

# 両手左右間の選択的調整の発達と言語の役割

## — Go/No-go 課題を用いて —

前田 明日香\*

本研究の目的は、幼児期における両手左右間の選択的調整と言語機能の発達の相互作用を明らかにすることであった。2歳後半から6歳前半までの幼児84名を対象に条件信号に従って両手に一つずつ持っているゴムバルブを同時に握り分ける課題（Go/No-go 課題）を実施した。分析の結果、左右のエラーパターンに違いが示され、利き手は活発に動くために衝動反応が多く、逆利き手は運動反応がおろそかになるため押し忘れ反応が多いことが示された。さらに、言語機能が両手左右間の選択的調整の発達に及ぼす影響は、子どもの発達にともなって変化するということが、以下の主な3つの発達の特徴から示された。1) 3歳前半までは大人の声かけが運動反応の左右差を強化する場合がある。2) 3歳後半から4歳前半になると、大人の声かけはその左右差を改善させるが、子ども自身の言語は運動反応の左右差や消失を招く。また、この時期は言語反応よりも運動反応の発達が先行するため、一人で黙って取り組むことが最も効果的である。3) 4歳後半以降になって初めて条件信号に従った左右の手の協応が安定し、子ども自身の言語によるマイナスの影響を受けにくくなる。

キーワード：両手左右間の機能的分化・協応、選択的調整、言語、発達

### はじめに

霊長類の中で、最も巧緻で操作性の高い運動機能を備えた手を持つのが人間であり、この手指の操作は子どもの発達において重要な役割を担っている。このような人間たらしめる手指の操作を可能にする一つの発達の要因として両手左右間の機能的分化・協応の獲得があげられる。両手左右間における手指操作の関係は、左右の分化が不十分な時期では、主要な手をもう片方の手で添えたり、支えたりといった直接的

な補助や随伴運動という形で関係し合っている。やがて分化が進むと、一つの目標に向かってそれぞれが別々の役割を分担しながら目標を達成するようになる（福留，2003）。

この手指操作のような微細な運動は比較的長期にわたる脳の機能成熟過程を反映しているという見解から（西村・松野，1978），人間の発達を把握するための一つの指標として両手左右間の機能的分化・協応の形成過程に着目することの意義が古くから説かれてきた<sup>1)</sup>。

一方で、両手左右間の機能的分化・協応と深く関係している左右の手のラテラリティ化の発達は、左半球への言語機能の特殊化と時期を同じくして幼児期の間に着しく進行する（大井，

\* 立命館大学大学院社会学研究科博士後期課程

1976：黒田，1987)。そこから，左右の手の運動発達と言語発達が密接に関係していることが想定されるため<sup>2)</sup>，左右の手指操作の随意性の分析を進めるにあたっては言語機能の果たす役割を十分視野に入れて研究に取り組む必要がある。

さらに，このような左右の手指操作の随意性が可能になる過程では，単に個人レベルでの習得がなされるだけではなく，外界との関係においても分化と協応の相互作用を同時に経験すると考えられる。そのため，条件信号にいかに関節の左右の手指操作を合わせてゆくのかわ、調整させてゆくのかわも一方で重要な指標となり得る。例えば，先生の指揮に合わせて楽器を左右両手に持って演奏するなど，状況によって選択的に自らの左右の手指操作を調整していくことも随意性の獲得の重要な点となる。

この選択的調整への言語機能の役割に注目し，言語による行動調整の発達モデルを提起したのとしてルリヤの実証的研究が知られている（Luria，1961：ルリヤ，1969，1976）。ルリヤは，青色と赤色の信号に従ってゴムバルブを押し分ける反応を指標に，子どもが言語を媒介にして自らの行動を選択的に調整できるようになるまでの過程を明らかにしている。しかし，ルリヤが実験的検証を試みる際に用いたゴムバルブ把握の課題では，手指の操作レベルを中心に扱ってきたにもかかわらず，左右の手の機能的分化と協応の問題に関しては，ラテラルリティの問題で若干扱われてきた程度であり（Luria，1966：320-323），その後のルリヤの追試研究においてもあまり触れられてこなかった（Birch，1966：Beiswenger，1968：Wilder，1969：Jarvis，1968：Miller et al，1970：Meacham，1978：Higa et al，1978：Ozonoff et al，1994：Ozonoff & Strayer，1997：諸岡，1998）。

選択的調整の発達を左右の手の運動機能との関連で見てこなかった理由の一つとして，言語発達が運動発達に常に先行し，外的な刺激に対して言語反応がまず引き起こされ，この言語反応が刺激となって運動反応を導くという考え方が基本にあったことがあげられる（MaCabe，1979：永江，1990）。換言すれば，言語による行動調整が運動機能の発達の前提となっていたため，あえて運動機能の発達に注意が向けられなかったと考えられる。さらに，ルリヤの主眼は随意的行動を導く言語機能の役割および認知機能であったため，選択的調整に代表される随意的行為の完成を捉えるには利き手から得られる情報を基準にする必要があったと考えられる。しかし，手指における運動の随意性は両手の役割分化を伴う調整を経て獲得されていくものであり，選択的調整の発達のメカニズムやその過程をより広く理解するためには左右の手の運動機能の発達レベルに着目した研究が求められる。

さて，ルリヤが提起した言語による行動調整の発達に関するモデルには，言語と行動の関係について2つの重要な特徴が示されている。1つ目は，「ランプが点いたらゴムバルブを握りなさい」といった教示が与えられた時に，“ランプがつく”という未来の刺激の言語的シンボルと“ゴムバルブを握る”という未来の応答運動の言語的シンボルを結びつけて，すぐに反応を起こすことを押し留める能力が必要となるという点である。2つ目は，「青ランプが点いたらゴムバルブを握り，赤ランプが点いたらゴムバルブを握ってはいけません」という教示から，“青＝握る，赤＝握らない”というルールを定式化し，信号と反応の間に挿入する能力が必要となるという点である。このルールを定式化して信号と反応を結びつける役割を果たすのが言語

である。以上をまとめると、「青ランプが点いたらゴムバルブを握り、赤ランプが点いたらゴムバルブを握ってはいけません」という教示が与えられた際に、子どもの中には“青”と“赤”の信号表象と、“握る”と“握らない”の反応表象が頭に浮かぶことが予想される。そして、これらの信号表象と反応表象を言語によって結び付ける（定式化する）ことによって、信号に従って選択的に行動を調整することが可能になる。

この際に媒介的役割を果たす言語自体、その主体（言語を発する主体が大人か子どもか）や機能的側面（言語のもつ機能が構音的か意味的か）が発達にもなって異なってくるというのがルリヤの提起したモデルの軸となる。1歳半から2歳時では、大人からの声かけが運動反応を誘発するという局面で働き始める（e.g., 青信号で「握れ」と大人が言えば握るが、赤信号で「だめ」と行っても、運動が誘発されて押ししてしまう）。それが、3歳から3歳半頃になると大人の声かけが意味的に働き始めるので、赤信号で「だめ」と言われると抑制が効くようになる。一方で、3歳から4歳頃では運動反応を誘発する側面が強かった子ども自身の言語（以下、自己言語と呼ぶ。なお、自己言語を発する場合を“言語化する”と表現することがある）が、4歳後半になってやっと抑制にも機能することから自己言語が行動に意味的に働き始める。ルリヤは自己言語が意味的に働き始める段階を「安定した運動反応系の完成」としている。

ここで、疑問となるのが3歳半から4歳半頃までの運動機能の発達についてである。この時期は、赤信号に対して子どもが「だめ」と言語化することで運動反応が誘発されてしまうために、かえって自己言語が妨害として働くことが示されている。しかし、この結果は自己言語が

子どもの運動機能にどのような影響を及ぼすのかという視点から述べられており、その間の子どもの動き自体は見えにくい。例えば、自己言語が運動反応に妨害的であったことを証明するために、ルリヤ（1969：164頁）がオ・カ・チホミーロフの実施した実験を紹介して示した例では、3歳から4歳までの子どもに黙って試行させた場合、押しではダメな信号である抑制信号に対して42%の衝動的反応が示された。それに対し、信号に従って「押すな」と「押せ」という自己言語を伴わせると、衝動反応の割合が全体の70%にまで達した。この結果から、確かに自己言語を伴わせることによって衝動反応が増加することは示されたが、ここで注目すべき点は黙って試行することによって課題中の58%は抑制が可能であったという事実である。つまり、3歳から4歳の子どもの大人の声かけなしに黙って試行すれば信号への押し分けが可能になりつつあることを示唆している。

ルリヤ以降の先行研究においても、Meacham（1978）は、年齢群間における自己言語の影響について、3歳半では言語反応が消失して運動反応のみが現れ、4歳半では言語反応を随伴する事ができても運動反応のエラーが増加し、5歳半になって、やっと言語反応も運動反応も正確に遂行することが可能であったことを報告している。また、Higa et al（1978）も自己言語を伴った条件では言語反応の約3分の1が運動反応の後で生じていたことを明らかにしている。

