

平成11年度卒業研究論文発表要旨

<日時>平成11年12月20日

13:00~17:00

<場所>1-201教場

配置がズレた場合におけるグリッドの性能評価

837010 三浦幸子

837031 北市奈津子

837043 大石由佳里

【目的】

臨床の撮影時において散乱線は画質低下の原因となる。その散乱線を除去する目的としてグリッドを使用する。しかし、撮影目的に適応した仕様のグリッドが選択されていても、焦点とグリッドの幾何学的配置ズレが生じると散乱線除去性能が劣化する。この劣化の程度について実験を行う。

【実験方法】

撮影条件を、管電流：100mA、照射時間：0.4sec、管電圧：75kV、95kV、120kVと変化させ、蛍光量計を用いて、直接線透過率と散乱線透過率を測定した。

直接線透過率は、ファントムを図1 Aに示すように置き、グリッドを挿入した場合と除去した場合の蛍光量を測定し、これらの測定値の比として直接線透過率とした。

散乱線透過率は、ファントムを図1 Bに示すように置き、直径14mmの鉛をおいて直接線が検出器の入射窓に入射しないようにした状態で、グリッドを挿入した場合と除去した場合の蛍光量を測定しこれらの測定値の比として散乱線透過率とした。

1. グリッド比の違い

X線管焦点-グリッド間距離(FFD)を100cmと

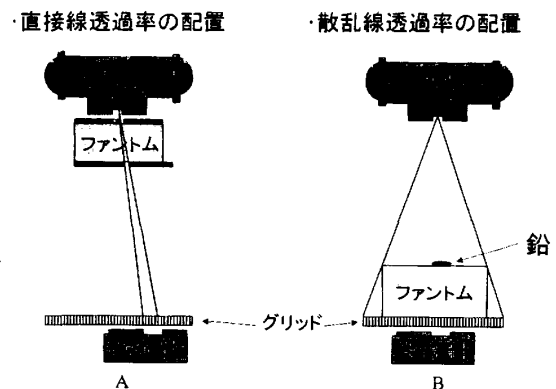


図1 測定配置

し、検出器を中心に固定した時において、グリッド比 6 : 1, 8 : 1, 10 : 1 のときの散乱線透過率と直接線透過率を測定する。

2. 中心線のズレ (8 : 1 グリッド使用)

FFD を 100cm とし、X 線管と検出器の位置を固定する。グリッドの中心線を照射野中心から 0 cm, 1 cm, 2 cm, 6 cm とずらした時の散乱線透過率と直接線透過率を求める。

3. FFD のズレ (8 : 1 グリッド使用)

FFD を 80cm, 95cm, 100cm, 105cm と変化させた時に、検出器をグリッドの中心から 0 cm, 3 cm, 9cm と移動させて、散乱線透過率と直接線透過率を求める。

【結果・考察】

この実験では、グリッド性能を選択度で評価した。選択度 (= 直接線透過率 / 散乱線透過率) が大きいほどグリッドの性能が優れている。

図 2 はグリッド比の違いによる選択度の変化、図 3 は中心線のズレによる選択度の変化、図 4 は FFD のズレによる選択度の変化を示す。

図 2 よりグリッド比が大きくなるにつれて、選択度も大きくなる。

図 3 より、ズレが大きくなると選択度が小さくなるのが分かる。中心線を 6 cm ずらした時の選択度の減少は、管電圧に関わらず、40% 程度であった。この減少割合は、管電圧に依存しなかった。グリッド比 8 : 1 の場合、中心線のズレ 3 cm で選択度が約 21% 減少し、これは図 2 と比較すると、グリッド比 6 : 1 程度の性能に劣化することが分かる。

図 4 で、FFD のズレによる選択度の減少の割合は、グリッド中心から 9 cm の点にお

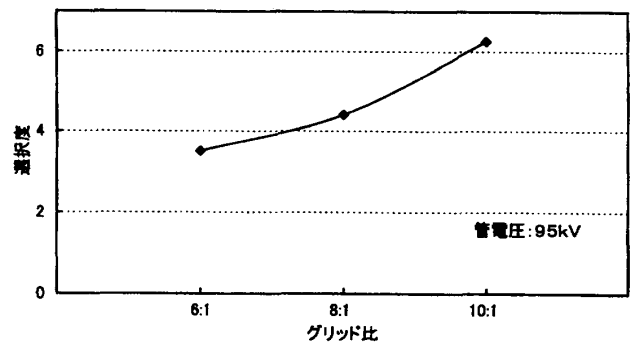


図 2 グリッド比の違い

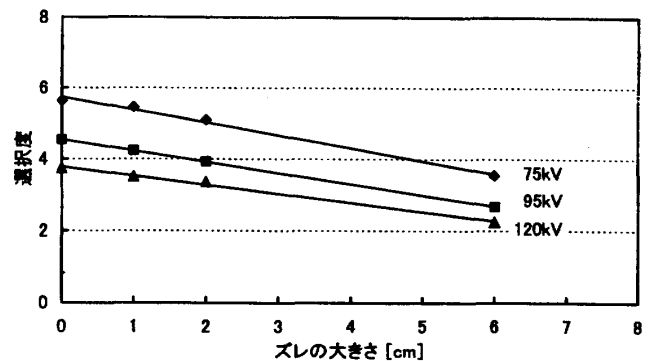


図 3 中心線のズレ

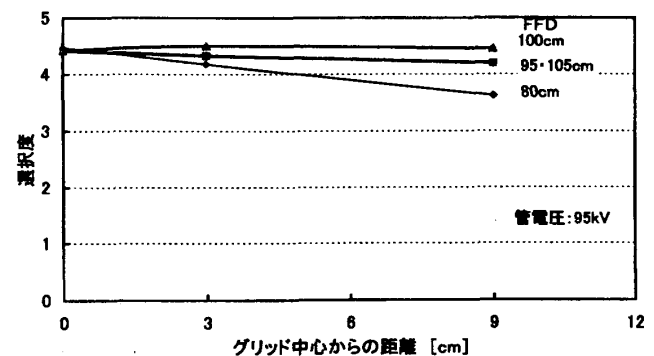


図 4 FFD のズレ

いて、ズレ±5cmの時約6%、-20cmの時約19%であった。選択度の減少6%は、図3では距離0.94cmでの値に相当し、FFDのズレの約5分の1となった。また、選択度の減少19%は、同様に図3の2.8cmに相当し、FFDのズレの約7分の1となった。このように、中心線のズレはFFDのズレよりグリッドの性能の劣化に5倍以上の影響を及ぼす為、より注意が必要である。

【結論】

グリッドの配置がズレた場合の選択度の劣化の程度を中心線とFFDについて調べた。その結果、中心線のズレはFFDのズレよりグリッドの性能の劣化に5倍以上影響を及ぼした。従って、グリッドの使用においては、特に中心線がズレないように注意する必要がある。

(指導 青木 清 教授)

多元素防護プロテクタ鉛当量の管電圧による変化

837032 松本 司

【目的】

多元素複合防護シートを用いたプロテクタ（以下多元素プロテクタと呼ぶ）において、管電圧変化によりプロテクタの鉛当量・遮蔽率はどのように変化するかを実験する。

【使用プロテクタ】

多元素プロテクタ UC25M（表示鉛当量0.25mm）・UL25M（表示鉛当量0.25mm）
鉛プロテクタ（表示鉛当量0.25mm）

【実験方法】

1. 各プロテクタの60・90・120・150kVにおける遮蔽率を求める。
2. 管電圧60・90・120・150kVにおける鉛板によるX線の減弱曲線より、各プロテクタの鉛当量を求める。
3. UC25Mの遮蔽率を0.25mm鉛板と比較する。

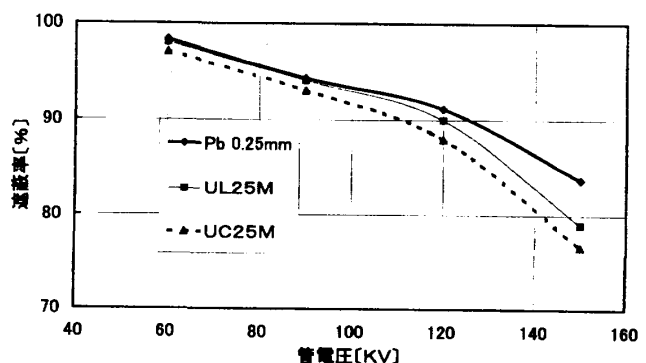


図1 各種プロテクタにおける遮蔽率

【結果】

1. 各種プロテクタによる遮蔽率

図1のように120kVまでの遮蔽率はほぼ鉛プロテクタと同程度の変化を示すが、それ以上では減少の度合いが大きい。

2. 管電圧変化における鉛当量の変化

図2のように多元素プロテクタの鉛当量は、90kV程度で最大となり、120kV以上でかなり小さくなる。

3. UC25M と0.25mm鉛板との遮蔽率比較

図3のように多元素プロテクタは120kV以下で良好な遮蔽率を示す。これは鉛プロテクタと比較して構成物質の吸収端の位置が異なる為である。

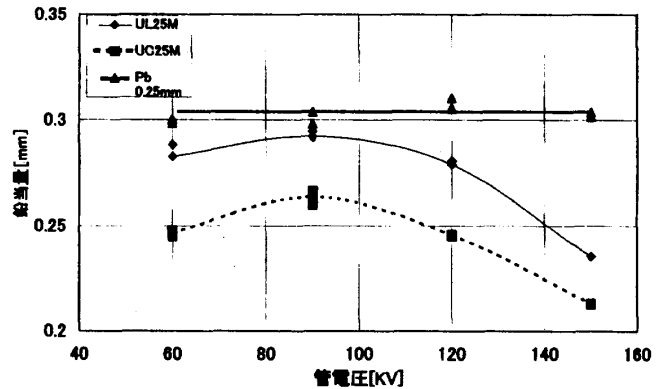


図2 管電圧変化における鉛当量の違い

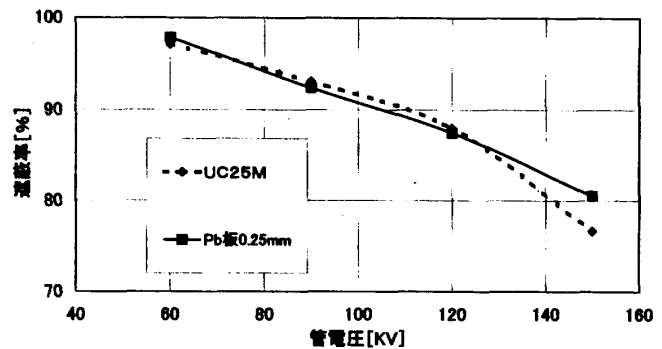


図3 Pb 0.25mmと UC 25M の遮蔽率比較

【結語】

多元素プロテクタは120kV以下の管電圧では鉛プロテクタとほぼ同等の防護能力を持ち、かつ大幅な重量軽減がされている。しかし、使用にあたってその遮蔽能力が管電圧によって異なることに注意しなければならない。また、多元素プロテクタの鉛当量は管電圧により変化し、90kV程度で遮蔽能力が高く、120kV以上で遮蔽能力が低い。

