

LK-008

中小製造業における熟練技能者と若手技能者の コミュニケーションモデルに基づく e-Learning System の開発

A development of the e-learning system based on the communication model of
between skillful workers and a young workers in a minor manufacturing industry

白沢 勉†
Tsutomu Shirasawa

赤倉 貴子‡
Takako Akakura

1. はじめに

近年、わが国の製造現場では高度成長を支えてきた技能者達の引退が始まっている。また、1990年代に入ってから円高により国内の生産活動はアジア諸国に対し大幅なコスト高となり、その結果、海外生産は加速した。これら企業の海外移転による「産業の空洞化」は、中小製造業の減少を招いている。さらに、1990年代後半からは「技術・技能の空洞化」がクローズアップされるようになった。その背景には、技能や技術は一旦その継承がとぎれると復元することは非常に困難であるという危機感の高まりがある。このような状況を打開し、日本の中小製造業が競争力を維持していくためには、新たな技術開発が必要である。

一方、モノ作りには基礎技能を習得することが不可欠である。加工設備の高度化が進んでもモノを実際に作る時に必要な感覚や経験が無ければ高度なモノ作りは出来ない。実際の製品を作る過程における OJT では十分な教育はできず、体系的な Off-JT が必要である。

このような状況を踏まえ、2003年初頭に研修の実施やマンツーマンでの指導などが困難である中小製造業に向けた e-Learning System を開発した。これまでに開発してきたシステムは熟練技能者の技能について映像を利用した教材で教育するものであったが、本研究では熟練技能者が若手技能者の製作した製品を Web 上で見て評価するコンテンツを実装し、試用をおこなった。

2. 中小製造業の技能教育の実態

東京都労働経済局が発行した都内中小製造業の技術・技能集積と人材育成に関する調査報告書[1]によると、技術・技術の継承状況を従業員規模別に見てみると、従業員規模が小さくなるにしたがい「計画的に継承を考えている」企業が減少する傾向がみられる(図1)。

また、中小企業総合研究機構が実施した全国の中小製造業に対するアンケート調査[2]によると、教育の現状は時間的余裕がない等の問題から「基本的に人による伝承と蓄積」が中心であるものの、将来的には「マニュアル化」「データベース化」を視野に入れていることがうかがえる(図2)。

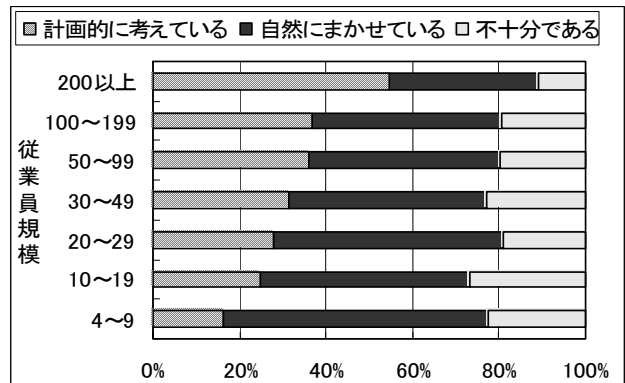


図1. 従業員規模別に見た技能・技術の継承状況

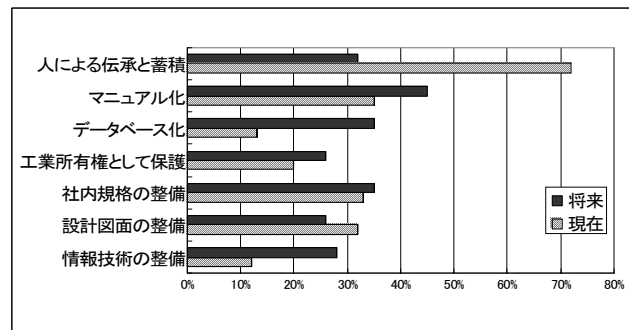


図2. 技能・技術者の教育方法

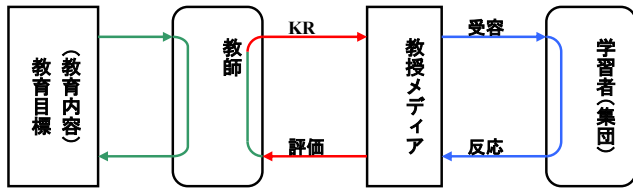
3. 熟練技能者と若手技能者のコミュニケーションモデル

従来、教育の場には「教授学習過程」という考えが存在し、教師と学習者が相互にやりとりするとされている。この教師と学習者のコミュニケーションを円滑にするために「教授メディア」が必要になる。この考えを基にした学校教育に関するモデルは、坂元[3]を初めとして数多く存在し、これまでに多くの議論がなされてきたが、これらのモデルの多くは教師が授業をシステムとして捉え「設計・実施・評価」の繰り返しによってシステムを改善することを前提としていた(図3)。

