	フスの新概念	~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~
An international journal for New Concepts in Global Tectonics <ht< th=""><th>tp://ievpc.org/journals.htm</th><th> ></th></ht<>	tp://ievpc.org/journals.htm	>
日本語版 Vol. 7, No. 1 (2019 年 7 月) ■ Print edition ISSN 218	6-9693	
多数のカラー図面は→ ■ Online edition <https: th="" w<=""><th>vww.ncgtj.org/></th><th></th></https:>	vww.ncgtj.org/>	
編集長: Louis A.G. HISSINK (Iouis.hissink@bigpond.com) 編集委員: Bruce LEYBOURNE, USA (leybourne@iascc.org); Giovanni P. GRE (giovanni.gregori@idasc.cnr.it); Yoshihiro KUBOTA, Japan (kubota@env.sc. ac.jp); Leo MASLOV, USA (lev.maslov@cccs.edu); Per MICHAELSEN, Mongoli must.edu.mn); Karsten STORETVEDT, Norway (karsten.storetvedt@uib.no)	GORI, Italy .niigata-u. ia (perm@	
■ 編集者から In this issue 本号には	「小松宏昭 訳]	2
■ 原著論文		-
Multi-parametric Earthquake Forecasting the New Madrid		
From Electromagnetic Coupling between Solar Corona and Earth System Precursors Le	ybourne et al.	
太陽黒点と地球との電磁気的なカップリングから見た多成分系の New Madrid Earthquake Ø)予知	_
「小坂共宋・宮城市」 「「小坂共宋・宮城市」	青耕・角田史雄 訳」・・・・・・	3
Eartinguake of 1611-1612, City of New Madrid, Missouri, USA Alexander GAV FILOV	[小泉 揔 訳]	21
Essays on Global Tectonics Essay #4 Earthquakes: Analysis & Prediction Peter M. James		21
グローバルテクトニクスに関する随想,随想 #4 地震:分析と予知 [久保田]	喜裕·矢野孝雄 訳]	25
Electromagnetic Monitoring of the New Madrid Fault US Area with the RDF System		
Radio Direction Finding of the Radio Emissions Project, Straser et al.		
RDF システムを用いたニューマドリッド断層米国地域の電磁気的モニタリング		
ー電磁波放射計画の電磁波万向採知ー 〈 要盲 〉 The Detential of Diatio and Abiatic Hudroserbane in Korpharam Deligton - Heleger MACCI	【村山欨具 訳」	30
The Potential of Biotic and Adjoinc Hydrocardons in Karakoram, Pakistan Haleem MAGSI	[午野孝雄 訳]	31
		39
— — ····· · ···· ·		

IEVPC にご寄付を

国際地震火山予報センター(IEVPC)は、最新の最先端技術と大地震と火山噴火を予測するプロセスを採用して 人命を救うという重要な人道的使命を果たしています.http://www.ievpc.org/donate.html

IEVPC の CEO である Bruce Leybourne 氏 (mail@ievpc.org) へお気軽にお問い合わせください.

連絡先, または NCGT Journal への資料の掲載については、以下の方法をご利用ください.: NEW CONCEPTS IN GLOBAL TCTONICS 1) Eメール: louis. hissink@bigpond.com.com, 2) 郵便・航空速達など: 33 Fields Road, Tanja, NSW 2550, オーストラリア (MS Word または ODT 形式のファイル, およ び gif, bmp または tif 形式の図), 3) 電話: +61 419 283775. 免責 [DISCLAIMER] このジャーナルに掲載されている意見, 所見, およびアイデアは 寄稿者の責任であり,必ずしも編集者および編集委員会の意見を反映するものではありません. NCGT Journal は,評判の高い四半期国際オンラインジャー ナルで, 3月, 6月, 9月, 12月に掲載されます. Mac コンピュータをお使いの場合は, PDF 形式のこの雑誌を Acrobat または Acrobat Reader で開く必 要があります. ISSN 2202-0039.

 New Concepts in Global Tectonics ジャーナル 日本語版発行チーム 連絡先 〒950-2181 新潟市西区五十嵐二の町 8050 新潟大学理学部理学科自然環境科学プログラム 久保田喜裕 TEL/ Fax 025-262-7534 E-mail: kubota@env.sc.niigata-u.ac.jp
[翻 訳 メンバー] 赤松 陽・岩本広志・川辺孝幸(翻訳記事選択担当)・窪田安打・久保田喜裕(翻訳記事選択担当)・小泉 潔・小坂共栄・ 小松宏昭・佐々木拓郎・柴 正博・杉山 明・角田史雄(翻訳記事選択担当)・宮城晴耕・村山敬真・矢野孝雄(連絡・組版担当)
[事務局メンバー] 赤松 陽・足立久男(発送)・金井克明(会計)・川辺孝幸(HP)・久保田喜裕(代表)・佐瀬和義・宮城晴耕

編集者から

FROM THE EDITOR

(小松 宏昭 [訳])

本号には・・・・

この号には、太陽と地球をむすびつける電磁気に関連して地 震を予知する最新の包括的論文が掲載されている. Straser たちは、地震前兆をとらえる遠隔無線方位探知 (Radio Direction Finding)を利用して、ニューマドリッド断層の監視 にかかわる詳細な研究を行った. James は、一連の地震予 知に関する研究として、第4の随筆を投稿した. 一方、Magi はパキスタンにおける非生物性炭化水素について、想定され る新しい給源を提案した. 最終的にわれわれは1811 ~ 1812 年にアメリカ合衆国ミズーリ州ニューマドリッド市で起こった巨 大地震に関する旅行者の情報を手に入れた. その中で特筆 すべきは、その17ヶ月の地震期間にわたって非常に明るい 彗星が現れたことである. その結果、Micheal Csudiの地球 電磁気に関する研究が3度目の証明を受けた.

巨大な壊滅的地震は歴史上何度も発生し、その結果多くの 命が失われ、社会基盤が破壊されたことは明白である.もし 1811 ~ 1812 年の地震が今日起こったとしたら、災害はより 壊滅的であろう.したがって、地震発生に関するわれわれの 理解を深め、われわれが電磁気効果(それによって地震発 生研究が達成されるかもしれない)に焦点をあてた新しい研 究指針を示すことは重要である.

Konsantin Khazanovitich-Wulff は、地球周辺を通過する隕 石や彗星がひきおこす地球表面で火成活動をはじめ、それ らの外的作用の全体像を、これまでにNCGT Newsの一連の 論文で提案してきた.そのモデルは、隕石火球の通過によ る電磁効果が電離層の乱れをつくりだし、その結果、地殻表 層におけるキンバーライトパイプの形成を誘発するというもの である.そうだとすると、ニューマドリッドの巨大地震は彗星の 通過に関連していて、彗星が巨大なニューマドリッド地震の 要因であった可能性が増し、興味深い.

地球表層における造構運動をもたらす外的作用というアイデアは全体として、今日の地質学的斉一説の枠組みに組み込

In this issue.....

まれている. その中では, 隕石衝突の結果と解釈される地球 表面の明瞭な円形クレーターというきわめて特別事例を除く と、内因としては重力だけが認定される。しかしながら、これ らの事例は、地震と地殻の電磁気効果が密接に結びついて いることを示すより確かな証拠であろう、その詳細は依然とし てあいまいではあるが.本号の James の論文ように、多くの 観察結果のうち深発地震が、人々をプレートテクトニクスモデ ルに導いているのが現状である. それは、沈み込むプレー トの純粋に機械的な溶融が地震を誘発するというものである. この説明は主要な物理力が重力であり、目新しいものではな いことを論理的に示している. しかしながら、もしプラズマ科 学が正しいとすると、我々が見ることのできる宇宙の 99.997% はプラズマ状態の物質でできていて、論理的には、プラズ マと凝縮物質の間の同様の割合が地球上で起こったと考えら れる. このことは、もしプラズマの力が構造作用に支配的で あり、Maxwell and Heaviside 方程式によって記述されるとした ら、重力作用は無関係になるだろう.

この洞察は、地質研究が非常に広い分野にわたって進展す る可能性と、プラズマ(さらに火山噴火も、たとえ粘着的であ るにしても、プラズマの噴出にほかならない)の役割が、地 表の地質作用を支配している領域の探査の可能性をみちび きだす.プラズマをイオン化物質と規定できるなら、流水でさ えも液体プラズマということができる.

われわれは、クーンのいうパラダイム転換の最先端に到達し たようである.そこでは、ジオプラズマ作用力の認識が進む につれて、ヴィクトリア朝の時計仕掛けの宇宙論や地質学が 衰退していく.プラズマ成分に焦点をあてた新しい研究は、 それを掲載した NCGT Journal が目指している方向そのもの である.ちなみに、NCGT ジャーナルの刊行体制は、現在、 見直しの途上にあり、我々につづく若い世代にも刺激をあた える新体制に改められるだろう.



原著論文

ARTICLES

太陽黒点と地球との電磁気的なカップリングから見た

多成分系の New Madrid Earthquake の予知

Multi-parametric Earthquake Forecasting the New Madrid From Electromagnetic Coupling between Solar Corona and Earth System Precursors

開示 (disclosure):この論文の要約6ページ版は、現在、第13回国際社会会議「サイバネティックスおよび情報科学」IMSCI Orlando 6 - 2019年7月9日で審査中.

Bruce LeybourneMs., IEVPC – CEO, Sebastian, Florida, USAValentino StraserDepartment of Science and Environment, UPKL BrusselsHong-Chun Wu,Institute of Labor Occupational Safety and Health, Formosa Scientific Center, TaiwanGiovanni GregoriPhD., Professor, Istituto di Acustica e Sensoristica O. M. Corbino (INM-CNR), Roma, ItalyArun BapatPhD. Former Head Earthquake Engineering - Central Water and Power Research Station (CWPRS), Pune, IndiaNatarajan VenkatanathanPhD., Electrical and Electronics Engineering, SASTRA University, Thanjavur, Tamil Nadu, IndiaLouis HissinkIEVPC – Research Director, NCGT Journal – Chief Editor, NSW, Australia

(小坂共栄・宮城晴耕・角田史雄 [訳])

謝辞 Dong Choi 博士のこれまでの国際地震火山予報センター長(IEVPC)としての粘り強い研究と、本稿の目的に向け たジャーナル「グローバルテクトニクス(NCGT)の新概念」の編集長としての氏の永続的な努力に感謝して、私たちは、 故人を名誉共著者として迎えることを誇りに思う.

要旨:人工衛星によるモニタリングと、地震に伴う電磁気前兆を Radio Direction Finding (RDF)によってとらえる技術とを組 み合わせることによって、M6以上の地震を予知することが可能である.国際地震火山噴火予知センター (IEVPC - www. ievpc.org)の研究によって、地震が太陽コロナと地球全体のシステムの間で作用するグローバルな電磁環境の下で発生 することが明らかにされた. New Madrid 地震帯では、西暦 1400 年以降4~8 回の太陽活動の静穏期に何らかの大きな被 害地震が繰り返し発生してきた.研究によれば、2020 年ころには太陽コロナ活動の極少期に入ることが明らかであり、New Madrid 地域では M6.0~8.0 の地震発生サイクルに入っている.これは、太陽黒点が少なくなる現象からも明らかであろ、 巨大地震は、一般にこの太陽コロナ活動が低下する初期に起きている.1793~1830 年の期間の Dalton Solar Minimum 期の中間期にあたる 1911~1912 年に起きた地震は、Mississippi River の氾濫原を流れる支流域での 15,000km²におよ ぶ大規模な液状化による地盤沈下や破壊をもたらした.Mississippi River の氾濫原を流れる支流域での 15,000km²におよ ぶ大規模な液状化による地盤沈下や破壊をもたらした。Mississippi River そのものも、いくつかの場所でその流路を変えて しまった。United States Geological Survey (USGS)や、Federal Emergency Management Agency (FEMA) による調査や被 害見積もりによれば被害総額は 600 億ドルに達した。今では、太陽の電磁波の駆動と地球での地震の前兆現象との間に 相関性があることが理解されている.造構的に強いストレスを受けているエリアにおけるイオン化現象に関するデータ、例 えば長周期の電磁波 (OLR)、全電子量 (TEC)、Jet Stream や地震雲・光などのデータが地震発生に先立つ現象とし て重要である.IEVPC による事例研究では、M6.0 以上の地震が発生する前には震源域付近では、1~70 日間にわたっ Jet Stream がの流路が阻害されたことが明らかである.

地震発生域内では、平常な地域に比べると数日間にわたって気温が5~7℃も上昇する.7~12℃もの気温の上昇値は、地震発生が3~4日以内に切迫していることを示している.長周期の電磁波(OLR)や高いTEC(Total Electron Contents)値は地震発生の可能性を示している.ラジオ放送は多くの周波数帯域を有しているのに対し地上の有線放送や飛行機内での放送などは震源域近くでは3~4日間は通信が阻害されるし、テレビ放送も15時間ほどは同様の状態になる.携帯電話も地震発生から100分間ほど、震源から30~40kmエリアでは機能しなくなる.グローバルな地震の記録では、M8.0以上の地震の場合には3~4週間前から井戸や小河川の水が枯れたりする.逆に、地下水が湧出して洪水になるなどの現象もが起きている.

EM (Electro Magnetic) や地磁気を用いた地震予知研究は、これまであまり取り上げられなかった. 地震はプレート同 士が擦れあうことで発生するものと単純に考えられているため、EMの真の意味などは無視されてきたためである. 地震発 生の20時間前には周波数20kHz以下の電磁波の放出が確認されている. 数10kmの距離を取ってアンテナ基地を設置 しRDFの情報を得ることで、基地からのEMの発信方向や距離を特定し、発震源の強さまで把握することが可能である. これらの手法が地震予知に有効であることはすでに個別的に実証済みである(http://www.ievpc.org/earthquake-papers. html. を見てほしい).

 $\neq - \neg - F$: New Madrid, Earthquakes, Energy Transmigration, Solar Minimum, Stellar Transformer Induction, Space Weather, Solar System, Endogenous Energy, Electric Universe, Earthquake Forecasting, Gravity, Magnetic Dipole Moment, Lightning, Mantle Circuits, Volcanoes, Coronal Mass Ejections, Solar Flares, Axial-Radial Solar Induction, Climate Change.

1. はじめに

アメリカ大陸中部の New Madrid 地震帯(図1)では, 西暦 1400 年以降の太陽活動低下期(図2) にしばし ば破壊的な地震が起きてきた(Casey et al., 2016).

これらから、2020年以降に始まる太陽活動の低下サ イクル期には、このエリアで M7.5~8.0 クラスの地震 が発生することは確かである. すでに太陽の黒点活動 は低下の時期が入っている. IEVPC は, 2012 年の設 立以来これまでの研究*によって太陽コロナと全地球 システムとの間のグローバルで強い EM 結合の下で地 震が発生することを明らかにした. NCGT ジャーナル に1年以上にわたって報告された IEVPC の研究結果 は、深発地震と浅発地震との間の関係について(これ は Blot (1976) によって最初にエネルギー移動 (Energy Transmigration)概念として提起され、深発地震の熱 エネルギーが表層部へ移動する速度は0.15km/日 ほどであることを明らかにしている. 地震や火山(活 動)の移動を物理学的に最初に議論したのは Gregori (2015c) である. 彼はこの問題へのアプローチに3つ の手法があることを示した. 1 つは本論で扱った Blot-Choiの手法, 2つ目はTsunoda (2009a・2010・ 2010a) の手法, 3 つ目は Vikulin (2012) の広範な 地震カタログに基づいた調査手法である.

* Valentino Straser は、次のように述べている。 この課題にとりく むためには、IEVPC の学際的研究が必要であり、それには関連 する研究者のさまざまなスキルと調査方法が考慮すべきである。 この論文は、氏の経験から生まれた。それは研究プロジェクトを 超えることを目指している。 ET (Energy Transmigration) という概念は, 強い深 発地震が発生した場合、その数年後には M6.5 かそ れ以上の浅発地震が起ころと予測する. 予知に関する IEVPC による多くの成功例がこの概念の正しいことを立 証している. Choi(2019b)によると, 上部マントルに おけるエネルギー移動には2つの様式があるとされる. 1) 一つはマントル対流 (Holmes, 1978) による力で移 動する和達 - ベニオフ帯 (Benioff, 1049) 内部の傾斜 した断裂帯表層部(これはプレート説によるところの沈 み込み帯)における熱移動である.他の1つはマント ル内に存在する低速度レンズ,または Meverhoff (1996) のサージ・チャネル (surge channel) による熱移送 である. 300~700 kmもの深さで発生する地震は, 660~700 kmないしはもっと深いマントル下部の断裂に 関係している. これらの傾いた断裂や水平の低速度レ ンズは、外核から運ばれる電磁エネルギー(EM)の 熱伝達路となって、"後で述べられるように"約20kHz という低周波電磁波の通り道となるが、そのことは約 20時間後に震源域で起こる地震によってはっきりする (Straser, 2019). 浅部でのEMの前駆的な活動が,あっ という間に地下深部における大規模な断裂発生の引き 金となる. 地震についてのこれまでの論説では、地球 物理学的には重力とそれに関係した応力と変形、それ に関係したアイソスタシーなどに焦点が向けられており, EM 現象は二次的なものとして扱われてきた. なぜなら, プレートテクトニクス論では、地震というものはプレート 同士が擦れあって起こるものと単純に考えられているた め、地震の前兆現象として EM (「下からの稲妻」の引 き金となる太陽電磁誘導*)に焦点が向けられることは なかったからである. しかしそれは Gregori (2002) が





図1 New Madrid 地震帯

アメリカ大陸中央部 New Madrid 地震帯 の模式断面図.地下に潜在する Reelfoot Rift が示されている.USGS による. (http://maps.unomaha.edu/Maher/GEOL3300/ Bonuslectures/Reactivation.html)

図2 C¹⁴ 値からみた太陽活動の推移と New Madrid での地震の相関 西暦 1400 年~1950 年に起きた地震を赤い 星印で示してある. 地震発生が太陽活動の 低下期(または冬眠期:hibernation)に 対応していることが分かる. 次のように述べるまでのことであった.彼は、地球内部の特徴的な力に基づく周期的な動きが、地球上での地球物理的あるいは古気候的な周期的現象の原動力であると述べた.また彼は、地球内部は蓄電池(バッテリー)のようなものであることを示した.

* 電磁気誘導または磁気誘導(Electro-Magnetic or Magnetic Induction)電磁気誘導または磁気誘導とは、磁場が変化する際 に生ずる電気的な力(起電力)のことである.起電力の性質は、 地球であれば層と層との間の電気の流れ方によって決まり、地球 と太陽、その他の星との間であれば極性の関係で決まる.電磁 的な力の方向・極性は地球における磁力の充電や放電の大きさ を決定づける.

地球の内部と外側とは電池の内と外の関係をなしてい る.太陽風の流れは地球の発電効率を調整する役割 を果たしている. すなわち, EM 磁場の強い期間が長 ければ長いほど、地球内部での電流は深いところで発 生し,発電効率は高まる.地球と太陽間の磁場強度の 変化が最小の時期には発電効率は最も良くなるため, 内部エネルギーの生産量は最大になる. したがって, 太陽活動が最小の時期に地球内部エネルギーの放出 量が最大になり、地震活動が活発になるのである. そ してエネルギーの地表からの放出量も大きくなる. その ことで気候への影響も大きくなるのである.かつては、 EM 効果は地球内部での物質(岩石)の圧電効果に よるものであり、EM 現象にとっては2次的なもので無 視できるものと考えられていた. (圧電効果は岩石が突 然破壊される際に生ずるものである). 地震発生前の EMの増加をとらえることは、地震予知においてより広 い見方をする上での問題点も示したのである. つまり, 理論上での新たな枠組みが生まれたのである.

Leybourne (2018) とLeybourne et al. (2017) の Stellar Transformer Concept は、まるで電力会社から家庭へ 供給される電力が高電圧から低電圧のものにダウンす るように 太陽と地球との間でエネルギーの単純な減少 が起こることを示している. 太陽は、言うならば電力会 社の大きなコイルであり、地球は家庭の小さなコイルの ようなものである. 一般に大きなコイルは小さなコイル に向かって電力の減少をおこしながらも流れを生じてい る.地球内部は蓄えられた電気を放出するコンデンサー としての働きをしている. Stellar Transformer 仮説は次 のように結論している. すなわち, 引き起こされる誘電 力の特性は主として太陽と月, その他の小さな天体と の相互作用による地球の磁気モーメント*で決まる. そ の際,最も重要なことはエネルギーバランスで (Gregori, 2002)、地球の地球物理的・気候学的な環境にとって は十分大きなエネルギーが必要である.惑星間スケー ルでの詳しい EM の相互作用を利用することが必要な のである. 方向と大きさを持つ地球の磁気モーメントの 概要は以下に述べる通りである.

