

1 実験原理と装置 (担当:宮辺)

この章では本研究で用いた実験装置, 及び新たに導入したトリガー用のプラスチックシンチレータ (以下 SCtrig) の評価について述べる.

1.1 寿命測定

ポジトロニウムを形成するために使用する線源は ^{22}Na である. ^{22}Na は, β^+ 崩壊 (式 1.1) をする. また β^+ 崩壊をしてできた励起状態の ^{22}Ne は, 1275 keV の γ 線を放出し, 基底状態の ^{22}Ne となる. (図 1.1)

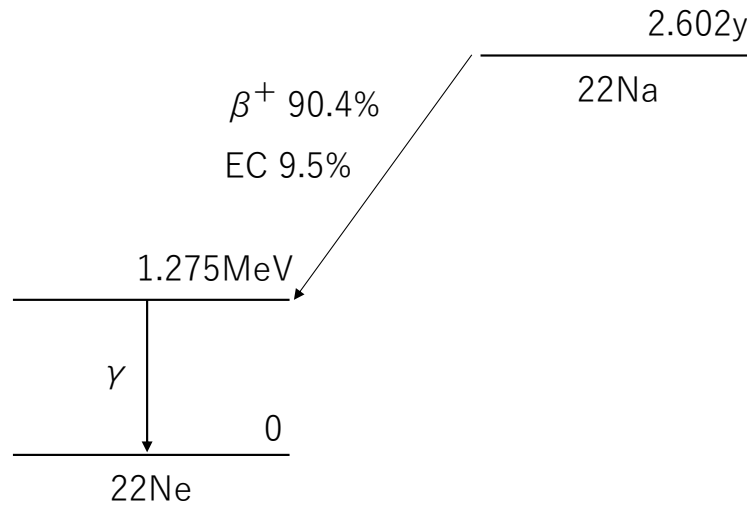


図 1.1 ^{22}Na の崩壊

本研究では, トリガーとして陽電子が SCtrig を通過した信号を用い, ポジトロニウムが崩壊し放出される γ 線が検出された時間との差を測定することで, 寿命を計算する. ポジトロニウムの寿命 τ は

$$N(t) = N_0 \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right) \quad (1.2)$$

で定義される. 実験で得られた崩壊時間分布のヒストグラムを式 (1.2) でフィッティングし, 寿命を得る.

1.2 実験装置

本研究ではトリガーの SCtrig から出た光を検出するために, 浜松ホトニクス製の光電子増倍管 (PMT) アッセンブリ R2248 (図 1.2) を, ポジトロニウムの崩壊による γ 線を検出するために, 浜松ホトニクス製の光電子増倍管アッセンブリ H6410 (図 1.3) と SCIONIX 製の NaI(Tl) シンチレータ (図 1.4) を使用する. NaI(Tl) シンチレータは, 直径 57 mm, 長さ 58 mm である. PMT R2248 の管径は 9.8mm \times 9.8mm の四角

で、ソケットを含めた長さは 100 mm、ダイノード構造はラインフォーカス型である。PMT H6410 の管径は直径 60 mm、長さが 200 mm、ダイノード構造はラインフォーカス型である。