このように、外的な刺激に対してつねに優位に発達した言語反応がまず引き起こされ、この言語反応が刺激となって運動反応を導くとするルリヤの主張とは異なる結果が報告されており、言語が運動反応に意味的に機能するようになるまでの過程を運動機能の側面からも捉えて

いく必要があるのではないかと考える。なぜなら、言語系と運動系の機能が未分化な状態から発達の過程で分化していくことを考えると、発達初期の段階では運動が言語に先行したり、運動と言語が干渉し合ったりと多様な発達の相互作用が起こることも考えられるからである(前田, 2010, 2011)。

藤田(2000)は大人と子どもの間で交わされるジャンケン動作の分析を通して、大人からの声かけや動作で働きかけられることにより、最初に子どもの動作が同期し、次に言語化が同期し、それと並行して自己の中で言語化と動作が統合されていく可能性を提起している。さらに、遠藤(1998)は、手遊びにおけるパフォーマンスの発達の変化に関わる研究の中で、動きのモデルを視覚的に知覚し、正確に動きをパフォーマンスする能力は3歳から5歳にかけて向上する一方で、4歳では歌のパフォーマンスに関して旋律や歌詞表現の正確さが低下したことから、この時期は正確なリズムの再現をするために、動きへの集中が高まり、歌詞及び言語表現の低下に結びついたと考察している。

このような言語と運動の発達の相互作用の存在を裏付けるモデルとして、Karmiloff-Smith(1992=1997)の表象の書換えモデル(Representational Redescription; RRモデル)が参考になる。これは、子どもは自らが何をしているのか理解して言語化するよりも前に行動することから学び、その知識は最初、暗示的な情報をもとに表象レベルであったものから言語を介す中で明示的な知識へと変化するという一連の過程をモデル化したものである<sup>3)</sup>。

このように考えると、3歳半頃までに効果を持つようになる大人からの声かけやモデルによる行動調整から、4歳半頃に自分自身の言葉で

意味を伴って調整可能になるまでの間には、単に子どもの言語と運動が拮抗作用を生むというだけではなく、信号表象と反応表象が暗示的に直接子どもの運動と結びつき、その後、子どもの言葉によって明示化されていくというような発達の過程を踏んでいる可能性も考えられる。

これまでの点を踏まえて、本研究では以下の点を明らかにすることを目的としている。第一に、ルリヤのGo/No-goパラダイムを用いる中で、今まであまり顧みられることのなかった両手左右間における手指の機能的分化・協応の形成過程に着目し、条件信号に従って選択的にゴムバルブを開閉する選択的調整の獲得がどのようになされるのか、左右間で差が示されるのかを明らかにする。第二に、選択的調整の媒介的役割を果たす言語を条件変化に加える中で、左右の手指操作の発達と言語の相互関係を明らかにする。その際、加えられる言語の主体にも注目し、どのような言語がどの時期にいかなる相互作用を手指操作の発達との間に生じさせるのか分析する。

## I. 方法

### 1. 参加児

K市内の保育所、およびT市内の幼稚園に通う2歳後半から3歳前半の幼児15名(男児9名、女児6名、平均年齢3歳1ヶ月、標準偏差4.1ヶ月)、3歳後半から4歳前半の幼児24名(男児11名、女児13名、平均年齢4歳0ヶ月、標準偏差3.8ヶ月)、4歳後半から5歳前半の幼児25名(4男児12名、女児13名、平均年齢5歳0ヶ月、標準偏差4.0ヶ月)、5歳後半から6歳前半の幼児20名(男児12名、女児8名、平均年齢5歳10ヶ月、標準偏差3.0ヶ月)の計84名。

## 2. 分析装置

数的データと質的データの両側面から運動遂行中の運動反応を分析することを目的として、竹井機器工業株式会社のものを用い、田中(1980)の精神作業過程分析装置を改良した(握り圧計と呼称、図1)。改良前のものは、ゴムバルブ内の空気圧が電力に変換されて、把握波形データがオシログラフないし磁気テープに記録されるものであった。改良版は、ゴムバルブ内の空気圧を電圧信号に変換し、波形データと設置されたミニカメラによって撮影された子どもの手指や顔面の拡大画像、検査者の動きの画像とともに、収録・波形取り込み部(AQ-VU: ティアック株式会社製)に0.1ミリ秒毎に記録される。そして、リアルタイムでアナログ信号波形とミニカメラで撮影された複数の画像がモニターに表示される仕組みになっている。さらに、検査者や子どもの画像を電圧信号と同時に収録・波形取り込み部に記録することが可

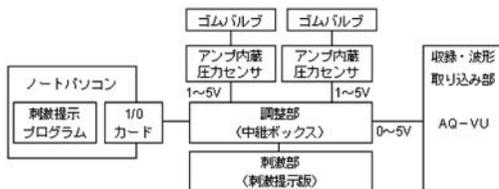


図1 握り圧計の系統図

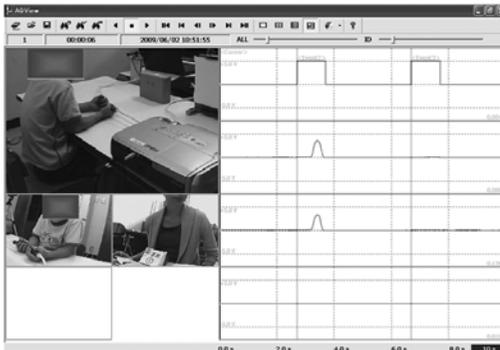


図2 AQ-VUによって表示される情報

能である。これによって把握行動だけでなく、子どもの視線や口の動きとの関連性を分析することが可能となる(図2)。収録されたデータは内蔵のハードディスクに保存され、パソコンに取り込むことができ、フリーソフト「ExtrTAFF」によってExcelファイルに変換して分析することも可能である。

## 3. 手続き

Luria (1961)を参考にして、Go/No-go課題を実施し、押しはだめな信号と押さなければならない信号に従って、予め両手に一つずつ握らせてある直径5 cmのゴムバルブを両手同時に押し分ける課題を行った。押しはだめな信号(抑制信号)として赤色のLEDランプと押さなければならない信号(喚起信号)として緑色のLEDランプが被験児から20cm前方で点灯するようにした。信号が提示される時間は1000ms、前の信号から次の信号提示までの間隔時間を4000msに設定し、信号提示時間と信号間隔時間は全被験者において統一された。

「青い信号が点いたら風船を握って下さい。赤い信号が点いたら風船は握らないでください」という言語指示を与えた後、指示内容が理解できたとと思われるまで練習を行った(5回-10回)。練習が終わると本課題に入る。本課題は3条件で構成されており、1試行内の刺激は赤信号5回と緑信号5回(計10回)がランダムに提示されるようにしてある。[条件1]は、ベースラインに相当するもので、何の条件も加えずに無言で試行させる条件である。[条件2]は、信号に伴って直接大人が「ぎゅ/いいよ」、「だめ」と声かけを随伴させる条件である。[条件3]は、子どもによる言語「ぎゅ/いいよ」、「だめ」を信号に従って随伴しながら試行させ

る条件である。

本課題では、大人からかけられる言語や子ども自身が発する言語の意味を子どもが理解した上で遂行することと、より幼い子どもでも反応を引き出しやすいようにすることに力点をおいた。そのため、条件2の声かけでは子どもの理解レベルに合わせて、「ぎゅ」か「いいよ」を使い分けた。また、条件3では随伴する言語を試行前に子どもと相談して決めた。自己言語には「ぎゅ」と「いいよ」を選んだ子がほとんどだったが、中には「ピンポン」や「マル」という言葉を随伴させる子どもも存在していた<sup>4)</sup>。

なお、記録装置その他は子どもから遮蔽され、子どもの前には衝立とチューブに接続したゴムバルブだけが提示されるようにした。

#### 4. 利き手の評価

子どもの利き手を評価するために、新版K式発達検査2001の積木課題（トラック模倣、家の模倣、門の模倣）、描画課題を実施すると同時に担任の先生や保育士からの聞き取りを行った。積木課題では積み木を積む側、描画課題では鉛筆を持つ側を利き手とした。担任の先生や保育士への聞き取りでは、フォークや箸を持つ時や筆記具を持つ時などに頻繁に使用される側の手について尋ねた。以上の点から、優位に使用された側の手を“利き手”とし、反対側の手を“逆利き手”とした。

## II. 結果・考察

### 1. 利き手の確定

利き手を評価する際の指標にした「積木課題」と「描画課題」、「聴き取り」を通して、利き手が一致しなかったケースが3；6-4；5群

で5名存在していた。その内訳は、利き手が「積木課題」と「聴き取り」で右手だったのに対して、「描画課題」では両利きであった幼児が2名、利き手が「聴き取り」では右手なのに対して、「描画課題」と「積木課題」のどちらかが左手であった幼児が2名、利き手が「聴き取り」では右手なのに対して、「描画課題」と「積木課題」のどちらも左手であった幼児が1名であった。最後の幼児は3項目中2項目で主に使用する側が左手であったため、利き手は左手と定めた。

