

子どもの運動調整能力の可視化に関する研究

—エアロビクス実践とICTを活用した幼児教育研究からの考察—

Visualization of Motor Coordination Skills in Children:
Early Childhood Education Research Using Aerobics Practice and ICT

武内 麻美¹、山田 徹志²

Asami Takeuchi, Tetsuji Yamada

要旨：本研究では、子どもの運動調整能力の可視化方法について検討した。ここでは、エアロビクス実践とICTを活用した幼児教育研究より、子どもの調整力に繋がる活動量の内容と取得要件の類似点を比較した。方法は、事例分析とテキストマイニング分析を混合的に適用した。結果、子どもの運動調整能力の可視化には、表情、姿勢、運動量（加速度/運動強度）の3つの活動量要素があることが確認された。これを受け、活動量取得の為のICT機能要件の検討にも至った。

Keywords：幼児教育、運動調整力、エアロビクス、ICT、健康

1. はじめに

1-1. 子どもの身体発達とエアロビクス運動の関係

現在、文部科学省では、学習指導要領の改定にともない小学校及び中学校の学習指導要領解説体育編¹⁾において、エアロビクス運動が取り扱われている。そして、小学校学習指導要領解説では、体づくり運動の「体の動きを高める運動」の中の「動きを持続する能力を高める運動」の例示としてエアロビクスなどの全身運動の継続の必要性が記されている。同様に、中学校学習指導要領解説保健体育編²⁾でも1、2学年時での「ステップ」や「ジャンプ」など複数の異なる運動の組み合わせ及び一定時間の反復運動を有するエアロビクス（有酸素運動）を持続して行うことの有用性が示されている。この背景は、生活環境/様式の変化より全身運動の機会が減少したことによる³⁾。つまり、意図的に運動機会を教育場面へ導入することが要請される。これは、幼児教育期においても例外でなく健康に生活・遊びを行うことへ直結する。であるならば、全身運動であるエアロビクスは、子ども^{註1)}の運動能力向上に繋がることが期待されよう。

そして、運動調整能力の向上について、エアロビクスは、心肺機能向上を目的として作られた運動プログラムである。また、リズムに合わせ、身体の跳躍、ステップなどを組み合わせ、強度の高い全身運動を持続して行う運動プログラムである。

これらより、子どもに必要とされている運動調整能力の向上には、エアロビクス実践の導入の有用性が示唆される。

特に、幼児期は、神経機能の発達が著しく、5歳頃までに大人の約8割程度まで発達するとされる⁴⁾。そのため、タイミングよく動いたり、力の加減をコントロールしたりするなどの運動調整能力が顕著に向上する時期である。また、全身運動は子どもの健康維持だけでなく、意欲、気力といった精神面にも寄与することも示唆されている⁵⁾。

¹ 玉川大学 教育学部教育学科 ² 玉川大学 学術研究所

一方で、エアロビクス介入と子どもの運動調整能力形成との間の因果関係導出には至っていない。その理由は、運動調整能力の形成への寄与が予想されるエアロビクスの教育効果の評定には、事後アンケートや事例記述等の定性的評価を用いる場合が主である。そのため、物理的な活動量による客観的評価が難しい。この課題に対し、活動中のビデオ映像を人手より確認し、活動量を記述する手法は以前より行われているが膨大な労力と時間を要する。一方で、近年のICT技術の発展は著しく、子どもの運動調整能力に関する活動量を可視化できる可能性がある。

これにより、エアロビクス実践から子どもの調整力の育成に必要な定量的指標を検討する。その後、ICTを活用した子どもの運動調整能力の取得機能と指標をテキストデータから分析し、この両方を比較することで運動調整能力の育成に関する活動量指標とICTの活用要件を提案する。

1-2. 運動調整能力の醸成の可視化問題

全身運動の教育効果の可視化には、調整力に関する評定指標の有用性が示唆されている⁶⁾。調整力の定義は広義であるが、高石ら(2006)による調整力の意味は、身体運動の制御(control)または調整(regulation)に関する能力と解釈し、様々な運動経験によって獲得された運動パターンは次第にすばやさ、なめらかさ、正確さなどを増していくと述べている⁷⁾。そして、調整力を多く必要とする種類の運動として、その発達経過が測定されてきた運動動作の速さという観点から単純反応時間、素早く動く物体に対する視力指標である動体視力、身体全体の操作の発達を調べたものとして閉眼片足立ち、直立姿勢制御能、降下時の緩衝能などがある。これらは、幼少期の子どもの全身運動機能把握にも寄与することが示されている⁸⁾。これらより、本研究では調整力をすばやく動く敏捷性、平衡感覚機能のための姿勢反応を運動調整力(以下、調整力)と定義する。

そして、これまで様々な方法で子どもの調整力に関する研究がなされている⁹⁾¹⁰⁾¹¹⁾。また、幼児期における、運動調整能力の育ちや様々な動きの獲得、心身の発達などに関しては、運動習慣調査等で行われるが、それらは、教育者や保護者の手作業より主観的に記述・記録されることが多い。その為、個々の子どもの運動調整力の発達状況の把握には、より客観的な指標が必要である。さらに、エアロビクスなど集団での大きな全身動作を伴う場面での幼児教育領域への展開や研究¹²⁾は極めて少ない。

1-3. 子どもの健康教育におけるICT利活用モデル

子どもの運動調整力の育成状況の可視化問題に対して、ICTの利活用への期待がある。昨今のICT技術の発展は目覚ましく多様な行動センシング技術は日々、飛躍的な精度向上を見せている。そして、広義の教育段階における指針の中でもICT利活用の推進が提言されている¹³⁾。そして、ICTの子どもの運動教育、遊びへの援用事例はすでに提案されている¹⁴⁾¹⁵⁾¹⁶⁾。また、子どもを対象とした発達研究の中には画像認識処理技術を援用し身体活動量を可視化したものもある¹⁷⁾。

