

知識修得と機器実習が混在する教育における e-Learning の開発と評価

山本洋雄・國宗永佳・鬼頭 強・山田 保・相澤哲也
教育システム研究開発センター
内線 7199 yama7@shinshu-u.ac.jp

要 旨

知識修得と機器実習が混在した教育における e-Learning の開発と、高い学習効果を得るための手法について実践・評価した。従来、機器実習においては実際の機器を用いて繰り返し同じ作業を行うことにより、操作方法や機器の分解・組立等のスキルを習得していた。この実習の中では、操作等に必要知識習得部分と、実際に分解・組立を行うことによりのみ得られるスキル獲得部分が混在していた。そこで本研究では、知識習得部分については e-Learning を用い、実習部分はシミュレーション画面を用いるようにしたシステムを開発した。この手法によって学習時間面でも費用面でも効率よく、また学習効果を低下させることなく、知識やスキルを身に付けることができるようになった。

キーワード

機器実習, e-Learning, シミュレーション, スキル獲得, VOD, ブレンディング学習

1. はじめに

日立電子サービス株式会社では、関連会社12社を含めて約7,000人の社員が全国に配置されている。コンピュータや情報通信機器等の保守・工事及びソリューションサービスが主な業務である。技術系社員約200人は、全員が入社1年目に集合教育にて8ヶ月間に亘る長期間の新人研修を受講している。所属に配属された2年目以降も順次新技術に関する専門教育を受講し、技術力の向上を図っている。入社2年目以降の専門教育は、コースの種類が約400、年間で約1,400コースが開催されている。一人あたりの年間教育受講数は約2週間で、全国の社員教育用の旅費、宿泊費や人件費などの費用は膨大である。より良い教育と、コスト低減は大きな課題である。

2. システム開発のねらい

現金自動預払機(ATM)の保守を行なう技術者の育成には、装置を構成する部品等の名称をはじめとする基本となる知識を修得させるための教育が必要である。さらに、実際に保守を行なう際に必要となる操作実習や機器の分解・組立を行なうメカ実習等のスキルを修得させる機器実習も必要である。このように知識修得と機器実習が混在する教育において、どのような手法を用いたら効果的に e-Learning を開発し実践することができるのかを検討し

実施した。

2.1 ATMの保守技術に必要な教育

ATMの保守を行なう技術者の育成には、大きく分けて以下の2つの教育項目がある。

- (1) ATMの保守を行なうために必要な動作シーケンシャルなどの知識修得
- (2) 実際の保守を行なうための機器固有の操作や分解・組立などの機器実習

機器実習には、実際の保守を行なうために必要となる機器固有の操作スキルを修得するための「操作実習」と、機器の分解・組立等のスキルを修得する「メカ実習」がある。「メカ実習」は、不良メカの交換ができるようになることが目的である。その他に紙幣・硬貨の搬送動作を成立させている機構が、組みあがっている状態では確認できないため、分解後に確認させることも目的である。

従来、(1)については集合教育にて対面教育で実施し、(2)については実際のATMを使用してのグループ実習を行っていた。(1)と(2)の内容は互いに補完し合う形なので、(2)の実習を行なった後に(1)の内容についての説明を繰り返すような学習形態も取っていた。

2.2 e-Learning 導入前のカリキュラム

全国各地から、受講者を横浜市の教育センターに集め集合教育を実施している。その際に受講者の肉体的・精神的な面を考慮して午前中に知識修得を行い、午後に機器実習を行なうように配慮していた(表1)。

表1 e-Learning 導入前のカリキュラム

	一日目	二日目	三日目	四日目	五日目	六日目	七日目	八日目
午前	知識修得	知識修得	知識修得	知識修得	メカ実習	メカ実習	メカ実習	知識修得
午後	操作実習	操作実習	メカ実習	メカ実習	メカ実習	メカ実習	メカ実習	

ATMの保守教育では、操作やメカの分解・組立スキルを修得するために実機を使用して教育を行なう必要がある。しかし、移動による出張等の経費が掛かること、実習用の機器は高額であり、受講者数分購入できないことが問題であった。そこで、これらの問題を解決するために受講生の在籍する拠点でも学習出来るように、e-Learningを導入することにした。

