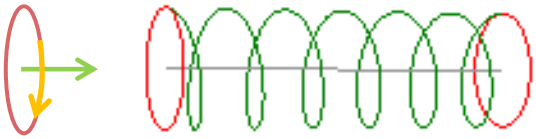
English

間違いだらけの現代物理

エネルギー周回理論が物理学を再構築する

基本エネルギー周回

$E\psi$



$$E = mv^2 + m{\mu_0}^2\omega^2 = mc^2$$

$$\psi = jvt + \mu_0(\cos\omega t + i\sin\omega t)$$

$$= \mu_0\exp\big(i(kx - \omega t)\big)$$

Ver. 2022.11

Shigeto Nagao

© All rights reserved by the author

目　次

１章　宇宙膨張の速度と光の伝搬速度

1. 超新星プロジェクト 4
2. 光速の異方性 5
3. マイケルソン干渉計による光速異方性測定の留意点 6
4. 光速異方性を測定する方法 8
5. ローレンツ変換と相対性理論 9
6. 光の伝搬速度と超新星プロジェクトのハッブル図 10

２章　エネルギー周回理論

7. エネルギーとは何か 12
8. エネルギー間に働く力 13
9. エネルギー周回内力とエネルギー周回間の力 14
10. 初期エネルギーから二つの宇宙への分離 15
11. 空間エネルギーとその単位構造スペーシア 15
12. 見かけエネルギーの進展 17
13. 隠れ次元の運動量と電荷 19

３章　量子力学の問題点

14. エネルギー量子 20
15. ドブロイ波仮説 21
16. 量子力学の定式化：シュレーディンガー方程式 22
17. シュレーディンガー方程式の矛盾 24
18. 量子力学の成果 25
19. 量子力学の暴走 26
20. 不確定性原理の虚構 27

４章　粒子論

21. 粒子とは何か 29
22. クオークモデル 29
23. ECT による中性子の構造とベータ崩壊 30
24. 粒子のゲージ理論 33
25. ゲージ理論の問題点 34

はじめに

19 世紀後半までに既に構築されていたニュートン力学や電磁気学などに対し、20 世紀に入り相次ぎ提唱された相対性理論、量子力学、素粒子論は現代物理と呼ばれる。これらは物理学の本質を形成し、その進歩に伴い宇宙や物質の根源の解明に近づいたと言われている。しかし、本当にそうだろうか。未解決として残された問題が余りにも多く、かつ重大だ。現代物理から提唱されている宇宙進展や素粒子論の標準モデルは本当に正しい方向に向いているのだろうか。

私は 2018 年に「エネルギー周回理論」を発表した。これは、不確かな既存の物理学常識を一旦破棄し、多次元での振動としてのエネルギーの存在を出発点とし、ゼロからどのように宇宙が進展し、物質が生成するかを検討するものだ。エネルギー周回理論（ECT: Energy Circulation Theory）は次の２つを出発点として仮定している。

1）エネルギーは内在エネルギーの運動 $E = E_0 V^2$ と表記できる。

2）二つのエネルギー片の間にはエネルギーの動き（運動量）に基づく力が働く。

全く奇跡のようであるが、この ECT は既存物理学での未解決問題に対し次から次へと測定結果に一致する結果を与えた。

最初の ECT 発表に続いて新たな粒子論、銀河の形成、量子力学などの論文を発表したが、物理学者達の興味を得るに至っていない。印象的な論文査読者のコメントが「現状の諸問題を解決するには新たな理論が必要だが、それは既存の物理学に基づき、それを包含する発展形である必要がある」というものだ。投稿論文の内容についての矛盾点や間違いの指摘は全くなく、「既存物理学に準拠していない」との理由で拒絶提言している。また「この理論が正しいかどうか判断できないが、反対する」や「観測されていない力に基づいている」などの意見があった。運動量に働く力を「基本力 Fundamental force」と名付けた。電気力、磁力、さらに強い力と弱い力は全て基本力の表現型であることを示している。更に現行物理学では全く説明できない現象を ECT は成功裏に示しているので、運動量に基づく力（基本力）というのは正に観測された力である。ECT により解き明かされる世界を説明するだけでなく、既存物理学が抱える根本的な矛盾点や間違いを解説する必要があると感じ、本書への挑戦となった。

本書では現代物理の問題点について述べていく。それに代わる ECT からの説明も述べるが、数式をできる限り少なくし概念的で断片的なものに留まる。ECT 全般については下記のサイトの「物理の気まま散歩―エネルギー周回理論」で、出発になる仮定から始まり、そこから導き出された宇宙や物質に関する新たな知見を、順を追って説明している。本書で不明な点は是非下記リンクから該当部分を一読下さい。

物理の気まま散策―エネルギー周回理論

http://www3.plala.or.jp/MiTiempo/j/paseo-j.html

１章　宇宙膨張の速度と光の伝搬速度

1．超新星プロジェクト

1997 年にパールムッター等は超新星爆発の観測から「宇宙の膨張は加速している」との驚くべき中間報告を行った。1999 年に 42 個の超新星の明るさと光の赤方偏移の測定結果を最初の論文として発表した。これは Supernova Cosmology Project (SCP) という国際プロジェクトでその後も次々とデータが蓄積され、星の距離と赤方偏移の関係であるハッブル図が遠方の宇宙を含む広範なものに広がった。

星の距離は通常、明るさだけでは決定できない。明るい星が遠くにあるか、暗い星が近くにあるか判断ができない。赤方偏移は放射された光が地球に届くまでに宇宙膨張により波長が伸長したもので、到着までの時間および伝搬距離を示している。ハッブル図は明るさから得られた距離情報と赤方偏移から得られた距離情報をグラフにしたもので適切に処理されれば直線関係になる。光速が判明していると距離情報は時間情報になる。尚、宇宙の距離が n 倍に膨張した場合の赤方偏移 z は $z+1=n$ で与えられる。赤方偏移は原子の光吸収により特定の周波数が暗くなった吸収線の波長の伸長で測定される。一般的に天体の赤方偏移が判明すると距離が決定される為、観測された明るさからその天体の絶対等級（明るさ）が判明する。尚、ここで言う赤方偏移は宇宙膨張に対するものだ。光源が遠ざかったり近づいたりするとドプラー効果で波長が長くなったり短くなったりする。円盤銀河内の星の回転速度はこのドプラー効果によって測定されている。しかし、ここでの赤方偏移は発光体と観測者の両方が静止していても、宇宙膨張により光の到着までにその距離が伸長し、発光した光の波長も長くなるというものだ。個別天体のデータにはこれにドプラー効果が加わることになるが、多くの天体の平均をとるとドプラー効果は相殺され無視できる。

超新星は恒星の核融合反応の最後に大爆発を起こしたもので、数日間、極めて明るく輝きその後急激に暗くなる。タイプ 1a の超新星は最大放射エネルギーがほぼ一定で同じ最大絶対等級を示す。従って明るさのデータだけから距離が決定される。SCP ではこうして明るさから得られた伝搬距離を不変量の光速で割って伝搬時間としている。この伝搬時間での宇宙膨張から予測される赤方偏移に比べ、実際に測定された赤方偏移は小さい値であった。そこで昔の宇宙膨張速度は現在のものより小さい、即ち宇宙膨張は加速しているとの結論に至った。

ここには極めて重要な留意点がある。即ち、「光速を宇宙開闢から現在まで一定」として扱っていることだ。本当に光速は宇宙開闢から一定であったのだろうか。光速が宇宙膨張に伴い減速していれば、発光時の光速は現在のものより速く、距離から得られる伝搬時間はもっと短くなる。

SCP のデータが発表されるや否や、「宇宙膨張が加速している」との彼らの結論が一気に受け入れられた。宇宙膨張を加速させる力を呈する未知のエネルギーが存在するとされ、Dark energy 暗黒エネルギーと呼ばれている。暗黒エネルギーが何か、理論的検討や観測の努力がなされているが、まだ見つかっていない。物理学者達は「暗黒エネルギーの存在は宇宙の観測結果に裏付けられた絶対的なもの」とし、「未だ発見されていないだけ」とか「新しい理論によりその候補が見いだされるだろう」等と言っている。宇宙膨張の加速という判断に問題がある可能性を全く検討しようとしていない。

2. 光速の異方性

上述のとおり、宇宙膨張の加速は「光速は宇宙膨張に関わらず一定だ」という前提のもとの解釈だ。ここで光速について考察してみよう。

19 世紀中ごろまでに電磁気学が構築され、光は電場と磁場の振動が伝搬する電磁波であるとの認識に至った。ここでの光は可視光にかぎらず全ての周波数の電磁波を含む。光は電場、磁場だけでなくエネルギーが存在する位置も進行方向に対し垂直な方向で振動してそれが伝搬している。周波数の低い電波はこの振幅が大きい為、進行線上に障害物があっても回り込み伝搬する。この空間での振動方向の回転が円偏光を示す。従って、光は完全な波であると言える。

光が波であれば、その媒体が存在するはずだ。波の一般的性質として、発振源が媒体に対し運動しても伝搬速度は変化しない。しかし、媒体に対し運動している観測者から見た伝搬速度は変化し、光の進む方向によって異なる。これを光速の異方性と呼ぶ。この異方性の変化を測定しようとしたのが、マイケルソンとモーリだ。光源からの光をハーフミラーで垂直方向に反射したビームと透過し直進するビームに分け、両方のビームを同距離で反射させハーフミラーに戻し、合流させ観測器に導いた。装置全体が媒体に対し動いていると、垂直方向と水平方向のビームでは伝搬速度に差が生じる。合流したビームを非常に短い間隔の二つのスリットを通すと各スリットから

同心円状に波が伝搬し、後ろのスクリーンに干渉縞を結ぶ。装置全体を回転させると、媒体に対する光路の運動速度が変化し、干渉縞の間隔や位置に変化がみられるはずと二人は考えた。彼らはこの干渉実験を行い、1881 年そして 1887 年に結果を発表した。後者の実験は多くの鏡で反射させ光路を長くした。結果は干渉縞の間隔に明確な変化は見られず、位置にも変化はなかった。その後多くの人が同様の実験を行ったが変化は見られなかった。そこで、光速は観測者の運動に関わらず一定だと認識され、更に光には媒体は存在しないとの結論に至った。これが有名な光速度不変の法則だ。

これらのマイケルソン・モーリ様の実験について、非常に重要な留意点が二つある。一つは、二つのビームが合流して測定器に進むが、片方が一方のスリットを通り他方のビームが別のスリットを通るのではない。合わさった混合波が両方のスリットを通る、即ち各ビームが両方のスリットを通る。もう一つは、両ビームの振動数（周波数）の差を観測しようとしている点だ。近代の実験ではスリットによる干渉縞の観測ではなく、二つのビームを重ね合わせて周波数の差を差周波数（うなりの周波数）として測定している。

3. マイケルソン干渉計による光速異方性測定の留意点

上述の原理での直角二方向の光の干渉を見る装置はマイケルソン干渉計と呼ばれている。最新のものでは重力波の観測を行っている KAGRA がある。これは、二つのアームの長さを調整し、光路長に半波長分の差を持たせたもので、両ビームが戻って合わさったときに打消しあい混合波の振幅をゼロにして光らない状態にしている。重力波が入るとアームの長さが変化し、混合ビームが発光する。この発光は短い時間での振動として現れる。