これらは、接触および非接触型センサ機器より、遊びを含む運動中の子どもの活動量データの取得を実現している。また、通信技術からのセンサ制御・データ保存/伝達を行うことで、子どもの活動量取得を一連の運用サイクルとして教育現場へフィードバック(リアルタイム処理/伝達を含む)までが想定されている。一方、これら技術・機器の機能要件を如何にして子どもの運動調整能力の可視化へ適応するかの議論はなされていない。

以上より、本研究では、子どもへのエアロビクス教育の実践事例記録から運動調整能力の醸成に関与する子どもの物理的な活動量を探索的に導出する。その後、実践事例より支持された身体活動量を取得可能な技術(ICT)を用いた幼児教育の先行研究を探索・選定する。そして、先行研究に対するテキストマイニング分析(共起ネットワーク分析等)を通して、子ども運動調整能力の可視化に有用な活動量およびICTの機能要件を検討する。

2. 分析の対象と方法

2-1. 分析1：運動調整能力の可視化要因探索の検討

本研究では、まず子どもへのエアロビクス実践より、幼児期における運動調整能力の可視化要因を定性的に検討し導出する。分析対象と方法は以下の通り。

神奈川県茅ヶ崎市のレッスンスタジオで実施した子どもへのエアロビクス教室の指導内容（表1）を分析対象とする。この時、指導案にもとづく各活動の展開部分の「教育的ねらい」より、子どもの運動調整能力の育ちを経験的に捉えたエピソードを抽出する。その後、集出されたエピソード中で子どもの運動調整能力醸成に関与が予想される物理的な活動量を定性的に導出する。なお、分析1では、年齢2歳から6歳の子ども15名、2011年4月6日のレッスン時間は1回45分間を分析対象とした。

表1 幼児クラスのレッスン内容

ねらい	1. 多様な動きを経験する中で、体の動きを調整できるようにすること。 2. 友達との関わりを深め、一緒に活動する楽しさを味わうこと。 3. 諦めずにやり遂げることの達成感や充実感を味わうことができるようにすること。
活動 (時間)	内容と配慮事項
i 挨拶 (3分)	1. 挨拶、出席確認をする 2. 服装など準備ができているか確認する ・一人ひとりが明るく大きな声で返事ができるようにする。 ・靴がきちんと履けているか、体調はどうかなど、自分で確かめられるような言葉がけをする。
ii ウォームアップ (5分)	1. 音楽をかけて自由に走る →音楽が止まったら様々な動作をする ・動きを止める ・しゃがむ ・寝転ぶ ・片足バランス ・V字バランス ・先生のポーズを真似る など 2. ダッシュで競走 ・床にある目印をタッチして戻る (1往復) ・床にある目印でしゃがんで戻る (1往復) ・床にある目印で寝転んで戻る (1往復) ・友達とぶつからないよう、周りをよく見て安全に運動できるよう呼びかける。 ・指導者も一緒に交じりながら体を動かすことで興味・関心を沸かせるようにする。
iii ストレッチ (7分)	1. マットを準備する 2. 柔軟 (各動作10秒) ・長座で前屈 ・両脚開脚で側屈・前屈 ・前後開脚 ・開脚で足回し ・えび反り ・ブリッジ ・マットの大きさを考慮し、友達と協力しながら準備をするようにする。 ・ぶつからないように距離を取り、自分の位置を把握させる。
iv サーキット遊び (12分)	1. 用具の準備をする 2. 1列に並んで座らせる 3. 指導者が模範を見せながら内容を理解させる 4. 一人ずつ順番に実践 ・動物の真似でダッシュ ・コーンをジグザグにダッシュ ・マットで横転 ・細長い一本の木の板の上を歩く ・ラダーを用いた運動 (かけ足、両脚ジャンプ) ・ミニハードルをジャンプで跳び越える ・輪に足を入れてケンケンパ ※上記全てを3周行う 5. 片付けをする ・必要な用具を子どもと共に用意し、安全に遊べる環境をつくる。 ・座り話が聞ける姿勢を意識させる。 ・達成感を得られるよう、肯定的な言葉をかける。 ・用具を整理し、次に使う人のことを考えられるようにする。

v エアロビクス (15分)	1. 踊る位置を決めて並ばせる 2. 鏡の前で先生の模倣をしながら踊る (約1分半程度程度の振り付けを、 音楽に合わせて繰り返す) ・ステップタッチ ・ケンケン ・ジャンピングジャック ・ジョギング ・大ジャンプ ・ターン ・Y字バランス	・全員、指導者が見やすい位置に立たせる。 ・友達と動きを合わせて一緒に踊る楽し さが味わえるように取り組む姿を褒め る言葉をかける。
vi 挨拶 (3分)	1. 終わりの挨拶 2. 今日の自分の出来栄を振り返る	・レッスンの中で楽しかったことを発表 し合い、喜びを感じられるようにする。 ・怪我がないかなど、自分の体調を確認 させる。

2-2. 分析2：可視化要因に基づく先行研究の選定とテキスト解析

前節より、導出された運動調整能力への仮説的な影響要因に関係する国内の先行研究を分析対象とした。先行研究の検索には、ジャーナル検索エンジン CiNii Articles¹⁸⁾, J-STAGE¹⁹⁾, Google Scholar²⁰⁾を用いた。これらの情報プラットフォームを援用した理由は、国内研究領域での知名度が高く文献登録数が多いことによる。これより、国内における子どもの活動量計測を実施した先行研究について、キーワード検索より345件を導出した。その後、2-1の実践研究結果に基づき2名の研究者で討議しICT活用が含まれる文献22件を選定し(表2)分析対象とした。そして、選定した22件の先行研究の文中において運動調整能力の可視化要件が予想される抽出活動量の種別および使用ICTに関する部分テキストデータ(6977単語)を合成変数とした後、UserLocalテキストマイニング²¹⁾より共起ネットワーク分析を実施した。

