

研究会記事

目 次

運動体の撮影法		2
	横浜市立大学	佐藤長三郎
	"	佐々木 稔
	大日本塗料	平城 実
	"	三浦典夫
被写体のスペクトル II		9
	NHK基礎研	木下幸次郎
	東大医放	竹中栄一
	芝 電	鏑 晃一
Scans in Measuring Wiener Spectra for Photographic Granularity		13
	大日本塗料	土井邦雄
視覚系と放射線像の画質(第一報)		
視覚系の正弦波レスポンスをめぐる諸問題		15
	富士フィルム足柄研究所	藤村郁夫
	"	山本勝昭
X線撮影における Technical data の導出過程とその規格化		23
	阪大微研放	山崎 武
I撮影法によるX線間接撮影用レンズのMTF測定		25
	キヤノンカメラ株式会社 光学部	桑山武司

第13回 放射線イメージ・インフォメーション研究会記事

日 時 昭和42年6月10日(土) 10.00~17.30

場 所 大阪市北区常安町36

大阪大学 事務局 松下講堂 4階 第4会議室

出席者 (五十音順)

伊藤 宏, 今川房之助, 内田 勝, 遠藤俊夫, 木下幸次郎, 桑山武司, 小泉祐一郎,
小船政勝, 小堺和久, 佐々木常雄, 佐々木稔, 竹中栄一, 高野正雄, 寺田, 土井,
土井邦雄, 中島緑彦, 野田峰男, 畑川政勝, 平川, 藤村郁夫, 福永, 三浦典夫,
森矢達人, 山下一也, 山崎, 山本勝昭, 渡辺広行 森仁志

28名

経 過

(1) 報告ならびに挨拶 内田

(2) 外国との交流の紹介 土井

I. C. R. U (Rossmann) との交流

R. I. I と I. C. R. U との連絡, 情報交換, などの方法について

(3) 研 究 報 告

司会 内 田

運動体の撮影法

横浜市立大学 佐藤 長三郎
 " 佐々木 稔
 大日本塗料 平城 実
 " 三浦 典夫

1. 運動量の解析 佐々木

(目的) 乳幼児の胸郭撮影に於いて、X線写真上の鮮鋭度を低下せしめる大きな因子として運動のボケが考えられる。今回はその中で特に胸郭内臓器の運動をとりあげて検討し、理想的撮影時間について考えた。

従来胸郭内臓器の運動を問題にする場合、例えば左心室辺縁の動きについては振巾と脈搏数から割出された、平均速度について考えられ、その理想的撮影時間の上限は $\frac{1}{100}$ 秒と言われていた。この点について生理学的に胸郭内臓器の運動は必ずしも一定速度では無いと言う観点から、特にその運動量の大きい左心室辺縁及び横隔膜の動きについて検討した。

(方法) 対象を0~5才とした。

横隔膜と左室辺縁の運動比較

まず、5才の正常児にて左心室辺縁と横隔膜の動きについて(瞬間運動量)1.6ミリシネにて比較検討した。

方法:映画法(5才正常児)

その結果横隔膜では吸気時に、左心室辺縁では左室の収縮時に各々最大速度を有し、横隔膜の最大速度(1.235mm/sec)に比し左室辺縁の最大速度(2.7mm/sec)

部 位	振巾	時 間	速度 (mm/sec)
横 隔 膜	1.7 mm	吸気時 1.37 秒	$\frac{1.7}{1.37} = 1.24$
		呼気時 1.83 秒	$\frac{1.7}{1.83} = 0.93$
左室辺縁	6.5 mm	収縮時 0.24 秒	$\frac{6.5}{0.24} = 2.7$
		拡張時 0.37 秒	$\frac{6.5}{0.37} = 1.8$

左室辺縁速度 > 横隔膜速度

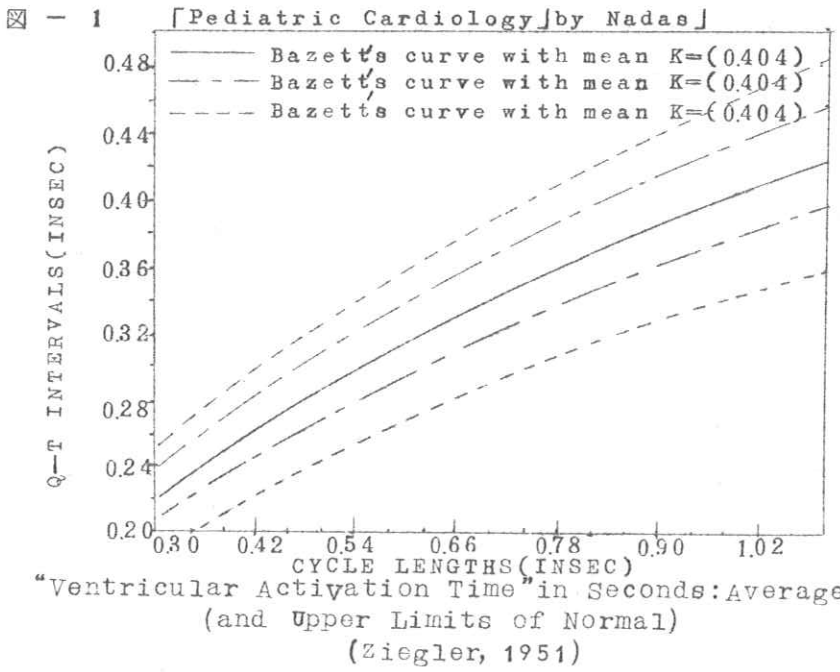
0.2mm以上 ボケ範囲

表 - 1

が大である事を確認した。次に左室辺縁について、その振巾は、映画・直接連続写真・キモグラムにて測定し、左心室収縮時間は、一般性を増す為に文献を参考にし、左心室容積変化曲線・心電図の相関図及び Cycle lengths-S-T interval 相関図より求めた。

最大移動速度は5才児で3.5mm/secとなる。0~4才児についてはS-T interval と相対的に最大振巾も小さくなるので、その速度は5才児に比して小である。

(考察) 3.5mm/sec で運動している場合は、一般に言われているX線写真上のボケの限界を0.2mmとした場合、その撮影時間の上限は $\frac{1}{175}$ 秒である。



Lead	0-1/12 YEAR	1/12-6/12 YEAR	6/12-1 YEAR	1-3 YEARS	3-8 YEARS	8-12 YEARS	12-16 YEARS	ADULT
V ₁	0.015(0.03)	0.02(0.03)	0.02(0.03)	0.015(0.03)	0.015(0.025)	0.015(0.03)	0.015(0.03)	0.02(0.03)
V ₅₋₆	0.02(0.03)	0.025(0.035)	0.025(0.04)	0.03(0.04)	0.03(0.04)	0.035(0.045)	0.035(0.045)	0.04(0.05)

[Pediatric Electrocardiography] by Guntheroth]

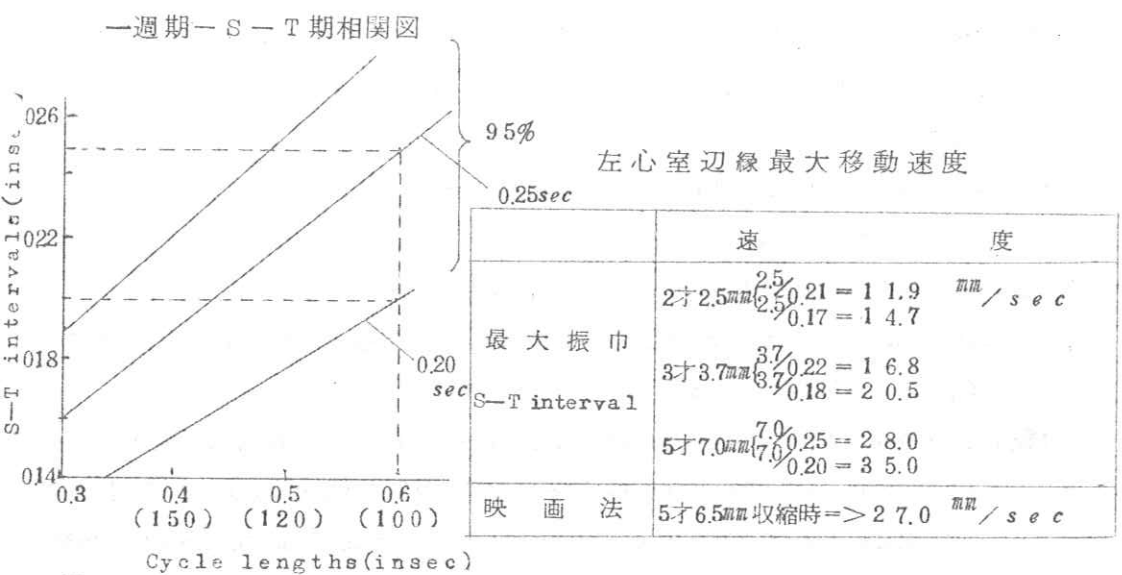


図 - 2

表 - 2

理想的撮影時間は3才未満については $\frac{1}{100}$ 秒以下、3～5才については $\frac{1}{175} \sim \frac{1}{200}$ 秒以下にすべきであると考えらる。

(イ) 運動体の撮影法

佐々木 稔(横浜市大)

a) 運動量の解析

(資料13-1-a)

質問討論

伊 藤：運動のベクトル的な方向はどうなっているか。

内 田：測定中、左室辺縁および横隔膜についてはどの方向で測定したか。

佐々木(稔)：左室辺縁は水平方向、横隔膜は垂直方向である。

佐々木(尚)：左心室辺縁と横隔膜の運動にどのような関係があるか。

佐々木(稔)：肺野内で最も速度の大きい所を求める意味で特に運動の激しい2カ所について測定した。

竹 中：水平方向と垂直方向にそれぞれ運動している場合、その合成の対角線上で測定すべきではないか。ベクトルを取るべきではないか。

佐々木(稔)：実際の左室の動きは、接線方向(右斜下)に最大振巾をもつ、したがってその合成は水平に近い(右斜上)方向になると思われる。また、左室辺縁の振巾だけについては、横隔膜の動きがあるので、実際の測定は困難と思われる。

金 森：振巾を測る際の基点はどのようにして決めたか。

佐々木(稔)：Emotion analyzer に基点を決める装置がついているのでそれを利用した。

佐々木(尚)：映画は何コマか、またフィルムの名称は

佐々木(稔)：発表中で左室辺縁と横隔膜の比較の為に撮影したものは、16コマでFuji X-ray用である。また東北大で撮影した資料は100コマでFilmの名称はわからない。

竹 中：発表中の拡大率とは何か。

佐々木(稔)：実際の被写体のI. I.の第1螢光面までの拡大率である。

竹 中：ボケの0.2mmというのはどこから出たか。

遠 藤：実際の撮影上から出たもので0.1mmが限度でレンズでは0.05mmである。

土 井：臨床の問題がこのように数値になると今後のR. I. I.研究会に有利であるが、被写体の問題、成人の撮影時間などについてどう考えているか。

佐々木(稔)：実際の成人の撮影時間は乳幼児より長く、0.06～0.08 secである。乳幼児の場合、今回の測定で0～5才までは年令と共に左室辺縁の最大移動速度は大になり、撮影時間は明らかに次第に短くなければならない。5才以上の運動については今回測定しなかったのが確かでないが、成人の場合撮影時間が長くとも余りボケが感じられないのは肺野内の血管間の距

