

中学校技術科教師が認識する技能習得過程における生徒のつまずき* (金属加工を中心として)

山本利一*¹, 森山潤*²
松浦正史*², 牧野亮哉*³

False Step of Students in Skill Learning Process Recognized by Teachers of Industrial Arts Course at Junior High School (Mainly on Metal Working)

Toshikazu YAMAMOTO*⁴, Jun MORIYAMA,
Masashi MATSUURA and Ryoya MAKINO

*⁴ Faculty of Education, Saitama University,
255 Simo-ookubo, Sakura-ku, Saitama-shi, Saitama, 338-8570 Japan

The investigation is done on the cognition about what degree of false step is caused by the students, when the teachers of Industrial Arts Course at Junior High School guided metalworking work. Questionnairing items are "the degree of false step of student", "the necessity of study for students" and "the existence of instruction experiences of teacher". The investigation was done about the false step of student by the questionnaires and the interviews to the teachers.

As the result, there were the correlations between "the degree of the false step of student and the existence of the instruction experiences of teacher", "the necessity of study for students and the existence of instruction experiences, of teacher", and "the degree of false step of student and the necessity of study for students".

Key Words: Engineering Education, Machine Tool, Tool, Technology Education, Skill Learning Process, Metal Working, False Step, Cognition

1 緒言

新学習指導要領¹⁾が平成14年度より完全実施され、中学校の教育課程では、各教科の学習時間が約15%削減された。中学校技術・家庭科における技術系列は、「木材加工、金属加工、電気、機械、栽培」の5領域が統合されて「技術とものづくり」に、情報基礎領域が「情報とコンピュータ」に再編された。それに伴い、「技術とものづくり」の学習時間は3年間で約44時間となり、改訂前の5領域に配当されていた75~100時間(第3学年時での履修時間や情報基礎の履修時間によって幅が生じる)に比べ激減した。その中で、「技術とものづくり」の学習では、技術を活用する能力を育成する観点から、ものづくりの基礎的・基本的な内

容が重要視されるようになった。また、指導する内容については、改訂前のような細かな規定がなくなり、定められた学習内容を指導する時期や題材については、担当教師の判断にゆだねられるようになった。

このような教育課程の変容に伴い、学校現場では指導内容の厳選が余儀なくされている。これまでの学習指導要領の改訂時には、文部省(現在は、文部科学省に改称された)がカリキュラムに関する事例を提示し、学校への趣旨の徹底を行ってきた。しかし、今回の改訂において、カリキュラム編成に関しては、学校や地域、生徒の実態に応じて学校裁量で立案するものとなり、具体的事例は示されなくなった。そのため、各学校ごとに限られた時間内に効率的な学習を進めるためのカリキュラムを開発する必要が生じている。しかし、新教育課程に準じた技術科教育におけるカリキュラム研究は、学校規模で試行錯誤的に行われているのが実情で、広い視野に立った科学的な研究は見あたらない。そこで、現在の学習指導の現状と技能習得過程における生徒のつまずきや学習指導の必要性につい

* 原稿受付 2003年12月2日。

*¹ 正員, 埼玉大学教育学部(☎338-8570 さいたま市桜区下久保255)。

*² 兵庫教育大学学校教育学部(☎673-1494 兵庫県加東郡社町下久米942-1)。

*³ 正員, 福井大学教育地域科学部(☎910-8507 福井市文京3-9-1)。

E-mail: tyamamot@tech.edu.saitama-u.ac.jp

て調査し、新たな学習カリキュラムを作成するための基礎資料を得ることと、今後、学習カリキュラム開発において検討すべき課題を明らかにすることを本研究の目的とした。本研究では、加工学習の中でも、中学校で初めて学習する金属加工³⁾を中心として、その調査研究を行った。

2 調査

2.1 対象者および調査日時

埼玉県、福井県、山梨県の中学校技術科担当教員（「技術」の免許を有し、2年以上技術科の指導経験のある教員）108名を対象として、2003年6月から8月にかけて実施した。

2.2 調査方法

調査は、質問紙によるアンケート調査とした。また、その結果をもとに、17名の教師に対しては聞き取り調査（インタビュー）により、指導上の具体的課題について回答を求めた。