表2 分析対象とした幼児教育におけるICT活用研究

著者	論文名	雑誌名、年号、巻、ページ
1 井川貴裕、岡崎祐介	幼児に対するコーティネーション運動が疾走、敏捷性及び跳能力に及ぼす影響	トレーニング指導、2020、3巻1号 pp. 18-24 ²²⁾
2 小野はるか、田中千晶、田中茂穂、小関俊祐	幼児自身の運動に対する認知的評価に関する要因	運動疫学研究、2017、第19巻1号 pp. 1-11 ²³⁾
3 田中千晶	子供・青少年期の運動・スポーツ参加が及ぼす大学生の身体活動量および座位時間	運動疫学研究、2020、第22巻2号 pp. 113-22 ²⁴⁾
4 市川淳、藤井慶輔	協調に関する議論に向けたアプローチの提案－集団運動から見る他社の行動予測と適応－	認知科学、2020、27巻3号 pp. 377-385 ²⁵⁾
5 玉木彩水、上田憲嗣	異なる遊び環境における幼児の身体活動量の変化－「森ようちえん」における森、田畑、民家の比較研究－	京都滋賀体育学研究、2020、第36巻 pp. 13-19 ²⁶⁾
6 山田徹志、宮田真宏、中村友昭、前野隆司、大森隆司	機械学習を用いた「子供の育ち」の可視化－位置・向き情報を用いた関心推定の試み－	日本教育工学会論文誌、2020、第44巻4号 pp. 65-376 ²⁷⁾
7 田中沙織	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、2009、第47巻2号 pp. 8-16 ²⁸⁾
8 田中千晶、田中茂穂、河原純子、緑川泰史	一軸加速度計を用いた幼児の身体活動量の評価精度	体育科学、2007、第56巻 pp. 489-500 ²⁹⁾
9 安藤貴史、薄井澄誉子、引原有輝、佐々木玲子、稲山貴代、田中茂穂	幼児の就学前施設内における外遊び、室内遊びおよび運動指導時の身体活動量	体力科学、2019、第68巻3号 pp. 207-213 ³⁰⁾

10	田中千晶、岡田真平、高倉実、橋本、圭司、目澤秀俊、安藤大輔、田中茂穂、Anthony D. Okely	幼児のWHO “24-hour movement guidelines” の充足と運動機能・認知機能との関係SUNRISE pilot study	体力科学、2020、第69巻4号 pp. 327-333 ³¹⁾
11	田中千晶、佐々木玲子	幼児の就学前施設内における外遊びおよび運動指導時の身体活動量	日本体育学会大会予稿集、2019、第70巻 ³²⁾
12	秋武寛、安倍恵子、三村寛一	幼児の運動能力に対する歩数および運動強度との関係	発育発達研究、2016、第70号 pp. 17-26 ³³⁾
13	大坪健太、春日晃章、南輝良々、水田晃平、濱口あずさ、古田真太郎、上田真也、林陵平	幼児期における子どもの身体活動量と体力特性の関係－通常保育時間に着目して－	岐阜大学教育学部研究報告、2020、第44号 pp. 51-55 ³⁴⁾
14	田中壽子	保育所における園庭環境が幼児の身体発達に与える影響	名古屋市立大学大学院人間文化研究科、2019、第31号 pp. 77-84 ³⁵⁾
15	木村直己、佐藤証	モーションセンサを用いたボール投げ評価システム	マルチメディア、分散協調とモバイルシンポジウム論文集、2018、pp. 567-572 ³⁶⁾
16	市川淳、藤井慶輔、長井隆行、大森隆司、岡夏樹	リトミックにおける集団の振る舞いからみる社会性の発達	日本認知科学会、2018、第35回大会 pp. 22-28 ³⁷⁾
17	山田徹志、肥田竜馬、宮田真宏、大森隆司	AIによる保育所支援システム開発にむけた予備的調査－子どもの関心推定を目指して－	人工知能学会全国大会論文集、2018、第32回全国大会 ³⁸⁾
18	青柳燎、宮田真宏、山田徹志、中村友昭、大森隆司	保育活動中の姿勢分布に基づく集団活動への参加率の推定	人工知能学会全国大会論文集、2020、第34回全国大会 ³⁹⁾
19	望月崇博、斧田侑己、川田裕樹	室内遊びにおける幼児の身体活動量確保の提案－身体活動量の計測をもとに－	提供科学大学教育・教職研究、2017、第3巻第1号 pp. 1-8 ⁴⁰⁾
20	市川淳、藤井慶輔、岡夏樹、長井隆行、大森隆司	リトミック集団活動で観察される子どもの主体性と社会性	HAI シンポジウム、2017 ⁴¹⁾
21	張斌、中村友昭、阿部香澄、アツタミミムハンマド、潮木玲奈、長井隆行、大森隆司、岡夏樹、金子正秀	保育支援システムのためのKinectを用いた子どもの行動追跡	計測自動車制御学会システム・情報部門、2015、学術講演会 ⁴²⁾
22	秋武寛、山口晴津子、黒澤毅、石井智	「びわスポキッズプログラム」巡回指導中における幼児の運動強度、歩数および心拍数	びわこ成蹊スポーツ大学研究紀要、2020、pp. 7-15 ⁴³⁾

3. 結果と考察

3-1. 子どもへのエアロビクス実践にみる運動調整能力の可視化要因

表1のレッスン内容に基づくエアロビクス実践記録を定性的に分析した。ここでは、各指導内容における教育的ねらいを参考とし、「i 挨拶」から「v エアロビクス」それぞれの活動展開内容での子どもたちの活動エピソードを抽出し、子どもの運動調整能力の形成に関わる物理的な活動量について3つの側面を導出し考察する。

一つ目は、「顔情報」についてである。まず、「i 挨拶」のねらいは、一人ひとりが明るく大きな声で返事ができるようにすることや、靴の履き方が適切であるか、個々の体調はどのような状態かなど、活動実施前の個々のコンディション確認を主眼としている。ここでは、大きな声で返事をする子どもの様子、あるいは、固い表情で緊張している子どもの様子が見られた。次に、「ii ウォームアップ」中の「1. 音楽をかけて自由

