

平成 30 年 5 月 23 日現在

機関番号：10107

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2017

課題番号：26462676

研究課題名(和文) ロービジョン患者の視覚機能に及ぼす光の影響

研究課題名(英文) Effect of the light on the visual function in low vision people.

研究代表者

石子 智士 (ISHIKO, Satoshi)

旭川医科大学・医学部・特任教授

研究者番号：10250565

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：黄斑疾患患者では、明るさが強くなるにつれて視機能が向上し、モノを見る中心となる固視領域の位置が変化すること、そして、検査に用いる固視標の種類によって固視領域が変化することを明らかにした。

本研究は、従来の方法では日常生活における実際の視機能を評価出来ていない可能性を明らかにした点で臨床的に重要な知見をもたらした。さらに、ロービジョンケアのための視機能評価を行う際に必要な検査条件を明らかにしたことは臨床的な意義が大きい。

研究成果の概要(英文)： We demonstrated that the visual function would improve followed by the increase of the brightness, and the fixation area where the central area to see the target would be changed depend on the brightness. Furthermore, we also demonstrated that the fixation area would be changed depend on the fixation target used for the examination.

This study brought us the clinically important knowledge, as it clarified the possibility that the real visual function in our daily life could not be evaluated by the conventional examination. And the clinical significance would be valuable as it clearly showed the condition of the visual function examination for the low vision care.

研究分野：眼科学

キーワード：ロービジョンケア 固視 視機能 読み能力 光量 波長

### 1. 研究開始当初の背景

(1) 本研究者は、走査レーザー検眼鏡 (Scanning Laser Ophthalmoscope, SLO) によるマイクロペリメトリー (MP) を用いて、1994年から日本ならびに米国ハーバード大学スケプンス眼研究所で、黄斑疾患の視機能評価に関する研究を行ってきた。<sup>1) -7)</sup> これらの研究成果から、病態把握や治療効果の判定には、視力のみならずモノを見るための固視領域 (Preferred Retinal Locus, PRL) 評価も重要であることを示した。さらに、PRLは検査条件によって変化することを明らかにしてきた。

(2) 一般的に用いられているMPでは、薄暮視に相当する条件下で網膜感度とPRLの評価を行っている。しかし実際には、これらの検査条件よりも明るい環境で生活している。したがって、ロービジョン (LV) ケアに際し、患者のPRLを評価するためには、実際の生活環境に対応する明るさでの検査が必要と考えられる。近年普及してきた白色LEDの多くは波長特性が短波長側に偏っており、従来の白熱灯に比べ視力やPRLにも影響を及ぼす可能性がある。

### 2. 研究の目的

(1) LV患者の視覚機能に及ぼす光の影響を明らかにし、適切な光の検査条件を見いだす。これらは、患者の実際の視機能評価ならびにLVケアに有用な情報となりうることから、患者の生活の質の向上に寄与するものと期待される。

(2) 上に示した目標を達成するため、以下の4つの観点から、光が視機能に及ぼす影響を明らかにする。①光量がPRLに及ぼす影響、②光量が視覚機能およびロービジョンエイド処方に及ぼす影響、③光の波長特性が視覚機能およびロービジョンエイド処方に及ぼす影響、④疾患による特徴

### 3. 研究の方法

(1) 光量と読み能力：LV患者において、光量が読み能力に影響を及ぼすことを明らかにするため、両眼にLV患者の代表的な疾患である加齢黄斑変性あるいはその前駆病変を有し、視力が0.05以上0.6以下の患者39名 (男性23名、女性17名、平均年齢78.6±7.6歳) を対象として以下の検討を行った。

①読書に適していると推奨される500luxと、それよりも明るい、手芸などの細かい作業に推奨される2000lux、雨などの暗い日の空に相当する5000lux、そして、日中の日陰に相当する7500luxの各照度における読書能力をNMREAD-Jを用いて読書視力、臨界文字サイズ、最大読書速度を評価し、視機能評価に最適な光量の条件を検討した。

②加齢黄斑変性を滲出型と萎縮型に分類し、病型による差を検討した。

③MPを用いて網膜感度を評価し、中心暗点の有無が読書能力に与える影響を検討した。

(2) PRL発達の要因：LV患者においてPRLが発達する要因を明らかにするため、LVを引き起こす加齢黄斑変性、近視性網脈絡膜変性などの黄斑疾患を有する、視力が0.3以下の患者14名15眼 (男性5名、女性9名、平均年齢69.2±26.9歳) を対象に以下の検討を行った。

