

平成 29 年度

武庫川女子大学大学院

博士學位論文

幼児期における協調運動の発達特性の定量的評価に関する研究

臨床教育学研究科臨床教育学専攻

長岡 雅美

幼児期における協調運動の発達特性の定量的評価に関する研究

指導 石川 道子 教授

臨床教育学研究科臨床教育学専攻

長岡 雅美

2018

Dissertation for Ph.D

Quantitative Evaluation of the Developmental Characteristics of  
Coordinated Movements in Early Childhood

Academic Advisor : Professor Michiko Ishikawa

Mukogawa Women's University  
Graduate School of Clinical Education  
Doctoral Program for Clinical Education

Masami Nagaoka

# 目 次

	頁
序論	1
1. 研究の背景と問題の所在	1
2. 本研究の目的	4
3. 本研究の意義	5
4. 論文の構成	6
<b>第1章 コーディネーションに関する概念規定</b>	<b>8</b>
1.1. コーディネーション理論に関する文献的考察	8
1.1.1. 関連用語の概念整理	8
1.1.2. コーディネーションの概念	10
1.1.3. コーディネーション理論の体系化と形成過程	13
1.1.4. コーディネーション能力の構成要素	16
1.1.5. 運動発達とコーディネーションの関係	19
1.2. 日本における調整力研究	19
1.2.1. 体力要素としての調整力の位置づけ	19
1.2.2. 調整力の定義	20
1.2.3. 調整力の測定方法と評価	24
<b>第2章 幼児におけるコーディネーション能力の理解</b>	<b>26</b>
2.1. コーディネーション能力テストからみた発達特性	26
2.1.1. 目的	26
2.1.2. 研究方法	27
2.1.2.1. 分析対象者	27
2.1.2.2. 倫理的配慮	27
2.1.2.3. データの測定方法	28
2.1.2.3.1. 対象者情報の取得	28
2.1.2.3.2. コーディネーション能力テストの内容と手順	28
2.1.2.4. コーディネーション能力テストが測定する能力要因	31
2.1.2.5. 統計処理	33
2.1.3. 結果	33
2.1.4. 考察	36
2.1.5. まとめ	39
2.2. タブレットを用いたトレースタスクによる上肢の協調性	40
2.2.1. 目的	40
2.2.2. 研究方法	41
2.2.2.1. 分析対象者	41
2.2.2.2. 倫理的配慮	42

2.2.2.3.	データの測定方法	42
2.2.2.3.1.	対象者情報の取得	42
2.2.2.3.2.	課題の内容と手順	42
2.2.2.4.	解析方法および解析項目	44
2.2.3.	結果	44
2.2.3.1.	トレースタスクに関する性別・年齢間の比較	44
2.2.3.2.	トレースタスクとコーディネーション能力テストの関連	46
2.2.4.	考察	49
2.2.5.	まとめ	50

### 第3章 協調運動の問題に関するコーディネーション理論によるアプローチ

3.1.	発達性協調運動障害の理解	52
3.2.	DCDQ-Jとコーディネーションの能力テストの関連	56
3.2.1.	目的	56
3.2.2.	研究方法	57
3.2.2.1.	分析対象者	57
3.2.2.2.	倫理的配慮	57
3.2.2.3.	課題と手続き	57
3.2.2.3.1.	対象者情報の取得	57
3.2.2.3.2.	Developmental Coordination Disorder Questionnaire 日本語版 (以下, DCDQ-J)	57
3.2.2.4.	統計処理	58
3.2.3.	結果	59
3.2.3.1.	DCDQ-Jに関する性別・年齢群間の比較	59
3.2.3.2.	DCDQ-Jによるグループ化	62
3.2.3.3.	DCDQ-Jとコーディネーション能力テストの関連	66
3.2.4.	考察	72
3.2.5.	まとめ	73

### 第4章 幼児期におけるコーディネーション能力の構造化

4.1.	幼児期におけるコーディネーション能力の構造指標	75
4.1.1.	目的	75
4.1.2.	研究方法	76
4.1.3.	結果	76
4.1.3.1.	主成分係数の解釈	76
4.1.3.2.	主成分得点によるコーディネーション能力の発達特性の類型化	78
4.1.4.	考察	80
4.1.5.	まとめ	82

第5章 総合考察	84
5.1. 結果のまとめ	84
5.2. 幼児期におけるコーディネーション能力の構造モデルの適用可能性	
－立位姿勢の運動学的な特徴から－	90
5.2.1. 目的	90
5.2.2. 研究方法	91
5.2.2.1. 分析対象者	91
5.2.2.2. 倫理的配慮	91
5.2.2.3. 課題と手続き	92
5.2.2.4. 測定機器およびデータ処理	92
5.2.2.5. 解析方法および解析項目	93
5.2.2.6. 統計解析	94
5.2.3. 結果	95
5.2.3.1. バランス能力に関する性別・年齢間の比較	95
5.2.3.2. グループ間におけるバランス能力の関係	97
5.3. コーディネーション能力の発達特性を示す構造モデルの適用可能性の検討	99
5.4. 研究の限界と今後の課題	102
5.5. 結語	104
引用文献	108

## 序論

### 1. 研究の背景と問題の所在

運動発達とは、出生から高齢になるまで、生涯にわたり運動が継続的に変化していく過程である。人間の身体諸器官の発達過程を踏まえると、幼児期は神経系機能の発達が著しく、その運動発達は多様な動きの獲得と質の向上という特徴をもつ。しかし、身体的成熟は同一年齢内でも個人によって大きく異なり、標準成長に比べ加速的に成長する早熟型の子どもが存在する一方で、成長の進行が緩慢で遅れて進む晩熟型の子どもも存在する。その中で、幼児の運動や運動遊びの様子を観察すると、表出される動作は実にさまざまで、運動学習が進行する経過にも個人差がみられる。幼児期において、そのような運動パフォーマンスの差異がいかなる理由で表出されるのか、それらが児童期以降の運動発達やスポーツのタレント性にどう関係するか、その背景となるメカニズムは不明確な点が多く、これらの問いに対する適切な答えは現在のところ存在しない。

運動発達を考える場合、個別機能的な発達だけを問題にするのではなく、神経系や呼吸循環器系、筋骨格系などの諸機能の関係の中で捉えていかなければならない。運動発達には、諸機能が密接にそして相互に関連し合いながら働き、運動や動作が新しい段階へと発達するにつれ、諸機能の連関の仕方の構造が変わり、中核的役割を担うものが変わっていくことを考慮に入れることが必要であろう。本研究は、そのメカニズムを解明する緒口として、協応や運動制御に関係する協調運動の問題を対象とするものである。

Bernstein (Bernstein,1996 工藤訳2003, p.43) は、協応を、運動器官の冗長な自由度を克服すること、すなわち運動器官を制御可能なシステムへと転換することと定義している。協応は、運動の合理性としてあわせもつ、質的側面と量的側面が調整された運動の単位として捉えることができる。運動能力を評価する場合、一般に「速く走ること」、「遠くへ跳ぶこと」、「遠くへ投げること」が求められ、運動能力は速さや力強さで評価されることが多い。しかし、先に述べた協応についての理解に立てば、運動課題を実現するために重要なのは、運動・動作の質的側面と量的側面の調整の最適化がなされているかどうかである。運動・動作の質的側面と量的側面において調整の最適化がなされていれば、結果的にパフォーマンスが速さや強さ（記録の良さ）によって示される事実は言うまでもない。しかしながら、幼児期の一時点は発達の過程に過ぎず、そのようなコンディション系能力の最大値や、運動・動作そのものの出来不出来のみで運動能力を判断するのは尚早であり、それに関与する潜在的な協応性の要因に着目することが必要であると思われる。

そこで本研究では、動作・運動の操作や制御過程を規定する運動レベルについて、強度、精度、テンポ、定常性など、動作・運動の経過において要求されるコーディネーションの視点で、実証的データから運動発達という現象にアプローチする。

コーディネーション理論とは、旧東ドイツの運動学者である Kurt Meinelのスポーツ運動学を基盤に、Gunter Schnabelらによって体系化されたスポーツトレーニング理論の中心的概念である。コーディネーション能力とは、“いろいろな動作行為をうまくこなせるまでに普遍化した、動作活動の操作・制御過程の経過特性 (Meinel & Schnabel, 1987 綿引訳 1991 p.333)” と定義され、コーディネーション能力はパフォー



マンスの前提であり，運動やスポーツを効果的に実施するために不可欠な能力である（Hirtz,1979；Zimmermann,1983）．またこの能力は，運動スキルの習得，改善，安定化の速さ，その質を左右し，状況や条件にあったスキルの応用のレベルにも影響する（Meinel & Schnabel, 1987 綿引訳 1991 p.335）．Hirtz（1985）は，学校教育において重点的に指導すべきコーディネーションの能力として，バランス，リズム化，反応，定位，分化の五つの能力を提示している．“バランス能力とは，「バランスを維持したり，崩れを素早く回復する能力」，リズム化能力とは，「リズムを作ったり，真似したりする能力」，反応能力とは，「情報を選択し，素早く反応する能力」，定位能力とは，「場と物の動きとの関係で，姿勢や動作を，時空間的に変化させる能力」，分化能力とは，「動作を正確に行なったり，無駄なエネルギーを使わないようにする能力」（綿引，1990，pp.105-111）”をさす．一つのスキルに対し，複数のコーディネーション能力が重要となり，スキルの性質によって優位な能力にも違いがある．また，この能力を規定するものは，一つひとつの具体的な行為を行うときの操作・制御そのものでなく，それ以外の行為にも応用できる制御過程にみられる普遍的な経過特性である（Meinel & Schnabel, 1987 綿引訳 1991 pp.335-340）．

これらの概念枠は仮説的な部分もあるが，この枠組みがスポーツ種目からの要求にもとづいて導かれたものであり，含まれている能力やその内容が教育や支援の方法だけでなく，能力診断法としても理解しやすく，発育発達研究において有効な基礎となりうる．

本研究は，協調運動の発達特性についてコーディネーションに焦点をあてて探り，コーディネーション能力の実証的データから，身体性という視点からの子ども理解にアプローチしようとするものである．

## 2. 本研究の目的

本研究は、幼児期における協調運動の発達特性に関して、コーディネーションの理論から論究していくものである。従来の体力テストによるエネルギー系データ中心の体力・運動能力評価に欠けていた、コーディネーション能力について定量的に表現する。コーディネーション能力テストのデータを中心として、多面的に協調運動の発達特性を規定する要因を定量化し、幼児期における運動発達の特徴を把握することを目的とする。協調運動の発達特性の定量的評価に関する知見を得るため、以下に示す四つの課題を設定した。

課題 1 コーディネーション能力テストおよびタブレットを用いたトレースタスクを実施し、コーディネーション能力および手指の協調性・巧緻性の特徴を定量的に把握するとともに、協調運動の発達の特性について検討する。

課題 2 発達性協調運動障害のスクリーニングで用いられる質問紙を用いて、日常生活動作に関係する身体統制、微細運動、全般協応性の視点から、幼児期における協調運動の発達特性を把握する。さらに、課題 1 で得られた結果をもとに、コーディネーション能力との関連を検討する。

課題 3 課題 1・2 の知見をもとに、定量化されたコーディネーション能力から主成分をとって指標とし、発達の特性を構造的に捉える。

課題 4 課題 3 で得られた構造モデルが、協調運動の特異性をいかに表すことができるか検証するため、床反力データから静止

立位保持中の姿勢動揺を評価し、その結果を構造モデルにあてはめ、発達特性との関連を検討する。

### 3. 本研究の意義

幼児期は動きの質に大きく影響する脳や神経の発達が著しく、生活に必要な基本的な動作が確立する。しかし、近年、子どもの体力・運動能力の低下、動きや動作の未成熟などに典型的にみられるように、子どもの発達の変容、さまざまな環境や状況において身体を最適に動かす能力の低さが指摘されている。子どもの運動や身体を動かす遊びが全人的発育発達を促し、幼児期における身体活動が児童期以降の運動発達の基盤を形成する上で非常に重要な時期であることは十分認識されており、幼児教育の現場では、さまざまな取り組みがなされてはいるが、その方法は手探りの状態である。これは、発育発達の過程から幼児が獲得していく運動能力の発達特性、構造特性について未だ明らかにされておらず、その結果、現状を把握するための測定方法や評価方法が確立されていないことに起因することが多い。それらを個別具体的に示すためには、第一に、運動能力の基本あるいはその前提となるコーディネーション能力を正確に捉え、協調運動の発達的特徴を明らかにすることが必要である。しかし、これまで、幼児期に焦点をあてコーディネーション能力との関連で協調運動の発達特性を積極的に論じた研究は少ない。

協調運動を規定するコーディネーション能力の特性を捉えるということは、神経系や骨格筋肉系の著しい成熟の時期に、現象する運動や動作の背後にどのような成熟が進行しているのかということを考えるための視線をもつことであり、発育発達期の子ども理解にとって重要な知

見となると考えられる。また、その過程において、動きの獲得の困難さや動きそのものに現れる問題の原因を客観的に示すことによって、子どもの発達やその課題を踏まえた適切な対応と支援につながることを期待される。

#### 4. 論文の構成

本論文は、序章を含め 6 章より構成されている。

序章では、研究の背景として、現代の幼児にみられる運動・動作の変容に着目し、児童期以降の運動発達の基盤を形成するという幼児期の重要性を踏まえた上で、協調運動の発達特性の把握、コーディネーション能力向上の必要性へと至る背景について述べる。そして、研究の背景と問題の所在を踏まえ、本研究の目的と意義を示す。

第 1 章においては、本研究の理論的根拠となるコーディネーション理論について、ドイツ・ライプチヒにおけるトレーニング科学研究のトレーニング論を基本的視座として、コーディネーション理論を規定することから出発する。そこから、成立過程の歴史的概観を通して、コーディネーションの具体的構造について整理していく。また、コーディネーションに関連する調整力の概念についてもあわせて整理し、その中で、コーディネーションが運動生成のプロセスを把握する上で重要な概念であることを再確認する。

第 2 章においては、コーディネーション能力テスト、トレースタスクの結果から、幼児期のコーディネーション能力の現状を把握し、コーディネーション能力に関する性別・年齢間の比較から発達特性について検討する。情報系の操作、制御のプロセスは、コーディネーション

ン能力の発達と水準を左右する上で基礎となるという前提のもとに，タブレットを用いたトレースタスクを実施し，幼児における手指の協調性・巧緻性の特徴を定量的に把握し，コーディネーション能力との関連について検討する．（課題 1）

第 3 章においては，Developmental Coordination Disorder Questionnaire 2007 の日本語版（Nakai, Miyachi, Okada, Tani, Nakajima, Onishi, Fujita & Tsujii, 2011）を用いた保護者に対する質問紙調査の結果から，性別・年齢間の比較，協調運動特性のグループ化を行い，幼児期における協調運動についての特性を定量化する．後半は，質問紙調査の結果とコーディネーション能力テストとの関連から幼児期における運動発達の特徴について検討することを目的する．（課題 2）

第 4 章においては，第 2 章，第 3 章の結果を用いて，定量化されたコーディネーション能力を構造的に捉え，各々のコーディネーション能力の特徴や能力間の関連性をもとに幼児における協調運動の発達特性について検討する．（課題 3）

第 5 章においては，各章ごとに得られた結果から，本研究が，幼児期の協調運動における運動発達の基礎的研究として位置づけられ，各章で得られた知見が，幼児期の運動発達の多様性を明確に示すことを述べる．さらに，課題 3 で得られた結果の適用可能性について，床反力データによる静止立位保持中の姿勢動揺特性の評価から，協調運動の発達特性にみられる特異性について指摘し，幼児期の協調運動における発達特性の評価指標にあらたな示唆を与え得ることを総合的な考察として述べるとともに（課題 4），本研究の限界と課題について整理する．

## 第 1 章 コオーディネーションに関する概念規定

### 1.1. コオーディネーション理論に関する文献的考察

#### 1.1.1 関連用語の概念整理

コオーディネーションとは何かを考えるには、まず、「運動」、「動作」、「行為」など関連用語の概念を整理しておくことが必要であろう。金子 (Meinel, 1960 金子訳, 1981) はドイツ語の *Bewegung*, *Motorik* の訳語として、*Bewegung* を「運動(ないし動作あるいは動き)」、*Motorik* を「運動系(ないし運動性)」としている。運動ないし動作 *Bewegung* は、人間の有機体によって引き起こされた、全身のあるいはその体部分の位置変化をさし (Fetz, 1973 金子・朝岡訳, 1979, p.72), 運動系 *Motorik* は、運動能力 *Bewegungsfähigkeit* を決定している、また具体的な運動 *Bewegung* を形づくっている、すべての構成要素の構造的共働の全体である (Fetz, 1973 金子他訳, 1979, p.77) と定義されている。また、Bernstein の場合には、*Bewegung* は外から確認できる身体や部位の時間に対応した変位をさし、*Motorik* は、それに対応する内的な調節水準をさして、子どもの発育を例にあげながら、動作が構築される過程では、変位としての動作と修正水準としての運動系の対応が決定されると説明している (Bernstein, 1996 工藤訳 2003, pp.115-118)。さらに、Meinel (Meinel & Schnabel, 1987 綿引訳 1991 p.4) は、動作と運動の概念は活動の二つの側面であり、目で見ることのできる外的側面が動作で、内面的側面が運動であるとしながら、両者に明確な線を引くことが難しいことを強調している。

言い換えれば、外に現れて観察の対象になる動作と、それを産み出す

内部の機能や構造である運動は対になっていて、表出されるパフォーマンスの経過と結果は動作と運動という二重性をはらんでいるということである。ゆえに、Meinelが指摘しているように、動作と運動を厳密に区別してそれぞれ独立した別次元として扱うのは適切ではない。しかし他方で、動作と運動を区別することによって、出力されたものと修正水準への二つの側面に注意を注ぎ観察することが可能となる。

「行為」とは、単なる動作ではなく、“行為の多くは、ある運動課題を協同して解決する動作系統の全体である(Bernstein,1996 工藤訳 2003, p.171)”と定義される。そして、Schnabel (Meinel & Schnabel, 1987 綿引訳 1991 p.51) は、その行為には三つの側面があるとし、一つは目標をたて、その実現のために行為の結果とプログラムを意識して予測すること、二つ目は、実行の意思を決定すること、そして三つ目は、実際の成り行きを分析・統合しながら、コントロールし調節することとしている。スポーツ場面で言えば、課題に向けたいくつかの動作が組み合わせられることによって行為が構築されていると考えることができる。動作は、“行為の目標にしたがって全身や体部位の位置や変化を組織し、コーディネートすることであり、感覚運動的に調整されている筋肉活動の流れ (Meinel & Schnabel, 1987 綿引訳 1991 pp.54-55)”であり、行為を構成する動作とそれをコントロールするときの内的な運動の過程すべてを同調させることがコーディネーションと捉えることができよう。

これらのことを踏まえ、本研究では、表出されるパフォーマンスの経過と結果の分析には、運動と動作の二重の視線を関連付けてはじめて理解できることを念頭に置きつつ、動作と運動を厳密に区別せず、両義性をもって用いる言葉の使い方にならない論を進めていくこととする。

こうした両義性や二重性という視線をもって、対象となる子どもたち

の運動・動作の発達を観察し、指導することの重要性が指摘できるだろう。とりわけ、神経系や骨格筋肉系の著しい成熟の時期に、保育や教育にあたる者にとって、現象する動作の背後にどのような成熟が進行しているのかということを考えるための視線をもつことが重要であるといえる。現象としての出来不出来とともに、生物的、心理的、社会的な成熟がどのように変化・発達しているのか、という二重の視点が、保育者の観察・指導力の養成という意味でも大きな助けになるであろう。

#### 1.1.2. コオーディネーションの概念

本研究におけるコオーディネーションというカタカナ表記は、ドイツ語表記「**Koordination**」の対義語である「**Subordination**」のカタカナ表記、サブオーディネーションとの概念的対比を明確にした綿引（1990）の訳出に準じたものである。英語表記「**Coordination**」という言葉は、神経生理学、心理学、言語学など広い領域で用いられ、さまざまな訳語があてられている。体育学においても、調整力、協応、協調などといった言葉で、既存のものの組み合わせを示す概念として表現されている。どの分野においてもそれぞれ訳語が用意されており、統一された訳語がないのが現状である。ゆえに、綿引（1990, pp.4-5; Meinel & Schnabel, 1987 綿引訳 1991, p. xiii）は、これらのうち一つの訳を使うとすればその分野の意味が表面に現れ、しかも東独を中心とした「**Koordination**」の理論やモデルが、協応や協調より大きな概念枠をもつに至っていることを挙げて、それらの訳をあてず「コオーディネーション」という訳語を採用した理由として述べている。

東独を中心としたコオーディネーション理論は、**Bernstein** の神経生理学の理論を基礎にしている。**Bernstein** は、パブロフの反射概念を批



判し， コオーディネーションの一般理論を打ち立てていく  
(Bernstein,1996. Latash & Turvey, (Eds.and Trans.) ;Bongaardt &  
Meijer,2000). Bernstein (1967, 1969, 1975) は， 生体は， 受動的では  
なく能動的に目標達成を目指して環境に作用を及ぼす， 部分に分けるこ  
とのできない全体なのであるとして， 理論の重要な概念の一つに「能動  
性」をあげている． 能動性は， 構造という点では， サイバネティクスの  
考え方から， 内容という点では， 生物学の考え方（人間では， 社会科学  
の考え方）から解明される． 純粋な反射というそれまでのパプロフの唯  
物論的学説の考え方から， 発生上のプログラムと環境の作用とによって  
決まる行為目標を能動的に実現する自己調節系としての生体という考え  
方へと進んでいく． Bernstein のコオーディネーション理論は， 人間が，  
アクティブ・能動的に， 目標達成を目指した環境への働きかけによって  
生まれる動作・運動の全体を捉えようとするものである． 要するに， 人  
間は， 内部から制御されただけのステレオタイプな運動ではなく， 能動  
的に均衡やバランスを崩しつつ， 環境の力をうまく利用しながら動いて  
いるのであり， そのバランスの崩し方， あるいは， 力の歪みの作り方が  
コオーディネーションの根拠となっている， と考えるのである． そして  
Bernstein は， このような理論に基づいた人間の運動や動作のメカニズ  
ムを解明する上で， 鍵となる概念として， 平衡の攪乱， 自由度， 予測的  
制御， 制御の階層構造などを主張した． そして， これらの Bernstein の  
コオーディネーション理論を基礎にして， スポーツ行為の全体性という  
考え方から， Schnabel (1968) がスポーツ運動理論の基幹としてコオー  
ディネーションの位置づけをまとめていく．

実際の運動や遊び場面では， 平坦で安定的な場所だけでなく， 不安定  
な場所で走ったり， 跳びはねたり， ときには自由自在に道具を操作する

ことが求められる。また集団的な運動や遊びであれば、予測できない他者の動きをかわすなど、同調して運動課題を解決しなければならない。このような動作の過程と結果において、その前提となるのがコーディネーションの要因とその能力である。すなわち、コーディネーションを主体と環境の関係において捉えるならば、運動課題に作用する不確定な外乱に対応して運動や動作が生成され、その形が目的にしたがって機能的に変動し、さまざまな力の相互作用に秩序をもたらすものであるといえよう。

そしてその秩序化には、膨大な数の自由度を操作システムによって支配しなければならない（Meinel & Schnabel, 1987 綿引訳 1991, p.58）。運動に関与する全身の骨格は、多数の可動性関節によって結び合っていて、それぞれが目的達成のために動作し、体節は三次元空間の中でばらばらに動く可能性をもっている。この身体の柔軟さや精巧な関節機構が生成する、多様かつ自在な行為の可能性が自由度である。一方で、そうした多様な可能性が、ある特定の行為を決定する際には困難を招くのである。しかし人間は、行為を達成し、ときには巧みさを発揮することさえある。要するに、行為の達成や巧みさの発揮とは、冗長な自由度を制御可能な範囲まで減少させることであり、いかに自由度を克服するかである。そしてその実現にコーディネーションが最大の役割を果たす。

子どもの発育・発達の間からも、Bernstein の考え方は参考になる。それによると、運動の個体発生は、生物的発生プログラムにしたがって、コーディネーション能力が成長していくプロセスとされる。要するに、環境の変動に適応するために、動作器官の自由度を広げながら、いかにコーディネーションのメカニズムを獲得していくかということである。新生児は反射的な動きしかできないが、徐々に重力などの外力や環境か

らの情報に向かってアクティブに働きかけられるようになる。初めて行う運動課題に対しては、動きがぎごちないが、手や足の自由度を取り除くなど制約することによって、外力と筋力とがコーディネートされ、手や足の動きはスムーズになっていく。

これらのことから言えることは、コーディネーションの概念の中で、運動や動作の分析が、中枢神経系やその指令によって発生する、神経活動あるいは生理学的現象のみを対象とするものではないということである。個体発生が、単なる系統発生のくり返しにすぎないということでは決してなく、系統発生によってつくりあげられてきた発生のプログラムに沿いながらも、個体発生のタイミングを逸することなく身につけていくことが重要であるといえる。“一人ひとりの動作活動の操作・制御過程には、共通した同じ法則が認められるが、その働きの速さ、正確さ、細やかさ、柔軟性は各人で異なる。その経過の質的な個性、経過の質がコーディネーション能力の本質（Meinel & Schnabel, 1987 綿引訳 1991, pp.334-335.）”であり、これらの視点において子どもの運動・動作を観察することが、子ども一人ひとりの特性の理解と適切な支援や指導につながるものと思われる。

### 1.1.3. コーディネーション理論の体系化と形成過程

旧東独におけるトレーニング科学は、国家施策の中に組み込まれていた。1950年初頭からライプチヒ体育大学での本格的な指導者養成と研究者養成が開始される。中でも、コーディネーション理論の研究は、1970年代初頭から大規模に展開され、ライプチヒ学派におけるトレーニング科学の重要な柱の一つとなっている。

