

# SEC<sup>®</sup>

## journal

Software Engineering Center

別冊

Embedded Technology Skill Standards  
**ETSS**

特集号

[ 座談会 ]

## 日本のものづくり産業にもたらす ETSSの意義と 国際標準化への道を考える

## ETSSの技術思想と経営観点からの 人材育成

### ETSS導入の促進に向けて

### ETSS実証実験総括

[ 事例 ]

株式会社ニコンシステム / トヨタテクニカルディベロップメント株式会社 /  
株式会社YCC情報システム / 富士ゼロックス株式会社 /  
アヴァシス株式会社 / JASPAR / JMAAB / ITA

### 組込みシステムに関連した地域の活動状況

### スキルマネジメントの技術確立に向けた国際レベルの標準化

# IPA<sup>®</sup>

独立行政法人 情報処理推進機構  
<http://www.ipa.go.jp/>





# SEC journal

Software Engineering Center

## 別冊ETSS特集号

### 目次

77	<b>巻頭言</b> 大津賀 文雄 トヨタテクニカルディベロップメント株式会社 専務取締役
78	<b>座談会</b> 日本のものづくり産業にもたらすETSSの意義と国際標準化への道を考える 風見 一之 株式会社ニコン 執行役員 映像カンパニー 開発本部長 新誠一 電気通信大学 電気通信学部 システム工学科 教授 林 和彦 トヨタ自動車株式会社 BR制御ソフトウェア開発室 室長 大原 茂之 SECリサーチフェロー/東海大学専門職大学院 組込み技術研究科 教授
84	<b>ETSSの技術思想と経営観点からの人材育成</b> 大原 茂之 SECリサーチフェロー/東海大学専門職大学院 組込み技術研究科 教授
92	<b>ETSS導入の促進に向けて</b> 室 修治
96	<b>ETSS実証実験総括</b> 関口 正
100	<b>ユーザ事例</b> <b>戦略的人材育成を目指して</b> 藤井 憲男 株式会社ニコンシステム
104	<b>車両制御ソフト技術者の育成への取り組み</b> 福森 英夫, 松下 誠司, 諸岡 美奈子 トヨタテクニカルディベロップメント株式会社
108	<b>ETSSのカスタマイズ事例</b> 吉田 浩昭, 伊藤 秀美 株式会社YCC情報システム
112	<b>富士ゼロックスにおける製品開発現場での組込みソフト教育推進の取り組み</b> 杉浦 英樹, 大井 浩一, 池田 健 富士ゼロックス株式会社
116	<b>人材育成を目的としたETSSの導入</b> 山ノ内 忠男 アヴァシス株式会社
120	<b>団体事例</b> <b>JASPAR・国プロ推進WGにおけるETSSの導入</b> 国プロ推進WG・プロセス構築チーム
124	<b>モデルベース開発スキル標準の普及への取り組み</b> 鈴木 隆之 スズキ株式会社
128	<b>ETSSを活用したスキルマネジメント</b> ITA スキルマネジメントWG
132	<b>地域とSEC</b> <b>組込みシステムに関連した地域の活動状況</b> 田中 秀明
138	<b>国際動向</b> <b>スキルマネジメントの技術確立に向けた国際レベルの標準化</b> 平田 謙次, 齊藤 光治 東洋大学
144	<b>ETSSの今後の取り組み</b> 門田 浩
145	<b>出版物紹介・ツール紹介・編集後記</b>
146	<b>SEC journal 論文募集</b>

ETSS: Embedded Technology Skill Standards

本稿では、とくに注意を要するときを除いて、「組込みスキル標準」を「ETSS」と記す。

## 組み込み技術で世界をリードしていくために



トヨタテクニカルディベロップメント株式会社  
専務取締役

大津賀 文雄

現在、100年に一度と呼ばれる経済不況で、産業界は苦しんでいる。いつまでもこの状況は継続しないであろうし、官民それぞれの諸活動で、経済不況の脱却を期待したい。

### 組み込み技術産業の現状

組み込み技術は、その活用により製品機能の充実等、商品性向上に寄与し、その応用は、商品市場の拡大等製造産業を牽引する技術的救世主として注目され始めている。経済産業省による産業実態調査においても、運輸機器、家電機器、情報機器、業務用端末や通信設備、工業の制御・分析・計測等、あらゆる分野に組み込み製品が広まっている。組み込み製品の開発の中では、40%以上がソフトウェア開発費で占められており、ここ数年を見ても大きく成長してきている。昨今の不況で、組み込み製品は従来のような伸びが一時的に止まっても、中長期的には安定的に伸びていくものと思われる。

### 組み込みソフト技術者の育成の重要性

組み込みシステムは、マイクロコンピュータチップを中核とするハードウェアとソフトウェア（以下、ハード、ソフト）のセットで構成されている。組み込み技術としては、ハード、ソフトのそれぞれの技術が必要である。ハード技術は、設計を支援するツールや設備が高度化しており、かつ不具合が起きたとしてもその対策は必ず図面上に反映されて、技術の継承・伝承を含め堅調に整備さ

れてきたように思う。一方、ソフトの場合、例えば組み込みシステムの搭載が100個以上にもなる最上級自動車では、組み込みソフト全体のステップ数は、1千万行以上になると言われており、業務量が増大しているにもかかわらず、技術者は慢性的に不足している。このため組み込みソフト技術者数の拡充と共に、その人材育成の重要性が叫ばれているが、ソフトは比較的歴史が浅く、また人材に依存するため、いわゆる「スキル見える化」が進んでこなかった。ここに焦点を当て、主に組み込みソフト技術者のスキルを可視化する方法として提唱されたのが、ETSSのフレームワークだと理解している。略語のTは技術アイテムを示し、Sは習熟度を示しており、2つの軸で標準が定義されている。

### ETSSのグローバル展開へ向けて

ETSSの導入は、多くの会社で始まってきているとみられる。その状況を踏まえて、この度「SEC journal 別冊ETSS特集号」が発刊されることとなったわけであるが、これを機会により多くの企業で活用されると共に、情報交換がなされ、組み込みソフト技術者の育成・拡大に繋がることを期待したい。ETSSは、組み込みソフト技術者スキルの「見える化」の枠組みを示した標準であるので、どのように活用するかによって、その有効性は異なってくると思われる。特に、企業あるいは組織の特性に合わせた導入の手順及び目標の設定を行い、更に参加メンバーに義務感ではなく参画意識を明確に持たせるためのモチベーション設定が重要である。本号の取組事例では、個別にその有効性が報告されるようになってきてはいるが、製造業の競争力は、1社だけで向上するものではない。グローバルなビジネス展開がなされる時代であり、設計・製造・仕入れ先とつながるすべての競争力強化を図ることが必要である。組み込みソフト技術領域で、スキルを統一的な枠組みで「見える化」出来るETSSの活用は、1つの有効な方法であると言える。そのためにも、グローバル展開につながる国際標準化を視野に入れて、世界をリードする活動を実施していくことが期待される。

# 日本のものづくり産業にもたらすETSSの意義と国際標準化への道を考える

組み込みソフトウェア技術者のスキルを向上させることを目的として提唱されたETSS。その先行的な活用が産業界で始まっている。ETSSの意義と国際標準化等今後の方向について、株式会社ニコン執行役員 映像カンパニー 開発本部長の風見一之氏、電気通信大学 電気通信学部 システム工学科教授の新 誠一氏、トヨタ自動車株式会社 BR制御ソフトウェア開発室室長の林 和彦氏(以上五十音順) SECリサーチフェロー(東海大学専門職大学院 組み込み技術研究科 教授)の大原茂之(司会)が語り合った。



風見 一之(かざみ かずゆき)  
株式会社ニコン 執行役員  
映像カンパニー 開発本部長  
1978年明治大学 工学部 電気工学科卒業、同年日本光学工業(現ニコン)入社、2001年コンパクトデジタルカメラ開発部門 ゼネラルマネジャー、2004年商品企画部門 ゼネラルマネジャー、2007年6月株式会社ニコン執行役員 映像カンパニー 開発本部長就任、現在に至る。



新 誠一(しん せいいち)  
電気通信大学  
電気通信学部 システム工学科 教授  
1980年東京大学大学院 修士課程終了、同年、同大学助手。1987年工学博士(東京大学)、筑波大学助教授、東京大学助教授を経て現職。制御理論及び大規模プラント、家電、自動車等の電子制御方式を研究。



林 和彦(はやし かずひこ)  
トヨタ自動車株式会社  
BR制御ソフトウェア開発室 室長  
1954年大阪生まれ。1978年神戸大学 工学部 電子工学科卒業、トヨタ自動車入社。電子制御システム開発設計に従事してきたが2000年に電子PFなる考えを提案。第2電子技術部長、第1電子技術部長を経て、2007年4月から現職。



大原 茂之(おおはら しげゆき)  
SECリサーチフェロー  
東海大学専門職大学院  
組み込み技術研究科 教授  
経済産業省組み込みソフトウェア開発力強化推進委員会委員及びIPA(独立行政法人 情報処理推進機構) SEC(ソフトウェア・エンジニアリング・センター)にて組み込みスキル標準(ETSS)領域責任者としてETSSを提唱し、その策定に取り組む。

**大原** ETSSは、技術者のスキルを向上させることによって、日本の組み込みソフト開発技術の国際競争力を高めていくことを目的として提唱した技術思想です。今、組み込みソフトが抱えている問題は、応用領域が拡大する中で、開発量の増大、開発期間の短縮化、高品質化等が求められていることです。問題を解決し、これらの国際競争力を高めるには人材育成戦略を立てることが必須となります。そのためETSSでは応用領域によって異なる知識や技術を、いかにまとめて人材育成に寄与出来るようにするかが1つの重要なテーマとなっています。こうしたことを背景に、どうしたらよいかということについてご意見いただけたらありがたいと考えています。まず、組み込みソフトに関してご苦労されている現状からお伺いしたいと思います。

## しわ寄せが来る組み込みソフト

**林** トヨタ自動車はご存知のようにメカของบริษัทですから、当初、電気部品もスタータ等の強電系のものしかありませんでした。そのうちにエンジン制御がコンピュータ制御になりました。それが最初に自動車に搭載された組み込みソフトです。そういう歴史があるので、ソフトウェアは社内であまり認知されていない面がありました。また、ソフトウェアは目に見えないということもあり、かつては「誰かに作ってもらえばいい」という発想がトップにはあって、ソフトウェアの重要性を理解してもらうのに大変苦労しました。一生懸命ソフトウェアの重要性を説明して今はトップにも理解してもらっています。

**風見** 「ソフトウェアは便利なもの」というイメージがニコンの開発現場にはあります。メカや電気のハードウェアの開発には、ある程度のリードタイムがかかります。例えばASICを作るとなると、半年とか1年というリードタイムになります。一方で、製品を作り上げようとする過程では、



何らかの問題が必ず起こるものです。しかし、日程内に問題を処理しなければなりません。そのときに、「あとの問題はソフトウェアで何とかしてよ」として、ソフトウェアで問題の解決を図る風潮が現場に見られ、しわ寄せが組込みソフト開発部隊に来るのです。最近では、そういうことはだいぶ減ってきてはいるのですが、まだ続いています。それが苦勞することの1つですね。

**大原** 自動車を製造する場合にも、「後始末はソフトウェアで」ということはあるのですか。

**林** それはあります。ソフトウェアは柔らかいものだからすぐに変えられるだろうという発想は、確かにありますね。

**大原** 新先生にお尋ねしたいのですが、プロセスオートメーションの世界では、ソフトウェアに対する認識はどのようなものなのでしょう。

**新** 林さんがおっしゃったように、最初は制御としてのソフトウェアの価値がなかなか認めてもらえない。そのうちに、ソフトウェアが無くては仕事が出来なくなってくる。すると今度は過剰な期待をされるようになります。そして、もともとメカやエレクトロニクスの側にある不具合でも、ソフトウェアでどうにか出来るだろうという無茶な要求をされる。なので、制御するソフトウェアを作る側としては逆に、このメカではこれ以上のことは出来ないと言さなければいけない。制御する側は、開発には協力会社として参加するわけですが、組込み系ソフトの力を出すためには提案側に回ることが必要だと思います。ソフト化することによって、メカの機構を簡略化出来るとか、部品の低コスト化、共通化といったことを提案する側に回らなければいけないと思います。しかし現在のところ、企画の段階からメカやエレクトロニクスの技術者と丁々発止とやり合える組込みソフト分野の人材は少ないですね。

## 仕様書を巡る問題

**大原** きちんとした組込みソフトを作成するためには要求仕様書の品質が重要だと思います。

**新** ユーザさんが作られる仕様書はあいまいなところがあるものです。例えば、仕様に基づいて、簡単に燃費が1割改善出来たとすると、もっと改善して欲しいという要求がすぐにユーザから来るのです。逆に物理的にどうやっても1割改善出来ないこともある。そうなると、受ける側は、ユーザさんの仕様決定に不安感を持つことになります。そ

ういう仕様書の問題に対して、OMG<sup>1</sup>はUML<sup>2</sup>というグラフィカルな言語を用いて実行可能な仕様書を作成し、その仕様書を受け取った側がシミュレーション出来ることを目指しています。

**大原** トヨタ自動車が外部に提示する仕様書はどのようなものですか。

**林** 仕様書はシステムによって違います。「走る」「曲がる」「止まる」という自動車の根幹のところは細かく書いてありますが、エアコンやメータ等についてはそれほど書いてはいません。制御系の仕様書は書き過ぎかなとも思っています。すぐにプログラムが出来るような詳細が書いてあるのですが、逆に、受け取った側は何のためにそれをするのか分からない。そこで、何度もやり取りを重ねてプログラムを作らなければいけないという状況があります。そうした問題を解決するためにSECではESPR<sup>3</sup>(組込みソフトウェア向け 開発プロセスガイド)を発行していますが、我々も、開発プロセスをすべて見直しています。

**大原** 具体的には、どのように見直されているのですか。

**林** 現在、1次仕入れ先さんにプログラムを作ってもらっているのですが、やるべきことが書かれていないため、仕様書の心が分かりません。そのため、受け入れ検査時に人をたくさん投入しています。その結果、物の値段が上がるという構図になっています。こうしたことを解決するために、V字型開発モデルの左側の設計段階において検査が出来るような検査仕様書を、プログラムと一緒に出すように指導しています。その検査の分はお支払いするし、それ以外の部分は1次仕入れ先さんの競争部分になると考えています。

**新** 仕様書に関するもう1つの問題は、ソフトウェアや部品が膨大になって、人間が読める量を超えていることです。例えば、トヨタ自動車さんのレクサスに搭載されているソフトウェアは約1,000万行と言われていますね。ニコンさんのカメラにも大量のソフトウェアが搭載されていますね。

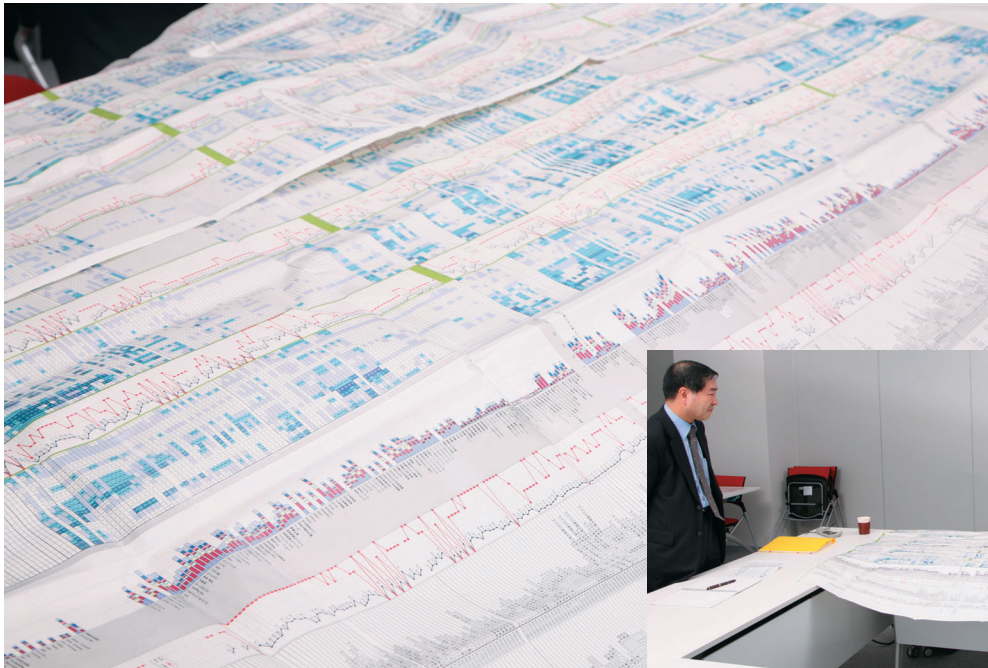
**風見** その十分の一くらいでしょうか。

**新** クルマの場合、部品点数も2万点、3万点に及ぶわけですが、この2万点、3万点の仕様書を全部読んだ人がいるのだろうか？ いらっしやらない。最近では、仕様書の量が人間の理解を超えるところまで来ているというのが私の認識です。

**林** その通りだと思いますね。自動車のチーフエンジニアが全部読むことは不可能です。せめて機能が正しく作られているかどうかの検査を正確にし、全体の作業量を軽減し

1 OMG : Object Management Group  
2 UML : Unified Modeling Language  
3 ESPR : Embedded System development Process Reference





トヨタ自動車 BR制御ソフトウェア開発室のスキルマップ例。開発チームそれぞれの特徴がよく現れている。



たい。

**大原** カメラの場合はいかがですか。

**風見** 仕様書の問題としては、どこまで書き込めるかということがあります。とくにカメラの場合はどんな操作をされるのか分からないので、すべての組合せを仕様書に書き表すことが出来ないのです。そのため、今までの経験則に従って書いています。後は、テストで埋め合わせをしていくという流れですね。とは言っても、最近はファームウェアで実現する部分が圧倒的に増えています。そのため、仕様書の具体的な部分をファームウェア屋さんが書くようになってきました。しかし、まだ体系化されてはいません。

**林** 昔は制御関連の人がソフトウェアまで作って実験をして世に送り出すというパターンが多かったのですが、今のようにプログラムが大規模になるとそういう手法はとりにくくなり、制御担当の技術者とソフトウェアとを分けて考えようとしています。制御の技術者は制御の中身を書くこととし、ソフトウェアのことはあまり記述しなくてもよいという方向へ変えていこうとしているところです。

**新** 風見さんのお話は、ファームウェアを境界にすることですね。ファームウェアを作る人とファームウェア上のアプリケーションソフトを作る人を、人材的に分けるというように。そういう意味で共通している観点だと思えます。

## 先行開発が求められる組込みソフトウェア

**大原** そうなると、いろいろな部門がバラバラにやらざるを得ないのでしょうか。

**新** 自動車業界全般では、400万円以上の自動車と100万円

の自動車、20万円という3つの価格帯の自動車を作らないといけません。そうなるとだいたい、高い自動車で開発した機能を下側に落としていくわけですね。高い自動車は利便性や柔軟性を考えてソフトウェアで機能を作る。100万円の自動車は機能を落とした形でソフトウェアを作る。20万円の自動車になると、ソフトウェアで実現していることをメカニズムで実現しなければいけない。メカからソフトウェアへと流れてきたのが、今はソフトウェアをエレクトリクなハードウェアやメカニズムで実現しなければいけない時代にまで来ているというのが私の認識です。

**大原** 実際のもの作りはどのようなのでしょうか。

**林** あまりそうはなっていませんね。我々はエレキ（回路）でカバーする場合には、自動車の価格にかかわらずにカバーしようと考えています。その際に、松竹梅と言っていますが低価格の自動車、中間の自動車、高い自動車をあらかじめ階層化しておいて、設計して機能を足していくという方法を2005年くらいから導入しています。

**風見** 今のお話は興味深い。先ほど、ソフトウェアは便利だという話をしましたが、開発のリードタイムを考えると、最先端のものを作ろうとする場合には、まずファームウェアで、実験的に試作してみようということになります。それがある程度こなれてくるとハードウェアに落として少し価格を下げる。メカまでいくかは分かりませんが、ソフトウェアで試作し、量産時にはハードウェアで、という流れは十分あるかなと思います。現実はまだそこまで行っていませんが。

**新** 私が少し行きすぎているのかもしれませんが、メカで実現したことをソフトで実現する流れはターニングポイントに来ていると思っています。新興国が出てきて低コスト



でものを作らなければいけないですから。そして、ソフトが膨大になって理解出来なくなっています。そのために、人間に分かりやすい表現にしていかなければいけない。それが出来る技術者がいてくれると日本の競争力をもっと上げられるという気がするのです。

**風見** カメラは、質感やシャッター音といった昔からのメカ的な部分も重要な要素ですが、デジカメになって、ユーザインターフェースも多様化しています。そこに商品の価値が集まってきている。

**大原** カメラの場合、多様化によって部品点数はどのくらい増えましたか。

**風見** 高級機で2千点くらいですね。

**林** 自動車は数万点です。

**大原** 最終的に製品にするためには、メカも、エレキも、ソフトウェアも、すべて部品として作らなければいけない。それら数万点に及ぶ部品が合わさって、全体として機能しなければいけないということですね。そういうときのリードタイムは、どのようにお考えですか。

**風見** 現在のところ、今までの経験値より、ある程度想定出来ています。例えば、センサ等のキーデバイスの新規開発には、おおよそ2年かかります。そして、キーデバイスが出来ていれば、それを制御するファームウェアの開発には1年とか1年半かかるといった具合です。それをいかに縮められるかが競争です。

**大原** 自動車の開発では、どうやってリードタイムを稼ぐのですか。

**林** 自動車は、だいたい4年から5年でフルモデルチェンジします。では、4、5年前から1人の責任者が担当しているかというそうではなく、責任者が出てくるのは31ヵ月前とか32ヵ月前で、その間に各セクションがそれぞれ独自に先行開発していきます。マイクロプロセッサ1つを開発するのに5年くらいかかります。5年前から各セクションがそれぞれアイデアを持って開発していないと出来ないのです。ソフトウェアやマイクロプロセッサは、試作車が出る前に出来上がっていなければいけないので、開発陣の苦労は大変なものです。

## 重要なサプライチェーン

**風見** カメラの開発着手も早いのですが、自動車の場合には、5年先の商品像があるんですね。

**林** そうです。

**大原** 自動車では、各セクションがそれぞれ独自に先行開発するというのですが、自動車全体への要求というのは

無いのですか。

**林** 奇妙かもしれませんが、無いのです。

**大原** すると、自分たちのカバー領域についての要求を、自分たちで考えて、具体的に作っているということでしょうか。

**林** そうです。ただし、もっと良い方法として、電子プラットフォームと呼んでいる部署で、プラットフォームを想定しようという取り組みを始めています。そして、仮想責任者のようなものを置いて電子プラットフォームを準備し、仮想責任者はそのメニューの中から作ってくださいという取り組みです。

**大原** 部品の開発も3年前、5年前からしなければいけないのですね。そうすると、5年前あるいは2年前からそういうカスタム部品のサプライチェーンが作られていくとも考えられますね。

**風見** カメラも似ていますが、ものによって他社さんと共同開発をするカスタム部品もあれば、半導体メーカさんの汎用品を使うこともあります。自動車の場合でも、純粋なカスタム部品の調達先は幾つもあるわけではないですよ。

**林** 2、3社です。

**風見** 複数社にお願いして開発を行うと、当然のように開発費負担が増えます。そのためニコンの場合は、あらかじめ調達先を選定してから開発を行う場合が多くあります。そのため、我々の場合、開発と量産のサプライチェーンはほぼイコールとなるのですが、トヨタ自動車さんもそうでしょうか。

**林** トヨタ自動車の場合、開発のサプライチェーンと量産のサプライチェーンは別という考えを持っています。また、企画はずっと前から行っているのですが、調達する仕入れ先を最終決定するのは、もっと後になります。そこが大変難しいところです。

**大原** 自動車の場合、5年前から先行投資して部品を作る。また2社、3社に部品開発を投げると開発費が一気に増える。すると、どうしても1社ずつに近い形でサプライチェーンを展開せざるを得ないと思いますが。

**林** 今は、そうなっていますね。

## 組込みソフトウェア技術者と教育

**大原** そうなったときにある意味でサプライチェーンを守らなければいけないということになってくると思います。新先生のお話にあったように、かつてメカで制御していた部分がだんだんソフトウェアに置き換わってきている。ソフトウェアに置き換わるとメカを作っている会社はサブラ



イチェーンから出ていかなければならなくなる。そういう厳しい状況は生じるのでしょうか。

**新** そういう会社はソフト化の流れの中で従業員の質を変えていっています。私は90年代にトヨタ自動車さんのところで制御アルゴリズムの設計に関する教育を実施しました。トヨタ自動車さんにある程度人材が出来てくると、次はグループ会社への教育を行いました。会社が時代に合わせて新陳代謝をして生き残っていくためには、技術者は常に新しいことを勉強することが求められます。カメラも同じで、メカニズムをやってきた人を電子制御の技術者にしなければならない時代です。

**大原** 技術者の質的な転換は、可能なのですか。

**風見** 難しいですね、それは。

**林** 難しいので、トヨタ自動車では必要な人材として、大学で制御を学んだ人がエンジン設計チームに採用する時代になっています。

**新** 時代は変わっていきますね。私のところではメカ系技術者を育成していたのが、ソフトウェアの技術者育成に変わっていきました。しかしながら、メカのことをよく分からないまま、ソフトウェアで何とかかなと思う人が多くなってきてしまったのです。そして今では、エンジンの開発部署に配置されるというのにエンジンのことが分からない、という人がたくさんいます。

**大原** 今度はそっちの心配をしなさいといけない。要するに人材の教育問題ですね。

**新** はい。今、大学にエンジンを置いてもだめなのです。まず、エンジンを動かす技官がいません。学生も怖くて触れない。制御理論ですから、模型用の小さなモータでも自動車用のモータでも同じ数式で動くと言義では教えるのですが、現実にスイッチを入れると、全然違うものということが分かるものです。そういう本当の現実感が欠け落ちてしまいがちです。メカニズムを隠蔽化してソフト化した弊害です。ですから、逆にメカをきちんと教えないといけないと思う。

**大原** ものを作るときに、ソフトを作る人でもメカやエレキの部分を知っておいて欲しいと。

**新** 逆に言うと、ソフトのことを知らなくてもいい。メカやエレキのことを知っていればいい。重要なことはちゃんと動くかどうかですから。

**林** 私のところの組織では、ソフトウェアエンジニアの中途採用をたくさんしていますが、彼らのコーディング技術は素晴らしい。しかし、残念ながら自動車のことをご存じない人が多い。そのため、自動車のことを教えないといけない。自動車のこと、そして組込みソフトとは何かという

ことを教えるのに、半年から1年くらいかかりますね。

**風見** ニコンでも新卒の入社者には、やはりカメラや写真、光学、メカ、電気等基礎的な知識について時間をかけて教育しています。ニコンという会社の社員として、期待されるだけの知識とも言えます。

**新** 今の学生はパソコンでソフトを作る技術には秀でている。我々の頃とは、学生の持つ基礎的な能力が変わってきている。それに応じて社内教育や大学教育も変えていかなければいけないと思います。

## 技術者のスキルを可視化するETSS

**大原** 例えば、3年先の製品を開発し、製造するためには3年先の新しい技術を作らなければならない。そういう観点で言うと、技術者は技術を作れる人、というわけですね。

**新** 良い言葉ですね。

**林** 私は、新しいものを作るのも技術だし、設計されたものをどう取り付けるかと展開するのも技術で、両方あると思います。どちらの仕事が高級かということはなく、その道に対して、プロになるべきだと思います。

**大原** 技術開発という意味では同じですよ。

**林** トヨタ自動車ではコーディングを担当するソフトウェア技術者は少数です。トヨタ自動車でのソフトウェアエンジニアの仕事は、新しい機能を考えることではないのです。ソフトウェアエンジニアとして評価されるのは、例えば、あるコンピュータと別のコンピュータを一緒にするとコストを削減出来るといった提案が出来ることです。一緒に出来るかどうかは論理的に考えなければいけないので難しいのですが、「一緒にするとこうなる」と言えることが、我々の中では付加価値が高い。

**新** 工夫していつも改善している人ですね。

**風見** 技術を作る人、使う人という観点に関して言うと、ニコンでは、開発部と設計部に分けています。開発部は新しいものを作って行く部署、設計部は既にあるキーデバイスをすり合わせて製品に仕上げる部署です。どちらが優秀かということはなく、どちらも大事で、それぞれ仕事を分担しているということです。

**大原** 人材を部署に配置するときには、その人材のスキルに期待値を持っているわけです。人材のスキルを可視化出来ないと適切に人材を各部署に配置出来ませんね。ETSSはこういった人材のスキルを、体系的に可視化して、ここまでの技術はきちんと使える、更にそこで問題があったら新たな技術を作れます、という風にスキルレベルを定義してあります。トヨタ自動車さんでもニコンさんでも先行的に



ETSSを導入されていますね。

**林** 私の組織ではETSSで規定されていることに対して、トヨタ自動車としてどういうスキルが必要かを分類しています。そして、グループ単位で技術者個人の持つスキルを点数にしたスキルマップを作成しています。それによってスキルの可視化が出来ました。例えば、あるグループはこのスキルが弱いというようなことがひと目で分かるようになりました。

**新** 新入社員が自分のキャリアイメージを持つことにも有効ですね。

**林** 社員が上司と面談する際にスキルマップを使うようにしています。このスキルは、今は1点だけれども、来年は2点を狙いましょう、という具合ですね。

**風見** ETSSは、目標管理にも使えるのですね。

**林** 個人の目標管理に使うと共に、グループ長がグループの弱い部分を強化する際の組織管理にも使います。

**大原** サプライチェーンにも展開しているのですか。

**林** そうです。トヨタ自動車全体へ広げていくことと、仕入れ先さんへの展開を徐々に進めているところです。

## ETSSを日本からアジアへ、 アジアから世界へ

**大原** ETSSを使う以前はエンジニアの評価指標はどのようなものだったのですか。

**風見** いわゆるスキルマップは、だいぶ以前から作っています。メカ屋さんを例にすると、一人で図面が引けるといったことが指標です。それほど細分化されていないのですが、スキルの設定はしていました。

**大原** スキルマップに加え、ETSSを導入する目的はどのようなものですか。

**風見** ニコンが必要とするエンジニアの持つべきスキルを、もっと分かりやすくしたいという気持ちがありますね。

**林** ETSSの前は、勘と経験とコツです。過去の実績を見てこの人間なら出来るだろうと。

**風見** スキルマップもETSSも存在理由の1つはそこにあるわけですね。技術者への期待値を、どれだけ客観的に理解し、証明出来るかと。

**林** 従来でもマネージャを任せる人間は決められるのですが、その下に配置するメンバにどういうスキルがあるかエンジニアを付けるまでは読めませんでした。それが今ではETSSのおかげでだいぶ読めるようになってきました。

**新** そこがキーポイントだと思う。身近にいる人材の能力はだいたい分かります。でも、例えば協力会社等の技量は

分からない。

**林** その通りです。

**新** ETSSに照らし合わせることで、客観的に協力会社の技能が分かるようになると、その会社に頼めるかどうかを判断するのに非常に有効だと思います。

**林** そうです、ETSSには2つの使い方があると思っています。1つは自分たちがプロジェクトを起こすときの指標。もう1つは仕入れ先さんに依頼するときに先方の力量を計る指標です。我々は仕入れ先さんに対しても、ETSSの活用を呼びかけています。

**新** 仕事を請ける側からすると、発注側で仕事の中身が分からない人がマネージャになると困る。だから、発注する側のETSSもあるとうれしいですね。発注する人のスキルが分かれば、その人の発言は裏付けがあるのか、それとも思いつきで言っているのか分かりますから。

**風見** それは大事なことです。トラブルを未然に防ぐことが出来ます。

**新** 日本の組込み産業の競争力を上げていくためには、発注側と受注側の両方のスキルを見る双方向のETSSが欲しいですね。

**大原** 双方向ですね。いいですね。

**新** 私個人としてはせっかく提唱されたETSSですから、国際標準にまでもっていきたい。国際標準にもっていきときに、日本の国際競争力を上げるためというのでは他の国は賛成票を出すわけがない。ETSSは素晴らしい。世界の人をハッピーにするものだから、国際標準にしようという視点で話をしてもらうのが良いと思います。

**大原** 技術は基本的に人類の幸せのためにある。それをベースにETSSの国際化を考えていくことが大切ですね。

**林** 水を差すわけではありませんが、我々企業の立場では、まずは企業の中の人材を育てなければいけない。それは日本だけではない。ヨーロッパにもアメリカにも中国にもトヨタ自動車の人間がいる。そういう人たちを育てていく。そういう動きが世界に広がっていくことを願っています。

**新** ETSSを国際標準にしていくというときには、足元のアジアを固めることが大事だと思います。日本の利益のためではなく、アジアの利益、また世界の利益のために標準化を進めていこうという言い方をしていただきたい。

**大原** ありがとうございます。ETSSを国際標準化して各サプライチェーンの人材育成を統一的に可能にし、世界の利益に貢献出来るようにしていこうと。そういう結論が得られたと思います。

**一同** ありがとうございます。

文：小林秀雄 写真：越昭三郎



# ETSSの技術思想と 経営観点からの人材育成

SECリサーチフェロー

東海大学専門職大学院 組込み技術研究科 教授

大原 茂之

組込みスキル標準 (ETSS<sup>1</sup>) は、人材のスキルを可視化するツールであり、また技術思想でもある。自社の保有技術に対応する各人のスキルを可視化することで、「人材」ではなく「人財」としての価値を見出すことが可能になる。

ETSSによって、サプライチェーンの上にスキルチェーンという新たな概念を定義出来、関連する企業群による人材育成戦略、ツール戦略も立案出来る。

ここでは、本特集号の初めに、日本伝統の人材育成の段階を継承した、ETSSの考え方を紹介する。

## 1 これまでを振り返って

組込み技術は、家電機器 / 工業制御 / FA機器 / 産業機器 / 運輸機器 / 建設機器 / 通信設備機器 / 医療機器 / 教育機器 / 娯楽機器等あらゆる製造業の領域に広範囲に活用されている。そして組込みソフトは、これらの機器の機能を実現する中核技術である。日本の産業競争力は組込みソフト技術に大きく依存しているといっても過言ではない。

2003年10月、経済産業省は組込みソフトの開発力を強化すべく、産学官の有識者を集めて「組込みソフトウェア開発力強化推進委員会準備会」を設置した。この委員会の活動の結果、組込みソフト開発における人材育成を目的とした組込みスキル標準、つまりETSSを設定する必要性とその緊急性が確認された。

2004年10月からはIPA/SECに引き継がれ「組込みソフトウェア開発力強化推進委員会」として本格的な標準化活動に入り、ETSSの正式版を公開した。その後ETSSの完成度向上と企業での導入実証実験、実際の導入に向けた支援等を行ってきた。

ETSSは検討を重ねた結果、スキル基準、キャリア基準、教育研修基準の3部構成となった。この中でスキル基準が全体の基本である。本稿ではこのスキル基準に焦点を

当てて、ETSSの思想的背景、企業の生産活動との関係等について述べる。

## 2 組込みソフト産業構造と組込み技術者育成

### 2.1 鍵を握る組込みソフト開発力強化

#### 2.1.1 組込み技術者育成上の課題

組込みソフト技術者<sup>2</sup>育成を進める狙いは、急激に増加している組込みソフトの開発量に対応出来るだけの、開発期間の短縮化、高品質化、低コスト化といった課題を、技術者のスキルによって解決することにある。

しかし、多種多様なドメインに分布する技術者の技術や経験を共通化 (標準化) し、その上で育成を行うことを目指さなければ、破綻に至ることは明らかである。技術者の育成を可能にするためには、技術とスキルの関係を明確にすることが第一である。更に、組込みソフト技術者育成に取り組む組織にとって、技術とスキルの関係を明確にし、人材育成を行うことが競争力強化になることを示すことが、第一の課題となる。

#### 2.1.2 ETSS策定に向けた考え方

##### (1) スキル可視化への考え方

技術者のスキルを定義するとき、次の事項を考慮する必要がある。

1 ETSS : Embedded Technology Skill Standards

また、本稿では、とくに注意を要するときを除いて、「組込みスキル標準」を「ETSS」と記す。

2 本稿では、とくに注意を要するときを除いて「組込みソフト技術者」を「技術者」と記す。



- ・プロジェクトの規模や開発期間等開発対象の違いによる多様性の克服
  - ・技術革新の速さによる新技術及び既存の技術に対するスキル評価の正当性確保
- これらを考慮すると、スキル可視化へ向けての基本的なアプローチは次のようになる。

技術とスキルの関係を構造化（ETSSフレームワーク）  
そのETSSフレームワークを用いて、個別の組織が具体的な内容を実装するためのガイドライン提示

## (2) ETSS実装と利活用の組織的利点の提示

経営的観点からは、資金、時間、そして社内の人的資源を使ってETSSを実装し、人材のスキルを可視化し、人材育成に活用するという3段階の工程を経ることになる。経営者の立場からはこうした工程と、その価値を説明する責任が生じる。

ETSSでは、このような説明責任を果たせるようにすることも考慮している。その基本的な観点は以下である。

技術とスキルの観点から見た産業構造の上での自組織の立ち位置の明確化

立ち位置の明確化による技術者育成戦略の精度向上  
技術者育成が企業の競争力強化に重要であることを、企業の評価に用いることの妥当性を踏まえて財務の観点から説明

## 2.2 産業構造の中での組込みソフトの位置付け

### 2.2.1 サプライチェーンの構造と生産サイクル

図1はマーケットにおける製品の要求獲得から製品を生産して再びマーケットに投入するまでのサプライチェーンと、サプライチェーンの上での生産サイクルを示したものである。

ここでは、マーケットの出口と入口に位置する企業群をセットメーカ、セットメーカをマーケットの上でつなぐ企業群を流通チェーン、そしてマーケットの外側でセットメーカを結ぶ企業群を部品サプライチェーンと呼ぶ。

いわば、サプライチェーンはセットメーカという皮で包まれたマーケット、マーケットの中での流通チェーン、この皮の外側を部品サプライチェーンが結ぶ構造になっている。製造業のサプライチェーンは日本国内から海外に広がるグローバルな構造になっている。

