

組込み技術者への現場型 教育コンテンツの開発

松田昭信[†] 高本博文^{††}

近年、組込み技術者の教育は、組込みシステム設計の開発及び検証において、重要性が広まりつつある。これは、開発現場において高い技術力を持った組込み技術者が、高品質を維持したまま設計期間短縮が求められているためである。よって、本稿では、開発現場における組込み技術者への教育コンテンツを示す。この開発事例が組込み技術者に対して効果的であることが判明した。

A Development of Education Content at Job Site Type for Embedded Engineers

Akitoshi Matsuda[†] and Hirofumi Takamoto^{††}

Recently, an education of embedded engineers is widely becoming important for development and verification in embedded system design. It is expected that the enhancement of embedded engineer on job site can reduce the design turn-around-time without losing the quality of design. This paper presents a development of education contents for embedded engineer at job site. The results of this development case study demonstrate high efficiency of the education contents at some job sites type for embedded engineers.

1. はじめに

経済産業省が発表した「2009年版組込みソフトウェア産業実態調査報告書」によると、2009年では約26万人の組込み技術者が従事しているが、6万9000人が不足しているといわれていた[1]。デジタル機器やコミュニティ・エンターテインメント機器（iPhone/iPad/iPod等も含む）の普及などでますます大量に不足しているというのが現実である。よって、組込み技術者不足への対応が急務となっており、技術者不足が色々と大きな問題を引き起こしている。最近のトヨタ自動車の大規模リコール問題をはじめとして、銀行システムの障害やJR改札システムの障害など、組込みシステムの品質向上に際して大きな影響を及ぼしている。これらの問題に対して、解決の一つが現場の声を反映した教育システムの構築が重要と考える。従来から、大学や教育専門会社などが提供していた教材があったが、どれも学術的な要素が強く、現場では役に立たない内容が多かった。また、企業の現場では、熟練技術者、中堅技術者及び新人技術者の間で、団塊世代問題などといわれる世代交代が進む中で、技術の伝承がうまく機能していないということも発生している。これらの技術伝承に関しては、現場の熟練技術者からは、とにかく慣れろ、マニュアルは頭の中に存在する、教育に時間をかける時間がない、などといった精神論的な声がまかり通っていた。それにより、次世代の現場を担う新人技術者からは、技術を教えてもらえない、マニュアルがないからわからない、業務の全体的な流れがわからない、などといった不満も多く聞こえてくる状況である。この原因は、技術伝承に体系的な教育システムが確立されてないからである。また、これらの状況は、典型的な「日本型モノづくり」の体制であると考えられる。このような「日本型モノづくり」の体制が続いていくと、今後も日本の生産技術が衰退していくことは容易に理解できる[2]。かつて、商品やモノづくりで圧倒的な強さを誇っていた日本だが、現在その地位は、韓国や台湾などの東南アジア諸国にとって代わっている状況である。日本は、技術力で勝っているにもかかわらず、国際競争力は2010年時点で27位と、先進国の中ではほとんど最下位になっている[3]。その象徴的な例を挙げると、今年発売されたアップル社の「iPad」の原価構成では、製造コストがたったの2%であり、原価全体の約半分が利益で、あとの半分が材料費という構成になっている[4]。この原価構成は、従来の「日本型モノづくり」の体制、つまりいかに効率を上げて製造コストを抑えるかというような体制とは大きく異なっており、また利益率の割合が違うこともビジネスモデルとして大きく違っていることがわかる。アップル社、シスコ社またはマイクロソフト社などのIT企業では、ハード設計、デザ

[†] 九州大学大学院 統合新領域学府 オートモーティブサイエンス専攻
Department of Automotive Science, Graduate School of Integrated Frontier Sciences, Kyushu University

^{††} 株式会社 レガートデザインコーポレーション
Legato Design Corporation Co., Ltd.

