Osaka University Knowledge Archive

Title	解像力に關する考察(V)
Author(s)	江藤, 秀雄
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1954, 14(7), p. 455-459
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/18077
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

解像力に關する考察(V)

東京大學醫學部放射線醫學教室(主任　中泉正德教授)
助教授　江　藤　秀　雄

Some considerations on the resolving power. (Part. V) Radiological Department, Faculity of Medicine, Tokio Univ. Director: Prof. M. Nakaidzumi Assist. Prof. Hideo Etô.)

(昭和29年5月13日受付)

(内容梗概)

研究目標：エツクス線管の焦點の大いさによる半影（幾何學的不鮮鋭度）が總合解像力に及ぼす影響に關する前回の報告IVについて再檢討する．

研究方法：造影性金屬板の鋭端が像面上に於いて生ずるエツクス線強度變化は或る曲線によつてあらわされるが，これを便宜上一つの直線で置換えて，エツクス線管の解像力をも含む總合解像力の式を導入する．

結果：總合解像力の式として次の改良型を得た．

$$\frac{1}{Ro}=K\left\{\frac{1}{Rx}+\frac{1}{R}\left(\frac{L-l}{L}\right)\right\},\quad 1\geqq K\geqq 0.771$$

Ro＝總合解像力　　Rx＝エツクス線管の解像力
R＝造影部の解像力　　L＝焦點—造影面間距離
l＝解像力試驗體—造影面間距離

本式を實測値と比較し，定性的には滿足な結果を得た．

1. 緒　言

前回の報告IV[4]に於いてエツクス線管をも含めた總合解像力に關して，簡單な考察を試み一つの理論式を提案した．もとより式の導入の過程には多くの便宜的假定を含んでいるが，實測値との比較に於いて定性的には一應滿足な結果を得た．然しその後“考え方”に若干補促且つ變更する必要を認めたので再度同じ問題を取扱うことゝした．以下簡單に要點のみを記述する．

2. 總合解像力の式

(i) 前回の報告に於いて考え方の基幹をなすものは結局“エツクス線管の焦點の大いさによる不鮮鋭度が造影部の不鮮鋭度より小さいときは，總合解像力は主として造影部の解像力により支配され，その逆の場合にはエツクス線管の解像力により支配される”ということであつて，今回もこの點に關しては變りはない．

(ii) 前回の報告IV中の式 (10) 及び (11) 式の記號を附表の如く書き改めれば，前回報告の強

附　表

$$p=\alpha S,\ t=\alpha r=r/\left(\frac{1}{\alpha}\right) \text{ -------(1)}$$

$$F_3(t)=\frac{1}{2}\left(1-\frac{t}{p}\right)+\frac{1}{4p}e^{-p}(e^{t}-e^{-t}) \text{ ---(2)}$$

$$F_4(t)=\frac{1}{4p}e^{-t}(e^{p}-e^{-p}) \text{ --------(3)}$$

$$\overline{OM}=\frac{p}{1-e^{-p}}=K(1+p) \text{ ----- (4)}$$

$$K=\frac{p}{(1+p)}\times\frac{1}{1-e^{-p}} \text{ ------- (5)}$$

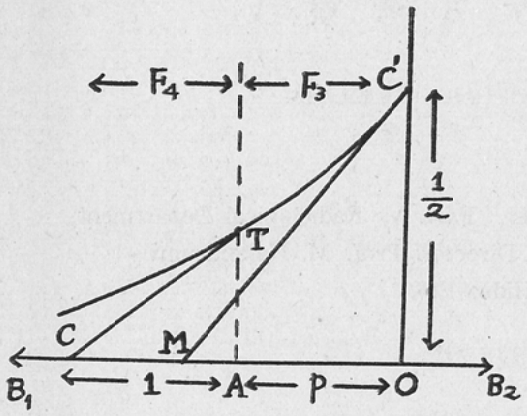
$$\frac{1}{R_0}=K\left\{\frac{1}{Rx}+\frac{1}{R}\left(\frac{L-l}{L}\right)\right\} \text{ ----- (6)}$$

$$\begin{cases} p=\alpha S=Rf\left(\frac{l}{L-l}\right) \text{ --------(7)} \\ 1\geqq K\geqq 0.771 \end{cases}$$