以下に、3つに分類したサプライチェーンサイクルの特徴を見てみる。

#### (1) ハード指向型サイクル

ハードウェアによって機能を実現する生産サイクルであり、量産設計と製造が重要な役割を果たしている。このサイクルは、歩留まり良く高品質な製品を大量に製造するという、日本が世界に対して優位性を持つチェーンとして力を発揮している。

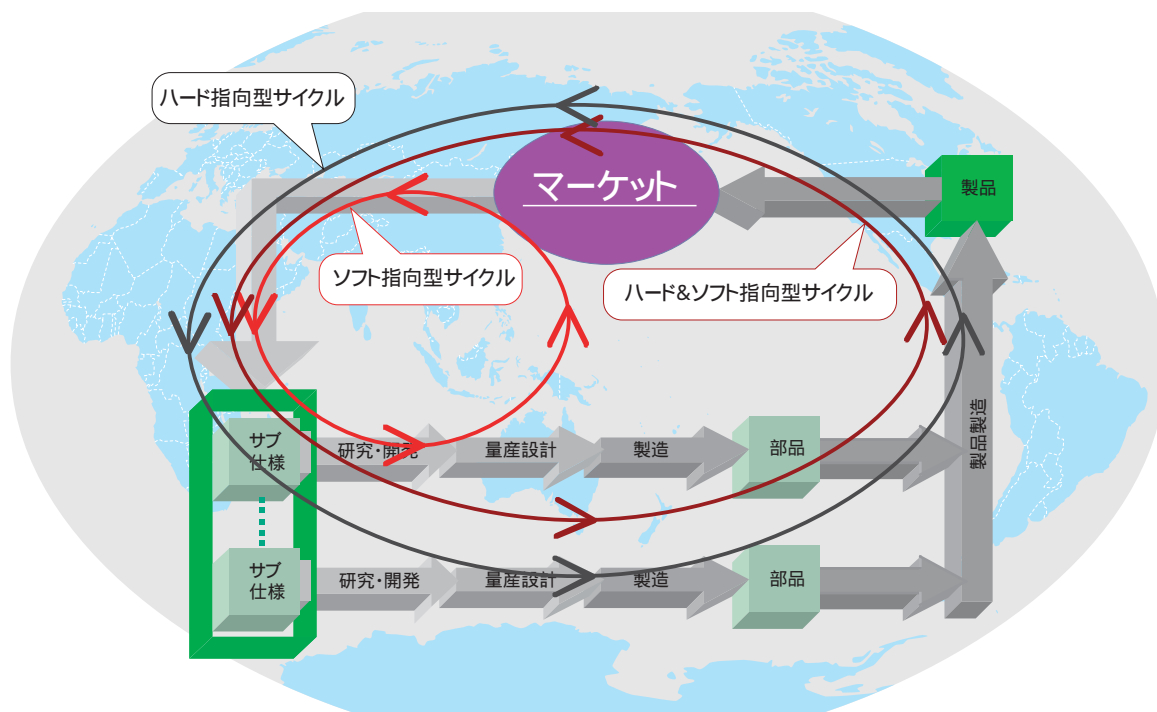


図1 サプライチェーンと組込みソフト技術による生産サイクル

## (2) ハード&ソフト指向型サイクル

研究・開発のチェーンで作られた組込みソフトが部品に組み込まれることによって、量産設計工程はブレイクスルーされることになる。その結果、製品の小型化、高品質化、低コスト化が可能になる。

図2にプリンタのサプライチェーンの例を示す。プリンタを構成する各種部品はサプライチェーンで生産され、それをセットメーカーが組み立てる。図中、網掛けの箇所は組込みソフトが実装されていることを示す。外見上はハードウェアであっても、機能が組込みソフトによって実現されているのである。

こうした例からも分かるように、サプライチェーン全体で量産設計、製造のチェーンを使う割合は削減され、削減された分が減益化するリスクとなる。日本が得意としてきた高品質で歩留まり良く製造するチェーンの優位性が大きく低下すると認識すべきである。

## (3) ソフト指向型サイクル

研究・開発工程で開発した組込みソフトをマーケットで流通している製品に直接送り込むサイクルである。この結果、量産設計から製造というチェーンは完全にブレイクスルーされることになる。

換言すれば、このチェーンを使うタイミングが削減され、減益化が加速するリスクが増大することになる。

以上述べたように、組込みソフトによってもたらされるサプライチェーンの上でのサイクル構造の変化、及び

その変化による減益リスクの発生を認識し、技術戦略や製品戦略を考えるべきである。ハードウェア指向サイクルだけで戦略を考える限り、グローバルな技術の流れから取り残されることになる。

## 2.2.2 企業とサプライチェーンの競争力強化

生産に関する競争力の強化策は、サプライチェーンの上で複合したサイクルが並行して回ることを前提に考えなければならない。こうしたサプライチェーンの観点からは、企業が単独で競争力を強化することや、ある企業が開発した1つの技術だけで競争力を強化することは困難であることが分かる。

生産の競争力強化では、サプライチェーンとしての競争力強化という観点が重要である。

企業が競争力を強化しようとするならば、サプライチェーンと組込みソフトによるサイクル構造を認識した上で、自社がサプライチェーンのどこに位置し、どのような役割を果たしているかという立ち位置を認識しておくべきである。

# 3 技術とスキルの関係整理と組込みスキル標準

## 3.1 技術とスキルの関係[武谷1974]

ETSSの基本的な考え方は、技術とスキルの関係を互いに直交する要素とし、この両者をセットにして扱うようにした点にある。以下、技術とスキルを定義し、生産手段としての両者の関係を明らかにする。

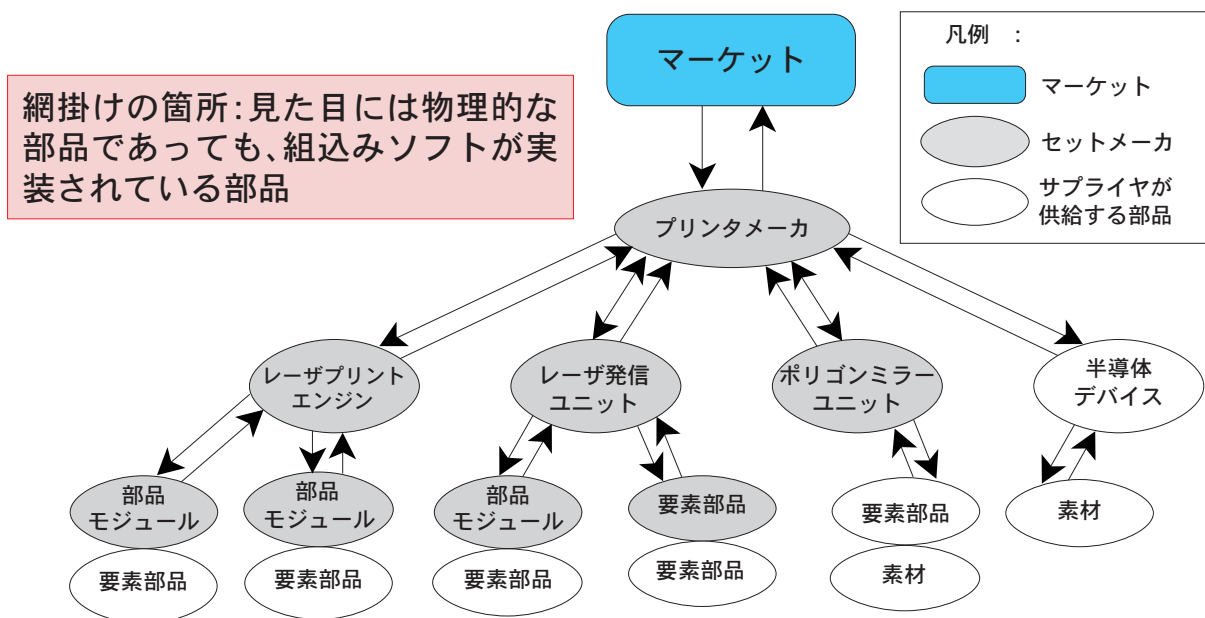


図2 プリンタのサプライチェーンの例



(1) 技術

利益の追求を目的に、製品を設計・開発・製造する一連の工程（以下、工程）あるいは工程によって作られた製品そのものを技術という。工程の構成要素としては、工程表、業務フロー、業務上の規則、要求仕様書、設計書、開発環境、部品等があり、更に製品の品質を作り込むときの対象となる法令等も含まれる。従って、技術は知識あるいは製品として大量に生産出来、かつ大量に流通可能である。つまり、技術は理解するか否かとは無関係に獲得することが出来る。

企業にとって、自社の技術は最重要な機密事項であることは、論を待たない。例えば、製造業では機械設備等を資産として計上している。しかし、それが大規模な工場であろうと知識としての技術は、外部に流出するリスクが存在する。しかも、その技術は人の頭の中にも存在していること、更に競争力を持つ新たな技術は人が開発することを認識しておくべきである。

(2) 技術の限界と人材育成

技術はあらかじめ設計された工程以上のことは出来ない。例えば、輸出相手国の規格や法令に準拠すべく技術を開発しても、その規格や法令が大きく変わると、開発した技術を放棄し、新たな技術を開発する必要が生じる。すなわち、あらかじめ将来の変化やニーズをクリア出来る万能な技術は開発出来ない。限界に達した技術の壁を突破出来るのは、知識化された工程に沿って作業する能力ではなく、創造的思考力を持つ技術者の能力である。

(3) スキル

技術に対する個人の利活用能力の期待値をスキルという。スキルの期待値を上げるには、その技術を繰り返し使用し、あるいは巧みに使っている人の真似をする等の努力が要求される。スキルを獲得するには技術と異なり、技術という知識の理解を要求されることが多い。しかし、製品開発においては技術とその技術を使いこなすスキルのセットの存在が必要条件となる。この観点からは、技術開発のみでなく人材のスキル育成に取り組むことの重要性が理解出来る。

3.2 サプライチェーンから見た組み込みソフト技術者の役割

サプライチェーンの観点からは、次の3点が技術者の最大のミッションであると言ってよい。

- サプライチェーンやサプライチェーン上のサイクルの構造改革による生産力強化
- サプライチェーンから得られる製品の品質化、低価格化等
- マーケットを主導出来る新製品の提供

技術者自身が使用するツール等の技術を固定化し、その技術を使いこなすスキルに依存するようになると、上記ミッションは果たせなくなる。技術者はこうしたミッションに応えるために、次のことを心がける必要がある。

- 新技術の開発とその技術に対するスキルの習熟方法の開発
- 必要な技術の獲得とその技術に対するスキルの習熟
- 陳腐化した技術を捨て、新たな技術の獲得とその技術に対するスキルの習熟
- これらは技術者育成の観点からも常に意識すべきである。

3.3 ETSSの構造

ETSSの目的は、生産を行うための必要条件としての技術とスキルのセットを、技術者個人からサプライチャー

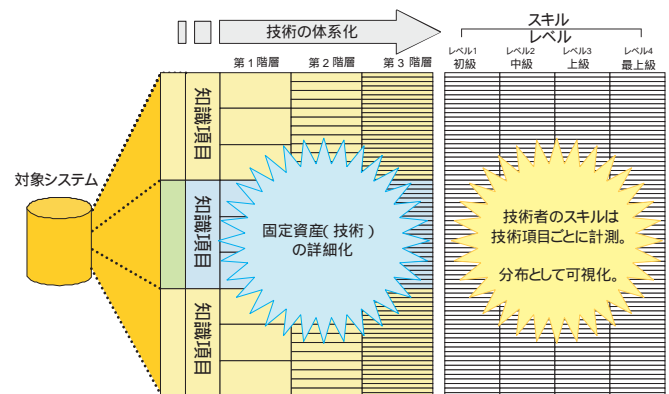


図3 技術とスキルの関係を可視化する組み込みスキル標準ETSS

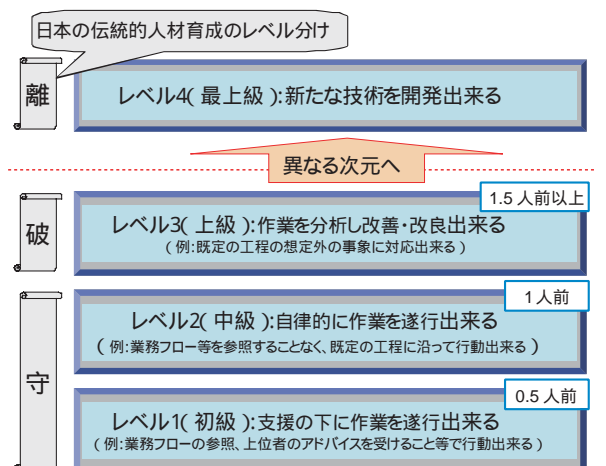


図4 日本の伝統文化に基づくETSSのスキルレベルの定義

ンに至るまでシームレスに可視化することである。

ETSSを図3と図4に示す。図3の左側は技術としての知識を項目に分けて上位概念から下位概念に向かって整理する表であり、右側は左側で分類された最下位概念の項目ごとに、対象者のスキルレベルを記入していくスキル分布表である。このように組み込みスキル標準そのものはフレームワークとなっている。このフレームは必要に応じて、行及び列を追加していい。

図4は図3のスキル分布表のレベルを定義したものである。このレベルの定義は日本の伝統的な武道や茶道等の人材育成の考え方「守破離」に基づいている。その理由は、この考え方が脈々と日本の科学技術発展の奥底に流れており、日本の文化を背景とする限り理解しやすいであろうと考えたからである。

### (1)「守」段階

自流派の型や作法をしっかりと身につけ、確実に振る舞えるようになることを目指す段階である。

ETSSでは、レベル1とレベル2がこれに対応する。

レベル1は、技術とスキルがまだ自分のものになっていないが、アドバイスを受ける等によって行動出来ることが期待されるレベルである。現場感としては、半人前(0.5人前)の力が期待されるレベルであると解釈するとよい。

レベル2は、技術とスキルが完全に自分のものになっていて、アドバイスを受けずに行動出来ることが期待される。現場感としては一人前の力が期待されるレベルと解釈するとよい。

### (2)「破」段階

修得した型を自由自在に使いこなせるように練度を高め、結果的に型にこだわることなく臨機応変に振る舞えるようになることを目指す段階である。

ETSSでは、レベル3がこれに相当する。

レベル3は、技術とスキルを自在に活用しつつ、そこに改善の余地があれば改善出来、後進の面倒をみて技術やスキル修得の指導も出来ることが期待されるレベルである。現場感としては1.5人前以上の力が期待されるレベルと解釈するとよい。

### (3)「離」段階

自分が学んだ流派を離れ、独自の流派を創りあげることを目指す段階である。

組み込みスキル標準では、レベル4がこれに相当する。

レベル4は、現行の技術やスキルの問題点等を抽出し、そうした問題を解決出来る新たな技術を開発し、場合によってはイノベーションを起こすことが期待されるレベルである。

このETSSのフレームワークが、技術とスキルを可視化するためのコアである。このコアに具体的に組み込み技術を書き込むときの参照モデルを図5と図6に示す。

図5は、組み込みソフトを製品に実装するまでの工程をモデル化したものである。組み込みシステムを構成する要素は開発する組み込みシステムごとに異なってくるが、この参照モデルでは代表的な技術としての要素を挙げ、これらを技術要素と呼んでいる。通常は要素技術と呼ばれるが、特定の組み込みシステムを構成する要素という意味を優先させるためにこの名称とした。これに、開発技術と管理技術を加えた3つの技術を組み込みソフト技術者に要求される標準的な技術とした。

ETSSを実装するには、例えば図5のようにモデルを立て、図6のように技術のフレームに書き込めばよい。開発技術に関しては、標準的な開発工程を利用するか、あるいは自社の業務フロー等を使用する。図6の右側にグ

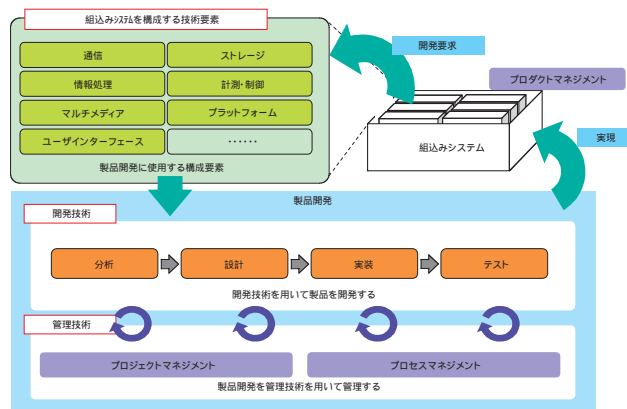


図5 組み込みシステムの開発と技術の関係

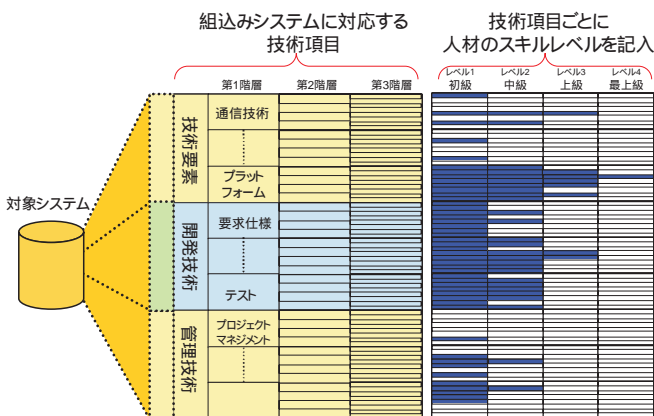


図6 組み込みシステムの各技術をスキルフレームワークにマッピング



ラフがあるが、これはある技術者のスキルレベルを技術項目ごとに測定したと仮定した場合を示したものである。このように、組み込みスキル標準において、スキルは分布として可視化されるのである。

## 4 ETSSの利活用と国際標準化の必要性

### 4.1 プロジェクトチームのスキルデザイン[経済産業省2007]

プロジェクトを進めるためには、工程に応じて人材を調達し工程を管理する必要がある。

図7は、ある工程におけるプロジェクトチームの編成に、ETSSを応用する際の考え方を示したものである。前提条件は、各技術者のスキルを可視化出来ていることである。具体的には、次の順序で工程に対応するスキル分布を先にデザインすることである。

そのプロジェクトを成功させるために必要となる各工程に対応するスキル分布をデザインし、これをスキル調達目標とする

スキル調達目標の一部あるいは全体を満足するスキル分布を持つ技術者をチーム構成員の候補者とする

集めた候補者のスキル分布をスキル調達目標に当てはめ、そのカバレッジから計画通りの日程で目標を達成出来るかを評価する

スキルが不足して目標達成が困難な場合は、外部から調達する等の手を打つ必要がある

チーム編成において重要な点は、スキルレベルを組み合わせた人員構成である。スキルレベル1がいるときは、スキルレベル3を必要とする。その理由は以下の通りである。半人前のレベル1を育成することもミッションの中に入れて、一人前のレベル2に指導責任を持たせる、ということは避けるべきである。なぜなら、両者を合わせたスキルレベルは、1.5の半分の0.75になってしまい、2人合わせても一人前の仕事が出来なくなるからである。

これを水泳に例えるならば、溺れる人を助けにいったところ、2人共溺れてしまう、ということの意味する。

そのため、レベル1には1.5人前以上の力を持つレベル3を割り当て、両者で2人前の仕事出来るようにチーム編成をすることをお勧めする。

### 4.2 財務諸表の評価対象外をスキルのETSSによって補完

企業の業績は貸借対照表（BS） 損益計算書（PL）等で表される。しかし、キャッシュフローを表すCFを含めて財務諸表には人的資源が評価されていない。既に述べてきたように、生産の成果を出すのは技術とスキルのセットである。

図8においては、BSの固定資産を生産手段に限定し、流動資産を棚卸資産に限定している。棚卸資産は生産手

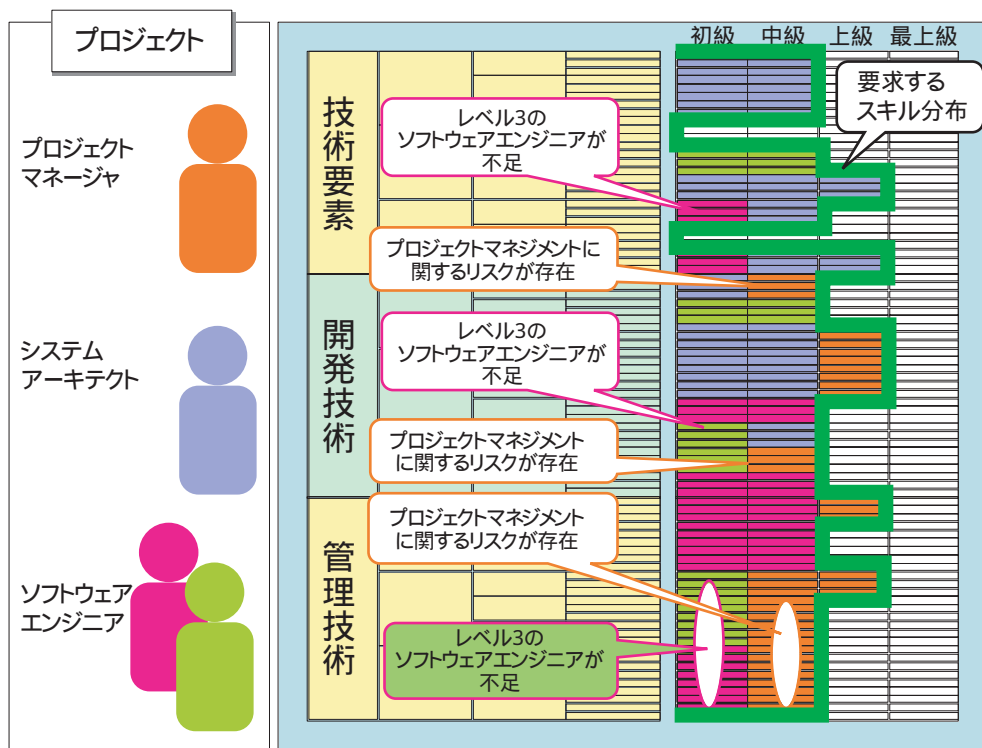


図7 プロジェクトのスキルデザインとスキルの調達

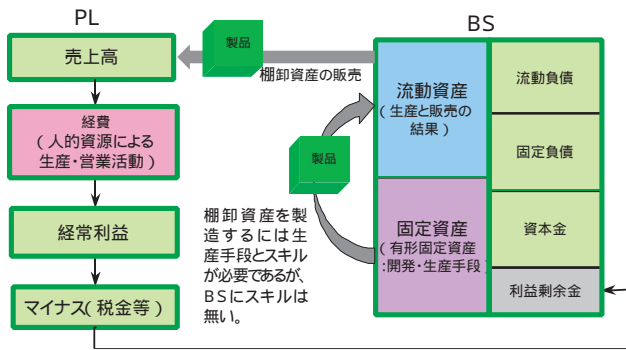


図8 スキルを評価出来ない財務諸表

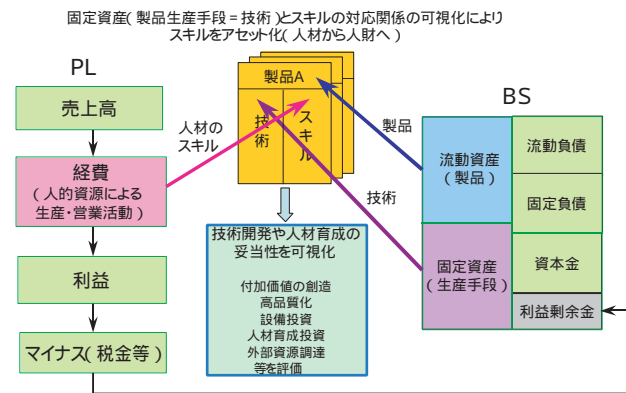


図9 スキルアセット構造 (SAS)

段によって生産された製品である。このように簡略した構造にすると、BSのような財務用の表では技術という生産手段を財産として評価しても、人材のスキルは評価されていないことが理解出来る。設計や生産を行うには技術とスキルのセットが必要である。しかし、BSにおいては、技術のみを資産とし、人材のスキルを資産と見ていないため、本質的な意味での企業価値を評価出来ないのである。このことは、株主、経営者、従業員等のステークホルダにとって極めて不幸なことである。同図のPLにおいても、人材のスキルという価値創造の力を評価する機能は無く、人材は人件費というコストでしか扱えない構造になっている。

図9は企業活動を正確に把握出来ない財務諸表の簿外において、ETSSを用いて企業価値を正しく評価する構造を示したものである。図9では、ある製品Aを棚卸資産にし、売上に結びつける関係をETSS、BS、PLの間で対応付けたものであり、これをスキルアセット構造 (SAS<sup>3</sup>) と呼ぶ。SASにおいては、固定資産としての生産手段を詳細化してETSSの技術フレームの上にマッピングし、更に技術者ごとにスキルの分布を計測するのである。製品Aを生産、販売するための個人別のスキル分布を可視化

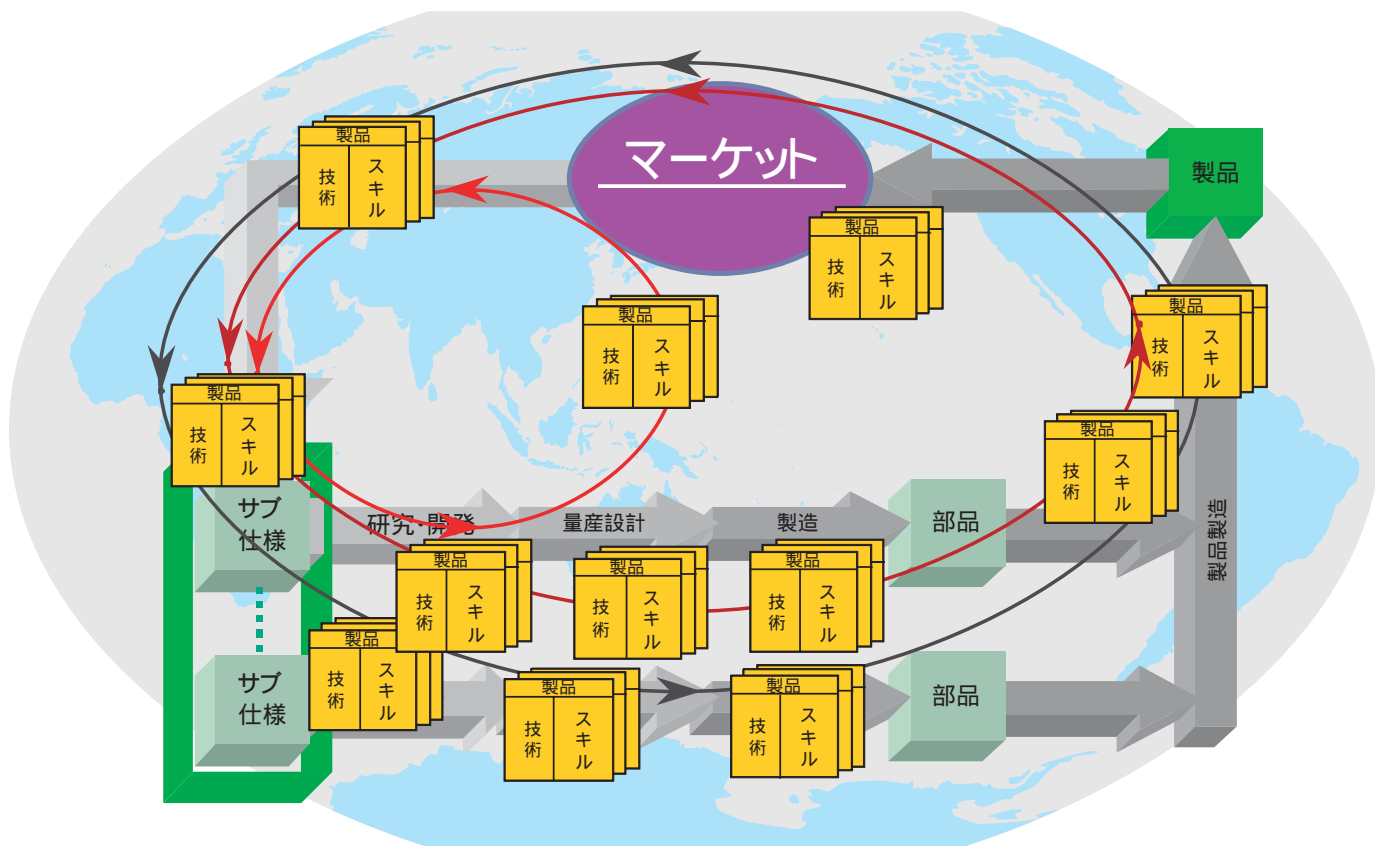


図10 サプライチェーンの上のスキルチェーン



することによって、製品Aの競争力や新たな製品の開発力等を把握出来るようになる。つまりSASは人材を単なるコストではなく、『人財』として扱えるようになり、人材育成投資の重要性とその企業価値を正しく評価出来るようになる。

#### 4.3 サプライチェーンの上でのスキルマネジメントとETSSの国際標準化

企業の製品や技術戦略、生産に係る企業の人材育成戦略は、グローバルに展開しかつ複雑化したサプライチェーンに対して立案すべきである。そのためには、サプライチェーンの中での自社の位置付けを明確にしなければならない。

図10はETSSを用いて、サプライチェーンの上のサイクルを、更にスキルの観点から捉える考え方を示したものであり、これをスキルチェーンと呼ぶことにする。部品の製造や流通を含めてマーケットでの競争力強化という目的を共有するスキルチェーンの中においては、人材を供給する大学等を含めてスキル分布を調和させていくことが理想的である。

今や、多くのスキルチェーンは世界中に広がっていると考えてよい。従って、こうしたスキルチェーン上でのスキルチェーンのマネジメントは、今後極めて重要な観点となろう。こうした視点からも、ETSSの国際標準化は重要な課題であると言える。

## 5 まとめ

本稿では、ETSSの思想、ETSSの構造及びその使い方について述べた。とくに重要なことは、組込みソフト技術に関連してサプライチェーンの上で回る各種サイクルとスキルチェーンの関係の認識である。ETSSを用いることで個人、部門、企業、更にはスキルチェーンに至るまでシームレスにスキルをマネジメント出来ることを述べた。また、企業の収益構造を考えた時、ETSSを用いて財務諸表を補完することで人材を『人財』として評価出来、企業の価値を正しく評価出来るようになることについても述べた。

今後、ETSSを国際標準化していくことで組込みソフトをコアとする日本の技術を強化し、国際貢献出来るように取り組んでいく所存である。

#### 参考文献

[IPA/SEC] IPA/SEC編：組込みスキル標準 ETSS概説書〔2008年度版〕，翔泳社，2008  
 [経済産業省2007] 経済産業省：2007年版 組込みソフトウェア産業実態調査〔武谷1974〕 武谷三男著：弁証法の諸問題，勁草書房，第1版第10刷，1974

# ETSS導入の促進に向けて

## ETSS導入推進人材の育成

SEC研究員  
室 修治

組込みスキル標準（ETSS）は、組込みソフトウェア開発分野における人材育成や人材活用のための指標として使えることを目的としている。ETSSは、組込みソフトウェア開発技術を体系的に整理するためのフレームワークとしての「スキル基準」、組込みソフトウェア開発にかかわる職種を定義した「キャリア基準」、組込みソフトウェア開発分野の人材育成に関するガイドとしての「教育研修基準」で構成されている。

標準であるETSSを実際の企業等で利活用していくためには、種々の活動に対しETSSの理念を正しく反映させる必要がある。SECでは企業等でETSSを担う人材を「ETSS導入推進者」と呼ぶこととした。

ここではETSS導入推進者について解説すると共に、現在検討を進めている「ETSS導入推進者制度」について紹介する。

### 1 ETSSの普及状況

ETSSについて今後の施策を考えるためには、現状を把握する必要がある。まず、公開後4年を経たETSSの普及状況を産業実態調査<sup>1</sup>から見ていくことにする。

図1はETSSの普及状況についてのグラフである。全体では「導入済み」、「導入検討中」を合わせ20%強である

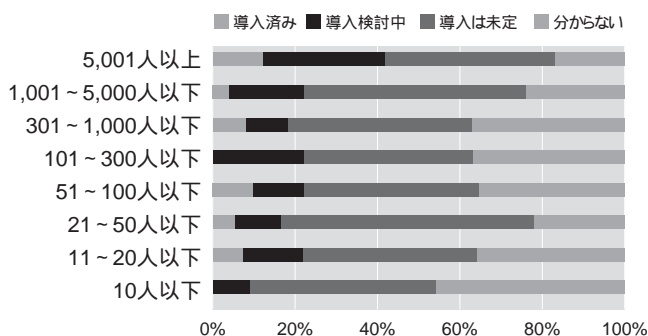


図1 従業員数別ETSS導入状況  
(2008年版組込みソフトウェア産業実態調査より)

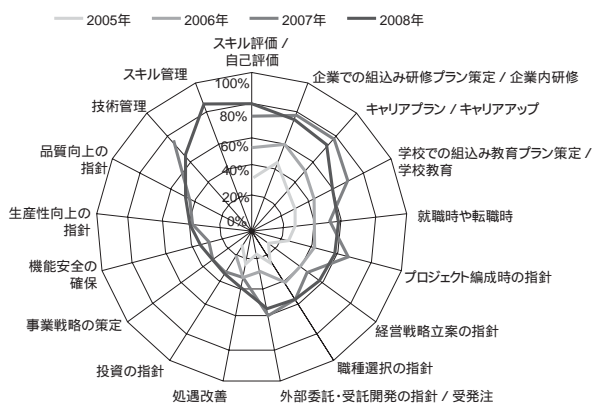


図2 組込みスキル標準ETSSの有効性について  
(「有効」「非常に有効」の回答をグラフ化したもの)

が、従業員5,000名超のいわゆる大企業においては「導入済み」、「導入検討中」が40%に達している。大企業の影響力の大きさを考えると、今後ともETSSの導入が拡大していくことが見込まれる。

図2はETSSの有効性の評価について年度ごとにまとめたグラフである。人材関連の項目についてその有効性が高く評価されていることが分かる。

### 2 ETSS導入時の課題と、その解釈

#### 2.1 課題

更なる普及の拡大を図るにあたり、ここでは実証実験結果や導入事例等実際の導入現場から上がってきた声に基づいて、スキルマネジメントへのETSS適用の起点となる導入開始からスキル診断までを整理することとした。

#### (1) ETSSの理解について

ETSSを理解している人材が少ない  
正式ドキュメントやETSS概説書を読んだが、正しく理解出来ているか自信が無い

#### (2) ETSSのスキルマネジメント活動への適用

ETSSが適用出来る範囲が分からない  
どのように適用させて良いかが分からない

#### (3) スキル基準作成

ETSSのスキル基準から自分たちのスキル基準を、どう作ればよいか分からない

1 産業実態調査：経済産業省による「組込みソフトウェア産業実態調査」



作成したスキル基準が正しいか判断出来ない

(4) スキル診断実施

スキル診断時のレベル判定を正確に出せているか  
人によるばらつきを抑えられているか

以上、簡単ではあるがETSS導入時の課題をまとめてみた。これらの課題は、ETSSを個々の活動にどうやって適用させるかという方法的な課題と、それを遂行する人材面の課題が中心となっている。

2.2 課題解決のために

ETSSをどのように適用させるかという方法的な課題に対しては、個々についてどういう問題があるのか、どのように解決していくのかを事例と効果を挙げて紹介していく。ただ、これもそれぞれの目的・制約・条件を持つ実際の導入現場でそのまま利用出来るものにするのは難しく、あくまでもガイドという形になるのは否めないところである。無論、このようなノウハウ的な情報も有益であり、より要求に合致するコンテンツを用意していきたいと考えている。

人材面の取り組みの中で考案されたのが「ETSS導入推進者」である。ETSSを正しく理解し、個々の活動に対し正しくETSSを実装することが出来る人材を育成することを目的とする。知識だけでなく上記方法論を実際の現場で生かせるように「ETSS導入推進者」を育成することが

重要なテーマとなる。

「ETSS導入推進者」については育成とともに相応の知識、導入技術を保有していることを証明する「認定」の仕組みも合わせて検討していく必要がある。これは導入推進者のステータスを確立するとともに、認定取得に対する個人・企業のモチベーションを喚起することにもつながるものである。その効果としてETSSの良き理解者が増加し、普及・導入が量・質ともに拡大・向上することが期待出来る。

3 キャリアとしてのETSS導入推進者

3.1 ETSS導入推進者の役割

表1にETSS導入推進者の役割を整理した。

ETSS導入推進者の業務は、大きく分けて2つある。1つ目は、ETSSを導入しようとする組織に対し、導入を実施または支援する業務。2つ目は、対象組織が適正に

表1 ETSS導入推進者の役割（抜粋）

ETSS導入支援	ETSS導入計画立案 スキル診断計画策定 スキル基準策定 スキル診断シート作成 スキル診断説明会資料作成 スキル診断説明会実施 スキル診断実施 スキル診断結果分析 人材育成計画策定 教育プログラム策定 教育の実施 教育実施後の評価
ETSSアセスメント実施	ETSS導入プロセスのアセスメント ETSS導入状況のアセスメント

