

# 大工仕事の感覚の可視化 -Human Computer Interaction 技術を用いた伝統技術の保存継承-

建築都市デザイン学科 2280160023-2 小島 尚之  
(指導教員 山田悟史)

## 1. はじめに

現在、日本の建築業界が抱える問題の1つに、大工人口の減少が挙げられる。その要因には師弟関係と表される伝統的な技術継承の形式にも課題が挙げられる。現在の技能伝承には現代に合わせた様々な工夫がなされている。しかし「見て習う」「聞いて習う」という現在の形式では、習得までに多くの時間を要するのが現状である。大工では2年、宮大工では8年という目安もある<sup>1)</sup>。このような現状に対して、人の手に宿った技術を機械化する試みが多数行われている。高品質な建造物を将来も維持するために必要な試みであるが、人は優れた機構・センサー・自然知能を有していること、大工動作の繊細さ・複雑さをふまえると、人への継承は今後も取り組むべき重要な課題である。これは建造という意味だけでなく、ある時代に存在した優れた職人の感覚を歴史として後世に伝えるという意味でも重要である。しかし、そのためには、現状の技能伝承をより高度にする必要があるのが実情である。

以上をふまえ本研究は技能伝承、引いては歴史や文化の保存方法に一石を投じるべく新たな歴史の保存方法を提案する。それは「体験して習う」という技術継承の提案である。ここでの体験は「師匠の動きそのものを体験すること」を意味している。すなわち、本研究の提案とは「人の動きや感覚を電氣的に保存し、別の人物の身体において再生すること」を意味している。

このような提案の実現に際して参照可能な研究が Human Computer Interaction<sup>2)1)</sup> 分野にある。それは H2L 株式会社が開発した Unlimited Hand<sup>2)3)</sup> である。このデバイスは VR ゲーム用のゲームコントローラーであり、複数のセンサーによる動作のデータ取得と、電気刺激を介した動作の再現を実行できる。この先端的なデバイスを応用した、「大工技術の保存・再現」を最終的な目標とし、本研究では特に技術保存可能性の検証を目的とする。

## 2. 研究概要

Unlimited Handには筋肉や角度の微妙な変位を取得するための11個のセンサーが搭載されており、各センサーの取得値は設定した時間ごとに保存可能である。

そこで本研究では、大工の主要な動作の中から保存可能な動作を確認するために、Unlimited Handによって取得したデータによる大工動作の分類を検証する。動作の選定については、大工作業経験者との相談の上で図1に示した6動作とした。その分類結果をふまえた上で、大工作業経験者の動作と未経験者の動作を、取得したデータで比

