

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 25 年 5 月 30 日現在

機関番号：12102

研究種目：基盤研究（A）

研究期間：2009 年～2012 年

課題番号：21240061

研究課題名（和文）：日本人の基礎的動きの標準値およびデータベースの構築

研究課題名（英文）：Standard motion and the database of basic movements for the Japanese

研究代表者

阿江 通良（AE MICHİYOSHI）

筑波大学・体育系・教授

研究者番号：10175721

研究成果の概要（和文）：本研究では、Ae ら(2007)の方法により、成人の前転、後転、走、立幅跳、遠投、捕球動作、プレースキック動作、ハンドドリブルの標準動作を作成してデータベースを構築し、標準動作モデルの配信システムを開発した。また、幼児については、前転、走、立幅跳の3種類、小学校2年生および4年生については、前転、後転、走、け伸びおよびバタ足、遠投、プレースキック動作の7種類の基礎的動きの標準動作を作成した。

本研究の結果から、標準動作を基準にして動作変動度などを検討することによって、動作を指導する際の着目点の抽出が行えることがわかった。

研究成果の概要（英文）：The biomechanical method after Ae et al.(2007) was used to create standard motions for the adults, i.e. forward roll, backward roll, sprint running, standing long jump, throwing for distance, ball catching, place kicking and ball dribbling. The distribution system of the standard motion models for the adults was developed. The standard motions of forward roll, sprint running and standing long jump were created for the infants, and those for the elementary school children were forward roll, backward roll, sprint running, throwing for distance, place kicking, and two swimming techniques, i.e. gliding from kicking off prone and the beating.

This study concluded that the use of standard motion model and scrutinizing of the motion variability are effective to identify critical points in teaching motion techniques of basic movements.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合 計
2009 年度	18,300,000	5,490,000	23,790,000
2010 年度	6,000,000	1,800,000	7,800,000
2011 年度	5,200,000	1,560,000	6,760,000
2012 年度	6,600,000	1,980,000	8,580,000
総 計	36,100,000	10,830,000	46,930,000

研究分野：スポーツバイオメカニクス

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学，スポーツ科学

キーワード：スポーツバイオメカニクス，基礎的動き，動作分析

1. 研究開始当初の背景

体育・スポーツの指導は、動きの指導なくしては成立しない。指導すべき運動の基礎になる、あるいはそれらに内在すべき基礎的動きあるいは基本の運動については、内外において多くの提案がなされてきている。しかし、これらには、どのような動きのパターンが一般的（標準的）なのか、これらをどのように評価するかなどがあまり示されていない。指導の場では、動きを観察し、定性的（質的）に評価するが、この場合には指導者はどのような動きのパターンが望ましいのか、評価の観点や尺度はどのようなものかなどを知らなければならない。

Ae ら (2007)、Murata ら (2008) は、動作中の被験者の身体の測定点の座標をもとに、動きの平均動作（これを標準動作と呼ぶ。左図に例を示す）を作成し、動作変動性 (Motion variability) をもとに動きの要点 (Critical points) を抽出する方法を開発している。この方法を用いることにより、基礎的動きの標準値およびそれらを蓄積したデータベースを構築することが可能となっている。

2. 研究の目的

本研究の目的は、日本人の基礎的動きの標準値（標準動作）をバイオメカニクス的方法により作成するとともに、評価や指導のための観点や動作の要点を明らかにし、標準動作のデータベースを構築することである。具体的には以下のとおりである。

①基礎的動きとして、前転、後転、走、立幅跳、遠投、捕球、プレースキック、ボールドリブルの8種類の動きを取り上げ、Ae ら (2007) の方法により成人の標準動作を作成するとともに、評価や指導で活用できる動きの要点を抽出する。

②幼児（6歳）については、前転、走、立幅

跳の3種類、小学校2年生および4年生については、前転、後転、走、水泳のけ伸びおよびバタ足、遠投、プレースキックの7種類の基礎的動きの標準動作を作成し、標準動作および動きの要点を成人のものと比較して、幼少年の基礎的動きの特徴を明らかにする。

