ニュートリノ振動が決めるのは質量の二乗の差だけで、質量そのものは決めない

— 全部の二乗を同じだけずらしても確率は動かず、端点の形だけが動く — 分離子は、測るのが振動か、ベータ崩壊の端点か — [論文1071]

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

ニュートリノは飛ぶあいだに種類を変える。その確率の式に入っているのは質量の二乗の差だけで、質量そのものは入っていない。本稿はこの「差だけ」を三種類の混合で数え、代わりに絶対値に応える量がベータ崩壊の端点の形であることを示す。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。全部の質量の二乗を同じだけずらしても、振動の確率は動かない。二つの並び順と四つの位相で最も軽い質量を 0 から 0.45 eV まで動かしても、倍精度で残る動きは位相の丸めの大きさの **0.519400** 倍を超えず、60 桁で測ると **3.889**×10⁻⁶² である。その間に質量の和は **0.058980** eV から **1.352886** eV まで動く。 第二に、同じずらしを、端点はそのまま受け取る。端点が読む有効質量の二乗は、ずらしの大きさとちょうど同じだけ動き（食い違い **2.776**×10⁻¹⁷）、端点から 1 eV 以内の電子の欠けは **1.169834**×10⁻⁴ から **2.879142**×10⁻¹ まで動く。 第三に、位相の分母の 4 は 2 と 2 の積である。一つはエネルギーの展開の二分の一、一つは半角の二分の一で、分母を 4 にした式は振幅から直接出した確率と **4.413**×10⁻¹⁵ で合い、2 や 8 に取り違えると **9.888**×10⁻¹ ずれる。 第四に、実用の係数は単位で動き、4 は動かない。係数 **1.266933** は五通りの単位で 10⁶ 倍動くが、そこから戻した分母はどれも **4.000000000000** である。 第五に、振動の長さの 4π は立体角ではない。空間の次元を 1 から 5 まで動かすと、単位球の面積は **2.000000** から **26.318945** まで動くのに、振動の長さの係数は **12.566370614** のまま動かない。二つが同じ数になるのは三次元だけである。 第六に、差が決めるのは下限までである。正の並び順なら質量の和は **0.058980** eV 以上、逆なら **0.099824** eV 以上で、直接の測定の上限 0.45 eV は下限の有効質量の **50.94** 倍・**9.14** 倍上にある。 正直に書くと、「決めない」が式として厳密なのは、エネルギーを運動量のまわりで展開した近似の中である。展開しない式では、ずらしはごく僅かに漏れる（原子炉の型の設定で **4.485**×10⁻¹⁷）。 キーワード：ニュートリノ振動、質量の二乗の差、混合の行列、ベータ崩壊の端点、有効質量、共通の位相、うなり、分離子。

本稿の射程（射程注記）：新しい定理も法則も主張しない。ニュートリノ振動の確率の式、三種類の混合の行列、共通の位相が確率から消えること、ベータ崩壊の端点が質量に応えることは、いずれも標準的である。質量の二乗を面積として読まない。振動の式に入る二乗は、自然単位ではエネルギーの二乗であり、面積の次元を持たないからである。質量に特別な値を置かない。使う値はすべて測定の側の値である。物質の中の効果を入れない。扱うのは真空の中の振動だけである。波束と、同じ運動量で並べるか同じエネルギーで並べるかの取り方に立ち入らない。なお、展開しない式を測るときは、同じ運動量で並べる。第四の種類を入れない。三種類の混合だけを扱う。マヨラナかディラックかを論じない。二重ベータ崩壊も扱わない。宇宙の観測からの上限を引かない。原典を確かめていないので、質量の和の上限の値は書かない。CP の位相を決め打ちしない。四つの値で測り、どれでも同じ結論になることを確かめる。同根と呼ばない。運動エネルギーの二分の一と振動の二分の一は一つの式の二つの極限であり、既刊の点呼の規約で同根とは呼ばない。既刊との関係：論文913 は、運動エネルギーの二分の一が冪 2 の逆数であることを示した。ここでは振動の二分の一が、運動量と質量を入れ替えた同じ式から出ることを数える。論文600 は、一つの式の二つの帰結を同根と呼ぶと判定にならないことを数えた。その規約に従い、二つの二分の一を同根とは呼ばない。論文1060 は、一つの倍率しか持たない系では比だけが決まって位置は決まらないことを示した。ここでも何かが決まって何かが決まらないが、動かす自由が違う。向こうは掛け算、こちらは足し算である。論文60 は第2版で、同じ 4π でも選んだ質量の 4π と立体角の 4π は正体が別だと書いた。ここでは振動の長さの 4π を並べ、次元を動かして立体角と分ける。論文1055・論文1056・論文1058 は、単位で動く数と動かない数を分けた。ここでは実用の係数が前者、分母の 4 が後者である。論文672・論文649 は、二つの振動数のうなりを扱った。ここでは同じ書き換えが、測るものの違いで別の結論になることを見る。論文300 は、同根か別根かは判定できると示した。その基準で、振動の長さの 4π と立体角を別根と判定する。加えたのは、全部の二乗を同じだけずらしても確率が動かないことを三種類で測ったこと、同じずらしを端点の有効質量がちょうど受け取ることを示したこと、位相の 4 を二つの二分の一に分けたこと、係数が単位で動いて 4 が動かないことを並べたこと、振動の長さの 4π を次元で立体角から分けたこと、展開しない式での漏れの大きさを測ったことである。

