

平成22年 5月24日現在

研究種目：基盤研究（C）  
 研究期間：2007～2009  
 課題番号：19530645  
 研究課題名（和文） 事象関連脳電位を用いた軽度発達障害児の認知機能評価  
 研究課題名（英文） ERP techniques for evaluation of cognitive functions  
 in children with mild developmental disorders  
 研究代表者  
 片山 順一（KATAYAMA JUN'ICHI）  
 関西学院大学・文学部・教授  
 研究者番号：80211845

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は、軽度発達障害児の認知機能を生物学的水準で評価することであった。特に、「環境の変化」に対する認知特性を明らかにするために事象関連脳電位（ERP）を指標として検討した。その結果、予期しない変化に対する注意捕捉を反映するERP成分が個々人の認知機能を評価する指標として使用できること、そして、ADHD児の高い転動性は初期知覚処理、すなわち、注意すべき領域への空間的注意の困難に起因することが示された。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study is to evaluate the cognitive functions of children with mild developmental disorders at the biological level. In particular, event-related brain potentials (ERPs) were used for revealing the attentional function for unexpected changes in the environment. The results indicate that the ERP components reflecting the attentional capture for unexpected change can be used as an index for evaluating individuals' cognitive functions. Additionally, they show that children with ADHD have difficulty in focusing spatial attention on the to-be-attended zone of visual space, which permits irrelevant stimuli to induce greater distraction.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,500,000	450,000	1,950,000
2008年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2009年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：社会科学  
 科研費の分科・細目：心理学・実験心理学  
 キーワード：軽度発達障害，注意，前頭葉機能，事象関連脳電位（ERP）  
 ディストラクション効果，オッドボール課題，P300

1. 研究開始当初の背景

近年，注意欠陥多動性障害（AD/HD），広汎性

発達障害（PDD），学習障害（LD）など軽度発達障害児の不適應行動の問題が注目を集めており，その対処法や早期発見のための各障

害および合併症の鑑別診断法の確立が急務である。軽度発達障害の中核症状の一つに、知覚や注意を含む認知機能の障害があり、発達障害児の教育・指導を考える場合、彼ら／彼女らの基本的な認知機能を正しく評価することが不可欠である。表面に現れる障害がどのレベルの問題に起因するのかを特定することなくして適切な指導を行うことは困難であり、かつ、その問題を放置することは二次的障害を生じさせることにもなる。

また、これらの障害の原因は脳の機能障害であると考えられているものの確定はなされておらず、診断は行動特性によってなされている。鑑別診断法を考える際には、上述の認知機能の問題を生物学的水準で検討することが求められる。しかし残念ながら、発達障害児の基本的な認知機能特性を脳の機能障害として評価する研究は、国内外を見ても多くはない。

## 2. 研究の目的

そこで本研究では、発達障害児の認知機能を生物学的水準で客観的に評価することを目的とした。特に、発達障害の多くについて前頭葉機能の問題が指摘されていることから、本研究では、前頭葉機能との関連が指摘されている「環境の変化」に対する認知特性を明らかにする。

## 3. 研究の方法

認知機能を評価する指標として、非侵襲的に脳の機能を評価しうる事象関連脳電位 (ERP) を用いる。ERP は、頭皮上から記録した脳波を加算平均処理することによって、各刺激に対する脳の特異的な反応を抽出したものである。これは、刺激によって生じる求心性の反応だけでなく、刺激を待ち受ける準備状態や、その刺激に対する認知過程をも反映し、刺激呈示前から行動反応出力後までをミリ秒単位で評価できる時間分解能に優れた指標である。さらに、行動反応を要求しない刺激・事態においても ERP 反応を得ることができ、発達障害児を対象とした場合には最適の指標と言える。

また、ERP は、近年急速に進歩した脳機能画像法 (PET, fMRI 等) に比べ、被験者の拘束が弱く、この点からも本研究に適した指標である。

## 4. 研究成果

以下、各年度に行った、(1) 基礎的実験としての視覚および聴覚ディストラクション効果についての検討、(2) ADHD 児の高い転動性の原因についての検討、そして、(3)

