

技能学習における生徒の技能を言語化することの教育効果：
木材加工実習での鋸引き作業に関する記述に着目して

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 愛知教育大学大学院・静岡大学大学院教育学研究科共同 教科開発学専攻 公開日: 2024-11-21 キーワード (Ja): 技術科教育, 技能の言語化, 木材加工, 内省, 暗黙知 キーワード (En): technical education, verbalization of skills, wood processing, self-reflection, tacit knowledge 作成者: 樋口, 大輔, 紅林, 秀治 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.14945/0002001010

【論文】

技能学習における生徒の技能を言語化することの教育効果

—木材加工実習での鋸引き作業に関する記述に着目して—

○樋口 大輔¹・紅林 秀治²

¹愛知教育大学大学院・静岡大学大学院教育学研究科共同教科開発学専攻 ²静岡大学大学院教育学領域

要約

本研究の目的は、中学校技術・家庭科（技術分野）の技能学習において、生徒が獲得した技能を言語化することの教育効果を明らかにすることである。

先行研究から得られた知見をもとに、技能を言語化することの教育効果として、「生徒は作業の要点や身体の使い方について、言語化活動前よりも詳細に記述することができるようになる」という仮説を立てた。

技能を言語化する方法として、作業の様子を動画撮影し、その動画を視聴しながら生徒にインタビューをすることで、作業の要点等を聞き出す方法を用いた。仮説を検証するために、技能の体現化および言語化活動の前後に、作業に関する要点などを問う質問紙調査を実施した。回答内容を、全体の記述量や作業の要点数の変化、作業の要点に関する詳細や作業段階ごとの記述に関する変化の視点で分析し、実験群と統制群、実験群における実験前後の内容を比較した。

その結果、技能の言語化を行うことで、生徒は無意識的に行っていた動作や道具の使い方にも目を向けることができ、着眼点が増えた。それによって、作業の要点や身体の使い方について、より詳細に記述できるようになることがわかった。

キーワード

技術科教育、技能の言語化、木材加工、内省、暗黙知

1. はじめに

本研究は、中学校技術・家庭科（技術分野）（以降、技術科とする）における技能学習に着目し、生徒が獲得した技能を言語化することの教育効果を明らかにすることを目的としている。

中学校学習指導要領技術・家庭編では、技術分野の目標として「技術の見方・考え方を働かせ、ものづくりなどの技術に関する実践的・体験的な活動を通して、技術によってよりよい生活や持続可能な社会を構築する資質・能力を育成する」と示している¹⁾。技術科の授業では科学的な知識等を踏まえて設計・計画し、身体的な技能等を用いて製作・制作・育成を行うといったものづくりが行われている。

日本産業技術教育学会は、ものづくりを「目的をもってもの（素材）に人為的な行為を加え、最初のものより付加価値のついたものに变化させること」と定義している²⁾。工具等を用いて素材を加工したり、組み合わせたりする技能は、ものを作るうえで欠かせない重要な能力の一つである。技能とは、人間が持つ「技」に関する能力である。能力は人に備わっており、直接見ることができず、見えるのは作業している状態か、作業の結果のみである³⁾。技術科における技能には、鋸引きの技能や金属板の折り曲げの技能など様々なものが挙げられる。

筆者の一人は中学校教員であり、技術科の授業を担当している。ものづくり学習を通して、生徒が成長していることを実感している。初めは使いこなせていなかった工具も、作

業が進むにつれて上手く扱うことができるようになっていく。また、製作レポートを作成する課題を生徒に与えると、工具の使い方に関する説明や製作に関わる要点などについて、生徒は自分なりの言葉で記述できるようになる。ものづくりに関する技能の向上は、言葉や文章による表現にも影響を与えているように感じている。これまでは、肌感覚として感じていた生徒の成長を、技能と言葉の関係に着目し分析的に明らかにしたいという思いから研究に着手した。

本研究では技術科における技能学習の場面に着目し、生徒が獲得している技能を言語化することに焦点を当てて研究を行った。技術科における技能獲得の必要性と、技能学習や技能を言語化することに関する先行研究について整理し、技能を言語化することがもたらす教育効果について仮説を立てた。本論文では、仮説およびその検証方法と検証結果について述べる。

2. 技術科における技能研究

図1は、技術による問題発見・解決力の育成プロセスである⁴⁾。技術科におけるものづくり学習では、「①創造の動機」から始まり、「②設計・計画」、「③製作・制作・育成」、「④成果の評価」の過程を巡らせていく。その過程で評価と修正を繰り返しながら最適解を導き出し、資質・能力を高めていく。

木材を用いた本立ての製作活動を例に学習の流れを説明する。「①創造の動機」製作前に机の上を整理したいという思いを目的としてもつ。②「設計・計画」目的を実現

するために最適な材料や機能、構造、加工方法等を考え、製図法によって図面を描く。③「製作・制作・育成」構想がまとまったら、次に材料の加工を行う。木材加工の場合は、鋸による切断や錐による穴開け、釘接合などの作業が挙げられる。④「成果の評価」本立てが完成したら、構想通りに作ることができたのか、目的を達成することができたのかを評価する。生徒は「③製作・制作・育成」の過程の中で、ものづくりに関する技能を獲得し、この能力を高めていく。

ものづくり学習において技能は重要な要素であるため、技能に関する研究は多くの研究者によって取り扱われている。大道らは、鋸引き場面を、認知科学的なアプローチにより調査し、技能の習得過程において生徒はバランス型、認知型、パフォーマンス型の3つのタイプに分類され、それぞれ有効な指導が異なることを明らかにした⁵⁾。また、大谷は、切断加工を習熟し活用するまとめの段階では、工具操作を通じた力の伝達に関わる知識と関連付けるような指導に力点を置くことで、その他の工具操作の活用へと発展させることができると述べている⁶⁾。有川らは、技能測定ドライバシステムによって、器用な中学生の作業内容や操作方法の違いによる力の加え方を明らかにし、この結果がドライバを適切に操作する技能指導に繋がることを示唆している⁷⁾。さらに小祝らは、中学生を対象とした「弓のこによる切断」の技能習得に関する指導過程モデルの検証をしており、このモデルを適用した指導を行うことで切断技能が習得されると同時に、技能向上による自信の獲得からメタ認知の意識が向上することを報告している⁸⁾。先行研究を整理すると、技能習得に関わる要因、効率的な技能教授の方法、習熟した技能が他の工具操作に転移する可能性、学習者がもつ巧緻性、技能向上による資質・能力への影響など、様々な角度から研究されている。

