

レーザーフレアセルメーター測定値の左右眼差

釣 巻 穰

自治医科大学眼科学教室

要 約

レーザーフレアセルメーター (FC-1000[®]: 興和) 測定値の左右眼における差異について検討した。対象は、できるだけ均質な群として年齢 18~23 歳の健常青年男子 14 例 28 眼 (以下 A 群とする) と、年齢を考慮した 6~68 歳の正常人 30 例 60 眼 (以下 B 群とする) である。フレア測定は、A 群では無処置の状態と散瞳状態で、B 群では無処置の状態だけで行った。レーザーフレアセルメーターによる測定値は、フレア値、シグナル値、バックグラウンド値のいずれも左眼に比較し右眼が常に有意

な高値を示し、フレア値の左右差は約 1 フォトンカウント/ミリ秒であった。シグナル値の差とバックグラウンド値の差の回帰分析からフレア値の差異を生じる原因として後方散乱の左右差が示唆された。(日眼会誌 98: 258-263, 1994)

キーワード: レーザーフレアセルメーター, 測定値の左右差, フレア値, 眼内散乱光

The Difference Between Right and Left Eyes in the Values Obtained with a Laser Flare-Cell Meter

Yutaka Tsurimaki

Department of Ophthalmology, Jichi Medical School

Abstract

The difference in various values, measured with a laser flare cell meter (FC1000[®]: KOWA), between the right and left eyes was determined in 28 eyes of 14 healthy males, 18 to 23 years of age (group A), and in 60 eyes of 30 out-patients, 6 to 68 years of age (group B). None of the eyes had any ocular pathology except for refractive error. Both groups of eyes were first evaluated without any treatment, and the eyes in group A were measured again after the instillation of mydriatics. The flare, signal, and background values were all statistically higher in the right eye than in the left in all subjects; the difference in the flare value between the two eyes

was approximately 1 photon count/millisecond on the average. A regression analysis of the difference of the signal and the background values between the two eyes suggests that variation of the light scattered from behind the iris is responsible for the difference in the flare intensity between the right and the left eyes. (J Jpn Ophthalmol Soc 98: 258-263, 1994)

Key words: A laser flare-cell meter, Right and left difference of measured values, Flare value, Scatter light insensity in the eye

I 緒 言

レーザーフレアセルメーター (以下 LFCM と略す) は前房水のフレア強度が短時間で非観血的に定量測定可能という特性から、術後炎症の解析¹⁾や消炎剤の薬効評価²⁾, 房水動態の生理的研究³⁾など、さまざまな分野における臨床応用がなされている。

しかし、このような幅広く用いられている LFCM の機器自体に関する基礎的研究はすでいくつかの報告があるが⁴⁾⁵⁾, 臨床応用における基礎的研究は少ない⁶⁾⁷⁾。そこで今回、LFCM の臨床的基礎研究の一つとしてフレア値を中心に左右眼における測定値の差異について検討したので報告する。

別刷請求先: 329-04 栃木県河内郡南河内町薬師寺 3311-1 自治医科大学眼科学教室 釣巻 穰
(平成 5 年 8 月 12 日受付, 平成 5 年 10 月 27 日改訂受理)

Reprint requests to: Yutaka Tsurimaki, M.D. Department of Ophthalmology, Jichi Medical School. 3311-1 Yakushiji, Minami-Kawachi-machi, Kawachi-gun, Tochigi-ken 329-04, Japan.

(Received August 12, 1993 and accepted in revised form October 27, 1993)

II 対象と方法

1. 対象

対象は、年齢によりフレアー値が異なるとの報告^{8)~10)}を考慮し、できるだけ均一な群として年齢 18~23 歳 (20.4±1.5 歳：平均±標準偏差) の健常青年男子 14 例 28 眼 (以下 A 群とする) と幅広い年齢にわたる群として 6~68 歳の正常人 30 例 60 眼 (以下 B 群とする) である。B 群の年齢分布は 6 歳以上 16 歳未満のように 10 歳ごとの階級に区分し (最高年齢階級は 56 歳以上 68 歳以下)、各階級ごとに 5 例 10 眼とした。なお、屈折異常以外の合併症を持つ症例や無処置の状態での細隙灯顕微鏡検査により瞳孔縁に白内障を認めた症例は対象から除外した。また、測定に先立ち口頭で説明し、A 群については文書で、B 群については口頭で同意を得た。

