平成 29 年度

武庫川女子大学大学院

博 士 学 位 論 文 要 旨

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

目　　次

序論
1.　研究の背景と問題の所在
2.　本研究の目的
3.　本研究の意義
4.　論文の構成

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
1.1.2.　コオーディネーションの概念
1.1.3.　コオーディネーション理論の体系化と形成過程
1.1.4.　コオーディネーション能力の構成要素
1.1.5.　運動発達とコオーディネーションの関係
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
1.2.2.　調整力の定義
1.2.3.　調整力の測定方法と評価

第２章　幼児におけるコオーディネーション能力の理解
2.1.　コオ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
2.1.2.　研究方法
2.1.2.1.　分析対象者
2.1.2.2.　倫理的配慮
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
2.1.2.3.2.　コオーディネーション能力テストの内容と手順
2.1.2.4.　コオーディネーション能力テストが測定する能力要因
2.1.2.5.　統計処理
2.1.3.　結果
2.1.4.　考察
2.1.5.　まとめ
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
2.2.2.　研究方法
2.2.2.1.　分析対象者
2.2.2.2.　倫理的配慮

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
2.2.2.3.2.　課題の内容と手順
2.2.2.4.　解析方法および解析項目
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
2.2.3.2.　トレースタスクとコオーディネーション能力テストの関連
2.2.4.　考察
2.2.5.　まとめ

第３章　協調運動の問題に関するコオ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
3.2.　DCDQ-J とコオーディネーションの能力テストの関連
3.2.1.　目的
3.2.2.　研究方法
3.2.2.1.　分析対象者
3.2.2.2.　倫理的配慮
3.2.2.3.　課題と手続き
3.2.2.3.1.　対象者情報の取得
3.2.2.3.2.　Developmental Coordination Disorder Questionnaire 日本語版（以下，DCDQ-J）
3.2.2.4.　統計処理
3.2.3.　結果
3.2.3.1.　DCDQ-J に関する性別・年齢群間の比較
3.2.3.2.　DCDQ-J によるグループ化
3.2.3.3.　DCDQ-J とコオーディネーション能力テストの関連
3.2.4.　考察
3.2.5.　まとめ

第４章　幼児期におけるコオーディネーション能力の構造化
4.1.　幼児期におけるコオーディネーション能力の構造指標
4.1.1.　目的
4.1.2.　研究方法
4.1.3.　結果
4.1.3.1.　主成分係数の解釈
4.1.3.2.　主成分得点によるコオーディネーション能力の発達特性の類型化
4.1.4.　考察
4.1.5.　まとめ

第５章　総合考察
5.1.　結果のまとめ
5.2.　幼児期におけるコオ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
5.2.2.　研究方法
5.2.2.1.　分析対象者
5.2.2.2.　倫理的配慮
5.2.2.3.　課題と手続き
5.2.2.4.　測定機器およびデータ処理
5.2.2.5.　解析方法および解析項目
5.2.2.6.　統計解析
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
5.2.3.2.　グループ間におけるバランス能力の関係
5.3.　コオ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
5.4.　研究の限界と今後の課題
5.5.　結語

引用文献

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々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．

理論的には，コオーディネーション理論にもとづく運動発達研究の枠組に依拠しつつ，実証的データから運動発達という現象にアプローチし，得られたデータから運動発達研究の枠組みに考察を加えることを目指すものである．コオ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．コオーディネーション能力は，“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，コオ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）．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．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り，コオーディネーションの理論はこれらを可能にする理論の一つである．

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，コオ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オ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　コオ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，コオ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．

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，コオ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，定量化されたコオ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．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，コオ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オ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，コオ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，コオ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，コオ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，コオ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，コオ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，幼児期のコオーディネーション能力の現状を把握し，コオ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．（課題 1）

第 3 章においては，Developmental Coordination Disorder Questionnaire 2007 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オ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，定量化されたコオーディネーション能力を構造的に捉え，各々のコオ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，得られた知見が，幼児期の運動発達の多様性を示すことを述べる．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検討する．（課題 4）その中で，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，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

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．

東独を中心としたコオーディネーション理論は，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たものである．コオ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．コオ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．その内容は，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，リズム化能力である．それらのコオ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，常に複数のコオーディネーション能力が複合的に協働作用する．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，コオ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である．

第 2 章　幼児におけるコオーディネーション能力の理解

2.1.　コオ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

コオ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オーディネーション能力の現状を理解することを目的とする．

2.1.2. 研究方法

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，Mokis-Studie(Adler & Senf, 2009, 2015)で用いられたMotorik-Tests5項目のコオーディネーション能力テスト（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．

2.1.3. 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，コオ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，幼児期おけるコオ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．

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

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，コオ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した．

2.2.2. 研究方法

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．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，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．実験は 30 秒を 1 試行とし，右手左手それぞれ 3 試行の計 6 試行が行われた．

2.2.3. 結果

性別と年齢群との 2 要因分散分析を行った結果，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．トレースタスクの成績を高・中・低の 3 群に分け，コオーディネーション能力との関係でみると，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オ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．トレースタスクは，速度と精度が互いに相反する

