

テーマ コミュニケーションを主体とした
自発的な技能習得ができる旋盤訓練学習システム

所属施設 独立行政法人高齢・障害・求職者雇用支援機構

執筆者 園田 吾朗（北海道職業能力開発大学校）

共著者 横山 真樹（北海道職業能力開発大学校）

稲木 謙嗣（北海道職業能力開発大学校）

木村 寛路（北海道職業能力開発大学校）

1章 まえがき

職業訓練の中で普通旋盤（以下、旋盤という）作業は、機械加工における基本作業として重要な訓練に位置づけられている。指導員は訓練生に手本を示し、教えすぎず、自ら考えさせて、困っていればフォローをする指導を行っている。旋盤作業の集合訓練の場において、指導員が訓練生の全てのミスに立ち会うことはできないことから、ミスの原因の分析については、推測で指導が行われている。現場の指導員は、①訓練生がミスを犯した箇所を自分で気づけるようになる指導、②反復練習を自発的にするようになる指導に課題を抱えている。

これまで、作業者の前方と後方の2箇所から撮影してミスを犯しやすい箇所を解説したビデオ教材¹⁾の開発事例がある。これらの視覚情報からだけでは、十分な学習効果を得ることは難しい。また、体験を通して学ぶシステムとして、3次元グラフィックライブラリ（OpenGL）技術や触覚デバイスを応用したシステムなどのシミュレータ^{2)~3)}が報告されている。しかし、これらのシステムは大掛かりで高価なため教育現場で手軽に使えない。

本論文では、訓練生の頭に固定したアクションカメラで撮影したビデオを元に、訓練生同士のPeer Reviewにより改善点を洗い出すことができる、コミュニケーションを主体とした旋盤訓練学習システムを述べる。Peer Reviewは、楽しい雰囲気の中、お互いの欠点、失敗の原因に気づくことができ、訓練生の自発的な技能習得が可能となる。

2章 旋盤訓練学習

旋盤とは、工作物を回転させ、主としてバイトなどの静止工具を使用して、端面、外径、内径、溝、端面、ねじ切りなどの切削加工を行う工作機械である。旋盤には、用途や数値制御装置の有無、形状によりさまざまな種類が存在するが、職業訓練では、機械加工技能の習得のための第一段階の訓練として、旋盤加工技能の習得を目指した訓練を実施している。技能の習得とは、短時間に要求された形状・寸法の精度通りに工作物を的確な工程で、安全に切削加工できることである。図1に技能検定機械加工職種旋盤作業の2級実技課題（以下、2級課題という）の加工前後の形状と完成品の形状を示す。訓練生が旋盤の加工技能を習得するためには、旋盤の複数のハンドルやレバー、測定器、工具等を瞬時に使い分け、状況に応じた適切な加工手順で正確に操作する必要がある。さらには、工作物の寸法を正確に測定し、要求された寸法まで残りどれだけ削る必要があるかを計算により導き

出さなければならない。したがって、複雑な動作や、繰り返し計算を要求される旋盤加工技能を習得するためには、多くの時間をかけた反復練習が必要となる。反復練習によって技能を習得する際に、目標を設定する場合がある。旋盤加工技能を習得する際も、訓練生のモチベーションを維持するために、訓練生の中の希望者は、技能検定の受検や技能五輪、若年者ものづくり競技大会に代表されるような競技会への参加を目標に設定する場合がある。

