琉球大学学術リポジトリ

木材加工における補助具を用いた鋸挽き作業の検討

メタデータ	言語: ja 出版者: 琉球大学教育学部 公開日: 2023-04-05 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 福田, 英昭, 徳永, 慎太郎 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.24564/0002019703

木材加工における補助具を用いた鋸挽き作業の検討

福田　英昭[*1]，徳永慎太郎[*2]

Examination of Sawing Work Using Auxiliary Tools in Woodworking

Hideaki FUKUDA[*1]，Shintarou TOKUNAGA[*2]

Abstract

Twenty-two university students performed cross cutting with a saw using two types of auxiliary tools, a developed jig (saw guide) and a mirror for checking the worker's posture. It was verified whether the cut wood was made vertically and accurately according to the marking line. Sawing cutting was performed under the following four conditions, "neither mirror nor saw guide is used (cutting condition A)", "only mirror is used (cutting condition B)", "only saw guide is used (cutting condition C)", "mirror and saw guide are both used (cutting condition D)".

The obtained results are as follows:

(1) There was no significant difference among the four cutting conditions in the distance of deviation from the marking line on the flat grain surface. Mirror and saw guide could not control deviations from the marking line.

(2) A significant difference was found between cutting conditions A and D with a statistical risk rate of less than 0.1% for the angle of deviation from the marking line on the flat grain surface. A significant difference was also observed between A and B, and between A and C, with a risk rate of 1% or less. It was confirmed that even when the mirror and the saw guide were used individually, the deviation angle could be greatly suppressed.

(3) Significant differences were found between A and B, A and C, and A and D, with a risk rate of 5% or less for the angle of the edge of board surface that deviated from the marking line. It was confirmed that the deviation angle can be suppressed by using the mirror and the saw guide separately.

(4) According to a questionnaire survey after work, the saw guide can be cut more easily than a mirror, and it is safe to cut. In addition, it was found that when they became teachers, they were highly conscious of wanting their children to use the saw guide.

1．緒言

中学校技術科の材料加工領域で，初心者である中学生が木材を正確に鋸挽きすることは難しい。一定の鋸挽き作業の練習を事前に行うことが望まれるが，中学校「技術・家庭科」の限られた授業時間内では，その練習をする余裕がないのが現状である。そのため，多くの学校では，鋸挽き後に切断面の仕上がり寸法線とのずれをベルトサンダや木工やすり等で削って調整している場合が多い。中学校学習指導要領（平成29年告示）[1)]の技術分野の内容では，使用する工具・機器や材料等については，図画工作科等の学習経験や生活場面での使用経験などの生徒の実態を踏まえ，安全や健康に十分に配慮して選択することが示されている。特に，刃物などの工具や機器については，使い方を誤った場合には身体を傷つける恐れがあることから，安全な加工法の指導が強く求められて

[*1] 琉球大学教育学部技術教育教室　Department of Technology Education, Faculty of Education, University of the Ryukyus, Okinawa 903-0213, e-mail: fukudah@edu.u-ryukyu.ac.jp

[*2] 長崎県西彼杵郡長与町立長与小学校

いる。また，加工機器を用いて作業させる場合には，ジグ（治具）などを使用して，安全な使い方ができるように指導することが示されている。中学校の「技術・家庭科」（技術分野）の教科書[2-4]では，工具の正しい使用手順とともに，材料固定，作業姿勢，視線の位置，工具の持ち方，力配分など，作業動作のことが具体的に記述されており，限られた時間内に，安全に正確に効率良く作業を進めることが求められている。

初心者でも安全に正確に鋸挽き作業を進めることができるように，これまでいくつかの鋸挽きジグが市販されているが，多くは金属製で重量があり，持ち運びや加工材料のセッティングに時間を要し，また高額なため，学校現場で使用するには多くの困難性がある。實野ら[5]は，市販されている３種類の鋸挽きジグの実証実験を行っており，いずれも中学校の授業で普及させるのは難しいという結果を示しており，初心者の中学生が操作しても十分効果があり，生徒数のジグの確保が必要なため，まず安価であることが求められるとしている。また，小型・軽量で収納や取扱いが容易であり，破損や紛失が生じた場合に補充が容易であることも必要だと示している。これらの考察から，實野らは，新たにジグを開発しているが，より簡単な構造で教師による自作が容易であり，安全で扱いやすいジグが求められている。

