

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 9 日現在

機関番号：14303

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23300037

研究課題名(和文) 伝統技能の保存継承のための技能素による多機能アーカイブの構築 - 間と按配の科学 -

研究課題名(英文) Construction of multi-function archives based on skill element for preservation traditional skills; Science of poses and power distribution

研究代表者

森本 一成 (Morimoto, Kazunari)

京都工芸繊維大学・工芸科学研究科・教授

研究者番号：00127169

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 15,500,000円、(間接経費) 4,650,000円

研究成果の概要(和文)：伝統技能の「間」と「按配」に着目して、その保存継承のための多機能アーカイブを構築することを目的とした。対象とする匠の技の作業について、同時計測する生体信号(脳波・心電・眼球運動・血流など)と動作および筋電との関連性やタイミングとリズムを定量的に評価し、多機能アーカイブを構築するためのデータを収集した。また「間」と「按配」に関する身体動作学・生体力学・および生理学的データを分析し匠の技を構成する技能素を抽出した。茶道のお点前を対象として「間」に着目した基本動作が低次の周波数成分のみで比較的容易に抽出が可能なることを明らかにした。さらに多機能アーカイブにおける「間」と「按配」のモデルを構築した。

研究成果の概要(英文)：A certain rhythm or pose that strongly influence to beauty and performance of crafts is present in the behavior of proficient artisan. The purpose of this study is to construct a multifunction archives for the saving inheritance based on analysis of skill focused on between pose and power distribution of traditional proficient artisans.

Biological signals (EEG, ECG, EMG) and human behavior are simultaneously measured for making a multi-functional archive. Elementary proficiency that makes up the craftsmanship has been extracted by analyzing the physiological data and biomechanics on pose and power distribution. We showed relationship between proficiency and the adaptive capacity to changes of environment. Also we proposed the model of pose and power distribution in a multi-function archives, the virtual mirror system that can represent intuitively both pose and power distribution by coloring method, and humanoid robot system for imitating hand movement by reinforcement learning.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学;メディア情報学・データベース

キーワード：技能素 間(ま) 案配 伝統技能 こつ

1. 研究開始当初の背景

技術を有する熟練者の高齢化に伴い技術を伝承する機会が徐々に減少し、後代に残すべき伝統技術は消失の危機にある。伝統技術の多くは言語化されていない暗黙知技術の集合であり、それらを継承するのは難しいため、これらの継承を支援する技術の実現が急務となっている。これまで伝統技能に関するデータをアーカイブ化した動作から「こつ」を「技能素」として抽出することで、初心者には伝統技能の動作を教授する匠伯楽システムの開発などの一連の研究を行ってきたが、その研究を通して製作される物の出来ばえは一連の作業における「間」と「按配」に大きく左右されることが示唆された。このため「間」と「按配」の関係を明らかにする事が技能素の解明ならびに伝統技能の保存継承のために重要と考えた。

2. 研究の目的

本研究の目的は、「間」と「按配」の観点から伝統技能の分析を行い「技能素」のより本質的な要因を解明し、これまで蓄積した伝統技能に関するデータを多機能アーカイブとして再構築するとともにその応用可能性を示すことである。下記のテーマについて研究を行う。

データ収集・分析：「間」と「按配」に関する身体動作学、生体力学および生理学的データを分析し、環境変化に対する適応能と技能素との関係を明らかにする。また、技能習熟過程における精神生理状態と行動特性の関係について検討する。

多機能アーカイブ設計および伝統技能教示用インタラクティブコンテンツ研究：「間」と「按配」の定量的分析手法の提案を行う。また「間」のアノテーション情報を基にバーチャルエージェントを用いた実演出力に対して、明示的に「間」の存在を示す情報を自動的に付加するソフトウェアを開発する。

