

平成 30 年 6 月 18 日現在

機関番号：32671

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K04574

研究課題名(和文) 知的・発達障害児の運動発達アセスメント：画像処理技術を用いた支援ツール開発と活用

研究課題名(英文) Motor development assessment of children with intellectual and developmental disorders: development and application of support tools using movie image processing

研究代表者

雨宮 由紀枝 (Amemiya, Yukie)

日本女子体育大学・体育学部・教授

研究者番号：40366802

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、「運動発達アセスメント」実施のために画像処理技術を用いた支援ツールを開発してアセスメントの利便性の向上を図り、保育・教育・療育現場において子どもの運動面の困難さを的確に把握し、科学的根拠に基づく発達支援を行うことである。国内外の先行研究レビューより、質的粗大運動発達テストTGMD-2(Ulrich, 2000)を選定。動画画像処理を用いたアセスメント支援ツールを開発して、児童発達支援を行う通園施設で3年間定期的にアセスメントを実施した。データ標準化のため、保育園での測定も開始。科学的根拠に基づく発達支援に向け、粗大運動能力の経時変化を可視化し、統計解析を行うことができた。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this research is to develop a support tool using movie image processing for implementing "motor development assessment", to improve the convenience of assessment among preschoolers. It is to understand precisely and to support motor development based on scientific evidence.

From the previous domestic and overseas research reviews, Test of Gross Motor Development-Second Edition; TGMD-2 (Ulrich, 2000) was selected as an assessment tool of qualitative gross motor ability. Using moving image processing, we developed an assessment support tool and carried out an assessment periodically for 3 years at the preschool child support center. To standardize data, we also started measurement at a nursery school. In order to support development based on scientific evidence, we could visualize the temporal change of gross motor development and perform statistical analysis.

研究分野：社会福祉学、特別支援教育、電気工学

キーワード：運動発達アセスメント 画像処理技術 未就学児 発達障害 知的障害 TGMD-2 粗大運動

1. 研究開始当初の背景

(1) 発達性協調運動障害 (DCD) への対応の遅れ

運動発達の困難は、身体運動面だけでなく心理社会面にも及び、幼児期・児童期から思春期、成人期に至るまで重大な影響を及ぼすと多くの研究者が指摘しているにもかかわらず、他の問題の深刻さと同等とはみなされていない場合が多い (Henderson, 2014)。自閉症スペクトラム障害、AD/HD、LD との併存障害でよく知られる発達性協調運動障害 (DCD) の頻度は子どもの 5~6%と高く、このうち 50~70%と高い頻度で大人になっても残存する (DSM-5)。日本では DCD の認知度は低く、本人や周囲も「困り感」を抱えながらも気づきや理解につながらず、結果、診断・治療・療育や合理的配慮を含む適切な支援が進まないのが現状である (中井, 2014)。

(2) 質的粗大運動発達検査の不在

運動発達検査としては、ヨーロッパ・ガイドライン推奨の協調運動アセスメントである M-ABC (Henderson & Sugden, 1992; Miyahara ら, 1998; 増田・七木田, 2002; 増田, 2009)、M-ABC2 (Henderson ら, 2007)、DCDQ-R (Willson ら, 2009; 日本語版 Nakai ら, 2011) のほか、作業療法士の立場からのアセスメントと支援 (岩永 2013)、BTC (Kiphard ら, 1974; 小林ら, 1987; 是枝ら, 1992)、MSA (飯村, 2002)、子どもの発達を運動・感覚、言語、社会性の 3 分野 6 領域 180 項目で評価する MEPA-R (小林, 2007)、知的障害を対象としたアセスメントとしては、学校教員の日常的な観察と簡単なテストによる運動発達チェックリスト (松原, 2012)、基本運動の発達アセスメント (勝二, 2011)、実践研究としては、課題志向型アプローチによる介入を行った事例研究 (宮原, 2011)、家族参加型スポーツ活動を通じた運動発達支援 (澤江, 2014) 等がある。しかし、未だ日本には標準化された質的粗大運動発達検査は存在しない。

