

平成 22 年 3 月 31 日現在

研究種目：基盤研究 (C)

研究期間：2008～2009

課題番号：20500856

研究課題名（和文） 武道競技における練習者適応的な戦術スキル習熟支援法

研究課題名（英文） Adaptive Supporting Method for Skill Improvement in Martial Arts

研究代表者

田中 一基 (TANAKA KAZUMOTO)

近畿大学・工学部・准教授

研究者番号：60351657

研究成果の概要（和文）：仮想の練習相手（CG）と武道競技の練習を行うシステムにおいて、練習者と CG 選手との 3 次元的なインタラクションを映像化し、それを練習者にフィードバックする手法を確立した。複合現実感技術の応用により、スクリーンに投影された CG 選手と練習者との 3 次元的な位置関係の可視化を可能にした。この映像フィードバックは、スキル習熟に不可欠なメタ認知を促進することができる。評価実験により、スキル習熟を支援する効果が確認できた。

研究成果の概要（英文）：The research has proposed the visual feedback method that can visualize interactions between a trainee and virtual opponent (computer graphics) on the system that provides a virtual training environment of martial arts for trainees. Applied Mixed Reality Technology has made it possible to visualize 3-dimensional relationships between a trainee and a virtual opponent on a screen. The visual feedback method can promote the meta-cognition that is indispensable for skill improvement. We have verified the effect on skill improvement experimentally.

交付決定額

（金額単位：円）

|         | 直接経費      | 間接経費    | 合計        |
|---------|-----------|---------|-----------|
| 2008 年度 | 1,000,000 | 300,000 | 1,300,000 |
| 2009 年度 | 600,000   | 180,000 | 780,000   |
| 年度      |           |         |           |
| 年度      |           |         |           |
| 年度      |           |         |           |
| 総計      | 1,600,000 | 480,000 | 2,080,000 |

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学，教育工学

キーワード：学習環境，スキル習得支援，映像フィードバック，バーチャルリアリティ，複合現実感

## 1. 研究開始当初の背景

## (1) 武道練習におけるニーズ

武道の競技人口は世界的に増大している。

しかし、試合練習で生ずる怪我の危険性は他のスポーツや芸道の練習に比べて高い。たとえば大学の空手道部では、前歯を失う者や鼻

骨を骨折する者が後を絶たないと言われる。したがって、正しく安全な練習方法への要求は強い。

## (2) 学術的な背景

人工知能工学やスポーツ科学などの学際的研究領域として、スキルサイエンスの第1回国際シンポジウムが我が国で開かれるなど、スキル解明やスキル修得支援に関する研究が盛んになっている。

スキルの習熟プロセスについては、近年のスキルサイエンス研究で少しずつ明らかになっており、「身体特性に適應するスキル動作を自ら“創造”することが、スキルの習熟プロセスである」とされる。また、身体動作をメタ認知する行為は、スキル習熟の有力な手法であることが明らかになっている。しかしこれまでの研究では、動的環境下で戦術的な判断や行動を行うスキル（オープンスキル）の習熟とメタ認知との関係の研究は、あまりなされていない。

## 2. 研究の目的

### (1) バーチャルスポーツシステム

練習者のモーションキャプチャにより相手（CG）選手とのインタラクティブな攻防を行うバーチャルスポーツシステムを開発する。これにより、特に初心者が、武道のスキルを安全に修得可能な練習環境を実現し、体を張って覚える従来型の練習体系を変革する。

### (2) スキルの習熟支援に関する研究

練習者自身で発見的にスキルを獲得するプロセスを支援するバーチャルスポーツシステムの構築法を明らかにする。

#### ① オープンスキルの習熟とメタ認知の関係

戦術に関わるオープンスキルの習熟過程とメタ認知の発達過程との関係を明らかにする。

#### ② メタ認知を促進するバーチャル環境

練習者の身体動作のメタ認知を促進させるCG制御や観察支援方法を明らかにする。

#### ③ 練習者適応的に習熟を支援する方略

練習者の身体特性によりスキル習熟プロセスは異なる。このため、バーチャルスポーツシステムにおいて、練習者に適應するスキル習熟支援の方略を明らかにする。

## 3. 研究の方法

### (1) バーチャルスポーツシステム

練習者に装着するワイヤレス加速度センサと動画像処理により、練習者のモーションキャプチャを行う。この計測をリアルタイムで行い、この結果に基づいて相手選手の動きを決定し、練習者に提示する。

