

平成 22 年 3 月 31 日現在

研究種目： 基盤研究 (B)
研究期間： 2007～2009
課題番号： 19330214
研究課題名 (和文) 残存機能を開発する障害児教育法—時間・空間的文脈の誘導効果と
その応用—
研究課題名 (英文) Education program for the best use of remaining functions in visually
handicapped children
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

研究成果の概要 (和文)：

視機能は、視力・視野検査の値で評価されることが多いが、その計測値は、事前情報の質量および事前情報と現在処理中の情報の間につくられる文脈によって変化する。さらに、計測値は注意の影響も受けることが知られている。このような効果は、生物のダイナミックな情報処理系の特徴であり、健常人であっても生じる。視覚障害者では、こうした文脈効果を活かすことが出来ず、また注意による周辺視野の抑制により残存視覚が有効に利用されないことが多い。本研究は、文脈依存によってダイナミックに変化する視知覚の特性を、視覚障害児の支援教育に適用する。文脈 (記憶) によって視感度が上昇する現象を、心理学・神経科学の観点から明らかにして、生体の情報処理にフィットした支援教育にフィードバックできる基礎理論を構築することを目指して実施した。

研究の要点は、1. 視覚的情報劣化のシミュレーションの検証と 2. 文脈効果による視覚認知の改善を明らかにすることにある。文脈効果については 2 つの課題を含んでいる。すなわち、2-1 記憶による劣化情報の認知改善と、2-2 空間的に連続した先行情報がもたらす視覚的準備 (注意の移動) を検討することである。前者は、視力低下による解像度低下を想定して計画し、後者は視野の部分的欠損を想定して計画した。

主な成果は以下のごとくである。1. あらゆる心理実験および脳機能計測の環境で使用可能な視覚的劣化のアルゴリズムを開発した。完成したアルゴリズムと心理実験の結果は、Neuroscience 2008 および日本心理学会第 73 大会で報告した。アルゴリズムは Appendix とし論文に挿入し、公開予定 (投稿中) である。他の研究グループから、適用の可能性について問い合わせが来ている。2-1 記憶が視覚認知を改善する課題については、劣化した単語情報が語彙・意味記憶によって修復・理解される脳内メカニズムを明らかにした。心理実験および脳機能計測 (機能的磁気共鳴画像・脳磁界計測) を行ない、機能的磁気共鳴画像の結果については、現在、英文誌に投稿中である。図形情報の劣化については、我が国には心理実験・脳機能計測に適した標準画像が無いので、標準画像を作成する処から開始した。約 2000 名の調査および心理実験から、標準画像を作成した。成果は、日本心理学会第 74 会大会 (平成 22 年 9 月) で発表する。コンテンツは、いずれかの公式サイトからダウンロードできるように、準備中である。記憶と図形認知の関係を明らかにするため、作成した標準図形を使用して脳機能計測を行なう予定である。2-2 空間的な文脈の形成に必要な先行情報数を特定した。形成された心理的準備状態 (予測) による視覚認知の促進については、現在も実験中である。本課題に関連して、抑制された残存視覚の認知を促進する訓練装置の開発を行なった。現在、既に取得が決定しているシステム (米国特許・早川 他) が有るが、視線の動きを反映した訓練装置について継続開発中である。

本研究課題で得られた成果は、下記の発表論文等に示す通りである。平成 22 年度以降も、論文やコンテンツの公開、および特許技術として社会に還元される。

研究成果の概要（英文）：

Visual performance is usually evaluated based on standard visual acuity and field of vision test scores, but these scores tend to vary widely depending on the quality of prior information and the context created between prior information and the information currently being processed. It is also well known that these scores are affected by attentional effects. Such effects are characteristic of the dynamic information processing systems of normal healthy people. But people who are visually impaired cannot exploit these context effects, and are generally unable to effectively utilize residual vision because their peripheral vision is inhibited by the attentional phenomenon. In this study we have applied context-dependent dynamic variations in visual perception to the special needs education of visually impaired children. The phenomenon of heightened spectral sensitivity derived from context (memory) is well attested from psychological and neurological scientific observation, and the goal of this work is to construct a basic theory that fits the way information is processed by people so the feedback can be applied to special needs education.

