

†

# 第1章 実験手順

## 1.1 実験装置の配置

図 1.1 に実験装置の配置の模式図を示す。使用したのは、BICRON 社のプラスチックシンチレータ (BC408)、BITRAN 社の CCD カメラ (BU-51LN)、表面反射鏡、KDA 社のポリエチレン板、シグマ光機の回転ステージである。

被写体を透過した陽子線はシンチレータにおいてエネルギーの一部を落とすので、その発光を CCD カメラで撮影し、画素値として得る。鏡を使う目的は、陽子線のビーム軸上からできるだけカメラを離し、ノイズの影響を防ぐことである。

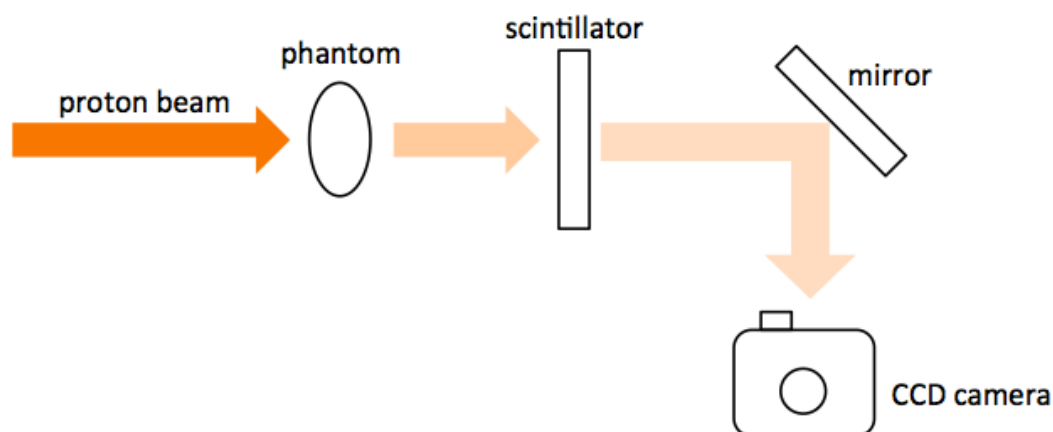


図 1.1 実験装置の配置の模式図

シンチレータは無色透明であり、そのままではカメラにファントムが直接写ってしまうが、反射材で囲うことでその問題を回避した (図 1.2 参照)。また 5 面を囲う事で外部に光が逃げず、低レートで効率的な撮影が行えるという利点も生まれる。

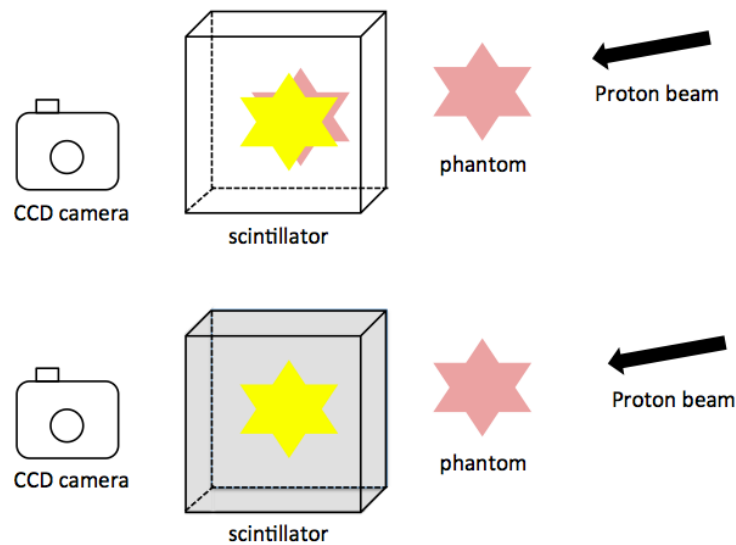
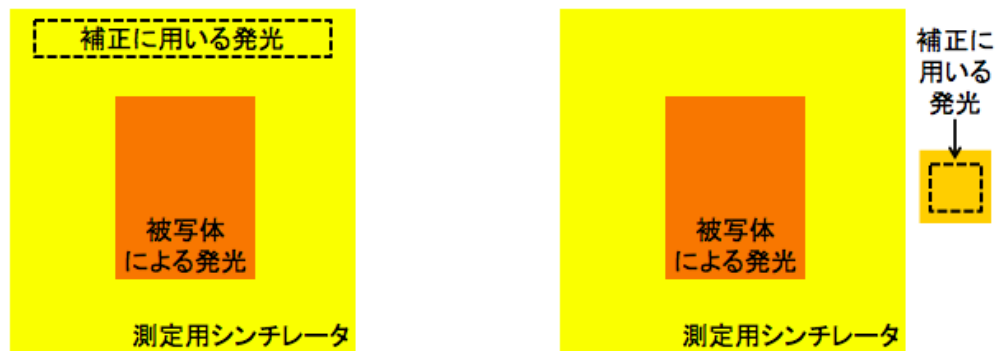