*磁気モーメント(Magnetic Moment):磁気モーメントとは、磁 石または磁場を有する物体の磁力の大きさとその方向である. 双極性をもつ物質の磁気モーメントはトルクという言葉で定義さ れる. トルクの強さや方向は磁気モーメントの大きさだけではな く、その磁場の方向にも依存しており、ベクトルとみなされる. 磁石である地球の磁気モーメントは、南極から北極へ向かって いる. 磁石がつくる磁場は磁気モーメントに比例する. 双極子 磁場の強さのことを磁気双極子モーメントと呼ぶ. 磁気双極子 モーメントの強さは、物体そのものの外側に作られる磁場の方 向に置き換えることができる.

南北方向の軸(y)をもつ地球の双極磁場(E)は南 北方向を示す中央海嶺や太平洋西縁,核内部など に影響を与えている.この双極軸の磁気モーメントは, 月のそれが地球の外核の液相の位置に関係しているの と同じように,太陽の磁場の強さやその方向性に関係 している.

放射方向(x)をとる地球の磁場は、初生的には太陽 風の持つ磁場の強さやその方向・変化に伴われるもの で、地球の外核と東西方向の断裂系に作用する.

地軸に垂直な方向(z)の磁力の影響は、太陽と月の 間の大きな引力による潮汐力の変化に伴うものである が、その効果はウニのとげか陽極の先から出るわずか なプラズマエネルギーほどの小さなものである. 放射状 に広がるドーナツ型の電荷と磁極方向の磁場とのコネク ターについて考えてみよう.

実際上,両者それぞれのベクトルが独立した存在だと は考えられない.なぜなら,それらは太陽の全磁力の 変異性と一対をなして変動していて分けることができな いからである.このことを単純に理解するうえでは次の ように考えるのが良い.すなわち,太陽の黒点が南北 の軸方向に並んでいるが,それが軸方向の磁気モーメ ントであるのに対し,赤道方向に並ぶ黒点は放射状磁 気モーメントである.黒点群の配置は,軸方向とそれ に直交する方向の磁力モーメントを形成している.この ことは,地球の磁場が太陽黒点群と地球との配置に関 係して励起されている,と考えるのが重要なことである. 太陽の黒点は,Solar Stellar Transformer (図3)と言 われるような誘導電流を引き起こしている.

2. 地球への明確な効果

地球の極地域の上空では、プラズマリングであるオー ロラが見られるが、これは特に南極を取り巻いている中 央海嶺中の物質の流れによって引き起こされている(図 4).マントルや内~外核内部の物質の流れの強いカッ プリングが起きているのである。人工衛星によって中央 海嶺から放出されている熱の記録をもとに推定したマ ントル内部の重力分布のイメージマッピングによれば、 マントル中で物質移動が起きていることは明らかである (図5).複雑な磁気モデル作成手法によって極地域に おける複合的なフェーズをもった地磁気の状態が明ら かにされた(Leybourne et al., 2017).例えば、人工 衛星によるグローバルスケールでのマッピングによる重



図3 Solar Stellar Transformer Induction Current Elements 地球の軸方向とそれ に直交する方向の磁力を決定づけてい る太陽の軸方向とそれに直交する方向 の黒点群



図4 グローバルな電磁気的回路 太陽の磁界と結びついて回転力をもっ たリング状の磁力線についての伝統 的なモデル (Forbes. J. -コロラド大 学による図:左側).中央海嶺に向か って減少するオーロラのエネルギー (Smoot, N.G. - Sr. Fellow IASCC).



図 5 GRACE (Gravity Recovery and Climate Experiment) のデータによ るマントルの重力異常図. 東太平洋 海膨 (EPR) の極性と大陸のそれと が Catatumbo で連結していること, Tampa BayのLightning や南インド海 膨 (SEIR) が African Rift/Congoの 重力異常地と連結していることが示さ れている.

力値や地磁気がリング状に強まったり弱まったりする現象は、地震の震源やホットスポットの位置が突然移動する現象に関係している。インド南東海嶺域のマントル内の物質移動は、アフリカコンゴ地域の深部での突発的な地震活動に関係しているのである。

アフリカコンゴ地域から南米ベネズエラの Maracaibo 湖 への電光石火の移動は、太陽黒点の11~14年周期 と地球の電気的なチャージの変化に関係しており、そ の後すばやく太平洋東海膨へと移動する.この海膨は 地球上では最も大きな海膨であり、地震や火山、大規 模な気候変動などに関係したマントル内での大きく活動 的な動きに関係している.太陽系に関する革新的な電 磁力学的モデルを用いて,これらの問題にアプローチ することによって地球物理的な理解は深まるであろう. またそれによって地球と大気圏外との包括的な仕組み の理解も進む.

3. Madrid 地震帯における新期活動領域

Madrid 地震帯での 1811 ~ 1812 年の地震(図6)は, Dalton Minimum 期(図2) に発生した.現在に比べ





ると比較的人口の少ない地域ではあったが大きな被害 が生じた. USGS や FEMA などによるその後 10 年間 にわたって行われた研究の結果によれば, New Madrid 地震帯内でのインフラ関係の被害総額は 600 億ドルに 達した (Elnashi et al., 2009).

USGSは、このエリアの今後の地震について次のよ うな衝撃的な発表を行っている:過去に起きた地震 の揺れに比べると、より大きな揺れとそれによる甚大 な被害が発生すると思われる. 1811~12年の地 震は, Mississippi 洲 からKentucky 洲にかけての Mississippi River 沿いの断崖で地すべりを引き起こし た. また Mississippi River の氾濫原地帯では少なくと も15.000km²もの土地で液状化による水平方向への拡 大や沈降が生じた. 今日では Arkansas 州, Missouri 州南東部, Tennessee 州, Kentucky 洲西部, Illinois 洲の南部などで同様の災害が起こる可能性がある. Arkansas 州 や Missouri 州の Mississippi 渓谷沿いの 道路は、橋の崩壊や道路面の破壊によって走行できな くなる. 液状化による大量の水・砂・泥の噴出によっ て広いエリアに洪水氾濫原が出現し、数週間ないし数 か月もの間は農業ができなくなる. このような農業地帯 で備蓄されていた科学的農薬類が河川水に溶け出して しまうであろう. 堤防の崩壊は洪水を引き起こすのに一 役買ってしまう. 100 万人以上の人口の Memphis やそ の周辺の都市は深刻な影響を被る. 特に Memphis の インフラや多くのビルは老朽化しており、学校や消防 署, 警察署なども未補強のままなので大きな揺れによっ て甚大な被害を被るであろう. 地震防災上の対応を 取っている建物はわずかである. 液状化や地盤の損壊 は、特にミシシッピ川やその支流の Wolf 川沿いに並ぶ Memphis のダウンタウンで起こるであろう. ミシシッピ川 に掛かるハイウエイの古い橋は、次に起こる Madrid 地 震でダメージを受け、完全に破壊されるであろう. Wolf 川を横切る橋やパイプラインも破壊される. 地震帯の中 では Memphis が最もダメージを受けやすいと見られて いるが、そのほか St.Louis, Mo., Little Rock, Ark, そ の他の多くの小規模な都市も同様にダメージを受ける だろう.

4.太陽との関連性

歴史上の記録やそれらの解析によると(図7・図8), 太陽全体の不活発な活動期の間に,地球上での地震 や火山活動は増加していることがはっきりとわかる[21-Choi and Maslov, 2010].太陽の活動周期が地球のそ れと逆になっていることは理論的に解明されているが, そうした星の相互変化(Stellar Transformer)は[15, 16],太陽系の誘導荷電サイクルが原因で引き起こされ る.太陽系のなかの太陽,地球および他の天体の磁 場が,太陽活動の最弱期の低周波数で特徴づけられ る現象が始まったとたんに外部の磁場関数がより効率 のよい TD ダイナモ(tide-driven dynamo)で決定され るようになる.こうして大きな内生的エネルギーの放出 がおこり,地殻のあちこちで巨大な熱膨張が起きる.

これにより、大きな地殻の応力状態が高まって、地震 活動,その上激しい気象現象など(干ばつや洪水, ハリケーン、極端なできごと、その他)が生じる.これ を単純に概念化すれば、以下に述べるような,長い期 間にわたって続く稲妻 (lightning) に似た現象といえる. これは Gregori [14,22-Gregori, 2009] や, 最近というか, ずっと継続しているといった方が良い MiniMax of Cycle 24[23-Clette et al., 2014] という解釈によって適切に説 明できる. Gregori は理論的概念にもとづいて次のよう に述べている、すなわち「常識的で思い込まれている こととは異なり、地球は宇宙空間で数十億年かかって 熱球が冷えていくようなものではない」と、つまり、それ とは対照的に時期を違えて、いわばバッテリーのように 充電や放電をくりかえしているのが地球なのである.地 質学的時間間隔でいえば、典型的な充電と放電の周 期は約28.4 Ma 超であるが, その影響の発現はすぐに

観察される(たとえば,長期間の太陽活動とはっきり対応した火山活動サイクルの調節によって示される). バッテリーの再充電は,潮汐作用(tide-driven; TD)による発電現象によって生じる.いっぽう,放電による電流は,地殻-マントル境界(CMB)から地球表層部へと伝播していくがそのようすはウニの棘に似た伝達路になっている.マントルへと向かう長期の電磁誘導や太陽風が原因の電流はTDダイナモの"静的な"磁石で供給される.こうしたマントルの電流が大きいほど,TDダイナモの効率が良いから,地球内部からの熱の生成も多くなる. 短期間のほぼ一瞬の期間に,地球内部ガ



図7 太陽と地球の地震サイクルの間の逆相関 [21-Choi and Maslov, 2010].

スが海洋や大気系に吐き出される場合は、気象の異 状事態が起こるはずであるが、これが大きな膨張による 速い隆起が発生した場合、より大きな地球のダイナミッ クな活動、すなわち大きな地球規模の地震、増加した エネルギーの火山活動への供給などが生じるはずであ る、マグマが棘のような伝達路によって直接供給される か、もしくは、摩擦熱による結果として地球のダイナミッ ク活動に関わるのかにかかわらず.実際に、MiniMax 期間が進行している数年前から現在まで、これら全て の影響がはっきりと観察されていて、世界中のマスメディ アによって連日報告されている.

IEVPC はこれらの破壊的現象にともなう予知信号 (http://www.ievpc/org/id)を理解したうえで現象を追跡しており,地震予知についての革新的方法を発展 させてきている.次の重要で長期にわたる太陽の低活 動期間,もしくは太陽の混成サイクルなどを考えてわ れわれは,この太陽の低活動期間である紀元 2007 ~ 2040年にかけての期間に,New Madrid 地域をおそう 巨大な地震の別のシリーズを予測している[1].Walker [24,25,26]によって議論され,大きな地震および気候 変化期間中の太陽活動および地球物理的関連などに 相関関係のあることが示された.すでに 1988年には,



図8 太陽活動周期と世界で発生した地震・火山の活動.全ての NMSZ 地震は太陽活動低下期間のまっただなかで発生している.[35-Choi and Tsunoda, 2011] や[36-Choi, 2013b] から引用した.

早くも地震とエルニーニョとが連動していることが彼に よって報告されている. その後, Leybourne[27,28] に よって, 1996 および 2001 年にも太平洋海盆におけ るエルニーニョ現象の造構的な運動調節(Tectonic Modulation)のあることが報告されている. 相関サイク ル理論(Relational Cycle Theory: RC Theory)を用 いて規則的気候変動と太陽活動を結びつけた最初の 論文[29-Casey, 2008] は,それが気候予測分野にお いてもっとも成功したものであること,理論の基本的信 頼性を保証するものであり,気候変化の7つの要素と 関連していることなどを示している. その後[30-Casey, 2010],予備的論文において,RC 理論と主要な地震 や火山活動との関連性が提案されてきた. ほかの人た ち[31-Choi et al., 2014] も,太陽の低活動期と地球に おける地震,火山活動の増加の関連性を見出している.

別の太陽最弱活動期の到来は、2018年1月10日に ホンジュラス沖の M=7.5 の大地震で代表されるように, カリブ海域諸島や太平洋沿いの中央アメリカ沖合、お よびメキシコなどにおける地震活動の増加と相関関係を もっている. さらなる支持の例として、2018年3月のメ キシコ湾における極端に高い海水温度と引き続いて起 こった M=7.5 の地震があげられる. これは最近の 2018 年1月における M=7.5 カリブ海地震 [32- Choi et al., 2018]によってさらに明確になってきた.メキシコ湾での 2018年3月の極端に高い海水温度は1月のM=7.5 地震に引き続いて現れている. このことは、その地域 において著しい高温化を引き起こす活動があることを 示している.カリブ海域諸島やメキシコ湾地域がすで に高いエネルギー放出段階、それは太陽活動の弱化 もしくは冬眠状態へとむかっていることは疑う余地がな い. 地球の外核からのエネルギー放出が太陽の低活 動周期の期間に劇的に増加することは確立されてき ている. 地震 - 火山活動の静止期は[33-Choi et al., 2018] および [34-Tsunoda, 2013] で例証されており、"地 球の核の活動段階"については[21-Choi and Maslov, 2010] で例証されている.

中央アメリカーカリブ海諸島地域においては、衰えつ つある太陽活動のサイクル期間中に、最近の加速して いる北極の磁極の動きと同調しながら、 地震エネルギー が北へ向かって移動していることが知られている(図 9). これは,太陽サイクルが22文献(以下同様)のピー ク時にあるとき、そしてより長い太陽サイクル(そこには 11年の太陽サイクルである23,24もふくまれる,おそ らく 25,26 もふくまれるであろう) がスタートした 1990 年 以降、地震活動が突然増加していることで確証が得ら れている. 増加したエネルギーの南半球からの注入は, 北へ向かって広がっている、これは南極を取り囲む海 嶺(増加した放射構造を表す海嶺)と結合する中央大 洋海嶺によって説明される、それは星の変化(Stellar Transformer) 仮説によって説明されるように、宇宙空 間での気象現象の増幅をともなっている[15.16]. これ らの事実の組み合わせによって、紀元1400年以来の、 連続した4回の太陽活動極小期の期間に起こった歴史 的破壊現象をもたらした New Madrid 地震を十分に説 明できる.

太陽の電磁誘導で発生した電磁波による地震前兆の 電波方向検索(RDF)

電波方向検索(RDF)ネットワークは電波放出プロジェ クト(Radio Emissions Project)によって発展した方法 である、これは1800年代の後半から始まるHeinrich Hertzの研究成果にもとづいたものであり、彼は、ア ンテナとしてもちいた開いた針金ループが指向性をも っことを発見している.最初のモニターステーションは Lariano(イタリア、ローマ)に建てられ、地球の大気 中で発生する一時的発光現象(LTPA)観察プロジェク トや電波放出プロジェクトとして稼働した.これは地震 活発地域における"地殻異常"で発生するごく微小の 電波異常をリアルタイムでしかもグローバルスケールで、 地球の背景電磁放射の広い帯域24/7の中から検出す ることが可能である[13-Straser et al., 2019].適切に 配置されたアンテナ配列基地(数+km間隔の)から の RDF 情報と組み合わせることによって、三角測量か



図9 中央アメリ カ太平洋岸におけ る太陽活動サイ クルと地震の伝 播曲線[37-Choi, 2014]. 曲線の一 般的傾向は太陽活 動が弱まっている ときには北上する が,活動が上向き になっているとき は南下している ことに注意せよ. 2005年から2009 年にかけてのデー タはぬけている.

ら電磁放射源を特定することができる. 受信基地のネットワークから,ある電場シグナルの軸方向角度を同定し,発信源の方向,位置,基地局からの距離などを識別していく. このシステムは周波数の時間的変化や強度変化そして発信源の電波の強さなどを提供する. 電波放出プロジェクトの実験期間中,それは地球規模の破壊的地震に先行してそこから発する強くて正確な電波放出を検出することを可能にした [38-Straser et al., 2015];[39-Straser et al., 2016];[40-Catadi et al., 2017].

基地局は 2017 年の 3 月に電磁波シグナルについて の最初のデータを提供し始めた [13],一方で,New Madrid Fault ぞいでのシグナル追跡は約1年後に始 まった.地震に先立つ地殻からの電波放射は,RDF を用いて 20 kHz をこえる帯域の大変低い周波数で検 出される,それは New Madrid Fault 震央地域における 地震発生の約 20 時間前から出現する.2018 年 2 月 2 日に,New Madrid におけるアメリカ合衆国による電 磁的追跡は始められ M \geq 2.5 の 57 個の地震が出現し た,その中には 2018 年 12 月のマグニチュード 3.3 と 4.4 地震も含まれている.このケースにおいてはイタリア にある追跡局から 8,500 km 離れた New Madrid Fault に焦点が当てられ,厳密なコントロールのもとで"dark purple"(暗紫色の線)に沿った方位角に応じた距離 が測られた(図 10). 実験によって無数の入力シグナルを記録することができ た以外のすべてを取り除くことで、その中から方位角起 源のものを同定でき、それに応じて電磁波の周波数, 出現時間,周波数帯の幅などもチェックできた.実験 期間中の解析された地震は SELF とVLF 帯の間の す なわち1000 Hzと32000 Hzの間の周波数の電磁波 により地震発生前にキャッチされているが、それらは発 生前の数時間から数日前に出現している. 電波受信 者は低周波数の電磁波シグナルを Daniele · Gabriele Catadi の方式で強度を高めてこれらの周波数を検出し ている. 電波異常の周波数は地震マグニチュードの信 号の平均周波数とは反比例している. 大きな規模の地 震が発生するときに出現する電磁波はいつも地震に先 行して現れるが、平均規模の地震のものより強く表れる (図11). グループシグナルもしくは単独のシグナルが 地震前に先行している. 太陽活動が, RDF システムに よって検出される電磁放射に対して重要な影響を与え ることも明らかである.このケースの研究によって、与 えられた期間中の放出は太陽黒点数すなわち太陽活 動度と逆比例していることが分かった(図12).

他の重要な前兆現象

太陽の電磁的動作に伴われる地球の地震の予兆の分 析から共通の基準を見つけ出すことは興味ぶかく,関 心の高いことでもある.構造的なストレス状態にある場



図 10 電波放射プロジェクトの RDF システムの世界地図 [13]. Lariano (イタリア, ローマ) にある RDF 追跡基地から New Madrid Fault 沿いの電波放射を追跡するための南西方向の紫色線に沿った方位角距離で 8500 km の距離が示されている.



図11 著しい周波数の変異と小さな時間変異をともなった入力シグ ナル,これらは小さな変異のマグニチュード地震に先行している.



国 12 電波異常時间シリーズの数[13] (上図) と太陽黒鳥数 (下図) が逆比例している. データ源:http://www.sidic.Abe.

におけるイオン化現象としては、たとえば、長波長の電 波放出(Outgoing Long-wave Radiation; OLR),全電 子含有量(Total Electron Content; TEC),およびジェッ トストリームや他の大気中の現象つまり地震雲や地震光 など、地球大気中で発生する光放出現象(Luminous Transient Phenomenon occur in Earth's Atmosphere; LTPA)観察プロジェクトなどの例があり、これらはデー タ集積されて、比較検討が行われている.たとえば、 1995年1月16日に発生した神戸地震の場合、地震 光[41-Tsukuba 1992]が地震に先立って発生している、 同様の例が、メキシコや世界の他の地震地域でも観察 されている[42-King,1983]; [43-Lomnitz, 1994].

全地球の地震記録によると、M≥8.0の巨大地震では、 地震の3~4週間前に、枯れた井戸、小川などの小さ な流れが地下水の流出をともなう洪水を起こしたことが 示されている.地球磁場、重力、電気ポテンシャル、 井戸水の上昇、泉の出現などの変化もよく知られてい る [44-Plastino].

地表の下,地表,大気中の温度上昇などの報告も存在する.通例,温度上昇は地震が発生する150~200日前に始まる.温度上昇は緩やかな傾斜をもつプロットのように起こる.地震の約3日から5日前に温度が突然跳ね上がり,地震当日にピークに達する.地震当日の温度上昇は6.0から10°Cにおよぶ.2005年10月8日のカシミール地震では大気の温度は平均気温より10°C高かった.人工衛星によって記録された赤外線放射は地震のよい前兆現象である[45-Qiang et al 1990].

予兆を示す異常長波長電波(OLR)の放射[46] 潜在的地震発生地域の平均的最大温度は通常より 5-7°C高く,それは数日かけて次第に高くなる. 普通, 温度上昇が7-12°Cあるいはそれより大きい場合は近 いうちに差し迫った地震が起こることを示唆している. も し,OLRやTECの値が非常に高いときは,適切な大 きな範囲での別の地震発生を予知する信号となるはず である. 長波長の電波(OLP)の測定は,人工衛星 に基づいたものであるが,地震発生予想地域の同定 に効果的な道具として用いることができる. 大気中や 地表での異常な長波長の電波放出(OLR)現象は,中 規模ないし巨大な地震発生の5~30日前に普通出 現する. 最近の2013年9月25日に発生したマグニ チュード7.0のペルー地震の予備的分析が示されてい る[46-Venkatanathan, N., and Natyaganov, V., 2013].

