

工具操作技能におけるフィードバック内容による 作業結果の変化について

岐阜大学教育学部 尾 高 広 昭
土岐市駄知小学校 山 本 敦 宏

Hiroaki ODAKA

Department of Technology Education, Faculty of Education, Gifu University

Nobuhiro YAMAMOTO

Dachi Elementary School, Toki City

A Study on the Results of Working by Feedback Contents in Skill Teaching

In this paper, I try to investigate the student's development of skill ability by 'feedback teaching'.

The results are as follows:

Firstly, as for the miss cutting of wood working, teaching of 'head position' led to a plus feedback content. But, teaching of 'width of a blade' led to a minus feedback content. Secondly, in the case of hitting a nail, teaching of 'working posture' led to a plus feedback content. But, teaching of taking a swing at nail led to a minus feedback content.

1. はじめに

工具操作技能の指導では、一般的に「結果の知識」と呼ばれる KR (Knowledge of Results) や KP (Knowledge of Performance) が使用される。これは自分がどのような作業を行ったのか、そしてその結果がどうであったのかを知ることが動作を向上させる（技能を習熟させる）ために大切であるという考えに基づくものである。技術・家庭科技術系列の技能指導においてのフィードバックの先行研究については、授業への応用は寺田らによって研究され¹⁾、フィードバックの種類や技能教授への応用は木村によって研究されている²⁾。しかし、指導を行う際の形態、メディア活用などの教授方法についての研究は多くなされているが、フィードバックを与える内容についての研究は不十分である。すなわち、教師から生徒にフィードバックを与えてもそのフィードバックの情報が適切に生徒へ伝わっているかどうか、そのフィードバックによって動作がどのように変容しているかという点については十分に研究が進んでいない。本研究では、のこぎりびきとげんのうによる釘打ちを対象にして、フィードバックを行った際の動作の要素である作業構成要素、または切断を行った際の製作品のできばえである材料のずれ幅、または切断時間や切断回数の切断回数の変化を実験・分析し、教授方法の差異による作業結果の変化を究明した。

2. 実験方法

実験は、岐阜大学教育学部附属中学校の第一学年の生徒を被験者（のこぎりびき63名、釘打ち41

名) とし、実験期間はのこぎりびきについては1997年の6月から7月まで、釘打ちについては1997年の11月から12月まで実施した。

2.1 のこぎりびきの実験・分析

のこぎりびきによる実験課題は、片手びきによる角材の切断である。本実験は、作業台にクランプで止め木のついた板を固定し、その上に30mm×30mm×300mmの材料の角材を置き、端面から20mmをのこぎりびきで切断する作業を実験した。なお、作業の状態は動作を分析するために8mmビデオカメラを用いて作業者の右側面のカメラ1、および正面のカメラ2からビデオ収録した。

生徒へのフィードバック情報による指導は、一回目の実験と二回目の実験の間に実施した。フィードバックの方法は、言語を中心とした指導とビデオ映像をもとにした指導の二種類の方法を行って、相互の結果を比較した。映像によるフィードバックの映像は、正面から撮影した映像をモニタとして使用するテレビ画像に出力し、被験者に提示した。実験器具の配置を図1に示す。