コーディネーションの理論が、旧東独でまとまった形で提示されるのは、Schnabelの『動作コーディネーションについて』という論文である(Schnabel, 1968)。この論文は、MeinelのBewegungslehreの改訂作業の中で書かれたものである。すでにMeinelは、初版Bewegungslehreの中で、“スポーツ運動の理論は、ある連関をもつ全体として、有機体と環界の統一から出発しなければならない。人間と環界との間には、ある機能的な関連、ある相互作用が存在する。運動する者には、物的・人的環界と積極的に対峙しながら、環界に変容を引き起こすばかりでなく、自分もまた“変容”する。この“変容”というものは、とくに運動が次第に合目的に、経済的になっていき、つまりどんどん改善され、協調がすすんでいく中に存在する。技術的完成に至るまでの運動の協調化というものは、個人の生活の過程における運動発達の中で、また個々の運動技能を習得する場合に行われるが、それは運動学の中核的問題なのである”(Meinel, 1960 金子訳 1981, p.80.)とし、高次神経活動の生理学の重要性を指摘しながら、コーディネーション(金子は、協調化と訳している)が動作学の中心問題であると述べている。

コーディネーションの概念が確立する以前は、コンディション能力との対比の中で、「器用性(巧みさ)」としてコーディネーション能力を捉えていた。しかし、この言葉は複合的で、共通の普遍的概念としての器用性(巧みさ)では、その意味内容が不鮮明である。とりわけ、競技スポーツのように高い質が要求される多様な運動行為とその関連では、器用性という大まかな概念のみではもはや対応しきれないことから、複数のコーディネーション能力に区分することが必要となり、コーディネーションに対する見方や考え方が体系的に理論づけられていく。ここではその形成過程について概観したい。

Hirtz (1964) は、運動能力（運動の巧みさ）を 8 種類の特性として、反応能力、適応能力、制御能力、定位能力、バランス能力、連結能力、敏捷性、器用性に区分し、複合的な運動特性であると定義した。運動特性によって、スポーツマンは複雑な運動コーディネーションをコントロールし、運動能力を短時間で習得し、運動活動を状況の変化に合わせてすぐに適切に切り換えることができると述べている。

Gundlach (1968) は、スポーツパフォーマンスを規定する運動能力には、エネルギー系プロセスのほかに情報系プロセスがあるという見解を示した。運動能力をコンディション能力とコーディネーション能力に区分するこの考え方は、今日においても適用されている体力要素分類の捉え方の出発点となっている (Krug, Hartmann & Schnabel, 2002)。

Schnabel (1973) は、運動活動の制御・調整プロセスによって可能となる基礎コーディネーション能力として、運動操作、運動適応変換、運動学習能力と定義している。その後、Blume (1978) によって、分化能力、連結能力、反応能力、定位能力、バランス能力、変換能力、リズム化能力の七つの能力にまとめられた。さらに、Hirtz (1979, 1985) は、学校体育の現場における体育授業の要求を反映した上で、適切なトレーニング手段としても、能力診断法としても利用しやすいよう、学齢期に重点的に指導すべき能力として整理し、Blume の定義した七つの能力から、「運動結合能力」と「変換能力」を除いた五つの能力を学校スポーツに関する基礎コーディネーション能力としている。

また、Zimmermann (2004) は、各コーディネーション能力の関連を示し、バランス能力、定位能力、リズム化能力が、運動学習能力、運動適応変換能力、運動操作能力のすべてに共通する重要なコーディネーション能力であることを指摘している。

その他にも，Roth（1982）は，「時間プレッシャー下でのコーディネーション能力」と「運動の正確なコントロール能力」との間で，①早い運動制御能力，②早い運動適応／変換能力，③精確な運動制御能力，④精確な運動適応／変換能力の四つのレベルの構造案を示し，Hirtz（1994）は，理論研究，経験的分析，演繹的帰納法から①精確な運動調整能力，②時間プレッシャー下でのコーディネーション能力，③状況に応じた運動変換／適応能力の三つの能力に区分している．このようにさまざまな見解が提示されているが，現時点では，HirtzまたはBlumeによって分類された五つあるいは七つに区分したコーディネーション能力の説が最も認知されている．

#### 1.1.4. コーディネーション能力の構成要素

コーディネーション能力は，Blume(1978)によって七つに細分化され，実践レベルの形式に体系化されている．各能力とその内容は以下のように整理することができる．

##### ①分化能力（Differenzierungsfähigkeit）

分化能力は，個々の動作位相や部分身体動作を，経済的に目的に呼応して，精細に調整することを可能にさせる（Hartmann, Minow, & Senf, 2011 高橋・綿引・上田訳 2013, p.164）．上肢や下肢，頭部の各動作を精細にコーディネートする能力である巧緻性や，筋の活動を意識的に精密操作する能力は，分化能力の形成度を表すとみなされている．したがって，分化能力は，スポーツ動作をより良いものに改善したり，不安定なものを安定にしたりするときに重要な能力である．高度な分化能力が求められる運動課題としては，角度や力発揮の再現，目標的中投げ，

狙った地点への跳躍，決まった時間内で一定の距離を走ることなどがある（Meinel & Schnabel,1987 綿引訳 1991,p.344）。

#### ② 連結能力（Kopplungsfähigkeit）

連結能力は，各部分身体動作を的確に互いにコーディネートし，特定の行為目標に向けられた全身体動作と関係づける中でそれを行うことである（Hartmann et al., 2011 高橋他訳 2013, p.164）。連結能力は，時間と空間，力動性の各パラメーターの協働作用にみることができ，定位能力，分化能力，リズム化能力に密接な関係にある（Meinel & Schnabel,1987 綿引訳 1991,p.346）。

#### ③ 反応能力（Reaktionsfähigkeit）

反応能力は，一つあるいは複数のシグナルを素早く認知し，的確で短時間の応答行為の導入を可能とさせる（Hartmann et al., 2011 高橋他訳 2013, p.164）。この能力は，環境からの情報を正しく認知すること，受容した刺激を素早くそして正確に処理すること，正しいタイミングでしかも状況にあったテンポでそれを実施することにもとづいている。また，変換能力，動作のスピード，知的な能力などの心理的な能力との関連が密接である（Meinel & Schnabel,1987 綿引訳 1991,p.348）。

#### ④ 定位能力（Orientierungsfähigkeit）

定位能力は，空間と時間における体勢と動作の変動を定められた行動域あるいは動いている対象に関連づけて特定し調節することを可能とさせる（Hartmann et al., 2011 高橋他訳 2013,p.165）。空間的に正しく定位された動作の操作には，課題にそった力の使用，部分動作の空間での正確な実施が求められる。したがって，定位能力は分化能力と深く関わる（Meinel & Schnabel,1987 綿引訳 1991,p.349）。

#### ⑤ バランス能力 (Gleichgewichtsfähigkeit)

バランス能力は、全身の平衡性を維持し、この状態の動作行為の最中およびその後、そして環境条件が変化する中で保持あるいは（素早く）回復することを可能にさせる（Hartmann, et al., 2011 高橋他訳 2013,p.165）。バランス能力は、他のコーディネーション能力と深く関わっているが、とりわけ定位能力ならびに分化能力と極めて密接に関係している（Meinel & Schnabel,1987 綿引訳 1991,p.351）。

#### ⑥ 変換能力 (Umstellungsfähigkeit)

変換能力は、行為遂行中に知覚された、あるいは予測された状況変化に基づき、その行為図式を新たな条件に適応させて、目的に呼応した応答行為の導入を可能にさせる（Hartmann et al., 2011 高橋他訳 2013,pp.165-166）。予測能力によって、その先の行為や行為経過または出来事や状況を頭の中で先取りすることが可能となる。変換能力は、定位能力と反応能力に密接に関係している（Meinel & Schnabel,1987 綿引訳 1991,p.352）。

#### ⑦ リズム化能力 (Rhythmisierungsfähigkeit)

リズム化能力は、外部からの聴覚的、あるいは視覚的手段を介して与えられるリズムを動作で再生すること可能とさせ、さらに、あるスポーツ動作や行為の“内化”された、イメージの中に存在する特定のリズムを実現することを可能とさせる（Hartmann et al., 2011 高橋他訳 2013,p.166）。リズム化能力は、すべてのスポーツ種目で重要なコーディネーションの前提であり、とりわけ、分化能力と定位能力および連結能力、さらには、知的・芸術的な能力とも密接な関係にある（Meinel & Schnabel,1987 綿引訳 1991,p.353）。



### 1.1.5. 運動発達とコーディネーションの関係

これまで述べてきた個々のコーディネーション能力は、ある特定の運動行為に対して、どれか一つのコーディネーション能力が単独でパフォーマンスの前提となることは決してなく、常に複数のコーディネーション能力が複合的に協働作用することを強調している。また、それらは互いに密接に関係しており、知性あるいは意志などそれ以外のパフォーマンス前提をも包含する。

運動や動作は、エネルギー系、知覚・認知を含む神経系、さらには環境といった運動を制約する諸要素を組織するものであり、コーディネーションは、その秩序形成、構造形成のプロセスを把握する最も重要な概念の一つとなるのである。運動や動作の現象としての出来不出来とともに、その運動や動作に関連する諸要因の成熟がどのように変化・発達しているのか、そういった視座に立って子どもを観察することから、子どもに対する成長発達の全体論的アプローチが可能となると思われる。

ライブチヒ学派は、こうした立場から運動の個体発生研究を展開している。

## 1.2. 日本における調整力研究

### 1.2.1. 体力要素としての調整力の位置づけ

ドイツでは、Meinelの運動学を基盤に、コーディネーション能力の理論的、実践的研究が進められてきたのに対し、日本では神経系の運動能力として捉えられた調整力の研究が進められてきた。

猪飼(1963)は、体力を生存能力(capacity for survival)と作業能力(capacity for physical work)の二つに解釈できるとし、身体的および

精神的能力の基礎となるそれらの能力について、生存のために体の外部環境や内部環境の変動に対応する能力を防衛体力、そして活動・行動するために必要な能力を行動体力とした。また、身体的要素に含まれる行動体力を構成する要素を形態と機能とし、形態は体格・姿勢から、機能面は筋力、敏捷性・スピード、平衡性・協応性、柔軟性、持久性から成るとし、構成要因の系統的な分類を提案した(猪飼, 1967a)。さらに、調整力について、“調整力とは、神経系と筋肉との関係で神経が主にコントロールしている(猪飼, 1967b)”と述べ、目的に合った運動を構成するための重要な要素であるということを指摘している。また、その様式の代表的分類は、“筋肉の強さ(量的)の調節(grading)、筋肉の空間的調節(spacing)、そして、筋肉の時間的調節(timing)の三つに分けられる”と述べ、ある目的に対して、どの程度の力を発揮し、緊張と弛緩をどのように調節するか(grading)、運動の目的に対して、どのように主働筋と拮抗筋を作用させるか(spacing)、さらに、このような筋をどのような順序で、いつ緊張させるか(timing)などが具体的な課題であり、これらを運動目的に対して、うまく調節できる力が筋力調節能力であり、身体調整能の主要なファクターとして位置づけられることを説明している(猪飼, 1967b)。

#### 1.2.2. 調整力の定義

調整力という用語が学習指導要領において初めて使われたのは、1968年改訂の小学校の版においてである(文部省, 1968)。第8節「体育」の中の「目標」において、全学年を通じて「各種の運動を適切に行わせることによって調整力を養う」という文言が認められる。この改訂にもなって刊行された文部省「指導書 体育編」(文部省, 1969)では、

初めて公的に使用される調整力に関して補足が示され、調整力を体力の主たる側面である行動体力に含まれる因子として位置づけ、この下位因子として平衡性、巧緻性、および敏捷性から成ること、また主として神経系が関係することが想定されたが、ここでは、定義や内容について明示されることはなかった。

高田（1968）は、調整力について、“調整力とは反射的または無意識的に自分のうごきを目的に合致するようにまとめたり、あるいはあるイメージを大脳の皮質に描いたりしながら、それに向かって意識的に練習を重ねて得た身体支配の技術性、そしてこの両者を統合して全身をうまくコントロールする身体支配の力である”と述べ、器用さ（調整力）は3～10歳頃が発達としての重点期に際会するとしている。

財団法人体育科学センターでは、1972年から1977年にかけて調整力専門委員会が設置され、調整力の研究に力が注がれた（石河・高田・小野・勝部・松浦・宮丸・森下・小林・近藤・清水，1987）。同研究委員会では、「調整力とは、心理学的要素を含んだ動作を規定する **physical resources** である（石河，1974）。」と定義し、この定義では“調整力が **performance** ではなく体力の一要素であり、調整力の良否は人間の動きに反映されるので、心理的な要素も調整力に含まれることを示している。さらに、人間の行動を **co-ordinate** し **integrate** する能力、つまり、**Neural system** に深い関連をもつものとして規定し、調整力の英訳として「**coordination and integration of human movement**」が適当であるとしている。

藤田・吉本・加藤・深見・村松・佐藤・笠井（1974）は、“調整力は知覚系において外界の情報を受容し、それに基づいて認知・判断を行い、次に運動系に命令が送られて反応が生ずるという一連の神経過程の中に

その本質を求めることには問題がない。”としており、ここでの運動と神経系の関係性は、両者の相関関係というよりも、神経系が運動の基盤となっているという捉え方である。

このように、調整力を捉える場合の神経支配優位の考え方には、意見の一致を見るようである。しかし他方で、調整力を神経系優位として捉えるとしても、そこに身体資源としての側面を加えて調整力を捉える必要があるという立場の考え方もある。

金原（1972）は、“エネルギーを効果的に使う能力としての調整力は大きく、行動体力の要因としての調整力と、スキルとしての調整力の二つに分けて捉える必要がある。柔軟性は、安全なよい運動をするための基礎的条件としての一つになるもので、効果から見てエネルギーを効果的に使うことに関係している。スキルとしての調整力は、動きを実際に見ると各人の身につけている技術として、また、エネルギーに着目すると、それぞれの運動課題を効果的に達成するためのエネルギーの効果的な使い方（目標としての技術の身に付いた状態）として捉えることができよう。従って、このような捉え方からは、スキルとしての調整力が運動技術の上達を示すことになる。”と述べている。さらに、“主にエネルギーを出す能力としての能力・パワー・持久力などが発揮される運動や作業についてみると、使い得るエネルギーは、各人の身につけている体力要因としての調整力や技術などの優劣などによって影響される。こう考えてくると調整力はエネルギーを効果的に出すことにも関係していることがわかる”と述べている。つまり、動作は神経系（情報系）とエネルギー系が互いに作用して一体となって可動するというを示し、体力概念からいうと、エネルギー系体力と情報系の体力の一体性というこ

とを意味する神経筋の一体性というコーディネーションの概念と類似する捉え方である。

綿引（1990）は，“調整力とは，人間が身体運動を行う時，その身体に作用するさまざまな外的あるいは内的な力と，四肢，胴体あるいは頭部の動きを時間的・ベクトルの的に効率良く組み合わせることで，その運動目的を効果的に達成しようとする能力である．この力は身体動作の流れを一定にし，それに関わる要因の組み合わせを安定させようとする運動操作能力，外的な変化に対し，身体動作の流れを変化させ，身体各機能の調整を図る運動適応変換能力，そしてそれらの自己に取り入れようとする運動学習能力の三つに分けられる”としている．これは，Schnabel（1973）が，コーディネーションを「操作・適応・運動学習」の三つの能力と定義した考えとほぼ同義である．

このように，それぞれの調整力の定義をみていくと，いくつかの共通項を見出すことができるが，説明上使用される用語も統一されておらず，研究者の視点や立場によって意味づけされてきた経緯があるため，統一的な見解に至っていないのが現状である．加納（2016）は，調整力の構造や発達的特性，さらには調整力を発達させるための条件の不明確さを指摘し，調整力研究の課題として挙げている．渡辺（1989）は，調整力の理解をめぐる混乱の原因について，“調整力の研究は具体的な運動現象の調整力としての典型から引き出す作業から出発しなければならない．わが国の調整力研究は，演繹的な方法で捉えようとするために既成概念の置き換えに終始してしまい新たな見解を生み出せずにいると思われる．”と述べ，研究の方向性に問題あることを指摘している．

### 1.2.3. 調整力の測定方法と評価

幼児の体力・運動能力の測定および評価方法に関しては、前述の体力や運動能力の構造をもとに、複数の測定項目を選択し、数項目の方法を組み合わせて体力を総合的に推定するバッテリーテスト（組テスト）が用いられることが多い。東京教育大学体育心理学研究室の幼児運動能力検査（松井・松田・森國，1955；松田，1961）をもとに作成された幼児運動能力検査（Sugihara, Kondo, Mori & Yoshida, 2006）は、幼児の運動能力の実態を把握するため、ほぼ10年間隔で行われている全国調査の検査方法である。「幼児の運動能力テスト実施要項」（村瀬・出村，2005）によると、測定項目は、走力（25m走）、跳躍力（立幅跳び）、投力（ソフトボール投げ）、持久力（体支持持続時間）、および調整力（両足連続とび越し）から成る5因子・5種目から構成されている。なお、1986年の調査では捕球が新たに付け加わり、さらに25m走の代替種目として往復走、ソフトボールの代替種目としてテニスボール投げが考案されており、天候、園環境、あるいは実施の簡便性などが考慮されている。

調整力に関しては、財団法人体育科学センターで体系的な研究が進められており、同センターの調整力テスト検討委員会（栗本・浅見・渋谷・松浦・勝部，1981）では、フィールド・テストを提案している。フィールド・テストは、①とび越しくぐり、②ジグザグドリブル、③反復横とびの3項目で構成されており、3項目は4歳から9歳までの年齢別・男女別に10段階の得点基準が示されている。

幼児期における調整力の測定方法について概略してきたように、これまでさまざまな運動課題やテストによって測定が試みられてきた。しかし、「新体力テスト」のような定まった運動能力測定は、幼児を対象とした測定としては見当らない。またその中で、調整力を比較的容易に測

定できる項目が確定されていない現状もある。幼児期における運動発達の多様性を踏まえると、幼児の運動能力評価に必要とされる神経系に関連する運動能力を、単に調整力という捉え方だけで示すには限界があることを認識し、調整力をさらに構造的に捉えていくことの必要性が指摘されよう。

## 第 2 章 幼児におけるコーディネーション能力の理解

### 2.1. コーディネーション能力テストからみた発達特性

#### 2.1.1. 目的

子どもの体力・運動能力は長期的な低下傾向に歯止めがかかったものの、依然低い水準にある（文部科学省，2016）。このような状況は、小学生以上の子どもに限らず、就学前の幼児においても同様にみられる傾向であり（森・杉原・吉田・筒井・鈴木・中本・近藤，2010；森・杉原・吉田・筒井・鈴木・中本，2011），子どもの体力・運動能力低下の問題は、幼児期から継続的に捉えていくことが重要であると思われる。

2008 年に改定された幼稚園教育要領（文部科学省，2008）には、領域「健康」の内容の取扱いにおいて、「十分に体を動かす気持ちよさを体験し，自ら体を動かそうとする意欲が育つようにすること。」が追記された。このことは，幼児教育，保育現場において子どもの運動能力の低水準化が教育上の問題として認知されていると同時に，幼児期における運動能力の獲得に向けた身体活動の必要性を示しているといえる。

このような問題に対する解決へのアプローチは，まず子どもの体力・運動能力を把握することから始まると考えられる。これまでも，さまざまな方法で体力・運動能力を測定評価する試みがなされているが，“わが国において一般的に行われている幼児期の運動能力テストは，走，跳，投動作を含んだ測定項目を中心とし，“その測定項目ほとんどが筋力，持久カスピードなどのエネルギー系，コンディショニング能力の測定に留まっている（上田・綿引・石橋・今西・森藤，2004）”。しかし，早熟や晩熟の問題，運動発達を考える上で諸機能の関係の中で捉えることの重



要性，さらに最近の子どもに見受けられる動きのぎこちなさや身のこなしの悪さなど，運動能力の質的な低下を踏まえると，単なるエネルギー系，コンディショニング能力の測定では，協応性の困難さや児童以降の運動発達の可能性は見えにくい．そこで本章では，コーディネーション能力に焦点をおいた項目を設定し，定量的な方法論で幼児の発育発達段階特有のコーディネーション能力の現状を理解し，運動発達の本質を見極めるための基礎資料を得ることを目的とする．

## 2.1.2. 研究方法

### 2.1.2.1 分析対象者

愛知県の公立保育園に在籍する4歳から6歳までの幼児169名（男子86名，女子83名）を分析対象とした．対象の適合基準は，上・下肢に重篤な外傷がなく，かつ視力障害や神経障害のないことを条件とした．

### 2.1.2.2. 倫理的配慮

対象者の保護者および施設長に対し，本研究の目的，意義，測定内容，測定に起こりうる危険性，個人情報取り扱いなどを文書で説明し，保護者および施設長からの署名によって同意を得た上で実施した．すべての対象者は神経系，筋骨格系の疾患歴がないことを保護者の申告により確認した．また，得られたデータは，個人が特定されないデータとして統計的に処理し，研究実施者のみが閲覧できるよう厳重に保管した．なお，本研究は武庫川女子大学教育研究所倫理委員会の承認を得て実施した（承認受付番号007）．

### 2.1.2.3. データの測定方法

#### 2.1.2.3.1 対象者情報の取得

運動課題の実施に先立ち、対象者に関する①生年月日、②性別、③身長、④体重、⑤利き手、⑥園以外で行っているスポーツ活動の情報を対象者の保護者から取得した。

#### 2.1.2.3.2 コーディネーション能力テストの内容と手順

対象の幼児に対して、Mokis-Studie (Adler& Senf, 2009, 2015) で用いられたMotorik-Tests5項目のコーディネーション能力テストを実施した。

テストの測定項目の決定においては、研究成果の主たる活用が国内の幼児教育の現場であること、さらには、国外の先行研究に倣った場合、村瀬ら(2005)が指摘するように、研究対象となる幼児の暦年齢が同じであっても、人種などの生物学的差異、文化などの社会環境的差異、あるいは就学時期の違いや教育内容の差異などにより結論の一般化が制限される場合があることを考えると、本来であれば国内の体育学あるいは体力科学における先行研究に基づくことが現実的意義をもつと考えられる。しかしその一方で、幼児の体力・運動能力を対象とした測定評価の研究は、現在までにさまざまな観点から検討がなされ成果が蓄積されているが、研究領域、対象の属性、適用された手法などが異なり、明らかにされた成果は未だ十分に整理され理解されているとは言えない。また、本研究全体を通して、ライプチヒ学派におけるコーディネーション理論を理論的根拠の主軸としていることを踏まえると、ザクセン州において広く幼児のコーディネーションについて調査され、データの蓄積があるMotorik-Testsに沿って項目を構成することが妥当であると判断し

た。

そこで本章では，Mokis-Studieで用いられた7項目のMotorik-Testsの中から，Standweitsprung（以下，立ち幅跳び），Einbeinstand（以下，片脚バランス），Seitliches Hin-und Herspringen（以下，サイドジャンプ），Hampelmann-Springen（以下，ハンペルマンジャンプ），Ballwerfen und-fangen（以下，ボール投・捕）の5種目でテストを構成した。

各テストの具体的な内容および実施方法についてはTable 1-1，Table 1-2に示す。

Table 1-1 コーディネーションテストの内容と実施方法

立ち幅跳び	使用する用具	メジャー，踏み切り線（接着テープ），マット
	内容	両足を軽く開き，両足のつま先を踏み切り線の後ろに揃えて立つ。両脚で同時に踏み切り，前方へ跳ぶ。
	テストの指導	テスト指導員が模範演技を見せる。その際，踏み切る前は，腕を前後に振り，膝を曲げてよいこと，踏み切りは片足で跳ばないこと，着地は両足ですが，後ろに倒れたり，手を着いたりしてはならないことを説明する。 できる限り遠くまで跳ぶように，被験者に要求する。
	測定	記録は身体が床についた位置のうち，最も踏み切り線に近い位置と踏み切り前の両脚の中央の位置とを結ぶ直線の距離（cm）を測定する。測定は2回実施し，高い値を記録とする。
片脚バランス	使用する用具	W3cm×H4cm×L40cmの台，ストップウォッチ
	内容	W3cm×H4cm×L40cmの台に開眼の状態片脚立位をとる。測定時間は，右脚・左脚それぞれ1分間とし，1回ずつ実施する。遊脚肢が接地したり，台から落下してもすぐに台に立ち，測定を続ける。
	テストの指導	遊脚肢が接地したり，台から落下してもすぐに台に戻って，ストップの合図があるまで測定を続けるように促す。
	測定	測定時間は1分間とし，遊脚肢が接地した回数を記録する。

Table 1-2 コーディネーションテストの内容と実施方法

サイドジャンプ	使用する用具	障害物 (W5cm×H2cm×L1m), ストップウォッチ
	内容	障害物 (W5cm×H2cm×L1m) の側方に立ち, テスト指導員の合図とともに, その障害物を跳び越すように両脚を揃えて左右に連続でジャンプする. 測定は, 15 秒間実施し 1 回のみとする.
	テストの指導	テスト指導員が模範演技を見せる. その際, 必ず両足で飛ぶということを特に喚起する. 中央の障害物を踏んでも中止しないでストップの合図があるまで跳び続けることを説明する. 練習として, 5 回サイドジャンプをさせる.
	測定	跳びはねと着地が両足同時ではない場合, または中央の障害物を踏んだジャンプは除き, 正しくジャンプした回数 (回) を記録とする.
ハンペルマンジャンプ	使用する用具	ストップウォッチ
	内容	測定開始時は, 両脚を閉じ両上肢は体側に下垂した立位をとる. テスト指導員の合図とともに, 連続で開閉ジャンプし, それに合わせて上肢は側方への挙上・下垂の連続動作をする.
	テストの指導	テスト指導員が模範演技を見せる. その際, 上肢・下肢の開閉を正しく行うことを特に明らかにする. 練習として, 5 回ハンペルマンジャンプをさせる.
	測定	10 秒間実施し, 上肢・下肢の動作が正しく, かつ下肢の開閉に合わせて上肢の挙上・下垂がなされたジャンプ回数 (回) を記録する. 測定は 1 回のみとする.
ボール投・捕	使用する用具	(φ16~18 cm, W70g 程度), 平らな壁面
	内容	体操ボールを使用し, 次の 3 動作を 3 セット実施する. 1. ボールを高く投げて, 受ける. ボールを約 1m (頭頂部より高く) の高さに投げて, 受ける. 2. ボールを壁面に投げて, 受ける: 子どもは, 壁面から 1m ほど離れて立つ. ボールを下から壁面に投げ, 跳ね返ってきたら直接受ける. 3. ボールを壁面に投げ, ボールが床面に跳ね返った後に受ける: 子どもは, 壁面から 2m ほど離れて立ち, ボールを壁面に投げ, ボールが床面に跳ね返った後にボールを受ける. (順序: 投げる-壁面-床面-受ける).
	テストの指導	テスト指導員が模範演技を見せる. 2 回の練習試行後に測定を開始する.
	測定	3 種類のテストで成功回数を記録する.