長波長電波の放射(OLR)は、地球表面から宇宙空間へ飛び出していく低い電磁エネルギーの赤外線である. 異常OLRは今にも地震が起こりそうな地域で観察される. 最近の数年間,破壊的地震の前の重要な一時的熱異常の出現についての無数の研究が報告されている[46-Venkatanathan et al, 2013];[47-Tronin et al, 2002];[48&49-Saraf and Choudhury, 2005a

&b];[50-Ouzouhov et al, 2006];[51-Ouzounov et al, 2007];[52-Oyama et al, 2011];[53-Jing et al, 2013]. 何人かの研究者達は、OLR 異常と特定の雲などを結 びつけている、すなわち地震-造構運動指標[54-Doda et al, 2011]は大きな地震の前にリソスフェア断層を通 して生じるたとえば硫化水素、メタン、超加熱されメン デレーエフの臨界点に対応する状態の水蒸気を形成 した地下水などの深部脱ガス作用の地域的増加によっ て生じる現象と考えている.これは、間接的であるが、 最近大洋底の多くの場所で見つかっている無数の"ス モーカー"との関連性が考えられる.

異常な一時的放射の出現は、造構的ストレスや大気中 の熱力学的過程と関連性があるはずである. OLR は地 面, 大気下部, および雲などから一緒に放射されてい ることが測定されている. 一つのアルゴリズムをもちい て、OLRを8~12µmの波長で数値解析した[55-Gruber and Krueger, 1984]. 異常な OLR のフラックスがエネル ギー指標(dE_index)変化で定義され、それは与えら れた位置や時間、つまり明確な空間的位置とあらかじ め定義された時間に対する OLR の比率の中で静力学 的に定義される最大の変化を示している[56-Ouzounov et al, 2011]. ペルー地震の発生前に短時間の OLR 異 常の出現が観測されている. OLR 異常が明らかになる ということは地震のマグニチュードと正常に関連している ことである. それは地震発生に先立つ数日から一ヶ月 前にわたって変化している. これらの一時的な異常の 出現の時刻表はある地震から別の地震までの間で変化 している. おそらくこれらの地域の造構的な状態の異な る性質によっているのであろう.

短時間の異常が 2013 年 9 月 25 日の地震発生前に3 回出現したことがあった.最初の異常の例は 2013 年 9 月 7 日に始まり、2013 年 9 月 10 日まで続いた.毎日 の長波長電波放出(OLR)の値は 2013 年 9 月 7 日 からゆっくりと増加して、2013 年 9 月 10 日にピーク値 に到達した(図 13a, b, c & d).

2013年9月7日~2013年9月9日の日常の電磁場 の異常な OLR 値は NOAA 人工衛星により記録されて いた. それによると、"夜間"通過の間、日常電磁場 OLR 値は 2013 年 9 月 10 日の NOAA 人工衛星の"昼 間"通過における日常的で基本となる電磁場 OLR 値 の4倍に達していた. OLR 異常の消滅は 2013 年 9 月 10日の"夜間"に始まり、2013年9月11日に完全 に消滅している、それは NOAA 人工衛星の"昼間" 通過の間に記録されている(図 13e). 2013 年 9 月 11 日における OLR 異常の消滅以後, 2013 年 9 月 17 日人工衛星が"夜間"通過するまで異常は記録され ていない, 2013年9月18日の人工衛星"昼間"通 過の時点で再び異常が出現している.ある地点(10S, 80W) では人工衛星 OLR の値は OLR 基準値の4倍 であった. 他の異常はある地点(17.5S, 72.5W)に集 中しており、電流場 OLR 値は基準値の3倍であった.



図 13 (a, b, c, d): 2013 年 9 月 25 日ペルーの Acari の 50 km 南 (15.882°S, 74.543°W) で 発生した地震に先立って観察された OLR 異常 の発達過程. 異常地域は丸で囲ってあり, 震 央の位置は赤丸で示されている [46].

すぐ近くの地域での2番目の異常の消滅のあと,2013 年9月20日まで,電磁場OLR値に大きな変化は無 く静かな期間が長かった,そして人工衛星は"夜間通 過"の間に通常の電磁場OLR値を記録していた.結局, 2013年9月25日に発生した地震の前に,3番目の異 常が2013年9月21日に出現した.今回は,すぐ近 くの地点(12.5S,75W)における電磁場OLR値は基 準電磁場OLR値の3倍以上であった,それは人工衛 星の"夜間"通過で観測されている.異常電波の強さ や地域はその前の日に比べて増加していた,2013年 9月23日のある地点(17.5S,72.5W)ではより弱い異 常が記録されている,それは2013年9月25日16:42 (UTC)に完全に消滅している.

NOAA 人工衛星からもたらされた OLR データは、OLR 異常が予知シグナルとして信頼に値するものとして使用 できることを示している.これは、地震予知に対する十 分に調整された地球規模のネットワークが宇宙空間や 地上における技術開発によって完成したことを示す.

地震の電磁気学的影響[57]

磁性体は温度が上がれば、磁力線が放出されて磁力 を失ってくる.したがって、高温化によって、磁力は低 下する.そして、キュリー点あるいはキュリー温度で磁 力は完全に失われる.衝上断層型の地震の場合、互 い違いの向き、あるいは、一方の方向に断層地塊が 動く.けれども、その初期の差動量は非常に小さい. そして、大きな地震が発生する150日から200日ぐら いのわずかな日数で、温度は高温化しはじめる. その 効果はすぐに地温に影響がでる. 地震の発生する日ま でのおよそ3~5日で高温化は一気に進み、地震発生 日でそのピークに達する. この急速な高温化で震源域 における磁力場は一気に下がる. この磁力場の弱化に 逆比例するように電気的・電磁気的な場は遠方へと拡 散していくが, これは Bapat (2003, 57p) のいう「電磁 気学的効果」である、それがラジオ、電話、テレビな どにも影響を与える. つまり, ラジオ局がある特定の周 波数,たとえば1000Hrzを発信すると,それが地震の 発生前の10~20時間ほどで1100,1200,1300・・・ 1800,1900,2000Hrz か, あるいはそれ以上になるので ある.テレビの場合では、オーディオ、画像、立体画 像と変化していく. こうした乱れが地震の起こるまで連 続的に増加していくのである. いままでの例では、こう した乱れは2,3日ごとにはっきりしてきて、地震の発生 前の10~20時間前により一層激しくなることが分かっ ている. ラジオの電波ではこうした乱れはよく起こるが, 震央域の中での固定電話や航空無線の場合の乱れで は地震の3~4日前、テレビの場合は地震の15時間 前に起こりやすい. 震源から30~40km圏内での移 動電話では、どんな機種でも、地震の100分以内に 乱れが起こる.

爬虫類,アリ,昆虫,鳥類などの全生物種は,恐れ などの状態に応じて,決まった方向性をもたずに休み なく動きまわるようになり,その多くはうるさく叫びまわ 9, 立ち向かってきたりもする. 家のペットでさえ, 飼い主に歯向かうこともある. こうした行動は地震の14~15時間も前に起こる. このような動物の異常行動の報告は数多くある(Rikitake, 1984, 58-). こうした地震の前兆は, 神経の細かい人でもよく感じることがある. 病院などでもよく見かける光景である. また, 出産や外来患者がいつもの5~7倍に増えるのもその一例である(Bapat, 2005, 59-).

こうした実践的な研究や EM を発見してきた観察的な事 実,および,地磁気的な前兆現象などは、プレート運 動で地震が起こるときに、プレートが擦り切れるというま れに起こる現象だと単純に考えられてきた.そして、以 下に述べるような、前兆現象が現れるきっかけとなる、 真因である太陽系の EM は無視されてきた.

ジェット気流の異常による予知[56]

「New Concepts in Global Tectonics Journal」 に投稿 されている IEVPC の事例研究の多くは、 $M \ge 6.0$ の 地震の位置をジェット気流で予知する方法である(図 14).実際に、地震の発生する1~70日前にジェッ ト気流の流線が中断される場所で、地震は起きている. その中断は、前兆となるジェット気流から平均100kmく らい離れた場所で起こり、中断している時間は6~12 時間ほどである(Wu, 2015, 60-).

過去に多くの科学者たちが、地震前の大気異常について報告していて、ジェット気流については、同じような M \geq 6.0 の地震について58もの報告があった. そうしたなかで、地震の震央域はジェット気流の中断される場所にあること、および、その地震がそうした場所で起きるのは、中断現象が現れてから1~70日後であることなども明らかになってきた.また、中断場所から震央域までの距離は平均して36.5kmであることもはっきりしてきた.さらに、多くの場合、その前兆現象と震央との距離の幅は70km以内であり、発生時間差もわずかであることも分かってきた.また、衛星観測も2015年9月16日の巨大な M8.3 チリ地震前のジェット気流の乱れをキャッチできるようになった.つまり、ジェット気流の中断は2015年6月13日午前6:00 UTC (図14)

に,地理地震の震央にあたる場所に現れたが,それ は巨大な M8.3 地震より 96 日も前のことであり,震央 の位置のずれは 80km より少なかった.そこで,2015 年 6 月 14 日に予告を出したが,それは「2015 年 6 月 13 日から 2015 年 7 月 13 日までの間に,チリ中 央部の 32.3S,71.6W 地点で M > 5.5 の地震が起こ る」という内容だった.実際には,M8.3 の巨大な地 震が約 2 ケ月後の,予告より遅れて 2015 年 9 月 16 日 -22:54:33 UTC にチリ中央部の 31.570S,71.654W 地点の深さ 25km で発生した (61-,Wu et al, 2015; 62&63-,Wu and Tikhonov, 2015a and b).

5. 地震頻度および造構様式

NMSZ 地域における地震の発生は、ある特異な地質 構造、つまりそれは、南米からカリブ海とミシシッピ イー川を経てカナダ楯状地へいたる南北アメリカ超大 背斜(NSAS)と深く関係している(図15,64-, Choi, 2013a). その構造は、地球創成期の始生代につくら れた基本的な構造である. この反対側にもう一つの巨 大な背斜があるが、それは南西太平洋から南東アジ ア、南中国、シベリアまでのびている. これらの構造は、 顕生代、とくに中生代を通して繰り返されたマグマ活動 と造構活動で形成された.

中央アメリカの地震と火山の熱エネルギーは、大西 洋の海洋台地(ホルスト)を通ってカリブ海の下から Cayman トラフまで送られてくる (37-, Choi, 2014). こ の熱伝達は本来,太陽系に起因するものである.実 際には、外核からカリブ海ドームで熱エネルギーレベ ルをコントロールされてから送られてくる. 太陽系の活 動が通常であるときは、地震と火山の活動は北へ移動 していくが、活発だと南への移動に変わる. この熱エ ネルギーの熱伝達は、周期性があって、巨大な New Madrid 地震の時は太陽活動の最弱期であった. これ らのことを念頭に置くと、 Cayman トラフ沿いのカリブ沿 岸で2018年1月10日に起こった巨大なホンジュラス 北方地震(M7.5)は,熱エネルギー的には,NSAS(図 15) の茶色で示した New Madrid 地震帯に関連するも のだったと推測できる. つまりこの地震は、地球規模 で始生代起源の NSAS と、東西性の Cayman 断層との



図 14 ジェット気流の異常
(a) ジェット気流の原図(S.F.
State 大学)
(b) 130 ノットの速度のジェット気流は、
2015 年 6 月 1 3 日午前 6 時の地震の震央で中断された
(UTC). その震央域は中断した場所に在った。



図15 地球の反対側で発達 する始生代起源の超大背斜 (64-, Choi, 2013a; 65-, Choi and Kubota, 2015) こ れらの超大背斜は,原生代お よび顕生代に再生を繰り返し た.カリブ海とミシシッピイ 一峡谷は背斜軸にあたる場所 で発達している点が注目され る.原図である「世界地磁気 異常図」はKorhonen et al. (2007).



図16 北米地磁気異常図 合衆国の空中磁気マップのコ ンパイル図は2002年に作成 された.北米の磁気異常マッ プ作製のためのアメリカ地質 学会の委員会(1987);アメ リカ地質学会,大陸のスケ ールマップ-003,縮尺1: 5,000,000,4シート(67-, Zietz I, 1982).

交差部で発生したと考えられる. したがって、この地震 の地震エネルギーは、外核から放射されて、カリブ海 直下のマントル深部で発達する地球規模の破砕構造を 通って運ばれたといえる (32-, Choi et al, 2018). 図 16 で分かるように、先カンブリア系あるいは始生界(始 原地殻)の磁気異常(紫や赤で塗色)はグレイトレイ クから南へ伸び、それから東側の New Madrid 地震帯 へと追跡できる、こうした異常帯は、普通、地殻中の 鉄分や磁性鉱物が岩石中に多く含まれるところに現れ る. 火成岩や変成岩は磁性がつよく表れやすい. これ に比べて堆積岩は通常磁性がほとんどない. こうしたこ とから、北米東部における磁気異常は、地表に露出す る地質図からも見つけ出す方法もあるが、リフト堆積盆 の地下に伏在する先カンブリア系の結晶質岩分布域か らも見つけ出せる. 他にも, Keweenawan Midcontinent リフト; Fort Wayne リフト; Reelfoot Rome リフト内を東 西にのびる Rough Creek 地溝; Cambrian Rome トラフ などは、古代に太陽系の影響を受けつつ、外核の EM エネルギーと関連をもっていた. 図17の北米の災害予 測図は、こうした古い結晶質岩から成る始生界基盤と 関係する地震を対象としたものである.

現段階では、合衆国南西部におけるプレート内で起こ る地震については、よく分かっていない. この地域は 過去二世紀の間、中規模~大規模な地震を何回か受 けていて、地震発生頻度の変化も認められる. そのな かで2回の地震は、South Calorina で 1888 年に起きた M7の地震 (68-, Chapman et al, 2012) と, Central Virginia 地震帯 (CVSZ) で 2011 年に発生した M5.8 の 地震 (69-, Wolin et al, 2012) である. さらにこれらの 地震に伴った地震群が、東テネシー州とノースカロライ ナ西縁にまたがるアパラチア山脈と平行にのびている 東テネシー地震帯に属する他の地域で地震活動が活 発化した (70-, Powel and Thomas, 2016). 中央部と 西部の南カロリーナや北ジョージアの何か所かの地震 活動の状況からすると、北カロリーナの南西部は南カ ロリリーナ地震帯に属していると考えた方がよい(71-, Li et al, 2007). 加えて, 東アーカンサスに分布する 南北方向のマリアナ断層線は、数千年間に何回か M ≧ 7 の大地震を起こしてきた. 最近では, Menphis の 西 45 マイルにある Forrest 市の南での地震が, 南の Helena および西 Helena, マリアナ近くの Lee Country などで起きている. またプレート内地震は、岩石圏の



図17 北米の地震災害予測 図. Hpps://earthquqake. usgs.gov/hazards/hazmaps/ 出典:USGS

厚さの変化する所で多く発生することが世界中で観測 されている(72-, Mooney et al, 2012). プレート内地 震の発生頻度に関連している要因としては以下のような ものがある:脆弱さを受け継ぐ海底断裂,薄くて弱い マントル内の岩石圏,岩石圏の層厚とか強度の変わる 所,地形の遷移点とか縫合線,気象変動などによる流 体圧の増加場所,マントルの炭酸ガスの放出場所,断 層の交差するところ,破壊されたリフトの分布場所,広 域応力場が集中して断層の形成しやすい所などであ る(72-, Mooney et al, 2012);(73-, Sykes, 1978); (74-, Babuska et al, 2007);(75-, Talwani, 1988); (76-, Costain, 2008);(77-, Zoback, 1992);(78-, Bartholomew and van Arsdale, 2012). 興味深いことに, 太陽系 EM のシステムの活動や熱エネルギーの取り込 みなどは,これらの異常な地震活動には見られない.

中央バージニア地震帯 (CVSZ) の真西にある西バー ジニアとか東バージニア中央部などにある始新世の火 山では, 100 × 150 km オーダーかそれ以下の顕著 な「地震のない影」、あるいは、隣接区域の地震活動 とギャップのある異常域が認められる (79-, Bollinger and Gilbert, 1974). そこでは極めて局地的な低速度 異常域が始新世の火山活動域(80-&81-, Mazza et al, 2014 & 2017)の下に存在していて,理由は不明だ が、始新世にはマントルの岩石層は存在していなかっ たと考えられる.しかし、その区域に隣接する地域で は全域的に均一のマントルの岩石層が分布している のである. それと同じ分布パターンが中央バージニア 地震帯 (CVSZ) で認められる. この地塊では, 2011 年にバージニア州 Mineral で発生した M5.8 地震の震 源が,前述した始新世の火山の地下に在る低速度異 常域のすぐ西に位置しているのである. 言い換えれ ば、この低速度異常域は、79-, Bollinger and Gilbert (1974) が最初に指摘した「地震の影」の場所にある ことになる. つまり, 合衆国の東側と北バージニアお よび西バージニア東縁地域とは、地震トモグラフィおよ び地震の速度構造が互いに真逆の性質をもっている ことが分かる(82-, Biryol et al, 2016);(83-, Pollitz and Mooney, 2016);(84-, Shen and Ritzwoller, 2016); (85-, Buehler and Shearer, 2017);(86-, Burdick et al, 2017);(87-, Savage et al, 2017). しかし, このような低 速度異常が48m.y.もの長い間,どうして存続していた か?という疑問は残る.一つの答えとしては,始新世 のころは地球化学的な異方性のある物質がどこからか 移動してきて低速度異常状態であったが,現在はそう した活動が休止しているためかも知れない.

図 18 の重力図は地核と上部マントルの密度が反映されている. そして, こうした密度の変化は, Great Lake 湖から南へ蛇のようにうねりながらスーペリオ湖の南端まで同じように追跡できる. しかし, 過去のデータは, これとは異なっている. テキサスの高密度域の場合も, ニューマドリッド地震帯と関係しているが, その場合も, 地下には始生界の結晶質岩が伏在しているか, あるいは, 交代作用を受けた新しい時代の火山岩が伏在していると考えられる.

地球の深部における地質過程の体系化をめざした,よ り深く詳細な議論(Gregori and Leybourne,投稿準 備中)を準備中だが,そのなかで,謎に満ちた海洋 の中央海嶺網も説明される予定である.その結果は, 深部の四面体をしているアセノスフェア上部における リソスフェアの横滑り(より分かりやすく言えば大陸漂 移)である.その四面体の一方は,カリフォルニアと 北極・NMSZ,ハドソン湾の間を走っている.Dallasと Winnipeg(NASAの観測所)の間を通る線沿いの多くに 泥地があるが,そこでのwildfire(敵艦に放つ可燃物, 燃焼物)は増加傾向にある—???—.これはメタン ガスによるものと考えられる.また,こうした細かい解析 の解答が得られるためには,NMSZ での地震と太陽活 動の弱化との関係がより詳細に判断できるようにならな ければならない.



図18 ブーゲー異常データ 合衆国における陸域の全域に わたるカラーのデータと,海 域のフリーエア重力異常図. 赤色部は,地殻と上部マント ルが高レベルの密度で高重力 値の所で,青色部は低重力値 で地殻と上部マントルが高密 度の所.西部から彩色してあ る.出典はUSGS.

図19 北に浅くなるカリブ 海とミシシッピ峡谷に在る低 速度ゾーン.ミシシッピ峡谷 の断面図でみると,峡谷の最 初の地質構造は背斜構造であ ったが,その構造は古生代よ り前に壊された.ミシシッピ 湾の地下のマントルの速度と 密度(7.4/3.17)の値が低く なっていくのが注目される が,それは,現在の峡谷が形 成されていく過程で熱エネル ギーチャネルができていたこ とを示している.

リフトの速度構造異常

上部マントルのせん断(S)波速度に基づいた広範囲 な地震観測所のデータから作成されたマントルトモグラ フィのイメージでは、マントルが岩石学的にみて革新さ れたか? という問題に関しては消極的にならざるを得 ない (88-, Wagener et al, 2018). 結論的に言えば, 岩石学的にみてマントルは、相対的に「安定的な」状 態で発達し続けてきていて、それが薄い層に裂けると か、崩壊するとか、浸食されるとかいう話はいまだに よく理解できない. Rome トラフや Reelfoot リフトなどの 高速度層は、モホ面から10~20km ほど離れている. 後者についていえば、高速度層は下方に屈曲してい るが, 亜-モホ面の低速度層の下の層厚は一定のまま である.これと対称的に Rhome トラフでは、低速度層 の下にある高速度層は下へ屈曲していない. また, 東 側の合衆国においては、亜-モホ面のS波速度は場 所ごとに違っていて、逆に、広域的にみれば、表面波 が観測された (83-, Pollitz and Mooney, 2016);(87-, Savage et al, 2017); (89-, Chen et al, 2016). しかし, 浅い所では低速度異常が見つかり、もっと驚いたこと には、Reelfoot リフトから南西延長部の下では、深い 所でも低速度異常が見つかっている (89-, Chen et al, 2016). 同じように、大陸の場合と逆のトモグラフィック 画像が Reelfoot リフト沿いのマントル最上部で確認され た (85-, Buehler and Sheater, 2017).

