

はじめに

私たちの体は物質でできています。それだけでなく、身のまわりにあるもの、地球、太陽などの恒星も物質によってできています。いわば、私たちは物質に囲まれて生きているわけです。この物質を細かく分けていくと原子に行きつきます。原子（アトム）とは、古代ギリシャに考えられていたアトモスに由来する言葉です。このアトモスというのはこれ以上分割することのできないものという意味で、原子が発見されたときは、物質をつくっている根源的な粒子という意味で、原子という名前がついたのです。

でも、原子が根源的な粒子でないことはいずれ明らかになりました。原子を調べていくと、プラスの電気をもった原子核とマイナスの電気をもった電子で構成されていることがわかってきたからです。さらに調べていくと、原子核は陽子と中性子からできていて、その陽子と中性子はそれぞれ、三つのクォークでできていることがわかりました。その他にも、この宇宙をつくっている素粒子がいくつも見つかっています。

このようにたくさんの素粒子の存在が明らかになってきたのと同時に、どんな物質にも、必ずそれに対応する反物質があるということもわかってきました。原子の中には電子や陽子などがありますが、そのような粒子にも必ず反物質があるのです。

反物質は一九三二年に発見されました。アメリカの物理学者アンダーソンが宇宙線の中で見つけたのです。人類が初めて反物質をつくったのは一九三三年のことで、マリー・キュリーの娘夫婦であるジョリオ・キュリー夫妻が、電子の反物質である陽電子を生みだしました。そして、一九五五年にはカリフォルニア大学バークレー校で、大きな素粒子加速器を使って陽子の反物質である反陽子をつくることに成功しました。

現在の素粒子理論によると、物質は、必ずその物質と対になる反物質と一緒に生まれます。これを対生成といいます。そして、物質と対になっている反物質が出合うと対消滅という現象が起こり、物質も反物質も消滅してしまいます。ただ、物質としては消滅してしまいますが、消えてしまった後には、物質と反物質の重さの分だけエネルギーができます。つまり、対消滅は物質や反物質の重さがエネルギーに変化する現象といえます。さらに、対消滅で生まれたエネルギーから、別の物質とその反物質のペアが生まれて、変化していくのです。

物質と対になる反物質は必ず同じ重さですが、電気の性質が逆になります。物質がプラスだったら反物質はマイナスという感じです。私たちは、自分で自分の顔を見ることができません。お化粧するときなどは鏡を使って自分の顔を見ますが、鏡に映る顔は厳密にいうと、自分の顔そのものではありません。左右が反対になっているから、よく似ていますが、別のものということに

なりません。

物質と反物質の関係は、自分自身と鏡に映った自分の像の関係とよく似ています。鏡で映した世界のように、ある要素が反対になることを対称性といいますが、反物質の場合は、像が左右反対になるのではなく、電氣的性質が対称になります。

私たちがこの世界で目にするものはすべて物質でできています。アイスクリームもそうです。もし、反物質でできたアイスクリームがあつたとしても、私たちは見た目で区別することはできません。反物質の光に対する特性は、物質とまったく変わらないからです。しかも、重さも同じなので、なかなか区別が付きません。

ですが、その反物質のアイスクリームを手でもとうとすると、たいへんなことになってしまいます。私たちの体は物質でできていますので、反物質でできているアイスクリームに触れてしまうと、そこで大きな対消滅が起きてしまいます。対消滅によって、手がなくなってしまう。このような話をすると、ゾツとしてしまう人もいるかもしれませんが、対消滅が起きたときに、なくなるのが手だけだったらまだいい方かもしれません。

皆さんは、アインシュタインが相対性理論から導いた有名な式をご存じでしょうか。 $E=mc^2$ で表される式です。この式は、重さとエネルギーは同じもので、この二つは互いに変換できることを示しています。先ほど、物質と反物質がぶつかりると対消滅して、エネルギーに変わるといいま

したが、それはこのアインシュタインの式から導かれることなのです。

この式の中で E はエネルギー、 m は質量、つまり重さを表しています。そして、 c は光の速度を表します。つまり、エネルギーと重さは交換することができるといっているわけです。しかも、質量に c （秒速約三億メートル）の二乗がかかりますので、ほんの小さな質量でも、それがすべてエネルギーに変わると莫大な量になることがわかるでしょう。

