

平成 30 年 6 月 14 日現在

機関番号：15201

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K04437

研究課題名(和文)教育機関による技能者養成を実現する木材切断技能のモデル化と指導法の確立

研究課題名(英文)The modeling of the wood cutting skill to realize the skill person training by the educational institution and establishment of the instruction method

研究代表者

橋爪 一治 (HASHITSUME, Kazuharu)

島根大学・教育学研究科・教授

研究者番号：70709740

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、伝統建築等を支える匠の技のモデル化とその指導法の確立である。特にのこぎりの動きを中心とした技能評価に関する検討を行った。研究には、日本を代表する宮大工師等の協力を得た。その結果、のこぎり引きの動作における熟練者と初学者間の相違点が定量的に明らかとなった。そこで、この成果を用いた効果的な指導法の開発に取り組んだ。その結果、本研究で得られた成果を反映した指導は、切断をうまくするという結果を得た。このことから、本研究で得られた木材切断巧緻性のモデル化を指導に生かすことは、効果的な指導法につながることを示唆された。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this research is to model the skills of the crafts that support traditional buildings and the establishment of educational method. In particular, we examined the skill evaluation focusing on the movement of the saw. In the research, we got cooperation from carpenter representing Japan. As a result, the difference between experts and beginner in the sawing operation was quantitatively clarified. Next, we worked on developing effective teaching methods using this result. As a result, using the results obtained in this research, we obtained a result that we can do a good cutting. From this, it was suggested that using the modeling of wood cutting skill obtained in this study in the educational method is effective for skill acquisition.

研究分野：技術教育

キーワード：木材加工 手工具操作 切断技能 巧緻性 技能継承 技能記録

1. 研究開始当初の背景

本研究は、卓越した伝統の技の解明と、解明されたメカニズムを用いた指導法の確立を目指す。これまで、木材切断技能は徒弟制度の下で長い年月をかけ獲得されてきた。しかし、熟練者の高齢化等で、この仕組みが崩れつつあり、ものづくり日本を支える技の継承が危ぶまれる。

そこで、代わりに工業高校や技能訓練施設等において、誰もが一定期間で確実に技能が習得できる仕組みが重要になった。このため、木材加工に携わる研究者によって、手工具操作技能の解明が行われており、申請者も筋活動に着目した研究を行ってきた。しかし、学習者への具体的な指示につながる研究成果は少なく、現在も、教育機関での木材加工の指導は、訓練に重点が置かれ、習得に時間と労力がかかっている。

2. 研究の目的

本研究において、新たに、熟練者の生体情報と道具の振る舞いの関係から、「どこを見て、いつ、どこに、どれだけの力を入れて道具を操るのか」という指導に役立つ巧緻性を解明し、そのモデルによる指導法を開発することで、誰もが期間内に確実に技能を習得できる指導法を確立する。

3. 研究の方法

(1) 加速度、角速度による技能評価 方法

本章には、加速度・角速度センサを用いて熟練度の異なる被験者ののこぎり引きの測定を行い、のこぎり引きの技能を定量的に評価できるような解析方法を開発する試みを示す。これは、定量評価の解析を通じて、熟練度の異なる被験者ののこぎり引きの特徴を検討することになり、熟練者はどのようなのこぎり引きを行っているのかを解明することにつながる。

対象は、木工技能歴(20年、30年)の宮大工2名(男性42・47歳)を熟練者、木工技能歴2年の工業高校(伝統建築科)の学生5名(男性17~18歳)を準熟練者、健常な大学生9名(男性20~22歳)を未熟練者とし、3区分の計16名とした。

実験開始前に木材には切断する箇所にはさしがねを用いてけがき線を引いておいた。切断する木材には厚さ1.2cm幅21cmのひのきの集成材を用い、被験者には事前に引いたけがき線に沿って横引きを行ってもらった。木材はFクランプを用いて机に2箇所での固定を行った。

