

令和元年5月27日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2016～2018

課題番号：16K11319

研究課題名（和文）眼科疾患が両眼・単眼立体視に及ぼす影響に関する神経生理学的研究

研究課題名（英文）Monocular and binocular stereo vision affected by eye diseases.

研究代表者

澤村 裕正（SAWAMURA, HIROMASA）

東京大学・医学部附属病院・講師

研究者番号：70444081

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,600,000円

研究成果の概要（和文）：単眼でも様々な手掛りを用いて奥行知覚は可能であり単眼立体視と呼ばれる。単眼・両眼立体視は脳皮質の異なっているが近接した視覚関連領域で情報処理が行われており3次元形態認知に関連して相互に影響している可能性が考えられる。今回両眼立体視が障害される疾患の一つである斜視患者を対象に陰影、肌理、動き、両眼視差で構成された3次元形態画像を用い、単眼性、両眼性の手掛りが3次元形態認知に及ぼす影響を検討した。単眼での手掛りがあったとしても両眼立体視の有無により3次元形態認知に差異を認める結果となり、これらの差異は既に明らかになっていた脳内での領域間における機能的情報処理の影響が関与していると考えられた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、近年確立された単眼立体視、両眼立体視を用いた三次元形態認知を神経心理学的に評価する手法を用いている。既にこの手法を用いて脳変性疾患において単眼・両眼立体視の障害程度と脳萎縮（灰白質の減少量）の程度が関連していることを見出した研究が報告されている。本研究では眼科疾患の一つである斜視を対象に、単眼立体視を用いた三次元形態認知においても両眼立体視情報が重要な役割を担っていること、このような神経心理学的手法を応用することで、正常の生理学的見地のみならず、疾患の病態生理へのアプローチも可能であることが示され、学術的、社会的に重要な研究と考えられる。

研究成果の概要（英文）：Perceiving three-dimensional (3D) shapes involves computing spatial derivatives of depth, which can be derived from both monocular and binocular disparity cues. The processing of 3D shape from shading, texture, motion or binocular disparity overlaps in many regions of inferior temporal and parietal cortex, suggesting that the respective visual cues interact in the extraction of 3D shape. We assessed 3D shape perception in normal and strabismus subjects. Our results showed that strabismus subjects with reduced or no binocular stereopsis poorly perceived three-dimensional shapes, defined by the monocular cues of shading or texture. Binocular stereopsis is essential for fine perception of 3D shape, even when defined by monocular static cues. Interaction between these cues may occur in ventral occipito-temporal regions. Our findings demonstrate the perceptual benefit of binocular stereopsis in strabismus patients.

研究分野：神経科学

キーワード：立体視

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

網膜から入った視覚情報は視神経を經由し大脳皮質後頭葉の一次視覚野に到達し、さらに高次皮質視覚領域へと情報が送られ段階的・階層的情報処理を受ける。その情報処理機構に関してはヒト、マカクサルを中心とした生理学的研究・解剖学的研究から多数の知見が得られており、三次元(3D)形態認知の脳内情報処理機構に関する理解も2000年頃より著しく進んできている。三次元形態認知に用いられる両眼立体視機能は両眼視差を基に構成され、両眼視機能の中でも最高の機能であるが、両眼立体視のみならず単眼でも三次元形態認知は可能であり、単眼立体視とよばれる。単眼立体視で用いられる手掛かりには複数存在することが知られており、例として、陰影(凹凸により光が遮られると影ができる)、肌理(遠くのは肌理が小さく見える)、動き(手前の動きは速く、奥の動きは遅い)、網膜像の大きさ(遠くにあるものは小さく投影される)、重なり合い(奥の物は手前の物で一部遮蔽される)などがある。これらの両眼・単眼立体視の手掛かりのいくつかは大脳皮質の異なっているものの、近接した領域で処理されていることが明らかにされてきている。