①MPを用いて評価したPRLと網膜感度を比較し、PRLが最も良い感度領域に発達するか検討した。

②一般的に用いられているMPの背景輝度 (10cd/m<sup>2</sup>) と、(1)の検討で得られた、LV患者の視機能評価に最適な背景輝度でPRLの評価を行い、視力ならびに中心暗点の有無に分類して、その一致度を比較検討した。

(3) 光量とPRLと視機能：疾患による影響を排除するため、視力が0.3以下の加齢黄斑変性を有する患者21名21眼 (男性19名、女性2名、平均年齢72.4±6.1歳) のみを対象として以下の検討を行った。

①MPの背景輝度と、(1)の検討で得られたLV患者の視機能評価に最適な背景輝度でPRLの評価を行い、その一致度を比較した。

②視力と、MPにより評価した中心固視の有無がPRLの一致率に与える影響を検討した。

(4) 視標と固視：黄斑変性疾患患者の視機能評価に最適な背景輝度のもと、固視評価の際の固視標の最適な条件について、黄斑疾患患者29名30眼 (男性20名、女性9名、平均年齢69.5±20.0歳) を対象に以下の検討を行った。

①通常の固視評価で用いられている十字の固視標での検査の際、患者に固視標を見てもらい評価する従来のPRLと、検者が固視標を動かして、患者が最もよく見えると感じた領域 (Novel Retinal Locus, NRL) を評価した。さらに、固視標として平仮名を用いて評価した (Letter Recognition Locus, LRL) も評価した。これら的一致率をMPで評価した中心固視の有無で分類し検討した。

②MPを用いて、局所網膜感度とNRL, LRLとの関係を検討した。

③これらの固視領域において、光干渉断層像 (Optical Coherence Tomography, OCT) で得られた視細胞層の形態を比較検討した。

(5) 光源と視機能：LV患者10名 (男性3名、女性7名、平均年齢75.4±7.1歳) を対象とし、白熱光とLEDを用いて2000luxの同一光量の照明下で視力検査を行い、視力値と検査時の自覚的な見えやすさを比較した。

### 4. 研究成果

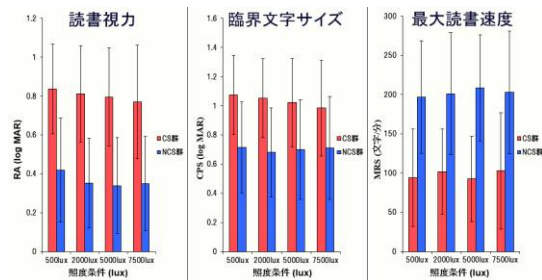
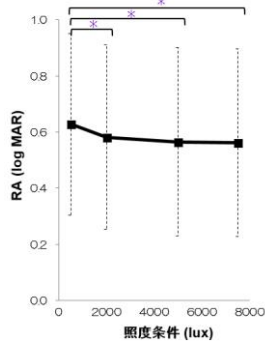
(1) 光量と読み能力：

①対象患者全体の読書能力を検討すると、

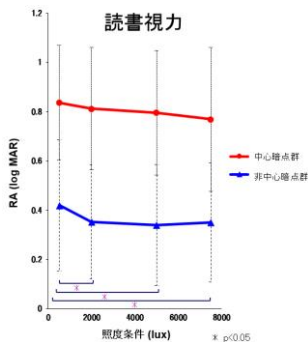
照度が上がると読書視力が有意に向上した。照度毎に検討すると、500luxでは、他の照度に比べ読書視力が有意に悪かった。一方、臨界文字サイズと最大読書速度には、照度による差は認めなかった。

②滲出型と萎縮型で読書能力を比較したところ、読書能力には全ての照度で有意差を認めなかった。

③中心暗点を有する群では、中心暗点のない群と比較して、全ての照度において読書能力が有意に悪かった。



黄斑部機能毎に照度による読書能力を比較したところ、中心暗点のない群の読書視力のみ500luxと他の照度で有意差を認めた。



以上より、加齢黄斑変性では照度の上昇に伴い読書視力が向上する、この変化には、病型ではなく、保有する黄斑部機能の程度が影響していることが示唆された。

(2)①PRLが最も感度の良い領域に一致したのは20%のみであり、80%は、最も感度の良い領域には認めなかった。

②照度によるPRL一致率は、中心暗点の無い群では全て一致し、中心暗点のある群では30%の一致率であった。中心暗点群を、視力を0.1を越える群と0.1以下の群に分類して検討したところ、前者では33.3%、後者では28.6%であった。

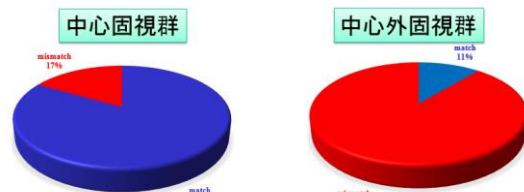


以上より、黄斑疾患患者では、PRLは最も感度の良い領域に発達するとは限らないこと、照度によってPRLが変化する場合があり、その変化は視力よりも、中心暗点の有無に影響されることが示唆された。