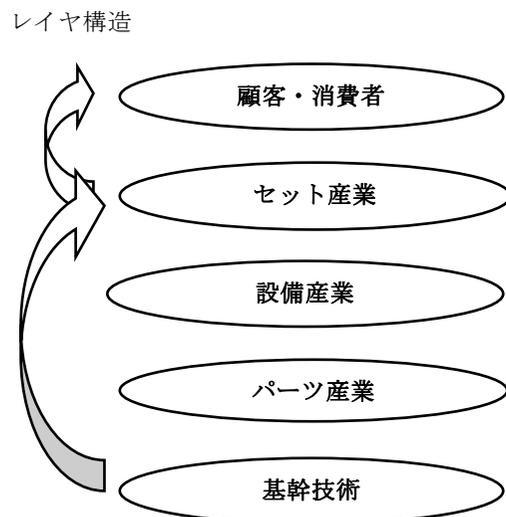


図 1 組込みビジネス産業の構造

イン、ソフトウェア開発やサービスを自社で開発をおこない、部品調達やモノづくりは製造受託会社（主に中国）に委託する、工場を持たない水平分業生産というビジネスモデルを展開している。一方、「日本型モノづくり」の中心は製造業で、日本の企業も一部のパートナー会社に生産を委託しているが、ほとんどは国内外に工場を持つ、図1に示すような垂直統合モデルの企業がほとんどである[5]。今後は、製造受託会社に勝てるモノづくりを実現することが、日本の製造企業の大変重要な課題である。

2. 教育システム開発の背景

日本の製造企業の課題解決のためには、新しい枠組みの教育システムや仕組みが必要と考えている。そして、日本の製造企業の成長の鍵は、モノづくり力とソリューション力と考えられる。現在の最先端の技術は、次の時代には最先端ではなくなるというのが技術の世界であり、技術の世界は常に時代に追従した対応が必要である。よって、技術の進展が速い組込み技術の対応の中の組込み技術者教育においては、最新の技術動向や開発現場に即したコンテンツが含まれた教材の構築が必要である[6]。また、現場から発生する問題のフィードバックも重要である。よって、従来からおこなわれ

ている、大学などの教育機関での組込み教育は、大いに見直すべきであると考えている。企業が求めているのは、構想段階から商品出荷まで一連の工程を体系的に学習する仕掛けである。大学など教育機関が実施しているモノづくり実験であるような、バグのない理想的なモノづくりは夢物語であり、実際の開発現場では、モノづくりの過程で生じる種々の問題に対する解決能力（ソリューション力）が高く求められる。その中で、課題解決能力を向上させるため、モノづくりに何がポイントかを体系的に学習する必要がある。そこで今回、企業の現役の技術者やOBの方から集めた実際の現場でのノウハウを教育システムに取り入れて、現場に即した組込み技術を応用して、学生や新入社員向けに、今後新しい時代に通用するモノづくりを体系的に学習できる教育システムを構築しようと思に至った。

このシステムにより、従来のような大学などの教育機関で使用されている、単なる教科書的な学習教材ではなく、今回の教育システムの中には、組込みベンダー各社の最新ツールの概要やデモなども盛り込み、学習したことと最新の技術状況をリンクできるように教育システムを製作する。さらに、特徴的なことは、通常は業務の流れは各社で独自手法が含まれている部分があり、1社のみをターゲットにしても、組込み業界全体の普遍的な学習は不可能である。よって、今回は、複数社・複数業界（電機、自動車、産業機器など）の技術者らの協力を得て、今現在、開発現場でおこなっている業務や課題となっている重要な項目などを実感できる教育コンテンツを取り揃えた。よって、就職経験のないもしくは浅い組込み技術者には、開発現場の状況や重要性を前持って学習できることになる。これにより、大卒以上の新入社員の3年後には離職率30%に達するといった課題の抑止にも貢献するものとする[7]。本稿では、このような状況を背景として、現場に即した教育システムを開発したことを述べる。

3. 従来の教育システム

組込み技術に関する教育システムに関しては、各社から種々の教育システムが提案されている。これまで、現場型の組込み技術の教育システムは、各企業内の社員教育用として開発及び運用されているケースが大多数である。社外や一般向けに対して、普遍的な組込み技術の教育システムとしては、普及していないのが現状である。なぜならば、組込み技術は業種や製品に依存する部分が大きいため、きめ細かい対応をするには多くの労力とコストが必要となる。よって、組込み関連企業においては、就職前の事前教育というよりも、入社後に社員教育としてオリジナルな内容で独自運用されているケース大半である。一方、独立行政法人などの公的機関では、この組込みシステム分野の教育への取組みをしているが、組込みシステムを「いかに作るか」に重点が置かれており、いま市場が求めている「何を作るか」への取組みに対しては対応しきれていない面がある。これらの解決には、実際の開発現場の声を取り入れて、教

