

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 22 日現在

機関番号：32643

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2014～2015

課題番号：26560224

研究課題名(和文) 視野障害シミュレーション - 障害による認知的不利益の合理的説明にむけて -

研究課題名(英文) Cognitive Disadvantages of Concentric Constriction of the Visual Field and Central Scotoma -Simulation of Normal Subjects-

研究代表者

早川 友恵 (Hayakawa, Tomoe)

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) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：周辺視野あるいは中心視野の障害は異なる認知的不利益をもたらすと考えられるが、系統的かつ客観的な調査報告がない。本研究では、日常視において求心性視野狭窄および中心暗点をもたらす認知的不利益を、我々が開発したシミュレータを使用して明らかにした。求心性視野狭窄では、視野の狭小化とともに課題達成時間が延長し正答率が低下した。その傾向は視覚探索課題で顕著であった。狭小化と視力低下が顕著な条件では、色情報が物体認知に有効に働くことが分かった。中心暗点では、暗点が大きくなるとともに物体認知課題・視覚探索課題の成績が低下したが、シーン理解課題では暗点が小さくても課題達成時間は短くならなかった。

研究成果の概要(英文)：Loss of peripheral or central visual field leads to a different cognitive disadvantage. However, objective and systematic data is missing. We elucidate the cognitive disadvantage in everyday life using a simulator, which is capable of reproducing any visual field defect. In the condition of concentric visual field contraction, response time was prolonged and correct answer rate was reduced in accordance with the field of view is narrow. These results were especially pronounced in the visual search task and scene recognition task. In a condition of severe visual impairment (narrow visual field with low visual acuity), color information effectively helped the correct object recognition. In the central scotoma, the performances were affected by the narrow visual field in the object recognition task and the visual search task. On the other hand, the response time in the scene recognition task showed no significant difference between small and large scotoma.

研究分野：認知神経科学

キーワード：視野障害 認知的不利益 シミュレーション

1. 研究開始当初の背景

日本眼科医会の調査(2009)によると、視覚障害者数は164万人に達し、社会的損失は毎年9兆円にのぼる。このうち失明割合は低く、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、加齢黄変性、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や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。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、日常生活における実用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、認知的不自由度は合理的説明がなされないまま、時に「怠慢」などと評価されてしまうこともある。

2. 研究の目的

本研究は任意の制限視野(求心性狭窄および中心暗点を実施)が視線移動に伴って移動するシミュレーターを開発し、日常視における視野障害による認知的不利益を検討した。本研究では以下の2点を達成した。①視線移動が可能な環境で視覚課題を実施する視野障害シミュレーターの開発。②部分情報の統合が必要とされる求心性視野狭窄と欠損情報の補完が必要とされる中心暗点について、その認知的特性を各種の視覚課題で検討し、視野障害と認知的不利益の関係を明らかにした。また、刺激にデフォーカスや色彩変調を加えた条件でシミュレーションを実施し、視野障害に視力低下や色覚異常が重複した場合を想定したシミュレーションを行った。こうした系統的シミュレーションは過去に例がなく、本研究により、視野障害による認知的不利益をと原因疾患との関係で客観的かつ合理的に説明する手がかりを得たと考える。

本研究の成果は、残存視野を有効利用する視線移動や欠損情報の適切な補完方法の指導に転用できる。本研究を情報弱者の支援につなげる基礎研究と位置づけ、障害モデルでシミュレーションを行ったので、その結果を以下にまとめる。

3. 研究の方法

1) 実験参加者

実験参加者は、視力・視野・眼球運動に問題のない健常人(大学生)を採用した。すべての実験は帝京大学心理学科「ヒトにおける研究倫理委員会」の承認を得て実施した。実験参加者は事前に実験説明を受け、説明内容を理解した上で、実験参加に書面をもって同意を示した者である。

2) 実験装置

視線計測機には、アイマークレコーダー(EMR-9, NAC)を使用した。刺激呈示には60インチプラズマディスプレイ(1,330×748mm、解像度1,920×1,080画素)を使用し

た。ディスプレイから距離1mの位置に顎台を設置し、視線計測機を固定した。視線の有効計測範囲はディスプレイ中央の997×748mm(視角45°×40°)の範囲である。水平方向へは視線計測の有効範囲を超えて刺激を呈示することができるため、水平方向へはさらに側方へ刺激の連続性を保つことができる。

上記の視線計測の出力を使用して、リアルタイムに実験者が設計した任意の制限視野を動かすシステムを開発・改良し、これを実験に使用した(図1)。このシステムの最大の特徴は、背景画像と制限視野の画像を専用コンピュータに読み込ませる方式にあり、背景刺激と制限視野の両方を実験者が任意に設定できる。制限視野は任意に設計した大きさ・形状・位置・透過度・ノイズ重畳画像を読み込むことが出来るため、本システムを用いると、本研究で実施した求心性の制限視野(求心性視野狭窄)および、中心視野の遮蔽(中心暗点)のシミュレーションのみならず、実際の視覚障害者の視野を反映したシミュレーションも可能である。このシステムは、背景刺激画像とは別に、ターゲットやキュー刺激を挿入することも可能で、周辺視野への視覚注意の誘導とその効果も観察できる装置として開発した。

