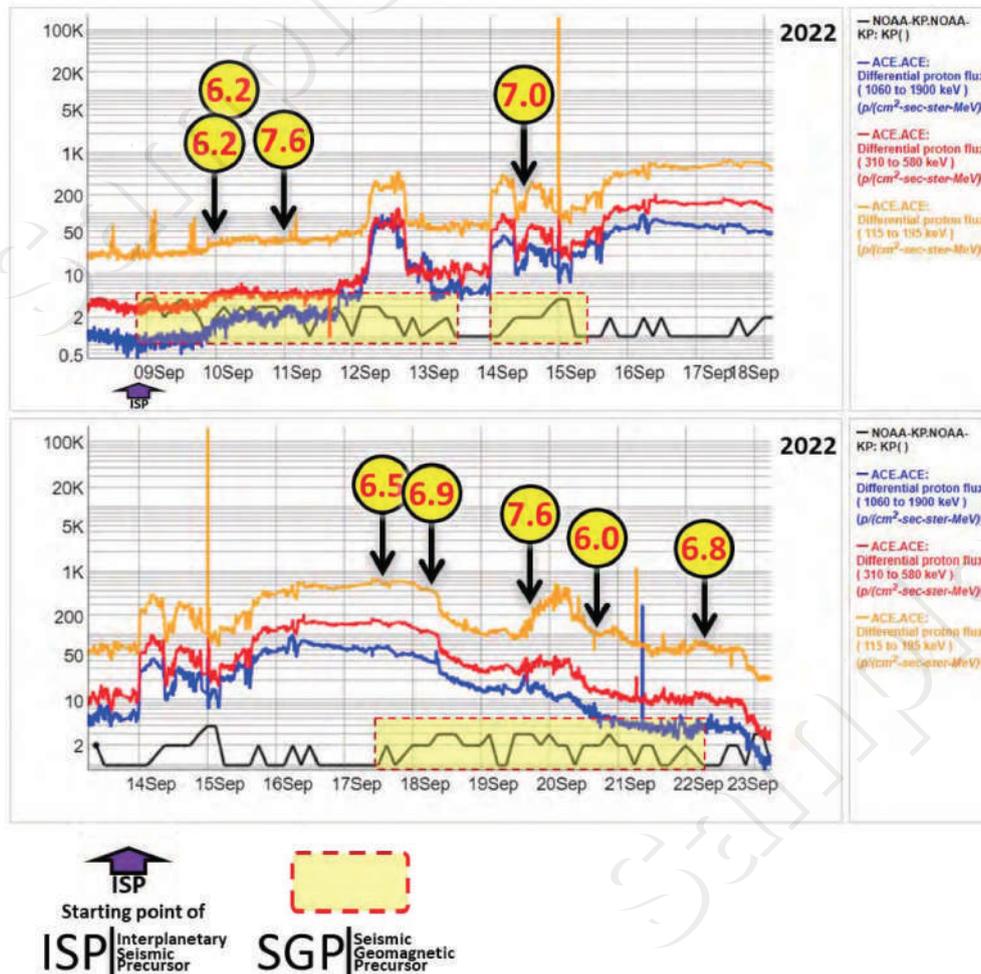


図1 2022年9月9日から23日にかけて記録されたプロトン増加に相関するM6+地震シーケンス。上のグラフでは、2022年9月9日から23日にかけて記録された太陽プロトン束密度の増加に相関して、9月9日から21日にかけて記録された潜在的に破壊的な地震現象の分布が見える。赤い破線で囲まれた黄色い領域は、地震シーケンスに相関するKp-Indexの増加を強調している。垂直の黒い矢印は、2022年9月9日から21日の間に記録された破壊的なイベントの時間マーカーを示す。出典：iSWA, ラジオ・エミッション・プロジェクト。

日まで毎年[9]再確認されている。

2022年9月8日21:15UTCに、先進組成探査衛星(ACE)は太陽風のプロトン増加の始まりを記録し、それに続いて9回の破壊的な地震(M6+)が発生した(図1)：

- M 6.2=インドネシア (2022年9月9日23:31 UTCに記録)；
- M 6.2=インドネシア (2022年9月10日00:05 UTCに記録)；
- M 7.6=パプアニューギニア (2022年9月10日23:46 UTCに記録)；

- M 7.0=バヌアツ (2022年9月14日11:04 UTCに記録)；
- M 6.5=台湾 (2022年9月17日13:41 UTCに記録)；
- M 6.9=台湾 (2022年9月18日06:44 UTCに記録)；
- M 7.6=メキシコ (2022年9月19日18:05にUTCに記録)；
- M 6.0=ロシア (2022年9月20日18:23にUTCに記録)；
- M 6.8=メキシコ (2022年9月22日06:16にUTCに記録)。

このうち2つの地震がメキシコで記録された：

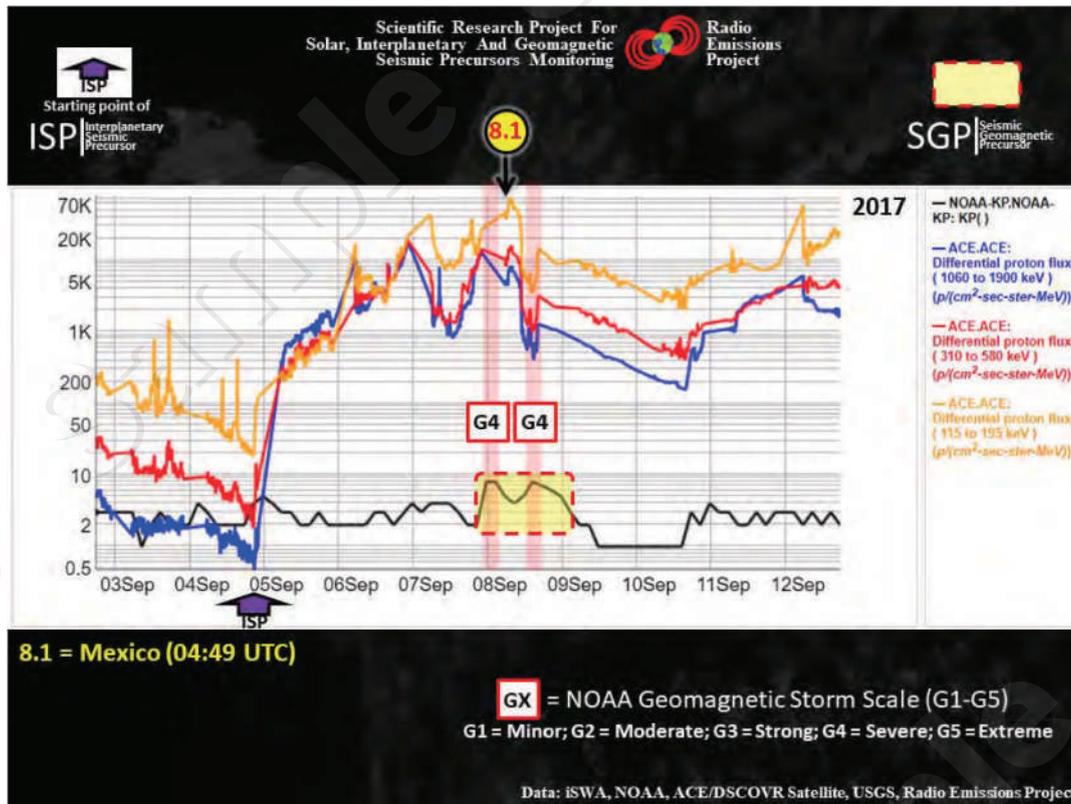


図2 2022年9月4日のプロトン増加に相関するメキシコ地震。上のグラフでは、2017年9月8日にメキシコで記録されたM8.1の地震の時間マーカーが見える。これは、2017年9月4日21時05分(UTC)に始まった強烈なプロトン上昇と相関している。さらに、このグラフは、メキシコの強い地震現象がG4級の地磁気嵐に先行していたことを示している。クレジット：iSWA、電波放射プロジェクト。

- M7.6=メキシコ (2022年9月19日18:05 UTCに記録) ;
- M6.8=メキシコ (2022年9月22日06:16 UTCに記録) .

近年メキシコで記録された潜在的に破壊的な地震活動を分析し、著者らは興味深い偶然の一致を確認した：2017年9月8日04:49 UTCに、メキシコでM8.1の地震が記録された。この地震現象の前には、2022年9月4日から始まった太陽風のプロトン密度の上昇があった(図2)。

2017年9月4日21:05 UTCに、アドバンスド・コンポジション・エクスプローラー(ACE)衛星が太陽風のプロトン増加の始まりを記録し、それに続いて2022年9月8日04:49 UTCにメキシコで記録されたM8.1の地震が発生した。この地震に数時間先行し、地震の数時間後に再び現れたG4クラス(強い)の地磁気嵐によって、地震が発生した。

地震に先行するプロトン性増加の開始タイミングを観測：

- M8.1=メキシコ (2017年9月8日04:49 UTCに記録) ;
- M7.6=メキシコ (2022年9月19日18:05 UTCに記録) ;
- M6.8=メキシコ (2022年9月22日06:16 UTCに記録) ;

2017年のメキシコM8.1地震に相関するプロトン性増加は21:05 UTCに始まり、2022年のメキシコM7.6とM6.8地震に相関するそれは21:15 UTCに始まったことが確立されている。しかし、プロトン増加の開始とメキシコの地震の間に記録された時間間隔は異なっている：

- M8.1=メキシコ (2017年9月8日04:49 UTCに記録) =70時間 ;
- M7.6=メキシコ (2022年9月19日18:05 UTCに記録) =261時間 ;
- M6.8=メキシコ (2022年9月22日06:16 UTCに記録) =297時間 .

つまり、破壊的な地震イベントのマグニチュードは、

地震イベントそのものに先行するプロトニック増加の程度と相関しているように見えるということである。

メキシコの M 8.1 地震は G4 級の地磁気嵐をもたらしたプロトン性上昇に先行されたが、2022 年 9 月に記録された 2 つのメキシコの M 7.6 と M 6.8 地震は、地磁気嵐を生じなかったそれほど強くないプロトン性上昇に先行された。

考 察

すなわち、太陽風のイオン密度の増加がラグランジュ軌道で観測される短期的な時間的背景の中で、破壊的な地震が地球上で記録され、その規模（地震の回数）は、太陽プロトンフラックスの増加の程度と継続時間と相関しているようである。 [10-14].

結 論

結論として、本研究で得られたデータは、地球規模で記録される潜在的な破壊的地震活動は、常に太陽イオンフラックス（プロトン密度）の増加に先行しており、プロトンの増加の程度と持続時間は、記録された地震イベントの規模と数の両方に正比例するようであることを確認した。

文 献

- [1] G. Cataldi, D. Cataldi (2013) Reception of Natural Radio Emissions in the ELF Band. The INSPIRE Journal, Vol. 20, Spring/Summer 2013. pp 12-16.
- [2] G. Cataldi, D. Cataldi, V. Straser (2014) Solar wind proton density variations that preceded the M6+ earthquakes occurring on a global scale between 17 and 20 April 2014. European Geosciences Union (EGU) General Assembly 2015, Natural Hazard Section (NH5.1), Sea & Ocean Hazard - Tsunami, Geophysical Research Abstract, Vol. 17, Vienna, Austria. Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, High Energy Astrophysics Division, SAO/NASA Astrophysics Data System.
- [3] 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. European Geosciences Union (EGU) General Assembly 2015, Natural Hazard Section (NH5.1), Sea & Ocean Hazard - Tsunami, Geophysical Research Abstract, Vol. 17, Vienna, Austria. Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, High Energy Astrophysics Division, SAO/NASA Astrophysics Data System.
- [4] 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. European Geosciences Union (EGU) General Assembly 2015, Natural Hazard Section (NH5.1), Sea & Ocean Hazard - Tsunami, Geophysical Research Abstract, Vol. 17, Vienna, Austria. Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, High Energy Astrophysics Division, SAO/NASA Astrophysics Data System.
- [5] G. Cataldi, V. Straser (2015) Solar wind ionic variation associated with earthquakes greater than magnitude 6.0. New Concept in Global Tectonics Journal, Vol. 3, No. 2, June 2015.
- [6] V. Straser, G. Cataldi, D. Cataldi (2015) Solar wind ionic and geomagnetic variations preceding the Md8.3 Chile earthquake. New Concept in Global Tectonics Journal, Vol. 3, No. 3, September, 2015.
- [7] G. Cataldi, D. Cataldi, V. Straser. (2016). Tsunami related to solar and geomagnetic activity. European Geosciences Union (EGU) General Assembly 2016, Solar-Terrestrial Sciences (ST2.6) Earth magnetosphere physics and geomagnetic storms, Geophysical Research Abstract, Vol. 18, Vienna, Austria.
- [8] G. Cataldi, D. Cataldi, V. Straser (2013) Variations of Terrestrial Geomagnetic Activity Correlated to M6+ Global Seismic Activity. EGU (European Geosciences Union) 2013, General Assembly, Seismology Section (SM3.1), Earthquake precursors, bio-anomalies prior to earthquakes and prediction, Geophysical Research Abstracts, Vol. 15, EGU2013-2617, Vienna, Austria. Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, High Energy Astrophysics Division, SAO/NASA Astrophysics Data System.
- [9] 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. New Concepts in Global Tectonics Journal. Vol. 10, No. 1, March, 2022. ISSN 2202-0039. pp. 11-21.
- [10] V. Straser, G. Cataldi, D. Cataldi (2016) Earthquakes unrelated to natural geomagnetic activity: A North Korean case. New Concepts in Global Tectonics (NCGT) Journal, Vol. 4, No. 1, 2016, Australia.
- [11] G. Cataldi, D. Cataldi, V. Straser (2016) Solar activity correlated to the M7.0 Japan earthquake occurred on April 15, 2016. New Concepts in Global Tectonics (NCGT) Journal, Vol. 4, No. 1, 2016, Australia.
- [12] G. Cataldi, D. Cataldi, V. Straser (2016) Solar and Geomagnetic Activity Variations Correlated to Italian M6+ Earthquakes Occurred in 2016. European Geosciences Union (EGU) General Assembly 2017. Seismology (SM1.2) /Natural Hazards (NH4.7)/

Tectonics & Structural Geology (TS5.5) The 2016 Central Italy Seismic sequence: overview of data analyses and source models. Geophysical Research Abstracts Vol. 19, EGU2017-3681, 2017.

- [13] G. Cataldi, D. Cataldi, V. Straser (2017) Solar wind proton density increase that preceded Central Italy earthquakes occurred between 26 and 30 October 2016. European Geosciences Union (EGU) General Assembly 2017. Seismology (SM1.2)/Natural Hazards (NH4.7)/Tectonics & Structural Geology (TS5.5) The 2016

Central Italy Seismic sequence: overview of data analyses and source models. Geophysical Research Abstracts Vol. 19, EGU2017-3774, 2017.

- [14] V. Straser, G. Cataldi, D. Cataldi (2017) Solar and electromagnetic signal before Mexican Earthquake M8.1, September 2017 - New Concepts in Global Tectonics Journal, Vol. 5, No. 4, December, 2017.

