

## デジタルフィルタによる白血球画像の強調

谷口 慶治\* 仲野 豊\* 渡辺 誠\*\*

A Technique for Improving the Quality of Leukocyte Images  
by Using a Digital Filter.

Keiji TANIGUCHI\*, Yutaka NAKANO\* and Makoto WATANABE\*\*

(Received August 15, 1982)

This report deals with a technique for improving the quality of leukocyte images.

The improvement of images can be accomplished by using a two-dimensional digital filter.

The amplitude response of the filter is designed so as to enhance the granules of leukocyte images.

By this operation, fair images can be obtained.

### 1. ま え が き

白血球の原形質に存在する顆粒を強調して、この検出を容易にすることは白血球の自動識別において重要である。

本文では、デジタル・フィルタを用いて顆粒を強調する方法を述べる。

### 2. 白血球画像の強調

図1のように、血液塗抹標本中の白血球から来る光束パターン $f(m, n)$ は、光源から標本に入射する光束パターン $f_0(m, n)$ と白血球の透過率パターン $T(m, n)$ の積で表わされる。

$$f_1(m, n) = T(m, n) \cdot f_0(m, n) \quad (1)$$

ただし、 $m, n$ は空間変数で

---

\* 電子工学科

\*\* 日本電装株式会社

$$\begin{aligned}
 m, n \in Z &= \{ 0, \pm 1, \pm 2, \dots \} \\
 0 < T(m, n) &< 1 \\
 0 < f_0(m, n) &< \infty
 \end{aligned}$$

である。

好塩基球や好酸球などの白血球は、原形質の上に顆粒が存在している。

白血球の原形質部分の透過率を  $T_c(m, n)$ 、顆粒部分の透過率を  $T_g(m, n)$  とすると、原形質と顆粒を含む総合の透過率  $T(m, n)$  は次のように表される。

$$T(m, n) = T_c(m, n) \cdot T_g(m, n), \quad (0 < T_c < 1, 0 < T_g < 1) \tag{2}$$

前の二つの式から原形質と顆粒からなる部分を通ってくる光束パターン  $f(m, n)$  は、

$$f(m, n) = T_c(m, n) T_g(m, n) f_0(m, n), \quad (m, n, \in Z) \tag{3}$$

原形質のみの部分からくる光束パターン  $f'(m', n')$  は

$$f'(m', n') = T_c(m', n') f_0(m', n'), \quad (m', n' \in Z) \tag{4}$$

で表される。

したがって光束パターンの変動  $\Delta f$  は

$$\begin{aligned}
 \Delta f &= f(m, n) - f'(m', n') \\
 &= T_c(m, n) T_g(m, n) f_0(m, n) - T_c(m', n') f_0(m', n')
 \end{aligned} \tag{5}$$

となるが、顆粒が存在する部分の原形質の濃淡はほぼ一定値で  $T_{c0}$  で、入射光束パターンは  $f_0(m', n') \cong f_0(m, n)$  と近似できるから上の式は

$$\Delta f = [T_{c0} T_g(m, n) - T_c(m', n')] f_0(m, n) \tag{6}$$

となる。

白血球の顆粒を強調するには原形質と顆粒との透過率の差が大きくなるようなフィルタ操作を行えばよいことが上の式から明らかである。

図 2(a)並びに図 2(b)は顆粒球である好塩基球と非顆粒球であるリンパ球のパワースパクトルを示したものである。これら二つの図から透過率  $T_g(m, n)$  の空間周波数成分  $T_g(W_m, W_n)^*$  は図 2(c)のように  $T_c(m, n)$  の周波数成分  $T_c(W_m', W_n')^{**}$  に比べて高い周波数のところに成分を持っている。このため  $T_g(W_m, W_n)$  が強調され、 $T_c(W_m', W_n')$  が弱められるようにフィルタを構成すれば、顆粒部分の強調された画像が得られる。

\* (1)

$$T_g(W_m, W_n) = \sum_{m \in N_m} \sum_{n \in N_n} T_g(m, n) e^{-j \frac{2\pi}{N} W_m m} e^{-j \frac{2\pi}{N} W_n n}$$

\*\* (1)

$$T_c(W_m, W_n) = \sum_{m \in N_m} \sum_{n \in N_n} T_c(m, n) e^{-j \frac{2\pi}{N} W_m m} e^{-j \frac{2\pi}{N} W_n n}$$

