

Calculation of the Atomic Nucleus Mass

N. Murata , YojaPanchan

2015. 11. 11

Abstract

In this paper, the mass derived from the g.equation is assumed to be the mass of quark-lepton, and is used to calculate the masses of the atomic nucleus.

この論文では、g.equation ¹ から導出した質量を quark-lepton の質量と仮定し、原子核の質量を計算する。

1 質量式と素粒子

ある条件下の g.equation は、相互作用項を含む非線形微分方程式となる。相互作用項がゼロになる時空を選ぶことにより距離の逆二乗の相互作用式とソリトン解が得られる。ソリトン解と相互作用式から質量の次元を持つ”質量式”が得られる。

$$M = \frac{1}{2c\sqrt{\epsilon_0^{1/2}}} \sqrt{\frac{\hbar q}{\sqrt{4\pi G}} \frac{2\pi}{\tau}}$$

c : velocity of light \hbar : Planck's constant
 G : gravitation constant q : elementary charge
 τ : excitation time ϵ : permittivity

”素粒子質量の計算” ² では、”質量式”から quark-lepton の質量式を仮定するとともに、素粒子質量の計算に関する定義を行った。

$$M_{(n, \zeta_q)} = \frac{1}{2c\sqrt{\epsilon_n}} \sqrt{\frac{\hbar q}{\sqrt{4\pi G}} \frac{2\pi}{\tau_U}}$$

$\epsilon_n \equiv \frac{(\zeta_q \epsilon_0^{1/2})^n}{n-1}$ $\zeta_q : 1/3, 2/3, 3/3$
 $n : 2, 3, 4, \dots$
 $\tau_U = 4.702226 * 10^{+17} \text{ sec}$

quark-lepton mass [kg]				
n	$\zeta_{(0/3)} : z_n$	$\zeta_{(1/3)} : d_n$	$\zeta_{(2/3)} : u_n$	$\zeta_{(3/3)} : g_n$
2	$-8.607268 * 10^{-36}$	$4.694873 * 10^{-36}$	$2.347436 * 10^{-36}$	$1.564957 * 10^{-36}$
3	$-1.030677 * 10^{-32}$	$6.666722 * 10^{-33}$	$2.357042 * 10^{-33}$	$1.283011 * 10^{-33}$
4	$-1.115899 * 10^{-29}$	$8.198443 * 10^{-30}$	$2.049610 * 10^{-30}$	$9.109382 * 10^{-31}$
5	$-1.179560 * 10^{-26}$	$9.505484 * 10^{-27}$	$1.680348 * 10^{-27}$	$6.097770 * 10^{-28}$
2	$-1.240002 * 10^{-23}$	$1.067094 * 10^{-23}$	$1.333867 * 10^{-24}$	$3.952200 * 10^{-25}$

¹ pending/3016590 rejected , 30 Sep 2005 14:01:55 , www-admin@arxiv.org

² viXra:1201.0003 ”Calculation of the Elementary Particle Mass”, N.Murata , YojaPanchan , 2012.01.01

quark-lepton mass [MeV]

n	$\zeta_{(0/3)} : z_n$	$\zeta_{(1/3)} : d_n$	$\zeta_{(2/3)} : u_n$	$\zeta_{(3/3)} : g_n$
2	$-4.828323*10^{-6}$	$2.633631*10^{-6}$	$1.316815*10^{-6}$	$8.778770*10^{-7}$
3	$-5.781677*10^{-3}$	$3.739757*10^{-3}$	$1.322203*10^{-3}$	$7.197166*10^{-4}$
4	$-6.259736*10^{+0}$	$4.598990*10^{+0}$	$1.149747*10^{+0}$	$5.109989*10^{-1}$
5	$-6.616852*10^{+3}$	$5.332186*10^{+3}$	$9.426062*10^{+2}$	$3.420598*10^{+2}$
6	$-6.955906*10^{+6}$	$5.985959*10^{+6}$	$7.482448*10^{+5}$	$2.217021*10^{+5}$