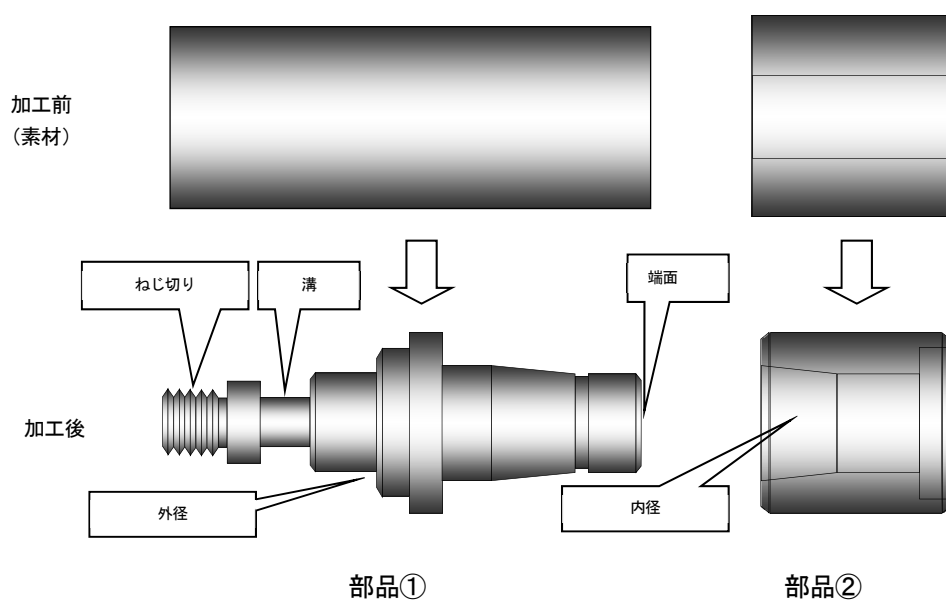


図1 技能検定機械加工職種旋盤作業2級実技課題

3章 旋盤訓練学習システム

3.1 システム構成

図2に旋盤訓練学習システムの全体像を示す。本学習システムは、反復練習時に指導者から受ける直接指導により習得度を高める手法と、作業後に実施するリフレクション作業により習得度を高める手法をとる。まず訓練生はアクションカメラによる作業の録画を行う(図2-①)。次に訓練生は、練習中に録画した自身の作業ビデオと指導員による手本ビデオを比較しながらふりかえる。比較しながらふりかえることによって、訓練生は自身の作業の改善点に気づけるようになる(図2-②)。気づいた点をリフレクションシートに書きとめることで、次回の練習時に自分が注意しなければならない点が明確になるのである(図2-③)。また、リフレクションシートに対するアドバイスが指導員からフィードバックされる(図2-④)。リフレクション作業で気づきを明確にすることができた訓練生は、他の訓練生に気づきの内容を話し、気づきの共有が行われるようになる。気づきの共有は、お互いに気づきを交換することや、自分ひとりで練習する映像を複数人で確認することで、他人の気づきからも習得度を高めることが可能となる。

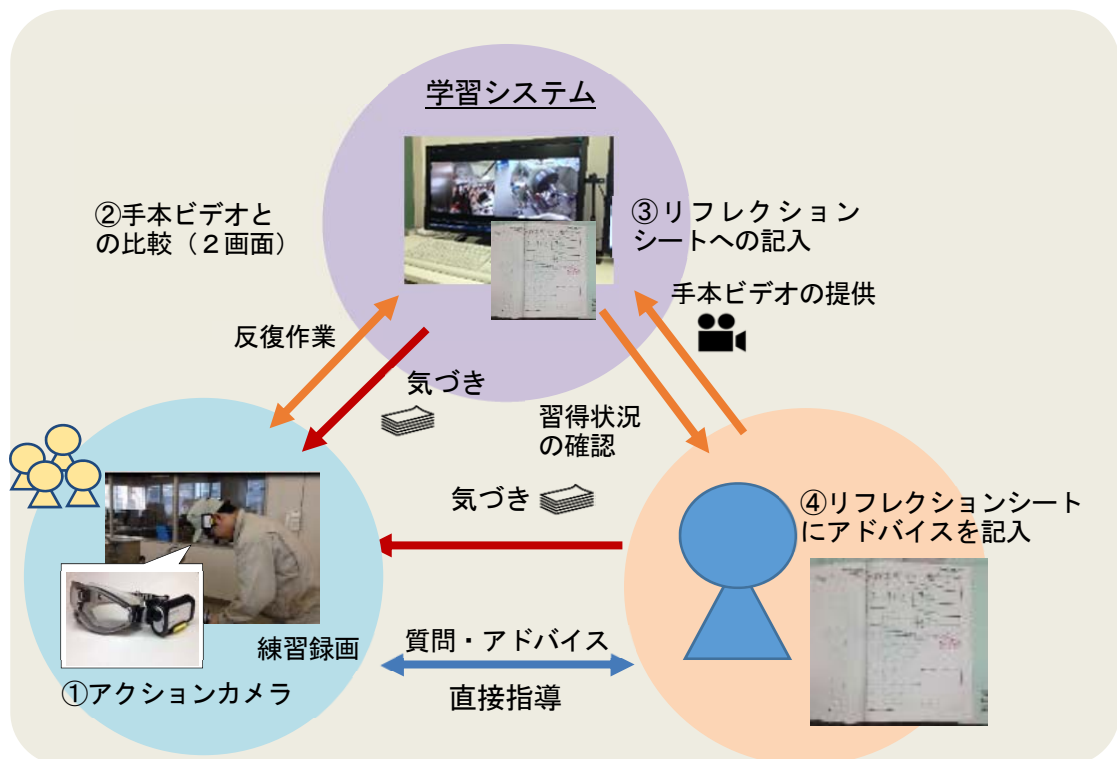


図2 旋盤訓練学習システム全体像

3.1.1アクションカメラ

使用するアクションカメラは、目線と同じ方向を映し出すようにキャリブレーションを行う必要があるが、リストバンド式のモニターを使用し、2ステップの作業でキャリブレーションは完了となるため、旋盤作業中にカメラがずれてしまった場合であっても容易に修正することができる。アクションカメラのほかに作業の様子を録画するには、三脚等にビデオカメラを固定し、定点で撮影する方法があるが、作業者の大まかな動きや作業者の作業範囲全体は確認できるが、細かなハンドル操作や測定時の測定器の目盛りまでは確認できない。

3.1.2リフレクションシート

図3に本学習システムで使用するリフレクションシートを示す。シートの大きさはA4版で、(1)加工時間記入欄、(2)加工寸法記入欄、(3)気づき、対策、改善記入欄、アドバイス記入欄により構成されている。訓練生は、練習が終わる毎に加工した時間を記入する。そして、寸法を測定し要求通りの寸法精度で加工できているかを確認したのち、リフレクション作業を実施する。

(1)加工時間記入欄

表1に示すとおり、3つの時間を記入する。総時間は、反復練習を繰り返すことにより、2級課題の制限時間3時間以内に完成できるようになる必要があるため、訓練生の習得度合いを確認するためには重要な情報となる。

表1 加工時間記入欄

項目	内容
心出し時間	心出しとは、素材を旋盤に取り付ける作業のことで、習熟度合いにより作業にかかる時間が大きく変わってくるため、習熟度合いを測定するのに適している。
段取り時間	作業開始から初めて切りくずが出るまでに要した時間で、心出し時間も含む。主な作業として、心出し、パント取り付け、主軸回転数設定、自動送り設定、0セットなどがある。
総作業時間	作業開始から終了までの総時間 2級課題では、標準時間を3時間(減点なし)、打ち切り時間を3時間30分(5分ごとに2点減点)としている。