離が大であること、含気量が大であること、横隔膜の運動がないことなどによると考えている。

被写体の問題としては血管の太さ位が識別出来ればよい。

土井：この運動を大人の case に拡張した場合はどうか。

山崎：成人の振巾は乳幼児より大になるが、それと同時に脈搏数が少ないのでその速度は乳幼児の場合とあまり変わらないのではないか。

乳幼児の場合、実際にそのブレの大きいのは臓器の動きによるよりも全体の動きによる方が大きいのではないか。

佐々木(稔)：確かに大きく影響する、胸部内臓器以外の運動は簡単に出すことは困難なので今回は胸部内臓器の運動についてだけ検討した。

2. 運動効果の OTF による解析

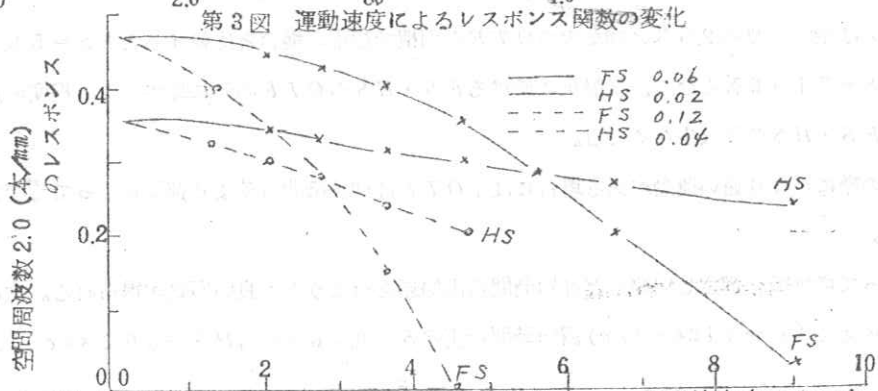
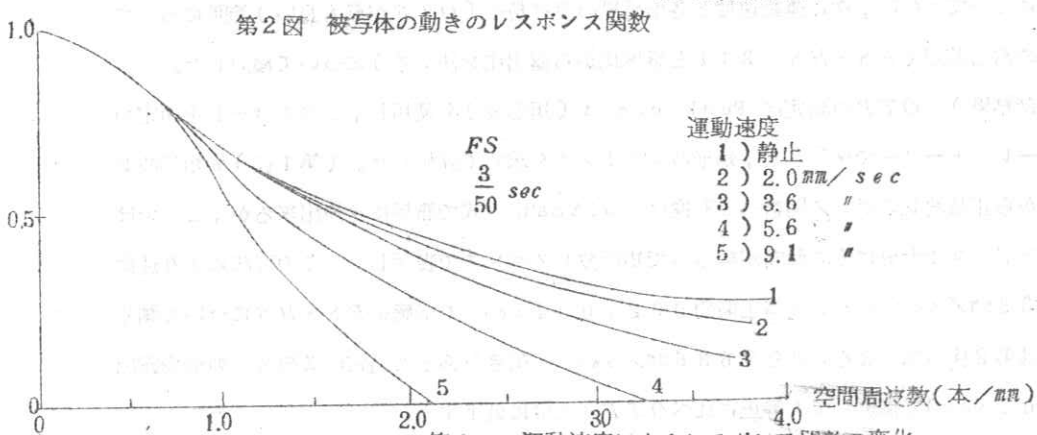
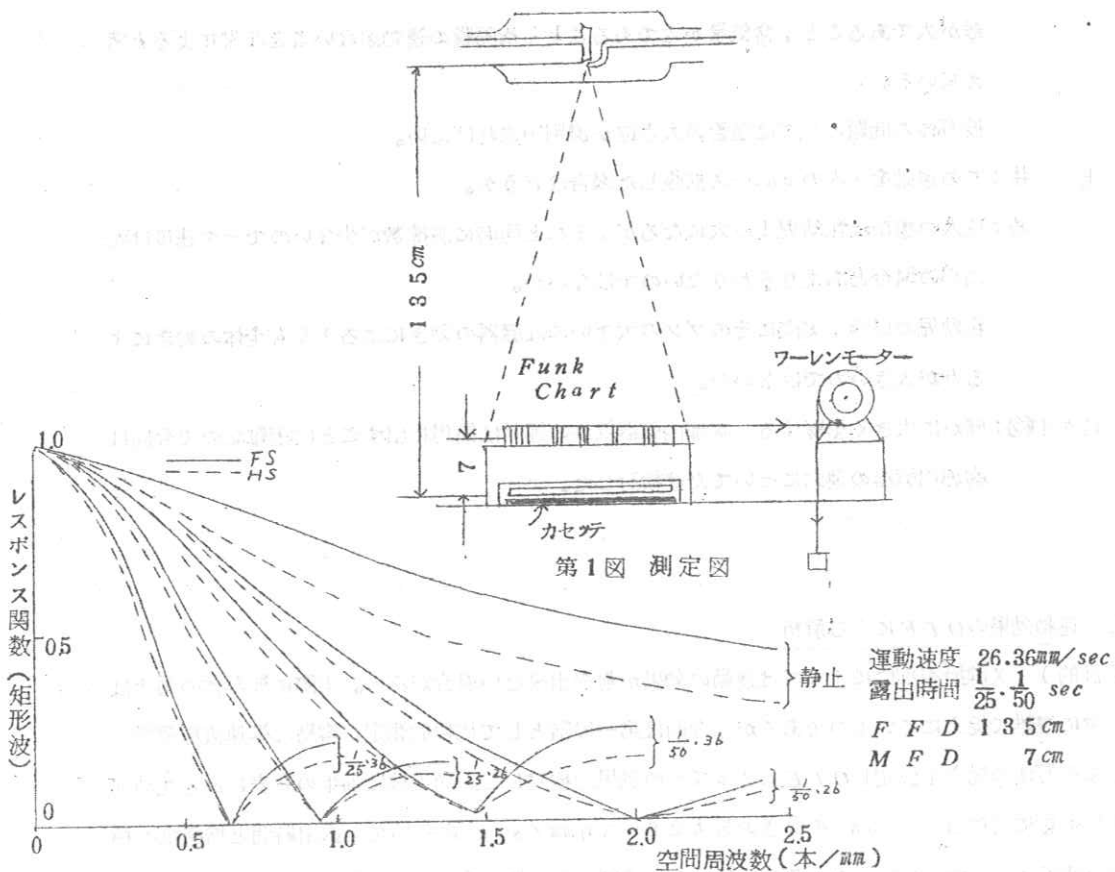
(目的) X線撮影部位によっては運動の効果が無視出来ない場合がある。実際に被写体の動きは非常に複雑で捉えにくいものであるが、今回は第一段階として比較的測定が容易な等速直線運動として被写体の動きを仮定し OTF によってその効果を検討した。尚実験は前半の発表にある乳幼児胸部撮影に於ける。Henz の動きの最大 $26 \sim 36 \text{ mm/sec}$ について、露出時間と増感紙の種類の関係について行ない、次に運動速度と各増感紙の受け持つ (OTF が最も良い) 範囲についてそれぞれの露出時間 ($FS \cdot HS = 3:1$ と感度比から露出比を決める) について検討した。

(方法及び結果) OTF の測定は Funk chart (矩形波) を使用し、このチャートを所定の速度にワーレンモーターで移動させ、矩形波レスポンスを求めて評価した。(第1図) 尚矩形波レスポンスから正弦波レスポンス関数への変換は Coltman の式で簡単に変換出来るが、ここでは矩形波レスポンスで十分にその傾向が解るので矩形波レスポンスで表示した。この方法により運動速度 26.36 mm/sec について露出時間 $0.02, 0.04 \text{ sec}$ で増感紙 $FS \cdot HS$ について測定した結果は第2図の如くなる。即ち 26.36 mm/sec の動きがあると通常の X線装置の最少露出時間 (0.02 sec) で撮影しても静止に比べ OTF は大巾に低下する。

例えば空間周波数 2.5 本/mm までの OTF の面積で静止の場合と比較すると $FS = 58.46\%$ $HS = 71.56\%$ となる。又静止に於ける $FS \cdot HS$ の OTF の差に比べ、この程度の運動があると $FS \cdot HS$ の差は少なくなる。

この様にかかなり速い運動がある場合には、 OTF は増感紙間の差より運動によって支配されてしまう。

従って増感紙を選定し出来るだけ短時間露出撮影を行なう方が良い写真が得られる。次に運動速度を変えて ($0 \sim 9.1 \text{ mm/sec}$) 露出時間を① $FS - 0.06 \text{ sec}, HS - 0.02 \text{ sec}$ ② $FS -$



第4図 運動速度と空間周波数 2.0 本/mm のレスポンス関数

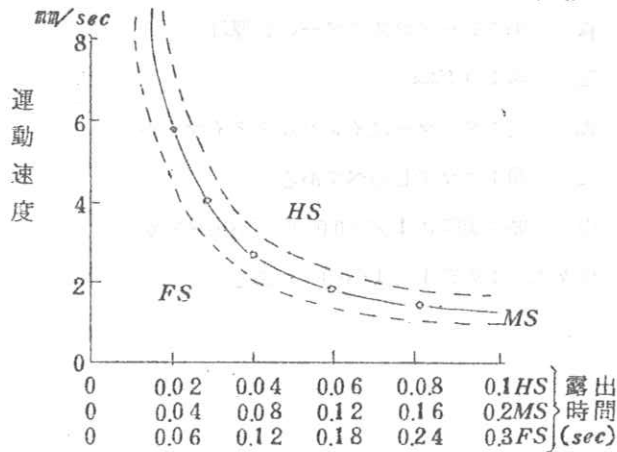
0.12 sec, HS=0.04 (FS, HSの感度比が1:3であるから)の組合せについて, OTFを求めた。例としてFSの0.06 secのOTFを運動パラメータとして第3図に示す。この様にして得られたOTFの2.0本/mmの値を縦軸に運動速度を横軸にとると第4図となる。

①FS=0.06 sec, HS=0.02 secの露出では運動速度が約5.5mm/secまではFSが良いが、それ以上の速度ではHSの方が良くなる。②FS=0.12 sec, HS=0.04 secでは同様に約2.7mm/secまではFSが良いがそれ以上ではHSの方が良くなる。

OTFの単一評価として2.0本/mmの値の代わりに3.5本/mmまでの面積で比較するとそれぞれの組合せ露出でFSとHSが交叉する運動速度はほぼ同じであった。FS・HSの各露出時間の組み合わせからFS・HSの交叉する運動速度を縦軸に取りグラフに示すと第5図となる。—○—より左下ではFSを使った方が、右上ではHSを使った方がOTFは良くなる。(またMSを考慮に入れると-----で囲まれる範囲でFS・HSよりOTFが良くなる)この様にFS・MS・HSが受け持つ条件範囲がある。

(考察) 実際に被写体各部位の運動に関しては非常に複雑であり不明な点も多い。又ルーチエの撮影に於いても被写体の動きまで考慮に入れて撮影条件が決められるべきである。より優れた診断価値のある写真を撮影するには各部位の動きについて更に検討され、これに対する撮影条件(増感紙の種類, X線装置, 露出時間等)が決められる事が望ましい。

<この報告の一部は第23回日本放射線技術学会で報告した>



第5図 露出時間運動速度による各増感紙の受け持つ範囲

b) 運動効果のOTFによる解析

三浦典夫(大日本塗料)

(資料13-1-b)

質問討論

- 中 島: Mの定義は
- 三 浦: 速度と時間をかけたもの
- 木 下: 2項と3項の省略はよいのか
- 土 井: 高周波ではきえる
- 山 崎: 運動速度のスピードは
- 三 浦: 20~30mm/sec, 26mm/sec, 36mm/sec
- 山 崎: 焦点のボケはどのようにきくか

- 三 浦：単独には出していない。増感紙と一緒にしている。
- 佐々木(菊)：子供の胸部の場合は装置では制限がない，そういうときには大丈夫だが制限のあるときに逆転がおもしろい。
- プリントの第4図で，FSで早くおちるわけは
- 三 浦：露出が3倍になっているから
- 内 田：実験の線源は
- 三 浦：単相
- 内 田：50 cycleで山が2つ出ると思うがその結果の検討は，実験では出るはずだが
- 三 浦：増感紙などにひっかいて実際には出ない。精度は±0.02位
- 中 島：第2図で距離の換算は
- 三 浦： $1/25$ ，26，1.04mm 36，1.47mm $1/50$ ，26，0.52mm
36，0.735mm
- 森 矢：シーメンススターの鉛厚は
- 三 浦：0.3mm
- 森 矢：タイマーはインパルスタイマーか
- 三 浦：コマでしらべてある
- 山 崎：実際に1/200以下が出来るか
- 佐々木：東芝1/1000がある