しかしながら、中小製造業の現場では熟練技能者に頼った生産をしているために、熟練技能者が若手技能者の教育のみに携わるのは時間的制約から困難であるといえる。そのため、Web上のシステムで映像を利用した教材を設ける必要があると考えた。

† (株)小川製作所: 東京理科大学大学院工学研究科

‡ 東京理科大学工学部



KR : Knowledge of Results

図3. 学校教育における教授学習システムのモデル

これまでに開発してきたシステム[4][5][6]は熟練技能者の技能を撮影した教材である (図4; A) . 若手技能者はその教材を見て (図4; B) 掲示板に質問を投稿する (図4; C) の3段階であった. さらに, 本研究では若手技能者の作った製品を映像化し (図4; D) , それを熟練者が Web 上で見て評価し掲示板にコメントする (図4; E) . これにより熟練技能者は時間的制約を受けることなく「実施・評価」を繰り返すことができる. また, 学校教育における教授学習過程に照らすと, これらの過程が熟練技能者と若手技能者のコミュニケーションを円滑にすると考えられる. 以上を基にした中小製造業における熟練技能者と若手技能者のコミュニケーションモデルを図4に示す.

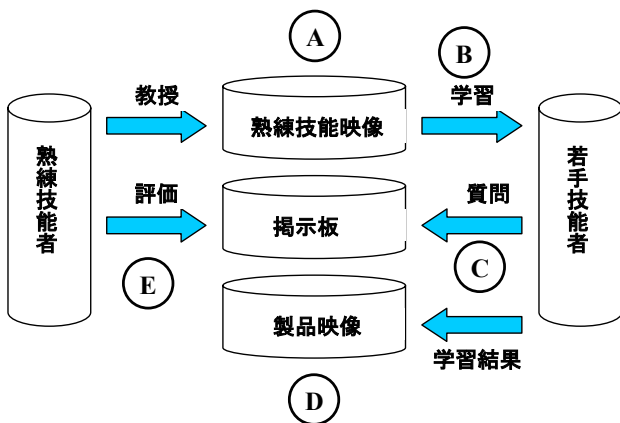


図4. 中小製造業における熟練技能者と若手技能者のコミュニケーションモデル

先行研究[4][5][6]においては, 図4中 A, B, C の部分を開発し, 若手技能者の技能向上に役立ったと考えているが, 本研究ではさらに D, E の部分の開発を行った.

4. 開発した e-Learning System 概要

本システムは, 余暇を有効に利用する技能者のための生涯学習コンテンツとして自社に必要な技術に沿った資料やテストを提供するという目的も持つ. 本章では, A 社に導入している「板金加工 e-Learning System」について概要を述べる.

4.1 教材

図4中のAを図5に示す.

教材は次の8種の作業工程ごとに文書型教材と映像型教材に分かれている. 教材には「レーザー」「タレットパンチプレス 1」「タレットパンチプレス 2」「ベンダー」

「スポット溶接」「溶接」「旋盤・フライス」「機械加工・仕上げ」がある.

文書型教材はノギスの測定法やドリルの研ぎ方など基礎技能を中心に市販の書籍を基にマニュアルを作成した. 映像型教材は教材作成者が熟練技能者の技能をビデオに撮り, その映像を利用する. 対象とする作業は NC 加工機の操作や金型の取り付け方法などで, 熟練技能者からの注意事項などは文書化して映像と合わせた教材にする. これにより従来, 言葉で表すのが困難であった作業のマニュアル化が可能になった. また, Web 上のシステムであるため, 若手技能者はビデオに収めた熟練技能者の作業を社内からだけでなく自宅でも見ることが出来る.

