

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 6 月 16 日現在

機関番号：34315

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2023

課題番号：18K02468

研究課題名(和文)子どもの動きの質的評価法の確立にむけた経時的調査

研究課題名(英文)A longitudinal study to establish a qualitative evaluation method for children's movement

研究代表者

上田 憲嗣(UETA, Kenji)

立命館大学・スポーツ健康科学部・准教授

研究者番号：10325300

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、子どもの動きの質的評価法の確立にむけた経時的調査として、近年問題視されている子どもの体力・運動能力のなかでも、特に動きの質的な能力に着目し、その能力をどのように評価するのかを明らかにするとともに、質的な運動能力の評価法に関する新しい知見を導き出すことを目的とした。本研究の成果としては、地域タレント発掘・育成事業に参加するジュニアアスリートを対象として、質的な運動能力として、動作コーディネーションに着目し、その他の体力指標との関係性より、評価する方法を検討した。その結果、体力の量的に評価できる体力指標と、質的な運動能力の評価との関係性から評価する方法の基礎的データを得ることができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の成果の意義は、まず、子どもの体力低下の現状を改善するための運動の質的能力の評価法の確立に寄与する可能性が挙げられる。発育発達期にある児童期の運動機能の成長において、筋力を中心としたエネルギー系体力よりも、児童期後期に適時期を迎えるとされる神経系の体力の育成が重要となる。こうした神経系の体力は運動の質的能力として認識されているが、その評価法は未だゴールドスタンダードはない状況にある。そこで、本研究成果は、児童期の発育発達状況の評価する方法論の確立に寄与することができる。また、本成果は、将来の高いパフォーマンスをもったジュニアアスリートの発達リザーブを評価することができる可能性もある。

研究成果の概要(英文)：As a longitudinal study towards the establishment of a qualitative assessment method for children's movement, this study focused on children's qualitative movement ability, which has been regarded as a problem in recent years, in order to clarify how this ability is assessed and to derive new findings on the assessment method for qualitative movement ability. The aim of the study was to The results of this study focused on movement co-ordination as a qualitative athletic ability and examined how to evaluate it in relation to other physical fitness indices, targeting junior athletes participating in the Regional Talent Search and Development Project. As a result, basic data on the method of evaluating physical fitness based on the relationship between physical fitness indices that can be evaluated quantitatively and the evaluation of qualitative athletic ability was obtained.

研究分野：発育発達学、スポーツ教育学

キーワード：動作コーディネーション能力 体力・運動能力

1. 研究開始当初の背景

近年、危機的状況にあるとされる子どもの身体活動のなかでも特に、子どもの動きに関して、全国的・経時的な質的調査等の基礎研究の推進に取り組むべきであることが示される(日本学術会議, 2017)など、動きの質に関する研究データの蓄積が待たれている。動作の質についての検討については、これまで特にドイツ語圏におけるトレーニング科学において展開されてきた。1950年代からは、旧東ドイツのドイツ身体文化大学(Deutsche Hochschule für Körperkultur: DHfK)において、コーディネーション理論研究が行われた。Hirtz(1964)は、スポーツにおける全身の器用さ(Gewandtheit)に関する定義づけを行った。器用さは、反応性(Reaktionvermögen)、適応性(Anpassungsvermögen)、制御性(Steuerungsvermögen)、定位性(Orientierungsvermögen)、バランス性(Gleichgewichtvermögen)、連結性(Kombinationsvermögen)、敏捷性(Wendigkeit)、そして局所的な器用性(Geschicklichkeit)といった特性から説明できると定義づけた。しかし Meinel は、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においては、器用さという単一概念のみでは説明することが難しくなったため、上記の Hirtz による概念を発展させ、複数のコーディネーション能力の下位概念の設定とその関係性を明示し、概念の体系化を進めた。Meinel と 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、運動操作能力、運動適応変換能力、そして運動学習能力を定義した。これらの研究は、現在においてもトレーニング科学の重要な柱の一つとなっている。また、北米では、Turvey が、1990年に Coordination を発表するとともに、Latash & Turvey により、Bernstein の “On dexterity and its development” が 1996年に翻訳されたことより、コーディネーション概念が紹介された。これにより、英語圏でも運動制御研究の生態心理学的手法として、コーディネーション研究が始められた。Latash(2012)は、それまでの研究成果をもとに Fundamentals of Motor control において、Bernstein のコーディネーション概念を含めた運動制御理論を発表した。その後、動作コーディネーションは、性別、体格、身体活動(physical activity)との関係を検証する研究が多く展開された(Fransen et al., 2012; Lopes et al., 2011; Laukkanen et al., 2014; Chaves et al., 2015; Luz et al., 2016)。Fransen et al.(2012)は、6歳から12歳の男子児童の体力と動作コーディネーションの関係を実施スポーツ歴の違いから検証し、多様なスポーツ種目を実施している児童は、体力と動作コーディネーションが高いことを明らかにした。また、Lopes et al.(2011)は、6歳から14歳の児童期～思春期の子ども7,175名を対象として、動作コーディネーションとBMIとの関連を検証した。その結果、思春期には、両性ともに逆の相関があることを明らかにするとともに、児童期はよりその逆の相関が強い傾向にあることを示した。さらに Laukkanen et al. (2014) は、5歳から8歳の児童を対象として、日常生活の身体活動量並びに全身動作スキルの関連を検証し、身体活動量が多い女子については特に顕著に神経筋と相互作用を及ぼしていることを報告している。また、Chaves et al.(2015)は、ポルトガルの18の小学校に通う390名の児童を対象にして、学校別の環境条件(規模、施設等)が、体力、体脂肪、身体活動量、そして動作コーディネーションにどのような影響を与えているかを検証した。その結果、動作コーディネーションのみが学校の環境条件から有意な影響を受けていることを明らかにした。また、Luz et al. (2016) は、ブラジルの8歳から9歳の児童128名を対象にして、身長、体重などから割り出された予測身長、及び運動パフォーマンスとしての動作コーディネーションを性別に検討し、男子が女子にくらべて有意に高値を示していることを明らかにした。

