

## 平成13年度卒業研究論文発表要旨

<日時>平成13年12月19日

12:30~16:30

<場所>1-201教場

### フィルムとグリッドの組合せによる 胸部病変の描出能について

839048 阿部 康一

839072 佐藤 誠

#### 【目的】

各種フィルムとグリッドの組合せを変化させ、胸部病変の描出能をROC曲線を用いて比較した。

#### 【使用機器】

X線発生装置：東芝 KXO-30F、グリッド：集束型8:1、マイクロファイブ10:1

フィルム：HRS、HRL 増感紙：HR4 ファントム：肺野ファントム PBU-SS-2

#### 【実験方法】

##### (1) 散乱線含有率

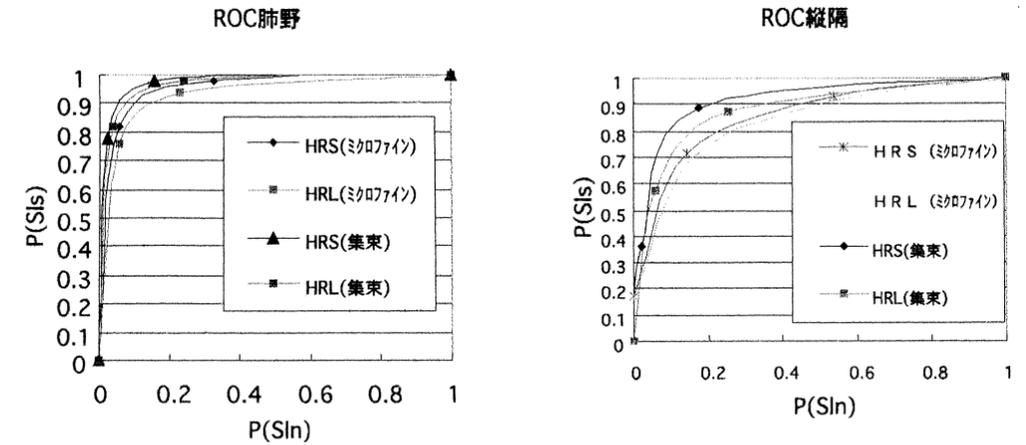
タフウォーターファントム8.5cm上に鉛ディスクを置き、撮影距離180cmで素地濃度が1.9~2.0に入る条件で撮影した。この時管電圧は110kVとした。

##### (2) MTF測定

各組合せを用いて、肺野部相当のタフウォーターファントム8.5cm上にテストチャートを重ね、管電圧110kVにて撮影した。このときチャートの窓部を濃度1.6~1.7にした。

##### (3) ROC曲線

市販の肺野ファントムの肺野部、縦隔部に模擬病変を貼り付けて撮影を行い、5段階評定法にて各種組合せのROC曲線を作成した。



#### 【結果及び考察】

散乱線含有率は、集束型8:1とマイクロファイブ10:1ともに有意な差が無かった。通常のグリッドでは10:1の方が散乱線除去率は良いが、この結果はグリッド構造上の違いによるものと考えられる。マイクロファイブはグリッドの箔の厚さが薄く、管電圧が高くなるほどX線透過率が上がってしまうために本来は集束型よりも散乱線除去率が悪いと考えられる。MTFの値は集束型8:1を用いた場合の方がマイクロファイブ10:1を上回り、またフィルムでは、HRSの方がHRLよりもMTF値は良かった。

模擬胸部病変を用いたROC評価では、肺野、縦隔ともにHRS集束型>HRL集束型>HRSマイクロファイブ>HRLマイクロファイブの順となった(図1、図2)。この結果は、MTFの測定結果と同様である。また、肺野と縦隔とでは肺野の方が描出能は高くなっている。

#### 【結語】

胸部病変の描出能はフィルムとグリッドの組合せによって異なり、肺野部、縦隔部ともにフィルムではHRLよりHRSを、グリッドではマイクロファイブ10:1より集束型8:1を使用した方が描出能が良いことが分かった。

(指導：西尾 誠示 助教授)

## ROC 曲線の評価条件による変化について

839014 市川 千代子  
839043 武田 美穂

### 【目的】

ROC 評価法の5段階評定確信度法と連続確信度法、及び観察環境、観察者の経験の有無をパラメータとして、ROC 曲線の変化を検討した。

### 【実験方法】

CR 法においてマンモファントムを撮影し、中心部の濃度が $1.20 \pm 0.05$ となるような撮影条件28kV, 63mA, 1.0sec を決定した。また、乳腺部と脂肪部の濃度差が0.30以上となるよう画像処理を行った。

#### < 視覚評価の試料作成 >

検出信号としてストローを用い、輪切りのもの (O) を“信号あり”、輪切りの一部が欠けているもの (C) を“信号なし”として各々50個をランダムに選びタフウォーターの上に置いた。

#### < 視覚評価 >

#### 実験1；確信度の違いによる比較

5段階評定確信度法と連続確信度法を用いて ROC 解析を行った。

#### 実験2；環境の変化による比較

暗室と明室の各々の環境において ROC 解析を行った。

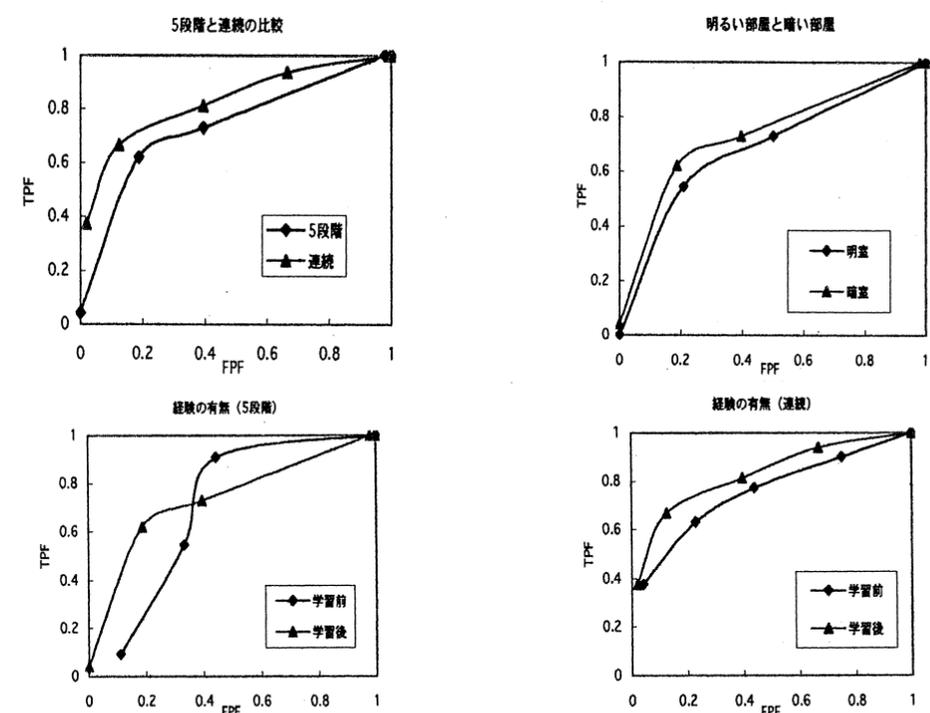
#### 実験3；評価法の習熟度による比較

両方法を用いて学習前と学習後の各々の状態において ROC 解析を行った。

### 【結果および考察】

実験1では5段階確信度法よりも連続確信度法の曲線が上回る結果が得られた。これは5段階評定確信度法では5つの確信度であったのに対して、連続確信度法は100段階で点数化することによって、より細かく評価できることによるものである。正確度が増して非常に精度の良い ROC 曲線が描けたと考えられる。また、カテゴリ内の数が平均化され、より滑らかな曲線となったといえる。

実験2では明室よりも暗室下の環境の方が正答率は上回った。明室の場合は周囲の明るさに



よって、シャカステンの明るさが相対的に低下して試料が識別しづらくなることと、また観察者の視覚的な疲労も影響していると考えられる。

実験3では学習前より学習後の方が正答率は上回った。これは十分な学習を行うと次第に画像の見方が上達してバラツキが小さくなり正しい評価が得られたといえる。

実験3では経験の有無を連続確信度法で評価したがこれを5段階確信度法で行ったものと比較すると連続確信度法は十分に学習を行わなくても、ある程度形の良い曲線が描ける。これは5段階の場合は確信度が5つと少ないため、そのときの回答(確信度)によって直接曲線に大きく影響を与える。しかし、連続では点数により細かく評価できるので、例えば同じものに対して48点または59点と判断したとしても同じカテゴリ内に入る可能性があり、観察者の評価の点数が微妙に違って曲線への影響が少ない。よって、連続確信度法は経験の有無に関係なく再現性が優れているといえる。

### 【結論】

連続確信度法は5段階評定確信度法より細かい評価ができるので、安定した形の良い ROC 曲線が得られる。試料を評価するときは暗い環境で行い、更に観察者は十分な学習が必要である。

(指導 西尾 誠示 助教授)

## 高感度増感紙／高格子比グリッドの有用性

839007 大和田 陽  
809069 木下 麻希子

### 【目的】

高格子比グリッドを使用するとフィルムに到達する線量は減少する。この線量の減少による濃度低下を高感度増感紙で補い、得られた画像について物理的の評価、及び視覚的評価を行った。

### 【方法】

1. 組合せ (同一撮影条件時に同等濃度になる組合せ)

- ・標準感度増感紙 HR-4 / グリッド 5 : 1
- ・高感度増感紙 HR-8 / グリッド 12 : 1

2. 物理的評価

- ・鮮鋭度評価：被写体厚20cmの状態でもコントラスト法により MTF を求めた。
- ・粒状度評価：被写体厚20cmの状態でも RMS を求めた。

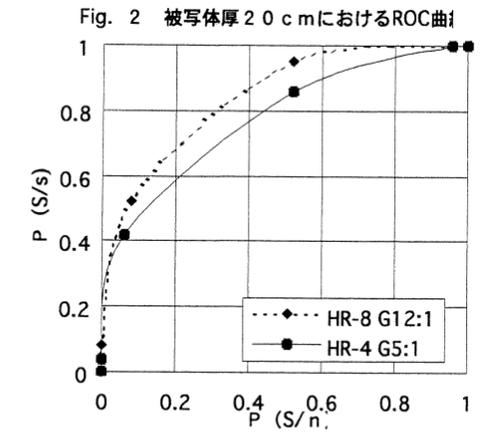
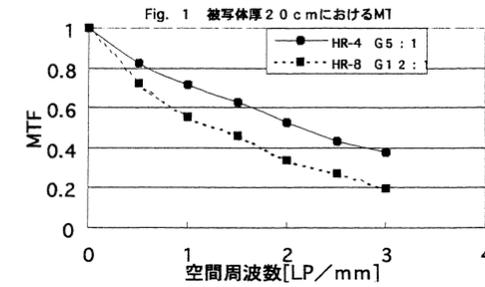
3. 視覚的評価

ファントム20cm上にランドルト環チャート置いて中心部の濃度が $1.00 \pm 0.05$ となる撮影条件で撮影した。5段階評定確信度法にて ROC 解析を行った。

### 【結果及び考察】

物理的評価では、鮮鋭度、粒状度ともに HR-4 の方が HR-8 に比べ良い結果を示した。ここではグリッドの散乱線除去効果によるコントラストの改善よりも増感紙自身の鮮鋭度の影響が大きいことが推察される(図1)。また、粒状度の比較では高感度増感紙による粒状度の低下が予測されたが、大差は見られなかった。