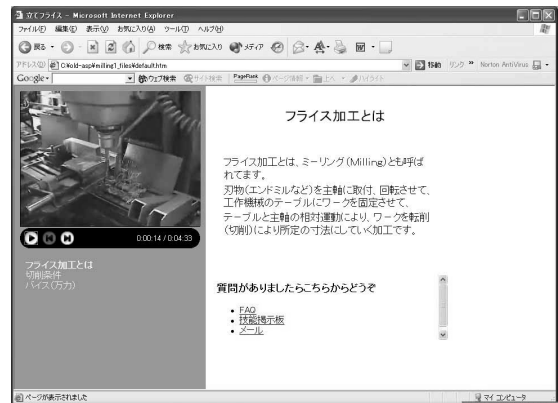


図5. 映像を利用した教材

4.2 技能テスト

A 社にある 4.1.1 項で述べた 8 種の作業工程について, 各 10 題, 合計 80 題からなる「多能工度自己確認テスト」を Web 上で実施することができる. 回答は「〇〇を知っていますか?」や「〇〇のような作業ができますか?」という問に対して「はい」「いいえ」と 2 択式になっている. 結果は 8 工程を軸としたレーダチャートで表示され, システムのサーバに保存される. さらに, 過去に行ったテスト結果の参照や利用者全員の平均との比較も可能になっている (図6) . この機能により, 被験者の習得技能の可視化が可能になっている.

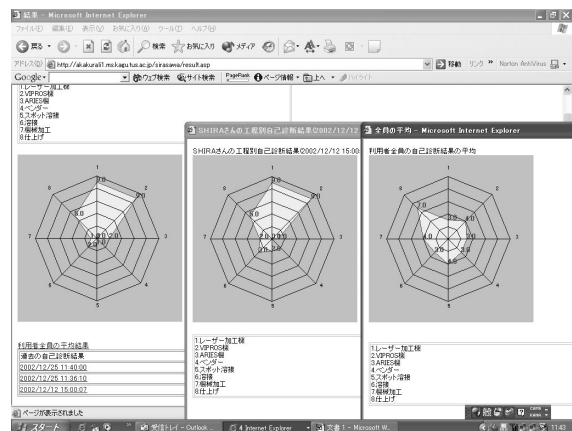


図6. テスト結果確認画面

4.3 情報共有

掲示板機能を利用してビデオに収めた技能についての問題を全員で共有し、解決することができる。若手技能者は教材を見た後、実際に作業を行いそこで感じた質問や疑問点を掲示板に投稿する。これを見て熟練技能者は掲示板に回答し、教材に修正の必要があれば教材作成者に伝える。教材作成者は、掲示板上の質問と回答を整理し、FAQ 型のデータベースを作成する (図 7)。また、熟練技能者の依頼を受けて教材を更新する。このことにより、従来、暗黙知であった技能が形式化され常に自社に適合した教材を提供することができる。

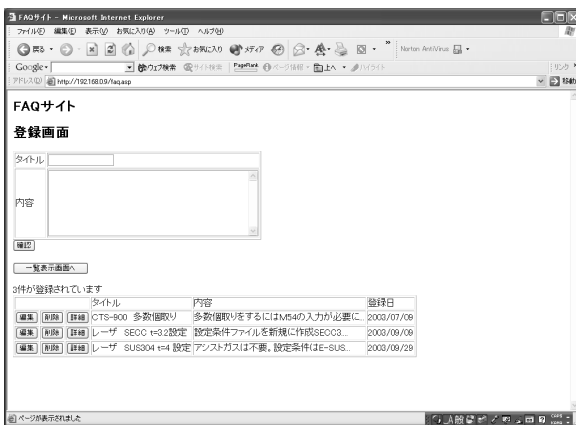


図 7. FAQ 登録画面

4.4 評価

これまでに開発したシステムを板金工場 A 社の技能者 13 名に対して、6 ヶ月間の試用を行い導入効果の検討をしたところ、システム利用回数の調査の結果では利用回数 21 回以上、インターネット利用頻度の調査の結果では週に 2 ~ 3 回以上利用、さらに、システム利用者の年齢別調査の結果では 30 歳代の利用者で得点が上がったことが確認できた[6].

