

## 企業のシステム開発現場を学習する教育システムの開発

松田昭信† 高本博文†

近年、システム開発技術者の教育は、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、企業のシステム開発現場において高い技術力を持ったシステム開発技術者が、高品質を維持したまま開発期間の短縮が求められているためである。よって、本稿では、開発現場におけるシステム開発技術者向けの教育システムを開発したことを示す。この教育システムの開発が、学生に対して企業の開発現場を学習するのに効果的であることが判明した。

## Development of a Project Management Tool for Learning at System Development Field in Enterprise

AKITOSHI MATSUDA† and HIROFUMI TAKAMOTO†

An education of system development engineers is widely becoming important for development and verification in system design recently. It is expected that the enhancement of system development engineer on system development field in enterprise can reduce the design turn-around-time without losing the quality of design. This paper presents a development of an educational system for system development engineer at system development field. The results of this development case study demonstrate high efficiency of the education contents at some system development fields in embedded development corporation for university students.

### 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]。デジタル機器や多機能情報端末(iPad/GALAPAGOS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、技術者不足が組込みシステム開発へ大きな問題を引き起こしている。最近のメーカーの大規模リコール問題をはじめとして、金融機関システムの障害や鉄道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。

これら組込み技術者不足の課題に対して、技術者増加に向けて育成への解決の1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。これらの課題に対して、実際の企業の技術者が現場で得た経験を体系的に学べるように、今回の教育システムを開発した。

本稿では、本教育システムの開発背景及び開発フローと、それらをサンプルとして実際に学生によって活用した評価結果を述べる。

### 2. 日本型モノづくりの課題

日本の企業現場では、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が発生している。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と思われる。これらの状況は、旧来の「日本型モノづくり」の体制が影響を与えていると考える。

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が予想される[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られている状況である。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、昨年発売されたアップ

†九州組込みフォーラム  
Kyushu Embedded Forum

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異な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海外IT企業では、ハード設計、デザイン、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、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。さらに専門分野及び担当職種のみでの技術鍛錬だけでは企業も専門技術者(個人)も立ちいかないことが、グローバル化に伴い現実社会には起こっている。

そこで、本教育システムでは、技術者においても技術的な要素のみではなく、マーケティングやマネジメントの本質も学べるように体系付けている。それによって、今後マーケットがどのような商品がヒットするのかを予想するきっかけを構築してもらいたいと考えている。

### 3. 関連研究

従来、組込み技術者教育について様々な取り組みがおこなわれている。その中には、組込みソフトウェア技術教育をテーマとした「ET ロボコン」などがある[6]。

また、学校関連では、東京都立八王子桑志高校でのロボットを用いた組込みシステムの教育[7]や九州産業大学のプロジェクトベース設計演習を用いた組込み教育[8]などがおこなわれている。

それから、組込み教育の体系においては、情報処理推進機構(IPA)/ソフトウェア・エンジニアリング・センター(SEC)が提唱している組込みスキル標準「ETSS」が多く参照されている。組込み教育では、ETSSのような、よく知られているスキルの体系との対応付けは、教育内容の標準化において重要となっている[9]。

最後に、組込み関連企業からe-Learning型の教材なども公開されている[10]。これらは、企業の現場に即した内容となっているが、通常は開発業務の流れは、各

社の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。これらは、本教育システムの特徴の1つといえる。

### 4. 教育システム開発の背景

日本の製造企業における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。よって、技術の進展が速い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[11]。また、現場から発生するユニークな問題のフィードバックも重要である。

企業の開発現場が求めているのは、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。よって、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ソリューション力が求められる。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課題解決事例を教育システムに取り入れた。現場に即した組込み技術を活用して、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いついた。

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若年組込み技術者には、開発現場の状況や重要さを事前に学習できることになる。これにより、学生らの業界や業務に対する、就職前のイメージと就職後のイメージのギャップを少なくすることが期待できる。これらの対応が進んでいけば、新入社員の2~3年以内の離職率増加の課題抑止にも貢献するものと考えられる[12]。本教育システムでは、このような状況を背景として、現場に即した教育コンテンツを提供することを目的としている。