(3) アセスメント実施の困難

アセスメントツールの利用実態に関しては、発達障害児者の支援に携わる全国の 2,790 の医療機関および福祉機関を対象とした調査によれば、一般的ツールの利用率は、医療機関や児童相談所では 9 割、発達障害者支援センターや保健センターでは 7~8 割であったが、福祉施設・事業所ではわずかに 2 割以下であった。全般的に知能検査・発達検査が比較的良好に利用されている一方で、生活能力、問題行動、発達障害特性に関するツールは利用する機関が少なく、運動機能に関するツールの利用はいずれの尺度も 0~4%とほとんど利用されていなかった。アセスメントツールの利用を規定する要因としては、実施者や購入資金、実施時間といった資源の不足のみならず、アセスメントに対する理解の不足、ツールの利便性の問題なども影響することが推測されていた。(松本・伊藤他, 2013) (辻井・明彦他, 2014)

2. 研究の目的

本研究の目的は、「運動発達アセスメント」実施のために画像処理技術を用いた支援ツールを開発して、アセスメントの利便性の向上を図り、保育・教育・療育現場において子どもの運動面の困難さを的確に把握し、科学的根拠に基づく発達支援を行うことである。

3. 研究の方法

(1) 先行研究レビューにより運動発達アセスメント項目の選定を行い、評価基準を検証する。

(2) 多様な動作を動画画像処理し、アセスメントを半自動的に行う支援ツールを開発する。

(3) 開発した支援ツールを用いて、アセスメントを実施する

(4) アセスメント結果を運動発達支援へ活用し、支援ツールの有用性を検証する。

4. 研究成果

(1) 運動発達アセスメント項目の選定と評価基準の検証

国内外の先行研究レビューより、3~10 歳対象の粗大運動発達検査である TGMD-2; Test of Gross Motor Development-Second Edition (Ulrich, 2000) を選定した。TGMD-2 は、Miyahara らによるコクラン報告 (2014) で、M-ABC2 と並び DCD の介入効果を測定する 4 つの指標のうちの 1 つとして記載されている。



図 1 Test of Gross Motor Development-Second Edition のピクチャータスクカード (Breslin ら 2015 を日本語訳)

Fig. 1. TGMD-2 Picture Task Card

図 1 に示すように、TGMD-2 は移動系運動 6 項目 (走る、縦ギャロップ、片足跳び、跳び越し、立ち幅跳び、横ギャロップ)、操作系運動 6 項目 (静止ボール打ち、ドリブル、捕球、蹴る、上手投げ、ボール転がし)、合計 12 項目の基本的運動スキルで構成され、運動発達の質的な変化を観察により評価できる。米国で開発・標準化され、信頼性・妥当性も検証済みで、近年世界各国で頻繁に用いられ

ている (Iivonen ら, 2014)。発達性協調運動障害 (Simons ら, 2008)、知的障害 (Hartman ら, 2010)、自閉症 (Staples ら, 2010)、視覚障害 (Houwen ら, 2010) など、多様な子どもを対象とした研究が TGMD-2 を用いて進められている。下位 12 項目は幼児にとって解りやすい動きであり、仲間と遊んだりスポーツをしたりするときに必要な基本的運動スキルである。

TGMD-2 の各項目毎に 3~5 の評価基準が設定されており、評価者間信頼性を検討した結果、良好な一致が確認された [雑誌論文①]。

(2) 多様な動作の動画処理と、アセスメントを半自動的に行う支援ツールの開発

①支援ツールにおける動画処理

粗大運動のアセスメントには、粗大運動を行う子どもに対して、粗大運動を指導する指導者があり、さらに粗大運動の評価を行う専門家 (以下、評価者) があると想定する。指導者と評価者が同一人物である場合もある。

粗大運動アセスメントにおいて動画処理に求められる要件としては、次の 4 つが考えられる。

要件 1 : 映像の単純再生ができる。特定の子どもが特定の運動を行っている映像区間を評価者が探して、映像の単純再生を繰り返しながら、すべての評価項目について評価者の主観で評価を行うことが想定される。

要件 2 : 特定の子どもや運動の頭出しができる。これは、各子どもが各運動を行っている映像中の時刻が記録されており、それらを指定することで特定の子どもが特定の運動を行っている箇所を直接再生することができる機能を意味する。この場合、評価者がそれぞれの映像区間を指定して再生しながら、すべての評価を行うことが想定される。