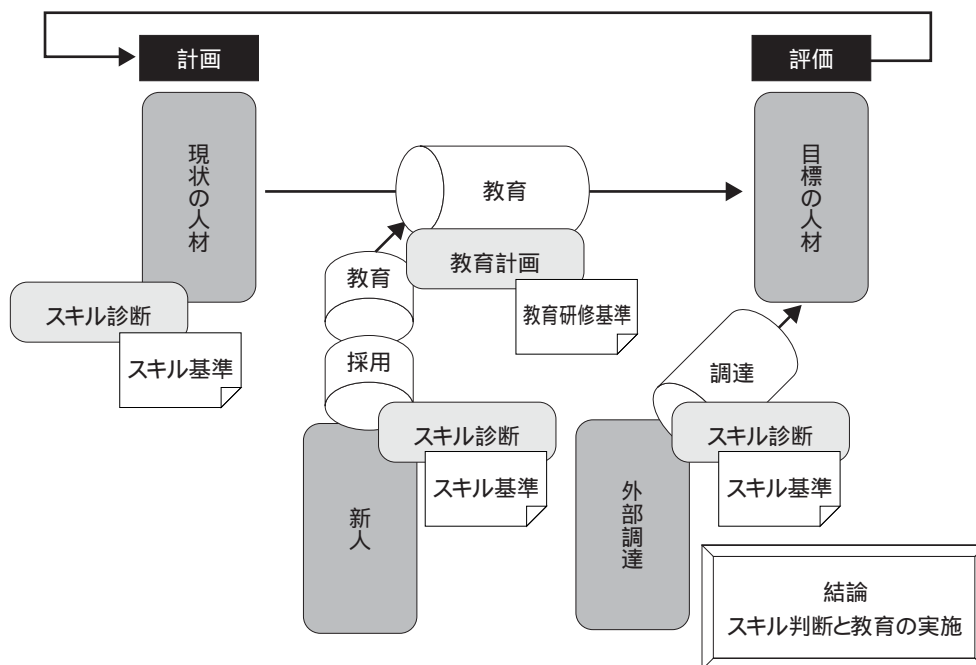


図3 スキルマネジメントの中のETSS

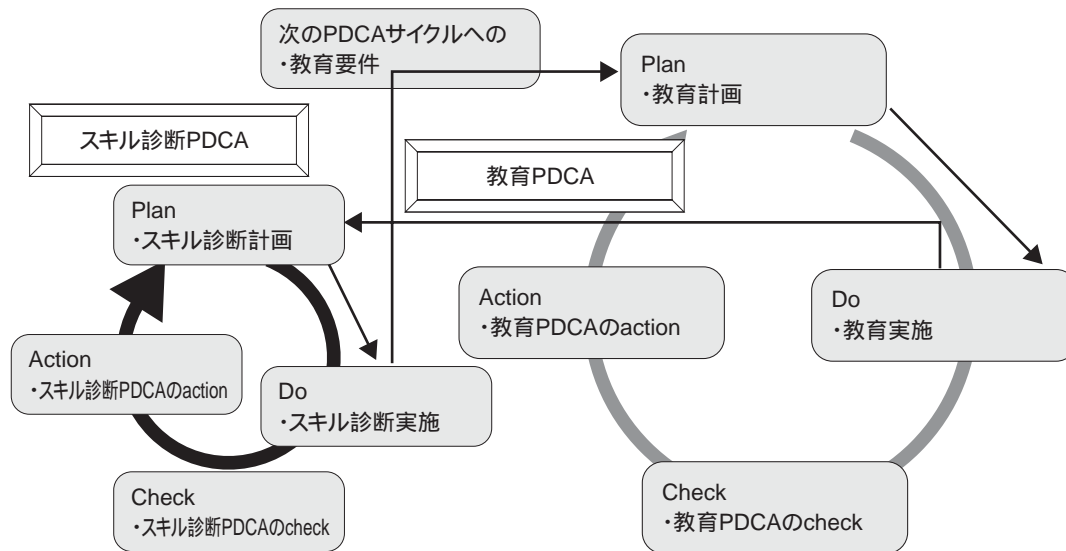


図4 スキル診断と教育のPDCA

ETSSを実装しているか、適正に運用しているかのアセスメント業務である。

### 3.2 ETSS導入業務

ETSSによるスキルマネジメントのポイントは、簡単にまとめると「スキルの把握」と「教育」となる。

スキルを把握するためには、次の作業が必要となる。

組織が必要とするスキルを整理する

現在保有しているスキルを可視化する

そのために、スキル基準を作成し、スキル診断を実施することになる。スキル診断の結果得られた目標とのギャップを埋めていく施策が教育ということになる（人材を外部に求める場合には「教育」ではなく「調達」となる）。図3はETSSを利用した人材育成のイメージである。

ETSS導入推進者は導入・支援業務としてこのスキルの把握と教育を中心とした活動を行うことになる。

図4はスキル診断と教育について、それぞれのPDCAと相互の関連を示したものである。

スキル診断、教育それぞれが「計画」「実施」「評価」「対策」のマネジメントサイクルを持つが、その上位には統合マネジメントも必要となる。表1中のETSS導入支援に列挙した。それぞれの役割項目は、図5の項目を具体化したものである。

### 3.3 ETSSアセスメント業務

各企業・組織が実施するETSSの導入が、間違いなく実装・運用されているかについて確認・評価したいという

要求に応えるのがETSSアセスメントである。アセスメントの内容は、ETSSの実装が確実に実行されていることを確認すること、及び実装結果に基づいて確実に運用されていることの確認が中心となる。ETSS導入推進者にはこのアセスメント業務を実施出来ることも必要な要件とする方向である。

アセスメントの実施により、スキル基準策定やスキル診断における品質を一定に保ち、業界間・企業間で違和感無く相互に参照出来るようになることと期待している。

### 3.4 ETSS導入推進者のレベル

このように見ていくとアセスメントを実施する場合、責任範囲には幅があることが分かる。例えば他社へETSS導入支援を実施する等、非常に高度な知見を必要とするレベル。または自社での導入業務を行えば良いとするレベルである。このためETSS導入推進者制度では、必要となる責任、役割に応じてレベルを設定することとする。表2にETSS導入推進者のレベルと責任、役割等の対応をまとめておく。

表2 ETSS導入推進者のレベル

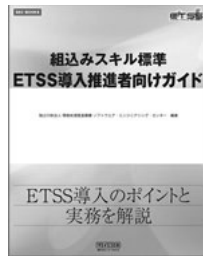
レベル	責任、役割等
レベル3	他社のETSS導入支援業務を主導出来る。ETSSアセスメントを実施出来る。
レベル2	自社のETSS導入業務を実施及び管理出来る。ETSSアセスメントを受診出来る。
レベル1	自社のETSS導入実務を実施出来る



## 4 ETSS導入推進者制度

### 4.1 ETSS導入推進者の育成

ETSS導入推進者制度では、考慮しなければならない事項としてETSS導入推進者の育成がある。IPA/SECでは2008年10月に「組込みスキル標準 ETSS導入推進者向けガイド」を発行。今後もETSS導入推進者のレベルに応じた講習、テキスト等を用意し適宜講習会等を実施していく方向である。



### 4.2 ETSS導入推進者制度の概要

図5はETSS導入推進者制度の模式図である。

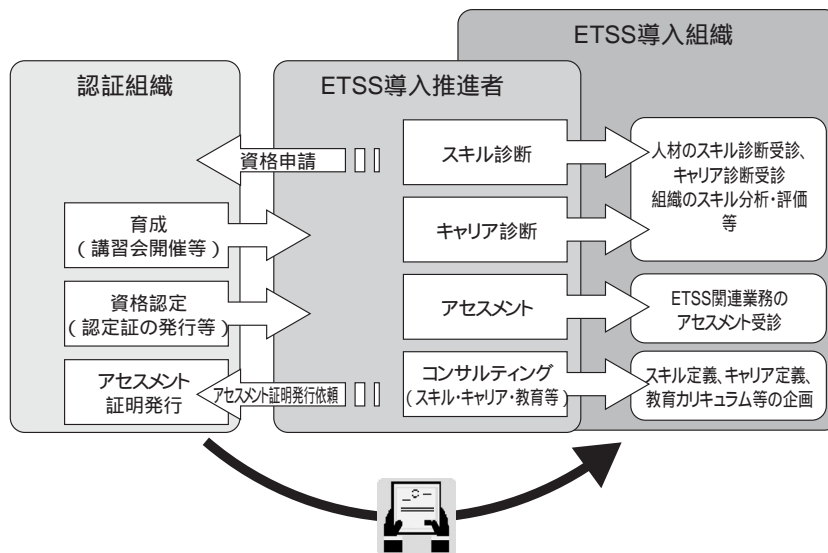


図5 ETSS導入推進者制度の模式図

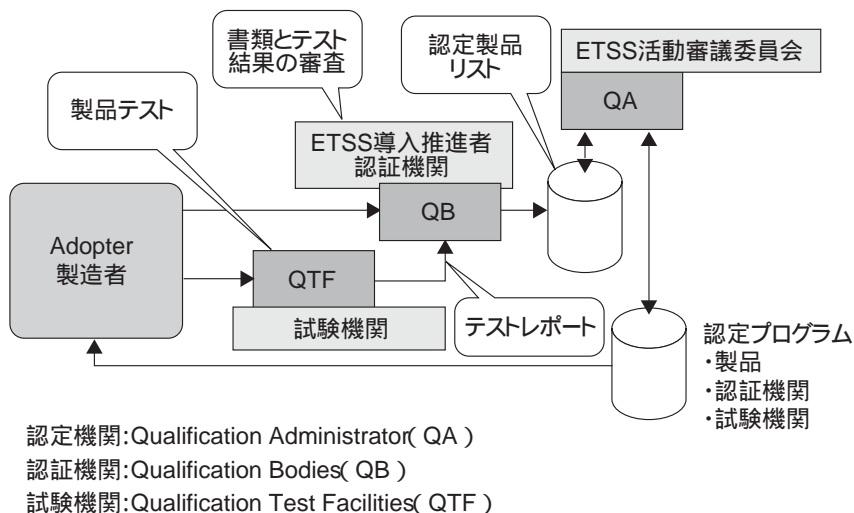


図6 国際認証の枠組みとETSS導入推進者制度

ETSS導入推進者は国外でも通用する仕組みとするため、ISO/IEC17024（要員の認証）ISO/IEC17011（認証機関の認定）ISO/IEC24773（IT関連スキル認証）等の国際標準に準拠した認定が行われることが望ましい。これら国際認証の枠組みをETSS導入推進者制度に適用した場合を模式的に図6に示す。

## 5 まとめ

以上、ETSS導入推進者制度について説明してきた。現在、育成を含めて必要なコンテンツの作成を進めている。制度の公開、開始は2010年度を予定している。

ETSS導入推進者及びETSS導入推進者制度の主旨をご理解いただき、ETSSの普及促進にご賛同、ご協力いただけるようお願いし、本稿を終えることとする。

# ETSS実証実験総括

SEC 研究員  
関口 正

IPA(独立行政法人 情報処理推進機構) SEC(ソフトウェア・エンジニアリング・センター)(以下、IPA/SEC)では、組込みスキル標準(ETSS)の実証実験を、多くの企業や団体の協力を得ながら実施してきた。この実証実験からは、組込みソフトウェア開発の現場におけるETSSの有効性の検証や、実践から得られる様々な活用方法や改善事項を得ることが出来た。

本稿では、これまでの経緯をたどりながら、各社の取り組みを紹介し、ETSS実証実験を総括する。

## 1 ETSS実証実験の目的

ETSSは2005年5月に実証実験の成果を利用してその初版がリリースされている。ETSSは、組込みソフトウェア開発力強化を実現するために、「人材活用」や「人材育成」に有効な指標とするべく経済産業省の委員会によって策定された。委員会によって議論し尽くされたETSSではあるが、その目的に対する有効性を確認するには、組込みソフトウェア開発領域の企業や団体にて実際に検証することが必要である。

このような背景の下、ETSS実証実験の目的として次の目的が設定された。

- ・ ETSSの実践的な検証
- ・ ETSS活用事例の蓄積
- ・ ETSS運用上の基礎情報収集
- ・ ETSS改善事項の収集

## 2 ETSS実証実験の実施形態

ETSS実証実験の活動で、企業や団体が取り扱う技術や、そこに属する人材のスキル情報に触れることとなる。従って、外部のIPA/SEC研究員が主導して深く関与すると、情報管理上の問題等が生じる恐れがある。そのためETSS実証実験は、実施対象となる企業や団体が主体となって活動していただくような形態で進めることとした。

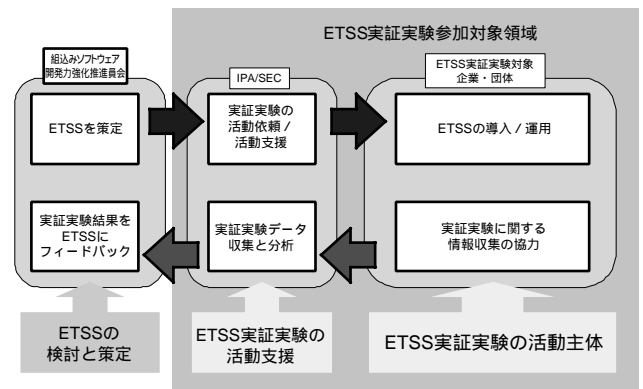


図1 ETSS実証実験の活動形態

従ってIPA/SEC側では、実施対象企業に対して、「説明会の実施」や「関連情報の提供」といった活動支援と、「ヒアリング実施」や「アンケート収集」等の情報収集を主に行った(図1)。

## 3 ETSS実証実験のフェーズ

本章では、ETSS実証実験の開始時に行われたものを「基本情報収集フェーズ」、その後半に行われたものを「応用事例収集フェーズ」と位置付け、これらについて説明する。

### 3.1 基本情報収集フェーズ

ETSS初版(Ver1.0)の策定と並行し、ETSS実証実験の活動は2004年末から開始された。当時、ETSSのように



使用技術ごとにスキルを測るスキル標準の事例は皆無であった。基本情報収集フェーズでは、この新しい考え方のスキル標準の有効性や改良を進めるための情報収集を、活動の中心に据えた。

本フェーズのETSS実証実験は、企業7社と1団体の協力の下に実施された(表1)。対象となった企業は、メーカーをはじめとして、ソフトウェア開発ベンダ、検証サービス企業、半導体販売会社等、多岐にわたる。

表1 ETSS実証実験(基本情報収集フェーズ)参加企業

RTECH会(株式会社ルネサス テクノロジ社特約店任意団体)
沖通信システム株式会社
株式会社KSK
株式会社CSKシステムズ
東芝情報システム株式会社
株式会社ベリサーブ
ヤマハ株式会社
横河デジタルコンピュータ株式会社

各企業や団体にETSSを実際に導入・活用していただき「スキル定義や診断にかかる時間」「定義したスキル項目数」「ETSSフレームワークの有効性」等の情報をアンケートやヒアリングを通じて収集した。

本フェーズで得られたETSS実証実験の成果については次の4節で説明する。

### 3.2 応用事例収集フェーズ

ETSSは各応用ドメインで活用出来るように策定されているため、各企業において使用する技術を具体化してスキル定義する等の対応が必要となる。

本フェーズではこれらの対応に関する各種検証と、各応用ドメインの団体の協力を得て、そこで使用している技術に応じたスキル標準策定の検証を行った。このフェーズでは、トヨタテクニカルディベロップメント株式会社(TTDC)殿、JMAAB<sup>1</sup>殿、ITA<sup>2</sup>殿、JASPAR<sup>3</sup>殿の、1企業3団体の協力の下に2年以上の期間にわたり活動を継続した(表2)。

## 4 ETSS実証実験の成果

これまで実施されてきたETSS実

表2 ETSS実証実験(応用事例収集フェーズ)活動概要

企業/団体名	活動概要
TTDC	ETSS導入から活用までの実践的な運用の検証。開発現場で実際に使えるスキル標準を目指した運用試行を実施
JMAAB	自動車開発分野におけるモデルベース開発人材育成のための指標作り ETSS-JMAABとしてスキル標準をまとめ2007年公開
JASPAR	車載プラットフォーム開発に関するスキル標準の検討と継続的なスキル診断と分析の実施
ITA	ソフトウェア開発企業群における、組込みソフトウェア開発技術者育成と活用を目的としたスキル標準の策定、ITA-ETSSとして2006年公開

証実験では、設定された目的に沿って様々な成果を得ることが出来た。

ここでは、これらの成果の紹介を行う。

### 4.1 スキル基準運用のための基礎情報収集

ETSS実証実験の基本情報収集フェーズにおいて、運用に関する各種基礎情報を収集することが出来た。収集された情報の中から7社分(A~G社)の定義したスキル項目数を表3にまとめた。

実証実験の結果より、ETSSを活用している企業や団体ではスキル診断対象として、平均約480項目の使用技術を抽出していることが分かった。またスキルを分類する階層の深さは4階層程度が平均的であることが確認された。

一方、ETSS導入先の企業や団体ではETSSの「技術要素」「開発技術」「管理技術」の中で使用するカテゴリや階層の深さを画一的に決めていないわけではなく分かる。これは導入先の企業や団体によって「見たいスキル」や「見たい技術の粒度」が異なり、ETSS導入の目的に即してテーラリングが実施されているからである。

表3 実証実験によって収集されたETSS運用基礎情報

項目	企業							最大値	最小値	有効データ数	平均		
	A社	B社	C社	D社	E社	F社	G社						
スキルの項目数	技術要素	使える	-	-	171	188	28	71	159	188	28	5	123.40
		作れる	-	-	171	133	-	-	159	171	133	3	154.33
	開発技術	130	58	-	173	-	61	64	173	58	5	97.20	
	管理技術	114	-	-	159	-	39	-	159	39	3	104.00	
スキル粒度(階層数)	技術要素	-	-	4	4	5	4	4	5	4	5	4.20	
	開発技術	4	4	-	4	-	4	4	4	4	5	4.00	
	管理技術	4	-	-	4	-	4	-	4	4	3	4.00	

1 JMAAB : Japan MATLAB Automotive Advisory Board

2 ITA : Information Technology Alliance

3 JASPAR : Japan Automotive Software Platform and Architecture

## 4.2 ETSSの有効性と改善項目の確認

ETSS策定の目的は、組み込みソフトウェア開発力強化に向けた人材育成や人材活用の指標を作ることにある。これらの目的を実現出来る構造や仕組みが担保されているかについて、基本情報収集フェーズの実証実験参加企業と団体に対してアンケートを実施した。このアンケート調査は、参加企業・団体の管理者に向けたものと、実際にスキル診断を受診した技術者に向けたものとの2種類を実施している。

図2と図3は、上記のアンケートの設問の中で「ETSSによるスキル分析がどのような局面で活用出来るか」という設問の回答を集計したものである。管理者、技術者共に、人材育成と人材活用に関する回答が上位に入っていることから、ETSSの有効性について一定の評価を得られたと言える。

また、スキル診断実施上の課題に対する回答では「スキル診断の定義があいまいである」が最も多かった(図4)。

この課題に対して、ETSSのスキル基準Ver1.1でスキル

レベルの表現改善を行うと共に、以降の実証実験にて改善のための手法を試行している。

2番目に回答の多かった「運用や活用のための資料が少ない」といった課題を受けて、IPA/SECでは「組み込みスキル標準 ETSS概説書」や「組み込みスキル標準 ETSS導入推進者向けガイド」等の各種ガイドブックを発行してきた。

## 4.3 組織業務遂行能力の分析手法

ETSSの実証実験の活動を通じて幾つかの分析手法を考察することが出来た。本節ではその中から「概形スキル診断」と「育成比率による分析」を紹介する。

### (1) 概形スキル診断

概形スキル診断は、一般的な個人レベルで行われるスキル診断とは異なり、組織の管理者が担当組織にどのスキルレベルの要員が何名いるかを、大掴みすることを目的としている。

概形スキル診断の手法は、TTDC殿における実証実験

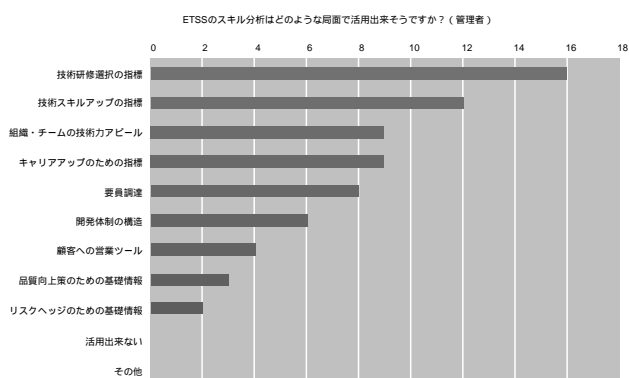


図2 スキル分析はどの局面で活用出来るか (管理者)

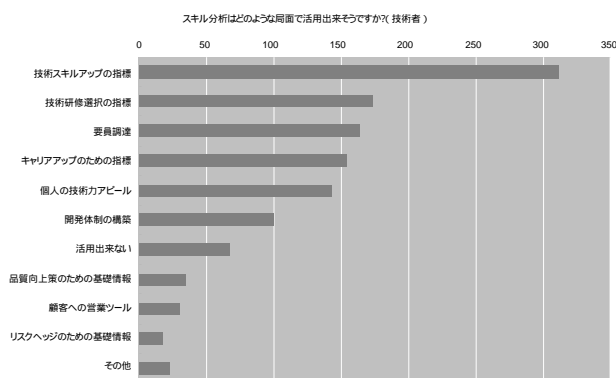


図3 スキル分析はどの局面で活用出来るか (技術者)

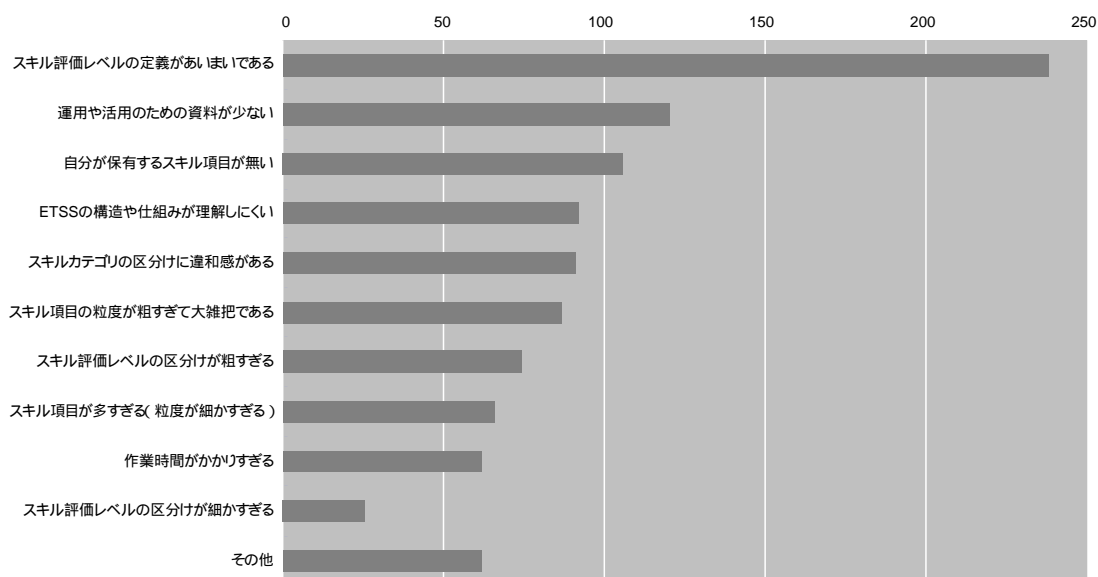


図4 スキル診断実施上の課題 (技術者)



を通じて受診者個別に診断した集計結果と概形スキル診断の結果に相関があることが確認されている。このため、概形スキル診断は組織のリーダーが認識している組織のスキルレベル分布を可視化することが出来る。組織の技術的な強みや弱みを担当者間で共有することが出来、人材の育成や活用等の戦略を立案する際の基礎情報として有効である（図5）。

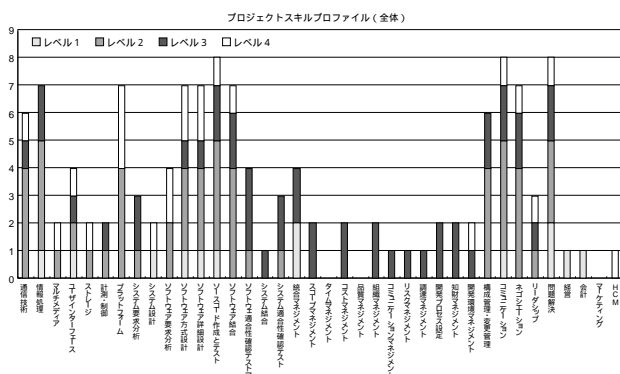


図5 概形スキル診断による組織のスキル分布（一部）

また、概形スキル診断の対象者の範囲を、外部の協力会社要員まで広げることで、組織が使用する技術を自社内の要員で担保出来ているのかを分析出来る。

余談となるが、この概形スキル診断の手法は経済産業省が毎年実施している「組込みソフトウェア産業実態調査」の調査票にも応用されている。そして、組込みソフトウェア開発企業の開発力とスキル分布の関係に関する各種集計に役立てられている。

## (2) 育成比率による分析

「育成比率」とは、ETSSによるスキル診断結果から、当該技術において組織の中でリードする立場となるスキルレベル3以上の人材の数と、レベル1の人材数の比率で、

$$[\text{育成比率}] = [\text{レベル3以上の要員数}] \div [\text{レベル1の要員数}]$$

の式で計算される。つまり育成比率は、「当該技術に関して、1人のレベル1の技術者に何人のレベル3以上の技術者が組織にいるのか」という状況を表している。「育成比率」が1.0を上回っていれば、レベル3以上の技術者の数が多くレベル1の技術者を育成する余裕がありOJT<sup>4</sup>等の現場教育の場として有効であると言える。

「育成比率」は、JASPAR殿で行われた実証実験を通じてその有効性が確認された。

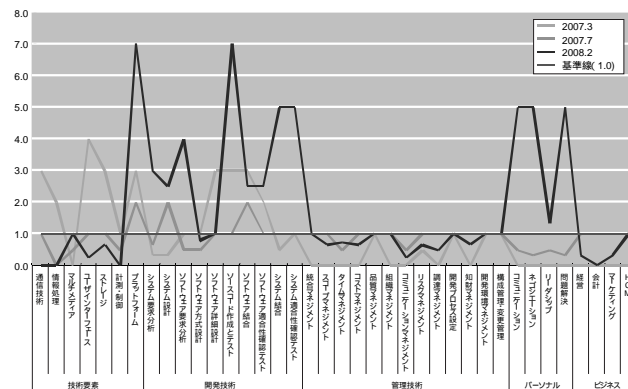


図6 育成比率によるスキル診断経過分析の例

JASPAR殿では「育成比率」を用いて組織の強みや弱みを分析するだけでなく、スキル診断実施ごとの経過分析を行っている（図6）。

## 5 まとめ

2004年から開始され、現在まで続くETSS実証実験活動を総括すると、本稿冒頭に掲げた4つの目的（「ETSSの実践的な検証」「ETSS活用事例の蓄積」「ETSS運用上の基礎情報収集」「ETSS改善事項の収集」）について、これまで述べてきた成果を得ており、当初の目的を達成したと言える。また、ETSS実証実験の成果を基にスキル標準の構造の改良や有効性の確認、理解しにくい領域に対するガイドブック作成等の施策につなぐことが出来た。

実証実験開始当初には皆無であったETSS活用事例は、実証実験参加企業や団体の他にも、導入や活用に関する多数の事例が発信されるようになってきた。本特集号においても非常に興味深い実践的な活用事例が掲載されている。このような活用事例の発信が増えることは、ETSSを今後導入しようとしている組織にとって有益な情報を得る機会が増えることとなる。

今後ETSS実証実験では、人材育成での活用や、導入推進に関する手法等、これまで十分な検証がなされていない分野に焦点をあてる予定である。

## 謝辞

本ETSS実証実験に参加いただき、多大な業務負担をおかけしたにもかかわらず、多くの有益な情報をご提供くださった企業及び、団体の関係者の皆様に、この場をお借りして深く感謝いたします。



表2 部門-B「プラットフォーム」充足度合い

	1-1 プロセッサ・コア	1-2 プロセッサ周辺	1-3 メモリ	2-1 フォト	2-2 カーネル	2-3 OS	2-4 シーケンス	2-5 ショルウェア	3-1 ユーザインタフェース	3-2 インタプリタ	3-3 デバイス機能	3-4 開発環境	3-5 コンパイラ / リンカ	3-6 仮想デバイス環境
要求L2比率	0.08	0.07	0.07	0.07	0.18	0.08	0.17	0.10	0.10	0.06	0.32	0.28	0.11	0.05
要求L3比率	0.16	0.16	0.10	0.14	0.14	0.18	0.21	0.06	0.01	0.00	0.12	0.17	0.34	0.20
要求L4比率	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
実測L2比率	0.22	0.18	0.18	0.24	0.24	0.34	0.30	0.22	0.26	0.18	0.28	0.44	0.38	0.26
実測L3比率	0.06	0.06	0.06	0.08	0.10	0.12	0.12	0.06	0.08	0.08	0.14	0.18	0.22	0.04
実測L4比率	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.00	0.02	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00
充足度合いL2	3.78	3.71	3.71	4.55	1.98	6.04	2.55	2.73	3.45	4.68	1.30	2.27	5.53	6.42
充足度合いL3	0.50	0.50	0.78	0.74	0.83	0.79	0.65	0.99	10.71	-	1.20	1.19	0.71	0.20
充足度合いL4	-	-	-	-	-	-	-	0.00	-	-	-	-	-	-

2.1 部門ごとの実力状況 (図1)

ある部門のメンバ全員について、第3階層の「レベル構成」を第1階層の項目ごとにまとめた平均値により、当該部門の大まかな状態が見られる (図1)

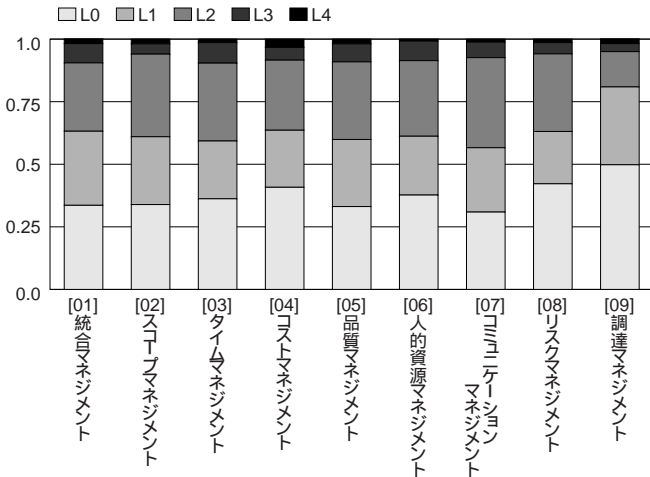


図1 部門-A「管理技術」レベル構成

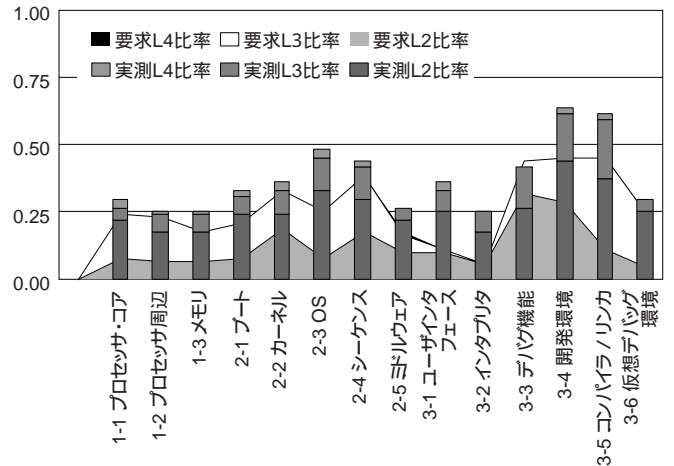


図3 部門-B「プラットフォーム」充足度合い

2.2 職級ごとの実力状況 (図2)

メンバの職級 (0級 ~ 10級) ごとの「一人前以上 (i 2) の「実測Li比率」の和」を第1階層の項目ごとに平均して見ることで、職級ごとの実力状況を知ることが出来る (図2には職層の順位に対して評価が逆転している項目が存在している。このような場合は「評価基準」にかかわる検討が必要である (後述))

にタスクが定義され、各タスクには各項目の要求スキルレベルLiが付与されている。これから、項目ごとに「要求Li比率」(Yi/m;ただし、Yi := Liが付与されているタスクの個数、m := タスクの総個数、i := 0 ~ 4)をL2からL4まで計算して積み上げたもの(一人前以上)を、当該部門における当該項目の「必要戦力」と考える。

これに対して、「実測Li比率」をL2からL4まで積み上げたもの(一人前以上)を、当該部門における当該項目の「現有戦力」と考える。

そうして、各項目の各スキルレベルについての過不足状況(「充足度合い」)を「必要戦力」に対する「現有戦力」の比、すなわち、

$$(充足度合いLi) = (実測Lj比率) / (要求Li比率)$$

ただし、j は i であるすべての実測Lj比率の和

で定義する。ここで、

1以上 := 「充足」

0 := 「皆無」(要求レベル以上の技術者が1人もいないのであるから、「要求比率」の数値の大小にはよらず、「緊急」に当該レベルの人材を育成せねばならない)

1から0の間 := 技術者養成の「緊急さの程度」と解釈する。

もちろん、以上の推定方法では、タスク個々の大小軽

2.3 必要戦力と現有戦力の乖離状況 (表2、図3)

「技術要素」については、「必要スキルレベル」とその「必要量」を考慮した乖離状況を見るために、次のような検討を行った。

すなわち、「要求スキルレベル一覧表」には、部門ごと

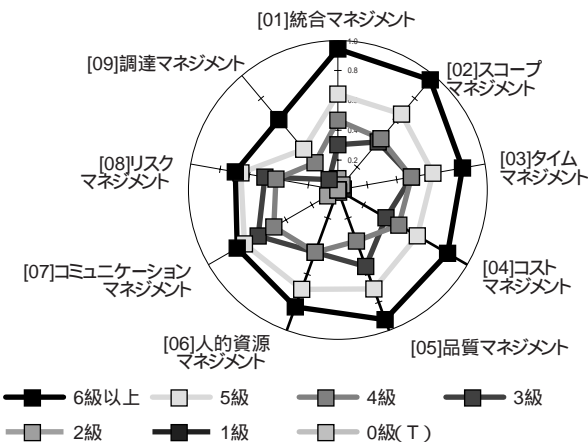


図2 部門-A「管理技術」職級別L2以上比率



重が考慮されていないため、“必要量”を厳密に判断するには無理があるが、大きくかけ離れて不足している場合は、警鐘を鳴らす意味があると考えます。

例として、表2（第1階層「プラットフォーム」の第3階層）では、「充足度合い」が著しく小さい部分をやや濃い塗色として注意を喚起し、0.00、すなわち“皆無”と計算された部分は濃い塗色として警告表示している。このようにして乖離の大きい「教育必要項目の候補」を網羅的に抽出して、当該部門へ精査を依頼した。

更に、「充足度合い」（表2）を視覚化するために、「必要戦力」を積み上げ折れ線面グラフ（＝背景）で表し、「現有戦力」を積み上げ棒グラフ（＝前景）で表したものを作成した（図3）。このグラフでは、その定義から、背景に比して前景が著しく低い部分は、「必要戦力」に対して「現有戦力」が不足していると考えられる（逆の場合は、余裕があると考えられる）。これを複数部門で比較すれば、部門間での戦力調整の可能性が分かる。

## 2.4 研修効果の有無の検証（図4、図5）

ニコシステムでは、毎年、特定の職級の社員に対し

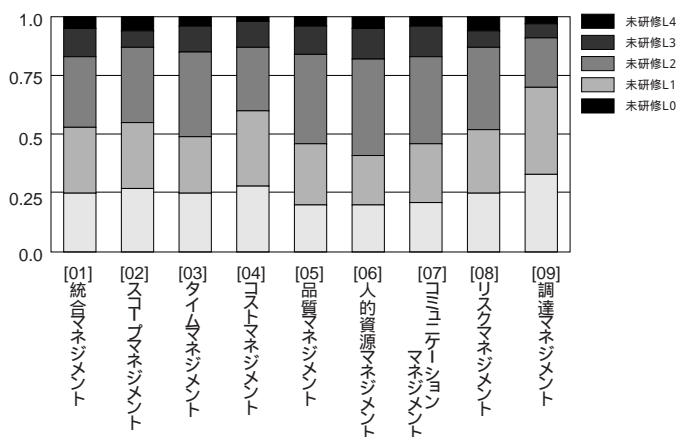


図4 未研修者「管理技術」レベル構成

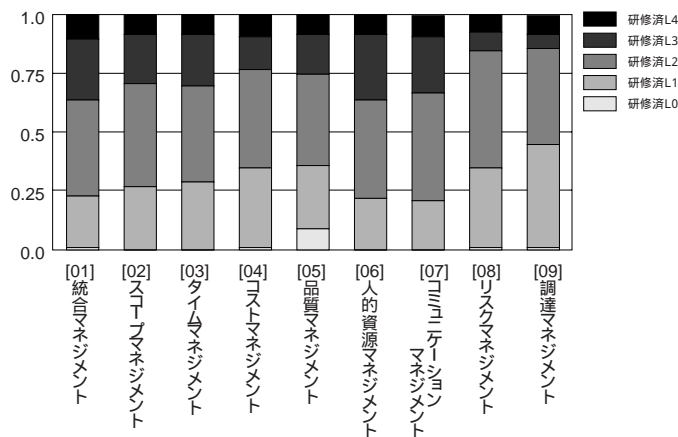


図5 研修済者「管理技術」レベル構成

てプロジェクトマネージャを目指した研修（「PM研修」）を実施している。そこで、「管理技術」の回答について、未研修者と研修済者での「レベル構成」（図4（＝未研修者）、図5（＝研修済者））を見比べると、L0の比率が未研修者には存在するが研修済者ではほぼゼロとなる。また、L3とL4の比率も未研修者に対して研修済者の方が明らかに大きくなっており、「研修済者のスキルレベルは未研修者に対して高くなっている」ことが分かる（これは、カイ二乗（ $\chi^2$ ）検定（有意水準0.10程度）により確認されている）。従って、「PM研修の研修効果はある」と判断している。

## 2.5 研修効果の発現（図6、図7）

同一職級の2007年度研修済者とその前年度（2006年度）研修済者について「管理技術」の「レベル構成」を比較してみると、2007年度研修済者（図6）に比して、2006年度研修済者（図7）はL2の割合が小さい代わりにL4の割合が大きいことが明らかである。

