智山学報第四十五輯　平成八年三月

六大より見た　ボルン著「アインシュタインの相対性理論」の考察3

里　見　秀　明

六大は無礙にして常に瑜伽なりという弘法大師空海のお言葉がある。この意味は六大が自在に通達、渉入すること、自在に融通して一体となることを現わしている。

前二回では物理学上の直線運動と曲線運動を考えてきた。ここではさらに、空間における運動を考えてみる。即ち、一次元から二次元、さらに三次元となって、六大が無礙であるということが考察できるようになる。

『宇宙には意志がある』桜井邦朋著、クレスト選書、という最近（平成7年4月1日初版）出版された本がある。この中に「進化論では解けない生命の意義」とか「宇宙は人間のためにある」とか「人類の誕生は、宇宙の進化から必然的に生み出された結果ではないか」といった内容が書かれている。しかし、この中には、仏教や密教によってすでに説き明されている生命観がみられない。生命に対する仏教的、曼荼羅的考察がなされていたならば、この本はすばらしいものになっていたはずである。

生命に対する認識で、空海によってすでに解決されていることが欠落していて、唯物理学のみによって示されたので「生命がなぜ存在するのかということや、生命現象の理論を正しく説明できる物理学の法則や理論は、残念ながら今のところ現われていない」という結論になっている。

オウム真理教に走った理科系の若者達も又、空海の思想については無知であると思われる。密教と物理、そこに同じ切り口を見出さなければならない時代に来ている。六大無礙が真理として存在するか、単なる思想や言葉とし

て存在するかの道を示さなければならない。

（一）空間における運動

空間、即ち三次元における運動を図示することはできない。何故なら座標x、y、zが存在し、その上に時間tを加えなければならないからである。

我々の視力は三次元に限られている。故に、四次元$xyzt$は数学の記号的方法にたよらなければならないことになる。しかし、我々は現実に三次元の空間に住み、そこで行なわれる目に見える運動を認識することができる。現実の風景、水の流れ、風の音、トンボや蝶が飛ぶ様など四次元の行為であるけれども、目に見える。これを図示できないことは何を意味するのであろうか。それはさておき、ボルンの記述を追ってみる。林一訳東京図書「平面上の運動を描写する手段としてxyt空間を取り扱うことを学んだあとでは、三次元空間内の運動を$xyzt$空間の〝曲線〟とみなすことはむずかしくない。運動学を四次元$xyzt$空間の幾何学とみなす、この見方によれば、周知の幾何学の法則を運動の研究に応用することができる。しかも、アインシュタインの理論が……それは、まったくちがった種類の経験の内容をなす時間と空間の概念が、物理的測定の対象としてまったく区別できないことを示すであろう。……時間と空間の概念をより高い統一すなわち四次元の$xyzt$空間のなかに融合しなければならないであろう。ミンコフスキーは、……運動する点のグラフを〝世界線〟と呼んだが、……一様な直線運動はまっすぐな世界線に対応し、加速運動は曲った世界線に対応する。」

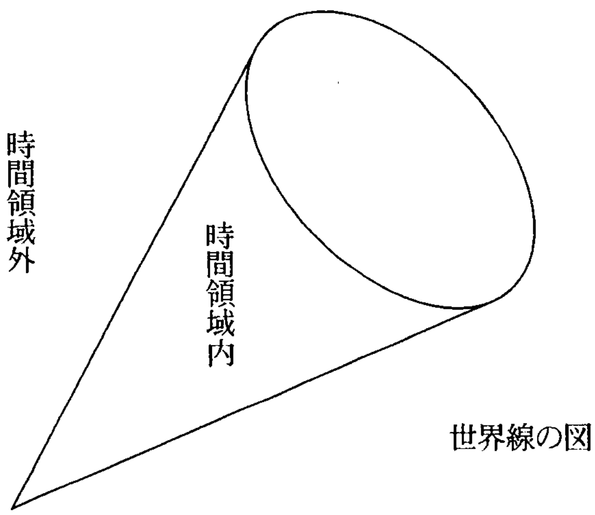


図1

この点を通る質点の世界線は光円錐の内側（時間領域内）にあり、光の世界線は光円錐面上にある。

1．動力学——慣性の法則

「最も単純なのは、どんな力も全然動いていない場合である。このときには、静止している物体は確かに運動をひきおこさない。古代人はすでにこのことに気づいていたが、それにもかかわらず、彼らはこの逆、すなわち運動の存在するところには必ず運動を維持する力が存在しなければならない、と信じていた。……古代の思想家は、投げられた石の運動を実際に保持している力を発見しようとしてさんざん苦労した。ガリレオは正しい観点に到達した最初の人であった。彼は、運動の存在するところつねに力あり、という考えは先入観に災いされた見解であることを発見した。」

ガリレオは正しい観点から、次のような答えを得た。「力は速度を変化させる影響力をもつということであった。速度の大きさと方向が変らないような運動を維持するには力は不要である。したがって、静止している物体は、外力が働かなければ、いつまでも静止しつづけ、一様な直線運動をしている物体は一様な直線運動をしつづける。」という慣性の法則であった。

2．撃力

力が加わることによって突然速度変化が生ずる場合が、打撃あるいは撃力である。撃力は力の大きさばかりでなく、力の持続時間に依存する。

「力Kによる打撃が $t=\frac{1}{n}$ 秒間ずつn回加えられるとき、もし打撃が認めうるほどの間隔をあけずに行なわれるならば、あたかもKがその時間中ずっと作用しつづけているのとまったく同じ結果をもたらす。

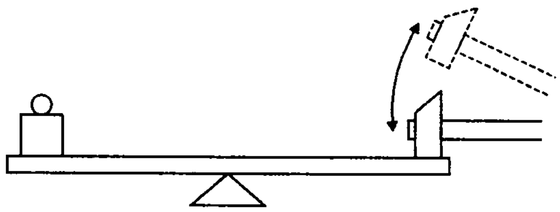
$$nJ = \frac{1}{t} J = K$$

すなはち

$$J = \frac{1}{n} K = tK$$

このJは力積とよばれる。」

つまり、下図のようにテコの一方におもりをのせ、もう一方の端をおもりにつりあう力でこまかく連打すれば、平衡状態を保つ。

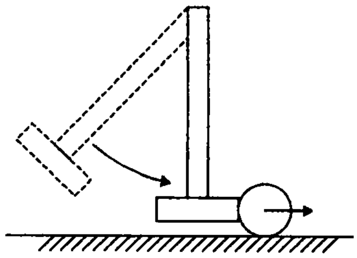


2図

「この〝撃力による平衡〟を利用すれば、ひとつひとつの力やその作用時間が確かめられなくても、力積を測ることが可能になる。１秒あたりｎ回の等しい撃力とつりあう（腕のかすかなふるえは無視する）力を見いだせばよいのであって、それぞれの撃力の効果はＫのｎ分の１となる。