このように、近年では、体力要素、性別、及び身体活動量等との関係を検証し、社会実装化へ向けた基礎研究が多く発表されている。しかし、これらの研究成果は、現在の運動能力の評価法としてのゴールドスタンダードとして認識されていない。

2. 研究の目的

本研究では、子どもの動きのうち、その質的側面の指標として、神経系の運動能力を示すとされる動作コーディネーション能力を対象とした。その上で、まず評価が難しいとされる動作コーディネーション能力の特性を明らかにすることを目的とした(1)。その上で、動作コーディネーション能力を測定するテストを実施し、その経時的調査と、質的運動能力の評価法の検討を行うことを目的とした(2)。これらの2つの研究により、動きの質的側面とされる動作コーディネーションの特性に明らかにするとともに、子どもの動きの質的評価法の確立にむけた経時的調査として、近年問題視されている子どもの体力・運動能力のなかでも、特に動きの質的な能力に着目し、その能力をどのように評価するのかに関する新しい知見を導き出すことができる。

3. 研究の方法

(1)動作コーディネーション能力の特性の検討

本研究では、無作為化カウンターバランス・クロスオーバーデザインを用いた。参加者全員は、少なくとも4週間の間隔において実施された2つの実験セッションを受けた。1つのセッション

では、参加者は動作コーディネーション能力の運動で動的なバランスと姿勢制御を必要とするスラックライン・トレーニング(SL)を行った。もう1つのセッションでは、対照的な運動課題として有酸素運動(AE)を行った。各セッションは30分で終了した。各セッションでの運動強度を比較するために、HRモニター(WHS-3, UNION TOOL CO, Tokyo, Japan)を用いて、各セッション中の参加者の心拍数(HR)を測定した。

女性7名と男性7名はSLセッションを先に行い、残りの参加者はAEセッションを先に行った。各被験者の2つのセッションは、概日変化の影響を最小限にするために、同じ時間帯に実施した(平均時間差 = 21 ± 30 分, 範囲: 0 ~ 150 分)(Thomas et al., 2018)。8人の参加者は午前中にセッションを行い、残りの参加者は午後セッションを行った。

各トレーニングセッションの前後に、調和プロトコル(HARP)を用いて、安静時機能画像, T1 強調画像, T2 強調画像, 拡散強調画像(DWI)などのマルチモーダルMRIを取得した(Koike et al., 2021)。バランスパフォーマンスの評価は、セッションの直前と直後、およびセッション後のMRIの後に、以下のように行った(図1)。28名の右利き手、右利き足のボランティアが、少なくとも4週間の間隔をおいて2つの実験セッションを受けた。SLとAEのセッションの前後に、安静時機能MRI, T1 強調画像, 拡散強調画像を含む2つのマルチモーダルMRI スキャンを取得した(SLまたはAEの前と後)。バランスパフォーマンスの評価は、セッションの直前と直後(Post-1)、およびセッション後のMRIの後(Post-2)に行った。