2. 方法

A 群は、まず無処置非散瞳の状態で行った。測定順序は左右の測定順による差異を検討するため、最初に右眼 1 回目の測定を行い、次いで左眼、さらに右眼 2 回目の測定を行った。その後、散瞳剤 (ミドリン P[®]) を両眼に 1 滴ずつ点眼し、約 45 分後、散瞳状態で再び無処置非散瞳時と同様、右眼 1 回目、左眼、右眼 2 回目の順に測定した。測定開始時間は午後 5 時 9 分~7 時 10 分の約 2 時間で、散瞳剤点眼から散瞳時測定開始までの時間は 46±7 分 (36~57 分) である。

B 群は全く無処置の状態ですべて右眼、次いで左眼を測定し、散瞳状態での測定は行っていない。測定時間は原則として午前 10 時~午後 1 時の間とした。

測定はレーザーフレアセルメーター (FC 1000[®], 興和) を用い、すべて同一検査者が行った。測定ウィンドウの位置は前房ほぼ中央とし、反射などによって明らかな異常値を認めた場合、若干前後上下に移動した。各眼の測定値はバックグラウンド値の差がシグナル値の 20% 以下であった 5 回の結果を平均した。なお、測定値の単位はフォトンカウント/ミリ秒 (以下 pc/ms と略す) を用いた。

測定結果はフレアー値とシグナル値、バックグラウンド値のそれぞれについて A・B 両群の左右眼間および A 群の右眼 1 回目と 2 回目測定間で比較検討した。それぞれの組合せにおける統計学的検討には paired-t テストを用いた。

III 結果

1. A 群

LFCM の測定値はフレアー値、シグナル値、バックグラウンド値のいずれも右眼 1 回目および右眼 2 回目の測定値が左眼の測定値に対し有意に高い値を示した。この結果は非散瞳時、散瞳時とも同様であり、その差はフレアー値とバックグラウンド値で約 1 pc/ms、シグナル値で

表 1 各測定条件における A, B 群の測定値 (平均値±標準偏差)

	フレアー値 (pc/ms)	シグナル値 (pc/ms)	バックグラウンド値 (pc/ms)
非散瞳時			
A 群			
右眼 1 回目	4.94±0.94*	15.78±2.06*	10.89±1.69*
左眼	3.96±0.64	13.03±1.94	9.09±1.59
右眼 2 回目	4.98±0.95*	15.44±2.90*	10.51±2.26**
B 群			
右眼	4.80±1.15*	15.33±5.25*	10.51±4.74*
左眼	4.27±0.95	13.45±3.97	9.15±3.20
散瞳時			
A 群			
右眼 1 回目	4.69±0.81*	14.81±1.91*	10.16±1.68*
左眼	3.52±0.61	12.64±1.32	9.14±1.06
右眼 2 回目	4.57±0.50*	14.41±1.48*	9.88±1.19*