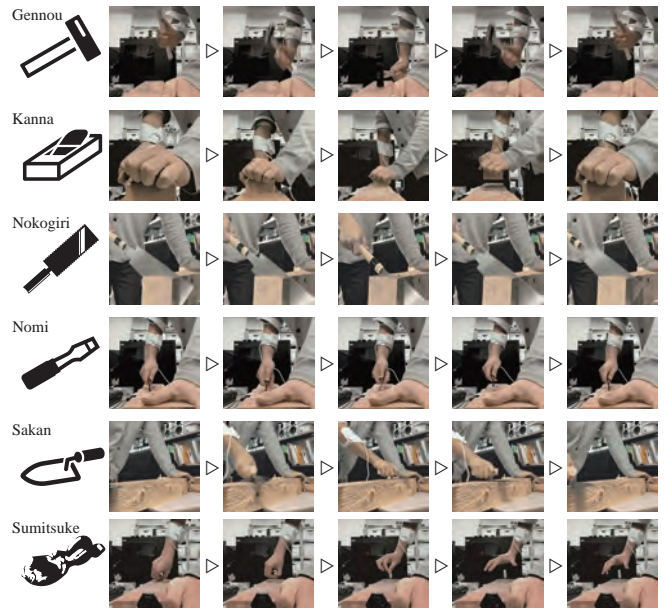


図1 選定した6動作

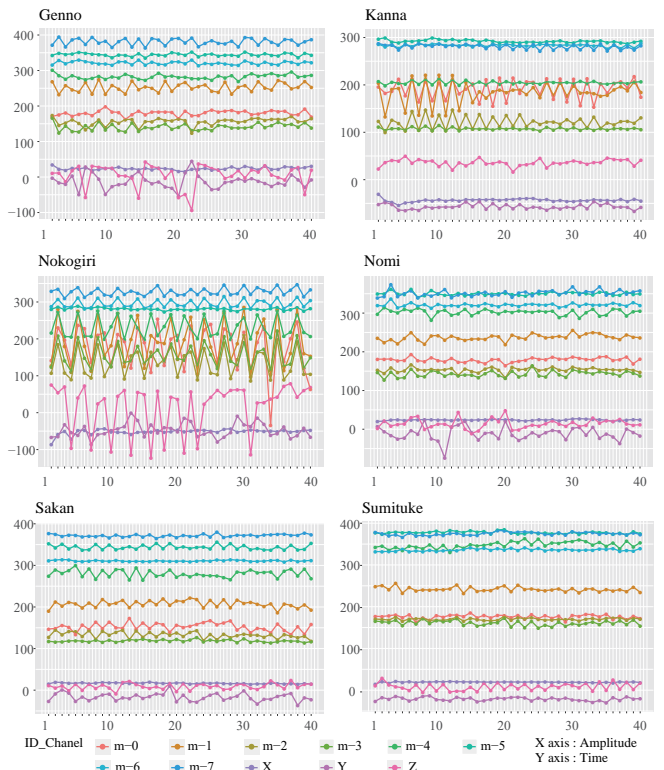


図2 平均値プロット

較・分類し、各動作における差異の数値化・可視化を実行することで、技術継承に必要な要素を明らかにする。

### 3. 大工の主要動作のデータ取得および分類

ある動作を各 30 回繰り返した時系列データを 1 セットとし、100 セットを各動作で作成した（計 600 セット）。論理的に整合した分類可能性を判断するために動作ごとに各センサの取得値の平均値プロットを作成した（図 2）。各動作において論理的に整合した波形が確認できる。そこで次に取得値のクラスタリング<sup>注2)</sup>を実行した。表 1 に結果を示す。左官と墨付け以外の動作が分類できていることが読み取れる。左官と墨付けが分類不可だったのはどちらも手首が主動作を担うこと、大工作业未経験者によってデータセットを作成したことが要因の可能性もある。このような課題を有するが、現在の技術で分類可能な動作と、HCI 分野でも最新とされるデバイスを用いたとしても分類不可能な動作を明らかにした。

### 4. 大工作业経験者と未経験者の動作分類

鋸と突き鑿について、大工作业経験者と未経験者によるデータセットをそれぞれ作成し、解析<sup>注3)</sup>を実行した。その結果として得られた 200 × 200 の距離行列のヒートマップを図 3 に示し、クラスタリング結果を表 2 に示す。

鋸の動作については、ヒートマップから m5 と X のセンサにおいて経験者と未経験者である程度の差異が見られた。これらのセンサの取得値におけるクラスタリング結果は m5 で 96.5%、X で 89% の精度を示した。突き鑿の動作については、m2 で 100%、m4 で 90.5% の精度で経験者と未経験者の分類が可能であることが示された。この結果は、各動作において、経験者と未経験者の動作の差異を決定づける筋肉と角度の変位を意味している。

### 5. 考察とまとめ

以上のように、今まで感覚的であった大工の繊細な動作を、筋肉の動きとして保存し可視化することができた。加えて、大工作业経験者と未経験者の差異を把握することができた。本研究の目的である技能伝承の文脈として解釈すれば、この差異を師匠に近づけることが技能伝承の達成を意味している。このような師匠の動きを筋肉の動きとして可視化した明示的な達成目標は、全く新しい指標である。スポーツ科学の知見と実例を引用すれば、このような指標を充実することが、大工仕事の技能伝承の高度化・効率化につながると考えられる。今後は多様な動作を対象に、大工作业経験者と未経験者の差異となる筋肉の把握を進め、新たな技術保存の体系化を目指す。同時に、電気刺激を介した動作の再現についても実現していきたい。

