

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年9月10日現在

機関番号：31310

研究種目：基盤研究（C）（一般）

研究期間：2009～2011

課題番号：21500525

研究課題名（和文） 調光型特定波長吸収遮光眼鏡の視機能改善効果と白内障患者の QOL への影響

研究課題名（英文） The effects of polarizing medical filter lens with the special narrow-band absorption to influence visual function and QOL of the cataract patients

研究代表者

坂本 保夫（SAKAMOTO YASUO） 東北文化学園大学・医療福祉学部・教授

研究者番号：60410304

研究成果の概要（和文）：

本研究では、紫外線によって発色・退色する調光型フィルターと、可視光線（主に黄色）の狭帯域吸収という2種類の特性異なるフィルターを1枚のレンズとして合成作成し、中高年者・白内障患者の視機能に対して改善効果の高い発色濃度と吸収率の組合せ、および安全性を考えた調光濃度設定を探索した。最終的には特殊眼鏡の日常生活上での有効性を装用モニターで実施した。本検討では、屋外と屋内の移動における調光の悪影響はなく、本特殊眼鏡の有効性と有用性を確認することができた。

研究成果の概要（英文）：

The composition medical filter with two kinds of features, polarizing filter which colors and fades by ultraviolet rays and the narrow-band absorption filter by visible light (about orange light), was made. This research was searched for a polarizing concentration setup which considered the combination of the high coloring concentration and absorptivity of an improvement effect, and safety to a cataract patient's visual performance. In everyday life including a cataract patient, validity of these special glasses was carried out by monitor examinations. In this examination, there is no polarizing influence in movement of the outdoors and indoor, and these special filter glasses were effective and useful.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2010年度	800,000	240,000	1,040,000
2011年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	2,300,000	690,000	2,990,000

研究分野：眼光学

科研費の分科・細目：人間医工学・リハビリテーション科学・福祉工学 B

キーワード：遮光眼鏡、QOL、調光、白内障、VFQ-25、中高齢、QOV

1. 研究開始当初の背景

① 研究背景

医療用遮光眼鏡は身体障害者福祉法および児童福祉法に基づいて給付される補装具の一つとして、網膜色素変性症の進行防止と防眩を目的として考案されたロービジョンケア用品である。眩しさの主要原因と言われている波長 500nm 以下の青色光をカットし、防眩とコントラスト感度の向上を図るフィルターレンズであることから、眼科臨床では白内障、白内障術後（眼内レンズ挿入眼）、糖尿病網膜症、緑内障、加齢黄斑変性症など羞明を訴える疾患にも処方が試みられている。しかし下記の理由から実際には処方患者に受け入れられることは少ない。

- i) 青色光散乱による防眩と眼障害を防ぐことを重視した遮光眼鏡：レンズ色は黄色、橙色から赤色を呈し、レンズ濃度は装用者の眼が外側から観察できない位に濃いため、使用を拒む患者が多い。特に職場、学校での装用が必要な患者にとっては、ほとんど使用できない状況にある。
- ii) 高濃度レンズによる視機能低下への懸念：瞳孔散大による眼球光学系の収差の増大、網膜照度の低下によるコントラスト感度低下の危険性がある。
- iii) その他：500nm 以下の波長光を完全カットすることが、青色光障害防止、防眩効果、視機能改善効果にどの程度役立っているのか未だ不明な点が多い。

以上より、既存の医療用遮光眼鏡は臨床で効果的に使用されていないのが現状である。

② 本研究の経緯

申請者らは使用環境・状況に左右されない遮光眼鏡の開発を目指して研究を行っている。具体的には、ほとんど透明なレンズで効果的な防眩と視機能改善を可能にする遮光眼鏡である。これはテレビやディスプレイの像コントラスト向上を目的とした高コントラストフィルターの考え方を利用し、ヒトの明所・暗所視感度が重なる波長域のみを狭帯域で吸収してコントラスト感度の向上を図り、レンズの高濃度化を抑えるものである。また加齢黄斑変性症の進行に関与しているといわれている 450nm 付近の青色光を同時吸収することにより、レンズの着色は抑えられ無彩色の薄いグレイレンズに加工することも確認していたが、異なる眼所見、年齢に対する 3 波長同時吸収率と視機能改善効果の関係は明らかではなかった。

屈折矯正用眼鏡レンズの夜間運転適合基準（視感透過率 75%以上）を満たした条件下で、若年健常ボランティアにおいては全波長均等吸収、中高年齢層には 3 波長同時狭帯域吸収が有効であり、後者は白内障患者の夜間運

