映像を用いた技能者教育の試みと効果（第1報）

The Trial and Effects of Technician Training Using the Visual

澤 武 一^{※1}
Takekazu SAWA

伊 藤 伸 英^{※2}
Nobuhide ITOH

天 野 高 宏^{※3}
Takahiro AMANO

横 山 淳 一^{※3}
Jyunichi YOKOYAMA

The heritage of skills to the youth is becoming still more important with the aging and lack of the advanced experienced technicians. However, the effective measures for skill tradition are not made in a lot of enterprises. This study thought that teaching method of the advanced experienced technicians is a cause the skill tradition not advanced. And, new skill education using the visual was devised to improve this problem. The young technician understood the point by showing a knack of work with the visual. As a result, the working hours shortened. In addition, machining accuracy stabilized, and the lack of the machining accuracy lowered. Therefore, it found that the visual education could improve young technician's skill than the conventional education. Effective skill tradition can be promoted by the visual education.

Keywords : Skill Succession, Skill Tradition, Skill Education, Advanced Experienced Technicians, Young Technician, Visual

キーワード：技術者教育，技能者，実践教育，物作り，マイスター

1. はじめに

2007年問題や2012年問題と言われるように、日本の製造業では、熟練技能者の高齢化が進む一方で、若年者の製造業離れが著しく、少子化の影響も重なり、生産現場における技能継承と技能伝承が危ぶまれている。また、工業高校や技術専門学校など、ものづくりの基本を教える教育訓練機関では、技能教育（実技実習）の時間短縮や予算の制約、そして、専門知識と高い技能を有した指導者不足などにより、十分な技能教育が行われていない。

このような背景のもと、一部の大手企業では、技能者育成施設を設置し、若手技能者の育成に努め、自社ブランドの確立を図っている。しかしながら、中小企業をはじめとする多くの企業では、技能伝承の危機感を抱いているにも関わらず具体的な対策は進んでいない¹⁾。また、生産現場で技能教育が行われていても、その取り組みが断片的であるため、技能伝承が進んでいないと考える傾向もある。こうした問題に対し、近年では、指導者不足の改善を目的とした技能教育のe-learningシステムや生産システムに技能教育システムを取り入れたソフトウェアの開発も積極的に行われている^{2), 3)}。

さて、技能伝承および技能教育では、仕事の内容を

明確化すること（職業能力体系）と、長期的な人材育成の計画（職業能力開発体系）が最も重要と考えられるが、著者らは、技能教育に携わる業務経験と多くの企業内教育や公設の技能者育成施設を視察し、技能伝承が進まない原因の一つが、指導者の教え方にあることを突き止めた。すなわち、効果的に技能伝承や技能教育が進まないのは、指導者の説明が若手技能者に伝わっていないことが大きな要因で、これは指導者と若手技能者、両者の知識と経験値の違いに起因して発生するものと考察できる。

そこで本研究では、この課題を改善するための方法として、映像を使用した技能教育手法を提案する。従来、映像を使用した指導方法は、スポーツなどの分野で実施されており、姿勢の修正や改造などに成果があることが報告されている⁴⁾。ここで、スポーツも個人の選手が持つ技能と考えれば、ものづくりの技能教育にも映像は効果があると考えられる。なお、本研究で提案する映像を使用した技能教育（以下、映像教育法と呼ぶ）は、従来、スポーツなどで使用されてきた映像の解析や分析による活用とは異なり、技能者教育（ものづくりの技能伝達）における効果的な映像の使用方法について吟味し、その効果を検証したものである。さらに、従来の研究報告では、使用環境などに適応させるための映像システムに関するものが多く、映像自身が持つ教育効果について検討し、報告されたものは見当たらない。本報では、提案する映像教育法を技能者教育施設と企業内人材教育（OJT）で適用し、訓練

平成 22 年 12 月 24 日受付

※1 東京電機大学工学部

※2 茨城大学工学部

※3 富士フィルム株式会社

生の技能レベルを実験的に評価した。その結果、映像教育法で指導した訓練生は、従来の指導法で指導した場合よりも技能レベルが早期に向上し、定着することがわかったので、以下に報告する。