2.3 調査課題

調査課題として、「金属加工履修時における各種加工作業において、生徒はどの程度つまずくかについて」、「各種加工作業の学習指導の必要性」、「各種加工作業の指導経験の有無」を設定して、これらに関する教師の認識を調査した。回答は、つまずきが多いと思われるものを「5」、少ないと思われるものを「1」とする5件法とした。学習指導の必要性についても同様に、学習指導の必要性があるものを「5」、学習指導の必要性がないものを「1」として回答を得た。

2.4 調査項目

調査項目は、平成元年³⁾および平成10年告示の学習指導要領¹⁾と平成5年および平成14年のK社およびT社の技術・家庭科の教科書^{4)~6)}より、金属加工学習における技能習得を目的とした30種類の作業を抽出してアンケート用紙を作成した。主な調査項目は、工具や機械を活用した「けがき」、「切断」、「切削」、「塑性加工」、「接合」、「鋳造」である。

3 結果および考察

回収した68通のアンケート用紙のうち誤記や空白があるものを除外し、56通のアンケート内容を分析対象とした。

3.1 教師の指導経験の有無

各作業の指導経験を持つ教師数について、図1に集計結果を示す。教師の指導経験が100%である作業項目は、「卓上ボール盤による穴あけ」、「サンドペーパーによる表面研磨」、「弓のこによる切断」、「万力による

材料の固定」であった。また、「やすりによる平面仕上げ加工」、「ポンチによる穴の位置決め」、「タップによるねじ切り」、「ダイスによるねじ切り」、「金切りばさみによる切断」、「けがき針によるけがき」については、90%以上の教師に指導経験があった。指導経験者数の割合が60%以下なのは、「スプレーによる塗装」、「押切りによる切断」、「Vブロックとトースカンによる丸棒のけがき」、「ハンドリベッターによる接合」であり、「各種鋳造作業」、「旋盤による各種加工」は指導経験数が35%以下であった。比較的若い教師の指導経験は少なく、近年では鋳造や旋盤を利用した材料加工が中学校では指導されていないことが示唆された。旋盤による加工や鋳造の学習は、学校の施設や環境が整備されていないと困難であることもその要因の1つと考えられる。

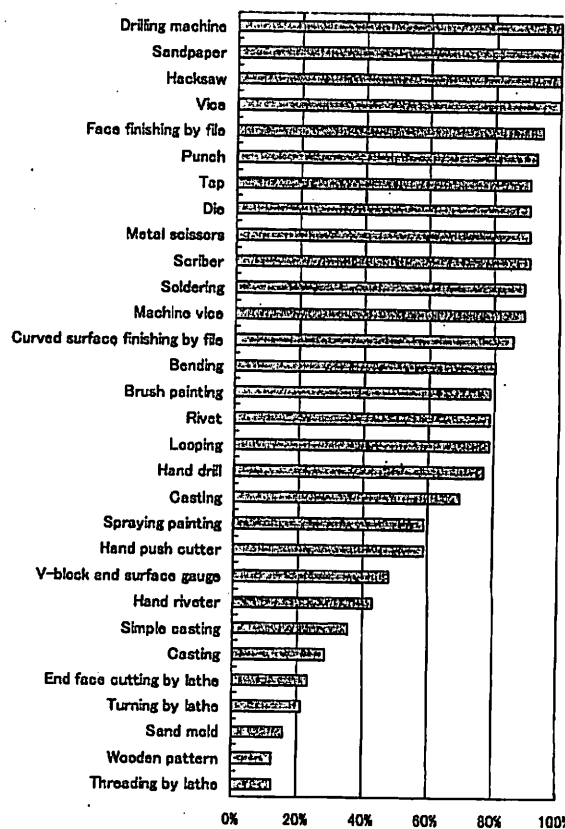


Fig.1 Number of teachers with instruction experience in each work

3.2 教師が認識する生徒のつまずき

教師が認識する各作業のつまずきの度合いについて図2に集計結果を示す。教師が、生徒のつまずきが多いと認識している作業（3.75ポイント以上）は、「旋盤による各種作業」、「タップによるねじ切り」、「ダイスによるねじ切り」、「打ち木と折り台、刀刃による折り返し」、「各種鋳造作業」、「たがねによる切断」

