

**新版**

# 組込みスキル標準 ETSS概説書

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 編著

## 本書の内容に関するお問い合わせについて

このたびは翔泳社の書籍をお買い上げいただき、誠にありがとうございます。弊社では、読者の皆様からのお問い合わせに適切に対応させていただくため、以下のガイドラインへのご協力をお願い致しております。下記項目をお読みいただき、手順に従ってお問い合わせください。

### ● お問い合わせの前に

弊社Webサイトの「正誤表」や「出版物Q&A」をご確認ください。これまでに判明した正誤や追加情報、過去のお問い合わせへの回答(FAQ)、的確なお問い合わせ方法などが掲載されています。

正誤表	<a href="http://www.seshop.com/book/errata/">http://www.seshop.com/book/errata/</a>
出版物Q&A	<a href="http://www.seshop.com/book/qa/">http://www.seshop.com/book/qa/</a>

### ● ご質問方法

弊社Webサイトの書籍専用質問フォーム(<http://www.seshop.com/book/qa/>)をご利用ください(お電話や電子メールによるお問い合わせについては、原則としてお受けしておりません)。

#### ※質問専用シートのお取り寄せについて

Webサイトにアクセスする手段をお持ちでない方は、ご氏名、ご送付先(ご住所/郵便番号/電話番号またはFAX番号/電子メールアドレス)および「質問専用シート送付希望」と明記のうえ、電子メール(qaform@shoeshop.com)、FAX、郵便(80円切手をご同封願います)のいずれかにて“編集部読者サポート係”までお申し込みください。お申し込みの手段によって、折り返し質問シートをお送りいたします。シートに必要事項を漏れなく記入し、“編集部読者サポート係”までFAXまたは郵便にてご返送ください。

### ● 回答について

回答は、ご質問いただいた手段によってご返事申し上げます。ご質問の内容によっては、回答に数日ないしはそれ以上の期間を要する場合があります。

### ● ご質問に際してのご注意

本書の対象を越えるもの、記述箇所を特定されないもの、また読者固有の環境に起因するご質問等にはお答えできませんので、予めご了承ください。

### ● 郵便物送付先およびFAX番号

送付先住所 〒160-0006 東京都新宿区舟町5  
FAX番号 03-5362-3818  
宛先(株)翔泳社 編集部読者サポート係

.....  
※本書に記載されたURL等は予告なく変更される場合があります。  
※本書の出版にあたっては正確な記述につとめました。著者や出版社などのいずれも、本書の内容に対してなんらかの保証をするものではなく、内容やサンプルに基づくいかなる運用結果に関してもいっさいの責任を負いません。  
※本書に記載されている会社名、製品名は、各社の登録商標または商標です。  
※本書ではTM、®、©は割愛させていただいております。  
.....

## はじめに

組込みソフトウェアは、産業向け機器をはじめ、自動車、携帯電話、家電製品など、我々を取り巻く多くの電機・電子機器に搭載され、その機能の中核を担っています。組込みソフトウェアは、国際競争力を持ち、情報化社会を支える重要なキー技術といえます。

「組込みスキル標準(Embedded Technology Skill Standards：以下、ETSSとする)」は、組込みソフトウェア開発力強化のために、「人材の育成」や、「人材の有効活用」のための指針となるように策定されています。

本概説書は、入門書として「組込みスキル標準(ETSS)」とはどのようなものであるかを、紹介するために作成しました。

第1部では、組込み技術を取り巻く状況を解説します。

第2部では、3つのブロック(スキル基準、キャリア基準、教育研修基準)ごとに、組込みスキル標準の構成や概要についての説明を行います。

第3部では、組込みスキル標準の利用イメージ例の提示や教育プログラムデザインガイドについて紹介します。

また付録としてスキル基準(Version 1.2)、キャリア基準(Version 1.2)、教育研修基準(Version 1.2)を掲載しています。

この概説書を通じて、少しでも組込みスキル標準の理解を深めていただければ幸いです。

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

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

2009年11月

## **[新版] 組込みスキル標準 ETSS 概説書の発行にあたって**

### **組込みスキル標準策定のあゆみ**

「組込みスキル標準 (ETSS)」策定の取組みは、2003年10月に、「組込みソフトウェア開発力強化推進委員会準備会」の設置からはじまりました。準備会における検討の結果、組込みソフトウェア開発におけるスキル標準の重要性と必要性が確認されました。

この準備会の検討結果を経て、2004年7月から、産学官の有識者で構成される「組込みソフトウェア開発力強化推進委員会」によって策定のための検討が継続され、2005年5月にETSSが発表されることとなりました。

翌年の2006年6月には、それまでドラフト版とされていたキャリア基準と教育研修基準が正式なバージョンとして発行され、ETSSを構成する3つの要素が揃いました。

最新のバージョンは、2008年10月に公開された「共通キャリア・スキルフレームワーク」(ETSSをめぐって：「共通キャリア・スキルフレームワークとETSSの関係」、10ページ参照)への対応までを含んだものとなっています。

### **組込みスキル標準 ETSS 概説書について**

ETSS 概説書は入門書として「組込みスキル標準 (ETSS)」とはどのようなものであるかを紹介するために作成されました。[2006年度版]、[2008年度版]と版を重ねてきましたが上述した組込みスキル標準の最新バージョンをうけ、この度[新版]として発刊いたします。

本概説書は「組込みスキル標準 (ETSS)」を解説したものとなっています。組込みソフトウェアを取り巻く課題や、スキルマネジメント活動においてETSSをどう使うか、どう実践するか、また実践した事例・効果等についてはそれぞれの目的に応じた書籍・媒体等でご紹介しております。詳しくは 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・センターのホームページをご覧ください。

『[新版]組込みスキル標準 ETSS 概説書』が、皆様の ETSS 理解と実践の助けとなれば幸いです。

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

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

2009年11月

# 目次

はじめに.....	iii
[新版] 組込みスキル標準 ETSS 概説書の発行にあたって.....	iv

## Part 1 組込み技術による産業構造変化とサプライチェーン 1

1.1 製品の中の組込み部品.....	2
1.2 組込み技術による産業構造の変化.....	4
ハード指向型チェーン.....	4
ハード&ソフト指向型チェーン.....	4
ソフト指向型チェーン.....	5
1.3 スキルチェーン.....	6
ETSSをめぐって ●●● 技術とスキル.....	8
ETSSをめぐって ●●● スキル項目の抽出.....	9
ETSSをめぐって ●●● 共通キャリア・スキルフレームワーク (CCSF) と ETSSの関係.....	10
ETSSをめぐって ●●● ETSSの基本としての日本の伝統的人材育成の考え方 「守・破・離」.....	12

## Part 2 ETSSとは 15

2.1 ETSSの全体像.....	16
ETSSの概要.....	16
2.2 スキル基準.....	18
スキル基準のフレームワーク.....	18
スキル基準の3つのカテゴリ.....	19
技術要素スキルカテゴリ.....	20
開発技術スキルカテゴリ.....	23
管理技術スキルカテゴリ.....	25
スキルの粒度.....	26
スキル項目・カテゴリの追加.....	27

スキルのレベル定義.....	27
スキルの測定.....	29
<b>2.3</b> キャリア基準.....	31
ETSSキャリア基準の概要.....	31
職種の責任.....	33
キャリアレベルの定義.....	35
キャリアパスの考え方.....	36
技術以外のスキルについて.....	38
スキル分布特性.....	40
職種に関する補足説明.....	49
キャリア基準を使った職種の定義.....	51
<b>2.4</b> 教育研修基準.....	56
教育研修基準とは.....	56
教育プログラムフレームワーク.....	56
キャリア基準と連携させた教育プログラム.....	59
科目について.....	61
科目の教育レベル.....	63
未経験者向け教育プログラム.....	64

## Part 3

### 組込みスキル標準 (ETSS) の活用

69

<b>3.1</b> 組込みスキル標準 (ETSS) 活用イメージ.....	70
マネージャ／プロジェクトリーダーにおける活用イメージ.....	70
経営者における活用イメージ.....	71
個人における活用イメージ.....	72
<b>3.2</b> 組込みスキル基準分析サンプル.....	74
スキル基準分析サンプルについて.....	74
携帯電話機開発のスキル分析サンプル.....	74
DVDレコーダ開発のスキル分析サンプル.....	79
<b>3.3</b> 教育プログラムデザイン.....	83
教育プログラムデザインガイドとは.....	83
教育プログラムデザインの工程.....	83
教育プログラムデザインガイドの使い方.....	85

## スキル基準 (Version 1.2) 87

I. 概要	88
1. スキル基準の概要	88
2. スキル基準の必要性	88
3. スキル基準で期待される効果	89
4. スキル基準では解決されない問題	90
II. スキルフレームワーク	91
1. 概要	91
2. スキルカテゴリの説明	92
3. スキルレベルの説明	93
III. スキル基準	95
1. 組込みソフトウェア開発に関するスキルカテゴリ	95
2. ETSSの記述範囲	97
3. 継続的な見直し	97
Appendix. 他の分野へのスキルフレームワーク展開	99
1. 組込み製品開発の特徴	99
2. ハードウェア開発への適用	99
3. 汎用コンピュータ用ソフトウェア開発への適用	101

## キャリア基準 (Version 1.2) 103

I. 概要	104
1. キャリア基準の概要	104
2. キャリア基準の必要性	104
3. キャリア基準の期待される効果	105
II. キャリアフレームワーク	107
1. 概要	107
2. 職種／専門分野とスキルの対応	109
3. 職種と責任の対応	112
III. キャリア基準	113
1. 職種／専門分野とキャリアレベル	113
2. 職種と責任の対応	114



3. 職種の説明 .....	115
<b>Appendix.</b> ドメインスペシャリストの定義例 .....	145
1. RTOS スペシャリスト .....	146
2. 画像処理スペシャリスト .....	148
3. プリンタスペシャリスト .....	150

## 付録 **3** 教育研修基準 (Version 1.2) 155

<b>I.</b> 概要 .....	156
1. 教育研修基準の概要 .....	156
2. 教育研修基準の必要性 .....	156
3. 教育研修基準の期待される効果 .....	158
<b>II.</b> 教育プログラムフレームワーク .....	160
1. 概要 .....	161
2. 構成要素 .....	162
3. ドキュメントフォーマット .....	170
<b>III.</b> 組込みシステム開発未経験者向け教育プログラム .....	182
1. 利用上の留意点 .....	182
2. 教育プログラム .....	183
<b>Appendix 1.</b> 改訂概要 .....	201
1. 教育カリキュラム (Draft) 版から教育研修基準 (Verison1.0) への改訂 .....	201
2. 教育研修基準 Verison1.0 から Verison1.1 への改訂 .....	202
3. 教育研修基準 Verison1.1 から Verison1.2 への改訂 .....	203
<b>Appendix 2.</b> ITスキル標準研修ロードマップとの相関 .....	204



# 組込み技術による 産業構造変化とサプライチェーン

Part1では、組込みスキル標準を策定するに至った背景や課題を解説するとともに、組込みスキル標準に関連した事項を紹介します。

1.1	製品の中の組込み部品	2
1.2	組込み技術による産業構造の変化	4
1.3	スキルチェーン	6

# 1.1

## 製品の中の組み込み部品

私たちの身のまわりにある多くの工業製品は、組み込み技術を用いて設計された部品を使用しています。たとえハードウェア部品に見えるものでも、その機能は部品内部の組み込みシステムによって実現されています。図1.1にプリンタの例を挙げます。

この図において示されているポリゴンミラーやレーザー発信器などは組み込みシステムを搭載した部品です。こうした部品はサプライヤとよばれる部品メーカーから供給されます。セットメーカーは、様々な部品をサプライヤから集めてプリンタを組み立てることになります。

どのような仕様の製品をマーケットに投入するかという判断はセットメーカーが行い、新たに投入する製品に必要な部品の仕様を各サプライヤに渡すことになります。サプライヤは要求された部品を設計・開発・製造して上位のサプライヤ、あるいはセットメーカーに供給することになります(図1.2)。マーケットに投入する製品の仕様策定から、部品供給という一連の流れをサプライチェーンといいます。サプライチェーンは、部品を供給するチェーンであるという見方をマーケットまでを含めた大きな視点から見ると、セットメーカーを含めた技術を提供するチェーンであるといえます。本書では、サプライチェーンと明確に区別するために、サプライヤからセットメーカーを含むチェーンを技術チェーンと呼ぶことにします。

規模の大きな技術チェーンは、オフショアなど海外の企業にも展開されています。このように世界規模で広がる技術チェーンにおいて、一企業だけがものづくりの力を強化するという考え方は成り立ちません。一企業という視野を超えて、グローバルに展開する技術チェーン全体としてのものづくりの力を強化するという観点に立つ必要があります。

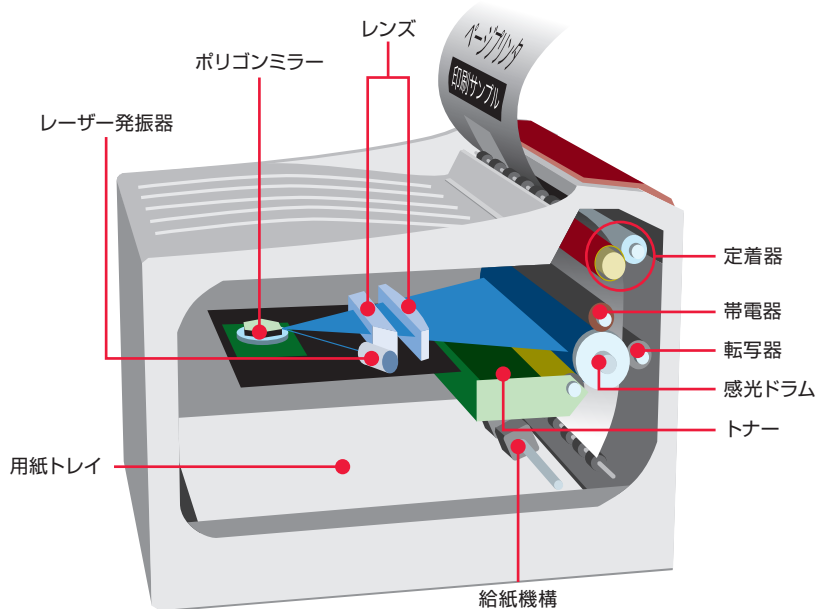


図1.1：プリンタも組込み技術を用いた多くの部品の集合

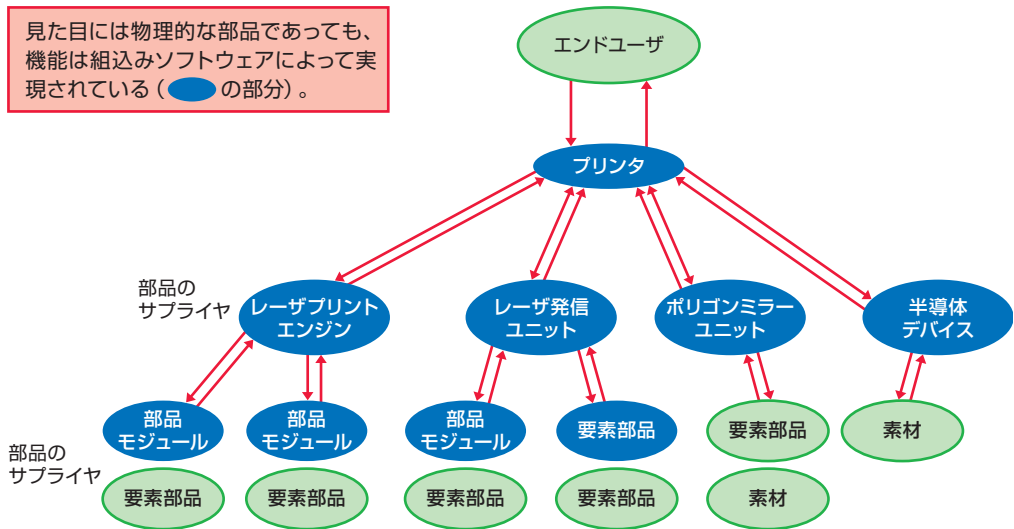


図1.2：プリンタに見るサプライヤと製品の関係

# 1.2

## 組込み技術による 産業構造の変化

図1.3はグローバルに展開する技術チェーンの構造の概要です。実は、組込み技術の出現によって産業構造が大きく影響を受けていると考えられます。

### ハード指向型チェーン

図1.3の中で外側の技術チェーンはハード指向型チェーンです。この技術チェーンは日本が得意とするハード部品の量産設計と製造をコアとする技術チェーンを指しています。製造時点における歩留まりを良くし、大量に生産する技術によって製品を低価格で提供することが日本の強みであるといえます。しかし、ハード部品が標準化されるに従い、この強みが削減されつつあることは否めません。

### ハード&ソフト指向型チェーン

ハード&ソフト指向型チェーンは、図1.3の内側のチェーンにあたります。部品に搭載される組込みシステムを構成する組込みソフトウェアは、研究開発チェーンで作成されます。ハード指向型の文化からみると、この研究開発チェーンにおいてマーケットへ投入する製品を作るというミッションはなく、したがって製品の品質という文化は未発達であると考えられます。しかし、組込みソフトウェアはこの研究開発チェーンにおいて完成させ、部品に組み込むことが求められます。したがって、ハード部品に要求されるのと同等の品質が研究開発チェーンの成果物である組込みソフトウェアに要求されることとなります。また、部品の機能の一部が組込みソフトウェアとして製造段階に送り込まれるため、量産設計チェーンおよび製造チェーンの一部の仕事が削減さ

れ、これまでのハード指向チェーンに比べて両方のチェーンの付加価値が低下するという構造的問題が発生します。これは、技術チェーンの革命ともいえる構造変化です。

## ソフト指向型チェーン

製品によっては、ハードウェアを変えずにソフトウェアによって機能を向上させることも可能です。この場合、量産設計から製品製造のチェーンをスキップして、組み込みソフトウェアをマーケット上の製品に直接送り込むことになります。このソフト指向型チェーンにおいては、量産設計や製品製造チェーンの価値は消失することになるわけですが、こうした事態をネガティブに捉えるのではなく、ソフト指向型チェーンを含めて技術チェーン全体の組合せを使うことによる価値創造という観点を忘れてはなりません。

