

同じ磁場でも、コロナと地球核でアルヴェーン速度は 7.74×10^7 倍違う

— 効いているのは磁場ではなく密度である — 比は密度比の平方根とちょうど一致し、磁場は約分されて消える — [論文280]

山岸 勇輝 (Yuuki YAMAGISHI)
Yamagishi Complexity Torus Lab, Japan | 山岸勇輝ラボ
2026年8月

— *From thinking to syncing.* —

要旨

磁場の中を伝わる波の速さは、アルヴェーン速度 $v_A = B/\sqrt{\mu_0\rho}$ で決まる。名前に「磁気」が付いているので、磁場が決めていると読みたくなる。本稿が問うのは、実際に効いているのはどちらかである——答は、密度である。新しい数学定理も新しい法則も主張しない。第一に、五つの場所で計算する。太陽コロナで **690.30 km/s**、地球外核で **8.92 mm/s** である（第2節）。第二に、これが本稿の芯である。この二つは磁場が同じ **1 mT** である——それでも **7.7382×10^7** 倍違う（第3節）。第三に、比は密度比の平方根とちょうど一致する。密度比 5.9880×10^{15} の平方根は **7.7382×10^7** ——磁場は約分されて完全に消えている（第3節）。第四に、磁場を動かしても足りない。実験室で **1 T** をかけても **6903.0 km/s** であり、コロナの **10** 倍にしかない（第4節）。第五に、地球核の **8.92 mm/s** を実感する。一年で **281.51 km**、外核の厚さ **2260 km** を横切るのに **8.0** 年かかる（第5節）。第六に、 μ_0 の 4π を手柄にしない。論文267 と同じ扱いで、単位系の取り方から来ている（第6節）。

本稿の射程 (scope note)：新しい数学定理も新しい法則も主張しない——アルヴェーン速度の表式、各領域の代表的な磁場と密度、音速との比較は、いずれも標準的である。磁気流体力学を作らない——使うのは一つの平方根と、二つの比だけである。アルヴェーン速度を導出しない—— $v_A = B/\sqrt{\mu_0\rho}$ を引くだけであり、磁気張力から出す議論には立ち入らない。磁気再結合を扱わない——太陽フレアもダイナモも一切扱わない。地球の磁場の起源を論じない——外核の対流も、ダイナモ理論も扱わない。密度と磁場を代表値として置くだけである。代表値の精度を主張しない——磁場も密度も桁を示すための値であり、場所と時期によって大きく動く。とくにコロナの密度と地球外核の磁場は一桁の幅がある。音速の値に前提がある——第4節の c_s は完全電離水素・ $\gamma = 5/3$ ・電子と陽子の両方の圧力を仮定した値である。仮定を変えれば数割動く。 μ_0 の 4π を発見だと言わない——論文267 が単位系の取り方から来ると書いた。本稿も同じ扱いであり、論文02 の 4π とは身分が違う。既刊との関係：論文267 は変位電流が電流でないことを示し、 μ_0 の 4π が単位から来ると書いた——本稿も同じ μ_0 を使い、同じ扱いをする。論文256 は無次元数が二つあると模型が作れないことを扱った——本稿は一つの式の中で、どちらの変数が効いているかを分ける。論文190 は「稀」を対数の目盛りで測った——本稿も 7.74×10^7 という比を桁で書く。論文240 は「質量」が七つあることを数えた——本稿は一つの式の中の二つの変数を分ける。加えたのは五つの領域でアルヴェーン速度を計算して並べたこと、同じ磁場で 7.7382×10^7 倍の差が出ることを見たこと、その比が密度比の平方根とちょうど一致すると確かめたこと、地球外核の 8.92 mm/s を「外核横断に 8.0 年」という形に直したことである。

1. 記法と位置づけ

設定：導電性の流体（プラズマや溶けた鉄）の中を、磁力線に沿って波が伝わる。その速さは

$$v_A = \frac{B}{\sqrt{\mu_0\rho}}$$

である（ B は磁場、 ρ は質量密度、 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ ）。

問い：この速さを決めているのは、 B と ρ のどちらか。

答は、密度である。式の上では二つとも入っているが、実際の場合では密度の変動幅が圧倒的に広い。

注意： μ_0 の中の 4π は単位系の取り方から来る——論文267 と同じ扱いで、手柄にしない。

2. 五つの場所で計算する

検算 2.1：代表的な磁場と密度を入れる。

場所	B [T]	ρ [kg/m ³]	v_A
実験室プラズマ	1.0	1.67×10^{-8}	6903.0 km/s
太陽コロナ	1.0×10^{-3}	1.67×10^{-12}	690.30 km/s
太陽風 (1 AU)	5.0×10^{-9}	8.4×10^{-21}	48.67 km/s
星間物質	5.0×10^{-10}	1.67×10^{-21}	10.91 km/s
地球外核	1.0×10^{-3}	1.0×10^4	8.92 mm/s

