



Title	XI間接撮影の實驗的研究 “ブレンデの特性に就いて”
Author(s)	江藤, 秀雄; 足立, 忠; 筧, 弘毅 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1947, 7(1), p. 19-25
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/16506">https://hdl.handle.net/11094/16506</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

# XI 間接撮影の實驗的研究

## “ブレンドの特性に就いて”

(東京帝國大學醫學部放射線學教室 主任 中泉教授)

江 藤 秀 雄, 足 立 忠, 笥 弘 毅  
氣 駕 正 巳, 村 井 竹 雄

Die experimentelle Studien der indirekten Röntgenaufnahme  
Über der Charakter von Streustrahlenblende

Von

Aus der Abteilung für Radiologie der medizinischen Fakultät der kaiserlichen  
Universität zu Tokio, Japan. (Vorstand: Prof. M. Nakaidzumi)

H. Eto, T. Adachi, K. Kakei, M. Kiga, T. Murai.

### 1. 緒 言

「エックス線撮影に於いて被寫體より發生する散亂線を適當な「ブレンド」を用ひて除去すれば寫眞像の認知能及び現出能の向上する事實は屢々實驗的に證明されてゐる。著者等も「ブレンド」の散亂線除去機構並びにそれと對照度との關係に就いて既に報告した。本文ではその補註の意味で少しく數式的取扱ひを行つた。その方法は二三の基礎的文獻に依つたもので著者等の創意ではないが概念の徹底を期する爲め若干之に考察を加へた。

### 2. 「ブレンド」による散亂線除去と

對照度との關係

#### (i) ブレンド特性.

被寫體を通過し「ブレンド」に入射する直接線量及び散亂線量を各々D及びSとし「ブレンド」通過後のそれをaD, bSとする。此處にaは直接線に對するブレンドの透過率, bは散亂線に對する透過

率である。bは「ブレンド」に入射する散亂線強度の方向分布に關係し従つて被寫體内に於ける散亂線發生状態によつて異なる。ブレンドの有效性(又は能率の如きもの)は  $\Sigma = \frac{a}{b}$  の大小, 及び露出係數  $K = \frac{D+S}{aD+bS}$  等によつて其一部を表はすことも出来るが之に就いては更に後に述べる。被寫體に對する幾何學的條件(焦點距離, 照射野等)を等しくする場合散亂線量Sは直接線量Dに比例し  $S = rD$  が成り立つ。此處にrは比例常數で理論上<sup>(1)</sup>線質に依存するも實驗的には線質の或る範圍では殆んど之によらぬとみて差支へないことが示されてゐる。<sup>(2)(3)</sup>以上の關係より  $K = \frac{1+r}{a(1+\frac{r}{\Sigma})}$  が得

られる。

#### (ii) 對照度.

(a) 被寫體中の相接する二つの部分 A, B に於いて各々を通過せる直接線量を  $D_0, D_1$  とする。

( $D_0 > D_1$ )之に附加さるべき散亂線量  $S_0, S_1$  を假り  
に等しいとみれば(即ち  $S_0 = S_1 = S$ )「エックス線對  
照度は「ブレンド」を使用せざるとき  $P = \log \frac{D_0 + S}{D_1 + S}$   
に對して「ブレンド」を使用するときは

$$P' = \log \frac{aD_0 + bS}{aD_1 + bS} = \log \frac{D_0 + \frac{S}{\Sigma}}{D_1 + \frac{S}{\Sigma}}$$

となる

$$\frac{D_0 + \frac{S}{\Sigma}}{D_1 + \frac{S}{\Sigma}} - \frac{D_0 + S}{D_1 + S} = \frac{S(D_0 - D_1)}{(D_1 + S)(D_1 + \frac{S}{\Sigma})} (1 - \frac{1}{\Sigma}) > 0 \quad (\because \Sigma > 1)$$

なる故  $P' > P$  となる。即ち「ブレンド」を使用すれば  
エックス線對照度は増す。今「フィルム」の示性曲線  
上に於いて  $D_0 + S, D_1 + S$  に相應する黒化を  $B_0,$   
 $B_1$  とし平均傾角を  $\theta$  とすれば

$$\text{對照度 } A = B_0 - B_1 = \tan \theta \log \frac{D_0 + S}{D_1 + S} \quad (\text{第1圖})$$

