

# 技術科教員ののこぎりびき指導とその技能に関する調査

藤本 登\* 八坂 健太\*\*

Investigation on Sawing Skills and Training Skills of Technology Education Teachers

Noboru FUJIMOTO\* and Kenta YASAKA\*\*

\* Faculty of Education, Nagasaki University

\*\* Graduate School of Education, Nagasaki University

Technology education teachers in middle schools teach wood sawing through demonstration, but their skills are not fully acknowledged. The teaching content and the skills of teachers attending the Nagasaki technology education teachers association workshop are examined using the two-dimensional motion analysis system. As a result, it has become apparent that teachers are not aware of all the important key factors that are pointed out in text books during the demonstration in the class. Also, it has been clear from the sawing skill analysis that the width and interval of the stroke, the sawing speed and angle, and the movement of perspective are varied among teachers. Additionally, twisting motion of the saw leads to the reduction of the processing accuracy.

## 1. はじめに

平成 25 年に全日本技術家庭科研究会が行ったアンケート調査<sup>(1)</sup>によれば、中学校技術・家庭科（技術分野）では、「A 材料と加工に関する技術」に関する授業時間が十分なく、指導の充実を図ると製作時間が足りないと回答した教員が約 65.0%おり、指導の工夫や教材の開発が求められている。

このような中で、のこぎりびきの指導方法に関する研究として、加藤ら<sup>(2)</sup>は、当て木を使用することが生徒ののこぎりびき技能を向上させるのに有効であるが、「のこぎりはひくだけで切れる」という指導では、生徒の意識やのこぎりびき技能は改善されないことを明らかにした。また、岡村ら<sup>(3)</sup> <sup>(4)</sup>は、「のこぎりびき学習装置」で、作業技能を視覚化することで、反復練習よりも理解度が深まることを明らかにした。そして、尾高ら<sup>(5)</sup>は生徒がのこぎりびき作業中の自身の「頭の位置」、「柄の持つ位置」、「刃の使用」を把握できていないこと、「頭の位置」と切削試料のずれ幅の切断結果の間に有意な正の相関があることを明らかにした。さらに、田所<sup>(6)</sup>は、のこぎりびき未熟練者と中級技能者を比較して、中級技能者はひき始めで力を緩めた切削動作をし、ひき中に握る力を強め、戻し終わる前に力を抜くという切削動作サイクルであることを明らかにした。そして、安東<sup>(7)</sup>は、生徒が工具の働きや仕組みを理解し、反復練習

を行うと技能が向上することを明らかにした。

一方で、のこぎりびきを動作解析した研究として、陳ら<sup>(8) (9)</sup>が3次元動作解析システムを利用して、熟練者と未熟練者ののこぎりびき動作の比較検討を行い、熟練者は眉間を常にのこ刃の真上後方に位置させ、のこぎりのひき変位、切断速度やひきこみ角度を適宜変化させることで効率的な作業を行っていることを明らかにした。また、藤本ら<sup>(10)</sup>は、学生を被験者として、教員と被験者自身の2次元動作解析映像を比較させることで、7割以上の被験者のこの使用範囲（以下、ストローク）が大きくなるが、この方法では加工精度（最大ずれ幅、最大ずれ角、折れ・割れ）の改善は見られないことを示した。そして、鶴澤ら<sup>(11)</sup>は、藤本らのシステムに視点追尾カメラ付き眼鏡を追加することで、教員ののこぎりびき作業を提示映像とする授業を行い、提示後の生徒ののこぎりびきは、のこ刃の使用範囲が大きくなり、ストローク速度とひきこみ角度のばらつき度合いが小さくなることを示した。一方で、切断面の表面の粗さは小さくなり、直角に近くなることを明らかにしたが、頭部の動きやのこ刃を真上から見るという姿勢はあまり改善が見られないことを示した。

このように従来の研究は、生徒ののこぎりびき技能を向上させるために、授業での補助具や映像を利用し、熟練者の技能の特徴を明らかにしているが、教員自身ののこぎりびき技能を調査した研究はない。そこで本研究では、技術科教員ののこぎりびきの指導方法や彼らの技能を明らかにするために、その指導方法に関するアンケート調査と、鶴澤らの手法を用いた教員ののこぎりびきの解析（のこぎりびきのストロークやその周期、加工精度や視点の動き）を行った。

## 2 被験者集団とその特徴

被験者は、平成24年第28回長崎技術科教育研究会に参加した中学校技術科教員を無作為に抽出した。抽出された被験者は、福岡県教員1名と長崎県教員19名（非常勤講師1名を含む）で、すべて男性教員である。なお、第4章の動作解析の評価では、左利きや両手引きの被験者を除いた10名を対象とした。

### 2.1 のこぎりびき技能の指導方法に関する調査

被験者ののこぎりびきの指導に利用する教材を表1に示す。回答者数は指導経験のない教員を除いた19名である。表1より、のこぎりびきの指導を行う際は、全被験者が演示指導を行っており、31.6%の被験者が教科書を使用していないことが分かる。副教材の使用を挙げた教員は、木材の端材、自作のワークシート、DVDを用いている。ここで、木材の端材を使用している教員は、端材にけがき線を描かせ、のこぎりびきの練習をさせている。なお、DVDの内容は、のこぎりびきの様子が横・正面・上のアングルから撮影されたものである。このことから、多くの被験者が教科書のみの指導ではのこぎりびきを十分に指導できないと考えていることが分かる。

表1：のこぎりびき指導で用いる教材

|      | ①教科書  | ②副教材  | ③演示    | ④その他  |
|------|-------|-------|--------|-------|
| 回答者数 | 13人   | 2人    | 19人    | 2人    |
| 回答割合 | 68.4% | 10.5% | 100.0% | 10.5% |