物質の質量がすべてエネルギーに変わってしまったら、つまり、エネルギー効率が一〇〇パーセントだったとしたら、エンジンの中でガソリンを爆発させたときのエネルギーの約三億倍のエネルギーを生みだすことができます。つまり、同じ重さで比較すると、反物質と物質がぶつかる、ガソリンの三億倍のエネルギーが生まれるのです。

この話を聞くと、反物質は夢のようなエネルギー源のように思えます。なので、反物質は、SFなどにたびたび登場します。アメリカのテレビドラマ『スタートレック』では、反物質はエンタープライズ号の燃料として宇宙船を飛ばしていますし、小説『天使と悪魔』では、一人の科学者が研究所の所長に気づかれずに、反物質を〇・二五グラムつくったというところから話がはじまっています。

〇・二五グラムなんて、たいしたことではないではないかと思う人もいますが、〇・二五グラムの反物質が、同じ量の物質と出合うと、広島原爆と同じという、とても大きなエネルギー

ギーが発生します。私たちは身のまわりに反物質が存在しないおかげで、こうして平和に暮らしてられるわけですが、もし、まわりに反物質があったらたいへんなことになってしまいます。

ただ、○・二五グラムの反物質をつくるのに必要な金額を調べてみると、一兆円の一〇〇億倍という、これもまたとんでもない金額が必要になってしまうので、大学や企業などでつくることがほとんど不可能です。『天使と悪魔』では、これだけのお金を使っても所長が気づかないという設定でしたので、ものすごくたくさん予算のある、とてもうらやましい研究所だと思っています（笑）。

物質は反物質より多く存在した?!

ふだんの生活の中では、私たちが反物質に出合うことはまずありませんが、宇宙ではどうでしょう。実は、この広い宇宙空間を調べてみても、反物質はほとんど見当たらないのです。ですが、時間をどんどん巻き戻して、宇宙が誕生した直後まで戻してみると、反物質がたくさんあることがわかっていきます。

宇宙誕生直後にビッグバンが起きて、たくさんエネルギーが熱や光という形で放出されました。なので、私たちの宇宙はたくさんのお金を使わなくとも、反物質をたくさんつくることができます。反物質がつくられると同時に、物質もつくられますから、当然、物質もたくさんあり

ました。初期の宇宙は、今よりもはるかに小さい空間の中で物質と反物質が混然一体となって、誕生と消滅を繰り返していたと考えられています。

その後、宇宙はどんどん広がっていき、温度もだんだんと下がり、宇宙全体が冷やされていきます。その頃には、物質と反物質が出合う頻度は減ってきますが、出合うとエネルギーとなっていきます。一方で、新しい物質と反物質を生み出すエネルギーの密度が減っていくことで、物質・反物質のペアが生まれる頻度も少なくなっていくきます。そのような過程を経て、宇宙初期に誕生した物質と反物質はほとんどなくなってしまったのです。

実際、今の宇宙には反物質はほとんど見当たりません。ですが、物質はしっかりと残っています。星や銀河は宇宙の中で美しく輝いていますし、地球や月も存在します。地球の上には物質でできた私たちもいます。これはいったいどういうことでしょうか。

実は、よくよく調べてみると、物質は反物質よりも数が多かったのです。計算してみると、一〇億分の二ぐらい物質の方が反物質よりも多くあったので、反物質が全部なくなっても、物質が残ることができたと考えられています。とはいっても、物質と反物質はどんなときもペアで生成していたので、物質と反物質はきっちり同じ数だけ誕生していたはずで、ペアでないと消滅できないので、反物質が存在していた数だけ物質も消滅したはずで、どちらか片方だけで消滅したということはないので、ふつうに考えればこの宇宙には何も残らずに、物質も反物

質もない世界になるはずでした。

でも、私たちはこの宇宙に存在します。これはもともと同じ数だった物質と反物質を、途中で誰かが反物質をつまんで、物質の方に移し替えたのではないのでしょうか。そうでもない限り、こんなことは起こりません。でも、そんなふう都合よく、反物質が物質になるのでしょうか。