これについては、「プロジェクトマネージャ/リーダーと

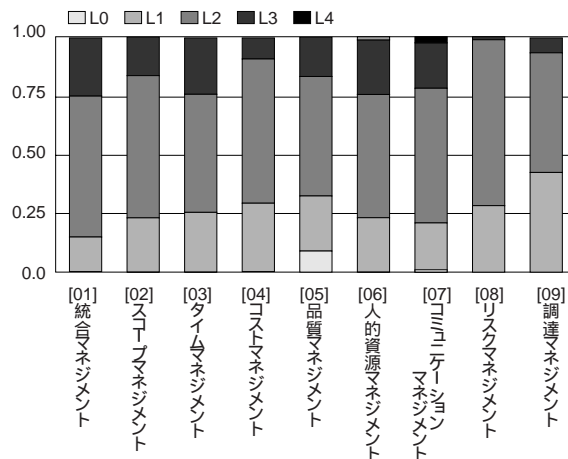


図6 2007年度研修済者「管理技術」レベル構成

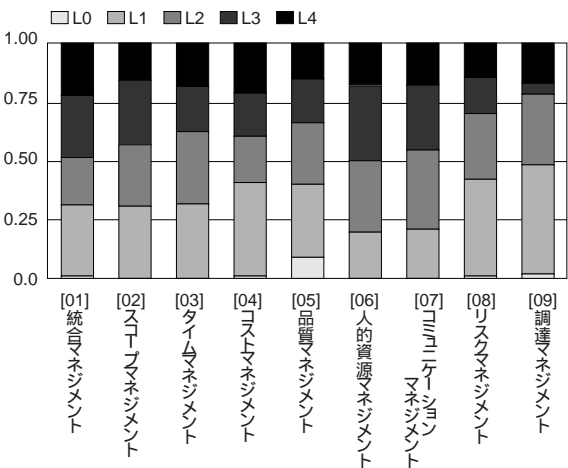


図7 2006年度研修済者「管理技術」レベル構成

して、研修結果を踏まえた1年間の実戦経験により、L2であった者の一部がL3へ、L3であった者がL4へ進歩した」と解釈をしている。同時に、PM研修のような種類の研修については、「研修後に実戦経験の場を与えて一定時間待つことの必要性が示された」と考えている。

### 3 戦略的教育計画の作成

教育の必要性は、職級（役職）に応じたものと、対象業務に応じたものがある。

職級に応じたものについては、項目ごとに会社としてあるべきレベルを設定し、「職級ごとの実力状況」との比較を基に、全社一律の教育プログラムを作成中である。

対象業務に応じたものは、「部門ごとの実力状況」と「必要戦力と現有戦力の乖離状況」を基にし、現場の判断も取り入れて、具体的な教育プログラムを作成中である。

### 4 課題

「戦略的な人材育成」のための基礎資料として、本稿のような「調査と解析」は重要であり、実施頻度も増大する。従って、「調査と解析」はいたずらに精緻化することなく、ルーチン化する工夫をせねばならない。

#### 4.1 項目の適切な設定

評価対象である第3階層の項目数を全カテゴリで合計すると膨大な数であり、調査の煩雑化を避けるために、項目の取捨選択が必要である。一方、社内での人材ローテーションを想定すると、各項目の内容は全社共通に普遍化して定義しなければならない。これは、特に、各部門で特徴的な内容を含む「技術要素」のカテゴリでは難しいが、業務にかかわる肝心な部分であるため、継続的な検討が必要である。

#### 4.2 評価基準の統一

評価基準を定量的に示すことは不可能であり、どのように記述しても解釈に幅が残る。更に、自己評価に任せただけの場合は、本人のそれまでの経験に対する「自信の有無」が大きく影響する。このような評価結果を全社的に見た場合、部門間／職層間／メンバ間での相対的な逆転が生じる恐れがあるため、部門間、あるいは本人と上司との面談等により評価基準を統一する必要がある。

#### 4.3 必要戦力と現有戦力との乖離の測定

前述したように、項目ごとの各要求スキルレベルの「必要量」の推定については若干の無理がある。また、乖離状況は「技術要素」以外も測定しなければならない。これも業務にかかわる肝心なテーマであるので、適切な方法を模索しなければならない。

#### 4.4 投資効果の測定

企業での「教育」は戦略的な投資であり、その投資効果が測定出来なければならない。ここでは、

技術・スキルレベルの向上（因） 増収増益（果）  
 というような大雑把な図式ではなく、プロジェクトごとの計画（工数、費用、納期、その他）の達成状況や客先満足度といったパラメータを測定して「果」とし、「因」と関連付ける必要があるが、これも今後の課題である。

#### 4.5 現場の真摯な協力を得ること

調査の実施について現場の真摯な協力を得るためには、会社トップの熱意に加えて、個人と組織（部門）との双方にとっての具体的なメリットを強調する必要がある。

今回は、個人のメリットとしては、「要求スキルレベル一覧表」を公開し、これを各個人の自助努力の到達目標として活かしてもらうことを期待している。

一方、各部門のメリットとしては、調査結果で提示された「部門ごとの必要戦力と現有戦力との乖離」、及び、「個人ごとの必要／目標レベルと現有レベルとの乖離」とを基にして、部門内での議論、あるいは、個人とリーダーとの対話をすることにより、当該部門にふさわしい教育計画の樹立と実行が可能になることにある。

### 5 おわりに

近年、ソフトウェア技術者の労働の質と量と責任の過酷さが急激に増大しているため、少数の優秀な技術者の疲弊は激しく、技術者の質と量の強化が急務である。

しかし、すべての技術者が「広範囲かつ高度な知識・スキル」を修得・蓄積するのは困難である。むしろ、「必要な知識・スキル」を短時間で修得する手段としての『メタ知識・メタスキル』の修得が望まれる。このような教育は、一企業だけの課題ではないと思う。

#### 参考文献

[IPA2006] IPA/SEC：組込みスキル標準 ETSS概説書2006年度版，2006  
 [藤井2008] 藤井憲男：SEC journal，No.15，pp.39-47，2008

# 車両制御ソフト技術者の育成への取り組み

トヨタテクニカルディベロップメント株式会社

第4電子開発部

福森 英夫・松下 誠司・諸岡 美奈子

人材の現状のスキルと現場ニーズがアンマッチであることが多く、慢性的な不足感を解消出来ない。この不足感を解消するため、トヨタテクニカルディベロップメント株式会社（以下、TTDC）では、『人材育成のためのPDCAサイクルを確立』し、現場のニーズに合った育成を実現するサイクル、ソフトウェア開発者のスキルアップにつなげることを目標とした取り組みを行った。車両制御ソフト技術者の育成への観点での活動開始から2008年度までの試行錯誤の活動と2009年度以降の取り組み目標を紹介する。

## 1 はじめに

TTDCは、トヨタ自動車の出資により2006年4月に設立した車両開発会社である。トヨタ自動車が描いたコンセプト（製品企画・意匠）をカタチある現実の商品にしていくのが役割である。量産車開発の「機能のプロフェッショナル」集団として、トヨタ自動車技術部と技術やノウハウを共有し、構想・実験・評価まで深くかかわり、車両開発を行っている。自動車開発を行うTTDCでは、技術者としての専門知識、スキルの修得は必須である。

## 2 人材育成の重要性と『人材育成のためのPDCAサイクルを確立』

人材のスキルは、現場ニーズに本来はマッチしているべきではあるが、残念ながらアンマッチであることが多く、慢性的な不足感を解消出来ない。この不足感を解消するためには、現場ニーズと現状の差を明らかにし、ニーズに沿ってソフトウェア開発者の育成を行う、一連の仕組みが必要である。そこで『人材育成のためのPDCAサイクルを確立』するため、ETSSスキルフレームワークを活用する社内プロジェクトを2006年度に立ち上げた。ETSSは色々な目的に利用出来るが、人材育成を第一義とした。

ETSSを採用した主な理由は以下である。

- ・ 組込み業界標準である
- ・ スキルを見える化（数値化）出来る
- ・ IPA/SECからの支援体制がある

活動は、事務局主体の3ヵ年計画でスタートした。途中で方針転換し、全4ヵ年計画とした。ここでは、その経緯を含め順を追って紹介する。

## 3 活動初期の指針・計画と実施結果

### 3.1 活動指針

本活動を社内でオーソライズする際、上司や現場の意見を基に、次の4つの活動指針を設定した（図1）

- ・ 活動指針 育成のサクセスストーリーを1例作る
- ・ 活動指針 素早い判断、対応が出来る体制を作る
- ・ 活動指針 対象を明確にし、具体的に進める
- ・ 活動指針 現場に負担感の無い育成を行う

次に初期的には、PDCAサイクルの確立を3ヵ年で計画した。2006年度を「スキル可視化」、2007年度を「育成

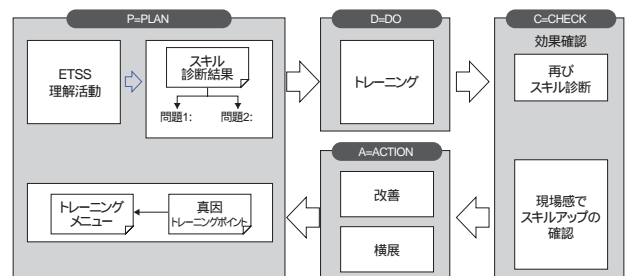


図1 PDCAサイクル



PDCAの確立、そして2008年度には「部内の運用/改善」として活動を開始した。

### 3.2 診断簡素化の試み

2006年度は、『スキルの可視化』を行うため、スキル診断シート（以下、診断シート）を2種類作成し、それぞれで試行診断を実施し、結果を比較した。診断シートは、以下のようにETSSスキルフレームワークの階層構造に従って、2種類の診断粒度とした。

診断シート（A）マネージャ向け診断

（第1階層；40項目）

診断シート（B）担当者向け診断

（第3階層；200～300項目）

マネージャ向けの診断シート（A）は、組織のスキル分布把握を目的とし、現場リーダがグループ全員分について一括で診断するものとした。

一方、担当者向けの診断シート（B）は、個人の業務に対応したスキル分布把握を目的とし、各個人が自己診断を行うものとした（図2）。

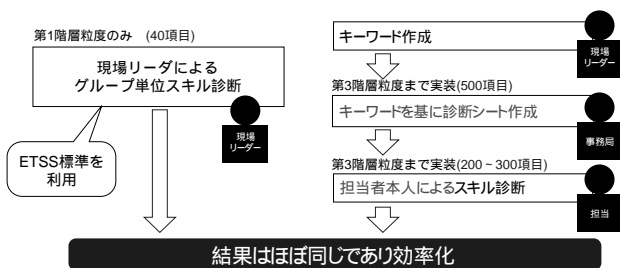


図2 2006年度診断方法

診断シート（A）はETSSスキルフレームワーク標準の第1階層をそのまま採用し、診断シート（B）は、診断シート（A）を基に第2、第3階層を独自に実装した。

第3階層は、現場にヒアリングして収集した約500項目の中から、現場リーダが担当者に必要な200～300項目を選択して用意した。

従って、診断シート（B）でも、各階層の代表値を基に、第1階層の粒度で集計を行うことで、診断シート（A）に相当する診断結果を期待出来るものと予想した。実際、2つの診断結果を比較すると、同様の結果が得られることが確認出来た（図3）。

以上の結果から、活動指針、を考慮して、マネージャ向けの診断シート（A）の運用を採用することとした。これにより、組織の強化ポイントをリーダが簡易に把握し、強化ポイントに該当する担当者だけを育成すれば無駄が無く、素早い判断と対応が出来る育成体制を構築出来るものと期待した。

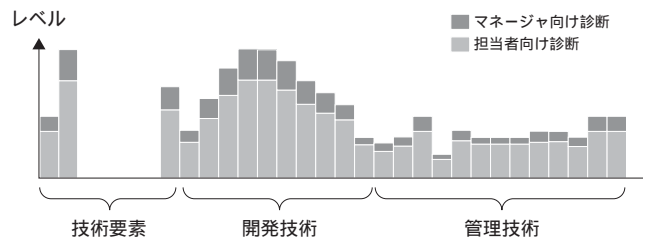


図3 診断分析結果（イメージ）

### 3.3 スキル診断から育成への流れ

2007年度は『育成PDCAの確立』を行うため、マネージャ向けのスキル診断から個人の育成までを一通り試行することとした。活動指針の、を考慮し、一部のグループを対象を絞って実施した。

ここで診断を第1階層で行うのに対し、個人の業務が第3階層であるため、診断と育成課題の粒度差が課題となった。この粒度差を埋めるため、補助シートを用意した。補助シートは、組織の強化ポイントのみ第2階層を用意し、育成理由も自由に併記出来るものとした。これにより第1階層の診断結果を深掘りして、個人の育成課題を考察出来るようにした（図4）。

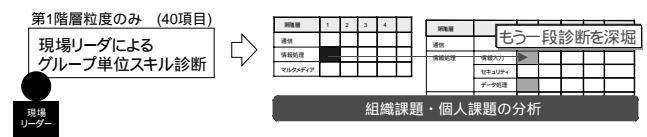


図4 2007年度の診断

実際の診断結果に基づき、開発技術のある項目についてトレーニングを企画した。車両ドメインに特化しているため、抽出された育成課題に直接対応出来る育成コンテンツは社内外で見つからなかった。ここでも活動指針を考慮し、事務局が一括して企画し、独自コンテンツを作らずに、開発手法を題材にした一般的な既製コンテンツをカスタマイズすることとした。

カスタマイズは、テキストの一般用語や言い回しを現場用語に翻訳し、更に現場リーダがチュータ役（講師補助）として講習会に参加する等をした。

### 3.4 2007年度までの活動結果

前述のように、カスタマイズしたトレーニングを担当者に実施し、PDCAを一通り試行することが出来た。しかし、後日のアンケート結果から、担当者のスキルアップにまでは至らなかったことが判明した（図5）。

アンケートの回答が使用したコンテンツについて、「今の実務に役立ちそう」よりも「いつかは役に立ちそう」が多数を占めたことから、育成コンテンツの企画段階で

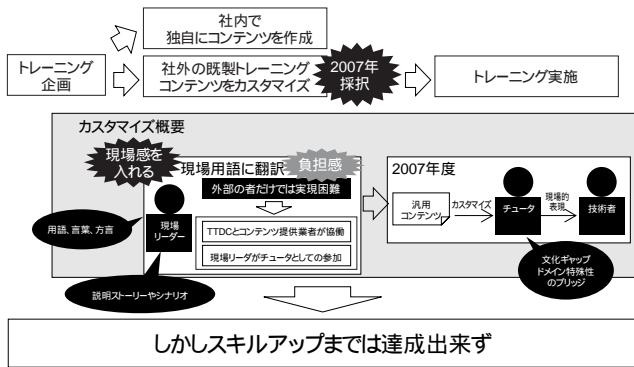


図5 2007年度の結果

現場のニーズが十分に反映されなかったことが判明した。

既製コンテンツは、現場開発手法に近いものを企画 / カスタマイズしたが、現場の担当者にとっては、まだ新しい手法のように思われた。現場のスキル不足は待たなしの状況であり、担当者は新しい手法の導入よりも、現在の開発手法でのスキルアップを希望していた。そのため、本当にOJTにつながるのかという点について、現場リーダーが「納得をしていないままの活動」であったことも分かり、既成コンテンツのカスタマイズでは吸収しきれない課題があるという結論となった。

## 4 指針・計画の改善と実施結果

2007年度までの活動結果から、筆者らは「現場感」を入れた活動の重要性を痛感し、2008年度はこれまでの活動指針を見直すこととした(図6)。

これまで、活動指針 から、診断粒度の粗いマネージャ向け診断シートを採用し、事務局主体でPDCAを実施してきたが、この過程を見直した。

業務に役立つ技術のスキルアップが目的であることから、複雑な業務実体に対応したスキル定義を行う必要性が判明した。そこで、第3階層の粒度でスキル文言とス

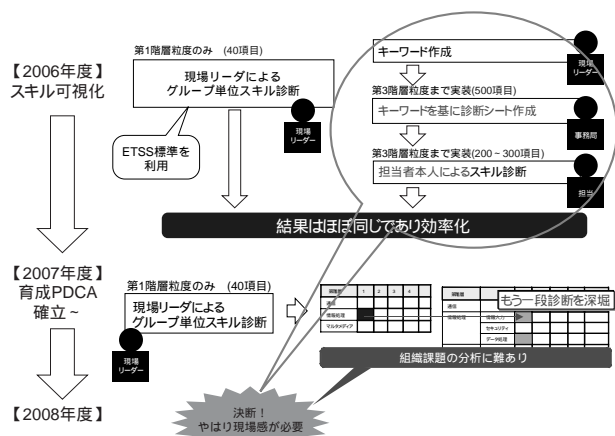


図6 現場感の必要性決断

キルレベルを業務ごとに詳細に定義することにした。

更に事務局主体で行った結果、ETSSの理解が現場まで浸透せず、『ETSS = 部の全体教育 = 車両ドメインに依存しないパーソナルスキルの教育』という誤認識を持たれてしまった。これに対しては、まず現場リーダーに対してETSSの理解を深める活動の必要性が明確になった。

以上から2008年度は次の対策を盛り込み、現場の言葉で「育成戦略を作る」活動に大きく舵を切る決断をした。

活動指針の修正

- ・活動指針 「現場に負担感の無い育成を行う」から、活動指針 「現場も巻き込んでPDCAを確立し育成を行う」へ変更

ETSS理解活動と推進体制の見直し

- ・ETSS理解・体験のイベントを実施する(現場リーダーを中心としたキックオフ説明会)
- ・ETSS推進チームを結成。現場リーダーと事務局混成のチームを結成し「現場感」を入れた推進体制を作る  
「OJT定義 = スキル診断シート」を目指す
- ・どのレベルに何をOJTとすべきか、育成戦略が明確になるようなスキル定義とする
- ・そのためにスキルレベルごとに評価文言を現場が現場の言葉で定義する
- ・診断シートの階層を細かくし、「担当者」の実務目線で定義を行う

### 4.1 スケジュール

上記強化を行うため、「育成戦略の確立」を1年挿入し、全4カ年計画とした(図7)。

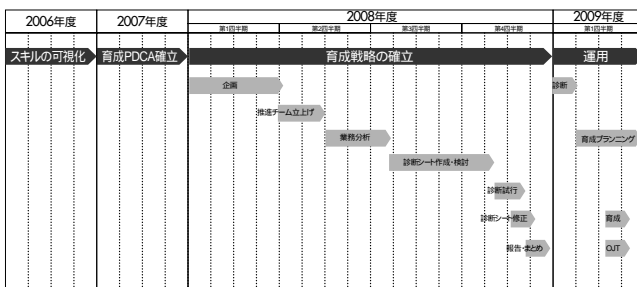


図7 スケジュール

### 4.2 2008年度の活動内容

ETSSの理解活動として、現場リーダーに対し「ETSSセミナー」を企画し、開催した。これにはIPA/SECの協力で、「ETSSの解説」「他社のETSS活動事例の紹介」等を盛り込んだ。またセミナー後半では、2007年度に試行した診断シート(A)を使用し、各リーダーに仮診断を体験させた。診断結果をその場で表示し、分析結果の見方、

組織としての育成課題等を指導いただいた。現場リーダーはこの体験を通じて「スキルが見える化（数値化）」が可能なことや、ETSSで何をしたいのかを理解し、ETSSに対する誤認識を払拭した。セミナー最後で活動宣言を行い、モチベーションアップも図った。

このセミナー実施後、各職場からETSSを推進する代表者を選出し、現場代表と事務局による推進チームを結成した。新チームで診断シートを作り直すことになり、ETSS用語や考え方を理解しながらの試行錯誤となった。



ミーティング風景

また、スキル診断項目の洗い出し作業については、業務単位で実施し、抽象化により現場感が損なわれないように注意した。この過程はETSS知見者のサポートを受け、「知識」と「スキル」の違いを正しく理解することと格闘しながら、スキルレベルを皆で議論して定義した。診断シートの作成方法を手順書の有無で分ける等業務の工程分析を行いながら、進めた。

ETSSフレームワークを正しく活用するために、特に注意した点は以下である。

- ・各階層の項目粒度感の意識統一
- ・スキルレベルのレベル感を統一
- ・評価文言の文法を統一

更にETSS用語を現場が馴染んでいる用語に置き換える等を行い、分かりやすい運用を心がけた。

また推進チームの作業は業務分析を伴うため、職場によっては進捗にばらつきが生じたが、現場が納得することを重視し、職場ごとに進捗目標を設定するとした。作業の早い職場ではスキル診断シートの仮診断までこぎつけた（図8）

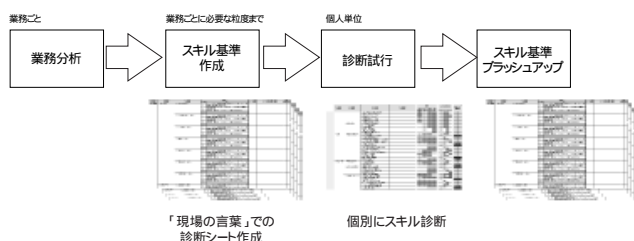


図8 推進チームの作業

### 4.3 ノウハウ集作成と業務への効果

診断シートの作成過程で決まったルールやその理由、ETSS知見者から得たアドバイス等を、ノウハウ集として1冊にまとめ、次年度の運用に備えた。

また業務分析の結果、業務手順の見直しや、技術の洗い出しが出来、また、スキルが見える化や診断以外に、業務の棚卸が出来たという成果を得た。

## 5 2009活動目標

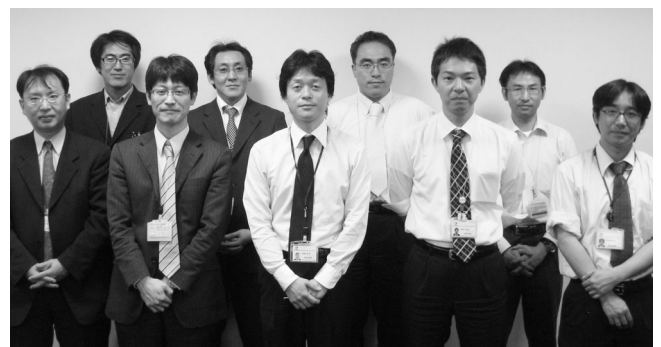
2008年度の活動により、スキル診断シートを作成するノウハウの確立と同時に、OJT戦略も定義出来た。2009年度には、部内でのETSS活動の定着を目指すこととした。主な活動目標は、以下を予定している。

- ・部内すべての業務に診断シートの作成、スキル診断を行いOJTを実施していく。
- ・部内のすべての業務について診断実施が出来る体制を作る。
- ・既に部内で実施している「業務シミュレーション育成」（TTDC独自）を分散/カスタマイズしていく。
- ・診断結果を元にOJTを実施し、日常業務改善の一部としていく。
- ・ノウハウ集を活用してETSS推進者を増やすよう育成し、効率的な運用を目指す。

## 6 おわりに

今回の取り組みに対して、関係各位並びにIPA/SECのご支援を賜りました。この場を借りてお礼申し上げます。

また、今後の育成プロセスの実現に向けて、更なるご支援とご協力をお願い申し上げます。



育成取り組みのメンバ



# ETSSのカスタマイズ事例

## - 手作りのETSSカリキュラムで社員を育成する -

株式会社YCC情報システム  
 プロダクトソリューション部  
 吉田 浩昭・伊藤 秀美

受託ソフト開発中心の中小企業におけるETSS導入の具体的な情報が少ない中、「よく分からないなら、自分達で作ってしまえ」の発想で手作りした例として、株式会社YCC情報システム（以下、YCC）の事例を紹介する。カリキュラム等は自社構築を原則とし、NEXCESS<sup>1</sup>や山形県内の産学官連携による外部研修も活用した。今後のエンハンスには、JASA<sup>2</sup>/ETEC<sup>3</sup>による客観的スキル評価の活用をしていく予定である。

### 1 はじめに

ETSSは組み込みシステム業界が広範な産業ドメインにわたっている現実を踏まえ、スキルマネジメントの考え方とフレームワーク標準を提供するものである。また、ETSS活用の具体化には、各社の技術ドメインに合わせたカスタマイズが必要である。

それゆえに、スキルマネジメントの重要性・有効性は理解するものの、実際に自社でETSSに取り組む際に、どのように具体化すべきか戸惑う企業もあると思われる。

ここで紹介するYCCの事例が、ETSSの社内導入を検討されている中小企業の参考になれば幸いである。

### 2 ETSSへの取り組みの背景

#### 2.1 YCCの組み込みシステム事業

YCCのETSSのカスタマイズ方針を理解いただくため、まずはYCCの組み込みシステム事業を表1にまとめる。

筆者らの所属するプロダクトソリューション部は、組み込みソフト開発を行う「組み込みグループ」と、システムテスト等の検証サービスを行う「ベリフィケーショングループ」が独立していることが特徴である。これにより、組み込みシステム開発のV字モデルにおける全工程をサービスメニューとしてカバーすると共に、とくに近年問題

表1 YCCの組み込み事業

分野	内容（カッコ内は担当工程）
医療・生化学分野	医療用画像診断システム、医用画像サーバ/イメージャ製品、生化学分析装置等（ソフト要求分析、ソフト設計、実装、結合テスト、システムテスト）
産業用分野	デジタル露光システム、プラント計装システム等（ソフト設計、実装、結合テスト、システムテスト）
車載分野	舵角センサ、スイッチ等のECU開発（ソフト設計、実装、静的検証、動的検証）
モバイル製品分野	携帯電話（システムテスト）

となっている組み込みソフト品質を確保する「第三者検証」の市場ニーズに応えている。

#### 2.2 組み込みシステム事業開始時の課題

2004年、YCCは組み込みシステム開発事業を本格的に開始した。これまでは、エンタプライズ系のシステム開発事業が事業の中核であり、組み込みシステム業界では「新参者」であった。

後発であるYCCが、「組み込みシステム業界に参入するための武器は何か？」当時、低コストの開発力を求めて各社はオフショア開発を進めており、地方の一中小企業に過ぎないYCCは、「技術力」と「品質」による差別化を考えた。それまでの大規模システム開発の経験から、ソフトウェアの品質には自信があったが、技術力に関しては以下のような問題意識を持っていた。

組み込みソフトウェア技術者の定義とは？ 何の技術をどのレベルまで保有すべきか？

どうやったら最も効率的に、組織として技術を取得・

1 NEXCESS：名古屋大学組み込みソフトウェア技術者人材養成プログラム  
 2 JASA：社団法人 組み込みシステム技術協会；Japan Embedded Systems Technology Association  
 3 ETEC：組み込み技術者試験制度；Embedded Technology Engineer Certification

保有出来るか？

保有する技術力をどのように測定するか？ 仕事を受注できるレベルに達していることを、顧客にいかにか客観的に証明出来るか？

これらの問題解決を検討する中で、IPA/SECのETSSフレームワークが上記を解決するツールとなることを確信した。しかし、どう具体化するのか、どのような教育カリキュラムがあるのか、よく分からなかったのも事実だった。そこで、「よく分からないなら、自分達で作ってしまえ」という発想からYCC版ETSSを開発した。

### 3 YCC版ETSS開発の方針

#### 3.1 開発の考え方

前述の課題を踏まえ、YCC版ETSS開発に当たり、以下の方針を立てた。

YCCとしての「組込みソフトウェア技術者」の定義を明確化する。すなわち、保有すべき技術と、保有技術に応じた技術者のレベル定義を行う。

「組込みソフトウェア技術者」の育成システムを構築する。すなわち、体系的かつ継続可能なキャリア体系・キャリアパス・教育カリキュラムを作成する。

「組込みソフトウェア技術者」の技術力を可視化する。そのためのツールとして、以下を活用する。

- ・ JASA / ETEC (組込み技術者試験制度)
- ・ JSTQB が実施するソフトウェアテスト技術者認定
- ・ IPAが実施する情報処理技術者試験

#### 3.2 現場レベルの取り組み

現場においては、YCC版ETSS開発の計画から実行までを「自分達で手作りする」ために次のように意識合わせを行った。そして、これらをスパイラルに達成する仕組みの構築をゴールとした。

- ・ 組込みソフトウェア技術者として最低限必要な基礎技術を全員が保有すること。
- ・ さらに、受注ターゲットとしているメーカ / 製品の求めている応用技術を保有すること。
- ・ 組織として高度な技術力を保有したと判断したら、受注に結びつけること。

なお、カリキュラムの作成に当たっては、名古屋大学 / NEXCESS等の外部研修を活用した。適当な外部研修が無ければ、社員が教材を内製することとした。

#### 3.3 経営レベルの取り組み

組込みソフトウェア技術者の早期育成は、重要な経営課題でもあるため、YCC版ETSS開発に際しては経営層も積極的に関与し、以下のように取り組んだ。

「とうほく組込み産業クラスター」設立に参画

「とうほく組込み産業クラスター」とは2006年8月に設立された山形・宮城・岩手の産学官連携組織である。YCCは幹事会社としてその設立に参画した他、人材育成タスクフォースで活動・人脈形成を行っている。

県内教育機関に対する講座開設要請

山形県の行政及び教育機関に講座開設等の養成と活動面で連携し、組込み系の人材育成を積極的に推進している。これらの取り組みについては後述する。

### 4 YCC版ETSS開発の実際

#### 4.1 ゴール設定

YCC版ETSS開発計画では、まず当面の到達目標を設定した。具体的には以下の通りである。

職種：ETSSでは、プロダクトマネージャ、ドメインスペシャリスト等の職種を規程しており、それぞれに求められるスキルレベルが異なる。YCC版ETSSでは、前述の通り、まずは最低限必要な基礎技術の取得という目的から、「ソフトウェアエンジニア」を育成のターゲットとした。

教育目標レベル：部員のスキル底上げを図るため、ETECクラス2(エントリレベル)グレードA到達を目標として設定した。

#### 4.2 スキル体系の作成

組込みソフトウェア開発の「共通系スキル」と、YCCの戦略ドメインに対応した「車載系スキル」に分け、スキル体系を整理した。

技術要素、開発技術、管理技術の各カテゴリについて基礎技術をピックアップし、習得するための科目を構成した。各スキル体系を図1に示す。

開発技術は、ゴール設定がソフトウェアエンジニアの育成であることから、ソフトウェア詳細設計から結合テストまでの開発工程をターゲットとした。

また共通系スキルに加え、車載ソフト開発に必要なスキルを車載系スキルとして整理した。

第1階層	第2階層	第3階層	スキル項目	科目	共通系スキル(技術要素)
通信	有線	LAN	Ethernet	初級有線ネットワーク	共通系スキル(技術要素)
		PAN	IR近接IC	初級初級センサ	
計測・制御	理化学系入力		光センサ	初級センサ	
			温度センサ	初級計測・制御	共通系スキル(開発技術)
			A/D変換		
			AD変換		
			PLC		車載系スキル(技術要素)
			PLC		
			PLC		

図1 スキル体系

### 4.3 教育実施計画の作成

年間の講義実施スケジュール、講師担当者(教材作成も担当する)の割り当て等を行った。十分な教育効果を得るためには、受講の前提知識・受講順序の考慮が重要であるため、YCCでの共通系スキルの教育実施計画を作成した(図2)

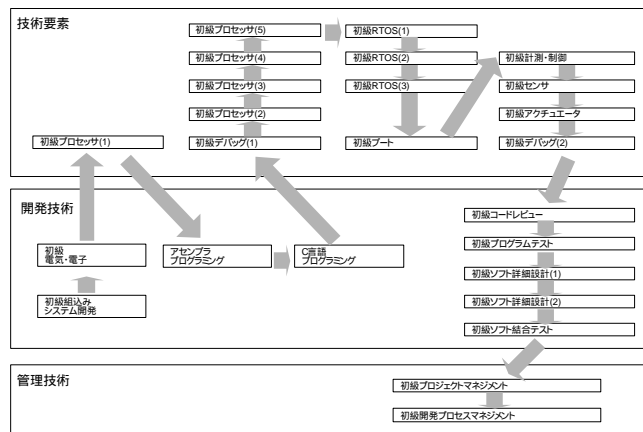


図2 教育実施計画の例(共通系スキル)

### 4.4 科目設計書(シラバス)の作成

科目設計書は、学習目標・学習内容・使用する教材・講義に必要な備品や準備事項等を記述し、講師へのインプットとなるものである。講義実施3ヵ月前までに作成、レビューを完了させ、講師へ提供することをルールとして科目設計書を作成した(図3)

### 4.5 教材作成、レビュー、講義実施

科目設計書を元に、講師が教材を作成した。講義実施1ヵ月前までに作成することとし、2ヵ月の作成期間がある。教材の例を図4、図5に示す。

教材作成の実際は、各自現場の開発業務を持ちながら

科目設計書	
科目名称	アセンブラプログラミング
期間	5.0h
学習目標(教育項目)	<ul style="list-style-type: none"> <li>アセンブラプログラミングの概要及び特徴を説明出来る。</li> <li>アセンブラプログラミングの流れについて説明出来る。</li> <li>H8アセンブラ仕様について理解出来る。</li> <li>アセンブリ言語を用いてプログラミングを行い、実行確認まで行うことが出来る。</li> </ul>
学習内容	<ol style="list-style-type: none"> <li>アセンブラとは               <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1 概要及び特徴(キーワード、アセンブリ言語、アセンブラ、機械語、アーキテクチャ依存)</li> <li>1.2 アセンブリ言語を使用する場面</li> </ol> </li> <li>アセンブラプログラミングの流れ               <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1 ターゲットのアーキテクチャ確認(キーワード:レジスタ構成、データサイズ、動作モード、メモリマップ、etc...)</li> <li>2.2 ターゲットのアーキテクチャ確認(キーワード:レジスタ構成、データサイズ、動作モード、メモリマップ、etc...) 具体例というよりは、知見のないアーキテクチャで開発するとき、何を確認しないといけないか、という点を解説。</li> </ol> </li> </ol>
教材(費用)	書籍名・講義名
前提知識	初級組み込みシステム開発、初級プロセッサ11受講済み、あるいは相応の知識を有していること。
講義に必要な備品	ハードウェア: ホストPC、シリアルケーブル(ストレート)、USBtoSerialケーブル、ターゲット(H8-BASE2) ソフトウェア: ソフトウェア: IDE(HEW)、シリアル端末エミュレータ(TeraTerm等)、モニタプログラム通信ソフト(Hterm)
準備書指	H8/2684グループハードウェアマニュアル及H8/300Hプログラミングマニュアルを受講者に事前に配布しておく。
教材作成者	種別: 開発
担当	44部・社上、回線

図3 科目設計書(シラバス)の例

### 割り込み発生時の動作(フロー)

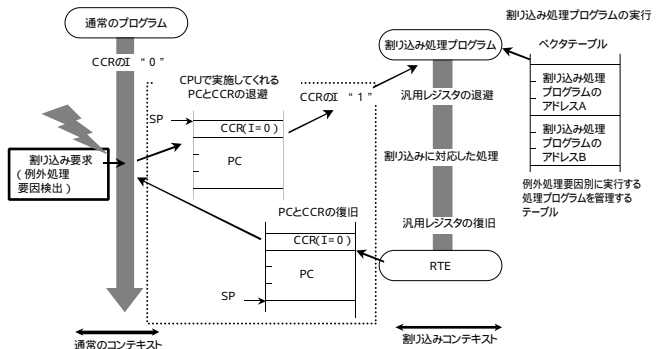


図4 講義テキストの例(初級プロセッサ(3))

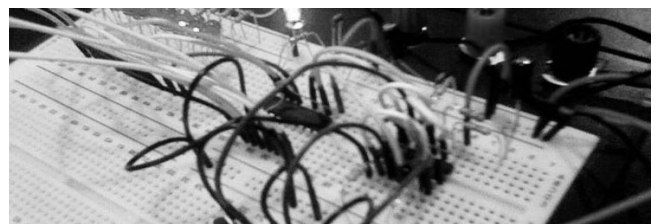


図5 論理回路製作実習の例(初級電気電子)

の作業である。科目によっては電子回路の試作やサンプルプログラムの作成等が必要となり、担当者にはかなりの負担となる。しかし、教材作成を通じ、他人に教えらるるレベルまで勉強せざるを得なく、講師自身のスキルアップにもつながる。

教材は講義実施2週間前までにレビューを完了し、講義を実施した。講義は毎月1回、土曜日に1ないし2科目行った。当初は、本社(山形市)と東京支社(中央区)の2拠点で別々に教育を実施していたが、2008年にTV会議システムを導入し、2拠点同時に実施することが出来るようになり、より効率的な運用が可能となった。

### 4.6 カリキュラムのブラッシュアップ

2007年にYCC版ETSS Ver.1.0をリリースした。当初は初級技術者の育成向けの内容でスタートしたが、その後も継続的な改善を行っている。改善内容は以下であり、現在Ver.4のリリースを計画中である。

- ・中級技術者育成向けの追加



- ・ 車載系スキルの整理とカリキュラム追加
- ・ ETECの受験結果を踏まえた、内容の見直し（基礎的な内容のカバレッジ拡大、ハードウェア知識の追加、座学だけでなく実習を追加、等）

## 5 ETSS導入の成果

受注面では、受注先・受注範囲の拡大が可能になった。顧客からは「YCCには安心して発注出来る」という声をいただいている。また出荷後の重大障害ゼロ・納期遅延ゼロ・コストオーバーゼロを達成出来ている。

組織力の面では、組織としての技術力の向上と、技術力の可視化が可能になった。例として、情報処理技術者試験（エンベデッドシステム）では、山形県内IT企業としては第1号の合格者を輩出した他、JSTQB試験の合格、ETEC受験では全国トップレベルの点数獲得者の輩出に加え、全国平均を上回る平均点の獲得、等が挙げられる。

## 6 今後の方向性

現在のYCC版ETSS Ver.3の一連のカリキュラムに基づく教育研修の実施後、ETECを再度受験し、部員のスキル再評価と、カリキュラム自体の再評価を行う。それを基に、YCC版ETSSのエンハンスとして、以下の内容を検討していく。

- ・ ETECの結果から、弱点と思われる分野（管理技術）のカリキュラム充実。
- ・ 適用工程の拡大。とくに、要求分析・システム設計等の上流工程の技術力強化に向けた取り組み。
- ・ 適用職種の拡大。システムアーキテクト、ドメインスペシャリスト等、高付加価値人材育成に向けた取り組み。

## 7 山形県における組込み人材育成事業

参考までに、山形県における組込み人材育成事業を紹介する。これらの成果は、YCC版ETSS作成に際しても活用している。人材育成事業スキームを図6に示す。

### 山形県組込み人材育成会議

組込み技術者の効果的・機能的な育成システムの確立と、県内企業への組込み技術者の定着・確保の推進を目的とする。県が実施する基礎研修と、財団法人 山形県産業技術振興機構が実施する応用研修を組み合わせ、一貫