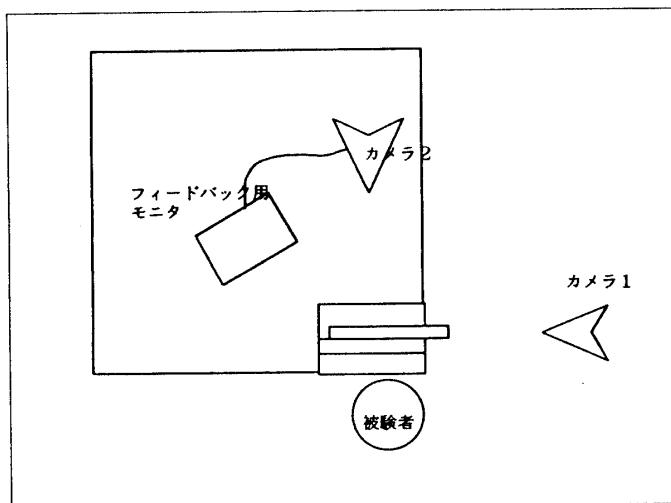


図1 のこぎりびきの実験器具の配置図

分析データは、各作業動作を示す作業構成要素と切断した結果を示す切断結果の二種類に分類してデータの分析を行った。表1に、作業構成要素ごとのデータの分析方法を示す。

表1 のこぎりびきでのデータの測定方法

作業構成要素切断結果	データの測定方法
柄の持つ位置	柄全体の長さにおける、柄がしらから作業者ののこぎりを持つ人差し指の位置までの柄の長さの比の値を算出
頭の位置	のこぎりの位置する鉛直線上と目の位置との最大ずれ角を三角比を用いて算出
刃の使用幅	刃渡り全体の長さにおけるのこぎりの最大引きこみ長さの比の値を算出
引き込み角度	のこぎりの刃と材料のなす角を三角比の計算によって角度を算出
押さえの位置	材料の長さにおける切削点から手の位置までの長さを算出
ずれ幅	材料の前後・上下方向での切断時の各ずれ幅をテーパーゲージ（新潟精機製 精度±0.03mm）を使用して0.1mm単位で三点（材料の両端、中心）測定し、その測定値の中で最も大きい値
切断時間・切断回数	切断作業の全所要時間（秒）とのこぎりの引き込み回数（回）を測定

2.2 げんのうによる釘打ちの実験・分析

げんのうによる釘打ち実験課題は、座位（座った姿勢）での釘打ちによる角材の接合である。打ち込む釘は長さ45mmの鉄丸釘（N 45）を用いて、釘打ち用の下穴なしで二回作業を実験した。被験者の正面に、釘打ちによって接合される角材を動かないように固定することができる自作の固定具をクランプによって固定し、被験者はその上に角材を置き、釘打ちができるようにした。材料の角材は、寸法30mm×30mm×300mmのラワン材であり、材料には打ち込む釘の頭と同じ円を水性の黒インキによって描き、釘の頭がその円の中に入るように釘打ちを実験した。

実験は二回実施し、一回目と二回目の間には被験者の動作に対して指導を行う場合と行わない場合に分けて検討を行った。指導の方法は、要素作業指導票を中心とした指導と、ビデオ映像のフィードバックをもとにした指導の二種類の方法の結果を比較した。

実験は、図2に示すような配置で実施し、作業の様子は8mmビデオカメラ（カメラ1）を用いて被験者の右側面からビデオに収録した。また、釘の傾き具合を測定するために、作業中の釘周辺の様子を8mmビデオカメラ（カメラ2、カメラ3）を用いて、被験者の正面及び右側面からビデオ収録した。また映像によるフィードバックの映像は、作業の全体が分かるように右側面から撮影した映像をモニタ用のテレビに出力し、作業をしている被験者に見せた。

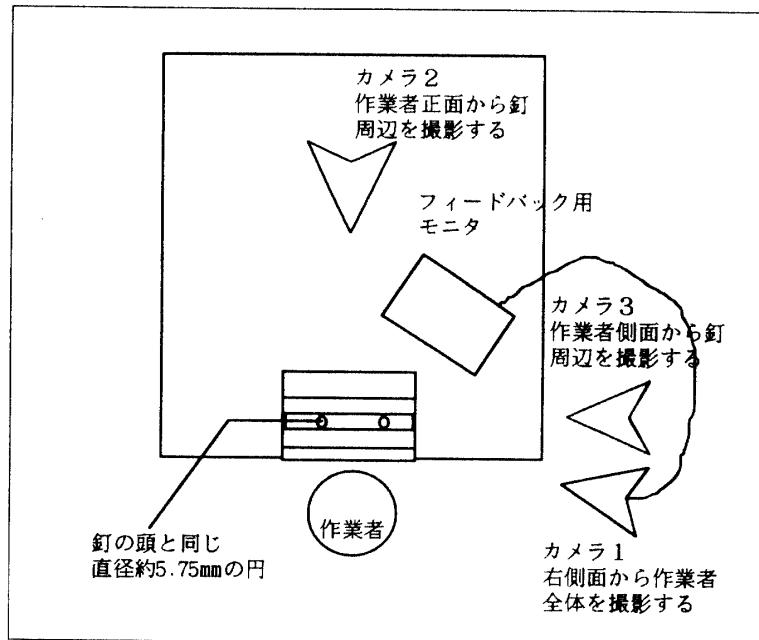


図2 釘打ちの実験器具の配置図

分析データは、各作業動作を示す作業構成要素と打ち込んだ結果を示す打ち込み結果の二種類に分類してデータの分析を行った。作業構成要素ごとのデータの分析方法を表2に示す。