に走る」のねらいは、安全に配慮しながら、指導者も共に、体を動かすことで子どもの興味・関心を沸かせることである。また、様々な姿勢の変化を行うことで、瞬時に体を反応させて動かす力を身に付けさせることである。この実践の際、子どもたちは、音楽が鳴った途端、一人も歩くことなく全員が「わーっ」という声を出しながらレッスン場内を駆け回り始める。この様子から、早く体を動かしたかったという感情が溢れ出ていることがうかがえる。また、指導者や子どもの動きの同調や模倣は、自然と音楽に合わせてながら走ったり、ポーズをとったりする中で、次の動作への期待より活発になる様子が確認でき、意欲的に取り組む姿として解釈できる。このことから、音楽を活用することで気分が高まり、運動意欲向上に関与する可能性がある。さらに、瞬時に自身の体を操る、という敏捷性が自然と身に付いていくのではないかと考える。しかし、瞬時に姿勢の変化に反応できる子もいれば、そうではない子もいる。反応が遅れてしまう子の特徴として、下を見たり鏡に映る自分の姿を見たりすることから、周囲の子や指導者への集中度が低下し、視線が定まらないことが挙げられる。そして、「2. ダッシュで競走」のねらいは、誰よりも速く走りたいという意欲を向上させ、全力で力を発揮させることである。この実践の際、笑顔から真剣な表情に変わり、転びそうになりながら勢いよく走る姿が認められた。

次に、「iii ストレッチ」のねらいは、柔軟運動を取り入れることで関節可動域を広げ、怪我しない体を作ることである。最初に「1. マットを準備する」。次に「2. 柔軟（各動作を10秒ずつ行う）」を行う。各動作の詳細は表1に示している通りである。この実践では、指導者が負荷をかけることはせず、10秒間、各動作を静止させることのみ集中させて行った。しかし、途中で動きを辞めてしまったり、違う動きをしてしまったり、「痛い」と言って苦しい表情を見せる子もいた。このことから、飽きっぽい幼児期に取り入れる運動としては、楽しくないと感じさせてしまう可能性が考えられるため、遊びの中に柔軟運動を取り入れるなど、違う方法で柔軟性を高めることが望ましいと考える。

次に、「v エアロビクス」の実践のねらいは、友達と動きを合わせて一緒に踊る楽しさが味わえるようにすること、また、運動強度の高い動作を連続して行い、基本的な動きの組み合わせができるようにすることである。この時、指導者は鏡の前に立ち、子どもたちと同じ方向を向いて指導する。そして、子どもが動きやすいように立ち位置を決め、音楽に合わせて声をかけながら一緒に踊り、ステップの模倣を促す。この実践の際、笑顔で取り組む姿があり温かな表情が頻発する様子がうかがえた。笑顔を見せる子については、指導者を模倣しながら自身の体をコントロールする能力が身に付いていることへの自信や喜びが、表情として顕れていると考える。一方、模倣スピードに遅れが生じる子の姿も確認された。そのような子については、指導者のことを集中して見ていなかったり、鏡に映る自身の動きに注意の対象が逸れたりする姿があった。また、周囲の子と動きが同調できていないため、表情も固くなり不安そうであった。

ここまでの子どもの様子から、テキストデータより検出された参加意欲などの内的情報を表情や視線から読み取ることができたことに加え、心拍数の上昇が考えられるため、加速度と運動強度が上昇したことが読み取れる。これらより、運動調整能力に寄与する内的な状態の読み取りには、視線・表情といった顔情報が有用な活動量であると考えられる。

二つ目は、「姿勢の模倣速度」についてである。まず、「ii ウォームアップ」中の「1. 音楽をかけて自由に走る」の実践では、音楽が止まったら瞬時に指導者の模倣をしながら子どもたちも同じ動作で動きを止め、音楽がなったらまた元気よく走り出す。音楽が止まる度にしゃがんだり、寝転んだり様々な姿勢の変化への同調と随伴が生じる。この時、瞬時に姿勢の変化に反応できる子もいれば、そうではない子の姿が確認された。この場合、素早く自身の体を操る能力の差が生じていると考える。

次に、「v エアロビクス」の実践では、指導者が動作変化を行う上肢の動きに対する子どもの個々の模倣スピードに差が生じた。つまり、音楽に合わせてステップを踏みながら、指導者の上肢の動きの変化を捉えて、瞬時に模倣できる子とそうではない子の様子が見られた。前者については、指導者を模倣しながら自身の体をコントロールする能力が身に付いていると考えられる。後者は、音楽に遅れ始め、動きの姿勢が崩れ

始める姿が確認されたため、心拍数が上がり、音楽に合わせることや連続した跳躍動作に対して、同時に運動動作を処理する余裕がなくなることが容易に推察される。また、指導者を常に集中して見る様子や、周囲の子と目を合わせる姿が認められた。このことから、模倣速度に、子どもの視線も関わっていると言える。従って、瞬時に模倣できる子は、模倣しながら、無意識的に自分の動きに意識を向けることが出来、余裕が生まれていると言える。しかし、そうではない子は、模倣しながら自身の動きに意識を向けることが出来ていないため、視線も定まらず、模倣速度に遅れが生じていると考える。

ここまでの子どもの様子から、テキストデータより検出された姿勢の模倣速度についての情報を得ることができた。特に、素早く体を操る能力や体をコントロールする能力に加え、視線や意識などの内的状態も関わることが分かった。これらより、運動調整能力に寄与する動作変化への反応を読み取るには、敏捷性や体をコントロールする能力といった姿勢の模倣速度が有用な活動量であると考えられる。