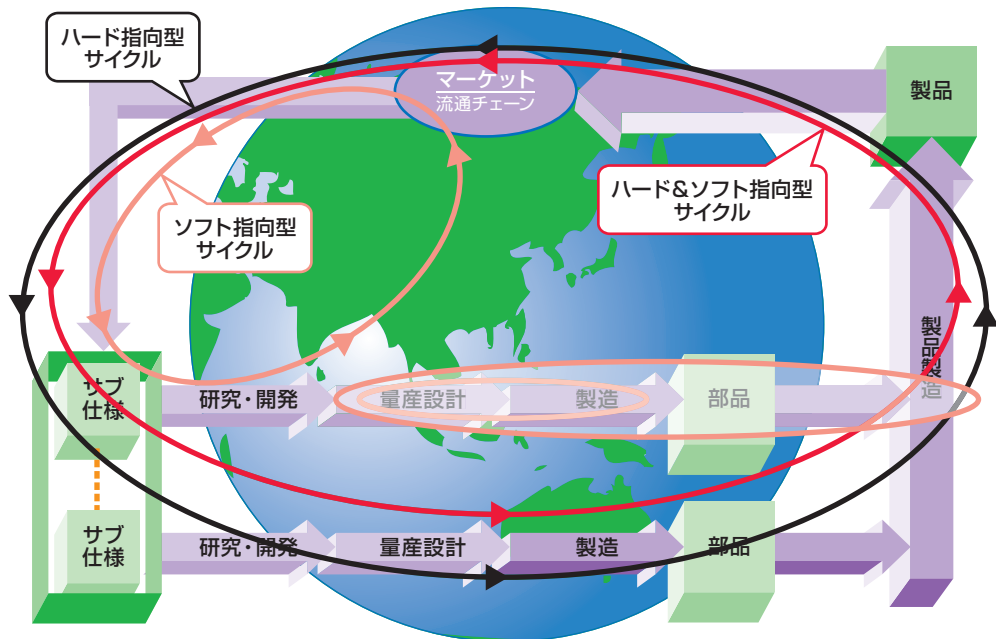


図1.3：組み込み技術によるサプライチェーン革命と人材戦略

# 1.3

## スキルチェーン

組込みソフトウェアが製品を製造する技術チェーンにおいて革命的ともいえる構造的変化を与えていることは前節で述べた通りです。特に、品質を確保する文化が育っていない研究開発チェーンにおいて、開発する組込みソフトウェアに対し、製造段階と同等の品質要求をどのようにクリアするかが大きな課題となっています。この課題の解決方法として次の2つを考えることができます。

- ①組込みソフトウェアを開発する技術者のスキル(能力)の可視化と強化
- ②組込みソフトウェアの品質を向上する技術の開発

IPAソフトウェア・エンジニアリング・センターの組込み系では、①を組込みスキル領域、②をエンジニアリング領域として取り組んできました。

組込みスキル標準(ETSS)は①に対する解となります。同時に、産業構造の変化に対応する戦略を描ける指針を与えるものでもあります。組込みソフトウェアを含むものづくりにおいて重要な点は、技術を使いこなすスキルをセットにして扱うことです。技術だけではものづくりは実行できません。技術を使いこなすスキルがあって初めてものづくりが可能となります。すなわち、[図1.4](#)に示すように、技術チェーンとして技術チェーンにスキルチェーンが対応することになります。また、技術チェーンを構成する技術の改善、改良、あるいは新しい技術開発も人材のスキルに依存するわけです。

ETSSは、こうした技術チェーンとスキルチェーンの関係を可視化し、スキルのマネジメントを可能にするツールです。



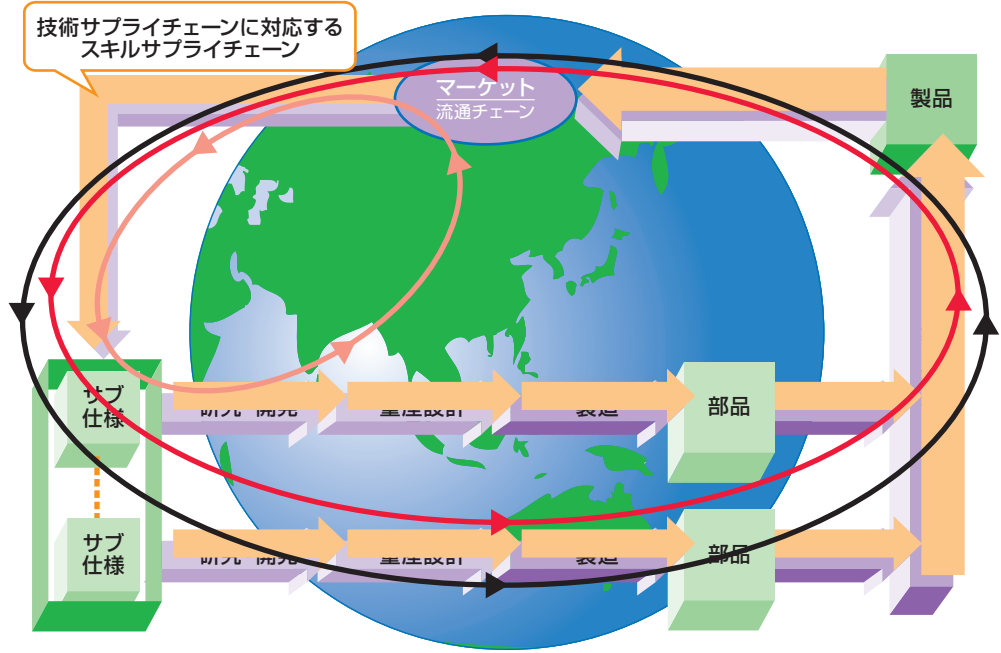


図1.4：技術サプライチェーン上でのスキルサプライチェーン

## ETSSをめくって

### 技術とスキル

優秀な技術者や企業に対して「あの人(あの会社)は技術力がある」などと評することがよくあります。このときの『技術力』という言葉は、知識としての“技術”を意味しているのか、あるいは開発能力としての“スキル”を意味しているのか、意識せずに使っている場合が多いかと思えます。

組込みスキル標準(ETSS)では、“技術”と“スキル”を明確に峻別した上でフレームワークを定義しています。

なぜ“技術”と“スキル”を峻別しているのか、その違いを簡単に説明します。

ETSSでは、“技術”を「開発対象物(製品)を設計・開発・製造する一連の工程(手順)や、その工程を実現するためのツール、あるいは工程を通じて作られた製品自体」と位置づけています。“技術”は、マニュアルや手順書など文書化することで一度に多くの人に伝達することができる特性を持っており、「知識」という言葉で言い換えることが可能です。

それに対して“スキル”は、「個人が“技術”を、実際にどれくらい使いこなせる能力を持っているかの期待値」としています。組織の中に、どんなに優れた技術(開発技法やツールなど)を導入したとしても、実際にそれをうまく使いこなす能力(スキル)を持った人がいなければ、期待する成果に結びつけることは困難です。

だからといって“スキル”だけに偏重してしまうことも誤っているといえます。なぜなら“スキル”があるという前提には、使用する技術に関する理解が要求され、場合によっては技術を改良する提案も要求されるからです。“技術”という背景を持たない、経験則だけの“スキル”は、新たな製品開発や技術トレンドの変化に応用できないと考えるべきでしょう。

“技術”と“スキル”を峻別し、製品を開発するために、どのような工程やツール(技術)を使っているのか、またそれを使いこなす能力(スキル)がどの程度であるかを評価することで、組織や個人の開発ポテンシャルや強みや弱みを分析することができます。

また、上記のような分析結果から、どの技術のどのようなスキルが不足しているのかを明確にして、“技術”として伝達すべきことや“スキル”としてトレーニングすべきかといった習得上の特性などを考慮した人材育成を実施していただきたいと思えます。

## ETSSをめぐって

## スキル項目の抽出

「スキル診断項目の抽出をどうすれば良いのか？」これは組込みスキル標準(ETSS)の導入を検討している方から受ける質問の中で多いものの1つです。

ETSSではスキル基準の中で、「技術要素」「開発技術」「管理技術」の各カテゴリについて第2階層まで技術分類を提示しています。スキル診断を行う前に、これらを参考にして階層を深めたり(細分化・具体化)、分類を広げたり(対象領域の拡張)といったスキル基準のカスタマイズを利用者の必要に応じて実施しなければなりません。

いざ、スキル診断項目を抽出しようとする、「いったいどこまで細分化すれば良いのか?」「抽出したスキルに過不足はないのか?」といった疑問や不安を感じる人が多いようです。このような状況に陥らないようにするために、少なくとも「なぜETSSを導入するのか」といった目的や「どのようにETSSを活用するのか」といった活用シーンを明確にしておくことが肝心です。

例えば、「事業部門の○○製品の開発技術者を育成する」といった目的で、「事業部門内技術者の定期スキル診断」という利用シーンを想定したとします。

この想定で抽出すべきスキル項目は、「○○製品」を開発するのに使用する技術(○○製品の構成要素、開発手法、管理ツール……など)に注目して抽出を行います。まずは直接的に必要な技術に着眼し抽出していきます。また「育成する」という目的が含まれているので、必要となる技術を使いこなす基盤となる技術についても検討します。

また、「事業部門」という部門を限定しているので、「○○製品」開発には必要な技術であっても、当該事業部門では使用していない技術は除外しても良いでしょう。

このように、ETSSの目的や利用シーンを設定することで、どのようなスキルを抽出すべきか、ある程度限定することができます。当然、前述の例でも想定が変われば、スキル項目を抽出する範囲や階層の深さなども変更しなければなりません。なお、「○○製品」という限定がなくなれば、「事業部門」が取り扱う全製品が抽出の対象となります。

また、1回のスキル項目抽出だけでスキル基準を完成させようとするのではなく、最初は限定的な範囲から項目抽出を始めて、利用目的に対する評価と改良を繰り返し、少しずつ範囲を広げ、段階的に完成度を高めていくほうが、より良い結果を得やすいようです。

## 共通キャリア・スキルフレームワーク (CCSF) と ETSS の関係

共通キャリア・スキルフレームワーク (CCSF) は、わが国で今後必要とされる高度IT人材の人材像とその保有すべき能力を、その人材が果たすべき役割 (貢献) の観点から整理した共通の育成・評価のための枠組です。CCSFはITスキル標準 (ITSS)、情報システムユーザースキル標準 (UISS)、組込みスキル標準 (ETSS) の各スキル標準の参照モデルとなるものです。2009年4月から実施される情報処理技術者試験は、原則としてCCSFに準拠した体系として設計されています。

### キャリアとレベル

CCSFでは、3つの人材類型とこれをさらに分類した6つの人材像を定義しています (表)。

ETSSキャリア基準で定義されている各職種は、それぞれの人材像に割り振られています。

表：共通キャリア・スキルフレームワークの人材類型と人材像 (抜粋)

人材類型	人材像	人材像の役割 (概要)
基本戦略系	ストラテジスト	ITを活用したビジネス価値の増大をリードする。
ソリューション系	システムアーキテクト	ビジネス戦略に対して最適なシステムをデザインする
	プロジェクトマネージャ	与えられた制約条件 (品質、コスト、納期等) 下で、信頼性の高いシステム構築を総括する
	テクニカルスペシャリスト	データベースやネットワーク等の技術ドメインでの実装を担当する
	サービスマネージャ	継続的な高い信頼性を確保しつつ、システムを維持する。
クリエイション系	クリエイター	新たな要素技術の創造等により社会・経済にイノベーションをもたらす
その他	(記述なし)	ITスキル標準のエデュケーションが該当する

### キャリアレベル

キャリアレベル (スキルレベルではない) は、人材に必要とされる能力及び果たすべき役割 (貢献) の程度により、レベル1からレベル7までの7段階で定義しています。これ

はETSSキャリアレベルと同じ定義になっています。

### 知識体系（BOK）

CCSFでは、キャリアレベルの1から4に必要とされる知識に関して、共通のBOK (Body of Knowledge)として体系化しています。9つの大分類、23の中分類されています。ITSSやUISS、ETSSの対象となる技術が網羅されています。

ETSSスキル基準のように階層化されており、ETSSスキル基準の技術要素、開発技術、管理技術はすべて網羅されています。これは、組込み開発での活用可能であり、とくにエンタープライズ系も担当する組織においてはスキル基準のたたき台としての活用が望まれます。

また、知識体系ということで、知識学習の見える化にも有効です。アルゴリズムやコンピュータに関する知識も体系的に整理されているため、情報処理技術者試験対策だけでなく、知識学習の網羅性チェックなどにも活用可能です。

詳しくはCCSFを参照してください。CCSFはIPAのWebサイト (<http://www.ipa.go.jp/>)からダウンロード可能です。

## ETSSの基本としての日本の伝統的人材育成の考え方「守・破・離」

ここではETSS / スキル基準の基本的な考え方の1つとしている「<sup>しゅ</sup>・<sup>は</sup>・<sup>り</sup>離」について述べます。

守破離は茶道や武道などにおける日本の伝統的な人材育成の考え方とされています。この言葉を定義した時代あるいは人物は定かではなく、その解釈にも幅がありますが、概ね次のように解釈されるとみていいでしょう。

**守**：指導を受けながら、与えられた型に従って振る舞えることを目標とする。

**破**：型に従って振る舞いつつも、型に従っていることを意識せず自由自在に振る舞うことができ、さらに後進の指導もできることを目標とする。

**離**：これまでに修めた事柄を超越して、さらに本質的な型や思想を創り出すことを目標とする。

守の修行をして守の目標に到達すると、次は破の段階に進むことができます。破の目標に到達すると次は離の段階に進むことができます。離の段階の最大の目標はこれまで学んできた体系の枠の外に新たな体系を創り出すことです。すなわち、守破離の最後の離は、自分に従う弟子やイエスマンを育成することではないのです。また、流派を守っていくためでもありません。現在、学んでいる世界から独立し、新たな世界を構築できる後進を育てることが目的なのです。このように、守破離という言葉で、人材育成の到達目標として各段階と最終的な方向を示しているわけです。

さて、守破離における「型に従って振る舞う」ことができるようになるには、型に習熟するだけでなく、客観性や心の置き方さらには呼吸法や健康法など様々な要素を学んでいく必要があります。例えば、2人の剣士が戦い勝敗が決したとき、勝ったほうの技や型、あるいは流派が優れていたのかということです。勝敗は、両者の技、技の練度、戦略、体調、精神状態あるいは運など様々な要素が総合的に働いた結果です。勝った側の「技」や「型」が優れているという単純な理由や、経験を積んでいるからあるいは「流派」が優れているからという曖昧な話ではありません。ただ単に型を学び技を磨くだけでなく、礼儀作法、健康法、心の置き方など様々な要素を修得しながら人間的にも守破

離の各段階を登っていくことが要求されます。

ところで、直接的な指導者がいなくなる離の目標をクリアする必要条件は何でしょうか。それは、客観的に対象を観察できる力を修得し、強い弱いとか目上や目下に関係なくどんな相手や事柄からでも学び取り、それまでに修得している様々な要素を否定、肯定あるいは修正できる柔軟な心を持つことです。

こうした守破離の考え方を武道の世界で見てください。例えば陰流を学んだ上泉伊勢守は新陰流を生み出し、新陰流を学んだ柳生石舟斎は柳生流を生み出しています。こうして多くの流派が誕生していったのです。昭和32年の古武道大会には70もの流派が参加していたといえます（『新・日本剣豪100選』、綿谷雪著、秋田書店、1990年刊）。

かなりマニアックな内容になったついでに、囲碁についても少し触れておきましょう。囲碁は勝敗が決すると、競いあった両者がお互いの一手一手のどこが良かったのか悪かったのかを分析し、いま打った一局よりもさらに良い一局を作れるように碁の本質を追求するものです。その結果、新たな考え方や定石が生み出されていきます。技術の世界も同じことで、技術だけを追求するのではなく、視野を広く持って技術を使いこなす人のスキルの育成、スキルのあり方、技術者のあり方などの本質を求めていくのです。ここにも守破離と同じ考え方を見ることができます。





# ETSS とは

Part2では、ETSSの全体的な概要と、それを構成するスキル基準、キャリア基準、教育研修基準のそれぞれの解説を行います。

2.1	ETSSの全体像	16
2.2	スキル基準	18
2.3	キャリア基準	31
2.4	教育研修基準	56

# 2.1

## ETSS の全体像

### ETSSの概要

ETSSは、組込みソフトウェア開発力強化のための人材育成と人材活用の実現を図るものです。ETSSは、次の3つの要素で構成されています。

- 組込みソフトウェア開発スキル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関わる職種名称や職掌を定義する『キャリア基準』
- 組込みソフトウェア開発に関する人材育成を実現する『教育研修基準』

キャリア基準では、組込みソフトウェア開発に関する職種・専門分野の役割の遂行にどのようなスキルが求められるかを表現するため、スキル基準にて定義されたスキルを利用します。

また、教育研修基準では教育プログラムで履修する内容がどのようなスキルに対応するかをスキル基準で整理されたスキルを用いることで対象とする教育範囲やレベルを具体的に表現します。