表2 げんのうによる釘打ちでのデータの分析方法

作業構成要素 打ち込み結果	データの測定方法
柄の持つ位置	柄全体の長さにおける、柄がしゃから作業者のげんのうを持つ人差し指の位置までの柄の長さの比の値を算出
釘の固定方法	釘を持つ方法を二段階（「親指と人差し指」、「人差し指と中指」）で分類
姿勢（向き）	作業者の上半身がどちらに傾いているかを三段階（「平行」、「右肩が前」、「左肩が前」）で分類
姿勢（位置）	正面から見た際に、釘の位置が作業者の位置を七段階（「頭の位置」、「頭と右肩の間」、「右肩の位置」、「右肩より右側」、「頭と左肩の間」、「左肩の位置」、「左肩よりも左側」）で分類
振り方	げんのうを振ることによってできるげんのうの頭の軌跡を二段階（「曲線的」、「直線的」）で分類
振り上げ高さ	材料からげんのうを最も高く振り上げた時のげんのうの頭の高さの値
面の使用	最後の打ち終わり時に使用した面を二段階（「平面」、「局面」）で分類
傾き	釘の鉛直線からの傾きの角度を算出
位置のずれ	墨で印をつけた打ち込み予定位置からのずれの幅の値
段差	材料と釘の頭との高さのずれをダイヤルゲージによって測定した値
打ち込み時間 打ち込み回数	打ち込み作業の全所要時間（秒）と回数（回）を測定

3. 実験結果

3.1 のこぎりびきについての分析

3.1.1 フィードバック内容に関する分析

フィードバックの目的を、「作業の正確さ」と「作業の能率」という二点に絞り分析した。なお、拙稿の技能研究³⁾より「作業の正確さ」については「頭の位置」のフィードバックを、「作業の能率」については「押さえの位置」のフィードバック情報を用いた指導を行った。図3は、中学校第1学年の被験者63名に指導したフィードバックの内容ごとの累計の個数を示す。

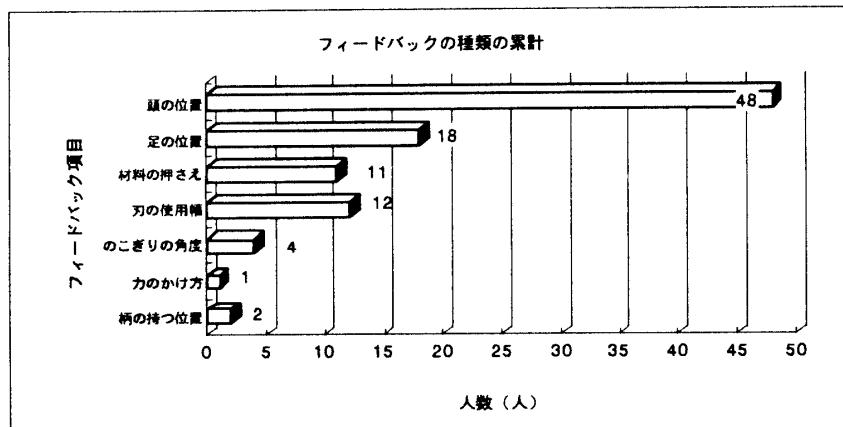


図3 フィードバックの種類の累計

3.1.2 フィードバックの有無・種類による作業結果の差の分析

多くの被験者に指導を行った「頭の位置」、「足の位置」、「材料の押さえ」、「刃の使用幅」のうち、大切な作業要素とされた「頭の位置」、「材料の押さえ」、「刃の使用幅」についてビデオ映像で作業状況を分析し、フィードバックの有無・種類による作業結果の差を調査した。調査方法としては、それぞれの作業データについて二回目の作業データと一回目の作業データの差をとり、その差の平均をフィードバックの有無・種類によって分類した。その結果を、図4～図6に示す。