仮想鏡技能習得システム研究：仮想鏡技能習得システムを構築しその学習効果に関する評価実験を行う。

ロボットによる動作再現システム研究：ヒューマノイドロボットを用いて動作の模倣獲得について検討する。

3. 研究の方法

「間」と「按配」に焦点を絞った技能素の解明～環境変化に対する適応能と技能素との関係：多機能アーカイブを構築するための基盤となるデータを提供するため、匠の技を所有する熟練技能者に共通する作業時の特徴を「間」と「按配」に焦点を絞って抽出する。また、日本舞踊の技を支える技能素について、熟練者を対象に踊り時に計測した生体信号（心拍数/酸素摂取量）から、運動強度やエネルギー消費量を算出する。さらに、環境変化に対する適応能と技能素との関係について作業環境における温度条件と作業動

作時の出力パワーとの関係を検討する。そして、技能習熟によって形成されてゆく「間」と「按配」に関わる精神生理状態と行動特性を計測し定量的な検討を行う。

「間」に関する文献調査、茶道のお点前における「間」の分析を行い、グラフ理論等による「間」の表現を行う。また、茶道のお点前を対象として、音声・動画・バーチャルエージェントを用いたマルチモーダル対話による動作学習支援システムを開発するために、XML でタグ付けしたコンテンツから動作学習の対話パターンを自動生成する手法について試作を用いて検討する。

開発中の仮想鏡システムを用いて、動作の「間」と「按配」の視覚化と熟練者の動作学習を支援するための要件に関する被験者実験を行い、何をどう教えるかを検討する。

動作獲得のためのロボットエージェントを模倣モジュール、強化学習モジュール、行動選択モジュールで構成し、塗り動作を対象としてこれの強化学習を行い、動作獲得手法について検討する。

4. 研究成果

「間」と「按配」に焦点を絞った技能素の解明～環境変化に対する適応能と技能素との関係および技能習熟過程における精神生理状態と行動特性の定量的評価方法の検討

(1) 熟練者における日本舞踊（1曲約5分）の運動強度は「ゆっくりとしたウォーキング」と同様であり、極めて少ないエネルギー消費量で1曲の踊りを完成させていることが明らかになった。さらに、日本舞踊における熟練者の踊り（匠の技）について、計測した生体信号（心電・エネルギー消費）と動作（ビデオ動画分析）の関連性やタイミングとリズムに関連する踊りの特徴を検討した結果、心拍数の大きな変動は少なく、時間経過に伴って心拍数は漸進的に上昇した。また、ビデオ動画分析から得られた動きの程度と心拍数との関連性は少なく、踊りの「間」と「按配」は自律性循環機能に大きく影響しないことが明らかになった。

(2) 環境変化に対する適応能と技能素との関係については、水循環スーツによって身体表面の温度条件を変化させ、自転車運動時の主動部位である大腿・下腿部の温度（筋組織温）を32℃～38℃に設定した条件下における自転車運動時のパワー出力を測定した結果、筋組織温が低下するとパワー出力も低下した。活動筋温が高い場合、ATPの分解速度、組織内でのガス交換速度、及び神経の伝達速度が向上するため筋組織温が上昇するとパワー出力も大きくなると考えられる。しかし38℃程度の筋組織温はパワー出力が高いが発汗量や心拍数も高く温熱ストレスを高めることが示された。作業環境の変化に対する適応能と技能素とは密接に関係し、温熱ストレスを軽減して自転車運動のパワー出力に関する技能素を高く維持するための至適組

織温度の存在が示唆された。

(3)技能習熟過程における精神生理状態と行動特性の定量的評価方法を検討するために「間」と「按配」の構成要素として、行動特性と精神生理状態にも着目した。技能習熟過程を計測・評価することで、技能習熟によって形成されてゆく「間」と「按配」に関わる精神生理状態と行動特性を定量的に抽出することを試みた。動作形態の異なる2種類の技能作業を対象とし、成果物の質に関わる技能習熟過程について生体信号や主観評価などを用いて検討を行った。