要件 3 : 映像解析による運動評価ができる。要件 2 で特定の子どもが特定の運動を行っている映像区間が記録されているとして、そのそれぞれについて、撮像条件 (解像度やオクルージョン) を考慮した運動固有の映像解析アルゴリズムによって半自動もしくは自動で評価を行うことができることを意味する。この場合、評価者は自動評価の結果を目視で確認していくか、あるいは、支援ツールに処理パラメータを入力したり支援ツールの提示する仮評価を修正したりといった対話的作業を行うことが想定される。

要件 4 : 評価データを可視化できる。特定の子どもの特定の運動評価に関して支援ツールが履歴を保持し、その変化を可視化したり、複数の運動能力を多角的に可視化したりする機能があれば、直観的な把握が可能となり、日々の発達支援に役立てることができる。また、特定の運動項目に関する複数の子どもの統計量を可視化することができれば、これまでは実現の難しかった標準データとの比較も可能となり、早期からの支援につなげることができる。

②動画処理で可能になる粗大運動アセスメントツールのデザイン

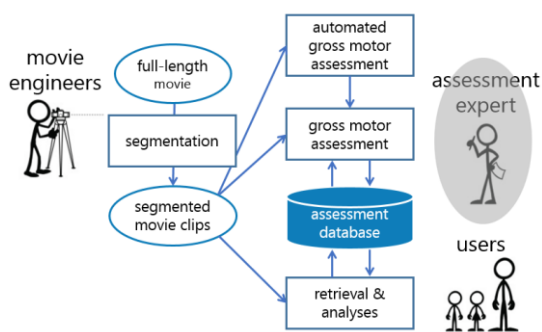


図 2 動画処理を用いる粗大運動アセスメントにおけるユースケースとアクタ

Fig. 2. The use-cases and actors in gross motor assessment that uses movie processing

図 2 に動画処理を用いる粗大運動アセスメントにおけるユースケースとアクタを示す。前節の要件 1 では、全映像 (full-length movie) をそのまま視聴して評価者 (assessment experts) が評価 (gross motor assessment) を行い、その結果をデータベース (assessment database) に記録する。要件 2 では、各子どもが各運動を行っている映像中の時刻を映像技術者 (movie engineers) が特定し (segmentation)、評価者が、特定の子どもが特定の運動を行っている箇所 (segmented movie clips) を直接再生しながら評価を行ったり、一般ユーザ (users) が評価結果を検索したり統計解析を行ったりする (retrieval & analyses) (要件 4)。要件 3 では、撮影された運動を動画解析し (automated gross motor assessment)、評価者とシステムの対話的作業を経て評価を行う。実際には、要件 1 のみを満たすシステム (映像の単純再生) では、評価者は同じ箇所を繰り返し再生しながら確認する必要があるため、多大な疲労を強いる。従って要件 2 以降を実現することが肝要である。

③アセスメント支援ツールの開発

固定カメラ 4 台で子どもたちの多様な動きを録画し、以下の 4 つの処理プロセスを実施するアセスメント支援ツールを開発した。

プロセス 1 前処理 : 4 台のカメラ映像が同時に 1 つの画面で見られる GUI (介助者がどの位置にいても評価可能) を用い、映像中で被験者を検出・追跡を行い、被験者と項目ごとのショットを抽出する。

プロセス 2 動画処理による評価 : プロセス 1 で抽出したショット映像を入力とする評価プログラムを実装して、自動評価が可能な項目の選出を含めた評価法の検討を行う。

プロセス 3 目視による評価 : 自動評価の難しい項目については、目視による評価を支援する GUI を設計・実装する。

プロセス 4 統計・検索等処理 : プロセス 2 とプロセス 3 による評価結果を統合したデータベースと、その検索ツールを作成する。

図3に各子どもが各運動を行っている映像中の時刻を付与するためのシステムの外観を示す。



図3 動画処理を用いた粗大運動アセスメント支援システム

Fig. 3. The screenshot of gross motor assessment support tool.

