

第24回EGS研究会 アブストラクト集

2017年8月8日

(会場) 研究本館小林ホール

(主催) 高エネルギー加速器研究機構放射線科学センター

目次

Raspberry Pi での EGS5 の実行.....	1
	辻 修平
EGS5 用ベータ線ライブラリの続報.....	2
	波戸 芳仁
放射線遮へい材の遮へい性能解析に基づいた複合遮へいシートの開発.....	3
	河原 大吾
フォトンカウンティングマンモグラフィ装置の開発と EGS5 を用いた被ばく線量解析	4
	鈴木 怜奈

Raspberry Pi での EGS5 の実行

辻 修平
川崎医科大学

Raspberry Pi は、ARM プロセッサを搭載したシングルボードコンピュータで、イギリスのラズベリーパイ財団によって開発されている。最新バージョンは、Raspberry Pi 3 Model B で、搭載されている CPU は、消費電力を抑えた特徴を持つ ARM Cortex-A53 であり、これは、クロック周波数 1.2GHz でクアッドコアの性能を持つ。またメモリーも前バージョンの 2 倍の 1GB まで拡張された。OS に関しては、独自の Raspbian という Linux ディストリビューションが準備されており、microSD カードに書き込んで使用できる。さらに Ubuntu、Windows10 系の OS も準備されている。

試行錯誤の上、Raspberry Pi の OS Raspbian のもとで EGS5 が実行できることを確認した。

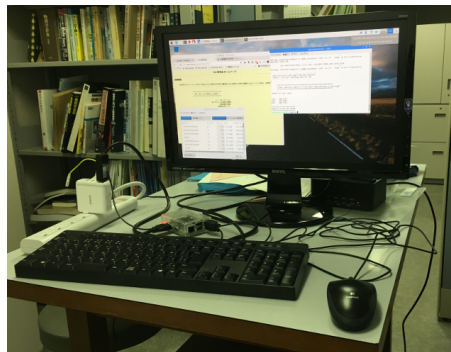


図 1:Raspberry Pi にディスプレイ、キーボード、マウスをつないだデスクトップ環境

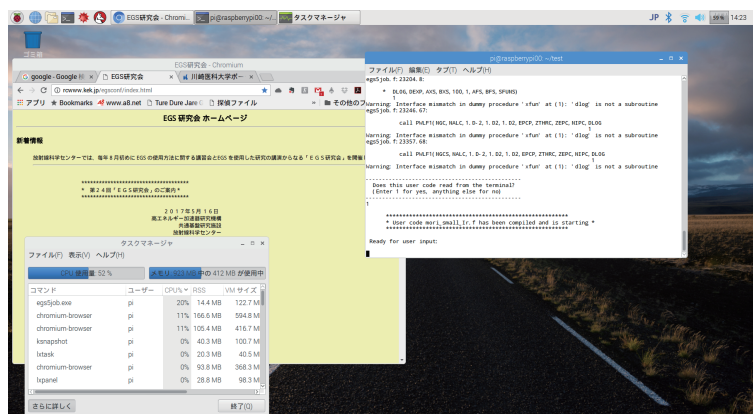


図 2:Raspbian のターミナル上で EGS5 を走らせている様子

今回、「Raspberry Pi 上でこうすれば EGS5 を実行できる。」といった具体的方法を中心に発表する。また、Core i7 搭載のパソコン上での EGS5 の実行との比較、消費電力、構築費用、さらにこれらを検討した上で今後の展望も発表する。

EGS5 用ベータ線ライブラリの続報

波戸 芳仁, 平山 英夫

KEK

ベータ線は連続エネルギー分布を持つため、EGS5 でベータ線の計算を行う場合には、エネルギー分布のデータおよび、それを用いたエネルギーのサンプリングルーチンが必要である。表 1 に主なベータ線スペクトルのライブラリ・論文を示す。これらの内、ICRU-56 と RADAR のデータに基づく EGS5 用ライブラリは公開済である。

今回の発表では、(1) ICRU-56 の数値データの内容の確認 (2) ICRU-56, RADAR, ICRP107 の相互比較について述べる。相互比較は、(a) 核壊変当たりの β 線数 (b) β 線の平均エネルギー (c) ベータ線エネルギースペクトルなどについて行った。各々のデータのメリット・デメリットは何かを示すことで、データ選択の一助としたい。

