

平成9年度卒業研究論文発表要旨

<日時>平成9年12月20日

13:00~17:00

<場所>1-201教場

X線発生装置の管理

835053 跡田直利

835057 大塚健太郎

【目的】

診断用X線装置では、発生するX線を治療装置のようにモニター線量計により線量管理を行っているわけではありません。しかし、直接線量計を用いる前段階として、X線管に加わる管電圧・管電流の状態がどのようになっているのか知る必要があります。そこで、今回インスベック社の装置を用いて実際の管電圧・管電流の測定を行い、安定した電源供給がなされているか確認し、放射線技師として重要である装置の保守管理を行なえるシステムを検討しました。

【方法】

診断用装置では、一般に操作パネルより管電圧・管電流・照射時間を設定しここで決められた電気エネルギーがX線管に送られX線に交換されます。光子エネルギーは電離箱で電気信号に変換し、コンピュータへ送られ、処理を行なうことにより波形として表示されます。

【使用装置】

X線発生装置診：東芝KXO-50G（方波形インバータ装置）

X線装置多様機能型検査器：インスベック社

外挿電離箱：ネスコ社製品 type 808 - FPC/50

パーソナルコンピュータ：NEC PC9801RA（GP-IB拡張ボード使用）

【照射条件】

管電圧：130kV

管電流：320mA

照射時間：10msec

Filter : 1.5mmAl

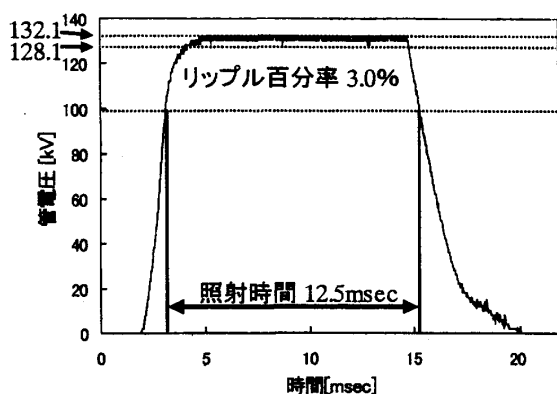
【結果】

	設定値	実測値
管電圧 [kV]	130	132.1
管電流 [mA]	320	318.1
照射時間 [msec]	10	12.5

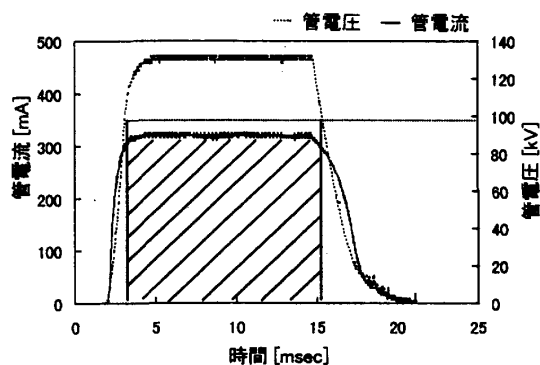
*管電圧・照射時間は JIS 規格より、管電圧波形（グラフ 2）より求めました。

	リップル百分率
管電圧 [%]	3.0
管電流 [%]	3.2

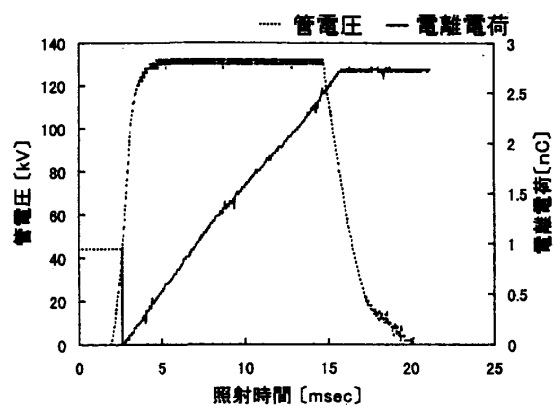
*管電圧波形（グラフ 1）及び管電流波形（グラフ 2）より求めました。



グラフ 1 管電圧波形



グラフ 2 管電圧と管電流波形



グラフ 3 管電圧と電離電荷波形

- ・今回の実験で使用したインバータ装置は、直流に近い安定な電源供給を行なうことが分かりました。
- ・この電源より発生する X 線も一定の出力が得られていることが波形より読み取れました。

【結論】

今回使用した装置はインバータのため直流に近い出力が得られ理想に近い X 線が発生していると考えられる。この線源を利用し管電圧・管電流・照射時間を自動管理システムで制御することにより、安定な線源としての放射線場を確立できると考えられます。

(指導 佐藤 昌憲 助教授)

外挿電離箱による吸収線量測定

835040 関 根 了

【目的】

現在放射線治療における吸収線測定誤差は2%以下に納めるとICRUで定められているが、診断X線領域における吸収線量測定は特に規定されていない。またICRP1990年勧告 Publication60でも医療被曝の軽減の必要性が述べられており、そのためにも診断X線領域における吸収線量測定の基準化は必要であると考え。そこでICRU1990年勧告 Rep.47に記載されている測定法に注目し、診断X線領域における吸収線量について検討する。

【ICRU Rep.47 について】

ICRU (国際放射線単位測定委員会) 1995年勧告 Rep.51に「15cm×15cm×30cmのPMMA Slab Phantom 上で測定した吸収線量は人体に対する個人線量当量と同意である」と記載され、Rep. 47にその測定法が記載される。

【実験】

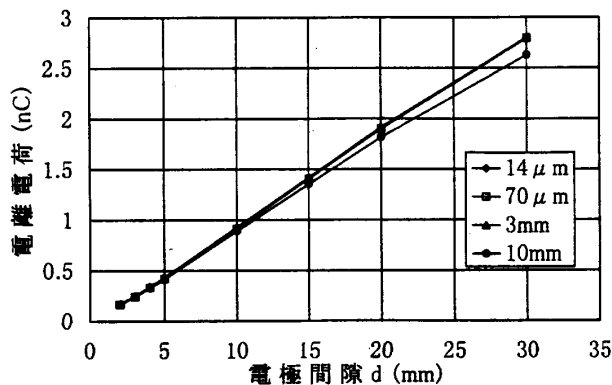
上記の理論を採用した電離箱を用いて以下の条件、パラメータで実験を行なった。

撮影条件 (胃)	パラメータ
X線管電圧 90kV	電極間隙 2 ~ 3 mm
X線管電流 320mA	透過アクリル厚 14 μ m、70 μ m
照射時間 50msec	3 mm、10mm

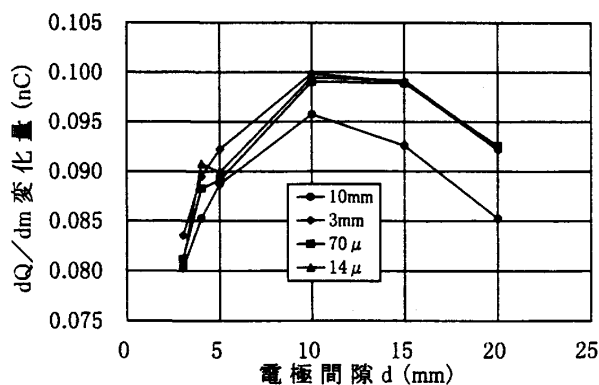
【結果】

透過アクリル厚	部 位	吸収線量 (mGy)
14 μ m		1.207
70 μ m	皮 膚	1.195
3mm	水晶体	1.216
10mm	水晶体以外の臓器	1.167

グラフ1より、傾きの変化量をグラフ2に示す。グラフ2より電極間隙が10mmの時の傾きが最も変化量大きい事がわかる。よって電極間隙が10mmの時の吸収線量を用いて評価を行なった。上の表のように各アクリル厚が皮膚、水晶体、水晶体以外の組織の吸収線量に対応する。



グラフ1 電極間隙と電離電荷の関係



グラフ2 電離電荷の変化量の関係

【結論】

今回の吸収線量測定法を用いることで、ICRU1992年勧告 Rep.47に記載されている測定法に基づいた診断X線領域での、吸収線量の直読測定が可能であると考えられる。

今後の展望としてこの測定法を用いた電離箱が第2水準器として確立できるよう、より精度の高い測定、電離箱の改良を考えたい。

(指導 佐藤 昌憲 助教授)

イメージングプレートの基本的な物理特性

835050 千葉 敏 春

【目的】

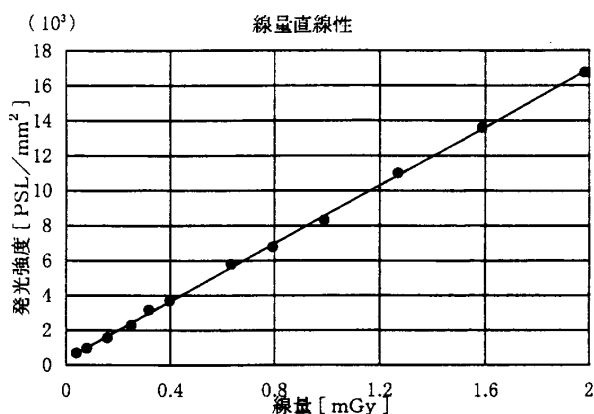
現在医療現場において、X線情報がデジタル量として得られるCRシステムは、フィルムシステムに代わり広く使用されている。また2次元検出器としての使用も期待されている。そこで、今回は線量直接性・放射線損傷の物理特性について検討した。