(指導 青木 清 教授)

ファントム材質の違いによる散乱線発生量の変化

837035 原 直 哉

837041 木 原 一

【目的】

ファントム材質 (アクリル、水、タフウォーター) の違いにより一次線透過量及び散乱線発生量がどのように変化するかについて調べる。

【実験方法】

照射条件 管電圧 60kV、90kV、120kV 管電流 50mA 照射時間 0.02sec

ファントムサイズ 30×30×20cm

実験 I フィルム位置での一次線透過量及び散乱線発生量の測定

線量計をファントム直下に置き、X線管焦点から線量計の距離を100cmとした。最初に、ナロービームで照射を行い、各々のファントム材質の一次線透過量を測定した。次に、ブロードビームで照射を行い、フィルム位置での散乱線発生量を測定した。

実験 II ファントム周囲の散乱線発生量の測定

X線管焦点からファントム下面の距離を100cmとして、ブロードビームで照射を行い、ファントム縁から距離20cm、ファントム下面から高さ0cm、30cm、60cmの点の散乱線量を測定した。

【結果】

実験 I フィルム位置での一次線透過量及び散乱線発生量の測定

一次線透過量の測定結果を図1に示す。水の透過量平均値を1とした時のタフウォーターの値は0.85、アクリルの値は0.67となった。透過量が小さいことは、一次線の減弱が大きいことを示すので、アクリル、タフウォーター、水の順に一次線の減弱が大きい。

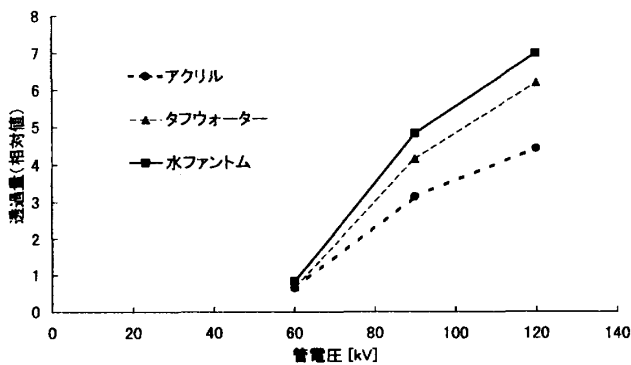


図1 一次線透過量

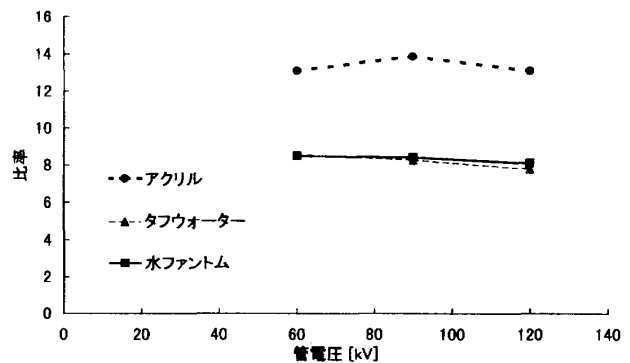


図2 散乱線発生量の一次透過量に対する比率

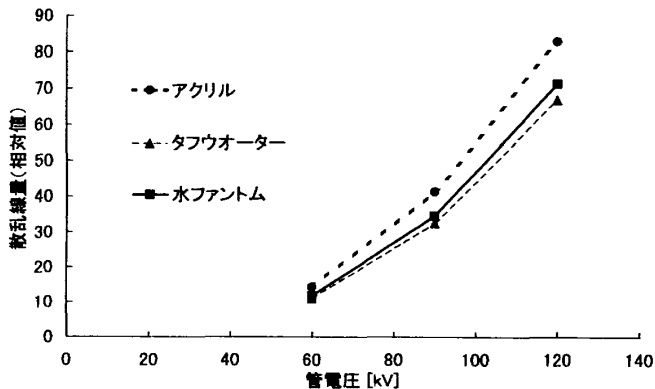


図3 高さ30cmの時の散乱線発生量

「散乱線発生量／一次線透過量」の式から、フィルム位置における、各ファントムの散乱線発生量と一次線透過量の比率を求めた。結果を図2に示す。水の値を1とした時、タフウォーターの値は、0.98、アクリルの値は、1.60となった。臨床時のグリッド性能評価等の実験を行う際には、水と値が近いタフウォーターを用いることが望ましい。

実験II ファントム周囲の散乱線発生量の測定

どの条件でも、散乱線発生量はアクリル、水、タフウォーターの順に多かった。図3には、高さ30cmにおける測定結果を示す。水の散乱線発生量平均値を1とした時、タフウォーターの値は0.93、アクリルは1.28であった。散乱線発生量の測定を行う際は、このようなファントム材質の差が出ることを考慮しなければならない。

【考察】

散乱線は主にコンプトン効果によって発生し、その確率は物質の電子数に比例する。1 cm³当たりの電子数を電子密度×密度から求めると、アクリルは3.86、水は3.34、タフウォーターは3.28であった。このことから、アクリル、水、タフウォーターの順に乱線発生量が多くなると考えられる。

【結論】

フィルム位置での一次線透過量は、水を1とするとタフウォーターは0.85、アクリルは0.67であり、アクリルは一次線の減弱が大きい。散乱線発生量と一次線透過量の比率は、水を1とするとタフウォーターは0.98、アクリルは1.60であり、タフウォーターが水に近い。

ファントム周囲の散乱線発生量は、水を1とするとタフウォーターは0.93、アクリルは1.28であった。タフウォーターが水に近いが、水より少し少なくなることに注意しなくてはならない。

(指導 青木 清 教授)

マンモグラフィにおける撮影条件の検討

837021 梶川佳子

【目的】

デジタル画像が普及する中で、乳房画像はより高い空間分解能と濃度分解能が要求される

ため、依然フィルム／増感紙法が用いられている。そこで画質を決定する最適な撮影条件をROC等の視覚評価によって検討する。

【実験方法】

- I：特性曲線を利用し、鉛ディスク法にて散乱線含有率の測定を行った。
- II：マンモファントムの中心部の濃度が一定となるように撮影し、その両端に位置する乳腺と脂肪に相当する部分の濃度差を求め、コントラストの変化を比較した。
- III：低信号物質にフィルム片を用いてマンモファントムを撮影し、確信度を5段階評定することで各々の試料に対する視覚的評価を行った。

【結果及び考察】

図1に示したように、軟線を用いた上に、薄い被写体であっても散乱線含有率は少なくない。そのため、グリッドを使用することによって散乱線除去が可能となり、コントラストは改善されるといえる。また、図2より軟線撮影では僅かな線質の変化が画像コントラストに大きく影響することがわかる。以上のことより、低い管電圧で、グリッドを使用した時の方がROC曲線(図3、図4)において良い評価が得られたと考えられる。

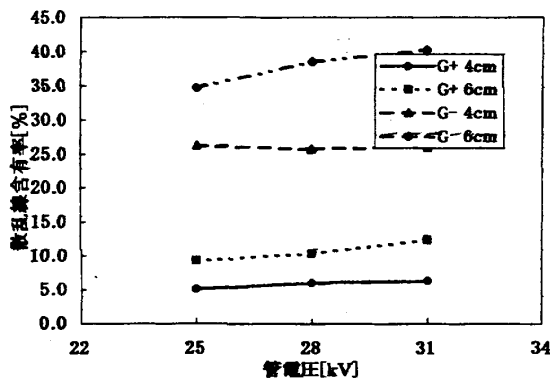


図1 各撮影条件における散乱線含有率の変化

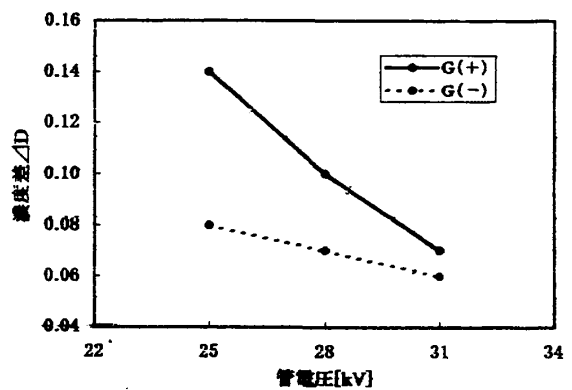


図2 管電圧によるコントラストの変化

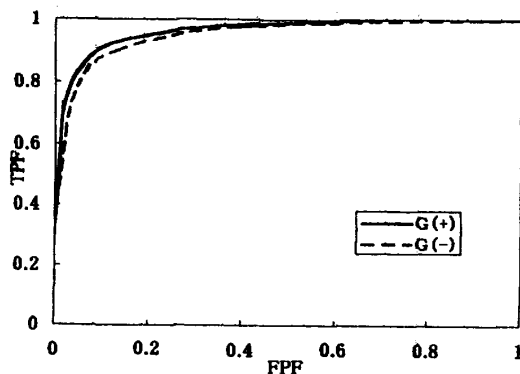


図3 管電圧31kVにおけるROC曲線

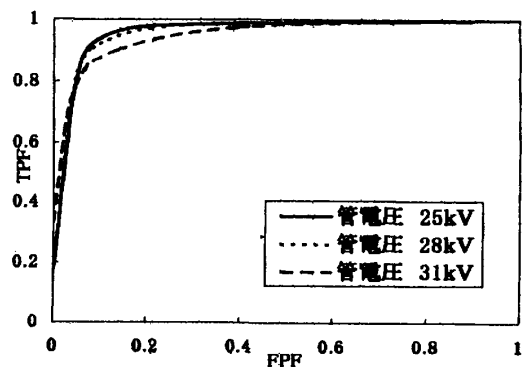


図4 グリッド(-)のROC曲線

【結論】

乳房撮影で被写体コントラストを改善するためには、管電圧は低く、被写体厚を薄くし、また乳房撮影用グリッドを用いることが求められる。更により高コントラスト・高鮮鋭度のフィルムを併用することによって高品質な画像が得られる。