被写体のスペクトル II

NHK基礎研 木下幸次郎 中島緑彦
東大医放 竹中栄一
芝 電 鋳 晃一 井内昭一

X線撮影系を構成する要素の必要とする空間周波数帯域幅を決めることは、撮影系を最も有効に利用する上で重要なことである。そのためには診断上必要な被写体のスペクトルを知ることが必要になる。本報告では、骨X線像を対象とした診断像集団において、集団要素の個々について帯域制限を行ない、その識別限界周波数を求めた。その限界周波数帯域に制限したときの像と制限しない元の像とのへだたり量を求め、X線撮影系の設計資料となるようにしてある。

評価の方法は、極めて鮮鋭な骨X線写真(原像)から帯域制限した写真(帯域制限像)を作った。これを放射線医に見せ、個々の観察対象について、帯域制限の識別閾値を指摘させ、所要帯域幅を求めた。これら識別閾値での像のくずれを次のように評価した。原像のスペクトルを算出し、これを上記の実験で求めた識別周波数閾値まで帯域制限した後、このスペクトルを逆 Fourier 変換して帯域制限像($S(x)$)を再現した。今、X線撮影系を像の伝送系と考えたとき、入力側の入力に相当する原像($Og(x)$)と出力に相当する帯域制限像 $S(x)$ とのへだたりをスカラー的に $\Delta S = \sum_{i=1}^n |S(x) - Og(x)| / n$ と定義して求めた。

結果、①実験に用いた22個の診断対象集団の識別閾値の確率密度分布を求めると指数関数 $y^{21.45} \exp(-fc/0.71)$ となった。但し、 fc は識別閾値の空間周波数($lines/mm$)であって、平均値 $\langle fc \rangle$ は $0.71 lines/mm$ で、 $4 lines/mm$ 以上の対象個所の現われる確率は0.3%にすぎないことが判った。②個々の識別閾値のスペクトル面での評価結果は次の表のとおりである。

骨 X 線像の識別閾値とへだたり量

観察対象箇所	識別閾値 f_c (lines/mm)	スカラー的へだたり量(%)
1. 上顎枝の骨梁構造	→ 1~2%	—
2. 骨縫合	→ 0.5	4
3. 中硬脳膜動静脈の圧痕	→ 2.0%	3
4. 乳突起峰梁	→ 0.5	3~4
5. トルロ鞍后壁突起	→ 0.2	—
6. 脳下垂体窩	→ 6~7%	—
7. 蝶形骨洞	→ 0.2	—
8. 大腿骨	→ 0.2	—
9. 膝蓋骨	→ 0.2	—
10. 大腿骨面側骨	→ 3~5%	—
11. 大腿骨幹中部の骨質と骨体質との境界	→ 3~5%	—
12. 大腿骨顆上部の骨質と骨体質との境界	→ 3~7%	—
13. 大腿骨骨幹中部の骨梁構造	→ 0.3~3%	—
14. 大腿骨顆上部の骨梁構造	→ 2~6%	—
15. 大腿骨の膝蓋骨と重なった部分の骨梁構造	→ 1~5%	—
16. 第二腰椎の輪廓	→ 5~7%	5~6
17. 横突起	→ 0.2	—
18. 第1, 第2腰椎椎間	→ 4~5%	—
19. 椎弓根	→ 0.2	—
20. 上関節突起	→ 0.2	—
21. 椎体の骨梁構造	→ 2~3%	—
22. 横突起と重なった所の骨梁構造	→ 2~4%	7

但し、識別閾値 f_c 内の数値はスペクトル面での識別閾値周波数の成分であり、スカラー的へだたり量は透過率振幅を単位とし、表内の——線は現在計算中のものである。

(甲) 被写体のスペクトル(II)

木下幸次郎, 中島緑彦 (NHK基礎研)

(資料13-2)

竹中栄一 (東大医放)

質問討論

鏑晃一, 井内昭二 (芝電気)

内田: この被写体のスペクトルは何の目的をもって調べられているのか

木下: 報告の始めに述べたように, 現在の撮影系は従来ややもすると経験的に諸定数が定められていた傾向がある。一般化された写真系の通信理論の発達した現在では被写体から何を求めるかと言う条件が与えられれば撮影系の諸定数の大部分は理論的に決定出来る。本報告は骨X線像について, 日常のX線像の読影の際診断し得るときの最小の限界空間周波数を求め, そのとき原像からどの程度像がくずれるかをスペクトル空間上のへだたり(距離)として示したものである。

このような量が各診断対象集団について与えられれば計量X線診断に役立つ, したがって骨X線像に限らず各種の臓器別にこのようなデータを求めることが必要である。

土井: スキャンはスリットかピンホールか

中島: 角, 20 μ

土井: 振巾成分だけ出したのか, スペクトルは

中島: 直流成分を出した

土井: 粒, 骨梁で, 0.8%でフラットになる。直流分を除いた方がよいと思うが, 平均を0にとればよい

評価尺度は, インプットは2乗をとっているが, 面積を求めるのはどうしてか

中島: 今のへだたり量の定義としてはあまりよくない

木下: 絶対値の積分を取るのが一番よい

土井: スペクトル計算の際の Sampling の決め方は

中島: キャビネ判試料面で通過帯域が5 lines/mmになるようにとった。こゝで示したスライドではX線写真フィルム面に換算してある

土井: フィルム粒状性の場合のへだたり量で低周波部分で比較的平らで高周波部で急激に減衰するのはスペクトル面での分布に依存するのではないか

中島: スライドで示したように各部分, 部分で平均値を算出してみると低周波から高周波まで平坦であった。だからこの範囲ではWhite noiseである。そのようなことになる原因は考えられない。

	スペクトル平面 (cut off frequ点での成分)		へだたり量
	細い部	粗い部	
頭蓋骨	骨梁構造, 骨縫合, 圧痕, 蜂巢 1~3%	突起, 垂体窩 蝶形骨洞 5~7%	骨縫合 4% 圧痕 3% 蜂巢 3~4%
大腿骨	骨梁構造 2~6%	丙骨の存在 骨質と骨体質の境界 3~7%	
腰椎骨	骨梁構造 2~4%	輪廓, 突起の存在 椎間距離 5~10%	輪廓 5~6% 椎体の骨梁構造 7%

(直流成分(周波数零点の所)を100%にした)

Scans in Measuring Wiener Spectra for Photographic Granularity

Kunio Doi

Research Department, Dai Nippon Toryo Co., Ltd
 Chigasaki City, Kanagawa Japan
 (Received February 4 1966)

The Wiener spectrum obtained in one dimensional scanning method is proved theoretically to be given as an integral of the two dimensional Wiener spectrum along one spatial frequency axis perpendicular to the scanning direction. This relation is verified experimentally by studying the changes of the Wiener spectrum affected by slit widths of a scanning aperture. The slit width along the scanning direction determines the frequency pass of the Wiener spectrum, and the slit width perpendicular to the scanning direction determines the sectional area of two dimensional Wiener spectrum.

A new granularity factor ($b \cdot \Phi_m(v) = \text{const.}$ for a given film) is suggested as an objective measure for the photographic granularity, where b is the slit width perpendicular to the scanning direction and $\Phi_m(v)$ is the Wiener spectrum at the spatial frequency v . This simple formula similar to the Selwyn relation is confirmed theoretically and experimentally to be valid, when b is large enough.

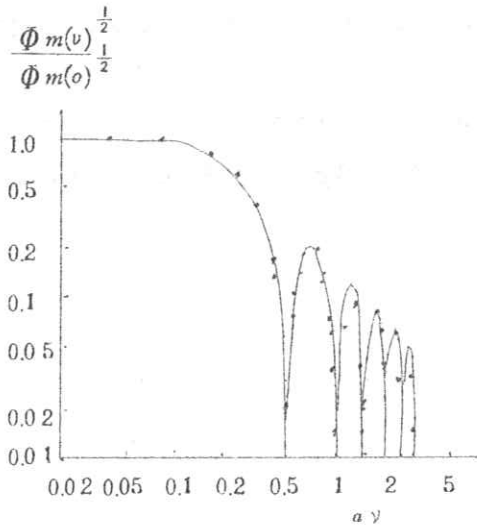


Fig 1. Comparisons of Wiener spectra of photographic granularity largely affected by the scanning slit between theory and experiments slit width ($2a$): 50(\circ), 100(\times) and 200 microns (\odot)

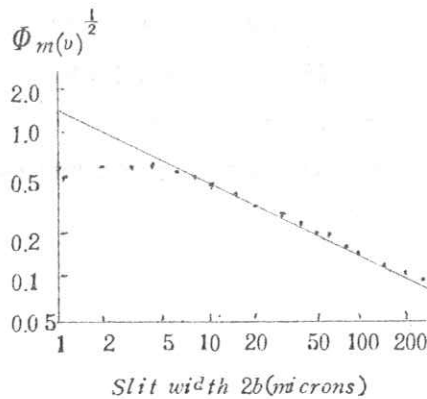


Fig 3. Relation between the absolute power of Wiener spectra and the slit width ($2b$) slit width ($2a$): 150 microns, spatial frequency (v): 1.6 lines/mm

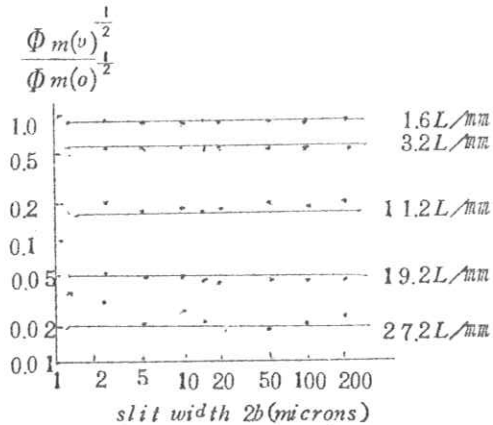


Fig 2. Dependence of normalized Wiener spectra on the slit width perpendicular to the scanning direction slit width ($2a$): 150 microns

(ハ) ウィナースペクトルを測定する際の走査の役割と粒状性の単一評価尺度

土井邦雄 (大日本塗料)

(資料13-3)

質問討論

- 中 島：スリット巾の小さい時のウィナースペクトルの飽和については私も以前求めたことがあり、同じような結果であった
- 高 野：Selwyn の行なった rms 値による評価では、この飽和領域以外で開口と rms 位の関係に注目したもので、たしかにこのような現象は観察されている。
スリット巾を 20μ でされたのは何か意味があるか
- 土 井：Selwyn の評価尺度では、ウィナースペクトルの積分値が考慮されているが、ここで提案した $b, \Phi(v) = \text{const}$ では受容器の周波数特性を考慮できる点が有利ではないかと思う。今までのウィナースペクトル測定では b の値が明記されていないが、この取り扱いから、 b が重要であることが示された。例えば中島さんの発表した被写体のスペクトルの測定の際も類似の状況であり、走査開口の役割は重要である。Philips の Albrecht によれば Siemens の Schott が $50\mu\phi$ で被写体を走査したのは全く任意で根拠がないと言っておりこの時の開口は視覚系や後に続く受容器を考慮して決められなければならない。

視覚系と放射線像の画質（第1報）

視覚系の正弦波レスポンスをめぐる諸問題

富士フィルム足柄研究所

藤村郁夫 山本勝昭

Summary

画質特性としての(1)鮮鋭度, (2)粒状性, (3)階調(コントラスト), これらについては画像形成の段階では MTF の取扱いがなされている。これを最終的に評価する視覚系も MTF で取扱うことができれば一貫した評価を行なうことができる。

今回は視覚系の正弦波レスポンスについて我々の実験を含めてレビューを行ないその中から問題となる点を拾いだした。又受容器である視覚系の明るさおよびコントラストに対する反応特性を概観し, 視覚系の $linearity$ に言及した。

