

# 「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:杉村 明彦

分担研究員:大垣 斉、後藤 彰彦、高根 慎也、宇佐美 清章、  
高橋 徹、高井 由佳

### 研究成果の中間総括

本プロジェクトは、「情報システム」分野の中で、特に「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」を基軸とした研究を行っている。これらは、本学・デザイン工学部・情報システム学科の教育・研究分野の特色であり、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開発を行い、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ている。

「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の研究開発を行っている。特に立体構造物上で実現可能な光配向制御技術に基づいて研究・開発を進めている。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を開発する。「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いる。すなわち、熟練者および非熟練者の作業中だけでなく、作業前後での生理的側面だけでなく、心理的側面に関する情報収集も行い、両側面から技に関する暗黙知を数値化し形式知化する。「スマートネットワークの活用」では、直感的なユーザインタフェースや各種センサー、インターネット接続といった、iPhone、iPad や Android などのスマートデバイスの特徴を利用した新しい電子教材のデザインと開発を行っている。具体的にはスマートデバイス上で動かすことのできる学習ツールの開発を行っている。本研究では、スマートデバイスの持つ特徴を活用したツールの開発を目的とする。また、スマートデバイスを主に教育分野に生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進めている。

平成 24 年度は、主に次の研究計画に沿った研究を実施し、それらの成果を「2. 分担研究課題の中間報告」にまとめた。また、プロジェクトの平成 24 年度研究成果を、「3. 研究成果」にまとめて示した。

- (1) 広い視野角特性を有するディスプレイ実現のため、高いアンカリング力を有するポリイミド光配向膜を用い、光配向効率の向上と、強アンカリング力を有する高プレチルト角配向膜の実現を目指す。

- (2) 音声認識システムでは、音響信号から自動的に擬音語を生成する技術を開発する。また、複数移動音源再生装置と評価装置を開発し、次年度以降に開発する音源定位・分離システムの基本性能を評価するベンチマークの枠組みを完成させる。
- (3) 感性のデジタル化では、伝統産業の職人の技、コツの解析を遂行する。このため、作業における動作計測だけでなく、作業の手順ごとの着眼点や視線などの眼球運動計測も同時に実施する。さらに、職人の脳活動を計測する。これにより、見極めの過程を明確化する。
- (4) スマートネットワークでは、低リソースで実行可能な音声圧縮/伸張技術、低リソースで実行可能なストリーミング技術を確立し、これまでに試作した iPhone/ ipod touch アプリケーションを完成させる。また、化学実験シミュレーションのアルゴリズムを改良させるとともに、実験手順や実験の種類をカスタマイズするしくみについて検討を進める。また、周期表のアプリケーションと研究室内データベースとの連携についても検討する。位置情報を用いた情報検索アプリケーションの基本設計を進める。

平成 24 年度の研究は、概ね当初の研究計画に沿って進められ、それらの成果は、平成 25 年度研究に繋がるものであった。

# 「認識・表示システムの多機能化」ー液晶ダイレクタ配向分布の解明

杉村 明彦(デザイン工学部)

ナノ領域に局在化した界面での微視的な液晶分子配向機構に関する従来 of 研究成果に基づき、ナノ界面で律速されたダイレクタ分布のマクロ領域での長距離空間配向分布の静的・動的挙動を明らかにし制御することを目的に研究を行った。実験的には、先に開発した分子の動的挙動測定が可能な電場重複印加による重水素化核磁気共鳴分光法(DNMR)に加え、長距離空間での液晶ダイレクタ“ゆらぎ”と配向分布が測定可能な新規な DNMR 測定装置の開発を目指した。本年度は、磁場・電場のなす角を制御可能なローレンツモータを含む装置の開発を行った。理論的には、ダイレクタ空間分布の理論的取り扱いに関する報告例が少ないため、疑似延伸効果に基づく配向分布関数を出発点として解析を進め、ダイレクタゆらぎによる配向機構を明確にするための研究を行った。本年度は、疑似延伸効果に基づく配向分布関数の問題点を整理すると共に、新たなダイレクタ配向遷移モデルを提案し、ダイレクタ配向分布機構の理解を深めた。

以上の研究成果を具体的に次に示す。

1. 先に開発した電場重複印加による時間分解-重水素化核磁気共鳴分光法を用いて、非平衡状態でのダイレクタ配向分布の動的挙動を明らかにするため、強磁場中で試料の回転制御精度の高い新規なローレンツモーターの設計・試作を進めた。モーター回転子の改善・回転制御、およびプローブ内の温度制御は、平成 25 年度の課題である。

2. 液晶ダイレクタのゆらぎに関する実験的研究を開始した。本課題は、熱的平衡状態での長距離に渡るダイレクタゆらぎを、時間分解-重水素化核磁気共鳴分光法を用いて測定することであり、平成 24 年度において、ダイレクタ回転緩和中に現れる不均一な配向分布を明らかにした。

