

平成 30 年 6 月 23 日現在

機関番号：32643

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2016～2017

課題番号：16K12963

研究課題名(和文) 視野障害による認知的不利益の解明とその克服

研究課題名(英文) Elucidation of cognitive disadvantages due to visual field disturbance and conquest of the disadvantages

研究代表者

早川 友恵 (Tomoe, Hayakawa)

帝京大学・文学部・教授

研究者番号：60238087

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：視野障害のシミュレーションにより、求心性視野狭窄と中心暗点における認知的不利益の違いを明らかにした。前者では視野の狭小化とともに成績が低下するが、後者では残存周辺視野が十分広くても成績は向上しなかった。この結果の背景に、中心暗点における注意スパンの問題があると考え、周辺視野に注意を拡げる練習を5日間行なった。その結果、練習群は課題達成時間・正答率ともに成績が向上した。特に5°と10°の暗点で顕著な効果を認めた。非練習群の成績に変化は見られなかった。注意の拡大は、残存周辺視野が有効利用できない中心暗点の認知的不利益(状況把握や効率的な物体検出などの問題)を改善する可能性がある。

研究成果の概要(英文)：The simulation of concentric visual field and central scotoma revealed that they have different cognitive disadvantages. In the former condition, the performances improved when residual visual field was large. On the other hand, the performances in the latter condition were not good even if the residual field was large (scotoma: 5° and 10°).

As a hypothesis, it was considered that the information of the peripheral visual field may not be utilized due to narrow attention span. Then, attention span enlargement training was conducted for 5 days. Comparing the results of the training group and the non-training group, the performance was significantly improved in the training group. In particular, remarkable effects were observed at scotoma of 5° and 10°. The performance did not change in the non-training group. This study revealed that enlargement of attention span may improve the cognitive disadvantage in the central scotoma where residual peripheral visual field can't be utilized.

研究分野：認知科学

キーワード：視野障害 シミュレーション 認知的不利益

1. 研究開始当初の背景

日本眼科医学会の調査(2009)によると、視覚障害者は164万人に達し、社会的損失は毎年9兆円にのぼるが、失明割合は低く、約9割は残存視覚のある中途視覚障害者である。

主な原因は緑内障、糖尿病網膜症、加齢黄斑変性症、網膜色素変性症などで、視野障害(求心性視野狭窄、中心暗点、輪状暗点)が必発する。そのため、良好な視力がある例でも就労、外出などが困難になり、多くの視野障害者が社会活動から離脱する原因になっている。

中途発症の視野障害では、中心/周辺視野情報の喪失や分断などの情報障害に直面する。また、残存する特定視野に注意が集中すると他の視野が抑制されて、残存視野が有効利用できない場合もある。加えて、限られた視野での情報収集を頻繁な視線移動で補おうとすると、視覚入力が劇的に変化するために視覚身体バランスを崩す。それを回避するため視野障害者の視線は固定化し、ますます情報収集ができない状況に陥る。

一般に視覚障害者の視機能は視力、視野検査で評価されるが、上記のような視野障害の認知的問題は、従来の視野検査では表現できない。日常生活における視機能を的確に評価するスタンダードな方法が無いため、認知的損失は合理的説明がなされないまま、「不定愁訴」などと評価されてしまうこともある。

平成25年6月、「障害を理由とする差別の解消の推進に関する法律」(いわゆる「障害者差別解消法」)が制定され、平成28年4月1日から施行された。しかしながら、視野障害の認知的損失の客観評価については、その評価法の確立も十分ではなく、日常の不自由度を表現できる評価方法もない。

2. 研究の目的

視線移動が可能な環境で視野障害のシミュレーションを行い、視野障害のタイプと認知的損失の関係を明らかにする。

実験1: 代表的な視野障害タイプ、求心性視野狭窄および中心暗点について、日常視を分解した3つの課題を行ない、両者の認知的不利益の違いを明らかにする。

実験2: 求心性視野狭窄で視力低下や色覚異常が重複した場合の認知的不利益を検証した。

実験3: 網膜における原因疾患の治療が成功しても、障害前または障害期間に学習した視覚注意の偏りが変化しないと、治療効果が正しく反映されない。中心視野への視覚注意の集中により周辺視野の空間周波数特性や視覚弁別が著しく低下することは、古くから知られる事実であり(Holmes et al. 1977, Williams & Lefton 1982)、その改善には練習効果がある(Johnson & Leibowitz 1979)。また、近年の認知神経科学はその脳内メカニズムを明らかにしてきた(Melloni et al. 2012)。そこで、本実験では、中心暗点の周辺視野への視覚注意コントロール(注意スパンの拡大)について、練習効果を検証した。