マイケルソン干渉計での光の伝搬を検討してみよう。二つのアームの長さは同じとする。光の振動の角振動数を ω とすると、振幅の変位は $y = A\sin\theta = A\sin\omega t$ と表記できる。この角度部分 θ は位相とよばれ、初期値をゼロにとっている。この振動が x 方向に速度 v で進行すると光の位置は $x = vt$ となる。このように振動が振幅の垂直方向に伝搬する波は平面波と呼ばれる。この平面波を一つの式で表すと次のように表記できる。

$$y = A\sin\left(\frac{\omega}{v}(x - vt)\right) = A\sin\left(\frac{\omega}{v}x - \omega t\right) = A\sin(kx - \omega t)$$

これは、ある一定の変位を示す位置は $x = vt$ で動き、ある特定の位置では変位は $A\sin\omega t$ で振動することを示している。k は波数と呼ばれ $k = \omega/v$ を示している。

同時に発光し二つに分かれたビームの間に光速の差があると、合流点への到着に時間差 Δt が生じる。混合波を測定する為、二つのビームは同時に到着する必要がある。その為、到着が Δt 遅れる光は Δt 早く発光される。従って二つのビーム間には $\omega\Delta t$ の位相差がある。二つビームの混合波の変位は次のように表される。

$$A_1 + A_2 = A\sin(kx - \omega t) + A\sin\big(kx - \omega(t + \Delta t)\big)\ , \qquad k = \omega/v$$

以上は装置に静止した座標系だ。二つに分かれたアーム内では光速が異なるが、ハーフミラーに戻って合流した点から測定器までは両ビームとも同じ方向であるため、光速 v は等しくなり、角振動数 ω 波数 k も等しくなる。一方、媒体に静止した座標系から見ると、伝搬速度は方向に関係なく一定となるが、アームの長さが同じでもそこを往復する光路長が異なってくる。装置の動きに水平な光路が垂直な光路より長くなる。従って何れの座標系でも上記の式は成り立ち、v, ω, k は両ビームで等しくなる。実際の実験では装置に静止した座標を使っているので、装置座標で話を進める。

ここで A_1 の位相を $0 = -\omega\Delta t/2 + \omega\Delta t/2$ 、A_2 の位相を $-\omega\Delta t = -\omega\Delta t/2 - \omega\Delta t/2$ と表記する工夫を行う。

$$A_1 + A_2 = A\sin\left(kx - \omega t - \frac{\omega\Delta t}{2} + \frac{\omega\Delta t}{2}\right) + A\sin\left(kx - \omega t - \frac{\omega\Delta t}{2} - \frac{\omega\Delta t}{2}\right)$$

三角関数の加法定理により

$$\begin{aligned}\sin(\alpha + \beta) + \sin(\alpha - \beta) &= \sin\alpha\cos\beta + \cos\alpha\sin\beta + \sin\alpha\cos\beta - \cos\alpha\sin\beta \\ &= 2\sin\alpha\cos\beta\end{aligned}$$

となり、上の混合波は次のように変形できる。

$$A_1 + A_2 = 2A\cos\frac{\omega\Delta t}{2}\sin\left(kx - \omega t - \frac{\omega\Delta t}{2}\right)$$

これが二つのビームが合流した後の観測器での干渉波となる。これは極めて重要な数式だ。地球の自転などによる装置の回転により Δt が変化すると、次の結果を示す。

(1) 装置の回転により Δt が変化しても、両ビームの方向が同じである為、光速 v 振動数 ω 波数 k 及び波長は両ビーム間で等しい（媒体座標系では不変）。

(2) 装置の回転による Δt の変化で、混合波（干渉波）の振幅と位相が変化する。

(1) はマイケルソン・モーリ様の実験で干渉縞の間隔や位置が変化することはない、また両ビームの周波数の差を観測してもゼロであることを示している。(2) の位相変化は

測定が難しいが、振幅の変化は混合波の明るさの変化を示しており、極めて簡単に測定できる項目である。結論として下記に集約される：

- 今までの光速異方性実験は、振動数（波長）の変化を測定しようとしたため、観測できなかった。
- 干渉波（混合波）の明るさの変化を測定すれば、光速異方性が判明する。

4. 光速異方性を測定する方法

前項の結論で述べたように、干渉波の明るさの変遷を測定して光速異方性が判明するのであれば、重力波を測定している KAGRA は明るさの変化を観測しているので光速異方性も測定できるはずだ。KAGRA は現在、重力波の観測に特化して運用している。重力波による変動は非常に小さい為、その他の要因による振動を可能な限り小さくするノイズ除去をしている。その一つに、アームの長さの自動微調整がある。原因が何かは問わず、基底状態で両ビームが打ち消し合い光度がゼロ（最低）になるようにビームの長さを調整している。光度が増えると自動的に修正してゼロとしている。この修正の時間間隔をある程度長くするれば、それより周期が十分短い重力波の観測には支障がない。即ち、ある程度の周波数以上の振動を検知しており、低周波（長周期）の振動はノイズとして取り除いている。

光に媒体があると、地球の自転によりマイケルソン干渉計の明るさには周期が１日の日内変動があるはずだ。KAGRA の長周期振動除去のアーム調整が記録されていれば、調整量に日内変動が見られるかもしれない。しかし、それよりも設定を変更して光速の異方性を測定するのが好ましい。現在よりはるかに小さい光量の発光で、両ビームの長さを同じにし（自動調整機能はオフ）平均状態で両ビームが重なり明るくなるようにした上で、光度の長周期変動を記録する。KAGRA は重点プロジェクトの重力波測定で予定が詰まっており、利用は難しいと思われる。KAGRA 建設の前にプロトタイプとして作られた TAMA300 というマイケルソン干渉計があるので、それを使って光速異方性実験を実施して頂きたいと切望している。この実験は困難なものではないが、その結果は世の中を一変させる。

実は光速の異方性を示唆する現象が既に言及されている。マイケルソン・モーリの実験では干渉縞は不安定で、暗くなることが多く消失することもよくあったようだ。鏡を調整し像を復活させ、干渉縞の間隔を記録していった。彼らは、外的要因の振動

や温度変化などのノイズによると推測しているが、両ビームの位相差の変化による明るさの変動が主原因と思われる。もっと直接的なものとして次の例がある。2008 年か 2010 年のイタリアでのワークショップで「情報伝達速度の日内変動を観測した」という発表がなされた。人工衛星、チリそして米国東海岸の各地点間での情報伝達において、伝達速度の地点間による差に１日を周期とする変動が見られたというものだ。本当にきれいな日内変動のデータで、私は即座にこれは光速異方性を示すデータそのものだと感じた。「情報伝達速度と言っているが光速そのものでないか」と質問したが、「光速ではなく情報伝達速度だ」との答えだった。この情報伝達は電波で行っており、情報伝達速度は電磁波（光）の伝搬速度に等しい。残念ながらその後この結果は学術雑誌や抄録に発表されることはなかった。

何故、彼らは情報伝達速度と言ったのだろか。物理の世界では光速度不変は 100 年に渡る実験で確かめられた絶対的真実だとされている。物理学者が光速度不変に疑問を呈することは物理の学術世界から追放されることを意味しているらしい。私が光速異方性の測定原理に話を向けても物理学者達は私の主張に反論できず、ただ実証されていると言うだけだ。彼らは測定原理について深く考えたことがないようで、ただ観測結果として鵜呑みにしている。マイケルソン・モーリの論文でも観測原理については詳しく記載されていない。干渉縞の間隔の変化の最大値として照射光の波長の数倍になるとの予想が記載されているが、どのような根拠で干渉縞間隔の変化となるかの説明がなされていない。その後、物理学者達は測定原理について議論することなく光速に異方性はないことが実証されたとしてしまった。

5. ローレンツ変換と相対性理論

光速が観測者の運動に関係なく一定とすると、速度の加法性が成立しなくなる。ローレンツはこれを解消する手段として、1899 年に高速で動く座標系では長さが短くなる（ローレンツ収縮）とし、これを与える座標系間の変換としてローレンツ変換を提唱した。一部を訂正し、1904 年に最終的な変換式を発表した。時間の進み方が全ての座標系で同じではなく、二つの座標系の相対速度で変化する。ローレンツ自身はこの変換が全てに適用できるのではなく電磁波に特徴的なものと考えていた。

アインシュタインは 1905 年に、⑴ 光速は光源の運動に係わらず一定、⑵ 全ての慣性座標系は同等（相対性原理）、を前提条件として座標変換を提唱した。結果

はローレンツ変換と全く同じものだ。彼自身はローレンツ変換を知らなかったと言っている。電磁波に限らず全ての運動に適用できるとし、これが特殊相対性理論だ。尚、前提の(1)と(2)を合わせると、光源の運動に限らず観測者の運動も含めた光速度不変になる。つまり、光速度不変を前提にすると、それまでのガリレイ変換に代わりローレンツ変換が必要になるとの主張になる。

アインシュタインがその後発表した重力に関する一般相対性理論に関しては、現在、何らかの変更が必要になるとか、別の重力理論があるのではと、疑問を呈する学者が増えている。しかし、特殊相対性理論に関してはほぼ全員が正しいと信じ、ローレンツ変換不変性は如何なる理論も満たさなければならないとしている。

6. 光の伝搬速度と超新星プロジェクトのハッブル図

ここまでに述べたように、光速度不変は実験的に確認されていない。逆に光速の異方性を示唆する現象が見られている。光の波としての性質も疑問を挟む余地はない。私はエネルギー周回理論を提唱する前に、エネルギーの振動は追加のエネルギーを与え、我々が観測するエネルギーは媒体となるエネルギーの振動であるとの宇宙モデルを提唱した。真空の宇宙空間はこの媒体に満たされていて、空間エネルギーと名付けた。光もこの媒体である空間エネルギーの振動だ。

一般に波の伝搬速度は媒体の密度の平方根に比例する。音波は空中では空気が媒体で、水中では水が媒体になる。その為、音は水中では空気中より速く伝搬する。真空では媒体がなく、音は伝搬しない。光は真空を構成する空間エネルギーが媒体だ。空気中や水中では光の伝搬が遅くなるが、これは荷電物質と相互作用し散乱する為、ジグザグに進み見かけ上の光速が遅くなっている。これを電磁相互作用因子と名付けた。宇宙膨張にともない空間エネルギーの密度は低下する。これをエネルギー密度因子と名付けた。宇宙開闢から暫くは電磁相互作用因子の為、光は直進することができず見かけ速度はゼロであった。陽子と電子で水素原子が作られるようになると宇宙空間は光に対し一気に晴れ上がり、光速は実質的にはエネルギー密度因子だけに左右されるようになった。

