Vol.2016-CE-136 No.3
2016/10/15

SRK（Skill，Rules，Knowledge）アプローチに基づく旋盤訓練学習システムの提案

青木翔† 藤田紀勝† 小野寺理文†

概要：職業訓練では、仕事に必要となる技能に加えて遭遇している技能の問題点に気づく能力の習得が重要となる。遭遇している技能の問題点に気づくための訓練システムは、短期間での技能習得を主目的としたこれまでの e ラーニングシステムでは対応できない。本研究では、訓練生が遭遇している技能の問題点に気づきながら、継続的な技能のアップデートができる旋盤訓練学習システムを開発する。訓練学習システムは、手本ビデオ、リフレクションシート、アクションカメラ、技能習熟評価シートで構成する。学習者は、個別訓練環境により、手本ビデオを参考に、事前に用意された実習課題を思考錯誤しながら遭遇している技能の問題点を意識しながら実習に取り組む。その後、技能習熟評価シートに、実習課題時間、所定の寸法（14 箇所）、作業手順書閲覧の有無、気づきの記述から、技能力を評価して、技能力に応じた気づきの内容をリフレクションシートに記載する。リフレクションシートは、指導員と訓練生の双方向性を促進するものであり、訓練生により大きな気づきを促す。このようなシステム開発により、全国一律に自立した人材育成環境の実現を目的としている。本報では、これまでの取り組みと、今後の開発で予定している訓練システムのデザイン案を述べる。

キーワード：公共職業訓練、旋盤技能、21 世紀型スキル、アクションカメラ、リフレクション、SRK 分類、意思決定モデル

Suggestion of Lathe Operation Training System Based on SRK（Skill，Rules，Knowledge）Aproach

SHO AOKI† NORIKATSU FUJITA† RIBUN ONODERA†

Abstract: In vocational training, it is important to acquire the working skills in addition to problem‐solving skills. The conventional e-learning system, whose purpose is only to acquire the adequate skills, is insufficient to make supports for learning problem‐solving skills. In this study, we developed lathe operation training system. The training system consists of ideal image video, reflection sheets, action camera, skill evaluation seat. A learner can make an image of ideal lathe operation by video, and also acquire problem‐solving skills by try & error. The reflection sheets promotes "communication of an instructor and the trainee" and "big notice by trainee". The training system can make self-support craftsman. In this paper, we described developing design of lathe operation training system.

Keywords: Public vocational training, Lathe skill, 21st Century Skills, Action camera, Reflection sheet, SRK classification, decision making model

1. はじめに

職業訓練では、離転職者に対して再就職を支援する技能・技術の育成を図る。21 世紀型スキルとして自立した人材育成が注目される中、職業訓練においても、遭遇している技能の問題点に気づき、仕事を通して継続的に技能の向上ができる自立した技能者の育成が課題となっている。職業訓練の中で、旋盤技能は安定した収入が得られることから重要な訓練に位置づけられている。旋盤技能は感覚的な手技を必要とするため、座学による知識学習とともに、デモンストレーションによる指導が一般的となっている。技能訓練は個別性が高いため、きめ細かな個別指導が望ましいが、現在の職業訓練環境では対応できていない。

これまで、作業者の前方と後方の二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．これらの視覚情報だけでは、感覚的なカン・コツの体得は難しい。また、3 次元グラフィックライブラリ（OpenGL）技術や触覚ディ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。これらのシステムは、効率的な技能向上を目的としており、遭遇している技能的な問題の認知的足場がけがなく、自立した技能者の育成まではできない。

本報では、訓練生が遭遇している技能の問題点に気づきながら、継続的な技能のアップデートができる旋盤訓練学習システムを述べる。訓練学習システムは、手本ビデオ、リフレクションシート、アクションカメラ、技能習熟評価シートで構成する。学習者は個別訓練環境により手本ビデオを参考に、事前に用意された実習課題を思考錯誤しながら遭遇している技能的問題に気づく。その後、技能習熟評

† 職業能力開発総合大学校 小平市
Polytechnic University of Tokyo, 2-32-1, Ogawa-nishimachi, Kodaira-shi, 187-0035 Japan