(3)①照度によるPRLの一致率は52.4%であった。PRL一致の有無で分類したところ、視力には有意な差は認めなかった。

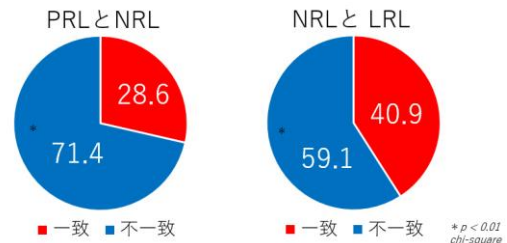
②PRLの一致率は、視力0.1を越える群では73%であり、これを中心固視群と中心外固視群に分類すると、前者は87%、後者は33%であった。視力0.1以下の群では、全体では30%、中心固視ありなしで、75%、0%であった。

全体を中心固視群と中心外固視群に分けると、PRLの一致率は、前者は83%、後者は11%であった。

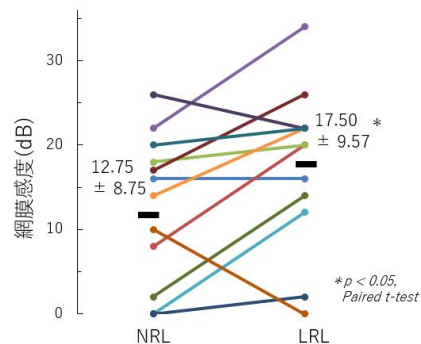


以上より、加齢黄斑変性患者では、照度によってPRLが変化する場合があり、その変化は視力とMPで評価した中心固視の有無に影響されることが示唆された。

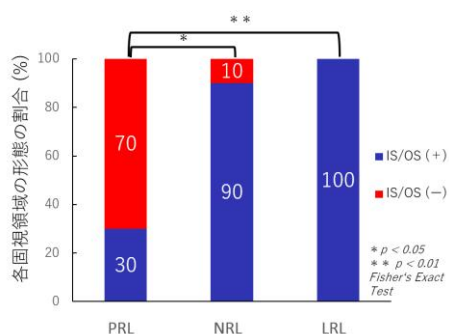
(4)①中心固視群では、PRL, NRL, LRLは全て一致した。中心固視を有さない群では、同じ十字の指標で評価したPRLとNRLの一致率は28.6%、NRLと文字視標で評価したLRLの一致率は40.9%であった。



②NRLとLRLが異なる11名において検討したところ、固視領域の網膜感度と検査領域における最高感度との一致率は、NRLで15.4%、LRLで25.0%であった。また、NRLに比べ、LRLの網膜感度は有意に良好であった。



②OCT検査が可能であった10名において検討したところ、NRLとLRLでは、PRLより、有意に高い割合で視細胞層の形態が保たれていた。



以上より、黄斑変性疾患を有する患者では中心固視がない場合、検査に用いる視標の形態により固視領域が変化することがある。これらの領域は、必ずしも感度の最も良い領域に発達するとは限らないが、十字の視標よりも文字視標で評価した領域の方が感度が良好であることが示唆された。また、最も文字が読みやすい領域は、視細胞周囲の形態が保たれている領域に位置していた。

(5) 白熱灯とLEDによる視力のlogMAR (minimum angle of resolution) 値での比較では、0.2以上の差を示したのは1例のみで、この症例ではLEDの方が良好であった。平均値でみると前者が $0.57 \pm 0.30$ 、後者が $0.61 \pm 0.34$ と有意な差は認めなかった。また、見やすさの比較では、自覚的に良いあるいは少し良いと答えたのは、白熱灯が3名で、LEDでは6名で、1名は同等であった。

以上より、LV患者では、同じ照度の場合には光源による視力の差は認めないものの、従来の白熱灯に比べLEDの光源を好む傾向があった。したがって、光の波長の差は視力以外の見え方に影響していることが示唆された。

本研究を通して、黄斑疾患患者では照度が上がるにつれ視機能が向上すること、固視の位置が変化すること、そして、検査に用いる固視標の種類によって固視が変化することを明らかにした。

現在、網膜感度ならびに固視の評価に用いられている眼底視野計 (MP) では、通常の視野計と同様に、薄暮視の暗い条件で検査が行われている。これは、機能変化の早期発見には有用である。しかしながら、日常生活の明るさとは大きくかけ離れている。

