

令和元年6月19日現在

機関番号：12701

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2016～2018

課題番号：16K04821

研究課題名（和文）学習環境における視聴覚ノイズの探索と神経生理学的エビデンスの提案

研究課題名（英文）Examination of distractors in audio-visual learning: a neurophysiological study

研究代表者

軍司 敦子（GUNJI, Atsuko）

横浜国立大学・教育学部・准教授

研究者番号：70392446

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：学習や人間関係の構築において参照する視聴覚情報について、障害のある子どもの個性に適した提供条件を探索するため、（1）注意の指向性コントロールの妨げとなる視聴覚のノイズ条件を探索することによって、選択的注意を促す脳の神経基盤についてのエビデンスを集積するとともに、（2）聴覚情報の補完障害に関わる脳機能を検討することによって、選択的注意を妨げる病態や、意味理解や状況把握における視聴覚認知の特異性を評価する指標として脳オシレーション解析の有用性を提案した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

特別な教育的ニーズをもつ子どもへの支援について、環境調整や応用行動分析の視点が示される一方で、その根拠となる神経生理学的エビデンスや定量的評価法が提案されることは少ない。本研究は、選択的注意や聴覚情報の補完といった行動につながる脳の神経基盤を解析することにより支援ニーズの要因を明らかにする点で、教室の環境整備や個別支援計画作成にエビデンスを提供する新たな取り組みといえる。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study was to reveal conditions suitable audiovisual environment for the characteristics of children with disabilities in learning and human relationship construction. First, we showed neural mechanism of brain that tunes selective attention by the examination for auditory/visual distractors. Next, we examined the brain functions involved in compensate for deteriorated sounds. The result showed usefulness of cortical oscillation analysis as an index to evaluate the state of auditory recognition that interferes with semantic comprehension and selective attention.

研究分野：特別支援教育

キーワード：非侵襲脳機能測定 知的障害 発達障害 聴覚障害 神経科学 認知

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

1. 研究開始当初の背景

(1) 特別な教育的ニーズと教育現場での支援

特別な教育的ニーズのある子どもが、授業やコミュニケーションの場においてつまづきを感じる要因に、目や耳を通じて得られた感覚情報の統合における特異性や、注意機能の脆弱性、コミュニケーションを支える認知の障害などがある。これは、事物の理解や状況の把握を妨げることとなり、ひいては学習の遅れや対人関係におけるトラブルのみならず、衝動性の葛藤による外在化といったリスクにつながる恐れもある。このような要因への支援として、服薬を含む医学的治療の有効性が部分的に認められるものの、教育現場では活動に応じた支援の併用も求められており、その中心的役割を担っているのが環境調整といえる。

(2) 環境調整の根拠とエビデンス

環境調整には、教室やコミュニケーションスペースの視空間的・時間的な構造化や注意喚起などによって知覚を焦点化させることが有力と考えられている。例えば、注目外の情報処理は脆弱になりがちで、背景雑音や発達の状態が影響する (Weymouth, 1958; Shoji and Ozaki, 2007; Kopp et al., 1996)。そのような状態への支援として最近では、授業中に黒板周囲の掲示物をカーテンなどで覆うなど目的外の情報を抑制する取り組みが進められている。一方で、この注意の指向性とは、自らの選択的注意を活用することによってもコントロールすることが可能である。しかし、知的障害や注意欠如多動性障害 (ADHD) など発達障害のある子どもは、複数の会話から特定の会話の内容だけを把握すること (i.e. カクテルパーティ現象) が苦手であり、とりわけ聴覚情報へ選択的に注意を維持することが難しいと言われていることから (Shafer et al., 2012; Mangeot et al., 1999)、教育現場では教員や支援員が視覚情報などを適宜、提示して子どもの注意を促すことにより、情報補償に努めている。このような支援にみられる聴覚情報処理のための他感覚の参照が、ことばや文脈の理解を向上させる現象 (e.g. マガーク効果) についてはこれまでも多数のエビデンスが示されている (Miki et al., 2004a, 2007; Schwartz et al., 2004; Golumbic et al., 2013)。しかし、それが選択的注意を促すという脳の神経基盤についてのエビデンスは依然として乏しい (Ohki, Gunji et al., 2016)。

一方で、私たちは、視野の盲点や通話音質のように、視覚や聴覚の情報が多少欠けていたりノイズ等で覆い隠されたりしていても、その情報を補完したり特徴を抽出したりして全体像を描き出し本来の事物として理解することが可能である (Takeichi et al., 2007)。この機構は、視聴覚情報の物理特性の補完にとどまらず、後天的に獲得する社会性認知や事物や状況などの文脈理解にも貢献する。しかし、健聴な小学生であってもこの補完にかかわる中枢処理機構は依然として発達途上である。すなわち、認知の補完に関わる脳機能の脆弱性が事物の理解や状況の把握を妨げる恐れを想定したうえで、子どもたちを支える環境調整のあり方を考える必要がある。