のこぎりを机の上に置いた状態で、計測を開始し、5秒後に被験者にのこぎりを持ち、のこぎり引きを開始する構えをするように合図をおくった。さらに、5秒後にのこぎりを開始するように合図をおくった。切断終了後は机の上にのこぎりを置いてもらい、5秒後に測定を終了した。切断は片手(利き手)

で行ってもらい、のこぎり引きを行うスピードや姿勢には制限を与えず、被験者には自由にのこぎり引きを行ってもらった。

小型無線多機能センサ(ATR-Promotions製TSND151)を用い、のこぎりの首と呼ばれる箇所に取りつけた。計測値は無線でPCに送られ、サンプリング周波数200Hzで記録された。また、実験の様子(動画)をカメラで撮影し、実験後に状況を確認できるようにした。解析は、加速度・角速度センサからのこぎり引きの技能を定量的に評価できる解析方法を開発し、摩擦、-1:X軸の回転ブレ、-2:Z軸の回転ブレ、-1:XY平面の直線ブレ、-2:YZ平面の直線ブレ、という6の項目に対して押しと引きの2パターンについての計12個の特徴量を作成した。

同時に、切断面の評価を行った。切断面の評価には、圧力測定フィルム(FUJIFILM製プレスケール極超低圧用LLLW)を用いた。このフィルムと今回の実験で得られた各被験者が切断した試験片の切断面を接地させ一定の圧力を加え、各被験者の切断面を可視化することを試みた。

これによって得られた、切断面の跡のついたフィルムをスキャンし、縦256ピクセル、横4096ピクセルの切断面画像とした。また、画像はグレースケールに変換を行い解析に用いた。

切断面画像を定量的に評価するにあたって、今回得た各被験者の切断面画像を、熟練者に主観評価をしてもらいコントラストとナイフマークの2パラメータによる切断面主観評価とした。

(2) 視線位置に関する研究

被験者は、幅21mm、厚さ12mmのヒノキ集成材(無節部分)を両刃のこぎり(刃渡り240mm)で利き手を使い、横引きに切断を行うよう指示された。切断については、けがき線の幅の中心を切るよう指示された。また、切り終わりは、切り捨てるよう指示された。このとき、被験者の利き目に、めがね式の眼球運動解析装置Talk Eye Liteを装着し、眼球の動きをサンプリング周波数30Hzで記録した。同時に、めがねに取り付けたCCDカメラにより被験者が見ている切断時の映像を記録した。この2つの画像をアプリケーションソフトで合成し、被験者が見ている視界映像に視線の位置を示すデータを作成するなど、解析ソフトによる解析を行った。解析に使用したパラメータは、次のP1、P2の2項目とした。

P1: 切り始め5秒間の瞳孔移動データ

P2: 切り始めから切り終わりまでの、平均注視角度の標準偏差(deg)

併せて、熟練者に対して、切断中の姿勢を静止画で記録するとともに、聞き取り調査を行った。

(3) 成果を踏まえた指導法の開発

被験者に教科書に基づく教科書基盤型指導、切りはじめの視線位置に着目した重点指導型学習の効果と比較検討した。このとき、教科書基盤型には、開隆堂出版の中学校技術・家庭技術分野の教科書を参考とするよう指示するとともに、教師が口頭で指導した。また、視線位置重点の指導には、教科書基盤型と同様の指導に加え、前述の切りはじめの研究成果を教師が口頭で指導した。切断に用いた板材は、桧集成材(長さ 280mm,幅 210mm,板厚 12mm)の3面に2本のけがき線が引かれていた。このとき、生徒には、3面に引かれたけがき線を線からずれないよう真っ直ぐに切断するよう指示した。評価基準は、板平面におけるけがき線からのずれ(1mm未満:3点,2mm未満:2点,2mm以上1点)及びこぐち面におけるけがき線からのずれ(0.5mm未満:3点,1mm未満:2点,1mm以上:1点)の2パラメータとした。