力積の次元は〔Ｊ〕＝〔Ｔ・Ｇ〕である。ただＧは重さを表す。」

３．力積の法則



3図

「金づちで静止している球を打ち、それが１秒間に何センチメートルころがるかを測って打撃によって得られる速度を調べる」３図のようにである。

力積が大きいほど速度は大きく、力積が２倍になれば２倍になり、３倍になれば３倍になる。要するに、速度と力積は比例する」

「打撃は球を前に打つか後方に打つかによって、その速度を増加させたり、減少させたりする」

力積の法則を、物体の速度の突然の変化はそれをつくりだした力積に比例する、と述べることができる。

４．質量

「種類のちがう球、大きさ、材質の異なるもの、……これらの球がすべて等しい撃力によって運動をおこす場合を考えよう。経験によれば、これらの球はまちまちの速度を得るが、実際、軽い球は大きなスピードでころがり、

重い球はゆっくりころがることがわかる」このことによって私達は重さと速度の関係を見出すことができる。そしてこれは、相対論の経験的基礎の１つになる。

「いろいろな球がいろいろな速度を得るという事実は、重さとはなんの関係もないのである。重さは下向きに働き、球をテーブルに押しつけるが、水平方向には力をおよぼしていない。私たちはここで、ある球が別の球よりも打撃に対する抵抗が大きいことを見いだしたわけである」つまり横向きにたたいて、抵抗が軽いものは抵抗が少なく、重いものは抵抗が大きいという、衝撃に対する球の抵抗の差異である。「これを慣性抵抗と呼び、その大きさを力積Ｊと速度ｖの比で測る。この比には質量という名前が与えられている。これを記号ｍで表すことにすれば、つぎの式が得られる。

$$m = \frac{\mathrm{J}}{v} \text{ ——— ①}$$

この公式は、同一の物体では、それに加わる力積Ｊが大きくなるにつれて、その速度ｖはＪとの比が、つねに同じ値ｍを保つように増大することを述べている。……したがって質量の次元は

$$[\mathrm{M}] = \left[\frac{\mathrm{T^2G}}{\mathrm{L}}\right] \text{ ——— ②}$$

となり、……力積の法則の一般的な形はつぎのように書ける。

$$mw = \mathrm{J} \text{ ——— ③}$$

これは、撃力の結果として運動する物体に生じた速度の変化Wを決定する」

③式は、金づちの〝勢い〟（Ｊ）は、ぶっつかる相手によって力を失うが、ぶっつかられた相手はその分だけ〝勢〟をもらうことを示している。

「たとえば、質量m_1とm_2の２つの物体が正面衝突をしたとすると、互いにおよぼしあう撃力は等しく、したがって$\mathrm{J}_1 = -\mathrm{J}_2$あるいは両者の和が０になる。

$$J_1 + J_2 = m_1 w_1 + m_2 w_2 = 0 \text{ ――― ④}$$

これから

$$w_2 = -\frac{m_1}{m_2} w_1 \text{ ――― ⑤}$$

が得られる。すなわち、一方の球が速度を失うとき（w_1は負）には、他方の球は速度を得る（w_2は正)、あるいはこの逆」になる。

「ここで、２つの球の衝突前と衝突後の速度を導入し、第１の球に対してはそれぞれv_1およびv'_1、第２の球に対してはそれぞれv_2およびv'_2であるとすれば、速度の変化は

$$w_1 = v'_1 - v_1 \text{ ――― ⑥}$$

$$w_2 = v'_2 - v_1 \text{ ――― ⑦}$$

となり公式$m_1 w_1 + m_2 w_2 = 0$はつぎのように書き改められる。

$$m_1 (v'_1 - v_1) + m_2 (v'_2 - v_2) = 0 \text{ ――― ⑧}$$

衝突前の運動に関する量をすべて左辺に、また衝突後の運動に関する量をすべて右辺に集めれば

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v'_1 + m_2 v'_2 \text{ ――― ⑨}$$

が得られる」

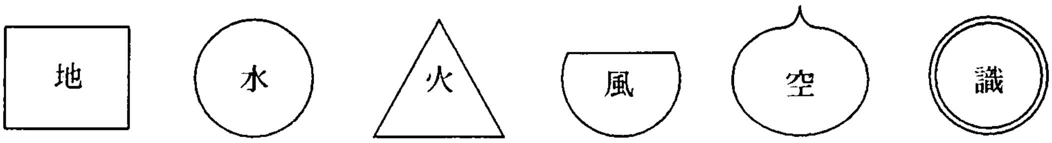
「質量mの物体を静止の状態から速度vの状態にするにはmvに等しい力積が必要である。このmvすなはち質量と速度の積を運動量と呼ぶ。運動する物体は、運動量（前にあいまいに勢いと呼んだ）をもっているといってもよい。さて、衝突前の２つの物体の全運動量は$n_1 v_1 + m_2 v_2$である。したがって前式は、衝突の結果、全運動量は変化しないことを表わしている。これが運動量保存の法則である。」

以上少し長い引用になったが、空間における運動と、それから導かれる慣性の法則を見てきた。別の観点から見ると、形は変っても運動量は保存されるということである。ここで六大の形を変えても、そこに残るもの、即ち変化しないものは何かを見ていく。

（二）六大の回転

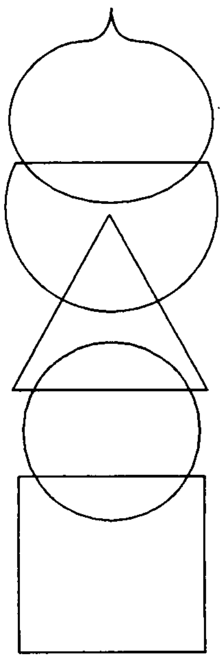
六大は五大（地水火風空）と識大からなりたっている。識大を水大と区別し二重丸。

4図



上の図のように五大がばらばらだと識大の図示が必要になり、水大との区別がいりますが、これを卒都姿（塔姿）の形に組み立てると、ことさら識大を現す必要がない。それは即事而真であり二而不二であるからである。