2. 研究の目的

学習や人間関係の構築に参照する視聴覚情報の提供方法について、障害のある子どもの個性に適した環境条件を探索するため、(1) 注意の指向性コントロールの妨げとなる視聴覚のノイズ条件を探索することによって、選択的注意を促す脳の神経基盤についてのエビデンスを集積するとともに、(2) 聴覚情報の補完障害に関わる脳機能を解析することによって、選択的注意を妨げる病態、意味理解や状況把握における視聴覚認知の特異性を検討する。

3. 研究の方法

予備調査として視野による認知の偏りを検討するため、健常者 18 名 (19-26 歳) を対象に、左右視野 15.8 度以内に提示した画像 (ヒト、動物) へのカスケード現象について、さらに、健常者 19 名 (20-22 歳) を対象に、視野が言語処理へ及ぼす影響を確認するため、左右視野 10 度に提示した単語によるストループ効果について、アイトラッカー (Tobii Pro A2-30, Tobii Pro Lab) を用いて解析した。その結果、左右視野間に選択的注意の偏りは見られなかったため、以降は左右視野差に関する条件を削除し、視聴覚刺激を中心窩あるいは両耳に提示して検討することとした。

(1) 視聴覚ノイズ条件の検討

母語や学習した外国語の背景音が学習へ及ぼす影響について検討するため、健常成人 14 名 (21.3 ± 0.8 歳) を対象に、邦楽あるいは洋楽を背景音として聴取する時の四則演算や読解における脳機能変化について検討した。

次に、視聴覚情報の干渉と情動理解について検討するため、健常成人 20 名 (21-24 歳) を対象に、情動のともなう表情と声を同時に受容したときの脳機能について検討した。なお、いずれの実験でも、性格傾向による影響を考慮し、気分指標 (POMS) や ADHD 指標 (CAARS)、自閉症傾向に関する質問紙調査をおこなった。

(2) 聴覚情報の補完障害に関わる脳反応の検討

音情報の脱落やノイズ混入が聴覚認知の補完へ及ぼす影響について検討するため、m 系列変調法に基づいてノイズを混入したヒト声および非ヒト声の聴取に対する脳機能について、社会性認知に特異性を示す自閉症スペクトラム障害 (ASD) 群 17 名 (8.5 ± 2.0 歳) と定型発達 (TDC) 群 41 名 (8.2 ± 2.1 歳) の脳反応を比較した。

4. 研究成果

(1) 視聴覚ノイズ条件の検討

識別や判断のプロセスを反映する成分 (P3b) を検討したところ、背景音による学習への干渉効果は、文要素の意味的統合が逸脱したときに潜時延長として検出された。また、洋楽を聴きながら英文読解をするときにはネガティブな傾向を持ちやすい人ほど意味的統合処理への干渉が大きいことを指摘した。さらに、文要素の意味的統合が逸脱したときに振幅が増大する前頭葉由来の成分 (LAN) について検討したところ、背景音の言語と読解対象の言語が異なるときに ADHD 得点が高いほど意味的統合処理への干渉が大きいことを確認した。本研究から、標的言語と環境音に含まれる言語間の干渉は個々の属性によっても効果量が変化することが示唆された。

次に、情動理解における干渉効果を検討するため、2種の情動 (angry, neutral) を表す顔と声を組み合わせた計4条件の刺激の視聴において、顔と声のどちらか一方へとくに注意をむけた状態で刺激の情動を判断するよう教示したときの、識別や判断のプロセスを反映する成分 (P3b) を検討したところ、知覚した表情と声の一致・不意一致にかかわらず、顔への注意の指向性が声へ注意を払うよりも、他者理解を促進することを指摘した。さらに、同成分と ADHD 指標の相関解析から、表情と声が不一致な情報における声への注意の指向性は、ネガティブな気分状態の高い人ほど注意や判断の反応性が亢進することを確認した。したがって、視聴覚情報を相互に参照する際にも個々の属性による干渉が異なることが示唆された。

(2) 聴覚情報の補完障害に関わる脳反応の検討

脳反応のオシレーション解析によって、ヒト声聴取に対してより有意な増強を示す帯域 (13-25 Hz) の事象関連脱同期反応 (ERD) が、右前頭領域において TDC 群よりも ASD 群で減衰し、さらに、自閉症様行動特性と相関することを見出した。また、同成分の発生源解析を通じて、大脳の聴覚野および聴覚連合野、運動野の関与が指摘された (図1)。ASD など発達障害における音声コミュニケーション (聴覚受容) 能力の評価指標として、ノイズに対する補完にかかわる中枢処理過程を反映する脳反応解析の有用性がうかがえた。