視覚的評価においては、高格子比グリッドを用いた HR-8 (高感度増感紙)の方が優れていた。これにより高感度増感紙と高格子比グリッドの組合せは低コントラスト信号の描出能を向上することがわかった(図2)。ここで増感紙の鮮鋭度が悪く、尚且つフィルム面に到達する線量が減少しているにも係わらず、視覚的な評価が優れているのはグリッドの散乱線除去効果によるコントラストの改善が大きな要因であると考えられる。



### 【まとめ】

本実験では高格子比グリッドを使用することによる濃度低下を高感度増感紙で補った。この組合せから低コントラスト構造については、鮮鋭度、粒状度よりもコントラストの改善を優先した方が描出能は向上した。

(指導 西尾 誠示 助教授)

## 斜入 X 線と IP 厚に起因する鮮鋭度の低下について

839058 池野 直哉  
839066 立花 和明

### 【目的】

X線撮影では線束を受光系に対して斜入することがあり、フィルム・増感紙系では鮮鋭度の低下が見られる。CR 画像から斜入角と IP 厚に起因する鮮鋭度の低下について検討した。

### 【使用機器】

- ・X線発生装置：KXO-30F (TOSHIBA)
- ・CR：FCR-9000 (FUJI FILM MEDICAL)
- ・銅線：0.28, 0.35, 0.55, 0.9, 1.2 [mmφ]
- ・マイクロデンシトメーター：2405型 TYPE-B (阿部設計)

【方法】

像の拡大及び鮮鋭度を評価するために信号物質には、径の異なる銅線0.28mmφ、0.35mmφ、0.55mmφ、0.9mmφ、1.2mmφを等間隔に並べIPに密着させた。

撮影条件を60kV、50mA、0.08sec、フィルム焦点間距離を200cmとして、カセットをそれぞれ0°～40°まで10°毎変化させて撮影を行った。

CR処理条件はTEST mode AVE2.0でEDRはFIX modeで標準的な200で行った。

各々の銅線像の幅はデンストメータで測定し、その幅を矩形波チャートの10 [lp/mm]部をスキャンすることによって換算した。実際の評価には0.28～0.55mmφではCRの書き込みの走査線が影響した為、銅径0.9mmφ、1.2mmφの結果を採用した。

【結果及び考察】

斜入角30°、40°においては、径の異なる銅線すべてにおいて銅線像(以下、像幅とする)の拡大が認められた(Fig.1)。ここではX線の斜入による拡大が見られるが、10°20°では拡大は見られない。

IP厚を0と仮定した時の異なる径に対する比率は一定であり、径には依存しないが、実験値では径に対する依存があった(Fig.2)。

※比率：0°の像幅=1に対する各像幅の比率

実験範囲内ではX線を斜入してもIP厚に起因する鮮鋭度の低下は少ないと言える。幾何学的な要因により歪みなどの像幅の拡大は認められるが、結果からも比率は1.1程度のものである。CRでは3段階の画像形成に伴い読み取り・書き込みの走査線が大きく影響している為、斜入角のボケより画素サイズのボケが大きいと考えられる。

実際の臨床撮影において、半切；17インチ、FFD=180～200cmにより行う胸部単純撮影や4切；6インチ、FFD=120程度で行う頭部撮影では、照射野(IP)端付近の線束入射角は概算で6～7°であり、10°以下での斜入角に依存した像幅の変化は診断上影響が無いことが言える。また、30°、40°においても、像幅の変化は1割程度の一様なものであり、同様なことが言える。

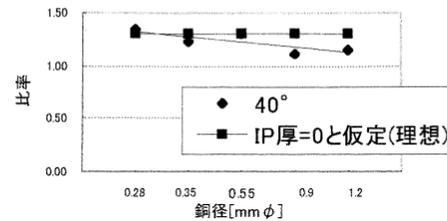


Fig.1: 角度変化に伴う比率の変化

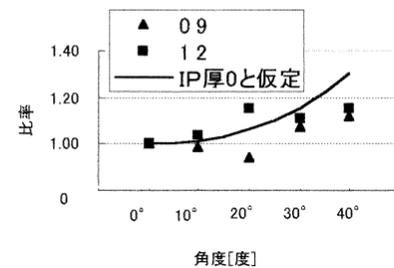


Fig.2: 径に対する比率の変化

【結語】

斜入X線とIP厚に起因する鮮鋭度の低下は認められなかった。CRの書き込み走査線幅(画素サイズ)が約100μmである為、200～300μmの細かい線状のものでは斜入角のボケ以前に画素サイズのボケが大きいと考えられる。

(指導 西尾 誠示 助教授)

放射線治療における  
Physical Wedge と Virtual Wedge の比較

839027 小山 龍

【目的】

近年、放射線治療分野ではIMRT(3次元強度変調放射線治療)などの照射技術が進歩している。それは、MLC(マルチリーフコリメータ)のコンピューター制御により、治療容積に合わせて照射野を形成する技術やVirtual Wedge(以下VW)が可能となった。この装置により、目的部位にのみ大線量を集中的に照射することができるようになった。

VWの特徴として、任意の角度が形成できる。ウェッジを取り外す必要が無い為、患者への落下などの危険が無い。従来のPhysical Wedge(以下PW)より出力線量が少なく済むため、一人にかかる治療時間が短縮でき、患者の負担が軽減できる。

そのため近年PWからVWに移行されはじめている。それにあたっての問題点を挙げ、比較実験し検討したので報告します。

【実験装置・条件】

- ・リニアック…東芝 MEVATRON KD2/50 (川崎市立病院)
- ・水ファントム…TDS-1 (Scanditronix Med.)
- ・指頭型電離箱…RK Ion Chamber (Scanditronix Med.)
- ・照射野 A<sub>0</sub>…10×10cm
- ・エネルギー…4MV X線、30MU
- ・ウェッジ角度…45°

【結果・考察】

3.1. 深部量百分率 (PDD) 曲線での比較

Fig.1 は深部量百分率 (PDD) 曲線による VW と PW の比較を示す。Fig.1を見ると VW とオープン照射野は、ほぼ同じ値を示している。しかし、PW と VW の PDD 曲線を比べてみると、VW の値が低くなっている。この原因として、PW では物理ウェッジの挿入によりビームハードニングが起るためだと考えられる。

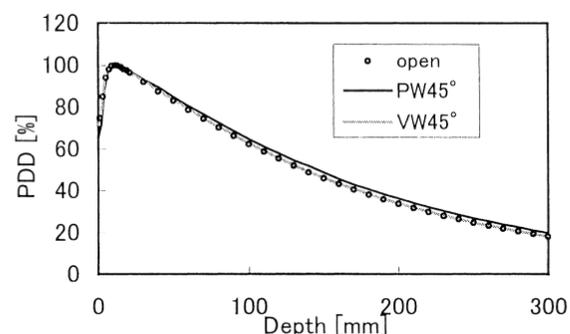


Fig.1 深部量百分率(PDD)曲線による VW と PW の比較

### 3.2. 軸外線量比 (OCR) 曲線での比較

Fig.2 は軸外線量比 (OCR) 曲線での VW と PW の比較を示す。PW と VW の傾きを比べると、5%程度の差が生じた。Relative Dose [%] は10mm 深で規格化した。

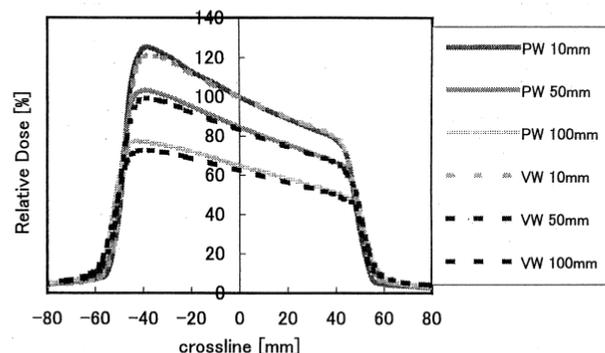


Fig.2 軸外線量比(OCR)曲線での VW と PW の比較

### 【結論】

VW と PW を PDD 曲線と OCR 曲線について比較した結果、ビームハードニングにより VW は PW より値が低くなっていることが確認できた。以上より、放射線治療で VW を使用する時は、この特性を把握した上で治療計画における線量分布を補正する必要があると考えられる。

(指導 佐藤 昌憲 助教授)

## 類似した組成の蛍光体を持つ IP と増感紙の発光特性

839033 井上 留美

### 【目的】

BaFBr: Eu<sup>2+</sup>蛍光体を持つ IP (ST-III<sub>N</sub>) と、BaFCl: Eu<sup>2+</sup>蛍光体を持つ増感紙 (Q-65、Q-120)

についてフォトルミネセンス、輝尽発光、X線照射時の瞬時発光を測定し比較する。

### 【使用装置・器具】

イメージングプレート (IP) : FUJI ST-III<sub>N</sub>、増感紙 : TOSHIBA Q-65、Q-120、分光蛍光光度計、マルチチャンネル検出器

### 【実験方法】

①フォトルミネセンスの測定、②X線照射時の瞬時発光の測定、③輝尽発光の測定。

### 【結果】

測定された各々の発光ピーク波長を表に示す。また、ST-III<sub>N</sub>、Q-65、Q-120 の輝尽発光を図に示す。

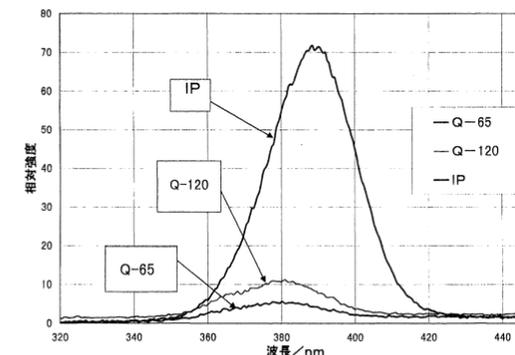
### 【考察】

X線を照射した後630 nmの赤色光を照射したところ ST-III<sub>N</sub>、Q-65、Q-120 全てに発光が見られた。この現象は輝尽発光といい、X線などの一次励起によりそのエネルギーが電子と正孔の形でトラップに捕獲され、赤色光の照射による二次励起により捕らえられていた電子や正孔が解放され、青紫色の発光をする現象である。現在まで輝尽発光の観測されていないQ-65、Q-120 に関しては、輝尽発光であることを確認するために続けて二回の測定を行ったところ強度の減少が見られ、輝尽発光であることが確認できた。また、輝尽発光、フォトルミネセンス及びX線照射時の瞬時発光において、いずれも ST-III<sub>N</sub>の方が長波長側に発光ピークが現れた。このようにフォトルミネセンス、X線照射時の瞬時発光、輝尽発光の各々において ST-III<sub>N</sub>とQ-65、Q-120 は同様の傾向を示すが、発光ピーク波長に違いが見られた。これは、ST-III<sub>N</sub>とQ-

表 ST-III<sub>N</sub>、Q-65、Q-120の各種発光ピーク波長

	発光ピーク波長 / nm		
	ST-III <sub>N</sub>	Q-65	Q-120
フォトルミネセンス	370	360	360
瞬時発光	404	388	387
輝尽発光	390	380	380