まず、手や指による技能を必要とする組み紐結びを作業課題とし、作業時の心電図、脳血流量(NIRS信号)皮膚血流量、手首活動量、主観評価、量的作業成績、質的作業成績を計測、評価した。そして、成果物の質に関わる技能習熟過程に着目するため、組み紐結びが完成しなかった作業群(量上昇群)と、完成した作業群(精度向上群)に分け、各群について解析を行った。その結果、量上昇群では、量的作業成績の向上に伴い手首活動量の増加がみとめられた。一方、精度向上群では、質的作業成績の向上に伴い手首活動量と心拍数の減少がみとめられた。NIRS信号では、作業成績と有意な相関関係は認められなかった。質的作業成績と相関関係がみとめられた手首活動量や心拍数と相関関係が認められ、手首活動量や心拍数が少ないほど、NIRS信号は大きかった。技能習熟により、行動特性としては不要な手の動きが減少し、精神生理状態としては不要な交感神経活動が抑制されることが定量的に明らかとなった。

次に、腕による技能を必要とする模擬漆塗りを作業課題とし、作業時の眼電図(EOG)を計測、評価した。精神生理状態と行動特性の両方を反映すると考えられる瞬目と眼球運動(視線移動)について、各回数と出現周期を求めた。その結果、描画量で表される量的作業成績が高いほど、瞬目回数と眼球運動回数が多かった。さらに、筆圧分散で表される質的作業成績が高いほど、眼球運動の出現周期が安定する傾向であった。質的作業成績の向上に伴う精神生理状態と行動特性の変化は、眼球運動の出現周期により定量的に評価できる可能性と、技能習熟により眼球運動の出現周期が安定することが示唆された。

さらに、成果物の質に関わる「間」と「按配」を定量的に評価するためのEOG時系列変動の解析を行った。その結果、筆圧分散で表される質的作業成績が高いほど、EOG時系列変動リズムの安定性が増す関係が認められた。作業量が安定した精度向上段階においては、腕の動作に伴った眼球運動のリズム、および、精神生理状態を反映するサッカードや注視の出現パターンが、質的作業成績の向上に伴い安定していったと考えられる。しかし、紐結び作業のような眼球運動が少ない、または小さい作業においては、EOG時系列

変動を指標として用いることは適さないと考えられる。以上のことより、「間」と「按配」の構成要素である行動特性や精神生理状態は、手首活動量、心拍数、EOGによって定量的に評価できることが明らかとなった。

多機能アーカイブ設計および伝統技能教示用インタラクティブコンテンツに関する研究(1)「間」の観点からのデータの分析、ならびに、類似の動きの効率的な表現・操作について検討した。まず、動きデータの内容をアーカイビングするためのグラフに基づくデータモデルにおいて、汎化と特化の導入を行った。これにより類似の動きを一般化して捉えることや、類似の動きをまとめて管理することが可能となった。次に、動き等をグラフで表現するデータモデルにおける技能の動作の表現方法(再帰的な構造の表現法、「間」の表現方法、意味的汎化)を提案した。再帰的な構造を表現可能とすることにより、入れ子になった事物や事象の表現が可能となった。また、「間」の表現方法では、動作のみではなく、休止状態を陽に表現すべきであることを示した。さらに、意味的汎化では、意味的な共通要素を汎化するという手法を提案し、より柔軟な汎化が可能となった。次に、演説、音楽、動作における「間」について考察し「間」の種類を明確化した。また、茶道のお点前における「間」について分析し、通常の「間」と短い「間」が多数見られることを示した。さらに、短い「間」がお点前において重要ではないかということ指摘した。また、金網を編む動作における「間」の時間も短いことから、技能の伝承には短い「間」の解析が重要と考えられることを指摘した。