(指導 西尾 誠示 助教授)

グリッド比と増感紙の感度の変化による画質の評価

837048 川野 美樹

【目的】

種類の異なるグリッドと増感紙を組み合わせ、同等濃度における画像の視覚評価を行う。

【使用器具】

- ・ X線装置 東芝 KXO-30F
- ・ グリッド 三田屋
- ・ 増感紙 GRENEX
- ・ カセット 富士 EC-C
- ・ フィルム 富士 HR-L
- ・ 自動現像機 富士 FPM-1300
- ・ 濃度計 富士 301RS
- ・ アクリル板 10 mm 20枚
- ・ ランドルト環
- ・ バーガーファントム

【実験方法】

FFD100cm、照射野30cm×30cmとし、アクリル板20枚の上にランドルト環、またはバーガーファントムを置いて、撮影した。撮影条件は75kV、200mA。組み

合わせ間で濃度が一定になるように、照射時間のみ変化させた。グリッドと増感紙の組み合わせは表に示す。

グリッドと増感紙の組み合わせ

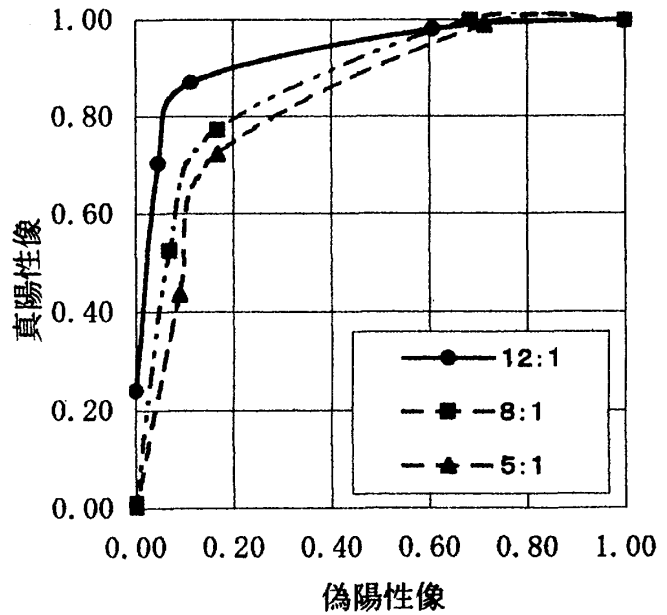
グリッド	12 : 1	8 : 1	5 : 1
増感紙	HR8	HR6	HR4

【評価方法】

- ・ ランドルト環について、信号の正答率評価
- ・ ランドルト環について、ROC解析
- ・ バーガーファントムについて、信号の3段階点数評価

【実験結果】

ランドルト環の正答率評価、ROC 評価を通して、グリッドの格子比が大きいものほど、描出能が高いことがわかった。また、バーガーファントムの点数評価より、高格子比グリッドと高感度増感紙の組み合わせによる画像は、コントラストに優れ、描出能が高いことがわかった。



【考察】

高格子比グリッドを使用しているほど検出能が高い。これは高格子比グリッドほどノイズ成分である散乱線を除去し、コントラストが改善しているためである。今回の実験では、グリッドを付加することによって起こる濃度低下を、増感紙の感度で補償したが、粒状の劣化が懸念された。しかし、高格子比グリッドのコントラスト改善の効果が優り、高感度増感紙との組み合わせによって、検出能の高い画像を得ることができたと考える。

【結論】

高格子比グリッドと高感度増感紙を組み合わせることによって、検出能の高い画像が得られることがわかった。

(指導 西尾 誠示 助教授)

**C Rにおける低信号検体の視覚評価
～形状による描出能～**

837051 椎 名 裕 子

【目的】

Computed Radiography (以下CR) システムにおいて低信号検体を視覚評価することにより、その形状による描出能の違いについて検討する。

【実験方法】

評価は線状陰影、円形陰影の二者について行った。作成した試料は Grid(+), (-)、強調処理 (Grid(-)、RN, RE を変化) である。得られた画像について、線状陰影においては ROC 解析を行い、また円形陰影においては 3 段階評価により正答率を求めた。

【結果】

線状陰影において Grid(-) より Grid(+)の方が、また強調処理については RN を上げるほど描出能の向上が見られた。(図 1、2) 円形陰影においては欠損のある部分により正答率に違いが見られ、左側の欠損したものが最も高い値となった。

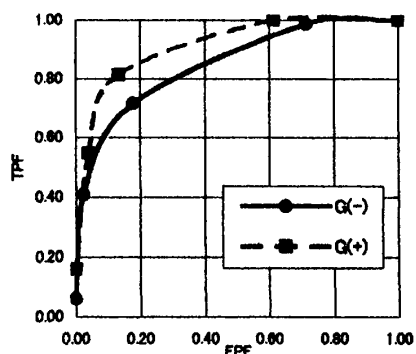


図1 線状陰影におけるROC曲線 (G(+), (-))

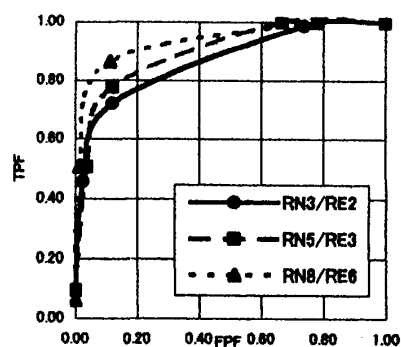


図2 線状陰影におけるROC曲線 (強調処理)

【考察】

今回、Grid line がこれらの形状に何らかの視覚的影響を及ぼし、画像情報に虚偽を与える可能性があるかと予測したが、結果としては Grid を用いたものの方が描出能の向上が見られた。これは Grid を用いることによる merit 分、つまり散乱線除去によるコントラストの改善が、Grid を用いることによる demerit 分 (画像情報の損失) を上回っており、描出能の向上に関わる因子の方が勝っていたものと考えられる。

【結論】

線状陰影においては Grid を用いることや強調処理を行うことにより、描出能の向上が見られる。円形陰影においては欠損部の違いにより描出能に変化が現われた。

(指導 西尾 誠示 助教授)

IP におけるグリッドの有用性 ～散乱線寄与率について～

837019 伊藤 政之

【目的】

CR システムおよびフィルム/スクリーンシステム (以下 F/S システム) の散乱線含有率を測定し、CR システムにおけるグリッドの有用性を検討する。

【実験方法】

1. 散乱線含有率の測定

パラメータを照射野・管電圧・被写体厚とし、CR システムおよび F/S システムにおける散乱線含有率を求める。

2. CR システムと F/S システムのコントラスト改善率の評価

アルミ階段を被写体として、CR システムおよび F/S システムにおける濃度を測定し、グリッドの有無によるコントラストの改善率を評価する。図 1 の様にアルミ階段の濃度差をコントラストとし、グリッドの有無による比率をコントラスト改善率とした。

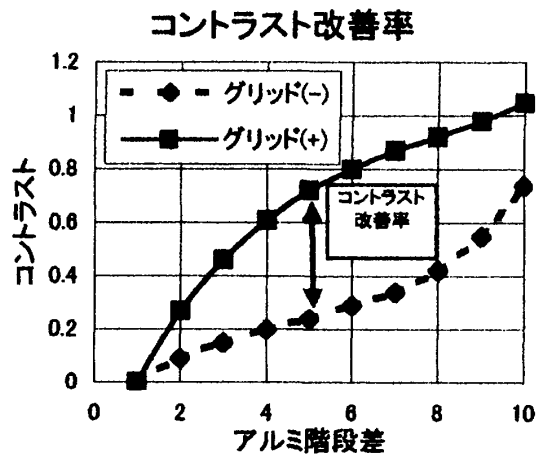


図 1 コントラスト改善率

【結果】

CR システムは F/S システムと比べ散乱線含有率が高く、表 1 の様にコントラストの改善率が高くなった。

管電圧	アクリル厚 10cm		アクリル厚 15cm	
	F/S系	CR系	F/S系	CR系
80kV	3	3.05	4.91	5.86
60kV	3	4	5.23	6.63

表 1 コントラスト改善率

【考察】

CR システムの IP に使用されている輝尽発光体の蛍光体の主要構成元素であるバリウム原子の K 吸収端が37kVであり、一方、今回使用した増感紙の希土類元素蛍光体である $Gd_2O_2S:Tb$ (硫酸化ガドリニウムテルビウム) の K 吸収端が48kVであるため、CR システムの散乱線に対する感度が高くなったと考えられる。このため、CR システムは F/S システムに比べグリッドによる散乱線除去の効果が高くなり、コントラスト改善率が向上したと考えられる。

【結語】

IP は散乱線寄与率が高い為、CR システムは F/S システムと比較するとグリッドを用いた場合、特に低管電圧でコントラストの改善が認められた。よって CR システムは F/S システムと比較しグリッドが有効である。

(指導 西尾 誠示 助教授)

FCR における低格子比グリッドの有用性

837029 小 菅 友 也

【目的】

Film/Screen system (以下 F/S) では画像化できない低線量領域においても Computed Radiography (以下 CR) では自動感度調整機構を利用して画像の出力が可能である。

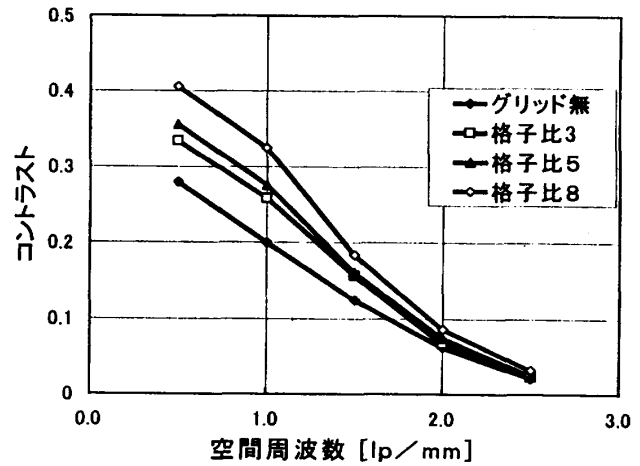
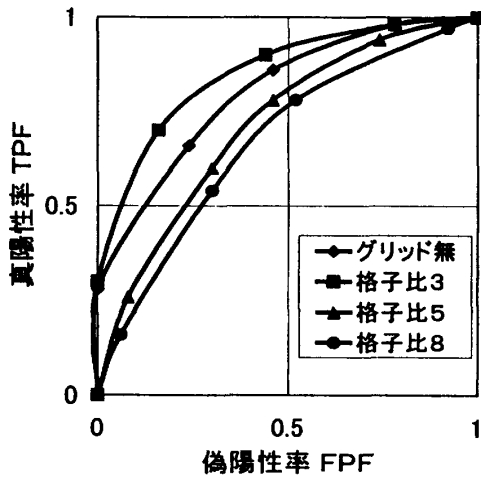
CR にて散乱線含有率の低い部位 (肘関節骨陰影) にグリッドを使用し、その特性であるコントラスト向上、及び Imaging Plate (以下 IP) の必要線量に着目して低格子比グリッドの有用性を検討する。