結果、利き手が左手の幼児は2歳後半-3歳前半で0名、3歳後半-4歳前半で1名、4歳後半-5歳前半で1名、5歳後半-6歳前半で2名であった。

### 2. 反応パターンの分析

#### (1)反応パターンの分類

本研究で扱う選択的調整は、左右の手指操作を信号に合わせていかに協応させて、選択的に把握するかという行動レベルに着目したものである。そのため、従来から用いられているような運動の正確性（正答数）や速度（反応時間）を明らかにするだけでは不十分であるという視点に立って反応パターンを分類した。

まず、第一段階は選択的調整の基本的な指標となる誤答数に着目して、得られた波形データを分類した。最初に、左右ともに誤答数が1回までで、信号への押し分けがほぼ完全に完成している「完全型」と、全く押し分けが成立していない「不完全型」を設定した。次に、この2パターンの間にあるものを「中間型」とし、さらに、これを誤答数の違いによってaとbに二分することによって、全部で4つの反応パターンを設けた。

第2段階では誤答数に加え、新たに左右の手の協応状態や把握の際に得られる波形の突起を分析指標にして、「完全型」と「中間型 a」, 「中間型 b」から、それぞれ2種類の下位パターンを設定した。反応パターンの詳細を以下に示す。

なお、誤答数は左右ともに最大10回だが、全ての信号にバルブを押す、もしくは全ての信号にバルブを押さなければ誤答は5回となり、50%のチャンスレベルがある。

反応 A「完全型」: 信号の意味を理解し選択的調整が完成している。誤答は左右ともに1回以下、計2回まで。信号提示は左10回、右10回の計20回なので誤答は全体の10%未満ということになる。下位パターンは、誤答が10%以下で信号に従った押し分けが完成し、把握の際の突起は一つでシャープ。左右差もないパターン（図3, A-1）。誤答が10%以下で信号に従った押し分けが完成し、左右差はないが、把握の際の突起が緩やかであったり、突起が複数あるパターン（図4, A-2）。

反応 B「中間型 a」: 信号の意味を理解し選択的調整が完成しつつあるが、まだ衝動性が強かったり見逃したりするエラーが数回程度ある。どちらか一方に注意を向けると誤答は減る。下位パターンは、左右差はないが誤答が全体の10%から30%未満あり、基本的に把握の際の突起は緩やかであったり、山が複数あることが多いパターン（図5, B-1）。片手の信号の押し分けに夢中で、もう片方がおろそかになる。注意を向けている方の手の誤答は20%未満であるパターン（図6, B-2）。

反応 C「中間型 b」: 信号の意味を理解し始めて把握を信号に合わせてしようとするが、衝動性や見逃しの傾向が強く、時々信号に合った押し分

注：○=抑制信号，●=喚起信号

丸で囲んである箇所は抑制信号に対して、抑制に失敗して衝動反応があった箇所、△印は喚起信号に対して押し忘れ反応があった箇所である。

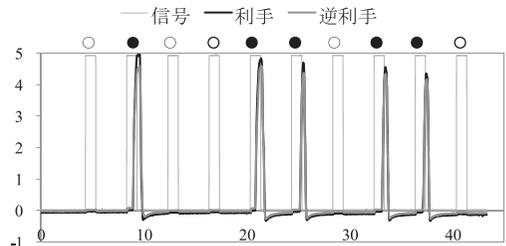


図3 「完全型」A-1のパターン

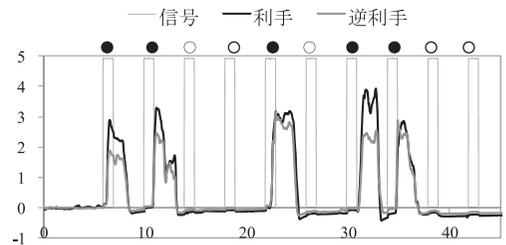


図4 「完全型」A-2のパターン

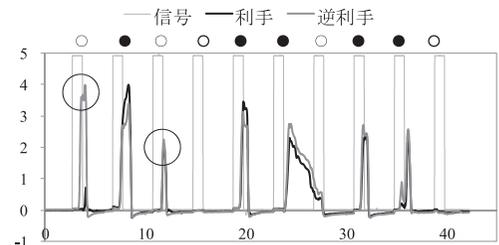


図5 「中間型 a」B-1のパターン

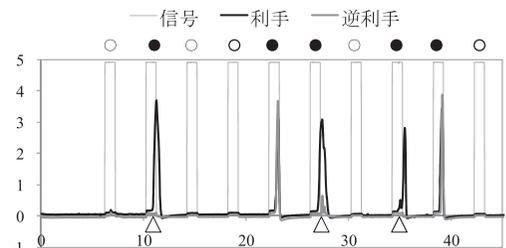


図6 「中間型 a」B-2のパターン

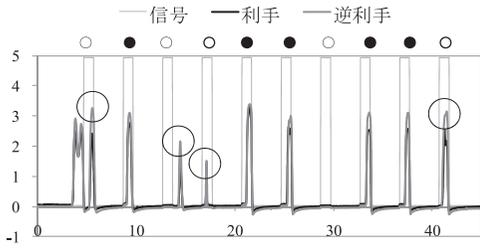


図7 「中間型 b」 C-1 のパターン

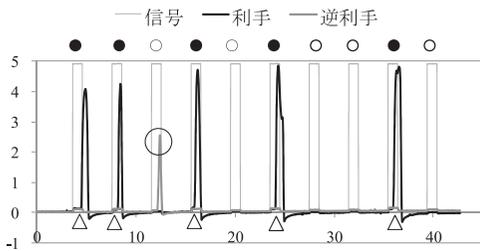


図8 「中間型 b」 C-2 のパターン

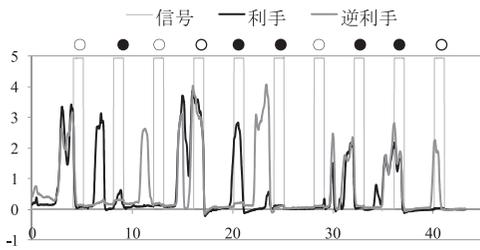


図9 「不完全型」 D のパターン

けが可能になる時があるという程度。下位パターンは、左右差はないが誤答が30%以上あるパターン(図7, C-1)。左右が別々の動きをして、誤答が20%以上あるパターン(図8, C-2)。

反応D「不完全型」: 信号の意味を理解しておらず信号とは無関係に把握を繰り返す(図9, D)。

(2)条件1の反応パターンの分析

人数の少なかった反応Bと反応Cをまとめて「中間型」とし、「完全型」と「中間型」と「不完全型」の3パターンの年齢群ごとの割合を図10に示した。反応パターンに発達的な変化があるのかを調べるために、Fisherの直接確立法による検定を行ったところ、年齢差は有意であった( $p < .01$ : 両側検定)。Ryan法による多重比較の結果、「不完全型」が3;6-4;5群から有意に減少し( $p < .05$ )、逆に「完全型」が3;6-4;5群から有意に増加することが示された( $p < .05$ )。「不完全型」を示す子どもは4;6-5;5群で0%になった。また、「完全型」は3歳6ヶ月以降、一定の割合で存在し、大きな発達的な変化は示されなかった。

以上の各年齢群における反応パターンの割合の変化をより詳細に読み解くために、下位パターンの割合を表1に示した。この結果から、3;6-4;5群の方が4;6-5;5群よりも「完全型」の割合は多くなっていたが、その特徴と

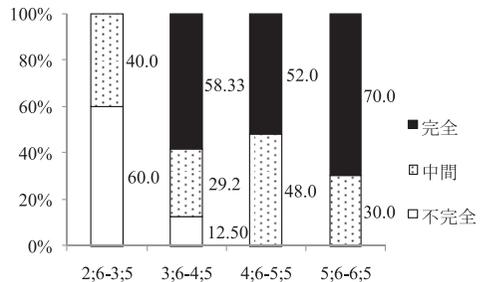


図10 条件1における反応パターンの割合

表1 条件1における下位パターンの年齢群ごとの割合 (数字は人数, 括弧内は%)

	不完全型	中間型				完全型	
	D	C-2	C-1	B-2	B-1	A-2	A-1
2;6-3;5( $n=15$ )	9(60.0)	0(0.0)	2(13.3)	1(6.7)	3(20.0)	0(0.0)	0(0.0)
3;6-4;5( $n=24$ )	3(12.5)	1(4.2)	0(0.0)	3(12.5)	3(12.5)	4(16.7)	10(41.7)
4;6-5;5( $n=25$ )	0(0.0)	2(8.0)	2(8.0)	4(16.0)	4(16.0)	2(8.0)	11(44.0)
5;6-6;5( $n=20$ )	0(0.0)	1(5.0)	2(10.0)	1(5.0)	2(10.0)	2(10.0)	12(60.0)

して、3:6-4:5群では突起が緩やか、もしくは複数あるような把握の仕方をするA-2のパターンが多く、16.7%もいたのに対して、4:6-5:5群ではこのようなパターンの「完全型」は8.0%しかおらず、3:6-4:5群の半分には減少していた。このことから、素早く勢いよく握る4:6-5:5群に対して、3:6-4:5群では反応するまでに一定の時間を費やしたり、把握中もゆっくり握ることで、反応の正確性が若干上回ったことが予想される。

