

重力定数

ギャップ空間理論を基にして

新実祥悟

shogo-ni@sk2.aitai.ne.jp

2006年2月21日

目次

- [1] 質量の存在性 P 2
- [2] 重力定数 P 4
- [3] 重力定数の重力場補正 P 6

[1] 質量の实在性

前文 電子の生成 において、電子質量式 m_q を得た。

$$m_q = \sin \int_{j=1}^n A_j d \quad [1-1]$$

まず、文中で少々曖昧だった j の幅を確認しよう。光速度やプランク定数を導出した制限をそのまま当てはめると、 $j=1$ に相当する λ_1 は

$$\lambda_1 = 0.0001312066853 / 2 \quad (2.06099 \times 10^{-05}) \quad [1-2]$$

で、 $j=n$ に相当する λ_n は

$$\lambda_n = 0.999999999890292 / 2 \quad (/ 2) \quad [1-3]$$

である。これを考慮すると

$$\begin{aligned} \sin \quad &= \sin (w \sin \quad) \\ &= 8.1057195 \times 10^{-4} \\ w &= 0.025235, \quad = 0.032126471 \quad [1-4] \end{aligned}$$

となる。 ϵ_0 は微細構造定数 から

$$= \frac{1}{4 \epsilon_0} \quad [1-5]$$

と表される。 ϵ_0 は真空の誘電率。実のところ、 j が 1 から n まで幅を持つためにも幅を持ち、その値は

$$1.3698229 \times 10^{-05} \quad 1.3712259 \times 10^{-05} \quad [1-6]$$

である。 A_j は電流で

$$\begin{aligned} q &= \int_{j=1}^n A_j d \\ &= 8.2 \times 10^{-23} \quad [1-7] \end{aligned}$$

となる。以上より電子質量 m_q も幅を持ち、その値は

$$9.1047882 \times 10^{-31} \quad m_q \quad 9.1141134 \times 10^{-31} \quad [1-8]$$

である。電子質量の実測値 m_e は

$$m_e = 9.1093897 \times 10^{-31} \quad [V^1 A^1 m^{-2} s^3] \quad [1-9]$$

で、 m_q の平均値程度である。それでも m_q の持つ幅は自己の持つ曲率に起因すると考えられ、 g 因子の本質を語るためにも重要な概念であることには変わりがない。

ところで、質量の一般化はできるだろうか。ここで、 \sin に注目する。両者の積の平均値は

$$\sin = 1.1107753 \times 10^{-08} \quad [1-10]$$

である。この値の約2倍は、実はプランク質量 M_{PL} に相当する。ただし、この2という値を、論理的制限を以って与えるのは難しい。もちろん、電子質量との整合性を考えると、スピン2を式に与えることも難しい。

$$\begin{aligned} M_{PL} &= 2A \sin \\ &= 2.1767 \times 10^{-08} \quad A = 0.97981 \quad (\simeq 1) \end{aligned} \quad [1-11]$$

しかしながら、プランク質量にこだわる必要があるのかという思いもある。それでも質量の本質、実在性に迫るものとして、電子質量 m_q とプランク質量 M_{PL} のどちらも \sin を以って表現できることは前向きに評価される。なお、基礎関数はその成り立ちから正、負の符号を持っている。ここから正、負の電子電荷の存在を言える。同様に \cos も正、負の値を持つことは自明だ。この場合、正、負の質量も存在することになる。これは後ろ向きの解だろうか。ここでの議論が正しければ、全ての素粒子の質量式は \sin を使って表されるだろう。いずれにしても、多方面からのアプローチを含め、深い考察が必要だ。

[2] 重力定数

質量と同様に、重力定数も既知の概念や関数から導き出すことは出来ない。そこで、流体力学でおなじみのカルマン渦を取り上げよう(写真集「流れ」/日本機械学会編/丸善株式会社 矢川元基/パソコンで見る流れの科学/ブルーバックス/講談社)。なぜカルマン渦か。それは、ギャップ空間から電子が生まれるようすと、カルマン渦が生まれるようすに似ている点があるからだ。これによって、電子をカルマン渦そのものと見立てることができる。[Fig-g1]の I^3 は虚空間、 G^3 はギャップ空間、 R^3 は実空間を表す。qはカルマン渦電子(渦の向きに不備あり)で、抵抗体Gは自然界の孤島に相当する。 G^3 内の縦線は横波を意味する。 R^3 、 I^3 内の円弧は回折波を意味し、電磁波と考えてよい。[Fig-g2]はギャップ空間理論から得られた数値をカルマン渦の模式図に当てはめたものだ。ここではx方向に、y方向にを与える。カルマン渦のx方向の幅を、y方向の幅をとす。孤島Gに幅wを与える。この数値の与え方は視覚的、思考的に都合の良いようにしただけで、論理的制限はない。