### (2) スキルの習熟支援に関する研究

#### ① オープンスキルの習熟とメタ認知の関係

練習者と相手選手とのインタラクション

の様子を練習者に振り返らせ、メタ認知を行った内容をメモ書きにより記録する。スキルが習熟するまでこの実験を継続し、メタ認知の内容変化と習熟過程とを比較評価する。

#### ② メタ認知を促進するバーチャル環境

メタ認知を行うには、パフォーマンスを映像化して練習者にフィードバックする方法が最適と考えられる。そこで、練習者と相手選手との3次元的なインタラクションを可視化する技術を、複合現実感技術により開発する。

#### ③ 練習者適応的に習熟を支援する方略

バーチャルスポーツシステムにおいて、練習者のパフォーマンスを多視点から客観的に観察可能な機能を開発する。これにより、バーチャル環境で一定の練習を行った後、立体的にパフォーマンスを観察することで、適應的なスキルを発見的に獲得する支援を可能とする。

## 4. 研究成果

### (1) 映像フィードバックでメタ認知を促進するバーチャル空手システム

本研究では、空手道競技のスキル習得を対象として、バーチャル空手システムを開発した。

#### ① 映像フィードバック技術

バーチャル空手システムでは、練習者と相手選手とのインタラクティブなパフォーマンスを可視化して、それを練習者に提示する技術を開発した。三次元CGで表現される相手選手は、スクリーン上に投影される二次元物体となるが、複合現実感技術により、練習者との三次元的な位置関係が観察可能な映像が合成される（図1）。また、任意の位置に設置するカメラにより、多視点からの観察を可能とした（図2）。

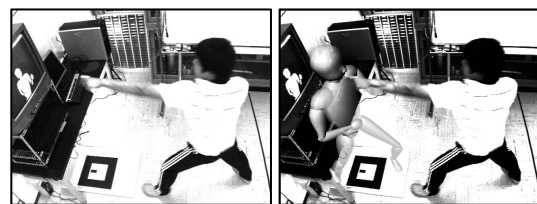


図1 左：モニタ上の相手選手（CG）とのパンチトレーニングの様子、右：可視化した三次元的インタラクション。

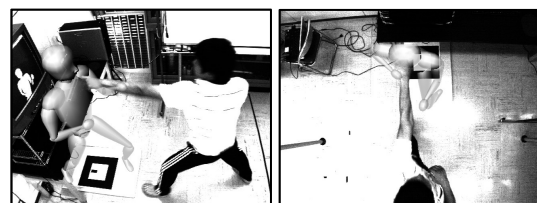


図2 左：斜め上からの観察用映像、右：真上からの観察用映像。

## ② メタ認知促進とスキル習熟効果の検証

バーチャル空手システムの映像フィードバック技術がメタ認知促進とスキル習熟に効果があることを、実験的に確認した。図3は、パンチの一戦術の習熟過程に関するグラフであり、実線グラフは戦術の習熟度、点線グラフはメタ認知で気づいた概念数（単語数）、をそれぞれ表し、横軸は練習回、縦軸は正規化した値である。また、図3上は映像フィードバックを受けた被験者のグラフ、図3下は受けなかった被験者のグラフである。これにより、映像フィードバックを受けた方が、メタ認知がより活発に行われたことがうかがわれ（概念を構成する単語の絶対数が多いため）、習熟に要する練習回数が少ないことが示された。