「地球膨張説とその科学的仮説から科学的信念への変遷」 実証的，科学的手法に基づく反論

“The Earth Expansion Theory and its Transition from Scientific Hypothesis to Scientific Belief” An Empirical, Scientific Method-based Rebuttal

James Maxlow (PhD)
Retired Professional Geoscientist, Australia
james.maxlow@bigpond.com

[柴 正博 訳]

要旨: 1960年代半ばにプレートテクトニクスが採用されて以来、科学は地球膨張説や地球の大幅な膨張や収縮を断固として否定し続けている。この否定に反論するために、著者は現代の、プレートテクトニクス以降の世界的な観測データ、特に世界地質図委員会とユネスコの許可を得てデジタル化された世界地質図（1990）を活用し、地質を過去に逆行させる。海底地質と大陸地質を過去に逆行させることで、地球物理学ではなく地質学を使って、古代大陸の過去のプレート集合と構成を正確に位置づけ、制約することができる。この演習から、古代の超大陸と海の正確な位置と配置を示す一連の地球の球体地質モデルが、前期太古累代まで遡って提示された。これらのプレート集合体は、太古の地球の球体モデルを太古累代の始まりまで地質学的に拘束された初めての例であり、それゆえユニークなものと考えられている。太古の地球の物理的特性についての前提を変えるだけで、この新しい方法論は、大陸と海洋がどのように形成され、時代を経て組み立てられていったかを理解する上でのパラダイムシフトを意味する。この研究の成果に基づけば、今日の地球科学が直面している、未知ではあるが最大の問題は、プレートテクトニクスの方が表面積が増大する地球のメカニズムに適している可能性があることを理解することができる。

Keywords: Expansion Tectonics, Plate Tectonics, Global Tectonics

はじめに

よく知られているように、科学的方法は、観察、疑問、仮説、実験、分析、結論の連続的なサイクルであり、理論が誤りであることが証明される可能性が内在している場合には、反証可能性 (falsifiability) がなければならない。意見に基づく理論を偽ることは、あくまでも意見であるという、Sudiro (2014) の発言：「プレートテクトニクスが達成した驚異的な結果は、この理論がさらに改良される可能性がないことを意味するものでも、より優れた地力学モデルが見つからないことを意味するものでもないが、地球の膨張はプレートテクトニクスに取って代わる有力な候補ではないことは明らかである。」ということは、現代の拡大テクトニク

スの研究が明確に数値化しようとしていることである。

今日、ほとんどの科学者は、1960年代半ばにプレートテクトニクスが採用されて以来、科学は地球膨張説や地球の大幅な膨張、あるいは収縮を断固として否定してきたと考えている。Sudiro (2014) の論文の本質は本質的に正しいが、長い間否定されてきた大陸移動説が1960年代半ばにプレートテクトニクスと改名されたように、否定されてきた地球膨張説は1990年代半ばに膨張テクトニクスと改名された (Maxlow, 1995)。プレートテクトニクスと同様、膨張テクトニクスへの改名も、科学に基づくモデル化の研究に現代の地球規模の観測データを反映させるために行われた。

Vogel (1983) と Maxlow (1995, 2001, 2018) による現代の地球膨張テクトニクス研究を無視して、Sudiro

(2014) は *History of Geo and Space Sciences* 誌に「地球膨張説と科学的仮説から疑似科学的信念への変遷」と題する酷評する論文を発表した。彼の散漫で、華やかで、根拠のない発言を多用し、威圧的な態度は群を抜いていて、膨張テクトニクスに関する広範な現代的研究に触れることなく、彼の個人的な見解や意見を読者に受け入れさせようとしているのは間違いない。

History of Geo- and Space Sciences 誌に対する本稿の著者の反論は、膨張テクトニクスを紹介し定量化することで Sudiro の論文に対抗しようとしたため、同誌の査読者から即座に掲載を拒否された。失礼ながら、査読の定義によれば、査読とは、作品の制作者と同じような能力を持つ 1 人以上の人間による作品の評価である。査読は、同じ関連分野の専門職の有資格者による自己規制の一形態として機能することを意図している。雑誌を選んだ査読者は、プレートテクトニクスとはいえ、それぞれの分野の専門家であり、膨張テクトニクスの専門家として適格であったわけではない。

Sudiro の論文を文脈に当てはめると、定義によれば、疑似科学とは、科学的であり事実であると主張するが、科学的方法とは相容れない声明、信念、実践からなる。疑似科学はしばしば、矛盾した、誇張された、あるいは反証不可能な主張、厳密な反証の試みよりもむしろ確証バイアスへの依存、他の専門家による評価への開放性の欠如、仮説を立てる際の体系的な実践の欠如といった特徴を持つ；偽科学的仮説が実験的に否定された後も、その仮説に固執し続ける。地球膨張説が本当に科学的手法と相容れない罪を犯しているのなら、それはそれで仕方がない。しかし、過去の科学者たちが、今では時代遅れの、あるいは存在しない歴史的な地球規模のデータに基づく、矛盾した、誇張された、あるいは反証不可能な主張に大きく依存していたからといって、彼らの研究が疑似科学とレッテルを貼られることを正当化するものではない。

対照的に、科学的方法は、観察、質問、仮説、実験、分析、結論の連続的なサイクルとして定義されている。20 世紀半ば、哲学者の Karl Popper は、科学と非科学を区別するために、反証可能性という基準を強調した。声明、仮説、理論には、それが誤りであることが証明される可能性が内在している場合、反証可能性 (falsifiability) があるとされた。この科学的方法は、虚偽であることが証明される可能性を受け入れる必要性

と相まって、まさに Maxlow (2001, 2018) の膨張テクトニック研究で取られたアプローチである。

Sudiro (2014) は論文の中で、「プレートテクトニクスが導入された後も膨張主義が生き残ることができたのは、その支持者たちが、反対する証拠を組織的に拒否したり見過ごしたりして、自分たちの理論を現実からますます切り離し、膨張を支持するデータだけを選択的に選ぶようになったからだ。さらに、推進派は膨張を説明するために想像上の物理的メカニズムを提案し続け、科学的知識は部分的なものであり、膨張の明白な証拠の前では、彼らの理論の多くの矛盾は小さな問題に過ぎない。」と主張している。またしても、それは現在入手可能な最新の地球規模の観測データを用いて行われたその後の膨張テクトニック研究 (Maxlow, 2001, 2018 参照) を考慮していない、時代遅れのデータセットに基づく意見である。

Sudiro はさらに次のように結論づけている。「プレートテクトニクスが達成した驚異的な結果は、この理論がさらに改良される可能性がないことを意味するものでも、より優れた地力学モデルが見つからないことを意味するものでもないが、地球の膨張は明らかにプレートテクトニクスに代わる有力な候補ではない。」なぜ、そうではないのか？

プレートテクトニクス以前と以後の地球膨張説

Sudiro は、プレートテクトニクスの以前に、次のように主張した。「地球膨張の主な論拠は、大陸のプロファイルがより小さな地球上で完全に相互適合するという疑問のある主張である。この仮説を検証するために、膨張論者たちは地球の三次元物理モデルを様々な大きさに拡大し、ますます小さくなる地球上の大陸間の幾何学的な適合の質を検証した (Carey, 1958, 1975; Creer, 1965; Barnett, 1969; Scalera, 2003)。」この発言に反して、Carey も Scalera も古代の地球の縮尺モデルは作っておらず、これらの文献やモデルはそれぞれ時代遅れの歴史的興味しかない。Sudiro は、Vogel (1983) の重要なモデル化の研究とその後の Maxlow (1995, 2001) の研究を都合よく無視して、「小さい地球で観測された (大陸のプロファイルの) 完全な相互適合」に関する彼の発言の重要性に言及しなかった。

さらに、「海底の磁気縞模様の発見は、海洋が膨張し

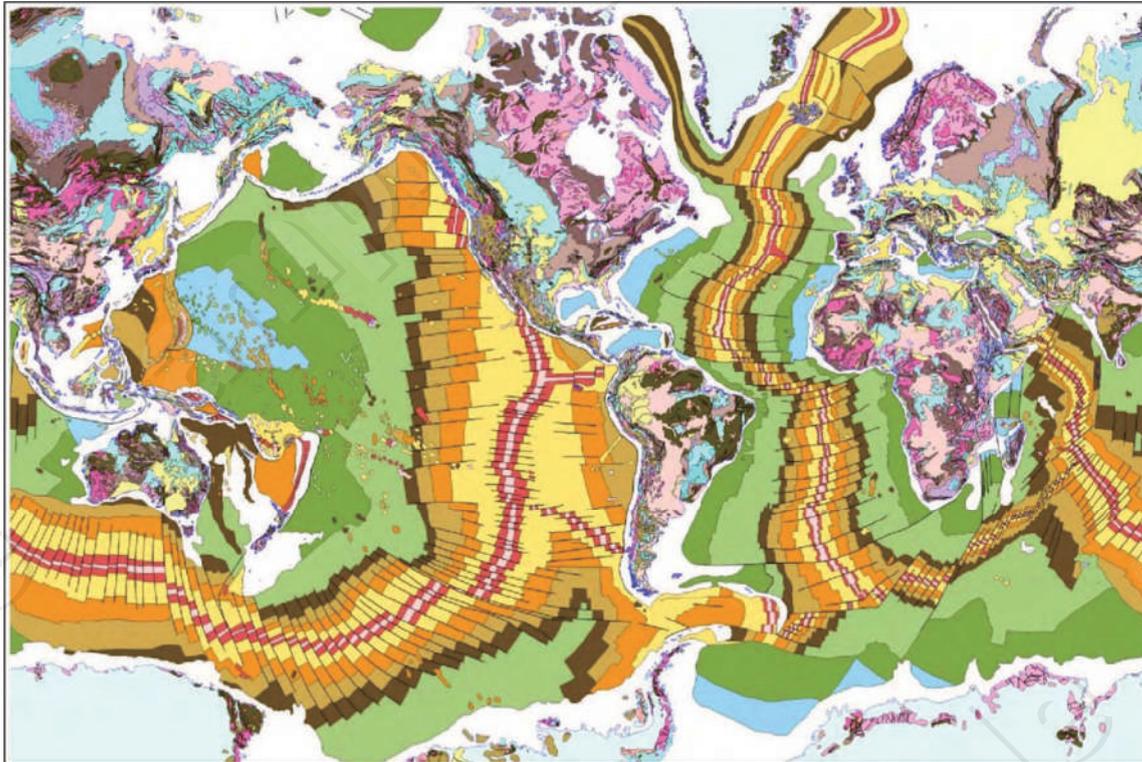


図1 世界の地質図。(世界地質図委員会および UNESCO, 1990 の許可を得てデジタル化)。(Maxlow, 2001)。

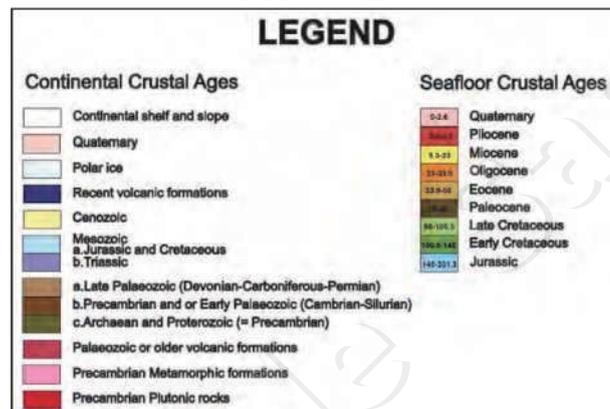


図2 図1に示した大陸地殻年代と海底地殻年代の地質学的タイムスケール。海底地殻年齢は現在より数百万年前の単位 (Maxlow, 2001)。

ていることを示す決定的な証拠であり、収縮説を否定するものであったが、膨張論者は、海洋膨張の最初の局所的な証拠を、惑星膨張の証拠として提示することもできた。膨張主義理論の根強い魅力、あるいは動員主義を採用することの難しさは、広く受け入れられているプレートテクトニクスへの移行期に発表された、中程度の拡大と限定的な漂流を組み合わせたいくつかの論文 (Holmes, 1965; Hospers and Van Andel, 1967; Van Hilten, 1968; Owen, 1976; Steine, 1977) によって裏付けられている。」

グローバル地質マッピング

1960年代にプレート理論が採用された後、1950年代から1980年代後半にかけて、年代測定を伴う海底磁気と海底地形に基づく地質学的マッピングの大規模なプログラムが全海洋で実施されたことを理解することは重要である。この地質図作成プログラムは、世界地質図委員会とユネスコによって開始され、各海洋内のすべての地殻プレートの分布を定量化し、プレートテクトニクスをさらに定量化するために実施された。1980年代後半に完成して以来、この地質図 (図1, CGMW



図 3 球体で示された現在の世界地質図 (1990) による (Maxlow, 2001).

と UNESCO, 1990 年, 凡例は図 2) の重要性は地球科学では認識されておらず, 従来のプレートのモデル化の研究では十分に活用されていない. Sudiro が主張するのは反対に, この地質マッピングは, 古代のプレートテクトニクスの地球における過去のプレートの集合体を制約する上で, ほとんど何の役割も果たしていない.

この世界地質図を球体で再現したのが図 3 である. 各図は, 各主要海洋を中心とした現在の地球の大陸地質と海底地質を示している. 大陸地殻の地質を示す色 (凡例 図 2) は, およそ 40 億年前に最も古代の太古累代, 次いで原生累代, そして古生代, 中生代, 新生代を含む, 地質学上の 5 つの主要な時代に形成された岩石を表している. 同様に, 海底の地殻を表す色は, 約 2 億年前から始まるジュラ紀から現代までの地質時代の紀や世で形成された岩石を表している.

今日, 地球科学であまり宣伝されていないのは, この地質学的マッピングの結果が, それぞれの中央大洋海嶺を中心とした対称的な色の剥離によって示されているように, それぞれの海底プレートの経時的な成長の歴史を浮き彫りにしていることである. この成長史は, 前期ジュラ紀以降のすべての中央大洋海嶺プレート境界の正確な位置を保存しており, それゆえ, 各プレートを正確に拘束し, 組み立て, この期間に各海洋を閉鎖するために容易に利用できる形式になっている.

この地図が示しているのは, 1960 年代に Hess ほか

が行った観察に基づくと, 例えば, 若い赤い縞模様と古いオレンジの縞模様の間にある黄色い海底の縞模様は, 530 万年前から 2,300 万年前までの中新世において, 古代の中央大洋海嶺の拡大帯に沿って徐々に貫入した火山溶岩を表しているということである. この間, 赤とピンクの火山岩は存在しなかった. 中新世には, 隣接する 2 つの黄色い縞模様はすべての海洋で結合され, この間, 共通の中央大洋海嶺に沿って結合されたままであった. プレートテクトニストは, これらのパターンがそれぞれの海底プレートの成長史を表しているとは全く認識しておらず, また, この地図データを使って, 半径が一定の地球モデル以外のプレート集合体を地質学的に制約することもしていない.

膨張する惑星がもたらす物理的影響

太古の地球の質量, 体積, 密度に関する Sudiro の懸念は広範だが, 根拠はない. 彼のコメントや意見は, 世界地質図が出版される前, 古代の地球半径を正確に割り出すことができるようになる前の歴史的な出版物に基づいている. まず正確な古代の地球の半径を確定しなければ, すべての説明文は単なる憶測にすぎない.

Sudiro が主張するように, 「もし地球が膨張していたら, 物理的に劇的な影響が出るだろう: 惑星の質量が体積とともに増加するのであれば, 質量を増加させる方法を見つけなければならない. 体積が増加しても質量が一定であれば, 結果として生じる密度の変化を説明する問題がある.」

世界地質図が完成する以前 (1990 年) には, 古地磁気学を用いる以外に, 古代の地球の表面積や半径の増加を研究者が自信を持って定量化できる実行可能な方法はなかった. McElhinny and Brock (1975) のような古地磁気学者は, 古地磁気による古代の地球の半径の決定から, 「...古代の地球の半径には, 時間とともに大きな変化はなかった」と結論づけた. それゆえ, 研究者は地球の表面積と半径を, 質量, 体積, 密度, 表面重力とともに一定の値に拘束する以外に選択肢がなかった. しかし, 世界地質図が出版されて以来, 色とりどりの海底縞模様の表面積を直接測定し, そこからジュラ紀初期に遡る潜在的な古代の地球の半径を独自に決定する手段が容易に利用できるようになった.