左眼測定値に対する有意差の危険率 *p<0.01 **p<0.05

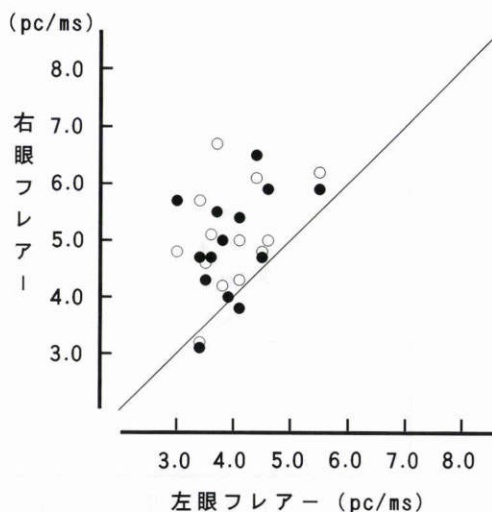


図 1a 右眼と左眼のフレアー値の関係 (A 群：非散瞳時)。

黒丸：右眼 1 回目測定、白丸：右眼 2 回目測定

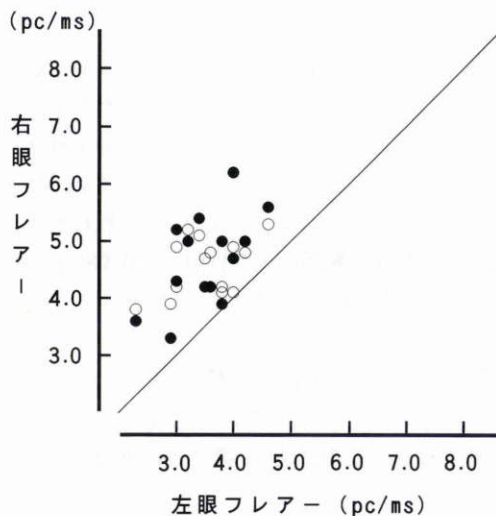


図 1b 右眼と左眼のフレアー値の関係 (A 群：散瞳時)。

黒丸：右眼 1 回目測定、白丸：右眼 2 回目測定

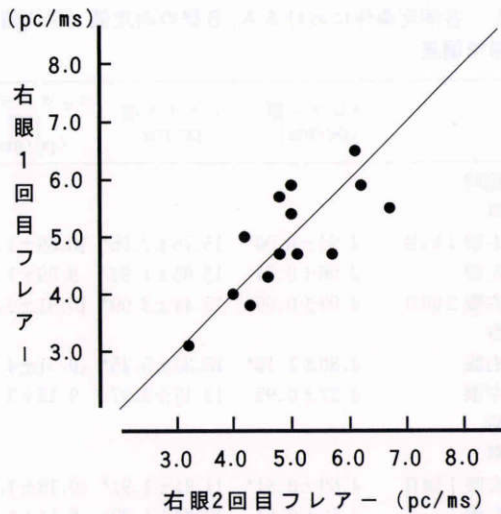


図2a 右眼1回目と2回目測定のカラア値の関係 (A群: 非散瞳時).

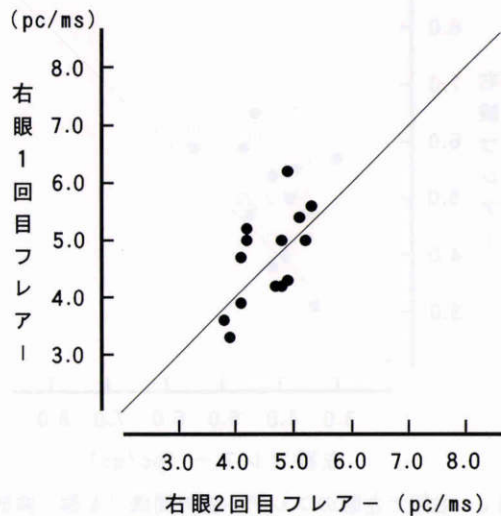


図2b 右眼1回目と2回目測定のカラア値の関係 (A群: 散瞳時).

約2 pc/msであった(表1, 図1a, b). 一方, 右眼1回目と2回目の測定値はカラア値, シグナル値, バックグラウンド値ともほぼ同一であり, 明らかな有意差を認めなかった(表1, 図2a, b). なお, 右眼1回目と右眼2回目測定で同一眼のカラア値には非散瞳時 $y=0.76x+1.19$, $r=0.76$, 散瞳時 $y=1.01x+0.08$, $r=0.63$ といずれも有意の相関が得られた.

2. B 群

LFCMの測定値はA群と同様, カラア値, シグナル値, バックグラウンド値のいずれも左眼が右眼に比較し有意に低値であり, その差もA群とほぼ同様であった(表1, 図3).