近年、単眼立体視の中でも影・動き・肌理の手掛かりを用いて三次元形態認知を神経心理学的に評価する方法が確立され、様々な研究が行われている。さらにこの視覚刺激を用いて大脳変性疾患における両眼・単眼立体視の障害程度と脳萎縮の関連を調べた研究がつい最近報告され、この視覚刺激を用いることで正常の生理学的見地のみならず疾患の病態生理へのアプローチも可能であることが示された。申請者が専門とする神経眼科学分野で両眼立体視が障害される疾患の代表格として斜視がある。両眼立体視が障害された場合の単眼立体視機能に対する影響や、あるいは単眼視で日常を送る場合に単眼立体視が強化される(=代償機構が働く)可能性など未知なことが多い。

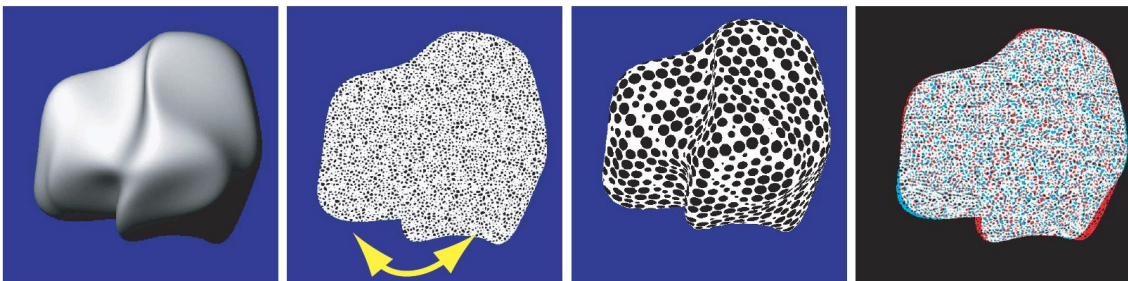
2. 研究の目的

本研究の目的は、両眼立体視が長期的に障害される眼科疾患の一つである斜視を対象に、神経生理学的手法及び臨床に即した神経心理学的手法を駆使したアプローチを用いて両眼・単眼立体視機構の解明に迫り、視覚情報処理の一端を明らかにすることである。

3. 研究の方法

近年確立された「陰影・肌理・動き・視差」の各要素で構成された三次元形態視覚刺激(図1参照)を用いて両眼・単眼立体視機能を調べた。

(図1: 三次元形態視覚刺激の一例左から右に向かって陰影、動き、肌理、両眼視差で構成された三次元形態視覚刺激)



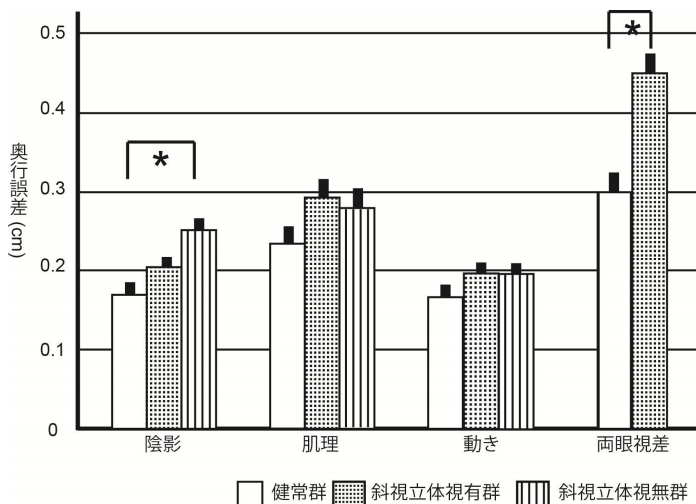
被験者は眼位ずれにより立体視が障害される眼科疾患である斜視患者、及び対照として眼科疾患を有さない者を対象とした。斜視患者群は、近見立体視の程度により、斜視立体視無群、斜視立体視有群に分けた。被験者には陰影、肌理、動き、両眼視差の要素で構成された三次元形態の中でどの位置が最も手前に飛び出しているか(=頂点)を示してもらい課題を行い、図形の実際の頂点と被験者が示した点とで3次元的なエラーベクトルを算出し、画像が提示されている平面を基底とした場合のエラーベクトルの矢状面成分(z成分)及び横断面成分(x-y成分)を別々に検討した。横断面成分は被験者の応答のうち、95%が含まれる楕円を算出し、各群での大きさを比較した。