#### 注

注 1) Human Computer Interaction : マウスやキーボードといった既存のデバイスにとらわれずに人とコンピュータの関係性を作ることで人の生活を豊かにするといった、人とコンピュータの相互関係を対象とした研究分野。

表 1 クラスタリング結果

	Gennou	Kanna	Nokogiri	Nomi	Sakan	Sumitsuke
Class 1	1	1	1	1	1	1
Class 2	99	0	0	0	0	0
Class 3	0	99	0	0	0	0
Class 4	0	0	99	0	0	0
Class 5	0	0	0	0	99	0
Class 6	0	0	0	99	0	99

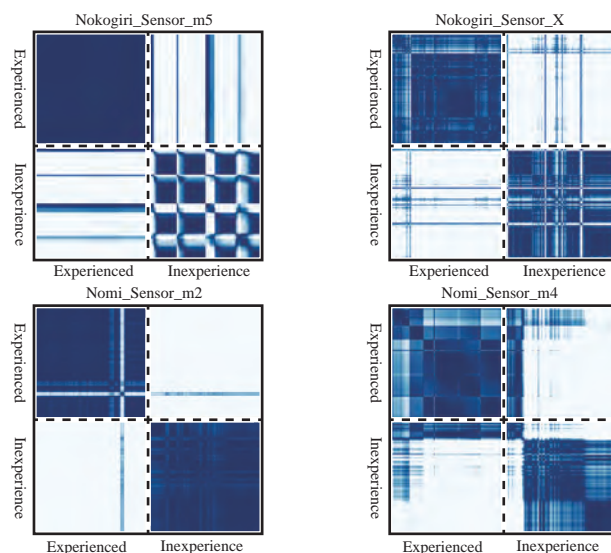


図 3 ヒートマップ（一部）

表 2 クラスタリング結果

Nokogiri_sensor_m5	Experienced	Inexperence
Class 1	100	7
Class 2	0	93

Nokogiri_sensor_X	Experienced	Inexperence
Class 1	0	78
Class 2	100	22

Nomi_sensor_m2	Experienced	Inexperence
Class 1	0	100
Class 2	100	0

Nomi_sensor_m4	Experienced	Inexperence
Class 1	100	19
Class 2	0	81

注 2) クラスタリング：ウォード法にて実行した。

注 3) 解析：本研究のデータは約 0.03 秒ごとにセンシングした時系列のデータであることから、時系列解析手法の 1 つである動的時間伸縮法での解析を実行した。この方法では、長さの異なる 2 つの時系列データの類似度を算出することができ、大工作业経験者のデータセットと未経験者のデータセットの類似度を算出することで距離行列を作成した。

#### 参考文献

- 1) 中島正夫，神山幸弘：宮大工の技能習得過程の分析 - 宮大工の技能に関する調査研究 その 1-，日本建築学会計画系論文集，第 476 号，pp. 91-100, 1995. 10
- 2) Emi Tamaki, Terence Chan, Ken Iwasaki: Unlimited Hand: Input and Output Gestures with Less Calibration Time, Proceedings of the 29th Annual Symposium on User Interface Software and Technology, pp. 163-165, 2016
- 3) Satoshi Hosono, Shoji Nishimura, Ken Iwasaki, Emi Tamaki: Gesture Recognition System using Optical Muscle Deformation Sensors, ICECC2019, pp. 12-15, 2019
- 4) 小島尚之、山田悟史：ヒューマンコンピュータインタラクション技術の建築デザイン分野への応用 - 建築分野の手仕事の感覚保存・再現 -，第 42 回情報・システム・利用・技術シンポジウム論文集：報告，pp. 98-101, 日本建築学会，2019, 12