このように、キャリア基準や教育研修基準は、スキル基準で整理されたスキルとそれぞれ関係を持つこととなります。

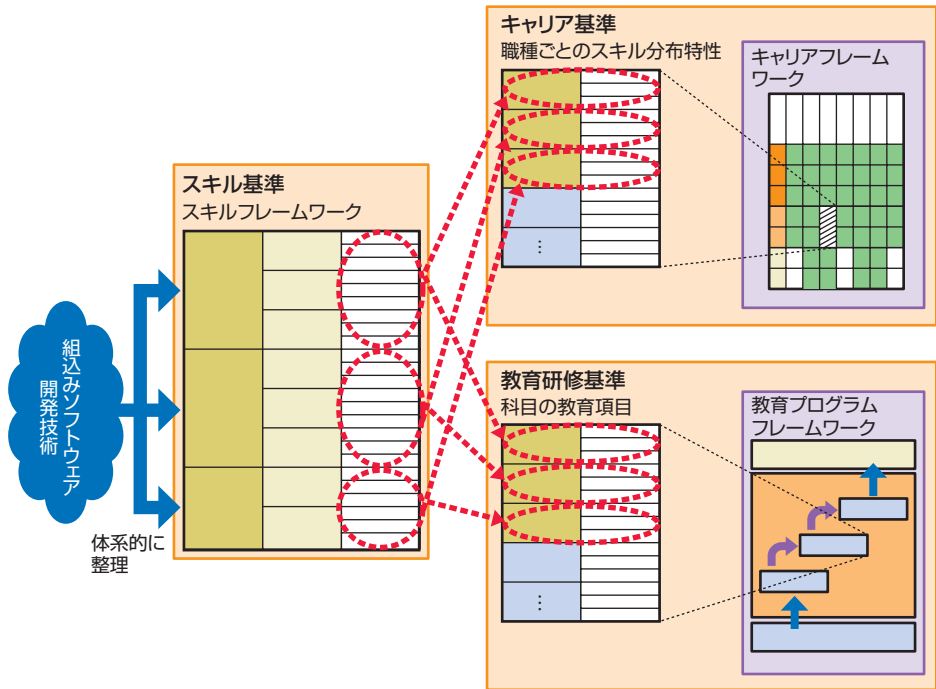


図 2.1 : 組込みスキル基準 (ETSS) の全体像

# 2.2

## スキル基準

### スキル基準のフレームワーク

スキル基準のフレームワークは、図2.2のような構造を持ち、以下3つの観点で組みソフトウェア開発に求められるスキルを整理しています。

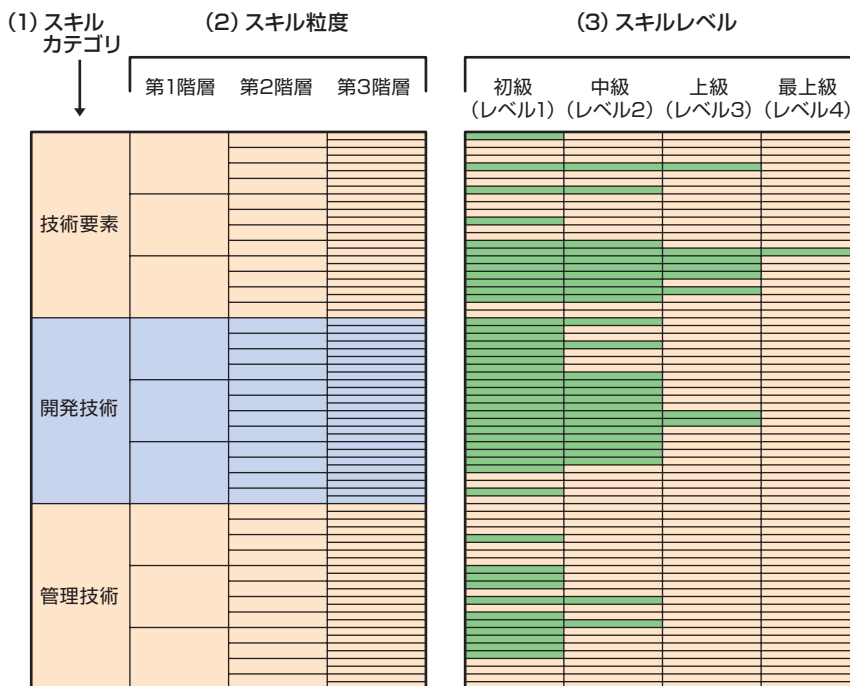


図2.2: スキルフレームワーク

- (1) スキルカテゴリ：スキルのカテゴリ分けを表します。
- (2) スキル粒度：スキルのカテゴリの深度を表します。
- (3) スキルレベル：スキルのレベルを表します。

## スキル基準の3つのカテゴリ

スキル基準は、「技術要素」「開発技術」「管理技術」の3つのカテゴリで構成されます。これらのスキルカテゴリの関係は、『組込みシステム製品を開発する際に「技術要素」を構成要素として、「開発技術を用いて」開発を行い、「管理技術を駆使して」開発プロジェクトを管理する』となります。イメージは図2.3の通りとなります。

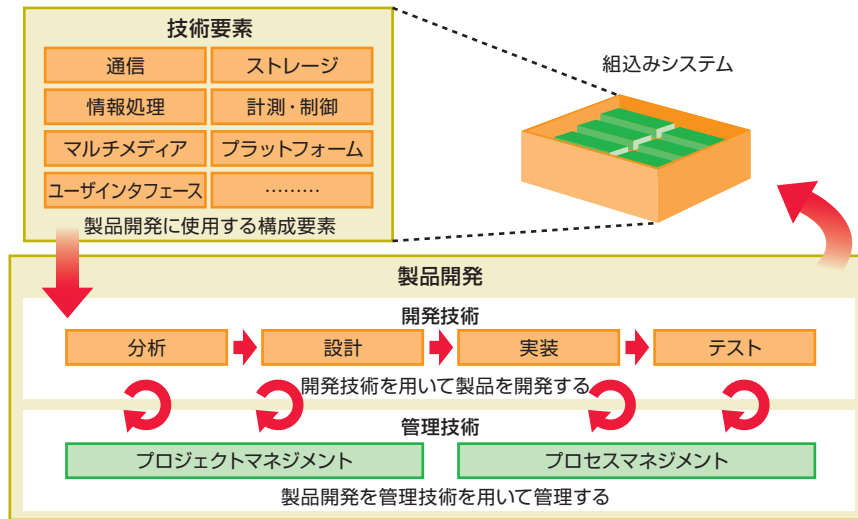


図2.3：スキルカテゴリの関連イメージ

## 技術要素スキルカテゴリ

技術要素スキルカテゴリは、システムに組み込まれて機能を実現するものです。アルゴリズム、ロジック、部品、規格……などの様々な技術要素を体系的に整理したものです。機能の実現方法は、ハードウェア、ソフトウェアを問いません。

技術要素スキルカテゴリの第1階層は、次のように定義しています。

- ①通信：通信に関する要素
- ②情報処理：主にハードウェアに依存しないデータ処理などに関する要素
- ③マルチメディア：音声、静止画、動画の処理に関する要素
- ④ユーザインタフェース：対人系デバイスの制御に関する要素
- ⑤ストレージ：蓄積系制御及び処理に関する要素
- ⑥計測・制御：外部デバイスに関する計測及び制御に関する要素
- ⑦プラットフォーム：アプリケーションの実現のための基盤に関する要素

技術要素スキルカテゴリの第1階層項目(①～⑦)と、それに含まれる第2階層の相関関係をイメージしたものが図2.4です。

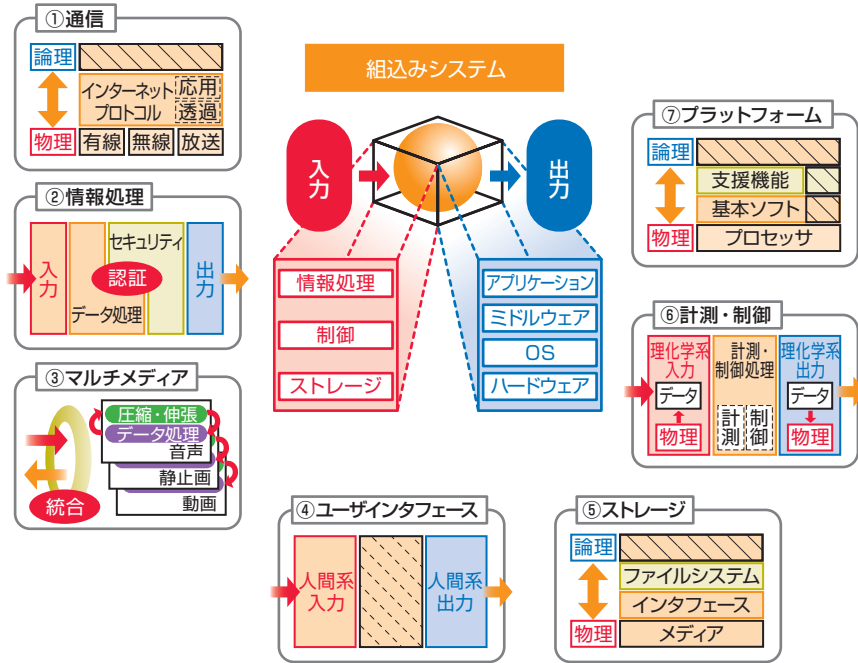


図 2.4 : 技術要素スキルカテゴリーの概要と相関

スキル基準における技術要素スキルカテゴリーの抜粋とスキル項目の展開例を図 2.5 に記します。

第1階層	第2階層	説明
1 通信	1 有線	WAN、LANなどの有線通信技術
	2 無線	電気通信事業用無線、一般業務用無線などの無線通信技術
	3 放送	デジタル放送、アナログ放送などの放送技術
	4 インターネット	透過的データ転送、アプリケーションなどのインターネット接続技術
2 情報処理	1 情報入力	データ入力、音声入力など情報入力
	2 セキュリティ	暗号、著作権保護などのセキュリティ技術
	3 データ処理	圧縮、データベースなどのデータ処理技術
	4 情報出力	マークアップランゲージや文書ビューアなど、情報出力技術
3 マルチメディア	1 音声	データ処理、圧縮伸張などの音声処理技術
	2 静止画	データ処理、圧縮伸張などの静止画処理技術

展開

第1階層	第2階層	第3階層	スキル項目	スキルレベル				
				作れる	使える			
1 通信	3 :	:	1 ppp					
			2 ip					
			3 icmp					
			4 arp					
			5 tcp					
			6 udp					
	4 インターネット	:	1 透過的データ転送	1 http				
				2 smtp				
				3 telnet				
				4 ftp				
				5 sip				
				6 dns				
			2 応用処理	:	:	7 pop		
						8 dhcp		
						9 snmp		
						:		
						:		
						:		
						:		

スキル評価基準(例)

- ・作れるスキル  
必要な仕様・条件・特性・事例・情報などを使ってftpを実現できる。
- ・使えるスキル  
必要な仕様・条件・特性・事例・情報などを使ってftpを用いた機能を実現できる。

図 2.5 : スキル項目展開例 (技術要素スキルカテゴリ)



## 開発技術スキルカテゴリ

開発技術スキルカテゴリは、組込みシステム開発で用いられる技術や技能を整理しています。例えば、プログラミング技術、デバッグ技術、テスト技術などです。組込みシステム開発に関する要求分析に始まり、設計、実装、テストに至るまでの一連の開発作業に関するスキルを整理しています。

開発技術スキルカテゴリの第1階層は、次の10項目を定義しています。

- システム要求分析
- システム方式設計
- ソフトウェア要求分析
- ソフトウェア方式設計
- ソフトウェア詳細設計
- ソフトウェアコード作成とテスト
- ソフトウェア結合
- ソフトウェア適格性確認テスト
- システム結合
- システム適格性確認テスト

上記の第1階層のスキル項目は、ISO/IEC12207 (JIS X 0160) (ソフトウェアライフサイクルプロセス)における開発プロセスを用いています。第2階層として、情報処理技術者試験のテクニカルエンジニア(エンベデッドシステム)、及びソフトウェア開発技術者で定義されたスキル基準の該当タスク(管理技術除く)を割り当てています。個々のタスクごとに開発スキルを定義することで、組込みソフトウェア開発に関する開発技術スキルの可視化を図ることができます。

開発技術スキルカテゴリの抜粋とスキル項目の展開例を図2.6に記します。

第1階層	第2階層	説明
1 システム要求分析	1 要求の獲得と調整	インタビュー手法、マーケティング手法など
	2 システム分析と要求定義	モデリング手法、分析手法、要求定義など
	3 システム分析と要求定義のレビュー	レビュー手法、インスペクション手法など
2 システム方式設計	1 ハードウェアとソフトウェア間の機能及び性能分担の決定	性能見積り、FMEA、FTA、ソフトウェア見積り手法、知的財産権など
	2 実現可能性の検証とデザインレビュー	レビュー手法、インスペクション手法など
3 ソフトウェア要求分析	1 ソフトウェア要求分析の定義	モデリング手法、分析手法、要求定義など
	2 ソフトウェア要求事項の評価	レビュー手法、インスペクション手法など

展開

第1階層	第2階層	スキル項目	スキルレベル
1 システム要求分析	1 要求の獲得と調整	1 ビジネス判断	
		2 インタビュー技法	
		3 コンサルティング技法	
		4 マーケトリサーチ	
		5 ポジショニング	
		6 プレゼンテーション	
		7 要求定義書	
		8 コンセプトシート	
	∴ ∴		
	2 システム分析と要求定義	1 モデリング手法	
		2 分析手法	
		3 要求定義	
		∴ ∴	
		∴ ∴	

**スキル評価基準 (例)**

モデリング手法を用いて、顧客の要求からシステム要求分析を行うことができる。

図 2.6 : 開発スキルカテゴリのスキル項目展開例

## 管理技術スキルカテゴリ

管理技術スキルカテゴリは、組込みシステムの開発を円滑に進行するための管理技術や技能を整理したものです。ITスキル標準の職種としてすでに定義されている「プロジェクトマネジメント」の知識領域と、JIS X0160における支援プロセスなどを整理しています。

開発プロジェクト計画策定から構成管理・変更管理などまで、組込みソフトウェア開発における管理業務に関係するスキルを整理しています。管理技術スキルカテゴリの第1階層には次の2つが定義されています。

- プロジェクトマネジメント
- 開発プロセスマネジメント

管理技術スキルカテゴリは、組込みソフトウェア開発プロジェクトに関するマネジメントを対象としています。

組込みソフトウェア特有の要素が含まれない組織の管理(ラインマネジメント)などは対象としていません。

スキル基準における管理技術スキルカテゴリの抜粋とスキル項目の展開例を [図2.7](#) に記します。

第1階層	第2階層	説明
1 プロジェクト マネジメント	1 統合マネジメント	WBS、EVM、会議運営メソッドロジ、レビュー手法など
	2 スコープマネジメント	WBS、変更管理など
	3 タイムマネジメント	パート図、ガント図、見積り手法など
	4 コストマネジメント	ROI、ROE、見積り手法、EVMなど
	5 品質マネジメント	監査、故障解析、統計的手法、傾向分析など
	6 組織マネジメント	チームビルディング、OBSなど
	7 コミュニケーション マネジメント	情報配布手法など
	8 リスクマネジメント	リスク分析、デシジョンツリー分析、リスク等級など
	9 調達マネジメント	企画、調達先選定、契約、実績管理など
	1 開発プロセス設定	システム開発プロセス設定、レビュー設定など

展開

第1階層	第2階層	第3階層	スキル項目	
1 プロジェクト マネジメント	3 タイムマネジメント	1 アクティビティの定義	1 WBS	
			2 組織ナレッジ	
			3 成果物レビュー	
			4 プロジェクト計画書	
				：
		2 スケジュールの作成	1 PDM法	
			2 ADM法	
			3 アクティビティネット ワークテンプレート	
			4 類推見積り技法	
				：
		3 スケジュールコントロール	：	
			：	
	：			
	：			
	：	：	：	

**スキル評価基準 (例)**

ADM (Arrow Diagramming Method) 法を使ってタイムマネジメントにおけるスケジュール作成を実現できる。

図 2.7 : スキル項目展開例 (管理技術スキルカテゴリ)

## スキルの粒度

スキルカテゴリは、それぞれ階層的にスキルを整理 (詳細化、具体化) しています。

スキルカテゴリの階層は、1~4階層を目安としています。最下位の階層には、具体

的なスキルとして“技術名称”が出現するように設定します。この技術名称をスキル項目とします。スキルをカテゴリ化する際に、スキルとしての具体的な技術名称が出現しないような場合は、必要に応じて5階層以上の階層を設定します。

技術名称とは、そのスキルを表すうえで広く認知されている技術項目名称を指します。例えば、標準化されている方式、市場で商品化されている方式、文献等で公開されている方式などです。

スキル基準では、スキルの体系的な枠組みのみを提供しますが、具体的な技術名称の提示や公開をしていません。これはスキル基準が、標準として具体的な技術を限定することで技術の進歩や拡がりを制限する可能性があると考えられるためです。

## スキル項目・カテゴリの追加

スキルカテゴリやスキル項目は、必要に応じて追加可能です。これは、利用者側で必要に応じてスキルカテゴリやスキル項目を追加し、実状にあったスキル基準の作成が可能となるようなフレームワークとしているからです。応用ドメインの業界団体や企業などが、独自のスキル項目を追加することで、特徴のある実用性が高いスキル基準の運用が可能となります。

独自に追加したスキル項目などは一般に非公開とすることで、競争力の確保や保有技術の隠蔽も可能となります。

逆に、スキル項目を一般に公開することで、該当する応用ドメインや企業で必要となっているスキルを明示して、人材確保やスキルアップを促進することも期待できます。

## スキルのレベル定義

スキル基準は、各スキル項目に対してレベルを定義し、スキル測定した結果を可視化できるようにします。

スキルレベルは、初級・中級・上級の3つに加え最上級が定義され、3+1のレベル

で表現されます。

スキルレベル		
● レベル4	最上級	新たな技術を開発できる
● レベル3	上級	作業を分析し改善・改良できる
● レベル2	中級	自律的に作業を遂行できる
● レベル1	初級	支援のもとに作業を遂行できる

各スキルレベルが対応すべき業務について、入力(業務の前提として期待できるもの)、処理(実現すべき業務)、出力(成果として期待されているもの)として整理すると

図2.8のようになります。

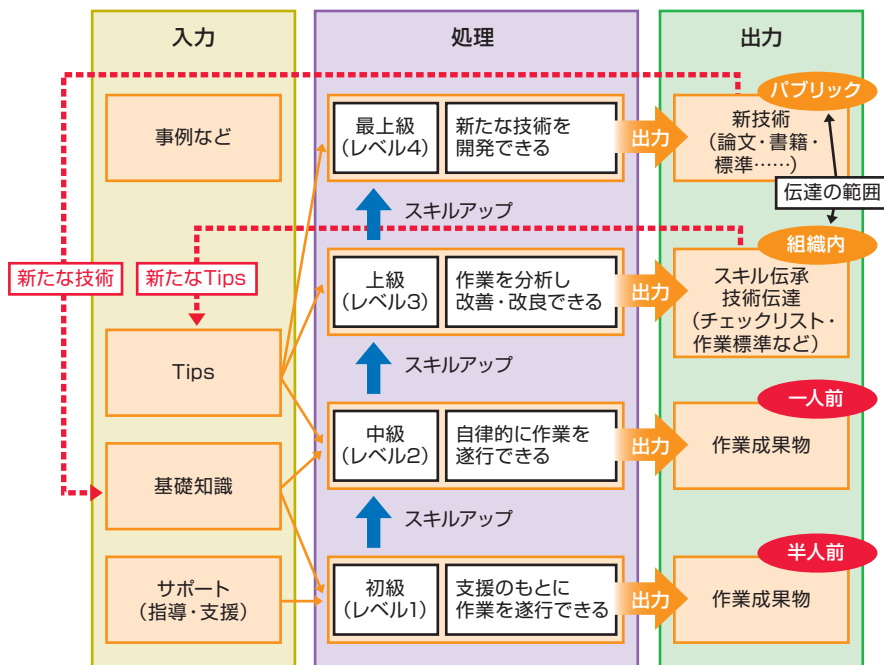


図2.8 : スキルレベルごとに期待される成果物 (出力)