2. 従来の技能教育における課題

2.1 企業内人材教育の課題

図1に、製造業における技能伝承（2007年問題）の取り組みに関して厚生労働省が実施した能力開発基本調査の結果を示す。図からわかるように、技能伝承に対する最も多い取り組みは、退職する熟練技能者を再雇用し、若手技能者の指導者として採用するという回答である。すなわち、多くの企業では、熟練技能者から若手技能者への技能伝承を実施していることがわかる。しかし、ここで盲点となるのは、熟練技能者は、ものづくりに優れた人であって、人材育成（人に情報を伝えること）に優れた人ではないということである。以下では、このような見地に基づき、企業における技能者育成について吟味する。

図2に、熟練技能者が若手技能者に指導する様子を示す。図から、熟練技能者が工作物を指差しながら若手技能者に指導を行っていることがわかる。これは、マンツーマン指導であり、教育訓練方法としては非常に効果がある教育方法である。しかしながら、熟練技

能者から指導を受けた若手技能者の理解度と習熟度は期待したほど高くない場合が多い。この原因に対し、若手技能者に幾つかヒアリングしたところ、熟練技能者の指導内容を十分に理解していないことがわかった。つまり、熟練技能者から若手技能者に情報伝達が上手く行われていないことが主因と言える。一般に、熟練技能者は、自らが培った経験や知識をもとに、自身の概念で説明を行う傾向にある一方で、若手技能者は、知識や経験が浅いため、熟練技能者の説明が十分に理解できないのである。図に示すように、熟練技能者と若手技能者が同じ工作物を見ている場合でも、両者では工作物から見出す情報量に違いがあり、その捉え方の違いが両者の情報伝達誤差の主因であると考えられる。また、本図のように、言葉だけで説明を行うことも情報伝達誤差の1つの要因と思われる。

図3に、図2とは違う観点で熟練技能者が若手技能者に指導する様子を示す。図から、熟練技能者が若手技能者に説明する場合、手振りで説明を行っていることがわかる。このような指導風景は技能教育の現場でよく見受けられる。前述のように、熟練技能者と若手技能者では同じ工作物を認識している場合でもその捉え方が違うのと同様に、両者が抽象的な手振りから描く印象は大きく違っているものと推察され、手振りで行う説明では、情報伝達が上手く行われたいものと考えられる。このように、熟練技能者は、必ずしも情報を伝達する能力に優れているわけではないということに起因し、言葉や手振り、模範提示などで技能を指導する教育方法（以下、従来教育法と呼ぶ）では、熟練技能者から若手技能者への情報伝達誤差が大きく、効果的に技能伝承および技能者育成が進行しないと

図1 製造業における技能伝承の取り組みに関する調査結果⁵⁾

図2 熟練技能者が若年技能者に対し、マンツーマンで指導する様子

図3 熟練技能者が若年技能者に対し、手振りで指導する様子

えられる。このように、熟練技能者は、必ずしも情報を伝達する能力に優れているわけではないということに起因し、言葉や手振り、模範提示などで技能を指導する教育方法（以下、従来教育法と呼ぶ）では、熟練技能者から若手技能者への情報伝達誤差が大きく、効果的に技能伝承および技能者育成が進行しないと

2.2 技能者教育施設における技能教育の課題

表1に、技能者教育施設で技能教育を行う場合に作成される指導案の流れを示す。図からわかるように、一般的に、技能教育は、導入、提示、実習、総括の4段階に分けられ進められる。

図4に、教育訓練施設における技能教育の「導入」の一例を示す。図からわかるように、新しい内容を実習する場合には、一般に、座学形式で

図面やポンチ絵を使用して訓練内容の概要や目標、重要性を説明し、訓練生の気持ちを引きつけることが行われる。ここで、図に示す教育に潜在する課題を吟味すると、訓練内容を説明する主な手段として、図面やポンチ絵が使用され、実際に使用する工作機械や製作する製品を用いた説明はほとんど行われていないことである。つまり、先述したように、初級者にとって、指導者が説明する図面やポンチ絵から実機実物を想像することは困難なため、「導入」の段階において、指導者と訓練生の認識誤差が生じる可能性がある。また、実技実習する工作機械の近くにいるにも関わらず、長時間の座学を行うことは幾分非効率と言える。

図5に、教育訓練施設における技能教育の「提示」の一例を示す。図からわかるように、「提示」では、指導者が実際に実技を行い、作業に必要な勘どころやコツ（技能）を説明する。ここで、本図のように、多