という特徴を持っている．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」にみられたコオ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た．

第 3 章　協調運動の問題に関するコオ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

単にスポーツや運動がうまくいかないだけでなく，運動の協調を必要とする行為の獲得や遂行が暦年齢に比べて明らかに劣っており，学習や日常生活の活動に著しい支障をきたす不器用な子どもが存在する（是枝，2005）．これらの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ということが指摘されるようになり，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.）の用語を用いるのが一般的となっている．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．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，特に，体育や音楽，図工など実技を伴う授業において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, 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が必要とされる．

3.2．DCDQ-Jとコオーディネーション能力テストの関連

3.2.1 目的

幼児の保護者に質問紙調査を実施し，保護者の視点から子どもの運動能力を評価し，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オ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とした．

3.2.2 研究方法

幼児の保護者を対象として，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.）を用いた質問紙調査を行った.

3.2.3 結果

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，コオ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.

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，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.

第 4 章 幼児期におけるコオーディネーション能力の構造化

4.1. 幼児期におけるコオーディネーション能力の構造指標

4.1.1 目的

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，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．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.

4.1.2. 研究方法

コオ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

主成分分析の結果，第3主成分までで全体の約7割以上が説明でき，三つの主成分を検討することによってコオーディネーションの総合特性値を表すこととした.

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，全体的なコオ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．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と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.

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

第 1 主成分の軸は，全体的なコオ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，第 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．Fig 1 は，第 1 主成分から第 3 主成分のスコアの散布図である.

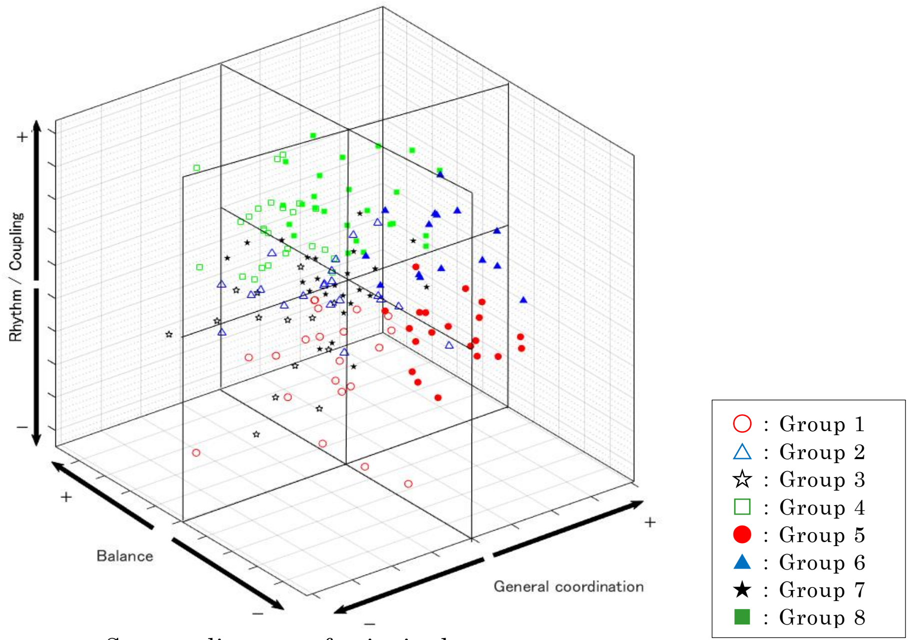

Fig. 1　Scatter diagram of principal components score

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，コオ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．

課題1は，コオ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，コオ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．定量的な方法論で幼児の発育発達段階特有のコオーディネーション能力の現状を理解することを試み，幼児期におけるコオ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，コオ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，コオ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，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オ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オ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．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が，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た．

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，幼児期における協調運動の発達特性を把握した．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，コオ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．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，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，定量化されたコオ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，コオ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り，それらはバランス能力とリズム化および上肢下肢の連結能力であった．課題3で得られた結果は，Meinelら（Meinel & Schnabel,1987 綿引訳 1991,p.420）の仮説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，第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，コオ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．これまでの結果を踏まえ，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次節で検討することとした．

5.2. 幼児期におけるコオ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

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，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．

5.2.2. 研究方法

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）の計測を行った．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，測定者の合図とともに 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．

5.3. コオ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

コオーディネーション能力の運動発達を特徴づけた 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．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. 2,）．構造モデルの示す特徴からすると，グループ 2 だけでなく，グループ 1～4 も総合的なコオ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，両グループとも総合的なコオ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．