(2)加工寸法記入欄

採点対象箇所である部品①8箇所、部品②5箇所、組立寸法1箇所の合計14箇所の寸法

を記入する。継続して記入することで、訓練生自身がどの加工工程・要素を苦手としているかがわかる。また、リフレクションシートを確認した指導員は、苦手な加工用に的を絞った対策を講じるようアドバイスや指導を実施できる。

(3) 気づきの記入欄・コメント欄

気づき、コメント記入欄に自ら気づいた点や次回の練習に向けた対策改善点を記入する。また、録画をしていない練習の回でも、作業中に気づいた点や加工寸法が出せなかった理由などを記入する。訓練生が自分自身で気づいたことが正しいのか、何か他の対策があるのかを指導員はコメントとして記入し、次回の練習までに訓練生に返却する。

(1) 加工時間記入欄

(2) 加工寸法記入欄

(4) アドバイス記入欄

(3) 気づき記入欄

図3 リフレクションシート

3.1.3 手本ビデオ

指導者の作業をアクションカメラと固定カメラの両方で録画し、作業工程ごとにデータを保存して、訓練生が自由に観られることの出来る環境を用意する。訓練生は作業手順や加工方法がわからなくなった場合に確認できるほか、写真1のように各自の練習後のリフレクション作業の際に自分の作業と手本ビデオを比較しながら観ることにより、自分のミスに気づくことができるようになる。



写真1 手本ビデオと比較した2画面再生

3.2 本学習システムによる反復練習の流れ

表2に本学習システムによる反復練習の流れを示す。実施時期は本システムの運用実験を行った時のものであるためこの限りではない。システムの運用にあたっては、訓練生にリフレクション作業の方法をガイダンスで事前に理解させる必要がある。反復練習時において指導員は、直接指導の他、リフレクションシートの確認、コメントの記入を実施する。

反復練習は、部品①と部品②を通して練習する回数をカウントする。作業ビデオはできる限り録画することが望ましいが、訓練生自身または指導員がリフレクション作業の結果を踏まえ、録画するかしないかを判断する。リフレクションシートはファイリングし、過去の気づきをいつでも見返すことができる。リフレクションを繰り返すことにより、気づきに関するコミュニケーションが積極的になるが、指導員は共同のリフレクション作業をするよう促したり、リフレクション作業がうまくできない訓練生をサポートしたりしながら反復練習をサポートする。

表 2 本学習システムの反復練習の流れ

実施時期	段階	内容	資料・機器
6月 下旬	ガイダンス (2コマ分)	受検日までのスケジュール・練習方法の説明 ・実習スケジュール確認 ・加工時間の記録 ・アクションカメラによる撮影 ・リフレクションシートの記入法 寸法測定 (15箇所), 気づきの記入 アクションカメラの取扱説明 ・電源の入れ方 ・撮影方法 ・視点キャリブレーション ・管理方法 リフレクション作業説明 ・2画面同時再生ソフトの使い方 ・撮影したデータの保存方法と保存先 ・リフレクションシートの提出方法 ・リフレクションシート記入演習 安全作業	カレンダー リフレクションシート アクションカメラ カードリーダー パソコン 2画面同時再生ソフト リフレクション 演習用映像
6月 下旬 ～ 7月 月上旬	反復練習 <u>寸法・工程暗記</u>	反復練習 (5セットまでを目途) ・作業分解票を確認しながら練習 ・各加工要素作業, 寸法を覚える練習 ・アクションカメラによる録画練習 ・気づきをリフレクションシートに記入. <u>※この段階で部品の寸法・加工工程が把握できる...</u>	アクションカメラ カードリーダー パソコン リフレクションシート 作業分解票
7月 月上旬 ～ 下旬	反復練習 <u>時間・精度重視</u>	リフレクションシートによる反復練習 ・作業分解票を見ずに練習 ・気づきによる作業改善 自宅学習への展開 ・実習以外の時間を利用し, 録画データを各自分析する. ミスの原因追究 ・手本ビデオと比較しながらのリフレクト作業, コミュニケーションによる気づきの共有, 気づきに対する指導員からのアドバイス	アクションカメラ カードリーダー 手本ビデオ パソコン リフレクションシート 作業分解票
8月		技能検定	