技能と言語の関係に着目した研究では、土井は、熟練者の技能習熟に着目し、実習経験と指導者からの言語的指導を媒介にしてつくられたイメージが、身体運動技能の習得に重要な要因となっていることを明らかにしている⁹⁾。山本らは、生徒の技能習得を学習結果としてのみ把握するのではなく、技能的な課題の遂行過程で生起する内省の変容として把握することが重要であるとして、技能的課題遂行時の内省尺度を用いて、学習者の内省を構造的に把握できたことを報告している¹⁰⁾。これらの研究は、指導者が用いる言語や、生徒の内省を把握するための質問として言語に着目しているが、生徒がもつ技能を言語化することがもたらす教育効果について調査したものではない。

そこで本研究では、これらの先行研究をふまえ、生徒が獲得した技能を言語化することに焦点を当てた。生徒が技能を言語化することの具体的方法や教育効果の仮説を立て、鋸による木材の切断作業を事例として、仮説の検証を行うことにした。

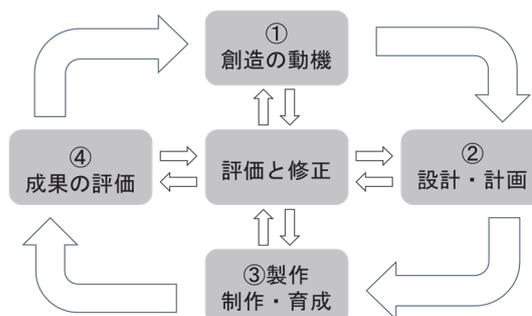


図1 問題発見・解決力の育成プロセス⁴⁾

日本産業技術教育学会・技術教育分科会：技術科教育概論，九州大学出版会 p7 より引用

3. 技能を言語化することの教育効果について

3.1 技能と技術の定義と技能科学による技能の視覚化

技能と似た言葉に技術があるが、技能と技術には違いがある。技術とは、「技」を記録したり、伝えたりするために、数式や図面、文章等で表されたものである³⁾。技能は属人的な性質があり、体験や経験を通じて学ぶ必要がある。技術を修得するには、論文やテキストなどから学べる。生産現場における技能研究では、熟練者がもつ高度な技能を科学的に分析し、技術に変換することで技を伝承することを試みている¹¹⁾。図2は、技能・技術伝承における技能、技術、科学の関係を示したものである。各関係性は、以下に示す①～⑥の内容となる。

- ① 科学を持ち込むことで、合理的な基礎を与え普遍化された技術にできる。
- ② 技術が進歩することで、新たな不確かを生み出し、それを補完する技能が生まれる。
- ③ 技術は改良、改善を通じてさらに高度化する。
- ④ 科学により新技術開発のシーズが与えられる。
- ⑤ 技術により解かれるべき未知な課題が提起される。
- ⑥ 科学や技術を持ち込むことにより、技能の容易化や習熟のスピード化が図れる。

科学的な分析の具体的な方法として、人間工学による作業分析、認知科学による質的研究、観察とインタビュー、身体性認知科学の視点による技能分析、人間情報の測定等が挙げられる。

技術科教育においても、技能を科学的に分析し、技術に変換し成果を報告している研究がある。紅林らは、KINECT センサーを用いた作業動作分析システムを開発し、生徒の鉋がけ作業の技能学習に効果があることを述べている¹²⁾。福谷らは、木製加工物評価支援機構を開発し、生徒の加工物の様子を記録しておくことで、加工物の評価における技術科教員の負担軽減に効果があることを明らかにしている¹³⁾。青木らは、モーションキャプチャシステムを用い、大学生と中学生がドライバ操作する手動動作を計測し、ドライバ操作の作業時間短縮には、年齢や操作に

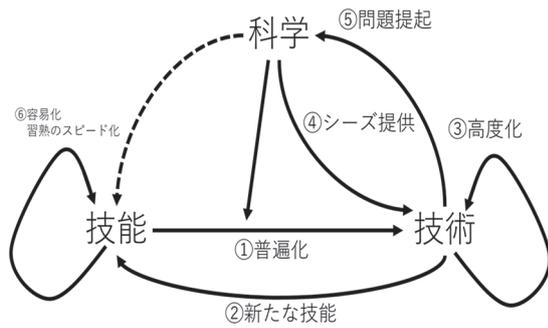


図2 技能・技術伝承における科学の役割¹¹⁾
 PTU 技能科学研究会編：技能科学入門，日科技出版社 p6 より引用

よらず、手首の角加速度が大きくなる持ち方をすることが重要であると明らかにしている¹⁴⁾。これらの先行研究が示すように、技能を技術に変換する仕組みは、生徒の学習等に効果的な影響を与えている。

本研究は、生徒の技能と言葉の関係に着目しているが、技能を言語化する仕組みを作ることで、生徒が自身の技能を客観的に捉えるきっかけを与えることができると推察する。それが、作業要点の整理や、技能習熟の早期化や新たな技能の獲得につながると思う。

3.2 内省とのつながり

筆者らは、技能を言語化する活動は生徒の内省を促すと考えている。内省とは、自分の思想や言動などを深く省みる行動であり、自己調整学習における循環的段階モデルの中の一つに位置付けられている。自己調整学習とは、「学習者が自らの学習の在り方を調整しながら、能動的・主体的に学習目標の達成に向かう学習」のことを指す¹⁵⁾。自己調整学習は、認知に関わる方略、動機づけに関わる方略、行動に関わる方略の3つの学習方略によって支えられており、学習者はこれらの方略について、予見、遂行、内省のプロセスを循環させながら自己調整していく¹⁶⁾。予見は、目標設定や計画を立てる段階である。遂行は、開始してからその行動を維持する段階である。内省は、遂行結果を自己評価し、その原因帰属を探索する段階である。