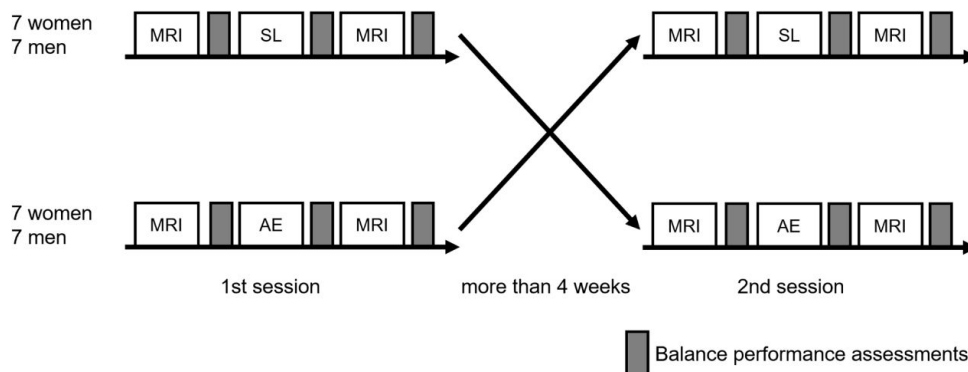


図1 研究デザイン

(2)動作コーディネーション能力の評価法の検討

本研究では、スポーツタレント発掘・育成事業に参加する小学4年生(9歳~10歳)及び小学6年生(11歳~12歳)ジュニアアスリート53名(内女子29名;男子平均身=147.33 ± 9.59 cm, 男子平均体重=37.02 ± 7.30 kg;女子平均身長=144.63 ± 8.91 cm, 女子平均体重=35.11 ± 7.42kg)を対象とした。参加者全員が、M県タレント発掘育成プロジェクト事業に応募し、所属学校において実施された文部科学省新体力テスト書類選考によって1次審査を通過し(すべての参加者の総合評価はA判定)、2次審査を受検するものであった。2次審査では、30m走、反復横跳び、立幅跳び、上体起こし、長座体前屈、スラローム走テスト(SRT)、及び椅子番号走テスト(CRT)の各診断テストを用いて評価した。結果の分析には、測定結果から体力・運動能力要素相関モデルを作成し、そのモデル適合性について構造方程式モデリング(SEM)により検討した。

4. 研究成果

(1) 事後相関分析の結果、SLトレーニングによる左外側PFCとSM1の内側領域の間のrs-FCの変化は、オンラインでの改善(Post-1 - Pre)($r = -0.32$, $p = 0.10$)よりも、バランストレーニングのオフラインプロセス(Post-2 - Post-1)($r = 0.40$, $p = 0.036$)と関連していた(図2)が、オンライン学習の量はバランストレーニング後のパフォーマンス変化(Post-2 - Post-1)($r = -0.66$, $p = 0.0001$)と強く相関していた。また、SLによる左外側PFCとSM1の内側領域の間のrs-FCの変化は、SL中の平均HR($r = 0.25$, $p = 0.20$)や最大HR($r = 0.25$, $p = 0.20$)とは関連しなかった。

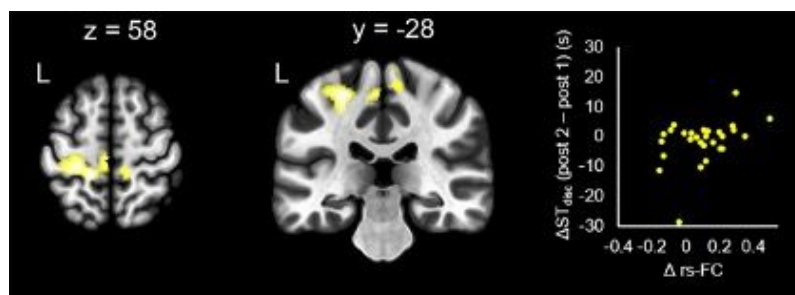
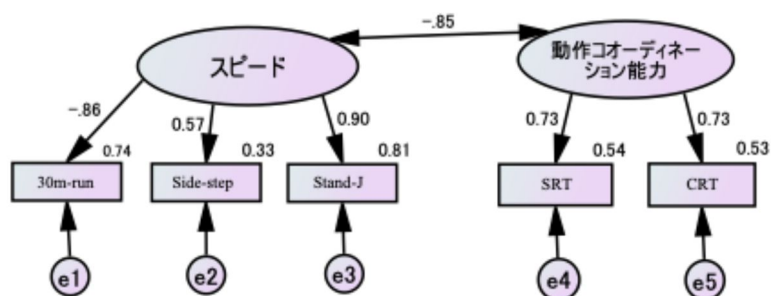