The study (1) verifies simulated deterioration of visual information, and (2) quantifies the improvement in visual perception that can be attributed to the context effect. The context effect involves two issues: (2-1) improved perception of diminished information from memory, and (2-2) visual perceptual readiness (attention shift) created by continuous spatial advance information. The former should help overcome the problem of diminished resolution due to declining vision, while the latter could help those with the partial vision loss.

The main findings and achievements of the study are summarized as follows: (1) We developed a vision deterioration algorithm that can be used in a wide range of psychological testing and brain function measurement environments. The finished algorithm and psychological testing results were reported at Neuroscience 2008 and at the 73rd Annual Meeting of the Japanese Psychological Association in 2009. The algorithm is included as an appendix to the present paper, we plan to make it widely available, and we have already received inquiries from other research groups about how the algorithm might be used in other applications. Turning to (2-1) improved perception of lost or diminished information from memory, we discovered the brain mechanism involved in recovering and understanding lost words through vocabulary/semantic memory. We conducted a series of psychological tests as well as brain function measurements (functional magnetic resonance imaging (fMRI) and magnetoencephalography), and the fMRI results have been submitted to an English language journal. Regarding the loss or deterioration of graphic information, we found that Japan lacks standardized images for use in psychological and brain function testing, so we began by developing a series of standardized graphic images. The standardized images were developed based on extensive surveys and psychological testing of approximately 2,000 subjects. These results will be presented at the 74th Annual Meeting of the Japanese Psychological Association in September 2010. We are now in the process of putting the standardized images online, so the content can be downloaded by anyone. We plan to conduct brain function measurements using these standardized images to clarify the relationship between memory and perception of patterns and shapes. Finally regarding (2-2), we were able to quantify the number of advance information elements needed to form a spatial context. We are now conducting experiments to see if we can stimulate visual perception from the psychological readiness states in a predictable manner. To this end, we developed a training apparatus for stimulating cognition of suppressed residual vision (U.S. patent is already confirmed for the device), and we will improve the efficiency of a machine.

Our work and findings are detailed in the following paper. Meanwhile, we remain committed to giving back to society by doing original research, publishing our findings, and Japanese normative set of pictures.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	8,300,000	2,490,000	10,790,000
2008年度	1,600,000	480,000	2,080,000
2009年度	1,400,000	420,000	1,820,000
年度			
年度			
総計	11,300,000	3,390,000	14,690,000

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：教育学・特別支援教育

キーワード：文脈効果 視機能改善 読字/書字 学習

1. 研究開始当初の背景

日常生活や教育場面で求められる複雑な背景からの特定の視標の検出、情報の連続性と変化の検出、周辺視野を利用した全体構造の把握、対象物の空間的位置づけなどの高次視知覚はもとより、光感度のような低次知覚でさえ事前情報による時間的/空間的文脈の影響を受けることが明らかにされている。この事実は、残存知覚を活性化させて意味のある情報を広範に入手するために、文脈効果の利用が有効である可能性を示しており、本研究は残存視覚を認知神経科学の観点から再考し、生体の情報処理にフィットした学習理論を提案して、障害児の QOL の実質的向上を目指す。

2. 研究の目的

視覚の能力は視力・視野検査の値で評価されるが、その計測値は健常人でも注意の文脈効果や先行情報によって変化し、また障害者ではこうした時間的/空間的文脈効果が活用されず残存視覚が抑制されていることが多い。本研究は、文脈依存によってダイナミックに変化する視知覚特性を視覚障害児教育における新たな情報処理システムの獲得に適用し、文脈によって視感度が上昇する現象を心理学・神経科学の観点から明らかにして、障害児支援の教育現場にフィードバックできる基礎理論を構築することを目指す。