「ブレンド」を使用するときは同様にして

$$A' = B_0' - B_1' = \tan \theta' \log \frac{K(D_0 + \frac{S}{\Sigma})}{K(D_1 + \frac{S}{\Sigma})}$$

「ブレンド」を使用するときは露出係数  $K = \frac{D_0 + S}{aD_0 + bS}$   
だけ線量を倍加する爲め「エックス線對照度は變  
化せざるもブレンド通過後の線量は  $K(aD_0 + bS)$   
及び  $K(aD_1 + bS)$  となり然も  $K(aD_0 + bS) = D_0 + S$   
なる爲め  $B_0' = B_0$  とみて差支へない。基地の黒

さ  $B_0 = 0.8 \sim 1.5$  にとすれば  $\theta$  は  $\theta$  と實際上大  
差無いから

$$\frac{A'}{A} = \log \frac{(aD_0 + bS)}{(aD_1 + bS)} / \log \frac{(D_0 + S)}{(D_1 + S)} = \frac{P'}{P} > 1$$

となる。

即ちブレンドの使用に依つて當然對照度は増す。  
然し實際上對照度の問題となるのは對照度の大なる  
場合ではなく寧ろ被寫體中のエックス線減弱度  
の近接せる二部分 A, B の識別の際にあると考へ  
られる。従つて今 A が B なる部分に囲まれてゐる  
小領域であり且つ  $\frac{D_0 - D_1}{D_0} = \epsilon$  ( $D_0 > D_1$ ) が甚だ小  
なる場合を例にとつてみる。(第2圖)  $D_0, D_1$  に  
附加さるべき散亂線量  $S_0, S_1$  は此際勿論實際上相  
等しいとみて差支へない。( $S_0 = S_1 = S$ )

$$\text{エックス線對照度 } P = \log \frac{D_0 + S}{D_1 + S} = \log \frac{D_0 + S}{D_0(1 - \epsilon) + S} = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n} \left( \frac{\epsilon D_0}{D_0 + S} \right)^n$$

$\epsilon$  を小なりとし第2項以下を省略すれば

$$P = \frac{\epsilon D_0}{D_0 + S} \text{ となる。ブレンドを使用せる場合}$$

も全く同様にして  $P' = \frac{\Sigma \epsilon D_0}{\Sigma D_0 + S}$ 。よつて

$$\frac{P'}{P} = \frac{\Sigma \epsilon D_0}{\epsilon D_0 + S} / \frac{\epsilon D_0}{D_0 + S} = \frac{D_0 + S}{D_0 + \frac{S}{\Sigma}} = \frac{1+r}{1+\frac{r}{\Sigma}}$$

基地の黒化を等しくするため「ブレンド」使用の際  
露出を  $K$  倍する。此際は特に  $\theta'$  は  $\theta$  に近似すると

$$\text{みられ前と同様の方法で } \frac{A'}{A} = \frac{1+r}{1+\frac{r}{\Sigma}} \text{ となる。}$$

即ち  $r$  の等しいときは  $\Sigma$  の大なる程又  $\Sigma$  の等し  
いときは  $r$  の大なる程對照度は増す。上式に於い  
て「ブレンド」が完全に散亂線を除去し得ると假定

すれば Zakonsky 及び Juris<sup>(4)</sup> が  $\epsilon \rightarrow 0$  の場合を  
微分により求めた結果と同じものが得られる。

