

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 26 日現在

機関番号：12102

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2013

課題番号：24650418

研究課題名(和文) 子どもの運動機能習熟を絶対評価する適応型コンピュータテスト

研究課題名(英文) Computer-adaptive test (CAT) evaluating absolutely improvement of motor function in children.

研究代表者

西嶋 尚彦 (NISHIJIMA, Takahiko)

筑波大学・体育系・教授

研究者番号：50202239

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円、(間接経費) 900,000円

研究成果の概要(和文)：運動機能の絶対(達成度)評価には、運動機能発達の個人差に適合した達成する目標規準と達成度の評価基準が必要である。小学校の体育授業での「運動ができるようになる」習熟過程における個人の運動機能成就パターンデータに項目反応理論(IRT)分析を適用して、コンピュータ適応型テストアルゴリズムのためのテスト項目特性を分析した。器械運動のマット運動、跳び箱、鉄棒、水泳運動、技術的および戦術的なサッカーボール運動の項目特性が確認された。

研究成果の概要(英文)：In a criterion-referenced measurement of motor function, criteria and standards corresponding to individual motor development in children were required to evaluate absolutely motor function improving in PE program. Item response theory (IRT) was applied to motor achievement pattern data measured individual motor skill improvement attained in elementary PE program. Test item characteristics for a computer-adapted test algorithm were analyzed using IRT on mat exercise, vaulting box and horizontal bar in apparatus gymnastics, swimming, technical and tactical soccer ball exercises were confirmed.

研究分野：体育測定評価学

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学，応用健康科学

キーワード：子ども 運動機能 達成度評価 適応型テスト コンピュータテスト 項目反応理論

## 1. 研究開始当初の背景

(1)これまでの研究成果からの着想経緯と発展.

申請者は、科研費基盤研究 B(H12-H14)「発育発達及び社会生活的側面から見た青少年の体力低下要因に関する分析的研究」では、子どもの体力と運動能力の経年的低下傾向を示した(Nishijima et al,2003). 続いて、科研費挑戦的萌芽研究(H20-H21, H22-H23)では動画質問による適応型コンピュータテスト技術を適用し、運動および動作の習熟過程における運動能力の絶対評価を試みた.

次段階では、この最先端のテスト理論と技術を継承・発展させて、運動習熟過程での主体的な「問題の発見+取組+評価+解決」行動を促進するために、多くの運動に共通に潜在する運動機能を絶対評価(目標基準準拠測定)する新しい運動能力テストを構成することが必要不可欠である.

(2)国内外の研究動向及び位置づけ.

項目反応理論(IRT)を適用して幼児の運動成就(できる/できない)から運動能力を推定する適応型テストの研究は青柳(2005)の試行のみである. 多くの運動に共通に潜在する運動機能を抽出し、絶対評価(達成目標)基準化して、主体的な運動習熟を促進する試みは、現在のところない.

(3)学術的な特色・独創的な点.

多くの運動に共通に潜在する運動機能の習熟を絶対評価することで、歩行・走行・跳躍に個別の運動能力評価尺度が1つの尺度に統合されること.

専門家が視認している運動に共通に潜在する運動機能と評価基準を客観的に明示すること.

最先端のテスト技術を適用して、動画質問による適応型コンピュータテストアルゴリズムを構成すること

(4)予想される結果と意義.

運動機能項目の絶対評価基準は子どもの運動学習の達成目標となり、学習ノートになる.

異なる運動教材を用いても共通の尺度で運動能力が絶対評価できる.

運動機能習熟の絶対評価から認知機能や脳機能の発達と老化の解明に発展可能である.

(5)新鮮なアイデアやチャレンジ性.

運動ができるようになる過程での運動機能から運動能力を絶対評価する

多種類の運動を経験した子どもの方が運

動能力テスト成績が高い傾向にあることから、複数の運動に共通に潜在する複数の運動機能の関係を多特性多方法モデルで捉えて、「運動機能項目の成就から運動能力を絶対評価する」点が斬新なアイデアである.これにより、歩行・走行・跳躍などに共通に潜在する運動機能の習熟から運動能力を単一の尺度で評価できる

体育で習熟する運動項目を運動機能項目に分解する

定性的分析法を適用して、運動項目ごとに専門家が視認している運動機能項目を抽出することに挑戦する.歩行・走行・跳躍などの独立な運動項目間に共通に潜在する運動機能項目に分解する.小学校体育 6 領域で学習する多くの教材運動項目を運動機能項目に分解する.