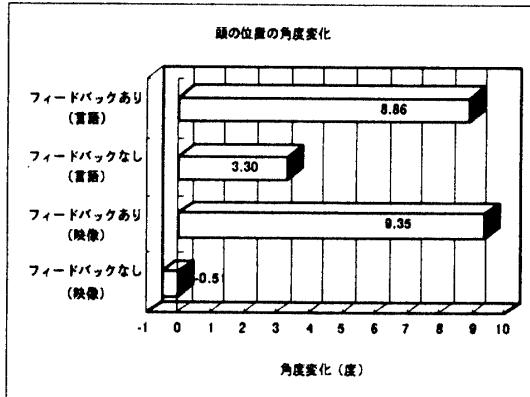


図4 頭の位置の角度変化

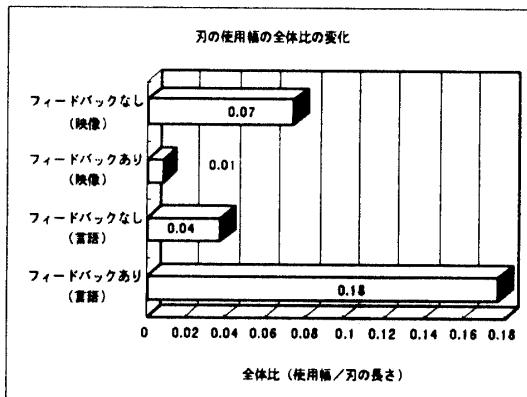


図5 刃の使用幅の全体比変化

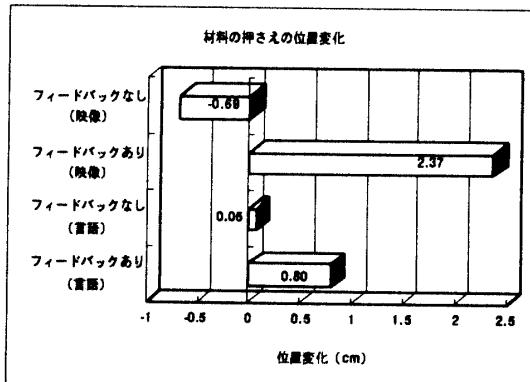


図6 材料の押さえの位置変化

「刃の使用幅」については、フィードバックありの方が数値が小さいものがあるものの、「頭の位置」、「押さえの位置」についてはフィードバックが無よりも有りの方が変化の値が大きかった。なおかつ、ビデオ映像を中心としたフィードバックのグループの方が、言語を中心としたフィードバックのグループより変化の割合が大きい結果が得られた。これは映像によるフィードバックが言語によるフィードバックより効果があるためと考える。同時に、フィードバックを用いた指導が動作を変化させる大きな要因となることが分かった。

3.1.3 フィードバック内容と切断結果の比較

フィードバック内容が切断結果にどのような影響を与えたのかを調査するため、多数の被験者に与えたフィードバック内容である「刃の使用幅」、「頭の位置」、「押さえの位置」、「足の位置」と切断結果間の比較を行った（図7～図10）。

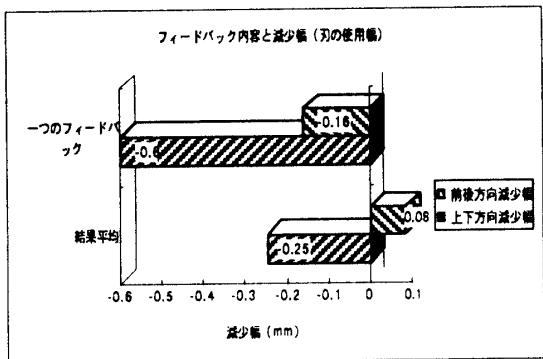


図7 フィードバック内容と減少値（刃の使用幅）

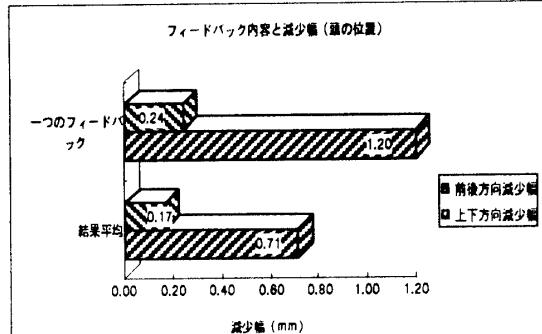


図8 フィードバック内容と減少値（頭の位置）

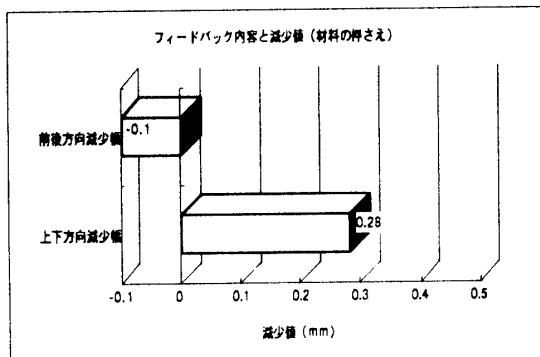


図9 フィードバック内容と減少値（材料の押さえ）

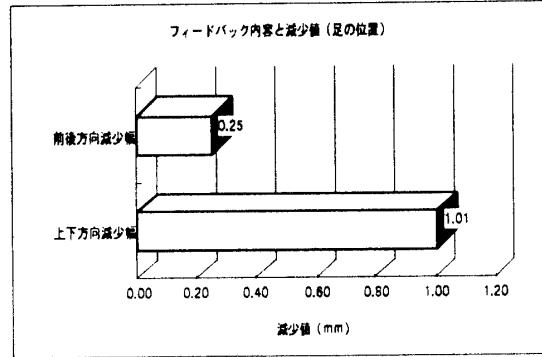


図10 フィードバック内容と減少値（足の位置）

「刃の使用幅」は、ずれ幅の減少幅が上下方向で-0.25とずれ幅の値が大きくなっていることを示している。また、「刃の使用幅」のみのフィードバックを行ったグループは、-0.60とずれ幅が一層大きくなっている。このことから今回の実験においては、「刃の使用幅」のフィードバック情報は有効に作用しないことが考えられる。なお、向山はげんのうによる釘打ち作業において、「柄の持つ位置」を指導する中で技能の減退傾向がみられることを示唆しているが⁴⁾、これと同様の傾向が「刃の使用幅」においても生じることが分かった。

