

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 9 月 15 日現在

機関番号：56203

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2021

課題番号：17K01748

研究課題名(和文)人が持つ技能の特徴化ならびにスポーツ指導への活用に関する研究

研究課題名(英文)The Research for the characterization of human technics and the utilization of sports coaching.

研究代表者

吉澤 恒星(Yoshizawa, Kousei)

香川高等専門学校・一般教育科(高松キャンパス)・教授

研究者番号：90300631

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、野球のバッティングを対象に各種生体計測機器を用いたコーチング手法の確立を目的として、選手の持つ技能データの計測を行った。得られたデータを選手個人が持つ特徴量として扱い、指導方法の確立、指導後の技術向上の確認や指導方法の評価に応用すること、従来の指導をデータによる定量的な数値を用いた指導への置き換えること、さらに指導後の選手の変化を定量的に表すことで、指導方法を定量的に評価するシステムを構築することを目指した。その結果、講演発表を8回、電気学会論文誌C電子情報システム部門への投稿論文を1本発表することができた。また、熟練者のデータを蓄積し、研究を発展するための基盤作りもできた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

野球選手の打撃技術について、技術レベルの異なる選手の比較により、定量的な観点から技術指導を行うシステムを開発した。また、指導を施した選手の経年変化を観察することにより、システムの有効性について検証を行った。その結果、選手のパフォーマンス(スイングスピード)は優位に向上した。これらの研究結果から、野球選手の打撃技術向上に広く寄与するという社会的意義と、データを蓄積し、各選手の技術の特徴化を通じてケーススタディーを積み重ねることによって学術的意義を獲得できたといえる。

研究成果の概要(英文)：This research aim to establish the coaching method for baseball players (batting). We measured each player's batting motion and analyzed, not qualitative but quantitative. As a result, we found each player's character (converted data) and developed the coaching method by using characterized date. So we presented eight papers at academic conference and submitted a thesis.

研究分野：スポーツコーチング

キーワード：野球打撃技術指導 指導の定量的評価 データを用いた指導方法 バットスイング特徴量 運動学的特徴量 熟練者と未熟練者

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

## 1. 研究開始当初の背景

芸術やスポーツ、木工、鉄工等の技術において、いわゆる「プロの技」、「匠の技」と呼ばれるもの(以下 熟練者の技)には、単に情報としての知識ではなく、練習や繰り返しの経験を通して体が覚える「経験知」と呼ばれる知識が含まれる、この「経験知」の中には、「暗黙知」と呼ばれる一般に「コツ」や「カン」にあたる部分も含まれ、経験者がこれらを自身で再現することは比較的容易だが、他者へ教え伝え体現させることは非常に難しい。特に、教授する側と、される側の身体的能力の差による感覚の差が乖離していればいほど、「もっと強く」や「さらにゆっくり」などのあいまいで定性的な言葉によるアドバイス(以降では定性的なアドバイスと表記)では教え伝えるのが困難である。

申請者はこれまで、所属する香川高専(旧高松高専)の野球部監督として長年指導しており、また野球指導に関する研究も長年行っており、「経験知」に基づいた指導方法を確立している。一方、研究協力者らは、モーションキャプチャ技術や筋電位計を用いた立ち座り動作時の負荷推定や、体操選手の重心解析に基づいたロボットの制御系設計等の研究を行っている。

本研究では、申請者が確立している野球選手のバッティング時における「暗黙知」をモーションキャプチャや筋電位システムを用いて数値データ化し、「定量的なアドバイス」をデジタルデータ化する事で、定量的な指導方法の確立を目的とした。さらに、故障者と健常者のデータを比較することで、選手の故障箇所の推定や、故障時、故障後の指導方法の確立も目指した。

## 2. 研究の目的

本研究では、モーションキャプチャと筋電位計を用いて、野球選手のバッティング時における動作解析を行うことで、選手の筋力・関節への負担、等価重心・等価モーメントの動特性を推定し、その結果を用いて選手への定量的な指導方法の確立をめざした。

一般に経験者が持つ、「コツ」や「カン」とよばれる「暗黙知」は経験者がこれらを自身で再現することは比較的容易だが、他者へ教え伝え体現させることは非常に難しい。そこで、「暗黙知」を動作解析で数値化することで、熟練指導者だけでなく指導者歴が浅い人でも画一的に指導が行える指導法の実現を目指した。さらに、故障者と健常者のデータを比較することで、選手の故障箇所の推定や、故障時、故障後の指導方法の確立も目指した。

## 3. 研究の方法

研究初年度は、モーションキャプチャ技術ならびに筋電位計を用いて、全身の筋力(内筋/外筋)、関節に掛る負荷、体幹の移動量や回転量、等価モーメント、等価重心の動特性等の数値データの推定技術の確立を行った。