今回の我々の結果から、ロービジョンケアを行う上で視機能を評価するためには、検査する背景の明るさも、日常生活に相当する明るさが必要であること、さらには、文字を読む領域を評価するためには文字を視標として用いるべきであることが示唆された。しかしそのような検査が出来る装置は現存しない。今回の研究成果を基盤として、今後、そのような装置の研究開発に取り組んでいきたい。

#### <引用文献>

- ① Satoshi Ishiko, Frans Van de Velde, Akitoshi Yoshida, Paradoxical improvement of visual acuity in macular disease, Current Eye Research, 35巻7号、2010、651-656
- ② Fumihiko Mori, Satoshi Ishiko, Norihiko Kitaya, Taiichi Hikichi, Eiichi Sato, Akira Takamiya, Akitoshi Yoshida, Use of scanning laser ophthalmoscope microperimetry in clinically significant macular edema in type 2 diabetes mellitus, Japanese Journal of Ophthalmology, 46巻、2002、650-655
- ③ Fumihiko Mori, Satoshi Ishiko, Norihiko Kitaya, Akira Takamiya, Eiichi Sato, Taiichi Hikichi, Akitoshi Yoshida, Scotoma and Fixation Patterns Using Scanning Laser Ophthalmoscope Microperimetry in Patients With Macular Dystrophy, American Journal of Ophthalmology, 132巻、2001、897-901
- ④ Taiichi Hikichi, Satoshi Ishiko, Akira Takamiya, Eiichi Sato, Fumihiko Mori, Masatoshi Takahashi, Norihiko Yanagiya, Jun Akiba, Akitoshi Yoshida, Scanning Laser Ophthalmoscope Correlations With Biomicroscopic Findings and Foveal Function After Macular Hole Closure, Archives of Ophthalmology, 118巻、2000、193-197
- ⑤ Satoshi Ishiko, Hironobu Ogasawara, Akitoshi Yoshida, Kazuomi Hanada, The Use of Scanning Laser Ophthalmoscope Microperimetry to Detect Visual Impairment Caused by Macular Photocoagulation, Ophthalmic Surgery and Lasers, 29巻、1998、95-98
- ⑥ 石子 智士、吉田 晃敏、小笠原 博宣、SLOを用いたMicroperimetry、日本眼科紀要、47、巻、1996、355-362
- ⑦ 石子 智士、秋葉 純、梯 彰弘、小笠原 博宣、今野 優、吉田 晃敏、走査レーザー検眼鏡を用いたmicroperimetryによる黄斑円孔の固視点、臨床眼科、49巻、1995、415-418

#### 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)

[学会発表] (計7件)

- ① 間瀬 智子、石子 智士、佐藤 栄一、菅原 一博、福井 勝彦、吉田 晃敏、黄斑疾患患者の固視領域の特徴、第71回日本臨床眼科学会、2017年10月14日、東京都
- ② Satoshi Ishiko, Tomoko Mase, Eiichi Sato, Kazuhiro Sugawara, Hideo Mukai, Hisashi Kataoka, Akitoshi Yoshida, Effect of background brightness on

preferred retinal loci、The Association for Research in Vision and Ophthalmology、2017年5月9日、Baltimore (USA)

- ③ 石子 智士、シンポジウム9 眼光学と視機能—各領域におけるUpdate— 網膜と視機能、第121回日本眼科学会総会、2017年4月6日、東京都
- ④ Satoshi Ishiko Tomoko Mase, Eiichi Sato, Kazuhiro Sugawara, Akitoshi Yoshida、Preferred Retinal Loci Under Different Background Brightnesses、32th ASIA PACIFIC ACADEMY OF OPHTHALMOLOGY (APAO) CONGRESS、2017年3月4日-5日、Singapore (Singapore)
- ⑤ Tomoko Mase, Satoshi Ishiko, Eiichi Sato, Kazuhiro Sugawara, Akitoshi Yoshida、Evaluation of Novel Retinal Loci for Low Vision Care、32th ASIA PACIFIC ACADEMY OF OPHTHALMOLOGY (APAO) CONGRESS、2017年3月4日-5日、Singapore (Singapore)
- ⑥ 間瀬 智子、石子 智士、高橋 龍尚、吉田 晃敏、加齢黄斑変性患者の読書能力に及ぼす照度の影響、第70回日本臨床眼科学会、2016年11月3日、京都府
- ⑦ 石子 智士、シンポジウム2 眼疾患のレーザー医療 走査レーザー検眼鏡を用いたロービジョンケア、第37回日本レーザー医学会総会、2016年10月21日、旭川市

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

石子 智士 (ISHIKO, Satoshi)  
旭川医科大学・医学部・特任教授  
研究者番号：10250565

### (2) 研究協力者

間瀬 智子 (MASE, Tomoko)