$$W_m, W_n \in N_m = \{ 0, 1, \dots, N-1 \}$$

N : m, n 方向の標本点の数

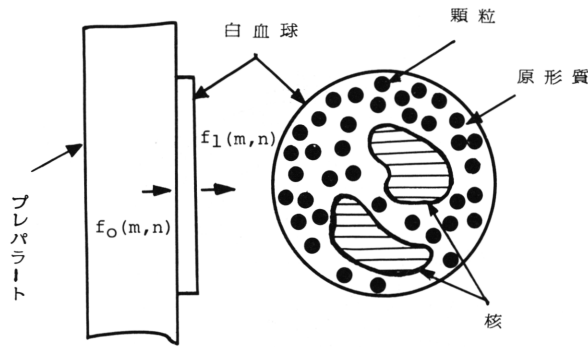


図1  $f_1$ と $f_0$ との関係

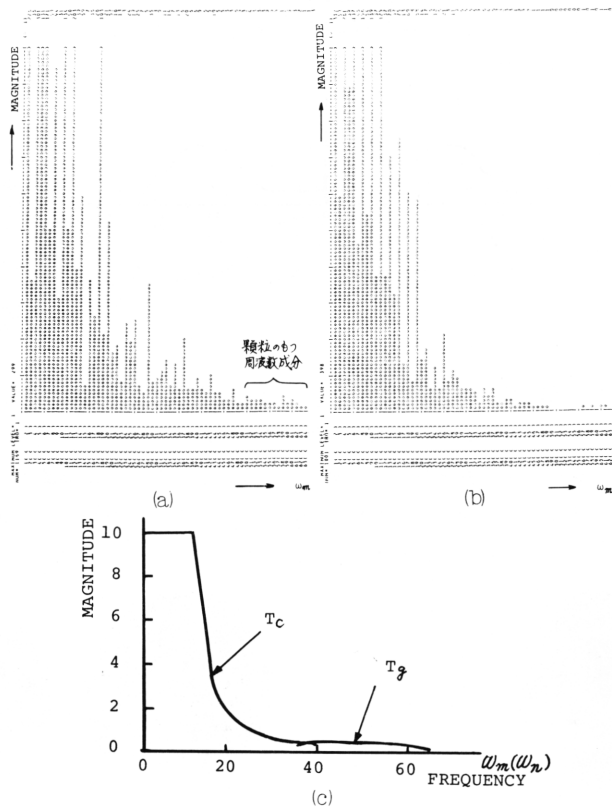


図2 好塩基球とリンパ球のパワースペクトル (N=64)

### 3. フィルタの周波数特性

ここでは好塩基球の顆粒を強調する例を示そう。好塩基球は図3に示すように原形質に低い周波数成分をもつ濃淡が存在し、その上に顆粒による高い周波数成分をもつ濃淡が存在するような画像になっている。このため、フィルタの周波数応答 $H(\omega_m, \omega_n)$ は図4に示すように、低い周波数成分の濃淡が弱められ、顆粒による高い周波数成分の

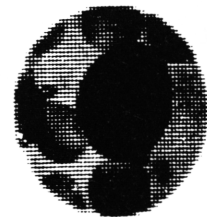


図3 好塩基球の原画像

濃淡が強調されるような振幅特性にする。

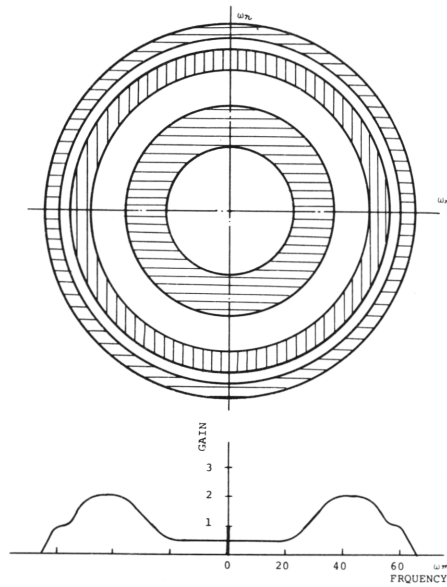


図4 デジタルフィルタの周波数応答

#### 4. 実験結果

図5はフィルタの周波数応答を図4のようにした場合の強調された白血球画像である。この原画像には $64 \times 64$ に標本化された赤色 (Red) 画像が用いられた。

図6 (a)は図3の原画像にしきい値をかけて2値化して顆粒を切り出した画像であり、図6 (b)は図5の顆粒の強調された画像に対し同一のしきい値をかけて2値化して顆粒を切り出した画像である。

図6 (b)からフィルタリングの効果が現れていることがわかる。

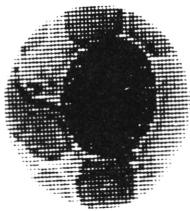


図5 図3を処理して得られた画像

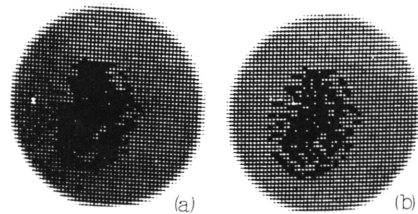


図6 図3並びに図5の画像をしきい値処理して得られた2値画像

#### 5. むすび

以上の結果から明らかのように、フィルタ操作により白血球の顆粒が明確な形で抽出できるようになった。