



# グローバルテクトニクスの新概念

An international journal for New Concepts in Global Tectonics

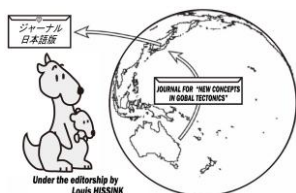
<http://www.ncgtjournal.com>

## NCGT Journal, Volume 14, Number 4, Part 1-2, April 2026 Special Issue on Air-Earth Currents

<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 2026年6月

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



編集長：Bruce LEYBOURNE, USA (leybourneb@iascc.org)  
 副編集長：Valentino STRASER, Italy (valentino.straser@gmail.com)  
 編集委員：Masahiro SHIBA, Japan (shiba@dino.or.jp)  
 Giovanni P. GREGORI, Italy (giovannipgregori38@gmail.com)  
 Louis HISSINK, Australia (louis.hissink@outlook.com)  
 Per MICHAELSEN, Mongolia (perm@must.edu.mndir)  
 Biju LONGHINOS, India (biju.longhinos@gmail.com)  
 Vladimir ANOKHIN, Russia (vladanokhin@yandex.ru)

### 目次

#### ■編集者コーナー

(柴正博 訳)

編集者コーナーBruce Leybourne によるコメント	.....	108
NCGT 2026 — イタリア, パルマ会議開催のお知らせ		
オンライン図書と会社案内 (以前の号と同じなので省略)		

#### ■原著論文 Articles

##### Part 1

The Global Sun-Earth Circuit:

Giovanni Pietro Gregori, Bruce Allen Leybourne, Gabriele Paparo†, and Maurizio Poscolieri		
地球規模の地球—太陽系回路	(柴正博 訳)	..... 111

Introduction –Anomalous Lesser Air-Earth Phenomena:

Giovanni Pietro Gregori, Bruce Allen, Leybourne, Gabriele Paparo†		
序論 – 異常に小規模な大気—地表面象	(要旨 柴正博 訳)	..... 135

##### Part 2

The solar cycle and MiniMax: Giovanni Pietro Gregori, Bruce Allen Leybourne

太陽活動周期とミニマックス	(要旨 柴正博 訳)	..... 136
---------------	------------	-----------

The solar cycle and MiniMax - Effects on other planets:

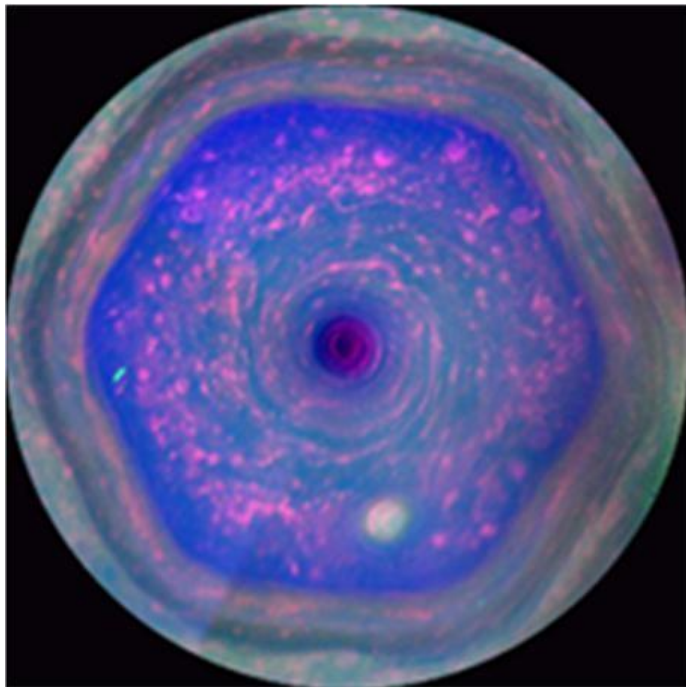
Giovanni Pietro Gregori, Bruce Allen Leybourne		
太陽活動周期とミニマックス期—他の惑星への影響	(要旨 柴正博 訳)	..... 137

#### ■NGCT ジャーナルについて

..... 138

## EDITOR'S CORNER 編集長 Bruce Leybourne のコメント

(柴 正博 訳)



**表紙画像:** 土星の六角形の流れ: 「全体像: NASA のカッシーニミッションによるこのカラフルな画像は、土星の北極にある「六角形」として知られる独特な六角形のジェット流を最高解像度で捉えたものである。画像は 2012 年 12 月 10 日に取得され、2013 年 12 月 4 日に公開された。クレジット: NASA /JPL-Caltech /SSI/ Hampton」。図とキャプションは Anonymous (2018f) による。NASA の著作権フリー ポリシー。本号 (Part. 2): 図 12, 「太陽活動周期とミニマックスー他の惑星への影響」。

会議の詳細: 2026 年 9 月 21 日~24 日 イタリア, パルマ開催のお知らせ  
NGGT (National Council for Global Training and Training)



主催: Valentino Straser (valentino.straser@gmail.com)

会議参加スケジュール:

抄録受付開始: 2026 年 3 月 1 日

抄録採択通知: 2026 年 5 月 31 日

参加費支払期限: 2026 年 6 月 15 日 (組織委員会宛)

会議録および抄録集発行: 2026 年 9 月 1 日

開催日: 2026 年 9 月 21 日~24 日

NGGT 国際会議 - イタリア、パルマ

著者向け情報:

抄録: 150 語以内

略歴：300 語以内、写真 1 枚。

書式およびフォントは NCGT Journal の規定に従ってください。

抄録提出受付開始：2026 年 3 月 15 日

締切：2026 年 5 月 31 日

抄録採択通知：2026 年 6 月 15 日

パルマ市およびパルマ県に関する情報ウェブサイト：ホームページ [Informazioni turistiche su Parma e provincia](#) パルマ中心部、駅から 500 メートル以内の会議室付きホテルを探しています。

「天と地の間の宇宙天気を利用した地震予測」は、2026 年 9 月 21 日から 24 日にパルマで開催される NCGT2026 会議の内容を要約したものです。NCGT チームは 15 年ぶりに集結し、地球モデルの革新と、地球物理学のプロセスおよび宇宙天気の影響を理解するためのシナリオについて議論します。また、より伝統的なテーマとして、地球規模の地殻変動に関する新しいモデルについても取り上げます。

現代の地球を理解するには、地質学や地球物理学といった従来の枠組みを超え、電磁気学から大気物理学、宇宙天気まで、幅広い専門知識を組み合わせる必要があります。「地球と宇宙」会議は、まさにこの目的のために設立されました。地球物理現象の統合的な解釈を提案し、地震発生の潜在的な前兆指標としての電磁信号の役割を探り、データ観測と解釈のための新技術の貢献を分析することを目的としています。

近年の科学者たちの知見から発展した概念である地球規模の電気回路モデルに触発された研究は、地球の大気、電離層、そして惑星表面が電氣的に接続されたシステムを構成していることを明らかにしてきた。この観点から、地震に先行する現象を含め、岩石圏で発生するプロセスは、電磁場や電離層の特性に測定可能な変化をもたらす可能性がある。

本会議は、電磁気的な性質を持ついわゆる「地震前兆現象候補」をさらに分析し、最新の科学的証拠を考慮してその可能性と限界を評価することを目的としています。高感度地上センサー、衛星ネットワーク、電離層モニタリングシステムの統合により、多パラメー

タデータ収集と現象モデリングにおいて新たな展望が開かれます。

特に太陽の役割に重点が置かれる。NASA のミッションや国際的な宇宙天気プログラムによる太陽活動のモニタリングは、電離層と地球の磁場への影響を示しており、気候や地球力学系に潜在的な影響を及ぼす可能性がある。太陽風、磁気圏、そして地球内部のプロセス間の相互作用を理解することは、複雑な地球物理学的現象を体系的な視点から解釈するための重要なフロンティアとなる。

したがって、『地球と宇宙』は新たな解釈概念を提示し、分断された視点を超えて、惑星の動的で相互に関連したモデルを受け入れるよう促します。地球の進化は、単に内因的な力の結果ではなく、宇宙と地表、太陽エネルギーと深層プロセスとの間の絶え間ない対話の産物として解釈できるのです。

本会議は、新しい技術や学際的なモデルが自然現象のより高度な理解にどのように貢献できるかに関心のある研究者、専門家、管理者、そして一般市民を対象としています。ますます複雑化する地球における予防、持続可能性、リスク管理といった将来の課題を探るための、科学的・文化的交流の機会を提供します。

1. Straser - 地震予測 (要旨募集中)
2. Leybourne - 恒星変成器—地球規模の宇宙天気相互作用 (New Concepts in Global Tectonics Journal - 第 12 巻第 4 号, 2024 年 12 月号の編集者コーナーに 6 件の要旨掲載)
3. Anokhin—ラドガ湖—シベリア (New Concepts in Global Tectonics Journal - 第 13 巻第 1 号, 2025 年 3 月号, 5-8 ページに 2 件の要旨掲載, さらに要旨募集中)
4. Longhinos—インド大陸の地殻変動 (要旨募集中)

## 読者の声 : Giovanni Gregori 氏が研究論文について語る

本号は、大気・地球間電流に関する一連の論文から構成されており、以下の論文が含まれる。

Gregori, G. P., B. A. Leybourne, and G. Paparo† 「序論 — 異常な小規模大気・地球間現象」,

Gregori, G. P., and B. A. Leybourne 「静電太陽」,

Gregori, G. P., and B. A. Leybourne, and J. R. Wright 「太陽活動周期とミニマックス」,

Gregori, G. P., and B. A. Leybourne 「太陽活動周期とミニマックス — 他の惑星への影響」

最初の論文では、一般的にはあまり重要視されないものの、大気と地殻の電流に関する議論に厳密に関連するいくつかの項目について論じているこれらの項目は、議論の他の側面を扱う際には含まれていなかったため、完全を期すためにここで概説する。

2 番目の論文では、太陽と太陽風の電荷について論じている。現在、これらは誤って中性電荷を持つと仮定されている。これに対し、正しい議論は、太陽黒点周期に関する前例のない明確な説明につながり、これは大気と地球間の電流に関連するいくつかの項目にとって不可欠な側面である。

最後の2つの論文は、太陽黒点周期のいくつかの異常に関連する現象について簡潔にまとめたものであり、

これらの異常は地球または惑星、特に大型ガス惑星に特異な影響を及ぼすことを示唆している。

NCGT の次号特集号には、Martin T. Hovland 教授による重要な歴史的証言と、大気と地球の電流の様々な側面を直接的または間接的に扱った最近発表された論文の包括的な要約が掲載される。これらの論文は総じて1,700 ページを超える「モノグラフ」であり、Gauss の時代以来欠けていたテーマを扱っている。これにより、太陽と地球の関係におけるいくつかの重要な特徴を正しく理解するための重要な空白が埋められることを期待している。

# 地球規模の地球—太陽系回路

## The Global Sun-Earth Circuit

Giovanni Pietro Gregori<sup>1</sup>, Bruce Allen Leybourne<sup>2</sup>, Gabriele Paparo<sup>1,3,†</sup>,

and Maurizio Poscolieri<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Former Senior Researcher at IDASC-Institute of Acoustics and Sensors O. M. Corbino (CNR), Rome, now merged into IMM Istituto per la Microelettronica e Microsistemi (CNR) Italy; and ISSO-International Seismic Safety Organization, Italy

<sup>2</sup> GeoPlasma Research Institute-(GeoPlasmaResearchInstitute.org), Aurora, CO 80014, USA

<sup>3</sup> Associate INVG

<sup>4</sup> Former Director of IDASC-Istituto di Acustica e Sensoristica O. M. Corbino (CNR), Roma, at present retired means

**Keywords:** history – IGRF - global electrical circuit - Earth's endogenous energy – origin of the geomagnetic field - TD dynamo of the Earth and of planetary objects – water, Moho, serpentosphere - Earth's battery – IC and magpol state - soil exhalation – energy propagation to the Earth's surface – ESI mechanism - CGDS - climate control – three engines (physical, chemical, biological) – LIPs – MORs – origin and destruction of continents (Mortari cycle) – WMT – FRs – extinction events - Pohlfluchtkraft - Eötvös force - Pekeris force - island arcs – Tuzo & Jason – quatrefoil – basalt chemism - DUPAL anomaly – kimberlites - crustal stress - acoustic emission – flaw domain - tectonomagmatic discrimination diagrams – isotopic chemism - ocean basalt - 5 clusters - energy hierarchy - H, D, N, A, SH clusters -  $3He/4He$  ratios - “reservoirs” and “cocktails” model – geographical distribution of basalt chemism – time evolution of Andes' basalt

(柴 正博 訳)

**要旨:** 本特集号に掲載されているいくつかの論文で参照される概念群を概説する。簡潔さを期すため、詳細な説明は割愛する。最初の項目では、大気と地球の間の流れに関する歴史的情報について述べる。次に、地球モデルの全体像を示す。続いて、地球内部の構造、内因性エネルギーの生成、そしてそれが地球表面へと伝播・伝達され、地球力学や気候制御に及ぼす影響について、詳細に解説する。「ポルフルヒトクラフト」、ペケリス力、そして島弧形成モデルについても簡単に触れる。四つ葉模様、DUPAL 異常、ダイヤモンドを含むキンバーライト、北極キャップ、バンダ海に関連する、内因性エネルギーの異常な大放出の大きな領域、すなわち Tuzo と Jason について簡単に説明する。次の項目では、地殻応力のモニタリングと伝播、すなわち地殻の音響放出 (AE) マイニングについて説明する。付録には、海洋玄武岩の同位体化学の簡単なレビューが含まれており、主に 3 つの元素、すなわち  $Pb$ ,  $Sr$ ,  $Nd$  に関する放射性同位体の濃度比について言及している。 $Pb$ 比は、安定同位体  $204Pb$  に対する  $206Pb$ ,  $207Pb$ ,  $208Pb$  の比率を指す。 $Sr$ 比は、安定同位体  $86Sr$  に対する放射性同位体  $87Sr$  の比率を指す。 $Nd$ 比は、安定同位体  $144Nd$  に対する放射性同位体  $143Nd$  の比率を指す (これらの図はテクトノマグマ判別図と呼ばれる)。5 つのクラスターを識別する方法が示されている。従来の「貯蔵庫」と「カクテル」モデルはここでは放棄され、ウニの棘が上方に貫入するのに伴う玄武岩の化学組成の進化を表す「エネルギー階層」モデルが採用される。玄武岩の化学組成の地理的分布、そしてアンデス山脈の玄武岩の時間的変化に関連した、必然的な論理的根拠が明らかになる。

### 序論

本稿は、後続の論文で参照すべきいくつかの概念を概説する入門的な論文である。Gregori and Leybourne (2021) の論文を簡潔にまとめたものであり、いくつかの概念は重複していない。ここでは、空気と地中の流れに関する一般的な理論で必要とされる追加的な側面を明確にするために、いくつかの項目を追加している。また、簡潔さを期すため、いくつかの項目については詳細な証明は行っていない。なぜなら、完全な説明には、別途、詳細な議論

が必要となるからである。ある意味では、ここで提示する結果は、他の場所でより詳細に説明されている関連概念と結果の寄せ集めと言えるだろう。

### 大気と地表の電流に関する歴史的前提

これらの物理的変化は、地球の空間的な移動 (真の極移動) や自転速度の変化 (図 25) といった事象をもたらした。これらの動的な変動は、地球の脈動する歴史の原動力であると考えられており、重要な地質学的時間境界は、惑星の慣性モーメントの顕著な変化を表している。

Adrien-Marie Legendre (1785 and 1789; lived 1752-1833) は、現在それぞれ Legendre 多項式および関連 Legendre 多項式と呼ばれる形式体系を初めて活用した。これらは球面調和関数 (SH 関数) の最も単純な解析形式であった。

Legendre の目的は、地球や惑星の形状を研究することでした。重力ポテンシャルは Laplace 方程式を満たすため、他の関数ではなく調和関数が必要とされた。

半世紀後、Gauss (1836, ..., 1841) は、Legendre の関連する SH を用いて、地球の静磁ポテンシャルの SH 展開 (SHE) を初めて計算した。静磁ポテンシャルは Laplace 方程式を満たすため、Gauss は Legendre が重力に用いたのと同じ数学的ノウハウを磁場  $\mathbf{B}$  に適用することができた。

Gauss は、当時としては妥当な作業仮説として、少なくとも地球全体で計算される平均的な影響を扱う場合、空気と地間の電流  $\mathbf{j}$  の役割はほぼ無視できると考えた。これが、現在標準的でよく知られている IGRF (国際地磁気基準場) モデルの歴史的な起源であり、このモデルは IAGA のために 5 年ごとに定期的に計算されている。

しかし、最近のいくつかの証拠—本特集号に詳しく記載されている (主に Quinn et al., 2026 を参照)—によると、土壌と電離層の間には、予期せぬ、そしてまだ十分に認識されていない電磁 (e.m.) 結合が存在し、主に地殻の亀裂領域において、土壌からの放出によって大量の  $\mathbf{j}$  が流れているように見える。これは、あらゆる標準的な IGRF の物理的意義と暗黙の近似について、深刻な懸念を抱かせるものである。

ごくまれに、このような妥当な Gauss の作業仮説が、証明または反証を試みる一部の著者によって議論の対象となった。その試み、提案、そして部分的な証拠について歴史的概観を行うには長くなりすぎるため、例えば、福島 (1989) による権威ある短い論文を参照し、初期の議論については、Chapman and Bartels (1940)、あるいは Matsushita and Campbell (1967) のいくつかの論文を参照されたい。

ここでは、Chapman and Bartels (1940) が権威をもって概説した、主要な「一般的に合意されている」一連の仮定のみを考察する。彼らは空気—地中電流を「垂直地中電流」と呼び、最新の研究状況を概説している。

Chapman and Bartels (1940) の理論は、何世代にもわたる地球科学者にとっての参考文献であり、現象に関する「一般的に合意された」説明とみなされてきた。大気と地球の間の電流に関しては、その後数十年の間に実質的な進歩は見られなかった。

空気と地電流に関連する擾乱を差し引くために、他の測定値に補正を加える必要が生じた場合、基準となる物理的解釈は常に次の議論に基づいていた。

丘の斜面の異なる高度にある地中の 2 つの電極を参照する。電極線に沿って上側の電極に向かって電流  $\mathbf{j}$  が流れているとき、平均電位差は約  $100 \text{ mV km}^{-1}$  を記録した。線の傾斜が急になるほど、 $\mathbf{j}$  はより一定で安定した。さらに、水平線で観察されたものとは対照的に、地磁気活動への依存性は観察されなかった (Burbank, 1905, Oberguggenberger, 1926, Gish, 1933, Nippoldt, 1911)。

この効果は、おそらく幾何学的要因と関連していると考えられる。すなわち、電離層と地表の間を流れる電離層は、地表の最も高い場所に集中するからである。しかし、物理的な説明は異なる可能性もある。

Chapman and Bartels (1940) は、ベスピオ山の斜面に沿って配置された線上での観測について言及しており、火山活動が静穏な時期には水が上向きに流れ、火山活動時には下向きに流れると報告されている。しかし、他のすべての山と比較すると、火山は大きく異なっている。

火山活動に伴う  $\mathbf{j}$  方向の反転は、Vesuviano (ベスピオ火山観測所の 2 代目の権威ある所長。Gregori et al., 2025t を参照) によって測定された火山から放出されたイオンと塵の測定値と関連付けられており、Chapman and Bartels はそれを異なる方法で解釈した。

いずれにせよ、火山と非火山性の山を比較することはできない。

Chapman and Bartels (1940) は、スコットランドのベン・ネビス天文台で行われた測定について言及している。彼らは、山頂が晴れているときは強い風が上向きに流れ、霧や雲が山頂を覆っているときは下向きに流れることを観測した。

この効果は、電離層電場  $\mathbf{E}$  が雲によって遮蔽されていることの明確な証拠である。いずれにせよ、ベスピオ山や山頂で観測された地電流に関するこれらの考察は、以下の要素を組み合わせて解釈する必要がある。

