

平かな削りの指導に関する基礎的研究

——未熟練者の切削動作における三次元分析——

*安孫子 啓・*安藤 明伸・*池田 晃一・**寺岡 武

Basic research on guidance of planing motion

—Three-dimensional analyses of planing motion of inexperienced persons—

ABIKO Hiraku, ANDO Akinobu, IKEDA Kouichi, TERAOKA Takeshi

Abstract

中学校技術・家庭科の「技術とものづくり」の中で、平かな削り（以降、かな削りとする）は、工具を工夫しながら使用するという教育的な意義のある重要な作業である。本研究では、かな削りの技能を習得するための新たな指導法の開発を目的とし、熟練者と未熟練者のかな削り動作を三次元分析し、その結果を元に相違点について比較検討した。未熟練者のかな削り動作の特徴として以下があげられる。

- ・上半身と腕の閉じだけを使ったかな削り動作になっている。
- ・身体の前傾がなく、身体重心の沈み込みもない。
- ・左右の足の開きが小さく被削材から離れて立っている。

Key words: ・ planing motion (かな削り動作)

- ・ inexperienced persons (未熟練者)
- ・ three-dimensional analyses (三次元分析)
- ・ gravity of body (身体重心)
- ・ position of foot (足の位置)

1. はじめに

平成14年度より完全実施された学習指導要領において、中学校技術・家庭科は、総時間数の削減及び情報内容の必修化等で「ものづくり」にかかる時間が削減された。生徒にとって難しい作業であるかな削りは、より学習されにくくなっている。「技術とものづくり」の中で、木工製作品の仕上がり状態に大きく影響する平かな削り（以降、かな削りとする）は、工具を工夫しながら使用するという教育的な意義のある重要

な作業である。

そこで、かな削りの技能を習得するための新たな指導法の開発が必要である。これまでの中学校教育現場におけるかな削りの指導では、かなの調整に時間をかけてきた。我々は、まず全ての生徒に調整済みのかんなで上手く削れる体験をさせるところから指導を開始することにした。ここで問題になるのは、かな削り動作の指導だけになる。

これまで、かな削り動作に関する様々な研究が試みられている。また近年、陳廣元ら（2002）が、木工

* 宮城教育大学

** 宮城教育大学 大学院教育学研究科 院生

技能熟練者のかんな削り動作を三次元分析し、4つの基本型に分類した研究等もある。しかし、教育現場への指導法などはまだ確立されていないのが現状と言える。

本研究では、中学校教育現場におけるかんな削りの指導法を考究するために熟練者と未熟練者のかんな削り動作を三次元分析し、相違点を比較検討する。

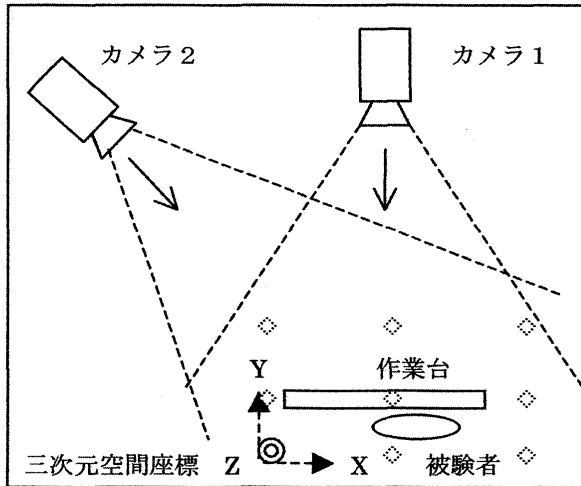


図1 実験の収録

2. 研究方法

2-1 実験概要

かんな削り動作の収録は、デジタルビデオカメラ2台 (SONY 社製 CCD-TRV30, DCR-PC101) を用いて同時に2方向から行った。三次元分析の基準空間座標は、幅2m×奥行き1m×高さ2mである。撮影された映像からDLT法 (Direct Linear Transformation Method) により、三次元座標を算出する。作業台の高さは、710mmとし、被削材と合わせ切削面までの高さを750mmとした。