### 5. 現場型教育コンテンツの取組み

今回の取組みとして、大学の教員と共に教育システ

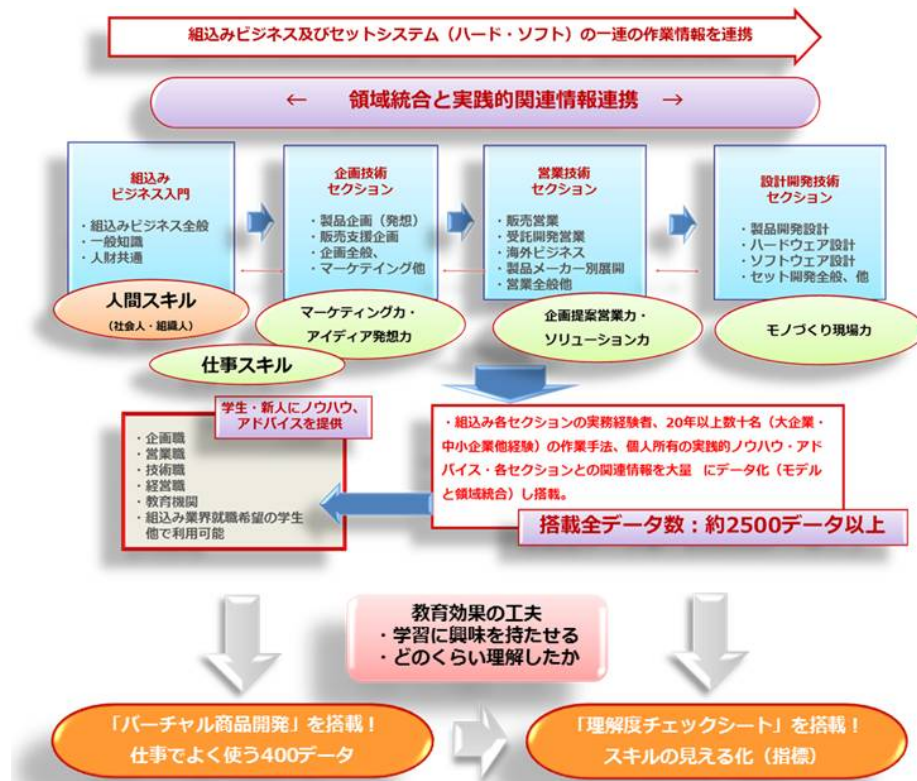


図 1 学習フローのメニュー一覧

ムの開発についてプロジェクトを進めたところ、組込みシステムの教育には、企業現場の生の声を取り入れることが重要であることが判明した。大学内だけでは、組込み関連の教育においては、最終的な商品を検討した教育体系構築が困難であると考えられる。よって、組込み技術の開発現場に即した意見を収集することが重要である。よって、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フォーラムなる組織を立ち上げた。

こ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フローを図1のようにまとめた。

この図からわかるように、まず初めに、組込み業界のビジネス入門から学び、企画、営業、技術と体系的に学習することにより、全体的な商品開発のフローを習得することができる。企業での商品開発は、まず、新技術ありきではなく、商品コンセプトに対して、どのような新しい技術が必要か、検討することを求められている。それらのノウハウを、企業技術者からのデータとして提供するようにしている。

そのノウハウより、実際にどのような商品開発につながったのか、また、どのような点につまずいたかを、仕事でよく使う400データという形式にして表示するようにした。それらの学習によって、習得できた知識を理解度チェックシートにて確認できるようになっている。

## 6. 教育システムの開発事例

教育システム開発の取組みとして、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、各業種の共通用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複数の技術者で対応した。

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状況が発生して、用語統一に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[13][14]。また、ハードウェア技術者とソフトウェア技術者においては、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。この点において、ハードウェア技術者はメモリサイズを考慮して、入出力ビット数については注意深く取り扱うようにしている。一方、ソフトウェア技術者は予め型宣言で指定するが多い。

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。

### 6.1. 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。抑えるべきポイントとして、例えば、開発の現場でよく使い、かつ実際に現場を経験しないと身につかない知識、専門以外で関連性のある技術知識などを抽出し、それらを「仕事知識情報」として定義する。

これらは、各学習項目の一覧を表す図2を見るとわかるように、大きく企画、営業、技術と3つに分けて、各学習項目を体系的に学習できるようにしている。また、製品設計着手までに、どのようなフローで各部門での連携や協業がおこなわれるかも簡易的に理解できる。これにより、1つの製品が完成する前に、技術的な課題だけでなく、マーケットの状況などを考慮して進めていかなければならないことが理解できる。