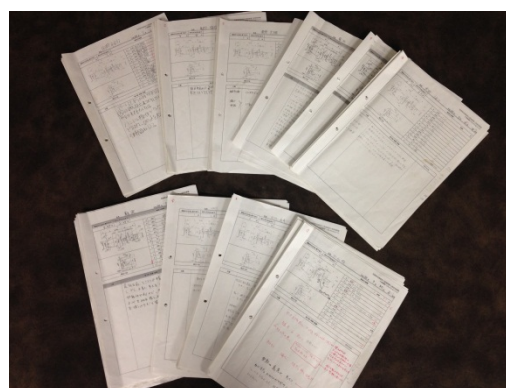
4章 運用事例と分析

4.1 運用

表 2 に示した本学習システムの運用の流れを元に、2 級課題の反復練習を実施した。対象は北海道職業能力開発大学校（以下、北海道能開大とする）生産技術科 2 年生 6 名の訓練生である。訓練生は、1 年次の機械加工実習で旋盤の操作方法は理解しているが、まだ習熟度が低く、要求どおりの精度での加工を安定的に行えるようになるまでの技量はない。そこで、本学習システムを利用した反復練習を繰り返し、2 級課題の合格相当の技能習得を目指す。今回の運用では、訓練生の習熟や時間的都合などから 11 セットから 14 セットの反復練習が実施された。おおよそ 5 セットを目途に寸法・工程、反復練習の際のアクションカメラによる撮影は、指導員がリフレクションシートの内容を確認し、撮影を促す場合と、訓練生自身が撮影を希望した場合に撮影を実施した。指導員が撮影を促す場合は、リフレクションがうまく出来ず、気づきの少ない訓練生についてである。反復練習期間は約 1 ヶ月半で、その中で、撮影回数は 1 回～5 回である。リフレクション作業は、映像データをパソコンに転送させている最中に、測定を実施し、測定が終了したものから動画の確認作業に移る。動画は長いものでは 2 時間を超えるため、それぞれが作業中にミスした工程や、わからない工程などを中心にリフレクション作業を実施する。1 回当たりのリフレクション作業に要する時間は、早いものでは 15 分、繰り返しリフレクションをするような場面では、1 時間以上であった。リフレクション作業による反復練習は、検定までに訓練生が納得できるまで練習させた。写真 2 に運用時の訓練生の様子 (a) とリフレクションシート (b) を示す。



(a) 運用時の加工練習の様子



(b) 運用時記入されたリフレクションシート

写真 2 運用時の様子

4.2 リフレクション作業による気づきの分析

本学習システムを使用し反復練習した訓練生へのヒアリングとシートの記述内容から確かめられた学習効果を図4(1)～(7)に示す。(1)自らの作業の無駄な動きを確認、(2)ミスの原因追究、(3)上達の確認を行うことができた。また、(4)他の訓練生との比較では、手本ビデオとの比較だけでなく、他の訓練生の映像を見ることで、自分の作業と比較しお互いの良いところを吸収し合い、悪い部分を指摘し合うことがあった。(5)教室でのコミュニケーションでは、自発的な反復練習を行ったことが確認できる。ヒアリング内容を分析するため、訓練生の記入したリフレクションシートの加工時間、加工寸法、気づきの3つの項目に着目し分析する。リフレクションシートに記入された内容(参考資料1)は、訓練生自身が気づき、具体的な作業改善につながる内容のものを指導員が精査し、1つとカウントする。

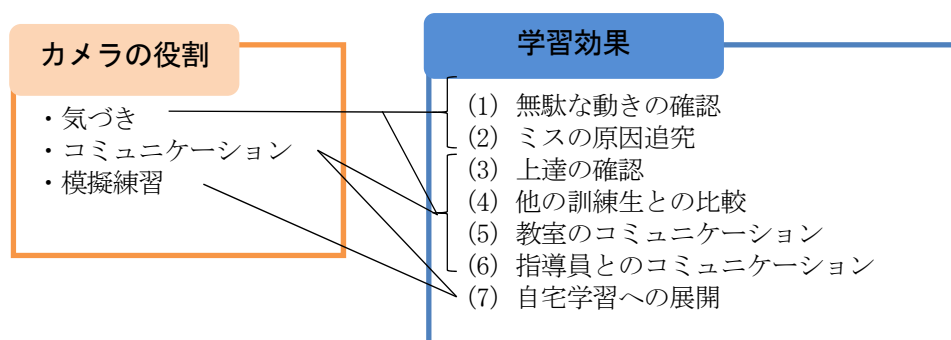


図4 カメラの役割と本学習システムによる学習効果

(1) 無駄な動きに関する気づき

主に作業時間を短縮するための気づきである。反復練習の初期の段階で多く見受けられ、習熟が増すとこれらの気づきは減る傾向にある。指導員からの直接の指導で動作をすばやくするように声掛けを行っているが、手本ビデオと自分の作業の映像を比較することで、無駄が多いことに気づきやすいようである。次の①～⑨に具体的な無駄な動きに関する気づきを挙げる。

- ① 作業途中に図面を何度も確認していることから、図面を覚えていない。
- ② 測定具や工具等作業台のどこに何が置いてあるのか覚えていない。
- ③ 作用台の上が散らかっている。
- ④ 手本ビデオと比較すると、ひとつひとつの動作が遅い。

- ⑤ はじめの段取りに時間がかかりすぎている。
- ⑥ 荒削り時に何度も寸法を確認しすぎている。
- ⑦ 考え込む時間が長い。
- ⑧ 送り速度や回転数を他の者に確認している。
- ⑨ 心出し時間が長くかかりすぎている。

(2) ミスの原因の気づき

要求される寸法に対し、削り過ぎるといったミスを行ってしまった場合、気づいたその場で自分の作業をふり返り、なぜこのようなミスが発生してしまったのかを分析するが、なかなか自己解決することは難しい。そのため、指導員にミスが発生したことを訓練生が報告に来るが、指導員も推測でミスの原因を伝えてあげることしかできないのである。そこで、測定結果で大きな加工誤差が発生している工程をくり返しビデオで確認することで、ミスの原因が特定できるのである。①～⑥に具体的なミスの原因の気づきを挙げる。

- ① 目盛環のゆるみが発生しているのに気づかず作業を続けている。
- ② ノギスの当て方が悪いことが確認できた。
- ③ はめあい部の確認を怠っている。
- ④ 刃物台の旋回クランプを忘れている。
- ⑤ 組立寸法の確認時、切り屑を払っていない。
- ⑥ ねじの切り上げ部にできる返りを除去していない。