宇宙の半径を x とすると真空中の光速度は x^3 の平方根に反比例する。

$$c(x) \equiv \frac{dL}{dt} = \frac{K_1}{\sqrt{x^3}}$$

宇宙の半径は時間の指標としても捉えることができる。宇宙半径の増加 dx あたりの伝搬距離を新たに半径当たりの光速度 $C(x)$ と定義する。この半径 x が宇宙膨張そのものである為、赤方偏移を簡単に表記できる。その為、光の伝搬距離と赤方偏移を示すハッブル図がこの $C(x)$ を使うと極めて簡単に得られる。半径距離の単位として将来膨張が止まる最大値を $x = 1$ と取ると、光速 $C(x)$ は次の式で表される。

$$C(x) \equiv \frac{dL}{dx} = c(x)\frac{dt}{dx} = \frac{K}{x\sqrt{1-x}}$$

現在の宇宙半径を x_P 発光時の半径を x_E とすると、赤方偏移は次のようになる。

$$z = n - 1 = \frac{x_P}{x_E} - 1$$

論文発表されている超新星のハッブル図と同じデータ処理をして、上記の理論モデルからのハッブル図を得て、実測図と比較した。その結果は、$x_P = 0.7$ 即ち現在の宇宙半径が最大値の 0.7 の場合のグラフと一致した。この結果は 2017 年にワークショップの抄録として論文発表した。

このように、光に媒体があることを認めると、超新星のデータは決して宇宙膨張の加速を示しておらず、膨張加速を引き起こす暗黒エネルギーは存在しない。宇宙空間は媒体として働く空間エネルギーに満たされ、宇宙膨張は通常の時間（源時間）では減速しており、宇宙半径を時間（観測時間）とすると定速で膨張している。

以上の空間エネルギー、光速、赤方偏移、ハッブル図に関する詳細は本書 3 ページで紹介した 物理の気まま散策 の#44～#51 に記載している。特に#51 には実測のハッブル図と本モデルの理論値グラフの重ね合わせを記載しているので是非参照下さい。

２章　エネルギー周回理論

7. エネルギーとは何か

前項で述べたように、超新星の観測データによるハッブル図は、未知の暗黒エネルギーの存在を実証するものではなく、光に媒体があり光速は宇宙膨張により減速してきたことを示す観測証拠となる。ここで、媒体が何か、またどのような振動でエネルギーが伝搬するか、等が課題になる。

エネルギー周回理論（ECT）の二つの前提条件のうち最初の「エネルギーは内在エネルギーの運動として表記できる」は、エネルギー周回理論として纏める前に提唱し、前項での光速度の式や宇宙膨張のハッブル図の発表に至った。宇宙を考えるにあたり、宇宙空間はエネルギーの存在する領域で、存在とはエネルギーがあること、エネルギーは多次元での振動だ、との前提を置いた。この考え方では「存在する全てがエネルギーでエネルギーに帰着しない存在はない」ということになる。エネルギーが最初に定義され、その分布や運動、更に相互作用がその他の物理的性質を与える。これは現状の一般的な考え方と逆になる。既存の物理学では質量や電荷などの性質があり、そこからエネルギーが二次的に定義されることが多い。ただし、質量も電荷も定義されていない。

ECT ではエネルギーを「宇宙に存在するもの」と定義する。エネルギーの運動が更にエネルギーを与え全エネルギーは次式で表記できるとする。

$$E = E_0 v^2$$

内在エネルギー E_0 が速度 v で動くと全エネルギーは E となる。この内在エネルギーの値を広義での質量と定義できる。同じエネルギーに対し内在エネルギーの取り方には、動きの方向に応じ、何通りもある。その選択により速度が変わるが、全エネルギーは等しい。

$$E = M_1 {V_1}^2 = M_2 {V_2}^2 = mc^2$$

光速 c で運動する内在エネルギー m を特に狭義の質量と定義する。以降、光速で動く内在エネルギーを質量と呼び、その他は内在エネルギーと呼ぶことにする。

上記の式は次に説明する運動量に働く力と共に、ECT の出発点である前提条件となる。この前提条件が ECT の本質そのもので、そこから導き出される新たな物理学的帰結を含め ECT と呼ぶ。この前提の下で展開される物理が現状を正しく表記できれ

ば、この前提は正しいであろうという事になる。そういう意図でこの前提を理論/theory と呼ぶ。

8. エネルギー間に働く力

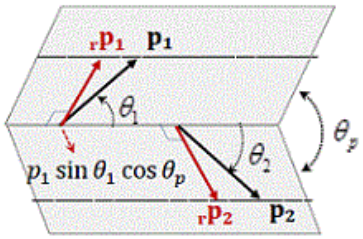
超新星のハッブル図の謎は解けたが、媒体とその振動がどのようなものかが課題となった。まず、媒体となる「空間エネルギー/space energy」に対しその振動による我々が観測できるエネルギーを「見かけエネルギー/apparent energy」と呼び区別する。前項のエネルギーと内在エネルギーの関係は見かけエネルギーについても成り立つ。光では内在エネルギーが直進しているが、粒子では定常状態になっている。粒子では内在エネルギーが周回していると考えるのが妥当だ。内在エネルギー m_0 が光速 c で周回するとエネルギー $E = m_0c^2$ を示す静止した粒子となり、m_0 が静止質量となる。しかし、ここで内在エネルギーの運動を曲げ周回させる力は何かという大きな問題が生じる。宇宙エネルギー全体も半径が拡大している周回と見做せるが、周回を制御している力が不明であった。当初、重力により膨張は減速していると考えていたが、種々検討してみると重力はあまりにも弱すぎる。粒子の内部周回を与える力は電磁気力ではないかと検討したが、電気的分極のないものは説明できない。媒体において、局所的分極がおこり大局では中性になっているのでは、等と推測をめぐらしたが全く解決に至らなかった。

ある時に、エネルギーの動きに対して働く力があるのではないか、と思いついた。これは青天の霹靂で、これで全てのパズルが解けると一瞬にして感じた。ここに二つめの条件が加わり、エネルギー周回理論/Energy Circulation Theory が誕生した。重力がエネルギーの大きさに基づいて働くのに対し、エネルギーの動き、即ち運動量に基づいて働くもう一つの普遍的な力があるとする。これを「基本力/fundamental force」と名付けた。現行の物理学では４つの基本的な力が存在するとされるが、重力以外の電磁気力、弱い力、強い力はこの基本力の表現型となる。

運動量を $\mathbf{p} = M\mathbf{V}$ と内在エネルギーと速度で定義する。運動量は大きさに加え速度と同じ方向がありベクトルとなる。そのため基本力は角度の要因が加わる。同一平面内の二つの運動量の場合、距離の２乗に反比例する次の力が働くと提唱した。

$$F = K_f \frac{{}_{\mathbf{r}}\mathbf{p_1} \cdot {}_{\mathbf{r}}\mathbf{p_2}}{d^2} = K_f \frac{p_1 p_2}{d^2} \sin\theta_1 \sin\theta_2$$

角度 θ は運動量の距離方向との角度で、$|{}_{\mathbf{r}}\mathbf{p}| = p\sin\theta$ は運動量の距離に対して垂直方向の成分となる。この成分が同方向の場合はプラスの力で排斥力となり、逆方向の場合はマイナスで引力となる。二つのエネルギーの動きが同一平面でない場合も含めた一般式は、もう一つの角度要素が加わり下記図のようになる。



$$F = K_f \frac{{}_{\mathbf{r}}\mathbf{p}_1 \cdot {}_{\mathbf{r}}\mathbf{p}_2}{d^2} = K_f \frac{p_1 p_2}{d^2} \cos\theta_p \sin\theta_1 \sin\theta_2$$

K_f: Fundamental force constant

内在エネルギーの取り方により速度が変化し、運動量も変わってくる。しかし、力は同じだ。その為、基本力定数 K_f は内在エネルギーの速度に依存することになる。共通の速度を示す内在エネルギーを選ぶと基本力定数が一定になる。場合により都合のよい内在エネルギーを選ぶことができるが、現在の光速 c を速度とする内在エネルギーを特に（狭義の）質量とよぶ。

9. エネルギー周回内力とエネルギー周回間の力

逆平行の動きを示す二つのエネルギー片は、条件を満たせば、基本力による引力により周回するようになる。この引力を「周回内力/intra-circulation force」と呼ぶ。内在エネルギーが連続した周回で、周回内力と遠心力の釣り合いによりエネルギー量に応じた半径を示したものを「エネルギー周回/energy circulation」と呼ぶ。

二つのエネルギー周回間には基本力による力が作用する。同じ平面内の作用を「水平相互作用/flat interaction」と呼び、重なった二つの垂直方向の作用を「垂直相互作用/orthogonal interaction」と呼ぶ。逆向きの周回が重なると垂直相互作用は引力となり共役結合対を形成する。この共役結合対が水平に離れようとすると、隣接する位置までは引力が働き元に戻ろうとし、隣接を超えると排斥力が働き加速分離する。同じ向きの二つの周回は水平相互作用により隣接しようとする。隣接より小さい距離で排斥力、大きい距離で引力が働く。

10. 初期エネルギーから二つの宇宙への分離

仮定として、初期エネルギーを多次元（M 次元）での振動とし、２次元のエネルギー周回の共役対が M/2 組存在する状態とした。これが１次元方向に離れ二つの宇宙に分離する。このとき２組の共役周回結合対は角振動数が $+\omega$ と $-\omega$ に分かれ各宇宙で１重のエネルギー周回となり、遠心力とのバランスが崩れ周回半径が膨張する。２次元の周回が二つ、計４次元でエネルギー分布が膨張した。残りの M-4 次元では、各周回結合対の内在エネルギーは二つに分離したが、各々の宇宙で２次元の共役結合対（２重周回）を維持し、半径は分離で一旦縮小し、その後は増加せず一定を保っている。２重周回の内在エネルギーの運動量は逆向きの周回で相殺し、内部周回に起因する運動量がゼロになる。従って２重周回は他の周回と周回間相互作用を及ぼさない。一方、二つの１重周回の半径は４次元空間で膨張する。４次元の直交座標を X_1 , X_2 , X_3 , X_4 半径を r とすると二つの周回は

$$[X_1 \quad X_2] = r[\cos\omega t \quad \sin\omega t]\,, \qquad [X_3 \quad X_4] = r[\cos\omega t \quad \sin\omega t]$$

と表記できる。これを４次元極座標で表すとエネルギー分布は

$$\mathbf{X} = [r \quad \theta_1 \quad \theta_2 \quad \theta_3] = [r \quad \omega t \quad \theta_2 \quad \omega t]$$

となる。θ_2 は $0 \le \theta_2 \le \pi$ に連続分布し、位置に対応する角度の変数だ。ここで分かるように、宇宙エネルギーは４次元球の３次元表面に分布する。３次元表面は一般に３次元球面と呼ばれるが、４次元球との混同を避けるため３次元表面と呼んでいる。