転時視機能を患者自身の明所視レベルまで回復させた。しかし 3 波長同時狭帯域吸収のみでは、明るい日差しでの防眩効果は十分とはいえず、新たな問題として残った。

明るい日差し下での防眩効果を高めるにはレンズの高濃度化が必要となるが、これは同時に薄暮などでの視機能低下原因となる。明所と薄暮での 2 種類の遮光眼鏡を作成し、使い分ければよいと思われるが、患者にとっては煩雑な操作であること、眼鏡作成費が倍増し、患者の経済的負担が増えるばかりではなく、遮光眼鏡は身体障害者福祉法の補装具であり、補助金の給付額が増加することも懸念される。

2. 研究の目的

紫外線によって発色・退色する調光と可視光の狭帯域吸収という特性の異なるフィルターを 1 枚のレンズとして作成し、白内障患者の視機能に対して改善効果の高い発色濃度と吸収率の組合せ、および安全性を考えた調光濃度設定を探索することを目的とした。

検査室レベルでは、これまでに調光型狭帯域吸収遮光眼鏡の視機能改善効果を確認しているが、この特殊眼鏡の日常生活上での有用・有効性を検討するために、白内障患者を含む対象として、各被験者の吸光・調光度を最良調整した特殊遮光眼鏡を作成し、日常装用モニター試験を実施した。

3. 研究の方法

調光型狭帯域吸収レンズ（装用モニター用）と検査用フィルターレンズ（最大調光時のレンズ濃度に設定した着色レンズ、および黄色光狭帯域吸収レンズ）の分光透過率、視感透過率などの立案・設計は研究代表者が行い、狭帯域吸収プラスチックレンズの合成が行える株式会社ホプニック研究所（鯖江市）にレンズの作成を依頼した。なお調光レンズは紫外線に反応してレンズ濃度を変化させるため、紫外線がない環境で行う臨床検査では、調光レンズ自体を直接、評価することは不可能である。上記 2 種の検査用フィルターレンズを組み合わせて、コントラスト感度を評価し、年齢および白内障程度に対する最良のフィルター濃度を求めた。このデータを基にして最終的な調光型狭帯域吸収遮光眼鏡を作成し、同意が得られた対象者に装用モニターを行った。

まずレンズ濃度を計算シミュレーションし、最終的には 3 種×3 濃度（計 9 種類）の検査用フィルターレンズを作成した。

- ① レンズの発色・退色変化、最大発色濃度および退色速度の調光濃度計測用レンズは、3 濃度（最大発色時の視感透過率

tv87.5%, 75%, 50%) でほぼ作成。

- ② ①の調光レンズを分光分析し、最大発色時の分光透過率を基準にして、視機能検査用の固定濃度着色レンズ3濃度を作成した。また①の調光剤は450nmと580nmに10%程度強い吸収ピークを持つことが判明。580nmの吸収は狭帯域吸収剤の特性と重なることから、合成フィルターではどちらかの添加量を抑制することが可能。(図1, 2)

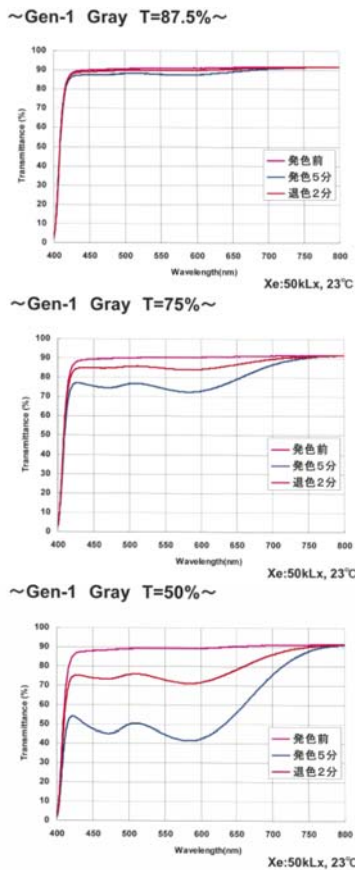


図1 調光レンズの発退色スペクトル

(透過率: a:87.5%, b:75%, 50%, 各透過率での発色前、発色5分、退色2分)

