

高度技能伝承のためのマルチメディアコンテンツ開発

長島 孝[†], 横山淳一[†], 松田信一[†], 中平勝子[‡], 福村好美[‡]

[†]フジノン株式会社 〒331-9624 埼玉県さいたま市北区植竹町 1 丁目 324 番地

[‡]長岡技術科学大学 〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町 1603 番地の 1

E-mail: [†]{t-nagashima, yokoyama, matsuda}@msv.fujinon.co.jp,

[‡]{katsuko, fukumura}@oberon.nagaokaut.ac.jp

概要: 日本の製造業においては、暗黙知である高度技能の伝承が注目されている。高度技能は熟練者と被伝承者との長期間にわたる体験共有により継承がなされてきた。少子高齢化の傾向の中で、伝承期間の短縮と同時に被伝承者の成長が望まれていた。ここでマルチメディアのeラーニングを応用して、新たに開発した簡易編集機能により、熟練者による技能実演収録画像にノウハウ上のポイントを抽出して形式知化して明示した。新たな技術知識を含めて製作した教材のポイントを、納得ゆく繰返再生を被伝承者の意思で簡単にでき、従来と比べて短期間で技能五輪に出場可能な選手を育成することができた。

キーワード: 技能教育の情報化, マルチメディア, 簡易編集, バーコード

Development of Multimedia Contents for High Technical Skill

Takashi Nagashima[†], Junichi Yokoyama[†], Shinichi Matsuda[†], Katsuko T. Nakahira[‡], Yoshimi Fukumura[‡]

[†]Fujinon Corporation 1-324 Uetake-machi Kita-ku Saitama-shi Saitama 331-9624 Japan

[‡]Nagaoka University of Technology 1603-1 Kamitomioka-machi, Nagaoka-shi Niigata 940-2188 Japan

Abstract: Recently, Japanese production activity is focusing for high technical skill transfer to next generation. A high technical skill has been usually transferred by collaborated work between high skill worker and follower, but it has been not so success. New multimedia contents of high technical skill are proposed, which has utilized e-learning with the multimedia like a video record consisting from actual high skill worker's technique. This multimedia as explicit knowledge has developed by new easy editing system. So, the follower was easily able to learn by review himself for the multimedia until full understanding. Employing those contents on the training for Japanese Skills Competition, members of our team are successfully gotten to short period coaching.

Keyword: technical skill training, education, multimedia, easy editing, bar code

1. はじめに

日本の製造業は、低コスト実現や貿易摩擦回避のために、生産拠点が次々に海外移転し、生産実体の空洞化が問題となっている。その中で、高度で高難度の技術が生産の競争力の源泉として見直されてきている。高難度技術は、高度な生産設備に依存することは勿論であるが、使いこなす高度の技術知識と高度の技能が必要である。

また、定年を迎える「団塊の世代」の持つ暗黙知である

経験知の伝承は重要であり、受け継ぐ若年労働者の減少傾向の中で、熟練者の再雇用や定年の延長のみで解決できる問題ではない。競争力の源泉となってきたものづくりの暗黙知は的確に伝承されるべき知の財産であり、何らかの形で有効利用される方策が望まれる。

「現代の名工」の指定や「技能五輪」の開催等に見られるように、多様なものづくりの世界の技能伝承は、社会的に重要視されてきている。また終身雇用が見直され、生産

需給に応じて製造現場への人材派遣が進んできたことから、経験の無い派遣労働者へ、必要とされる知識や技能を迅速かつ的確に教育する必要がある。つまり、技能伝承に代表される製造現場の暗黙知は、高度なものに限ることなく重要である。このような課題認識の企業は、多くの場合 e-learning を取り入れつつある。

しかしながら、企業の個々の事情や特性を考えると、一般化された電子情報を編纂したコンテンツのみでは、その企業にとって、競争力の源泉である差別化を生み出す固有技術の伝承には不十分である。しかし自社なりに、固有技術を中心としたコンテンツの材料を取材し編集するには、膨大な労力が必要である。また、これを実行する新たな教育体制の整備は、人件費を圧縮したい企業にとっては極めて大きい負担であり、一部のゆとりある企業に限られて行くことになる。

