

# AMCoR

Asahikawa Medical College Repository <http://amcor.asahikawa-med.ac.jp/>

眼科写真 (2002) 18巻:30~37.

ETDRS分類における改訂7方向立体眼底撮影の工夫

福井勝彦、永野幸一、吉田晃敏

## ETDRS分類における改訂7方向立体眼底撮影の工夫

福井勝彦<sup>1)</sup>, 永野幸一<sup>2)</sup>, 吉田晃敏<sup>1)</sup>

旭川医科大学眼科学講座 1)

北里大学病院 眼科 2)

### **Improvement of 7-Directional Fundus Stereophotography Redesigned for Early Treatment Diabetic Retinopathy Study Scale (ETDRS)**

Katsuhiko Fukui<sup>1)</sup>, Koichi Nagano<sup>2)</sup>, Akitoshi Yoshida MD.PhD,<sup>1)</sup>

1) Department of Ophthalmology Asahikawa Medical College

( 2-1-1 Midorigaokahigasi Asahikawa 078-8510, Japan )

2) Department of Ophthalmology Kitasato University Hospital.

( 1-15-1 Kitasato Sagamiharashi 228-8555, Japan )

#### <Summary>

We performed 7-directional fundus stereophotography for Early Treatment Diabetic Retinopathy Study (ETDRS) Scale. In this technique, three directions of the macular area include macular fovea centralis. The revised ETDRS fundus stereophotography was hard to secure the macula temporal (Field 3M) because of photophobic sensation. The movement of visual lines using a fixation lamp was useful to solve the shortcoming problems of photophobia. Regarding the order of photography, we can take pictures with the smallest fluctuation of visual lines when taking pictures from peripheral field, and we can reduce vertical deviations(parallaxes) that may adversely affect the stereoscopic effect. Regarding the method of photography, slight movement of the fixed lamp made it possible to reduce artifacts potentially produced by lens opacity or intraocular lens. Even if the shadow cannot be secured in both pictures (2 sheets) by horizontal movement, the stereoscopic effect can be obtained if the shadow is secured in one of the pictures (1 sheet).

## 1. 緒言

ETDRS 分類 (Early Treatment Diabetic Retinopathy Study Scale) は、米国 ウィスコンシン大学リーディングセンター (以下 UW-FPRC) が開発した糖尿病網膜症の病期分類法で欧米では、糖尿病網膜症に関連する臨床研究<sup>1, 2)</sup> に広く用いられている。しかし UW-FPRC で ETDRS 分類を判定するには、高倍率 (30 度) の画角で 7 方向の立体眼底撮影が必要とされるため実施施設は、UW-FPRC で定められた撮影技術<sup>3)</sup> に関する認定を取得しなければならず、一定レベルの技術を有する眼底写真撮影者の確保が必須とされることと本邦では、蛍光眼底造影写真ほど立体眼底写真<sup>4-8)</sup> による判定が客観的な評価手段として普及していない。

今回我々は、本邦において ETDRS 分類を臨床研究の評価に適用する可能性として糖尿病網膜症<sup>9)</sup> の中等度重症例から重度の非増殖性網膜症の症例を対象として、黄斑部 3 方向に必ず黄斑部中心窩を含む撮影法を取り入れた ETDRS 改訂 7 方向立体眼底撮影法を実施する機会を得た。なお、糖尿病網膜症の病期分類と撮影評価は、UW-FPRC で行った。この ETDRS 改訂 7 方向立体眼底撮影法は、黄斑耳側部の撮影領域を確保し難いことと被検者の固視不良を伴い立体効果に障害となる上下方向のずれ<sup>10)</sup> が発生した。そこで、撮影方法を工夫しアーチファクトの軽減と撮影効率を検討したので報告する。

## 2. 方法

### 1) 撮影装置

撮影装置としてコーワ社製の眼底カメラ Kowa-PROIII® (Tokyo, Japan) で、画角 35 度で撮影を行った。フィルムは、Kodak 社製の Ektachrome 100 Professional (Rochester, NY, U.S.A.) を用いた。

