

## ボタン押し課題による発達障害児の認知機能の評価\*

中園 正吾<sup>†</sup>・小堀 聡<sup>‡</sup>

### Evaluation of Cognitive Function of Children with Developmental Disabilities by means of Button-Press Task\*

Shogo NAKAZONO<sup>†</sup> and Satoshi KOBORI<sup>‡</sup>

The button-press task means that the subject observes a moving target and presses a button to stop it when the target enters a specified area on a computer display. Subjects perform normal task, suppressed task and delayed task. In the suppressed task, the moving target disappears at some point during the trial. In the delayed task, there is some lag time between the time of pressing button and of stopping target. In these tasks, subjects estimate the movement of the target, and press the button considering his/her own reaction time. In our previous study, we showed that cognitive and motor function was able to be evaluated by these tasks. In this study, we examined error data of children with developmental disabilities to evaluate the cognitive function, and investigated the learning processes. Moreover, we discussed the developmental stages by comparing the children with disabilities to normal control children, and we clarified the behavior characteristics of children with developmental disabilities. As a result, it was shown that our evaluation method and system for the button-press task were effective to evaluate cognitive ability of children with developmental disabilities.

#### 1. はじめに

発達障害といわれる障害は多岐にわたっており、発達障害児・者の受診は近年急激に増加している [1]。そのような中、発達障害児に対する知能の評価としては従来から IQ (知能指数) で示されてきたが、それには限界があり実際的でないことから、多くの知能検査法について研究が行われている [2-4]。だが、一人ひとりの障害に応じた個別の対応が必要とされているにもかかわらず、個々の特性を適切に把握することは容易ではない。

発達における障害は様々であるが、日常生活の上での不可欠な行為に着目してみると、たとえば、手を伸ばして物をつかむような一見単純な行為でさえ、発達障害児・者は動作自体が行えなかったり、練習・訓練に長い時間がかかったりする。一方、健常者であれば、日常生活の

様々な運動・動作は、特に意識することなく発達の過程で獲得したにちがいない [5]。このことは、知覚系と運動系との調整がうまくなされていることを意味する。

そうした運動の制御や学習における感覚・知覚系と運動系との関係に関わる認知機能を知覚運動協応 (perceptual motor coordination) とよぶ [5,6]。知覚運動協応の機能の一つである目と手の協応動作などは発達の過程で重要であり、感覚統合療法 [7] などの運動学習の理論を評価や訓練・治療に応用する研究もなされている [2]。また、発達障害の中でも特に自閉症の者などは、視空間認知能力に優れているとされており、自閉症児や学習障害児について眼球運動や目と手の協調性についての研究もなされている [8,9]。

しかし、そのような知覚運動協応の機能は従来の知能検査では十分に評価できない。また、学校などの教育現場や家庭においては、医療機関で最初に診断されたことを経過観察していくことが重要であり修正も必要である。そうした経過観察のためには、できるだけ広範囲の発達障害児を対象とした簡便な評価方法が必要であり、かつ長期的・継続的に実施可能であることが望まれる [10]。こうした研究例としては全方位カメラを用いた測定システムの例があり、長期的・継続的な測定が可能であるが、

\* 原稿受付 2009年10月16日

<sup>†</sup> 龍谷大学 大学院 理工学研究科 電子情報学専攻 Division of Electronics and Informatics, Ryukoku University; Seta, Otsu, Shiga 520-2194, JAPAN

<sup>‡</sup> 龍谷大学 理工学部 電子情報学科 Department of Electronics and Informatics, Ryukoku University

*Key Words:* button-press task, developmental disabilities, cognitive function, developmental stages, learning process.

行動パターンの観測と分析を行っているだけで、認知機能の評価方法については示されていない[11]。

そこで、本研究では、ボタン押し課題を用いて発達障害児の、知覚運動協応に関わる認知機能の評価を行うことを提案する。知覚運動協応の機能を解析する方法としては、古くからトラッキング課題が用いられてきた[12,13]。トラッキング課題では、視覚系および自己受容感覚系からのフィードバックと運動系の出力の関係を連続的に測定することができる。それに対して、本研究で用いるボタン押し課題とは、ディスプレイ上を移動するターゲットが指定枠に入ったならボタンを押すというものである。この課題では、感覚・知覚系のフィードバックとしては主として視覚系が重要な役割を果たすことになり、より単純に感覚・知覚系と運動系の関係を測定・評価することができる。また、ボタン押しの動作自体は瞬間的でフィードフォワードな制御によるものであり、外部環境からの情報をもとに予測を行う機能を測定・解析することができるものである。ボタン押し課題を遂行するのに必要な認知能力は、ターゲットの移動速度を把握し、そこからターゲットの動きを予測する能力や、自分自身の反応時間分の遅れを考慮し、ボタンを押すべき位置を推測する能力である。なお、この課題は、被験者に重度の視覚障害がなく、ボタンを押す動作が行えれば、実施は可能である。

筆者らの行った先行研究[14]では、このボタン押し課題についての実験を健常者を対象に実施し、誤差データだけでなく視線データも測定し、学習過程を解析し、視線の移動パターンと学習の関係について検討した。その際、予測的な動作をより難しくする実験課題として、ターゲットが移動の途中で表示されなくなる消滅課題と、ボタンを押してからターゲットが止まるまでに一定の遅れがある遅延課題のそれぞれを学習課題とした。