(b) 他の例として  $A_1, A_2$  なる二部分があり A  
( $A_1$  及び  $A_2$ ) と B の「エックス線減弱度の差異は  
小ならざるも  $A_1, A_2$  の減弱度が互ひに接近せ  
る場合を考察する。此場合には  $\frac{D_0 - D_1}{D_0} = \epsilon_1,$   
 $\frac{D_0 - D_2}{D_2} = \epsilon_2$  とすれば  $D_1 - D_2 = D_0(\epsilon_2 - \epsilon_1) = D_0 \epsilon$   
に於ける  $\epsilon$  が小となる。

$$P = \log \frac{D_1 + S}{D_2 + S} = \log \frac{1 - \frac{\epsilon_1 D_0}{D_0 + S}}{1 - \frac{\epsilon_2 D_0}{D_0 + S}} = \log \left( \frac{1 - \frac{\epsilon_1 D_0}{D_0 + S}}{1 - \frac{(\epsilon_1 + \epsilon_2) D_0}{D_0 + S}} \right) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n} \left( \frac{\epsilon D_0}{D_1 + S} \right)^n$$

ブレンデを使用するときも同様にして

$$P' = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n} \left( \frac{D_0 + \epsilon}{D_1 + \frac{1}{\Sigma} S} \right)^n$$

兩式に於て  $\epsilon$  を特に小として自乗以上を省略すれば

$$\frac{P'}{P} = \frac{D_0 \epsilon}{D_1 + \frac{S}{\Sigma}} \bigg/ \frac{D_0 \epsilon}{D_1 + S} = \frac{D_1 + S}{D_1 + \frac{S}{\Sigma}}$$

となる。

今  $\frac{aD_0 + bS}{aD_1 + bS_1} > \frac{D_0 + S}{D_1 + S}$  , 従つて

$$\log \left( \frac{aD_0 + bS}{aD_1 + bS} \right) > \log \left( \frac{D_0 + S}{D_1 + S} \right)$$

であるから若し露出係数を  $K = \frac{D_0 + S}{aD_0 + bS}$  とすれば  $A_1, A_2$  に相當する黒化の部分は示性曲線の脚下にかくれてしまふこともある。斯る場合には「エックス線対照度」は増大しても寫真上の對照度は反つて減少する。従つて  $A_1, A_2$  の何れかに對して露出係数を定める必要がある。此際基地の黒化は當然違つてくる。此時初めて前と同様に

$$\frac{d'}{d} = \frac{D_1 + S}{D_1 + \frac{S}{\Sigma}} = \frac{1 + r_1}{1 + \frac{r_1}{\Sigma}}$$

(c), (a) に於いてAをB中の小領域としたが之は必ずしも必要な條件ではない。實際問題となるのは兩者の境界であるから双方よりの散亂線は入り亂れて境界附近では散亂線が一様な強度で分布されてゐるものとみてよい。

(b) の場合勿論  $S_0 \approx S_1$  と考へて良い筈である。

$$a = \frac{1}{L}, b = \frac{2}{\pi} \frac{1}{L} \left( i + \frac{\log \cos i}{\tan i} \right), \Sigma = \frac{a}{b} = \frac{\pi}{2} \frac{1}{\left( i + \frac{\log \cos i}{\tan i} \right)}$$

$$\text{今 } \log \cos i = \log \left\{ 1 - \left( \frac{i^2}{2!} - \frac{i^4}{4!} + \dots \right) \right\} = - \left( \frac{i^2}{2} + \frac{i^4}{12} \right) - \dots \tan i = i \left( 1 + \frac{i^2}{3} + \frac{2}{15} i^4 + \dots \right)$$

$$\text{よつて } \frac{\log \cos i}{\tan i} = - \frac{i}{2} \left( 1 + \frac{i^2}{6} \right) \text{ 即ち } i + \frac{\log \cos i}{\tan i} = \frac{i}{2} \left( 1 + \frac{i^2}{6} \right)$$

此式で例へば  $i < 14^\circ 2'$  ならば誤差1%以内で  $i + \frac{\log \cos i}{\tan i} \approx \frac{i}{2}$  とみて良い。従つて

$$b = \frac{2}{\pi} \times \frac{1}{L} \times \frac{i}{2} = \frac{i}{\pi}, \Sigma = \frac{\pi}{i}$$