- 地下発電機 (火山に熱を供給するとされているが、ウニ状の突起は至る所に見られ、地熱流や土壌からの流体噴出の原因となっている (Gregori and Leybourne, 2021 および下記の表 1 と図 3 を参照))、
- ウニ状の突起の構造、
- 局所的な地形、
- 電離層の瞬間的な電荷と雲による遮蔽。

しかし、Chapman and Bartels (1940) は、Gish (1933) がこれらの測定値の解釈に懐疑的であったことを警告している。「もし電線で測定された電流  $\mathbf{j}$  が実際に山頂のあらゆる方向から土壌中を流れているとすれば、回路は何らかの形で閉じられなければならない。勾配が山全体で同じ上向きの方向であると仮定すると、 $\mathbf{j}$  は空気中を通して閉じられるはずであり、山頂では大きな  $\mathbf{j}$  が空気中に流れ

ることになる。しかし、これは大気電気で観測される空気-地中電流 $j$ の方向と正反対である。」

この主張は、いくつかの恣意的で証明されていない仮定に基づいている。

最初の仮定は、測定された $j$ は、監視対象の山よりも大きな幾何学的サイズを含む電気回路の一部ではないということである。

もう一つの仮説は、空気中の $E$ は電離層パターンの結果であるというものである。これは雲内部の対流によって生じると恣意的に考えられていたが、実際にはカウリングダイナモの結果である (Gregori et al., 2026d を参照)。実際、電離層は山の規模では大きく変化しない。したがって、地表と比較して、山は静電的な観点から異なる振る舞いをするのではない。そのため、彼らは前述のすべての観測は信頼できないと推測した。

Chapman and Bartels (1940)は、晴天時に空気中の下降ポテンシャル勾配が、

約  $1 \text{ V cm}^{-1}$  であり、開放空気中の平均抵抗率が約  $6 \times 10^{15} \text{ cm}$  である場合、約  $2 \times 10^{-16} \text{ A cm}^{-2}$  の電流密度が空気から地面へ流れ込む。同様に、前述の「上り坂」電流に関して、例えば電圧が約  $0.2 \text{ V km}^{-1}$ 、すなわち約  $2 \times 10^6 \text{ V cm}^{-1}$  で、地球の抵抗率が約  $10^9 \text{ } \Omega \text{ cm}$  の場合、約  $2 \times 10^{-1} \text{ A cm}^{-2}$  となり、これは Chapman and Bartels (1940)が観測されたと主張する空気-地電流の約 100,000 倍の強さになる。

この議論の誤った点は、地上、非火山性の山、火山という、物理的に大きく異なる3つの環境における気流と地流を比較することである。例えば、アコンカグア山の気流とオホス・デル・サラド山の気流を比較するのはナンセンスである。なぜなら、アコンカグア山は地殻変動によって形成された山であるのに対し、オホス・デル・サラド山はアコンカグア山とほぼ同じ高さを持つ巨大な火山複合体だからである。

Chapman and Bartels (1940)は、したがって、考えられる選択肢は2つしかないと主張している。

1つは、「上り坂」の流れ $j$ が、山の内部で下り坂の流れ $j$ と閉じる循環の一部であると仮定することである。

そうでなければ、例えば土壌の酸性度が高度によって変化することなどに応じて、系統的な電極効果に訴えるべきだと主張する。これは、侵食や風化過程における高度差の結果として起こりうる。つまり、山は化学電池のように機能するはずだというのである。

しかし、彼らは、起こりうる電気化学的または熱電気的過程に関して最終的な決定には至っていないと警告している。

これは明らかに単なる憶測に過ぎない。実際、誰もが説明を求めようとするものだが、一般的には、自分の先

入観に基づいたモデルやパラダイム、あるいは根本的な認識論的アプローチが正しいのか、あるいは客観的な観察結果に合うように修正すべきなのかを検証しようとはしない。

最後に、Chapman and Bartels (1940)は、フィンランドの山頂で Lemström (1899) (Gregori, 2020 を参照) が「点測定装置」を用いてフィンランドで行った実験について言及している。

山頂の数百平方メートルの領域は有刺鉄線で覆われ、絶縁体は検流計を介して谷の接地板に接続されていた。下向きの電流が検出され、多数の点放電が発生し、夜間にはセントエルモの火のように見えることもあった。しかし、Chapman and Bartels (1940)は、通常の大気電気垂直電流による説明が妥当であると主張するだけである。しかし、彼らはそのような「垂直電流」の理由を具体的に述べていない。

いくつかの全く異なる現象を比較すると、大きな混乱が生じることは明らかである。本論文集に収録されている、空気と地中を流れる電流に関する様々な論文は、この注目すべき権威ある情報について論評している。その目的は、「空気と地中」の電流に関する現在の知識について、できる限り正確な評価を行うことである。

### 一般的な視点

我々は、大気中に存在する膨大な量のクリーンな静電エネルギーをいかにして活用できるかを重点的に解説する。特に、具体的な手順に焦点を当てる。さらに、これまでこのような技術開発が阻まれてきた理由についても考察する。

鍵となるのは、地球の潮汐作用によって供給される太陽-地球電気回路 (図 1) であり、これは太陽系が銀河内部の物質雲と遭遇することによって変調される。つまり、銀河-太陽-地球の関係を扱うことになる (Gregori, 2002; Gregori and Leybourne, 2021)。

図 2 は、そのメカニズムの概要を示している (詳細は下記、および Gregori and Leybourne, 2021 の図 25 を参照)。重力は潮汐相互作用を介して TD (潮汐駆動) ダイナモにエネルギーを供給し、内因性電流を生成する。ごくわずかな割合 (1%未満) が地磁気 $B$ を生成し、大部分はジュール熱によって減衰し、内因性熱の主な発生源となる。表 1 と図 3 は、結果として得られるエネルギーバランスを示している (Gregori, 2020 より)。

地球は、潮汐作用が一定であるのに対し、内因性エネルギーの放出は複雑で時間遅延のあるプロセスによって起こるため、さまざまなタイミングでエネルギーを蓄積および放出する「バッテリー」のように振る舞う (下記参照)。この違いは、地球が熱い球体であり、 $Ga$ 時間スケールで冷却されるという、未だに証明されていない概念、

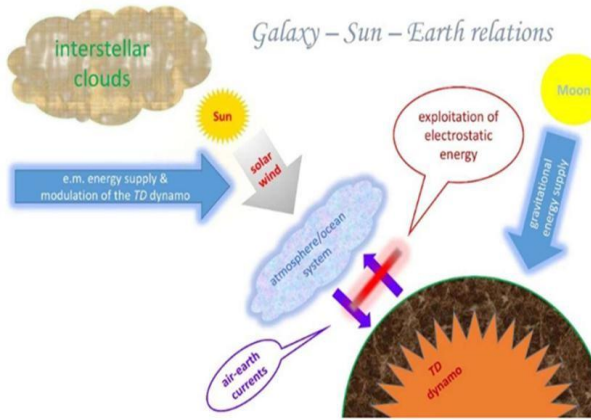


図 1 銀河—太陽—地球間におけるグローバル電気回路. Gregori (2020)による. *Acoustics* 誌の許可を得て掲載.

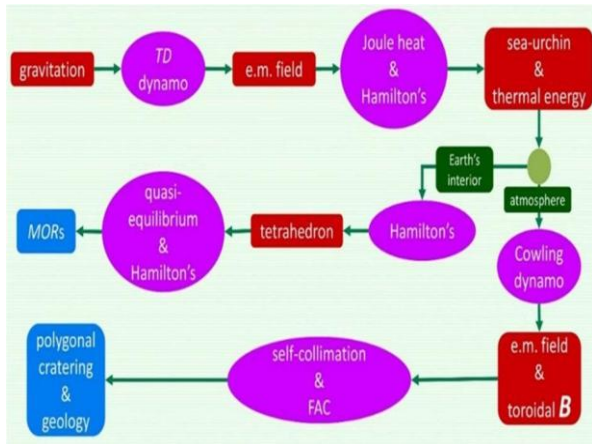


図 2. 太陽—地球回路に関連する地球システムへのメカニズムと影響.

つまり青銅製の砲弾の冷却を研究した Buffon が考案した地球モデルを想起させる概念によって強調されている。

TD ダイナモは、地球と同様に互いに分離した部分から構成され、空間勾配によって特徴づけられる重力相互作用を持つ、あらゆる惑星天体に共通する現象である。この空間勾配によって、惑星天体内部の重力の変化が、天体の様々な構成要素間の相対運動を決定する。これらの構成要素は一般的に電荷を帯びているため、それらの相対運動は重力によって駆動される有効なダイナモとなる。

地球の場合に発生する現象のエネルギーバランスについては、Gregori (2002) で詳しく議論されており、Gregori (2020) でも簡単にまとめられている。利用可能な内因性エネルギーは、地球で観測されるすべての現象を説明するのに十分であることがわかる。同じメカニズムが他のすべての惑星天体にも適用される。特定の天体に関する代表的なパラメータは、天体の直径と重力の局所的な空間勾配の積である。表 2 と 3 は Gregori (2016) から引用したもので、Gregori and Leybourne (2021) も参照できる。

表 3 の最後の列には、TD ダイナモで特徴付けられる天体を示している。簡潔にするため、ここではすべてのケースについてコメントすることはできない。

少なくとも 4 つのコメントを指定する必要がある。

エネルギー収支 (発生源と吸収源の間) は、現在、標準として大気中に蓄積される熱を重視することに焦点を当てている。一方、表 1 と図 3 は、地熱エネルギーが主導的な役割を果たしていることを示している。大気と地球の循環に関連する気候への影響については、Gregori and Leybourne (2025k) で簡単に議論され、まとめられている。

一つの懸念事項は、惑星内部で生成される磁場  $B$  と、その衛星系を構成するすべての衛星内部で生成される磁場  $B$  との相互作用に関するものである。すべての衛星は互いに、そして中心惑星にも、さまざまな形で影響を与える可能性がある。まず、衛星は相互の潮汐作用によって相互作用し、それぞれの内部 TD ダイナモにエネルギーを供給する。いずれにせよ、惑星全体の磁気圏は、すべての衛星の TD ダイナモの総和によって形成される。

もう一つの相互作用は、各惑星天体の静電荷に関連している。総電荷がゼロでない場合、天体の軌道運動と自転の両方が磁場  $B$  の発生源となる。つまり、惑星の衛星系全体は、系内の各天体内部で作用する TD ダイナモの複雑な総和であり、さらに電気的に中性でない惑星や衛星の軌道運動と自転によって生成される磁場  $B$  も加わる。実際、一般に信じられていることとは異なり、太陽風は中性ではない (Gregori and Leybourne, 2026b を参照)。したがって、このような可能性を排除することはできない。

もう一つの懸念事項は、TD ダイナモの効率の時間変動に関するものである。そのメカニズムの一つは、マントルに誘起される電流  $j$  の強度の変調によるもので、これは TD ダイナモの固定子磁場に相当する。つまり、個々の惑星内部における TD ダイナモの効率変動は、太陽風による「内部経路」(後述) を介した長周期電磁誘導に依存する。

惑星や各衛星、あるいは惑星系全体における電磁誘導の顕著な変化は、太陽からの距離に依存する。軌道の離心率が大きい冥王星・カロン連星系は、この種の顕著な例の一つである。この効果は、最も賢い SF 作家の最も空想的な想像力に匹敵する冥王星の景観のいくつかの驚くべき特徴を説明する (Gregori, 2016)。つまり、冥王星・カロン惑星系とその 4 つの微小衛星の磁気圏は、長い冥王星の 1 年の間に激しい季節依存性を示し、他の化学成分の氷山が横断する海の凍結と融解が見られる。冥王星・カロンは、複合惑星系における  $B$  場生成のさまざまなメカニズムをテストするのに驚くほど適した自然の実験室である。

TD ダイナモの重要な意味合いの一つは、惑星天体で観測される地殻変動との相関関係である。この検証は、表2と表3を詳しく調べればわかるように、太陽系内のすべての天体にかなりよく当てはまる。以下に、このメカニズムの概要を簡単に説明する。より詳細な説明は後述する。

Hamilton の法則により、あらゆる物体内部で何らかの手段によって生成されたあらゆる種類の電流 $j$ は、空間的に可能な限り拡大しなければならない。最終的に、すべての $j$ ループは、局所的な電気伝導率 $\sigma$ が急激に減少する領域に到達し、そこで $j$ はジュール熱によって減衰する。 $j$ ループが到達した表面に小さな隆起が生じた場合、表面の局所的な曲率半径が小さいほど $j$ の集中度が高くなり、ジュール加熱が大きくなる。したがって、以前の隆起が縮小するにつれて、 $j$ ループはさらに上方に伝播することができる。最終的に、これによりスパイクが形成され、惑星の内部はウニを連想させる。Gregori (2002)およびGregori and Leybourne (2021) とその参考文献を参照。

ウニの棘の束がマンツルの熱膨張の空間勾配を生み出し、その結果、巨大な「丘」が形成され、これがスーパースウェルと呼ばれる。リソスフェアは、アセノスフェアの潤滑された表面上をスーパースウェルの斜面を滑る。そのため、地球力学は、スーパースウェルの斜面を滑る熱い泥を連想させる。最終的に、異なるリソスフェアのスラブが巨大なメガシンクライン内で衝突し、そこで衝上断層運動、場合によっては部分的な褶曲によって大陸や山脈が形成される。浮遊リソスフェアに基づくあらゆるモデル、例えば、よく知られ、しばしば議論や批判的となっている標準プレートテクトニクスなどとは、完全に相容れないことを強調しておく必要がある。

さらに、異なるウニの棘の相互作用を考慮すると、Hamilton の原理が作用し、その結果、中央海嶺 (MOR) の地理的分布に対する驚くべき説明が見出される (Gregori and Leybourne, 2021)。

地球のこのような印象的な形態的特徴について、文献では全く説明が提案されていないことを強調しておくべきである。特に、この発見はデジタルツインの観点から重要であり、固体地球と太陽風間の電磁結合において重要な役割を果たす正確な四面体導体が深部に存在することを明確に示唆している (Leybourne et al., 2025 も参照)。

要約すると、内因性で効率的な TD ダイナモを持つすべての天体は、相当量の地殻変動を引き起こす強力な内因性エネルギー源を有しており、この相関関係は、現在知られているあらゆる惑星天体の B 場と地殻変動との関連性によって裏付けられているように思われる。詳細は表2および表3を参照のこと。

恒星や惑星内部における B 生成のメカニズムとして、文献で一般的に報告されている最もよく知られたメカニズムは、1919/1920 年に Larmor が太陽について提唱し、後に Elsasser and Bullard が地球に適用した MHD ダイナモである。しかし、MHD メカニズムは、システムからのエネルギー抽出が不十分なため、システムの自己ブロッキングを引き起こす。したがって、システムは自己ブロッキング (「ピアマンブロッキング」) 状態に陥る。恒星内部の熱核反応は、惑星内部とは異なり、磁気ブロッキングを継続的に破壊する。惑星内部では MHD メカニズムは機能しない。詳細については、Gregori (2002)を参照。

要約すると、恒星内部のような大きな天体内部では、MHD ダイナモがかかりうまく機能する一方、ピアマンブロッキングは熱核反応によって恒久的に破壊される。対照的に、熱核反応が内在しない、温度の低い天体 (ただし、構成要素が分離しており、構成要素を互いに移動させる潮汐勾配が存在する) の場合、B 場は、Gregori (2002) で以前に提案されたように、TD ダイナモによって生成される。このメカニズムは、膨大な量のエネルギーを生成する。

その結果として得られる全体像は、地球の気候を制御する 3 つのエンジンという観点から捉えることができる。物理的エンジンは TD ダイナモである。化学的エンジンは蛇紋岩圏の生成である (Gregori and Hovland, 2025 を参照)。生物学的エンジンは、炭素循環において基本的な役割を果たす生物圏の役割に関連している (Gregori and Leybourne, 2021 と Gregori and Hovland, 2025 を参照)。

また、水循環も重要な役割を果たす。最も上層で水と岩石の層は、下層とは地震波の速度が異なるため区別され、一般的にモホ面と呼ばれている。水が深く浸透すると、水と岩石との間で非常に爆発的な化学反応が起こる。これが蛇紋岩化作用であり、超臨界水 (ScriW) と蛇紋岩圏 (Gregori and Hovland, 2025) の形成を伴う。結果として生じた水と岩石は、物理的なエンジンによって放出される内因性の熱によって脱水される。新たに脱水された岩石は、化学エンジンなどの作動に必要なエネルギーを供給する準備が整っている。生物圏は、土壌からの炭素化合物の放出 ( $CH_4$ ,  $CO_2$  など) によって存在し、繁栄する。死んだ生物圏は後に海底に堆積し、内因性の熱によって変成する一方、土壌からの放出によって放出された炭素化合物は、生物圏などにエネルギーを供給する (Gregori and Leybourne, 2021, と Gregori and Hovland, 2025 を参照)。

蛇紋岩圏は、地殻下の超音波 (AE, 音響放射) の応力伝播、ひいては惑星規模の地殻応力の伝播にとっても極めて重要であると考えられる (下記参照)。

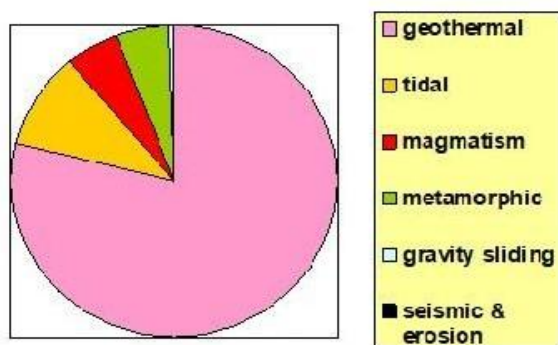


図3. 過去数百万年の間に地球現象に現れたさまざまな種類の内因性エネルギーの相対的な役割 (表1を参照). Gregori (2020) より. Acoustics の許可を得て掲載.