視覚系は刺激の大きな範囲で $linearity$ を仮定することはできない。しかし再現系を通信路と考えて画像の伝達あるいは評価を行なう場合はいくつかのパラメーターを導入して $linearity$ の成立つ刺激範囲を規定しそれにもとづく標準の正弦波レスポンスを定めることが必要であるが視覚系のメカニズムの解明では $linearity$ の成立は必ずしも必要としない。

緒言

X線画像の画質も一般写真における画質特性と本質的に変わるところはなく, 単にどの特性にウエイトがおかれるかにある。大きく分けるとその特性は

1. 幾何学的形体
2. 鮮鋭度
3. 粒状性
4. 階調特性(コントラスト)

があげられる。しかし画像はビューアや投影機にかけたとしても最終的には視覚系を通して判定されるものである。したがって各々の特性は視覚系の特性と合わせて考えなければならない。鮮鋭度および粒状性の特性表示に通信理論から発生した MTF を用いると有効であるが, その場合視覚系も MTF で取り扱うことが望ましい。

今回視覚系の正弦波レスポンスについて我々の実験を含めてレビューを行ないその中から問題となる点を拾いだして行きたい。

その場合受容器である視覚系について概観するのも無意味ではないと思われるのでまず視覚の一般的な問題をながめる。

§ 1 視覚の一般的問題

(1) 知覚の成立

我々が1枚の写真から必要な情報を得ようとするとき Fig-1 に示す諸過程を経るものとする。このときフィルム自体が遠刺激となり知覚のもとになるものである。

遠刺激と近刺激は物理法則と人の生理的条件下に拘束されるものであるがほぼ

linear な関係としてとらえることができる。しかし近刺激と知覚の関係は環境条件によって非常に大きく左右され、全体として単純な linear な系としては取扱えない。したがってある知覚が成立するときの環境条件は非常に大事な要素となっている。

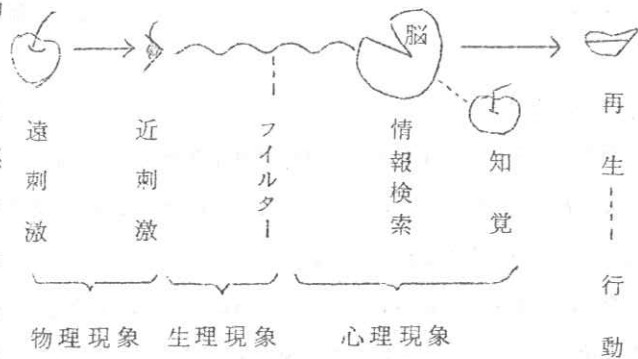


Fig - 1. 知覚の成立過程

(2) 環境とその影響

将来の非常に精度を要する診断にカラーを用いたり実体像を用いたりする場合を除いて、現在ほとんどのものが黑白の画像による診断である。

この場合は明るさ変化と形に関する情報を検出すればよいことになる。

では視知覚はこれらに対してどのように変様するであろうか。

まず感覚器の最先端にある視細胞の錐体と桿体の相違は Table-1 に示すことができる。錐体機能は明るい。

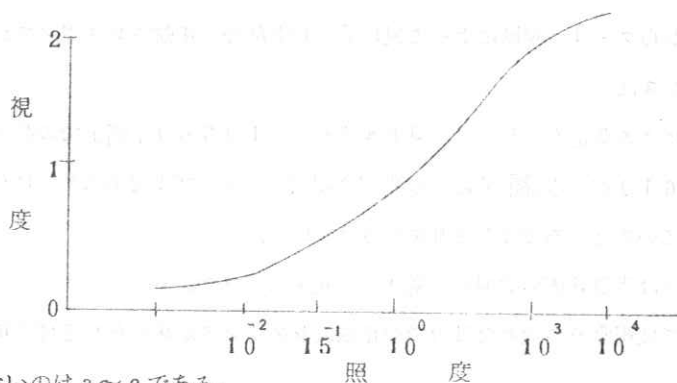
Table - 1 錐体と桿体との比較

錐体	桿体
1. 形, 色を知覚	1. 光の存在のみ知覚
2. 明処で活動する	2. 暗処で活動する
3. Inhibition の効果を示す	3. Inhibition の効果を示す
4. 最も感受性の高いのは中心窩である	4. 最も感受性の高いのは中心から 5~10° 外側である。
5. 暗順応曲線が浅く短い	5. 暗順応曲線が深く長い
6. 等感度曲線が外下方にのびた斜の楕円形をなしている	6. 等感度曲線が横にのびた楕円形をなしている

ところで働き、形、色に関与する。それに対して桿体は暗所で働き、光の存在を認識するだけである。もちろん我々が日常生活している場合は多く錐体視であるといえる。しかし透視のように桿体視の重要な場合もある。

明るさの変化によって受ける視知覚には次のものがある。

- a. 視力変動（視認度）
- b. 明るさ弁別量の変動
- c. 形の視認度
- d. 色彩の変化
- e. 知覚時間の変化
- f. 知覚される強さの変化



ここで特に注意しなければならないのはa～cである。

また明るさ変化の検出能を促進、抑制させる要因、効果を Table - 2 に示す

Table-2 明るさ変化の検出能を促進、抑制する要因

	要 因	促進効果	抑制効果
環境条件	コントラスト	大	小
	輝度レベル	中	低, 高
	sur. 輝度	低	高
	グレア	無し	有り
	色の現われ方	面色	表面色
心理的現象	弁別能	大	小
	恒常度	小	大
	対比	大	小
	同化	小	大
生理的現象	順応	大	小
	視細胞の働き	錐体	桿体
	肉体老化	成年	老年
	視力異常	視力大	視力小 弱視

§ 2 視覚系の正弦波レスポンス

(1) 視覚系の正弦波レスポンスの測定法の変化

測定のもっともシンプルな形は視力(解像力)である。次の段階は網膜上のスプレッド関数の測定である。この段階では初期には統計的な方法によったが動物の摘出眼を経て生体眼が測定された。

これからフーリエ変換によって視覚系の光学部分の正弦波レスポンスが測定された。視覚系の正弦波レスポンスは

閾値による測定(O. H. Shad o 1936), 閾上での測定(Lowry と Dopalma 1961)がある。閾値による測定は測定法がシンプルであるために視覚系のメカニズムそのものを研究しているところではかなり使用されている。

我々は画質評価の立場から閾上の測定をしてきた。

現在では視覚系の色々な部分での正弦波レスポンスが求められる傾向にある。

(2) 測定法

測定法をまとめると

コントラストの識別限界感度による方法……閾値

主観的等価点(PSE)

Mach 現象より求める方法

感覚尺度を構成して求める方法

} 閾上

これらを概観すると

a) 閾値法

Stripe が反射および透過率で正弦波になるパターンを提示。

Stripe がちょうど見えなくなる時,あるいはちょうど見えだした時のコントラストを次式で示しその逆数をピークでノルマライズする。

$$C = \frac{B_{max} - B_{min}}{B_{max} + B_{min}} \quad \begin{array}{l} B_{max}; \text{ 最高輝度} \\ B_{min}; \text{ 最低輝度} \end{array}$$

b) Mach より求める方法

Fig-2 の Mach 現象を視覚式測微輝度計で測定し,その分布関数 $g(x)$ を刺激の

Spread関数 $f(x)$ と

視覚系の Spread 関数

$h(x)$ のコンボリューション積分と考え各々のフーリエ

変換から次式で求める

$$h\# = \frac{g\#(x)}{f\#(x)}$$

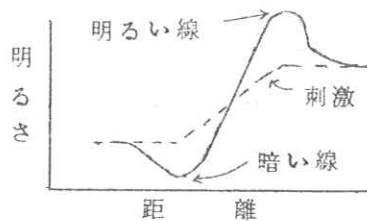


Fig-2 Mach現象

c) 主観的等価点を設定する方法

基準周波数のコントラストと比較周波数のコントラストを等価させ、その時のコントラストの比を取る方法。

d) 感覚尺度を構成して求める方法

コントラストが等しく、周波数の異なる正弦波パターンを作る。
このパターンで一対比較の比率判断を求め感覚尺度を構成する方法。

(3) 正弦波レスポンスの比較

パラメータと研究者の分類を Table-3 に示す。

Table-3. パラメータと研究者の分類

パラメータ	閾値での測定	閾上での測定
刺激コントラスト		LowryとDepalma ⁵⁾ NHK ⁵⁾ , 藤村と山本 ⁹⁾¹¹⁾ , Bryngdahl ⁷⁾ , 江森と仲田 ²⁾
輝度レベル	Shade ¹⁾ , 大上 ³⁾ , Lowry とDepalma ⁴⁾ , NHK ⁶⁾ , Patel ¹⁴⁾	Bryngdahl ⁷⁾ , NHK ¹²⁾ 藤村と山本 ⁹⁾
観察距離	LowryとDepalma ⁴⁾ , NHK ⁶⁾ , SchoberとHilz ⁸⁾	NHK ¹²⁾
Focus effect 刺激の動き 色の属性 呈示時間	GreenとCampbell ¹⁰⁾ , NHK ⁶⁾ Shade ²⁾ NHK ⁶⁾ , SchoberとHilz ⁸⁾	藤村と山本 ¹⁵⁾ NHK ¹²⁾ 藤村と山本 ⁹⁾¹⁶⁾ NHK ¹²⁾

- 1) O. H. Shado ; JOSA 46 721 ~ 739 (1956)
- 2) O. H. Shade ; RCA Review 495 ~ 535 (1958)
- 3) 大上進吾 ; 応物 28 531 ~ 534 (1959)
- 4) E. M. LowryとJ. J. Depalma ; JOSA 51 740 ~ 746 (1961)
- 5) J. J. DepalmaとE. M. Lowry ; JOSA 52 328 ~ 335 (1962)
- 6) NHK技術研究 16 38 ~ 60 (S. 39)
樋渡 潤二, 渡部 毅, 森 孝行, 長田昌次郎
- 7) O. Bryngdahl ; JOSA 54 1152~1160 (1964)
- 8) H. A. W. SchoberとR. Hilz ; JOSA 55 1086~1091(1965)
- 9) 藤村郁夫, 山本勝昭 ; 日写講演予稿 37 ~ 38 (S. 40)
臨床眼科 20 1141~1142(1966)
- 10) D. G. GreenとE. W. Camphill ; JOSA 55 1154~1157(1965)
- 11) 藤村郁夫, 山本勝昭 ; 日写講演予稿 55 ~ 56 (S. 41)
- 12) 森 孝行, 渡部 毅, 山口幸也 ; NHK技術研究 18 79 ~ 93(S. 41)
- 13) 江森康文, 仲田光雄 臨床眼科 20 69 ~ 75 (1966)
- 14) A. S. Patel ; JOSA 56 689 ~ 694 (1966)
- 15) 藤村郁夫, 山本勝昭 ; 日写講演予稿 72 ~ 74 (S. 42)

§ 3 結 論

視覚系は刺激の大きな範囲で直線性を仮定することはできない。しかし視覚系の正弦波レスポンスを取扱うときには

① 再現系を通信路と考えて画像の Characteristic Transfer あるいは評価を行なう最終の受容器と見る場合と②視覚度のメカニズムそのものを解明する手段として取扱う場合とで異なる。前者では直線性が成り立てば取扱いが簡単となるので

①直線性を満足するような観察条件をみつけ②その条件のもとでの標準の正弦波レスポンスを定めることが必要である。

しかし後者では直線性は問題とならない。

(二) 視覚系と画質 第1報

視覚系のレスポンスをめぐる諸問題

藤村郁夫, 山本勝昭 (富士フィルム)

(資料13-4)