その結果、消滅課題においてはターゲットの動きを正確に予測することが、遅延課題においては遅延時間を適切に考慮することが、それぞれ学習されたことがわかった。また、消滅課題と遅延課題においては移動速度を正確に把握しようとする方略がとられ、試行を繰り返すことでそうした方略の学習がさらに進行したことがわかった。

これらのことから、ボタン押し課題により認知および運動機能を評価し、訓練や学習の効果を検討することができる可能性を先行研究において示した。

本研究では、発達障害児に対してボタン押し課題を行わせ、課題に対する理解力や誤差データから認知機能を評価する。また、学習過程を検討し、健常児データとの比較を行うことで、発達段階との関係を考察するとともに、個々の障害児の特徴を明らかにする。そして、本研究でのボタン押し課題の検査方法・システムが発達障害児の認知能力を評価するのに有効であることを示す。

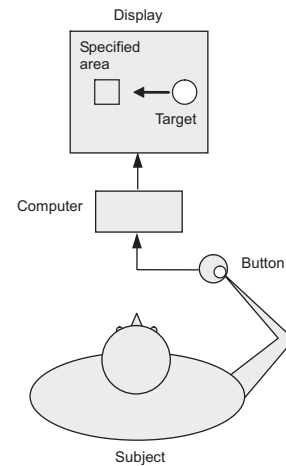


Fig. 1 Experimental apparatus

## 2. 実験

### 2.1 実験システム

実験システムは、Fig. 1 に示したように刺激提示システムと押しボタンスイッチから構成されている。

刺激提示システムは、市販のノート型コンピュータ（デル：Inspiron 1150, Celeron 2.4GHz, 128MB, Windows XP, 14.1 型 TFT 液晶ディスプレイ 有効表示領域 285 × 214mm）、押しボタンスイッチ（城南電器工業所：押し圧 約 350 ~ 750g 直径 80mm）、反応時間測定ソフトウェア、ボタン押し課題測定ソフトウェアで構成される。また、これらのソフトウェアは独自に開発したものであり、単純反応時間および誤差データ（ターゲットを停止させた位置のずれ）を測定することができる。

### 2.2 実験方法

#### 2.2.1 実験課題

被験者には、ディスプレイ上を移動するターゲットが指定の枠内にぴったりと収まるようにボタンを押して停止させる動作を行わせる。ターゲットは直径 26.8mm の赤い円で、指定枠は赤い四角（枠の幅 2.2mm, 内径 26.8mm）で表示される。ターゲットは一つずつ出現し、直線上を一定の速度で移動する。

実験におけるパラメータは、ターゲットの移動速度、ターゲットの移動の向き、指定枠の表示位置とした。具体的な設定値は以下のとおりであるが、これらの値が等確率でランダムに選択されるようにした。

ターゲットの移動の速度（以下、単に速度とする）は下記のいずれかである。

速度 1 : 19.5mm/s

速度 2 : 23.8mm/s

速度 3 : 30.7mm/s

ターゲットの移動の向き（以下、単に向きとする）は下記のいずれかである。

下向き：画面の上側から出現

上向き：画面の下側から出現

右向き：画面の左側から出現

左向き：画面の右側から出現

指定枠が表示される位置（以下，単に位置とする）は下記のいずれかである．

近方：ターゲットの出現場所から近い位置  
（出現位置から 72mm）

中央：コンピュータ画面上の中央の位置  
（出現位置から 107mm）

遠方：ターゲットの出現場所から遠い位置  
（出現位置から 142mm）

具体的な課題は，以下の通りである．

### 1) 通常課題

消滅課題でも遅延課題でもないもの．

### 2) 消滅課題

ターゲットが移動の途中で見えなくなる．ターゲットが表示されるのはターゲットの出現場所から指定枠までの 40 % の区間である（ただし，被験者にはこの数値は知らされない）．ターゲットが消滅しても，被験者はそれまでのターゲットの動きから，その動きをイメージして，正しいと思うタイミングでボタンを押してターゲットを止める．

### 3) 遅延課題

ボタンを押してから，ターゲットが止まるまでに一定の時間（遅れ）がある．遅れの時間は 0.7s である（ただし，被験者にはこの数値は知らされない）．被験者はその遅れの分を考えて，正しいと思うタイミングでボタンを押してターゲットを止める．

いずれの課題においてもターゲットが停止した後，次のターゲットが出現するまでは，ターゲットは停止したまま表示され，被験者は指定枠の中心点とのずれ（誤差）を把握することができる．なお，消滅課題においては，ボタンを押した段階でターゲットは停止し再び表示される．

被験者には，「ボタンを押してターゲットが，正確に指定枠に入るようにし，消滅（または遅延）の場合も最善の努力をしてください」という趣旨の説明を行う．

なお，以上のパラメータに関しては，一般的に滑動性眼球運動が 2～40deg/s であること [15] や光刺激によるボタン押し反応時間が約 200ms であること [16,17] を踏まえて，本研究でのボタン押し課題のもとになっているリハビリ用ゲーム [18] や他のボタン押しに関する研究例 [19] などをもとに値を設定し，先行研究 [14] では予備実験を行い，妥当な値であることを確認した．しかし，本研究では発達障害児の特性を考慮し，速度については 3 段階に設定した．