2 核子の質量

核子である proton p^+ と neutron n^0 の構成式及び質量の計算結果を示す。

$$\begin{aligned}
\text{proton } p_{\uparrow}^+ &= (u_5 - d_4) + u_4 \\
Spin(p_{\uparrow}^+) &= \left(+\frac{1}{2} - \frac{1}{2}\right) + \frac{1}{2} = +\frac{1}{2} \\
Charge(p_{\uparrow}^+) &= \left(+\frac{2}{3} - \frac{1}{3}\right) + \frac{2}{3} = +1 \\
Mass(p_{\uparrow}^+) &= (u_5 - d_4 + u_4)(1 - 3b_q) \quad \cdot b_q = 4\pi \frac{(d_4)^2 + (u_4)^2}{(u_5 + d_4 + u_4)^2}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{proton } p_{\downarrow}^+ &= (p_{\uparrow}^+)^S = (u_5 - d_4)^S + u_4^S = (u_5 - d_4) + u_4^S \\
Spin(p_{\downarrow}^+) &= \left(+\frac{1}{2} - \frac{1}{2}\right) - \frac{1}{2} = -\frac{1}{2} \\
Charge(p_{\downarrow}^+) &= \left(+\frac{2}{3} - \frac{1}{3}\right) + \frac{2}{3} = +1 \\
Mass(p_{\downarrow}^+) &= (u_5 - d_4 + u_4)(1 - 3b_q) \quad \cdot b_q = 4\pi \frac{(d_4)^2 + (u_4)^2}{(u_5 + d_4 + u_4)^2}
\end{aligned}$$

$$Mass(p_{\uparrow}^+) = Mass(p_{\downarrow}^+) = Mass(p^+)$$

$$Mass(p^+) = 1.672622 * 10^{-27} \text{ kg} = 9.382723 * 10^{+2} \text{ MeV}$$

$$|Observation - Calculation| = |9.382720 - 9.382723| * 10^{+2} \text{ MeV} = 0.3 \text{ KeV}$$

$$\begin{aligned}
\text{neutron } n_{\uparrow}^0 &= (u_5 - d_4) + d_4^A \\
Spin(n_{\uparrow}^0) &= \left(+\frac{1}{2} - \frac{1}{2}\right) + \frac{1}{2} = +\frac{1}{2} \\
Charge(n_{\uparrow}^0) &= \left(+\frac{2}{3} - \frac{1}{3}\right) - \frac{1}{3} = 0 \\
Mass(n_{\uparrow}^0) &= (u_5 - d_4 - d_4)(1 - 3b_q) \quad \cdot b_q = 4\pi \frac{(2d_4)^2}{(u_5 + d_4 + d_4)^2}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{neutron } n_{\downarrow}^0 &= (n_{\uparrow}^0)^S = (u_5 - d_4)^S + d_4^{AS} = (u_5 - d_4) - d_4 \\
Spin(n_{\downarrow}^0) &= \left(+\frac{1}{2} - \frac{1}{2}\right) - \frac{1}{2} = -\frac{1}{2} \\
Charge(n_{\downarrow}^0) &= \left(+\frac{2}{3} - \frac{1}{3}\right) - \frac{1}{3} = 0 \\
Mass(n_{\downarrow}^0) &= (u_5 - d_4 - d_4)(1 - 3b_q) \quad \cdot b_q = 4\pi \frac{(2d_4)^2}{(u_5 + d_4 + d_4)^2}
\end{aligned}$$

$$Mass(n_{\uparrow}^0) = Mass(n_{\downarrow}^0) = Mass(n^0)$$

$$Mass(n^0) = 1.658093 * 10^{-27} \text{ kg} = 9.301220 * 10^{+2} \text{ MeV}$$

$$|Observation - Calculation| = |9.395654 - 9.301220| * 10^{+2} \text{ MeV} = 9.44 \text{ MeV}$$

$$Mass(p^+) - Mass(n^0) = 8.1503 \text{ MeV}, \quad Mass(p^+) > Mass(n^0)$$

3 原子核の質量式

Z 個の p^+ と N 個の n^0 で構成された原子核において結合エネルギー $B_{(N, Z)}$ を仮定する。 $Z \geq 1$, $N \geq 0$ とする。

$$B_{(N, Z)} = B_M - B_S - B_C - B_G$$

- ・ B_M : p^+ と n^0 との質量差によるエネルギー
- ・ B_S : p^+ または n^0 の *Spin* を反転するエネルギー
- ・ B_C : $d_4^s + u_4$ の電荷による Coulomb エネルギー
- ・ B_G : 核子数を距離とした質量重心差によるエネルギー