育コンテンツの随時更新を対応しなければならないという局面に直面している[8]. 多くの組込み企業が、売れるものをいかに創り出すかという重要課題を解決する人材の育成及び採用を切に望んでいる状況である. これらの声に応えるには、従来の教育システムに何らかの改善が必要であると考え.

4. 現場型教育コンテンツへの取組み

今回の取組みとして、組込み技術の開発現場に即した意見を集約するため、九州地域における組込み関連の地場企業に対して、現役の技術者有志を集めて「九州組込みフォーラム (Q's フォーラム)」なる組織を立ち上げた[9]. そのフォーラムにおいて、企業や業種の垣根を越えて、組込み技術者に対する教育に対して、どのような教育コンテンツが相応しいかについて意見交換を進めてきた. それらの活動の中で、各企業共通に求められている教育コンテンツと企業独自の教育コンテンツをスクリーニング

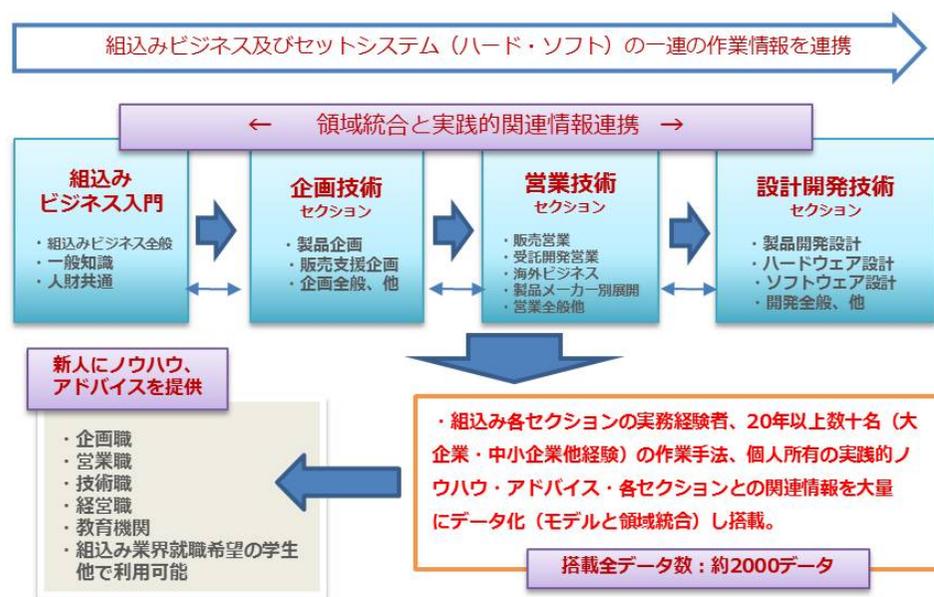


図 2 学習フローのメニュー一覧

して、項目ごとに教育コンテンツをまとめた. さらに、新入社員の能力の足りない点や、どのようなことを学生時代に勉強すればよいかについて意見を出し合った. これらの意見交換によって出てきた色々な意見を踏まえて、組込み技術者が体系的に学べるように、現場型教育コンテンツを学ぶべき項目と学習順序を図2のようにまとめた. さらに、各項目の中の教育コンテンツを体系的にまとめ、それを統合的に学習できる資料を収集及び整理していった[10]. またその過程で、教育コンテンツのみでなく実際の開発現場において「日本型モノづくり」の強み・弱みを統合的に見直して、現在のビジネス及びマーケットに即した内容に充実させていった[11].