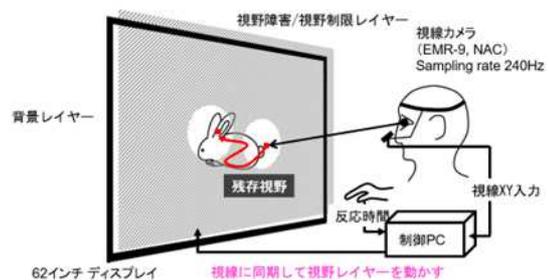


図1 実験システム

3) 実験手続き

視野制限は、求心性視野狭窄および中心暗点ともに視線位置を基準に周辺視野または中心視野を遮蔽した(直径5°、10°、40°)。なお、求心性視野狭窄40°では刺激全体が一度に視認でき、中心暗点40°では刺激全体がほぼ視認できない状態である。日常視における視覚負荷を反映する課題として、物体認知課題・視覚探索課題・シーンの理解の計3課題を選択した。物体認知および視覚探索の刺激には標準画像を使用した。シーンの理解の刺激には写真を用い、著作権に問題の無いウェブサイトからこれを入手した。物体認知の刺激サイズは8°-13°である。視覚探索には標準画像を36個(配置6×6)もちい、1個の刺激サイズは約4°とした。シーンの理解には写真(縦30°×横40°)を使用した。これらを眼前100cmに設置したディスプレイ

に呈示した。

各課題は、マスク画面に続いて注視点を画面中央に1秒間呈示し、その後刺激と制限視野を15秒間呈示した。実験参加者には、課題達成と共にボタン押しと口頭による回答を求めた。各課題は計24試行よりなる。

4. 研究成果

1) 求心性視野狭窄および中心暗点の視線

視線移動は以下の特徴を示した：求心性視野狭窄5°短い移動と停留の繰返しおよび局所への極端な停留(Globalな情報への再構成の困難性(図2)、同10°比較的安定した視線移動、同40°少ない移動で課題達成。中心暗点5°少ない移動で課題達成、同10°短い移動と停留の繰返し、同40°大きな視線移動による暗点以外の視野での情報捕捉の試み。

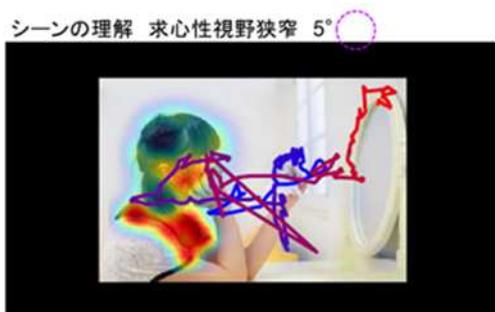


図2 視線移動:求心性視野狭窄5°の視線移動

Localな情報(鏡の縁など)に長時間の視線停留を認めるが解が得られない

2) 求心性視野狭窄と中心暗点の課題達成時間と正答率

求心性視野狭窄のRTには視野の主効果($F(2, 36)=460.6, p<0.001$)および課題の主効果($F(2, 36)=229.6, p<0.001$)を認めた。視野が狭くなるに従い、いずれの課題でもRTが顕著に延長した。正答率にも視野の主効果($F(2, 36)=30.9, p<0.001$)と課題の主効果($F(2, 36)=45.0, p<0.001$)を認め、視野が狭くなるに従い成績が低下した。その傾向は、特に視覚探索およびシーンの理解で顕著であった(図3)。

中心暗点のRTは視野の主効果($F(2, 34)=257.5, p<0.001$)および課題の主効果($F(2, 34)=89.0, p<0.001$)を認めた。暗点が大きくなるに従い、視覚探索課題およびシーンの理解の課題でRTが延長していくのに対し、シーンの理解では、暗点小さくてもRTは早くならず、暗点大きい場合と変わらなかった。正答率は視野の主効果($F(2, 36)=47.7, p<0.001$)、課題の主効果($F(2, 34)=16.3, p<0.001$)を認めた。視覚探索課題では、中心視野の空間分解能に期待ができない中心暗点40°では、正答率の著しい低下を認めた(図3)。

3) 求心性視野狭窄に視力低下と色認知低

下を伴う場合の物体認知

求心性視野狭窄が強い条件でも、空間解像度の高い中心視野がわずかに残存していれば物体認知が低下することはなかった。さらに視力が低下している場合でも、色情報が物体認知を助けることが分かった。

以上のシミュレーション結果により、求心性視野狭窄および中心暗点の認知的不利益の相違を明らかにした。本研究により、求心性視野狭窄では中心視野から得られるlocalな情報の情報全体への位置づけや統合の困難性と、中心暗点では周辺視野情報を作る文脈が欠損情報を補う視覚補完の困難性が明らかにされた。視野障害による情報障害の背景にある認知的問題の差異が明確になり、障害の合理的説明を可能にしたと云える。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計3件)

- ① 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, 日本眼科学会雑誌第120回臨時増刊号, 291, 2016.
- ② 早川 友恵, 寺園 泰, 森戸 勇介, 篠崎 隆志, 梅原 広明, 成瀬 康: 情報劣化(中心暗点)による認知的不利益の克服, 日本心理学会第78回大会発表論文集, 552, 2015.
- ③ 早川 友恵, 寺園 泰, 森戸 勇介, 篠崎 隆志, 梅原 広明, 成瀬 康: 求心性視野狭窄および中心暗点における認知的不利益—健常人におけるシミュレーション—, 日本心理学会第78回大会発表論文集, 597, 2014.