太陽と地球の関係に関するもう一つの一般的な概念は、「外部経路」と「内部経路」の区別である。外部経路とは、惑星間空間から大気圏を経て地球表面に至るまでの太陽風と太陽放射の一般的な影響を指す。これは「宇宙天気」としてよく知られている。「内部経路」は、太陽風からマントルへの電磁誘導による変調に関連しており、これが TD ダイナモの効率、ひいては気候に影響を与える内因性熱の利用可能性の変調を決定する (Gregori, 2002, 2020 および Gregori and Leybourne, 2021, およびそれらの参考文献を参照)。

### 地球内部と内因性エネルギー

文献における地球内部の名称は、時として矛盾している。分かりやすくするために、図4はここで使用されている用語をまとめたものである。詳細については、Gregori and Leybourne (2021) または、例えば Reimink et al. (2023) を参照のこと。モホ面は、地震波の速度が低いものから高いものへと変化する境界として暫定的に定義されており、これは(おそらく)地中の水の濃度の違いと整合している。

アセノスフェアはマントルの最上層であり、蛇紋岩層、すなわち脱水した岩石に水が浸透する厚さ不明の層と関連付けられるか、あるいは同一視される (Gregori and Hovland, 2025 を参照)。爆発的な化学反応、すなわち蛇紋岩化作用によって、超臨界水 (ScriW) に埋め込まれた岩石の水と高破壊が生じる。そのため、リソスフェアは ScriW によって潤滑された層であるアセノスフェアの上を移動する。アセノスフェアは高い電気伝導率  $\sigma$  を持っている。さらに、Hamilton の変分原理 (Gregori et al., 2025e を参照) により、地球の深部で発生したすべての電流  $j$  は可能な限り拡大する傾向がある。したがって、CMB (核マントル境界) から漏れ出した電流  $j$  は可能な限り拡大し、蛇紋岩層の上部境界の上限まで達してそこで減衰し、局所的な  $\sigma$  の増加に寄与する。

重力による圧縮が増加するため、マントル内部では深さとともに温度が上昇する。温度が高くなると電離が進み、より深い原子殻から自由電子が放出される。電子はそれぞれの原子核から剥ぎ取られる。地殻とは異なり、結晶結合が存在しなくなるため、物質の状態はもはや固体ではなくなる。電子が豊富に存在するため、マントル内部は高い導電性を持ち、木星のような巨大惑星内部では一般的に「金属的」と呼ばれる状態になる。したがって、地球のマントルは深さとともに粘度が低下する流体であり、より正確には「金属的」な状態にあると言える。

外核 (OC) は基本的に完全に流体または金属で構成されており、S 波はそこを伝播できない。いずれにせよ、地球深部内部の電気伝導率  $\sigma$  は、非常に低い周波数の誘導電磁電流の計算によってのみ、大きな誤差範囲で推定できる (Gregori and Leybourne, 2021 の図4, および Gregori, 2002 とその参考文献を参照)。

原子核から電子が完全に剥ぎ取られると、「裸の」原子核は核磁気モーメントを介して相互作用する (Gregori et al., 2025w, Gregori and Gregori, 2025 を参照)。一方、現在の理論物理学では、詳細なメカニズムに関していくつかの不確実性がある。しかし、物質の状態はコンパクトである。これは、結晶結合よりもはるかに強い磁気凝集力が存在するためである。電子が全く存在しないため、電気伝導率  $\sigma$  はゼロである。同時に、原子核は強い静電反発を受け、重力による圧縮によって抵抗されるが、核磁気モーメントによる引力はクーロン反発を上回る。このような物質の状態を「magpol」と呼ぶ。これは「磁気偏極状態」の頭文字をとったものである。すべての磁気モーメントが密接に整列しているため、すべての核磁気モーメントは一種の「繊維状」パターンに圧縮される。さらに、magpol 状態は光子を放出しない、つまり「ダークマター (Dark matter)」である。「ダークマター」という用語には、いくつかの微妙な意味合いがある。ここでいう「ダークマター」とは、単に光子が存在しないことを意味するため、直接観測することはできない。一般的には、宇宙の物質の大部分は「ダークマター」であると考えられている。Gregori et al. (2025w) および Gregori and Gregori, 2025 を参照。

したがって、地球の内核 (IC) は、観測される地磁気の主要部分、すなわち双極子磁場の発生源である。ここで、S 波が内核を通過するという理由だけで推測される、内核の「固体」状態に関する一般的に報告されている非論理的な記述を強調しておこう。実際には、S 波が内核を通過するのは、核磁気モーメントの強い磁気結合によるものである。

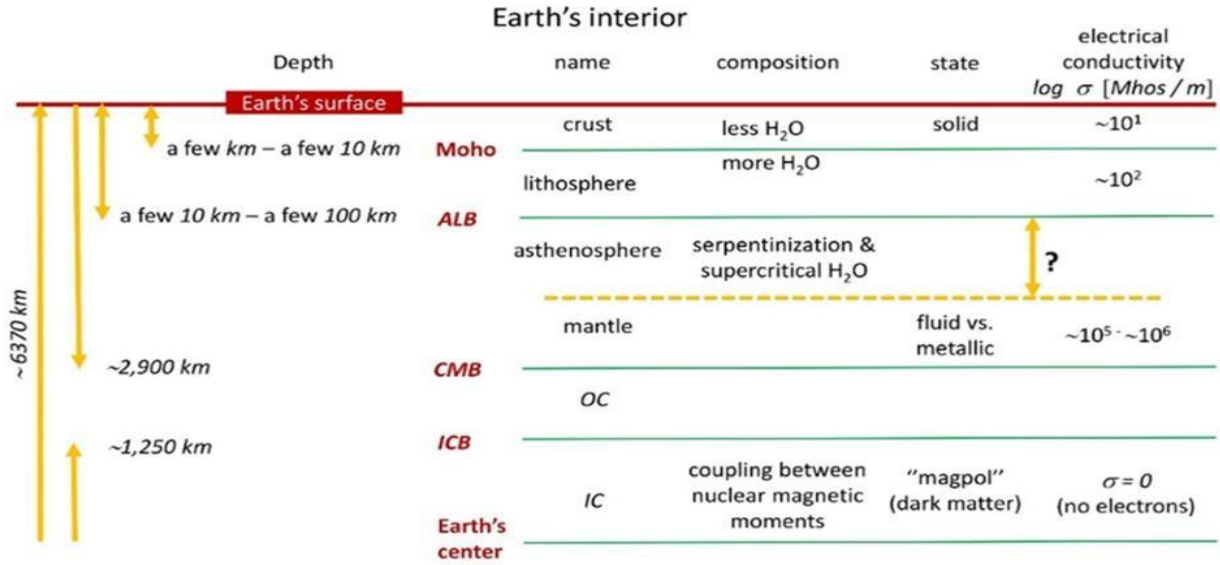


図4. 固体地球の構成要素の慣習的な構造とここで採用されている名称.

地球のさまざまな構成要素は、潮汐力の変化により互いに相対的に移動する。地球のさまざまな構成要素は電離しているため、このプロセスは TD ダイナモと呼ばれる。エネルギーバランスは印象的である (図3 と表1, および Gregori, 2002 と Gregori and Leybourne, 2021 を参照)

重要な情報は、Lowes-Nevanlinna (LN) プロット (Gregori, 2002, 図5) で表される、いわゆる地磁気場の空間スペクトル  $B$  (Lowes, 1974; Nevanlinna, 1987) から得られる。大気と地球間の電流を無視できる場合、地球表面 (つまり  $r = a$ ) における  $B$  は、SHE の観点から表現されるポテンシャルによって記述される。SHE の各付加項は、2 つのインデックスに関連付けられている。一対のインデックス (つまり、次数  $n$  と順序  $m$ ) は、原理的には任意である係数  $gnm$  と  $hnm$  に関連付けられている。対照的に、物理的な観点からは、 $n$  と  $m$  に対するそれらの傾向は、ダイナモの物理を反映している。 $m$  依存性は参照系の選択を反映しているが、 $n$  依存性は参照系の変更に対して不変である。

図5は、横軸に  $n$ 、縦軸に  $r = a$  で測定され、惑星全体で平均化された  $B^2$  の対応する割合を示している。つまり、縦軸は、内部起源フィールドの SHE のすべての項と、与えられた次数  $n$  に関連付けられた地球表面の平均磁気エネルギー密度に比例する。このような割合は、すべての項によるすべての寄与を一度に1回ずつ考慮し、すべての固定  $n$  に対して  $m = 0, 1, \dots, n$  について合計することによって定義される。図5で考慮されている SHE は、MAGSAT 衛星によって収集された1979.85年の  $B$  記録に基づいている。これらのデータは、地殻源によるバイアスを取り除くのに適しているためである (Gregori et al., 1999)。

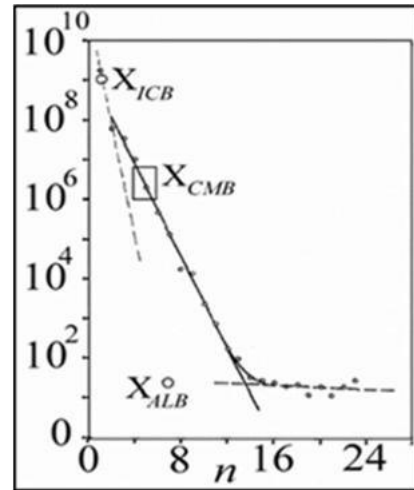


図5. Lowes-Nevanlinna (LN) のプロット。詳細は本文を参照。この図は Gregori (2000c) と Gregori (2002) に基づいて描き直したものである。ESA の著作権フリーポリシーおよび故 Wilfried Schröder のご厚意により掲載。

プロットされたすべての点は、3つの直線に沿って並んでいるように見える。 $n = 1, 2$  を通る1つの直線は、Nevanlinnaの直線 (Nevanlinna, 1987) と呼ばれ、インデックス  $k = 0$  で表される。 $k = 1$  の直線は、第1 Lowes直線 (Lowes, 1974) と呼ばれ、点  $n = 3, 4, \dots, 13$  を通る。3番目の直線、 $k = 2$  は、第2 Lowes直線と呼ばれ、点  $n = 14, \dots$  を通る。これら3つの直線はまとめて LN 直線 (Gregori, 2002) と呼ばれる。

エネルギーバランスに注目し、地球深部で生成されるすべての電流  $j$  は可能な限り膨張しなければならない (Hamilton の法則による, Gregori et al., 2025e を参照) と仮定する。したがって、図5の3つの線は、エネルギー計算に適した等価回路として定義される3つの球殻 (ss) の電流に対応すると仮定する。各 ss を流れる電流  $j$  を

計算し、 $ss$  の半径の関数である関連するエネルギーを計算する。その結果、エネルギーは  $ss$  の半径を小さくすると漸近線とともに発散することがわかる。漸近線の半径（これは各 LN 線の傾きに関係する）は、驚くべきことに、それぞれ ICB ( $k=0$ , 内核境界), CMB ( $k=1$ , 核マントル境界), ALB ( $k=2$ , アセノスフェア・リソスフェア境界) の (地震学的に決定された) 半径  $RICB$ ,  $RCMB$ ,  $RALB$  の下限値と一致する。各漸近線と対応する地震学的に決定された半径との差はわずか数%である。Gregori (2002), Gregori et al. (2025m)を参照。

異なる時代を参照する SHE を考慮すると、各ラインの傾きは時間とともに変化し、ある程度の変動が生じる。しかし、そのような「歴史的」ラインは必ず、図 5 にそれぞれ  $XICB$ ,  $XCMB$ ,  $XALB$  と記された固定交点を通過する。これは、各ラインが地球内部構造の何らかの重要な変化に関連付けられることを意味するが、常に特定の  $n$  を許容し、その  $n$  による対応するエネルギー寄与を許容する。この  $n$  は時間的に不変である。

$RCMB$  と  $RALB$  に関しては、エネルギーの議論は容易に説明し理解できる。実際、これらは電気伝導率  $\sigma$  の段階的な変化に対応している (Gregori and Leybourne, 2021 の図 4 を参照)。なぜなら、電流  $j$  は膨張し、 $\sigma$  が低下するとすぐにジュール熱によって減衰するからである。対照的に、 $RICB$  と地震学的に決定された IC 半径との差は、 $RCMB$  と  $RALB$  の場合よりもわずかに大きな割合である。実際、 $RICB$  は IC の磁気極性状態における物質の最大かつ未知の圧縮率に依存する。したがって、仮説上の膨張する  $j$  殻との関連付けはあまり適切ではないように見えるが、これはエネルギーの推定とバランスのみに関心があるため、妥当である。

過去数世紀の間、 $RICB$  の値はかなり変化しており、これは TD ダイナモによって生成されたエネルギーが、OC の金属状態から IC の磁気極性状態への物質の状態変化、およびその逆の変化を通じて、地球のバッテリー内に定期的に蓄積されていることを示している (図 6)。つまり、地球はバッテリーのように振る舞い、エネルギーは状態変化によって蓄積または放出される。 $RICB$  の最小値は西暦 1790 年に発生し、これは地磁気の急激な変化 (「フランス革命の急激な変化」) に対応している。

### 地球表面へのエネルギー伝達と気候制御

特定の  $ss$  (例えば CMB において) を参照し、完全な球対称性に関して小さな隆起を考える (図 7a)。Hamilton の法則 (Gregori et al., 2025e を参照) により、電流  $j$  はこのような隆起の頂上に集中する傾向があり、そこで比較的大きなジュール熱を放出する。しかし、局所的な熱伝導率  $\sigma$  は非常に低く、熱は伝播できない。したがって、局所的な温度が上昇し、局所的な  $\sigma$  も上昇し、Hamilton

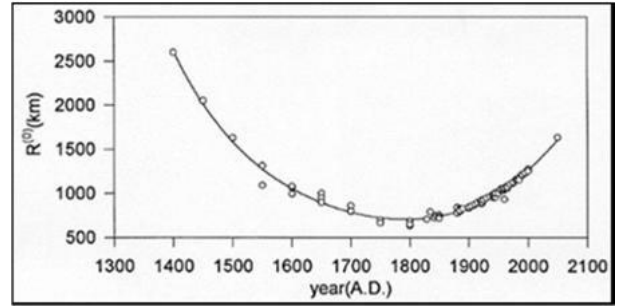


図 6.  $RICB$  の時間変化と 5 次多項式による補間。複数の SHE が使用されている。これは、地磁氣的に決定された  $RICB$  値の最後の約 6 秒間の見かけ上の時間変化である (実際には、これはその物理的値の下限値であり、例えば 5% 以下の過小評価を意味する)。この図は、Fabrizio T. Gizzi との共同研究により以前に作成された (Gregori, 1997 による)。故 Wilfried Schröder のご厚意により掲載。

の法則により、さらに増加し続ける  $j$  が隆起の頂上に集中する。このプロセスは自己増幅的である。そのメカニズムは、氷の塊に押し込まれた「電気はんだごと」(ESI) の場合に似ている (図 7a)。したがって、地球全体は、質量密度の観点からはタマネギを、 $\sigma$  の観点からは「ウニ」や「タコ」を連想させるように描かれるべきであり、それぞれの突起は上方に伝播しながら縮小していく。

上方への伝播の平均速度は、約  $10 \text{ cm year}^{-1}$  である (dsBT 法則, 図 7b)。実際、de Santis et al. (2001) は、次のように定義される「再編成時間」を考慮している。地磁気ポテンシャル  $V$  は、ガウス係数  $\{g^m; h^m\}$  と、 $\{g^i; h^i\}$  で定義されるその SV (永年変化)  $V'$  によって定義される。周波数  $f_n$  と、比率で定義される時間  $\tau_n$  を考える。

$$f_n = 1/\tau_n = \sqrt{(V' \cdot n^2)/(Vn^2)} = \sqrt{(F' \cdot n^2)/(Fn^2)}$$

$$Fn = |\text{grad } Vn| \quad (1)$$

ここで、括弧は平均値を表し、 $f_n$  と  $\tau_n$  は  $r$  に依存しない。Stacey (1992) に倣い、de Santis et al. (2001) は、 $\tau_n$  は、想定される初期  $j$  ループの「再編成」(拡散による) に関連する典型的な時間として解釈できると述べている。

本研究の論理によれば、このような「再編成」はほぼ瞬時に起こるか、Hamilton の原理に従って、初期生成時から  $j$  が誘発されるはずである。Gregori (2002, p. 199-200) には、より詳細な説明と議論が記載されている。各  $\tau_n$  を、ある典型的な線形寸法  $L_n$  と流体速度  $u_n$  (絶対値) の間の比  $L_n/u_n$  として解釈する。  $L_1 \sim 1000 \text{ km}$  (つまり、コアの典型的なサイズ),  $u_1 \sim 1 \text{ km year}^{-1}$ ,  $u_n \sim 6 \text{ km year}^{-1}$  ( $n=2, 3$ ) を選択すると、図 7b が得られる。この図では、比較的大きな  $n$  を持つ SHE 項が  $t$  に対してより急速に変化する。

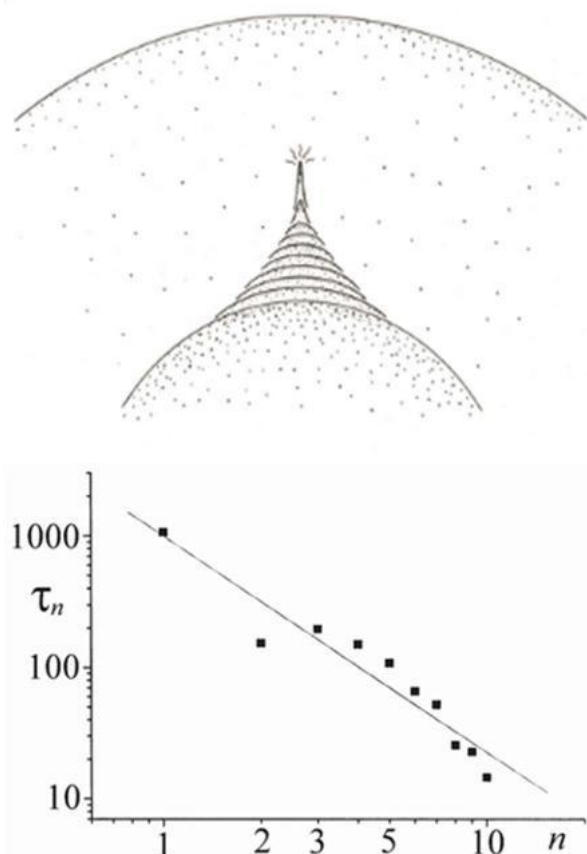


図7. (a) ESI メカニズム. Gregori (1993, 2002)による. (b) 1960~1990年のDGRFの平均空間スペクトルから得られた「再編成時間」 $\tau_n$  [年] 対  $n$  (対数-対数プロット). 傾きは約 1.64, 回帰係数は約 0.95. このプロットは dSBT (De Santis-Barracough-Tozzi) 法則と呼ばれる. De Santis et al. (2003) を基に再描画. Gregori (2002) による. 故 Wilfried Schröder 氏のご厚意により掲載.

感的に言えば、この事実は ESI 機構に由来する。実際、 $n$  が大きいほど、ウニの棘やタコの腕、あるいは棘の先端の曲率半径は小さくなる。したがって、単位体積あたりに局所的に放出されるジュール熱量が増加し、加熱速度が速くなり、 $\sigma$  も大きくなる。そのため、棘の上方への伝播速度は比較的速くなると予想される。したがって、このような dSBT 法則は、ESI 機構による棘の上方への伝播速度の時間的な変化に関連した傾きを示す。なお、推定速度は、予想通り、いわゆる海底拡大のよく知られた標準漂移と同じオーダーであることに注意されたい。

強調すべきは、 $j$  は直流電流のようにスパイクに沿って流れるということである (Gregori et al., 2025r, 2025t 参照)。また、カウリングダイナモ (Gregori et al., 2026d 参照) により、自己コリメーション (平行光線化) 効果も受ける (図8)。このような伝播は、厳密には物質 (マグマ、イオンなど) の輸送を伴わず、電子のみを輸送することを

意味する。つまり、このプロセスは熱力学的ではなく、単なる電気力学的プロセスである。

ウニ状の突起が地表に近づくと、水、油、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{CH}_4$ 、地熱ガスなどの流体を見つけるとすぐに、流体が移流によって熱を運び、エネルギーバランスが保たれる。利用可能な流体が不足すると、システムが温まり、突起はさらに上方に伸びていき、状態方程式が熔融を許容する比較的浅い深度に到達する。こうして、マグマという別の流体が形成され、それが形成された層の化学組成を反映する (DUPAL 異常に関する記述を参照)。そして、マグマは他の流体と同様に作用し、噴出による対流によって熱を輸送する。したがって、何らかの流体 (溶岩など) が存在するとすぐに、電気力学的プロセスは流体力学的プロセスへと変化する。この一連のプロセスが火山を特徴づけ、火山活動の「熱量測定」的説明となる。いわゆるマグマ溜まりは局所的な現象であり、異なる火山のマグマ溜まりの間には関連性がないことに注意が必要。

例えば、地球全体の内因性エネルギー放出の長期的な時間変動を調査する効果的な方法は、特定の火山の連続する2つの活動期間の間に経過する時間差を考慮することである。つまり、特定の火山ごとに、(i) 噴火活動期間の順序番号と (ii) 日付を含むログを考える。(iii) 連続する噴火期間間の時間差を計算する。この時間差をログの順序番号に対してプロットする。これは「インボヒストグラム」と呼ばれている。このように、火山活動は太陽活動と相関関係を示し、地球の内部エネルギーは、世界のさまざまな歴史的な火山に見られるように、同期した時間的な変動を示すことがわかる (Gregori et al, 1992, 1994, and Gregori, 2002 を参照)。

一般的な問題として、ウニの棘のマッピングが挙げられる。一般的に、土壌からの噴出の局所的な影響を監視するすべての装置は、このようなマッピングのための潜在的なツールとなる。しかし、一般的に、高温流体の噴出に関連するすべての現象は、多孔質媒体を通る流体力学の気まぐれによって影響を受ける。電磁気現象への直接的な参照は、地磁気異常 (例えば、火山地域については Gregori et al., 2025r を参照) または CGDS (標準的な地磁気深部探査) と呼ばれる技術による地磁気探査のいずれかに依拠することができる。詳細な説明はまだ発表されていない (準備中)。複数の磁力計を同時に作動させる必要がある。適切な厳密なデータ処理により、異なる深度における誘導電流の局所的な層状構造を評価することが可能である。これにより、局所的な電気伝導率  $\sigma$  の相対的な地下「地形」のマッピングが得られる。高周波の電磁信号は浅い深度に対応する。一方、幾何学的深度との正確な対応関係は示せない。これは、各地点における深度に対する  $\sigma$  プロファイルが未知であるためである。

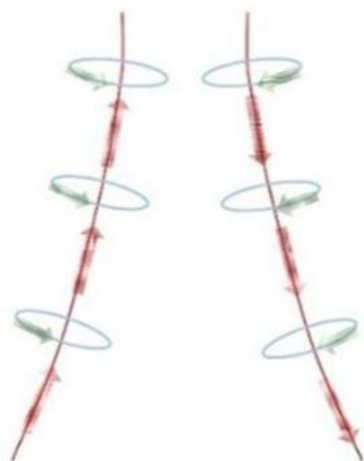


図8. ウニの棘の片側を流れる電流がカウリングダイナモによって自己集束される様子.