(3) 上達の確認

2 級課題の上達が確認できる要素として、加工時間がどれだけ短縮したか、そして二つ目には、要求精度内の加工がどれだけできるようになったかということである。通常の反復練習では、これら 2 つの要素を確認するにとどまるが、本学習システムを使用することにより、リフレクション作業を積み重ねることで、作業ビデオ、リフレクションシートが蓄積され、それらを常に確認することで、自分の上達を目で確認することができ、反復練習のモチベーションにつながる。次の①～④に上達の確認の気づきを挙げる。

- ① 段取り時間が短縮できた。
- ② 加工時間が短縮できた。

- ③ 手順書を見ずに作業ができるようになった。
- ④ リフレクションシートをファイリングしているため、読み返すことができるので、過去に気づいた点を忘れてしまっても思い出すことに活用できた。

4.3 コミュニケーションによる気づきの分析

(4) 他の訓練生との比較

リフレクション作業は、旋盤作業後パソコン画面に向かい自分で録画した作業ビデオを手本ビデオと比較しながら通常は一人で実施する。しかし、訓練生は、すでに作業が終わり手の空いているものと複数人で実施する場合も見られた。複数の訓練生でひとりの訓練生の作業を見ながら、自分と違う作業をしている場合や明らかに誤った作業をしていることが見受けられると、その場でコミュニケーションが広がり、正しい作業方法を訓練生が導き出すといった場面も見られた。

(5) 教室のコミュニケーション (6) 指導員とのコミュニケーション

図5に本学習システムの運用した結果、訓練生間及び指導員との間に見られたコミュニケーションの広がりを示す。特徴的なコミュニケーションの広がり方として特定の訓練生がコミュニケーションの核となり他の訓練生に広がるという点である。リフレクション作業により訓練生はそれぞれ気づきを持つ。1回のリフレクションで得られる気づきの数や質は、訓練生の習熟度やリフレクション作業に費やすことのできる時間により個人差が生まれる。図5の特に気づきの多い訓練生Aは、<付録2>訓練生Aの練習回数と加工時間の変化にあるように、1セットの加工練習時間が他の訓練生と比較すると短いことがわかる。その分リフレクション作業に費やす時間を多くとることができるため、図6のリフレクション作業による気づきの内訳から多くの気づきを持つことができていることがわかる。また、コミュニケーション能力があり、他の訓練生と気づきを共有したり、小さなことであっても指導員への質問をくりかえしすることから、加工時間、加工精度ともに短時間で、技能検定合格レベルに達することができたと考えられる。コミュニケーションが取れる訓練生B～Fにおいては、訓練生Aから多くの気づきを得ている。