図 1.2 シンチレータを幕で覆う事による効果

## 1.2 陽子線揺らぎ補正

各撮影で陽子線の量は揺らぐ。特にシンクロトロンは陽子線の塊が一定周期で放出される構造になっており、連続的に照射されるサイクロトロンに比べてその効果は大きい。したがって被写体がない部分でのシンチレータの発光量が各撮影で一定値となるように被写体部分の発光量を補正した。測定用シンチレータの一部を用いて補正を行ったものを“same”、測定用シンチレータとは独立させた別のシンチレータを用いて補正を行ったものを“sepa”として区別する。(参照 図 1.3)



(a) same : 測定用シンチレータの一部で補正 (b) sepa : 独立したシンチレータで補正

図 1.3 陽子線の揺らぎ補正の方法

### 1.3 光量レンジ変換テーブルの作成

CT 撮影を行う前に、シンチレータの発光と WEL とを結びつける必要がある。陽子線がポリエチレン中で”1”進むときに水中では”1.02”進むことがシミュレーションから求められているため、ポリエチレンの厚さ  $t$  は WEL 換算で  $1.02t$  である。また、陽子線が直接シンチレータに入射する場合の発光量と、減速材を通った後に入射する場合の発光量の差は、減速材で落としたエネルギーに相当する。以上のことから、厚さが正確に分かっているポリエチレン材を減速材として用いることで、相互の関係を結びつけることが出来る。

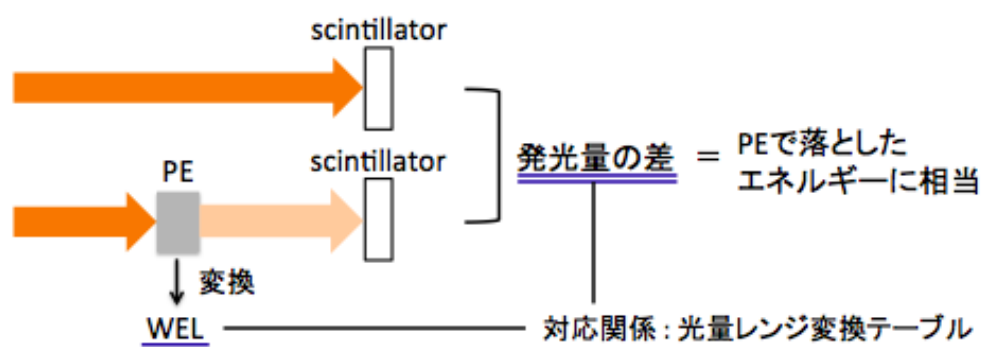


図 1.4 光量レンジ変換テーブル作成の原理

各撮影での被写体の発光量を  $Light_p[i]$ 、補正部分の発光量を  $Correct[i]$  とおく。ここで、 $i$  はポリエチレン材の厚みであり、 $i = 0$  はポリエチレン材がない場合の発光量を表す。 $WEL$  に対応する相対発光量は、次式で表される。

$$WEL[i] = \frac{Light[i]}{Correct[i]} - \frac{Light[0]}{Correct[0]} \quad (1.1)$$

### 1.4 被写体撮影

陽子線が平行ビームであると仮定すると、180 度異なる 2 枚の投影画像は同じになることから、180 度分のデータのみを取得する。得られる情報は CCD カメラの画素値、つまりシンチレータの発光量であるため、事前に求めておいた光量レンジ変換テーブルを用いて WEL に変換する必要がある。その後、横軸を投影データの WEL、縦軸を投影データが撮影された角度として作成されたサイノグラムから、FBP 法により再構成画像を得る。