[学会発表](計4件)

- ① 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, 第120回日本眼科学会総会, 2016(仙台市).
- ② 早川 友恵, 寺園 泰, 森戸 勇介, 篠崎 隆志, 梅原 広明, 成瀬 康: 情報劣化(中心暗点)による認知的不利益の克服, 日本心理学会第78回大会, 2015(名古屋市).
- ③ 早川 友恵, 寺園 泰, 森戸 勇介, 篠崎 隆志, 梅原 広明, 成瀬 康: 求心性視野狭窄および中心暗点における認知的不利益—, 日本心理学会第78回大会, 2014(京都市).
- ④ 早川 友恵, 寺園 泰, 森戸 勇介, 篠崎 隆志, 梅原 広明, 成瀬 康: 求心性視野狭窄および中心暗点における認知的不利益—健常人におけるシミュレーション—, 第3回日本視野学会学術集会, 2014(東京都).

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

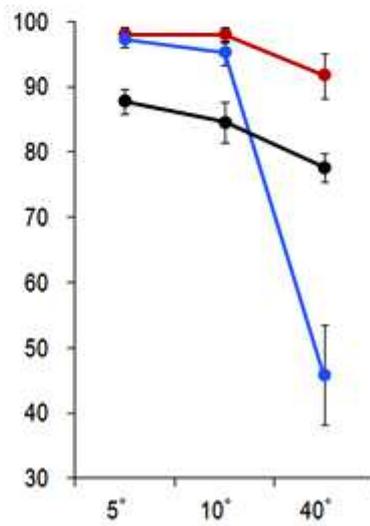
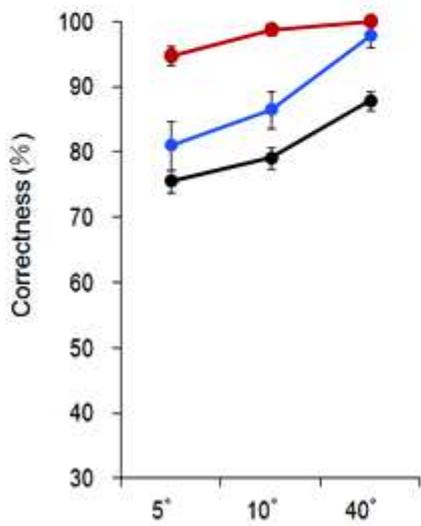
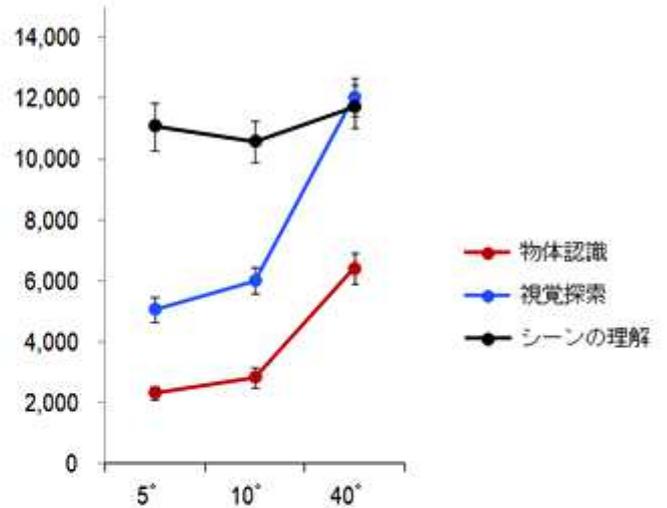
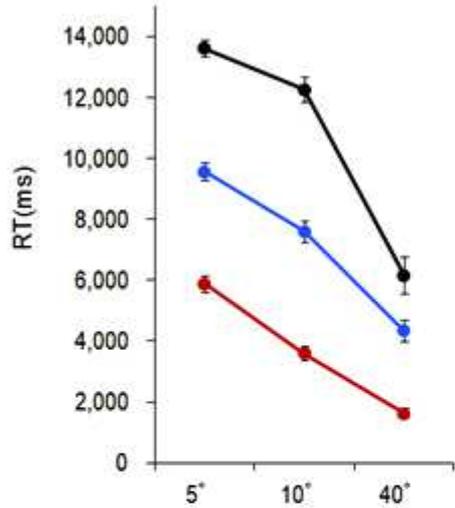


図3 求心性視野狭窄（左）および中心暗点（右）の結果
 上段は課題達成時間（RT）、下段は正答率（correctness）を示す