3. 研究の方法

1) 実験システムおよび装置

高いリアリティで視野障害を再現できるシミュレーターの開発を終了した。本システムの最大の特徴は、制限視野・背景画像・ターゲット挿入・呈示時間が、比較的簡単な手順で任意に設計できる点にある。使用する制限視野・背景画像・ターゲットは、実験目的にあわせて、あらかじめ一般の描画ソフトで作成した画像を使用する。制限視野の暗点また暗点以外の領域の大きさ・形状・位置・透過度・ノイズ重畳などは、描画の段階で決定する。制限視野は視線カメラ(NAC, EMR-9)で取得した座標で動く。

2) 制限視野および課題

実験1: 直径5°・10°・40°の求心性視野狭窄および中心暗点で、物体認識課題・視覚探索課題・シーンの理解課題を実施した。

実験2: 直径5°・10°・40°の求心性視野狭窄で、視力・色覚障害を仮定した物体認識課題を実施した。

実験3: 直径5°・10°・40°の中心暗点で、周辺残存視野の活用の問題を明らかにするため、シーンの理解課題を実施した。

全実験で、課題達成時間と正答率を評価した。

3) 刺激

物体認識課題には、画像妥当性等を検証した単純画像を使用し、無着色、典型色、非典型色および視力0.3、0.6、1.0相当に加工した画像を呈示した。視覚探索課題にも単純画像を使用し6×6個配置した。シーンの理解課題には著作権に問題のない自然画像を使用した。

4) 実験参加者

実験1: 視力・視野・眼球運動に異常のない健常人37名である。

実験2: 視力・視野・色覚および眼球運動に異常のない健常人27名である。

実験3: 視力・視野・眼球運動に異常のない健常人24名をランダムに練習群と非練習群に分けて実施した。

5) 残存視野を活かす視覚訓練(実験3)

中心暗点の周辺視野への視覚注意コントロール(注意スパンの拡大)について、練習効果を検証した。練習には視覚探索課題を用い、練習群では5日間練習を行なった。その間、非練習群は練習を行なわなかった。練習の前後で、シーンの理解課題と視覚探索課題を行なった。

6) 解析ソフト

視野障害による認知的損失を明らかにするためには、その前提として残存視野から入力される情報量を明らかにする必要がある。そこで、本研究では刺激画像の saliency を色・明るさ・方位から算出し、さらに注視点から広がる刺激の分布を皮質拡大因子によってウェイトをかけて情報量とした。課題達成(ボタン押し)まで視線は移動するが、その間の情報量を時々刻々算出し続ける解析ソフトを作成した。

4. 研究成果

実験 1: 求心性視野狭窄と中心暗点の認知的損失の違いを明らかにした。代表的視線移動を図 1 に示す。求心性視野狭窄の課題達成時間および正答率は、どの課題も残存視野の広さに応じて成績の向上を認めた。一方、中心暗点は、残存視野の広さの効果は課題によって異なっていた。物体認識および視覚探索は残存周辺視野の広さに応じて変化するが、シーンの理解課題は暗点が小さくても課題達成時間が短くならなかった。Saliency 値を確認したところ、小さな暗点では高い情報量を獲得していたが、視覚認知に至らないことが分かった。この実験で、求心性視野狭窄と中心暗点の認知的損失の特性は課題によって異なる事が分かった。特に日常視に近いシーンの理解課題は、残存視野の広さから予想される結果を覆すものであった。これらの結果により、日常における視野障害の不自由度を評価するには、「シーンの理解」のような、より認知的課題が必要であることが明らかになった。

実験 2: 視力および色覚異常が重複した場合の認知的損失を明らかにした(図 2)。求心性視野狭窄では、残存視野が広い(40°)と視力・色の影響は少ないが、視力 0.3 になると、色の情報が物体認識を助けることが分かった。残存視野が狭い(5°)と視力の影響が顕著に表れることが分かった。視野障害者は視力・色覚に問題のある場合も多く、この実験により、視覚認知に寄与する視機能が残存視野の大きさで異なる事が明らかになった。