これはまさしく、私たちにとって生きるか死ぬかの問題です。反物質はどうして消えてしまったのでしょうか。実は、もしかしたら、この謎がもうすぐ解けるかもしれないのです。

その鍵を握っているのは、ニュートリノという小さな粒子だと考えられています。ニュートリノは調べれば調べるほど、不思議な性質をもっていて、暗黒物質やインフレーションと深く関わってくるのかもしれませんが。もしかしたら、私たちがこの宇宙に生まれることができたのも、ニュートリノのおかげかもしれません。それだけではなくヒッグス粒子やインフレーション、そして暗黒物質なども、私たちが生まれてくるために必要であったことがわかっています。今から、その謎を解いていき、どうして、私たちがこの宇宙に生まれたのかを考えていきましょう。

はじめに 3

第1章 恥ずかしがり屋のニュートリノ 13

宇宙はウロボロスのヘビ 14 宇宙は正体不明の物質で満ちている 16

宇宙はニュートリノであふれている 18 原子の世界を探る 21

消えたエネルギー 23 パウリの予言 24

原子力発電所から見つかった幽霊の正体 27

第2章 素粒子の世界 29

宇宙はたぐさんの素粒子からできている 30

陽子と中性子はクォークからできている 32

素粒子はみな三兄弟 34 素粒子にフレーバー? 36

力は粒子のやりとり 38 強い力の正体 41 弱い力の正体 43

四つの力の統一に向けて 44 CP対称性の破れ 48

小林—益川理論の登場 50 小林—益川理論の検証 52

第3章 とても不思議なニュートリノの世界 55

鍵を握るニュートリノ 56 ニュートリノの重さ 59

ニュートリノは時間を感じる 67 ニュートリノで太陽を見る 70
太陽ニュートリノ問題 73 カムランドの実験 75

＝コラム＝カミオカンデとニュートリノ 78

第4章 ものすごく軽いニュートリノの謎 81

ニュートリノはいつも左巻き 82 左巻きの反ニュートリノは超重量級 84
力の統一の世界を伝える素粒子 87 左巻きニュートリノが軽いわけ 89

質疑応答 92

第5章 ニュートリノはいたずらっ子? 95

力の統一とニュートリノ 96 宇宙に私たちがいるのはニュートリノのおかげ 98
ニュートリノで物質と反物質のふるまいを調べる 101
ミューニュートリノは電子ニュートリノに変化した 102

質疑応答

106

第6章

ヒッグス粒子の正体

109

ヒッグス粒子は神の粒子?! 110 軽自動車をぶつけて戦車を探す

114

一〇〇〇兆回の衝突で一〇個のヒッグス粒子 118

九九・九九九四パーセントの確実性 121 光子とミューオンを探せ

123

新しい粒子の存在を予言したヒッグス博士 129 自発的対称性の破れ

131

ヒッグス粒子が冷えて宇宙に秩序が 134 顔が見えないヒッグス粒子

139

新しい時代の幕開け——ヒッグス粒子の顔探し 140 統一の時代 144

144

質疑応答

148

第7章

宇宙になぜ我々が存在するのか

153

宇宙は膨らんでいる 154 ビッグバンの証拠 156 インフレーション理論 160

素粒子の揺らぎのしわ 162 宇宙のはじまりに迫る 166 超ひも理論に期待 169

原子より小さかった宇宙の誕生に迫る 173 宇宙の過去と未来を映し出す「すみれ計画」

質疑応答

182

おわりに

184

さくいん

190

第1章 恥ずかしがり屋のニユートリン



宇宙はウロボロスのへビ

「なぜ、私たちがこの宇宙に存在するのか」という問題に、「ニュートリノが関係しているかもしれない」といわれても、ほとんどの人は何のことかさっぱりわからないと思います。中には、「この人は何をいつているのだろう」といぶかしがる人もいるでしょう。

本論に入る前に、まずはこの宇宙の大きさから考えてみましょう。私たちが日常的に使うもの、たとえば、ノートやペンなどといったものはおおざっぱにいつて数センチメートル、私たちの身長は数メートルの大きさです。そこからだんだんと、スケールを大きくしていくと、駅やデパートなどのビルは数十メートルで、東京タワー、東京スカイツリーぐらいのものは数百メートルとなります。富士山やエベレストなどの高い山になると、大きさは数千メートルです。さらに、地球の直径は約一万三〇〇〇キロメートル、地球から太陽までの距離は約一億五〇〇〇万キロメートル、太陽から海王星までの距離は約四五億キロメートルと、どんどん広がっていきます。