#### 2.1.2.4. コーディネーション能力テストが測定する能力要因

各測定項目とそれぞれのテストによって測定されるコーディネーション能力との対応関係について、Mokis-Studie(Adler,& Senf,2009,2015)および同様のテスト項目で調査を行っている先行研究に基づいて整理した (Table 2)。コーディネーション能力テストの五つの測定項目に対応して、「定位」、「分化」、「リズム化」、「バランス」、「反応」、「連結」の六つのコーディネーション能力を評価する。

立ち幅跳びは、まず上肢を後方に振り上げ、下肢全体を屈曲して上肢を前方に振り上げながら踏み切り、着地時は、上肢を前方に位置した状態で、再び下肢全体を屈曲しながら行う。つまり、上肢の振り上げ動作、下肢の跳び出し動作にそれぞれが惑わされず、同時あるいは連動的に行う能力が必要とされ、この能力は連結能力にみることができる。

片脚バランスは、ヒトの立位姿勢自体が、高い位置にある大きな質量を狭い支持面で支えるという不安定な特徴をもつ上に、ここでの課題は片足で安定的な立位を維持する能力を必要としている。バランスとは、安定の維持と動揺からの回復の両者の均衡状態を指すものであり、片脚バランスは、神経系によるそれらのコントロールを示すバランスの能力を評価しているといえる。

ハンペルマンジャンプは、下肢の開閉動作と上肢の挙上・下垂動作を、それぞれが惑わされずに同時あるいは連動的に行う連結能力にみることができる。また、ハンペルマンジャンプの内化されたリズムをイメージし実現する能力が必要であり、この能力は動きのリズム化を表しているといえる。

サイドジャンプは、自己の身体と足元に置かれた障害物との間隔を認知し、次の跳躍を効率よくするためにすべき動作を瞬時にフィードバック

クし、下肢だけでなく、体幹の傾斜や上肢の使い方を精細にコーディネートする能力を必要とし、この能力は分化能力の形成度を表すものとみなされる。さらにサイドジャンプには、最適に筋の緊張と弛緩を繰り返す、特定のリズム（ここでは連続）で行う能力が必要であり、この能力は動きのリズム化を表している。

ボールの投・捕に求められる投動作は、自己の身体とボールとの空間を認知しつつ、次の最適な捕球につながるボールコントロールが必要であり、この動作は分化能力を表しているといえる。一方、捕球動作には、ボールという動的対象物に対して、自己の動作を時間的・空間的に一致させる能力が必要であり、この能力は定位能力として評価できる。さらに、対象がタイミング点に達するまでの時間予測と空間予測に従って反応する能力も必要であり、捕球動作は反応能力の形成度も示しているといえる。

Table 2 The evaluation of coordination abilities of each test

	Orientation	Differentiation	Rhythm	Balance	Reaction	Coupling	Other factor
Standing long jump						○	・ Jumping force
Balance on one leg				○			
Hampelman jump			○			○	・ Skill of Hampelman jump
Side-to-side jump		○	○				・ Jumping force
Throw and catch a ball	○	○			○		・ Skill of throwing and catching a ball

#### 2.1.2.5. 統計処理

対象者の生年月日，性別および身体ダイナミクス（身長，体重）は，コーディネーション能力に影響する背景要因として解析に用いた．コーディネーション能力テスト 5 項目のデータについて，性別（男子，女子），年齢群別（年中児クラス・年長児クラス）に平均値および標準偏差を計算した．各測定項目の性別および年齢群の比較には，性別・年齢群を従属変数，コーディネーション能力テストデータを独立変数として，対応のない 2 要因分散分析を用いて，性別，年齢群ごとの統計的特徴を明らかにした．なお，統計解析ソフトは，IBM SPSS Statistic 22.0 を使用し，危険率 5% 未満を有意水準とした．

#### 2.1.3. 結果

分析対象者の各年齢群および性別の身長および体重の平均値と標準偏差を Table 3 に示す．

Table 3 The characteristics of subjects

Grade(age)	Height (cm)		Weight (kg)	
	Male Mean (SD)	Female Mean (SD)	Male Mean (SD)	Female Mean (SD)
Middle(4-5): (n=76)	109.03 (4.86)	106.99 (3.72)	18.58 (2.80)	17.48 (2.16)
Senior(5-6): (n=93)	114.30 (5.31)	114.09 (4.89)	19.54 (3.52)	19.49 (2.89)

Table 4 The score of coordination test of each group (Mean (SD))

Grade (age)		Standing long jump (cm)	Balance on one leg (times)	Hampelman jump (times)	Side-to-side jump (times)	Throw and catch a ball (times)
		Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)
Middle (4-5)	Male (n=37)	88.05 (20.17)	12.86 (4.44)	8.19 (4.25)	11.65 (4.76)	3.11 (2.20)
	Female (n=39)	84.03 (15.27)	11.28 (4.78)	11.36 (4.50)	13.41 (5.36)	4.10 (1.96)
Senior (5-6)	Male (n=49)	105.53 (19.58)	10.39 (4.42)	10.24 (6.61)	17.35 (8.13)	5.18 (2.32)
	Female (n=44)	95.77 (15.78)	10.23 (3.89)	11.30 (4.57)	17.25 (7.27)	4.30 (2.06)
Sex		6.467 *	1.652	6.948**	0.649	0.026
Grade		29.060**	6.782 *	1.548	21.308**	11.667**
Sex ×Grade		1.117	1.100	1.752	0.809	8.036**

\*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ 

分析対象者の年齢群および性別のコオーディネーション能力テスト5項目の平均値と標準偏差を Table 4 に示す。性別および年齢の違いによってコオーディネーション能力の平均に差があるかどうかを検証するために、性別と年齢群（年中児クラス・年長児クラス）との2要因分散分析を行った。

立ち幅跳びについては、性別の主効果、年齢群の主効果はともに有意であったが（順に  $F(1,165) = 6.467, p < .05$ ;  $F(1,165) = 29.060, p < .01$ ），両要因の交互作用は有意ではなかった（ $F(1,165) = 1.117, n.s.$ ）。単純主効果の検定の結果、男子、女子ともに年齢群間に有意な差がみられ（いずれも  $p < .01$ ），男女とも年中児クラスより年長児クラスの平均点が有意に高い値を示した。また、年長児クラスにおいて性別の単純主効果が有意であり（ $p < .01$ ），女子より男子の平均得点が有意に高いことが明らかとな



った。しかし、年中児クラスにおいては性別に有意な差はみられなかった。

片脚バランスについては、性別の主効果は有意ではなく  
( $F(1,165) = 1.652, n.s.$ )、年齢群の主効果は有意であった  
( $F(1,165) = 6.782, p < .05$ )。両要因の交互作用は有意ではなかった  
( $F(1,165) = 1.100, n.s.$ )。単純主効果の検定の結果、男子は年齢群間に有意な差がみられたが( $p < .05$ )、女子は年齢群間に有意な差がみられなかった。また、年中児クラス、年長児クラスとも性別の単純主効果は有意ではなかった。

ハンペルマンジャンプについては、性別の主効果は有意であり  
( $F(1,165) = 6.948, p < .01$ )、年齢群の主効果、両要因の交互作用は有意ではなかった(順に  $F(1,165) = 1.548, n.s$ ;  $F(1,165) = 1.752, n.s.$ )。単純主効果の検定の結果、男女とも年齢群間に有意な差がみられなかった。また、年中児クラスに性別の単純主効果が有意であり( $p < .01$ )、男子より女子の平均得点が有意に高いことが明らかとなったが、年長児クラスは性別の単純主効果は有意ではなかった。

サイドジャンプについては、性別の主効果は有意ではなく  
( $F(1,165) = 0.649, n.s.$ )、年齢群の主効果は有意であった  
( $F(1,165) = 21.308, p < .01$ )。両要因の交互作用は有意ではなかった  
( $F(1,165) = 0.809, n.s.$ )。単純主効果の結果、男女とも年齢群間に有意な差が見られ(いずれも  $p < .01$ )、男女とも年中児クラスより年長児クラスの平均点が有意に高い値を示した。また、年中児クラス、年長児クラスともに性別の単純主効果はみられなかった。

ボール投・捕については、性別の主効果は有意ではなく

( $F(1,165) = 0.026, n.s$ ), 年齢群の主効果と両要因の交互作用は有意であった(順に  $F(1,165) = 11.667, p < .01$ ;  $F(1,165) = 8.036, p < .01$ ). 単純主効果の結果, 男子において年齢群間に有意な差が見られ( $p < .01$ ), 年中児クラスより年長児クラスの平均点が有意に高い値を示したが, 女子には年齢群間に有意な差はみられなかった. また年中児クラス, 年長児クラスともに性別の単純主効果がみられ(いずれも  $p < .05$ ), 年中児クラスでは女子の方が男子より有意に高い値を示していたのに対し, 年長児クラスでは男子の方が女子より有意に高い値を示した.

#### 2.1.4. 考察

コーディネーション能力の測定の結果, 測定項目によって年齢群間, 性別による差に違いがみられたことから, コーディネーション能力の各構成要素の発達過程に男女差があり, 発達時期およびその急進性に違いがあることが確認された. とりわけ男子は, 片脚バランスを除くすべての項目において, 学年の上昇とともに有意に高い値を示しており, 年中児クラスから年長児クラスにかけて, コーディネーション能力の発達傾向が顕著であることが示唆された. また, 立ち幅跳びとサイドジャンプは, 性別に関係なく学年の上昇により有意に高い値を示していた.

立ち幅跳びの動作を観察すると, 立ち幅跳び自体の動作ができない幼児はほとんどみられない. つまり, 立ち幅跳びに求められる跳ぶ動作は, 4歳後半ですでに発達が進んでいることを示した結果といえる. 跳ぶ動作自体はできても, 動作の効率性には差があり, Hellebrandtら(1961)が, 跳ぶことは系統発生的に出現する動作であるが, 上・下肢の協調動作によって跳躍力の推進力を得ることは学習によるものであると指摘していることから, 立ち幅跳びの測定値は, パフォーマンス前提として

のコオーディネーション能力に起因するという視点において捉えられるべきであると思われる。

立ち幅跳びに重要とされる，上肢・下肢の動きを協応する連結能力，サイドジャンプに重要とされる，間隔を認知し，次にすべき動作を瞬時にフィードバックして連続で素早く跳躍動作をするための分化能力が，性差に関係なく年齢の上昇に伴って顕著に発達することを示しているといえる。また，立ち幅跳び，サイドジャンプの運動遂行には最大筋力や瞬発力といったエネルギー系の能力も影響していると考えられ，それらの能力がコオーディネーション能力の発達に関与しているものと推察される。

ハンペルマンジャンプとボール投・捕については，年中児クラスのみ，男子より女子の平均得点が有意に高いことが明らかとなり，エネルギー系能力の関与が少ない測定項目においては，リズム化，連結，分化，定位，反応といった能力要因に，低年齢で女子の発達傾向を示したと考えられる。

すべての測定項目の中で，ボール投・捕にのみ交互作用が認められ，年中から年長にかけて平均値の高値が男女で入れ替わり，年中児では女子が，年長児では男子の方が有意に高い値を示した。このことから，ボール投・捕に含まれる，時間的・空間的的定位能力，反応能力は，女子では早期に発達を開始するものの，その速度は緩やかであるのに対し，男子は女子に比べ遅れて発達を開始され，年中児から年長児にかけて著しく発達するものと推測される。

園での遊びの性差に関する先行研究では，自由な遊びに取り組む環境では，活発に遊ぶ男児が多かったのに対して女児は比較的静的な遊びの性差がみられた（吉田，2005）。とりわけ，“「歩く」，「走る」といっ

た動作に比べ、「投げる」は後天的に獲得される動作であり（桜井，1991，p.210）”，“ボールを投げるという動作が，人間にとって必ずしも必要なものでなく，学習することによって身につくもの（小林・脇田・八木，1990，pp.91-92）”であることから，運動遊びの量および質の経験の違いがコーディネーション能力の性差に影響している要因の一つであることが示唆される．

ボールの投・捕については，ボールを上手く投げ上げることができず，捕球もまったくできない幼児が存在した．そこには発達過程における視覚と身体運動の協応の未熟さ，両手を使った動作が上手くいかないという左右の未分化が理由にあると推察される．利き手，利き足が定まらない左右の未分化も含め，時間的・空間的的定位能力，反応能力は非常に大きな個人差があることが示された．

先行研究との比較が可能な種目である立ち幅跳びは，先行研究の結果においても同様に，学年間に差が認められている（佐々木・石沢，2014）．立ち幅跳び以外の項目においては，幼児のコーディネーション能力を同様の項目で測定している国内の先行研究が無く，国内のデータにおいて比較する対象は無いが，ザクセン州の幼児を対象に実施されたコーディネーションテストの結果をみると，同様に，測定値の水準にかかわらず，全般に学年間の差が大きいことを示していた（Adler& Senf, 2009, 2015）．幼少期においては多くの運動において身体の発育に伴ったパフォーマンスの向上がみられ，量的な変化が顕著にみられるものと思われる．

#### 2.1.5. まとめ

本節の目的は、幼児期におけるコーディネーション能力の特性を定量的に把握することであった。4歳から6歳までの幼児169名（男子86名，女子83名）を分析対象とし，コーディネーション能力テスト5種目（立ち幅跳び，片脚バランス，サイドジャンプ，ハンペルマンジャンプ，ボール投・捕）を実施し，年齢群間，性別間の差を検討した。その結果，運動発達の過程において，特に男子は，年中から年長にかけて，コーディネーション能力の発達傾向が顕著であることが認められた。また，性別に関係なく学年の上昇により，上肢・下肢の動きを協応する連結能力，分化能力が著しく向上することが示唆された。さらに，時間的・空間的的定位能力，反応能力およびボールを操作する上での分化能力については，女子は早期に発達が開始するものの，その速度は緩やかであるのに対し，男子は女子に比べ遅れて発達が開始され，年中児から年長児にかけて著しく発達するものと推測される。

## 2.2. タブレットを用いたトレースタスクによる上肢の協調性

### 2.2.1. 目的

人が何らかの運動をする際には，ある状況に対する知覚のもとでそれに協応する運動を行う．知覚情報と体性感覚情報を統合して，対象と自己の身体の位置を自己中心座標系によって表出し，知覚入力と運動出力を結びつけることで運動プログラムが生成される．

運動課題には運動の仕方を覚える運動学習と，それを正しく遂行する運動制御の二つの過程が影響を及ぼし，運動制御のアプローチは運動プログラム理論とシステム理論によって説明できる．前者は，“運動は運動プログラムおよび運動スキーマという記憶表象とともに中枢に貯蔵されている．そして一般運動プログラムが特別な不変特性（運動要素を系列化することや相対タイミング，相対的力量的なもの）によって特徴づけられる一組の諸行為を支配する（佐藤，2003）”と仮定し，後者は，運動は中枢神経システムによって発せられる運動指令ではなく，神経システムと活動する身体の複雑な相互作用から生じるもので，運動行動はその目標をめぐる組織化され，運動に寄与する諸要素の組織化は、環境の諸側面によって決定される（Kelso, Hol, Rubin & Kugler, 1981; Kugler, Kelso & Clark, 1982）というものである．人の運動行動が，末梢あるいは中枢から一方的にその動因が起こるのではなく，中枢神経系を環境に適応する自己調整システムとして捉えるシステム論的アプローチが，Bernsteinの理論的系譜をたどっていることを踏まえれば，人が行う運動にとっての情報系の操作，制御のプロセスは，コーディネーション能力の発達と水準を左右する基礎となると考えられる．

これまで，視覚と運動の関係，上肢の協調運動の発達については，神

経生理，心理学，工学，医療，教育などの分野において研究がなされている．尾崎（2000）は，幼・小児に対してペンで円を塗りつぶす課題を行い，上肢の発達の仕方が筆記の操作としてあらわれる様子について検討している．岡・三浦（2007）は，知的障害者の手先の不器用さを視覚（知覚）－運動協応の問題として捉え，知的障害者における巧緻性の低さの生起メカニズムについて検討している．また，橋爪・伊ヶ賀崎・村山・林田（2012）は，幼・小児に視標追跡描円運動課題を実施し，独自の評価システムにおいて視標追跡描円運動課題能力の発達を定量化し，発達モデルを提案した．このようにさまざまな研究がなされている中で，コーディネーション能力との関連では検討がなされているものは散見しない．

そこで，ここでは幾何学模様（円）のトレース時のペン軌道を計測し，その結果を，周回回数，逸脱率，躍度ノルムの指標から分析し，幼児における手指の協調性・巧緻性の特徴を定量的に把握するとともに，コーディネーション能力との関連について検討することを目的とする．

## 2.2.2 研究方法

### 2.2.2.1. 分析対象者

愛知県の公立保育園に在籍する4歳から6歳までの幼児169名（男子86名，女子83名）を分析対象とした．

#### 2.2.2.2 倫理的配慮

対象者の保護者および施設長に対し、本研究の目的、意義、測定内容、個人情報取り扱いなどを文書で説明し、保護者および施設長からの署名によって同意を得た上で実施した。また、得られたデータは、個人が特定されないデータとして統計的に処理し、研究実施者のみが閲覧できるよう厳重に保管した。なお、本研究は武庫川女子大学教育研究所倫理委員会の承認を得て実施した（承認受付番号007）。

#### 2.2.2.3. データの測定方法

##### 2.2.2.3.1. 対象者情報の取得

運動課題の実施に先立ち、対象者に関する①生年月日、②性別、③身長、④体重、⑤利き手の情報を対象者の保護者から取得した。

##### 2.2.2.3.2. 課題と手続き

手指の協調性・巧緻性を評価するため、幾何学模様（円）のトレース時のペン軌道を計測した。測定に用いた部屋は、園内の遊戯室とし、静音と通常照度が保たれている環境とした。対象者は椅子に座った状態で、前方の机に置かれたタブレット端末（iPad Pro 13 inch, Apple社製）の画面に描画した。この時、椅子の高さは29cm、机の高さは50cmとし、タブレット端末までの距離は対象者の体型に合わせて最も快適に描画できる位置で行った。タブレット端末の画面には、内円（中心からの距離227.6ドット）と外円（中心からの距離257.6ドット）の二重円を呈示し（Fig.1）、対象者には筆圧ペン（Apple Pencil, Apple社製）の先端で内円線と外円線の間をトレースするよう指示した。このとき対象者には、器具に上肢が触れないようにしてペンを持ち、内円線と外円線の間から



できるだけ外れず描くよう指示した。トレースの回転方向は右回り，左回りどちらでも対象者の心地よい方向とした。ペンの持ち手は，対象者の利き手から始めることとした。1試行は30秒間とし，利き手と非利き手それぞれ3試行計6試行を実施した。なお，測定において，1) 筆圧ペンが握れず描画できない，2) よそ見，タブレットをいじるなど課題に集中できていない，条件に該当する場合は対象者が要求された課題を満たしておらず，データの信頼性に影響が生じる可能性があるとして判断して分析対象から除外した。

ターゲット円の表示およびペン軌道の計測は本研究で構築した **Hand Writing** アプリ（スポーツセンシング社製）を用いた。円描画中のペンとタブレット画面の接点の座標値は，サンプリング周波数 100Hz で取得され，テキストファイルとしてタブレット端末内部の記録媒体に保存された。

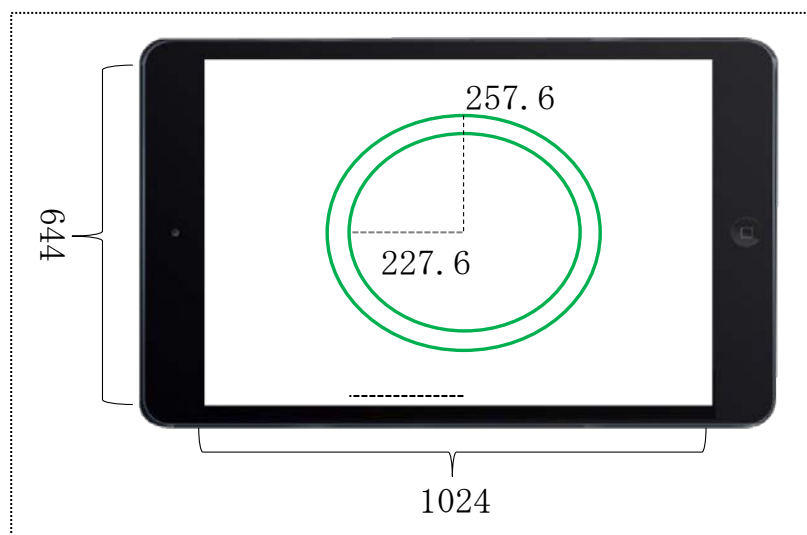


Fig.1 実験装置の設定(単位はドット)。

#### 2.2.2.4. 解析方法および解析項目

タブレット内部に保存されたペン座標値は，CSV形式でパーソナルコンピュータにダウンロードし，数値解析を行った．タブレット座標系で表現されたペン座標値を，タブレット端末の解像度と画面サイズの比（ $768 * 1024 \text{ points} = 195 * 147 \text{ mm}$ ）をもとに実長換算した後，2次のバターース型デジタルフィルタ（ローパス，遮断周波数  $10\text{Hz}$ ，ゼロタイムシフト）を用いて平滑化を施した．その上で，腕—手—指の微細な協調性を定量する以下の指標を算出した．

- ・ 周回回数：30秒間の試行中に，円を周回した回数．
- ・ 逸脱率：30秒間に描画した全座標数に対する，二つのターゲット円外に逸脱した座標数の比．ペン先がターゲット円外に多く逸脱するほど，逸脱率が高くなる．
- ・ 躍度ノルム：ペン座標を30秒間の試行区間に渡って3階微分して躍度ベクトルを得，そのノルムをコマ数で除したもの．ペン操作の滑らかさを表現する．

#### 2.2.3. 結果

##### 2.2.3.1. トレースタスクに関する性別・年齢間の比較

分析対象者の年齢群および性別にみた指標の平均値と標準偏差をTable 5に示す．性別および年齢の違いによって平均値に差があるか検証するために，性別と年齢群（年中児クラス・年長児クラス）との2要因分散分析を行った．

その結果，周回回数では，性別・年齢群の主効果（順に  $F(1,165) = 1.583$ ； $F(1,165) = .062$ ，いずれも *n.s.*），および両要因の交互作用は有意でなく（ $F(1,165) = 3.445 \text{ n.s.}$ ），躍度ノルムも同様に性別・年齢群の主

効果（順に  $F(1,165) = 2.694$  ;  $F(1,165) = 1.259$ , いずれも *n.s*) および両要因の交互作用は有意でなかった ( $F(1,165) = .264$  *n.s*). 逸脱率のみ性別および年齢群の主効果が有意であったが, (順に  $F(1,165) = 8.205$  ;  $F(1,165) = 6.948$ , いずれも  $p < .01$ ), 両要因の交互作用は有意ではなかった ( $F(1,165) = 1.739$  *n.s*). 単純主効果の検定の結果, 年中児クラスにおいて性別に有意な差がみられ ( $p < .01$ ), 男子より女子の逸脱率が低かった. また, 男子において年齢群間に有意な差がみられ ( $p < .01$ ), 年中児クラスより年長児クラスの逸脱率が低かった.

Table 5 The score of trace task of each group (Mean (SD))

Grade (age)		circle count	out_rate	jerk
		Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)
Middle (4-5)	Male (n=37)	5.57 (2.50)	29.79 (13.92)	3105434.7 (3330728.6)
	Female (n=39)	4.39 (2.87)	21.52 (14.36)	2059057.8 (3736128.0)
Senior (5-6)	Male (n=49)	4.96 (1.65)	21.97 (11.91)	2311117.4 (3264817.8)
	Female (n=44)	5.12 (2.71)	18.92 (11.10)	1763970.7 (2058670.3)
Sex		1.583	8.205**	2.694
Grade		.062	6.948**	1.259
Sex × Grade		3.445	1.739	0.264

\*\*  $p < .01$

### 2.2.3.2. トレースタスクとコーディネーション能力テストの関連

トレースタスク（周回回数，逸脱率，躍度ノルム）とコーディネーション能力（立ち幅跳び，片脚バランス，サイドジャンプ，ハンペルマンジャンプ，ボール投・捕）との関連を検討するため，まず，トレースタスクと前節で用いたコーディネーション能力テストの結果相互の相関関係をみた（Table 6）．その結果，年中児クラスにおいては，男女ともトレースタスクの各指標と各コーディネーション能力テスト項目間には有意な相関はみられなかった．年長児クラスにおいては，男子に逸脱率とボール操作の間に有意な負の相関がみられ（ $r=-0.360$ ， $p<.01$ ），女子には逸脱率と立ち幅跳びの間に有意な負の相関がみられた（ $r=-0.436$ ， $p<.01$ ）．

Table 6 The score of trace task and coordination test of each group  
:Correlations and Descriptive Statics (n=169)

		Circle count	Out- rate	Jerk
Middle (4-5) Male (n=37)	Standing long jump (cm)	-.243	-.117	-.170
	Balance on one leg (times)	.112	-.083	-.122
	Hampelman jump(times)	-.268	-.190	-.064
	Side-to-side jump(times)	.117	.017	.047
	Throw and catch a ball(times)	.137	-.060	-.010
Middle (4-5) Female (n=39)	Standing long jump (cm)	-.042	.014	.027
	Balance on one leg (times)	.130	.030	-.043
	Hampelman jump(times)	.213	.094	.172
	Side-to-side jump(times)	-.111	-.139	.029
	Throw and catch a ball(times)	.122	.136	.189
Senior (5-6) Male (n=49)	Standing long jump (cm)	-.110	-.016	-.212
	Balance on one leg (times)	-.008	.091	.234
	Hampelman jump(times)	.056	-.219	-.042
	Side-to-side jump(times)	.061	-.240	-.278
	Throw and catch a ball(times)	-.225	-.360*	-.254
Senior (5-6) Female (n=44)	Standing long jump (cm)	-.175	-.436**	-.269
	Balance on one leg (times)	.123	.229	.123
	Hampelman jump(times)	.160	-.073	-.082
	Side-to-side jump(times)	.172	-.111	.008
	Throw and catch a ball(times)	.079	-.258	-.039

\*\*  $p < .01$

次に，周回回数と逸脱率に着目し，トレースタスクにおけるコーディネーション能力の影響について検討するため，周回回数と逸脱率の成績を高群・中群・低群の3群に分け，性別，年齢群ごとに一元配置の分散分析を行った（Table 7-1, 7-2, 7-3, 7-4）. その結果，性別でみると，男子のボール投・捕に逸脱率の効果が有意であった（ $F(2,86) = 5.034$ ,  $p < .01$ ). 多重比較の結果，逸脱率の低群と高群の間に有意な差があり（ $p < .01$ ），高群のボール投・捕の結果が低群より高かった. また，年齢群別では，年中児クラスの立ち幅跳びに周回回数の効果が有意であった（ $F(2,76) = 7.224$ ,  $p < .01$ ). 多重比較の結果，周回回数の低群と中群，中群と高群の間に有意な差があり（いずれも  $p < .01$ ），いずれも中群の立ち幅跳びの結果が低群および高群より高かった.