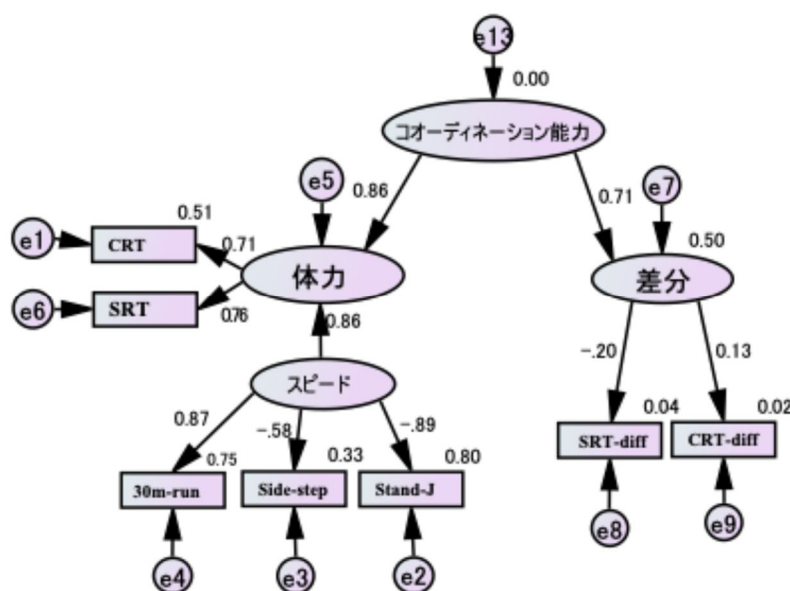
図2 resting-state fMRIのシードベース解析

動作コーディネーション能力の1つとされるバランス能力を対象とし、全身を使った動的バランストレーニングの実施によって、特定の rs-FC が変化することを明らかにした。また、左外側 PFC と SM1 の足部との間の rs-FC の変化は、オンラインプロセスによる改善よりも、バランス学習のオフラインプロセスと相関する傾向があった。これらの結果より、動作コーディネーショントレーニングを通じて、有酸素運動トレーニングと比較して脳内の外側 PFC と足部の SM1 間の結合性が強くなったことが示された。これより、動作コーディネーション能力とは、特定の脳部位の結合性のなかに在ると想定されることがわかった。

(2)測定項目のうち、スピード体力を潜在変数とし、これを構成する観測変数として 30m 走、反復横跳び、及び立ち幅跳びとした。また、コーディネーション能力を潜在変数とした。これを構成する観測変数として SRT 及び CRT とした。これらのコンディションとしてのスピード体力とコーディネーション能力との関係性について多重指標モデルを用いて検討した結果、GFI が 0.961、AGFI が 0.855、RMSEA は 0.078 と高い適合度を示した(図3)。また、同様に、30m 走、反復跳び、立幅跳びを観測変数として、スピード体力因子を潜在変数とした上で、動作コーディネーション能力の潜在因子がパフォーマンス前提条件を構成している構造モデルを想定し、動作コーディネーション能力の観測変数として、CRT 及び SRT の測定の1回目と2回目の差分を採用した多重指標モデルを作成し、検討した結果、GFI が 0.923、AGFI が 0.833、RMSEA は 0.063 と両能力との相関モデルと同様の高い適合度が確認された(図4)。これらの結果から、動作コーディネーションという、動作の調節が必要とされる課題において、1回目と2回目の試行間には、明らかに動作の精密な調節がなされていると考えることができる。これらより、通常の体力テストの結果のみならず、差分による対象者による認知、判断、思考のプロセスを加味することで、動作コーディネーション能力の実態をより重層的に評価することが可能になると考えられ、動作の質の評価法について有意な基礎的データを得ることができた。



$\chi^2=5.266, p=.261(df=4)$ GFI=.961 AGFI=.855 RMSEA=.078 AIC=27.266
 図3 コンディション能力とコーディネーション能力との関係モデル



$\chi^2=15.692, p=.266(df=13)$ GFI=.923 AGFI=.833 RMSEA=.063 AIC=45.692
 図4 差分データを調整変数として投入したモデル