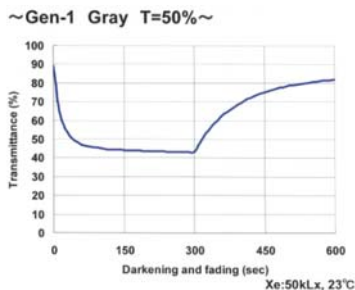


図2 調光レンズの発退色時の透過推移 (560nm, 最大透過50%時)

- ③ 狭帯域吸収レンズは当初、希土類金属(Nd)を用いて作成を予定していたが、吸

収剤の価格高騰により入手困難な状況になったため、吸収波長域はやや広いが、吸収ピークはほぼ同等の着色色素を用いて作成を試みた。(図3)

これらレンズを組み合わせて視機能検査を開始するとともに、最終的な調光型狭帯域吸収レンズを作成した。

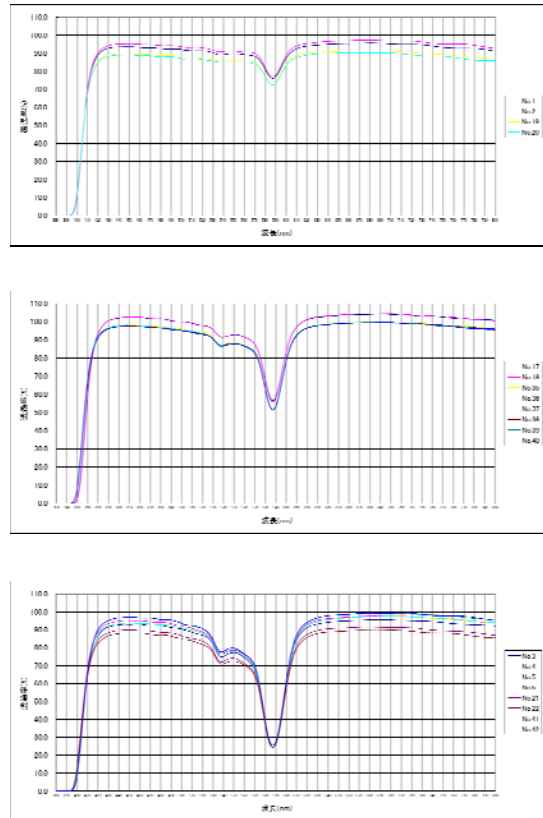


図3 有機着色狭帯域吸収フィルター

(対象:15名、ターゲット最大吸収580nm: a:25%、b:50%、c:75%)

次に中高齢健常ボランティアと白内障患者計15名を対象として、上記に作成した9種類の検査用フィルターレンズ(調光濃度3種、ND着色濃度3種:tv87.5%, 75%, 50%、狭帯域吸収度3種:Ab25%, 50%, 75%)のうち、ND着色と狭帯域吸収フィルターを用いてコントラスト視力検査(両眼開放、遠見最良屈折矯正)を行った。

最終的には、日常装用モニターを行った。モニター用の調光型狭帯域吸収遮光眼鏡は、各対象の最高コントラスト感度を示した濃度組み合わせを基準に作成した。試用期間は当初3ヶ月:北陸(冬季間・雪面状態を含む)とし、日常装用モニターを行った。モニター用眼鏡は、各対象に合わせた遠用度数にしたが、中高齢者に多くなる遠近両用は、今回の検討では費用の関係で遠用のみとした。有用

性は NEI VFQ-25 & 39 日本語版 (v1.4) アンケートにより QOL (quality of life) をポイントで評価した。

なお本研究は健常ボランティア、白内障患者を対象とし、相手方の同意と協力が必要な臨床研究に相当したので、「臨床研究に関する説明書」および「同意文書」を作成し、金沢医科大学の臨床研究倫理審査を受け、承認を受けた上で開始した。

4. 研究成果

中高年齢健常ボランティアと白内障患者計 15 名を対象として、9 種類の検査用フィルターレンズのうち、ND 着色と狭帯域吸収フィルターを用いてコントラスト視力検査（両眼開放、遠見最良屈折矯正）を行った。

狭帯域吸収のみに対するコントラスト視力の変化を昼間で見ると、25%、50%、75% すべて狭帯域の装用が非装用より有効であったが、中でも 50% 透過率の装用が最もコントラストの改善値が高かった。(図 4-a)