### 2) 対象

正常眼 3 例および糖尿病網膜症 7 例を用いた。糖尿病網膜症の症例は、47 歳から 76 歳の男女 7 例 14 眼で、4 例 8 眼に前眼部徹照写真から白内障が確認でき 1 例 2 眼に眼内レンズ (IOL: intraocular lens) 挿入眼を対象とした。

### 3) 撮影方法

立体撮影は、平行移動による継時立体撮影法で平行移動量は、充分立体効果の確保できる約 1.5mm から 2mm を目安とした。従来の ETDRS 7 方向と ETDRS 改訂 7 方向の撮影部位を示す (図 1ab)。

撮影順序は、周辺部の上方 2 方向 (Field 4, Field 6) から開始し、下方 2 方向 (Field 5, Field 7) へ続き、次に黄斑部 (Field 1M, Field 3M, Field 2) を撮影した。

撮影部位の確保は、眼底カメラ本体の傾斜や左右方向に振らず、固視灯ののみを移動させ被検者の視線位置 (固視) を変化させる方法を用いた。なお、撮

影位置が改訂され確保の困難な黄斑耳側部 (Field 3 M) は、固視灯を被検者からやや離し対物レンズ鏡筒部に接触させ、徐々に被検者側に近づける視線の移動法を用いた (図 2)。

### 3. 結果

#### 1) 内障の発生した症例

水晶体に混濁ある症例では、7方向すべての立体眼底写真に白内障の影響が出ていた。黄斑部領域の写真は、比較的に影響は少ないものの周辺部領域の写真に、やや不良な例が散見されるが、固視灯で撮影位置をわずかに移動し平行移動量を制限させると、白内障による影響が軽減される例があった (図 3ab)。

#### 2) 下方方向と左右方向にずれの生じた症例

被検者の視線の動揺により上下方向にずれが発生した例 (図 4a) と横方向に画像のずれの発生した例 (図 4b) を比較した。ケンコー社製 (Tokyo, Japan) 3D スライドビューアー® (以下ステレオビューアー) による観察では上下方向のずれは、立体効果の不良な結果となったが横方向のずれは、ある程度生理的に融像が補佐され立体観察に影響が少なかった。

#### 3) IOL 挿入眼の症例

白内障手術に眼内レンズ (IOL) の挿入が普及し、高齢者では、IOL の挿入例が増加している。IOL の光学部周辺部は収差が発生し画像が流れる。立体撮影は瞳孔縁まで左右方向に平行移動するため光学部を通過する光と光学部外を通過する光が発生し、光学径の小さい IOL は、フレアーが現れ易い。IOL 挿入眼に不規則な反射がアーチファクトとして写り込む例 (図 5a) では、固視灯 (視線) をわずかに移動し、平行移動量を制限させると、フレアーの発生を軽減することが出来た (図 5b)。

#### 4) 立体写真の一方の画質がやや低下した症例

2枚とも良質な画像の得られたステレオ写真と、もう一方は、1方の写真は確実に良質な画像が得られるものの、片方の写真の画質がやや低下した症例で、立体効果が得られているのかステレオビューアーで確認した結果、双方とも立体効果を確保していた (図 6ab)。

### 4. 考察

糖尿病網膜症の臨床研究を評価する手段として本邦でも軽度網膜症を対象とした画角 50 度 4 方向の撮影法と客観的な評価基準<sup>11)</sup>が作成されている。欧米で

は、ETDRS 分類を用いた多施設間の臨床研究が行われており黄斑部浮腫や増殖性病変の評価は、立体眼底写真による判定は有用であるものの、本邦では、一定レベルの技術を有する眼底写真撮影者の確保のみならず古くから単眼鏡による眼底観察<sup>12)</sup>が浸透し、それに伴い立体眼底撮影装置<sup>13,14)</sup>も普及しにくかった。さらに、立体的観察に優れた双眼倒像鏡<sup>12)</sup>の開発が遅れたのも原因と考えられる。