度分布曲線を表わす第4圖に相當するものは第1圖の如くなり，O′よりAの範圍の強度分布は(2)式で，Aより∞迄の範圍の強度分布は (3) 式で表わされる．

いまC′點に於いて曲線$F_3(t)$にひいた切線が横軸B_1Oを横ぎる點をMとし，報告IVの考察に於

第　1　圖



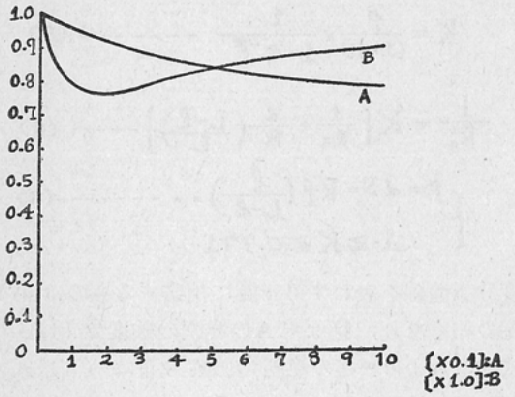
ける直線 CQC′ の代りに C′M を用いることゝする．（これはpの種々の値に對する強度分布曲線の形と解像力を測定する場合の“仕方”とを合せ考慮した結果に基ずく．）

(iii)　$\overline{OM}$の長さは簡單な計算により（4）式であらわされ，又Kの値は（5）式で與えられる．

こゝに於いて前回報告IV中の $2(S+\frac{1}{d})$ の代りに2K（1＋p）を置換えれば總合解像力の式として（6）式が得られる．

但し　R_0＝總合解像力，Rx＝エツクス線管の解像力，R＝造影部の解像力，L＝焦點ー像面間距離，l＝解像力試驗體ー像面間距離

第　2　圖



第2圖はpの種々の値に對するKの値を示したもので p＝ 1.794に於いてKは最小値 0.771となる．（すなわちKは1～0.77）

なお同圖のA曲線は p＝0より 1.0まで，B曲線は p＝ 1.0より10までの Kの値を示す．

3.　實測値との比較

（例1）

前回報告IVの藤本氏等[2] の測定結果を今回改めた式により算出した結果と比較した．（但しエツクス線管の焦點の大いさは前と同じく，5 mm とした）（第1表參照）

第　1　表

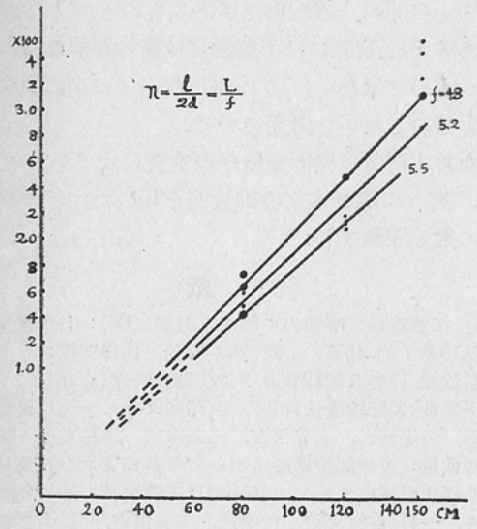
l	Rx	螢光板	實測値	計算値
CM		A	1.25 ～1.00	1.09 ～0.90
5	3.2	B	1.25 ～1.00	1.32 ～1.09
		C	1.56 ～1.25	1.81 ～1.32
		A	1.00 ～0.833	0.94 ～0.82
10	1.6	B	1.25 ～1.00	1.09 ～0.94
		C	1.25 ～1.00	1.33 ～1.09
		A	1.00 ～0.833	0.82 ～0.73
15	1.07	B	1.00 ～0.833	0.88 ～0.82
		C	1.00 ～0.833	1.01 ～0.88
		A	0.715～0.5	0.693～0.65
20	0.8	B	0.833～0.715	0.75 ～0.69
		C	0.833～0.715	0.80 ～0.75
		A	0.715～0.5	0.61 ～0.58
25	0.64	B	0.715～0.5	0.63 ～0.61
		C	0.715～0.5	0.63