5図



六大の地水火風空は色法、識は心法とされる。この六大はすべてのものの依りどころであるから六大体大といわれ、全宇宙にあまねく満ち、たとえ一塵一毛にも具っている。

このように五大が識大と共に全宇宙に充満し、四曼（大・三・法・羯）と三密（身・口・意）と共に大日如来を具現している。

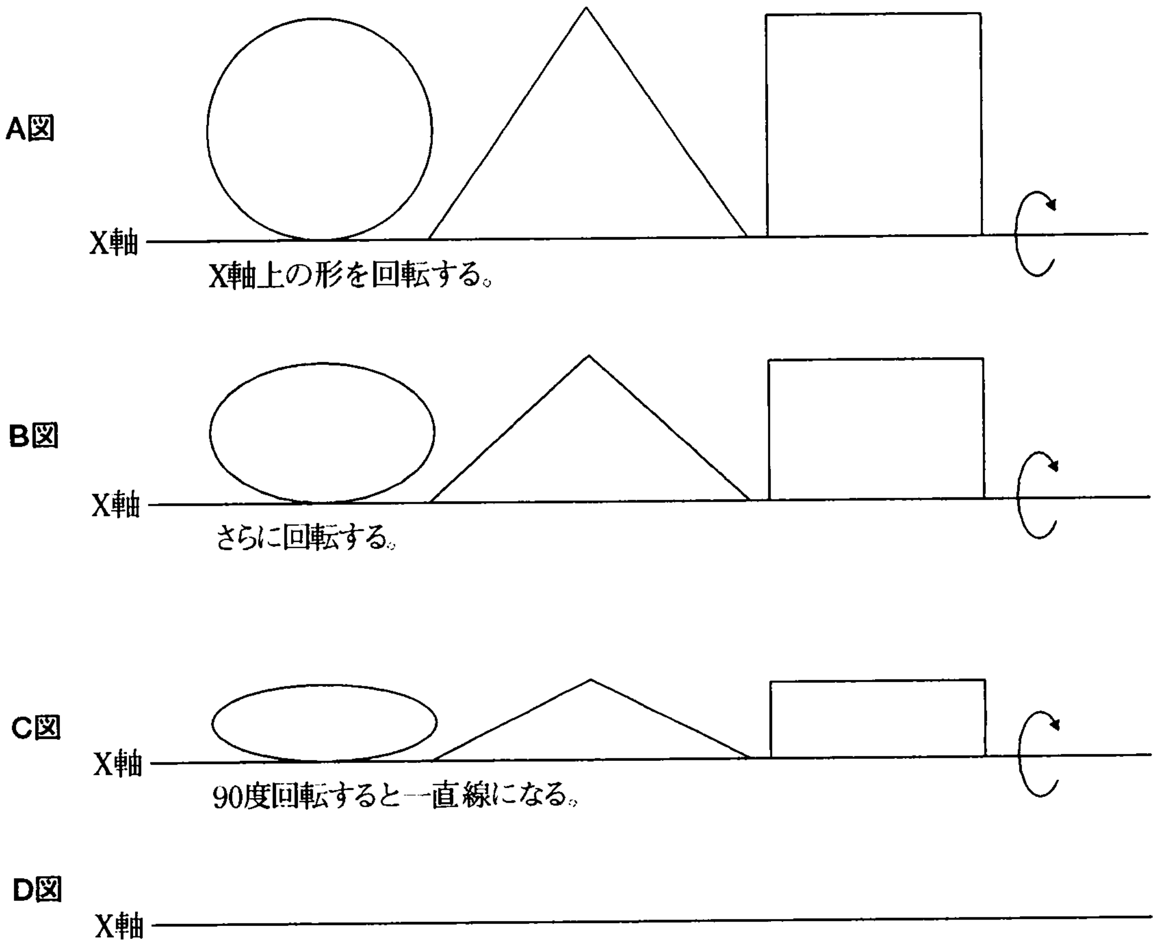
次に六大の働きを表につくってみる。

六　大	性	形	色	作　用
地　大	堅	方	黄	持
水　大	湿	円	白	摂
火　大	煖	三　角	赤	熟
風　大	動	半　月	黒	長
空　大	無　礙	団	青	不　障
識　大	了　別	円	白	決　断

前表のようなさまざまな動きのある六大が、現実の世界で、実際の形としてイメージされないだろうか考えてみる。

六大の形を変化させるには、それを重ね合せたり、順序を入れかえたり、上下、左右を逆にしたりすることができる。そしてそれを回転することもできるはずである。

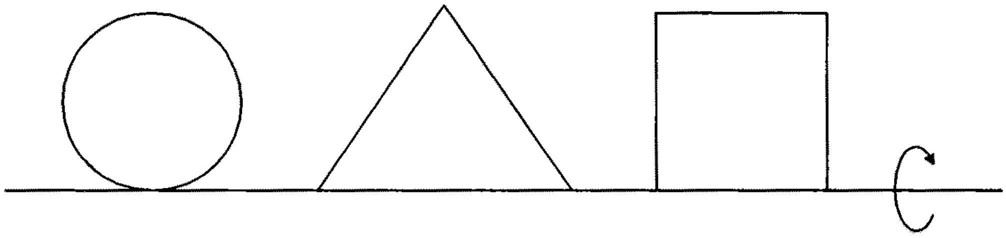
ここでは図を簡単にするため、円と三角と方形だけを使用する。



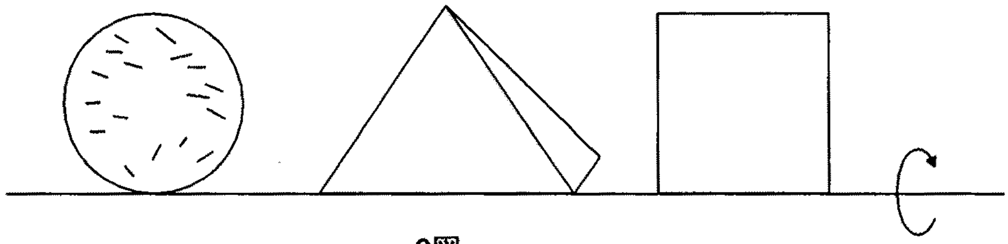
7図

ここに平面上の形は90度回転させることによって一直線となった。つまり回転によって形が一直線上に融合したともいえる。

さらにここで、この考えを発展させてみる。前の四つの状態のうちA図を考える。もしA図が90度回転したD図の位置と同じだと考えてみる。A図＝D図を逆に90度回転してみる。



E図



8図

平面の形が立体の形に変化したと考えられる。

以上の考察で、形を回転させることによって、一次元、二次元、三次元の次元の形が変ることがわかった。

さらにここで、一次元の直線を回転させたならばどうなるかを考えておく。

9図

一直線が回転すると（逆回転）

10図

上図のような点になる。これは 0 次元と考えることができる。

平面の図形を回転させたことによって得られた結果は、90度回転させることによって 0 次元、一次元、二次元、三次元となることに推察できる。この逆も考えられる。

それでは360度回転させると、もとにもどるのか、さらに高い四次元、五次

元となるのか分らないが、ここではもとにもどるとしておく。即ち一次元から出発して360度回転すると一次元にもどり、二次元、三次元から出発しても360度回転すると、もとの二次元、三次元にもどるということである。

（三）時間は回転する。

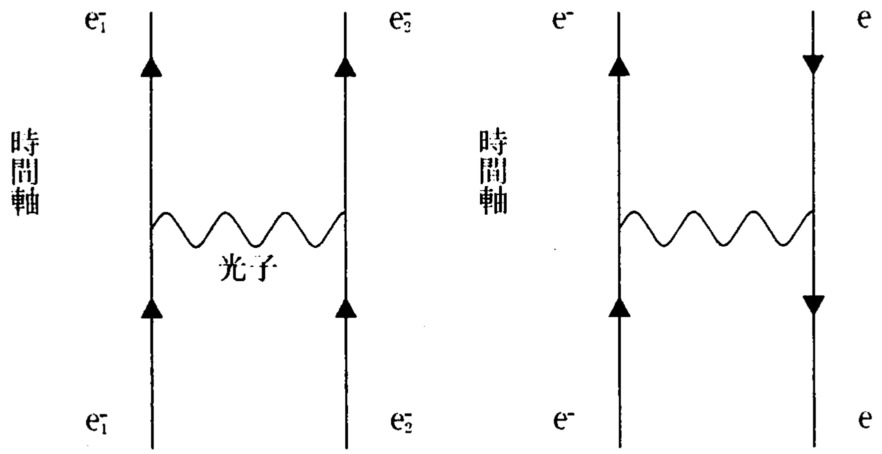
前節で、六大を回転させ360度になるともとにもどるとのべた。0次元、一次元、二次元、三次元でもとにもどる。それでは四次元の時間空間はどのように考えたらよいか。それは時間次元が回転そのものであると考えたらよいのである。