動き等をグラフで表現するデータモデルにおいて意味的汎化の対となる意味的特化を提案した。また、意味的な汎化を陽に指定可能とするように機能拡張を行った。さらに、クラス内特化というこれまではない特化を提案した。次に、茶道のお点前を対象として「間」の基本動作の抽出を試みた。時間的な動きを周波数空間に変換して抽出を試みた。低次の周波数成分のみで比較的容易に抽出が可能であることを示した。抽出の精度を良くするための、適切な区間長、おおまかな動きの程度、ならびに、類似か否かを判断する閾値を明確化し、これらの値が妥当であることを示した。これらの値を使用して、茶道のお点前において基本的な動作の一つと考えられる動作に類似の動作を求めた。その結果、類似の区間をほぼすべて求めることができた(図1)。

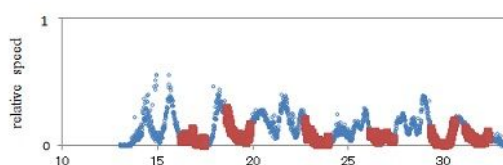


図1 検索の結果得られた区間の一部

次に、お点前に「間」として繰り返し現れる動作に共通する動きを基本動作として抽出した。速度が徐々に遅くなって、開始から0.8秒で最低になり、その後、もとの速度に戻った。速度が最低になるまでに、全体(1.2秒)の3分の2の時間を要している。つまり、速度が遅くなる時はゆっくり遅くなっていることを示している。これは道具を丁寧に扱うためと考えられ、茶道のお点前における基本動作の一つと考えられることを示した。さらに、テンポを変化させて表情付けや感情込めをする演奏・動作を「間」ととらえ、その開始と終了についての考察を行い、「早く開始」、「遅れて開始」、ならびに、「遅れて終了」が使用されていることを示した。

(2) マルチモーダル対話による動作学習支援システムの実装を目的として、コンテンツから学習対話パターンの自動生成と間の明示的表現手法を提案する。一般に、マルチモーダルコンテンツの作成に当たっては、提示するコンテンツの制御情報や、それぞれの場面において想定される対話記述など、詳細な設定が必要であり、実験用のプロトタイプ作成にすら多大な時間を要する作業であった。この問題に対して、セマンティック web で利用されているメタデータ記述に基づいた XML コンテンツから、マルチモーダル動作学習支援システムのプロトタイプを自動生成する手法を開発した。これにより、開発者はコンテンツを用意するだけで、自動的に基本的な対話的学習が行えるシステムを実装することができる。また、実演時に、「間」の存在をユーザにわかりやすく提示する手法を開発した。本研究では動作学習の対象として、茶道の薄茶点前を取り上げた。動作学習のシステムであるので、ユーザは提示された動作を行いながら、システムの制御を行う必要がある。XML でタグ付けされたコンテンツから、動作学習の対話パターンを自動生成する手法を提案した。動作学習支援システムの生成は、図2に示す手順で行われる。コンテンツのXML タグ名をフィールド名とした関係データベーステーブルを作成し、システムのバックエンドとする。

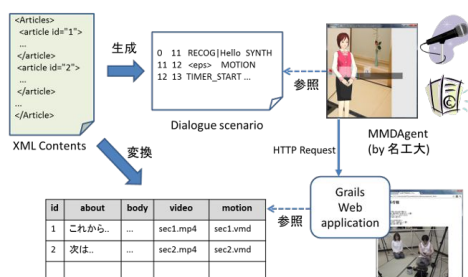


図2 動作学習支援システムの生成手順

バーチャルエージェントによる「間」の表現は、動作学習用のコンテンツに対してタグ

付けツール ANVIL を用いて「間」のアノテーションを行い、そのタグ情報を基にバーチャルエージェントを用いた実演出力に対して、明示的に「間」の存在を示す情報を自動的に付加する。次に XML ファイルに含まれた情報を解析し、「間」の間隔と持続時間を計算して、実演用のバーチャルエージェントの動作定義を行う照明と背景の切り替えコマンドおよびタイマー制御コマンドを自動生成した。その際、照明の変化と背景の変化を組み合わせることで「間」の存在を明確に提示できるようにした。

