

ワイヤーチェンバー

9月に開催されたミュオグラフィ展のときに、ハンガリーの研究機関からお借りしたワイヤーチェンバーをしばらく延長してお借りすることになり、4階の常設展示スパークチェンバーの脇に置きました。

ワイヤーチェンバーとスパークチェンバーは名前が似ていますが、両方とも粒子検出器で、上空から飛んでくる宇宙線に含まれるミュオンを捉えます。チェンバーは箱という意味で、箱の中に細いワイヤー（導線）が張ってあるのがワイヤーチェンバー、スパーク（火花）が飛ぶのがスパークチェンバーです。

宇宙空間には様々な粒子が存在します。水素の原子核、ヘリウムの原子核、炭素の原子核、..それらの中には非常に高速に移動しているものがあり、地球大気の中に飛び込んで来るものもあります。これを1次宇宙線と呼びます。しかし、1次宇宙線は地上まで届きません。

大気と衝突して1次宇宙線は消滅し、新たに2次宇宙線と呼ばれる様々な粒子が

生まれ出されます。代表的なものは、 π 中間子とK中間子。これらはハドロンと呼ばれ、強い相互作用をする粒子です。これらのハドロンは寿命が短く、また強い相互作用をするので反応してしまう確率が高く、地上まで到達することはほとんどありません。そして π 中間子

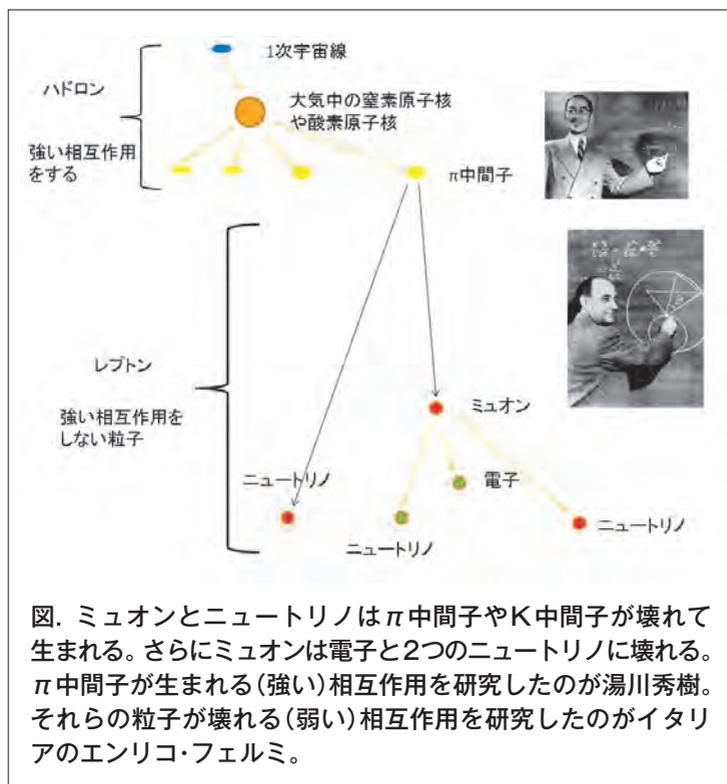


図. ミュオンとニュートリノは π 中間子やK中間子が壊れて生まれる。さらにミュオンは電子と2つのニュートリノに壊れる。 π 中間子が生まれる(強い)相互作用を研究したのが湯川秀樹。それらの粒子が壊れる(弱い)相互作用を研究したのがイタリアのエンリコ・フェルミ。

やK中間子が弱い相互作用で崩壊したときに新たに生まれる粒子がミュオン（ μ 粒子、あるいはミューオンとも）です。

ミュオンの寿命も100万分の2秒しかありませんが、速度が速いため、相対論の効果で寿命が延び地上に到達します。ミュオンはとても透過力が強く、数メートルの厚さのコンクリートくらいは突き抜けてきます。そのミュオンが検出できるのが、ワイヤーチェンバーであり、スパークチェンバーです。

ミュオンは放射性物質が崩壊した際には飛び出さないで、地面からやって来ることはなく、空からやってきます。宇宙線由来なので宇宙線の仲間に入られますが、大気中で作られるので、大気ミュオンと呼ばれることもあります。

ちなみに、 π 中間子からミュオンができるとき同時にミュオン型のニュートリノがひとつ、ミュオンが電子に壊れるとき同時にミュオン型のニュートリノと電子型のニュートリノがひとつずつ生まれます。ニュートリノはノーベル賞で有名になった極めて透過力の強い粒子ですが、ミュオン型と電子型が2：1になるというのがミソで、この比が地球の裏側から来るニュートリノでは、ミュオン型の数が少なくなっていた、という事実が梶田博士のノーベル賞につながります。

さて、ミュオンは電荷をもっていますので、通り道にある電子を弾き飛ばし原子や分子をイオン化させます。細いワイヤーを何本も張った箱にネオンやヘリウムのガスを詰め、ワイヤーに高いプラスの電圧をかけておきます。ミュオンが箱の中を通過すると自由な電子が生じます。ワイヤーのプラスに引かれてその電子は加速します。電子は箱の中のガスと衝突し、別の電子をはじき出し、さらにその電子が同じことを繰り返すので、電子の数が増幅されます。ワイヤーまで達した電子は電気信号として呼び出されるという寸法です。

このような箱をいくつも重ねておけば、ミュオンがどの方向からやってきたのかが分かりますこれがワイヤーチェンバーの原理です。

ミュオンの飛んでくる方向が分かるので、ミュオグラフィ（ミュオンを使って火山など巨大なもの内部を視る技術）の検出器としても使われようとしています。

大倉 宏(科学館学芸員)



写真. ワイヤーチェンバーにミュオンが入ると前面に取り付けられたLEDが光る。(ハンガリー科学アカデミーウイグナー物理学研究センター提供)