【方法と結果】

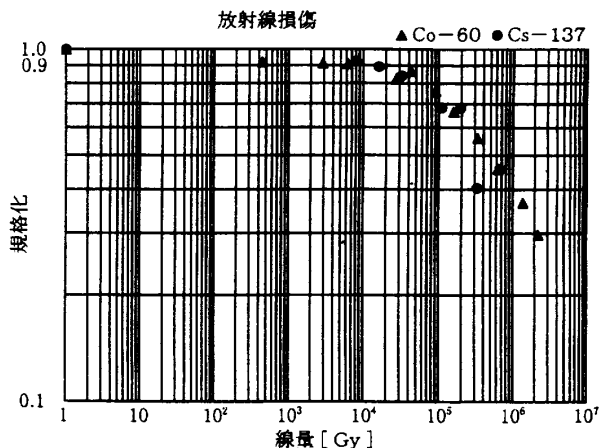
1. 線量直線性 (グラフ1)

X線照射条件は、管電圧80kV・照射時間71msec・フィルタ1.5mm AI+0.1mm Cu・距離1 mで、管電流をパラメータとし10~500mAの12点照射し、Mac BAS5000で読み取った。

結果は、データにばらつきがあるが低線量域から高線領域まで直線性をもつことが確認できた。また、線量を“0”に外挿していてもPSL値が“0”にならないのは自然放射能などの影響を受けたと考える。



グラフ1 線量直線性



グラフ2 放射線損傷

2. 放射線損傷 (グラフ2)

γ 線照射条件は、 ^{60}Co 線源では6~30005分の11点、 ^{137}Cs 線源では500~41095分の7点照射。照射後に光消去をしてからX線を管電圧150kV・管電流200mA・照射時間71msec・フィルタ1.5mm Al+0.1mm Cu・距離2 mで一回照射し、Mac BAS5000で読み取った。

結果は放射線損傷を90%まで許容範囲とするならば、コバルト・セシウムともに 10^4Gy であり、これ以下は無視できると考える。また、エネルギーによる放射線損傷は今回の実験からは誤差範囲にあるので差の有無を識別するのは困難であった。

(指導 佐藤 昌憲 助教授)

マンモグラフィにおけるフィルムとIPとの画像の比較検討

835017 細川 茜

【目的】

従来、マンモグラフィはフィルム・スクリーン法 (F/S法) により行われているが、近年CRの普及によりCRシステムを使用する施設が増加している。

そこで、マンモファントムを用い、マンモグラフィにおけるF/S法とCRシステムとの画像の比較検討を行なった。

【実験方法と結果】

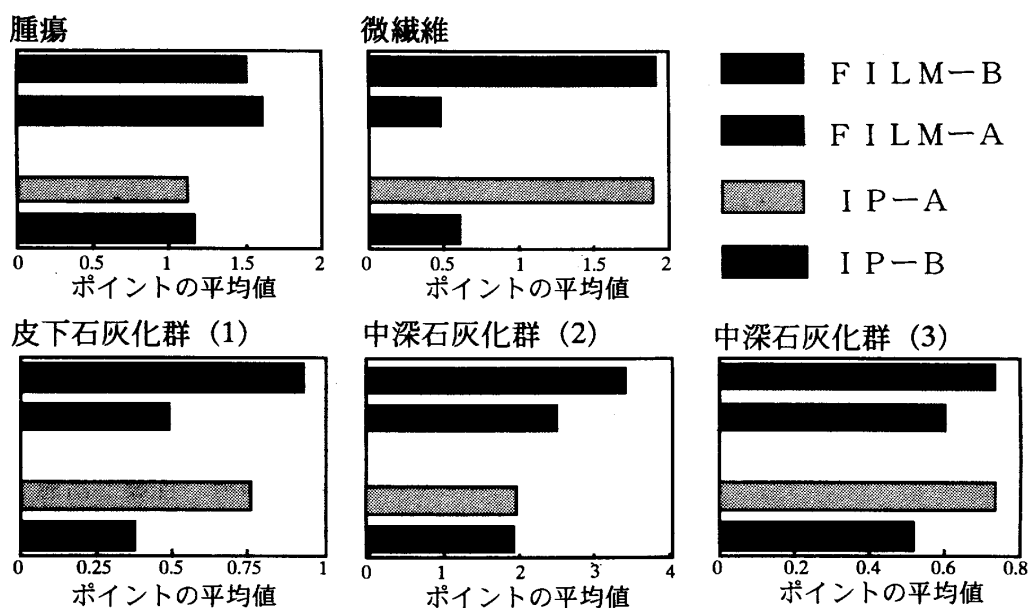
乳房撮影装置 (MAMOMAT2 シーメンス) によりマンモファントム (プレスト・ファントム CIRS社) をフィルムとIPとを用いて撮影する。

実験1：撮影したフィルム、IP上のステップ・ウェッジを拡散濃度計により測定する。

	乳腺組織濃度	脂肪組織濃度	濃度差
IP	0.84	0.75	0.09
フィルム	1.06	0.87	0.19

以上の結果より、濃度差がIPでは0.09、フィルムでは0.19となりフィルムの濃度差の方がIPよりも0.1大きいことが分かった。これより、画像コントラストはフィルムの方が良いと考えられる。

実験2：撮影したフィルム、IPの視覚的評価を行いポイントで評価する。



上記のグラフはスコアリングプロトコルを用いて15人の学生を対象に視覚的評価を行った結果である。

横軸は15人の合計ポイントの平均値であり、高いほど認識は良いと言える。従ってグラフより、腫瘍、皮下石灰化群、中深石灰化群(2)はフィルムの方がIPよりも認識が良いことが分かる。また、微繊維、中深石灰化群(3)においては、フィルムとIPとの認識はほぼ同じであることが分かる。

【まとめ】

画像コントラスト、分解能は、フィルムの方がIPよりも優れていたが、将来のデジタル技術の発展を考えるとマンモグラフィへのCRシステムの導入は不可欠となってくる。

従って、CR-マンモグラフィにおけるIPの開発、画像処理条件の改善が今後の課題であると考えられる。

(指導 佐藤 昌憲 助教授)

IP (ST-V) のフェーディング特性

835065 平田 匡心

1. 目的

CR (コンピュータドラジオグラフィ) に用いられる IP (イメージングプレート) ST-V のフェーディング特性について定量的に調べた。

2. 方法

1枚のIPを半分に遮蔽して、ブートストラップ法により特性曲線が作成できるようにAlステップを撮影し、一定時間フェーディングさせた後、残りの半分にも読み取り直前に同様な撮影を行い、3分後に読み取りをした。得られた画像より、ある時間フェーディングさせた時の特性曲線と、3分前の特性曲線が得られる。フェーディング時間を変えて、同じ方法で各時間の特性曲線を得るが、この時、各時間の特性曲線は、常に読み取り3分前の特性曲線で基準化して比較した。また、フェーディング時の温度を室温と0°Cの場合を比較する為に、各温度で、1枚のIP上にフェーディング時間を変化させて12ヵ所にエックス線を照射して、各時間のフィルム濃度から特性曲線を介して輝尽発光量を求め、フェーディング量の変化を求めた。

3. 結果および考察

(1) フェーディングによる特性曲線の変化

得られた各フェーディング時間での特性曲線を、フェーディング時間をパラメーターとして

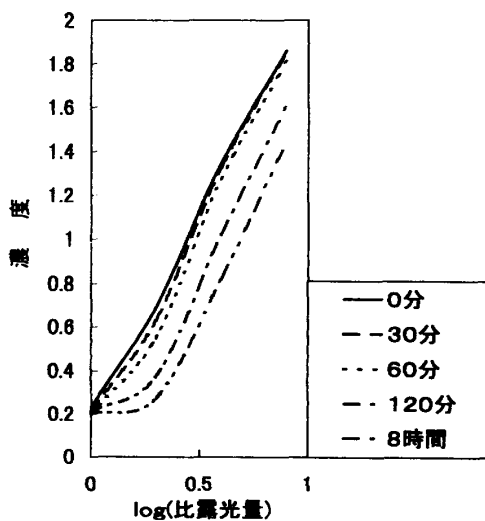


図1 各時間の特性曲線

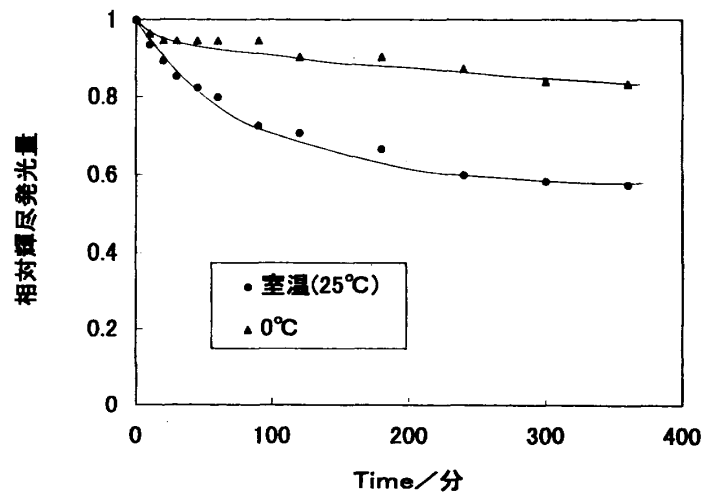


図2 相対輝尽発光量の時間変化

図1に示す。フェーディング時間が長いほど特性曲線は右側にシフトしており、このことから同一露光量で得ることのできる濃度でも同じ割合でフェーディングが起こっていることが分かった。