2.3 e-Learning への取組み

コース期間の短縮、コストの低減、機器実習の効率化を狙ってe-Learningを導入することにした。

具体的な目標として、知識修得においては期間短縮を目標とした。機器実習においては、実機が無くても予習・復習ができるようにし、さらに実習時間効率を高めることを目標とした。

3. e-Learning を用いた教育手法

知識を修得させる教育に関しては、知識修得型 e-Learning を導入し成果をあげていることが既実証されている^[1]。そのため、知識修得部分では知識修得型 e-Learning を導入することにした。また、メカ実習においては VOD (Video On Demand) 教材を活用することで効率化を図ることにし、操作実習部分にはシミュレーション教材を用いることで e-Learning 化に取り組むことにした。この教育においては図 1 に示す 3 次元を用いた教材^[2]や、図 2 に示す設計・運用シミュレータを用いた教材^[3]を用いることで、既に e-Learning 化している部分もある。そこで今回は、現在までに e-Learning 化されていない、知識修得とスキルを修得するための実習教材を連動して学習できる教材を開発することにした。

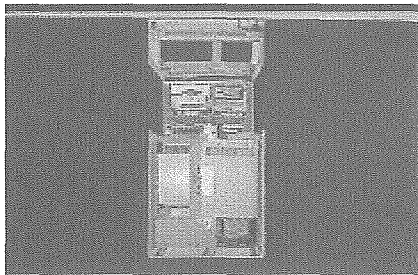


図 1 3次元での機器分解画面

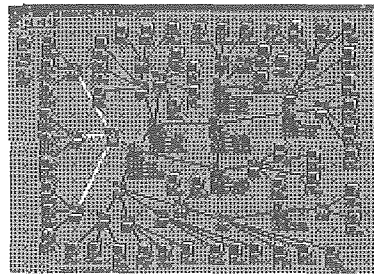


図 2 設計・運用シミュレータ画面

3.1 知識修得部分の e-Learning 化

集合教育の日数を短縮することを目的に時間割を見直し、知識修得部分と実習部分に分けた。知識修得部分をすべて知識修得型 e-Learning に置き換えることで遠隔地においても学習できるようにし、機器実習のみ集合教育を行なうようにした (表 2)。この変更によって、担当の講師に質問することなく機器実習中に知識修得部分の学習を繰り返し行うことが可能になった。

表 2 知識修得型 e-Learning 導入後のカリキュラム

遠隔地での学習				一日目	二日目	三日目	四日目	五日目
知識修得	知識修得	知識修得	午前	操作実習	メカ実習	メカ実習	メカ実習	メカ実習
知識修得	知識修得		午後	操作実習	メカ実習	メカ実習	メカ実習	メカ実習

知識習得の 3 日間分は e-Learning を用いて遠隔地で自学自習+機器実習のみを 5 日間で集合教育

3.2 操作実習部分の e-Learning 化

実際に操作を行ない紙幣・硬貨の搬送動作を理解するための「操作実習」や、メカの分解・組立・調整等を行なう「メカ実習」については、実機を使用して実習することが望ましい。しかし、実習用機器の価格が高額になってきていることから、教育コストの低減を図り実機が無い遠隔地から操作できる教材を提供することを目的として、VOD 教材の作成とシ

シミュレーション教材を開発して活用し、学習効果の向上を図った。

従来、ATMの保守教育の「操作実習」時は、下記の問題点が挙げられていた。

- ・実習のグループで積極的に操作する学習者以外は実機に触れる時間が少ない。
- ・メカの分解中は搬送動作を確認できない。
- ・実機が少ない場合には待ち時間が多くなる。
- ・納得できるまで「操作実習」ができず不満が残る。