ウニの棘には二重の意味がある。一つは、光速に匹敵する速度で移動する電子の流れを通して、深部から地表へエネルギーを伝達することである。もう一つは、ウニの棘が効果的なアンテナのように働き、地球深部と太陽風によって誘起される電磁場との間の電磁結合を可能にすることである。つまり、ウニの棘は地球外層によるファラデー遮蔽を取り除く。これが、太陽が火山活動を制御しているという説を裏付けるものである (Gregori et al., 1992, 1994, and Gregori, 1997, 2002)。

関連する一見不可解な現象が時折報告されるが、これらは目に見えず検出されない一時的な大気と地表の電流に関連している。これらの電流は、派手な光として現れることはないが、比較的にまれな出来事を異常なほど正確に検出する装置のような役割を果たす装置内部で現象を示す。よく知られている現象としては、噴気孔や泥火山など (Gregori and Hovland, 2025 参照), あるいは山火事 (Gregori and Leybourne, 2025i 参照) などがある。ここでは、むしろ、その他の例外的な、しかし強烈で異常な現象について言及する (Gregori et al., 2026b 参照)。

マントルは局所的に加熱され、熱膨張を起こして隆起 (スーパースウェルおよびジオトゥーマー) の形成を決定づける。リソスフェアは斜面を重力によって滑り落ち、メガシンクラインに収束し、その結果、地質力学、地震活動、火山活動、大陸の形成、および造山帯の形成を引き起こす。運動エネルギーは最初に増加し、約 50,000 年後に結果として生じる摩擦熱によってマグマの噴出が決定される。

このモデルは温泥テクトニクス (WMT ; Gregori, 2002 および Gregori and Leybourne, 2021 を参照) と呼ばれている。プレートテクトニクスは、流体である地球モデルに基づいており、リソスフェアは流体の上に浮いているため、アイソスタシーが成立していることに注意。これに

対し、WMT は、空間的にも時間的にも変化する熱膨張を経験する、比較的「固体」のマントルを想定しており、リソスフェアは、スーパースウェルと呼ばれる巨大な丘の斜面を滑動する。岩石圏のスラブは巨大向斜構造内で収束・崩壊し、造山運動と大陸の隆起を引き起こす。大陸は風化によって侵食され、大陸の誕生と消滅のサイクルは比較的速く、周期は約 100~200 Ma, おそらく約 180 万年 (Mortari サイクル) である。WMT は惑星規模でのアイソスタシーを伴わない一方、重力補償はより小さなスケールでのみ作用することに注意。

最近の研究 (Zaccagnino et al., 2020) は特に興味深いもので、ALB 上を滑る岩石圏の変形と運動に対する瞬間的な天文学的影響をほぼ「局所的」にモニタリングしている。彼らは GPS 記録を使用して、岩石圏に局所的に引き起こされる小さな変形をモニタリングしている。GPS 記録は現在高精度で、長い基線では、岩石圏スラブの永年運動と周期的な潮汐変位を測定することが可能である。現在、20 年以上にわたる宇宙測地記録が利用可能で、岩石圏を移動させる物体潮汐の水平成分の寄与を正確に分析することができる。Zaccagnino et al. (2020) はデータをレビューしている。リソスフェアプレートは、固体地球潮汐波のゼロでない水平成分を保持している。測定された速度は潮汐高調波と相関している。高周波の半日周地球潮汐は、残差が現在の GNSS (全地球航法衛星システム) データの精度誤差の範囲内であっても、リソスフェアの変位に寄与する可能性が高いことがわかった。しかし、低周波の物体潮汐は、プレート間の相対運動に等しい水平残差を示し、リソスフェアのダイナミクスに対する天文学的入力を証明している。リソスフェアは、8.8 および 18.6 年周期の章動周期でより速く移動することがわかっている。これは、月の近点移動と節点歳差運動と相関している。高周波の物体潮汐は、アセノスフェアの高い粘性によって減衰される。対照的に、「低周波の水平潮汐振動は、低速度ゾーンの緩和時間と互換性があり、リソスフェアをアセノスフェアのマントル上で西向きに引きずることができる」。Zaccagnino et al. (2020) は、潮汐振動が地震活動とどのように相関しているかを示している。このように、ALB における粘性異方性により、岩石圏の異なる層を比較すると、角速度が変化する可能性がある。さらに、(Gregori, 2002, と Gregori and Leybourne, 2021) で述べられているように、ALB における摩擦は、地球の心電図の  $27.4 \pm 0.05$  Ma サイクル中に大きく変動する。したがって、地球の歴史を通じて、岩石圏の運動に対する天文学的影響は大きく変化してきた。

地球の心電図、すなわち地球深部の内部の 27.4 Ma の周期は、Gregori and Leybourne (1921) で簡単に説明されている。Rampino et al. (2021) は、次のように要約される学

際的な分析を実施した。「私たちは、最近の地質学文献から、過去 260 Ma の年代が正確に特定された 89 の主要な地質学的イベントの年代についてスペクトル分析を実施した。これらのイベントには、海洋生物と非海洋生物の絶滅、主要な海洋無酸素イベント、大陸洪水玄武岩噴火、海面変動、プレート内マグマ活動のグローバルなパルス、海底拡大速度の変化とプレート再編成の時期が含まれる。全 89 件の事象を総合すると、過去 260 Ma の間に 10 個のクラスターが見られ、平均間隔は約 26.9 Ma である。データのフーリエ解析では、96%以上の信頼水準で 27.5 Ma にスペクトルピークが得られた。約 8.9 Ma というより短い周期も、地質学的事象のタイミングを調整する上で重要である可能性がある。我々の結果は、地球規模の地質学的事象は概して相関しており、約 27.5 Ma の周期を基調としたパルス状に発生しているように見えることを示唆している。...

ハワイ天皇海山列によって記録されたハワイ・ホットスポットの火山活動の分析から得られた  $27.4 \pm 0.05$  Ma の心電図サイクルは均質なデータセットによるものであるのに対し、Rampino et al. (2021) の分析は異質なデータベースの形式的な数学的処理に基づいていることを強調している。さらに、ハワイ・ホットスポットの火山活動に関する同じ分析では、約 14.0 Ma の規則的な周期性が明らかになった。注目すべきは、より異質なデータベースと複雑なフーリエ解析によって、精度は低いものの、ハワイ・ホットスポットの火山活動の均質なデータベースによって得られた結果と一致するいくつかのサイクルが見つかったことである。

ウニの棘は、体液の噴出とそれに伴う大気・地球間の流れを通して、内因性エネルギーを海洋・大気系へ伝達する主要なメカニズム、すなわち「経路」を表している。地球は、状態変化 (IC の半径の変化、図 6 参照) によって、さまざまなタイミングでエネルギーを蓄積および放出するバッテリーのように機能する。

この現象は主に 2 つの周期によって変調される。最も重要な周期は、約  $27.4 \pm 0.05$  Ma で、地球の心電図を決定づける (Gregori and Leybourne, 2021 の図 9 を参照)。これは、バッテリーの充電/放電に関連する「チャンネル」の開閉のタイミングによって説明される。もう 1 つの周期、約 14 Ma は、外部変調によるもので、おそらく太陽系が銀河赤道を横切るタイミングによるものである。実際、文献では、周期が約 14 Ma に近い現象についてよく報告されている。

ハワイの火山活動は、比較的精度が高く偏りのない指標であるように思われる。しかし、太陽系が銀河赤道を通過する際、流星体や彗星が集まる。そのため、アストロブレム衝突クレーターは、予想通り、よく知られている

周期性を示すが、地質学的時間スケールで検出可能なクレーターを形成するには適切な流星体の軌道が必要であるため、誤差範囲によって偏りが生じる。

別の解説では、地磁気逆転 (FR) について触れている。FR は、太陽系が時折星間物質の雲と遭遇することによって引き起こされる (Gregori and Leybourne, 2021)。FR が地球環境に与える影響は、余分な量の内因性ジュール熱の発生によって生じる (Gregori, 2002)。FR の影響は数年から数千年続き、ハートビートのピークは数百万年続く。

27.4 Ma の心拍のペースは、ESI 機構によってウニの棘が外套膜を通過するのに必要な時間によって決まる。したがって、連続する 2 つの心拍間の時間差の間に、少数または多数の FR が発生する可能性がある。心拍の強度は、観察によって正しく確認されているように、時間差の間に発生した複数の FR の総合的な効果によって変調され、ウニの棘がすでに到達した上方への伸長に応じて適切に時間遅延される (Gregori, 2002)。したがって、地球力学と気候は同時に異常な傾向を示すと予想される。大規模火成岩地域 (LIP) は、地球の心電図の鼓動のたびに必ず生成され、一般的に、海底からの CH<sub>4</sub> の噴出量の増加により、主に海洋生物を含む大規模な絶滅イベントが発生した。同時に、新しい生命体が出現した。つまり、絶滅と新しい生命体の出現は、地球の歴史を通じて持続的な特徴である。

例えば、シベリア LIP に関連する P/Tr (ペルム紀/三疊紀) 境界イベントは約 9000 万年前に発生した。

人類は初めて心臓の鼓動を経験しており (Gregori, 2020)、それに伴う LIP は 2 Ma には存在しなかったアイスランドの誕生である。実際、Helman et al. (2001) は、以前は機密扱いだったデータベースに基づいて動画を発表した。動画の各フレームは、北大西洋をマッピングし、中央大西洋海嶺 (MAR) の北部に対して対称的に配置された同年代の地磁気異常を統合して、拡大前の各時代の海底をシミュレートすることによって得られた。アイスランドは、わずか約 2 Ma に映画に突然登場した。岩石サンプルの測定年代の観点から見ると、ホットスポットの噴火の歴史は確かに古いことに注意。ただし、激しい火山活動の発作は、現在進行中の活動と関連しているようだ。

内因性熱放出の現在の不均一な分布には、いくつかの特徴がある。主な特徴は 3 つ挙げられる。北極冠付近を中心とする広大な地域では、地質学的時間スケールで見ても、異常に大きな内因性熱放出が長期間続いている。バンダ海は、ユーラシア大陸の西向き移動とケルゲレン超隆起斜面上のリソスフェアの滑りに関連するいくつかの地質力学的活動が交差する場所であり、異常な内因性熱放出の領域である。これは、山火事の特異な傾向によって示され (Gregori and Leybourne, 2025i 参照)、ENSO (エ

ルニーニョ・南方振動)の引き金となる可能性のある場所でもある (Leybourne et al., 2008).

気候との関係については, Chen et al. (2015, 図 4) は, 2 Ma の移動時間遅延内で 0.1 Ma の時間ステップ間隔で計算された FR の発生頻度と気候温度 ( $\delta^{18}O$ ) との関係进行调查した. 予想どおり (上記の議論に従って), 彼らは, 約 13 Ma の周期性を含む相関関係と, また「地殻プレート沈み込み速度」の近似指標とのあまり明確ではない相関関係を発見した.

内因性エネルギーの放出は, 地球内部または海洋/大気系に二重の効果をもたらす. 地球内部に関しては, 複数の連続的に隆起するウニ状の突起 (Gregori and Leybourne, 2021) の間で相互作用が発生する. 制御は Hamilton の原理 (Gregori et al., 2025e) によって行われ, 地球深部の突起の配列の四面体パターンを決定する. 実際, 27.4 Ma と 14 Ma という長い周期のため, 人間が行う監視は, 高速映画の単一フレームを観察することに似ている. 観測されるすべての状態は準平衡状態を表しており (Gregori et al., 2022, 2025w; Gregori and Gregori, 2025), 自然システムは最終的な平衡状態を目指す. 厳密なエネルギー要件により, 地球深部には正確な四面体パターンが存在すると考えられる. WMT によるリソスフェアの滑りは, このような正確な幾何学的パターンの地球表面における特徴を大きく変化させる. いずれにせよ, このメカニズムは, MOR の地理的分布を説明する唯一の物理的説明であると考えられる. 詳細については, Gregori and Leybourne (2021) を参照. 南米の地殻変動に関する最近の正確な調査は, Espinoza and Iaffaldano (2023) によって行われ, 前述の時計回りの回転と一致しているようである.

さらに, メキシコ湾, ハリケーン, SAA (南大西洋異常), 雷の分布, 想定される「キングピン」の間には, 南米の巨大な時計回りの回転と相まって, 特異な経験的関連性が見られる (Gregori and Leybourne, 2021, 2025j; Leybourne et al., 2025 を参照).

海洋・大気系においては, あらゆる流体内部で熱対流が発生する. 媒体が電離すると, あらゆる対流系はカウリングダイナモによって電磁場を生成する (Gregori et al., 2026d 参照). 海水の高い導電率は, あらゆる電磁場誘起効果を速やかに減衰させる. 一方, 大気におけるこの現象は, 気候制御の主要な要因の一つとなる. さらに, 地球規模の気候システムの大きな振動を決定づける海洋・大気系の謎めいた固有振動数も考慮する必要がある.

### 「Pohlfluchtkraft」, ペケリスの力, 島弧

「ポルフルヒトクラフト」, または「エトヴェシュカ」 (Stacey, 1969; Jeffreys, 1976) は, アイソスタシーに基づく流体地球モデルに関連する古典的な概念である. 浮遊するリソスフェアは, 重力, 遠心力, およびアルキメデス

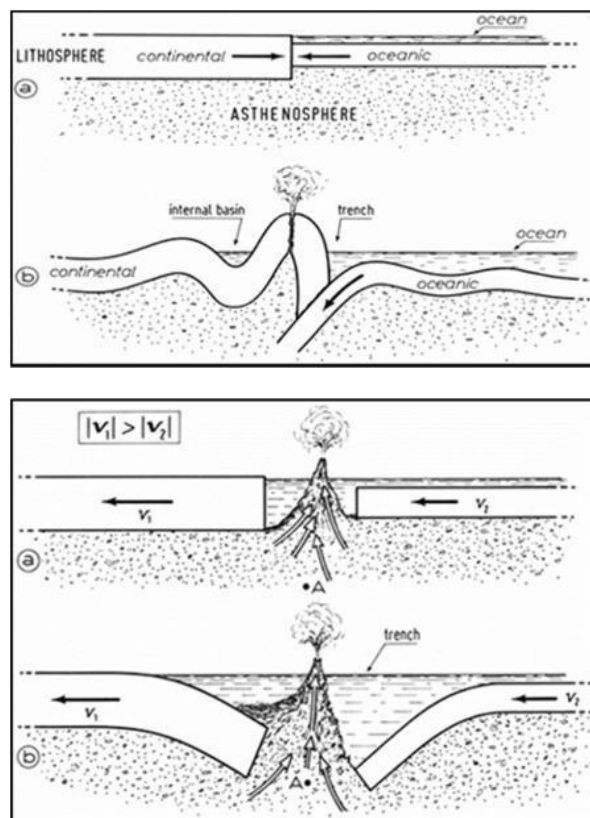


図 9. 比較的厚い (大陸) および薄い (海洋) 2 つのリソスフェアのスラブが ALB 上で滑り. [上図]; (a)  $v_1 = v_2$  の場合, 2 つのスラブは相互作用することなく一緒に移動します. [上図]. (b)  $v_1 \neq v_2$  で衝突する場合, 衝上断層や褶曲が発生する. [上図].  $v_1 > v_2$  の場合, 2 つのスラブの間に隙間ができる. このようにして [下図] (b) リソスフェアはマントルに沈み込み, 「ストッパー」がないことで最終的に火山の形成が可能になる.

力の影響を受ける. その結果, 赤道方向への引力が生じる. これが「ポルフルヒトクラフト」であり, プレートテクトニクスの厳密な要件である.

対照的に, 地球を塑性変形可能な固体として考えてみよう. 理想的な変形可能な物体と比較すると, 地球は過度に扁平化していることがわかる. したがって, 正しい扁平度を取り戻すためには, 何らかの物質が極方向へ移動する必要があるはずである. これを「ペケリス力」と呼ぶ.

一方, 北半球と南半球の非対称性は事実であり, それは四面体パターン, あるいは同等に, 同じである中央海嶺の惑星パターンによって最も激しく顕在化する (Gregori and Leybourne, 2021). したがって, 北半球ではあり得ないことだが, 南極海嶺から放出される熱によってペケリス力の直接観測が妨げられる. この事実は, 島弧形成の推測モデルにとって重要である.