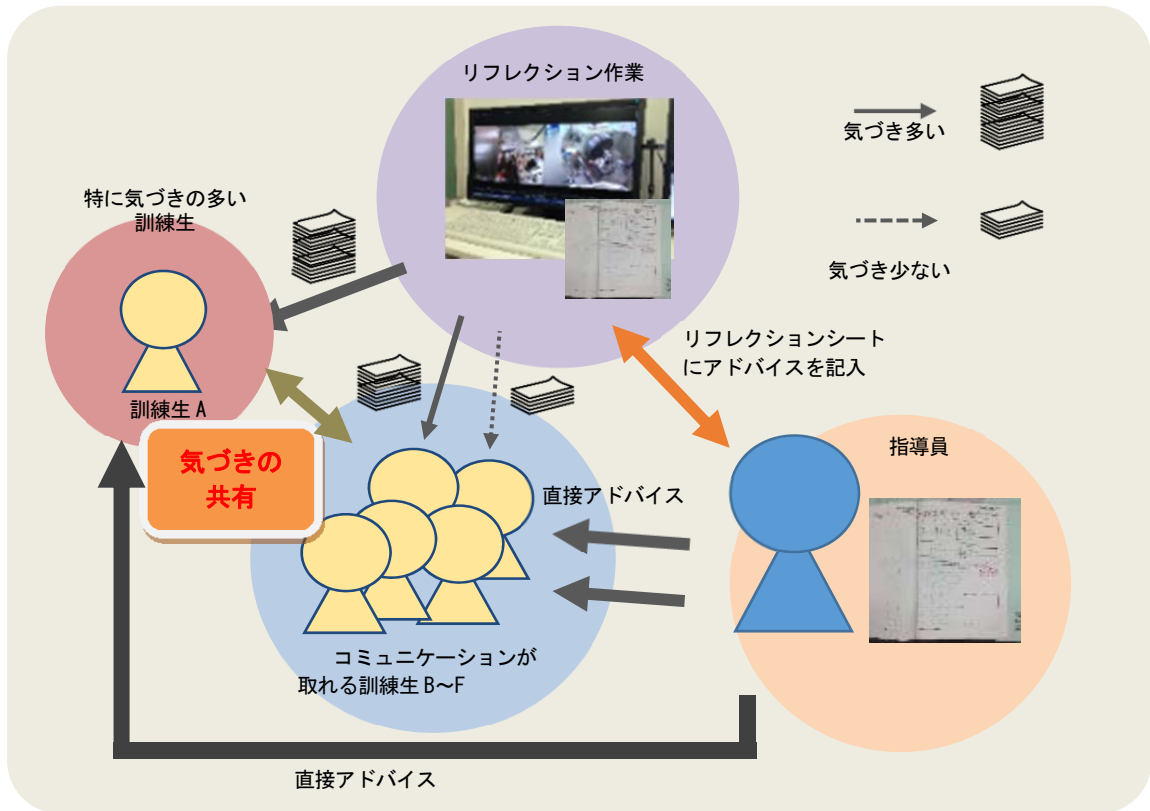


図5 本学習システムからのコミュニケーションの広がり

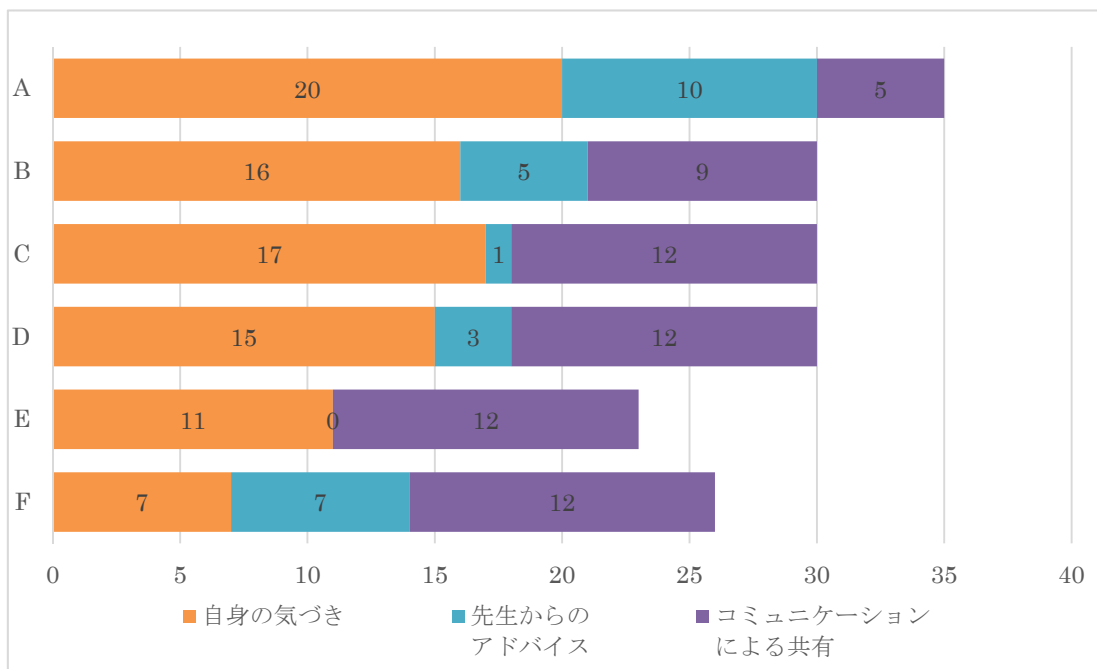


図6 リフレクション作業による気づきの内訳

4.4 共有された気づきの分析

表3は訓練生のコミュニケーションにより共有された気づきを示す。この気づきの12項目は訓練生6名にヒアリングで確認した際、発信者と受信者が認められた事項を挙げている。●は気づきの発信者、○は気づきの受信者、そして◎は自宅等での共同のリフレクション作業時に共有した気づきであり、共同のリフレクション実施者全員が発信者であり、受信者でもあることを示している。

訓練生Aは、リフレクション作業による気づきや、指導者からのアドバイスによる気づきを多く有している。特にリフレクション作業による気づきを持つことで自分に自信を持つことができるようになるので、他の訓練生へアドバイスを送る。今回の運用において発信者としての役割、つまりコミュニケーションの核になっていたことがわかる。本学習システムで採用しているリフレクションシートに書き出し、気づきを見える化することでも、気づきを発信する訓練生は自信を持つことができる。この自信から積極的な気づきの伝達に発展し、コミュニケーションによる気づきが共有されていく。

(7) 自宅学習への展開

ヒアリング結果からは、自発的に自宅や寮に映像を持ち帰り実習以外の時間を使いリフレクション作業を実施するようになったことも確認できた。リフレクション作業は、パソコンとデータが用意できれば、学校外でも実施ができるため自宅などに訓練生同士集まり、手本ビデオを観ながら互いに意見を出し合い、コミュニケーションによる気づきの共有が生まれた。表3のコミュニケーションによる気づきの共有のうち5個は自宅学習で発生したものである。また、共同のリフレクションによる気づきは、訓練生が単独でリフレクション作業をしても気づきにくい内容であることもわかる。表3の①、②の気づきの内容は非常に細かい気づきだといえる。また、⑦、⑧の測定に関する作業者の癖の指摘は、癖は無意識にでてしまうことから自身ひとりだけでリフレクション作業したとしても気づきにつながりにくい、他者から見れば、気づきやすい部分である。

表3 共有された気づきと発信受信の内訳

No.	気づきの内容 (改善につながる気づき)	訓練生					
		A	B	C	D	E	F
①	バイトクランプボルトの締付け準備	●	●	●	○	○	○
②	テーパ側加工時の心出しのつかみ方	●	●	●	○	○	○
③	ねじ側外径の仕上げ方	●	○	○	○	○	○
④	保護用銅板の状態確認	●	○	○	○	○	○
⑤	練習時間の心出し準備	●	○	○	○	○	○
⑥	ねじ切りの切削速度	●	○	○	○	○	○
⑦	測定の姿勢, 視差	●	●	●	○	○	○
⑧	測定回数を少なくする	●	●	●	○	○	○
⑨	0セット回数を少なくする	●	●	●	○	○	○
⑩	ねじ切りの際のリカバリ	●	-	○	○	○	○
⑪	へール溝バイトの使い方	●	-	○	○	○	○
⑫	表面粗さの改善	●	-	○	○	○	○
気づきの発信総数		7	0	0	0	0	0
共同での気づき		5	5	5	0	0	0
気づきの受信総数		0	3	7	12	12	12