4. 研究成果

(1)加速度,角速度による技能評価

)結果

摩擦

押し引きともに熟練者と比較すると、一部の準熟練者、未熟練者が高い値をとっていることがみられた。

回転のブレ

押しのX軸まわりの回転のブレの結果、押しではあまり差がみられなかったが、引きでは熟練者と比較すると、多数の未熟練者が高い値をとっていることがみられた。

押しのZ軸まわりの回転のブレの結果は、押しでは熟練者と比較すると、一部の未熟練者が高い値をとっており、引きでは熟練者と比較すると、一部の準熟練者・未熟練者が高い値をとっていることがみられた。

軌跡

押しのXY平面の短軸方向の分散の結果は、押し引きともに熟練者と比較すると、多数の準熟練者・未熟練者が高い値をとっていることがみられた。

押しのXZ平面の短軸方向の分散の結果は、熟練者と比較すると、押し引きともに、一部の未熟練者が高い値をとっていることがみられた。

押しのXY平面の長軸方向の分散の逆数の結果は、熟練者と比較すると、押し引きともに一部の準熟練者・未熟練者が低い値をとっていることがみられた。

切断面

作成した切断面画像の結果は、全体的に濃淡のばらつきが大きく、一部の準熟練者・未熟練者では特に濃淡のばらつきが大きいものがみられた。

切断面主観評価の結果は、切断面画像の濃淡(切断面の均一さ)とナイフマーク(切断面に形成される波状の切削痕)の分析では、熟練者と比べると、準熟練者・未熟練者は低い値をとっているが、準熟練者の一部では大

幅に低い値をとる者や、未熟練者の一部では、準熟練者と同等の値をとる者がいることがみられた。

)考察

摩擦

一部の準熟練者と、未熟練者は、熟練者と比べて、スムーズなのこぎり引きができていないと考える。

回転のブレ

一部の準熟練者・未熟練者は熟練者と比べて、手首の固定がうまくできずなのこぎり引きを行っていると考ええる。

軌跡

-1 長軸の分散

一部の準熟練者・未熟練者は熟練者と比べて、刃渡りいっぱいをつかっただのこぎり引きができていないと考える。

-2 短軸の分散

一部の準熟練者・未熟練者は熟練者と比べて、ひじの固定がうまくできずに上下にブレながらのこぎり引きを行っていると考えられ、さらに、準熟練者、未熟練者は熟練者と比べてひじの固定がうまくできずに左右にブレながらのこぎり引きを行っていると考ええる。

切断面画像による特徴量

-1 コントラスト

今回作成した特徴量は値が小さいほど良い切断面であると考えており、主観評価のスコアと比較すると、主観評価のスコアが高いほど、特徴量の値は低い値をとるような傾向がみられたため、この特徴量は切断面の濃淡を表すことができる可能性があると考ええる。この特徴量を熟練度ごとに比較すると、熟練者よりも準熟練者・未熟練者は高い値をとり、一部の準熟練者・未熟練者はとても高い値をとることがみられた。したがって、準熟練者・未熟練者の切断面は熟練者の切断面と比べて、平らではないと考える。

-2 ナイフマーク

今回作成した特徴量は値が小さいほど良い切断面であると考えており、主観評価のスコアと比較すると、あまり予想していた傾向はみられなかった。この原因として、熟練者や一部の準熟練者は、切断面がなめらかすぎて、ナイフマークの検出が困難な可能性があること、ナイフマークの目視での主観評価には限界がある、などと考える。

)総括

このように、のこぎり引きの特徴量を熟練度の異なる被験者で比較したところ、いくつかのパラメータで差がみられた。このことから、のこぎり引きの技能を定量的に評価できることが示唆された。

(2)視線位置に関する研究

熟練者の視線位置を測定装置で捉えたところ、切り始めは、板の平面だけでなく、こぼ面が見えることがわかった。聞き取りの結果、切り始めは、平面とこぼ面双方のけがき線を

交互にみているとのことであった。さらに、初学者は視線が一定の場所にとどまるが、熟練者は縦横方向ともわずかな移動がみられた。これは、切り始めにおいて、切断面とそれに対応するこぶ面のけがき線を交互にみていることを示唆している。切り始めにおいて、のこぎりの進み具合が、3次元のすべてでずれたりねじれたりする切断が起きないようコントロールするためと推察する。