技能教育に使用されるコンテンツは、従来、熟練者のビデオ映像、工程ごとのスナップ写真および見本等が中心である。また、現場・現実・現物の把握が何よりも重要で、被伝承者の成長には原理・原則の理解も必要である。

これらは、熟練者がやってみせる範囲も時間も限定され、記録したビデオ情報も冗長部分を含んで膨大であり、簡単に望みのポイントが検索できず、せっかく収集したメディアが有効に活用できる状況ではない。

本研究では、電子化画像を中心とするマルチメディア情報を、簡易な操作で容易に編集し利用できるツールを用いてコンテンツを制作し、技能五輪参加選手の教育に試用し、その有効性を確認したので報告する。

2. 技能教育への適用

2.1 技能教育の実務的な考え方

図1は技能伝承の場面におけるマルチメディアの必要性を示す。

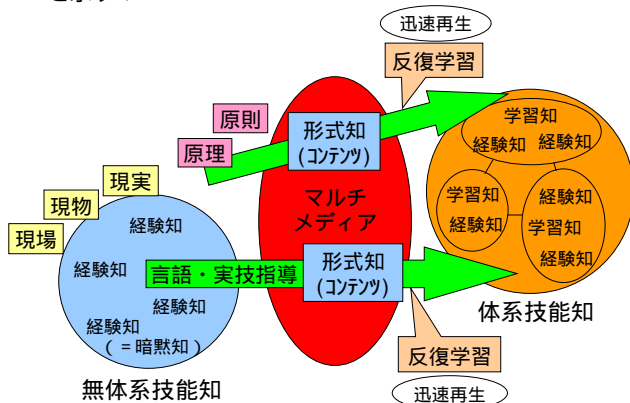


図1 技能伝承とマルチメディア

熟練者と被伝承者の間をとりもつものとして、やって見せる、やらせてみせる、良いところは褒め、至らないところは再びやらせてみせる共体験の実技演習が多い。しかしながら、ゆとりが取れた例外を除けば現実的には双方が密着した共体験は乏しいことが多い。

従って、被伝承者の主体性も重要であり自身による反復学習は望ましい。このようなときに、随時、伝承内容を確認する必要性に迫られ、ここに伝承内容を記録したメディアやサンプルの確認したいポイントの迅速再生が必要となる。

その内容は、現場・現実・現物という3現主義といわれるリアリティの確保の必要がある。更には、水平伝承から高まりを期待しその内容を含める伝承となると、原理や原則を併せて理解させ、本質も理解させたいという願望が生まれてくる。そのため、実技指導の他に原理・原則をわかりやすく伝えるメディアが必要となる。

製造現場の改善活動の進め方については、現場・現実・現物といった現実直視の方法である3現主義が知られており、原理・原則を加えた5ゲン主義¹⁾が古畑友三氏により提唱され、多くの現場で活用されている。

結果として、被伝承者の成功を予感する体験と学習による知の獲得が重要となってくる。これらのことは、技能伝承に限ったことではない。技能は技術との組み合わせで形式知として標準化が図られるから、新入社員や新たに就業する派遣労働者への技術標準の教育にも同様のことが言える。

とりわけ、製造現場の雇用形態が大きく変わり、生産需給に応じた製造派遣が進んできた。これに伴い、短期間内に、新規作業者への教育を、迅速かつ正確に習得させる必要がある。効果的な対面コーチング手法とともに、技能の標準化は、今後益々重要視されることになる。

多くの生産現場で多品種少量生産や混流生産、あるいはセル生産等が行われ、作業者が多能工として腕を磨く経験回数も充分でなく、習得すべき事項が増大していることも見逃せない。

2.2 技能五輪選手育成への適用

(1) 技能五輪への参加

カメラ付携帯電話やデジタルカメラのレンズを生産する当社にとって、例えば非球面レンズの生産には、サブミクロンの超高精度の金型加工技術が必須である。この例に限らず、高難度技術を担う若手技能者の育成は極めて重要と考えており、技能五輪には、平成11年(1999年)より参加を始め、平成16年には2名が「職種：旋盤」に挑戦した。

