

伝統産業の技能継承における数値データ介入の効果

— 京金網を例として —

高井由佳^{*1}, 伊藤羊子^{*2}, 辻賢一^{*2}, 後藤彰彦^{*1}

^{*1} 大阪産業大学 ^{*2} 金網つじ

Effect of Intervention Relating to Numerical Data on

Skill Succession of Traditional Industries

— an Example of Kyo Kana-ami —

Yuka Takai^{*1}, Yoko ITO^{*2}, Ken-ichi Tsuji^{*2}, Akihiko Goto^{*1}

^{*1} Osaka Sangyo University ^{*2} Kana-ami Tsuji

京金網の職人を対象とし、3次元動作測定といった情報機器を用いた作業動作のデータの算出を進めてきた。熟練職人と若手職人の解析データを比較し、熟練職人の技の特徴を明確化した。この解析データを用い、若手職人への解析データ開示のタイミングとその効果を検討した。

キーワード: 技能伝承, 教育実践, 教育効果, 京金網

1. はじめに

伝統産業における技能伝承は、親方が作業をやっ
て見せながらやり方を説明し、弟子が見様見真似で少し
ずつ作業を修得するという過程が、今もって一般的で
ある。そこにマニュアルは存在せず、弟子が記録をと
ることもほとんど行われていない。一方、情報機器が
普及し、誰もが世界の情報に簡単にアクセスすること
が可能になり、マニュアル動画が多く投稿される時代
になっている。我々は情報機器を用いて伝統産業にお
ける熟練職人の作業動作をデータ化し、技能伝承に用
いることができないかの検討を進めてきた^(1, 2, 3)。

本研究では、京都の伝統工芸品である京金網を題材
とし、熟練職人の動きのデータ化と、得られたデータ
を用いた若手職人への教授における実践から明らか
になった伝統産業の技能継承における知見を報告する。

2. 京金網

京金網とは、京都市内で作製される手作業による金
網細工である。京金網の一例を図1に示す。金網は、
機械化が進むまでは、全国にて職人による手作業によ

り作製されていた。これらの金網は、日用品や建築部
材として人々の生活に無くてはならないものの一つで
あった。京都市には、御所や多くの寺社仏閣があり緻
密で繊細な製品が求められるため、日本国内において
も最も優れた技術を持つ金網職人が多く暮らしていた。
しかしながら、生活様式の変化や、機械化、新材料の
開発により、京都市内の金網細工店は激減し、現在は
6店を残すのみである。金網細工店の減少に比例し熟
練職人も減少し、若手職人の育成が急務となっている。



図1 京金網の香炉

3. 熟練職人の技術のデータ化

技術・技能の記録と数値化・可視化を兼ね、経験年数 40 年以上の京金網熟練職人を対象として、3 次元動作解析⁽⁴⁾および仕上がった製品の形状評価⁽⁵⁾を実施した。

3.1 測定方法

熟練職人にはステンレス線にてとうふすくいを作製していただいた。とうふすくいを図 2 に示す。とうふすくいは京都の湯豆腐には欠かせない道具である。六角形の形状を持つ亀甲模様にて作製されている。亀甲模様は、図 3 に示すように、左右の手に持った 2 本の針金を 2 回ねじることで六角形の縦の辺が作られる。

動作の測定には、3 次元動作解析装置 (MAC 3D SYSTEM, Motion Analysis 社製) と 6 台の赤外線カメラ (Motion Analysis 社製) を用いた。実験参加者の左右肩峰、左右肘頭、左右示指 DIP 関節に標点となる赤外線反射マーカーを貼り付けし、手の動きを明らかにした。座標系は実験参加者の左右方向を X 軸、前後方向を Y 軸、上下方向を Z 軸とした。仕上がったとうふすくいは写真撮影を行った。



