

「人に優しい情報システムの仕組みの設計とデザイン」 に関わる基盤技術の開発と構築

Basic Design Technology for Human Centered Information Systems

主任研究員名：後藤彰彦

分担研究員名：高根慎也、大垣斉、宇佐美清彰、高橋徹、高井由佳

研究成果報告

本プロジェクトは、当学科のスローガンである「人に優しい」という感性的な尺度を情報システムの仕組みの設計デザイン・製作に当てはめる技法として科学的に捉えて遂行してきた。そこで、設計デザインに必要な種々の要素であるコンテナ系と成果物であるコンテンツ系の諸技術を新しい科学的視点に立脚し、「認識・表示システムの多機能化」、「伝統工芸における感性のデジタル化」、「スマートネットワークの活用」を基軸として、研究に取り組んできた。これらの基盤技術を発展させるための研究を実施し、それらの研究成果を効果的に教育システムへ応用するための学習ツールを開発し、人に優しい情報化社会に貢献する分野を拓くことを目的とした。

「認識・表示システムの多機能化」では、液晶ディスプレイに代表される有機デバイスの新規な機能性の発現・制御技術と新たな表示システムについて研究を遂行してきた。特に、立体構造物上で実現可能な光配向制御技術に基づき研究開発に取り組んできた。また、音声認識システムにおける音の可視化システムを開発し、人に優しい音環境情報提示システムの開発に取り組んできた。音声の認識技術を用いた文字化や音の擬音語化技術を用いた災害地での遠隔操作ロボットに関する研究を行ってきた。「伝統工芸における感性のデジタル化」では、伝統産業の職人を対象として、身体運動の観点から計測される動作や眼球運動などの生理的なデータだけでなく、感性情報学的な観点から職人の技を分析してきた。さらに、職人が作製した製品に対して、材料学的な観点から「高品位」なものづくりへの新たな解析手法を検討し、職人の技の暗黙知を数値化し形式知化することに取り組んできた。「スマートネットワークの活用」では、直観的なユーザインタフェースや各種センサーを含め、容易にインターネット接続が可能であるスマートデバイスの特徴を活かした新たな電子教材のデザインと開発に取り組んできた。具体的には、スマートデバイス上で動かすことができる学習ツールの開発である。スマートデバイスが有する特徴を活用したツールの開発を目的とし、スマートデバイスを主に教育分野に活かしたアプリケーションの設計、ユビキタス・ラーニングツールの開発を推進してきた。

- (1) 認識・表示システムでは、新規液晶ディスプレイを実現するため、新たな機能性の発現および制御技術の開発について研究を進めてきた。そこで、屈曲型液晶に着目し、液相の相および構造に関する研究を行った。印加電圧とドメインサイズとの間の定量的な関係や印加した電圧の周波数との関係について実験を繰り返すことにより、

キラル領域のドメインサイズと印加した電圧の間に比例関係があることが見出された。このことは、液晶ディスプレイの高機能化などの応用分野において大いに期待される成果である。さらに、音声認識に関する研究において、信号の周波数特徴とエネルギー特徴の分離について検討がなされ、パターン認識精度が向上する範囲を明確化した。これにより、対象音声のパターンの表現精度が向上することが期待される。

- (2) 感性のデジタル化では、伝統産業の職人の暗黙知を数値化し形式知化するために、動作計測および眼球運動計測など生理的な応答を計測して、身体運動学的な観点から職人が有するコツやカンを解明してきた。職人の技を解析してきた成果は、コンテンツとして取りまとめ、学習支援システムとして開発を推し進めることにより、伝統産業分野における後継者育成に役立てることができる。さらに、職人の知恵が生理的な側面だけでなく、心理的側面からも分析を進めることにより、職人の感覚的な側面も取り入れた意思決定プロセスを解明でき、新たなものづくりに応用することができる可能性を見出した。
- (3) スマートネットワークでは、通信方式に関する技術の確立について取り組んできた。これまでに確立してきた技術をもとに、種々の組み合わせを行い、実際にモバイル端末で実行可能となるように検討してきた。そこで、システム全体での有効性について検討してきた。十分な効果が見出される検証を推し進めている。
- (4) 化学実験シミュレーションでは、ネットワークを利用したアプリケーションを開発し、種々の条件を変更して、一連の実験操作を行うことができるようになった。そこで、実験結果を収集できるアプリケーションの開発も行われた。しかしながら、OSの更新のため開発したアプリケーションをカスタマイズすることに時間を要し、完成には至っていないため、さらなる開発を推し進めて行く。