図 輝尽発光スペクトル



65、Q-120 の蛍光体中のハロゲン化物イオンが異なることによる Eu の発光準位のエネルギーの違いによるものだと考えられる。

【結論】

類似した蛍光体を持つ ST-III<sub>N</sub> と Q-65、Q-120 はフォトルミネセンス、X線照射時の瞬発光、輝尽発光の各々で同様の発光が見られ、Q-65、Q-120 からの輝尽発光を確認することができた。

(指導 山本 裕右 教授)

## 合成した BaFBr: Eu<sup>2+</sup> と S T-III型イメージングプレートの特性

839030 中 川 恵里香

【目的】

BaFBr: Eu<sup>2+</sup> を合成し、市販の ST-III型 IP と特性の比較を行う。

【使用機器および試薬】

BaCO<sub>3</sub>、HBr (47%)、BaF<sub>2</sub>、EuCl<sub>3</sub>・6H<sub>2</sub>O、分光蛍光光度計 (JASCO FP-6500)、イメージングプレート Fuji ST-III型

【方法】

蛍光体の合成を以下の①～③の手順で行い、合成した発光体と、ST-III型 IP のフォトルミネセンス、輝尽励起スペクトル、輝尽発光スペクトルの測定を行った。

- ① BaBr<sub>2</sub>の合成：BaCO<sub>3</sub> + 2HBr → BaBr<sub>2</sub> + CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O
- ② BaFBr: Eu<sup>2+</sup>の合成：BaBr<sub>2</sub> + EuCl<sub>3</sub>・6H<sub>2</sub>O + BaF<sub>2</sub> → 2BaFBr: Eu<sup>2+</sup>
- ③ BaFBr: Eu<sup>2+</sup>を石英皿に入れ電気炉で窒素を流しながら830℃で1時間加熱。

【結果】

ST-IIIと合成した発光体のフォトルミネセンス、輝尽励起スペクトル、輝尽発光スペクトルの比較を図1～3に示した。また、それぞれのピーク値を以下の表に示した。

【考察】

フォトルミネセンスでは370、393nm 及び392nm に発光極大が見られた。これはすでに知られ

表 ピーク値の比較

		波長/nm	相対強度
PL	ST-III	370, 393	1, 0.9
	合成	392	0.3
輝尽 励起	ST-III	571, 653	0.9, 1
	合成	532, 626	0.2, 0.3
輝尽 発光	ST-III	388	1
	合成	389	0.2

図2 輝尽励起スペクトル

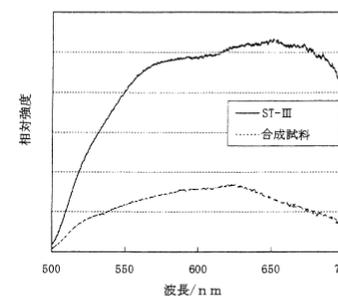


図1 フォトルミネセンス

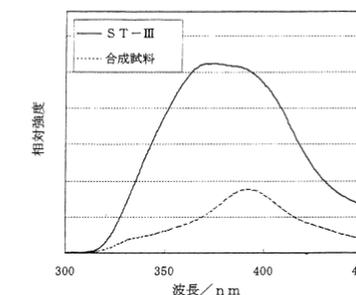
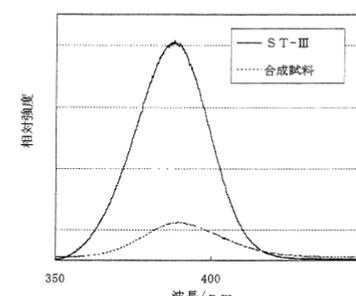


図3 輝尽発光スペクトル



ているように Eu<sup>2+</sup>からの発光であると帰属する事が出来る。ST-IIIと合成したものでは ST-IIIの方が発光強度が約3倍強かった。輝尽励起スペクトルでは ST-IIIの方が約3～5倍発光強度が強く、ST-IIIでは570nm と650nm 付近に、合成したものは530nm と630nm 付近にピークが観測された。530nm と570nm 付近に観測されたピークは F<sup>-</sup>の F センター、630nm と650nm 付近のは Br<sup>-</sup>の F センターによるものである。輝尽発光スペクトルは ST-III、合成したもの共に390nm 付近にピークが見られ ST-IIIの方が約5倍発光強度が強かった。

【結論】

IP の輝尽発光体には BaFX: Eu<sup>2+</sup> (X: ハロゲン) が用いられるが、今回の実験では X が臭素のものを合成した。合成したものと ST-III型 IP を比較した結果、合成したものより ST-IIIの方が3～5倍発光強度が強かった。

(指導 山本 裕右 教授)

## 昇温速度の違いによる MSO-S(Mg<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>:Tb)の グロー曲線の変化

839052 池田佳代

### 【目的】

昇温速度の違いによって MSO-S(Mg<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>:Tb)のグロー曲線がどのように変化をするか調べる。

### 【実験装置・器具】

TLD 素子：極光 MSO-S Mg<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>:Tb,

X 線装置：TOSHIBA KXO-50G, 分光蛍光光度計：JASCO FP-777 型,

プログラム調節計：EC5900A 大倉電気株式会社,

定電圧/定電流直流電源：TAKASAGO GPO110-3, X-Y レコーダー：RIKEN DENSHI F-3DG

### 【実験方法】

1. MSO-S 素子を、70kV, 125mA, 0.10sec, FFD: 28.5cm で20回 X 線照射した。
2. 照射 2 時間後、素子を30℃ から330℃ まで2.0, 1.0, 0.5, 0.25℃/s の昇温速度でそれぞれ昇温させ、グロー曲線の変化を測定した。

### 【結果】

発光強度対加熱時間の曲線の変化を図1に示す。昇温速度が速くなるにつれ発光強度が強くなる傾向を示した。また、同様にグロー曲線(横軸：温度)の昇温速度の違いによる変化を図2に示す。図2より、昇温速度が速くなるに従ってグローピークは大きくなり、最大ピークも高温部へ移動した。

### 【考察】

図1の結果より昇温速度が速くなるに従って、ピークの高さ(発光強度)が高くなったが、これは単位時間当たり特定のエネルギー準位に捕獲された電子の放出確率が増し、発光量もこれに比例して増加するためであると考えられる。また図2では昇温速度が速くなるに従って、ピークも高温部へ移動し、グローピーク強度は強くなった。これは昇温速度が速いと、熱平衡に達するのに時間がかかるため高温側へピークがずれたものと考えられる。

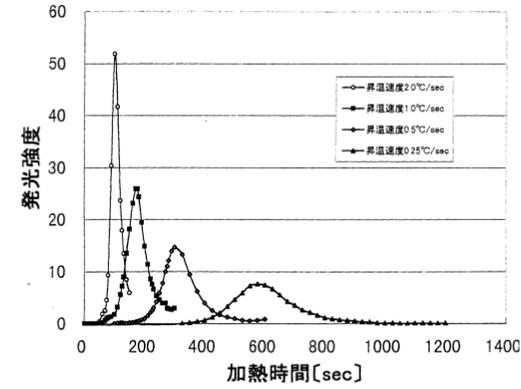


図1 発光強度対加熱時間の曲線の変化

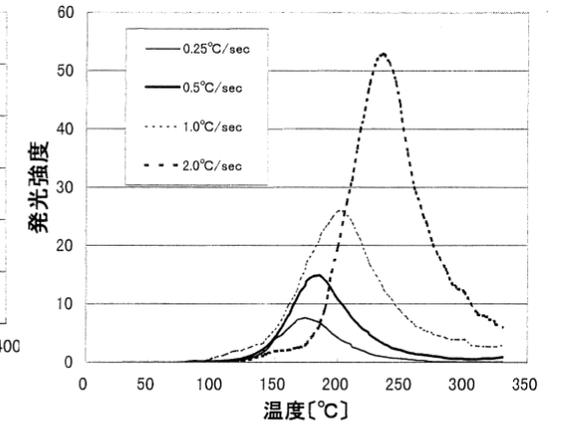


図2 グロー曲線(横軸:温度)の昇温速度による変化

### 【結論】

昇温速度により発光強度を時間の関数で示した曲線では発光強度等が変化し、発光強度を温度で示したグロー曲線では発光強度、グローピーク、最大ピーク、そしてグロー曲線下の面積等が異なった。そこで線量測定する際、グロー曲線下の全面積すなわち発光の積算値を測定する場合には、グロー曲線下の面積が大きい方が情報量が多くなるため、昇温速度は速い方がよいということが分かった。

(指導 山本 裕右 教授)

## アニーリングによるグロー曲線の変化

839071 市村光世

### 【目的】

TLD素子 CaSO<sub>4</sub>:Tm を用いてアニーリングによるグロー曲線の変化について調べる。

### 【方法】

①市販の CaSO<sub>4</sub>:Tm (National UD-110S) 素子 2 本(素子 1、2)を 70kV、200mA、0.20sec で20回照射した。照射 1 時間後に素子を昇温速度0.5℃/s で30℃～330℃ まで昇温し、グロー曲線を測定した。これを 2 回行った。

②実験 1 の素子 1 を電気炉の中で600℃ まで加熱し、アニーリングを行った。アニーリング後再

び、実験1と同じ条件でグロー曲線を測定し、実験1と比較した。

③次に、素子1と同じ条件下でアニーリングした異なるCaSO<sub>4</sub>:Tm(素子2)のグロー曲線を測定し、素子1、2をグロー曲線から比較した。

【結果】

アニーリング前後のグロー曲線の変化を図1に示した。アニーリング前のグロー曲線のピーク温度は250℃付近にあったのに対し、アニーリング後は230℃付近にずれ、アニーリング前後ともに2回目の測定の方が1回目比べて124%、114%と強い発光強度を示した。次に、アニーリング後の2本の素子の測定値を図2に示した。高温部分のピーク位置は4回の測定ともに230℃であった。同一素子での発光強度は素子1で14%、素子2で10%違った。また、二つの素子での発光強度は1回目で4%、2回目で8%違った。

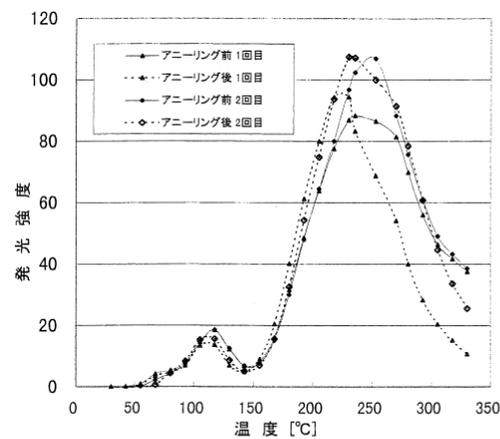


図1 アニーリングによるグロー曲線の変化

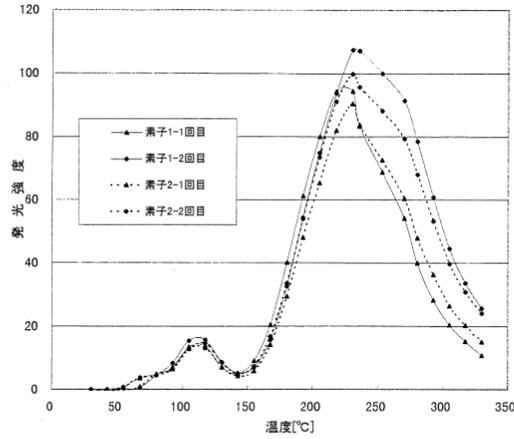


図2 アニーリング後の2本の素子の測定値

【考察】

図1でアニーリング前のグロー曲線のピーク温度は250℃付近にあったのに対し、アニーリング後は230℃付近にずれていた。これは、主ピークは本来二つのピークが重なっており、600℃の高温でアニーリングしたために330℃以上の高温側トラップに残っていた電子が解放され、二つの捕獲準位の内、低温側の浅い準位に電子が多く放出され、ピーク位置が低温側にずれたと考えられる。また、アニーリングの前後ともに2回目の方が発光強度が大きかった理由は、1回目の測定で解放されなかった電子が捕獲準位に残り、2回目の測定に蓄積されたため220℃~230℃の発光強度が大きくなったものと考えられる。次に、図2から同じ素子では主ピークが同じ位置になる事が確認できたが、2本の素子のグローピーク面積を求め、比較してみると、