3. 研究の方法

1) 文脈効果の実験に先立ち、正常人における視認性低下のシミュレーションを行う。実験で使用できる劣化画像作成のための数学的アルゴリズムを開発する。

2) 図形認知実験を実施するため、標準画像を作成する。

3) 上記のアルゴリズムを適用した視覚刺激(単語・図形)を用い、プライミング実験を行なう。

4) 空間的予測が視覚認知を改善することを明らかにするため、心理実験を行なう。

5) 文脈や予測による視覚認知の変化について、そのメカニズムを脳機能計測により明らかにする

4. 研究成果

1) 輝度変化によらない劣化画像の数学的アルゴリズムを開発した。あらゆる心理実験および脳機能計測の環境で使用可能な視覚的劣化のアルゴリズムを開発し、心理実験の結果と併せて、Neuroscience 2008 および日本心理学会第 73 大会で報告した。アルゴリズムは Appendix として論文中に挿入し、公開予定(投稿中)である。

2) 記憶が視覚認知を改善する文脈課題については、劣化した単語情報が語彙-意味記憶によって修復・理解される脳内メカニズムを明らかにした。心理実験および脳機能計測(機能的磁気共鳴画像・脳磁界計測)を行ない、機能的磁気共鳴画像の結果については、現在、英文誌に投稿中である。

3) 図形情報の劣化については、我が国には心理実験・脳機能計測に適した標準画像が無いので、標準画像を作成する処から開始した。約 2000 名の調査および心理実験から、標準画像を作成した。成果は、日本心理学会第 74 会大会(平成 22 年 9 月)で発表する。作成した標準図形画像、いずれかの公式サイトからダウンロードできるように準備中であり、平成 22 年 9 月を目処に公開予定である。

4) 空間的な文脈情報量と予測形成について、心理実験を行ない、必要な先行情報数を特定した。成果は電気通信学会等で発表予定である。形成された心理的準備状態(予測)による視覚認知の促進については、現在も実験中である。

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 11 件)

- 1) 早川友恵, 寺園泰, 藤巻則夫, 眞溪歩, 村田勉: 視覚的劣化情報の認識におけるトップ・ダウン効果の脳内神経基盤, 日本生体磁気学会誌, 22(1): 68-69, 2009.
- 2) 魏強, 井原綾, 早川友恵, 村田勉, 藤巻則夫: 中国人日本語学習者における漢字単語の音韻処理の学習効果, 日本生体磁気学会誌 22(1): 188-189, 2009.
- 3) 寺園泰: 生体磁気逆問題のスパース解法の順問題誤差へのロバスト化, 統計数理研究所共同研究リポート 227 逆問題とその応用, 83-91, 2009.
- 4) Fujimaki N, Hayakawa T, Ihara A, Wei Q, Munetsuna S, Terazono Y, Matani A, Murata T: Early neural activation for lexico-semantic access in the left anterior temporal area analyzed by an fMRI-assisted MEG multidipole method, Neuroimage 44(3): 1093-1102, 2009.
- 5) 魏強, 井原綾, 早川友恵, 村田勉, 松本絵理子, 藤巻則夫: 漢字単語の音韻処理における日本語母国話者中国人日本語学習者の比較, 日本生体磁気学会誌 21(1): 148-149, 2008.
- 6) 眞溪歩, 成瀬康, 早川友恵, 藤巻則夫: 逆問題解法と組合せた位相系列解析, 日本生体磁気学会誌 21(2): 42-43, 2008.
- 7) 藤巻則夫, 早川友恵, 井原綾, 魏強, 宗綱伸治, 寺園泰, 眞溪歩: 左側頭前部における語彙的意味アクセスに関わる早期の脳活動, 日本生体磁気学会誌 21(1): 72-73, 2008.
- 8) 語彙的意味処理の脳磁場解析, 井原綾, 藤巻則夫, 魏強, 早川友恵, 村田勉: 臨床脳波 50(19): 531-539, 2008.
- 9) Ihara A, Hayakawa T, Wei Q, Munetsuna S, Fujimaki N: Lexical access and selection of contextually appropriate meaning for ambiguous words. Neuroimage 38(3): 576-588, 2007.
- 10) Wei Q, Ihara A, Hayakawa T, Murata T, Matsumoto E, Fujimaki N: Phonological influences on lexico-semantic processing of kanji words, Neuroreport 18(17): 1775-1780, 2007.
- 11) 魏強, 井原綾, 早川友恵, 村田勉, 藤巻則夫: 漢字単語の意味処理への音韻の影響: 音韻プライミング課題を使った MEG 研究, 日本生体磁気学会誌, 20(1) 148-149, 2007.