であった。また、つまずきが少ないと認識している作業は、「万力、機械万力での材料固定」、「サンドペーパーによる表面研磨」、「ポンチによる穴の位置決め」、「けがき針によるけがき」、「やすりによる平面仕上げ」、「ハケによる塗装」、「卓上ボール盤による穴あけ」の順であった。

次に、指導経験のある教師と指導経験のない教師による生徒のつまずきの認識について差があるかについて、各作業ごとに分散分析¹⁾を行った。ただし、当該回答度数が10%以下のものについては省略した。その結果、表1に示す「木型(原型)の製作」($F_{(1,54)}=8.39, p<0.01$)、表2に示す「砂型製作」($F_{(1,54)}=6.94, p<0.05$)については、有意差が見られた。このことから、木型や砂型などの鑄造作業の指導経験のない教師は、鑄造作業は生徒のつまずきが多いと認識しており、経験のある教師と認識に差があることが明らかとなった。鑄造作業の指導経験のない教師からは、「教師自身が鑄造を経験したことがない」、「鑄造の指導は難しいと思う」といった教師自身のスキル不足と、「火傷などの大きなけが心配である」、「学校に適切な設備がない」といった安全面や環境面についての意見が聞かれた。指導経験がある教師からも、「教科書での記載がなくなった」、「学習指導要領での記載がなくなった」などの理由で「現在は指導していない」といった、指導課程の変容に伴い指導しなくなったという意見も複数聞かれた。このようなことから、鑄造作業の指導経験のない教師は、教師自身のスキル不足などにより、指導の見通しを立てることが困難であるため、指導経験のある教師と比較し、鑄造作業は難しいと判断しており、そのために生徒のつまずきが多いと推測している。

次に、生徒のつまずきに対する認識が、指導経験年数(A:10年以下, B:11年以上~20年以下, C:21年以上)によって差があるかについて分散分析を行った。その結果、「金切りばさみによる切断」($F_{(2,53)}=33.8, p<0.05$)について有意差があった。表3に、その度数(N)、平均(Mean)、標準偏差(S.D.)を示す。LSD法による多重比較の結果、「金切りばさみによる切断」については、指導経験10年以下の教師は、11年以上指導している教師と比較し、生徒のつまずきの程度が大きいと認識していることが明らかとなった。この作業は、指導経験にともない指導技術が向上すると、生徒のつまずきを減少させることができるため、指導経験の豊富な教師は指導経験が少ない教師と比較して、生徒のつまずきが少ないものと認識しているものと考えられる。

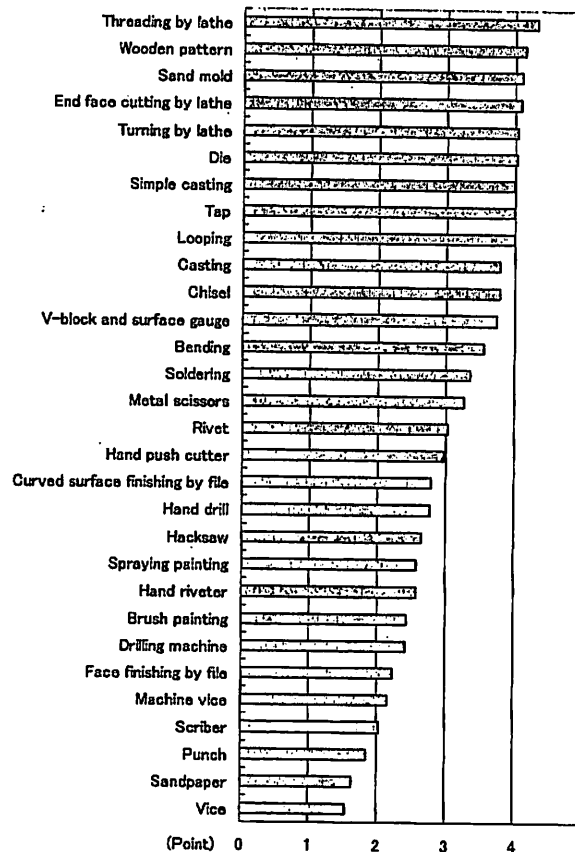


Fig. 2 Degree of false step of student in each work recognized by teacher

Table. 1 Difference of degree of false steps of student by existence of instruction experience of teachers in "wood prototype"

wood prototype	N	Mean	S. D.
With no instruction experience	49	4.29	0.81
With instruction experience	7	3.29	1.03

