

5分でわかる!

# ニュートリノのひみつ



不思議な粒子ニュートリノ。目には見えず、捕まえにくい幽霊のような素粒子ですが、最近、その正体が少しずつわかってきました。これを読んで、ニュートリノ博士を目指しましょう!

東京大学宇宙線研究所長

梶田隆章





## 宇宙はニュートリノだらけ!

138億年前、宇宙が生まれた時にたくさん生まれたニュートリノが、今も私たちの周りを飛び回っています。

太陽や、夜空に光る星の中でも日々ニュートリノは生まれています。また、星の寿命が尽きて超新星爆発を起こすときも、たくさん生まれます。

宇宙から飛んできた高速の粒子(宇宙線)が、地球の大気と衝突したときにもニュートリノが生まれます。

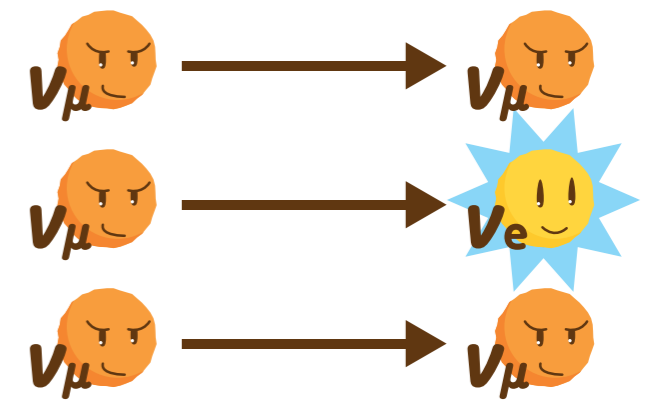
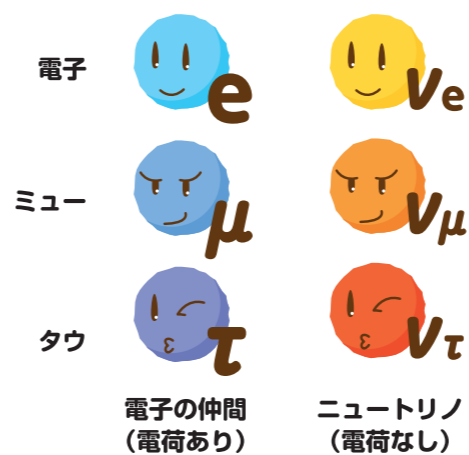
そのほかにも、地球の内部や、人間が作った原子炉、加速器などからもニュートリノは生まれています。

宇宙は、ニュートリノだらけといってもよいでしょう。現在、宇宙は平均的には1ccあたり300個くらいのニュートリノで満たされています。太陽に近い地球上では、その太陽で生まれたニュートリノが、私たちの体を1秒間で数百兆個も通り抜けています。



## ニュートリノは3兄弟!

ニュートリノの親戚ともいえる電子の仲間が3種類(電子、ミュー粒子、タウ粒子)あることに対応して、ニュートリノも電子型、ミュー型、タウ型の3種類あります。電子の仲間は電荷を持つのにに対して、ニュートリノは電荷を持ちません。ニュートリノの反粒子、反ニュートリノにも同様の3種類があります。