### (3) 反応パターンの条件間比較

一人で何も言わずに自由に試行した場合(条件1)から大人の声かけがある場合(条件2)、自分自身で言語化しながら試行する場合(条件3)で、どのような反応の変化が示されたか調べるために、各条件における「完全型」を示した子どもの割合を比較した(図11)。2:6-3:5群では、信号の意味を理解できずに信号の点滅とは無関係にゴムバルブを把握したり、押し分けが未熟な子どもがどの条件においても多かったため条件間において変化なしの子どもの割合が圧倒的に多かった。唯一、大人の声かけがあった場合のみ「完全型」が20%存在していた。この2:6-3:5群における条件1から条件2への反応パターンの変化を詳細に分析すると、条件1で何も言わずに試行した際に「中間

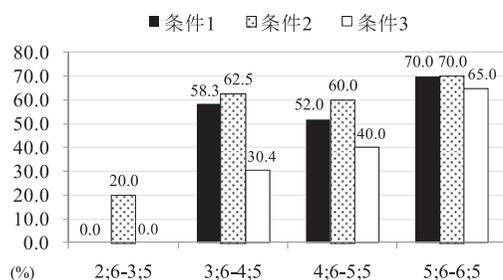


図11 「完全型」の条件間比較

型」であった子どもの過半数が大人の声かけがあることによって「完全型」に移行していたことが分かった(表2)。

3:6-4:5群と4:6-5:5群では、条件2の大人の声かけによる影響は大して示されなかったが、条件3の子ども自身によって言語化する場合に「完全型」の割合が減少することが示された。この自己言語による運動反応への妨害作用は、4:6-5:5群よりも3:6-4:5群で多く働いていた。3:6-4:5群と4:6-5:5群の条件1から条件3への反応パターンの変化を詳細に分析すると、3:6-4:5群では条件1で「完全型」を示していたのに、自己言語を随伴させることによって「中間型」になった子どもが43.5%も存在していた。また、「中間型」は「中間型」のまま、「完全型」は「完全型」

表2 2:6-3:5群における反応パターンの変化

条件1	n=15	条件2		
		不完全型	中間型	完全型
不完全型	9(60.0)	0(0.0)	0(0.0)	
中間型	0(0.0)	3(20.0)	<b>3(20.0)</b>	
完全型	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	

表3 3:6-4:5群における反応パターンの変化

条件1	n=23	条件3		
		不完全型	中間型	完全型
不完全型	2(8.7)	0(0.0)	0(0.0)	
中間型	0(0.0)	<b>4(17.4)</b>	3(13.0)	
完全型	0(0.0)	<b>10(43.5)</b>	<b>4(17.4)</b>	

注：条件3未試行児が1名いるため、割合は分母を23名で算出している。

表4 4:6-5:5群における反応パターンの変化

条件1	n=25	条件3		
		不完全型	中間型	完全型
不完全型	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	
中間型	0(0.0)	<b>8(32.0)</b>	4(16.0)	
完全型	0(0.0)	<b>7(28.0)</b>	<b>6(24.0)</b>	

のままで、自己言語の影響を受けない子どもの割合は合計34.8%であった(表3)。一方で、4:6-5:5群では「完全型」から「中間型」へ変化する子どもの割合が28.0%と減少し、その分、自己言語の影響を受けない子どもの割合が56.0%と増加していた(表4)。自己言語を随伴することによって運動反応がプラスに変化する割合にあまり変化はなく、両年齢群で1割程度であった。

自己言語による運動反応へのマイナスの作用は、4:6-5:5群、5:6-6:5群と年齢が上がるにつれて減少し、5:6-6:5群ではどの条件間においても影響を受けず、「完全型」が7割程度と一定であった。

### 3. 数量的データの分析

#### (1)反応時間

ここでは、喚起信号が提示されてゴムバルブを握るまでの反応時間の分析を行う。反応時間は信号に応じてゴムバルブを把握している場合のみ算出が可能になるため、信号とは無関係に把握している「不完全型」や、片方の手が全く動かないような場合には正確な反応時間が測定できない。そのため、ここでは対象から除外した。各条件における利き手と逆利き手別の対象

人数は表5の通りである。

#### ①条件1の反応時間の分析

条件1の喚起信号に対する各年齢群の利き手と逆利き手の平均反応時間を図12に示した。平均反応時間は極端値の影響を避けるために、各被験児の中央値をその被験児の代表値とし、年齢群ごとの平均反応時間を求めた。

年齢群×左右(利き手, 逆利き手)の2要因混合計画の分散分析を行ったところ、年齢群と左右両手の交互作用は有意でなかった( $F(3, 60) = 0.56, ns$ )。また、左右両手間に有意な差は示されなかった( $F(1, 60) = 0.38, ns$ )。年齢の要因( $F(3, 60) = 17.20, p < .01$ )に有意な主効果がみられたため、LSD法による多重比較を行ったところ、2:6-3:5群とその他の群の間に有意な差が示された( $Mse = 0.10, p < .05$ )。

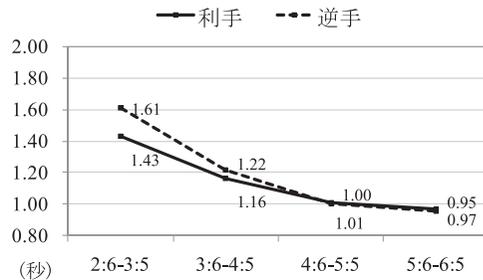


図12 条件1における平均反応時間(秒)

表5 反応時間分析の対象児(人)

年齢群	手の側	条件1	条件2	条件3
2:6-3:5	利手	6	6	4
	逆手	5	3	3
3:6-4:5	利手	21	21	21
	逆手	18	21	19
4:6-5:5	利手	24	24	25
	逆手	22	22	22
5:6-6:5	利手	20	20	20
	逆手	20	20	20

#### ②反応時間の条件間比較

利き手および逆利き手における条件ごとの反応時間を図13、図14に示した。利き手において、条件間に差があるのかを調べるために年齢群×条件(1, 2, 3)の2要因混合計画の分散分析を行ったところ、年齢群と条件の交互作用は有意でなかった( $F(6, 130) = 1.04, ns$ )。年齢の要因( $F(3, 65) = 6.42, p < .01$ )と条件の要因( $F(2, 130) = 21.37, p < .01$ )に有意な主効

果がみられた。年齢の要因の主効果についてLSD法による多重比較を行った結果、2:6-3:5群と4:6-5:5群、5:6-6:5群の間、3:6-4:5群と5:6-6:5群の間にそれぞれ有意な差が示された ( $Mse = 0.14$ ,  $p < .05$ )。条件の要因の主効果についてLSD法による多重比較を行った結果、条件3 (子ども自身によって言語化しながら試行する場合)、条件1 (無言で試行する場合)、条件2 (大人からの声かけによって試行する場合)の順に反応時間が有意に短くなることが示された ( $Mse = 0.03$ ,  $p < .05$ )。

次に、逆利き手において条件間に差があるのかを調べるために年齢群×条件 (1, 2, 3) の2要因混合計画の分散分析を行ったところ、年齢群と条件の交互作用は有意でなかった ( $F(6, 118) = 1.80$ ,  $ns$ )。年齢の要因 ( $F(3, 59) = 13.78$ ,  $p < .01$ ) と条件の要因 ( $F(2, 118) = 20.28$ ,

$p < .01$ ) に有意な主効果がみられた。年齢の要因の主効果についてLSD法による多重比較を行った結果、3:6-4:5群から有意に反応時間が短くなることが分かった ( $Mse = 0.16$ ,  $p < .05$ )。4:6-5:5群と5:6-6:5群の間には有意な差は示されなかった。条件の要因の主効果についてもLSD法による多重比較を行ったところ、利き手と同様に、条件3、条件1、条件2の順に反応時間が有意に短くなることが示された ( $Mse = 0.04$ ,  $p < .05$ )。

## (2) 誤答数

ここでは、抑制信号に対して押ししてしまった誤反応 (「衝動反応」: commission error) と喚起信号に対して押し忘れてしまった誤反応 (「押し忘れ反応」: omission error) について、左右間で分析を行う。誤答数は反応パターンの指標の一つとしても用いているが、さらにエラーパターンを分析することによって左右間での押し分けの特徴をより明らかにすることを目的としている。

誤答数は信号に合わせてゴムバルブを押しつけている場合のみ算出が可能であるため、信号とは無関係に把握している「不完全型」の場合には正確な誤答数が測定できない。そのため、ここでは対象から除外した。対象児の人数は、2:6-3:5群が6名、3:6-4:5群が21名、4:6-5:5群が25名、5:6-6:5群が20名の計72名である。

### ① 条件1における誤答数の分析

条件1の利き手における誤答数をエラーパターンごとに図15、図16に示した。年齢群×左右 (利き手、逆利き手) ×エラータイプ (衝動反応、押し忘れ反応) の3要因混合計画の分散分