被削材は気乾状態のSPF材で、寸法が長さ600mm、幅35mm、厚さ40mmの角材を用い、切削面は追正目面になるよう木取りした。使用するかんなは、教育用木台式替刃かんな (回転式四面かんな PAT.1854614) で、刃幅58mm、かんな刃突出量0.3mmである。

2-2 被験者

過去にかんなを1, 2回使用した経験がある本大学の技術教育専攻1年生4名 (表記名=身長 cm・体重 kg) ($a = 172.5 \cdot 69$, $b = 173 \cdot 66$, $c = 172.5, 76$,

$d = 165 \cdot 73$) を未熟練者、木材加工経験年数35年で現在木材加工を職業としている熟練者2名 ($e = 163 \cdot 60$, $f = 178 \cdot 76$) とし、計6名を被験者とした。また、熟練者、未熟練者共に全員右利きである。熟練者二人のかんな削り動作を三次元分析した結果、陳らが熟練者を三次元分析した4つの基本型と同じ動作パターンを示した。そこで、身長差を考慮し (未熟練者の身長が170cm台3名) 熟練者fと未熟練者4名を比較することとした。

2-3 計測ポイント

本実験に計測するポイントを図2に示す。被験者の各部位を1~4 (5~8) から順に、指先、手首、肘、肩峰。9~14 (15~20) は、つま先、拇指球、かかと最突起点、足関節中心、膝関節中心、大転子。21、頭上。22、耳珠点。23、胸骨上縁の計23点である。また、被削材の前後両端の2点、かんな前後両端の2点も計測するポイントとし、合計27点である。

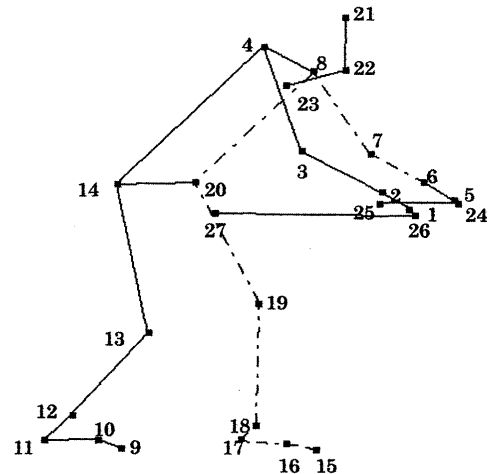


図2 計測ポイント

2-4 分析方法

本実験では、先行研究を参考に「さぐり動作」から「引き終わりのかんなを止める動作」までを1回の試技とする。よって、「かんなが被削材に接する5フレーム前及びかんなが被削材から離れた後10フレームまで」を分析対象とした。

撮影されたフレームから、「Frame-DIAS」により、図2に示す身体各部23点、かんな及び被削材の計27点をデジタル化し、コントロールポイントの位置から、DLT法 (Direct Linear Transformation Method) に

より、三次元座標を算出した。求めた座標から、身体・かな・被削材のポイントにおいて、スティック図・スティックアニメーション・速度・加速度・角度変位・角速度・角加速度・重心移動・軌跡図などの3次元分析項目を求めることにより、かな削り動作を分析した。

