

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 5 月 27 日現在

機関番号：14501

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22500244

研究課題名（和文） 自閉症スペクトラム障害の実行機能と中枢性統合に関連する認知特性の解明

研究課題名（英文） Weak Central Coherence and Executive Function in children with Autism Spectrum Disorder

研究代表者

鳥居 深雪（TORII MIYUKI）

神戸大学・大学院人間発達環境学研究科・教授

研究者番号：90449976

研究成果の概要（和文）：1. 高機能自閉症スペクトラム障害の子どもの実行機能と中枢性統合に関連する認知特性

子どもの言語反応の質的検討の結果、ASDの子どもは「統合的な意味理解の失敗」（ $p < .05$ ）、「重要な情報の見落とし」「情報のとらえ間違い」（ $p < .01$ ）が、定型発達（TD）の子どもより有意に多かった。しかし、背景を削除した写真では、「情報の見落とし」は差がなかった。さらに、NIRS（near-infrared spectroscopy）の測定結果では、ASDは、右前頭前野の反応が低く、左前頭前野の反応は個人差が大きかった。WCCは、右前頭前野が関与していると考えられる。

2. 方略を使用できるようにするためのプログラムの検討

実行機能方略教育プログラム（ESEP）と中枢性統合方略教育プログラム（CSEP）のワークブックをASD児に実施しDN-CASを使って評価した。ESEP実施後、「同時処理」、「プランニング」は上昇したが、「注意」「継次処理」は、効果は見られなかった。CSEP実施後、「プランニング」は上昇したが、「同時処理」「注意」「継次処理」は、子どもによって差があった。全検査得点は、両群で有意に上昇した。

研究成果の概要（英文）：1. Weak Central Coherence and Executive Function in children with Autism Spectrum Disorder

We investigated both behavioral and neurological aspects of weak central coherence (WCC) in situations similar to those encountered during everyday life. To investigate WCC in situations similar to everyday life, we used large 9 pictures (W80 × H64 cm). Participants were 13 children with ASD and 15 typically developing (TD) children. Participants explained about each picture. We analyzed verbal responses and also used near-infrared spectroscopy (NIRS) to assess brain activation in the lateral prefrontal cortex (PFC) as the participant explained the picture. ASD children showed lower activation of the right lateral PFC than TD children, while also failing to recognize semantic coherence, suggesting that weak coherence is related to right lateral PFC functioning.

2. The Executive Function Strategy Education Program (ESEP) and the Central Coherence Strategy Education Program (CSEP) for Children with Autism Spectrum Disorder

We made the Executive Function Strategy Education Program (ESEP) to train executive function in children with ASD, and the Central Coherence Strategy Education Program (CSEP) to train central coherence in children with ASD. We used the ESEP to train 7 ASD children (ESEP group), and used the CSEP to train 9 ASD children (CSEP group). The effect of the program was measured by DN-CAS (Das-Naglieri Cognitive Assessment System). In ESEP group, the scores of “Simultaneous” and “Planning” were higher than before the training, but the score of “Attention” and “Successive” were not significant. In CSEP group, the score of “Planning” was higher than before the training. In both group, full scores were significantly increased.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	2,300,000	690,000	2,990,000
2011年度	500,000	150,000	650,000
2012年度	600,000	180,000	780,000
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・認知科学