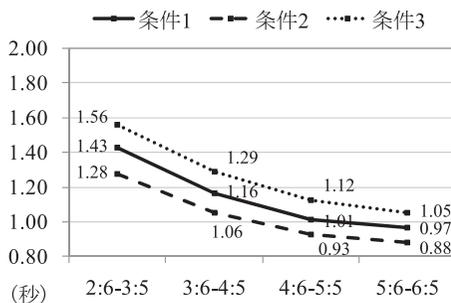


図13 各条件における平均反応時間 (利き手)

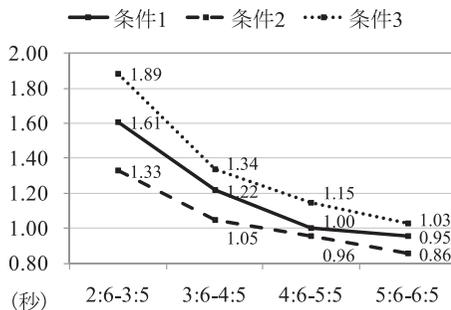


図14 各条件における平均反応時間 (逆利き手)

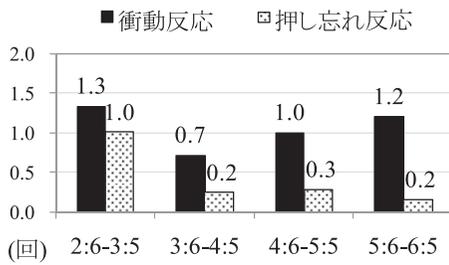


図15 条件1における平均誤答数（利き手）  
（最大誤答数はそれぞれ5回。以下同様）

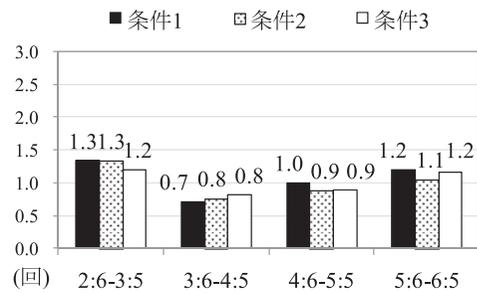


図17 衝動反応の条件比較（利き手）

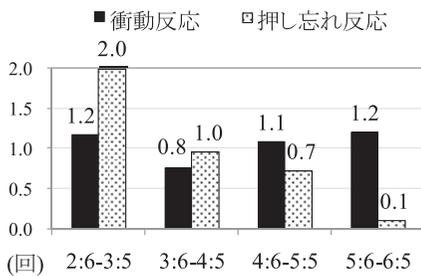


図16 条件1における平均誤答数（逆利き手）

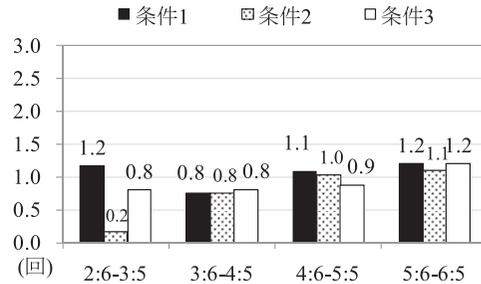


図18 衝動反応の条件比較（逆利き手）

析を行ったところ、左右両手とエラータイプの交互作用が有意であった ( $F(1, 68) = 4.66, p < .05$ )。また、年齢の要因 ( $F(3, 68) = 3.71, p < .05$ ) に有意な主効果がみられた。左右両手とエラータイプの交互作用については、逆利き手の方が利き手に比べて有意に押し忘れ反応が多くなることが明らかになった ( $F(1, 68) = 5.84, p < .05$ )。一方で、利き手では押し忘れ反応よりも衝動反応の方が有意に多くなるのが分かった ( $F(1, 68) = 14.50, p < .01$ )。年齢の要因の主効果については、LSD法による多重比較を行ったところ、2:6-3:5群が3:6-4:5群、4:6-5:5群、5:6-6:5群に比べて有意に誤答数が多い結果が示された ( $Mse = 1.65, p < .05$ )。これは、反応パターンの年齢的变化と同様の結果を示すものである。

## ②誤答数の条件間比較（衝動反応）

衝動反応において条件間に違いがあるのかを調べるために、利き手、逆利き手ごとの衝動反応数を図17、図18に示した。

利き手の衝動反応に条件間と年齢群間に違いが見られるのかを調べるために年齢群×条件間（条件1, 2, 3）の2要因混合計画の分散分析を行ったところ、交互作用およびその他の要因の主効果は有意でなかった。次に、逆利き手の衝動反応に条件間と年齢群間に違いが見られるのかを調べるために年齢群×条件間（条件1, 2, 3）の2要因混合計画の分散分析を行ったところ、利き手と同様に交互作用およびその他の要因の主効果は有意でなかった。

## ③誤答数の条件間比較（押し忘れ反応）

押し忘れ反応において条件間に違いがあるのかを調べるために、利き手、逆利き手ごとの押

し忘れ反応数を図19, 図20に示した。

利き手の押し忘れ反応に条件間と年齢群間に違いが見られるのかを調べるために年齢群×条件間(条件1, 2, 3)の2要因混合計画の分散分析を行ったところ, 交互作用が有意であった( $F(6, 134) = 12.79, p < .01$ )。交互作用を調べた結果, 条件3における年齢群間に有意差があり( $F(3, 67) = 21.10, p < .01$ )。LSD法による多重比較を行ったところ, 2;6-3;5群が3;6-4;5群, 4;6-5;5群, 5;6-6;5群に比べて有意に押し忘れの誤答が多いことが示された( $Mse = 0.51, p < .05$ )。年齢群における交互作用について, 2;6-3;5群において, 条件間に有意差があり( $F(2, 134) = 59.59, p < .01$ )。LSD法による多重比較の結果, 2;6-3;5群では条件3, 条件1, 条件2の順に押し忘れ反応が多いことが明らかになった( $Mse = 0.25, p < .05$ )。また, 3;6-4;5群において, 条件間に有意差があり( $F(2, 134) = 4.07, p < .05$ )。LSD法による多重比較の結果, 条件2に比べて条件3で有意に押し忘れ反応が多くなることが明らかになった( $Mse = 0.25, p < .05$ )。

次に, 逆利き手の押し忘れ反応に条件間と年齢群間に違いが見られるのかを調べるために年齢群×条件間(条件1, 2, 3)の2要因混合計画の分散分析を行ったところ, 交互作用が有意であった( $F(6, 134) = 8.10, p < .01$ )。交互作用に関しては, 条件1における年齢群間に有意差あり( $F(3, 67) = 3.46, p < .05$ )。LSD法による多重比較を行った結果, 2;6-3;5群が4;6-5;5群, 5;6-6;5群よりも押し忘れ反応が有意に多かった( $Mse = 2.15, p < .05$ )。また, 条件2における年齢群間に有意差があり( $F(3, 67) = 5.49, p < .01$ )。LSD法による多重比較の結果, 2;6-3;5群が3;6-4;5群, 4;

6-5;5群, 5;6-6;5群よりも有意に押し忘れ反応が多かった( $Mse = 1.65, p < .05$ )。さらに, 条件3における年齢群間に有意差があり( $F(3, 67) = 15.51, p < .01$ )。LSD法による多重比較の結果, 2;6-3;5群が3;6-4;5群, 4;6-5;5群, 5;6-6;5群よりも有意に押し忘れ反応が多かった( $Mse = 1.78, p < .05$ )。年齢群における交互作用について, 2;6-3;5群における条件間に有意差があり( $F(2, 134) = 34.28, p < .01$ )。LSD法による多重比較の結果, 条件3が条件1, 条件2よりも有意に押し忘れ反応が多くなることが分かった( $Mse = 0.30, p < .05$ )。また, 3;6-4;5群における条件間に有意差があり( $F(2, 134) = 7.20, p < .01$ )。LSD法による多重比較の結果, 条件2が条件1と条件3よりも有意に押し忘れ反応が少ないことが分かった( $Mse = 0.30, p < .05$ )。4;6-5;5群( $F(2, 134) = 0.25, ns$ )と5;6-6;5群( $F(2, 134) = 0.10, ns$ )では条件間に有意差は見られなかった。

以上の結果から, 衝動反応数に関しては両手左右間で有意な差は生じないことが分かった。一方で, 押し忘れ反応数においては両手左右間で言語付与によって与えられる影響が異なってくることを明らかになった。具体的には利き手では, 4歳6ヶ月までは大人の声かけが正確な運動反応の遂行に最も効果があるのに対して, 自己言語を随伴させることは押し忘れ反応を有意に多くさせてしまうことから, 運動反応の消失を招いている。一方, 逆利き手の場合では, 利き手と同様に4歳6ヶ月までは子ども自身に言語化させることにより運動反応が消失してしまうのに対して, 大人の声かけは2;6-3;5群においては利き手のようなプラスの効果が示されず, 他の年齢群に比べて運動反応が消失し