### 6.2. 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。各学習項目は、約30時間程度のボリュームとなっている。例えば、バーチャルにセットメーカーの商品開発を体験できる機能などを盛り込む。

### 6.3. 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(約100名ほど)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。

### 6.4. 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

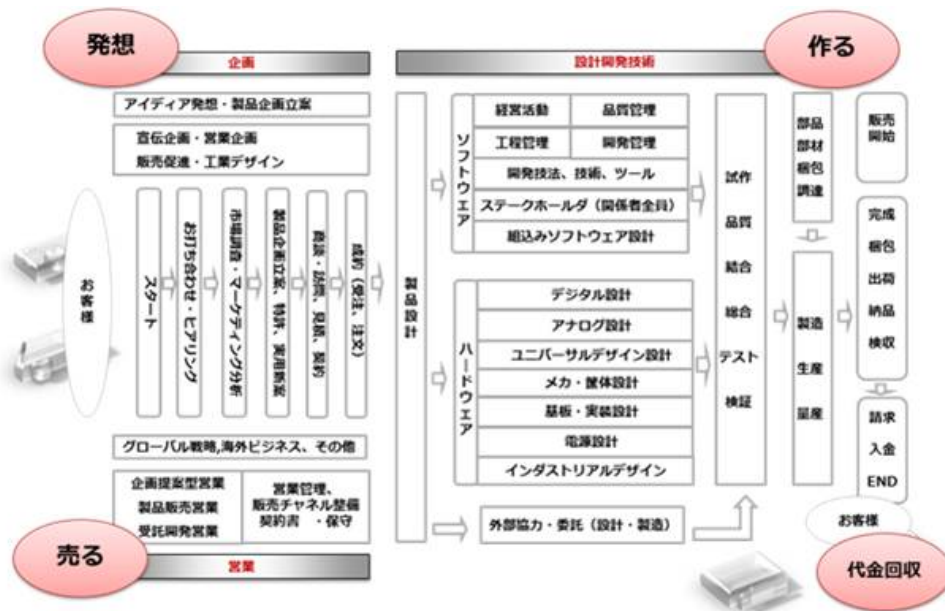


図2 各学習項目の一覧

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。

### 6.5. 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して、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。

### 6.6. 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。

## 7. 教育システムの運用事例

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制作した。これにより、各学習項目が統合化され、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リンクしている。それにより、学習項目間でのイタレーションが減少した。具体的には、図 3 に示すような連携のツリー構造がわかるように GUI で表示される。

この図からも分かるように、各学習項目において、実際に企業の開発現場で体験したアドバイスなどが逐次表示されることにより、机上の学習だけでは知りえない知識も習得できる。また、関連項目とのリンクを張ることにより、予習及び復習が整理されて実行することができる[15]。

例えば、図 3 のアドバイス画面の一例には以下のようなノウハウが多く含まれている。ここでの図 3 は、著作権の関係上読みにくくなっていることを、了承いただきたい。