眼球は球体で病態が立体的に発生する増殖性網膜症では、広範囲の立体眼底撮影法でなければ詳細な判定は困難と言っても過言ではない。今回我々は、中等度重症例から重度の非増殖性網膜症の症例を対象として、ETDRS 改訂7方向立体眼底撮影法を行った結果、撮影方法を工夫することで被検者の負担を軽減でき長期間の臨床研究にも有用な撮影手段と考えられた。我々が検討した撮影方法について考察する。

一点目として撮影順序に関して、一眼につき撮影数が黄斑部3方向6枚、周辺部4方向8枚、中間透光体の混濁の把握に前眼部徹照写真2枚、被検者の視線の動揺がなければ両眼で32枚の撮影となる。立体撮影は羞明感のみならず視線の固定による集中力が要求されるため被検者の肉体的負担は相当なものと考えられる。

撮影部位の決定には、最初に後極部をファインダー内に保持し、周辺部に向かった方が撮影部位も確認し易く一般的に、後極部から撮影を開始することが多い。また、UW-FPRCでも撮影順序(\*)は、乳頭(Field 1M)、黄斑部(Field 2)、黄斑耳側(Field 3M)から、耳側上部(Field 4)、鼻側上部(Field 6)、鼻側下部(Field 5)、鼻側下部(Field 7)の順に撮影することが推奨されている。しかし、ETDRS 改訂7方向立体眼底撮影では、周辺部から開始し、次に黄斑部を撮影する撮影順序のほうが立体観察に障害となる上下方向のずれの発生が少なかった。さらに、黄斑部3方向の撮影順序も視神経乳頭の耳側周辺部を中心としたField 1Mの後に黄斑耳側部のField 3Mを撮影し羞明感のもっとも強い黄斑部中心窩を中心とするField 2で終了する撮影順位が、視線の動揺が少なく短時間で終了することができた。この理由は、従来のETDRS 7方向は、Field 2は黄斑部中心窩が中心で左右方向に撮影範囲1/2の領域内にField 2を重複させているものの、その右方向の視神経乳頭中心のField 1および左方向の黄斑耳側部Field 3は黄斑部中心窩の重複の程度は少ない(図1a)。一方、ETDRS 改訂7方向は、黄斑部3方向に黄斑中心窩が必ず含まれているため黄斑部からの撮影では、被検者の羞明感が強く視線の動揺が多くなると考えられる(図1b)。視線の動揺から発生する立体写真の左右方向のずれは、実際の観察では生理的に補佐されて障害とはならないが、上下方向のずれは高倍率ではより誇張され立体観察の障害となり被検者の集中力および肉体的負担の軽減とともに上下方向

の発生も抑制され撮影数も制限できた。

次に、撮影部位の確保に関して、UW-FPRC の撮影手技に関する注意点（＊）として、周辺部は、カメラを上下方向に傾斜し鼻側もしくは耳側に回転することを推奨している。ETDRS 改訂 7 方向（図 1b）の周辺部撮影は、視神経乳頭を中心とする Field 1M と上下 4 方向の双方に周辺部領域を僅かに重複する範囲を確保すれば良く、鋸状縁付近の周辺部撮影のように眼底カメラ本体を傾斜し左右方向に振る必要もなく固視灯の移動だけで十分な撮影部位が確保できた。さらに、黄斑部 2 方向が中心窩を含むように改訂され撮影位置の確保が困難になった黄斑耳側部（Field 3M）は、固視灯で第一眼位（黄斑部中心窩が中心の Field 2）が確保できる位置から対物レンズ鏡筒部に接触させ、徐々に被検者側に近づける片眼の内転運動による視線の移動で固視灯が被検者の指標として確保でき黄斑耳側部（Field 3M）の上下方向のずれの発生も制限できた。