時間の矢ということが、物理学では考えられているが、時間は矢でなく回転であると考えなければならない。

（四）ファインマン図式について

ファインマンは我が国の朝永振一郎と共にノーベル賞を受賞した、量子電磁力学に貢献した人である。このファインマンが、量子の相互作用を目で見えるように考えたのが、フィインマン図式である。

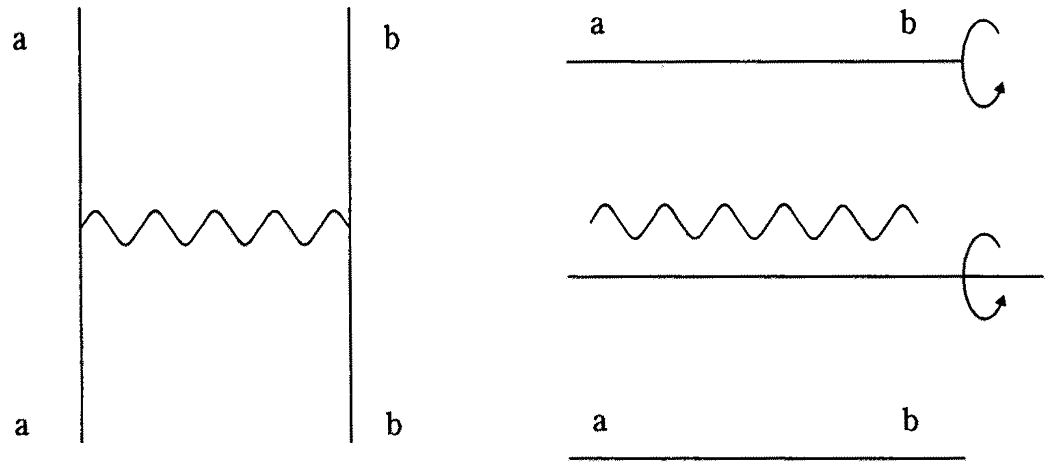
下図は電子と電子、電子と陽電子の相互作用をあらわしたものである。



11図

e⁻はマイナスの価を持つ電子eはプラスの価を持つ陽電子

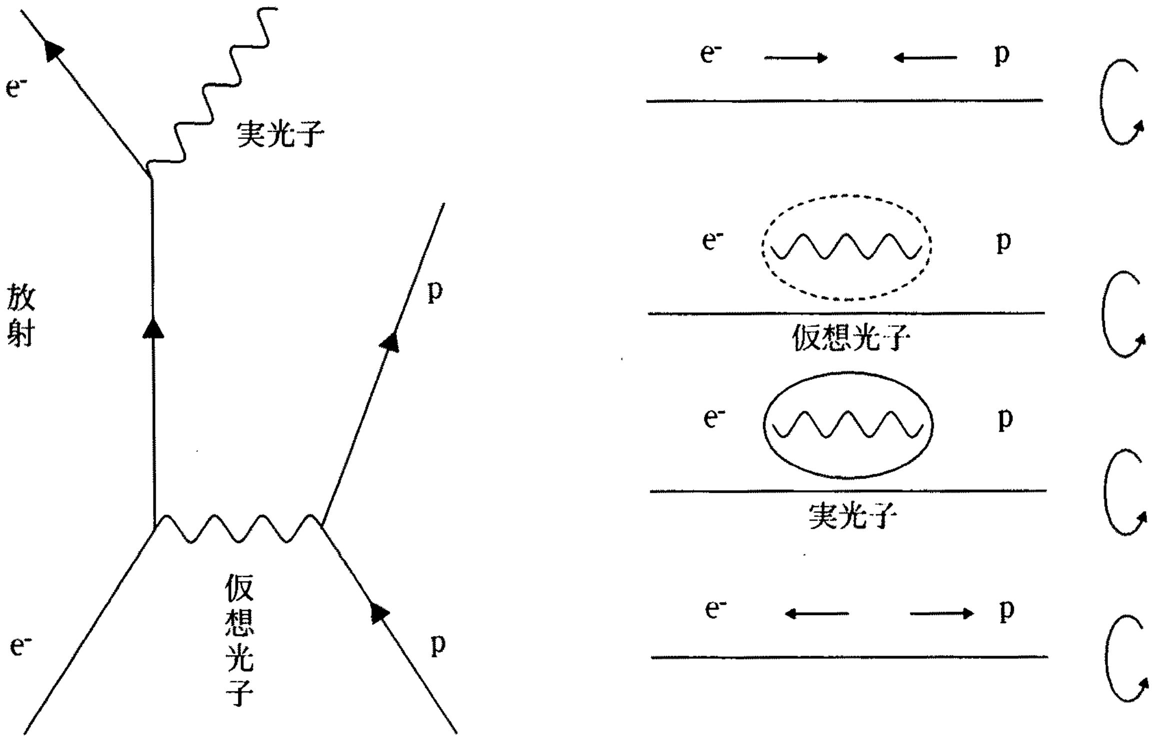
前図の電子と陽電子の時間の流れが逆になっていることに注意。この図を一般化してみる。