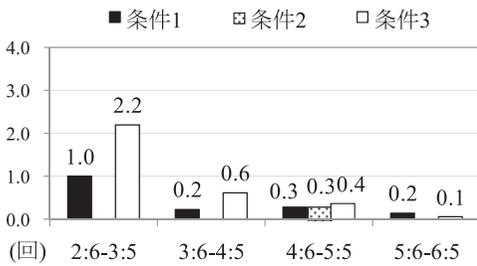


図19 押し忘れ反応の条件比較 (利き手)

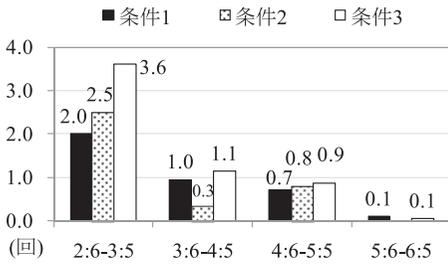


図20 押し忘れ反応の条件比較 (逆利き手)

ている数が圧倒的に多くなっている。図18の衝動反応の条件間の違いを見ると、数が少ないため有意差は示されないが、ここでも2:6-3:5群においては大人の声かけがあると他の条件に比べて衝動反応が少なくなっている。これは、調整が可能であるというのではなく、いっそう運動反応が消失している事を示していると考えられる。つまり、2:6-3:5群においては大人の声かけが利き手に対しては運動反応を喚起する作用をもたらす一方で、逆利き手に対しては運動反応の消失をもたらすことを示している。

一方で3:6-4:5群では、大人の声かけがあった場合では運動反応が喚起され、何も言わずに試行する場合や自分自身で言語化するよりも効果があることが明らかになった。それを裏付ける結果として図20の3:6-4:5群では、条件2の大人の声かけがある方がその他の条件に比べて押し忘れ反応が少なくなっている。

#### 4. 自己言語の分析

子ども自身による言語反応と運動反応の相互作用が年齢にもなるとどのように生じてくるのかを詳細に分析するため、自己言語の随伴のタイプを設定した。分析は記録されたAQ-VUのデータ (図2参照) と撮影されたビデオカメラの映像を対象とした。

自己言語の随伴のタイプとして、試行の最初から自己言語を運動に随伴していないタイプを「声なし型」、言語を随伴していたが徐々に、もしくは時々、言語が消失してしまうタイプを「消失型」、言語化して握る、握ってから言語化するといったように言語と運動反応に時間差が生じるタイプを「時間差型」、言語化しながら握り、言語と運動反応がほぼ同時に生じるタイプを「同時型」に設定し、各タイプの年齢群ごとの割合を表6に示した。

2:6-3:5群では、始めから自己言語を随伴していない「声なし型」の割合が6割も存在し、運動反応と同時に自己言語を随伴させることが可能な「同時型」が全くいなかったことから、そもそも、この年齢群では自己言語を子どもの運動反応に随伴させること自体が困難であったことが示唆される。3:6-4:5群になると、「同時型」の割合が一気に過半数存在するようになる。一方で、「消失型」と「時間差型」がともに2割程度存在している。4:6-5:5群になると「消失型」は4%しかおらず、「時間差型」と「同時型」が多くなる。「同時型」に関しては3:6-4:5群と比べても違いはなく、「時間差型」が増加する結果となっている。また、3:6-4:5群では4.3%しかいなかった「声なし型」が4:6-5:5群では16.0%と若干増えていた。これは、子ども自身が自己言語を随伴させることを意図的に拒否したケースであ

り、この拒否反応はこの年齢群でしか現れなかった。5:6-6:5群になると「同時型」が一気に8割にまで増加した。

次に、3歳6ヶ月以降の「時間差型」について、言語反応と運動反応のどちらが先に生じていたのかを表7に示した。その結果、どの年齢群でも運動反応が生じた後に言語反応を随伴させる割合が多い結果となった。

以上の結果から、まず、一定の運動機能の発達がなければ自己言語を随伴させることは難しく、課題自体が成立しないことが示された。これは、田中(1987)<sup>5)</sup>やルヴォヴスキー(1978)<sup>6)</sup>が指摘しているように、2つの関係変数(ここでは、言語反応と運動反応)を同時に一つにまとめ上げて“言いながら握る”ことが可能になるという発達の前提が必要であり、それは田中によれば4歳頃になって獲得されるものである。そのため、3:6-4:5群では運

動反応に自己言語を随伴できる子どもが増えた一方で、自己言語が運動反応に妨害として働く割合も多くなったと考えられる。つまり、言語反応と運動反応を同時に生じさせることができる半面、それが新たに言語反応と運動反応の拮抗関係を生み出していることが分かる。

このような拮抗関係も4:6-5:5群からは徐々に減少し、自己言語のマイナスの影響を受けにくくなっている。一方で、この年齢群では自己言語を随伴させることを意識的に拒否したり、時間差で言語反応を随伴させたりする反応が増え、この年齢群ならではの特徴が示されていた。これは、単に自己言語の妨害作用が生じているというよりも、この年齢群にある子どもがもつ慎重さや恥ずかしさなどの発達の特徴が関係している可能性がある。そして、5:6-6:5群になると言語反応と運動反応を同時に生じさせても拮抗関係は生じず、安定した「完

表6 自己言語の随伴タイプと条件3における反応パターンの関係

		声なし型	消失型	時間差型	同時型
合計		<b>6(60.0)</b>	3(30.0)	1(10.0)	0(0.0)
2:6-3:5	不完全型	4(40.0)	1(10.0)	-	-
	中間型	2(20.0)	2(20.0)	1(10.0)	-
	完全型	-	-	-	-
合計		1(4.3)	<b>5(21.7)</b>	<b>5(21.7)</b>	<b>12(52.2)</b>
3:6-4:5	不完全型	-	2(8.7)	-	-
	中間型	-	3(13.0)	5(21.7)	6(26.1)
	完全型	1(4.3)	-	-	6(26.1)
合計		4(16.0)	1(4.0)	<b>9(36.0)</b>	<b>11(44.0)</b>
4:6-5:5	不完全型	-	-	-	-
	中間型	2(8.0)	1(4.0)	5(20.0)	7(28.0)
	完全型	2(8.0)	-	4(16.0)	4(16.0)
合計		0(0.0)	0(0.0)	4(20.0)	<b>16(80.0)</b>
5:6-6:5	不完全型	-	-	-	-
	中間型	-	-	1(5.0)	6(30.0)
	完全型	-	-	3(15.0)	10(50.0)

全型」の反応を保つことが可能となる。

最後に、子ども自身による言語化が正確な運動反応を導くといった特徴は示されず、反対に運動反応と同時に言語反応が生じるようになるまでの過程では運動反応が言語反応を導くケースが存在することが示された。

表7 時間差型における言語と運動の順序

	言語→運動	運動→言語	合計
3:6-4:5	1( 4.3)	4(17.4)	5(21.7)
4:6-5:5	3(12.0)	6(24.0)	9(36.0)
5:6-6:5	1( 5.0)	3(15.0)	4(20.0)

## 5. 事例の紹介

最後に、これまでの結果を踏まえて年齢群ごとに見られた発達のな特徴を実際の波形から紹介する。

2:6-3:5群では、条件信号の意味の理解が難しく、握り分けるといった運動反応の選択ができていない「不完全型」の子どもが6割存在している。この子どもたちは大人の声かけがあっても反応パターン自体が大きく変わることではない(例としてA児の反応を図21に示す)。つまり、子どもの中で運動発達における選択的調整がなされていない段階では言語は何の効果も及ぼさないということである。一方で、選択的調整の芽生えが見られる「中間型」においては、誤答数の分析から大人の声かけが利き手に対しては運動の喚起を招くことによって左右の手の運動喚起の意識を高め、「完全型」へと移行するという影響を及ぼした。一方で、逆利き手に対しては、利き手への意識が高まることでかえって逆利き手への注意が逸れて運動の消失を招く作用もあることが分かった(図22, 23のB児の例を参照)。

3:6-4:5群では、大人の声かけが逆利き手の運動喚起を導く効果を示した。しかし、この発達段階になると反応する速さが有意に速くなるとともに、何の支えもなく信号の意味を正確に理解して安定した選択的調整を示す子どもが6割ほど存在している。つまり、この時期は大人の声かけが信号の意味の理解や左右両手への意識を促すと同時に、自分自身によって無言で信号の意味と運動反応とを結び付けている時期ではないかと思われる。一方、この時期は子ども自身による言語化の影響を強く受けており、言語化することで押し忘れ反応が多くなるため、過半数近くの子どもの「完全型」から「中間型」へと反応パターンがマイナスに変化していた(図24, 25, 26のC児とD児の例を参照)。この時期は、「2つの関係変数(行為)を同時にまとめて遂行する」ことが可能になり、また運動反応による選択的調整がある程度確立される時期に当たる。よって、言語反応を運動反応に乗せることが可能になった半面、言語(“ぎゅ” / “だめ”)、運動(握る/握らない)、条件信号(緑/赤)の3つの関係変数に増えたことで言語が運動反応とは意味的に結びつかず新たに言語と運動の拮抗関係を生じさせている可能性が考えられる。