一方、昼間+グレア環境では各対象に昼間で最良狭帯域吸収率を検出し、各 ND 吸収 (ND 透過率: 87.5%, 75%, 50%) に対するコントラスト視力の変化を見ると、最良の狭帯域+ND87.5%と 75%がほぼ同等で、高値であった。通常の昼間+グレア環境では、ND50%までの暗所は必要ない場合が多く、調光レンズを考えた場合でも、真っ暗なグレイレンズはファッションを考えた時以外に視機能的にも必要がなく、75%以上の透過率が有用と考える。(図 4-b)

薄暮視および薄暮視+グレア状態では、通常、調光レンズは使用時間的に退色しているので、昼光下と同様な環境となる狭帯域吸収レンズ状態となるため、この状態でのコントラスト視力を検出したところ、狭帯域吸収フィルターを装用した場合の方が非装用より高値を示した。(図 4-c)

以上より、全対象でフィルター装用によりコントラスト視力は向上したが、効果濃度の組み合わせは各対象で異なり、tv50%着色とAb75%吸収での改善効果を認める対象が多く、両者とも 15 例中 9 例であった。

次いで、各対象で最も視機能改善効果が見られた組み合わせ濃度から、調光型狭帯域吸収遮光眼鏡 (サイドシールド付き、図 5: 東海光学 Vergine by STG モデル) を作成して、日常生活での装用モニターを開始した。モニター期間は最低 3 ヶ月間とした。3 ヶ月以降はモニター者の同意が得られれば続行も可能とした。モニターによるこの遮光眼鏡の評価には、「視覚機能についてのアンケート」を用いた。(NEI VFQ-25 日本語版 ver1.4 スコアリングアルゴリズム) NEI VFQ-25 & VFQ-39 下位尺度) を用いた。アンケートの実施はモニター開始前と 3 ヶ月後で行った。

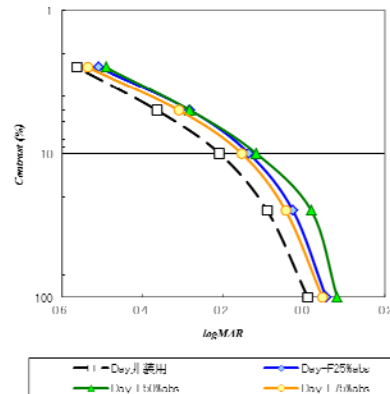


図 4-a 狭帯域吸収に対するコントラスト視力の変化 (昼間視)

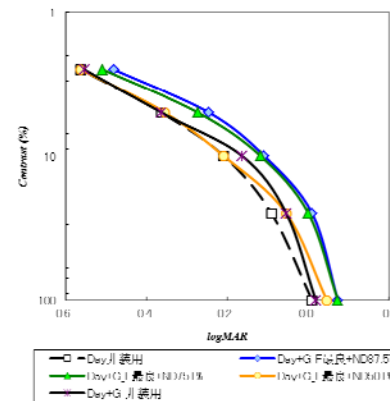


図 4-b 最良狭帯域吸収率(昼間視)+ND 吸収率 (グレア)に対するコントラスト視力の変化

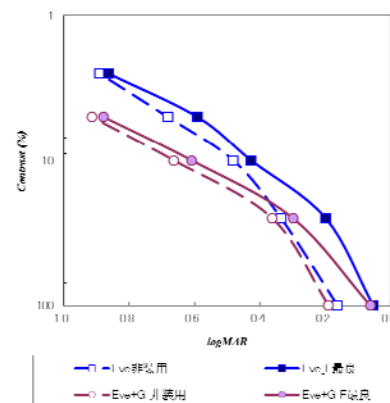


図 4-c 最良狭帯域吸収率(昼間視)における薄暮視、薄暮+グレアのコントラスト視力の変化



図 5 調光型狭帯域吸収遮光眼鏡

モニターのうち健常中年層 12 名では、VFQ-39 の試用前総合点 (Quality of Life = QOL 0 : 最低~100 : 最高) は 83.8, 試用後 3 ヶ月は 86.7 で 2.9 ポイント有意に上昇し、僅かではあるが本眼鏡による日常生活の改善が見られた。項目別にみると、「一般的な見え方」, 「色覚」, 「社会生活機能」が有意に改善していたが、「運転」に関して改善は見られなかった。本遮光眼鏡は色コントラストの改善効果に優れているため「色覚」の改善は妥当性がある。これによる運転での直接的な改善効果は顕著には現れないが、被験者にとって一般的な見え方の改善, つまり全体的な QOL の改善としてとらえられたものと思われる。(図 6-a, b)