## 2.2 被験者ののこぎりびき技能に関する調査

現在中学校で使用されている主な教科書<sup>(12)~(15)</sup>には、以下ののこぎりびきのポイント I ~ VI が挙げられている。

- I. 切り始める前に、けがきが正しいか確認する
- II. 木材をしっかり固定して、のこぎりびきをする
- III. 木材の繊維方向によって、縦びき用と横びき用ののこぎりの刃を使い分ける
- IV. 木材のかたさや厚さによって、ひきこみ角度を調整する(やわらかい板材やうすい板材の場合  $15^{\circ} \sim 30^{\circ}$  , かたい板材や厚い板材の場合  $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$  )
- V. 刃渡りいっぱい使い、手前にひくときに軽く力を入れて切削する
- VI. のこ身とけがき線を一直線に見ながらのこぎりびきをする

表 2 に被験者 20 名ののこぎりびき時の留意点とその回答内容を示す。①立ち位置、②視点、③ストローク、④角度、⑤持ち方、⑥速さ、⑦力の入れ方、⑧その他の項目は、教科書の記載から抽出したものである。なお、表中の回答割合で、各項目の合計値（左側）と細目値（右側）が一致しないところは、合計値に自由記述欄に回答がない被験者数を含んでいるためである。表 2 より、被験者が意識をしていた項目は④角度、②視点、③ストロークの順に多く、逆に、被験者があまり意識をしていない項目は⑤持ち方、⑥速さ、①立ち位置であった。意識していた項目は教科書に記載があるが、意識していない項目は、写真のみの掲載であった。なお、項目①立ち位置は、作業台や作業者の体格等によって変化するため、説明が難しい内容である。これらの項目について、自由記述を見ると、まず被験者が意識している項目④角度では、具体的な角度の回答は  $30^{\circ}$  または  $45^{\circ}$  のみであり、そのほかの回答は、ひきこみ角度を「大きめにする」という記述と「小さくする」という記述があった。のこぎりびきのポイント IV 「木材のかたさや厚さによって、ひきこみ角度を調整する（やわらかい板材やうすい板材の場合  $15^{\circ} \sim 30^{\circ}$  , かたい板材や厚い板材の場合  $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$  )」が意識されているといえるが、被験者によって適切なひきこみ角度の認識が不確実ということが分かる。また、項目②視点では、全被験者がのこ身またはけがき線を見て作業することを心掛けていた。教科書に示してある対象物（けがき線、のこ身、切削試料）を見ながらのこぎりびきができているが、同ポイント VI（のこ身とけがき線を一直線に見ながらのこぎりびきをする）と同じ表現で記述した教員は 1 名であり、意識した対象物は、被験者によってばらつきがあった。そして、項目③ストロークでは、77.8%の回答者が刃渡りいっぱい使用するという心掛けていた。被験者 K がのこぎりびきのリズムに関する記述を、被験者 E が刃の真ん中から先を使うという記述をしていたが、それ以外の被験者は同ポイント V（刃渡りいっぱい使い、手前にひくときに軽く力を入れて切断する）の刃渡り全体が意識されていることが分かる。

一方で、被験者が意識できていない項目⑤持ち方は記述内容が少なく、教員が持ちやすい持ち方でのこぎりびきを行うことで、持ち方に意識が向いていないと考えられる。また、項目⑥速さでは、被験者の 15.0%が切り終わりに速さの調整を意識しており、全体的なストロークの速さは被験者によってかなり異なることが分かる。そして、項目①立ち位置では、のこぎりと身体の距離に関する記述と、けがき線またはのこ身

の延長線上と身体的位置関係に関する記述の 2 種類に大別できた。項目⑦力の入れ方では、全被験者が教科書の記載通りにのこぎりをひく時に力を入れることを意識していることが分かる。

以上のことから、教員がのこぎりびき時に留意するポイントは教科書に記載している部分であるが、その中でも教員によって意識が異なる点も分かる。

表 2：被験者ののこぎりびき時の留意点とその回答内容

|        | 回答人数<br>(人) | 回答割合<br>(%) | 回答内容                      |
|--------|-------------|-------------|---------------------------|
| ①立ち位置  | 9           | 45.0        | 15.0 のこぎりと体の距離            |
|        |             |             | 20.0 けがき線やのこ身の延長線上と体の位置関係 |
| ②視点    | 14          | 70.0        | 70.0 のこ身またはけがき線を見て作業する    |
| ③ストローク | 12          | 60.0        | 5.0 リズム                   |
|        |             |             | 5.0 のこ身の半分より先端側を使用する      |
|        |             |             | 40.0 刃渡りいっぱい使用する          |
| ④角度    | 15          | 75.0        | 20.0 具体的な角度 (30°, 40°)    |
|        |             |             | 40.0 板厚などによって調整する         |
| ⑤持ち方   | 4           | 20.0        | 20.0                      |
| ⑥速さ    | 6           | 30.0        | 15.0 切り終わりの意識             |
|        |             |             | 10.0 リズムを意識               |
| ⑦力の入れ方 | 11          | 55.0        | 35.0 のこぎりをひくときに力を入れる      |
| ⑧その他   | 4           | 20.0        | 20.0                      |

### 3. のこぎりびき技能の評価方法

#### 3.1 動作解析方法と測定方法

のこぎりびきのポイントのうち、Ⅰ～Ⅲは教科書や教員の演示指導で生徒が容易に理解できる。これに対し、ポイントⅣ～Ⅵは演示指導する場合、教員間でその技能にばらつきが出る可能性がある内容である。そこで、ポイントⅣ角度とⅤストロークと力の入れ方の項目を評価するために被験者の利き腕の手首の動きを、また、ポイントⅥ視点の項目を評価するために被験者の視点の動きをデジタルカメラで撮影し、鶴沢らの手法で動作を解析した。