1. 問いと答えの形

ニュートリノは、電子型・ミュー型・タウ型の三種類の味で生まれ、飛ぶあいだに別の味へ移り変わる。これがニュートリノ振動で、大気ニュートリノの観測（Fukuda ほか 1998）以来、確かめられてきた。混合の考えそのものは、牧・中川・坂田（1962）とポンテコルボ（1968）にさかのぼる。

二種類の場合、移り変わりの確率は実用の形で

$$P = \sin^2 2\theta \, \sin^2\!\left(1.267\,\frac{\Delta m^2\, L}{E}\right)$$

と書かれる（Δm^2 は eV²、L は km、E は GeV）。式に入っているのは質量の二乗の差 Δm^2 だけで、質量そのものは入っていない。

本稿はこの「差だけ」を数で確かめる。全部の質量の二乗を同じだけずらしても確率が動かないことを三種類の混合で測り、代わりに絶対値に応える量が、ベータ崩壊の端点の形であることを示す。途中で、実用の式の 1.267 と分母の 4、振動の長さに出る 4π の出どころも分ける。

入力は次のとおりである。混合の角と質量の二乗の差は PDG 2024（Navas ほか）の listings の値、直接の測定の上限は KATRIN 2025（Aker ほか）の値を使う。換算に使う $\hbar c$ は SI の定義値（h・c・e）から出し、197.3269805 MeV fm になった。CP の位相 δ は決め打ちせず、0・$\pi/2$・π・$3\pi/2$ の四つで測る。

量	値
Δm^2_{21}	$7.53 \times 10^{-5}\ \mathrm{eV}^2$
Δm^2_{32}（正の並び順）	$2.455 \times 10^{-3}\ \mathrm{eV}^2$
Δm^2_{32}（逆の並び順）	$-2.529 \times 10^{-3}\ \mathrm{eV}^2$
$\sin^2\theta_{12}$	0.307
$\sin^2\theta_{13}$	0.0219
$\sin^2\theta_{23}$	0.553（正）・0.558（逆）
直接の測定の上限	0.45 eV（90 パーセント）・最良の当てはめ $m^2 = -0.14\ \mathrm{eV}^2$

2. 位相の 4 は 2 と 2 の積である

運動量 p、質量 m の粒子のエネルギーは $E = \sqrt{p^2 + m^2}$ である。同じ運動量で並べた二つの質量の固有状態のエネルギーの差は、恒等式

$$E_2 - E_1 = \frac{m_2^2 - m_1^2}{E_1 + E_2}$$

で厳密に書ける。差の中に、二乗の差がそのまま出ている。

一つ目の二分の一は、分母 $E_1 + E_2$ がほぼ $2p$ であることから来る。展開すると $E - p$ は $m^2/(2p)$ に近づき、その比 $(E - p)\cdot 2p/m^2$ は下の表のように 1 に寄る。1 との隔たりは $(m/p)^2/4$ の形で縮む。

p/m	$(E-p)\cdot 2p/m^2$	$(E-m)\cdot 2m/p^2$（m/p に同じ値）	1−比	$(m/p)^2/4$
10	0.997512422417805	0.997512422417805	$\mathbf{2.487578\times10^{-3}}$	$\mathbf{2.500000\times10^{-3}}$
100	0.999975001249922	0.999975001249922	$\mathbf{2.499875\times10^{-5}}$	$\mathbf{2.500000\times10^{-5}}$
1000	0.999999750000125	0.999999750000125	$\mathbf{2.499999\times10^{-7}}$	$\mathbf{2.500000\times10^{-7}}$
10000	0.999999997500000	0.999999997500000	$\mathbf{2.500000\times10^{-9}}$	$\mathbf{2.500000\times10^{-9}}$
1000000	0.999999999999750	0.999999999999750	$\mathbf{2.500000\times10^{-13}}$	$\mathbf{2.500000\times10^{-13}}$