1、2回目ともに素子1の方が大きい値を示した。これより、市販の素子は同じ素子でも感度に差があるため、使用時には注意が必要であることが分かった。

【結論】

600℃でアニーリングした場合、グロー曲線のピーク位置が低温側にずれ、形も変化した。よって、アニーリングはグロー曲線の形に影響を及ぼす因子であることが分かった。

(指導 山本 裕右 教授)

イメージングプレートのフェーディング現象

839046 池田 昌隆

【目的】

イメージングプレートに使用されている輝尽発光体の発光スペクトルを測定し、温度変化によるフェーディング現象を測定し、その速度論的解析を行う。

【方法】

IP(ST-V)を切り取りアルミホイルに包み、X線を120kV、5mAs、FFD=100cmの条件で10回照射し、5、20、30、50℃で保存したのについて照射直後、30分、1、2、4、8時間後の輝尽発光スペクトルを蛍光分光光度計で測定し、発光強度の相対値の対数をプロットしてフェーディング曲線を得た。今回はこのフェーディング曲線を2つの指数関数の合成であると仮定し、以下の式を用いて実測されたフェーディング曲線に合うようにk<sub>1</sub>、k<sub>2</sub>、A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>を求めた。

$$I(t) = A_1 \cdot \exp(-k_1 \cdot t) + A_2 \cdot \exp(-k_2 \cdot t)$$

$$I(t) : t \text{ 分後の発光量} \quad A : \text{定数} \quad k : \text{速度定数}(\text{min}^{-1}) \quad t : \text{時間}(\text{min})$$

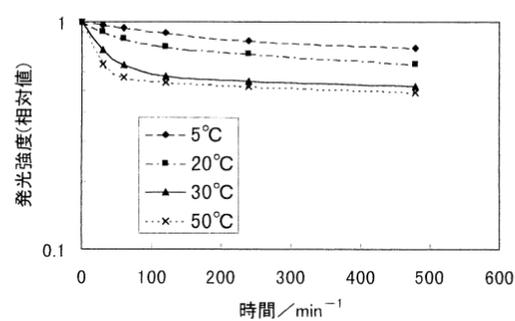
【結果】

得られたグラフを図に示す。このグラフからフェーディング曲線は速い成分と遅い成分の少なくとも2つの指数関数の合成であることがわかる。また経過時間が短い領域では温度によるフェーディング速度の違いが顕著であるのに対し、経過時間が長くなると傾きはほぼ一定になり温度によるフェーディング速度の違いはほとんど認められなかった。各温度について求められたk<sub>1</sub>、k<sub>2</sub>、A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>を表に示す。

表 種々の温度におけるフェーディング曲線の数値

温度/°C	A <sub>1</sub>	k <sub>1</sub> /min <sup>-1</sup>	A <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> /min <sup>-1</sup>
5	0.23	5.5 × 10 <sup>-3</sup>	0.77	8.0 × 10 <sup>-5</sup>
20	0.20	2.0 × 10 <sup>-2</sup>	0.80	4.2 × 10 <sup>-4</sup>
30	0.42	2.9 × 10 <sup>-2</sup>	0.58	2.1 × 10 <sup>-4</sup>
50	0.44	5.1 × 10 <sup>-2</sup>	0.56	2.7 × 10 <sup>-4</sup>

図 種々の温度におけるIPのフェーディング曲線



【考察】

発光量の減少は温度上昇と共に増加し、フェーディング速度は温度が高いほど速かった。これはIP中の電子の捕獲中心であるF中心が熱的影響を受けるためである。またフェーディングの速い成分の速度定数であるk<sub>1</sub>は温度の上昇と共に著しく増加しており5°Cでは5.5 × 10<sup>-3</sup>/min<sup>-1</sup>、50°Cでは5.1 × 10<sup>-2</sup>/min<sup>-1</sup>で50°Cでは5°Cの約10倍であったのに対し、遅い成分の速度定数であるk<sub>2</sub>では5°Cで8.0 × 10<sup>-5</sup>/min<sup>-1</sup>、50°Cで2.7 × 10<sup>-4</sup>/min<sup>-1</sup>と50°Cでは5°Cの約3倍であった。このように5-50°Cにおいて温度上昇に伴うk<sub>2</sub>の増加はk<sub>1</sub>に比べ小さかった。またA<sub>1</sub>は5、20°Cのときに0.2程度であったが30、50°Cでは0.4程度であり温度が高いほど速い速度成分の寄与が大きいことがわかった。

【結論】

IPのフェーディングは照射から60分程度は温度にかなり依存し、それ以上の時間が経過すればほとんど温度に依存しないことがわかった。

(指導 山本 裕右 教授)

## 合成したTLD素子CaSO<sub>4</sub>:Tmの加熱処理による特性の違い

839021 嶋 崎 奈央子

【目的】

TLD素子CaSO<sub>4</sub>:Tmを合成し、加熱処理の違いによる発光強度を比較する。

【使用装置・器具・薬品】

CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O：和光純薬工業(株) 試薬特級、  
Tm<sub>3</sub>O<sub>3</sub>：和光純薬工業(株)、硫酸：和光純薬工業(株) 精密分析用、  
電気炉、温度制御装置：大倉理研(株)、分光蛍光光度計：JASCO FP777

【方法】

CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O 1.00g に対し Tm<sub>3</sub>O<sub>3</sub>を1.12mg 添加し、硫酸を10ml 加え、ホットプレートを用いて硫酸が完全に蒸発するまで加熱した。得られた結晶を蒸留水とエタノールで洗浄し、乾燥したら試料を2つに分け、一方はそのままの状態をこれを試料①としもう一方は電気炉で800°C、1時間30分加熱し、試料②とした。試料を70kV、125mA、0.2sec で10回照射し、2時間後に分光蛍光光度計で昇温速度0.5°C/s で30~330°Cまで昇温し、グロー曲線を測定した。

【結果】

試料①、②のグロー曲線を図に示す。試料①では100°Cと210°C付近、試料②では80°Cと210°C付近にピークが観測された。発光強度は加熱処理を行った試料②の方が強く、面積で評価すると試料①の2.23倍の強度を示した。

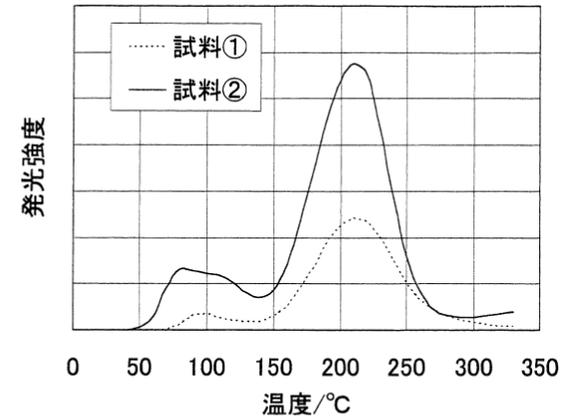


図 グロー曲線

【考察】

図から非加熱の場合(試料①)と加熱した場合(試料②)を比較すると、高温加熱することによってグローピーク温度(210°C)は変化しないが、発光量のみが増加していることがわかる。このことから加熱処理することで同一トラップにおける捕獲電子数が増加し、その結果発光強度も強くなったと考えられる。TLD素子はグローピーク温度が高く、放射線感度が高いことが必要とされるので試料②の方がTLD素子として優れているといえる。

【結論】

TLD素子を合成する際、800°Cでの加熱処理を行うことによって感度が高い素子ができることがわかった。

(指導 山本 裕右 教授)

## 乳房撮影用片面増感紙の バック側使用とフロント側使用の比較

839040 佐野 ちあ希

### 【目的】

通常バック側で使用される2種類の乳房撮影用片面増感紙の特性を比較するとともに、バック側で使用した場合とフロント側で使用した場合の感度、鮮鋭度を比較、検討する。

### 【使用機器・器具】

増感紙 Fuji UM MAMMO FINE, MEDIUM,  
フィルム Fuji UM-MA HC, 乳房 X 線撮影装置 TOSHIBA MGU-100B

### 【方法】

- ① FINE、MEDIUM の増感紙、フィルムについて X 線の吸収を観察した。
- ② FINE と MEDIUM の増感紙をバック側に置き、同一条件でアクリル階段を撮影しブーツトラップ法により特性曲線求め、MTF を測定した。
- ③ FINE と MEDIUM の増感紙をフロント側に置き②と同様に測定を行った。

### 【結果】

- 増感紙、フィルムのそれぞれの X 線の吸収は、MEDIUM > FINE > フィルム の順で大きいことが分かった。
- FINE と MEDIUM を比較すると特性曲線からバック側、フロント側共に FINE の相対感度を 1.00 とした時、MEDIUM は 1.48 となり MEDIUM の方が感度は良く、鮮鋭度は図の MTF の測定結果から FINE の方が良かった。
- FINE、MEDIUM の両増感紙をバック側とフロント側に置いた場合を比較すると特性曲線からバック側の相対感度を 1.00 とした時 FINE、MEDIUM ともにフロント側では 0.61 となり、フロント側

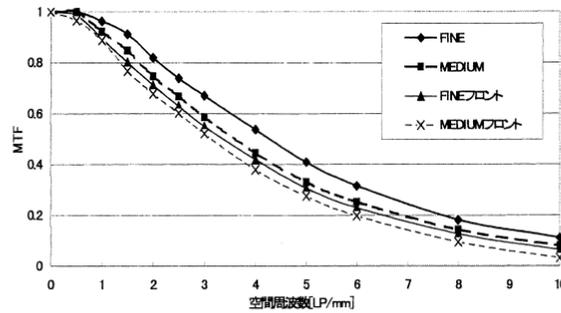


図 2 種類の増感紙における MTF 曲線

に使用した方が感度も鮮鋭度も低かった。

### 【考察】

FINE と MEDIUM の 2 種類の増感紙について比較すると MEDIUM の方が感度が高くなったのは、蛍光体層が厚く、発光量が大きいためである。鮮鋭度は、FINE の方が蛍光体層が薄いので光の広がりが小さくなったため良かった。

増感紙をバック側、フロント側に置いた場合を比較するとバック側使用よりフロント側使用の方が感度、鮮鋭度ともに低下した。感度が低下したのはバック側使用では入射 X 線がフィルム一枚の減弱に対し、フロント側使用では増感紙一枚分減弱するため減弱の割合が大きいためである。蛍光体層内の発光強度は増感紙をバック側に置いた場合は表面に近い程強く、奥の方ほど X 線が減弱し弱くなるため光の広がりが小さいのに対し、フロント側に置いた場合は発光強度が表面より奥の方が強いため、光の広がりが大きくなり鮮鋭度が低下したものと考えられる。