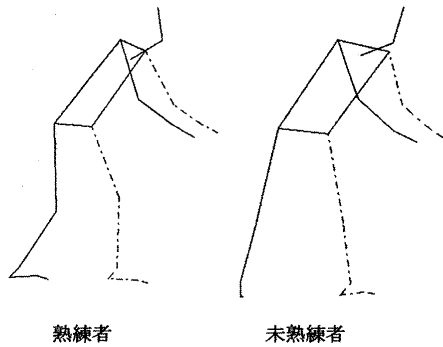


図3 スティックアニメーション 構え

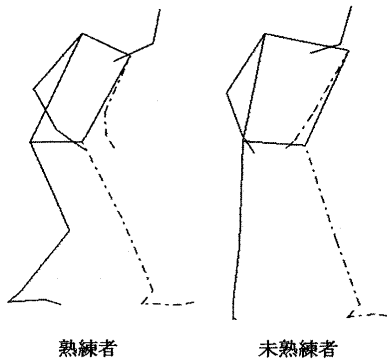


図4 スティックアニメーション 削り終わり

3. 結果と考察

3-1 比較項目の決定

図3と図4のスティックアニメーションと先行研究を参考に、熟練者と未熟練者を比較する項目を決定した。切削速度を考察するために、右手人差し指の速度及び加速度、上半身の動作及び下半身の動作を考察するために、肘・肩・大転子・膝の移動軌跡、身体全体の動作を考察するために、重心移動軌跡及び被削材と足の位置を算出しグラフ化した。これらのグラフとスティックアニメーションを同時に考察し、熟練者と未熟練者の相違点を比較検討した。

なお、肩・大転子・膝の移動軌跡は、熟練者と未熟練者の違いを比較しやすいように、未熟練者の動きの特徴を代表する未熟練者1名を取り上げグラフ化した。

3-2 右人差し指

図5に示すように、熟練者は、切削速度が徐々に上がり引き終わりに急激に落ちるきれいな山形のグラフになっている。それに比して、未熟練者の4名は、かなを引く立ち上がり速度が遅く、最高速度も熟練者が3.1m/sec、未熟練者が2 m/sec以下と遅い。

また、加速度は、熟練者の引き終わりにマイナスの急激な加速度が生じている。これは、引き終わりにかなの動きを急激に止める動作があることを示している。未熟練者には意識的な動作の制動は見られない。

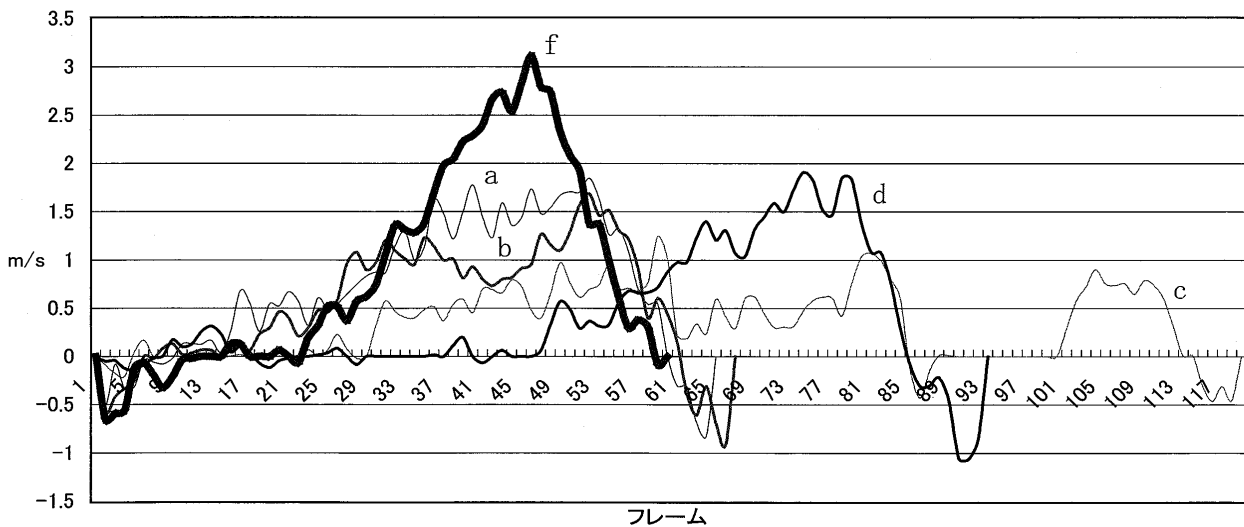


図5 右手人差し指 速度 X軸方向

3-3 肘 移動軌跡

熟練者の右肘の移動軌跡は、移動範囲が広い右上がりになっている。他の未熟練者3名は、右下がりである。未熟練者cは位置が高い右上がりになっている。また、未熟練者の移動範囲は、4名とも熟練者よりも狭い。