上記の研究成果より、運動の質的な側面を担うと考えられる動作コーディネーション能力と

は、運動器間のコーディネーションの中に有り、脳機能としても脳部位の結合性のなかに存在していることがわかった。つまり、運動の質的な評価とは、ある特定の運動実施による評価のみでは、その結合性を評価することができないため、複数の特徴的な運動の関係性より明らかにする必要があることがわかった。その上で、複数の測定テストの関わりを秋からにしたモデルを検討した結果、動作コーディネーション能力テスト、コンディション能力テスト、これに加えて、運動学習としてのテスト結果を踏まえた評価モデルにより質的な運動能力を評価できる可能性が示された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 6件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 澤井 元伸, 上田 憲嗣, 高橋 智恵莉	4. 巻 23
2. 論文標題 サッカーゴールキーパーを対象とした状況判断能力テストの妥当性及び信頼性の検証	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 体育測定評価	6. 最初と最後の頁 1-9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14859/jjtehppe.HPM202307	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Ueta Kenji, Mizuguchi Nobuaki, Sugiyama Takashi, Isaka Tadao, Otomo Satoshi	4. 巻 54
2. 論文標題 The Motor Engram of Functional Connectivity Generated by Acute Whole-Body Dynamic Balance Training	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Medicine & Science in Sports & Exercise	6. 最初と最後の頁 598 ~ 608
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1249/MSS.0000000000002829	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 安部 孝文, 岡田 真平, 上田 憲嗣, 北湯口 純, 田中 千晶	4. 巻 20
2. 論文標題 全国体力・運動能力, 運動習慣等調査データを用いた地域における小・中学生の身体活動・運動の評価標準表の開発	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 体育測定評価研究	6. 最初と最後の頁 46 ~ 58
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14859/jjtehppe.20.46	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 上田 憲嗣, 安部 孝文, 鳥取 伸彬, 大友 智	4. 巻 2020
2. 論文標題 最近10年間の国際英・独文学術誌にみられる児童生徒における動作コーディネーションの介入研究の動向: システマティックレビュー	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 発育発達研究	6. 最初と最後の頁 11 ~ 21
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5332/hatsuhatsu.2020.88_11	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 上田憲嗣、宮尾夏姫、大友智	4. 巻 第39巻
2. 論文標題 短時間運動が児童の握力及びボール投げならびに運動有能感に与える影響	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 スポーツ教育学研究	6. 最初と最後の頁 1-11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7219/jjses.39.2_1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 上田憲嗣、安部孝文、梅垣明美、深田直宏、吉井健人、宮尾夏姫、大友智	4. 巻 31
2. 論文標題 児童期における動作コーディネーションと体力の関係	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 トレーニング科学	6. 最初と最後の頁 45-52
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計6件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件)

1. 発表者名 Takafumi Abe, Jun Kitayuguchi, Kenta Okuyama, Shinpei Okada, Toru Nabika, Chiaki Tanaka.
2. 発表標題 Environmental factors and physical activity among youth in rural Japan: a 1-year prospective study
3. 学会等名 16th World Congress on Public Health 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田中千晶、安部孝文、武長理栄、鈴木貴大、野井真吾、田中茂穂、宮地元彦、畑本陽一、井上茂、John J Reilly.
2. 発表標題 日本の中学生における身体活動量ガイドラインの充足とその関連要因
3. 学会等名 日本発育発達学会第19回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 安部孝文、鎌田真光 .
2. 発表標題 子どものスポーツ活動量と運動器の疼痛の関係
3. 学会等名 第93回日本整形外科学会学術総会 - オンライン学術総会 -
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kenji Ueta, Satoshi Otomo
2. 発表標題 Reliability and validity of motor coordination test in junior sub-elite athletes
3. 学会等名 The 2019 International Conference for the 8th East Asian Alliance of Sport Pedagogy (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 上田憲嗣、綿引勝美
2. 発表標題 適性種目選択型のスポーツタレント発掘・育成事業における選考会参加児童の体力特性 特に動作コーディネーションに着目して
3. 学会等名 日本体育学会第70回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 渡邊雅也、鳥取伸彬、築田尚晃、藤田聡、大友智、上田憲嗣
2. 発表標題 短時間の動作コーディネーション運動が脳の実行機能に与える影響 小学校体育授業における実践
3. 学会等名 日本発育発達学会第18回大会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	大友 智 (Otomo Satoshi) (90243740)	立命館大学・スポーツ健康科学部・教授 (34315)	
研究 分担者	安部 孝文 (Abe Takafumi) (30794953)	島根大学・学術研究院医学・看護学系・助教 (15201)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------