図 1 にのこぎりびき技能評価システムを示す。被験者①は作業台に固定された切削試料⑥を利き手ではない手で押さえさせて、片刃のこぎり(柄が 300[mm], 刃渡り 265[mm])⑦を用いて切断する。のこぎりびき作業中の手首動作を数値情報として扱うために、被験者①の手首に手の甲と同じ向きにくるように取り付けた手首動作追尾用マーカー(以下、マーカー)③を含むのこぎりびき作業を、利き腕側から②撮影用デジタルカメラで撮影し、③の動きを 2 次元動作解析ソフトウェア ((株) ディテクト製 DIPP-Motion Pro2D) をインストールした解析用パソコン④で解析し、求められた③の位置情報から、のこぎりびきのストローク幅、切断速度やひきこみ角度を求めた。なお、本研究では、撮影方法の簡易化のために、高速度撮影 (240 フレーム/秒) ができる市販のデジタルカメラ (CASIO EXILIM EX-ZR200, CASIO EXILIM EX-ZR100) を使用した。ここで、⑥切削試料の木材には、SPF 材を選んだ。切削試料は、同時期に購入した同様の長い市販の材木から切り出した。片端から約 50[mm]のところにはけがき線 (切断線) を 1 本描いたものを準備し、F 型クランプを使用して高さ 700[mm]

の作業台に切削試料を固定させ、けがき線の上をのこぎりびきさせた。

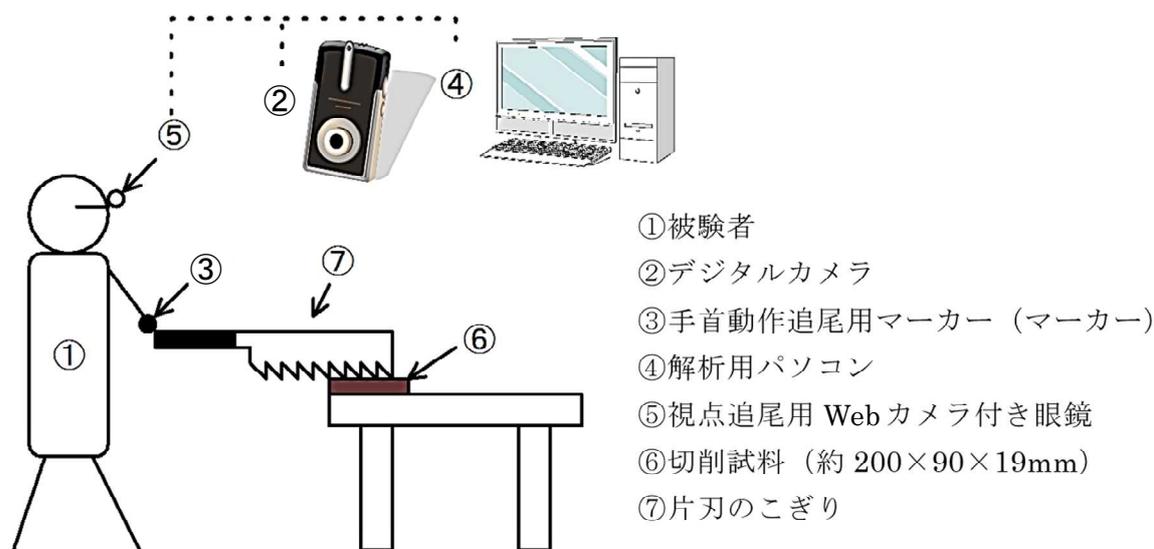


図 1：のこぎりびき技能評価システム

手首動作の解析対象は、切り始めと切り終わり約 3 秒間、切削途中約 5 秒間とした。図 2 に手首動作を解析したマーカー変位量のグラフの例を示す。図中の波形の上部がひき始め側、下部がひき終わり側を表している。本研究では、この 1 振幅を 1 ストローク ( $n_x$ ) とし、極大値 (Max) と極小値 (Min) の差をストローク幅 (S) と定義する。この S[mm]は、図 2 の各ストローク中の Max と Min の差と、使用したのこの柄の長さ 300[mm]と解析画像中ののこぎりの柄の長さ 106 を用いて、(1)式で算出した。

$$S = \frac{300 \times (\text{Max} - \text{Min})}{106} \quad (1)$$

また、切断速度 ( $v$ ) [m/s]は、この S を解析した時間[sec]で除して算出した。そして、ひきこみ角度 ( $\alpha$ ) は、教科書の定義ではのこ身と切削試料のなす角度であるが、本研究ではのこ身の動き自体を解析していないため、手首の動きから  $\alpha$  を (2) 式で算出した。ここで、 $X_{\text{Max}}$  は  $n_x$  における Max の x 座標、 $Y_{\text{Max}}$  は  $n_x$  における Max の y 座標である。同様に  $X_{\text{Min}}$ 、 $Y_{\text{Min}}$  は  $n_x$  における Min の x 座標と y 座標である。なお、 $n_x$  は、Max と Min の差が小さく、S と判断できないものは除外した。

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{(Y_{\text{Max}} - Y_{\text{Min}})}{(X_{\text{Max}} - X_{\text{Min}})} \quad (2)$$

被験者がのこぎりびき作業中に見ている場所 (以下、視点) を把握するために、Web カメラ (BUFFALO 製 BSW 13K07H) を取り付けた眼鏡を視点動作追尾用カメラ⑤として撮影した。実際の撮影時には⑤の撮影範囲の中心点と被験者の視点の中心点を合わせるため、被験者がのこぎりびきをする直前に図 3 のような中心点調整シートの十印を注視させ微調整を行った。

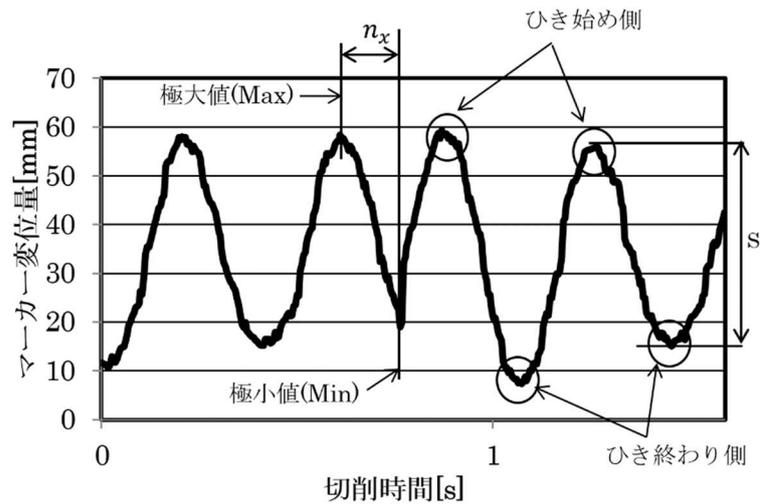


図 2 : 被験者ののこぎりびき作業のマーカ変位量の例



図 3 : 中心調整シート (十印を注視している時の視点追尾用 Web カメラ画像)