キーワード：認知心理学、自閉症スペクトラム、実行機能、中枢性統合

1. 研究開始当初の背景

自閉症スペクトラム障害(Autism Spectrum

Disorder: ASD)は、自閉症圏の発達障害の上位概念である。広汎性発達障害(pervasive developmental disorders: PDD)とは、対象はほぼ重なるが、自閉症圏の発達障害を連続体としてとらえている点が異なる。近年の研究では、連続体としてとらえるASDの考え方が支持されている。ASDは、社会性の障害、コミュニケーションの質的な障害、想像力の障害、の3つが基本症状であるが、その他にも感覚過敏や変化に弱い、といった特性が見られる。ASDは情報処理に際して、独自の認知方略を用いていると考えられている。現在、ASDの認知特性に関する理論としては、実行機能(Executive function: EF)障害説、心の理論(Theory of Mind: ToM)障害説、弱い中枢性統合(Weak central coherence: WCC)説、共感化—システム化説(E-S Theory)、ミラーニューロン障害説等があり、さまざまな議論が行われている。EF障害はASDの直接の原因ではない(Liss et al. 2001)が、ASDにEF障害がみられることについては多くの研究結果が一致している(Russell 1999, Ozonoff 1999, Fisher 2005, Barnard 2008)。EFの一つであるワーキングメモリ(Working memory: WM)について、鳥居(2009)は、ASDの子どもは意味の有無によってWMの状態に差があること、彼らは意味方略を「使えない」のではなく「使わない」のだということを指摘した。これは、Minshew and Goldstein(2001)の研究結果とも一致する；ASDは複雑な記憶で障害がみられるが、その要因としては、記憶組織化の方略が使用しないこと、文脈からの手がかりを利用しないことがある。WCC説はFrith(1989), Happe(1996)によって提唱された。ASDの認知特性について、細部にこだわり全体的な本質をとらえることが弱いとして説明する仮説である。EF障害とWCCは、独立したものではなく相互に関連していると考え

られる(Frith 2003, Baron-Cohen 2008)。それらを統合するものとして、メタ認知能力の問題がある。さらに、千住(2009)は、ASDは「心の理論」を解けるにもかかわらず自発的に用いない、と指摘し、社会場面での運用が課題であると述べている。アスペルガー症候群をはじめとする高機能(知的障害を伴わない)のASDは、IQが高くても、社会生活上様々な困難を示す。ASDの様々な困難の要因は、EF障害とWCCに関連したメタ認知である可能性が考えられる。そこで、ASDの子どものEF障害とWCCに関連する認知特性について解明し、方略を使用できるようにするためのプログラムを検討することで、社会場面での運用を改善する方法を探れるのではないかと考え、本研究に取り組むものである。

## 2. 研究の目的

アスペルガー症候群を代表とする高機能の自閉症スペクトラム障害(Autism Spectrum Disorder: ASD)は、高機能であっても社会生活上様々な困難を示す。その要因には、実行機能(Executive function: EF)障害と弱い中枢性統合(Weak central coherence: WCC)に関連したメタ認知の障害があると考えられる。高機能のASDの子どものEF障害とWCCに関連する認知特性について解明すること、彼らが方略を使用できるようにするためにEF方略教育プログラム(Executive Function Strategy Education Program: EFSEP)とCC方略教育プログラム(Central Coherence Strategy Education Program: CSEP)作成することが、本研究の目的である。

## 3. 研究の方法

### (1) ASDの子どもの認知特性の検討

[参加者] 年齢をマッチさせた高機能ASDの子ども13人(10y8m:SD1y8m)と定型発達(Typically Development: TD)の子ども15

人 (10y4m:SD1y3m) (Table 1)。

Table 1. Characteristics of Autism spectrum disorders (ASD) and Control Typically developing (TD) groups in analysis of verbal responses

Group	n	age (SD)	range	sex	hand
ASD	13	10y8m(1y8m)	8y6m-14y9m	m=10, f=3	R=13
TD	15	10y4m(1y3m)	8y10m-13y0m	m=6, f=9	R=14, L=1

[手続き] 各参加者は、プロジェクターで80cm×64cmの大きさに投影された社会的場面の写真と風景写真を20秒間見て、その場面について説明する (Fig. 1)。課題遂行中の脳血流量を近赤外線光スペクトロスコピー (Near Infra-Red Spectoroscopy : NIRS) で測定する (Fig. 2)。子どもの言語反応の質的検討及びNIRSの測定結果について解析する。また、基礎データを集め、ASD の子どもの認知特性を分析する。

