



編集長: Louis A.G. HISSINK (louis.hissink@bigpond.com)

編集委員: Bruce LEYBOURNE, USA (leybourne@iascc.org); Giovanni P. GREGORI, Italy (giovanni.gregori@idasc.cnr.it) Yoshihiro KUBOTA, Japan (kubota@env.sc.niigata-u.ac.jp); Per MICHAELSEN, Mongolia (perm@must.edu.mn)

も く じ

■ 編集者から	In this issue..... 本号には	[小坂共栄 訳].....	2
■ 原著論文			
A potential relationship between cosmic rays and pandemics: from 1700 to COVID-19	Valentino Straser and Michele Casati		
宇宙線とパンデミックの潜在的関係: 1700 年から COVID-19 へ		[小泉 潔 訳].....	2
Multi-parametric investigation of pre-seismic origin phenomena through the use of RDF technology (radio direction finding) and the monitoring of radon gas stream (Rn ₂₂₂)	Valentino Straser, Giampaolo Giuliani, Daniele Cataldi and Gabriele Cataldi		
RDF 技術 (電波方向探知) 利用とラドンガス (Rn ₂₂₂) 流観測による地震前兆現象のマルチパラメータ研究 <要旨>		[矢野孝雄 訳].....	8
Loop antenna precursor detection of low frequency electromagnetic emissions (EME's)	Kenneth B. Jones II		
ループアンテナによる低周波電磁放射 (EMEs) の予兆検出 <要旨>		[矢野孝雄 訳].....	9
Radio Signals and Changes of Flow of Radon Gas which led to the seismic sequence and earthquake magnitude Mw4.4 that has been recorded in central Italy (Balsorano, L'Aquila), November 7, 2019	Daniele Cataldi, Giampaolo Giuliani, Valentino Straser and Gabriele Cataldi		
2019 年 11 月 7 日に中央イタリア (バルソラノ, ラキラ) で記録された地震シーケンスとマグニチュード M _w 4.4 の地震の直前に現れた電波信号とラドンガス (Rn ₂₂₂) 流の変化 <要旨>		[矢野孝雄 訳].....	9
South Caspian: A mess of tectonic concepts or another call for a new paradigm?	Ibrahim Murtuzayev		
南カスピ海: テクトニクス概念の困窮か、それとも新たなパラダイムが必要なのか?		[久保田喜裕 訳].....	10
Geochronology & Hotspots: Focus on Eastern Australian Volcanism with particular relevance to the Hoy Basalt Province, central Queensland	Nicholas C Raffan		
地質年代学とホットスポット: とくに、クイーンズランド州中央部のホイ玄武岩区と特殊な関連性をもつオーストラリア東部の火山活動 <要旨>		[赤松 陽 訳].....	25
Fluid sources and deep structure of separate active volcanoes of the west Antarctic rift system	Valery Soloviev, Vladimir Bakhmutov, Nikolay Yakymchuk and Ignat Korchagin		
西南極リフトシステムの分散した活火山の流体源と深部構造 <要旨>		[宮城晴耕 訳].....	26

NCGT ジャーナルへの連絡, 連絡, またはデータ送信については, 以下の方法をご利用ください.

1. 電子メール: louis.hissink@bigpond.com; dmin@ncgtjournal.com
2. 郵便, 航空速達など: 33 Fields Road, Tanja, NSW 2550, Australia
3. MS Word 形式または ODT 形式の提出物, および png, gif, または tiff 形式の図) を個別のファイルとして
4. 電話, + 61 419 283 775.

免責事項: このジャーナルに掲載されている意見, 見解, アイデアは寄稿者の責任であり, 必ずしも編集者や編集委員会の意見を反映しているわけではありません. NCGT Journal は国際的査読オンラインジャーナルで, 3 月, 6 月, 9 月, 12 月に発行されます. このジャーナルは PDF 形式であり, Acrobat, Acrobat Reader, またはその他の PDF リーダーで開く必要があります.

ISSN 番号: 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

(小坂 共栄 [訳])

本号には・・・

唄の流れのように時が過ぎ、NCGT ジャーナルが扱うグローバルテクトニクスの領域は、electric plasma が地球の造構運動のドライバーであることを取り上げることで一層拡大するであろう。IEVPC (International Earthquake and Volcano Prediction Center) に参加している多くの科学者の研究によって、太陽の電磁気的な作用が地球の造構運動のドライバーとして重要な働きをしていることが示されてきた。

IEVPC のウェブ 사이트は閉鎖されたが、新たに Geoplasma Research Institute のウェブ 사이트 (geoplasmaresearchinstitute.org) と NCGT journal の NCGTjournal.com が立ち上げられている。そこには NCGT journal v.7,no.3 がアップロードされている。NCGT Journal サイトへは admin@ncgtjournal.com, メールでのコンタクトが可能である。また、編集者へは直接 louis.hissink@bigpond.com へのコンタクトが可能である。

このジャーナルでは、N. Raffan によって、プレートテクトニクスに合致しないマントルプリュームやその年代学的なデータがレビューされている。また、March 10-13, 2020 - Orlando, Florida, USA で開催された第 11 回の WMSCI (World Multi-Conference on Systemics, Cybernetics and Informatics) Conference で発表された論文のコピーが掲載されている。このカンファレンスでは、Bruce Leybourne と N. Christian Smoot 両氏によって Plasma Tectonics and Electric Geology というタイトルのセッションが組織された。Covid-19 (新型コロナウイルス感染症) によるパンデミックな旅行抑制によって、このセッションには 3 名の出席のみとなってしまった。われわれイタリアチームは、3 編のペーパーを提出した。そのうちの二つは、電磁気的な手法を用いて地震の予兆現象を感知することに関するものであった。Ibrahim Murtuzayev 氏は、South Caspian region における Expanding Earth theory (EET) にもとづく地質構造

In this issue.....

について述べた。

最近、SAFIRE チームによって太陽の電気的な性質が実験的に確かめられた。それによって地球に関する理解は格段に進んだが、このジャーナルの進む方向性もそれにつれて論理的に高まってきた。この結果、それまでの標準的な宇宙モデルは時代おくれであり、太陽エネルギーそのものは太陽の内部融解によって生まれるものではなく、電流による Z-pinch 放電プラズマ効果によるものである。このモデルのもとでは、重力は電磁気的なローレンツ力に伴って生まれるものである。

Expanding Earth Theory に関する書籍「The Hidden History of Earth Expansion」(Edited by Stephen W. Hurrell.) が最近になって出版されたが、それに関しての紹介が本号に掲載されている。そのレビューは次号に紹介されるであろう。

私は、何人かの著者が最近、AI を用いた翻訳用のソフトウェアを用いていることに注目している。翻訳に関する最適な resource としては Deepl.com service が知られている。オーストラリアの研究者は、機能限定的な free version を用いることが一般的である。ヨーロッパやアメリカのユーザーは有料版を用いるようである。非英語圏の研究者は、NCGT journal への論文投稿の際にはこの Deepl.com service を利用されることを勧めておきたい。

もう一つ、本ジャーナルへの投稿時のお願いである。

- ① 本文は MS Word file 形式で作成する。
- ② 図表は、できるだけ高精細で明瞭なものを作成する。
- ③ ワードファイルに張り付けたものにせず、図・表を独立させる。
- ④ 図は png か tiff ファイル形式で作成する。

最後に、editorial board の一員として貢献された Karsten Storedvedt 氏が退かれたことを報告しておきたい。

原著論文 ARTICLES

宇宙線とパンデミックの潜在的関係：1700 年から COVID-19 へ

A potential relationship between cosmic rays and pandemics:
from 1700 to COVID-19

Valentino Straser (valentino.straser@gmail.com)

Michele Casati (michelecasati1974@alice.it)

(小泉 潔 [訳])

要旨：スペイン風邪から 100 年後の COVID-19 によるパンデミックの拡大は、1600 年以降に記録された太陽活動に連動したパンデミックの周期性をおそらく反映している。太陽周期とパンデミックは明らかにかけ離れた 2 つの現象であるが、それらは共通の特徴である宇宙線に関連している。それらの潜在的な関係が本論で議論され、これら 2 つの要素を結びつけることは、将来のパンデミックを予測し、人間の健康リスクを軽減し、世界経済への打撃を減らすことを意味している。理論的なレベルでの結果は、1 年位の若干のズレはあるが、1700 ～ 2020 年に発生した主なパンデミックが太陽活動移行期間の前後で発生していることを示している。

キーワード：パンデミック, COVID-19, 宇宙線, 太陽周期

はじめに

中国で最初に発生し、その後 2020 年の初めから世界中に広がり、現在も続いている COVID-19 の病原性は、2020 年 3 月 16 日にパンデミックが宣言された (Bedford et al., 2020)。パンデミックの発生とそれを引き起こした原因を説明するために、自然の突然変異によるとするものから、動物あるいは実験室内で作られたものからの感染とするものまで、いくつかの仮説が立てられてきた。この研究では、太陽活動と人間の健康における宇宙線 (CR) の役割に関する考察するための新たな原理が提案されている (Shea and Smart, 2000)。

近年、自然現象と主要な地球物理学的イベントについて太陽活動と宇宙線の潜在的な影響に関する研究が増加してきた (Goelzer et al., 2013 ; Ruzmaikin and Feynman, 2015)。例えば、気候変動 (Casey, 2011 ; Leybourne and Gregori, 2014)、VEI4+ を伴う爆発的な火山噴火 [Casati and Straser, 2013 ; Casati, 2014 ; Ma et al., 2018]、壊滅的な地震だけでなく、人間にも影響を与える地震 (Lyons, 1990 ; Choi and Maslov, 2010, Duma and Vilardo, 1998, Kolvankar, 2008)、パンデミック (Yeung, 2006) および進化メカニズム (Ferrari and Szuszkiewicz, 2009; Atri et al., 2011) など。

パンデミックと太陽周期

太陽活動の周期性の発生とパンデミックの拡大に関する最近の研究では、Wickramasinghe et al.(2017)・Qu et al.(2016) や Wickramasinghe and Qu(2018) が現在のパンデミックのリスクを予測する可能性を与えた。実際、現在進行中の COVID-19 の始まりと拡大を予測している。

電離放射線の影響は X 線を使用してショウジョウバエの変異について行われた研究で、約 1 世紀にわたって知られてきている。また、他のタイプの放射線が、電離や太陽光の成分でもある紫外線などのように、DNA に特定の損傷を引き起こす可能性があることも発見された。

Wickramasinghe and Qu(2018) によると、1918 年・1957 年・1968 年および 2009 年のパンデミックは、極小期の太陽活動に一致し、ウイルスによるパンデミックが拡大する状況を作る太平洋における状況を作るニナ現象*と一致している。

* ニーナ現象 Nina phenomenon どのような現象か不明。(訳者)

極小期の太陽活動の状態が進行中である。すなわち、2019 年は 271 日間黒点がなかったことにより証明されているように、太陽は実際にその磁気活動の減少段階に入っている。黒点の欠如は 311 日間続いた 1913 年にのみ同等の数値に達したが、2008 年には黒点のない日は 268 日であった。NASA および NOAA の推定によると、太陽活動の極小期は 2020 年 4 月に発生し、極大期は 2025 年に予想されている。

極小期の太陽活動は、特に気管支上皮細胞の DNA を危険にさらす可能性がある (Li et al., 2018) 宇宙線の増加に相当する (Kovalyov M. and Kovalyov S., 2014)。宇宙線は 90% の陽子と 9% のアルファ粒子よりなり、太陽活動と地球磁場によって遮蔽されている。それらが弱められると高周波フィルターを通過し、粒子が表面に到達することを可能にする。極小期段階での磁気活動は、太陽活動のピークに 6 ～ 8 年先行し、太陽活動極小期前後で宇宙線の活動が最大になる。それらの状況下で、太陽磁場は、太陽の近くを除いて、宇宙線を屈折させることはできないが、地球は宇宙線によって完全に包囲される。10Be と 14C を用いて行われた分析に基づいて、過去 1000 年の放射期間が再構築され、5 つの太陽活動極小期、すなわち Oort・Wolf・Sporer・Maunder および Dalton が、最も重要なパンデミックのいくつかと関連付けることができる。

疫病の始まりまたは終わりを限る 1300 年以降の太陽活動極小期

太陽活動の極小期または極大期は、流行 / パンデミックイベントの兆候に関する特有の期間である可能性があるという考えは、年毎ではなく 10 年単位のスケールで、(我々の意見では) 見つけることができる。我々の研究をサポートするために、1700 年まで分析を拡張した。1300 年から開始し、疫病の発生率を、低太陽活動期と Wolf 太陽極小期の終期の 4 つの歴史的期間と比較すると、10 年単位スケールで新たな有力な関係が見つかる。我々の観察は、Schmid の研究 (図 1) で報告されたグラフの分析から始まり、他の 2 つのグラフは BÅlltgen と Bramati の資料で作成した。大流行イベントの形跡を示すグラフは、1300 ～ 1900 年に発生したものである。我々は、1331 ～ 1353 年の黒死病が Wolf の歴史的な太陽活動極小期 1280 ～ 1350 年の境界部で発生したことに注目した。イベントが減少する Wolf 極小期は 1350 年に終了し、漸進的に 1450 年前後にいたるまで続いた。1450 ～ 1550 年の太陽活動極

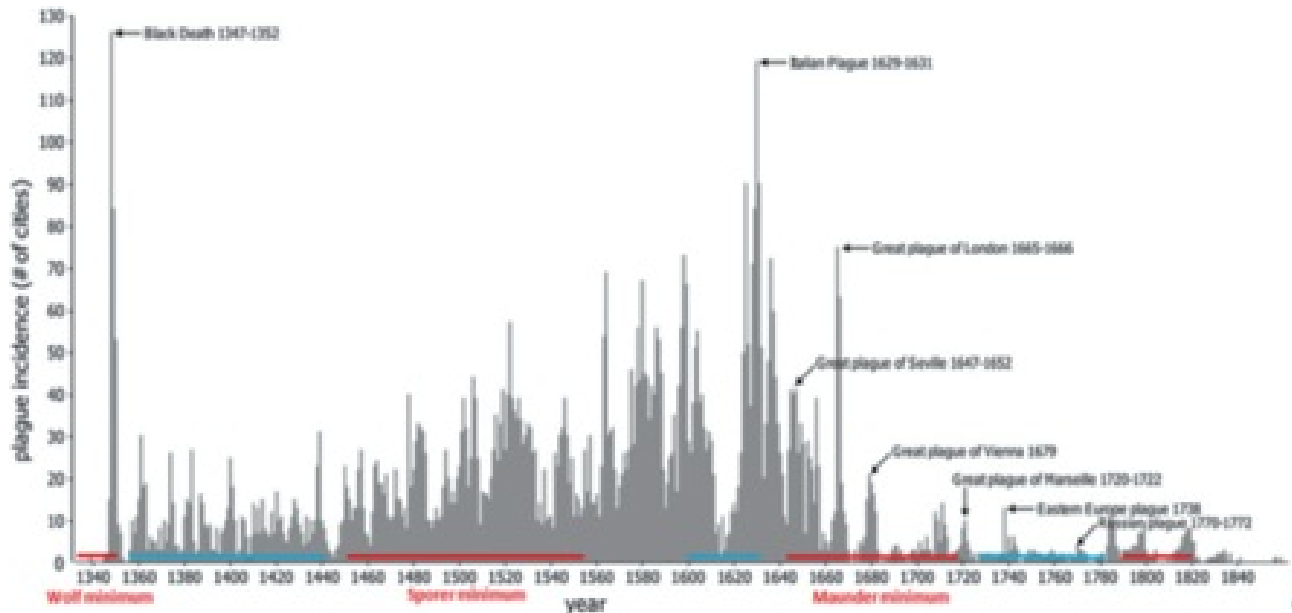


図1 元のグラフは修正されている。X軸上の赤線は4つの歴史的太陽活動極小期。青線はペスト感染発生率が増加も減少もしていない、安定していた期間。

小期の Sporer に入り、そして 1600 年まで疫病イベントが新たな成長を始めている。次に、1610～1620 年を中心とした短い休止期があった。その後、新たな成長が見られ、ここでは、1629～1631 年のイタリアの大流行・1665～1666 年のロンドンの大流行・1647～1652 年のセビリアの大流行および 1679 年のウィーンの大流行が見られた。これらは、ほぼ 1645～1715 年の Maunder 太陽活動極小期の始まる時期である。その後、1790～1820 年の次の Dalton 太陽活動極小期までの新たな減少期（流行の影響が中程度またはほとんどない、1720～1780 年までのグラフ参照）を見つけた。この最後の期間に、Schmid によって具体化されたグラフは、新たな流行イベントの構図を示している。再び、1880～1920 年に起きた太陽活動極小期における図 1 の Bramanti の研究、この最後の太陽活動極小期の境界部で始まる新たなイベントのシリーズが見つかった (Schmid, 2015 ; BÅ€ntgen, 2012 ; Bramanti, 2019)。