B_M は一対の p^+ と n^0 で構成されるため、 p^+ と n^0 とは同数である必要がある。さらに、 B_M は $N = Z = 1$ のときが基底であるとする。また、 $N = 0$ のとき $B_M = 0$ とする α_B を導入する。

$$\alpha_B = 0 \text{ (} N=0 \text{)}, \quad 1 \text{ (} N>0 \text{)}$$

$$\begin{aligned} N \geq Z &: B_M = \alpha_B (Z (Mass(p^+) - Mass(n^0)) - (Mass(p^+) - Mass(n^0))) \\ &= \alpha_B (Z - 1)(Mass(p^+) - Mass(n^0)) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N < Z &: B_M = \alpha_B (N (Mass(p^+) - Mass(n^0)) - (Mass(p^+) - Mass(n^0))) \\ &= \alpha_B (N - 1)(Mass(p^+) - Mass(n^0)) \end{aligned}$$

B_M で使われなかった核子は、その半数が B_S によって *Spin* \uparrow から *Spin* \downarrow に遷移するとする。

$$\begin{aligned} N \geq Z &: n^0 = n^0_{\downarrow} + (d_4 + d_4^A) = n^0_{\downarrow} + \gamma_{(d_4 d_4^A)} \quad \gamma_{(d_4 d_4^A)} \rightarrow Mass(d_4 + d_4) \\ B_S &= \lfloor \frac{N - Z}{2} \rfloor Mass(d_4 + d_4) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N < Z &: p^+ = p^+_{\downarrow} + (u_4 + u_4^A) = p^+_{\downarrow} + \gamma_{(u_4 u_4^A)} \quad \gamma_{(u_4 u_4^A)} \rightarrow Mass(u_4 + u_4) \\ B_S &= \lfloor \frac{Z - N}{2} \rfloor Mass(u_4 + u_4) \end{aligned}$$

原子核内に一様に分布した電荷 q がつくる Coulomb エネルギーを B_C とし、 q を有する $d_4^s + u_4$ の直径を l とする。また、単位を揃えるため $1/c^2$ を乗じるほか、 $Z = 1$ のとき $B_C = 0$ であることを考慮する。

$$p^+ = n^0_{\downarrow} + (-d_4^A + u_4) = n^0_{\downarrow} + (d_4^s + u_4)$$

$$l = \frac{\hbar}{c Mass(d_4^s + u_4)}$$

$$B_C = \frac{3}{5} \frac{(Z - 1)^2 q^2}{4\pi\epsilon_0 (l/2 + l/2)} \frac{1}{c^2} = \frac{3}{5} \alpha_{fs} (Z - 1)^2 Mass(d_4^s + u_4) \quad \alpha_{fs} = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 \hbar c}$$

B_G は、核子の個数を距離とした質量重心と、核子の個数が $N = Z$ の質量重心との差によって生じるとする。また、 $N = 0$ のとき $B_G = 0$ である。

$$\begin{aligned} B_G &= \alpha_B \left(\frac{Z \text{Mass}(p_+^+) + N \text{Mass}(n_+^0)}{Z + N} - \frac{\text{Mass}(p_+^+) + \text{Mass}(n_+^0)}{2} \right) \\ &= \alpha_B \frac{Z - N}{2(Z + N)} (\text{Mass}(p_+^+) - \text{Mass}(n_+^0)) \end{aligned}$$

$B_{(N, Z)}$ は次式となる。

$$\begin{aligned} B_{(N, Z : N \geq Z)} &= + \alpha_B \left(Z - 1 - \frac{Z - N}{2(Z + N)} \right) (\text{Mass}(p_+^+) - \text{Mass}(n_+^0)) \\ &\quad - \left\lfloor \frac{N - Z}{2} \right\rfloor \text{Mass}(d_4 + d_4) \\ &\quad - \frac{3}{5} \alpha_{fs} (Z - 1)^2 \text{Mass}(d_4^s + u_4) \\ B_{(N, Z : N < Z)} &= + \alpha_B \left(N - 1 - \frac{Z - N}{2(Z + N)} \right) (\text{Mass}(p_+^+) - \text{Mass}(n_+^0)) \\ &\quad - \left\lfloor \frac{Z - N}{2} \right\rfloor \text{Mass}(u_4 + u_4) \\ &\quad - \frac{3}{5} \alpha_{fs} (Z - 1)^2 \text{Mass}(d_4^s + u_4) \end{aligned}$$