## ニュートリノは変身する!

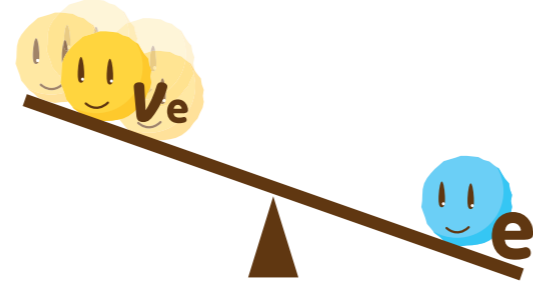
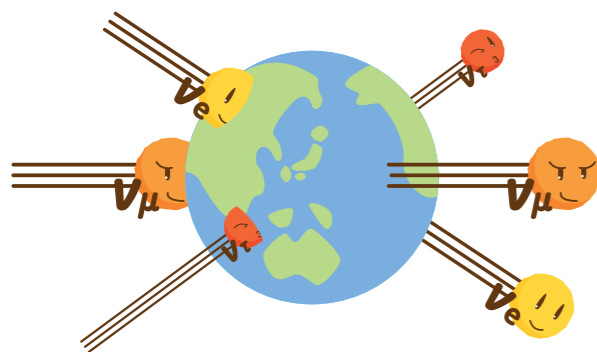
ニュートリノは、誰にも見られていない間に、こっそり自分の種類を変えてしまうという、不思議な性質を持っています。例えば、生まれた時はミュー型に違いなかったのに、遠くまで旅しているうちに電子型になってしまうことがあるのです。

ニュートリノがあちらの型とこちらの型との間を揺れ動いているようにふるまう様子から、この現象は「ニュートリノ振動」と呼ばれます。

この不思議な現象は、ニュートリノに重さがある場合(正確には質量に違いがある場合)にしか起こりません。

## ニュートリノは何でも通り抜ける!

ニュートリノは、どんなものでも、なんの影響も与えずに簡単に通り抜けてしまいます。例えば、太陽で生まれたニュートリノは、地球500個分の厚さの壁があったとしても、半分以上は通り抜けます。こんな幽霊のようなニュートリノは、膨大に飛び回っているのに、人間の目はもちろん、専用の測定装置でもなかなか見る(観測する)ことができません。

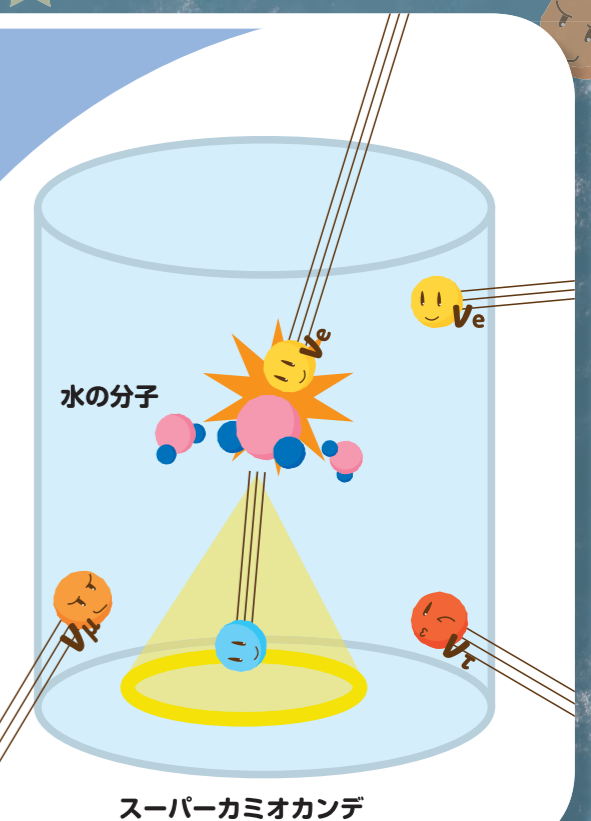


## ニュートリノは軽い!

ニュートリノは捕まえるのが難しく、その性質は謎だらけです。いまでも、正確な重さは測られておらず、よく知られた物質の中でも特に軽い電子の100万分の1よりも軽いであろうということしかわかっていません。