平行移動量に関して、水晶体の混濁や IOL 挿入眼に発生するアーチファクトは、周辺部撮影で頻度が高くなる。解除する手段として、固視灯でわずかに撮影位置をずらしアーチファクトを軽減するため平行移動量を制限しても立体効果が確保できているかが重要である。立体観察の重要な情報となる画像のずれは、両眼視差<sup>15)</sup>、として捉えられ時間周波数や空間周波数、色刺激により変化するものの静的な条件下で、単位は角度表示で 2 秒から 1200 秒（1 度＝3600 秒）まで立体効果が知覚されると報告<sup>16-18)</sup>されている。立体視を知覚する最小の両眼視差（stereoscopic acuity）は、正常者では 40 秒程度<sup>15)</sup>で、この角度内の移動で立体感が得られる。すなわち先の条件のずれ量（角度）の範囲を移動しているステレオ写真であれば立体効果の確保が可能であると考えられる。例えば、散瞳状態が良く瞳孔領を大きく平行移動した例は、双方の写真の移動側に、明らかな光のむら（陰影）が生じ立体効果<sup>19)</sup>も大きかった。一方、今回、白内障の発生した例や IOL 挿入眼に発生するアーチファクトの軽減のため平行移動量を制限し、写真の 1 枚だけに光のむら（陰影）の確保できたステレオ写真でも十分に立体効果が得られていた。したがって、一方向のわずかな移動量でも、充分立体効果が確保できると考えられる。

最後に、同一症例の二組の写真から、2 枚とも良質な画像の得られたステレオ写真一組と、1 方の写真は確実に良質な画像が得られるものの、継時連続撮影のため固視の微妙な移動などにより、片方の写真の画質がやや低下した一組のステレオ写真では、立体効果が得られているのかステレオビューアで確認した結果、双方とも立体効果を確保していた。この理由は、我々は、ステレオビューアで観察しているときは、2 枚一組の写真を融像して観察している。これは、片方の写真の画質がやや低下していても、もう一方の写真が補佐し脳内で融像している結果からと推測される。したがって、一方の写真がよほど不良で

ない限り、被検者もしくは撮影者のアクシデントにより写真そのものから立体効果が不十分と考えられるステレオ写真でも実際に観察して判断することが必要であった。

(\*) UW-FPRC 改訂 7 方向立体眼底撮影の手引き

(<http://eyehoto.ophth.wisc.edu/photography/Protocols/mod7-ver1.4.html>)

## 5. 結語

黄斑部領域に必ず黄斑部中心窩を含む撮影法を取り入れた ETDRS 改訂 7 方向の立体眼底撮影を行った。この ETDRS 改訂 7 方向立体眼底撮影では、羞明感が強く黄斑耳側部が確保しにくい、固視灯を用いた視線の移動が有用であった。撮影順序は、周辺部からの撮影では、視線の動揺が少なく立体効果に障害となる上下方向のずれを少なくすることが出来た。撮影方法は、固視灯のわずかな移動と平行移動量を制限することで、白内障の影響や眼内レンズ (IOL) からのアーチファクトの軽減が可能であった。平行移動量が制限されステレオ写真の双方に平行移動による光のむら (陰影) を確保できなくても、ステレオ写真の片方に平行移動による光のむら (陰影) が確保できていれば立体効果が得られた。ステレオ写真の観察では、双方の写真から融像している。したがって、一方の写真が良質であれば、もう一方が、多少画質が不良でも充分立体効果が得られた。ステレオ写真の立体効果は実際にステレオビューアーを用いた判断が必要である。

## 謝辞

今回、本邦において UW-FPRC が開発した糖尿病網膜症の病期分類法 (ETDRS 分類) を臨床研究の評価に適用する可能性として、ETDRS 改訂 7 方向立体眼底撮影法を実施する機会を与えて頂いた日本イーライリリー株式会社に深謝致します。

## 文献

- 1) Early Treatment Diabetic Retinopathy Study Research Group: Grading diabetic retinopathy from stereoscopic color fundus photographs — an extension of the Modified Airlie House Classification: ETDRS report number 10. *Ophthalmology* 98, 786–806, 1991.
- 2) The Diabetes Control and Complications Trial Research Group: The effect of intensive treatment of diabetes on the development and progression of long-term complication in insulin-dependent diabetes mellitus. *N Engl J Med* 329: 977–986, 1993.