日常の QOL において支障を訴えている白内障症例 (43 歳・女性) では、本遮光眼鏡試用で VFQ 総合点が 54.8 ⇒ 69.7 と 15 ポイントも上昇し、項目別では前述の改善項目に加え、「遠見視力による行動」および「運転」で 30~40 ポイントの上昇が認められた。これまで車の運転, 外出などに消極的であった被験者が、本遮光眼鏡装用により積極的な行動をとるようになったと言える。今回の本検討では、屋外 ⇄ 屋内の両移動における調光の悪影響はなく、本遮光眼鏡の有効性と有用性を確認することができた。(図 7)

今回の VFQ アンケートの以外に、使用した感想について聞いた。「日常生活で、どれくらい使用していたか?」については、屋外での使用は約 6~7 割, 屋内は 3 割~4 割であったが、屋外での使用頻度が、運転および日中のグレアによる軽減のためであったと思われる。今回の遮光眼鏡のフレームデザインには、視機能を重視したものを使用したもので、サイド光の侵入が抑えられているが、一方で人前での使用が困難であるとも考えられ、今後の開発においてもフレームデザインの考慮が必要である。全体的には、この遮光眼鏡の装用で「視力的には大きな差はないと思われるが、物がはっきり見える」という感想が得られている。やはりこれは視覚のうち色覚の有効効果、特に赤緑弁別効果が有効に現れる遮光眼鏡として開発できると考えられる。また「もう一つサングラスが欲しくなるくらい眩しい明るい晴れた日など」では、この調光型の遮光眼鏡も有効に働いていると考えられる。つまり、調光型+黄色狭帯域吸収型の遮光眼鏡は、着色度が極力低く、日常使用眼鏡として有用と考えられる。

本眼鏡の最大の特徴である色コントラスト強調効果は、VDT 作業時にも効果が期待できるが、今回のモニター眼鏡は遠見用であり、老視世代の被験者にとっては近見作業での評価ができなかった。またレンズの青味と使用フレーム形状の特殊性で、人前での使用に支障を来すことがあり、本来の目的とする

常用透明遮光眼鏡の開発には、今後、このような問題点も考慮に入れる必要がある。

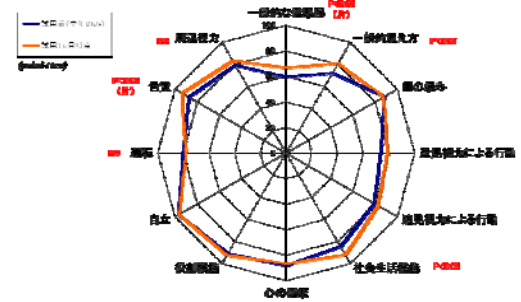


図 6-a 調光型狭帯域吸収眼鏡の試用前後(3ヶ月)の VFQ-39 結果(下位尺度得点): 中年12例

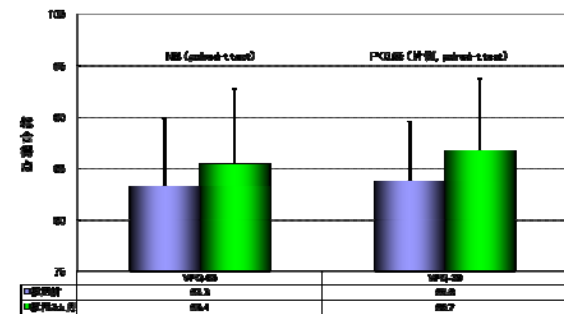


図 6-b 中年12例における調光型狭帯域吸収眼鏡のモニター結果(VFQ-25 & 39 の総合得点)

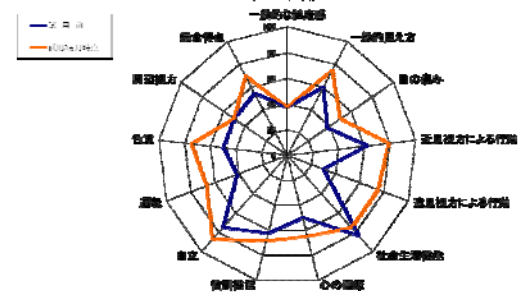


図 7 調光型狭帯域吸収眼鏡の試用前後(3ヶ月)の VFQ-39 結果(下位尺度得点): 白内障例(43歳女性)

以上より、これまでの検討で、1) 調光と狭帯域吸の組合せレンズが作成できたこと、2) このレンズの検査室レベルでの QOV 向上効果を確認できたこと、3) 日常生活レベルでの QOL 向上効果を確認できたことで、ほぼ今回の目的を達成できたと考える。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計5件)

