地球の内部は、届いた波ではなく、届かなかった波から分かった

— 核の半径の比 **0.546225** を置くと、屈折を入れない直線の幾何だけで、核に接する線の張る震央距離は **113.783157** 度になる — 分離子は、証拠が「在ること」か「無いこと」か — [論文688]

山岸 勇輝 (Yuuki YAMAGISHI)
Yamagishi Complexity Torus Lab, Japan｜山岸勇輝ラボ
2026年9月

— From thinking to syncing. —

要旨

地球の内部を誰も見ていない。それでも層の配置が分かっているのは、ある範囲に波が「来ない」ことが測られたからである。欠如がどれだけの情報を持つのかを、影の幾何から数える。新しい定理も法則も主張しない。 第一に、これが本稿の芯である。影の始まりだけで、核の半径が出る——屈折を入れない直線の幾何で、観測される 103 度から逆算すると 3966.0408 km となり、真の値 3480 km との食い違いは 0.139667 である（第2節）。 第二に、順向きに解いても、同じ桁に着く——核の半径の比 0.546225 を置けば、接する線の張る震央距離は 113.783157 度で、観測の 103 度と同じ範囲に入る（第2節）。 第三に、影は地球の三分の一を超える広さで測られている——S 波が届かない面積は地球表面の 0.387524 である（第3節）。 第四に、その中に、P 波も来ない帯がある——103 度から 143 度の帯は表面の 0.286842 を占め、二つの影の広さの違いが、核が液体であることと、そこで波が曲がることを分けている（第3節）。 第五に、核は、体積では地球の六分の一である——半径の比 0.546225 から体積の比は 0.162973 になる（第3節）。 第六に、分離子は、証拠が「在ること」か「無いこと」かである——到達した波は経路を一つ教えるが、到達しない広がりは境界の位置を教える（第4節）。 キーワード：地震波の影、外核、逆問題、欠如という証拠、震央距離、地球の層構造。

本稿の射程（射程注記）：新しい定理も法則も主張しない——P 波と S 波の影、外核が液体であること、核の半径は、いずれも既知である（グーテンベルク 1913、レイ＆ウォーレス 1995）。走時を計算しない——球の中の屈折（スネルの法則を層に解くこと）は扱わない。直線近似の一行だけを使い、その粗さを **0.139667** という数で明示する。内核を扱わない——固体の内核の検出、不連続面の同定、層の細かい分け方は主題ではない。組成を論じない——内部の物質、温度、密度の分布は扱わない。密度は比較のための代表値である。観測記録を扱わない——個々の地震、観測網の配置、震源の決定は扱わない。影の始まりの 103 度と 143 度は通説の代表値である。既刊との関係：論文99 は、境界の値から内部が読めるかという逆問題を扱った——そこでは境界に在るデータから内部を読んだ。ここでは境界にデータが無いことから内部を読む。同じ逆問題でも、情報を運んでいるものが逆である。加えたのは、影の始まりから核の半径を逆算して食い違いを **0.139667** と数にしたこと、順向きの接する距離 **113.783157** 度と並べたこと、影の広さを地球表面の面積の割合で数えたこと、S 波と P 波の影の違いを **0.387524** と **0.286842** で示したこと、分離子を「在ること」と「無いこと」に置いたことである。

1. 記法と問い

設定：半径 R の球の中に、半径 R_c の核がある。震源から出て核に接する直線が、表面を切る二点の張る中心角を震央距離とする。

$$\Delta_{\text{接}} = 2\arccos\frac{R_c}{R}, \qquad R_c = R\cos\frac{\Delta}{2}, \qquad A(\Delta) = \frac{1-\cos\Delta}{2}$$

$A(\Delta)$ は震央から角距離 Δ 以内にある表面の割合である。$A(180^\circ) = 1$、$A(90^\circ) = 0.5$ で確かめた。

問い：波が来ないという事実は、どれだけの情報を持つのか。

2. 影の始まりが、核の半径を決める

計算 2.1：核の半径を 3480 km、地球の半径を 6371 km とすると比は 0.546225 で、接する線の張る震央距離は 113.783157 度になる。

計算 2.2：逆に、観測される影の始まり 103 度から核の半径を出すと 3966.0408 km（比 0.622515）で、真の値との食い違いは 0.139667 である。

> **観察 2.3**
>
> これが本稿の芯である。屈折を一切入れない一行の幾何で、核の半径が 14 % で当たる。使った情報は「ある角度から先に波が来ない」という一つだけである——到達した波の走時をどれだけ精密に測っても、それは経路の情報であって、境界の位置は影の縁が教えている。