然し  $\frac{S_0}{D_0} = \frac{S_1}{D_1}$  になるような場合を考へる必要はない。 $S_0, S_1, S_2$  の大いさに関しては實際判きりして居らぬが種々の點より考へて之等を總べて等しいものとして取扱つた。又  $A_1, A_2$  は互いに獨立に存在する必要はなく  $A_1$  が  $A_2$  の領域内にあつても同じことである。以上單に二つの例に就いて考察したに過ぎないが「ブレンデ」を使用すればエックス線對照度の増すこと及び「ブレンデ」の特性に如何に關係するかを知つた。然し「フィルム」の示性曲線を考慮に入れるときは「ブレンデ」の有無により各々の場合の最適撮影條件は自から違つてくる。此點を更に吟味しなければ「ブレンデ」と寫真像との關係は完全には解決されない。(之に關しては別文に於いて多少具體的に論じたいと思ふ。)

### 3. 「ブレンデ」の特性

前述の如くブレンデの特性を表はす  $\Sigma = \frac{a}{b}$  の値は散亂線の發生状態に關係する。理論上の計算は次の如き簡単な假定の下に行はれる。(5)(6)

a) 直接線はブレンデの格子に平行に入射し従つてその吸収には單にエックス線吸収材料(例へば鉛)の幅のみが關係する。

b) 畫面要素に入射する散亂線強度の方向分布はあらゆる方向に對し均等である。

b) に關しては數式的に詳しい表現を行はねば之だけでは勿論意味が明瞭でない。兎も角も斯る場合第3, 4圖の如きブレンデに就いては次の結果が得られる。(第4Bのものにも同様適用される。)

例として  $\frac{1}{L} = \frac{0.4}{0.4+0.04} = \frac{10}{11}$  とすれば  $\tan i$  の種々なる値に對して次表の如き結果が得られる。

tani	i (度)	b	(1-b)×100	Σ
$\frac{1}{2}$	26°34'	0.134	86.6	6.8
$\frac{1}{5}$	11°19'	0.057	94.3	15.9
$\frac{1}{7}$	8°8'	0.041	95.9	22.1
$\frac{1}{10}$	5°43'	0.029	97.0	31.5

露出係数  $K = \frac{1}{a} \frac{1+r}{1+\frac{r}{\Sigma}}$  に於いて

$r=1$  及び  $0.25$  (胸部の場合(×))とし

$\tan i = \frac{1}{5}$  をとれば

$$\begin{cases} r=0.25 & K=1.35 & \frac{A'}{A}=1.23 & \text{となる。} \\ r=1.0 & K=2.0 & \frac{A'}{A}=1.88 \end{cases}$$

4. 「ブレンデ」損失

「ブレンデ」を使用する際必要な線量倍加係数は露

出係数  $K = \frac{1}{a} \frac{1+r}{1+\frac{r}{\Sigma}}$  により表はされ一定の

$r$  及び  $\Sigma$  に對しても  $a$  の大小に關係することが知られる。實際の「ブレンデ」に於いては格子中間物質及び「ブレンデ」の上下面の材料によつても「エックス」線が吸収される。高さ  $d$ , 平均減弱係數  $\mu$  のものに對して公式  $I = I_0 e^{-\mu d}$  を適用すれば  $\frac{I_0}{I} = e^{\mu d} = (1+\mu d)(\mu d \text{ の自乗以下略})$  だけ更に  $K$  に乗せねばならぬ。散亂線に對しては斜に入射するから直接線に對するよりも吸収が多く「ブレンデ」の效能が更に増すわけであるが今大體同じとみて實際の露出係数  $K' = K(1+\mu d)$  を得る。「ブレンデ」を高くすれば  $\Sigma$  自身は大となり散亂線除去率は増すがその割合は次第に減少し一方  $K$  は  $\frac{1}{a}(1+r)$  に近づく。他方  $d$  は勿論「ブレンデ」本来の高さより大きい「ブレンデ」が高くなる程  $d$  も大きく従つて此爲にも  $K'$  は大きくなる。次に第4A圖の型式の「ブレンデ」を使用すると直接線自身が「ブ

レンデ」の端に行くに従ひ吸収され方が大きくなる。例へば焦點-「ブレンデ」間距離を 80 及び 150 cm にした場合第5圖の  $\theta_1, \theta_2$  に對する「ブレンデ」中心よりの距離は次表の如くなり「ブレンデ」の端では直接線自身が遮断せられる。