また、「板金加工 e-Learning System」で新たに必要とする機能と改善すべき機能について評価を求めた。その結果を表 1 に示す。

表 1. 必要とする機能

教材	利用者の意見
文書型	加工トラブルや不良製品の DB が欲しい 教材の写真は自社の設備の写真を使った方がわかりやすい
映像型	若手技能者の技能、または作った製品をビデオに撮り、それを熟練技能者が見てコメントする機能
技能テスト	回答は 5 段階の方が良い 携帯電話から利用できると良い

5. 新たに開発した製品評価コンテンツ

図 4 中の D を図 8 に示す。

4.4 節において、システムの利用者から必要とする機能として挙げられた「若手技能者の技能、または作った製品をビデオに撮り、それを熟練技能者が見てコメントする機能」について、Web 上で製品を見ることができコンテンツを新たに開発した (図 8)。映像は Apple 社の QTVR (QuickTime VR) の技術を利用し、マウスクリックによって 360 度、自由に製品を見ることが可能である。このような技術を利用することにより、熟練技能者は若手技能者の作った製品をよりリアルな形で見る事ができる。また、システムの掲示板を利用することにより時間的、空間的制約を受けずに評価をすることが可能である。

A 社において評価コンテンツの試用を行った。内容は若手技能者が研磨したドリルを映像化し、それを熟練技能者が web 上で見て、システムの掲示板に評価を書き込むこととした。熟練技能者から得られた意見を表 2 に示す。



図 8. 若手技能者が製作した製品映像

表 2. 熟練技能者から得られた意見

熟練技能者の意見

- 刃がたっている (鋭角)
- 逃げ角がつきすぎている (0 度方向へ修正)
- 刃に沿った傾斜になっていない部分がある
- 切削面が R になるようにする
- 刃先が削れている部分がある
- 見本を見せて説明する必要がある

結果としては「刃に沿った傾斜になっていない部分がある」といったように細かな箇所に対する意見が多かった。しかしながら一方で、「見本となる製品を深く知る必要がある」など、システムに関する課題もあげられた。

次に熟練技能者から得られた意見を反映した映像を作成し若手技能者に見てもらった (図 9)。若手技能者から得られた意見を表 3 に示す。



図9. 熟練技能者のコメントを反映させた映像

表3. 若手技能者から得られた意見

若手技能者の意見

様々なアングルから見たコメントを見て、今までで意識していなかったポイントを知ることができた
 角度や形状についてのコメントがリアルタイムでわかりやすく参考になった
 映像化されたことで熟練技能者に聞くことなく何度でも見ることができるようになった

すなわち、図4中Dの製品評価コンテンツを構築したことにより、以下の点で効果があったと考えられる。

若手技能者が、自ら製作した製品に対して熟練技能者のコメントを反映した映像を見ることで、製品を作るために有用な情報を多く得ることができた。また、画面上であらゆる角度から製品を見ることで、既存の文書型教材には無い、言葉で表現できない微妙な位置や角度について、熟練技能者のコメントを的確に伝えることが可能となった。さらに、若手技能者は熟練技能者の作業を妨げることなく何度でも熟練技能者のコメントを見ることができるようになった。

6. まとめと今後の課題

本研究では、中小製造業における e-Learning System の課題であった熟練技能者による評価について、熟練技能者と若手技能者のコミュニケーションモデルに基づいて製品評価コンテンツを構築し、その評価を得た。評価の結果、若手技能者からは、様々なアングルから見たコメントやデータ化したことで何度でも見ることができるとの意見を得ることができた。熟練技能者からは実際の製品を手にしてると同等の詳細なコメントを得ることができ、その情報を若手技能者に伝えることが可能になった。しかしながら、熟練技能者から若手技能者に対して、見本となる製品を深く知る必要があることが指摘された。

今後の課題として、若手技能者の製品不具合箇所に対応する見本について教材を作成したい。また、熟練技能者に

よる若手技能者の製作した製品の得点化を行うことにより、技能評価をより客観的なものとしていきたい。

参考文献

- [1] 東京都労働経済局, “都内中小製造業の技術・技能集積と人材育成に関する調査報告書,” 東京都政策報道室都民の声部情報公開課, 東京都, 1999.
- [2] 中小企業庁, “中小企業の新しいものづくり -IT 時代の中小製造業の展望-, ” 財団法人 通商産業調査会, 東京都, 2000.
- [3] 坂元昂, “教育工学の原理と方法,” 明治図書新書 65, 1971.
- [4] 白沢勉, 赤倉貴子, “中小製造業における Web を利用した教育システム導入効果の検討(1), ” 信学総大 2003, pp.220,2003.
- [5] 白沢勉, 赤倉貴子, “中小製造業における Web を利用した教育システム導入効果の検討(2), ” 信学技報 ET2003-32, pp.19-24,2003.
- [6] 白沢勉, 赤倉貴子, “中小製造業における技能教育モデルに基づく Web 利用教育システムの開発,” 日本教育工学会論文誌 Vol.27 Suppl., pp.169-172, 2003.