2. 従来の疑似延伸モデルに基づく配向分布関数を出発点として、ダイレクタ空間分布の理論解析を進めた。同モデルの物理的問題点を解決するため、新たな取り組みとして、ダイレクタ回転拡散モデルを提案した。同モデルに基づきダイレクタ回転拡散が、ダイレクタの過渡的な配向分布に与える効果を見だし、詳細な理論的・実験的研究を開始した。

3. 新規な液晶分子設計と合成を国際共同研究として、当初の研究計画に沿ってマラヤ大学化学科と共に実施した。合成した糖脂質系材料の相構造や、それらの電気光学効果に対する基本物性については、平成 25 年度の研究課題である。また、当初の研究計画に沿って、ドイツ・マックスプランク研究所の Dr. Zimmermann とのシアノビフェニール系液晶の重水素化も進めた。この材料は、本研究期間のダイレクタ配向分布の重水素化核磁気共鳴分光実験に使用する。

## 研究論文

1. Physical Review E, **86**, pp.051708-1-20 (2012), A. Veron, A. Sugimura, G. R. Luckhurst, A. F. Martins, “Properties of the static NMR response of a confined thin nematic film of 5CB-d2 under crossed electric and magnetic fields: Theory and experiments”, 査読有.

2. (Invited Paper) Liquid Crystals, **39**, 1, pp.1-17 (2012), Rauzah Hashima, Akihiko Sugimura, Hiroyuki Minamikawa and Thorsten Heidelberg, “Nature-like synthetic alkyl branched-chain glycolipids: a review on chemical structure and self-assembly properties”, 査読有.

#### 国際会議発表

1. (Invited Talk) 10th International Conference on Nano-Molecular Electronics, Awaji Yumebutai International Conference Center, 12<sup>th</sup> of Dec., 2012, A. Sugimura, R. Hashim, H. Zimmermann, “Creation and Annihilation of the Nematic Director Distribution during the Dynamic Process”.
2. 10th International Conference on Nano-Molecular Electronics, Awaji Yumebutai International Conference Center, 13rd of Dec., 2012, R. Hashim, A.Sugimura, “Effect of sugar stereochemistry on glycolipid self-assembly”.
3. 10th International Conference on Nano-Molecular Electronics, Awaji Yumebutai International Conference Center, 12nd of Dec., 2012, A.V. Zakharov, A.A. Vakulenko, A. Sugimura, “Field-induced non-uniform director distribution due to the periodic deformation for a low molar mass nematic”.
4. 12th International Discussion & Conference on Nano Interface Controlled Electronic Devices, Gyeongju, Korea, 25<sup>th</sup> of Oct., 2012, Akihiko Sugimura and Herbert Zimmermann, “Orientational Transition of the Nematic Director”.
5. IUMRS-International Conference on Electronic Materials, Pacifico Yokohama, 24<sup>th</sup> of Sep., 2012, A. Sugimura and A. V. Zakharov, “Anomalous nematic director relaxation induced by periodic deformations under the two orthogonal fields”.
6. 24th International Liquid Crystal Conference, Mainz, Germany, 20<sup>th</sup> of Aug., 2012, M. Kasatani, M. Nishimura, A. Sugimura, G. R. Luckhurst, B. A. Timimi, H. Zimmermann, “Transient Director Distribution for a low Molar Mass Nematic Liquid Crystal studied by Time-resolved Deuterium NMR Spectroscopy”.
7. 24th International Liquid Crystal Conference, Mainz, Germany, 20th of Aug., 2012, K. Aiyama, T. Matsuda, S. Torii and A. Sugimura, “Anomalous Fast Director Rotation of a Low Molar Mass Nematic Liquid Crystal”.

#### 国内会議発表

1. 第 59 回 応用物理学関係連合講演会、東京、2012 年 3 月 18 日、鳥居慎平、西村昌紀、杉村明彦、“ネマチックダイレクタ回転緩和過程の配向分布変化”
2. 2012 年日本液晶学会討論会、千葉大学、2012 年 9 月 6 日、松田 力、笠谷充弘、西村昌紀、杉村明彦、“低分子ネマチック液晶のダイレクタ配向緩和シミュレーション(2)”
3. 第 73 回応用物理学学会学術講演会、愛媛大学、2012 年 9 月 13 日、鳥居慎平、相山功成、杉村明彦、“ネマチックダイレクタの回転緩和機構”

# 「スマートネットワークの活用」 一回線速度・遅延・データ損失制御装置の構築

大垣 斉(デザイン工学部)