4. 研究成果

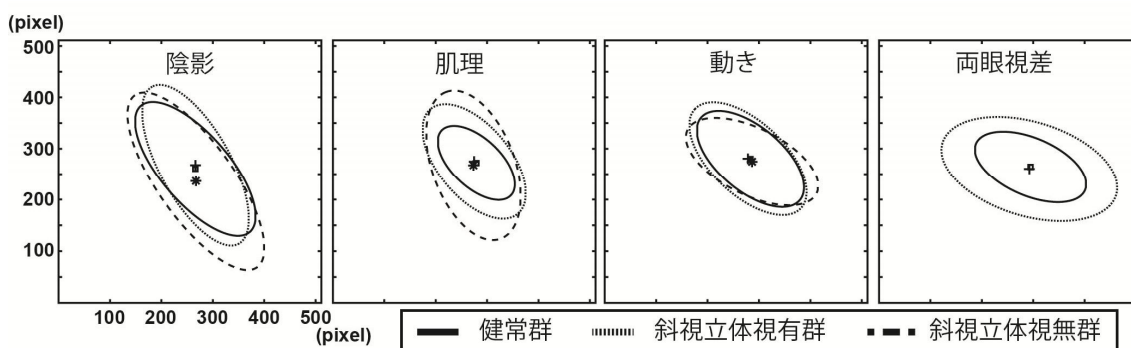
矢状面成分の結果(「奥行誤差」とする)の結果を図2、横断面成分の結果を図3に示す。陰影で構成された3次元形態認知で、斜視立体視無群で健常群より奥行誤差が大きく、両眼視差で構成された場合では斜視立体視有群で健常群より奥行誤差が大きかった。また横断面成分の検討では肌理で構成された場合に斜視立体視有群、斜視立体視無群双方ともに健常群より楕円が大きく、両眼視差で構成された場合に斜視立体視有群で健常群よりも楕円が大きく、分布のバラつきが大きい結果となった。健常群と健常群と同じ両眼立体視(40秒から60秒)をもつ斜視立体視有群間で同様の検討を行ったところ、奥行誤差、横断面成分ともに差を認めなかった。単眼での手掛かりがあったとしても両眼立体視の有無により3次元形態認知に差異を認める結果となり、これらの差異は既に明らかになっていた脳内での領域間における機能的情報

処理の影響が関与していると考えられた。今後、斜視患者だけでなく、視野障害を有する緑内障患者を対象に研究を重ね、視野障害の程度と単眼・両眼立体視の機能とを評価し、視野という別の視標を用いて視覚情報処理機構の一端を調べる予定である。

(図2：奥行誤差の結果 Sawamura et al., BJO 2018 より)



(図3：横断面成分の結果 Sawamura et al., BJO 2018 より)



5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計 8 件) * : 責任著者

英文論文

- 1) **Sawamura H***, Gillebert CR, Todd JT, Orban GA. "Binocular stereo acuity affects monocular three-dimensional shape perception in patients with strabismus." *Br J Ophthalmol.* 2018 ;102:1413-1418. 査読有 doi: 10.1136/bjophthalmol-2017-311393.
- 2) Igarashi N, **Sawamura H***, Kaburaki T, Aihara M. "Cancer-associated Retinopathy Developing After 10 Years of Complete Breast Cancer Remission." *Neuroophthalmology.* 2018;43:36-42. 査読有 doi: 10.1080/01658107.2018.1460761.
- 3) Iwamura H, Kondo K, **Sawamura H**, Baba S, Yasuhara K, Yamasoba T. "Amblyopia Associated with Congenital Facial Nerve Paralysis." *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec.* 2016;78:105-10. 査読有 doi: 10.1159/000444932
- 4) Matsuura M, Hirasawa K, Yanagisawa M, Hirasawa H, Murata H, **Sawamura H**, Mayama C, Asaoka R. "Estimating the Binocular Visual Field of Glaucoma Patients With an Adjustment for Ocular Dominance." *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2016;57:3276-81. 査読有 doi: 10.1167/iovs.15-19024.
- 5) Igarashi N, **Sawamura H***, Kaburaki T, Aihara M. "Anti-Collapsing Response-Mediating Protein-5 Antibody-Positive Paraneoplastic Periopic Neuritis without Typical Neurological Symptoms." *Neuroophthalmology.* 2016 Oct 27;41(1):24-29. 査読有 doi: 10.1080/01658107.2016.1241283.