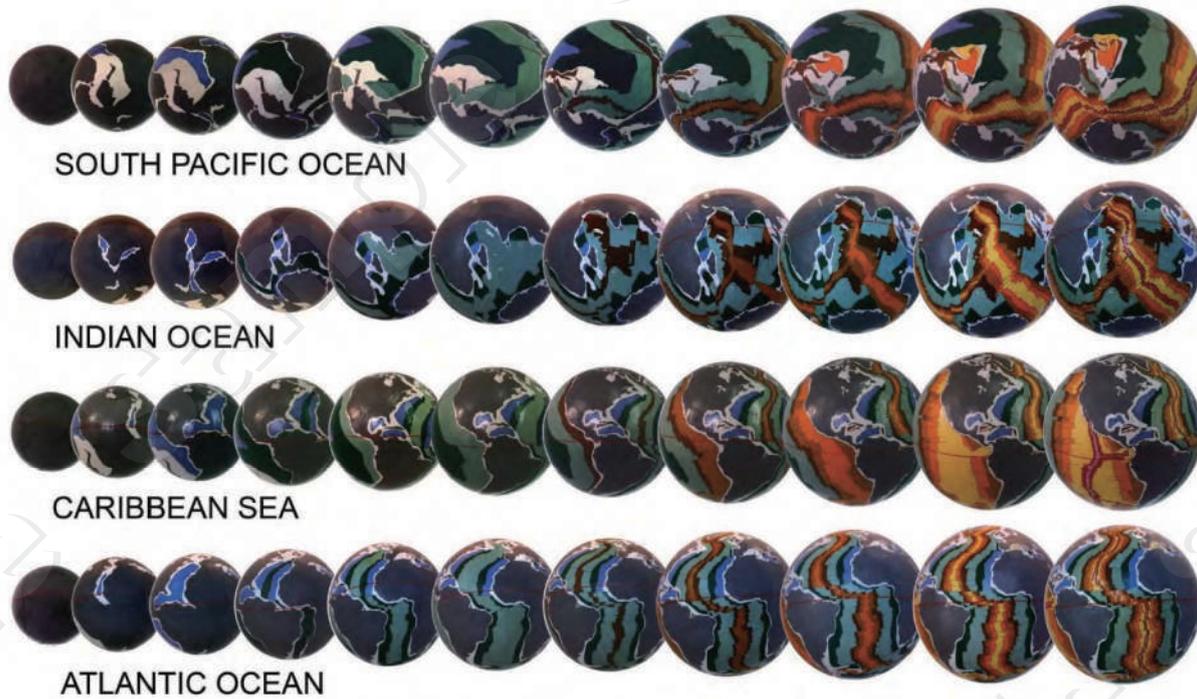


図4 ジュラ紀から現在の地球の半径を拡大した球体モデル。どのモデルも、海底地殻プレートの集合体が海底の広がりや地質学的データと完全に一致し、導き出された古代の地球半径と一致していることを示している (Maxlow, 1995)。

海底地殻のモデル化

1960年代に Hess ほかによって指摘されたように、時間を進めると、新しい海底地殻はベルトコンベヤーのような動きで海底の海嶺から絶えず広がっており、地球の海底地殻の表面積は増加している。世界地質図が完成して以来、すべての海洋における中央大洋海嶺の分布は、表面積の増加に関するこの観察が、大西洋だけでなく、すべての海洋における海底の拡張を含むと自信を持って拡張できることを示している。対照的に、時間を遡れば、すべての海洋の表面積は減少していると結論づけることも論理的である。

単純な科学に基づいた実証的な運動として、「世界地質地図」に保存されている成長史を利用し、沈み込み帯内での余剰地殻の廃棄に関する歴史的な仮定を取り除くことによって、この地図に保存されている地質を過去に遡ってリバースエンジニアリングすることによって、公表されている海底地図 (図3) の適用を試することが提案された (Maxlow, 1995, 2001)。この試行は地球の球体模型で行われ、表面積の小さい球体模型でのプレートの適合の精度を試した。球体モデルの半径、質量、体積、密度、表面重力のばらつきに関する懸念は、関連性はあるものの、そのモデルが地球の大きさ

に外挿されたときに初めて出てくるものだ。

この海底マッピングは当初、地球の海底プレートの古代の表面積を経時的に測定し、ジュラ紀初期から現代までのどの時点においても古代の地球の半径を決定する公式を確立するために使用された。この半径情報は、各時代と各時代の球体モデルを正確に構築し、この地図に示された各時代と各時代のすべての地殻プレートの位置と集合を制約するために使われた。

球体モデル上の海底地殻プレートのリバースエンジニアリングと集合は、ジュラ紀初期まで遡ること2億年に及ぶことが示され (図4)、この三畳紀以降のモデルのツールの実行可能性と独自性を示している。これらのプレート集合体は、従来の大陸漂移に基づくプレートテクトニクスの同時期の復元とは対照的で、地殻プレートの集合体は、主に古地磁気の見かけの極座標の徘徊に基づいており、それに伴って制約の乏しい複数のプレートの適合の選択肢が存在する。また、球状のモデル集合体のユニークさは、海底マッピングデータに適合するように大陸を恣意的に断片化するという従来のプレートテクトニクスの要求とは強い対照をなしている。それはまた、一定の表面積を維持するために、沈み込み帯の下に存在すると推測される地殻の大部分を処分する必要があることとも対照的である。

完成した球体模型 (図 4) では、色のついた海底の縞模様が順番に徐々に取り除かれていくにつれて、残った色の縞模様がそれぞれの模型上できれいに近づいていくのが観察された。地殻プレートは、すべての海が組織的に閉鎖される過程で、ユニークで整然とした予測可能な方法で組み合わせられる。着色された海底の縞模様を順次取り除き、より小さなモデルでプレートを再適合させることによって、それぞれのプレートがそれぞれの中央大洋海嶺の広がり軸に沿って正確に再合体していることが示され、それぞれのモデルで99%以上の適合率があると推定された。

この段階で、この球体モデル化研究は、球体モデルを使った単純で科学的根拠に基づく実証的なものであることを再度強調しておく。この球体モデル化を地球の大きさに外挿した場合、もし地球の表面積が増加していなかったり、部分的または脈動的に増加していたりすれば、すべてのプレートと大陸のこのようなユニークな結合は起こらないことを理解すべきである。同様に、もし地球の表面積が増加していなければ、復元されたプレートには大きな隙間や重なりが見られ、海底地殻の証拠に対応するために大陸地殻と海底地殻を分断する必要性がますます高まるだろう。このような隙間や重なりはそれぞれ、かつて沈み込んだ地殻があったと推定される地域の輪郭を描いている。

その代わりに、ジュラ紀から現代までの球体モデルは、マッピングされた地殻プレートに大きな隙間や重なりが生じないことを決定的に示している。どのモデルにおいても、大きなギャップやオーバーラップが生じないという事実は、プレートの集合体を再構築し、少なくともジュラ紀初期までさかのぼり、過去のすべてのプレートのユニークな結合を制約するための貴重なツールとしての、カラー海底地質図の重要性を示している。このユニークな海底地殻プレートの集合体は、ジュラ紀を超えて大陸地殻を含む表面積増加モデルのさらなる検討と調査の必要性も明らかにしている。

大陸地殻

比較的単純な海底地殻とは対照的に、大陸地殻は、最古に遡る太古累代から現代までの古代の多様な岩石から構成されている。これらの岩石には、古代の花崗岩、変成岩、火山岩、より古代の大地から侵食され変

形した堆積物や物理的に変化した堆積物、貫入または噴出した火山岩、さらに過去の低地で堆積した若い堆積物の複数の層が含まれる。これらの若い岩石は、しばしば古い岩石の広大な領域を覆っている。他の地域の研究によると、大陸地殻の平均的な組成は花崗岩である。つまり、石英や長石鉱物の形でシリカとアルミニウムを豊富に含む岩石である。この組成は、鉄とマグネシウムに富む溶岩である玄武岩の平均的組成を持つ海底地殻とは対照的である。

地球の大陸地殻の地質は、図 1 や図 3 に描かれているよりもはるかに複雑である。着色された海底地殻パターンと同様に、この地図は、保存されている地殻変動の歴史とともに、さまざまな大陸地殻岩の年代を単純に示している。大陸移動説、プレートテクトニック説、地球膨張説が発展していた 1950 年代から 1960 年代にかけて、初期の研究者たちはこのような地質学的情報をほとんど入手できなかった。

図 1 と図 3 の地球スケールでは、大陸の岩石は大陸地殻の領域にモザイクとして視覚化することができ、それらは大まかに 3 つの支配的な地殻タイプ、すなわちクラトン、造山帯、盆地から構成されている。大陸地殻のモデル化においては、それぞれの地殻領域の物理的特性、年齢分布、テクトニクス史が認識され、厳密に遵守されなければならないと考えられた。モデルを構築する際には、これらの各領域の一般的な形や配置も、既知の分布、テクトニクス史、年代に従って、地球の歴史を通じて厳密に保持されなければならない。

ジュラ紀以前の地球半径の可能性

潜在的な原始地球の半径を決定するためにここで採用した方法は、基本的に非常に単純である。海底地殻の表面積から直接設定された半径とは対照的に、ジュラ紀以前のモデル構築では、時間を遡ることによって、先行する各モデルの半径が小さな段階を経て徐々に小さくなっていく。残存する最も若い堆積岩と火成岩の同等の面積が、前のモデルから徐々に取り除かれる。そして、確立された堆積盆の世界的なネットワークは、最も古い先カンブリア時代の大陸クラトンと造山帯の岩石だけが残るまで、表面積が徐々に減少していく。

なぜなら、若い地殻の岩石は、古い地殻の岩石や造山帯の地殻の岩石が最初に形成された後に堆積、貫入、

または噴出した堆積岩や火成岩を表しているからである。若い岩石が徐々に除去される間に、堆積盆地とリフトのそれぞれは、以前の張力帯またはリフト帯の形状に復元され、すべての堆積物と火成岩はそれらが由来する露出した古代の地表、地殻、またはマントルに単純に戻される。

モデル化段階でこの主観的構築法を用いることで、原始地球の半径に相当する約 1,700 km の太古累代モデルを容易に構築することができる。この原始モデルは、最も古いピンク色と赤色の太古累代クラトン断片の集合体と、カーキ色の前期原生累代造山帯の岩石の残骸で構成されている (図 3)。この 1,700 km の太古累代の地球の半径は、最も古い原始地球のおおよその限界半径を表している。

この原始地球モデルの半径は、測定された海底地殻表面積とともに、地質学的時間のどの時点においても、潜在的な地球の半径を計算する数式を確立するために使われた。この原始半径から、古生代から三畳紀の大陸地殻と、以前にモデル化された初期ジュラ紀から現在の地球の海底地殻の数学的モデル化の研究を行うと、潜在的な地球の半径の変化は、地球表面積の指数関数的な増加率に従って増加することがわかる (図 5)。

古代の地球半径の公式は次のように表される：

$$R_a = (R_0 - R_p)e^{kt} + R_p$$

ここで、 R_a = 時刻 t における古代の地球半径、 R_0 = 現在の平均地球半径、 R_p = 原始地球の半径 = 1,700 km、 e = 自然対数の底、 k = 定数 = 4.5366×10^{-9} /年。

図 5 では、このグラフを制約するために使用された、構築された太古累代から現代の小地球モデルの位置が赤い点と四角で示されており、地球物理学的手法と大陸の視覚的再構成の両方に基づいて他の人が推定した古代の地球半径の歴史も示されている。Koziar (1980) と Vogel (1990) の半径曲線は、ここで確立された約 2 億年前までの古代の地球半径の推定値と正確に一致することが示されている。これらの歴史的な曲線の確立は、当時利用可能であった海底マッピングデータの初期バージョンに限られており、著者らはそれ以前の大陸地殻の伸長の可能性を考慮することなく、ジュラ紀以前の大陸地殻面積の推定値のみを使用した。

このグラフ (図 5) は、約 40 億年前から 16 億年前までの前期太古累代から中期原生累代の間、地球の太古の半径は比較的固定されたままであり、地球の太古

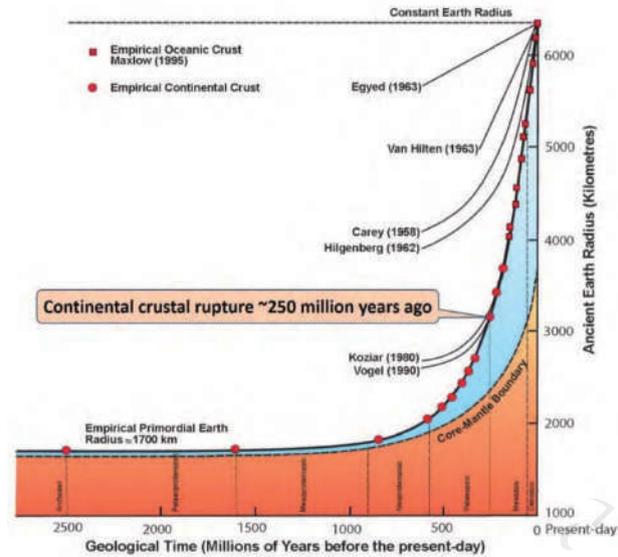


図 5 太古累代から現代までの地球半径の指数関数的増加。このグラフは、海底マッピングから得られた三畳紀以降の半径の増加と、太古累代の始原地球半径 1,700 km から得られたジュラ紀以前の半径の変化を示している。構築された小地球球体モデルは赤い丸と四角で示されている。コアとマントルの境界は推測の域を出ない (Maxlow, 2001)。

の歴史 24 億年の間、約 60 km 増加していたことを示唆している。約 16 億年前の中期原生累代から、地球は着実に、そして加速度的に半径を拡大し始め、現在に至っている。この加速度的な増加は、現在では、後ペルム紀におけるパンゲアンの超大陸地殻の分裂、それに続く現代の海洋の開口、現代の海底地殻の比較的最近の発達によって反映されている。

このグラフはまた、先カンブリア時代に、地球の半径と表面積の両方が、古代の地殻の分子規模の再分布と拡張によって対応された可能性を示唆している。この延長は、地質学的な岩石記録において、片岩、片麻岩、葉状花崗岩など、今日地表に露出している最も古い岩石にしばしば見られる線状の岩石組織によって証明されている。

古生代後期には、大陸地殻が破壊され、裂け、分裂し始め、最終的に現代の大陸が形成され、現代の海洋が形成された。大陸地殻が本来持っている強度を取り除くことで、地球は半径と表面積を急速に加速度的に増大させ、現在に至っている。

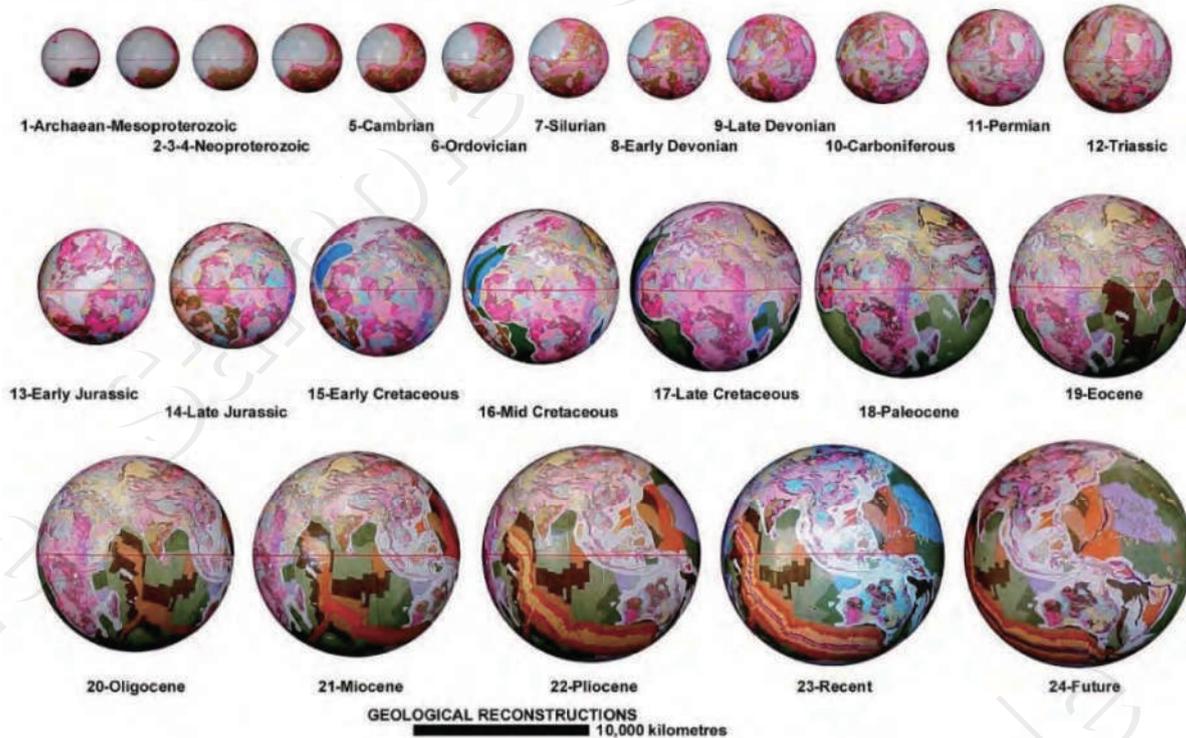


図6 球状の太古累代から未来の小地球地質モデル. 前期太古累代から現代までの年代に加え, 500 万年先を予測したモデルもある (Maxlow, 2001).

大陸地殻のモデル化

前期ジュラ紀から前期太古累代まで, 半径が大きくなる地球の球体モデルを構築するには, 若い大陸盆地の堆積物や火成岩を盆地のネットワークから徐々に取り除き, これらの岩石を古代の大地やマントルに戻すだけでよい. その後, 各大陸盆地と火成岩の複合体は, より小さな表面積のモデルで, 拡大前またはリフト形成前の形状に還元される. 時間を遡ることによって, 堆積盆や火成岩複合体の隣接する縁辺は, 隣接するより古いクラトンや造山帯地殻の空間的な完全性を保ちながら, 徐々に近接していく.