音声圧縮/伸張技術(codec)を低リソース環境下で利用するため、既存の codec の調査を行った。現在、VoIP(Voice over Internet Protocol)に用いられる codec は数多く存在し、今年度においても米国 Microsoft 社傘下の Skype においても SILK が The Internet Engineering Task Force へ提案され実際に無料配布されているアプリケーションで利用されている。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 であり、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でも利用が可能である。これらの codec の多くは回線速度に合わせて帯域幅や圧縮率を動的に変更させることが可能であるが、高圧縮・高音質であるものほど CPU 負荷が高く、スマートフォンに置いてもその処理能力を越える事象が発生する。Voice Mail においては、リアルタイムのエンコード(圧縮)・デコード(伸長)を必要としないため、VoIP に比べ CPU 負荷は高くなく、回線速度や回線状態(遅延やデータ損失)に依存せずその利用が可能である。現状では、回線状態によって、VoIP と Voice Mail を切り替えるシステムはなく、また当該システム開発のためには回線状態を自由に変更(劣化)させうる装置が必要である。回線状態は主にデータリンク層(OSI 参照モデル、および IP ネットワークにおける第二層)やネットワーク層(同第三層)での中継におけるフレームまたはパケットの転送速度・スループット・ロスによって変化する。現在、これらの回線状態を自由に変更(劣化)させるために、2つのネットワークインタフェースを持つ GNU/Linux ベースのルータ(ブリッジ)を基に回線状態を制御できる装置の開発を行なっている。元来、GNU/Linux はそのカーネル内部にデータリンク層の中継を行うためのモジュールを内包しており、ストア&フォワード方式のブリッジを容易に構築することが可能である。この中継モジュールを別途独立したアプリケーションプログラムとし、その中継動作を制御することで、小型で安価な実験環境を構築する。実験環境としては、回線速度(帯域幅)・遅延・データ損失をそれぞれ制御することが必要となる。ストア&フォワード形式において、通常即座に転送されるフレームをリングバッファを経由させ、その読み取りのタイミングを動的に制御することによって回線状態を変更させる。2つのネットワークインタフェース間において時間あたりに転送するパケット数を制限することで回線速度を、転送時に wait を置くことで遅延を、転送するパケットを一部破棄することでデータ損失をそれぞれ制御する実験装置を構築する。

# 「伝統工芸における感性のデジタル化」

## — 伝統産業の職人の技、コツの解析

後藤 彰彦(デザイン工学部)

表具の修復における増裏打ち工程の熟練者と非熟練者の眼球運動解析の研究成果を以下に示す。本研究では、表具の修復における熟練者のコツの数値化を行うため、増裏打ち工程に着目し、工程分析および眼球運動解析を行った。被験者は表具修復の技術者とした。経験年数 20 年を有する熟練者および経験年数 4 年を有する非熟練者の 2 名を対象にした。被験者には表具修復の 1 工程である増裏打ちを指示した。増裏打ちとは本紙(作品)に厚みを持たせ、強度を増すために和紙を貼る作業である。本紙の裏に最初に行う裏打ちを「肌裏打ち」と言う。さらに二枚目の裏打ちを「増裏打ち」と言う。増裏打ちは、美栖紙という和紙に 10 年程寝かした古糊という糊を付け、打ち刷毛でたたいて打ち込み、美栖紙と本紙の繊維を絡ませ一体化させていく作業のことである。被験者にはできる限り日常に近い状況で作業ができるように、通常の作業場にて測定を行った。また、測定条件以外の指示は行わず、被験者のペースで作業ができるように配慮した。被験者の作業工程を記録するため、二台のデジタルビデオカメラで撮影を行った。眼球運動の測定には眼球運動測定装置 Talk Eye II (竹井機器工業)を用いた。サンプリング周波数は 30Hz とした。

増裏打ちは 8 つの工程に分けられた。A「紙を水で湿らす 1」では、水刷毛を使い裏打ちを施す本紙を水で軽く湿らせていた。B「糊付け 1」では、二枚の美栖紙に糊刷毛を使って糊を塗布していた。C「紙を水で湿らす 2」では、水刷毛を使いもう一度本紙を水で軽く湿らせていた。D「紙置き 1」では、本紙の上に糊付けした二枚の美栖紙を置いていた。E「糊付け 2」では、一枚の美栖紙に糊刷毛を使って糊を塗布していた。F「紙置き 2」では、本紙の上に糊付けした一枚の美栖紙を置いていた。G「打ち刷毛」では、美栖紙の上から打ち刷毛でたたいていた。H「最終確認」では、打ち残しがないかを確認し、撫刷毛を使いほこりを払い、再度撫でて接着をよくしていた。総作業時間は非熟練者が約 1.2 倍長かった。非熟練者よりも熟練者の作業時間が長かった工程は、A「紙を水で湿らす 1」、C「紙を水で湿らす 2」、F「紙置き 2」、H「最終確認」であった。増裏打ちのメインの作業となる打ち刷毛工程は非熟練者が 1.6 倍長かった。

