JP_4：Einstein-VED：陽子の決定論的導出と R_VED の式

10.5281/zenodo.17172925

陽子

1. はじめに

- 決定論的な 3S+T の枠組みから議論を続ける。
- 容器（時空）と関数 f を定義し、因果性と決定論を確保した。
- 量子力学は粒子の性質を決定論的に説明できないため、本分析の対象外とする。

2. 質量と固有振動数を持つ粒子

質量 m を持つすべての粒子には、振動数 ν と波長 λ が対応する：

$$E = mc^2 = h\nu \quad \Rightarrow \quad \nu = \frac{mc^2}{h}$$

対応するコンプトン波長は：

$$\lambda_C = \frac{c}{\nu} = \frac{h}{mc}$$

この波長は幾何学的かつ決定論的であり、3S+T 時空および関数 f と結び付いている。

3. 閉じ込めの幾何学的公理

粒子に対応する波が周界や領域に閉じ込められるには、空間が完全な波を正確な数だけ含まなければならない：

$$L = n\lambda_C, \qquad n \in \mathbb{Z}^+$$

満たされなければ領域は安定しない。安定性には時間軸上の構造的な規則性が必要である。

4. 陽子の閉じ込め

3S+T の幾何学的枠組みでは、陽子の最小安定領域は三つの空間次元と時間において波を閉じなければならない。

位相の閉鎖条件

閉じ込められた波が自身の輪郭上で正確に閉じるには、経路長が完全な周期を整数個含まなければならない：

$$L = n\lambda_C, \qquad n \in \mathbb{Z}^+$$

完全な一周期は 2π ラジアンの位相変化に相当する。したがって：

$$\Delta\phi = \frac{2\pi L}{\lambda_C} = 2\pi n$$

正確な閉鎖には次が必要である：

$$\Delta\phi = 2\pi n, \qquad n \in \mathbb{Z}^+$$

n が整数でなければ、波の終点と始点の位相が一致せず、残留位相差が生じる：

$$\Delta\phi_{\text{res}} = 2\pi(n - \lfloor n \rfloor)$$

したがって安定な閉じ込めには、輪郭上に整数個の周期が必要である。

3S+T における幾何学的閉鎖

Einstein–VED では、陽子の最小閉じ込めは四つの閉鎖平面を含む：

1. XT 平面：X と T の関係。
2. YT 平面：Y と T の関係。
3. ZT 平面：Z と T の関係。
4. XYZ 平面：空間全体の閉鎖。

幾何学的条件は、この四つの閉鎖それぞれに完全な一周期を定める。

したがって、**陽子波の安定な閉じ込めに必要な最小周期数**は：

$$n_{\min} = 4$$

この値は実験半径への当てはめではなく、Einstein–VED の幾何学的構成における四平面の完全閉鎖条件に由来する。

最小周長は：

$$L_p = 4\lambda_p$$

XT、YT、ZT の三つの閉鎖は三つの内部構造を生み、本枠組みでは色の性質を幾何学的に説明する。

これにより、次節で質量から陽子半径を導くための閉じ込め条件が定まる。

5. 陽子の質量と半径の導出

陽子の固有コンプトン波長は：

$$\lambda_p = \frac{h}{m_p c}$$

安定な閉じ込めの最小周長は：

$$L_p = n_{\min} \lambda_p = 4\lambda_p$$

球状閉じ込めの周長と半径の幾何学的関係は：

$$2\pi r_p = L_p$$

したがって：

$$r_p = \frac{L_p}{2\pi} = \frac{4\lambda_p}{2\pi} = \frac{2}{\pi}\lambda_p$$

波長を代入すると：

$$r_p = \frac{2h}{\pi m_p c}$$

CODATA 2022 を用いた数値計算

- プランク定数：

$$h = 6.62607015 \times 10^{-34}\ \mathrm{J\,s}$$

- 陽子質量：

$$m_p = 1.67262192595(52) \times 10^{-27}\ \mathrm{kg}$$

- 光速：

$$c = 2.99792458 \times 10^{8}\ \mathrm{m/s}$$

得られる波長は：

$$\lambda_p = \frac{6.62607015 \times 10^{-34}}{1.67262192595 \times 10^{-27} \cdot 2.99792458 \times 10^{8}}$$