### 2.2.2 被験者

支援学校および普通学校に通う 7 歳から 17 歳までの発達障害児 22 名（男性 12 名，女性 10 名）と 3 歳から 15 歳までの健常児 6 名（男性 2 名，女性 4 名）を被験者とした．具体的には Table 1 のとおりである．なお，健

Table 1 Participants

| 被験者                 | 症名 <sup>1</sup> | 校種 <sup>2</sup> | 年齢         | 性別 |
|---------------------|-----------------|-----------------|------------|----|
| 療育手帳 A <sup>3</sup> |                 |                 |            |    |
| 1                   | 自閉症             | 小               | 7 歳 1 ヶ月   | 男  |
| 2                   | 精神遅滞，自閉症        | 小               | 7 歳 1 ヶ月   | 男  |
| 3                   | ダウン症            | 小               | 8 歳 4 ヶ月   | 女  |
| 4                   | スタージ・ウェーバー症候群   | 小               | 8 歳 6 ヶ月   | 男  |
| 5                   | 脳性麻痺            | 小               | 10 歳 4 ヶ月  | 女  |
| 6                   | 自閉症             | 小               | 10 歳 8 ヶ月  | 男  |
| 7                   | アンジェルマン症候群      | 小               | 10 歳 9 ヶ月  | 女  |
| 8                   | 脳性麻痺            | 小               | 11 歳 5 ヶ月  | 女  |
| 9                   | 発達遅滞            | 小               | 12 歳 1 ヶ月  | 男  |
| 10                  | 自閉症             | 中               | 12 歳 10 ヶ月 | 男  |
| 11                  | 自閉症             | 中               | 12 歳 11 ヶ月 | 男  |
| 12                  | 知的障害，てんかん       | 中               | 13 歳 7 ヶ月  | 女  |
| 13                  | 自閉症             | 中               | 13 歳 10 ヶ月 | 男  |
| 14                  | ダウン氏症候群         | 中               | 13 歳 11 ヶ月 | 男  |
| 15                  | 発達遅滞，自閉症        | 中               | 15 歳 2 ヶ月  | 男  |
| 16                  | 脳性麻痺            | 中               | 15 歳 7 ヶ月  | 女  |
| 17                  | ソトス症候群          | 中               | 15 歳 11 ヶ月 | 男  |
| 療育手帳 B <sup>3</sup> |                 |                 |            |    |
| 18                  | 自閉症             | 中               | 13 歳 2 ヶ月  | 女  |
| 19                  | 知的障害，自閉症        | 高               | 15 歳 10 ヶ月 | 男  |
| 20                  | 知的障害，自閉症        | 高               | 17 歳 5 ヶ月  | 女  |
| 療育手帳なし              |                 |                 |            |    |
| 21                  | 高機能自閉症          | 小               | 8 歳 9 ヶ月   | 男  |
| 22                  | 知的障害            | 高               | 17 歳 11 ヶ月 | 男  |
| 23                  | 健常児             |                 | 3 歳 4 ヶ月   | 女  |
| 24                  | 健常児             |                 | 3 歳 6 ヶ月   | 女  |
| 25                  | 健常児             |                 | 4 歳 3 ヶ月   | 女  |
| 26                  | 健常児             | 小               | 7 歳 8 ヶ月   | 女  |
| 27                  | 健常児             | 中               | 13 歳 9 ヶ月  | 男  |
| 28                  | 健常児             | 中               | 15 歳 8 ヶ月  | 男  |

常児については，発達障害児との比較のため実施した．

### 2.2.3 測定手順

測定に先立ち，被験者の保護者には，文書により測定の概要と手順を理解させたうえで，測定への参加の同意書と視力や利き手などに関する調査票に記入させて測定を行った．

まず，通常課題での練習を行いながら課題に対する理解を促し，測定が可能であることを確認した．つぎに，被験者の単純反応時間（ディスプレイ上に刺激（直径 26.8mm の赤い円）が提示されたらできるだけ早くボタ

<sup>1</sup> 症名については，調査票に記入されたままの名称で表記した．

<sup>2</sup> 支援学校では，小学部，中学部，高等部があり，それぞれ小学校，中学校，高等学校に準じている．

<sup>3</sup> 知的障害の判定は，各自治体の指定機関によって行われる．判定は知的能力に加え，日常生活面・行動面・保健面の介護度，重複障害の程度などをもとにした総合的な判断により，A（重度：おおむね IQ35 以下），B（軽度：おおむね IQ75 以下）に区分される．

ンを押すという検出課題により測定される時間)を測定した。そして、測定条件に従って実験を行った。

2.2.4 測定条件

測定では、36 試行を 1 セットとした。これにより、ターゲットの三つの移動速度、四つの移動の向き、指定枠の三つの表示位置のすべての組合せで試行が行える。また、被験者の集中力を考慮し、1 セットを三つのブロック(12 試行)に分けることにした。これにより、1 ブロックあたり約 1 分程度となる。通常課題、消滅課題、遅延課題の順に測定を行った。ただし、単純反応時間の測定も含めて、それぞれの課題について実施が不可能な場合は、実施不可として扱った。ここで、実施可能というのは、被験者が課題を理解し、かつ、ボタン押し動作自体がでたらめなタイミングとはなっていない場合をいう。それ以外は、実施不可とする。なお、消滅課題や遅延課題の遂行ができなかった場合は、最後に通常課題を実施して検査を終了するようにし、欲求不満などを残さないように心がけた。