【実験方法】

- ① 先ず F/S 法にて肘関節を撮影し最適撮影条件を50kV、10mAs に決定する (FFD:100cm)。肘関節は軟部組織 (約2.0cm) と骨 ($Z_{eff}=11.6\sim 13.8$) で構成される。予備実験より骨等価として AI の6 mm厚 ($Z=13$) を採用し、散乱線含有率の低い条件を再現する。
- ② 次に等価ファントム上にランドルト環を置き、上記の条件にて撮影し no-grid、3:1、5:1、8:1 の各々50枚ずつ計200枚の試料を作成する。
- ③ ランドルト環にて $O=Sign+Noise$ 、 $C=Noise$ とし、 O/C 分離の限界部位を評価対象とし

てROCによる総合視覚評価を行う。また同一条件にて矩形波チャートを撮影し、コントラスト評価を行う。

【結果】



【考察】

一般的にCR画像において入力線量が低線量である場合、出力画像で粒状性の劣化が見られる。今回のコントラスト単一評価では格子比に順じて良好な結果が得られていたが、これはグリッドに固有である散乱X線除去能が大きな要因として考えられる。しかしROCによる総合評価ではグリッドの格子比に順じた結果が得られなかった。格子比3:1の画像ではIPへの線量低下が少なく、粒状の影響よりもS/N比改善の効果が上回ったため、no-grid画像より高画質画像が得られたと推測できる。一方、格子比5:1及び8:1は大幅にコントラストが改善されているがIPへ到達する線量が制限され、粒状の影響が大きく出たためno-grid画像と比べて画質劣化が起きたと考えられる。

【結論】

CR法においてグリッドを使用し線量の制限をすると粒状は目立つがコントラストが改善される。散乱線除去とIPへの必要線量を考慮すれば被写体厚の薄い部位に低格子比グリッドが有用であると言える。

(指導 西尾 誠示 助教授)

Home Page の作成

837006 沼田 亜希

837026 佐伯 奈津子

837037 勢登 ちひろ

【目的】

放射線科の学生、または放射線科をめざす学生のために、駒澤短期大学を詳しく紹介することをテーマにホームページを作成するにあたって、ホームページの作成方法を学んだ。

【使用機器】

- ・ TOSHIBA Dynabook SS6000
- ・ ホームページビルダー2000 IBM Windows95, Windows98, WindowsNT4.0 版

【方法】

駒澤短期大学放射線科についてそれぞれテーマごとについて調べ、まとめる。ホームページ上で述べる事を詳細に決定した後ホームページビルダーを用いてホームページを作成する。

ホームページ作成にあたってまず、HTML 言語の構造について学び、コンピューター上でどのようなプログラムによってホームページが作成されているのか、その原理またはしくみを考えた。

実際にホームページ作成の原理を理解したところでホームページ作成ソフトであるホームページビルダーを使用して駒澤短期大学放射線科を詳しく知ってもらうことのできるようなホームページを作成した。

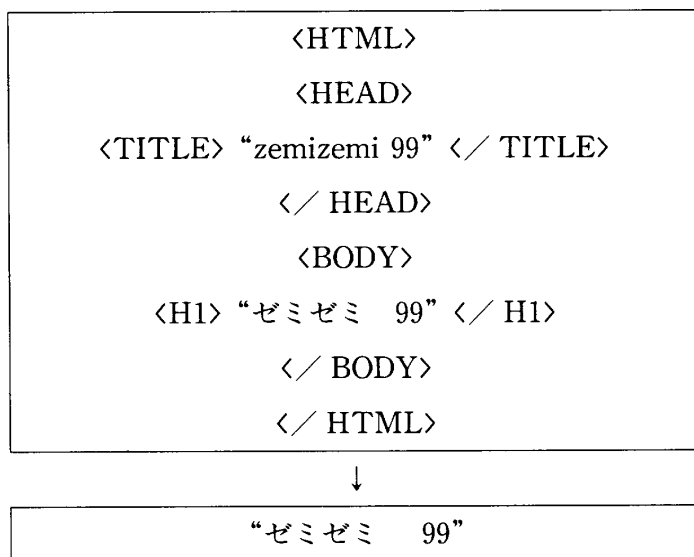
【まとめ】

駒澤短期大学放射線科のホームページを授業のスケジュール、実験・レポート、病院実習、ゼミ、国家試験のテーマに分類し作成することができた。

さらに、ホームページ作成にあたり、HTML 言語を学び、ホームページ作成の原理を理解することができた。(例 I 参照)

また、現在、医療に携わっている方々の為に、世界各国の医療に関するホームページを紹介します。

【例 I】



【世界のホームページ 参照】

- ★ National Institute of Health (NIH) → <http://www.nih.gov>
〈評価〉 現代医療に関する意見が多数紹介されている。
- ★ National Library Medicine (NLM) → <http://www.nlm.nih.gov>
〈評価〉 CT, MR 画像が多彩に紹介されている。
- ★ The Whole Brain Atlas → <http://www.med.harvard.edu>
〈評価〉 脳の MRI 画像や CT 画像の臨床データが豊富でホームページとして、とても見やすくなっている。

(指導 榎尾 英次 教授)

X 線 CT 装置の性能評価 ～画像の均一性測定試験～

837002 川 口 真由子

837044 佐 藤 理恵子

【目的】

水ファントムを撮影し、線質硬化補正するためのハード的なフィルターまたはソフトフィルターの適合状態を、①均一性の測定試験 ②均一性の寸法依存性の 2 テーマについて判定する。また①については校正前と校正後における CT 値の比較検討を行う。

【実験装置・器具】

X線CT装置 TOSHIBA TCT-900S

水ファントム Sサイズ (直径250mm) Mサイズ (直径330mm)

Lサイズ (直径400mm)

ポラロイドカメラ

【実験方法】

① 均一性の測定試験

スキャン条件：120kV 200mA 10mmスライス厚

有効画像演算領域 (以下 FOV) 240mm

ファントム上 c、m、o 点 (水ファントムの中心 “c” 外側 “o” 中心と外側の中央 “m”) の CT 値を測定する。

② 均一性の寸法依存性

スキャン条件：120kV 200mA 10mmスライス厚

・ファントムの径に応じ適切な FOV を設定し CT 値を測定する。

・ファントムの径に関係なく、一定の FOV で CT 値を測定する。

各ファントム径について①と同様の測定を行う。

【実験結果・考察】

① 均一性の測定試験

各点における CT 値を表にする。(校正前：校正有効期限を2ヶ月すぎたもの)

	c	m	o	c-o
校正前	3.27	0.89	7.69	-4.42
校正後	0.57	0.39	-0.42	0.99

校正前と校正後の CT 値を比較すると、校正後は各測定点とも 0 に近い値 (水の CT 値の理論値は 0) となったが、校正前は全体的に値が高くなっている。

TOSHIBA が X 線 CT 装置製造時に測定した水ファントムの CT 値は 0.8 であり、各部品の劣化具合によっては ±10 位ずれるとしている。これをふまえると、表より両者とも許容範囲に入っている。しかし校正前の結果では、学校で実験として使用する分には問題ないと考えられるが、臨床の場においては決められた間隔で校正を行っていかないと非常に小さい病変を見逃したり、また存在してない病変を作り出してしまう可能性がある。

ファントム像が不均一になる原因としては、線質硬化 (Beam Hardening) が考えられる。それをハード及びソフトフィルターにおいて種々の補正を行っているが、これらの補正状態から均一性は次のように分類される。

均一性良い： $c-o \approx 0$

補正不足： $c-o < 0$

補正過剰： $c-o > 0$

$c-o$ というのは、ファントムにおいて一番 CT 値に差があると思われる二点であり、画像の均一性を見るための指標である。校正後の CT 値は0.99となり均一性は良いので、フィルターは適合していることが言える。

② 均一性の寸法依存性

適切な FOV 選択においては S サイズでは、 $c-o=1.57$ 、M サイズでは3.72となり、均一性が良いという結果が得られた。従って、ファントム径に合った FOV を選択すると均一性の良い画像が得られると考えられる。また、FOV400で一定にし、各ファントムのプロファイルカーブを作成すると、S サイズ (図1)、M サイズ (図2) ファントムでは、ファントムの中心部にやや Beam Hardening が見られたが、通常ファントム径が小さいとわずかに中心部で Beam Hardening が目立ち、凹型となり、ファントムが大きいと凸型となるので、フィルターの適合状態は良好であると考えられる。

被写体の大きさに合った FOV の選択を怠ると、実際の CT 値と大きく異なり M サイズでは $c-o=-11.39$ で、補正不足であった。これは、FOV の変化によってフィルターの形状を変化させているため、それが適合していないので均一性の劣化や CT 値のシフトが生じてしまったからだと考えられる。

【まとめ】

X線 CT 装置の校正は決められた間隔で行い、被写体の大きさに適した FOV を選択する必要がある。これらを怠ると、実際の CT 値に比べ大きく誤差が生じ、病変部の見落としや正常像を異常像と認識してしまう恐れがある。

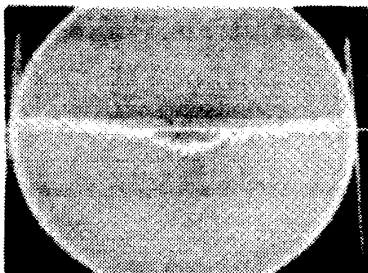


図1

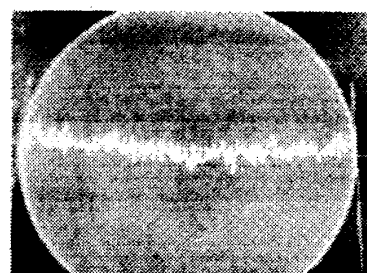


図2

校正後、被写体の大きさに適した FOV では、画像の均一性は良好であったので、私たちが普段使用している X 線 CT 装置に用いられている線質硬化補正するためのフィルターは適合していると言える。