ADHD 特性とオッドボール課題での P300 との関係についての検討、に関する研究成果を報告する。

### (1) ディストラクション効果

初年度は認知機能評価に用いる課題を決定するための基礎となる実験研究を行った。

前頭葉機能を反映する認知機能の一つである「環境の変化に対する作業記憶の活動」を評価しうる課題として、ディストラクション効果に注目し、反応時間および事象関連脳電位 (ERP) を指標として検討を行った。ディストラクション効果とは、求められている課題とは無関係な刺激属性の逸脱に注意が捕捉されることにより、求められる課題遂行が阻害される現象である。例えば、音の長さの弁別中に音のピッチが逸脱したり、図形の形を弁別中に図形の色や大きさが逸脱すると、求められている音の長さや形の弁別に要する時間が延長したり、誤答が増えたりする現象である。また、このときの ERP 上には、逸脱の処理を反映する反応が得られる。

聴覚刺激を用いた実験では逸脱の予測性がディストラクション効果に及ぼす影響を検討した。その結果、逸脱の出現および逸脱する特徴次元が予測可能な事態であってもディストラクション効果は生じ、かつ、その効果は予測できないときに比べて大きくなることが示された。ERP の結果から、この効果の増大は注意捕捉以降の段階での処理の質的な変容によるものと考察された。

また、視覚刺激での実験では、ERP の結果から、行動反応を求められる刺激と求められない刺激でのディストラクション効果が質的に異なることが示された。

これらの結果は、ディストラクション効果が個人個人の認知機能、特に前頭葉機能を評価する課題として使用できる可能性を示唆している。

### (2) ADHD 児の高い転動性の原因について

第2年度には ADHD 児を対象とした実験を行った。

ADHD 児の高い転動性が後期処理である認知コントロールの問題なのか、あるいは初期知覚処理に起因するのかを検討するために、ADHD 児および定型発達児が視覚弁別課題中の ERP を記録した。課題は、課題とは無関係に低頻度で生じる逸脱を無視しつつ、標的刺激にのみ反応することであった。逸脱は、変化条件では課題とは関わらない刺激属性の変化、出現条件では刺激の周りへの妨害刺激の出現であった。定型発達児に比べ、ADHD 児は両条件のすべての刺激に対して小さな P1 を惹起した。また、定型発達児は両条件での逸脱刺激に対する P3 に違いはなかったが、

ADHD 児は出現条件の方が大きな P3 を惹起した。

P1 は視覚野での初期知覚処理を反映し、その振幅は空間的注意に影響される。他方 P3 は後期の注意配分処理を反映する。ここでの結果は、ADHD 児の高い転動性は初期知覚処理、すなわち、注意すべき領域への空間的注意の困難、に起因する可能性を示している。

### (3) ADHD 特性とオッドボール課題での P300 との関係

最終年度も引き続き ADHD 児等の軽度発達障害児を対象とした実験を継続することが好ましかったが、研究代表者の所属変更により、これが困難となった。そこで第3年度は定型発達者(健常者)を対象に、典型的なディストラクション事象の一つであるオッドボール事象での予期しない刺激変化に対する反応と、ADHD 特性との関係を検討した。

その結果、検出を求められる変化刺激(標的刺激)に対しては頭頂部優勢な ERP 成分 P3b が惹起され、検出を求めない変化刺激(ディストラクタ)に対する ERP 上には P3b よりも前方の中心部で最大の P3a が観察された。また、標的刺激に対する P3b 振幅は ADHD 得点と負の相関を示した。これらの結果は、ADHD 傾向が高い者は、低い者に比べて、すべきことに対する処理資源配分が少ないことが示された。

これらの成果は、まず、環境の予期しない変化に対する注意捕捉を反映する ERP 成分が個々人の認知機能を評価する指標として使用できることを示し、そしてその応用として、ADHD 児の高い転動性は初期知覚処理、すなわち、注意すべき領域への空間的注意の困難に起因することを示した。