ほとんど全ての地震は、レンズ状の低速度域と関連し ているが、そうしたレンズ状部は、下部マントルの深部 で直線状をした断裂システムの下に分布している.こ の種の低速度層は、地球の至る所で観察される (90-, Choi et al, 2017). カリブ地域のマントル部分では, 地 震トモグラフィのイメージ画像が作成されている (91-, Widiyantoro, 1997); (92-, Romanowicz, 2003); (93-, van Benthem et al, 2013); (94-, Ervin and McGinnis, 1975). カリブ海の地下 400 ~ 500km にあるNSASの 軸部で2つの顕著なピークをもち, 面積 400km 平方の 低速度レンズの地震波トモグラフィのイメージを図19 で示した. このレンズは多孔質のゾーンで、熱エネル ギーを運ぶ火山性のサージチャネルの流体とガスから 成るものである. もう一つの低速度のレンズ状部は New Madrid 地震帯の地下 25 ~ 50km のマントル頂部にあ り、そこは NSAS の軸部である.

これらの地域におけるこうした速度異常レンズは互いに 関係している可能性がある.このサージチャネルは原 生代からずっと繰り返して再活動を重ねてきているがそ れは、カリブドームとミシシッピ渓谷の軸部は破壊され ていて、マントルの組織構造が改変されたことから分 かる.図19を見ると、3つのトモグラフィック画像が描 かれているが、それらをメキシコ湾への方向にたどって いくと、浅いところの低速度マントル画像が違ってきて いる (図 19). この低速度マントルをさらに北方へ追 跡していくと, New Madrid 地震帯の頂部の地下 25 ~ 50km の所で,マントルの詳しい速度 / 密が特定された (94-, Ervin and McGinnis, 1975). こういう解釈に基づ いて,カリブドームは中生代 (95-& 96-. James, 2016 & 2018); (97-, James et al., 2009) あるいはそれよりも 古い古生代 (98-& 99-, Pratch, 2008 & 2010) から海 洋化過程をたどってきたと考えれば,この地域における 地球科学的 / 地球化学的な地質構成を始原的に説明 できる.

南-北アメリカ超大背斜沿いで起こった非常に強い M=7.5 地震とか,ホンジュラス北方の東西性の深い断 層沿いで 2018 年 1 月 10 日に起こった地震などを, 覚えていらっしゃるであろうか? それは 1970 年以降 で,カリブ地域で起こった地震で1番大きかった地震は 2012 年の太平洋沿岸での M7.6 地震であったが,ホン ジュラス北方の地震はそれについで2番目に大きかっ た.2007 年以降では,8つの M=7.0+ 地震を除けば, 6つの地震しかなく,2007 年がもっとも新しい太陽活動 減退期のはじまった年でもある(1-, Casey et al, 2016) ことを注目しておく必要がある.

結論

2012 年以来 IEVPC は、数多くの予知現象のシグナル を研究するテストプログラムを検討したり、予知シグナ ルや地震の現れ方をもっともよく説明できる地質学的な モデルなどをつくったりしてきた.われわれのポリシー は、開放的で、多方面から研究していき、全世界の 優秀な地震学者と地質学者とが手を結んで研究するこ とをめざしている.このチームはすでに、いくつかの強 い地震を予知して、科学ジャーナルに掲載してきた. そして、それぞれのケースごとに、真に確実な地震予 報を出してきた.hppt://www.jevpc.org/earthquakepapers.html.

地震「予知」を行う上で効果的で有効なやりかたは4 つある(100-, Gregori et al, 2018). そのレベル1は, この論文でも触れてあるように,広大な地域と長期間に わたる地震活動に注目した解析を心がける. そのレベ ル2は、よりはっきりとした災害の地域的な広がりと時間 を把握するために、地球規模の応力状態を調べたり、 気象予報などの天体に関するモニタリングを行ったりす る.レベル3は、地震の起こる1~2日前の断層や前 震などの位置や時間などの情報を調べる.レベル4は、 地震の起こる数分前のショックを可能なかぎり予測する などである.

New Madrid 地震について,太陽系の EM の帰納法的 なモデルを考えてみよう. そのために,いくつかの事 実について現実味のある考えについて述べておこう. そして,カリブ海地域北部の New Madrid 地震帯の深 部地質については,この論文で述べたことは以下のよ うにまとめられる. つまり1) は、最も新しい巨大地震 (2018年1月に起きた北ホンジュラス沖合のM7.5地 震)は、地球のもっとも初源的な構造である南-北ア メリカ超大背斜と、東西方向の Cayman 深部断裂との 交差部で発生したことは、「軸部 vs 放射状という帰納 法」を用いて解いた.そして2)が、その地震は地下 400~500km にある大きな低速度レンズの上で起こっ たと考え、イオンをともなった液体あるいはガス状物体 のつまった火山性のサージチャネルによって熱エネル ギーが送られたために発生したという説明であった. そ して3)は、カリブ海に向かって浅くなる浅い低速度レ ンズは New Madrid 地震帯へと伸びていき、マントル頂 部で明確な地震波速度が測られたことを述べた. さら に4) では、地震活動が1990年、とくに2007年以降 から劇的に増加したことも述べた. 地震が増加した年に は特徴があって、前者は一つオーダーの長い太陽活 動が始まった年である.後者は、急激に太陽活動が衰 退しはじめた年であったと述べた. さらに5) では、中 央アメリカの地震活動と太陽活動との対照によって、太 陽活動が弱化していった期間の地震エネルギーは、地 磁気の極の移動とともに北へ移っていき(地磁気のモー メントは天体スケールで同調している),太陽活動が活 発な時は南へ移動したと述べた. そして6) では上記 の事実から、New Madrid 地震の災害は、すべて4つ の太陽活動の弱化期間に起こったと述べた. 最後の7) は、以上のことから、科学的な立場に立ってみた場合、 New Madrid 地震帯の大地震は例外なく太陽活動の弱 い時期に発生する、と結論される.

NMSZ では、先カンブリア紀に起源をもつ超大背斜軸 でマグマや火成活動や造構活動などが集中的に発達 した. とくに、メキシコ湾とカリブ海とが形成されはじめ た中生代以降の発達が著しかったが、これらの活動は 今でも続いている. こうした NMSZ での大きな地震活 動が太陽活動の弱化期に起こっている、という歴史過 程は記録に残されている. とくに 1811 ~ 1812 年の地 震活動は、そうしたもののただ一つの記録である. 今 日、太陽活動の停滞期の始まりに光を当てると、ほぼ 30年かそこらで繰り返されていて、Dalton 停滞期、一 番ひどかった Maunder 停滞期(小氷期)などがあり, 1811~1812年の活発な地震活動はそうした時期に当 たっていたと考えられる. 他の主要な New Madrid の 地震活動は 2021 年からおおよそ 2038 年まで続く可能 性がある. カリブ地域の地震と火山は, New Madrid で の熱エネルギー開放を考えると、わずか数年遅れるて いどであろう.近年、カリブ地域で急激に地震活動が 増えていて、北のホンジュラスでは2018年1月に大き な M7.5 地震が起きたばかりである点を考えても要注意 である.われわれは、この大きな地震が来るべき New Madrid 地震の前ぶれかもしれない、と考えておくべき かもしれない. IEVPC の革新的な電気的ダイナミクスで 地質 / テクトニクス的なモデルを,「Stellar Transformer framework」までに拡張できれば、地球と宇宙の相互 作用なども理解できるような解析が可能になるだろう.

また、これによって、地震の電磁気的な単位なども分かってくるかもしれない.

文 献

- [1]Casey, J.L., Choi, D.R., Tsunoda, F. and Humlum, O., 2016. Upheaval! Whey catastrophic earthquakes will soon strike the United States? Trafford Publishing. 332p.
- [2]Reimer, P. J., Baillie, M. G. L., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J. W., Blackwell, P. G., Bronk Ramsey, C., Buck, C. E., Burr, G. S., Edwards, R. L., Friedrich, M., Grootes, P. M., Guilderson, T. P., Hajdas, I., Heaton, T. J., Hogg, A. G., Hughen, K. A., Kaiser, K. F., Kromer, B., McCormac, F. G., Manning, S. W., Reimer, R. W., Richards, D. A., Southon, J. R., Talamo, S., Turney, C. S. M., van der Plicht, J., & Weyhenmeyer, C. E. (2009). IntCal09 and Marine09 radiocarbon age calibration curves, 0- 50,000 years cal BP. Radiocarbon, 51(4), 1111-1150.
- [3]Blot, C., 1976. Volcanisme et sismicité dans les arcs insulaires. Prévision de ces phénomènes. Géophysique, v. 13, Orstom, Paris, 206p.
- [4]Gregori, Giovanni P., 2015c. Migration of foreshocks and/or volcanic eruptions. The "Blot's migration Law", New Concepts Global Tectonics Jorunal, 3, (2), 233-239.
- [5]Tsunoda, Fumio, 2009a. Habits of earthquakes Part 1: Mechanisms of earthquakes and lateral thermal seismic energy transmigration, New Concepts Global Tectonics Newsletter, (53), 38-46. (Originally published as Tsunoda, 2009).
- [6]Tsunoda, Fumio, 2010. Habits of earthquakes Part 2: Earthquakes corridors in East Asia, New Concept Global Tectonics Newsletter, (54), 45-56.
- [7]Tsunoda, Fumio, 2010a. Habits of earthquakes Part 3: Earthquakes in the Japanese Islands, New Concepts Global Tectonics Newsletter, (55), 35-65.
- [8]Vikulin, A. V., D. R. Akmanova, S. A. Vikulina, and A. A. Dolgaya, 2012. Migration of seismic and volcanic activity as display of wave geodynamic process, New Concepts Global Tectonics Newsletter, (64), 94-110. [with minor modifications after Geodyn. Tectonophys., 3, 1-18, 2012].
- [9]Choi, D.R., 2017b. The great 17 July 2017 offshore Kamchatka earthquake, its link to deep energy source, and geological significance. NCGT Journal, v. 5, no. 3, p. 379-390.
- [10]Benioff, Hugo (1949). "Seismic evidence for the fault origin of oceanic deeps". Bulletin of the Geological Society of America. Geological Society of America. 60 (12): 01 Dec., 1949, pp.1837–1866.doi:10.1130/0016-7606(1949)60[1837:seftfo]2.0.co;2.
- [11]Holmes, A., 1978. Principles of Physical Geology (3 ed.). Wiley. pp. 640–41. ISBN 978-0-471-07251-5.
- [12]Meyerhoff, A.A., Taner, I., Morris, A.E.L., Agocs, W.B., Kamen-Kaye, Bhat, M.I., Smoot, N.C., Choi, D.R. and Meyerhoff-
- Hull, D. (ed.), 1996. Surge tectonics: a new hypothesis of global geodynamics. Kluwer Academic Publishers, 323p.
- [13]Straser, V., Cataldi, D., and Cataldi, G., 2019, Electromagnetic Monitoring of the New Madrid Fault U.S. Area with the RDF – Radio Direction Finding of the Radio Emissions Project, NCGT

Journal, v. 7, no. 1.

- [14]Gregori, G.P., 2002. Galaxy-Sun-Earth relations. Beiträge zur Geoschichte der Geophysik und Kosmischen Physik, Band 3,Heft 4, 471p.
- [15]Leybourne, B.A., 2018. Stellar Transformer Concepts: Solar Induction Driver of Natural Disasters Forecasting with Geophysical Intelligence, Journal of Systemics, Cybernetics and Informatics, Orlando, FL, V. 16, N. 4, pp. 26-37, ISSN: 1690- 4524.http://www. iiisci.org/journal/sci/Contents.asp?var=&next=ISS1804 http:// www.iiis.org/ViewVideo2018.asp?id=21
- [16]Leybourne, B.A., James 'Mick' Davis, Giovanni P. Gregori, John M. Quinn, and N. Christian Smoot, Evolution of Earth as a Stellar Transformer, New Concepts in Global Tectonics Journal, V. 5, No. 1, pp. 144-155, March 2017. See: www.iascc.org/the-science
- [17]Thornhill, W. and Talbott, D., 2007. The Electric Universe, Mikamar Publishing (May 24, 2007), 132p.
- [18]Knudsen, Per, Ole Andersen, Shfaqat Abbas Khan, and Jacob Høyer, Ocean tide effects on GRACE gravimetry, 8 p. in Sideris (2001). Sideris, Michel G., (ed.), 2001. Gravity, geoid, and geodynamics 2000, IAG Symposia, 123, 398 pp., Springer- Verlag, New York.
- [19]Elnashai, A.S., et al., 2009. Impact of New Madrid Seismic Zone earthquakes on the Central USA, volume 1. MAE Center Report No. 09-03, October.
- [20]Frankel, A.D., Applegate, D., Tuttle, M.P. and Williams, R.A., 2009. Earthquake hazard in the New Madrid Seismic Zone remains a concern: U.S. Geological Survey Fact Sheet 3071, 2p.
- [21]Choi, D.R. and Maslov, L., 2010. Earthquakes and solar activity cycles. NCGT Newsletter, no. 54, p. 36-44.
- [22]Gregori, Giovanni P., 2009. The Earth's interior Myth and science, New Concepts Global Tect. Newslett., (53), 57-75.
- [23]Clette, F., Svalgaard, L., Vaquero, J.M., Cliver, E.W.: 2014, Revisiting the Sunspot Number. A 400-Year Perspective on the Solar Cycle. Space Sci. Rev., 186, 35.https://doi.org/10.1007/ s11214-014-0074-2.
- [24]Walker, D.A., 1988. Seismicity of the East Pacific: correlations with the Southern Oscillation Index? EOS Trans. AGU. V. 69, p. 857.
- [25]Walker, D.A., More evidence indicates link between El Ninos and seismicity. EOS Trans. AGU. 76 (33) 1995.
- [26]Walker, D.A., 1999. Seismic Predictors of El Nino Revisited. EOS Trans. AGU, v. 80, no. 25.
- [27]Leybourne, B.A., A tectonic forcing function for climate modeling, EOS, Transactions, American Geophysical Union, Western Pacific Geophysics Meeting, 1996, May 28th supplement, #A42A-10.
- [28]Leybourne, B.A., and M.B. Adams, El Nino tectonic modulation in the Pacific Basin. Marine Technology Society Oceans '01 Conference Proceedings, Honolulu, Hawaii, Nov. 2001.
- [29]Casey, J.L., 2008. The existence of 'relational cycles' of solar activity on a multi-decadal to centennial scale, as significant models of climate change on Earth. Space and Science Research Center, Research Report 1-2008 – The RC Theory. p. 1-8. www. spaceandscience.net

[30]Casey, J.L., 2010. Correlation of solar activity minimums and large

magnitude geophysical events. Space and Science Research Center, Research Report 1-2010 (Preliminary), p. 1-5.

- [31]Choi, D.R., Casey, J., Maslov, L. and Tsunoda, F., 2014. Global increase in seismic and magmatic activities since 1990 and their relation to solar cycles. The Global Climate Status Report (GCSR), Edition 2, 2014. Space and Science Research Corporation, p. 7-19.
- [32]Choi D.R., Casey, J.L., Leybourne, B.A. and Gregori, G.P., 2018. The January 2018 M7.5 offshore North Honduras earthquake: its possible energy link to the New Madrid Seismic Zone, Mississippi Valley, New Concepts in Global Tectonics Journal, Mar. v.6, no. 1, pp. 21-36.
- [33]Choi, D.R., 2010. The January 2010 Haiti seismic disaster viewed from the perspective of the energy transmigration concept and block tectonics. NCGT Newsletter, v. 54, p. 36-44.
- [34]Tsunoda, F., Dong R. Choi, Kawabe, T., 2013. Thermal energy transmigration and fluctuation. NCGT Journal, v. 1, no. 2, p. 65-80.
- [30-35] Choi, D.R. and Tsunoda, F., 2011. Volcanic and seismic activities during the solar hibernation periods. NCGT Newsletter, no.61, p. 78-87.
- [36]Choi, D.R., 2013b. Earthquake/volcanic activities and solar cycles. The Global Climate Status Report. Edition 3–2013, September, p. 10-19. Space and Science Research Corporation. Orlando.
- [37]Choi, D.R., 2014. Seismo-volcanic energy propagation trends in the Central America and their relationship to solar cycles.NCGT Journal, v. 2, no. 1, p. 19-28.
- [38]Straser, V., Cataldi, G. and Cataldi, D., 2015. Radio-anomalies: a tool for earthquake and tsunami forecasts. 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.
- [39]Straser, V., Cataldi, G. and Cataldi, D., 2016. SELF and VLF electromagnetic signal variations that preceded the Central Italy earthquake on August 24, 2016. NCGT Journal, vol. 4, no. 3, p. 473-477. Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, High Energy Astrophysics Division, SAO/NASA Astrophysics Data System.
- [40]Cataldi, D., Cataldi, G. and Straser, V., 2017. SELF and VLF electromagnetic emissions which preceded the M6.2 Central Italy earthquake that occurred on August 24, 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, EGU2017-3675.
- [41]Tsukuda, T., 1992. Sizes and some features of luminous sources associated with the 1995 Hyogo-Ken Nanbu earthquake. J. Phy. Earth, v. 45, p. 73-82.
- [42]King, C.Y., 1983. Electromagnetic emission before earthquake. Nature, v. 301, p. 377.
- [43]Lomnitz. C., 1994. Fundamentals of earthquake prediction, 326p. New York, N.Y. Plastino, W., Bella, F., Catalano, P.G. and Giovambattista, R.D., 2002. Radon groundwater anomalies related

to the Umbria-Marche Sept. 19, 1997 earthquake.Geophysics International, v. 41, p. 369-375.

- [44]Plastino, W., Bella, F., Catalano, P.G. and Giovambattista, R.D., 2002. Radon groundwater anomalies related to the Umbria- Marche Sept. 19, 1997 earthquake. Geophysics International, v. 41, p. 369-375.
- [45]Qiang, Z.J., Xu, X.D. and Dian, C.D., 1990. Abnormal infrared thermal of satellite forewarning of earthquake. Chinese Sci. Bull., v. 35, p. 1324-1327.
- [46] Venkatanathan, N., and Natyaganov, V., 2013. Anomalous Outgoing Longwave Radiation Observations Preliminary Results of September 25, 2013 (M7.0) Peru Earthquake. New Concepts New Concepts in Global Tectonics Journal, v. 1, no. 4, p. 5 – 10.
- [47]Tronin, A., Hayakawa, M. and Molchanov, O.A., 2002. Thermal IR satellite data application for earthquake research in Japan and China, Journal of Geodynamics, v. 33, p. 519–534.
- [48]Saraf, A. K. and Choudhury S., 2005a. NOAA-AVHRR detects thermal anomaly associated with the 26 January, 2001. Bhuj earthquake, Gujarat, India, International Journal of Remote Sensing, v. 26, p. 1065–1073, doi:10.1080/01431160310001642368.
- [49]Saraf, A.K. and Choudhury S., 2005b. Satellite detects surface thermal anomalies associated with the Algerian earthquakes of May 2003, International Journal of Remote Sensing, v. 26, p. 2705– 2713.doi:10.1080/01431160310001642359.
- [50]Ouzounov, D., Bryant, N., Logan, T., Pulinets S. and Taylor P., 2006. Satellite thermal IR phenomena associated with some of the major earthquakes in 1999–2004. Physics and Chemistry of the Earth, v. 31, p. 154–163.
- [51]Ouzounov, D., Liu, D., Kang, C., Cervone, G., Kafatos, M. and Taylor, P., 2007. Outgoing long wave radiation variability from IR satellite data prior to major earthquakes. Tectonophysics, v. 431, p. 211-220.
- [52]Oyama, K.-I., Shimoyama, M. and Liu, J.Y., 2011. Possible interaction between thermal electrons and vibrationally excited N2. Annals Geophysicae, v. 29, p. 583 – 590.
- [53]Jing, F., Shen, X. H., Kang, C. L. and Xiong, P., 2013, Variations of multi-parameter observations in atmosphere related to earthquake. Natural Hazards Earth System Science, v. 13, p. 27–33, doi:10.5194/nhess-13-27-2013
- [54]Doda, L.N., Dushin, V.R., Natyaganov V.L., Smirnov N.N. and Stepanov, I.V., 2011. Earthquakes forecasts followingSpace and ground-based monitoring. Acta Astronautica, v. 69, nos. 1-2, p. 18-23.
- [55]Gruber A. and Krueger A., 1984. The status of the NOAA outgoing long wave radiation dataset. Bulletin of American Meteorological Society, v. 65, p. 958–962.
- [56]Ouzounov, D., Pulinets, S., Romanov, A., Romanov, A., Tsybulya, K., Davidenko, D., Kafatos, M. and Taylor, P., 2011. Atmosphereionosphere response to the M9 Tohoku earthquake revealed by multi-instrument space-borne and ground observations: Preliminary results. Earthquake Science, v. 24, no. 6, p. 557-564, DOI: 10.1007/ s11589-011-0817-z, ISSN: 1674- 4519.
- [57]Bapat, A., 2003. Role of Telecom in Seismic Surveillance. Proc. Nat. Sym. On Developments in Geophys. Banaras Hindu Univ.,

Varanasi, p. 129 - 132.