### 【結論】

Fuji UM MAMMO FINE と MEDIUM の増感紙において蛍光体層の厚さの違いから感度、鮮鋭度に差が見られた。フロント側使用とバック側使用ではバック側の方が感度、鮮鋭度ともに良かった。

(指導 山本 裕右 教授)

## イメージングプレートの感度特性

839023 木本 大樹

### 【目的】

イメージングプレート ST-V<sub>N</sub>型と BAS-MS を読み取り装置である分光光度計 FP-3000 と FUJIFILM BAS-1800 にて読み取りを行い、感度特性について比較、検討する。

### 【実験方法】

1. 2 種類の IP を 60kV、200mA、0.056sec、FFD=100cm にて 10 回照射を行った。
2. X 線を照射した 2 種類の IP の輝尽発光スペクトルを測定した。

3. 2種類のIPをFUJIFILM BAS-1800で読み取り、1mAs、5mAs、10mAs、20mAsでのPSL値を求めた。

【結果及び考察】

蛍光分光光度計で測定した輝尽発光スペクトルを図1に、ST-V<sub>N</sub>とBAS-MSのBAS-1800で読み取った強度分布を図2、3に示す。蛍光分光光度計で測定した発光強度比は、ST-V<sub>N</sub>:BAS-MS=2.1:1.0となり、BAS-1800で測定した強度比はST-V<sub>N</sub>:BAS-MS=2.2:1.0となった。このように、2種類のIPを蛍光分光光度計とBAS-1800で求めた強度比は、ほぼ等しい強度比が得られた。2種類のIPの発光体層の厚さ観測するために、5cm×4cmの両IPをフィルム上で撮影し、特性曲線を求め、IPの濃度を特性曲線を使って比露光量の比を求めた結果、BAS-MSはST-V<sub>N</sub>に対し、1.6倍大きいことから、ST-V<sub>N</sub>の方が蛍光体層が厚いことが分かる。つまり、今回の実験からはST-V<sub>N</sub>の方が蛍光体層が厚いため感度が良いことが分かった。

【結論】

IPの感度は蛍光体層の厚さによって決まり、ST-V<sub>N</sub>とBAS-MSとでは感度の差が約2倍異なることが分かった。

(指導 山本 裕右 教授)

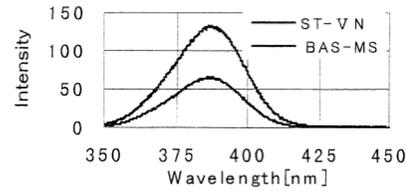


図1 輝尽発光スペクトル

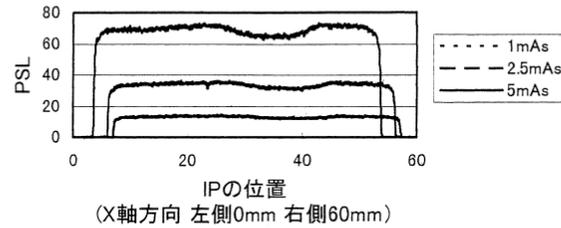


図2 IPの強度分布

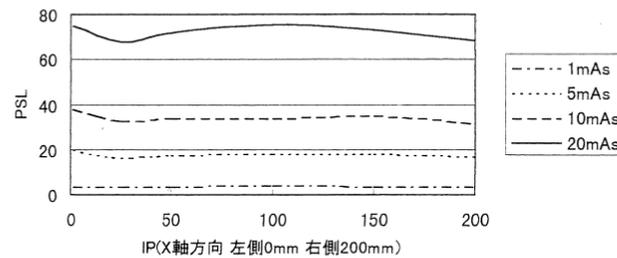


図3 強度分布 (BAS-MS)

乳房撮影における被曝線量の測定

839031 佐藤 英 俊

839063 日 色 誠

【目的】

管電圧、厚さ、フィルターを変化させたときに、乳房撮影における被曝線量がどのように変化するかを調べる。

【方法】

1. グリッドとホットタイマを使用し、Mo フィルターにおいて、乳房ファントムの厚さを3.0cm～5.0cm まで5mm ずつ、管電圧を 24kV～34kV まで 2kV ずつ変化させ、乳房の表面被曝線量、乳腺被曝線量を測定した。
2. フィルターを Rh に変え、1と同じ測定を行った。

【結果】

図1に管電圧と表面線量との関係を示し、図2に管電圧と乳腺線量との関係を示す。パラメータはフィルターとファントム厚である。

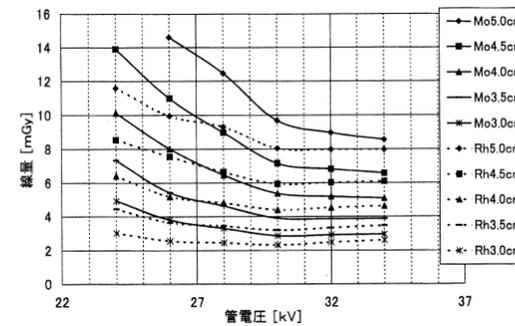


図1 表面における管電圧と線量との関係

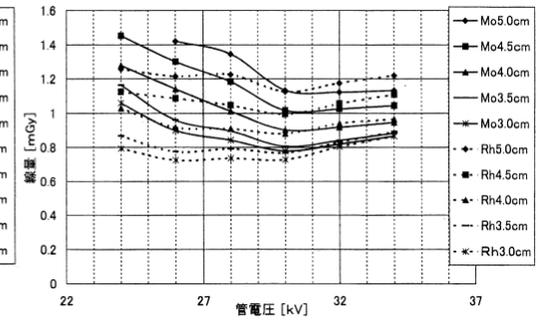


図2 乳腺における管電圧と線量との関係

図1から分かるように、表面線量は2.4～15.0mGyで撮影条件により変化する。特に、Mo フィルターでファントムが厚いときに線量が多くなっている。また、ファントムが薄いほど管電圧依存性が小さくなっている。

図2から分かるように、乳腺線量は0.7～1.5mGyであり、表面よりもかなり少なくなっている。

る。Mo フィルターでファントムが厚いときに被曝が多いが、図1の表面のときほど顕著ではない。また、管電圧依存の程度も小さくなっている。

**【考察】**

Mo フィルターより Rh フィルターの方が被曝線量が少なく、乳腺線量の管電圧依存性も小さい。また、管電圧が高くなるにつれて被曝線量が減少している。この理由について次のように考えた。Rh は Mo より少し高い吸収端を持っているため、Rh フィルターの方が線質が硬くなる。同様に、管電圧が高くなるほど、X 線の線質は硬くなる。今回は、ホトタイマを使用したので、線質が硬くなるとファントムを透過しやすくなり、撮影時間が短くなる。従って、被曝線量が減少したのである。

**【結論】**

乳房の厚さが薄いほど被曝線量は減少する。また、Rh フィルターを使用し、管電圧が高くなるほど被曝線量は減少する。実際の撮影の際には画像との兼ね合いを考えながら、出来る限り被曝線量の少ない最適な条件で撮影することが大切である。

(指導 青木 清 教授)

**腹部 X 線 C T 検査における胎児被曝線量の測定**

839011 名 越 里 美

839026 下垣内 美 紗

839028 小 林 啓 子

**【目的】**

妊娠の確認をせずに腹部 X 線 C T 検査を行って、胎児を中絶したという記事を読んだ。そこで、腹部 X 線 C T 検査における胎児被曝線量は実際にはどの程度になるのかを測定し、その影響を検討する。

**【方法】**

撮影条件

スライス厚 10mm : 120kV, 200mA

スライス厚 5mm : 120kV, 250mA

寝台にファントムを固定し、線量計をファントム内に挿入した。線量計を図1の位置にセットし、線量計の中心を1回スキャンした。測定は一つの位置につき10回以上行い、その平均をとった。得られた照射線量は吸収線量に変換した。

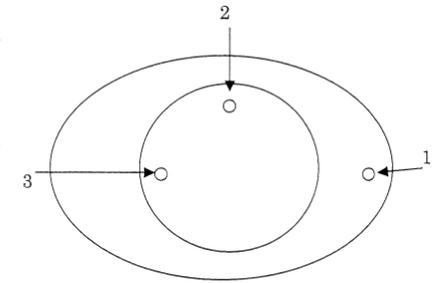


図1 腹部ファントムの測定位置

**【結果】**

吸収線量に変換した値を表1に示す。

表1より、2の位置での吸収線量が一番多くなり、1と3の位置ではほぼ同じ値となった。

表1 それぞれの位置における吸収線量 (mGy)

測定位置	スライス厚10mm	スライス厚5mm
1(側面から2cm)	17.1	25.7
2(正面から2cm)	27.9	37.7
3(中心付近)	18.6	24.8

**【考察】**

胎児被曝を考える上で、子宮に近い中心付近での吸収線量から影響を検討した。まず、胎児の放射線影響を表2に示す。表2のしきい線量と中心付近の吸収線量を比較して、しきい線量に対する中心付近での吸収線量の割合を算出した。これを表3に示す。

しきい線量に対する中心付近での吸収線量の割合が一番大きくなるのは、着床前期にスライス厚5mmの検査をした場合で24.8%であった。この割合は、受精からの日数が増すにつれて小さくなり、一番割合が小さくなるのは、しきい線量が大きい胎児期にスライス厚10mmの検査をした場合で3.7%であった。今回評価している確定的影響は、しきい線量を超えて被曝した場合でないと影響は発生しないので、1回の腹部 X 線 C T 検査では、胎児に対する確定的影響は無いと言える。しかし、検査の回数を重ねると、しきい線量を超え、胚死亡や奇形発生などの影響が起こることも考えられるので、必要のない検査は避けるべきである。

表2 胎児の放射線影響

胎生期の区分	期間	発生する影響	しきい線量 (Gy)
着床前期	受精8日まで	胚死亡	0.1
器官形成期	受精9日から受精8週	奇形	0.15
胎児期	受精8週から受精25週	精神発達遅滞	0.2~0.4
	受精8週から受精40週	発育遅延	0.5~1.0

(放射線概論より抜粋)

表3 しきい線量と測定結果の比較

胎生期の区分	しきい線量 (Gy)	スライス厚 (mm)	割合 (%)
着床前期	0.1	10	18.6
		5	24.8
器官形成期	0.15	10	12.4
		5	16.5
胎児期	0.2	10	9.3
		5	12.4
	0.5	10	3.7
		5	5.0

【結論】

しきい線量に対する測定結果の割合は3.7~24.8%であった。また、しきい線量は超えていなかった為、1回の腹部X線CT検査では、胎児に対する確定的影響は無いと言える。

(指導 青木 清 教授)

マンモ線量計としてのPIN型フォトダイオードの基礎特性

839042 品原 志保  
839051 仁平 由美子

【目的】

フォトダイオードは一般撮影領域で使用する線量計として有用である。ここでは、マンモ撮影領域ではどのような特性を示すかを調べた。

【実験方法】

実験1. 線質依存性：ダイオードを微小電流計につなぎ、電離箱と並べて照射野内に置き、面積の異なる6種類のダイオードの電離電荷量及び電離箱線量を測定した。撮影条件は、FFD60 [cm]、管電圧22,26,30,34,39 [kV] とし、その時の電離電荷量と電離箱線量の比を求めた。