宇宙線とウイルス

宇宙線・パンデミックおよびパンデミックの影響の関する研究は、すでに他の著者によって取り上げられている。Yu Zhen-dong(1985) は両者の現象の間に重要な相関関係を発見したが、Ing(1978) は、1889 年のパンデミックを除き、18 世紀と 19 世紀のパンデミックが太陽活動極大期中に起きていたことを示唆した。宇宙線の高い値とパンデミックの影響との関係について、Yu(1985) は、「これらの宇宙線環境の異常なイベントはすべて、インフルエンザの大流行の前に発生した。新たなインフルエンザのパンデミックが適切な間隔で始まるのは、インフルエンザウイルスが変異するか、遺伝子を組み換えるのに時間がかかり、その後、ヒトの免疫を選択して新たなパンデミック株を形成するのに時間がかかるため」と、推測している。パンデミックの活性化のメカニズムに

ついて、Yu は次のようなメカニズムを提示している。

- ・宇宙線がオゾン層を破壊し、紫外線の地球への入射を増加させる。最近 Witze(2020) は、次のように述べている。「北極圏上空に、広大なオゾンホール（おそらく北部で記録した最大のホール）が開いた。このホールは人々の健康を脅かすものではなく、おそらく今後数週間で崩壊するだろう。しかし、それは記録簿に残るような異常な大気現象である。」

- ・「地上レベルの宇宙線の急激な増強は、生物に X 線を照射するようなものである。宇宙線に由来した電離している放射線と強化された紫外線は、人体と動物の身体の中で、インフルエンザウイルスの変異または異なる人体と動物のインフルエンザウイルス間の遺伝子組換えを引き起こし、その結果ウイルスの抗原変異をもたらし、インフルエンザウイルスの新たなサブタイプを形成する。」

- ・最終的に、変化した生態的変異は、媒介生物にウイルスのサブタイプを感染させる。

この最後の点は、2009 年のメキシコにおける宇宙線と H1N1 の発症との関係について、Mukherjee(2014) によっても分析された。エネルギーを得るために光分解生成物を使用して、深さ 2.8 km で発見された *Candidatus Desulforudis audaxviator* のような生物に関する宇宙線によって誘発された光分解の重要性について、別な仮説が Atri(2016) によって提唱された。光分解は、特定の分子が紫外線スペクトルの近くの電磁放射の吸収による開裂を受ける光化学プロセスである。Atri(2016) によると、宇宙線は U・Th・K のような岩石中に存在する放射性元素と相互作用する。Qu and

Wickramasinghe(2017) は、ジカウイルスについて、最近の遺伝学的研究により、2015 年に大流行したジカウイルスはおそらく再集積したウイルスであり、2015 年に宇宙線によって誘発された突然変異を受けたか、地球外から到達したウイルス粒子である可能性のある要素に関わる組換えが起きた、と確信している。

方法とデータ

この研究では、1700 ～ 2000 年の再構築された宇宙線強度 (Usoskin et al., 2002 のデータ)、2000 年から現在までの宇宙線測定値 [リアルタイムの Oulu NM 計数率] と以下のものと比較した。

- ・およそ 15000 人以上の死者の歴史的で深刻な感染症 22 件 (パンデミックと流行) [流行一覧]
- ・2009 年以降に起きた豚インフルエンザ A/H1N1

- ・そして、2019 年末以降の中国での現在の COVID-19 パンデミック。

次に、私たちの分析では、パンデミック / 流行の発生 (発症) の年を、再構築された宇宙線強度のピークまたは底 (上または下限) の年と比較した。表 1 参照。私たちの研究の根底には、次の関係がある。

$| \Delta T | = T_{cs} - T_{pe}$, T_{pe} = パンデミックの勃発した年, T_{cs} = パンデミックの勃発した年に近い、ピークまたは底ギリギリの年。

結 果

それぞれの伝染の始まりと宇宙線のピーク年 (ピークまたは屈曲) との比較から、太陽活動周期の間に、我々は 1700 年から今日までに起きた 24 の歴史的パンデミッ

表 1 1700 年以降の歴史的パンデミックおよび流行の発生年と再構築された宇宙線強度のピークまたは底の年との比較。左から右へ、最初の発生の年、歴史的関連のあるハイパーリンクされている感染拡大イベント、パンデミック / 流行発生 of 全期間中に死亡した人の総数、それぞれの感染拡大イベント中に検出された CR の相対的な再構築強度、比較された CR のピークまたは底に達した年、2 つのイベント (パンデミック / 流行-再構築されたピーク / 底の強度 CR) とパンデミック / 流行の開始時の太陽活動周期間の時間的間隔。

Pandemics and Epidemics - Start (years) - (T _{pe})	Event	Death toll	Cosmic ray intensity - Reconstruction value (1700-2000)	Cosmic ray intensity reconstruction peaks & troughs (years) - (T _{cs})	ΔT = T _{cs} -T _{pe} (years)	Solar activity phase
1708	Great Smallpox Epidemic	> 18000	4,71	1709	1	MIN
1720	Great Plague of Marseille	>100000	4,53	1721	1	MIN
1738	Great Plague of 1738	> 50000	4,24	1739	1	MAX
1770	Russian plague of 1770-1772	> 50000	4,02	1772	2	RISING
1772	Persian Plague	> 2000000	3,92	1772	0	MAX
1812	1812-19 Ottoman plague epidemic	300000	4,64	1812	0	MIN
1813	Caragea's plague	60000	4,64	1812	1	MIN
1817	First cholera pandemic	> 100000	4,5	1818	1	MAX
1830	Second cholera pandemic	> 100000	4,19	1831	1	MAX
1846	Third cholera pandemic	1000000	4,33	1845	1	MIN
1847	Typhus epidemic of 1847	> 20000	4,2	1845	2	RISING
1855	Third plague pandemic	>1200000	4,35	1857	2	DESCENDENT
1863	Fourth cholera pandemic	>200000	4,14	1862	1	MAX
1875	1875 Fiji Measles outbreak	40000	4,28	1873	2	DESCENDENT
1889	1889-1890 flu pandemic	1000000	4,46	1890	1	MIN
1899	Sixth cholera pandemic	800000	4,35	1896	3	DESCENDENT
1910	1910 China plague	40000	4,22	1909	1	MAX
1910	Bubonic plague	40000	4,22	1909	1	MAX
1918	Spanish flu	17000000-10000000	4,03	1919	1	MAX
1957	Asian flu	2000000	3,73	1958	1	MAX
1968	Hong Kong flu	1000000	3,92	1969	1	MAX
1974	1974 smallpox epidemic of India	15000	4,18	1974	0	MIN
2009	2009 flu pandemic	151700-575400	-	2010	1	MIN
2019	2019-20 coronavirus pandemic	> 64,753 (as of 05/04/2020)	-	2020	1	MIN

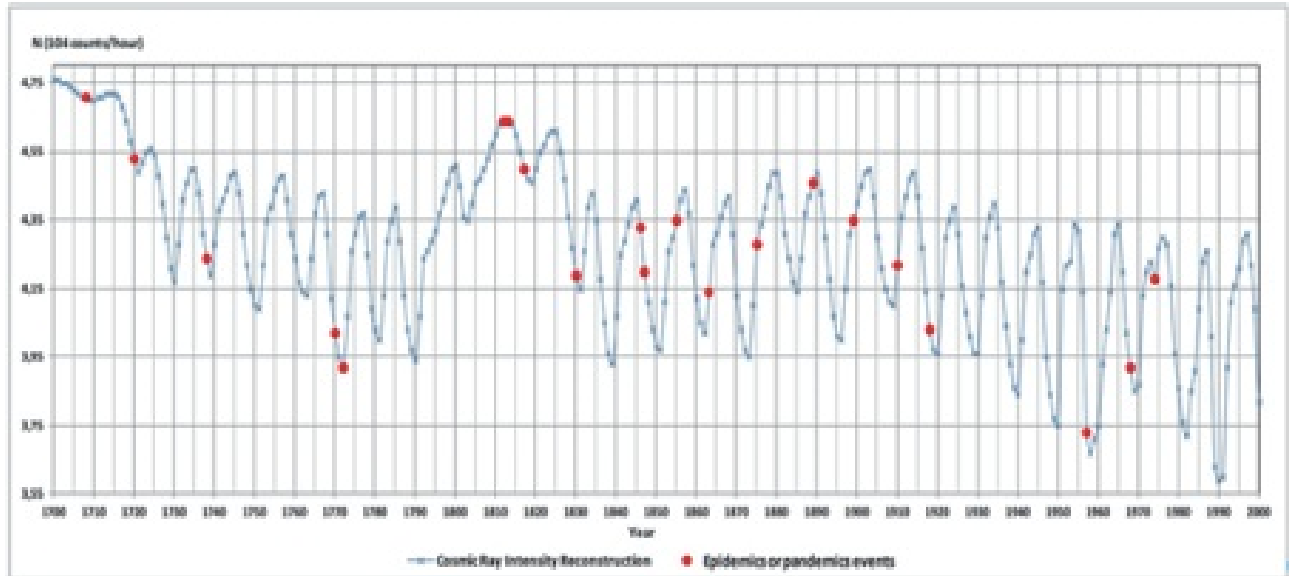


図2 1700 から2000(天体)年の再構築されたCR強度のグラフと再構築されたCR強度に関するパンデミックおよび流行イベント(赤い点)の分布。



図3 2000年から今日まで(2020年4月6日)の宇宙線(月平均)のグラフ。Oulu大学のSodankyla地球物理観測所のオンラインリソースによって提供されたものから作成。左側からの最初の赤い点は、H1N1インフルエンザの始まりを示す。右側の2番目はCOVID-19によるパンデミックの始まりを示す。

ク/流行のうち19(79.1%)(表n.1)が、太陽活動の極小/極大期の狭い時間的範囲に対応する年に近接し、再構築された宇宙線強度のピークまたは底付近(+/-1年)に記録された(図2)ことを見つけた。

詳しくイベントを数えると、24のパンデミック/流行(現在のCOVID-19パンデミックを含む)の内9つが太陽活動極小期(37.5%)に、24のパンデミック/流行の内10が太陽活動極大期(41.6%)に、24のパンデミック/流行の内3つが太陽活動周期の下降段階(12.5%)に、2つが上昇段階(8.3%)に起きたことを発見した。また、現在の宇宙線モニター観測(Oulu大学によって提供された月平均の軌道上の中性子数のパーセンテージ変動、図3)で、豚インフルエンザA/

H1N1(2009年春に始まる)が太陽周期23の深い底(宇宙線ピーク近く)で起きたことにも注目すべきである。豚インフルエンザA/H1N1は、周期24の太陽黒点の出現から数か月後に発生したことになる。ACE(Advanced Composition Explorer)宇宙探査機に搭載されたセンサーによって記録された発見は、2009年9月に記録された宇宙線の強度が[Cosmic Rays Hit Space Age High]の測定が始まって以来最高であることを発見した。Sodanky地球物理観測所によると、2009年後半に記録された宇宙線ピークは、1964年以来地上での測定以来最高であった。また、モスクワ宇宙線観測所[モスクワ-ロシア中性子モニター]とMewaldtの研究(Mewaldt R A et al., 2010)は、2009年に記録された宇宙線ピークの値が1957年以来最高である

ことを示している。今日、同様な活性化が進行しているようで、宇宙線モニターは中性子数の新たな増加を示している。以前の太陽活動極小期（太陽周期 SC23 と SC24 間の移行期間）に記録されたものに類似した中性子数の値に増加している。現在、ベルギー太陽影響データ分析センター (SIDC) は、次の低下（太陽周期 SC24 と SC25 間の移行期間）が 2019 年 7 月～2020 年 9 月に発生すると予想されると報告している。

結 論

この研究の結果は次のことが確認できる。

- 大きなパンデミックの 79.1% は、太陽活動極大期と極小期近くで起きている。
- パンデミックの発生は、文献ですでに知られている特定の太陽活動周期を忠実に反映しているわけではないが、太陽周期の移行期間中に発生している。
- 宇宙線・太陽活動の低下およびパンデミックの発生には関係がある。

太陽活動周期の極大期と極小期に近づくと、深刻な局所的または全地球的なパンデミックまたは流行が引き起こされる可能性があると推測できる (Qu, 2016)。

したがって、現在の全世界的な COVID-19 ウイルスの緊急事態による、2018 年 12 月に始まった警報は、現在進行中の全世界的な健康と経済戦略をあらかじめ策定しておくべきである (Wickramasinghe, 2018)。

したがって、COVID-19 のパンデミックが今後の太陽活動周期の移行期間に直接関連している可能性があるとして仮定すると (図 3)、この科学的貢献が、宇宙線・太陽活動の周期性および人間の健康の間の潜在的な関係を決定するメカニズムをよりよく理解することを目的とした学際的な調査研究を刺激することを我々は願っている。

謝辞 この研究を具体化するための言語的支援と励ましに関して Louis Hissink に感謝する。

文 献

Atri D. and Melott A.L., 2011. Biological implications of high-energy cosmic ray induced muon flux in the extragalactic shock model *Geophys. Res. Lett.* 38 1-3
 Bedford J., Enria D., Giesecke J., Heymann D., Myrland Oh, Alpha Sall A., Ihekweazu C., Kobinger L.G., Schuchat A., Ungchusak K., Memish Z., Wiener L.H., 2020. COVID-19: towards controlling of a pandemic. *The Lancet*, vol. 395, Issue 10229, pag. 1015-1018
 Bramanti, B., et al., 2019. "The third plague pandemic in Europe." *Proceedings of the Royal Society B* 286.1901 (2019): 20182429

Buntgen, Ulf, et al., 2012 "Digitizing historical plague." *Clinical infectious diseases* 55.11 (2012): 1586-1588.
 Casati M., Significant statistically relationship between the great volcanic eruptions and the count of sunspots from 1610 to the present, EGU General Assembly 2014, 27April - 02May, in Vienna, Austria id. EGU2014-1385-2
 Casati M., Straser V., Possible relationship between changes in IMF, M7+ earthquakes and VEI index, during the transition between the solar minimum cycle 23 and the rise of solar cycle 24, EGU General Assembly 2013, 7April -12 April, in Vienna, Austria id. EGU2013-1405
 Casey J. L., 2011, *Cold Sun*, Ed. Trafford on Demand Pub.
 Choi, D.R. and Maslov, L., 2010. Earthquakes and solar activity cycles. *NCGT Newsletter*, no. 57, p. 85-97
 Duma G. and G. Vilardo (1998), Seismicity cycles in the Mt. Vesuvius area and their relation to solar flux and the variations of the Earth's magnetic field. *Phys. Chem. Earth*, 23 (9-10), 927- 931. doi:10.1016/S0079-1946(98)00121-9
 Ferrari F., Szuszkiewicz E., 2009. Cosmic Rays: A Review for Astrobiologist. *Astrobiology*, vol. 9, n.4, pag. 413-436.
 Goelzer, Smith, Schwadron, McCracken, 2013. An analysis of heliospheric magnetic field flux based on sunspot number from 1749 to today and prediction for the coming solar minimum *Journal of geophysical research: space physics*, vol. 118, 7525-7531, doi:10.1002/2013ja019404, 2013.
 Kolvankar, V.G., 2008. Sun induced semi-diurnal stresses on Earth's surface, which trigger earthquakes and volcanic eruptions. *NCGT Newsletter*, no. 47, p. 12-23
 Kovalyov M. and Kovalyov S., 2015. On the relationship between cosmic rays, solar activity and powerful earthquakes. arXiv:1403.5728
 Ing R., 1978. Solar activity and influenza. *Nature*, 276:556
 Leybourne B., Gregori G., 2014. Climate oscillations (MJO, ENSO & PDO) considered with validation of earth endogenous energy theory. *NPA proceedings* 2014.
 Li, Z., Jella, K.K., Jaafar, L. et al., 2018. Exposure to galactic cosmic radiation compromises DNA repair and increases the potential for oncogenic chromosomal rearrangement in bronchial epithelial cells. *Sci Rep* 8, 11038 (2018). <https://doi.org/10.1038/s41598-018-29350-5>
 Lyons D., 1990. Influenza causing sunspots? *Nature*, vol. 344 pag 10.
 Ma, Lihua & Yin, Zhiqiang & Han, Yanben. (2018). Possible Influence of Solar Activity on Global Volcanicity. *Earth Science Research*. 7. 110. 10.5539/