ⓒ2016 Information Processing Society of Japan

価シートに、実習課題時間、所定の寸法（14 箇所）、作業手順書閲覧の有無､気づきの記述から､技能力を評価して、技能力に応じた気づきの内容をリフレクションシートに記載する。リフレクションシートは、指導員と訓練生の双方向性を促進するものであり、訓練生により大きな気づきを促す。

2. 旋盤技能訓練学習

2.1 旋盤技能の概要

旋盤とは鉛筆削りの原理で円形の寸法を変えるものである。旋盤工作機械を用いれば、端面、外形、内径、溝の切削加工ができる。旋盤技能訓練では、到達目標として、技能検定機械加工職種旋盤作業の２級レベルの技能習得を目指す。

図１に技能検定機械加工職種旋盤作業の２級の実技課題を示す。訓練生が旋盤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。

図１　技能検定機械加工職種旋盤作業 2 級の実技課題
Figure 1　Technical skill test of lathe (Grade 2)

2.2 北海道職業能力開発大学校における旋盤技能訓練

これまで筆者らは、北海道職業能力開発大学校の旋盤技能訓練において、アクションカメラ、手本ビデオ、リフレクションシートを利用した認知的足場がけをデザインしてきた[4][5]。そして、2015 年には、開校以来、初めて技能検定機械加工職種旋盤作業 2 級の合格率 100％を達成した。

図２にアクションカメラを利用した実技訓練学習風景を示す。旋盤技能の習得には、自分が行った操作の欠点を知り、繰り返し訓練をすることが重要となる。アクションカメラによる作業の撮影は任意であるが、自分がした作業を認識することが苦手な訓練生に対しては、アクションカメラの使用を義務付けている。

図２　アクションカメラを利用した実技訓練学習風景
Figure 2　Learning scenery of lathe operation with Action camera

本研究の目的は、北海道職業能力開発大学校で実施した旋盤技能訓練を全国一律に実施する訓練パッケージを開発し、公共職業訓練において、自立した人材育成を実現することにある。北海道職業能力開発大学校では、自立した旋盤技能者の育成を目的に、遭遇している技能的な問題に気づける訓練を行っている。

図 3 に北海道職業能力開発大学校で実施されている技能的な問題に気づくための思考プレセスを示す。この習得プロセスでは、①手本イメージから正しい状況の理解ができているか、②自分の操作を客観的に把握できているか、③修正する操作イメージが持てているか､がポイントとなる。リフレクションシートに、3 つのポイントを具体的に記述しながら、ミスに気付く力を鍛えている。このリフレクションシートにより「訓練生の気づき」と「訓練生と指導員の双方向性」を促進させる効果が期待できる。

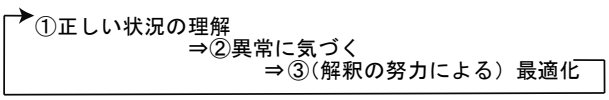

図３　技能的な問題点に気づくための思考プロセス
Figure 3　Thinking process for problem-solving skills

図 4 に北海道職業能力開発大学校で使用しているリフレクションシートを示す。リフレクションシートは、練習毎に各工程で要した時間、成果物の寸法、作業手順書閲覧の有無を記述する。練習において気づいた点、反省点などを訓練生が記述し、指導員がアドバイスを記述する欄を作っている。