表1 技能教育を行う場合の一般的な指導案の流れ

第一段階	導入	作業の内容とその作業の重要性を説明する。訓練の目標を説明する。学ぶ気持ちにさせる。
第二段階	提示	手順・勘どころ・コツ・急所を言ってきかせ、やってみせる。
第三段階	実習	やらせる。間違いをなおす。繰り返して練習させる。できるまでやらせる。
第四段階	総括	質問を受ける。良い点、悪い点とその修正方法を説明する。次のステップを考える。

図4 技能教育における導入の一例

図5 技能教育における提示の一例

人数教育の場合には、実習する領域の制約もあり、すべての訓練生が指導者の説明する詳細な勘どころやコツを十分に確認できず、指導者が提示する実技の全体的な雰囲気しか把握できない場合が多い。そして、このような傾向は、訓練生の人数が多いほど大きい。

このように、現在、教育訓練施設で実施されている技能教育の課題は、ものづくりに対する知識は広がる一方、技能教育に最も重要な勘どころやコツと呼ばれる技能の意識付けが十分指導されていないことである。すなわち、技能教育は、ものづくりの手段を知っている人材を育成することではなく、ものづくりのできる人材を育成することが目的であり、従来の技能教育法では、実践力のある技能者の育成には不十分な点が多いと思われる。

3. 映像を用いた技能教育の試み

図6に、映像を使った技能教育の様子を示す。図(a)は、従来教育法で指導した訓練生が工作物の外径を測定する様子を示したものである。なお、この測定方法は間違いである。一方、図(b)は、正しい工作物の外径測定の様子を示したものである。図(a)に示すように、従来教育法で指導した訓練生は、「測定する」という作業に集中し、測定の仕方までは意識が向いておらず、測定方法を間違ってしまうものと考えられる。つまり、従来教育法の主体である言葉や手振り、模範提示では、訓練生が作業の勘どころやコツに気が付き、実践し、定着するまでには多くの訓練時間が掛かるといことになる。そして、このような例は、技能教育の現場では日常的に見られる。そこで、従来教育法に加えて、本図に示すような悪い作業例と良い作業例を映像で示し、作業の説明を行った。その結果、上記のような測定方法の間違いが少なくなり、勘どころやコツの実践と定着が早くなることが確認できた。この効果について考察すると、技能向上に重要な勘どころやコツ（作業の一部）を映像で抜き出し、提示することにより、訓練生は作業に必要な勘どころやコツを客観的に捉えることができ、意識付けされるものと考えられる。このように、映像を用いることにより、勘どころやコツの実践と定着が早くなることがわかったので、次に、提示する映像に文字情報を入力し、説明を

(a) 間違った測定例

(b) 正しい測定例

図6 映像を使った技能教育の例

図7 映像装置を使った技能教育の様子

図8 映像装置を使った心出し作業の説明図

加えることにした。これは、映像で単純に技能を意識付けさせるだけでなく、映像に文字情報を付加することにより技能の根底にある理屈や考え方を教えることで、より効果的な技能教育を目的としたものである。そこで、映像にタッチパネルで文字入力のできる映像装置を試作し、本装置を使用した技能教育を行った。

図7、図8に、映像装置を使った技能教育の全体的な様子と説明図の一例をそれぞれ示す。両図は、旋盤作業における「2点心出し」の説明を行っている様子である。なお、「2点心出し」とは、旋盤作業において、勘どころやコツが必要な作業の一つで、初心者が最も苦手とする作業である。図からわかるように、試作した映像装置を使用して映像に文字を入力しながら説明を行うことにより、言葉だけでは表現できない詳細な部分まで正確に解説することができる。さらに、映像は拡大表示できるため、多人数教育の場合でも、すべての訓練生に対し十分な説明が可能となる。また、ポンチ絵などを必要とせず、実技実習する工作機械の傍で立ったまま説明を行うことが可能で、非常に効率のよい教育方法と言える。そして、従来教育法では、言葉や手振りなど抽象的な説明が行われ、指導者と訓練生では、同じ対象物を見ても両者が異なった捉え方をする傾向にあり、情報伝達が上手いかわからない基本的な課題があったが、本装置を用いた説明では、文字情報が加わることにより、指導者と訓練生はほぼ同じ認識が持てるようになり、知識や経験の違いによる捉え方