5. 教育コンテンツの開発事例

教育コンテンツ開発取組みとして、どのような開発フローで作業を進めていったかを述べる. 今回は、異業種の技術者の集まりでもあったため、各業種の共通言語が不統一などの問題があったため、教育コンテンツの整理に苦心した. また、同じ業種であっても、ハードウェア技術者とソフトウェア技術者などでも同じような事象が発生して、多くの労力を注いだ. 例えば、電機業界と自動車業界で取り組まれている省エネ対策といっても、両業界の観点は全く違う[12][13]. また、ハードウェア技術者とソフトウェア技術者のそれぞれのメモリサイズの対応についても全く観点が違う. 次に、今回のシステムの開発フローについて順を追って説明する.

5.1 学習項目の抽出

組込み製品において、製品企画技術、設計開発技術及び製品出荷までの一連の流れを体系的に学習できるように、何をポイントとして抑えておけばよいか、学習すべき項目を分野別に抽出する. (図3参照)

5.2 項目の選択肢の設定

各学習項目において、熟練度(初級者から上級者のように段階を分ける)と業種別(技術向け、技術営業向けなど)を判断して、学習コースの選別及び学習すべきボリュームを検討する.

5.3 項目の内容を検討

各学習項目に沿って、企業の現役技術者並びにOBの方から教育コンテンツを収集する. そのコンテンツに対して、現場に即した経験を基にそれぞれのヒアリングした結果を照らし合わせて、用語の解説などを加えながら学習内容をまとめる.

5.4 アドバイス情報の追加

組込み製品づくりに対する「暗黙知」や「匠の技」について、各社及び各人の独自の事案について、コラム形式にてまとめる. 特定の人物の見解だけでなく、多くの意見から最大公約数的な意見を抽出して整理して記述する.

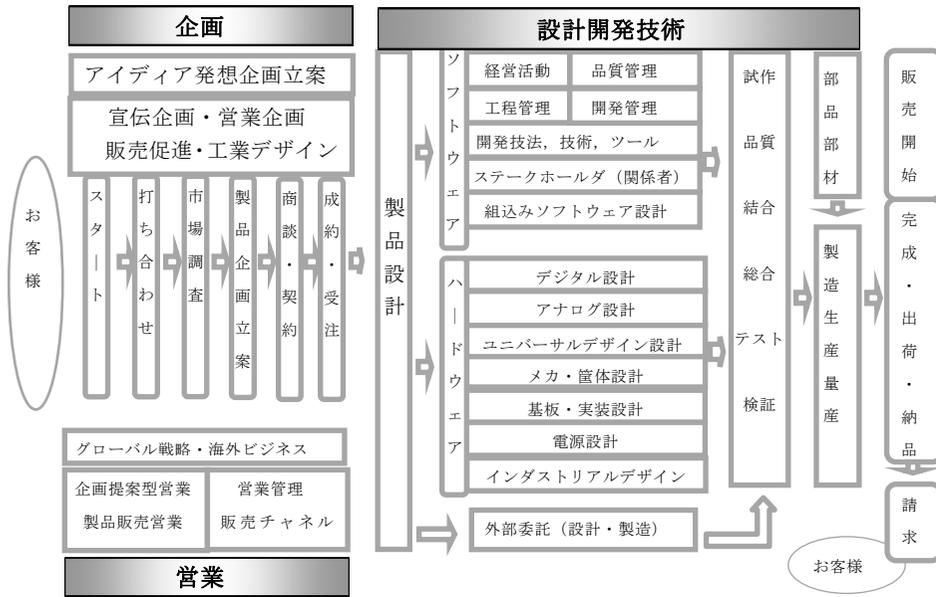


図 3 各学習項目の一覧

5.5 プラットフォームの構築

各学習項目を体系的に学習できるように、Web ブラウザ上に学習項目をモジュール単位で表示する。それから、関連する各学習項目をリンク付けて、関連項目に対して検索時間をかけずに学べるように構築する。その中で、単に資料を見るだけでなく、現場の状況や最新技術情報なども適宜追加して開発現場の状況も照らし合わせながら学習できるようにする。

5.6 教育コンテンツの更新

この教育システムでの現場型教育コンテンツでは、常に内容が更新される必要がある。そのため、ある一定期間の範囲で、このシステムの教育コンテンツ更新のため、定期的に総合的な評価及び検証を現場の技術者に依頼する。また、常に最新情報を取り入れるため、各学習項目の担当を予め選定しておき、データ更新の作業を盛り込んでいく。