視点の中心点と切削箇所との距離

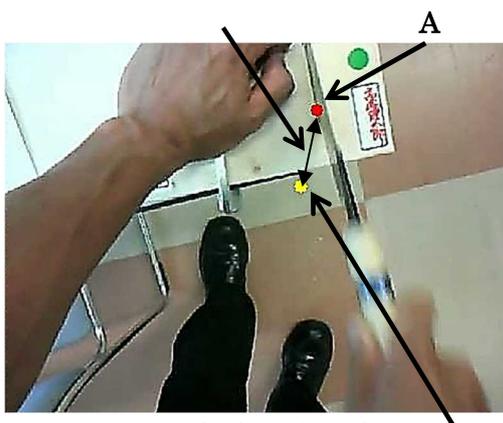


図 4 : 視点と中心点 B

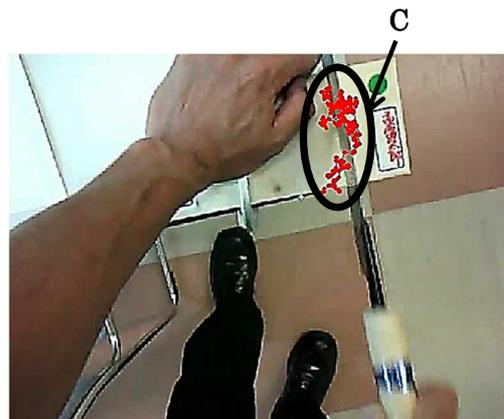


図 5 : 切削箇所の軌跡

図 4 に視点の中心点と切削箇所を示す。図中の A 点が切削箇所を、B 点が視点の中心点を示す。この撮影された視点の中心点と切削箇所の位置情報から、その変位量 (1) を求め、被験者の動作軌跡を描いた。この視点の中心点と切削箇所の距離(1)は、視点の中心点の座標値 ( $X_a, Y_a$ ), 切削箇所の座標値 ( $X_b, Y_b$ ) を用いて(3)式で算出した。

$$l = \sqrt{(X_a - X_b)^2 + (Y_a - Y_b)^2} \quad (3)$$

図 5 に切削箇所の軌跡の例を示す。図中の C の箇所の●印が切削箇所の軌跡である。視点の解析は、切り始めから切り終わりまでを解析時間とした。

### 3.2 切削試料における加工精度による切断誤差と切断角度の評価方法

被験者の加工精度を評価するために、加工後の短い方の端材を用いて、切断面の切断誤差と切断角度 ( $\theta$ ) を求めた。図 6 に切断誤差を求めるときの切断面の測定位置を示す。切り始めの板表面の位置を基準点として、切断面の表面と裏面ともに端から約 10[mm] 間隔の 10 点 (表面  $Ra_1$ , 裏面  $Ra_2$ ) を、定盤の上に置いたマグネット付きダイヤルゲージで測定し、その相対値を切断誤差とし、10 点の平均値を求めた。また、 $\theta$  は (4) 式で求めた。なお、 $\theta$  の正負は図 7 のように定義した。

$$\theta = \tan^{-1} \frac{Ra_1}{Ra_2} \quad (4)$$

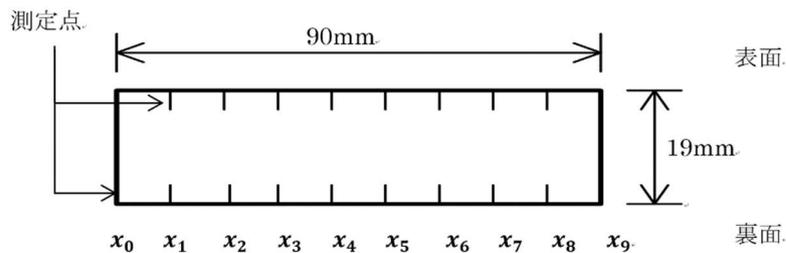


図 6 : 切断誤差を求めるときの切削試料の断面の測定位置

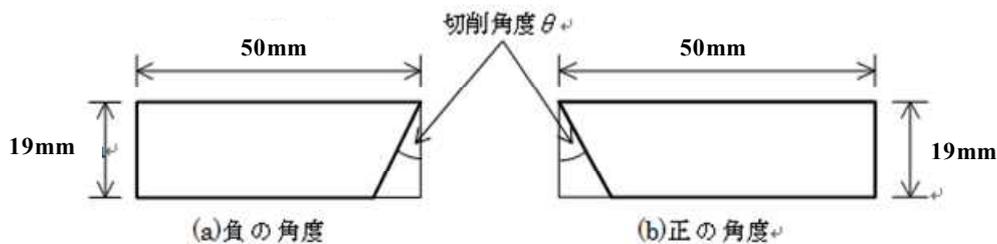


図 7 : 切断角度 ( $\theta$ ) の正負判断

## 4. 教員ののこぎりびき技能の評価結果と考察

### 4.1 解析画像による評価

#### ●ストローク数( $n_x$ ), ストローク幅 (S), 切断速度 (v)

図 8 にストロークの安定した被験者 E と不安定な被験者 H を示す。図 8 より、被験者 E の平均ストローク幅 ( $\bar{S}$ ) は約 163[mm] である。これに対し被験者 H は約 99[mm] であった。また、被験者 H は (A) の部分のように各ストローク中で引き始めに手間取っており、(B) の部分のように S が他に比べ短くなり、ストローク間隔も速くなっているところがある。