これらの問題点を解消し学習効果の向上を図るため、シミュレーション教材を開発して活用した。

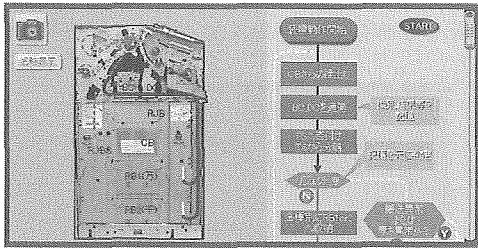


図3 シミュレーション(紙幣処理)画面

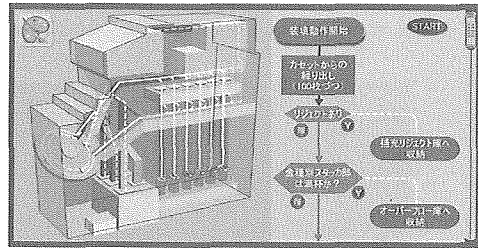


図4 シミュレーション(硬貨処理)画面

図3と図4にシミュレーション教材の画面例を示す。これらはATMに搭載されている紙幣と硬貨を処理するユニットのシミュレーションを行っており、以下に挙げる特徴を持つ。

- ・背景は、理解しやすいイラストとリアルな写真の切替が可能
- ・各パーツの名称表示が可能
- ・実際の動作音を聞くことができる
- ・紙幣の搬送路を軌跡として残すことができる
- ・フローチャートを用いて学習しながら紙幣や硬貨の動作を繰り返して学習可能
(本件に関する特許を申請済み：整理番号 A547，特願2003-298176)

さらに図4に示した硬貨処理ユニットのシミュレーションでは、硬貨の動作をよりわかりやすく表現するために立体的な表示を行っている。

これらの特徴により、学習者が学習進度に合わせて必要な情報を取捨選択して自由に表示することが可能であり、ATMの動作を画像・動画・音声によって理解することができる。

このようにシミュレーション教材を活用したことで、上記の問題点を解決することができ、フローチャートと実際の動きを連動させることで、学習したい項目のみを学習できるようになった。また、事前に本教材を使用してから実機を使った操作をすることで、操作実習時間を短縮することができた。

3.3 メカ実習部分のe-Learning化

従来、現金自動預払機の保守教育の「メカ実習」時には、下記の問題点があった。

- ・紙ベースの分解・組立手順書を理解しながらメカ実習を行なっているため、実際のネジ位置等が分かり難くて効率が悪い

- ・教育終了後は実機が無いため復習ができない
- ・各メカ毎にローテーションで実習させるために講師に掛かる負担が大きい

これらの問題点を解消し実習効率を向上するために、VOD (Video On Demand) を用いた教材を導入した。図5にVODの目次 (INDEX) 画面、図6にVODの画面を示す。

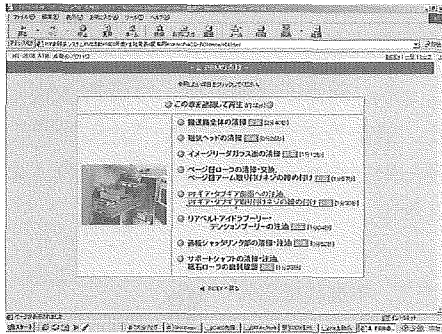


図5 VOD INDEX 画面

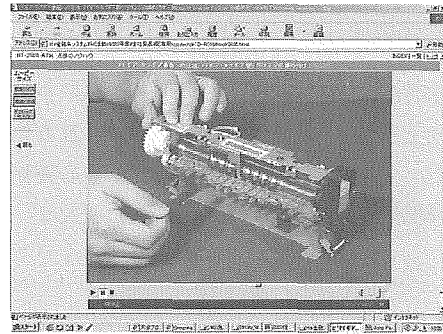


図6 VOD アッセンブリ分解画面

図に示したようなVOD教材を活用したことにより、上記の問題点を解決することができた。VOD教材ではINDEXを用いて映像を項目毎に分割することで、必要な項目のみを見ることが可能となり、教育にかかる時間を短縮することができた。さらに、従来存在した講師の違いによる教え方のばらつきも改善することができた。

3.4 e-Learning 学習環境

図7に集合教育時の13部屋ある実習室内のネットワーク構成図を示す。図8に遠隔学習時のネットワーク構成図を示す。これにより、遠地から使用する教材は、集合教育時に使用している教材と同一のもので学習できる。