4歳6ヶ月以降になると、条件による影響をほとんど受けなくなる。1回や2回程度の衝動反応はあり、3歳6ヶ月から5歳6ヶ月まで誤答数や反応パターンに大きな変化は示されない(図27のE児の例を参照)。しかし、言語反応と運動反応の拮抗関係は相変わらず残っていると考えられる。ただし、3:6-4:5群のようにどちらかの反応が消失するというのではなく、時間差で生じさせることが可能である。そのため、運動反応に大きな混乱は生じず、反応する

時間だけが他の条件よりも遅くなっている。

5:6-6:5群では、自己言語を運動反応と同時に随伴させることが可能な子どもがこれまでの倍に一気に増加する(図28のF児の例を参照)。この時点で、子どもの言語と運動との拮抗関係が概ね消失したことが伺える。一方で、子どもの言語化による運動反応の改善は確認することができず、ルリヤの発達モデルとは結果を異にするものであった。また、ルリヤが「安定した運動反応系の完成」とした4歳後半の時期と比べると、本研究では5:6-6:5群においても安定した選択的調整を見せる子どもは7割であった。この理由として、3:6-4:5群の特徴のところでも記述したが、「押せ/押すな」という条件信号への分化反応の結合に加えて、本研究は自分自身の左右の分化反応の結合をも必要とするものであった。そのため、ルリヤが示した完成時期よりも若干遅れる可能性がある。そのように考えると、言語反応と子どもの左右の手指操作における運動反応の拮抗関係が解消された6歳半以降、言語反応が運動反応を導く過程を歩んでいく中で「安定した運動反応系」が完成するのではないと思われる。そして、その時期は田中の言うところの「3つの

注：○=抑制信号，●=喚起信号  
丸で囲んである箇所は衝動反応があった箇所、  
△印は押し忘れ反応があった箇所である。

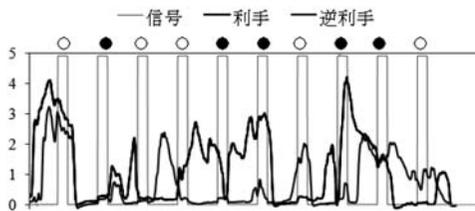


図21 A児(3歳5ヶ月)の条件1における反応例(信号に関係なくゴムバルブを把握する「不完全型」を示したケース)

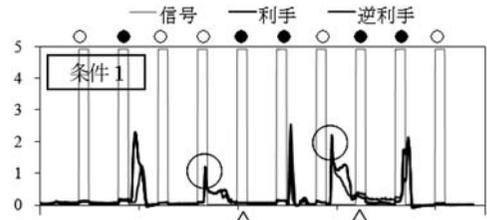
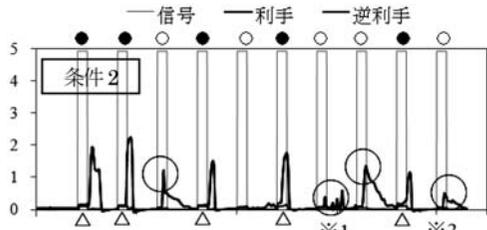


図22 B児(3歳4ヶ月)の条件1における反応例(抑制信号に衝動的に押ししてしまった動揺から、続く喚起信号に対する押し忘れ反応が目立つ)



※1 エラーに対して悔しそうにバルブを開閉する。  
※2 エラーに対して悔しそうにバルブを机に投げる。

図23 B児(3歳4ヶ月)の条件2における反応例(大人からの声かけがあると利き手の運動が喚起されて抑制信号に対しても押ししてしまう。一方で逆利き手の運動反応が消失している)

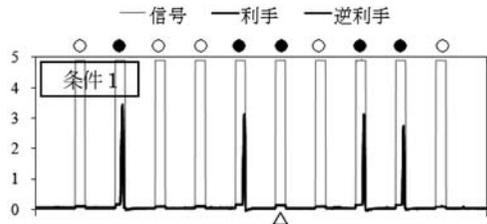


図24 C児(3歳10ヶ月)の条件1における反応例(喚起信号への押し忘れは一度で「完全型」である)

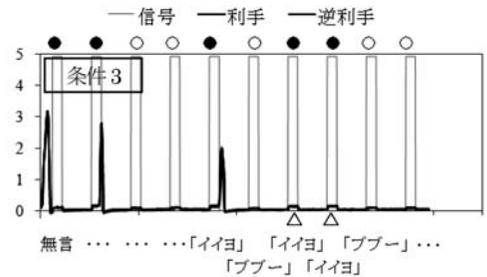
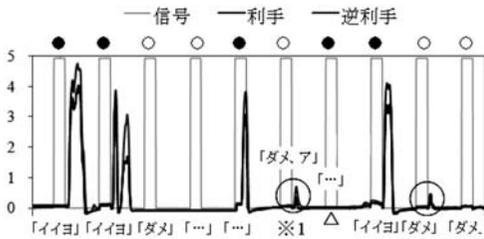


図25 C児(3歳10ヶ月)の条件3における反応例(最初、自己言語を運動反応に随伴できない。言語反応を随伴させると運動反応が消失してしまう)



※1 “ア”という表情でTrを見る。

図26 D児(4歳2ヶ月)の条件3における反応例(自己言語に運動反応が誘発されてしまい抑制信号に対して衝動反応が生じる。エラーに動揺して次の喚起信号に押すことができない)

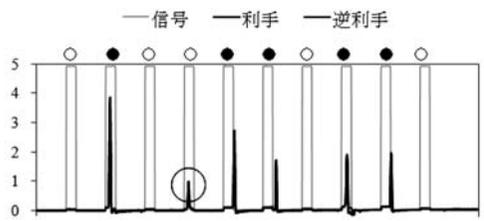


図27 E児(4歳6ヶ月)の条件1における反応例(この時期になると、信号に従って正確に素早く反応する子どもたちが増加する。一方で、抑制信号に衝動的に押してしまうエラーは減らない)

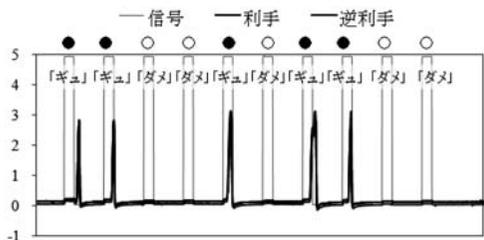


図28 F児(5歳6ヶ月)の条件3における反応例(4:6-5:5群と同様、素早く正確に反応することが可能な上に自分自身の言語も運動反応と同じタイミングで随伴することができる。また、言語化することによって運動反応が不安定になることもない)

関係変数を一つにまとめ上げる時期」にあたる7, 8歳頃であることが予想される。

### おわりに

本研究の目的は、両手左右間の手指の機能的分化・協応の形成過程に着目し、条件信号に従って選択的にゴムバルブを把握する選択的調整の獲得が左右間においてどのようになされるのかを明らかにすることであった。さらに、条件変化として加えられた大人や子ども自身による言語と運動機能との発達の相互関係を捉えることであった。

本研究で示された結果から、条件信号に従って選択的にゴムバルブを把握することが可能になり始めるのは3:6-4:5群からであることが分かった。一方で、左右間においては全体的にエラーパターンに違いが示され、利き手は活発に動くために衝動反応が多く、逆利き手は運動反応がおろそかになるため押し忘れ反応が多いということが明らかになった。

さらに、4歳6ヶ月頃までは、大人の声かけや自己言語が利き手と逆利き手それぞれに別々の作用を及ぼすことが確認された。具体的には、2:6-3:5群では大人の声かけが元々生じていた運動反応の左右差を強化する場合と左右差を消失させて運動反応の改善を導く場合に分かれるが、3:6-4:5群では左右差を消失させて運動反応の改善を導く場合がほとんどであった。一方で自己言語は、反応の左右差や消失を招くことが分かった。

4:6-5:5群からは左右の手の協応が安定し、条件によって左右差が生じることはなくなる。しかし、先行研究で利き手だけを対象にしたGo/No-go課題から、この時期では既に大半の幼児が安定した選択的調整の段階を迎えることが報告されているのに対して、本研究では両

手による実施ということもあってか5;6-6;5群でも通過児は7割に留まっていた。

以上の結果から、両手左右間における運動機能に着目したことで、片方の手の分析だけでは明らかにすることができなかった言語による運動反応への作用や左右におけるエラーパターンの違い、選択的調整の完成時期の違いについて示すことができた。

さらに、子どもによる言語化と運動機能の発達の相互関係において、大人の声かけによるルールの内化が起り、それを暗黙的に運動反応と結び付けていく段階があることが示唆された。その後、運動反応が言語反応を導き、次いで運動反応と言語反応が同時に生じるようになるという発達の相互関係および順序性を示すことができた。

最後に、本研究では、自己言語による選択的調整への促進効果を明らかにすることはできなかった。また、課題自体も通過率は7割に留まり、完全通過時期を示すに至らなかった。おそらく、本研究で実施した課題に100%近くの子どもが通過できる段階が、自己言語が適切な運動反応を導き、内言による自己調整系の完成時期と重なることが示唆される。既に述べたように本研究は両手での試行であったため、若干達成年齢が遅れることが予想される。今後、対象年齢を延ばすなどして新たに検討を試みる予定である。