技術科教育において、安東らは、技術科の課題解決場面における技術的活動モデルを構築し、技術的能力と自己評価能力の相互関係について調査している¹⁷⁾。技術的能力を「技術的一般知識・理解」「技術的実践知識・理解」「技能」「関心・態度」で総合した能力と位置付けており、自己評価能力を自分の行為の仕方、操作の選択とその評価を監視するメタ認知の能力と定義している。技術的活動は、①動機づけを伴って目標を設定する場面、②構想図や製作図を描いて設計する場面、③製作する場面に分けられ、各場面の前後、またその過程で繰り返し調整と統制を行う。調整と統制は、自己評価のこと意味しており、繰り返し評価活動を実施すると、より客観的な自己評価能力が備わっ

て、確かな技術的能力の獲得に良い影響を及ぼすことを明らかにした。本研究における技能を言語化する活動は、道具や身体の使い方、それらの関係性について語るものであり、生徒自身が自分の作業を自己評価する活動だと言える。

スポーツの領域においてもメタ認知、内省に関連した研究が進められている。諏訪らは、ダーツの熟達プロセスに着目し、学習途上である学習者自身の言葉がパフォーマンスの向上に如実に関連することを明らかにしている¹⁸⁾。学習者が自らの身体の働きをメタ認知的に捉え、腕や足、腰などの身体部位に関する言葉の詳細度が増加した少し後に、ダーツのスコアが上昇するという事実を発見した。諏訪らは、身体部位を変数と捉えており、「身体変数」という言葉で表現している。例えば、右腕の動かし方や曲げる角度、軸足の力の入れ方などに気付くことが、身体変数への気付きだと述べている。諏訪らは、このような気付きを身体的メタ認知と名付け、「身体が体感していること(既に感知できる着眼点)をできるだけ言葉にし、言葉領域の推論で新たな着眼点を得て、新たに得た着眼点を視点に加えて再度自分の身体と動きを見つめ直す(体感を感じようとする)」ものだと定義している¹⁹⁾。

また、諏訪らは外化の重要性についても触れている。外化とは、考えを外に出すという意味であり、メモやスケッチも外化の一種であるとし、自分の考えや体感を外化することによって、新たな着眼点を得ることもつながると述べている。学校教育においても、外化に着目した研究が報告されている。例えば、清水らは理科教育における植物の維管束の学習において、植物の各部分を単に観察するだけでなく、予想時に自身の考えを意識できるように外化(図示)させ、外化したものを観察結果と比較しながら内省を促す学習方法は、維管束(葉脈)についての形態と機能についての知識を結びつける効果があると報告している²⁰⁾。山本は、陸上運動におけるリレーの学習を題材に、動きのコツを言語化することが、学習者自身の動きの理解を助長し、技能を向上させることを明らかにしている²¹⁾。先行研究が示すように、学習者自身の思考や気付きを外化(図示や言語化)する活動は、学習内容の理解や技能の向上に肯定的な影響を与える。

技能を言語化する活動は、生徒が自分自身の様々な身体部位や作業の要点、道具の使い方に意識を向け、それらに対する気付きを促す。この気付きによって作業における新たな着眼点を得ることができ、次の実践につながっていくと推察する。

3.3 技能を言語化することの教育効果の仮説

先行研究から得られた知見をもとに、技能を言語化することの教育効果として、「生徒は作業の要点や身体の使い方について、言語化活動前よりも詳細に記述することができるようになる」という仮説を立てた。

技能を言語化する活動に取り組むことで、無意識的だった作業の要点や身体部位を意識して捉えることができる

ようになると考える。技能のすべてを言語化することができるわけではないが、言葉を用いてできる限り外化することで、生徒自身の中で作業の要点等を整理することができるだろう。言語化された情報は、生徒にとっての新たな知識や情報に変換され、意識して活用できるようになると推察する。それによって、生徒は作業の要点や身体の使い方に関して、より詳細な記述が可能になると考えた。

4. 技能を言語化する具体的方法と仮説検証方法の検討

4.1 技能を言語化する具体的方法

技能を言語化する具体的方法として、「技能を体現化」する過程と、「技能を言語化」する過程の2つの過程で実験を進めることにした。各方法の詳細について述べる。

4.1.1 条件整備した作業による技能の体現化

技能の獲得度合いについては作業をしている状態か、その結果を見ることで把握することができる。大道らは、中学校技術科で取り扱われる鋸引きの技能習得過程を分析するために、実際に生徒に鋸引きの作業を行わせ、その様子を撮影している⁵⁾。撮影した動画を観察することで、生徒の技能について分析している。本研究においても、生徒の技能を体現化するために、条件を整備した作業の一場面を課題として提示する。生徒が作業に取り組む様子をタブレット端末等で撮影しておく。撮影しておくことで、生徒が体現化した技能を記録することができ、その後の分析に活用することが可能となる。

4.1.2 再生刺激法を用いた技能の言語化

再生刺激法を用いたインタビュー法も技能の言語化に効果的である。再生刺激法とは、ある活動を行う被験者の様子をビデオ撮影し、活動後に被験者にその動画を視聴させながら質問し、当該場面で考えたことを再生させる方法である。篠ヶ谷らは、教師の授業力向上を目的として、教師が実施する授業の様子を撮影し、教師にその動画を見ながら失敗や改善点を回答させた。その結果、2回目の授業では改善を図ることが見てとれたという²²⁾。

また、職業能力開発に関する分野では、作業者自身の技能分析能力の向上を目的として、作業を録画した映像を質問者役と熟練者役の二人一組で視聴しながら、「作業の急所」を分析する手法を用いている²³⁾。この手法を適用した後に作業手順書を作成した場合、適用前に作成したものに比べて、作業の急所の数や急所の妥当性が向上したという。