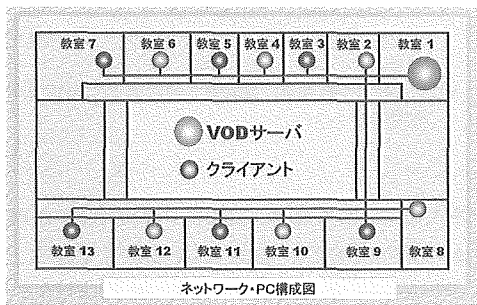


図7 集合教育時のインフラ

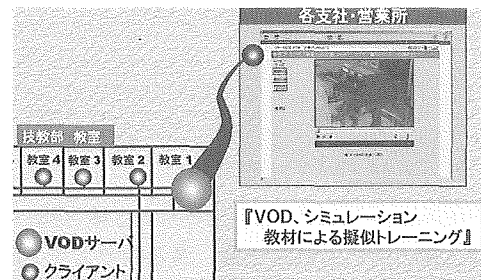


図8 遠隔学習時のインフラ図

このように、社内のネットワークを活用することで、同一の学習PCを利用して社内のイントラネットにある機器固有の障害対策情報、部品設定情報等も一元的に利用できるようになった。このことで、より実践的な教育ができるようになった。

4. 評価

以上のように教材をバランスよく使用することで、知識とスキルを組み合わせた効果的な学習を行なうことができる。この結果をもとに、企業内教育における e-Learning 導入効果を学習成績、学習時間、コスト、利用者満足度など 4 つの観点から評価する^[4]。

4.1 学習成績による評価

学習成績による評価を回帰成就値^[4]を求めて行なった。回帰成就値とは、学習方法別の成績向上度合いを測定する際に用いられる指標である。異なる学習者群を用いて比較を行なうなど、プリテストの影響を取り除く必要がある場合に用いられる。図 9 に分布を、表 3 に回帰成就値から得られた学習成績の緒元を、それぞれ示す。

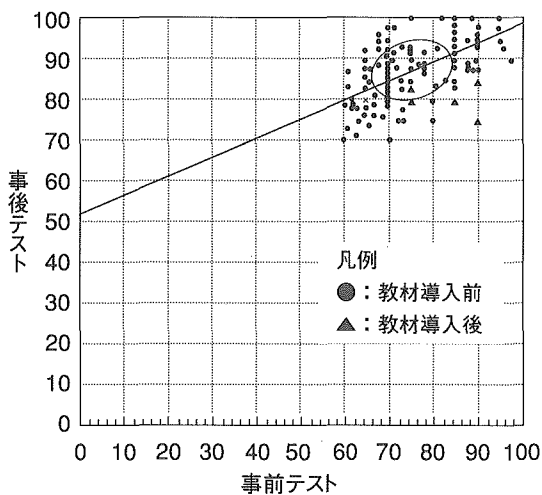


図9 学習成績の分析

表3 学習成績緒元

データ名称	教材導入前	教材導入後
標本数	148	113
平均点	事前テスト	75.28
	事後テスト	87.45
標準偏差	事前テスト	9.32
	事後テスト	7.41
回帰成就値 *1	平均	-0.09
	標準偏差	5.95
回帰成就値 t 検定 *2		0.9%
回帰偏差得点		0.21

* 1 回帰成就値は、一般的に次の式で求めることができる。

$$Ar = Spost - (a \cdot Spre + b)$$

Spост, Spre は事後テストと事前テストの得点である。

* 2 t 検定の結果は、教材導入前に比べ 1%未満で有意差があった。

テストの対象者は、e-Learning 導入前148名、導入後113名である。図中では e-Learning 導入前のテスト結果を●、導入後のテスト結果を▲で表しており、直線は回帰直線である。

また、表に示したように回帰成就値の平均が e-Learning 導入前は -0.09、導入後は 0.12 であるので、回帰偏差得点は 0.21 となる。t 検定の結果 1%未満で有意差があり、このことから学習効果があったといえる。