③成人の基礎的動きの標準動作を蓄積して指導に活用できるデータベースを構築する。

3. 研究の方法

(1) 被験者

成人男女の被験者は体育系の大学生および大学院生とし、原則としてすべての種目に参加させた。小学生および幼児の被験者は、茨城県の公立小学校、栃木県と鹿児島県の大学附属小学校と幼稚園に所属する6歳児、小学2年生、小学4年生とした。

(2) 実験試技

実験試技として、基礎的動きから2次元的动作の前転、後転、走、立幅跳、水泳のけ伸びとバタ足を、3次元動作の遠投、捕球、プレースキック、ハンドドリブルを選んだ。

(3) データ収集および処理

成人男女のデータ収集には光学式3次元自動動作分析装置 (Vicon MX, Vicon Motion Systems 社製) を使用した。幼少年の陸上動作の撮影には、高速度デジタルカメラ (EXILIM EX-F1, CASIO 社製) を用いた (撮影スピード毎秒 300 コマ, シャッタースピード 1/1000 秒)。2次元あるいは3次元 DLT 法によりデータを収集し、身体各部の2次元あるいは3次元座標を得た。

得られた身体の実座標値は、分析点ごとに最適遮断周波数を決定し、Butterworth digital filter を用いて平滑化した。

(4) 標準動作の作成

標準動作モデルは Ae, et al. (2007) の方法を用いて作成した。

Step1: Vicon や画像分析によって身体部位の 3 次元座標値を得る。

Step2: 阿江ら (1992) や Yokoi et al. (1986) の身体部分慣性係数から求めた身体重心を基準点とし、対象者の身長や各動作局面の経過時間によって座標データを規格化する。

Step3: 規格化した座標データを平均する。

(5) 動作変動度の算出

動作の共通性を示す指標として、以下の式を用いて動作変動度 (rmsCV) を求めた。

$$rmsCV = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \frac{SD_j}{rms_j} \times 100$$

ここで、 SD_j は標準偏差、rms は二乗平均平方根である。

4. 研究成果

(1) 基礎的動きの標準動作と動作変動度

ここでは、遠投、立幅跳、走の各標準動作について述べる。

① 遠投

図 1 は、小学生男子および成人男性の遠投の標準動作モデル（側方および後方）を示したものである。側方からみると、成人男性は左脚を大きく踏み出し、身体を前方へ移動していることがわかる。また、動作前半において 2 年生男子は体幹がほぼ垂直だが、4 年生男子と成人男性は体幹を右側屈しながら踏み出していることがわかる。後方からみると、小学生男子に比べて成人男性は右脚を屈曲しており、右下腿が大きく前傾していることがわかる。

図 2 は、小学生女子および成人女性の遠投

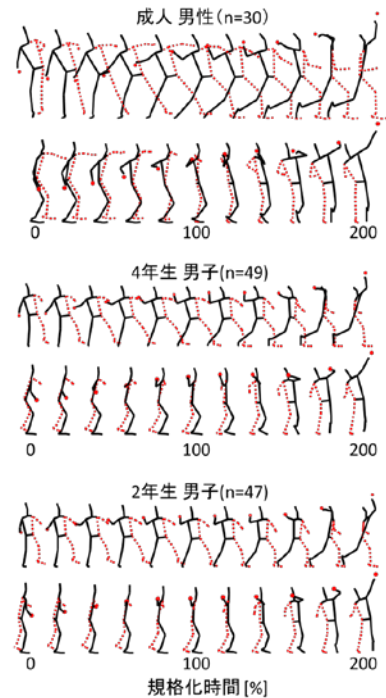


図 1 小学生男子および成人男性の遠投の標準動作

の標準動作モデルを示したものである。

側方からみると、成人女性では左腕を大きく上げているが、2, 4 年生女子では左腕が身体側方に下垂していることがわかる。また成人女性では踏み出し局面において体幹が右側屈しながら踏み出している。