表 1 主なベータ線スペクトルのライブラリ・論文

データ	発行年	核種数	エネルギー点数	特徴
Cross	1983	100	--	高信頼度. 図のみ
ICRU-56	1997	36	40	Cross の図と独自計算の数表を掲載
RADAR	2002	429	20	BNL で整備
ICRP107	2005	1034	約 200	JAEA が協力

ICRU-56 のデータについての留意点は下記の通りである。

1. 表 D.1 のエネルギーは各エネルギービンの中央のエネルギーを示している。
2. ^{137}Cs のスペクトルは他のデータと異なり、計算条件の誤りが原因である可能性が高い。
3. ^{210}Bi , ^{204}Tl については実験値をよく再現するよう調整した形状因子を用いており、これらの核種について実験との比較を行う際には有用である。

RADAR のデータについての留意点は下記の通りである。

1. 大半の核種で ICRU-56 とよく一致する。すなわち ICRU-56 と RADAR の両方に含まれている核種で上記 3 核種以外のものは、どちらのデータを使ってもよい。
2. エネルギー点数が 20 と少ない。 ^{134}Cs の低エネルギー部分では、このためスペクトルの誤差がある程度生じる。

ICRP107 についてのまとめは下記の通りである。

1. スペクトルを比較したわずかな核種については RADAR とよく一致した。
2. EGS5 の入力ファイルの整備を進めておりまもなく公開予定である、

放射線遮へい材の遮へい能解析に基づいた複合遮へいシートの開発

河原大吾, 櫻井昇, 飛澤泰樹

地方独立行政法人 東京都立産業技術研究センター

[背景・目的]

非鉛材料の X 線遮へい性能は, 対する X 線の線質に依存して変動する. これは, 鉛との光電効果の違いに加えて, 遮へい体内部で発生する特性 X 線等の影響が考えられる. そこで, X 線遮へい試験における透過 X 線中の特性 X 線の影響を明らかにすることを目的として, EGS5 を用いて, JIS Z 4501 の方法に基づいた数値解析を行い, 実験値と比較した. また, 低比重材及び高比重材から成る複合遮へい体を考え, これらの効果についても同様の解析を行った.

[方法]

線源データは, CdTe 検出器を用いて測定した管電圧 100 kV の分布を用い, 点線源として配置した. 試験体として, 硫酸バリウム 0.1 mm (Ba01), 2.0 mm (Ba2), また, 硫酸バリウム 0.1 mm にタングステン 0.1 mm を重ねて (Ba01W01, W01Ba01) 用いた. 取得した透過 X 線のスペクトルにおける, 硫酸バリウム及びタングステンの特性 X 線ピークのネット面積から, 透過 X 線量における特性 X 線の寄与率を評価した. CdTe 半導体検出器を用いた透過 X 線のスペクトル測定を行い, 数値解析の結果と比較した.

[結果]

硫酸バリウム 0.1 mm にタングステン 0.1 mm を付与した場合, 鉛 0.25 mm に比べて小さな重量で同等の透過率を示した. その透過 X 線スペクトルの解析から, エネルギーが高いタングステンの特性 X 線の寄与が大きい, 硫酸バリウムの特性 X 線は著しく低下しており, さらに検出器側に硫酸バリウムが存在する場合には, タングステンの特性 X 線の寄与率が軽減されていることがわかった. 以上の結果は, 実験値とほぼ一致した.

[結論・課題]

JIS Z 4501 狭いビーム法による散乱線等の二次線を含めない X 線遮へいにおいては, 主材料の特性 X 線及び線源由来のタングステン特性 X 線の低減を行うことが遮へい効率の高い遮へい材を考える上で重要であり, いくつかの層からなる複合遮へい体の有効性が示された. また, 複合遮へい体においては, 検出器側 (診断においては患者又は術者側) に特性 X 線のエネルギーの低い材料からなる層を配置するのがよいと考えられる.

実験値との差として, CdTe 半導体検出器の厚さの不足及び実験に用いた試験体のベース材料の影響が考えられた.