(3) 開発した支援ツールを用いたアセスメントの実施

毎朝6分間走や20~30分間の活発な運動を日課とするなど、知的発達とともに運動発達の重要性にも高い認識をもつ通園施設において、動画処理技術を用いた支援ツールにより粗大運動アセスメントを実施した。

参加：4~6歳の通園児43名

日程：2015年10月~2018年3月、全16回
一人当たり平均3.1回参加

場所：通園施設の体育室

各回4~12名が参加し、TGMD-2によるアセスメントを1時間以内で実施した。なお、本研究における個人情報保護を厳守し、保護者への説明および参加協力を得て行った。

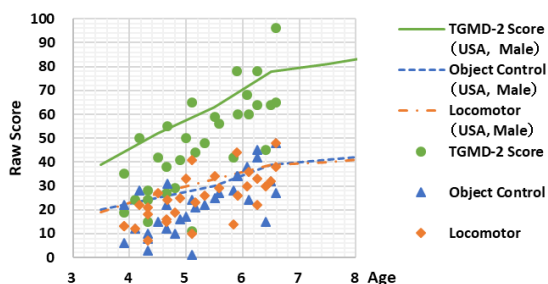


図4 TGMD-2得点の分布(2015-2016年度)

Fig. 4 Raw Score plot with respect to total and two subtests of TGMD-2 (Oct2015-Mar2017)

図4に2015-2016年度に測定した23名(平均2.6回参加)のTGMD-2得点(移動系運動、操作系運動、合計)の測定結果を示す。併せて、参考値として、米国男子の標準値も示す。個人差がみられるが、全体として移動系が得意で操作系が苦手な傾向があった。得点の上下がかなりある児童もいたが、長期スパンで見ると、ほとんどの児童に向上がみられた。

(4) アセスメント結果の運動発達支援へ活用、および支援ツールの有用性の検証

参加児童43名について、それぞれのTGMD-2得点の推移を把握した。図5、図6に個別の発達事例を示す。

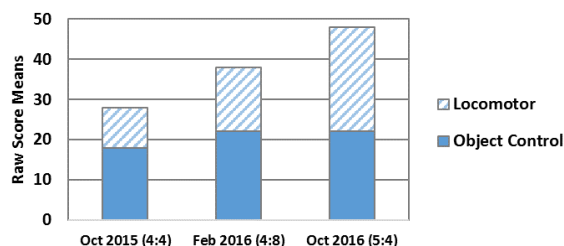


図5 男児Aの粗大運動発達(4歳4か月~5歳4か月)

Fig. 5. An example of quantitative evaluation of the gross motor development (a boy from 4 years and 4 months through 5 years and 4 months).

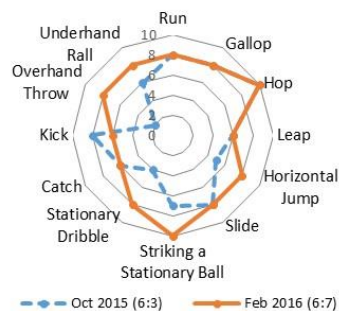


図6 女児Bの粗大運動発達(6歳3か月~6歳7か月)

Fig. 6. An example of quantitative evaluation of the gross motor development (a girl from 6 years and 3 months through 6 years and 7 months)

2017年度は、31名の参加児童に対し年3回定期的に測定を実施した。開発した支援ツールを用いることにより、以前より迅速にアセスメントを実施できるようになった。個々の児童の粗大運動発達状況が明らかになり、その後の支援計画を立てる際の一助となっている。また、環境や支援方法により、得点がかかなり上下することもわかり、パフォーマンスを最大に引き出すための工夫をより具体的に検討できるようになった。

(5) アセスメント支援ツールの改良

発達支援をより効果的なものとするために、専門職の方々にとって使いやすい支援ツールを開発、さらに保護者にとってわかりやすい評価結果の伝え方が求められている。特に、利用者からはタブレット版で簡便に使用できる支援ツールへのニーズが高かった。ニーズに応じて順次改良を続けている。

2017年度より、連携研究者として鈴木を迎え、タブレット版への移行を試行した。加速度センサを併用し、映像中で被験者と項目ごとのショットの抽出を容易にする工夫も行っている。図7に外観を示す。本ツールを使用して保育園児30名への測定を実施し、良好な使用結果を得た。