次年度以降は、確立した動作解析方法を用いて実際に野球経験者による実験データの収集を行い、熟練者と初心者の解析結果を比較することで、動作解析に基づいた指導方法の確立を目指した。さらに、健常者と故障者のデータの比較を行うことで、故障箇所の検出や故障時の指導方法の確立を目指す。動作解析に基づいた指導法でトレーニングした後、再度の動作解析により、提案する指導方法の効果の検証を行った。得られた研究成果は、関連学会の国内・国際会議や論文等にて積極的に発表することにより、第三者による客観的な評価を受け研究の質を高めた。

## 4. 研究成果

[1] 本研究では、野球の打撃動作に着目し熟練者と未熟練者間の技術差について、動作解析による検討と統計解析による評価を行った。

田子(2001)は打撃動作における並進運動は回転運動の補助的な役割を行うことを報告している。本研究においても打撃動作の解析をする際に、バットスイング動作を並進運動と回転運動に分けて解析を行った。テイクバック開始からステップ足着地までの動作を並進運動、ステップ足着地から動作終了までの動作を回転運動とした。

また、野球部顧問にスイング指導の着眼点について調査したところ、スイングスピードに着目していることが分かった。熟練者と未熟練者における、打撃速度および速度効率を調査するため、バットに再帰反射マーカを取付け、モーションキャプチャ解析(Motive)を用いてバット先端の打撃速度の解析を行った。

バットがボールに当たった速度を打撃速度として比較すると、未熟練者に比べ熟練者はスイング最高速度近くで打撃していることが分かる。

さらに、スイング動作時に体重心が安定していれば、スムーズに打撃を行うことが出来ると考えられる。フォースプレートを用いて、バットスイング動作中の体重心位置の高さ変動を調査した。

未熟練者には、重心の高さ方向の変動が大きい者が含まれていることがわかる。もう一つ、打撃動作中の床反力の測定を行い、踏込み足の床反力における最大値および打撃時での床反力について、技術差の比較を行った。熟練者には、値の大きい者が含まれていることがわかる。

以上のように、

- ・スイングにおける最大速度
- ・スイングにおける打撃時速度
- ・打撃速度の速度差割合
- ・重心の高さ方向移動割合
- ・回転中心軸
- ・最大床反力割合
- ・打撃時床反力割合

上記すべての項目について、熟練者と未熟練者の中央値の差に有意性があることが確認された。これにより、野球指導者の経験知を定量的に把握する項目として用いることが可能であることが証明できた。今後の課題としては、各項目の関連性を検討し、打撃指導としての活用法を提示等があげられる。

また本手法は、野球の打撃動作だけでなく、守備、投球動作はもとより、野球以外のスポーツ分野、また人の様々な動作の中にある経験知・暗黙知を定量的に把握する手法として、工学、医療、福祉等の幅広い分野での活用が期待できると考えている。

[2] 本研究では、3次元モーションキャプチャシステムと動作解析ソフトウェアを用いてバットスイング動作中の筋肉の動きを推定、熟練度の異なる2グループ間において筋肉の使い方に差異が存在するか比較した。

熟練者は動作完了率50%で左大腿直筋の筋パワーが上昇し始めると同時に中殿筋の筋パワーが減少し始めている。これは大腿直筋で踏込みの力を生み出すと同時に中殿筋で骨盤を支えて姿勢を維持しているのではないかと考えられる。その後、動作完了率60%で左大腿直筋の筋パワーが最大となった以降、ヒラメ筋の筋パワーがさらに大きく上昇している。このことから、投手側足の踏込みからボールを打つまでにおいて最も力を生成している筋肉は大腿直筋ではなくヒラメ筋であるといえる。

また、筋パワー75%において右大腿直筋の筋パワーが最大となると同時に左中殿筋の筋パワーが最小となっている。このことから、ボールを打つ際に中殿筋による骨盤の支持と軸足側大腿直筋による踏ん張りを同時に行うことで姿勢を維持していると考えられる。

未熟練者の筋パワー変化の概形は熟練者と大きな差はないように見える。しかし、熟練者と未熟練者の各筋肉の中央値を見ると、筋パワーの時間変化が異なっている傾向にあると考えられる。前節で述べたように筋パワー変化量が熟練者よりも全体的に小さいことから、未熟練者は熟練者よりも踏込みの力が不十分だと考えられる。

以上のように、筋パワー変化の比較を行った結果、熟練者集団と未熟練者集団の間において筋肉の使い方にいくつかの違いが存在することが判明した。筋パワーに差が見られた箇所は動作完了率50から75%までの区間に集中していることから、投手側足が着地してからボールを打つまでがバットスイング動作において重要な区間だと考えられる。また、被験者の右ヒラメ筋、右中殿筋において熟練者と未熟練者に顕著な違いがなかったのに対し、被験者の投手側足の筋肉である左ヒラメ筋、左中殿筋の筋パワー変化に両グループ間の違いが多く見られたことから、投手側足の筋肉の使い方が重要だといえる。