本研究プロジェクトは、各分担研究において、概ね当初の研究計画に沿って進められた。各分担研究にて得られた研究成果は、非常に有意義であり、学会活動にて報告がなされるとともに、今後の教育研究活動につながるものであると確信する。

手作業における職人の知恵の形式知化

後藤 彰彦（デザイン工学部情報システム学科）

「伝統工芸における感性のデジタル化」では、伝統産業の職人の身体運動的な観点もしくは製品の材料的な観点から「高品位」を解明してきた従来の解析手法に加え、感性情報学的観点より職人の技と製品の解析を進めてきた。そこで、日本を代表する伝統文化の1つとして茶道がある。茶道の所作は流れるように美しい動きとされ、それぞれの動作に意味があり、無駄な動きがなく、合理的で洗練されている。ここでは、特に茶道点前における茶筌の振幅動作の技に着目した解析について報告する。さらに、経験年数の違いによる茶筌の持ち方および振幅動作について述べ、最後に、茶筌の動かし方の1つの見解について紹介する。被験者は超熟練者として茶道歴30年以上の方を対象とした。茶筌は、特に3種類に着目することとした。1つ目の茶筌の形状は、先端部分で緩やかな丸みを帯びている。2つ目の茶筌は直線的である。3つ目の茶筌は全体的に緩やかな曲線を有している。茶筌の形状が異なることにより、お茶の仕上がり過程における泡の分布状態が異なる。しかしながら、最終的に、各茶筌で点てたお茶の泡の分布状態は、ほぼ同様になっていた。つぎに、超熟練者の茶筌の持ち方について検討を行った。超熟練者は、茶筌を持つというより、茶筌に手を添えているといった持ち方であった。ここで、注目すべき動作の特徴があった。振幅動作の際、親指の先端部が茶筌からわずかに離れる瞬間が存在していた。抹茶が湯に溶ける状況を知覚しやすいように、超熟練者は茶筌を取り扱っていると考えられる。一方、熟練者は超熟練者のような持ち方であった。しかしながら、親指が茶筌から離れるような持ち方ではなかった。さらに、非熟練者および初心者は、しっかりと茶筌を握るような持ち方であり、抹茶を湯に溶かすという行為のみに集中していたと考えられる。つぎに、超熟練者と熟練者に着目して、茶筌の振幅動作について比較検討した。超熟練者は、初期段階において、茶筌を非常に速く動かし、終盤にむけて低下させてゆく。一方、熟練者は初期段階よりも終盤で茶筌を速く動かす傾向が見られた。そこで、茶筌の動かし方の特徴について、高速度カメラを用いて解析した。茶筌の動きを横方向から見た際、大別して2つの動作が確認できた。1つは、茶筌が茶碗底の形状に合致するように手首を視点として、茶筌を動かす動作である。もう1つは、茶筌を平行に移動させる動作である。さらに、上記の2つの動作に加えて、2つの茶筌の軌跡が確認された。1つは、茶碗内における茶筌の振幅がほぼ定位置でなされている軌跡であり、もう1つは、茶筌の振幅が左右に移動しながらなされている軌跡であった。茶道は、あらゆる刺激を感覚しながら、段取り良く作業を進めて行く。このような経験値を蓄積し、技を極めて行くことにより、どのような状況下においても最適な状態である品の良いお茶を仕上げて行くことが明らかとなった。

研究成果

研究論文

1. 異なる糊を使用した京友禅染における感性評価と価格設定との関係、古川貴士、高井由佳、後藤彰彦、桑原教彰、来田宣幸、日本感性工学会論文誌、Vol.13、No.1、pp.299-305 (2014).