Table 7-1 The score of coordination test of each group on trace task score level (n=169)

Circle count			Low score group	Middle score group	High score group	F	L vs M vs H
coordination test							
Standing long jump (cm)	Middle (n=76)	M	81.64	95.92	80.00	7.224**	L<M>H
		SD	14.885	16.055	18.396		
	Senior (n=93)	M	101.26	102.00	99.48	.160	
		SD	16.474	19.599	17.834		
Balance on one leg (times)	Middle (n=76)	M	11.00	12.62	12.52	.954	
		SD	4.899	4.750	4.302		
	Senior (n=93)	M	10.03	10.35	10.55	.120	
		SD	2.983	4.325	5.026		
Hampelman jump (times)	Middle (n=76)	M	10.40	10.58	8.44	1.680	
		SD	4.509	3.931	5.268		
	Senior (n=93)	M	10.52	9.97	11.74	.776	
		SD	4.788	6.374	5.950		
Side-to-side jump (times)	Middle (n=76)	M	13.16	12.23	12.28	.774	
		SD	6.019	5.172	4.169		
	Senior (n=93)	M	16.77	17.52	17.61	.108	
		SD	6.136	7.197	9.570		
Throw and catch a ball (times)	Middle (n=76)	M	3.40	3.62	3.84	.263	
		SD	1.848	2.061	2.478		
	Senior (n=93)	M	4.65	5.19	4.45	.919	
		SD	1.942	2.455	2.278		

\*\*  $p < .01$

Table 7-2 The score of coordination test of each group on trace task score level (n=169)

Out rate			Low	Middle	High		
coordination test			score	score	score	F	L vs M vs H
			group	group	group		
Standing long jump (cm)	Middle (n=76)	M	84.08	88.11	85.58	.221	
		SD	15.809	16.848	21.084		
	Senior (n=93)	M	104.29	102.77	95.68	2.106	
		SD	14.211	16.870	21.138		
Balance on one leg (times)	Middle (n=76)	M	11.84	12.70	11.54	.323	
		SD	5.265	4.639	4.075		
	Senior (n=93)	M	9.35	10.06	11.52	2.235	
		SD	3.179	4.589	4.396		
Hampelman jump (times)	Middle (n=76)	M	10.48	9.63	9.33	.409	
		SD	4.134	4.289	5.538		
	Senior (n=93)	M	11.35	12.06	8.81	2.886	
		SD	4.701	6.180	5.856		
Side-to-side jump (times)	Middle (n=76)	M	13.84	11.37	12.54	1.665	
		SD	6.336	3.992	4.718		
	Senior (n=93)	M	18.58	18.23	15.10	1.966	
		SD	7.361	6.412	8.863		
Throw and catch a ball (times)	Middle (n=76)	M	3.88	3.41	3.58	.777	
		SD	2.027	2.099	2.302		
	Senior (n=93)	M	5.29	4.97	4.03	2.756	
		SD	1.936	2.228	2.387		

Table 7-3 The score of coordination test of each group on trace task score level (n=169)

Circle count			Low	Middle	High		
coordination test			score	score	score	F	L vs M vs H
			group	group	group		
Standing long jump (cm)	Male (n=86)	M	99.93	98.90	95.28	.363	
		SD	20.508	22.220	22.332		
	Female (n=83)	M	88.286	94.357	88.037	1.446	
		SD	2.966	2.966	3.021		
Balance on one leg (times)	Male (n=86)	M	11.25	11.55	11.55	.040	
		SD	4.368	4.755	4.733		
	Female (n=83)	M	9.89	10.86	11.44	.897	
		SD	4.202	3.608	5.117		
Hampelman jump (times)	Male (n=86)	M	10.04	8.93	9.14	.288	
		SD	4.409	5.548	7.150		
	Female (n=83)	M	10.54	11.89	11.56	.681	
		SD	4.872	4.549	4.108		
Side-to-side jump (times)	Male (n=86)	M	13.93	14.34	16.38	.896	
		SD	6.382	7.027	8.645		
	Female (n=83)	M	14.68	16.86	14.78	.941	
		SD	6.348	7.117	6.589		
Throw and catch a ball (times)	Male (n=86)	M	4.75	3.79	4.34	1.075	
		SD	2.605	2.336	2.482		
	Female (n=83)	M	3.75	4.75	4.11	1.821	
		SD	1.555	2.171	2.172		

Table 7-4 The score of coordination test of each group on trace task score level (n=169)

Out rate			Low	Middle	High	F	L vs M vs H
coordination test			score	score	score		
			group	group	group		
Standing long jump (cm)	Male (n=86)	M SD	101.28 20.377	99.26 20.510	93.73 23.506		
	Female (n=83)	M SD	89.57 17.093	95.70 13.561	85.68 15.333		
Balance on one leg (times)	Male (n=86)	M SD	11.38 5.361	11.41 4.396	11.57 4.023		
	Female (n=83)	M SD	9.61 4.149	11.00 4.057	11.57 4.686		
Hampelman jump (times)	Male (n=86)	M SD	11.00 4.766	9.56 7.132	7.60 4.938		
	Female (n=83)	M SD	11.39 4.483	11.30 4.929	11.29 4.268		
Side-to-side jump (times)	Male (n=86)	M SD	16.59 7.346	15.67 7.087	12.57 7.417		
	Female (n=83)	M SD	15.86 6.824	16.11 6.869	14.39 6.488		
Throw and catch a ball (times)	Male (n=86)	M SD	5.21 2.455	4.44 2.486	3.27 2.164	5.034**	L>H
	Female (n=83)	M SD	4.07 1.741	4.30 2.145	4.25 2.171		

\*\*  $p < .01$ 

## 2.2.4. 考察

トレースタスクの結果，逸脱率にのみ年齢群間，性別間による差に違いがみられた。年中児クラスにおいては，女子より男子の逸脱率が高く，また男子は年齢群にも差がみられ，年中児クラスより年長児クラスの逸脱率が低下した。この結果から，低年齢での男子の操作性が低く，年齢の上昇により男子の操作性が向上すると結論づけられる。

トレースタスクとコーディネーション能力との関係では，周回回数の中群において，年中児クラスの立ち幅跳びに低群，高群と比して有意に高値を示しており，必ずしも周回回数の多さがコーディネーション能力の高さに影響しないことを示している。このトレースタスクは，速度と精度が互いに相反するという特徴をもっている。精度の要求が高い場合の運動の速度は，精度の高さが要求されない場合よりも遅くなる。

この精度と速度のトレードオフの関係から推察すると、年中児クラスの周回回数「中群」にみられたコーディネーション能力テストの結果は、最適な速度で運動を遂行できる調整能力の高さがパフォーマンスに表出されたものと考えられる。

#### 2.2.5. まとめ

幼児における手指の協調性・巧緻性の特徴を定量的に把握し、コーディネーション能力との関連について検討することを目的に幾何学模様（円）を描画時のペン軌道を計測した。計測データから、描円周回回数、ターゲット円からの逸脱率、描画のなめらかさのパラメーターから分析し、性別、年齢群によって比較した。その結果、逸脱率にのみ年齢群間、性別間による差に違いがみられた。年中児クラスにおいて、女子より男子の逸脱率が高く、また男子は年齢群にも差がみられ、年中児クラスより年長児クラスの逸脱率が低下した。このことから、低年齢での男子の操作性が低く、年齢の上昇により男子の操作性が向上すると結論づけられた。

トレースタスクは、ペンの位置がターゲットから外れていないかを視覚情報により絶えず確認し、常に運動に修正を加えていくフィードバック制御が関与していると想定できる。したがって、トレースタスクの結果は、コーディネーション能力テストで評価される定位能力や分化能力に影響すると仮定し測定を実施した。その結果、部分的ではあるがそれらの影響を現すことができた。

人が行う運動にとって知覚との協調が重要である。したがって、運動パフォーマンスの特徴は、状況の認識や判断といった情報処理の過程と、



情報を利用した運動遂行命令が時間的に連続して生起することによって表出されると考えられる。

一般的理解としての運動の評価基準の中核は、「強さ」や「速さ」にある。しかしここでの結果は、それらに加えて運動の最適化に向けた調整（操作）する能力の重要性を強く示唆しているといえよう。

### 第3章 協調運動の問題に関するコーディネーション理論による アプローチ

#### 3.1. 発達性協調運動障害の理解

身体的にも知能的にも正常範囲で明らかな運動機能の疾患がないのに、簡単な運動の遂行に困難を示す子どもがいる（是枝，2005）。子どもの運動能力の発達には、身体活動量や運動経験が影響することが報告されており、運動の苦手さや身体的不器用さについても、身体活動量の不足や経験の不足、あるいはもともとの気質、遺伝的な素質がその要因の一つとされ、時には努力不足などの運動に対する姿勢や態度の問題として一義的に扱われることもある。子どもの体力・運動能力を規定する要因については、生活環境（池田・青柳，2016）、保護者の身体活動（工藤，2009；Li, Dibley, Sibbritt & Yan, 2006）、在園中の活動内容（田中，2009a；田中，2009b）、日常の身体活動量（佐々木・石沢・楠原・奥山,2013）などから検討されてきたが、それらの要因に加え、運動の困難さが顕在化する背景に発達の問題を含んでいる可能性が指摘されるようになった。

身体運動の制御や協調運動において年齢や知的水準から予測される以上の困難さを示す事例は、特別支援教育や小児医学分野の他、さまざまな領域において研究されている。そこで扱われる子どもの不器用さについての用語は、それぞれの研究領域において呼び表されているが、近年はAmerican Psychiatric Association（1987）の「発達性協調運動障害」（Developmental Coordination Disorder；以下，DCDとする。）の用語を用いることで国際的コンセンサスが得られている（Chambers,

Sugden & Sinani, 2005 ; Polatajko, Fox & Missiuna, 1995) .

DCD とは、全身を使う粗大運動や手先の器用さが求められる微細運動の協調困難として発現する、発達障害のサブタイプである。American Psychiatric Association (2000) によると、DCD は、神経筋系の障害とは無関係ではあるものの、運動領域にみられる運動遂行の困難の程度が著しい状態を指し、有病率は 5～11 歳の子どもの約 6% に達すると見積もられている。アメリカ精神医学会の診断基準である『DSM-5』では、DCD を以下のような診断基準としている (American Psychiatric Association, 2013 高橋・大野訳, 2014)。

- A. 協調運動技能の獲得や遂行が、その人の生活年齢や技能の学習および使用の機会に応じて期待されるよりも明らかに劣っている、その困難さは、不器用（例、物を落とす、またはぶつかる）、運動技能（例、物を掴む、はさみや刃物をつかう、書字、自転車に乗る、スポーツに参加する）の遂行における遅さと不正確さによって明らかになる。
- B. 診断基準 A における運動技能の欠如は、生活年齢にふさわしい日常生活活動（例、自己管理、自己保全）を著明および持続的に妨げており、学業または学校での生産性、就労前および就労後の活動、余暇、および遊びに影響を与えている。
- C. この症状の始まりは発達障害早期である。
- D. この運動技能の欠如は、知的能力障害（知的発達症）や視力障害によってうまく説明されず、運動に影響を与える神経疾患（例、脳性麻痺、筋ジストロフィー、変性疾患）によるものではない。

公には、A~Dの四つの基準をすべて満たしていないとDCDの診断をつけてはいけないことになっている。しかし、それぞれの基準はあいまいな部分もあり、特定の子どもが一つひとつの基準を満たすかどうかは、担当医師による（宮原，2017，p.17）。したがって、発達臨床場面における不器用さは、DCDと診断されるものから、全般的な発達の遅れによって生じているもの、運動経験の不足によるもの、ぎこちなさは感じるが適応範囲にあるものなど、それらの多くが必ずしも客観的な絶対的基準のうえで表現されているとは限らないのが現状である。そのため、DSM-5では、部分的にしか基準を満たさないためにDCDの診断がつけられない場合でも、実際に運動の問題で困っている子どもには、その子どもに応じた運動指導をしたり、環境を整えたりする必要があると明記している。しかしながら、支援の前提となるアセスメントにおいて、日本国内ではそのツールに乏しい。その背景には、主症状である不器用さが、対概念となる器用な状態とは明白に線引きできず、他者との比較によって浮かび上がってくる相対的な概念であること、そして、単なる体力テストでは不器用さ、すなわち協応性の困難という実際の課題が見えにくいことにあると思われる。

また、DCDは注意欠如・多動性障害（AD/HD）、限局性学習障害（LD）、自閉症スペクトラム障害（ASD）と併存することも多く、AD/HD児における協調運動の特徴に関する研究や、DCDを伴うAD/HD児の縦断的研究も行われている（Pitcher & Piek, 2003; Rasmussen & Gillberg, 2000）。そして、この小児期の「協調」の問題は従来考えられていたより高い頻度で青年・成人期になっても残存するとされている（アスペ・エルデの会，2012）。

DCD の症状として現れる特徴は、年齢によって異なるが、年齢が上がるにつれ、学校や日常生活で複雑な動作を求められることが増えてくるため、症状が顕著に現れる。特に、体育や音楽、図工など実技を伴う授業においては、さまざまな場面で課題がうまくいかず症状が顕在化する。さらに、DCD の主症状である不器用さは、上述したようなスポーツや運動場面、日常生活や学業において明確な支障となるだけでなく、そこから派生する集団場面での不適応や自尊心の低下など、二次的影響を及ぼすことが考えられている (Polatajko & Cantin, 2005)。このような現状から、早期にその兆候を捉え、早期における効果的な支援の必要性が議論されるようになってきた。

### 3.2. DCDQ-J とコーディネーション能力テストの関連

#### 3.2.1. 目的

DCDを評価する国際的尺度として、日本では、Movement Assessment Battery for Children第2版やDevelopmental Coordination Disorder Questionnaire 2007の日本語版（Nakai, Miyachi, Okada, Tani, Nakajima, Onishi, Fujita & Tsujii, 2011）（以下、DCDQ-Jとする。）などが開発されている。いずれもDCDの発見率は高く、DCDのスクリーニングとして優れた尺度である。しかし、それらの検査結果の多くは、身体運動の困難さを断片的に指摘するにとどまり、身体協応性に焦点をあてた各要素の相互関係からは十分検討されていない。また、子どもの運動発達の特徴は等質ではないことを踏まえると、多様な評価軸で子どもの動きを観察することで、その過程において、動きの獲得の困難さや動きそのものに現れる問題の原因を客観的に示し、それを手がかりに子どもの発達やその課題を踏まえた適切な対応と支援につなげることが可能となる。幼児期における協調運動の発達の仕組みを解明することは、幼児期の発育発達研究に重要な知見となるだけでなく、その課題を踏まえた支援の確立という観点においても重要性・緊急性の高い課題といえよう。

そこで本章では、DCDQ-Jを用いて、保護者に対する質問紙調査の結果から、幼児期における協調運動についての特性を定量化するとともにコーディネーション能力テストとの関連から幼児期における運動発達の特徴について検討することを目的する。

### 3.2.2. 研究方法

#### 3.2.2.1. 分析対象者

愛知県の公立保育園に在籍する4歳から6歳までの幼児169名（男子86名，女子83名）を分析対象とした。

#### 3.2.2.2. 倫理的配慮

対象者の保護者および施設長に対し，本研究の目的，内容，個人情報の取り扱いを文書で説明し，保護者および施設長からの署名によって同意を得た上で実施した。また，得られたデータは，個人が特定されないデータとして統計的に処理し，研究実施者のみが閲覧できるよう厳重に保管した。なお，本研究は武庫川女子大学教育研究所倫理委員会の承認を得て実施した（承認受付番号007）。

#### 3.2.2.3. 課題と手続き

##### 3.2.2.3.1 対象者情報の取得

調査の実施に先立ち，対象者に関する①生年月日，②性別，③身長，④体重，⑤利き手，⑥園以外で行っているスポーツ活動の情報を対象者の保護者から取得した。

##### 3.2.2.3.2. Developmental Coordination Disorder Questionnaire 日本語版（以下，DCDQ-J）

調査は，幼児の保護者に対してDCDQ-J（Nakai, Miyachi, Okada, Tani, Nakajima, Onishi, Fujita & Tsujii, 2011）による協調運動に関する質問紙調査を行った。DCDQ-Jは，5歳から15歳を対象とし，日常動作に関係する15項目について，保育者または保護者が回答するもので

ある。その内容は、ボールを投げる・ボールを捕る・ボールなどを打つ・ひもなどを跳び越える・走る・考えて動く、の 6 項目で構成される

「Control during movement（以下、動作における身体統制）」、速く書く・正確に書く・努力やプレッシャー（を感じやすい）・（はさみなどを使って）切る、の 4 項目で構成される「Fine motor（以下、書字・微細運動）」、スポーツを好む・新しいスキルを学習する・より素早く有能にできる・店で商品などを乱暴に扱う・疲れやすい、の 5 項目で構成される「General coordination（以下、全般的協応性）」の計 15 項目、三つの下位尺度からなる。いずれの項目も、具体的な行動を記しているため、保育者や保護者などの記入者がイメージしやすいことが DCDQ-J の長所であるといえる。回答は、各項目に示される内容が、他の子どもと比べて自分の子どもにどの程度当てはまるかについて、「全く当てはまらない（1点）」「少しだけ当てはまる（2点）」「当てはまる（3点）」「ほとんど当てはまる（4点）」「全くそのとおり（5点）」の 5 件法で回答し、得点が高いほど協調運動機能が高いことを示す。

#### 3.2.2.4. 統計処理

DCDQ-J の結果について、各年齢群および性別の総得点、三つの下位尺度ごとの得点の平均値および標準偏差を算出し、性別および年齢の違いによって DCDQ-J の平均に差があるかどうかを検証するために性別と年齢群（年中児クラス・年長児クラス）との 2 要因分散分析を行った。さらに、DCDQ-J のデータからクラスタ分析を用いて分析対象者のグループ化を行った。そして、クラスタグループによるコーディネーション能力との関係性を明らかにするために、サブグループごとに 1 要因分



散分析を行った。なお，統計解析ソフトは，IBM SPSS Statistic 22.0 を使用し，危険率 5% 未満を有意水準とした。

### 3.2.3. 結果

#### 3.2.3.1. DCDQ-J に関する性別・年齢群間の比較

分析対象者の各年齢群および性別の DCDQ-J 総得点と，下位尺度ごとの得点の平均値および標準偏差を Table 8 に示す。性別および年齢の違いによって平均得点に差があるかどうかを検証するため，DCDQ-J 総得点と下位尺度のそれぞれについて，性別要因と年齢群（年中児クラス・年長児クラス）を年齢要因とする 2 要因分散分析を行った。

Table 8 The score of DCDQ-J during subscale of each group (Mean (SD))

Grade (age)	Control during movement		Fine motor		General coordination		DCDQ total	
	Male Mean (SD)	Female Mean (SD)	Male Mean (SD)	Female Mean (SD)	Male Mean (SD)	Female Mean (SD)	Male Mean (SD)	Female Mean (SD)
Middle (4-5)	17.49 (5.11)	18.84 (4.44)	11.24 (3.86)	14.31 (3.07)	14.14 (4.71)	16.59 (3.25)	42.86 (12.00)	49.47 (9.25)
Senior (5-6)	19.73 (5.79)	17.73 (4.65)	13.22 (4.16)	14.48 (3.93)	15.65 (4.96)	15.41 (4.45)	48.61 (13.43)	47.61 (10.46)
Sex	0.171		14.106**		2.784		2.731	
Grade	0.520		3.500		0.065		1.034	
Sex × Grade	4.622*		2.483		4.148*		4.901*	

\*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$

その結果，DCDQ-J 総得点では性別の主効果，年齢群の主効果はともに有意ではないが（順に  $F(1,165) = 2.731, n.s$ ;  $F(1,165) = 1.034, n.s$ ），両要因の交互作用は有意であった（ $F(1,165) = 4.901, p < .05$ ）．単純主効果の検定の結果，男子において年齢群間に有意な差が見られ（ $p < .05$ ），年中児クラスより年長児クラスの平均点が有意に高い値を示したが，女子には年齢群間の有意差は見られなかった．また，年中児クラスにおいて性別の単純主効果が有意であり（ $p < .01$ ），男子より女子の平均得点が有意に高いことが明らかとなった．しかし，年長児クラスにおいては性別に有意な差は見られなかった．

動作における身体統制では，性別の主効果，年齢群の主効果はともに有意ではないが（順に  $F(1,165) = 0.171, n.s$ ;  $F(1,165) = 0.520, n.s$ ），両要因の交互作用は有意であった（ $F(1,165) = 4.622, p < .05$ ）．単純主効果の検定の結果，男子において年齢群間に有意な差が見られ（ $p < .05$ ），年中児クラスより年長児クラスの平均点が有意に高い値を示したが，女子には年齢群間の有意差は見られなかった．また，年中児クラス，年長児クラスとも性別の単純主効果は有意ではなかった．

書字・微細運動では，性別の主効果が有意であり（ $F(1,165) = 14.100, p < .01$ ），年齢群の主効果（ $F(1,165) = 3.500, n.s$ ）および両要因の交互作用は有意ではなかった（ $F(1,165) = 2.483, n.s$ ）．単純主効果の検定の結果，男子における年齢群の単純主効果が有意であり（ $p < .05$ ），年中児クラスより年長児クラスの平均点が有意に高い値を示したが，女子は年齢群間に有意な差は認められなかった．また，年中児クラスにおいて性別の単純主効果が有意であり（ $p < .01$ ），男子よりも女子の平均得点が有意に高い値を示した．年長児クラスにおいては性別に有意な差は見られなかった．

全般的協応性では，性別および年齢群ともに主効果は認められなかったが（順に  $F(1,165) = 2.784, n.s$ ；  $F(1,165) = 0.065, n.s$ ），両要因の交互作用には有意な差が認められた（ $F(1,165) = 4.148, p < .05$ ）．単純主効果の検定の結果，男子，女子とも年齢群の単純主効果に有意な差は見られなかった．また，年中児クラスにおいて性別の単純主効果の有意差が見られ（ $p < .05$ ），男子よりも女子の平均得点が有意に高い値を示したが，年長児クラスにおいては性別に有意な差が見られなかった．

なお，成分の内的整合性をみる  $\alpha$  係数は，身体統制 0.874，書字・微細運動 0.869，全般的協応性 0.755 で三つの下位尺度のいずれもが 0.700 以上であるため，本研究の分析の結果には一定の信頼性が担保されているものと考えられた．

### 3.2.3.2. DCDQ-J によるグループ化

DCDQの日本の標準的な基準値として報告されている (Nakai et al., 2011) 「動作における身体統制」, 「書字・微細運動」, 「全般的協応性」のそれぞれの平均得点と標準偏差を用いて分析対象者のZ値を算出し, k平均法(k-means clustering)による非階層型クラスタ分析を行った. k平均法では分類後のクラスタ数をあらかじめ設定するが, 本研究ではこのクラスタ数を4と設定した. 第1クラスタには29名, 第2クラスタには49名, 第3クラスタには47名, 第4クラスタには44名の調査対象が含まれていた. 人数比の偏りを検討するために $\chi^2$ 検定を行ったところ, 有意な人数比率の偏りは見られなかった ( $\chi^2 = 5.840, df = 3, n.s$ ).

次に, 得られた四つのクラスタを独立変数, 「動作における身体統制」, 「書字・微細運動」, 「全般的協応性」を従属変数とした分散分析を行った. その結果, 動作における身体統制, 書字・微細運動, 全般的協応性に有意な群間差がみられた (順に  $F(3,165)=155.496, p<.01$ ;  $F(3,165)=116.312$ , ;  $F(3,165)=134.298$ , いずれも  $p<.01$ ). クラスタごとに各群のZ値を Fig.2 に示す. Tukey の HSD 法 (5%水準) による多重比較を行ったところ, 動作における身体統制のZ値については第2クラスタ>第3クラスタ>第1クラスタ>第4クラスタ, 書字・微細運動のZ値については第2クラスタ>第1クラスタ>3クラスタ>第4クラスタ, 全般的協応性のZ値については第2クラスタ>第1クラスタ=第3クラスタ>第4クラスタ, という結果が得られた.

