

放射線のおはなし



(写真左から)尾小屋鉱山入口で金沢大学の井上先生、筆者、尾小屋鉱山資料館の廣田先生

ミュー粒子に変わります。地表面上では1平方cmあたり、毎分約1個通り抜けます。したがって、日常生活においては毎分数百個のミュー粒子が人体を常に通過していることになります。

ミュー粒子には、プラスの電荷を持ったものとマイナスの電荷を持ったものの2種類があります。ミュー粒子の性質は電子と似ていますが、質量が電子の200倍と大きく、別の軽い粒子に変わります。例えば、マイナスの電荷を持ったミュー粒子はミューニュートリノに変わり、同時に電子と反電子ニュートリノを発生させます。この変化はミュー粒子が発生してから約2・2マイクロ秒たつと起こります。

大気上空から地面に光速で走っても、届くには約50マイクロ秒かかるので、この現象を考慮すると地面に届く前に消滅してしまうことになります。しかし、アインシュタインによれば、光速に近い速度の粒子の時間の進み方は止まっている場合よりも数十倍遅くなるので、地面に届くことができます。そして、ミュー粒子は地

宇宙線「ミュー粒子」って!?

東北放射線科学センター 理事 石井 慶造氏

地表に降り注ぐ ミュー粒子は遮蔽できるか

東北放射線科学センターは、毎年、中学校に対して放射線の出前授業を行っています。授業では、放射線の基礎知識や宇宙と放射線の関係について説明するとともに、放射線の測定、「ウィルソンの霧箱」※1による放射線の可視化実験などを行い、放射線の正しい理解のアシストに努めています。

放射線の測定では、ベータ線を簡単に測定できる「ベータちゃん」と呼ばれる検出器を用いて、米、干し昆布、カリ肥料などからのベータ線を測り、これらの試料に放射性物質が存在していることの確認とその量の大小を調べます。

しかし試料がないのに検出器がピップと鳴り、メーターは30〜40cpm(1分間に検出する数)を示します。これ

は、宇宙線※2が大気と衝突してできる二次宇宙線の主成分である「ミュー粒子線」を計測しているのです。

ここからが今回のテーマです。「宇宙線のひとつであるミュー粒子線は遮蔽できるか?」。授業では「ベータ線は1mm厚の鉄板で、アルファ線は紙1枚で遮蔽できる」ことを実験で確認しますが、「ミュー粒子線はどうなの?」という質問に対しては「ミュー粒子線も遮蔽はできるが、その厚さは非常に厚い」と答えています。

そこで、実際どれくらいの厚さになるのかを調べてみました。

ミュー粒子は人体を通り抜け、 地中に潜る

宇宙から高いエネルギーを持った宇宙線が大気の上空で原子核に衝突すると、原子核の中を飛び交っているパイ中間子※3をたたき出し、それが

面からさらにミューニュートリノに変わるまで地中を潜っていきます。ただし、地面に侵入すると深さの指数関数でその数は減少していきます。この性質を利用した透視調査で、クフ王のピラミッドの内部に隠し部屋が発見されたことは有名です。

ミュー粒子の数は トンネル内で減った!

ミュー粒子の数の減衰を測定できる国内の施設を調べた結果、石川県小松市の尾小屋鉱山資料館およびその資料館所有の安全管理された(これが重要)坑道内に金沢大学環日本海域環境研究センター低レベル放射能実験施設があることを知り、2026年2月下旬に訪問し、測定を実施してきました。現場では、尾小屋鉱山資料館学芸員の廣田いずみ先生と金沢大学教員の井上睦夫先生が実験に立ち会ってくれました(写真)。

まず、坑道の中に入る前に大気中を通ってきたミュー粒子を「ベータちゃん」で測定した結果は41cpmでし

た。この値は、私たちが中学校などでの出前授業で測定している値とほぼ同じでした。次に入口から坑道奥に300mくらい入ったところ(山の中心部で山頂から135m下の位置)にある井上先生の実験場で測定したところ11cpmとなりました。つまり135mの岩の厚さによる遮蔽はかなり効果的であることがわかりました。今後、この結果を中学生に示していきたいと思っています。

※1 アルコール蒸気の過飽和状態をつくりアルファ線が通った跡にアルコール蒸気が凝結する作用を利用してその飛跡を観察する道具。1897年に英国の物理学者チャールズ・ウィルソンが発明した

※2 宇宙空間を飛び交う高エネルギーの放射線のこと。それが大気と衝突してできるのは二次宇宙線と呼ぶ

※3 湯川秀樹博士が予言した粒子で原子核内の陽子と中性子を引きつけている粒子



東北放射線
科学センター
理事
石井 慶造氏

東北大学大学院理学研究科博士課程原子核理学専攻博士課程 修了(理学博士)。東北大学工学部教授、東北大学サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター長、東北大学大学院工学研究科生活環境早期復旧技術センター長を歴任。2013年東北大学名誉教授、2016年より現職。PIXE研究協会会長。