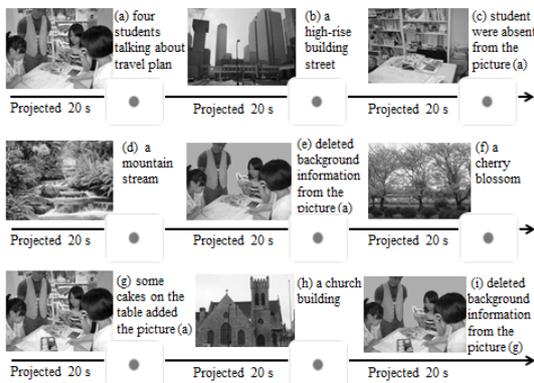


Fig.1 Pictures with/without Social Meaning Explaining Task

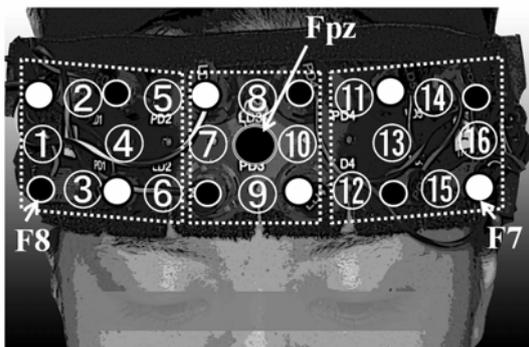


Fig.2 Location of measurement points (white numbers) for near-infrared spectroscopy (NIRS) measurement.

(2) EF 方略教育プログラム (Executive Function Strategy Educational Program : ESEP)、CC 方略教育プログラム (Central Coherence Strategy Educational Program : CSEP) の作成

[参加者] 高機能ASDの子ども16名

[手続き]

- ① Das-Naglieri Cognitive Assessment System (DN-CAS) を実施し子どもの認知レベルの評価を行う
- ②ESEP ワークブック、CSEP ワークブックのいずれか (無作為に選択) を実施する。1冊目を研究代表者が説明しながら実施し、残り3冊は1～2週の間家庭で取り組む。
- ③ワークブック終了後、DN-CASを用いて子どもの再評価を行い、プログラムの効果を測定する。DN-CASは、マニュアルに1回目と2回目を比較した時の統計的に有意な差が示されているので、効果を確認する。

[使用するプログラム]

- ①ESEP ワークブック : 全部で4冊組。  
A4判用紙に白黒印刷  
1 ページ目 : 3つの単語を横書き3行に印刷したものを記憶する  
2 ページ目 : 妨害刺激、6列×8行のマスキングされた20までの数字見本を見て、並列のマスキングの同じ位置に順に書き写す  
3 ページ目 : 1 ページ目で記憶した単語を示すピクトグラムを「50音順にして」や「文字数の多い順にして」といった指示に従って、順番をつける
- ②CSEP ワークブック : 全部で4冊組。  
さまざまな場面の写真について、見開きペー

ジに示されたフローチャートに従って考え、題名をつける。

#### 4. 研究成果

##### (1) ASD の子どもの認知特性の検討

[結果] 子どもの言語反応の質的な検討をしたところ、ASD の子どもは「統合的な意味理解の失敗」( $p < .05$ )、「重要な情報の見落とし」「情報のとらえ間違い」( $p < .01$ ) が、TD の子どもに比べ有意に多かった。しかし、背景を削除した同じ場面の写真では、「情報の見落とし」は ASD と TD の差がなかった。さらに、NIRS の測定結果では、TD は課題遂行時に前頭前野の血流量が有意に増加するが、ASD では有意な増加は見られなかった。ASD は、右前頭前野の反応が低く、左前頭前野の反応は個人差が大きかった (Fig. 2)。課題遂行中に TD の子どもには、前頭前野全体の血流量が増加するという共通する傾向が見られたが、ASD の子どもにはこのような一般的な傾向は見られなかった (Table 2)。