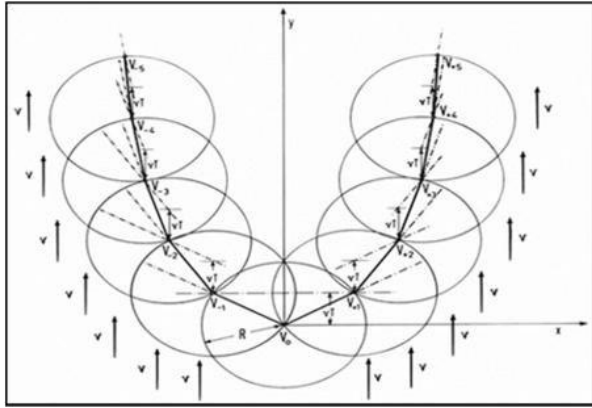


図 10. 妥当な仮定の下では、島弧に沿った火山島は一定の相対距離に位置するはずであることが前もって示される（これはよく知られた観測事実である）。(i) 2つのスラブの相対的な差、(ii) 距離、(iii) 各島の形成の相対的なタイミング、(iv) 島弧に沿った相対的な位置（緯度と経度）の間には、正確な解析的關係が存在するはずである。ここでは詳細は示さない。このモデルは、島弧の曲率を説明する可能性のあるモデルである。しかし、このモデルを検証するための観測データがない限り、これは推測に基づく未発表の図に過ぎない。

実際、ALB上を漂流するリソスフェアプレートを考えてみよう。隣接する2つのプレートは、アセノスフェアに対して、ほぼ等しい速度または異なる速度で移動することができる。

v. その影響はケースによって異なり（図9）、以下のいずれかの結果をもたらす。

- (i) プレートの過剰衝上およびまたは褶曲、または
- (ii) 局所的なアイソスタシー補償による2つのプレートの沈降。

詳細な計算（ここでは省略）を行った結果、島弧の形成モデルが得られた。さらに、妥当な近似の下で、（図10に示すように）すべての島弧において、2つのスラブのvの相対差、各島の距離と形成の相対的なタイミング、および弧に沿った島の相対的な位置（緯度と経度）の間に、正確な解析的關係が存在する必要があることがわかった。詳細はここでは示されていない。現時点では、我々の知る限り、そのようなモデルを検証するための観測データは入手できない。

この島弧モデルは、(i) 太平洋の潮汐がユーラシア大陸棚に負荷をかけることによるユーラシア大陸の西向きの移動、および(ii) 北太平洋で作用する効率的なペケリス力と整合していることに注意されたい。また、スコシア弧の形成もこのモデルと整合している（Gregori and Leybourne, 2021）。

“Tuzo”, “Jason”, Quatrefoil, DUPAL, キンバーライト

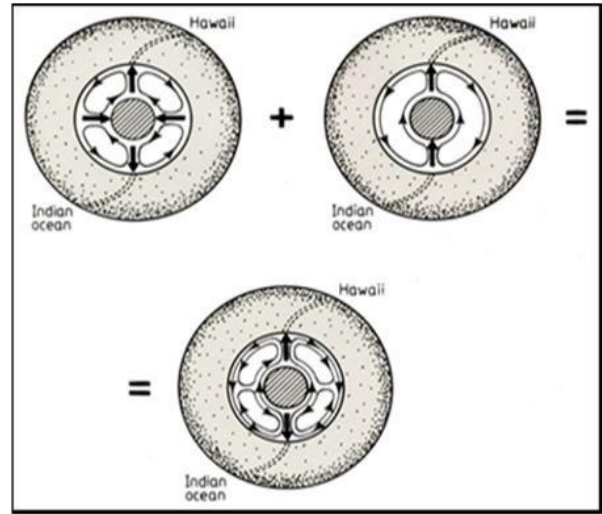


図 11. OC 内部で想定される「対流」セルの最低次数および/または最低度を示す模式図。ただし、この現象は「金属」OCにおける熱対流ではなく、ウニの棘を介した電気力学的プロセスによって発生するものと考えべきである。したがって、この図はあくまでも表現的な記憶補助ツールであり、最終的には誤解を招く可能性がある。Gregori (2002)による。故 Wilfried Schröder のご厚意により掲載。

地球表面のいくつかの大規模な地形学的特徴について簡単に復習する必要がある。これらの特徴は、内因性熱流の放出の分布を示している。例えば、WMTではなくマントル対流の理論に依拠しているBurke (2011)を参照されたい。彼は、「過去約 $5.5 \times 10^8$ 年の深層ブルームは、主に2つの大規模低せん断波速度領域（LLSVP）の縁にあるCMBの狭いブルーム生成ゾーン（PGZ）からのみ上昇したことを示すことができた」と主張している。これらの領域は、数億年、おそらくはそれよりもはるかに長い間、現在の位置で安定しており、対蹠的で赤道にある。彼は、ハワイ地域とボツワナ地域をそれぞれ中心とする2つの巨大な隆起に“Jason”と“Tuzo”という名前を提案している。ここで用いられている論理は、TDダイナモ、Hamiltonの原理、ウニの棘、正四面体、およびWMTを用いてこれらの特徴を説明するものである。

実際、ほぼ無限の数の指標（地球深部にも存在する）により、内因性熱放出は四つ葉模様のようなパターンで特徴づけられ、“Jason”と“Tuzo”に対応する2つの上昇熱の極大値を持つ（図11, Gregori, 2002）。このプロセスは熱対流のように熱力学的ではないが、ウニの棘の位置に応じて（Gregori and Leybourne, 2021を参照）、ハワイとボツワナに2つの極大値を持つ四つ葉模様を想定した、昔ながらのOC対流と同様の要件に何らかの形で応えているように見える。図11は、この現象を分かりやすく記憶しやすいように表現したものである。

例えば、NASA の衛星 OCO-2 のデータによって記録された季節マップによると、大気中の CO<sub>2</sub> 濃度がどの季節でも相対的に最大となる地域はボツワナ周辺である (Gregori, 2020 を参照)。ほぼ対蹠点にあるハワイ地域には、対応する相対的な最大濃度は見られない。実際、NASA の科学者たちは、この最大濃度の欠如は、呼気中の CO<sub>2</sub> を輸送する海流によってアラスカ沿岸付近に細長く伸びた相対的な最大濃度が生じるためだと解釈している。

海洋玄武岩の同位体化学に関する顕著な現象がある。よく知られている特徴は、発見者である Dupré (Stéphanie Dupré, フランス海洋開発研究所 (Ifremer), 海洋地球科学部門) と Allègre (Claude Jean Allègre, 1937 年クラフォード賞, パリ第 7 大学) の頭文字をとった DUPAL 異常である。標準図は、Sr-Nd-Pb の同位体化学 (異なる同位体の比率) を扱っている。

私たちの根拠は、噴出玄武岩が溶融によって玄武岩が生じた層の組成を表すという前述の基準である。地球の平均組成が緯度と経度に対してほぼ均一であれば、溶融深度は局所的なウニ状スパイクへのエネルギー供給の強度に依存する。つまり、DUPAL 異常は、地質時代の空間分布に応じて、大気と地球の循環に関連する興味深い特徴である。この項目については、ここではごくわずしか言及できない (Gregori, 2002 を参照)。

経験的に、エネルギー階層が明確に想定されており、想定される主要エネルギー源の強度に応じて 5 つのクラスに分類される。クラスは、(主要エネルギー供給の強度の降順で) それぞれ、H (ハワイ), D (インド洋全体と大西洋最南端の一部に広がる DUPAL), N (通常または中間クラスター), A (大西洋型), SH (セントヘレナ島, ただしセントヘレナ島とほぼ正反対のオーストラル諸島のクック諸島に、同じ化学組成のスポットがもう 1 つだけ見つかった) と名付けられている。

興味のある読者のために、詳細は付録に記載されている。実際、この海洋玄武岩の同位体化学分析は未発表である。1990 年代初頭に、文献にある図表から得られた各プロット点を個別に評価する、直感的で視覚的なクラスターリングパターン認識法を用いて実施された。利用可能なデータベースが乏しかったため、根拠のいる分析が必要であった。現在では、より豊富なコンピュータ化されたデータベースによって、以前の分析結果が裏付けられている。しかし、より大規模なデータセットの統計分析では、以前の綿密なポイントごとの調査の痕跡が一部隠されている。付録では、初期の調査から得られた推論を簡潔に示している。

それとは対照的に、ここでは MIR (中央インド海嶺) の海底地形との相関関係を示すことを目的とした解釈を報告する。

Klein and Langmuir (1987 and 1989) は、中央海嶺に沿った玄武岩組成のグローバルな体系を調査した。彼らは玄武岩の化学組成と海嶺の水深との関係に注目し、それを「軸方向の水深」と呼んだ。彼らは、長さが 100 km 未満の海嶺のセグメントを平均化することでデータベースをフィルタリングしたが、実際の長さは、自然なセグメント化に応じて毎回決定された。また、異なるセグメントに等しい重みを与えるようにも試みた。さらに、玄武岩の化学組成が重要な変化を受ける可能性のある低圧分画に関する補正も考慮した。この目的のために、彼らは、Na<sub>8.0</sub> と Fe<sub>8.0</sub> と呼ぶ 2 つの縮小パラメータを考慮した。Na<sub>8.0</sub> は、浅い分画補正を行い、固定値 (任意に 8% に設定された値) の MgO 濃度に換算した Na<sub>2</sub>O の重量パーセントを表す。Fe<sub>8.0</sub> の定義も同様である。

彼らは、500 km を超えるセグメントの移動平均によって得られた図 12 をプロットした。彼らは、「単斜輝石の分別、主要元素源の不均一性、部分溶融の程度の変化」という 3 つの可能性のある説明を想定している。彼らは次のように結論付けた。「これらのすべてがさまざまな領域である程度重要であるという証拠があるものの、部分溶融モデルだけで、地域の玄武岩の化学と平均深度の間の一次相関を単純に説明できる...重要な点は、全体的な地球規模の系統性が、さまざまな圧力でさまざまな溶融の程度と一致しており、最も浅い海嶺セグメントの玄武岩は、マンツルのより深い場所でのより大きな溶融の程度によって生成されたということである。

海嶺の下での溶融は、マンツルの断熱上昇によって起こる可能性が高い。[つまり、静水圧の低下により、状態方程式の要件に従って溶融が可能になる。] この場合、特定のマンツル組成に対して、生成される溶融物の量は、マンツル固相線の交点の温度によって大きく制御されるはずである。したがって、「図 12 のグローバルな相関関係」は、「マンツルの温度変化に応じて、溶融の程度が異なることを反映している」はずである。

彼らは図 13 でまとめた 3 つの可能性のあるメカニズムを検討し、最終的に 3 番目のメカニズムを採用した。これは、マンツルの異なる領域が同じ深さでも異なる温度を示すはずなので、妥当に見える。さらに、Brodholt and Batiza (1989) への返答 (Klein and Langmuir, 1989) の中で、彼らは自分たちの解釈をさらに詳しく説明し、図 14 と図 15 を示した。この図から、同じ深さで温度が高い場所では、溶融率が高くなり、したがって海嶺軸の標高が高くなると主張している。

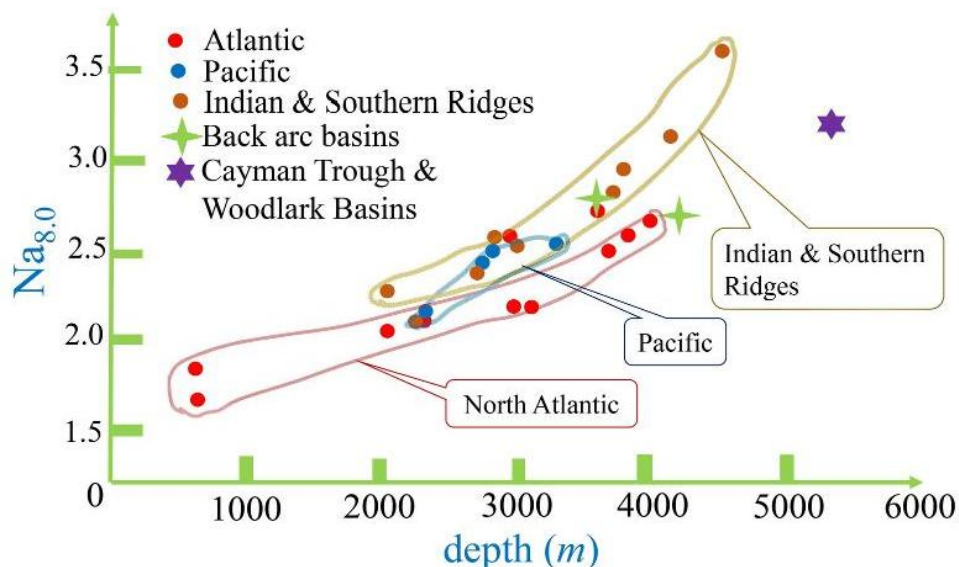


図 12. 「長波長 $Na_{8.0}$ と軸方向深さの関係. データは結合され、サンプリング密度が許す限り、500km を超えるリッジ長にわたって平均化されている. 特に、ホットスポットの中心と縁は一緒に平均化されている.  $Na_{8.0} = Na_{20} + 0.373 \times (MgO) - 2.98$ ,  $Fe_{8.0} = FeO + 1.664 \times (MgO) - 13.313$ .  $Na_{8.0}$ と $Fe_{8.0}$ は、5.0 - 8.5 のサンプルについて計算されている.  $wt\%MgO$ ;  $CaO/Al_2O_3$  は、 $wt\%MgO > 5.0$  のサンプルに対して計算される. 図は Klein and Langmuir (1987) に基づいて再描画されている.

図 12 を参照すると、北大西洋、インド洋または南大西洋の中央海嶺(MOR),そして南部海嶺(すなわち,DUPAL 異常域)はいずれも標高が低く、つまり水深が深いことがわかる。したがって、同じ水深であれば、熔融率が比較的低く、温度も低いと結論付けられる。つまり、図 14b では、DUPAL 異常域は Y ケースに相当し、北大西洋の MORB(中央海嶺玄武岩の略称)は X ケースに相当する。つまり、一次エネルギー供給が弱いと、熱が蓄積して熔融を引き起こす深度で貫入が止まる。一次エネルギー供給が強いと、熔融が起こる浅い深度まで貫入が進む。

このような地球化学的シナリオが、ここで提案するモデルにどのように適合するかを考えてみよう。既に述べたように、地球の中心からの半径方向の距離に対して(多かれ少なかれ急な)地球化学的勾配が存在すると仮定する。これは、少なくとも、状態方程式により熔融が発生する地球の浅い層に関しては当てはまる。つまり、文献で一般的に推測されていることとは異なり、地球表面に沿った 2 つの次元に対する化学的差異を想定するのではなく、化学的差異は深さに対してのみ発生すると想定される。しかし、水平方向と垂直方向の両方の差異が発生する可能性が非常に高い。問題は、両方の傾向の現実的なマップを得るために、適切な量の観測データを収集することである。

ウニの棘が周囲の媒体を突き抜けて上昇すると仮定する。たとえば、CMB から上昇すると想像してみよう。すべての棘の最上部でジュール熱が放出される。マグマは

最終的にどこでも生成される。推測される主要な構成要素は、地球の形成時からの地球の起源と組成、およびその後の化学進化に関する特定の地球化学的問題に焦点を当てていることに注意。一般的な暗黙の根拠は、MOR が CMB から上昇しているように見えるという事実に基づいている (Gregori, 1993; Gregori et al., 2025x で議論されているように、地磁気場の SV とその WD からの推論による)。対照的に、他のいくつかの火山は摩擦熱によって供給される ALB で発生するはずである。さらに、おそらく、ホットスポット火山活動は、以下で説明するように、特別な独立した検討を必要とする。

したがって、このモデルでは、孤立火山(OIB の場合)は比較的深い熱源(点 O)を持つ。これらは熱を放出する点状の「安全ヒューズ」であり、比較的高い融解率を示す。ハワイのホットスポットはおそらくこの種の最良の例である。しかし、このモデルは他の強度の低いホットスポットにも当てはまる。さらに、この現象は、熱エネルギーが地表で放出されるまでに比較的長い経路をたどることを示唆している。

ダイヤモンドを含むキンバーライトは特筆に値する。図 17 は、様々な種類の玄武岩とキンバーライトの同位体特性を示している。この図は 1986 年に発表されたもので、玄武岩の同位体化学が様々な場所をどのように特徴づけることができるかを示す、ほぼ歴史的な証拠となっている。キンバーライトは、ある種の未噴火火山のように見え、つまり、厚い岩石圏(クラトン)によって「ストップ

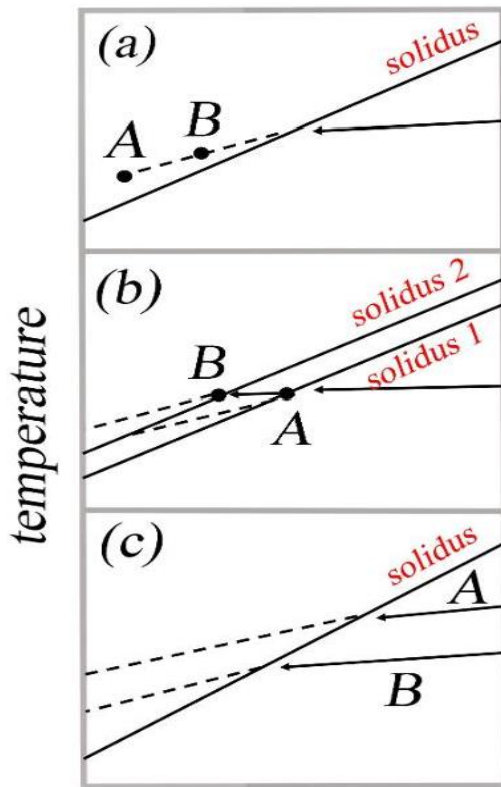


図 13. 「マンツルの圧力と温度のプロファイルの模式図. 図 (a)~(c) では, 'A' と 'B' はそれぞれ浅い海嶺または深い海嶺に沿って噴出したマグマを生成するためにたどった経路を表している. (a) マンツルは単一の温度勾配によって特徴付けられ, 固相線はどこでも同じ圧力で交差するが, マグマは異なる深さで分離するため, 溶融の程度が異なる. (b) マンツルは単一の温度勾配によって特徴付けられるが, 異なる海嶺の下ではマンツルの組成が著しく異なる. 'A' はより肥沃な性質のため固相線をより深く交差し, より多く溶融する. 'B' は, マンツルのより枯渇した領域を表し, 固相線との交差がより浅く, 溶融が少ない. (c) マンツルの異なる領域は同じ深さでも温度が異なるため, 異なる圧力, 深さ, 温度で固相線と交差する. 'A' はマンツルのより高温の領域を表し, 固相線との交差がより深く, 溶融が多い. 'B' はマンツルのより低温の領域を表し, 固相線との交差がより浅く, 溶融が少ない. ... 図 (c) は, 我々が推奨するモデルを示している.」 図とキャプションは, Klein and Langmuir (1987)に基づいて描き直した.

一」が代表される DUPAL 環境に典型的なものと思われる. Mitchell (1986) は包括的なレビューである (Schulze, 1987 も参照). 例えば, 2006 年に世界最大のダイヤモンド生産国がボツワナであったことは偶然ではない. ダイヤモンドの形成過程は依然として不明瞭である (例えば, Coombs, 2016; Cook, 2019a; およびそれらの参考文献を参照). いくつかの主要なダイヤモンド含有キンバーライト地域は, 「栓をした」火山 (キンバーライト) のフィールドのように見え, 厚い大陸クラトンによって表される「栓」

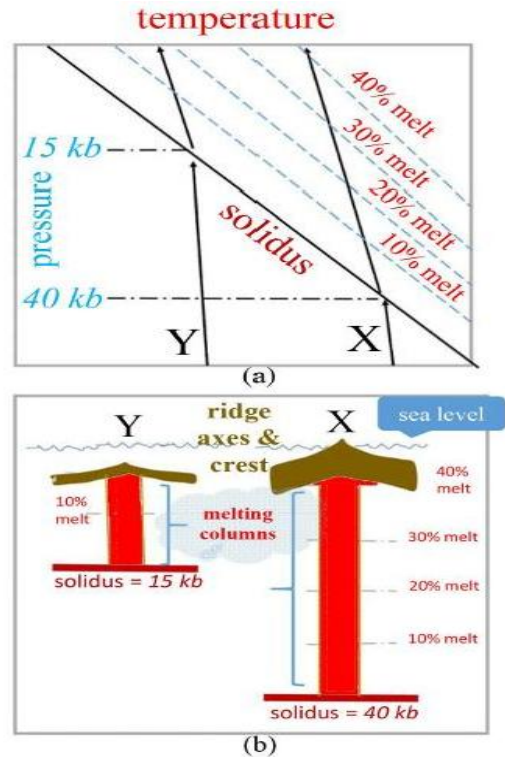


図 14. 「(a) マンツルの圧力と温度の関係を示す模式図. 経路 X は, より深い位置で固相線と交差し, 上昇時に大きく溶融する高温のマンツル部分を表す. 経路 Y は, より浅い位置で固相線と交差し, 上昇時に溶融が少ない低温のマンツル部分を表す. (b) 図 (a) の経路 X と Y によって生じる海洋地殻とマンツルの模式断面図. 薄い陰影は溶融柱を示し, 垂直線は海洋地殻を示す.」 図と説明文は Klein and Langmuir (1989)に基づいて描き直した.

から噴出することができなかったウニの棘によく似ている. ダイヤモンド含有キンバーライトは, アフリカ南部の大部分と西オーストラリアのパース地域と呼ばれる広い地域で観察されている.

#### 音響放射 (AE)

地殻応力のモニタリングは, 地震の前兆現象を理解し, 警報を発令するために不可欠である. このトピック全体については, Gregori et al. (2018) およびその中の複数の参考文献で詳しく議論されている. Gregori (2020) にもいくつかの要点がまとめられている. ここでは, いくつかの重要な主要な考え方のみを改めて述べる.