> **観察 2.4**
>
> 食い違いの向きにも意味がある。直線近似は核を実際より大きく見積もる。マントルの中で波が下に凸に曲がる（深いほど速い）ぶん、実際の影は直線の予測より手前から始まる——残った **0.139667** は、屈折を入れない代償そのものである。

3. 影の広さ

計算 **3.1**：面積の割合を出した。

範囲	地球表面に対する割合
103 度より遠い側（S 波の影）	**0.387524**
103〜**143** 度の帯（P 波の影）	**0.286842**
90 度以内（半球・確かめ）	**0.500000**
180 度以内（全球・確かめ）	**1.000000**

> **観察 3.2**
>
> 二つの影の広さが違うことが、核の性質を分けている。S 波は **103** 度から先にまったく来ず、P 波は **143** 度より先には回り込んで来る——同じ核が、横波を通さず縦波を曲げる。影の形が二つの事実を同時に運んでいる。

計算 **3.3**：半径の比 **0.546225** から、核の体積は地球の **0.162973** になる。密度を核 **10900**、外側 **4500** kg/m³ の代表値で置けば、質量では **0.320475** にあたる。

> **観察 3.4**
>
> 半径で半分は、体積で六分の一である。「核は地球の半分の大きさ」という言い方は半径の話で、体積では **0.162973** にすぎない——どの量で言っているかを毎回言わなければ、三倍以上の取り違えが起きる。

4. 分離子

> **観察 4.1**
>
> 分離子は、証拠が「在ること」か「無いこと」かである。到達した波は一本の経路を教える。到達しない広がりは、その広がりを作っている境界の位置を教える——前者は点の情報で、後者は面の情報である。

> **観察 4.2**
>
> 論文99 と並べる。99 は、境界の値から内部が読めるかという逆問題を扱った——そこでは境界に在るデータが内部を決めた。ここでは境界にデータが無いことが内部を決める。逆問題の入力が、値ではなく値の欠如である場合がある。

> **観察 4.3**
>
> 言わないこと。走時も屈折も内核も組成も扱っておらず、影の角度は代表値である——示したのは、欠如という一つの事実が核の半径を 14 % で決めることである。

5. 点呼と結び

1. 核の半径の比 **0.546225**（計算 2.1）：3480/6371。
2. 接する距離 **113.783157** 度（計算 2.1）：順向き。
3. 逆算で **3966.0408 km**（計算 2.2）：影の始まりだけから。
4. 食い違い **0.139667**（計算 2.2）：本稿の芯。14 % で当たる。
5. S 波の影は **0.387524**（計算 3.1）：地球表面の三分の一超。
6. P 波の影は **0.286842**（計算 3.1）：103〜143 度の帯。
7. 半球は 0.500000・全球は 1.000000（計算 3.1）：式の確かめ。
8. 核の体積は **0.162973**（計算 3.3）：半径で半分でも。
9. 質量では **0.320475**（計算 3.3）：代表値の密度で。
10. 在ることか、無いことか（観察 4.1）：分離子・論文99。

結び：地球の内部は、届いた波ではなく、届かなかった波から分かった。観測される影の始まり **103** 度から、屈折を入れない直線の幾何だけで核の半径を逆算すると **3966.0408 km** となり、真の値 **3480 km** との食い違いは **0.139667** にとどまる——使った情報は「ある角度から先に波が来ない」という一つだけである。順向きに解いても、核の半径の比 **0.546225** から接する距離は **113.783157** 度で、同じ範囲に入る。影は狭くない——**S** 波が届かない面積は地球表面の **0.387524**、そのうち **0.286842** の帯は **P** 波も届かず、二つの広さの違いが「横波を通さず縦波を曲げる」という二つの事実を同時に運んでいる。核は半径では地球の半分近いが、体積では **0.162973** である——どの量で言っているかを毎回言わねばならない。分離子は、証拠が「在ること」か「無いこと」かである。既刊との位置——論文**99** では境界に在るデータが内部を決めた。ここでは境界にデータが無いことが内部を決める。正直に言えば——走時も屈折も内核も扱っておらず、影の角度は代表値である。

参考文献

1. Gutenberg, B. (1913). Uber die Konstitution des Erdinnern, erschlossen aus Erdbebenbeobachtungen. *Physikalische Zeitschrift*.
2. Lay, T., & Wallace, T. C. (1995). *Modern Global Seismology*. Academic Press.
3. 山岸勇輝 (2026). 『境界から内部を読む』[論文99]. Zenodo. 10.5281/zenodo.21758790

— 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)