表の二列目と三列目は、一桁も違わない（差の最大 **0.000**）。三列目は運動エネルギーの形 $(E-m)\cdot 2m/p^2$ で、運動量と質量の役を入れ替えると二列目と同じ式になる。論文**913** は、運動エネルギーの二分の一が冪 **2** の逆数であることを示した。ここでの振動の二分の一は、その同じ式を反対の端で展開したものである。一つの式の二つの極限なので、同根とは呼ばない（論文**600** の規約）。

二つ目の二分の一は、確率が振幅の二乗であることから来る。二つの状態の干渉の項は $1-\cos(\Delta EL)$ の半分で、半角の恒等式により $\sin^2(\Delta EL/2)$ になる（食い違いの最大 $\mathbf{2.220\times10^{-16}}$）。

二つを掛けて、位相は $\Delta m^2 L/(4E)$ になる。実際に振幅 $\cos^2\theta+\sin^2\theta e^{-i\Delta EL}$ から直接出した確率と比べると、分母 **4** の式は $\mathbf{4.413\times10^{-15}}$ で合い、分母を **2** や **8** に取り違えた式は $\mathbf{9.888\times10^{-1}}$ ずれる。設定は $\Delta m^2=2.455\times10^{-3}\ \mathrm{eV}^2$、$E=1\ \mathrm{GeV}$、$\sin^2\theta=0.553$、$L$ は **1** から **3000 km** である。

3. 実用の係数は単位で動き、4 は動かない

実用の係数は、自然単位の $1/4$ に単位の換算を掛けたものである。換算に $\hbar c$ が入るので、単位を替えると係数は桁ごと動く。そこから $\hbar c$ と換算を外して分母を戻すと、どの単位でも **4** が戻る。

単位（$\Delta m^2 \cdot L \cdot E$）	係数	戻した分母
$\mathrm{eV}^2 \cdot \mathrm{km} \cdot \mathrm{GeV}$	**1.266933**	**4.000000000000**
$\mathrm{eV}^2 \cdot \mathrm{m} \cdot \mathrm{MeV}$	**1.266933**	**4.000000000000**
$\mathrm{eV}^2 \cdot \mathrm{km} \cdot \mathrm{MeV}$	$\mathbf{1.266933 \times 10^{3}}$	**4.000000000000**
$\mathrm{eV}^2 \cdot \mathrm{m} \cdot \mathrm{eV}$	$\mathbf{1.266933 \times 10^{6}}$	**4.000000000000**
$\mathrm{eV}^2 \cdot \mathrm{cm} \cdot \mathrm{keV}$	$\mathbf{1.266933 \times 10^{1}}$	**4.000000000000**
自然単位（$\hbar = c = 1$）	**0.250000**	—

係数の最大と最小の比は $\mathbf{1.000 \times 10^{6}}$ で、**4** は一度も動かない。丸めた **1.267** から戻しても分母は **3.999787** で、**4** の近くに留まる。論文**1055** は光速の数字が単位の選び方で決まることを、論文**1056** は微細構造定数が単位では動かないことを示した。ここでは一つの式の中に両方がいる。**1.266933** は単位が決める数、**4** は構造が決める数である。

4. 振動の長さの 4π は立体角ではない

確率が一周して戻る距離（振動の長さ）は、自然単位で $4\pi E/\Delta m^2$、実用の単位で $\mathbf{2.479684\ \mathrm{km} \times (E/\mathrm{GeV})/(\Delta m^2/\mathrm{eV}^2)}$ である。$\Delta m^2 = \mathbf{2.455 \times 10^{-3}}\ \mathrm{eV}^2$・$E = 1\ \mathrm{GeV}$ で、展開しない位相が 2π になる距離を二分法で探すと $\mathbf{1010.054570\ \mathrm{km}}$ になり、そこから戻した係数は **12.566370614359** であった。