2.3 解析方法

ここで誤差とは、ターゲットを停止させた位置でのターゲットの中心点と指定枠の中心点との距離を意味し、ターゲットを指定枠の中心点より手前で停止させた場合は負の値に、指定枠の中心点を過ぎて停止させた場合は正の値とする。誤差データは、符号付き誤差値(単位は画素数)として記録し、実験システムにおいて符号付き誤差値と絶対誤差値の平均値を算出した。

発達障害児において、課題ごとに、符号付き誤差値と絶対誤差値について、校種(小学部、中学部、高等部)、ターゲットの移動の向き(下向き、上向き、右向き、左向き)、ターゲットの移動速度(速度1~速度3)、指定枠の表示位置(近方、中央、遠方)を要因として 3 × 4 × 3 × 3 の分散分析を行うとともに、Turkey 法による多重比較を行い群間の有意差 ( $p < 0.05$ ) を判定した。

3. 結果

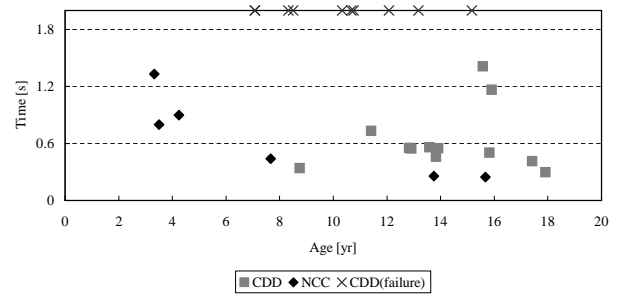
3.1 誤差データ

発達障害の被験者および健常な被験者がすべての課題を実施できるとは限らなかった。Fig. 2 は、各課題の年齢別の測定値(単純反応時間と課題別の絶対誤差値)の分布および実施状況を示している。

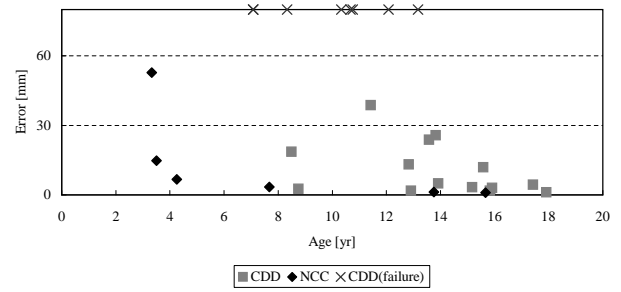
発達障害児の単純反応時間は、健常児に比べて遅く、測定ができない者も 10 名いた (Fig. 2(a))。実施率は 55% であった。一方、健常児は 6 名全員が実施でき、その単純反応時間は、参考文献 [16] などに示された値とほぼ同程度であることを確認した。

課題が実施できた人数は、通常課題、消滅課題、遅延課題の順に少なくなっていた (Fig. 2(b), (c), (d))。また、その実施率は、Table 2 のとおりであった。

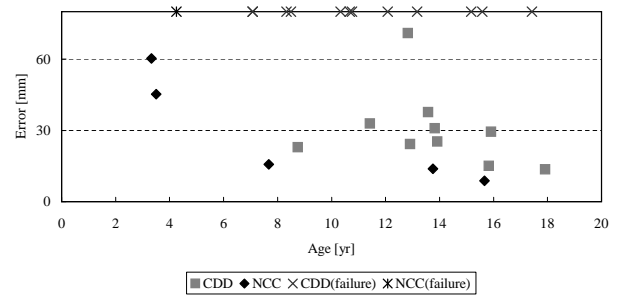
誤差値は、通常課題、遅延課題、消滅課題の順に大きくなっており、どの課題においても、健常児は、年齢



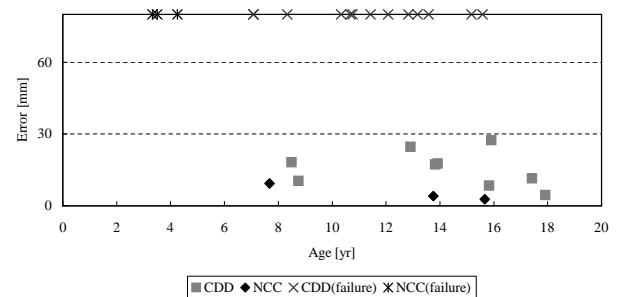
(a) Reaction time task



(b) Normal task



(c) Suppressed task



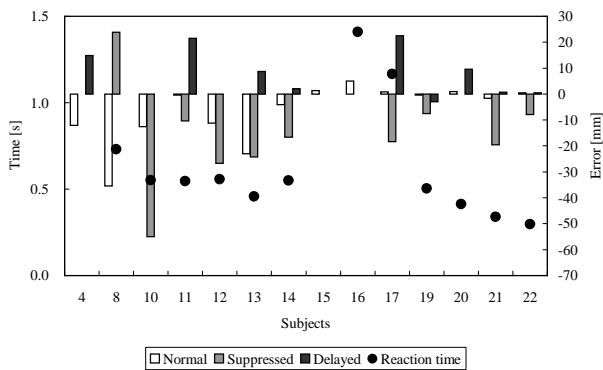
(d) Delayed task

Fig. 2 Distributions of mean unsigned error and simple reaction time (children with developmental disabilities: CDD, normal control children: NCC)