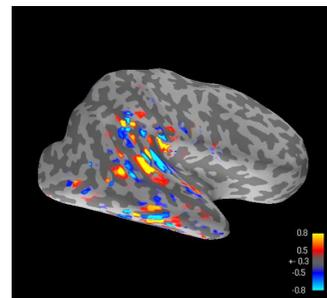


図1 ヒト声聴取に関する脳領域

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計6件)

1. Hironaga N, Kimura T, Mitsudo T, Gunji A, Iwata M. Proposal for an accurate TMS-MRI co-registration process via 3D laser scanning. *Neurosci Res.* in press. (査読有)
2. 片岡祥愛, 正岡汐里, 増田愛美, 軍司敦子. 音読における表情や情動をともなう発声の役割. *横浜国立大学教育学部紀要 I 教育科学*, 2018. 1:23-32. (査読無)
3. 軍司敦子. 視聴覚情報の相互作用と脳オシレーション. *臨床神経生理学*. 2017. 45(5):308. (査読無)
4. Masaoka S, Kataoka Y, Masuda M, Gunji A. Interference effect of personality characteristics on language processing with background music: An event related potential study. *Clinical Neurophysiology*, 2018. 129(5):40. (査読無)
5. Ohki O, Gunji A, Takei Y, Takahashi H, Kaneko Y, Kita Y, Hironaga N, Tobimatsu S, Kamio Y, Hanakawa T, Inagaki M, Hiraki K. Neural oscillations in the temporal pole for a temporally congruent audio-visual speech detection task. *Scientific Reports*. 2016. 6(37973):e1-14. (査読有)
6. 軍司敦子, 竹市博臣, 廣永成人, 高橋秀俊, 金子裕, 飛松省三, 稲垣真澄. ヒト声聴取時の感覚運動野における脳磁場反応. *日本生体磁気学会誌特別号*. 2016. 29(1):40-41. (査読無)

[学会発表](計21件)

1. 竹市博臣, 軍司敦子, 稲垣真澄, 鈴木浩太, 小林朋佳, 小久保奈緒美, 安村明, 山本寿子, 井上祐紀, 加我牧子. コミュニケーション障害・発達評価指標としての音声聴取特異反応: PARS スコアと相関を示す事象関連脱同期. 第21回日本ヒト脳機能マッピング学会 (東京) 2019年3月15-16日.
2. 軍司敦子. 子どもの実態把握に役立つ神経科学の基礎 視覚情報処理. 平成30年度横浜国立大学教育学部附属特別支援学校公開研究協議会 (横浜) 2018年12月8日.
3. 竹市博臣. 脳波 (生理信号) 解析: 小児への応用. 第48回日本臨床神経生理学会学術大会 (東京) 2018年11月8-10日.
4. 軍司敦子, 竹市博臣, 稲垣真澄, 鈴木浩太, 小林朋佳, 小久保奈緒美, 安村明, 山本寿子, 井上祐紀, 加我牧子. 自閉スペクトラム症における劣化音声聴取時の事象関連脱同期反応. 第48回日本臨床神経生理学会学術大会 (東京) 2018年11月8-10日.
5. 加我牧子, 軍司敦子, 崎原ことえ, 中村雅子, 古島わかな, 稲垣真澄. 聴覚失認で発症した副腎白質ジストロフィー症 (ALD) 児における系統的神経生理学的評価の重要性. 第48