P	80 cm		150 cm	
	$\theta_1$	$\theta_2$	$\theta_1$	$\theta_2$
$\frac{1}{2}$	40 cm	20 cm	75 cm	37.5 cm
$\frac{1}{5}$	16	8	30	15
$\frac{1}{7}$	11.4	5.7	21.4	10.7
$\frac{1}{10}$	8.0	4.0	15	7.5

以上は全く簡単な假定の下に計算によつて「ブレンデ」の特性を論じたものであるが等しく「ブレンデ」を使用すると云つてもその特性により實際の散亂線除去率及び露出係数には相當差異があらう。特に間接撮影に於いては電源装置其他に於いて餘り好條件でなく然も多量の線量を必要とする故ブレンデ使用の得失を輕々に論ずる譯には行かない。勿論「シーメンス」製「フラインラスター・ブレンデ」の如く優秀なる材料を用ひ焦點を中心とする放射線状に格子を並べた「ブレンデ」ならば問題は少ないであらう。Rump<sup>(7)</sup>の測定の結果によると  $h = \frac{\text{格子の高さ}}{\text{格子間隔}}$  を 2~10 にするとき最初の中は  $h$  の大なると共に能率は急に増しその割合に損失は増さぬが  $h$  の大きい所では損失が著るしく能率はそれ程増さぬ。其結果  $h=5$  の附近が適當である。此數値を「シーメンス」製では採用してゐると云ふが散亂線除去率 86% 損失大約 23% となつてゐる。(  $h=10$  にすると各々 92% 及び 36% となる。)勿論數値は實驗條件により異なるが其程度は知ることが出來よう。管電壓に依る影響は餘りない。例へば 50→90 KV に對して能率は 89→85% である。實驗に於いてはその時の條件次第で散亂線發生状態、方向分布等がどのようになつてゐるか明瞭でないから實驗値は必ずしも測定者により一致するものではない。即ち實驗では「ブレンデ」

特性と実験条件により定まる散乱線の特性を合せたものを測定するからである、

5. 詳密認知能及び詳密現出能との関係

“「エツクス」線寫眞は問題とする像の部分に詳細なる部分の認められれば認められる程又ある細かい差異がより明瞭に現出されてゐる程良好である。”と云ふことには勿論異論もあるであらう。然し之に依つて研究に對する一つの方針を示すものと考へることは出来る。實際撮影技術上多くの研究は結局はこの詳密認知能(Detailerkennbarkeit) L, 及び詳密現出能(Detaildarstellbarkeit) K, の研究に還元されるからである。凡そ細かい像部分の識別の難易は對照度, 鮮鋭度, 背景の複雑性, 寫眞觀察法等に影響される。然も其等は互ひに交錯關聯し問題は生理的・心理的要素を多分に含む結果上述のL及びKを測定可能な形に定義する爲には當

然若干の假定を認容しなければならない。此處では詳細は略することとし通常行はれてゐる次の型式に就いて考察する。(8)

$$\left\{ \begin{aligned} \text{詳密認知能 } L &= \frac{\text{被寫體詳密度}}{(\text{客觀的對照度})_{\text{最小}}} = \frac{AD}{(AS)_{\text{min}}} \\ \text{詳密現出能 } K &= \frac{\text{客觀的對照度}}{\text{被寫體詳密度}} = \frac{AS}{AD} \end{aligned} \right.$$

今問題を簡單にするため「エツクス」線減弱度の差異が厚さの差異により起るものとする。厚さの差ADに對して黒化差(對照度)ASの大なる程Kは大なりと稱し又吾人がある條件の下に區別し得る最少の黒化差(AS)min (例へば0.01~0.02~0.05)(9)(10)(11)(12)に對してADの小なる程Lは小なりと稱す。(第6圖)同じADに對し「ブレンデ」を使用せざるとき  $\frac{AS}{AD} = K$ , ブレンデを使用せるとき  $\frac{AS'}{AD} = K'$ ,

$$\text{よつて } \frac{K'}{K} = \frac{AS'}{AD} \cdot \frac{AD}{AS} = \frac{AS'}{AS} = \frac{A'}{A} \left( = \frac{1+r}{1+\frac{r}{\sigma}} \right) > 1$$