2. いけばな作品評価アンケートによる未経験者と熟練者の見極めの比較、池坊由紀、高井由佳、後藤彰彦、桑原教彰、日本感性工学会論文誌、Vol.13、No.1、pp.307-314 (2014).
3. 旗金具製作における熟練者の打刻と視線の特徴、仁科雅晴、久米雅、高井由佳、後藤彰彦、濱田泰以、科学・技術研究、Vol.3、No.1、pp.23-28 (2014).
4. 経年京壁の風情を醸す「さび」発現機構の解明 —伝統技術にひそむ工学要素の展開研究—、黒田孝二、佐藤ひろゆき、高井由佳、後藤彰彦、科学・技術研究、Vol.3、No.1、pp.69-72 (2014)

国際学会発表

1. Analysis of Expert Skills on Handheld Grinding Work for Metallographic Sample, Takuya Sugimoto, Hisanori Yuminaga, Akihiko Goto, DHM2014, LNCS8529, pp.66-77 (2014).
2. Comparison of Different Tea Whisk Influence on Bubble Form in Processes of “The Way of Tea”, Tomoko Ota, Wang Zelong, Soutatsu Kanazawa, Yuka Takai, Akihiko GOTO, Hiroyuki Hamada, DHM2014, LNCS8529, pp.197-203 (2014).
3. Application of E-learning System Reality in Kyoto-Style Earthen Wall Training, Akihiko Goto, Hirofumi Yoshida, Yuka Takai, Wang Zelong and Hiroyuki Sato, DHM2014, LNCS8529, pp.247-253 (2014).
4. Visual Behavior in a Japanese Drum Performance of Gion Festival Music, Katsuma Yamada, Masaru Ohgiri, Takashi Furukawa, Hisanori Yuminaga, Akihiko Goto, Noriyuki Kida, Hiroyuki Hamada, DHM2014, LNCS8529, pp.301-310 (2014).
5. Research of Adhesive Effect Enhanced by Pounding Brush on Second Lining Pounding Procedure for Japanese Scrolls, Yasuhiro Oka, Akihiko Goto, ASME2014, IMECE2014-36631, pp.1-5 (2014).

国内学会発表

1. 画像解析を用いた京友禅染の「はんなり」評価、古川貴士、高井由佳、後藤彰彦、桑原教彰、来田宣幸、濱田泰以、日本繊維機械学会、第 67 回年次大会、pp.180-181 (2014).
2. いけばな制作過程の作業分析 —生花と自由花との差異と指導法—、池坊由紀、来田宣幸、桑原教彰、後藤彰彦、人間工学会、第 55 回大会、pp.134-135 (2014).
3. 漆工芸職人の見立てにおける特徴認識と熟練度の関係についての検討、遠藤淳司、成田智恵子、黒田孝二、高井由佳、後藤彰彦、下出祐太郎、濱田泰以、日本人間工学会、第 55 回大会、pp.328-329 (2014).
4. 点前における熟練者と非熟練者の工程分析、金澤宗達、太田智子、王澤龍、高井由佳、後藤彰彦、濱田泰以、日本人間工学会、第 55 回大会、pp.330-331 (2014).
5. 増裏打ち作業の工程分析と眼球運動について、岡泰央、濱田泰以、成田智恵子、後藤彰彦、高井由佳、文化財保存修復学会、第 36 回大会、pp.32-33 (2014).
6. e ラーニングを活用した新人左官職人の自習システムの開発と評価、高井由佳、川上遼、