6. 教育コンテンツの運用事例

この教育システムにおいて、前節で述べたような開発フローによって製作した。その成果物の第一弾として、現場型モノづくりを体系的に学習できるパッケージソフトウェア製品エビーパ (Eb☆Pa) をリリースした[14]。これにより、従来のような学習項目別に分かれていた教育システムを統合化されたことにより、学習途中で調べたい事項などが、すぐに対応できるようになった。それにより、学習項目間でのイタレーションが激減した。具体的には、図 4 に示すように連携のツリー構造がわかるように

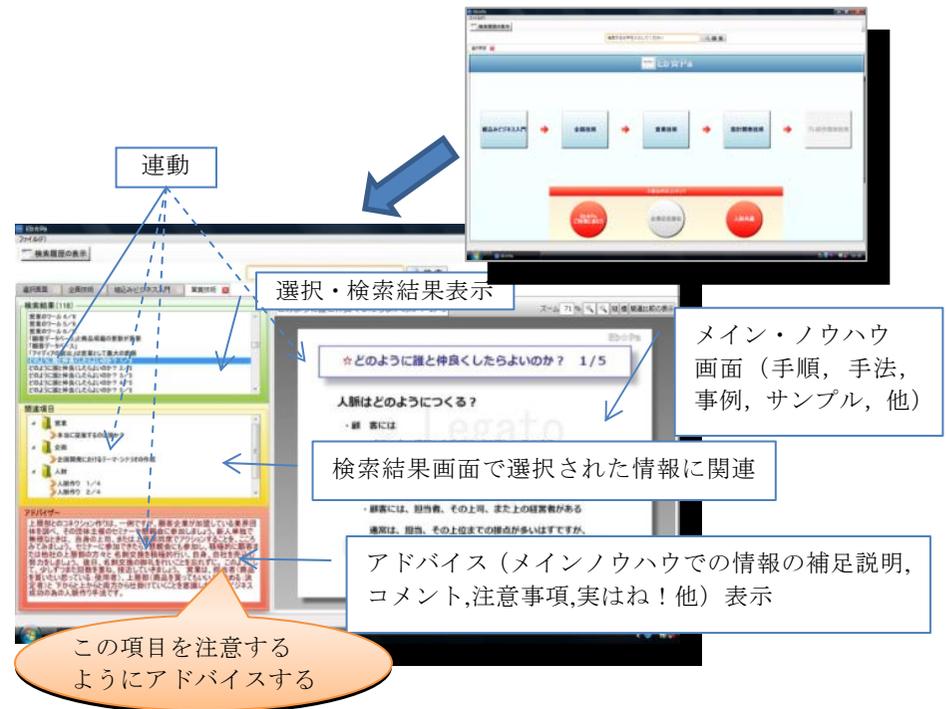


図 4 教育システムのメニュー表

GUIが表示される。また、実際のビジネスミーティングを体験することは、Webベースのアプリケーションでは困難である。しかし、実際の業務ではミーティングでの、進行や折衝が重要な項目となる。このような環境での教育及び訓練のために、模式図として図5に示すようなバーチャルミーティングの環境を構築した[15]。例えば図5では、ソフトウェア開発の担当者が、製品開発においてハードウェア開発者と技術的内容の濃い内容で意見交換をする。その後、実際に製品出荷となると営業担当者や企画担当者と折衝しなければならない。また、この環境下では、ソフトウェアの開発担当者がハードウェア開発者や営業担当者などの色々な役割を受け持つことにより、各担当でのミーティング全体での対処方法を仮想(バーチャル)体験することができる。従来の組込み教育に関する教育システムでは、技術分野に学習項目が偏っているため、製品出荷までの一連の作業がよくわからないことが多かった。また、外部委託された組込み技術者にしても、ソフトウェア開発の一部しか携わることが出来ないため、これらの一連の作業も経験できないことが大多数である。このような全体の流れを把握できないと、組込み機器開発において、全体像がよく見えずにモチベーションの低下が予想される。また、自分が製品開発の全体のどの部分に携わったかも把握できないという事態が発生する。これらの課題を解決する手段としても、今回の教育システムが効果を発すると考えられる。