（例2）　田澤氏等[3] の行つた實測の結果と比較する．

(i)　エツクス線管の解像力を求めるには焦點の大いさを知る必要があるが，これには針孔寫眞器を用いる直接の方法と解像力試驗體を用い間接に求める方法がある．後者の場合金屬製解像力試驗體を焦點と像面の中間におき，或るL及びlの値に對して解像力の限界を與える試驗體の幅d（mm）の値を實測すれば，$f=\frac{2dL}{l}$ より焦點の有効な大いさ f を算出し得る．實際には解像力試驗體の幅は一連の不連續な値を持つので，確實に識別し得る限界の幅 d_1及びこれより一段階小さい幅 d_0は，眞の解像力値を與える幅dr に對して $d_0 \geqq d_r \geqq d_1$ の關係にあると考えられる．今L＝80，120，150 cm，l＝5，10，15，20cm の各場合の實測値より上記の事實を考慮して計算したが f に對して一定の値が得られなかつた．然し $n=\frac{l}{2d}=\frac{L}{f}$ より明らかな如く，一定のLの値に對してはnの値はlの値の如何によらず一定で且つLとは直線的關係

にある筈である．従つてこの關係を滿すような d の値より f の値を求めることを試みた．第3圖は 10kW管についての實測値に基づいて算出した結果であるが，この際Lの値の小さいほど焦點の影響が大きくあらわれると考えられるので，L＝80

第 3 圖



120cmの場合に重點をおけば，n とLの關係をあらわす3個の直線が得られる．これらの何れが正しいかは明らかでないので，一應それらの各々に對してfの大いさを求めると 5.5，5.2，4.8（mm）となる．

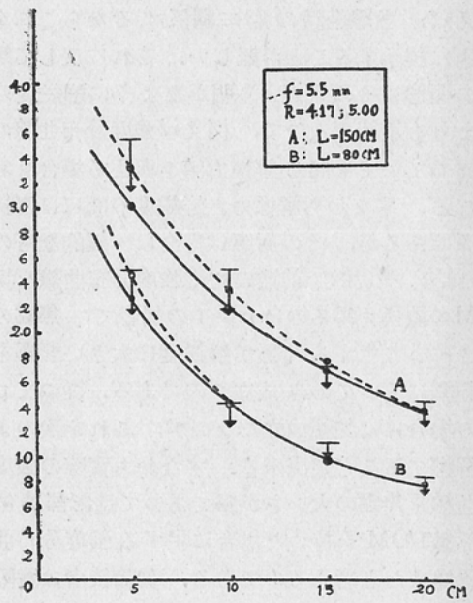
（ii） 螢光板を直接用フイルムと密着し，その上に金屬製解像力試驗體をのせて撮影を行つた結果による測定値はd_1＝0.12（mm），すなわちR＝4.17である．これより一段階小さい試驗體の幅はd^0＝0.1（mm）であるから直の解像力Rは5.00～4.17とみなし得る．従つてRとして5.00及び4.17の二通りを採用した．

（iii） f＝5.5，5.2，4.8（mm）とR＝5.00，4.17を組合せた場合の總合解像力を筆者の式より算出した値を實測値と比較した．（第2表）この中fを5.5mmと假定した場合のL＝80及び150cmに於ける値をグラフで示した．（第4圖）點線はR＝5.00，實線はR＝4.17に對する計算値を示し↓は實測値の範圍を示すものである．