技術要素スキルカテゴリでは、「作れるスキル」と「使えるスキル」を分けて、スキルレベルを表現しています。これは、技術要素自体を機能として“作る”ことができるのか、あるいは技術要素を“使って”機能を実現できるのかによって、持ちうるスキルの性質やレベルが異なるということに対応しています。

## スキルの測定

スキル項目を満たす要件を定義しているのが、スキル評価要件です。スキル基準では、全体的に共通な評価要件を提供しています。

### ● 技術要素の評価要件

作れるスキル：「与えられた環境の下で、○○技術を実現することができる。」

⇒○○：技術要素名称

使えるスキル：「与えられた環境の下で、要求された機能を実現するために

○○技術要素を組み込むことができる。」

⇒○○：技術要素名称

### ● 開発技術の評価要件

「□□を使って、△△ができる。」

⇒□□：開発技術手法名称、開発ツール名称

△△：開発プロセス名称

### ● 管理技術の評価要件

「□□を使って、△△ができる。」

⇒□□：管理技術手法名称、管理ツール名称

△△：管理プロセス名称

評価要件で使用している『～ができる』には、動作と知識に関する2つの視点が必要です。

『～ができる』ということは、実際に動作としての作業が行えるということです。作業を行う際には、「正確性」や「効率性」などが基本的に求められ、さらには適切な「状況判断」といった応用力も求められます。このような動作をするための前提として、作業に使用する手法やツールに関する知識が必要です。また、手法やツールを使う対象物や環境、手順などに関する知識も必要になります。

これらの動作や知識をチェックすることで、『～ができる』ということ判断できるようになります。スキル測定方法に関して、いくつかの例を提示します(表2.1)。

ここで提示したスキル測定方法は、あくまでも例示です。スキルの測定方法を、これらの方法に限定するものではありません。スキルの測定は、労力・コストと測定値の信憑性とがトレードオフの関係となるため、スキル基準を利用する目的に合った方法を選択していただきたいと考えています。

表 2.1：スキル測定方法の例

評価方法		概要
自己申告		本人申告、または上長などのメンターとの面談結果を含めた申告 ⇒ 現状、多くの企業ではこの評価方法が主流
エビデンス		『できる』ということに、業務経歴書などの証拠を持って評価を行う ⇒ ISO9001相当。個々の技術スキルに対するエビデンス定義は非常に困難
試験	選択回答	選択形式問題の回答による評価
	記述	自由記述形式問題の回答による評価
	論述	小論文記述試験による評価
	AO (Admission Office)	実績や面談による評価
	実技	ケーススタディや、評価用作業の実施による判定
試用		一定期間の試用を通じてスキルを評価する



## 2.3

# キャリア基準

### ETSS キャリア基準の概要

ETSSのキャリア基準では、組込みシステム開発に関わる職種を、「プロジェクトマネージャ」「システムアーキテクト」「ソフトウェアエンジニア」などの10職種に分類し、その職種ごとに個別の専門分野を設けています。

キャリア基準は、エンジニアリングの観点で適材適所の配置や人材育成ができる環境の実現を目指しています。「組込みソフトウェア開発の役割は組込みソフトウェアエンジニア」「組込みソフトウェア開発マネジメントの役割は組込みソフトウェア・プロジェクトマネージャ」といった共通認識を得るための指標となるように検討しています。

キャリア基準で提示した指標をもとに、「人材育成として何をどう学び経験すべきか」、「人材活用としてどのような戦略・戦術を取るべきか」などに対してエンジニアリング的な観点でアプローチを行い、行動されていくことを期待しています。

キャリア基準で分類を行った、各職種の概要を以降に記述します。

#### プロダクトマネージャ

経営的観点のもとに、製品の企画・開発・製造・保守などにわたる製品ライフサイクルを統括する責任者。

#### プロジェクトマネージャ

製品開発プロジェクトの構築ならびに遂行にあたり、プロジェクトを計画・指揮・監督する責任者。

## ドメインスペシャリスト

特定の技術・製品分野について高度で専門的な知識や開発経験を有する専門技術者。

## システムアーキテクト

システムの利用・開発等の要件を満たすシステム構造ならびに開発プロセスを設計する技術者。

## ソフトウェアエンジニア

ソフトウェアの各開発工程において開発・実装・テスト作業を担当する技術者。

## ブリッジSE

組織的・地理的に分散するプロジェクト組織間の調整作業を担当する技術者。

## 開発環境エンジニア

プロジェクトで使用するツール・設備等、開発環境の設計・構築・運用を担当する技術者。

## 開発プロセス改善スペシャリスト

開発プロセスとその実施状況をアセスメントし、改善の推進を担当する専門技術者。

## QAスペシャリスト

プロジェクトの全工程において品質の確保・維持・向上の推進を担当する専門技術者。

## テストエンジニア

テスト設計、テスト実行などのテスト作業の実施を担当する技術者。



## 職種の責任

組込みシステム開発に参画する職種には、それぞれ果たすべき役割と責任が存在します。

ETSSのキャリア基準では、職種が担う責任の範囲や例を提示し、各職種が果たすべき役割を明確にしました。職種ごとに必要とされるスキルや知識は、これらの責任を果たすうえで、求められるものになります(表2.2)。

表2.2：各職種に求められる責任

職種名称	責任	
	責任の範囲	責任の例
プロダクトマネージャ	商品開発の事業	収益、貢献
プロジェクトマネージャ	プロジェクト	品質、コスト、納期
ドメインスペシャリスト	技術の展開	プロダクト(商品)開発の効率性
システムアーキテクト	システム構造・実現方式	開発の効率性・品質
ソフトウェアエンジニア	ソフトウェア開発の成果物	品質、生産性、納期
ブリッジSE	外部組織との共同作業	品質、コスト、納期
開発環境エンジニア	開発環境の品質	使用性、作業効率
開発プロセス改善スペシャリスト	組織の開発プロセス改善実施	プロセス改善効果
QAスペシャリスト	プロセス品質 プロダクト品質	出荷後の品質問題
テストエンジニア	システムの検証	品質、テスト効率性、テスト納期

前述の各職種が果たすべき責任を、組織やプロジェクト体制という観点で整理したものが図2.9です。

組織の中で、各職種が業務で果たすべき責任の対象範囲(組込みシステムか組込みソフトウェアか)や、位置(ポジショニング)から、必要となるスキルや知識を関連付けることができます。

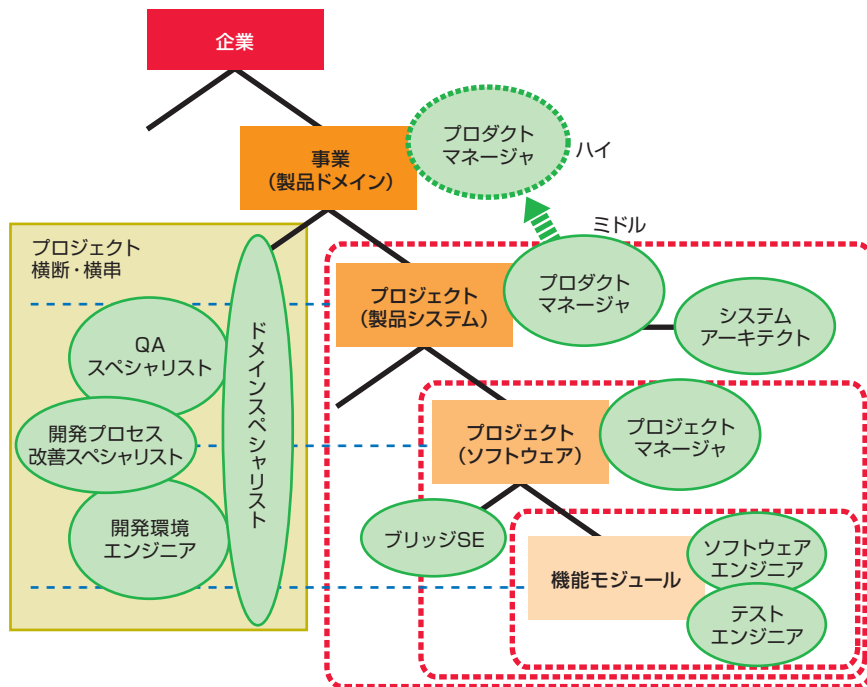


図2.9：組織と職種の関係イメージ

## キャリアレベルの定義

キャリア基準では、キャリアレベルを職種・専門分野ごとに、プロフェッショナルとして要求される経済性と責任性の度合いを7段階のレベルで提示します。

キャリアレベルが上位になるにつれて、社会に対する経済性と責任性の度合いが増加することになります(図2.10)。

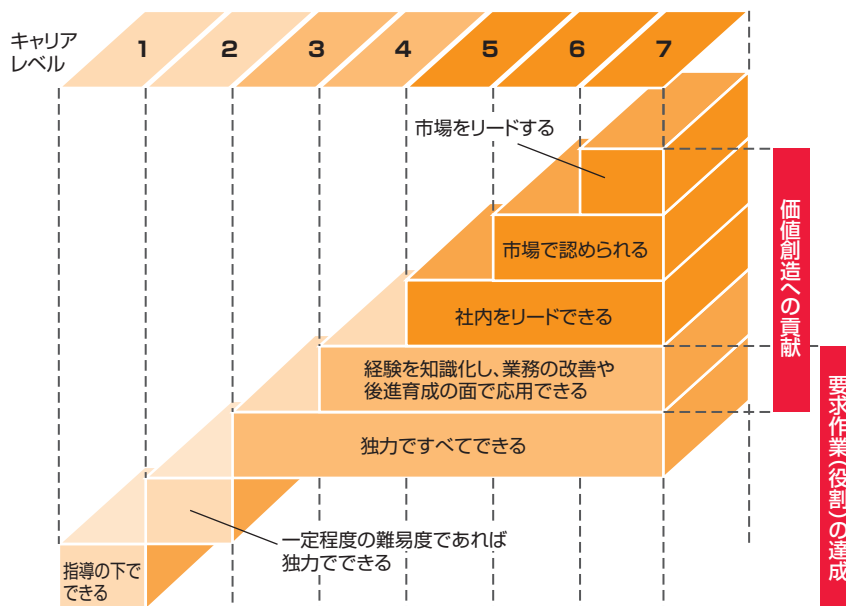


図2.10: キャリアレベルと社会に対する経済性と責任性の関係

職種・専門分野のレベルを横断的に整理すると、図2.11のようになります。

図2.11は、職種・専門分野ごとにキャリアレベルが存在する部分を着色しています。職種・専門分野によっては下位レベルには、プロフェッショナルとしての経済性や責任性が要求されないものもあります。

職種	プロダクト マネージャ	プロジェクト マネージャ	ドメイン スペシャリスト	システム アーキテクト	ソフトウェア エンジニア	ブリッジ SE	開発環境 エンジニア	競プロセ ス改善 スペシャリスト	QA スペシャリスト	テスト エンジニア
専門分野	組込みシステム	組込みソフトウェア開発	組込み関連技術	組込みアプリケーション 開発	組込みプラットフォーム 開発	組込みアプリケーション 開発	組込みプラットフォーム 開発	組込みソフトウェア開発	組込みソフトウェア開発	組込みソフトウェア開発
レベル7										
レベル6										
レベル5										
レベル4										
レベル3										
レベル2										
レベル1										

図2.11：キャリアフレームワーク

## キャリアパスの考え方

キャリア基準で定義された職種・専門分野に対する、キャリアアップやキャリアチェンジなどのキャリアパスの考え方をまとめます。本概説書では、同一職種・専門分野でレベルアップしていくケースをキャリアアップとし、職種・専門分野間の異動をキャリアチェンジとします。

組込みソフトウェア開発に参画できる職種・専門分野のレベルは、その人のスキルや経験によって限られたものとなりますが、そこを起点として、進むべき指向にあった目標に向けて様々なキャリアデザインを描くことができます。

キャリアアップやキャリアチェンジを行う場合、変更後の職種のレベルに設定された関連スキルなど、満たすべき様々な条件があります。いいかえると、その条件をクリ

アできれば、現状の職種のレベルから、目標とする職種のレベルにキャリアチェンジやキャリアアップができるということになります(図2.12)。

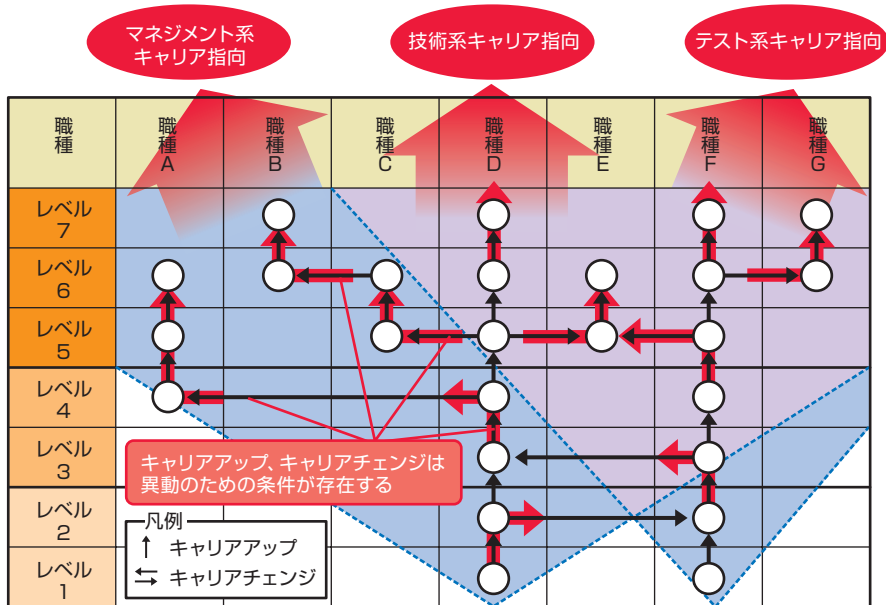


図2.12：キャリアアップ・キャリアチェンジの関係

現状の職種とレベルを起点として、目標とする職種とレベルに到達するための経路として様々なキャリアパスが考えられます。例えば、多種多様な職種をキャリアチェンジで経験して幅広い技術や経験を積んだり、特定の職種の専門分野で一貫したキャリアアップを繰り返すことで専門性を極めたりするようなキャリアパスを描くこともできます。

キャリアパスの到達すべき目標は、必ずしも各職種の最上位のレベル7であるとは限りません。到達すべき目標は、社会や所属する企業の状況や、個人が持つキャリアに対する価値観などによってそれぞれ定められるものです(図2.13)。

また、社会の変化や技術の進歩によって職種の重要性の変化、新たな職種や専門分野が追加されることが考えられます。このような状況の変化に応じて、到達すべき目標を柔軟に見直してください。

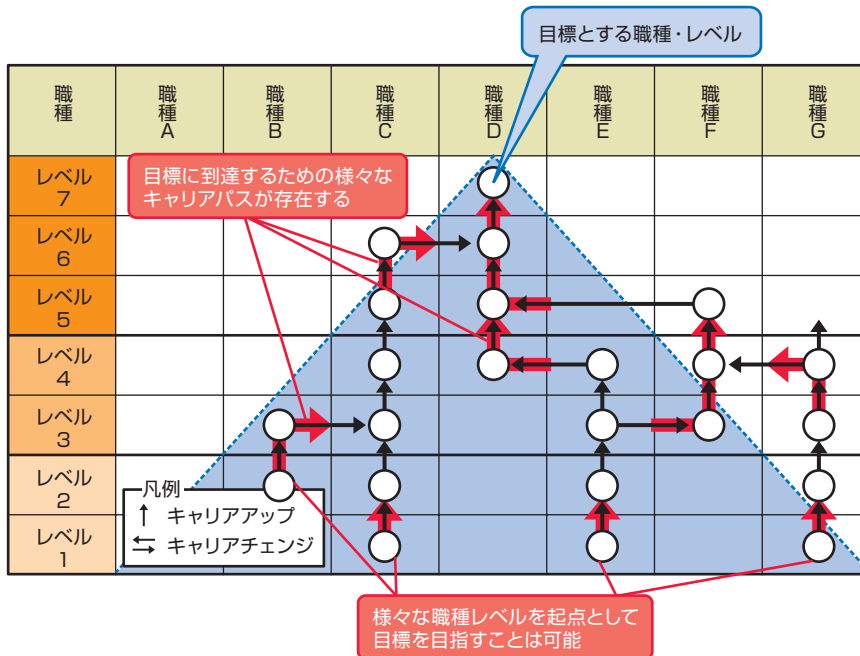


図 2.13 : 様々な職種レベルを起点として目標を目指す

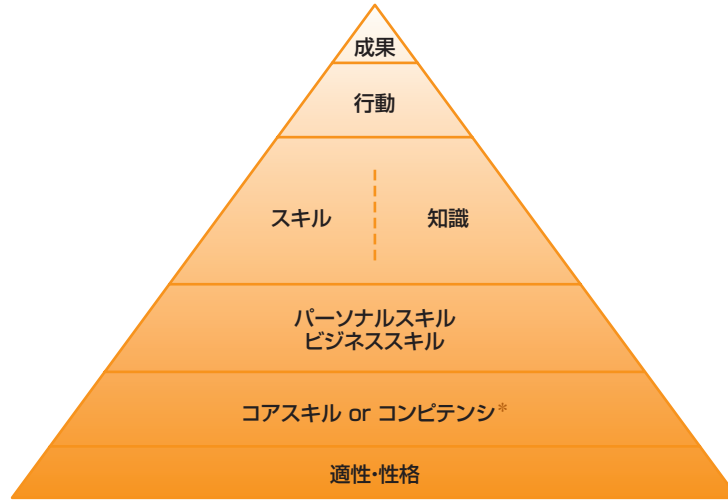
## 技術以外のスキルについて

ETSSのキャリアレベルは、ビジネスやプロフェッショナルとしての価値創出に応じた貢献の度合いとしています。これらの貢献を実現するためには技術スキルだけでは不十分であり、パーソナルスキルやビジネススキルなどが必要となります。

図 2.14 は、ビジネスの成果を出すために必要とされる要素をアイスバーグモデルで表したものです。

ビジネスの成果を出すためには、スキルや知識を活かした行動が求められます。ETSSのスキル基準では、このスキルとして技術スキルを定義しています。これらのスキルや技術を活かすには、パーソナルスキルやビジネススキルといった基盤的な要素が必要となります。