熟練者は、未熟練者より身長が高いにも関わらず、削り始めの右肘の位置は、未熟練者と同じ位置にある。これは、熟練者の上半身が引き始めに前傾しているために、低い位置となっている。未熟練者3名は、上半身の傾きが少ないため、削るにしたがい右肘が下がっている。また、未熟練者cは、棒立ちのまま肘の閉じだけで削っているため、位置の高い右上がりになって

いる。

3-4 肩 移動軌跡

熟練者は、左右両肩の移動軌跡範囲が広く、平行に移動している。未熟練者は、全員の右肩が右下がり、左肩を中心に右肩を回転する動きになっており、移動軌跡も短い。また、未熟練者は構えの段階で左肩が極端に前方に出ている。熟練者と未熟練者dの肩移動軌跡を図7に示す。

ここでも、身体全体を使って切削している熟練者と、上半身を中心に切削している未熟練者の違いがわかる。

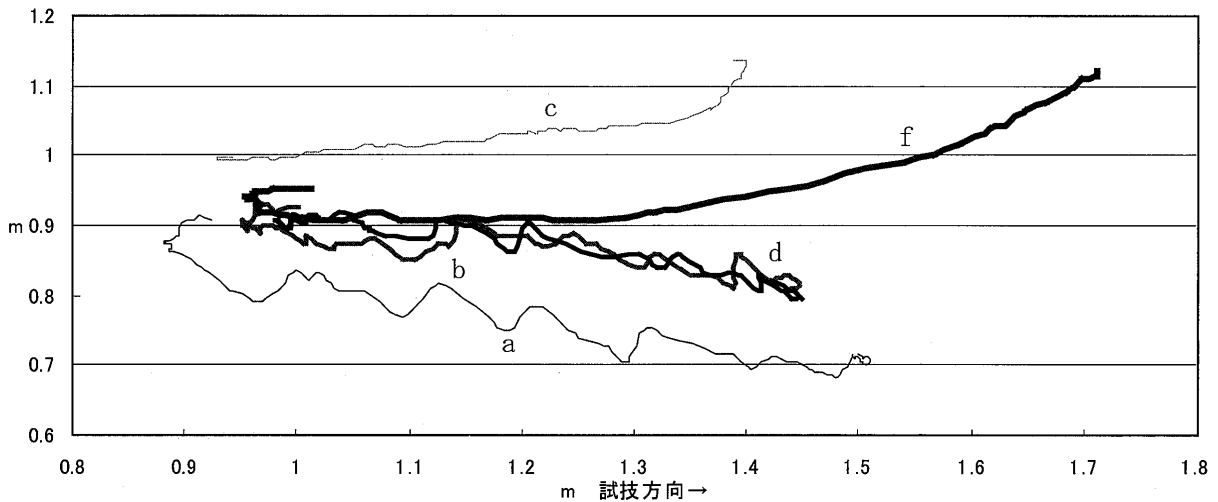


図6 右肘 移動軌跡 X軸方向

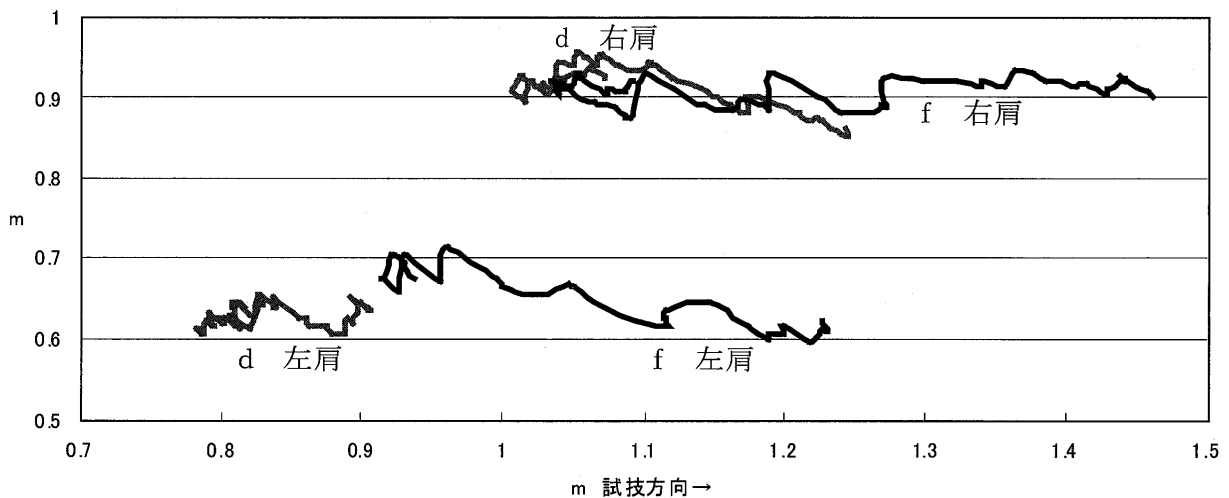


図7 左右肩 移動軌跡 X-Y軸方向

3-5 大転子 移動軌跡

熟練者には、左右大転子の大きな沈み込みが見られる。未熟練者には、移動は見られるが、沈み込みが見られない。また、大転子の位置も熟練者と比べると前方に位置していることがわかる。未熟練者に腰の引きを使ったかな引き動作は見られない。熟練者と未熟練者bの大転子移動軌跡を図8に示す。スティックアニメーションからも分かるように、未熟練者の下半身は棒立ち状態である。

3-6 膝 移動軌跡

熟練者は、右膝が回転し、左膝を引き寄せていることがわかる。それに対し、未熟練者の左膝の動きはまっ

たく見られない。大転子と同様に、熟練者には、左足の引きを上手に使うてかな引き動作を助ける動きが見られるが、未熟練者には、その動きがほとんど見られない。熟練者と未熟練者cの膝移動軌跡を図9に示す。

3-7 重心 移動軌跡

熟練者の重心は、移動軌跡範囲が広く、沈み込みを見せている。一方、未熟練者は、移動軌跡幅が狭く、移動位置が前方にある。また、沈み込みは見られない。横からの重心移動軌跡を図10に示す。