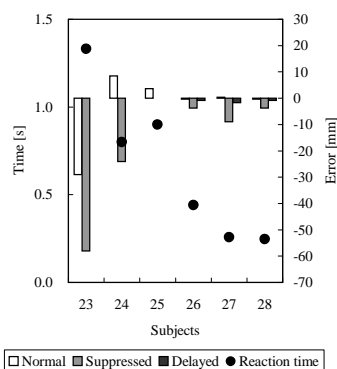
と誤差値にはかなり強い負の相関が見られ(通常課題:  $r = -0.59, p < 0.05$ , 遅延課題:  $r = -0.99, p < 0.05$ , 消滅課題:  $r = -0.82, p < 0.05$ )、年齢が高くなるにつれて、誤差値が小さくなるのがわかる。一方、発達障害児は、年齢と誤差値には弱い負の相関の傾向が見られるが、有意ではない(通常課題:  $r = -0.39, ns$ , 遅延課題:

Table 2 Performance rate on each task [%]

| 被験者   | 通常課題  | 消滅課題 | 遅延課題  |
|-------|-------|------|-------|
| 発達障害児 | 64    | 46   | 41    |
| (小学部) | (30)  | (20) | (20)  |
| (中学部) | (89)  | (67) | (45)  |
| (高等部) | (100) | (67) | (100) |
| 健常児   | 100   | 83   | 50    |



(a) Children with developmental disabilities



(b) Normal control children

Fig. 3 Reaction time and mean signed error on each task

$r = -0.22, ns$ , 消滅課題:  $r = -0.28, ns$ ).

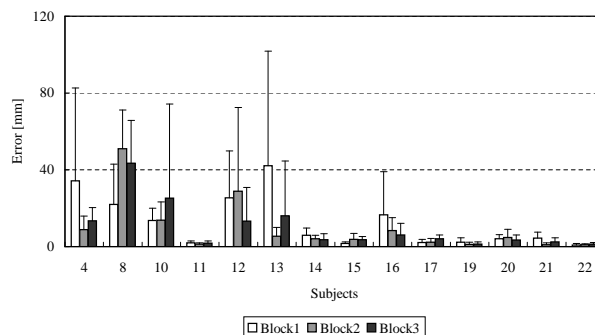
Fig. 3は、課題の実施ができた被験者の測定値(単純反応時間と各課題の符号付き誤差値)を示している。

Fig. 3(a)のグラフが示すことは以下のとおりである。

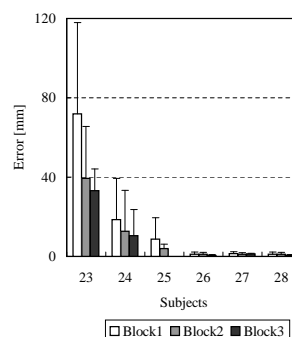
- 被験者 4, 15 の 2 名は、単純反応時間測定ができなかったが、通常課題は実施できた。
- 被験者 4, 15, 16, 20 の 4 名は、消滅課題の実施ができなかった。
- 被験者 8, 10, 12, 15, 16 の 5 名は遅延課題の実施ができなかった。
- ターゲットを指定枠の手前で停止させている傾向がある者と枠を越えて停止させている傾向がある者に分かれていた。

Fig. 3(b)のグラフが示すことは以下のとおりである。

- 被験者 23, 24, 25 の 3 名は、遅延課題が理解できなかったため実施できなかった。



(a) Children with developmental disabilities



(b) Normal control children

Fig. 4 Mean unsigned error on each block (normal task)

- 被験者 25 は、消滅課題が理解できなかったため実施できなかった。
- ターゲットを指定枠の手前で停止させている傾向がある者が多かった。

Fig. 4は、通常課題における各ブロックの誤差値を示している。

発達障害児では、試行に伴って誤差値が小さくなっていく傾向にある者と誤差値が大きくなっていく傾向にある者に分かれていることがわかる (Fig. 4(a))。一方、健常児の 6 名は、誤差値が小さくなっていく傾向にあることがわかる (Fig. 4(b))。

つぎに、発達障害児において、符号付き誤差値について分散分析を行った結果、通常課題では、校種について有意な主効果が認められた ( $F(2,11) = 9.069, p < 0.01$ )。ただし、この主効果は、校種と向きと速度、校種と速度と位置の交互作用によって限定される ( $F(12,66) = 1.943, p < 0.05, F(8,44) = 2.596, p < 0.05$ )。多重比較の結果、小学部と中学部、小学部と高等部の群間において有意な差が認められ、学年が高くなるほど、誤差値が小さくなっていることがわかった。なお、速度、向き、位置については有意な主効果は認められなかった。

また、遅延課題では、速度について有意な主効果が認められた ( $F(2,12) = 44.824, p < 0.001$ )。交互作用については、認められなかった。多重比較の結果、速度 1 と速度 3 の群間において有意な差が認められ、速度が速