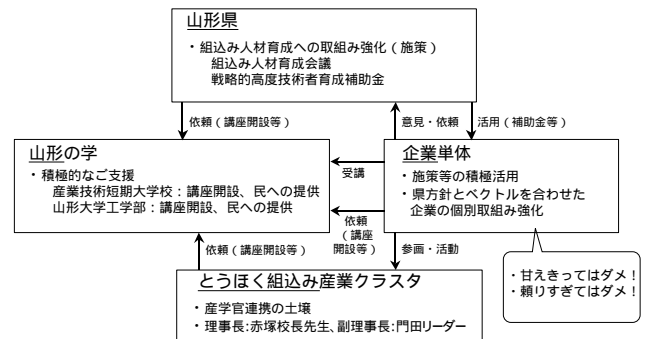


図6 山形県における人材育成事業スキーム

した研修メニューを提供している。

### 山形県産業技術短期大学 公開講座

組込み技術初心者向けの「入門コース」では、C言語基礎・電子工学基礎等、組込みソフト開発技術者研修の前提知識を教育する。「組込みソフト開発技術者研修」では、初級（基礎）、中級（実践）及び開発演習コースにより、自立してプログラム設計が出来る人材育成を行っている。

### 山形大学 テクノロジーショートプログラム

とうほく組込み産業クラスタと連携し、大学院理工学研究科が「組込みシステム特論」を開設しIPAや各メーカーと連携したカリキュラムを展開している。組込みシステムの指導的人材育成と地域技術の底上げを図る「コアコース」、FA・ロボット・自動車を核にメーカーの講師が実践的な技術を講義する「アプリケーションコース」がある。講義実施風景を図7に示す。

## 9 おわりに

ETSSを手作りすることは、当事者にとって大変な負担であるが、得られる知的達成感も大きい。継続した活動とするためには、当事者に対するフォローと適切な評価がマネジメント上重要であると言える。

最後に、YCCの取り組みを紹介する機会を与えていただいたIPA/SEC関係各位に謝意を表したい。



図7 「組込み特論」講義風景(アプリケーションコース)

# 富士ゼロックスにおける製品開発現場での組込みソフト教育推進の取り組み

富士ゼロックス株式会社 デバイス開発本部  
 デバイスコントローラプラットフォーム開発部  
 杉浦 英樹・大井 浩一・池田 健

富士ゼロックス株式会社 デバイスコントローラプラットフォーム開発部では、組込みソフト技術の教育活動を推進するために、部門として独自に、ETSSを活用している。ここでは、同部門の教育推進チームがETSSに着目した背景から、実際にスキルを測定し、測定結果を分析するまでに経験した問題・課題に対する対処方法を解説する。

## 1 ETSS着目の背景

筆者らは、部門の教育推進委員として、組込みソフト開発を担当するグループの教育をどう進めるかについての検討を長く重ねてきた。その中でETSSに着目したのは、「部員に教育を受けさせることが教育推進ではない」という自問に対し、「部員のスキルアップを実践するのが教育推進である」という結論に至ったためである。

また、教育推進活動の成果の評価方法を検討した結果、教育の効果を示せなければ推進活動の評価も出来ないことに気がついた。つまり、教育推進活動の前後で、部員のスキルが向上したことを、客観的な数値として示すことが、教育推進活動の評価に必要なのである（図1）。

この教育推進活動そのものを評価するには、部員のス

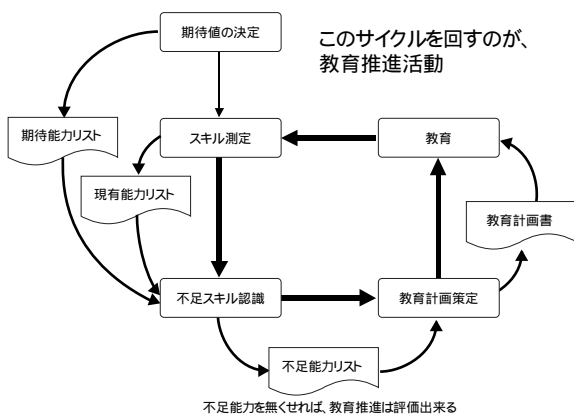


図1 教育推進活動とその評価

キルレベルを測定する、正確な「ものさし」が必要になる。

## 2 ETSS活用への取り組み

富士ゼロックスでは、ETSSに取り組む以前から、コンピテンシ管理が行われており、その結果を見れば、部門のスキルレベルの変化は分かる状況にある。では、なぜ、新たなスキル測定手段が必要になったのか。

企業にとって、教育推進活動の成果は、実際の製品開発に有効なスキル項目のうち、どのスキルがどれだけ向上したかで評価すべきである。このように考えると、人事における任用条件に利用する既存のコンピテンシよりも、更に製品開発寄りの具体的なスキル定義が必要になる。そこで、ETSSを基に、より詳しいスキル項目を定義する、DCSS<sup>1</sup>の作成に取り掛かった。

富士ゼロックス既存のコンピテンシ管理と今回新たに策定したDCSSの違いは、

- スキル定義の粒度（細かさ）
  - スキル定義の範囲（対象職種の限定）
  - スキルレベルの人事・全社との連携運用
- の3点になる。

のスキル定義の粒度（細かさ）とは、1つのスキル項目の示す範囲のことである。従来のコンピテンシでは、開発部門内のあるグループの業務範囲を示していたが、

1 DCSS : Device Control Skill Standard

DCSSは、チーム単位の開発作業に必要なスキル項目を定義し、作業のスキルレベルが分かるようにしている。

のスキル定義の範囲（対象職種の限定）とは、スキル体系でカバーする職種のことである。従来のコンピテンシでは、製品開発のみならず、企画、研究、技術開発、製造、営業に至る各部門をカバーするため、スキル項目は多岐にわたり、作業単位のスキルを含む膨大な項目が必要になる。これに対しDCSSは、自部門の業務を遂行するスキル項目のみで、該当スキルの検索や、定義内容の確認が容易に出来る。

のスキルレベルの人事・全社との連携運用とは、スキルレベルの登録結果を任用条件等の人事考課に利用することである。これに対し、DCSSは、純粋に技術者のスキルアップ教育のための定規として利用することを考えている。

### 3 DCSSの特徴

ETSSでは、技術要素が開発対象に応じて異なるものと考えている。従って、ETSSを実践で活用するとき最大障壁になるのは、技術要素のスキル項目を定義出来るか否かである。

DCSSを策定する際に、まずは、この技術要素のスキル項目定義に着手した。プリンタ制御の領域には専門技術項目が多く、その技術を体系化しなければ、整然としたスキル項目表は出来ない。そこで、この領域の制御仕様書から制御項目を導き、第1階層から第3階層、スキル項目までを整理した。制御仕様書は、過去の開発経験の集積であり、その目次は、スキル項目を抽出するには最適だった（表1）。

次に、抽出したスキル項目の精査を開始した。技術は日進月歩であり、制御仕様も日々進化を続けている。そのため、現役メンバのスキル項目の認識が重要であり、現開発者がスキル項目をどう解釈しているかがスキル測定結果にそのまま影響する。

表1 技術要素のスキル項目例

スキルカテゴリ	第1階層	第2階層	第3階層	スキル項目	説明
技術要素	通信	有線	CAN	通信ドライバ	CANの通信プロトコルを用いた通信ドライバソフトを作成出来る。
技術要素	通信	有線	CAN	通信仕様	CANの通信プロトコルの特徴を理解し、使用環境に合わせた通信速度、再送回数、再送時間、データ最大長等の必要な値を決定することが出来る。
技術要素	通信	有線	Flex-Ray	通信ドライバ	Flex-Rayの通信プロトコルを用いた通信ドライバソフトを作成出来る。
技術要素	通信	有線	Flex-Ray	通信仕様	Flex-Rayの通信プロトコルの特徴を理解し、使用環境に合わせた通信速度、再送回数、再送時間、データ最大長等の必要な値を決定することが出来る。

従ってDCSS作成時には、各スキル項目についての解説文を50文字以内で書くように、現役の開発者に依頼した。こうすることで、現役開発者のスキル測定に対する啓蒙や、専門家としての自覚を促すことが出来た。また、第1階層から第3階層、スキル項目とスキル項目についての解説文が充実すると、このリストが組織ノウハウの集大成となる。見た目だけではなく、自社技術が体系的に捉えられるということは、当たり前のことではあるが、重要なことである。

なお技術要素以外のスキル項目については、出来る限りETSSのフレームを利用し、自部門の開発業務に合うようにスキル項目を追加した。特に、パーソナルスキル、ビジネススキルには、組織方針を加味し、自社の求めるスキルが整理出来た。

### 4 スキルレベル定義の具体化

ETSSでは、レベルの定義がフレームワークになっているので、そのままでは社内の被験者に理解されないと考えた。そこで、各スキルレベルの定義に沿って社内の被験者に一義的に解釈出来る、スキルカテゴリごとの評価文言を作成した（図2）。

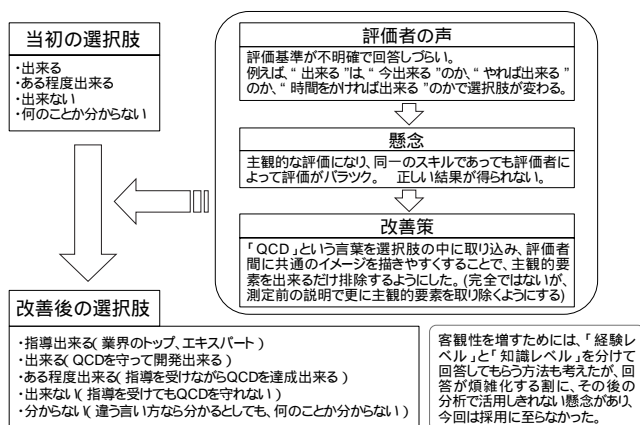


図2 評価変更の実例

### 5 測定方法

測定は、セルフアセスメント方式で実施し、上長と相談して補正する等の作業は排除した。こうすることにより、被験者が1つひとつのスキル項目に向かい合い、スキルを自分のこととして認識するように促した。

測定対象は、社員、派遣社員の他、関連会社にも協力を要請し、部門関係者のスキル調査を実施した。各回答単位に対し、事前説明会を行い、DCSSの目的と回答方法、プライバシーの扱いまで説明した。



社員、派遣社員については、グループを構成するチームごとに必要なスキルを選択し、そのスキルのレベルチェックは必ず行うようにした。選択した以外のスキル項目は、任意に回答可能とした。関連会社については、基本的にすべての項目を評価するように要請した。

また、プライバシーを最優先し、回答シートは回答IDのみで無記名とし、提出状況を管理するために、上長だけがIDと回答者の紐付けをする形にした。これは、精度の高いセルフアセスメント結果を、開発チームのスキルレベルとして認識するためである。回答結果は、グループ長から教育推進メンバに提出され、教育推進メンバで回答結果を分析した(図3)。

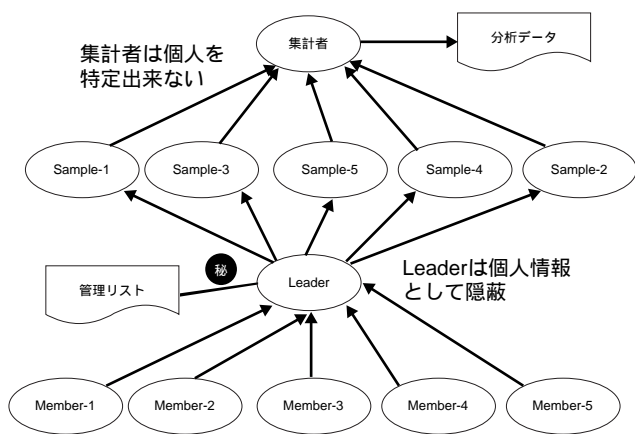


図3 測定方法

## 6 スキルプロファイルの表現

スキルプロファイル表現の目的は、

個人が自分のスキルを確認し、強みを活かし、弱みを補う教育計画を立てる

開発チームが自らのスキル分布を掌握し、過不足の調整を行うことで、開発効率を高める

の2つである。

は、個人での活用であるが、これにはレーダーチャートが実用的であり、長所短所が一目瞭然となる(図4)。レーダーチャートで見つけた長所は、さらに伸ばす工夫をし、短所は補うことを考える。また、レーダーチャートにグループやチームの平均値をプロットしておけば、その平均値に対する自らのスキルレベルが分かるため、そのグループやチームでの自分の役割がより具体的に把握出来る。

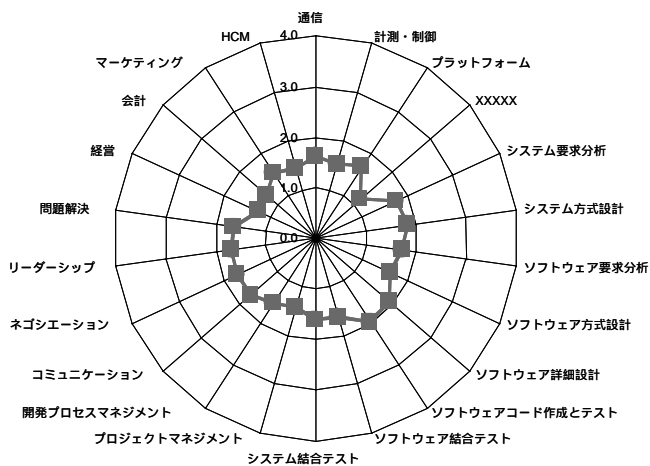


図4 レーダーチャートの例

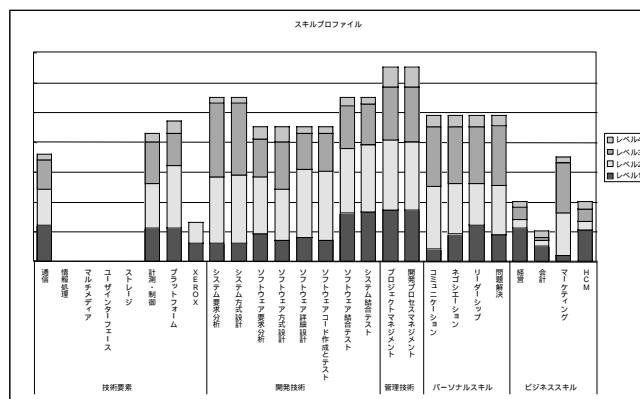


図5 スキルプロファイルの例

は開発チームでの活用であるが、これは必要なスキル項目とスキルレベル、各スキルレベルの人数構成を調査し、業務を行うために必要なプロフィールと、現状のスキルレベルの測定結果を比較する。必要なスキルプロフィールと測定結果の違いを分析すると、開発チームとして強化すべきスキルが明らかになる(図5)。明らかになった強化すべきスキルを教育システムで高めることが出来れば、業務に必要なスキルプロフィールに近づけることが出来る。

## 7 スキルプロファイルの分析方法

測定したスキルプロファイルは、個人のスキル確認にも、チーム力の確認にも利用出来る。個人で利用するスキルプロファイルは、レーダーチャートで簡単に分析することが出来るので、ここでは、チームのスキルプロフィールをどのように分析するかを解説する。

ETSSのスキルプロファイルで分かるのは、それぞれのスキル階層にどれだけのスキルがあるかということである。従って、測定前に、測定結果から何を求めるかについ

て、十分に検討しておく必要がある。とは言うものの、実際に測定しなければ、得られるものが分からないので、最初は小規模に実験的なサンプリングを行い、得られたデータが示すものを分析するのが現実的である。

そこで筆者らは、作成したDCSSが、スキルを測定する「ものさし」として機能するのを確認することを目的に、スキルの違うメンバを対象に、小規模な測定をすることから始めた。

測定の結果、経験豊富なメンバと経験の浅いメンバには、明らかなスキルの差があり、差の大きさも、ほぼ予測した通りの大きさであることが確認出来た。また、被験者には、測定ツールの使い勝手についてもコメントしてもらい、本番の測定に向けて、ツールの改善を進めることが出来た。

更に、産業実態調査<sup>2</sup>の分析結果を参考に、他業種や、推奨されるスキルプロファイルとの比較を目的に、グラフを作成した。その結果、業界で良いとされるプロファイルに対する、自分たちの開発組織の状況を知ることが出来た。ここでは、得られた結果と現実の製品開発を比較し、スキルの「ものさし」であるDCSSの結果が、製品開発の結果に直結しないことに気づいた。

この原因は、評語の表現方法と被験者の慣れと考え、より正しいスキルレベルを得るために、スキル分類ごとに評語を解説した。

また、関連会社である海外の開発チームにも測定を依頼し、測定結果を分析した。その結果、すべてのスキル項目で、国内の測定結果よりも高いスキルレベルかつ、バランスの良いスキルプロファイルが確認出来た。ところが、データを採取した開発チームが国内の開発チームに対して、著しく良い開発をしているという事実は見当たらなかった。

そこで測定の結果を国内の結果と共に、同開発チームに報告し、二度目の測定を行うと、前回に比べ大幅に低いスキルプロファイルになった。つまり海外の開発チームのスキルレベルは、国内の測定結果がリファレンスとなり、補正されたのである。

このように、実際のスキル測定の結果は、被験者の基準に対する相対値になる。従って、測定結果を分析する際には、被験者やその開発組織の業務成果と関連付けた補正が必要である。また、開発結果を厳密に計量する指標が無ければ、スキルと開発結果の関係を導き出すことは出来ない。

一方、同じ開発チームのスキル向上を確認するには、スキル測定を定期的に行い、過去のスキルプロファイルと現在のスキルプロファイルの変化に着目することが必要となる。特に向上したスキルについて、スキル所有者が何をしたかを分析すれば、教育メニューにたどり着けそうである。例えば、ある被験者のあるスキル項目が、前回の測定時に比べて高くなったときには、その要因を洗い出し、同じ経験が出来るようなカリキュラムを計画することが出来る。

## 8 教育コースとの関係

スキルを測定すると、被験者の弱点が分かるので、弱点を補うための教育コースが知りたくなる。また組織のスキルプロファイル分析でも、必要なスキルに対して、不足するスキルをどう補うかが最大の関心事になる。

そこで、測定したスキル項目ごとに、そのスキルレベルを向上させるための教育コースを提示することで、不足するスキルの向上策を関連付ける。しかし、教育コースによるスキルの向上は、レベル2までが限界であり、レベル3以上のスキルを獲得するには、対応する教育コースで講師をする、特許出願等で対応する技術を改善・改良する等の経験が必要となってくる。

## 9 まとめ

ETSSをベースにすることで、業務に密接に対応したスキル標準を作成することが出来る。スキル標準を策定するプロセスは、業務の知識体系を整理する機会となり、開発力を高めるために非常に有効な手段と考えられる。

作成したスキル標準によるスキル測定では、自部門のスキルプロファイルが明らかになるばかりか、教育活動に対する意識が高まり、開発者のスキル測定の必要性も認識出来た。

その一方で、スキル測定では、絶対的なスキルレベルが示せない。そのため、他社との比較は容易ではないといった課題も明らかになった。これらの課題を解決し、スキルを測る「ものさし」としての精度を高めた上で、教育システムとの統合を図り、効果的なスキルアップに結び付けるための活動を今後も継続する。

2 産業実態調査：経済産業省による「組込みソフトウェア産業実態調査」

# 人材育成を目的としたETSSの導入

アヴァシス株式会社  
山ノ内 忠男

アヴァシス株式会社(以下、アヴァシス)では、2008年8月から人材育成を目的としたETSSの導入を開始し、現在、策定したスキル定義を活用してスキル診断を実施している。ここでは、ETSS導入の初期段階であるアヴァシスの、現在の活動状況を紹介する。

## 1 はじめに

アヴァシスは、プリンタやプロジェクタ等の情報画像/映像機器や情報家電等に搭載される組み込みソフトウェアとその周辺ソフトウェアの開発をはじめ、ものづくりの現場で活用される情報システムのソフトウェア開発や、製品に付随するマニュアル製作を主要な業務としている。

アヴァシスの主要なビジネスの1つは、組み込みソフトウェア開発であるが、近年の傾向として大規模・複雑化が進み、短納期・高品質が求められている。また、それに加えて開発の現場では、慢性的な人材不足が続いている。

これらの課題を解決するためアヴァシスでは、これまで「生産性・品質の向上」を目的とし、開発プロセスの強化を実施してきた。しかし、開発プロセスや、開発の

仕組みといった環境面の整備だけでは一定の効果はあったものの、根本的な問題解決には至らず、人材育成への取り組みが必須であることが顕著となってきた(図1)。

そうした背景からアヴァシスでは、技術者が自ら立ち位置(スキル・技術)を把握して自己成長につなげる人材育成のサイクル確立に取り組み始めた。

既にアヴァシスでは、人材育成のための目標管理制度を導入していたが、「立ち位置の確認」や、「成長結果の確認」を属人的な手段に頼っていた。これらを改善するためにETSSによるスキル診断を活用することとした。

まず、ETSSに準拠した形でスキルの棚卸を行いスキル診断を実施しスキル把握(スキルの可視化)を行った。その結果、組み込みソフトウェア技術者の組織としてのスキル分布と管理者側から見た各メンバーのスキルレベルを確認することが出来た。

図2に示すのは、アヴァシスがゴールとしたETSSの活用イメージである。

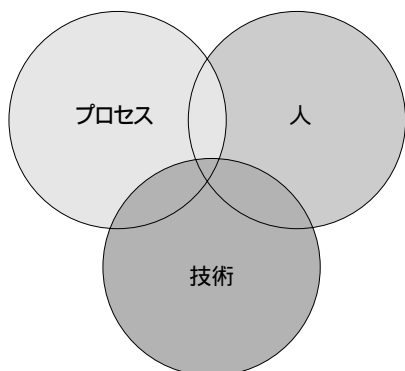


図1 ソフトウェア開発を支える三要素

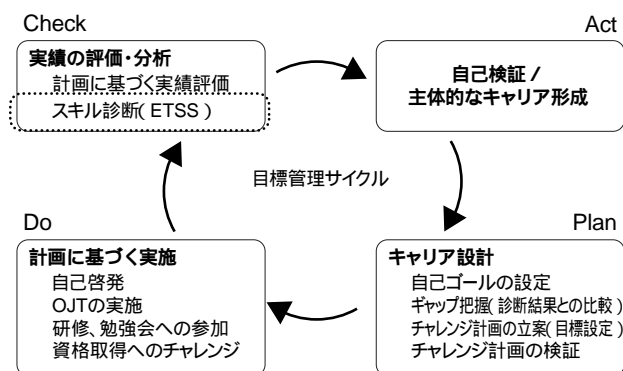


図2 目標管理サイクルへのスキル診断の活用



## 2 ETSS導入の概要

アヴァシスでは、ETSSの導入対象となる事業部の直轄に推進組織を置いた。推進組織には2名の導入推進者を置き、導入推進者には、事業部を構成する各部門の活動を推進する権限を持たせた。ここにETSS導入に対する事業部トップの強い意志が働いている。

全体スケジュールとして、ETSSの導入を2年間の計画で進めている。初年度はスキル可視化の実現。翌年度は、スキル診断を人材育成に結びつけるフェーズとしている。導入のスケジュールは、図3となる。

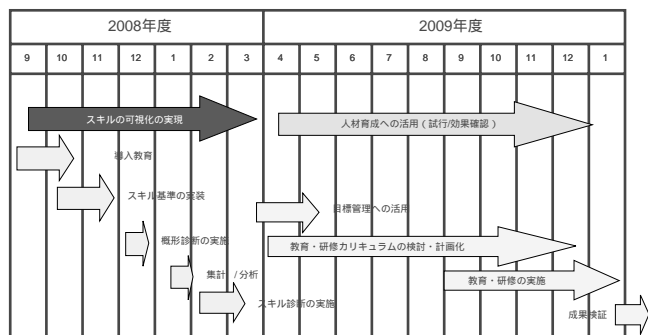


図3 アヴァシスのETSS導入スケジュール

ETSSの導入に当たって、初年度の実施項目は、次の通りである。

- ・ 推進担当の決定
- ・ 導入方法の検討
- ・ 導入教育の実施
- ・ スキル診断シートの実装
- ・ 概形診断の実施
- ・ 診断結果の集計 / 分析
- ・ スキル診断の実施

### 2.1 導入教育

ETSSの導入に先立ち、選定した事業部を対象に導入教育を実施した。この教育は、スキル診断実施者及びスキル診断シートの作成者に「スキル診断の目的・意味」を理解してもらい協力を得ることを目的として行った。

導入教育は、「スキル診断=人事考課」といった誤った解釈による弊害が生じないように十分に考慮して行った。

導入教育の実施事項を次に示す。

ETSSの説明会実施

管理職クラスでのETSSに関する議論

IPA支援による管理職に向けたETSS導入に対する動機付け

ETSSの導入に当たって、その目的を正確にスキル診断実施者(現場メンバ)に伝えるためには、推進者による支援だけではなく、管理者の理解と協力が不可欠である。

表1 スキル診断リストの例

第1階層	第2階層	第3階層	スキルレベルの考え方 レベルご一人前 記載しております。 レベル診断はスキルレベル評価指標で判定してください。	概形判断	スキル結果の根拠	
項目	概形診断項目 13項目	スキル診断 36項目				
プロジェクト マネジメント	統合マネジメント	プロジェクト計画の策定	顧客・組織のニーズをインプットにプロジェクト目標(QCD、その他)を設定することが出来る。またプロジェクト目標及びプロジェクト定義を具体化するために各種計画を統合・整理し、プロジェクト計画書を策定することが出来る。		スキル判断の根拠を記載する欄	
		プロジェクトの実行	プロジェクト計画に基づきプロジェクトを実行し、プロジェクト実績がプロジェクト計画から著しく逸脱することが無いよう、計画したタイミング(進捗会議・マイルストーンレビュー等)でプロジェクトの進捗を管理し、逸脱する場合には適正な是正処置を実施することが出来る。			
		変更管理	何らかの変更が発生した場合、変更要因に対する変更を確認し、それをプロジェクトへ組み込み、継続的なベースラインの維持・管理が出来る。			
		プロジェクト完了	プロジェクト結果からQCD等プロジェクト目標達成状況进行分析し、その差異から得られた問題に対し改善の検討を行うことが出来る。また完了報告書をインプットにFRを実施し、計画通りにプロジェクトを終結させることが出来る。			
	スコープマネジメント	プロジェクト・スコープの定義	プロジェクトの成果物及びその構成要素を明確にし、それを生成するために必要なプロセス及び作業をWBS(最上位:初期見積りレベル)で定義し、プロジェクト・スコープを明確にすることが出来る。			
		各種開発計画の作成	プロジェクト目標及び最上位のWBSに基づき、各種計画書(品質・構成管理・日程・PPQA計画他)を作成することが出来る。			
WBSの作成		プロジェクトの主要な成果物を管理しやすい構成要素(作業と成果物構成要素)に要素分解し(ワークパッケージ)、細分化することが出来る。				
			WBSで定義された構成要素から具体的なアクテ			

その意味でアヴァシスでは、推進者が空回りすることなく管理者の協力を得ながら導入を推進することが出来ていると考えている。

## 2.2 スキル診断シートの実装

スキル診断シートの実装においては、部門管理者の業務単位にスキル項目の洗い出しを実施した。

スキル項目の洗い出しは、まず第1階層、第2階層については、ETSSに準拠し、第3階層、第4階層については、担当業務から洗い出しを実施した。当初この時点では、各担当者から洗い出されたスキル項目に粒度の差があったため、導入推進者がスキル項目の粒度調整及び項目の分類作業を行った。

スキル項目を精査した結果、「管理技術」「ビジネススキル・パーソナルスキル」の第2階層は、ETSSに準拠し、第3階層はアヴァシスが必要と考えるスキル項目が追加された。また「技術要素」と「開発技術」については、第2階層以降にアヴァシスが必要と考えるスキル項目を追加された。スキル項目は、項目を精査する際に診断を実施する社員の理解が得やすいように考慮し、スキル項目の分類名称を変更して作成した。

また、スキルレベルの考え方は、ETSSに準拠した判断基準を採用している。更に、スキル項目ごとにスキルレベルの考え方を補足として用意した。

作成したスキル診断シートの例を表1に示す。

## 2.3 概形診断の実施

アヴァシスでは、まず管理者の目で部下を評価する方式（概形診断）を採用して全体スキルの傾向を見ることとした。また、概形診断の目的は以下のように規定した。

- ・策定したスキル診断シートの完成度向上  
(実活用による課題抽出)
- ・診断結果からスキル判断のレベル合わせ
- ・アヴァシスのスキルの傾向を知る

概形診断では、スキル項目の第2階層（74項目）を診断項目として実施している。表2に各スキルカテゴリでの診断項目数を示す。

概形診断は、組込みソフトウェア開発の業務に従事している社員をすべて対象とし実施した。ただし今回は、協力会社を診断の対象から外している。

概形診断は、管理者がエクセルで作成したスキル診断シートに部下の診断結果を記入してもらう方式を取った。

表2 カテゴリ別のスキル項目数

スキルカテゴリ	第2階層	第3階層
技術要素	21項目	62項目
開発技術	16項目	45項目
管理技術	13項目	36項目
パーソナルスキル・ビジネススキル	24項目	-
合計	74項目	143項目

パーソナルスキル・ビジネススキルは、第3階層を設けていない。

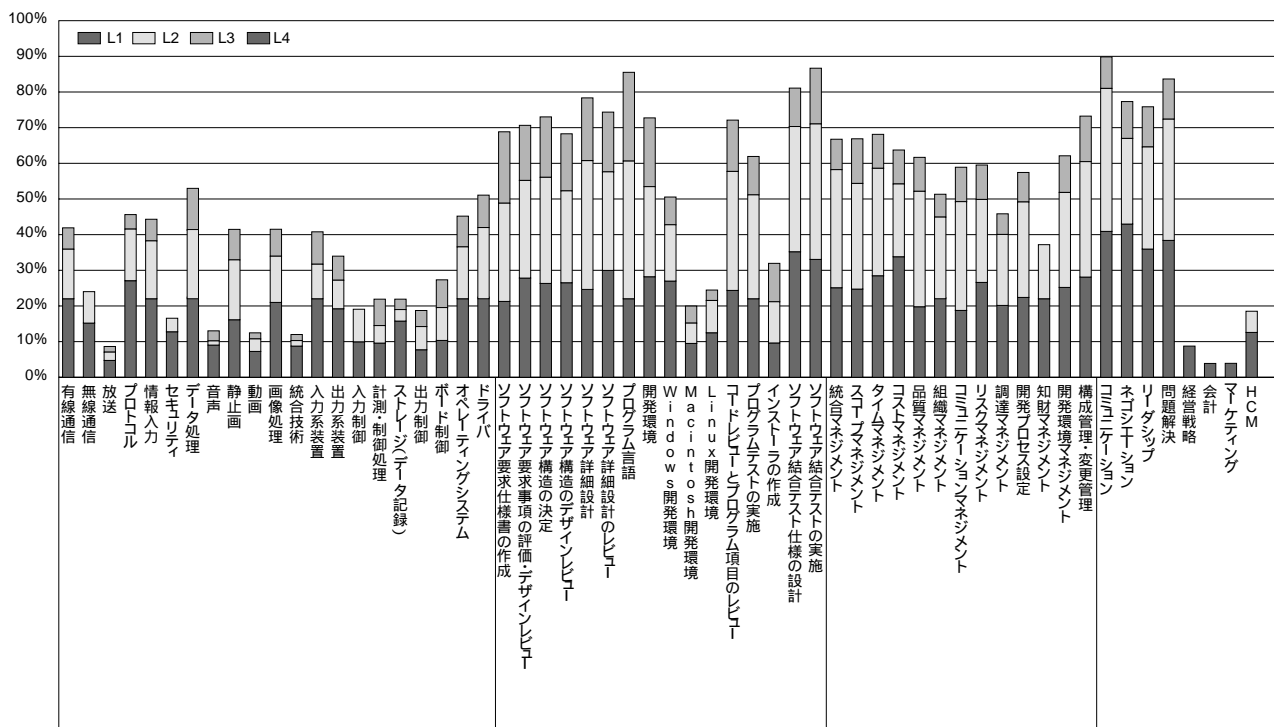


図4 スキル分布の例

記入内容としては、「スキルレベル」(L0からL4)と「判定根拠」(判定の根拠となる理由、成果や事実等)を入力してもらった。また、今回の診断に関しては、スキル診断実施時の課題等についても併せて挙げてもらうこととした。

## 2.4 概形診断の結果 / 分析

概形診断の結果については、各部門の管理者が実施した診断結果を提出してもらい、その後導入推進者側が結果をまとめた。

診断結果の分析では、「現在のスキル診断シートは、完成していない」、「診断者の判断レベルの不一致」を前提条件とした。

集計は、「業務種別による分類」、「部門による分類」、「全体の集計」の3パターンで実施した。また、分析の方法として「スキル分布」、「レベル1の人数に対するレベル3の比率」、「個人の保有スキル数」の3つの分析を行った。図4は、ある部門のスキル分布のグラフである。部門の人数(100%)に対してどのスキル保有者が何人(何%)いるかを示している。

この分析グラフから各組織や、業種ごとのおおよその傾向が読み取れ、またその傾向は我々の予測していたものと近いものであった。

概形診断の目的の1つであるスキル判断のレベル合わせでは、集計の結果について他部門の評価と自部門の評価を比較する機会を作り、管理者に対し甘辛レベルの情報を提供し、議論した。これらの実際の効果についての評価は、今後の課題となるが管理者の「目」の育成という点で役立っていると考えている。

## 3 課題・ポイント

これまでのETSS導入活動を通じて、現時点で見えてきた導入に当たった課題・ポイントを示す。

### 3.1 ETSS導入推進の体制

導入推進に当たる組織・担当者は、導入先部門のトップに対し理解を求め、導入意思を確認することが重要であると考えられる。以下がアヴァシスの考える導入推進体制のポイントである。

- ・ トップ自身がETSSの目的と必要性を理解していること
- ・ 推進体制は、導入対象となる組織に横断的に影響力がある状態にする

### 3.2 概形診断の工数

概形診断の課題は、診断者による甘辛レベルの差異の解消にあると考える。アヴァシスでは、その甘辛レベルの差異解消のためにスキル診断結果を管理者間で共有し、議論を行い、その差異が生じる原因を明らかにし、是正した。このようなやり方で、管理者のスキル診断結果の甘辛をある程度均一化することが出来る。その結果として、今後実施を予定している社員のスキル診断の精度向上を管理者側からもフォローすることが可能となる。

### 3.3 概形診断の課題

アヴァシスで実施した概形診断は、管理者が対象メンバを評価したため、管理者の診断時間の合算が診断工数の時間となる。今回の診断では、1名あたり(スキル項目74項目あたり)の診断時間は、平均すると45分から1時間程度かかっている。今後の導入を検討される際には、概形診断時間の目安として参考にしていきたい。

## 4 今後に向けて

今回の概形診断を踏まえ、今後は実際のメンバ個人が行うスキル診断を実施する予定である。そのために、スキル診断の目的をメンバレベルで共有する必要があり、推進者からは導入教育を、管理者からは推進目的の伝達のフォローを実施して理解を浸透させることになる。今後、全メンバレベルでETSS導入目的の共有を実施していく。

アヴァシスのETSS導入推進活動は、始まったばかりである。しかし、今後も継続してスキル診断の定着と人材教育への発展を目指してETSS導入推進活動を推進していく所存である。別途、成果・実績が出た時点で改めてご紹介させていただきたい。



# JASPAR・国プロ<sup>1</sup>推進WGにおけるETSSの導入

## 国プロ推進WG・プロセス構築チーム

株式会社ガイア・システム・ソリューション

北本 桂造・鈴木 隆文・奥村 洋

キャッツ株式会社

村上 晋一郎

株式会社デンソー

福田 淳一・菅沼 賢治

トヨタ自動車株式会社

佐藤 浩司・石井 聡・林 和彦

日産自動車株式会社

井野 淳介

株式会社本田技術研究所

大野 康昭

マツダ株式会社

吉川 尚好

(社名50音順)

一般社団法人JASPAR<sup>2</sup>は、自動車メーカー・車載電子機器メーカー・ソフトウェアベンダから構成される車載LAN要素技術、ミドルウェア、ソフトウェア基盤等の非競争領域に関する標準化団体である。

ここでは、マルチベンダと言える標準化団体における、ETSSの導入、推進例を紹介する。

## 1 はじめに

JASPARでは、2007年より『産学連携ソフトウェア工学実践事業（高信頼組込みソフトウェア開発）、経済産業省』として、日本の組込みソフトウェア産業の強みを活かした車載電子制御システムプラットフォームソフトウェア及び開発ツールの標準化検討、そして車載電子制御ソフトウェア開発のプロセス構築に取り組んでいる（以

下、国プロ推進WG）。

国プロ推進WGでは、マルチベンダ型プラットフォームベース開発におけるプロジェクト管理手法の確立を目指し、国内外の既存手法のサーベイを行った。この結果、SEC（ソフトウェア・エンジニアリング・センター）のETSS、EPM、ESPR、ESMR等が有用な手法であると判断し、これを実際に適用して効果検証と適用課題を検討してきた。

プロジェクト管理のイメージを図1に示す。

国プロ推進WGのプロセス構築チームでは、プロジェクト管理において、技術者スキルの「見える化」が重要と考え、ETSSによるスキル診断を実施している。ただし、スキル診断シートについては車載ソフトウェア開発に特化した部分の改変、診断精度向上の施策等、ETSS適用にあたっての改善を行ってきている。また、EPMの適用部分と成果物の品質については、ETSSのスキル診断データを援用することで有用な情報を得ることが出来ると考え、新たな利用方法を検討している。