三つ目は、「運動加速度／強度の時間変化」についてである。運動強度について、松岡（2017）¹²⁾の研究にもあるように、エアロビクスは、簡単な上肢の動作と下肢の動作を合わせて行うが、ステップコンビネーションの難度を調整するために、1. 高難度の上肢の動きを取り入れること、2. 方向転換を行うこと、3. ステップの数を調整すること、とされている。それに加え、音楽の速さも関連する⁴⁴⁾⁴⁵⁾⁴⁶⁾。これらを取り入れることで、運動強度が上がる。まず、「ivサーキット遊び」のねらいは、用具を使用し、多様な動きが含まれる遊びをバリエーション豊かに楽しみながら体験し、出来た時の達成感も味合わせることである。最初に全員で協力をして「1. 用具の準備をする」。この際、どのような配置にすれば安全に取り組めるのか、指導者の言葉がけによって子どもに導き出させながら一緒に準備をした。そして「2. 1列に並んで座らせる」が、集中して話が聞ける姿勢を意識する時間をもつ。姿勢が整ったら「3. 指導者が模範を見せながら内容を理解させる」。サーキットの内容の詳細は、表1に示す通り。この時、説明の際、素早く動くこと、や一本の木の板から落ちないようにバランスをとり渡ること、などそれぞれの動作のポイントを伝え、全身運動の動きの見本（モデル）を示し、動きのイメージがもてるよう説明した。そして、一連の運動の流れを確認した後、「4. 一人ずつ順番に実践」。この実践では、一人ひとりの運動能力（特定動作に関する一定の習熟度）が明確になる場面である。特に、バランス、連続ジャンプ、片足を蹴り出す動作は、個々の運動操作の差が顕著に表れる。一方、動作を繰り返すことで、1回も連続跳び動作が出来ない子にも同動作の出現が確認された。これより、自発的に跳び越える感覚をつかみ、上達していく姿がうかがえた。この背景には、動作の模倣モデルを繰り返し行うことが、自分の体の動きをコントロールするイメージを活性化させ、動作の取得へ繋がったと考えられる。

次に、「vエアロビクス」実践についてである。実施したステップの詳細は表1に示した通り。そこでは、前述した「1. 高難度の上肢の動きを取り入れること」、「2. 方向転換を行うこと」、「3. ステップの数を調整すること」、の3つの要素を取り入れて動きの難易度を徐々に高めていく。以下に、この実践で見られた子どもの様子を記す。

最初の基本ステップの組み合わせでは、笑顔で元気よく連続した跳躍動作を行う様子が伺えた。しかし、運動強度を上げるに連れて、子どもの様子に変化が見られた。一つ目は、音楽に遅れ始め、動きの姿勢が崩れる姿が確認された。同活動中では、腕を動かす頻度が増えることになるため、跳躍をしながら行うことは複数の運動動作が伴い、高度な運動となる。その為、姿勢が崩れてしまう子については、自身の体をコントロールする能力に対して支援と介入箇所の推定に繋がる。二つ目は、エアロビクスの特徴動作である跳躍動作へ困難感を抱く子の姿が確認された。それは、跳躍動作が途切れてしまう姿である。この時、上肢の動きの変化や回る動作など方向転換をすることで模倣することに注意が向けられ、心拍数も上がっていることが予測できる。このことから、運動強度が高くなるに連れて、自身の体をコントロールすることや持続して跳躍する力の差が顕著に表れることが分かった。

ここまでの子どもの様子から、テキストデータより検出された運動加速度／強度の時間変化についての情

報を取得することができた。これらより、運動調整能力に寄与する連続ジャンプや片足を蹴り出すといった動きを持続する力や跳躍力などの読み取りには、運動加速度／強度の時間変化が有用な活動量であると考えられる。

以上より、エアロビクス実践を通した子どもの姿から、全身を動かしながら自身の体をコントロールする調整力が顕れる姿を検討した。そこでは、子どもの運動調整能力の顕れを指導者が直感的に特定の身体活動量から判断していることが示唆された。

このように、エアロビクスの実践においては、運動加速度、強度の時間変化、顔情報の全ての要素が上記の場面で読み取ることができた。しかし、本節で示した「姿勢」「運動強度」「表情／視線」というような活動量は、指導者の主観／経験知より導出された運動調整能力可視化要因と言える。

3-2. 先行研究のテキスト分析にみる運動調整能力の可視化要因

エアロビクス実践より導出された子どもの運動調整能力可視化要因から子どもの身体活動量の有用性が示唆された。これを受け、先の分析方法に基づき国内研究検索エンジンにて「幼児」「子ども」「運動」「活動量」「センシング」「ICT」を基礎検索ワードとして先行研究（345件）を抽出した。その後、筆者を含む体育学、教育学の研究者2名の協議により、ICTを用いた子どもの運動教育研究（22件）を選定した。なお、この時PC、スマートフォン、Padなどを用いて複数機器を情報通信技術よりリアルタイム連携している先行研究は認められなかった。その為、ウェアラブルデバイス、3次元センシング装置など、取得情報logを保存し他のIT機器と通信もしくはデータ共有可能な技術活用を含めICTと解釈した。そして、22件の各先行研究に対し運動調整能力に関与する活動量計測技術の機能要件に関与する「目的」と「方法」部分を抽出結合したテキストデータを作成した。

本データに対し、まず探索的に入力データの分布傾向を把握する為、ワードクラウドより入力テキストの「名詞」「動詞」「形容詞」の出現頻度を可視化した（図1）。

図1は、出現頻度の高い単語ほど文字が大きく表示され、各単語の関連性が強い傾向（各語間が接続し文が形成される確率）を有する単語を中心に描かれる。

この時、「幼児」「身体活動」は明確に可視化され、各活動量の可視化要因も「名詞」として抽出された。一方、運動調整能力の可視化要件を検討する上で、「動詞」が解釈性の阻害要因となった。また、子どもの活動力の可視化についてICTの機能要件を探索する上で、「形容詞」についても関連性を導出することは困難であった。

これらより、「動詞」「形容詞」をフィルタリングし、「名詞」データ中の抽出単語の出現頻度とスコア値（TF-IDF法：各単語が文になる値の重み付け）を求めた（図2）。そして、テキストマイニング学習機へ50単語を投入し、各単語間の関係を共起ネットワークより可視化した（図3）。

結果、50単語中、24単語より形成される共起ネットワークが支持された。同時に、各単語間が同時に文として出現する頻度（共起回数）が生じていることもlogデータより確認した。さらに、共起ネットワークは統合された単独ネットワーク構造でなく3つの群（図3中の共起群 i、ii、iii）から形成される構造が認められた。