この手法は、技能の言語化によって、生徒の内省を促すという仮説に有効であると考えられる。生徒が作業している場面を撮影しておき、作業後に動画を視聴しながら観察者が質問することで、生徒は自分の動作を振り返り、作業の要点や身体の使い方などを意識しながら答えるだろう。この方法を用いることで、生徒は作業の中で無意識に行っていた動作に気づき、理由が説明できるようになるのだと推察する。図3に、体現化から言語化する活動の流れを示す。



図3 技能の体現化と言語化の流れ

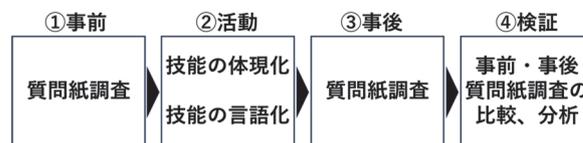


図4 仮説検証の流れ

4.2 仮説検証方法

仮説を検証するために、技能の体現化および言語化活動の前後に、作業に関する要点などを問う質問紙調査を実施する。回答は、自由記述形式で行い、自分の作業の要点や道具の使い方、身体の動かし方に視点を置いて記述するように促す。検証事項として、全体の記述量や作業の要点数の変化、作業の要点に関する詳細や作業段階ごとの記述に関する変化に着目する。記述量や作業の要点数については、実験群と統制群の結果を比較する。作業要点の詳細や、作業段階ごとの記述については実験群における実験前後の内容を比較分析することで、仮説を検証する。図4に仮説検証の流れを示す。

5. 仮説検証実験

5.1 被験者

S 県公立中学校の 84 名の生徒。被験者は全員中学 1 年生である。このうち、13 名を実験群、71 名を統制群とした。実験群と統制群の活動の違いを表 1 に示す。

5.2 授業計画と切断に関する学習

生徒は、2022 年 9 月から 2023 年 3 月にかけて、授業 20 時間分の中で材料と加工の技術を学習するために、規格材を用いた木製品製作に取り組んだ。教師が提示した模範作品をもとに、自分の身の回りを整理するために必要な形状を考え、材料の切断、切削、組立などの作業を経て、完成させるものである。表 2 に授業計画を示す。生徒は、切断に関する単元において、まず始めに教師による切断作業の模範を見たり、教師が作成した資料を用いたりして鋸による切断方法を学習している。その後、自分の材料を切断する作業を行い、鋸引きの技能を獲得した。

5.3 実験期間

2023 年 1 月から 2023 年 3 月にかけて、実験および自由記述による質問紙調査を行った。

表1 実験群と統制群の活動の違い

群	鋸による切断加工の学習	切断加工の実践	事前質問紙調査	技能の体現化&言語化	事後質問紙調査
実験群 N=13	○	○	○	○	○
統制群 N=71	○	○	○	×	○

表2 授業計画

次	時数	授業内容
1	2	設計
2	2	けがき
3	4	切断
4	4	切削
5	5	穴開けおよび組立
6	3	仕上げ

5.4 技能の体現化と言語化の内容

技能の体現化として、実験群に対して、杉板材（厚さ12mm, 幅180mm, 長さ180mm）を切断する課題を与えた。杉板材の片端から50mmの位置に、2mmの間隔で2本のけがき線を引いておき、その間を両刃鋸と工作椅子を用いて、真っ直ぐに切断するものとした。その様子はタブレット端末で録画した。課題終了後、動画視聴およびインタビューを通して技能の言語化を行った。インタビュアーは、中学校教員である第一筆者が務めた。インタビューでは、「まっすぐ切るために何を意識したのか」「鋸の刃の角度や、力の入れ方で気を付けたことは何か」「切る時は、どこを見ていたのか」「身体の使い方は何を意識したのか」など、作業中に気を付けたこと、工具の使い方、身体の使い方について質問した。また、回答が曖昧な部分については、問い直しをして深い部分の考えなどを聞き出した。図5に技能の体現化と言語化時の見取り図を示す。

5.5 質問紙調査の内容

質問紙調査の内容を図6に示す。繊維方向が横向きになった木材に2本のけがき線が引いてあり、線の間をまっすぐに切るにはどうしたらよいか問う内容であり、回答は自由記述とした。

