ガンマ線コンプトンイメージング カメラの陽子線治療への応用2

京大理 黒澤俊介

谷森達, 窪秀利, 身内賢太朗, 株木重人, Parker Joseph, 上野一樹, 岩城智, 高橋慶在, 澤野達哉, 谷上幸次郎, 東直樹, 中村輝石(京大理), 高田淳史(ISAS / JAXA)

➡陽子線治療の紹介と問題点 ◆電子飛跡検出型コンプトンカメラの紹介 やシミュレーション ◆擬似生体での陽子線イメージング ◆まとめ

日本物理学会 第65回年次大会 2010年3月20日(土) 於 岡山大学



- 陽子線治療
 - 粒子線のブラッグピークを利用した
 た腫瘍部位の治療
 - 一 肝細胞、前立腺ガンなど多くの
 ガン治療の実績あり
 - ブラックピーク位置はエネルギー によって調節

PET (Positron emission tomography): ビーム照射後に放射化された部位 からのガンマ線をPETで撮像結果

⇒腫瘍部位にピークが 来ているかリアルタイムに モニターしたい



腫瘍部位



http://www.ncc.go.jp/jp/ncce/rcio/ptd/ptd_01.html

陽子線治療モニタ(PET)の問題点

- ・現状ではリアルタイムモニター が実現していない
 ⇒511keVのみの計測 他のエネルギーのガンマ線や 中性子がバックグラウンド
- ⇒PET検出器の構造上、リングの 形状で体を囲むので、ビーム入射 の位置に制限

⇒ 511keVはブラッグピークを トレースしない

- 生体(水)+陽子からのガンマ線
 - −対消滅線(511keV)
 −即発ガンマ線(2.2MeVなど)
 −非弾性散乱 (10MeV以上まで)





電子飛跡検出型コンプトンカメラでの ガンマ線イメージング

ガスTPC(10×10×15cm³): コンプトン反跳電子の 三次元飛跡とエネルギーを測定 シンチレーションカメラ: 散乱γ線の吸収点とエネルギーを測定
 ・
 γ
 線の到来方向とエネルギーを
 1光子ごとに決定 ・ダイナミックレンジ:0.1- 数MeV ·広視野 ・高いバックグラウンド除去能力 ⇒生体の周り全面囲み不要 ⇒飛跡とエネルギーから中性子除去可 ⇒リアルタイムで撮像が期待 前回発表:観測可能なガンマ線レートを確認



実験概要・シミュレーション 使用ビーム: 392MeV 陽子線 (ビームスケジュールの関係) ・計51cmのアクリル (PMMA)でエネルギーを減衰 ・擬似生体(水槽)に照射・ガンマ線イメージング





@大阪大学核物理研究センター



環境モニタ スペクトル



可搬型コンプトンカメラ

TPC

サイズ:10 x 10 x 15 cm³ ガス:**Ar+C₂H₆ (9:1) 1 atm** ガスゲイン:

~30,000(内GEM~10) **位置分解能**:~120um(RMS)

GSO(Ce)アレイカメラ ピクセルサイズ:6 x 6 x 26 mm³ ピクセル数: 576 pixels エネルギー分解能(FWHM): ~11% @ 662keV マルチアノード光電子増倍管使用

コンプトンカメラ角度分解能 ~6 deg. @ 662keV

空間分解能 (@TPCから25cm) ~1.3cm @ 662 keV





まとめと今後の課題

- 392MeV陽子線を水槽へ入射・イメージング
- 対消滅ガンマ線の分布はブラッグピークに無相関
- 1-2MeVガンマ線でブラッグピークのトレースイメージ取得
 - 実験:イメージのピーク 25 cm
 - SRIM: ブラッグピーク 21 cm, 飛程 25 cm

- ガンマ線イメージのシミュレーション解析
- エネルギー減衰不要な試験
 4月に140MeVで試験予定
- ブラッグピーク イメージングの定量的評価
 水槽位置をカメラからずらしてイメージング