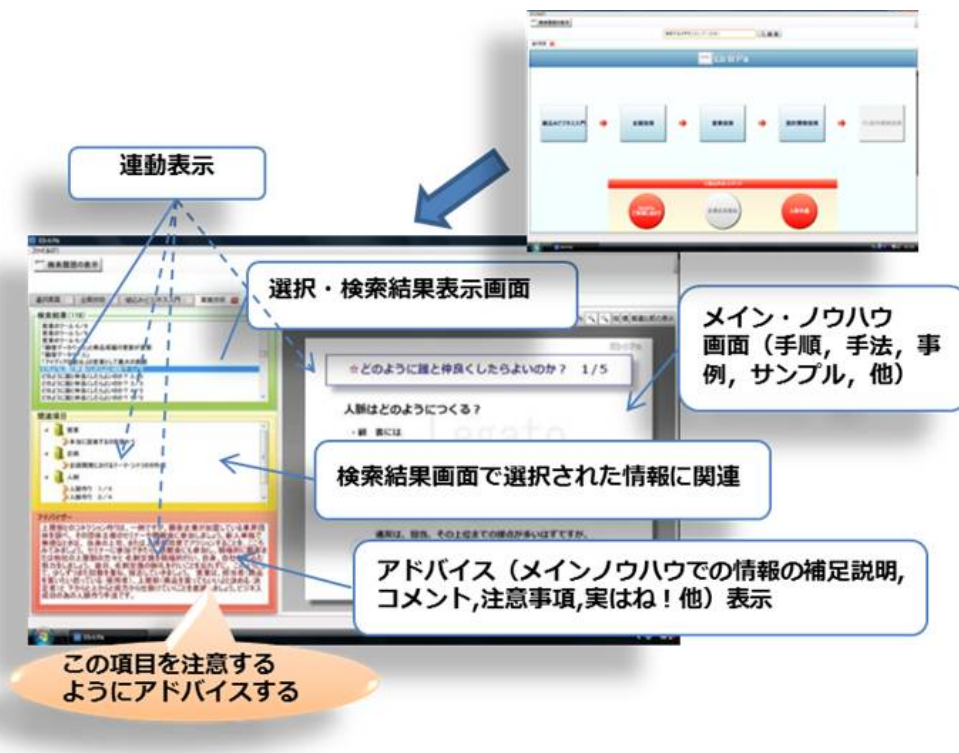


図 3 教育システムのメニュー一覧



まず、1 つ目の例として、「製品開発中に、競合企業が同じような製品を自社が発売する前に発売するという情報を得た場合どうするか？ 1. 製品発売時期を前倒しする、2. 他社にない機能を盛り込んで製品発売時期を遅らせる、3. 機能を変更せず競合企業の製品価格の〇%安くする。実例では、1を選択して成功した、2を選択して失敗したなど・・・」

次の例として、「初期のデジタルカメラ開発において、写した写真をすぐ確認するための液晶画面を付けるかどうか、1. 付けない(コストが高くなりそのような要望は多くならない) 2. 付ける(今までになかった機能なので発売時期を遅らせても機能を付加する)、結果的にはある理由で2が正しかったなど・・・」

実際の企業現場では、このような課題に直面することが多々あり、誰でも分かりきった答えがないことが多い。とりあえず、こちらの方向に進んでみるという、妥協が許されない面も多く、あらゆる場面を想定して、答えを探る能力も必要とされていることを踏まえている。

また、実際のビジネスミーティングを体験することは、Web ベースによる e-Learning 型などのアプリケーションでは困難であることが多い。しかし、実際の企業現場で

は、ビジネスミーティングでの、進行や折衝が重要な項目となっている。よって、教育及び訓練のために、模式図として図 4 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。例えば図 4 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。

さらに、これらは遠隔会議システム上でのロールプレイング演習において、企業の社員と学生が入り交じりで参加することも可能となっている。また、技術系社員又は理系の学生が、企画担当や営業担当などの役回りを体験できる。逆に事務系社員及び文系の学生が、ハードウェア開発者の役回りを体験することができるようになっている。このように、自分の専門分野の垣根を越えたロールプレイング演習が可能となる仕組みを準備している。

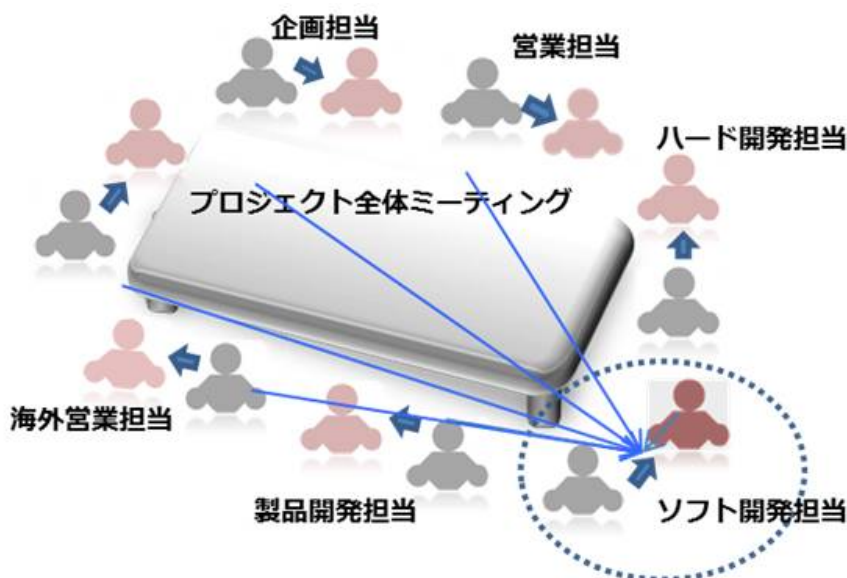


図 4 仮想ミーティング環境

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できないので、これらの一連の作業も経験できないことが多数である。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。