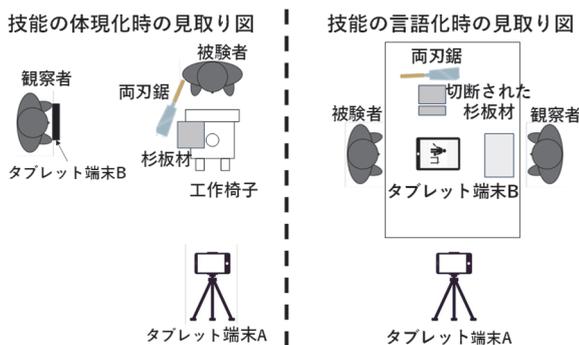


図5 技能の体現化と言語化時の見取り図

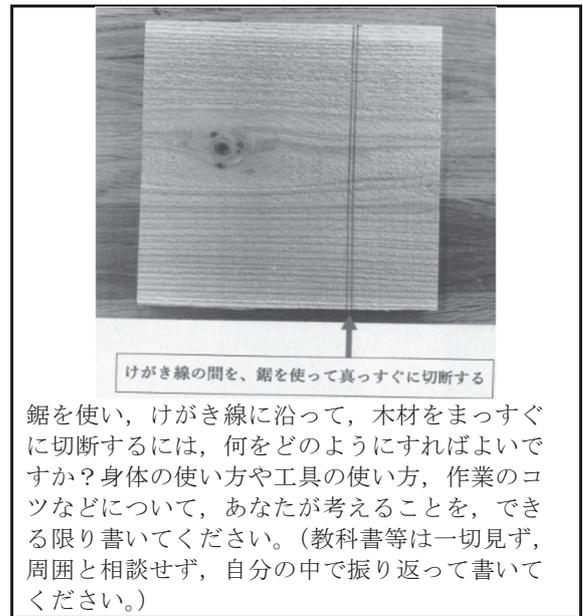


図6 質問紙調査の内容

5.6 手続き

- 2023年1月、木製製品の完成が近づき、ある程度鋸引きの技能を獲得した状態の実験群、統制群の両群計84名に対して、事前質問紙調査を実施した。
- 2023年2月から3月にかけて、実験群13名の生徒に対して、技能の体現化および言語化の実験を行った。実験は、平日の放課後(15:50~16:30)に、1人につき40分ほどの時間で行った。実験は①趣旨説明、②技能の体現化(板の切断および作業の動画撮影)、③技能の言語化(動画を視聴しながらインタビューに回答)という流れで進行した。動画撮影時には、2台のタブレット型端末で撮影した。1台は三脚で固定し正面から撮影し、もう1台は、観察者が手で持ち、横から撮影した。また、インタビュー時には、1台は横から撮った動画を視聴するために使用し、もう1台はインタビューの様子を動画撮影した。観察者は生徒が回答した内容を記録した。
- インタビュー後は、観察者の質問内容と生徒が語った内容を、全てテキストデータ化した。
- 2023年3月、実験群13名の実験終了後に、実験群と統制群の両群計84名に対して、事後質問紙調査を実施した。
- 事前・事後質問紙調査の全生徒の回答を、テキストデータ化した。
- 各生徒の記述内容を、「作業の要点」「作業段階」の2つの視点で分析した。作業の要点は、「固定」「切る速さ」など、30項目で分類した。作業段階については、「準備」「切り始め」「切断中」「切り終わり」「心構え」の5つの段階で分類した。
- 視点に沿って分類したテキストデータを、文字数、

作業の要点数, 作業段階数で比較分析した。文字数と作業の要点数に関しては, 実験群と統制群の2群で比較した。実験群の中で, 作業の要点や作業段階ごと記述数や詳細について比較分析した。表3に検証事項と比較対象を一覧にしたものを示す。

表3 検証事項と比較対象

検証事項	比較対象
文字数	2群: 事前・事後
作業の要点数	2群: 事前・事後
作業の要点: 詳細記述	実験群内: 事前・事後
作業段階ごとの記述	実験群内: 事前・事後

6. 結果および考察

6.1 記述内容の分析

表4に質問紙調査に回答した生徒の事前, 事後の記述内容の例を示す。記述内容に, 「木材をしっかり押さえること」とある場合には「固定」に関する要点, 「一定の力加減とスピードで切る」とある場合には, 「力の入れ方」というように, 作業の要点を分類した。さらに, 「引き溝」「切る位置」「切る速さ」という要点は, 「切り方」に関わる要点という形で, 上位概念の要点を構成する項目としてまとめた。表5には, 生徒の記述内容から分析した作業の要点の一覧を示す。作業の要点の上位概念として「安全」「身体」「切り方」「材料」「準備と基準」「状況把握」「手伝い」「道具」「目標」の9つの概念に分類し, 下位項目を30の要点で分類した。

表6にインタビューの内容をテキストデータ化した例を示す。インタビューの内容は, 観察者の発話と生徒の発話を分けて記述した。

表7には, 作業段階ごとの記述例を示す。「準備」では, けがき線を書くこと, 材料を置く位置, 身体の向きなど, 切る前の準備について記述されたものを分類した。「切り始め」では, 引き溝を付けることに関する記述を分類した。「切断中」では, 切っている最中の鋸の刃の角度や力の入

表5 作業の要点に関する上位概念と下位項目

上位概念	下位項目	詳細
安全	安全面	周囲に人がいないことを確認するなど, 安全面に関する記述
身体	身体の使い方	腕の動かし方, 姿勢に関する内容など, 身体の使い方に関する記述
	力の入れ方	引く時に力を入れることや, 力加減を一定にするなど, 力の入れ方に関する記述
	身体の位置	頭の位置や, 材料に対する身体の位置, 足の置き方など, 身体の位置に関する記述
	目線	鋸を見る角度, 作業中の目の付け所など, 目線に関する記述
切り方	引き溝	切り始めに, 引き溝を作ることにする記述
	切る位置	鋸の刃の位置が, けがき線の中央にくるようにするなど, 切る際の刃の位置に関する記述
	切る速さ	切る速さを一定にするなど, 切断速度に関する記述
	切り終わり	切り終わる際, 板が重みで折れて切り欠きができることを防ぐ方法に関する記述
	切り始め	切り始める際に気を付けることに関する記述
	削る	削る方法に関する記述 (特殊)
	切り方	少しずつ切ることや, 椅子に合わせて切るなど, 切り方に関する記述
	工夫	自分なりのやり方を見付けることに関する記述
材料	固定	材料が動かないように, 手や足, 椅子を使って固定することに関する記述
	木くず	切断中にする木くずへの対応に関する記述
	材料を置く場所	材料を椅子の上に置くこと, 平らな面に置くことなど, 材料を置く場所に関する記述
	材料の置き方	材料を椅子の上に置く手順や, 注意点に関する記述
基準	けがき線を実直ぐに書くことや, けがき線を基準として切断することに関する記述	
状況判断	確認	作業中, 切断が上手くできているか, 基準と照らし合わせて評価することに関する記述
	修正	作業中, 上手くいっていない場合は修正することに関する記述
手伝い	人の手	友人などの手を借りて, 確実に作業を行うことに関する記述
道具	鋸の位置	鋸の延長線上に肩間がくるようにしたり, 鋸の刃が上から見た時に線に見えたりするなど, 鋸の位置に関する記述
	刃の使い方	繊維方向によって, 横びき用の刃, 縦びき用の刃を使い分けることに関する記述
	刃の角度	刃の角度が斜めにしたり, 45°を推奨したりと, 刃の角度に関する記述
	鋸の使い方	鋸を真っ直ぐ引くなど, 鋸の動かし方に関する記述
	鋸の持ち方	鋸の柄頭, 柄尻, 真ん中を, 状況によって使い分けるなど, 持ち方に関する記述
	他の道具のイメージ	包丁やハンマーなど, 他の道具の使い方を例に挙げた記述
目標	意識	最後まで切る意識をもつ, 作業に集中するなど, 意識の持ち方に関する記述
	他のイメージ	野菜を切る時のやり方をイメージするなど, 他の作業のイメージに関する記述