この 4π の内訳は、展開の **2**、半角の **2**、そして $\sin^2$ の周期の π である。どこにも「全方向」は入っていない。

確かめるために、空間の次元 d を動かす。点の光源から出る流れは、単位球の面積 S_{d-1} で割られて薄まる。一方、振動の位相は運動量の大きさだけで決まる。運動量を d 次元のでたらめな向きに取って係数を測ると、次のようになった。

d	単位球の面積 S_{d-1}	振動の長さの係数
1	2.000000	12.566370614
2	6.283185	12.566370614
3	12.566371	12.566370614
4	19.739209	12.566370614
5	26.318945	12.566370614

単位球の面積は最大と最小で 13.159473 倍動くのに、振動の長さの係数は動かない。二つが同じ数になるのは三次元だけである。次元を動かすと片方だけが動くので、論文300 の基準で二つは別根である。論文60 は第2版で、選んだ質量の 4π と立体角の 4π は正体が別だと書いた。振動の長さの 4π も、立体角とは別の出どころを持つ。

5. 全部の二乗を同じだけずらしても、確率は動かない

三種類の場合、ミュー型からタウ型のような移り変わりの振幅は

$$A_{\alpha\beta} = \sum_{i=1}^{3} U_{\alpha i}^{*} U_{\beta i}\, e^{-i m_i^2 L/(2E)}$$

と書ける（U は混合の行列、エネルギーを運動量のまわりで展開した形）。全部の m_i^2 に同じ c を足すと、どの項にも同じ因子 $e^{-icL/(2E)}$ が掛かる。共通の因子は絶対値の二乗を取ると消えるので、確率は変わらない。

これを実際に測った。混合の行列のユニタリ性のずれは最大 2.220×10^{-16} である。L/E を 10 から 10^5 km/GeV まで 500 点、九つの移り変わり、四つの位相で、最も軽い質量を動かしたときの確率の動きの最大は次のとおりである。

並び順・最も軽い質量	確率の動き	位相の最大	その丸め	質量の和	有効質量
正・0 eV	0	641.1	1.424×10^{-13}	0.058980	0.008833
正・0.01 eV	4.552×10^{-14}	666.5	1.480×10^{-13}	0.074527	0.013343
正・0.05 eV	5.512×10^{-14}	1274.6	2.830×10^{-13}	0.171672	0.050774
正・0.10 eV	2.335×10^{-13}	3175.0	7.050×10^{-13}	0.312315	0.100389
正・0.45 eV	4.480×10^{-12}	51951.9	1.154×10^{-11}	1.352886	0.450087
逆・0 eV	0	640.8	1.423×10^{-13}	0.099824	0.049220
逆・0.01 eV	7.683×10^{-14}	666.2	1.479×10^{-13}	0.111808	0.050225
逆・0.05 eV	9.803×10^{-14}	1274.3	2.829×10^{-13}	0.191298	0.070161
逆・0.10 eV	2.427×10^{-13}	3174.7	7.049×10^{-13}	0.323529	0.111457
逆・0.45 eV	3.847×10^{-12}	51951.6	1.154×10^{-11}	1.355519	0.452684

確率の動きは、最も軽い質量が大きいほど大きく見える。だがそれは位相が大きくなって倍精度の丸めが大きくなるからで、動きを丸めの大きさで割ると最大でも **0.519400** である。その間に質量の和は正の並び順で 0.058980 eV から 1.352886 eV まで動く。有効質量（第8節）は 0.008833 eV から 0.450087 eV まで動く。

対照を二つ置く。全部の二乗を足し算でなく 1.01 倍すると、確率は最大 **0.864572** 動く。三番目の二乗だけを 10^{-4} eV^2 ずらすと **0.905228** 動く。動かないのは、全部を同じだけ足したときだけである。二種類の場合は、差の符号を逆にしても確率は動かない（差の最大 0.000）。