分子結合または原子結合が切断されると, 周囲の結晶構造が弱まる. そのため, 既に結合が切断された場所では, その後の切断が発生する確率が高くなる. したがって, 固体地盤でモニタリングされる超音波信号 (すなわち「音響放射」, AE) の時系列のフラクタル次元の解析に頼ることができる. 観測結果は, 互いにかかなり離れた場所でも, 関連のある複数の AE 信号が記録されることを

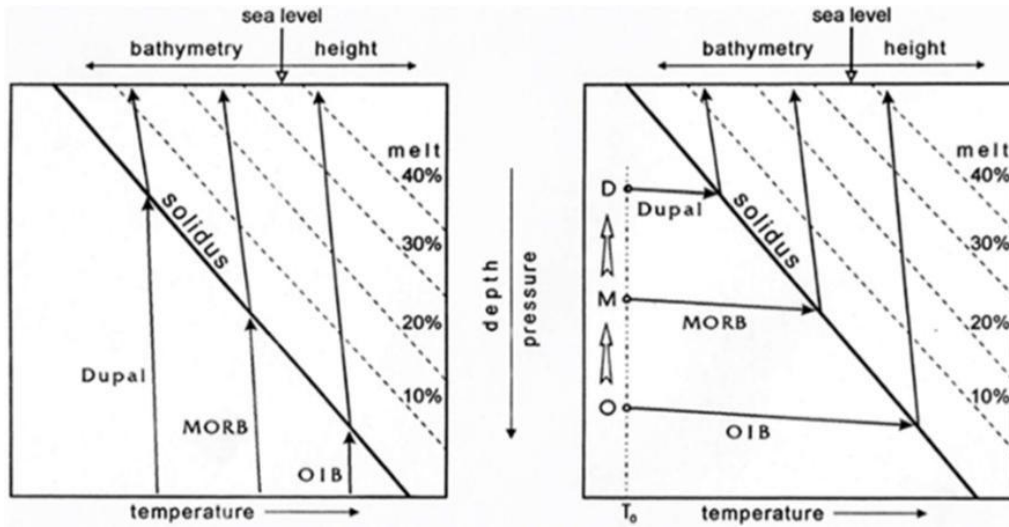


図 16. (a) 図 14a (概略図, 定性的, 縮尺なし) を再描画し, 比較的深い熱源に関連付けられるべき OIB を区別して示している。OIB は, 地球表面近くでより大きな溶融率を生み出し, したがって海面に対してより大きな地形標高を生み出す。MORB は, 中間の深さの熱源に関連付けられるべきであり, したがって中間の溶融率と中間の水深を生み出す。DUPAL の玄武岩は, 3 つのケースの中で最も浅い熱源に関連付けられるべきであり, したがって最も小さな溶融率を生み出し, したがって最も深い水深を生み出す。この図は図 13c-b) の場合に対応する。図 13 で想定されている 3 つのケースに加えて, 4 番目のケースである。深いダイナモ電流によって供給される電気回路は, スパイクの最上部 (ESI の点とほぼ同じ位置) でジュール熱を放出すると想定されている。スパイクの最上部がそれぞれ点 O, M, または D に到達する 3 つの異なる可能性が想定されている。簡単にするために, 初期温度  $T_0$  は 3 つのケースすべてで同じであると仮定する。これはほとんど違いを生かさない。なぜなら, 局所的な加熱は, 非常に低い熱伝導以外に熱を放出する手段がないために起こるからである。したがって, 局所的な温度は局所的な圧力とともに上昇する。システムの状態は固相線に達するまで変化し, その後,  $(p, T)$  図の軌跡は図 16a の場合と同一になる。このモデルでは, スパイクの頂点は OIB ではより深く, MORB では中間, DUPAL の玄武岩では比較的浅くなければならない。Hamilton の変分原理によれば, すべての尖頭の頂点は上向きに突き進む傾向がある。したがって, すべての点 O は点 M に近づき, すべての尖った M は点 D に近づく傾向がある。したがって, OIB の同位体地球化学は (地質学的時間スケールで) MORB に徐々に似てきて, MORB は DUPAL に似てくるはずである (後者の傾向は観察されているようだ)。しかし, このような一般的な傾向は, あるエネルギー閾値で最終的に停止する可能性がある。

明確に示している。一方, 超音波は軟弱な地盤では非常に急速に減衰するため, かなりの距離を伝播することはできない。対照的に, 超音波は流体媒体中を容易に伝播する。そのため, 局所的な浅い地殻ブロックと固い地殻ブロックは, 蛇紋岩圏を介して音響的に互いに繋がっているように見える (Gregori and Hovland, 2025 を参照)。これは, AE が蛇紋岩圏を効率的に伝播できるためである。

実際, 岩盤の露頭に挿入されたセンサーを用いて AE をモニタリングする場合, その露頭は, 地殻と岩石圏を貫通する未知の広がりを持つ「自然プローブ」の終端とみなさなければならない。異なる場所での記録が, たとえ互いに遠く離れていても相関しているように見える場合, それは, 蛇紋岩圏内部で超音波を発生させる応力が地球を貫通し, その後, 異なる岩盤の露頭に関連付けられた「自然プローブ」によってモニタリングされることを意味する。この原理は, 現実的かつ発見的に非常に効果的であることが証明された。

特異な現象として, 地殻破断がドミノ効果を思わせるような順序で伝播する点が挙げられる。すなわち, 経験

的に (Gregori, 2013a), 結晶結合の破壊が近傍の結合の破壊を引き起こすことが分かっている。この現象は, 媒体の種類に関わらず, 典型的な速度で約 10 cm/s で発生することが観察されている。これは, あらゆる媒体が同様の挙動を示し, 明らかにすべての固体構造に共通する特徴である。

結合による歪みはまず最小スケールで発生し, 小さな欠陥を生じさせる。放出される AE は比較的高周波 (HF) であり, この小さな欠陥に関連している。その後, 小さな欠陥が合体して次第に大きな欠陥へと成長し, 同時に放出される AE は次第に低周波 (LF) となる。つまり, 高周波 AE が次第に低周波 (LF) AE に先行するため, 異なる周波数の AE を記録することで, 固体構造の性能低下の進行を監視できる。したがって, これは媒体の重要な内部自然時計であり, これに匹敵する信頼性を持つ他の内部時計は知られていない。

この点に関して, Bletery and Nocquet (2023) は, 大地震の前兆段階について統計的調査を行った。彼らは GPS データと, 3026 の高レート GPS 時系列に関する測定さ

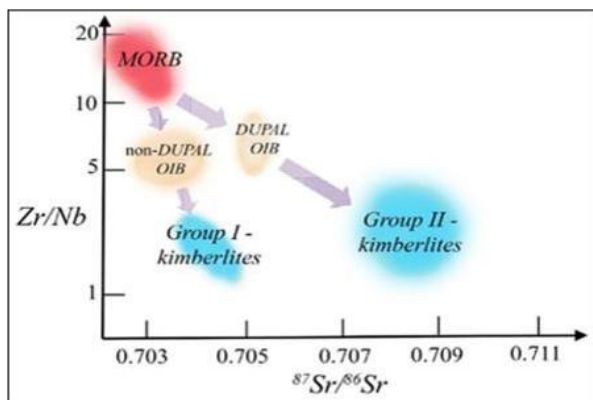


図 17. グループ I および II キンバーライトの Zr/Nb と初期  $87\text{Sr}/86\text{Sr}$  の関係を, MORB および南大西洋 OIB と比較したものの. Le Roex (1986, Fig. 1, p. 243) および Wilson (1989) を参考に再描画

れた変位を使用した。彼らは記録を震源での予想される滑りの方向に投影した。彼らは、モーメントマグニチュード  $\geq 7$  の 90 の地震に先行する 48 時間の時間遅延を考慮した。彼らは、「破壊の前に約 2 時間にわたる滑りの指数関数的加速があり、大地震は滑りの前兆段階から始まることを示唆している…」ことを発見した。いずれにせよ、ばらつきは重要であり、一部の著者の困惑した感情を正当化する。

実際、個々の地震が他の地震と異なる多様性を考慮すれば、この結果は妥当である。対照的に、特定の活断層に沿った AE 記録は非常に精度が高く、その影響をより具体的なタイミングで監視する。これは、Gregori et al. (2010) が報告したように、ラクイラ地震 (2009 年 4 月 6 日、マグニチュード  $ML = 5.8$ 、震源深度 8.8 km) に先立ってヴァルシンニ (イタリア南部、震源から約 354 km) で収集された HFAE および LFAE 記録を分析した結果、明らかになった。非常に明瞭な前兆現象は約 15 日間続き、パガニカ断層に沿った微小断裂の伝播と一致していた。応力伝播は、約  $10\text{m}\cdot\text{sec}^{-1}$  の速度でドミノ効果のように発生した (Gregori, 2013a)。つまり、15 日で微小亀裂は約 13 km を覆ったことになり、これは活断層の長さの桁数から見て妥当な値である。

興味深いことに、オルキ (イタリア中部フォリーニョ市にある地点) の観測所で収集された AE 記録には、前駆現象が明確に現れていない。オルキはヴァルシンニよりもラクイラにずっと近い場所にある。その理由として考えられるのは、いわゆるアンツィオ・アンコーナ線と呼ばれるもので、一部の地質学者は、この線がイタリア半島の北部と南部を隔てる深い断層を示していると推測している。つまり、ラクイラとヴァルシンニは南側の地

殻プレート上にあり、オルキは北側の地殻プレート上にあるということだ。

ラクイラ地震の前兆は事後分析によって発見された。Gregori (2013) が報告したように、事前の継続的なモニタリングによってこの現象を検証したいと考えた。2009 年 9 月から 12 月 (両日を含む) にヴァルシンニで記録された HFAE と LFAE の両方を使用した。分析は毎週月曜日、水曜日、金曜日に、前日の 2~3 日分のデータ記録を使用して定期的な実施された。結果は、ラクイラ地震に先行した傾向と同様の地殻の「サブストーム」の特徴を想起させる規則的なパターンを明確に示している。ほぼ毎週、1 つの「サブストーム」が観測されたが、完全完了する数日前に必ず停止するため、完了することはなかった。合理的な説明としては、地殻スラブの境界条件の変化により結晶応力場が変化したことが挙げられる。したがって、この前兆現象は地殻の再調整の指標に過ぎず、壊滅的な事象を引き起こすことなく応力を解放するため、起こりうる地震の予防に非常に有益である。10 月のある日だけ、この傾向は完全完了のわずか 1、2 日前に停止した。その後、ポテンツァ支局を通じてリアルタイムで分析結果のグラフを受け取っていたイタリア市民保護局が、その後の数日間にイタリア半島内のどこかで地震が発生する可能性を検討していたことを非公式に知らされた。しかし、その後「サブストーム」が完了前に停止したため、懸念はなくなった。

つまり、Bletery and Nocquet (2023) の統計的研究は信頼できる。しかし、前兆現象の継続時間は、対象となる活断層の線状延長によって大きく異なる可能性がある。微弱な信号を精緻に解析することで、これらの現象を高精度で監視できるのは、局所的な AE (音響放射) のみである。これが、後述する地震「予測」のための 4 段階アプローチのレベル 3 を活用する正しい方法である。

要約すると、原則として、地震災害は 4 つのレベルで管理できる (Gregori et al., 2018)。

レベル 1 は、衛星などによる大規模な土壌呼気のモニタリングに依存している (Quinn et al., 2026; Parrot, 2025; Straser et al., 2026; Wu, 2025; Leybourne et al., 2025; Gregori et al., 2025t; Gregori and Leybourne, 2025i, 2025j)。

レベル 2 では、大規模な地殻応力の伝播、すなわち数年間続く「地殻嵐」の発生を監視することを目的とした、惑星規模の AE 記録ステーション群に頼るべきである (Gregori, 2013)。地殻嵐は数年間の「静穏」期間を挟んで発生する。地震は、地殻嵐がその地域を通過するときのみ、特定の地域で発生する可能性がある。

レベル 3 では、将来的に地震が発生する可能性のある場所と疑われる活断層に沿って運用される一時的な AE

アレイに依拠すべきである。これにより、約1~2日前に信頼性の高い警報を発することができる。

レベル4（ただし、確認が必要）では、以前のレベルに基づいて危険地域であることがわかっている地域で、発生する可能性のある衝撃の予測時刻について、それぞれ数分程度の2つの時間間隔を予測することが可能である。

興味のある読者は、前述の参考文献を参照すべきである。いずれにせよ、結晶応力の伝播を監視することは、チベット高原や中国全土など広範囲にわたる土壌からの噴出による気候への影響を調査する上でも基本的な側面である（Gregori et al., 2025f, 2025g, 2025h, 2025i, 2025jを参照）。

その他の応用例としては、高架橋のモニタリング（Gregori et al., 2013）や、VIRGO 実験のスーパーアツネーターのブレードの安定性研究（Braccini et al., 2002）などがあり、後者の手法は後に LIGO 重力アンテナにも採用された。

本論文執筆後、論文が発表された（O'Ghaffari et al., 2023, 図版は Chu, 2023）。ここでは、Chu (2023) から引用したいいくつかの記述を紹介する。

「MIT の科学者たちは、私たちの足元から聞こえる音は、岩盤の安定性を示す指紋のようなものと発見した。」

もし地球の地殻を突き抜けることができたなら、注意深く耳を澄ませば、その過程で轟音やパチパチという不協和音が聞こえてくるかもしれない。岩石を貫く亀裂、孔、欠陥は、押したり圧力をかけたりすると共鳴する弦のようなものだ。

Peč とその同僚たちは、岩石に様々な圧力を加えた際に、音響パターン、つまり「指紋」のようなものが現れるかどうかを調べている。実験室での研究で、大理石のサンプルは低圧下では低音の「ドスン」という音を発し、高圧下では高音のパチパチという音が「雪崩のように」連続して発生することを明らかにした。

岩石は地表付近では脆く、深部では延性を示すという事実は、その中間段階、つまり岩石が脆性から延性へと移行する段階が存在することを示唆している。この段階では、岩石は両方の性質を併せ持ち、花崗岩のように割れやすく、蜂蜜のように流動する可能性がある。この「脆性-延性遷移」(BDT) は十分に解明されていないが、地質学者たちは、この段階こそが地殻内で岩石が最も強い状態にある場所だと考えている。...

彼と彼の同僚たちは、岩石の強度と安定性（脆性、延性、あるいはその中間など）が、岩石の微細な欠陥に基づいてどのように変化するかを研究している。微細な亀裂、割れ目、孔などの欠陥の大きさ、密度、分布によって、岩石の脆性や延性が決まるのだ...

...研究チームは超音波に着目し、岩石を伝わる音波は微細な亀裂や隙間で跳ね返り、振動し、反射するはずだという考えに着目した。...彼らは、この考えがメガヘルツ周波数の超音波で有効であることを発見した。[我々は25kHzの低周波AEと200kHzの高周波AEを使用した。他のグループはより低い周波数を使用している。実験室で応力を加えた大理石サンプルの実験は、日本とサンクトペテルブルクで活動するグループによっても報告されているが、O'Ghaffari et al., (2023) は言及しておらず、彼らはGregori et al. (2018) でレビューされたいくつかの研究や、その後の関連論文についても認識していないようである。]

「この種の超音波法は、地震学者が自然界で行う手法と似ているが、はるかに高い周波数を使用する」と Peč は説明する。「これにより、岩石の変形中に微視的なスケールで起こる物理現象を理解することができる。」... [ただし、非常に高い超音波が緩い土壌を伝播する理由、つまり蛇紋岩圏の役割を説明する必要があることを強調しておく。]

実験では、研究チームはカララ大理石の円柱を試験した。...各岩石をゆっくりと粉砕しながら、研究チームは試料の上部から超音波パルスを送り込み、下部から放出される音響パターンを記録した。センサーがパルスを発信していないときは、自然発生するあらゆる音響放射を観測した。[Guarniere (2003) は、博士論文（審査員：G.P. Gregori and G. Paparo）の中で、実験室のプレス機でコンクリートの立方体を粉砕し、フラクタル解析によってドミノ効果の有効性と重要性を示した。]

研究チームは、岩石が脆い低圧域では、大理石に突然の亀裂が生じ、音波は低周波の大きな爆発音に似ていることを発見した。岩石がより延性を持つ高圧域では、音波は高音のパチパチという音に似ていた。[実際、これは合体によってサイズが大きくなる前述の「欠陥領域」の連続である。] 研究チームは、このパチパチという音は転位と呼ばれる微細な欠陥によって発生し、それが雪崩のように広がり流れることで生じたと考えている。

「今回初めて、岩石が脆性から延性へと変形する際に発生する『音』を記録し、これらの音を、音の原因となる個々の微細な欠陥と関連付けた」と Peč は述べている。

「これらの欠陥は、この遷移を越える際に、その大きさや伝播速度が大きく変化することが分かった。これは、これまで考えられていたよりも複雑な現象である。」

研究チームが様々な圧力下で岩石とその欠陥を特性評価することで、科学者たちは地球の地殻が様々な深さでどのように振る舞うかを推定することができる。例えば、地震時に岩石がどのように破壊されるか、噴火時にどのように流動するかといった予測が可能になる。[これに対

する包括的な回答は、前述の地殻モニタリングにおける4段階アプローチ、すなわち地震警報の発令方法によって示されている。]

「岩石が部分的に破碎され、部分的に流動しているとき、それがどのように地震サイクルにフィードバックされるのか？また、それが岩石のネットワークを通るマグマの移動にどのように影響するのか？」と Peč は言う。

「これらは、このような研究で取り組むことができる、より大きなスケールの問題である。…」以前の論文で概説されている最先端の技術は、O’Ghaffari et al. (2023)が想定した素朴な理解よりもはるかに進んでいるように見える。

### Appendix 序文

本未発表分析は、1990年代初頭に、5次元空間における直感的で視覚的なパターン認識クラスタ分析によって実施された。プロットされた各点は、文献で入手可能な図から個別に評価された。これらの図は通常、テクトノマグマ判別図と呼ばれる。断片的で乏しいデータベースのため、点ごとの評価を根拠強く行う必要があった。現在では、より豊富なコンピュータ化されたデータベースが利用可能になり、新しい図は以前の分析を裏付けている。しかし、より大規模なデータセットの統計分析では、以前の点ごとの調査で焦点が当てられていたいくつかの証拠が隠されている。本補足資料では、初期の調査で得られた元の図と推論を、より新しいデータ図との比較とともに示している。

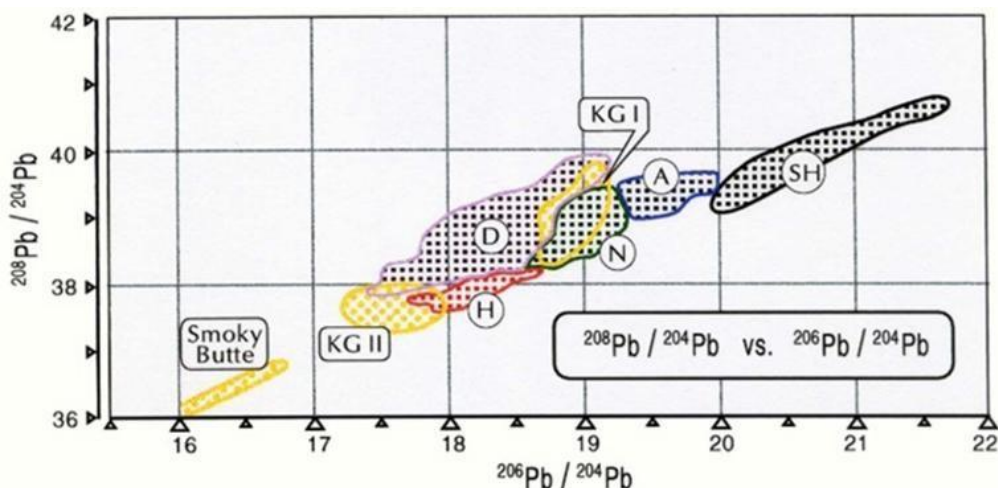
世界中で標準的かつ目立つデータベースが利用可能であり、放射性同位体の同位体濃度比は主に3つの元素、すなわち  $Pb$ ,  $Sr$  および  $Nd$  に関係している。 $Pb$  比は、安定同位体  $^{204}Pb$  に対する  $^{206}Pb$ ,  $^{207}Pb$ ,  $^{208}Pb$  の濃度比を指す。 $Sr$  比は、安定同位体  $^{86}Sr$  に対する放射性