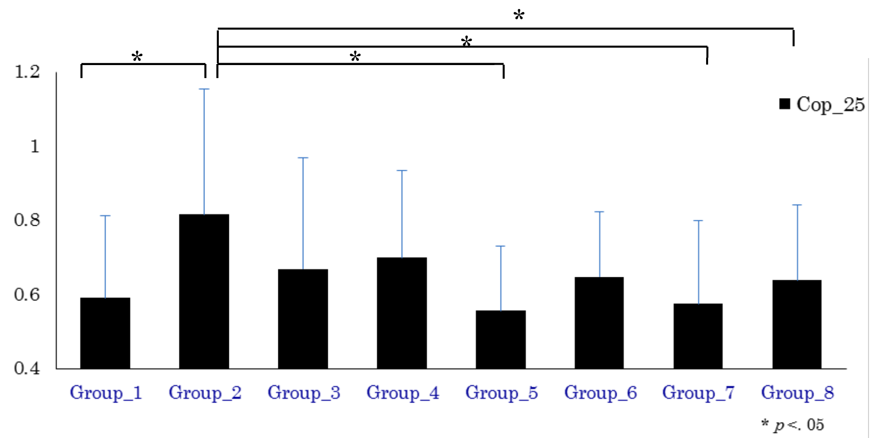

Fig. 2　The standing postural control score of each group

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，総合的なコオ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ような姿勢の剛直さが，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推察される．また，総合的なコオ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，総合的なコオ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とる能力でもある．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．「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オ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．

コオ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，実際の場面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，発達の方向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．しかし，本研究で得られた知見は，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，各コオ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．

研究方法としては，コオ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．コオ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，コオ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，幼児期におけるコオ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等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．

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オ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オ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．コオ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，各コオ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，コオ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，コオ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オ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，その構造を総合的なコオーディネーション能力，バランス能分，リズム化および上肢下肢の連結能力の三つの軸で捉えることができ，これらの軸が作る立体上の点の配置から，第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，構造モデルによって動作遂行の戦略の相違や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．

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，単に測定項目の数値ではない．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，立ち幅跳びという成果に現れる，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，パフォーマンスの前提となる能力をコオ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．本研究の主題である協調運動をコオーディネーション能力の視点から定量化する試みは，運動発達の評価に加えて介入後の検証等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であろう．

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 Statuserhebungen 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.

Blume,D.D. (1978). Zu einigen wesentlichen Grundpositionen fur die Untersuchung der koordinativen Fahigkeiten. Theorie und Praxis der Körperkultur,27,pp.29-36.

Hirtz,P. (1979). Untersuchungen zur koordinativ-motorischen Vervollkommnung von Kindern und Jugendlichen. Habilitationsschrift, Greifswald: Ernst-Moritz-Arndt- Universität Greifswald.

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）

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.

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.

Schnabel, G. (1968). Zur Bewegungskoordination. Wissenschaftliche der Zeitschrift der DHfK, 10(1), pp.13-32.

綿引 勝美 (1990). コオーディネーションのトレーニング－東ドイツスポーツの強さの秘密 新体育社

Zimmermann, K. (1983). Weiterentwicklung der Theorie der Koordinativen Fähigkeiten. Wissenschaftliche Zeitschrift der DHfK Leipzig, 24(3), pp.33-44.

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

Development of the brain and nerves, which greatly influences the quality of movement, is remarkable during early childhood when basic motions essential to life are established. Clarifying the developmental characteristics of coordinated movement by focusing on the fundamentals of motor skills, or the prerequisite coordination abilities, from the perspective of the developmental process of human body organs and motor development after childhood could provide important findings for research into growth and development in early childhood. This study was conducted to quantitatively ascertain the developmental characteristics of coordinated movement in early childhood based on the significance of the aforementioned research and with a focus on coordination abilities, in order to clarify the structure of these developmental characteristics.

A total of 169 children (86 boys and 83 girls) aged 4 to 6 years were subject to analysis through a test of coordination abilities, a tracing task, a questionnaire used in screening for developmental coordination disorder, and measurement of postural sway during quiet standing. This was a quantitative study that quantified factors that multilaterally regulate coordinated movement.

The conclusions drawn in this paper are as follows. The test of coordination abilities demonstrated that sex and age differences exist in the rapid progress and expression phases of the developmental process of each coordination ability. Furthermore, the results of a questionnaire-based survey of parents revealed a pattern to the developmental characteristics of coordinated movement and showed that the structure of ability factors that contribute to coordinated movement is not one-dimensional but multidimensional with an imbalance of developmental characteristics. An examination of this in relation to the test of coordination abilities revealed an interrelationship between each component necessary to accomplish movement tasks.

A principal component analysis of coordination abilities, conducted to determine the structure of the developmental characteristics of coordination abilities that regulate coordinated movement, showed that the structure of developmental characteristics in early childhood can be perceived as having three axes, i.e. general coordination ability, balance ability, and rhythmization and coupling ability. The placement of dots on a three-dimensional rendering of these axes was used to categorize characteristics into eight groups, with the first quadrant accounting for one group.

Finally, data on postural sway were inserted into the obtained structural model to investigate the possibility of explaining differences in motion execution strategies and the diversity of characteristics in childhood motor development. The structural model showing the developmental characteristics of coordination abilities that regulate coordinated movement revealed basic findings for understanding the diversity of methods or strategies for executing coordinated movement. However, analysis of rhythmization and ability to articulate the upper and lower limbs from a different perspective is vital in order to clarify the specific characteristics of each group shown in the structural model. Moreover, several challenges were noted in the feasibility of applying this model in actual scenarios.