(指導 檀尾 英次 教授)

目で見える放射線 ～IP によるオートラジオグラフィ～

837036 岡崎 史 恵

【目的】

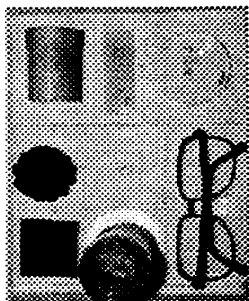
身の回りの品物の放射能の存在確認を目的とし、IP によるオートラジオグラフィ法を用いて、環境放射線強度の視覚的評価を行った。

【実験方法・結果】

1. ガラス、その他の放射能測定

方法：18°C、2 週間露出、鉛遮蔽箱内に保管

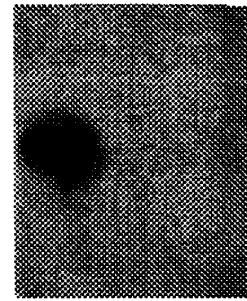
試料：めがね、老眼鏡、プレパラート、岩石、鉛、ハードコンタクトレンズ等



2. 食物の放射能測定

方法：16°C、20日間露出、鉛+アクリル遮蔽箱に保管

試料：バナナ、昆布、牛肉、魚、しょうが

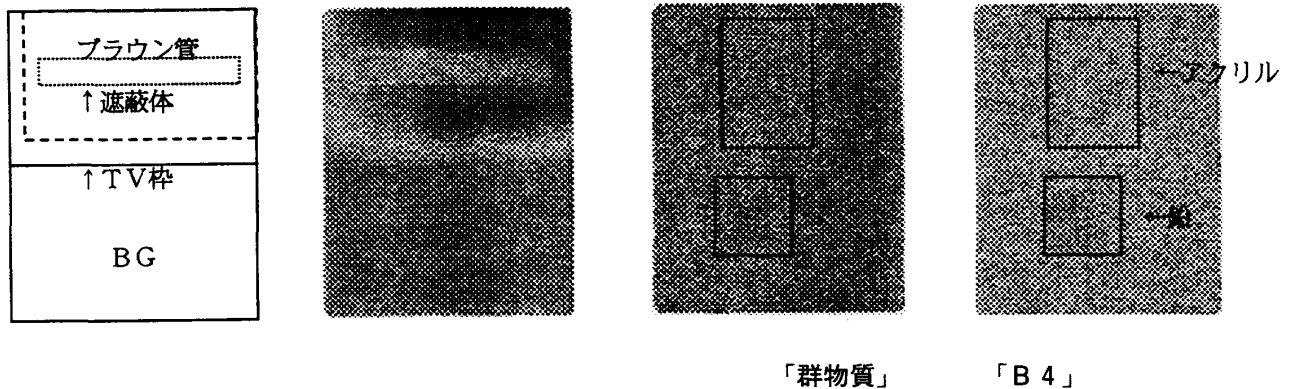


3. ブラウン管の放射能測定

方法：18日間露出・遮蔽体(アルミスツテップ)

4. 壁物質の放射能測定

方法：18°C、28日露出、遮蔽体(鉛・アクリル)



【まとめ】

ガラス、食物、ブラウン管、壁物質、等から微弱な放射能が検出された。実際の環境放射線の平均年間実行線量等量は約2.4mSvと微弱であるため、健康上問題となることは無い。しかし、私達の生活環境の中には様々な放射線が存在し、被曝は避けて通れないものである。放射線医療による被曝は環境放射線よりもさらに微弱（胸部撮影1回当たりの実効線量当量約0.3mSv）ではあるが、さらなる被曝の低減に努め、不安のない医療を提供することが医療人としての責任ではないだろうか。

(指導 佐藤 昌憲 助教授)

温度におけるイメージングプレートの諸特性

837013 久保 大 輔

【目的】

近年、デジタル画像技術の進歩に伴い、イメージングプレート（以下、IP）を用いたCRシステムが普及している。今回は定量的処理・解析のできるFUJIFILM社製BAS1800を用い、IPの活用にあたり温度変化によるフェーディングがどのような変化を生じるか比較検討した。

【実験方法】

1) 温度に伴うPSL値の変化

IPの表面温度の違いによりPSL値にどのような変化を生じるか比較する。

2) 温度変化におけるフェーディング特性

各温度でフェーディングがどのように変化するかを比較しその影響について検討する。

【結果・考察】

1) 温度に伴う PSL 値の変化を表 1 に示した。

表 1

IP 表面温度[°C]	SR160	SR162	SR006	AVERAGE
-25	2.23±1.49	2.26±1.51	2.82±1.68	2.44±1.56
5	2.20±1.48	2.23±1.49	2.67±1.63	2.37±1.54
25	2.05±1.43	2.03±1.42	2.41±1.55	2.16±1.47
70	1.75±1.32	1.83±1.35	2.12±1.46	1.90±1.38

-25°CではPSL値がもっとも低値をとり、70°CではPSL値が高値となった。今回は読み取り時の温度を一定(25°C)とするために照射後10分間放置している。IP表面温度から25°Cに戻るまでの温度変化によってフェーディングが異なるためPSL値に差がでてくると考える。

2) 温度変化におけるフェーディング特性を図1に示した。また図2、3に70°Cの10分、8時間をヒストグラムで示した。図1より高温ほどフェーディングによる変動係数が大きいという結果が得られた。また図2、3より時間経過に伴いSN比の低下が見られた。これら変動係数、SN比の観点からフェーディングにより画質は低下すると考える。

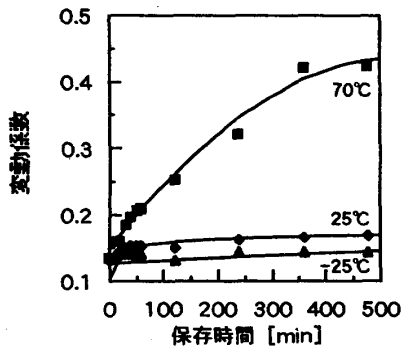


図1 温度変化によるフェーディングの変動係数

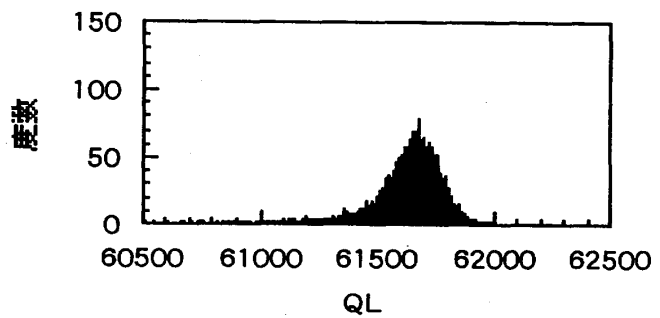


図2 70°C X-Ray、10min

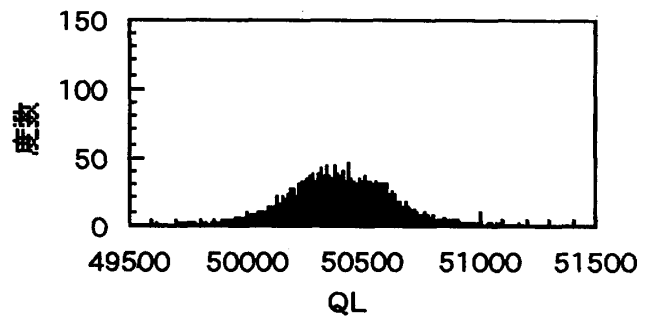


図3 70°C X-Ray、8 h

【まとめ】

IP へ X 線照射後、読み取るまでの時間が長く、保存温度が高いほど、画質の低下が起こる考
える。

(指導 佐藤 昌憲 助教授)

CT-200 ファントームを用いた CT 画像解析

837034 出 川 輝 浩

【目的】

「X線コンピュータ断層装置の性能評価に関する基準」に基づいて作成された「CT-200ファ
ントーム」を使用し、CT 装置の性能評価項目、頭部、腹部 CT 画像に求められる低コントラス
トの物理的特性について画像解析を行った。

【方法】

ノイズ、コントラストスケール、スライス厚、低コントラスト分解能測定用ファントームを、
聖マリアンナ大学病院の X-Viger を使用し、CT-200ファントームをスキャンした。その画像
データをインターネットにて本大学に転送し、Windows 上で解析ソフトを用いて画像処理を
行った。

【結果】

1 ノイズ (Noise)

Fig. 1 は mAs 値、スライス厚をパラメータとしノイズの変動を求めた。線量とノイズの関係
は線量の増加に伴いノイズは増加することが分かる。スライス厚の増加は X 線光子数も増加し
情報量は多くなるが、画像として平均化するため、ノイズは低下する事が確認できた。ノイズ
が大きいと吸収係数の僅かな差が雑音に紛れて判別出来なくなるので、低コントラスト分解能
を低下させる原因となる。

2 コントラストスケール (Contrast Scale) : CS

理論値は $2.06 \times 10^{-4} [\text{cm}^{-1}/\text{HU}]$ であり、測定値は $1.95 \times 10^{-4} [\text{cm}^{-1}/\text{HU}]$ であった。定量測定
を行う場合、CS はその為の重要な指標となるため、実効エネルギーの測定 管理が必要となる。

3 スライス厚 (Slice of thickness)