原子核 $atom_{(N, Z)}$ の質量式は次式となる。

$$\begin{aligned} \text{Mass}(atom_{(N, Z : N \geq Z)}) &= Z \text{Mass}(p^+) + N \text{Mass}(n^0) - B_{(N, Z : N \geq Z)} \\ \text{Mass}(atom_{(N, Z : N < Z)}) &= Z \text{Mass}(p^+) + N \text{Mass}(n^0) - B_{(N, Z : N < Z)} \end{aligned}$$

4 後書き

原子核質量の計算プログラムを表 1 に示す。

プログラムでは、基本的な物理定数以外は使用せず、“質量式”を基に quark-lepton の質量を求め、その数値から原子核の質量を計算している。

単位系は MKSC unit system であり、結果を出力する際に kg から MeV に変換している。 C_{12} による規格化は行っていない。

プログラムでは、 $N = 0, Z = 1 \sim N = 1024, Z = 1024$ の範囲で計算を行った後、データブック³掲載の元素を対象に結果を出力している。計算結果の掲載は省略する

データブックの観測値とプログラムによる計算値との差は、 -120 MeV から $+50 \text{ MeV}$ の範囲に入る。

数値計算から、原子核質量と質量数 $A = N + Z$ との関係が得られるが、これは現在、原子核の大きさとされている値より一桁小さい。同様に、 $d_4^s + u_4$ の大きさは一桁大きい。

$$\frac{\hbar A}{c \text{Mass}(atom_{(N, Z)})} \simeq 2.12 * 10^{-16} \text{ m} \quad \frac{\hbar}{c \text{Mass}(d_4^s + u_4)} = 3.432526 * 10^{-14} \text{ m}$$

³ ATOMIC MASS DATA CENTER "The 2012 Atomic Mass Evaluation"