- 3) Seven standard field of the modified Airlic House classification (shown for a right eye). Field 1 is centered on the optic disc, field 2 on the macula. Field 3 is temporal to the macula. Field 4 to 7 are tangential to horizontal line passing through the upper and lower poles of the disc and to a vertical line passing through its center.
- 4) 三国政吉, 八百枝弘:「眼科撮影の実際」立体撮影, 56-69, 金原出版, 東京, 1972.
- 5) 金上貞夫:眼科体系1 眼科診療学・眼機能「立体写真記録」:増田寛次郎, 猪俣 孟, 玉井 信, 本田孔士編, 201-207, 中山書店, 東京, 1993.
- 6) 久保田健次, 高塚忠宏:眼底のステレオ撮影およびステレオ映写について, 日本眼科紀要 35, 142-147, 1984.
- 7) 柳田哲司:視神経立体眼底写真撮影法, 眼科写真 Vol. 13, 7-10, 1997.
- 8) 山崎伸吾:「月刊診療プラクティス 46」眼科写真撮影法, 平行移動法, 金上貞夫, 丸尾敏夫, 本田孔士, 臼井正彦, 田野保雄編, 20-22, 文光堂, 東京, 1999.
- 9) 「糖尿病眼科診療」, 丸尾敏夫, 本田孔士, 臼井正彦, 田野保雄編, 眼科診療プラクティス 20 文光堂, 東京, 1995.
- 10) 久保田健次, 高塚忠宏:眼底立体画像にみられた空間歪覚の検討, 日本眼科紀要 35, 333-2337, 1984.
- 11) 薬物治験などに関する糖尿病網膜症判定基準:日本糖尿病眼学会糖尿病網膜症判定基準作成小委員会, 北野滋彦, 安藤伸朗, 佐藤幸裕, 山下英俊, 堀 貞夫編:日本の眼科, 71:2, 2000.
- 12) 出田秀尚:「眼科検査法ハンドブック」倒像鏡眼底検査, 湖崎 克, 松井瑞夫, 丸尾敏夫編, 384-393, 医学書院, 東京, 1958.
- 13) Donaldson, D.D.: A new camera for stereoscopic fundus photography ,Trans. Am. Ophthalmol. Soc. 62:429, 1964.
- 14) Blodi F. C., Allen L. and Frazier O.: Stereoscopic Manual of the Ocular Fundus in Local and Systemic Disease. Vol. 2, St. Louis:C.V. Mosby Co, 1970.
- 15) 初川嘉一:眼科体系1 眼科診療学・眼機能「両眼視」:増田寛次郎, 猪俣 孟, 玉井 信, 本田孔士編, 457-457, 中山書店, 東京, 1993.
- 16) Sireteanu R, Fromius M: Different patterns of retinal correspondence in the central and peripheral visual fields of strabismus. Invest Ophthalmol Vis Sci 30 : 2023-, 1989.
- 17) Ogle KN: Disparity limits of stereopsis. Arch Ophthalmol 48, 50-, 1952.
- 18) Ogle KN, weil MP: Stereoscopic vision and the duration of the stimulus.



Arch Ophthalmol 59, 4-1958.

- 19) Maeshall E. Tyler, CRA, FOPS: Stereo Fundus Photography: Principles and Technique. Journal of Ophthalmic Photography, Vol 18 No. 2, 68-81, 1996.