- [58]Rikitake, T., 1984. Earthquake forecasting and warning. D. Riedel Pub. Co., Dordrecht, Boston and London.
- [59]Bapat, A., 2005. Learning from Seismic Precursors. The Dawn (Pakistan), 22 Oct. 2005.
- [60]Wu, H.C., Anomalies in Jet Streams that Appeared Prior to the 16 September 2015 M8.3 Chile Earthquake, New Concepts in Global Tectonics Journal, V. 3, No. 3, pp. 407-408, September 2015.
- [61]Wu, H.C., Tikhonov, I.N. and Cesped, A.R., 2015. Multiparametric analysis of earthquake precursors. Russian Journal of Earth Sciences, v. 15, no. 3. doi:10.2205/2015ES000553, 2015.
- [62]Wu, H.C. and Tikhonov, I.N., 2014a. Jet streams anomalies as possible short-term precursors of earthquakes with *MM* > 6.0. Research in Geophysics, Special Issue on Earthquake Precursors, v. 4, no. 1, p. 12–18. doi:10.4081/rg.2014.4939.
- [63]Wu, H.C. and Tikhonov, I.N., 2014b. The earthquake prediction experiment on the basis of the jet stream's precursor. 2014 AGU Fall Meeting, NH31A-3844.
- [64]Choi, D.R., 2013a. An Archean geanticline stretching from the South Pacific to Siberia. NCGT Journal, v. 1, no. 3, p. 45-55.
- [65]Choi, D.R. and Kubota, Y., 2015. North-South American Super-Anticline. NCGT Journal, v. 3, no. 3, p. 367-377.
- [66]Korhonen, J.V., Fairhead, J.D., Hamoudi, M, Hemant, K., Lesur, V., Mandea, M., Maus, S., Purucker, M., Ravat, D., Sazonova, T. and Thebault, E., 2007. Magnetic anomaly map of the World (and associated DVD), Scale, 1:50,000,000, 1st edition, Commission for the Geological Map of the World, Paris, France.
- [67]Zietz, I., 1982, Composite magnetic anomaly map of the United States; Part A, Conterminous United States: U.S. Geological Survey Investigations Map GP-954-A, 59 pp., 2 sheets, scale 1:2,500,000.
- [68]Chapman, M.C., Beale, J.N., Hardy, A.C., and Wu, Q., 2016, Modern seismicity and the fault reponsible for the 1886 Charleston, South Carolina, Earthquake: Bulletin of the Seismological Society of America, v. 106, no. 2, https://doi.org/10.1785/0120150221.
- [69]Wolin, E., Stein, S., Pazzaglia, F., Meltzer, A., Kafka, A., and Berti, C., 2012, Mineral Virginia, earthquake illustrates seismicity of a passive-aggressive margin: Geophysical Research Letters, v. 39, no. 2, 7 p., https://doi.org/10.1029/2011GL050310.
- [70]Powell, C.A., and Thomas, W.A., 2016, Grenville basement structures associated with the Eastern Tennessee seismic zone, southeastern USA: Geology, v. 44, p. 39–42, https://doi.org/10.1130 /G37269.1.
- [71]Li, Q., Liu, M., Zhang, Q., and Sandvol, E., 2007, Stress evolution and seismicity in the central-eastern United States: Insights from geodynamic modeling: Geological Society of America Special Paper 425, p. 149–166, doi:10.1130/2007.2425(11).
- [72]Mooney, W.D., Ritsema, J., and Hwang, Y.K., 2012, Crustal seismicity and the earthquake catalog maximum moment magnitude (Mcmax) in stable continental regions (SCRs): Correlation with the seismic velocity of the lithosphere: Earth and Planetary Science Letters, v. 357–358, p. 78–83, https://doi.org/10.1016/ j.epsl.2012.08.032.
- [73]Sykes, L.R., 1978, Intraplate seismicity, reactivation of preexisting zones of weakness, alkaline magmatism, and other tectonism

postdating continental fragmentation: Reviews of Geophysics, v. 16, no. 4, p. 621–688, https://doi.org/10.1029/RG016i004p00621.

- [74]Babuška, V., Plomerova, J., and Fischer, T., 2007, Intraplate seismicity in the western Bohemian Massif (central Europe): A possible correlation with a paleoplate junction: Journal of Geody- namics, v. 44, p. 149–159, https://doi.org/10.1016/j.jog.2007.02.004.
- [75]Talwani, P., 1988, The intersection model for intraplate earthquakes: Seismological Research Letters, v. 59, p. 305–310.
- [76]Costain, J.K., 2008, Intraplate seismicity, hydroseismicity, and predictions in hindsight: Seismological Research Letters, v. 79, no. 4, p. 578–589, https://doi.org/10.1785/gssrl.79.4.578.
- [77]Zoback, M.L., 1992, Stress field constraints on intraplate seismicity in eastern North America: Jour- nal of Geophysical Research, v. 97, no. B8, p. 11,761–11,782, https://doi.org/10.1029/92JB00221.
- [78]Bartholomew, M.J., and van Arsdale, R.B., 2012, Structural controls on intraplate earthquakes in the eastern United States, in Cox, R.T., Tuttle, M.P., Boyd, O.S., and Locat, J., eds., Recent Advances in North American Paleoseismology and Neotectonics East of the Rockies: Geo- logical Society of America Special Paper 493, p. 165–189.
- [79]Bollinger, G.A., and Gilbert, M.C., 1974, A reconnaissance microearthquake survey of the Hot Springs, Virginia area: Bulletin of the Seismological Society of America, v. 64, p. 1715–1720. Bonini, W.E., and Woollard, G.P., 1960, Subsurface geology of North Carolina–South Carolina coastal plain from seismic data: American Association of Petroleum Geologists Bulletin, v. 44, no. 3, p. 298–315.
- [80]Mazza, S.E., Gazel, E., Johnson, E.A., Kunk, M.J., McAleer, R., Spotila, J.A., Bizimis, M., and Cole- man, D.S., 2014, Volcanoes of the passive margin: The youngest magmatic event in eastern North America: Geology, v. 42, p. 483–486, https://doi.org/10.1130/ G35407.1.
- [81]Mazza, S.E., Gazel, E., Johnson, E.A., Bizimis, M., McAleer, R., and Biryol, B., 2017, Post-rift magmatic evolution of the eastern North American "passive-aggressive" margin: Geochemistry, Geophysics, Geosystems, v. 18, no. 1, p. 3–22. https://doi. org/10.1002/2016GC006646.
- [82]Biryol, C.B., Wagner, L.S., Fischer, K.M., and Hawman, R.B., 2016, Relationship between observed upper mantle structures and recent tectonic activity across the southeastern United States: Journal of Geophysical Research, v. 121, p. 3393–3414.
- [83]Pollitz, F.F., and Mooney, W.D., 2016, Seismic velocity structure of the crust and shallow mantle of the Central and Eastern United States by seismic surface wave imaging: Geophysical Research Letters, v. 43, p. 118–126, https://doi.org/10.1002/2015GL066637.
- [84]Shen, W., and Ritzwoller, M.H., 2016, Crustal and uppermost mantle structure beneath the United States: Journal of Geophysical Research, v. 121, p. 4306–4342, https://doi. org/10.1002/2016JB012887.
- [85]Buehler, J.S., and Shearer, P.M., 2017, Uppermost mantle seismic velocity structure beneath US Array, Journal of Geophysical Research, v. 122, p. 436–448, https://doi. org/10.1002/2016JB013265.

- [86]Burdick, S., Vernon, F.L., Martynov, V., Eakins, J., Cox, T., Tytell, J., Mulder, T., White, M.C., Astiz, L., Pavlis, G.L., and van der Hilst, R.D., 2017, Model Update May 2016: Upper-Mantle Heterogeneity beneath North America from Travel-Time Tomography with Global and US Array Data: Seismological Research Letters, v. 88, p. 319–325, https://doi.org/10.1785/0220160186.
- [87]Savage, B., Covellone, B.M., and Shen, Y., 2017, Wave speed structure of the eastern North American margin: Earth and Planetary Science Letters, v. 459, p. 394–405, https://doi.org/10.1016 / j.epsl.2016.11.028.
- [88]Wagner, L.S., Fischer, K.M., Hawman, R., Hopper, E., and Howell, D., Lithospheric evolution in the southeastern United States, Geosphere; 14 (4): 1385–1410. 17 May 2018. doi: https:// doi.org/10.1130/GES01593.1
- [89]Chen, C., Gilbert, H., Andronicos, C., Hamburger, M.W., Larson, T., Marshak, S., Pavlis, G.L., and Yang, X., 2016, Shear velocity structure beneath the central United States: Implications for the origin of the Illinois Basin and intraplate seismicity: Geochemistry Geophysics Geosystems, v. 17, p. 1020–1041.https://doi. org/10.1002/2015GC006206.
- [90]Choi, D.R., Tsunoda, F. and Kawabe, T., 2017. Thermal structure of the Earth's mantle: Part 1. Pacific Ocean Sector. NCGT Journal, v. 5, no. 4, p. 512-521.
- [91]Widiyantoro, S., 1997. Studies of seismic tomography on regional and global scale. Ph.D. Thesis, Australian National University, Canberra, Australia.

- [92]Romanowicz, B., 2003. Global mantle tomography: progress status in the past 10 years. Annu. Rev. Earth Planet. Sci., v. 31, p. 303-328. doi:10,1146/annurev.earth.31.091602.113555.
- [93]van Benthem, S., Govers, R., Spakman, W. and Rinus Wortel, R., 2013. Tectonic evolution and mantle structure of the Caribbean. Jour. Geophys. Research, Solid Earth, v. 118, p. 3019-3036. doi: 10.1002/jgrb.50235, 2013.
- [94]Ervin, C. P., and L. D. McGinnis, 1975. Reelfoot Rift: Reactivated precursor to the Mississippi embayment, Bull. Geol. Soc. Am., 86, 1287–1295.
- [95]James, K., 2016. Middle America: Intra-continental extension along ancient structures. NCGT Journal, v. 4, no. 3, p. 518- 521.
- [96]James, K., 2018. Not written in stone. AAPG Explorer, February 2018, p. 18-19 & 22-23.
- [97]James, K., Lorente, M. and Pindell, J. (eds.), 2009. The origin and evolution of the Caribbean plate. Geol. Soc. London Spec. Pub. 328, ISBN978-1-86239-288-5.
- [98]Pratsch, J.C., 2008. Letter to the Editor. NCGT Newsletter, no. 47, p. 4.
- [99]Pratsch, J.C., 2010. Gulf of Mexico Basin a collapsed Late Carboniferous mantle dome? NCGT Newsletter, no. 55, p. 74- 76.
- [100]Gregori, Giovanni P., Bruce Leybourne, and Louis A. G. Hissink, 2018. Natural "catastrophes": "forecast" and management deontological obligation and common sense, New Concepts Global Tectonics Journal, 6, (3), 327-346.

1811 から 1812 年の地震 EARTHQUAKES OF 1811-1812

(小泉 潔 [訳])

出典:米国, ミズーリ州ニューマドリッド旅行者向け情報.米国地質調査専門紙 1527(米国政府印刷局, ワシントン:1993)の Carl W. Stover and Jerry L. Coffman 著「1568-1989年(改訂版)の米国の地震活動」から要約.

内広大な被害地域(60万km²)・揺れを感知した広範 な地域(500万km²)および発生した複雑な地形変化 に基づいて,1811~1812年のミシシッピー川流域 地震は、ヨーロッパ人による開拓以来の米国最大の 地震に位置づけられている.その揺れによる強震動 域は、1964年アラスカ地震の2~3倍、1906年サ ンフランシスコ地震の10倍である.

ミズーリ州のニューマドリッド地震と名付けられた それら一連の地震のマグニチュードは、Nuttliに より見積もられたmbとMS値は大幅に異なっている. mbは等震度図から見積もられ、MSはプレート内地 震に関してNuttliによりスペクトルの相似関係か ら見積もられた.MSマグニチュードの値は、mbと 関数関係がある.ほとんどの歴史地震のように、 Mfaマグニチュードは等震度図から見積もられたも のなので、筆者はMfaマグニチュードに含めること を選択してきた. 一番目と二番目の地震(1811年12月16日の2回の 地震-Mfa7.2, MSn8.5とMfa7.0, MSn8.0)がアー カンソー州で発生し,三番目と四番目の地震(1812



図1アーカンソー州北東部 1811 年 1月 16日協定世界時 8時 15 分マグニチュード 7.2~8.1の地震

年1月23日のMfa7.1, MSn8.4と1812年2月7日のMfa7.4, MSn8.8)がミズーリ州で発生した.しかし、Otto Nuttliは12月16日,協定世界時では18日に,アーカンソー州でもう一つの大地震(MSn8.0)があったことを主張している.それ故,1811年12月16日から1812年2月7日までの間に,マグニチュードMSn8.0以上の地震が合計5回発生していることになる.

第一の地震

第一の地震は、主に震央地域の人口がまばらであっ たため、人工構造物にわずかな被害があっただけ だった.破壊的な地震動を経験した地域の範囲(MM 強度は VII 以上)は、60万km²と見積もられている. しかし、一般住民を警戒させるのに十分なほどの強 い震動(MM 強度 V 以上)は、250万km²以上の地域で あった.

地震発生時に,地面が隆起し,崩壊した.木の枝が 絡み合うまで木を曲げ,地面に深い亀裂が入った. 地滑りが急勾配の崖や丘陵地帯を襲った.広い面積 の土地が隆起した.そしてさらに広い地域が沈降し, 亀裂や小クレーターを通って現れた水で覆われてい た.ミシシッピー川の巨大な波が多くのボートを転 覆させ,川岸ではほかの人々を高い波が洗った.高 い堤防が陥没し川に崩壊し,砂州や中州のポイント バーが崩れ落ち,中州全体が消えた.しかしながら, 断裂は表面に発生しなかった.最も深刻な影響を受 けた地域は,イリノイ州 Cairo からテネシー州メン フィスと Crowleys 尾根からテネシー州 Chickasaw 断崖までの7.8万~12.9万kmの地域に及び,土地 の隆起または沈降・亀裂・陥没・噴砂,および大規 模な地滑りにより特徴付けられていた.

第一の地震での揺れはミズーリ州ニューマドリッド で激しかったが,約6時間後の2回の余震によって 引き起こされたものほど強烈で破壊的ではなかっ た.ニューマドリッドの崩壊した建物で1名の命が 失われたのみだったが,煙突が倒れ,丸太小屋がオ ハイオ州シンシナティやミズーリ州セントルイス・ ケンタッキー州・ミズーリ州やテネシー州の多くの 場所のように遠く離れたところでも煙突が倒れ,丸 太小屋が台無しになった.

長さ約 50km,幅 23kmのレイク郡の隆起は、ケン タッキー州南西部・ミズーリ州南東部、およびテネ シー州北西部の一部でミシシッピー川流域を 10m も 曲隆させている.隆起は明らかにいくつかの基盤 の地下構造に沿う垂直運動で生じた.この隆起の 大部分は地震の間に発生した.レイク郡の隆起は、 Tiptonville ドーム・Ridgely 尾根および Sikeston 尾根の南端を含むいくつかの地形的な高まりに細分 することができる.現在の地震活動と隆起との間に は強い相関関係があり、隆起を引き起こした応力が 今日もなお存在していることを示している.

Tiptonville ドーム

幅 14km, 長さ約 11km の Tiptonville ドームは, 最 大規模の曲隆と最大規模の隆起地形を示してい る. それはその麓の正断層帯(変位約 3m)を持 つ Reelfoot 滑落崖によって東を境されている. Tiptonville ドームの大部分は 200 ~ 2000 年前に 形成されたが, 1811 ~ 1812 年の地震の間に, さら なる隆起がドームの北西部と南東部を変形させた.

沈降の顕著な地域が、Tiptonville ドームのちょう ど東のテネシー州の Reelfoot 湖である. さらに大 きいデータが報告されているが、沈降の大きさは 1.5~6mである. ニューマドリッド地震の際に発 生した圧縮・隆起・沈降によって湖が拡大した可能 性がある.

普通1.5~2.5mであるが,ほかの地域は5m以上沈降した.アーカンソー州東部の沈降で形成されたセントフランシス湖は幅1kmで長さ64kmである.セントフランシス川に隣接した湿地から石炭と砂が排出され,水面が8~9m上昇したと報告されている.大波が表面下の亀裂の開閉によりミシシッピー川に発生した.地面の局所的な隆起と上流に移動する水の波が,川が上流に流れているという錯覚を与えた.水の池も顕著に動揺した.

0tto Nuttli は, 1811 年 12 月 16 日~ 1812 年 3 月 15 日に, ニューマドリッド断層で 200 を超える中~ 大規模の地震が発生したと報告した (MS7.7 が 5 回, MS 約 6.7 が 10 回, MS 約 5.9 が 35 回, MS 約 5.3 が 65 回そして MS 約 4.3 が 89 回). Nuttli はまた,そ れと同じ期間に mb 約 3.0 ~ 4.5 の約 1,800 回の地 震が発生したことを指摘した.

アーカンソー州北東部の 1811 年 12 月 16 日協定世界 時 14 時 15 分の地震

同様な場所で報告された影響に基づいて,この地震のMM強度は協定世界時8時15分の以前の地震のものと類似していると推測されている(上記の説明参照).したがって,推論は記録された強度が同じかあるいは同じ場所で類似している場合,震源での最大強度がほぼ同じでなければならないということである.それ故,この地震の震源での強度は,MM強度X~XIのレベルでなければならない.1811年12月16日の両地震の最大記録強度は、ケンタッキー州リッチモンドのMM強度VⅢである.

ミズーリ州ニューマドリッド 1812 年 1 月 23 日協定世界 時 15 時のマグニチュード 7.0 ~ 7.8 の地震

これは 1811 ~ 1812 年系列の三番目の主要な地震で ある. 1811 年 12 月 16 日のこの系列の最初の地震 はアーカンソー州北東部に位置していた. 公表され ている説明の多くがすべての地震の累積的影響を表 しているため、1811年以降に発生した主な地震に 強度を与えることは難しい.しかし、12月16日の 地震を基準として、1月23日の地震とそれとの比 較は、強度は同じ場所でほぼ同じであることを示し ている.地震で最も被害の大きい地域は、一般的な 地盤の曲隆・噴砂・亀裂・激しい地滑り、および河 川堤防の陥没によって特徴づけられていた.

ミズーリ州ニューマドリッド 1812 年 2 月 7 日協定世界 時 9 時 45 分のマグニチュード 7.4 ~ 8.0 の地震

これは1811~1812年系列の四番目の地震である. 2月7日にいくつかの破壊的な地震が発生したが, その最後のものは以前の地震のマグニチュードと同 等かそれを超えていた.ニューマドリッドの町は破 壊された.セントルイスでは,多くの家屋が深刻な 被害を受け,煙突が台無しになり,地震で最も被害 の大きい地域は,一般的な地盤の曲隆・噴砂・亀裂・ 激しい地滑り,および河川堤防の陥没によって特徴 づけられていた.

地震の際の奇妙な出来事

奇妙な出来事

ニューマドリッド地震は米国史上最大の地震であっ た.それらは中央ミシシッピー川流域で発生したが, はるかに離れたニューヨーク市・ボストン・モント リオールやワシントン DC でも感じられた.ジェー ムス マディソン大統領と妻ドリーはホワイトハウ スでそれを感じた.教会の鐘がボストンで鳴った. 1811 年 12 月 16 日~1812 年 3 月に,中央中西部で 2,000 以上の地震が,ニューマドリッドはオハイオ



川とミシシッピー川の合流点の近くに位置している ミズーリ州の Bootheel で 6,000 ~ 10,000 の地震が あった.