熟練者の視線は、刷毛を打つ最中には次に打つ場所を見ており、刷毛を上げた時には打った跡を見ていた。打つ列が右に変わる時も、刷毛を打つ最中には次に打つ場所を見ており、刷毛を上げた時には打った跡を見ていた。非熟練者の視線は、これから打つ場所のみを見ていた。打つ列が右に変わる時には視線は様々な場所に移動していた。これらの結果より、熟練者は確認しなければならない場所を確実に順序だてて見ていたことがわかった。

# 「スマートネットワークの活用」 — iPhone 用の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)

近年、若者の理系離れ、科学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(情報技術)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。

一方、エンターテインメントの分野では、Wii などに代表されるように、新たなデバイスを利用することでインタラクティブな体験が可能となってきた。これらは加速度センサーやジャイロセンサーなどの動きを感知するセンサーを利用しているが、近年、普及の著しい iPhone などのスマートフォン、iPad などに代表されるタブレット端末(以後これらをスマートデバイスと呼ぶ)もこれらのセンサーを標準装備しており、誰もがいつでもどこでもこのようなデバイスを利用できる状況にある。さらに、これらスマートデバイスは、複数の指を使ってマウスよりも直感的に操作できるマルチタッチ操作が可能であり、センサーと組み合わせるとより効果的なインタラクティブ体験が可能となる。

スマートデバイスを教育分野、特に化学に応用した例としては、例えばいくつかの実験を指で操作できる「iChemist Free」や、他にも中和滴定の計算を行うものなどがあるが、加速度センサーなどのスマートデバイスの特徴を活かして実験操作をインタラクティブに体験できるものは存在しない。本研究は、スマートデバイスの特徴を活かした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 システムの開発を主たる目的としている。

今年度は第三者(実験担当教員)による意見を参考にしながら、これまでに試作してきた iPhone 用の化学実験シミュレーションアプリケーションの機能の拡張を行うことを目的とした。化学実験としては、第一属および二属陽イオンの定性分析の手順を取り上げた。具体的には、試薬(液体、気体)の添加、攪拌、沈殿の生成といったプロセスを、加速度センサーなどのデバイスの機能を活かして疑似体験できるようなしくみを追加し、さらに、web アプリケーションを利用して、あらかじめ用意した複数の実験操作の手順や溶液の色、沈殿の種類などを、web ページからの簡単な操作でユーザーがカスタマイズできる機能の追加を試みた。これにより、プログラムを修正することなく、より多くの種類の実験に応用可能となった。また、実験に必要な器具を選択してから実験を開始できるようなユーザーインターフェースも追加し、実験前の準備のプロセスも体験できるように工夫した。

# 「認識・表示システムの多機能化」 ー広視野角ディスプレイに適した新規配向膜の開発

宇佐美 清章(デザイン工学部)

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いる。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を発現・制御するための技術の開発を進めている。

本年度は、屈曲型液晶の相および構造に関する研究を行った。屈曲型液晶に関する研究は2011年度の海外留学の間に、留学先の Prof. Gleeson の研究室で始めた研究で、現在も共同で研究を行っている。この研究室では、これまで私自身が扱ってきた棒状のネマティック液晶だけでなく、強誘電性液晶や屈曲型液晶などのさまざまな液晶を扱っており、私自身もこれらの液晶を扱う機会を得ることができた。これらの液晶は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今後の可能性が大いに期待されている。

この留学中に、oxadiazole 型の屈曲型液晶 C5-Ph-ODBP-Ph-OC12 において新規な現象を見出した。これまでに、C5-Ph-ODBP-Ph-OC12 においてネマティック相直下の温度領域で光学的に等方的な相が観測されることが報告されていた[1]が、この相ではキラル領域は観測されていなかった。私は、そこに電場を印加することによりキラル領域が誘起されることを見出した[2]。しかし、この現象の発現機構については未だにわかっていない。本年度はその解明を目指し研究を行った。昨年度までに得た実験データの解析に加え、実際に現地へ赴き、追加の実験も行った。残念ながら、本年度の研究ではその解決には至らなかったが、本年度の実験により、その現象の発現条件について新たな知見を得ることができた。

次年度は、この特異な配向構造が電圧印加により誘起されるメカニズムを解明するために、以前測定した電流-電圧特性を詳細に解析し、電圧印加時の液晶分子の挙動について調べる予定である。その結果から、さらに異なる条件で電流-電圧特性を測定し、その挙動をさらに詳しく調べる。そのために、温度制御と偏光顕微鏡観察を同時に行うことができる、電流-電圧測定系を構築することを考えている。

[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).