- 後藤彰彦、佐藤ひろゆき、濱田泰以、日本教育工学会、第 30 回全国大会、pp.85-86 (2014).
7. 眼球運動解析を使用した腹腔鏡下手術のための学習システムの開発、後藤彰彦、高井由佳、濱田泰以、塩見尚礼、仲成幸、谷徹、日本教育工学会、第 30 回全国大会、pp.695-696 (2014).
 8. 複合材料試験片研磨における熟練者と非熟練者の研磨工程の違い、杉本卓也、菊地哲雄、後藤彰彦、日本複合材料学会、第 39 回複合材料シンポジウム、pp.199-200 (2014).
 9. 異なる形状を有する茶筌を用いた点前における泡の生成過程、金澤宗達、太田智子、王澤龍、高井由佳、後藤彰彦、濱田泰以、日本学術会議、第 58 回材料工学連合講演会、pp.185-186 (2014).
 10. いけばなにおける撓め作業の動作及び評価の分析 — 熟練者及び初心者間の差異と指導法 —、池坊由紀、王澤龍、後藤彰彦、日本学術会議、第 58 回材料工学連合講演会、pp.187-188 (2014).
 11. 顕微鏡用試験片作成における研磨音の違い、杉本卓也、饗庭絵里子、後藤彰彦、日本学術会議、第 58 回材料工学連合講演会、pp.191-192 (2014).
 12. 表具作製の増裏打ち工程において用いられる伝統材料の重要性と接着作業の熟練度について、岡泰央、後藤彰彦、高井由佳、尾野喬祐、濱田泰以、日本学術会議、第 58 回材料工学連合講演会、pp.411-412 (2014).
 13. 金網細工の劣化に及ぼす構造の影響、王澤龍、辻賢一、辻徹、高井由佳、後藤彰彦、濱田泰以、日本学術会議、第 58 回材料工学連合講演会、pp.415-416 (2014).

「スマートネットワークの活用」 化学実験シミュレーションアプリケーションの開発

高根 慎也 (デザイン工学部情報システム学科)

近年、若者の理系離れが問題となっている。この問題の解決策の一つとして、単に授業時間を増やすだけではなく、その内容をいかに工夫して生徒に興味を持たせるか、は教育現場での最も重要な課題の1つである。こうした問題に対して IT の活用が行われているが、一般的な e-Learning システムにおいては、基本的には PC からの利用が前提であり、学習者自身が参加、体験できる教材の制作には限界がある。本研究は、マルチタッチや各種センサーの機能を持つスマートデバイスの特徴を活かして、今までにない化学教育支援のアプリケーションと、それをサポートする web システムを開発することを目的とした。

スマートデバイスとしては、Apple 社の iPhone 等の iOS デバイスを利用し、iOS 上で動作する化学実験シミュレーションアプリケーションを試作した。具体的には、デバイスを動かしたり、画面にタッチしたりすることで、金属陽イオンの定性分析実験の手順を確認できるようなアプリケーションについてまず検討した。この種の実験は、本学でも総合教育科目の化学実験において行われている基本的な実験の一つであり、手順を間違えずに複数の実験操作を行う必要がある。学習者は、このアプリケーションを利用して、順番に実験操作を学ぶことが可能となる。最初に、分析の種類によって分けられる 3 種類の金属陽イオンの各実験手順をそれぞれ独立したアプリケーションとして実装を行った。それぞれのアプリケーションを試作してテストすることで、各手順において必要となる器具や試薬の選択のユーザーインターフェースの見直しなどを行っていった。その後、これら 3 つのアプリケーションを一つにまとめ、最初の試料の内容が未知の場合にも対応できるようにアプリケーションの改良を試みた。これにより、一連の実験操作を行った後に、最初の試料に含まれていたイオンを答えさせる、いわゆるクイズ形式でも利用できるようにした。また、ネットワークを利用して各アプリケーションの設定を簡単に変更でき、それぞれのアプリケーションの実験結果を収集できるような機能を備えた web アプリケーションについても検討した。

研究期間中、Apple の OS および開発環境のアップグレードが幾度か行われ、また 2014 年 6 月には新たな開発言語 (Swift) が発表された。これらの対応のために、当初予定していた目標に少し遅れが生じ、より広範囲の実験に対応できるようにする機能、そしてアプリケーションをカスタマイズするための web アプリケーションの本格的な実装は完成させることができなかった。これらについては引き続き開発を行っていく予定である。