開発中の仮想鏡は熟練者の動作を単純に記録し提示することだけを実現したシステムであるため、暗黙知の中に含まれていると考えられる「間」や「案配」のような動作の「こつ」を明示的に教示することはできない。しかし、初心者が学習や技能向上を目指す際には、この「こつ」を何らかの形で取得・教示できることが望ましい。そこで本研究では動作の「こつ」の視覚化を主軸とし、初心者のさらなる動作の理解につながる「こつ」情報の提示手法の検討および効果の検証を行った。仮想鏡に動作所作の重要なポイントを学習者に提示することにより、学習の効率化を狙う。具体的には身体部位の加速度情報と速度情報をそれぞれ「動き出し」と「静止」にあたるタイミングで提示することにより動作所作の重要なポイントを示す。評価実験のための学習は各週2回、1回20分ずつ被験者に仮想鏡を利用させて行わせた。ただし、仮想鏡は (a)提案した動作所作の重要なポイントの視覚化を有する仮想鏡 と (b)既存の模倣のみを支援する仮想鏡 のいずれかを使わせた。毎回の最後に学習した動作を一通り行い、学習度合いを示す客観的指標を測定した。客観的指標として、被験者の動作と教師動作との差分を、位置・速度・加速度それぞれについてすべての関節位置ごとに取得した。実験の結果、加速度差分において(a)を使用したグループと(b)を使用したグループの間に差が見られたが有意ではなかった。特に仮想鏡のスクリーン奥行き方向における加速度差分が小さくなっていることがわかった。(b)を用いたある学習者のZ軸加速度差分を分析すると、静止が必要な場面において正しく静止を行っておらず、学習が進んでいないことが明らかになった。さらに、熟練者が動作をより洗練することを支援する手法を提案して評価実験を行った。速度変化などが経験や個性に影響を受けていることがわかった。しかし、「理想的な動作」を示すパラメータは明らかにできなかった。

「間」と「案配」に着目して、ロボットに模倣による技能獲得をさせる。観測した行動に対してどのような観点に注目して模倣すればよいかを学習過程で会得することが重要なので、複数の観点候補から学習に

よって重要な観点候補を会得し、重要と判断された観に基づいて模倣することにより行動を獲得する模倣学習モデルを提案した。このモデルでは、行動は複数の観点で観測されるが、すべての観点候補は等しく重要であるわけではない。各観点候補に重要度を与え、ロボットはそれらの重要度に基づいて模倣を行う。各観点候補の重要度は模倣した行動によって環境から与えられる評価に基づいて決定する。一方、ロボットが自律的に行動獲得できるようにするために強化学習を採用した。ロボットは強化学習によって、報酬が得られる行動を試行錯誤的に獲得する。ロボットエージェントの全体構成は、模倣モジュール、強化学習モジュール、行動選択モジュールから成る。まず、仮想空間（離散的な空間）上のシミュレータを用いて、提案モデルの基本機能の実装評価を行った。行動の観点候補としては、行動の種類、行動がなされる絶対的な位置、行動がなされる相対的な位置、行動がなされる物体の種類、ならびに行動を行うエージェントが持っている物体の種類の5つを採用した。評価実験の結果、提案モデルが実装されたロボットは、注目すべき観点の学習を行いながら行動を獲得することが可能なことを示した。

次に、提案モデルを伝統技能伝承に適用することを念頭におき、提案モデルが連続空間を扱えるように拡張した。提案モデルを実世界の問題に適用しようと考えた際、学習空間をすべて離散的に数え上げることはその広さや必要な計算量の観点から実用的ではないので、何らかの形で連続空間を扱う必要がある。本研究では学習空間をニューラルネットで近似し、行動選択には正規分布による確率的な行動選択を採用することで、提案モデルを連続的な学習空間に対応させた。評価実験の結果、連続空間への拡張を行った学習モデルにおいてもロボットは、注目すべき観点の学習を行いながら行動を獲得することが可能であることを示した。さらに、実空間内のロボットを用いて基本機能の実装評価を行った。ヒューマノイドロボットとタブレットを用いて、塗り動作の模倣において注目すべき観点を学習する実験を行った。観点の獲得が実世界においても可能であることを示すために、動作の観点候補として、塗り位置の絶対座標や相対座標など、単純な幾何学的特徴を選んだ。塗り技能においては、観測した塗り位置と相対座標が一致するように塗ることが重要であったが、評価実験の結果、相対座標の重要度が高くなり、注目すべき観点の学習が適切に行われたことが分かった。