そこで本研究では，新たに開発したジグ（のこぎりガイド）と，自分の作業姿勢を逐一確認できるための鏡という２種類の補助具を用いることで，被削材であるスギ板をけがき線通りに垂直に正確に鋸で横挽き切削できるか，大学生を対象にして検証した。

２．実験方法

２．１　被験者

調査対象者は，表１に示すように，大学生22名（男性17名，女性５名）であった。被験者の身長は，150～186 cm（平均169 cm），年齢19～34歳（平均22歳）であり，被験者21名が右利き，１名が左利きであった。実験は2021年１月８日から同年２月５日に行った。

２．２　使用した鋸・被削材・鏡・のこぎりガイド

実験で使用した鋸は，替え刃式両刃鋸（レザーソーの両刃鋸，刃わたり240 ㎜，玉鳥産業株式会社）である。被削材は，長さ600 ㎜，幅196 ㎜，厚さ30 ㎜のスギ材で，板目面が追柾目面となるようにした。鏡は，高さ300 ㎜，幅400 ㎜を横長に置いて使用した。自作したのこぎりガイドはカツラ材で製作し，その外寸は横幅120 ㎜，縦幅70 ㎜，

表１　被験者の属性

被験者	性別	年齢（歳）	身長（cm）	利き手
a	男	22	168	右
b	男	22	165	右
c	男	23	174	右
d	男	22	174	右
e	男	22	170	右
f	男	21	172	右
g	男	21	172	右
h	男	20	166	左
i	男	20	168	右
j	男	20	165	右
k	女	19	160	右
l	男	19	174	右
m	男	20	166	右
n	男	19	170	右
o	男	19	181	右
p	男	19	168	右
q	男	34	181	右
r	男	27	186	右
s	女	22	165	右
t	女	22	162	右
u	女	22	150	右
v	女	21	155	右

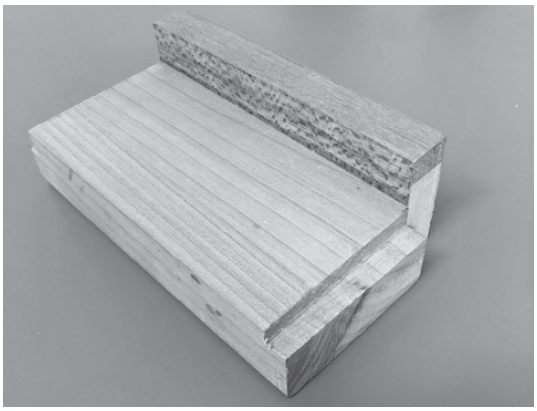

図１　のこぎりガイドの外観図

厚さ40 ㎜であり，その外観図を図１に，その図面を図２に示す。開発したのこぎりガイドはＬ字形をしており，その15×40×120 ㎜の内側を被削材の基準面となる木端面（作業者から見て上部）に当てて使用する形状である。なお，板目面に予め描かれたけがき線がよく見えるようにするために，本体両端に約５㎜の切り欠きを入れた。そのことで板目面での鋸屑の排出を妨げないようにし，あさりの付いた鋸とのこぎりガイドとの接触面積を少しでも減らすことで切削抵抗を減らすという形状で設計した。また，のこぎりガイドの左右両端を使ってそれぞれ切削が可能であることから，ガイド１個で右利きでも左利きでも使用できる形状にした。

２．３　作業内容

鋸挽き切削の作業内容は，作業台（高さ800 ㎜）上に被削材のスギ板材を２個のＦ型クランプで固定し，横挽き切削を行った。その作業設定環境を図３に示す。切削は，「鏡とのこぎりガイドのどちらも使用しない（切削条件Ａ）」，「鏡のみを使用する（切削条件Ｂ）」，「のこぎりガイドのみを使用する（切削条件Ｃ）」，「鏡とのこぎりガイドの両方を使用する（切削条件Ｄ）」の４つの条件に分けてそれぞれ行った。また，これまでほとんど両刃鋸を使用したことがない被験者もいたため，作業前に両刃鋸の使用方法を説明し，同時に，鏡とのこぎりガイドの使用方法についても説明した。４つの切削条件の作業順序については，鋸使用に徐々に慣れて学習効果が現れることと，作業後半で疲労が現れることを考慮し，全被験者が同一順序にならないように切削条件はランダムに設定した。作業時の室内の気温は18～21℃（平均20℃），湿度は50～79％（平均62％）であった。鏡のみを使用した作業の様子（切削条件Ｂ）を図４に，のこぎりガイドのみを使用した作業の様子（切削条件Ｃ）を図５に示す。