ここまでのテキストマイニング分析の結果を踏まえ、子どもの運動調整能力に関与するICT機能要件について考察する。図1のワードクラウドを主観的に解釈した場合、身体活動（名詞）が中心に描かれる。本研究では運動調整能力を全身運動に伴う物理的な活動量に関与することを前提に文献抽出を実施している。であるなら、身体活動（単語／名詞）の出現頻度は必然的に高くなる。同時に、計測されたであろう身体活動に紐づく具体的な活動量項目もテキストマイニングより検出されている。加速度、姿勢、歩数、顔認識等の名詞がこれに該当する。この解釈については、図2の身体活動のスコア値と頻出頻度が最大値を示すことによる。つまり、運動調整能力に関与する子どもの活動量は、テキスト解析より、身体活動という単語が最大

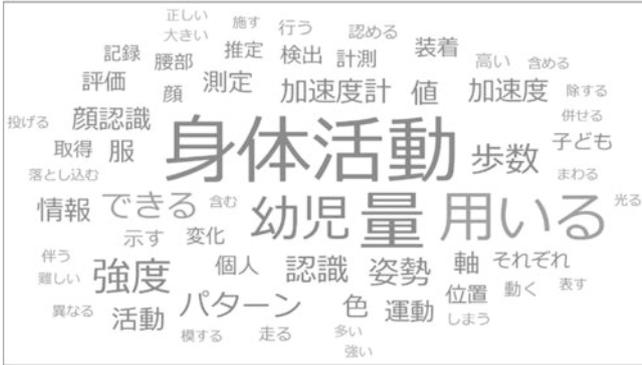


図1 ワードクラウドによる可視化

値で検出される。そして、身体活動へ紐づく名詞内容には、先行研究中において、計測対象とされた子どもの活動量項目が含まれる。これより、子どもの運動調整力能力へ関与する活動量の内容（計測項目）を複数の先行知見から検出できることが示唆された。しかし、単語の出現頻度およびスコア値のみでは検出可能な活動量の種別とそれに対するICT機能要件の導出には至らない。そこで、共起ネットワークを参照する。本分析より支持された共起ネットワークは統合された単一のネットワークを形成せず3群（図3中の共起群 i、ii、iii）のネットワークに弁別される。これは、投入したテキストデータが一つの文脈（各単語が文として紐づく。以下、文脈）と認識されず独立した3種の文脈として推定されたと考える。これより、3群の文脈を各群に含まれる活動量項目を基準として計測技術（ICT）の機能要件を検討する。

共起群 i では、活動量を示す単語は「姿勢」である。「姿勢」より派生する共起線が形成される単語は「パターン」と「子ども」である。これより、子どもの姿勢パターンが、活動量項目であることが示唆された。また、子どもの姿勢情報は、エアロビクス実践において子どもの運動動作の模倣傾向や上半身（手の動きの大きさ）の変化の可視化へ関与する。

一方で、教育実践において、子どもの姿勢分類（パターン認識）を取得する場合、センサ機器を子どもの全身装着することは非現実的である。このため、教育活動の映像データを基にOpen Poseなどの人物検出ソフトを用いた骨格情報の取得により可視化が可能となる。つまり、共起群 i より、子どもの姿勢データ取得の必要性和映像データからの骨格検出というICT機能要件が導出された。

共起群 ii では、活動量を示す単語は「顔認識」である。「顔認識」より派生する共起線が形成される単語は、「個人」「服」「色」「認識」である。これより、個の子どもを集団から分離識別する上で、顔認識技術を用いていることが分かる。そして、

抽出名詞	スコア値	出現頻度
身体活動	933.74	68
加速度計	279.86	23
歩数	147.80	30
強度	144.55	35
顔認識	142.05	21
幼児	139.13	45
加速度	120.21	22
kinect	97.33	9
腰部	91.31	11
量	63.64	60
検出	59.42	14
測定	56.13	20
有意	50.03	9
深度	40.81	8
姿勢	39.78	27
軸	35.92	21
計測	34.96	13
推定	34.69	12
装着	33.28	15
値	28.02	23
認識	23.20	27
指標	20.18	8
パターン	19.88	26
取得	14.09	12
運動	13.38	20
群	12.89	9
領域	12.46	9
センサー	12.26	8
活動	11.91	22
精度	10.23	8
項目	10.04	8
評価	9.04	16
位置	8.37	14
関心	8.03	8
比較	7.10	9
変化	6.98	12
調査	6.41	8
子ども	6.29	13
記録	6.18	10
情報	5.34	22
個人	5.24	15
服	4.60	21
色	4.03	21
それぞれ	3.97	12
方向	3.42	9
データ	2.86	10
登録	2.62	9
行動	2.01	9
可能	1.16	9
顔	0.57	12

図2 名詞の出現頻度とスコア値

それに伴う子どもの息使いの上昇、心拍への考察が導出されている。つまり、運動を行う頻度と強度の活動中変化（時間変化）を調整力の育ちに関与する活動量として捉えていることが示唆された。同時に、運動頻度／強度は小型ウェアラブルデバイスでも取得可能な変数であり、接触型のICTデバイスを適用することが機能要件として示された。

二つ目は、子どもの精神的状態の可視化に関係する活動量についてである。エアロビクス実践および先行研究では、子どもの身体能力の向上や運動動作の習熟のみを運動調整量評価の指標としていない。例えば、子どもが安心して活動へ向かう姿、集中して意欲的に参加する姿の表出を活動量より推定している。つまり、子どもの内的状態（精神的な状態）を活動量より参照し教育支援を実施している。そして、この時に参照する活動量は、模倣行動の随伴速度にみる機微な姿勢変化と笑顔、注視といった顔情報であることが共通する。同時に、これらの変数は、接触型デバイスでは取得することが困難であり、映像情報への人物検出技術を適応する必要があることが示唆された。これは、加速度等とは異なり非接触デバイスより取得した映像を別ソフトウェアで解析することで取得する必要があることがICTの機能要件として示された。