「押さえの位置」のフィードバックは、ずれ幅上下方向減少のみが見られたが、大きな減少ではなく、大きな効果が見られる結果とはならなかった。

「足の位置」のフィードバックにおいては、減少値の平均で上下方向1.01mmの減少となった。

「頭の位置」や「足の位置」は、フィードバックの指導によってずれ幅が大幅に減少していることから、「頭の位置」や「足の位置」のフィードバックが有効であったことが考えられる。

3.1.4 フィードバック内容と切断時間、切断回数の比較

フィードバック内容の数と切断時間との関連を調査するために、「刃の使用幅」、「頭の位置」、「押さえの位置」、「足の位置」について、フィードバックを行った被験者の切断回数、切断時間の比較を行った（図11～図14）。

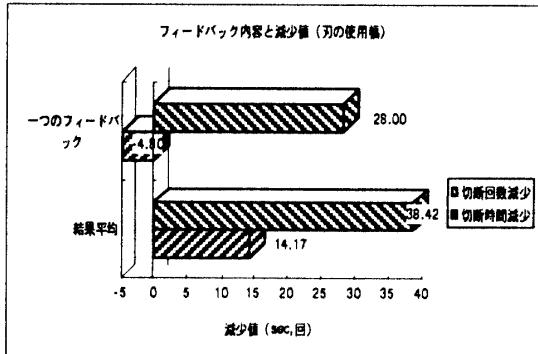


図11 フィードバック内容と減少値（刃の使用幅）

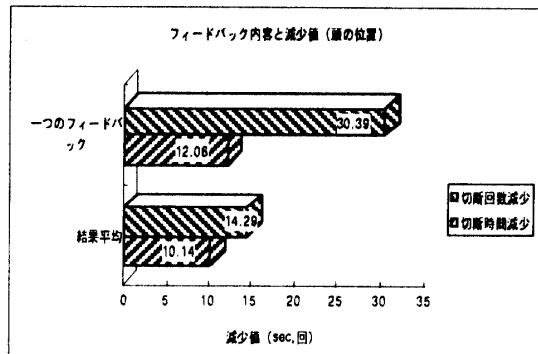


図12 フィードバック内容と減少値（頭の位置）

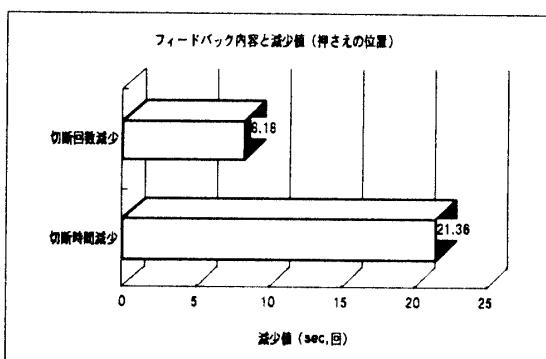


図13 フィードバック内容と減少値（材料の押さえ）

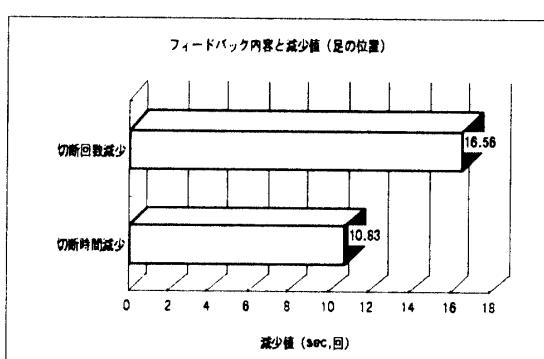


図14 フィードバック内容と減少値（足の位置）

「刃の使用幅」は、切断回数の減少回数は38回であり、刃の使用幅のみの場合は28回と平均よりも減少回数が少ないものの、切断回数の減少が見られた。しかし、切断時間の減少は、二つ以上のフィードバックにおいては平均14秒で時間の減少がみられるが、一つのフィードバックの場合は-4.8秒と減少が見られなかった。

「頭の位置」は、切断回数の減少回数は二つ以上のフィードバックにおいては平均14回であり、頭の位置についてのみのフィードバックの場合は減少回数30回、切断時間については前者が平均10秒の減少、後者の場合は12秒の減少が見られた。頭の位置については、フィードバックを一点に絞った場合の方がいずれも減少の値が多く、秒数や回数が顕著に減少した。