上方からの重心移動軌跡を図11に示す。未熟練者が熟練者よりも被削材から離れた地点で削り動作してい

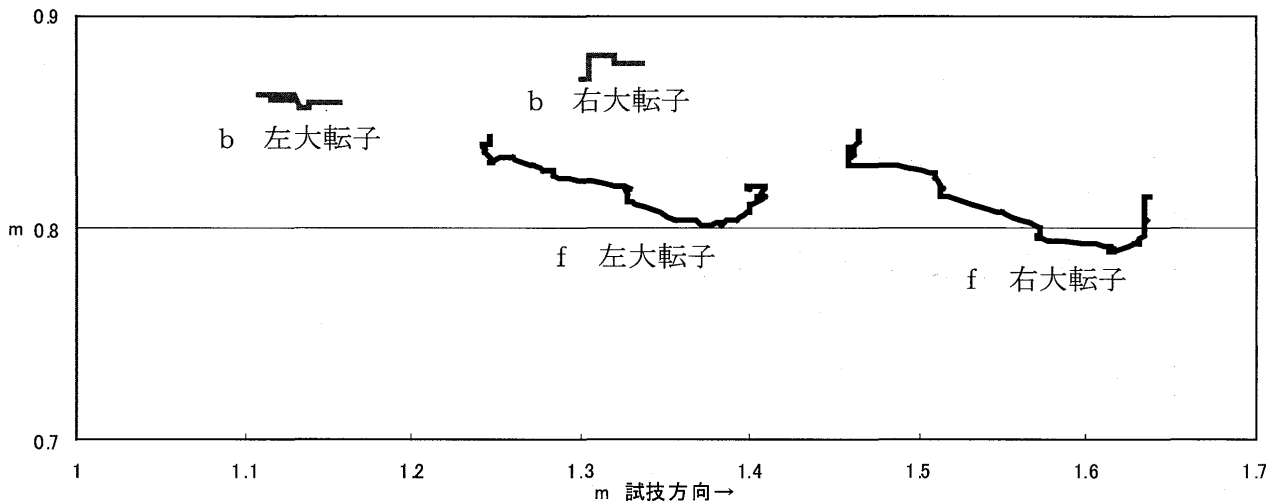


図8 左右大転子 移動軌跡 X-Z軸方向

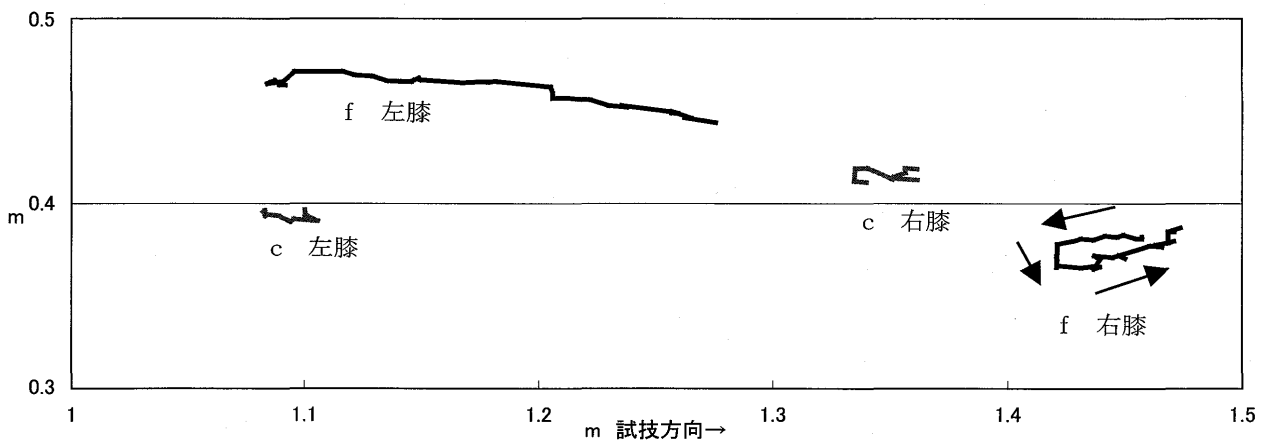


図9 左右膝 移動軌跡 X-Z軸方向

ることが分かる。

3-8 被削材と足の位置

熟練者は、足の開きが大きく被削材側に位置している。未熟練者は、足の開きが小さく、右足、左足とも熟練者より前方に位置している。足の位置、開き具合が下半身の動作に大きく影響していると考えられる。被削材と足の位置を図12に示す。

4. まとめ

熟練者と未熟練者のかんな削り動作を三次元分析し比較検討した結果、未熟練者のかんな削り動作の特徴

に関して以下のような結論を得た。

- 1) かな削り速度の立ち上がりが遅く、引き終わりに動作を急激に止める意識的な動きは見られない。
- 2) 右肘の移動範囲が狭く、身体の前傾のない上半身だけを使った削り方になっている。
- 3) 肩移動軌跡では、左肩を中心に右肩を回転する動きになっており、移動軌跡も短い。
- 4) 左右大転子の沈み込みがなく、腰の引きを使ったかな引き動作は見られない。
- 5) 左膝の動きが見られず、左足の引きを使ったかな引き動作を助ける動きは見られない。
- 6) 重心移動が前にあり、移動軌跡幅が狭く沈み込