IV 考 按

LFCMの測定値は, 今回測定したいずれの条件下でも

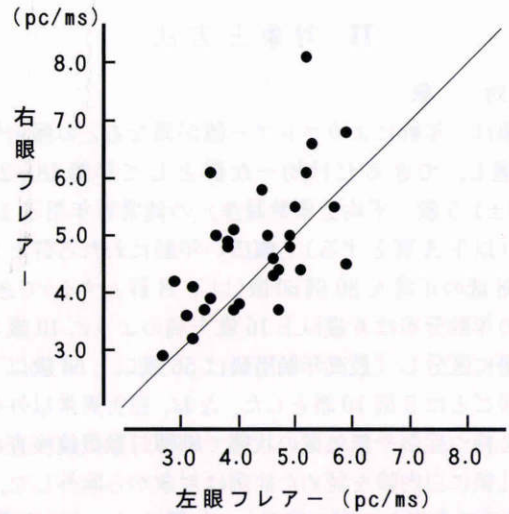


図3 右眼と左眼のカラア値の関係 (B群: 非散瞳時).

統計学的に有意の左右差を認めた. 測定値の左右差が生ずる原因には, ① 測定者に関するものや, ② 生体固有のもの, ③ 機器固有のもの, ④ 機器と生体が関連するものなどがあげられる.

LFCMは反射光などの混入によって全く異なる測定値を表示することがあり, 測定ウィンドウの設定はできるだけ同一条件で行う必要がある¹¹⁾. このため, 今回の測定は測定に由来する差異をできるだけ除去する目的で, 同一検査者がほぼ同一の基準で測定を行った. その結果, 同一眼の1回目と2回目の測定値間には有意の相関が認められており, 測定の再現性不良が左右差の原因になったとは考え難い. 一方, 正常人の前房水蛋白濃度は観血的に測定した報告が少なく¹²⁾¹³⁾, 左右差を検討したものがないが, 左右ほぼ同等とするのが妥当と考えられることから, 左右差が生体固有の問題である可能性も低い.

左右差を生じる可能性がある機器固有の問題には, レーザー光源や光電子増倍管の時間的安定度, あるいは強い信号が入射した直後の光電子増倍管の一時的な感度低下などがある¹⁴⁾. このうち, レーザー光源や光電子増倍管の時間的不安定さによる変動では, 左右いずれの測定値が高値を示すかは全くの偶然であり, 今回のように左眼測定値が常に低値となる可能性は極めて低くなる. 一方, 光電子増倍管の一時的感度低下が原因であれば, A群の測定結果は右眼1回目測定値>左眼測定値>右眼2回目測定値と経時的に低下するはずであり, 今回の結果とは異なる. 以上の点から, LFCMの機器自体の安定性に関する問題が左右差を引き起こした可能性も低い.

機器と生体が関連する問題としては, まず鼻の影響が考えられる. すなわち, 相対的に鼻根部の高い症例では, 入射レーザー光や測定すべき散乱反射が鼻根部で遮られる可能性がある. このような鼻根部による遮蔽の影響はLFCMの入射レーザー光が極めて細く集束されている

のに対し、散乱反射光が比較的幅広い範囲で測定されることから¹⁴⁾右眼でより著しいと考えられる。しかし、この際の測定値は、今回の結果とは逆に遮蔽によって右眼が左眼より低くなるはずである。このため、今回の左右差が鼻根部の影響によってもたらされたとも考え難い。

LFCMは眼内の散乱光や反射光の影響をできるだけ避けるため、レーザー光が測定ウィンド内にある時のシグナル値から測定ウィンド外にある時のバックグラウンド値を差し引き間接的にフレア値を算出する⁴⁾¹⁴⁾。しかし、この方法では後方散乱の影響は逃れられないことが知られている。

ここでシグナル値を Sig, 房水からの散乱光を Saq, バックグラウンド値を BK, いわゆる後方散乱を Sbk とすると $Sig = Saq + Bk + Sbk$ となる。同様に異なる測定1と2の各値について

$$Sig\ 1 = Saq\ 1 + Bk\ 1 + Sbk\ 1 \text{---} \textcircled{1}$$

$$Sig\ 2 = Saq\ 2 + Bk\ 2 + Sbk\ 2 \text{---} \textcircled{2}$$

①-②から

$$(Sig\ 1 - Sig\ 2) = (Saq\ 1 - Saq\ 2) + (BK\ 1 - BK\ 2) + (Sb\ 1\ k - Sbk\ 2) \text{---} \textcircled{3}$$