(2) フェーディング時間の変化による輝尽発光量の変化

得られた輝尽発光量の変化を図2に示す。フェーディング時間が短いところで発光量の減少が大きく、フェーディング時間が長くなると平坦になる。また、フェーディング時の温度は、温室より0℃の方が発光量の減少が少なく、室温では、6時間フェーディングをさせると発光量は57%まで減少するが、0℃では83%までしか減少しなかった。

(指導 山本 裕右 教授)

イメージングプレート ST-III_N と ST-V の基本特性の比較

835003 岩 間 望

1. 目的

組成の異なるイメージングプレート ST-III_N (BaFBr:Eu) と ST-V (BaF(Br·I):Eu) を用いて、励起波長の相違による輝光発光スペクトルの変化、および時間経過に伴う発光強度の減少であるフェーディング特性について比較検討する。

2. 実験方法

励起波長の相違による IP の発光強度とフェーディング特性について調べるために、2種類の IP の小片に同時に X 線を照射し、633nm と 680nm の励起光を当て、それぞれの輝尽発光スペクトルを測定した。IP への X 線の照射は、管電圧 70kV、管電流 200mA、照射時間 0.1sec、照射距離 50cm で 10 回行った。

3. 結果および考察

図1に ST-III_N および ST-V の励起波長を変えたときの輝尽発光スペクトルを示す。ST-III_N は励起波長の変化に対する発光強度の優劣は見られないが、ST-V では 680nm の励起光を当てたときは、630nm の励起波長を当てた場合より発光強度が約 1.4 倍増加していることがわかる。

図2に測定されたフェーディング特性を示す。ST-III_N は励起波長 680nm では、X 線照射 2 時間後で 60% 弱のフェーディングを示しており、CR システムにおける IP として若干問題がある

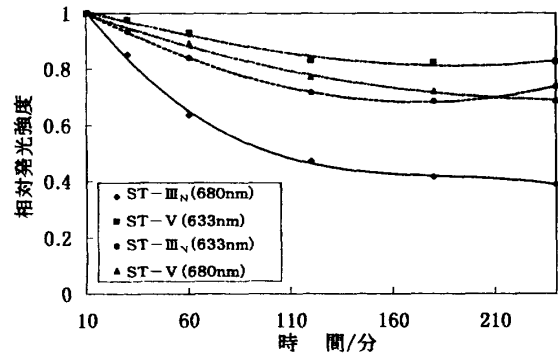
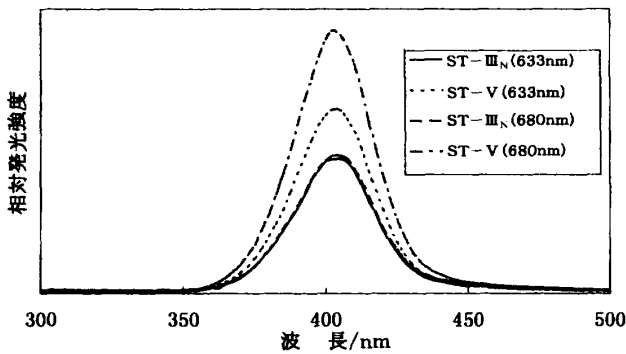


図1 励起波長の相違による発光スペクトル

図2 相対発光強度のフェーディング特性

ものと思われる。また、ST-V のフェーディングは、励起波長に殆ど依存しないことがわかった。

(指導 山本 裕右 教授)

TL 物質 $\text{CaSO}_4:\text{Tm}$ と $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$ の基本特性

835002 仲野谷 澄 人

1. 目的

TL 物質 $\text{CaSO}_4:\text{Tm}$ と $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$ について添加元素が異なる事による基本特性の違いを比較、検討した。

2. 実験方法

一定量の $\text{CaSO}_4:\text{Tm}$ と $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$ を X 線照射後、加熱装置を持つ蛍光分光光度計で熱ルミネッセンススペクトル、及びグロー曲線を測定した。また、X 線照射されていない TL 物質のフォトルミネッセンス強度の温度変化を測定し、その発光率の温度変化を求め、グロー曲線の補正を行った。

3. 結果と考察

図 1 に補正後の $\text{CaSO}_4:\text{Tm}$ と $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$ のグロー曲線を示す。いずれの TL 物質でも 120°C と 200°C の近傍に大小 2 つのピークが得られ、主グローピーク温度は 200°C でほぼ一致していた。この事から $\text{CaSO}_4:\text{Tm}$ と $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$ では添加元素の違いによって、グロー曲線にその添加物固有の性質は現れず、捕獲準位は同じ構造を持っているものである事が分かる。

図 2 に得られた発光スペクトルを示す。測定結果から $\text{CaSO}_4:\text{Tm}$ は 350nm 近傍に 2 つ、 450

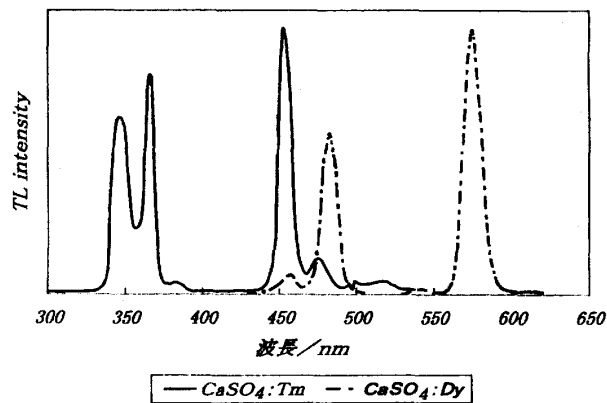
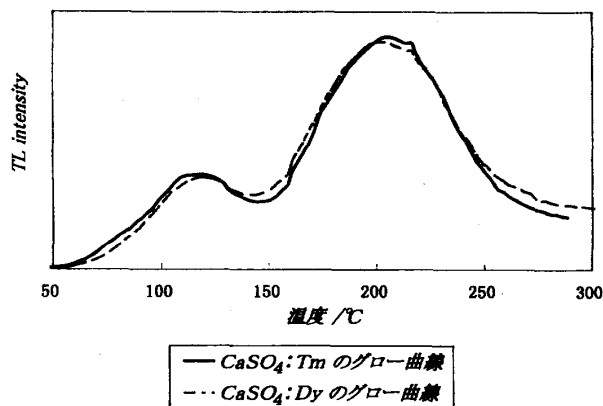


図1 補正後のCaSO₄:TmとCaSO₄:Dyのグロー曲線 図2 CaSO₄:TmとCaSO₄:Dyの発光スペクトル
 nmに最大発光強度のピークが1つ得られ藍色、CaSO₄:Dyは480nmと575nmにピークが得られ、黄色の発光である事が分かった。添加元素により異なった発光色を示す事から添加物が発光レベルを作っている事が分かった。

(指導 山本 裕右 教授)

Mg₂SiO₄:Tbの基本特性

833048 中 野 等

1. 目的

Mg₂SiO₄:Tbの基本特性を測定、検討した。

2. 実験方法

Mg₂SiO₄:TbはKyokko製SOS-Sを使用した。熱蛍光スペクトルはJASCO製FP-777型分光蛍光光度計の試料室にヒーターを組み合わせて測定した。昇温速度は0.5°C/secまたは1.0°C/secである。

3. 結果及び考察

Mg₂SiO₄:Tbの180°C付近での熱蛍光スペクトルを図1に示す。図から、熱発光ピークは、380nm、420nm、438nm、460nm、488nm、498nm、553nmにあり、これは付活剤であるTb³⁺の⁵D₃→⁷F_n及び⁵D₄→⁷F_nに対応した発光である。380nmと550nmの異なる熱発光ピークのグロー曲線を図2に示す。グローピーク温度である180°C付近の380nmの熱発光に対する550nmの

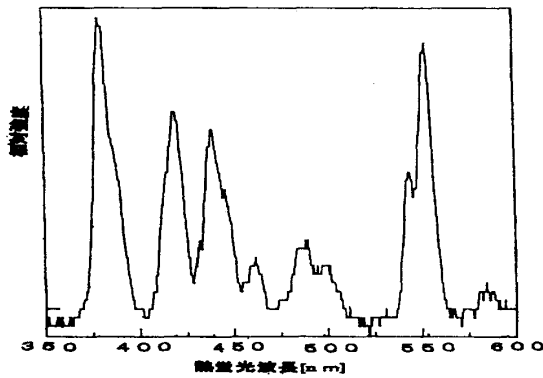


図1 180°C付近の熱蛍光スペクトル

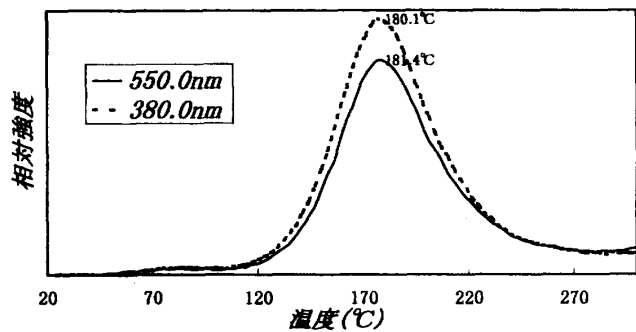


図2 Mg₂SiO₄:Tbのグロー曲線(昇温速度/1.0°Csec)

発光強度比は0.83となり、これは熱発光スペクトルの380nmと550nmの発光強度比である0.91と近い値となった。また、X線照射後6分、46時間を比較すると46時間後では76°Cピークの低下が見られると共に、180°Cピークでも10%の減衰が観測できた。さらに昇温速度0.5°C/secのグロー曲線を比較すると、1.0°C/secの昇温速度では、グローピークが10°C高温側へ移動し、発光強度は2倍となった。このように測定条件を変化させることで、素子のグローピーク温度、発光強度などの特性も変わることがわかった。