なお、これまでの成果は、2014 年 7 月にカナダで開催された国際会議 ICCE2014 および 2015 年 7 月に東京で開催された国際会議 NICE2015 で報告した。

スマートネットワークの活用

大垣 斉 (デザイン工学部情報システム学科)

音声圧縮/伸張技術(codec)を低リソース環境(主に通信速度制限のある環境)下で利用する方法は現在種々提案されている。現在、VoIP(Voice over Internet Protocol)に用いられる codec は米国 Microsoft 社傘下の Skype においても SILK を The Internet Engineering Task Force へ提案するなどの動きがある。これらの codec に必要とされる最低限の回線速度は通常でも 10kbps 前後で、もっとも低リソースで利用できる Speex codec では 2.15kbps である。これらは PSTN(Public Switched Telephone Networks:公衆交換電話網)すなわち、旧来の電話回線を用いたダイヤルアップ接続のブロードバンド方式でも利用が可能である。

本テーマを提案してから、今日までに携帯電話網においては 3.9 世代である LTE の普及が進み、近年は音声通話の VoLTE (Voice over LTE(Long Term Evolution)) への移行が急速に進み始めた。VoLTE は VoIP 同様に音声データをパケットとして転送するが、ヘッダーが小さい、帯域保障により優先的にパケットを通過させる等により音声の遅延を軽減する仕様となっている。また、MVNO(Mobile Virtual Network Operator: 仮想移動通信事業者)のサービスもアーリーアダプタだけでなく広く浸透する状況で、LTE を用いながら通信速度を制限することにより廉価でサービスを提供することも多くなっている。

これらの通信環境の変化に伴い、現状の携帯電話網における通信品質の検証を再度行った。テストに利用した回線は、主に NTT Docomo が提供する LTE 回線 および 3G(WCDMA: Wideband Code Division Multiple Access)回線で通信事業者による差異の有無を確認するために Softbank Mobile の 3G 回線も合わせて用いた。なお、国内で運用されていた 2G(TDMA-FDD: Time Division Multiple Access Frequency Division Duplex) および海外で運用されている 2G(GSM: Global System for Mobile communications)は運用の終了および国内での利用ができないためテスト対象とはしていない。VoIP における通話品質(遅延および音飛び)は主に通信回線の遅延(Latency)に依存する。回線速度(制限なし、100~300kbps の制限あり)に関わらず、実効通信速度と遅延の相関係数は-0.19~0.23 の範囲に収まっており、実効通信速度と遅延に相関はない。3G 回線における遅延時間は LTE の 2 倍程度で回線状態(混み具合)による相対誤差が LTE の 4 倍程度ある。また、現在の携帯電話網においては実行通信速度が低下しても通信(VoIP による通話)は可能であるが、事故等の発生による通話・通信の集中による通信輻輳の場合は、通信の確立そのものができなくなり、実効通信速度の計測も不可能である。

これらの通信環境の現状から、大規模災害発生時等の通信手段として携帯電話網を携帯電話端末側のアプリケーションの動作変更によってのみ最適化して利用することは困難であると言える。したがって、大規模災害時の通信手段を確保するには携帯電話網のみに頼るのではなく、近距離無線通信(NFC)や WiFi の Ad-hoc mode 等を用い、データを携帯電話端末間で NNTP on UUCP と同様の方式を開発・採用する必要がある。