さらに同一眼、あるいは同一人の左右眼で前房蛋白濃度に差がない仮定とすると、

$$Saq\ 1 = Saq\ 2 \text{---} \textcircled{4}$$

③, ④から

$$(Sig\ 1 - Sig\ 2) = (Bk\ 1 - Bk\ 2) + (Sb\ 1\ k - Sbk\ 2)$$

この関係を今回測定したシグナル値とバックグラウンド値で検討すると、A群の右同一眼における1回目と2回目の測定間では非散瞳時、散瞳時とも後方散乱の差にあたる回帰直線の切片が-0.03, 0.16と極めて小さく、測定ごとの後方散乱に大きな差異がないものと思われた(表2, 図4a, b)。これに対し、左右眼の測定値では回帰直線の切片がA群で非散瞳時0.64, 0.86, 散瞳時1.20, 1.01, B群で0.65とA群の右眼1回目, 2回目間の値より大きかった(図2, 図5a, b, 図6)。このことは、

表2 各測定条件下の組み合わせにおけるバックグラウンド値の差とシグナル値の差の相関

組合せ	回 帰 式	相 関 係 数
非散瞳時		
A群		
右眼1回目-左眼	$y = 1.17x + 0.64$	$r = 0.89$
右眼2回目-左眼	$y = 1.09x + 0.86$	$r = 0.93$
右眼1回目-右眼2回目	$y = 0.97x - 0.03$	$r = 0.95$
B群		
右眼-左眼	$y = 0.91x + 0.65$	$r = 0.93$
散瞳時		
右眼1回目-左眼	$y = 0.95x + 1.20$	$r = 0.87$
右眼2回目-左眼	$y = 1.03x + 1.01$	$r = 0.81$
右眼1回目-右眼2回目	$y = 0.87x - 0.16$	$r = 0.78$

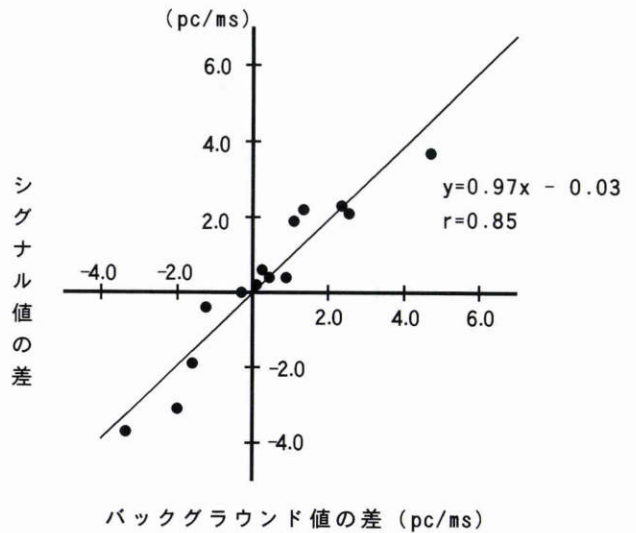


図4a シグナル値の差とバックグラウンド値の差の相関。

(A群: 非散瞳時, 右眼1回目測定値-右眼2回目測定値)

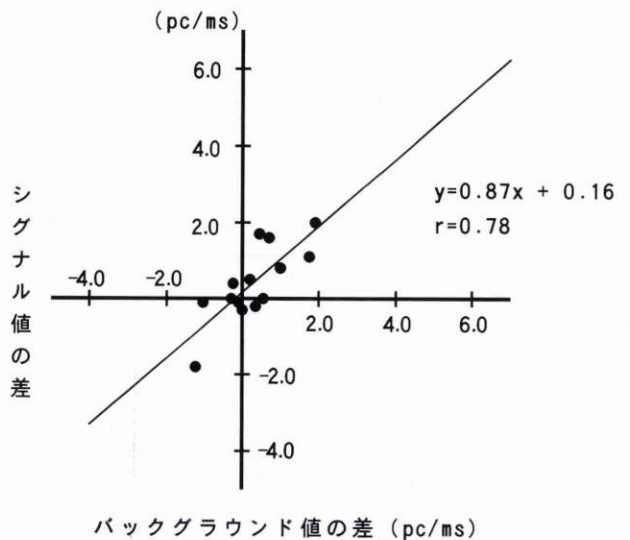


図4b シグナル値の差とバックグラウンド値の差の相関。

(A群: 散瞳時, 右眼1回目測定値-右眼2回目測定値)