図9 従来教育法と映像教育法で指導した場合の2点心出し作業時間の比較

図10 従来教育法と映像教育法で指導した場合の2点心出し作業時間の短縮割合

の差も幾分は解消されることが考えられる。このように、技能教育に映像を用いることにより、従来教育法に潜在する課題をある程度改善できると言える。

4. 技能レベルの定量的評価

本報で提案する映像教育法が訓練生の技能レベルに及ぼす効果を検証することを目的として、技能者教育施設と企業内人材教育現場で映像教育法を適用し、訓練生の技能レベルを実験的に評価した。

4.1 技能者教育施設における映像教育の効果

図9に、同一の訓練生に対し、従来教育法と映像教育法で指導した場合の2点心出し作業に要した時間を比較して示す。図に示すように、すべての訓練生において、従来教育法で指導した場合よりも映像教育法で指導した場合の方が2点心出しの作業時間が短くなっていることが確認できる。図9で示した各訓練生と2点心出し作業時間の関係を、作業時間の短縮割合と訓練生数の関係に置き換えたものを図10に示す。図に示すように、映像教育法では、従来教育法よりも50%以上作業時間を短縮した訓練生が多いことがわかる。本実験では、同一訓練生に対し、はじめに、従来教育法で指導した後、心出し作業を行い、次に、映像教育法で指導し、もう一度心出し作業を行った。すなわち、訓練生は心出し作業を2回行うため、作業に慣れが発

(a) 技能教育に映像は必要か？

(b) 映像を使った技能の説明は分かり易いか？

図11 映像教育法に関するアンケート調査（調査数：30人）

生することになる。しかしながら、2回目の作業で作業時間を50%以上短縮することは技能教育経験上ほぼ不可能であることから、これらの訓練生は、作業に慣れたことが作業時間短縮の主因ではなく、映像教育を行い、心出し作業における勘どころやコツを十分に理解し、実践できたことが大きな要因と推察できる。したがって、映像教育法は、作業に必要な勘どころやコツを的確に伝えることができ、訓練生の技能向上に効果があると言える。この一方で、作業時間を10～20%短縮した訓練生は、映像教育法の効果よりも心出し作業の慣れが主因で作業時間を短縮できたものと思われる。今回実験を実施した訓練生に対し、映像教育法に関するアンケート調査を行った。図11に、アンケート結果を示す。図(a)に示すように、「技能教育に映像は必要か」という設問に関して、「必要」と回答した訓練生が80%であった。この結果から、多くの訓練生は、技能教育に映像を用いることを有意義に考えていることがわかる。一方、「不必要」と回答した訓練生は20%である。この20%の訓練生は、模範提示や言葉などで指導する従来教育法でも、勘どころやコツを理解できる、または、ものづくり（技能）に対する感性の優れた訓練生であると思われる。すなわち、映像で勘どころやコツを示さなくても感性で理解し、実践できる人材であると思われる。そして、この傾向は、図10に示した結果とよく一致している。このことから、映像教育法は、すべての訓練生に対し効果があるのではなく、従来教育法では勘どころやコツを十分に捉えられない訓練生に対して、特に効果が大きいと言える。そして、図(b)に示すように、「映像を使った技能の説明はわかり易いか」という設問に関して、「わかり

図12 熟練技能者が若手技能者に映像機器を使って製品製作に必要な技能を教える様子

やすい」と回答した訓練生は100%であり、「わかりやすい」という観点では、すべての訓練生に対し、映像教育法は一定の効果があることが伺える。

4.2 企業内人材教育における映像教育の効果

図12に、熟練技能者が若手技能者に映像機器を使って製品製作に関する勘どころやコツを教えている様子を示す。図から、熟練技能者は、映像機器を用いて映像に矢印や線を入力しながら指導し、若手技能者は、指導者と同じ映像を見ながら説明を聞いていることがわかる。ここで、重要なことは、前述したように、熟練技能者は、ものづくりに優れた人であって、教育に優れた人ではないということである。しかしながら、図に示すように、教えた作業を映像で示し、映像機器を使用して文字や図形を入力することにより、熟練技能者は作業に必要な勘どころやコツをわかりやすく教えることが可能になる。すなわち、映像機器が熟練技能者の指導力を支援していると言える。また、映像を示しながら指導することが、自身が保有する技能を教える立場で客観的に見直す機会になるため、映像教育法は、熟練技能者を指導者として成長させる効果もあると考えられる。この一方、若手技能者は、熟練技能者が説明する映像を見て、勘どころとコツを理解し、また、熟練技能者の説明が不十分な場合には、映像を介して質問することができる。このように、従来教育法では、熟練技能者から若手技能者に一方的に情報を伝えるという指導であったが、映像教育法では、映像を通して、指導者と受講者が互いに情報を共有することで、コミュニケーションが成立し、熟練技能者の指導力と若手技能者の理解度が互いに向上することが期待できる。