「押さえの位置」は、切断回数の減少回数は平均8回で、回数の減少が見られた。また、切断時間の減少は平均21秒で時間の減少がみられた。切断回数においては減少値が小さいものの、切断時間においては、四つのフィードバックの中で一番減少率が高く、フィードバックの効果が大きいことが分かった。

「足の位置」は、切断回数の減少回数は平均17回であり、切断回数の減少が見られた。また、切断時間の減少は平均11秒で時間の減少がみられた。

切断回数、切断時間の減少値の平均値は、「押さえの位置」や「刃の使用幅」のフィードバックが切断時間、切断回数に影響する減少値が大きく、フィードバックの効果が大きいことが明らかになった。

3.2 釘打ちについての分析

3.2.1 指導の種類による作業結果の差の分析

釘打ちにおける各要素において、一回目と二回目の差をとることにより、作業結果の変化を分析した。なお、分析では各要素における結果を比較しやすいように、「柄の持つ位置」、「振り上げ高さ」については実験による二回目の値から一回目の値を引いたものを、「打ち込み回数」、「打ち込み時間」、「位置のずれ」、「傾き」、「段差」については実験による一回目から二回目の値を引いて分析を行った。その作業結果の差を図15～図21に示す。

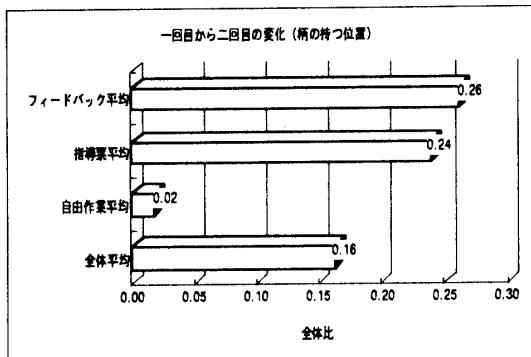


図15 柄の持つ位置の一回目から二回目への変化

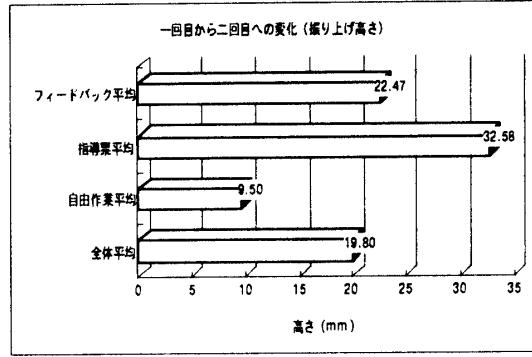


図17 振り上げ高さの一回目から二回目への変化

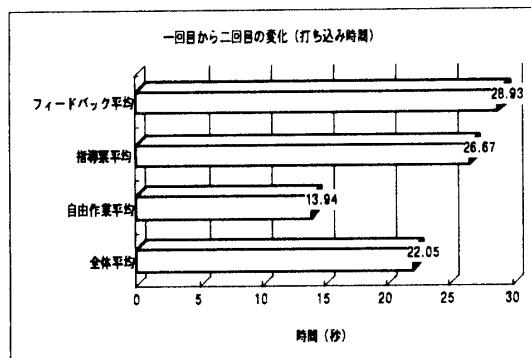


図16 打ち込み時間の一回目から二回目への変化

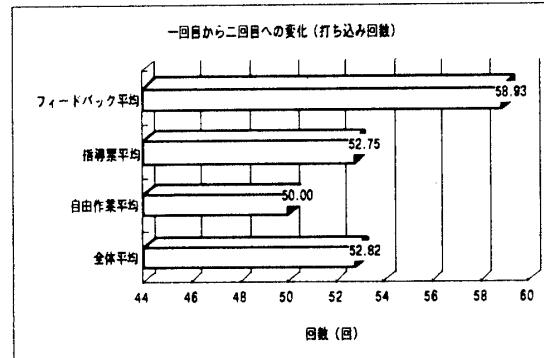


図18 打ち込み回数の一回目から二回目への変化

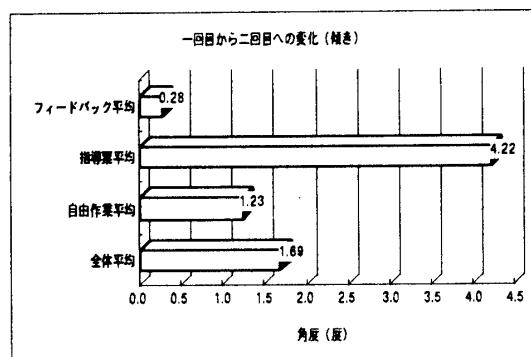


図19 傾きの一回目から二回目への変化

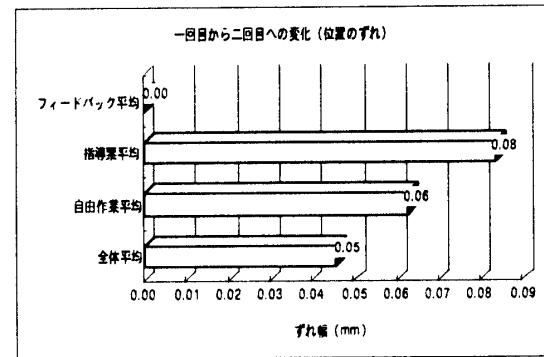


図20 位置のずれの一回目から二回目への変化

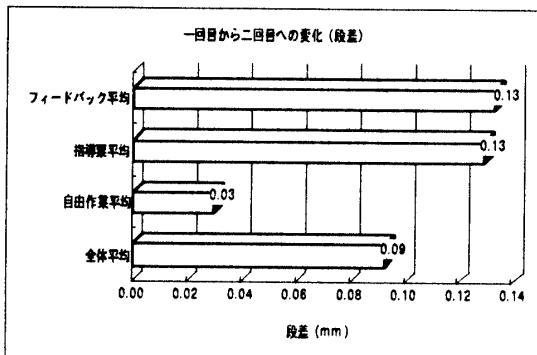


図21 段差の一回目から二回目への変化

「柄の持つ位置」、「振り上げ高さ」、「打ち込み回数」、「打ち込み時間」、「段差」などの項目において、自由作業グループに比べて作業結果の変化が大きく、作業効率が大きく改善していることが分かる。また、これらの項目は、指導票による指導のグループに比べてビデオ映像によるフィードバック情報による指導の項目の方が変化の割合が高く、ビデオ映像によるフィードバック情報による指導が作業変化を与える影響が大きいことが分かる。

