

中性子の測定

中性子は電荷を持たない

中性子は陽子とともに原子核をつくっている素粒子です。ふつうの水素（軽水素ともいう）だけは陽子1個で原子核ができていますが、重い水素である重水素

やヘリウムをはじめ他のすべての原子核は中性子を含んでいます（図1参照）。中性子は陽子とほぼ同じ重さですが、電気を帯びていません。

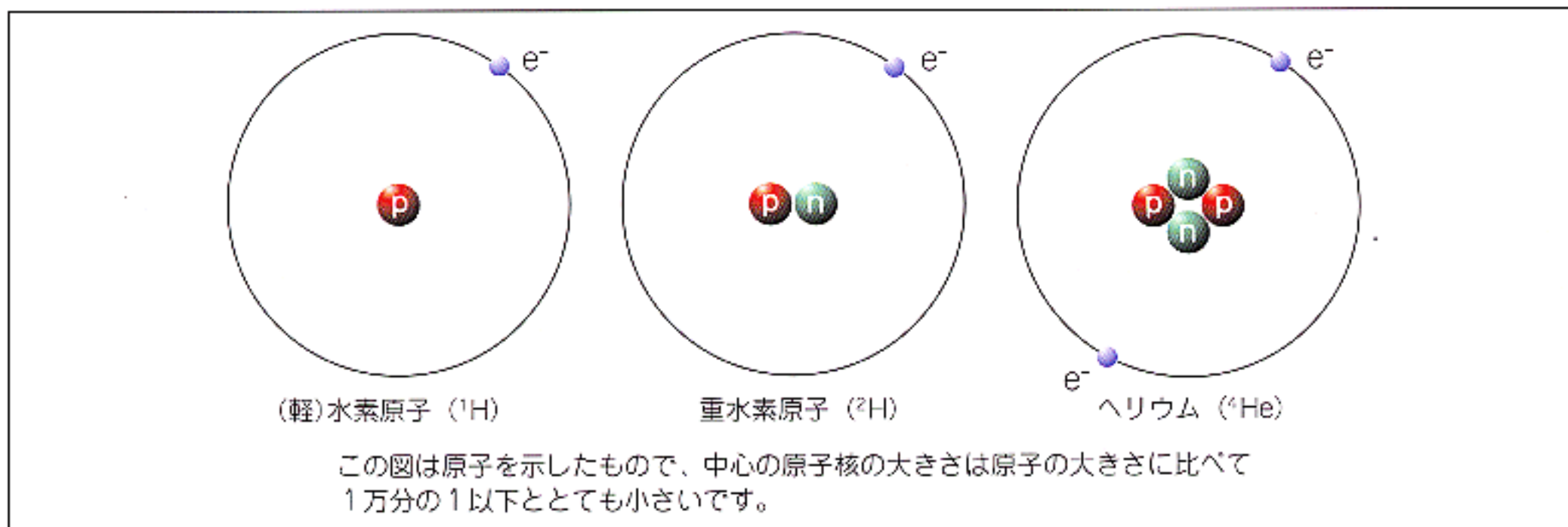


図1 原子は、陽子(p)と中性子(n)の集まりであるプラスの電荷を持つ原子核のまわりをマイナスの電荷を持つ電子(e⁻)がまわっている。

中性子は忍者

放射線として有名なアルファ線はヘリウムの原子核（アルファ粒子ともいう）、ベータ線は電子、ガンマ線は電磁波の一種です。中性子も放射線の一種で中性子線ともいいます。これら放射線を検出するには、電気的な信号に変換するなどの工夫が必要です。

原子核はとてとても小さなものです。原子をサッカー場とすると、原子核はパチンコ玉（サッカーボールでは大きすぎる）ほどの大きさです。そのサッカー場の周辺を電子がまわっています。原子はすかすかのがらんでしょうね。このようながらんどうの原子で構成されているところを放射線が通過したらどうなるのでしょうか？

電気を帯びているアルファ線やベータ線はもちろんガンマ線の場合には、電場あるいは磁場を通して原子と相互作用します（図2参照）。相互作用の1つであるイオン化では、原子から電子を飛び出させてエネルギーを失います。これらプラスの電荷を持つイオンや飛び出した電子を集めることにより電気信号として検出できます。