●・・・気づきの発信者 ○・・・気づきの受信者 ●・・・共同での気づき

4.5 本学習システム使用による訓練生の習熟度

図7に2007年に2級課題の反復練習に取り組んだ東海職業能力開発大学校浜松校(以下、浜松校という)の訓練生の習熟曲線を示す。浜松校における反復練習は、純粋な反復練習であり、毎回の練習時には、作業時間の記録と寸法の確認を行ったものである。そして、図8に本学習システムを使用し、2級課題の反復練習に取り組んだ北海道能開大の訓練生の習熟曲線を示す。式(1)は、反復練習の加工時間の累積平均所要時間(A_c)である。累積平均所要時間とは練習回数1回目はそのままの時間、2回目は1回目と2回の所要時間の平均値のことであり、反復練習回数(χ)、1回目の加工時間を(t)で表したものである。 n は両対数グラフ上の勾配で習熟係数である。そして、習熟曲線は累計平均所要時間を対数線形型習熟として両対数グラフで示したものである。一般的に習熟効果を表現するには、累計平均値を中心に考えるほうが有利である^[7]。また、累計習熟曲線は、浜松校の訓練生の習熟曲線のように直線になる。

$$A_c = t / \chi^n \quad (1)$$

A_c : 累計平均所要時間 [分] t : 1回目所要時間 [分]
 χ : 練習回数 n : 習熟係数

本学習システムを使用し、反復練習を行った北海道能開大の訓練生の習熟曲線、図8に注目すると、訓練生Dは浜松校と同じ直線傾向が見られるが、気づきの多い訓練生Aは10本目以降、ほぼ同じ時間で安定して作業が終了しており、練習回数8回目付近から習熟が飽和状態にあることがわかる。訓練生Aは元々作業のスピードが速かったことに加え、他の訓練生へ気づきを共有するなど他のものへ教えることで自分の技能が定着していたと考えられる。また、訓練生C、F、Eは習熟曲線に揺らぎがみられる。この現象は、他のものから気づきを共有した際に、その気づきに対応するため、反復練習で試行錯誤したことにより発生している揺らぎである。以上の結果から、気づきを持った訓練生の反復練習による習熟曲線から気づきを明確化すること、気づきを共有することで技能習得に好影響をもたらすことが言える。