図 9 に各被験者の切削行程 (切り始め, 切削途中, 切り終わりに区分) ごとの、 $n_x$  と

$\bar{S}$ の結果と平均値を示す。全教員の平均 $n_x$ は、切り始め 8.3回、切削途中約 16回、切り終わり約 11回であり、 $\bar{S}$ は切り始め 96.4[mm]、切削途中 130[mm]、切り終わり約 117[mm]である。解析時間が同じである切り始めと切り終わりでは、 $n_x$ は切り始めで5~10回、切り終わりで10回前後にデータが集中している。 $\bar{S}$ は切り始め、切り終わり、切削途中の順に大きくなっており、切り終わりのそれが最もばらついている。これは、被験者の意識が切り始めはけがき線へ向くが、切り終わりは切削試料の欠けや折れに注意が向いているためと考えられる。なお、切り始めにおいては、溝を正確に付ける必要があるため、教科書にもストローク幅を短くするように記載があることから、ストローク幅が短くなる。この結果、全被験者の平均において、切削途中の $\bar{S}$ が1番広がった要因は、切り始めのときにこの刃の角度やけがき線上をひき始めることができたために、スムーズにこの刃を大きく使ったのこぎりびきができたためだと推

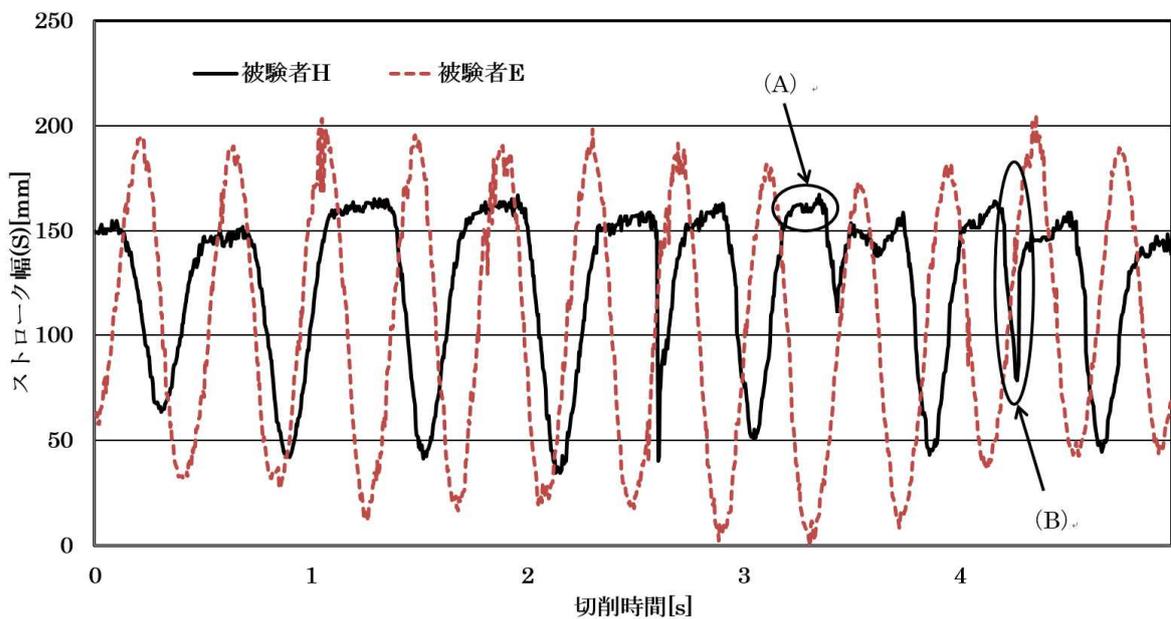


図 8：被験者 E と被験者 H ののこぎりびき作業時のマーカー変位量

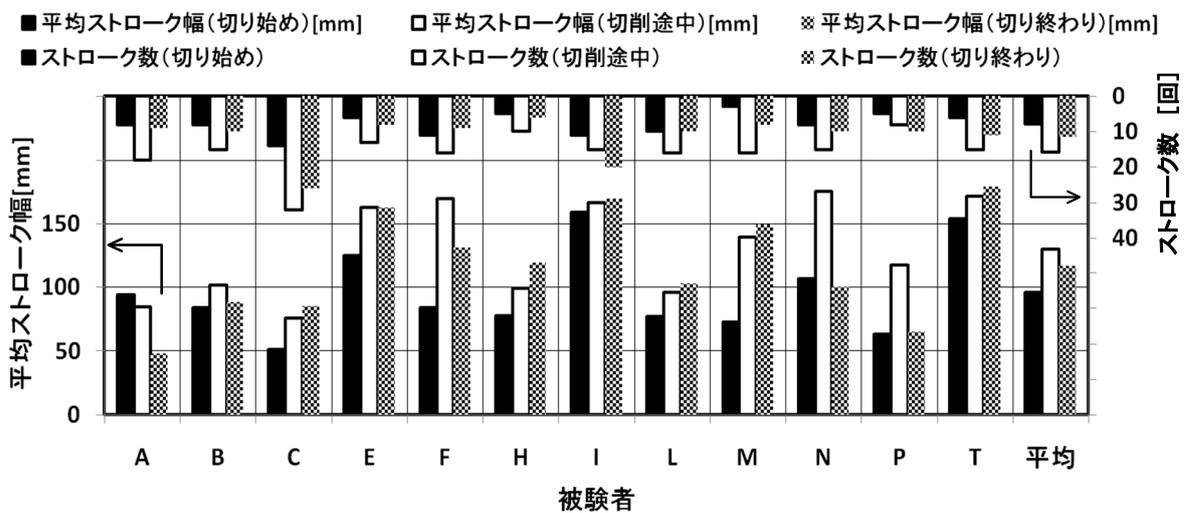


図 9：各切削行程におけるストローク数( $n_x$ )と平均ストローク幅( $\bar{S}$ )の関係性

測される。切削途中より切り終わりのストローク幅が小さくなっている理由は、切削試料が折れたり欠けたりすることを防ぐためであると推測される。

図 10 に各切削行程における $n_x$ と平均切断速度 ( $\bar{v}$ ) の関係性を示す。全教員の $\bar{v}$ は切り始め 250[mm/s]、切削途中 665[mm/s]、切り終わり 431[mm/s]である。