第 2 表

L		f	5.5mm		5.2mm		4.8mm		實測値
		R	4.17	5.00	4.17	5.00	4.17	5.00	
CM 80	l CM	5	2.28	2.46	2.36	2.53	2.47	2.66	2.50～2.17
		10	1.42	1.43	1.49	1.51	1.60	1.63	1.43～1.25
		15	0.97	0.96	1.10	1.00	1.11	1.10	1.11～1.00
		20	0.73	0.72	0.76	0.76	0.83	0.83	0.83～0.71
120	l CM	5	2.75	3.04	2.80	3.14	2.90	3.23	2.78～2.5
		10	1.93	2.05	1.98	2.15	2.09	2.24	2.17～1.92
		15	1.43	1.45	1.49	1.51	1.58	1.63	1.43～1.25
		20	1.09	1.09	1.13	1.15	1.17	1.25	1.11～1.0
150	l CM	5	3.00	3.31	3.04	3.44	3.16	3.53	3.53～3.12
		10	2.19	2.34	2.27	2.43	2.38	2.56	2.5 ～2.17
		15	1.69	1.75	1.76	1.85	1.84	1.96	1.72～1.56
		20	1.34	1.36	1.42	1.44	1.51	1.53	1.43～1.25

第 4 圖



第 3 表

L		R	1.9mm 4.17	1.9mm 5.00	實測値
CM 80	l CM	5	3.46	3.98	3.57～3.12
		10	2.83	3.14	2.77～2.50
		15	2.35	2.50	2.39～1.92
		20	1.95	2.05	1.72～1.56
120	l CM	5	3.64	4.34	4.17～3.58
		10	3.22	3.65	3.58～3.12
		15	2.86	3.14	3.12～2.77
		20	2.51	2.68	2.5 ～2.17

（例3） 田澤氏等の實驗で，前記と同じ螢光板に廻轉陽極管を組合せた場合の實測値と計算値を比較する．

前と同じ算出法によればエツクス線管の焦點の大いさは f≒1.9㎜の1通りの値を得た．(第3表)

第3表について云えば實測値は螢光板の解像力Rを4.17とした場合に近い．上記の如く理論式は一應定性的には實驗結果を說明し得るが，何れにしても解像力の測定には多くの困難を伴うことは實際これに參與した者の經驗するところであつて，理論値と實測値との比較をこれ以上に望むことは無理ではないかと思う．

4. 考 察

鮮鋭度（又は不鮮鋭度）を如何に表現するかは問題で，例えば筆者の所謂強度分布曲線について云えば，曲線全體の形に關係するからこれを數値的に提示することが難しい．これに反して解像力の概念はその定義より明かなように鮮鋭度の概念よりも單純であつて，例えば強度分布曲線の形が異つていても同じ解像力値を與える場合も考えられる．すなわち解像力と鮮鋭度の間には密接な關係はあるが，その對應は完全に一義的なものではない．[5)6)](注) 前述の如く強度分布曲線を切線C'Mで置換え得るのは $p \gg 1$ の場合で，焦點の大いさにより生ずる半影が鮮鋭度に大きい影響をもつ範圍に於いてのみ成立つのである．從つて $p \ll 1$ の場合には勿論成立たないが，これを次のように解釋することが出來る．すなわち實際の強度分布曲線を焦點の大いさが點であつて造影部が鮮鋭度係數1/OMを持つた場合に生ずる強度分布曲線で置換えたと考えるのである．勿論後者は實際の曲線とは形が異なり，從つて鮮鋭度は異なる筈であるが，解像力を測定すれば近い値を示すことが期待されるのである．

(注) Morgan は初期の論文において又 Bouwers[7)] は最近に於いても不鮮鋭度を $\frac{1}{2\times(\text{解像力})}$ に比例するものとみなし，A. Gilardoni 等[5)]は理由は述べていないが不鮮鋭度を $\frac{1}{2\times(\text{解像力})}$ としている．筆者は報告I[6)]に於いて不鮮鋭度 $\frac{3}{(\text{解像力})}$ なる關係を導いた．これらは何れも不鮮鋭度と解像力との間に一義的對應があるものと考えた場合であるが，實際には不鮮鋭度は斯る單純な性質を持つものではない．この點に就いては次の機會に充分檢討したいと考えている．