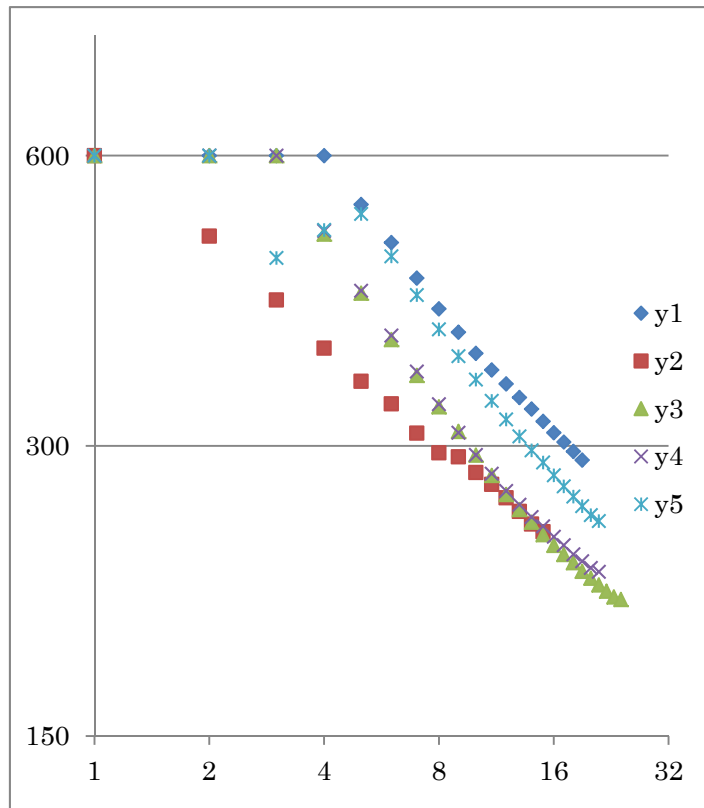


図7 一般的な反復練習を行った浜松校の訓練生の習熟曲線

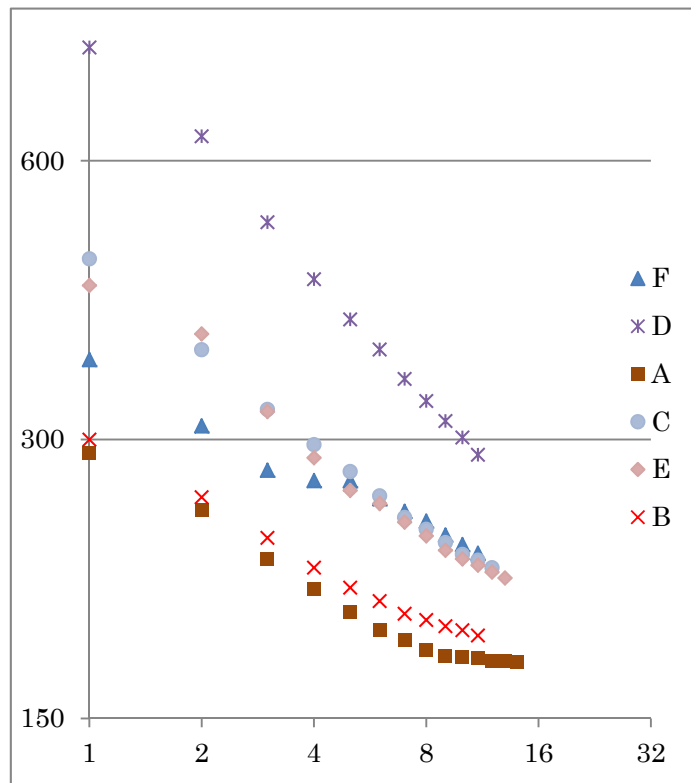


図8 本学習システムを使用した北海道能開大の訓練生の習熟曲線

4.6 アンケート結果

本学習システムを使用した訓練生にはアンケート調査を行った。アンケート内容と結果を表4に示す。各項目とも好意的な回答であった。Q2手本ビデオを見た回数とQ3の自分で撮影した映像を見た回数が訓練生によりばらつきが見られた。特に視聴回数が多かった訓練生は、作業時間が短く、リフレクション作業に時間を多く費やすことができたためだと考えられる。また、カメラを装着することで、作業中無意識的に失敗を録画されたくないという意識が働くため、学習意欲が向上すると回答した訓練生が多くいた。学習効果については、リフレクション作業により気づきを多く持つことができ、さらに気づきを共有できたと実感している訓練生が多かった。自由記述欄では、実習外の時間で手本ビデオを繰り返し観てイメージトレーニングができたという記述が多く見られたという意見のほか、改善点としてカメラ操作方法や、重量、作業時のカメラのずれなどが挙げられているため、今後対策を講じていく必要がある。

表4 アンケート結果

番号	質問項目
Q1	アクションカメラの操作性はどうでしたか？ a. 非常に良い b. まあ良い c. あまり良くない d. 良くない
A1	a. 1票 b. 5票 c. 0票 d. 0票
Q2	手本ビデオを何回見ましたか？
A2	20回, 4回, 2回, 3回, 5回, 5回
Q3	自分で撮影したビデオを何回見ましたか？
A3	20回, 4回, 3回, 8回, 2回, 5回
Q4	アクションカメラで撮影すると学習意欲が向上すると思いますか？ a. 非常に良い b. まあ良い c. あまり良くない d. 良くない
A4	a. 1票 b. 5票 c. 0票 d. 0票
Q5	アクションカメラで撮影すると学習効果が向上すると思いますか？ a. 非常に良い b. まあ良い c. あまり良くない d. 良くない
A5	a. 1票 b. 5票 c. 0票 d. 0票
Q6	自由記述欄
A6	<ul style="list-style-type: none"> ・手本ビデオを繰り返し観てイメージトレーニングができた。 ・カメラに慣れるまで気になる。 ・もう少しカメラが軽量になると良い。 ・2画面同時再生させるのにややコツが必要。 ・キャリブレーションしたが、途中でずれた。

5章 まとめ

本論文では、コミュニケーションを主体とした自発的な技能習得ができる旋盤訓練学習システムについて述べた。現在、職業訓練の現場では、①訓練生がミスを犯した箇所を自分で気づけるようになる指導、②反復練習を自発的にするようになる指導という課題を抱えている。本論文では、作業のリフレクションに着目し、訓練生と指導員の直接指導の他に、リフレクションの作業を実施できる環境を学習システムとして構築する。

本学習システムでは、訓練生自身が指導者のいない場面でもリフレクション作業ができるように、指導員の手本ビデオを用意する。訓練生は、自分の作業を録画するためアクションカメラを頭に固定し、作業者の視線方向からの様子を作業ビデオとして録画する。手本ビデオと作業ビデオを2画面で見ながらリフレクション作業を実施することで、多くの気づきを得ることができる。それらの気づきは、指導員のチェックを受けることで気づきの正当性が確認され、次回の反復練習の際に生かすことができる。また、自ら気づきを得ることで、訓練生は自信を持つことができ、自発的に反復練習を実施するようになるとともに、他の訓練生へのアドバイスも促進される。

本システムの試用実験により、コミュニケーションが活発化され、リフレクションだけでは気づくことが難しい「非常に細かなミスや無駄」、「癖」まで気づけていることを確かめた。また一般的な技能習得曲線では計測されなかった「ゆらぎ」と「収束」を計測した。

「ゆらぎ」は、最適な旋盤作業に近づけるための試行錯誤が行われていることの現われである。また「収束」は、「技能習得の限界」に近づいていることの現われである。これらの試用結果から、アクションカメラによるコミュニケーションを主体とした訓練効果の有効性が明らかとなった。

認知科学的なアプローチによる技能習得曲線との比較は、今後に残された課題である。

<参考文献>

[1]大沢剛：技能検定1級機械加工（普通旋盤作業）の教育訓練教材の制作実技指導書（1998）.

[2]橋本宣慶，大川一也，加藤秀雄，青宿淳一，樋口静一：シミュレータによる旋盤の心出し作業の訓練，精密工学会誌，Vol. 79，No. 8，pp779-783（2013）

[3]外川貴洋，大石進，橋本宣慶：普通旋盤上に構築した作業訓練用シミュレータ，精密工学会大会学術講演会論文集，Vol. 2012，春季（CD-ROM）ppROMBUNN. I23（2012）

[4]師岡孝次：習熟性工学，建帛社，pp8（1982）

<謝辞>

本論文は，指導教官である職業能力開発総合大学校 助教藤田紀勝先生 助教奥猛文先生，准教授星野実先生にご指導いただき進めたものであります．本論文を纏めることができたのは，偏に藤田先生，奥先生，星野先生の篤いご指導の賜であります．ここに記して深甚なる謝意を表します．