表 1 : 原子核質量の計算プログラム

```

//-----//
// MKSC unit system : Masses [kg]
// gcc -o Atom.exe Atom.c -lm
//-----//
#include <stdlib.h>
#include <string.h>
#include <math.h>
//-----//
#define pi      (+3.141592654e+00) /* \pai */
#define pc      (+2.997924580e+08) /* velocity of light */
#define ph      (+1.054571628e-34) /* Planck s constant bar */
#define pq      (+1.602176487e-19) /* elementary charge */
#define pe      (+8.854187818e-12) /* permittivity */
#define pg      (+6.674286700e-11) /* gravitation constant */
#define ut      (+4.702226001e+17) /* age of the Universe : electron (4, 3/3) */
//
#define fs      ((pq * pq) / (4.0 * pi * pe * ph * pc)) /* fine-structure */
#define MeV     (+1.0 / 1.78261758e-30) /* MeV */
//-----//
#define nnMax   ( 6 + 2)
#define iiMax   ( 4 + 2)
#define aaMax   (1024 + 2)
//-----//
double mQL[nnMax][iiMax]; /* quark-lepton Mass */
double tQL[nnMax][iiMax];
double lQL[nnMax][iiMax];
double mA[aaMax][aaMax]; /* Atom Mass */
double bA[aaMax][aaMax]; /* Atom Binding Energy */
//
double Mp; /* proton Mass */
double Mn; /* neutron Mass */
//-----//
void xZero(void);
void xMassQL(void);
double xSurface(double, double);
void xMassPN(void);
void xPrintQL(void);
void xNDC(void);
//-----//
void main()
{
    xZero();
    xMassQL();
    xMassPN();
    xPrintQL();
    xMassAtom();
    xNDC();
}
//-----//
void xZero(void)
{
    int nn, ii;
    //
    for(nn = 0; nnMax > nn; nn++){
        for(ii = 0; iiMax > ii; ii++){
            mQL[nn][ii] = tQL[nn][ii] = lQL[nn][ii] = 0.0;
        }
    }
    for(nn = 0; aaMax > nn; nn++){
        for(ii = 0; aaMax > ii; ii++){
            mA[nn][ii] = bA[nn][ii] = 0.0;
        }
    }
}
//-----//
void xMassQL(void)
{
    double aa, bb, mm;
    int nn, ii;
    //
    aa = sqrt(((pq * ph) / sqrt(4.0 * pi * pg)) * (2.0 * pi / ut)) / (2.0 * pc);
    for(nn = 0; nnMax > nn; nn++){
        for(ii = 1; 3 >= ii; ii++){
            bb = sqrt(pow(((double)ii / 3.0) * sqrt(pe), (double)nn) / (double)(nn - 1));
            mQL[nn][ii] = aa / bb;
            lQL[nn][ii] = (ph / pc) / mQL[nn][ii];
            mm = mQL[nn][ii];
        }
        mQL[nn][0] = mm;
        lQL[nn][0] = (ph / pc) / mm;
    }
}
//-----//
double xSurface(double sr, double sR)
{
    return( 4.0 * pi * pow(sr / sR, 2.0) );
}
//-----//
void xMassPN(void)
{
    double mm, ww, rr, bb;
    //
    mm = + mQL[5][2] + mQL[4][2] - mQL[4][1];
    rr = + mQL[5][2] + mQL[4][2] + mQL[4][1];
    bb = xSurface(1.0 * mQL[4][2], rr) + xSurface(1.0 * mQL[4][1], rr);
    Mp = mm * (1.0 - 3.0 * bb);
    //
    mm = + mQL[5][2] - mQL[4][1] - mQL[4][1];
    rr = + mQL[5][2] + mQL[4][1] + mQL[4][1];
    bb = xSurface(2.0 * mQL[4][1], rr);
    Mn = mm * (1.0 - 3.0 * bb);
}
//-----//
void xMassAtom(void)
{
    double qq, ss, mm;
    double cq, cs, cm, cg;
    int nn, zz;
    //
    mm = (Mp - Mn);
    qq = (mQL[4][1] + mQL[4][2]) * fs;
    for(nn = 0; aaMax > nn; nn++){
        for(zz = 1; aaMax > zz; zz++){
            cs = (double)(int)((double)abs(nn - zz) / 2.0);
            cq = (3.0 / 5.0) * (double)(zz - 1) * (double)(zz - 1);
            cg = (double)(zz - nn) / (2.0 * (double)(nn + zz));
            if(nn >= zz){
                ss = (mQL[4][1] + mQL[4][1]) * (double)(zz - 1) - cg;
                cm = (double)(zz - 1) - cg;
            }
            if(nn < zz){
                ss = (mQL[4][2] + mQL[4][2]);
                cm = (double)(nn - 1) - cg;
            }
            if(0 == nn){
                cm = 0.0;
            }
            bA[nn][zz] = + cm * mm - (cq * qq + cs * ss);
            mA[nn][zz] = + ((double)zz * Mp + (double)nn * Mn) - bA[nn][zz];
        }
    }
}
//-----//

