

演習課題 2 : ワイヤー1本で素粒子をとらえる

～素粒子・原子核実験の心臓部分「ワイヤーチェンバー」を作ろう～

担当教員：東北大学大学院理学研究科、金田雅司

ワイヤーチェンバー（ドリフトチェンバー、MWPC（多芯式比例計数管）とも言う）は、素粒子・原子核実験に欠かせない検出器です。写真のように多数のワイヤーが張られたワイヤーチェンバーが、多くの大型実験装置の心臓部分に置かれ、粒子の軌跡測定に使われています。この演習では、1本のワイヤーからなるワイヤーチェンバーを各自が手作りして、その動作原理を学びながら、実際にさまざまな素粒子を測定して楽しめます。

ワイヤーチェンバーは、適当な容器に細い金属ワイヤーを張り、周囲にも電極を作り、容器内部をアルゴンなどの希ガスで満たしたものです。ガス中を荷電粒子が通過すると、粒子がガス分子を電離して電子が発生します。細いワイヤーにプラスの高電圧をかけておくと、発生した電子がワイヤーに集まります。ワイヤー近傍

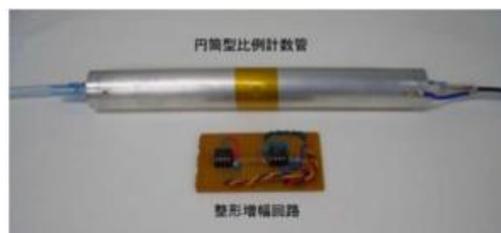
では、電子が加速されてそれがさらに他のガス分子を電離し電子を発生させます。これが繰り返されて、最終的には電子の数が何万倍も増幅されて大きな信号がワイヤーに発生します。この信号から粒子の通過位置や時間などがわかります。

演習では、1本のワイヤーだけからなるワイヤーチェンバーを、細い金属ワイヤーやアルミ円筒などの簡単な素材だけから各自が一つずつ手作りします。信号を増幅する回路も各自製作します。次に、作ったワイヤーチェンバーを使って、X線・ベータ線・宇宙線（ミュオン粒子）を実際に測定します。これらの放射線の種類やエネルギーによってワイヤーチェンバーから発生する信号がどう違うかを調べ、その理由を考えます。最後に、2~3台のワイヤーチェンバーを並べて、宇宙線ミュオン粒子の飛んでくる方向（天頂角分布）を測定します。この演習では、検出器を自ら作り、測定し、そのデータを解析して結果を得るという素粒子・原子核実験の流れを体験することができます。

また、素粒子・原子核・宇宙分野の実験研究は一人では出来ません。この課題でも検出器・回路の作成、実験の実施、データの解析、物理の理解、プレゼンテーション方法等について皆で議論を行いながら進めてもらいます。人それぞれ得意・不得意があると思いますが、それを補えるのがコラボレーションの強みです。



ワイヤーチェンバーの例。東北大学電子光理学研究センターで実施しているNKS2実験のドリフトチェンバー。直径約30cm。



この演習で作成するワイヤーチェンバー（円筒形比例係数管）と増幅回路