もちろん、宇宙はもつと広がっています。太陽系の外側には銀河系が広がっていますし、銀河系の外にはアンドロメダ銀河をはじめ、たくさん銀河が集まって銀河団をつくっています。このように、眺める範囲を大きくしていくと、宇宙はどこまでも続いています。ビッグバンからの

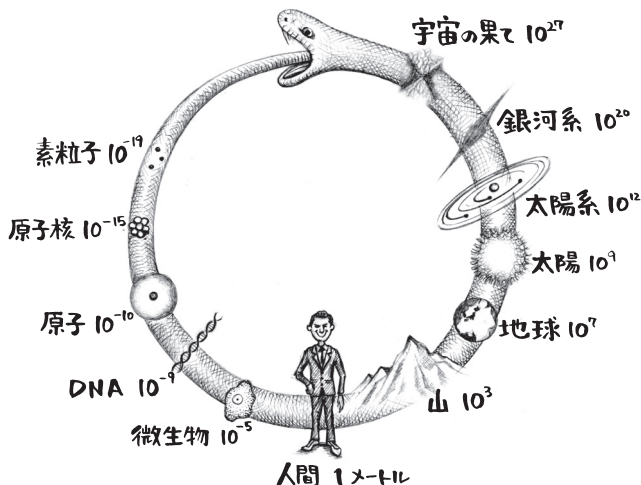


図1-1 ウロボロスのヘビと宇宙の調和 ギリシャ神話に登場するウロボロスのヘビは、自分のしっぽを飲み込んでいる。この世界でも広大な宇宙というヘビの頭が素粒子というしっぽを飲み込んだ構造になっていると考えられている。

光が広がっているのは 10^{27} メートルくらいの範囲なので、それ以上はどうなっているのかは、まだよくわかっていません。ただ、わかっている範囲だけでも、ノートやペンからは二九桁も開きがあります。それくらい宇宙は大きなものなのです。

ところが、宇宙の研究をしていくと、大きなものだけでなく、小さなものも大事だということがわかってきました。ノートやペンの大きさから小さい方をたどっていくと、原子、原子核、素粒子の世界になります。今の宇宙は私たちからは想像もできないくらい大きなものですが、時間を巻き戻してみると、不思議なことに宇宙はどん

どん小さくなっています。そして、生まれたばかりの頃は、とても熱くて小さいものだったことがわかっていきます。ですから、宇宙がどのように生まれて、今の宇宙になってきたのかということも明らかにするためには、小さな世界のことからわからないといけないことになります。

とても大きな宇宙のことを本当に理解するためには、小さな素粒子の世界を知る必要があるということです、本当におもしろいことだと思います。と同時に、ギリシャ神話に出てくるウロボロスのヘビを思い出します。このヘビは、自分のしっぽを飲み込んで丸くなっています。宇宙の調和を表すシンボルだそうです。ヘビの頭の方を宇宙全体のような大きなサイズ、しっぽの方を素粒子のように小さなサイズだとすると、ヘビが自分のしっぽを飲み込んでいるように、宇宙全体の世界と素粒子の世界がつながっているということができます（図1-1）。この部分はまだわかっていないことがたくさんあるので、世界中でたくさんの方が興味をもっているのです。

宇宙は正体不明の物質で満ちている

さらにこの宇宙が何でできているのかもまだよくわかっていません。二〇〇三年にNASAの観測衛星WMAP^{ダブルマッ}によって、この宇宙のエネルギーの内訳が測定できるようになりました。このように話すと、宇宙が何でできているのかがわかったように聞こえますが、そうではありません。宇宙といえば、美しい星や銀河を思い浮かべますが、それらを全部かき集めてきても、宇宙