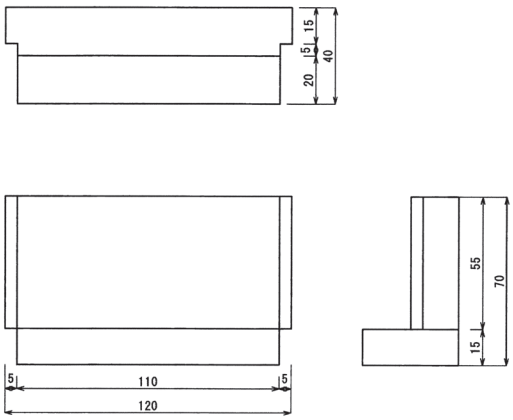

図２　開発したのこぎりガイドの図面（単位：㎜）

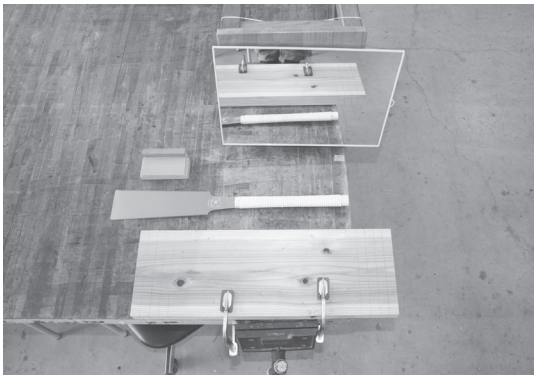

図３　鋸挽き作業の設定環境

図４　鋸挽き作業の様子（鏡使用，右利き）

被削材には，切削の基準となる４本のけがき線を板目面上と木端面上にそれぞれ20 ㎜間隔で鉛筆（芯太さ0.5 ㎜）で予め描いておいた。鏡を用いて切削する場合は，被削材から400 ㎜奥の位置に，鉛直後方７度の傾斜位置で鏡を設置した。４つの切削条件のうち２つの切削をした後に，Ｆ型クランプを外して被削材を移動させ，削りやすい位置に再配置した。

２．４　被削材の分析方法

けがき線からずれた距離と断面の垂直性を検証するために，切断された被削材の板目面のけがき線からずれた距離，板目面のけがき線からずれた角度，木端面のけがき線からずれた角度の３つの観点で分析を行った。けがき線からずれた距離については，けがき線から切削面までの最大ずれの長さをノギスを用いて計測した。けがき線からずれた角度については，不必要な木材を鋸で切り落とすいう作業手順の観点から，右利きの場合は手元に残った被削材（Ｆ型クランプで固定して残った側）の切削面の右側を分度器を用いて計測した。図６に示すように，板目面上ではけがき線から左への傾きを＋（プラス），右への傾きを－（マイナス）とし，木端面上でも同様にけがき線から左への傾きを＋，右への傾きを－とした。

図５　鋸挽き作業の様子(のこぎりガイド使用, 左利き)

２．５　作業後のアンケート調査

４つの作業の終了直後にアンケート調査を実施した。その質問内容は，鏡について「補助具により簡単に切削することができた」，「補助具により切削の際に安心できた」，「今後も補助具を使っていきたい」，「教員になった際に子どもに補助具を使わせたい」の４項目であり，のこぎりガイドについても同様の４つの項目を質問した。それぞれの質問項目は５件法で回答をしてもらい，その評価は「全くそう思わない」が数値１，「とてもそう思う」を数値５，「どちらでもない」を数値３とする５段階評価で行った。