質問討論

金 森：50本/mm, 100本/mmまで網膜上で実際に見えるか, 明視の距離でいくらか。

山 本：網膜上で50本である, 焦点距離17mmとして計算した。

藤 村：大上のデータでは物体上の f であり, 統一されていない。

金 森：限界周波数を知りたい, 0になる点を知りたい

山 本：1000ラドルックスで100本/mmはいくらになるか

山 本：250本/mmになると思う

森 矢： 10^3 ルックスあたりで飽和するが, どういうことか

山 本：安定しているということだ

山 崎：シャーカステンの照度は

山 本：2000~2700ルックス

金 森：普通の照度は

山 本：500ルックス

遠 藤：白色光がよいのか, 照度の高いほど3000ルックス以上がよいのではないか

山 本：色の問題などは

山 本：ブルーのシャーカステンがよいと思う glare がなければ高い程よい

佐々木(筒)：今から7年前につくられたが褪色するのでよくなかった

内 田：X線写真でのシャーカステン, 透視の最適明るさ, TVでの最適明るさを調べてほしい

問 答：視力に関連した質問(明るさ, cut off, 周波数との関連)

答 答：視力(ランドルト環)は杆体視領域では低く, 明るさを増してもあまり向上しない。しかし, 錐体視領域では明るさと共に上昇し $10^3 lx$ のオーダーで Saturate する。現在のシャーカステンの明るさは2000~2700 lxで, 観察すべき濃度1.0~2.0とすれば glare 等を除き得るとして現在のシャーカステンの明るさを増せば増すだけ視力は増すことになる。現在の明るさでは $D=1.0$ と $D=2.0$ の部分を見た場合 $D=1.0$ の方が約25%視力が良い状態になっているといえる。視力は正弦波レスポンスで考えると, レスポンスが零附近に落ちる点の空間周波数に相当する。しかし, 視力は単に限界周波数の高低に関係するばかりでなくレスポンスのピーク周波数とも関係し, 視力に対してピーク周波数は直線的に上昇する。限界周波数は2点を2点として弁別できる距離であってそれは視細胞1つをおいて隣り合う距離と言われてきた。Patel¹⁾は正弦波レスポンスの測定結果から外挿によって約2 μ を得ている。

1) Patel: JOSA 56 689~694 (1966)

問 答：Scaling によって正弦波レスポンスを表わすことについて

答 答：心理的な現象の尺度化は Psychometry の分野ではよく使われていてこれらについてはギルホード²⁾ 日科技連官能検査委員会³⁾ などによって紹介がなされている。これらの手

法を使って私達は尺度化を行なった。

したがって正弦波パターンを1対(A・B)見せたときAのコントラストがBに対して高いとか低いとか、あるいはその比はどれ位ということを直観的に判断していると考え、そのときの直観的な心理的反応を数値として取り出して尺度化することができる。

私達はこれらの反応を取り出すに当たって被験者には“1対の空間的正弦波の内どちらのコントラストが高いか。低い方を1.0とすれば高い方は何倍か”ということを書かせた。このようにして取り出された数値は試料数と同じ繰り返しを含んでいるので最小2乗法で処理して尺度値を決めた。

2.) J. P. Guilford : 秋重義治訳 ; 精神測定法 (培風館)

3) 日科技連官能検査委員会編 ; 官能検査ハンドブック

(日科技連)

問 : 暗所視における正弦波レスポンスについて

答 : 暗所視の場合には最高感度点は中心窩ではなく約 $5 \sim 10^\circ$

外側にある、したがって測定もそのような状態を見越して行なわなければならないだろう。

現在 Bryngdahl⁴⁾ は薄暮視(錐体、桿体細胞が同時に働く状態)での正弦波レスポンスを得ている。

それによると桿体視から錐体視に移ると刺激のコントラストが低くなればレスポンスも低下する。透視の場合に相当する暗所視における正弦波レスポンスは機会があれば測定したい。

4) O. Bryngdahl ; JOSA 54 1152~1160 (1964)

X線撮影における Technical data の導出過程と その規格化

阪大微研放 山崎 武

臨床 X 線撮影技術の課題に関する私見

情報とは：患者の体内における正常または病的な形態と機能

- 1) 撮影技術に理論体系を与え、X線装置の規格を厳密にして、各病院における撮影の Technical data を統一する事
- 2) 従来の方法では X 線写真として写って来なかった情報を、技術の改良によって写真に現わす事
 - ・ Mammography 進歩の例
- 3) 従来よりも少しでも情報量の多い X 線写真を作るよう技術を改良する事
 - ・ 小焦点、大電流 X 線管の開発
 - ・ 低圧撮影法の再評価
 - ・ 工業用 Film の医療応用と Schaukasten の改良

経済的撮影法 (Economic Radiography) の原則

最少の被曝で最大の情報を：被曝量と情報量はどちらが、どの位優先するか？

- 1) 低圧、大電流、短時間撮影法の原則
 - ・ 高圧撮影で情報量は増大したか？
 - ・ 被写体の厚みが変わった場合、kVp で調節するか、mA で調節するか？
- 2) 容量撮影法の原則
 - ・ 或る被写体に対する撮影条件は装置の性能ぎりぎり唯一しかない
- 3) 平衡撮影法の原則
 - ・ その他の Technical data (Geometry, 格子増感紙, 乳剤) 相互間のバランスを取る

(注) X線撮影における Technical Data

の導出過程とその規格化

山崎 武 (阪大微研放)

(資料 13-5)

質問討論

- 金 森：Filmと観察濃度の問題は既に報告しており，電圧はその部位できまり，電流は濃度できまる。
- 遠 藤：高圧撮影は Screening として優れており，低圧撮影は Spot 撮影として適当である。
- 竹 中：胸部高圧撮影は名大，(140 kVp)，東大ではルーチンに行なわれている。
- 山 崎：シヤーカーステンを工夫し，高濃度まで飽和しない Film を使えば，従来のように濃度1～2の狭い範囲でなく，3～4以上に及ぶ広い濃度範囲が診断に利用できる。したがって1回のX線被曝で情報量は倍加し，低圧，高圧，2回写さないでも良い。低圧断層撮影も興味ある課題である。
- 土 井：Mammography の進歩はなにか
- 山 崎：軟線を使ったから，従来の低圧撮影(40～50 kVp)では情報量がゼロに近い(診断の役に立たない)位の低圧である。大体12～16 KeVの範囲である。
- 遠 藤：低圧では，45,000 kVpまで規格されている
- 内 田：医者側から情報源としての被写体の情報量を明確に定義されたい
- 山 崎：私は像の“濃淡”と“輪郭”をひっくりめて情報と考える
濃度差が大きいかつ輪郭がシマープな程，臨床X線写真の情報量は大きいと考える

I 撮影法による X 線間接撮影用レンズの $M T F$ 測定

キヤノンカメラ株式会社 光学部

桑山 武司

1. 目的

レントゲン間接撮影用レンズの実用性能の評価は一般レンズで従来から行なわれている解像力による方法では不適當である。

$M T F$ 測定しその低周波での状態から評価すべきである。

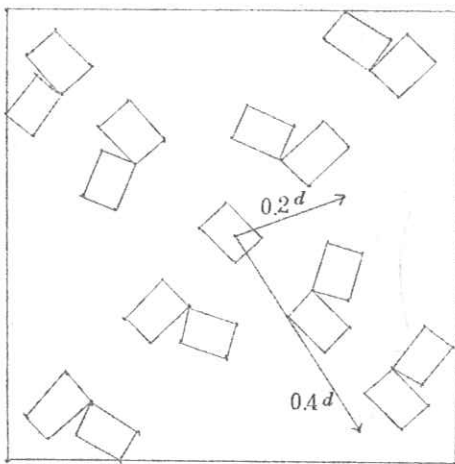
レントゲン用レンズの $M T F$ の測定には種々の難しい点がある。

現在これらを克服しつつ測定機を開発中であるが、測定できるようになるには未だしばらく待たなければならぬ。そこで撮影法により周波数の変化に伴う $c o n t r a s t$ の変化を測定した。この方法ではレンズだけの性能でなくてフィルムの性能を含んだものが求められるが、同じフィルムの同じ現像処理をすれば異なったレンズの比較ができる。そこでミラー系レンズと屈折系レンズの比較を行なった。

ミラー系レンズ	70ミリサイズ	焦点距離	186ミリ	F 0.63
	100ミリサイズ	"	320ミリ	F 0.58
屈折系レンズ	70ミリサイズ	"	120ミリ	F 1.4

2. 測定方法

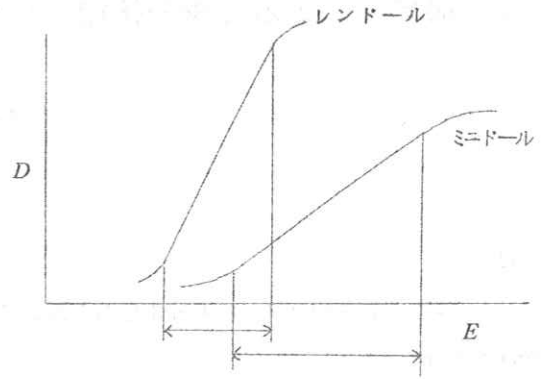
- 1) 矩形波チャート(周波数 0.25, 0.4, 0.67, 1.0, 1.7, 2.5, 本/mm)を蛍光板に図の如く貼り、X線を曝射し撮影する。



d : 対角線の長さ

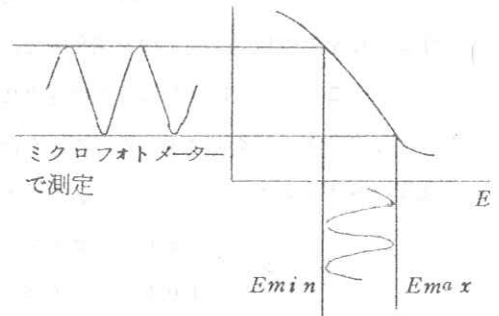
2) 撮影したフィルムをミニドールで
 現像を行なう。レンドール
 の代わりに、ミニドールを行ないガンマ
 を下げ露光量を大きく変化させら
 れる。

3) 現像したフィルムをマイクロフォ
 トメーターでスキャンし、明部、暗
 部の透過率を測定し、フィルムの
 特性曲線から露光量を求めコント
 ラストを計算する。



$$C(\omega) = \frac{E^{(\omega)max} - E^{(\omega)min}}{E^{(\omega)max} + E^{(\omega)min}}$$

○ 周波数のコントラストでノルマ
 ライズした値をプロットする。

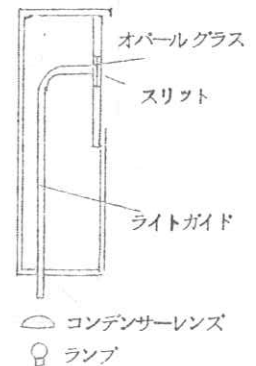
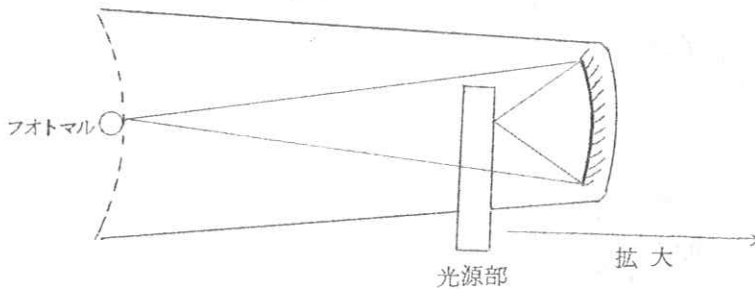


3. 結果

低周波では中心部、中間部共にミラー系レンズの方が高い値を示していて実用的性能が良い。周辺部
 (0.4 d)のみで屈折系の方が高い値を示している。(この点はその後改良されている)
 尚、肺尖部は中間部と周辺部の間にくる。

測定結果を1~5図に示す、6図はこの測定値と蛍光板のMTFを掛け合わせたものである。

II. 現在、開発中の光電的測定機の原理



フィルム面に当たるところにスリットを置き、蛍光板のくるべきところに線像をつくり、その強度分布をフォトマルでスキアンする。光源部は図のようになっている。スペースがあまりないので、ランプは外に置き light guide で中へ導きスリットの後にオパールガラスを入れ 90° に近い開き角をカバーするように照明する。