被験者平均における $\bar{v}$ は、切削途中、切り終わり、切り始めの順に遅くなっている。切り始めはけがき線を、切り終わりは切削試料の欠けや折れを意識したため、切削途中よりも $\bar{v}$ が遅くなったと推測される。これらの被験者平均の結果から、 $\bar{S}$ と $\bar{v}$ は、切削途中の方が $\bar{S}$ は大きくなり、 $\bar{v}$ も速い。このことから、切削途中ののこぎりびき作業は切り始めと切り終わりよりもスムーズなのこぎりびきができていると考えられる。

意識調査の項目③ストロークの記述内容とのこぎりびき技能について、解析できた被験者 10 名は、被験者自身が意識したストロークと同様のこぎりびきを行っていることが、解析結果から確認できたことから、被験者は、基本通りののこぎりびきができていると言える。また、被験者 K の手首動作が解析できなかつたため、回答内容を考察することができなかつた。

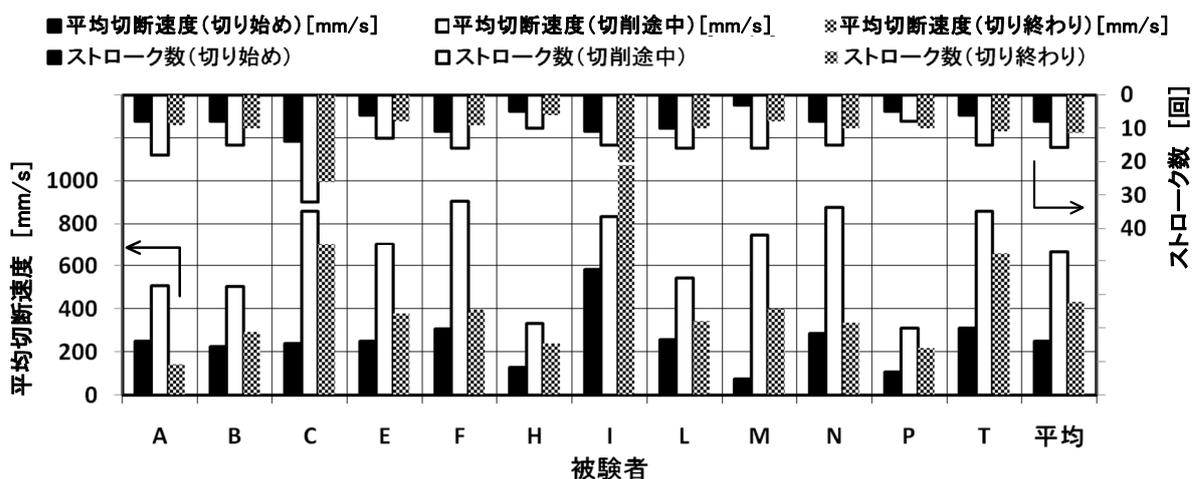


図 10：各切削行程におけるストローク数( $n_x$ )と平均切断速度( $\bar{v}$ )の関係性

### ● (2) 式から求められるひきこみ角度 ( $\alpha$ )

被験者の各切削工程における $\bar{\alpha}$ を算出すると、行程が進むにつれて $\bar{\alpha}$ が小さくなる傾向のグループ (グループ 1)、切削途中の $\bar{\alpha}$ が他の行程に比べ小さくなる傾向のグループ (グループ 2)、切削途中の $\bar{\alpha}$ が他の行程に比べ大きくなる傾向のグループ (グループ 3)、行程が進むにつれて $\bar{\alpha}$ が大きくなる傾向のグループ (グループ 4) に分けることができた。図 11 に、切り始めを基準とした各行程における $\bar{\alpha}$ の傾向を示す。その中でも、切り始めの $\bar{\alpha}$ は  $15^\circ \sim 25^\circ$  に 66.7%の被験者が入っており、最大  $22.9^\circ$ 、最小  $-9.5^\circ$  である。切削途中の $\bar{\alpha}$ は、 $15^\circ \sim 25^\circ$  に 66.7%の被験者が入っているが、最大  $25.1^\circ$ 、最小  $-6.7^\circ$  である。切り終わりの $\bar{\alpha}$ は  $15^\circ \sim 25^\circ$  に 75.0%の被験者が入っており、最大  $29.0^\circ$ 、最小  $-1.8^\circ$  である。また、各切削行程における $\bar{\alpha}$ の大小関係では、切り始めよりも切削途中の $\bar{\alpha}$ が小さくなった被験者は 41.7%いる。そして、切削途中より切り終わりの $\bar{\alpha}$ が小さくなった被験者は 33.3%、大きくなった被験者は 66.7%となり、

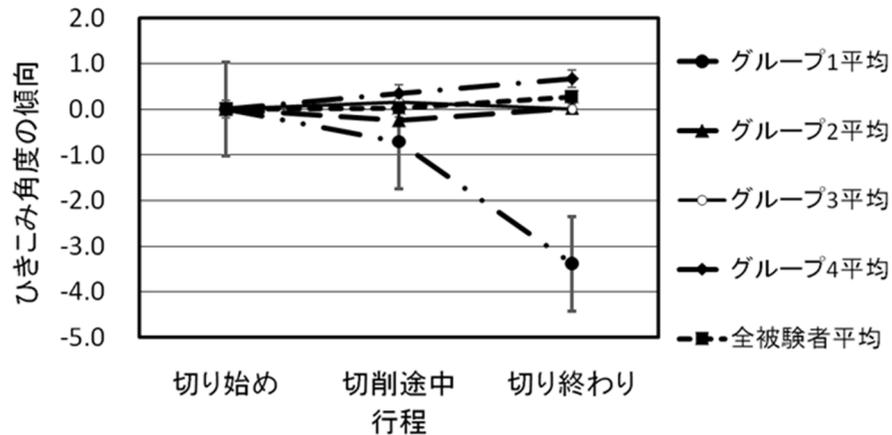


図 11：被験者の各行程における $\bar{\alpha}$  [deg]