(但し此處では黒化を表はすにBの代りにSなる文字を用ひた。)今D及びSの關係を示す曲線上に

於いて此處に考ふる微小部分に對して上述のK, K'は曲線の傾角の正切は等しいから

$$(AS)_{\text{min}} \text{ に對しては } (AS)_{\text{min}} = KAD, (AS)_{\text{min}} = K'AD',$$

$$L' = \frac{AD'}{(AS)_{\text{min}}} \cdot \frac{AD}{(AS)_{\text{min}}} = \frac{AD'}{AD} = \frac{K}{K'} = \frac{1+\frac{r}{\sigma}}{1+r} < 1$$

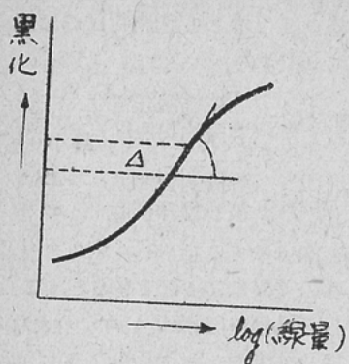
「ブレンデ」の使用に對して上記の事實は既に多くの人々により實驗的に證明されてゐるところである。(8)(12)(13)

附.

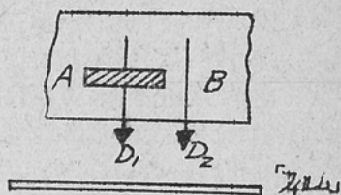
上記の計算は畫面に平行な無限の擴がりをもつ境界面を考へ、此上の各面要素より各方向に等しい強さの散亂線が放出されると假定した。従つて散亂線は畫面要素を中心とし境界面側にある半球

面のあらゆる點を通して畫面要素に入射する。今主エツクス線軸と畫面との交點附近に於いて「ブレンデ」の能率を考へ然も散亂線は半球面のどの部分よりも入射すると云ふのではなく半頂角φ<sub>0</sub>の圓錐體内部に限られるものとしてみる。畫面要素に入射する散亂線量S<sub>1</sub>と「ブレンデ」を使用せる場合之を透過して入射する散亂線量S<sub>2</sub>との比を求めてみる。(即ち  $b = \frac{S_2}{S_1}$ )

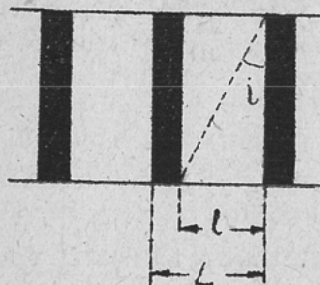
$$\frac{S_2}{S_1} = \frac{1}{L} \cdot \frac{2}{\pi(1-\cos \phi_0)} \left[ \cot^{-1}(\cot i \times k) + \frac{1}{\tan i} \log \left( \cos i \times \frac{1+K}{1+\sin \phi_0} \right) - \cos \phi_0 \cot^{-1} \left( \frac{\cot i}{\cos \phi_0} \times k \right) - \frac{1}{\tan i} (k - \sin \phi_0) \right] \quad \left( \text{但し } k = \sqrt{1 - \frac{\cos^2 \phi_0}{\cos^2 i}} \right)$$



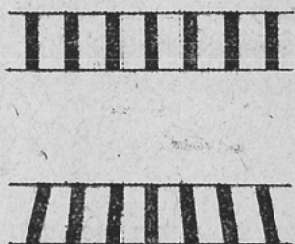
第1圖 「フィルム」の示性曲線と對照度の關係



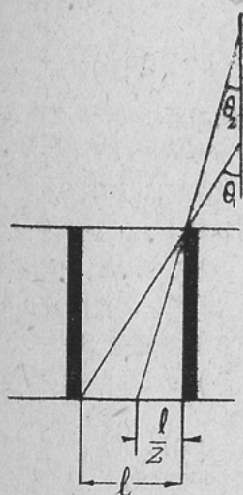
第2圖 被寫體を透過せる直接線量(D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>)