かなり以前から、端がなく均等に広がった３次元空間を与えるには、１次元が加わり４次元の表面と考えると可能とするモデルがあった。数学の難問にポアンカレ予想があり、2002 年にペレルマンが証明に成功し大きな話題になった。これは、「３次元空間内の何処においても、紐のようなもので輪をつくりこの紐を引いて輪を小さくしてゆくと一点になる場合、この３次元空間は必ず４次元空間内の３次元球面である」というものだ。これは端も穴もない３次元空間は必ず４次元球の３次元表面である事を示している。宇宙の観測結果は端がなくほぼ一様に分布して穴はなく、数学的にも宇宙空間は４次元球の３次元表面であることを要求している。

11. 空間エネルギーとその単位構造スペーシア

４次元空間以外の余剰次元での周回は２重周回を維持、つまり対称性を維持して、４次元空間の運動に対し内在エネルギーとして働く。一方、４次元空間での最初の周回は１重周回で非対称だ。宇宙のエネルギーを対称な部分「空間エネルギー/space

energy」と非対称な部分「見かけエネルギー/apparent energy」に分ける。前項で述べた $X_1 - X_2$ 平面での周回を半径 r と円周上の円弧距離 $vt = r\omega t$ で表す。半径の単位ベクトルを $\mathbf{e_0}$ 円弧の単位ベクトルを $\mathbf{e_1}$ とすると、周回は次のようになる。

$$[X_1 \quad X_2] = r[\cos\omega t \quad \sin\omega t] = r\mathbf{e_0} + r\omega t\mathbf{e_1}$$

エネルギーは４次元球の球面にだけ存在しており、半径は増加しているが半径方向には非常に薄い厚さに存在する。この厚さは余剰次元でのエネルギー周回の直径で、余剰次元は拡大していない為、一定となる。余剰次元周回の半径を μ_0 とする。この値はECT において宇宙膨張で変化しない重要な基本定数となる。

円弧方向の $\mathbf{e_1}$ は残りの X_3 と X_4 とで３次元直交座標系を作る。$\mathbf{e_1}$ 方向は３次元空間では直線だが、４次元空間では $\mathbf{e_0}$ と周回している。 空間エネルギーは宇宙空間に均一に存在しているので、その単位領域として半径 μ_0 の４次元球を考える。この単位領域の空間エネルギーを「スペーシア/spacia」と定義する。直径の $2\mu_0$ は $\mathbf{e_0}$ での宇宙空間の厚さとなる。この $\mathbf{e_0}$ 方向を「隠れ次元/hidden dimension」と呼び H で表す。スペーシアは３つの空間次元では莫大な数があり、膨張と共に増えている。しかし、隠れ次元 H ではスペーシアは一層しか存在しない。 空間エネルギーの単位体であるスペーシアのエネルギー分布を下式のように隠れ次元 H と空間次元 X での共役結合周回対（２重周回）として表記できる。H の単位ベクトルを虚数単位 i で表記している。虚数単位を使っているが実在しないという意味ではなく、実数部と直交した方向という意味だ。

$$\text{Spacia: } E_\mu[X \quad H] = E_\mu\mu_0(\cos\omega_0 t + i\sin\omega_0 t + \cos(-\omega_0 t) + i\sin(-\omega_0 t))$$
$$\equiv E_\mu\mu_0(\varphi_0 + \varphi_0^*)$$

共役結合対は完全に重なることはなく小さい間隔を保つ。また空間次元 X は３次元空間のどの方向でもよく、また方向が経時的に変化してもよい。

ここではエネルギー E が関数 ψ（プサイ）で表示される分布を示すときに $E\psi$ と表す表示法を使用している。上記のスペーシアの場合のエネルギー分布は $\psi_\mu = \mu_0\varphi_0 + \mu_0\varphi_0^*$ と二つの逆向きの周回で構成されている。エネルギー周回一般について、それが直線方向に動くと内在エネルギーは螺旋運動を示し、エネルギー分布を示す関数 ψ には周回成分に加え直線成分が加わる。この関数は周回（振動）およびその伝搬を表す波動関数だ。もう一つ重要な点は、全エネルギー、内在エネルギーおよび運動

量の位置は全て等しく、波動関数は全エネルギーだけでなくこれらの位置／分布を $E\psi,\ m\psi,\ p\psi$ 等と表示でき ψ は共通だ。

スペーシアの内部周回の速度は $v_c = \mu_0\omega_0$ だ。これが媒体としての位相伝搬速度で光速と等しくなる。

$$v_c = \mu_0\omega_0 = c$$

スペーシアの半径 μ_0 は不変量だが、振動数 ω_0 は宇宙半径 x の関数となる。宇宙膨張によりスペーシアの数が x^3 に比例して増え、空間エネルギーの密度であるスペーシアのエネルギーは x^3 に反比例して低下する。ω_0 および光速は $\sqrt{x^3}$ に反比例し、光速を表す式は、10 ページで述べた媒体の密度変化からの

$$c(x) = \frac{K_1}{\sqrt{x^3}}$$

と全く同じ形となる。ここに光速の起源と、光速が宇宙膨張に伴い減少する根拠も明らかになった。

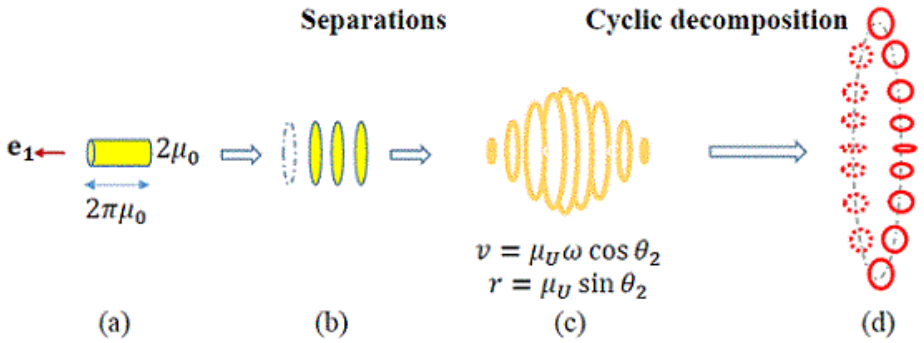
12. 見かけエネルギーの進展

宇宙膨張に伴い、空間エネルギーは対称な共役結合対（２重周回）の構造を保ったまま周回速度が低下し、スペーシアの数が増える。これに対し、見かけエネルギーは非対称な動きが空間次元内で拡張や分離してゆく。

見かけエネルギーはスペーシアの片方の周回の追加周回という形で与えられ、連続するスペーシア上で伝搬される。第 10 項 11 項で示した宇宙エネルギーの周回を示す分布は見かけエネルギーについてもそのまま適用される。$X_1 - X_2$ 面の周回を直径方向 $\mathbf{e_0}$ と円弧方向 $\mathbf{e_1}$ の単位ベクトルでの表記について述べたが、X_3 , X_4 の単位ベクトルに j , k を取ると、宇宙分離した直後の見かけエネルギーの分布は３次元直交座標系で次の式で表される。複雑な式だが、４次元極座標から直交座標に、更に $\mathbf{e_1}$ を使った３次元直交座標に変換したもので、このようになると結果だけを見て頂きたい。また、隠れ次元Ｈは含まれないが、そこでの運動は内在エネルギーに含まれている。

$$\mathbf{X} = \mu_0\omega t\mathbf{e_1}\cos\theta_2 + \mu_0\sin\theta_2\,(j\cos\omega t + k\sin\omega t)\,, \qquad (0 \le \theta_2 \le \pi)$$

これは $j-k$ 面で周回し $\mathbf{e_1}$ 方向に直線運動している。周回の半径は $r = \mu_0\sin\theta_2$ で 0 から μ_0 まで連続して詰まっていて円盤状になっている。直線運動の速度は $v = \mu_0\omega\cos\theta_2$ と、円盤の中心部分が最速で最大径ではゼロとなる。下記の図は見かけエネルギーの最初の変化を示している。



Separations and cyclic decomposition of the initial apparent energy

(a) は宇宙分離直後の状態で、$\mathbf{e_1}$ 方向の両端は $\mathbf{e_0}$ との周回により繋がっている。宇宙膨張の為、直ちに複数の円盤（b）に分離し、各円盤は（c）のように半径と直線運動速度が異なる複数の周回に分かれる。直線速度は θ_2 の値により右向きと左向きがある。これらのエネルギー周回は空間ー空間次元の１重周回だ。その後、各周回は膨張し、連続周回として維持できなくなり、(d) に示したように主周回に対して直交する多数の局所周回に円周全体で分解する。これを「環状分解/cyclic decomposition」と呼んでいる。親周回は子周回の集りであるが、環状分解は子周回への一斉分解となる。急激な宇宙膨張によりこの環状分解が何世代にも渡って起こり、半径およびエネルギーのより小さなエネルギー周回を生成する。

何世代かの環状分解で、無数の空間―空間次元１重周回が広大な３次元宇宙空間に散りばめられた宇宙構造を形成する。初期の周回構造は宇宙全体の大規模構造として残り、その後の周回は超銀河団の大規模構造、そして銀河団の構造として残っている。エネルギー周回のエネルギーが低下していくと、環状分解ができなくなる。これを「銀河種/galactic seed」と呼ぶ。その後、環状分解に代わり、二つの銀河種への分離(galactic seed separation)が始まる。この銀河種分離の過程でポテンシャルエネルギーの低下により放出される放射がガンマ線バーストと重力波だ。重力波という名称は不適切と思われるが一般の呼称に合わせている。これは空間―空間次元の周回が伝搬している。ガンマ線を含めた光は隠れー空間次元の周回が伝搬している。

銀河種分離が何度か繰り返されると、銀河種のエネルギーが低下し、それ以上分離できなくなる。そして、銀河種の恒星種放出が始まり銀河が形成される。恒星種は更なる子周回を放出し、最終的にスペーシアと同じ半径の最小エネルギー周回に分解する。一つのスペーシア内で量子化されたエネルギー周回を「基本周回/elementary

circulation」と呼ぶ。この１重周回の基本周回には隠れ－空間次元と空間－空間次元の２種類があり、iS , S と表記している。エネルギーの分布と大きさは下記で示される。

$$E_{(iS)}[X \quad H] = E_{(iS)}\mu_0(\cos\omega_0 t + i\sin\omega_0 t)$$

$$E_{(S)}[X \quad Y] = E_{(S)}\mu_0(\cos\omega_0 t + i\sin\omega_0 t)$$

$$E_{(iS)} = E_{(S)} = m_0{\mu_0}^2{\omega_0}^2 = m_0c^2$$

μ_0 はスペーシアの半径で不変量であるが、上記の内在エネルギー m_0 も宇宙膨張に関係なく不変量で、２重周回であるスペーシアの一つの周回の内在エネルギーと同じだ。それは見かけエネルギーがスペーシアの内部周回の追加周回により与えられるからだ。基本周回のエネルギーは宇宙膨張により ω_0 が減少し、小さくなる。これらの基本１重周回から共役結合対である２重周回 iD , D が作られ、また周回速度が倍になった励起体 $iD^{\#}$, $D^{\#}$ も生成する。一つのスペーシア内で複数の直交する２次元平面にこれらの基本周回が入ったものが、中間子および陽子や中性子等の重粒子を形成する。一つのスペーシア内のこれらエネルギー周回の組成物を「量子粒子/quantum particle」と呼んでいる。