切り終わりの $\bar{\alpha}$ は大きくなるのが分かる。また標準偏差から、被験者が一番 $\alpha$ の調整を意識して行ったのは、切り始めであると思われる。なお、意識調査の項目④角度の記述内容と解析で得られた $\alpha$ の結果から、 $\alpha$ が $30^\circ$ 以上となった被験者はいなかったが、この理由は教科書に記述されているひきこみ角が実際ののこぎりの傾きであり、本調査のひきこみ角度の定義と異なるためである。

#### ●のこぎりの持ち方

被験者 19 人ののこぎりの持ち方を解析画像から調べた。今回使用したのこぎりの柄の長さが 300[mm]であることから、100[mm]ずつで柄じり・中央・柄がしらの区別をした。その結果、柄の持ち方は、「手の甲が横に来るような握り方」と「手の甲がやや上に来るような握り方」の 2 種類に大別できた。教科書に掲載されている写真は「柄じり付近を手の甲が横に来るような握り方」であるが、文章での記載はない。本研究における被験者ののこぎりの持ち位置は、中央が 84.2%，柄じりが 15.8%，柄がしらが 0%であり、のこぎりを持った時のマーカの向きは、横が 73.7%，やや上が 26.3%であった。これを意識調査の項目⑤持ち方の記述内容と比べると、被験者は意識通りの持ち方で作業していることが分かる。

#### 4.2 視点追尾画像解析による技能評価

被験者がのこぎりびき開始前に十印を注視した際に、視点の中心点を特定できた被験者数は 13 人であった。図 12 に視点の中心点と切削箇所との平均距離と最大距離を示す。本研究で撮影した視点は、撮影しているカメラが被験者の頭部と一緒に動くので、画像上で被験者の頭部の動きと連動して動く。すなわち、視点の中心点の移動する範囲が小さければ小さいほど、被験者の頭部は動いていないことになる。図 12 より、切削箇所の最大距離が大きかった被験者は平均距離も大きいことが分かる。けがき線の長さ (90[mm]) よりも大きく視点の中心点が動いた被験者は、切削箇所を正確に見ながらのこぎりびきができていると考えられる。この観点のもと平均距離を見ると、被験者 R 以外の被験者は 90[mm]以内に収まっていることから、ほとんどの被験者が切削試料を見ることができていると言える。特に、被験者 G, K, M は、視線の中心点と切削箇所の距離の平均値が 10[mm]以下と小さいことから、集中して切削箇所を見ていたことが伺える。

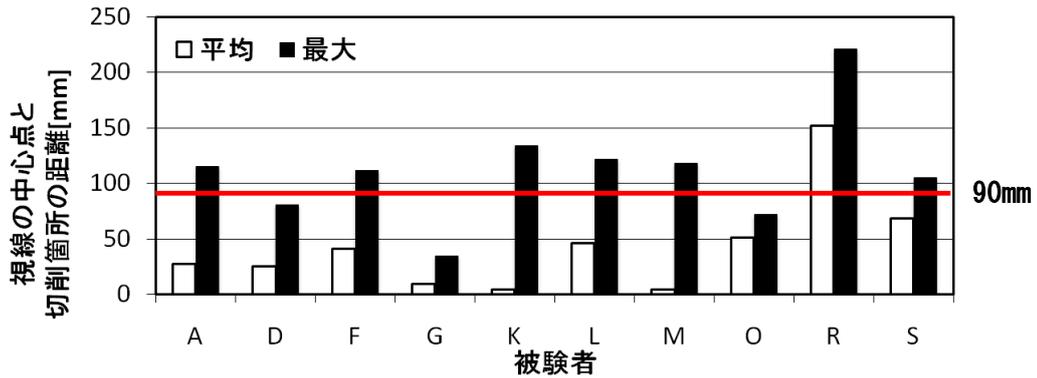


図 12 : 視点の中心点と切削箇所の平均距離と最大距離

### 4.3 切断面の加工精度から見た技能評価

図 13 に、全被験者の切断面の平均切断誤差を示す。また、図 14 にこの身が常に斜めになって切削されている場合の切断面のずれ幅と、この身がねじれるような動きをした場合の切断面のずれ幅を示す。図 13 から分かるように、板表面よりも裏面の方が平均切断誤差の値が大きくなっていることから、表面ではけがき線通りの切削であっても、裏面ではけがき線からずれ幅が大きく、この身が斜めに傾いて使用されている

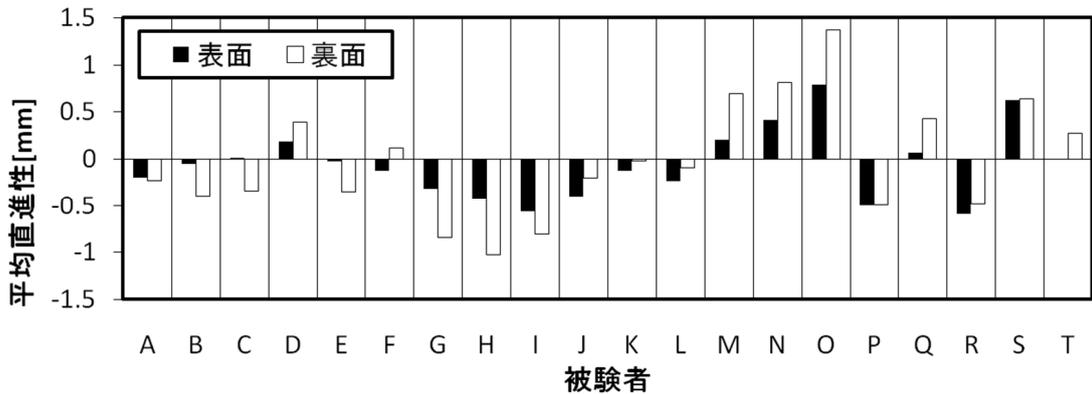
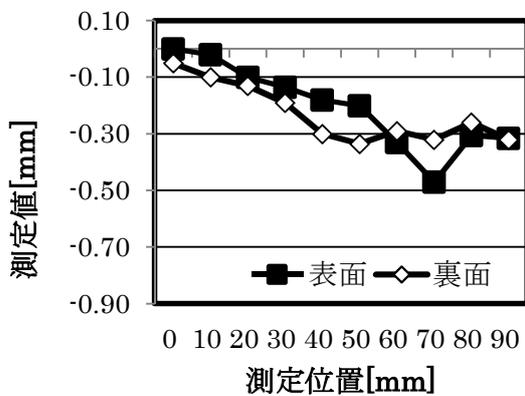
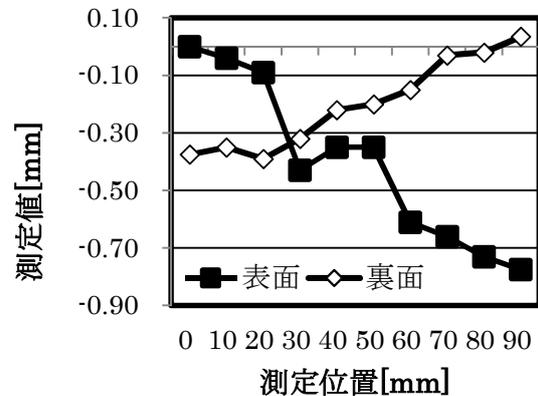