観察 2.2

一番上と一番下で 7.74×10^{11} 倍ひらく。同じ一つの式が、11 桁にわたる速さを返している。

観察 2.3

正直に書くべき点——どの値も代表値である。コロナの密度も地球外核の磁場も一桁の幅がある——本稿が主張するのは桁の構造であって、個々の数値ではない。

3. 芯：同じ磁場でも、 7.74×10^7 倍違う

設定：上の表で、太陽コロナと地球外核は磁場が同じ 1 mT である。そこだけを取り出す。

検算 3.1：

場所	B	ρ	v_A
太陽コロナ	1.0×10^{-3} T	1.67×10^{-12}	6.902983×10^5 m/s
地球外核	1.0×10^{-3} T	1.0×10^4	8.920621×10^{-3} m/s
比	1.0000	5.9880×10^{15}	7.7382×10^7

観察 3.2

磁場の比は 1 ちょうどである。それでも速さは 7.74×10^7 倍違う——磁場は一切効いていない。

検算 3.3：比が密度から出ていることを確かめる。

量	値
密度比 $\rho_{核}/\rho_{コロナ}$	5.9880×10^{15}
その平方根	7.7382×10^7
速さの比（実測）	7.7382×10^7
差	0

観察 3.4

ぴたりと一致する。 B が同じなら $v_A \propto \rho^{-1/2}$ になるので当然だが、当然であることが本稿の要点である——磁場は約分されて完全に消えている。

観察 3.5

分離子——何を動かすと速さが変わるか。密度である。名前に「磁気」が付いていても、現実の場面で幅を作っているのは密度のほうである。

4. 磁場を動かしても、足りない

検算 4.1：磁場だけを動かして、密度の差を埋められるかを見る。

場所	B	v_A	コロナ (690.30 km/s) の
実験室プラズマ	1.0 T (コロナの 1000 倍)	6903.0 km/s	10.0 倍
太陽コロナ	1.0×10^{-3} T	690.30 km/s	1 倍

観察 4.2

磁場を 1000 倍にしても、速さは 10 倍にしかない。密度も 10^4 倍違うので、二つの効果が打ち消し合っている—— $1000/\sqrt{10^4} = 10$ である。

観察 4.3

地球核の 8.92 mm/s をコロナ並みにするには、磁場を 7.74×10^7 倍、すなわち 7.7×10^4 T にせねばならない。実験室で作れる最強の定常磁場（45 T 前後）の 1700 倍である——磁場では埋まらない。

検算 4.4：コロナの音速と比べる。完全電離水素・ $\gamma = 5/3$ ・ $T = 10^6$ K で、電子と陽子の両方の圧力を数える。

量	値
音速 $c_s = \sqrt{2\gamma kT/m_p}$	165.88 km/s
アルヴェーン速度 v_A	690.30 km/s
比 v_A/c_s	4.1615

観察 4.5

コロナでは $v_A/c_s = 4.16$ で、磁気のほうが速い。だから磁場が力学を支配する——ただしこの比も、密度が決めている。

観察 4.6

正直に書くべき点——音速の値は仮定に依存する。 γ を 1（等温）にすると 128.5 km/s になり、比は 5.37 になる——4.16 という数そのものを主張しない。

5. 地球核の 8.92 mm/s を実感する

検算 5.1： 8.920621×10^{-3} m/s を、別の単位に直す。

書き方	値
v_A	8.9206 mm/s
一年で進む距離	281.51 km
外核（厚さ 2260 km）を横切る時間	8.0 年

観察 5.2

地球の中では、磁場の擾乱が外核を横切るのに 8 年かかる。人が歩くよりはるかに遅い——1 mT という、コロナと同じ強さの磁場なのである。

観察 5.3

一方コロナでは、同じ 1 mT の磁場で **690.30 km/s** である。太陽の半径 7×10^5 km を横切るのに約 17 分——同じ磁場で、8 年と 17 分である。