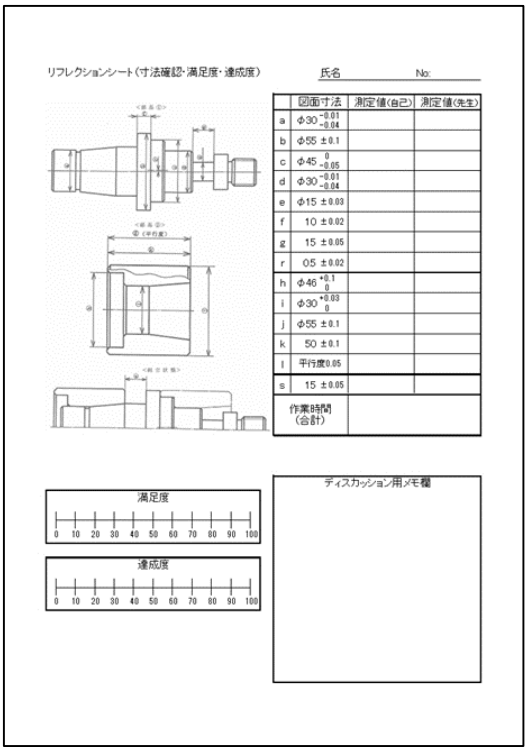

図 4　リフレクションシートのフォーマット

Figure 4　Format of Reflection sheet

3. 旋盤訓練学習システムの運用例

3.1 旋盤訓練学習システム

本章では、北海道職業能力開発大学校で実施した旋盤技能訓練を実施した旋盤技能訓練を全国一律に実施するために開発する予定の旋盤訓練学習システム（訓練パッケージ）を述べる。

図 5 に旋盤訓練学習システムの全体像を示す。旋盤技能習得システムは、ビデオ学習、実技訓練学習により構成する。ビデオ学習では、熟練技能者の製作工程ごとに分割された手本を確認する。ビデオ学習により、手本となる操作のイメージを明確にした後に、実技訓練学習を行う。このように実技訓練学習前に、ビデオ訓練を行うことによって、最適な操作のイメージを持ちながら実技訓練に入ることができる。訓練生は技能習熟評価シートにデータを入力して、

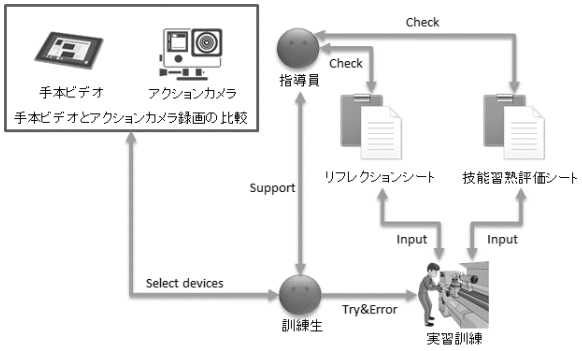

図 5　旋盤訓練学習システムの全体像

Figure 5　An outline of Lathe operation learning System

自分の技能レベルを把握する。そして、技能レベルに応じた気づきを記述する。

これまでは現場の指導員が技能レベルを評価して、適切な指導をしていた。旋盤訓練学習システムでは、EXCEL のマクロ機能により作成された技能習熟評価シートにより、所定のデータを入力すること技能習熟度が自動で計算される。技能習熟度は、リフレクションシートへの記述を促す認知的足場がけになっている。（後述の図 8 のラスムッセンの意思決定モデル参照）

3.2 SRK 分類の評価方法

技能習熟度は、ヒューマンエラーの分野で利用されているラスムッセンの SRK 分類により評価する。図 6 に SRK の分類法を示す。S は、無意識に作業ができる状態を表し、R はマニュアルに示された通りの作業ができる状態を表す。K はマニュアルを見て、一つ一つの動作を確認しながら作業をする状態を表す。

図 7 に技能習熟度の演算式を示す。技能習熟度は、「精度」、「時間」、「気づきの有無」、「作業手順書閲覧の有無」から計算する。これらの変数の重みづけは、北海道職業能力開発大学校の指導員が実際の指導で規範的に使っていたものである。例えば、作業手順書を見て、精度が悪く、時間内に作業ができず、気づきが無ければ、技能習熟度は K と評価する。一方、作業手順書を見ずに、精度が高く、時間内に作業ができた場合は、S と評価する。