３．結果と考察

３．１　板目面のけがき線からずれた距離

４つの切削条件ごとに22名の被験者の板目面のけがき線からずれた距離を表２に示す。けがき線からのずれは0.00～13.08 ㎜の範囲で値を示し，被験者ごとに大きく値が異なっていることがわかる。４つの切削条件の違いに有意差があるかを検証するために，切削条件ＡとＢ，ＡとＣ，ＡとＤ，ＢとＣ，ＢとＤ，ＣとＤの６つについてt検定（一対の標本による平均の検定）を行った。その結果を表３に示す。この結果からわかるように，切削条件ＡとＢ，ＡとＣ，ＡとＤ，ＢとＣ，ＢとＤ，ＣとＤの６つについては，有意差はみられなかった。切削された断面を見ると，切削後半でけがき線からずれていく現象が多く見られた。切削する被削材の幅は196 ㎜であるのに対して，のこぎりガイドが鋸挽きの際に確実に補助できる長さが縦幅70 ㎜だけであることから，横挽き作業後半で，

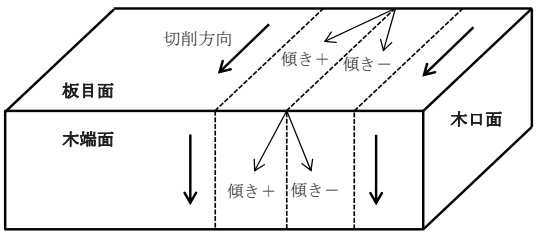

図６　けがき線からの垂直性のずれの計測法

のこぎりガイドは確実に補助できていなかったことがわかる。同様に，鏡という補助具を使用しても板目面のけがき線からのずれを抑えることができなかったことがわかる。

３．２　板目面の断面の垂直性

板目面のけがき線からずれた角度について，切削条件ＡとＢ，ＡとＣ，ＡとＤ，ＢとＣ，ＢとＤ，ＣとＤの６つについて有意差があるかどうかを調べるために t 検定（一対の標本による平均の検定）を行った。その結果を表４に示す。この結果からわかるように，ＡとＤでは0.1％以下の危険率で大きな有意差がみられた。Ａの場合はけがき線からずれた平均角度の－2.74°が，Ｄの場合は平均角度が－0.06°となり，鏡とのこぎりガイドを併用することでずれの角度が大きく抑えられたことがわかる。また，ＡとＢ，ＡとＣでも１％以下の危険率で有意差がみられたことから，鏡とのこぎりガイドをそれぞれ単体で使用する場合であっても，ずれの角度を大きく抑制できることが確認できた。

表２　板目面のけがき線からずれた距離

被験者	条件Ａ	条件Ｂ	条件Ｃ	条件Ｄ
a	0.00	0.50	0.00	0.00
b	0.00	0.00	0.00	0.00
c	0.80	0.55	2.74	0.00
d	2.88	0.73	0.00	3.27
e	0.48	2.47	0.75	0.00
f	0.82	0.65	0.73	1.84
g	0.00	1.33	1.26	2.09
h	0.74	0.00	0.98	1.97
i	0.00	0.50	2.15	1.48
j	1.95	4.71	0.87	0.63
k	0.00	0.00	0.00	0.00
l	0.86	0.99	0.85	0.62
m	0.00	0.00	0.00	0.00
n	1.07	0.50	0.00	0.50
o	2.95	1.56	5.93	6.53
p	0.74	6.15	1.47	7.43
q	3.59	3.93	1.22	2.69
r	1.71	1.04	0.62	1.00
s	1.32	3.44	4.44	0.00
t	6.13	2.73	11.87	13.08
u	1.35	0.44	1.07	1.37
v	0.80	1.44	0.00	0.50

（数字の単位は㎜）

職業訓練校等で使用されている「木材加工系実技教科書」[6]では，鋸挽きの最初のひき口をつける作業工程で，「左手の親指または人さし指を切り墨に添え，案内にして墨線外ぎわを元歯で軽くひき，切込みを入れる。」と指示しており，これは，挽き始めに，指をのこ身に直接接触させてガイドすることを意味している。この作業内容は，初めて鋸挽きをする小中学校の児童生徒には難易度が高く，また刃先が指に触れる可能性もあることから，多くの中学校教科書[2-4]では，挽き始めは当て木，引き当て定規，親指の第１関節などをガイドとして使用するように記している。今回の実験で使用したのこぎりガイドは，けがき線からのずれの角度を抑制できたばかりでなく，上記のように，鋸挽き作業の始めの切込みで指先の安全を確保できたといえる。