図 2 とうふすくい

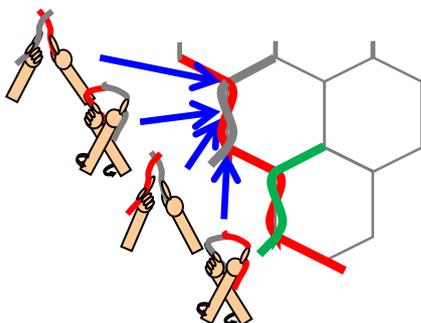


図 3 亀甲模様の編み方

3.2 結果

熟練職人が亀甲の 2 回ねじりを行う際の左右肩、左右肘、左右示指の軌跡をそれぞれ図 4 から図 9 に示す。左肩は左右方向、前後方向ともにほとんど動いていなかった。右肩の動作範囲は左右方向に -2~2mm、前方に 4mm であった。このことより、両肩をほとんど動かさず作業を行っていることが分かった。左肘の動作範囲は右方向に 0~8mm、前方に 10mm であった。右肘の動作範囲は左方向に -40~0mm、前方に 10mm であった。肩と同様に肘も狭い範囲で動作していた。左示指の動作範囲は右方向に 0~35mm、上方向に 0~8mm であり、半楕円形の弧を描くように左から右へ指が移動していた。右示指の動作範囲は左方向に 0~4mm、下方向に 0~23mm であり、真下に降ろすように指が移動していた。