## 8. 理解度チェック

今回の教育システムを学習することによって、どれくらい理解できたかを確認できる理解度チェックシートを準備した(図 5 参照)。これにより、受講対象者がどれくらい理解できたか、あるいは、どの辺りが弱点であるかを把握する手助けとなる。これにより、受講者の得意分野及び不得意分野の把握にも有益である。この理解度チェックシートの内容には、最新技術のトピックとして、例えば、タブレット端末の動向などを取り入れることにより、学習していなくて理解していないのか、学習したけれども理解できなかったのかを判断できるようにしている。

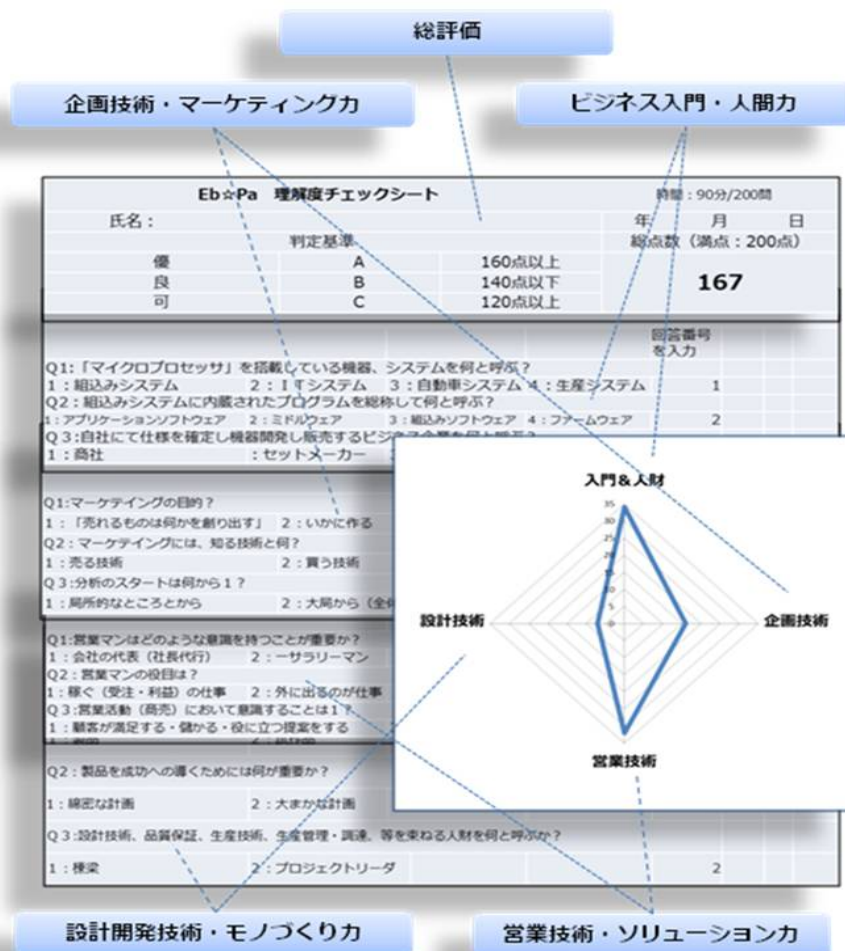


図 5 理解度チェックシート

学習効果の目安として「スキルアップの見える化(業務遂行能力)」を備えることは重要な項目である。また、今回の教育システムの理解度チェックシートは、以下の特徴を持っている。