[学会発表] (計 9 件)

- 1) 早川友恵: 視覚的に劣化した言語情報を補う脳内神経基盤—単語認知におけるトップ・ダウン効果—, 日本心理学会第 73 回大会, 2009.
 - 2) 早川友恵, 寺園泰, 藤巻則夫, 眞溪歩, 村田勉: 視覚的劣化情報の認識におけるトップ・ダウン効果の脳内神経基盤, 第 24 回日本生体磁気学会, 2009.
 - 3) 魏強, 井原綾, 早川友恵, 村田勉, 藤巻則夫: 中国人日本語学習者における漢字単語の音韻処理の学習効果, 第 24 回日本生体磁気学会, 2009.
 - 4) 藤巻則夫, 早川友恵, 井原綾, 魏強, 宗綱信治, 寺園泰, 眞溪歩: 左側頭前部における語彙的意味アクセスに関わる早期の脳活動, 第 23 回日本生体磁気学会, 2008.
 - 5) Wei Q, Ihara A, Hayakawa T, Murata T, Matsumoto E, Fujimaki N: An MEG study of language processing of kanji words in Japanese native speakers and Chinese learners of Japanese, 16th International Conference on Biomagnetism, 2008.
 - 6) Fujimaki N, Hayakawa T, Ihara A, Wei Q, Munetsuna S, Terazono Y, Matani A: Early neural activation related to lexico-semantic access in the left anterior temporal area, 16th International Conference on Biomagnetism, 2008.
 - 7) Terazono Y, Matani A, Fujimaki N: A Nonlinear Minimum Norm Method for Bio-electromagnetic Inverse Problems, Robust Against Forward Calculation Errors, 16th International Conference on Biomagnetism, 2008.
 - 8) Wei Q, Ihara A, Hayakawa T, Murata T, Matsumoto E, Fujimaki N: Phonological processing in Japanese native speakers and Chinese learners of Japanese: An MEG study, The Society of Neuroscience 38th Annual Meeting, 2008.
 - 9) Hayakawa T, Terazono Y, Fujimaki N, Matani A: Neural substrate for assistance by top-down information in recognizing degraded visual word stimuli, The Society of Neuroscience 38th Annual Meeting, 2008.
- [図書] (計 1 件)
- 1) 早川友恵: 視能矯正用語解説辞典, 空間周波数特性・コントラスト感度・脳磁図・機能的磁気共鳴画像, メディカル葉出版 印刷中, 2009.

〔産業財産権〕

○出願状況（計〇件）

名称：

発明者：

権利者：

種類：

番号：

出願年月日：

国内外の別：

○取得状況（計〇件）

名称：

発明者：

権利者：

種類：

番号：

取得年月日：

国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 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

(2) 研究分担者

寺園 泰 (TERAZONO YASUSHI)

東京大学・新領域創成科学研究科・

特任研究員

研究者番号：90435785

（H19→H20：連携研究者）

藤巻 則夫 (FUJIMAKI NORIO)

独立行政法人情報通信研究機構・

第一研究部門・主任研究員

研究者番号：80359083

（H19→H20：連携研究者）

眞溪 歩 (MATANI AYUMU)

東京大学・新領域創成科学研究科・

准教授

研究者番号：50273842

（H19→H20：連携研究者）

(3) 連携研究者

（ ）

研究者番号：