(指導 山本 裕右 教授)

増感紙からの発光のフィルム黒化への寄与の割合

835046 小野寺 麻 純

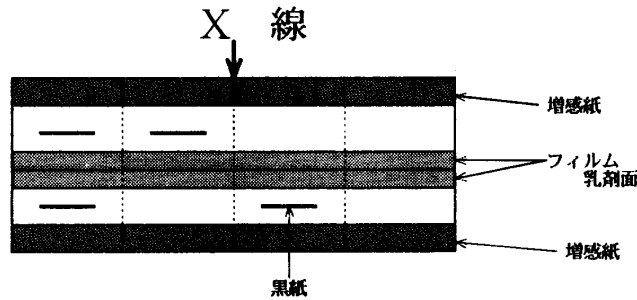
1. 目的

フィルムスクリーン系におけるX線フィルムの黒化は、X線により直接黒化させる部分はわずかであり、主に増感紙からの発光による。増感紙の発光による前面側・後面側の寄与の割合を求めるための測定を行った。

2. 実験

フィルムと増感紙は、コダック TML と、富士 HR-4 (以下 TML-HR と略記する) および、富士 RX と極光 FS-V (以下 RX-FS と略記する) の組み合わせを用いた。前面側と後面側の増感紙の寄与を調べるために、下図に示すように増感紙とフィルムの間に黒紙をいれ、両側を遮光したもの、前面側を遮光したもの、後面側を遮光したもの、両面ともに遮光なしの4通りにつ

いて行なった。下図の4分割した各1部分をさらに3分割し、そのままの部分、前面側の乳剤面、後面側の乳剤面をそれぞれ次亜塩素酸ナトリウムを用いてはがした部分を作り、それぞれの濃度を測定し、比較、検討した。(条件：管電圧60kV、管電流100mA、照射時間0.10secとした。)



3. 結果・考察

増感紙による感光割合はRX-FSでは99.4%、TML-HRでは、99.5%であった。よって、X線による直接の感光はほとんどないことがわかった。RX-FSでは前面側：後面側=55.3%：44.8%の割合で、TML-HRでは前面側：後面側=53.5%：46.5%の割合で増感紙からの発光が濃度に寄与している。後面側の発光強度を高くすると感度と鮮鋭度は相反しあうために鮮鋭度が低下してしまう。よってこれがほぼ限界に近いと考えられる。

(指導 山本 裕右 教授)

乳房撮影における患者・術者の被曝線量

835021 立川 良子

835025 田辺 正教

1. 目的

乳房撮影における患者・術者の散乱線被曝線量がどのくらいなのか調べ、安全性を確認する。

2. 実験方法

I：フィルムによる視覚評価により撮影条件を決め、その結果、管電圧25,28,31kV、照射時間0.2~0.3sec、Moフィルタ有および無とした。また、Alフィルタを0.1mmずつ増やし、ナロービームで照射線量を測定し、減弱曲線より半価層と実効エネルギーを求めた。

II：患者における被曝線量の測定として、撮影条件を25kV 0.2sec、28kV+Mo 0.3sec、31kV+Mo 0.2secとし、患者の水晶体・甲状腺・胸部・乳房表面・生殖腺を想定した高さにおける照射線

量を測定し、線量当量を求めた。

III：術者における被曝線量の測定として、撮影条件を先と同様にして、術者の水晶体・甲状腺・胸部・生殖腺の高さにおいて、術者と患者の間にある遮蔽板の内側・外側を想定して、照射線量を測定し、線量当量を求めた。

3. 結果及び考察

表1に実効エネルギーを示す。Mo フィルタ無しの25kVと28kVの実効エネルギーが同じなのは、測定誤差のため28kVのときが低めにでてしまったと思われる。又、他の文献にて、30kV+Moの実効エネルギーが約17keVであったため、実験で求められた実効エネルギーは正しいものであると思われる。

表2に患者の1件（6回）当たりの被曝線量を示す。胸の皮膚線量を考えると、25kVの時が最も大きいですが、散乱線被曝は少ない。胸の皮膚線量を考慮すると、31kV+Moで撮影した方がよいと考える。散乱線被曝を公衆被曝限度（1 mSv）と比較すると、それぞれ線量当量限度の約1割以下にすぎない。生殖腺については、1回の撮影で、胸部撮影とほぼ同じくらいの被曝線量であるが、撮影回数が多いので防護服を着用させ、被曝低減に努めた方がよいと考える。

図1に術者の年間被曝線量を示す。年間被曝線量は、1年間の勤務日数を250日とし、乳房撮影（10500回）を1人で担当したと想定した時の散乱線被曝である。図からわかるように、遮蔽

表1 Moフィルター有無の実効エネルギー

	管電圧	実効エネルギー
Moフィルター無し	25 kV	14.7 keV
	28 kV	14.7 keV
	31 kV	15.3 keV
Moフィルター有り	25 kV	15.3 keV
	28 kV	15.8 keV
	31 kV	16.2 keV

表2 患者の一件あたりの被曝線量

部 位	1件あたりの被曝線量 (mSv)		
	25 kV	28 kV+Mo	31 kV+Mo
胸の皮膚線量	19.43	15.60	11.94
水晶体の高さ	0.07	0.11	0.10
甲状腺の高さ	0.04	0.07	0.06
胸部の高さ	0.03	0.08	0.08
生殖腺の高さ	0.00	0.01	0.01

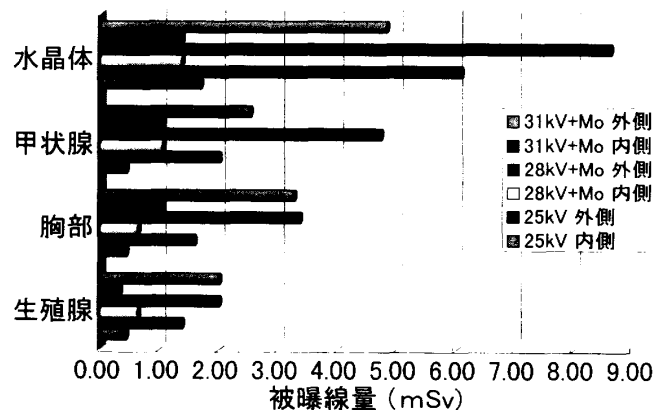


図1 術者における年間被曝線量

板の内側と外側では2～6倍の被曝線量の違いがあり、今回使用した線量計の誤差を考慮すると遮蔽板の内側ではほぼ0と言えるため、遮蔽板の内側に入っていた方がよい。又、線量当量限度と比較した場合、最も被曝が多い28kV+Mo外側でも、他の撮影による被曝を考慮しても全て線量当量限度以内であり、安全である。

4. 結論

患者の被曝を考慮して、本学にある装置においては、撮影条件を31kV+Moとした方がよい。又、被曝低減のため、防護服を着用させた方がよい。

術者の被曝線量は、遮蔽板から体が出ていたとしても被曝は少ないが、遮蔽板内側の2～6倍の被曝量があるため、遮蔽板の内側に隠れていた方が安全である。

(指導 青木 清 教授)

各種フィルタにおける散乱線スペクトルの変化

835010 森 田 康 介

835023 山 岸 厚 子

834028 田名部 清 国

1. 目的

フィルタ付加により線質が硬くなることで軟線領域を減少させ、結果的に散乱線を除去するのではないかと考え、このことをフィルタの材質・厚さなどを変えてスペクトルを求めることにより検討する。

2. 実験方法

エックス線発生装置において管電圧とフィルタを変化させて散乱線スペクトルを測定し、一次線に対する散乱線の割合をコンピュータ処理により求める。また、フィルタの材質の変化についても同様に行う。実験した管電圧は60kV、90kV、120kVであり、フィルタ厚は管電圧80kVにおける光子数を20%、40%吸収する厚さとした。

3. 実験結果と考察

(1) 各管電圧における散乱線変化

管電圧上昇にともない、実効エネルギーは増加傾向を示しているが、散乱線含有率を光子数の面から比較すると目立った差は生じなかった。

(2) 各フィルタ厚における散乱線変化

フィルタ厚を厚くするほど軟線領域が吸収されるため、実効エネルギーは増加傾向を示しているが(1)と同様に散乱線含有率には目立った差は生じなかった。さらに照射線量の変化に関しても大きな差はみられなかった。

(3) 各フィルタ材質における散乱線変化

5種類のフィルタの材質による一次線の変化を確認したところ、図1のように各種フィルタ付加により実効エネルギーは増加傾向となった。また、ファントムを透過する事で軟線がさらに吸収されるため、ファントム透過後の実効エネルギーも増加傾向となっている。さらに、フィルタの付加が散乱線の実効エネルギーにも影響を及ぼしていることもわかる。