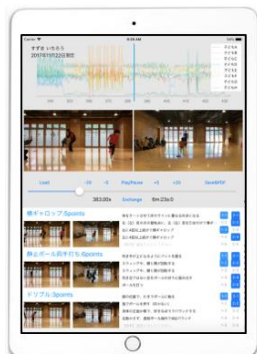


図7 タブレット版の粗大運動アセスメント支援ツール

Fig. 7. Tablet version of gross motor assessment support tool

粗大運動アセスメントの実施において、従来は評価者の疲労を含めた評価コストが大きく、導入事例がほとんどなかった。そのため、わが国では標準データの整備が遅れているのが現状である。動画画像処理を用いたアセスメント支援ツールの開発を行い、そのツールを用いてアセスメントを実施した結果、エビデンスに基づく発達支援に向け、これまではなかった粗大運動能力の経時変化を可視化し、統計解析を行うことができた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計1件)

① 雨宮由紀枝, 佐藤麻衣子, “就学前児童を対象とした粗大運動発達テスト TGMD-2 の評価者間信頼性に関する検討,” 日本女子体育大学スポーツトレーニングセンター紀要, Vol. 20, pp. 1-6, 2017, 査読有.

〔学会発表〕(計7件)

① 雨宮由紀枝, “ムーブメント教育・療法を生かしたスポーツセラピー: 体育大学・保育士養成課程での10年間の取り組みから,” 平成29年度日本児童学会, ムーブメント教育・療法研究会発表論文集, pp. 15-18, 2018. (抄録: 児童研究, 第97巻)

② 大脇綾, 森山剛, 雨宮由紀枝, “漫画表現による粗大運動の抽象化,” 電気学会知覚情報研究会資料, Vol. PI-18, No. 1-6, pp. 1-2, 2018.

③ 雨宮由紀枝, 佐藤麻衣子, “就学前児童の粗大運動スキルの質的評価: TGMD-2 と PGMQ を用いた検討,” 日本体育学会第68回

大会, 予稿集, 08 測-09-口-05, p. 185, 2017.

④ 雨宮由紀枝, “発達障害のある子どもの幼児期の粗大運動発達支援,” 日本保育学会第70回大会発表抄録, ポスター発表 P-A-14, 2017.

⑤ 雨宮由紀枝, 池沢美栄, 鈴木美代, 佐藤麻衣子, 森山剛, 原寛徳, 小沢慎治, “粗大運動アセスメント支援システム,” 電気学会知覚情報・次世代産業システム合同研究会, 研究会資料 Vol. PI-17-30, II S-17-59, pp. 49-52, 2017.

⑥ 雨宮由紀枝, 池沢美栄, 鈴木美代, 佐藤麻衣子, 森山剛, 原寛徳, 小沢慎治, “通園施設における幼児の粗大運動アセスメント: 画像処理技術を用いた支援ツールの開発と活用その2,” 第15回日本発達障害者支援システム学会第15回研究大会, 第15巻, 第2号, p. 122, 2016.

⑦ 雨宮由紀枝, 高橋淳子, 鈴木美代, 山下佳恵, 原寛徳, 佐藤麻衣子, 森山剛, 小沢慎治, “通園施設における幼児の粗大運動アセスメント: 画像処理技術を用いた支援ツールの開発と活用,” 第14回日本発達障害者支援システム学会第14回研究大会, 第14巻, 第2号, p. 157, 2015.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

雨宮 由紀枝 (AMEMIYA, Yukie)
日本女子体育大学・体育学部・教授
研究者番号: 40366802

(2) 研究分担者

佐藤 麻衣子 (SATO, Maiko)
日本女子体育大学・体育学部・准教授
研究者番号: 40220040

森山 剛 (MORIYAMA, Tuyoshi)
東京工芸大学・工学部・准教授
研究者番号: 80449032

(3) 連携研究者

原 寛徳 (HARA, Hironori)
東京工芸大学・芸術学部・准教授
研究者番号: 90460162

鈴木 聡 (SUZUKI, Satoshi)
東京電機大学・未来科学部・准教授
研究者番号: 20328537
(平成29年度から)

(4) 研究協力者

小沢 慎治 (OZAWA, Shinji)
慶応義塾大学名誉教授

高橋 淳子 (TAKAHASHI, Junko)
池沢 美栄 (IKEZAWA, Mie)
鈴木 美代 (SUZUKI, Miyo)、他
東京都三鷹市北野ハピネスセンター、2017
年度より三鷹市子ども発達支援センター