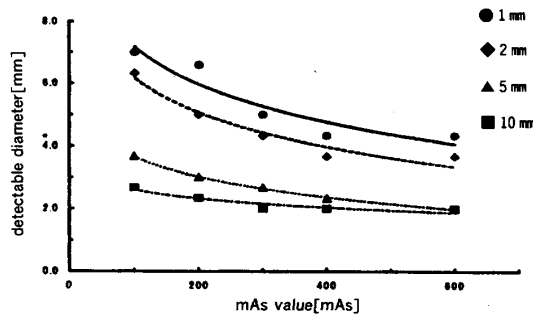


Fig. 1

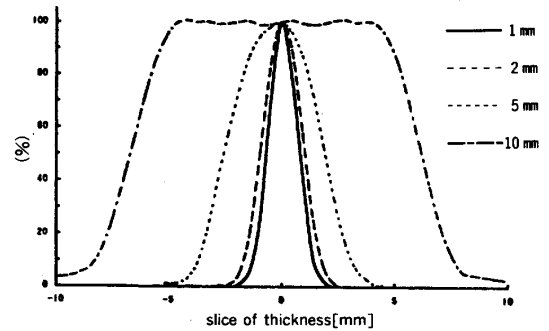


Fig. 2

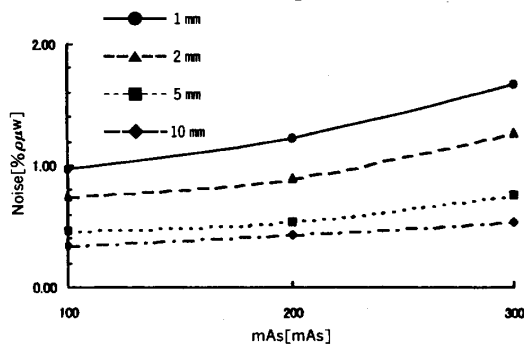


Fig. 3

Fig. 2 はスライス厚をパラメータとし、スライス感度プロフィールの FWHM を求めた。各公称値に対する測定値はいずれも IEC（国際電気標準会議）のガイドライン範囲内に収まる結果が得られた。プロフィールのすその広がりには画像情報とならず、被曝量の増加を招く。

4 低コントラスト分解能

Fig. 3 は mAs 値、スライス厚をパラメータとし最小検出能を求めた。低コントラスト分解能はノイズの影響を受ける、一般に照射線量に依存し、Fig. 3 から高線量の方が良好な分解能を示した。しかし、分解能の向上の為に線量を増加させると被曝量の増大を招く為、分解能と線量の関係を認識し、適切な撮影条件を選択する事が重要となる。

【結論】

CT 画像の物理的特性について画像処理を Windows 上で簡易的に行う事ができ、インターネットを用いた画像転送により、遠隔での画像処理が有効であった。

【謝辞】

実験に際し、CT 装置を借用させていただきました聖マリアンナ医科大学病院画像診断センターの小山内技術課長、前原さんに、ご助言ご協力を感謝致します。

(指導 佐藤 昌憲 助教授)

面積線量計の特性と活用法

837001 平井 隆 昌

【はじめに】

血管撮影と治療を目的としたIVRは技術と医療機器の発展に伴い、より難易度の高い症例に対しても治療が行われている。また腸骨動脈硬化症について、手術とIVRの二つの選択があるが、低侵襲、治療費安価、再治療可能のことからIVRが選択されている。しかし、難易度の高い治療は長時間に及ぶ場合があり、おのずと透視・撮影時間も長くなり被曝線量の増加へとつながっている。

米国FDAでは、ここ数年の間にIVRによって30例以上の重篤な放射線障害が報告をされている。そこでIVRにおける被曝管理が問題視され、簡便に被曝線量が測定できる面積線量計を用いた研究が報告されている。(表1参照)そこで我々は、面積線量計の基本特性と活用法を確認、検討した。

表1 IVRにおける被曝線量とガイダンスレベル

	面積線量計	ガイダンスレベル [mGy/min]	
		通常	高レベル
平均透視時間	38.6 min	25	100
平均被曝時間	2.1 Gy		

【目的】

面積線量計とVICTOREEN社製電離箱、NESCO社製電離箱、NDD法での吸収線量とを比較し検討する。また、線量計の電離電荷量[nC]測定より面積線量値[cGy・cm²]への変換係数を算出する。

【方法】

1. 面積線量計[PTW社製DIAMETORE]、インスペック社製INSPEC200測定器を用いた電離箱[VICTOREEN 660-4A]と電離箱[NESCO社製808-FPC/50]を用いて、管電圧40, 80, 120[kV]、管電流200, 320[mA]、照射時間100, 200[msec]、照射野10×10cm²、FCD100cmで測定し、算出し

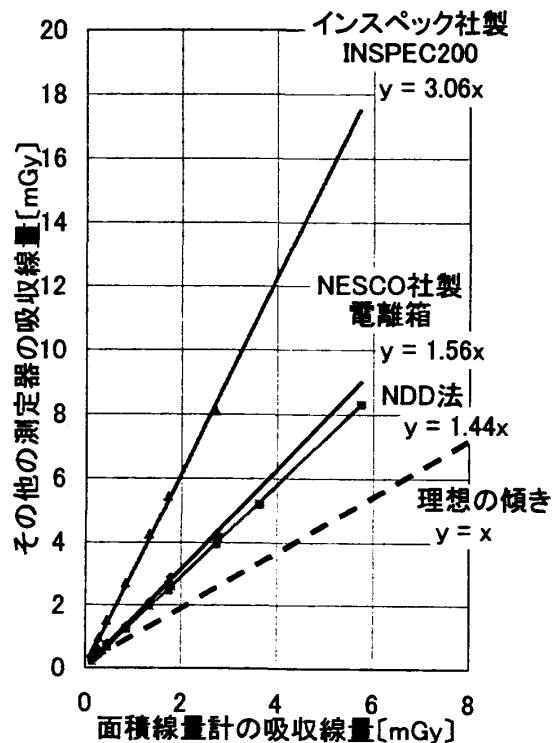


図1 面積線量計とその他の測定器との比較

た。また NDD 法による皮膚吸収線量を算出した。

- 面積線量計の測定器と微小電流計 [KEITHLEY 610CR] を用いて、管電圧40, 80, 120 [kV]、管電流200, 320 [mA]、照射時間100, 200 [msec]、照射野10×10cm²、FFD100cmで測定した。

【結果と考察】

面積線量計と他の測定器との比較をした結果、面積線量計に対し、NDD 法での傾きが1.44、NESCO 社製電離箱は1.56、VICTOREEN 社製電離箱では3.06の値を示した。このことより、NESCO 社製電離箱、VICTOREEN 社製電離箱、NDD 法の傾きが1より大きいことが確認した。

次に面積線量計値と線量計の電離電荷量値と比較した結果、変換係数1.25を算出した。

(指導 佐藤 昌憲 助教授)

理論的 X 線スペクトル計算法の研究

837034 長谷川 浩 章

【目的】

クラマース (Kramers) の式をもとに X 線スペクトルを算出し、管電圧、フィルタの変化によるスペクトルの変化を調べ、バーチ・マーシャル (Birch・Marshall) の式から、ターゲット内の光子の発生と減弱を説明し、X 線スペクトルの決定因子について検討したので報告する。

【理論】

理論式① クラマースの式

1923年、クラマースは古典量子論を用いて連続 X スペクトルを制動放射 X 線として最初に説明した。陽極の厚いターゲット内では、電子は侵入した深さに比例して運動エネルギーを失い、制動放射 X 線を発生する。クラマースはこれより理論式を導いた。

$$I(E) dE = CZ (E_0 - E) dE$$

$I(E)$ は光子エネルギー幅 dE 当たりの強度で、 Z は原子番号、 C は定数である。 E_0 は光子エネルギーの最大値で、管電圧と等しいものとする。この式を用いて管電圧、Al フィルタ厚、Cu

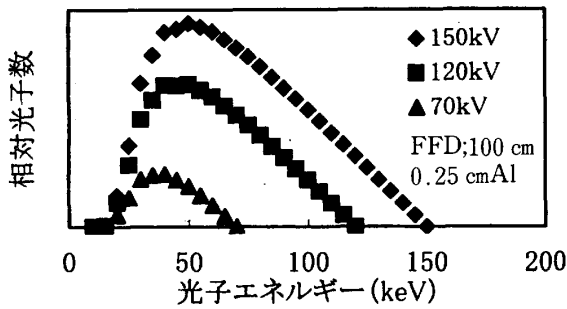


Fig. 1 管電圧パラメータによる比較

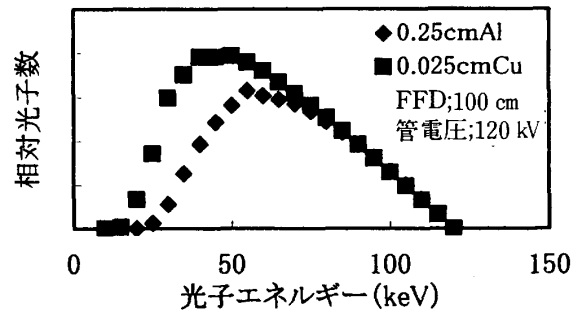


Fig. 2 AlフィルタとCuフィルタの比較

フィルタ厚をパラメータとしてシミュレーションを行った。Fig.1および Fig.2より管電圧に相当する最大エネルギーの変化、フィルタ厚の増加による、線質の硬質化が認められた。また、AlよりCuの方が減弱の割合が大きいため、硬質化の割合が大きかった。

理論式② バーチ・マーシャルの式

1979年、バーチらはターゲット内での電子エネルギーの吸収と光子の吸収を考慮して、経験式を導いた。

$$I(E) = \frac{\rho N}{A} \int_{T_0}^E \left[1 + \frac{T}{m_0 c^2} \right] Q(E/T) \left[\frac{dT}{dx} \right]^{-1} \exp \left[-\frac{\mu(E)y}{\rho C} \right] dT$$

ここで、電子がターゲット内を進んだ距離を x、光子がターゲット内を通過した距離を y とすると、ターゲット角度 θ では、

$$y = x \cot \theta$$

となるため、スペクトルはターゲット角度 θ に依存すると考えられる。ターゲット角度が大きくなると、光子エネルギーのターゲット通過距離が短くなり減弱の割合も少なくなる。よって、総光子数が増加し、実効エネルギーが低エネルギー側に移動し、結局、X線の軟質化へとつながると予想される。

【まとめ】

以上2つの理論式より X線スペクトルの決定因子は、管電圧、X線管における固有濾過および付加フィルタによるX線の総濾過、ターゲット角度、ターゲット材料の他、交流電圧を整流した装置では管電圧波形（脈動率）でスペクトルは変化する。

(指導 佐藤 昌憲 助教授)

IP と増感紙の即時発光

837028 友井隆文

【目的】

類似した発光体からなる増感紙の蛍光体 BaFCl:Eu²⁺と、イメージングプレートの輝尽発光体 BaFBr:Eu²⁺を用いて、即時発光スペクトルを測定し比較する。

【実験方法】

X線励起によるスペクトルの測定：増感紙、IP をそれぞれ管電圧70kV,管電流200mA照射時間0.1sec で発光させ、マルチチャンネル検出器 (PMA-11) を用いて測定時間400ms でスペクトルを測定した。紫外線励起によるスペクトルの測定：蛍光分光光度計を用い、増感紙、IP をそれぞれ、励起波長266nm で発光スペクトルを測定した。