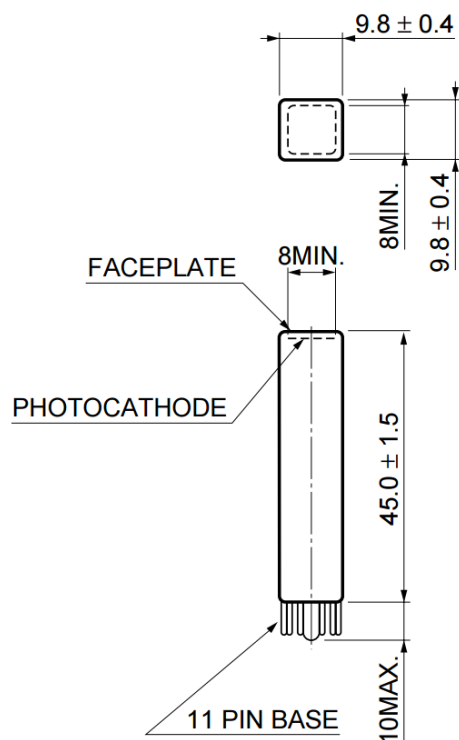


図 1.2 PMT R2248 の外形寸法図

[ref]<https://www.hamamatsu.com/jp/ja/index.html>

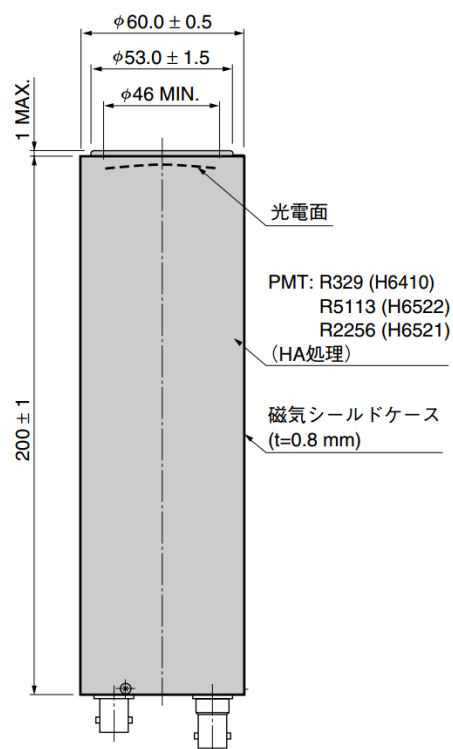


図 1.3 PMT H6410 の外形寸法図

[ref]<https://www.hamamatsu.com/jp/ja/index.html>

またポジトロニウムに磁場をかけるために図 1.6 のような電磁石を使用する。コイルの直径は 370 mm, コイル間の距離は 185 mm, 磁極の直径は 100 mm, 磁極間の距離は 150 mm である。定格 6.0 A の電流で, 1.0 T の磁場がかかる。