Table. 2 Difference of degree of false steps of student by existence of instruction experience of teachers in "sand-mold"

Sand-mold	N	Mean	S. D.
With no instruction experience	47	4.23	0.86
With instruction experience	9	3.44	0.50

Table. 3 Difference of degree of false steps of student by existence of instruction experience of teachers in "metal scissors"

Number of experience years	N	Mean	S. D.
2 years ~ 10 years	14	3.93	0.59
11 years ~ 20 years	32	3.06	1.17
More than 21 years	10	3.00	0.89

3.3 教師が生徒に学習させる必要性があると考える作業

教師が認識する各作業の学習指導の必要性について、図3に集計結果を示す。教師が生徒に学習させる必要性が高いと考える作業は、「万力、機械万力による材料の固定」、「卓上ボール盤による穴あけ」、「金切りばさみによる切断」、「サンドペーパーによる表面研磨」、「弓のこによる切断」、「ポンチによる穴の位置決め」、「はんだ付けによる接合」、「やすりによる平面仕上げ」、「けがき針によるけがき」、「ハケによる塗装」、「ダイスによるねじ切り」、「タップによるねじ切り」の順であった。また、学習指導の必要性が低いと考える作業は、「各種鑄造作業」、「旋盤による各種加工」、「Vブロックとトースカンによる丸棒のけがき」、「たがねによる切断」であった。ここで、教師の指導経験の有無と生徒に学習させる必要性の関係を調べるために、各作業ごとに分散分析を行った。ただし、当該回答度数が10%以下のものについては省略した。その結果、表4に示す「やすりによる曲面加工」($F_{0.50}=7.00, p<0.05$)、表5に示す「機械万力による材料固定」($F_{0.50}=10.54, p<0.01$)、表6に示す「はんだ付けによる接合」($F_{0.50}=10.49, p<0.01$)、表7に示す「ハケによる塗装」($F_{0.50}=15.24, p<0.001$)に有意差が見られた。これらの作業は、学習指導要領や教科書にも記載のある学習内容であるが、作業の指導経験のない教師は、学習指導の必要性を低く認識しており、経験のある教師と認識に差があることが明らかとなった。

聞き取り調査から、「やすりによる曲面加工」や「機械万力」を指導した経験のない教師からは、「薄鋼板を使用しているので、指導する必要性がない」、「指導する場面がない」といった、製作題材の作業工程にそれらの作業が入っていないため、指導していないという意見が多く出されていた。指導経験のある教師からは、「金属の曲面加工は、やすりの動かし方が生徒の予想と異なるので、指導すべきである」という意見が出された。また、機械万力の指導に当たっては、「木材加工のように材料を手で固定しボール盤作業を行うことは安全面から問題があり、金属の硬さを学習するためにも、機械万力を指導すべきである」という意見が出された。

はんだ付けの指導経験のない教師からは、「接合には、リベットを使用している」、「大容量のはんだコテがない」、「火傷の危険性がある」といった意見が聞かれた。指導経験のある教師からは、「リベットでは気密のある接合ができないので、指導は不可欠であ

る」、「金属の伝熱の学習に適している」、「金属特有の接合法なので学習させたい」といった、金属の特徴を学習する手段として、はんだ付けの指導を行っているという回答も多かった。

ハケによる塗装の指導経験のない教師からは、「木材に塗装するとき指導するので割愛している」、「金属には、水性塗料は適していないので指導しない」といった意見が聞かれた。近年、有機溶剤を利用した塗料が敬遠されていることも、指導しない理由の1つと推測できる。また、指導経験のある教師からは、「けがき線の傷などは、腐食しやすいので塗装する必要がある」、「鋼板を使っているので塗装する必要がある」という意見も聞かれ、使用する金属材料によっては腐食対策が不可欠であるために、学習指導の必要性を感じていると思われる。