左右眼ではいわゆる後方散乱光強度に差がある可能性が示唆され、これが左右差の主因ではないかと考えられる。

LFCMのレーザー光は矢状面に対し左側30°から投射される。このため、第一眼位における左右眼を比較した場合、投射したレーザー光は左眼より右眼において視神経乳頭のより近い部位を照射する。一方、視神経乳頭は網膜に比較しレーザー光を強く反射する可能性があることから、このような照射レーザー光と視神経乳頭間の距離の差が後方散乱光強度に差をもたらした一因ではないかと考えられる。この推定によれば、後方散乱光は虹彩

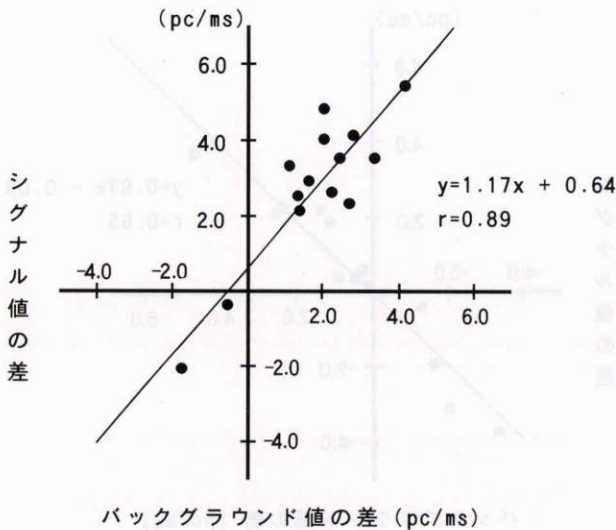


図5a シグナル値の差とバックグラウンド値の差の相関。
(A群：非散瞳時，右眼1回目測定値－左眼測定値)

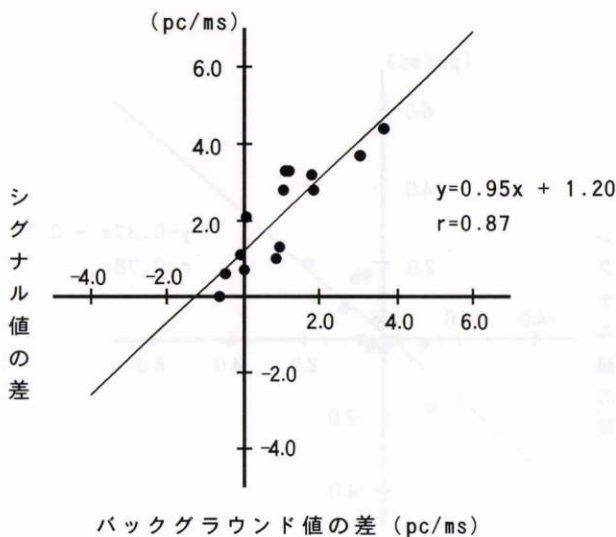


図5b シグナル値の差とバックグラウンド値の差の相関。
(A群：散瞳時，右眼1回目測定値－左眼測定値)

による遮蔽効果のため非散瞳時の方が散瞳時より測定結果への影響が小さくなると考えられ，両眼間の後方散乱光強度の差である回帰直線の切片が非散瞳時で小さかった今回の結果とも一致する。

LFCMによるフレア測定値は正常眼のようにフレアが低い症例を測定した場合，左右差を示す可能性がある。しかし，その差は平均して1 pc/ms前後と思われる。このことは同一眼における比較や術後早期炎症の検討などでは測定眼の左右で結果が大きく異なることがないものの，正常眼における生理学的検討などでは両眼間でフレア値に差異が生じることに留意し，対象の左右を特定する必要あることを示唆すると考える。また，