第1章 恥ずかしがり屋のニュートリノ

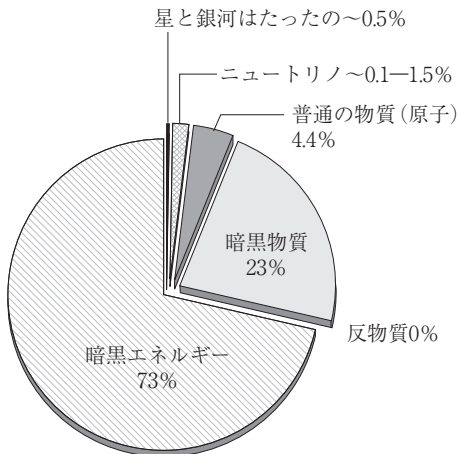


図1-2 宇宙のエネルギー構成 物質は宇宙全体の5パーセントほどで、残りの正体はまだわかっていない。

全体の〇・五パーセントほどにしかありませんでした。そして、これから話題にするニュートリノは〇・一〜一・五パーセントと、やはり宇宙の中では少数派です。さらに、私たちの体をつくっているふつうの原子でできている物質は宇宙全体で四・四パーセント。これらのものを全部足しても五パーセントほどで、一〇〇パーセントには遠くおよびません。

私たちは、万物は原子でできていると、学校で習ってきましたが、この宇宙にある原子を全部集めても五パーセントにもならないので、実は真つ赤な嘘だったわけです。早くこの部分についての教科書の記述が改訂されるいいなと思います。私たちは、今まで物質が宇宙の中心だと思っていました。でも、そうではなく、実は物質は宇宙の中でほんのちよつとしかないマイノリティだということがはっきりしたのです。

それでは残りは何なのかといえは、まだわかっていません。WMAPの観測結果による

と、宇宙の二三パーセントは暗黒物質で、七三パーセントが暗黒エネルギーで占められていることがわかっていきます。これらを足すことで、めでたく一〇〇パーセントにすることができのですが、暗黒物質も暗黒エネルギーも、その正体がわかっていません。正体不明の謎の物質やエネルギーということで、仮の名前としてつけているにすぎないのです(図1-2)。

ただ、暗黒物質は、宇宙のはじまりから、星や銀河がどのようにできてきたのかという問題と深い関係がある不思議な物質で、私たちがなぜ存在するのかにも深く関わってきます。暗黒物質の有力な候補の一つにニュートリノの親せきが考えられています。暗黒エネルギーは、この宇宙の将来と大きく関わっています。今、宇宙はどんどん膨張していますが、少し前までは膨張する速度はだんだん遅くなっていると思われていました。ところが、膨張速度をよく調べていくと、不思議なことにだんだんと速くなっていることがわかってきたのです。この宇宙の膨張を速くしている原因が暗黒エネルギーではないかと考えられているのです。

宇宙はニュートリノであふれている

このように、宇宙の構成要素から見ると、ニュートリノは全エネルギーの〇・一〜一・五パーセントほどしかなく、宇宙全体にあまり関与していないように感じてしまいます。ですが、別の見方をしてみたらどうでしょう。先ほどお見せした宇宙の構成要素は、エネルギーを見ていまし

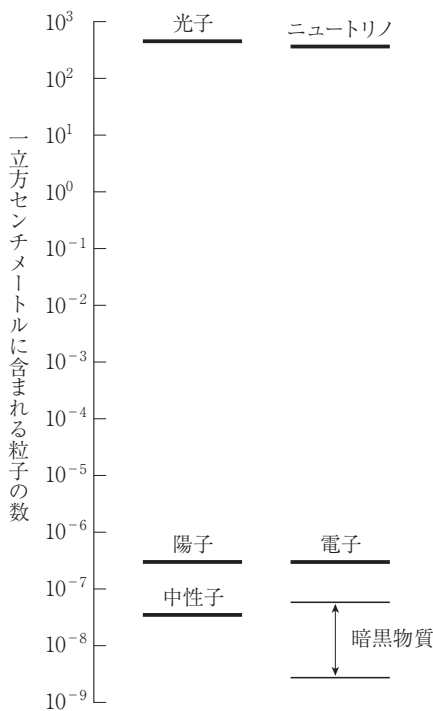


図1-3 粒子の数 宇宙に広がる粒子の数を比べると、光子とニュートリノが圧倒的に多い。

たが、今度は粒子の数を比べていきます。
 エネルギーでは宇宙全体の約四分の一を占めていた暗黒物質ですが、粒子の数を見てみると、一立方センチメートルあたり一〇〇〇万分の一個くらいと考えられています。ところが、ニュートリノは一立方センチメートルあたり三〇〇〇個もあるのです(図1-3)。
 物質をつくる粒子の数でカウントしてみると、この宇宙ではニュートリノが一番たくさんあります。私たちの体をつくっている陽子、中性子、電子などはニュートリノの一〇億分の一しかありません。実は、この宇宙はニュートリノにあふれていたのです。一立方センチメートルあたり三〇〇〇個もあるということ