散乱線光子数、散乱線照射線量に関しては、実効エネルギーは増加しても、全てのフィルタにおいて目立った差は生じなかった。

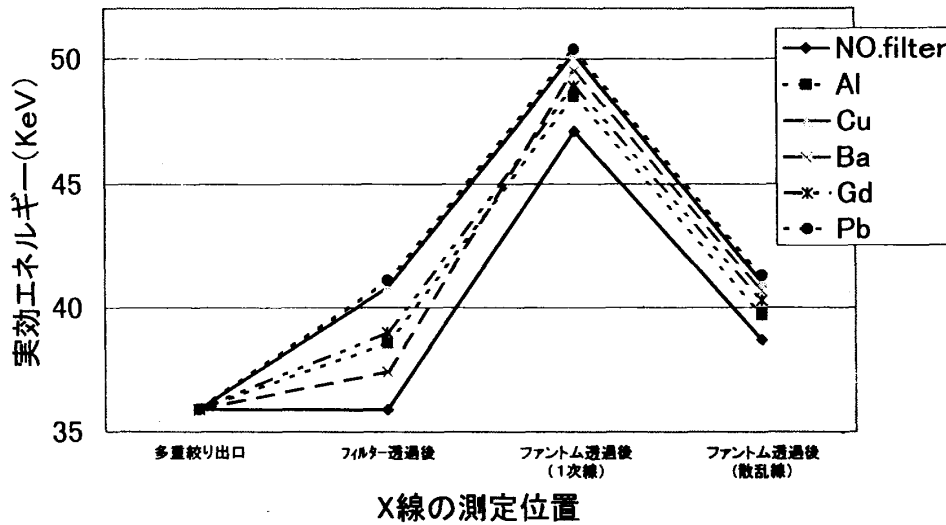


図1 実効エネルギーの変化

4. 結論

線質を変えたとき (管電圧変化、フィルタ厚変化、フィルタ材質変化) の一次線に対する散乱線の割合に目立った変化が見られなかった。つまり、フィルタを付加することが直接的に散乱線を除去する事にはつながらないことがわかった。

フィルタを入れることでエックス線の実効エネルギーは高くなり、散乱線の実効エネルギーはフィルタに依存していることが確認できた。

(指導 青木 清 教授)

DP マッチングによる生物進化の解析

835015 林 田 智 子
 835032 古 口 純 子
 835038 足 達 晃 代
 835059 高 橋 和 華 子
 835063 小 林 美 智 子

1. 目的

コンピュータ処理の一つである DP マッチングを用いて、ヘモグロビン α のアミノ酸配列をヒトといろいろな生物で比較し、生物の進化について検討する。

2. 実験方法

二つのパターンの要素間の配列化を能率的に行うことができる DP マッチングを用い、ヒトに対する、脊椎動物のパターン化の類似度を、図にし比較した。

3. 結果および考察

以下の例に取った、チンパンジーとエイをパターン化した図で示す。

図 1-A ヒトとチンパンジー

図 1-B ヒトとエイ

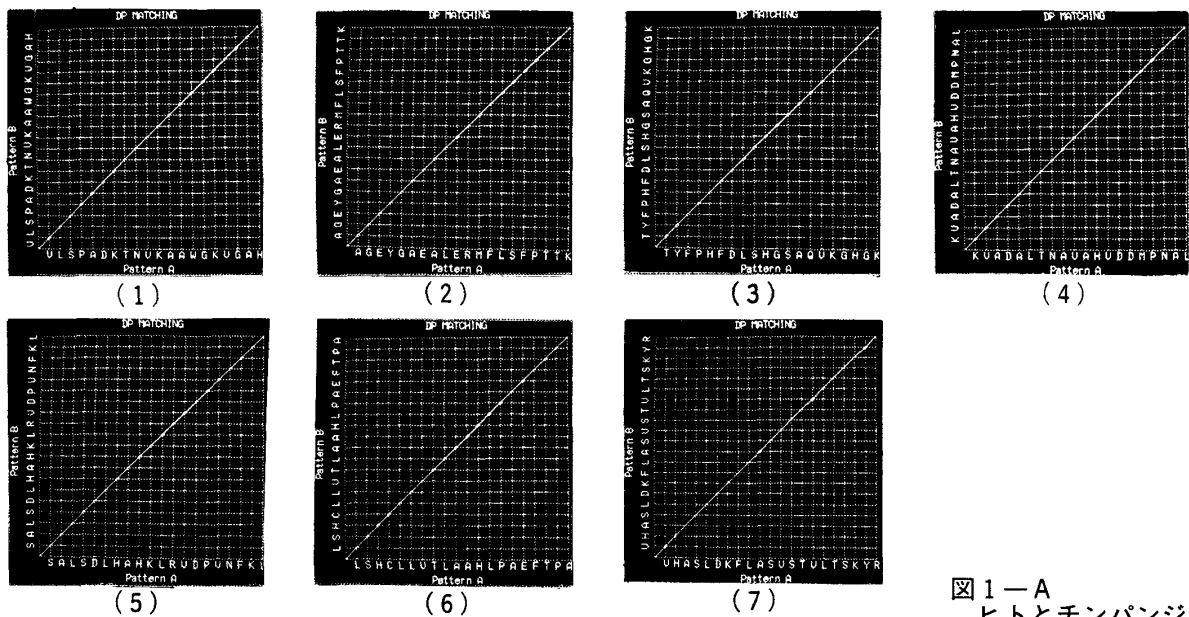


図 1-A
ヒトとチンパンジー

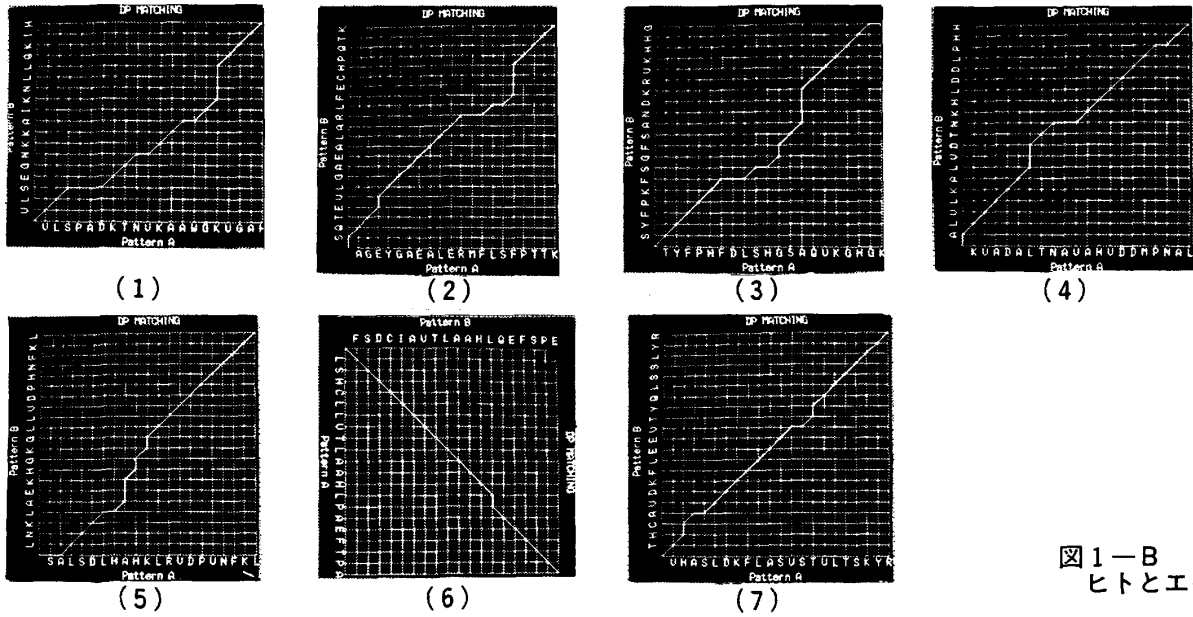


図1-B
ヒトとエイ

以下に DP マッチングによる表を示す。

表1 ヒトと脊椎動物との相同性と類似度

	ヘモグロビン α 鎖	ヒトとの 差異数	ヒトとの 相同性	ヒトとの類似度	
				DP マッチング前	DP マッチング後
ヒト	141				
チンパンジー	141	0	100%	0	0
コウモリ	141	13	90.80%	26	26
マウス	141	19	86.50%	38	34
ラビット	141	25	82.30%	50	42
ダチョウ	142	43	69.30%	86	74
ペンギン	141	55	61.00%	110	94
アヒル	141	59	58.20%	118	104
ウミヘビ	141	58	58.90%	116	108
トカゲ	141	60	57.40%	120	112
イモリ	141	137	2.80%	274	98
カエル	141	60	57.40%	120	110
サンショウウオ	141	138	2.18%	276	118
コイ	142	108	23.90%	216	125
サメ	148	134	9.50%	268	145
エイ	141	102	72.30%	204	126

ヒトとの相同性を見ると、例えばチンパンジーは141 (100%)、エイ39 (72.3%)である。(相同性とはヘモグロビン α の配置が一致している数の比率を言い、比率が大きいほど、ヒトと近い配列を持っているということである。)また、ヒトとの類似度を見るとチンパンジーは0、エイは126となり、類似度の値が小さいほど、ヒトに進化が近いことがいえる。

また、DP マッチング前後の比率では、単純に差異数を 2 倍にしたものと、DP マッチングによる類似度を比較することにより、チンパンジーの場合は変化がないが、エイの場合は DP マッチング前が102となり、類似度は126となっていることより DP マッチングによって補正が行われ、より正確な類似度が求められるといえる。

4. 結論

単純に比較しても出てくる答えは同じだが、DP マッチングを行うことにより、ヒトから離れば離れるほど補正・改善され、より正確な脊椎動物における生物進化が判断できた。

5. 今後の課題

チトクロム C では広範囲な生物の進化を調べ、ヘモグロビン α では脊椎動物の進化を調べた。今後はさらに狭い範囲（例えば哺乳類 etc. …）に限定した生物の進化について調べたい。

(指導 檀尾 英次 教授)