３．３　木端面の断面の垂直性

木端面のけがき線からずれた角度について，切削条件ＡとＢ，ＡとＣ，ＡとＤ，ＢとＣ，ＢとＤ，ＣとＤの６つについて有意差があるかどうかを調べるために t 検定（一対の標本による平均の検定）を行った。その結果を表５に示す。この結果からわかるように，ＡとＢ，ＡとＣ，ＡとＤで，５％以下の危険率で有意差がみられた。また，けがき線からずれた角度の平均値は，Ａで3.30°，Ｂで2.44°，Ｃで2.12°，Ｄで2.15°であり，いずれもプラスの値を示していることから，のこぎりガイドの案内が効かなくなった横挽き切削後半で，左斜め下方向へのこ身が曲がっていったことがわかった。

表３　板目面のけがき線からずれた距離の t 検定

切削条件	ＡとＢ	ＡとＣ	ＡとＤ	ＢとＣ	ＢとＤ	ＣとＤ
P 値（両側）	0.5213	0.3400	0.1297	0.8032	0.4175	0.3869

ずれの平均距離（㎜）：Ａ（1.28），Ｂ（1.53），Ｃ（1.68），Ｄ（2.05）

表４　板目面のけがき線からずれた角度の t 検定

切削条件	ＡとＢ	ＡとＣ	ＡとＤ	ＢとＣ	ＢとＤ	ＣとＤ
P 値（両側）	0.0075	0.0015	0.0005	0.4275	0.2393	0.6180

ずれの平均角度（度）：Ａ（－2.74），Ｂ（－0.76），Ｃ（－0.35），Ｄ（－0.06）

今回の実験で使用した被削材は厚さが30 ㎜もあるため，切断のときに多くの力が必要となり，板目面と木端面の垂直性を保つことが難しい作業内容であった。被験者が小中学生の場合であれば，切削時に垂直性のコントロールがさらに難しくなると思われるため，それを正しく制御するために，例えば，のこぎりガイドの縦幅寸法70 ㎜を被削材の横幅程度に長くすることで，作業後半の切断を確実に補助できるジグの開発が求められる。しかし，のこぎりガイドの縦幅を必要以上に長くすることは，ジグ製作時の負担を大きくし，収納にも負担を強いることになる。鋸挽き切削前半に，のこびきガイドで既に正しく削られた断面は，切削後半のガイド役をするといえるため，無用に縦幅寸法を長くする必要もないと考えられる。

3．4　アンケート調査結果

鏡とのこぎりガイドの補助具の使用により，被験者がどのように感じたかを調査するために作業直後にアンケート調査を行った。鏡とのこぎりガイドについて，5段階評価（評点は1点から5点まで）の t 検定（一対の標本による平均の検定）を行った。その結果を表6～表9に示す。表6の「補助具により簡単に切削することができた」では，のこぎりガイドについて，0.1％以下の危険率で大きな有意差がみられた。また，表7の「補助具により切削の際に安心できた」でも，のこぎりガイドについて，0.1％以下の危険率で大きな有意差がみられた。同様に，表8の「今後も補助具を使っていきたい」でも，0.1％以下の危険率で大きな有意差がみられた。また，表9の「教員になった際に子どもに補助具を使わせたい」でも，1％以下の危険率で有意差がみられた。このように，被験者のほとんどがのこぎりガイドの使用を肯定的に支持していることがわかった。

アンケートの最後に自由記述欄を設けていたが，鏡については，「鏡を使った方が簡単に感じた。」,「鏡を見ながら切削できたので使いやすかった。」,「刃を直線上に挽くのに鏡はとても安心感があった。」という肯定意見があった一方で，「鏡を見すぎて，けがき線を見なくなることがあった。」,「鏡が材料の半分を過ぎると，刃が通せているかわからなかった。」という今後の改善が必要な意見も指摘された。のこぎりガイドについては，肯定意見として，「切り始めが切りやすかった。」,「切り溝を入れるときは便利だった。」,「のこぎりガイドがあると楽に安全にできた。」,「のこぎりガイドは目安と安全面が考慮されていていいと思った。」という意見があった。のこぎりガイドの今後の改善が必要な意見として，「のこぎりガイドは慣れていなかったので上手く使うことができなかった。」,「のこぎりガイドと鋸身が離れた後，すぐにけがき線からずれてしまった。」という意見があった。補助具があることで安全に正確に挽くことができたという感想が多く出された。