れ具合など, 切断最中に関する記述を分類した。「切り終わり」では, 最後に板が折れないように支えることに関する記述を分類した。「心構え」では, 音を聞く, 焦らずに集中するなど, 作業全体に関わる記述を分類した。

表4 質問紙調査に対する回答例

群	生徒 No.	事前		事後	
		回答 【文字数=81】	作業の要点 【要点数=6】	回答 【文字数=178】	作業の要点 【要点数=11】
実験群	1	木材をしっかり押さえること。 一定の強さできる。 一定のスピードで切る。 鋸の刃が木材に付けた線 (けがき) に当て, 真っ直ぐであること。 切っている時にまっすぐか確認する。	固定 力の入れ方 切る速さ けがき線 刃の角度 確認	けがき通りに切る。 鋸を真っ直ぐにして, けがき線通りに切れているか確認して切る。 木材をしっかり押さえて, 動かさないようにする。 姿勢を良くする。 鋸を持っている手の方の足を引く。(腕に当たらないように) 一定の力加減とスピードで切る。 木材を切り終わる最後のところは持ってやる。 色々な方向から, 真っ直ぐに切れているかを確認する。 切ることに集中してやる。	けがき線 刃の角度 確認 固定 身体の使い方 身体の使い方 力の入れ方 切る速さ 切り終わり 目線 意識

表6 インタビュー内容のテキストデータ化の例

番号	発話者	テキスト
1	教員	お疲れ様でした。ありがとうございます。
2	生徒	はい。どういたしまして。
3	教員	じゃあ、いろいろインタビューする前に、色々教えてほしいんですけど、真っ直ぐ切るために何を意識しました？
4	生徒	まず、切る木材をちゃんと押さえること。を、まず一番重要に意識したこと。もし、押さえが緩かったら、板がズレちゃって、切る最中にななめに行っちゃったりと思うので、そこをちゃんと気を付けてやっています。

表7 作業段階ごとの記述例

段階	記述例
準備	・材料をしっかり押さえて、動かさないようにする。 ・木を体に対して真っ直ぐに置く。
切り始め	・最初に少し切り口を付ける。 ・軽く、切るところに跡を付けて、そこを切る。
切断中	・一定の速さ、強さで切る。 ・真上から見て、刃が曲がらないよう真っ直ぐ切る。
切り終わり	・切り終わりは持って、丁寧に切る。 ・最後は折れないように手で支えて切る。
心構え	・切ることに集中してやる。 ・よそ見しない。

6.2 実験群と統制群の記述量と作業の要点数の比較

表8に、2群における記述文字数の平均値を比較したものを示す。記載してある数値は、実験群(N=13)、統制群(N=71)の平均値である。事前の文字数は両群に差はないが、事後の文字数には違いが見られた。事後における実験群の文字数平均値は183.92、統制群の文字数の平均値は99.45であり、マン・ホイットニ検定で比較した結果、実験群の文字数は統制群に比べて有意に上昇していた(P値=0.040)。

表9に、2群における作業要点数の平均値を比較したものを示す。事前の要点数は両群に差はあまりないが、事後の要点数には違いが見られた。事後における要点数の平均値は、実験群が7.92、統制群が4.96であり、マン・ホイットニ検定で比較した結果、実験群の要点数は統制群に比べて有意に上昇していた(P値=0.046)。

この結果から、技能を言語化する活動を取り入れることで、作業の要点や身体の使い方に関する記述量が増えることがわかった。しかし、単純に記述量の増加を見るだけでは、質的な変化が把握することができない。そのため、実験群内における記述内容の変化を分析し、どのような項目について変化があったのかを調べた。

6.3 実験群内における作業段階ごとの記述の比較

表10は、実験群内における作業段階ごとの記述数を比較したものである。作業段階の記述数の合計は、事前が47、事後が87であった。ウィルコクソン符号付順位検定を行った結果、事後の記述数は事前に比べて有意に上昇していた(P値=0.0003)。段階ごとの比較を行った結果、事後の「切断中」「切り終わり」「心構え」の記述数が、事前の記述数に比べてそれぞれ有意に上昇した。

「切断中」に関する記述を調べると、「けがき線通りに切られているか確認する」「定期的に、しっかりと切れているか

表8 2群における記述文字数の平均値の比較

時期	統制群 N=71	実験群 N=13	P 値
事前	89.21	82.46	0.363
事後	99.45	183.92 **	0.040

* P < 0.1 ** P < 0.05 *** P < 0.01

表9 2群における作業要点数の平均値の比較

時期	統制群 N=71	実験群 N=13	P 値
事前	3.86	3.85	0.961
事後	4.96	7.92 **	0.046

* P < 0.1 ** P < 0.05 *** P < 0.01

表10 実験群における作業段階ごとの記述数の比較

時期	準備	切り始め	切断中	切り終わり	心構え	合計
事前	18	3	24	1	1	47
事後	24	6	42 **	6 **	9 **	87 ***
P 値	0.131	0.180	0.046	0.025	0.046	0.003

N=13 * P < 0.1 ** P < 0.05 *** P < 0.01

確認する」「姿勢をあまり変えずに切る」「刃渡り全体を使う」「切る時は柄尻を持ち、刃渡り大きく使って切る」といった内容が記述されていた。「切り終わり」に関する記述では、「切り終わりの時に、自分が切っている反対の手で木材を支える」「切り終わる時は、けがき線が見えるように、姿勢を少しずつ変える」などの内容が記述されていた。「心構え」に関する記述では、「ミスをしても諦めずに、すぐに取り組む。やめると斜めに切れてしまう」「音をしっかりと聞く」「流れを使って切る」などの記述があった。