4. まとめと課題

4-1. 本研究のまとめ

本研究では、子どもの運動調整能力の可視化に有用な活動量およびICTの機能要件を検討した。そこでは、エアロビクス教育の実践例を定性分析した後、子どもの身体活動量をICTより可視化した先行研究へテキストマイニング分析を適応した。そして、実践事例と先行研究の共通要因および課題を検討した。以上より、得られた知見は以下のように取りまとめられる。

- ・ 幼児期の子どものエアロビクス指導において、運動調整能力の育ちに関与する活動量は定性的解釈より「運動加速度／強度の時間変化」、「姿勢の模倣速度」、「顔情報」の要素が含まれる
- ・ 当実践者は、子どもの運動調整能力の育成状態の身体的側面を粗大活動量（跳躍、方向転換）から、内面的側面を微細活動量（表情、視線、姿勢）から即時的に推定する
- ・ 子どもの身体活動量とICTの機能要件は、先行研究へのテキストマイニング分析より、「方法」「目的」部分の「名詞」の出現頻度より導出される
- ・ 共起ネットワーク分析を用いることで、子どもの身体活動量に対するICT活用方法は単独ネットワークではなく、複数の共起群として形成される
- ・ 各共起群より、「運動加速度／強度を用いた活動量計測」、「姿勢パターン推定による行動分類」、「表情による個人識別」という取得活動量とICT機能要件が導出される
- ・ 子どもの活動量の可視化内容（活動量項目）におけるICT機能要件は、接触および非接触デバイスの利活用モデルとして大別できる
- ・ 子どもの運動調整能力の可視化要因は、実践と先行研究間とで運動強度情報の取得という点で共通性を有する。また、運動調整能力の形成へ関与する子どもの内的状態の可視化には、姿勢と表情が有用な活動量として類似する

4-2. 今後の課題

本研究では、子どもの運動調整能力の可視化を目指し、ここまで運動調整能力へ関与する活動量とそれを計測・取得する為のICT機能要件を検討してきた。しかし、本研究で用いた実践事例および先行研究は極めて限定的なものであり試験的な知見導出に留まる。そこで、本研究の今後の課題としては大きく以下のことが挙げられる。

まずは、実践事例の取集と複数の有識者による詳細の子どものエピソードに基づく活動量要素の検討である。

そこでは、縦断的な子どものエピソードを基に調整力の育ちの要素の慎重な検討を要す。次に、先行研究の収集と適切な統計処理である。本研究では、国内の研究報告を取りまとめており、論文化されたものは少ない。また海外文献の調査には至っていない。その為、テキストデータの基となる文献の拡大収集が必要である。さらに、既存の機械学習機ソフトを用いた自動分析でなく、テキストマイニング分析を多方面より探索的に実施し最適な統計モデルを構築すべきである。最後に、実際の運動活動場面に対しICTを適用し、定性的評価と定量的評価を混合的に実施することである。その為には、教育実践者と工学技術者が共同し、子どもへのセンシング負荷や慎重な倫理配慮を実施しながら、継続的にデータを取得することが望まれる。

以上を通して、研究発展の為のデータ収集および分析試行を継続する必要がある。

【注記】

注1) 本研究で取り扱う「子ども」とは、1歳から就学前の乳幼児・児童を対象としている。

【引用・参考文献】

- 1) 文部科学省「小学校学習指導要領解説体育編」2017、p. 119
- 2) 文部科学省「中学校学習指導要領解説保健体育編」2017、p. 48
- 3) 文部科学省幼児期運動指針策定委員会「幼児期運動指針ガイドブック—毎日楽しく体を動かすために」2012、pp. 19-20
- 4) 文部科学省幼児期運動指針策定委員会「幼児期運動指針ガイドブック—毎日楽しく体を動かすために」2012、p. 21
- 5) 武内麻美「小学校低学年生の表現リズム遊びにおける運動意欲に関する研究—ボールを使用したエアロビックの導入」玉川学園・玉川大学健康・スポーツ科学研究紀要、第20号、2019、pp. 17-22
- 6) 猪飼道夫「身体運動を分析する」体育の科学、1972、pp. 285-289
- 7) 高石昌弘、樋口満、小島武次『からだの発達—身体発達学へのアプローチ』大衆館書店、2006、pp. 200-202
- 8) 服部康子「幼児の走および平衡感覚における発達の追跡研究—8. 発育発達に関する研究」日本体育学会第26回大会、1975
- 9) 勝部篤美「幼児の調整力の発達に役立つ運動遊戯」発育発達専門分科会通信、1980、第8号、pp. 58-59
- 10) 大石健二、佐藤孝之、西山哲成「幼児における後方両手両足走を用いた調整力評価の妥当性」日本体育学会第59回大会
- 11) 安光達雄、野川春夫「短時間で楽しみながら行えるドラウタビリティ・プログラムの有効性に関する基礎的研究—調整力向上に着目して」日本体育学会第60回記念大会、2009
- 12) 松岡綾葉「エアロビックダンスのステップを用いた幼児のリズムダンス創作の検討」子供教育宝仙大学紀要、2017、9巻、第1号、pp. 39-48
- 13) 泉原嘉郎、乾真寛「ICTメディアを活用した幼児及び児童向けコーディネーション運動プログラム普及・実践の試み」福岡大学スポーツ科学研究、2021、pp. 1-5
- 14) 怡土ゆき絵、熊上藤子、近藤奈都美「幼児への身体表現指導におけるICT活用の試み—保育者養成施設での実践報告」別冊総合人間科学、2020、pp. 113-124
- 15) 高瀬淳也「ICTを活用した保育・教育の方法の検討—少人数学級の体育実践を通して」帯広大谷短期大学地域連携推進センター紀要、2017、pp. 15-20
- 16) 市河勉、三浦累美、山内賢「幼児への運動指導におけるICT活用の有効性—2画面同時再生動画の活用に着目して」松山東雲大学研究論集、2017、pp. 127-132
- 17) 黒原貴仁、廣瀬勝弘「ICTを活用した保育者研修会の実践的研究—幼児期の運動遊びにおける指導法の