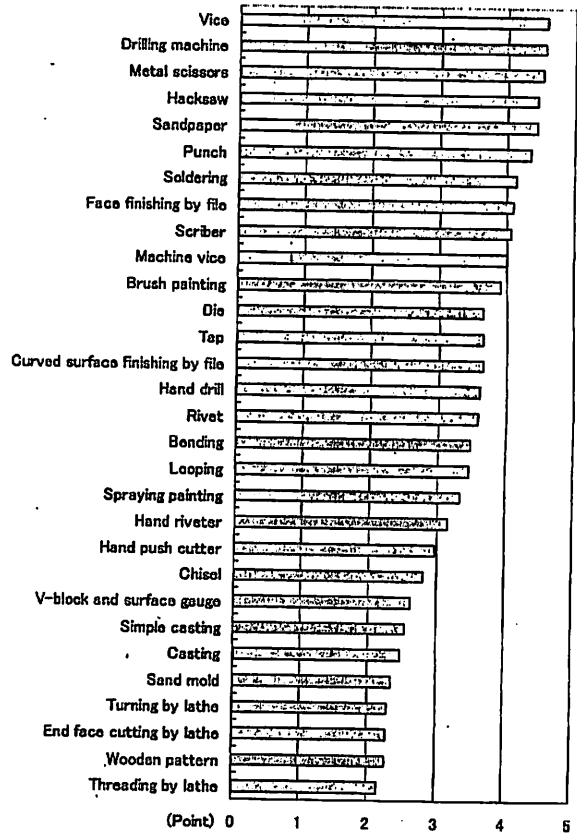


Fig. 3 Necessity for study in each work recognized by teacher

3.4 各調査項目の関係

今回調査した「つまずきの度合い」、「学習指導の必要性」、「教師の指導経験」についての度数の平均 (Mean), 標準偏差 (S. D.), 最小値 (Min.), 最大値 (Max.) を表8に示す。次節に各質問項目ごとの相関関係とその考察を示す。

Table 4 Difference of recognition of necessity for study by existence of instruction experience of teachers in "curved surface finishing by file"

	N	Mean	S. D.
With no instruction experience	8	2.75	1.39
With instruction experience	48	3.79	0.93

Table 5 Difference of recognition of necessity for study by existence of instruction experience of teachers in "machine vice"

	N	Mean	S. D.
With no instruction experience	6	2.83	0.69
With instruction experience	50	4.14	0.94

Table 6 Difference of recognition of necessity for study by existence of instruction experience of teachers in "soldering"

	N	Mean	S. D.
With no instruction experience	6	2.83	1.07
With instruction experience	50	4.30	1.02

Table 7 Difference of recognition of necessity for study by existence of instruction experience of teachers in "painting by brush"

	N	Mean	S. D.
With no instruction experience	12	2.83	1.34
With instruction experience	44	4.20	0.97

Table 8 Result of various investigation items

	Mean	S. D.	Min.	Max.
False step	3.13	0.84	1.54	4.32
Necessity of study	3.45	0.79	2.14	4.59
Instruction experiences	27.5	16.5	7.0	56.0

(1) 教師のつまずきの認識と学習指導の必要性の認識の相関

教師のつまずきの認識と学習指導の必要性の認識について図4にその相関を示す。縦軸、横軸ともにその平均を中央に設定した。相関係数を調べた結果、「教師のつまずきの認識」と「学習指導の必要性の認識」には相関が見られた ($r = -0.77$, $F(1, 2) = 42.4$, $p < 0.01$)。「教師のつまずきの認識」と「学習指導の必要性の認識」には負の強い相関があることから、教師は、生徒がつまずくと認識している作業は学習指導の必要性が低いと考えていることが伺われる。