4.2 学習時間による評価

従来、専門教育では 8 日間にわたり集合教育を実施していた。しかし、遠隔地において事

前に知識習得型 e-Learning（3日間分）を行うことにより、集合教育を5日間に短縮することができた。また、シミュレーション教材を活用することで、実機を使用するための待ち時間を60分から50分に短縮したため、学習時間をより有効に使用できるようになった。さらに機器実習時間も VOD 教材を活用した結果、平均40時間が36時間となり、10%の短縮が図れた。

以上に示したように実習時間だけでなく、それに関わる待ち時間等も大幅に短縮することができたため、より有効に学習時間を使用することが可能となった。

4.3 コストによる評価

日立電子サービスでは、e-Learning を用いた教育において延べ約150人の受講者で集合教育と見合うコストとなる（教育日程によって損益分岐点の人数が異なる）ことが報告されている^[4]。今回の専門教育では、1,000人以上の人員を教育するため、コストの面から見ても十分に効果があるといえる。本教育のために作成した e-Learning 教材を表4に示す。

表4 作成コンテンツ

知識修得型 e-Learning	12種（総学習時間870分）
VOD コンテンツ	11本（総時間406分）
シミュレーション教材	3種

4.4 受講者に対するアンケート調査

知識修得型 e-Learning、シミュレーション教材、VOD 教材についてアンケートを行なった結果を次に述べる。

(1) 知識修得型 e-Learning による事前学習について

受講者に対して、知識修得型 e-Learning 教材についてのアンケートを行った結果、主に以下のような意見を得ることができた。

1. 事前学習の e-Learning 教材は、動画が組み込まれており理解の向上につながる
2. 仕事の後に支社に残って学習しなければならないので時間の確保が難しい
3. 期間が短縮できるので良い
4. 繰り返し学習できるので復習できる

これらの意見より、概ね好評であることが分かる。しかし、2. の意見では集合学習と違い、学習に当てる時間を受講者が自ら確保する必要があることが分かる。この問題については、集合学習の場合と同様に事前学習についても会社側が十分な時間を確保することにより改善することができる。

(2) シミュレーション教材について

シミュレーション教材についてのアンケートでは、「非常に役立った」「役立った」と答えた受講生は、それぞれ48.5%、44.7%であった。この結果より、90%以上の受講生がシミュレーション教材について満足していることが分かった。

(3) VOD 教材について

VOD 教材についてのアンケートでは、主に以下のような意見を得ることができた。

1. ビジュアルであるため分解・組立マニュアルよりも分かり易く理解に役立つ
2. 静止画がきれいであり、ねじ位置等の確認が容易になった
3. 自分たちの速度で実習ができる
4. 装置を十分に触れることができた

これらの意見より、VOD 教材を導入したことで、機器実習を行う際に生じていた従来の問題点を改善することができたといえる。

5. おわりに

本論文では、機器実習と知識習得型学習が混在した教育についての改善策として、e-Learning を導入した。その結果、学習成績、学習時間、コストについて大きく改善されたことが分かった。また、教材を e-Learning 化したことによって、受講者はいつでも必要な学習を行い技術の維持に役立てることができるようになった。さらに、受講者が各種教材を用いて学習するため、講師は受講者のフォローに専念することができるという効果も得られた。

参考文献

- [1] 山本洋雄, 中山実, 清水康敬: “CAI と学習形態との関連における学習効果の比較分析”, 教育システム情報学会誌, Vol.14 No.3, pp.57-65 (1997).
- [2] 羽原貴明, 一場忠之, 田村正男, 鈴木惇郎, 山本洋雄: “3次元CGを用いた分解組み立て実習疑似体験システムの開発”, 工学・工業教育研究講演会講演論文集, pp.329-332 (1997)
- [3] 早川正昭, 丹野克彦, 山本洋雄, 中山実, 清水康敬: “LAN 構築シミュレータの開発と教育方法の改善”, 教育システム情報学会第26回全国大会講演論文集, pp.367-368 (2001)
- [4] 先進学習基盤協議会 (ALIC) 編著: “eラーニング白書2002/2003年版”, 株式会社オーム社, 第7.4章, pp.254-278 (2002)