【実験結果】

図1のように、増感紙のX線励起によるスペクトルは、380nm で極大を持ち、IP では410nm で極大となっていた。図2のように、増感紙およびIP の紫外線励起によるスペクトルは、各々370nm と380nm に極大が観測された。

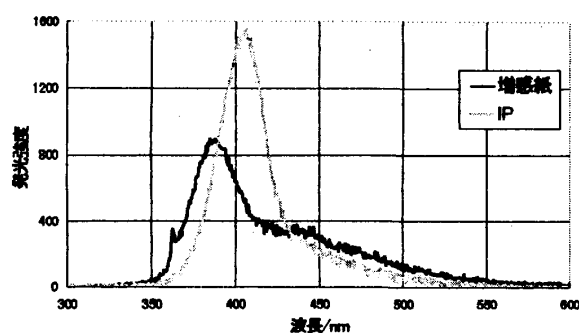


図1 X線励起のスペクトル

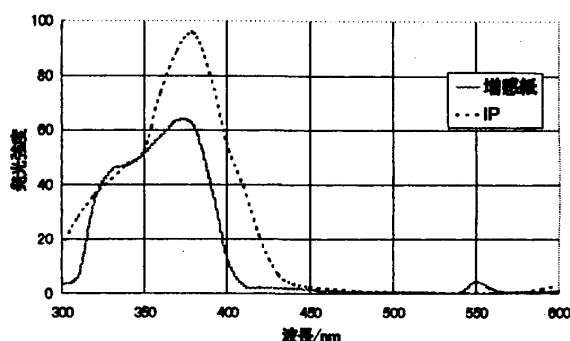


図2 紫外線励起のスペクトル

【考察】

増感紙とIPを比較すると、X線励起の場合、増感紙の発光強度が極大となるのが、380nmであるのに対して、IPでは410nmであった。また、増感紙の発光強度は、IPの0.6倍になっていた。紫外線励起の場合、増感紙は370nm、IPは380nmで極大を持った。また、増感紙の発光強度はIPの0.7倍となった。増感紙はフィルムを感光させるためIPよりも発光強度が高いと思われたが両者ともIPの方が発光強度が高くなった。これは、IPは増感紙よりも厚いためより多

くの発光体が使用されたからであると考えられる。X線励起と紫外線励起を比較すると、増感紙の場合、発光極大となる波長の差は10nm となり、IP では、差が40nm となった。一般的には、X線励起、紫外線励起に関わらず同一順位からの発光であれば極大波長は同じになると考えられるが今回の実験では異なっていた。この結果の理論を求めるにはさらに詳しい実験をする必要がある。

【結論】

X線照射、紫外線照射による励起の場合共に、増感紙 Q-65 よりも IP ST-III_N のほうが、長波長側に極大を持ち、発光体の量が多いため発光強度も高くなった。

(指導 山本 裕右 教授)

イメージングプレートの輝尽発光

837019 鮫 島 理 沙

【目的】

イメージングプレート ST-III_N (以下 IP と記す) を用いて発光スペクトル及び励起スペクトル強度の時間変化を測定し、いくつかの温度についてのフェーディングを比較、検討した。

【実験方法】

IP に X 線を照射後、室温 (23°C) における発光スペクトル及び励起スペクトルを日本分光 FP-777 蛍光光度計で測定した。X 線を照射した IP の輝尽発光スペクトルは励起波長 680nm、輝尽励起スペクトルの測定では蛍光波長 400nm で測定した。

【結果と考察】

図 1 に X 線を照射した IP を室温 (23°C) に保管したものと、冷蔵庫 (3°C) で保管したものの発光強度の時間変化を示す。図 1 に示すように、いずれの温度でも照射してから測定するまでの時間の増加に伴い減衰は大きくなり、室温に保管したものと冷蔵庫に保管したものでは温度の高い室温保管した場合の方が減衰の割合が大きかった。室温保管した IP は X 線照射後 1 時間で 25% 減衰したのに対し、冷蔵庫保管では同じ時間で 10% しか減衰しなかった。照射 3 時間後から 4 時間後の 1 時間で室温保管した IP は 9.8%、冷蔵庫保管した IP は 5.2% の減衰が

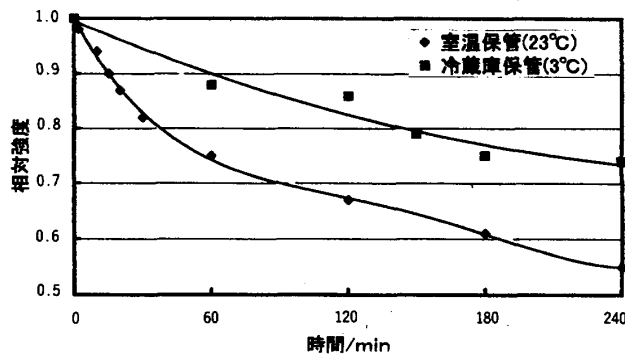


図1 異なる保管温度に対するフェーディング

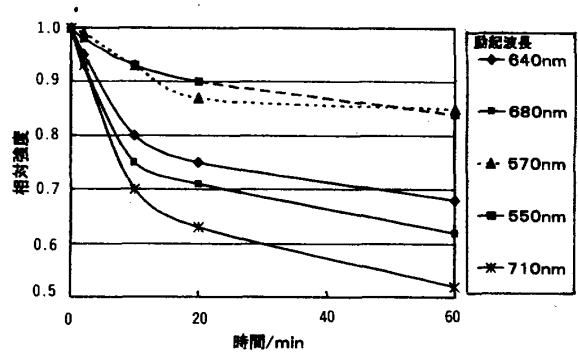


図2 異なる励起波長に対するフェーディング

あった。よって、同じ1時間でも、X線照射後1時間の方が、また冷蔵庫保管よりも室温保管の方が減衰量は大きくなるが、減衰の割合は時間に比例するのではなく、時間が経過するほど少なくなると考えられる。

励起波長550、570、640、680、710nmにおける発光強度の経過時間による変化を図2に示す。図2から励起波長550nmと570nm及び640nmと680nm、710nmは減衰の仕方が異なっていた。

以上のことから励起波長550nmと570nm、640nm、680nmと710nmによる輝尽発光はそれぞれ異なるセンターに起因すると考えられる。

【結論】

X線照射後の保管時間が短い場合減衰は大きく、保管時間が長くなるにつれ減衰の割合は小さくなるということがわかった。

(指導 山本 裕右 教授)

合成した BaBr₂ : Eu²⁺ の加熱処理の違いによる輝尽発光

837003 比留間 絵 美

【目的】

輝尽発光を示す BaBr₂ : Eu²⁺ を合成し加熱処理の違いによる輝尽発光の比較、検討を行う。

【実験方法】

合成した BaBr₂ と EuCl₃ · 6H₂O、NH₄F を 2 g : 0.002g : 0.02g の割合で少量の水に溶かし、蒸発乾固して BaBr₂ : Eu²⁺ を得た。得られた BaBr₂ : Eu²⁺ を石英容器に入れ電気炉で、空

気中加熱 (800°C、1時間)、窒素中加熱 (800°C、1時間)、未加熱試料を得、この3種の試料についてX線照射後、蛍光分光光度計 日本分光 FP-777 を用いて発光、励起スペクトルを測定した。

【結果】

発光スペクトルは Fig. 1 に示す様に3種類の試料全てから400nm 付近に、励起スペクトルは Fig. 2 に示す様に試料全てから580~700nm に比較的幅の広いピークが観測された。得られた発光、励起スペクトルの強度は 窒素中加熱>空気中加熱>未加熱試料となった。励起波長675nm で発光スペクトル、蛍光波長400nm で励起スペクトルの読み出しを数回行ったところ、窒素中、空気中加熱試料では強度の減衰が確認できたが、未加熱試料においては強度の減衰は認められなかった。

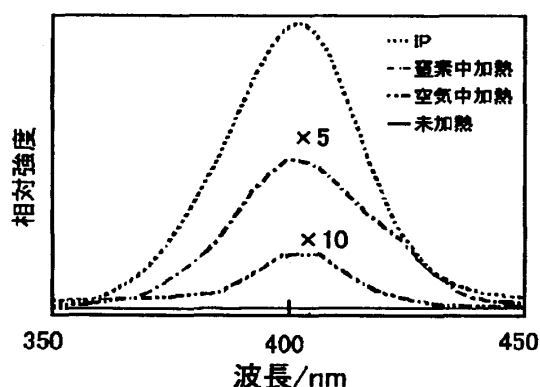


Fig. 1 BaBr₂:Eu²⁺の発光スペクトル
測定条件：励起波長：675nm (フィルタ R67)
蛍光波長：350~450nm

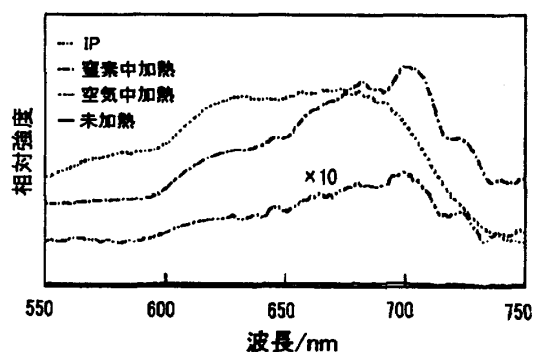


Fig. 2 BaBr₂:Eu²⁺の励起スペクトル
測定条件：蛍光波長：400nm (フィルタ UV33)
励起波長：550nm~750nm
(ピンホール+フィルタ Y44)

【考察】

輝尽発光は放射線照射により蓄積されたエネルギーが開放される為、同じ試料に続けて読み取り光を照射すれば発光強度は減衰するはずである。しかし、未加熱試料の発光、励起スペクトルの強度は減衰していないので、輝尽発光ではないと推測できる。

付活剤の Eu は Eu³⁺から Eu²⁺となり、還元されて400nm 付近の青紫~青緑色を発光することが知られている。Eu³⁺が Eu²⁺に還元されるには酸素と結合する酸化が行われてはならない。従って窒素中加熱試料が最も強度の大きいスペクトルが得られると考えられる。

【結論】

合成した BaBr₂:Eu²⁺から輝尽発光を得ようとする時、合成段階において高温での加熱処理

が必要であり、加熱処理の方法としては窒素中加熱が適していることがわかった。

(指導 山本 裕右 教授)