最先端のテスト理論と技術から運動機能の絶対評価基準とテストアルゴリズムを構成する

個人が習得した様々な困難度の運動機能項目の成就には規則性があり、多数の運動機能項目で測定すると「できる/できない」の成就パターンが抽出できる.このデータに新しいテスト理論である項目反応理論(IRT)の数理モデルを適用し、運動機能項目の絶対評価基準を定めることが斬新なアイデアである.項目反応理論(IRT)による絶対評価テスト技術、個人の能力水準に適合した質問を選択していく適応型テスト技術、第3世代のコンピュータテスト技術、動画データベース技術を適用して、動画質問による適応型コンピュータテストアルゴリズムを構築し、汎用的な新しい運動能力の絶対評価方法を開発する.

このような手続きは、従来の質問紙票作成や実技テストバッテリー構成の枠組みを大きく超えており、運動能力テスト構成法における学術的な技術革新である.古典的テスト理論に基づくパフォーマンステストでは半世紀以上の間、測定不可能であった.

(6)学術的新規性.

実技テストで測定する走跳投などの運動能力の評価に加えて、走跳投などの運動に共通に潜在する運動機能の習熟度の測定から、多くの運動が「できるようになる」習熟過程での運動能力を絶対評価する技術を提案する.

専門家が視認している運動機能とその成就基準を抽出し、客観的な運動機能項目を明示し、その測定技術を提案する.

項目反応理論(IRT)分析から、運動機能項目の絶対(達成度)評価基準を提案する.

個人の運動能力水準に適合した運動機能

習熟の適応型テストアルゴリズムを提案する。

動画質問を用いて、当て推量を低減する適応型コンピュータテストアルゴリズムを提案する。

などの点であり、まったく新しい運動能力テスト開発の試みである。

## 2. 研究の目的

「運動ができるようになる」習熟過程での子どもの「運動機能習熟を絶対評価」する適応型コンピュータテスト方法を構築する。様々な困難度の運動学習にみられる個人の「運動機能成就パターンデータからの運動能力の絶対評価基準の推定」に挑戦する。そのために、以下の研究課題を検討した。

(1) 小学校体育 6 領域で学習する大量の運動を機能項目に分解し、テスト項目を系統分類する。

(2) 新しいテスト理論である項目反応理論 (item response theory: IRT) 分析を適用して、絶対評価テスト技術による運動機能テスト項目特性を分析する。

(3) 個人の能力水準に適合した質問を選択していく適応型テスト技術、第 3 世代のコンピュータテスト技術、動画データベース技術を適用して、動画質問による適応型コンピュータテストのアルゴリズムを分析する。

(4) 体育各単元で習熟する運動に共通する運動機能項目の絶対評価基準を構成し、それを用いた動画質問による適応型コンピュータテスト方法を開発する。従来の走跳投の運動能力テスト方法とは異なる新しい運動能力の絶対評価方法である。

## 3. 研究の方法

(1) 対象。

初年度では、小学 4 年生から 6 年生の男女計 300 人程度であり、次年度では、小学 1 年生から 3 年生の男女計 300 人程度であった。

(2) 手順。

体育年間単元で学習する全運動課題から運動機能項目を構成した。

新体力テスト 8 項目を測定し、体力テスト合計点とともに併存妥当性基準とした。

運動局面の分解画像質問による運動機能成就質問紙を作成し、単元終了時に測定した。

項目反応理論 (IRT) の数理モデルを適用して、運動機能成就パターンデータから項目特性を分析し、体育で習熟する運動機能の絶対 (達成度) 評価基準を構成した。

新体力テストの体力合計点、走跳投の測定値を基準として併存妥当性を分析した。

適応型テストアルゴリズムを構成し、全項目テストを基準とする妥当性と精度を分析した。

動画質問による適応型コンピュータテストアルゴリズムを構築し、妥当性と精度を分析した。

(3) 調査期間。

調査時期は対象校と相談の上、年間単元計画を考慮して決定した。

(4) 調査項目。

各運動のテスト項目は「できる/できない」の可否判定尺度を用いて構成した。

体力づくり運動系は 4 種目 27 項目、器械運動系はマット 17 種目 99 項目、鉄棒 15 種目 84 項目、跳箱 7 種目 49 項目、陸上運動系は 4 種目 32 項目、水泳系はクロールと平泳ぎで 9 種目 59 項目、ボール運動系は基礎、バスケットボール、サッカー、ソフトバレーボール、戦術で 62 項目、表現運動系は 21 項目、程度で構成された。

(5) データ分析。

運動機能成就テストデータに基本 2 値モデルの項目反応理論 (IRT) 分析を適用して、テスト項目の一次元性と適合性、テスト項目特性曲線 (ICC)、テスト項目特性値と能力推定値の不変性、テスト項目情報量 (IIF)、テスト特性曲線 (TCC)、テスト情報量 (TIF)、テストの精度と信頼性、テストの併存妥当性を分析した。テスト項目特性値の推定にはベイズ推定法を用いた。テスト項目の一次元性分析には一因子分析とスクリープロットを用いた。適応型テストの基準妥当性、コンピュータテストの妥当性を分析した。

