

Z03 060 T36  
(T36 1102)

©2022 YHAL, YITP, Kyoto University  
京都大学基礎物理学研究所 湯川記念館史料室

Z03 060 T36

T36 1102

# 原子核と宇宙線

昭和十一年十一月二日 徳島特. 理化研究会にて

湯川秀樹

この度徳島中学の深井校長の冲懇切なお招きにより、貴校の私が皆様の前でお話をすることが出来たことと深く光栄と存じて居ります。私の専門は物理でありまして今日の物理学の中心問題は申すまでもなく原子核と宇宙線とでありまして、この二つの問題の間の関係が非常に密接な関係がありますので、一纏めにして論ずる



お話して見たいと思ひます。

御承知の如く、A での物質は原子から出来て居ります。一つは一つの原子は更に幾つかの電子と原子核とから出来て居ります。原子核は陽電気を帯びて重く、電子は陰電気を帯びて軽い。重い原子核は中心にあつて殆んど静止し、軽い電子がその周囲を圓又は楕圓軌道を描いて廻つてゐる。これが Rutherford-Bohr の原子模型です。この様な模型は Rutherford によつて考案され、1913 年に Bohr が量子論を適用するに

この模型

C021-010-010

10x20

(カメラ撮影)

No.

といふつて水素その他の原子のスペクトルの  
説明に成功したことは知られた通りであり  
ます。これを Rutherford-Bohr の模型といはれ  
るが、~~1924年頃から量子力学が発達し、その~~  
~~模型を~~ 量子力学の太陽系内の惑星の軌道に  
あつた軌道を軌道としておき、むしろ原  
子核のまわりの雲の様に広がつてゐることを  
説明する方がよいことがわかりました。しかし  
~~この模型は~~ Rutherford-Bohr の原子模型は軌道の中  
に電子がゐるという模型であり、



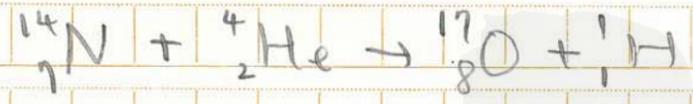
Rutherford が<sup>電子</sup>原子核が電気の原子の中心にあ  
ることを証明した。このため、放射能物質から出  
る放射が色々の放射として散乱される現象  
からであり、知られた通り、通常の物理的  
化学的現象に比べて全く異なる性質を有して  
ゐる。この放射の電子であり、~~放射~~ 原子核に近  
づくほど放射の現象は放射能が大きいのであり  
ます。放射能は 1896年 Becquerel によつて  
見られ、1898年 Curie 夫妻のラジウム  
の発見があり、Rutherford 等の研究によつて  
通常に進

10x20

(原寸大)

No.

多致ししに、1919年の Rutherford の α 線を窒素の核に当て、之を破壊して酸素核にかへることに成功致ししに、~~これに~~ 際



に反応をなして陽子が放出される、その陽子を捉ましにすることがあります。それ以来、α線を物質の原子核に当て、これを破壊する企てに成功して居るものがあり、その際出て来る α 線の普通の水素の核即ち陽子であると思われて



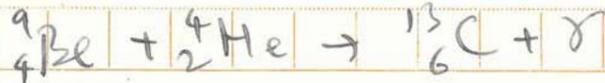
もののこと、斯く1932年へ至つて Rutherford の高弟の Chadwick が中性子陽子と同じ位の質量を持つ中性の粒子即ち中性子 neutron が出る場合もあることを見出ししに、

その経過を論ずる中上とすると、1901年の獨逸の獨逸の Bothe, Becker の二人が Li, Be, B 等の ~~Polonium~~ Polonium から出る α 線に於ては、非常に強い力の強い放射線が出ることを知り、之を非常に大きな電力の (hν) 即ち波長 (λ = c/ν) の ~~小さい~~ 短かい γ 線であろうと考へた。然るに、

10x20

(ヤマトC形)

Beの場合には



この反応が起るのてあるうと考へた。しかし  
 さう考へると、γ線の勢力が餘りには大きく出  
 る。翌年に佛蘭西の Joliot, Curie 夫妻はこの  
 放射線の性質を調べ、水素を含む物質の中に  
 高速の陽子を放出して吸収した水素をこまわ  
 かり、このγ線として説明し難いことを見  
 出した。この他にも色々不可解なことがあつた。  
 Chadwick は ~~この~~ ~~他~~ 放射線 ~~は~~ ~~何~~ か未