\*コンピテンシ (Competency)：行動特性

図 2.14：アイスバーグモデル：ビジネス成果を出すために必要な要素

このようなことから、ETSSのキャリア基準では、ビジネスの成果を出し、責任を果たすうえで必要なスキルや知識として、パーソナルスキルとビジネススキルを定義しています(表 2.3)。

表 2.3：ビジネス・パーソナルスキル一覧

スキルカテゴリ	第一階層	説明
パーソナルスキル	1 コミュニケーション	話す、聞く、書くなど
	2 ネゴシエーション	質問、調査、主張など
	3 リーダシップ	能力開発、時間管理、動機付けなど
	4 問題解決	着眼・発想、問題発見・分析、論理思考など
ビジネススキル	1 経営	分析、戦略、評価など
	2 会計	財務分析、経理など
	3 マーケティング	分析、市場調査、戦略など
	4 HCM*	人事戦略、要員管理、能力開発など

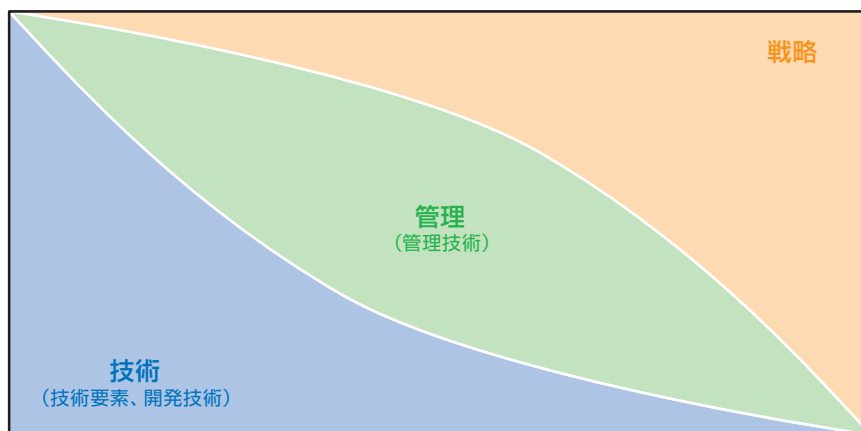
\* HCM：Human Capital Management

「パーソナルスキル」や「ビジネススキル」以外にも、ビジネスの成果を実現するためには、技術者倫理やコンプライアンスなど、開発者として理解し実行することが求められる事項も存在します。

## スキル分布特性

職種とそのキャリアレベルごとに、果たすべき責任と役割が異なるために、必要とされるスキルや知識の項目や、求められるスキルレベルも異なってきます。

図2.15は、各職種で求められる、「技術」「管理」「戦略」といった要素の割合の例をイメージしたものです。例えば、「ソフトウェアエンジニア」は製品を開発するための「技術」的な要素に重きが置かれます。「プロジェクトマネージャ」は、「管理」の要素に重心を置き、事業的な「戦略」についてもある程度の重要度を持ちます。「技術」に関しては、責任の範囲である“プロジェクト”を遂行するうえで必要なものだけが要求されます。



ソフトウェアエンジニア

開発プロセス改善スペシャリスト

プロダクトマネージャ

システムアーキテクト

QAスペシャリスト

テストエンジニア

ブリッジSE

プロジェクトマネージャ

開発環境エンジニア

ドメインスペシャリスト

図2.15：技術・管理・戦略の割合イメージ

ETSSのキャリア基準では、このような職種ごとの責任を果たすために必要なスキルや知識を、標準書の中の「スキル領域」と「スキル分布特性」といったドキュメントで表現しています。

ETSSのキャリア基準では、職種とレベル(レベル1～7)ごとにスキル分布特性を定義しています。キャリア基準のスキル分布特性は、ETSSのスキル基準で定義された3つの技術スキル(「技術要素」「開発技術」「管理技術」と、キャリア基準で定義した技術以外のスキル(「パーソナルスキル」「ビジネススキル」)ごとに、各職種のレベルが責任を果たすために必要とされるスキルレベルの分布特性を提示しています。

キャリア基準で定義した職種ごとのスキル分布特性を以降に記述します(図2.16)。

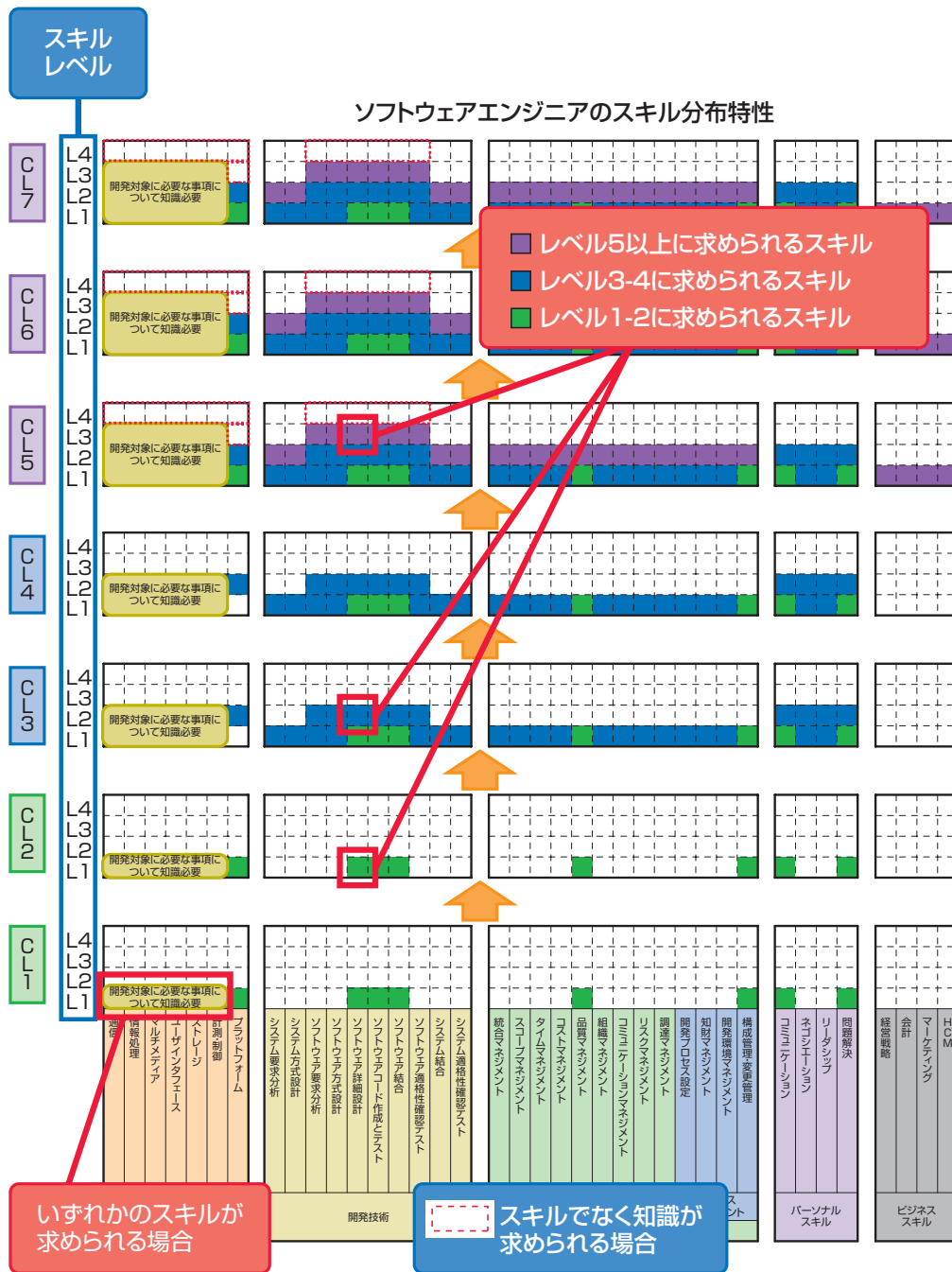


図 2.16：職種ごとのスキル分布特性

## ソフトウェアエンジニアのスキル分布特性 (図 2.17)

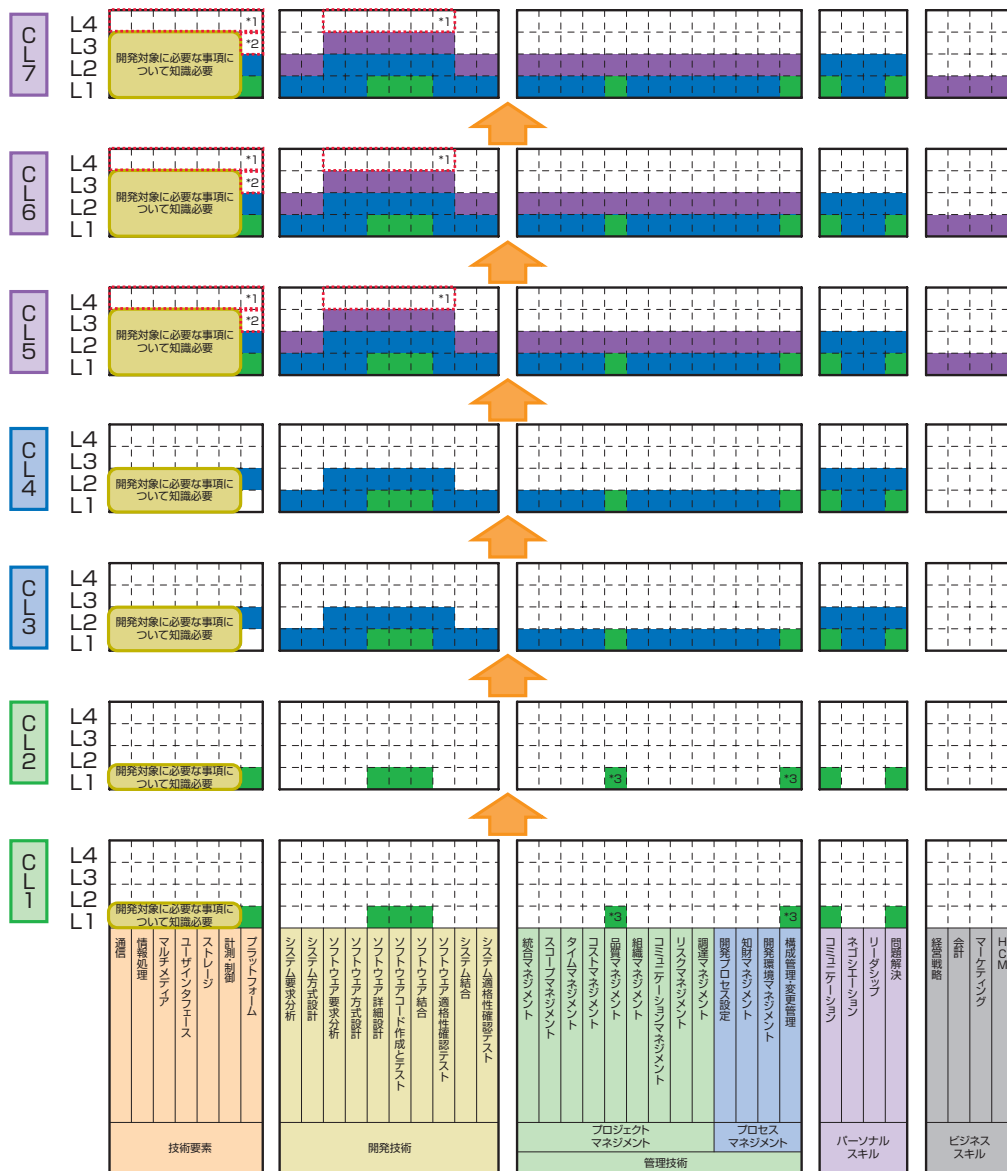
ソフトウェアエンジニアは、組込みシステム開発において上位開発プロセスで定義・設計された、システム要件やシステムアーキテクチャ等に基づいた、サブシステムのソフトウェアの設計・実装・テストを実現できる技術者です。

ETSSのキャリア基準では、ソフトウェアエンジニアという職種には、技術要素の「プラットフォーム」技術を開発できるスキルを要求される「組込みプラットフォーム」と、それらを調達して実現できるスキルを要求される「組込みアプリケーション」の2つの専門分野があります。

ソフトウェアエンジニアは、「ソフトウェア開発の成果物」に関する責任を主に受け持ちます。その責任を果たすために、キャリアのレベルが高くなるにつれ、開発技術のソフトウェアへの実装に関わる項目を中心に、必要とされるスキルのレベルの高さと対象領域が広がっていきます。

管理技術に関しては、プロジェクトマネージャや、上位レベルの技術者の指導のもとに、担当するサブシステムの管理情報の収集や報告などの支援的な管理業務を実施できるスキルが要求されます。

## ソフトウェアエンジニアのスキル分布特性



\*1:キャリアレベル7の場合、いずれかのスキルについてスキルレベル4が求められる。

\*2:専門分野が「組込みプラットフォーム」の際にスキルが求められる。

\*3:マネジメントについては、被マネジメントに関するスキルが求められる。

図 2.17 : ソフトウェアエンジニアのスキル分布特性

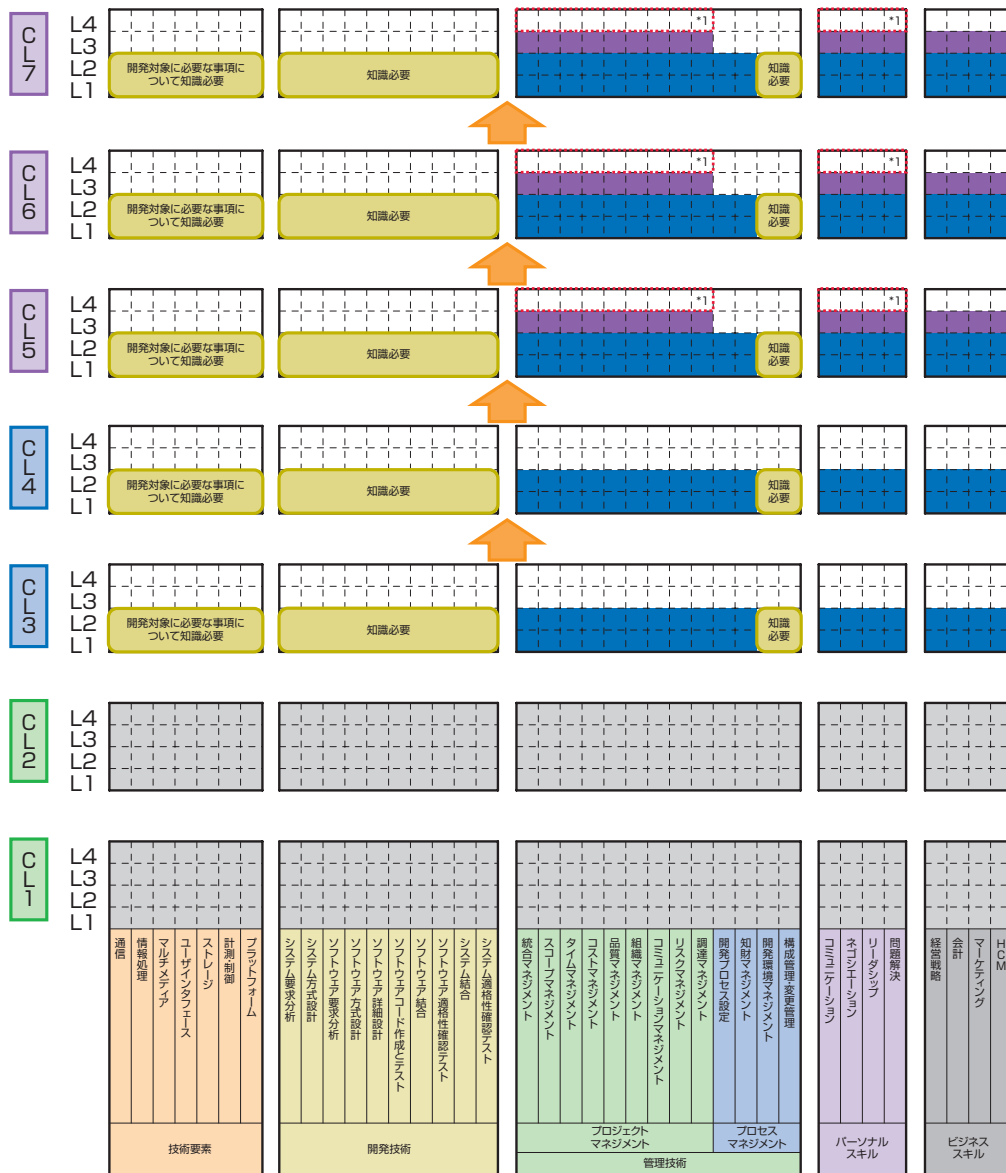
## プロジェクトマネージャのスキル分布特性 (図2.18)

プロジェクトマネージャは、製品開発プロジェクトの構築や遂行の局面で、プロジェクトを計画し、指揮・監督を行う責任者です。

キャリア基準で定義したプロジェクトマネージャの責任範囲は、「プロジェクト」です。その責任を果たすために、プロジェクトマネージャのスキル分布特性は管理技術を中心とした、プロジェクトを適切に管理するための技術に重点が置かれています。また、プロジェクトを推進するための「リーダーシップ」や、ステークホルダとの調整を実現するための「ネゴシエーション」、商品の価値創造や利益創出を実現するためのビジネススキルなども必要になってきます。