- esr.v7n1p110.
- Mewaldt, R. A., et al. "Record-setting cosmic-ray intensities in 2009 and 2010." *The Astrophysical Journal Letters* 723.1 (2010): L1.
- Mukherjee S., 2014. Electron Flux and Cosmic Rays Anomaly Before H1N1 Outbreak. *Journal of Climatology&Weather Forecasting* 2: 113, doi 10.4172/2332-2594.1000113
- Ruzmaikin A., Feynman J., 2015. The Earth's climate at minima of Centennial Gleissberg Cycles. *Advances in Space Research*, vol 56, Issue 8, pag. 1590-1599.
- Schmid BV, Buntgen U, Easterday WR, Ginzler C, Walloe L, Bramanti B, et al., 2015 Climate- driven introduction of the Black Death and successive plague reintroductions into Europe. *Proc Natl Acad Sci U S A.*; 112:3020-3025. <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1412887112>
- Qu, Jiangwen, et al. "Sunspot activity, influenza and ebola outbreak connection." *Journal of Astrobiology & Outreach* (2016): 1-7
- Qu J, Gao Z, Zang Y, Wainwright, Wickramasinghe C, Omairi T, 2016. Sunspot Activity and Ebola Outbreak Connection. *Journal of Astrobiology & Outreach*, 4:154.
- Qu J., Wickramasinghe, 2017. Was the Zika virus Outbreak in 2015 Triggered by Cosmic Events? *Virology: Current Research*, 1:102
- Shea M.A., Smart D.F., 2000. Cosmic ray Implications for Human Health. *Space Science Reviews*, 93(1): 187-205.
- Usoskin, I.G., K. Mursula, S.K. Solanki, M. Schuessler, and G.A. Kovaltsov. 2002. A physical reconstruction of cosmic ray intensity since 1610. *J. Geophys. Res.*, 107(A11), 1374
- Wickramasinghe C., Qu J., 2018. Are We Approaching a New Influenza Pandemic? *Virology: Current Research*, vol. 2:107.
- Wickramasinghe C., Steele E., Wainwright M., Tokoro G., Fernando et.al., 2017. Sunspot Minima and Pandemics: The case for vigilance? *Astrobiol. Outreach*, 5:19. Doi:10.4172/2332- 2519.1000159
- Witze A., 2020. Rare ozone hole opens over Arctic and it's big. *Nature* 580, 18-19 (2020)
- Yeung J, 2006. A hypothesis: Sunspot cycles may detect pandemic influenza A in 1700-200 A.D., *Medical Hypothesis* vol 67, pag 1016-1022.
- Yu Zhen-dong, 1985. Using the information of Cosmic Rays to predict Influenza Epidemic. *NASA. Goddard Space Flight Center 19th Intern. Cosmic Ray Conf.*, Vol. 5 p 525-528 (SEE N85-34991 23-93)

RDF 技術（電波方向探知）利用とラドンガス（ Rn_{222} ）流観測による 地震前兆現象のマルチパラメータ研究 MULTI-PARAMETRIC INVESTIGATION OF PRE-SEISMIC ORIGIN PHENOMENA THROUGH THE USE OF RDF TECHNOLOGY (RADIO DIRECTION FINDING) AND THE MONITORING OF RADON GAS STREAM (Rn_{222})

**Valentino Straser¹, Gioacchino Giampaolo Giuliani², Daniele Cataldi³,
Gabriele Cataldi⁴**

¹ Department of Science and Environment UPKL Brussel (B). valentino.straser@gmail.com

² Fondazione Permanente G. Giuliani - Onlus (I). giuliani.giampaolo4@gmail.com

³ Radio Emissions Project (I). daniele77c@hotmail.it

⁴ Radio Emissions Project (I). ltpaobserverproject@gmail.com

（ 矢野 孝雄 [訳] ）

要旨：この研究を通じて、筆者は、中央イタリアのアペニン山脈におけるラドンガス（ Rn_{222} ）流の増加（JP Toutain et al. 1999）と地殻レベルで検出され電波異常との間に相関性がありうることを確立したいと考えている。そこでは、過去2か月（2019年8～9月）に破壊的地震を発生させる可能性のある多数の断層と微小断層が動的に活動している。この研究は、ラドン（ Rn_{222} ）気体流（G. Giuliani et al. 2012）と”連続的”で広帯域の電磁場変動との間の過渡変動の観察に焦点をあてる。前者は、G. GiulianiのPermanente Foundationガンマセンサーによって測定される。後者は、2007年にGabriele Cataldi and Daniele Cataldiによって設立された電磁的地震前兆現象（ESPs）の研究プロジェクトRadio Emissions Projectによって測定される。

キーワード：RDFシステム、地震予知、ガスラドン、中央イタリア

ループアンテナによる低周波電磁放射 (EMEs) の予兆検出 Loop Antenna Precursor Detection of Low Frequency Electromagnetic Emissions (EMEs)

Kenneth B. Jones II

Associate Scientist: International Earthquake and Volcano Prediction Center (IEVPC)
Sebastian, Florida, USA

(矢野 孝雄 [訳])

要旨 : 動物界に固有の (音 / 振動による) 地震前兆検出の外に, アンテナ検出技術の大きな飛躍は, 増え続ける世界の
人々に必要である. したがって, 受信ループアンテナの設計を推進するための改良について考察する. 膨大な研究の結果,
レイヤーあたりの固有の巻数比を使用する新しい高インダクタンスアンテナが開発され, 複雑な統合型プリアンプによって,
不要な信号干渉を減衰させることができる. すべての電氣的に小さなループアンテナと同様に, この型はアンテナコイル平
面でも検出可能で, コイルの大部分を電磁シールド内に封入することで大幅な革新的改良が行われた. このユニークなル
ープアンテナを 360° ベースで旋回させることにより, 低周波電磁放射 (EME) のポイント検出 (PND) を可能にする新し
い無線方向探知 (RDF) 技術が実現した.

キーワード : 地震予知, ループアンテナ, 低周波, 電磁放射 (EME)

2019 年 11 月 7 日に中央イタリア (バルソラノ, ラキラ) で記録された 地震シーケンスとマグニチュード MW 4.4 の地震の直前に現れた 電波信号とラドンガス (Rn_{222}) の流れの変化 RADIO SIGNALS AND CHANGES OF FLOW OF RADON GAS (Rn_{222}) WHICH LED THE SEISMIC SEQUENCE AND THE EARTHQUAKE OF MAGNITUDE MW 4.4 THAT HAS BEEN RECORDED IN CENTRAL ITALY (BALSORANO, L'AQUILA) ON NOVEMBER 7, 2019.

**Daniele Cataldi¹, Gioacchino Giampaolo Giuliani², Valentino Straser³,
Gabriele Cataldi⁴**

¹ Radio Emissions Project (I). daniele77c@hotmail.it

² Fondazione Permanente G. Giuliani - Onlus (I). giuliani.giampaolo4@gmail.com

³ Department of Science and Environment UPKL Brussel (B). valentino.straser@gmail.com

⁴ Radio Emissions Project (I). ltpaobserverproject@gmail.com

(矢野 孝雄 [訳])

要旨 : この研究を通じて, 著者らはありうる関係を確認したいと考えている. 地震前のラドンガス (Rn_{222}) の増加と中央イ
タリアアペニン山脈での地震前兆電波異常の発生 (地殻変動による地殻の割れ目と微小割れ目の生成) との関係が論理
化された. 地震前兆としての電波異常 (電磁的地震前兆または ESP) は, 地球の地殻を構成する岩石に存在する結晶格
子の変形と破壊 (割れ目と微小割れ目) によって生成される天然の電波放射である. いっぽう, Rn_{222} ガスは, U_{238} の
壊変によって生成される唯一のガス成分であり, マントルで生成されたエネルギーの熱力学的関数と透過率 (裂罅と地質
特性) に影響される. イタリア中部には, 破壊的地震を発生させる可能性のある多数の断層と微小断層が点在する. この
シナリオでは, いわゆる「電磁的地震前兆」(ESP) と「化学的地震前兆」(CSP) の研究のために, 中央イタリアにマル
チパラメータによる Rn_{222} ガス流の変動を観測するネットワークを設置することが期待される. この論文では, バルソラーノ
(AQ) で 2019 年 11 月 7 日 17:35:21 (UTC : 図 1) に記録された地震シーケンスと Mw 4.4 地震の前に観測された電磁
的異常 (ESP) と化学物質 (Rn_{222}) の相関性を示す.

キーワード : 環 RDF システム, 地震予知, ラドンガス, 中央イタリア, マルチパラメータのモニタリング

南カスピ海：テクトニクス概念の困窮か、 それとも新たなパラダイムが必要なのか？ SOUTH CASPIAN: A MESS OF TECTONIC CONCEPTS OR ANOTHER CALL FOR A NEW PARADIGM?

Ibrahim Murtuzayev

Ibrahim Murtuzayev Geoconsulting, North York, Canada Email: imurtuzayev@gmail.com

(久保田 喜裕 [訳])

要旨: 南カスピ海地域に対するプレートテクトニクスモデルは、Alborz 山脈の北麓にあるユーラシア大陸に由来する岩石や、ジュラ紀の海洋地殻の西方への沈み込み、および Alborz 山脈直下の海洋地殻のブランチを説明していない。ある解釈を探究すると、プレートテクトニクスの基本概念に準拠しつつ、調査地域のテクトニックプロセスは地球膨張論の予測のいくつかに適合し、地球規模のせん断パターン (regmatic shear pattern) の構造方向に対応する、という結論へつながる。プレートテクトニクスと非主流の概念の統合について、疑問が出されている。

キーワード: 南カスピ海、プレートテクトニクス、地球規模の断層パターン、地球膨張

1 はじめに

南カスピ海盆地は、北のユーラシア大陸と南のアルプス-ヒマラヤ造山帯の境界、ほぼ東経 48°50' E, 54°40' E の間にあり、北西の大コーカサス、南西の Talysh, 南の Alborz, 東南東の Kopet Dag の各山脈に囲まれている。

その盆地の堆積堆積物の厚さは 20 km に達し (Geology of Azerbaijan, 2005), 第三紀層には世界有数の油田とガス田が貯留されている。

南カスピ海地域の現在採用されているテクトニックモデルは、最初に Zonenshain and Le Pichon (1986) によって導入され、Mangino and Priestley (1998), Jackson et al. (2002), Brunet et al. (2003), Knapp et al. (2004) などによってさらに発展してきた。それは次のように仮定される (図 1a を参照):

1. 南カスピ海は海洋地殻を伴うことで、周辺地域とは異なっている。それは中生代の背弧海盆かテチス海の残骸である。
2. アラビアとユーラシア衝突帯の短縮によって駆動された南カスピ海の海洋プレートは、Absheron シルに沿って、大陸性の中央カスピ海直下に沈み込んでいる。なぜなら、沈み込みは最近始まったので、沈み込み帯の上盤には火山活動はない。
3. 南カスピ海の海洋プレートは鮮新世に始まったので、西部の Talysh 山脈へアンダースラスト (underthrusting: 逆衝上断層運動) している。西向きの運動は、西部の Kopet

Dag と東部の Alborz のそれぞれ右横ずれ成分と左横ずれ成分を伴う共役性断層運動からの一種の構造的逸脱 (tectonic escape) である。

4. 閉じたテチス海の縫合線はカスピ海岸に沿って走っている; その残骸は Alborz 山脈北西麓のオフィオライトである。

この分かりやすいプレートテクトニクスに基づいたモデルは、いくつかの事実に疑問を投げかけている。最も明白なものは次のとおり:

1. The Absheron シルは南カスピ海地域の海洋地殻の北端ではない (Bayramov, 1984; Kropotkin and Larionov, 1976; Kruglyakov & Kruglyakova, 1975)。
2. The Absheron シルの北西麓にある“オフィオライト”は、実際はユーラシア大陸から運ばれてきた大陸性の岩石である。
3. カスピ海の海洋プレートの西方への運動は、Alborz 山脈と Kopet Dag 山脈が上昇し始める前、遅くともジュラ紀 (Nadirov, 1985), すなわち 1.5 億年前に始まった。

本論は、カスピ海地域のテクトニックプロセスを、現在流行中または“時代遅れ”の概念のどちらが説明できるかを理解するひとつの試みである。

2. データベース

推論された結論は、現在アゼルバイジャンのテクトニクスを研究している著者の結果をさらに発展させ

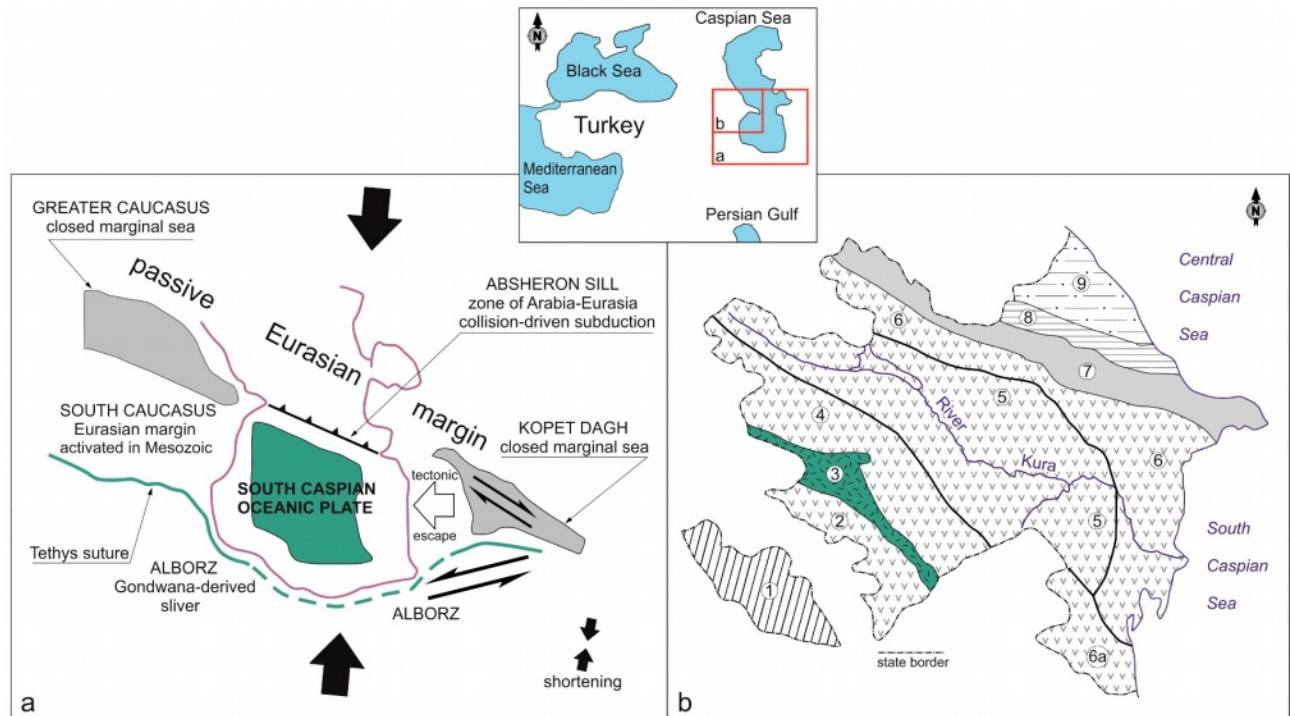


図 1. a. 南カスピ海地域の既存のテクトニックモデル; Adamia et al. の要旨 (1981), Brunet et al. (2003); Jackson et al. (2002); Knapp, Knapp, and Connor (2004); Zonenshain and Le Pichon (1986). b. アゼルバイジャン本土の構造単位; Geology of Azerbaijan (2005) および Kengerly (1999) による. 簡略化, 縮尺は合っていない. KEY: 1, ギンドワナ大陸の北方陸棚. 2, 小コーカサスのジュラ紀-白亜紀島弧のセグメント. 3, メソテチス海の閉じた南コーカサスセグメントをつくるオフィオライト縫合線; 4-6, 中生代の活動的ユーラシア大陸縁に発達した南コーカサスの古島弧系; 4, 小コーカサス弧. 5, クラ内弧盆地; 6, Vandam 弧; 6a, 新生代リフトの Talysh セグメントと Vandam 弧; 7, 閉じた大コーカサス縁海; 8, 受動的ユーラシア大陸縁の Scythian プレート; 9, Scythia に重ね合わせた北 Absheron トラフ西側の沿岸側面.

たものである.

この論文の重要な点は, 西トルクメニスタン, 北イラン, 南カスピ海, 中央カスピ海, およびコーカサス南部と北部における 1950 ~ 2010 年代の地震, 深発地震探査 (DSS), GPS 調査, リモートセンシング, 熱流, 水文地質学, 石油探査に関する出版物からの情報を無作為に利用した.

1960 ~ 1970 年代のコーカサスと中央アジアに関する出版物は, ほとんど知られていない. このことは, それらの論文が古くなったためではない; それらが古くなったのではなく, データのいくつかが南カスピ海のプレートテクトニクスモデルに基づいているためである. ソビエト時代の非ロシア語版は, 言語の問題のために, 国際的には注目も引用もされず, 主に Zonenshain (モスクワ海洋研究所) と Le Pichon (Ecole Normale Supérieure, パリ) の論文 (1986) に引用されたに過ぎない. 南カスピ海地域における後のテクトニクス研究のための基本的な枠組みは, 地球科学研究グループの多くの人々によってなされたものであろう. その論文では, 果敢にも, 事実が導入されたモデルに異議を唱えている.