ここで紹介する 24 の球体モデル (図 6) は, 世界地質図 (1990 年) に掲載されている大陸地質と海底地質に基づいている. これらのモデルは, 以前の海底地殻モデル (モデル 13 から 23) に大陸地質を含むように再現したものであり, さらにジュラ紀以前のモデル (モデル 1 から 12) を前期太古累代まで拡張したものである.

この球体モデル化研究にとって重要なことは, これらの各モデル上のすべての大陸地殻と海洋地殻がユニ

ークに集合していることで, 地球の地質学的過去の始まりまで 40 億年に及ぶ, 表面積の増大する地球が実際に実行可能であることを示している. 太古累代から現代の球体モデルの全範囲が示しているのは, 現在信じられているような, ランダムで恣意的な, 融合一分散の周期的な地殻形成過程ではなく, 表面積の増加する地球モデルにおける地殻形成は, 代わりに, 単純で, 進化的で, 予測可能な地殻過程であることを示している.

膨張する惑星の風変わりな物理学

「膨張論者によれば, 科学者たちは, 地球膨張の未解決の謎をすべて説明できるような, 基礎物理学における革命的発見を待つべきだという. 地球膨張説の歴史は, 捏造された科学的仮説がいかにして自らの失敗を乗り越え, 科学的調査の限界に向かって, そして限界を超えて, 単なる疑似科学的信念となるまで徐々に変化していくかを示す一例である.」と Sudiro, (2014) は述べている.

しかし, 地殻プレートが球体モデル上できちんと正

確に組み合わせられるユニークな能力とは関係なく、科学者や一般の人々が抱き続けている根本的な問題は、海底地殻とその下にあるマントルを構成する膨大な量の物質が、時間を遡って地殻プレートを再び組み立てる際にどこに行くのかを理解することである。そしてさらに重要なのは、この膨大な量の物質は、時間を進めるときにどこから来るのかということだ。

2000年、欧州宇宙機関（ESA）によって4基の同じクラスターII衛星が打ち上げられた。これらの衛星は、地球周辺のデータを収集するために編隊を組んで飛行し、地球近傍の宇宙環境に及ぼす太陽の活動の影響を研究するために打ち上げられた。宇宙史上初めて、このミッションは、太陽風が磁気圏とどのように相互作用し、地球近傍空間にどのような影響を与え、地球が太陽風内の荷電粒子とどのように反応するかについての3次元情報を収集することができた。この新情報と関連する発見は、太陽粒子が地球の磁気圏を容易に透過することを示したため、欧州宇宙機関のプロジェクト科学者たちは非常に重要であると考えた。

地球の磁気圏は、太陽風が地球を通過する際に発生する、荷電した電子粒子と陽子粒子からなる閉じ込めプラズマで満ちていることが明らかになった。磁気圏へのプラズマの流れは、太陽風の密度と速度の増加、太陽風の乱れの増加に伴って増加する。磁気圏を貫通するだけでなく、プラズマはオーロラ帯の中で地球の磁力線に沿って下降し、それぞれの極で地球に入り込むことも示された。このヨーロッパの研究は、科学者たちに、プラズマの貫通はこれまで知られていたよりもずっと一般的であり、荷電した電子や陽子が地球に絶えず流れ込む手段である可能性を示唆した。

では、地球上のすべての物質の構成要素であるこれらの粒子は、地球に入ってからどうなるのだろうか？

地球の質量と半径が時間とともに増加する原因として、太陽粒子が極域で地球に入り込み、コアとマントルの境界に位置する厚さ200~300 kmのD"領域で新しい物質として再結合することが推測されている。この物質生成過程は、地球上に存在するすべての新元素および現存する元素、鉱物種の形成の基礎となるものである。さらに、地球内部で新しい物質が形成されると、時間とともにマントルの質量と体積が増加すると推測されている。マントルの体積の増加は、その後、大陸地殻の伸長として外側の地殻に伝達される。中央

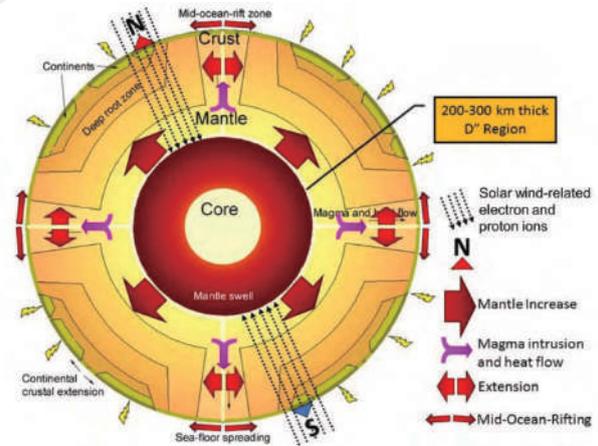


図7. 現在の地球の模式的な断面図。荷電した電子と陽子が地球に侵入し、時間とともに質量と半径が増加した影響を強調している (Maxlow, 2001)。

大洋リフト内の地殻の表層延長は、さらに新しい玄武岩質溶岩の噴出と、新しい海水と大気ガスの排出を伴う (図7)。

推測の域を出ないが、この「基礎物理学における革命的発見」は到来し、Sudiroの「劇的な物理的帰結」は、上に示した古代半径の公式を適用することで容易に解決する。あとは受け入れられ、応用されるだけである。

生物地理学的相関と地質学的リニアメント

彼の論文の中でSudiroは、Vogel (1983) やMaxlow (2001, 2018) の球体モデル化の研究や、現在利用可能な膨大な量の現代の地球規模の観測データに頼ることなく、歴史的な文献を用いて「拡大主義」を割り引いている。「それゆえ、膨張論者のアプローチに従って論争的になっている太平洋横断の相関関係を説明するためには、生物地理学者たちは、基本的な物理法則に違反し、他の多くの場面で有効と考えられている伝統的な説明を否定する理論を受け入れるために、十分に支持された地力学モデルを放棄しなければならないだけでなく、地球全体で最も顕著な生物地理学的境界の存在を無視しなければならない。また、ペルム紀以前の生物地理学的データもすべて廃棄しなければならない。すべての大陸が相互につながっていて、相対的な位置が変わることがないというモデルには当てはまらない。」

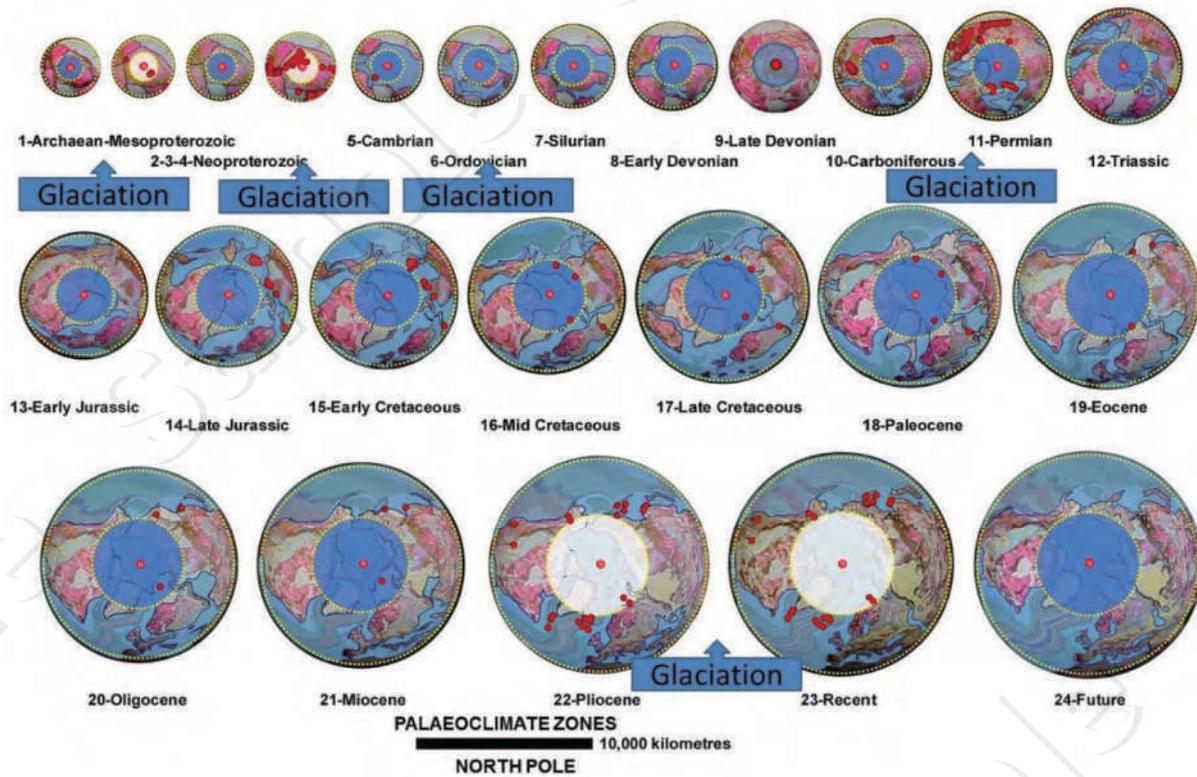


図8 球体模型上で青い網掛けをした古代の北極と極域の位置。氷河期のイベントはハイライトされ、既知の氷床の存在は白い網掛けで、氷河地層は赤い点で示され、太古の海と現代の海は淡い青の網掛けで示されている（海岸線のデータは Scotese, 1994 と Smith et al, 1994 による）。

追加データの定量化

球体モデル化による証拠を古地磁気学に当てはめると（図8）、公表されている古磁極データ（McElhinny and Lock, 1996）を各モデル上にプロットした場合、すべての古代の磁極が、本来あるべきように、正反対のユニークな北極と南極として集まっていることがわかる。同様に、プロットされた古緯度測定値（Pisarevsky, 2005）は、構築された各モデル上で予測された気候帯と一致し、定量化される。地理的・生物地理学的な追加情報は、これらの古代の磁極、赤道、気候帯の位置を適切に定量化している。

この点を強調しすぎることはない。正反対の磁極と、それぞれの磁極の中間に位置する正確な赤道は、現在のプレートテクトニクスのパラダイムでは実現できない。

公表された沿岸地形を各モデルにプロットすると（図9）、従来の大きなパンサラッサ海、イアペトゥス海、テチス海はモデル化の際に必要なことがわかる。代わりに、この同じ沿岸地形は、より限定された大陸

のパンサラッサ海、イアペトゥス海、テチス海の存在を定義し、これらはそれぞれ現代の太平洋と大西洋、そして出現したユーラシア大陸の前身を表している。この地形から、沿岸の輪郭線と出現した地表面は、古代のロディニア、ゴンドワナ、パンゲアの超大陸と小さな亜大陸の位置をさらに定量化する。この沿岸地理学は、地球の歴史を通して、古代の海と超大陸のそれぞれの進化的な進行と発展を示し、それが海水準の変化、大陸の堆積盆の輪郭の変化、地殻の移動の間に生じた変化、現代の海が開かれてから今日までの海水準の変化と密接に関係していることを示している。

さらに、これらの古代の大陸の海や超大陸が、現代の大陸や海洋の形成とともに形成された時期や発達は、原始的な先カンブリア時代の微生物が進化の苗床として有効であり、すべての生命体におけるその後の進化的変化を著しく促進するための理想的な環境を提供している。作成された各球体モデルでは、古生代の大部分において、暖かい海水が赤道域から北極域まで広がっており、新しく進化した種が、相互につながった古代のテチス海峡、イアペトゥス海峡、パンサラッサ海

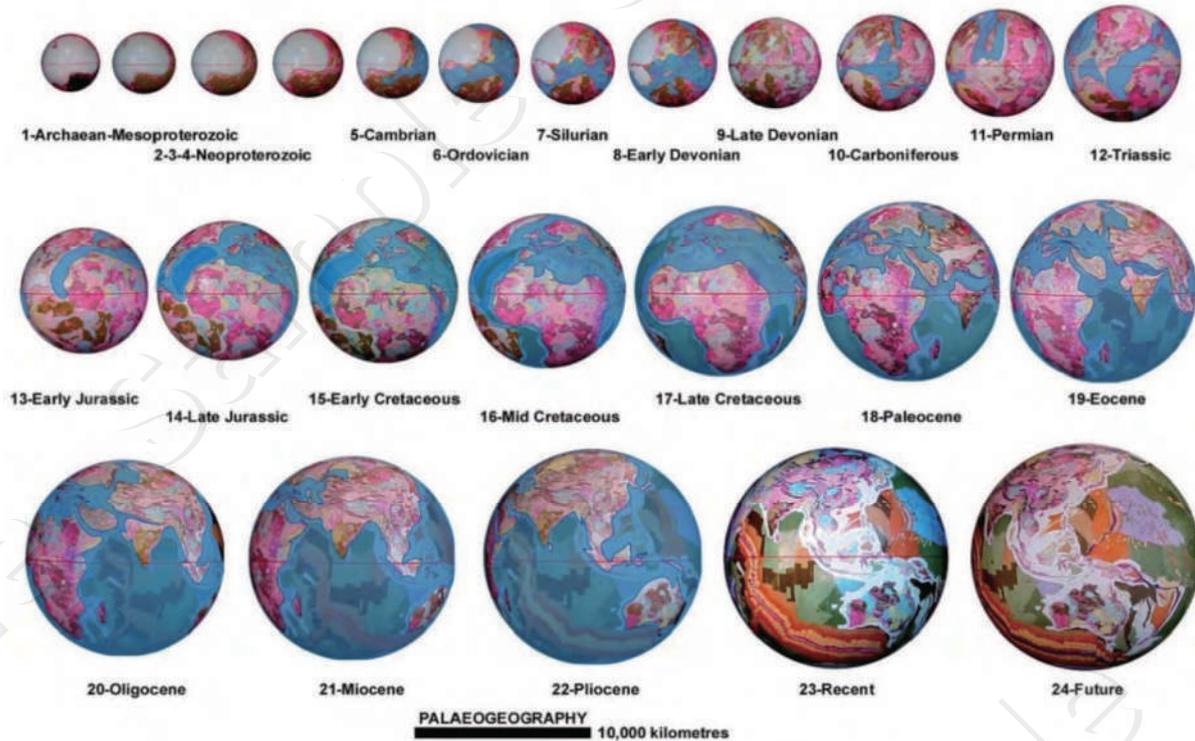


図9 太古累代から現代の球体モデルにおける海岸線の古地理。古代の海岸線は青い線で、古代の海と現代の海は青い網掛けで示されている。各画像は、古地理学的発展の広い範囲を示すために、シーケンス全体を通して経度15度進んでいる。注：後期デボン紀モデルやカンブリア紀以前のモデルについては、公表されているデータはない（海岸線データは Scotese, 1994, Smith et al, 1994 による）。

峡の各海域に容易に入植し、生息できるようになっていた。このような温暖な海の分布は、北極域に極冠が存在することを制限し、氷の存在は、その期間の大半を通じて、露出した Gondwana 南極域に限定された。

また、モデル化研究によると、古生代初期から現代に至るまで、海水準の急激かつ長期的な変化が何度かあり、それは既知の絶滅現象と正確に一致している。これらのモデルでは、海水準の大きな変化は、以前の古代の大陸海の分離や合体、地殻変動や造山活動の開始、古代の超大陸の分裂、現代の海洋の開口、古代の大陸海の排水のために起こることが示されている。これらの出来事の深刻さにもよるが、海水準変動は、地域から地球規模の気候、海洋水循環パターン、種の生息地、堆積物の種類や堆積場所にも悪影響を及ぼした可能性がある。

結論

Sudiro が、時代遅れの文献、弁論術、そして地球膨張説の長所を否定する自説の連発で読者を混乱させるのは大いに結構だが、彼の意見は膨張テクトニクスに

関する重要な研究以前のものであり、公表されている地球規模の地質図の重要性を軽視している。この球体モデル化に基づく膨張テクトニクスの研究の主な目的は、最新の地球規模の観測データと地質マッピングを活用し、プレートテクトニクスと地球膨張理論の両方の長所を物理的に検証することである。