第1クラスタでは, 動作における身体統制, 全般的協応性がともにマイナスの値を示し, 書字・微細運動はプラスの値を示していた. このクラスタに属する者は, 動作における身体統制は苦手であるものの, 微細運動に関しては得意とする傾向にあると考えられるため, 「微細運動優性

群」とした。第2クラスタでは、動作における身体統制，書字・微細運動，全般的協応性がすべてにおいてプラスの値を示していた。このクラスタに属する者は，協調運動において優れていると考えられるため，「協調運動得意群」とした。第3クラスタでは，動作における身体統制，書字・微細運動，全般的協応性がすべてにおいてマイナスの値を示していたが，微細運動に関して特に苦手とする傾向にあると考えられるため「微細運動劣性群」とした。第4クラスタでは，動作における身体統制，書字・微細運動，全般的協応性がすべてにおいてマイナスの値を示していた。協調運動全般において苦手としていると考えられるため，「協調運動苦手群」とした。

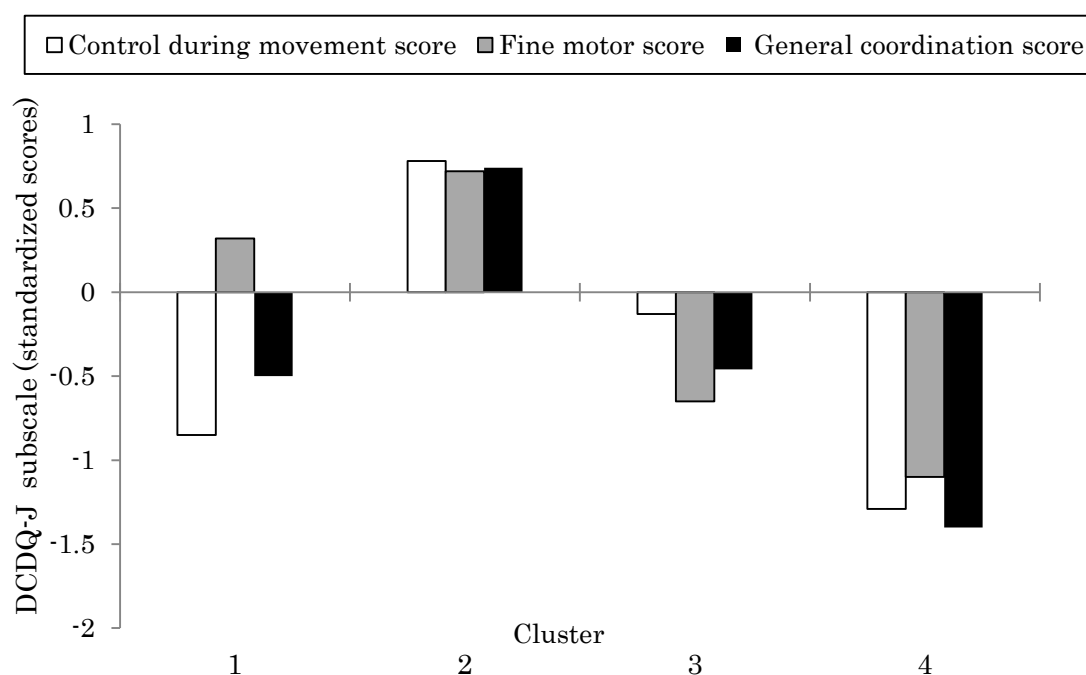


Fig. 2 The score of DCDQ-J subscales by cluster (standardized scores)

次に各クラスタの人数構成比を性別および年齢群で比較した (Fig.3 Fig.4). 性別では, 男子の第1クラスタには16名, 第2クラスタには26名, 第3クラスタには17名, 第4クラスタには27名の調査対象が含まれていた. 女子の第1クラスタには13名, 第2クラスタには23名, 第3クラスタには30名, 第4クラスタには17名の調査対象が含まれていた.

年齢群別では, 年中児クラスの第1クラスタには16名, 第2クラスタには20名, 第3クラスタには23名, 第4クラスタには17名の調査対象が含まれていた. 年長児の第1クラスタには13名, 第2クラスタには29名, 第3クラスタには24名, 第4クラスタには27名の調査対象が含まれていた.

性別および年齢群によって各クラスタの人数に差があるかを検討するためにそれぞれ  $\chi^2$  検定を行ったところ, 性別および年齢群とも, いずれのクラスタにおいても有意な人数の差は見られなかった (順に  $\chi^2 = 6.311, df = 3, n.s$ ;  $\chi^2 = 2.573, df = 3, n.s$ ).

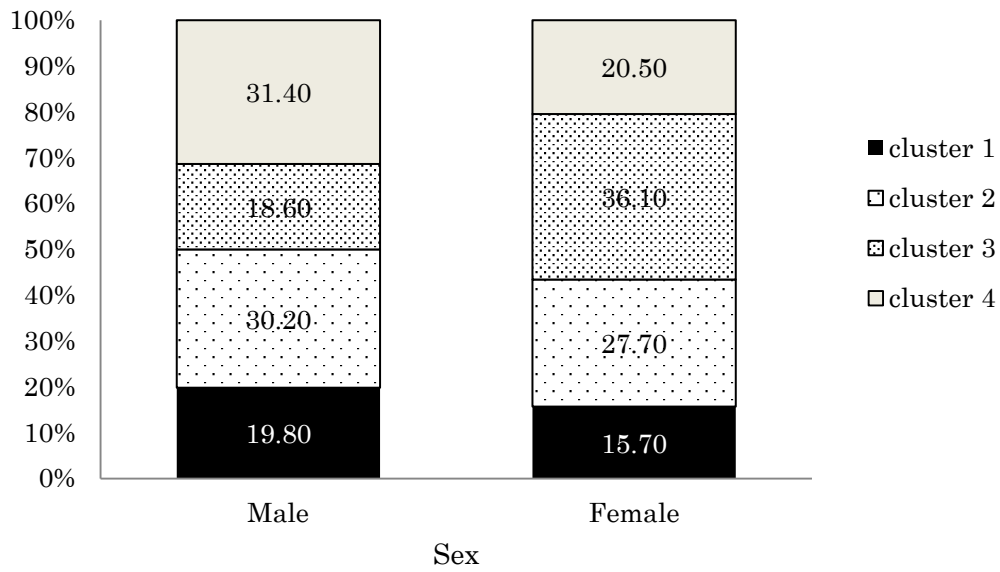


Fig 3. The frequency of each cluster by sex

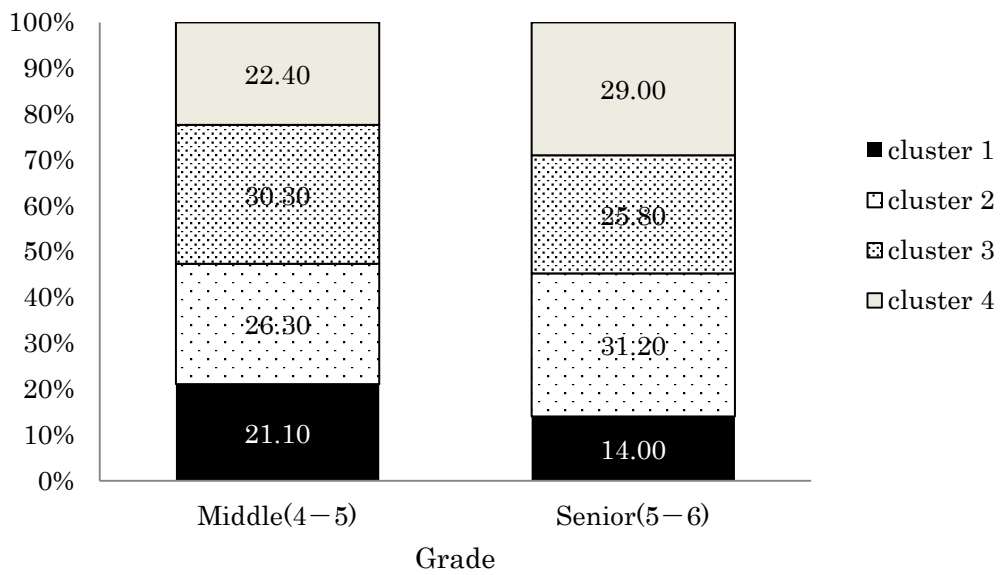


Fig 4. The frequency of each cluster by grade

### 3.2.3.3. DCDQ-J とコーディネーション能力テストの関連

ここでは，第 2 章で述べたコーディネーション能力テストの結果を用いて，DCDQ-J との関連を検討する．Table 9 に DCDQ-J の総合点および下位尺度得点とコーディネーション能力テストの平均値，標準偏差および相関係数を示した．

Table 9 The score of DCDQ-J during subscale and coordination test of each group (Mean (SD))  
:Correlations and Descriptive Statics (n=169)

		Mean	SD	Correlations and Descriptive Statics			
				DCDQ total	Control during movement	Fine motor	General coordination
Middle (4-5) M (n=37)	DCDQ total (points)	42.86	12.00	1.000			
	CDM (points)	17.49	5.11	.898 **	1.000		
	FM (points)	11.24	3.85	.796**	.534**	1.000	
	GC (points)	14.14	4.71	.921**	.766**	.630**	1.000
	Standing long jump (cm)	88.05	20.17	.183	.097	.195	.201
	Balance on one leg (times)	12.86	4.44	-.046	.020	-.086	-.025
	Hampelman jump(times)	8.19	4.25	.367*	.242	.341*	.394*
	Side-to-side jump(times)	11.65	4.76	.420**	.317	.274	.503**
	Throw and catch a ball(times)	3.11	2.20	.352*	.406*	.236	.262
Middle (4-5) F (n=40)	DCDQ total (points)	49.74	9.25	1.000			
	CDM (points)	18.85	4.44	.902**	1.000		
	FM (points)	14.30	3.07	.831**	.629**	1.000	
	GC (points)	16.59	3.25	.829**	.608**	.561**	1.000
	Standing long jump (cm)	84.03	15.27	-.079	-.102	.125	-.203
	Balance on one leg (times)	11.28	4.78	-.326*	-.480**	.142	.138
	Hampelman jump(times)	11.36	4.50	-.087	-.242	-.109	.187
	Side-to-side jump(times)	13.41	5.36	.023	.013	-.001	.051
	Throw and catch a ball(times)	4.10	1.96	-.038	.007	-.084	-.018
Senior (5-6) M (n=49)	DCDQ total (points)	48.61	13.43	1.000			
	CDM (points)	19.73	5.79	.918**	1.000		
	FM (points)	13.22	4.16	.843**	.629**	1.000	
	GC (points)	15.65	5.00	.930**	.792**	.711**	1.000
	Standing long jump (cm)	105.53	19.58	.346*	.421**	.243	.244
	Balance on one leg (times)	10.39	4.42	.372**	-.346*	-.233	-.410**
	Hampelman jump(times)	10.24	6.61	.119	-.005	.164	.190
	Side-to-side jump(times)	17.35	8.13	.389**	.338*	.301*	.408**
	Throw and catch a ball(times)	5.18	2.32	.351*	.368**	.186	.365**
Senior (5-6) F (n=45)	DCDQ total (points)	47.61	10.46	1.000			
	CDM (points)	17.73	4.65	.871**	1.000		
	FM (points)	14.48	3.59	.824**	.527**	1.000	
	GC (points)	15.41	3.87	.895**	.668**	.668 **	1.000
	Standing long jump (cm)	95.77	14.23	.196	.188	.060	.248
	Balance on one leg (times)	10.23	3.89	-.239	-.095	-.0170	-.376*
	Hampelman jump(times)	11.30	4.57	.177	.123	.137	.202
	Side-to-side jump(times)	17.25	7.27	.271	.260	.234	.205
	Throw and catch a ball(times)	4.30	2.06	.295	.346*	.106	.285

\*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ , \*\*\*  $p < .001$



DCDQ-J の総得点では，年中児クラスの男子は，ハンペルマンジャンプ，サイドジャンプ，ボール操作に有意な正の相関が認められ（順に， $r = .367, p < .05$ ;  $r = .420, p < .01$ ;  $r = .352, p < .05$ ），年中児クラスの女子は，片足バランスに有意な負の相関が認められた（ $r = -.361, p < .05$ ）．また年長児クラスの男子は，立ち幅跳び，サイドジャンプ，ボール操作に有意な正の相関が認められ（順に， $r = .346, p < .05$ ;  $r = .389, p < .01$ ;  $r = .351, p < .05$ ），片足バランスに有意な負の相関が認められたが（ $r = -.372, p < .01$ ） ，年長児クラスの女子はいずれの項目にも有意な相関が認められなかった．

動作における身体統制では，年中児クラスの男子は，ボール操作に有意な正の相関が認められ（ $r = .406, p < .05$ ） 年中児クラスの女子は，片足バランスに有意な負の相関が認められた（ $r = -.480, p < .01$ ） ．年長児クラスの男子は，立ち幅跳び，サイドジャンプ，ボール操作に有意な正の相関が認められ（順に， $r = .421, p < .01$ ;  $r = .338, p < .05$ ;  $r = .368, p < .01$ ），片足バランスに有意な負の相関が認められた（ $r = -.346, p < .05$ ）．年長児クラスの女子は，ボール操作にのみ有意な正の相関が認められた（ $r = .346, p < .05$ ）．

書字・微細運動では，年中児クラスの男子は，ハンペルマンジャンプにのみ有意な正の相関が認められ（ $r = .341, p < .05$ ），年中児クラスの女子は，いずれの項目にも有意な相関が認められなかった．年長児クラスの男子は，サイドジャンプに有意な正の相関が認められ（ $r = .301, p < .05$ ），年長児クラスの女子は，いずれの項目にも有意な相関が認められなかった．

全般的協応性では，年中児クラスの男子は，ハンペルマンジャンプ，サイドジャンプに有意な正の相関が認められ（順に， $r = .394, p < .05$ ;  $r$

=.503,  $p < .01$ ), 年中児クラスの女子は, いずれの項目にも有意な相関が認められなかった. 年長児クラスの男子は, 片足バランスに有意な負の相関が認められ ( $r = -.410, p < .01$ ), サイドジャンプ, ボール操作に有意な正の相関が認められた (順に  $r = .408, p < .01$ ;  $r = .365, p < .01$ ). 年長児クラスの女子は, 片足バランスにのみ有意な負の相関が認められた ( $r = -.376, p < .05$ ).

Table 10 に DCDQ-J の総合点および下位尺度得点とトレースタスクの平均値, 標準偏差, 相関係数を示した. その結果, 年長児クラスの男子において, 動作における身体統制の, 躍度ノルムにのみ有意な負の相関が認められた ( $r = -.322, p < .05$ ).

Table 10 The score of DCDQ-J during subscale and coordination test of each group (Mean (SD))  
:Correlations and Descriptive Statics (n=169)

		Mean	SD	Correlations and Descriptive Statics			
				DCDQ total	Control during movement	Fine motor	General coordination
Middle (4-5) M (n=37)	Circle-count	5.568	2.504	.151	.109	.038	.235
	Out-rate	29.79	13.92	-.056	-.018	-.209	.048
	Jerk	3105434.7	3330728.6	.032	.006	-.034	.104
Middle (4-5) F (n=39)	Circle-count	4.39	2.87	.231	.216	.111	.258
	Out-rate	21.52	14.36	.122	.192	-.040	.124
	Jerk	2059057.8	3736128.0	.170	.174	.076	.173
Senior (5-6) M (n=49)	Circle-count	4.960	1.65	-.003	-.014	.002	.007
	Out-rate	21.97	11.91	-.124	-.106	-.036	-.181
	Jerk	2311117.4	3264817.8	-.269	-.322*	-.152	-.226
Senior (5-6) F (n=44)	Circle-count	5.19	2.71	.118	.054	.186	.081
	Out-rate	18.92	11.10	-.063	-.030	-.013	-.124
	Jerk	1763970.7	2058670.3	.104	.005	.235	.057

\*  $p < .05$ ,

次に，クラスタ分析により分類された四つの協調運動特性によって，コーディネーション能力テストおよびトレースタスクの平均得点が異なるかを検討するため 1 要因分散分析を行った．コーディネーション能力テストの項目ごとに，各クラスタの平均得点を Table 11・12 に示す．

Table 11 The score of coordination test of each cluster (Mean (SD))

cluster	Standing long jump (cm)	Balance on one leg (times)	Hampelman jump (times)	Side-to-side jump (times)
	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)
1	92.28 (18.70)	12.97 (3.905)	10.38 (5.226)	14.00 (5.898)
2	98.45 (21.587)	9.31 (4.292)	10.94 (5.226)	17.63 (8.425)
3	92.70 (16.341)	11.02 (4.789)	10.51 (4.960)	15.43 (6.793)
4	92.34 (19.74)	11.93 (3.996)	9.41 (5.711)	12.91 (5.846)

Table 12 The score of coordination test of each cluster (Mean (SD))

cluster	Circle cout (times)	Out-rate	jerk
	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)
1	5.36 3.02	22.87 13.34	2972017.6 (3798149.9)
2	5.31 2.70	22.29 13.12	1800190.5 (1923246.7)
3	4.60 2.26	22.26 14.80	2341814.3 (3685981.6)
4	4.92 1.90	23.84 11.83	2309106.2 (3164921.7)

コーディネーション能力テストとクラスタ分析により分類された四つの協調運動特性によって、平均得点が異なるかを検討するために一要因分散分析の結果、立ち幅跳びとハンペルマンジャンプにはクラスタ間に得点差はなく（順に  $F(3,165) = 1.123, n.s$  ;  $F(3,165) = 0.681, n.s$ ），片脚バランス，サイドジャンプ，ボール投・捕についてはクラスタ間に有意な得点差がみられた（順に  $F(3,165) = 5.212$  ;  $F(3,165) = 3.988$  ;  $F(3,165) = 4.576$ , すべて  $p < .01$ ）。

多重比較を行ったところ、片脚バランス，サイドジャンプ，ボール投・捕には、「協調運動得意群」と「協調運動苦手群」に有意な差が見られた（いずれも  $p < .01$ ）。

また、片脚バランスについては、「微細運動優性群」と「協調運動得意群」にも有意な差が見られ（ $p < .01$ ），「微細運動優性群」より「協調運動得意群」の平均得点の方が有意に低い値を示した。ボール投・捕については、「微細運動劣性群」と「協調運動得意群」にも有意な差が見られ（ $p < .01$ ），「微細運動劣性群」よりも「協調運動得意群」の平均得点の方が有意に高い値を示した。

トレースタスクについても同様に、クラスタ分析により分類された四つの協調運動特性によって、平均得点が異なるかを検討するため 1 要因分散分析を行った結果、circle-count，out-rate，jerk のいずれにおいてもクラスタ間に得点差はなかった（順に  $F(3,165) = 0.891, n.s$  ;  $F(3,165) = 0.139, n.s$  ;  $F(3,165) = 0.853, n.s$ ）。

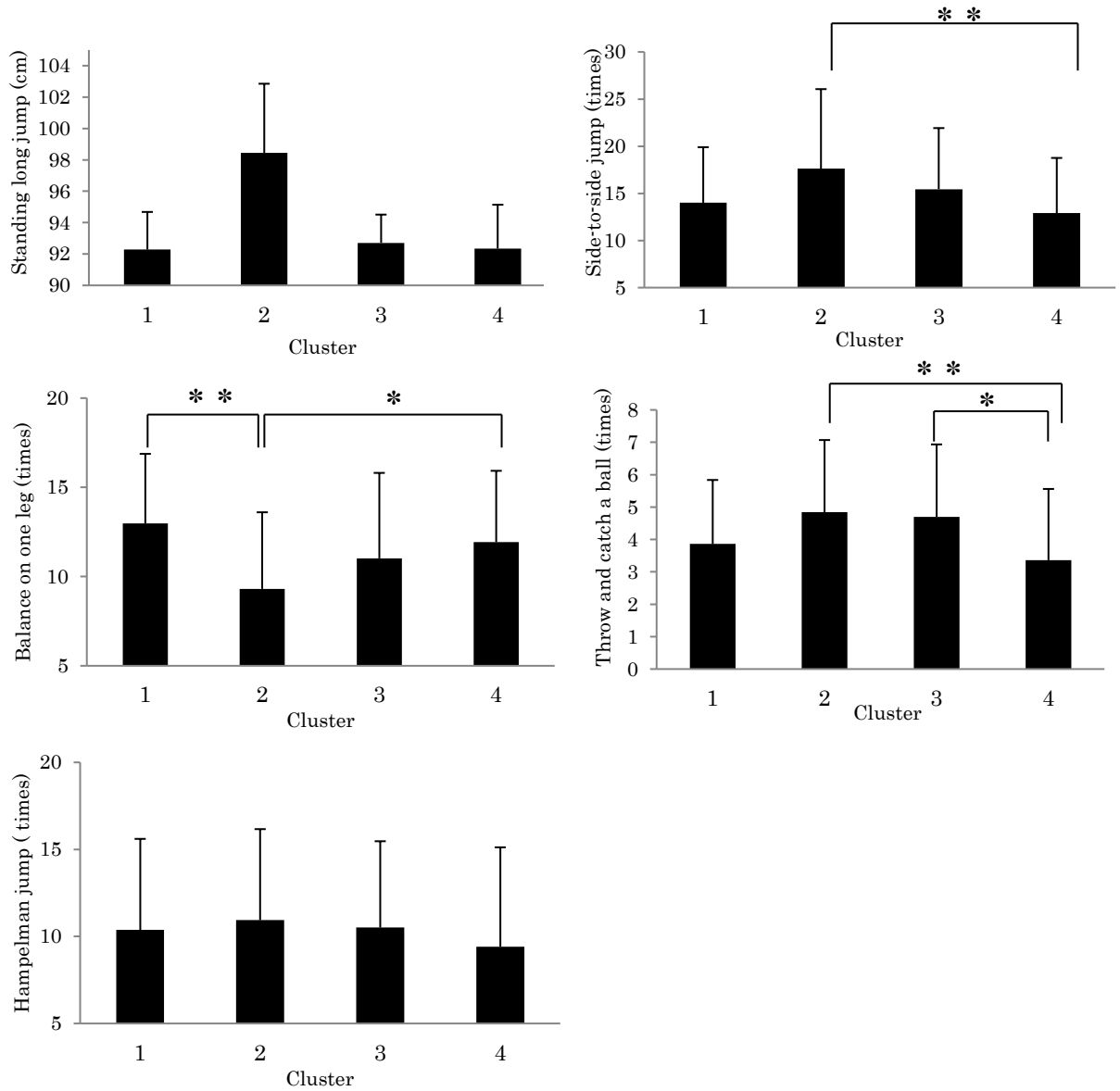


Fig.5 Relationship between coordination test

Significant difference during cluster 1, 2, 3 and 4. (\*\*  $p < .01$ , \*  $p < .05$ )

#### 3.2.4. 考察

DCDQ-Jの結果，DCDQ-J総得点と下位尺度のそれぞれについて，年齢群間，性別間による違いがみられた．性別でみると，とりわけ年中児クラスでは，書字・微細運動，全般的協応性において女子の方が有意に高い値を示していることから，低年齢では男子の微細運動や身体の協応性に未熟さが目立つことが推察される．他方で，男子は，動作における身体統制，書字・微細運動において年齢の上昇による著しい発達傾向を示しており，男子は女子に比べ遅れて発達が開始されるが，その後著しく発達するものと推測される．

DCDQ-Jのクラスタ解析によるグループ分けからは，「微細運動優性群」，「協調運動得意群」，「微細運動劣性群」，「協調運動苦手群」の四つのサブグループがあることが示唆され，幼児や小学校低学年を対象とした先行研究（Nakai, et al., 2011；戸次・中井・榊原，2016）の結果と一致した．クラスタ解析による協調運動の分類により，子どもの運動発達の特徴は等質ではないこと，協調運動発達のアンバランスさが存在することが考えられる．

四つの協調運動の発達特性とコーディネーション能力テストとの関係を検討したところ，片脚バランス，サイドジャンプ，ボール投・捕に協調運動の発達特性との関連がみられたことから，DCDQ-Jに関する協調運動の発達特性は，定位，分化，バランス，リズム化，反応のコーディネーション能力評価の影響を強く受けることが示唆された．ボール投・捕の結果からは，協調運動得意群と協調運動苦手群の間だけでなく，協調運動得意苦手群と微細運動劣性群の間においても結果に有意差がみられた．このことから，ボール投・捕のテストによって評価される時間的・空間的的定位能力には，身体統制が反映していると推察される．また，

片脚バランスにおいては，協調運動得意群と協調運動苦手群との間だけでなく，微細運動優性群と協調運動得意群との間にも有意差が認められた．このことから，バランス能力と身体統制の関連性が示唆され，身体統制がバランス能力に大きく貢献しているものと推察された．

さらに，サークルデータとの関連でみると，クラスタ分析による分類では協調運動特性による違いはみられなかった．クラスタ分析の結果では，微細運動に特化して得意とするクラスタがあり，微細運動の評価指標の一つとしてのトレースタスクのデータから，何らかの関係性がみとれると仮定していたが特徴づけることができなかった．これには，タッチペンやタブレットという幼児にはなじみのない筆記具や装置を用いたことや，本章で実施した運動課題あるいは解析方法では，幼児の微細運動を十分に捉えることができないという可能性があることがその要因として考えられる．

### 3.2.5. まとめ

本章の目的は，保護者に対する質問紙調査の結果から，幼児期における協調運動の特性を定量化するとともに，コーディネーション能力テストとの関連から幼児期における運動発達の特徴について検討することであった．

DCDQ-Jの結果から，(1) DCDQ-J総得点と下位尺度のそれぞれについて，年齢群間，性別間による違いがみられ，その発達傾向は，低年齢における男子の微細運動，身体の協調性の未熟さと年長児以降の男子の著しい微細運動，全般的協応性の上昇として特徴づけられる．(2) 幼児期における協調運動特性には「微細運動優性群」，「協調運動得意群」，「微細運動劣性群」，「協調運動苦手群」の四つのサブグループがあることが

示唆された。(3) DCD-J に関する協調運動の発達特性は、定位、分化、バランス、リズム化、反応のコオーディネーション能力評価の影響を強く受けることが示唆された。

質問紙調査は、教師や保護者によって運動を観察し報告する方法であるため、第三者の主観が介在する可能性を否定できないという課題があるが、本章では、DCDQ-Jの結果に加えコオーディネーション能力テストとの関連で検討することにより、客観的に協調運動の困難さを判断する手がかりを示すことが可能性となった。しかし、課題を遂行する過程において、協調運動の発達特性の違いが、どのようなコオーディネーション能力の特異性を示すのか、それらが身体運動の戦略としてどのように表れるか、また、協調運動発達のアンバランスさや微細運動の発達特性についてさらなる検討が必要とされる。

DCDQでは、動作における身体統制得点項目(CDM)、書字・微細運動得点項目(FM)と全般的協応性得点項目(GC)の三つの下位尺度得点の合計得点を算出し、その $-2SD$ 以下をDCDの疑いとして診断している。しかし、得点が $-2SD$ 以下でDCDと判定される場合、それほどの身体的不器用さをもつ子どもであれば、このような調査以前にソフトサインの所見からDCDであることが判定できるという指摘もある(岡, 2008)。この理解に立つと、これらの調査をすることの本来の意義は、DCDであるかそうでないかを判定すること以上に、どのようなことにどの程度困難さを抱えているか、どのような協調運動のアンバランス(特性)が動きの困難さとして表出しているのかを見つけることにあるといえる。その意味においても、コオーディネーション能力の視点で動作を観察することは、子ども理解に大きな意義があるといえよう。