本稿では、これらの適用結果と課題について述べる。

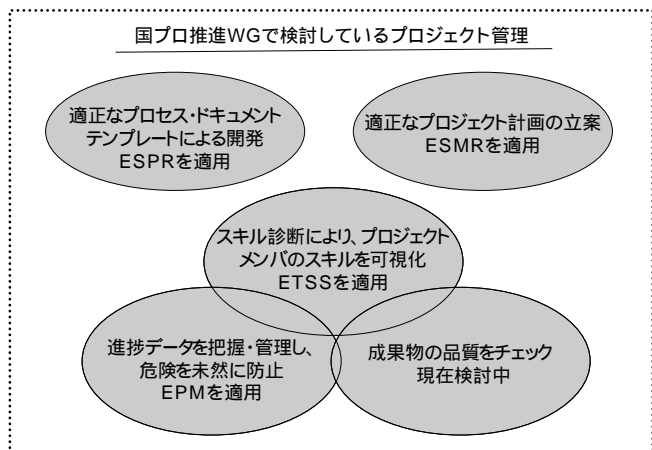


図1 プロジェクト管理イメージ

1 国プロ：産学連携ソフトウェア工学実践事業（高信頼組込みソフトウェア開発）

2 JASPAR：Japan Automotive Software Platform and Architecture

2009年4月1日より法人格を有限責任中間法人から一般社団法人に移行。



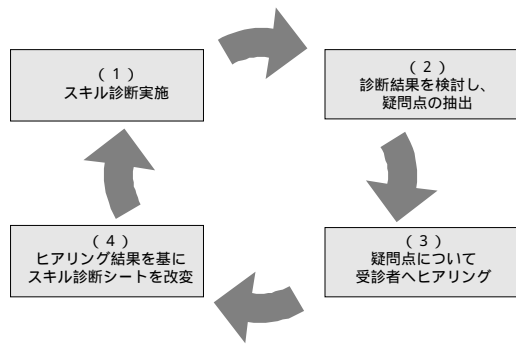


図4 スキル診断シート改善のサイクル

理技術項目の文言を変更した。変更例を表1に示す。

### 2.3 ETSSスキル診断シートの改善

国プロ推進WGのプロセス構築チームではスキル診断シートについて図4のようなサイクルを回転させることで、現場の意見を吸い上げ、改善を図っている。

このように、スキル診断と受診者へのヒアリングを繰り返すことで、より開発の現場に即したスキル診断シートを作成出来、正確に現場のスキルを診断出来るようになると考えている。

今回改変したスキル診断シートでの診断は、受診者にもおおむね好評であり、JASPAR版のスキル診断シートを利用して社内でもスキル診断にトライしてみたい、といった要望も見られるようになってきている。

## 3 ETSSスキル診断の精度向上

国プロ推進WGが目指すマルチベンダ開発では、複数の会社にまたがるチームを構成する場合があるため、技術者のレベル判断基準が統一されていることが望ましい。

しかし、第1回スキル診断の集計時に、レベル判断<sup>7</sup>の

図5 スキル診断演習問題

根拠として挙げられている事柄をチェックしてみたところ、「経験年数」や「社内での役職」等の事柄が挙げられており、企業横断的な統一された評価が難しい場合が見られた。

また、ひとつの社内<sup>8</sup>で若手をレベル1、2とし、中堅・ベテランをレベル3、4と判断するケースもあり、個人の絶対評価ではなく、社内での相対評価になっているのではないかと推測されるものもあった。

このため、国プロ推進WGでは、受診者にレベル判断の基準を提供し、診断精度を向上する方法として、SEC殿の協力を得てスキル診断の課題演習を適用した。

課題演習は、評価対象となるエンジニアのイメージ・情報（当該分野の経験年数・社内での立場、担当した業務の遂行状況、成果物、成果物の評判等）について仮想的なケースを示し、これらの情報を元にスキルレベルを判定するというものである。演習問題の一部を図5に示す。

この成果として、課題演習後に実施した第2回スキル診断では、スキルレベルの正しい解釈を受診者に伝えることが出来、判断のばらつきを抑えることが出来た。

国プロでは、この精度向上について、プロジェクト管理者が、スキル診断データを、個々の技術者が得意とする領域の把握や、要求水準を満たす成果物が期日までに作成可能かどうかの予見に活用する等のレベルで利用したいと考えている。

## 4 予実管理へのETSSの適用

国プロ推進WGでは、ETSSとEPMを組み合わせる予実管理する新しい試みを実施している。予実管理にETSSスキルデータを採ることにより、より有用な管理手法を管理者が把握することが出来る可能性がある。

次に、この管理手法の適用例を示す。

図6のうち、左部分のグラフは分析対象の特徴を見るために、それぞれに個人のスキル診断結果を積み上げたものである。折れ線はレベル3以上の比率とレベル1の比率で表される育成比率を示す。育成比率は、その数値が高いほど、レベル1の技術者を育てやすい環境にあるということの意味する。育成比率が低い場合、新人や未経験者の割合が多いことを意味し、品質・生産性への影響が懸念される場合もある。

7 レベル1：基本的な用語を知っている。レベル2：必要な用語を自ら効率的に調査し理解することが出来る。レベル3：他人を指導することが出来るくらい当該技術要素、及び関連する知識を体系化して理解している。レベル4：当該技術要素を使った新たな技術を創造出来る。  
8 JASPARのスキル診断において、スキル診断シートの配布は会社ごとに行われる。



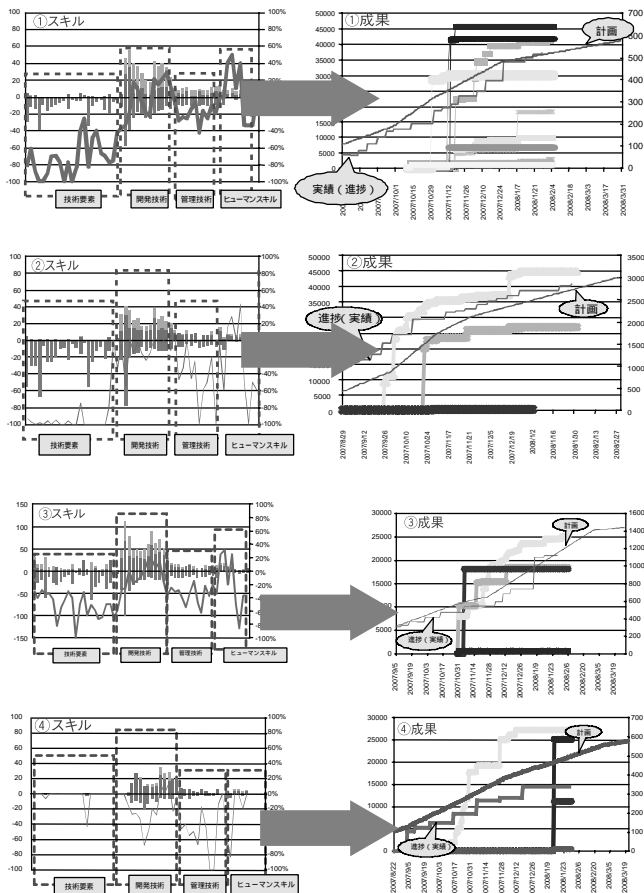


図6 スキルデータと成果物の進捗推移(例)

また、右グラフは計画に対する成果物の進捗状況を示す。計画と進捗(実績)の各線を参照されたい。

図6において、ETSSと進捗の相関を分析した結果、管理技術スキルが低い場合には、進捗が停滞と急激な伸張を繰り返す等安定していないことが分かる。このため、管理技術のスキルレベルから、進捗のばらつきが予想出来る可能性がある。また、管理技術は低調ながらヒューマンスキルが高い場合もあり、この場合にはばらつきが少なく安定した進捗が見られる。このことから、ヒューマンスキル(コミュニケーション等)は管理技術を補完し、進捗のばらつきを抑えるスキルとしても有効に作用すると考えられる。

ETSSとEPMを組み合わせた予実管理は現在試行段階であり、今後更にデータを収集し、プロジェクトのリスクを予見出来る手法を確立していきたいと考えている。

## 5 まとめ

国プロ推進WGでは、これまで予備調査を含めて3度にわたるスキル診断を実施し、ETSSの適用評価について本稿に挙げたものを始め、様々な施策を実施してきた。

スキル診断を実際の現場に適用するには、スキル診断シートの改変とヒアリングという地道なサイクルを繰り返

返し実施していくことが重要であり、国プロ推進WGではこのサイクルを実施しながら、マルチベンダ開発対応ETSS(JASPAR版ETSS)の整備を進めている状況である。

本稿に挙げた「技術要素の改変」「管理技術の項目の改善」「スキル診断精度の向上」といった施策は上記のような地道なサイクルの中で課題として挙がってきたことであり、今後のETSSの普及のためには、スキル診断を実施してそれで終わり、というのではなく、ヒアリング・アンケート等で受診者の意見を汲み上げ、反映していくことが必要である。

また、「予実管理へのETSSの適用」でETSSとEPMの組み合わせデータの相関を分析することで、より有用なプロジェクト管理手法が構築出来ると思われる。国プロにおいても、ETSSとEPMを組み合わせる取り組みはいまだ試行段階であるが、既に述べた通り、有用な管理手法となる見込みは得られている。今後、SEC殿においても、ETSSを始めSEC成果物を組み合わせる複合的に利用する仕組みを検討していただきたい。

なお、JASPARでは、2007～2008年の2年間の国プロの活動を通じ、ETSSの有効性と将来性を高く評価している。今後は、JASPAR以外にも、組込みソフトウェア業界全体に広くETSSの普及が進み、ETSS適用に関する知見が蓄積されることを望むものである。

国プロにおけるETSS適用評価では、参加各社でも独自にETSSを利用してみようという動きが出てきている。国プロのETSSの適用評価はあくまで先駆的な取り組みであり、今後、実際の業務で積極的に利用されるかどうかは、現場の評価次第である。こうした意味から言えば、国プロの参加各社でETSSを積極的に導入しようという動きが出ていることは、今後のETSS普及に向けて大きな意味を持つものと言える。

また、最近では大学にも組込みソフトウェア関連のカリキュラムや専攻が設置されているため、教育現場においてスキル診断を実施することにより、車載組込みソフトウェアに対するスキル目標を学生の段階から定量的に設定する等の応用も考えられる。今後のETSSの普及活動において、JASPAR版ETSSが何らかの知見を提供することが出来れば、望外の喜びである。

## 謝辞

最後に、課題のフィードバックや診断精度向上を行うに当たって、多大なご協力をいただいたSEC研究員の方々をはじめとする関係各位の皆様には厚く御礼申し上げます。

# モデルベース開発スキル標準の普及への取り組み

## 自動車分野のモデルベース開発 ( MBD ) 技術者に必要なスキル

スズキ株式会社 四輪電装設計部

鈴木 隆之

自動車業界における制御系の開発効率向上及び品質向上のために、今モデルベース開発が注目されているが、開発効率の向上のためにも、技術者が必要とするスキルの標準化が急務である。ここでは、業界団体JMAAB<sup>1</sup>が実施した、MATLAB / Simulink をコアツールとしたモデルベース開発エンジニアのためのスキル標準作成の取り組みを紹介する。

### 1 はじめに

JMAABとは、日本の自動車メーカーとECU<sup>2</sup>サプライヤが参加しているMATLABのユーザ会である。米国では主要自動車メーカーやECUサプライヤ、The MathWorks<sup>3</sup>が参加するMAABがあり、JMAABとは連携して活動を行っている。「開発環境構築は協調し、競争は製品で！優れた環境でレベルの高い競争をしよう！」をスローガンに、モデルベース開発 ( 以下、MBD<sup>4</sup> ) 推進と開発環境をより発展させるために様々な活動を行っている。

JMAABは、発起人を中心として構成されるボードメンバ、実際の活動を行うワーキンググループ ( 以下、WG )、WG活動に参加しているコアメンバ、JMAAB活動に関心を持ちインターネットを通して会員登録した一般メンバで構成されている。

### 2 MBDエンジニア育成WG

#### 2.1 WGの目的

MBD技術者の育成は各社の共通な課題であり、この解決のために、『JMAAB MBDエンジニア育成WG』という名のワーキンググループ ( 以下、育成WG ) が2005年に発足した。育成WGの狙いは、自動車メーカーとサプライ

ヤの両方の視点から、MBDにおけるモデリングや開発用ツールに関する知識、設計プロセスにおける活用手法等、管理者 / 技術リーダ / 実務担当者を対象とした共通課題を明らかにして、自動車業界のMBDエンジニアに必要なとなる教育プログラムの企画、及び共通指標となる認定レベルの制定を行うことである。

#### 2.2 ETSS-JMAAB<sup>5</sup>のアップデートとWG活動事例

ETSS-JMAABは、ver.1.0を2007年6月策定したが、WG内で実際に使ってみて問題点を抽出し、また説明会でのフィードバックを元にETSS-JMAABの更新を行った ( 図1 )

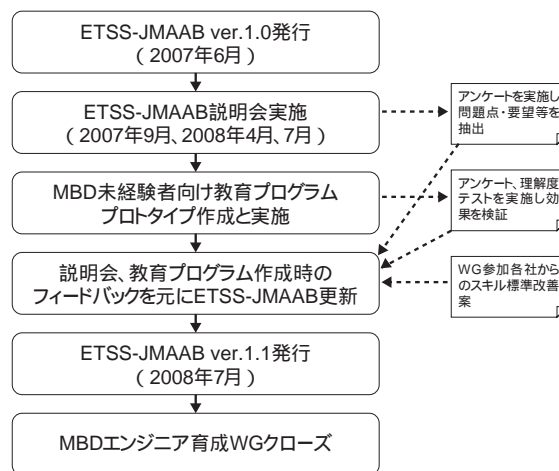


図1 活動の内容

1 JMAAB : Japan MATLAB Automotive Advisory Board  
2 ECU : Electrical Control Unit  
3 The MathWorks : MATLAB製品開発元

4 MBD : Model-Based Development  
5 ETSS-JMAAB : MBDスキル標準

ここでは以下の3点について紹介する。

ETSS-JMAABのポイント

MBD未経験者向け教育プログラム作成について

ETSS-JMAABの普及活動

### 3 ETSS-JMAAB のポイント

#### 3.1 スキル標準

ETSS-JMAABは、JMAAB MBDエンジニア育成WGにて、自動車用制御装置の開発をモデルベースで進めていくエンジニア育成の指針として作成された。

また、ETSS-JMAABは、IPA/SEC策定の「組込みスキル標準ETSS」を基に、自動車制御系開発を行うMBDエンジニア向けにカスタマイズされている。従って、フレームワークはETSSに沿ったものとなっている。

モデルベースの制御系開発におけるモデリングやツールに関する知識、設計プロセスにおける活用手法等を整理し、マネージャ/技術リーダ/実務担当者等の対象となる職種を定義した上で、MBDエンジニア育成のための教育プログラムに求められる要件を整理したものである。

WGではETSS-JMAABを運用してみることで、改善案等のフィードバックを集め、ver.1.0からver.1.1にかけて修正、更新を行った。図2にETSS-JMAAB Ver.1.1の文書構成を示す。新たに教育プログラム作成の手引きとなる「教育研修基準・教育プログラムデザインブック 補足説明」を追加した。

以下、とくに更新にかかわるところと、特徴的な事項について説明する。

#### 3.2 スキル基準

ETSS-JMAABのスキルフレームワークは、「技術要素」「開発技術」「管理技術」のカテゴリで整理・階層化されている。この中で第3階層は例にとどめており、これを

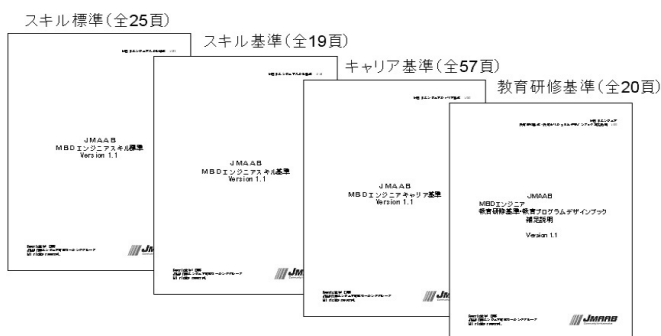


図2 ETSS-JMAAB Ver.1.1の文書構成

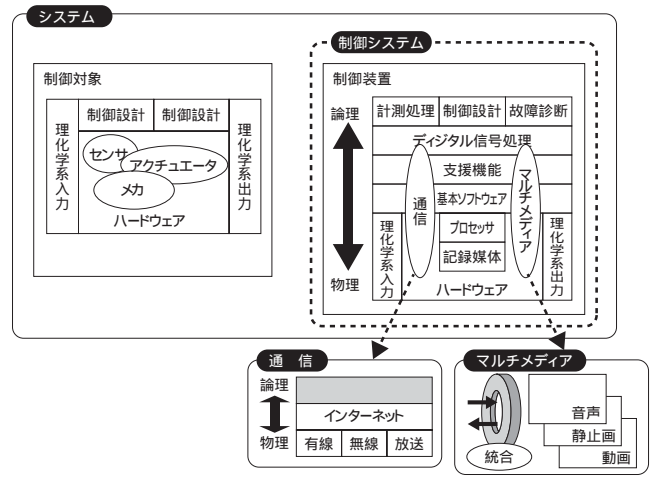


図3 開発技術で取り扱うシステム

第1階層	第2階層	第3階層(例)	説明
1 システム 要求分析	1 要求の獲得と 調整	・現行システムの問題点の把握 ・新しい要求に関する情報収集と分析 ・制約条件の把握 ・要求内容の整理・調整 ・要求内容の分析	・インタビュー手法、マーケティング手法等 ・RFP、契約等
	2 システム分析 と要求定義	・システム機能・性能等の定義 ・テスト方針、要求事項の設定 ・システム要求仕様書の作成	・モデリング手法、分析手法、要求定義 システム適合性確認に対して
	3 システム分析 と要求定義 のレビュー	・ユーザ要求への追跡性検討 ・ユーザ要求との一貫性検討 ・実現性の検討 ・レビューと評価	・レビュー手法、インスペクション手法等 システム設計・運用・保守 システム要求仕様書
2 システム設計	1 ハードウェアと ソフトウェア機 能及び性能 分担の決定	・システムアーキテクチャの明確化 ・システム要求事項の割り振り ・データ詳細設計 ・システム適合性確認テストの計画・仕様書作成 ・システム方式設計書の作成	・設計手法、性能見積り、FMEA/FTA、ソフトウェア 稼働、知的財産権等 ・モデリング手法、インターフェース設計、品質設計 (機能性、信頼性、効率性) ・ツール、テストシナリオ、クリティカル・パザード・リス ク分析等
	2 実現可能性 の検証と デザインレビュー	・システム要求事項への追跡性検討 ・システム要求事項との一貫性検討 ・項目・運用・保守の実現性検討 ・シミュレーション ・レビューと評価	・レビュー手法、インスペクション手法等 ・割り振られた機能を満たすモデル ・モデリング手法、シミュレーション技術 システム方式設計書、テスト仕様書に対して
3 制御システム 要求分析	1 制御仕様 要求の獲得と 調整	・既存制御仕様と新規制御仕様の問題点を把握 ・新規制御に関する要求の情報収集と分析 ・既存制御の変更点に関する要求の分析 ・制御の制約条件を把握 ・関連する他の制御と整理・調整	・インタビュー手法、マーケティング手法等
	2 制御仕様分析 と要求定義 のレビュー	・システム要求と制御仕様との追跡性検討 ・システム要求に対する他の制御との一貫性検討 ・制御の実現性検討 ・制御の最適化のレビューと評価	・レビュー手法、インスペクション手法等 ・制御設計手法 ・制御要求仕様書

図4 開発技術の一例

運用する各企業で具体的な定義を必要とする。

また開発技術で取り扱うシステムは車載電子制御システムと定義し、制御対象と制御装置から構成される(図3)。ここで開発技術におけるシステム設計においては、車両全体における制御対象(例、エンジン)と制御装置(例、ECU)の機能分担及び性能分担を行う(図4)。

#### 3.3 キャリア基準

ETSS-JMAABキャリア基準におけるキャリアレベルとは、組織やプロジェクトの中で職種が果たすべき責任に対するビジネスやプロフェッショナルの貢献の度合いを1つの評価軸で表す。

つまり職種とそのキャリアレベルは技術者個人が、組織やプロジェクトの中で役割や責任を、どの程度果たすべきか、あるいは達成出来たのかを、1つの指標(キャリアレベル)で評価するものである。キャリアレベルは、先行するETSSスキル標準を踏まえた形で、3段階(エントリー、ミドル、ハイ)のレベルとなっている(図5)。

WGでは企業によってスキルレベルの範囲の考え方に



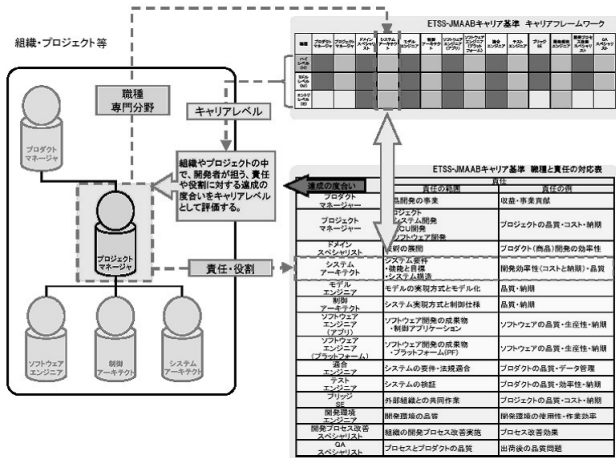


図5 職種や専門分野が担う責任や役割の達成度合いをキャリアレベルとして可視化する

第1階層	第2階層	エントリーレベル						シドルレベル								
		基準値	0	1	2	3	4	5	基準値	0	1	2	3	4	5	
1	1 要求の獲得と調整	1	0-2													
	2 システム分析と要求定義	1	0-2													
	3 システム分析と要求定義のレビュー	1	1-2													

- ベースライン(基準の値)
- スキルレベルの点数の分布(レベル幅の値)
- 該当キャリアレベルに存在しない点数(レベル外の値)

図6 キャリア基準におけるスキルレベルの付け方

差があるため、キャリア基準のスキルレベルの付け方を定義した(図6)。スキルの分布特性は「ベースライン(基準値)」に基づいて考えることを狙っている。これは、それぞれの職種・キャリアレベルに対し、JMAABが考える「基本となる点数」と、この基準値に対する「点数の分布(レベル幅の値)」で分布特性を表現するものである。「ベースライン」に対する「点数の分布」により、実務の必要性に応じたスキルレベルの範囲を示す。つまり、キャリア基準を運用する企業において、方針・運用で該当する個所のスキルレベルの点数をこの範囲で定義することが可能となる。

また、「該当キャリアレベルに存在しない点数(レベル外の値)」も明示的に示すようになっている。ある職種のキャリアレベルに「レベル外の値」があるということは、それより上のスキルを持っていないなければならない、ということになる。

### 3.4 教育研修基準

ETSS-JMAABにおける「教育研修基準・教育プログラムデザインブック 補足説明」は、自動車制御系開発分野における人材育成を実現するために、IPA/SECの「教育研修基準・教育プログラムデザインガイド」を補足す

る内容が記述されている。また、自動車制御系開発未経験者を育成の対象とした、「自動車制御系開発未経験者向け教育プログラム例」を提示している。以下に実際に作成した教育プログラムの事例を紹介する。

## 4 MBD未経験者向け教育プログラム

教育研修基準を用いることで、様々な教育プログラムが作成可能となる。WG参加各社から教育プログラム案を出したが、WGにおいてとくに優先度が高い教育プログラムとして、実際に制御系設計のプロセスが体験出来るMBD未経験者向け教育プログラムが必要と考え、作成した。

作成した教育コンテンツの科目一覧を図7に示す。作成の際、教育コンテンツプロトタイプ試行において、WG参加各社からMBD未経験の方を選定し、実際に教育プログラムを受講していただき、受講前と受講後でスキルの診断を行った。またアンケートを実施し感想や改善要望等のフィードバックを得た。その後フィードバックを元に教育プログラムを完成させた。教育プログラム例を図8に示す。

No.	科目名称	概要	教育期間	対象レベル	目標レベル	技術項目	教育項目	実施形態
1	MBD概論	MBD概論に必要とする必要となる開発技術、MBD技術全般、制御システム要求分析-システム連携性確認テストに関する基礎知識、知識、実習を習得する。	15min	未経験	初級	開発技術	スキルカテゴリー	CBT (Computer Based Training)
							電子システムソフトウェアフォーム	
2	MBDプロセス実習	MBD技術者として必要となる技術系、ラジコン自動車等の制御系を題材とした一連のMBDプロセスを経験出来る。プロジェクト型実習を通じて、実践的に習得する。	2日間(15h)	初級	初級	開発技術	電子システムソフトウェアフォーム	プロジェクト型実習
							制御システム設計	

図7 MBD未経験者向け教育プログラム科目一覧



図8 教育プログラム例<sup>6</sup>

6 2008年5月29日より、サイバネットシステム社の技術トレーニングとして開始。  
[http://www.cybernet.co.jp/matlab/training/advanced\\_MBD.shtml](http://www.cybernet.co.jp/matlab/training/advanced_MBD.shtml)

# 5 ETSS-JMAABの普及活動

WGの中では、ETSS-JMAABを広く知ってもらい、実際に運用してもらうことが必要と考えた。そこで、2008年4月に群馬、7月に名古屋、12月に仙台でETSS-JMAAB説明会を実施し、実際に現場で活躍しているWGのメンバが経験を交えながらの説明を行った。説明会の展開は基本的には以下の通りである。

ETSS-JMAABの説明  
MBD適用事例

MBDスキル基準を使ったスキル診断

また説明会においては、参加者に対して、実際に使用してみて「気づき」を得るといった観点から、MBDスキル基準を元に作成したスキル診断を実施した(図9)。スキル診断は様々な方法があるが、自己診断により実施した(仙台開催では未実施)

項目	実施内容	【参考】実施内容(例)	説明	項目	必要	選択	スキルレベル	スキルレベル判定結果
1 システム要求	1 要求の整理と展開	機能要件の整理と展開、要求の整理と展開、要求の整理と展開	インポート-手法、マーケティング手法など	1	3	✓	1	○
	2 システム分解と要求分解	システム分解、要求分解、要求分解	モジュール分解、分解手法、要求分解	2	3	✓	2	○
	3 システム分解と要求分解のレビュー	システム分解のレビュー、要求分解のレビュー	システム分解のレビュー、要求分解のレビュー	3	3	✓	3	○
2 システム設計	1 ハードウェア/ソフトウェア/アセンブリ機能分解	ハードウェア/ソフトウェア/アセンブリ機能分解	ハードウェア/ソフトウェア/アセンブリ機能分解	3	3	✓	1	○
	2 実用可能性検証とデバッグレビュー	実用可能性検証とデバッグレビュー	実用可能性検証とデバッグレビュー	2	3	✓	2	○
3 開発プロセス	1 開発プロセスの整理と展開	開発プロセスの整理と展開	インポート-手法、マーケティング手法など	1	3	✓	1	○
	2 開発プロセスのレビュー	開発プロセスのレビュー	開発プロセスのレビュー	3	3	✓	3	○
4 開発ツール	1 開発ツールの機能分解	開発ツールの機能分解	開発ツールの機能分解	3	3	✓	1	○
	2 開発ツールの検証とデバッグ	開発ツールの検証とデバッグ	開発ツールの検証とデバッグ	2	3	✓	2	○
	3 開発ツールの検証とデバッグ	開発ツールの検証とデバッグ	開発ツールの検証とデバッグ	3	3	✓	3	○
5 ツール連携	1 ツール連携の検証とデバッグ	ツール連携の検証とデバッグ	ツール連携の検証とデバッグ	2	1	○	1	○

- 現在のスキルレベルまで塗りつぶす
- 必要なレベルにレ印をつける

図9 スキル分布作成例

# 6 今後の展開

2008年7月にVer.1.1の発行後、WGは終了した。そのため、WGで作成した共通指標であるMBDスキル基準のスキル各項目のメンテナンス作業は、運用する各社で対応することとした。

JMAABの目的は、業界においてMBDの普及を進めることにより、高品質の製品を短期間に顧客に提供することであるとも言えるため、ETSS-JMAABを多くの方に活用していただきたいと考えている。育成WGでは、ETSS-JMAABを図10のように位置付け、各企業や教育機関で利用されることで、より質の高い技術者教育の実施を期待している。

また育成WG終了後は、新たに参加企業を募り、具体

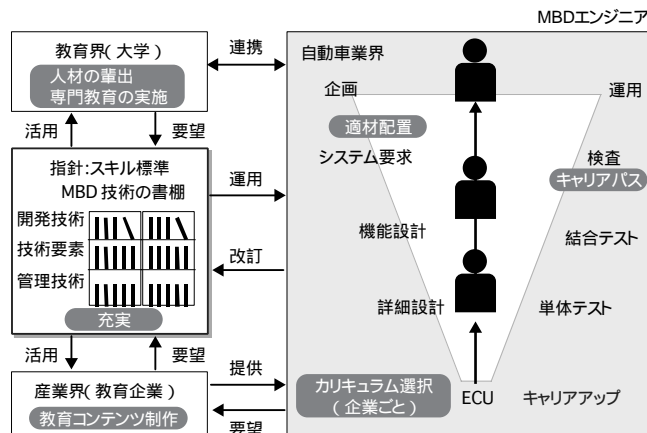


図10 MBDエンジニア育成の目指す世界

的なMBD教育のテキストと教材の企画・制作を検討するMBD教本WGの活動を開始した。

# 7 おわりに

ETSS-JMAABを作成するために活動した育成WGの参加会社を以下に挙げる。JMAABのWGの中でも最も参加会社が多く、各社の注目の高さが伺われる。またこのWG活動を通して自動車会社とサプライヤがお互いの立場を理解し、共通の開発環境を整えるための指標が必要であることを改めて感じている。

## 謝辞

ETSS-JMAAB作成並びに本稿の作成にご尽力いただいたWGメンバを含め、関係各位にお礼を申し上げます。

## JMAAB MBDエンジニア育成WG 歴代参加企業

アイシン精機、アイシンAW、アドヴィックス、いすゞ自動車、ジャトコ、スズキ、デンソー、トヨタ自動車、日産自動車、日産ディーゼル、日立製作所、本田技術研究所、マツダ、ミツバ、三菱電機、ヤマハ発動機、両毛システムズ、サイバネットシステム (敬称略)

## 参考文献

- [ETSS] JPA/SEC : 組込みスキル標準 ETSS2007
- [SECjournal] 山田元美 : 組込みシステムにおけるモデルベース開発 (MBD) 技術者のスキル標準, SEC journal No.13, 2008

## 参考

- ETSS-JMAABのダウンロード / アンケート  
<http://J-MAAB.cybernet.jp/>
- 問い合わせ先: JMAAB事務局  
J-MAAB-jimukyoku@cybernet.co.jp

# ETSSを活用したスキルマネジメント

## ITA スキルマネジメントWG

アイエックス・ナレッジ株式会社  
中谷 則仁

株式会社アイネット  
辻 敏尚・高松 茂

株式会社エヌアイディ  
戸澤 秀行・若本 稔

情報技術開発株式会社  
宮田 哲・田尻 誠・東谷 上

株式会社ソフトウェアコントロール  
中安 猛・鈴木 潔孝

ナレッジピーンズ株式会社  
土屋 崇

株式会社日本アドバンストシステム  
隆宝 桂悟

株式会社ピッツ  
押耳 正孝

(社名50音順)

独立系情報サービス企業15社で構成されているITA<sup>1</sup>では、IPA/SECを始めとするスキル標準関連団体とコラボレーションを図り、ETSSを活用したスキルマネジメント・システムの開発を推進している。

### 1 はじめに

独立系情報サービス企業の連合体であるITAは「1社ではできないことを、複数の企業で集まって実現させよう」という主旨の下、1995年2月に発足し、2009年3月の時点で15社により構成されている。

スキルマネジメントWG<sup>2</sup>(以下、MOS\_WG)は、ITAとIPA/SECとのコラボレーション活動の主体であるソフトウェア・エンジニアリング会議(SE会議)のWGで、組込み系ビジネスを有するITベンダ8社13名から構成され、2008年から活動している。

IPA/SECから「ETSS推進テクニカルアドバイザー」としての参画の他、図1に示すように多数の有識者に参画



図1 スキルマネジメント・システム開発推進体制

していただいて構成されたMOS\_WGは、スキルマネジメント・システムの開発を推進している。

### 2 ITA-ETSS策定ロードマップ

MOS\_WGは、スキルマネジメント・システムを作成するにあたって、ETSSをベースにしたITA版のETSS「ITA-ETSS」を策定するところから始めた。ITA-ETSS策定では、メンバの人的リソースを考慮したロードマップを決定した。これはメンバの主要業務に影響を与えない範囲でMOS\_WGの活動を効率的に推進する上で、具体的な成果物とリリース時期をゴールとして設定しておく必要があったためである。図2が、そのロードマップである。

なおMOS\_WGは、2008年から活動を始めているが、そ

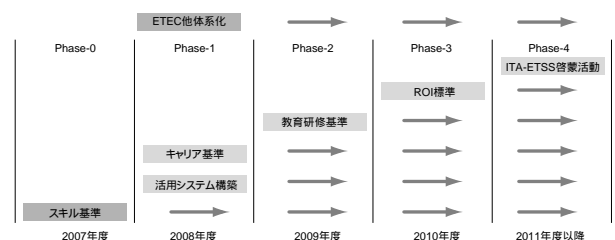


図2 MOS\_WGのロードマップ

1 ITA : Information Technology Alliance。http://www.ita.gr.jp/  
2 スキルマネジメントWG : Management Of Skills Working Group ; MOS\_WG



の前身は2007年に発足した「ETSS・ETEC導入検討プロジェクト(以下、ET2\_PJ)」である。前述のロードマップにある通り、ET2\_PJは2007年に「スキル基準」を策定した。「ビジネス戦略に有効なスキルをマネジメントする」仕組みを作成すること、「ETSSとITSS<sup>3</sup>の整合を確保する」仕組みを作ることを視野に入れ、ET2\_PJは発展的に解消し、現在のMOS\_WGに至っている。

### 3 ITA-ETSSのスキル領域

MOS\_WGに参画している各社のスキル領域は図3の通りであるが、ある特定のビジネスドメインに偏った開発は行っていないことが分かる。このためITA-ETSSは、「幅広いスキル領域の定義」として「組込み系受託ソフトウェア開発企業向け組込みスキル標準」を策定している。

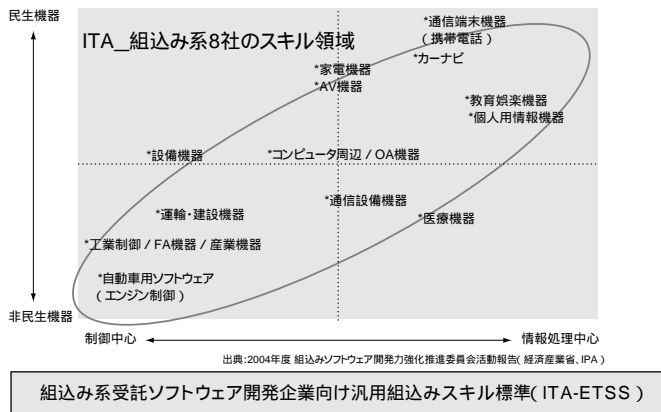


図3 ITA-ETSSのスキル領域

### 4 ITA-ETSSの策定手法

ITA-ETSSを策定するにあたり、まず策定手法をモデル化した。UMLのクラス図で表すと、図4のようになる。

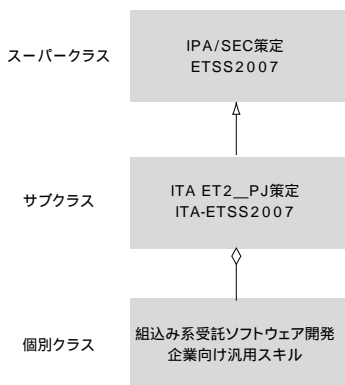


図4 ITA-ETSS策定手法モデル

ITA-ETSS策定手法のスコープは「ETSSのオリジナリティは最大限活用し、ITAとして必要なスキルは個別に追加すること」である。このためIPA/SEC策定の「ETSS」はスーパークラスとして位置付け、「ITA-ETSS」はサブクラスとして「ETSS」の機能を継承するよう定義した。また「ITA-ETSS」は、ITAで必要なスキルを「組込み系受託ソフトウェア開発企業向け汎用スキル」として個別に追加し、集約したモデルとして参照することとした。

ITA-ETSSを策定するにあたっては、参照標準となる国際標準を明確にした。またIPA/SECの資産を有効活用するため「SECドキュメント」を定義し、SECドキュメントが無い場合には別途参照する標準等を設定した。

ITA-ETSS参照標準を表1に記す。

表1 ITA-ETSS参照標準

スキル基準	国際標準	SEC	備考	ITSSの領域
ITA開発技術	ISO/IEC12207( JIS X 0160 ) Software Life Cycle Process ISO/IEC15288( JIS X 0170 ) System Life Cycle Process	組込みソフトウェア向け開発プロセスガイド(ESPR)	—	メソロジー
ITA管理技術	ISO 10006( JIS Q 10006 ) PMBOKガイド1996年版準拠 ISO-PC236(策定中、2010年リリース) (日本語版) PMBOKガイド第3版準拠 (ESMR)	組込みソフトウェア向けプロジェクトマネジメントガイド	「プロセスマネジメント」はSEPG等スタッフ系スキルのため2007年対象外とする	プロジェクトマネジメント
ITA技術要素	—	組込みスキル標準(ETSS2007)	—	テクノロジー
ITA/パーソナル	—	—	SEC監修の「ETSS標準ガイドブック(赤本)」を参照ドキュメントとする	パーソナル
ITA/ビジネス	—	—	厚生労働省の「ビジネスキャリア制度」を参照先とする	ビジネス/インダストリー

### 5 ETSS実証実験

2007年度は図2のロードマップの予定通り、スキル基準の策定を完了した。2008年度の活動では、策定されたスキル基準をもとに、スキルマネジメントの有効性を検証することを前提に、ITA-ETSSの「キャリア基準」策定と「活用システム構築」を実施した。スキルマネジメントの有効性を検証するためにIPA/SEC及び特定非営利活動法人 スキル標準ユーザー協会(以下、SSUG)と共同で「ETSS実証実験」を開始した。

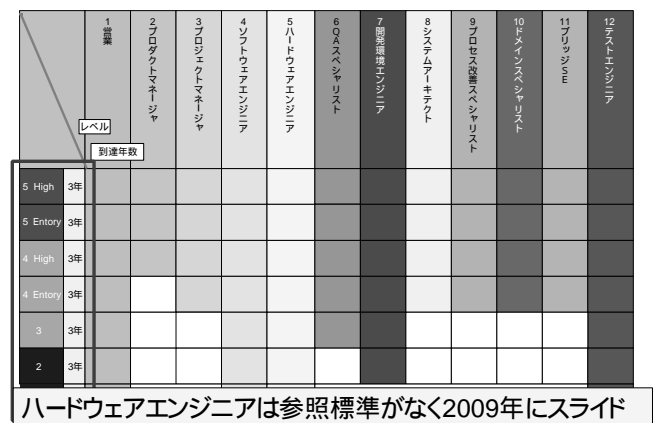


図5 職種とキャリアレベル

3 ITSS : ITスキル標準

## 5.1 キャリア基準

キャリア基準を策定するために、ITA-ETSSでは図5に示す12職種を設定した。

組込み系エンジニアの効率的なスキル強化の視点から、各職種はETSSで定義された「技術要素・開発技術・管理技術・パーソナルスキル・ビジネススキル」をベースとして定義されている。