## ニュートリノをつかまえる!

なんでも簡単に通り抜けるニュートリノですが、ごくごくまれに、通り道にある物質に衝突して、観測しやすい粒子を叩き出すことがあります。スーパーカミオカンデでは、5万トンという大量の水をたくさんの光センサーで監視していて、水の分子にニュートリノが衝突して飛び出した粒子が放つ弱い光を捕まえます。現在、スーパーカミオカンデでは1日あたり太陽からのニュートリノを約20個、大気中でできたニュートリノを約10個見つけています。また、東海村の加速器で作ったミュー型ニュートリノや、それが変化した電子型ニュートリノを捕まえています。スーパーカミオカンデは、見つけたニュートリノの種類や飛んできた方向、速さ(エネルギー)などを見極めることができるすぐれものです。





## ニュートリノには 重さがあった!

1998年、梶田先生らは、地球の裏側の大気中で生まれたニュートリノの半分近くが、スーパーカミオカンデまで届くまでの間に、ミュー型から別の型に変わってしまっていることを発見しました。また2002年にはカナダのマクドナルド教授らのSNO実験で、太陽で生まれたニュートリノも、地球に届くまでに電子型から別の型に変わってしまっていることを発見しました。これらの現象は、ニュートリノに重さがあると考えると説明ができません。つまり、ついに、ニュートリノには重さが「ある」ことがわかり、2015年のノーベル物理学賞につながりました。

これらの大発見の後も、ニュートリノ振動の様子を詳細に調べる様々な実験が世界中で行なわれており、ミュー型のニュートリノがタウ型や電子型に変化する様子なども観測されました。これらの実験を通じて、ニュートリノの性質が徐々に明らかになってきました。

## まだわからない! ニュートリノの謎

ニュートリノには、まだまだ解き明かされていない謎がたくさんあります。その一つが、ニュートリノとその反粒子である反ニュートリノとで、性質が違うのか? というものです。これがわかると、宇宙ができたときには物質と反物質は同じだけあったはずなのに現在までに反物質だけほとんどなくなってしまったのはなぜか? という問いに答えを見つけられるかもしれません。

茨城県東海村の加速器をパワーアップしてニュートリノや反ニュートリノのビームを作り、スーパーカミオカンデを20倍の体積に大きくしたハイパーカミオカンデで捕まえてニュートリノと反ニュートリノの性質の違いを詳しく調べる計画が進んでいます。

また、スーパーカミオカンデを改良して今まで見つけられなかったはるか遠くの超新星爆発からのニュートリノを見つけようという計画も進んでいます。ニュートリノの研究から、これからも驚くべき発見が生まれてくることでしょう。

## ニュートリノ Q&A

### 誰が見つけたの?

1930年、オーストリアの物理学者パウリが、放射性物質のエネルギーがどこかへ消えてしまうことを説明するために、電気をもたない幽霊のような粒子があると考え出しました。そして1956年、アメリカの物理学者ライネスらが、原子炉で生まれたニュートリノを捕まえました。考え出されてから見つかるまで26年もかかったのです。

### なぜ「ニュートリノ」と呼ばれるの?

パウリが考え出した新粒子を含む理論を組み立てたイタリアの物理学者フェルミは1933年、この粒子に、電気をもたない中性を意味する「ニュートラル (neutral)」と、イタリア語で小さなものを表す「イノ (-ino)」を組み合わせ、「ニュートリノ (neutrino)」と名付けました。

### たくさん体を突き抜けて、健康に悪くないの?

ニュートリノが人間の体などを突き抜ける時には、全く何の影響も与えません。また、5万トンのスーパーカミオカンデで、1日に数十個のニュートリノが反応することから、50kgの人間の体で反応するのは50~100年に1個くらいと計算できます。しかも、1個反応しても、日光を一瞬浴びるよりも小さいくらいの影響しかありません。

### 何の役に立つの?

今すぐ、お金を儲けたり、生活を楽にしたりすることには役立たないでしょう。しかし、私たちがこの宇宙にどうして生まれたのか、というような科学の基本的な疑問に迫ることが期待されています。ノーベル賞の受賞決定の知らせを受けた梶田先生は、ニュートリノの研究は、「カッコいい言葉で言うと、人類の知の地平線を拓ける」と役に立つとお話されました。