線像を面積型チアートで受ける代わりに電気的なフィルターを通し各周波数の成分を取出し、その値を求める。

質 問

問 管球との距離は？

答 90cm

問 測定個所の根拠は？

答 JIS規格に合わせた。

問 チアートは黒地に白か、白地に黒か？

答 黒地に白。

問 蛍光板サイズは？

答 ミラー系は $40\text{cm} \times 40\text{cm}$

屈折系は $35\text{cm} \times 35\text{cm}$

問 サジツタル、メリディオナルに2枚のチアートの代わりにジーマンスタ一枚でできないか？

答 フィルムをスキアンする必要から無理である。

問 ノルマライズしないデータはないか？

答 チアートの透過率にバラツキがあるために比較できない。

撮影法による X線間接撮影用レンズの MTF 測定結果

測定条件

被検レンズ

ミラー系レンズ	70ミリサイズ	焦点距離	186ミリ	$F0.63$
	100ミリサイズ	"	320ミリ	$F0.58$
屈折系レンズ	70ミリサイズ	"	120ミリ	$F1.4$

チアート

矩形波チアート

周波数 0.25, 0.4, 0.67, 1.0, 1.7, 2.5 *lines* / mm

測定箇所

中間 0.2 d

周辺 0.4 d

(d は蛍光板の対角線の長さ)

フィルム

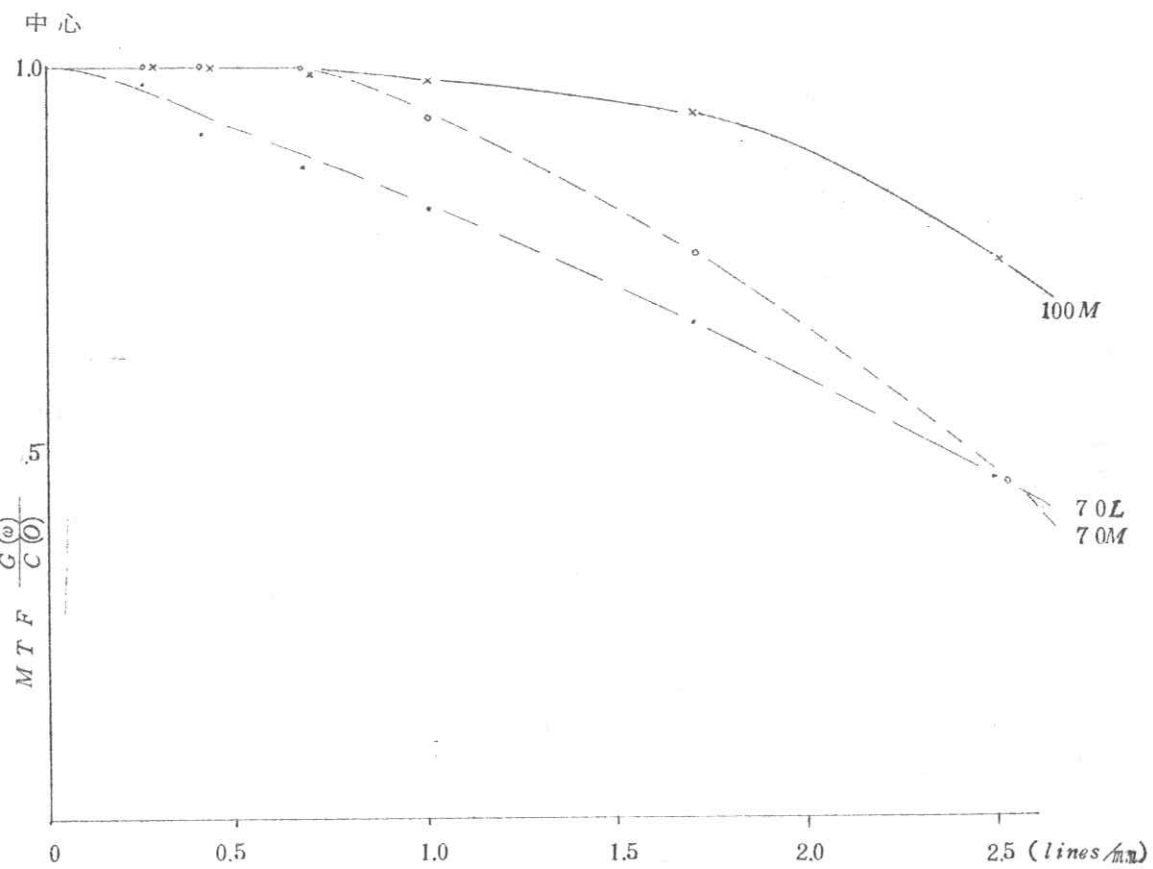
Fuji Panchromatic

現 像

ミニドール 10分 皿現像

マイクロフオトメーターのスキアン巾

$5\mu \times 200\mu$

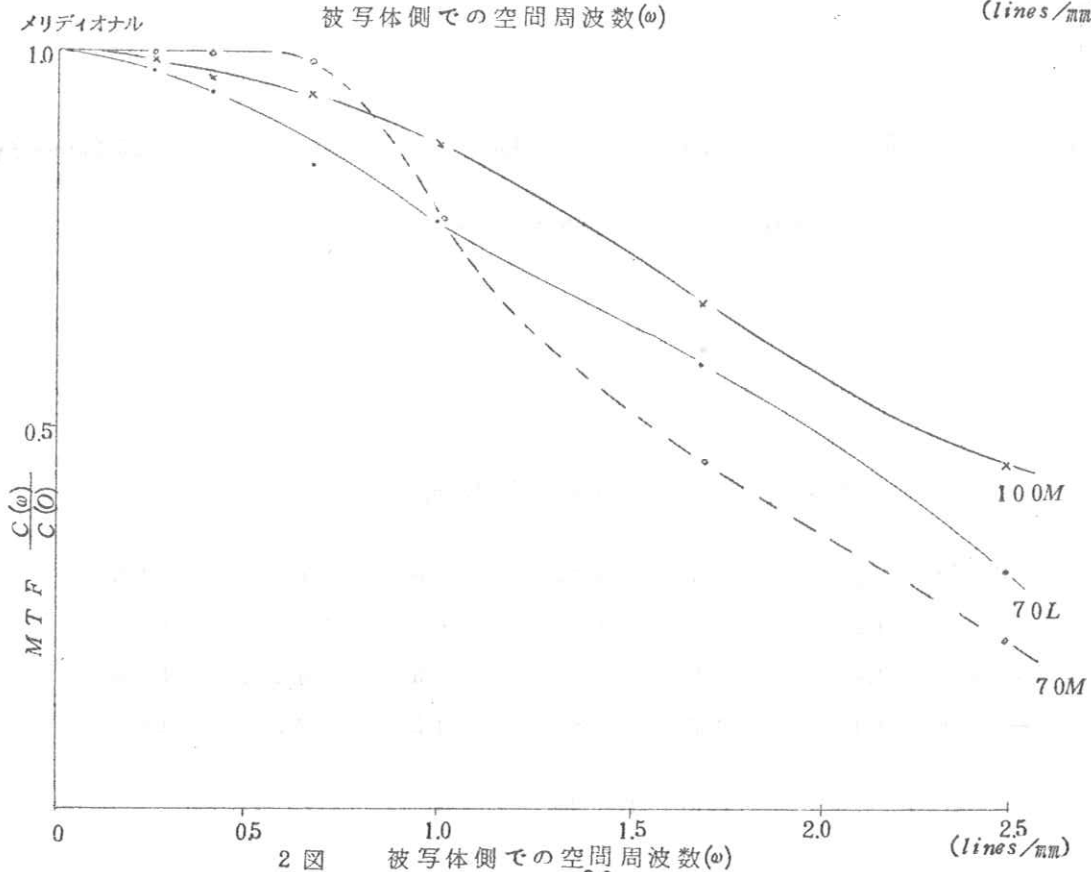
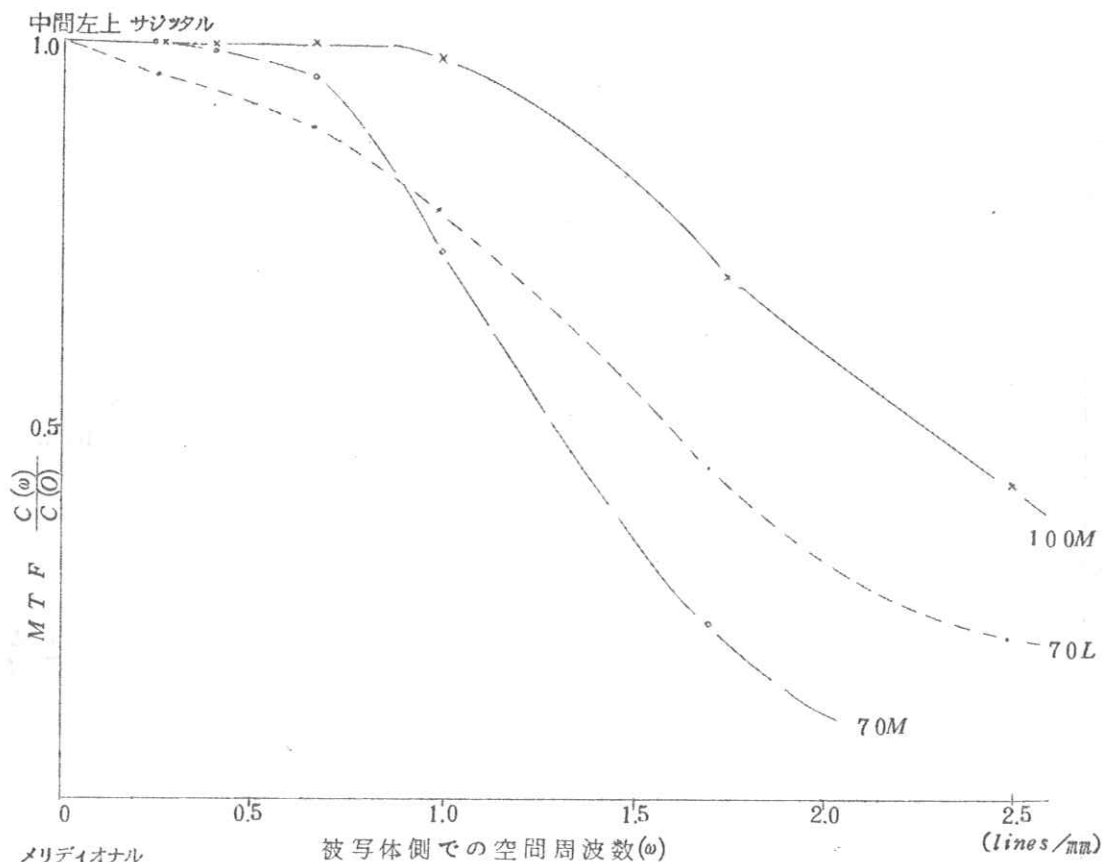


被写体側での空間周波数 (ω)