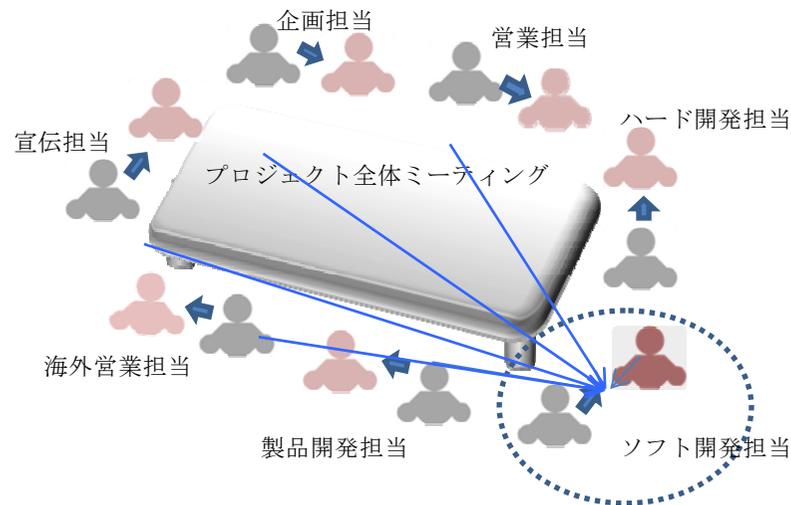


図5 仮想ミーティング環境

7. 予想される成果

今回の教育システムを普及させて、組込み技術の向上と組込み技術者育成を目的として、組込み関連の団体や各企業へ事業化を目指して展開していく。その上で、今回の成果を効果的に事業化できるように関係者と連携していきたいと計画している。その結果、各企業がビジネス範囲を拡大していけるように強力にサポートしていく。これらを国内の企業にて事業化することにより、欧米及び東南アジアへ企業または人材を探しにいかねばならなかった組込み開発案件を国内で解決することが可能となる。これにより、組込み最先端の技術に対して、研究レベルに留まることなく如何に各企業の収益に結び付けるかに対して有効にサポートしていけると考える。さらに、学校関係にもこの教育システムが普及することにより、お互いの環境を把握することにより、産学連携なども推進していけると考えられる。現在、多くの国内企業は、製品づくりの一部の業務しか携わっていないが、この教育システムにより全体の製品づくりの流れを体系的に学習できることにより、製品づくりの技術を向上できれば、最終コンシューマ製品の出荷ができるまでの体力のある企業を多く育成することも可能となる。それにより、世界に向けて日本ブランドの家電製品や産業機器の誕生となり、雇用創出と地域振興の一助にもなることが期待される。

8. まとめ

今回の教育システムにより、組込み技術者の能力が高まり、人材不足の解消に貢献できる。今まで、このような取組みは様々な方向からアプローチされてきた。しかし、今回のように実際の開発現場のコンテンツを含むことによって、より開発現場に近い環境を学習できる教育システムを開発することができた。これにより、組込み関連企業において、外部委託を請け負っている組込み技術者の負担を軽減できると考える。なぜならば、組込み技術者が組込み製品の開発をしている最中に、製品開発の最終段階でどのようなバグが致命的になるか、スケジュールの遅れがどの程度であるか、などを把握することが容易となる。よって、開発の早期段階でデバッグの対応やスケジュールの見直しが可能となる。

また、就職前の学生などにとっては、自分がどの分野に適正があるか、どの分野の仕事に就きたいか、現場に近い就業知識を得ることができ、よりの確に就職先の選択の判断できる題材にもなる。前節でも述べたように、同じような仕事でも、業種によって業務の進め方は大きく異なる。この教育システムにより、より多くの業種を現場に近い環境を体験することで、より現実に近い業界や企業のイメージを持つことができる。また、就業経験のない学生にとって、机上で学習してきたことと実際の開発現場で学ぶこととのギャップを学生時代にある程度経験できる。また、企業側にとっても、学生時代から現場の状況を学習することにより、新人教育の工数とコストを省け