なおITA-ETSSではWGに参加している企業の特性も踏まえ、ETSSでは定義していない「営業/ハードウェアエンジニア」の2職種を追加している。ただしハードウェアエンジニアの「職種(定義)と活動領域」は、国際的に見てもハードウェア開発に関する標準が無く、カバーするテクノロジーの範囲も広いため現在再検討中である。

また、企業内で組込み系エンジニアが育成できる範囲を明確にするためにMOS\_WGでは、ETSSのキャリアレベルにも補正を加えている。キャリアレベル6~7はそれぞれ「国内を代表するハイエンドプレーヤ」、「国際的なハイエンドプレーヤ」となる。MOS\_WGでは企業内でキャリアレベル6~7は育成不可能と判断し、キャリアレベル1~5のみを代表的な組織構造にマッピングしている。MOS\_WGが策定したキャリアレベルと共通キャリア・スキルフレームワークのキャリアレベルの差異を図6に示す。

ITA-ETSSのキャリアレベル	共通キャリア・スキルフレームワークのキャリアレベル
5 High 社内の第一人者	7 業界全体から見ても先進的なサービスの開発や事業改革、市場化をリードした経験と実績を有し、世界レベルでも広く認知される。
5 Entory 本部・事業部内の第一人者	6 社内だけでなく業界においても、プロフェッショナルとしての経験と実績を有し、社内外で広く認知される。
4 High 部・課内の第一人者	5 プロフェッショナルとして豊富な経験と実績を有し、社内をリードできる。
4 Entory リーダ	4 高度な知識・スキルを有し、プロフェッショナルとして業務を遂行でき、経験や実績に基づいて作業指示ができる。またプロフェッショナルとして求められる経験を形式知化し、後進育成に活用できる。
3 主戦力(一人前)	3 応用の知識・スキルを有し、要求された作業についてすべて独力で遂行できる。
2 準戦力	2 基本的知識・スキルを有し、一定程度の難易度または要求された作業について、その一部を独力で遂行できる。
1 エントリー	1 情報技術に携わる者に必要な最低限の基礎的知識を有し、要求された作業について、指導を受けて遂行できる。

図6 キャリアレベルの差異

ここで、ITA-ETSSのキャリア基準でも、キャリアレベル6と7をキャリアレベル5Highの上位レベルとしてそのまま設定している。

## 5.2 スキルセット

職種ごとに必要とするスキルセットは、以下の手順で策定した。

「スキル基準」で策定したスキル項目を縦軸にプロットする。

「キャリア基準」で策定した「職種」と「キャリアレベル」を横軸にプロットする。

キャリアレベルごとに必要とするスキルを特定する。

このようにして「職種ごとのキャリアレベルに必要なスキルセット」を設定した。策定した職種ごとのスキルセットの例を表2に示す。

表2 職種ごとに定義したスキルセットの例

なおMOS\_WGではETSSとITSSのスキルレベルの整合性を確保するために、ETSSとITSSのスキルレベル間補正を行う工夫をした。スキルレベル間補正のイメージを表3に示す。

## 5.3 ツール実装とパイロット入力

SSUGが保有しているツール「SSI-ITSS<sup>4</sup>」にMOS\_WGで策定した「スキル基準」、「キャリア基準」を実装し、「SSI-ETSS」と称して実験フィールドを提供していただいた。「SSI-ETSS」では職種ごとのキャリアレベル判定を行うために、職種のキャリアレベルごとに保有すべき「スキルレベル」の割合も併せて定義した。

この実験フィールドにMOS\_WG参加企業から代表者を選抜し、「SSI-ETSS」にパイロット入力を実施した。パイロット入力の目的は、策定したスキルセットとキャリアレベル判定条件の妥当性評価である。このためパイロット入力代表者の人選は「上記妥当性を確認できるモデル人材」という基準で選出した。

パイロット入力の結果から、予想通りの結果が得られた職種とそうでない職種が明らかになった。

予想通りの結果が得られた職種である「プロセス改善スペシャリスト」を図7に、そうでなかった職種である「ソフトウェアエンジニア」を図8に示す。いずれもキャリアレベル4の場合を表している。

表3 スキルレベル間補正のイメージ

ETSS2008 (スキルレベル)		ITA-ETSS2008 (スキルレベル: SL)		ITSS (スキルランク)	
4	新たな技術を開発できる(後進の育成・指導が可能)	5	新たな技術を開発できる(後進の育成・指導が可能)	4	後進の育成・指導が可能
3	作業を分析し改善・改良できる(後進の育成・指導が可能)	4	作業を分析し改善・改良できる(後進の育成・指導が可能)	3	単独で実施可能
2	自律的に作業を遂行できる	3	自律的に作業を遂行できる	2	サポートがあれば実施可能
1	支援のもとに作業を遂行できる	2	支援のもとに作業を遂行できる	1	(ベースとなる)知識あり
0	やったことがない(支援のもとにも作業ができない)	1	やったことがない(知識あり)	0	知識なし
		0	やったことがない(知識なし)		

4 SSI-ITSS : Standard Skill Inventory for ITSS

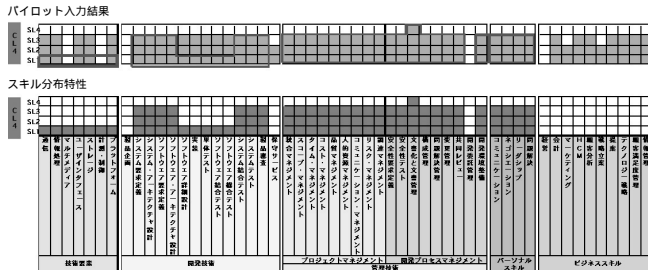


図7 プロセス改善スペシャリストの例

上段はパイロット入力結果のスキルレベル。下段がキャリアレベル判定条件で設定したスキルレベルである。

上段のスキルレベルは、下段のいずれをも上回っており、想定したキャリアレベルとして判定された。

パイロット入力結果から解析すると「専用技術者としてスキルを設定したため、ビジネスドメインに左右されない結果が得られた」と評価できる。

次にソフトウェアエンジニアを記す。

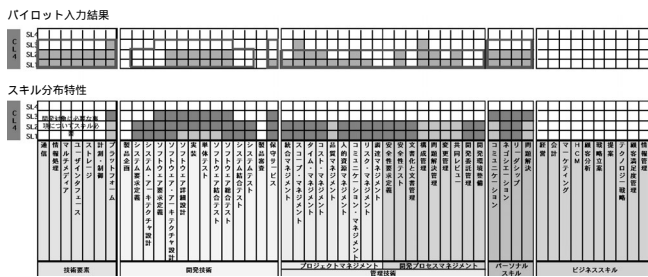


図8 ソフトウェアエンジニアの例

プロセス改善スペシャリストの例に対し、パイロット入力結果のスキルレベルと、キャリアレベル判定条件のスキルレベルが不足していることが分かる。このため想定したキャリアレベルとして判定されない結果となった。

パイロット入力結果から解析すると「汎用技術者としてスキルを設定したため、ビジネスドメインに左右され未経験領域が多い結果となった」と評価できる。

以上の観点から「専門技術者系職種」の妥当性は確認できたが、「汎用技術者系職種」に関しては各企業のドメインを考慮する必要がある課題が抽出された。

課題は残しつつも、今回目的とした「組込み系エンジニアのスキル強化」と「企業の組織力強化」を両立するための仕組みである「ビジネス戦略駆動型スキルマネジメント・フレームワーク」の有効性は担保されたと評価している。

## 6 今後の展開

現時点ではITA数社で実際にITA-ETSSを導入し、スキ

ルの棚卸を実施している状況であるが2008年度のETSS実証実験成果をもとに、2009年度もETSS実証実験を継続する。課題となっている「汎用技術者系職種」のスキルセットとキャリアレベル判定条件の見直しを含め、更にITA各社で導入しやすい仕組み作りを推進していく予定である。

これと歩調を合わせ「教育研修基準」策定と「組込み系資格体系化」を順次開始することになっている。

今回の実証実験を通して得た経験を契機として多くの方々に「ITA-ETSS」とMOS\_WGの考える「ビジネス戦略駆動型スキルマネジメント・フレームワーク」を活用していただければ幸いである。

### 謝辞

ITA-ETSS策定ならびにスキルマネジメント・システム開発でMOS\_WGをサポートして頂いた関係各位に対し、感謝の意を込め以下に紹介させて頂く。

### ETSS推進テクニカルアドバイザー

IPA/SEC 渡辺 登氏

IPA/SEC 石川 秀一氏 ( ~2008/09、現、東芝情報システム株式会社 )

### スキル標準有識者

SSUG 植松 英次氏

SSUG 樽谷 謙二氏

SSUG 井本 貴志氏

SSUG 清水 千博氏

iSRF 堤 裕次郎氏

JASA 近森 満氏

### 発起人

旧ITA事務局 遠藤 和弥氏 ( 現、IPA/SEC )

### 参考文献

[ETSS2007/2008] IPA/SEC : 組込みスキル標準 ETSS2007/ETSS2008  
 [ESPR ver.1.0/ ver.2.0] IPA/SEC : 組込みソフトウェア向け開発プロセスガイド ESPR ver.1.0/ESPR ver.2.0  
 [IPA] IPA/SEC : 共通キャリア・スキルフレームワーク 第一版  
 [IPA2006] IPA/SEC : 組込みソフトウェア開発のためのETSS標準ガイドブック, 日経BP社, 2006  
 [PMI2004] PMI : プロジェクトマネジメント知識体系ガイド第3版 (PMBOK ガイド第3版), PMI, 2004

本編はITA MOS\_WGが、SEC Journal 16号に寄稿した「ITベンダによるETSS適用事例報告 ~ETSSを活用したスキルマネジメント~」をベースに、再構成して作成している。



# 組み込みシステムに関連した地域の活動状況

SEC 研究員  
田中 秀明

## 1 地域への支援状況

政府・行政機関、地域の自治体等には地域振興を目的とした各種の公募事業があり、地域の自治体、教育機関が実施する教育研修プログラム等に対して多くの補助が行われてきている。政府・行政機関が行う公募事業で代表的なものには、「中小企業産学連携製造中核人材育成事業」(経済産業省、平成17年度より実施)「先導的ITスペシャリスト育成推進プログラム」(文部科学省、平成18年度より実施)等がある。

また、地域の自治体等では、地域産業振興の起爆剤の1つとして組み込みシステムに取り組みようとする気運が高まってきており、その一環として公募事業を活用した取り組みも広がってきた(図1)。

地域が持つ特性や強みを活かした企業立地を通じて、地域自身がイニシアティブを取った地域の活性化を行うことを目的として、経済産業省は企業立地促進法を推進している。最近では、企業側が立地先の選定に当たり現地の良好な人材の確保を重視していることもあり、企業立地促進法に基づく人材育成事業を推進する地域が増えてきている(図2)。以降では、地域の組み込みシステムに関連した活動状況を説明すると共に、IPA(情報処理推進機構)SEC(ソフトウェア・エンジニアリング・センター)が地域の組み込みに関連した活動に対してどのように支援しているかを述べることにする。



図1 組み込みソフトウェアが採択の対象となる公募

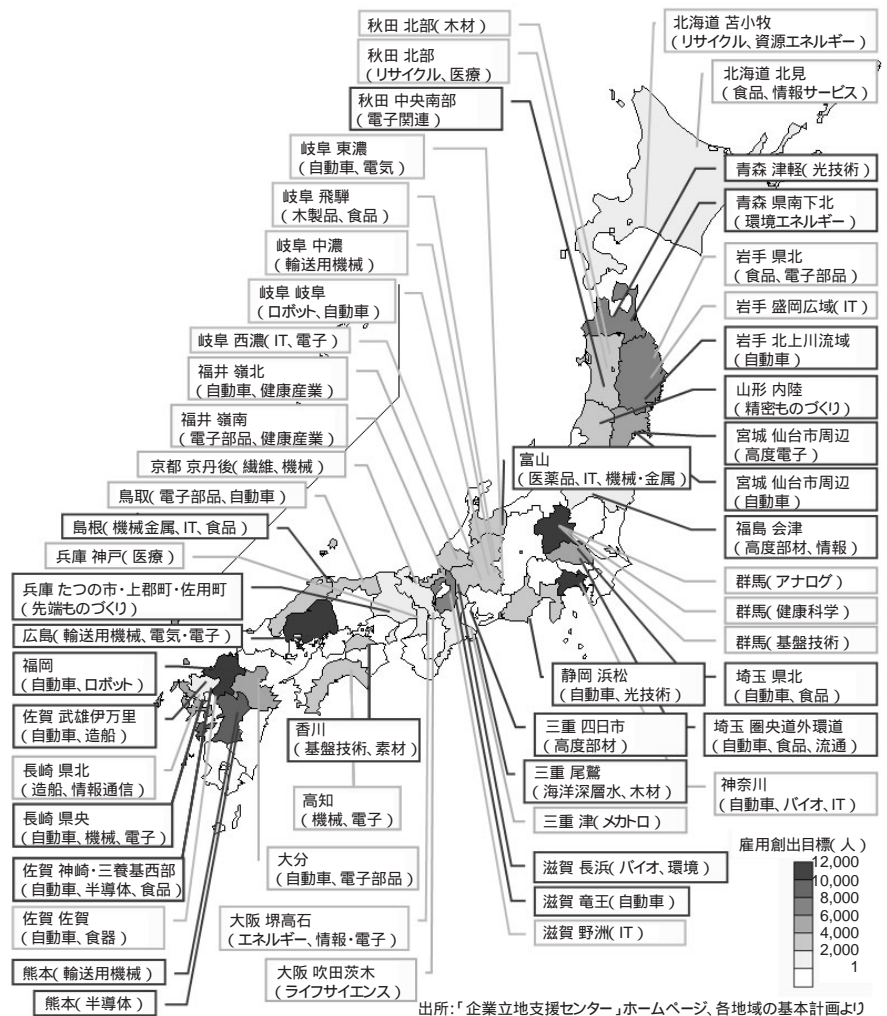


図2 企業立地促進法の推進状況

## 2 地域の組込みシステムに関連した活動の状況

地域からの依頼を受けてSECが支援活動を行った地域を中心に、全国各地での組込みシステムに関連した活動を紹介する(図3)

### 【北海道地域】

地域でまとまった取り組みはあまりないが、北海道では、北海道庁の労働局人材育成課が企画する「現場力養成実践研修事業」の一環として、組込みソフトウェア講座を開設している。自動車関連産業への参入促進、ものづくり産業の振興を目的に、地場中小企業に所属する現場技術者・技能者を対象として、道央圏に所在する道立高等技術専門学校(札幌、室蘭、苫小牧)の有する施設・設備等を活用して講座が実施されている。

### 【東北地域】

東北経済産業局の主導でTOHOKUものづくりコリドーが策定されており、そのITクラスタの中で組込みソフトウェア分野の技術者育成、技術開発のための基盤の構築がうたわれている。地域別には、とうほく組込み産業クラスタ(山形県中心)いわて組込み技術研究会、みやぎ組込み産業振興協議会、あいち組込み技術研究会(現在活動休止中)が組織され、互いに連携しながら活動を展開している。

### 山形県/とうほく組込み産業クラスタ

山形県にあった企業間連携の枠組みを、より魅力ある企業クラスタにするために、新たに山形県、宮城県、岩手県の3県のスタートアップ支援を受け、東北経済産業局とタイアップする形で産官学連携活動を開始した(2006年8月に設立)。TOHOKUものづくりコリドーと事業連携し、企業ニーズに基づいた組込み技術の総合的な「開発力の向上」と、戦略的な「人材育成」を推進している。イブニングサロン形式で、商談に結びつく実質的な情報交換会を定期的に開催している。

### 岩手県/いわて組込み技術研究会

2006年10月に岩手県の組込み技術の普及・高度化、人材の育成、産業の集積等の促進を目的に設立された。「ものづくり産業」との連携も視野に置き、更に県内にある大学や高等などのポテンシャルを活かしながら、ネットワークを広げている。本研究会は、組込み技術に従事・関連する、または興味を持つ個人等が幅広く参加し、関連する行政機関・教育機関と共に、活発に交流を深めている。

### 宮城県/みやぎ組込み産業振興協議会

2008年2月に設立された「みやぎ組込み産業振興協議会」は、「組込み総合技術展(ET展)」等組込み関連の展示会に協議会として出展し、地域の取り組みを全国にPRしている。各企業は、協議会を通じてビジネスにつながる情報を収集し、連携して地域の取り組みを全国に発信することで将来の業務獲得につなげようとしている。

### 【関東地域】

#### 新潟県/財団法人にいがた産業創造機構(NICO)

にいがた産業創造機構(NICO)は、新潟県における産業振興の中核支援機関として、県内支援組織を改組し、2003年4月に設立された組織である。NICOは、設立当初から、開発の効率化、高品質化を目指して、県内の下請け開発企業の売上げの向上につなげるための施策作りに取り組んでいる。県内5地域の情報通信技術の活用や業界状況を調査分析してアクションプランを策定し、NICOソフトウェア・エンジニアリング・センター(N-SEC)プロジェクトでプランを推進している。「NICOプレス」という情報誌で活動内容を全国に向けて発信している。

#### 長野県/塩尻市

塩尻インキュベーションプラザ(SIP)は、地域民間企業、信州大学、塩尻市が中心となって2007年1月に設立されたビジネスインキュベーション施設である。信州大学大学院工学系研究科の教室がSIP内に設置されている。「組込みシステム技術者養成コース」では、SIPに入居する企業でのインターンシップを中心とした実践的な高度技術者育成教育が行われると共に、SIP入居企業の技術者が大学院で最新技術を学び、逆に大学院の授業の講師を務めるという好循環で教育が実現されている。塩尻市としては組込み人材の育成、ベンチャー企業の育成、塩尻駅周辺の活性化に力を入れている。

#### 静岡県/浜松市

次世代の自動車開発を目指して「高度な組込みソフトウェア技術者」の人材育成事業を推進している。企業立地促進法

に基づき事業であり、地元の自動車関連企業等の要望を取り入れながら、地元ソフトウェア開発企業の技術者向けに基本講座と実践講座を2009年3月に開発することになっている。

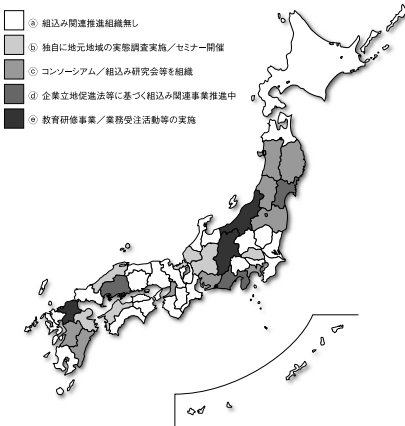
### 【中部地域】

東海ものづくり創生協議会「車載組込みシステムフォーラム」ハードウェアも理解しているハイレベル組込みソフトウェア技術者の育成を目的として2008年4月に設立された。本フォーラムでは、自動車産業に関連する多数の企業、とくに中小企業の参加により、業界が抱えている様々な課題の解決を目指している。中部経済産業局は本フォーラム設立を支援すると共に、活動の広報/PRや会員募集活動も行っている。活動の活性化と、より多くの成果が得られるよう、組込みシステム関連企業はもとより、業務系システム関連の企業にも広く参加を呼びかけている。

### 【関西地域】

#### 組込みソフト産業推進会議

関西経済連合会の主導で、2007年8月に「組込みソフト産業推進会議」を設立し、産業振興・集積を図る推進エンジンとして、5部会に分けて高度組込みソフト技術者育成プログラムの検討、ソフトウェア・トレーニング・センターの検討等の活動を行っている。成果の1つとして、「組込み適整」と銘



打ったシステムアーキテクトの育成事業を開始している。メンバ組織の、独立行政法人産業技術総合研究所関西センターは、経済産業省の予算を得て関西に「組込みシステム検証試験施設」を整備することになっている。

#### 関西エンベデッド技術者育成研究会(KEES)

2007年春に、企業の壁を越えて、より高い視点から組込みソフトウェア技術者育成についての研究を行うことを目的に設立された。各企業の人材育成部門の担当者を中心となって組織され、他の企業との意見交換等を通じて、自社の教育研修の見直しや新たな教育研修方法のヒントを得ることを目的としている。

### 【中国地域】

#### 中国地域組込みシステム技術支援連携会議

中国経済産業局の働きかけで、2007年11月に中国地域に組込み技術開発の支援体制を構築することを目的として設立された。産業支援機関の他、各県及び広島市の6つの公設試験研究機関が参加している。組込みソフトウェア技術者に関する共通認識と理解を深めることにより、各地域に有効なプロジェクトを発掘し、国の施策であるサポイン事業(戦略的基盤技術高度化支援事業)へのエントリー、採択を目指している。

#### 広島県

企業立地促進法に基づき「広島県高度組込みソフトウェア産業活性化人材養成等事業」で、プロジェクトマネージャの

育成を主目的とする教育プログラムを作成している。7つの講座を開設する予定である。来年度からの本格的な人材育成事業の稼働に向けて準備が整いつつある。

#### 島根県/財団法人しまね産業振興財団

プログラム言語「Ruby」の開発者の在籍する企業もある県であり、関係者の意識も高く、組込みに関しては、しまね産業振興財団が地元企業の実態調査をいち早く実施している。また組込みに関連する各種セミナーも技術者向け、経営者向けに開催している。

### 【四国地域】

#### 四国組込みソフトウェア研究部会

2006年に設立された、「四国組込みソフトウェア研究部会」が産学共同の技術交流活動を通じて、会員企業の組込みソフトウェア開発技術を向上させることにより、それぞれの分野での会員企業の競争力向上を図っている。定期的に会合(講演会、情報交換会)を持ち、組込み分野における企業間連携や産官学連携への発展も目指す。メンバは、愛媛県情報サービス産業協議会や愛媛大学の社会連携推進機構を通じ、主だった企業から有志を募っている。

### 【九州/沖縄地域】

#### 九州地域組込みシステム協議会(ES-KYUSHU)

2007年11月に九州全域及び産学官が一体となった組込みソフトウェアの中核組織として設立された。九州地域における産学官のネットワークの形成、組込みシステム関連の各機関等における情報交換と課題や戦略の検討、組込みシステム関連企業が主体となった活動に対する支援、組込みシステムに関する普及啓発・人材育成と情報発信を活動の主目的としている。

#### 福岡県/カー・エレクトロニクスセンター

2007年7月にカーエレクトロニクスの研究開発と人材育成を目的として、ひびきの学研都市に設立され、行政が産学連携を支援する形で運営を行っている。半導体、自動車の集積地であるメリットと工業高校が多く、工学系大学もある地域のポテンシャルを活用した人材育成を目指している。

#### 九州組込みフォーラム(Q'sフォーラム)

2005年12月に企業を越えて連携する組織として設立された。開発案件の受注を目指して、地域の企業の有志が企業を越えて連携するパッチャルな組織であることに特徴がある。九州組込みパートナーズのメンバとなることにより大学・自治体が中心の組織とも連携している。

#### 熊本県/熊本組込みシステムコンソーシアム(ES-KUMAMOTO)

2007年12月に組込みシステム関連産業に携わる産・学・行政機関等が連携して「熊本情報サービス産業振興戦略」の効率的な推進の支援を図るために、熊本組込みシステムコンソーシアムが設立された。人材育成、戦略的企業誘致、地場企業の支援を目的として研修やセミナーを実施する等の活動を行っている。

#### 長崎県

組込みへの取り組みは始まったばかりであるが、県北・県央地域と長崎・島原地域でそれぞれ企業立地促進法に基づき事業を展開している。県北地域では、2008年6月に西九州組込み技術コミュニティ(NET-C)を設立し、佐世保情報プラザを拠点として実践向けの講習会を開催している。長崎地域では、長崎自動車関連産業振興協議会からのニーズを汲みながら車載用組込みソフトウェアに特化した教育プログラムを作成している。

#### 沖縄県

沖縄では、沖縄県情報産業協会、琉球大学等が中心となって、2008年11月より「組込みソフトウェア産業の振興に向けた実態調査」を開始している。業界動向、組込み関連の教育状況、沖縄の産業の実態、組込みの先進事例について調査を行い、年度内に調査結果をまとめる。調査結果も踏まえながら今後は、組込みの研究会の立ち上げ、推進のための産学連携の仕組み等を模索している。

図3 組込み関連活動の推進状況

### 3 組込み関連活動の推進状況

全国の組込みに関連する活動の状況を、下記のように分類し図3中央の日本地図に表した。

組込み関連推進組織無し

独自に地元地域の実態調査実施 / セミナー開催

コンソーシアム / 組込み研究会等を組織

企業立地促進法等に基づく組込み関連事業推進中

教育研修事業 / 業務受注活動等の実施

ここでは組込み関連の推進状況を5つに分類しているが、大きい順番に分類された地域が必ずしも取り組みが進んでいるというわけではない。ただし、推進の過程としては、

地元の産業実態調査 企業経営者等へのセミナー開催  
地元にコンソーシアムを結成、公募事業等を活用した推進 教育研修 / 企業支援活動

という進め方の順序はあると考えられる。

### 4 組込みに関連した教育プログラム

地域の活動の目標は、地域経済の活性化である。そのために産業の誘致・振興を目指すわけであるが、地元地域に産業を呼び込むためには、企業側が期待する受け皿を地域で揃えておくことが重要となる。例えば、企業が地方に新たに開発拠点を設ける場合、進出決定の要素として、その地域に開発を担う人材を育てる仕組みが揃っているということは、好材料の1つとなる。現在、企業立地促進法に基づく事業を推進している地域でも、地元での人材育成が重要なテーマとして盛り込まれている。そこで、地域等で開発・実践されている教育プログラムの中で冒頭に述べた公募事業を活用して作成されたもの等、SECが支援したものを中心に紹介する。

#### 新潟県 / にいがた産業創造機構 (NICO)

組込みスキル標準 (ETSS) をベースとした研修プログラム「組込みシステム技術者育成研修」を2006年度に開始している。基礎コース、実践コース、中級コースの講座を設定しており、PBL<sup>1</sup>によるプロジェクト実習も取り入れている。この研修事業は、SEC、長岡工業高等専門学校、特定非営利活動法人組込みソフトウェア管理者・技術者育成研究会 (SESSAME) 等と連携して実施している。

#### 埼玉県 / さいたまソフトウェアセンター

埼玉県の委託事業として、2つの研修コース「組込みソフトウェア開発技術スキル入門研修」、「組込みソフトウェアプログラミング研修」を提供している。県内の中堅・中小企業を対象とした組込み技術者育成の講座であるが、県外からも多くの受講者が集まっている。

#### 東京都 / 東海大学専門職大学院組込み技術研究所

2007年4月に開校した修士課程2年間のコースで企業からも高い評価を得ている実践的な組込み技術教育研究を行っている。学生は、24時間対応の校舎で学ぶことが出来る。ETSSに基づくカリキュラムが組まれており、専門基礎科目、技術要素科目、開発技術科目、管理技術科目、総合教育科目の中から必須講座及び選択講座を受講する。修了者には、「組込み技術修士 (専門職)」の学位が与えられる。

#### 長野県 / 長野工業高等専門学校

2007年度の文部科学省「社会人学び直しニーズ対応教育推進事業」で「組込み初級講座」を開設し研修を実施

1 PBL : Project Based Learning



している。「エレベータ」を対象としてRISCマイコンを使って制御機能を学習する5日間のコースとなっている。

### 長野県 / 信州大学大学院工学系研究科

2007年4月に塩尻インキュベーションプラザ（SIP）内に開設され、学部生、社会人を対象に専門技術及び高い人間力を育成するリカレント教育<sup>2</sup>を実施している。対面が必要な科目を除き、インターネット大学院でe-learning授業を開講している。3～6ヵ月程度の長期インターンシップも実施。組み込みシステム技術者育成コースとして、基礎課程の基礎科目群と応用科目群、応用課程の実践科目群と総合技術科目群、並びにリアルグループ演習を履修する。2年次後期まで修了した卒業生は修士資格を得ることが出来る。

### 静岡県 / 静岡大学

文部科学省の科学技術振興費で開発した「制御系組み込みシステムアーキテクト養成プログラム」で、「ソフトウェア工学基礎コース」、「制御技術基礎コース」、「制御系組み込みシステム実践演習コース」の3つを提供している。2泊3日の合宿形式で、実際のシステム設計から構築までを実習し制御技術とソフトウェア工学の基礎を固める。終了時には、ETSSのシステムアーキテクトのキャリアレベル3、4に到達することを目標としている。

### 愛知県 / 名古屋ソフトウェアセンター

経済産業省の2007年度「製造中核人材育成事業」で開発された教育研修プログラム「中部組み込みソフトウェア技術者育成講座」（CIET）で、「ソフトウェアエンジニア育成コース」、「プロジェクトマネージャ育成コース」、「プロダクトマネージャ育成コース」、「ドメインスペシャリスト育成コース」、「組み込み技術者のためのビジネスス

キルコース」の5つを提供している。組み込み技術者への必要性が認識され始めたビジネススキルの研修を取り入れている点が特徴となっている。

### 大阪府 / 組み込みソフト産業推進会議 （組み込み適塾）

「組み込み適塾」は、モノづくり現場で最もニーズが高い「システムアーキテクト」の養成を目的としている。体系的な知識の習得と現場で活用出来る技術を学べるように、ベース科目、コア科目、高度専門分野の科目を順次3ヵ月掛けて集中的に受講する有料の講座になっている。

### 福岡県 / カー・エレクトロニクスセンター

2008年度に、組み込みシステム実習、インテリジェントカー統合システム講義、車載用知的情報処理講義、耐故障性/信頼性/機能安全性概論、車載向けLSI設計演習、高信頼組み込みシステム開発演習の6講座を開講している。講座は、大学院生を主体に実施し、地元企業、市内の工学系学部生にも公開し、次に学部へも展開する予定である。講座には多様な企業講師も参画している。

全体の傾向として、中級レベル以上の組み込み技術者育成を指向した研修プログラムが増えてきているが、これは、企業側が必要とする技術者像の変化を反映したものである。組み込みソフトウェア産業実態調査の分析結果には、「エントリーレベルの技術者が多くを占める開発プロジェクトでは、中級レベル以上の技術者がエントリーレベル技術者のサポートに回る時間が増え、結果として開発プロジェクトの進捗が遅れる」ということが示されている。とはいえ、エントリーレベルの技術者育成は、中小企業からのニーズも高く当然必要である。今回紹介したさいたまソフトウェアセンターが実施している初級講座には、県外も含め多くの技術者が受講している。

2 リカレント教育：社会に出た人が自己実現や職業能力の開発等に必要な知識、技術、教養を身に付けるため再び受ける教育のこと。

## 5 地域の組込み関連活動に対するSECの支援内容

SECは、地域・自治体からの要請を受けて、地域に対する次のような支援活動を行っている（図4）。

- ・ 支援機関スタッフに対するSEC成果物の教育・研修の実施
- ・ 地域向けセミナー / 講演会への講師派遣

- ・ 地域の独自調査活動の支援
- ・ 調査結果に基づく実施計画の立案支援
- ・ 地域の個別活動（研究会、委員会等）への参画、支援
- ・ 地域の対外広報（展示会の斡旋、出展支援等）の支援

SECが支援した地域を県別にまとめると図5のようになる。この図には地域で設立された組込み関連の組織を併せて表示している。

### セミナー講師

SECは、地域主催セミナー等各種の招聘に応じて、講師の派遣を行っている。例えば、しまね産業振興財団が主催した経営者向けの「組込みビジネスセミナー」の講師を務めている。塩尻インキュベーションプラザ（SIP）は、産学官連携で設立された施設であるが、この設立時のセミナーでは、講師を務めるだけでなくセミナーの企画にも参画している。講師派遣においては、地域の要望や活動内容に合わせた人選をしている。

### 教材開発支援

SECは、名古屋ソフトウェアセンターの「製造中核人材育成事業」において、プログラム運営委員会 / プログラム評価委員会の委員となり教材開発に協力した。広島県と広島ソフトウェアセンター、浜名湖国際頭脳センターが推進する人材育成事業においても教材開発に協力している。また、北九州市では、カー・エレクトロニクスセンターが開発した教育プログラムの事業運営委員会の委員として参画し、塩尻市では、地域立地促進法に基づく「組込みシステム人材育成事業統括プログラム検討委員会」の委員として参画する等、組込み関連の教育に対してアドバイスをしている。

### コンサルテーション

SECは、ETSSを導入する地域企業に対して、導入開始時の社内セミナー企画の支援、導入過程での課題解決へのコンサルテーション等を行っている。地域企業が独自に取り組んだETSS導入の成功事例等を他地域で紹介することで、新規にETSSを導入する企業への動機付けも行っている。また、経済産業省が実施する「組込みソフトウェア産業実態調査」での分析結果も踏まえ、地域での個別調査項目、調査内容についての助言等、様々な形で地域支援を行っている。

### 地域連携サポート

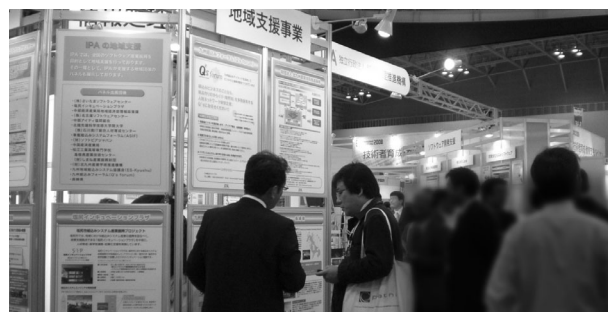
SECは、各種の支援を行う中で把握した各地域の活動情報をもとにして地域間連携を支援している。具体例では、NICO、長岡技術科学大学、会津大学の「機能安全」をテーマとした連携への支援が挙げられる。また、「組込み総合技術展」等のイベントの場も活用しながら各地域で活躍する人材を相互に紹介する等、地域間での人材交流のきっかけ作りについても支援している。



しまね産業振興財団「組込みビジネスセミナー」



長野県塩尻市組み込みシステム産業活性化人材育成事業 統括会議の様子



組込み総合技術展ET2008のIPAブース 地域支援事業コーナーの様子

図4 SECの主な地域支援活動



図5 SEC支援実績

## 6 地域活動成功へのヒント

組込みに関連した地域の活動を紹介してきたが、最後に、地域の自治体等でこれから組込みに関連した活動に取り組む場合に、推進者が考慮しておく点と良い点を整理しておく。

共通の問題意識を持つメンバが集まること

設立する組織・コンソーシアムに、同じ問題意識・目的意識を持つメンバが参加しているということが重要になる。同じ視点から議論し、活動出来るメンバが集まるのがひとつのポイントになる。

設立の支援とコーディネータ

すべてではないが、多くの場合自治体等の公的機関が勉強会あるいは連絡会を立ち上げ、資金面を支援することで、最初のハードルを越えることが可能となる。

また、最初は自治体主導でも、民間主導で継続的に活動が行われるためには、地域の現状を理解しているコーディネータの存在が重要となってくる。

定期的な対外アピールの実施

コンソーシアム活動の内容を機関紙やホームページ等を通じて定期的にアピールすることは重要である。参加メンバへの周知と共に、潜在的なメンバの発掘につなが

る。また、各種展示会への参加やセミナーの開催は、地域産業のアピールの場、また地元企業の受注機会確保の場として有効である。

定期的なフォローの実施

セミナーや情報交換会を開催する等して定期的に活動状況をフォローすることで、コンソーシアムの求心力を確保出来る。

また、定期的に地元企業等の実態調査を行うことは、地域のニーズを把握する上で有効である。

組込みに取り組む地域が増え

て、教育プログラムを開発する

事例も増えてくると、新たに教育プログラムを開発する地域では、別地域で開発された既存のものを活用することが出来るようになる。

また、組込み総合技術展ET2008のIPAブースでは、実際に地域の組込み活動を紹介するコーナーで、異なる地域の担当者同士が話し合う中で、地域連携につながるような事例も出てきている。

つまり、地域が活性化する機会や手段は多様化しており、効果を上げやすい環境に整いつつある。

しかし、公募等の予算を利用して教育プログラムを開発し、実証のための講座を開設出来たとしても、予算の確保された3～5年の期間が過ぎた後に、その成果をどういう形で展開し、継続した活動を推進していくのかは重要な課題になってくる。

SECは、地域の組込みに関連した活動に対し、今後とも継続して支援してゆく所存である。

読者の地域の組込みに関連した活動がより一層活発に推進されることを願って、本稿を閉じることにする。

### 参考文献

- [ SEC2008 ] SEC：組込み技術による地域振興コンソーシアムベストプラクティス集，2008年10月
- [ 経済産業省2007 ] 経済産業省：組込み技術者教育ベストプラクティス集，2007年3月



# スキルマネジメントの技術確立に向けた国際レベルの標準化

- ETSSを基軸として -

東洋大学 社会学部 社会心理学科 兼 大学院 准教授

平田 謙次

東洋大学大学院 社会学研究科 社会心理学専攻 博士前期課程

齋藤 光治

産業振興及び各企業の経営において、人的資源管理の重要性は言うまでもない。とくにグローバルレベルでの競争下に直面し、高付加価値製品・サービスを提供する領域においては最重要課題である。人的資源の採用、配置、育成、活用、評価は産業及び経営の基盤となる。人的資源管理のこれらの各活動を言い換えると、能力を調達し、能力を配分し、能力を開発し、能力を引き出し、能力を査定し、能力を公的に認めることである[平田2001]。つまり、人的資源管理において「能力」への関心と理解は何よりも優先させなければならない。人的資源管理を効果的効率的に行うには、能力（スキル）情報の共通的理解とスキルマネジメントシステムの運用が基盤となる。ここでは、国際レベルでの標準化に向けて、各国や各団体でのスキル情報及びスキルマネジメントにかかわる活動を分析した上で、今後の方向性について述べる。また、国際レベルでの標準化におけるETSSの期待と可能性についても触れる。