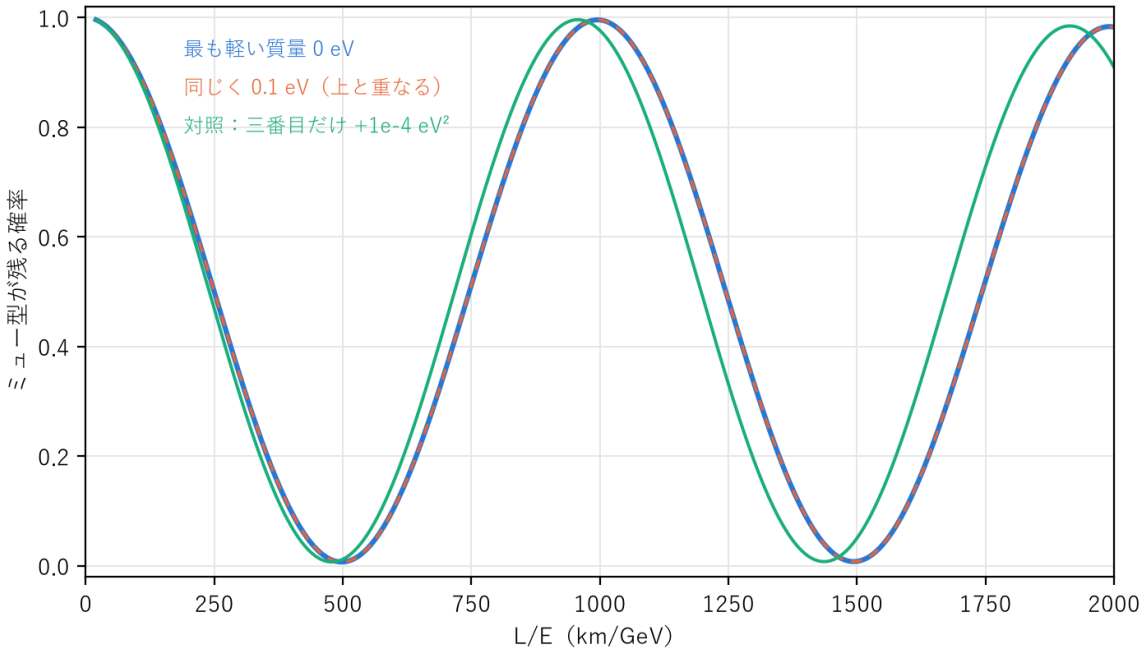


図1：ミュー型が残る確率（正の並び順・位相 0）。最も軽い質量を 0 eV にした線と 0.1 eV にした線は重なって一本に見える。対照として三番目の二乗だけを 10^{-4} eV² ずらすと、谷の位置がずれる。

ここまでは、エネルギーを運動量のまわりで展開した形の話である。展開しない $E = \sqrt{p^2 + m^2}$ のままだと、ずらしは共通の因子にならず、ごく僅かに確率へ漏れる。60 桁で電子型が残る確率を計算し、最も軽い質量 0 と 0.1 eV の差を取った。

設定	展開しない式	展開した式
原子炉の型（3 MeV・50 km）	4.485×10^{-17}	3.889×10^{-62}
大気の型（1 GeV・1000 km）	1.698×10^{-22}	3.112×10^{-61}

展開した式では、差は 60 桁の丸めの大きさまで消える。展開しない式では 0 ではないが、原子炉の型でも 10^{-17} の桁である。「振動は質量そのものを決めない」は、展開した式の中では厳密で、展開しない式では測れる精度のはるか下にある。

6. 音のうなりとの違い

二つの振動数を重ねると、うなりが出る。論文672 は二つの音か一つの揺れる音かを聞き手の側から、論文649 は潮汐の二つの分潮のうなりを扱った。ニュートリノ振動も、質量の固有状態どうしのうなりである。だが共通のずらしへの応え方が違う。

440 Hz と 443 Hz を重ね、両方を 100 Hz 上げる。耳に届く波形（実部）は最大 3.991439 動き、聞こえる高さの平均は 441.5 Hz から 541.5 Hz へ上がる。うなりは 3.0 Hz のままである。同じ二つの複素の波の絶対値の二乗は、動いても 3.639×10^{-12} で、倍精度の丸めの大きさにとどまる。

音では、平均の高さは聞こえる。確率では、平均は式のどこにも残らない。二つの波の干渉の項は $2ab\cos(\Delta\omega t)$ だけで、平均の $\bar{\omega}$ は現れない。和と積の書き換えは同じでも、測るものが実部か絶対値の二乗かで、ずらしが見えるかどうかが分かれる。