13. 隠れ次元の運動量と電荷

隠れ次元 H ではスペーシアが一層しか存在しない為、エネルギーがこの次元で伸長することはない。空間エネルギー中で静止する為には前項で説明したように iS として量子化する必要がある。iS は光を吸収して空間次元方向には複数のスペーシアに伸長する。このエネルギー増加は空間次元での伸長にともなう電気ポテンシャルエネルギーの増加で、隠れ次元 H での運動量は一定で iS が伸長しても変わらない。

隠れ次元は３次元空間のどの方向に対しても直交している。また、隠れ次元での運動量は１次元だ。従って、基本力は運動量が荷量となるが、任意の空間距離にある二つの隠れ次元の運動量は空間内の方向を持たないスカラー量として扱える。ただし、H 内の方向によりプラスとマイナスの荷量になる。この隠れ次元の運動量が電荷の本質だ。量子化された iS の電荷が $+e, -e$ でこの値が電荷素量となる。伸長した iS では複数個のスペーシアにこの電荷が分散され全体では変化がない。電荷と電気力、更に iS の伸長については本書 31 ページで具体的に紹介する。更に詳しくは 物理の気まま散策 の#15#16 を参照下さい。尚、隠れ－空間次元周回の空間次元方向の運動量が磁荷で、これは空間次元に於いてベクトル荷量となる。

３章　量子力学の問題点

14. エネルギー量子

19 世紀末ごろに黒体輻射の問題が注目された。これに解答を与えたのがプランクのエネルギー量子仮説だ。物体が加熱され放射する電磁波を熱輻射（放射）と呼び、その振動数は広範囲に分布するが振動数毎のスペクトル強度は温度により決まった分布曲線を示す。温度が高くなるほど、強度が増し更に最大強度を示す振動数が高くなる。黒体とは外部からの電磁波を全て吸収する仮想的物体で、密閉された溶鉱炉に小さな覗き窓があると、そこから入った外部光は炉内で複雑に反射し再度窓から外に出ることは殆どなく、黒体と見做せる。従ってその小さな窓からの放射は黒体輻射となり、内容物の温度を反映している。

ウィーンは実験データから経験則としてスペクトル分布を示すウィーンの式を提唱した。この式は振動数の大きい側の実験データにだけ一致し、小さい振動数側は全く実測を反映していない。1900 年にレーリーが古典力学と熱力学からスペクトルの強度を導き出し、1905 年にジーンズが訂正し、レーリー・ジーンズの式が提案された。この式は小さい振動数側の実測データとよく一致したが、大きい振動数側は反映しなかった。

1900 年にプランクはウィーンの式とレーリー・ジーンズの式を数学的に繋ぎ、プランクの放射式を提案した。この式は実験データと一致する式だが、それを説明する理論がなかった。そこでプランクは電磁波のエネルギーには最小単位があるという仮説を 1900 年に提唱し、その最小単位を「エネルギー量子/energy quantum」と呼んだ。このエネルギー量子説によりプランクの放射式が理論的に誘導された（私には難解で理解できていません）。光には振動数毎に最小エネルギーがあり、その整数倍の飛び飛びの値しかとれないとした。このように不連続なエネルギーをとることがエネルギーの量子化と呼ばれている。

$$E_n = nh\nu\,, \qquad n = 0, 1, 2, \cdots$$

$$E_q = h\nu = \hbar\omega\,, \qquad (\omega = 2\pi\nu\,, \hbar = h/2\pi)$$

エネルギー量子は振動数に比例し、比例定数がプランク定数となる。角振動数 ω を使用すると定数は $\hbar$（エイチバー）となる。

この式はエネルギー量子のエネルギーで決して光のエネルギーではない。光のビームを観測器で測定し、単位時間（秒）当たりのエネルギーをその光のエネルギーとしている。エネルギー量子は１周期分の光であり、それに振動数 ν を掛けたものが光のエネルギーの最小単位となる。

$$E_\gamma = \nu E_q = h\nu^2$$

光のエネルギーとしてこの式が言及されることは少なく、エネルギー量子のエネルギーと混同されることが多い。しかし、実際の天文観測において異なった測定波長による比較などでは波長や振動数で補正している。改めて、光のエネルギー量子とは１周期当たりのエネルギーだ。

ここでは説明を省略するが、エネルギー周回理論 ECT では光がどのように放射するかを説明し、単位ビームのエネルギーが次のようになることを示した。

$$E_\gamma = 2\pi^2 m_0 {\mu_0}^2 \nu^2 = h\nu^2\,, \qquad h = 2\pi^2 m_0 {\mu_0}^2$$

プランク定数 h は宇宙膨張で変化しない不変量だが、ECT の基本定数である m_0 と μ_0 から誘導される二次的なものだ。物理の気まま散策 #18 を参照下さい。

15. ドブロイ波仮説

19 世紀末には、次の特徴を示す光電効果が知られていた。金属にある一定の振動数以上の光を照射すると電子が飛び出し、電子の運動エネルギーは照射光の振動数に依存するが、光量を増やしても一つの放射電子当たりの運動エネルギーには変化がない。1905 年にアインシュタインは光電効果を光量子仮説で説明した。プランクの光量子仮説と光電効果の性質から光は粒子としての性質も併せ持つとの意見が多くなった。これは光の波と粒子の二重性と言われる。光量子は粒子性の性質から光子として呼ばれるようになった。

因みに、標準物理では今でも粒子の定義がなされていない。粒子は不変量としての静止質量を持ち、エネルギー放射は静止質量がゼロとしている。ECT では全てが内在エネルギーが動いている波であり、それが連続したエネルギー周回を形成したものが粒子だ。粒子間には周回間力により相互作用が生まれる。

1924 年、ドブロイは波と粒子の二重性は光に限らず全ての粒子が持つとの仮説を提唱した。後に物質波と呼ばれるドブロイ波が粒子に付随すると主張した。この波は光と同様に $E = pv$, $E = \hbar\omega$ の関係があり $p = \hbar k$ を満たすとした。一方粒子の運動エネルギーは $E = pv/2$ でこの条件を満たさない。

物質波：　$E = pv\,,\ E = \hbar\omega \quad \Rightarrow \quad p = \hbar k$

運動エネルギー：　$E = mv^2/2 = pv/2$

ドブロイはこの波を「粒子に付随する波」としたが、決して粒子の運動エネルギーがその波に相当するとは言っていない。

16. 量子力学の定式化：シュレーディンガー方程式

ドブロイ仮説は大きなインパクトを与え、この付随する物質波の実態が何で、どう表す事ができるかが焦点となった。ドブロイ仮説条件 $p = \hbar k$ を満たす波動関数を与える方程式の誘導に最初に成功したのはハイゼンベルグで、1925 年に行列形式の方程式を発表した。1926 年にシュレーディンガーは波動方程式の形で発表した。その後、この二つは数学的に同等と証明され、両者とも波動関数を解として与える。シュレーディンガー方程式の誘導について考察してみよう。

彼は通常の平面波の波動関数を先に念頭に置き、それが解となる方程式を求めた。ECT では、既に述べたようにエネルギーの分布を波動関数で表記できる。空間ー空間次元の１重周回である S の静止状態のエネルギー分布は

$$\psi_0 = \mu_0(\cos\omega_0 t + i\sin\omega_0 t)$$

となる。μ_0 はスペーシアの半径でエネルギー周回の最小半径となり、これ以上小さな周回には分解しない。虚数単位 i を使っているが、これは一方の空間方向を実数で表した時に直交する方向の単位ベクトルを表している。S の場合、i も３次元実空間の空間次元だ。 エネルギーは既に述べてきたように次のように示される。

$$E_{(S)} = m_0{\mu_0}^2{\omega_0}^2 = m_0c^2$$

これにエネルギー ΔE が加わり速度 v で直線運動すると、内在エネルギーは下記に示すように螺旋運動するが、その速度は変化せず c のままで、内在エネルギー（質量）が増加する。

$$m_0c^2 + \Delta E = mc^2 = m({\mu_0}^2\omega^2 + v^2) = m\left({C_r}^2 + v^2\right)$$

$C_r = \mu_0\omega$ は螺旋運動速度の周回運動成分で v が直線運動成分となる。このエネルギー分布は

$$\psi = jvt + \mu_0(\cos\omega t + i\sin\omega t)$$

と波動関数で表示できる。もう一つの虚数単位 j は直線運動方向の単位ベクトルで、この場合直交する３つの方向全てが３次元実空間だ。上の式は波動関数の３次元表示となる。同じ波動関数を直交する二つの２次元平面波の和として表示できる。

$$\psi(x,t) = \psi_1 + \psi_2 = \mu_0 \cos\left(\frac{\omega}{v}(x - vt)\right) + i\mu_0 \sin\left(\frac{\omega}{v}(x - vt)\right)$$
$$= \mu_0 \cos(kx - \omega t) + i\mu_0 \sin(kx - \omega t)$$

この平面波表示の波動関数はシュレーディンガーが解として想定した波動関数と全く同じ形で振幅だけが異なる。

シュレーディンガーが想定した波動関数は

$$\psi(x,t) = A(\cos(kx - \omega t) + i\sin(kx - \omega t))$$

で、これを運動量 p とエネルギー E の表示に変換する。ここで彼はドブロイ仮説を使用して $E = \hbar\omega$ と $p = E/v$ の関係を使うが、ここに重大な問題がある。ドブロイは物質波についてこの関係を提唱した。しかし、シュレーディンガーは運動エネルギー等、粒子が持つエネルギー全般についてこの関係が成り立つとした。一周期当たりのエネルギーであるエネルギー量子についてはこの関係が成立する為、一先ずエネルギー量子を考え、振動数をエネルギーに、波数を運動量に変換する。

$$E_q = \hbar\omega \quad \Longrightarrow \quad \omega = E_q/\hbar$$
$$p_q = E_q/v = \hbar\omega/v = \hbar k \quad \Longrightarrow \quad k = p_q/\hbar$$

上記の波動関数は次のように置換される。

$$\psi(x,t) = A\left(\cos\left(\frac{1}{\hbar}(p_q x - E_q t)\right) + i\sin\left(\frac{1}{\hbar}(p_q x - E_q t)\right)\right)$$

これを解とする微分方程式を得る為、この式の t と x による偏微分をとり、エネルギーと運動量の各々の演算子を得る。演算子の式はシュレーディンガーのものと ECT で全く同じだ。だたし、ECT ではエネルギーをエネルギー量子に限定している。

これらの演算子をエネルギーと運動量を含む方程式に代入すると求めようとする波動方程式が得られる。すでに述べたようにエネルギーの位置は全エネルギー、運動エネルギー、質量、運動量等どれも同じである。その為、代入先の方程式はどのエネルギーを対象としたものでもよく、一旦、解として得られた波動関数は全ての種類のエネルギーに適用される。最初に ECT での方程式を紹介する。基本周回粒子の１周回分のエネルギーであるエネルギー量子のエネルギーは、m_q をエネルギー量子の質量とすると

$$E_q = m_q c^2 = m_q\left(v^2 + {C_r}^2\right) = \hbar\omega$$

となる。このエネルギー量子の直進運動成分は直進成分の運動量を用い次の式で表される。

$$E_v = m_q v^2 = \frac{{p_q}^2}{m_q}\,, \qquad (p_q \equiv m_q v)$$

この方程式にエネルギー演算子と運動量演算子を代入すると次の波動方程式が得られる。

$$i\hbar\frac{\partial}{\partial t}\psi(x,t) = -\frac{\hbar^2}{m_q}\frac{\partial^2}{\partial x^2}\psi(x,t)\,, \qquad m_q = E_q/c^2$$