図 1.4 NaI(Tl) シンチレータ

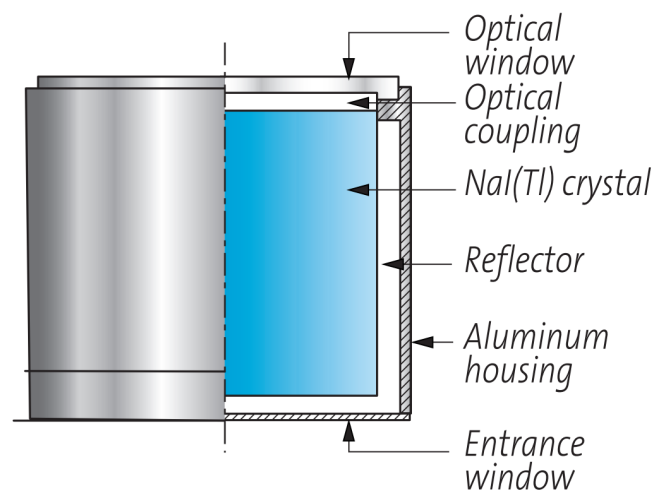


図 1.5 NaI(Tl) シンチレータの概要図
[ref]<http://www.crystals.saint-gobain.com/>

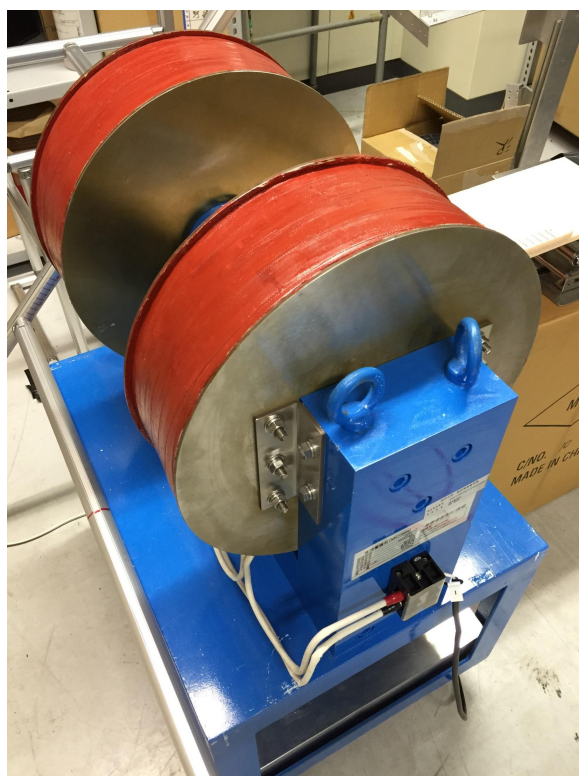


図 1.6 電磁石

実験装置は図 reffig:device2, トリガー部分は図 reffig:device3 のようになる. ^{22}Na 線源からの陽電子がコリメータを通り, SCtrig を通過し, 真空容器中のシリカエアロゲルでポジトロニウムを形成する. SCtrig から出る光子はアクリルライトガイドを通り, アクリルライトガイドに取り付けた 2 本の PMT R2248 で検出される. ポジトロニウムが崩壊し放出された γ 線は, 周囲に 4 つ置かれた NaI(Tl) シンチレータと PMT H6410

で検出される。第-章で詳しく述べるが, すべての PMT は磁場を遮蔽するための鉄管の中に入っている。

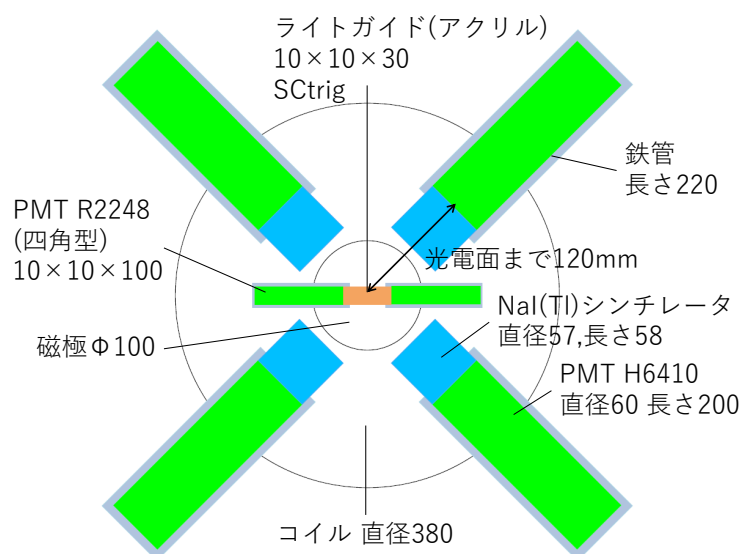


図 1.7 実験装置の概要図

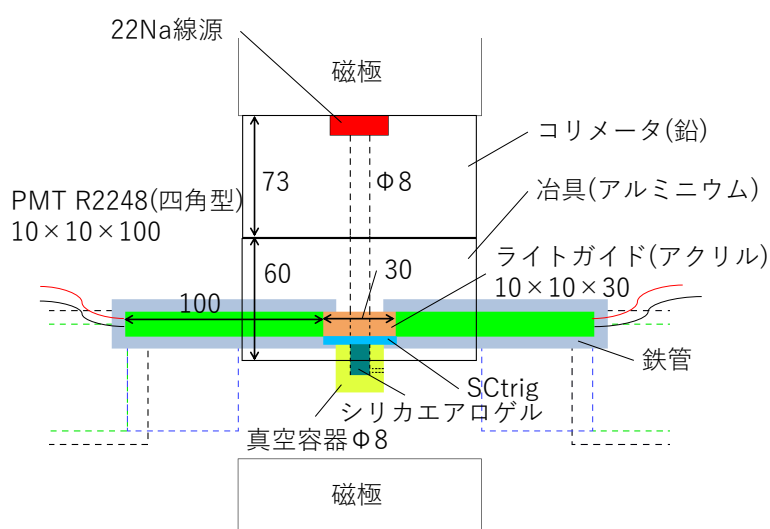


図 1.8 トリガー部分の概要図

1.3 SCtrig の評価

昨年度はトリガーに 1.275 MeV の γ 線を使用した, 本研究では測定精度の向上のために, トリガーに陽電子を検出する SCtrig を使用する。SCtrig はサンゴバン社製の BC490, ポリニトロトルエンでできており, 厚さは $150 \mu\text{m}$, μm 発光量は 9000 pkotons/MeV である。