問題はこの抵抗体Gをギャップ空間理論での何に置き換えるかだ。これについて考察しよう。一般論として、質量は何の抵抗もなく出現したとは考えにくい。標準理論(G-W-S理論)ではヒッグス機構によって質量が実在することを認定している(戸塚洋二/現代の物理学/素粒子物理/岩波書店)。同様に、ここでも何らかの機構が存在するだろう。それは以下のようなものだ。真空が誘電率や透磁率を持つことで光の速度が決定された。当然、真空は粘性も持つと考えられる。この粘性が抵抗体となり、質量を生み出すと考えられる。

さて、この抵抗体は、もちろん全空間 H^9 が曲率を持つことによって生まれたと認定できる。[Fig-g1]、[Fig-g2]中の抵抗体Gはまさしくこれを意味する。そして、全空間の曲率が重力を生み出したと考えられるため、この抵抗体Gは重力定数と関連していると言える。ところで、この抵抗体Gは電磁気学上の抵抗 $[V^1A^{-1}]$ の逆数で表される。電子の生成で述べたとおり、抵抗の単位は速度の単位 $[m^1s^{-1}]$ に等しい。

$$[V^1A^{-1}] \quad [m^1s^{-1}] \quad [2-1]$$

よって、手懸かりは「速度 v_j 」と、「加速度 a_j に時間 $\sin \theta_j$ の積をした式」であることは明白だ。両者の関係は

$$w_j \quad v_j = a_j \quad \sin \theta_j \quad [2-2]$$

であることを明記する。これらの逆数が抵抗体Gだから、関係式は

$$G_j = \frac{1}{w_j v_j} = \frac{1}{a_j \sin \theta_j} \quad [2-3]$$

となる。これらを数値演算すると $j=1$ と $j=n$ で、ほぼ重力定数 G_N といえる数値が得られる。

$$G_1 = 6.8246 \times 10^{-11} \quad [2-4]$$

$$G_n = 6.8211 \times 10^{-11} \quad [2-5]$$

この結果にどの程度の信憑性があるだろうか。ちなみに重力定数 G_N の値は

$$G_N = 6.67259 \times 10^{-11} \quad [V^{-1}A^{-1}m^5s^{-5}] \quad [2-6]$$

である（理科年表／国立天文台編／丸善株式会社）。式[2-3]中に全空間 H^9 の曲率を間接的に表す w_j が含まれていることは好材料だ。かたや、加速度 a_j によって式が組み立てられていることも見逃せない。それにもまして重要なことは、 G_j と θ_j の積が、与えられた領域でほぼ一定になることだ。

$$7.19331 \times 10^{-45} \quad G_j \theta_j \quad 7.19703 \times 10^{-45} \quad [2-7]$$

これは比

$$\theta_j / v_j = 3.51767 \times 10^{-43} \quad [2-8]$$

が一定であることが重要なことと同義である。式[2-7]の幅の原因は電子電荷の場合と同様である。演算結果は[Sheet-g1]をご覧頂きたい。以上より

$$G_N \quad G_j \quad [2-9]$$

を認定したい。

ところで、実際には G_N と G_j には2%程度のズレ A' がある。

$$0.97823 \quad A' \quad 0.97773 \quad [2-10]$$

これは前章のプランク質量のズレ A とほぼ等しい。

$$A \quad A' \quad [2-11]$$

しかし、このズレの出自は同じ処にあるとは言えない。

なお、ここでの重力定数 G_j にも正、負の解が現れる。

[3] 重力定数の重力場補正

ここでは、重力定数の理論値 G_j と実測値 G_N のズレについて考える。これにはアインシュタインの一般相対性理論を利用する。その重力場方程式 R_{ik} は

$$R_{ik} - \frac{1}{2} g_{ik} R = -\frac{8}{c^4} G_N T_{ik} \quad [3-1]$$

である。 R_{ik} はご存知のようにリッチテンソルで、 g_{ik} は時空の計量テンソル、 T_{ik} はエネルギー・運動量テンソルを表す。また、 i と k について縮約すると

$$R = -\frac{8}{c^4} G_N T \quad [3-2]$$

となる。

以上から得られる非相対論的重力場方程式 は

$$= 4 G_N D \quad [3-3]$$

と表される。なお D は物質の質量密度である。ここから得られる 1 粒子場のポテンシャル は

$$= -\frac{G_N m}{R} \quad [3-4]$$

である (ランダウ=リフシッツ理論物理学教程 / 場の古典論 / 恒藤敏彦、広重徹訳 / 東京図書株)。 m は粒子の質量である。 は単位 $[m^1 s^{-1}]^2$ を持っているから

$$= -v_j^2 \quad [3-5]$$

と書き直すことができる。言うまでもないが、これは近似解であり、相対論に合わせるには補正が必要だ。

さて、式[3-5]を利用して重力定数式[2-3]の G_j を書き直すと

$$\begin{aligned} G_j &= \frac{1}{w_j v_j} \\ &= \frac{v_j}{w_j} \end{aligned} \quad [3-6]$$