観察 5.4

これが 7.74×10^7 倍という数の中身である。桁で書くと実感しにくいだが、時間に直すと分かる——論文 190 が「稀」を対数で測ったのと逆に、ここでは対数を戻して実感に直している。

6. μ_0 の 4π を手柄にしない

観察 6.1

$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} = 1.2566371 \times 10^{-6}$ である。アルヴェーン速度の分母に 4π が入っている。

観察 6.2

論文267 は、 μ_0 の 4π が単位系の取り方から来ると書いた。ガウス単位系では $v_A = B/\sqrt{4\pi\rho}$ となり、 μ_0 が消えて 4π が露出する——どちらの書き方でも 4π は残るが、それは規約の側の 4π である。

観察 6.3

論文258 が書いた条件（点源・三次元・等方）は、ここでは満たされていない。源も無く、逆二乗でもない——論文02 の 4π とは身分が違う。

観察 6.4

したがって本稿は、この 4π について何も主張しない。同じ記号が、幾何から出る場合と単位から出る場合を持つという点だけを、論文267 に従って記録する。

7. 点呼と結び

1. 五つの場所（検算2.1）：**6903 km/s** から **8.92 mm/s** まで、**11 桁**。
2. 同じ **1 mT** で **7.74×10^7 倍**（検算3.1）：磁場の比は **1 ちょうど**。
3. 比は密度比の平方根（検算3.3）：差が **0**。
4. 磁場は約分されて消える（観察3.4）：名前に反して効いていない。
5. **1000 倍**にしても **10 倍**（検算4.1）：密度が打ち消す。
6. 埋めるには **7.7×10^4 T**（観察4.3）：実験室の最強磁場の **1700 倍**。
7. コロナで $v_A/c_s = 4.16$ （検算4.4）：ただし仮定に依存する。
8. 外核横断に **8.0 年**（検算5.1）：年 **281.51 km**。
9. コロナなら **17 分**（観察5.3）：同じ磁場で。

結び：アルヴェーン速度は「磁気流体波の速さ」と呼ばれるが、効いているのは磁場ではなかった。太陽コロナと地球外核は磁場が同じ **1 mT** である——それでも速さは **7.7382×10^7 倍**違い、その比は密度比の平方根とちょうど一致する。磁場は約分されて完全に消えている。磁場を動かしても足りない——実験室で **1000 倍**にかけても速さは **10 倍**にしかならず、地球核をコロナ並みにするには **7.7×10^4 T**、実験室の最強磁場の **1700 倍**が要る。時間に直せば分かる——同じ **1 mT** の磁場で、地球の外核を横切るのに **8.0 年**、太陽を横切るのに **17 分**である。分けるものは一つ——式の中のどの変数が、実際の場面で幅を作っているのかを書き出すこと。書き出せば、名前が指しているものと、効いているものが分かれる。書き出さなければ、**8 年**と **17 分**の差を磁場のせいだと読んでしまう。

参考文献

1. Alfven, H. (1942). Existence of Electromagnetic-Hydrodynamic Waves. *Nature*, 150(3805).
2. Priest, E. (2014). *Magnetohydrodynamics of the Sun*. Cambridge: Cambridge University Press.
3. Aschwanden, M. J. (2005). *Physics of the Solar Corona*. Berlin: Springer.
4. Gubbins, D. and Roberts, P. H. (1987). Magnetohydrodynamics of the Earth's Core. In *Geomagnetism, Volume 2*. London: Academic Press.
5. Davidson, P. A. (2001). *An Introduction to Magnetohydrodynamics*. Cambridge: Cambridge University Press.
6. Dziewonski, A. M. and Anderson, D. L. (1981). Preliminary Reference Earth Model. *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 25(4).
7. 山岸勇輝 (2026). 「稀」は、対数の目盛りで測る [論文190]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22106182
8. 山岸勇輝 (2026). 「質量」は七つあり、そのうち一つは負になり、一つは押す向きで変わる [論文240]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22129765
9. 山岸勇輝 (2026). 力学相似が厳密に成り立つ縮尺は、**1** だけである [論文256]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22168919
10. 山岸勇輝 (2026). 4π が出るのは、源が点のときだけである [論文258]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22169011
11. 山岸勇輝 (2026). 変位電流は、電流ではない [論文267]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22169814

— *From thinking to syncing.* —

山岸 勇輝 (Yuuki YAMAGISHI)

© 2026 Yamagishi Complexity Torus Lab, Japan · Licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)