## 国際会議発表

1. 26th British Liquid Crystal Society Annual Meeting, 2012/04/03, Kiyooki Usami, Sarabjot Kaur, Verena Gört, John W. Goodby, Helen F. Gleeson, "Electric field effects in the optically isotropic bent-core liquid crystal phase".



2. 24th International Liquid Crystal Conference, Mainz, Germany, 23rd of Aug., 2012, K. Usami, S. Kaur, V. Görtz, J. W. Goodby, and H. F. Gleeson, “Electric field-induced optically isotropic chiral domains in bent-core liquid crystals”.
3. 10th International Conference on Nano-Molecular Electronics, Awaji Yumebutai International Conference Center, 12nd of Dec., 2012, K. Usami and K. Masaki, “Surface Property of Perfluoropolymer Films Exposed to Linearly Polarized Ultraviolet Light”.
4. The 1<sup>st</sup> Asia Conference of Liquid Crystal, Fuji Calm, Japan, 17th of Dec., 2012, K. Usami and K. Masaki, “Effect of Thickness on Surface Property of Photo-aligned Perfluoropolymer Films”.

#### 国内会議発表

1. 2012 年日本液晶学会講演会、千葉大学、2012 年 9 月 4 日、宇佐美清章、“液晶の表面配向と配向膜”。
2. 2012 年日本液晶学会討論会、千葉大学、2012 年 9 月 6 日、宇佐美清章、Sarabjot Kaur、Verena Görtz、John W. Goodby、Helen F. Gleeson、“光学的に等方な屈曲型液晶への電場印加により誘起されるキラル領域”。
3. 2012 年日本液晶学会討論会、千葉大学、2012 年 9 月 6 日、宇佐美清章、Sarabjot Kaur、Verena Görtz、John W. Goodby、Helen F. Gleeson、“光学的に等方な屈曲型液晶への電場印加により誘起されるキラル領域”。
4. 第 2 回 液晶若手シンポジウム、2012 年 9 月 8 日、宇佐美 清章、坂本 謙二、“骨格構造にアゾベンゼンを含むポリイミドの光配向膜による液晶の配向制御”。

# 「認識・表示システムの多機能化」—擬音語を生成する技術の開発

高橋 徹(デザイン工学部)

「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・構築に関して、音情報処理部分を担当した。具体的課題は、未知の音から擬音語表現を自動生成するための手法を開発することであった。音を可視化するためには、音声認識した結果を文字にすることで大部分を解決できる。一方、環境音など物音を文字化するためには、音から擬音語を自動生成する手法を開発する必要がある。

本課題に対して、第1に、人が音を聞いたときにどのような擬音語表現をするかを調査する必要がある。そこで、延べ 40 名の被験者により、様々な音刺激が、どのような擬音語に表現されるかというデータを収集した。その結果、(1) 同じ音刺激に対して、被験者によって異なる擬音語表現される傾向が認められた。(2) 同じ刺激に対して、同一人物が同じ音に対して、常に同じ擬音語表現するとは限らないことが確認された。これらの結果から、擬音語生成システムは、音刺激に対して、固定的な擬音語表現を出力すべきかどうか判断しかねる状況であった。これに対応するため、収集した擬音語表現の更なる分析を行った。その結果、同一人物が同じ音を聞いても、同じ擬音語表現するとは限らないものの、特定の擬音語表現が頻出する傾向が認められた。これは、多くのデータを集めることで、統計的に尤もらしい「音刺激→擬音語表現」変換を定義できる可能性を示唆している。

集めたデータを基に音声認識技術を援用し、プロトタイプシステムを開発した。隠れマルコフモデルを用い、出力確率分布にガウス混合分布を用いたことにより、入力音刺激を統計的に尤もらしい擬音語に変換する手法を実装した。隠れマルコフモデルの初期状態確率および状態遷移確率、出力確率分布の平均と対角共分散は、収集した擬音語表現を用い学習した。システムのパラメータは、最尤推定により導き出した。これらのことから、頻出する擬音語表現が最大尤度となるよう各パラメータが決定される。従って、被験者実験と同様に、本システムは、特定の擬音語表現が頻出する傾向を獲得できた。

開発した自動擬音語生成システムは、未知の音刺激に対して、人間が付与するであろう擬音語を、過去の経験から生成する(実際には、システムのパラメータを決定するために用いた音刺激データ集の統計的性質に従って生成する)。開発システムは、従来手法で不可能であった未知の音刺激に対して擬音語を生成できる利点がある。過去に生成したことのない音素列は依然として出力することができないという課題があるものの、ある一定規模以上の収集データを用いてシステムのパラメータを決定することで、解決可能であると考えられる。

