

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 5 月 11 日現在

機関番号：12102  
研究種目：挑戦的萌芽研究  
研究期間：2010～2011  
課題番号：22650156  
研究課題名（和文） 体育で習熟する子どもの運動能力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) for criterion-referenced measurement of motor ability of children improving in PE  
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

研究成果の概要（和文）：運動能力の絶対（達成度）評価には、運動能力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、ボール運動ではサッカー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 ability, criterions and standards corresponding to individual motor development in children were required to evaluate absolutely motor ability 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 algorism were analyzed using IRT on mat exercise, vaulting box and horizontal bar in apparatus gymnastics, swimming, soccer ball exercise were confirmed.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合 計
2010 年度	1,500,000	0	1,500,000
2011 年度	1,400,000	420,000	1,820,000
年度			
年度			
年度			
総 計	2,900,000	420,000	3,320,000

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，運動能力，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 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、34年間の「体力・運動能力調査」統計データから、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、子どもの運動能力向上のために、科研費萌芽(H20-H21)「子どもの運動動作習熟の動画質問による適応型コンピュータテスト開発」では子どもの運動動作技能習熟の絶対評価テスト構成を試みた.

次段階では、このテスト作成技術を継承・発展させて、体育の運動学習で習熟する運動

能力を絶対評価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と考える。

(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。体育で学習するすべての運動の成就と習熟から運動能力を絶対評価する汎用的なテストは、現在のところ構築されていない。

(3)学術的な特色・独創的な点。

①走跳投だけではなく、体育で学習する大量の運動課題の習熟から運動能力を絶対評価すること。

②従来の古典的テスト理論に基づく運動能力テストでは測定不可能であった、様々な運動が「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こと。

③項目反応理論(IRT)分析を適用して、不変性のある運動能力の絶対評価基準を構成すること。

④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を構成すること。

(4)予想される結果と意義。

①小学校の体育評価を格段に伸展することが予想される。

②毎回の体育授業で「できた運動」から運動能力を絶対評価できる。

③運動習熟の絶対評価基準は子どもの運動学習の達成目標となり、学習カードになる。

④学年の進行に対応して、個人の運動習熟による運動能力の発達が縦断的に評価できる。

⑤従来の実技テストによる走跳投の運動能力評価に付加される新しい運動能力評価となる。

(5)新鮮なアイデアやチャレンジ性。

①「運動ができるようになる」子どもの運動習熟過程での運動能力の絶対評価。

「運動ができるようになる」習熟過程での運動能力の絶対評価は、半世紀以上の間、古典的テスト理論に基づくパフォーマンステストでは測定不可能であった。個人が習得した様々な困難度の運動の成就には規則性があり、多数の運動項目で測定すると「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、運動習熟の絶対評価基準を定め、「できた運動」からの運動能力の絶対評価法の構築に挑戦する。

②体育で学習する大量の運動課題の習熟から運動能力を絶対評価する。

小学校体育6領域で学習されている大量の運動課題項目を系統分類し、体育で学習する運動課題の成就から子どもの運動能力の絶対評価基準を構成する。小学3年から6年用の年間体育単元計画では、器械運動系はマット・鉄棒・跳び箱で39種目232項目、水泳系はクロールと平泳ぎで9種目59項目、ボール運動系はサッカー8種目62項目、の運動課題項目から構成される。運動能力評価の運動課題を走跳投だけに限定せず、多領域・多種類の運動課題の学習で「できるようになった運動」から運動能力を絶対評価する。

③最先端のテスト理論と技術から運動能力の絶対評価テストを構成する。

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、汎用的な新しい運動能力を絶対評価する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、テスト構成法における学術的な技術革新である。

(6)学術的新規性。

①体育で習熟する子どもの運動能力の絶対(達成度)評価を実現するためには、運動能力発達の個人差に適合した達成する目標基準と達成度の評価基準が必要である。体育の授業での「運動ができるようになる」習熟過程における子どもの「運動能力を絶対(達成度)評価」するコンピュータ適応型テスト方法を構築する。