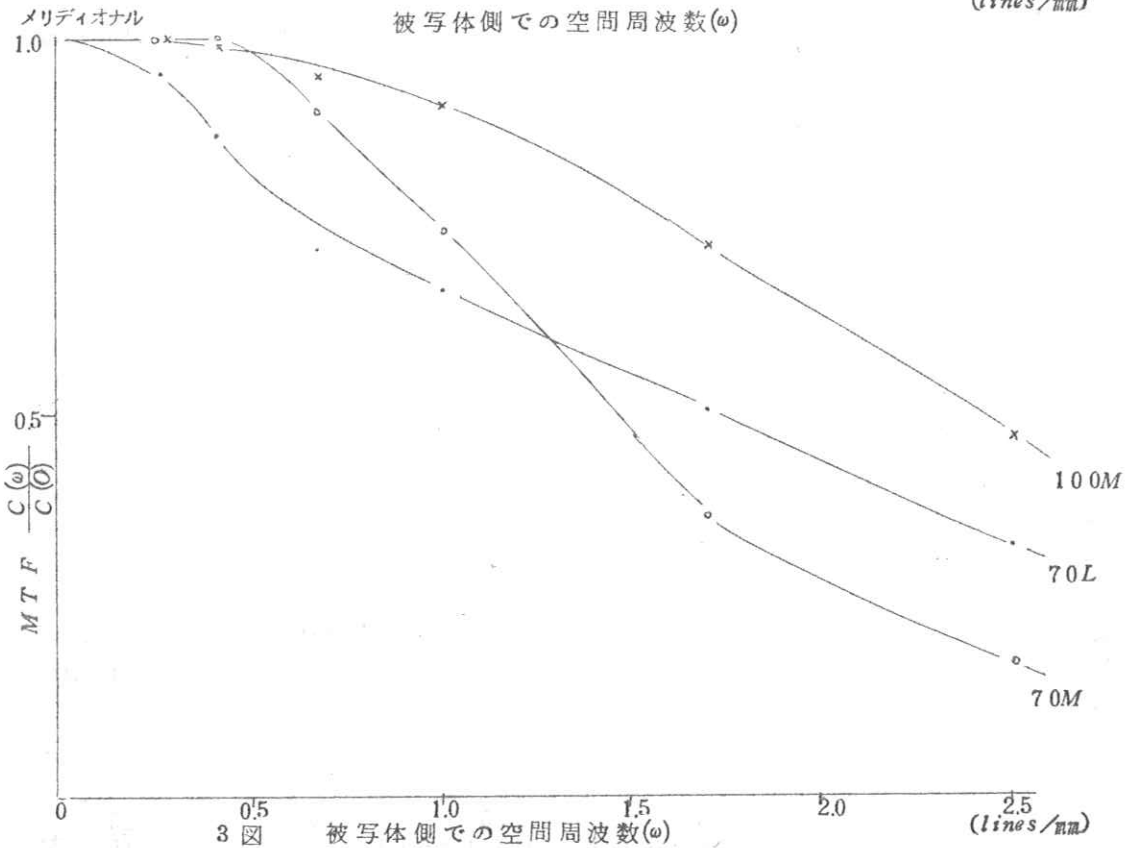
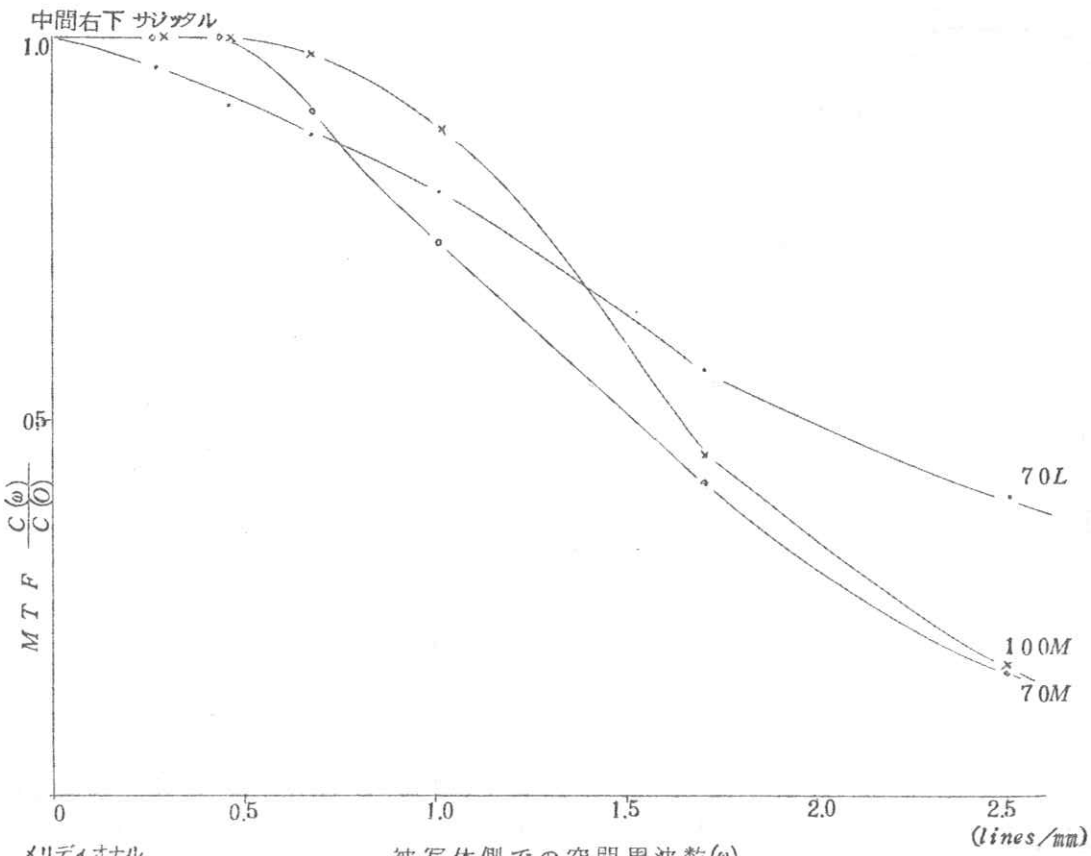
像側での空間周波数 (lines/mm)

被写体側	0.25	0.4	0.67	1.0	1.7	2.5
ミラー 70	1.6	2.6	4.3	6.4	10.7	16.0
レンズ 70	1.4	2.2	3.7	5.5	9.2	13.8
ミラー 100	1.1	1.7	2.8	4.2	7.0	10.5

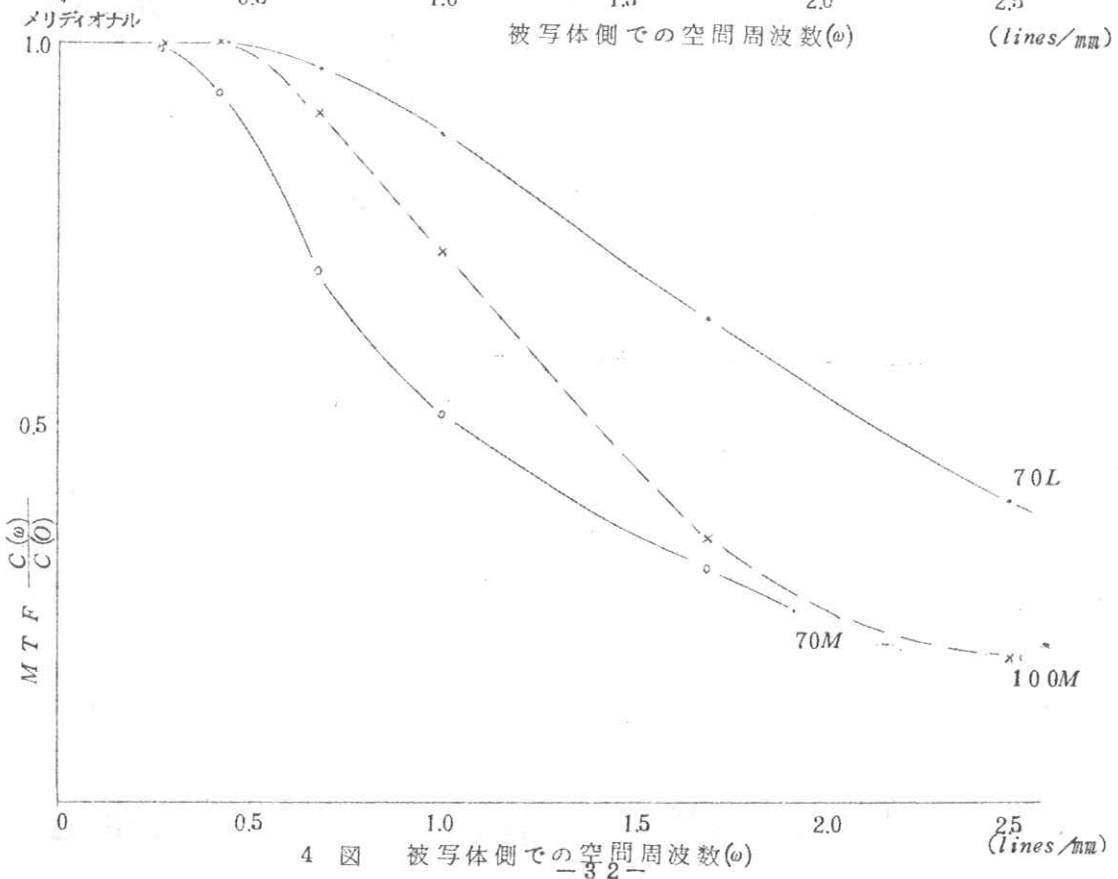
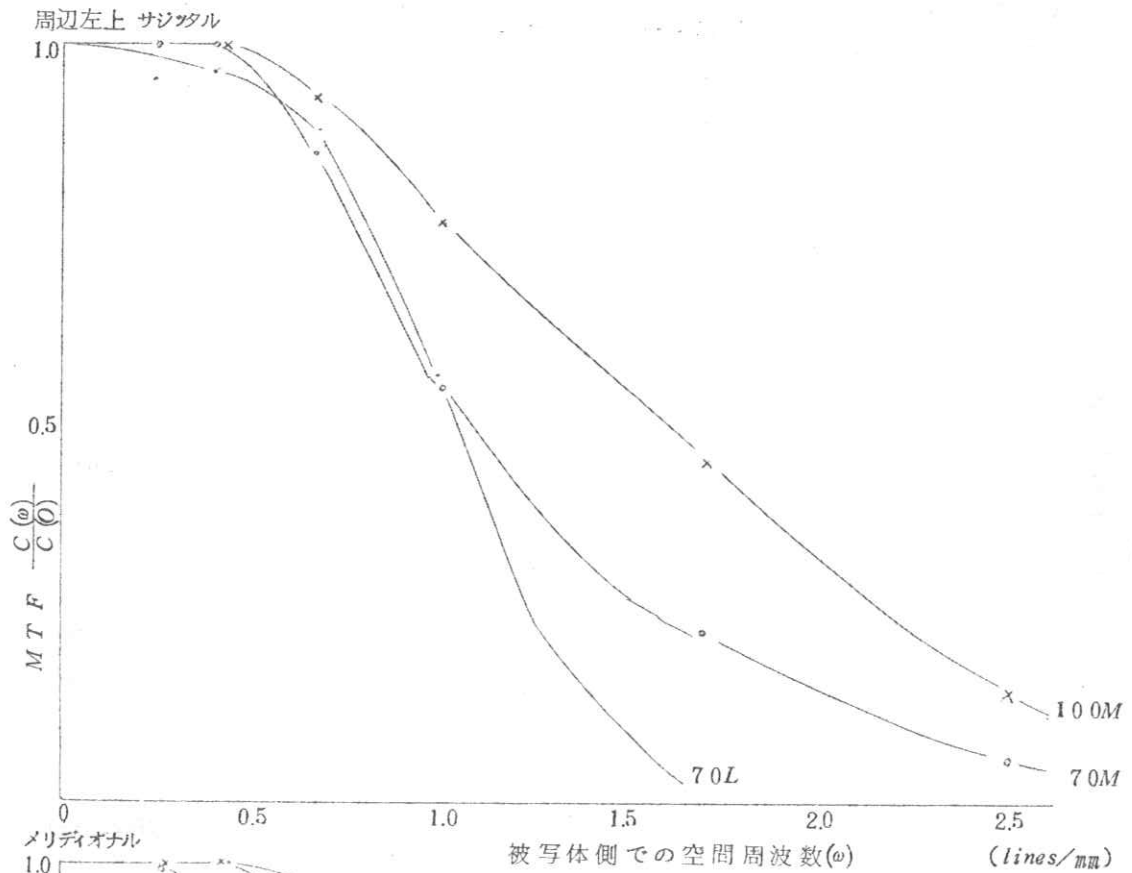
1 ☒