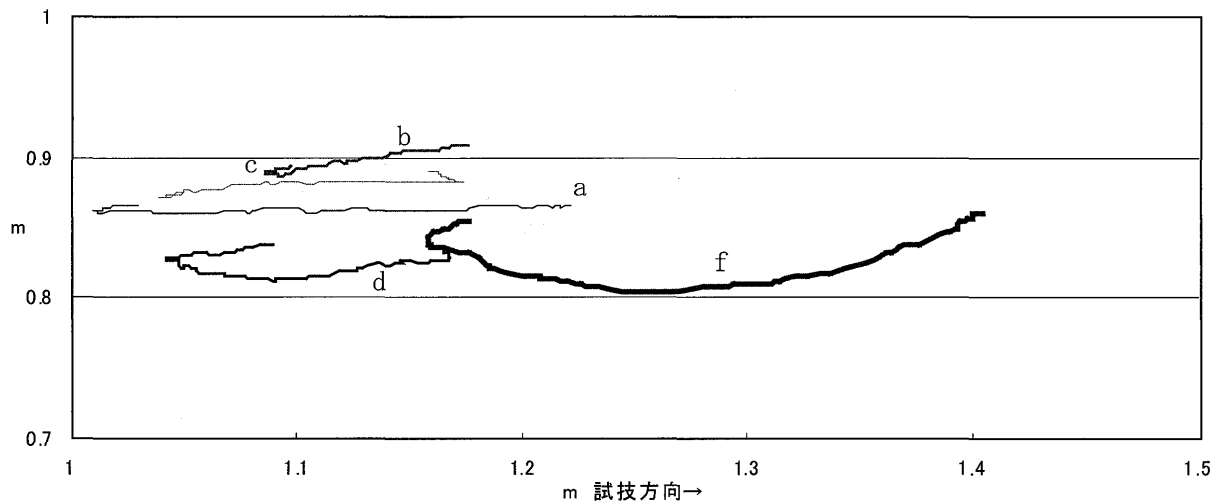


図10 身体重心 移動軌跡 X-Z方向

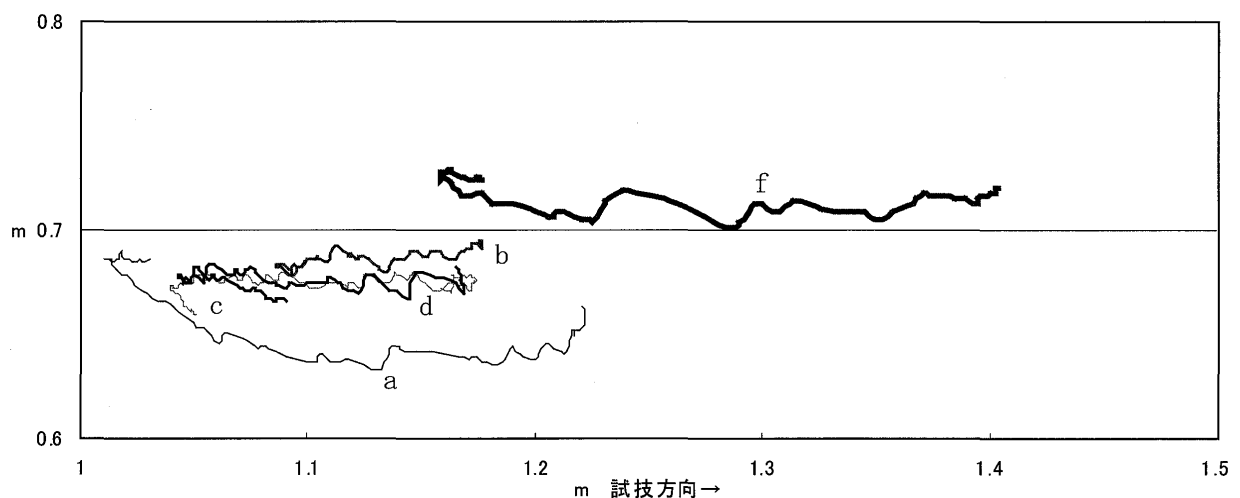


図11 身体重心 移動軌跡 X-Y方向

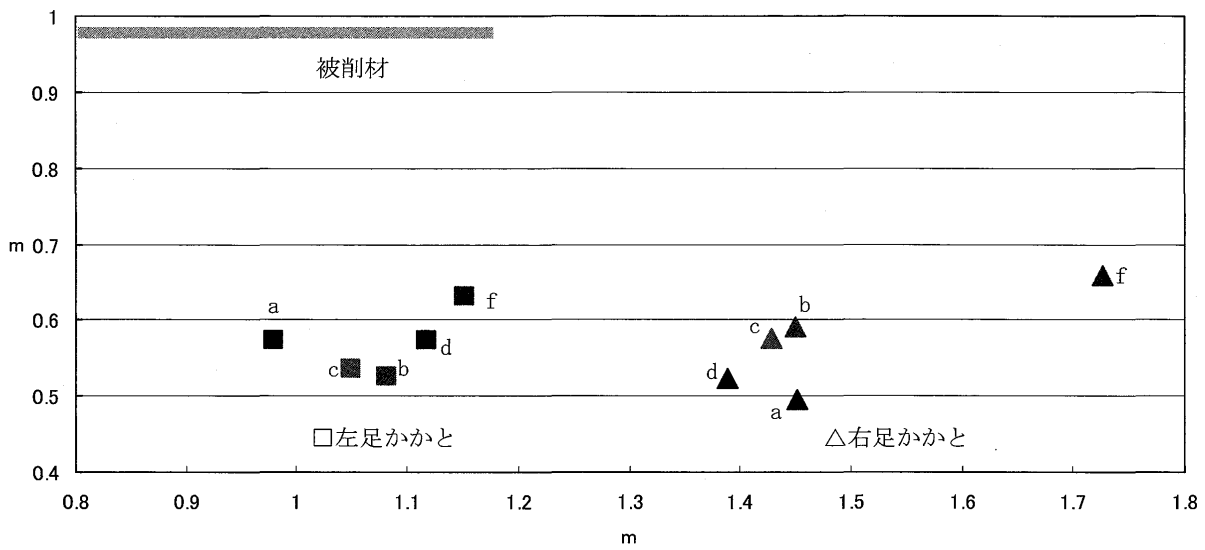


図12 被削材と足の位置 X-Y軸方向

みが見られない。

7) 左右の足の開きが小さく、被削材から離れた前方に立ち削り動作している。

以上から、未熟練者は立つ位置が分からず下半身を使った動作が見られないため、上手なかな削り動作ができないと考えられる。

よって、指導法の第一段階としては、足の位置及びかなの正しい持ち方。第二段階として、かなへの体重のかけ方及びかなの引き方に着目する必要がある。

究—被削材の樹種及び長さの違いによる切削動作の変化—, 宮城教育大学紀要第32巻

文部省, 1999, 中学校学習指導要領(平成10年12月)解説—技術・家庭編—, 東京書籍株式会社

陳廣元, 山下晃功, 芝木邦也, 田中千秋, 2002, 木工具による作業動作の3次元分析(第1報)木工技能熟練者のかな削り動作の基本形態, 木材学会誌第48巻2号

(平成17年9月30日受理)

参考文献

- 山下晃功, 1982, 木材のかな削りにおける動作分析および筋電図の基本的なパターンについて, 木材学会誌第28巻10号
- 池上康男, 1983, 写真撮影による運動の3次元解析法, Jpn. J. Sports Sci 2(3)
- 土井康作, 1986, 平鉋切削作業動作分析に関する研究(1), 日本産業技術教育学会誌第28巻1号
- 田中通義, 安孫子啓, 1990, かな削り動作における身体重心の移動分析について, 日本産業技術教育学会誌第32巻4号
- 田中通義, 篠田功, 山下晃功, 安孫子啓, 1991, かな削り訓練装置の開発と訓練効果, 日本産業技術教育学会誌第33巻4号
- 安孫子 啓, 1997, 平かな削りの指導に関する基礎的研究