### 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 16 件)

1. Sawaki, R., & Katayama, J. (2009). Difficulty of discrimination modulates attentional capture by regulating attentional focus. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 21(2), 359-371. [査読有]
2. Kimura, M., Katayama, J., Ohira, H., & Schroger, E. (2009). Visual mismatch negativity: New evidence from the equiprobable paradigm. *Psychophysiology*, 46(2), 402-409. [査読有]
3. Kimura, M., Katayama, J., & Murohashi, H. (2008). Attention switching function of memory-comparison-based change detection sys-

tem in the visual modality. *International Journal of Psychophysiology*, 67(2), 101-113. [査読有]

4. Itagaki, S., & Katayama, J. (2008). Self-relevant criteria determine the evaluation of outcomes induced by others. *Neuroreport*, 19(3), 383-387. [査読有]
5. Kimura, M., Katayama, J., & Murohashi, H. (2008). Effects of feature and spatial attention on visual change detection. *Neuroreport*, 19(3), 389-392. [査読有]
6. Kimura, M., Katayama, J., & Murohashi, H. (2008). Involvement of memory-comparison-based change detection in visual distraction. *Psychophysiology*, 45(3), 445-457. [査読有]
7. Sawaki, R., & Katayama, J. (2008). Distractor P3 is associated with attentional capture by stimulus deviance. *Clinical Neurophysiology*, 119(6), 1300-1309. [査読有]
8. Kimura, M., Katayama, J., & Murohashi, H. (2008). Underlying mechanisms of P3a-task-difficulty effect. *Psychophysiology*, 45(5), 731-741. [査読有]
9. Sawaki, R., & Katayama, J. (2008). Top-down directed attention to stimulus features and attentional allocation to bottom-up deviations. *Journal of Vision*, 8(15):4, 1-8. [査読有]
10. Kimura, M., Katayama, J., & Ohira, H. (2008). Event-related brain potential evidence for implicit change detection: A replication of Fernandez-Duque et al. (2003). *Neuroscience Letters*, 448(3), 236-239. [査読有]
11. 土田幸男・片山順一・室橋春光(2008) ワーキングメモリ容量の個人差と視覚 3 刺激オッドボール課題における注意の捕捉の関係 生理心理学と精神生理学, 26 (3), 217-228. [査読有]
12. Sawaki, R., & Katayama, J. (2007). Difficulty of discrimination modulates attentional capture for deviant information. *Psychophysiology*, 44(3), 374-382. [査読有]
13. 木村元洋・片山順一・室橋春光(2007) 事象関連脳電位を用いた視覚変化検出メカニズムの解明 *Vision*, 19 (3), 137-142. [招待講演]
14. 木村元洋・片山順一・室橋春光(2007) 視覚変化検出に関する事象関連脳電位研究の概観 *臨床脳波*, 49 (12), 750-755. [依頼論文]

[学会発表](計 38 件)

1. Kimura, M., Katayama, J., Ohira, H., Schröger, E. (2009). Two subcomponents of posterior deviant-related negativity reflecting refractory effect and memory-mismatch effect.