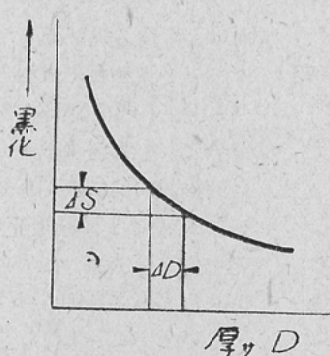
第3圖 「ブレンデ」の構造



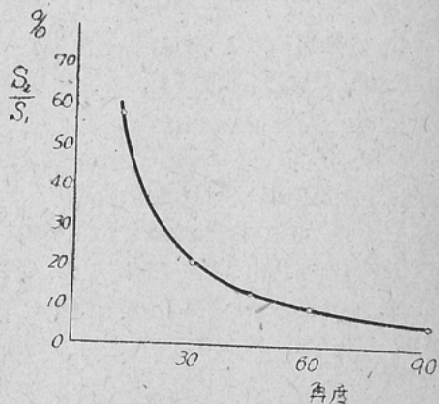
第4圖 平面ブレンデ2種(A, B)の構造



第5圖 ブレンデによる一次線の遮断



第6圖 認知能及び現出能の關係



第7圖 ブレンデの二次線除去率

特に  $\phi_0 = \frac{\pi}{2}$  とおけば

$$b = \frac{S_2}{S_1} = \frac{1}{L} \frac{2}{\pi} (i + \frac{1}{\tan i} \log \cos i)$$

となり前記の式が得られる。

$\phi_0$  を色々に變へた場合  $\frac{S_2}{S_1}$  の百分率は大概第7圖の如くなる。

此の研究は文部省科學研究費によりて行はれたものである。

#### 文 獻

- 1) R. Glocker: Über die Berechnung der sekundären Röntgenstrahlung einer Platte; Physik. Zeitschrift 19, 1918, 249.
- 2) 小原誠: X線間接撮影法の研究 島津評論 第4巻 第1號. 16頁.
- 3) 箕弘毅: 昭和18年6月. 第24回. 關東部會.
- 4) J. Zakovsky u. K. Jouries: Versuch einer zahlenmasige Erfassung der Kontraste im Röntgenbild; Fortschri. Röntgenstr. 50, 509.
- 5) de Waard: Der Nutzeffekt von Streustrahlenblenden; Fortschri. Röntgenstr. 49, 415.
- 6) de Waard: Die Bedeutung der Selektivität von Streustrahlenblenden für Kontraste im Röntgenbild; Fortschri. Röntgenstr. 50, 1934, 606.
- 7) Rump: Messungen an Streustrahlenblenden;

Fortschri. Röntgenstr. 58, 1933, 262. 8) F. Luft: Experimentelle Beiträge zur Detaillierbarkeit und Detaildarstellbarkeit bei verschiedenen Aufnahmetechnik; Veröff. Agfa IV, 1935, 231. 9) H. Chantraine: Über die Bedeutung von Schärfe und Kontrast für die Mindestdicke von erkennbaren Einzelheiten; Fortschri. Röntgenstr. 47, 1933, 437. 10) W. Brokhorst: Kontrast und Schärfe im Röntgenbild. 11) Egger: Einführung in die Röntgenphotographie. 12) Schopper: Die Hilfsmittel des Röntgen-Leuchtschirmheldes und seine Detail-entlichkeit; Veröff. Agfa VI, 1939, 134. 13) Schopper: Die Hilfsmittel des Leuchtschirm-Kleinsildes und seine Detail-entlichkeit. Agfa Röntgenblätter 2/3, 1939, 18. 14) Schapper: Photographische Fragen des Leuchtschirmbildes Fortschri. Röntgenstr. 15) Juries: Die Bedeutung des Schleiers für die Bildqualität Fortschri. Röntgenstr. 49, 525. 16) Wiskey: The Physical Foundation of Chest Raentgenography Part III. Am. J. Raentgenol & Rad. Ther. 30, 1933, 17)

18) Klaus Schaoeken: Kontrastmessungen an Röntgenfilmen; Fortschri. Röntgenstr. 50, 000, 299.