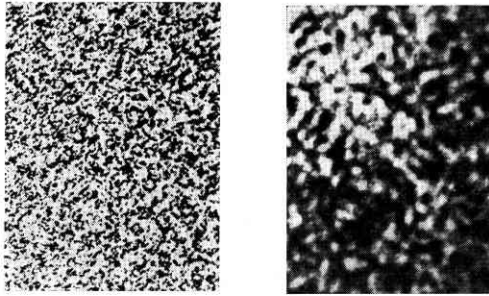


# 写真銀粒子の粒状性について

久保田 広・田村 稔・大頭 仁

写真乾板を一様に露光したものを現像して、顕微鏡下で見ると第1図(A)のように見える。これは感光剤中の銀に粒状性があり、その分布が不連続であることを示すもので、このためレンズによる像のボケのほかに、粒状性による分解能の低下、コントラストの減少と言うことが起る。通信回路と光学系の相似性から、レンズによ



(A) (B)  
第1図 乳剤銀粒子 (×400)

る像を信号、この粒状性を雑音と考えて数学的に取り扱うことができるが、そのためには粒状分布の空間周波数スペクトルを知る必要がある。これを光学的に求めるには下の二つの方法が考えられる。

第一の方法は回折を利用するもので、粒子が有限の領域  $S$  中に拡がっているとしてその強度分布を  $f(x, y)$  とすると、これによる Fraunhofer 回折像の振幅は下式で与えられる。

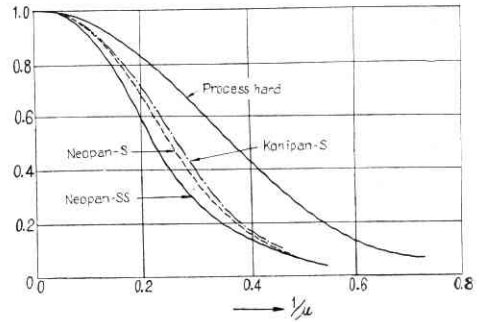
$$g(\xi, \eta) = \iint_S f(x, y) e^{2\pi i(x\xi + y\eta)} dx dy$$

したがって回折像の強度分布  $|g(\xi, \eta)|^2$  が  $f(x, y)$  の Power Spectrum になっている。田村は種々の市販の感光乳剤についてその回折像の強度分布を求めた。これは第2図に示してある。

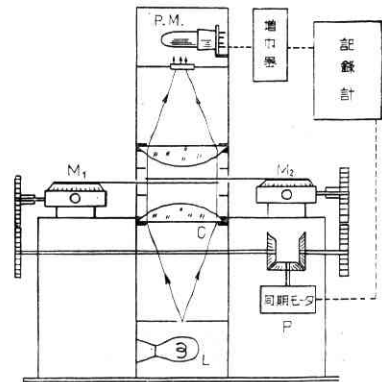
次の方法は  $f(x)$  の自己相関々数

$$\lim_{X \rightarrow \infty} \frac{1}{2X} \int_{-X}^{+X} f(x) f(x+\tau) dx = \phi_a(\tau)$$

を求めればこのフーリエ変換が原関数の Power spectrum になっていると言う Wiener の定理を用いるものである<sup>(1)</sup>。このため大頭は第3図のような光学的相関計をつくった。第1図(A)の写真の同じもの二枚を作り、これをそれぞれ同図の  $M_1, M_2$  に載せて、互いに少しずつ  $x$ -方向にずらせてやれば、その時の透過光量が粒子分布を



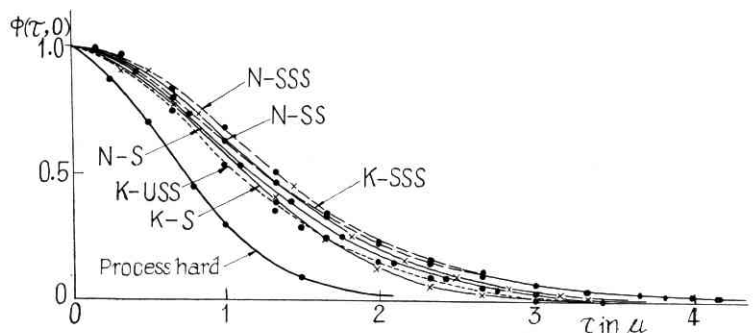
第2図 各種感光乳剤の Power spectrum



第3図 光学的相関計

$y$ -方向について積分した二次元の自己相関々数  $\phi_a(\tau, \theta)$  を与える。回折法で求めたと同じ各種のフィルムについてこの値を求めると第4図のようになり、これらのフーリエ変換は第2図のそれとよく一致する。この曲線の両軸にかこまれた面積  $f$  (nominal cut-off) を求めると下表のようになるから、この値が乳剤の粒状性を示す一つのパラメータになる。

乳剤の Power Spectrum が知れると、これと光学的



第4図 各種感光乳剤の自己相関々数

乳 剤	Process Hard	Neopan S	N-SS	N-SSS	Konipan-S	K-USS	K-SSS
$f$	308	194	183	172	203	215	183
現像濃度	0.82	0.75	0.82	0.70	0.92	0.89	0.96