- (Workshop 1: Visual Mismatch Negativity (vMMN) ) *MMN 09 Fifth Conference on Mismatch Negativity (MMN) and its Clinical and Scientific Applications*. 2009/4/4. (Budapest, HUNGARY)
2. Murata, A., & Katayama, J. (2009). The timing to know the significance of errors modulates the error processing. *Cognitive Neuroscience Society (CNS) 2009 Annual Meeting*. 2009/3/24. (Hyatt Regency San Francisco, San Francisco, CA, USA)
  3. 村田明日香・片山順一 (2009) エラー処理過程における検出と評価処理 第27回日本生理心理学会 2009/5/16. (同志社大学京田辺校地)
  4. Sawaki, R., Coffey-Corina, S., Katayama, J., Corbett, B., & Mangun, G. (2009). Impaired early visual processing is associated with high distractibility in children with ADHD. *Cognitive Neuroscience Society (CNS) 2009 Annual Meeting*. 2009/3/23. (Hyatt Regency San Francisco, San Francisco, CA, USA)
  5. Yamazaki, K., & Katayama, J. (2009). Early visual component during mental imagery generation was affected by memory order. *Cognitive Neuroscience Society (CNS) 2009 Annual Meeting*. 2009/3/23. (Hyatt Regency San Francisco, San Francisco, CA, USA)
  6. Yamazaki, K., & Katayama, J. (2009). The sustained posterior contralateral negativity was elicited during visual mental imagery. *The 49th Annual Meeting of the Society for Psychophysiological Research*. 2009/10/24. (Berliner Congress Center, Berlin, GERMANY)
  7. 山崎圭子・片山順一 (2009) 記憶順序が心的イメージ生成時の事象関連脳電位に及ぼす影響 第27回日本生理心理学会 2009/5/16. (同志社大学京田辺校地)
  8. Itagaki, S., Katayama, J., & Hiraki, K. (2008). Feedback-related negativity reflects the evaluation of outcomes effected on "me". *The 48th Annual Meeting of the Society for Psychophysiological Research*. 2008/10/2. (Hilton Hotel, Austin, TX, USA)
  9. Kimura, M., Katayama, J., & Ohira, H. (2008). Implicit change detection: Evidence from event-related brain potential. *XXIX International Congress of Psychology*. 2008/7/22. (Internationales Congress Centrum, Berlin, GERMANY)
  10. Kimura, M., Katayama, J., Ohira, H., & Schröger, E. (2008). Visual mismatch negativity: new evidence from the equiprobable paradigm. *The 48th Annual Meeting of the Society for Psychophysiological Research*. 2008/10/4. (Hilton Hotel, Austin, TX, USA)
  11. 木村元洋・片山順一・大平英樹 (2008) 潜在的变化検出は存在するか? Change blindness に関する事象関連脳電位を用いた検討 第72回日本心理学会 2008/9/19. (北海道大学)
  12. Murata, A., & Katayama, J. (2008). An influence of task switching on the error processing. *The 48th Annual Meeting of the Society for Psychophysiological Research*. 2008/10/2. (Hilton Hotel, Austin, TX, USA)
  13. Sawaki, R., & Katayama, J. (2008). Attentional bias to task-relevant feature modulates processing of task-irrelevant deviation. *Cognitive Neuroscience Society (CNS) 2008 Annual Meeting*. 2008/4/14. (Hyatt Regency San Francisco, San Francisco, CA, USA)
  14. Sawaki, R., & Katayama, J. (2008). Modulation of attentional capture for distractor object in serial presentation paradigm. *Vision Sciences Society 8th Annual Meeting*. 2008/5/14. (Naples Grande Hotel, FL, USA)
  15. 澤木梨沙・George R. Mangun・片山順一 (2008) 注意フォーカス内における逸脱情報処理の変容: ERPを用いた初期・後期視覚処理過程の検討 第72回日本心理学会 2008/9/21. (北海道大学)
  16. Yamazaki, K., & Katayama, J. (2008). Early visual component of ERP reflects the sequential process of mental imagery generation. *Cognitive Neuroscience Society (CNS) 2008 Annual Meeting*. 2008/4/14. (Hyatt Regency San Francisco, San Francisco, CA, USA) [Won the Graduate Students Present (GSP) Award]
  17. Yamazaki, K., & Katayama, J. (2008). Posterior P2 reflects the complexity of mental imagery representation. *The 48th Annual Meeting of the Society for Psychophysiological Research*. 2008/10/2. (Hilton Hotel, Austin, TX, USA)
  18. 山崎圭子・片山順一 (2008) 心的イメージの生成順序に関わるERPの頭皮上分布からの検討 第26回日本生理心理学会 2008/7/5. (琉球大学)
  19. Itagaki, S., & Katayama, J. (2007). Feedback-related negativity reflects the evaluation based on the one's own criteria. *The 47th Annual Meeting of the Society for Psychophysiological Research*. 2007/10/19. (Hyatt Regency Savannah, Savannah, GA, USA)
  20. 板垣 俊・片山順一 (2007) ギャンブリング課題における自己と他者の結果に対する期待と評価:結果呈示前後のERPによる検討 第25回日本生理心理学会 2007/7/16. (札幌医科大学)
  21. 板垣 俊・片山順一 (2007) 他者と対立する関係におけるギャンブリング課題の結果の評