実験2. 線量率依存性：実験1と同様の方法で、管電流を10,20,40,63,80 [mA] のときの、電流、電離箱線量率を求めた。

実験3. 方向依存性：実験1と同様の方法で、管電圧を30 [kV] とし、4種類のダイオードを回転させ、電離電荷量及び電離箱線量を測定した。

【結果および考察】

実験1. 線質依存性

測定した電離電荷量を電離箱線量で割った値と、管電圧との関係を図1に示した。この図から受光面積が大きいほど、電離電荷量が大きくなった。管電圧による変化は、最小で18%、最大で30%となった。

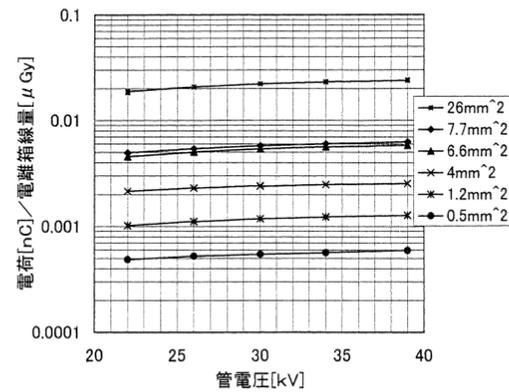


図1 線質依存性

実験2. 線量率依存性

測定した電流と電離箱線量率の関係を図2に示した。この図において、両対数方眼紙における直線の傾きは、全てのダイオードにおいて1となった。したがって、電流と電離箱線量率是非常によく比例している事が分かり、線量率依存性は良好だと言える。

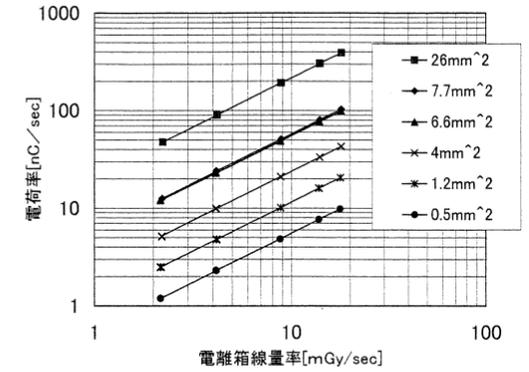


図2 線量率依存性

実験3. 方向依存性

マンモ撮影領域における4種類のダイオードの方向依存性を図3~6に示した。これらの図では、X線を表面に入射したときを0度とし、この時の電離電荷量を1とした。4種類全てのダイオードにおいてほぼ左右対称の図となった。±90度付近では落ち込みの最大となった。受光面積が大きいほど落ち込みが大きく、最大で60%となった。一方、受光面積が小さな方は45%となった。方向依存性が10%以内となる範囲は、最も依存性の大きなダイオードでは、±25度となった。

図7は面積最大のときの一般撮影領域の方向依存性を示した。図6,7から、一般撮影領域と比べてマンモ撮影領域では、方向依存性が大きい事が分かった。従って、マンモ撮影領域では、使用の際には方向に気を付けなければいけない。

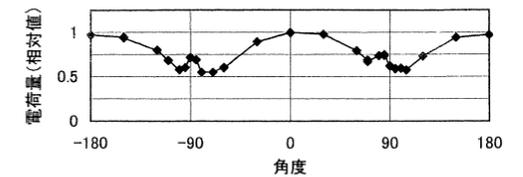


図3 0.5mm²

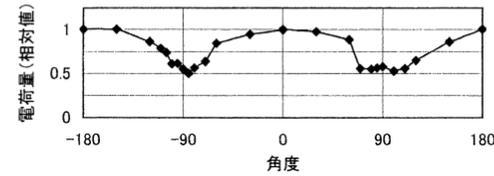


図4 4mm²

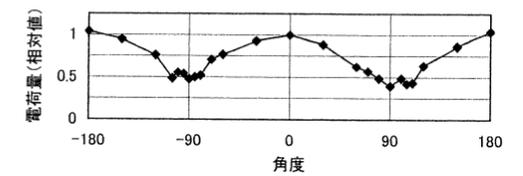


図5 7.7mm²

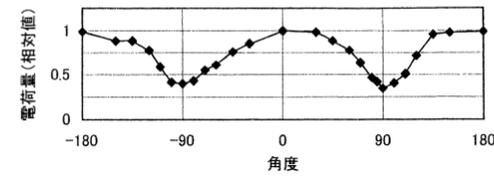


図6 26mm²

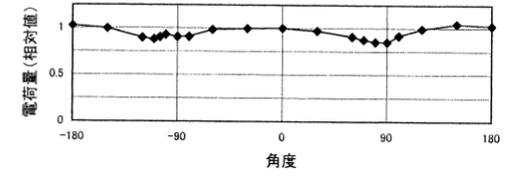


図7 26mm² (一般撮影領域)

【結論】

電離箱線量計と比較した時のダイオードの線質依存性は18~30%であり、線量率依存性は良好であった。一方、方向依存性は感度低下の最大45~60%になり、使用の際には方向に気を付けなければいけない事が分かった。

(指導 青木 清 教授)

TLD の基礎特性と CT 線量分布測定への応用

839019 新 木 佳 友

【目的】

TLD の基礎特性である再現性、エネルギー特性を  $Mg_2SiO_4: Tb$ (以下 MSO)と  $Li_2B_4O_7: Cu$ (以下 LBO) の素子について測定し、さらに応用として MSO を用いた CT 線量分布測定を行った。

【実験方法】

40mAs 一定とし、再現性の実験では管電圧70,120kV、エネルギー特性の実験では管電圧50, 70,100,120kV で照射した。電離箱と TLD の配置方法は、X線照射野の中心から 5cm の位置に電離箱の中心と発泡スチロールの中心を合わせた。TLD は発泡スチロール上に MSO, LBO 各 10個を配置した。MSO を用いた CT 撮影時の線量分布の実験では、CT 用腹部ファントムの測定孔に MSO を11個並べた発泡スチロールを入れ、ファントムの中心をスキャンした。

【結果及び考察】

再現性の実験で素子の変動は平均して MSO で4.3%、LBO で5.9%であった。MSO の方が LBO より若干再現性に優れていた。エネルギー特性の結果は図 1 に示した。図より、管電圧が変化したときの変化量は MSO で20%、LBO では18%となった。LBO の方が若干依存性が小さいことがわかった。

CT 用腹部ファントムを測定した線量分布を図 2 に示した。また、ファントム中心を 1 としたときの相対線量を図 3 に示した。①は

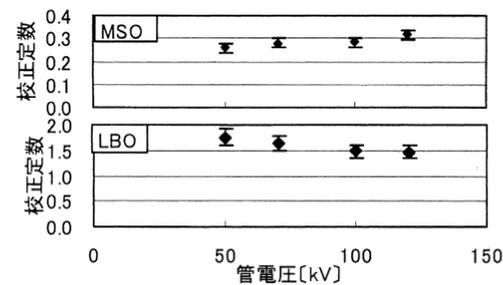


図 1 エネルギー特性

腹部表面、②は腹部深部、③は脇腹表面である。図 2 では①での被曝線量が一番高くなっている。図 3 では中心から7.5cm 離れたところの線量が①、③では中心の1.6~2.1%程度、②では 6%程度となっている。これは腹部深部であるため周りからの散乱線が影響していると考えられる。

【結論】

再現性では MSO で4.3%、LBO で5.9%となり MSO の方が若干優れていた。エネルギー特性は MSO で20%、LBO では18%となった。また、CT 撮影時の患者内部被曝線量分布では、スキャン部分から7.5cm 離れた場所でも数%の被曝をすることがわかった。

(指導 青木 清 教授)

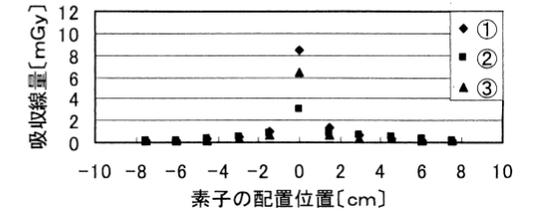


図 2 測定部位における線量分布

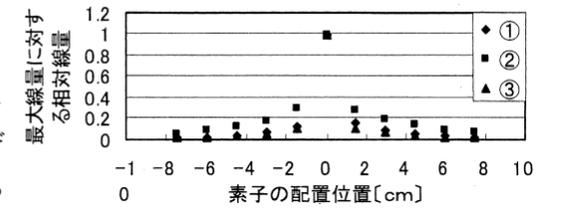


図 3 測定部位における線量分布

誤差逆伝播によるニューラルネットワークの学習

839002 萩生田 洋  
 839003 小 峰 真理子  
 839016 千 徳 未 咲  
 839032 関 谷 美 樹

【目的】

近年、工学上の応用技術の 1つとしてニューラルネットワークが広く使われるようになった。ニューラルネットワークの学習法である誤差逆伝播法 (Back Propagation 法) によるプログラムを作成し、その学習結果を検討する。

【実験方法】

誤差逆伝播法のプログラムを作成し、下の表の入出力関係の学習回数に対する誤差を検討した。

No	入力		出力	
1	0	0	0	0
2	1	0	1	0
3	1	1	1	1
4	1	1	0	0
5	1	0	0	1
6	0	0	1	1

【結果と考察】

今回行った訓練データには入力1の数が偶数のときに出力が0、奇数のときに出力が1となる規則性がある。

訓練回数を増やしていくごとに誤差が小さくなっていることがわかる。しかしNo.2の誤差は訓練回数が2000回付近まで増加し山なり

になっている。それはBP法(バックプロバケーション法)の基礎となる最急降下法が関係している。最急降下法とは誤差が小さくなるようにする結合荷重を求めめるための方法の一つで、関数のある点での勾配を求めて誤差が少なくなる方向へ結合荷重を変化させる。しかし誤差が一番小さくするには訓練回数がある程度必要となる。そのため、このような結果になった。

今回の実験では、訓練回数が増えると、No.1～6のすべての入力に対する誤差は小さくなっている。これにより、訓練回数を増加させるとコンピュータが学習して、出力の正答率が高くなることわかる。

これは、誤差逆伝播法の特徴である誤差の減少を表している。

【結論】

誤差逆伝播法によりコンピュータが学習し、出力の誤差が減少したことが確認できた。

【医療への応用】

CRのEDR(自動感度調整機構)やMRI

医療診断支援システム

遠隔医療情報システム

ホームヘルスケアシステム

(指導 樫尾 英次 教授)

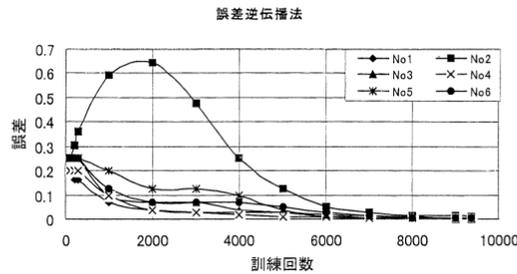


図 誤差逆伝播法

画像圧縮についての基礎検討

839008 松 木 絵 理  
 839036 塚 本 笑  
 839061 小 柳 麻里子  
 839070 竹 谷 有美子

【目的】

近年、医療の現場でデータの保存や転送に様々な画像圧縮処理が用いられている。画像圧縮を学ぶために、中で最も基本的なワイル(Wyle)変換について検討する。

【方法】

1. 原画像作成

Wordで2値画像を作成し、これを原画像とする。

2. ワイル(Wyle)変換

①1で作成した原画像を符号化し、これより圧縮データを得る。

②①の圧縮データを復号化し、これを復号化画像とする。



図1 画像の圧縮符号化・復号化の原理

【結果】

ワイル(Wyle)の符号化・復号化を行い、原画像と復号化画像の画質と圧縮率を比較した。原画像と復号化画像は次のページに添付した。

圧縮した画像は、原画像の単純・複雑にかかわらず、画質に変化はなかったが、圧縮後のデータ量は原画像が単純なほど小さく、複雑なほど大きくなった。よって、圧縮率にも変化が見られた。