プロジェクトマネージャは、直接ソフトウェアの開発を行わないため、技術要素はスキルではなく、対象製品に関する知識を要求されます。

開発技術も同様に、実際にソフトウェアを開発する技術スキルは要求されませんが、開発プロジェクト遂行上の判断や決定を行うために必要となる全般的な知識を要求されます。



\*1:キャリアレベル7の場合、いずれかのスキルについてスキルレベル4が求められる。

※この情報は人材育成を目的に作成したものであり、キャリアレベルの評価用に作成したものではありません

図 2.18 : プロジェクトマネージャのスキル分布特性



## テストエンジニアのスキル分布特性 (図2.19)

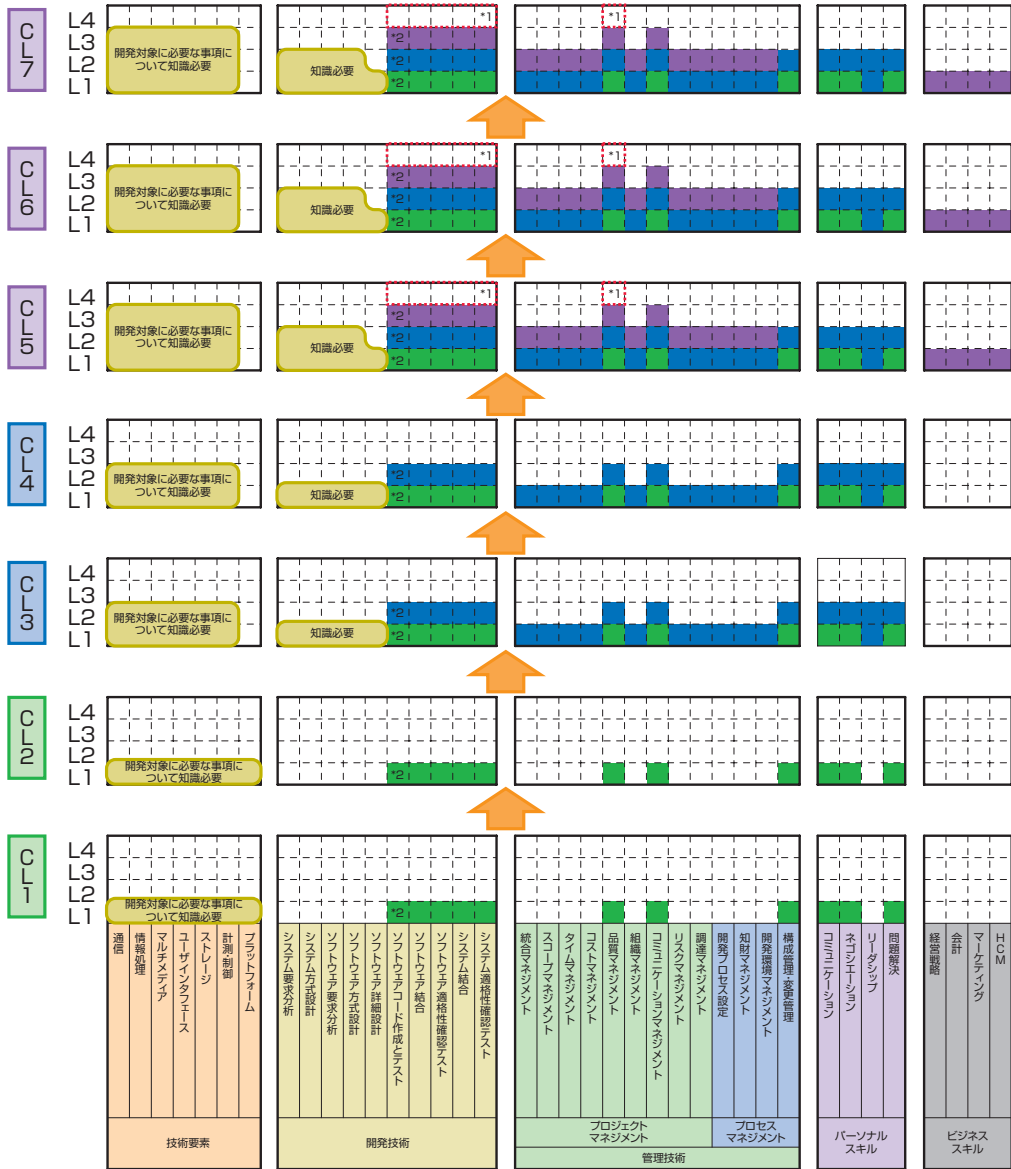
テストエンジニアは、テスト設計・テスト実行などの作業の実施を担当する技術者です。

ETSSのキャリア基準では、テストエンジニアは製品開発プロジェクトの中で「システムの検証」を責任の範囲として受け持ちます。

テストエンジニアは、その責任を果たすために、テストに関する技術スキルだけでなく、テスト設計やテストの妥当性を実現するために仕様書を読み取るスキルが必要となってきます。また、製品の品質をコントロールするために品質マネジメントや構成管理などの管理技術も必要になります。

適切なテストを実現するためには、開発製品に要求される品質特性も理解しなければなりません。そのため、開発製品に対する技術要素の知識が必要になります。

これら業務を円滑に実現するために、「コミュニケーション」や「リーダーシップ」などのパーソナルスキルもテストエンジニアには、重要かつ必要なスキルです。



\*1:キャリアレベル7の場合、いずれかのスキルについてスキルレベル4が求められる。

\*2:コード作成は対象外。テスト関係のみ対象(静的解析など)

※この情報は人材育成を目的に作成したものであり、キャリアレベルの評価用に作成したものではありません

図 2.19 : テストエンジニアのスキル分布特性

## 職種に関する補足説明

ETSSのキャリア基準で定義した職種の中には、現状の組込みソフトウェアの開発現場では、その役割や責任が目立っていないものもあります。しかしながら、大規模化や複雑化の進む組込みシステム開発分野において、今後その役割や責任が重要になると考えられます。そのいくつかについて説明を補足します。

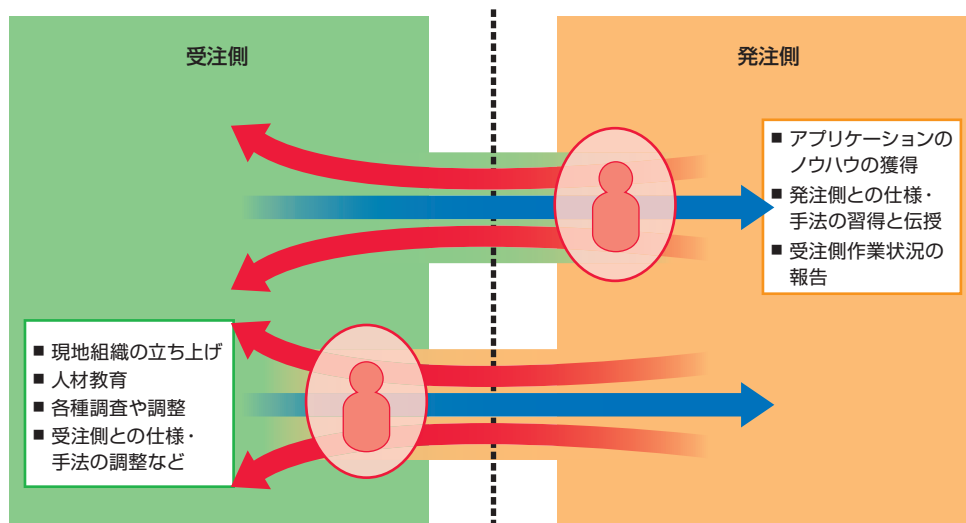
### 開発拠点を橋渡しする「ブリッジSE」

ETSSのキャリア基準におけるブリッジSEとは、組織的・地理的に分散するプロジェクト組織間の調整作業を担当する技術者です。

ブリッジSEには、コーディネータ系のブリッジSEと、テクニカル系のブリッジSEといった2つの傾向が存在します。

コーディネータ系は、受発注先の組織に出向き、各種地ならしを行うような人材です。マネージャとしてのスキルや、コミュニケーションスキルが果たすべき責任を実現するために必要となります。

テクニカル系は、開発プロジェクトの主幹となる拠点に駐在し、開発対象製品分野のアプリケーション的なノウハウを収集したり、開発手法や規約などのギャップを解消できる技術者です。このため技術的な内容に関する調整や作業やコミュニケーションスキルがその責任を果たすために必要な要素となります。



拠点の境界を「グローバル」として表現、海外と限定しない

図 2.20 :ブリッジSEの受発注に関するイメージ

## 組込みシステム技術のスペシャリスト「ドメインスペシャリスト」

ETSSのキャリア基準におけるドメインスペシャリストとは、特定の技術・製品分野において高度で専門的な知識や開発経験を有する専門技術者です。ドメインスペシャリストには、「技術要素に関するスペシャリスト」と、「製品ドメインに関するスペシャリスト」の2つの対応領域に関する傾向があります。

「技術要素に関するスペシャリスト」は、例えば、“画像屋”や“OS屋”などと称されることがあるように、個々の技術要素の専門家といえます。「技術要素に関するスペシャリスト」は、様々な組込みシステムに対して技術を展開する役目を担っています。

「製品ドメインに関するスペシャリスト」は、例えば、“プリンタ屋”や“交換機屋”といったように、開発対象製品に関する深い知識とスキルを持つ専門家です。複数の製品開発プロジェクトに対して、既存開発のTipsなどを反映していく役目も担っています。

製品開発の局面におけるドメインスペシャリストは、プロジェクトに属するプロジェクトマネージャやソフトウェアエンジニアなどのメンバと協調して作業を行います。

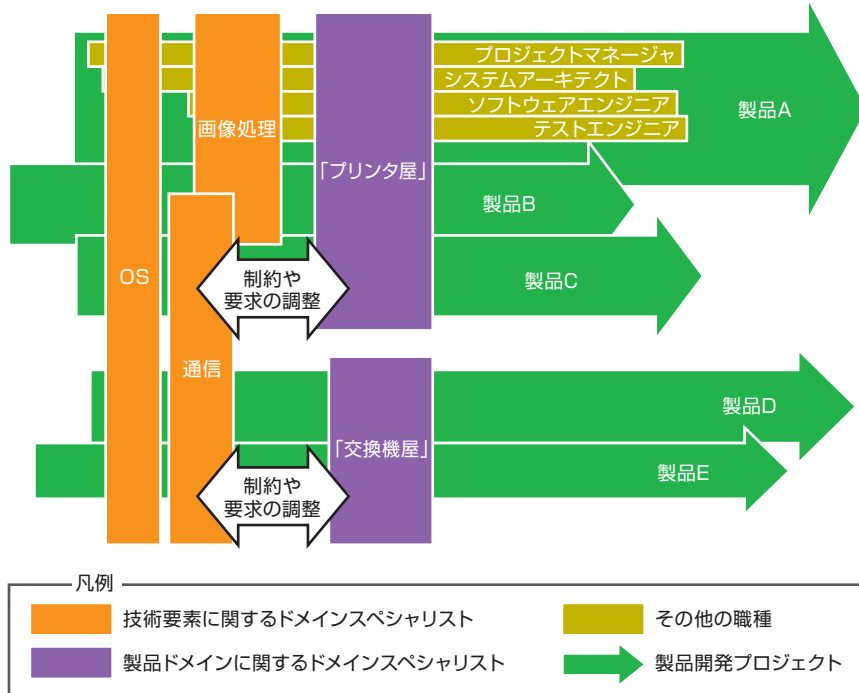


図 2.21 : ドメインスペシャリストと他職種の関係

## キャリア基準を使った職種の定義

### 職種に関する課題

これまで、組込みソフトウェア開発分野で使用されている職種の名称といえば「プログラマ」「SE」「マネージャ」が多くを占めていました。IPAが組込みシステム開発者に対して実施したアンケートで、「現在使用している職種名称は？」という質問の回答でも、前述の3つの職種名称が上位を占め、このことを裏付けています(図 2.22)。

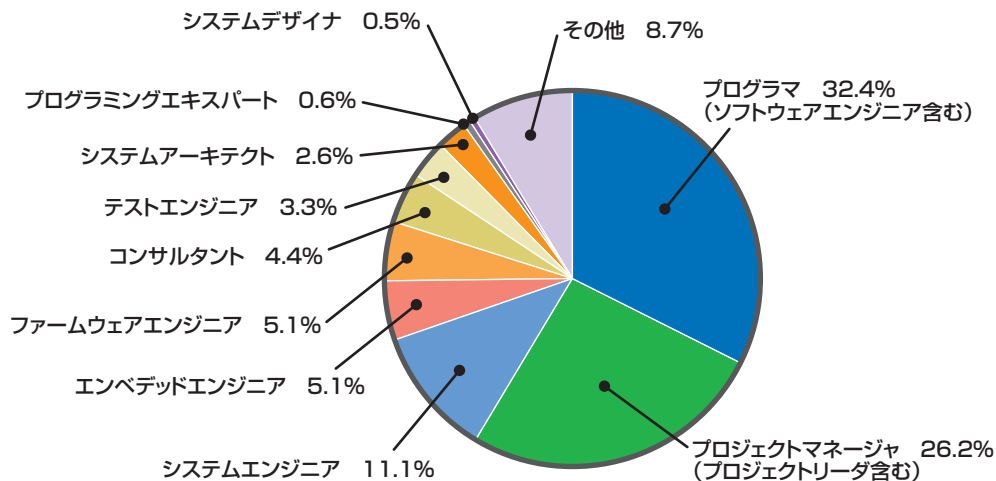


図 2.22 : 組み込み開発者は自分の職種をなんと呼んでいるのか (ETSS アンケート調査 IPA/SEC)

組み込みシステム開発の現場では、プログラミングスキルだけを有する単なる開発者ではなく、設計からテストに至る一連の開発ができる人材が求められています。「プログラマ」と称していても、実際には設計からテスト、さらには管理の作業まで実施している開発者が散見できます。本来の職種名称が持つその役割以上に、広範囲な職務内容を実施している現状があります。

## ETSS キャリア基準の活用

このような職種の定義状況に対して、ETSSのキャリア基準では組み込みシステム開発分野に向けた、業界横断的に使用可能な10の職種を定義しました。

これらの職種には、現状の組み込みシステム開発分野でよく使われている「プロジェクトマネージャ」「SE」「プログラマ」といった職種に対応付けられるように考慮しています。また組み込みシステム開発分野で、その役割の重要性が増すと考えられる職種の定義を行っています (図 2.23)。

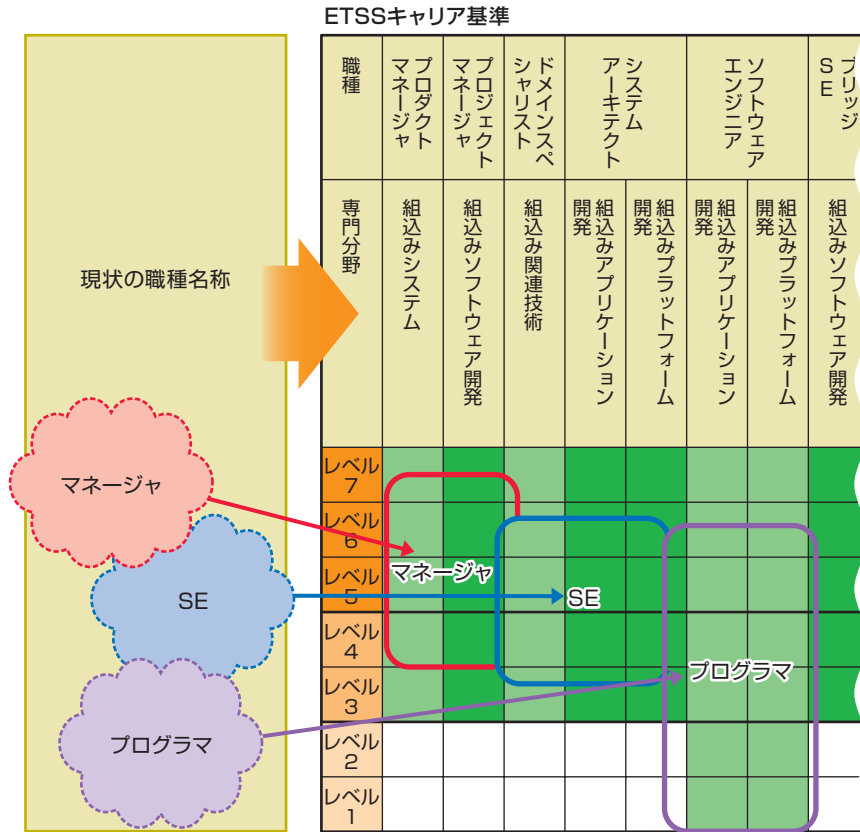


図 2.23 : ETSSのキャリア基準は現状の職種の配置を意識して策定

しかしながら、ETSSのキャリア基準を導入しようとした場合に、組織の中に既存の職制や職種名称があり、「ETSSのキャリア基準の定義は、それと乖離している」「ETSSのキャリア基準の認知度がまだそれほど高くない」「ETSSのキャリア基準より専門性の高い職種定義を行いたい」などといった課題があるのではないかと思います。

ETSSのキャリア基準は公開されて間もなく、普及という面において過渡期であることから、前記のような課題が挙がると考えています。

ETSSのキャリア基準の活用として、組織の中で使われている職制や職種の定義を、すべてETSSのキャリア基準に変更してしまうという方法もあります。ただ、現時点で

は前述した通り課題も多く、無理やり導入することで混乱や不信を生じることが考えられます。そのため、本来の目的である「人材活用」や「人材育成」のための指標とかけ離れてしまう可能性があります。

もう1つの活用方法として、現在使用している職制や職種名称と、ETSSのキャリア基準との併用運用が考えられます。現在、組織で使用されている職種、例えば「システムエンジニア」「モデラ」「プログラミングエキスパート」「アシスタントプログラマ」などを、それぞれその責任や役割についてETSSのキャリア基準で定義された内容と照らし合わせます。その結果として、職種のETSSのキャリア基準における相対的な位置関係(ポジショニング)を把握することができます。図2.24の例でいえば、「プログラミングエキスパートは、ETSSキャリア基準のソフトウェアエンジニアのレベル5からレベル6に相当する」と表現できます。

また、組織の中で職位の定義として、例えば「エキスパート」「シニア」「チーフ」「アシスタント」などの定義が使用されることがあります。これらについても、ETSSのキャリアレベルと相対的にレベル定義を行うことができます。

このようにETSSのキャリア基準を、組織でそれぞれ運用されている基準との相対的な位置やレベルの相対的な指標として活用することで、複数の組織で定義された職種や職位などの基準間の相場感の共有を得ることが可能になります。



