

ニュートリノや放射線に関する内容は、物理の教科書の最後に記載されています。あまり注目されずに終わってしまうこともあります。そこで教科書の最後のページから逆読みして、ノーベル賞のことと、福島原発事故で放出された放射性物質のことを説明します。

2016年3月18日

2015年のノーベル物理学賞は、ニュートリノ振動の発見により、ニュートリノに質量があることを示したことで、東京大学宇宙線研究所長の梶田隆章博士と、カナダ・クイーンズ大学のアーサー・マクドナルド博士が受賞しました。梶田隆章博士はスーパーカミオカンデでニュートリノに質量がある事を発見しました。

陽子や中性子は、クォークという素粒子からなる粒子であると考えられています。素粒子とは物質を構成する最小単位の粒子で、ニュートリノも素粒子です。今までは、ニュートリノの質量は無いと考えて理論が出来上がっています。しかし、今回の発見で理論が完全でないことが示されました。このように理論が修正されることは、今までにも科学の進歩とともに何度かありました。

1930年代は陽子、中性子、電子が素粒子であると考えられていました。20世紀前半に原子は元素の最小単位である事が確立し、さらに原子が内部構造を持っていることも判明しました。

原子は中心に原子核があり、その周りに電子が存在することが分かり、さらに原子核は陽子と中性子からなる粒子であることが分かりました。陽子は正の電荷を持ち、中性子は電荷を持ちません。

化学変化は原子核の周りに存在する電子の出入りで起こります。反応で生じるエネルギーは数eVです。(1eVは 1.6×10^{-19} Jでエネルギーの単位として利用されています。eVはエレクトロンボルトと読みます)

しかし、原子核の中の中性子や陽子が関係する反応、(これを核反応と言います)では数MeVのエネルギーの出入りがあります。100万倍大きいことになります。

このエネルギーを瞬間的に取り出したものが原子爆弾であり、少しずつ制御しながら取り出し利用するのが原子力発電です。

原子の中には化学的に不安定で、容易に他の原子と反応してしまう元素や、逆に化学的に安定な原子もあります。これは最外殻を回っている電子の数により決定されます。

同じように原子核によっては、不安定で自然に別の原子核になってしまう物があります。この現象を崩壊と言います。崩壊には、陽子2個と中性子2個の塊(ヘリウムの原子核)を放出する α 崩壊、電子を放出する β 崩壊、波長の短い電磁波を放出する γ 崩壊があります。原子核の安定性は、原子核中の陽子と中性子の数により影響されます。一般的に多くなると不安定になります。

崩壊により原子核から放出される粒子や電磁波を放射線といい、 α 線、 β 線、 γ 線と呼んでいます。放射線を放出する物質を放射性物質、放射線を出す性質を放射能といいます。

原子核が崩壊によって別の原子核に変わるとき、元の原子核の数が半分になるまでの時間はそれぞれの原子核で決まっています。この時間を半減期と言います。たとえば半減期が2年の原子核があれば、2年後には元の数50%に、4年後には25%、6年度には12.5%に減少していきます。

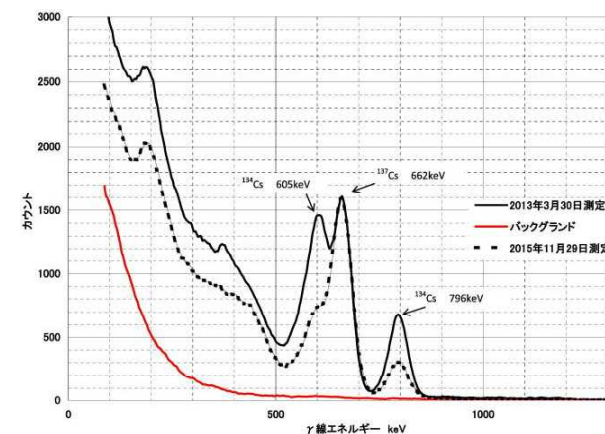
原子力発電では、核燃料としてウランを利用しています。ウランの原子核で中性子と陽子の合計が235個あるものは(ウラン235)、中性子を吸収すると不安定になって、ほぼ陽子の数が半分の物質に分かれます。

崩壊という現象に対して、ウラン235が2つに分裂する現象を核分裂と言います。このとき莫大なエネルギーが放出されます。同じ重さの石油や石炭が化学反応するときのエネルギーと比較すると300万倍程度になります。

ウラン235はセシウム137とルビジウム95に分裂する場合と、ヨウ素131とイットリウム103に分裂する割合が

高いと言われています。このうちセシウム137が半減期が比較的長い物質です。

福島第1原子力発電所の事故で大気中に放出された放射性物質で、半減期30年のセシウム137が現在も観測できます。また、同時にほぼ同量放出されたセシウム134も観測できます。セシウム134は半減期が2年で、事故当時セシウム137と134の放射線量はほぼ同じでしたが、現在はセシウム134が出す放射線はだいぶ弱くなっています。



セシウム 137 と 134 は不安定な原子核なので崩壊の過程で γ 線を放出します。セシウム 137 は 662keV、セシウム 134 は 796keV と 605keV のエネルギーの γ 線を放出します。横軸にエネルギーをとり、縦軸はその放射線量をとったグラフを示します。

実線のグラフは2013年3月に、点線は2015年11月に測定しました。グラフを見るとセシウム 134 の γ 線が減っています。なぜか説明できますか？

この γ 線を測定したセンサーは浜松ホトニクスより購入しました。ニュートリノを観察するスーパーカミオカンデのセンサーも浜松ホトニクス製です。

年 組 番 氏名