知の粒子のてあるうと想像し出した。所以  
 この放射線は Wilson の霧室の中での跡を研  
 究したから、中性子の粒子であることがわか  
 った。この質量を  $m$ 、速度を  $v$  とすると、これが  
 質量  $M$  の原子核に正面衝突して、両者の速度  
 が夫に  $v'$ 、 $V$  になる。この場合、弾性衝突の場合  
 には運動量及び勢力の保存の法則は

$$mv = mv' + MV$$

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mv'^2 + \frac{1}{2}MV^2$$

これからして、

(キヤット形)

No.

$V = \frac{2mV}{m+M}$   
 成り立つ。  $\lambda = \lambda$ , Chadwick は  ${}^1_1\text{H}$ ,  ${}^{14}_7\text{N}$  の場合  
 について、反動を量りて  ${}^1_1\text{H}$  と  ${}^{14}_7\text{N}$  の飛  
 行の一番長いところから  $V_H, V_N$  と定め

$$\frac{V_H}{V_N} = \frac{m+M_N}{m+M_H}$$

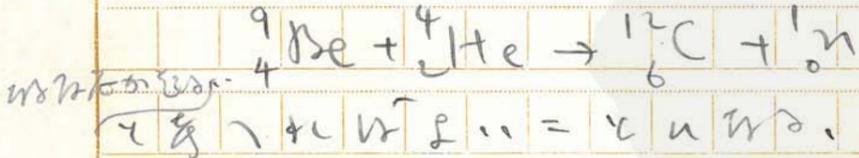
から,  $m$  を求め

$$m \approx 1.15 M_H$$

として他を調べ、 亦ち、この中性的粒子は、陽子と  
 殆んど同じ位の質量を持つてゐる。 之を neutron



中性子 成り立つることを示した。 Rutherford は  
 1920年代から、この核の中性的粒子の存在を推  
 想し、これを検出しよることを実験を色々試み  
 て居たのであるが、+陽子線に逐次電を凝んた  
 らずであり、この核の中性的粒子の存在を確  
 定するに及ぶの疑問は未解決。 之して此の  
 陽子線



この後多くの人の研究によつて中性子の

10x20

(ヤマト型)

No.

10x20

色は中性核が崩壊から出て来たものが、<sup>核上</sup> 著しい中性  
 中性である。この核から電磁的相互作用を受ける以上  
 に、周囲の電子と核とが結合して原子と見なすので周囲  
 の電子は核と影響を受けたりから、どんなに  
 重く、即ち原子番号の大きい原子核の中へでも  
 入り込んで行って之を破壊し得ることである。

1952年中性子の発見以外にも、色は重要  
 な研究が成就された。この年を epoch として原  
 子核の物理学の研究の面目を一変した。



従って、この中性子<sup>核上</sup>原子核の構造に付してど  
 んの意味を持つてゐるか、中性子の発見によ  
 り、原子核は電子と陽子とから出来てゐると  
 考へられてゐたが、この仮説には色は困難が  
 あり得た。例へば、電子も陽子も Fermi の統  
 計に従ふことにはよく知られてゐる。そして  
 Fermi の統計に従ふ粒子が偶数個集つて出来  
 る体系<sup>核上</sup> Bose の統計に従ひ、奇数個集つ  
 た場合の色 Fermi の統計に従ふことか、量子力  
 学から当然の結論として出て来り得る。このか

(ヤマト型)

No.