12図

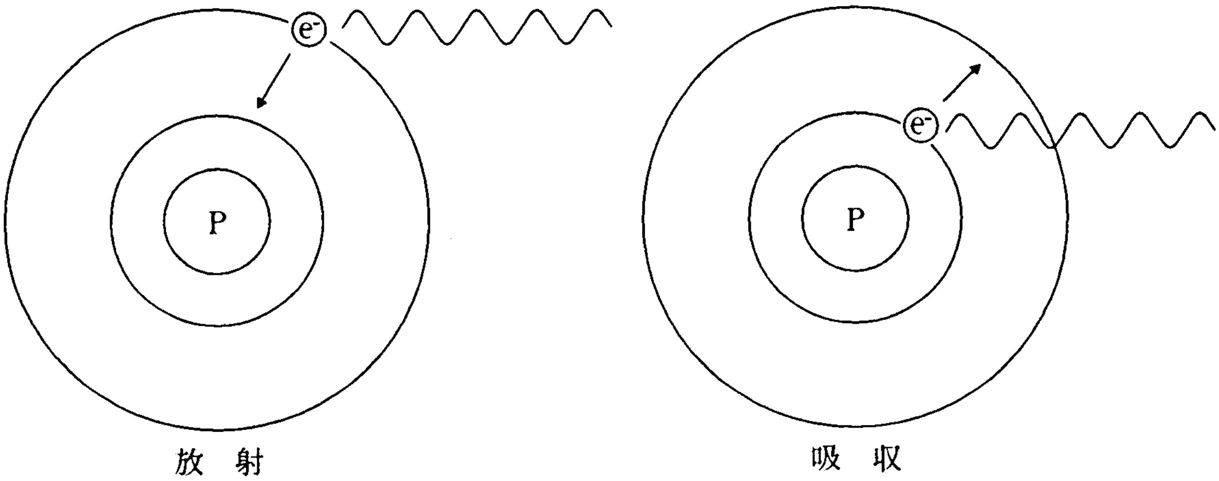
上図の左右を具体的な例で見てみる。

電子が陽子によって散乱される図である。



13図

前図は何をあらわしているかを原子の模型図で見てみる。

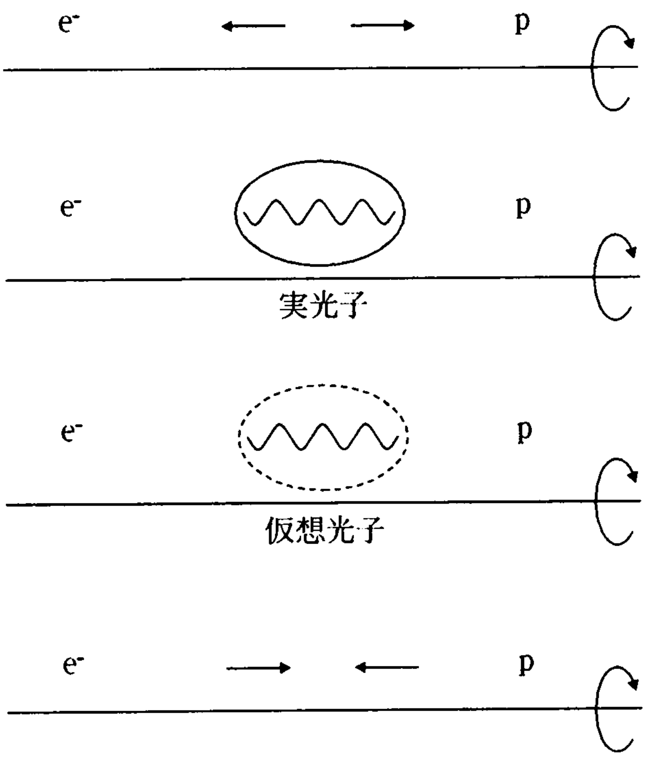


A図

B図

14図

上図は水素原子で電子が光を放射し軌道を低い方に変え、B図は光を吸収し軌道を高い方に変えることをあらわしている。吸収は放射の逆回転である。



15図

つまり放射と吸収は時間軸からみれば時間の矢が逆向きになるような現実にはおこりえない現象の説明が、回転を順逆にするだけで説明がつく。故に時間は回転の次元に等しいのである。

（五）クォークについての形の考察

陽子や中性子といった原子核になる核子はそれぞれ三つのクォークから成立しているとされる。クォークという粒子は実際にあるかというと誰も見たことがない。実験でも確認されていない。しかし様々な数の核子を説明するにはクォークという粒子を考えた方が都合がいいのである。

クォークによって構成されている核子は陽子、中性子をはじめラムダ、シグマ・デルタ粒子等がある。さらにパイ中間子やミュー中間子、Ｋ中間子等がある。このクォークを結びつけているのがグルーオンである。グルーオンはカラー場の量子でクォークを核内に拘束している。

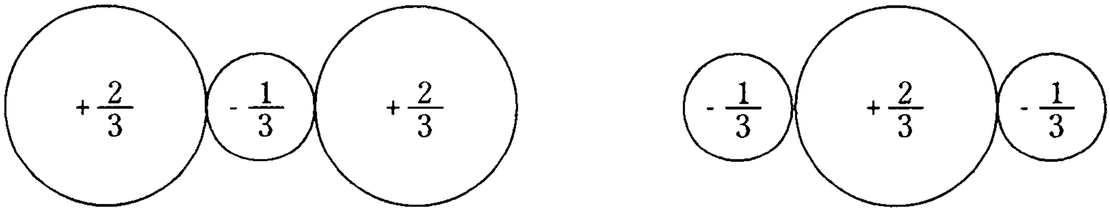
クォークはアップクォークｕ、ダウンクォークｄ、チャームクォークｃ、ストレンジクォークｓ、トップクォークｔ、ボトムクォークｂがある。そして核子はこれらのうちどれか３つから成立している。

陽子Ｐはuud、中性子nはuddである。ｕクォークは電荷が$+\frac{2}{3}$、ｄクォークは電荷が$-\frac{1}{3}$である。

中間子はクォークと反クォークの組からできている。パイ中間子πは三種類あり$\pi^+\pi^-\pi^0$である。π^+は$u\bar{d}$でありπ^-は$\bar{u}d$、π^0は$u\bar{u}$か$d\bar{d}$である。＋や－や０はそれぞれ電荷が＋１、－１、０を示している。

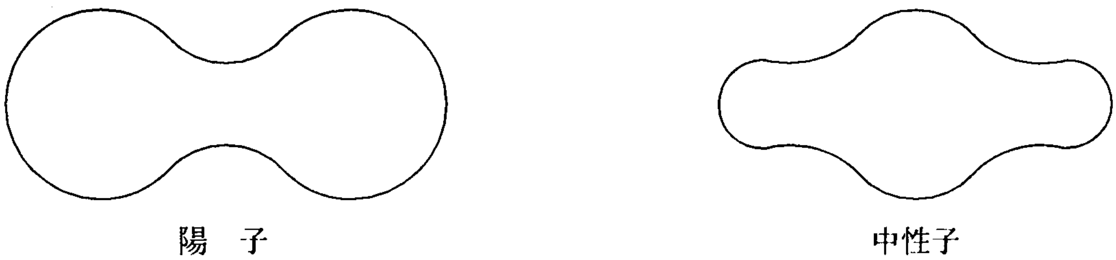
それでは陽子ｐと中性子nを図示してみる。それは電荷の関係で下図のようになる。

p	u	d	u	n	d	u	d
電荷	$+\frac{2}{3}$	$-\frac{1}{3}$	$+\frac{2}{3}$		$-\frac{1}{3}$	$+\frac{2}{3}$	$-\frac{1}{3}$