膨張テクトニック研究の基本は、1990年に出版された世界地質図に保存されている海底プレートと大陸地殻プレートの成長史を利用することである。この研究では、著者は地質学的なプレートの歴史を過去に遡り、地球物理学ではなく地質学を使って、過去のプレートの集合と古代大陸の構成を球体モデル上に正確に位置づけ、制約することを可能にした。この演習から、現代から前期太古累代までの、古代の超大陸と海の正確な位置と配置を示す、一連の地球の球体地質モデルが構築された。これらのプレート集合体は、太古の地球が地質学的に地質年代の始まりまで遡って制約された初めての例であり、それゆえユニークなものと考えられている。

ジュラ紀から現代までの球体モデルは、海底地殻プレートの集合体に大きな隙間や重なりが生じないことを

決定的に示している。どのモデルにおいても、大きな食い違いや重なりが生じないという事実は、プレート集合体を再構築し、少なくとも前期ジュラ紀まで遡る過去のすべてのプレートのユニークな適合性を制約するための貴重なツールとして、カラー海底マッピングの重要性を示している。

この球体モデル化研究で重要なことは、これらの球体モデル上に大陸地殻と海底地殻がすべてユニークに集合していることで、地球の地質学的過去の始まりから40億年にわたる、表面積の増大する地球が実際に存在することを実証した。古生代から現代の球体モデルの全範囲が適切に示しているのは、現在我々が信じているような、ランダムで恣意的な、アマルガム分散-アマルガムの周期的な地殻形成プロセスではなく、表面積の増加する地球モデルにおける地殻形成は、代わりに、単純で、進化的で、予測可能な地殻プロセスであることを示している。

太古の地球の物理的特性についての前提を変えるだけで、この新しいプレート集合体の方法論は、大陸と海洋が時間の経過とともに形成され、発展してきた過程を理解する上でのパラダイムシフトを意味し、また現代の地球規模の観測データの重要性をよりよく理解するものである。この研究の成果に基づけば、Sudiroが達成しようとしたことに反して、今日の地球科学が直面している未知ではあるが最大の問題は、プレートテクトニクスの方が、表面積が増大する地球のメカニズムに適している可能性があることを理解することである。

文 献

- Barnett, C. H. (1969) Oceanic rises in relation to the expanding Earth hypothesis, *Nature*, 221, 1043-1044.
- Carey, S. W. (1958) The tectonic approach to continental drift. In: *Continental Drift, a Symposium*. University of Tasmania, Hobart, 177-355.
- CGMW & UNESCO (1990) *Geological Map of the World*. Commission for the Geological Map of the World, Paris.
- Creer, K. M. (1965) An Expanding Earth. *Nature* 205, 539-544.
- Holmes, A. (1965) *Principles of physical geology*, Ronald Press, New York, 1288 pp.
- Hospers, J. and S. I. Van Andel (1967) Palaeomagnetism and the hypothesis of an expanding Earth, *Tectonophysics*, 5, 5-24.
- Koziar, J. (1980) Ekspansja den oceanicznych I jej zwiazek z hipotaza ekspansji Ziemi. *Sprawozdania Wroclawskiego Towarzystwa Naukowego*, 35, 13-19.
- McElhinny, M. W. and A. Brock (1975) A new paleomagnetic result from East Africa and estimates of the Mesozoic paleoradius. *Earth and Planetary Science Letters* 27, 321-328.
- McElhinny, M. W. and J. Lock (1996) IAGA paleomagnetic databases with Access. *Surveys in Geophysics*, 17, 575-591.
- Maxlow, J. (1995) *Global Expansion Tectonics: The geological implications of an expanding Earth*. Unpublished Master of Science thesis, Curtin University of Technology, Perth, Western Australia.
- Maxlow, J. (2001) *Quantification of an Archaean to recent Earth Expansion Process using Global Geological and Geophysical Data Sets*. Unpublished PhD thesis, Curtin University of Technology, Perth, Western Australia.
- Maxlow, J. (2018) *Beyond Plate Tectonics: Unsettling Settled Science*. Aracne Editrice.
- Owen, H. G. (1976) Continental displacement and expansion of the Earth during the Mesozoic and Cenozoic. *Philosophical Transactions of the Royal Society, London* 281, 223-291.
- Pisarevsky, S. (2005) *Global Paleomagnetic Database (GPMDB V 4.6)*. Tectonics Special Research Centre of the University of Western Australia.
- Scalera, G. (2003) The expanding Earth: a sound idea for the new millennium, in: *Why expanding Earth? A book in honour of O.C. Hilgenberg*, edited by: Scalera, G., and Jacob, K.H., INGV, Rome.
- Scotese, C. R. (1994) Paleogeographic maps. In: Klein, G. D. ed. *Pangea: paleoclimate, tectonics, and sedimentation during accretion, zenith, and breakup of a supercontinent*. Geological Society of America Special Paper, 288 pp.
- Smith, A. G., D. G. Smith and B. M. Funnell (1994) *Atlas of Mesozoic and Cenozoic coastlines*. Cambridge University Press.
- Steine J. 1977. An expanding Earth on the basis of sea-floor spreading and subduction rates, *Geology*, 5, 313-318.
- Sudiro, P. (2014) The Earth Expansion Theory and its Transition from Scientific Hypothesis to Pseudoscientific Belief. *History of Geo- and Space Sciences*, 5, 135-148
- Van Hilten, D (1968) Global expansion and paleomagnetic data, *Tectonophysics*, 5, 191-210.
- Vogel, K. (1983) Global models and Earth expansion. In: Carey S.W. ed. *Expanding Earth Symposium*, Sydney, 1981. University of Tasmania, 17-27.
- Vogel, K. (1990) The expansion of the Earth - an alternative model to the plate tectonics theory. In: *Critical Aspects of the Plate Tectonics Theory; Volume II, Alternative Theories*. Theophrastus Publishers, Athens, Greece, 14-34.

書籍要約 *Book Summary*

地形学および地殻変動研究の理論的な諸問題

Topical Theoretical Questions of Geomorphological and Morphotectonic Researches

A. A. Gavrilov

Editor-in-chief: Doctor of Geological Sciences. R.G. Kulnich

Reviewers: Doctor of Geological Sciences R. B Shakirov,
Doctor of Geographical Sciences V. V. Shamov

V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute Far Eastern Branch Russian Academy of Sciences

Vladivostok : Dalnauka, 2022. - 324 p.

[柴 正博 訳]

この単行本は、地形学と形態テクトニクスの基本的な概念を明確にし、多くの基本的な問題を解決することを目的とした理論的研究の成果を収録している。新たな立場から、地形学的なシステム組織の要素の定義が与えられ、収束とホモロジーの現象が考察され、キュリー、ル・シャトリエ-ブラウン、エネルギーコストの最小化の原則の形態形成過程の分析への適用が実証され、地形学の法則の独自の定式化がなされた。形態形成の領域は、レリーフの形や地質構造を三次元的な形成物として一体的に評価することを可能にする主な研究対象として考えられている。地形学的、地質学的、地球物理学的データと宇宙からのリモートセンシング資料の分析と統合に対する提案された方法論と統合的アプローチは、既存のテクトジェネシスのモデルの地形学的検証の可能性と、多くの金属生成の問題の解決の可能性を開くものであり、他の地球科学におけるレリーフに関するデータのより広い利用のための一般的な基礎を作るものである。本書は学生、高等教育機関の教員、専門家、研究者を対象としている。

目次

はじめに	7	3. 2. 様々なオブジェクトの相同性と収束的発展のいくつかの例	89
第1章 極東地形学派：形成の歴史、発展、主な業績	16	4章. 地形要素と河川システムの異常相関	98
第2章 地形学とモルフォテクトニクス用語の問題点		4.1. 調査方法と調査手法...98	
2.1 一般地形学の基本概念	44	4.2. シベリアと極東の山脈と谷川の異常相関の特徴	99
2.2 収束現象、ホモロジー、フラクタル性、シナジエティクス	51	4.3. 個々の地域と大陸における異常な地形状況	105
2.3 内生的地形学とモルフォテクトニクスに関する用語	66	4.3.1. 極東南部と東シベリア.....	105
第3章. 中心型、線形型、線形結び目型の自然系と人為系のホモロジーと収束について	76	4.3.2. ヨーロッパ、アジア、北米.....	114
3.1. 調査方法と方法論の問題点	77	第5章. 浮彫年齢問題のさまざまな側面.....	120
		5.1. 視点と概念の見直し.....	120
		5.2. 実践的研究成果.....	136
		5.2.1. 極東南部と隣接地域の地形テクトニクス.....	136



A. A. Gavrilov
地形学および地殻変動研究の理論的な諸問題
Vladivostok 2022

5.2.2. 山嶺の起源と年代.....	150	7.1. 惑星の側面.....	206
第6章. 地形学の法則について.....	170	7.2. 地域テレーンモデルのパラドックス (極東南部 地域)	224
6.1. 見解と仮説の簡単な分析.....	171	第8章. 山地形成と花崗岩類の問題.....	242
6.2. 既存の視点に代わる選択肢.....	185	8.1. 研究の方法論的問題点.....	245
第7章. ネオモビリスティックな概念とモデルとのパ ラドックス.....	206	8.2. 地域素材.....	250

8.3. 花崗岩の形成と造山..... 262

第 9 章. 金属組織学的形態構造研究の理論と実践の問題点..... 271

9.1. 鉱床地域の形態構造および形態テクトニック調査の方法論について..... 272

9.2. 鉱石含有量の地域別焦点構造の問題点..... 290

9.2.1. 東アジア・メガアーチ..... 290

9.2.2. コラ・カレリアン・メガアーチ..... 294

9.2.3. 朝鮮メガアーチ..... 300

9.2.4. 日本列島の造山アーチ..... 303

結論..... 310

文献..... 325

はじめに

現在の宇宙測地学の成果 (SLR, DORIS, GPS プログラムなど), プログラム (ETOPO1, ETOPO2, GEBCO 2014, Google Earth) の枠組みにおける水深地域データベースやデジタル全球レリーフモデルの作成に関連する精巧さ, さらに地理情報技術の完成は, 地形学の可能性と地位を著しく高め, それを質的に異なるレベルにまで引き上げている。同時に, 理論地形学のパラダイム, 基本的な概念, 教義はゆっくりと少しずつ変化している。この科学における主要なパラドックスの一つは, 多くの専門家 (Kashmenskaya, 1980; Timofeev, 1984, 2011; Simonov, 1999, 2005; Lastochkin, 1987, 2002, 2011; et al.) の研究対象として, 地球 (ES) または岩石圏 (LS) の表面のレリーフが考えられているが, 実際には外生的・内生的な形態形成の 3 次元モデルが広く使われていることである。このような状況は, 形態形成, 岩石形成, 力学的・第四紀的地質学的現象の外生的プロセスの研究に主な注意が払われていた地形図作成の実践によって決定され, 歴史的に発展してきた。

著者によれば, 地形学と形態テクトニクスは, 層序学とテクトニクスと並んで, 地質調査作業の基本的な学問分野である。地盤の構造, 起源, 発達に関するデータは, 地盤力学, 地震テクトニクス, 形態テクトニクス, 新テクトニクス, 古地理学的復元, 予測, そして, ブラックー, 沖積土, 堆積土, 火山性堆積土, その他の外生・内生鉱床の探索の問題を解決するために広く利用されている。

ロシアでは 1960 年代半ばから, 鉱石地形学, 形態構造・金属構造解析, 鉱石・石油・ガス産出地域・地区の形態テクトニクス, リニアメント調査, 環状構造や中心型構造の学説といった研究方向が発展してきた。そのためには, 地形学の方法論を改善し, 概念装置を更新し, 地球の構造と進化に関する研究を積極的に展開するという新たな課題に適応させる必要がある。

本書が読者に提案するのは, まさにこれらの問題に捧げられたものである。本書は単行本コレクションである。テーマ別に構成された各章は, 共通の方法論で結ばれており, エネルギー中心と領域を形成する構造という提案コンセプトの可能性を説明するためのものである。この概念は, 空間におけるエネルギー伝送の 2 つの基本的に可能な方法—マルチベクトル (体積) とモノベクトル (チャンネル) —の存在に関する既知の考えに基づいており, 中心型, 線形型, 線形結び目型, その他多くの教義のエネルギーを含むシステムの普遍的な性質を仮定している (Gavrilov, 2015a, 2017b など)。

現在の数多くの経験的データは, 地球と地球型惑星の地形が直接的または間接的に反映していることを示している: 1-地質転位と地質体のパラメータ, 形態, 遺伝子型, 階層, 年代, 形成深度; 2-岩石圏の地形の構造基盤の形成メカニズム; 3-変成作用, 火成活動, マントルの脱ガスと脱流, プルームテクトニクスとマントルダイアピリズムの規模と特徴; 4- 内生的・外生的な地質学的プロセス (岩盤移動のタイプ, 性質, 指向性, 強度); 5-形態形成の宇宙発生的要因の影響 (隕石衝突, 地球と月・太陽との重力相互作用); 6-岩石の物理力学的・化学的特性 (形態力学的効果を決定する); 7-形態形成の気候的, 景観的条件, 8-惑星的, 地域的な隆起計画の傾向に関連し, 内生的, 外生的なエネルギー物質移動のバランスを反映する隆起形成の一般的規則性; 9-地形学的収束, 相同性, テクトジェネシス, リソジェネシス, 形態形成の周期性の現象 (Gavrilov, 2017b)。

しかし, 実際には, 地形学的手法の情報容量が明らかに過小評価されている。例えば, VSEGEI の既存の指示では, 州地質図-200 の完全なセットには, 縮尺 1:500,000 の地形図のみを提示することになっている。その結果, 地形研究の近代的な手法や成果は, 国内の生産地質組織では主張されていない。この理由の一つとして, 理論的な地形学の停滞が考えられる。地球や

岩石圏の地形の構造、形成、発達に関する科学としての地形学の定義は、我々の惑星に関する科学全般の中で解決しなければならない目的や課題に対応していない。

すなわち、内生的な地形の起源と地殻変動形成過程の地力学、岩石圏の構造的要素の地形学的表示、形態的景観の歴史的・遺伝的復元、地震、地すべり、鉱山原生など、形態構造的、形態テクトニックな根拠に基づく予測などである。問題の解決は、形態形成の空間的な3次元モデルへの移行と、適切な概念基盤の構築に見られる。

岩石圏の表面は、地質学的・地球物理学的に最も重要な区分であり、惑星本体と宇宙空間との間の体積的遷移帯の産物である。この区分には、地殻、水圏、大気圏、生物圏の相互作用領域である地殻と、地殻と岩石圏マントルからなる惑星の固体表層が含まれる。この層の形成と発達は、地表や深部の地質学的なエネルギー物質移動現象や宇宙発生的な出来事の参加によって行われる。これらの立場から、レリーフは、地球圏の一体性の中で実現される物質、エネルギー、情報の一般的な惑星循環の一部であり、形態形成圏の存在を語る事ができ、一般的な地形学の研究の主な対象として考えることができる。

このアプローチに基づき、提案された研究(第2章)では、形態構造解析、形態テクトニクス、ネオテクトニクスの目的、研究対象、および理論的・実践的な地形学にとって重要な用語の定義が与えられている。これらは、「地形システム(GMS)の組織の統一要素」、レリーフの形態、「形態形成球」、「相同性」、「収束」、「流域の結び目-形態構造」などである。

これらはすべて、惑星の内生的・外生的な力による鉱物の移動というレリーフ過程の物理的性質から生じている。内生的・外生的な惑星の力による鉱物の移動にある(Devdariani, 1964; Krivolutsky, 1977; Davis, 1884; Penck, 1924; and others)。初等ダイナミック GMS とは、鉱物の構造、性質を保持し、体積的なレリーフ形状の形成と変容の際に、内生的または外生的な力によってそれぞれ動かされる物質の最小粒子である(Gavrilov, 1985, 2015b, 2017b)。

複雑な構造と発達を持つ地域の地質学的・地形学的研究においては、複雑な形態構造と形態テクトニックな研究を行うことが推奨される。この場合、研究対象

はレリーフの形態と地質構造の両方であり、岩石圏の上部に露出している物体である。これにより、地質学的過去の形態景観をより正確に復元し、新生代だけでなく、より古い時代の堆積物、鉱区、節、地域、地区などの地形学的・形態テクトニックな局在条件を研究することができる。

