

令和 4 年 6 月 22 日現在

機関番号：55201

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19K12262

研究課題名(和文)手漉き和紙の技能伝承システムの開発

研究課題名(英文)Development of a skill transfer system of Japanese papermaking

研究代表者

片山 優 (Katayama, Masaru)

松江工業高等専門学校・電気情報工学科・准教授

研究者番号：30390488

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：手漉き和紙の熟練者(職人)と未熟練者(弟子)による紙漉きの動作解析・比較を行い、定量的に第三者に伝えることが困難な職人の暗黙知的技能の継承を目的とし、その技能データを計測・解析し、後継者育成の手助けとなる指導方法および技能データベースの開発を試みるものである。  
本研究ではこれらのデータの定量化のため、モーションキャプチャリングや視線計測を行うことで、職人が有する技能の伝承に役立てることを目的とする。また、後継者育成を目的とし、センサを用いた紙漉き技能評価装置の開発も同時に行い、その性能評価を実施する。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、和紙の品質を決める紙漉きという手作業に着目しているが、伝統工芸に限らず自動化が難しい産業や医療などの現場で、熟練者の持つ技能はなくてはならないものであると同時にその伝承が課題である。  
本研究によって、技能レベルが異なる職人の体得済み暗黙知的技能を定量的に解析したデータを蓄積・保存できる。熟練度(経験年数)に応じた効果的な指導方法の提案ができる。技能評価装置を用いて効果的な自主練習ができる点が成果として期待できる。これらの結果をもとに、後継者への技能伝承のさらなる効率化が期待できる。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study is to analyze and compare the movements of skilled (artisan) and unskilled (apprentice) handmade washi craftsmen with the aim of passing on implicit intellectual skills that are difficult to convey to a third party in a quantitative manner. In this study, we aim to quantify these data by using motion capturing and gaze measurement, which will be useful for the transmission of skills possessed by craftsmen. We will also develop a sensor-based papermaking skill evaluation device for the purpose of training successors, and evaluate its performance.

研究分野：制御工学、計測工学

キーワード：紙漉き 技能伝承 モーションキャプチャ 視線計測

## 1. 研究開始当初の背景

「和紙：日本の手漉和紙技術」はユネスコ無形文化遺産として2014年に登録され、和紙作りの技術が改めて注目されるようになった。一方、和紙作りの担い手である紙漉き職人の高齢化が進み、1993年には全国に440軒の手漉き和紙工房があったが、2016年には半数以下となる207軒にまで減少している。島根県内においても石州和紙の産地である浜田市三隅町の職人（伝統工芸士）は4人、出雲民芸紙の産地である松江市八雲町の職人は2人しかいないのが現状である。また、伝統工芸士の資格を得るために、最低でも12年以上の紙漉き経験が必要であり、紙漉きの技能修得の困難さが容易に想像できる。さらに、職人の有する暗黙知的技能は、反復練習や様々な経験を通じて体が覚えているものであると同時に、定量的に第三者に伝えることが困難であるため、後継者問題はますます加速していくことが容易に想像できる。また、産地が同じであっても各工房や職人によって漉き方にも特徴があり、一概にこうすれば良いという指針もないことが伝承をさらに難しくしている。

## 2. 研究の目的

本研究は、職人による紙漉き時の動作計測と視線計測を行い、職人の持つ暗黙知的技能の定量化および未熟練者への技能伝承を目的とし、技能データを計測・解析し、後継者育成の手助けとなる指導方法および練習用装置の開発を試みるものである。

本研究では、和紙の品質を決める紙漉きという手作業に着目しているが、伝統工芸に限らず自動化が難しい産業や医療などの現場で、熟練者の持つ技能はなくてはならないものであると同時にその伝承が課題である。本研究が成功した場合、①暗黙知的技能を定量的に解析したデータを蓄積・保存できる、②熟練度（経験年数）に応じた効果的な指導方法の提案ができる、③技能評価装置を用いて効果的な自主練習ができる点が成果として期待できる。このような、持続可能な技能伝承方法を確立することが本研究の目的である。

## 3. 研究の方法

暗黙知的技能の定量化のため、モーションキャプチャシステムとアイマークレコーダを用いて上半身の各部の動きと視線移動を同時計測する。モーションキャプチャシステムを用いて計測したデータをもとに職人が有する技能と未熟練者が有する技能の差を定量的に解析する。また、アイマークレコーダを用いて視線移動も同時に計測し、職人がどのタイミングでどこを注視しながら作業を行っているのか定量的に解析することで技能伝承に役立てる。また、紙漉きに使用される材料や和紙の大きさによって漉き方も変わってくるため、様々な種類の紙漉き方法のデータベース化を目的に計測を行う。

## 4. 研究成果

経験年数（熟練度）の異なる職人を対象に計測を行ったところ、視線移動に関しては、明確な差異を確認できなかった。これは、紙漉き時に使用する道具の箕桁以外を注視する必要性がほぼないことが主な要因と考えられる。一方、箕桁の動きに着目すると、熟練度に応じて、動作再現性および時間の調整法が異なることがわかった。

一例を図1に示す。図1は大判サイズ（620mm×1000mm）の和紙の紙漉き時に計測した箕桁の回転方向の角速度である。3種類のデータは、最軽量の和紙（25.83g）を漉いた時、最重量の和紙（31.67g）を漉いた時、平均値に近い重量の和紙（29.72g）を漉いた時をそれぞれ示している。区

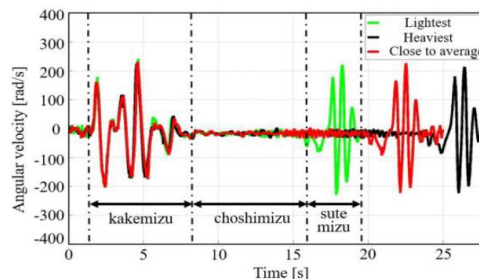


図1 Y軸周りの角速度

間ははじめの「掛け水」時に紙料をすくい、「調子水」時に繊維同士を絡ませるために微小な動きを繰り返す、「捨て水」時に余分な紙料を落としている。これらの動作の再現性は非常に高いことがわかるが、「調子水」の時間が大きく異なっていることがわかる。「調子水」の時間の調整幅

が、熟練度に応じて異なっていることが確認できた。さらに複数月にわたって採取した和紙の重さと調子水時間の関係を図2に示す。経験年数の浅い職人の場合、漉く時期に応じて重さの平均および標準偏差にばらつきがあり、調子水時間の調整幅が異なっていることがわかる。

聞き取り調査より、紙漉きに使用される材料は三極、ネリ、地下水の3つのみであるが、トロロアオイの根から抽出するネリの粘性は気温に左右される面もあり、紙漉き前に環境を整えることも経験の浅い職人にとっては難しいことであることがわかった。今後は、材料の状態に応じた漉き方も含め、さらなる検討が必要である。

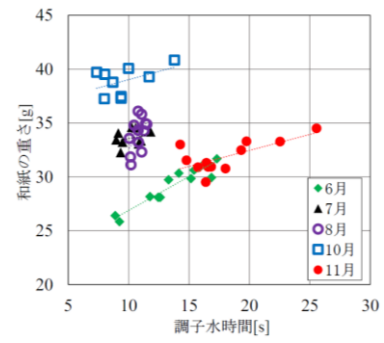


図2 各月の和紙の重さと調子水時間

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 片山 優, 安食 太星
2. 発表標題 モーションセンサを用いた紙漉き動作の計測
3. 学会等名 スマートシステムと制御技術シンポジウム 2021
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------