5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計15件)

T. Hochin, H. Nomiya: Deriving Pauses

for Obtaining Fundamental Movements in Traditional Skills, 査読有, Applied Computing and Information Technology, Studies in Computational Intelligence, Vol.553, pp.19-30, 2014.

DOI: 10.1007/978-3-319-05717-0_2

H.Sawai, K.Tomotake, Y.Ishii, K.Ueno, E.Koyama: Psychophysiological and Behavioral Evaluation of the Process of Mastering Skills; to Select Appropriate Indices for a Target Movement, 査読有, Lee R. (Ed.), Studies in Computational Intelligence; Applied Computing and Information Technology, Vol.553, pp.155-170, Springer, 2014, DOI: 10.1007/978-3-319-05717-0_11

仁科雅晴, 久米雅, 芳田哲也, 高井由佳, 後藤彰彦: 旗金具製作における熟練者のはんだ付作業の工程分割および動作と眼球運動の協応性, 査読有, 労働科学, Vol.89, No.1, pp.175-184, 2013.

澤井浩子, 渡守武和音, 上野敬介, 小山恵美: 塗り動作習熟過程の定量的評価方法に関する研究; EOG時系列変動に着目した解析, 査読有, 時間学研究, Vol.6, pp.49-59, 2013.

T. Hochin, H. Nomiya: Analysis of Pauses Toward Transmitting Traditional Skills, 査読有, Proc. of 14th IEEE/ACIS International Conference on Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking and Parallel/Distributed Computing, pp.414-419, 2013. DOI: 10.1109/SNPD.2013.35

T. Hochin, H. Nomiya: Deriving Fundamental Movements Based on Pauses for Transmitting Traditional Skills, 査読有, Proc. of 1st ACIS International Symposium on Applied Computers & Information Technology, pp.343-348, 2013.

竹腰大輔, 荒木雅弘: データモデル定義に基づくマルチモーダル対話記述言語の設計と実装, 査読有, 人工知能学会論文誌, Vol.28, No.3, pp.261-266, 2013.

<http://dx.doi.org/10.1527/tjsai.28.261>

I. Kuramoto, Y. Nishimura, K. Yamamoto, and Y. Tsujino: Visualizing Velocity and Acceleration on Augmented Practice Mirror Self-Learning Support System of Physical Motion, 査読有, Proc. of ACIT 2013, pp.1-5, 2013.

T. Sakato, M. Ozeki, N. Oka, Learning Which Features to Imitate in a Painting Task, 査読有, IIAI International Conference on Advanced Applied Informatics 2013, 2013. DOI: 10.1109/IIAI-AAI.2013.74

T. Sakato, M. Ozeki, N. Oka: A Computational Model of Imitation and Autonomous Behavior in Continuous Spaces, Studies in Computational

Intelligence, 査読有, Vol.492, Springer, pp.37-51, 2013. DOI:

10.1007/978-3-319-00738-0_4

M. Araki and D. Takegoshi: A Rapid Development Framework for Multilingual Spoken Dialogue Systems, 査読有, Proc. COMPSAC 2012, pp.195-202, 2012.

T. Hochin, Y. Ohira, H. Nomiya: Incremental Representation and Management of Recursive Types in Graph-Based Data Model for Content Representation of Multimedia Data, 査読有, Proc. of 5th International Conference on Intelligent Interactive Multimedia Systems and Services (KES IIMSS 2012), pp. 329-339, 2012. DOI: 10.1007/978-3-642-29934-6_32

村田和義, 江口佳那, 渋谷 雄: ミラーインタフェースにおける操作可能範囲の拡大を目指したオブジェクト選択手法, 査読有, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.14, No.1, pp.65-76, 2012.