自動生成される擬音語表現が、真に人間が生成する擬音語表現であるかどうかを評価する必要があるが、その評価方法そのものが確立されておらず、今後の課題である。

本研究成果は、日本音響学会 2012 年秋季研究発表会で「自動擬音語生成法の検討」として、日本音響学会 2013 年春季研究発表会で「ロボットのための音声と環境音の識別手法」として公表している。

#### 国内会議発表

1. 高橋徹「自動擬音語生成法の検討」, 日本音響学会 2012 年秋季研究発表会, 3-Q-34, Sept. 17--19(19). (信州大学)
2. 高橋徹「環境音の音響特徴量調査」, 日本音響学会 2013 年春季研究発表会, 1-Q-25a, Mar. 13--16(13). (東京工科大学)

# 「伝統工芸における感性のデジタル化」－職人の動きのデジタル化解析

高井 由佳(デザイン工学部)

「伝統工芸における感性のデジタル化」に関して研究を進めた。伝統工芸として、京都の京友禅、京蒔絵、京壁、旗金具、京提灯、祇園囃子、京金網、日本料理、京菓子、愛媛県西条市の西条和紙を研究対象とした。製品作製時の職人の動きのコツやカンを見出すため、3次元動作測定、眼球運動測定等を行った。さらに、アンケート調査および製品の形状測定により熟練職人の製品が有する特徴を明らかにした。京友禅についての研究成果を以下に示す。京友禅作製の1工程である「糊置き」において、でんぷん糊とゴム糊を使用した場合では、同じ図柄でもでんぷん糊を使用した場合の製品価格が約2倍高くなる。この理由を明らかにするために、でんぷん糊とゴム糊を使用した同じ図柄の帯に対する官能評価を行った。また、染色部の詳細な顕微鏡観察と画像処理を行った。この結果、でんぷん糊を使用した帯は、ゴム糊を使用した帯よりも「上品さ」や「温かさ」を感じるとした回答者が有意に増加した。顕微鏡観察から、でんぷん糊を使用した場合には、ゴム糊を使用した場合よりも染色部と非染色部の境界がなだらかに推移していることが明らかとなった。

## 後藤彰彦・高井由佳 研究成果

### 研究論文

1. MOTION ANALYSIS OF WEAVING “KANA-AMI” TECHNIQUE WITH DIFFERENT YEARS OF EXPERIENCE, Kenichi Tsuji, Chieko Narita, Atsushi Endo, Yuka Takai, Akihiko Goto, Gen Sasaki, Tomoko Ohta, Hiroyuki Hamada, ASME / IMECE 2012, pp.1695-1700 (2012), 査読有.
2. Human Motion of Weaving “Kana-ami” Technique by Biomechanical Analysis, Kenichi TSUJI, Yuka TAKAI, Akihiko GOTO, Tomoko OTA, Hiroyuki HAMADA, Advances in Ergonomics in Manufacturing, pp.178–186 (2012), 査読有.
3. Analysis of Operation and Eye Movement Concerning Master of Wire Net, Akihiko GOTO, Yuka TAKAI, Tomoko OTA, Hiroyuki HAMADA, Kenichi TSUJI, Advances in Ergonomics in Manufacturing, pp.205–210 (2012), 査読有.
4. Influence at years of experience on operation concerning Kyoto style earthen wall, A. Goto, H. Sato, A. Endo, C. Narita, Y. Takai and H. Hamada, Advances in Ergonomics in Manufacturing, pp.153–159 (2012), 査読有.
5. Comparison of painting technique of Urushi products between expert and non-expert, A. Goto, A. Endo, C. Narita, Y. Takai, Y. Shimode and H. Hamada, Advances in Ergonomics in Manufacturing, pp.160–167 (2012), 査読有.
6. Subjective evaluation of Kyo-Yuzen-dyed fabrics with different material in putting-past (Nori-oki) process, T. Furukawa, A. Endo, C. Narita, T. Sasaki, Y. Takai, A. Goto and H.

Hamada, *Advances in Ergonomics in Manufacturing*, pp.168–177 (2012), 査読有.

7. Subjective evaluation for beauty of texture on metal surface with chasing operation, M. Nishina, G. Sasaki, Y. Takai, A. Goto and H. Hamada, *Advances in Ergonomics in Manufacturing*, pp.187–194 (2012), 査読有.
8. Biomechanical Analysis of “Kyo-Gashi” Techniques and Skills for Japanese Sweets Experts, Akihiko GOTO, Yuka TAKAI, Hiroyuki HAMADA, *Advances in Ergonomics in Manufacturing*, pp.195–204 (2012), 査読有.
9. Effects of preference on crape structure of Saijo Japanese paper, H. Hu, Y. Takai, N. Saiki, T. Tsujinaka, M. Ochi, A. Goto and H. Hamada, *Advances in Ergonomics in Manufacturing*, pp.471–479 (2012), 査読有.