は、この宇宙のどこに行ってもニュートリノがあるということの意味しています。それにニュートリノは太陽などの星からたくさん出ていて、一秒間に数百兆個のニュートリノが私たちの体を通過していることになります。そんなに膨大な数のニュートリノが通過しているにもかかわらず、私たちはニュートリノに気づくことはありませんし、見たこともなければ触ったこともありません。それはいったいどうしてなのでしょう。

実は、ニュートリノはとても恥ずかしがり屋だったのです。私たちが、ある場所に粒子が存在していることを知るためには、粒子が力に反応する必要があります。陽子や中性子は重力に反応するので、他の粒子とぶつかる存在に気づきますが、ニュートリノは重力や電磁気力とは反応しないので、私たちの体をすりぬけて通り過ぎてしまいます。ですから、私たちは、自分の体を通りぬけているニュートリノのことを気にすることなく、生活しています。

それでは、どうすればニュートリノの存在を知ることができるのでしょうか。一番簡単な方法は、ものをたくさん置くことです。同じ駅のホームでも、朝の通勤時間帯と、昼間のすいている時間帯では、雰囲気が違います。通勤時間帯はたくさんの人がいて混み合っているのです、急いでいるのになかなか前に進めないなんていうことがよくあります。混んでいると、注意して歩いても人につつかってしまいます。

それと同じように、一つの場所にたくさんものを置けば、たまに一つくらいはニュートリノ

がコツンとぶつかってくれるはずで。試しに太陽からのニュートリノを捕まえようとして、どのくらいの量の鉛の塊を置いたらニュートリノがぶつかるのかを計算してみました。そうすると、出てきた答えは、塊なんて生易しい量ではありませんでした。なんと、鉛を三光年くらいの厚さに積み重ねてやつと一回、確実にぶつかるということです。三光年というのは、光が秒速三〇万キロメートルの速さで三年かかって進む距離ということです。だいたい隣の星までの距離にあたります。それだけの量の鉛は地球上にありませんし、積み重ねること自体できないわけですが、そのくらい恥ずかしがり屋さんで、めったなことでは他のものと反応せず、その存在自体を知ることができない、お化けのような素粒子なのです。

原子の世界を探る

私たちの体も含めて、身のまわりにある物質は、みんな原子でできています。原子をよく見てみると、真ん中に小さな原子核があつて、そのまわりを電子が飛び回っている構造になっています。この構造は、太陽系の構造にたとえられることがよくあります。

原子の内部の様子がわかつてきたのは、一八九〇年代後半からです。一八九七年にイギリスのジョセフ・ジョン・トムソンが、蛍光灯のようにほとんど真空状態のガラス管の両端に高い電圧をかけたときに発生する陰極線の正体が、小さな粒々であることを発見し、電子と名づけました。

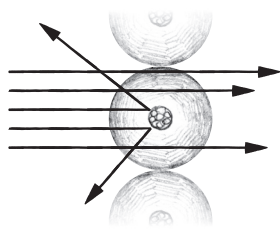


図1-4 太陽系モデル
金箔にアルファ線を撃ち込むと、ほとんどが金箔を通過するが、一部だけ跳ね返される。その結果、真ん中に原子核があり、電子はそのまわりを回っていることがわかった。

陰極線のような放電現象の他に、高温の物体から電子が飛び出る現象や、金属に光をあてたときに電子がたたき出される光電効果などといった現象が発見されるようになり、原子の中に電子が含まれていることがわかってきました。

電子はマイナスの電気を帯びた小さな粒子でした。この電子を含んでいる原子はほとんどが電氣的に中性なものだったので、原子の中にはプラスの電気をもっているものがあるはずだと考えられるようになりました。このとき、原子の内部については、二つの説がもちあがりました。