## 第4章 幼児期におけるコーディネーション能力の構造化

### 4.1. 幼児期におけるコーディネーション能力の構造指標

#### 4.1.1 目的

これまで、課題1の結果からは、コーディネーション能力テストからコーディネーション能力の各能力要因の発達パターンにおいて、性別および年齢に違いがあることが示唆された。また、課題2の結果からは、コーディネーション能力テストとDCDQ-Jを組み合わせることによって、幼児期におけるコーディネーション能力の発達の特徴がより顕在化されたといえる。その中で、協調運動の特性に大きく反映されるコーディネーション能力は、時間的・空間的的定位能力、分化能力、バランス能力であることが推察された。このように、課題1・2において個々のコーディネーション能力の発達特性について個別事象的にはアプローチすることができた。しかし、課題を遂行する過程において、発達特性の違いが、どのような協調運動の特異性を示すのか、それらが身体運動の戦略としてどのように現れるかについて検討する場合、個別事象の並列的な組み合わせだけでなく、複合的な指標を作成して発達構造を総合的に考察することが必要となる。しかし、関連するデータ自体は多くありながら、そのような指標が数量化されたものは少ない。

そこで本章では、幼児期における協調運動の発達特性の構造を把握することを目的とする。ここでは、コーディネーション能力テストのデータを用いて主成分分析を行い、各々のコーディネーション能力の特徴や能力間の関連性をもとに、コーディネーション能力の発達特性の構造化を試みる。幼児期における協調運動の発達特性をコーディネー

ション能力の視点で見たとき，どのような成分構造になっているのかを検討し，個々人の戦略（運動の行い方の特性）を把握するための足がかりとするためには，主成分分析による方法が適切と考えたことによる．幼児期における協調運動の発達特性を検討するための研究の蓄積が十分ではない現状において，このような探索的分析がもたらす意義は大きいと考えられる．

#### 4.1.2. 研究方法

コーディネーション能力テストの各項目データから相関係数を計算し，相関行列をもとに主成分分析を行った．統計分析・処理には，R（Development Core Team）を使用し，本研究の統計的な有意水準を5%水準未満（ $p < 0.05$ ）と設定した．

#### 4.1.3. 結果

##### 4.1.3.1. 主成分係数の解釈

Table 13は，コーディネーション能力テストデータを用いた主成分分析の結果である．主成分分析による情報量の圧縮程度をみると，累積寄与率が示すとおり，第1主成分によって全情報量の40.65%が吸収されている．次いで，第2主成分の寄与率は18.2%で第2主成分までの累積寄与率が58.84%，第3主成分の寄与率は17.09%で第3主成分までの累積寄与率が75.93%に達することから，第3主成分までで全体の約7割以上が説明できることになる．よって三つの主成分を検討することによってコーディネーションの総合特性値を表すといつてよいであろう．以下では，固有ベクトルの結果から，第1主成分から第3主成分に関して，その各々がいかなる内容を示すものであるか検討することにする．

第1主成分は、逆転項目である片脚バランス以外、すべての測定項目について負の値をとっているところから考えて、全体的なコーディネーション能力の高低を表す主成分であると解釈できる。第1主成分に対し、最も大きな負荷量をもつのは立ち幅跳びで、次いでサイドジャンプ、ボール投・捕であった。

第2主成分は、立ち幅跳び以外、すべての項目において負の値をとっている（片脚バランスは逆転項目）。その中でも、とりわけ片脚バランスの負荷量が-0.83と高いことから、バランス能力を表している主成分だと解釈できる。バランス能力が特徴的に高いのか低いのかを表わすものと考えられる。

第3主成分は、片脚バランス（逆転項目）、ハンペルマンジャンプ以外、すべての項目において正の値をとっている。しかし、負荷量をみると、ハンペルマンジャンプの負荷量が-0.926と極めて高く、他の項目の負荷量は低いことから、第3主成分は、ハンペルマンジャンプが必要するリズム化および上肢下肢の連結能力を表している主成分だと解釈できる。

第4主成分は、他の主成分と比較し固有値および寄与率から判断すると、担っている情報量が小さい。累積寄与率を見ても第3主成分までで全情報量の75%以上表現できているので、第4主成分は解釈しないこととする。

Table 13 The score of standing postural control of each group

Importance of components	PC1	PC2	PC3	PC4
Standard deviation	1.4256	0.9539	0.9244	0.8213
Proportion of Variance(%)	40.65	18.20	17.09	13.49
Cumulative Proportion (%)	40.65	58.84	75.93	89.42
Standing long jump (cm)	-0.530	0.164	0.161	0.452
Balance on one leg (times)	0.358	-0.831	-0.050	0.316
Hampelman jump(times)	-0.352	-0.116	-0.926	-0.070
Side-to-side jump(times)	-0.516	-0.295	0.187	0.423
Throw and catch a ball(times)	-0.448	-0.427	0.281	-0.715

#### 4.1.3.2. 主成分得点によるコーディネーション能力の発達特性の類型化

Fig.6 は，第 1 主成分から第 3 主成分のスコアの散布図である．第 1 主成分の軸は，全体的なコーディネーション能力の高低を分ける軸であり，第 2 主成分の軸は，バランス能力の高低を分ける軸であり，第 3 主成分の軸は，リズム化能力および上肢下肢の連結能力の高低を分ける軸である．これらの軸が作る立体上の点の配置から，1 象限を 1 グループとする 8 個のグループに類型化された．第 I 象限に配置されたグループ 1 は，総合的なコーディネーション能力，バランス能力，リズム化能力および上肢下肢の連結能力すべてにおいて低い．第 II 象限に配置されたグループ 2 は，総合的なコーディネーション能力，バランス能力は低い，リズム化能力および上肢下肢の連結能力は高い．第 III 象限に配置されたグループ 3 は，バランス能力は高いが，総合なコーディネーション能力，リズム化能力および上肢下肢の連結能力は低い．第 IV 象限に配置されたグループ 4 は，総合的なコーディネーション能力は低い，バランス能力，リズム化能力および上肢下肢の連結能力は高い．第 V 象限に配置されたグループ 5 は，総合的なコーディネーション能

力は高いが，バランス能力，リズム化能力および上肢下肢の連結能力は低い．第Ⅵ象限に配置されたグループ 6 は，総合的なコーディネーション能力，リズム化能力および上肢下肢の連結能力は高いが，バランス能力が低い．第Ⅶ象限に配置されたグループ 7 は，総合的なコーディネーション能力，バランス能力は高いが，リズム化能力および上肢下肢の連結能力が低い．第Ⅷ象限に配置されたグループ 8 は，総合的なコーディネーション能力，バランス能力，リズム化能力および上肢下肢の連結能力すべてにおいて高い．

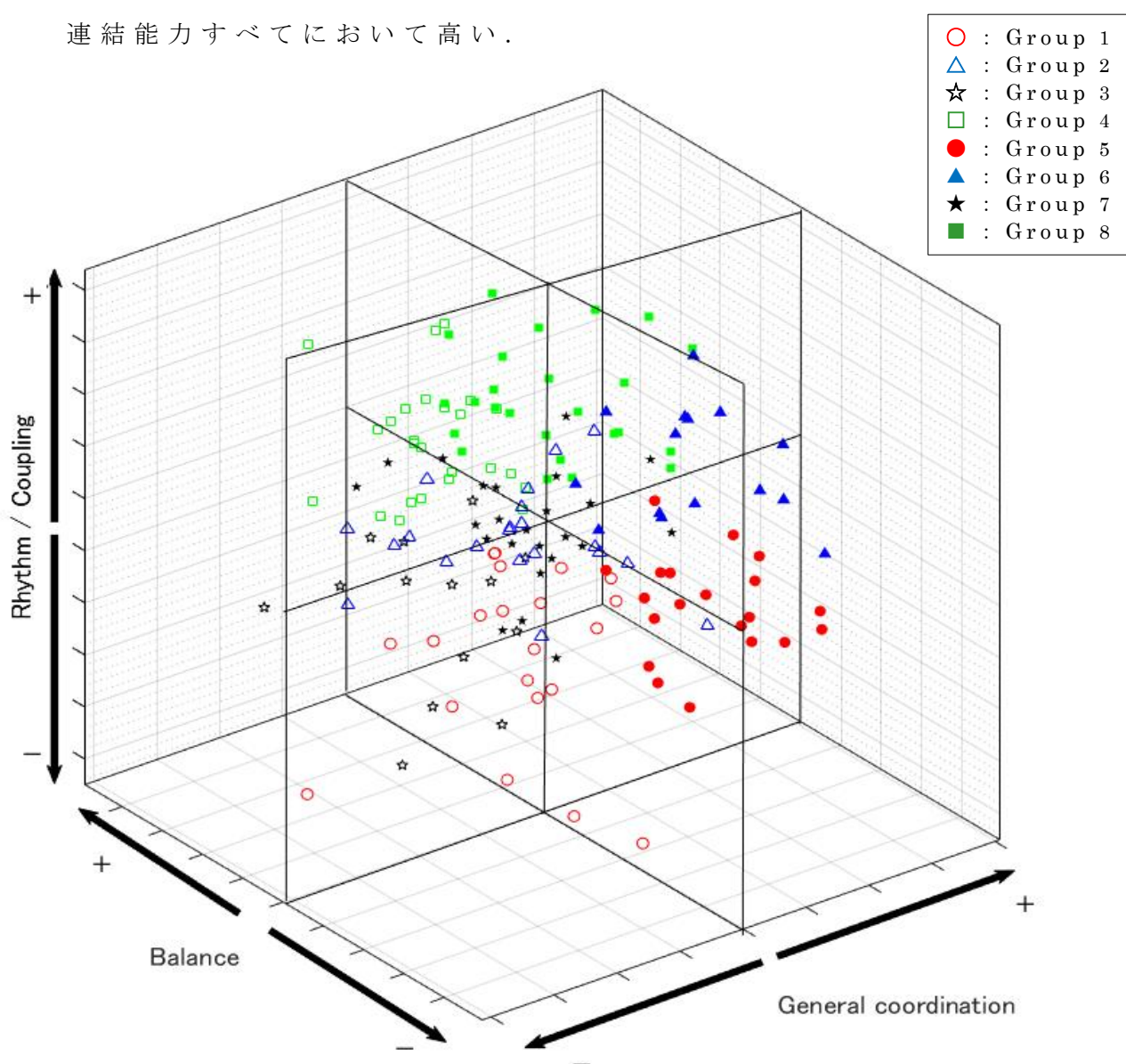


Fig. 6 Scatter diagram of principal components score

#### 4.1.4. 考察

コーディネーション能力テストで得られた各項目のデータは相互に関連があり，各個人のデータはその発達特性や運動遂行における戦略によって特有の性質をもっていると思われる．従って，測定データ間の相互の関連性を捉える総合的指標が有効と考え，主成分分析法を用いてコーディネーション能力の発達特性の類型化を試みた．

その結果，コーディネーションの総合的な能力の成分を中心に，それを支える二つの軸で示される協調運動の特性が明らかとなった．一つの軸はバランス能力であり，もう一つの軸は，リズム化および上肢下肢の連結能力である．

Fig.7・8は，主成分分析によって得られた結果を解釈しやすいよう2次元に分け，概念的に表したものである．Fig.7は，第1主成分の総合的なコーディネーション能力と第2主成分であるバランス能力，Fig.8は，第1主成分の総合的なコーディネーション能力と第3主成分であるリズム化および上肢下肢の連結能力との関連を，それぞれ2軸で表したものである．

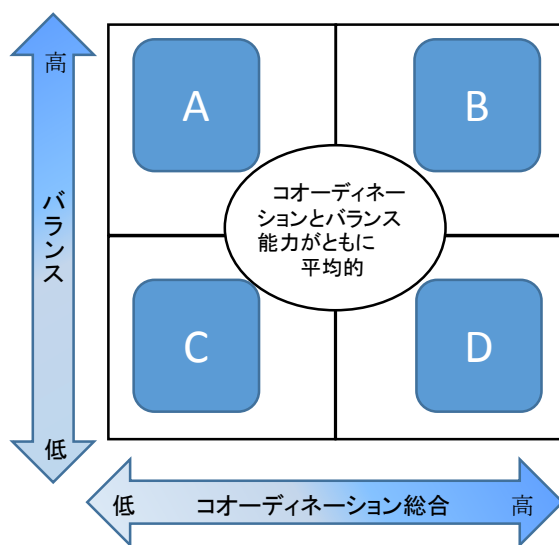


Fig. 7 総合的なコーディネーション能力とバランス能力の関連からみた協調運動の発達特性

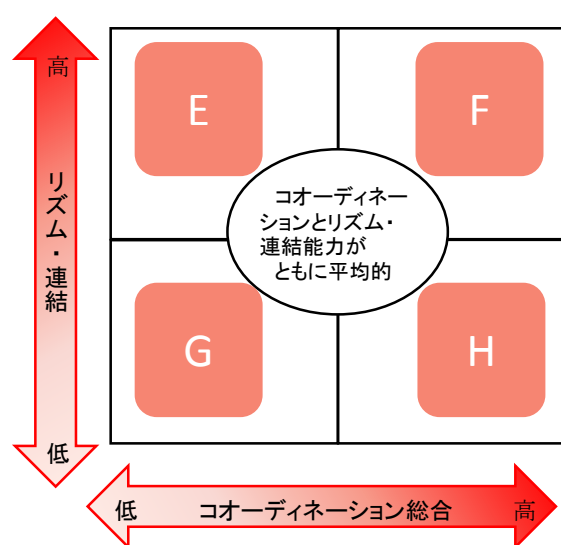


Fig.8 総合的なコーディネーションとリズム化および上肢下肢の連結能力の関連からみた協調運動の発達特性

Fig.7 は、総合的なコーディネーションの得点が右方向にあるデータほど総合的なコーディネーション能力が高く、バランス能力は上方方向にあるデータほどバランス能力が高いと解釈できる。Fig.7 に示す A に属するグループの特徴は、コーディネーションは総合的には低い、バランスは優れる。それに対して、D に属するグループの特徴は、総合的なコーディネーションは優れるがバランスは不得意である。バランス能力が総合的なコーディネーション能力に次いで、運動の特性を特徴づける第 2 主成分となったことは、バランス能力が姿勢調節にかかわる身体要素全体による機能であり、移動系・操作系を含め、さまざまな運動スキルを可能にする基盤であると捉えることができる。しかし、先に述べたグループの各特徴からは、総合的にコーディネーション能力が高い場合でも、バランスの能力が低い場合があり、コーディネーション能力が低い場合であってもバランス能力は高いとされることがある。そのことから考えると、A と B に属するグループのバランスにはその質に違いがあることが推察される。総合的なコーディネーションの低さからみても、A に属するグループの特徴として、バランスの良さがかえって豊かな動きの現出を抑制しているとも考えられる。

Fig.8 は、右方向にあるデータほど総合的なコーディネーション能力が高く、上方方向にあるデータほどリズム化および上肢下肢の連結能力が高いと解釈できる。幼児期は、獲得したいろいろな動作を改善し、それらを結合することができる初歩の段階にあたる時期である (Meinel & Schnabel, 1987 綿引訳 1991, p.418)。G や H に属するグループは動作の結合がまだ不完全で、このことが運動能力に深く関わっていると思われる。

主成分分析によって得られた三つの軸が作る立体上の点の配置から、1象限を1グループとする、コーディネーション能力の発達特性を表す8つのグループが類型化された。これまでの運動の評価は、速く走れるかどうか、ボールが遠くに投げられるかどうかといった、運動・動作の「できる」、「できない」の二者択一的な評価に終始してきたきらいがある。コーディネーション能力の発生については未だ十分には明らかにされていないが、動作や運動の前提にあるコーディネーション能力をその構造から捉えることで、動作や運動が上達した理由、あるいはうまくいかない原因が何かを説明する手がかりになり、それが教育や保育現場における具体的な指導・支援につながるものと思われる。

#### 4.1.5. まとめ

コーディネーション能力テストのデータを用いて主成分分析を行い、協調運動を規定するコーディネーション能力の発達特性の類型化を試みた。その結果、第1主成分がコーディネーションの総合的な能力、第2主成分がバランス能力、第3主成分がリズム化および上肢下肢の連結能力であった。さらに、これらの軸が作る立体上の点の配置から、1象限を1モデルとする8モデルが想定された。X軸に総合的なコーディネーション能力、Y軸にバランス能力、Z軸にリズム化能力および上肢下肢の連結能力を表現し、第I象限から第VIII象限までに区分化することで、コーディネーション能力の視点から協調運動の発達特性の類型を提案することができた。協調運動の特徴が視覚化され、運動を遂行する方法あるいは戦略の多様性を知るための基礎的な分析がなされた。これらのモデルを用いることによって、運動成果の優劣のみの評価ではなく、潜在的な能力を多様な評価軸で捉えることができれば、個々の能力



を最大限に引き出すための理論的根拠を示すことが可能となると思われる。

## 第5章 総合考察

### 5.1. 結果のまとめ

本研究は，従来の体力テストによるエネルギー系データ中心の体力・運動能力評価に欠けていた，コーディネーション能力を定量的に把握し，得られた知見をもとに幼児期における協調運動の発達特性について検討することが目的であった．設定した課題の分析結果から，これまで得られた知見をまとめると以下のようになる．

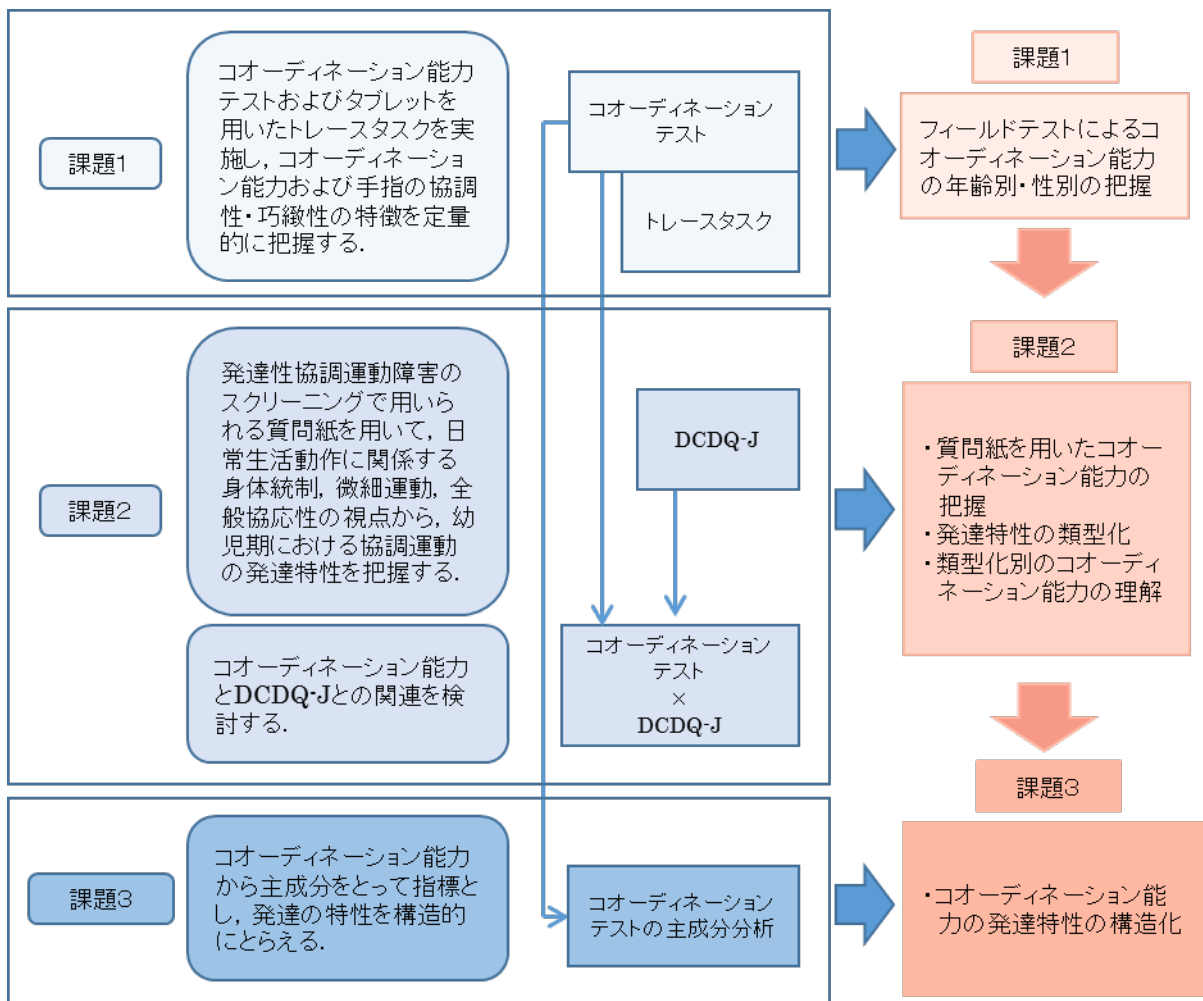


Fig. 9 コーディネーション能力の定量化に向けた課題1・2・3と成果

課題1は、コーディネーション能力テストおよびタブレットを用いたトレースタスクを実施し、コーディネーション能力および手指の協調性・巧緻性の特徴を定量的に把握するとともに、協調運動の発達的特徴について検討することであった。幼児期は神経系機能の発達が著しいこと、運動発達における早熟・晩熟との関連、子どもの体力・運動能力が長期的な低下傾向にあることなどを踏まえ、成長発達の子どもの理解において全体論的アプローチを可能にするため、単なるエネルギー系、コンディショニング能力の測定ではなく、コーディネーション能力に焦点をおいた測定項目を設定した。得られたテスト結果から、定量的な方法論で幼児の発育発達段階特有のコーディネーション能力の現状を理解することを目的とした。4歳から6歳までの幼児169名（男子86名、女子83名）を分析対象として、コーディネーション能力テスト5種目（立ち幅跳び、片脚バランス、サイドジャンプ、ハンペルマンジャンプ、ボール投・捕）を実施し、年齢群間、性別間の差を検討した。その結果、運動発達の過程において、とりわけ男子は、年齢の上昇に伴い、コーディネーション能力の発達傾向が顕著であることが認められた。また、性別に関係なく学年の上昇により、上肢下肢の動きを協応する連結能力、分化能力が著しく向上することが示唆された。さらに、時間的・空間的  
定位能力、反応能力およびボールを操作する上での分化能力については、女子は早期に発達が開始するものの、その速度は緩やかであるのに対し、男子は女子に比べ遅れて発達が開始され、年中から年長にかけて著しく発達するものと推測された。以上により、幼児期におけるコーディネーション能力の各能力要因の発達パターンとその中に性差があることを示唆する結果となった。

課題 1 では、コーディネーション能力テストに加え、タブレットを用いたトレースタスクによる上肢の協調性について検討した。幾何学模様（円）のトレース時のペン軌道を計測し、その結果を、周回回数、逸脱率、躍度ノルムの指標から分析し、幼児における手指の協調性・巧緻性の特徴を定量的に把握するとともに、コーディネーション能力との関連について検討した。その結果、逸脱率にのみ年齢群間、性別間による差に違いがみられた。年中児クラスにおいては、女子より男子の逸脱率が高く、また男子は年齢群にも差がみられ、年中児クラスより年長児クラスの逸脱率が低下した。この結果から、低年齢での男子の操作性が低く、年齢の上昇により男子の操作性が向上すると結論づけられた。

トレースタスクとコーディネーション能力との関係では、周回回数の中群において、年中児クラスの立ち幅跳びに低群および高群と比して有意に高値を示しており、必ずしも周回回数の多さがコーディネーション能力の高さに影響しないことを示した。このトレースタスクは、速度と精度が互いに相反するという特徴をもっている。精度の要求が高い場合の運動の速度は、精度の高さが要求されない場合よりも遅くなる。この精度と速度のトレードオフの関係から推察すると、年中児クラスの周回回数「中群」にみられたコーディネーション能力テストの結果は、最適な速度で運動を遂行できる調整能力の高さがパフォーマンスに表出されたものと考えられる。一般的理解としての運動の評価は、「強さ」や「速さ」にその中心的基準が設定されることが多い。しかしここでの結果は、それらに加えて運動の最適化に向けた調整（操作）する能力の重要性を示唆しているといえよう。

課題 2 では、発達性協調運動障害のスクリーニングで用いられる質問

紙を用いて、日常生活動作に関係する身体統制、微細運動、全般協応性の視点から、幼児期における協調運動の発達特性を把握した。質問紙調査には、協調運動を評価する国際的尺度として、高い水準の精度が保たれている Developmental Coordination Disorder Questionnaire 2007 の日本語版 (DCDQ-J) を用い、保護者の視点で子どもの運動能力を評価した。

DCDQ-J の結果から、DCDQ-J 総得点と下位尺度のそれぞれについて、年齢群間、性別間による違いがみられ、その発達傾向は、低年齢における男子の微細運動、身体の協調性の未熟さと年長児以降の男子の著しい微細運動、全般的協応性の上昇として特徴づけられた。また、幼児期における協調運動の特性には「微細運動優性群」、「協調運動得意群」、「微細運動劣性群」、「協調運動苦手群」の四つのサブグループがあることが示唆され、コーディネーション能力との関連からみると、協調運動の発達特性は、定位、分化、バランス、リズム化、反応のコーディネーション能力評価の影響を強く受けることが示唆された。

DCDQ-Jの結果に加え、コーディネーション能力テストとの関連で検討することにより、幼児期における協調運動の特性がより顕在化されたといえる。しかし、課題を遂行する過程において、協調運動の発達特性の違いが、どのようなコーディネーション能力の特異性を示すのか、それらが身体運動の戦略としてどのように現れるか、また、協調運動発達のアンバランスさや微細運動の発達特性についてさらなる検討の必要性が示された。

課題3は、課題1・2の知見をもとに、定量化されたコーディネーション能力から主成分をとって指標とし、発達の特性を構造的に捉えることであった。主成分分析の結果、幼児期における協調運動の特性は、第

3主成分までで全体の約7割以上が説明できることが明らかとなった。その内容は、コーディネーションの総合的な能力の成分を中心に、それを支えるバランス能力とリズム化および上肢下肢の連結能力の二つの軸で示される協調運動の発達特性であった。人間の運動発達について、Meinelらは、“幼児期はバランス感覚，リズム化能力，連結能力，そしていろいろな面を含んだ予測能力が特に発達する。これは仮説に過ぎないが，こう考えないと基本的な動作形式の急速な発達，実施調整という点でのはっきりとした進歩が認められるような動作結合の習得，こうした事実を説明できなくなってしまう（Meinel & Schnabel,1987 綿引訳1991,p.420）。”と述べている。課題3で得られた結果は，幼児期における協調運動の特性として，この理論を実証する一つの結果を導いたものと思われる。