3.2.2 フィードバック内容による作業結果の比較

フィードバック内容による作業結果の変化を調査するために、各フィードバックの内容ごとに変化の平均値を求めた。作業結果を比較した結果を図22～図27に示す。

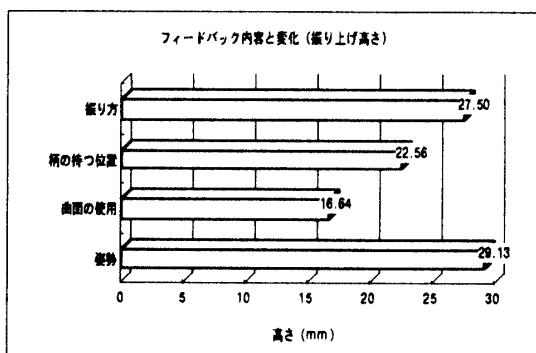


図22 振り上げ高さのフィードバック内容と変化

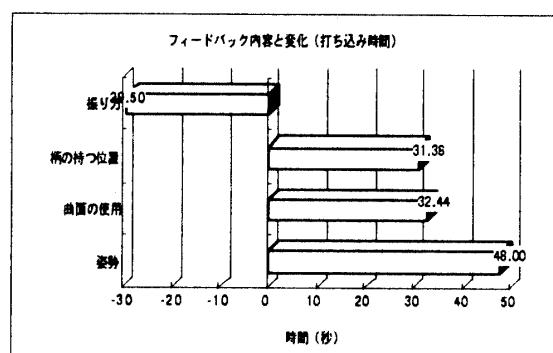


図23 打ち込み時間のフィードバック内容と変化

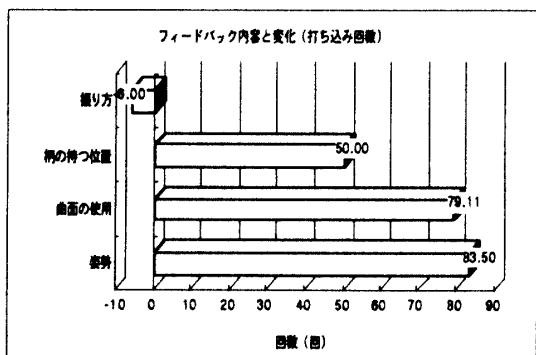


図24 打ち込み回数のフィードバック内容と変化

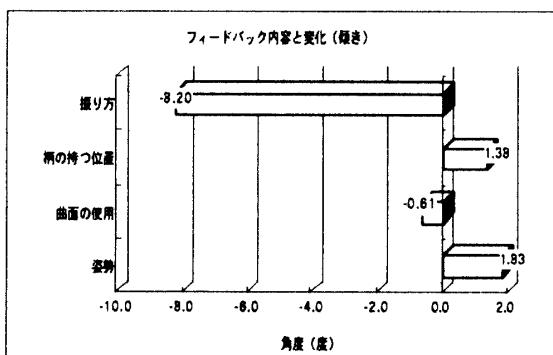


図25 傾きのフィードバック内容と変化

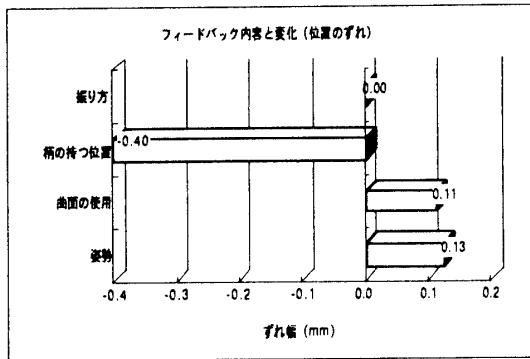


図26 位置のずれのフィードバック内容と変化

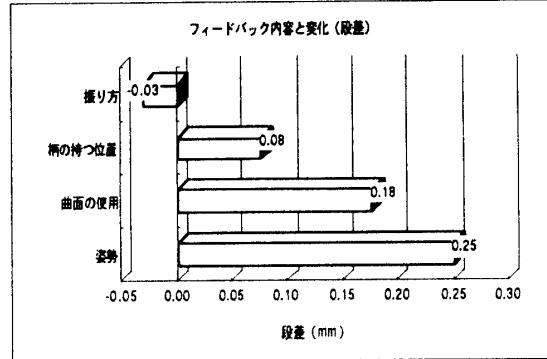


図27 段差のフィードバック内容と変化

フィードバック内容と変化の結果から、振り方に関するフィードバックは、図22の「振り上げ高さ」において正の数字があらわれているが、図23の「打ち込み回数」、図24の「打ち込み時間」、図25の「傾き」、図27の「段差」と負の数字が多く、フィードバック情報として有効に作用していない、つまり負のフィードバックとして作用している。

また、姿勢に関するフィードバックは、「振り方」、「打ち込み回数」、「打ち込み時間」、「傾き」、「段差」とプラスの数字が多く、また、指導項目に比べて値が大きい項目（「打ち込み回数」、「打ち込み時間」、「傾き」、「段差」）もある。これは作業の指導において、「姿勢」のフィードバックが作業全般に正のフィードバックとして有効に作用しているためである。

4. 結言

本研究では、のこぎりびき及びげんのうによる釘打ちのフィードバックをもとにした指導とその技能習得の変容過程を究明した。その結果を以下にまとめる。