図 10 に熟練職人の作製した亀甲の写真を示す。熟練職人の亀甲は丸みのある形状をしており、特に赤丸で示した辺は立体的なふくらみが観察された。

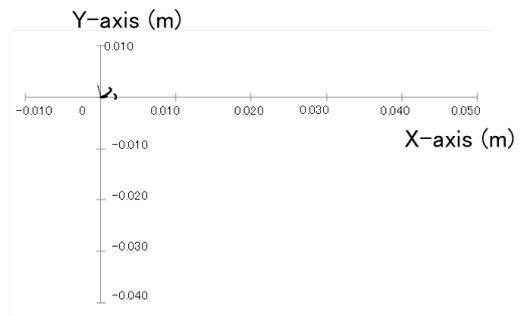


図 4 左肩の軌跡⁽⁴⁾

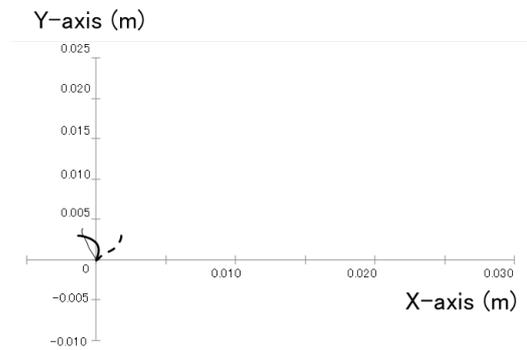


図 5 右肩の軌跡⁽⁴⁾

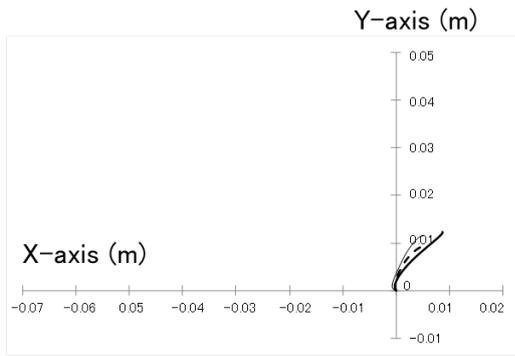


図 6 左肘の軌跡⁽⁴⁾

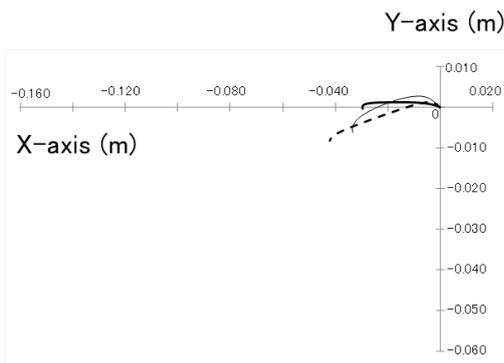


図 7 右肘の軌跡⁽⁴⁾

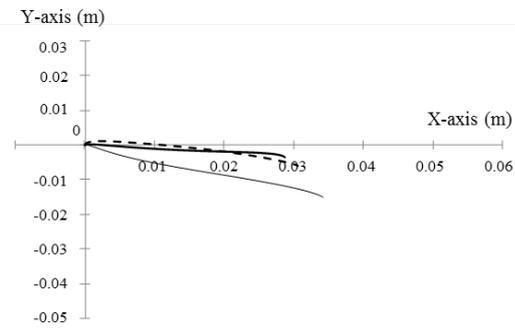


図 8 左示指の軌跡

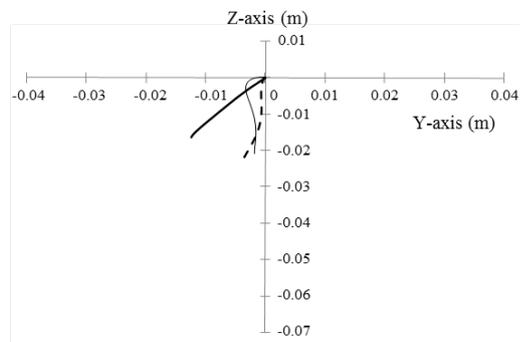


図 9 右示指の軌跡⁽⁴⁾

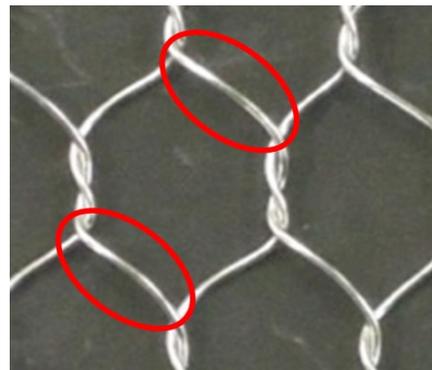


図 10 熟練職人の作製した亀甲⁽⁵⁾

4. データを用いた技術指導

第3章で示した解析データを2名の指導対象者に開示した。このとき、異なる開示方法にて教授を実践した。

4.1 研究者からのデータ開示による教授

熟練職人の息子（経験年数8年）は、一通りの商品の作製は行えるが、亀甲の立体感が足りず、角張ったとうふすくいを作製すると熟練職人から評価されていた⁽⁶⁾。息子が作製したとうふすくいを図11に示す。息子に対し、解析データの開示および説明を筆者らから実施した。その他は、日常通りの仕事および熟練職人からの指導を行った。この結果、息子の習熟に解析データ開示は大きな影響をおよぼさなかったと熟練職人は評価した。

この原因を熟練職人に尋ねたところ、「家族、特に父と息子という関係は、他の従業員と比較し、言葉での指導がやりにくい。息子が聞いてくるまでは、こちらも教えない。息子も父親に頼らずに上手になりたいという気持ちがある。」との思いを聞くことができた。



図 11 息子の作製した亀甲⁽⁶⁾

4.2 データに基づいた熟練職人からの教授

若手職人（経験年数3年）は、一通りの商品の作製は行え、「普通」のとうふすくいを作製すると熟練職人から評価されていた。若手職人が作製したとうふすくいを図12に示す。若手職人への解析データの開示および説明は、熟練職人から行った。このとき、熟練職人は若手職人の技の理解度や製品の仕上がりを見て開示する内容を判断した。同時に、若手職人に[1]熟練職人からの指導内容、[2]指導を受けた後に気をつけた点、[3]指導を受けた後の製品の仕上がりやノートに記録させた。このノートの記述内容は熟練職人が確認した。この結果、8ヶ月経過後において、若手職人のとうふすくいの中に立体感を有する亀甲が増加した。また、ノートには『しっかり上げる手（指の）動きにより「立体的なふっくら感」が出てくる。』との記述があり、立体感を有する亀甲を作製するために、どのように体を動かすべきか若手職人が理解していることが見て取れた。

この原因を熟練職人に尋ねたところ、「解析データという根拠を得ることで、より具体的な数字などを用いた指導を行えるようになった。さらに、ノートがあることで、若手職人が何を理解し、何を理解していないかが今までより明確になり、指導のタイミングを計る