6.4 実験群内における作業要点ごとの記述数の比較

表11は、実験群内における作業要点ごとの記述数を比較したものである。作業要点の記述数の合計は、事前が50、事後が103であった。ウィルコクソン符号付順位検定を行った結果、事後の記述数は事前に比べて有意に上昇していた(P値=0.00003)。各上位概念の記述数を比較すると危険率5%では有意差は見られなかったが、危険率10%で検定した結果、「切り方」と「道具」に関する記述について有意な上昇が見られた。有意差は認められなかったが、「身体」に関する記述も上昇傾向があった。「切り方」に関する記述では、切る時には引く時に力を入れると効率が良いことや、切り始めに引き溝を作ること、切り終わりでは板を支えることなどについての記述があった。「道具」に関しては、鋸の刃渡り全体を使うことや、刃を真上から見た時に真っ直ぐに保つことなど、道具を上手に扱うことで作業が成功することを記述していた。

表 11 実験群における作業要点ごとの記述数の比較

上位概念	事前	事後	P 値
安全	0	1	0.317
身体	13	27	0.108
切り方	7	17 *	0.074
材料	10	15	0.179
基準	2	2	
状況把握	3	6	0.317
手伝い	0	0	
道具	14	25 *	0.059
目標	1	10	0.317
合計	50	103 ***	0.00003

N=13 * P <0.1 ** P<0.05 *** P<0.01

6.5 インタビューに対する回答の記述内容への影響

表 12 に、技能を言語化するために行ったインタビューに対する回答と記述数の関係を示す。これは、生徒がインタビューで答えた内容が、記述内容にどれだけ反映されているかを調べた。記述内容とインタビューの回答を照らし合わせ、合致した記述だけを残した文字数を算出した。その後、総文字数に対する割合を計算した。インタビュー前の記述では、インタビューで回答した内容が 34.9% 使用されていた。インタビュー後の記述では、74.8% の内容がインタビューで回答したものと合致した。例えば、ある生徒はインタビューの中で、力加減や切断速度に関して、「えっと…木材を切るスピードと力加減を、全部切り終えるまで、均等に…スピードを速すぎず、遅すぎずで、力加減も強すぎず、弱すぎずっていう感じにやることを意識しています」と語った。その生徒の記述を調べると、事後では「一定の力加減とスピードで切る」と書いており、インタビューで回答した内容が反映されていた。

表 12 インタビューに対する回答と記述数の関係

項目	事前	事後	P 値
総文字数	1073	2393	
インタビュー回答と合致した文字数	375	1789 **	0.0014
使用割合	34.9%	74.8%	

* P <0.1 ** P<0.05 *** P<0.01

6.6 考察

以上の結果から、技能を言語化する活動を取り入れることで、作業の要点や身体の使い方について、活動前よりも詳細に記述できるようになることがわかった。記述量や作業の要点数が増加し、その中でも切り方や道具、身体の使い方に関する内容が増えた。また、作業段階の視点では、切断中や切り終わり、活動全体に関わる心構えに関する記述が増えた。

実験群の生徒に対して、動画を視聴しながらインタビューに答えた感想を尋ねると、「ビデオを見て客観的に見られるので、良くない点とかが分かりやすく見れたなっと思っています」という感想や、「自分が切っている時に、自分の動画を誰も撮ってないし見ていないので、自分がこういうこと意識しながらやっていたんだなって思うんですけど、実際やっているところをもう一回見ると、そういえば、ただ普通にやっているだけじゃなくて、あの時は言われてみれば意識したなって感じ」という感想を述べた。生徒は、自分の作業の様子を動画で見返しながら作業に関する質問に回答していくことで、強く意識していた点だけでなく、無意識的に行っていた動作や道具の使い方にも目を向けることができたため、着眼点が増えたと推察できる。それにより自分の技能を客観的に捉えることができるようになり、無意識的に行っていたことも意識して記述できるようになったと言える。

本研究では、被験者である生徒が、自身の作業の様子を動画で視聴しながらインタビューに回答した。この活動によって、生徒は無意識であった様々な身体部位の動きや感覚、道具の使い方などに気付き、作業についてより詳細な記述ができるようになった。これは、生徒が暗黙知²⁴⁾の一部を意識的に捉え、言語化という活動を通して、形式知に変換できたものだと推察する。

7. まとめと今後の展望

人間がもつ知の中に、暗黙知と呼ばれるものがある。これは、マイケル・ポランニーが提唱した概念で、身体を使って習得した知識（経験知、身体知）の中にある、通常は無意識的で、詳細を説明することも他人に伝達することも困難な知識と言われている²⁴⁾。暗黙知は、言葉で表すことが難しいコツや要点とも言い換えることができる。一方、本やマニュアル等の形で表すことができる、客観的論理的で言語的・形式的な知識は形式知である²⁵⁾。人は、経験を通して暗黙知を獲得し、本や研修等を通して形式知を身に付ける。暗黙知や形式知は性質が異なるが、この2つを上手く組み合わせることで人は熟達していく。暗黙知は個人に内在しており、外からは見えづらい特性をもっているが、人の成長に欠かせない要素であるため、様々な分野で研究が進められている。生産現場における技能研究の分野では、熟練者がもつ優れた技能は多くの暗黙知に支えら

れていると捉えている²⁶⁾。暗黙知を可視化することができれば、熟練者がかつ優れた技能を、次の世代に継承しやすくなると考え、様々な視点で研究が進められている。例えば、森は、暗黙知には可視化しやすい部分と可視化不可能な部分があるとして、暗黙知の4階層を提唱している²⁷⁾。

本研究では、技術科における技能学習の場面において生徒が獲得する技能を言語化することの教育効果に着目した。生徒は作業の要点や身体の使い方について、詳細に記述することができるようになるという仮説を立て、検証した。技能の言語化を行うことで、生徒は無意識的に行っていた動作や道具の使い方にも目を向けることができ、着眼点が増えた。その結果、作業の要点や身体の使い方について、より詳細に記述できるようになった。