- 回日本臨床神経生理学会学術大会（東京）2018年11月8-10日。
6. 廣永成人, 木村岳裕, 光藤崇子, 軍司敦子. 精神疾患への TMS 応用. 九州大学・群馬大学主催 5rd Psychiatry Neuroscience Seminar 2018 (草津) 2018年11月2-4日.
 7. 山際英男, 甲斐結城, 松木友美, 矢崎有希, 加我牧子, 軍司敦子, 小町祐子, 児玉謙太郎. 重症心身障害児(者)に対する視覚機能評価第2報アイトラッカーを用いた選好注視. 第44回日本重症心身障害学会学術集会(東京)2018年9月28-29日.
 8. Takeichi H, Gunji A, Inagaki M, Suzuki K, Kobayashi T, Kokubo N, Yasumura A, Yamamoto H, Inoue Y, Kaga M. Probing developmental disorders with advanced brain signal processing. 2018 RIKEN-BSI-ABSP Lab-Alumni Japan Workshop on "Frontier of Multidiscipline Research: Brain Signal Processing and Big-Data Mining" (Wako) Mar 23-24, 2018.
 9. 軍司敦子. 神経生理学からみた発達障害の学習方略への理解. 川崎市立中学校特別支援学級設置校長連絡協議会研修会(川崎)2018年2月20日.
 10. 軍司敦子. 子どもの実態把握における神経科学の応用 - 対話の手がかり -. 平成29年度横浜国立大学教育学部附属特別支援学校 公開研究協議会(横浜)2017年12月9日.
 11. 軍司敦子. 視聴覚情報の相互作用と脳オシレーション(シンポジウム4: 聴覚認知の神経生理学的アプローチ). 第47回日本臨床神経生理学会学術大会(横浜)2017年11月29日-12月1日.
 12. 木村岳裕, 廣永成人, 光藤崇子, 軍司敦子, 岩田誠. 三次元レーザスキャナを用いた TMS 刺激部位推定システムの開発. 第47回日本臨床神経生理学会学術大会(横浜)2017年11月29日-12月1日.
 13. 正岡夕里, 片岡祥愛, 増田愛美, 軍司敦子. 事象関連電位を用いた BGM による言語処理への干渉効果と性格傾向の検討. 第47回日本臨床神経生理学会学術大会(横浜)2017年11月29日-12月1日.
 14. Takeichi H, Gunji A, Inagaki M, Suzuki K, Kobayashi T, Kokubo N, Yasumura A, Yamamoto H, Inoue Y, Kaga M. Comparison of voice-specific oscillatory response. International Autism Conference Tokyo 2017 -Bridging the Gap between Advances in Research and Social Challenges- (Tokyo) Japan. Oct 15, 2017.
 15. 軍司敦子, 徳永亜希雄. 学校における合理的配慮と脳科学~からだの不自由さやことばの障害のある子の例より~. 平成29年度横浜国立大学公開講座(横浜)2017年6月17日.
 16. 軍司敦子. 脳科学からみた臨床神経生理 教室で役立つ見方・考え方. 平成29年度横浜国立大学附属特別支援教育研究会総会(横浜)2017年5月10日.
 17. 軍司敦子. 発達障害における視聴覚認知機能の客観的評価. 生理学研究所部門公開セミナー(岡崎)2017年3月13日.
 18. 軍司敦子. 子どもの実態把握における神経科学の応用 発達障害の理解へ向けて. 平成28年度横浜国立大学教育人間科学部附属特別支援学校公開セミナー(横浜)2017年2月4日.
 19. Ohki T, Yada Y, Wake N, Tagawa M, Takei Y, Gunji A, Inagaki M, Hiraki K. A demixed principal component analysis for audio-visual matching task. 第5回 IBIC 国際シンポジウム(東京)2016年7月29日.
 20. 軍司敦子, 竹市博臣, 廣永成人, 高橋秀俊, 金子裕, 飛松省三, 稲垣真澄. ヒト声聴取時の感覚運動野における脳磁場反応. 第31回日本生体磁気学会大会(金沢)2016年6月9-10日.
 21. 軍司敦子. 教員免許状更新講習: 教育の最新事情. (横浜)2016年8月10日, 9月4日, 10月23日; 2017年8月8日, 22日; 2018年8月8日, 22日.

〔図書〕(計4件)

1. 山際英男, 甲斐結城, 松木友美, 矢崎有希, 軍司敦子, 小町祐子. 重症心身障害児(者)における視覚機能評価の試み~アイトラッカーを用いた選好注視~. 東京都立東部療育センター院内研究報告書. 2018. pp.1-8.
2. 軍司敦子. 20章 自閉症スペクトラム障害におけるヒト認知(日本生理心理学会企画, 堀忠雄, 尾崎久記監修, 室橋春光, 苧坂満里子編集. 生理心理学と精神生理学第 巻展開). 北大路書房. 2018. pp.229-240.
3. 軍司敦子. 第10章 電氣的ニューロイメージングと他の機能的画像診断法の統合(尾崎久記, 平田幸一, 木下利彦監訳. 脳電場ニューロイメージング). 西村書店. 2017. pp.157-167.
4. 軍司敦子. 脳画像検査(日本LD学会編集. 発達障害事典). 丸善出版. 2016. pp.404-405.

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

名称:
 発明者:
 権利者:
 種類:

番号：
出願年：
国内外の別：

取得状況（計0件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名：竹市博臣

ローマ字氏名：(TAKEICHI, Hiroshige)

所属研究機関名：国立研究開発法人理化学研究所

部局名：情報基盤センター

職名：専任技師

研究者番号（8桁）：60242020

(2) 研究協力者

研究協力者氏名：

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。