後方からみると、2 年生女子では下肢の屈曲がほとんど見られないが、成人女性では右下腿の大きな前傾がみられる。リリース直前では、2, 4 年生女子は右肩が大きく外転しているが、成人女性では成人男性と類似した約 90 度の右肩外転位であることがわかる。また、動作変動度の検討から、成人女性では踏み出し局面における投球方向の左上腕の変動度が小さいこと、左右方向の右下腿大腿と投球方向の体幹の変動度が踏み出し局面を通して小さいことなどがわかった。

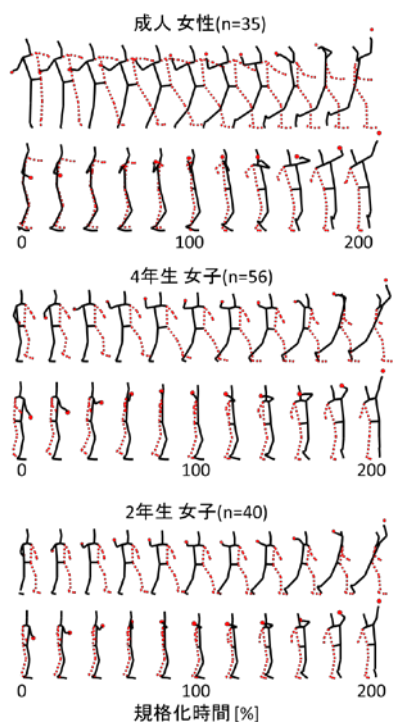


図2 小学生女子および成人女性の遠投の標準動作

②立幅跳

図3は、幼児および成人男女の立幅跳の標準動作モデルを示したものである。

いずれの群も動作開始から両腕を身体後方に振り上げるが、その際に成人男女は大きく体幹が前傾していることがわかる。成人男性は両下肢が大きく屈曲し、両下腿が大きく前傾していることがわかる。また、成人男女では接地する直前に両下肢を身体の前方に大きく出し、両膝を大きく屈曲しながら着地していることがわかる。

③走動作

図4は、幼児および成人男女の走動作の標準動作を示したものである。

宮下ら（1986）と伊藤ら（1994）は一流スプリンターの特徴として、離地時における支持脚下腿の大きな前傾、抑えぎみの膝関節の伸展、接地時におけるタイミングの早い回復脚の引きつけを挙げている。それらのうち、成人男女の走動作には支持脚の特徴はみられないが、早期に回復脚を引きつけており、

幼児は接地時において遊脚の膝関節がほぼ直角になっていることがわかる。

幼児に比べて、成人男女は身体後方へ引いた左右の上腕が高く上がっていることがわかる。また、幼児の右足接地直前をみると、成人男女よりも左右の肩が前後に大きく離れており、幼児は体幹を大きく捻回していることがわかる。また、動作変動度についての検討から、成人男女では接地直前における前腕や引き上げた上腕の共通性が高いこと、どの群においても下腿の変動度は小さいことなどがわかった