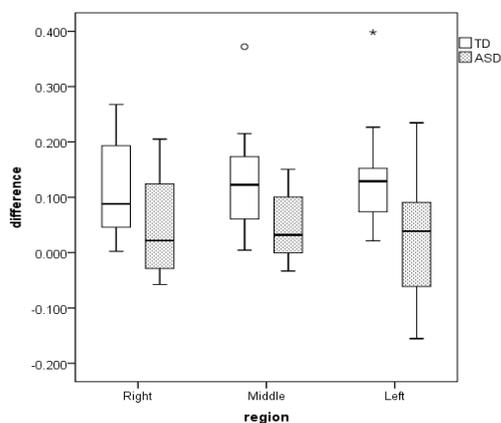


Fig. 3 Activation in lateral PFC for ASD and TD groups

Table 2. Characteristics of children with ASD and activation in the three areas of the PFC

No.	sex	age	DN-CAS score	Region of PFC		
				Left	Middle	Right
1	f	10:08	83	(+)	(+)	n. s.

2	f	11:08	91	n. s.	n. s.	(-)
3	m	9:02	107	n. s.	n. s.	(-)
4	m	9:03	86	n. s.	(+)	(+)
5	m	9:07	84	n. s.	n. s.	n. s.
6	m	9:10	134	n. s.	n. s.	n. s.
7	m	13:03	86	n. s.	n. s.	n. s.
8	m	13:07	105	(+)	(+)	(+)

[結論] 言語反応の質的な差は、ASD の子どもの全体像をとらえることの困難さ (WCC) が要因であると考えられる。課題遂行中の NIRS の測定結果を見ると、ASD は前頭前野の活動が TD とは異なっていた。TD の子どもは、全員が課題実施時に前頭前野の血流量の増加が見られるが、ASD では、個々の子どもによって異なるパターンが見られた。共通した傾向としては、右前頭前野の血流量が十分に増加していないことが指摘できる。したがって、中枢性統合については、前頭前野（特に右前頭前野）が関与していると考えられる。また、高機能 ASD では、個々の子どもによって異なるパターンが見られるということは、固有の方略を使用していない可能性が示唆される。従って、高機能 ASD の子どもの中枢性統合は、方略の指導をすることにより改善する可能性があると考えられる。

##### (2) ESEP、CSEPの作成

[結果]

##### (1) ESEP

①実施数：7名

②DN-CAS 再評価の結果 (Table 3)

「プランニング」は3名が有意に上昇した。

「同時処理」は6名が有意に上昇したが、1名は低下した。「注意」は有意に上昇した者はいなかった。1名が低下した。「継次処理」は上昇した者はいなかった。2名は有意に低下した。「全検査」の結果は、4名が有意に上昇し、3名は同じであった。

Table 3 ESEP 実施後の DN-CAS 成績変化 (人)

	P	Si	A	Su	F
上昇	3	6	0	0	4
同じ	4	0	6	5	3
低下	0	1	1	2	0

P=Planning, Si=Simultaneous, A=Attention, Su=Successive, F=Full

### ③ESEP 実施後の子どもの感想

全員が、意味の記憶の仕方がわかった、と自己評価をしている。また、8割近くが、普段の生活でも意味を考えられる、と回答している。

#### (2)CSEP

##### ①実施数：9名

##### ②DN-CAS 再評価の結果 (Table 4)

「プランニング」は3名が有意に上昇した。「同時処理」は5名が有意に上昇し、2名は同じであった。低下したものが2名いた。「注意」は3名が有意に上昇し、5名は同じであった。低下したものが1名いた。「継次処理」は2名が上昇し、6名が同じであった。1名は低下した。「全検査」は、3名が有意に上昇し、6名が同じであった。

Table 4 CSEP 実施後の DN-CAS 成績の変化(人)