1. J.Qu, H.Sasaki, Y.Sakamoto, Y.Kawakmi, K.Sasaki, F.Jonasson: Higher-order ocular aberrations caused by crystalline lens water-clefts. Journal of Cataract Refract Surgery, 36:799-805, 2010
2. 坂本保夫: 眼鏡におけるレンズ色と視機能. 眼鏡ジャーナル, 14:2-4, 2010
3. 坂本保夫: 遮光と視機能—透明遮光眼鏡への挑戦—. 日本白内障学会誌, 22:24-28, 2010
4. 坂本保夫: 水晶体核混濁形態と光学特性変化. あたらしい眼科, 28(3):375-376, 2011
5. 坂本保夫: 視力が良好な白内障の手術適応: 職業・QOLと白内障手術適応. IOL&RS, 25(4):印刷中, 2012

[学会発表] (計10件)

1. Y.Sakamoto, N.Hatsusaka, E.Shibuya, N.Mita, J.Qu, H.Sasaki, H.Nakaizumi, K.Sasaki: Deterioration in Quality of Vision by Non-opaque Water-cleft Lens Defects. The 8th Asian Cataract Research Conference, Hangzhou, China, 2010/6/19
2. 坂本保夫: 眼鏡におけるレンズ色と視機能. 第14回日本眼鏡学会<特別講演>, 金沢, 2010/5/12
3. 坂本保夫: 白内障のQOVと簡易的な防眩対策. 石川県眼科医会学術セミナー<特別講演>, 金沢, 2010/6/5
4. 坂本保夫: 白内障のQOLへの影響: 水晶体の混濁副病型と読書能力. 第49回日本白内障学会総会・第25回日本眼内レンズ屈折手術学会総会<合同教育講演>, 大阪, 2010/6/25
5. 坂本保夫, 佐々木洋, 山本奈未, 初坂奈津子, 佐々木麻衣, 関 祐介, 佐々木一之: 調光レンズの濃度変化とコントラスト視力への影響. 第114回日本眼科学会総会, 名古屋, 2010/4/16
6. 山本奈未, 坂本保夫, 坂本真由美, 山口慶子, 浅野浩一, 佐々木一之: カラーコンタクトレンズの防眩効果. 第64回日本臨床眼科学会, 神戸, 2010/11/13
7. 坂本保夫, 渋谷恵理, 初坂奈津子, 三田哲大, 高橋 舞, 佐々木麻衣, 永井康太, 佐々木洋: 水晶体混濁の副病型が読書能力におよぼす影響. 第326回金沢眼科集談会, 金沢, 2010/12/12
8. 坂本保夫: 視力が良好な白内障の手術適応: 職業・QOLと白内障手術適応. 第50回日本白内障学会総会・第26回日本

白内障屈折矯正手術学会総会 (教育セミナー), 福岡国際会議場, 2011/6/19

9. 坂本保夫: 水晶体加齢変化と視機能: 水晶体の加齢と網膜像. 第50回日本白内障学会総会・第26回日本白内障屈折矯正手術学会総会 (シンポジウム), 福岡国際会議場, 2011/6/19
10. 坂本保夫: これだけは知っておきたい! 患者満足度の高い眼鏡処方のための必須知識1. 第65回日本臨床眼科学会(インストラクションコース), 東京国際フォーラム, 2011/10/9

[その他]

ホームページ等

1. 科学研究費助成事業データベース (<http://kaken.nii.ac.jp/d/p/21500525.ja.html>)
2. www.tbgu.jp/univ/pdf/ort/ort_yasuo.pdf

6. 研究組織

(1) 研究代表者

坂本 保夫 (SAKAMOTO YASUO)
東北文化学園大学・医療福祉学部・教授
研究者番号: 60410304

(2) 研究分担者

佐々木 洋 (SASAKI HIROSHI)
金沢医科大学・医学部・教授
研究者番号: 60260840
(平成21年度~平成22年度)

佐々木 一之 (SASAKI KAZUYUKI)
東北文化学園大学・医療福祉学部・教授
研究者番号: 60004850

山本 奈未 (YAMAMOTO NAMI)
東北文化学園大学・医療福祉学部・助教
研究者番号: 70516426
(平成21年度~平成22年度)

(3) 連携研究者

佐々木 洋 (SASAKI HIROSHI)
金沢医科大学・医学部・教授
研究者番号: 60260840
(平成23年度)