- ・ 学生の就職面接や社員、派遣社員のスキル基準の材料になる。
- ・ どの職種に興味があるか、または向いているかの指標として活用できる。
- ・ 200点満点制(各項目50問50点)で、Aランクは160点以上、Bランクは160点未満から140点以上、Cランクは140点未満から120点以上、Dランクは120点未満と評価をランク付ける。現時点での評価項目は、1:入門&人財 2:企画技術 3:営業技術 4:設計開発技術の4項目とする。これらの項目の得点分布を図5のグラフのように表示して、各人の強み弱みをわかりやすく表示する。
- ・ 出題項目は、2500データの内から複数の実務経験者がセレクト(選択採点制)とする。
- ・ 実務仕事で「これは重要・よく仕事で使う」というようなことを出題項目として列記(最大公約数レベル)する。
- ・ 数種類(同レベル、段階レベル)の理解度チェックシートを用意し、乱数的に回答順序を変更させるなどでの暗記のみによる確認を防ぐ。

これらの取組みにより、専門分野(自分の職種)のみの出題だけではなく、その専門分野と関連性のある他分野(職種)の出題があることも、この理解度チェックシートの特徴である。これが企業における業務遂行能力の判断基準となり、仕事時によく使う、また重要なこと、つまり仕事知識情報を理解しているかにつながる。仕事知識情報の理解度をチェックするのが、このシートの

役割である。例えば、初回チェック時、専門分野の1つの項目で50点満点を取れる者はいると思われるが、AランクまたはBランクになるには、各項目の関連性を理解できないと取れない。つまり、理解度チェックシートには、何が仕事でのポイントかが出題されているため、これを学習したがよいという「気づきという効果」をもたらす効果もある。まず初めに、何を学習できていれば、仕事で役に立つ人材になれるということを教示してくれる。また、企業側として用いる適性評価を、この理解度チェックシートを参考として、新入社員の配属先の選定などにも活用できると考えられる。例えば、設計技術の項目と営業・企画技術の項目で、得点のバランスなどが、ある種の指標となる。

この理解度チェックシートは、枝葉末節な難問の解決能力を向上させることや、学習者のランク付けをすることを主目的としているのではない。本教育システムの教育工程を繰り返すことによって、早く即戦力(企業や社会に貢献できる)になって貰いたいという教育的効果(気づかせる・考える力)を期待するものである。本教育システムを活用することにより、教育工程において、どのように流れて教育レベルを向上させていくかを、模式的に図6に示す。

この図にあるように、まずは実際の商品開発をパーソナル的に学習して、その中で発生した課題やその解決方法を知識として習得する。次に、企業の開発現場で、日夜どのような課題が発生して、どのように解決されているかを多くの実例データから理解する。それらの知識を統合して、最終的な理解度チェックシートにて、知識習得レベルを確認する。

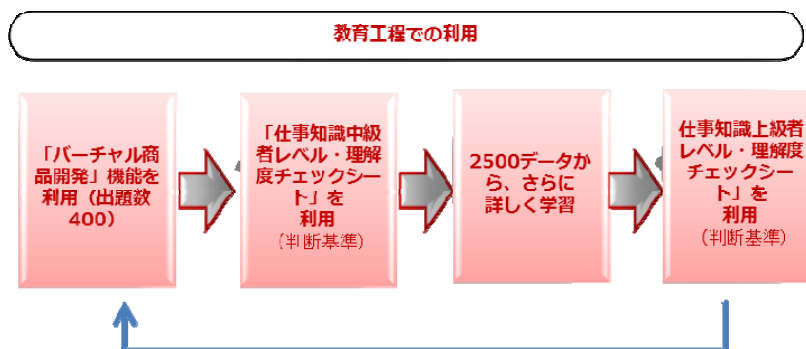


図6 本教育システムによる教育工程



## 9. 考察

今回は、まず3人の学生に本教育システムを受講してもらい、その効果を図5の理解度チェックシートでの設問に解答し効果を確認してもらった。それぞれの学生の背景情報を以下に示す。

学生 A:

所属:工学部 組込み関連の知識あり

学部3年(21歳)

希望職種:セットメーカーの開発部門

学生 B:

所属:法学部 組込み関連の知識なし

学部3年留学生(23歳)

希望職種:国内セットメーカーの法務またはマーケティング部門希望

学生 C:

所属:文学部 組込み関連の知識なし

学部3年(21歳)