中性子の場合には電荷を持たないため、まわりとの相互作用は原子核に直接衝突する場合しかありません。でも、陽子と違って電荷を持たないため、容易にプラスの電荷を持つ原子核に近づくことができます。まるで中性子は忍者のようですね。

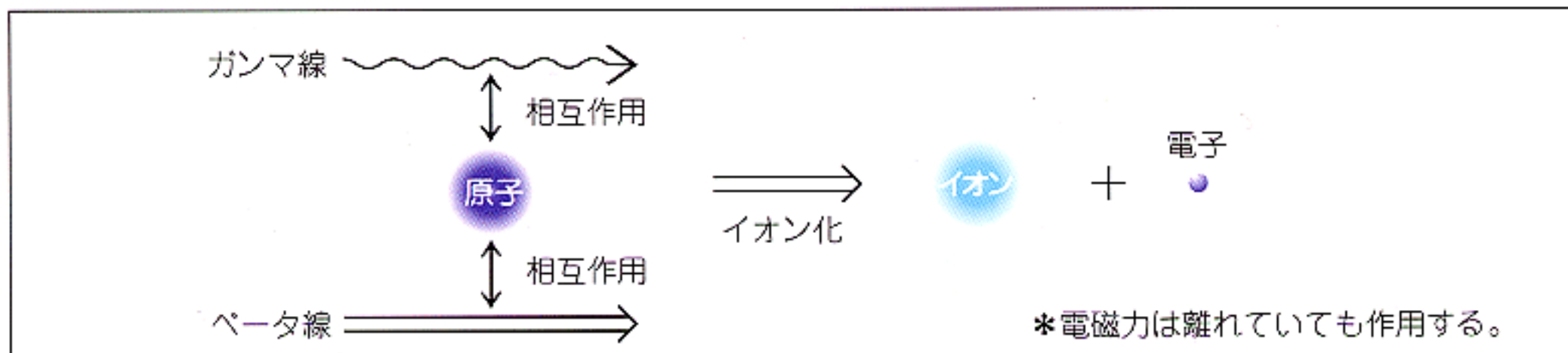


図2 放射線と原子の相互作用

中性子はどうやって検出するの？

中性子を検出する主な方法には、

1) 陽子やアルファ粒子などの荷電粒子を放出する核反応の利用

2) 放射性核種を生成する核反応の利用（放射化法）があります。どちらの方法でも核反応を利用しています。原子は中性子から見たらほとんど中空と述べましたので、核反応なんて起こらないのではないかとと思われるでしょう。気体の場合でも1m³に約10²⁰個（1兆個の1億倍）もの膨大な原子があります。中性子は容易に原子核に近づいて、核反応をおこします。

1)の方法では、ヘリウム3 (³He) や3フッ化ホウ素10 (¹⁰BF₃) のガスを封入した比例計数管があり、中性子サーベイメータや原子力施設のモニタリングポストで用いられています（図3参照）。中性子が水素原子と衝突すると原子核である陽子をたたき出します（一種の核反応、図4参照）。水素原子を含むガス比例計数管やシンチレータも中性子検出器として用いられます。また、ウランを比例計数管の管壁に塗布したものを核分裂計数管といい、原子炉のモニターなどに使われます。