<図説>

図 1a. ETDRS 7 方向立体眼底撮影法

図 1b. ETDRS 改訂 7 方向立体眼底撮影法

図 2. 固視灯による部位の確保

黄斑耳側部では内転による視線の移動を応用した。

図 3a. 白内障の発生した症例

水晶体の混濁のため写真の画像が不明瞭だった。

図 3b. 移動量を変化させた白内障の症例

固視灯で移動させると混濁の影響が軽減した。

図 4a. 上下方向にずれが発生した症例

上下のずれは、立体効果の障害となった。

図 4b. 左右方向にずれが発生した症例

生理的に補佐されて立体効果の障害とならなかった。

図 5a. 眼内レンズ挿入例

周辺部撮影にアーチファクトとして捉えられた。

図 5b. 固視灯を微動した眼内レンズ挿入例

周辺部のアーチファクトが軽減できた。

図 6a. 双方の写真の画質が良好なステレオ写真

十分な立体効果が得られていた。

図 6b. 片方の写真の画質がやや低下したステレオ写真

一方の写真が補佐し立体効果が得られていた。

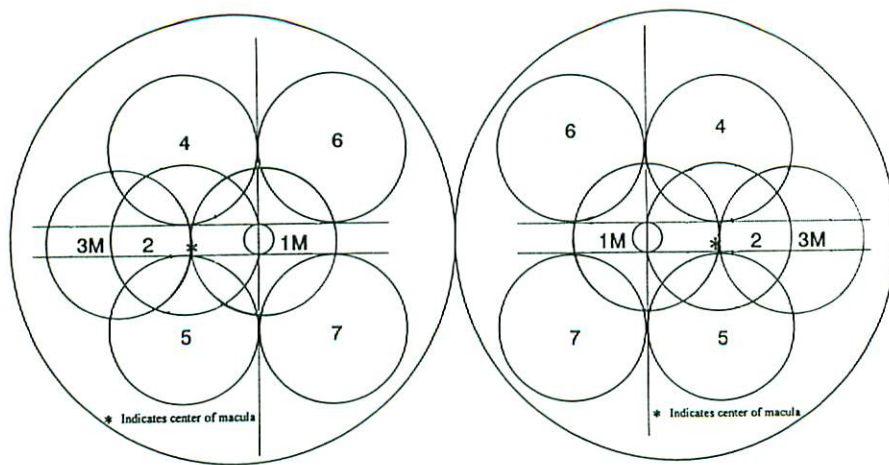


図 1a. ETDRS 7 方向立体眼底撮影法

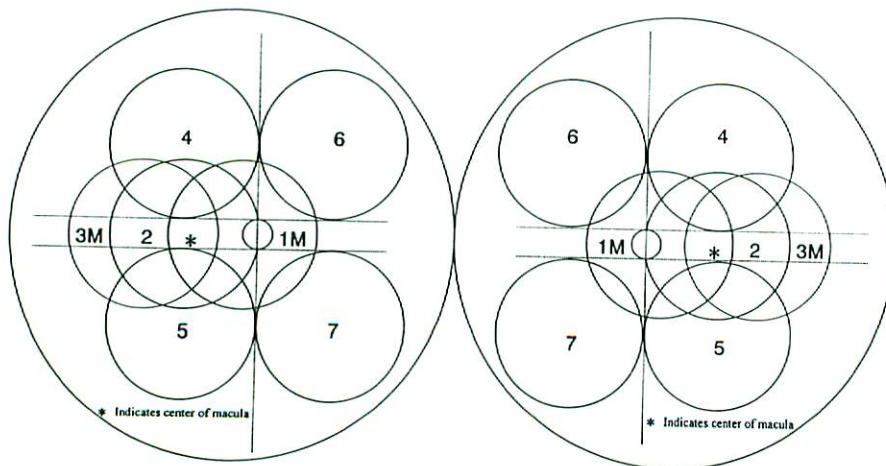


図 1b. ETDRS 改訂 7 方向立体眼底撮影法

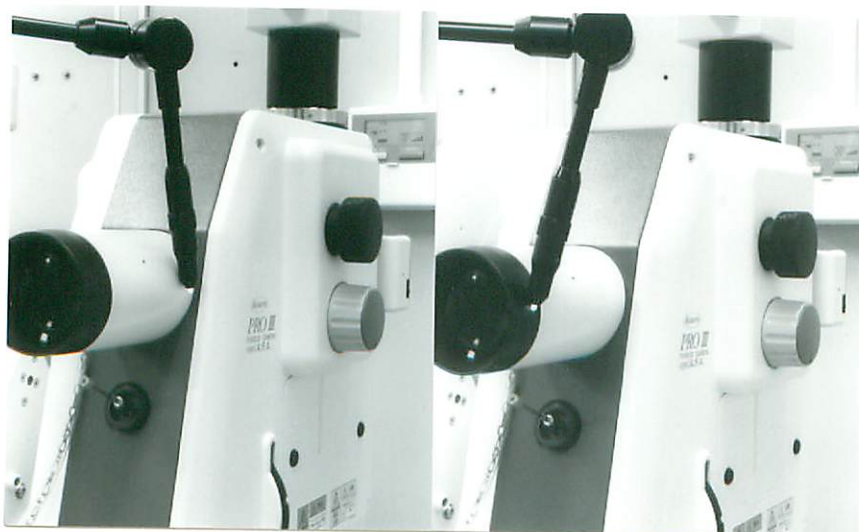


図 2. 固視灯による部位の確保

黄斑耳側部 (Field.3) では内転による視線の移動を応用した。



図 3a. 白内障の発生した  
症例  
水晶体の混濁のため写真の画像が不明瞭だった。



図 3b. 移動量を変化させた白内障の症例  