図 13 : 切断面の平均直進度



(a) 切断面が斜めの場合



(b) 切断面がねじれている場合

図 14 : 切り始めに対する切断面のずれ幅

ことが分かる。また、表面の切断誤差と裏面の切断誤差は、被験者 G, J が図 14(b) のようになった。これは、切断面に対してのこ身が直線的に当たらず、のこ身がねじれるような動きをしながら切削が行われたと考えられる。彼ら以外の被験者 18 名は図 14(a) のようになり、のこ身が常に斜めになった状態で切削が行われたと考えられる。

アンケート調査の項目①立ち位置の記述内容とのこぎりびき技能の関係性について、加工精度の結果から考察を行った。アンケート調査の項目①立ち位置において 2 種類に大別できたグループ（のこぎりと身体の距離よびのこ身の延長線上と身体の位置）の加工精度には、大きな特徴が見られなかったことから、本研究では立ち位置が加工精度に影響を与えるとは考えられない。

## 5. まとめ

2 次元動作解析システムによる技術科教員（被験者数 20 名）ののこぎりびき技能の解析と作業中の意識及びのこぎりびき指導に関する調査を行った結果、以下のことが分かった。

- ①全ての被験者は演示による指導を行っている
- ②教員は、教科書に掲載されたすべてののこぎりびきポイントは意識できていない
- ③教員ののこぎりびき技能における、ストローク幅、ストローク間隔、切断速度、ひきこみ角度、視点動作にはばらつきがあり、のこ身がねじれるように使用されることで、切断面の切断誤差や切断角度といった加工精度に影響を与えている

本研究の今後の課題は、演示指導を支援する映像教材の検討ということが挙げられる。教員ののこぎりびき技能にばらつきがあることから、演示指導の際に不得意な部分を支援できるような映像教材を、検討することが必要である。

## 謝辞

本調査に協力いただいた、平成 24 年度第 28 回長崎技術科教育研究会の参加教員の方々に、謝意を表します。

## 補記

本稿は、既発表論文（長崎大学教育学部紀要，第 1 集，教科教育学通巻 55 号，125～137（2015 年 3 月））が査読を経て、加筆・修正後に新たに掲載されるものである。

## 参考文献

- (1) 全日本中学校技術・家庭科研究会，平成 24 年度中学校技術・家庭科に関する全国アンケート【技術分野】，[http://ajgika.ne.jp/doc/2013enquete\\_g.pdf](http://ajgika.ne.jp/doc/2013enquete_g.pdf)（最終閲覧日 2016 年 2 月 17 日）
- (2) 加藤幸一・栗原信義・福島大地，技術科教育におけるのこぎり挽きの指導についてⅡ，平成 21 年度群馬大学教育学部・附属共同研究報告書，pp.89-96，（2010）
- (3) 岡村吉永・宮崎擴道・秋本泰宏，技能学習を補助する教具の開発—のこぎりの技能測定と表示—，山口大学教育学部・附属教育実践研究紀要（3），pp.141-150，（2003）
- (4) 岡村吉永・中村一文，のこぎり引き学習装置の改良と学習利用，山口大学教育学

- 部研究論叢 自然科学, 55(1/2), pp.107-118, (2005)
- (5) 尾高広昭, 山本敦宏, 江馬諭他, 岐阜大学教育学部研究報告.自然科学 22 (1), pp.21-31, (1997)
  - (6) 田所千明, 手びきのこぎりのひき曲がり簡易検出方法, 筑波大学技術報告 (24), pp.42-47, (2004)
  - (7) 安東茂樹, 技術科における生徒の学習意欲の推移に関する研究, 日本教科教育学会誌 21 (2), pp.45-52, (1998)
  - (8) 陳廣元・山下晃功・芝木邦也・田中千秋, 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んな削り動作の基本形態, 木材学会誌, 48(2), pp.80-88, (2002)
  - (9) 陳廣元・山下晃功・芝木邦也・田中千秋, 木工具による作業の3次元分析(第2報):木工技能熟練者と未熟練者ののこぎり動作の比較, 木材学会誌, 49(3), pp.171-178, (2003)
  - (10) 藤本登・橋本貴紀・鵜澤海・神崎悠輔, 2次元動作解析画像を用いたのこぎりびき技能学習の支援, 日本産業教育学会九州支部論文集 20, pp.13-18, (2013)
  - (11) 鵜澤海・野方健治・藤本登, 動画解析画像が中学生の技能向上に与える影響:木材加工におけるのこぎりびき作業を例として, 日本産業教育学会九州支部論文集 19, pp.131-138, (2011)
  - (12) 新編新しい技術・家庭科技術分野, 東京書籍, pp.58-59, (2005)
  - (13) 新しい技術・家庭科技術分野, 東京書籍, pp.70-71, (2012)
  - (14) 技術・家庭科[技術分野], 開隆堂, pp.50-51 (2001)
  - (15) 技術・家庭科[技術分野], 開隆堂, pp.56-58, (2011)