3 アゼルバイジャンの領土におけるプレートのテクトニックゾーニング

著者の見解は, アゼルバイジャンで行われた研究結果から進展したものである. 南コーカサス南西部から大コーカサス山脈の北東麓まで, アゼルバイジャンの領土には, メソテチス海の開裂, 沈み込み, 閉鎖の過程で展開されたさまざまな単位が含まれている (Geology of Azerbaijan, 2005; Kengerly, 1999; 図 1b): (1) ギンドワナ大陸の北部陸棚; (2) メソテチス海の小コーカサスセグメントをなすオフィオライト縫合線は, ジュラ紀初期に開裂し, 白亜紀後期に閉じた. (3) メソテチス地殻の沈み込みによりユーラシア縁辺に発達した南コーカサス地方, アンデスタイプ, 中生代の弧状系は, 小コーカサス弧と Vandam 弧, および内弧 Kura 盆地を囲んでいる; (4) 大コーカサス縁海は, ジュラ紀初期に島弧背後が開裂し, 中新世後期に閉じた; そして (5) 受動的ユーラシア縁の Scythian プレート.

4 調査地域におけるプレートテクトニクスモデルの構造的特徴への疑問

4.1 南カスピ海地域における海洋地殻の北縁

南カスピ海の海洋地殻の北縁は, 慣例的に Absheron シルに沿って描かれており, そこには沈み込み帯の役割があるとされている (図 1a および引用文献). Absheron シル は南カスピ海と中央カスピ海に拡がった深海の高まりで, 北西の Absheron 半島から南東の Cheleken 半島へ延び, 新

生界一第四系間の褶曲軸部に相当している。地震反射と地震データは、南カスピ海-中央カスピ海遷移帯 (Jackson et al., 2002; Knapp et al., 2004) の海洋地殻が北方へ深くなることを表しているが、どちらの手法でも沈み込みに沿う断層は不明瞭である。

Kropotkin・Larionov(1976) による地震研究により、Absheron 半島を二分し、北方へ 45° 傾斜し、マントルへ達する E-W 断層に沿って、南カスピ海西部が 大コーカサス山脈へアンダースラストしているとされている。Bayramov(1984) は本著者によ

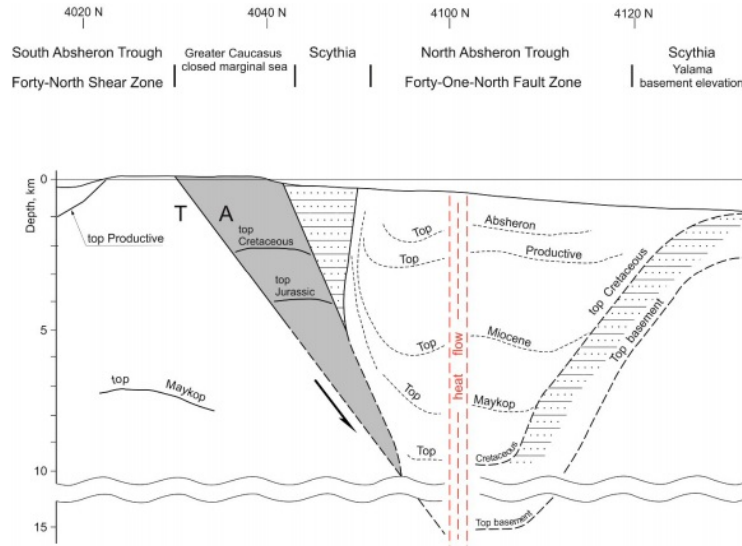


図 2. Scythian プレートに北 Absheron トラフを重ね合わせた長距離の 5000E のセグメント 4020N-4140N に沿った断面。V:H = 6.25。層序 (掘削地点は実線、隣接地域で取得された地震データと坑井データから推定される地点は破線): Absheron, 中期鮮新統 Absheron 累層; Maykop 漸新統一下部中新統の Maykop 累層; Productive, 下部鮮新統 Productive 累層。A, 観察者から離れる運動。T, 観察者へ近づく運動。地層の深さ: カスピ海の予想された規模の構造アトラス (1990); Babayev and Hadjiyev (2006)。

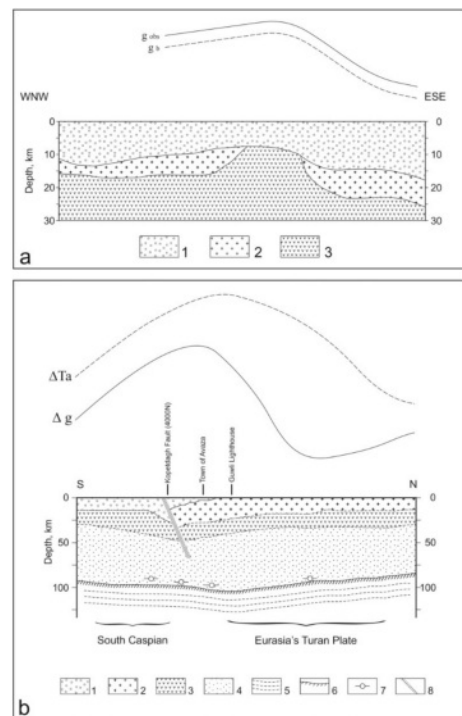
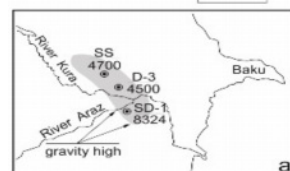


図 3. a. (左) 中部 Kura 谷に沿った Radjabov と Tereshko の DSS ライン。Alizadeh et al. (1968, 論文の中の fig.2) を改作; 簡略化。ライン位置: 図 1-1 9b. KEY: 堆積物, 低速度岩石; “花崗岩質”, $V_p 5.8 \sim 6.3 \text{ km/s}^{-1}$ の岩層。 “玄武岩質”, $V_p 6.7 \sim 6.8 \text{ km/s}^{-1}$ の岩層。 gb, プーゲー重力; gobs, 観測重力。

b. Turkmen 湾-西 Kendyrllyh の海岸沿いの Kendyrllyh 湾岸。DSS, 地磁気地電流法, ダイポールサウンディング, 井戸データを用いた Kruglyakov および Kruglyakova の編集による (Kruglyakov & Kruglyakova, 1975, 図2を改作)。ライン位置: 図 9b の 4-4. Kopetdagh 断層が追記。KEY: 1, 堆積物; 2, 変成岩・花崗岩層の形成; 3, “玄武岩”; 4, マントルの磁気高抵抗体; 5, マントルの非磁性伝導体; 6, 磁気活性層の基底; 7, 絶縁体の基底; 8, 断層帯。

と中生代火山シーケンス系列へ分類は著者による。Key: 1-6, 火山 (火砕流は打点部, 溶岩流は白色部): 1, 玄武岩; 2, 安山岩; 3, 玄武岩質安山岩; 4, トラカイト; 5, デイサイト; 6, 流紋岩; 7, 火山砕屑岩; 8, 希武岩シルと造礁石灰岩; 9, 石灰岩, 砂岩, 粘土挟在; 10, 砂礫岩・礫岩; 11, 不整合。火山系列: I, 流紋岩-デイサイト-玄武岩質安山岩; II, デイサイト-輝石-斜長石安山岩; III, 火山砕屑性; IV, 角閃石-輝石-斜長石安山岩-輝石-斜長石玄武岩質安山岩; V, 輝石-斜長石安山岩-玄武岩; VI, トラカイト; VII, かんらん石-輝石-斜長石玄武岩; VIII, 斜長石玄武岩。注: 火山系列は地質柱状図には描かれていない多数の斑れい岩とノーライトのシルによって開析されている。

図 4. a. (右) 井戸の位置図 (深さの単位は m), 本論で使用される情報。井戸: D-3, Djarlyh-3; SD-1, Saatli Superdeep; SS, Sor-Sor; 縮尺どおりではない。b. Saatli 超深度井戸の層序。深さと岩相のユニットは Saatli Superdeep (2000) による; テクトニクス解析



System	Series	Formation	Depth, m	Lithology	Tectonism
Quaternary	Pleistocene	molasses	860		closure of the basin
Neogene	Pliocene	reefs	2830		cessation of extension
Cretaceous	Lower	rift volcanics	3540		extension
Jurassic	Middle	rift volcanics	3900		extension
Jurassic	Lower	rift volcanics	5000		extension
Jurassic	Lower	rift volcanics	5200		extension
Jurassic	Lower	rift volcanics	5800		extension
Jurassic	Lower	rift volcanics	6600		extension
Jurassic	Lower	rift volcanics	6740		extension
Jurassic	Lower	rift volcanics	6900		extension
Jurassic	Lower	rift volcanics	8324		extension

り Absheron 剪断帯と命名された地表断層 (図 8・9) をマッピングし, Kopp (1982; 彼の図 1) はそれに沿った左横ずれ断層を記載している. Absheron 半島東側の島々では, この断層は掘削データで確認されている (Lebedev et al., 1987). Absheron 剪断帯の南盤は, 下部鮮新統の基底の深さが 1.6km なので, 北盤の深さ 1.6km は白亜系の最上部まで落ちていることになる (Atlas of the prospect-sized structures of Azerbaijan, 1987, 地 図 26, 42, 43). 西トルクメニスタンの沿岸と沖合では, 南部の海洋地殻と新生界シーケンス, および北部の大陸地殻と中生界シーケンスとの境界は, Kopetdagh 断層の E-W セグメントである (Khain, 1984; Kruglyakov & Kruglyakova, 1975; 図 3b); その走行に沿う断層線は, Absheron 剪断帯が途絶える Cheleken 半島の北岸から北へ 20km (図 9) である.

4.1.1 北部 Absheron トラフの問題

Baranov et al. (1990, 図 82) では, 中央カスピ海南西部の北部 Absheron トラフ は海洋的地殻 (図 9b の “NAT”: the North Absheron Trough) であることに気づいたが, 地震速度のデータには表れていなかった.

Aksenovich et al. (1962; 図 100) によるカスピ海の中央部の地質図には, 地震速度と重力データを統合して, NAT は主に著者が “3 層地殻” (すなわち “玄武岩” 層 + “花崗岩” 層 + 堆積層) と呼んでいるものであることを示した.

NAT の堆積層の厚さは 15km に達する場合がある (Babayev & Hadjiyev, 2006).

NAT はユーラシアプレートの受動的縁辺部である Scythian プレート上に積み重なる (図 2); その西部の沿岸側 (図 1b のユニット 9) では, 基盤岩最上部が深さ 5km で掘削され, 鮮新世の岩石はジュラ系-中新統シーケンスに不整合に重なる (Geology of Azerbaijan, 2005).

Agalarova (1969) によると, NAT の地震は正断層タイプの発震機構である (図 5; 表 1); これは, アラビア-ユーラシア収束帯で認められた構造的拡大の最初の異常地点である. NAT 底部の熱流量は 130mW/m^2 に達するが, 中央カスピ海の他の地域では 80mW/m^2 を超えない (ロシア海洋研究所, 2009). 4100N, 5000E の群発地震 (Agalarova, 1969) は, マントルの熱導管 (mantle heat conduit) を示す: 繰り返し発生する群発地震は, マグマ性流体であり, 熱放出量の増加が続いて起こる; たとえば, イエローストーン (Yellowstone Volcano Observatory, 2013) およびアイスランド (Pedersen et al., 2007) のデータを参照. NAT は北東アゼルバイジャ

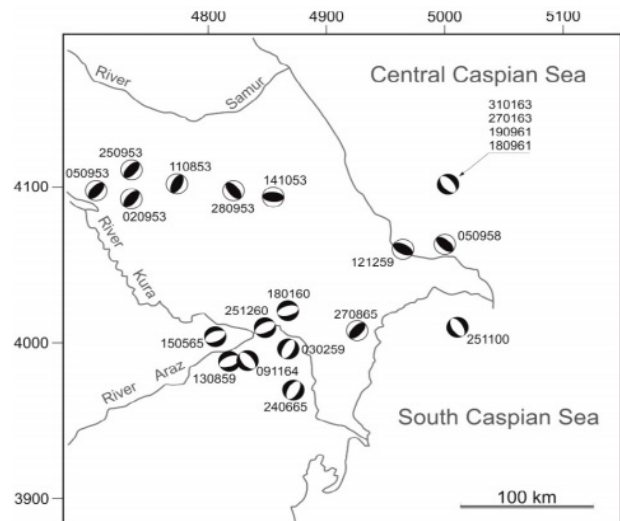


図 5. アゼルバイジャン本土とその沖合で発生した M4 ~ 7 の地震 (DDMMYY) は, 構造的特徴を明らかにする議論に使用された. Agalarova (1969, 1971), Agayeva (1997), および Hasanov et al. (2005) を編集. 震源のパラメーターと構造は表 1 を参照.

ンと東 Dagestan の油田を充足するオイル生産場 (oil kitchen) である.

4.2 Alborz 北麓のユーラシア由来の岩石

Alborz 北西麓の古生代オフィオライトに関する情報を最初に発表した Stocklin (1974b とその中の参考文献) は, その岩石自体は記載せず, Davies らの未発表報告を引用したものである. Alavi (1996) は, Alborz 西部の Shanderman 地域の古生代変成岩を “古テチス海の残骸” と解釈し (p. 14), Alborz 系は古テチス衝突縫合によって... 北に限定されていると結論付けた” (p. 3).

しかし, Shanderman 累層の岩石組成, 地球化学, 変成作用, および構造発達の詳細を修正したことによって, Zanchetta et al. (2009, pp. 58 57, 74, 76) および Zanchi et al. (2009, pp. 44, 45, 51) は, Shanderman 累層は, 東イランの “Eo-Cimmerian 古テチス海縫合帯には関連しない” こと, “大陸-地殻類似性” しており, 南コーカサスの Salient と Loki Massif と Khrami Salient 変成岩に類似していること, さらに “NDS 傾向の右横ずれ断層” に沿って南方に変位した “ヨーロッパ大陸地殻の上部古生界の断片” とした. 以下, その N-S 断層帯を西カスピ海せん断と呼ぶ.

Wensink・Varekamp (1980, その図 1) は, 古地磁気研究により, Alborz は最初 Gondwana 大陸に属していたことを明らかにしたが, それらの岩石を採取しなかった. Alborz 北東麓に露出する下部古生界の Gorgan 片岩は, イラン周縁の古生界ユニットとは無関係である (Zanchi et al., 2009).

4.3 中生代のカスピ海プレートの西への沈み込み

表 1. 図 5 にプロットされた地震の震源パラメーター. Agalarova(1969, 1971), Agayeva(1999), Hasanov et al. (2005) から編集. T, 伸張軸; P, 短縮軸; N, 中間軸; NP1・NP2, それぞれ第 1・第 2 節面. 著者による地質構造凡例: 1-6, 4100N 断層に沿って配列した大コーカサスの極浅発内陸地震; 7 と 8, Apsheron 半島のすぐ北の大コーカサス縁海. 9-12, 4100N 断層 /Fifty-East 断層会合部; 13-19, Moughan 平原の Forty-North 剪断 /Dagestan-Iran 会合部の海洋地殻の拡大地帯; 20, Forty-North 剪断 /Fifty-East 断層 /イラン会合部. 21, 西カスピ海せん断と Fifty-East 断層間の Forty-North 剪断セグメント.

#	Date, d/m/y	Lat	Long	T		P		N		NP1			NP2			M	H (km)
				AZ	PL	AZ	PL	AZ	PL	Stk	Dp	Slip	Stk	Dip	Slip		
1	08/11/1953	40°59'	47°49'	245	60	10	20	110	20	210	20	130	340	60	230	4.75	8
2	09/02/1953	41°05'	47°24'	230	65	30	25	130	10	15	70	160	220	20	200	4.75	8
3	09/05/1953	41°04'	47°24'	250	60	20	20	120	20	220	20	20	350	60	230	4.75	8
4	09/25/1953	41°05'	47°24'	255	70	15	15	110	20	210	30	140	350	50	220	4.75	5
5	09/28/1953	40°55'	48°29'	335	30	230	30	100	50	190	0	90	280	40	270	4.75	10
6	10/04/1953	40°50'	48°30'	115	70	210	5	300	20	50	40	140	195	45	220	4.75	6
7	09/05/1958	40°36'	50°00'	215	20	350	65	115	15	145	30	-	110	65	-	4	12
8	12/12/1959	40°36'	49°36'	15	5	265	70	105	20	120	55	-	85	40	-	4	8
9	09/18/1961	41°00'	50°00'	160	30	65	5	320	55	15	60	-	115	75	-	5	40
10	09/19/1961	41°00'	50°00'	160	25	50	35	275	40	25	45	-	105	80	-	4.5	40
11	01/27/1963	41°00'	50°00'	140	20	45	20	270	60	5	60	-	95	90	-	5.5	40
12	01/31/1963	41°00'	50°00'	170	20	70	30	290	50	35	50	-	120	85	-	4.5	40
13	03/03/1959	40°00'	48°42'	320	20	195	55	60	25	285	55	235	160	20	125	4	40
14	08/13/1959	39°48'	48°18'	6	22	240	55	105	25	325	60	225	195	20	135	4.5	40
15	01/18/1960	40°12'	48°36'	350	5	250	75	85	15	340	45	210	185	40	150	4	40
16	12/25/1960	40°06'	48°36'	10	30	255	35	125	40	220	5	95	315	50	265	4.5	40
17	09/09/1964	39°48'	48°24'	220	5	320	60	130	30	15	35	230	250	40	130	4.75	40
18	05/15/1965	40°06'	48°06'	360	10	24	60	90	25	195	30	130	330	50	230	4	50
19	06/24/1965	39°30'	48°48'	320	10	205	65	50	25	290	50	225	155	30	135	4	60
20	11/25/2000	40°18'	50°06'	53	10	155	49	315	39	180	49	33	293	66	134	6.6	22
21	08/27/1965	40°6'	49°18'	215	70	360	15	90	10	345	55	205	185	30	155	4.5	No data

南コーカサス古島弧系の埋没した Vandam 古島弧は、北西の大コーカサス山脈南麓から南東の Talysh へ延びる (図 1b の 6). Kura River Valley では、Vandam 弧の上部白亜系が 3 ～ 5km の深さまで掘削されている (Geology of Azerbaijan, 2005).