## 注

- 1) 昨今、中枢神経の機能障害に起因すると言われている広汎性発達障害をもつ子どもにおいて、微細運動の困難や協応運動の拙劣、不器用さが出現することが報告され始めたことで、左右両手間における手指操作の発達が発達診断の一つの指標になり得ることが期待されている

(杉山・辻井, 1999; 小枝, 2008)。

- 2) 既に、丸山は(1980)は表現言語獲得につまずきをもつ障害児が手指の機能の発達にも遅れをみせることから、子どもの表現言語の獲得と手・手指の機能とは別々の機能でありながら密接な関連をもつことを指摘している。
- 3) RRモデルは知識を表象したり、さらにそれを表象し直すプロセスについて、少なくとも4つの水準を仮定している。それは、表象が外的環境の刺激を分析したり、その刺激に反応するための手続き的な形態をとっている暗黙的水準(第I水準)から、言語的抽象化を行うことによって表象間の柔軟性を獲得していく中で、明示的水準(E1水準)、明示的水準(E2水準)、明示的水準(E3水準)と表象の書き換えが起こり高次化していくというものである。このRRモデルによって、子どもは何を理解して行動しているのかという問題に迫る研究が進められ、暗黙のか明示のかという議論が活発に交わされている(Woolley, 2006)。「心の理論」研究においても、相手の信念を推測する能力には“何となく分かる”暗黙的理解から“理由が分かる”命題的理解へと推論レベルが変わることが別府(2007)により報告されている。
- 4) なお、大人や子どもの声かけに用いられた擬態語「ぎゅ」と「いいよ」では、これらの語がもつ機能的側面によって効果が異なってくる可能性も考えられる。この点については、今後、さらなる検討が必要となろう。
- 5) 田中(1987)は、子どものゴムバルブ把握の仕方がどのように発達的に変化していくか、その順序性と年齢対応を検証する中で、幼児の自己調整機能を「可逆操作の高次化における階層-段階」理論の枠組みの中で捉えようとした。すなわち、いくつの変数一つにまとめあげてコントロールすることができるかに注目し、二つの関係変数一つの行動にまとめあげ、可逆してコントロールできるようになる時期を4歳頃に相当する2次元可逆操作期と命名している。また、三つの関係変数一つの行動にまとめあげて可逆してコントロールできるようになる時期を7、8歳頃に相当する3次元可逆操作

期としている。

- 6) 黒田 (1981) より重引。ルヴォヴスキーは「外言による行動調整が効果を持つようになる前提には、そもそも、子どもが2つの行為を同時に起こなうという発達のな力を獲得している必要がある」と指摘している。

## 引用参考文献

- Beiswenger, H., 1968, "Luria's model of the verbal control of behavior," *Merrill-Palmer Quarterly*, 14: 267-284.
- 別府哲, 2007, 「自閉症における他者理解の機能連関と形成プロセスの特異性 (特集: 自閉症の社会性障害)」『障害者問題研究』34 [4]: 259-266.
- Birch, D., 1966, "Verbal control of nonverbal behavior," *Journal of Experimental Child Psychology*, 4: 266-275.
- 遠藤晶, 1998, 「幼児の手あそびにおけるパフォーマンスの年齢による変化」『発達心理学研究』9 [1]: 25-34.
- 藤田豊, 2000, 『リズム動作の分析から見た認知発生メカニズム』風間書房
- 福留瑠美, 2003, 「両手の分化と協応」成瀬悟策編『教育動作法』学苑社, 89-99.
- Higa, W. R., Tharp, R. G. & Calkins, R. P., 1978, "Developmental verbal control of behavior: Implications for self-instructional training," *Journal of Experimental Child Psychology*, 26: 489-497.
- Jarvis, P. E., 1968, "Verbal control of sensory-motor performance: a test of Luria's hypothesis," *Human Development*, 11: 172-183.
- Karmiloff-Smith, A., 1992, *Beyond modularity: a developmental perspective on cognitive science*. Cambridge, MA: MIT Press. (=小島康次・小林好和 監訳, 1997, 『人間発達の認知科学』ミネルヴァ書房)
- 小枝達也編, 2008, 『5歳児健診—発達障害の診療・指導エッセンス—』診断と治療社
- 黒田直実, 1987, 「ダウン症児における利き手と言語発達の関係」『特殊教育研究』25 [1]: 35-

41.

- 黒田吉孝, 1981, 「ルリヤの幼児期前半における言語の行動調節機能の研究とその問題」『滋賀大学教育学部紀要, 人文・社会・教育科学』31: 57-68.
- Luria, A. R., 1961, *The role of speech in the regulation of normal and abnormal behavior*, New York: Liveright.
- Luria, A. R., 1966, *Higher cortical functions in man*, New York: Basic Books.
- ルリヤ, A. R., 1969, 松野豊訳『言語と精神発達』明治図書
- ルリヤ, A. R., 1976, 松野豊訳『人間の脳と心理過程』金子書房
- MaCabe, A. E., 1979, "A paradox of self-regulation in speech-motor interaction: Semantic degradation and impulse segmentation," in Zivin, G. (Ed) *The development of self-regulation through private speech*, John Wiley.
- 前田明日香, 2010, 「注意の持続における行動調整機能の発達と言語の役割」『立命館人間科学研究』21: 89-102.
- 前田明日香, 2011, 「両手左右間における交互的調整の発達と言語の役割—左右両手交互開閉把握課題を用いて—」『立命館人間科学研究』22: 印刷中.
- 丸山美和子, 1980, 「表現言語獲得につまずきをもつ障害児の教育内容に関する一考察—表現言語機能と手指の機能の発達連関に着目して—」『障害児教育研究紀要』2: 93-103.
- Meacham, J. A., 1978, "Verbal guidance through remembering the goals of actions," *Child Development*, 49 [1]: 188-193.
- Miller, S. A., Shelton, J. & Flavell, J. H., 1970, "A test of Luria's hypotheses concerning the development of verbal self-regulation," *Child Development*, 41 [3]: 651-665.
- 諸岡美佳・谷口清・神常雄・松野豊, 1998, 「健常幼児及び知的障害児における言語の行動調整機能」『特殊教育研究』36 [3]: 11-21.
- 永江誠司, 1990, 『知覚と行動の体制化における言語の機能に関する研究』風間書房

- 西村學・松野豊, 1978, 「手指運動の発達ならびにそれと言語発達との関連をめぐって」『東北大学教育学部研究年報』26: 225-244.
- Ozonoff, S., Strayer, D. L., McMahon, W., & Filloux, F., 1994, "Executive function abilities in autism: An information processing approach," *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 35: 1015-1031.
- Ozonoff, S. & Strayer, D. L., 1997, "Inhibitory function in nonretarded children with autism," *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 27 [1]: 59-77.
- 大井学, 1976, 「利き手の発達と指導についての試論」『乳幼児保育研究』4: 65-79.
- 杉山登志郎・辻井正次編, 1999, 『高機能広汎性発達障害—アスペルガー症候群と高機能自閉症—』ブレーン出版
- 田中昌人, 1987, 『人間発達の理論』青木書店
- 田中昌人, 1980, 『人間発達の科学』青木書店
- Wilder, L., 1969, "The role of speech and other extra-signal feedback in the regulation of the child's sensorimotor behavior," *Speech Monographs*, 36: 426-434.
- Woolley, J. D., 2006, "Verbal-Behavioral Dissociations in Development," *Child Development*, 77 [6]: 1539-1553.

The development of bimanual selective regulation  
and the role of speech in preschool children:  
On the Go/No-go task

MAEDA Asuka \*

**Abstract:** The aim of this study was to clarify the developmental change of interaction between bimanual coordination and speech (verbal instruction from adult or children's own verbal command) in preschool children. A total of 84 children (aged between 2½ years and 6½ years) participated in the Go/No-go task, which they were required to squeeze a rubber bulb with each hand in response to the "Go" stimulus and not squeeze in response to the "No-go" stimulus. The results revealed that the error types between dominant hand and non-dominant hand were different, because the dominant hand made commission errors (squeezing impulsively to No-go stimulus) while the non-dominant hand made omission errors (not squeezing to Go stimulus). Furthermore, following several developmental stages concerning the functions of speech to bimanual coordination were found: stage 1) children younger than 3-and-a-half, verbal instruction from an adult caused bilateral difference between right hand and left hand; stage 2) children aged between 3-and-a-half and 4-and-a-half, verbal instruction from an adult promoted bimanual coordination, but children's own verbal commands caused confusion in bimanual coordination or dissociation between action and speech. At the same time, performing silently by oneself was most effective because motor function preceded verbal function. At stage 3) finally children older than 4-and-a-half had stable bimanual coordination, and they were not significantly affected by speech.

**Keywords:** bimanual differentiation and coordination, selective regulation, speech, preschool children, development

---

\* Ph.D. Candidate, Graduate School of Sociology, Ritsumeikan University