一つ目はレーズンパンのように、原子の中に電子が練り込まれるように散らばっているレーズンパンモデル。二つ目が、太陽系の惑星のようにプラスの電気をもった核のまわりを電子が回っている太陽系モデルです。この二つのモデルは大きく対立をしていましたが、一九一一年に決着がつけました。イギリスのアーネスト・ラザフォードが金箔にアルファ線をあてる実験をおこなったとき、ほとんどのアルファ線は金箔を通過したのに、たまに、はじき返されるように大きく

曲がつてしまうものがありました。

アルファ線の正体はヘリウムの原子核なので、電子よりも重く、プラスの電気を帯びています。ラザフォードの実験から考えられることは、原子の中はほとんどスカスカだが、真ん中に芯のような核があるという原子の姿でした。つまり、二つのモデルのうち、太陽系モデルが正しいという結果になったのです(図1-4)。

さらに、一九一九年に、ラザフォードは窒素ガスにアルファ線をあてることで、窒素原子を酸素原子に変える実験にも成功しました。このとき、プラスの電気をもった新しい粒子を発見しました。それが陽子でした。この発見によって、原子核でプラスの電気をもたらずものの正体が陽子であることがわかってきました。

消えたエネルギー

この時期の少し前に放射線が発見されました。初めて放射線が発見されたのは一八九六年で、フランスのアンリ・ベクレルによるものでした。そして、一八九八年にラザフォードが放射線には三種類あることに気がつき、それぞれ、アルファ線、ベータ線、ガンマ線と名づけました。調べていくと、ベータ線の正体は電子であることがわかってきたのです。

ところが、ベータ線についてさらに詳しく調べて、ベータ線が出る前と後の全体のエネルギー

を比べてみると、ベータ線が出た後のエネルギーの方が少なくなっていたのです。私たちが学校で習う物理法則の一つにエネルギー保存の法則があります。これは、反応する前の状態のエネルギーをすべて足しあわせたものと、反応した後の状態のエネルギーを足しあわせたものは、同じ値を示すというもので、物理学の中でも基本中の基本といえる法則です。

それにもかかわらず、ベータ線を出すベータ崩壊はこのエネルギー保存の法則が守られずに、反応の後にエネルギーが減ってしまい、エネルギーの一部がどこかにいつてしまうという、おかしい状態が起こっていたのです。これには当時の物理学者たちも困ってしまいました。なぜこのようなことが起こるのか、誰にもわからなかったのです。量子力学の基礎をつくったニールス・ボーアでさえ、「原子核は、あまりに小さいものだから、私たちの想像を超えた世界なのかもしれない。もしかしたらエネルギーというのは実は保存しないのではないか」といい出すほどでした。

パウリの予言

そのような状況で、一人だけ、みんなと違うことをいう人がいました。ヴォルフガング・パウリです。パウリは「確かにエネルギーが減っているように見えるけれども、これはきつと見かけのことで、本当は、エネルギーが保存されているに違いない」という仮説を立てたのです。

ここで彼がいい出したのは、実は見えない粒子があるというものでした。ベータ線が出た前と後ではエネルギーが保存されているように見えないけれど、実は、見えない粒子が発生していて、それが逃げ出してしまったために、見える部分だけを足しあわせてもエネルギーが足りないと感じるだけであると説明しました。

私たちの目にも、パウリの仮説はとても画期的に映りますが、当時の考え方からすると、掟破りというか、ものすごくタブーなことでした。というのも、説明のつかない現象の原因を誰も見たことがない粒子に求めてしまうと、何でもアリになってしまいます。これは相当な根拠がなければ受け入れられるものではありませんでした。当然、パウリの仮説は評判がよくありませんでした。

パウリ自身も、自分の仮説の評判がよくないことはよくわかっていたようで、実際、「誰も見たことがない粒子というのは苦し紛れの説明だ」と釈明しています。「見えない粒子」といったはいいけれど、後ろめたさがあったのでしょう。「この粒子はどんなにがんばって実験しても捕まらないので、捕まらない方にシャンパンを一ケース賭ける」と発言したという話も伝わっています（図1—5）。