認識・表示システムの多機能化

宇佐美 清章（デザイン工学部情報システム学科）

本プロジェクトの目標である「人に優しい」情報システム実現に向けた「認識・表示システムの多機能化」に関する研究を推し進めてきた。例えば、立体構造物表面に設置可能な能動型の反射型液晶ディスプレイが構成できれば、それをロボット等の表面に用いることで、表情豊かな人に優しいインタフェースを実現できることが期待される。本研究では、このような新規ディスプレイを実現するために必要となる、新たな機能性の発現・制御技術の開発を進めている。本年度は昨年引き続き、屈曲型液晶の相および構造に関する研究を行った。屈曲型液晶は従来から広く用いられている棒状のネマティック液晶にはない、さまざまな特有の性質を持つことが知られている。そのため基礎物性における今後の研究が求められているだけでなく、液晶ディスプレイの高機能化などの応用分野においても大いに期待されている。

屈曲型液晶の1つである C5-Ph-ODBP-Ph-OC12[1]は、比較的単純な分子構造であるにもかかわらず、さまざまな興味深い性質を有する。その1つが、ネマティック相直下の温度領域で見られる光学的に等方的な相の存在である。光学的に等方的な相の発現は近年注目されている現象で、この相の応用として、本プロジェクトで実現を目指している表示素子でも必要とされる視野角依存性の広い液晶ディスプレイの実現などが考えられている。これまでの研究で[2,3]、C5-Ph-ODBP-Ph-OC12 の光学的等方相に電場を印加することでキラル領域が誘起されることを見出した。しかしこの現象の詳細については未だにわかっていないため、共同で研究を行っている University of Leeds の Prof. Gleeson らと共に、研究を行ってきた。

電圧印加された液晶セルを偏光顕微鏡で観測することにより、誘起されるキラル領域を観測することができる。そこで観測されたキラル領域のドメインサイズを定量化し、その印加電圧とドメインサイズとの定量的な関係や、印加した電圧の周波数との関係について調べた。その結果、キラル領域のドメインサイズと印加した電圧の間に比例関係が見られた。また周波数を変えることで、その傾きが大きく変わることを見出した。これらの結果をまとめ、15th International Conference on Ferroelectric Liquid Crystals (FLC-15, Prague, Czech Republic)にて発表した[4]。

[1] C. D. Southern, Ph.D. Thesis, the University of Manchester, 2008.

[2] K. Usami, S. Kaur, V. Görtz, J. W. Goodby, and H. F. Gleeson, Abstract of ILCC2012, PIII-036 (2012).

[3] M. Nagaraj, K. Usami, Z. Zhang, V. Görtz, J.W. Goodby & H.F. Gleeson, Liquid Crystals **41**, 800 (2014).

[4] K. Usami, T. Fukui, S. Kaur, V. Görtz, J. W. Goodby, and H. F. Gleeson, Abstract of , FLC-15, p160 (2015).

人と情報システムのコミュニケーションデザイン

高橋 徹 (デザイン工学部情報システム学科)

人に優しい教育・学習システムの開発において、利用者とシステムのコミュニケーションは、自然な方法で行われる必要がある。つまり、人に優しいということを技術的に具体化し、システム側が利用者に依り沿う設計・実装を要する。利用者に特別な訓練を強いることなく、利用者とシステムとがスムーズにコミュニケーションを図る事を支援する技術が望まれている。

システムが人の基本的コミュニケーション手段を直接的に認識・理解できれば、教育・学習システムは人に優しいシステムとしての機能を獲得できる。そのような手段の中に音声コミュニケーションがある。本年度の目標は、集音した音声を認識する上で、音声認識の前段階で生じる音響信号の歪対策であった。音響信号が歪む原因は様々であるが、特に複数の信号が同時に観測されることにより生じる歪みに着目し対策を行った。

単一の信号は、観測信号を信号の周波数特徴と信号のエネルギー特徴に分離することができる。一方、混合信号では、各信号を周波数特徴と信号エネルギー特徴に一意に分離することが困難である。混合要素のエネルギー比に無限のバリエーションがあることが一因である。そこで、エネルギー比に頑健な音響特徴量であるバイナリクロマスペクトルを設計した。これによりエネルギー比が -5dB ~ 20dB の範囲でパターン認識精度が向上することを確認できた。