希望職種:セットメーカーまたはその取引関係企業の企画・マーケティング部門希望

彼らの評価結果を表1に示した。これは、解答時間90分、全設問数200問であり、4つの学習項目が各50点で、合計200点満点である。

各学生とも合計点数は、学習前より学習後に点数3点~11点の向上が見られたが、項目によっては学習後に点数が下がっている項目も見受けられた。また、本教育システムは単なる点数の結果だけでは、計りえないような効果もあると考えている。それは、企業における課題に対するソリューション力が向上していると思われるので、これらの向上を客観的に評価できる仕組みを、今後考えたいと思っている。例えば、就職試験時の模擬面接などをおこなって、企業現場での課題について、学習効果を計れるのではないかと想定している。

また、これらの成績と図5のチャートをうまく組み合わせると、就職前の学生にとって、自分がどの分野に適正があるかを把握する指標となると考えている。また、どの分野の仕事に就きたいか客観的に把握でき、現場に近い就業知識を得ることができて、よりの確に就職先選択の判断材料にもなり得る。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

表 1 評価結果

学習項目(学生 A)	学習前	学習後
入門&人財	35	41
企画技術	38	39
営業技術	36	38
設計技術	30	32
合計	139	150

学習項目(学生 B)	学習前	学習後
入門&人財	33	41
企画技術	38	36
営業技術	36	36
設計技術	27	27
合計	134	140

学習項目(学生 C)	学習前	学習後
入門&人財	40	42
企画技術	40	38
営業技術	34	35
設計技術	28	30
合計	142	145

生時代にある程度経験できる。

最後に、本教育システムを受講した、30名程度の学生からの受講後の感想を列挙する。

- ・学校や就活セミナーでは、教えてくれない内容が豊富だった。
- ・就職して新人教育を事前に知っていれば、新入社員になったとき不安がないような気がした。
- ・学生時代に仕事内容がわかっていると、就活や就職しても仕事に対する不安がなくなった気がする。
- ・自分に向いている仕事の発見ができた。今までやろうとしていた事は向いていないかもと感じた。
- ・留学生でも日本の商習慣、ビジネススタイルがわかるのでよい。
- ・新しい職種を発見でき、興味を持てた。また、その職種(職業)になりたくも思った。
- ・各仕事を手順通り導いてくれ、成功法と失敗法を教えてくださいるのでわかりやすかった。

・各仕事時点で他の仕事が絡み合うのが直観的に理解でき、重要性がわかった。  
これらは、アンケートによる感想なので、厳しい意見はなかった。今後、これらの感想を基にして、本教育システムの充実を図っていきたい。

## 10. おわりに

今回の教育システムで、就職前に企業現場を学習することにより、就職後の対応に効果を発揮する可能性があると考えられる。また、予め必要とされる能力を知ることにより、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。また、幅広い職種の知識を得ることにより、技術者だけでなく、組込みシステム関連企業の営業職や企画職の人材育成にも効果があると考えられる。

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教育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、製品開発においてどのような課題が発生するか、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、などの対処方法を学習できるからである。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迅速に対応できる人材の育成が可能となると思われる。

## 11. 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。

また、今回の適用事例は十分な数の学生に適用する前のファーストステップであるので、理系及び文系など、どの分野の学生効果を示せるのか、はっきりしたデータを持ち合わせていない。今後、評価対象者数を増やして、今後の方針を決めていきたい。

さらに、組込み技術者教育に関しては、IPA/SEC が ETSS を提唱しており、この業界では多く参照されている。ETSS のような、よく知られているスキルの体系と対応付けて、教育内容の妥当性を評価していきたい。

## 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] ET ロボコン実行委員会, <http://www.etrobo.jp/2011/>
- [7] 西野洋介, 早川栄一:工業高校におけるロボットを用いた組み込みシステム学習支援環境の実践, 情報処理学会論文誌, Vol.15, No.12, pp.2261-2272, 2010
- [8] 花野井歳弘, 有田五次郎, 澤田直, 牛島和夫, 吉元健次, 牧菌幸司:双方向型産学連携教育, 情報処理学会論文誌, Vol48, No.2, pp832-845, 2007
- [9] 組込みスキル標準「ETSS」, <http://sec.ipa.go.jp/download/200504eb.php>
- [10] NEC ラーニング <http://www.neclearning.jp/>
- [11] 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
- [12] 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
- [13] 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
- [14] 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
- [15] 松田昭信, 高本博文:組込み技術者への現場型教育コンテンツの開発, 情報処理学会研究報告, Vol.2010, No.CLE-3, pp.1-6, 2010