既知の世界の歴史で, ニューマドリッド地震のよう にそれほど長く, あるいはたくさんの損害の証拠を 作った地震はこのほかにない. 地震の内3つは米国 の上位地震のリストにある. 1811年12月16日の 第一番目の地震波リヒタースケールでM8.1, 1812 年1月23日の二番目のものはM7.8, そして1812 年2月7日のものはM8.8である.

ミシシッピー川が逆流した

2月7日の地震の後,船員がミシシッピー川が実際 に数時間逆流したと報告した.ニューマドリッド から南へ15マイルの土地の隆起力が,Reelfoot湖 を生み,インディアンの村の住民を溺死させ,川を 逆流させ,何1000エーカーもの原生林を荒廃させ, そしてミシシッピー川に2つの一時的な滝を作っ た.平底船の船員が実際にこの経験を生き残り,物 語を語を証言した.

亀裂を乗り越える

普通の領域が5ヶ月で2,000回以上の地震を経験した際,人々が地震中に広がった亀裂の大部分が北から南に走ったことを発見し,大地が動き始めると,彼らは東西方向に木を切り倒し,橋として木を使用するために固定した.大地に飲み込まれた"失われた人々"がいた.いくつかの地震断裂は,長さ5マイル程度であった.

地震現象

1) 噴砂

世界最大の噴砂がニューマドリッド地震により発生 した. その長さ1.4マイルで面積136エーカーで ある. ミズーリ州 Bootheel に位置し、ミズーリ州 Haytiの西8マイルのところにある.地域では"ビー チ"と呼んでいる.ほかの非常に小さいものは、地 域全体に見つかっている.

2) 地震のタールボール

ゴルフボール大程度の小さなペレットが噴砂や亀裂 中に見つかっている.それらは固化した石油または "石油の塊"である.

3) 地震光

石英の結晶が圧縮され,光が地面からパッと光った. この現象は"地震発光"と呼ばれている.

4) 温水

地震で吐き出された水は生ぬるかった. 震動するこ とで水が加熱されたり,石英の光が水を加熱したり したと推測される.

5) 地震スモッグ

地震の間に空が暗くなり,点灯しているランプが役 に立たないくらい暗かった.空気は悪臭がし,そし て呼吸するのが困難だった.それは暖かい水が冷た い空気中に噴出することによる塵粒子を含んだス モッグだったと推測される. 6)大きな雷 遠方の雷と大きな爆発の音が地震に伴っていた. 7)動物の警告 地震の前に動物の奇妙な行動が報告された.彼らは 緊張し興奮していた.家畜は野生になり,野生動物 は飼い慣らされた.ヘビは冬眠から地面の外に出て

きた.アヒルやガチョウの群れが人々の近くに上陸 した.

チカムシ彗星とチペカヌーの戦い

17ヶ月間地球の周りに見えていた大彗星の出現が 地震に先行し、地震の間が最も明るく輝いていた. 3065年の軌道を持つ彗星は、最近ではエジプトの ラムセス2世の時代に見られた.1811~1812年に, それは "チカムシ彗星" (またはヨーロッパでは "ナポレオン彗星")と呼ばれていた.チカムシは その名前が"流星"または"空を横切って歩く彼" を意味するショーニー=インディアンのリーダーで ある.彼は誕生時にこの名前を与えられた.優れた 演説家で軍の指導者であるチカムシは,1809年に フォートウェイン条約によって獲得された300万 エーカーのインディアンの土地の買収に反対して, インディアンの部族の連合を組織した.彼の兄弟の "預言者"と呼ばれた宗教指導者は、彼が1806年6 月16日の太陽の皆既日食を予言したときに名声を 得ていた.(彼らは天文学者を訪問するチームから それについて事前に学んだ.) この間, 預言者の人 気を心配していたインディアナ州知事ウィリアム= ヘンリー=ハリソンは、奇跡を起こすことに挑戦し た. "黒い太陽"の日の後, 兄弟たちは信者を引き つけることに何の問題もなかった.黒い太陽は将来 の戦争を予告していると言われていた. 1811 年9 月17日には別な日食があった.これもまた、予言 者によって予言された.兄弟たちの活動の中心地は, インディアナ州北部のウォバシュ川とチペカヌー川 の合流点近くにある預言者の町だった.

チカムシは、1811 年 11 月 6 日にハリソン州知事が 1,000 人以上の部下で預言者の町を攻撃したとき、



チカムシは旅行し南東 部族と同行し戦士を募 集していた.それが"チ カムシの戦い"の始ま りを告げる先制攻撃 だった.地震が始まっ た12月16日,チカム シはニューマドリッ ドの震源から50マイ ル北のGirardeau岬近 くのショーニーとデラ ウエアのインディアン 村にいた. チカムシの部下たちはチペカヌーの戦い で負けたが,彼らは1812年の米国と英国の間の戦 争中に英国の同盟国として戦い続けた. チカムシは 1813年にカナダでの戦争で殺された. 彼は米国で も,彼が国民的英雄と考えられているカナダでも, インディアンの最も偉大な指導者の一人としての名 誉を与えられている.

西海岸で最初の蒸気船が地震で生き残った

オハイオ川とミシシッピー川での最初の蒸気船旅行 が,ニューマドリッド地震中に行われた.ニューオー リンズ行きの蒸気船が1811年10月20日にピッツ バーグからニューオーリンズに向けて出発した. 船長のニコラス=ルーズベルトは,彼の若い妻・彼 らの2歳の娘とラブラドール犬を連れていた.ピッ ツバーグを離れて10日後,彼の妻リディアはケン タッキー州ルイビルで息子を産んだ.

彼らは彼女が回復するのを待ち,オハイオの滝で危険な水域とサンゴ礁を横切る前に,水が上昇するの を待った.地震の日の前夜の12月16日,蒸気船は ケンタッキー州オーエンズボロの近く,ミズーリ州 ニューマドリッドから東へ約200マイルのところに 停泊していた.彼らの犬タイガーは,デッキで眠る のではなく,彼らと一緒に客室にいることを強く主 張した.

それに気づかず,彼らは米国の歴史の中で最大の地 震の震源に向かってまっすぐ進んでいた.彼らの蒸 気船は蒸気船旅行の宣伝を目的としていたが,それ を見た多くの人々によって地震の原因であると考え られた.煙突が残っていなかったケンタッキー州へ ンダーソンでは,彼らは彼らの友人である画家ジョ ン=ジェームス=オーデュボンと彼の妻ルーシーを 訪問するのをやめた.オハイオ川の真ん中に浮かん で,彼らは土地を揺さぶる地震の揺れから保護され たが,落下する木々・消滅していく島々,そして崩 壊する河川堤防の危険からは保護されなかった.12 月 18 日にインディアン居住区に入った後,彼らは "火のカヌー"が地震を引き起こしたと考えたイン ディアンによって追い回されたが,彼らは彼らを追



い払うことによって捕 獲を逃げおおせた.彼 らが逃げおおせたその 夜には小さな小屋の火 さえ消した.

震災から3日後の12 月19日にニューマド リッドに接近したと き,何千もの木がミシ シッピー川の水域に浮 かんでいた.彼らは ニューマドリッドの街が破壊されてしまったのを見 た.オーバーランを恐れて彼らは数人の生存者をあ えて止まって助けなかったし,彼らは物資がなかっ た.最も驚いたのは、3日間,ボートが川を遡るの を見たことがなかったという事実である.彼らは難 破船を見た.彼らが生き残ったのは間違いなく奇跡 であった.彼らはある島で動けなくなり,島は夜中 に沈んだ.彼らの犬タイガーは,彼らに地震の接近 を警告した.12月22日,彼らは英国の自然主義者 ジョン=ブラッドベリーのボートにセントフランシ ス川の河口で遭遇した.彼はビッグプレーリーの町 は消えたと彼らに話した.

彼らは 12 月 30 日にミシシッピー州のナチェスに到 着し,蒸気船のエンジニアが Lydia のメイドと結婚 した 12 月 31 日に,蒸気船に乗船して最初の結婚を 祝った.西部海域を旅して最初の蒸気船でピッツ バーグから 1,900 マイル旅した後,彼らは 1812 年 1 月 10 日に安全で健全な状態でニューオーリンズ に到着した。

グローバルテクトニクスに関する随想 随想 #4 地震:分析と予知 ESSAYS ON GLOBAL TECTONICS ESSAY #4 EARTHQUAKES: ANALYSIS & PREDICTION

P.M. JAMES

(久保田喜裕・矢野孝雄 [訳])

地震には空想に端を発した長い歴史がある. コーカ サス地方では,地球は牛の角で支えられ,雄牛が頭 を振ったときに地震が起こると信じられてきた. メ キシコでは,ジャガーのせいにされてきた. 古代ギ リシャでは,ゼウスの父によってずっと地下に投獄 されていたタイタンがうごめき,火を吐いたときに, 地震と火山が発生した.ポセイドンは,彼の領土で 津波を引き起こしたため,地球を揺さぶる者(the Earth Shaker)とも呼ばれた.

そのような考えは容易には消え失せなかった.ル ネッサンス時代以降,1755年にリスボンの大部分 を完全に破壊した地震は、その都市での罪と邪悪に 対する神の罰であると主張された. たとえそれが聖 なる日 (a Holv Dav) に起こったとしても、「処刑 された」者のほとんどは、破壊者どもの礼拝堂の崇 拝者であり、情けのかけらもなかった. 今日の世界 では、地球科学者でさえもニワトリ (chooks) や犬 のふるまいのようなものにお金をかけていることが 知られているが、とくに地震予知の分野においては、 この種の非科学的な原因論はいまだ生きていて元気 だ. ミュージックホールの俳優たちは、舞台で動物 に頼ると通常は転落してしまうと警告していたであ ろうが、おそらく地震予知の場合にも同じことが当 てはまるだろう.動物は異常なことに気づくかもし れないが、差し迫った大事変の震源、深さ、規模を 人に伝えることはできない.ごく最近になって,電 磁応答に有効な相関関係があるとみられる研究がな されるようになってきた.しかし、繰り返しになる が、来たるべき大事変の時間、深さ、規模に関して は,確実性に欠けていることがよくある.これらは, 住民が知りたい事柄であるのは明らかだ.

このチャールズ・リヒター (Charles Richter) が 1980年代に述べたことは、すべて地震を予知しよ うとすることは愚か者とペテン師だけ、ということ に通ずる. さて、以下に概観するように、このこと はもはや必然的な事態ではないので、リヒターが述 べた中で変わるであろうことは、愚か者か、ペテン 師か、博学か、あるいはそれとはまったく異なった 意味づけで、解決策を模索して幸運を手に入れよう と望んでいる. 私がこのことを言うのは、失敗の ほとんどは本質的に初動警告行動 (early warning behaviour)をもたらす浅部断層の発生時期に関す る現実的な予測を立てるためには、まずは地震のメ カニズムを理解することが不可欠である.

出発点として、環太平洋周縁の海洋レジームにおけ るあらゆる深さの地震によって示されるパターンが 見えてくるかも知れない.図1は一般的なパターン を示している.記録史上、最も深い地震は約600~ 700kmレベルであり、下部マントルと上部マントル の間のほぼ境界とされてきたところで始まってい る.地震イベントは上部マントルの鉛直方向へ続く が、このことはすなわち、深部レベルでの構造的事 実を示唆している.これについての説明は少し後 で付け加える.深発地震帯の上方には、ときに非 震帯がみられる.この地帯は一般に深度400 kmの 領域におよぶが、このことを説明できれば素晴らし い成果につながるであろう.さらに上方に進むと、 Benioff-Watada Zones (訳者注:和達-ベニオフ帯 の誤りか)に沿って次の地震活動が始まる.

下部ベニオフ帯の深部末端は深さ約350 km に達し,



図1 太平洋でしばしば見られる地震現象の様式のすべて.

この下端部での地震活動は通常、上部マントルの 鉛直パターンの直上 (a vertical location above the vertical patterns) 付近で生ずる. これは, 非震性の不連続部が2つの地帯に分けている場所で も同じである. さらに、下部ベニオフ帯での地震活 動は, 深さ約 150 ~ 200km まで続いている. ここで 興味深いことは、この地帯が水平から約 60° に傾斜 していることで、これは引張条件下での典型的な破 壊の傾斜角である.移動沈み込みモデルでは、下部 ベニオフ帯の上部と上部ベニオフ帯の下端の間に別 の不連続があることもある. 上部ベニオフ帯では, 地震イベントは水平から 27°~30°の傾斜に沿って 発生している. この傾斜角は、衝上断層のような圧 縮下の破壊で見られる. もちろん, これはベニオフ 帯ごとにその起源が異なることを示唆しており、ベ ニオフもそのことに言及している.

地震が頻繁に発生するような状況で,通常は存在しているほかのどんなパターンも覆い隠してしまうような時には,和達-ベニオフ帯上部は深さ約125~150kmから約50kmの深さまで拡がっている.ただし,これらの浅部レベルで,どちらかのベニオフ帯の頂部が途切れる原因は考えなくてもよいと思われる.なぜなら,それらは明瞭ではないからである.例えば,下部ベニオフ配列を上方の地表へ追いかけると,しばしば火山列と交差する.

これらのさまざまな深さに沿った地震のメカニズム は、ある程度推測することができる.上部マントル のより深い地震イベントから始まり、浅い地震が起 こるような単純せん断破壊の考えは当てはまらな い.上部マントルで起こりそうなメカニズムは、下 部マントルからの高温高圧揮発性物質の放出に関 連したものであり、そのような活動は何らかの形 の水圧破砕を引き起こす-鉱山界ではフラッキング (fracking) と呼ばれている.揮発性物質が上方へ 移動するにつれて、周囲の応力低下に遭遇し、上部 マントルでさらに水圧破砕現象が生ずる可能性があ



図1a ラインBに沿って起こる深発地震;ラインA は根拠も なく主張されているもぐり込み帯.



図2aトンガ地方の鉛直構造.

る. これらの出来事はしばしば明瞭な鉛直方向を示 すが、そのことは上部マントルが単なる移動性のゼ リーのようなものではなく、移動論者の沈み込み体 系(the mobilist subduction alignments)とは対 立する半永久的な構造をもっていることを示す、図 1・2. これは沈み込みの概念を無効にするもう一つ の要因である.

ときおり、高温高圧の揮発性物質は、上部マントル を離れた後、現在は知られていない自然の非震帯を 通過して、下部ベニオフ帯の底部に達するまで、鉛 直方向の移動を続ける.これは、前述のように、通 常、上部マントルの鉛直経路のほぼ鉛直上方にある.



図 2b ボリビア,根拠もなく主張されているもぐり込み帯に伴い,ほぼ直角な鉛直構造が再び.



図3 モール円の高揮発物質

この移動は繰り返すが、それはしばしばその地域の 前兆現象になる.

ベニオフ帯そのものでは、モール円を用いた解析か らすると、せん断破壊は、-揮発性物質の最大上昇 圧力に結合すると-、最大ジオイド応力下で生ずる 可能性がある:すなわち、上昇は任意の深度での超 既存層(the super incumbent layers, 訳者注:地 球創成期から存在している岩層の意?)の荷重とほ ぼ同じ大きさになる.その原理を図3に示す.

私が以前に行った解析では、この形式の引張せん断 破壊は、深さ350 kmの下部ベニオフ帯の最も深い レベルまで可能であることが明らかになった.同じ 基準のもとでは、圧縮せん断破壊は深さ約125~ 150 kmの上部ベニオフ帯の底部よりも深いところ では検証することが困難になる.この偶然の一致を 考慮すると、ベニオフ帯はおそらく先カンブリア紀 から存在していた形態であると推測される.余談だ が、これらの深さ方向の水平応力変化の表示は、応 力が深さ方向で均等になる傾向があるという、古い Heimの法則に基づいている.もし応力差がなけれ ば、もちろん地震を説明することは非常に難しいで あろう.

最後に, 深さ50 km 以浅の群発する浅発地震がある. 再び, 最大ジオイド応力を用い, これらの浅い

地震に対して,同様のモール円の手法を行うことが できる.間隙水圧条件が静水圧以下であると仮定さ れるならば、断層に沿った典型的な剪断強度およ び/または大きな不連続性を利用することは、限ら れた深さに制限される: 圧縮条件下での破壊は約 7km, 張力下ではこれの2倍強である. 明らかに, そのような深さの制限は現実的には適用されない. 浅発地震帯が深さ約50 kmにまでおよぶためには, 関係するパラメータにいくらかの変更が必要になる だろう. 岩塊の不連続面に沿ったせん断強度は変化 するが、おそらく風化による場合を除いて、時間的 変化はあまりない.ジオイドせん断応力はすでに説 明したように最大値になる.したがって、大きな変 化が可能な唯一のパラメータは、間隙(または揮発 性) 圧力であり、これは下部マントルから生じる高 温・高圧揮発性物質の上方への移動によってもたら される.火山は揮発性物質の深部からの上方移動の 目に見える具体的な証拠であり、火山はほとんど例 外なく,大陸地殻や盾状地には見られないことが注 目されるだろう. さらに, 地震が大陸地域で深さ約 200 km より下で起こることはめったにないが、こ のことはまた地球の大陸域と海洋域との違いがモホ 面のかなり下に広がるかもしれないことを示唆して いる. Dong Choi 博士によるいくつかの地震学的な 情報は、そのような違いが深さ1,000kmにも及ぶこ とを示唆している.もしそうなら、地球表層のタマ ネギの皮構造はどこにもないかもしれない?

浅発地震のメカニズムをさらに理解するためには, 起震層の発見によって,いくつかの手引きが与えら れる.

湛水誘発地震

Gupta は 1992 年の Elsevier 出版物で,70 件以上の 歴史的事例を紹介した.M6 に達する地震も稀では なく,誘発地震はごく浅い1 ~2 kmから,大部分 は4~6 kmまでの深度範囲で発生している.ちな みに,これらの深度は,深部ボーリンが最初に坑井 歪の問題に遭遇する深さ,すなわち,原位置岩石を 変形させうる応力レベルに相当する.(ちなみに, トンネル周縁応力は環境応力の約2倍であることが 指摘されていて,坑井でも同様だろう.)

RISは、ほとんどの場合、貯水池がほぼ完全に湛水 する頃に始まる(図4a).ごくまれに、貯水池の稼 働後、数年たってから地震活動が始まることもあ る.たとえば、エジプトのアスワンハイダムでは完 全湛水の3年後に、米国オロヴィルダムでは完成か ら12年後に、そして、米国フーバーダムは試運転 から40年後に RIS が始まった-これらが貯水池に よるもので、自然地震ではないとすれば、そのよう な場合、遅れて発生した地震活動は貯留池からある 程度離れたところに起こることが普通で、遅延は、



図4b 地震マグニチュードと貯水池 "荷重"の関係

加えられた高い間隙水圧が貯留槽の下から側方へ移 動するのに必要な時間に相関する.以上のプロセス が RIS の原因となる.

単一の要因を特定することに、学術的にはいくらか の躊躇がある.ほとんどの教科書は、次の中から読 者に選択することを求めている:巨大満水槽として の貯水池塊の単純な荷重効果、貯水池の水位上昇に よって水没した断層/節理に沿う「潤滑」の可能 性、周縁岩盤の原位置有効応力への地下水位上昇の 影響.

第一選択肢に関しては、満水槽として機能する貯水 池は、河谷侵食によって除去された上載荷重よりも かなり小さい.図4bから推測できるように、RIS マグニチュードはダム高度(貯水池荷重)に相関し ないので、「単純な荷重論」は度外視されるだろう. 貯水池内の水位上昇は地下水位に直結し、貯水池の 下の間隙水圧もほぼ同時に増大し、側方移動によっ て外側へ伝播するため、この選択肢は論理的である. 間隙水圧が増大すると、有効応力が減少する.つま り、湛水によって、岩盤中の不連続面に作用する有 効鉛直応力が小さくなる.その結果、岩盤中の不連 続面の摩擦強度が減少し、大きな(または小さい) 水平応力が大きい(または小さい)地殻岩石は剪断 破壊を受けやすくなる.

これには重要な補足がある.少なくともダム高が 30m 超の場合,上載荷重が RIS マグニチュードに認 識できるほどの影響を及ぼさないとすると,それは RIS が貯水池下の地殻応力の状態に大きく依存して いることを意味する.図5に示されているように, 地殻が RIS に敏感な場合には,その自然状態が初期 破壊に近い状況にあることを意味する.



