

截金の技能伝達に関する基礎研究

伊東 里香^{*1} 加倉井 健人^{*1} 浅田 和宏^{*2} 檜山 敦^{*3}

並木 秀俊^{*4} 宮下 真理子^{*4} 谷川 智洋^{*1} 宮廻 正明^{*4} 廣瀬 通孝^{*1}

Extraction of the subjective knack of KIKANE for skill acquisition

Rika Ito^{*1}, Kento Kakurai^{*1}, Kazuhiro Asada^{*2}, Atsushi Hiyama^{*3}, Hidetoshi Namiki^{*4},

Mariko Miyashita^{*2}, Tomohiro Tanikawa^{*1}, Masaaki Miyasako^{*4}, Michitaka Hirose^{*1}

Abstract - In aging society, traditional arts seriously face on difficulties of finding successors because the artisan skill, "invisible heritage" has to be handed on through among them in a limited time. This project aims to extract the subjective information and implicit knowledge of artisan for skill acquisition. We found out the difference on field of vision, myoelectric potentials, forces acting on tools between experts and non-experts of KIRIKANE work. Furthermore, we build a viewer showing graphs of these results with movies. The viewer indicates a possibility of effective system for the discovery of the hang of KIRIKANE skill to hand down of the implicit knowledge.

Keywords : inheriting traditional arts, synthesis perspective, myoelectric potential, measuring tools

1. はじめに

伝統技能は、経験や勘などの暗黙知に基づく師の巧みの技を見て盗む方法に強く依存して伝承されてきた。このような伝承方法が原因で習得できる人は限られ技能の消滅が危惧される伝統技能も少なくない。本研究の対象である截金は紀元前2世紀頃から始まり、盛衰を繰り返し現代まで続いてきた伝統技法である。近年の人間国宝、江里佐代子氏の尽力により、学びやすい環境が整えられつつあった技能でもある。しかし、2007年の江里佐代子氏の急逝により、再び技法がペールに隠されてしまう恐れがあり、その技法の保存、伝達するシステムをつくり出すことが急がれている。

伝統技法の保存のためには、まずどのように作業を進めていくかの理解が必要である。継承者を育てるためには更に、外側からは見えない部分、熟練の技を持っている人の内面の様子を知る必要がある。本研究では熟練者の生理計測、対象物の様子の計測を行い、熟練者の内面の様子、対象物に対する働きかけの違い、を外から見える動きとの関連性を見ながら探った。

2. 背景

技能の記録保存をする研究には、体の動きを動画として保存する研究、作業者の注視点の移動の様子を計測する研究、道具にかかる力、道具の向きの計測などを通して、道具の扱い方を研究するもの、そして、生体信号を計測して作業者の作業中の内面の様子を探る研究などがある。具体的な従来研究としては次の研究がある。建設機械操作技能での注視点の研究では、技能獲得における注視点の変化と技能の高さと注視点の領域には関連性があることが示されている[1]。ゴルフスイング評価の研究ではゴルフのクラブにつけた加速度センサで、動きの計測を行うことによりゴルファーの熟練度の評価に成功している[2]。生体信号によるものでは高齢者と若年者の、硬い食物と柔らかい食物の咀嚼筋の活動の違いを筋電位から抽出した[3]との関連性を見ながら探っている。

3. 研究対象

本研究では伝統技能として截金を対象とする。截金は数枚焼き合わせた金箔を細い直線状に切り、それを組み合わせて貼ることで文様を表現する伝統技法である。製作の工程は大きく分けると、金箔の焼合わせ、切断、貼り付けの三つである。焼合わせでは数枚の金箔を備長炭で熱し貼り合せる。この金箔は1/10000mmの厚さと薄く破れやすく、扱いにくい。切断では彫刻刀で削った竹の刀(竹刀)で焼き合わせた金箔を1mm以下の細い線状に切る。前述のように薄く、破れやすい