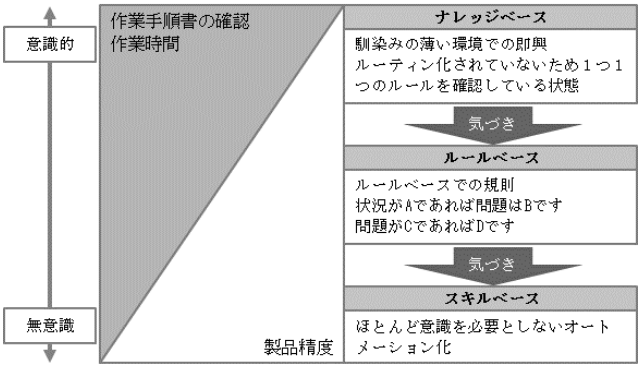

図 6　SRK の分類方法

Figure 6　The SRK Based classification

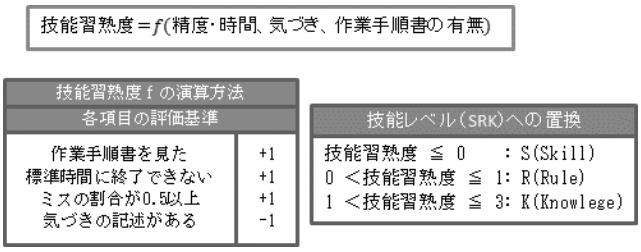

図 7　技能習熟度の演算式

Figure 7　Evaluation expression of skill level

ⓒ2016 Information Processing Society of Japan

3.3 SRK の分類と意思決定モデル

図 8 にラスムッセンの意思決定モデルを示す。ラスムッセンの意思決定モデルは、遭遇している技能の問題点に気づくための、認知的足場がけとして利用する。以下、技能レベルに応じた具体的な足場がけを示す。技能習熟評価シートを記入後、S と評価された場合は手本ビデオから正しい状況は理解できているので、操作箇所を良く観察して異常に気づくよう促す。R と評価された場合、正しい状況を確認後、操作箇所を良く観察して異常に気づくよう促す。K と評価された場合、正しい状況を確認後、論理的に推論して目標を設定し、操作箇所を良く観察して異常に気づくよう促す。

システムでは、正しい状態は手本ビデオ、操作箇所の確認はアクションカメラに足場がけしている。また、論理的推論と目標設定においては、状況に応じて指導員が個別対応を行う。

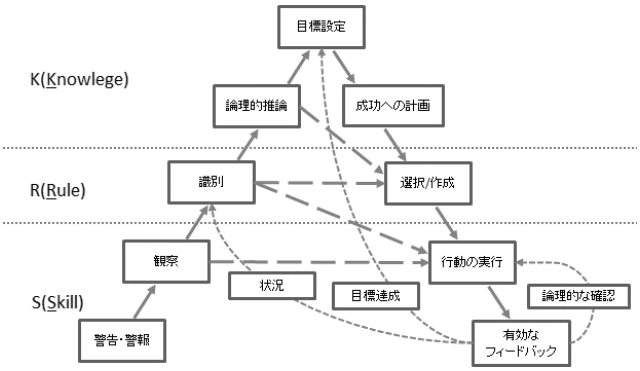

図 8　ラスムッセンの意思決定モデル

Figure 8　Decision Making Model (adapted from Rasmussen) including Feedback

実際に旋盤訓練学習システムを用いて訓練を行う際の流れを図 9 に示す。初めは指導員が訓練生の前で実際に一通りの作業を行う。作業工程を確認した後に訓練生は手本ビデオを参考にして訓練に取り組む。訓練後は必ずリフレクションシートと技能習熟評価シートを確認する。必要に応じて過去に生じた問題、解決策を参照し、どのような問題か、なぜ生じたかを確認する。これによって、生じた問題への間違った解釈が無くなり、無駄のない訓練に近づけることができる。リフレクションシートの評価結果が K から R になった場合は、問題を自ら発見し、解決策まで思考ができると考える。この段階では、工程をある程度は把握し、作業手順書を閲覧する回数が少なくなっていると考える。また、アクションカメラと手本ビデオとの比較をしなくても、自身の問題点に気づき、解決ができる訓練生もいる。そのため、技能レベルが R に達した訓練生に関しては作業手順でなく、精度や時間の短縮に重点をおくことがで