図5 浅発湛水誘発地震 (RIS) の発生条件

実際,鉛直応力の6倍以上の規模で水平応力が変動 する事例は、Hawkesbury 砂岩や Bowen 盆地のよう な水平成層堆積岩体の浅層岩盤でしばしば記録され ている、多くの教科書に示されているように、これ らの大きな剪断力が侵食サイクル起源でないことは とても簡単に実証でき、それらは造構力に由来する にちがいない. 同様に, 鉛直応力の半分程度の小さ な水平応力も記録されていて, そのような場合は侵 食に起因しないことは明らかである.この小さな偏 差は、地下岩石が既に破壊に近い状態の場合にか ぎって RIS が発生することを意味する. このような 破壊は岩盤の軟弱部や不連続面に起こる可能性が最 も高く、そのような領域では貯水以前にも微小地震 が発生していた可能性が大きい.実際,テキサス大 学での約40年前の研究によると、建設の前に微小 地震活動が発生しているところで RIS が発生する可 能性が高い. 誰もそれに注目していなかったが、建 設開始前のダム / 貯水池域での原位置応力測定は, RIS を予測する上で重要な要素になろう.

RIS がひとたび貯水池の地下や近傍で始まると,周辺に移動する傾向が時々現れ,時間の経過とともに 岩盤内の一連の不連続面全体に影響する.この傾向 から推論されることは,ある単一の RIS イベントは 局所的応力を軽減するだけであり,より広範な領域 が臨界に近い原位置応力環境にあるに違いないこと である.

人為的地震の別の原因は、大規模掘削に求められる だろう.たとえば、大規模な露天掘り鉱山の掘削床 では鉛直荷重が減少するいっぽうで、その深度(あ るいは直下)の水平応力が大きく変わる場合はほと んどない.

すなわち,周囲が圧縮場になるため,掘削にともなっ て剪断応力が大きくなり,条件がそろえば特定の方 向の不連続面に沿って破断が起きるだろう.図6は 大きな応力がかかる深い露天掘り鉱山の状況を示し



図6 露天掘り鉱山.現深度での水平傾斜隔離(heave)を示す.



σv2 = Reduced vertical stress after mining

図7 採掘による鉱山床での鉛直応力の減少,および鉱山床底における剪断応力の増加.

ていて,モール円の観点から応力解析が可能である (図7).

このタイプの破壊にかんする興味深い諸事例 が,Hilleard (1993) の Engineering Geology, v. 2の事例研究欄に掲載されている.たとえば, Hawkesbury 砂岩層に掘削された幅広く深い掘削溝 を横切る鉄道高架橋は、石炭鉱山と地下工事によっ て破壊されないように安全な水平距離を保って設計 された.通常では十分な安全対策が施されていたに もかかわらず、掘削溝の基部での破壊によって高架 橋が崩落した.小さな衝上断層を発生させたこの破 壊は、鉱山の沈下ではなく、溝底部の砂岩層の圧縮 破壊に起因する.

このケースでは、たとえ高架橋から安全な距離が保 たれていたはずであったとしても、破壊原因となっ た炭層が除去されたために、全炭層を支えていた側 方支持効果が弱まったようだ. Hawkesbury 砂岩層 には大きな水平応力が記録されていて、そのため、 もっとも脆弱な幅広い溝底の麓が破壊された.

予知について

地震研究の主要目的は、地震予知、とくに大きな破壊をひきおこす浅発地震を予知するための信頼できる方法を発見することである.そのような自然現象の予測にもっとも重要な条件は、浅発地震のメカニズムを解明することである.誤った仮定にもとづいていると、えられた結論も誤っている可能性がある.

たとえば、今日のプレートテクトニクスでは、沈み 込みによって直上の地殻が引きずり込まれ、ネズミ 捕りのように跳ね返って地震と津波が発生する、と いう.これは、些細なことがらを地震発生の主要メ カニズムであるとする誤解であり、解析の妨げに なっている.最近では地震予測に関するたくさんの 出版物があり、潮汐、天文学的影響、電気化学的影 響、雲の噴流、ニワトリの挙動など、より広範な指 標がカタログされている.

前回の随筆で触れた,この問題に対する歴史的な アプローチの1つを見てみよう. 1960年代初頭に ニューヘブリディーズ諸島で壊滅的火山噴火が発生 した. その後, イギリス人・フランス人居住者たち は、とくに新しい地震観測機器が設置されたばかり でありながら、そのような壊滅的噴火を予知できな かった理由を解明するために,地球物理学者との会 合を開催した.以前のエッセイで述べたように、フ ランス人地震学者 Claude Blot は予測という課題 に挑戦して、地震エネルギー移送が最深部から上昇 し、地表に達するという一連の地震の明確な移動パ ターンを発見した.このパターンは、沈み込み仮説 とはまったく逆である. それまでは, 無論, 沈み込 みが一般的であった. Blot 氏は, 上方移動速度は どこでも一定であることを発見し、それにもとづい て地震と火山の両方を,発生の数ヶ月前~1,2年 前に驚くべき正確さをもって予知しはじめた.

この証拠はフランスの雑誌に発表され、少なくとも 刊行物としては言語の境界を越えていないことは明 らかである. したがって, Claude Blot は成功を認 められず、ノーベル賞にも推薦されなかった. それ どころか、彼はフランス政府によって西アフリカの 地震も火山もない地域に転勤させられた. こうし て、彼の沈み込みへの反論は無意味なものにされて しまい,そして,南西太平洋のオーストラリア人地 質学者 John Grover の貢献がなければ、氏の仕事 は今も葬られていただろう. Grover は Blot と共 同研究を進め,退職時に自伝を遺した.これには, Blot の計算と解析結果のすべてではないにしても、 そのほとんどが掲載されている. 主流の国際出版物 に頼ろうとしていたならば、この自伝も陽の目を見 なかっただろう. この自伝は、1998年に Brisbane の Copyright Publications から出版された. 以上 が、筆者がこの本を読み、使われた方法をレビュー した経緯である. このレビューは, New Concepts Global Tectonics Journal の編集者になるキャン ベラの地震学者 Dong Choi 博士の目にとまった. 彼は当初, 高齢の Claude Blot の協力をえてテー マを設定し、その妥当性を実証した.その結果、10 年以上経った今日では、2012年にフロリダに国際 地震火山予報センター (IEVPC) が設立され, Choi 博士の指導の下で研究が進められた. この随筆を準 備する際に,いくつかの地震や火山噴火の予知に成



図8 地震エネルギーの 上方移動速度 (Blot に もとづく).

功した事例とともに,発生後に明らかになった多くの関連性が予報センターによって報告された.これらすべてが Blot のモデルを適用して導かれたものである.モデルの簡略化された根拠が図8に示される.

いくつかの歴史地震学的証拠についての最後の論 点. 1960年代に王立大学工学的地震学を担当した 地震学者 Nick Ambrayseys による中東での地震に ついてのいくつかの歴史的研究では、プレート境界 を示す一連の地震が、聖書の時代には今日の線状配 列とはかなり違う位置にあることがみいだされた. この場合、私たちがその時代に生きていたとする と、リソスフェアプレートを今日のものとはかなり 異なって定義しただろう. リソスフェアプレートは 剛体であると宣言されているので、どうすればその ようなことが可能のだろうか.

上記のいずれかを検証したいのであれば, http:// neic.usgs.gov で 1970 年代はじめからの世界の地 震データが入手できる. New Concepts of Global Tectonics を参照すると, 必要なすべての考え方が わかるだろう. 文 献

- Enever, J.R. and Lee, M.F., 2000. On the prediction of rock stress. GeoEng 2000, IEA, Melbourne. Fell R., MacGregor P. and Stapledon D. (1992). Geotechnical Engineering of Embankment Dams. Balkema, Rotterdam.
- Gay, N.C. and Wainwright, E.M., Ed., 1984. Rockbursts and Seismicity in Mines. Sth Afr. Inst. Mining & Metallurgy, Symposium Series 6.
- Grover J.C. (1998). Volcanic Eruptions and Great Earthquakes. Copyright Publ., Brisbane Gupta, H.K. (1992). Reservoir Induced Earthquakes. Elsevier, Amsterdam.
- Hilleard, P.R. (1993). Bedrock movements and failure of the Stanwell Park Railway viaduct.
- Collected Case Studies in Engineering geology, (G. McNalley Ed.), v. 2, GSA.
- James, P.M., 2000. On the state of stress in the Earth's crust: inferences from RIS. NCGT Newsletter, no. 17, p. 9-10
- James, P.M., 2007. On the origin and implications of high horizontal stress variations in the Earth's crust. AAPG Conf., Athens (Extended Abstract).

RDF システムを用いたニューマドリッド断層米国地域の電磁気的モニタリング - 電磁波放射計画の電磁波方向探知-

ELECTROMAGNETIC MONITORING OF THE NEW MADRID FAULT US AREA WITH THE RDF SYSTEM - RADIO DIRECTION FINDING OF THE RADIO EMISSIONS PROJECT

Valentino Straser¹, Daniele Cataldi², Gabriele Cataldi³

¹Department of Science and Environment UPKL Brussels (B). valentino.straser@gmail.com ²Radio Emissions Project, Rome (I). daniele77c@gmail.com ³Radio Emissions Project, Rome (I). Itpaobserverproject@gmail.com

(村山 敬真 [訳])

国際オンラインジャーナル グローバルテクトニクスの新概念 [日本語版] Vol.7, No. 1

要旨:本研究は,RDFシステムで検出された,ニューマドリッド断層の前地震信号のモニタリングデータを提示する.実験 は2018年に実施され,2018年12月にニューマドリッド地域で発生したM3.3とM4.4を含む,リヒタースケールマグニチ ュード2.5以上の57の地震に関するものであった.実験の期間に分析された地震は,地震の数時間から数日前に現れた 1000 Hz から32000 Hz の電磁周波数によって先行された. ダニエルとガブリエレ・カタルディによってローマで開発され たこの新技術のおかげで,そして低周波電磁信号(SELF帯域とVLF帯域の間,0-32000Hz)の増幅のために設計され た電波受信機の使用のおかげで,電磁信号の発生源を特定すること,および三角測量法を用いて将来の震央領域を特定 することが可能である. 1811年と1812年のニューマドリッドでの激しい地震によって証明されたように,地球全球に適用可 能な RDF 方法論の発展は,潜在的に危険性の高い地震地帯の地殻診断のより深い理解に貢献するだろう.

キーワード: RDF システム, 地震予知, SELF-VLF, ニューマドリッド断層

カラコルム(パキスタン)における生物源・非生物源炭化水素のポテンシャル The Potential of Biotic and Abiotic Hydrocarbons in Karakoram, Pakistan

Haleem Zaman Magsi

ORIC, Karakoram International University, Gilgit 15100, Pakistan Corresponding author: e-mail: zamanhaleemmagsi@gmail.com

(矢野 孝雄 [訳])

要旨:カラコルムは、アルプス-カラコルム褶曲系の中の1地帯であり、ヒンズークシ山脈東部、パミール、青蔵(チベット) 地塊、およびコヒスタン-ラダック弧を占める。カラコルムは先カンブリア時代~鮮新世の堆積岩類および結晶質岩類の複 合体からなる.造構史の中心的役割をはたしたのはオルドビス紀の地向斜である。そこでは、石炭-二畳紀に、弱いハリ ケーン(Hurricane)造山運動が発生し、リフトが発達した。このリフトはKirthar-Suleiman地向斜となり、Cimmerian褶曲 系を形成する。そのため、カラコルムはアルプス-ヒマラヤ褶曲帯に組み込まれ、地塊断層運動を経験した。北部堆積岩 地帯には石炭・炭質頁岩・炭酸塩岩・砕屑岩が堆積し、軸部~南部では結晶作用と再結晶作用を経験したことから、カ ラコルムでは生物源・非生物源炭化水素鉱床が胚胎している可能性が予測される。カラコルムの造構史的条件は、カラコ ルムにおける生物源および非生物源炭化水素の存在に好ましい環境であった。堆積層は生物炭化水素の根源である。非 生物源炭化水素は上部マントルと上部地殻における地球力学過程の結果である。半地溝・地溝構造は、石油と天然ガス の貯留層になる可能性がある。いっぽう、地球化学的研究によって総有機炭素量が決定される。これは、生物源炭化水素の量を解明す るだろう。

キーワード:生物源および非生物源炭化水素、微生物学的分別、動的分別、地溝、貯留層、炭化水素源

まえがき

炭化水素貯留層は、国の社会経済的安定の基盤をな す. したがって、どの国も国内で新しい炭化水素貯 留層を探査している. 生物起源および非生物起源炭 化水素の双方が、世界中で石油探査の対象となって いる.世界の多くの商業油・ガス田のメタンハイド レートを含む炭化水素が非生物源であるにもかかわ らず、パキスタンでの石油探査はこれまでに確認さ れた堆積盆地における生物源炭化水素にのみ焦点を あてている (Bender and Raza 1995; Kadri 1995; Kazmi and Kazmi 1997; Hasany et al., 2007). 専 門家たちは、パキスタンのアルプス-ヒマラヤ褶曲 帯の一部にあるカラコルムの堆積シーケンスの露 出にもかかわらず,確認済みの生産盆地を超えた 生物源炭化水素の探査にさえ不適切に対処してい る (Magsi 2018). Areshev (1992), Breshkuntsov (2011), Dmitriyesvskii (1993), Kalan (1994), Muslimov et al. (2004), Plotnikova (2006), お よび Schuster and Punanova (2014) は,世界中で 油・ガスを生産する結晶質地下貯留層を評価する(図 1a と b).

生物源炭化水素貯留層としての結晶質岩の概念,お よび非生物源炭化水素の供給源としての深部地球力 学過程は,パキスタンにおける新しい貯留層の探査 を一時的に促すだろう.Muslimov et al. (2004), Plotnikova (2006), Shuster and Punanova (2014)は, ロシアの結晶質基盤における生物源炭化水素の生成 と蓄積に被覆堆積物が重要な役割をはたしているこ とを評価している.Plotnikova (2006)は、炭化水 素の鉛直移動が堆積性基盤および結晶質基盤の貯留 層に石油プールを形成しているという(Muslimov 2004).Halimov (2012)は、いくつかの有名な結晶 質基盤中の炭化水素貯留層の様々な地質学的特徴を 解明し、生物起源の炭化水素である可能性を仮定す るとともに、非生物源炭化水素の存在についても言 及している.



McCollom (2013) は地殻内の非生物源炭化水素の発 生源を定義しており、それは地殻深部の発生源から 異なる経路を通って移動するという.モホ不連続を 変位させる深層断裂 (Belousov 1976) (Belousov et al. 1979) は、メタンの移動経路になるかもし れない. Yue (2013) も, 上部マントルにメタン ガスが存在すると仮定する.これは、まずモホ不 連続面に蓄積し、地殻内の二次貯留層へと上昇す る. Sephton and Hazen (2013) は, 深部炭化水素 鉱床の非生物源源説を支持する実験的、理論的およ び野外証拠にもとづいて結論を導いた. 炭素無機還 元はおそらく、地殻の内生的作用と花崗岩化と変 成作用 (McCollom 2013) との間で起きる (Dedeev and Kulikov 1980). Yiwen et al. (2015) によれ ば,世界では非在来型(非生物源)石油の埋蔵量 は約 6200 × 108 トン,ガスの埋蔵量は 4000 × 10¹² m³である.

生物源および非生物源炭化水素に関する入手可能 な文献を評価することによって、先カンブリア系-鮮新世堆積岩類 - 結晶質複合岩類からなるカラコ ルムのキメリア巨大アンチクリノリウムの生物源 および非生物源炭化水素ポテンシャルの評価研究 を促進する (Desio 1979; Faisal et al. 2015; Gansser 1964; Heuberger 2004; LeFort ら, 1994; Kravchenko 1979; Searle 1992, 1999; Searle and Philips 2007; Ronald et al., 2002; Zanchi and Gaetani 1996, 2011). パキスタンのアルプス - ヒ マラヤ褶曲系の産炭化水素堆積岩の古堆積 - 構造環 境,アルプス-カラコルム褶曲系のカラコルム帯と の関係 (Desio 1979; Gattinger 1961; Schneider 1959、1960: Magsi 1983)、および カラコルム帯の 地球力学過程を考慮すると,カラコルム帯に生物源・ 非生物源炭化水素が賦存する可能性がある.しかし, 全有機炭素量を決定するには、 カラコルム帯におけ る潜在的非生物源炭化水素総容積の推計のために, 堆積シーケンスにおける炭化水素ポテンシャル容積 計算および当該構造におけるメタン放出量の測定が 必要である.



カラコルム帯のテクトニクス

カラコルムのキメリア巨大アンチクリノリウム (Khain et al. 1973;Zanchi and Gaetani 2011)は, アルプス-カラコルム褶曲系の中の一地帯である (Desio 1979; Gattinger 1961; Schneider 1959, 1960; Magsi 1983). カラコルムのキメリア巨大ア ンチクリノリウムの凹状湾曲は, 東ヒンズークシ, パミール,羌塘 (チャンタン) テレーンとコヒスタ ン-ラダック弧に広がっている(図2). コヒスタ ン縫合帯は、それぞれカラコルムと隣接構造要素 との間の境界となっている (Desio 1979; Faisal et al. 2015; Gansser 1964; Heuberger 2004; LeFort et al. 1994; Kravchenko 1979; Searle 1992, 1999; Searle and Philips 2007; Zanchi and Gaetani 1996, 2011). 著者はカラコルムをア ルプス-カラコルム褶曲系の中の1つの地帯と考 えている (Desio 1979; Schneider 1959, 1960; Magsi 1983). これらを関連づける理由は、「カラコ ルムの断層テクトニクス」(準備中)で詳述される.

Gansser (1964) と Desio (1979) はカラコルムの キメリア巨大アンチクリノリウムを3つのゾーン に分割した: (a) 北部堆積岩帯, (b) 中軸 (バソ リス)帯と (c) 南部メタ堆積岩帯. 一方, Zanchi and Gaetani (2011) は, 中軸帯をカラコルム深海 性石灰岩ユニットと Ghamu Bar ユニットに区分し, そこで I は shkoman 地溝が中軸帯を分割している (Gaetani 2015). 南部変成帯 Reshun-Upper Hunza 断層 (Zanchi and Gaetani 2011) も, カラコルム の北部堆積岩帯と中軸 (バソリス)帯の造構活動を 支配する重要な構造要素である.

北部堆積岩帯は、石炭を含む砕屑岩と炭酸塩で構 成され、オルドビス紀~白亜紀の小規模火成岩 をともなう (Gaetani et al. 1997; Gaetani et al. 1996; Pudsey et al. 1985; Tahirkheli et al.1990; Zanchi and Gaetani 1996, 2011). アキ シャルゾーンと南部メタ堆積岩帯は先カンブリア紀 の基盤、カンブリア紀-鮮新世深成岩、変成岩と



メタ堆積岩,およびカンブリア紀-オルドビス紀 の堆積岩からなる (Gaetani 1997; LeFort et al. 1994; Palin et al. 2012; Ronallad et al. 2012, 2002; Seale et al. 1992, 1999; Tahirkheli et al., 1990, Zanchi and Gaetani 1996, 2011). Le Fort et al. (1994) によれば、 堆積岩類の 堆積 は、カラコルムのオルドビス紀の浅海相とシルル 紀の一部から始まり,カラコルムの石炭紀深海堆 積物へと連続的に変化する. Khain and Limonov (2004) · Kravchenko (1979) は、後期石炭紀に著 しい沈降が発生し、火山性堆積物と炭酸塩堆積物で 満たされた劣地向斜を形成し、その後に砕屑性堆積 物が堆積したと仮定している.ペルム紀 - 三畳紀コ ンプレックスはキンメリア褶曲系と考えられてい る(Khain 2000; Khain and Limonov 2004; Zanchi and Gaetani 2011). 卓状地の炭酸塩環境は後期三 畳紀に広く発達し、ジュラ紀にはいくつかの場所で 持続した(Khain 1979). 全般的な隆起とフリッシュ 相の堆積がジュラ紀に始まった. 白亜紀 - 古第三紀 堆積作用は、花崗岩質プルトンの貫入と、始新世-中新世堆積物の変成作用を伴う高山化造山運動にひ きつがれた. 白亜紀は巨大なバソリスの迸入によっ て特徴づけられる.カラコルムが集中的に隆起する 最後の造山運動が,中新世~現在の期間に進行中で ある. Gaetani (2015) および Zanchi and Gaetani (2011)は、ゴルワナから切り離されてアジアプレー

トと衝突したペリゴンドワナの断片として,カラコ ルムの上述の構造進化を結び付けている.しかし, アルプス ヒマラヤ褶曲帯を覆うカラコルムの周ゴ ンドワナ断片 (Khain 1979) と原生代の古テクトニ クス条件 (図3: Arsentyev et al. 1978) は,カ ラコルムとともに後期石炭紀 - 三畳紀におけるリフ トの発達前の中央アジアへ連続していた (Le Fort et al. 1994; Kravchenko 1979).