-5dB ~ 20dB で混合された混合信号のパターン認識精度が向上したことで、実環境において、認識対象音声の他に、教育・学習現場作業音や、生徒の声などが存在しても、対象音声のパターンの表現精度が向上すると期待できる。従来の音響特徴を用いて音声認識を行うと、利用者は接話マイクロホンに近づき、明瞭に発話するなどが必要であった。つまり、利用者側がシステムに依りそう必要があった。本研究成果により、従来に比べ、より人に優しいシステムを実装可能となった。

【研究成果】 口頭発表

- (1) 高橋 徹, 「混合音を検索キーとした音楽検索のための高速特徴量比較手法の検討」, 日本音響学会 2015 年春季研究発表会, 3-5-3, 日本大学, March, 16-18(18), 2015.
- (2) 高橋 徹, 「ロボットのための音シーン理解技術の実装例」, 日本音響学会 2014 年秋季研究発表会, 3-8-10, 北海学園大学, September, 3-5(5), 2014.
- (3) 樋口 颯, 高橋 徹, 「混合信号を検索キーとした音楽検索のための特徴量帯域幅に関する考察」, 日本音響学会 2014 年秋季研究発表会, 2-4-17, 北海学園大学, September, 3-5(4), 2014.
- (4) 樋口 颯, 高橋 徹, 「特徴量間の累積距離を用いた混合音からの音源検索システムの評価」, 電子情報通信学会, 信号処理研究会 立命館大学大阪梅田キャンパス, August, 28, 2014.

身体運動解析とコツやカンの形式知化

高井 由佳（デザイン工学部情報システム学科）

本研究の目的は、熟練職人が有するものづくりのカンやコツといったものづくり感覚を、“職人”・“製造環境”・“できあがった製品”において計測・分析し、学習者が熟練職人の作業を追体験しながら、ものづくり感覚を学習するユビキタス・ラーニングシステムを開発することである。従来からのものづくり現場にある“見て盗む”といった時間のかかる教育方法の限界により、国際競争力維持に必要な熟練職人の確保が難しくなっている。そこで、本分担研究課題においては、旗金具、京提灯、京金網、京友禅、いけばな、京壁、京料理、表装修復等を題材に熟練職人の身体運動解析を行った。ここでは特に、土壁、表装修復の研究結果を報告する。

土壁とは、粘土と砂と藁からなる壁である。土壁の中でも京都市近郊で作製される壁は京壁と呼ばれ、世界の中でも高い技術を有する。土壁を作製する左官は、就学形態の変化などから、修業期間の短縮が急務となっている。しかし、左官の技術は技能者の「勘」や「コツ」に依存する暗黙知であることから、継承が容易ではない。したがって、修業期間を短縮するための新たなツールや仕組みが求められている。そこで、土壁塗りの中塗工程における左官職人の動作に着眼し、作業の特徴を形式知化した。さらに、形式知化したデータを用いて、技術習得支援のためのeラーニング教材を開発し、有効性の評価を行った。eラーニング教材は、経験年数1～2年の初学者を対象とし、現職の左官職人監修のもと、鏝の使用方法、作業工程、三次元動作解析、筋活動解析、眼球運動解析から明らかになった事柄を盛り込んだ内容とした。eラーニング教材の評価実験は初心者を対象に行った。評価内容は作業中の姿勢および作業前後の疲労とした。この結果、eラーニング教材を使用することで、精神的疲労が軽減させる傾向が見られた。