②様々な困難度の運動学習にみられる個人の運動成就パターンデータからの「運動能力の絶対(達成度)評価基準の推定」に挑戦する。そのために、

小学校体育6領域で学習する大量の運動項目を系統分類技術、

項目反応理論(item response theory: IRT)による絶対(達成度)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、  
を適用する。

③体育各単元で学習する多くの運動の絶対評価基準を構成し、それを用いた動画質問によるコンピュータ適応型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（達成度）評価方法である。

## 2. 研究の目的

小学校中高学年の体育授業で「運動ができるようになる」習熟過程における子どもの「運動能力の絶対（達成度）評価基準」を分析し、適応型コンピュータテストアルゴリズムを構築することであった。そのために、以下の研究課題を検討した。

(1)小学校体育 6 領域で学習される大量の運動課題からテスト項目を系統分類する。

(2)体育で個人が成就した運動習熟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、テスト項目特性とテスト特性を分析し、運動能力の絶対評価基準を構成する。

(3)新体力テストと走跳投テストの成績との相関から併存妥当性を分析する。

(4)運動項目の動画検索機能と絶対評価特性値のデータベースを搭載し、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を構築し、妥当性を分析する。

## 3. 研究の方法

### (1)対象.

小学3年生から6年生の男女計287人。

### (2)手順.

①体育年間単元で学習する全運動課題からテスト項目を系統分類した。

②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。

③運動局面の分解画像質問による運動成就質問紙を作成し、単元終了時に運動成就を測定した。

④体育 6 領域ごとに項目反応理論(IRT)の数理モデルを適用して、運動成就パターンデータからテスト項目特性を分析し、体育で習熟する運動能力の絶対評価基準を構成した。

⑤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。

⑥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。

⑦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」の合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、水泳系はクロールと平泳ぎで9種目59項目、ボール運動系はサッカー8種目62項目で構成された。

### (5)データ分析.

運動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い。

研究手続き全体については、筑波大学人間総合科学研究科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、データを収集する。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、基盤研究(A)研究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.

①小学校体育6領域で学習される大量の運動課題からテスト項目を系統分類した。

学習指導要領に準拠して、器械運動、水泳運動、ボール運動のサッカーにおける運動課題(教材)から、達成目標規準となるテスト項目を系統分類した。体育の授業で使用する分解写真による設問を用いた学習カード型の質問紙調査票を構成した。

②項目反応理論分析を用いてテスト項目特性とテスト特性を分析した。

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。

個別な運動課題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課題系統別の絶対(達成度)評価基準を構成した。

③新体力テストとの併存的妥当性を確認した。

マット運動、跳び箱、鉄棒、水泳運動、サッカー運動におけるそれぞれの運動技能得点と新体力テスト8項目の成績との相関行列から因子構造を分析した結果、新体力テストが測定する運動能力への相関関係は0.30から0.40であった。これらの結果は、体育で習熟する運動能力は新体力テストでは測定されていないことを示していた。

##### (2) 成果の発展性.

①実技テストで測定する走跳投の運動能力だけではなく、体育で学習する様々な運動の習熟度から運動能力を絶対(達成度)評価すること。

②従来の古典的テスト理論に基づくパフォーマンステストによる運動能力テストでは測定不可能であった、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こと。

③項目反応理論(IRT)分析から、運動能力の絶対(達成度)評価基準が普及すること。

④少数項目だけで個人の運動能力を評価する適応型テストアルゴリズムを構成すること。

⑤分解写真質問を用いることで、当て推量を低減できる型コンピュータ適応テストを構築すること。

などであり、まったく新しい運動能力テストが開発される。

##### (3) 成果の波及効果.

①子どもの運動習熟過程で「できるようになった」運動から運動能力の絶対評価を実現することで、小学生の運動学習と体育評価が格段に伸展する。

②「運動能力の絶対評価基準」は子どもの運動学習の達成目標になり、学年進行に対応して個人の運動習熟による運動能力発達が縦断的に評価できる。

③体育で「できた運動」から運動能力を絶対評価するので、実技テストから走跳投の運動能力を評価する新体力テストに加えられる「新しい汎用的な運動能力の絶対評価方法」となる。

④適応型コンピュータテストでは、個人の運動能力水準に適合した運動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。

#### 5. 主な発表論文等

なし

#### 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