*1: 東京大学大学院 情報理工学系研究科

*2: 東京大学大学院 学際情報学府

*3: 東京大学 IRT 研究機構

*4: 東京芸術大学 大学院美術研究科

*1: Graduate School of Information Science and Technology, The University of Tokyo

*2: Graduate School of Interdisciplinary Information Studies, The University of Tokyo

*3: Information and Robot Research Initiative

*4: Graduate School of Fine Arts, Tokyo University of the Arts:

金箔を途中で切れないように均一な太さで切る技が必要である。貼り付けでは切断した金箔を筆と糊で貼り付け文様を描く。ここでは細く切った金箔で精巧な模様を表す箇所に集中力と技が必要である。截金は従来、熟練者の技能を盗んで継承していた。現在では截金の保存等を目的として、截金を積極的に教えて伝えようとしている熟練者も存在する。しかし、熟練者が技能のコツを教えたり、動きを見せたりするだけでは伝わりにくい部分もある。截金の作業は細かい作業であるので動きが小さく、映像だけで観察しても分かりづらいことがあるからである。また、熟練者自身も気づいていない熟練者独特のコツというものがああり、技術伝達を阻害する要因となっている。これらは熟練者の内面の部分、扱っている道具に実際にかかっている力を知ることにより解決できる。細かい作業を行うときにはどこに目を向け、身体にどのように力を入れ、道具をどのように動かしているのかについて注目した。本研究では視線の動き、筋電、台にかかる圧力、刀にかかる力を計測し、口伝や動作だけでは伝えることが難しい部分を計測した。今回計測した作業は截金の作品の出来映えの肝となる金箔を切る作業である。截金には極細に切った金箔で細かい模様を描くものが多い。截金技法の継承者はそのような細かい模様を精巧に作れるようにならなくてはいけない。そのためには金箔を細く切ること、均一な太さで切ることが必要になる。今回はその技術に着目して計測を行った。

金箔を切る作業の詳細は図1のようになる。A.金箔の切りたい部分に竹刀の先を当てる。B.竹刀を切りやすい角度に立ちあげる。C.竹刀を上下に動かし金箔を切る。D.金箔が一本切れたら竹刀を箔から離す。この動作A~Dで一本の線状の金箔が切れる。本研究ではこの動作を一動作としている。

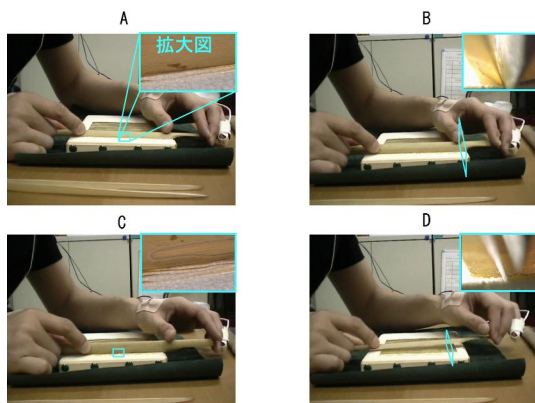


図1 作業の詳細

4. 計測実験

熟練度の異なる被験者に、技能の差が現れるように

できるだけ金箔を細くきれいに(均等な太さで)切るという指示のもと計測を行った。被験者は表1に示した5名である。

4.1 計測項目

視線計測：截金において注視点は角膜反射方式によって計測した。計測のためナックイメージテクノロジー社製emr-9を用いた。また、計測結果を見せるための映像を五台のハイビジョンカメラを用いて撮影した。主観情報を記録するために用いた視線計測器は眼鏡型で重量が軽く、拘束を少ないものを用いた。

筋電位：筋活動は表面電極による筋電位によって計測した。筋電位の測定は日本光電製の多チャンネルテレメータシステムWEB-1000を用い、22 × 12 × 35(mm)程度の大きさの小型の能動電極(日本光電)を用い、各筋の筋繊維に沿って、筋腹上においた。電極間隔は5mmであった。筋電は右の下腕外側(腕橈骨筋)(以下右腕)、右手の親指近く(以下右手)、左手の下腕外側(腕橈骨筋)(以下左腕)、左手の親指近くの筋(以下左手)の筋電を計測した。