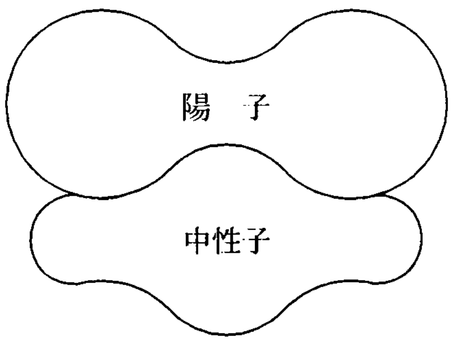
16図

16図をなめらかに図示する。

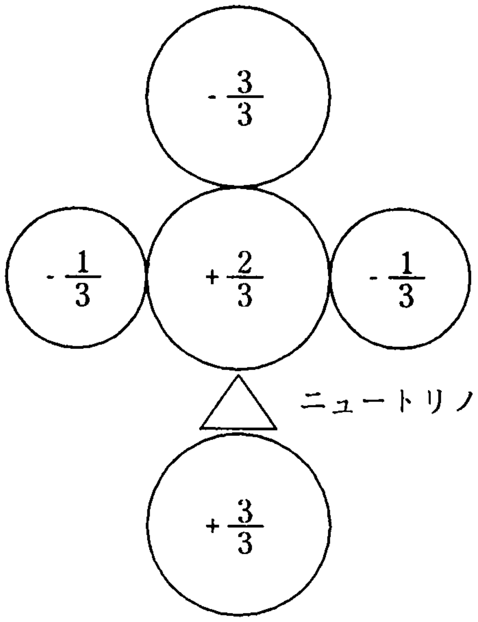


17図

不思議なことに、陽子と中性子はハメ絵のようにぴったり合う。物理的に意味があるかどうかは分らない。



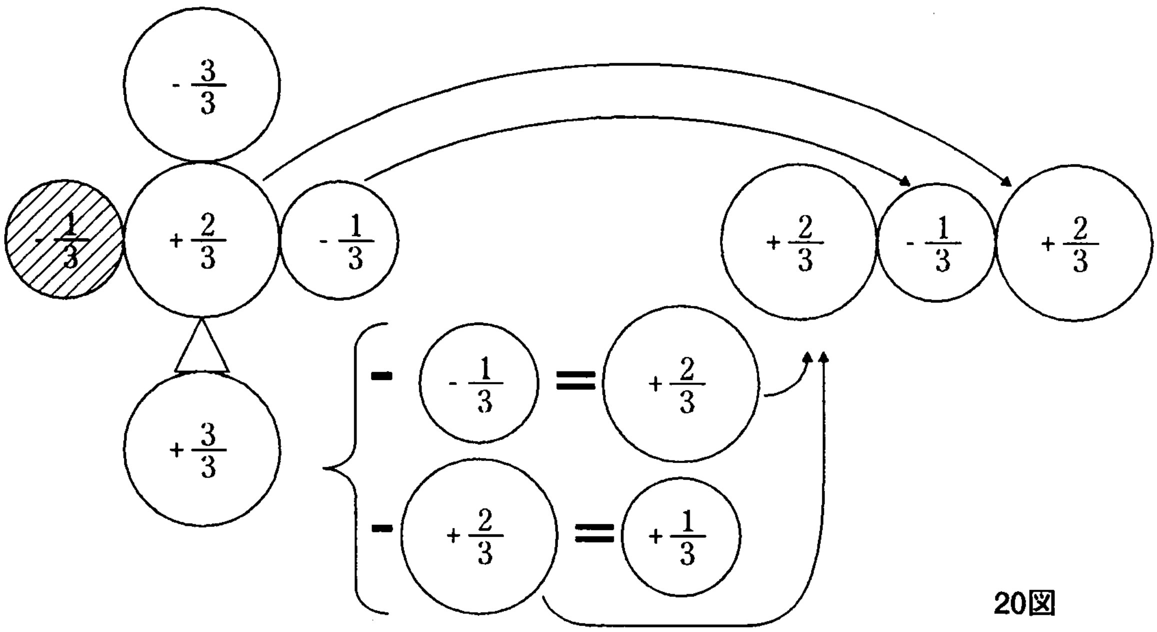
18図



19図

しかし、中性子をもう少しくわしくみると、中性子は電子とニュートリノを放出して陽子になる。udd電荷は $\left(+\frac{2}{3}-\frac{1}{3}-\frac{1}{3}=0\right)$ 0である。すると電子一個分の電荷がたりない。電子一個分の電荷－１は$-\frac{3}{3}$とも書けるが、中性子は電気的に中性であるのでさらに$+\frac{3}{3}$を加えなければならない。

原子核内で陽子と中性子は中間子を放出し、これをやりとりして結びついている。つぎにこのことを考えてみる。



20図

すると$-\frac{3}{3}$の電子を持つ－ｅは△ニュートリノと共に放出される。あとに残るのは$+\frac{3}{3}$電荷＋１の物質である。20図の中性子が矢印のように陽子の方に移るとする。すると残った$+\frac{3}{3}$から$+\frac{2}{3}$だけ移らなければならない。$+\frac{3}{3}-\frac{1}{3}=+\frac{2}{3}$である。もう一つ引き算を考えることができる。$+\frac{3}{3}-\left(+\frac{2}{3}\right)=+\frac{1}{3}$である。これは$+\frac{3}{3}-\frac{2}{3}=+\frac{1}{3}$とも書けるが、そうすると不思議なことがおこる。それは次の表を見てもらえばわかる。資料は１Ｈ、Haber,et,al　1『サイエンス』