7. 差から出る下限

差だけが分かっていても、下限は決まる。最も軽い質量を 0 と置くと、残りの二つは差の平方根で決まる。

並び順	m_1	m_2	m_3	和	有効質量
正（$m_1 = 0$）	0	0.008678	0.050302	0.058980	0.008833
逆（$m_3 = 0$）	0.049535	0.050289	0	0.099824	0.049220

単位は eV である。正の並び順の m_2 は Δm^2_{21} の平方根そのもので、逆の並び順のほうが和は大きい。直接の測定の上限 0.45 eV は、下限の有効質量の 50.94 倍（正）・9.14 倍（逆）上にある。有効質量がちょうど 0.45 eV になるのは、最も軽い質量が 0.449913 eV（正・和 1.352627 eV）、0.447300 eV（逆・和 1.347453 eV）のときである。差は下を決めるが、上は決めない。

8. 絶対値に応えるのは端点の形

トリチウムのベータ崩壊で出る電子のエネルギーは、ある上端（端点）までで尽きる。端点の近くでは、エネルギーを端点から測った ε について、電子の数は

$$\frac{dN}{d\varepsilon} \propto \sum_i |U_{ei}|^2 \, \varepsilon \sqrt{\varepsilon^2 - m_i^2} \qquad (\varepsilon \geq m_i)$$

の形をとる（フェルミ（1934）の形。端点の近くで緩やかに変わる因子は定数と置く）。ここには質量の二乗そのものが入っている。

端点から W 以内の数は、閉じた形 $\sum_i |U_{ei}|^2 (W^2 - m_i^2)^{3/2}/3$ で書ける。$m = 0.45$ eV・$W = 1$ eV で数値積分と閉じた形はどちらも 0.237396757531 で一致した。質量 0 に対する欠けは次のとおりである（$W = 1$ eV）。

並び順・最も軽い質量	有効質量	欠け（三つの質量）	欠け（有効質量一つ）	$\frac{3}{2}m_\beta^2$
正・0 eV	**0.008833**	$\mathbf{1.169834 \times 10^{-4}}$	$\mathbf{1.170343 \times 10^{-4}}$	$\mathbf{1.170366 \times 10^{-4}}$
逆・0 eV	**0.049220**	$\mathbf{3.631611 \times 10^{-3}}$	$\mathbf{3.631660 \times 10^{-3}}$	$\mathbf{3.633862 \times 10^{-3}}$
正・0.05 eV	**0.050774**	$\mathbf{3.864492 \times 10^{-3}}$	$\mathbf{3.864543 \times 10^{-3}}$	$\mathbf{3.867037 \times 10^{-3}}$
正・0.10 eV	**0.100389**	$\mathbf{1.507883 \times 10^{-2}}$	$\mathbf{1.507888 \times 10^{-2}}$	$\mathbf{1.511704 \times 10^{-2}}$
正・0.45 eV	**0.450087**	$\mathbf{2.879142 \times 10^{-1}}$	$\mathbf{2.879142 \times 10^{-1}}$	$\mathbf{3.038670 \times 10^{-1}}$

三つの質量で計算した欠けと、有効質量 $m_\beta = \sqrt{\sum_i |U_{ei}|^2 m_i^2}$ 一つで計算した欠けは、相対で最大 $\mathbf{4.356 \times 10^{-4}}$ しか違わない。端点は、この一つの重みつき平均を読んでいる。

ここで第5節のずらしを当てる。全部の m_i^2 に c を足すと、m_β^2 は $c\sum_i |U_{ei}|^2$ だけ動く。混合の行列の一行の二乗の和は 1 なので、動きはちょうど c である（食い違いの最大 $\mathbf{2.776 \times 10^{-17}}$）。振動が捨てた共通の定数を、端点はそのまま受け取る。