第2章と他の多くの章では、ル・シャトリエ-ブラウン、キュリー、GMS コストの内部エネルギー最小化の原則が、レリーフ形成過程の統一、発展傾向、自己組織化現象、調和を決定するという考え方が承認されている。そして、それは形態形成球体の対称性にフォームの形態と対称性を適合させることによって実現される。著者によれば、一方では形態学的特徴の選択、相同性、レリーフ形態の収束的發展を保証し、他方では安定性、存在期間、地球の形態学的景観における支配的な役割を保証するのはエネルギー要因である。これらの位置から、地形学的収束現象の性質が考察され、主なレリーフ形態の相同系列が決定される。

個別の章(第3章)は、形態形成の分野で実行されているのと同じエネルギー因子と自己組織化の原理に基づいて収束發展している、様々な自然および人為的システムのホモロジー現象の分析に費やされている。これは、地質学的、地理学的、その他の環境における中心的、直線的なタイプのエネルギーを持つ物体について、形式化された構造幾何学的アプローチを用いて見解を統合する試みである。

地形学と形態テクトニクスの多くの問題を解決するために、流域の節理を、地質学的な内容が一致するレリーフの特定の形態(流域節理形態構造: WKM)とみなすことが提案されていて、そして流域節理形態構造の形成と発達は、地殻の正変形の安定した成長の中心と関連している(Ch. 4)。WKMは河川の源流の位置を制御し、排水地域の境界を定め、隣接する窪地とともに地表流出の勾配と主要な方向を決定する。

地形学およびエネルギー的な中心地として、それらは山岳地域および侵食地域全体の構造と発展要因の重要な要素であり、地形学的進化のあらゆる段階におけるそれらの変容の主な特徴を決定する。造山テクトニクスの仮説検証や古地形復元、河川ネットワーク形成史の調査などにWKM認証を利用することが提案されている。このような認定は、地形学的、地質学的、

地球物理学的な資料, 形態構造学的, 形態構造学的な調査結果の複合体に基づいて行われる。

モノグラフの主要なセクションの一つ(第5章)は, レリーフ時代の複雑な問題に費やされている。過去に発表された資料や概念 (Gavrilov, 2014a, b, 2017b) を改訂, 補足, 明確化した。造山, 尾根, 隆起アーチの形をした1つの地形学的対象は, 異なる起源, 年代の構造を含み, 複雑な年代を持つ岩石圏変換のいくつかの段階の産物であることが示されている。これが, 地形年齢の定義に関する議論と多様なアプローチの理由である。

岩石圏上に露出した高ランクの地質構造(プルーム・メガアーチ上, 中間山塊, 造山帯など)の長期的な変遷を例に, レリーフ上のイメージが変化することを示す。構成的地殻変動と破壊的地殻変動の最終段階のみの結果は, 現在, ロシア極東やその他の地域で観察することができる。極東南部の山の形成年代の最終的な評価は, 新生代中・後期の窪地, ネオテクトニック破壊期の盆地形成が重なった時期と過程に依存することが判明した。そのため, 地形, 造山帯の領域, 河川網のパターン, 山の尾根の境界が変化し, アーチブロック隆起の周辺部の形態学的特徴や相対的な高さに影響を与えた。

第6章では, 地形学における法則性の問題を分析する。提案されたアプローチの枠組みで研究された結果, 10個の一般的な定義(概念)が形成され, 著者はこれを地形学の一般法則と特殊法則とみなしている。これらはすべて, 形態形成プロセスの物理的本質, GMSの散逸的性質, エネルギーコストとロスを最小化する(エントロピー生成を最小化する)原理, キュリー, ル・シャトリエ, ブラウン, そしていくつかの経験則に基づいている。理論的地形学の危機は, 適切なパラダイムの創造が, 平面レリーフの幾何学化概念の形態学的またはシステム形態学的アプローチに立脚しているという事実と大きく関係している, と筆者は考えている。物理的形成の一般的な規則性という観点からレリーフの形成を考える必要性が熟して久しい。このステップは, テクトノスフェアの高エネルギー飽和, 異なる地圏の活発な相互作用, 巨大な海洋性窪地とその周囲の大陸の形をした様々なパターンと発展による惑星形態構造が典型的である地球太平洋セクターの内因性形態形成の特異性と地質学的プロセスの探求における長年

の経験に助けられた。両者の間に存在する相違と矛盾は, 特に地下の異常な地震活動, 山地形成の大規模で永続的な現象, 地溝形成と噴出性貫入性火成活動, 遷移帯の鉱石プロセスの形で現れている。これらのことから, 太平洋移動帯の一部である極東地域と東アジア地域は, 地形学, テクトニクス, 金属形成学の多くの基本的な問題を調査し, 解決するための重要な多角形となっている。

次の章(第7章)の内容は, プレートテクトニクスの仮説, 他の新動態モデル, およびいくつかの代替概念の進歩に対する批判的分析である。ソビエト連邦の廃止とロシア地質局の果てしない改革は, 財政的, 組織的, 人的損失だけではなく, 「ペレストロイカ」の混乱の中で, わが国では科学革命の名目で, 地質学研究の既存の理論的基盤に対する不信任が強まった。まず, テクトニクスやジオテクトニクスのような科学分野が攻撃されたが, 地質学の知識の他の分野も影響を受けた。プレートテクトニクスの活発な拡大や, テラインテクトニクスを含むその他のネオモビリズムのモデルについてである。比較的短期間のうちに, それまでの理論的・実践的な地質学の多くの成果や業績が, 不要になり, 主張されなくなったのである。さまざまな地質図, 地殻変動図, 古地理図, モノグラフ, 論文, 地質図作成のための指導書, 講義コース, 専門家向けのトレーニングプランなどは, 完全に不合理なほど時代遅れになっている。理論的, 実用的に意義のある重要な出版物の多くが, 不当に忘れ去られてしまった。それらのいくつかを現在の情報分野に戻す必要性は明らかである。

この特異なイデオロギーによる妨害工作は, 強力な広告キャンペーンを伴って行われ, 地質学的作業や調査(測量, 試掘, 鉱床探査, 各種検査, 教育など)の世界市場を, 米国の支配的な役割を持つ狭い範囲の国々が完全に独占することになった。知識の連続性原則の違反は, ロシアの地質学と科学的, 科学的生産組織にとって, 跡形もなく過ぎ去ることはなかった。流行を追い求めるあまり, 彼らはかつての権威や地位を失い, 地質サービスや一流大国の企業と対等に競争する機会も失った。

一見したところ, 宇宙測地学資料(SLR, DORIS, GPSなど)の出現によって, ネオモビリズムに有利な問題が明確に解決され, プレートテクトニクスは根本的に

重要な正当性を得た。しかし実際には、状況はかなり不確かなままである。明らかに、これらの観察や測定は、決定的な論拠を得るにはあまりに短命である。サハリン、千島列島、カムチャッカの地力学的多角形における機器測定データ (Voelikova et al, 2007; Zakharov et al, 1982) は、例えば、個々のブロック (岩石圏プレートの要素) の定常運動が往復運動であり、振動的な性質を持っていることを示している。これは、岩石圏上部の応力場ベクトルの周期的な変化と圧縮-伸張モードの交替を反映している。地殻、岩石圏における応力と水平運動の補償は、ニュートンの第3法則に完全に準拠し、地質学的空間の問題を排除するため、このような地質力学的体制が最も可能性が高い (Gavrilov, 2009a, 2017b)。

プレートテクトニクス仮説の主要な立場を批判するために捧げられた広範な専門文献がある。いくつかの著作における基本的な指摘の数は数十を超える (Gavrilov, Vasil'ev, 2004; Gavrilov, 2009a; Vasil'ev, Choi, 2001; Vlasov, 1989, 1993, 1996; Rezanov, 1987, 1999; 2002; Controversial aspects..., 2002; Udintsev, 2002; Smoot et al., 2001; etc.)。海域の広がりや深海の谷の長さの違いに関する資料はよく知られており、沈み込み過程が現れていない大陸縁辺に海が存在することなども知られている。大陸内付加衝突山構造の原因とメカニズム決定の不可能性を示した。深海トレンチの実際の構造と、提案されたネオモビリズムのモデルとの間に根本的な相違があることが指摘された。いくつかの主要な方向と地域的な深層断層の長期的なネットワークを持つ断層の惑星システムの存在、大陸下層中心部の長期的な内生的活動の存在、プレート内テクトノマグマの活性化の現象などについての説明はない。

ロシアの地形学は、外国の研究とは異なり、岩石圏の潜在的な構造要素を示すことに特化しており、宇宙からのリモートセンシングデータを広く活用しながら、地質学的・地形学的に複雑な地形形成過程の調査 (形態構造解析, モルフォテクトニクス, ネオテクトニクス) を行っている。その一例が、1960年代半ばからロシアで活発に発展し、現在有望な研究分野のひとつとなっている中心型構造と形態構造 (SCT と MCT) の学説である。わが国では、形態構造 (MCT) の地域地図と調査地図が作成され (Soloviev, 1978; Soloviev, Ryzhova, 1983; and others), その認定と分類の問題が作

成され、惑星と地域の図式が作成された (Yezhov, Khudyakov, 1984; Yezhov, 1986; Ring structures..., 1987; Space information..., 1983; etc.)。リング状の焦点構造と深部断層のマグマ支配帯の採鉱学的な意味を評価するために多くのことが行われ、リニアメントテクトニクスとリング状金属生成学の教義が定式化され、適切な形態構造-金属生成ゾーニングスキームと予後判定基準が開発されてきた (Gavrilov, 1992, 1993; Yezhov, Andreev, 1989; Metallogeny..., 1992; Seredin, 1987; Skublova, 1987; Volchanskaya, 1981 など)。

中心型構造 (SCT) の教義の主要なテーゼと、フォーカル・テクト・形態形成の概念 (Yezhov, Khudyakov, 1984; Metallogeny..., 1984; Popova, 1966; Ring structures, 1987; Soloviev, 1978; Thomson, Favorskaya, 1973 など) は、地下の構造的・物質的変容に関連する地殻変動現象の深淵な性質に関する考え方や資料に基づいている。すなわち、ブルームテクトニクス、マンテルダイアピリズム、地下深部の流体の流れに関する情報や、地質学的空間の構造化における流体力学と火成活動の特別な役割に関する概念やデータである (Artyushkov, 2012; Grachev, 2000; Letnikov, 2000; Morphotectonics..., 1988; Morgan, 1971 など)。

海外では、起源の問題、局所的な環状構造 (または SCT) の発達とその鉱石含有量に焦点が当てられていた (Albers, Kleinhampl, 1970; Anderson, 1937; Oide, 1989; Reynolds, 1954, 1956 など)。地域や惑星のランクリング構造の調査はあまり知られていない (O'Driscoll, Campbell, 1997; Saul, 1978; Pavoni, 1981 など)。その理由は、地質学的構造と地球の発展における局所的なジオダイナミクス現象の重要な意義に関する得られたデータが、ネオモビリズム論者の構造やモデルと矛盾しているという事実にある。ネオモビリズムとブルームテクトニクスを、統一された概念体系 (Dobretsov, 2003) の枠組みの中で結びつけようとする個々の試みは、著者によれば、その性質上、ほとんど折衷的なものである。

形態テクトニクスと地形学における造山問題の関連性を考慮し、著者は造山運動と花崗岩火成活動との関連性の問題に本書の1章 (第8章) を割いた。これらのプロセスの主な特徴について考察した。陸地と海、海洋底の山地構造の構造と発達における焦点系と断層帯の普遍的な役割が示された。個々の参考対象などの

研究結果が発表された。得られたデータによると、ヘテロクロナス、ポリサイクリックな山地形成に最も有利な条件は、圧縮-伸張テクトニック体制が交互に繰り返されること、焦点地力学と衝突地力学のプロセスが組み合わされることである。

最終章（第9章）は、鉍床地帯の地形学的・形態構造学的調査によって生じる実際的な問題を解決するための理論的規定案の承認に費やされている。地質学、地形学、地球物理学、宇宙地質学などのさまざまな情報を統合的に利用することで、鉍区や地域の構造的な特徴や発展を示すことができ、鉍物の産出や鉍床の分布、局在などの規則性を評価することができる。

得られた資料は、大規模な鉍床、鉍区、地域が関連する造山系の形成において、長期にわたる生きたプレート、マントルダイアピル、マグマ中心、深層断層、それらの交点のノートが特別に重要であることを示している。内因性形態形成、火成活動と造山運動の一般的な深部の性質は、鉍石成分を含むエネルギーと物質移動の流れの深部と地表の原因、条件実現、移動経路の研究を目的としたモデルの類似性を決定する。

鉍石地形学の伝統的な問題解決（ヒプソメトリー位置の決定、鉍体の劣化シートなど）とは別に、さらに、金属生成の目的のために、地質学的・地形学的作業を幅広く複合的に実施することが提案されている。ネオモビリズムのモデルにおいては、プレートや地層の境界から離れた個々の鉍床やその空間的なグループについて、テクトジェネシス、レリーフ形成、鉍石生成の決定論的な関連は決定されない。提案されたアプローチの重要な利点は、鉍石を制御し鉍石を局在化させる特定のタイプの構造、モルフォストラクチャーの存在である。中心型構造（SCT）と形態構造（MCT）の研究（Gavrilov, 1993, 1999）によって得られた資料である異種データ全体の統合的な利用に基づくオレマグマティック・システムのコンピュータ認証は、応用上非常に重要である。

ロシア極東で実施された長期（1970-2020年）の地形学的・形態構造学的研究（Gavrilov, 1988a, b, 1992, 1993, 2009a, b, 2015a, b, 2017a, b, 2020, etc.; Gavrilov, Vasiliev, 2004; Yezhov, Ishchenko, 1984; Yezhov, Khudyakov, 1984; Yezhov, 1986; Yezhov et al., 1995; Korotky, 1983, 1985; Korotky, Khudyakov, 1990; Kulakov, 1980, 1986; Morphotectonic systems..., 1988; Nikonova, 1966, 1986;

Tashchi, Yermoshin, 1988; Khudyakov, 1965, 1977; South..., 1972; and many others) は、我々の惑星レリーフに関する科学のさらなる発展に貢献した。

こうした活動の主な成果は、本書の冒頭（第1章）で簡単に紹介されている。その仕事の主な特徴は、地形学、地質学、地球物理学のデータ、宇宙からのリモートセンシング資料の分析と統合への複雑なアプローチである。従来の地形学とは異なり、岩石圏の表層で発生する地形形成過程の研究に専門家の関心を集中させることで、形態形成の領域が研究対象となり、レリーフの形態や地質構造を一体として、つまり3次元システムとして考察することが可能となった。深部構造と地域の形態構造計画との関係を評価し、岩石圏の主要なエネルギー産生要素の役割を果たす焦点系と断層帯の特別なレリーフ形成の意義を確立する新たなレベルの機会があった。局所的構造形成の概念は、地域的な山地形成のモデルの構築や、様々な鉍物の産出の形態構造的な位置づけの探求、火成学的、地力学的、その他の過程の推定に大きな影響を与えた。

数多くの出版物の中で提示され、実証されたアイデアや概念の独創性と科学的意義は、「極東地形学派」という言葉の出現に貢献した。

結 論

1. 従来の地形学では、地球（ES）や岩石圏（LS）で起きているレリーフ形成過程に研究者の注意が向けられていたが、本研究では、形態形成の領域を研究対象とすることを提案する。これによって、地形や地質構造を3次元システムとして一体的に探求することができる。その結果、岩石圏の主要なエネルギー産生要素の役割を果たすフォーカルシステムと断層帯の特別なレリーフ形成の意義を確立し、他の多くの理論的および応用的問題を解決するために、新たなレベルで、テリメインの形態構造と深層構造との関係を推定することが可能になった。

2. 提案されたアプローチは、熱力学、対称性、結晶学、物体の構造と形状形成の一般原則の既知の位置と法則に基づき、形態形成過程の研究と空間モデル化の機会を開くものである。将来的には、コンピュータ技術、デジタル地形モデル、形態形成現象の物理学的・力学的実験データ、試験地での実践的な地質学的・地形学

的調査の結果などを利用することで、このようなことが促進されるであろう。科学的知見の連続性の原則に従い、空間地形学は、地球と岩石圏のレリーフ研究で以前に得られた主な科学的・実用的成果や成果を同化している。

3. 地形学的プロセスの物理的本質は、地形学の主要な概念体系を構築するための客観的基礎である。それは、形態形成領域内での内因性・外因性の力によるミネラル物質の移動にある。地球の他の大気圏になぞらえれば、テクトノスフィアは地球の地殻を含む3次元の地層であり、惑星体と宇宙空間との相互作用を決定する。提案されたアプローチに従えば、この領域の境界は、浮き彫りを形成する物質の輸送条件の消滅または急激な変化に関連しており、その性質は条件付きである。