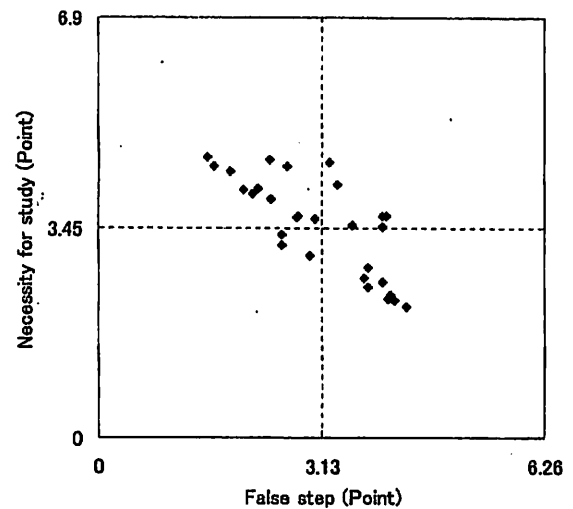


Fig. 4 Correlation between degree of false step of student and necessity for study

(2) 教師の学習指導の必要性の認識と指導経験者数の相関

教師の学習指導の必要性の認識と指導経験者数についての相関を図5に示す。縦軸、横軸ともにその平均を中央に設定した。それらには相関が見られた ($r = 0.542$, $F(1, 2) = 11.7$, $p < 0.01$)。相関係数を調べた結果、これらにはやや強い相関があることから、学習指導の必要性が高いと認識している作業は、多くの教師が指導していることが明らかとなった。

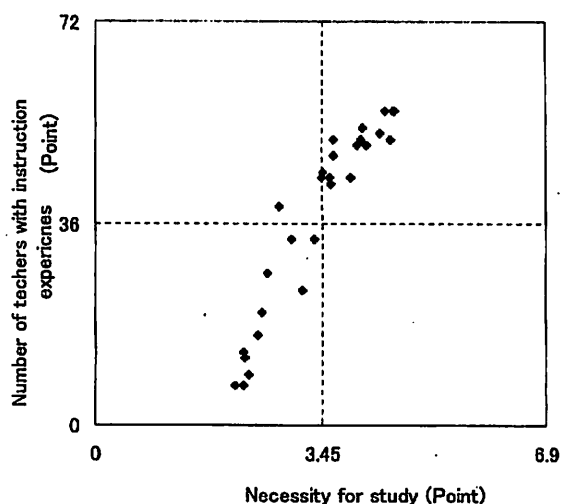


Fig. 5 Correlation between degree of false step of student and number of teachers having experiences in instruction

(3) つまずきの認識の度合いと指導経験者数の相関関係

つまずきの度合いと指導経験のある教師数について

の相関を図6に示す。縦軸、横軸ともにその平均を中央に設定した。その相関係数を調べた結果、これらには相関が見られた ($r = -0.403$, $F(1, 2) = 5.44$, $p < 0.05$)。「生徒のつまずき」と「指導経験のある教師数」には中程度の負の相関があることから、つまずきが多いと認識する作業は、指導する教師数が少ないことが明らかとなった。ただし、「タップ、ダイスによるねじ切り」、「折り台、打ち木、刀刃による折り返し」については例外で、教師のつまずきの認識は高いが、指導経験者数も多い。これは、(2)項に示した「教師の学習指導の必要性」と「指導経験者数」の相関の方が強いと考えられる。すなわち、教師がつまずきは多いと認識していて、学習指導の必要性も認識している作業は、多くの教師が指導していることを示している。

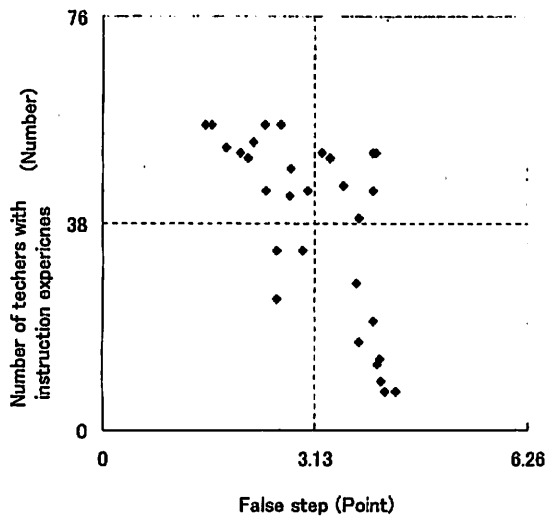


Fig. 6 Correlation between necessity for study and number of teachers having experiences in instruction