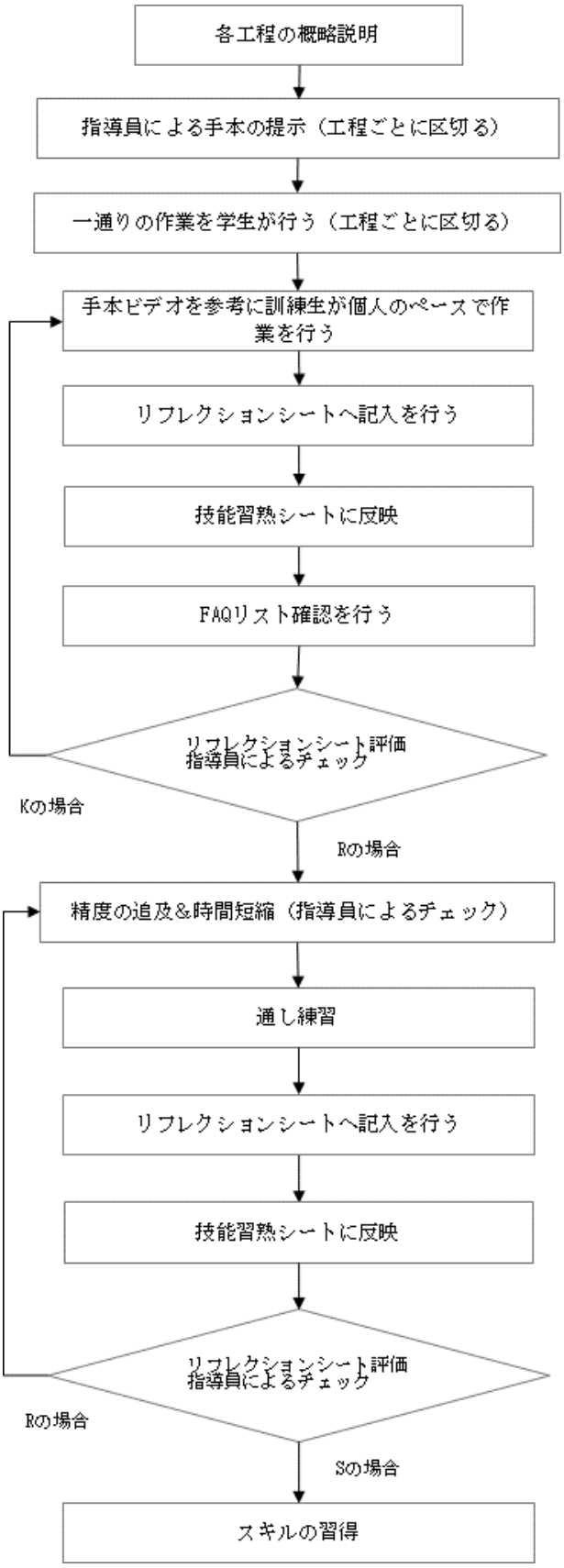

図 9　旋盤訓練学習システムを用いた訓練の流れ

Figure 9　Flow chart of lathe operation learning

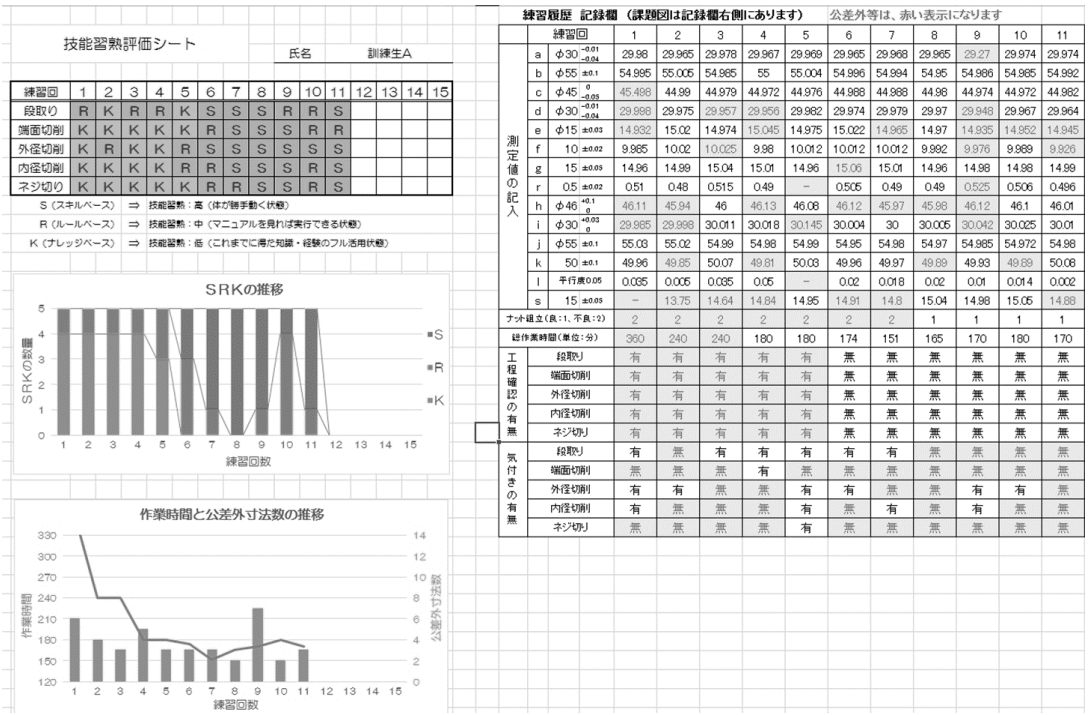

図 10 技能習熟評価シートの記入例

Figure 10 An example of skill evaluation seat

きる。技能レベルが R から S になると、訓練生は作業手順書の閲覧が最小限となり、問題が発生した場合には瞬時に解決ができると考えられる。また、技能レベルが S に達している訓練生は既に、手本ビデオとアクションカメラでの比較において、実習課題時間、所定の寸法に大きな違いがないと考えられる。そのため、訓練生自身が精度の追及や時間短縮などの改善点を発見し、解決する努力をする。

このように、K から S へ徐々に技能レベルが向上し、重点的に訓練を行うべき項目も変化する。これによって、訓練生がどのような項目を意識して訓練に取り組めばよいかが、指導員と訓練生ともに一目でわかる。訓練方法をシステム化するため、訓練生が訓練を理解し、主体的に取り組むことができる。しかし、訓練生によっては訓練を理解していても、無理な目標設定をしたり、誤った行動をしたりしてしまうことがある。そのため、状況に応じては、指導員が個別にアドバイスを与え、訓練生を的確に技能習熟へと導く必要がある。