今後は、技能の言語化によって意識的に捉えることが可能になった要素が、技能向上にどのような影響を与えるかを調査する。

8. 主要参考文献

- 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，開隆堂出版，pp. 18-21 (2018)
- 2) 日本産業技術教育学会・技術教育分科会：技術科教育概論，九州大学出版会，p. 8 (2018)
- 3) 同上，p. 5
- 4) 同上，p. 7
- 5) 大道正樹，松浦正史：中学校技術科の技能の学習における認知と遂行に関する基礎的研究，日本教科教育学会誌，第19巻，第1号，pp. 23-32 (1996)
- 6) 大谷忠：加工技術を習熟し活用する段階における学習過程の最適化，日本産業技術教育学会誌，第56巻，第61巻，pp. 1-10 (2014)
- 7) 有川誠，野方健治：技能測定ドライバーシステムの開発と中学生の巧緻性評価，日本産業技術教育学会誌，第61巻，第4号，pp. 339-347 (2020)
- 8) 小祝達朗，大谷忠：中学生を対象とした「弓のこによる切断」の技能習得に関する指導過程モデルの検証と効果，日本産業技術教育学会誌，第65巻，第1号，pp. 33-42 (2023)
- 9) 土井康作：行為と言語を媒介にしてつくられたイメージの技能習熟の影響，日本産業技術教育学会誌，第37巻，pp. 195-204 (1995)
- 10) 山本利一，森山潤，松浦正史：中学校技術科の金属加工学習における技能的な課題遂行時に生起する生徒の内省構造，日本教科教育学会誌，第28巻，pp. 71-80 (2005)
- 11) PTU 技能科学研究会編：技能科学入門，日科技出版社，p. 6 (2018)
- 12) 紅林秀治，小林健太，高山大輝，江口啓，兼宗進：KINECT センサーを用いた簡易動作分析システムの開発，日本産業技術教育学会誌，第55巻，第3号，pp. 213-220 (2013)
- 13) 福谷遼太，安藤明伸，板垣翔大，高橋秀幸，木下哲男：技術科教育における技能学習管理システムのための木製加工物評価支援機構の提案，情報処理学会論文誌コンシューマ・デバイス&システム，第7巻，第2号，pp. 51-63 (2017)
- 14) 青木麟太郎，紅林秀治：ドライバ操作における手指動作の大学生と中学生の比較，日本産業技術教育学会誌，第63巻，第1号，pp. 1-11 (2021)
- 15) 三宮真智子：自己調整学習とメタ認知で、効率的な学び直しを実現，
<https://www.sentankyo.jp/articles/ccff8767-9e66-4053-a485-0e6706e6cc21> (2023年8月16日確認)
- 16) 自己調整学習研究会：自己調整学習－理論と実践の新たな展開へ－，北大路書房，pp. 14-18 (2012)
- 17) 安東茂樹，城仁士：技術的能力に関する研究－授業過程における自己評価能力の変化－，日本産業技術教育学会誌，第36巻，第3号，pp. 167-173 (1994)
- 18) 諏訪正樹，高尾恭平：パフォーマンスは言葉に表れる－メタ認知的言語化によるダーツの熟達プロセス，人工知能学会，第21回全国大会論文集，pp. 1-2 (2007)
- 19) 諏訪正樹，西山武繁：アスリートが「身体を考える」ことの意味，人工知能学会第2種研究会「身体知研究会」，2009年第3回研究会，SKL-03-04 (2009)
- 20) 清水誠，渡邊文代，安田修一：外化と内省が理解に与える効果維管束の学習を事例に－，理科教育学研究，Vol. 48, No. 2, pp. 45-51 (2007)
- 21) 山本健二：言語化した動きのコツを運動技能の向上にいかすための試み，教育実践研究，第22集，pp. 207-212 (2012)
- 22) 篠ヶ谷圭太，深谷達史：授業での失敗を生かした授業改善の様相－授業ビデオを用いた刺激再生法による分析－，日本大学経済学部研究紀要，85巻，pp. 33-48 (2017)
- 23) 原圭吾，PTU 技能科学研究会：技能科学によるものづくり現場の技能・技術伝承，日科技連出版社，pp. 113-118 (2019)
- 24) マイケル・ポランニー (高橋勇夫訳)：暗黙知の次元，筑摩書房 (2003)
- 25) 佐伯胖，渡部信一：「学び」の認知科学事典，大修館書店，P. 257 (2010)
- 26) PTU 技能科学研究会編：技能科学入門，前掲書，p. 3 (2018)
- 27) 森和夫：暗黙知の継承をどう進めるか，特技懇誌，268号，pp. 43-49 (2013)

【連絡先 樋口 大輔 E-mail: disk03h@gmail.com】

Educational effects of verbalizing skills acquired during skill training - Focusing on descriptions of sawing work in woodworking training -

Daisuke Higuchi¹, Shuji Kurebayashi²

¹Cooperative Doctoral Course in Subject Development in the Graduate School of Education,
Aichi University of Education & Shizuoka University

²Academic Institute College of Education, Shizuoka University

ABSTRACT

The purpose of this study is to clarify the educational effect of verbalizing the skills acquired by students in skill learning in junior high school technology and technical areas of home economics.

Based on the knowledge gained from previous research, we hypothesized that the educational effect of verbalizing skills is that "students will be able to describe the main points of the work and how to use their bodies in more detail than before the verbalization activity."

In order to encourage the verbalization of skills, we used video recordings of work being done and interviews about the main points of the work conducted with students while watching the video. To verify the hypothesis, we conducted a questionnaire survey asking about the main points of the work before and after the embodiment and verbalization activity of the skills. The answers were analyzed from the perspective of changes in the overall amount of description, the number of main points of the work, details regarding the main points of the work, and changes in the description of each stage of the work, and the contents of the experimental group, control group, and experimental group before and after the experiment were compared.

As a result, by verbalizing skills, students were able to focus on the movements and tool usage that they had been performing unconsciously, and this increased the number of points of view. It was found that this enabled them to describe in more detail the key points of the work and how to use their bodies.

Keywords

technical education, verbalization of skills, wood processing, self-reflection, tacit knowledge