図13に、実技訓練回数と加工精度の不足率の関係を示す。図から、従来教育法を行った訓練10回まででは、訓練回数が増加しているにも関わらず、加工精度の不足率は高く、またそのバラツキも大きいことがわかる。このことから、実技訓練により若手技能者の技能が効果的に向上しているとは言えず、技能教育の成果があまり見られないと言える。一方、映像教育法を導入し

図13 訓練回数と加工精度の不足率の関係

た訓練回数11回以降では、加工精度の不足率が比較的低くなり、バラツキが一定値に収束していることがわかる。すなわち、映像で作業に必要な勘どころやコツを掴んだことにより、若手技能者の技能が一定レベルに達し、定着したと言える。

図14に、訓練日数と製品の加工時間の関係を示す。なお、製品を完成させるための規定加工時間は5時間30分で、この時間以内で加工することが目標である。図から、訓練日数が30日では、訓練日数が増加するに伴い、加工時間が幾分短くなっている傾向にあるが、バラツキが大きく、安定した技能レベルには至っていないことがわかる。一方、映像教育法を導入した訓練日数31日以降では、加工時間が短くなり、そのバラツキも小さくなっていることがわかる。さらに、規定時間以内に加工できる回数が増えていることから、訓練生は安定した技能レベルを身に付けていることが認められる。そして、これらの結果が、映像教育法を適用した後、約15日間で表れていることから、映像教育法は、早期に技能を向上させ、定着させる効果があると認められる。このように、教育を専門としない熟練技能者が技能指導を行う企業内訓練でも、映像教育法は適用可能であることがわかった。

5. まとめ

本研究では、言葉や手振り、模範提示で指導を行う従来の技能教育に潜在する課題を吟味し、この課題を改善する方法として、映像を用いた技能教育法を提案した。そして、提案した映像教育法を技能教育施設と企業内人材育成に適用した。その結果、以下のような結論を得た。

- 1) 技能向上に必要な勘どころやコツを映像で提示することにより、訓練生に勘どころやコツを客観的に捉えさせることができ、意識付けさせることができる。これにより、技能の定着が早くなる。
- 2) 映像教育法を受講した訓練生は、従来教育法を受講した場合よりも、旋盤作業における2点心出し作業の作業時間を50%以上短縮できた。

図14 訓練日数と加工時間の関係

- 3) 映像教育法を受講した若手技能者は、従来教育法を受講した場合よりも、製品加工時間を短縮できた。さらに、加工精度の不足率とバラツキも小さくなり、若手技能者の技能レベルが向上、定着することを確認した。

謝 辞

本研究にあたり、熱心にご指導頂いた、高度熟練技能者である元日立中央研究所 福島喜久男先生、ならびに、富士フイルムオプティクス株式会社 青木秀夫先生に厚く御礼申し上げます。

参 考 文 献

- 1) 衆議院調査局：最近の企業動向等に関する実態調査, 日刊工業新聞(2月8日記事), 2008
- 2) 高橋秀俊, 小尾昭裕, 板本悠一, SUKUSAWAT Bandit, 平岡弘之, 井原 透：技能教育を支援する New OJTシステムの開発, 精密工学会誌, 72-11, pp.1429-1433, 2006
- 3) 奥井洋平, 井原 透：技能向上支援生産システムにおけるソフトウェア構成法, 精密工学会誌, 73-1, pp.161-165, 2007
- 4) 篁俊市郎, 斎藤隆文, 田中秀幸：スポーツ指導のためのビデオ映像処理, 情報処理学会研究報告, 15-1, pp.37, 2003
- 5) 厚生労働省：能力開発基本調査, 2006

著 者 紹 介

澤 武一
 1999年 職業能力開発総合大学校卒業
 2005年 熊本大学大学院修了
 2005年 職業能力開発総合大学校 助手
 2010年 東京電機大学工学部 准教授
 専 門 砥粒加工, 精密加工, 技能教育,
 技能伝承
 所属学会 砥粒加工学会, 精密工学会