- 質的向上を目指して」南九州地域科学研究所所報、2017、pp. 27-33
- 18) CiNii Articles <https://ci.nii.ac.jp/> (閲覧日：2021年5月11日)
 - 19) J-STAGE <https://www.jstage.jst.go.jp/browse/-char/ja> (閲覧日：2021年5月11日)
 - 20) Google Scholar <https://scholar.google.com/> (閲覧日：2021年5月11日)
 - 21) Textmining <https://textmining1.userlocal.jp/> (閲覧日：2021年5月11日)
 - 22) 井川貴裕、岡崎祐介「幼児に対するコーティネーション運動が疾走、敏捷性及び跳能力に及ぼす影響」トレーニング指導、2020、3巻1号、pp. 18-24
 - 23) 小野はるか、田中千晶、田中茂穂、小関俊祐「幼児自身の運動に対する認知的評価に関する要因」運動疫学研究、2017、第19巻1号、pp. 1-11
 - 24) 田中千晶「子供・青少年期の運動・スポーツ参加が及ぼす大学生の身体活動量および座位時間」運動疫学研究、2020、第22巻2号 pp. 113-122
 - 25) 市川淳、藤井慶輔「協調に関する議論に向けたアプローチの提案—集団運動から見る他社の行動予測と適応」認知科学、2020、27巻3号、pp. 377-385
 - 26) 玉木彩水、上田憲嗣「異なる遊び環境における幼児の身体活動量の変化—「森ようちえん」における森、田畑、民家の比較研究」京都滋賀体育学研究、2020、第36巻、pp. 13-19
 - 27) 山田徹志、宮田真宏、中村友昭、前野隆司、大森隆司「機械学習を用いた「子供の育ち」の可視化—位置・向き情報を用いた関心推定の試み」日本教育工学会論文誌、2020、第44巻4号、pp. 365-376
 - 28) 田中沙織「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、2009、第47巻2号、pp. 8-16
 - 29) 田中千晶、田中茂穂、河原純子、緑川泰史「一軸加速度計を用いた幼児の身体活動量の評価精度」体育科学、2007、第56巻、pp. 489-500
 - 30) 安藤貴史、薄井澄登子、引原有輝、佐々木玲子、稲山貴代、田中茂穂「幼児の就学前施設内における外遊び、室内遊びおよび運動指導時の身体活動量」体力科学、2019、第68巻3号、pp. 207-213
 - 31) 田中千晶、岡田真平、高倉実、橋本圭司、目澤秀俊、安藤大輔、田中茂穂、AnthonyDOKely「幼児のWHO”24-hour movement guidelines”の充足と運動機能・認知機能との関係SUNRISE pilot study」体力科学、2020、第69巻4号、pp. 327-333
 - 32) 田中千晶、佐々木玲子「幼児の就学前施設内における外遊びおよび運動指導時の身体活動量」日本体育学会大会予稿集、2019、第70巻
 - 33) 秋武寛、安倍恵子、三村寛一「幼児の運動能力に対する歩数および運動強度との関係」発育発達研究、2016、第70号、pp. 17-26
 - 34) 大坪健太、春日晃章、南輝良々、水田晃平、濱口あずさ、古田真太郎、上田真也、林陵平「幼児期における子どもの身体活動量と体力特性の関係—通常保育時間に着目して」岐阜大学教育学部研究報告、2020、第44号、pp. 51-55
 - 35) 田中壽子「保育所における園庭環境が幼児の身体発達に与える影響」名古屋市立大学大学院人間文化研究科、2019、第31号、pp. 77-84
 - 36) 木村直己、佐藤証「モーションセンサを用いたボール投げ評価システム」マルチメディア、分散協調とモバイルシンポジウム論文集、2018、pp. 567-572
 - 37) 市川淳、藤井慶輔、長井隆行、大森隆司、岡夏樹「リトミックにおける集団の振る舞いからみる社会性の発達」日本認知科学会、2018、第35回大会、pp. 22-28
 - 38) 山田徹志、肥田竜馬、宮田真宏、大森隆司「AIによる保育所支援システム開発にむけた予備的調査—子どもの関心推定を目指して—」人工知能学会全国大会論文集、2018、第32回全国大会
 - 39) 青柳燎、宮田真宏、山田徹志、中村友昭、大森隆司「保育活動中の姿勢分布に基づく集団活動への参加

-
- 率の推定」人工知能学会全国大会論文集、2020、第34回全国大会
- 40) 望月崇博、斧田侑己、川田裕樹「室内遊びにおける幼児の身体活動量確保の提案—身体活動量の計測をもとに」提供科学大学教育・教職研究、2017、第3巻第1号、pp. 1-8
 - 41) 市川淳、藤井慶輔、岡夏樹、長井隆行、大森隆司「リトミック集団活動で観察される子どもの主体性と社会性」HAIシンポジウム、2017
 - 42) 張斌、中村友昭、阿部香澄、アッタミミムハンマド、潮木玲奈、長井隆行、大森隆司、岡夏樹、金子正秀「保育支援システムのためのKinectを用いた子どもの行動追跡」計測自動車制御学会システム・情報部門、2015、学術講演会
 - 43) 秋武寛、山口晴津子、黒澤毅、石井智「びわスポキッズプログラム巡回指導中における幼児の運動強度、歩数および心拍数」びわこ成蹊スポーツ大学研究紀要、2020、pp. 7-15
 - 44) 小林博隆「中学校体育授業の体作り運動領域にエアロビックを取り入れる試み」(公社)日本エアロビック連盟HP
 - 45) 山本清文、星川秀利、知念かおる「中学校体育授業の準備運動にエアロビックを取り入れるための研究」花園大学文学部研究紀要、2018、第50号、pp. 47-62
 - 46) 山本清文、星川秀利、知念かおる、山本満寿代「中学校体育授業の体づくり運動領域にエアロビックを取り入れる試みの研究Ⅱ」花園大学文学部研究紀要、2019、pp. 1-21