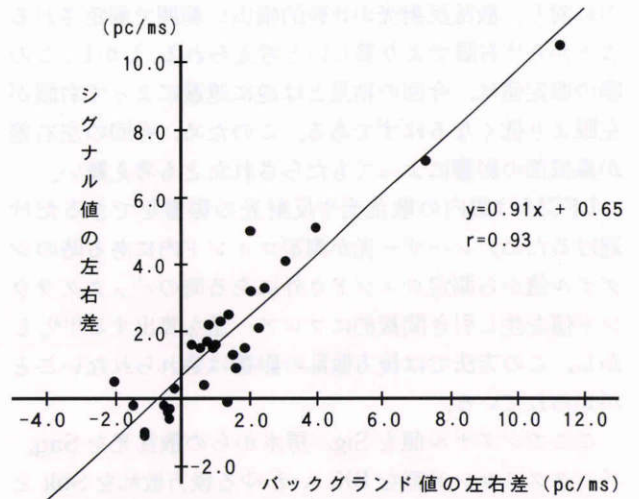


図6 シグナル値の差とバックグラウンド値の差の相関。
(B群：非散瞳時，右眼測定値－左眼測定値)

LFCM 自体も，現在のような一定方向からのレーザー光の入射を固定するのではなく，左右いずれの方向からもレーザー光を照射可能にするなど機器の改善が必要となるらう。

文 献

- 1) 釣巻 穰，澤 充，清水 昊幸：後房眼内レンズ挿入術後の前房内蛋白濃度と細胞数について。日眼会誌 92：1690—1695，1988。
- 2) 小河貴裕，釣巻 穰，大原國俊，清水 昊幸：術後炎症に対する水性点眼液 Pranoprofen の抗炎症効果—レーザー前房蛋白・細胞測定装置による検討—。眼紀 40：1319—1323，1989。
- 3) 大鹿哲郎，新家 真，澤 充，増田寛次郎：アセタゾラミドの正常人眼前房フレアに及ぼす影響。日眼会誌 93：302—306，1989。
- 4) Sawa M, Tsurimaki Y, Tsuru T, Shimizu H: New quantitative method to determine protein concentration and cell number in aqueous *in vivo*. Jpn J Ophthalmol 32: 132—142, 1988.
- 5) 澤 充，高橋 貞，河村益徳，市橋 直，平野 隆：レーザー前房蛋白・細胞測定装置の特性。眼紀 40：2211—2217，1989。
- 6) 小河貴裕，大原國俊，清水 昊幸：家兎房水蛋白濃度とフォトンカウントの相関。日眼会誌 94：1001—1006，1990。
- 7) Ohara K, Okubo A, Miyazawa A, Miyamoto T, Sasaki H, Oshima F: Aqueous flare and cell measurement using in endogenous uveitis patients. Jpn J Ophthalmol 33: 265—270, 1989.
- 8) 大鹿哲郎，加藤 聡，林 清文，澤 充：正常人眼の前房フレア強度—年齢との相関—。日眼会誌 93：358—362，1989。
- 9) 調 久光，安積 淳，井上正則，山本 節：正常人前房フレア値の加齢変化。レーザーフレアセルメーターを用いて。眼紀 40：1249—1252，1989。
- 10) 釣巻 穰：無処置正常ヒト房水フレア値と年齢の関係。あたらしい眼科 10：804—806，1993。

- 11) 釣巻 穰：フレアセルメーター測定法の実際と臨床応用. 眼科手術 2: 531—538, 1989.
 - 12) 中澤 昭：房水蛋白の分析—血液房水柵の検討—. 日眼会誌 89: 631—637, 1985.
 - 13) **Dernouchamps JP** : The proteins of the aqueous humor. Documenta Ophthalmologica 53: 193—248, 1982.
 - 14) 伊藤英一：レーザーフレア・セル測定の原理. 清水 昊幸, 増田寛次郎(編): 眼科 Mook, 42, レーザーフレア・セル測定, 金原出版, 東京, 6—18, 1990.
-