画像構成におけるフーリエ変換へのアプローチ

834007 大友 亮 之

834026 谷 畑 誠 司

834054 原 慶

833046 畑 力 夫

1. 目的

CT の画像再構成を理解するためのイントロダクションとして、具体的に関数を与え、フーリエ級数により再現性を計算することで、フーリエ級数の特性を調べ理解することを目的とした。

2. 投影定理

$$P(s, \theta) = \int f(x, y) dl$$

$$P(s, \theta) = \iint f(x, y) \cdot \delta(s - x\cos\theta - y\sin\theta) dx dy$$

$$P(s, \theta) = \int p(s, \theta) \cdot \exp(-2\pi i Ss) ds$$

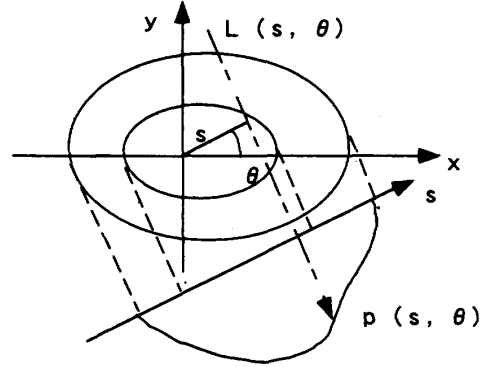
$$\begin{aligned} P(s, \theta) &= \iint f(x, y) \cdot \exp[-2\pi i(xS\cos\theta + yS\sin\theta)] dx dy \\ &= F(S\cos\theta, S\sin\theta) \end{aligned}$$

∴ 投影定理 $P(s, \theta) = F(S\cos\theta, S\sin\theta)$

$$f(x, y) = \iint F(X, Y) \cdot |S| \cdot \exp(2\pi i Ss) ds d\theta$$

$$f(x, y) = \iint P(S, \theta) \cdot |S| \cdot \exp(2\pi i Ss) ds d\theta$$

$f(x, y)$: 吸収係数の分布
 = 横断面
 $p(s, \theta)$: 対応する経路 $L(s, \theta)$
 上に存在する吸収係数の積分値



3. 実験方法

- ・ BASIC による簡単なプログラムで計算を行った。
- ・ 簡単な X のべき乗の関数を与え、フーリエ級数展開を行った。
- ・ $|\frac{f(x) - X^n}{X^n}| \times 100$ [%] による相対誤差と計算回数との関係をグラフと数値から評価した。

4. フーリエ級数展開

$$f(x) \sim a_0/2 + \sum [a_k \cos(k\pi) + b_k \sin(k\pi)]$$

$$a_0 = \frac{1}{\pi} \int f(x) dx$$

$$a_k = \frac{1}{\pi} \int f(x) \cos(kx), \quad b_k = \frac{1}{\pi} \int f(x) \sin(kx) dx$$

5. 結果：フーリエ級数の項の数と相対誤差の関係

n \ σ	10%	1%	0.1%
X^2	4	41	405
X^4	8	81	811
X^6	14	122	1213
X^8	16	162	1633
X^{10}	20	201	1908

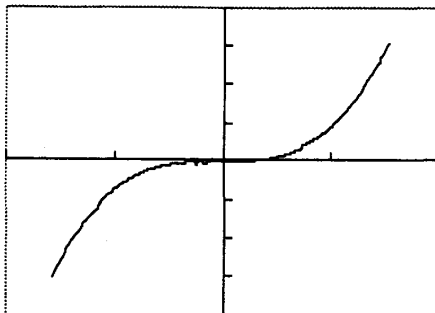
6. まとめ

○ 近似された関数はそれぞれ近似する関数の特徴が反映される。

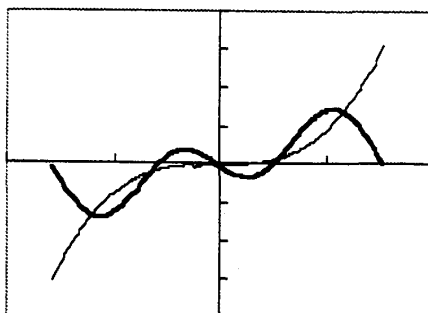
- ・ 奇関数は sin で近似される。グラフより、始点と終点付近で相対誤差が大きく目立つことが解る。
- ・ 偶関数では cos で近似される。sin での近似でも言えたことであるが、特殊な領域で相対誤差が大きくなる。

：繰り返し回数Kの変化と近似の度合

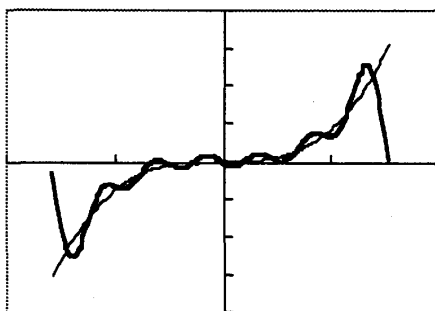
〈 x^3 のみ〉



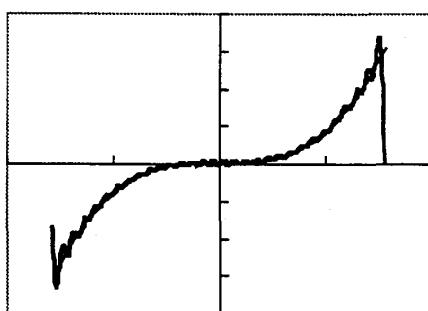
〈 x^3 , $k=2$ のとき〉



〈 x^3 , $k=6$ のとき〉



〈 x^3 , $k=30$ のとき〉



- ・グラフがCRT上で重なっていて視覚的に判断できない領域でも、数値的には相対誤差は大きくなっている。コンピュータによる計算は無限小の範囲を 10^{-30} 乗という値で設定されているのに対して、三角関数の値は 10^{-3} 乗までしか近似されない。その為、 k は無限に繰り返される。

この様な事より、コンピュータを用いた三角関数による近似では特殊な領域に対し、相対誤差を小さくするのは困難である。近似を行う際、どの程度の誤差範囲を許容するかの判断が必要であると言える。

(指導 清水 忠良 教授)

低線量 CR 画像における Grid の有用性

835051 長 沢 美 里

目的

Computed Radiography (以下 CR) 法に用いる Imaging Plate (IP) は、増感紙より X 線の吸収率が良く、更に CR は EDR (自動感度調整機構) 機能を備える。従って低線量において

も、グリッドを用いたCR法による画質は Film/Screen (以下 F/S) 法を上回ると予測し、同一線量による画像の視角評価を行った。

方法

最初に F/S 法で HRS/HR4 により Grid 無しで濃度 1.00 ± 0.05 となる撮影条件を求めた。次に IP を用いてその条件を不変のまま、ランドルト環 (計75枚) を撮影し、得られた画像の視覚評価を行った。

ランドルト環の評価：学生 3 名にて観察し C 型の開口方向の正答率を求めた。

比較条件：アクリル厚 5 cm、10cm 電圧 40kV、50kV、60kV

Grid 8 : 1 (34)、Grid 5 : 1 (34)、Grid (-)

結果及び考察

図 1

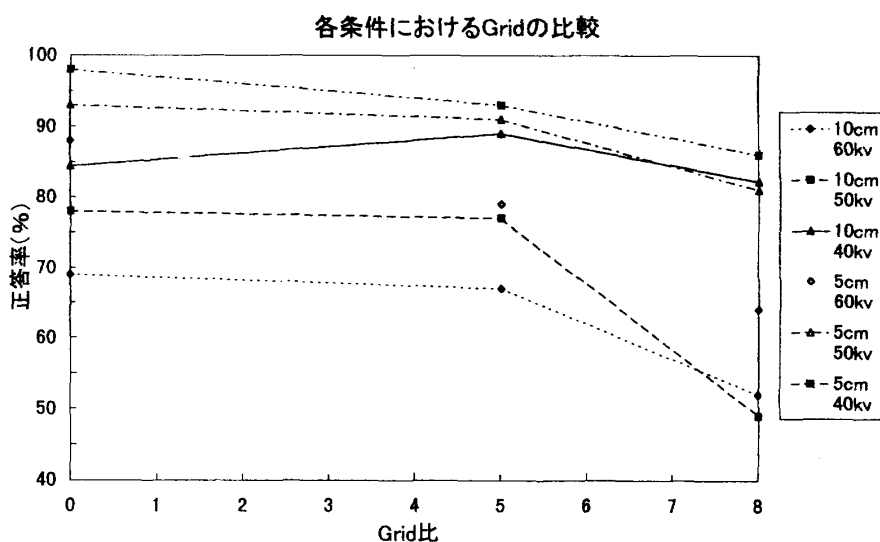
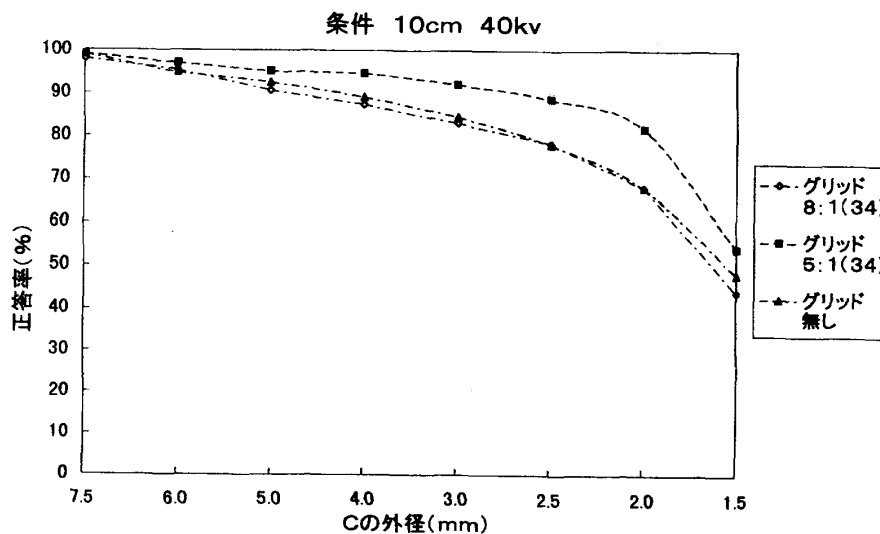