さらに，これらの軸が作る立体上の点の配置から，1象限を1グループとする8個のグループに類型化された。X軸に総合的なコーディネーション能力，Y軸にバランス能力，Z軸にリズム化能力および上肢下肢の連結能力を表現し，第I象限から第VIII象限までに区分化することでコーディネーション能力の発達特性を構造化することが可能となった。

では，実際にはこの構造モデルがいったい何を表すのか，具体的に子どもの協調運動の発達特性をどのように把握することができるのか，構造モデルの適用可能性について検討してみたい。

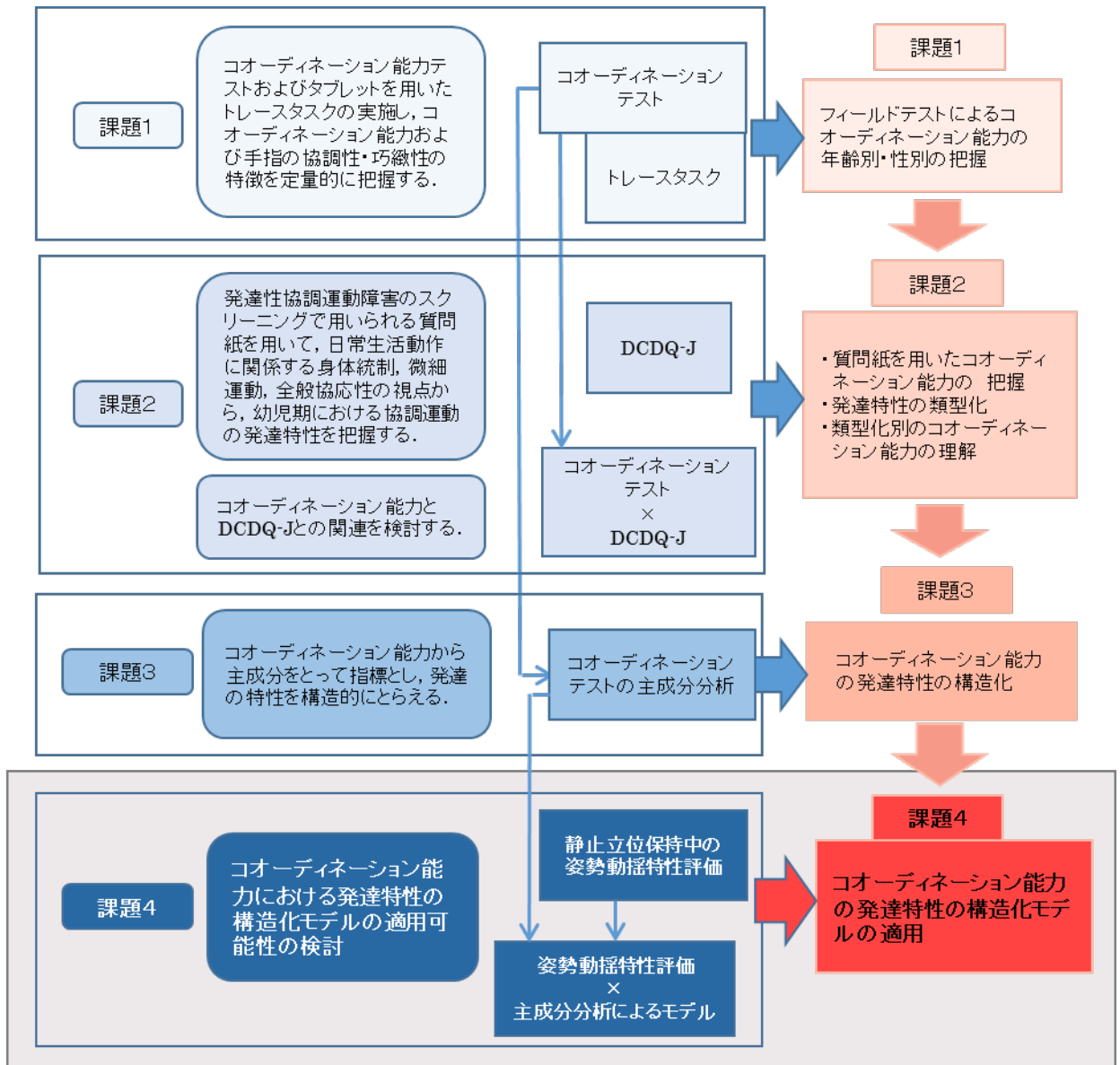


Fig. 10 コーディネーション能力の定量化に向けた課題と成果

## 5.2. 幼児期におけるコーディネーション能力の構造モデルの

適用可能性 — 立位姿勢の運動学的な特徴から —

### 5.2.1. 目的

課題3によって、幼児における協調運動を規定するコーディネーション能力の発達特性を構造化し、運動を遂行する上での特性を知るための基礎的な分析がなされた。その中では、コーディネーション能力を総合的に表す軸の他に、コーディネーション能力の高低のタイプを反映する指標としてバランス能力が示された。一般に、ヒトのバランス能力は静的バランスと動的バランスに大別される。両者の違いは、体重心が支持基底面内に留まる保持能力か、あるいは体重心の支持基底面が移動した状態における保持能力かである。しかし、ヒトの立位姿勢保持を多関節運動協調として捉えると、たとえそれが外乱のない安静状態であっても、呼吸、心拍動、筋活動などの影響を受けながら間欠的で微小な動揺があり、その中で全身の筋緊張のパターンを逐次調整しバランスを保とうとしている（種田・高林・渡邊，1989；高田・渡辺・掛布・竹内，1982；間野，1977）。つまり、状況および行動目的に応じた多様な行動パターンを形成する過程において、予測的あるいは意識下であるかどうかは不明としても、個々人の姿勢戦略のもとで最適化に向けたチューニングが常に繰り返され、それが協調運動に影響を及ぼしていると考えられる。

バランス能力の評価法には、バランス能力が要求されるパフォーマンスの観察や測定による方法と、測定機器を用いて分析的に解析を行なう方法がある。前者の方法としては、コーディネーション能力テスト項目の片脚バランスの課題において、遊脚肢の接地回数からバランス能力



を評価した。この評価は、どれくらいバランスを崩したかという量的な把握はできるが、どのように身体を使ってバランスを制御しているかという質的な視点は含まれていない。そこで本節では、フォースプレートを用いて姿勢制御過程における空間・時間軌道推移について解析し、得られた知見を先の構造モデルにあてはめる。姿勢制御が表現している情報の具体的特徴を構造モデルにあてはめることで、子どもの協調運動の発達特性をどのように把握することができるのか、モデルの適用可能性について検討することとする。

## 5.2.2. 研究方法

### 5.2.2.1 分析対象者

愛知県の公立保育園に在籍する4歳から6歳までの幼児169名（男子86名，女子83名）を分析対象とした。対象の適合基準は、上・下肢に重篤な外傷がなく、かつ視力障害や神経障害のないことを条件とした。

#### 5.2.2.2. 倫理的配慮

対象者の保護者および施設長に対し、本研究の目的、意義、測定内容、測定に起こりうる危険性、個人情報取り扱いなどを文書で説明し、保護者および施設長からの署名によって同意を得た上で実施した。すべての対象者は神経系、筋骨格系の疾患歴がないことを保護者の申告により確認した。また、得られたデータは、個人が特定されないデータとして統計的に処理し、研究実施者のみが閲覧できるよう厳重に保管した。なお、本研究は武庫川女子大学教育研究所倫理委員会の承認を得て実施した（承認受付番号007）。

#### 5.2.2.3. 課題と手続き

静止立位保持中の姿勢動揺特性を評価するため、フォースプレートを用いた床反力および足圧中心点（Center of Pressure；以下，CoP）の計測を以下のように行った。測定に用いた部屋は，園内の遊戯室とし，静音と通常照度が保たれている環境とした。また，周囲には振動を発生するような機器がないことを確認した。

床面に設置された床反力計の上に，中心線をまたいで左右の内果が接するように起立し，両腕はリラックスして体側に接するようにし，立位姿勢を保持するよう指示した。幼い子どもでは視線の動きが頭部に運動を引き起こす可能性があるため，視線の動きにより姿勢動揺が生じることを防ぐために約2メートル前方の目線の高さに設定された対象物（絵）を注視するように指示し，視野内に動きのあるものを入れないようにした。

測定者の合図とともに，その後60秒間の床反力およびCoPを計測した。測定は，1試行のみとした。なお，測定において，1) 試行中に足部が床から離れている，2) よそ見，着衣をいじる，手を動かすなどの動作が1試行に5秒以上認められ課題に集中できていない，の条件に該当する場合は，被験者が要求された課題を満たしておらず，データの信頼性に影響が生じる可能性があるとして判断して分析対象から除外した。

#### 5.2.2.4. 測定機器およびデータ処理

フォースプレートはテクノロジーサービス社製TFP404011Aを使用した。測定室の床面にガタつきがなく，かつ天板が水平になるように設置した。ロードセルからの荷重電圧信号はフォースプレート内部の12 bit A/D変換器でサンプリング周波数1000Hzのデジタルデータに変換され，

USB ケーブルを介してノート型パソコン (PV63-27, TOSHIBA) に保存された。フォースプレートの制御には、動的バランス評価アプリケーション Version (1.2.5.1) を使用した。

#### 5.2.2.5. 解析方法および解析項目

床反力データおよび CoP データは、2 次のバターワース型デジタルフィルタ (ローパス, 遮断周波数 10Hz, ゼロタイムシフト) による平滑化を施した。60 秒間の計測区間のうち、床反力波形が安定した 25 秒間を切り出し、以下の姿勢動揺指標を算出した。

- ・ CoP 軌跡長 (以下, CoP) : 25 秒の間に CoP が支持基底面内の移動した総距離を表す, 姿勢動揺の空間指標。単位時間あたりの姿勢動揺が大きくなるほど, 軌跡長は増大する。
- ・ CoP 軌跡の矩形面積 (以下, DIM(R)) : CoP が支持基底面内を移動した範囲の左右および前後方向の四方範囲を直線で囲った時にできる矩形の面積を表す, 姿勢動揺の空間指標。前後左右方向に大きな範囲で CoP が移動した場合に, 高値を示す。
- ・ CoP 軌跡の包絡面積 (以下, DIM(E)) : CoP が支持基底面内を移動した範囲の外縁で形成される面積を表す, 姿勢動揺の空間指標。矩形面積と類似した指標であるが, ランダムな CoP 変動の影響を矩形面積ほど受けない特徴がある。
- ・ 床反力矢状成分の周波数中央値 (以下, MDF (front)) : 床反力の矢状成分を高速フーリエ変換して各周波数帯域のパワーを求め, 低周波成分と高周波成分のパワーが等しくなるように定めた周波数値であり, 姿勢動揺の時間特性を表現する。身体が前後方向 (矢状方向) に短い周期で揺らぐタイプの人は, 周波数中央値は高値を示す。

- ・床反力前額成分の周波数中央値（以下，MDF（sagittal））：上記と同様に，床反力の前額成分を高速フーリエ変換して各周波数帯域のパワーを求め，低周波成分と高周波成分のパワーが等しくなるように定めた周波数値であり，姿勢動揺の時間特性を表現する．

#### 5.2.2.6. 統計解析

床反力データの解析結果について，性別，年齢群別（年中児クラス・年長児クラス）に平均値および標準偏差を計算した．各測定項目の性別および年齢群の比較には対応のない2要因分散分析を用いた．次に，前節の結果を踏まえ，モデル間で床反力データの解析結果を比較し，バランス能力が表現している情報の具体的特徴について検討するため，1元配置分散分析を行った．なお，統計解析ソフトは，IBM SPSS Statistic 22.0を使用し，危険率5%未満を有意水準とした．

### 5.2.3. 結果

#### 5.2.3.1. バランス能力に関する性別・年齢間の比較

両足立位姿勢バランスにおける床反力データの平均値と標準偏差を対象者の性別および各年齢群別に Table 14 に示す。性別および年齢の違いによって差があるかを検証するために、性別と年齢群（年中児クラス・年長児クラス）との 2 要因分散分析を行った。

CoP については、性別の主効果は有意でなく ( $F(1,164) = 0.271, n.s.$ )、年齢群の主効果、両要因の交互作用はともに有意であった

(順に  $F(1,164) = 11.458, p < .01$ ;  $F(1,164) = 4.421, p < .05$ )。単純主効果の検定の結果、男子において年齢群間に有意な差がみられ ( $p < .01$ )、年中児クラスより年長児クラスの平均点が有意に低い値を示したが、女子の年齢群間には有意な差がみられなかった。性別の単純主効果は、年中児クラス、年長児クラスとも有意な差はみられなかった。

DIM(R) については、性別の主効果は有意ではなく ( $F(1,164) = 1.068, n.s.$ )、年齢群の主効果は有意であった ( $F(1,164) = 4.514, p < .05$ )。両要因の交互作用は有意ではなかった ( $F(1,164) = 2.648, n.s.$ )。単純主効果の検定の結果、男子は年齢群間に有意な差がみられ、年中児クラスより年長児クラスの平均点が有意に低い値を示したが ( $p < .01$ )、女子は年齢群間に有意な差がみられなかった。また、年中児クラス、年長児クラスとも性別の単純主効果は有意ではなかった。

DIM(E) については、性別の主効果は有意ではなく ( $F(1,164) = 0.658, n.s.$ )、年齢群の主効果は有意であった ( $F(1,164) = 5.396, p < .05$ )。両要因の交互作用はなかった ( $F(1,164) = 3.731, n.s.$ )。単純主効果の検定の結果、男子において年齢群間に有意な差がみられ、

年中児クラスより年長児クラスの平均点が有意に低い値を示したが ( $p<.01$ ), 女子に有意な差がみられなかった。また, 年長児クラスに性別の単純主効果が有意であり ( $p<.05$ ), 女子より男子の平均得点が有意に低い値を示したが, 年中児クラスは性別の単純主効果は有意ではなかった。

MDF (front) については, 性別の主効果は有意ではなく ( $F(1,164) = 0.006, n.s$ ), 年齢群の主効果は有意であった ( $F(1,164) = 5.92, p<.05$ )。両要因の交互作用は有意ではなかった ( $F(1,164) = 0.417, n.s$ )。単純主効果の結果, 男子には年齢群間に有意な差が見られなかったが女子には有意な差がみられ ( $p<.05$ ), 年中児クラスより年長児クラスの平均点が有意に低い値を示した。また, 年中児クラス, 年長児クラスともに性別の単純主効果はみられなかった。

MDF (sagittal) について, 性別および年齢群の主効果はともに有意ではなく (順に  $F(1,164) = 1.972, n.s$ ;  $F(1,164) = 0.00, n.s$ ), 両要因の交互作用も有意ではなかった ( $F(1,164) = 1.07, n.s$ )。

Table 14 The score of standing postural control of each group (Mean (SD))

		Center of pressure (m)	Rectangle dimension of CoP trajectory (m <sup>2</sup> )	Enveloped dimension of CoP trajectory (m <sup>2</sup> )	Median frequency of frontal GRF component (Hz)	Median frequency of sagittal GRF component (Hz)
		Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)
Middle (4-5)	Male (n=37)	.7387 (.33816)	.0032 (.00259)	.0016 (.00141)	.9051 (.48832)	.9546 (.68307)
	Female (n=39)	.6794 (.20578)	.0030 (.00288)	.0014 (.00128)	.9578 (.56850)	.7564 (.35359)
Senior (5-6)	Male (n=48)	.5329 (.16802)	.0018 (.00123)	.0008 (.00050)	.7748 (.48625)	.8698 (.49677)
	Female (n=44)	.6313 (.24301)	.0028 (.00267)	.0013 (.00128)	.7333 (.31402)	.8397 (.52536)
Sex		.271	1.068	.658	.006	.162
Grade		11.458 **	4.514 *	5.396 *	5.92*	.992
Sex × Grade		4.421 *	2.648	3.731	.417	.303

\*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$

#### 5.2.3.2. グループ間におけるバランス能力の関係

ここでは，課題3の課題を踏まえ，コーディネーション能力の発達を特徴づけた8個のグループ間で床反力データの解析結果を比較した．床反力データから，CoP，DIM(R)，DIM(E)を取り上げ，8個のグループ間との1元配置分散分析を行った（Fig.11， Fig.12， Fig.13）．その結果，CoP，DIM(R)，DIM(E)は，ともに有意なグループ間の差があった（順に  $F(1,160)=3.194, p<.01$ ;  $F(1,160)=2.985, p<.01$ ;  $F(1,160)=3.169, p<.01$ )．多重比較によると，CoPは，グループ2とグループ1，5，7，8の間にそれぞれ有意差があり（いずれも  $p<.05$ ），グループ2の値よりグループ1，5，7，8の値が低かった．DIM(R)は，グループ2とグループ3，5，7の間にそれぞれ有意差があり（いずれも  $p<.05$ ），グループ2の値よりグループ3，5，7の値が低かった．DIM(E)は，グループ2とグループ5，7の間にそれぞれ有意差があり（いずれも  $p<.05$ ），グループ2の値よりグループ5，7の値が低かった．

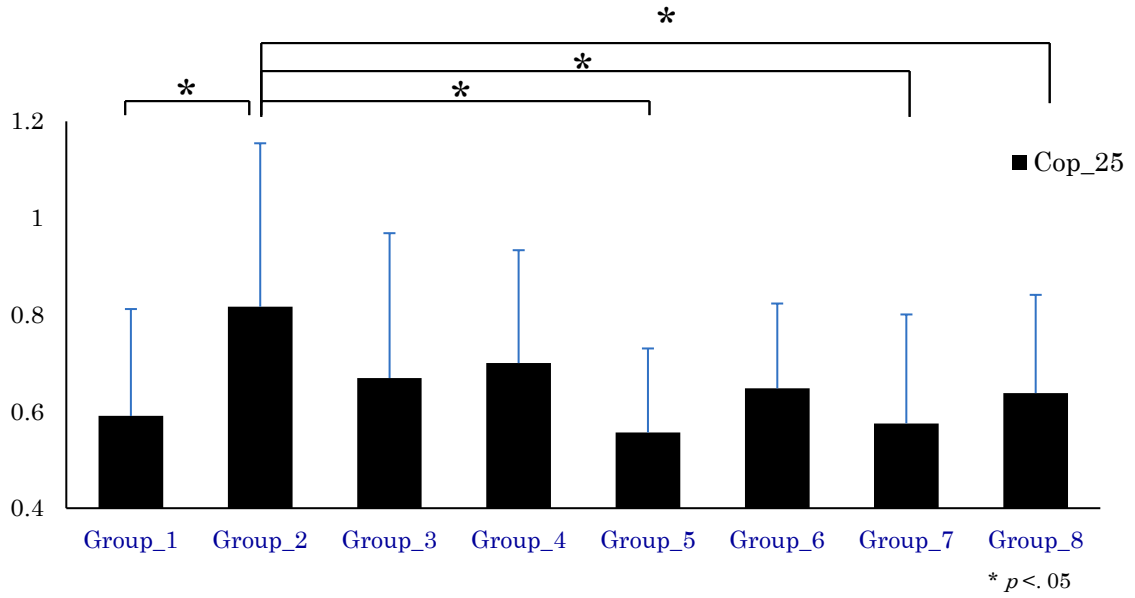


Fig. 11 The standing postural control score of each group

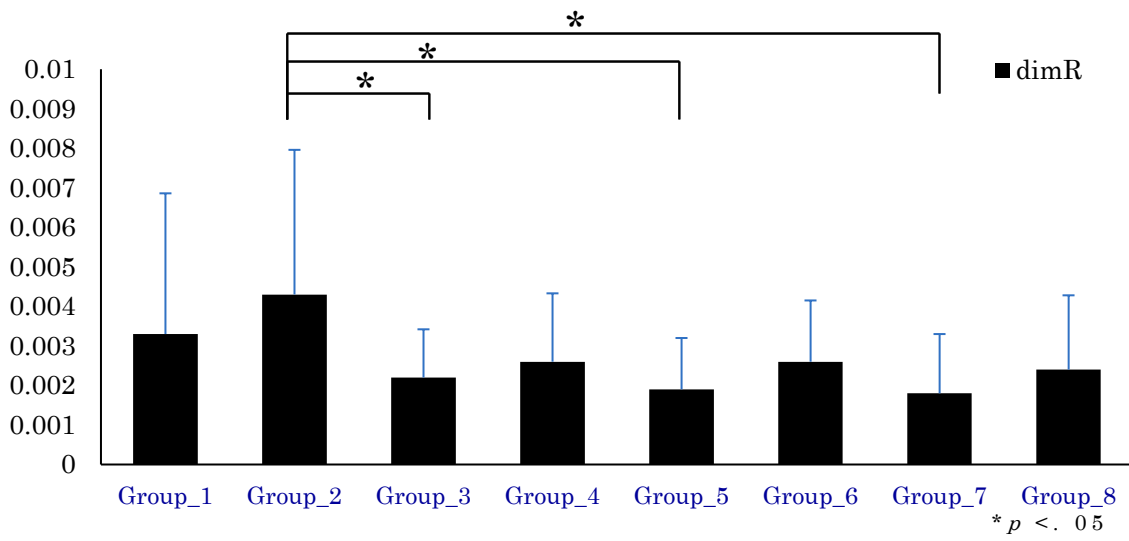


Fig. 12 The standing postural control score of each group



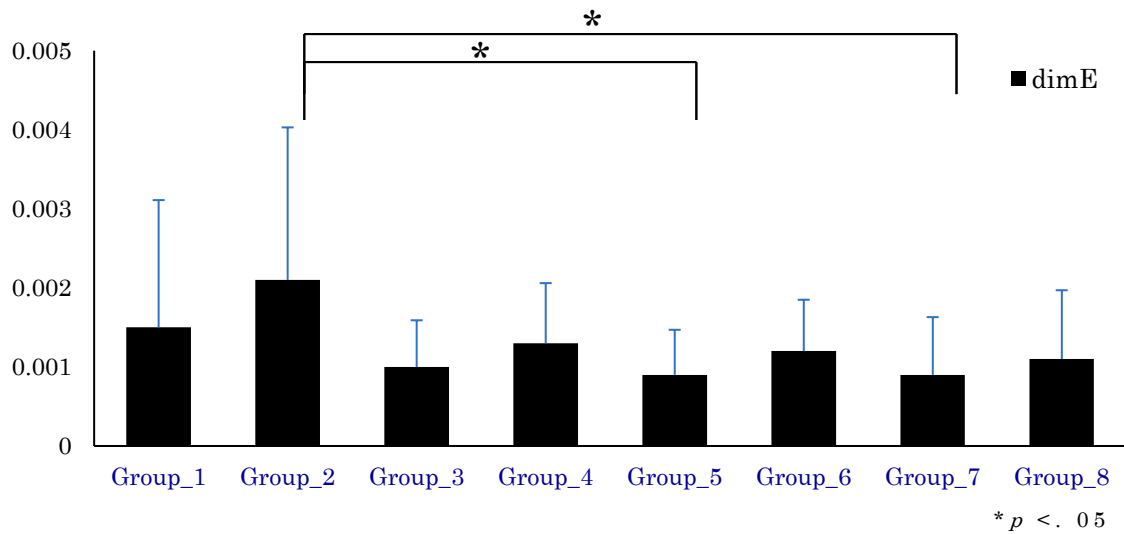


Fig. 13 The standing postural control score of each group

### 5.3. コーディネーション能力の発達特性を示す構造モデルの適用可能性の検討

前章の課題3で得られた協調運動を規定するコーディネーション能力の発達特性を示す8個のグループに、床反力データをあてはめ、構造モデルによって、子どもの協調運動の発達特性をどのように把握することができるのか、構造モデルの適用可能性について検討することとする。

解析項目のスコアをグループ間で比較してみると、いずれの解析項目においても、総じてグループ2のスコアが他のグループと比較して高く、グループ2の姿勢動揺が大きい傾向を示した (Fig.11, Fig.12, Fig.13)。構造モデルの示すグループの特徴からすると、グループ2だけでなく、グループ1~4も総合的なコーディネーション能力が低く、その中でも、グループ1と2は、両者とも総合的なコーディネーション能力に加え、バランス能力も共に低いグループである。それにもかかわらず、重心動揺に違いが見られたということは、両者の姿勢制御は決定的に運動戦略

が異なるものと考えられる。グループ1は、総合的なコーディネーション能力、バランス能力、リズム化能力および上肢下肢の連結能力のいずれにおいても低いグループである。グループ1の両足の立位姿勢に、小さい動揺しか現出しない理由として、ゆらぎのない自由度の少ない運動戦略をとっていることが考えられる。両足の立位姿勢にみられる姿勢の剛直さが、動きを制約し、不安定な片脚の姿勢ではバランスを崩しやすくしている可能性があると考えられる。また、総合的なコーディネーション能力の低さからみても、剛直な姿勢が、新たな動きの獲得や動きの最適化の妨げに作用していることも考えられる。

それに対してグループ2は、総合的なコーディネーション能力、バランス能力は低いが、リズム化能力および上肢下肢の連結能力は高い。連結能力は、タイミングを合わせ、身体の各部位を正確に、無駄なく同調させる能力で、どのような姿勢をとっているかを感覚的に感じ取る能力でもある。リズム化能力および上肢下肢の連結能力が高いグループ2は、この能力の働きによって、両足立位姿勢の状況においても無意識なうちに絶えず起こる微細な重心の移動に対して、姿勢を補正しようとし、それが重心動揺の大きさとして現れているのではないかと考えられる。しかし、この連結の最適化がまだ十分ではなく、片脚の不安定な姿勢では、バランスを崩しやすくしているのではないかと考えられる。

課題1で実施した片脚バランスの測定場面を観察すると、コーディネーション能力評価の高低にかかわらず、表出される運動や動作はさまざまであった。例えば、遊脚側の下肢を支持脚側につけるようにして姿勢を保持させるパターンが度々見られた。自分の身体を安定させるための戦略としては、一見姿勢を制御しているようではあるが、決して機能的なバランス保持とは言えない。それに対して、微細なバランスのくず