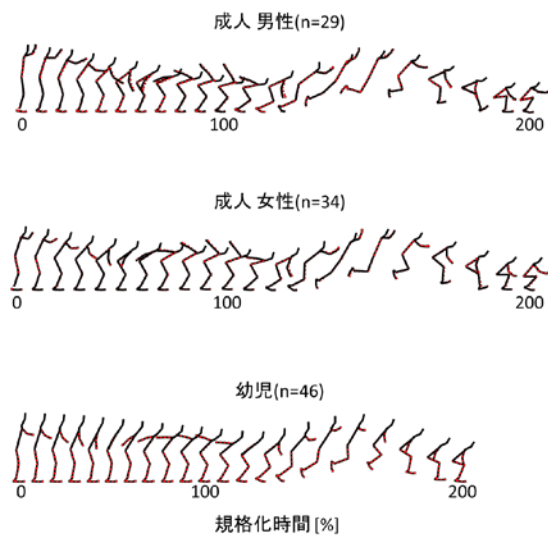


図3 幼児および成人の立幅跳の標準動作

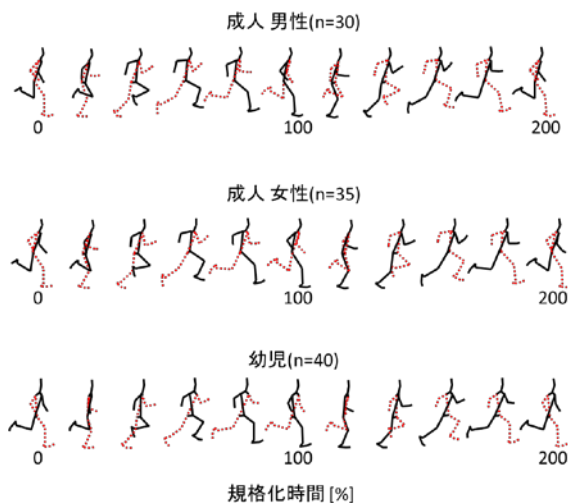


図4 幼児および成人の走の標準動作

(2) 他の動作の標準動作

遠投、立幅跳、走と同様に、プレースキック、前転、後転、ハンドドリブル、捕球、け伸び、バタ足の標準動作を作成し、これらの動作変動度について検討した。

(3) 標準動作配信システムについて

本システム(図5)は、作成した標準動作モデルを座標データおよびスティックピクチャーの形でデータベース化し、以下のものを提供することができる。

② 標準動作の静止画像および動画

②学習者の動作を撮影したVTRと比較可能な標準動作(スティックピクチャー)の提供

これは、学習者の動作をVTR撮影し、提供した標準動作(スティックピクチャー)と重ね合わせが可能で、動作における問題点などを理解するのに役立つ。

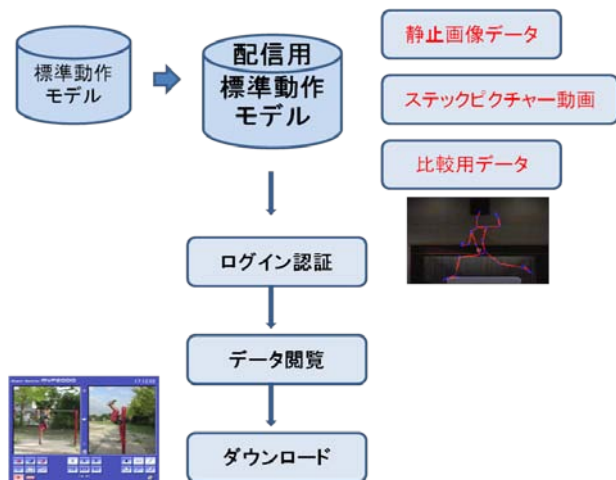


図5 標準動作配信システムの概念図

(4) まとめ

本研究では、標準動作を作成するとともに、身体各部の方向余弦の変動度を手がかりに、成人と子ども間、男子と女子間で動作パターンや変動度を比較した。その結果、先行研究と同様の発達に伴う動作パターンの変化、男女間の相違などをとらえることができた。ま

た、これまでにあまり指摘されていなかった動作パターンの相違や指導の際に着目すべき動作ポイントなどが明らかとなった。いくつかの例を以下に示す。

- ・走では発育にともなって上肢の変動度が小さかった
- ・成人の立幅跳では下腿と体幹の動作変動度が小さかった
- ・前転では後半における上腕の前方移動、後転では前半における大腿と体幹の屈曲が重要と考えられた
- ・け伸びのスタートには大きく2つのパターンが見られたが、右下腿の動作には共通性があった

本研究から、標準動作を基準にして動作変動度などを検討することによって、動作を指導する際の着目点の抽出が行えることがわかった。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計7件)