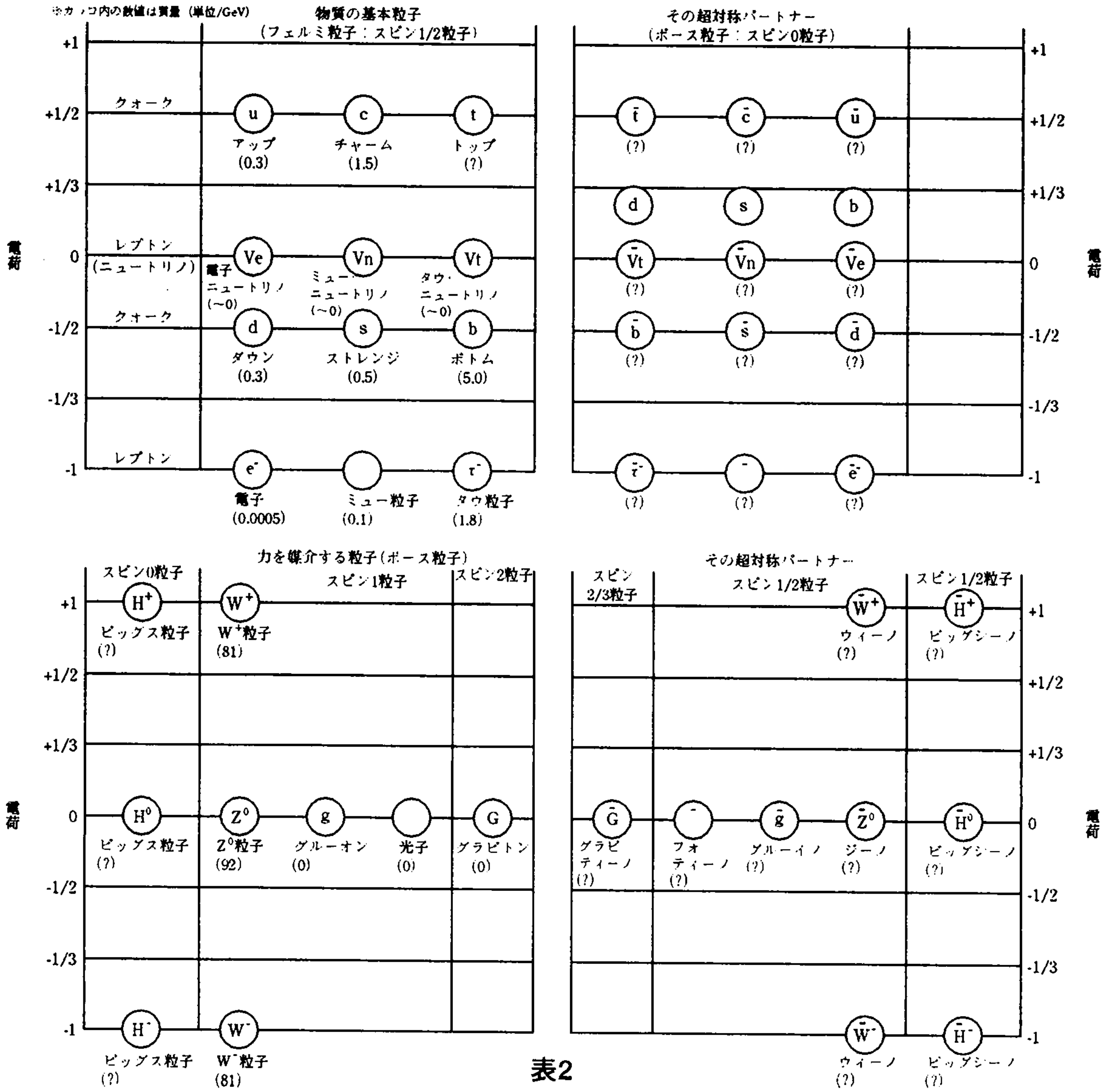

※カッコ内の数値は質量（単位/GeV）
物質の基本粒子
（フェルミ粒子：スピン1/2粒子）
その超対称パートナー
（ボース粒子：スピン0粒子）
電荷
+1
+1/2
+1/3
0
-1/2
-1/3
-1
クォーク
レプトン
（ニュートリノ）
クォーク
レプトン
アップ (0.3)
チャーム (1.5)
トップ (?)
電子ニュートリノ (~0)
ミューニュートリノ (~0)
タウ・ニュートリノ (~0)
ダウン (0.3)
ストレンジ (0.5)
ボトム (5.0)
電子 (0.0005)
ミュー粒子 (0.1)
タウ粒子 (1.8)
力を媒介する粒子（ボース粒子）
スピン0粒子
スピン1粒子
スピン2粒子
ビッグス粒子 (?)
W⁺粒子 (81)
Z⁰粒子 (92)
グルーオン (0)
光子 (0)
グラビトン (0)
W⁻粒子 (81)
その超対称パートナー
スピン2/3粒子
スピン1/2粒子
ウィーノ (?)
ビッグシーノ (?)
グラビティーノ (?)
フォティーノ (?)
グルーイノ (?)
ジーノ (?)

表2

$$+\frac{3}{3}-\frac{1}{3}=+\frac{2}{3} \text{ ——— } ⑩$$

$$+\frac{3}{3}-\frac{2}{3}=+\frac{1}{3} \text{ ——— } ⑪$$

前の10式と11式を変形してみる。

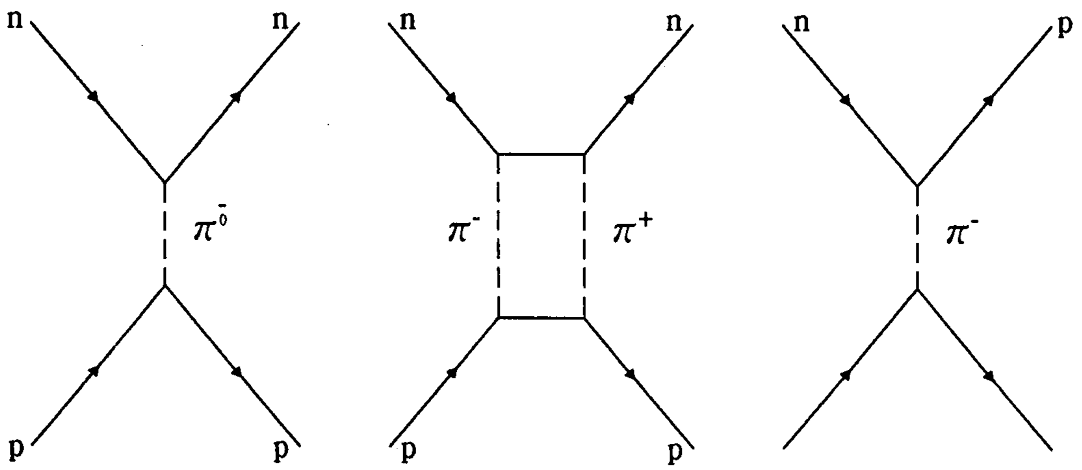
$$\left(+\frac{3}{3}\right)-\left(+\frac{1}{3}\right)=\left(+\frac{2}{3}\right) \text{ ——— } 12$$

$$\left(+\frac{3}{3}\right)-\left(+\frac{2}{3}\right)=\left(+\frac{1}{3}\right) \text{ ——— } 13$$

12式13式の中にでてくる$+\frac{2}{3}$のｕクォークを作ると$+\frac{1}{3}$の粒子が残る。前ページの表に$+\frac{1}{3}$という粒子はどこにもでてこない。

13式の$-\left(+\frac{2}{3}\right)$を$-\frac{2}{3}$とすると$-\frac{2}{3}$という粒子もでてこない。しかし20図の斜線を引いたｄクォークの$-\frac{1}{3}$の電荷を消すには$+\frac{1}{3}$の電荷を用意しなければならない。

陽子と中性子の結びつきは、π中間子による。中間子はクォークと反クォークに対でできている。



21図

21図は中性子がπ^-を放射し陽子になり、陽子がπ^-を受けとり中性子になる。陽子がπ^+を放出し中性子になり、中性子がπ^+を受けとり陽子になることをあらわしている。

π^+の電荷は＋１　クォークは$u\bar{d}$　$\frac{2}{3}+\frac{1}{3}$

π^-の電荷は－１　クォークは$\bar{u}d$　$-\frac{2}{3}-\frac{1}{3}$

表２の$+\frac{1}{3}$と$-\frac{2}{3}$は、それぞれｕクォークとｄクォークの反粒子$\bar{u}$と$\bar{d}$の電荷だったのである。そこで12式と13式を変形する。

$$+\frac{3}{3} = +\frac{2}{3} + \frac{1}{3} \text{ ——— ⑭}$$

$$+\frac{3}{3} = +\frac{1}{3} + \frac{2}{3} \text{ ——— ⑮}$$

となる。そして$\frac{3}{3}$の粒子は

$$+\frac{3}{3} = u + \bar{d} \text{ ——— ⑯}$$

そして

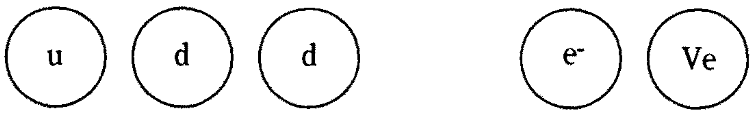
$$-\frac{3}{3} = -\frac{2}{3} - \frac{1}{3} \text{ ——— ⑰}$$