のに役立った。ノートの利用は若手職人の習熟を早めていると感じる。」とのご見解を伺えた。

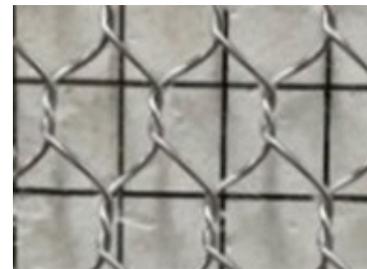
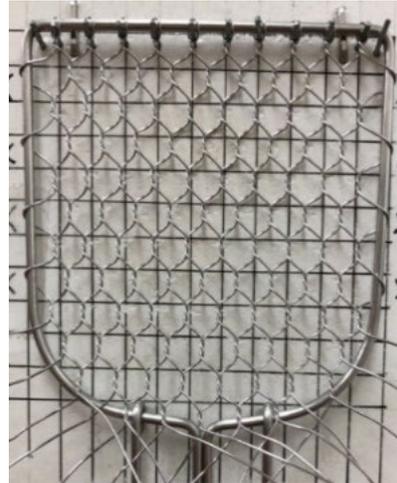


図 12 若手職人の作製した亀甲

5. 考察

解析データの開示方法の違いにより、一方の指導対象者の習熟が早まったとの言葉が熟練職人より得られた。熟練職人の暗黙知の形式知化は、本研究に限らず日本だけで見ても様々な実験が行われている^(7,8,9)。一方で、熟練職人の形式知にて指導対象者の習熟速度が早まった事例の報告は多くない。指導対象者に「いつ」「どのような内容」で教授を行うべきであるかを研究者が見出すのは大変困難である。時期が的確でない教授は、どんなに良い内容であっても意味を成さないことが、今回の実践にて明らかになったと考える。

また、熟練職人の言葉より、伝統産業が抱える技能継承の難しさの一端が垣間見えた。伝統産業は、家族経営が大多数を占め、親から子へ技術・技能を伝える場合が大半である。親子間の技能伝承には一緒に過ごした時間が長いことに起因する「会話不足」が存在し、スムーズな教授を妨げる一因となっていると考えられる。

6. おわりに

解析データの開示方法の違いにより，一方の指導対象者の習熟が早まったとの言葉が熟練職人より得られた．熟練職人の暗黙知は，形式知化しそのまま伝えるだけでは不十分であり，親方が解析データを理解し，弟子へ最適なタイミングで教授することにより，十二分に生かすことができることが明らかとなった．

参 考 文 献

- (1) 杉本卓也, 高井由佳, 弓永久哲, 後藤彰彦, 濱田泰以: “把持力検証による金相試験片研磨における熟練者技能の研究”, 労働科学, 89 卷, 6 号, pp.213-217 (2013)
- (2) 岡泰央, 高井由佳, 後藤彰彦, 岡興造: “叩打作業における打刷毛の 3 次元挙動の解明”, 文化財保存修復学会誌, 第 60 号, pp.1-9 (2017)
- (3) 池元茂, 高井由佳, 濱田泰以, 桑原教彰: “自動車板金修理における打刻手順から見る工程解析”, 日本機械学会論文集, 84 卷, 864 号, p.17-00552 (2018)
- (4) 辻賢一: “京金網における亀甲形状作製の技に関する研究”, 京都工芸繊維大学学位論文 (2014)
- (5) 王澤龍, 辻賢一, 辻徹, 高井由佳, 後藤彰彦, 濱田泰以: “熟練者と非熟練者が製造した金網細工の 3 次元構造の比較”, 日本機械学会年次大会講演論文集, S0450201 (2015)
- (6) 辻徹, 辻賢一, 高井由佳, 後藤彰彦: “金網細工の連続作製における動作解析”, 機械材料・材料加工技術講演会講演論文集, pp.518_1-518_5 (2012)
- (7) 檜山敦, 浅田和宏, 並木秀俊, 宮廻正明, 廣瀬通孝: “伝統技能継承のための主観視点を含んだ支援映像の生成”, ヒューマンインタフェース学会論文誌, 第 12 卷, 第 3 号, pp. 249-258 (2010)
- (8) 武雄靖, 夏恒: “技能伝承のためのマイクロメータによる寸法測定作業中の注視点移動に関する実験的検討”, 日本機械学会論文集 C 編, 79, 卷 799 号, pp. 814-826 (2013)
- (9) 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”, 時間学研究, 第 3 卷, pp. 49-59 (2013)