	P	Si	A	Su	F
上昇	3	5	3	2	3
同じ	6	2	5	6	6
低下	0	2	1	1	0

P=Planning, Si=Simultaneous, A=Attention, Su=Successive, F=Full

### ③CSEP 実施後の子どもの感想

全員が、場面の意味の読み取り方がわかった、と回答している。4分の3の子どもが、普段の生活でも場面の意味が考えられる、と答えている。

#### (3)ワークブック指導中の様子

ESEP, CSEP それぞれ、最初の一冊は筆者が子どもと一緒に取り組み、やり方を教えた。ESEP 実施時、ASD の子どもは意味方略を使用して解決していくことができるようになった。CSEP では、多くの ASD の子どもが「特徴」という抽象的な概念につまずいた。ASD は、

人よりも物に注目しがちだが、CSEP のフローチャートに従うことで、人に優先的に注意を向けていくことができるようになった。

#### [結論]

ESEP, CSEP のようなシステムティックな形式のトレーニングによって、ASD の子どもの方略使用について効果が見られた。

#### (1)DN-CAS の結果から

ESEP 実施群では、ほとんどの子どもが「同時処理」、「プランニング」が上昇し、「注意」と「継次処理」は、効果は見られなかった。

CSEP 実施群では、「同時処理」は上昇した子どもが多いが、「プランニング」「注意」「継次処理」については、子どもによってさまざまであった。

今回の結果から読み取れるものとしては、「同時処理」が実行機能と中枢性統合両方に関わっているかもしれない、ということだろう。CSEP 実施後、「注意」の成績が上昇したことは、ASD の弱い中枢性統合が「注意」の下位検査に影響を与えている可能性を示唆している。「注意」「継次処理」については、中枢性統合とは関連があるかもしれないが、実行機能とは異なる機能だろうと思われる。

#### (2)子どもの反応から

実際に取り組んだ子どもたちのほとんどが、やり方がわかった、普段の生活でも方略が使えると思う、と回答していることは、トレーニングによる方略の獲得の可能性を示唆している。

## 5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計3件)

①秋山茉弓、杉田克生、鳥飼智加、下山一郎、第一言語と第二言語における“語彙-概念リンク”の発達 その4、査読無、千葉大学人文社会科学研究所、2013、180-191

②鳥居深雪、自閉症スペクトラムの子どもの

中枢性統合の関する認知特性、査読無、小児の精神と神経、2013、53(1)、65-66

③Miyuki Torii, Weak central coherence and executive dysfunction in children with autism spectrum disorder, Neuroscience Research, 査読無, 2011, 71S, e16

[学会発表] (計3件)

①鳥居深雪、下山一郎、杉田克生、岡田智、自閉症スペクトラム障害の子どもの中枢性統合に関連する認知特性、小児精神神経学会、2012年11月10日、神戸朝日ホール

②鳥居深雪、自閉症スペクトラム障害の実行機能と中枢性統合方略教育プログラム、日本LD学会第21回大会、2012年10月6日、仙台国際センター

③鳥居深雪、自閉症スペクトラムの子どもの弱い中枢性統合と実行機能障害、第34回日本神経科学大会、2011年9月15日、パシフィコ横浜

[図書] (計2件)

①杉田克生編、発達障害児における脳機能解析、千葉大学大学院人文社会学研究科、2013、全166p

②下山一郎、脳機能計 実行機能の定量的評価 ー理論と実際ー、アニマ株式会社、2012、全13p

[その他]

なし

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

鳥居 深雪 (TORII MIYUKI)  
神戸大学・大学院人間発達環境学研究科・教授  
研究者番号：90449976

### (2) 研究分担者

杉田 克生 (SUGITA KASTUO)  
千葉大学・教育学部・教授  
研究者番号：40211304  
下山 一郎 (SHIMOYAMA ICHIROU)

千葉大学・フロンティアメディカル工学研究開発センター・教授

研究者番号：60115483

### (4) 研究分担者

岡田 智 (OKADA SATOSHI)  
北海道大学・教育学研究科・准教授  
研究者番号：10458862

### (5) 連携研究者

東原 文子 (HIGASHIHARA FUMIKO)  
聖徳大学・児童学科・准教授  
研究者番号：60272150