- ①佐々木玲子, 石沢順子, 楠原慶子, 奥山静代: 運動様式の違いからみた幼児の日常生活活動量と基本的運動能力との関係, 慶應義塾大学体育研究所紀要, 52: 1-10, 2013. 査読有
- ②小林育斗, 阿江通良, 宮崎明世, 藤井範久: 優れた投能力をもつ小学生の投動作の特徴とその標準動作. 体育学研究, 57:613-629, 2012. 査読有
- ③Kobayashi Y, Ae M, Miyazaki A, and Fujii N: Development of the overarm throwing motion for Japanese elementary school girls. In Vilas-Boas JP, Machado L, Wangdo K, and Veloso AP(eds.), Biomechanics in Sports 29, Portuguese Journal of Sport Sciences, 11

(Suppl.2) :997-1000, 2011. 査読有

- ④阿江通良, 小林育斗: 動作分析から動作の共通性と個性を考える. バイオメカニクス研究 15 (3) , 88-95, 2011. 査読無
- ⑤阿江通良: 幼少年期に習得すべき基礎的動きのスタンダードの提案. 体育科教育, 58-7 : 10-13, 2010. 査読無
- ⑥阿江通良: 動きの標準値とバイオメカニクスの評価法. 体育の科学, 60 : 151-156, 2010. 査読無
- ⑦阿江通良: 幼児の動きの発達にはさらに何が必要か—日本体育協会「幼少年期に身につけておくべき基礎的動きプロジェクト」から—, 体育の科学 59(5) : 317-323, 2009. 査読無

[学会発表] (計 3 件)

- ①Hideki Nakatani, Michiyoshi Ae, Yasuto Kobayashi, Yutaka Shimizu : IMPACT PATTERNS IN SOCCER KICK MOTION FOR ELEMENTARY SCHOOL. The 30th Conference of International Society of Biomechanics in Sports, Melbourne, Australia, 2012, 7. 5
- ②Yasuto Kobayashi, Michiyoshi Ae, Akiyo Miyazaki, Norihisa Fujii : KINETICS OF OVERARM THROWING MOTION FOR SKILLED JAPANESE ELEMENTARY SCHOOL BOYS. The 30th Conference of International Society of Biomechanics in Sports, Melbourne, Australia, 2012, 7. 5
- ③Yasuto Kobayashi, Michiyoshi Ae, Akiyo Miyazaki, Norihisa Fujii : DEVELOPMENT OF THE OVERARM THROWING MOTION FOR JAPANESE ELEMENTARY SCHOOL GIRLS. The 29th Conference of International Society of Biomechanics in Sports, Port, Portugal, 2011. 6. 27

6. 研究組織

(1) 研究代表者

阿江 通良 (AE MICHIOYOSHI)
筑波大学・副学長
研究者番号 : 10175721

(2) 研究分担者

藤井 範久 (FUJII NORIHISA)
筑波大学・体育系・教授
研究者番号 : 10261786

小池 関也 (KOIKE SEKIYA)
筑波大学・体育系・准教授
研究者番号 : 50272670

加藤謙一 (KATO KENICHI)
宇都宮大学・教育学部・教授
研究者番号 : 00177437

飯干 明 (IIBOSHI AKIRA)
鹿児島大学・教育学部・教授
研究者番号 : 20117477

佐々木 玲子 (SASAKI REIKO)
慶応義塾大学・体育研究所・教授
研究者番号 : 80178673

本間 三和子 (HONMA MIWAKO)
筑波大学・体育系・教授
研究者番号 : 80241800

窪 康之 (KUBO YASUYUKI)
独立行政法人日本スポーツ振興センター
国立スポーツ科学センター・スポーツ科学研究部・研究員

研究者番号 : 80371160

國土 将平 (KOKUDO SYOHEI)
神戸大学・人間発達環境学研究科・准教授
研究者番号 : 10241803