【考察】

結果より、原画像と圧縮後の画質に変化がなかったのは、今回おこなった圧縮が可逆型圧縮というもので、圧縮後の画像が原画像と全く同一となる圧縮法だからである。

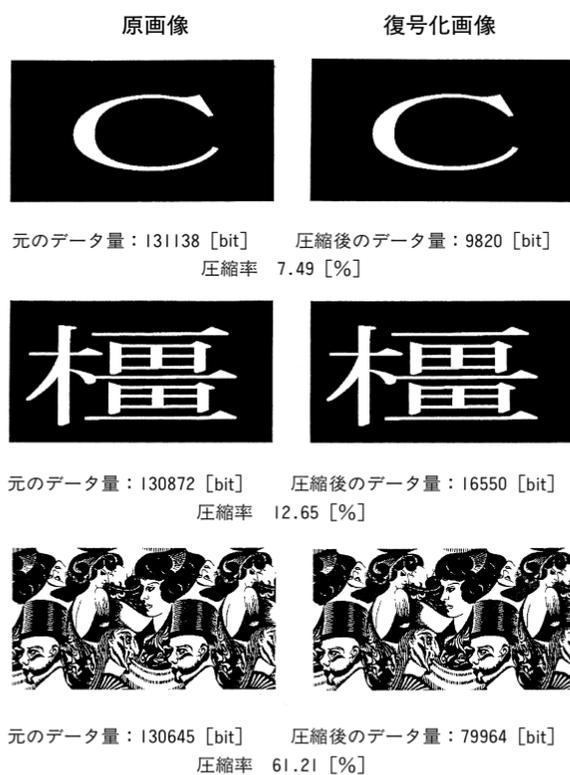
圧縮率について“アルファベットC”と“複雑な絵”のデータを例にし、以下のデータより説明する。

	アルファベットC	複雑な画像
元のデータ量	131138[bit]	130645[bit]
圧縮後のデータ量	9820[bit]	79964[bit]
圧縮率	7.49[%] (高い)	61.21[%] (低い)

圧縮率とは、原画像のデータ量を100%としたときの圧縮後のデータ量のことである。つまり“C”の単純画像の方は100%から7.49%まで圧縮され、複雑画像の方は100%から61.21%までしか圧縮されなかったということである。よって、実際に圧縮した量は単純画像の方が多いため、単純画像のほうが複雑画像より圧縮率が高いという。

【結論】

Wyle 変換を行うことで、画像圧縮について学習することができた。



(指導 榎尾 英次 教授)

## 合成方法が異なる BaFBr:Eu<sup>2+</sup>の性質について

839012 柘 植 由紀子

【目的】

BaFBr:Eu<sup>2+</sup>の合成において、蒸発乾固法では板状、沈殿生成法では14面体結晶が得られることが報告されている。\*) IP に用いられる輝尽性蛍光体 BaFBr:Eu<sup>2+</sup>を異なる2種類の合成方法で合成し、性質の違いを調べる。

【実験方法】

- 1、 試料 BaFBr:Eu<sup>2+</sup>の合成
  - ①市販の BaCO<sub>3</sub> (20g) を HBr (濃 HBr (22ml) を同容積の水で薄めたもの) に溶かし、水浴上加熱で1/3まで濃縮。吸引ろ過、少量の水、50%エタノールで洗い乾燥させ BaBr<sub>2</sub>を得た。

- ② BaBr<sub>2</sub> (3g) と市販の BaF<sub>2</sub> (1.8g)、を少量の水に溶かし EuCl<sub>3</sub>·6H<sub>2</sub>O (0.037g) を加えて、ガスバーナーを用いて水浴上で蒸発乾固させて蒸発乾固させた BaFBr:Eu<sup>2+</sup>を得た。
- ③ BaBr<sub>2</sub> (4.5g) を水 (15ml) に溶かし1mol/lとし、そこに EuCl<sub>3</sub>·6H<sub>2</sub>O (0.028g) と少量の水に溶かした NH<sub>4</sub>F (0.28g) を加え、生成した沈殿をろ過して沈殿生成させた BaFBr:Eu<sup>2+</sup>を得た。

2、 フォトルミネセンススペクトル測定

測定条件 励起波長：290nm (UVD33S) 蛍光波長：350～500nm (UV33)

3、 輝尽発光スペクトル、輝尽励起スペクトル測定

試料を薬包紙に包み、アルミホイルで遮光してX線を照射した後測定した。

輝尽発光スペクトル 条件 励起波長：680nm (O59) 蛍光波長：350～450nm (UVD33S)  
輝尽励起スペクトル 条件 励起波長：450～750nm (Y44) 蛍光波長：390 (UV33)

【結果と考察】

フォトルミネセンススペクトルでは蒸発乾固と沈殿生成の両者とも390nm 付近にピークがみられる。これから結晶中に Eu<sup>2+</sup>が存在していることが分かる。ピーク位置は同じであったが、両者のスペクトルの形が少し異なっていた。輝尽発光スペクトルから、未照射ではピークが認められないが、X線照射をすると390nm 付近に輝尽発光ピークがみられる。輝尽励起スペクトルから両者とも520nm 付近と580～600nm 付近にピークがみられる。これはすでに知られている F<sup>-</sup>と Br<sup>-</sup>の F センターと対応している。輝尽発光と輝尽励起の両者のスペクトルはほぼ同じであった。

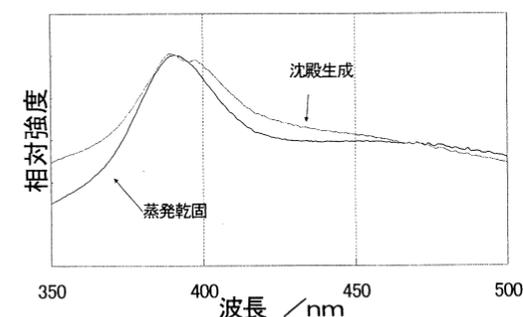


図1 フォトルミネセンススペクトル

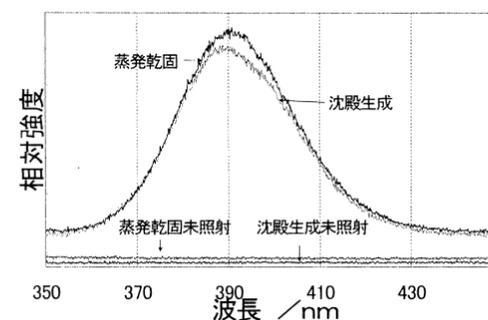


図2 輝尽発光スペクトル

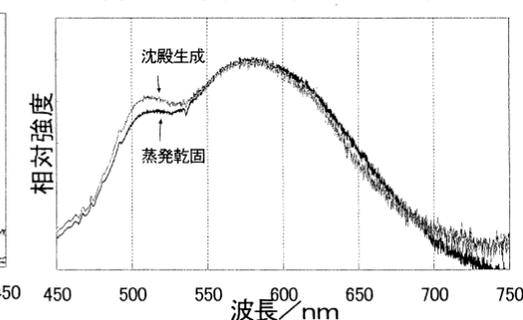


図3 輝尽励起スペクトル

【まとめ】

輝尽性蛍光体が合成できた。合成方法の違いによって大きな違いはみられなかったが、結晶の形状を確認し、他の測定方法で違いがあるかを調べていきたい。

\*)第261回蛍光体同学会講演予稿 3H30

(指導 原田 和正 助教授)

### 比感度の違う乳房撮影用の増感紙の比較

839073 増子 高子

【目的】

2種類の乳房撮影用増感紙 (fuji UM MAMMO FINE 及び MEDIUM) について、その違いを比較する。

【実験】

X線回折、発光スペクトル、拡散反射率の測定、電子顕微鏡観察及び特性曲線、MTFの作成を行なった。

【結果と考察】

図1から FINE と MEDIUM の蛍光体は、Gd<sub>2</sub>O<sub>2</sub>S の標準データ (ICDD 26-1422) と同じ結晶構造をもつ化合物であるといえる。

電子顕微鏡の結果から、FINE、MEDIUM の蛍光体層の厚さは、それぞれ100μm、160μmであった。

発光スペクトルの結果では、FINE、MEDIUM とともに、495nm、545nm、550nm、588nm、621nm の波長でピークが現れた。

それぞれのピークに対する強度を比較すると、FINE と比べて MEDIUM は、1.56、1.48、1.45、1.37、1.08倍となった。

ブーストラップ法による特性曲線から、FINE に対する MEDIUM の比感度は1.5であった。

以上のことから、蛍光体層が厚いということは放射線に対して発光する粒子が多くなる

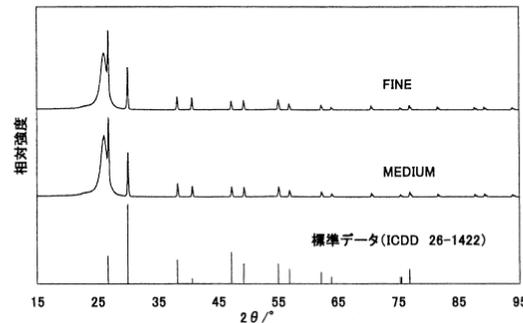


図1 FINE, MEDIUM, 標準データ (ICDD 26-1422)

ので、X線照射による可視部の発光強度が増大し感度が高くなったと考えられる。

図2から全体的に FINE の方が MEDIUM より吸収が大きい、特に600nm以下の波長に対して吸収が大きいことがわかる。これは、バインダーに対する着色により、吸収が起きていると考えられる。これから発光スペクトルの結果で FINE の強度は621nmの波長で他のピークに比べて MEDIUM と近い値となったと思われる。これは、図3の MTF 曲線で MEDIUM より FINE の方の鮮鋭度が良いということに寄与していると考えられる。

【結論】

2種類の乳房撮影用増感紙 FINE と MEDIUM では、蛍光体は同じ Gd<sub>2</sub>O<sub>2</sub>S 化合物であるが、蛍光体層が MEDIUM の方が FINE に比べ厚く感度が高い。FINE は着色することにより鮮鋭度を向上させている。

【謝辞】

X線回折測定や電子顕微鏡の観察にご協力いただいた立教大学理学部化学科の関根強一助教授ならびに関根研究室の皆様に感謝をいたします。

(指導 原田 和正 助教授)