#### 国内会議発表

1. 板金加工熟練職人による自動車部品作製における工程分析および意思決定プロセス、小瀬木将弥、因幡兵次郎、池元茂、澤田貞良、高井由佳、後藤彰彦、平成 24 年度日本人間工学会関西支部大会、大阪、2012.12
2. ハム用イーザーピールフィルムの開封感の評価、堀元亮吾、高井由佳、後藤彰彦、山田和志、山口啓太、米澤賢輝、平成 24 年度日本人間工学会関西支部大会、大阪、2012.12
3. 長時間の単純作業におけるヒューマンエラーの発生要因分析、由比貴士、後藤彰彦、高井由佳、鷹尾憲一、平成 24 年度日本人間工学会関西支部大会、大阪、2012.12
4. 経験年数が異なるバット削り職人の動作解析、滝澤康紀、高井由佳、後藤彰彦、寺尾昌巳、久保田五十一、細川光一、長谷川弘実、来田宣幸、濱田泰以、平成 24 年度日本人間工学会関西支部大会、大阪、2012.12
5. 経験年数の異なる漆工芸職人の“見立て”における眼球運動解析、遠藤淳司、成田智恵子、菅浪善造、近藤香菜、伊東麻純、黒田孝二、高井由佳、後藤彰彦、下出祐太郎、濱田泰以、平成 24 年度日本人間工学会関西支部大会、大阪、2012.12
6. 京壁職人の中塗り作業における工程分析および眼球運動解析、白波瀬恭平、高井由佳、後藤彰彦、佐藤ひろゆき、平成 24 年度日本人間工学会関西支部大会、大阪、2012.12
7. 表具の修復における増裏打ち工程の熟練者と非熟練者の眼球運動解析、富田祐典、高井由佳、後藤彰彦、岡泰央、岡岩太郎、平成 24 年度日本人間工学会関西支部大会、大阪、2012.12
8. 要介護者を対象とした車椅子移乗における眼球運動解析、黒木誠也、高井由佳、後藤彰彦、吉川貴士、石井由紀子、平成 24 年度日本人間工学会関西支部大会、大阪、2012.12
9. 金網構造の評価に関する研究、王澤龍、遠藤淳司、越野哲史、成田千恵子、辻賢一、辻徹、後藤彰彦、高井由佳、濱田泰以、平成 24 年度日本人間工学会関西支部大会、大阪、2012.12
10. 薄刃包丁研ぎにおける力の負荷と刃先の形状変化、家根谷佑希、高井由佳、後藤彰彦、濱田明美、飯聡、平成 24 年度日本人間工学会関西支部大会、大阪、2012.12
11. 京提灯の職人からの聞き取り調査および外観形状に基づいた京提灯製作支援システム、有川慎司、松浦史恵、小嶋俊、小嶋護、小嶋豊一、高井由佳、後藤彰彦、平成 24 年度日本

人間工学会関西支部大会、大阪、2012.12

12. 包丁研ぎにおける熟練者と非熟練者の圧迫力の比較、高井由佳、家根谷佑希、後藤彰彦、濱田明美、飯聡、日本機械学会 機械材料・材料加工部門第 20 回機械材料・材料加工技術講演会、大阪、2012.12
13. 京提灯の用途と形状に基づいたデータベース構築、松浦史恵、小嶋俊、小嶋護、小嶋 豊一、有川慎司、高井由佳、後藤彰彦、日本機械学会 機械材料・材料加工部門第 20 回機械材料・材料加工技術講演会、大阪、2012.12
14. 自動車の板金加工熟練職人からの聞き取り調査による最適作業プロセスの解明、池元 茂、因幡兵次郎、澤田貞良、小瀬木将弥、高井由佳、後藤彰彦、日本機械学会 機械材料・材料加工部門第 20 回機械材料・材料加工技術講演会、大阪、2012.12
15. 金網細工の連続作製における動作解析、辻徹、辻賢一、高井由佳、後藤彰彦、日本機械学会 機械材料・材料加工部門第 20 回機械材料・材料加工技術講演会、大阪、2012.12
16. イージーピールパッケージの開封特性と感性評価、山田和志、山口啓太、高井由佳、後藤彰彦、宮田剣、濱田泰以、成形加工シンポジウム、愛知、2012.11
17. 車椅子移乗における介護士の眼球運動解析、後藤彰彦、黒木誠也、高井由佳、吉川貴士、石井由紀子、第 2 回高品位介護シンポジウム、京都、2012.11
18. 祇園囃子の太鼓における熟練者と非熟練者との動作の比較について、古川貴士、来田宣幸、高井由佳、成田智恵子、越野哲史、野澤周平、スポーツ・アンド・ヒューマン・ダイナミクス 2012、愛知、2012.11
19. 漆工芸・蒔絵技術に用いる丸粉・梨子地粉についての一考察、下出祐太郎、遠藤淳司、成田智恵子、吉岡尚美、村田淑恵、高井由佳、後藤彰彦、第 56 回日本学術会議材料工学連合講演会、京都、2012.10
20. 漆工芸・蒔絵技術“丸粉加工”についての一考察、下出大介、遠藤淳司、成田智恵子、菅浪善造、近藤香菜、高井由佳、後藤彰彦、下出祐太郎、第 56 回日本学術会議材料工学連合講演会、京都、2012.10
21. 漆製品の劣化についての検討、遠藤淳司、成田智恵子、村上益雄、東青史、安永秀計、高井由佳、後藤彰彦、下出祐太郎、第 56 回日本学術会議材料工学連合講演会、京都、2012.10
22. 西条和紙を使用した提灯の光特性、高井由佳、小嶋俊、齋藤守、辻中健史、越智三義、後藤彰彦、第 56 回日本学術会議材料工学連合講演会、京都、2012.10
23. 提灯の構造が引張特性におよぼす影響、小嶋俊、小嶋護、越野哲史、高井由佳、後藤彰彦、第 56 回日本学術会議材料工学連合講演会、京都、2012.10
24. 単純労働作業の“質”に及ぼす職場環境の影響、鷹尾憲一、成田智恵子、越野哲史、遠藤淳司、白波瀬恭平、由比貴士、高井由佳、後藤彰彦、濱田泰以、桑原教彰、環境科学会 2012 年会、神奈川、2012.9
25. 異なる糊を使用した京友禅染の「はんなり」評価、古川貴士、高井由佳、後藤彰彦、第 14 回日本感性工学会大会、東京、2012.8
26. 西条和紙の感性評価におよぼす国の違いの影響、高井由佳、胡宏光、辻中健史、越智三