くなるにつれて誤差値が大きくなっていることがわかった。なお、校種、位置、向きについては、有意な主効果は認められなかった。

### 3.2 観察データ

発達障害児の課題遂行時の観察から、Table 3 に示すような特徴が見られた。

Table 3 Behavior characteristics of children with developmental disabilities

| 被験者                    | 内容   |
|------------------------|--|
| 単純反応時間と通常課題の実施ができなかった者 |  |
| 1                      | 通常課題を2試行のみ実施することができた。  |
| 2                      | 目でターゲットを追う仕草を行っていた。  |
| 3                      | 一つ試行が実施できると嬉しいようで拍手した。   |
| 5                      | 画面を凝視しているだけであった。   |
| 6                      | 直接ディスプレイを触ってターゲットを停止させようとしていた。                                   |
| 7                      | ボタンと画面の関係が理解できなかった。  |
| 9                      | 落ち着きがなく集中して取り組むことができなかった。  |
| 18                     | じっと座って画面は見ているが、何もしなかった。  |
| 課題の実施はできたが特徴のあった者      |  |
| 15                     | どの向きに対しても「止まります」と声を出しながらボタンを押していた。指定枠は駅、ターゲットは電車と説明していた。         |
| 20                     | 下向きのターゲットの動きに対して「何かが落ちてくる」と言っていた。                                |
| 21                     | 下向きのターゲットの動きにあわせてヒューと、左右方向のターゲットの動きに合わせてガタンゴトン、ブーンと声を出して取り組んでいた。 |

## 4. 考察

### 4.1 課題に対する理解と認知機能

実験の結果、発達障害児においても、通常課題では6割強の者が実施できたが、そうした発達障害児には、自閉症児、高機能自閉症児、知的障害児、発達遅滞児、ダウン症児、脳性麻痺児に加え、有症率が低いスタージ・ウェーバー症候群児[20]やソトス症候群児[21]が含まれる。また、7歳の自閉症児と8歳のダウン症児の2名では、数試行だけではあるが通常課題を実施することができた。こうしたことは、これらの発達障害児は病名や病状は様々であるにしても、ターゲットの動きを予測し、自分の反応時間を考慮してボタンを押すという、知覚運動協応に関する基本的な機能がある程度有していることを示している。

消滅課題については、半数近くの発達障害児が課題の意味を理解し、また、課題の遂行ができたことから、これらの発達障害児は、途中で一時的にターゲットが表示されなくなる条件でも、ある程度ターゲットの動きを予測する能力[14]を有していると考えられる。

一方、遅延課題については、発達障害児での実施率が4割強であり、健常児とともに他の二つの課題よりも実施率が低く、とくに、中学部以下の発達障害児と3、4

歳の健常児において、遅延課題の意味自体が理解できない者が多かった。通常課題の実施ができた11歳と15歳の脳性麻痺児の2名はともに、遅延課題の実施ができなかったことから、脳性麻痺児においては、運動および姿勢に異常がある[10]のために自分自身の反応時間分の遅れと遅延時間を考慮して対応することが難しいことが推測される。また、課題の実施ができた者においても、ターゲットの移動速度が速くなると、誤差値が大きくなった。これらのことから、遅延時間を適切に考慮すること[14]はより困難な課題であると考えられる。

以上のように、通常課題、消滅課題あるいは遅延課題を実施できるかどうか、実施できる場合にはその誤差値の大きさにより、ターゲットの動きの予測、あるいは、遅延時間の考慮といった異なる側面を評価することができるといえる。そうした点において、ボタン押し課題は発達障害児に対する知覚運動協応の検査として有効であると考えられる。

また、ボタン押し課題の実施はできるが、単純反応時間測定の実施ができなかった発達障害児がいたことは、注意・集中状態[17]の不安定さが影響したことを意味すると考えられる。

### 4.2 発達段階との関係

健常児での通常課題の誤差値は、3~7歳の4名については、年齢が高くなるにつれて急激に誤差値が小さくなり、誤差のばらつきも小さくなっている。また、13歳と15歳の2名の中学生の誤差値は小さく、ばらつきもほとんどない。このような誤差値の減少は、健常児の正常な発達を示していると考えられる。

3歳の健常児が通常課題を実施できたのに対して、療育手帳Aの小学部の発達障害児のほとんどは実施ができなかった(9名中の7名)。中学部の発達障害児の通常課題での誤差値は、就学前の3、4歳の健常児3名の誤差値とほぼ同程度である。高等部の発達障害児の通常課題の誤差値は、小学校に通う7歳の健常児とほぼ同程度である。これらのことは、発達障害児の発達年齢が実年齢より低いことを示していると考えられる。

発達心理学の分野では、発達における質的な転換を示す場合には、発達段階が用いられる。ピアジェ(Piaget, J.)は、人間の認識がいかに発達していくのかを、感覚運動期(乳児期:0~2歳)、前操作期(幼児期:2~7歳)、具体的操作期(児童期:7~12歳)、形成的操作期(青年期:12~19歳)の四つの質的に異なる段階に分類した[22-24]。

それによると、児童期には、時間の概念を獲得するとされる。時間の考慮が必要となる遅延課題の実施が、3、4歳の健常児においてできなかったが、7歳以上の健常児では可能であった。このことは、ピアジェの発達段階の理論と一致する。

また、幼児期には運動技能の獲得と分類や対応関係の

理解など認知面が発達するとされる。しかし、課題の実施ができなかった療育手帳Aの小学部の発達障害児は、集中して課題に取り組むこと、課題の内容を理解すること、押しボタンとディスプレイとの因果関係を理解することが困難であった。このことから、これらの発達障害児は、発達段階における幼時期もしくはその前の段階であることが推察される。