れや揺らぎに対して無理に静止しようとはせず、バランスを不安定に保ちながら姿勢を制御する幼児も見られた。それは、柔軟な姿勢によってバランスを不安定に保ちながら、豊かな協調運動の生成につなげているのではないかと推察される。「姿勢動揺が大きければ姿勢の安定性が低く、姿勢動揺が小さければ姿勢の安定性が高い」と評価されることが一般的であるかもしれないが、床反力データを構造モデルにあてはめた結果は、この直感が常に正しいとは限らないことを示している。協調運動を規定するコーディネーション能力の発達特性を示す構造モデルは、このような、さまざまな形で表出される運動や動作を、背後にある要因から説明することを可能にすると思われる。

コーディネーション能力の視点による協調運動における発達特性の構造化は、協調運動を遂行する上での方法、あるいは戦略の多様性を知るための、基礎的な知見となることが明示された。また、構造モデルを用いることで、潜在的な能力を多様な評価軸で捉え、個々の能力を最大限に引き出すための理論的根拠を明確に示すことの可能性も示唆された。

しかし、実際の場合における適用可能性には、いくつかの課題が残っている。それぞれのグループの具体的特徴を明確にするには、リズム化および上肢・下肢の連結能力について、異なる側面からの分析を追加することを含め、運動場面の観察評価も必要であろう。また、個人の運動や動作をグループにあてはめた時、それは運動を遂行する上での個人の特異性であるのか、あるいは、発達の一つの過程であって、発達に伴ってグループ間を移行していくものなのか否か、移行するのであればどのような順序性があるのか、現時点では不明で、この点を明らかにするには縦断的なデータの蓄積が不可欠である。

#### 5.4. 研究の限界と今後の課題

本節では，本研究の限界と課題について，対象者の設定，研究方法の2点から検討する．本研究では，その対象者を保育園に在籍する年中児クラス，年長児クラスの男女とした．実際のクラスには4歳児から6歳児までの幼児が在籍するが，年齢群を年中児クラス，年長児クラスの2段階に区分して分析を行った．これは，分析に用いるための基準値を示した先行研究（Nakai, Miyachi, Okada, Tani, Nakajima, Onishi, Fujita & Tsujii, 2011）の分類にもとづいたことと，1歳あるいは6カ月の区切りでは個人間の変動係数が大きく，発達の方角性を全体として捉えにくくする恐れがあると判断したためである．本研究では，年中児クラス，年長児クラスの二つの群分けにより，コーディネーション能力が発達過程で向上することを示すことができた．しかし，経年齢的な変化として得られた知見は，2群間に限定されたものであり，経年齢的な変化の捉え方に関していえば限界を有している．今後の課題としては，運動能力テストが実施可能な3歳児後半程度からのデータの蓄積と細分化された年齢区分から分析することが必要であると考えられる．また，本研究のような横断的な研究では，発達過程の一次点しか見ていないため連続的に生じる発達を捉えるためには十分とはいえない．とりわけ幼児期は，発育発達の個人差が大きいため，横断研究に加えて縦断的な研究デザインを用いることによって，各コーディネーション能力の発達の急進期や発達の発現期が詳細に把握できるものと思われる．さらに，年齢のみを発達段階の拠り所とすることは，統計的に推定される範囲から外れる子どもが切り捨てられる可能性がある．つまり，本研究ではこの点においても発達段階の定義が限定的であり，年齢以外の要因について発達段

階を見据えコーディネーション能力との関連を検討することが必要であると思われる。

研究方法としては、コーディネーション能力テストを中心に、Developmental Coordination Disorder Questionnaire 2007の日本語版（DCDQ-J）を用いた質問紙調査、トレースタスク、床反力計による両足立位姿勢バランスのそれぞれの測定データから、多面的に発達特性を定量化しその構造について論及するものであった。測定においては、妥当性のある測定方法を使って、信頼性の高いデータを得ることが重要である。コーディネーション能力テストについては、1項目で測定する内容について複数の能力要因が相互に関連しているため、測定項目によって能力の構成概念をどの程度適切に反映しているか明確に示すには限界がある。構成概念の妥当性について、さらに詳細に検討することによって、コーディネーションの能力の発達過程および発達特性の全容を明らかにすることができると思われる。

また、本研究で得られた知見は、幼児期における運動発達特性の一般的な理論的枠組みとしては仮説の域を脱していない。得られた知見をもとに個々の幼児の発達特性を認識し、幼児期におけるコーディネーション能力の向上に向けた運動遊びへの具体的な介入とその効果の検証などへ応用することが今後の課題である。

## 5.5. 結語

幼児期は動きの質に大きく影響する脳や神経の発達が著しく、生活に必要な基本的な動作が確立する。しかし、運動や遊び場面を観察すると、運動や表出される動作は実にさまざまで、運動発達には個人差がみられる。また、近年、子どもの体力・運動能力の低下に典型的にみられるように、子どもの発達の変容、とりわけ身体をさまざまな環境や状況において最適に動かす能力の低さが指摘されている。他方、子どもの身体運動が全人的発育発達を期すものであることは十分認識されていながらも、これまで、幼児期における身体運動の発達に関する研究は多くない。子どもは周囲の人や物と運動をとおして多角的に活発に関わる機会が十分にあれば、「走る」、「跳ぶ」、「捕る」といったスポーツ運動系のほとんどすべての基本形態と、それらの組み合わせを、小学校入学までに習得する（Meinel, 1960 金子訳 1981）、と考えられており、運動発達研究において、幼児期が主題化されてこなかったのは、そこにも要因の一つがある。ところが、現代社会においては、日常的な遊びの中で運動の基本形態を習得できる機会が減少しており、それらを身につけないまま小学校に入学する子どもが増えている。幼児期に基本的な運動や動作を身につけるためには、指導者や保護者が意図的に関わっていくことが必要であるが、そのためには幼児における運動発達の特性を明らかにすることが喫緊の課題である。人間の身体諸器官の発達過程、児童期以降の運動発達の視点を踏まえると、運動能力の基本あるいはその前提となるコーディネーション能力に焦点をあて、協調運動の発達的特徴を明らかにすることは、幼児期の発育発達研究にとって重要な知見となると考えられる。また、神経系や骨格筋肉系の著しい成熟の時期に、現象する運動や

動作の背後にどのような成熟が進行しているのか，現象としての出来不出来とともに，生物的，心理的，社会的な成熟がどのように変化・発達しているのか，という二重の視点は，保育者の観察・指導力の養成という意味でも大きな助けになるであろう．本研究は，以上の研究の意義から，幼児期における協調運動の発達特性をコーディネーション能力に焦点をあてて定量的に把握し，その発達特性がどのような構造を示すのか明らかにすることを目的とした．

本論文の結論は次の通りである．コーディネーション能力テストの結果，その発達過程において，各コーディネーション能力の発達の急進期や発達の発現期に性差，年齢による違いがあることを示した．また，保護者に対して実施した質問紙調査の結果からは，協調運動の発達特性のパターンを示すことができ，協調運動に資する能力要因の構造は一元的ではなく，発達特性のアンバランスさを示す多元的な構造をもつことが示された．質問紙調査の結果からは，身体運動の困難さを断片的に指摘するに留まらざるを得ない部分があったが，コーディネーション能力テストとの関連から検討することによって，運動課題を達成するために必要となる各構成要素の相互関係について明らかにされた．

また，コーディネーション能力の主成分分析により協調運動を規定するコーディネーション能力の発達特性の構造を求めたところ，幼児期における発達特性についての理解には，その構造を三つの軸で捉えることが可能であることが確認された．その内容は，総合的なコーディネーション能力の成分を中心とした，バランス能分とリズム化および上肢下肢の連結能力であり，これらの軸が作る立体上の点の配置から，1象限を1グループとする8個のグループに類型化された．

最後に，得られた構造モデルに姿勢動揺のデータをあてはめ，動作遂

行の戦略の相違が、運動発達あるいはその過程の特徴として表出されているものと推論し、構造モデルによって幼児の運動発達における特性の多様性を説明できることの可能性について述べた。さらにこのことから、これまでの「より速く」、「より力強く」といった一般概念的な評価論ではなく、多様な評価軸を見つけ出すことの重要性を指摘した。

本研究で実施したテストを含め、体力・運動能力テストの結果は、数量的に優劣を評価することが可能である。しかし、これらの結果から得るべき内容は、単に測定項目そのものの数値だけではない。例えば、測定項目の一つである「立ち幅跳び」の場合、本来把握すべき内容は立ち幅跳びの記録だけではなく、立ち幅跳びというパフォーマンスに現れる、その前提となる能力である。その能力が把握できなければ、保育・教育の現場にその知見を活かすことはできない。なぜならば、保育・教育の現場における運動や運動遊びは、測定項目の数値、つまり立ち幅跳びの記録を向上させることがその目的ではないからである。

本研究では、運動の成果、パフォーマンスの前提となる能力をコーディネーション能力として捉え、幼児期における協調運動の発達特性について論究した。協調運動の発達特性を多様な軸で評価し多元的に捉えた試みは、個別並列的にいくらデータを集めても、“全体像”としての具体的な運動の発達特性は見えづらいことを裏付けるものである。

本研究の主題である協調運動を規定するコーディネーション能力の定量化は、運動発達の評価に加えて、介入後の検証などへ応用することが期待できる。本研究で得られた知見をもとに、幼児期の協調運動における発達特性のメカニズムをさらに詳細に解明することができれば、幼児教育のみならず、児童期以降の教育現場とをつなぐ理論として、身体性における子ども理解をより深いものにすることが可能となるのである。



う .

## 引用文献

- Adler,K.,& Senf,G. (2009). Mokis-Studie Staatsministerium für Soziales.
- Adler,K.,& Senf,G. (2015). Motorische Leistungsfähigkeit sächsischer Kindergartenkinder (Mokis-Studie II) Mokis-Studie -Eine vergleichende Analyse der Stuserhebungen 2007 und 2013, Staatsministerium für Soziales und Verbraucherschutz.pp.23-31.
- American Psychiatric Association (1987). Diagnostic and statistical manual of mental disorders:DSM-III-R, Washington, DC: American Psychiatric Association Publishing.
- American Psychiatric Association (2000). Quick Reference to the Diagnostic Criteria form DSM-IV-TR. Washington, DC: American Psychiatric Association Publishing. (高橋 二郎・大野 裕・染矢 俊幸 (監訳) (2003). DSM-IV-TR精神疾患の分類と診断の手引 医学書院.)
- American Psychiatric Association (2013) . Desk Reference to the Diagnostic Criteria from DSM-5. Washington, DC: American Psychiatric Association Publishing. (高橋 二郎・大野 裕 (監訳) (2014). DSM-5精神疾患の分類と診断の手引 医学書院 p.37.)
- アスペ・エルデの会 (2012) . 発達障害児支援とアセスメントに関するガイドライン p.109.
- 戸次 佳子・中井 昭夫・榊原 洋一 (2016). 協調運動の発達と子どものQOLおよび精神的健康との関係性の検討 小児保健研究, 75(1), pp.69-77.
- Bernstein,N.A. (1967). The Problem of the Interrelation of Co-ordination and Localization. The coordination and regulation of movement. Pergamon Press.pp.15-59.
- Bernstein,N.A. (1969). Methods for Developing Physiology as Related to the Problems of Cybernetics. M,Cole and I, Maltzman (Eds.). A Handbook of Contemporary Soviet Psychology. Basic Books.pp.441-451.
- Bernstein,N.A. (1975). Bewegungsphysiologie.Pickenhain,L and Schnabel, G. (Eds.) (1987). Johann Ambrosius Barth Leipzig.
- Bernstein,N.A. (1996). Dexterity and Its Development. Latash,M.L & Turvey, M.T (Eds.and Trans.). Routledge Taylor & Francis Group.
- Bernstein,N.A. (1996). On Dexterity and Its Development. (ニコライ A.ベルンシュタイン 工藤俊和 (訳) (2003). ディスクテリテイ 巧さとその発達 動作構築のレベル 金子書房)
- Blume,D.D. (1978). Zu einigen wesentlichen Grundpositionen für die Untersuchung der koordinativen Fähigkeiten. Theorie und Praxis der Körperkultur,27,pp.29-36.
- Bongaardt,R.& Meijer,O.G. (2000). Bernstei's Theory of Movement Behavior : Historical Development and Contemporary. Journal of Motor Behavior,32(1),pp.57-71.

- Chambers,M. E., Sugden,D.A., & Sinani,C. (2005). The nature of children with developmental coordination disorder. (Sugden,D. und Chambers,M. (Eds.) ) . Children with Developmental Coordination Disorder. London: Whurr Publishers.pp.1-18.
- Fetz,F .(1973). Bewegungslehre der Leibesübungen. (金子 明友・朝岡 正雄(訳) (1979) . フェッツ 体育運動学 不昧堂出版.)
- 藤田 厚・吉本 俊明・加藤史夫・深見 和男・村松 一・佐藤 文宏・笠達 哉井 (1974). 知覚・運動系の機能の発達的变化に関する研究 体育科学, 2, pp.278-289.
- Gundlach,H. (1968). Systembeziehungen körperlicher Fähigkeiten und Fertigkeiten. Theorie und Praxis der Körperkultur, 17, pp.198-205.
- Hartmann,C., Minow,H.J., & Senf,G. (2011). Sport verstehen – Sport er leben. Berlin: Lehmanns Media. (高橋 日出二・綿引 勝美・上田 憲嗣 (訳) (2013). メダルへの道しるべ 初歩の動作学—トレーニング学 KoLeSpo. pp.164-167.)
- 橋爪 一治・伊ヶ賀崎 伴彦・村山 伸樹・林田 祐樹 (2012). 幼・小児期における上肢運動機能の発達～視標追跡描円課題の3次元モデル～ 臨床神経生理学, 40 (2), pp.73-81.
- Hellebrandt,F.A., Rarick,G.L., Glassow,R. and Carns,M.L. (1961) Physiological analysis of basic motor skills. -1. Growth and development of jumping-. American journal of physical medicine.40, pp.14-25.
- Hirtz,P. (1964). Zur Bewegungswissenschaft Gewandtheit. Theorie und Praxis der Körper Kultur, 13(8), pp.729-735.
- Hirtz,P. (1979). Untersuchungen zur koordinativ-motorischen Vervollkommnung von Kindern und Jugendlichen. Habilitationsschrift, Greifswald: Ernst-Moritz-Arndt- Universität Greifswald.
- Hirtz,P. (1985). Koordinative Fähigkeiten im Schulsport. Volk und Wissen Volkseigener Verlag. pp.122-141.
- Hirtz,P. (1994). Motorische Handlungskompetenz als Funktion motorischer Fähigkeiten. Gesamthochschule Kassel , Fachgebiet Psychologie, pp.117-145.
- 池田 孝博・青柳 領 (2016). 幼児期における運動能力の偏りと生活環境要因の関連 福岡県立大学人間社会学部紀要, 24(2), pp.23-39.
- 猪飼 道夫 (編) (1963). 身体運動の生理学 杏林書院
- 猪飼 道夫 (1967a). 日本人の体力 日本経済新聞社
- 猪飼 道夫 (1967b). 座談会 小中学校における体力づくり 体育科教育, 15, pp.8-27.
- 石河 利寛・高田 典衛・小野 三嗣・勝部 篤美・松浦 義行・宮丸 凱史・森下 はるみ・小林 寛道・近藤 充夫・清水 達雄 (1987). 調整力に関する研究成果のまとめ 体育科学, 15, pp.75-87.
- 石河 利寛 (1974). 調整力 体育科学センター事業概要 (昭和48年度) , pp.21-27.

- 加納 裕久 (2016). 幼児期におけるコーディネーション研究の理論的基礎 人間発達学  
研究, 7, pp.51-64.
- Kelso, J. A., Hol, K. G., Rubin, P., & Kugler, P. N. (1981). Patterns of human interlimb  
coordination emerge from the properties of non-linear, limit cycle oscillatory processes:  
theory and data. *Journal of Motor Behavior*, 13(4), pp.226-261.
- Kelso, J. A., & Clark, J. E. (Ed s.) (1982). *The development of movement control and  
coordination*, New York: John Wiley & Sons.
- 金原 勇 (1972). 私は調整力をこう考える 体育の科学, 22(1) , pp.22-23.
- 小林 寛道・脇田 裕久・八木 規夫 (1990). 幼児の発達運動学 ミネルヴァ書房
- 是枝 喜代治 (2005). 不器用な子どものアセスメントと教育的支援 発達障害研究, 27  
pp.37-45.
- Krug, J., Hartmann, C., & Schnabel, G. (2002). Entwicklungsaspekte der Bewegungslehre  
Sportmotorik - Ansätze zur Weiterentwicklung des Meinel'schen Fundaments der  
Wissenschaftsdisziplin. *Sportwissenschaft*, 32 (2), pp.131-146.
- 工藤 保子 (2009). 子どもをとりまく今日の課題—身体活動・スポーツ活動の実態— 子ど  
もと発育発達, 7(3), pp.181-184.
- 栗本 関夫・浅見 高明・渋川 侃二・松浦 義行・勝部 篤美 (1981). 体育科学センター調  
整力フィールドテストの最終形式—調整力テスト検討委員会報告 体育科学, 9,  
pp.207-212.
- Li, M., Dibley, M. J., Sibbritt, D., & Yan, H. (2006). Factors associated with adolescents' physical  
inactivity in Xi'an city, China. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 7, pp.2075-2085.
- 間野 忠明 (1977). ヒトの直立姿勢の反射性制御 臨床脳波, 19, pp.223-229.
- 松井 三雄・松田岩男・森國太郎 (1955) . 幼児の運動能検査に関する研究 体育学研究, 1  
(9) , pp.524-533.
- 松田 岩男(1961). 幼児の運動能力の発達に関する研究 東京教育大学体育学部紀要, 1,  
pp.38-53
- Meinel, K. (1960). *Bewegungslehre Versuch einer Theorie der Sportlichen Bewegung unter  
pädagogischem Aspekt*. Berlin. Volk und Wissen Volkseigener Verlag. (Meinel, K. 金子 明  
友 (訳) (1981). *Bewegungslehre マイネル スポーツ運動学 大修館書店*.)
- Meinel, K., & Schnabel, G. (1987). *Bewegungslehre- Sportmotorik . Volk und Wissen:  
Volkseigener Verlag*. (Meinel, K.Schnabel,G. 綿引 勝美 (訳) (1991) . *動作学—スポー  
ツ運動学 新体育社*)
- 宮原 資英 (2017). 発達性協調運動障害 親と専門家のためのガイド スペクトラム出版社
- 文部科学省 (2016). 平成27年度体力・運動能力調査結果の概要及び報告書
- 文部科学省 (2008). 幼稚園教育要領

- 文部省 (1968). 小学校学習指導要領 明治図書出版
- 文部省 (1969). 文部省小学校指導書 体育編 東洋館出版社
- 森 司朗・杉原 隆・吉田 伊津美・筒井 清次郎・鈴木 康弘・中本 浩揮・近藤 充夫 (2010). 2008年の全国調査からみた幼児の運動能力 体育の科学, 60(1) , pp.56-66.
- 森 司朗・杉原 隆・吉田 伊津美・筒井 清次郎・鈴木 康弘・中本 浩揮 (2011). 幼児の運動能力における時代推移と発達促進のための実践的介入 平成20～22年度 文部科学研究費補助金（基盤研究B）研究成果報告書
- 村瀬 智彦・出村 慎一 (2005). 幼児の体力・運動能力に関する測定評価研究の課題－国内の先行研究の整理と今後の検討課題－ 体育測定評価研究, 5, pp.5-13.
- Nakai, A., Miyachi, Y., Okada, R., Tani, I., Nakajima, S., Onishi, M., Fujita, C., & Tsujii, M. (2011). Evaluation of the Japanese version of the Developmental Coordination Disorder Questionnaire as a Screening Tool for Clumsiness of Japanese Children, *Research in Developmental Disabilities*, 32, pp.1615-1622.
- 岡 明 (2008) . 発達性協調運動障害 小児科臨床, 61, pp.218-222.
- 岡 耕平・三浦 利章 (2007) . 知的障害者における視覚-運動協応研究の動向 大阪大学大学院人間科学研究科紀要, 33, pp.143-162.
- 尾崎 康子 (2000). 筆記具操作における上肢運動機能の発達的变化 教育心理学研究, 45, pp.145-153.
- Pitcher, T. M., & Piek. J.P (2003). Fine and gross motor ability in males ADHD. *Development Medicine & Child Neurology*, 45, pp.525-535.
- Polatajko,H.J., Fox,A.M,& Missiuna,C. (1995). An international consensus on children with developmental coordination disorder, *The Canadian journal of occupational therapy*, 62(1), pp.3-6.
- Polatajko, H. J., & Cantin, N. (2005). Developmental coordination disorder (dyspraxia) : An overview of the state of the art. *Seminars in Pediatric Neurology*, 12(4), pp.250-258.
- Rasmussen, P., & Gillberg, C. (2000). Natural outcome of ADHD with developmental coordination disorder at age 22 years: a controlled, longitudinal, community based study. *Child Adolesc Psychiatry*, 39, pp.1421-1431.
- Roth, K. (1982). *Strukturanalyse koordinativer Fähigkeiten. Beiträge zur Bewegungsforschung im Sport. Band6. Limpert Verlag.*
- 桜井 伸二 (1991). 投げる科学 大修館書店
- 佐々木 玲子・石沢 順子・楠原 慶子・奥山 静代 (2013). 運動様式の違いからみた幼児の日常身体活動量と基本的運動能力との関係 慶應義塾大学体育研究所紀要, 52(1) , 1-10.
- 佐々木 玲子・石沢 順子(2014). 観察的評価からみた幼児の基本的動作の習得度と評価の有効性についての検討 慶應義塾大学体育研究所紀要, 53(1), pp.1-9.

- 佐藤 善治 (2003). スポーツ運動・動作の練習過程に関する実験研究への覚え書き 立命館経済学, 52(5), pp.359-379.
- Schnabel, G. (1968). Zur Bewegungskoordination. Wissenschaftliche der Zeitschrift der DHfK, 10(1), pp.13-32.
- Schnabel, G. (1973). Die koordinativen Fähigkeiten und das Problem der Gewandtheit. Theorie und Praxis der Körperkultur, 22, pp.263-269.
- Sugihara, T., Kondo, M., Mori, S., & Yoshida, I. (2006). Chronological change in preschool children's motor ability development in japan from the 1960s to the 2000s. International Journal of Sport and Health Science, 4, pp.49-56.
- 種田 行男・高林 彰・渡邊 悟 (1989). 指標追跡運動による姿勢制御の解析 (第3報) 環研年報, 40, pp.34-36.
- 高田 和之・渡辺 興作・掛布 英辰・竹内 伸也 (1982). 直立姿勢における重心動揺と呼吸の自己回帰モデル 姿勢研究, 2, pp.65-72.
- 高田 典衛 (1968). 学習指導要領における調整力について 体育の科学, 18, pp.662-664.
- 田中 沙織 (2009). 幼児の運動能力と身体活動における関連について; 5歳児の1日の生活からみた身体活動量を中心として 保育学研究, 47, pp.112-120.
- 田中 沙織 (2009). 幼児の運動能力と基本的運動動作に関する研究 -自由遊びに見る運動能力別の基本的運動動作比較の試み- 幼年教育研究年報, 31, pp.83-88.
- 上田 憲嗣・綿引 勝美・石橋 邦人・今西 崇・森藤 孝文 (2004). 運動学習支援プログラム : 水泳授業におけるコーディネーション能力アセスメントテストについて 鳴門教育大学実技教育研究, 15, pp.19-26.
- 綿引 勝美 (1990). コーディネーションのトレーニングー東ドイツスポーツの強さの秘密 新体育社
- 渡辺 博之 (1989). わが国における調整力研究の問題性 スポーツ運動学研究, 2, pp.1-12.
- 吉田 伊津美 (2005). 園での遊びの性差と運動能力との関係 福岡教育大学紀要, 54(4), pp.255-261.
- Zimmermann, K. (1983). Weiterentwicklung der Theorie der Koordinativen Fähigkeiten. Wissenschaftliche Zeitschrift der DHfK Leipzig, 24(3), pp.33-44.
- Zimmermann, K. (2004). Koordinative Fähigkeiten und Beweglichkeit. In K. Meinel & G.Schnabel, Bewegungslehre – Sportmotorik. Berlin: Sportverlag.

## 謝 辞

博士論文の完成にあたり、ご支援をくださった皆様に心より感謝申し上げます。

指導教官の武庫川女子大学教授石川道子先生には、博士論文執筆の機会を与えていただくとともに、遅々として進まない研究計画、論文執筆に辛抱強く付き合ってください、あたたかい激励とご指導をいただきました。また、副査の武庫川女子大学教授河合優年先生、鳴門教育大学教授綿引勝美先生には、さまざまなご助言をいただき、最終的な論文に仕上げることができました。河合先生からは、理論的視点からの確なご助言をいただき、浅薄な論文の完成度を高めることができました。そして綿引先生のご指導からは、人の運動や動作について一から学び直すことができただけでなく、先生にご指導していただいた動作学との出会いがなければ、本研究への道を見つけることができませんでした。先生方のご指導のおかげで気付いた新たな課題が、まだたくさん残されております。今後の研究生活において努力を重ね進めて参りたいと思います。ここに深く感謝し、心より御礼申し上げます。

また、本研究の第3章で実施した調査に際し、兵庫県立リハビリテーション中央病院中井昭夫先生には **Developmental Coordination Disorder Questionnaire 2007** 日本語版の使用を許可していただきましたことを、ここに深く感謝し心より御礼申し上げます。

データ収集や分析にあたっては、大阪大学助教小笠原一生先生に多くの貴重なご助言をいただきました。また、データの分析にあたっては、武庫川女子大学助手三好智子さんに多大なご協力をいただき、たいへん御世話になりました。ここに感謝の意を表し、心より御礼申し上げます。そして、測定・調査にご協力いただいた保育園の園長先生をはじめ先生方、園児の皆さん、保護者の方々に感謝の意を表します。皆様のおかげで大変貴重なデータを得ることができました。心より御礼申し上げます。

最後になりましたが、ここまで支えてくれた家族に心から感謝します。いつも私の意思を尊重し、その中でも進むべき道へと導いてくれた両親に心から感謝しています。これまで思い通りに挑戦させてもらった経験のすべてが、今の私の力となっています。また、研究活動中、さまざまな困難に遭遇しても明るく励まし、研究を見守り支えてくれた夫に心から感謝します。本当にありがとう。

本研究を進めるにあたり、ここに記しきれない多くの方々に御世話になりました。重ねて深く謝意を表し、謝辞といたします。

2018年3月 長岡 雅美