ETSSキャリア基準

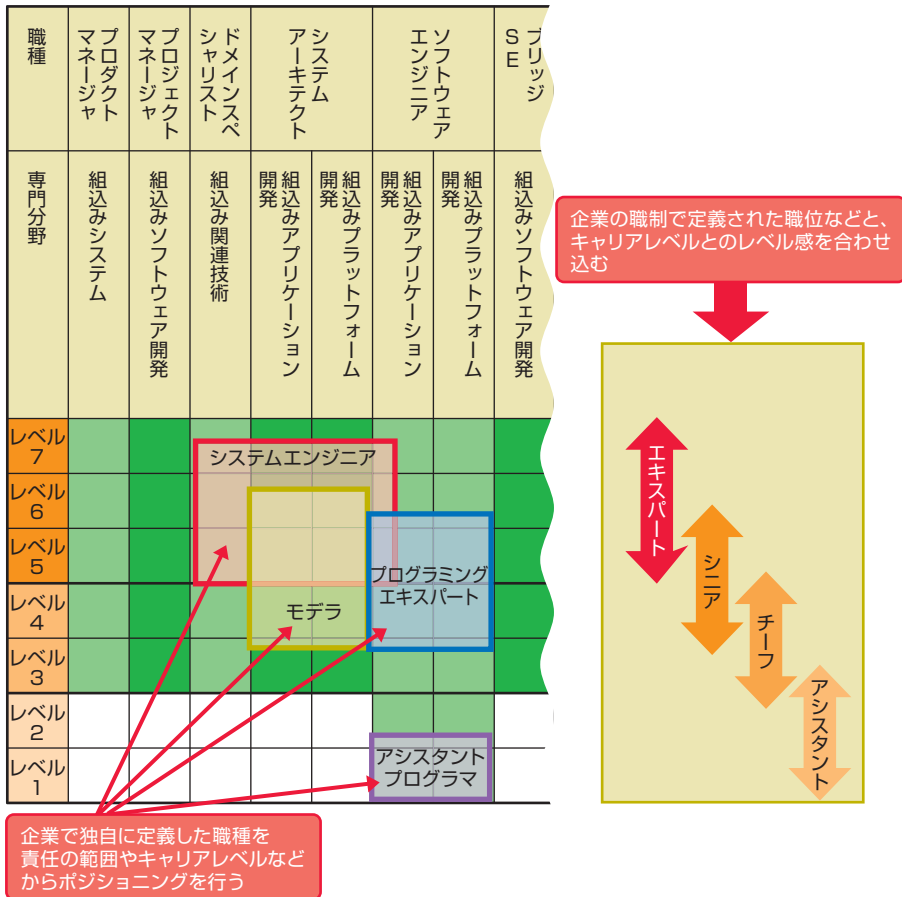


図 2.24 : ETSSのキャリア基準をものさしとして活用する

# 2.4

## 教育研修基準

### 教育研修基準とは

ETSSの教育研修基準では、組込みソフトウェア開発分野における教育や訓練などの構造や仕組みを定義します。

組込みシステム開発分野には多種多様な技術が存在し、開発対象の製品分野などによって取り扱う技術分野も異なります。業界横断的に利用できる標準的な技術やスキルの体系がこれまでなかったために、教育で実施する技術範囲やレベルの指定などを正確に伝達できていませんでした。

標準的な指標がないために、組込みシステム開発分野の開発者がスキルアップやキャリアアップなどの、目的にあった教育を検索、選択をする際に不都合な状況であったといえます。

また、このような状況が、組込みシステム開発分野に即した教育開発を阻害する一因ともなっていました。

教育研修基準では、教育プログラムに関する構造や用語を定義する「教育プログラムフレームワーク」と、「組込みシステム開発未経験者向け教育プログラム」を定義しています。

### 教育プログラムフレームワーク

組込みシステム開発分野における人材育成の具体的な施策である教育プログラムについて、構造や用語を定義したものが教育プログラムフレームワークです。

本来、教育プログラムには、どのような人材(教育対象)をどのような人材に育成する(教育目標)といった明確な目的があるはずで、教育プログラムは、その目的を果たす

ための課程といえます。

教育研修基準の教育プログラムフレームワークでは、「教育対象」や「教育目標」として設定する人材についてより明確にするために、ETSSのキャリア基準やスキル基準のフレームワークを利用しています。また、教育プログラムの教育項目についても、これらのフレームワークを利用して明確化します。

ETSSの各基準のフレームワークを利用することで教育プログラムを明確化するだけでなく、ETSSのスキル基準やキャリア基準と連携した、教育プログラムの実現を目指しています。

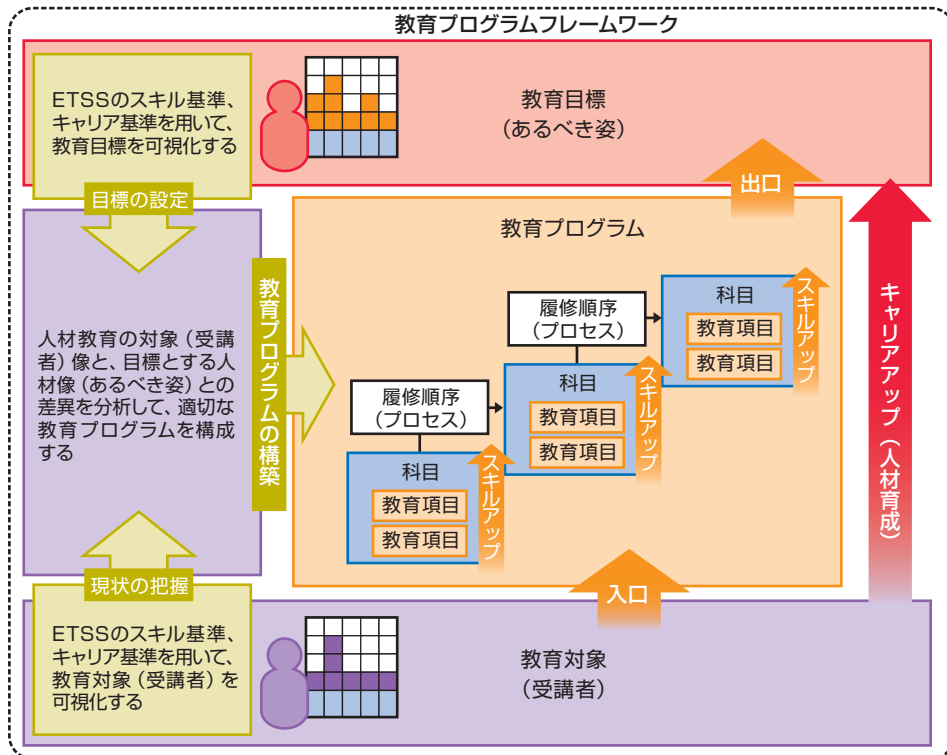


図 2.25 : 教育プログラムフレームワーク

教育プログラムフレームワークで定義した主要な用語を以降に説明します。

## 教育対象

教育プログラムの実施対象となる受講者の人材像です。

ETSSのスキル基準やキャリア基準を用いて定量的に設定します。

## 教育目標

教育プログラムが、その効果として目標とする人材像です。

教育対象と同様に、ETSSのスキル基準やキャリア基準を用いて、定量的に設定します。

## 教育プログラム

教育対象の人材(受講者)を、目標とする人材像(あるべき姿)へ育成するために必要となる科目を、適切な履修順序で組み合わせたものです。

教育対象と、教育目標との間にある差異を分析・抽出して、不足している知識やスキルを習得するための科目を組み合わせて実施します。

## 科目

特定の技術分野に関する、知識やスキルを習得するために必要となる教育項目の組み合わせです。

## 教育項目

教育や訓練で習得すべき技術項目です。ETSSの教育研修基準では、スキル基準やキャリア基準で定義されたスキルの分類に準じた形で表現します。

## キャリア基準と連携させた教育プログラム

ETSSのキャリア基準では、組込みシステム開発分野における職種に割り当てられた、責任を果たすために必要となるスキルの分布特性を提示しています。いいかえれば、教育プログラム受講者がこのスキル分布特性で提示された技術に関する知識やスキルを習得できれば、その職種のキャリアレベルに応じた責任を果たすことが期待できます。

教育プログラムの教育目標や教育対象を、職種ごとに提示されているこのスキル分布特性に準じることで、キャリアアップやキャリアシフトに適した教育プログラムを構成することができます。

以下のような手順に則って、キャリア基準と連携した教育プログラムを構成していきます。

- ① ETSSのキャリア基準で職種ごとに定義されているスキル分布特性をもとに、教育対象と教育目標の人材像が持つスキル分布特性を設定します。
- ② 教育対象と教育目標に設定したスキル分布特性の差異を分析し、不足している技術やスキルなどの要素を定量的に把握します。
- ③ 分析の結果、不足が判明した技術やスキルに対して、不足を補うための科目を、新規開発や既存の流用などをして、適切に組み合わせていきます。
- ④ 組み合わせた科目は、効率的かつ現実的な履修順序（プロセス）で実施・運用します。

**図2.26**は、キャリア基準で定義されたスキル分布特性を利用して、キャリアアップを目的とした教育プログラムの構築アプローチをイメージしたものです。

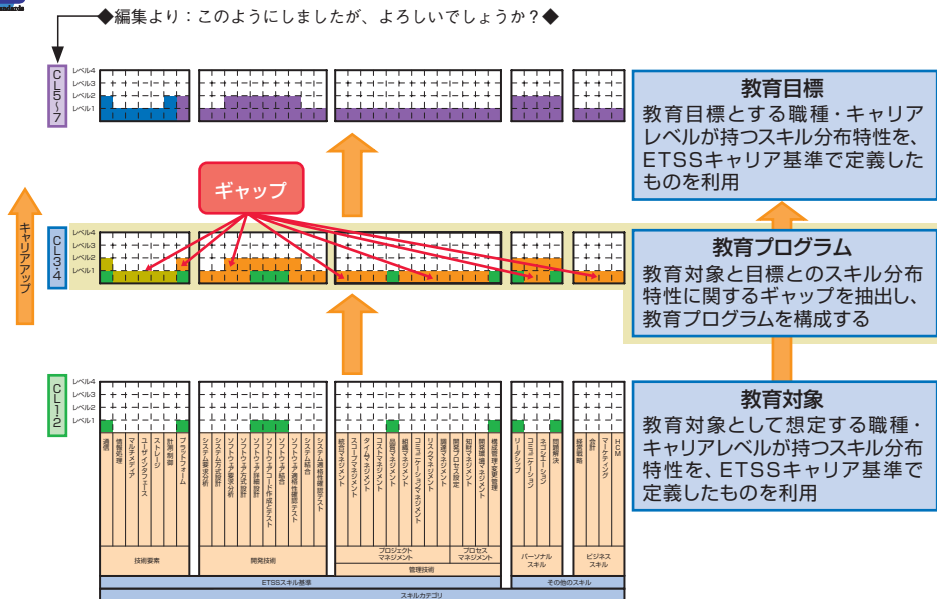


図 2.26 : 教育プログラムとキャリア基準の連携

教育プログラムの教育内容は、「教育対象(受講者)」や「教育目標」の設定によって変わるものです(図 2.27)。すでに習得済みのスキルや知識を、再履修するような教育プログラムであれば時間とコストのムダとなります。逆に必要となるスキルや知識に対応した科目が不足していると、プログラムの教育目標を実現することは困難となります。

「教育対象(受講者)」のスキル分布特性を把握し、「教育目標」との差異を適切に分析したうえで、ムダや不足のない適切な科目構成の教育プログラムを構築することが大切です。

また、技術やスキルによってはOJTのように実務を通じた訓練や独習などのほうが習得効果の高い実施形態もあります。習得すべき技術やスキルの特性を考慮したうえで適切に教育の実施形態を選択してください。

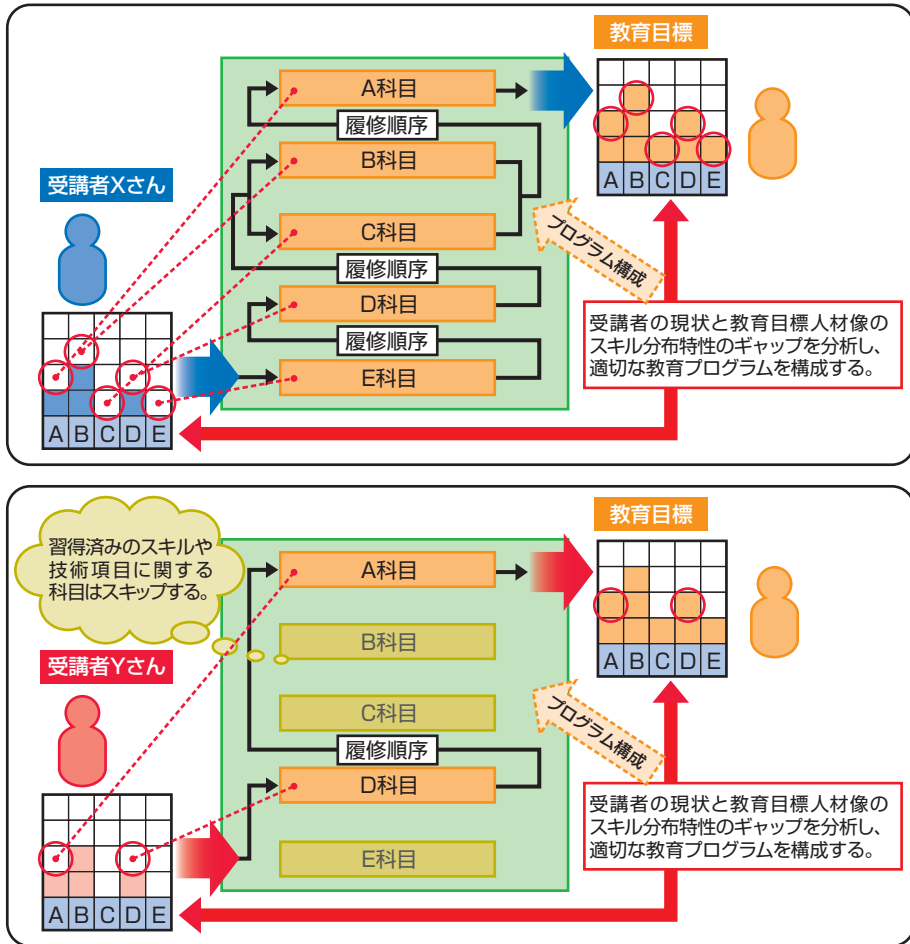


図 2.27 : 教育の「対象」や「目標」が変われば内容も変わる

## 科目について

ETSSの教育研修基準では、教育プログラムの科目の教育対象や教育目標に設定するスキルや技術の項目分類、習得レベルなどをETSSのスキル基準やキャリア基準のスキルフレームワークを用いて定義します。

また、科目を構成する教育項目の表現も、同様にスキル基準のフレームワークに準じ

た形で行います。

科目では、より高い教育効果や効率を得るために、複数の教育項目を組み合わせることで実施されるのが一般的です。例えば、類似技術への応用力の向上を図るために同一分野の教育項目を組み合わせる科目(図 2.28)や、プログラミングの研修などではプログラミング文法の教育だけではなく、使用ツールやプラットフォームなどの周辺技術に関する教育項目を組み合わせることで教育効果の向上を実現させています(図 2.29)。

「中級インターネット技術」科目			
スキルカテゴリ	教育項目	教育対象レベル	教育目標レベル
技術要素	TCP/IP	初級 (レベル1)	中級 (レベル2)
技術要素	SIP	初級 (レベル1)	中級 (レベル2)
技術要素	http	初級 (レベル1)	中級 (レベル2)
技術要素	ftp	初級 (レベル1)	中級 (レベル2)
⋮	⋮		

図 2.28 : 類似技術分野の教育項目によって構成された科目のイメージ

「初級組み込みC言語プログラミング」科目			
スキルカテゴリ	教育項目	教育対象レベル	教育目標レベル
技術要素	システムコール	未経験	初級 (レベル1)
開発技術	構造化設計	未経験	初級 (レベル1)
開発技術	C言語	初級 (レベル1)	中級 (レベル2)
開発技術	デバッグ技法	初級 (レベル1)	中級 (レベル2)
⋮	⋮		

図 2.29 : 中心となる技術教育項目に関連する周辺技術によって構成された科目のイメージ

図 2.30 は、未経験者向け教育プログラムの科目「組み込みシステム技術」に関する教育項目をスキル基準のフレームワークに準じた形で記述し、抜粋したものです。



科目名称：組込みシステム技術

カテゴリ	スキルカテゴリ		教育対象レベル	教育目標レベル	関連技術項目
	第1階層	第2階層			
技術要素	計測・制御	理化学系入力	未経験	初級	外部入力装置 センサ
		理化学系出力	未経験	初級	外部出力装置 アクチュエータ
	プラットフォーム	プロセッサ	未経験	初級	MPU周辺技術 基本I/O技術
		基本ソフトウェア	未経験	初級	リアルタイム処理
					リアルタイムカーネル
					システムコール
					割り込み処理
					デバイスドライバ
					ミドルウェア
					マルチタスク処理
					メモリ管理
					例外処理
高信頼性設計					
安全性設計					
要求分析技法					
開発技術	システム要求分析	システム分析と 要求定義のレビュー	未経験	初級	システム方式設計技術
	システム方式設計	実現可能性の検証と デザインレビュー	未経験	初級	機能分析技法 要求分析技法
	ソフトウェア 要求分析	ソフトウェア 要求事項の定義	未経験	初級	構造化設計 アーキテクチャ仕様書
	ソフトウェア 方式設計	ソフトウェア構造の 設計	未経験	初級	—
		ソフトウェア構造の デザインレビュー	—	—	—
	ソフトウェア 詳細設計	ソフトウェアの 詳細設計	未経験	初級	モジュール設計技術 構造化設計 仕様変更 設計の品質

図 2.30 : スキル基準と科目の連携イメージ (教育項目)

## 科目の教育レベル

ETSSの教育研修基準では、教育プログラムを構成する科目の教育対象や教育目標の習得レベルの標準的な指標を示すために、ETSSのスキル基準のスキルレベルに対応した教育レベルを定義しています。科目を受講する際に、教育レベルを確認することで、目的とする教育レベルであるかについて判断する材料として利用できます。

科目の教育レベルは、科目が教育目標として設定したレベルを表します。例えば、教

育レベルが「中級」の科目では、教育項目の技術に関してスキルレベル2（中級）を目指す教育のレベルとなります。

科目の教育レベルの定義を表2.4に示します。

表2.4：科目の教育レベル

科目の教育レベル	教育目標とするスキルレベル	教育目標とするスキルレベルの定義
最上級	レベル4 (最上級)	新たな技術を開発できる知識やスキルの習得を目指す
上級	レベル3 (上級)	作業を分析し改善・改良できる知識やスキルの習得を目指す
中級	レベル2 (中級)	自律的に作業を遂行できる知識やスキルの習得を目指す
初級	レベル1 (初級)	支援のもとに作業を遂行できる知識やスキルの習得を目指す