3.5 作業の分類

今回調査した作業について、「教師の学習指導の必要性の認識」と「教師のつまずきの認識」、「指導経験者数」について、その度合いの大小で分類を行った。分類の方法は、各作業項目を調査結果の平均値を基準とし、その値より高いものをH、低いものをSで表記することにした。

(1)SSS系の分類項目

つまずきの認識が低く(S)、学習指導の必要性の認識も低く(S)、指導経験のある教師数も少ない作業(S)に分類されるものをSSS系の分類と記す(3作業:10%を占める)。

SSS系の分類に属する作業は、「押切りによる切断」、「ハンドリベッターによる接合」、「スプレーによる

塗装」である。指導経験年数が多い教師は、それぞれの作業を指導した経験を比較的多く持っているが、若い教師は指導経験が少ない。押切りについては、平成14年版の一方の教科書からその作業の説明が削除されたことが要因の1つであると考えられる。また、聞き取り調査において、若い教師からは、「自分自身(教師)がその作業を経験したことがない」という意見が聞かれた。経験年数が多い教師からは、「過去に指導していたが、最近では指導することがなくなった」という意見も複数あった。また、全体として「他の工具で代用できる(押切りは金切りばさみ、ハンドリベッターはリベット、スプレーによる塗装はハケ塗装)」ので、指導する必要性はない」という意見も多く出された。

(2)SHH系の分類項目

つまずきが少なく(S)、学習指導の必要性の認識は高く(H)、多くの教師が指導経験のある作業(H)に分類されるものをSHH系の分類と記す(12作業:40%を占める)。

SHH系の分類に属する作業は、「リベットによる接合」、「ハンドドリルによる穴あけ」、「弓のこによる切断」、「やすりによる曲面仕上げ」、「卓上ボール盤による穴あけ」、「ハケによる塗装(水性)」、「やすりによる平面仕上げ」、「機械万力による材料固定」、「けがき針によるけがき」、「ポンチによる穴の位置決め」、「サンドペーパーによる表面研磨」、「万力による材料固定」である。これは本調査の30の調査項目のうちの12の作業であり、全作業の40%に当たり、最も多くの作業が属する分類である。これらの作業は、比較的安価で単純な工具や機械を活用するもので、生徒のつまずきも少ないことから、学校で指導しやすい作業のため、多くの教師が指導しているものと考えられる。

(3)HSH系の分類項目

つまずきが多く(H)、学習指導の必要性の認識が低く(S)、しかし比較的多くの教師が指導経験のある作業(H)に分類されるものをHSH系分類と記す(1作業:3%を占める)。

HSH系の分類に属する作業は、「たがねによる切断」のみである。聞き取り調査から、たがねによる切断は、指導経験の長い教師は指導経験を持つ作業内容で、「金属の硬さを学習させる作業としては適切である」という意見が聞かれた。しかし、平成14年度版の教科書からは、「たがねによる切断」の記載が見られなくなったことと授業時数削減によって「指導することが困難になってきた」という意見に集約することができる。「たがねによる切断」を加工に加える製作題材として

は、厚さ1 mmの鋼板によるブックエンドに集中していたが、その題材を現在でも製作している教師は聞き取り調査では見られなかった。学習指導要領の改訂により、材料加工の学習が、木材もしくは金属、その他の素材を選択した形態に変容してきたため、金属の性質について学習する機会が減少してきており、教師は「たがねによる切断」の学習指導の必要性を低く捉えるようになってきていると推測される。