```

```

//-----//
void xPrintQL(void)
{
  int nn;
  //
  printf("\n\n");
  printf("=== Yojapanchan ==*\n");
  printf("\n");
  printf("quark-lepton [MeV]\n");
  printf(" n : z : u : d : g : \n");
  for(nn = 2; 6 >= nn; nn++){
    printf("%2d : %9.6e : %9.6e : %9.6e : %9.6e : %9.6e : \n",
           nn, mQL[nn][0] * MeV, mQL[nn][1] * MeV, mQL[nn][2] * MeV, mQL[nn][3] * MeV);
  }
  printf("\n");
  printf("quark-lepton [kg]\n");
  printf(" n : z : u : d : g : \n");
  for(nn = 2; 6 >= nn; nn++){
    printf("%2d : %9.6e : %9.6e : %9.6e : %9.6e : %9.6e : \n",
           nn, mQL[nn][0], mQL[nn][1], mQL[nn][2], mQL[nn][3]);
  }
  printf("\n");
  printf("quark-lepton [m]\n");
  printf(" n : z : u : d : g : \n");
  for(nn = 2; 6 >= nn; nn++){
    printf("%2d : %9.6e : %9.6e : %9.6e : %9.6e : %9.6e : \n",
           nn, lQL[nn][0], lQL[nn][1], lQL[nn][2], lQL[nn][3]);
  }
}
//-----//
void xNNDC(void)
{
  #define Op (+1.67262177e-27) /* 9.38272046e+02 */
  #define On (+1.67492735e-27) /* 9.39565379e+02 */
  #define AMU (+1.66053904e-27)
  //
  printf("\n\n");
  printf("Proton\n");
  printf(" observ - calcu = %9.8e - %9.8e = %9.8e [kg] : \n", Op, Mp, fabs(Op) - fabs(Mp));
  printf(" observ - calcu = %9.8e - %9.8e = %9.8e [MeV] : \n", Op * MeV, Mp * MeV, fabs(Op * MeV) - fabs(Mp * MeV));
  printf("\n");
  printf("Neutron\n");
  printf(" observ - calcu = %9.8e - %9.8e = %9.8e [kg] : \n", On, Mn, fabs(On) - fabs(Mn));
  printf(" observ - calcu = %9.8e - %9.8e = %9.8e [MeV] : \n", On * MeV, Mn * MeV, fabs(On * MeV) - fabs(Mn * MeV));
  printf("\n\n");
  //
  #define rFile "mass.mas12" /* In File */
  #define wFile "Atom.dat" /* OutFile */
  FILE *fr;
  FILE *fw;
  char bf[256 + 2];
  char bs[256 + 2];
  char el[4 + 2];
  char fo[4 + 2];
  //
  double m0, b0;
  double mC, bC, lC;
  int zz, nn;
  int ii, jj;
  //
  if( NULL != (fr = fopen(rFile, "r")) ){
    if( NULL != (fw = fopen(wFile, "w")) ){
      for(ii = 0; 40 > ii; ii++){
        fgets(bf, 256, fr); // Head
      }
      while( NULL != fgets(bf, 256, fr) ){
        strcpy(fo, "");
        sprintf(bs, "%c%c%c%c", bf[4], bf[5], bf[6], bf[7], bf[8]);
        nn = atoi(bs);
        sprintf(bs, "%c%c%c%c", bf[9], bf[10], bf[11], bf[12], bf[13]);
        zz = atoi(bs);
        sprintf(bs, "%c%c%c%c", bf[14], bf[15], bf[16], bf[17], bf[18]);
        aa = atoi(bs);
        sprintf(el, "%c%c", bf[20], bf[21], bf[22]);
        for(ii = 0; 256 > ii; ii++){ bs[ii] = 0x00; }
        for(ii = 0, jj = 0; 14 > ii; ii++){
          if( '#' == bf[51 + ii] ){
            strcpy(fo, "#");
            break;
          }
          else{
            bs[jj] = bf[51 + ii];
            jj++;
          }
        }
        b0 = atof(bs) * 1e-3; // [MeV]
        for(ii = 0; 256 > ii; ii++){ bs[ii] = 0x00; }
        for(ii = 0, jj = 0; 14 > ii; ii++){
          if( '#' == bf[96 + ii] ){
            strcpy(fo, "#");
            break;
          }
          else{
            if( ' ' != bf[96 + ii] ){
              bs[jj] = bf[96 + ii];
              jj++;
            }
          }
        }
        m0 = atof(bs) * 1e-6 * AMU * MeV; // [MeV]
        bC = ((double)zz * Op + (double)nn * On - mAT[nn][zz]) * MeV / (double)aa; // Definition
        lC = ((double)aa * ph) / (pc * mAT[nn][zz]);
        fprintf(fw, "%s %3d %3d %3d %9.8e %9.8e %9.8e\n", el, aa, nn, zz, mAT[nn][zz] * MeV, bC, bAT[nn][zz] * MeV);
      }
      fclose(fw);
      fclose(fr);
    }
  }
}
//-----//

```

最後まで読んでくれて、ありがとう。

- N.Murata , Yojapanchan -