図2にその競技中の様子を示す。



図2 技能五輪の競技風景

参加に当たっては、年齢制限 23 歳以下の普通旋盤加工未経験の選手 2 名を約 8 ヶ月訓練することとなり、ここでコーチからの種々の伝承を受ける。

(2) 技能の課題

図3、図4に平成16年度の競技作品を示す。

通常、「職種：旋盤」の課題は大会の約3ヶ月前に公開される。図3に示すアッセンブルの部品の製作と組立であり、これは6個の部品で構成される。競技当日は、規定の時間(5時間30分)で5部品を仕上げ、事前に準備した1部品と合わせて組み立てし、評価を受ける。

この競技において、技術的に難度の高いポイントを例示する。図4は図3で示す組立品を構成する1部品である。



図3 競技作品(組立品)



図4 構成部品の一例

経験の浅い技能者にとっては、山角 30 度の台形ネジの加工は難しく、特に半角 15 度の斜面の高い面精度と仕上げ(挽目)面粗さの最小化は難度が高い。また、ローレットは切削加工ではなく転造加工であり、全周をきれいに仕上げる点では、押圧や旋盤主軸の回転数等に経験知が必要である。競技では、これら6点の部品を全て図面の指定公差内に入れ、これを組み立てて図3の上部の突起がスムーズに動作することが求められる。

3. 利用したシステム

3.1 システムの技能教育への展開

従来、筆者らは教育支援のためのシステムとして、以下に示すシステムを開発してきた²⁾。本システムは高等学校の教育現場に試用し効果のあることも確認されている³⁾。そこで技能教育にも活用展開を試みた。以下に本システムの概要を述べる。

3.2 システムのコンセプト

(1) 多様な素材を簡単にオリジナル教材として編集する

熟練者が、3現主義にのっとったオリジナル教材で教えることは教育効果を上げる有効な手段である。例えば、前年度の競技参加の訓練記録と今年度の訓練記録のビデオ映像、加工サンプルのデジカメ画像、標準書や手書き資料、製作部品の実物素材を用いる。これに加え、インターネット上のデータ、PCの画像といった、アナログ、デジタルの両素材を、PCや各種のマルチメディア機器の取り扱いスキルに関係なく、簡単に教材化して使えることが重要である。

(2) 多様な素材をすばやく提示する

現場を離れた座学において、映像機器やPCの操作に追われ、肝心の教材の提示に手間取ることは避けたい。意図のままに即座に提示できることが重要である。被伝承者にとっても、自分が見たい教材を即座に確認できることが重要である。また、ビデオ映像においては、見たい場面を即座に割り出して提示できることが重要である。

(3) ポインティングを容易な操作で使用する

熟練者にとっても、メディアを用いた技能伝承を行う際に、PCや映像機器の取り扱いスキルに関係なく、簡単な操作で使え、熟練者の意図を随時補足することが重要である。そこで、書き込みペンでポイント指示もしくは文字書き込みすることで、画像の要所をポインティングし、説明を加えることが容易にできることが望ましい。

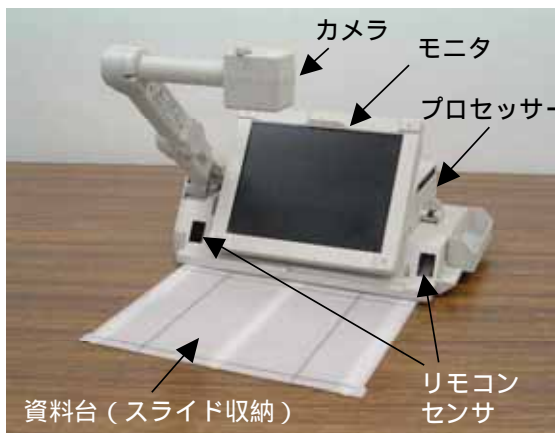
(4) 説明内容をそのままコンテンツ化する簡易編集機能

言語による説明を文書化することは大変な作業であるが、言語をそのまま映像と一緒に取り込むことは比較的容

易である。暗黙知である言語を容易に形式知化できることは、熟練者にとって重要なことである。また、もともと情報量の豊富な画像に、熟練者が要点を言語で加えたコンテンツは、被伝承者にとっても受け入れやすく、理解も容易で有効である。