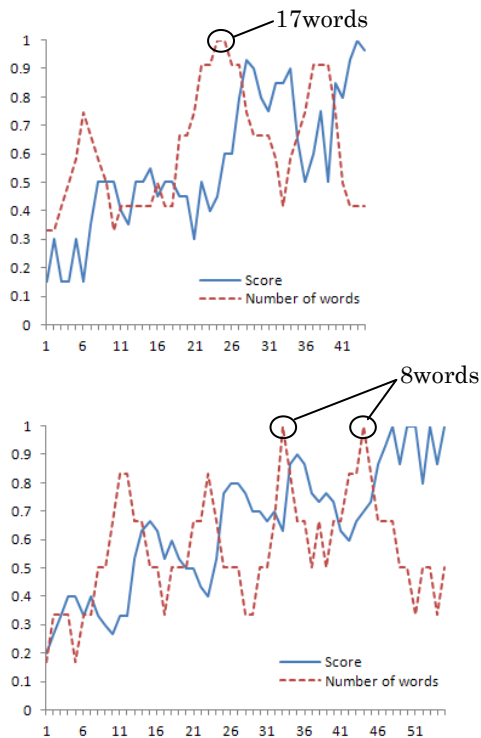


図3 戦術の習熟過程

### (2) 動作のモデリング技術

戦術スキルを明らかにするため、熟練選手の試合の流れをベイジアンネットワークモデルで表現し、技が成功する確率が高い流れをスキルとして抽出する技術を確立した。この技術を用いて熟練選手のスキルを分析した結果、スキルは選手ごとに大きく異なっており、身体特性等に応じて各自が発見的に獲得するものであることが窺えた。また本技術は、バーチャルスポーツシステムのユーザモデリング技術として応用できることを示した。

### (3) 特許出願技術

財団法人ひろしま産業振興機構（HTC）より「映像フィードバックを行うバーチャルス

ポーツシステム」について特許出願を行った（平成21年8月12日）。出願技術の概要は以下である。

バーチャルスポーツシステムによる運動スキル向上のため、ユーザと仮想対象物（CG選手やCGボール等）とのインタラクションを映像化し、これをユーザにフィードバックする手法。

### (4) 成果発表

特許出願技術について、科学技術振興機構（JST）主催の「中国地域さんさんコンソ 新技術説明会」にて、コンピュータゲームなど国内関連企業に向けた技術アピールを行った（平成21年11月27日、科学技術振興機構 JST ホール、東京・市ヶ谷）。

また、英文論文誌に3編、国内誌に2編、学会発表2編（うち1編は海外の学会発表）を行った。

### 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5件）

K. Tanaka: “Virtual Training System Using Visual Feedback for Sport Skill Learning”, Int’l Journal of Computer Science in Sport, Vol.8, Edition 2, pp.7-18, 2009, 査読有。

K. Tanaka, T. Kataoka, M. Hasegawa: “Virtual Sport System for Optimum Exercising Based on a User Model”, Lecture Notes in Computer Science Vol. 5670, ed. M. Chang, Springer-Verlag, 2009, 査読有。

田中一基: “映像フィードバックによる対人競技のスキル修得支援システム”, 人工知能学会 SIG-ALST-A803, pp.23-28, 2009, 査読無。

K. Tanaka: “A Design Method of Computer-Controlled Combat Game Character - Tactics Analysis Using a Bayesian Network Model -”, 近畿大学工業技術研究所研究報告書, Vol. 8, pp.21-27, 2008, 査読無。

K. Tanaka, Y. Kurose: “An Analysis Method of Tactics in Karate Matches Using a Bayesian Network Model”, Int’l Journal of Computer Science in Sport, Vol.7, No.2, pp.4-12, 2008, 査読有。

〔学会発表〕（計2件）

田中一基: “空手道の競技スキルを修得支援するためのバーチャル練習システム”, 教育システム情報学会第34回全国大会講演会, 2009年8月19日, 名古屋大学東山キャンパス, 名古屋。

K. Tanaka, Y. Kurose: “Modeling of Interaction and Process in Karate Match Using Bayesian Network”, World Congress of Performance Analysis of Sport VIII, 4 September 2008, Ottovon-Guericke University, Germany.

〔産業財産権〕

○出願状況（計1件）

名称：画像生成システム，制御プログラム，及び記録媒体

発明者：田中一基

権利者：財団法人ひろしま産業振興機構

種類：特許権

番号：特願 2009-187492

出願年月日：平成 21 年 8 月 12 日

国内外の別：国内

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

田中 一基 (TANAKA KAZUMOTO)

近畿大学・工学部・准教授

研究者番号：60351657

### (2) 研究分担者

なし

### (3) 連携研究者

高山 智行 (TAKAYAMA TOMOYUKI)

近畿大学・工学部・教授

研究者番号：90150375