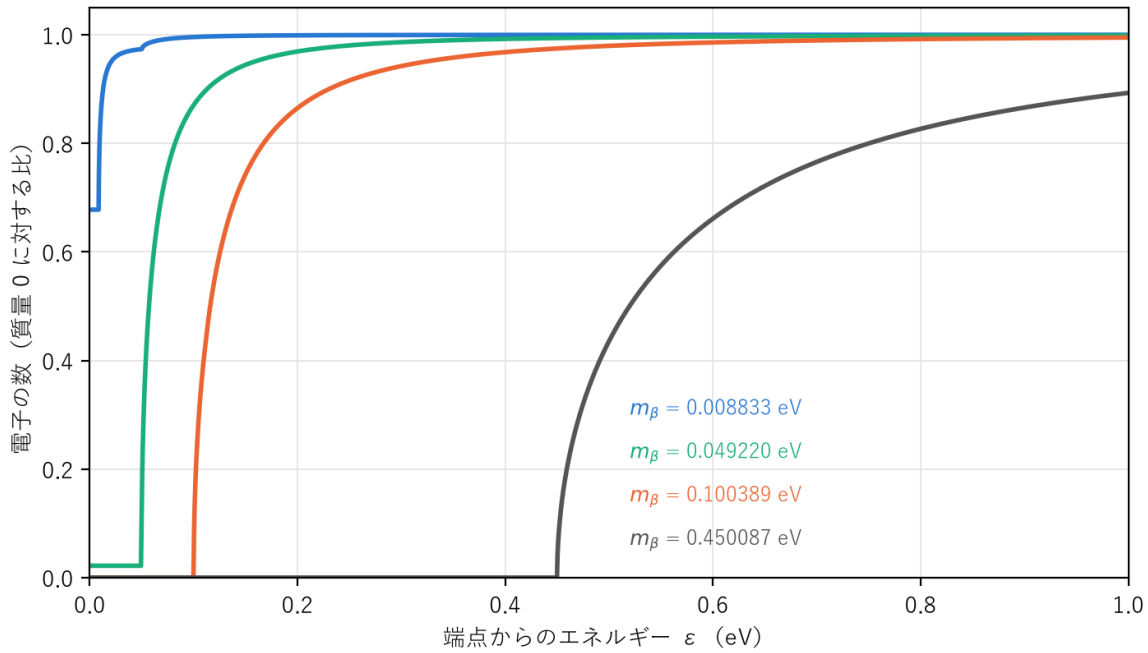


図2：端点の近くの電子の数（質量 0 に対する比）。有効質量が小さい線では、三つの質量それぞれの閾値に段が出る。有効質量が大きいほど、欠けは端点から遠くまで広がる。

直接の測定（KATRIN 2025）が当てはめの変数にしているのも、質量の二乗そのものである。最良の当てはめ $m^2 = -0.14\ \mathrm{eV}^2$ は統計のゆらぎで負に出た値で、上限 0.45 eV はそこから出されている。振動の測定が差を当てはめるのと対照的である。

9. 分離子：測るのが振動か、端点か

同じずらし c を当てて、二つの測り方を並べる（正の並び順）。

最も軽い質量	ずらし c（eV^2）	振動の確率の動き	端点の欠け（$W = 1\,\mathrm{eV}$）
0 eV	0	0	1.169834×10^{-4}
0.01 eV	0.0001	4.552×10^{-14}	2.669738×10^{-4}
0.05 eV	0.0025	5.512×10^{-14}	3.864492×10^{-3}
0.10 eV	0.0100	2.335×10^{-13}	1.507883×10^{-2}
0.45 eV	0.2025	4.480×10^{-12}	2.879142×10^{-1}

振動の欄は倍精度の丸めの中にとどまり、端点の欄は三桁以上動く。振動は二乗の差を見て、共通の定数を見ない。端点は二乗の重みつき平均を見て、共通の定数をちょうど受け取る。分離子は、測るのが振動か、ベータ崩壊の端点かである。

10. 既刊との関係

論文913 は、運動エネルギーの二分の一が冪 2 の逆数であることを示した。ここでは振動の二分の一が、運動量と質量を入れ替えた同じ式から出ることを数えた（第2節）。

論文600 は、一つの式の二つの帰結を同根と呼ぶと判定にならないことを数えた。その規約に従い、二つの二分の一を同根とは呼ばない。

論文1060 は、一つの倍率しか持たない系では比だけが決まって位置は決まらないことを示した。ここでも何かが決まって何かが決まらない。だが向こうで自由なのは掛け算の倍率で、こちらで自由なのは足し算のずらしである。第5節で掛け算にすると確率は 0.864572 動いたので、二つを同根とは呼ばない。

論文60 は第2版で、選んだ質量の 4π と立体角の 4π は正体が別だと書いた。ここでは振動の長さの 4π を並べ、次元を動かして立体角と分けた（第4節）。

論文1055・論文1056・論文1058 は、単位で動く数と動かない数を分け、厳密さにも種類があることを示した。ここでは実用の係数 1.266933 が単位で動く側、分母の 4 が動かない側にある（第3節）。