3.3 システムの概要

図5に利用したシステムの外観を示す。



このほかにプロジェクタ、バーコードプリンター、ポインタおよびライトペンから構成されている。

3.4 システムの主な機能

以下に本システムの主な機能について述べる。

(1) インデックスコードによる教材検索

教材を素早く検索表示するために、教材を識別認識するのに十分な圧縮画像とバーコードを構成したインデックスコードを使用した。再生はインデックスコードをシナリオに沿って配列したインデックスシートにより、任意にランダム検索や、リピート検索が可能となり、瞬時に検索表示できる。長時間にわたるビデオ映像は、分割してインデックスコードを付けることで、見たい場面をピンポイントで表示可能である。

(2) 画像切り替え表示、及び記録

図6は本システムでのマルチメディアの処理を示す。

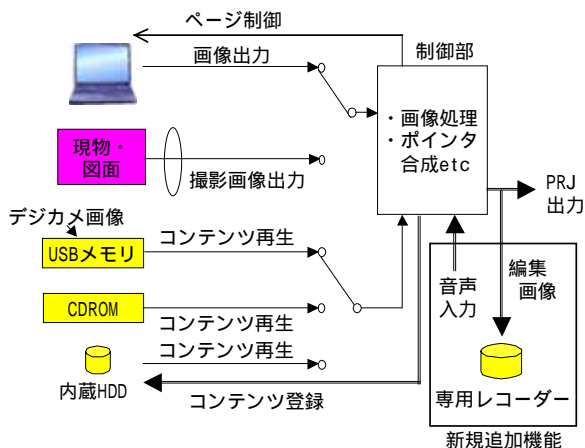


図6 本システムでのマルチメディアの処理

インデックスコードによって各メディア内のデータを意図のままに表示できる。プロジェクタに出力する画像を専用レコーダーに記録が可能で、これにより簡単にコンテンツを制作できる。

(3) 簡易編集機能

今回、技能伝承を効率的に実現する目的で新たな機能を追加した。図6に示すように専用レコーダーおよび音声入力を追加し、本システム上で再生した画像に対し、その画面上において図7のようにポイント指示もしくは文字書き込みしながら音声による説明を加え、その内容が再編集され、そのままコンテンツ化される機能を追加した。



図7 音声、書き込み追加による再編集作業風景

(4) ポインティング、書き込み

書き込みペンで、指示やマーキングを行うことができる。図8は拡大撮影された重要ポイントへの書き込みの例である。加工仕上がり公差の重要ポイントと、寸法測定のためのデプスマイクロメータの保持方法と副尺目盛の読み取り方法に注意を喚起したものである。

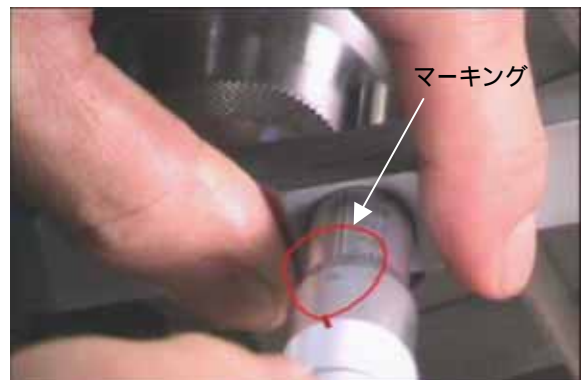


図8 ポイント指定（奥行き測定）の例

(5) 高画質画像処理

撮像画像の基本を支える CCD は、富士写真フィルム製スーパーCCD ハニカム (68 万画素) を採用した。XGA サイズの画像を 30 フレーム / 秒で映し出すスムーズな動

画撮影が可能である。

(6) 画像ミキシングとキャプチャ

多様な画像を素早く切り替え、表示するために、撮影画像、デジタル画像や動画、PC 画像という異なった画像伝送速度を持つ信号を最適化しながらポイントとミキシングして画像を PRJ に出力する。