日本には絵画や書跡を鑑賞、保存する方法として掛軸や卷子、屏風、冊子といった様々な形態の表具がある。その中でも収納時には巻き上げて箱に入れ、鑑賞する時にだけそれを解いて展開するという機能を有しているのが掛軸や卷子である。折れることなくしなやかに巻き上げられ、且つ、ひろげられた際には大きな波うちや反りを生ずることなく展開できるという機能を可能にするためには、数枚の和紙と澱粉糊による裏打ち加工が必要である。そして、この裏打ち技術の習得は、絵画や書跡文化財の修理をおこなっている、所謂、装潢分野において極めて重要なものとされている。数層ある裏打ちに用いる和紙の種類と接着に用いる糊の種類は単一ではなく、その接着方法も1つではない。そこで、伝統的な掛軸の作製工程のなかの増裏打ち作業に用いられる伝統的な材料である古糊の使用効果と、その接着促進に有効であると考えられてきた打刷毛による叩打の効果について検証をした。剥離試験においては、打刷毛を叩打することによって接着の促進がなされているということが明らかにできた。また、作業性の観点からも、水ではなく接着媒体には希釈した古糊を用いることが好ましいということもわかった。このことから、増裏打ちの作業には、古来より用いられてきた古糊と接着を促進する打刷毛による叩打が必要であることを確認ができた。さらには、叩

打の熟練度によって、均一な接着促進の評価が可能であることも剥離試験によって明確にできた。叩打の均一性は掛けた時には反りや波打ちが大きく出ないという仕上がりの質に影響する要素の一つであると考えられる。また、剥離箇所についての電子顕微鏡による観察の結果、叩打によって接着面積を増加させることにより、接着促進がおこなわれているということを一明らかにすることができた。

研究成果

研究論文

1. Numerical Analysis on The way of Tea between Expert and Beginner, W. Zelong, Er. Aiba, S. Kanazawa, T. Ota, K. Kuroda, Y. Takai, A. Goto and H. Hamada, *Advances in Ergonomics In Design, Usability & Special Populations: Part I*, CRC Press, pp.358-365(2014)
2. Technique Analysis of Processing System for Traditional Japanese Paper Fan, W. Zelong, P. Sirisuwan, C. Narita, H. Yuminaga, Y. Takai, A. Goto and H. Hamada, *Advances in Ergonomics In Design, Usability & Special Populations: Part III*, CRC Press, pp.178-187(2014)
3. Eye movement analysis on observation method “mitate” of Urushi craftspeople, A. Endo, C. Narita, K. Kuroda, Y. Takai, A. Goto, Y. Shimode and H. Hamada, *Advances in Physical Ergonomics and Human Factors: Part II*, CRC Press, pp.15-24(2014)
4. Study on Kind Transfer Assistance Between Wheelchair and Bed: In the Case of Eye Movement Analysis, M. Ito, A. Endo, Y. Takai, T. Yoshikawa, A. Goto and N. Kuwahara, *Advances in Physical Ergonomics and Human Factors: Part II*, CRC Press, pp.127-132(2014)
5. 増裏打ち作業における古糊と打刷毛の接着効果について、岡泰央、早川典子、高井由佳、後藤彰彦、*保存科学*、Vol.52、pp.15-25 (2014)
6. 旗金具製作における熟練者の打刻と視線の特徴、仁科 雅晴、久米 雅、高井 由佳、後藤彰彦、濱田 泰以、*科学・技術研究*、Vol.3、No.1、pp.23-28 (2014)
7. 経年京壁の風情を醸す「さび」発現機構の解明—伝統技術にひそむ工学要素の展開研究—、黒田孝二、佐藤ひろゆき、高井由佳、後藤彰彦、*科学・技術研究*、Vol.3、No.1、pp.69-72 (2014)
8. 異なる糊を使用した京友禅染における感性評価と価格設定との関係、古川貴士、高井由佳、後藤彰彦、桑原教彰、来田宣幸、*日本感性工学会論文誌、査読有*、Vol.13、No.1、pp.299-305 (2014)
9. いけばな作品評価アンケートによる未経験者と熟練者の見極めの比較—いけばな実作と写真を用いて—、池坊由紀、高井由佳、後藤彰彦、桑原教彰、*日本感性工学会論文誌、査読有*、Vol.13、No.1、pp. 307-314 (2014)
10. Study on Preference of Shuso Japanese Paper, - Comparison of Responses from Japan, China, and France -, Hongguang HU, Yuka TAKAI, Akihiko GOTO, *International Journal of Affective Engineering*, 査読有, Vol. 13, No. 1, pp. 109-114 (2014)