(4) HSS系の分類項目

つまずきが多いと認識し(H)、学習する必要性の認識が低く(S)、教師の指導経験の少ない作業(S)に分類されるものをHSS系分類と記す(8作業:27%を占める)。

HSS系の分類に属する作業は、「旋盤によるねじ切り」、「木型(原型)の製作」、「砂型製作」、「簡易鋳造作業」、「旋盤による端面加工」、「旋盤による外面加工」、「鑄込み作業」、「Vブロックとトースカンによる丸棒のけがき」である。鋳造作業と旋盤作業は、学校の設備や環境によって履修の程度が変化する作業である。聞き取り調査から、「金属加工領域に1,2の区別があった時代は、板金以外の作業として、旋盤作業や簡易鋳造を指導した経験があるが、近年では扱わなくなった」という意見に集約された。旋盤作業は機械加工の典型的な作業であるが、「産業教育振興法で機材が導入された時期には活用されていたが、同法が廃止されて機械・器具類の管理・修繕・更新などがなされなくなり、現在は活用できない状態である」という意見も複数聞かれた。

(5) HHH系の分類項目

つまずきが多いと認識し(H)、学習の指導の必要性の認識が高く(H)、多くの教師に指導されている作業(H)に分類されるものをHHH系分類と記す(6作業:20%を占める)。

HHH系の分類に属する作業は、「タップによるねじ切り」、「ダイスによるねじ切り」、「打ち木、折り台、刀刃による折り返し」、「打ち木と折り台による折り曲げ」、「はんだ付けによる接合」、「金切りばさみによる切断」であった。教師は、生徒のつまずきが多くても学習指導の必要性があると認識する作業は、多くの教師が指導している。これらの作業は、比較的単純で安価な工具を活用して行う作業であり、コストの面からも学校に導入しやすい作業である。しかし、比較的単純な工具ではあるが、その活用には熟練が必要であり、技能習得初期の段階の生徒にとってつまずきを起こしやすい作業でもある。これらの工具の活用には運動動作の規定がなく、作業者の運動や力の加減に仕

上がり状態が大きく依存する作業であり、「金切りばさみによる切断」、「打ち木、折り台、刀刃による折り返し」、「打ち木と折り台による折り曲げ」、「はんだ付けによる接合」がこれに当たる。また、2種類以上の動作を同時に必要(動作の協応化)とされる作業として、「タップによるねじ切り」、「ダイスによるねじ切り」がこれに当たる。つまずきを軽減するための適切な指導方法や、教材・教具の開発が求められる作業である。

4 結言

金属加工学習における各種作業の「生徒のつまずきの度合い」、「学習指導の必要性」、「教師の指導経験の有無」について、中学校技術科担当教師を対象とした調査研究を行い、各種作業の中でも、つまずきが少なく学習指導の必要性は高い作業と、つまずきを起こしやすい作業であっても学習指導の必要性が高い作業は、多くの教師が指導しているなど、指導の実態が明らかになり、カリキュラム開発のための基礎資料を得ることができた。

今後は、作業分析やプロトコル分析¹⁰⁾などにより、生徒のつまずきの要因を解明し、効果的な指導方法や教材・教具の開発が検討すべき課題である。学習内容の厳選が求められている中、本研究の結果を新教育課程に基づいた学習カリキュラムの編成に活用していきたい。

参考文献

- 1) 文部省：中学校学習指導要領(平成10年12月告示)解説—技術・家庭編—, 東京書籍(1999)
- 2) 松浦正史, 味村四郎：中学校技術科における金属材料の取扱に関する検討, 日本産業技術教育学会誌, No. 17, pp. 132-135(1975)
- 3) 文部省：中学校指導書技術・家庭編, 開隆堂出版(1989)
- 4) 鈴木寿雄, 他：技術・家庭(上)(下), 開隆堂出版(1997)
- 5) 岡田泰弘, 他：技術・家庭[技術分野], 開隆堂出版(2001)
- 6) 石田晴久, 他：新編新しい技術・家庭(上)・(下), 東京書籍(1997)
- 7) 石田晴久, 他：新しい技術・家庭 技術分野, 東京書籍(2001)
- 8) 田中 敏, 山際勇一郎：新訂 ユーザのための教育心理統計と実験法, 教育出版(1989)
- 9) 山本利一, 牧野亮哉：環境にやさしい塗料を用いた塗装学習, 福井大学教育実践研究, 第25号, pp. 295-305(2000)
- 10) 海保博之, 原田悦子：プロトコル分析, 新曜社(1993)