Y. Ohira, T. Hochin, H. Nomiya: Introducing Specialization and Generalization to a Graph-Based Data Model, 査読有, LNCS, Vol.6884, pp.1-13, 2011. DOI: 10.1007/978-3-642-23866-6_1

出町耕一, 芳田哲也, 常岡秀行: 熱流補償法を用いて測定した運動時の前額部深部温と食道温との関係, 査読有, 日本生気象学会雑誌, Vol.48, No.4, pp.119-127, 2011.

〔学会発表〕(計5件)

T. Hochin, Yuki Ohira, Hiroki Nomiya: Representation and Management of Physical Movements of Technicians in Graph-Based Data Model, Yong Gu Ji (編) Advances in Affective and Pleasurable Design, CRC Press, pp.112-131, 2012.

M. Kume and T. Yoshida: Characteristics of Technique or Skill in Traditional Craft Workers in Japan. Advances in Affective and Pleasurable Design, Yong Gu Ji (編)Advances in Affective and Pleasurable Design, CRC Press, pp.140-148, 2012.

M. Araki: Multimodal Motion Learning System for Traditional Arts, Advances in Affective and Pleasurable Design, Yong Gu Ji (編)Advances in Affective and Pleasurable Design, CRC Press, pp.132-139, 2012.

N. Kuwahara, K. Morimoto, J. Ota, M. Kanai, J. Maeda, M. Nakamura, Y. Kitajima and K. Aida: Sensor System for Skill Evaluation of Technicians, Advances in Affective and Pleasurable Design, Yong Gu Ji (編) Advances in Affective and Pleasurable Design, CRC Press, pp.278-287, 2012.

K. Morimoto, N. Kuwahara: Holistic Analysis on Affective Source of Japanese

Traditional Skills in Japan, Yong Gu Ji (編) Advances in Affective and Pleasurable Design, CRC Press, pp.117-121, 2012.

〔図書〕(計1件)

芳田哲也: C運動時の体液と体温 (pp.145-150), 疾病・加齢・熱中症(p.151), 治療・予防: 暑熱適応(p.152), 彼末一之, 能勢博編, やさしい生理学改訂第6版, 南江堂, 328P, 2011.

6. 研究組織

(1)研究代表者

森本 一成 (MORIMOTO, Kazunari)
京都工芸繊維大学・工芸科学研究科・教授
研究者番号: 00127169

(2)研究分担者

芳田 哲也 (YOSHIDA, Tetsuya)
京都工芸繊維大学・工芸科学研究科・准教授
研究者番号: 00191601

寶珍 輝尚 (HOCHIN, Teruhisa)
京都工芸繊維大学・工芸科学研究科・教授
研究者番号: 00251984

辻野 嘉宏 (TSUJINO, Yoshihiro)
京都工芸繊維大学・工芸科学研究科・教授
研究者番号: 20172009

倉本 到 (KURAMOTO, Itaru)
京都工芸繊維大学・工芸科学研究科・准教授
研究者番号: 20333502

岡 夏樹 (OKA, Natsuki)
京都工芸繊維大学・工芸科学研究科・教授
研究者番号: 20362585

荒木 雅弘 (ARAKI, Masahiro)
京都工芸繊維大学・工芸科学研究科・准教授
研究者番号: 50252490

桑原 教彰 (KUWAHARA, Noriaki)
京都工芸繊維大学・工芸科学研究科・准教授
研究者番号: 60395168

渋谷 雄 (SHIBUYA, Yu)
京都工芸繊維大学・学内共同利用施設等・教授
研究者番号: 70226190

小山 恵美 (KOYAMA, Emi)
京都工芸繊維大学・工芸科学研究科・教授
研究者番号: 80346121