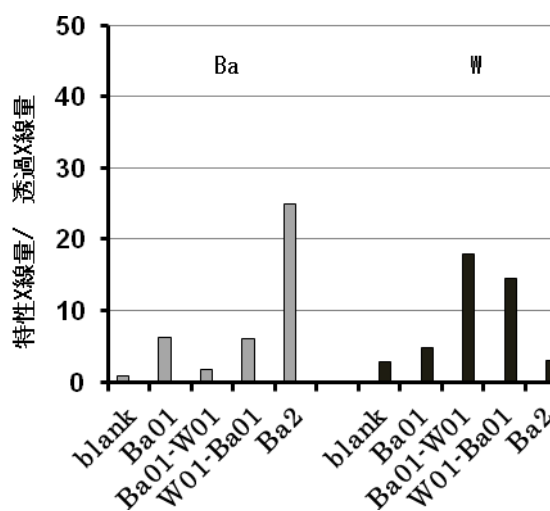


図. 透過 X 線中の特性 X 線寄与率 (EGS5)

演題

フォトンカウンティングマンモグラフィ装置の開発と EGS5 を用いた被ばく線量解析

所属略称

名大・院

発表者名

鈴木怜奈、中嶋愛、佐々木毬子、小山修司

抄録

【目的】

乳癌は年々罹患率が高くなっているが、早期発見早期治療により 90%の方が治ると言われている。しかし腫瘍組織と乳腺組織の線減弱係数の差が小さく、マンモグラフィにおいて腫瘍の鑑別が難しい場合がある。

我々の研究室では、CdTe 系フォトンカウンティングマンモグラフィ(PCM)装置を開発している。この装置で使用されている CdTe 系 PCM 検出器は高エネルギー光子を感度良く検出できるため高電圧撮影が可能になり被曝線量が小さくなる。また、被写体透過後の光子数が増えるため、量子モトルが減少し、SNR が向上する。よって、画像処理を行うことでコントラストが強調できる。

本研究の目的は、高電圧撮影時の入射光子数と平均乳腺線量を算出し、その関係を明らかにすることである。従来の撮影法と比較し、我々が開発している PCM 装置に最適な入射光子数を検討した。

【方法】

はじめに我々が作成したプログラムの整合性を確認し、次に平均乳腺線量を考慮した最適な入射光子数の検討を行った。

(1)整合性の確認

空気カーマと平均乳腺線量をモンテカルロシミュレーションで算出した。管電圧 28kV、Mo ターゲット/Mo フィルタで行った。乳房ファントムは、半径 8cm の半円柱状で、中央部に乳腺 50%、脂肪 50%で構成されたファントムを設置し、胸壁側を除いた周囲を 0.5cm 厚の脂肪組織で覆った。 $g = AGD / \text{空気カーマ}$ から g 値を算出し、Dance の値と比較した。

(2)最適な入射光子数の検討

入射光子数と平均乳腺線量をモンテカルロシミュレーションで算出した。我々の撮影法は管電圧 50kV、W ターゲット/Al フィルタ、従来の撮影法は管電圧 28kV、Mo ターゲット/Mo フィルタで行った。平均乳腺線量が等しいときの入射光子数を我々の撮影法と従来の撮影法で比較した。

【結果】

(1)整合性の確認

我々が算出した g 値と Dance の g 値との誤差率は約 3%であった。

(2)最適な入射光子数の検討

平均乳腺線量が等しい場合、我々の撮影法の入射光子数は、従来の撮影法の約 10 倍であった。これより、高電圧撮影のときノイズが少ない画像が得られることが示された。

【結語】

誤差率は許容範囲以内であるため、プログラムは妥当であると判断できた。

従来の撮影法と比較して我々の装置では画像の構成に必要な入射光子数を増加させることができるため、高電圧撮影時、乳癌の鑑別がしやすいことが示唆された。今後は実機でも測定を行い、今回の結果と比較し、平均乳腺線量を考慮した最適な入射光子数の検討をさらに重ねていく必要がある。

第24回EGS研究会プログラム

日時: 2017年8月8日(火)

場所: 高エネルギー加速器研究機構研究本館小林ホール

【基礎的な技術】

13:30-14:20

辻 修平 川崎医大 Raspberry PiでのEGS5の実行
波戸 芳仁 KEK EGS5用ベータ線ライブラリの続報

【放射線防護・診断】

14:25-15:15

河原 大吾 都産技研 放射線遮へい材の遮へい性能解析に基づいた複合遮へいシートの開発
鈴木 怜奈 名大医 フォトンカウンティングマンモグラフィ装置の開発とEGS5を用いた被ばく線量解析