日本語論文

- 6) 野田 拓也, 高木 優介, 長谷川 愛, **澤村 裕正**, 寺田 裕紀子, 沼賀 二郎 「多発性骨髄腫による圧迫性視神経症の1例」*眼科* 61 巻 2 号 Page199-203(2019.02) 査読有 DOI : 10.18888/ga.0000001053
- 7) 新井 隆浩, **澤村 裕正**, 庄田 宏文, 山本 一彦, 相原 一 「末期緑内障に巨細胞性動脈炎から生じた後部虚血性視神経症を呈した一例」*神経眼科* 34 巻 1 号 Page54-60(2017.03)

査読有 DOI : 10.11476/shinkeiganka.34.54

- 8) 白濱 新多朗, 蕪城 俊克, **澤村 裕正**, 山上 明子, 清澤 源弘 「視神経炎の病型と臨床像の検討」*あたらしい眼科* 34 巻 3 号 Page450-454(2017.03) 査読有

〔学会発表〕(計 9 件)

- 1) 山本 理紗子, **澤村 裕正**, 高橋 利幸, 相原 一 「両側性視神経腫脹、乳頭浮腫、重度視力障害を呈したものの予後良好であった抗 MOG 抗体陽性視神経炎の 2 症例」 (2018 年 日本神経眼科学会)
- 2) 井関 萌, **澤村 裕正**, 蕪城 俊克, 相原 一 「Crizotinib による薬剤性視神経乳頭病変が疑われた 1 例」 (2018 年 日本神経眼科学会)
- 3) 鈴木 貴文, **澤村 裕正**, 小畑 亮, 相原 一 「両側性 acute macular neuroretinopathy に眼窩筋炎が合併した 1 例」 (2018 年 日本神経眼科学会)
- 4) **澤村 裕正** 「視覚認知の Network」2017 年 (日本神経眼科学会、シンポジウム)
- 5) 五十嵐 希望, **澤村 裕正**, 蕪城 俊克, 花房 規男, 藤代 貴志, 相原 一 「原発巣が認められなかった癌関連網膜症に対して血漿交換療法を施行した一例」(2016 年 日本神経眼科学会)
- 6) 高木 優介, **澤村 裕正**, 寺田 裕紀子, 藤代 貴志, 沼賀 二郎, 相原 一 「多発性骨髄腫による圧迫性視神経症の一例」 (2016 年 日本神経眼科学会)
- 7) 柳田 淳子, **澤村 裕正**、小畑亮、相原一「エオジン好性核封入体病の臨床診断例に眼所見を伴った一例」 (2016 年 日本臨床眼科学会)
- 8) 青山 祐里香, **澤村 裕正**, 蕪城 俊克, 若倉 雅登, 相原 一 「原因不明の乳頭浮腫に網膜動脈分枝閉塞症を続発した一例」 (2017 年 日本神経眼科学会)
- 9) 浅野 祥太郎, **澤村 裕正**, 蕪城 俊克, 山上 明子, 相原 一 「原因不明の両側乳頭浮腫を生じた症例」 (2017 年 日本神経眼科学会)

6. 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名：無

ローマ字氏名：

所属研究機関名：

部局名：

職名：

研究者番号(8桁)：

(2)研究協力者

研究協力者氏名：無

ローマ字氏名：

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。