論文672・論文649 は、二つの振動数のうなりを扱った。ここでは同じ書き換えが、実部を聞くか絶対値の二乗を測るかで、ずらしの見え方を分けることを見た（第6節）。

論文300 は、同根か別根かは判定できると示した。その基準で、振動の長さの 4π と立体角を別根と判定した。

結び

結び：ニュートリノ振動が決めるのは質量の二乗の差だけで、質量そのものは決めない。全部の二乗を同じだけずらしても確率は動かない。倍精度の残りは位相の丸めの 0.519400 倍以下、60 桁では 3.889×10^{-62} で、その間に質量の和は 0.058980 eV から 1.352886 eV まで動く。同じずらしを端点はそのまま受け取る。有効質量の二乗はちょうどずらしの分だけ動き（食い違い 2.776×10^{-17}）、1 eV 以内の欠けは 1.169834×10^{-4} から 2.879142×10^{-1} まで動く。位相の 4 は 2 と 2 の積である。出どころは展開の二分の一と半角の二分の一で、取り違えると 9.888×10^{-1} ずれる。係数は単位で動き、4 は動かない。1.266933 は 10^{6} 倍動き、戻した分母はどれも 4.000000000000 である。振動の長さの 4π は立体角ではない。次元を動かすと単位球の面積だけが動き、二つが同じ数になるのは三次元だけである。正直に書くと、展開しない式では、ずらしは 4.485×10^{-17} ほど漏れる。物質の中の効果・波束・第四の種類には立ち入らない。分離子は、測るのが振動か、ベータ崩壊の端点か。振動は差を見て共通の定数を捨て、端点は重みつき平均を見てその定数を受け取る。

参考文献

1. Aker, M., et al. (KATRIN Collaboration) (2025). Direct neutrino-mass measurement based on 259 days of KATRIN data. *Science*.
2. Fermi, E. (1934). Versuch einer Theorie der β-Strahlen. *Zeitschrift für Physik*.
3. Fukuda, Y., et al. (Super-Kamiokande Collaboration) (1998). Evidence for Oscillation of Atmospheric Neutrinos. *Physical Review Letters*.
4. Giunti, C., & Kim, C. W. (2007). *Fundamentals of Neutrino Physics and Astrophysics*. Oxford University Press.
5. Maki, Z., Nakagawa, M., & Sakata, S. (1962). Remarks on the Unified Model of Elementary Particles. *Progress of Theoretical Physics*.
6. Navas, S., et al. (Particle Data Group) (2024). Review of Particle Physics. *Physical Review D*.
7. Pontecorvo, B. (1968). Neutrino Experiments and the Problem of Conservation of Leptonic Charge. *Soviet Physics JETP*.
8. 山岸勇輝 (2026). *速度空間の球としての* c [論文60]. Zenodo. 10.5281/zenodo.21598012
9. 山岸勇輝 (2026). 『三百本目の点呼 ── 同根か別根かは、判定できる』[論文300]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22171914
10. 山岸勇輝 (2026). 『第六百回の点呼 ── 三百本目の警告は当たったが、恐れていた形では来なかった』[論文600]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22805283
11. 山岸勇輝 (2026). 『潮汐表が百年先まで作れるのは、潮を解いているからではなく、分けているからである』[論文649]. Zenodo. 10.5281/zenodo.23014639
12. 山岸勇輝 (2026). 『「二つの音」か「一つの揺れる音」かを決めているのは、音ではなく聞き手である』[論文672]. Zenodo. 10.5281/zenodo.23014751
13. 山岸勇輝 (2026). *運動エネルギーの* $1/2$ *は冪* 2 *の逆数で、光の* 1 *と転がる輪の* 1 *は別の根から来る* [論文913]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22805027

14. 山岸勇輝 (2026). 『光速の数字が三億に近いのは、長さが十進で時間が六十進だからである』[論文1055]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22905177

15. 山岸勇輝 (2026). 『微細構造定数は単位では動かず、エネルギーで動く』[論文1056]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22905436

16. 山岸勇輝 (2026). 『「厳密」は二種類あり、片方は単位が決め、片方は連続変形が動かさない』[論文1058]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22914785

17. 山岸勇輝 (2026). 『一つの倍率しか持たない系では、比だけが決まって位置は決まらない』[論文1060]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22915151

— 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)