4. 地形学的 (GMS) および地質学的システム組織の統一かつ形式化された要素の定義が、レリーフ形成現象の性質に基づいて与えられている。これは物質の最小粒子であり、鉱物の特性や構造を保持し、形態形成のプロセスに関与する。初生ダイナミック GMS とは、体積地形の形成と変化によって、それぞれ内生的または外生的な力によって移動する鉱物の最小粒子である (Gavrilov, 1985)。動きが止まれば、静的な GMS となる。

5. 提案されたエネルギーアプローチと GMS 組織の同定された要素の統一な性質は、内生的形態形成の物理力学的、転位メカニズムだけでなく、変成プロセスや鉱物レベルでの岩石圏の構造-物質変換 (相転移、鉱物の脱水など) に関連する他のエネルギー物質移動現象のレリーフ形成の役割も考慮に入れることを可能にする。同じ立場から、形態構造解析、形態テクトニクス、ネオテクトニクスの研究の目的、対象、対象が示され、歴史的・遺伝的復元、テクトニックな造山仮説の地形学的検証、形態構造解析、金属組織解析の方法論的基礎が決定される。地形学的対象の3つの主な相同系列が区別され、「適合性」、「相同性」、その他多くの概念の定義が与えられている。

6. 提案されている構造形成エネルギーセンターとゾーン概念は、地質学的、地理学的、その他の環境における中心的、直線的なタイプのエネルギーを持つ物体に関する既存の見解を、形式化された構造幾何学的アプローチを用いて統合する試みである。このコンセプトは、マルチベクトル (容積型) とモノベクトル (チ

ャンネル型) という2つの基本的に可能な空間におけるエネルギー伝達方法の存在に関する既知の考えに基づいており、中心型、線形型、線形結び目型の構造の普遍的な性質を仮定している。

7. 自然および人為的な物体の形成と進化の過程の一般的な方向性は、その内部エネルギーの支出と損失を最小化するという原則によって決定される。これは、さまざまな物質体およびそれらに関連するシステムのエネルギー、幾何学的、構造的、機能的特性の相互依存によって実現される。この原理による収束現象の根底にある散逸過程の不変性は、形態や基盤が類似し、環境条件に最大限に適応し、耐性を持つ自然物や人工物の系列を出現させる。このような発展の傾向は、異なる環境条件への最大限の適応 (キュリーの原理) に合致し、現存する形態の多様性を制限するだけでなく、形成物の特定の形態形成タイプ (相同系列) の優位性を保証する。外的な影響要因に対する抵抗力に加え、活動の効率と存在期間によって区別される。

8. 複雑な社会経済的複合体の発生過程には、初等的な社会経済的細胞の構造と発達の基本特徴だけでなく、様々な環境における自己組織化構造のプロセスの結果である、中心型、線形型、線形結び目型の自然 (地質学的、地理学的、生物学的) エネルギー生成システムも含まれる。得られたデータは、さまざまな環境における自己組織化に関する法則のひとつを定式化するための基礎となる: 「すべてのエネルギー中心は、その発達の過程で、放射状-同心円状の帯区分と、内部構造の要素を局在化させるための普遍的な枠組みを備えたリング構造と形態を組織する。地下の焦点システムには、単核、多核、核衛星、衛星軌道タイプの構造基盤がある (Gavrilov, 1990)。

9. このような構造的要素は、比較的詳細に調査された地域 (極東南部) の山岳構造の中に表れている: それは、地質学的基盤の古代の構造 (テクトニック、マグマティック、変成岩)、その後の構造的テクトジェニスの段階での転位、ネオテクトニックブロックである。また、地殻変動形成の最終破壊段階 (山間窪地、玄武岩火山活動) の影響の痕跡や、外部環境の影響 (対称性) を反映した外生的な地形形成の結果も見られる。このように、造山帯、海嶺、造山アーチの形をした1つの地形学的対象は、いくつかの段階の岩石圏表層の変化の産物であり、その年代は複雑である。すなわち、

これが地形の年代を決定するための議論と多様なアプローチの理由である。

10. レリーフ形成過程の二重の性質は、等ポテンシャル面の形成に対する形態形成現象の一般的な指向性を背景として、地質体、構造物形成過程、地殻変動の顕在化から生じる侵食と侵食のレリーフ形態の一定の独立性を決定する。大気圏、水圏、生物圏の浮き彫り形成要因の膨大な活動のために、地球のレリーフ全体は本質的に形態彫刻的である。特に大規模で集中的な外生的形態形成は、ポテンシャル（流域の結び目-形態構造）と運動（河川）のエネルギーが最大限に蓄えられた山岳地帯で行われている。より高いランクの物体の要素や部分であるレリーフの形は、それらに相対的に古い年代を持つことはできないが、レリーフを形成する構造は可能である。

11. 形態構造プランのプラス要素とマイナス要素が互いに影響し合うことは、"テクトニック・カップル効果"と定義できる。そのうちの1つが支配的であることには、エネルギー的・年代的根拠がある。極東南部の後期中生代の山岳地帯の新テクトニクスの変容の規模は、後期新生代の地域破壊的地殻変動の重畳的過程のエネルギー、強度、期間に依存していた。ネオテクトニクス的な山地形成のメカニズムとしては、地溝形成期の間盆地からの水平移動が、隣接する海嶺での衝突-圧縮へと変化すること（Lishnevsky, Shevchenko, 1974, 1977; Khudyakov, 1977）、隣接する盆地からの熱と物質移動現象によって、深い造山断層帯で花崗岩化過程が活性化し、大陸地殻の破壊とマンツルのダイアピリズム現象が実現すること、などが仮説として考えられている。

12. 中国東北部の極東南方地域と隣接する地域のテクトニクス的基盤は、東アジアのオーバー・プルーム・メガ・アーチと、それらに関連する造山アーチと山間盆地の線状節系である。利用可能な地質学的データによると、それは深い歴史的ルーツを持っている。メガアーチの形成は、先カンブリア時代に古代のプルーム、すなわち大陸岩石圏成長の一次コア（核）の出現とともに始まり、その構造には、この地域の地質学的発展の初期段階の新アルケアン、古原生代の変成岩や火成岩の地層が関与している。その後、古生代初期、後期、中生代後期において、プルーム焦点系とマグマを制御する環太平洋断層が周期的に活性化（カレドニア紀、ヘルシニアン紀、シメリアン紀）しながら、造山と花

崗岩形成プロセスが実現した（Gavrilov, 2017b）。地溝形成とマンツルダイアピリズムに関連した破壊的変質は、山地形成の時期とその時期の間に、メガアーチ内でも繰り返し現れた。このようなテクトニック体制の逆転は、盆地、準平原の形成、プラットフォーム領域への移行を伴っていた。

13. 同心円状の構造的、形態構造的要素、放射状の標高分布と地質学的帯区分が現代のレリーフに正確に反映されていることは、東アジアのプルーム活動の脈動、しかし極めて長期的で継承された性質を表現している。一般に、中央アジア、東アジア、太平洋への移行帯の地質学的構造と発展において主導的な役割を果たしたのは、長寿命で離散的に機能するオーバー・プルーム・メガアーチ（モンゴル・シベリア、アナバルスキー、東アジア、ヤノ・コリムスキー、ヤポノモルススキーなど）であると考えられる。

14. 構造火成活動による隆起、貫入ドーム、褶曲、さまざまな大きさ、年代のブロックなどの直線的あるいは等角的なシステムは、造山帯の構造的基礎と考えられているが、それらのマグマ圧密は、構築的なアーチブロック地殻変動の最終段階（中生代後期）に起こった。先カンブリア時代、古生代の構造要素を受け継いでいるにもかかわらず、東アジアのオーバー・プルーム・メガアーチの地域造山帯の内部は、内生的な地形として形成された時期は中生代後期から新生代初期である。これは、後期ペルム紀-前期三畳紀境界における大規模な地域的平坦化現象の存在と、ユーラシア大陸東縁における後期中生代花崗岩類造山火成活動の大規模な過程によるものである。

15. 極東南部の山地形成の地形学的年代の最終的な評価は、新生代中期から後期にかけての山間窪地、トラフ、縁辺大陸の海が形成される盆地の過程に依存し、それは地域発展の破壊的な段階を閉じることで生じたものである。このような地形は、造山帯の輪郭、面積、河川系のパターン、山脈の境界をさまざまな程度に変化させ、造山アーチの周辺部の形態学的特徴や相対的な高さに影響を与えた。このような変化は、山間窪地の境界で最も顕著であり、基本的な組成の火山活動の中心地（東ブレインスキー帯、西シホテ-アリンスキー帯、プリブレジュイ玄武岩帯）は、深い断層のゾーンや断層が交差する節に生じた。

16. ジュラ紀初期からシホテ-アリン造山帯で大陸型地殻変動が形成されたという仮説 (Khanchuk, 2000; Kemkin, 2006; and others) は, 古代のプラットフォームや山塊 (Khankaisky, Partisansky) の基底層の存在や, マグマを制御する深部断層の存在に関するデータと完全に矛盾する. オーバー・プルーム・メガ・アーチ内の造山系の長期的・継承的發展に関する資料, 中生代前期 (三畳紀~ジュラ紀下部) の厚い地層に粗大なテリゲナ堆積物 (転石, 小石など) が存在するという数多くのデータ, その他の情報 (Gavrilov, 2009a, b, c, 2017b; など) も同様に説得力がある. 中国東北部の造山帯とそれに隣接するロシア極東南部の造山帯 (シホテ-アリン帯の南西部と朝鮮-オホーツク造山帯のマロヒンガノーブレインスキー帯) は, 長命な東アジアのプルームの活発な影響によって, 先カンブリア時代とエピゲルシン台地のシアル質基盤上に生じたもので, 重水素起源である.

17. 造山アーチ, 構造火成活動による隆起, およびそれらに付随する大規模な流域節理構造 (WKM) は, 極東南部地域と中国東北部の形態構造計画の発展に慣性と連続性を与えてきた. 構成的テクトジェニスの最終段階 (中生代後期から新生代前期) 以降の WKM の役割と位置づけは, 新生代中期から後期にかけての形態構造計画の破壊的変容 (Le-Chatelier-Brown の原理) 後も変わっていない. 地質学的な時間では, 外生的な隆起プロセスの活動が活発なため, エネルギー供給なしに地域隆起が存在する期間は限られている. 同時に, マントル焦点系と深部断層に関連する花崗岩と山地形成の中心は, 離散的に発達することができるが, 形態構造計画の支配的な要素として, 何千万年, 何億年という周期的な下層土の物質とエネルギーの供給によって継承される. 山間部やピードモントの窪地, 深層断層やマントル・ディアピールと関連した盆地 (松遼, ヴェルフネ・ツェイスカヤなど) は, 同様に長く発達することができる, 継承される.

18. 極東造山アーチ内の尾根境界の役割は, 山間盆地だけでなく河谷も担っているという事実から, これらの線状隆起の孤立性, 年代, 形態的独自性は, 山地河川の侵食活動と共役的な侵食過程に依存していると考えられる. 断層帯に関連する山岳河川の谷のほとんどが, テクトニクス的に決定されていることを考慮すると, 山脈には内生的・外生的な二重の性質が

あると結論づけることができる. 長命な造山帯の中では, それらは通常, アーチやテクトノ火成活動による隆起のテクトニックおよび侵食による剥離の総合的な産物である. このことは, 山岳地域と個々の山地形成の浮き彫り時間の概念を大きく変えるものである.

19. 造山アーチ, その線状節理, 造山帯, 地域的なWKMsの年代は, 年代的なディアパズンの中にある: ジュラ紀後期-白亜紀前期, 白亜紀前期-後期, 白亜紀後期-暁新世は, 花崗岩と造山フロントが西から東へ移動する時期である. しかし, 山間部, ピードモントの窪地, 縁辺大陸の海の盆地の形成につながったテクトジェネシスの最後の段階が現れた時期を考慮すると, 中新世はロシア極東南部地域の地形形成の主要な段階である. 形態テクトニック・マッピングによって, 内生的な浮き彫り形態 (形態構造) と, 地質体, すなわちレリーフにコンフォーマルに表現された構造 (地形構造) の年代を区別する必要がある.

20. 国内外の研究者が発表した著作に示されたレリーフ形成の経験則を分析したところ, 主に外生的な形態形成過程に関連する法則や理論的概念が数多く存在することがわかった. 内生的要因は, 地殻変動に関する一般的な考え方のレベルで, 間接的にのみ, 地形形成プロセスの構成要素として評価された. 研究対象として, 地表は考慮されたが, 形態形成圏は考慮されなかった.

21. 理論的地形学の危機は, 著者によれば, レリーフの平坦性の幾何学化という概念の枠組みの中で, 形態学的あるいはシステム形態学的アプローチに基づく適切なパラダイムを創造することが不可能であるという事実と大きく関係している. 加えて, レリーフ形成の要因やメカニズムが多岐にわたるため, この科学は, 現場での観察に基づく一般化や経験的なデータのみに基づく法則的な定式化をやめ, 統一的で形式化可能な構造的・エネルギー的基準や定義に基づくことが望ましい. 形態形成の本質 (空間におけるエネルギー物質移動のプロセスとして) とレリーフ形態の体積に関する基本的な概念により, 広く物理モデル, 熱力学の原理, 構造と形態の形成に関する一般的に知られている規則性を利用することが可能になる.

22. 与えられた推定と得られた研究資料 (Gavrilov, 1993, 2016, 2017b など) は, 既知の形成の一般的な規則性に依拠して, 地形学の一般法則と特殊法則の数と内容を

定義するための基礎となる。法則1：「発展の傾向，自己組織化の現象，救済プロセスの効率と調和は，キュリーとル・シャトリエ・ブラウンによる地形学的対象（システム）の内部エネルギーコスト最小化の原則に基づいており，それは，発生した形態の形態学と対称性が惑星の重力場と環境の対称性に適応することによって実現される」。

23. キュリーの原理 (Curie, 1966) に従い，地表の重力場における外生的な地形学的・地質学的プロセスの一般的な方向性は，与えられた領域にとって最小の位置エネルギーを持つヒポソメトリックレベルへの物質粒子の移動によって決定され，それは1つの高さ間隔内ではほぼ等しくなる。法則2：「地球のレリーフの様々な局所的，地域的な平坦な形態の形成と収束的な発展は，侵食，侵食，摩滅，蓄積の現象が，重力場の影響下で，対応するヒポソメトリックレベルの等ポテンシャル面を形成するために，協調的（相乗的）または差別化された効果に基づいている」。

24. 陸地の侵食-侵食分割のプロセスの発展の初期段階は，潜在エネルギーと破壊に対する抵抗力が現在最大である岩石圏部分の孤立と関連している。そのため，構造的，物質的に異常な特性を持つ。形成される流域節理構造 (WKM) は，山の形成に関連している。河川の位置を制御し，排水流域の境界を設定し，隣接する窪地，勾配，表面流出の主な方向，および緩い物質の流れ (エプロン) の分布を決定する。プラットフォーム体制に移行しても，WKM は形態学的景観の最も保守的な地形的要素の役割を果たしている。地形学的，地球物理学的，宇宙地理学的な資料に基づいて流域節理構造を認定することで，テクトニクスの仮説や山の形成モデルを検証することが可能になり，その他さまざまな問題を解決することができる。段丘レベルや準平原という形で地質学的な基準面が存在することで，このような建造物の地形学的検証はさらに信頼性の高いものとなる。法則3：「流域-結び目-形態構造は，山岳地域と侵食地域全体の構造と発展の要因の重要な要素であり，地形学的進化のあらゆる段階におけるその形成と変容の主な特徴を決定している」。

25. 次のような地形学的状況は，地形要素と河川網の間の不整合の主なタイプであると考えられる：先行渓谷を形成する河川による造山アーチや山脈の交差；個々の流域節理構造内の河川源の濃度が異常に高いこ

と，領土からの距離が最大高さで区別される隆起があること，河川争奪が排水区域の計画図面を変更すること。異なるランク，起源，年齢の流域節理構造が山岳地帯に共存しているのは，一連の要因が作用した結果である：異なる山地形成中心の存在，造山過程の多環性，山地における地殻変動の分化した性質，花崗岩と山地形成の長寿命中心の保守性と侵食過程に対する異常な抵抗性。先行河川渓谷は，比較的古代の流域節理構造とそれに連なる大河川が存在する条件下で生じる。これらの隆起は，下流に位置する後に出現する隆起を侵食し，切り崩す。その隆起の速度と水流による深さ方向の侵食過程の強さは同等である。河川争奪は，逆行侵食の結果として形成され，流域間斜面の非対称性，および隆起に隣接する窪地の海拔高度水準で決定される侵食の基底水準の位置の違いによるものである。