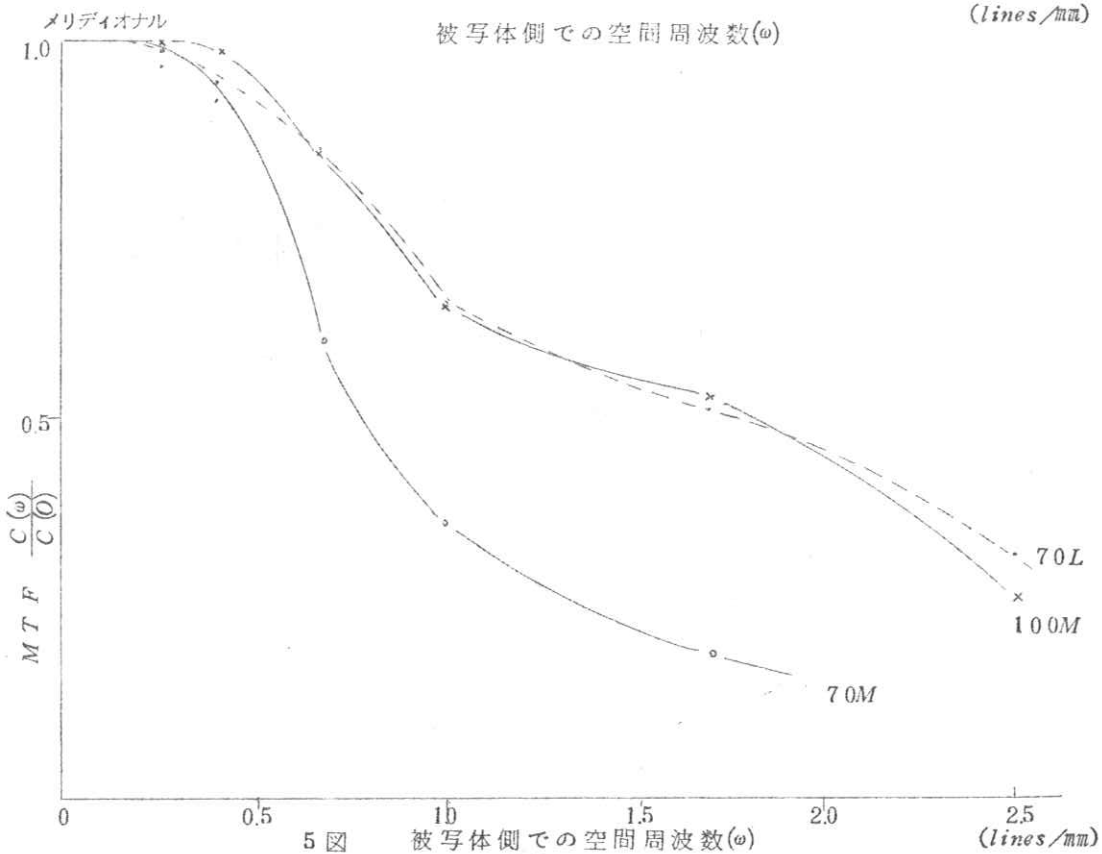
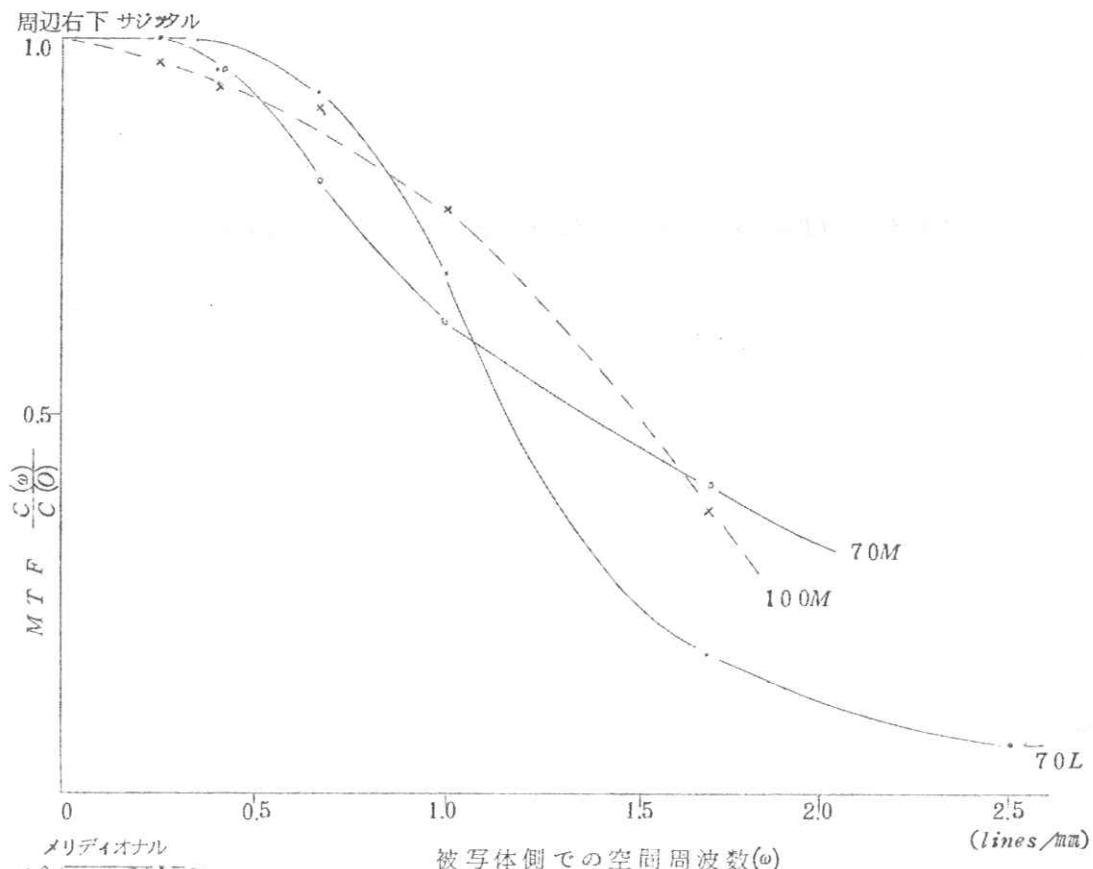
2 図



3 図

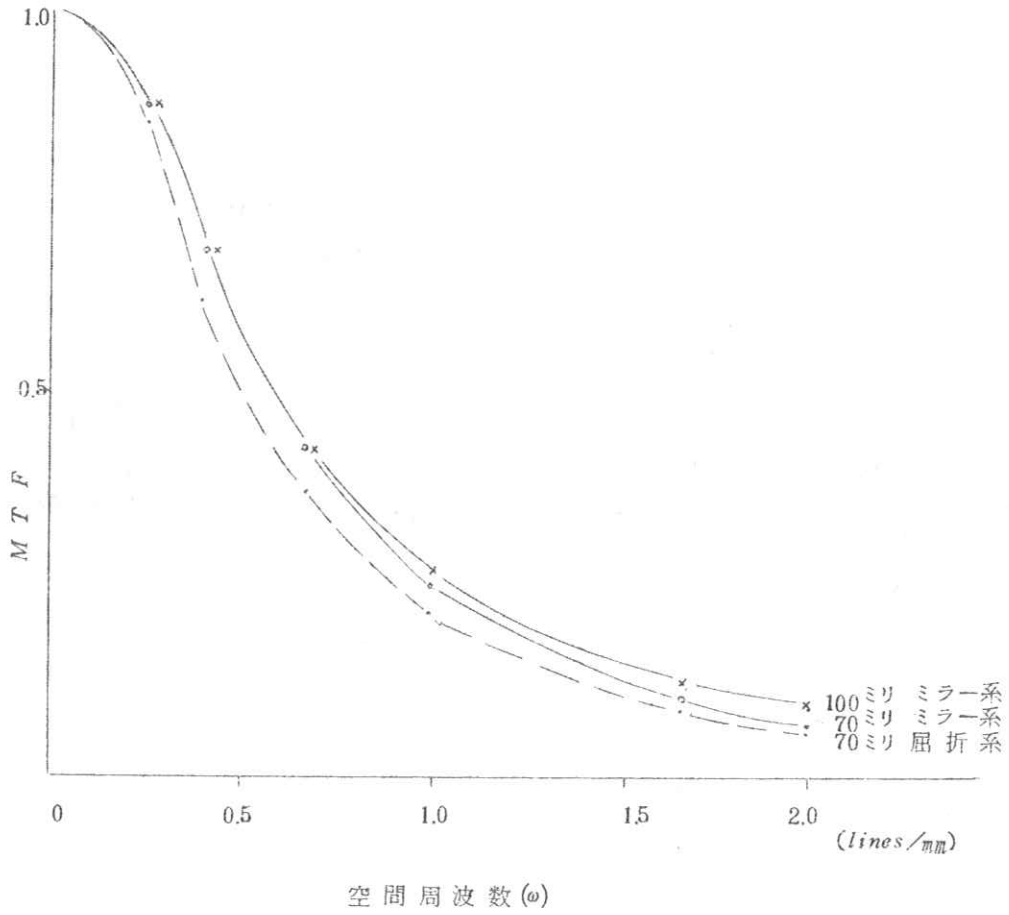


4 図 被写体側での空間周波数(ω)



5 図

(螢光板のMTF) × (レンズの中心部のMTF) × (FilmのMTF)



(ハ) 写真撮影による間接撮影用ミラーレンズ、屈折レンズのOTFについて

桑山武司 (キヤノンカメラ)

(資料13-6)

質問討論

竹 中：ミラーレンズの性能は

桑 山：70mm, 186mm, 明るさ0.63
100mm, 360mm

佐々木(常)：蛍光板のサイズは

桑 山：400×400mm ミラー系
350×350mm 屈折系

伊 藤：ミラーが一番はじめのもので現在はもっとよくなっている

金 森：チャートは黒地に白か、白地に黒か

桑 山：黒地に白

金 森：イメージの歪があるか

桑 山：球の中での歪が入る

遠 藤：歪が大きいがこの評価が困難

中 島：蛍光板とフィルムは何か

桑 山：蛍光板はP-3, フィルムは富士のバンクローである

高 野：フィルムのMTFはもっとよい, バックギングはしてない

内 田：撮影距離は

桑 山：90cm

平 井：サジツタル, メリディオナルに2枚のチャートの代わりにジーマンスター1枚でできないか

桑 山：フィルムをスキヤンする必要から無理である

土 井：周辺でのOTFが悪くなる, ノルマライズしなければ, 明るさによるものがでてよい, ノルマライズしないデータはないか

桑 山：チャートの透過率にバラツキがあるために比較できない

内 田：周辺部が入らないことはないか

桑 山：ない

問 : 測定個所の根拠は

桑 山：JIS規格に合わせた

(4) 挨拶 内田

昭和41年度会計報告

次回は9月上旬、東京で開催します

質疑応答については演者よりサマリーと解答を一週間以内にご送付お願いします。

編集後記

4月の学会の後なので演題が集まるかと心配しましたが、切り日までに5件と追加が1件出まして会員諸兄の研究の活潑さに驚きました。

6月10日朝始めは十数名の集まりで少々低調と思いましたが次々と出席され総数28名の出席を得まして、新入会員も4名あり、なかなか盛大で質疑応答も前回名古屋にくらべて非常に活潑で、記録するのに苦労しました。うれしい悲鳴です。

今回から記事録の正確と充実をはかるため演者にサマリーと質疑応答を後ほど送って載くことにしました。以後よろしくお願いします。

又、記事録の編集形式を変えまして各演題のサマリーの後に質問討論記事をのせこれを綴ってゆけば一冊の本になるような形式にしました。何かよいご意見があればお知らせ下さい。

サマリー、質疑応答の集まりが悪く、また内田先生が急性膵臓炎で7月8日池田市民病院に入院されたりして記事録の発送がおそくなりました。不悪ご了承下さい。

(F. I)