なお、通常課題、消滅課題、遅延課題のそれぞれに必要な認知機能は異なると考えられるが、各課題の実施の可否により、それらの認知機能の獲得と幼児期および児童期の発達段階の対応についても考察することができる。

#### 4.3 個々の障害児の特徴

ブロック間での誤差値の変化を見ると、健常児では、年齢、校種に関わらず、ブロックを進めるごとに誤差値が小さくなっており、この課題の学習が進んでいることが推察される。一方、発達障害児では、中学部の脳性麻痺児(被験者16)は、運動および姿勢に異常があるにもかかわらずブロックを進めるごとに誤差値が小さくなっており、自分自身の反応時間分の遅れに対応する学習がなされていることが推察される。その他の多くの者も、ブロックを進めるごとに標準偏差が小さくなっており、この課題の学習が進んでいることが推察されるが、誤差値が小さくなるとは限らず、個々の集中力のむらや発達障害児特有のこだわりがあることが示されたと考えられる。なお、試行ごと、またはブロックごとの誤差値のばらつきから、個々の集中力の持続時間を推測することが可能となる。

また、課題の実施ができなかった発達障害児の遂行時の観察から、小学部の脳性麻痺児(被験者5)は、目で物を追いかけることができないことから、乳児期[10,22-24]の段階にあることが推測される。小学部のダウン症児(被験者3)は、一つの試行が実施できると拍手してしまい、その後の試行を実施することができなかった。このことは、興奮が目立つというダウン症の特徴[10]が見られたものと推測される。アンジェルマン症候群児については、研究事例が少なく[25]、その特徴は明確ではないが、10歳9ヶ月のアンジェルマン症候群児(被験者7)においては、ボタン押し課題に必要な認知機能[14]を有していないと推測される。自閉症児については、様々なタイプに分かれる[10]とされるが、じっとしていられる(被験者18)、ターゲットを目で追うことができる(被験者2)、ターゲットを手で捕まえようとする(被験者6)、数試行の課題の実施はできる(被験者1)、といったように情緒・行動の問題のタイプを推測することができる。

以上のように、課題の実施ができない場合には、誤差値による定量的な評価はできないものの、課題遂行時の観察から実施できない理由を推察することによって認知機能を評価し、障害の特徴を明らかにすることが可能で

ある。

一方、課題の実施ができた発達障害児の課題遂行時の観察から、中学部の自閉症児(被験者15)は、画面を上空から眺めるようにイメージしていること、一方、高等部の自閉症児(被験者20)と小学部の高機能自閉症児(被験者21)は、画面の上下・左右方向の動きを具体的な事物になぞらえてイメージしていることが推測された。これらのことから、空間の捉え方が個々の障害児によって違うことが考えられる。

このように空間の捉え方の違いがわかることは、障害児の環境の構造的理解の支援において[26,27]、環境情報の提示方法を検討する場合に活用できる可能性があり、重要な示唆を与えるものである。

#### 5. おわりに

本研究では、発達障害児に対してボタン押し課題を行い、課題に対する理解力や誤差データから認知機能を評価した。また、学習過程を検討し、健常児データとの比較を行うことで、発達段階との関係を考察するとともに、個々の障害児の特徴を明らかにした。その結果は次のとおり要約される。

- 1) 6割強の発達障害児が通常課題を実施できたことにより、ボタン押し課題は発達障害児に対する検査として使用できる。
- 2) 半数近くの発達障害児が消滅課題を実施できたが、それらの障害児についてはターゲットの動きを予測する能力を有している。
- 3) 4割強の発達障害児が遅延課題を実施できたが、遅延時間を適切に考慮することは、より困難な課題である。
- 4) 三つの異なる課題の誤差値により、発達障害児の発達段階や同年代の健常児と比較しての発達の遅れを示すことができる。
- 5) 各課題の実施の可否や誤差値からだけでなく、課題への取り組み状況の観察からも、発達障害児の個々の集中力のむらやこだわりの特徴を見いだすことができる。

以上のことから、本研究でのボタン押し課題の検査方法・システムが発達障害児の認知能力を評価するのに有効であることが示された。

なお、この課題は、実験結果に影響を及ぼす要因を減らすため、ゲーム性などを排した単純な構成にしたが、そのことがかえって発達障害児に導入しやすいものとなった。また、そのことによって、発達障害児の持つ心的イメージを引き出すことができた点が興味深い。

今後の研究としては、支援学校や支援施設などの現場や家庭において検査・評価に利用できる実用的なシステムを目指し、さらに実験・検査を行い、解析を進めていく必要がある。また、各課題の実施ができない場合についても、その理由を類別して認知機能を評価することも

検討しなければならない。その一方で、本研究でのボタン押し課題は元来リハビリ用ゲーム [18] をもとにしたものであるが、本研究の結果によりこのゲームの有効性が裏付けられたので、今後さらなる改良へと結びつけていきたいと考えている。

### 謝 辞

本研究の実施に際し、NPO 法人びーすの大西俊介氏、スタッフおよび保護者の皆様、京都市立北総合支援学校保護者の皆様には多大なるご協力をいただきました。心より厚く御礼申し上げます。なお、本研究は、平成 21 年度 JST シーズ発掘試験 A (発掘型) (課題名：認知症高齢者および発達障害児の認知機能評価システムの開発、研究代表者：小堀 聡) によって行われた成果の一部です。