となる。つまりこの式は、 G_j は非相対論的重力定数だから、現実の空間に合わせるためには補正が必要だということを言っている。なお正、負の符号は速度

v_j が両方持つため省略できる。それでは、ギャップ空間理論は単なる近似解を得るためのものなのだろうか。そのように結論付けるのは早計だ。なぜ相対論的重力場の式が非線形であるのかを考えるべきだ。つまり、ギャップ空間理論は全空間 H^9 が生まれた瞬間の理想状態を表し、相対性理論や量子論はその後の自己の影響まで考慮しなければならない状況を表現する理論なのだ。結局、ギャップ空間理論も相対性理論も量子論も正しく、実測値も正しいと見るべきだ。

例えば、ポテンシャル に与える重力場による自己補正 (イオタ) は

$$= \sum_{n=1} \left(1 - \frac{n}{(w_j)^n} \right) - \sin w_j \quad [3-7]$$

とすることができる。これでもかなりよい近似値をとるが、もっと厳密性を高めた自己補正 (オミクロン) は

$$= \sum_{n=1} \left(1 - \frac{n^2}{(w_j)^n} \right) \quad [3-8]$$

となる。ちなみに、 の値の幅は

$$0.977822005 \quad 0.977834359 \quad [3-9]$$

である [Sheet-g2]。

以上より、補正後の重力定数式 G_{Nj} は

$$G_{Nj} = \frac{v_j}{w_j} \quad \left(= \frac{v_j}{w_j} \right) \quad [3-10]$$

$$= \frac{a_j \sin j}{(w_j)^2} \quad \left(= \frac{a_j \sin j}{(w_j)^2} \right) \quad [3-11]$$

と書き直される。結果として相対論的重力定数の厳密解 G_{Nj} は、実測値 G_N に一致するだろう。

$$G_N = G_{Nj} \quad [3-12]$$

さて以前、光子の持つ速度 c は全空間の最大速度 v_{max} ではないかもしれないという疑問を持った。光子は重力によって支配されているという事実から重力定数 G_j の補正はすべきでないとするなら、 v_{max} は c より約 2% 速いと考えられる。この場合の v_{max} は宇宙の膨張に関連する速度であるとも考えることもできる (C. H. ラインウィーバー、T. M. デービス/ビッグバンをめぐる6つの誤解/日経サイエンス/2005-06)。実際、式[3-5]から自己重力場補正、 は速度補正と言っても間違いではない。宇宙が加速

膨張するという可能性を考慮しても、この考え方のほうが他の物理定数との整合性は取りやすい。対して、あくまでも c が宇宙での最大速度であるという立場を貫けば、疑問の原因は重力定数 G_{Nj} の変化に帰結させることができるかもしれない。宇宙が誕生してから 137 億年で重力定数が約 2% 変化することは、重大な問題だが・・・。

補足説明

光子は重力レンズ効果によって屈折することが知られている。遠方の星の光が太陽面を通過する際に約 1.74 秒角曲がることが観測された。これは相対論的に、光子はエネルギーに相当する質量を持つとした場合に算出された屈折角とほぼ一致する。等価原理を使い、遠方から発せられた光子の初速を c とした場合の「ニュートンの」な理論値は約 0.87 秒角である(内山龍雄/一般相対性理論/物理学選書 15/裳華房)。両者には 2 倍の差があるが、この 2 という数値を[1-11]に当てはめられる可能性を排除しない。なぜなら、「ニュートンの」には質量と重力の影響だけで算出したが、相対論的には重力場の影響も考慮していて、2 は定常的な値だから(ヘルマン・ワイル/空間・時間・物質/内山龍雄訳/講談社)。

現在、観測から宇宙の加速度は正の符号を持つようだとされている(レオン・クーブマン、ロジャー・ブランドフォード/宇宙のなぞを暴く最新の重力レンズ事情/パリティー/丸善/Vol.20-No.03)。これが事実ならば、ここでの議論で得た[3-10]、[3-11]から重力定数が減少するという結論が出て来ることを支持している。

最新の観測から、ハッブル定数は約 $70\text{KmS}^{-1}\text{Mpc}^{-1}$ が得られている。これをもとに宇宙の年齢は 137 億歳と算出される(谷口義明/クエーサーの謎/ブルーバックス/B-1458/講談社)。