一方、シュレーディンガーは元の方程式として次の運動エネルギーの式を選んだ。

$$E_k = \frac{1}{2}m_r v^2 = \frac{1}{2}pv = \frac{p^2}{2m_r}$$

これに演算子を代入し、次のシュレーディンガー方程式を得た。

$$i\hbar\frac{\partial}{\partial t}\psi(x,t) = -\frac{\hbar^2}{2m_r}\frac{\partial^2}{\partial x^2}\psi(x,t)$$

偏微分方程式でかつ虚数単位 i を含み難解だが、前述の波動関数がこの方程式の解になるということだけで十分だ。演算子と方程式の具体的誘導に興味のある方は 物理の気まま散策 #28～#30 を参照下さい。

17. シュレーディンガー方程式の矛盾

シュレーディンガー方程式と ECT の波動方程式は同じ形をしており、右辺の係数部の分母が $2m_r$ か m_q かの違いだけだ。しかし、ここには本質的で大きな違いがある。ECT では m_q はエネルギー量子の質量（内在エネルギー）で $m_q = E_q/c^2$ となり、直進方向の速度 v のみで決定される（E_q , ω は v で決定される）。これに対しシュレーディンガー方程式では m_r は個別の粒子の静止質量で、対象とする粒子により異なるとした。質量が大きい粒子ほど、解である波動関数の振動数が大きくなると主張した。

ECT では陽子、中性子、中間子など全ての量子粒子は半径 μ_0 の基本周回の組成であるため、今まで述べてきた空間―空間次元１重周回 S だけでなく全ての量子粒子について、エネルギー分布を示す波動関数およびそれを解とする波動方程式は同じものになる。波動関数の振幅は μ_0 で一定、そして振動数 ω は直進方向の速度 v だけに依存して決定される。

シュレーディンガー方程式には矛盾点がある。(1) エネルギー／運動量演算子を誘導するにあたって $E = mv^2 = pv$ の関係を使い、一方、それらを代入する方程式として $E = mv^2/2 = pv/2$ を使っている。「これこそが粒子と波の二重性を示すドブロイ仮説の本質だ」と反論されるかもしれないが、これは明らかな矛盾だ。(2) 更に、原

子内電子の軌道周回速度は光速に近く、運動エネルギーは $E = mv^2/2 = pv/2$ と近似できない（特殊相対性理論からではなく、ECT からの帰着）。⑶ 運動エネルギーの位置は粒子の位置と同じであるので、粒子に付随する波として運動エネルギーを考えることには一理あるが、運動エネルギー表示で使った粒子の静止質量と想定した物質波の質量を混同している。波動方程式にでてくる質量が何を意味しているか、吟味する必要がある。ドブロイ仮説は $E = pv$ に加え $E = \hbar\omega$ を使っているので対象はエネルギー量子である必要がある。従ってシュレーディンガー方程式に出てくる m を粒子の静止質量とするのは明らかな間違いだ。

18. 量子力学の成果

ハイゼンベルグ及びシュレーディンガーの方程式で定式化された量子力学は多大な成果を上げ、原子や分子、そして素粒子を解明してきたと言われている。しかし、成果を上げたのは原子軌道、分子軌道など化学に関するもので化学構造や反応の解明に大きく貢献した。素粒子については次章で述べるが、場の量子論による粒子論が提案されているものの大きな問題を抱え、決して成功裏に進んでいるとは言えない。

波動方程式を解いた解から対象の波動関数を得たのは原子軌道だけだ。それも、今まで述べてきた時間を含む関数 $\psi(x, y, z, t)$ ではなく時間を含まない $\psi(x, y, z)$ だ。シュレーディンガー方程式は空間依存部分と時間依存部分に分離できる。空間依存部分の解は時間依存の振動の振幅に相当する。電子の直進運動が陽子との電気引力により軌道周回する。この軌道周回には量子条件が加わり、飛び飛びのエネルギー準位と固有の形の軌道が得られた。ここでのエネルギーは粒子全体としての電子のエネルギーではなく、陽子との引力による電気ポテンシャルエネルギーだ。

一方、ECT では波動関数は粒子を構成する基本エネルギー周回のエネルギー分布を示し、方程式の解としてではなく理論的に得られている。原子内電子については。軌道周回に対する新たな量子化条件を示し、直進する電子の波動関数から軌道周回する電子の波動関数を、時間を含む完全な定常波 $\psi(x, y, z, t)$ として与えた。軌道周回の回転により３次元の軌道を与えた。このように ECT では原子内の電子のエネルギー分布を示す完全な波動関数を示している。既存の量子力学では得られた解に球面対称を与えているが、時間を含む定常波を示さず勝手に対称性を与えることはできない。ECT では既存の原子軌道に対しての訂正を具体的に提示している（物理の気まま散策

#27）。ECT での波動関数は波動方程式の解にはなっているが、その前になされた論理的帰着であり、方程式の解が実存する物理対象であるとは限らない。

19. 量子力学の暴走

シュレーディンガーおよびハイゼンベルグの方程式の解である波動関数が何を示すかが大きな問題になった。ドブロイ仮説による物質波とは何か。シュレーディンガーは当初、電子の場合この波動関数は実空間での電荷の分布を示すと解釈していた。しかし、ボーアとハイゼンベルグがこの波動関数は粒子の存在確率を示すとの確率解釈を提唱し、その後広く受け入れられた。何故このような解釈がなされたのだろうか。考えられる要因の一つとして次がある。質量が一点に集約する質点や電荷が集約する点電荷が漠然と考えられていた。重力を示す数式からは、周回がなければ質量が無限小の領域（特異点）に集まり無限大の密度を示すことになる。質点の存在確率分布でエネルギーの広がりを示そうとした可能性がある。しかしもっと大きな要因として。波動方程式の数学的性質から拡大解釈したと思われる。

この波動方程式は線型偏微方程式で、解に倍数を掛けても解となり、更に複数の解の一次結合、即ち、任意の比率で足したものも解となる。解として得られる波動関数の全てが物理的に求めようとする波動関数だろうか。複雑な波も単純な平面波の一次結合として表記でき、更に多種の振動数の波の重なりとするとパルス状の静止した波束が作れる。彼らは粒子の波動関数を多くの平面波の重ね合わせによる静止した波束と考え、それを存在確率の波とすることで制限を除き大きな自由度を得ようとしたと思われる。個別の平面波の振幅には頓着せず、複数の平面波を重ね合わせた波動関数の絶対値の２乗（$\psi\psi^*$ ）を全空間で積分すると 1 となるとし、この振幅の調整を規格化と呼んだ。

ここに更なる暴走が加わる。元来は目的とする波動関数を得る為の波動方程式であったはずだが、波動方程式こそが物理量の本質であるとした。24 ページのシュレーディンガー方程式の左辺は、波動関数を偏微分して得たエネルギー演算子そのもので、$E\psi$ と等しい。$E\psi$ はエネルギー量である実数 E を ψ に掛けることを示す。右辺の微分演算子部分を $\hat{H}$（ハミルトニアン）と表記すると右辺は $\hat{H}\psi$ となる。これは ψ に演算子を作用させるという意味だ。方程式は $E\psi = \hat{H}\psi$ と表記できる。$\hat{H}$ はエネルギーの演算子だが、エネルギーに限らず全ての物理量に対し、状態を示す波動関数 ψ に物

理量を与える演算子 $\hat{A}$ を作用するとその実測値 a が得られ $\hat{A}\psi = a\psi$ 即ち ψ に演算子 $\hat{A}$ を作用すると ψ に実測値 a を掛けたものになるとした。

暴走はもっと飛躍する。状態を示す波動関数 ψ は無数の波動関数 ψ_i の集合（重ね合わせ）で存在し、測定によって始めて具体的な波動関数が決定されるとした。

このように既存の量子力学は論理的積み重ねではなく、飛躍をしながら突飛もない概念を提唱してきた。物理学者達は正しさを議論するのではなく、提唱されたこの難解な性質をそのまま受け入れることが量子力学の本質を理解したことになるとした。波動関数の確率解釈に疑問を呈しても、「100 年に渡り実験的に実証されたもので既に確立した正しいもの」と言うだろう。このような状態で物理学は良いのであろうか。ゼロから量子力学の論理的検証を行う必要がある。

20. 不確定性原理の虚構

波動関数の確率解釈を提唱したハイゼンベルグはそれを支持する背景を模索した。波の性質に着目して 1927 年に不確定性原理を発表した。粒子の位置の分布の広がり（標準偏差）と運動量の分布の広がりには次の関係があり、位置と運動量を同時に正確に与えることは不可能だと主張した。

$$\Delta x \Delta p \geq \hbar/2$$

古典的な波の性質として不確定性関係というものが知られている。例えば１周期分の単一振動数（波数）の波の場合、その振動（エネルギー）の位置は波長全体に分散している。ところが複数の振動数（波数）の波の混合波（波束）は振動する位置の幅が小さくなりパルス状の波束も可能になる。振動位置の広がりと波数分布の広がりには次の関係がある。

$$\Delta x \Delta k \cong 4$$

これにドブロイ仮説の式 $p = \hbar k$ を代入すると前の式に相当（Δ の取り方は両者で異なる）することが分かる。従って不確定性原理の式は波の不確定性関係を波数に代わり運動量で表示したものである。しかしここには前提条件がある。対象が $p = \hbar k$ の関係、即ち $E = mv^2 = pv$ と $E = \hbar\omega$ の両方を満たす必要がある。最低限、エネルギー量子（１周期分のエネルギー）であることが必要だ。条件を満たす対象については、不確定性原理は成り立つ。

不確定性関係は ECT でのエネルギー周回についても成り立つ。内在エネルギー m が振動数 ω で周回している場合、$4m$ が $\omega/2$ で周回しているとも表示でき、更に

複数の倍音振動数の波が合わさった混合波とも表現できる。従って構成エネルギーの位置と波数（振動数）を同時に決定できない。しかし、エネルギー周回では周回上のエネルギーの位置は特定せず周回全体に均一に分布していると扱っている。実際に厳密に均一である必要はなく、不均一さも揺らぎも決定できない。波動関数が示している位置は、内部周回については半径が μ_0 で一定としているだけで円周上の位置は考えず、直線運動成分の位置だけを示している。従って、内部周回に関しては不確定性関係を不問にできる。周回の位置は半径 μ_0 の幅を持つが中心で確定している。直線運動位置は vt で与えられ、指定された時間では一点を示す。内部周回の振動数および波数も直線運動速度 v で一義的に決まる為、粒子の位置と波数（振動数）は同時に特定でき、不確定性関係は成立しない。従って、波動関数で示される粒子の位置と運動量には不確定性原理は成り立たない。