- 価: 事象関連脳電位での検討 第 71 回日本心理学会 2007/9/18. (東洋大学)
22. Kimura, M., Katayama, J., & Murohashi, M. (2007). Involvement of memory-based change detection in visual distraction. *The 47th Annual Meeting of the Society for Psychophysiological Research*. 2007/10/20. (Hyatt Regency Savannah, Savannah, GA, USA)
  23. 木村元洋・片山順一・室橋春光 (2007) 事象関連脳電位を用いた視覚変化検出メカニズムの解明 シンポジウム 2「視覚脳波・脳磁場研究の新展開」日本視覚学会 2007 年夏季大会 2007/7/25. (ホテル日航豊橋)
  24. 木村元洋・片山順一・室橋春光 (2007) 課題難易度が視覚逸脱事象の処理に及ぼす影響 第 25 回日本生理心理学会 2007/7/16. (札幌医科大学)
  25. 木村元洋・片山順一・室橋春光 (2007) 課題非関連周辺刺激の輝度変化による視覚ディストラクション: 行動指標および事象関連脳電位を用いた検討 第 71 回日本心理学会 2007/9/18. (東洋大学)
  26. Murata, A., & Katayama, J. (2007). Action-monitoring processing is more sensitive to gain than to avoidance of the loss. *The 47th Annual Meeting of the Society for Psychophysiological Research*. 2007/10/18. (Hyatt Regency Savannah, Savannah, GA, USA)
  27. 村田明日香・片山順一 (2007) Task-switching が行動モニタリング機能に与える影響 第 25 回日本生理心理学会 2007/7/16. (札幌医科大学)
  28. Sawaki, R., & Katayama, J. (2007). Difficulty of discrimination modulates attentional capture by regulating attentional focus. *The 47th Annual Meeting of the Society for Psychophysiological Research*. 2007/10/18. (Hyatt Regency Savannah, Savannah, GA, USA)
  29. 澤木梨沙・片山順一 (2007) 刺激文脈により変容する逸脱情報処理: P3a による非標的位置効果の検討 第 25 回日本生理心理学会 2007/7/16. (札幌医科大学)
  30. Yamazaki, K., & Katayama, J. (2007). Early visual component of ERP reflected the mental imagery generation and inspection. *Cognitive Neuroscience Society (CNS) 2007 Annual Meeting*. 2007/5/6. (Sheraton New York Hotel & Towers New York, NY, USA)
  31. 山崎圭子・片山順一 (2007) 心的イメージの生成順序に関わる脳活動の時間的側面からの検討 第 25 回日本生理心理学会 2007/7/16. (札幌医科大学)
  32. 山崎圭子・片山順一 (2007) 心的イメージの生成が事象関連脳電位に及ぼす影響: イメージの生成量に関する時間的検討 第 71

回日本心理学会 2007/9/18. (東洋大学)

[その他]  
ホームページ等  
<http://www.dips-kwansei.gr.jp/katayama/>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

片山 順一 (KATAYAMA JUN'ICHI)  
関西学院大学・文学部・教授  
研究者番号: 80211845

### (2) 研究分担者

なし

### (3) 連携研究者

なし

### (4) 研究協力者

新ヶ江 りえ (SHINGAE RIE)  
北海道大学・教育学部・学生

清家 美子 (SEIKE YOSHIKO)  
北海道大学・大学院教育学研究科・院生  
(現所属 大阪少年鑑別所)

板垣 俊 (ITAGAKI SHUN)  
北海道大学・大学院教育学研究科・院生  
(現所属 東京大学大学院 総合文化  
研究科・院生)

澤木 梨沙 (SAWAKI RISA)  
北海道大学・大学院教育学研究科・院生  
(現所属 University of California, Davis)

山崎 圭子 (YAMAZAKI KEIKO)  
北海道大学・大学院教育学研究科・院生

村田 明日香 (MURATA ASUKA)  
北海道大学・大学院教育学研究科・院生  
関西学院大学・文学部・博士研究員  
(現所属 University of Michigan)

木村 元洋 (KIMURA MOTOHIRO)  
日本学術振興会・特別研究員  
(名古屋大学・大学院環境学研究科)  
(現所属 Universität Leipzig)