$$\lambda_p \approx 1.32140985 \times 10^{-15}\ m$$

半径は：

$$r_p = \frac{2}{\pi}\lambda_p$$

$$r_p^{\mathrm{VED}} \approx 0.84123564\ \mathrm{fm}$$

等価な別表現

$$r_p = n_{\min}\frac{h\,/\,(2\pi)}{m_p c} = 4\frac{h\,/\,(2\pi)}{m_p c}$$

係数 $h\,/\,(2\pi)$ は周長と半径の幾何学的関係に由来する。

この定式化はプランク定数 h を保持し、追加の定数を必要としない。

5.1. 実験との比較と QCD の結果

基準日：2026 年 10 月 27 日

Einstein–VED は既知の陽子質量、アインシュタインとプランクの関係、安定な波の閉じ込めに必要な最小周期数から陽子半径を直接求める：

$$n_{\min} = 4$$

$$R_p = \frac{2h}{\pi m_p c} = \frac{2hc}{\pi E_p}$$

実験半径は入力パラメータでも、結果を調整するための値でもない。

結果の比較

出典	半径 ± 不確かさ (fm)	絶対差 (fm)	相対差
Einstein–VED, JP_4	**0.84123564021 ± 0.00000000026**	**0.00048564**	**0.0578%**
CODATA 2022	0.84075 ± 0.00064	0	0%
格子 QCD、2024	0.820 ± 0.014	0.02075	2.47%
格子 QCD、2026	0.860 ± 0.038 ± 0.023	0.01925	2.29%

絶対差と百分率差は CODATA 2022 の実験中心値を基準として計算する。

Einstein–VED の不確かさは陽子質量の実験不確かさの伝播による。QCD については各論文で公表された不確かさを掲載する。

Einstein–VED は、観測半径に式を当てはめることなく、CODATA 2022 の実験中心値との差がわずか 0.0578% の半径を得る。

引用した二つの格子 QCD の結果は、CODATA 中心値との差がそれぞれ 2.47% と 2.29% である。

比較により、Einstein–VED が閉じた幾何学的導出から得る数値的な近さが直接確認できる。

目的は、再現可能な理論結果と、利用できる実験データとの一致を示すことである。

5.2. 計算精度と将来の測定

Einstein–VED の定式化は、陽子質量、または等価な静止エネルギーから半径を計算できる：

$$R_p = \frac{2h}{\pi m_p c} = \frac{2hc}{\pi E_p}$$

国際単位系ではプランク定数 h と光速 c は厳密な値を持つ。

最小閉じ込め数 $n = 4$ は、陽子波が安定に閉じる幾何学的条件で定まる。

したがって、計算半径の伝播した数値的不確かさは、陽子質量についての実験的知識のみに由来する：

$$\frac{\sigma_{R_p}}{R_p} = \frac{\sigma_{m_p}}{m_p}$$

絶対不確かさは次式で求める：

$$\sigma_{R_p} = |\frac{\partial R_p}{\partial m_p}|\sigma_{m_p}$$

次が成り立つので：

$$\frac{\partial R_p}{\partial m_p} = -\frac{2h}{\pi c m_p^2} = -\frac{R_p}{m_p}$$

得られる式は：

$$\sigma_{R_p} = R_p \frac{\sigma_{m_p}}{m_p}$$

CODATA 2022 が推奨する質量不確かさを用いると：

$$\sigma_{m_p} = 0.00000000052 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

近似的に：

$$\sigma_{R_p} = 2.6 \times 10^{-10} \text{ fm}$$

完全な結果は：

$$R_p^{\text{VED}} = (0.84123564021 \pm 0.00000000026) \text{ fm}$$

質量と半径の関係の帰結

陽子質量、または $E_p = m_p c^2$ による静止エネルギーの実験精度が向上するたびに、Einstein–VED の計算半径を、より小さい伝播不確かさで更新できる。