不確定性原理は上記の波束での説明以外に演算の非可換性で説明されることが多い。ここでは説明を省略するが、可換性は不確定性原理に根拠を与えているわけではなく、不確定性原理を記述しているに過ぎない。具体的説明は 物理の気まま散策#32 を参照。

一旦、不確定性原理が受け入れられると、更にエスカレートした。当初「位置と運動量は同時に決定できない」との不確定性原理だったが、位置単独で不確定性があるとし、位置 x は位置を与える演算子 $\hat{X}$ で与えられるとした $\hat{X}\psi = x\psi$ 。この位置演算子という身勝手なものを使っているにも関わらず、あらゆる測定の演算子について相互に非可換であれば同時に測定できないとして不確定性の幅を与えた。その一つがエネルギーと時間間隔の測定だ。この不確定性を理由に「非常に短い時間であれば高エネルギー状態を取れる」として高エネルギーの力を媒介するボゾン粒子などの生成が可能とした。エネルギーは完全な経時的保存量で、一時的にも高い値をとることはない。複数のエネルギーがある場合に、一部のものに集中し高エネルギーになることはあるが、全体のエネルギー量は不変だ。都合の良い不確定性原理は、次章で述べるゲージ場の理論と合わさり、都合の良い荷量、場の量子化ボゾン等を生みだし、標準粒子モデルへと暴走した。

４章　粒子論

21. 粒子とは何か

粒子の標準モデルでは粒子とは何かの定義はなされていない。これ以上分割できないとする 17 種の素粒子と呼ばれる基本粒子の存在を想定している。各素粒子は種々の荷量や量子数（電荷、スピン等）を持つ。「何故そのような性質を持つ素粒子が存在するか」や素粒子の構造などなは不問にし、このような素粒子を想定すると、それらから形成される粒子や、粒子崩壊／衝突反応を説明できるとしている。標準モデルでは素粒子を大きさがない点粒子として扱っている。前章で述べた量子力学での存在確率を示すとする波動関数は素粒子自身については与えられていない。

ECT では「粒子とはエネルギー周回」と定義される。基本力の周回内相互作用によりエネルギー周回が形成される。周回することにより粒子の位置は空間エネルギーに対し静止することができる。基本力に起因するエネルギー周回間の相互作用により反発や引き合う等の粒子としての性質を示す。18, 19 ページで説明したように、ECT は基本エネルギー周回（粒子）のエネルギー分布を示す波動関数を論理的に示している。静止した１重周回のエネルギー分布と大きさを再度示すと

$$E_{(iS)}[X \quad H] = E_{(iS)}\psi_0 = E_{(iS)}\mu_0(\cos\omega_0 t + i\sin\omega_0 t)$$

$$E_{(S)}[X \quad Y] = E_{(S)}\psi_0 = E_{(S)}\mu_0(\cos\omega_0 t + i\sin\omega_0 t)$$

$$E_{(iS)} = E_{(S)} = m_0{\mu_0}^2{\omega_0}^2 = m_0c^2$$

となる。ここに出てくる基本周回の半径 μ_0 と内在エネルギー（質量）m_0 はスペーシアから起因し、宇宙膨張に対し不変量であり ECT での基本定数となっている。

22. クオークモデル

当初、陽子や中性子などの重粒子も素粒子とされていた。しかし、あまりにも多くの重粒子が発見され、それらを構成するもっと基本的な粒子があるだろうとなった。1964 年にゲルマンとツヴァイグが別々に「重粒子は３つの基本粒子から成り立つ」との仮説を提唱し、後にそれらの基本粒子はクオークと呼ばれるようになった。陽子と中性子はアップクオーク u とダウンクオーク d からなり、u は電気素量 e の＋2/3 の電荷、d は－1/3 の電荷を持つとした。陽子は uud の組成で電荷は＋1 となり、中性子は udd 組成で電荷は 0 となる。これは仮説であり理論的根拠はない。大きな疑問は何故このような分数の電荷が可能になるかだ。その前に標準物理では電荷とは何か

の起源については全く触れておらず棚上げにしている。もっと大きな問題は、核子の質量をクオークの質量で予測できないという点だ。素粒子自体が、存在すると仮定されたものであるので、その質量を理論的に出すことはできない。観測により実測値として得ている。しかし、素粒子の組成である粒子については素粒子の質量（エネルギー）から大まかには導かれるべきだ。クオークの質量は当初かなり大きな値が与えられていたが、どんどん小さくなり最近では u が 2.2 MeV/c^2、d が 4.7 MeV/c^2 とされている。陽子の質量は 938 MeV/c^2 であり、クオークの質量からは説明できない。陽子の質量の起源が研究対象になっており、ある報告では、陽子の質量への貢献はクオーク間の力を媒介するグルー場のエネルギーが 36%、クオークのエネルギー（運動エネルギーも含む）が 32%としている。このような状況でクオークを重粒子の構成基本粒子だと主張できるのであろうか。

23. ECT による中性子の構造とベータ崩壊

隠れ次元 H を含む４次元空間では互いに直交する平面は XY, YZ, ZX, XH, YH, ZH の 6 面ある。一つのスペーシア内で、これら平面にエネルギー周回が入ることができ、それを量子粒子と呼んでいる。１重周回が二つの面に入った場合を考えよう。

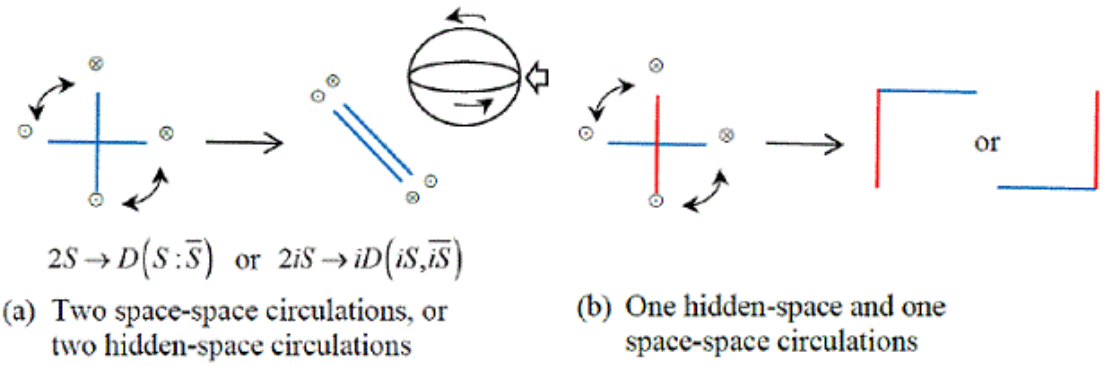
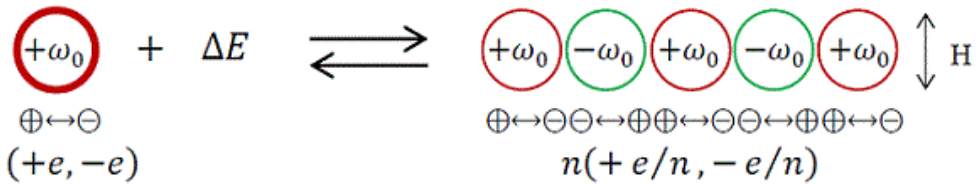


図 (a) に示したように、二つの S または二つの iS 間には矢印方向で引力が、矢印のない部分では排斥力が働き、二つは回転し共役結合対（２重周回）を作る。ところが、S と iS では、隠れ次元と空間次元が混合した方向は取れない。その為、中間方向への回転は起こらず図 (b) で示したように互いの端に引き合う。周回の記号にオーバーラインをつけたものは周回が逆方向 $-\omega_0$ のものを示す。基本周回の基底状態は振動数が ω_0 だが、振動数がその整数倍の励起状態も量子化された安定周回となる。振動数が $2\omega_0$ の２重周回を $D^{\#}$, $iD^{\#}$ と表記する。

空間―空間次元の１重周回 S は単独では安定ではなく、二つに分離し逆方向に進む。これをヘミ周回と呼び H で表記する。S が量子化される最低エネルギーなので H は静止できず、ほぼ光速で伝搬し内部周回のエネルギー成分はゼロに近くなる。これがニュートリノと反ニュートリノだ。分離直後に働く排斥力が「弱い力（相互作用）」で二つのエネルギー周回の垂直相互作用だ。同方向の周回であるので排斥力となる。

$$S \longrightarrow \nu(H) + \overline{\nu}(\overline{H})$$

隠れ―空間次元の iS の場合、隠れ次元では移動できず、空間次元だけで移動や伸長ができる。 iS では $+e$ と $-e$ の電荷が $2\mu_0$ の間隔で分布していると近似している。これにエネルギーが加わり空間次元で伸長すると、電気ポテンシャルエネルギーだけが増加し隠れ次元での運動量である電荷は変化せず、下図のように複数の周回に分散される。



n 個に伸長した場合、各周回の半周回の間には次の周回内力が働く。

$$F_x = K_e \frac{(+e/n)(-e/n)}{(2\mu_0)^2} = -K_e \frac{e^2}{(2n\mu_0)^2} = -K_e \frac{e^2}{d^2}$$

周回が接する部分では力が相殺されゼロとなり、両端だけにこの力が残る。これは $+e$ と $-e$ の電荷が距離 $2n\mu_0$ で働く力と等しい。尚、伸長する数ｎは必ず奇数だ。偶数では排斥力となり更に伸長するとエネルギーが低下するが、奇数では引力となり更なる伸長にはエネルギーが必要になる為だ。この伸長した iS をプラス電荷分とマイナス電荷分の二つに分けヘミ周回 iH_+ , iH_-と表記する。 S と iS が引き合い付加するように、H は iH の端に付加する。H（ニュートリノ）と iH_- の付加物が電子となる。

電子：　$e^- = (H, H_-)$

ECT では主要粒子ほぼ全てについて、エネルギー周回の組成および電荷、スピン、エネルギー、静止エネルギーの理論値を示し、実測値と良い一致を示した（参照：量子粒子の構造と相互作用）。

中性子は原子核内では安定だが、単独では不安定で寿命 15 分でベータ崩壊を起こし、陽子、電子、反ニュートリノに変化する。中性子は次の組成を持つ。

$$\text{中性子：}\quad n^0 = \left(D^{\#}, D, D, iS\right)$$

２重周回 D は共役結合対 $S{:}\overline{S}$ だが、水平分離で一旦隣接する位置まで分離すると、そこからは排斥力が加わり不可逆的に遠ざかる。これが中性子は単独で不安定な理由だ。中性子の β 崩壊は次の２段階で起こる。

$$(1)\ n^0\left(D^{\#}, D, D, iS\right) + \Delta E \longrightarrow p^+\left(D^{\#}, D, \overline{S}, iH_+\right) + a^-(S, iH_-)$$