道具の計測：道具の動きの計測では竹刀に、姿勢を計測するための6軸モーションセンサ(3軸加速度センサと3軸地磁気センサ)とたわみを計測するためのひずみゲージを取り付けた。

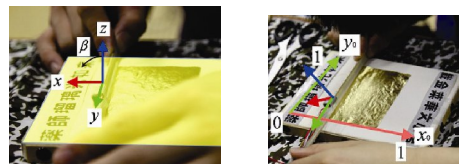


図2 竹刀の座標系(左)と箔台の座標系(右)



図3 実験の様子

箔台には鹿革の下に圧力分布センサを取り付けた。竹刀は、絶対座標系を図2(左)のように取り、竹刀の座標系を図2(右)のようにとった。竹刀の姿勢はこの二つの座標系からZ-Y-Z オイラー角(, ,)で表した。金箔の切断動作においてもっとも大きな動きを見せる竹刀の傾きは図のようになる。箔台の座標系は図2(左)のように取り、圧力分布から荷重中心を求

めた．以上の計測の様子を図3に示す．

5. 計測結果

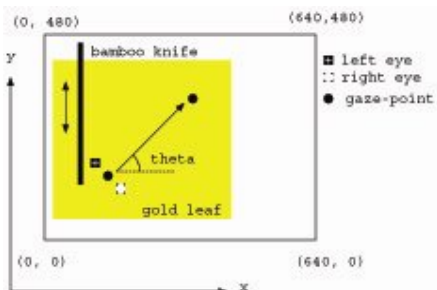


図 4 停留点

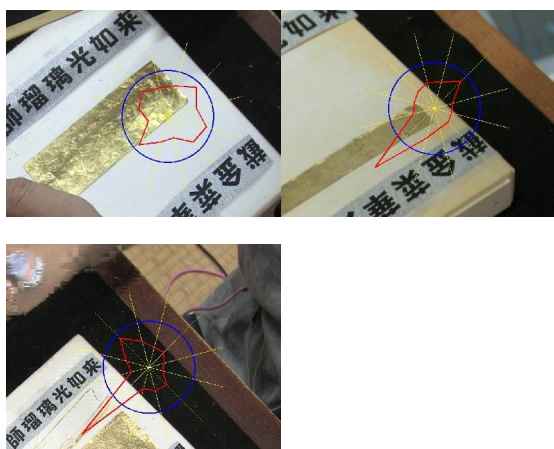


図 5 停留点 被験者 A(左上),C(右上),D(左下)

視線計測：視線計測の結果は熟練者の視線の様子が見やすいように視線の位置を動画に描画した[4]．視線計測機では視線の位置を図4に表す．停留点は左下を原点とし、640 × 480px の視野映像内を動く．移動方向の角度はx 軸とのなす角を としている．視線計測、得たデータから算出した停留点の移動方向頻度分布のグラフは図5のようになった．

筋電位：作業10 回分を加算平均した筋電の結果のグラフを図6に示した．これらのグラフより熟練度の低い人の筋電には作業中過剰な筋電が現れていることが分かる．

道具の計測：道具の計測の結果は被験者ごとに規則性が見られた[5]．その結果一回毎のデータと、一作業分のデータを図7に示した．箔台にかかる荷重のグラフより、熟練者はそれほど力をかけないで切っているが、熟練度の低い人は力が作業の途中からかかっていることが分かる．このことと筋電の結果を合わせて、熟練度の低い人の余分な力の存在が分かる．また、箔台にかかる荷重の重心のグラフを見ると、熟練者は荷重の中心が金箔の切りたい箇所から端、に移動していることがわかる．熟練度の低い人は重心位置があま

表 1 被験者情報

名前	所属	職業	熟練度
被験者 A	芸術大学	講師	熟練者
被験者 B	芸術大学	学生	学習者(上級)
被験者 C	芸術大学	学生	学習者(中級)
被験者 D	芸術大学	学生	学習者(初級)