Nadirov(1985) は、その地域で掘削された坑井からのコアサンプルの化学組成を分析し、カリウム含有量の西向き極性とジュラ紀中期－白亜紀後期の火山岩の全アルカリ度を明らかにし、中生代のカスピ海海洋プレートは西へ沈み込んだという結論に至った.

沈み込み帯上方にある火成岩のアルカリ度は、落ち込むプレート表面の摩擦加熱によって誘発されるマグマ生成の深さに依存するため、下方にある海洋プレートの沈み込みの方向に増加する (Frolova & Burikova, 1997).

海洋から大陸への島弧と大陸縁辺のマグマ系列のアルカリ度の増加は、古生代初期のシベリアクラトン縁辺 (Gordienko & Metelkin, 2010) から、北西太平洋の第四紀のカムチャッカ島弧 (Erlikh, 1979) まで、さまざまな領域で記録されている. 古火山弧におけるアルカリ度の側方変化に関する情報は、下

方にある海洋地殻の運動方向を再現する手段である.

5. カスピ海プレートの南方プランジ

この節で提示される仮説の妥当性は、北部イランに関する利用可能な情報量によって規定される.

多くの研究者によって、イランの大陸基盤がカスピ海の苦鉄質基盤の南端を覆っていることが確認されている (Berberian, 1983, Jackson et al., 2002 の引用; Guest et al., 2002; Jackson et al., 2002).

問題は、イランの大陸地殻が“南カスピ海盆地に衝上しているか” (Jackson et al., 2002, p. 226), あるいはカスピ海の海洋地殻がイランをアンダースラストしているかどうかである.

北部 Alborz スラストは南方へ凸である (Stocklin, 1974a; fig. 9). このことは次のことを意味する. 1) スラストは南へ運動: 動きの方向の凸面は最も現れにくい地形であるため (Abramovich et al., 1989), (2) 北部 Alborz のスラストは、下方にある海洋地殻の南向きの運動によって駆動される. もし北部 Alborz のスラスト運動が Alborz の北方への動

きによって引き起こされるとすると、スラストは北へ凸になるが、実際はそうではない。北 Alborz における新期の南向きスラストが更新世であること (Stocklin, 1974a) は、運動が進行中であることを意味する。

Priestley et al. (1984), Mangino and Priestley (1998) および Jackson et al. (2002) によって議論された地震データは、カスピ海の海洋地殻が南へ動いている証拠にはならない。これらのデータは、上記の NDS 西カスピ海せん断は、Zanchi et al. (2009; section 4.2) によって記載された断層を除いて、掘 (Kopp, 1982) や DSS (Trebukova, 1966), リモートセンシングおよび地震活動 (Hadjiyev et al., 1984) などのデータで確認されていることを明らかにしていない; 7 節参照。アクティブテクトニクスのデータを長期にわたる解析へ適用できるかどうかは、不明とされている。

Zanchi et al. (2009) and Zanchetta et al. (2009) によって、Alborz 西部で記載された “Transcaucasian 地域から移動してくる大陸地殻の大きなナップ断片” は、北部イランヘアンダースラストしている海洋プレートから剥ぎ取られた可能性がある。

カスピ海海洋プレートの南向きのプランジは、南へ湾曲した南カスピ海沿岸の頂点から南に 70km 離れた中央 Alborz に位置する Damavand 第四紀成層火山の起源を説明できる可能性がある (図 9)。

6. E-W 構造傾向に沿った伸長

北部・南部カスピ海の海洋プレートは、Kropotkin and Larionov (1976), Jackson et al. (2002), Knapp et al. (2004) など、多くの出版物に示されている DSS と地震データによって明らかのように、ユーラシアの下へプランジしている。Zonenshain and Le Pichon (1986) に続いて、ほとんどの研究者は、“沈み込み帯” の上盤の火山活動、すなわち Absheron シルの北方ないしはそれに沿う方向の火山活動がないにもかかわらず、この作用を沈み込みと呼んでいる。後者は海洋地殻と大陸地殻の間の境界でもない (4.1 節)。

この節で示されるデータは、カスピ海海洋プレートがユーラシア大陸およびイラン直下で同時にプランジする駆動メカニズムが、マントルまで含めた剪断帯が存在する以前の E-W に沿う伸長であることを想定させる。伸張は、海洋地殻のリフティングとオープニングの段階に達している可能性がある。これらの剪断の最北端は、中央カスピ海の北 Absheron トラフに関連している。

世界の他の地域で記録されている緯度-平行不連続

性 (latitude-parallel discontinuities) を記述する手順に倣って、推定された東西のトレンドは、走向線の緯度に応じて本稿で命名されている。例えば、アパラチア盆地の北緯 38 度平行リニアメント (Dennison & Dever, 1976; Heyl, 1972), 米国西部および中西部の北緯 40 度平行リニアメント (Kutina, 1999), イタリア西部沖の北緯 41 度平行断層系 (Bruno et al., 2000) などがある。

北緯 37 度・40 度平行線に沿った構造方向は、利用可能なデータベースでは断層帯に沿った横ずれ断層については未確認のため、その断層帯の名称がつけられている。

6.1 Forty-North 剪断

E-W 断層帯に沿った伸長を認識した最初の点は、東アゼルバイジャンの泥火山の噴出孔が 4000N に沿って 180 度傾動していることに気付いたことであった。北緯 40 度線の北側では、噴出孔は北に、南側では南に傾斜しており、北緯 40 度の外側は引張であることを示している (Murtuzayev, 2001; 図 6)。4000N に沿って並んでいるほとんどの泥火山は陥没カルデラであり、例えば、Suleyman Akhtarman, Nardaran Akhtarman, Dashmardan, Shokikhan などの海岸にあるもの (Murtuzayev, 1999) と、Shah Deniz など沖合にあるもの (Fowler et al., 2000) の両方である。一方、南カスピ海西部の他地域の泥火山は短縮褶曲に貫入するダイアピルである。

カスピ海・コーカサス地域の衛星画像に表示された 4000N に沿った幅 40km, 長さ約 400km の表層蒸発地帯 (図 7) は、この構造方向は、Forty-North 剪断と呼ばれ、マントルが関与していることを意味している。

以下に、東のカスピ海陸棚から西の小コーカサス山脈にかけての Forty-North 剪断の特徴を示す。

(1) 4000N に沿った沿岸域の地表に記録された長さ 20km の断層 (Kopp, 1982) は、せん断帯の軸と考えられる。東アゼルバイジャンでは、この断層は中生代-新第三紀の環状構造を 25km オフセットさせ、左横ずれ状に変形させている (Murtuzayev, 1999; 図 6b)。しかし、泥火山の噴出口の傾斜は伸長軸方向の NE-SW を示すが、今度は逆に現在の E-W 断層に沿った右横ずれを示している (図 6a)。これは、Forty-North 断層に沿った新期のすべりセンスが逆転したことを意味している。

Forty-North 剪断帯に沿って並び、南カスピ海盆の新生代堆積層に関連する油ガス田は、Shah Deniz, Absheron, Bulla, Duvanniy である。2010 年 10 月、4000N に位置する Alyat 岬の Baku 貿易港建設の第一期掘削工事では、多数のガス噴出が確認された (gia.

az/news/default.aspx?lg=2&idpt=1100&id=12866).

Bulla 油田の断面は実りなきもの (negative flower) である (Atlas of Prospect-size structures of the Caspian, 1990, its map 34).

(2) Karabakh 山を通る Forty-North 剪断帯の小コーカサス帯の中生代火山系列は、島弧環境下の産物である。ジュラ紀の噴火孔の配列変化は、この剪断帯に沿った横すべりが反転した証拠である。輝緑岩群に見られる“ブラックスモーカー”やペグマタイトシュリーレン (schliers: 訳者注誤植?) は、マントルにおける剪断が定着したことを示している (Murtuzayev, 1990).

このセグメントは、ジュラ紀初期の火山活動に関連した金に富む Kizil' boulagh 火山性塊状硫化物鉱床、およびジュラ紀後期の貫入岩類に関連した Mekhmana 卑金属鉱床を胚胎する。

(3) 小コーカサスのオフィオライト層の縫合線を

通過する剪断帯には、古第三紀の火山活動に伴う Agh'douzdagh 金鉱床と Agh'ghaya 水銀鉱床が胚胎する。

(4) DSS 研究後、1962 年に実施された黄砂調査の過程で、Radjabov and Tereshko は、Kura 川と Araz 川の合流地点で 30km × 50km の隆起ブロックを明らかにした (Alizadeh et al., 1965, 1968; 図 3a, 4).

この地域は、Forty-North 剪断帯と N-S Dagestan-Iran リニアメント系の交差部に関連している (図 9).

Saatli ブロックの“玄武岩層”と呼ばれる最上部までの深さは 7 ~ 8km と推定され (同上), 国際測地学・地球物理学連合が開始した上部マントルプロジェクトの傘下で、超深度井戸 (図 4a の SD-1) を掘削する地点に選ばれた (Hart, 1964; Saatli Superdeep, 2000). SD-1 の掘削は 1977 年に開始され、1982 年に深度 8,324m で停止した; その井戸では“玄武岩層”には達しなかった (Saatli Superdeep, 2000).

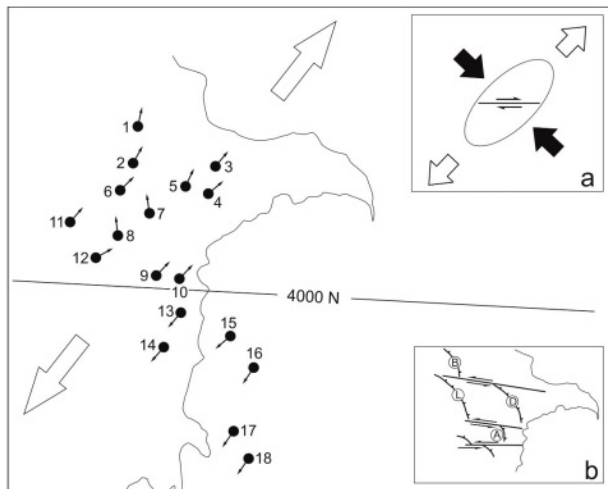


図 6. 東アゼルバイジャン泥火山の噴火孔は、4000N に沿って 180 度反転傾動している; 縮尺は正確でない。アゼルバイジャンの泥火山の傾動に関するデータは、Atlas of Mud Volcanoes of Azerbaijan (1971) による。泥火山: 1, Tuva; 2, Maraza; 3, Perekishkul; 4, Kirdagh; 5, Kirkishlak; 6, Sheytanud; 7, Adjiveli; 8, Dashmardan; 9, Ayrantekan; 10, Koturdagh; 11, Kalamadyn; 12, Lesser Kharami; 13, Kalmas; 4, Kiursangheh; 15, Garasu; 16, Balyghlyh; 17, Atashkah; 18, Kurdashi.

a. 右ずれ単純せん断のため単純化されたひずみ楕円。b. 東アゼルバイジャンの E-W 断層に沿った中生代-新第三紀スラストの左ずれ隔離; スラスト. A, Alyat; B, Basgal; D, Djeyran'kechmez; L, Lenghibiz; 縮尺は正確でない。伸長軸の NE-SW 方向は、E-W 方向のストライクスリップゾーンで現在右横ずれを示しているが、この地域では E-W 断層が中生代-新第三紀スラストを右横ずれ状に隔離している。このことは、第四紀のずれのセンスが逆になっていることを意味しているのかもしれない。

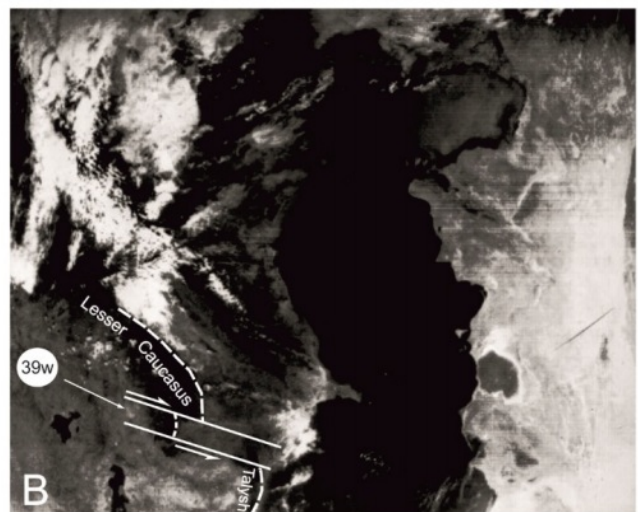
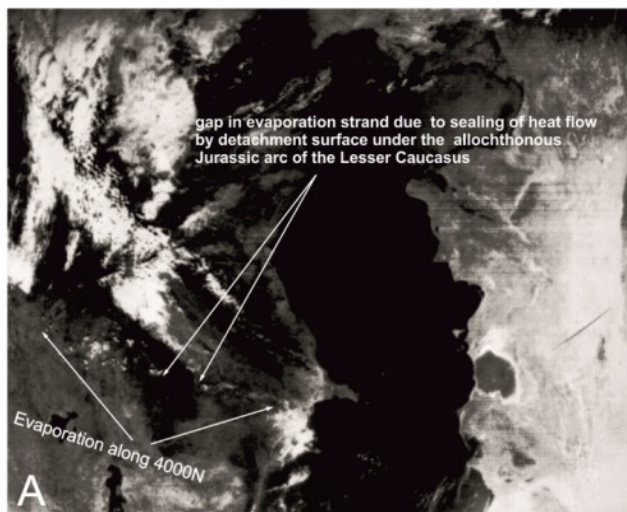


図 7. a. 4000N に沿って現れた表層蒸発帯を捉えたカスピ海地方の衛星画像。b. Thirty-Nine-North ('39w' で囲んだ) によって左横ずれ状に隔離した小コーカサス山脈と Talysh 山脈と同じく、右横ずれ状に変位した小コーカサス南端。剪断帯に沿って、ずれのセンスは入れ替わっていないことに注意。

Saatli 地域の特徴は、(1) 鉛直面に沿って伸長する発震機構をもつ 7 回の M4.0-5.5 の地震、震源が深さ 40 ~ 60km (Agalarova, 1971; 図 5; 表 1), (2) “花崗岩” 層の欠如 (図 3a), (3) Djarlyh-3 と Sor-Sor 井戸 (図 4a の D-3 と SS) からの熱水の湧出である。一日の流量はそれぞれ 2,000 立方メートルと 8,000 立方メートルである; 水の流入は深さ 3,400m で起こり、坑口の温度は 85°C, 鉍化作用は 300g/l である (Alimov, 1997)。

利用可能なデータベースでは、Saatli ブロックが現在、海洋地殻の中核形成の場合なのか、塩基性岩の貫入の場合なのかを明確に答えることはできない。

SD-1 (Saatli Superdeep, 2000) によって掘削された中生代火山系列は、典型的なリフトである。この火山列はその基底部に酸性-塩基性岩系列をもつ。大陸のリフティングの初期段階では、上昇する玄武岩マグマは大陸の地殻で混合され、噴出した火山岩の化学組成は酸性~中性である。構造的伸長に伴い、玄武岩マグマの初期組成も増加する (Frolova, 1991)。下部ジュラ紀の酸性~塩基性岩系は、中部ジュラ系~下部白亜系の玄武岩、安山岩、トラカイト質安山岩、上部白亜系の岩礁石灰岩、新生代モラッセに覆われている (図 4b)。

SD-1 (Saatli Superdeep, 2000) で掘削した火山列のカルク-アルカリタイプと、酸性~塩基性のトレンドは矛盾している。島弧とリフト体が共存している事例は、例えば千島弧で確認されている (Frolova & Burikova, 1997) が、この問題はまだ解明されていない。