図 10 は技能習熟評価シートの記入例を示す。基本的には、訓練生が図中の右側にある表へ評価項目のデータを入力する。マクロに埋め込まれている具体的な機能としては、右側にある表に入力されたデータを対象として演算を行い、出力結果を左側の表とグラフに反映するというものである。これにより、練習回数毎の訓練生の技能レベルの推移が分かる。

4. おわりに

本報では、訓練生が遭遇している技能的問題に気づきながら、継続的に技能のアップデートができる旋盤訓練学習システムの構成について述べた。システムは、手本ビデオ、リフクションシート、アクションカメラ、技能習熟評価シートで構成する。学習者は、個別訓練環境により事前に用意された実習課題を思考錯誤しながら問題に気づく力を学んでいく。リフレクションシートは、指導員と訓練生の双方向性を促進するものであり、訓練生により大きな気づきを促すことができる。

本研究では、このようなシステム開発により、全国一律に 21 世紀型スキルである自立性を育成する職業訓練環境の実現を目的としている。

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,2013,Vol.79,no.8,p.779-783.
[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,精密工学会学術講演会論文集,2012,Vol.2012,春季(CD-ROM)p.ROMBUNN.I23.
[4] 園田吾郎：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,高度養成課程応用研究科論文集,2015,p.2-5.
[5] 木村寛路：リフレクションを導入した技能習熟モデルに関する研究,高度養成課程応用研究科論文集,2016,p.25-30.