同位体  $^{87}Sr$  を指す。 $Nd$ 比は、安定同位体  $^{144}Nd$  に対する放射性同位体  $^{143}Nd$  の比率を指す。さらに、 $Sr$ と $Nd$ の同位体濃度比を表す別の標準的な方法として、 $\epsilon Sr$ と $\epsilon Nd$ という量を考慮するのが一般的である。正式な定義については、De Paolo and Wasserburg (1976)を参照(例えば、Wilson, 1989 または Geyh and Schleicher, 1990 も参照)。

このデータベースにクラスタ分析を適用し、物理的な理由から海底のみを対象とすると(下記参照)、現象論的な観点から5つのクラスタを区別できる。さらに詳しく調べると、これらのクラスタは「エネルギー階層」を示している。これは、異なる一次エネルギー源が存在するという観点から合理的に解釈できる。各クラスタは、エネルギーの昇順に、それぞれ以下のように命名される。

- (i) 「SH」(セントヘレナ島にちなんで命名。同じ化学組成を持つ地点は他に1箇所のみ発見された。セントヘレナ島のほぼ対蹠点、すなわちオーストラル諸島のクック諸島)
- (ii) 「A」(大西洋型にちなんで命名)
- (iii) 「N」(通常型または中間型クラスタ)
- (iv) 「D」(インド洋全域および大西洋最南端の一部に広がるDUPAL異常にちなんで命名)
- (iv) 「H」(ハワイにちなんで命名)

SH, A, N, D, およびHクラスタは、観測上の事実です。証拠は図A-1からA-5(GregoriとCrisci, 1995)に基づいているが、これらは単なる参考としてのみ考慮されるべきである。原則として、クラスタ分析とコンピュータによる正式なアプローチを実行する必要がある。利用可能な観測データベースに応じて、可能な限り「すべて」の同位体比の観測を含むファイルを使用して、nDクラスタの検索を実行する必要がある。図A-1からA-5は、5Dオブジェクトの単純な2D投影にすぎない。この5D空間内の特定の方向から見ると、すべてのクラス



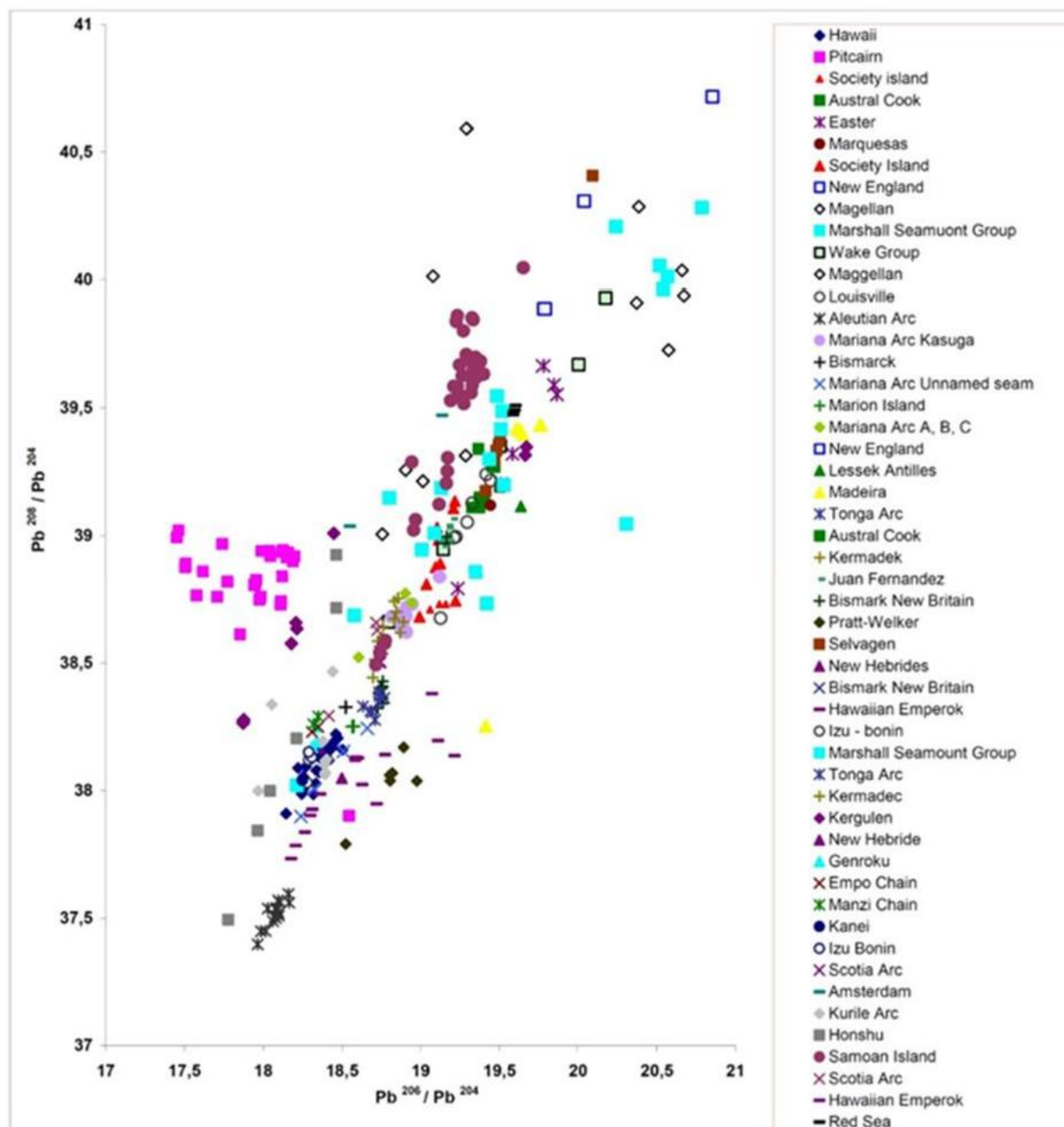


図 A-1. 海洋玄武岩のサンプルをそれぞれ 5 つのクラスター H, D, N, A, SH とクラスター IsAr (島弧) に分類した  $208Pb/204Pb$  対  $206Pb/204Pb$  の合成図。(a) [上図] 1995 年以前に文献に掲載されたいくつかの図のデータに基づいている。この図は、5 次元空間にプロットされた観測点の 2 次元投影である。ただし、すべての異なる (手描きの) 図 A-1 から A-5 の間で相互の整合性を探ることはない。各図は他の図とは独立して、合成されたすべての図を単純に比較することによって導出された。つまり、いかなる種類のアドホックな調整も避けられた。異なる図間の明らかな不一致は、各 (手描きの) 図の導出における不確実性を示している。すべての点は連続体の一部である。提案されている 5 つのクラスターへの分割は、すべての玄武岩サンプルを特徴付けたり、ラベル付けしたりするための簡略化された方法である。(b) [下の図] 同じ図を、ウェブ上で入手可能な玄武岩同位体化学のコンピュータ化されたデータベースを使用してコンピュータで描画した。図 A-2~A-5 割愛。

ターは最終的に他のクラスターと重なる。各図には、1990 年代に手書きで作成された以前のプロットと、現在利用可能なデータセットを使用して得られた同様のプロットが一緒に示されている。M. Poscolieri は、数年前に利用可

能だったデータベースに基づいてこれらのプロットを作成した。

謝 辞

本稿で想定したモデルとその解釈の活用に、しばしば無意識のうちに貢献して下さった多くの友人や同僚の方々に感謝の意を表す。共著者一同は、Gabriele Paparo (1949年2月2日～2023年4月7日)の逝去を深く悼む。G.P. Gregori は、常に多大な励ましをくださった故ヴ Wilfried Schröder 教授に心からの感謝の意を表す。

## 文 献

- Allègre, C.-J., and D.L. Turcotte, 1985. Geodynamic mixing in the mesosphere boundary layer and the origin of oceanic islands, *Geophysical Research Letters*, 12 (4): 207-210; DOI:10.1029/GL012i004p00207
- Bletery, Q., & Nocquet, J.-M., 2023. The precursory phase of large earthquakes. *Science*, 381(6655), 297-301. <https://doi.org/10.1126/science.adg2565>
- Braccini, S., C. Casciano, F. Cordero, F. Frascioni, G.P. Gregori, E. Majorana, G. Paparo, R. Passaquietti, P. Puppo, P. Rapagnani, F. Ricci, and R. Valentini, 2002. Monitoring the acoustic emission of the blades of the mirror suspension for a gravitational wave interferometer. *Physics Letters A*, 301 (5/6): 389–397; DOI:10.1016/S0375-9601(02)00991-X
- Brodholt, J.P., and R. Batiza, 1989. Global systematics of unaveraged mid-ocean ridge basalt compositions: Comment [on “Global correlations of ocean ridge basalt chemistry with axial depth and crustal thickness” by Klein, E.M. and C.H. Langmuir], *Journal of Geophysical Research, Solid Earth*, 94 (B4): 4231-4239; DOI:10.1029/JB094iB04p04231
- Burbank, J.E., 1905. Earth-currents and a proposed method for their investigation. *Terrestrial Magnetism and Atmospheric Electricity*, 10, (1), 23-49. <https://doi.org/10.1029/te010i001p00023>
- Burke, K., 2011. Plate tectonics, the Wilson cycle, and mantle plumes: geodynamics from the top, *Annual Review of Earth and Planetary Science*, 39: 1-29; DOI:10.1146/annurev-earth-040809-152521.
- Carlson, R.W., 1994. Mechanisms of Earth differentiation: consequences for the chemical structure of the mantle. *Reviews of Geophysics*, 32 (4): 337-361; DOI:10.1029/94RG01874
- Cembrano, J., and L. Lara, 2009. The link between volcanism and tectonics in the southern volcanic zone of the Chilean Andes: a review, *Tectonophysics*: 471, 96–113; DOI:10.1016/j.tecto.2009.02.038
- Chapman, S. and Bartels, J., 1940. *Geomagnetism*. 2 vol., Oxford Univ. Press, (Clarendon): London and New York. pp: 1-1049
- Chen, Jiasheng, V.A. Kravchinsky, and Xiuming Liu 2015. The 13 million year Cenozoic pulse of the Earth, *Earth and Planetary Science Letters*, 431: 256–263; DOI:10.1016/j.epsl.2015.09.033.
- Chu, J., 2023. Sonic signatures: how MIT geologists are mapping Earth’s hidden layers, *SciTechDaily*, issued October 14, 2023
- Cook, T., 2019a. Explaining the genesis of superdeep diamonds, *EOS, Transactions of the American Geophysical Union*, 100; DOI:10.1029/2019EO117779.
- Coombs, A., 2016. Mineral flaws clarify how diamonds form, *EOS, Transactions of the American Geophysical Union*, 97; DOI:10.1029/2016EO054833.
- De Paolo, D.J., and G.J. Wasserburg, 1976. Nd isotopic variations and petrogenetic models. *Geophysical Research Letters*, 3 (5): 249-252; DOI:10.1029/GL003i005p00249
- de Santis, A., D.R. Barraclough, and R. Tozzi, 2001. Spatial and temporal spectra of the geomagnetic field and their scaling properties. Submitted to *Physics of the Earth and Planetary Interiors*. Published, modified, in vol. 135 (2/3): 125-134; DOI:10.1016/S0031-9201(02)00211-X
- Dupré, B., and C.J. Allègre, 1983. Pb-Sr isotope variation in Indian Ocean basalts and mixing phenomena, *Nature*, 303: 142-146; DOI:10.1038/303142a0
- Espinoza, V., and G.P. Iaffaldano, 2023. Rapid absolute plate motion changes inferred from high-resolution relative spreading reconstructions: A case study focusing on the South America plate and its Atlantic/Pacific neighbors, *Earth and Planetary Science Letters*, 604: 118009; DOI:10.1016/j.epsl.2023.118009
- Fukushima, N., 1989. Memorandum on non-curl-free geomagnetic field. *Il Nuovo Cimento*, 12C (5): 541-546.
- Gauss, C.F., and Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen, 1877. Resultate aus den Beobachtungen des magnetischen Vereins. In *Werke* (pp. 595-596). Springer Berlin Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-49319-5\\_40](https://doi.org/10.1007/978-3-642-49319-5_40)
- Gauss, C.F., and W. Weber, 1836, ..., 1841. Resultate aus den Beobachtungen des magnetischen Vereins in Jahre 1836, ..., 1841 (6 Hefte): Göttingen and Leipzig. Some reprints in *Werke*, 5. Translations by E. Sabine in Richard Taylor, *Scientific Memoirs*, 2, London, R. J. E. Taylor, 1841
- Geyh, M.A., and H. Schleicher, 1990. *Absolute Age Determination. Physical and Chemical Dating Methods and their Application*. Springer Verlag, Berlin etc.; DOI:10.1007/978-3-642-74826-4; pp: 1-503
- Girardi, V.A.V., W. Teixeira, M. Mazzucchelli, and P.C. Corrêa da Costa, 2012. Sr-Nd constraints and trace-elements geochemistry of selected Paleo and Mesoproterozoic mafic dikes and related intrusions from the South American Platform: Insights into their mantle sources and geodynamic implications, *Journal of South American Earth Sciences*, 30: 1-18; DOI:10.1016/j.jsames.2012.09.006
- Gish, O.H., 1933. The problem of vertical earth-currents, *EOS, Transactions of the American Geophysical Union*, 14th annual meeting: 144-146.
- Gregori, G. P., 1997. Historical data and global change. Case studies. In W. Schröder (ed.), *Physics and Geophysics with Special Historical Case Studies (A Festschrift in Honour of Karl-Heinrich Wiederkehr)*. *Mitteilungen des Arbeitskreises Geschichte der Geophysik der DDG*, 16, Jahrgang (1997): (2/5): and *Newsletter of IDCH-IAGA*, (25), Science Edition / IDCH-IAGA / AKGGKP (Arbeitskreis Geschichte der Geophysik und Kosmischen Physik der DDG): Science Edition, Bremen Roennebeck and Potsdam, pp: 183-210
- Gregori, G. P., 2020. Climate change, security, sensors. *Acoustics*, 2: 474-504; DOI:10.3390/acoustics2030026. [<https://www.mdpi.com/2624-599X/2/3/26/html>]
- Gregori, G. P., and B. A. Leybourne, 2021. An unprecedented challenge for humankind survival. Energy exploitation from the atmospheric electrical circuit, *American Journal of Engineering and Applied Science*, DOI:10.3844/ajeassp.2021.258.291
- Gregori, G. P., and B. A. Leybourne, 2025i. Wildfires from the Banda Sea through Beijing and through Karakoram. *NCGT, Journal*, 13, (6): 854-887
- Gregori, G. P., and B. A. Leybourne, 2025j. The energy supply to hurricanes. *NCGT, Journal*, 13, (5): 731-786
- Gregori, G. P., and B. A. Leybourne, 2025k. The global climate change perspective. The glaciers proxy, *NCGT, Journal*, 13, (2): 270-335
- Gregori, G. P., and B. A. Leybourne, 2026b. The electrostatic Sun. Present issue of *NCGT, Journal*
- Gregori, G. P., and M. T. Hovland, 2025. Go for the anomaly – a golden strategy for discovery? Seepology & the origin and crucial role of the biosphere - Earth and planetary objects - Supercritical water and serpentinization. *NCGT, Journal*, 13, (9): 1337-1491
- Gregori, G. P., B. A. Leybourne, and G. Paparo†, 2026b. Introduction – Anomalous lesser air-earth phenomena. Present issue of *NCGT, Journal*
- Gregori, G. P., B. A. Leybourne, and J. R. Wright, 2026d. Generalized Cowling theorem and the Cowling dynamo. *NCGT, Journal*, 14, (1): 90-112
- Gregori, G. P., B. A. Leybourne, and L. A. G. Hissink, 2018. Natural “catastrophes”: “forecast” and management deontological obligation and common sense, *NCGT, Journal*, 6 (3): 327-346
- Gregori, G. P., B. A. Leybourne, Dong Wenjie, and Gao Xiaoqing, 2025i. Palaeo- and archaeo-climate in the Chinese subcontinent. In press in *NCGT, Journal*, 13, (8): 1170-1233