幾何学的表現は変わらない：

$$R_p = \frac{2hc}{\pi E_p}$$

新しいパラメータの導入や実験半径による式の再較正は必要ない。

このように、陽子質量または静止エネルギーの実験的知識が進むにつれて、計算半径の数値精度も向上し得る。

6. 一般化：幾何学的閉じ込めに対応する半径と質量

陽子半径の導出から、閉じ込められた波で構成されるすべての物質に対する一般式が得られる。

質量 M に対応する固有波長は：

$$\lambda = \frac{h}{Mc}$$

ここで：

- h = プランク定数。
- M = 閉じ込められた物質の質量。
- c = 光速。
- n = 閉じ込めに含まれる波の数。

幾何学的閉鎖条件は：

$$L = n\lambda$$

円形の閉じ込めでは：

$$2\pi R_{\text{VED}} = L$$

したがって：

$$R_{\text{VED}} = \frac{n\lambda}{2\pi}$$

波長を代入すると：

$$R_{\text{VED}} = \frac{nh}{2\pi Mc}$$

これが Einstein–VED の幾何学的半径の一般式である。

質量の導出

質量について解くと：

$$M_{\text{VED}} = \frac{nh}{2\pi c R_{\text{VED}}}$$

その結果：

$$M_{\mathrm{VED}}\, R_{\mathrm{VED}} = \frac{nh}{2\pi c}$$

閉じ込め数 n が一定なら、幾何学的半径は質量に反比例する：

$$R_{\mathrm{VED}} \propto \frac{1}{M}$$

Einstein–VED の枠組みでは、各系に対応する閉じ込め数を用いて、この表現を粒子から巨視的物体までのすべての物質に提案する。

R_{VED} は波の閉じ込めの内禀幾何を表し、物体の観測可能な半径やシュヴァルツシルト重力半径と必ずしも同一視すべきではない。

陽子の場合

陽子では：

$$n_{\mathrm{min}} = 4$$

$$R_{\mathrm{VED}} = \frac{4h}{2\pi m_p c}$$

簡単にすると：

$$R_{\mathrm{VED}} = \frac{2h}{\pi m_p c}$$

導出に用いた CODATA 2022 の値では：

$$R_{\mathrm{VED}} \approx 0.84123564 \text{ fm}$$

新たな定数や調整係数を導入せず、陽子半径の幾何学的導出で得た結果を再現する。

定式化はプランク定数 h のみを用い、閉じ込め数 n と幾何学的係数 2π を明示する。

7. 結論

1. 質量 = 3S+T に閉じ込められた波。
2. 幾何学的閉じ込めに対応する半径と質量（R_{VED}、M_{VED}）は厳密かつ決定論的である。
3. 式 $R_{\mathrm{VED}} = \dfrac{nh}{2\pi Mc}$ は今後の展開の基本的な道具となる。
4. 陽子では $n = 4$ として、実験半径への当てはめを行わない直接的な幾何学的導出により $r_p \approx 0.84123564$ fm を得る。
5. 結果と CODATA 2022 の実験中心値との相対差は 0.0578% であり、比較した二つの格子 QCD 計算の差より小さい。
6. Einstein–VED 半径の伝播数値不確かさは、陽子質量に対する実験不確かさに依存する。将来の質量または静止エネルギー測定の改善により、幾何学的公式を変えずに計算精度を高められる。

参考文献

CODATA 2022 — 基礎物理定数

https://physics.nist.gov/cuu/Constants/

Djukanovic et al. (2024)

Precision Calculation of the Electromagnetic Radii of the Proton and Neutron from Lattice QCD.

Physical Review Letters 132, 211901.

https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.132.211901

Alexandrou et al. (2026)

Proton and neutron electromagnetic form factors in the continuum limit using lattice QCD ensembles with physical pion masses.

Physical Review D 113, 114524.

https://doi.org/10.1103/tt39-n1df

Einstein–VED / UNIHOLOG — Víctor Estrada Díaz

https://doi.org/10.5281/zenodo.17172925

10.5281/zenodo.17172925

JP_4 終わり