実験 3: 中心暗点で、周辺視野情報が視覚認知に活用されない(実験 1)ことへの対策を検討した(図 3)。実験参加者 24 名を無作為に 2 群に分け(両群の課題達成時間・正答率・取得情報量に差なし)、練習群は注意スパンを拡大する練習を 5 日間実施した。練習群は課題達成時間・正答率ともに練習後の成績が向上した。特に 5° と 10° の暗点で顕著な効果を認めた。非練習群の成績に変化は見られなかった。練習は視覚探索課題で行なったが、その効果はシーン理解課題におよび、練習効果の般化が見られた。これらの結果は、残存周辺視野が有効利用できない中心暗点例がある可能性と周辺視野への注意スパンの拡大練習により、その認知的不利益(状況把握や効率的な物体検出など)が練習で改善する可能性があることを示した。

一連の実験により、視野障害による認知的不利益を、障害者の主観的訴えによらずとも、客観的に表現できる方法(評価するための装置、課題、手続き)が確立できた。本研究により視野障害のタイプによる認知的不利益の違いも明らかとなり、視野障害者に対する合理的支援の道筋を示すことができた。

本シミュレーターは、障害者の見え方を家族や職場の人達が体験する機器としても使用でき、障害者と共に生きる社会の構築を目指す研究に成り得たと考える。

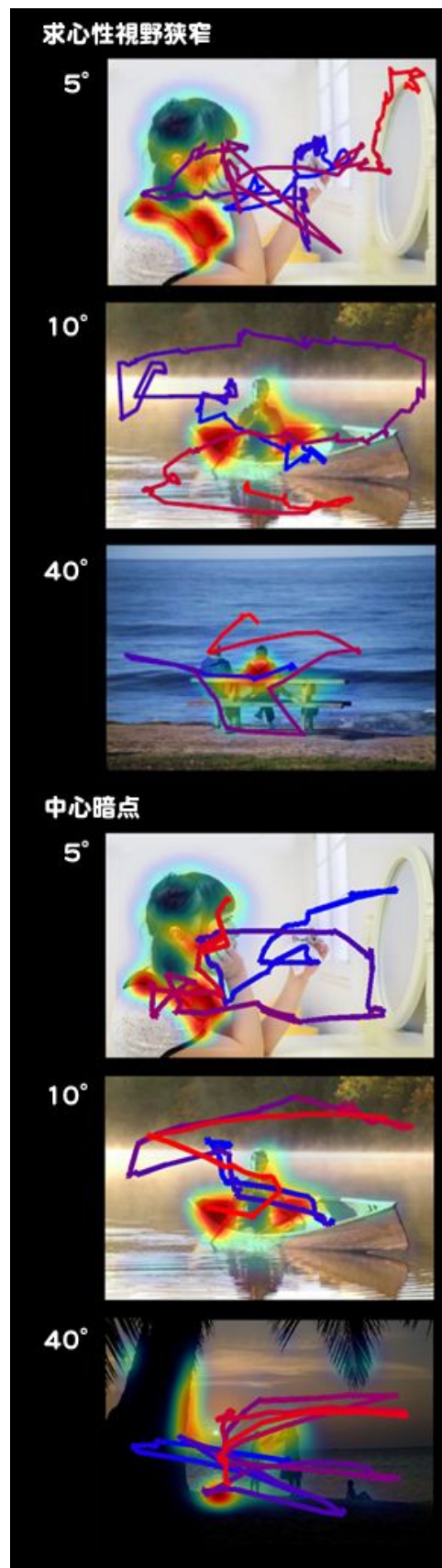


図 1 求心性視野狭窄および中心暗点の視線移動(代表例)