新原生代以降,山塊は複雑な変形(再生)相を経験 する(Arsentyev et al. 1978; Khain 2000; Khain and Limonov 2004). Pakの概念-アジアの近くに あったインド半島ユニット(Crawford 1979年), 存在しないか浅海性のTethys海(Smoot 2007, 2018)および石炭紀~前期ペルム紀のインド洋の 開口(Leichenkov 2013)は、カラコルムをゴン ドワナ縁辺部の破片(Gaetani 2015; Zanchi and Gaetani 2011)とするプレートテクトニクス評価モ デルを衰退させている. 構造発達の地向斜モデル は、カラコルムにおける生物源および非生物源炭化 水素ポテンシャルを支えている.

考察と結論

一般的概念は、炭化水素が生物起源のものであると 説明する. 有機物と大気気体を含む堆積物は、生物



学的,微生物学的,速度論的分別と同位体分化メカ ニズムを経て,生物源および非生物源炭化水素を生 成する(Galimov 1989).図5は,交換分別帯や非 生物起性合成,深部地殻内の非生物源炭化水素の発 生源など,さまざまなレベルでの生物学的炭化水素 の安定同位体の分布を示す.

微生物学的および速度論的分別および非生物性合成は、地球に存在する炭化水素の起源が岩石中に存在する有機物である、という信念を成立させる (Kantorovich 1998).流体と気体に包まれた地球では、炭素と水素の酸化物が地殻深部で合成される.したがって、炭化水素は多遺伝的構造をもち、 生物起源と非生物起源の双方の発生メカニズムで 生成するという作業仮説(Dmitriyesvskii et al. 1993)が導かれる. Shepton and Hazen (2013)は, 偏光非生物起源の炭化水素を詳しく説明するため に,この分野の研究を強化する必要性を訴えてい る.McCollom (2013)の見解では、炭化水素はさま ざまな深部給源(マントル)から移動し、二次炭化 水素は無機炭素の減少を通して地殻内に形成される 可能性もある.Yue (2013)の仮説は、上部マント ルで生成し、モホ不連続面に胚胎するメタン(CH4) が、地殻内の二次貯留層へと上昇し、地震発生前の 震源域におけるメタンの存在度を増すことを含んで いる.地殻中の非生物源炭化水素の現位置生成は、



図5 生物源および非生物源炭化水素を生成するための堆積物の微生物学的および速度論的分別および地球力学的分別のモデル (Galimov 1989 にもとづく).

地殻の広域変成作用と花崗岩化作用における内生的 造構過程 (Dedeev and Kulikov 1988) によって説 明される (Rosen and Fedorovsky 2001). そして, マントルと地殻の環境は,非生物源有機化合物の 生成によって大きく影響される (McCollom 2013). Farooqui et al. (2009) は,火山岩中の炭化水素 の存在を報告している.

著者は、カラコルムのキンメリア巨大アンチクリノ リウムの堆積岩および結晶質岩石中の油・ガス貯留 層ポテンシャルを評価するために、生物源および非 生物源炭化水素源の両者の検討を進めている.これ までに実施された探査はパキスタンにおける既知の 堆積盆地の生物源炭化水素を含む砕屑岩と炭酸塩の 貯留層に限られている.カラコルムの中-古生代の 砕屑岩および炭酸塩岩の中での炭化水素の貯留,

そして、カラコルムで炭化水素が不足する可能性に ついての考察は、インドとアジアのプレート衝突に よる複雑な褶曲と断層構造、および炭化水素の逸出 をもたらす集中的構造活動にかかわっている.これ は、深部断裂が上部マントルに達し、炭化水素貯留 を制御し,現在の地殻表層の活動に影響を及ぼして いる.そのような深部断裂は,生物源炭化水素の鉛 直移動(Muslimov et al. 2004),Plotnikova(2006), Yue (2013)の論考のように,実在している.その ような深部断裂はカラコルムのキンメリア巨大アン チクリノリウム (Zanchi and Gaetani 2011)で報 告されており、炭化水素のカラコルム地域への移動 の促進機能を担っている可能性がある.深部地殻作 用を伴う含炭化水素流体天然資源の発生は、炭化水 素探査の予備パラメータとして地球力学基準を解明 する上で重要になる.

インダス盆地,コート-ポトワール盆地,バロチス タン盆地およびパキスタン沖の含炭化水素砕屑岩・ 炭酸塩層地殻,およびカラコルムのキンメリア巨大 アンチクリノリウムの砕屑岩および炭酸塩岩との相 関性は,研究地域における生物起源炭化水素ポテン シャルを示している. ゴンドワナ時相の古構造図 (図 2) は,中-古生代炭化水素生産とカラコルム 地域の砕屑岩・炭酸塩岩の堆積状態を示す.

花崗岩,花崗岩類,火山,蛇紋岩,花崗片麻岩,凝

灰岩, chlorotic 石英砂岩, 頁岩または粘板岩, 基 盤岩としての頁岩や粘土質岩、細粒砂岩、細粒礫岩 を挟在する絹雲母 / 珪質結晶片岩, 大理石が炭化水 素の貯留層である (Gutmanis 2013). 上記の岩石は カラコルムのキンメリア巨大アンチクリノリウムに 露出していて,炭化水素の貯留層となっている可能 性がある. カラコルムのキンメリア巨大アンチク リノリウムを含むアルプス-ヒマラヤ褶曲帯に特徴 的なブロック褶曲 (Belousov 1976) と, 通常の断 層運動(Zanchi and Gaetani 2011)による地球力学・ 流体力学によって, 堆積岩・変成岩・火成岩に貯留 層を形成することができる (Nikonov 2004). 生物 源および非生物源炭化水素の生成と蓄積の地質学的 側面からみると, 堆積岩が結晶質基盤を覆っている カラコルムの Yasin と Chupersan 地域における油・ ガスの存在の仮説が成立する.非生物起源および生 物起源の炭化水素の生成条件は, 堆積性被覆層およ びその中での有機鉱物質のさまざまな変換,および, 深部断裂を通る活発な鉛直移動である.そして、地 球化学的側面からの研究は、カラコルム地域におけ る生物源および非生物源炭化水素の存在仮説を裏づ けるだろう.

謝辞 コメントをいただいた匿名査読者に,この論 文を編集くださった Dr. Louis Hissink に感謝す る.地図を準備していただいた Iftikhar Magsiな らびに Emilia Magsi にお礼申し上げる.

文 献

- Areshev E., Dong L., San N., and Shnip O, 1992 Reservoirs in Fractured Basement on the Continental Shelf of Southern Vietnam., Journal of Petroleum Geology, Vol. 15, pp. 451-464.
- Arsentev, I., Becker, R.V., Blagonravov, V., Wii, K.M.A.M., Votakh, O., Gintsipger A., Glukhov, G., Gusev, A., Dykopov, I., Zhabip, O, Zhero, V., Kiselev, V., Kpyazev, I., Lyubofeev, N., Makhlaev, L., Mokshaptsev, K., Mitrofapov, G., Mitrofapov, F., Mmorality, V., Mordovia, V. and Shpip, O., 1978. Precambrian of Continents: Folded regions and recent platforms of Eastern Europe and Asia. Academy of Sciences of the USSR, Siberian Branch Transaction of the Institute of the Geology and Geophysics (420), p. 322. (in Russian).
- 3. Barenbaum A., and Abaya E., 2012 Proof of policonsolidation synthesis hydrocarbon Oil. Vestnik ONZ RAN, Vol. 4. (In Russian).
- 4. Bath G., Craig J., Hafiz M., Hakhoo N., Thurow W., Thusu B., & Cozzi A. Geology and hydrocarbon potential of Neoproterozoic–Cambrian Basins in Asia: an introduction.
- 5. Bender F. and Raza H. 1995. Hydrocarbons. [ed.] and Raza H., Bender F. Berlin -Stuttgart: Gebruder

Borntraeger, pp. 182-202.

- 6. Belousov, V., 1976. Geotectonics. M. Nedra, p.264 (in Russian).
- Belousov, V.V., Belyavsky, N.A. and Borisov, A.A., 1979. The structure of the lithosphere the profile of deep seismic sounding of the Tien Shan, Pamir-Karakoram Himalaya. Sovetskaya Geology, no. S, p. 11-28. (In Russian).
- Blot, C. and Choi, D., 2005. Forerunners of the catastrophic Kashmir Earthquakes (8 October 2005) and their Geological significances. New Concepts in Global Tectonics Newsletter, no. 37, p. 4-16.
- Breshkuntsov A., Monastyrev B., and Nesterov (Jr.) I. 2011. Distribution Patterns of oil and Gas Accumulation in West Siberia. Geology and Geophysics, Vol. 52, pp. 1001-1012.
- Crawford A. 1979. Gondwanaland and the Pakistan Region. [ed.] & De Jong K., Farah A. Geodynamics of Pakistan. Geological Survey of Pakistan, Quetta pp. 103-110.
- Desio, A., 1979. Geological Evolution of the Karakoram. In: Farah, A. and DeJong, K.A. (eds.), Geodynamics of Pakistan. Geol. Surv. Pak., Quetta, p. 111-124.
- 12. Dedeev, V. and Kulikov, P., 1988. Origin of the Earth's crust. Nedra, 364p. (In Russian).
- Dmitriyesvskii A., Kireyev F., Bochko R., and Fedorova T. 1993. Hydrothermal Origin of Oil and Gas Reservoirs in Basement rocks of the South Vietnam Continental Shelf. International Geology Review, Vol. 35, pp. 621-630.
- Farooqui M., Hou H., Li G., Machin N., Nevile T., Pal A., Shrivastava C., Wang Y., Yang F., Yin C., Zhao J., and Yang X., 2009 Evaluating Volcanic Reservoirs. Oilfield Review Spring Vol.21 No.1pp.36-47
- 15. Shah Faisal Larson K., Jess King, John M. Cottle d Faisal, S., et al., 2015. Rifting, subduction and collisional records from pluton petrogenesis and geochronology in the Hindu Kush, NW Pakistan, Gondwana Research http://dx.doi.org/10.1016/ j.gr.2015.05.014.
- Gaetani M 1997 The Karakorum Block in Central Asia, from Ordovician to Cretaceous.1997, Sedimentary Geology, Vol. 109, pp. 339-359.
- Gaetani M. 2015. Blank on the Geological Map. Rendiconti Lincei. Scienze Fisiche e Naturali. DOI: 10.1007/s12210-015-0494-2
- Gansser A., 1964. The Geology of Himalayas. John Wiley & Sons Ltd. pp. 289
- Gattinger T., 1961. Geologischer Querschnitt des Karakorum vom Indus zum Shaksgam. Geologische Ergebnisse der Österreichischen Himalaya-Karakorum-Expedition 1956. JB. Geol. B. A. Sonderband 6 S 3—118.

- Gavrilov V., Gulev V., Kireev F. 2010. Granitoid Reservoir and Oil and Gas potential of Southern Shelf Vietnam. Moscow: OOO Izdatelskiy dom Nedra p. 494 (In Russian).
- 21. Galimov E. Sources and mechanisms of formation of hydrocarbon gases in sedimentary rocks. Geochemistry, Vol. 2, pp. 163-180.
- 22. Gutmanis J., Batchelor T., Cotton L., Doe S., 2013 Hydrocarbons Production from fractured Basement Formations, Geoscience Limited, version 11
- 23. Hasany T., Ahmad N., and Mirza O. 2007. Identification of New Potential Source and Reservoir Rock of Early Jurassic Age supported with Basin Modelling. Islamabad: PAPG, 2007. PAPG Annual Technical Conference, March 27-28, 2007.
- Halimov Yu. 2012. Petroleum Potential of Granitoid Basement Reservoirs. Neftegasovaa Geologia.Teoria I Practika (RUS) V.7 No. 4 URL: HTTP:// www.ngtp. ru. (In Russian).
- 25. Heuberger 2004. Kinematics of The Karakoram-Kohistan Suture Zone, Chitral, NW Pakistan. Dissertation of Doctor of Natural Sciences. pp.191.
- 26. Kadri I. 1995 Petroleum Geology of Pakistan. Karachi: Pakistan Petroleum Limited. p. 300.
- 27. Khain, V.E., 2000. Tectonics of continents and oceans. Moscow. 585p. (in Russian).
- 28. Khain, V.E., 1979. Regional Geotectonics of Asia and Australia M. Nedra. (in Russian).
- 29. Khain V., Limonov L. 2004. Regional Tectonics. 2004. (In Russian)
- Kazmi H., And Jan M. Q. 1997 Geology and Tectonics of Pakistan. Karachi.
- Kalan, T., Seterus, H.P., Eman, M 1994. Jatibarang Field, Geologic Study of Volcanic Reservoir for Horizontal Well Proposal. Jakarta, In: Proc. 23rd Ann. Convention, Indonesian Petroleum Assoc., pp. 229-244. Paper IPA94-1.1-186.
- 32. Kravchenko, K., 1979. Tectonic Evolution of the Tien Shan, Pamir, and the Karakorum. In: Farah, A., and DeJong, K.A., (eds.), Geodynamics
- 33. Krayushkin, V.A., Tchebanenko., Klochko., Dvoryanin, Ye. S., Kenny 1994. Recent Applications of the Modern Theory of Abiogenic Hydrocarbon Origins: Drilling & Development of Oil & Gas Fields in the Dnieper-Donets Basin. Santa Fe, New Mexico: In Proc. 7th Int. Symp. on the Observation of the Continental Crust Through Drilling. DOSECC.
- 34. Le Fort P., Tongiorgi M. & Gaetani M. 1994. Discovery of a crystalline basement and an Early Ordovician marine transgression in the Karakorum mountain range, Pakistan. Geology, Vol. 22, pp. 941-944.
- 35. Leichenkov G. 2013. The Crustal structure and the geological history of the sedimentary basins of the

Indian Ocean: offshore Antarctic. The summary of thesis for the degree of Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Vol. MSU, pp. 1-42. (in Russian),

- Magsi, H.Z., 1983. Seismotectonic of Pakistan. Ph. D. Thesis, p.155 (in Russian).
- 37. Magsi H.Z. 2018. The question of the oil and gas potential of western and central Karakorum, Pakistan. Proceedings of the International Geological and Geophysical Conference GeoEurasia 2018. Modern technologies of studying and development of Eurasian resources » pp.104-107
- McCollom T. 2013. Laboratory Simulations of Abiotic Hydrocarbon Formation in Earth's Deep Subsurface. Reviews in Mineralogy & Geochemistry, Vol. 75, pp. 467- 494.
- Muslimov R., Glumov I., Plotnikova I., Trifonov V., Nurgaliyev D., Oil and Gas Fields- Spontaneous and steadily renewable targets. 2004. Oil and Gas Geology. The material of the International Conference. pp. 43-49.
- 40. Nikonov A.I. 2006. The role of geodynamic processes in the formation of anisotropy of physical properties of the rocks of local uplifts. Geology, geophysics, and exploration of oil and gas fields. № 12. P. 23-33.
- 41. Palin M., Searle M., Waters I., Horstwood M., and Parrish R. 2012. Combined thermobarometry and geochronology of peraluminous metapelites from the Karakoram metamorphic complex, North Pakistan; New insight into the tectonothermal evolution of the Baltoro and Hunza Valley regions. J. Metamorphic Geology. Pp.1-29. doi:10.1111/j.1525-1314.2012. 00999.x
- 42. Plotnikova I. 2006. Nonconventional hydrocarbon targets in the crystalline basement, and the problem of the recent replenishment, of hydrocarbon reserves. Journal of Geochemical Exploration, Vol. 89, pp. 335–338.
- 43. Pudsey C., Coward M., Luff I., Shackleton R., Windley B., and Jan Q., 1985. Collision zone between the Kohistan arc and the Asian plate in NW Pakistan. Transactions of the Royal Society of Edinburgh: Earth Sciences, 76, 463-479.
- Rosen, O.M., and Fedorovsky, V.S., 2001. Collision granites` and delimitation of the crust (examples Cenozoic, Paleozoic and Proterozoic collision systems). Tr. GIN RAS- M.: Scientific World, v. 545, 188p.
- 45. Rolland Y., Picard C., Pêcher A., Carrio E., Sheppard S, Oddone M., Villa I., 2002. Presence and geodynamic significance of Cambro-Ordovician series of SE Karakoram (N Pakistan). Geodinamica Acta I5 pp. 1-21.
- 46. Schneider H., 1957, Tektonik und Magmatismus im

NW-Karakorum. Geol. Rdsch., 46,426-476.

- Schneider H., 1960, Geosynklinale Entwicklung und Magmatismus an der Wende Palaozoikum-Mesozoikum im NWHimalaya und -Karakorum. Geol. Rdsch., 50, 334-352.
- 48. Searle M., Crawford M., Rex A., 1992. Field relations, geochemistry, origin and emplacement of the Baltoro granite, Central Karakoram. Transactions of the Royal Society of Edinburgh: Earth Sciences, 83, 519-538,
- 49. Searle M., Khan M., Frasera, J., Gough J.,1999. The tectonic evolution of the Kohistan-Karakoram collision belt along the Karakoram Highway transect, north Pakistan. Tectonics, vol. 18, No. 6, pages 929-949.
- 50. Searle M., and Philips R., 2007. Relationships between right-lateral shear along the Karakoram fault and metamorphism, magmatism, exhumation, and uplift: evidence from the K2–Gasherbrum–Pangong ranges, north Pakistan and Ladakh. Journal of the Geological Society, London, Vol. 164, pp. 439–450.
- Sephton M., and Hazen R. 2013. On the Origins of Deep Hydrocarbons. Reviews in Mineralogy & Geochemistry, Vol. 75, pp. 449 - 465.
- 52. Shuster V., Punanova C., 2014. Development of Unconventional Hydrocarbon Sources in Western Siberia and Evaluation of Oil and Gas Prospects., Georesources, Vol. 4, pp. 53-58. (In Russian).
- 53. Smoot N., 2007. Wherefore the Tethys Sea(s)? New Concepts in Global Tectonics Newsletter, no. 45,

pp.21-30.

- Smoot N., 2018. Observations on the Southern and African plates. New Concepts in Global Tectonics Journal, v.6, no. 2, pp. 149-170 www.ncgtjournal.com.
- 55. Tahirkheli R., Dongli S., Yusheng P., Wangming D., Yuquan Z., Baqri S., and Dawood H.,1990. Review of Stratigraphy of the Upper Hunza Valley (UHV), NW Karakoram Pakistan. Geol. Bull. Uni. Peshawar, Vol. 23, pp. 203-214.
- Voskresensky, I., Kravchenko, K., Movshovich, E. and Sokolov, B., 1971. Outline of Geology of Pakistan. M. Nedra, p. 166. (in Russian).
- Yiwen J., Shuangfang L., Yan S., Fengqi T, Fengqi, Guochang W., Ku H., Yuan B., and Qingguang L., 2015. Nano-Geology and Unconventional Oil and Gas. Acta Geologica Sinica (English Edition), 89 (supp.): 192-193.
- 58. Yue Z. 2013 Why our Earth's crust not quiet? [ed.] Wu & Qi. Global View of Engineering Geology and the Environment, pp. 43- 50.
- 59. Zanchi A. & Gaetani M. 1994. Introduction to the Geological map of the Northern Karakoram Terrain, from Chapurson valley to Shimshal Pass. Riv. It. Paleont. Strat., 100(1), 125-136.
- Zanchi, A. and Gaetani, M., 2011. The Geology of the Karakoram range, Pakistan: the new 1:100,000 geological map of Central –Western Karakoram. Ital. J. Geo.sci. (Boll. Soc. Geol. It.), v. 130, no. 2, p. 161-262, 91. DOI: 10.3301/IJG.2011.09.

NCGT ジャーナルについて ABOUT THE NCGT Journal

グローバルテクトニクスの新概念ニュースレター(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回万国地質学会のシンポジウム "Alternative Theories to Plate Tectonics"後の討論 にもとづいて生まれた.その名称は、1989年にワシン トンで開催された第28回万国地質学会に連携してワシ ントンのスミソニアン研究所でひらかれた先行するシン ポジウムにちなむ.NCGTニュースレターは、2013年に NCGTジャーナルに改称された.2017年3月には、NCGT ジャーナルの発行が商業化された.

目的は次のとおりである: 1. 地質学, 地球物理学, 太陽・惑星物理学, 電子宇宙学, 天文学,気象学,海洋学,ならびに,コアから大気圏 外縁までの地球にかかわる物理的諸作用に密接に関係 しているその他の研究分野における新しい考え方と研 究を自由に交流する国際的な討論の場を提供する.

- 2. 組織的照準を、プレートテクトニクスの観点に即座 には適合しない独創的な考え方にあわせる.
- 3. そのような研究成果を掲載・出版するための学術基 盤を設ける.とくに検閲と排除が行われている領域に おいて.
- 4. 破局的地震の予知に予知に貢献する優れた方法と概 念の交流を進めるための出版の場を創造する. 既存の 通信網では疎外されてきたそのような考え方と研究成 果を討論するためのフォーラム.