相関計を用い任意の光学系の周波数特性を知ることができる。すなわち Power spectrum が既知の乳剤の顕微鏡写真 (第1図(A)) を収差のある光学系 (その周波数特性を  $H(\omega)$  とする) で複写すると同図 (B) のようなボケたものになる。(A) と (B) をそれぞれ光学的相関計の  $M_1, M_2$  にのせて、互いにずらしたときの光電管の出力を求めると、それぞれの粒子分布  $f(x)$  および  $g(x)$  の相互相関々数

$$\phi_c(\tau) = \lim_{X \rightarrow \infty} \frac{1}{2X} \int_{-X}^{+X} f(x)g(x+\tau)dx$$

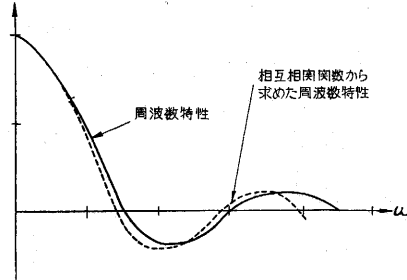
が求められる。この式は前記  $f(x)$  の自己相関々数  $\phi_a(\tau)$  を用いて、

$$\phi_c(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} \phi_a(x)h(x-\tau)dx$$

と書ける。ただし  $h(x)$  は光学系の周波数特性のフーリエ変換である。この式は Wiener-Hopf の積分方程式で、 $\phi_a(x), \phi_c(\tau)$  のフーリエ変換をそれぞれ  $\Phi_a(\omega), \Phi_c(\omega)$  とすれば、

$$\Phi_c(\omega) = H(\omega) \cdot \Phi_a(\omega)$$

と記せるから、 $\Phi_a(\omega)$  が既知であれば、 $\Phi_c(\omega)$  を知って  $H(\omega)$  が求められる<sup>(2)</sup>。第1図 (A) (B) の写真を用いて、積分域が有限であること



第5図 相関々数法による光学系の周波数特性

の補正を加え、光学系の周波数特性を求めたものは第5図の点線のようになり、他の方法で求めた  $H(\omega)$  (図の実線) とよく一致する。この方法は  $\Phi_a(\omega) = \text{const.}$  すなわち通信回路における white noise に相当する粒状分布が得られれば、 $H(\omega)$  を求める極めて簡単な方法になる。この方法は最近自働制御系においてその運動を乱さないで動作特性を知るのに用いられている<sup>(3)</sup>。以上の研究の詳細は応用物理へ発表の予定である。(1956. 12. 11)

よく一致する。この方法は  $\Phi_a(\omega) = \text{const.}$  すなわち通信回路における white noise に相当する粒状分布が得られれば、 $H(\omega)$  を求める極めて簡単な方法になる。この方法は最近自働制御系においてその運動を乱さないで動作特性を知るのに用いられている<sup>(3)</sup>。以上の研究の詳細は応用物理へ発表の予定である。(1956. 12. 11)

- (1) 例えば S. Goldman, Information Theory (New York, 1953), p. 219.
- (2) 同上 p. 278.
- (3) 自働制御 1.7 (1955). 同 右 3, 157 (1956).

表紙説明

苫小牧海岸における漂砂追跡実験の現場の光景である (本文 14 ページ参照)。放射性ガラス砂を点線源になるように海底に置き、その移動する方向を海底放射能検出器を用いて追跡するのである。右下に入れた写真はこの検出器であって、水深 10m の水圧に耐え得るように不銹鋼で作られ、その中には大型ガイガー計数管と前置増幅器とが収められてあり、長さ 20m の可携ケーブルが付いている。これと計数装置とをこのモーター・ボートに積み海面から検出器を海底に沈め、計数を始めると同時に計測位置の測量を行う。レールの下大きな石は目下建設中の防波堤の先端であって、計数位置決定のため陸上の2点でトランシットで観測しているが、その一方である。

次号予告 (2月号)

解説

アジア・大洋州地区国際電子顕微鏡会議を中心として……………谷 安正  
 R・I 検尺計……………金森研究室  
 Paradip 港について……………鶴岡 鶴吉

海外事情

シリヤへの旅……………安芸 皎一

速報

イオン交換平衡に対する一考察……………山辺 武郎  
 Inductance型撓度計の試作について……………川崎 寛司  
 レスポンス関数の直読装置……………小瀬 輝次

正誤表 (12月号)

頁	段	行	種別	正	誤
8			第4図 (縦軸)	0.6	0.5
9			第8図	(b), (d) は図のみ左右を入れ換える	
10	左	1	本文	…約 74%が…	…約 7%が…
10	右	22	本文	この差は第3節の場合	この差は第4節の場合
20	下	15	自然性	自然性	自然性
24	左	19	ニユーズ海外出張筆者紹介	…観測ロケット研究会	…観測ロケット研の研究会…
24	右	19	ニユーズ海外出張筆者紹介	辻英夫技術員, 専攻鉄鋼製錬工学	坂上六郎 (削除)
巻末	左	13	総索引 (観測ロケット特集号)	ベビー-R用	高橋幸作
19	右	19	…における…	…における…	…におけを…
下	18	18	カッパー用アンテナ	カソプ用アンテナ	