26. 収束的に発展する地形学的対象には，3つの主要なクラスがあり，それらは最大限の安定性と存続期間の長さによって区別され，形態学的景観において支配的な役割を果たしている。すなわち，重力に安定した円錐形，ピラミッド型，ドーム型，台地型の侵食領域，擦り傷，侵食，侵食，蓄積の比較的平坦な表面を持つ浮き彫り，外因性と内因性の両方を持つ普遍的な線状地層などである。地形学的対象のこれらのクラスはすべて，独自のサブクラスと階層的組織を持っている。反対称性，あるいは鏡面对称性（惑星の重力場の対称性との関係）の観点から見ると，重力の中心が底面に近い浮き彫りの形や地質体が支配的である。このような形態は，侵食領域の形態景観の中で，重力的に可能な限り安定する。このような形態の侵食安定性は，底面の面積に対する頂点面（ポテンシャルエネルギーが最大となるレベル）の面積が小さく，最小になる傾向がある（円錐，ピラミッド，ドーム，アーチ）ことによって決定される。理想的なのは，流域にある鋭いピークや，海拔高度に勾配がなく，ポテンシャルエネルギーを持つ岩塊が最小になるような岩稜である。 m は質量， h は高さ， g は重力加速度であるポテンシャルエネルギーの式 (mgh) において， m は最小値 (Min) になる傾向があり，これがこのような形の安定性を保証している。さらに， $m=d \times s \times h$ ，ここで $s \rightarrow \text{Min}$ であることに注意されたい。この式において， d - 物質の密度， s - 頂点表面の面積。

27. 火山台地, 重水素生成地域の卓状産地, 平坦な流域全般の侵食の安定性は, 山頂水準の表面に海拔高度の勾配がなく, それゆえ侵食速度が非常に低いことによっても決定される. これは, 重力的に安定した急斜面という形態学的な境界によって促進される. 崖や峡谷の側面など, 最も急で垂直な壁を持つ地形の同様の性質は, 重力ベクトルとの平行度, 岩塊を動かすための自由空間の欠如, 物理的・力学的特性によって決定される. 壁面でのエネルギー物質移動のレリーフ形成現象は, 薄い層に集中する. このような場合, m は質量, v は速度であり, $mv^2/2$ の式に従った物質移動の運動エネルギーは比較的小さい. 法則 4."侵食地域のレリーフ形態の 2 つの主要な幾何学的タイプ (ピラミッドと台地) の安定性と長期的な発展は, ポテンシャル, 運動エネルギーの種類を最小化のプロセスとその実施条件によって決定される. 第一のタイプについては, 頂点 (頂上) 面のパラメータと重心の可能な限り低い位置を小さくすることによって行われる (第一のタイプ). 2 つ目は, 等ポテンシャルの頂点面と重力ベクトルに平行な垂直斜面 (2 つ目のタイプ) を持つ地形学的オブジェクトの形成によるものである」.

28. 等方性および弱異方性の地質環境内では, 「ホットスポット」, および必要なポテンシャルを持つ地下のエネルギー発生中心 (プルーム, マントルダイアピル, マグマ源, 焦点など) からの熱および物質移動流の移動のすべての方向が等しい確率で存在する. 熱場と熱力学的応力場の形状は, 球状から楕円体状までさまざままで, 力線と流れの組織, 熱と質量の移動の枠組みは, 放射状-同心円状の帯状を持ち, エネルギー移動の体積法またはマルチベクトル法に対応する中心型の対称性を持つ. これらの地層の投影は, 対応する遺伝子型, ランク, 年代の中心型 (SCT, MCT) の構造または形態構造として岩石圏表面に表現され, これらは多くの山地, 陸地の尾根, 海, 海底の属性である.

29. 先に行われた調査によって, 等角的な複合体の大きさ, ランク, 起源, 年代, 構成に違いがあるにもかかわらず, 焦点系の内部構造の主要要素の一般的な形態, 計画図面, 組織枠組みには類似性があることが示された (Gavrilov, 1990). この法則 (No.5) は, 310 ページで定式化された自己組織化に関するより一般的な法則を, 地質学と地形学に私的に応用したものと考えることができる. 「地下のエネルギー中心に関連するす

べての構造と形態構造は, その大きさ, 深さ, ランク, 年齢にかかわらず, 放射状に同心円状の帯状と, 内部構造要素の空間構成の普遍的な円形枠組みを持つ, 収束的に発展するシステムを形成している」. その結果, 代表的な地形学的, 地質学的, 地球物理学的資料に基づいて作成された SCT と MCT の局所モデルは, 深部注入転位, 地域レベル, 惑星レベルの焦点系のモデル化に基本的に適用可能である. 異なるランクの焦点構造と形態構造の収束的発展と相同性の存在は, メガオブジェクト判定の信頼性を示す重要なサインとなる.

30. 線状に収束しながら発達する地形は, さまざまな起源の地形学的対象として広く見られる. 外生的な地形には, 崖, 地質学的な岩棚, 表流水の累積流出チャンネルに関連する, さまざまなランクの恒久的・一時的な溪流の谷, その他の物体がある. 様々な起源やランクの地質断層, 地溝, トラフ, 山間窪地, 断層に連なる地溝, その他の線状構造物は, 典型的な内生的対象である. 十分な電位差が存在する空間上のある点から別の点へのエネルギーの流れは, 鋭く異方的な環境においてチャンネル (モノベクトル) 法によって行われる. 法則 6: 「異なる年代ランクと起源の線状レリーフ形態の形成と収束的発展は, エネルギー伝達のチャンネル法と, 形態形成圏の地力学的に活発な帯におけるエネルギー物質移動現象の累積に基づいている」.

31. キュリーの原理に従った形態形成の外來球が, 重力場の対称性を背景とした収束の適応的性質によって特徴づけられるとすれば, 同種の, 収束的に発展する地形の内生的形成は, 地質環境の自己組織化現象に関連する規則性に基づくものである. 法則 7 (法則 5 と 6 のまとめ): 「岩石圏のエネルギーを持つ構造要素に, 遺伝的・形態学的に 2 つの主要なタイプが存在するのは, 地下の内生的活動の中心と断層, およびそれに関連する内生的なレリーフの形である」.

32. 移行型は, 異なるオーダーの岩石圏のエネルギー含有システムの組織の線状結び目の形態であり, 2 つの主要なタイプの特徴を組み合わせ, 並進対称性の特徴的な要素を持つ深部または核のマグマ生成センターチェーンを表している. その結果の一つとして, このような命題を考えることができる: 造山系の主な形態学的タイプ (等尺性, 直線性) の存在は, 地質環境におけるエネルギー伝達の体積的方法と流路的方法の実施に基づいている.

33. レリーフ形成の問題に適応できるところのキュリー原理 (Curie, 1966) の位置づけは以下の通りである: 地形学的研究対象の対称性 (形態学) は, その構造と外部環境の力場の対称性の相互作用の結果を反映している; 原因が対称的な要素である場合, レリーフの形状に影響を与える要因は, それによって引き起こされる結果に現れるはずである; 地形の形態においては, 環境の対称要素と一致するような独自の要素だけが保存される; 地形学的対象の変動と発展は, その対象から欠落している対称要素の集合 (非対称性) によって決定される. 上記の資料と公表されたデータ (Gavrilov, 2016, 2017b など) を考慮して, 地形学の第 8 法則と第 9 法則を以下のように定式化した: 「エネルギーコストの最小化とキュリーの原則に従えば, 体積的なレリーフ形状の収束的な発達と相同性は, 内部的, 内因的なレリーフ因子と外部環境の力の場の対称性によって課される制約による, 形態形成過程の不変性, 硬直的なエネルギー決定の結果である」. 「一方では, 形態学的特徴の選択, 収束的発展, 救済形態の相同性を保証し, 他方では, 安定性, 存在期間, 地球の形態学的景観の形成における支配的な役割を保証するのは, エネルギー要因, 熱力学の法則と原理である」.

34. 地形学的システムの安定的な発展と自己組織化は, 外部環境との動的平衡状態のもとで実現される. この現象は, ル・シャトリエ-ブラウンの熱力学的原理である可動平衡 (熱力学第二法則の帰結) に基づいている. 法則 10: 「安定した平衡状態にある地形学的システム (物体) に外力が作用し始め, 平衡条件のいずれかが変化した場合, そのシステムではル・シャトリエ-ブラウンの原則に従って, エネルギー物質移動過程が強化され, 外的影響を補い, その主要な形態学的要素を維持することを目的とする」. 形態学的景観の保守的要素の保存と継承の発展を決定するのは, 領土 GMS の発展におけるこのような傾向である. まず第一に, これは河川溪谷, 排水流域, および関連する大規模な WKM に適用される. 同時に, 地形学的環境の新旧の力の場の対称性の重ね合わせや, 地質学的基盤の変化により, 新しい条件に適応していない, 機能しない古いレリーフ要素の消滅と, 新しいレリーフ要素の出現を促す不均衡が生じる.

35. テクトニクス的, マグマ的, 地力学的, 気候学的プロセスの周期的 (律動的, 周期的) な時間的変動や,

局所的, 地域的, 惑星レベルでの地理的, 地質学的環境の条件や関連する形態形成要因の存在は, 地形学の一般法則のひとつに帰着すべきである. しかし, それは弁証法の法則の一つに基づいている: 「宇宙のすべての現象は, その存在の間, その主要な性質の発展の同じサイクルを繰り返し, それが現象自体の存在を決定する」 (<http://galeevrk.ru/zakony-dialektiki-zakon-siklichnosti>) したがって, 著者によれば, 別の定式化は必要ない.

36. 地球規模で見れば, 地質学的・地形学的な周期性の理由は, おそらく惑星内部の力と周囲の宇宙空間のエネルギー場との相互作用のバランス変動にある. それは内的要因によっても外的要因によっても破られる可能性がある. 例えば, 大きな宇宙天体が落下した場合などである. 物体の存在, 発展 (対称性) の内部エネルギー要因と外部環境との同じ相互作用が, より小さなオーダーの地質学的・地形学的システムの秩序だった周期的変動の基礎となっている. このような外部環境と物体の関係は自然界に普遍的なものであり, キュリーの原理の根底にあるエネルギーを反映している. 火山の現象や間欠泉の機能は, その顕著な例である.

37. 明らかに, 惑星, 地域的な環構造, プルームテクトニクス, マントルダイアピル, 地球深部での焦点テクトニクス現象の広範な発展に関するすべての与えられたデータは, 全体としてネオモビリズムの構造とモデルに矛盾している. 既存のテクトニクスの仮説は, 選択的に選ばれた地質学的, 地球物理学的データと表現の枠組みの中で閉じられるべきものではなく, 私たちの惑星と太陽系惑星の構造と発展に関する利用可能なすべての情報を最大限に活用すべきものであると思われる. 地形学的, 採鉱学的, その他のテクトニクス・モデルや構築物の検証には, 異種材料の分析と合成に対する包括的なアプローチが必要である.

38. ネオモビリズムは, 科学的かつ革命的な革新を装って, 地質学的知識の連続性の原則に大きく反し, 多くの過去の成果を否定することになり, 理論的な地質学と実践的な地質学との間のギャップを強めた. プレートテクトニクスで提唱されている地殻変動のメカニズムは, 地質環境を構造化する過程や, 地球の地殻圏の実際の変容を非常に単純化しており, 単純な力学モデルを優先している. 火成活動, 変成作用, その他の深部過程の構造とレリーフ形成の役割は, 鉱物レベル

や分子レベルで広く地球の深部で実現されているが、明らかに過小評価されている。深部や地表でのエネルギー物質移動現象の多様性と重ね合わせ、構造化と形態形成の熱力学的側面、時間的・空間的な惑星体の構造的・物質的変容、宇宙発生因子の影響などを考慮した一貫性のある仮説の構築に将来があると考えられる。

39. 造山現象は、岩石圏のマンテルと地殻の物理的、物理化学的、化学的な圧密解除の現象に基づいており、これによって物質組織のさまざまなレベルで岩塊の体積が増加し、アイソスタティック・ポテンシャルが出現する。新生代における中央アジアと東アジアの構成テクトニクスと花崗岩質火成活動の過程の規模、総期間、地域的な山地形成のためのエネルギー消費量は、ブルームテクトニクス、マンテルと地殻の焦点系活動、深部マグマ制御断層帯によるものだけかもしれない。

40. 花崗岩類貫入岩のマグマ形成後のブロック運動は、隣接する地溝形成の山間窪地におけるマンテル物質の注入による熱および物質移動現象によって生じる地域的な超変成作用による、山稜の深部における花崗岩化プロセスの再開の可能性と関連する可能性がある。断層帯内の岩石圏の浸透性の程度や地力学的レジームの変化によっては、マグマ起源や構造火成活動起源を中心とする隆起系が衝突系に変化する可能性や、その逆の可能性がある。

41. 異時性の多環式山脈の形成に最も適した条件は、圧縮と伸張の緊張の交代であり、焦点地力学と衝突地力学の過程の組み合わせである。長寿命のオーバー・ブリューム・メガアーチ、構造火成活動海膨（「ホット・スポット」の大陸類似物）、および深部断層帯は、構造化の深部レベルと表層レベルの離散的で永続的な連絡を提供し、岩石圏の最も重要で保守的なエネルギー保有要素を表す。

42. 崩壊した塊状貫入岩の冷間圧縮と結びついたマグマ形成後の突出構造形成に基づく造山過程への花崗岩類の参加という提案された新しいモデル (Leonov et al, 2017; Przhivalgovsky et al, 2014) は、既存のデータや表現体系に適合しない。以前の専門的な調査 (Kopp, 1997) では、花崗岩類が体積崩壊、可動性、マグマ後流動、衝突帯での絞り込み構造および注入構造の形成に対して特別な素因を持つという情報はなかった。このようなモデルでは、この地域で知られ、南モンゴルの花崗岩類に関連するペルム紀～三畳紀の鉍床の起源と局在

の特徴を説明することはできない。これは、この地域の山地構造の多環的發展に関する概念に基づいてのみ可能である。

43. プレートや地形の境界から離れた地域における決定論的な構造起源、レリーフ形成、および鉍石生成のつながりが不確定であるネオモビリズムのモデルとは異なり、提案されたアプローチの重要な利点は、鉍石を制御し、鉍石を局在化させる特定のタイプの構造や形態構造の存在、構造による形態形成現象の一般的なエネルギー基盤の調査の可能性、および異なるランクの地球化学的異常の形成である。鉍床地帯の形態構造と形態テクトニック・マッピングの過程で、様々なタイプのレリーフを形成する転位の構造と発達の特徴が分析されるが、主な注目点は焦点的な形成と断層帯である。溶融、ガス、流体、溶液が地表に移動し、浸透するための経路と条件を作り出すのは、この2つの主要なクラスの異なるオーダーのエネルギーを持つ地質システムである。また、熱と物質が深部で移動する過程で環境が構造化され、エネルギー、構造、水理地質学、その他、マンテルやコアに鉍石元素が異常濃縮されるための前提条件が決定される。

44. 金属地質学の問題を解決するために、地質学的・地形学的データを地質学的・地形学的データに応用する統合的アプローチは、鉍石地形学、形態構造解析、鉍石地域・地域の形態テクトニクスとネオテクトニクスなどの研究の枠組みの中で実施されている。内生的形態形成、火成活動、鉍石生成の一般的な深い背景は、鉍石成分を含むエネルギー物質移動の深層と地表の流れの原因、実施条件、移動方法を研究することを目的としたモデルの類似性を決定する。鉍石地形学の伝統的な問題（湿度位置の決定、鉍体の劣化シート、景観要因など）の解決とは別に、金属生成の目的のために、以下のような地質学的・地形学的複合作業を実施することが提案されている：

- 多くの特徴（パラメータ、対象物のランク、形態学的、構造学的、遺伝学的特徴、内部構造の種類、形成時期、鉍化年代と起源など）に基づく、局所構造および断層のマーキング、同定、体系化、およびMCTの認定；
- 焦点構造と破碎帯のパラメータ、マグマ層、変成層の体積、岩石転位の程度、スケールと鉍化遺伝子型な