義、後藤 彰彦、第 14 回日本感性工学会大会、東京、2012.8

27. FRP 浴槽のハンドレイアップ成形における職人の眼球運動解析、菊地哲雄、仲井朝美、濱田泰以、高井由佳、後藤彰彦、第 23 回プラスチック成形加工学会年次大会、東京、2012.6
28. FRP 転写成形板の光透過性におよぼす色彩と構造の影響、平田光三、高井由佳、齋藤守、後藤彰彦、濱田泰以、第 23 回プラスチック成形加工学会年次大会、東京、2012.6
29. 自動車部品をオールハンドで板金加工する職人の意思決定プロセス、澤田貞良、因幡兵次郎、社納優太、濱田泰以、高井由佳、後藤彰彦、日本人間工学会第 53 回大会、福岡、2021.6
30. 脳波測定を用いた金網細工職人の疲労評価、辻賢一、辻徹、遠藤淳司、成田智恵子、濱田泰以、高井由佳、後藤彰彦、日本人間工学会第 53 回大会、福岡、2021.6
31. 車椅子介助における介護者の眼球運動解析、後藤彰彦、山本晃嘉、濱田泰以、高井由佳、日本人間工学会第 53 回大会、福岡、2021.6
32. 京友禅染の「はんなり」評価に及ぼす糊の影響、古川貴士、遠藤淳司、成田智恵子、高井由佳、後藤彰彦、日本繊維機械学会第 65 回年次大会、大阪、2012.6
33. 京金網細工の形状に及ぼす職人の経験年数の影響、辻賢一、辻徹、高井由佳、後藤彰彦、日本繊維機械学会第 65 回年次大会、大阪、2012.6
34. 異なる構造を有した西条和紙の感性評価-日本と中国において-、胡宏光、辻中健史、越智三義、高井由佳、後藤彰彦、日本繊維機械学会第 65 回年次大会、大阪、2012.6
35. 京金網の腐食におよぼす熟練度の影響、辻賢一、辻徹、石原孝洋、佐々木元、成田智恵子、遠藤淳司、高井由佳、後藤彰彦、濱田泰以、第 61 期日本材料学会学術講演会、岡山、2012.5
36. 異なる糊を使用した京友禅染の構造と感性評価の関係、古川貴士、成田智恵子、遠藤淳司、西岡昭博、高井由佳、後藤彰彦、濱田泰以、第 61 期日本材料学会学術講演会、岡山、2012.5
37. 漆製品の劣化についての基礎的研究、下出祐太郎、遠藤淳司、成田智恵子、植田晃司、村上益雄、東青史、安永秀計、高井由佳、後藤彰彦、濱田泰以、第 61 期日本材料学会学術講演会、岡山、2012.5
38. 漆工芸に用いられる貝の光学特性、遠藤淳司、下出祐太郎、成田智恵子、村上益雄、安永秀計、高井由佳、後藤彰彦、濱田泰以、第 61 期日本材料学会学術講演会、岡山、2012.5