図 2



ランドルト環像はアクリル厚 5 cmを用いた場合、電圧50kV、60kVを用いた場合ではすべて Grid (－)の方が正答率が高くなった(図1)。しかし、10cm、40kVの像では唯一5:1(34)が高くなった(図2)。

グリッドを使用しないS/F法の撮影条件で吸収の多いグリッド加えてCR撮影を行えば、当然IPへの到達線量が減少し、EDRによって一定の濃度は保たれるものの粒状が目立つ。即ち、S/N比が改善されても線量不足を克服出来ない事になる。一方、低い格子比を用いた場合に正答率が上昇している事実は、IPへの線量が増加したことによる粒状性の向上を意味し、S/N比改善の効果が現われ始めていると言える。ここでは10cm40kVにおける画像のみがIPへの到達線量低下による粒状の影響よりも、散乱線除去によるS/N比改善の効果が優っている。従って、他の電圧、被写体厚においても3:1のような更に格子比の低いグリッドを用いることによってGrid(－)以上の画質が得られることが推測される。

(指導 西尾 誠示 助教授)

「CR 画像処理による低信号の検出能」

～ROC 解析を用いた描出能の比較～

835001 安 藤 誉志也

835042 安 永 恵 子

目的

近年コンピュータ化の流れの例にもれずして、病院等、医療機関においてもデジタル化が進んでいる。特に放射線科においては、X-CT、MRIを代表とした様々な画像診断機器が登場している。この様な中で今回我々は、CR (Computed Radiography) に注目した。数あるCRシステムの利点の内、最も有用なのは、広範な画像処理が可能であることだと考えられる。この画像処理を行うことで、如何にして診断能を向上させるかがポイントであり、従来のFilm/Screen系と比較した際にCRシステムのもつ優位性はどのようなものであるかを検討してみた。

※ ROC とは

Film/Screen系とCRシステムでの画像を比較・検討する方法として、我々はROC解析を用いた。これはある画像中に信号(情報)が"ある、か、"ない、かを視覚的に定量評価する際に、優れた方法である。

実験方法

①予備実験として写真濃度が 1.25 ± 0.05 となるように撮影条件を探り、40kV、100mA、0.013sec、FFD=100cmとした。低信号物質には、ロスフィルムを5mm四方に切った物を用いた。

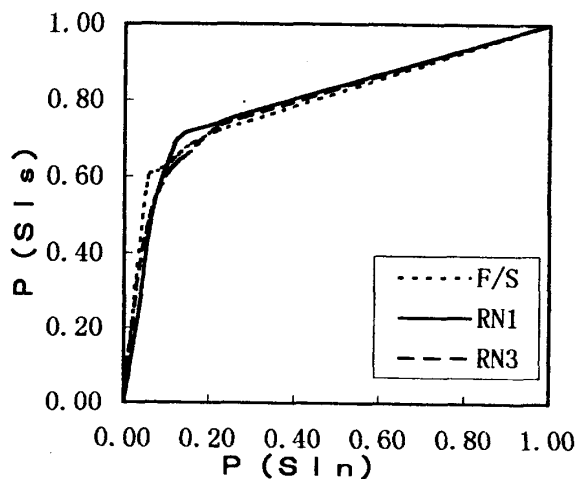
②視覚評価の資料作成

カセット上に散乱体としてアクリル板を2枚のせ、この上に低信号物質をランダムに並べたものを①の条件にて撮影を行った。この際、Film/Screen系はHR-S/HR-4を、CRシステムはFCR AC-3、IPはST-VAを使用した。また、IP読み込みのモードはテストモードの内、コントラストを用いた。画像処理条件としては、特性曲線の形状はA階調、周波数ランクを1、3、5、周波数強調度を3.5、8、と変化させて、他のパラメータはFujiのオリジナル値を用いた。

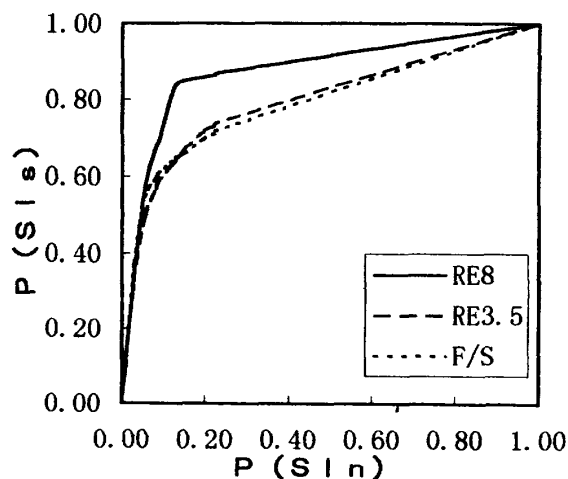
③以上のようにして作成した資料により視覚評価を行った。視察者数は延べ25人、データ数は1つの画像処理条件に対して、約100のデータを採りROC曲線を得た。

表1 各画像処理条件における感度と特異度の変化

		F/S	RN3 RE3.5	RN1 RE3.5	RN3 RE8
A	感度	63	71	77	79
	特異度	54	70	83	82
B	感度	30	41	53	71
	特異度	75	63	82	85
C	感度	56	57	71	79
	特異度	59	85	66	67



グラフ1 周波数ランクを変化した際の比較



グラフ2 周波数強調度を変化した際の比較

結果

表1では、強調度が強くなる程(表の右側になる程)、感度、特異度の数値が大きくなっていることが判る。これらはグラフからも明かであり、グラフ1ではそれ程大きな差は見られないものの、グラフ2からは画像強調処理を行ったことによるCRシステムの優位性が良く判る結果となっている。

考察

CRシステムの基本的な考え方の中に、Film/Screen系よりも被曝線量を低減できること、診断情報が豊富であることが挙げられる。また、結節などの描出能は背景に対するコントラストに依存することが知られている。このことは我々の実験でも視覚評価の際に観察者から「(CRの方が)画質が悪い、粒状性から見ればF/Sの方がきれいだ」といった批判を多く耳にしたのだが、実際、結果を見ればCRにて画像強調処理を加えた方が、明らかに描出能が向上していることでも確かめられた。つまり重要なのは、信号(情報)を加何して描出するかということであり、必ずしも画質の善し悪しではなく、コントラスト分解能が重要なのだということである。

今回我々が行った様に、極淡い低信号を描出させるという観点に於いて、画像強調処理を行うことは非常に有効な手段であると思われる。特に軟部組織等の様に濃度変化が緩慢な画像で、微物構造の描出などに威力を発揮するものと考えられる。

(指導 西尾 誠示 助教授)

パソコンを用いての画質因子の物理評価について ～MTF・RMS処理の試作～

835044 和 智 裕 司

1. 目的

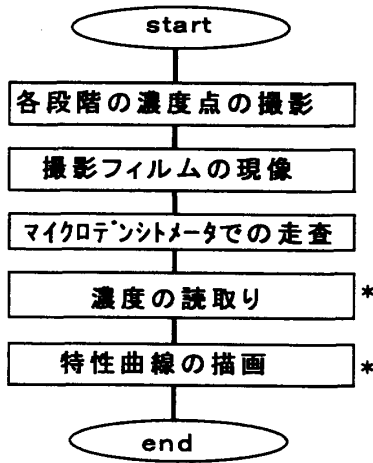
X線フィルムの画質評価の基本として、特性曲線・MTF・RMSが用いられている。この物理評価作業の迅速化、及び省力化を図るために、MTF・RMS処理プログラムを試作した。

2. 実験方法

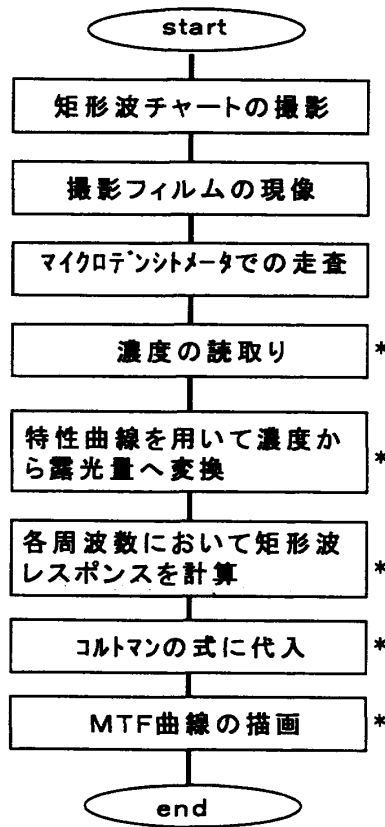
汎用コンピュータを用いて、プログラミングを行い、プログラム処理と、マニュアル処理と