この仮説を立てたとき、パウリはこの見えない粒子に名前をつけました。この粒子は電氣的に中性であることが予想されていたので中性子とよんだのです。ところが、パウリが仮説を立てた



図1-5 パウリの賭け パウリは、ニュートリノの存在を予言したものの、実際には見つかるはずはないと思い、シャンパン1ケースを賭けた。

二年後の一九三二年に、イギリスのジェームズ・チャドウィックが原子核の中に、陽子の他にもう一つ粒子があることを発見しました。それも中性の粒子だったので、チャドウィックはその粒子を中性子と名づけてしまったのです。当時は商標登録などありませんでしたので、パウリの方が早く名前をつけていたのですが、実際に新しい粒子を見つけたチャドウィックに、中性子という名前を取られてしまったのです。

皆さんは、まだ見つからない粒子なのだから、名前がなくなっても困ることはないだろうと思うかもしれませんが、一人だけ、とても困った人がいました。この目に見えない新しい粒子の理論を一生懸命考えていたイタリア人のエンリコ・フェルミです。

彼は、パウリの予言した粒子について研究して、論文を書くこうと思っていきましたが、粒子の名前がなくなってしまうってはそれでもできません。そこで、新しい名前をつけることにしたのです。そして考えられたのがニュートリノという名前でした。中性子は英語でニュートロンといま

す。そこに「小さいもの」という意味を表すイタリア語の接尾語、イーノをつけてニュートリノとしました。赤ちゃんのことを「バンビーノ」とよぶのはご存じかもしれませんね。ニュートリノという名前は、中性子のように「電氣的に中性でとても小さい粒子」という意味になるのです。日本語では昔は中性微子と訳していましたが、今ではそのままニュートリノとよんでいます。

原子力発電所から見つかった幽霊の正体

パウリが予言した見えない粒子は、めでたくニュートリノという名前がついたわけですが、この粒子は当のパウリ自身も、いくら実験しても見つからないだろうと思っていたくらい、探すのが難しいものでした。何しろ、ニュートリノは恥ずかしがり屋なので、なかなか捕まえることができないからです。

ところが、やはり実験家はすばらしいもので、がんばって実験をして、ニュートリノを発見することに成功したのです。ニュートリノを発見したのはアメリカのフレデリック・ライネスとクライド・カワンの二人です（図1-6）。

まず、二人は、どうやったらニュートリノを捕まえられるかを考えました。ニュートリノはベータ崩壊から予言されたものなので、原爆の実験をしている場所のそばで実験をすればいいのではないかと考えました。しかし、検討していくうちに、原爆実験のそばは危険だということにな

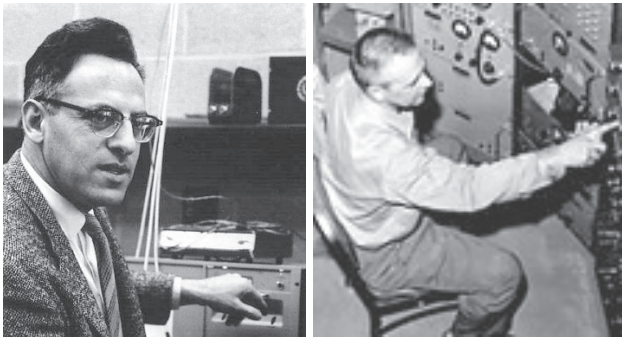


図1-6 ニュートリノの発見者 ライネス (左) とカワン (右)。

り、その代わりに、原子力発電所のそばで実験をするこ
とにしたのです。

何度もいつていることですが、ニュートリノはほとん
どのものを通りぬけてしまうお化けのような粒子です。

二人は、そのニュートリノを探す実験装置に、幽霊が関
係している心霊現象という意味のポルターガイストとい
う名前をつけたのです。つけた名前がよかったのかどう
かはわかりませんが、二人は一九五四年に初めてニュー
トリノが本当に存在するという証拠をつかみました。

それが見つかった瞬間、二人は喜んでパウリのところ
へ「俺たちはニュートリノを捕まえた」と電報を送りま
した。パウリはその報告を受けて、ちゃんとシャンパン
を一ケース分の小切手を送ったそうです。パウリがニュ
ートリノ仮説を発表してから実際に見つけるまで、実に
二四年の歳月が費やされたわけです。