温度変化に伴う IP のフェーディング特性

837030 徳山 美幸

【目的】

CR システムのポータブル胸部撮影におけるフェーディング量を各温度について測定し、撮影後の IP 保管温度について検討する。

【実験方法】

- ① 80kV、5mAs で胸部ファントムを撮影し、CR システムで読み取りを行った。画像処理条件は胸部概観で行い、この際の S 値は503であった。以降、処理条件は一定とした。次に得られた胸部画像の縦郭、肺野における濃度を測定し、アルミ階段撮影によってこれと同一濃度を得た。(80kV、3 mAs)
- ② アルミ階段を撮影し、読み取りまでの時間を変えて得られたフィルムから、各部位における出力濃度値の変化を測定した。また、保管温度を(4℃、23℃、35℃)として同様の測定を行った。
- ③ 胸部画像における入出力変換曲線をブーツストラップ法により得た。②で得た濃度値をその曲線により輝尽発光量に変換し、フェーディング量の測定を行った。

【結果および考察】

フィルム上の出力濃度は時間経過に伴い減衰し、照射後 3 時間放置した場合には、濃度値1.49であった肺野で1.17となり、濃度値0.47であった縦郭で0.32となる結果が得られた。この2つの部位での濃度値を比較すると、減衰量はそれぞれ0.32、0.15であり異なる値を示した。これに対し図 1 より、入出力変換曲線を介し、肺野および縦郭での輝尽発光量の対数値に変換した場合には、共に0.23の減衰量として観測され、この2つの部位での輝尽発光量の減衰の割合は59%で一致した。よって、フェーディングの割合は、IP への到達線量に依存しないと考えられる。つまり、輝尽発光量の減衰が IP 固有の特性であり、使用する IP の状態によって、固有のフェーディングが観測された。また、輝尽発光量の減衰は図 2 に示すように、保管温度が高

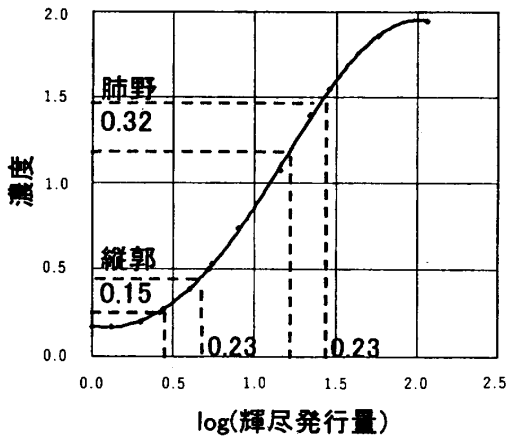


図1 入出力変換曲線

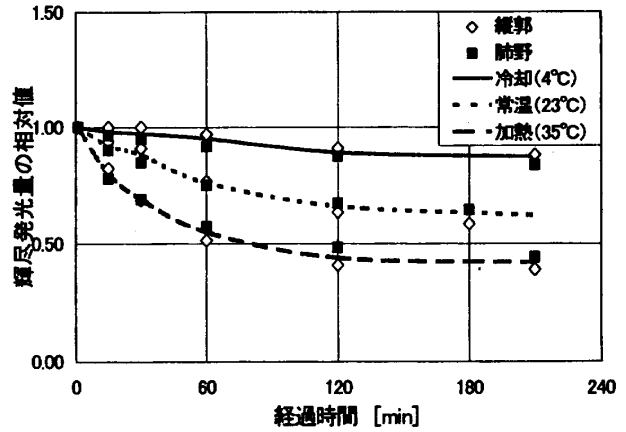


図2 時間経過に伴う輝尽発光量の減少

いほど顕著に現れ、照射後1時間ほど放置した場合には、冷却(4°C)で5%、常温(23°C)で24%、加熱(35°C)で45%の減衰として認められた。これはIP中の電子の捕獲中心となっているF中心が、熱的影響を受けるためであり、撮影後のIPを長時間保管する際は、冷却することが望ましい。

(指導 山本 裕右 教授)

TLD 素子 ($Mg_2SiO_4 : Tb$) の基本特性

837020 瀧川 史 隆

【目的】

放射線の線量測定に利用されている熱ルミネセンス線量計の原理及び装置との関係を理解する為、 $Mg_2SiO_4 : Tb$ TLD 素子 (KYOKKO MSO-S) について基本特性を測定すると共に適切な測定条件を検討した。

【方法】

TLD 素子にX線を照射し、これを加熱して発光スペクトルを得る。得られた発光スペクトルにおける発光極大波長でのグロー曲線を測定し、更に昇温速度を変えたときのグロー曲線の変化を測定した。

【結果】

発光スペクトルは381.5nm、418.5nm、438.0nm、487.5nm、552.0nm に極大波長を示した。381.5nm についてのグロー曲線を図1に示す。グロー曲線は、放射線照射後の素子を一定の昇温速度で加熱し、その時の温度を横軸に、発光強度を縦軸にとった曲線であり、図1よりグロー曲線のピーク温度は約180°Cであることが分かる。更に、昇温速度を変えたときのグロー曲線の変化を図2に示す。昇温速度が2.0°C/sの 때가最も発光強度が強く、昇温速度が遅くなるに連れて発光強度が弱くなっている。また、グロー曲線の全面積を求めると2.0°C/sの 때가最も大きい結果となった。

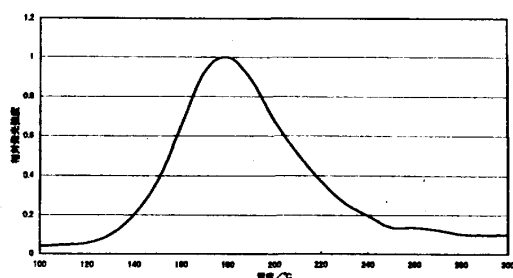


図1 Mg₂SiO₄:Tb TLD 素子のグロー曲線

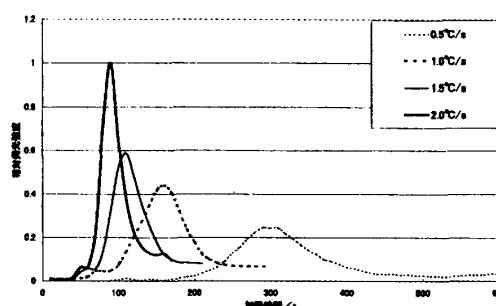


図2 昇温速度を変えたときのグロー曲線の変化

【考察】

グロー曲線を求めることで、TLD 素子の性質や必要な加熱温度を知ることができる。このグロー曲線は、昇温速度を変えることで発光強度、面積強度が変化する。熱ルミネセンス線量計は発光量の測定により吸収線量を測定するので、発光量を示すグロー曲線の全面積、即ち発光の積算値を測定する。この際、全面積が大きいほうが情報量をより多く得ることができる為、高速昇温が望ましいことがわかった。

【結論】

グロー曲線は昇温速度の違いによって変化し、吸収線量測定では高速昇温が望ましいことがわかった。

(指導 山本 裕右 教授)

合成した TLD 素子 (CaSO₄:Tm) の特性

837047 藤井 真純

【目的】

合成した2種類の TLD 素子 (CaSO₄:Tm) を比較し、合成条件や TLD 素子として備えるべき条件について検討した。

【実験方法】

CaSO₄·2H₂O 1 g に対し、Tm₂O₃ 0.00224g を添加し、硫酸20mlを加え、硫酸が蒸発するまでガスバーナーまたはホットプレート (400℃) を使用し加熱した。これを50%エタノールと蒸留水で洗浄した後、電気炉で800℃で1時間半加熱し結晶を得た。加熱にガスバーナーを用いたものを試料①、ホットプレートを用いたものを試料②とする。

両者共、X線照射後プログラム調節計を用い一定の速度で昇温しながら、熱発光スペクトルとグロー曲線を蛍光分光光度計で測定した。次に、高温側のグローピークの面積を求めることにより、放射線感度について比較した。

【結果】

試料合成において硫酸を蒸発させるのに、ガスバーナーを使用した試料①では10時間、ホットプレートを使用した試料②では3時間を要した。

発光スペクトルは図1に示す様に試料①、②共に発光極大波長は、348.0nm、362.5nm、453.0nmであった。その3つのピークそれぞれについて、グロー曲線を測定したところ図2の様に、試料①では50℃と165℃に極大を示し、その強度比は3.4:1.0であり、試料②では75℃と180℃に極大を示し、その強度比は1.0:2.7であった。また、高温側のグローピークの面積から、

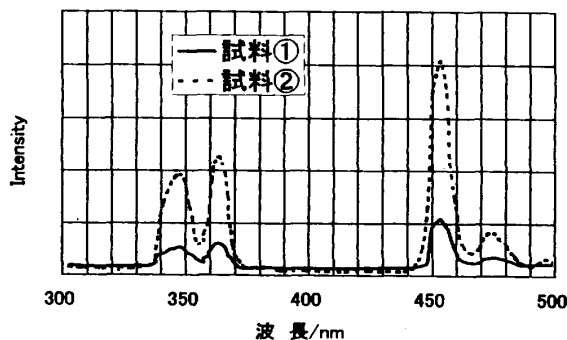


図1 発光スペクトル

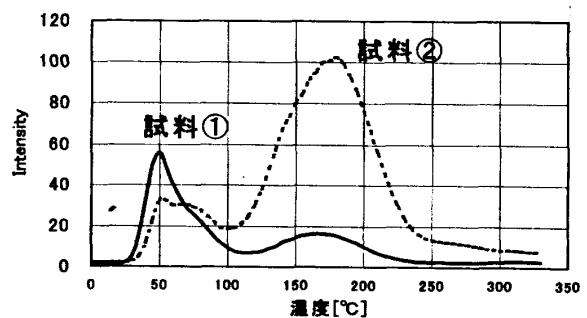


図2 グロー曲線

試料①は試料②の1/8以下の感度しかないことがわかった。

【考察】

低温側にグローピークを示す素子では、フェーディングの影響を受けやすく、あまり高温側では、素子の繰返し使用に当たり高温での十分なアニールを要するため、一般的に200℃付近に発光スペクトルのピークをもつものが、線量測定に適した素子と言える。さらに感度も高いことが、線量計としてよりよい特性をもつと言える。ゆえに試料②の方が、より安定した線量を読み取ることができる素子であると考えられる。

【結論】

フェーディングが少なく、放射線感度が高いという点で、短時間で高温加熱をした試料の方がTLD素子として優れた特性を備えていることがわかった。

(指導 山本 裕右 教授)