るというメリットも享受できる。

最後に、現在組込み関連企業においては、多くの派遣型社員を雇用している。これらの企業は、その技術者をそれぞれの製品開発企業に派遣している。しかし、技術者が最終製品完成までを見届けることはほとんど不可能である。また、技術者が開発した成果物が実際にどのように採用されたかも、あまり把握できないことが多い。場合によっては、仕様変更のためそれらの成果物が全く採用されないケースもある。よって、技術者が身に付けたキャリアを本人が十分に把握したり、他人に伝えたりすることが困難な状況も発生している。そのため、派遣型社員の雇用が持続していかないと、社会問題も発生している。この状況に対して、この教育システム上で各技術者のキャリアを客観的に確認できることにより、一連の開発フローの中で、自分の携わった業務や得意な業務を的確に把握することも可能となる。これにより、自社及び他社に対して、自分のキャリアを明確に明示する助けにもなる。

9. 今後の課題

現状では、まだ全て業種へ対応できる学習項目が準備されているわけではない。今回はパイロット的に、電機業界と自動車業界に焦点を絞って学習項目の作成などの対応をした。今後は、精密機器業界や鉄鋼業界などへも適用範囲を広めていきたい。適用範囲を広めることにより、この教育システムがどの業界に対して、大きく効果を出せるか見極める必要がある。また、最先端の研究レベルにおける、個人の創造力に大きく依存するような項目に対して、効果を出せるのかも確認する必要がある。現状では、高度な技術や、複雑なシステムなどに対する学習項目の対応ができていない。これらの課題についても、今後さらなる開発を進めていく予定である。また、この教育システムをゲーム形式にして、若者が興味を持って学習できる教育システムへの構築も取り組んでいきたいと考えている。

参考文献

- 1) 独立行政法人 情報処理推進機構 (IPA) 報告書, <http://sec.ipa.go.jp/reports/>
- 2) 木村英紀: ものづくり敗戦-「匠の呪縛」が日本を衰退させる, 日本経済新聞社出版, (2009).
- 3) IMD (経営開発国際研究所): 2010年世界競争力年鑑, (2010).
- 4) iSuppli Corporation, <http://www.isuppli.com/>
- 5) 小澤慶和: 中小企業の事業継続に関する今日的課題, 千葉経済大学短期大学部研究紀要 6, pp.39-50 (2010).
- 6) 渡邊茂, 谷地健治, 徳田孝明, 庄林雅了: 電子情報技術科における導入教育の取組み, 東北職業能力開発大学校附属秋田職業能力開発短期大学校紀要 15, pp.32-35 (2010).
- 7) 平野大昌: インターンシップと大学生の就業意識に関する実証研究, 生活経済学研究, No.31, pp.49-65 (2010).

- 8) 青木悠子: IT導入で顧客感動の質を変える顧客の感動は一つではない。IT導入の前に、何をつくるかを考えることが先決である, 先見経済, 49(12), pp.17-19 (2004).
- 9) 九州組込みフォーラム (Q'sフォーラム), <http://www.legato-dc.co.jp/qsforum.html>
- 10) 阿部哲也, 梅沢章男: インターネット技術を利用した教育コンテンツの開発, 日本教育工学会大会講演論文集, 19(1), pp.65-55 (2003).
- 11) 山浦雄三: 日本型モノづくりの再生と課題, 立命館経済学, 53(3,4), pp.301-316 (2004).
- 12) 棚沢正澄: 自動車における環境・省エネ対策技術, 計測と制御, 31(5), pp.615-618, (1992).
- 13) 三菱電機株式会社: データ収集サーバー"Eco Server" (特集 地球温暖化防止のための省エネ対策/技術とクリーンエネルギー), 産業と環境, 30(7), pp.51-53 (2001).
- 14) 株式会社レガートデザインコーポレーション, <http://www.legato-dc.co.jp/>
- 15) 西本卓也, 幸英浩, 川原毅彦, 荒木雅弘, 新美康永: 非同期型バーチャル会議システムAVM, 電子情報通信学会総合大会講演論文集, 情報・システム(1), pp.279-280 (2000).