1. のこぎりびき作業においては、ずれ幅減少のために「頭の位置」のフィードバック情報が正のフィードバック情報となるが、「刃の使用幅」のフィードバック情報は正のフィードバックの情報に直結しないことが分かった。また、「押さえの位置」や「刃の使用幅」のフィードバック情報が切断回数や切断時間の減少に大きな効果があることが確認された。

本実験では、「頭の位置」については修正後の切断が順接的につながっているために二回目の作業において動作が変化し、それにより切断回数や切断時間、切断結果が望ましい方向へ変化していくのに対し、「刃の使用幅」のフィードバックは切断回数や切断時間の現象につながるもの、切断結果であるずれ幅の減少に直接的にはつながらないことが分かった。

2. げんのうによる釘打ちでは、フィードバックの内容と作業結果の差の比較から、フィードバックの内容によって作業結果に差が生じることが分かった。

げんのうによる釘打ちでは、「姿勢（向き）」のフィードバックが作業結果全般に正のフィードバックとして作用したが、「振り方」は、作業結果に負のフィードバックとして作用したことが分かった。

最後に、本報告のために岐阜大学教育学部附属中学校の吉田竹虎先生や諸先生方に大変お世話になりました。また、実験のために積極的に協力いただきました同校の生徒さんたちに深く感謝申し上げます。

さらに、実験データの収集や分析などに御協力いただきました学部四学年の水谷五郎君（現在：岐阜県職員）の御助力に御礼を申し上げます。

参考文献

- 1) 寺田他：技能習得における「結果の認知」による指導，金沢大学教育学部紀要，No.25, pp.57-65, (1989).
- 2) 木村：技能学習におけるフィードバックの役割について－技術科教育における技能教授法の開発の手がかり－，技術教育学研究，No.6, (1990).
- 3) 尾高・山本・江馬・山名：技術教育における自己動作の把握に関する研究－中学生ののこぎりびき作業と技能知識の差異－，岐阜大学教育学部研究報告自然科学，Vol.22, No1, pp.21-31, (1997).
- 4) 向山：技能の習得を早める方法に関する研究，日本産業技術教育学会，Vol.28, No3, pp.25-31, (1986).