4. 技能訓練でのシステム運用

4.1 マルチメディアの取り扱い

図9に本システムでのマルチメディアの取り扱い例を示す。

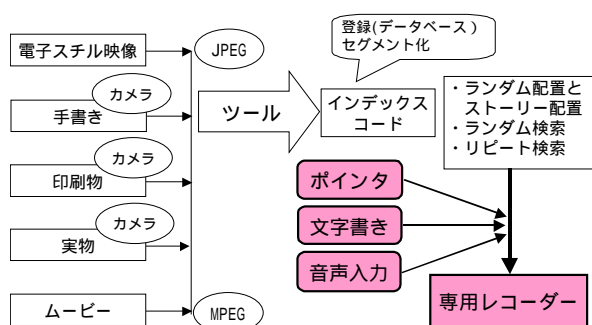


図9 本システムでのマルチメディアの取り扱い

従来、マルチメディアの取り扱いは、それぞれのシステムや機器の処理方法が異なるため、多くのメディアに合わせて適切な道具を揃え、それぞれに応じて使用方法を習得しなければならず、使用者に多様なスキル獲得が必要であった。これは、多忙な多くの使用者に高いハードルとなっていた。このことは、熟練者にとって、その構想するストーリーを具体化することを躊躇させてきた。

利用した本システムでは、「インデックスコードへの登録」という、処理を統一的に行うことによりコンテンツを登録、データベース化する。

加えて、繰り返し作業状況を再現するビデオ映像は理解度の向上に大きく寄与する。ビデオ映像をはじめ、これらの画像をインデックスコードで再生し、ポイント指示もしくは文字書き込みによる情報追加をしながら音声による説明を加え、専用レコーダーに録画する。その録画画像がそのまま新たなコンテンツとなる便利さがある。

4.2 技能訓練でのコンテンツ

(1) コンテンツ作成の容易化

人件費や製作費用を圧縮したい企業にとっては、短時間に低コストでコンテンツを制作したい。そこで、マルチメディアの取り扱いに対し、特別な知識や熟練を必要としない画像編集ツールが必要となる。また、現場の熟練者が、マルチメディアの取り扱いは不慣れであることが多い。従

って、誰でも簡単に操作でき、ノウハウ上のポイントを明示可能としたい。

そこで、インデックスコードによる画像表示、書き込みペン、簡易編集機能等を容易な操作で使用可能とした。

(2) 高度技能(暗黙知)の形式知化

高度技能の伝承は、従来、熟練者と被伝承者との体験共有により継承がなされ、コーチの口頭指示や実演を通じて暗黙知から暗黙知として伝承されている。しかし、企業においては競争力の源泉となってきたものづくりの暗黙知は、ここに形式知に置き換え、的確に伝承されるべきであり、知の財産の明示化は重要であり、的確に伝承され、新たな知の重なりを加えてゆくことが重要である。

そこで、簡易編集機能により、暗黙知である言葉を映像に加えて録画し、新たなコンテンツとして形式知化する。

(3) 短期間での反復学習

被伝承者は、短期間に多くの技能習熟が期待されている。理解を高めるものは個人の能力や努力に負うところもあるが、短期間の効果的な練習と獲得技能の確認である。疑問に思ったら、多忙な熟練者を煩わせることなく、自らコンテンツを簡単に検索し確認できる反復学習は非常に効果的となる。

そこで、インデックスコードによって簡単に画像を検索表示可能とした。また、長時間にわたるビデオ映像などは、分割して登録することで、見たい場面をピンポイントで表示可能とした。

(4) 向上意欲の刺激

反復学習は、回数が多いほど被伝承者にゆとりと自信をもたらすものである。ゆとりのある被伝承者は、更なるスキル改善に意欲的に取り組む例が多い。また、コンテンツに無い新たな疑問も見いだせ、熟練者への質問を通じ、更なる改善が生まれる。この改善を通じて、熟練者とは違う新たな探求が行われる場合、自己実現につながる成長が大いに期待される。