## 1 スキルマネジメントの国際標準化の必要性

能力<sup>1</sup>とは「何かができること」であるが、ある人が何かが出来た場合、私たち人間はその現象を理解し、説明しようとするために、現象の中に能力概念を思い描こうとする。例えば、子どもが「箸でご飯をつまめた」という現象から、食事のスキルが身についたと判断したり、「算数の問題を解けた」という出来事を捉え、数学の能力がついてきたと推測したりする。このように能力自体が、客観的で実体的なものとして存在するのではなく、ある現象や出来事に基づいてある能力が発揮されたのであろうと、あるいは、ある能力が保有されていたためにある現象が生じたのである、と推察するのである。

一方で、早くにして子どもが箸を使えると「頭のいい子」と呼んだり、算数の問題が解けることで「算数が得意だ」と認識したりするようになる。つまり、いったん能力判定がなされると、それはある人を表象するための情報として張り付いてくる。この能力にかかわる情報を知った他者は、事実とは無関係にその情報を受け止める。

表1 スキル情報の不安定さによる諸問題

- |                           |
|---------------------------|
| (1) 評価情報を育成に生かせない         |
| (2) 個人の成長を把握出来ない          |
| (3) 個人の成長情報を把握出来ない        |
| (4) キャリアパスが描けない           |
| (5) 個人の能力状態を把握出来ない        |
| (6) 業務に関連の無い評価がはびこっている    |
| (7) 業績評価と能力評価の混同          |
| (8) 評価バイアスの発生             |
| (9) 組織的な人的資源の過不足状態を把握出来ない |
| (10) 経営戦略と人材戦略と連携が出来ない    |

平田らにより[平田2004]に加筆修正

能力の経験的推察と、あいまいであるが宣言的な表象といった情報の性質とそのズレが、人的資源管理上とくに能力管理やスキルマネジメントにおける種々問題の源となっているのである。具体的には、表1に示す。

これらの問題に対処するための課題は、共通となる定義や語彙等によって共通理解を促進させることと、情報モデルやシステムインターフェースの共通化によるデータの処理と交換における相互運用性を実現させることが

1 ここでの能力は、組織行動論でのKSAOs、国際技術標準化でのCompetency等、知識、スキル、知能、パーソナリティ及び態度を含めた広義である。

鍵となる。組込みソフトウェア産業のようなグローバルレベルでのサプライチェーン体制になっている場合には、国際レベルでの標準化が必要とされているのである。また、これらの標準化に関する活動が基盤となり、人材にかかわる様々な情報を作り出すことが出来、採用、配置、育成、活用、評価及び、調達等における人材やスキル状態を可視化出来るようになる。

## 2 スキルマネジメントに関する標準化の類型

能力（以下、スキル）マネジメントにかかわる標準化は、前述した課題に対応するように、大きくは共通理解の促進のための内容の標準化と、情報の相互運用性のための情報通信技術の標準化に分けられる[平田2007]。

### 2.1 内容の標準化

内容の標準化の目的は、対象概念について人と人との間での共通的な理解と、その対象概念の利用と普及を促すことである。内容の標準化は、スキルやスキルにかかわるものの対象概念の説明や定義、及びその記述方法に関するもので、原理原則や構成要素、説明、属性、プロセス、方法、基準等を記述することと、当該スキルと関連する重要なことがらとの関係性を記述する。基本的には自然言語や図表、計算式、及びその組み合わせによって表現される。

標準化の主な対象は、大きく5つに分けられる（図1）、また、実用に向けたガイドライン等も標準化の1つである。

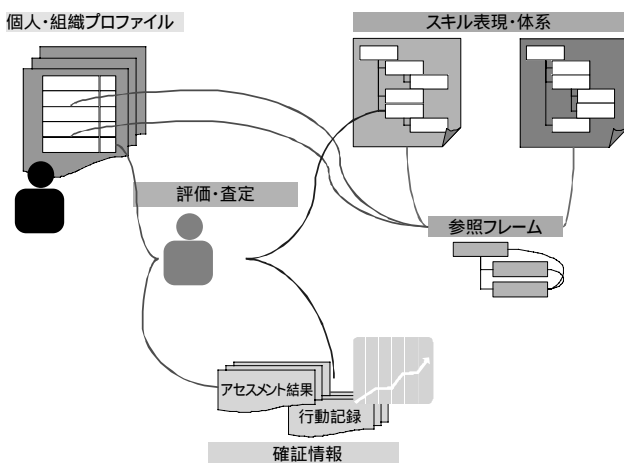


図1 スキルマネジメントにおける内容の標準化の対象

#### (1) 標準化の主な対象

スキルの表現と体系（Skill & Structure）

例えば、国内では経済産業省・IPA（情報処理推進機

構）による組込みスキル標準（ETSS）[IPA/SEC2007][IPA/SEC2008]やITスキル標準（ITSS）[IPA IT2008]が代表的なものであり、海外ではSFIA[SFIA2005]やO\*NET[ONET]、LSDA[LSDA]等国別・領域別に多数のものがある。これらの記述体系は、能力（スキルや知識を含む）中心に捉えたもの、職業中心に捉えたもの、そして能力と職業との関連で捉えたものなどに大別される。

多くのスキル体系が、上記のいずれか1つの観点から捉えたものに対して、ETSSでは職業中心で捉えたキャリア基準と能力中心で捉えたスキル基準とがあり、また、これらの関係についても定義しており、スキルの多面性を表現している。

能力（スキル等）中心によるものは、知識を説明したもの、具体的な行動を想定したスキルを説明したもの、問題解決を中心とした抽象度の高い「コンピテンシー」として説明したもの、そしてこれらを組み合わせたもの等がある。実践性を高めるには、単に知識だけや、抽象度の高いコンピテンシーだけではなく、複数の要素を取り入れることが効果的である。ETSSは抽象的なコンピテンシーを除く多くの能力的要素を取り入れた定義となっている。このように多面的に捉えているETSSのスキルの内容を定義・表現する構造は、現存の海外のスキル体系と比較しても工夫されたものと言える。

個人・組織プロフィール（Profile Record and Format）

個人や組織の記録として管理されるプロフィールに関するものである。個人について言えば、学校での通知表や企業での個々人の人事考課票等が該当例である。

通常、スキル体系に基づく個人記録票だけでは、実務との接点が見出しづらく、利用しにくいいため、職務との連携したプロフィールが重要となる。ETSSでは、キャリア基準とスキル基準との連携がなされていることや、また実践の利用においてもこれらを組み合わせながら、個人のスキル記録書としても用いることが出来ることが示されている点は興味深い。

スキルの確証情報（Evidence Asset Information）

証拠情報には、テスト結果や学習成績、個別の問いに関する採点結果、行動観察記録の情報、個々の業績情報等がある。事実に基づいてコード化された記録は、スキルの内容を実質的に保証すると共に、評価バイアスを防ぐ意味でも標準化が望まれる。

評価・査定の方法と基準（Assessment Method & Metric）

基本的には能力概念は測定可能であることが必須であ

る。測定方法が異なれば、一般には異なる能力を測定するということになるためである。

スキルの参照フレームワーク (Reference Framework)

スキル体系は単独で存在し、単独で利用するというよりも、むしろ、複数のスキル体系を参照したり、統合したりしながら用いることが多い。複数のスキル体系を用いていない場合であったとしても、仮にスキル基準を各企業で修正、拡張し利用することによって、既に2つのスキル体系を利用しているということになる。

従って、複数のスキル体系間の情報を相互参照可能にするため、異なる様式や形式及び体系の構造的な違いを明らかにする必要がある。特定の国や地域で特定の産業におけるスキル体系として、限定的に用いている分には必要ないが、国をまたがって用いたり、業界横断的に用いたりする場合には重要となってくる。例えば、CWA 15515 : European ICT Skills Meta-Framework [CEN/ISSS2006]やETSSメタモデル等である[平田2008]。

## (2) 標準化のサブセット

スキル体系やスキル基準は、内容そのものがある程度共通性を持たせるために、汎用性の高いレベルで定義せざるを得ない。各学校や企業、試験機関等で、実践で利用するには、領域の事情や状況に応じたカスタマイズ対応が求められる。内容の取捨選択や、一部の変更が生じることになる。この個別・特殊化の過程で、スキル基準の体系の基本構造や重要な観点に影響を及ぼす変更が多くなると、スキル基準としての意義を損なう事態も発生しかねない。そのため、各機関で利用する際のガイドラインを合わせて準備することが求められる。

## 2.2 情報通信技術の標準化

情報通信技術の標準化は、異なるデバイスやプラットフォーム、アプリケーション間で相互運用性の確保を目的として、共通のデータ構造やシステムインターフェース、データ交換規約(プロトコル)を設けることである。スキルに関連する情報通信技術の標準化では、システム上で取り扱う各種のデータのデータ形式やメタデータ形式、スキルマネジメントやアセスメントのオペレーションでの取り決め(インターフェース等)を定めることになる。

標準化の対象となるターゲットは、リレーショナルデータベースやオブジェクト指向でのデータセットとして格納するための、データ規格に関するものと、システムとしてスキルに関連するオペレーションの実行に関する

ものと大きく分けられる(図2の中央部から下)。図では、概念レベルから物理レベルとして主に3つの階層で示している。

第1階層の「ハーモナイズモデル」(harmonization model)は、概念レベルのもので、情報通信技術とは直接的には関係しない。以降では第2、第3階層でのデータ関連規格とオペレーション関連規格について概説する。

1. harmonization model: 共通理解のための記述説明と記述形式	
a. description model : 対象内容の共通の記述説明	
b. meta framework : 異なるモデルの記述形式の説明	
情報通信技術標準との境界	
2. informational model: システム設計・システム連携のための準拠情報	
data side	operation side
a. meta model : データ表現形式 (構造や内容)の定義	a. architecture: システムの寄りどころとなる基本設計もしくは包括的設計指針
b. information model : データ表現の共通形式	b. conceptual reference model: オブジェクト指向でのシステム間でのデータ交換上の表現形式
	c. system interface: 異なる機能や異なるタイプのシステム間でのデータ交換のための規約
3. physical model: データ実装・データ交換のための規約	
data model: XSD、RDF等のデータのバインディングに関する規約	transaction protocol: SQL、OWL等のデータ交換上の規約

図2 情報通信技術標準化のタイプ

## (1) データ関連規格の標準化

データ関連規格に関する標準化では、第2、第3階層での情報モデルと物理モデルの規格がターゲットとなる。また、第2階層では3つのサブ階層と、3つのタイプに区別される(図2の中央左)。図内では階層の表示に留めている。詳細は Hirata & Brownを参照されたい [HIRATA2008]。

情報モデル (Information Model)

第2階層では、まず2つ目のサブ階層の「b.情報モデル」が中心的な規格として位置付けられる。対象データの情報フォームであり、実際に取り扱うスキルデータに関するメタレベルの情報を提供する。学習・教育技術領域(以下、e-Learning)ではIEEE: LOMのようなMLR (Metadata for Learning Resources)と同様のものであり、スキル情報の個人記録プロファイルではIMSのLIP (Learner Information Package)等が該当する。

スキルに直接的に関連するものとしては、スキルの基本的定義のための要素を指定しているHR-XML: Competencies [HR-XMLCOMPETENCIES2003]がこれに当たる。また、HR-XML: Competenciesと一部内容が重なるが、とくにデータを各アプリケーションやデータベースで取り扱うための基本データ形式に焦点を当てている、IEEE: RDC (Reusable Definition for Competency) [IEEE]がある。



しかし、これらを駆使することでスキルの内容をデータとして記述することが出来るものの、具体的な記述の要素や方法を設定しておらず、データ連携に着目しているため、スキルマネジメントを実践的に行うまでの規格としては成熟していない。情報モデルについては、今後下記で述べるメタモデルでの検討を取り入れ、上記の標準規格に拡張として組み込んでいくことになるであろう。

#### メタモデル (Meta Model)

「a.メタモデル」は、スキルの実質的内容を構成するアーキテクチャである。スキル定義のコア概念とそれらの概念間の関係を定義したもので、スキルのオントロジーである。内容指向によるスキルのデータの設計やデータの関係定義の基礎的・辞書的情報を提供する。

現在では、スキルの基本となる「人 (actor)」「活動 (activity)」「結果 (outcome)」の関係に基づくモデルが、まだ検討中ではあるが、ISO/IEC TR 24763 CRM Competency[ISO/IEC]において示されている。あるいは、WHO (世界保健機構) による ICF (International Classification of Functioning, Disability and Health)「機能 (function)」「活動 (activity)」を中心としたモデル[WHO]、SkillsNET社のSkillObjectモデル、平田らによるコンピテンシーチェーンモデル[平田2001]等がある。

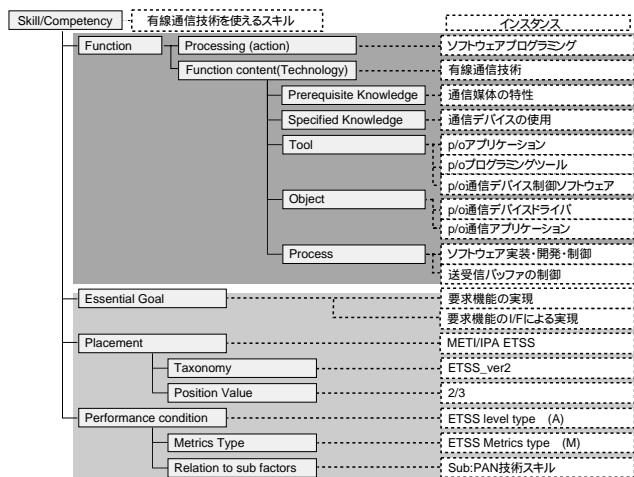


図3 メタモデルに基づくETSSインスタンス

また、IPAでは早くからメタモデルの重要性を認識しており、国際的にも進んだETSSメタモデルの策定してきた[平田2008][平田IPA2007]。そこでは、「基本機能 (action)」「前提知識」「固有知識」「ツール」「対象」「プロセス」等を主要素としたモデルとして提案し、国際的に注目を得ている (図3)。

#### データモデル (Data Model)

「b.情報モデル」では記述内容や項目を共通化出来るが、データ実装までは包含していない。第3階層のデー

タモデルは、データタイプやストリング、データ長、カーディナリティ等データ形式を定義するものである。

具体的な例としては、RDFやXMLへのバインディング等で、スキルの領域においては、先に挙げたHR-XML:Competenciesの中で示されている。

しかし、情報モデルにおいても述べたが、今後、スキルとして取り扱う情報が増えるに従って、継続的にデータモデルについても検討を続けていなければならない。なお、ETSSに対応したデータモデルの策定については、特定非営利活動法人日本人材データ標準化協会で作業が進められている。

## (2) オペレーション関連規格の標準化

### サービスインターフェース (Service Interface)

オペレーション関連規格に関する標準化では、第2階層は、まず「c.システムのサービスインターフェース」が中核となる。システム間での逐次的なデータの流れを明示したものや、詳細化したものでは具体的なメソッドを記載し、システム間でのデータ処理を行うための入出力の形式を設定するものである。オブジェクト指向でのデータ設計で用いられる。

スキルに関連したものとしては、履歴書データのデータ交換に着目したHR-XML:SIDES (Staffing Industry Data Exchange Standards) [HR-XML2007]、アセスメントオペレーションにおけるデータ交換に関する規約であるHR-XML:Assessment[HR-XMLASSESSMENTS2003]等がある。

今後は、スキルマネジメントに直接的に関連するインターフェースへの注目が集まってくるであろう。現在、国際的業界標準化団体の1つであるOMG (Object Management Group) において、ETSSを題材にした検討が進められている。

### アーキテクチャ (Architecture)

「a.アーキテクチャ」は対象業務の全体の仕組みを示すもので、システムの寄りどころとなる基本設計もしくは包括的設計指針であり、各オペレーションの特徴を明確に示している。スキルのアーキテクチャとしては、研究的な観点から幾つか提案がなされているが、スキルマネジメントオペレーションにおいては、既存のシステムを中心に設計されており、包括的には「C-March : Skill-Competency Management Architecture」[HIRATA2008]がある。

### 概念参照モデル (Conceptual Reference Model)

「b.概念参照モデル」は上記アーキテクチャの一部であるが、より具体的なオペレーションの定義をするもの

である。エンティティを抜き出し、エンティティ間の関係を明示し、システム全体の振る舞いについて共通理解を促進させる。アーキテクチャとサービスインターフェースとのつながりをもたらすものである。

スキルの領域では、先にも紹介したISO/IEC TR 24763 CRM Competency[ISO/IEC]がある。

交換プロトコル ( Transaction Protocol )

第3階層は、具体的なオペレーションにおけるデータ交換を定義したもので、ある条件下や情報が入力されたときに、値の読み替えや、再計算、再割当等をして出力する処理内容を保有しているデータ規格や、ランタイム下でシステムとのデータ交換方式等を定義するものである。e-Learningにおいては、SCORM規格 ( Sharable Content Object Reference Model ) におけるランタイム環境 ( Run Time Environment ) 規格等が該当する。

スキルマネジメント領域では、今後スキルマネジメントでオペレーション、情報の流れや構造化等が明らかになってくるに従って、取り組みも盛んになってくるものと思われる。

### 3 国際レベルでの標準化とETSS

以上スキルマネジメントに関する標準化の現状について、とくに国際レベルの標準規格ということに限定せず、各国や各地域あるいは各業界別の標準化活動について、今後の方向も含めて全体像を示してきた。これらの標準化の多くは個別に進められており、包括的そして必ずしも国際レベルで歩調を合わせて行われているものばかりではない。また、すべての対象の標準化が完了しているわけではない。既存の標準規格でさえ、今後一層の検討が求められるものばかりである。つまり、スキル情報の本格的な流通及び相互運用性、また、スキルマネジメントシステムの技術的確立に向けた標準化の対象となる領域は数多く課題が残されており、また、国際レベルでの協調的な活動が期待される場所である。そこで、本章ではスキルマネジメントに関する国際レベルでの標準化の中心となる対象について述べていく。

現在、英国の規格協会であるBSIのTen Competency規格や、ドイツの規格協会であるDINのPAS 1093 : Competency Modeling規格、そして欧州の標準化協会であるCENでは、CEN 15455 : Learner Competency規格等、様々な標準規格が策定されている。そうした中、IEEE LTSCで進められている活動の1つとしてCompetency Mapプロジェクトがあるが、ここでは、スキル情報の上下関

係等、構造に関する情報モデルの検討を行っており、注目される。

ETSSも含めて上記の標準規格の共通点は、スキル情報と職務情報との連携を考慮していることである。人の能力は文脈から離れたところで測定することはあまり多くはない。また、スキル能力そのものを100%正確に把握することは不可能であり、ブラックボックスの部分が残されるものである。そのため、スキル能力の定義や評価においては、タスクや職務が成し遂げられたかどうかという観点をもって定義、評価せざるを得ないのである。従って、スキル情報は、職務やタスクの情報との連携が不可欠になる。これらを共通的に扱うには、職務との連携を含めた構造に関する情報モデルに着目する必要がある。

これに関するプロジェクトとして、OMGのSkills Management プロジェクトがある。ここではETSSの利用及び検証に基づいて、スキル情報構造に関する標準化を進めている。スキル情報構造は、心理学的な視点でのスキル情報だけではなく、職務やタスクとの関連あるいは役割との関連で構造的に定義されることが多い。ETSSの構造がスキル単体での情報及びキャリア情報との連携、更にはスキル単体であってもその定義方法が多様であるため、OMGではETSSを題材とする標準化が進めやすいものと考えている。

次に、2.2 で取り上げたメタモデルに関する標準化について述べる。この標準化はメタなレベルであり、また、もともと複数の異なる情報を連携して、参照し合えることを目指したものであるため、国際レベルの標準化対象として検討されるべきものである。表2で示すように、スキルの内容情報にまで踏み込んで定義を試みているものは日本のETSSだけであり、この意味で国際レベルでの標準化に向けて日本が先導していくことが期待出来る。具

表2 スキルの内容情報の定義に用いている要素の比較

Country / Model	Semantic Information
UK TenCompetencies	Standardized Core Metadata Set
Germany PAS 1093 Competency Modeling for HRD	* Domain; Dimension * level * Sub Competency * Knowledge Competency type
Canada NOC (National Occupational Classification )	Skill title Skill title type Skill description Skill description type
Japan ETSS	Standardized Core Metadata Set * Action * Target Object * Prerequisite Knowledge * Specific Knowledge * Tool and Method * Process Objectives Placement (Skill Organization) * Context - Level

体的には、ISO/IECの Skill-Competency Semantic Informationプロジェクトでは、スキルのメタモデルの標準化の可能性について、筆者が主査となりETSSを中心的な事例としながら検討を進めている。

最後に、2.2 で取り上げたサービスインターフェースに関する標準化について述べる。多様なタイプのスキル情報を、多様なスキルマネジメントシステム間において相互運用出来るようにするには、サービスインターフェースが定まっていなければならない。サービスインターフェースを定めておかないと、特定のプラットフォーム依存や特定のアプリケーションに依存することとなり、標準化のメリットは極めて低くなるからである。そのため、サービスインターフェースについては、国際レベルでの共通化が現実問題として求められる。現状では、アセスメントプロセスにおけるスキル情報の交換、レベル情報とスキル情報の連携、教育情報とスキル情報との連携等が個別に検討されているが、これらは国際レベルで包括的に検討しなければならない。

レベル情報とスキル情報の連携について標準化が進むことによって、従来スキルマネジメントが単にスキル情報の提供や登録、教育記録を静的な状態で管理することにとどまっていたものが、教育における適応的な個別学習プログラムの提供や、キャリアをまたがったの評価にかかわる情報の共有等が可能なものになる。ETSSではレベル概念を、スキルとキャリアで分けており、異なる観点からレベル分解している。ここでのレベル情報の利用について、標準化が進めば、国際的にも着目されるであろう。また、評価・査定（アセスメント）によって生成される確証情報や学習教材との連携におけるオペレーションも重要である。各国の標準規格は、基本的には教育へ結びつけることを主眼に、スキルマネジメントに関する規格として検討されている。スキルの標準化では、人材育成に適用していくことで、実質的に標準化が進展していくことになる。既に国内外ではETSS情報を実装した様々なシステムが稼働していることから、ETSSにかかわる各種のオペレーション事例を蓄積していくことで、国際レベルでの貢献が期待されている。

## 4 標準化を進める上での留意点

標準化することは、古くあるいは広く普及したものを対象とするというニュアンスや、製品開発やサービスにおいて制約をかけるものであるというニュアンスを思い描く人も多いのではないだろうか？ しかし、近年の標

準化は、市場の好ましい発展のために先端技術開発の1つとして位置付けられているものである。そして、内容の標準化を終えると同時に、その情報を即座に利用し幅広く普及するために情報通信技術領域での標準化を進めいくことが必要となってくる。それをしなければ、国際レベルでのイニシアチブをとることは難しく、他国のプラットフォームやビジネスモデルに合わせざるを得なくなり、コア技術に携わることが出来ないという結果に陥りやすい。

ETSSを含めて、日本国内のスキル標準の利活用を国際レベルで検討するには、こうした標準化活動と歩調を合わせると共に、プロジェクトにおいて主体的に研究し、国際標準化活動も含め、国際的レベルで情報発信及び提案をしていくことが何よりも肝要である。ETSSにおける産学官との連携した包括的な各種の取り組みは、スキルマネジメントにおいて国際レベルでイニシアチブをとっていくことの出来る絶好の機会である。

### 参考文献

- [ADL] ADL : SCORM 2004 3rd Edition Sample Run-Time Environment Version 1.0.2 , 2004
- [CEN/ISSS2006] CEN/ISSS : CWA 15515 ; European ICT Skills Meta-Framework , CEN/ISSS ICT-WS , 2006
- [HIRATA2008] Hirata, K. & Brown, M. : Skill-Competency Management Architecture , Proceedings for International Conference for Computer in Education 2008 , 2008
- [HR-XML2007] HR-XML Consortium : Staffing Industry Data Exchange Standards (SIDES) Recommendation, 2007 April, HR-XML Consortium , 2007
- [HR-XMLASSESSMENTS2003] HR-XML Consortium : HR-XML ; Assessments ver1.0 Recommendation , HR-XML Consortium , 2003
- [HR-XMLCOMPETENCIES2003] HR-XML : HR-XML Competencies ver1.1.1, Recommendation , HR-XML Consortium , 2003
- [IEEE] IEEE : Data Model for Reusable Competency Definitions, Draft ver.5 , IEEE LTSC , 2007
- [IPA IT2008] IPA/SEC : ITスキル標準V3 2008年版 , 2008
- [IPA/SEC2007] IPA/SEC : 組込みスキル標準 スキル基準ver1.2 , 2007
- [IPA/SEC2008] IPA/SEC : 組込みスキル標準 キャリア基準ver1.2 , 2008
- [ISO/IEC] ISO/IEC PDTR 23673 : Information Technology for Learning, Education and Training Conceptual Reference Model for Competencies and Related Objects ( under discussion )
- [LSDA] <http://www.lsd.org.uk/>
- [ONET] <http://online.onetcenter.org/>
- [SFIA2005] SFIA Foundation : Skill Framework for the Information Age, ver.3. SFIA Foundation , 2005
- [WHO] <http://www.who.int/classifications/>
- [平田2001] 平田謙次, 池田満, 溝口 理一郎 : 人的資源開発におけるコンピテンシー・オントロジーに基づく設計支援アプローチ, 教育システム情報学会誌, Vol.18 ( 3,4 ), p340-351 , 2001
- [平田2004] 平田謙次, 瀬田和久, 池田満 : 職務能力におけるレベル概念の属性-ITスキル標準を例にして, 経営情報学会大会発表論文集, 2004
- [平田2007] 平田謙次 : スキル・コンピテンシー情報の標準化におけるモデリング, 教育システム情報学会大会発表論文集, 2007
- [平田2008] 平田謙次, 齋藤光治 : ETSS国際標準モデル化に向けた研究 調査報告書, IPA , 2008
- [平田IPA2007] 平田謙次, 瀬田和久 : 組込みスキル標準の国際標準モデルの研究 調査報告書, IPA・三菱総合研究所, 2007



# ETSSの 今後の取り組み

SEC組込み系プロジェクトリーダー  
門田 浩



2005年に概念を公開したETSSは、はや5年目を迎えた。当初、「ETSS自身がフレームワークである」ということがなかなか理解されず、誰がどのように実装すべきかへの対応、また既存のスキル標準との関係整理等にも多くの時間を費やした。結果として、フレームワークとしてのETSS自身は大きく変わることなく、2008年に経済産業省から公開された「共通キャリア・スキルフレームワーク」との関係を整理した「組込みスキル標準 ETSS概説書〔2009年度版〕」(11月発刊予定)で最終版とするに至った。

この間の最大の取り組みは今号の各記事が示すように、先進的企業、団体における実証実験の支援であり、それによって実装、運用における手順、ノウハウを蓄積することであった。具体的には、これまでの実証実験を通じ、現場への導入手順、スキル基準の作成、同診断、フィードバック、それらに基づく教育プログラムの策定、キャリア形成等と多岐にわたる知見を得ることが出来た。更には、企業の競争力強化の観点から、スキル醸成を目的とした人材投資の重要性、すなわち人材ではなく人財の概念をETSSで裏付ける可能性を見出した。

以上より得た結論であり、かつ新たな課題は、現場への一層の普及を可能にする仕組み構築とその展開、すなわち実証実験等で得た知見ノウハウを、形式知として展開するだけでなく、実行可能なスキルを持つ人材を制度的に育成し展開することである。

しかし、単に知識をばら撒くだけでは、具体的な能力を持つ人材の育成を担保するものではなく、何らかの評価基準を設けて一定の能力を見極めることが必須となる。我々は、そのために「導入推進者制度」を構築中であり、

2009年中にはISOに準拠した認証認定のスキームに則り、教育、評価、認定、認証の制度を確立し、2010年から本格的に運用することを目指している。また、導入推進者制度は、認証、認定そして標準そのものの維持等の業務はIPAに残し、制度に則った教育・研修、認定試験等を民間に委ねる構想を持っている。

一方、実効的な制度として定着するためには、知識、応用ノウハウの書籍化だけでは不十分であり、知識を集約したツールの提供が非常に有効である。しかもスキル診断支援といった単純なスキルの可視化支援ツールではなく、人材育成のPDCAを回すスキルマネジメントの観点での利活用を目的とし、データ収集、様々な観点での評価・分析、結果の教育カリキュラムへの反映等、これら機能を網羅、統合した支援環境の提供が必須と考えている。我々は2009年以降、3年ほどの間に、それらのツールや利用環境を整備する予定である。

最後に、SEC本来の目的に戻り本活動を省みると、我が国の産業力強化への貢献がETSSに限らず我々の活動の使命である。企業規模の大小にかかわらずグローバル化が進行する現状から、企業におけるSEC成果の海外展開支援は必須であり、また、海外で既に普及している各種標準等との整合性も考慮しなければならない。その環境の下で我が国から発信する国際標準を持つことの意義については多言を要さない。ETSSは、他に類を見ないスキル分析のフレームワークである。ETSSそのものの国際標準化を目指し、民間ではObject Management Group(OMG)そしてISOにおける標準化活動を進めることをお約束し、本稿を閉じることにする。

## 出版物紹介



組込みスキル標準  
ETSS概説書 [2008年度版]  
〔株式会社翔泳社〕



組込みソフトウェア開発における  
品質向上の勧め[ユーザビリティ編]  
〔株式会社翔泳社〕



組込みソフトウェア開発における  
品質向上の勧め[設計モデリング編]  
〔アイティメディア株式会社〕



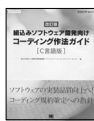
組込みシステムの安全性向上の勧め  
(機能安全編)  
〔株式会社オーム社〕



【改訂版】組込みソフトウェア向け  
開発プロセスガイド ESPR Ver.2.0  
〔株式会社翔泳社〕



組込みソフトウェア向け  
プロジェクトマネジメントガイド[計画書編]  
ESMR Ver.1.1〔株式会社翔泳社〕



【改訂版】組込みソフトウェア開発向け  
コーディング作法ガイド[C言語版]  
ESCR Ver.1.1〔株式会社翔泳社〕



組込みスキル標準  
ETSS導入推進者向けガイド  
〔株式会社毎日コミュニケーションズ〕



組込みソフトウェア開発向け  
品質作り込みガイド ESQR Ver.1.0  
〔株式会社翔泳社〕



組込みスキル標準  
ETSS教育プログラム デザインガイド  
〔株式会社翔泳社〕



経営者が参画する要求品質の確保  
~超上流から攻めるIT化の動とどろ~ 第2版  
〔株式会社オーム社〕



共通フレーム2007  
~経営者、業務部門が参画する  
システム開発および取引のために~  
〔株式会社オーム社〕



ソフトウェア開発見積りガイドブック  
~ITユーザとベンダにおける  
定量的見積りの実現~  
〔株式会社オーム社〕



ソフトウェア改良開発見積りガイドブック  
~既存システムがある場合の開発~  
〔株式会社オーム社〕



ソフトウェアテスト見積りガイドブック  
~品質要件に応じた見積りとは~  
〔株式会社オーム社〕



ソフトウェア開発データ白書2008  
~IT企業2056プロジェクト  
定量データが語る開発の実態と傾向~  
〔株式会社日経BP〕



定量的品質予測のススメ  
~ITシステム開発における品質予測の  
実践的アプローチ~  
〔株式会社オーム社〕



ITプロジェクトの「見える化」  
~上流工程編~  
〔株式会社日経BP〕



ITプロジェクトの「見える化」  
~中流工程編~  
〔株式会社日経BP〕



ITプロジェクトの「見える化」  
~下流工程編~  
〔株式会社日経BP〕



ITプロジェクトの「見える化」  
~総集編~  
〔株式会社日経BP〕



ソフトウェアエンジニアリングの実践  
~先進ソフトウェア開発プロジェクト  
の記録~  
〔株式会社翔泳社〕



プロセス改善ナビゲーションガイド  
~なぜなに編~  
〔株式会社オーム社〕



プロセス改善ナビゲーションガイド  
~プロセス診断活用編~  
〔株式会社オーム社〕



プロセス改善ナビゲーションガイド  
~ベストプラクティス編~  
〔株式会社オーム社〕



プロセス改善ナビゲーションガイド  
~虎の巻編~  
改善ゴールに一步近づぐために  
〔株式会社オーム社〕

## ツール紹介



EPMツール  
<http://sec.ipa.go.jp/tool/epm.html>



定量データに基づく  
プロジェクト診断支援ツール  
[https://sec.ipa.go.jp/  
project\\_assessment/  
TopMenu.do](https://sec.ipa.go.jp/project_assessment/TopMenu.do)

### 編集後記

今回、企業から5件、団体から3件、ETSSの導入事例を寄稿していただきました。

企業へのETSS導入が随分と進んできたことを改めて感じると共に、各企業、団体による独自の工夫、日々の改善の努力を知ることが出来ました。

座談会では、企業の事業計画策定等にETSSが有効活用されている具体例としてトヨタ自動車様のスキル分布図を、興味深く拝見しました。今号がETSS導入をお考えの方への良き資料となれば幸いです。

## SEC journal® 別冊ETSS特集号

©独立行政法人 情報処理推進機構 2009

編集兼発行人

〒113-6591 東京都文京区本駒込2-28-8

文京グリーンコート センターオフィス16階

独立行政法人 情報処理推進機構

ソフトウェア・エンジニアリング・センター 所長 松田 晃一

Tel.03-5978-7543 Fax.03-5978-7517

<http://sec.ipa.go.jp/>

編集・制作

〒101-8460 東京都千代田区神田錦町3-1

株式会社オーム社 Tel 03-3233-0641

SEC journal® 別冊  
ETSS特集号編集委員会

編集委員長 田中 秀明

監 修 大原 茂之

田丸 喜一郎

門田 浩

編集委員 室 修治

関口 正

渡辺 登

小林 直子

本誌は「著作権法」によって、著作権等の権利が保護されている著作物です。  
本誌に掲載されている会社名・製品名は、一般に各社の商標または登録商標です。

お知らせ

# SEC journal 論文募集

IPA（独立行政法人 情報処理推進機構）  
ソフトウェア・エンジニアリング・センターでは、  
下記の内容で論文を募集します。

応募様式は、下記のURLをご覧ください。  
<http://sec.ipa.go.jp/secjournal/papers.html>

## 論文テーマ

ソフトウェア開発現場のソフトウェア・エンジニアリングをメインテーマとした実証論文

開発現場への適用を目的とした手法・技法の詳細化・具体化などの実用化研究の成果に関する論文

開発現場での手法・技法・ツールなどの様々な実践経験とそれに基づく分析・考察、それから得られる知見に関する論文

開発経験とそれに基づく現場実態の調査・分析に基づく解決すべき課題の整理と解決に向けたアプローチの提案に関する論文

## 論文の評価基準

- 実用性(実フィールドでの実用性)
- 可読性(記述の読みやすさ)
- 有効性(適用した際の効果)
- 信頼性(実データに基づく評価・考察の適切さ)
- 利用性(適用技術が一般化されており参考になるか)
- 募集テーマとの関係

## 応募要項

### 投稿締切り

年4回、3ヵ月毎に締切り、締切り後に到着した論文は自動的に次号審査に繰り越されます。  
(応募締切:1月・4月・7月・11月各月末日)  
締切り後、査読結果は1ヶ月後に通知  
詳細スケジュールについては、投稿者に別途ご連絡いたします。

### 提出先

独立行政法人 情報処理推進機構 ソフトウェア・エンジニアリング・センター内 SEC journal事務局  
eメール:sec-ronbun@ipa.go.jp

### その他

論文の著作権は著者に帰属しますが、採択された論文については SEC journalへの採録、ホームページへの格納と再配布、論文審査会での資料配布における実施権を許諾いたします。  
提出いただいた論文は返却いたしません。

## 論文賞

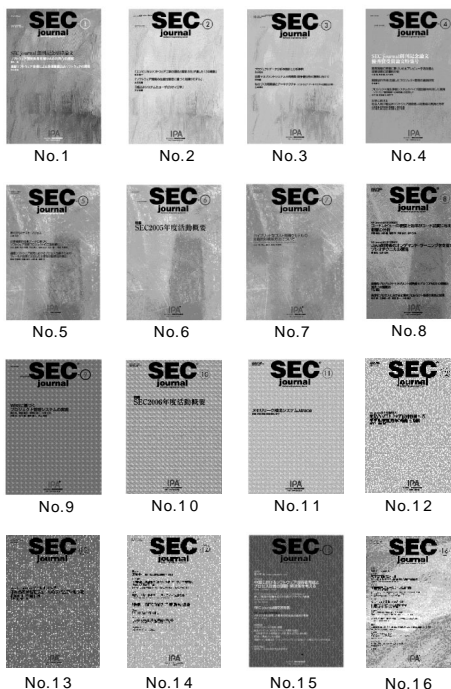
SEC journalでは、毎年SEC journal論文賞を発表しております(前回は2008年10月28日SECコンファレンス)。受賞対象は、SEC journal掲載論文他投稿をいただいた論文です(論文賞は最優秀賞、優秀賞、SEC所長賞となり、それぞれ副賞賞金100万円、50万円、20万円)。

## 論文分野

品質向上・高品質化技術  
レビュー・インスペクション手法  
コーディング作法  
テスト/検証技術  
要求獲得・分析技術、ユーザビリティ技術  
見積り手法、モデリング手法  
定量化・エンピリカル手法  
開発プロセス技術  
プロジェクト・マネジメント技術  
設計手法・設計言語  
支援ツール・開発環境  
技術者スキル標準  
キャリア開発  
技術者教育、人材育成

## SEC journalバックナンバーのご案内

詳しくは<http://sec.ipa.go.jp/secjournal>をご覧ください。



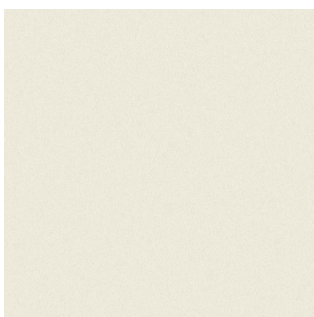


SEC journal 別冊ETSS特集号  
第5巻第2号(通巻17号)  
2009年4月30日発行 © 独立行政法人 情報処理推進機構

編集兼発行人

〒113-6591 東京都文京区本駒込2-28-8 文京グリーンコート センターオフィス16階  
独立行政法人 情報処理推進機構 ソフトウェア・エンジニアリング・センター  
所長 松田 晃一

Tel.03-5978-7543 Fax.03-5978-7517  
URL:<http://www.ipa.go.jp/>



IPA®

独立行政法人 情報処理推進機構