い

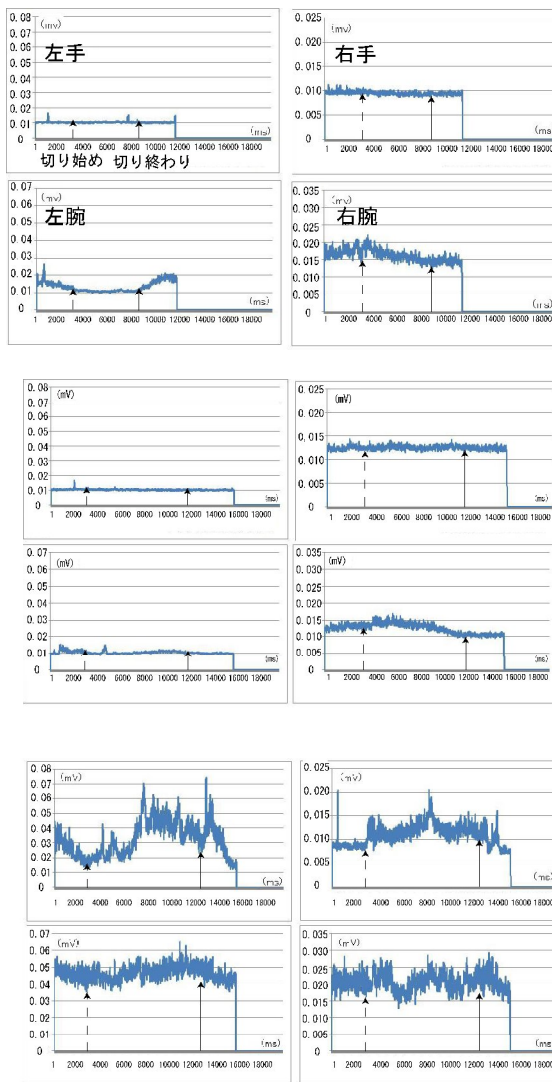


図 6 筋電図(加算平均) 上から被験者 A,B,C

動いていない．重心が偏っていると金箔の端からまで均等な力がかからず結局力を余分に入れないと切れないところが生じるのではないかと考えられる．重心移動が少ないことは腕の力の入れ具合と併に見ると原因が分かるのではないかと考えグラフと動画を時間軸を合わせて一齊に表示し、腕に力を入れたときの道具にかかる力の様子、荷重中心の様子を見た．計測結果、筋電、箔台にかかる荷重値、過重の中心位置について、まとめて表示して動画と一緒に見られるようにした．その表示結果を示したのが図8である．