固視灯で移動させると混濁の影響が軽減した。





図 4a. 上下方向にずれが発生した症例  
上下のずれは、立体効果の障害となった。



図 4b. 左右方向にずれが発生した症例  
生理的に補佐されて立体効果の障害とならなかった。





図 5a. 眼内レンズ挿入例  
周辺部撮影にアーチファクトとして捉えられた。

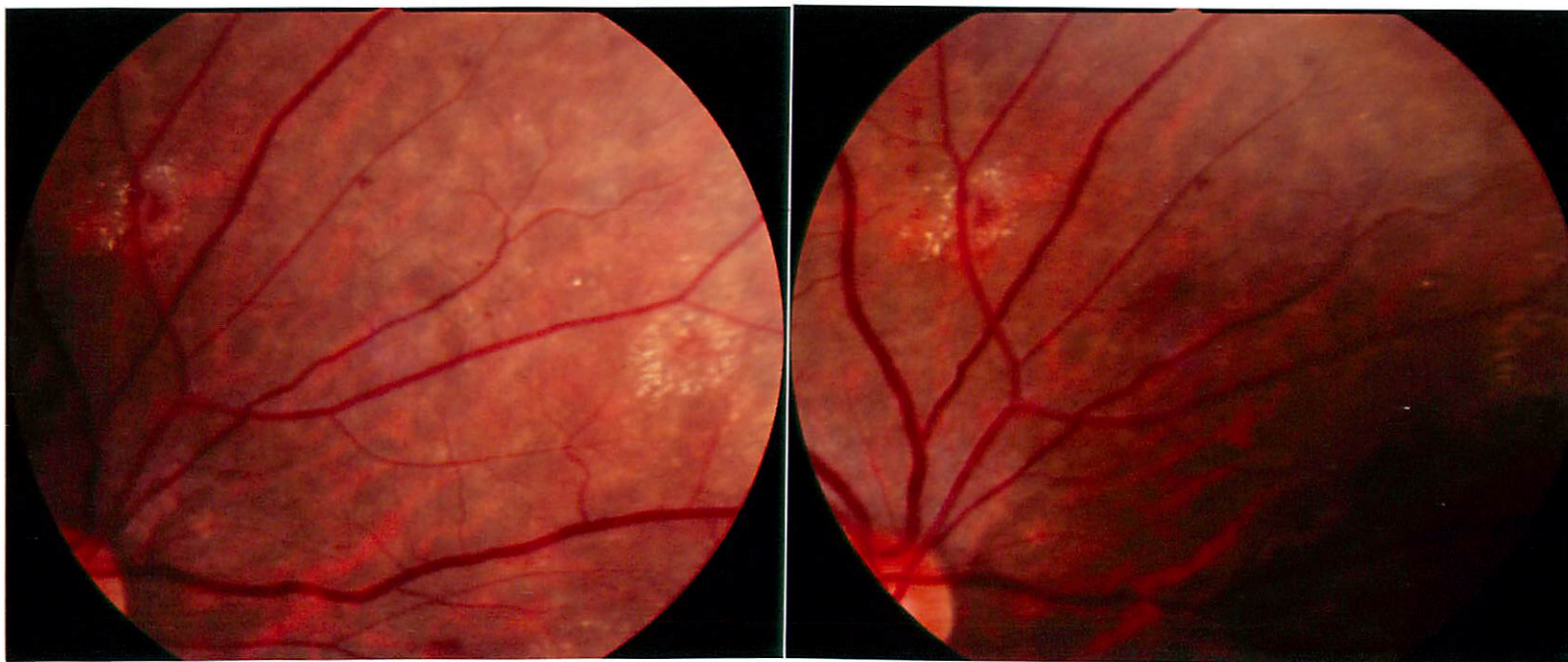


図 5b. 固視灯を微動した眼内レンズ挿入例  
周辺部のアーチファクトが軽減できた。





図 6a. 双方の写真の画質が良好なステレオ写真

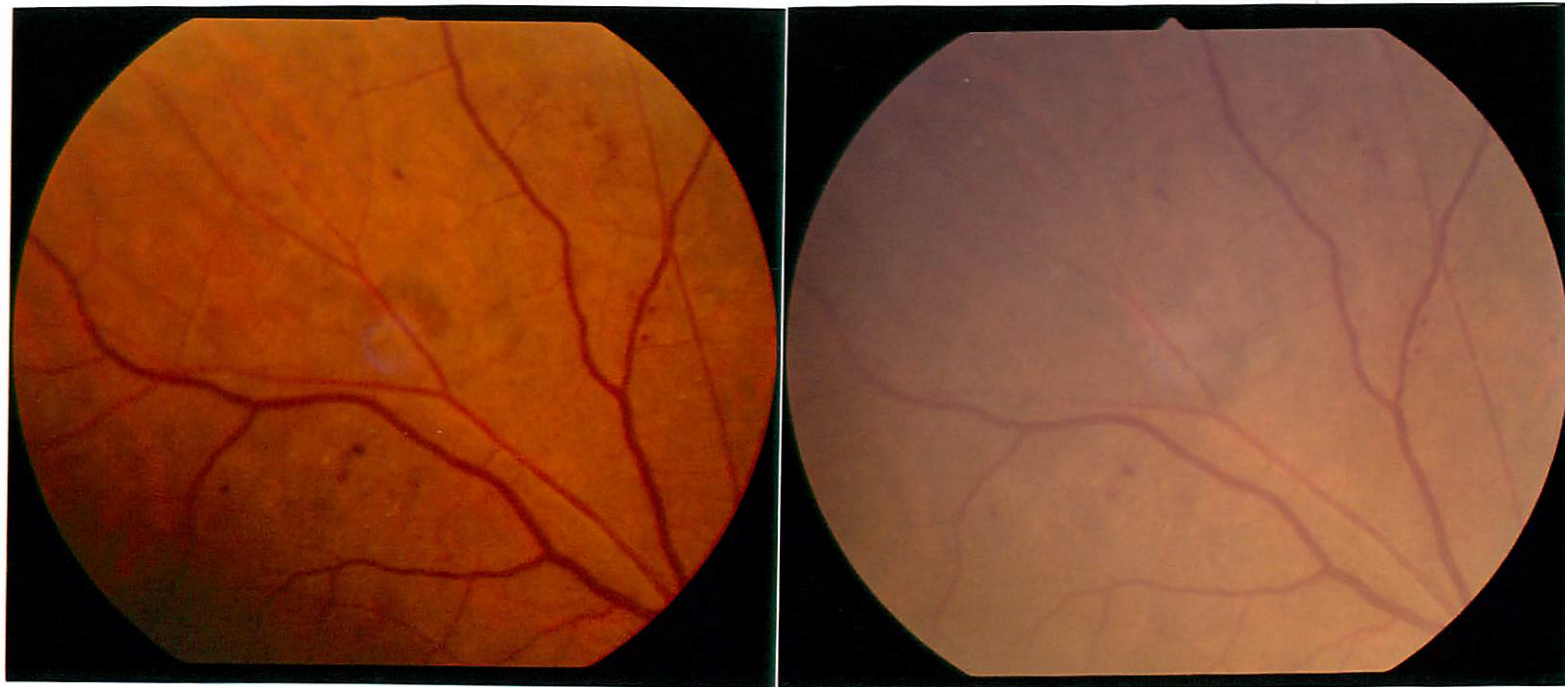


図 6b. 片方の写真の画質がやや低下したステレオ写真  
ステレオビューアーによる観察では、十分な立体効果が得られていた。