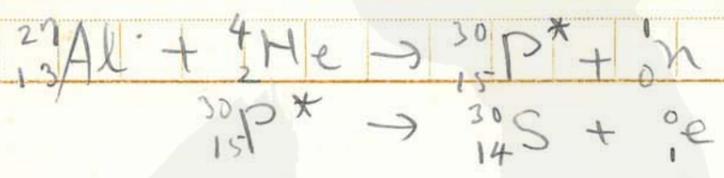
10x20

3, 4, 5 の  $^{14}_7\text{N}$  の核は Fermi の統計に従って、  
 実際には Bose の統計に従って、この核子の band  
 spectra からわかり、この他にも色に因り  
 ことがあまると、中性子が蓄えさるゝ間も  
 なく、独自の Heisenberg を始め、多くの学術が原子  
 核は陽子と中性子とから出来てとして、電子  
 カ子を通じて、大體上の原子の組織が記さす  
 原子核の色に中性子を説明し、 $\beta$  粒子として示し  
 ました。同じに示したの、最も軽い核中の中性  
 子と陽子の数に、質量の正確な他です。



の他、<sup>14</sup><sub>7</sub>N 原子の質量を  $^{14}_7\text{O} = 16$  として記すことも  
 あり、\* は放射能原子核を表わす。

この核、原子核は中性子と陽子とで出来  
 果てるといふ、 $\beta$  線の色に、 $\beta$  線所を指して有り  
 ますが、唯一の原子として放射能を指してある  
 原子核が  $\beta$  線を出して崩壊する現象です。  $\beta$   
 線の河、 $\beta$  線の如く、高速の電子ですが、1934年  
 に Joliot と Curie とが人工的に放射能元素を



(14x20)

No.

10x20

この反応によつて電子は正に成功し、この際、  
 この通常の陽電子と対した陽電子が電子とを  
 知り出した。 (陽電子は正に電子と対した)  
 この様な元素原子核の中にも、電子が出て来  
 る現象をどう説明したか、それによつて  
 一つ一つの中性子が陽子に変化し、それと同じ  
 の陽電子が生まれると考へられた。如、併  
 しそれによつて原子核の勢力を弱くする  
 如くともなり、連続スペクトルの中にも、  
 Pauli の不連続の存在がこの困難を深く為



のに、電子と一対の中性子の間に中性の粒子が  
 所謂中性微子 neutrino が飛ぶと考へてい  
 るからと、ひき出しをした。 従つてこの様な粒子  
 が存在する事は未だ知られて居る世間でしては、  
 それによつてこの粒子の<sup>如く</sup>運動力が餘り強すぎた後  
 果を考へるためであるとして考へられた。こ  
 の仮説~~を~~の下に Fermi (伊) がβ崩壊の理  
 論の建設に成功した。

(ヤマト)

故に原子核<sup>の構造</sup>に於いては、一つ重要な問題

No.

があります。これらの陽子と中性子が集つて保  
つて原子核を形作るために、これらの間には  
之を結びつける力が働かなくてはならぬ。紙と紙  
とを密着せしめる糊、砂と砂とを固めるセメント  
が~~集つて~~<sup>集つて</sup>集つては、所が中核子の間に電荷  
を持つてゐる粒子間との間に働く力は恐らく  
電荷の正負の正負の正負と恐らくされ、  
Fermi の β 崩壊の理論が出来てから Heisenberg  
などが、この電子と中性子の間にこの糊の  
役目をして居ると考へた。序



しこの御意から出て来る陽子と中性子との間  
の力の実際と此の様にいふ如くは、<sup>この御意から出て</sup>  
おいて、1935年の御意に於いてこの問題を解決するため、  
電荷を持つて居る粒子間の力が電磁場としてあら  
はされるのと向極の意味に於いて、中性子と陽子  
間の新しき力の場としてあらはせられ、  
その性質を研究した。所が電子論の位と、電  
磁場は一面に於て粒子の地位を持つてゐる。即  
ち光子 light quantum (及び光子 photon)  
から成ると考へられ、これと同様の意味に

10x20

(キヤットC形)

No.

於て、この新しい場における新しい種類の量子  
quantum (2つの粒子 particle) を導入して、それら  
を質量(+e の -e) を帯び、かつ電磁相互作用の  
強弱と位置をばらばらにした。新しいこれを重い量子  
heavy quantum と呼び出した。量子とい  
うものの性質を量子と同様、場の性質にばらばら  
にする。しかし同時にこの新しい帯電粒子の存在  
は知られておらず、このことから、新しい地上  
の量子場としての性質を導き出し、その理由を明か  
し、且つその場の中における粒子の存在を予想



したのことがあり、  
その新しい場の中に入り、

10x20

(ヤマト)