の粒子で$-\frac{3}{3}$は

$$-\frac{3}{3} = \bar{u} + d \text{———} ⑱$$

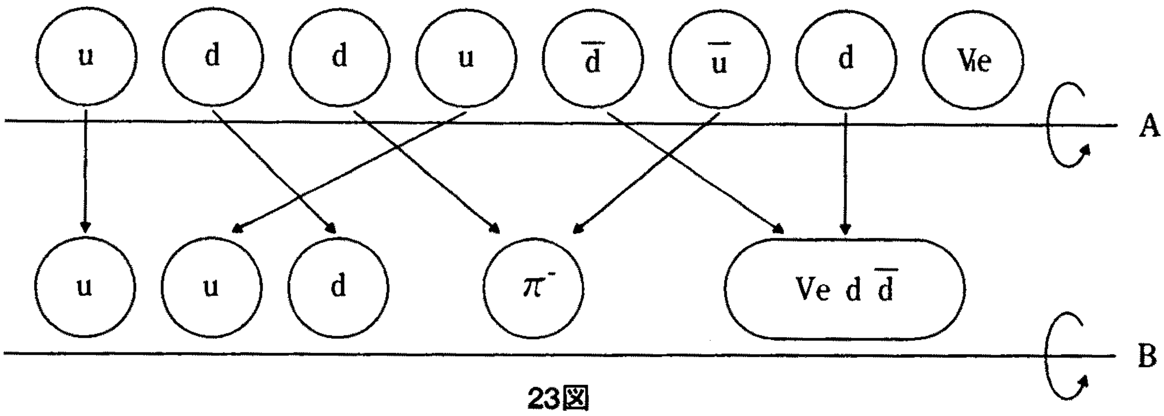
となる。

こうして六大の形について考察したことが、クォークの電荷までたどりつけたのである。いままでのことを回転図式で考えてみる。中性子は次のようなものから成立つ。



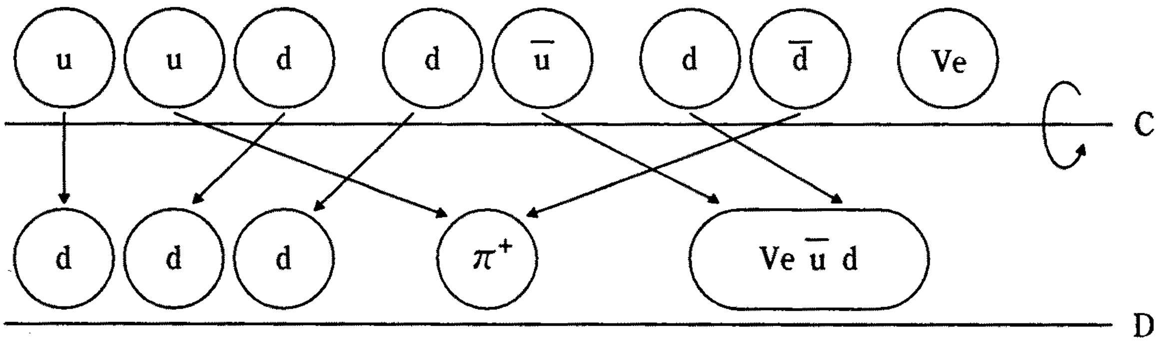
22図

つまり三つのクォークと電子とニュートリノである。これは又次のようにかける。



23図

A図を回転させるとB図になる。dと$\bar{d}$は打ち消して消滅するはずであるが、ニュートリノに捕らえられ消滅しないことをあらわしている。



24図

C図は陽子と電子とニュートリノを回転させると、陽子とπ^+とニュートリノ$\bar{u}$dが一体になったものがでてくる。これは何をあらわしているのだろうか。陽子はプラスの電荷を持っているのでπ^+のプラス電荷はいらない。いらない電荷は打ち消さなければならない。これを打ち消すにはνeにとらえられた$\bar{u}$とd即ち電荷$-\frac{2}{3}$と$-\frac{1}{3}$、即ちマイナスの電荷が必要だったのである。

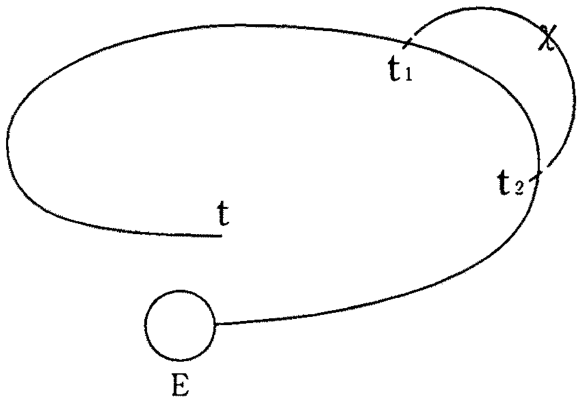
ニュートリノは物質とほとんど反応しなくて地球の厚さなど簡単に通りぬけるといわれている。しかし、陽子と中性子がπ中間子により結合する場合、ニュートリノが必要であるかということがわかったのである。ニュートリノは陽子は陽子たらしめ、中性子は中性子たらしめる必要な要素だったのである。23図、24図はスピンや質量、寿命等考慮しなければならないが、ともかく、水素原子と水素原子がくっつけば二重水素になり、陽子と中性子の核子ができる。それはビッグバンではなくてニュートリノのある役割にあると思われる。

（六）回転する時間とエネルギー

智山学報第四十四輯の69ページに

$$t = \mathrm{E}a$$

という式を示した。



25図

ものが回転する。すると時間が経過しているので、元の所にもどらないはずである。しかし現実には元の所にもどっている。

25図で部分xを考えてみる。出発点をt'_1とし部分の終りをt'_2とする。これは明らかにt'_1とt'_2は時間の経過により場所が異なる。これはどうしたことなのであるか。

先に時間は回転すると述べた。直線運動と回転運動は次元が異なる。回転運動は加速度運動である。しかし、それは等加速度運動でなければならない。直線運動は慣性運動であるが、加速されると曲線運動であらわされる。円運動も等速度運動であるが、さらに加速されたり減速（マイナスの加速度）されたりすると曲線運動に移る。

この世の中は、時間が速く進んだり遅くすすんだりしても、その部分が未来へ消えたり過去へ消えたりはしない。それは時間が矢ではなくて回転であるからである。時間の遅速は回転の遅速である。故にこの世の中は常に消えることなく存在しているのである。

六　0についての疑問、0とは何か

陽子はuudで電荷は

$$\frac{2}{3}+\frac{2}{3}-\frac{1}{3}=\frac{3}{3}=1$$

でプラス1である。

中性子はuddで電荷は

$$\frac{2}{3}-\frac{1}{3}-\frac{1}{3}=\frac{0}{3}=0$$

で電荷は0である。

ここで問題なのは、中性子の計算についてである。

$$\frac{0}{3}=0$$

ということが、あたかも自明のこととして認識されている。

それではこれを次のような式にしてみる。

$$\frac{0}{3}=\frac{0}{0}$$

$\frac{0}{3}$と$\frac{0}{0}$は、はたして等しいのであろうか。これを等しいと認めるには何らかの操作が必要ではないだろうか。

数学では二乗して－1になるものをiという記号であらわしている。

すると二乗して0になるものを考えてもおかしくない。これを記号$\mathring{i}$とし、アイゼロと呼ぶ。

すると

$$\left(\frac{0}{3}\right)^2=\mathring{i}=0 \qquad \left(\frac{0}{0}\right)^2=\mathring{i}=0$$

とかけるのである。

故にクォーク理論の成立理由と、クォークが単独で存在しない理由が、このところに由来しているとも考えられる。