表5　木端面のけがき線からずれた角度の t 検定

切削条件	AとB	AとC	AとD	BとC	BとD	CとD
P 値（両側）	0.0216	0.0136	0.0167	0.3129	0.3552	0.9111

ずれの平均角度(度)：A(3.30)，B(2.44)，C(2.12)，D(2.15)

表6　アンケート項目「補助具により簡単に切削することができた」についての t 検定

切削条件	鏡	のこぎりガイド
平均点	3.18	4.36
P 値（両側）	0.0002	

表7　アンケート項目「補助具により切削の際に安心できた」についての t 検定

切削条件	鏡	のこぎりガイド
平均点	3.32	4.59
P 値（両側）	0.0006	

表8　アンケート項目「今後も補助具を使っていきたい」についての t 検定

切削条件	鏡	のこぎりガイド
平均点	3.05	4.09
P 値（両側）	0.0003	

表9　アンケート項目「教員になった際に子どもに補助具を使わせたい」についての t 検定

切削条件	鏡	のこぎりガイド
平均点	3.36	4.68
P 値（両側）	0.0013	

４．結言

本研究では，新たに開発したジグ（のこぎりガイド）と，自分の作業姿勢を逐一確認できるための鏡という２種類の補助具を用いることで，被削材であるスギ板をけがき線通りに垂直に正確に鋸で横挽き切削できるか，大学生22名を対象にして検証した。鋸挽き切削は，「鏡とのこぎりガイドのどちらも使用しない（切削条件Ａ）」，「鏡のみを使用する（切削条件Ｂ）」，「のこぎりガイドのみを使用する（切削条件Ｃ）」，「鏡とのこぎりガイドの両方を使用する（切削条件Ｄ）」の４つの条件に分けてそれぞれ行った。得られた結果は以下の通りである。

⑴　板目面のけがき線からずれた距離については，４つの切削条件の間に有意差はみられなかった。すなわち，鏡とのこぎりガイドは，けがき線からのずれを抑えることができなかった。

⑵　板目面のけがき線からずれた角度については，切削条件ＡとＤの間に0.1％以下の危険率で大きな有意差がみられ，また，ＡとＢ，ＡとＣについても１％以下の危険率で有意差がみられた。鏡とのこぎりガイドをそれぞれ単体で使用する場合であっても，ずれの角度を大きく抑制できることが確認できた。

⑶　木端面のけがき線からずれた角度については，ＡとＢ，ＡとＣ，ＡとＤについて，５％以下の危険率で有意差がみられた。鏡とのこぎりガイドをそれぞれ単体で使用することでも，ずれの角度を抑えることが確認できた。

⑷　作業直後のアンケート調査により，のこぎりガイドは鏡に比べて，簡単に切削することができ，切削の際に安心することができ，今後も使っていきたいという意識が高く，教員になった際に子どもに使わせたいという意識が高いことがわかった。

文献

1) 文部科学省：中学校学習指導要領（平成29年告示）解説「技術・家庭編」，開隆堂，p.25-32(2018).
2) 田口浩継ら編：新しい技術・家庭(技術分野)未来を創るTechnology，東京書籍，p.50-77(2021).
3) 竹野英敏ら編：技術・家庭（技術分野）テクノロジーに希望をのせて，開隆堂，p.68-87(2021).
4) 中村祐治ら編：技術・家庭（技術分野）明日を創造する，教育図書，p.50-69(2021).
5) 實野雅太，星野欣也：技術科教育における鋸挽きジグの開発，東京農大農学集報，61(2)，p.60-66(2016).
6) 雇用促進事業団 職業能力開発大学校 研修研究センター編：木材加工系実技教科書（改訂２版)，社団法人 雇用問題研究会，p.67-72(1997).