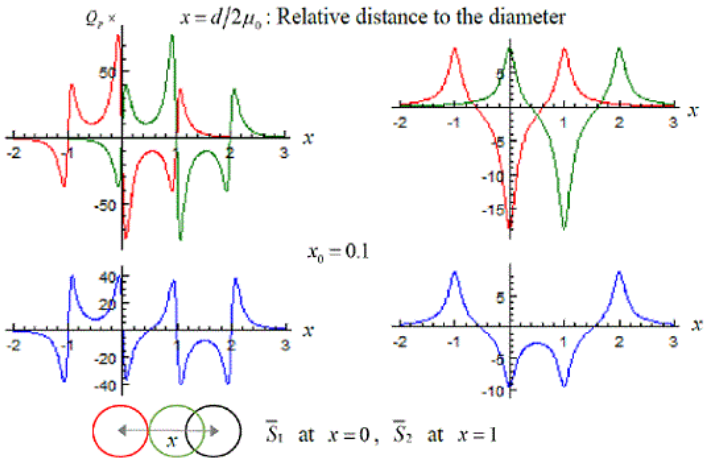
$$(2)\ a^-(S, iH_-) \longrightarrow e^-(H, iH_-) + \overline{\nu}\left(\overline{H}\right)$$

第一段階は D の分離と iS の伸長で、a^- は新粒子でアノン/anon と命名した。この反応は強い相互作用と電気相互作用による。第二段階はアノン内の S のニュートリノと反ニュートリノへの分解で弱い相互作用が働く。ニュートリノは iH_- と付加し電子を与え、逆方向に反ニュートリノが放射される。電子の位置はニュートリノの位置となるが、電子の $-e$ 電荷は陽子までの間に分散している。陽子の電荷も電子までの間に分散しているが、陽子の位置は $\overline{S}$ およびその他の周回の位置となる。

原子核内の核子の $\overline{S}$ は互いに引力を示す。この$\overline{S}-\overline{S}$ 相互作用が核子どうしを引き付ける。また $D\left(S{:}\overline{S}\right)$ と $\overline{S}$ の間で S が移動して原子核を安定化している。中性子と陽子の場合の S に働く力とポテンシャルエネルギーの変化を下図に示した。横軸は直径 $2\mu_0$ を 1 とする相対距離を取っている。

Flat interaction $\overline{SS}-S$ by **two** $\overline{S}$ and one S

$$S+\overline{S}+\overline{S} \longleftarrow D\left(S{:}\overline{S}\right)+\overline{S} \longleftrightarrow \overline{S}+D\left(S{:}\overline{S}\right) \longrightarrow \overline{S}+\overline{S}+S$$



(a) Respective forces on S (black) from $\overline{S}_1$ (red), $\overline{S}_2$ (green), sum (blue)　(b) Respective potentials of S from $\overline{S}_1$ (red), $\overline{S}_2$ (green), sum (blue)

赤い線は一方の $\overline{S_1}$ から S に働く力とそのポテンシャルエネルギーを示し、緑の線はもう一つの $\overline{S_2}$ から S に働く値、青は両者を足したものだ。

標準モデルではベータ崩壊の実質部は次のように示される。

$$d \longrightarrow u + W^-, \qquad W^- \longrightarrow e^- + \overline{\nu}$$

W^- は弱い力を媒介するウィークボゾンと呼ばれる粒子で質量は $80\ \mathrm{GeV}/c^2$ にも及ぶ。不確定性原理により非常に短い時間であれば高エネルギー状態が取れるとしているが、20 項で説明したように不確定性原理は間違っている。

24. 粒子のゲージ理論

粒子の標準モデルは現在、ゲージ理論に基づいて表現されている。ゲージ理論は群論という難解で高度な数学で書かれ、私には全く歯が立たず理解していない。私なりに大枠でどんなことがなされているか把握した内容を私の見解として述べたい。

ある状態１から状態２に変化する場合、複数の経路が考えられる。その変化でなされる仕事を時間で積分したものを作用積分と呼ぶ。実際に起こる経路は作用積分が最小値となるもの、という最小作用の原理がある。最小値（極値）であるので微小の経路からの座標のずれで作用を微分すると最小作用の経路ではゼロとなる。作用があるとはそこに場があると表現できる。電場は荷量がスカラーでありスカラー場と呼ばれる。磁場は荷量がベクトルとなりベクトル場と呼ばれる。今、スカラー場を考える。座標の回転のような変換（局所ゲージ変換）をして作用が不変の場合、場を与える理論はその変換に対して対称であるといい、これをゲージ対称性という。最小作用の原理の類似として、個別の系に対しゲージ対称性を求めるのがゲージ理論となる。

しかし、スカラー場の場合に局所ゲージ変換をすると作用は不変ではなくなる。そこで共変微分というものを導入して作用を不変にする。この共変微分が追加導入された部分のゲージ場となる。スカラー場として電場を取ると、この導入された場が磁場で、これはベクトル場である。全体の場がゲージ場となる。実はゲージ理論が導入される前から古典電磁気学では既に電磁場というスカラー場とベクトル場を含む場が電磁ポテンシャルとして定式化されていた。電磁気学はゲージ対称性を満たしていることになり、ゲージ理論が注目されるようになった。

ゲージ場を量子化したものがゲージボゾンという粒子で、場に働く力はゲージボゾンの受け渡しによる力と言い替えられるとし、これを場の量子論という。荷電粒子

間の電気力の場合、電磁場を量子化したものが光子で、それが力を媒介する。ゲージ理論による電磁力学は量子電磁力学（QED: quantum electrodynamics）と呼ばれている。

電磁力の場合、ゲージ対象性を示すゲージ変換は U(1)という回転操作だ。U はユニタリ行列で対象に掛けると絶対値を変えず回転等の変換を行う。括弧内の数字はこの行列の次元を示している。ユニタリ行列からなるユニタリ群の部分群に特殊ユニタリ群 SU がある。SU(n)は行列式が１の n 次ユニタリ行列の為す群だ。SU(2)のゲージ変換に対し対称性を求めると、弱い力によるゲージ場が生まれ、その量子化により Z^0, W^+, W^- の３種のゲージボゾン粒子を得ている。弱い力（相互作用）はクオークの種類が変化する相互作用で、中性子のベータ崩壊の場合は電荷を持つ W^- が媒介粒子となる。この力学は量子香力学（QFD: quantum flavourdynamics）と呼ばれている。弱い相互作用は電磁力と併せて電弱相互作用（EWD）として扱われ、QFD はあまり使われないそうだ。SU(3)のゲージ変換の対称性からクオーク間に働く強い力の場とその量子化粒子を得ている。このゲージボゾンはグルーオンと呼ばれ、質量はゼロ、色価/color と呼ばれる量子数を持ち、その違いにより８種類のグルーオンが存在する（一つのグルーオンは二つの色価を持つ）。クオークは３種の色価（カラー）を持つ。色価は光の色でないが３つのカラーを合わせると白になると表現しており、この名がついた。

粒子の標準モデルは U(1)× SU(2)× SU(3)の対称性を要求し、夫々のゲージ変換について条件を満たす場を求め、それらをラグランジアンという形で表現している。場の量子化で得られるものがゲージボゾンで、力の媒介粒子だとしている。

25. ゲージ理論の問題点

各ゲージ変換のユニタリ群毎に異なった代数が存在する。一般的に、種々の群には個々に対応する代数が付いていて、夫々の公理や演算を含んでいる。例えばベクトル全体を示す群は、まずベクトルとは何かを定義する必要があり、これは公理となる。その上でこの群での加法や積などの演算を定義していく。対象が公理を満たせば、一見ベクトルに見えなくともベクトルと見做すことができ、この群での代数が適用できる。

粒子を複数の要素を含む集合体と表記すると、それらの要素が、ある群の元である場合、その群の演算が適用できる。粒子のゲージ理論では素粒子を示す元（要素）が定義されていない。未定義のまま演算が展開されている。素粒子の存在確率分布を示すとする波動関数も与えられていない。各素粒子が「ある」を 1 で、「ない」を 0 と粒子の組成を行列表示して、粒子の崩壊や相互作用を展開している。粒子の生成演算子や消滅演算子と言ったものを都合よく導入している。これらのゲージ理論の弱点は多くの物理学者も認識しており、「ゲージ理論は 99%正しいだろう」と言い、決して 100%とは言わない。仮定する要素を定義すれば、数学として成立する。ある要素を仮定してそこから数学的論理性をもって展開する場合、例え数学的に正しくとも、その仮定が物理的に実在しないものであれば物理的には単なる空想になる。

電磁力については、元が電荷で明確ではないかと思われるかもしれない。しかし、点電荷として扱った場合のゲージ変換が議論されている。電荷とは何かを不問にして絶対的な保存量としている。ECT では、電荷は隠れ次元での運動量で、31 ページで示したように基本電荷のプラスマイナスの対が空間次元で伸長し分散している。この基本電荷対は電子と陽子に限らず、種々の長さの単独の電荷対が存在する。この電荷対の回転が３次元空間でのベクトル荷量である磁荷（磁場）を生む。

この様に標準モデルは、17 種の素粒子が基本粒子として無条件に想定される根拠がなく、それらを構成するもっと基本的なものの可能性についても何も語っていない。

終わりに

以上、現代物理の問題点について述べてきたが、どんな感想を持たれたでしょう。相対性理論は前提である光速度不変が間違っており、超新星のハッブル図データは宇宙膨張による媒体の密度低下に伴い光速が減少している事を強く支持している。量子力学は波動方程式の導出において大きな矛盾があり、方程式の訂正と解である波動関数の解釈に変更が必要であることを示した。波動関数の確率解釈を正当化しようと不確定性原理が提唱されたが、粒子の位置については適用できない。位置と時間の不確定性により短時間であれば高エネルギー状態が可能として粒子の標準モデルは展開されているが、これも間違いである。ゲージ変換での対称性から力を媒介するゲージ粒子を導入しているが、素粒子を数学的に定義せず、ゲージ変換の数学を使っている。素粒子にこの数学が使えるか疑問だ。

このように、どう考えても現代物理は破綻していると言わざるを得ない。不確かな提言に、内容の正しさを精査せず、その斬新さに飛びつき、受け入れてしまった。クオークは実験で存在が実証されていると言われるが、決して単独で見つかったわけではない。クオークを想定した理論で衝突実験データを解析し、クオークがあると言っている。同じデータを別理論で解釈できる可能性がある。この点を無視し、実証されたとするところに大きな問題がある。相対性理論の正しさを示すとする観測結果も、時間の進み方は変化せず光速が変化したとしても説明できる。

しかし、代替物理学が具体的に提示されない限りこれらの物理学を根本から再検討するには至らないだろう。今回の ECT は、エネルギーの量に働く重力に対し、エネルギーの動きに対し働く力があるのではないか、との発想から始まった。これは正に天からの突然の贈り物のようだ。この仮説からスタートすると奇跡のように既存物理学を書き換えることができ、多くの未解決問題を解決し実測データと非常によい一致を示した。既存の標準物理は実証されたもので絶対だとの呪縛を外し、ECT と比較しながら検討すると、どちらが正しいか又は新しい解決策の方向が見つかるだろう。

2022 年 9 月　S. Nagao