これらより、投手側足着地からボールを打つまでにおける投手側足の筋肉の使い方がバットスイングの巧拙における重要な要素だと結論付ける。

今後の課題としては、本研究で得られた筋パワーの特徴量と、従来までのキネマティクスの解析結果の相関性等を確認し、キネティクス・キネマティクスの両方の観点から考察し関連性を調べていく予定である。

また、「飛距離」や「打球のコントロール能力」等の個別の能力を持つ選手ごと「実践向けの素振り」を行った際の解析も併せて行う予定である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 2件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Sogo Hiroyuki, Henmi Tomohiro, Yoshizawa Kousei, Saziki Gou, Iwai Yuma, Tada Kenya	4. 巻 141
2. 論文標題 Extraction and Evaluation of Kinematic Feature Values of Batting Motion from Top of Swing to Ball Impact	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEEJ Transactions on Electronics, Information and Systems	6. 最初と最後の頁 258 ~ 263
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1541/ieejeiss.141.258	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 岩井勇磨, 多田憲矢, 十河宏行, 逸見知弘, 吉澤恒星	4. 巻 2019
2. 論文標題 バット打撃動作における運動学的特徴量の抽出と評価	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 電気学会電子・情報・システム部門大会講演論文集(CD-ROM)	6. 最初と最後の頁 ROMBUNNO.TC7 5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 伊藤 壮汰, 十河 宏行, 逸見 知弘, 吉澤 恒星	4. 巻 CT 2019(1-41)
2. 論文標題 VIFを考慮したバッティング動作の変化による指導結果への貢献の比較 (制御研究会 制御理論・制御技術一般)	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 電気学会研究会資料	6. 最初と最後の頁 181-183
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 十河 宏行、逸見 知弘、吉澤 恒星、南部 彰伸、平山 大貴	4. 巻 137
2. 論文標題 動作解析を用いた野球打撃動作における技術差の定量的比較	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 電気学会論文誌. C	6. 最初と最後の頁 60 ~ 67
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1541/ieejeiss.137.60	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 逸見 知弘、十河 宏行、吉澤 恒星、奥谷 健太、平山 大貴	4. 巻 137
2. 論文標題 下半身の筋パワー変化に着目したバットスイングの巧拙の比較	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 電気学会論文誌. C	6. 最初と最後の頁 68~75
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1541/ieejieiss.137.68	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計7件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 岩井勇磨, 多田憲矢, 十河宏行, 逸見知弘, 吉澤恒星
2. 発表標題 バット打撃動作における運動学的特徴量の抽出と評価
3. 学会等名 電気学会C部門大会 (2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岩井勇磨, 吉澤恒星, 十河宏行, 逸見知弘
2. 発表標題 バット打撃動作のトップからインパクト区間における運動学的特徴量の抽出と評価
3. 学会等名 日本野球科学研究会 (2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 伊藝壮汰, 佐々木弘樹, 十河宏行, 逸見知弘, 吉澤恒星
2. 発表標題 運動学的観点から見たバットスイングにおける指導の評価
3. 学会等名 平成30年 電気学会 電子・情報・システム部門大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 吉澤恒星
2. 発表標題 大学野球選手と高校野球選手のスイング軌道に関する一考察 - 東都リーグ1部選手と県大会初戦敗退高校選手との比較 -
3. 学会等名 日本野球科学研究会第6回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 伊藝壯汰, 佐々木弘樹, 十河宏行, 逸見知弘, 吉澤恒星
2. 発表標題 バットスイング動作における筋パワーに関する特徴量抽出
3. 学会等名 平成29年 電気学会 電子・情報・システム部門大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 伊藝壯汰, 佐々木弘樹, 十河宏行, 逸見知弘, 吉澤恒星
2. 発表標題 バットスイング動作におけるスイング軌道に着目した特徴量抽出
3. 学会等名 平成29年度 電気学会 電子・情報・システム部門 制御研究会「スマートシステムと制御技術シンポジウム2018」
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 伊藝壯汰, 佐々木弘樹, 十河宏行, 逸見知弘, 吉澤恒星
2. 発表標題 バットスイングにおける力と運動を用いた貢献度の比較
3. 学会等名 平成29年度 電気学会 電子・情報・システム部門 制御研究会「人間の技能データの計測・解析・評価および制御技術一般」
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	逸見 知弘  (Henmi Tomohiro)  (00413849)	香川高等専門学校・創造工学専攻・准教授   (56203)	
研究 分担者	十河 宏行  (Sogo Hiroyuki)  (60154704)	香川高等専門学校・機械電子工学科・教授   (56203)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------