2)の方法では、生成した放射性核種から放出されるガンマ線やベータ線を測定・解析することで中性子の量が求められます。放射化反応が起こりやすい金、イン

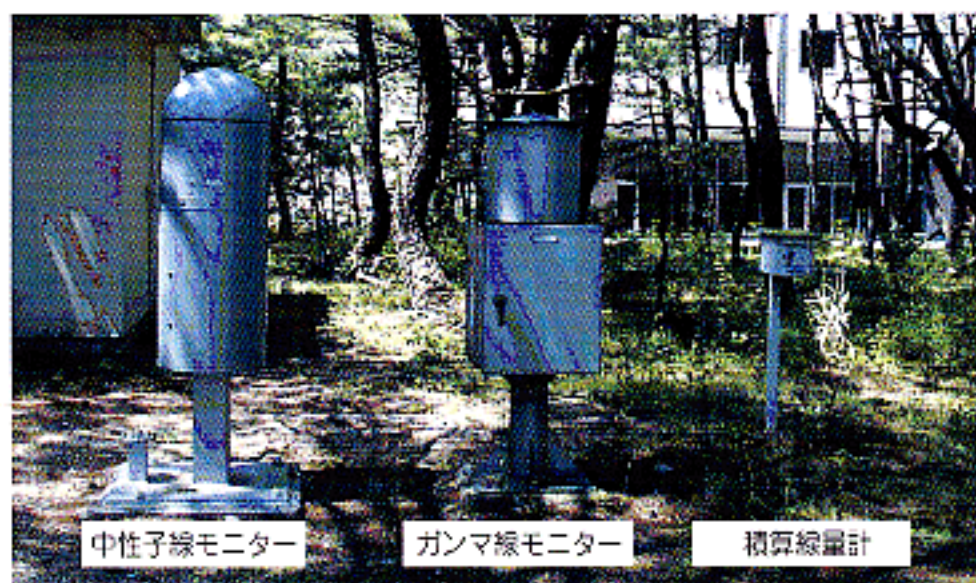


図3 東海村にある中性子とガンマ線のモニタリングポスト

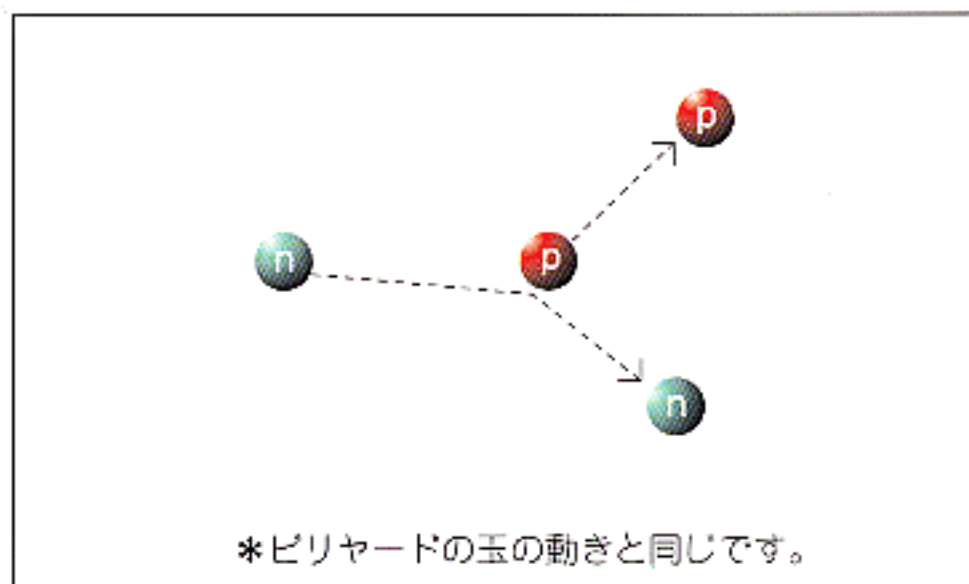


図4 中性子 (n) と陽子 (p) の玉つき反応

ジウム、ニッケル、マンガン、銀等が放射化検出器として使われます。この方法では、その場所で検出器を置いた時間にきた中性子の総量としてしか計測できませんので、時々刻々変化する場合の中性子の量は計れません。通常、放射化する量は極微量なため、建物や地面からの天然の放射線や宇宙線の影響（バックグラウンドという）をできるだけ無くした容器の中で計測します。宇宙線の影響をできるだけ少なくするために、地下数100mの廃鉱を利用した実験室があります。この特別な実験室を使い、飛行機に乗る際中性子をどの程度浴びるかを金のネックレスで評価した研究者もおります。成層圏では宇宙線起因の中性子が地上の100倍もありますが、金のネックレス（～10g）からは毎分数個の放射化によるガンマ線がでるだけです。特別な実験室でないと測定できません。金製品をつけていたら放射線を浴びるのではないかと心配する必要はありません。われわれの体の中にもカリウムなど放射性物質が含まれており、体重60Kgの人間は毎秒約7000個もの自然放射線を出しています。それに比べたら身につけている金製品が自然の中性子で放射化する量は微々たるものです。

（前川 洋）

環境研ミニ百科第77号

平成14年12月2日発行

財団法人 環境科学技術研究所

〒039-3212 青森県上北郡六ヶ所村尾駮字家ノ前1-7 電話0175-71-1200 FAX0175-72-3690

（このミニ百科は、環境研が文部科学省の委託を受けて発行しているものです。）