Saatli 地域は、クラ溪谷の油田を支配する Salyan-Moughan 石油生産場 (oil kitchen) に位置している。

6.2 Thirty-Nine-North 剪断帯

Thirty-Nine-North 剪断帯は thirty-ninth 平行線に沿う方向にある。トルクメニスタン西部の Cheleken 半島の主要部分を取り巻き、Thirty-Nine-North 剪断帯 (東部) と名づけられた現在の胴切り方向引張 (active transtension) は、東側の南カスピ海セグメントに沿って生じている (図 9)。Amurskiy et al. (1983) は、リモートセンシング、ボアホール、震探データから、この幅 3920N-3930N の構造方向を確認し、E-W 断層によって発達した新第三紀-第四紀堆積盆地と呼んだ。この断層帯は、(1) 関連褶曲の断面に実りがない (Geology of oil and gas fields of SW Turkmenistan, 1985, その図 8, 20, 25) のと同様に、胴切り方向引張の指標である; (2) この右雁行配列した褶曲は、Jackson et al. (2002, その図 7c) が初めて確認した; さらに、(3) 剪断

軸の外側に開いた褶曲 (verdancy of folds), すなわち剪断軸の北側に位置する褶曲のほとんどは南向き (Gubkin, Cheleken, LAM, Nebit'dagh のもの) で、軸の南側に位置する褶曲は北向き (Ogurchinskoye, Gogranōdagh, Kamishly, West Alaōdagh のもの; Geology of oil and gas fields of SW Turkmenistan, 1985) である。

Thirty-Nine-North 剪断帯 (東部) は熱水活動が活発な地域である。Lebedev and Nikitina (1983) によると、Cheleken 半島の多数の塩水泉の温度は 80°C に達する。晶出物は黄鉄鉱, 方鉛鉱, 閃亜鉛鉱, 自然鉛, 自然銅などである。流体は、水素含有量が高いことから、マントル起源の証拠となっている。

Thirty-ninth 平行リニアメントの南コーカサス地域のセグメントは、Thirty-Nine-North 剪断帯 (西部) と名付けられ、小コーカサス山脈と Talysh 山脈の先端を左横ずれ状に分離し、小コーカサス山脈の南東端を右横ずれ状に変位させている (図 7)。小コーカサス山脈北側の主断層は、上部白亜系の石灰岩と砂岩のシャッターリング (shuttering) と撓曲性曲げ褶曲 (flexural bending) の幅 10km の地帯である (Sahatov, 1976)。

Masson ら (2006) は、GPS 調査にもとづいて、イラン北西部の 120km × 190km の領域への延長を確認し、“... この延長は、南カスピ海リソスフェアと Kura 盆地の沈み込みの可能性に関連すると思われる”と指摘している (Ibid., p. 185)。この伸長場は、Thirty-North 剪断帯 (西) の一部に隣接しており、部分的に重なっている (図 9)。また、この伸長場は、地形図では E-W に延びた菱形で、NE-SW の伸長軸をもつ。このように、この伸長場は、E-W 断層に沿う右横ずれ横断伸長によって形成されてきた。この場が Thirty-Nine-North 剪断帯 (西) と N-S Dagestan-Iran リニアメント系の交点に関連していることも注目すべきである (図 9)。

Thirty-Nine-North 剪断帯 (西) は、左横ずれ状に小コーカサス弧と Talysh 弧を隔てている (図 7) が、現在の伸長軸の NE-SW の方向は、右横ずれ運動、すなわちすべりのセンスが現在は反転したことを示している。

剪断帯の小コーカサスセグメントの塩基性~酸性、カルクアルカリの中生代火山系列は、島弧領域の産物であるが、酸性~塩基性、亜アルカリの上部 Bathonian 系 (167 Ma) から下部 Tithonian 系 (150 Ma) の間はリフティングを示している (Schmidt ら, 1987)。

表 2 は、火山岩系列に記録された Thirty-Nine-North 剪断帯 (western) と Forty-North 剪断帯の中生代の地史を比較したものである。

表 2. 小コーカサスのジュラ紀 - 白亜紀島弧の火山岩系列に記録された Thirty-Nine-North と Forty-North 剪断帯の中生代史. データソース: Murtuzayev(1990), Schmidt et al. ステージ: bj, Bajocian; bt, Bathonian; cl, Callovian; ox, Oxfordian; km, Kimmeridgian; t, Tithonian; b, Berriasian; v, Valanginian.

Forty-North Shear zone				Thirty-Nine-North Shear zone			
System	Stage	Series	Interpretation		Series	Stage	System
Cretaceous	v	bimodal, basic-to-acid, calc-alkaline	Island arc regime	Regeneration of island arc regime	polymodal, basic-to-acid, calc-alkaline	v	Cretaceous
	b			Volcanism interruption	Volcanic sandstones	b	
Jurassic	t	Volcanic sandstones & gravelstones	Volcanism interruption	Rifting	acid-to-basic, sub-alkaline, bimodal	2	t
	km					1	
	ox					km	
	cl	Sub-alkaline basalts	Extension episode	Volcanism interruption	Volcanic sandstones	2	cl
	bt					1	
	bt	basic-to-acid, polymodal, calc-alkaline	Island arc regime	debris avalanches	basic-to-acid, calc-alkaline, polymodal	2	bt
	1					1	
	bjl-bt ₁	Pillow lavas	Extension episode			bjl-bt ₁	Jurassic
		basic-to-acid, polymodal, calc-alkaline	Island arc regime				
		basic-to-acid, polymodal, calc-alkaline	Island arc regime				

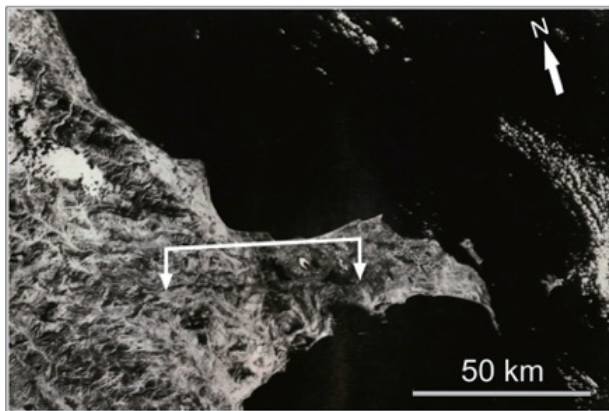


図 8. Apsheron 剪断帯の一部を表示した Apsheron 半島の ERTS-2 画像. 補足として, 剪断帯の表示, 北への矢印, および (訳者注: 以後キャプションが途切れている)

6.3 Thirty-Seven-North 断層帯

この断層帯は, カスピ海の DSS データから緯度 3720N-3730N (Lebedev et al., 1987, その図 47) で確認された古期伸長帯と考えられる. トルクメニスタン南西部の Atrek 断層 (Rezanov, 1959) では, この構造方向 (0AF0 の図 9) の東で陸部の Alpine-Cimmerian 紀褶曲の外側への対称的な移動を伸長としている.

Thirty-Seven-North 断層帯は, 北イランの

Kizil'uzen 川の緯度部 (latitudinal segment) により, カスピ海の西では地形的に現れている.

6.4 Forty-One-North 断層帯

この構造方向の沖合は, 中央カスピ海の未踏の北 Absheron トラフで, 著しい伸長と高熱流の地域である (4.1.1 節). Baranov et al. (1990) はそのトラフの地殻は海洋タイプと指摘しているが, 地震データは提供していない.

そのトラフは, 地図上では E-W に延びており, NAT 沖合部における下部鮮新統系列の厚さが 5km まで増加した地域である (Babayev & Hadjiyev, 2006). この形態は, おそらく, 4100N・4120N 断層に沿って配列した K9+ 地震の震央に記された E-W 断層によるものである (Seismicity map of NE Azerbaijan in Hadjiyev et al., 1984). 4100N 断層の陸上部分は, 地震調査で確認された (Atlas of Prospect-Sized Structures of Azerbaijan, 1987, map 5).

マントル熱伝導路が確認されている 4100N, 5000E 地点 (第 4.1.1 節) は, 4100N 断層と N-S 断層の交差部であり, 5000E 断層に沿って走り, Fifty-East 断層と名付けられている (図 5, 9).

南カスピ海北西部の NAT と南 Absheron トラフは、鮮新世後期までは単一の盆地であった (Polster et al., 1972) が、中新世末～鮮新世初期には基底が 1,000m 沈降した (Reynolds et al., 1998). この期の急激な沈降は、走向移動盆地の特徴である (Christie-Blick & Biddle, 1985). 閉じた縁海の中生界が圧縮された (up-squeezed) ブロックは、現在、南 Absheron トラフと北 Absheron トラフを隔てているが、4000N～4100N の走向移動断層系内で衝上した範囲と解釈できる可能性がある (図 2, 10).

7 N-S トランスファー断層

リフトにならなかったユーラシア大陸地殻の南進は、N-S の西カスピ海剪断帯と Djebel 剪断帯によって解消されてきた可能性がある (図 9).

この断層は、本稿で西カスピ海剪断帯と名付けられているが、大コーカサスの北東麓からイランまで N-S 方向に配置した 5 つの活発な地震活動を示す幅 100km の最東端にあり、Hadjiyev et al. (1984) によってリモートセンシングと地震データから確認されている (図 9 の Dagestan-Iran リニアメント系).

南カスピ海北西部では、西カスピ海シアーに沿った移動センスは左横ずれであり (Bayramov, 1984), 海洋プレートの北方へのプランジに伴うものである. 4000N の南側では、右横ずれ剪断帯は、新生代～第四紀の褶曲地帯を隔離している (Kopp, 1982 のボーリングデータ). 移動の反転は、Forty-North 剪断帯に沿って伸長していることで説明できる. 西カスピ海剪断帯もまた、通常の移動成分をもっている. 基盤上部と玄武岩層は、その西盤では 5km と 12km, 東盤では 7km と 24km まで落ち込んでいる (Trebukova, 1962; 図 9b の 3-3 行). Zanchi et al. (2009, p. 51) は、この断層の北イランセグメントを“NDS 方向の右横ずれ走向移動断層”と呼んでいる. “Transcaucasian 地域から来た... 大陸地殻の... 断片”を“取り入れたのではないかと”している.

Bayramov (1984) と Hadjiyev et al. (1984) は、西盤では地震活動が高く、東盤では非震性であることから、西カスピ海剪断帯を海洋プレートの西の境界と考えている.

Amurskiy et al. (1983) が確認した西トルクメニスタンの N-SDjebel 剪断帯は、左横ずれセンスである (Geology of oil and gas fields of SW Turkmenistan, 1985).

Djebel 剪断帯はカスピ海プレートの東側境界と考えられているが、これは西トルクメン低地の Keymir-Chekiashliar ブロック (図 9b の ‘KCB’) の東側境界である. その中には最上部基盤は 6-7km

ほど落ちており (Rezanov, 1959), 非震性 (Amurskiy et al. 1983) であり、南カスピ海東部の Ōs Godin 海膨 (Godin, 1969) の高重力異常に対応している.

8 “時代遅れ”の概念がプレートテクトニクスの域を超えたデータに順応する

8.1 地球規模 (regmatic) のせん断パターン

第 6 節と第 7 節で述べた E-W 伸長帯と N-S トランスファー断層が地球規模の走向移動断層パターンを構成している.

地球規模の走向移動断層パターンは、直交断層系 (E-W と N-S の構造方向) と斜交断層系 (NW と NE の構造方向) の 2 つの断層系からなる規則的に配列された不連続性の断層群であり、コーカサス、カナダ、米国のベーズンアンドレンジ地域、地中海東部、極東、アラビア半島などで、先カンブリア時代の楕状地からアルプス褶曲地域まで、基盤岩や上載岩中に記録されている (Hobbs, 1911; Sonder, 1947; Moody & Hill, 1956; Gamkrelidze, 1972; Favorskaya & Tomson, 1974, 1989; Podwysoki & Gold, 1974; Krantz, 1989; その他多数). Bruno et al. (2000), Dennison and Dever (1976), Heyl (1972), Huberman et al. (1989), Keith et al. (2003), and Kutina (1999) は、米国西部とメキシコ、アメリカ中西部、サブ・アンデス盆地 (Sub-Andean basins), 地中海西部の緯度平行断層 (latitude-parallel faults) を記載してきた. これらの断層は、地球規模の走向移動断層パターンの構成要素と考えられる.

プレートテクトニクスの導入の後、地球規模の走向移動断層パターンは、幾何学的に完全な格子状の断層 (例として図 9 を参照) が、横ずれテクトニクスの状況下では非現実的に見えるため、恣意的に描かれたもので、実在しないものと呼ばれるようになった (例えば, Knipper & Ruzhentsev, 1977; Pavoni, 1986).

私たちにはその自然現象を説明する能力はない.

地球規模の走向移動断層パターンが存在する理由の謎を解く手がかりは、側方応力に対応した断層の落下作用 (down-dip behaviour) にあるかもしれない (Murtuzayev, 1991) が、これは本研究の範囲を超えている.

Favorskaya and Tomson (1974), Schultz et al. (1973), Vening-Meinesz (1947) などは、地球規模の走向移動断層パターンの原理的特徴を論証している (第 6 節と第 7 節のデータと比較):

- (1) 不連続の規則的な格子模様は、分岐断

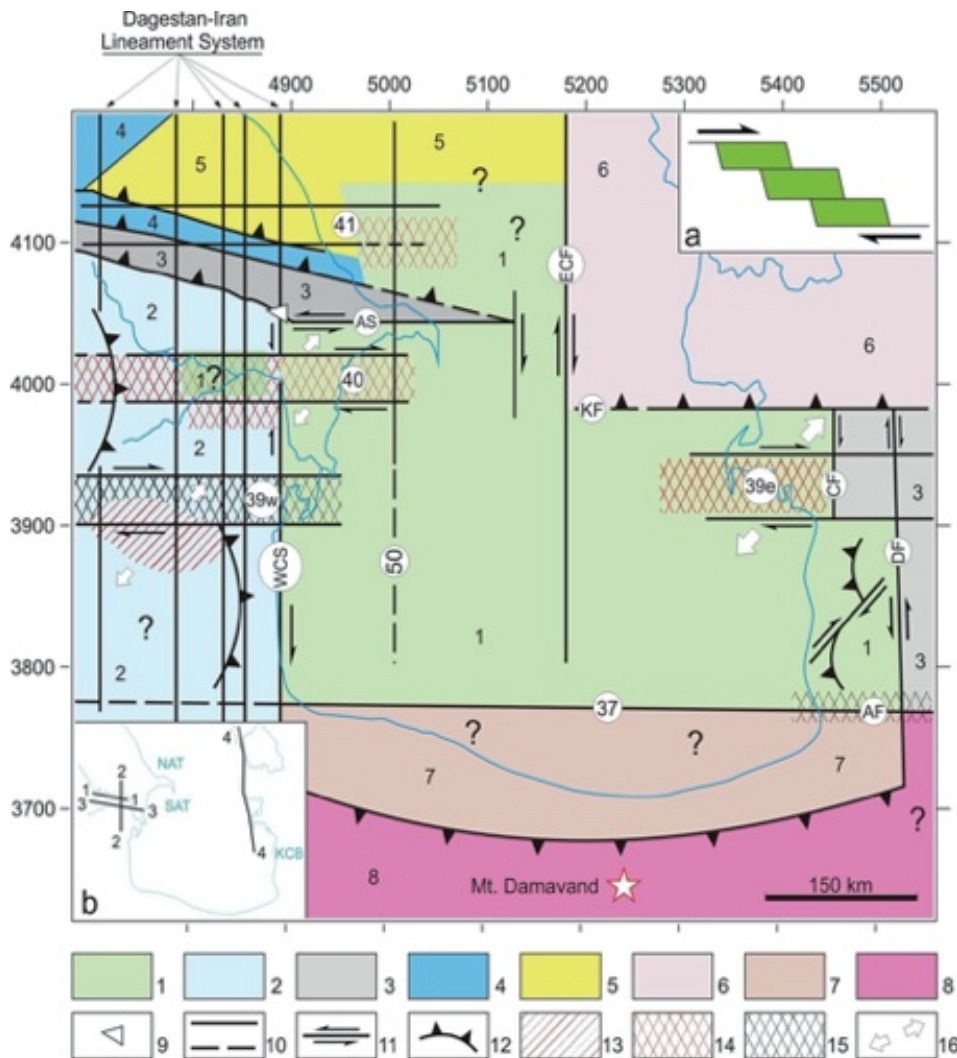


図 9. 南カスピ海地域のテクトニクスにおける地球規模の走向移動剪断パターンを示した模式図。KEY. 1, 海洋地殻（中央カスピ海の縁辺部では知られていない；南カスピ海の南縁でも知られていない）；2, 南コーカサスの古島弧系（中生代に活性化したユーラシア縁）, 3, 閉ざされた縁海, 4, ユーラシア大陸の Scythian プレート. 3, 閉ざされた周縁海, 4, ユーラシア受動縁の Scythian プレート, 5, Scythia に重なる北 Absheron トラフ；6, ユーラシア受動縁の Turan プレート；7, 北 Alborz（ユーラシア由来の異地性岩体）；8, 中央 Alborz（ゴンドワナランド由来のスリパー）；9, 南カスピ海／南コーカサス／大コーカサス接点；10, 断層（地表で記載されたものは実線, 井戸, リモートセンシング, 地球物理学的データで確認されたものは破線, 推定されたものは破線）；11, 走向移動成分をもつ断層；12, スラスト, 三角ケバは移動した上盤側；13, 造構性伸長；14, 高熱流を伴う造構性伸長；15, 古伸長帯；16, 伸長軸。

断層（丸印と文字）：37, Thirty-Seven-North 断層帯；Thirty-Nine-North 剪断帯（西）；39e, Thirty-Nine-North 剪断帯（東）；40, Forty-North Shear 剪断帯；41, Forty-One-North 断層帯；50, Fifty-East 断層；

AF, Atrek 断層；AS, Absheron 剪断；CF, Coastal 断層；DF, Djebel 断層；ECF, East Caspian 撓曲；KF, Kopetdagh 断層；WCS, West Caspian 剪断. その他の記号：?, データ不足.

a. 右横ずれオーバーステップ運動を伴う走向移動領域における隣接するプリアパートの合体（Mann et al., 1983 の左横ずれオーバーステップ運動を伴う領域のモデルの鏡像） b. 本論に使用した震探測線（Seismic lines）（出典：1-1, Alizadeh et al., 1968；2-2, Alizadeh et al., 1965；3-3, Trebukova, 1966；4-4, Kruglyakov and Kruglyakova, 1975）. KCB, Keymir-Chekiashliar ブロック；NAT, North Absheron トラフ；SAT, South Absheron トラフ.