4.3 コンテンツ制作と実施

(1) 従来の取り組みと問題点

従来の選手育成の取り組みでは、専任の熟練者がほぼ付き切りで指導してきた。具体的には下記の問題を認識していた。

技能の伝達は、実技と指導を繰り返す演習の中で、実技体験を中心に覚えるものであった。

その都度、到達度合いや不足部分、ノウハウのポイントを口頭で説明する。実技演習の繰り返しは、スキルアップに膨大な時間を必要とする。

熟練者による実技のビデオ映像を使用することは

有効だが、ポイントの検索と再生が手間取り、ノウハウ上のポイント等の説明頻度が少ない。

被伝承者のビデオ映像を利用した教育は、訓練途中での実力確認には重要だが、検索と再生の煩わしさからほとんど利用されなかった。

(2) 本システムの活用

これに対して、本システムを活用し、熟練者によるコンテンツ制作と、被伝承者が自主学習に使用する実施例を以下に示す。

【準備】

熟練者もしくは被伝承者の作業をビデオ撮影する。
本システム上でビデオ映像を再生させる。
その画像上にポイント指示もしくは文字書き込みしながら音声による説明を加える。
新たなビデオ映像として再編集される。
インデックスコードをつけて登録する。
他の電子画像・実物撮影を加え、それぞれにインデックスコードをつける。
インデックスコードをシナリオに沿って配置しインデックスシートを印刷する。
CD-Rに落とし選手に配布。

【訓練】

インデックスコードにより画像を表示する。
ビデオ映像、静止画像が再生表示される。
必要に応じ、何度もリプレイし確認する。
訓練実績や弱点修正等でのポイントマーキングしながら再記録・再編集する。
これらの表示情報をもとにメンバーによるディスカッションを行う。
追加訓練に学習内容を反映する。

競技会前日に、宿舎などで競技ポイントを確認する。
本システムは、被伝承者が必要とする画像をインデックスコードで指示するだけで再生でき、選手が理解するまで容易に何度もリプレイが可能である。また、音声や書き込み追加により再編集を繰り返すことでコンテンツの充実が図れる。

5. 実用評価

5.1 本システムの運用

本システムの試作機を、当社の機械加工の訓練現場において、技能五輪の国内予選を目指した訓練で実用評価した。実施内容は、以下の通りである。

- (1) コーチ自らによるビデオ映像コンテンツの制作
- (2) コンテンツによる選手の自主学習、反復学習

(3) ツールを使用したディスカッション

ここでいうコーチは熟練者であり、選手は被伝承者のことである。以下、熟練者をコーチ、被伝承者を選手と呼ぶ。

図10は本ツールをディスカッションに使用した例を示す。図11は利用したツールの画面であり、ポイント記入の例を示す。



図10 本システムを使用したディスカッション

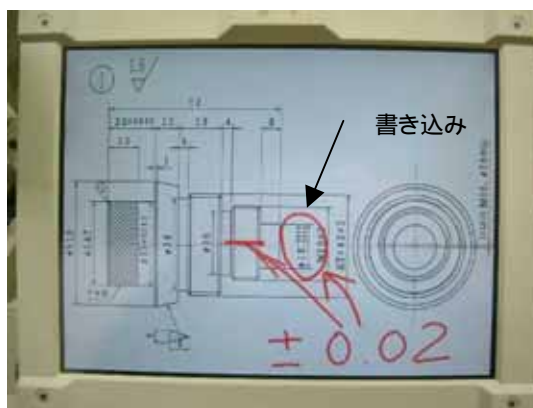


図11 ポイント追加書き込みのツール画面

ディスカッションでは本システムを使用して、再生した旋盤加工のコンテンツ画像上に文字書き込みを行いながらの意見交換を行い、その意見交換内容の画像と音声をそのまま簡易編集機能により録画した。

このようなディスカッションにより得られたコーチおよび選手たちの意見も貴重な形式知にすべきものであり、これらの意見を再編集することで形式知化されたノウハウがさらに蓄積され、より有効なコンテンツを作り上げることができる。