### 参 考 文 献

- [1] 日本発達障害福祉連盟 (編)：発達障害白書 2009 年版、日本文化科学社、pp. 11-14 (2008)
- [2] 平山：医療と評価、発達障害の臨床 (有馬 (監))、日本文化科学社、pp. 5-15 (2004)
- [3] 森、藤井、宮崎、香美：自閉症の診断・治療最前線、四国医誌、Vol. 63, No. 5, pp. 187-193 (2007)
- [4] 岡田：アスペルガー症候群における認知の特徴と神経心理学、精神科治療学、Vol. 19, No. 10, pp. 1197-1203 (2004)
- [5] McLeod, P., Eysenck, M.W. (Ed), 野島 (訳)：知覚運動協応、新曜社、pp. 261-266 (1998)
- [6] 阪口：知覚・運動協応、認知科学辞典 (日本認知科学会 (編))、共立出版、pp. 541 (2002)
- [7] 佐藤：感覚統合療法、発達障害の臨床 (有馬 (監))、日本文化科学社、195-204 (2004)
- [8] 前田、高橋、後藤、室橋：学習障害児 (Learning Disabilities) における到達運動の視覚矛盾に対する適応過程、生体医工学、Vol. 42, No. 4, pp. 328-333 (2004)
- [9] 葉石：知的障害児・者の眼球運動機能と行動調節機能、発達障害研究、Vol. 27, No. 1, pp. 20-27 (2005)
- [10] 石崎：長期経過、発達障害の臨床 (有馬 (監))、日本文化科学社、pp. 16-20 (2004)
- [11] 菅、田谷、湊、山村、知久、小森：全方位カメラを用いた発達障害児の無拘束行動測定システム、電子情報通信学会、D-II, Vol. J84-D-II, No. 10, pp. 2320-2327 (2001)
- [12] E. C., Poulton: *Tracking skill and manual control*, Academic Press (2004)
- [13] 小堀、阿部：反転を伴うトラッキング課題の学習過程と瞳孔反応、生体医工学、Vol. 45, No. 1, pp. 106-113 (2007)
- [14] 中園、小堀：ボタン押し課題における視線移動特性と学習過程、バイオメカニズム学会、Vol. 32, No. 4, pp. 230-239 (2008)
- [15] 古賀：眼球運動の種類、視覚情報処理ハンドブック (日本視覚学会 (編))、朝倉書店、pp. 390-393 (2004)
- [16] 麻生、古賀：反応時間、人間工学基準数値数式便覧 (佐藤

(監))、技報堂出版、pp. 163-165 (1994)

- [17] 赤松：反応時間、人間計測ハンドブック (産業総合研究所人間福祉医工学研究部門 (編))、朝倉書店、pp. 341-343 (2003)
- [18] 赤松、武地、中園、元村：アルツハイマー型痴呆者に対するぼんぼらんど使用経験、第 18 回リハ工学カンファレンス講演論文集、日本リハビリテーション工学協会、pp. 141-142 (2003)
- [19] N. Tsuchida: Inhibitory function in the stimulus-response compatibility task; *Perceptual and Motor Skills*, 100, pp. 249-257 (2005)
- [20] 清水：あたらしい皮膚科学、中山書店、pp. 349-350 (2009)
- [21] 森本、橋本、高原：ソトス症候群の 1 男児への足場作り方略による共同注意行動の指導、特殊教育研究、Vol. 42, No. 4, pp. 293-301 (2004)
- [22] 柴田：児童期までの心の働きと行動の発達、心理学概説 (松田 (編))、培風館、pp. 40-48 (1997)
- [23] 矢野、落合：発達心理学への招待、サイエンス社、pp. 50-75 (2005)
- [24] J. Piaget (Ed), 中垣 (訳)：ピアジェに学ぶ認知発達の科学、北大路書房、pp. 50-69 (2007)
- [25] 政井：アンジェルマン症候群の児童生徒への教育支援に関する事例、福井大学教育実践研究、32, pp. 179-190 (2007)
- [26] 坂爪：高次脳機能の障害心理学、早稲田大学教育総合研究所、pp. 181-207 (2007)
- [27] 内山：本当の TEACCH、学習研究社、pp. 14-24 (2007)

### 著 者 略 歴

なか その 中園 しょうご 正吾 (非会員)



1985 年大阪電気通信大学工学部電子物性工学科卒業、2008 年龍谷大学理工学研究科大学院博士課程単位取得満期退学。1985 年 (株)城南電器工業所入社、現在、龍谷大学大学院理工学研究科電子情報学専攻研究生。1994 年より電子情報技術を活用した福祉機器の研究開発に従事。福祉用具専門相談員、福祉情報技術コーディネーター 1 級。バイオメカニズム学会、日本リハビリテーション工学協会などの会員。

こ ほり 小堀 さとし 聡 (正会員)



1987 年大阪大学大学院医学研究科修士課程修了。1992 年龍谷大学理工学部電子情報学科助手、講師、助教授を経て 2008 年同大学教授となり現在に至る。1998 年および 2005 年ロンドン大学認知神経科学研究所客員研究員。生体情報処理と認知科学の立場から、知覚と運動、記憶と学習、問題解決などに関する研究に従事。博士 (工学)。電子情報通信学会、情報処理学会、日本認知科学会、日本生体医工学学会、日本人間工学会、バイオメカニズム学会などの会員。