(6) 対象者の同意。

対象者と対象者の所属組織には実験の主旨を説明し、対象者として研究に参加することの同意を得た。

(7) 人権及び利益の保護。

収集したデータは統計的に処理され、対象の個人・団体・組織のプライバシーに関する事項は公開されなかった。研究手続き全体については筑波大学体育系研究倫理委員会の承認を得た。

(8) 研究体制。

研究代表者は研究全体を統括し、データを収集した。指導大学院生 2 名を研究協力者として、項目反応理論 (IRT) 分析担当と適応型コンピュータテスト項目の動画収集担当と、分担した。

(9)別の研究との関連性と相違点.

本挑戦的萌芽研究は内容的に新規であることから、継続課題である基盤研究(A)とは内容的に区別された。しかし、取り扱うデータは子どもの体力・運動能力であるために、統計分析は共通技術であった。

#### 4. 研究成果

(1)主要な結果.

体育の専門家5人によるデルファイ法を適用して、小学校体育6領域で学習する運動項目を運動機能項目に分解した。例えば、歩行、走行、跳躍の運動項目に共通に潜在する支持、振出、推進などの運動機能の項目に分解した。特性要因分析法を適用して、運動局面にしたがった運動機能項目を目標に準拠した評価規準項目として系統分類した。

個人が成就した運動機能項目パターンデータに、項目反応理論(IRT)の数理モデルを適用して、項目特性を分析し、適応型テストのための運動機能項目の目標に準拠した評価基準(絶対評価基準)を構成した。

器械運動ではマット運動、跳び箱、鉄棒、クロール泳ぎと平泳ぎから構成される水泳運動、ボール運動ではボールキック、コントロール、ドリブル、ジャグリング、ヘディング、ゴールキーパーのシュート守備から構成されるサッカー運動を個別に分析した。

個別な運動機能をテスト項目としていることから、項目の局所独立性は満足していた。

テトラコリック相関行列から得られた第1固有値はいずれも全分散の50%を越え、第2固有値との差が大きく、項目の一因子性が確認された。

適合度指標にカイ二乗検定を用いて、2パラメータ・ロジスティック・モデル(2PLM)への全ての項目の適合性が確認された。

2PLMの項目困難度と項目識別力と能力推定値について不変性が確認された。

全テスト項目の達成率を妥当基準として推定された能力値の妥当性が確認された。

項目困難度を用いて運動機能系統別の目標に準拠した評価基準(絶対評価基準)を構成した。

決定木分析を適用して、運動機能項目間の階層性(単純→複雑への連鎖関係)を分析し、目標に準拠した評価基準(絶対評価基準)の妥当性を分析した。

運動機能項目特性値パラメータは、個人の運動能力水準に適合した動画質問による適応型コンピュータテストアルゴリズムに組み込み可能であることが確認された。

(2)成果の発展性.

個々の専門家が視認している運動項目に

潜在する運動機能項目とその成就基準を抽出し、客観化することで、定性的に認識されていた運動機能項目の定量技術を明示する。

新しいテスト理論である項目反応理論(IRT)分析の適用により、多くの運動項目に共通する運動機能項目の絶対(達成度)評価基準を構成する。

適応型テストアルゴリズムと動画データベースを搭載することで、適応型コンピュータテストアルゴリズムを作成する。個人の運動能力水準に適合した運動機能項目を動画で表示するので、動画情報を活用した新しい運動学習方法となる。

(3)成果の波及効果.

ICT教育の促進: 適応型コンピュータアルゴリズムを用いることにより、運動機能に基づいた運動学習におけるICTを活用した教育アプリの開発に影響を与えるであろう。

反転学修を推進: 運動動作と運動動作ができるようになる過程を教材として、予習、復習が可能となることで、反転学修法に活用されるであろう。

目標に準拠した評価の推進: 現行の学習指導要領がめざしている目標に準拠した評価のための評価規準と評価規準の信頼性と妥当性を確認することに繋がる。

#### 5. 主な発表論文等

[学会発表](計1件)

徐広孝, 筏井りさ, 見汐翔太, 井上真理子, 宮代賢治, 山田大輔, 安藤梢, 西嶋尚彦: サッカー単元で習熟する戦術技能の達成度評価のための項目特性分析, 日本体育学会第63回大会, 2012.8.23, 東海大学(神奈川県).

#### 6. 研究組織

(1)研究代表者

西嶋 尚彦(NISHIJIMA Takahiko)

筑波大学・体育系・教授

研究者番号: 50202239