(3)成果を踏まえた指導法の開発

評価結果を得点化し、群間比較したものを図1に示す。本図から、視線位置重点型群の得点が高いことがわかる。また、板平面の切断線の巧緻性の差は小さいが、こぶ面の切断線の精度は視線位置重点型群が1%で有意に高いなど、その違いが明らかであった。

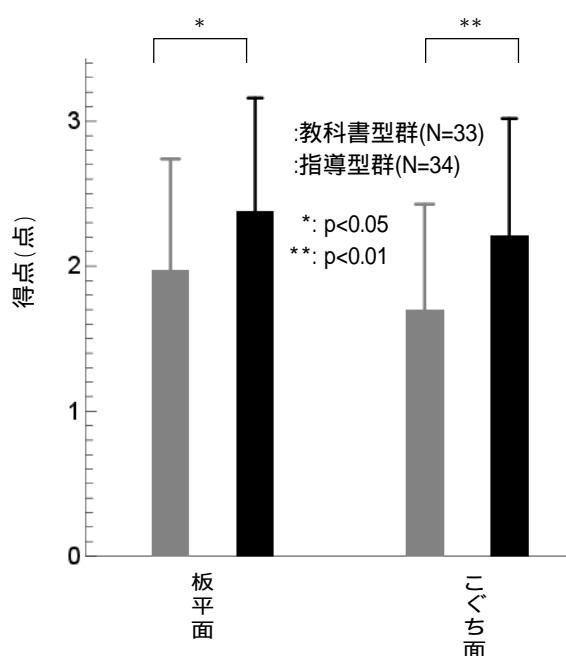


図1 切断面の評価結果

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計2件)

古賀映人, 橋爪一治, 伊賀崎伴彦. 3軸加速度・角速度センサを用いた鋸引きの技能評価～鋸身の軌跡の角度についての検討～. 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 116, No. 435, pp. 41-45, 2017.

橋爪一治, 後藤康太郎. 体験的な複数の問題解決で構成した題材の開発-伝統的な加工技術にある創意工夫の追求-, 日本産業技術教育学会技術教育論文集「技術科教育の研究」査読有, 第22巻, pp.73-80, 2017.

〔学会発表〕(計5件)

古賀映人, 橋爪一治, 伊賀崎伴彦. 鋸身の3次元軌跡解析による鋸引きの技能評価. 第70回電気・情報関係学会九州支部連合大会, 2017.

古賀映人, 橋爪一治, 伊賀崎伴彦. 鋸身

の解析を用いた鋸引きの技能評価. 日本生体医工学会九州支部学術講演会, 2017. 橋爪一治, 後藤体験的な複数の問題解決で構成した題材の開発. 日本産業技術教育学会技術教育分科会, 2017. 橋爪一治, 伊賀崎伴彦, 古賀映人. 木材切断技能における視線の動きに着目した巧緻性の解明, 日本産業技術教育学会第29回九州支部大会, 2016.

古賀映人, 橋爪一治, 伊賀崎伴彦. 三軸加速度・角速度センサを用いた鋸引きの技能評価に関する基礎的研究. 第69回電気・情報関係学会九州支部連合大会, 2016.

〔図書〕(計 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

取得状況(計 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年月日:
国内外の別:

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1)研究代表者

橋爪 一治 (HASHITSUME, Kazuharu)
島根大学・大学院教育学研究科・教授
研究者番号: 70709740

(2)研究分担者

()

研究者番号:

(3)連携研究者

伊賀崎 伴彦 (IGASAKI, Tomohiko)
熊本大学・大学院先端科学研究部・准教授
研究者番号: 70315282

(4)研究協力者

()