層から数十 km 幅のリニアメント帯の幅をもち、地球の先カンブリア時代以来の構造配置を受け継いでおり、地球の自転に起因する力によって発生したものである。

(2) 地球規模の走向移動パターンを示す断層は、その断層が横切る構造单元よりも深くに根を張り、独自に作用している。

(3) 地球規模の走向移動断層パターンは、直交断層系のセットに規制されている。

(4) 地球規模の走向移動パターンを示す断層に関連する地層は、先カンブリア紀から第四紀に至るまで、幅広い年代に断層の再活性化が繰り返されてきた。

(5) E-W/N-S 断層会合部は、上昇するマ

ントル物質の導管であり、多くの大規模鉱床や炭化水素鉱床を胚胎している。

8.2 地球膨張説の基本原理解

カスピ海の海洋プレートがユーラシア, Talysh, Alborz の下にプランジしていることは, Warren Carey の“地殻は飲み込まれない (no crust is swallowed)”という説を否定する。それにもかかわらず、本稿で紹介するデータは、地球膨張説のいくつかの予測に合致している。

(1) 南カスピ海の両岸では、新生代に E-W 断層に沿った伸長中心が新生代に北方へ移動した。すなわち、西部では Thirty-Nine-North 剪断帯（西）から Forty-North 剪断帯と Forty-One-North 断層帯へ、東部では Thirty-Seven-North 断層帯から Thirty-Nine-North 剪断帯（東）へと移動した（6

節). 南カスピ海西部の第三紀層の厚さと深さのデータはこの結論と一致している. 南カスピ海南西部では, 漸新世-中新世の Maykop 統のオイルシェールが, 深さ 2-3km で拡がり (pinch out) (Bertello et al., 2002), 北西方では層厚 2000m, 深さ 7-8km に埋積している (Schoellkopf & Dahl, 1996).

(2) カスピ海海盆はプルアパート的であり, E-W 方向のストライクスリップ領域で, 主に右横ずれの運動を伴って発達している.

ー 西カスピ海断層, Absheron, Kopetdagh, Coastal, Djebel の各断層に囲まれたカスピ海プレート地図上の配置は, E-W 右横ずれ断層運動に伴う菱形グラブエンの合体によって, 北と西に形成された典型的なプルアパートの形態を示す(図 9). さらに, Salyan 地域や北 Absheron トラフ, イラン北西部の地殻膨張は, このプルアパートの北と西の

拡大が現在も進行していることを意味するかもしれない.

ー 地図上に記された南カスピ海の主要部分の幾何学的形状は, Thirty-Nine-North 断層帯と Thirty-Seven-North 断層帯に限定され, 右ステップの走向移動断層のオーバーステップで形成されたプルアパート盆地である (図 11).

ー その断層の現在のセンスは, E-W 横断伸長帯に沿って確認された場所では, 右横ずれタイプである (図 11).

上記の結論を“地球膨張説”の次の仮説と比較すると: “Tethyan 造山帯は左横ずれ断層帯で... Tethyan のねじれは, 大規模な菱面体構造として表され... テーチス海の本質 (Essential compliments) は, テーチス帯全体に発生した側方への拡大である” (Carey, 1976, p. 385).

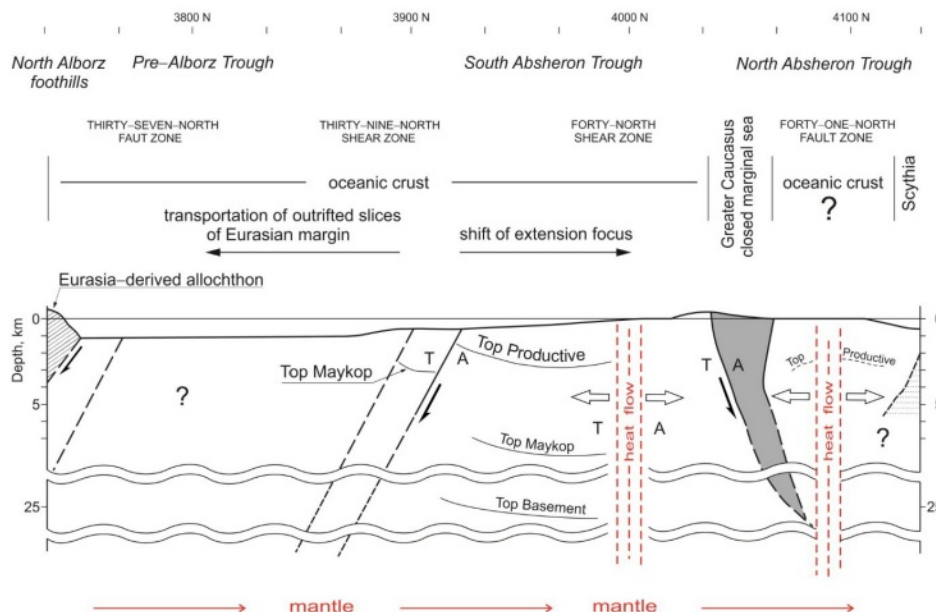


図 10. 南カスピ海西部と中央カスピ海の長さ 5000E の 3720N ~ 4120N 区間に沿った概念断面図. V:H=12.5. キーは図 2 を参照.

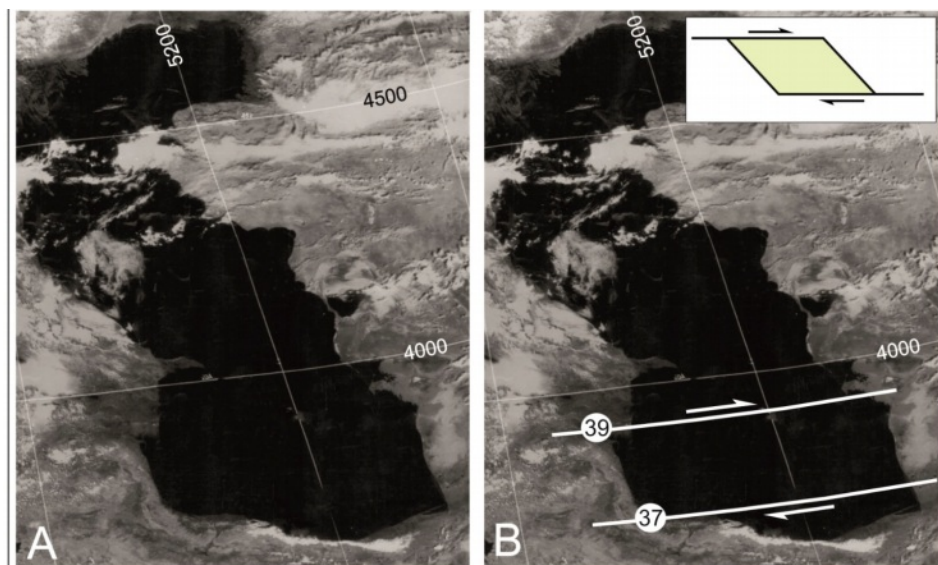


図 11. a. カスピ海地域の“Salut”衛星画像 (縮尺なし). b. 同様に Thirty-Seven-North 断層帯と Thirty-Nine-North せん断帯を補足. 挿入図: E-W 方向の走向移動領域に発達したステップオーバー走向移動盆地図, 右横ずれオーバーオール運動を伴う E-W 方向走向移動領域, Mann et al., 1983 による).

剪断帯に沿う移動のセンスは、時間を追うにつれ、交互に起こる走向方向から逆方向への反転である。これは、Warren Carey が定式化したものと、著者が研究地域で認識したものとのもう一つの相違点である。

しかし、E-W 構造方向に沿った剪断、海洋地殻領域の N-S 拡大、テーチス帯の菱面体構造の発達についての Carey の予測は、南カスピ海地域では有効であるように思われる。

討論と結論

(1) これらの情報から、カスピ海海洋プレートはユーラシア海縁のリフティングによって、緯度平行移動帯 (latitude-parallel transtension zones) に沿って開裂し、隆起外縁 (out-rifted) のユーラシア縁ブロックが緯度平行断層 (longitude-parallel faults) に沿って南下し、中生代の 3700N-3900N から新生代の 4000N-4100N へと拡大中心が移動し、南北方向に拡大してきた、と仮定することができる (図 9, 10)。同様のメカニズムは、ユーラシア大陸からの西部・中央 Pontides 海の分離とその南東移動によって、白亜紀に発生した海洋性の西黒海盆地でも認識されてきた (Stovas, 1963)。

(2) ジュラ紀から現在までのカスピ海地殻の西へのプランジを説明できるのは、E-W 右横ずれ断層運動における西へのプリアパート伸長である。

(3) ユーラシア海縁の緯度平行移動構造方向に沿った横ずれ引張 (transtension) によるカスピ海地殻の北と西への拡大、一方、反対側のメソテーチスの開裂・沈み込み・閉鎖との相互作用は、今後の研究課題である。

(4) 事実証明が乏しいようにみえるが、Alborz 直下のカスピ海プレートのプランジは、コーカサス東部と中央アジア西部で、筆者が推察した E-W 構造方向の伸長によって開始された運動の論理的な終焉である (第 6 節, 図 10)。

(5) 南カスピ海地域のテクトニックプロセスは、プレートテクトニクスと地球膨張論の概念の要素を満たしているが、それらの概念だけでは説明できず、地球規模の走向移動断層パターンによる剪断によって説明される。

南カスピ海地域は、プレートテクトニクスと“時代遅れ”の概念の融合に疑問が生じるもう一つの地域であると考えられる。

謝辞 Ilustracion Cientifica en CSIC y Universidad de Granada の Angel Caballero によ

る図の作成に感謝する。

文 献

- Abramovich, I. I., Mezhelevskiy, N.V., Musatov, D. I. & Unksov, V.A. (Eds.) (1989). Geodynamic reconstructions. St. Petersburg : Nedra. (In Russian).
- Adamia, S., Chkhotua, T., Kekelia M., Lordkipanidze, M., Shavishvili, I., & Zakariadze G. (1981). Tectonics of the Caucasus and adjoining regions: implications for the evolution of the Tethys ocean. *Journal of Structural Geology*, 3 (4), 437-447. [https://doi.org/10.1016/0191-8141\(81\)90043-2](https://doi.org/10.1016/0191-8141(81)90043-2)
- Agalarova, E. B. (1971). Focal mechanisms of earthquakes in the Lower Kura Depression. *Izvestiya AN SSSR, fizika Zemli*, 2, 69-76 (in Russian).
- Agalarova, E. B. (1969). Focal mechanisms of earthquakes in the Absheron peninsula and Caspian Sea. *Izvestiya AN SSSR, fizika Zemli*, 7, 96-101 (in Russian).
- Aksenovich, G. N., Aronov L. E., & Gagelgants A. A. (1962). Deep seismic sounding in the central part of the Caspian Sea. Moscow: Academy of Sciences Publishing House. (In Russian).
- Alavi, M. (1996). Tectonostratigraphic synthesis and structural style of the Alborz Mountain System in Iran. *Journal of Geodynamics*, 21(1), 1Ð33.
- Alimov, A. K. (1997). Regime and balance of the ground waters in the North Moughan Plain. Baku: Elm. (In Russian).
- Alizadeh, A. A., Akhmedov, G. A., Akhmedov, A. M., Kulikov, V. I., Radjabov, M. M., & Tereshko, D. L. (1968). Deep structure of the Earth crust of Azerbaijan and adjoining Middle and South Caspian. *Proceedings of Azerbaijan Academy of Sciences, geology and geography series*, 5, 3-11. (In Russian).
- Alizadeh, A. A., Radjabov, M. M., & Tereshko, D. L. (1965). New geophysical data on the structure of basement if the region of confluence of the rivers Kura and Araz. *Proceedings of Azerbaijan Academy of Sciences, geology and geography series*, 3, 12-16. (In Russian).
- Amurskiy, G. I., Bondareva M. S., & Pimenova L. V. (1983). West-Turkmen oil-and-gas province. Satellite-Derived Information in Geology. Moscow: Nauka. (In Russian).
- Atlas of mud volcanoes of Azerbaijan, 1971. Baku: Elm.
- Atlas of prospect-sized structures of Azerbaijan, 1990. Baku: VNIIGeofizika. Atlas of prospect-sized structures of the Caspian, 1990. Baku: VNIIGeofizika.
- Babayev, D. H., & Hadjiyev, A. N. (2006). Deep structure and hydrocarbon potential of the Caspian Sea. Baku: Nafta Press. (In Russian).
- Baranov, G. I., Belov, A. A., & Dotduyev, S. I. (1990).