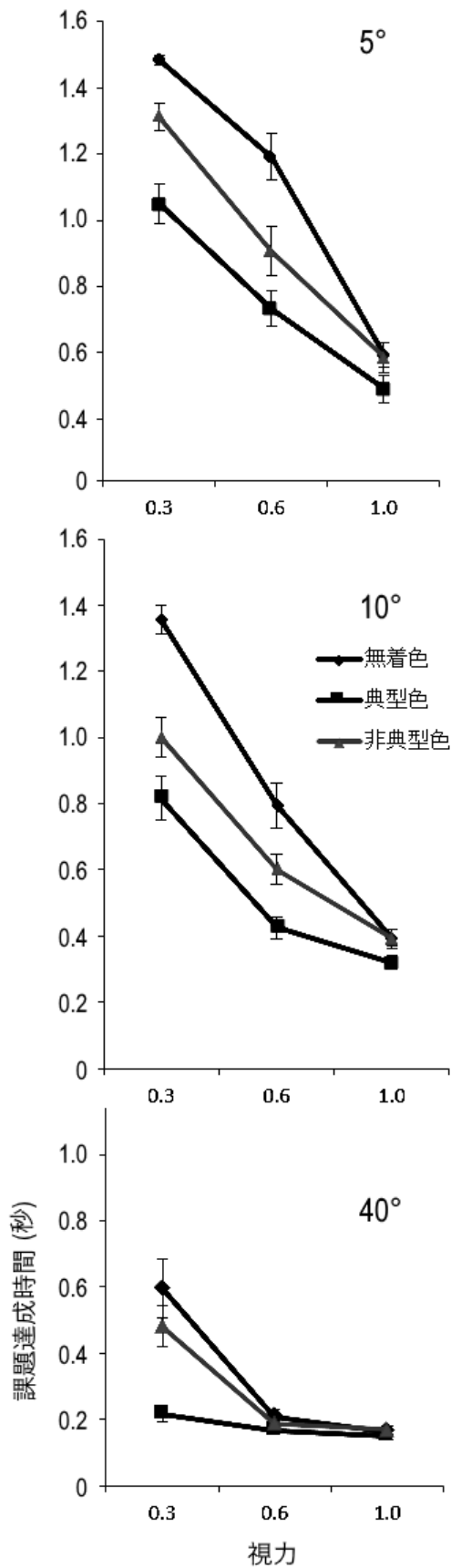


図2 求心性視野狭窄における視力と色の効果

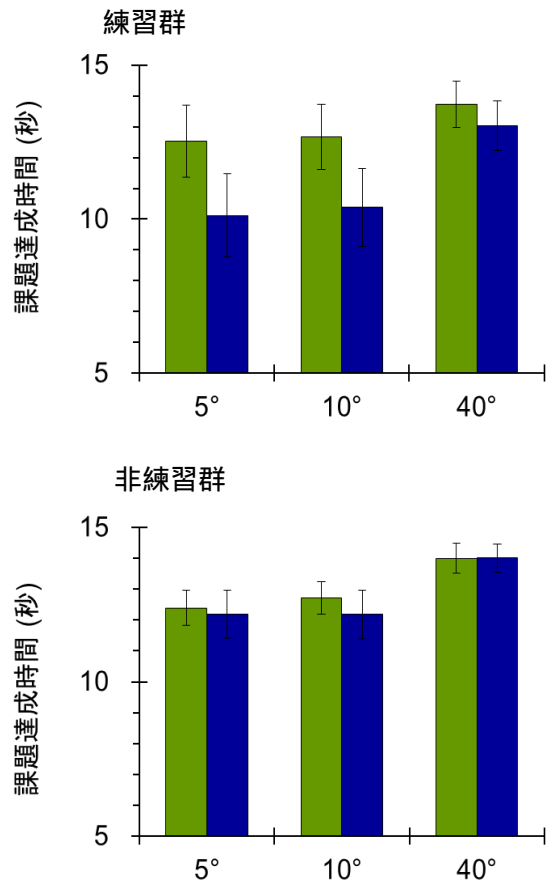


図3 中心暗点における注意スパン拡大練習の効果

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計0件)

〔学会発表〕(計2件)

1. 早川友恵、梅原広明、成瀬康: 注意スパン制御による認知的不利益の克服 - 中心暗点のシミュレーションによる検討 -, 第18回日本ロービジョン学会学術総会(岐阜), 2017年. (ロービジョン学会投稿済)
2. 早川友恵、寺園泰、森戸勇介、篠崎隆志、梅原広明、成瀬康: 中心暗点による認知的不利益の克服 - 健常人におけるシミュレーション -, 第120回日本眼科学会(仙台), 2016年.

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

〔その他〕なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

早川 友恵 (HAYAKAWA Tomoe)

帝京大学・文学部・心理学科・教授

研究者番号: 60238087