- Gregori, G. P., B. A. Leybourne, Dong Wenjie, and Gao Xiaoqing, 2025j. Topics in palaeoclimatology - The role of the biosphere for air-earth currents. *New Concepts of Global Tectonics, Journal*, 13, (8): 1234-1331
- Gregori, G. P., B. A. Leybourne, Dong Wenjie, and Gao Xiaoqing, 2025m. Energy release from ALB, CMB and ICB and secular variation. III – A physical analysis - Estimate of self-energies and radii & the LN law and related secular variation *NCGT, Journal*, 13, (3): 378-409
- Gregori, G. P., B. A. Leybourne, U. Coppa, and G. Luongo, 2025r. Geomagnetic anomalies: double-eyes in volcanic areas, and lineaments. *NCGT, Journal*, 13, (6): 887-919.
- Gregori, G.P., 1993. Geo-electromagnetism and geodynamics: “corona discharge” from volcanic and geothermal areas. *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 77: 39-63; DOI:10.1016/S0031-9201(02)00211-X
- Gregori, G.P., 2000c. Galaxy-Sun-Earth Relations. The Dynamo of the Earth, and the Origin of the Magnetic Field of Stars, Planets, Satellites, and Other Planetary Objects. In A. Wilson, (ed.), *The first solar and space weather conference. The solar cycle and terrestrial climate*, ESA SP-463, European Space Agency, ESTEC, Noordwijk, The Netherlands, pp: 329-332
- Gregori, G.P., 2002. Galaxy – Sun – Earth relations. The Origin of the Magnetic Field and of the Endogenous Energy of the Earth, with Implications for Volcanism, Geodynamics and Climate Control, and Related Items of Concern for Stars, Planets, Satellites, and Other Planetary Objects. A Discussion in a Prologue and Two Parts. *Beiträge zur Geschichte der Geophysik und Kosmischen Physik, Band 3, Heft 3*: pp. 1-471 [Available at <http://ncgtjournal.com/additional-resources.html>]
- Gregori, G.P., 2013. Crustal storms of continental/planetary scale-Earth's battery and Earth's electrocardiogram, internal state, structure, and time variation, endogenous energy production and release, the role of solar modulation, and the "French Revolution" jerk, *NCGT, Journal*, 1, (2): 40-64
- Gregori, G.P., 2013a. Space-time constraints on earthquake predictability - A  $10\text{ cm/sec}$  “domino effect” typical of every fracture phenomenon, *NCGT, Journal*, 1 (2): 23-39
- Gregori, G.P., 2016. The endogenous energy and the magnetic field of planetary objects. The Pluto/Charon binary system and its seasonal rejuvenation. *NCGT, Journal*, 4 (3): 456-472
- Gregori, G.P., and B.G. Gregori, 2025. The universe out of the box - New foundations of physics - Rhythms, Golden Ratio, Origin of Life, Antifragility, Europe Books
- Gregori, G.P., and G.M. Crisci, 1995. The isotopic chemistry of basalts vs. melting depth. Geomagnetic correlations and a proposal for an explanation, (abstract 01875498), 1995 IUGG General Assembly, Boulder, Co.
- Gregori, G.P., B.A. Leybourne, Dong Wenjie, and Gao Xiaoqing, 2025f. The Tang Maocang school. The uplift of Himalaya – shallow geotherms – palaeoclimate – endogenous heat. *NCGT, Journal*, 13, (8): 1026-1039
- Gregori, G.P., B.A. Leybourne, Dong Wenjie, and Gao Xiaoqing, 2025g. The timing of the uplift of Himalaya and the Third Pole. *NCGT, Journal*, 13, (8): 1040-1079.
- Gregori, G.P., B.A. Leybourne, Dong Wenjie, and Gao Xiaoqing, 2025h. Shallow geotherms. *NCGT, Journal*, 13, (8): 1080-1169
- Gregori, G.P., B.A. Leybourne, U. Coppa, and G. Luongo, 2025t. Lightning and volcanic plumes. *New Concept of Global Tectonics*, 13, (6): 920-967
- Gregori, G.P., B.A. Leybourne, W. Soon, and V. Straser, 2025e. The heuristic meaning of variational principles. *NCGT, Journal*, 13, (6): 920-967
- Gregori, G.P., C.W. Monckton of Brenchley, W. Soon, R. Tattersall, A. D'Amico†, G. Zimatore, V.M. Velasco Herrera, B.A. Leybourne, and Z.A. Oziewicz†, 2022. The golden Ratio, variational principles, cyclic and wave phenomena, and quanta. In H. M. Colin Garcia, J-de-J. Cruz Guzman, L. H. Kauffman, and H. Makaruk, (eds), *Scientific Legacy of Professor Oziewicz*, selected papers from the International Conference “Applied Category Theory Graph- Operated-Logic” held in honor of Professor Zbigniew Oziewicz in Memoriam (August 25th to 27th, 2021), World Scientific, Series on Knots and Everything; DOI:10.1142/9789811271151.0018: 363-389; <http://ncgtjournal.com/additional-resources.html>
- Gregori, G.P., F.F. Bonavia, and B.A. Leybourne, 2025x. Geoelectrical geology in North America, *NCGT, Journal*, 13, (2): 252-269.
- Gregori, G.P., G. Ventrice, S. Pinori, G. Alessandrini, and F. Bianchi, 2013. Structural ageing of a cable-stayed bridge during load-test: The overall effect monitored by acoustic emission. In W. Sikorski, (Ed.), *Acoustic Emission—Research and Applications*; InTech: 2013; ISBN 978-953-51-1015-6, DOI:10.5772/54840; pp: 35–70
- Gregori, G.P., M. Poscolieri, G. Paparo, S. De Simone, C. Rafanelli, and G. Ventrice, 2010. “Storms of crustal stress” and AE earthquake precursors, *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 10: 319–337.
- Gregori, G.P., M.T. Hovland, B.A. Leybourne, S. Pellis, V. Straser, B.G. Gregori, G.M. Gregori, and A.R. Simonelli, 2025w. Air-earth currents and a universal “law”: filamentary and spiral structures - Repetitiveness, fractality, golden ratio, fine-structure constant, antifragility and “statistics” - The origin of life, *NCGT, Journal*, 3, (1): 106-225.
- Gregori, G.P., V. Banzon, and R. Leonardi, 1994. The cycles of volcanoes, and the global synchronism of the time variation of their heat source. In W. Schröder, and M. Colacino (eds), *Geophysics: past achievements and future challenges. Newsletter of IDCH-IAGA*, (20), Science Edition / IDCH of IAGA, Bremen-Roennebeck, pp 152-191.
- Gregori, G.P., V.P. Banzon, R. Leonardi, and G. de Franceschi, 1992. Geomagnetic activity versus volcanic cycles and their forecasting. Application to Etna and Vesuvius. In W. Schröder, and J.-P. Legrand, (eds), *Solar Terrestrial Variability and Global Change*; IDCH of IAGA, Bremen-Roennebeck, pp: 188-222.
- Gregori, G.P., Wen-Jie Dong, F.T. Gizzi, and Xiao-Qing Gao, 1999. The separation of the geomagnetic field originated in the core, in the asthenosphere, and in the crust. *Annali di Geofisica*, 42 (2): 191-209.
- Guamiere, S., 2003. L'emissione acustica come strumento diagnostico di strutture a varia scala, unpublished PhD Thesis, University of Messina; pp: 1-144
- Hart, S.R., 1984. A large-scale isotope anomaly in the Southern Hemisphere mantle, *Nature*, 309: 753-757 Helman, M., S. Knott, L. Vergara, G. Richardsen, and E.
- Karström, 2001. Plate Reconstructions of the North Atlantic Region and the Geological History of the Norwegian Sea. In G. Lunde, (ed.), *Proceedings of the workshop on Global wrench tectonics. New theory of Earth evolution*, Oslo, Norway, 9-11 May, 2001, <http://www.earthevolution.org>. <https://adsabs.harvard.edu/full/2000ESASP.463..329G>
- Hofmann, A.W., 1997. Mantle geochemistry: the message from oceanic volcanism, *Nature*, 385: 219-229; DOI:10.1038/385219a0
- Jeffreys, Sir H., 1976. *The Earth, its origin, history and physical constitution*. VI edition, Cambridge Univ. Press, Cambridge etc., pp: 1-574
- Kellogg, L.H., 1992. Mixing in the mantle. *Annual Review Earth Planetary Science*, 20: 365-388; DOI:10.1146/annurev.ea.20.050192.002053
- Klein, E.M., and C.H. Langmuir, 1987. Global correlations of ocean ridge basalt chemistry with axial depth and crustal thickness. *Journal of Geophysical Research., Solid Earth*, 92 (B8): 8089- 8115; DOI:10.1029/JB092iB08p08089
- Klein, E.M., and C.H. Langmuir, 1989. Local versus global variations in ocean ridge basalt composition: a reply, *Journal of Geophysical Research., Solid Earth*, 94 (B4): 4241-4252 DOI:10.1029/JB094iB04p04241
- Larson, R.L., 1995. Le superpanache du Crétacé moyen, *Pour la science*, (210): 90-94. Italian translation “Un superpennacchio alla metà del Cretaceo” *Le Scienze*, (320): 80-84
- Le Roex, A.P., 1986. Geochemical correlation between southern African kimberlites and South Atlantic hotspots. *Nature*, 324, (6094): 243–245; DOI:10.1038/324243a0.

- Legendre, A.-M., 1785. Recherches sur l'attraction des sphéroïdes. Mémoires. des savants étrangers, 10: 411-434. Written in 1782
- Legendre, A.-M., 1789. Mémoires. de l'Académie. des Sciences, Paris: 372-454. Written in 1790, published in 1793
- Lemström, S., 1899. Earth-currents and electrical currents in the atmosphere and their relations to the Earth's magnetism, Öfvers. F. Vet. Soc., 41: 45 pp.
- Leybourne, B.A., D.W. Johnson, and G.P. Gregori, 2025. Arc-blast as static electricity or interplanetary lightning short circuits in Stellar Transformers. A plausible North American scenario, NCGT, Journal, 13, (2): 229-251
- Leybourne, B.A., N.C. Smoot, G.P. Gregori, G. Paparo, and M.I. Bhat, 2008. Tectonic spiral structures of the Tethyan Vortex Street: GRACE geoid interpretations and African lightning teleconnections. Proceedings of the International Geological Congress, 2008 Oslo, Norway.
- Litvak, V.D., S.Poma, and S. Mahlbürg Kay, 2007. Paleogene and Neogene magmatism in the Valle del Cura region: new perspective on the evolution of the Pampean flat slab, San Juan province, Argentina, Journal of South American Earth Sciences, 24: 117– 137; DOI:10.1016/j.jsames.2007.04.002
- Lowes, F.J., 1974. Spatial power spectrum in the main geomagnetic field, and extrapolation to the core. Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society, 36: 717-730. <https://doi.org/10.1111/j.1365-246x.1974.tb00622.x>
- Matsushita, S., and W.H. Campbell, 1967. Physics of Geomagnetic Phenomena. 2 vol., Academic Press, New York, etc., pp.: 1-1398
- Mitchell, R.H., 1986. Kimberlites: mineralogy, geochemistry and petrology. Plenum Press, New York; DOI:10.1007/978-1-4899-0568-0, pp.: 1-442
- Moreira Florisbal, L., V. de Assis Janasi, M. de Fátima Bitencourt, L.V. Stoll Nardi, and L.M. Heaman, 2012. Contrasted crustal sources as defined by whole-rock and Sr-Nd-Pb isotope geochemistry of neoproterozoic early post-collisional granitic magmatism within the Southern Brazilian Shear Belt, Camboriú, Brazil, Journal of South American Earth Sciences, 39: 24-43; DOI:10.1016/j.jsames.2012.06.013
- Nevanlinna, H., 1987. Notes on global mean-square values of the geomagnetic field and secular variation, Journal of Geomagnetism and Geoelectricity, 39 (3), 165-174 <https://doi.org/10.5636/jgg.39.165>
- Nippoldt, A., 1911. Über das Wesen des Erdstroms, Meteorologische Zeitschrift, 46: 244-261.
- Nyström, J.O., M.A. Parada, and M.Vergara, 1993. Sr-Nd isotope compositions of Cretaceous to Miocene volcanic rocks in Central Chile: a trend towards a MORB signature and reversal with time. Proceedings of the 2nd International Symposium on Andean Geodynamics (Oxford), extended abstract volume: pp: 411-414
- O'Ghaffari, H., M. Peč, T. Mittal, U. Mok, H. Chang and
- B. Evans, 2023. Microscopic defect dynamics during a brittle-to-ductile transition, Proceedings of the National Academy of Sciences; 120 (42). <https://doi.org/10.1073/pnas.2305667120>
- Oberguggenberger, V.F., 1926.... der Anatomie und Philosophie - Bosl, DBE - III 673: 286-287 Obermayer, Josef (1851, 1 1926), Weinändler – Strätz. [See Deutscher Biographischer Index]
- Parrot, M., 2025. DEMETER observations of the variations of the global electric circuit under various constraints, NCGT, Journal, 13, (2): 355-366; ID 530865; DOI:10.1155/2013/530865
- Penn State, 2023. Shaking foundations: new research contradicts established theories on Earth's crust evolution, SciTechDaily, issued September 27, 2023 Quinn, J. M.,† G. P. Gregori, and B. A. Leybourne, 2026. Satellite monitoring of air-earth currents. NCGT, Journal, 14, (1): 6-89
- Rampino, M.R., K. Caldeira, and Yuhong Zhu, 2021. A pulse of the Earth: a 27.5-Myr underlying cycle in coordinated, Geoscience Frontiers, 12 (6): 101245; DOI:1016/j.gsf.2021.101245
- Reimink, J.R., J.H.F.L. Davies, J.-F. Moyen, and D.G. Pearson, 2023. A whole-lithosphere view of continental growth, Geochemical Perspective Letters; DOI:10.7185/geochemlet.2324
- Schulze, D.J., 1987. Kimberlite geology: kimberlites. mineralogy, geochemistry and petrology. Roger H. Mitchell. Plenum, New York, pp:1-442, Science, 236 (4802): 729-729.
- Stacey, F.D., 1969. Physics of the Earth, 324 pp., John Wiley and Sons, Inc., New York, etc. II ed., 1977, pp.: 1-413, III ed., 1992, pp.: 1-513
- Stacey, R.D., 1992. Managing the unknowable: strategic boundaries between order and chaos in organizations, John Wiley & Sons, pp.: 1-240
- Stem, C.R., 2004. Active Andean volcanism: its geologic and tectonic setting, Revista Geologica De Chile, 31 (2): 161-206
- Straser, V., G. Cataldi, and D. Cataldi, 2026. Space weather related to potentially destructive seismic activity, NCGT, Journal, 14, (2), 220-224
- Turcotte, D.L., and G. Schubert, 1982. Geodynamics: Applications of Continuum Physics to Geological Problems, John Wiley & Sons, New York; pp:1-450
- White, W.M., 2010a. Oceanic island basalts and mantle plumes: the geochemical perspective. Annual Review of Earth and Planetary Sciences, 38: 133–160; DOI:10.1146/annurev-earth-040809-152450
- Wilson, M., 1989. Igneous Petrogenesis. A Global Tectonic Approach. Unwin Hyman, London, etc.; DOI:10.1007/978-94-010-9388-0; pp: 1-466
- Wu, Hong-chun, 2025. Jet stream's disturbances as possible precursors of earthquakes, preprint
- Yañez, G., J. Cembrano, M. Pardo, C. Ranero, and D. Selles, 2002. The Challenger-Juan Fernández-Maipo major tectonic transition of the Nazca-Andean subduction system at 33-34 S: geodynamic evidence and implications, Journal of South American. Earth Sciences, 15: 23-38.
- Zaccagnino, D., F. Vespe, C. Doglioni, 2020. Tidal modulation of plate motions, Earth-Science Reviews, 205: 103179; DOI:10.1016/j.earscirev.2020.103179
- Zindler, A., and S.R. Hart, 1986, Chemical geodynamics, Annual Review of Earth and Planetary Sciences, 14: 493–571.
- Zindler, A., E. Jagoutz, and S. Goldstein, 1982. Nd, Sr and Pb isotopic systematics in a three-component mantle: a new perspective, Nature, 298: 519-523.

## 序論 - 異常な小規模大気・地表現象

### Introduction – Anomalous Lesser Air-Earth Phenomena

Giovanni Pietro Gregori<sup>1,2</sup>, Bruce Allen Leybourne<sup>2</sup>, Gabriele Paparo<sup>1,3†</sup>

<sup>1</sup> IDASC-Istituto di Acustica e Sensoristica O. M. Corbino (CNR), Roma, now merged into IMM-Istituto per la Microelettronica e Microsistemi (CNR) and ISSO-International Seismic Safety Organization, Italy

<sup>2</sup> GeoPlasma Research Institute-(GeoPlasmaResearchInstitute.org), Aurora, CO 80014, USA

<sup>3</sup> Associato INGV, Roma †

**Keywords:** Elmo fire - Andes lights - hot weather flashes - deep ocean fauna beaching - lightning - energy of volcanoes - lava lakes - sulphur lakes - water caldera lakes -  $3He/4He$  - Mars - microbiology - geysers  $CH_4$  bubbling - “limnic” volcanism - Cameroon Volcanic Line - Lake Nyos - Lake Monoun - basalt chemism - gravity anomaly in Africa - lakes chemistry - kinematics of west-central Africa - explosive eruptions monitored by satellite - the Caronia phenomenon - wildfires in West Central Africa

(要旨 柴 正博 訳)

---

**要旨:** あまり知られていない、あるいは見過ごされがちな現象の中にも、大気と地殻の相互作用を示す明確な兆候がいくつかある。ここでは、よく知られている現象と、あまり知られていない、あるいは稀な現象をいくつかご紹介したい。ただし、すべてを網羅したリストを作成することはほぼ不可能である。

## 太陽活動周期とミニマックス

### The solar cycle and MiniMax

Giovanni Pietro Gregori<sup>1,2</sup>, Bruce Allen Leybourne<sup>2</sup>, John Ricken (Rickmo) Wright<sup>4</sup>

<sup>1</sup> IIDASC-Istituto di Acustica e Sensoristica O. M. Corbino (CNR), Roma, now merged into IMM-Istituto per la Microelettronica e Microsistemi (CNR) and ISSO-International Seismic Safety Organization, Italy

<sup>2</sup> GeoPlasma Research Institute-(GeoPlasmaResearchInstitute.org), Aurora, CO 80014, USA

<sup>4</sup> Emeritus Professor of Chemistry, Southeastern Oklahoma State University†

**Keywords:** sunspot cycle (amplitude and duration) – standard subjective definition – artificial intelligence analysis - MiniMax — climate proxies – solar magnetic field – impact on climate - dependence on the time-delay between endogenous energy production and release at Earth’s surface

(要旨 柴 正博 訳)

**要旨:** 黒点と黒点周期は、膨大な量の古い文献の対象となっている。ここでは、4つの項目に焦点を当てる。2つの項目は、黒点の古く主観的な定義と、その時間に対する傾向を扱っている。1つ目の「古い」分析は、西洋世界では一般的にあまり知られていない中国の唐茂蒼学派が行った研究に基づく太陽周期長 (SCL) を扱っている。2つ目の「古い」分析は、文献で入手可能な最も新しいと思われる研究である。一方、3つ目の項目では、機械学習 (ML) と人工知能 (AI) を用いた、より客観的かつ厳密な確率論的アプローチ、すなわち一般化ウェーブレット解析とベイズ統計学を組み合わせた手法を取り上げている。この画期的なアプローチは、太陽黒点と太陽磁場の観測的解釈の理解を大幅に向上させるものである。4つ目の項目では、太陽活動周期の極大期の異常な極小値 (ミニマックス) を取り上げており、これは気候に大きな影響を与えているようである。この影響について、ここでは簡単に説明する。各サイクルは、サイクル振幅とサイクル持続時間によって特徴づけられる。また、太陽活動周期の静電モデルを最終的に裏付ける可能性のある物理的メカニズムについても議論されており、これについては付随する論文 (Gregori et al., 2025s) で議論されている。統計的には、太陽活動の低下は比較的温暖な気候と相関関係にあると報告されている。しかし、この結論は、近年のミニマックスサイクルによって矛盾しているように思われる。この推論は、TD ダイナモによる内因性熱生成と、大気・地表間の気流によるエネルギー放出との間の時間遅延に大きく依存するという予想と一致する。実際、ミニマックスは地球の心電図の心拍数と同じ時間遅延がゼロのときに発生した。逆に、人類の歴史全体およびいくつかの代理指標の期間では、時間遅延は最大で約 27.4 Ma にも及ぶ変動があった。したがって、太陽活動が活発な時期に気候への影響がより大きいように見えるのは、内因性エネルギー放出の時間遅延に起因する。これが正しいとすれば、地球の太陽活動が極大期にある時期に観測が行われない限り、単一の太陽活動周期と気候との間に直接的な相関関係は期待できないはずである。したがって、気候の主要因は、太陽系と星間物質の雲との遭遇によって表される。この遭遇は、太陽ダイナモと太陽活動を制御し、ひいては太陽風の変調によって周期の形態を決定づけるものであり、これは銀河・太陽・地球の関係性から見て重要な意味を持つ。

## 太陽活動周期とミニマックス期 — 他の惑星への影響

The solar cycle and MiniMax—Effects on other planets

Giovanni Pietro Gregori<sup>1,2</sup>, Bruce Allen Leybourne<sup>2</sup>

<sup>1</sup>IDASC-Istituto di Acustica e Sensoristica O. M. Corbino (CNR), Roma, now merged into IMM-Istituto per la Microelettronica e Microsistemi (CNR) and ISSO-International Seismic Safety Organization, Italy

<sup>2</sup>GeoPlasma Research Institute-(GeoPlasmaResearchInstitute.org), Aurora, CO 80014, USA

**Keywords:** MiniMax – anomalous solar wind – cyclones on outer planets – monitoring solar wind propagation at large distances

(要旨 柴 正博 訳)

---

**要旨:** 一般的に、太陽活動極小期は、黒点が小さな領域に集中する現象として特徴づけられる。その結果、惑星間磁場は、これまで最もよく知られている4セクターパターンから2セクターパターンへと変化する。これは、惑星内部の電磁誘導の変化を意味し、それぞれの内部ダイナモに影響を与える。さらに、太陽風の流れの大規模なばらつきも変化する。この異常現象は、いわゆるミニマックス期、すなわち黒点活動が極小期に特に顕著であった。この現象は、地球上の特異な気候現象と関連しているように見えた。他の惑星、特に大型のガス惑星では、この現象は異常な大規模大気嵐と関連している可能性が高い。つまり、ガス惑星における巨大サイクロンの観測は、太陽コロナの異常で通常とは異なる状態に関連した、太陽風の大規模な伝播を監視する手段となる。

## NCGT ジャーナルについて

NCGT ニュースレター（現在の NCGT ジャーナルの前身）は、1996 年 8 月に北京で開催された第 30 回国際地質学会議でのシンポジウム“Alternative Theories to Plate Tectonics”での議論から始まった。その名称は、1989 年にワシントン D.C.で開催された第 28 回国際地質学会議に関連して開催されたシンポジウムの名称に由来している。NCGT ニュースレターは 1996 年 12 月に創刊され、2013 年に NCGT ジャーナルに名称を変更した。NCGT ジャーナルの目的は以下のとおりである：

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

---

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

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

---

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

(連絡先) 柴 正博 (shiba@dino.or.jp)

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

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