なお本研究は文部省科學研究費によるものである．終りに臨み本文の御校閲を賜つた主任中泉教授に對し深謝する．

(文 獻)

1) 江藤秀雄：解像力に關する考察 (IV)：日本醫放誌13巻1號.45頁. —2) 藤本慶治，佐野博也：日本醫放誌.11巻9號19頁及び結核綜合研究(文部省科學研究費)X線檢査法科會報告(昭和26年). —3) 田澤進，田邊和二，大谷信吉，江藤秀雄，吉村克俊，篠宮仙造：X線間接撮影において各構成要素の畫質に及ぼす影響について，第13回日本醫學放射線學會報告. —4) 吉村克俊，田澤進，大谷信吉，間接撮影において各構成要素の性能の畫質に及ぼす影響について．結核總合研究，X線檢査法科會(昭和29年)—5) A. Gilardoni &. G.S. Schwarz: Magnification of radiographic images in Clinical roentgenography and its present-day limit: Radiology. 59 (1952). 866. —6) 江藤秀雄：解像力に關する考察(I)：日本醫放誌. 12巻8號50頁. —7) A. Bouwers: Die Qualität der Schirmbildaufnahme: Fortschri. Röntgenstr. 77(1952). 471.

(訂 正)

報告IVの附表(23)式中のDは D_0 の誤りであるから訂正する(筆者)

Some considerations on the resolving power. (Part V)

(Radiological Department, Faculty of Medicine, Tokio Univ.
Director: Prof. M. Nakaidzumi)
Assist. Prof. Hideo Etô

Object of Investigation

The author already reported in "Part IV"[(1)] on the effect of the geometrical unsharpness due to the finite size of the focus of roentgen tube on the resultant resolving power(R.R.P.) of the roentgenographic (or indirect-roentgenographic) image. However, by the further

considerations, another improved form of equation, for R.R.P. was obtained and so the same problem was again discussed here briefly.

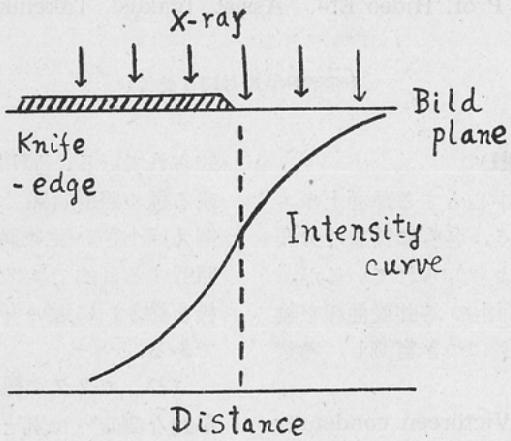
Method

The roentgen intensity distribution on the bild plane partially shielded by a knife-edge does not end abruptly at the knife-edge, but encroaches on the shielded area has a diffuse boundary, as is shown in Fig. 1.

This fact is due to the finite size of the target of roentgen tube and the finite R.P. of the image-bilding materials (for example film and screen).

Now assuming that this intensity distribution curve would be replaced by some rectilinear line having an appropriate inclination, so the equation for R.R.P. containing the R.P. of roentgen tube become to be easily introduced by the same method of calculations as reported in "Part IV".

Fig 1



Results

The following form of equation is now obtained

$$\frac{1}{R_0}=K\left\{\frac{1}{Rx}+\frac{1}{R}\left(\frac{L-l}{L}\right)\right\},\quad 1\geqq K\geqq 0.771$$

R_0 = R.R.P.

$Rx=\frac{L}{fl}$ = R.P. of roentgen tube, of which its effective focal size is f

L = focus-film or focus-screen distance.

l = object-film or object-screen distance.

The applicability of the above equation seems to be practically verefied from the results of several test-chart experiments.

(1) H. Eto: Some considerations on the resolving power (Part IV); Nippon Acta Radiologica, 13 (1953) 45