MTFの処理手順

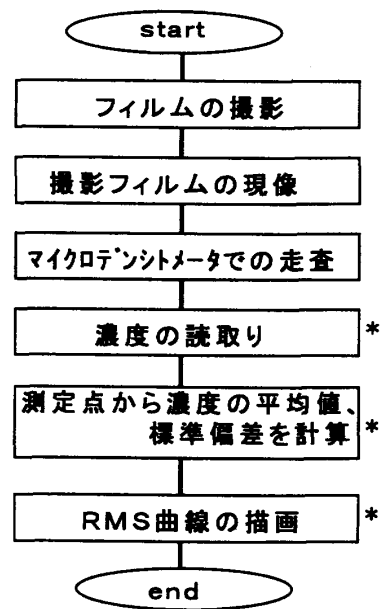
1. 特性曲線の処理



2. MTF曲線の処理



RMSの処理手順



の作業時間の比較を行った。プログラミングは、以下のフローチャートのうち、*印の部分である。

3. 結果・考察

- ・MTF 作業時間は、30分となり、通常の作業時間の約 1 / 3 となった。
- ・RMS 作業時間は、15分となり、通常の作業時間の約 1 / 8 となった。

以上の結果から今回の試作プログラムにより、媒体の変更（ペーパーレス化）が可能になり、各処理をブラックボックス化することなしに処理を行うことができたため、学生実験を対象とする、有用なプログラムが作成できたものとする。

(指導 西尾 誠示 助教授)

高電圧撮影におけるグリッドの性能評価

新 島 隆 司
石 塚 良 和
鈴 木 典 子

目的

通常、高電圧撮影においてグリッドは必須の道具である。今回、我々は高電圧領域グリッドの性能評価を物理的な側面、視覚的な側面より検討を加え評価を行う。

使用機器

X線装置 KXO-30F、X線管 DR×1724B
増感紙 FSV、フィルム RX
アクリル 1 cm×8枚
グリッド 8：1 (34/cm、60/cm)、10：1 (Cross)
バーガーファントム
濃度計 PDA85
鉛 (直径5 mm、3 mm厚)

実験方法

視覚的評価

(A)バーガーファントム、グリッド、アクリルをカセット上に設置し撮影する。

(B)管電圧、グリッドの種類を下記のように変化させ計27枚の撮影を行う

管電圧…100kV、120kV、140kV

グリッド…NO Grid 8：1 (34/cm、60/cm)、10：1 (Cross)

(C)視覚評価

4点…はっきり見える

3点…輪郭はわかるが濃度差が少ない

2点…見えるが輪郭がはっきりしない

1点…ぼんやり見える

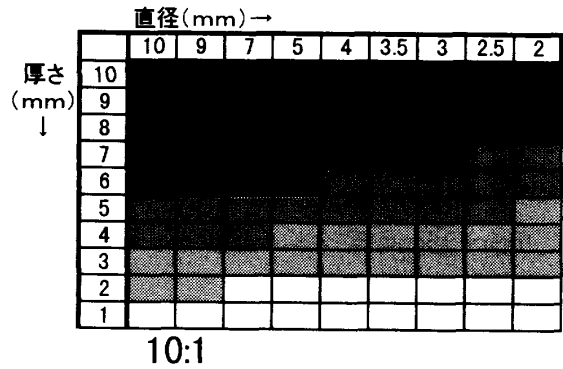
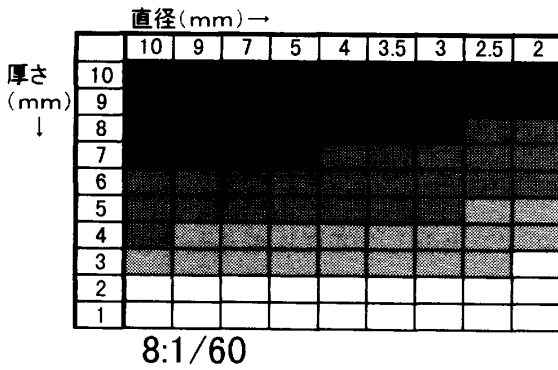
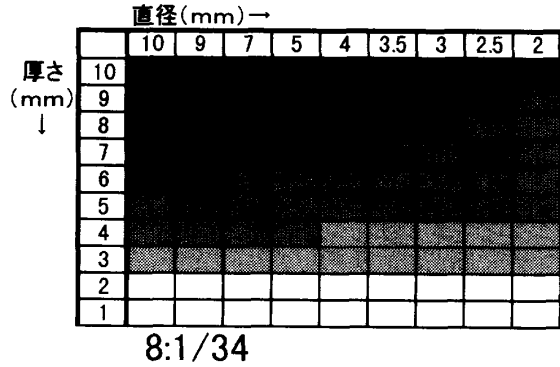
0点…認識できない

以上の点数制にして評価を行い、これらの評価を複数名にて実施し結果とする。

結果

	グリッドの種類								
	8:1/34			8:1/60			10:1(Cross)		
	管電圧(kV)			管電圧(kV)			管電圧(kV)		
	100	120	140	100	120	140	100	120	140
露出倍数	3.10	3.09	2.86	2.91	2.89	2.78	4.90	3.98	3.85
コントラスト改善度	2.11	2.08	1.88	2.36	2.14	1.94	2.76	2.31	2.08
選択度	4.93	4.67	3.51	5.09	4.68	3.68	8.28	6.22	4.50

〔物理的評価〕



〔管電圧120kVにおける視覚的評価〕

※濃度の高い部分が明瞭に識別できる範囲

結論

1. 高電圧領域において各電圧における最適なグリッド
 100kV… 8 : 1 / 34
 120kV… 10 : 1
 140kV… 10 : 1
2. 高電圧領域においてグリッドを使用する場合、高電圧化に伴い散乱線の増加、被写体コントラストの減少よりグリッドの性能、信号認識能の低下が生じる。
 したがって背景のない密度均質なものを対象とする場合でもグリッド使用時は高電圧領域でも低い側の電圧を選択するのが有効的である。
3. 同一グリッド比でもグリッド密度の大きいマイクロファインは物理的性能が劣るので高電圧領域に用いるのは適切でない。

(指導 西尾 誠示 助教授)

胸部正面像における撮影条件の検討

835064 齊田 淳子

目的

3種のフィルム/スクリーンシステムについて物理評価及び視覚評価を行い、胸部画像に適切な撮影条件について検討した。

方法

フィルム/スクリーン

HRS/HR4 HRL/HR4 UR1/HGM

①物理評価

以下の項目について実験を行った。

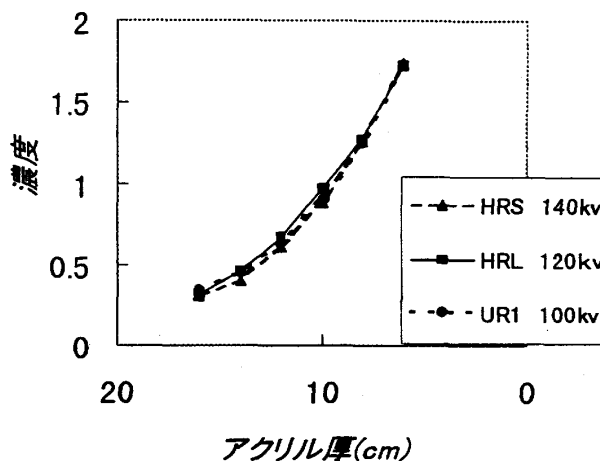
1 特性曲線 2 RMS (粒状度) 3 MTF (鮮鋭度)

②視覚評価

6 cm～16cmのアクリル階段を、管電圧100、120、140kVで撮影し、アクリル6 cmでの濃度が1.7前後となるようにした。

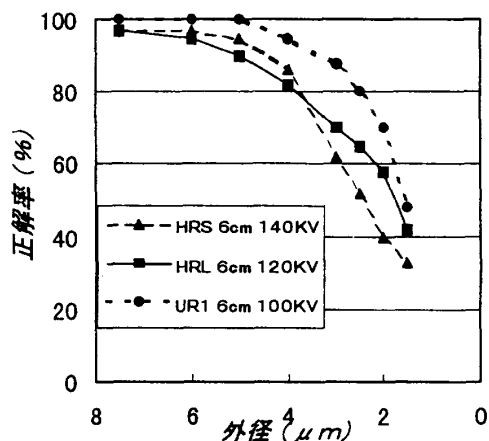
アクリル階段の濃度曲線を作成し、同一コントラストが得られる3種のフィルム・電圧の組み合わせを選択した。(図1)

図1 アクリル段階による濃度曲線



同一コントラストが得られるフィルム・電圧の組み合わせはHRS 140 kV HRL 120 kV UR-1100 kVとなり、この条件を用いて視覚評価を行なった。

図2 アクセル6 cmにおける視覚評価



アクリル6 cm、及び縦隔に相当する16cmにおいてランドルト環を用いて視覚評価を行った。
(図2)

結果及び考察

アクリル6 cmでは、100kVのUR1の正解率が高かった。又RMS、MTFの結果でもUR1が最も優れていた。すなわち、このことが視覚的にも影響したと考えられる。

アクリル16cmにおいてもUR1は高い正解率であった。又140kVのHRS、120kVのHRLでは電圧が高い為に、微小構造の検出能が低下したと考えられる。以上から、肺野部(アクリル6 cm)では、コントラストがつく条件及びフィルムが適したものを、縦隔部(アクリル16cm)では、一定のコントラストが得られ粒状が目立たない条件が、胸部には適切である。従って胸部全域を観察するには、UR1が最も適したフィルムであるといえる。

実際、胸部撮影ではコントラストをつける為に電圧を下げると肋骨陰影が生涯となるので、視覚的に目立たない電圧にとどめるべきである。今後は、このようなことも含めて検討していきたい。

(指導 西尾 誠示 助教授)