- Regional examples of the tectonically layered systems: Greater Caucasus. In Puscharovsky Y. (Ed.), *Tectonic Layering of the Lithosphere and Regional Geological Studies*. Moscow: Nauka. (In Russian).
- Bayramov, A. A. (1984). Field trip guide on East Azerbaijan for participants of 27th International Geological Congress. Baku: Elm. (In Russian).
- Bertello, F., C. Cooper, P. Castellano, & Ronchitelli, G. P. (2002). Geological and geophysical aspects of the Kurdashi structure, Azerbaijan. Paper presented at EAGE-ASPG Conference, Baku.
- Brunet, M.-F., Korotayev, V. K., Ershov, A.V., & Nikishin, M.N. (2003). The South Caspian Basin: a review of its evolution from subsidence modeling. *Sedimentary Geology*, 156, 119- 148.
- Carey, S.W.(1976). The Expanding Earth. Retrieved from www.geocities.com/CapeCanaveral/launchpad/8098/Torsions.htm (accessed Mar 2, 2005).
- Christie-Blick, N., & Biddle, K.T. (1985). Deformation and Basin Formation along Strike-Slip Faults. In Biddle, K.T., & Nicholas Christie-Blick, N. (eds), *Strike-Slip Deformation, Basin Formation and Sedimentation*, SEPM Special Publication 37 (pp. 1-34).
- Bruno, P., Di Fiore, V., & Ventura G. (2000). Seismic study of the “41st Parallel” Fault System offshore the Campanian-Latinal continental margin, Italy. *Tectonophysics*, 324, 37Ð55.
- Erlikh, E.N., 1979. Modern structure and Quaternary volcanism of the western Pacific Ring. Novosibirsk: Nauka Siberian Branch (in Russian). Online version at <http://www.ksenet.ru/ivs/monograph/erlih/chapter5.pdf> (accessed Apr 14, 2020).
- Favorskaya, M. A., & Tomson I. N. (1974). Global regularities of arrangement of the large ore deposits. Moscow: Nedra. (In Russian).
- Fowler, S.R., Mildenhall, J., Zalova, S., Riley, G., Elsley, G., Desplanques, A., & Guliyev, F.(2000). Mud volcanoes and structural development on Shah Deniz. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 28, 189-206. [https://doi.org/10.1016/S0920-4105\(00\)00078-4](https://doi.org/10.1016/S0920-4105(00)00078-4).
- Frolova, T.I., & Burikova, I.A. (1997). Magmatic formations of the modern geotectonic environments, at http://geo.web.ru/pubd//2004/06/25/0001170410/frolova_burikova.pdf (accessed Sep 28, 2018). (In Russian).
- Frolova, T.I (1991). The homodrome and antidrome magmatism and the Earth crust. *Proceedings of the Moscow State University, Series 4* (1), 3-19. (In Russian).
- Gamkrelidze, I. (1972). Regmatic fault pattern of the folded formations. *Geotectonics*, 6, 45-54. (In Russian).
- Geology of oil and gas fields of SW Turkmenistan. 1985. Ashkhabad: Ilim. (In Russian). gia.az/news/default.aspx?lg=2&idpt=1100&id=12866 (accessed Feb 8, 2011)
- Glumov, I. F., Malovitskiy, Y. P., & Novikov, A.A. (2004). Regional geology and oil and gas potential of the Caspian Sea. Moscow: Nedra. (In Russian).
- Godin, Y.N. (1969). Deep structure of Turkmenia from geophysical data, Moscow: Nedra (in Russian).
- Gordienko, I.V., & Metelkin, D.V., 2016. The evolution of the subduction zone magmatism on the Neoproterozoic and early Paleozoic active margins of the Paleasian Ocean. *Geology and Geophysics*, 57 (1), 91 Ð 108 (in Russian). Online version at <http://www.ipgg.sbras.ru/science/publications/publ-evolyutsiya-subduksionnogo-magmatizma-na-neoproterozoyskoy-045150> (accessed Apr 14, 2020).
- Guest, B., Axen, G., Stockli, D., Hassanzadeh, J., Lam, P., & Grove, M. (2002). A new tectonic model describing the late Tertiary and Quaternary structural evolution of the central Alborz, North Iran. Paper presented at Denver-2002 Meeting, Geological Society of America, Denver, CO.
- Hadjiyev, R.M. (1965). Deep geological structure of Azerbaijan. Baku: AzGIZ. (in Russian).
- Hadjiyev, R. M., Magerramova, F. S., Akhundov R. A., & Veliyev, Z. A. (1984). Lineaments and seismoactive structural trends of NE Azerbaijan. *Notes on geology of Azerbaijan* (pp. 27-35). Baku: Azerneshr. (In Russian).
- Hart, P. J. (1964). Upper Mantle Project. *Transactions of the American Geophysical Union*, 45 (3), 423-428. DOI: 10.1029/TR045i003p00423.
- Heyl, A. V. (1972). The 38th parallel lineament and its relationship to ore deposits. *Economic Geology*, 67 (7), 879-894, doi:10.2113/gsecongeo.67.7.879.
- Hobbs, W. B. (1911). Repeating patterns in the relief and in the structure of the land. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, 22, 123-176.
- Huberman, S. A., Jidkov, M. P., Pikovsky, Y. I., & Rantsman, E.I. (1989). Recognition of hydrocarbon-bearing geomorphic “hubs” in the Andes. In Favorskaya, M.A., & Tomson, I.N (Eds.), *Through-going ore-concentrating structure*, 78-84. Moscow: Nauka Publishing House. (In Russian).
- Jackson J., Priestly, K., Allen, M., & Berberian, M. (2002). Active tectonics of the South Caspian Basin. *Geophysical Journal International*, 148, 214-245, doi:10.1046/j.1365-246X.2002.01588.x.
- Keith S. B., Rasmussen, J. C., Swan, M. M., & Laux, M. M. (2003). Cracks of the World: Global Strike-Slip Fault Systems and Giant Resource Accumulations. *Houston Geological Society Bulletin*, 45 (7), 36-41.
- Kengerli, T. N. (1999). Geodynamic development of the Greater Caucasus in the Alpine tectonic-magmatic

- cycle (example of Azerbaijan). In *Geodynamics of the Black Sea & Caspian Sea segment of the Alpine fold belt*, 98-99. Baku: Nafta-Press.
- Khain, V. I. (1984). *Regional Geotectonics, Alpine Mediterranean belt*. Moscow: Nedra (in Russian).
- Khain V. E., & Alizadeh, Ak. A. (Eds.) (2005). *Geology of Azerbaijan*, v. 4. Baku: Nafta-Press.
- Knapp, C. C., Knapp, J. H., & Connor, J.A. (2004). Crustal-scale structure of the South Caspian Basin revealed by deep seismic reflection profiling. *Marine and Petroleum Geology*, 21, 1073-1081, doi:10.1016/j.marpetgeo.2003.04.002.
- Kopp, M. (1982). Some questions of the late Alpine geodynamics of the SE Caucasus, Talysh, and Lower Kura Valley. In Muratov, M. V. & Adamiya, Sh. A. (Eds.) *Problems of geodynamics of the Caucasus*. Moscow: Nauka. (In Russian).
- Krantz, R.W. (1989). Orthorhombic fault patterns: the odd axis model and slip vector orientations. *Tectonics*, 8 (3), 483-495, doi:10.1029/TC008i003p00483.
- Kropotkin, P., & Larionov, L. (1976). Deep faults of the Crimea - Caucasus region and motion of lithospheric plates. *DAN SSSR*, 230, 311-314. (In Russian).
- Krugliakov, V.V., & Krugliakova, G.I. (1975). Structure of the Earth crust and upper mantle of the South and Middle Caspian. In *Zemnaya kora kontinentalnih okrain i vnutrennih morey*, Nauka (Earth crust of continental margins and inland seas). Moscow: Nauka. (In Russian).
- Kutina, J. (1999). Global similarities in the spacing of east-west trending mantle-rooted structural discontinuities. Workshop of the IGCP Project No. 354: "Economic Superaccumulations of Metals in the Lithosphere". Workshop WB22 No2, Beijing, CHINE (08/ 1996). Retrieved from <http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsid=1800193> (accessed Mar 5, 2009).
- Lebedev, L. M., Aleksina, I. A., & Kulakova, L. S. (1987). *Caspian Sea. Geology and Geomorphology*. Moscow: Nauka. (In Russian).
- Lebedev, L., & Nikitina, I. (1983). The Cheleken ore-bearing system. Moscow: Nauka. (In Russian).
- Mann, P., Hempton, M.R., Bradley, D.C., & Burke, K. (1983). Development of Pull-Apart Basins. *The Journal of Geology*, 91 (5), 529-554.
- Masson, F., Djamour, Y., Van Gorp, S., Chlry, J., Tatar, M., Tavakoli, F., Nankali, H. & Vernant, P. (2006). Extension in NW Iran driven by the motion of the South Caspian Basin. *Earth and Planetary Science Letters*, 252, 180-188, doi:10.1016/j.epsl.2006.09.038.
- Moody, J. D., & Hill, M. J. (1956). Wrench-fault tectonics. *Geological Society of America Bulletin*, 67 (9) 1207-1246. [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1956\)67\[1207:WT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1956)67[1207:WT]2.0.CO;2).
- Murtuzayev, I. (2009). On the issue of boundaries of the South Caspian Plate, *Azerbaijan Oil Industry*, 1, 44-52.
- Murtuzayev, I. (2004). Oceanic plate opened by shearing of continental margin & example of South Caspian. *Extended Abstracts of Paris-2004 EAGE Conference*. Utrecht: EAGE.
- Murtuzayev I. (2001). Transtension along an ancient lineament: example from the South Caspian Basin. In Fillon, R.H. (Ed.) *Petroleum Systems of Deep-Water Basins: Global and Gulf of Mexico Experience*. Houston: Gulf Coast Section of SEPM.
- Murtuzayev, I. (1999). Recognizing subsurface tectonics through analysis of mud volcano shape. *Extended Abstracts of Helsinki-1999 EAGE Conference*. Utrecht: EAGE.
- Murtuzayev I. (1991). Regmatic fault pattern under circumstances of tectonic layering (example from one of the transverse blocks of the Jurassic arc of the Lesser Caucasus). In *Structural Mechanisms and Seismicity of the Lithosphere*. Moscow: Schmidt Earth Physics Institute. (In Russian).
- Murtuzayev, I. (1990). Palaeovolcanism and VHMS mineralization of the Kizil Boulagh caldera, Somkhet-Karabakh zone of the Lesser Caucasus, (PhD Dissertation). Baku: Baku University. (In Russian).
- Nadirov, R. (1985). Geological structure and oil potential of the Talysh-Vandam gravity maximum. (PhD Dissertation). Baku: Geological Institute of Azerbaijan. (In Russian).
- Pavoni, N. (1986). Regularities in the pattern of major fault zones of the earth and the origin of arcs. *Developments in Geotectonics*, 21, 63-78. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-42688-8.50008-4>.
- Pedersen, R., Sigmundsson, F., and Einarsson, P., 2007. Controlling factors on earthquake swarms associated with magmatic intrusions; Constraints from Iceland. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 1-2 (162), 73-80.
- Podwysocki, M. H., & Gold, D. P. (1974). The surface geometry of inherited joint and fracture trace patterns resulting from active and passive deformation. Greenbelt, MD: Goddard Space Flight Center.
- Polster, L.A., Viskovskiy, Y.A., Levin, A.I., & Nesmeyanov, D.V. (1972). Middle Caspian oil-bearing basin. St Petersburg: Nedra. (In Russian).
- Priestly K., Baker, C., & Jackson, J. (1984). Implications of earthquake focal mechanisms data for the active tectonics of the south Caspian basin and surrounding regions. *Geophysical Journal International*, 118, 111-141. <https://doi.org/10.1111/j.1365-246X.1994.tb04679.x>.
- Reynolds, A.D., Simmons, M.D., Bowman, M.B.J. et al. (1998). Implications of outcrop geology for reservoirs

- in the Neogene productive series: Apsheron peninsula, Azerbaijan. AAPG Bulletin, 82 (1), 25-49.
- Rezanov, I. (1959). Tectonics and seismicity of the Horasan-Turkmen Mountains. Moscow: Academy of Sciences Publishing House. (In Russian).
- Russian Research Institute of Oceanology. (2009). Estimation of oil-and-gas potential of continental slopes of the Black, Caspian, Okhotsk, and Bering Seas to select P&E targets. Retrieved from fcp.ocean.ru/component/option.../Itemid,484/ (accessed Apr 7, 2010). (In Russian).
- Sakhatov, V. Z. (1976). Peculiarities of structure of the Caucasus-Taurus region from satellite image interpretation. Proceedings of high schools of the USSR, Geology and Exploration Series (Izvestiya Vuzov SSSR, seriya geologiya i razvedka), 11, 14-25. (In Russian).
- Schmidt A. I., Sher, L. S., Minin, D. I., & Portnoy, A. L. (1987). New data on geology and genesis of Kafan group of ore deposits. Dokladi Akademii Nauk SSSR, 293, 1205-1208. (In Russian).
- Schoellkopf, N. B., & Dahl, J. E. (1996). Geochemical maturation modeling in a rapidly- subsiding basin: the South Caspian. In Oil and Gas Petroleum Systems in Rapidly-Subsiding Basins. Tulsa: AAPG.
- Schultz, S. S. (Ed.) (1973). Planetary jointing. St. Petersburg: LGU. (In Russian).
- Sonder, R. A. (1947). Discussion of "Shear patterns of the earth's crust" by F. A. Vening- Meinesz. Trans. Amer. Geophys. Union, 28, 939-946.
- Stocklin, J. (1974a). Northern Iran: Alborz Mountains. In A.D. Spencer, A. D. (Ed.), Mesozoic- Cenozoic Orogenic Belts. London: The Geological Society.
- Stocklin, J. (1974b). Possible ancient continental margins in Iran. In Burk, C.A. and Drake, C.L. (Eds.), The Geology of Continental Margins. New York: Springer-Verlag.
- Stovas, M.V. (1963). Some problems of tectogenesis. In Problemi planetarnoy geologii (Problems of the planetary geology). Moscow: Gosgeolizdat. (In Russian).
- Trebukova, B.D. (1962). Results of DSS in mainland Azerbaijan. Deep seismic sounding of the Earth crust in the USSR, 206-216. Moscow: Gostoptehizdat. (in Russian);
- Wegener, A.L. (1984). The origins of continents and oceans (Kaminskiy, P.G., Russian Trans.). St Petersburg: Nauka. (Original work published in 1929).
- Wensink, H., & Varekamp, J. C. (1980). Paleomagnetism of basalts from Alborz: Iran part of Asia in the Cretaceous. Tectonophysics, 68, 113-129.
- Yellowstone Volcano Observatory (2013). Repeating earthquakes suggest volcanic and tectonic origins of Yellowstone seismic swarms. Retrieved from: http://volcanoes.usgs.gov/volcanoes/yellowstone/yellowstone_monitoring_117.html (accessed Jan 5, 2014).
- Zanchetta, S., Zanchi, A., Villa, I., Poli, S. & Muttoni, G. (2009). The Shanderman eclogites: a Late Carboniferous high-pressure event in the NW Talesh Mountains (NW Iran). In: Brunet, M.-F., Wilmsen, M. & Granath, J. W. (eds), South Caspian to Central Iran Basins. Geological Society, London, Special Publications, 312, 57-78. DOI: 10.1144/SP312.4.
- Zanchi A., Zanchetta, S., Berra, F., Mattei, M., Garzanti, E., Molyneux, S., Nawab, A., & Sabouri, J. (2009). The Eo-Cimmerian (?Late Triassic) Orogeny in North Iran. In: Brunet, M.- F., Wilmsen, M., and Granath, J.W. (Eds), South Caspian to Central Iran Basins. Geological Society, London, Special Publications, 312, 31-55. doi:10.1144/SP312.3.
- Zonenshain, L.P., and Le Pichon, X., 1986. Deep basins of the Black Sea and Caspian Sea as remnants of Mesozoic back-arc basins. Tectonophysics, 123, 181-211.

**地質年代学とホットスポット：とくに、クイーンズランド州中央部の
ホイ玄武岩区と特殊な関連性をもつオーストラリア東部の火山活動
Geochronology & Hotspots: Focus on Eastern Australian Volcanism with
particular relevance to the Hoy Basalt Province, central Queensland**

Nicholas C Raffan

PhD Candidate, University of New South Wales, Kensington, NSW, Australia

(赤松 陽 [訳])

要旨：ホットスポットの火山活動についての一般的に受け入れられている理論は、プレートテクトニクスの点から、ホットスポットは、マントルに対して静止したままであるということである。リソスフェア（岩圈）プレートは、ホットスポットの上を移動し、火山の中心の年代測定とそれら相互の間の距離の計測から、プレートの移動速度が年間数センチメートルと計算されている。オーストラリア東部の火山と溶岩原に関する地質年代を求める方法はいくつかある。たとえば、年代は、北距（某地点と北方へ進んだ地点との緯度差）あるいは東距（某地点と東方へ進んだ地点との経度差）にプロットされる。火山は、複合火山と溶岩原に区分されるであろうし、それとは別に、個別に扱われるかもしれない。北距に対する年代のプロットは、特別に明らかにされてきた。静止しているホットスポットの妥当性に関して疑問を提起するそのデータには、多くの異常が含まれている。クイーンズランド州中部のホイ(Hoy)玄武岩区は、著者には特別な興味がある。いくつかの火山岩栓は、コランダム、スピネル、ジルコンの捕獲結晶を含んでいる。だが一方、別の火山岩尖はマントル岩石の大きな捕獲岩を含んでいる。

西南極リフトシステムの分散した活火山の流体源と深部構造 FLUID SOURCES AND DEEP STRUCTURE OF SEPARATE ACTIVE VOLCANOES OF THE WEST ANTARCTIC RIFT SYSTEM

Valery Soloviev¹, Vladimir Bakhmutov¹, Nikolay Yakymchuk², Ignat Korchagin¹

¹Institute of Geophysics of Ukraine National Academy of Science, Kiev, Ukraine. korchagin.i.n@gmail.com

²Institute of Applied Problems of Ecology, Geophysics and Geochemistry, Kiev, Ukraine. yakymchuk@gmail.com

（宮城 晴耕 [訳]）

要旨：西南極リフトシステムの衛星による周波数一共鳴プロセッシングと個々の分散した活火山および広大な火山地帯の衛星画像は、火山の構造の成因研究をおこなう上で十分にその効果を発揮した。新しい実験データは、火山構造の根源および溶融体の位置や深さ、すなわち火山地域の火成活動の起源物質などを推定するための、個々の深いチャンネルを満たす特徴的な新しい周波数一共鳴岩石データを得ることを可能にした。観測結果は、一連のマグマだまりを構成する複合したマグマ-ガス-流体からなるシステムの存在を明らかにした。多くの火山の根源は深さ 195-217 km の溶融岩石層に存在している。この溶融帯はより深部（深さ 700 km 以上に達する）の流体移動通路の岩石をともなって上方への突破口を形成する。

周波数共鳴の研究データによると、異なる形成深度をもつ通り道は玄武岩、キンバーライト、超塩基性岩およびさまざまなグループの堆積岩類などから成る。異なる深さに存在する根源をもった火山構造は、過去 5 億年にわたって火山活動が発生した地域においては、造構活動過程と規則的な関係があることを示している。これまでもちいたよく知られた異なるタイプのさまざまな岩石にたいする周波数共鳴の対応関係によって、地球の深部構造研究や多くの鉱物探査の問題の解明などが可能となっている。

キーワード：西南極、リフト帯、Deception, Erebus, 周波数共鳴法、衛星データ、モバイル技術、RS データ処理法、解釈