### フィルムの感光剤の比較 ～オルソタイプとレギュラータイプについて～

839055 齋藤 栄麻

【実験目的】

X線フィルムのオルソタイプとレギュラータイプについて、MTF、X線回折により、ハロゲン化銀の結晶の形態の違いや、粒子形状の画質への効果などを比較する。

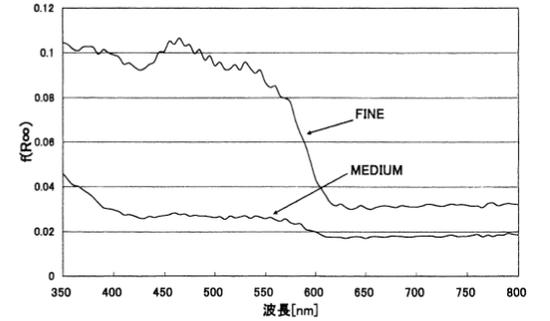


図2 FINE, MEDIUM の吸収スペクトル

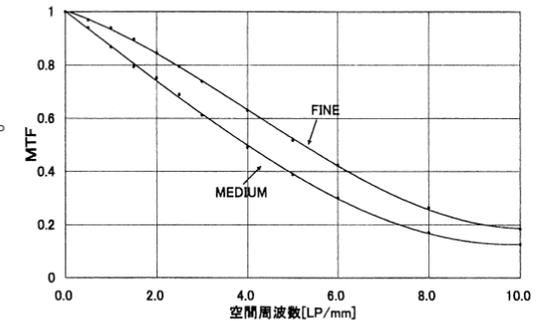


図3 FINE と MEDIUM の MTF 曲線

【使用機器・器具】

- ・ X線回折装置 Rigaku RINT-2200 CuK $\alpha$  ・ X線装置 KXO-50G
- ・ デンシトメータ Model 2405 ・ 自動現像機 FPM1300 ・ 矩形波チャート No. 1
- ・ フィルム/増感紙 オルソタイプ MXGL/Lanex medium レギュラータイプ RXU/BM III

【実験方法】

1. X線回折測定

- ① X線回折装置を用いて、試料 (MXGL、RXU) の回折パターンを測定した。
- ② 得られた回折パターンと、標準パターン (ICDD 06-0438) を各々比較し検討を行った。

2. 特性曲線の作成

距離法により、MXGL/Lanex medium、RXU/BM IIIの特性曲線をデンシトメータを用いて作成した。

○撮影条件

管電圧：53kV 管電流：50mA 撮影時間：0.04sec

3. MTF曲線の作成

デンシトメータを用いて、矩形波チャート法によりMTF曲線を作成した。

○撮影条件

MXGL 管電圧：53kV 管電流：50mA 撮影時間：0.045sec

RXU 管電圧：53kV 管電流：50mA 撮影時間：0.065sec

【結果・考察】

図1のX線回折により得られた結果からMXGLとRXUを比較すると、RXUはMXGLよりも観測されたピークの本数が多かった。このことから、2つのフィルムでは粒子の配向に違いがあることが分かった。これは、感光性乳剤のハロゲン化銀の粒子の形態の違いによるものだと考えられる。

一般にレギュラータイプでは球状粒子が使用されているため、様々な角度に対して回折線が出やすい。これに対して、オルソタイプでは平板状粒子が使用されており、これは乳剤層中で水平に配向しやすく、ある角度の回

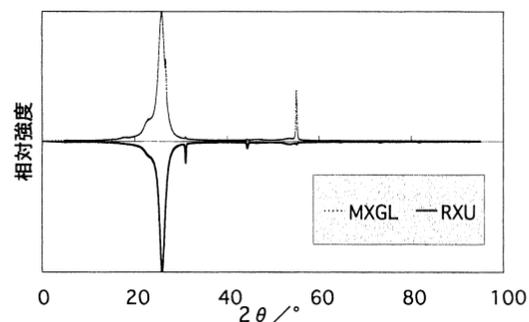


図1 得られた回折パターン

折線のみ強く出やすい。後者では、乳剤粒子の水平な配向のため、入射光を散乱させにくくし、クロスオーバー光の減少と相まって鮮鋭度が向上する。図2のMTF曲線からRXUに比べMXGLの方が鮮鋭度が良いことが分かり、これは上記のことが寄与しているためだといえる。

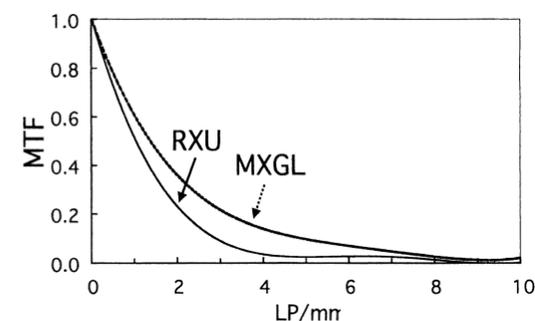


図2 正弦波 MTF 曲線

【結論】

X線フィルムのオルソタイプ (MXGL) はレギュラータイプ (RXU) に比べ、一定な方向を向いている結晶が多いことが確認され、そのため鮮鋭度が良くなると考えられる。

【謝辞】

X線回折測定に御協力頂いた立教大学理学部化学科助教授 関根強一先生ならびに関根研究室の皆様へ感謝いたします。

(指導 原田 和正 助教授)

## TLD 素子の一つである CaSO<sub>4</sub>:Dy の 繰り返し使用における再現性

839013 和田 裕之

【目的】

TLD素子の一つであるCaSO<sub>4</sub>:Dyの繰り返し使用における再現性について検討する。

【実験方法】

1. グロー曲線の測定

X線照射後、測定波長を574.5nmに設定し、0.5°C/secの昇温速度で30°Cから330°Cまで10分間加熱し、加熱開始と同時に測定をした。

2. 繰り返し使用におけるグロー曲線の変化

未使用の素子を1の条件で繰り返し4回測定し、グロー曲線の変化を調べた。ただし、フェーディングによる影響を一定にするため、測定間隔を2時間とした。

\*すべてにおいて以下のように条件を統一した。

- ① CaSO<sub>4</sub>:Dy に X 線を照射後、1時間25分暗闇に放置した。
- ② 照射条件は70kV、400mA、200msec で10回照射を行った。

**【実験結果】**

1. グロー曲線を作成したところ、220℃付近にピークが見られた。(図1)
2. 繰り返し使用した結果、全発光量が増加し、グローピーク極大値も高温側に移動した。また、一回目測定後 X 線照射を行わず、続けて測定をしたところ図2のようになった。

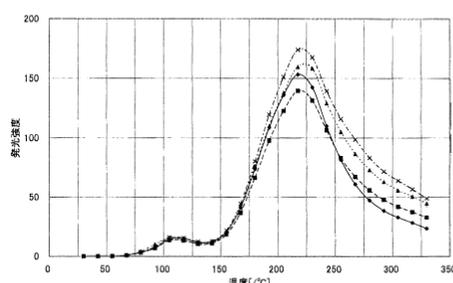


図1 繰り返し使用におけるグロー曲線の変化

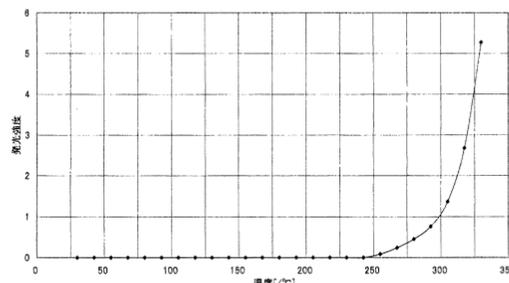


図2 測定直後に再度測定した結果

**【考察】**

0.5℃/sec の昇温速度で30℃から330℃まで10分間加熱という条件において、繰り返し測定を行った結果(図1)、全発光量(グロー曲線の積分値)は照射回数を重ねるたびに増加していった。図2から、一度測定した直後では高温側に発光強度の上昇が確認できる。これらは測定の際に、330℃以上の高温側に存在するトラップに入り込んだ電子が熱エネルギーによって解放されることなく、捕獲された状態のまま残り、次の測定の際に前回の残存量がいくらか加算されたと考えられる。すなわち、測定範囲よりもさらに高温側にグローピークが存在する事が推測できる。

上記より、徐々にグローピークが高温側へ移動することについても矛盾なく説明できる。

**【結論】**

30℃～330℃まで0.5℃/sec で10分間加熱という条件において CaSO<sub>4</sub>:Dy を繰り返し測定する際は、毎回線量が蓄積されると言う事が分かった。

(指導 原田 和正 助教授)

## TLD 素子 (CaSO<sub>4</sub>:Dy) の合成とその評価

839059 細野 忠 俊

**【目的】**

今回の実験では合成した TLD 素子 (CaSO<sub>4</sub>:Dy) の基本特性を測定し、この素子で線量計算できるかについて検討した。

**【実験方法・条件】**

1. 素子の合成: CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O と Dy<sub>2</sub>O<sub>3</sub> に濃硫酸を加え攪拌し、ホットプレート(278℃)で濃硫酸を蒸発させた。これで得られたものを蒸留水とエタノールで洗浄し、電気炉(800℃、1h)で加熱・乾燥させた。
2. 熱発光スペクトルとグロー曲線の測定:
  - ・素子の照射条件: 70kV、400mA、0.25sec で10回照射
  - ・測定時の昇温条件: 30～330℃まで0.5℃/sec
  - ①照射1時間後、200℃付近の熱発光スペクトルを測定した。
  - ②照射1時間後、測定波長574.5nm のグロー曲線を測定した。
3. フェーディングについて: 素子への X 線照射後、測定までの時間を変化させてグロー曲線を測定した。
4. グローピーク面積と線量 (mAs) の関係: 照射回数を変えることで線量を変化させ、グロー曲線を測定し、ピーク面積と線量の関係について検討した。

**【結果】**

- ・熱発光スペクトル: 481.5nm と574.5nm にピークが見られた。
- ・グロー曲線: 92.5℃ と205℃ 付近にピークが見られた。
- ・フェーディング: 時間経過につれてピーク面積が減少している。
- ・92.5℃ のピークが205℃ のピークより変化が大きいのがわかる。

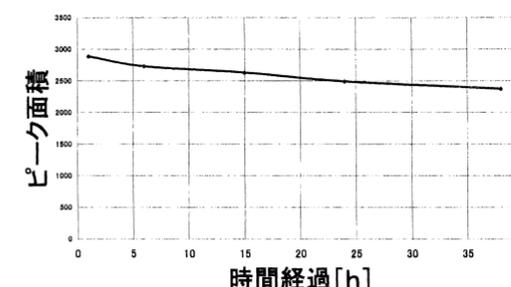


図1 フェーディング

・線量とピーク面積の関係：ほぼ直線性が成立しているといえる。

**【考察】**

今回の実験で合成した素子の熱発光スペクトルのピーク波長は、480nm、574.5nm 付近であった。グロー曲線は92.5℃と205℃付近にピークが検出された。2つのグローピークがあったのは、素子の結晶内に2つの異なる捕獲準位が存在するためだと考えられる。92.5℃のピークはフェーディングが大きかった。これより2つの捕獲準位のうち、92.5℃の捕獲準位の電子が解放されるために必要なエネルギーが205℃のものより小さいために電子が放出される確率が高いためだと考えられる。線量とグローピーク面積の関係はほぼ直線となり比例関係が成立している。

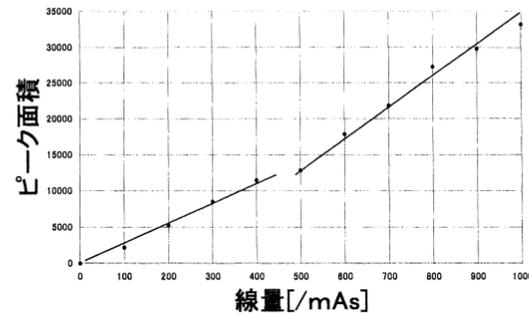


図2 線量とピーク面積の関係

**【結論】**

合成した素子は、グロー曲線の92.5℃付近のピークのフェーディングが大きくなってしまっただが、照射から測定までの時間を一定にすれば線量計測ができると考えられる。

(指導 原田 和正 助教授)