5.2 本システムの評価

以下に使用者の主な意見を示す。

【コーチ】

- (1) コーチ自らコンテンツを制作することで、教え方が明確になった。
- (2) 解説を加えることができ、教えるポイントも絞れた。

以下に、明確になったポイントの一部を示す。

部品1について

- ・ローレットは齧り防止のため十分な切削油を注ぐ。

部品2について

- ・歪防止のためチャッキングの締め直しを行う。

部品4について

- ・歪防止のためチャッキングの締め直しを繰り返す。

部品5について

- ・部品6との台形ネジの位相合わせは、刃物の位置合わせ精度が重要。

部品6について

- ・横穴の位置出しはダイヤルゲージで振れ“0”を狙う。

組立について

- ・部品4, 5は組み寸法に大きく影響。部品加工途中で組み立てし、偏心量を確認。

以上のように、コーチにとっても、コンテンツを自ら制作することで、新ためて教えるポイントが明確に掴むことができた。効果が顕著に現れたものとして、選手の早期育成以外に、コーチの指導技術の向上が見られた。

【選手】

- (1) 技能五輪の大会にコンテンツの入った CD-R を持参し、大会前日に見ることで手順の再確認等ができ、落ち着いて大会に臨むことができた。
- (2) 自分および他人のビデオ映像を見ることで、良い点、悪い点をお互いに確認することができた。
- (3) コーチの言ったことが、自分のビデオ映像を客観的に見ることで理解できた。
- (4) 休日にコンテンツ (CD-R) を見ることで、休み明けの技能低下を最小限に抑えることができた。

選手にとって一番間違いやすいものは手順である。今回製作した部品は複雑かつ高い精度が要求されているため、様々な工程の手順を正確に実施して初めて精度良く部品製作することができる。この手順については本コンテンツをイメージトレーニングのための復習教材として自宅に持ち帰り、理解するまで繰り返し見ることで活用できた。

これらのことは、コーチの暗黙知も重要だが、伝承された暗黙知を、選手自身の中で構成された新たな暗黙知（工程順序や手順）の存在が重要である。また、選手自身が、形式知化された知を確認することで、より確かなものにしてゆく成長が伺える。

5.3 本年度のコンテンツの課題

本年度製作したコンテンツの課題についてまとめると以下になる。

- (1) コンテンツの作り込みがまだ浅いため、数ある重要ポ

イントの中の最重要ポイントしか明示していない。

- (2) 重要ポイントの階層化が必要である。
- (3) 部品毎にコンテンツ（ムービー）を分割したが、それでも1つが4分程度と長かった。ポイント優先で思い切って削る、分割することが必要。見たい部分を瞬時に検索することを優先したい。
- (4) 原理、原則のコンテンツが乏しい。
- (5) しかしながら、来年度用のコンテンツ制作に向けての初年度の財産としてデータのベースができた。上記課題を踏まえて、来年度の技能五輪に向けて、更なる改善を進め、コンテンツ作りを充実し有効活用したい。

6. まとめ

本年度の技能五輪は、参加2回目の選手が敢闘賞を頂いた。これは選手とコーチの努力の賜物であるが、本システムを使用し教育訓練コンテンツの制作活用で、指導者のコーチング技能の向上が図れたこと、選手が旋盤の前に立たなくともイメージトレーニングができたことが大きな支援となったと考えている。

本報告では、技能五輪の選手育成用のコンテンツ制作し、企業における技能教育での有効性を確認した。多くの企業においては、今後、高度技能伝承のような教育のみならず、競争力の基盤となる企業内教育として、より一般的なもの、たとえば作業手順の習熟により経験の無い派遣労働者等への教育等にも使用可能であるので、基盤となる一般的な企業内実務作業教育に向けての展開を図りたい。

7. 謝辞

今回のコンテンツ制作にあたっては、フジノン（株）素形材加工部およびフジノン佐野（株）第一製造部の各位、特にコーチの皆様の多大なるご協力を頂いた。ここに厚く感謝する。

参考文献

- [1] 古畑友三 5ゲン主義入門 日科技連出版社刊 pp.138-171
- [2] 横山淳一他「マルチメディアの取り扱いが容易な授業支援ツールの開発」教育システム情報学会 研究報告 vol.19 no.14 ISSN 1343-4527 (2004-11) pp.65-70
- [3] 金城幸廣他「ビジュアル化授業による教育効果」情報処理学会 情報教育シンポジウム論文集 ISSN 1344-0640 8(2004) pp.123-128