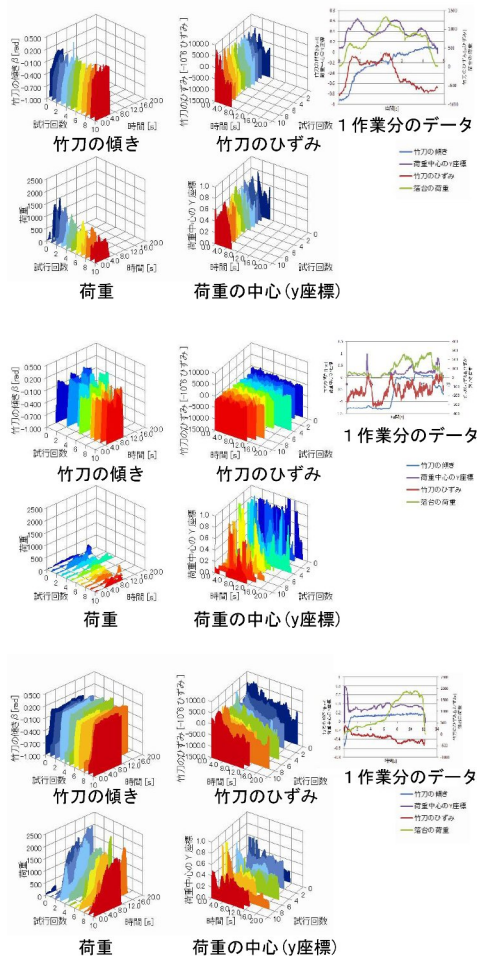


図 7 道具にかかる力 上から被験者 A,B,C

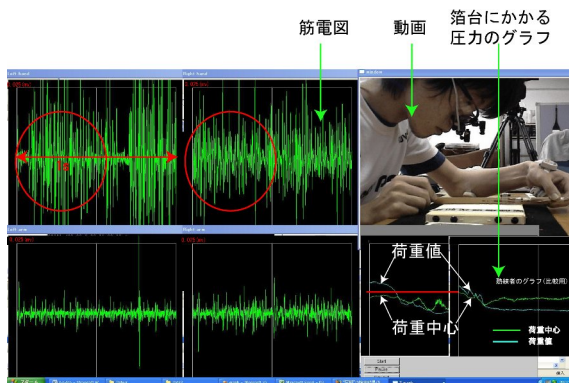


図 8 結果表示ビューア(被験者 C)

6. 考察

視線計測, 停留点移動方向頻度分布の結果より, 熟練者は竹刀の動きと垂直方向にも視点を移動していることが示唆された. これは熟練者が作業場全体を均等に見渡しながら箔載りを行っているからだと考えられる. 筋電の計測結果からは熟練者には筋電にほとんど活動が見られず, 非熟練者には作業の途中で力が過

剰に入るということがグラフからみてとれた. 道具の計測でも箔台にかかる力は中級者では高く, 熟練者はそれほど力をいれずに切っていることが判明した. また, 箔台にかかる力の重心が熟練者では広い領域に重心が移動しているのに対して中級者は力の変動は多いが, 重心の移動は熟練者より少なく, 万遍なく力が金箔にいきわたっていないのではないかと考えられた. 図8より, 中級者は切っている時, 左手, 右手の筋電が大きく反応していることから左手, 右手の力が入る力の調節をしているのではないかと考えられる. また図8では左手, 右手とも同じ時期に力を入れているが, これが原因で重心の位置は左右の力が打ち消しあって動かないのではないかと考えられた.

7. まとめ

本研究では伝統技能, 截金の継承に注目して, 技の継承の困難な部分, 外側からの観察では不明な部分, 言葉での伝達も難しい箇所, 熟練者の内面について特に注目して計測し, その結果を示した. 結果より, 熟練者と非熟練者には違いの一端を抽出することができた. 今後はさらに計測結果の互いの関係性にせまらべく, 結果の表示方法を工夫して示し, 非熟練者と熟練者の違い, また非熟練者が熟練者の内面を理解し, 追跡できるシステムの作成を目指す.

謝辞

本研究は, 科学研究費補助金・基盤研究A「暗黙知伝達のための高臨場ライフログの記録・再生」による. また, 実験に協力していただいた東京藝術大学大学院美術研究科保存修復日本画研究室の学生に感謝する.

参考文献

- [1] 中村隆宏: 健説機械操作技能獲得過程と注視点の変化 天井クレーン操作における注視対象; 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 106, No.220, pp.17-20 (2006).
- [2] 仰木裕嗣 et al.: ピエゾ抵抗型 3 軸加速度センサを用いたゴルフスイング技能評価システムの開発; 日立金属技法, The Transactions of Human Interface Society, Vol.20, pp.45-50 (2004).
- [3] Marie-Agnes Peyron, Olivier Blanc et al.: Influence of Age on Adaptability of Human Mastication; J Neurophysiol 92, pp.773-779 (2004).
- [4] 浅田和宏, 檜山敦 et al.: 伝統技能継承のための主観視点と客観視点統合の検討, 日本バーチャルリアリティ学会, 第 14 回, CD-ROM, 東京, (2009)
- [5] 加倉井健人, 檜山敦 et al.: 伝統工芸「截金」における熟練者の道具を扱う技術の計測, 日本バーチャルリアリティ学会, 第 14 回, CD-ROM, 東京, (2009)