## 未経験者向け教育プログラム

組込みソフトウェア開発分野では、複雑な仕様、大規模開発、短期間開発、高品質などの要求や課題に対応できる人材リソースが慢性的に不足しています。

このような人材の質と量の不足を補うために「大学などの教育機関からの就職者」「他分野からの転職者・転換者」などの積極的な参入が望まれます。しかしながら、このような組込みシステム開発が未経験である人材の育成に対して、体系的な教育プログラムがこれまで不足していました。

組込みソフトウェア開発の特性や、「大規模化」「複雑化」「短期開発」の要求に応えるために、ソフトウェア・エンジニアリングや組込みシステム開発の特性などの要素を考慮した、組込みシステム開発未経験者向けの教育プログラムが提供されることで、組込みソフトウェア開発分野の人材不足の解消につながっていくと期待しています。

## 未経験者向け教育プログラムの概要

ETSSの教育研修基準では、未経験者を対象とした「組み込みシステム開発未経験者向けプログラム(以降未経験者向け教育プログラム)」を提示しています。

未経験者向け教育プログラムの提供は、組み込み分野への人材シフトの際に技術やスキルのギャップを軽減し、組み込み分野入門者のレベルアップを促進して、人材リソース不足を解消することがねらいです。

未経験者向け教育プログラムは、教育の対象(受講者)を組み込み未経験者として、組み込みソフトウェア開発業務に従事できる状態を教育目標として、人材育成することが目的です。この未経験者向け教育プログラムでは、ETSSのスキル基準で定義された「技術要素」「開発技術」「管理技術」、キャリア基準で定義された「パーソナルスキル」が教育項目となります。

本教育プログラムは、大学などの高等教育機関や、企業による新人向け研修、あるいは他分野からの組み込み分野へのキャリアチェンジを支援する研修などへの利用を想定した教育プログラムとなっています。

表2.5：未経験者教育プログラムの科目概要

科目名称	概要	教育項目
組み込みシステム技術	組み込みソフトウェア技術者として必要な組み込み基礎技術を習得する。	組み込みシステムの歴史、組み込みシステムの特徴、組み込みシステムの現状、I/O制御、スタートアッププログラム、メモリ管理、割り込み処理、ハードウェア監視、排他制御、トレードオフ設計、ハードウェアアーキテクチャ、MPU周辺技術、基本I/O、外部周辺機器、実装技術、高信頼性設計、安全性設計、システムLSI、組み込みソフトウェアの概要と歴史、組み込みソフトウェアの特徴、リアルタイムカーネル、デバイスドライバとミドルウェア、マルチタスクプログラミング、実行環境、開発環境、組み込みソフトウェア開発技術…など
組み込みプログラミング演習	組み込みソフトウェア技術者として必要なC言語を中心とするプログラミング技術を習得する。	メモリ配置、スタックサイズ、スタートアッププログラム、割り込み処理、I/Oアクセス、コーディング作法、最適化、開発支援ツール(統合開発環境、コンパイラ、デバッガ…)、アセンブリ言語、要求定義、ソフトウェア設計、プログラム実装、テストとデバッグ…など
組み込みシステム開発プロジェクト型演習	組み込みシステム開発未経験者向け教育プログラムの総まとめと位置づけ、組み込みソフトウェア開発に従事するために必要な技術や知識をプロジェクト型演習にて体験のうえ、習得する。	※本研修コースの履修条件である、「ET入門コース」プログラムにおける「組み込みシステム技術」「組み込みプログラミング演習」に関連する知識項目、及びこれらの履修条件となっている、ITスキル標準の教育ロードマップにおける「IT基本1」「IT基本2」の研修コース群の関連知識項目をプロジェクト型演習で実際に活用し、より実践的な知識や技術の習得を行う。

## プロジェクト型演習

未経験者向け教育プログラムの総まとめとして、プロジェクト型演習を設定しています。多くの組込みソフトウェア開発がプロジェクト体制で推進されることから、共同作業の重要性やプロジェクトにおける役割分担を理解し、プロジェクト管理に関わるスキルやパーソナルスキル（コミュニケーション、リーダーシップ、ネゴシエーション等）を擬似プロジェクトの中で習得します。

未経験者向け教育プログラムでそれまでに履修した内容を、実際のプロジェクト形式に則って、要件定義からテストまでの一連のソフトウェア開発ライフサイクルを実際に体験することで、習熟度を高めることができます。

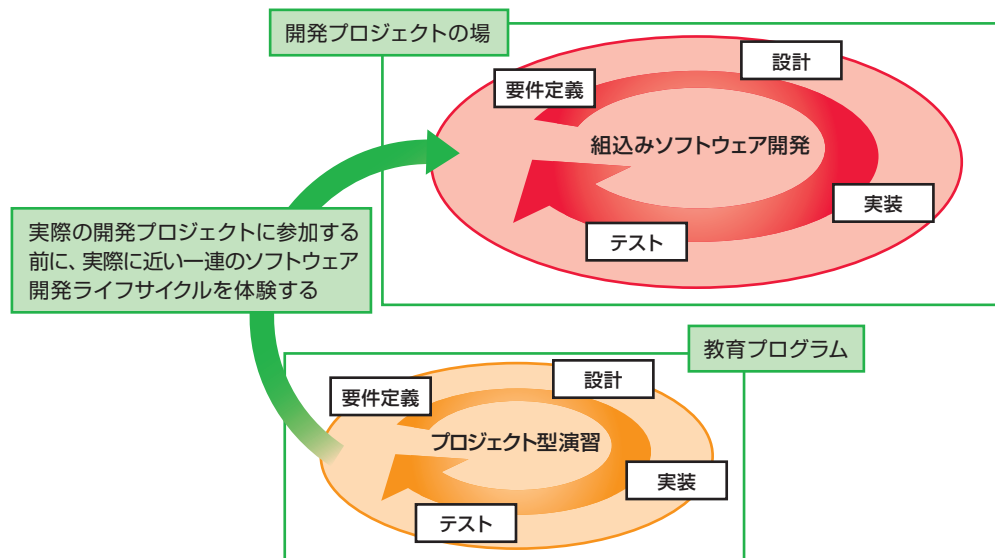


図 2.31 : プロジェクト型演習

## 既存プログラムとの信頼性を考慮

未経験者向け教育プログラムでは、受講対象者のスキルレベルや既存のプログラムとの整合性などを、対応させやすいように分割し、組込みシステムの特有の技術や知識の習得を目的とした科目で構成しています。他分野と共通の基本技術や知識については、

ITスキル標準の研修ロードマップにおける未経験レベル準拠の研修コースなどの既存プログラムを活用することで、新規プログラムの設計や開発などの負担軽減が期待できます。



# 組込みスキル標準 (ETSS) の活用

Part3では、組込みスキル標準活用局面の提案と、携帯電話機開発とDVDレコーダ開発のスキル測定例示及び解説を行います。

- 3.1 組込みスキル標準 (ETSS) 活用イメージ…………… 70
- 3.2 組込みスキル基準分析サンプル …………… 74
- 3.3 教育プログラムデザイン …………… 83

# 3.1

## 組込みスキル標準 (ETSS) 活用イメージ

### マネージャ／プロジェクトリーダーにおける活用イメージ

#### プロジェクト編成の最適化

開発対象となる製品に必要なスキルレベルの分布と、投入予定技術者のスキルレベルの分布を用いて、最適な開発プロジェクト体制を編成することが可能です。また、開発工程ごとに必要なスキル分布に合わせて適時、チーム体制を編成することで最適化を進めることも可能となります(図3.1)。

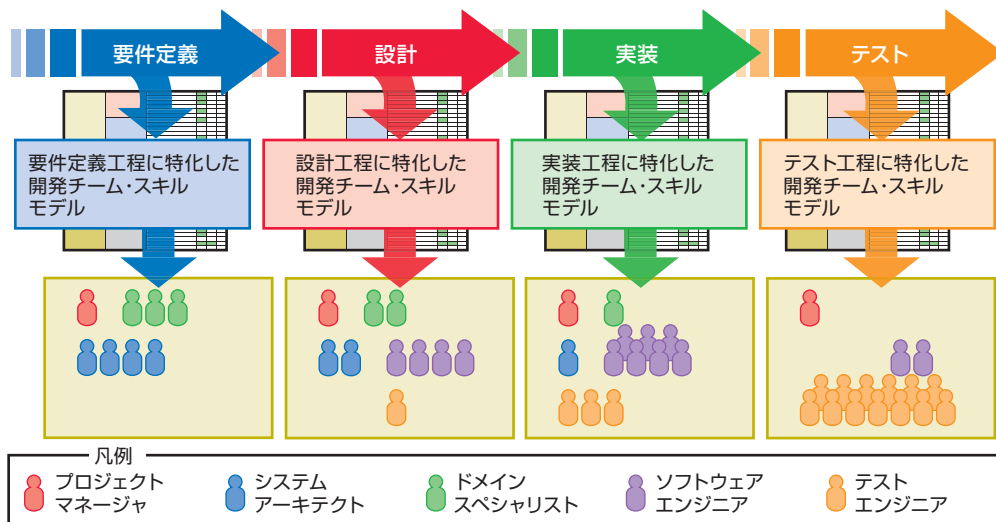


図3.1：プロジェクト編成の最適化

#### スキルに関する開発リスクの分析・管理

開発対象製品に必要なスキルレベルの分布と、開発チームのスキル分布を比較するこ



とで、スキル不足による開発プロジェクトのリスクの分析を行うことができます。スキルの不足部分を定量的に可視化することで、追加要員が必要なスキルのリストアップなどの確なりリスクヘッジプランを策定するための指針となります。

## 経営者における活用イメージ

### 人材・リソース戦略立案と評価

企業内の人材のスキルを測定し、組織として統合することで、企業としての組込みソフトウェア開発に関する強みや弱みを可視化することができます。業界や技術などの動向と、企業のスキル測定結果を照らし合わせて、弱みとされた部分を補う人材リソースに対する戦略を定量的に策定できます。また、策定された人材リソース戦略を、人材採用や育成を実施する際に具体的な指標として活用できます (図3.2)。

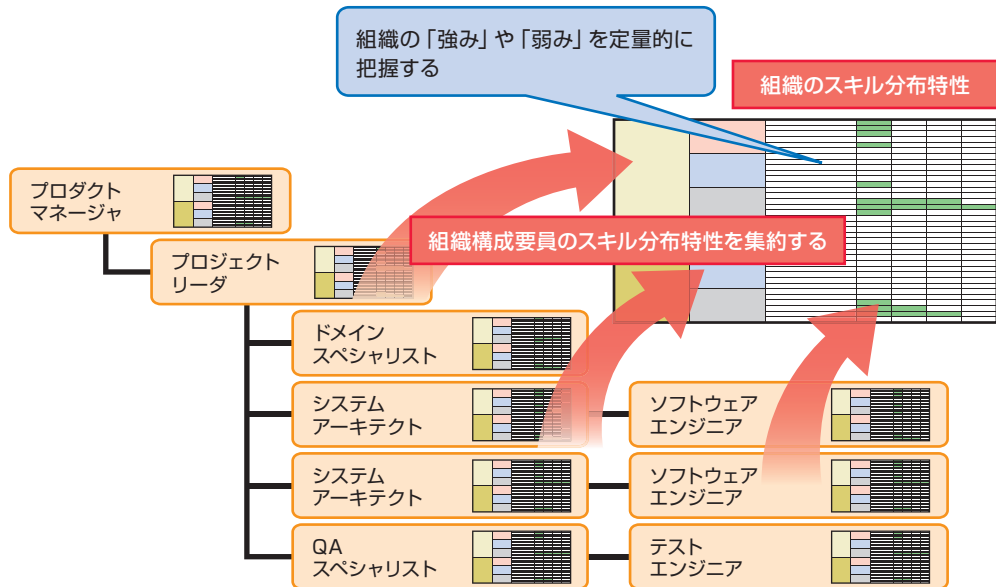


図3.2：組織のスキルを可視化する

## 教育プログラムの開発や調達

教育サービスを提供する企業では、顧客の求める「職種のキャリアレベル」や「スキル基準のレベル」などに的をしぼった有効性の高い教育プログラムを開発することができます。

人材育成を必要とする企業は、目的に合った教育プログラムを選択することができます。また、教育結果を教育プログラムの目的（スキルアップなど）が果たせたかを客観的に測定する際にも活用できます。これをフィードバックすることによって、教育プログラムの品質向上などに役立てることが可能となります。

## 個人における活用イメージ

### 技術者としての強みと弱みを認識

スキル基準を用いて、技術者個人の組込みソフトウェア開発スキルを測定することで、スキルレベルの分布を可視化することができます。スキルレベルの分布から、技術者の強みや弱みを客観的に認識することができます。

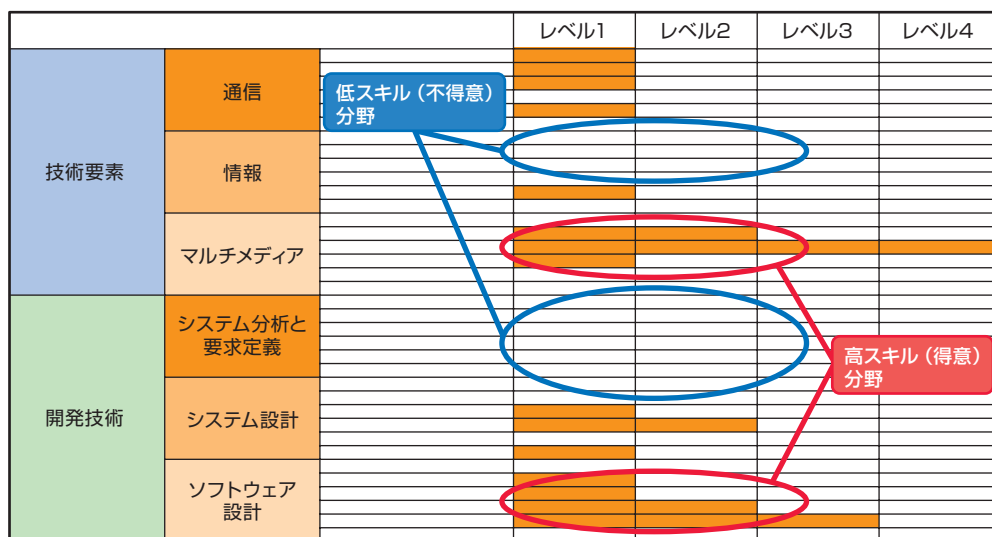


図 3.3 : 「強み」「弱み」を可視化する

可視化されたスキルの分布特性をもとに、「広く浅く」オールラウンド的なスキル分布を目指すのか、あるいは「狭く深く」スペシャリスト的な分布を目指すのかなど、企業や個人の目的にあわせて育成戦略を立案してください。

## 具体的なキャリアパスの確認

スキル測定された技術者自身のスキルレベルの分布状況などから、キャリア基準で定義された職種・専門分野のキャリアレベルの関連スキルと付け合わせることで、キャリアレベルの妥当性を確認できます。また、目標とする職種のキャリアレベルまでのキャリアパスをどのような経路で、どのようにレベルアップしていくのかを具体的にイメージすることができます。

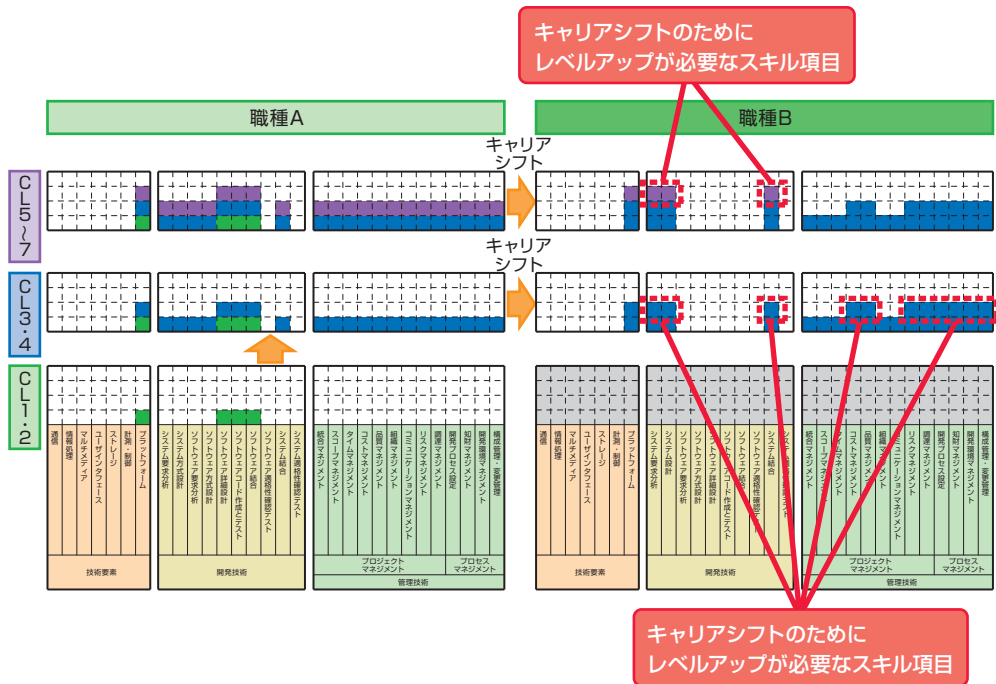


図3.4：キャリアシフトするためにレベルアップすべきスキル項目

## 3.2

# 組込みスキル基準分析 サンプル

### スキル基準分析サンプルについて

組込みソフトウェア開発のスキル項目分析を具体的な製品（携帯電話機、DVDレコーダ）を対象に行ったサンプルを提示します。

これは、これまで説明を行ったETSSスキル基準を使用して、組込みソフトウェア開発に必要なスキル項目の分析を行ったものです。スキル基準を使用して開発プロジェクトのスキル項目を分析する場合、このような成果物が作成されることになると思います。この分析・抽出されたスキル項目ごとに、開発体制や技術者のスキルを測定してください。

ここでは、上記の製品の標準的な機能をピックアップし、架空の製品イメージを分析しています。あくまでもスキル分析の例示のため、同様の製品を作成する場合でも、利用技術や開発手法の違いで異なる結果がでます。

また、実際の製品開発を対象にした場合、さらに詳細かつ多岐にわたるスキル項目が抽出されることになります。

### 携帯電話機開発のスキル分析サンプル

携帯電話機開発におけるスキルの分析結果サンプルを提示します。

#### 製品概要

本製品は、カメラ機能付きの携帯電話機です。このカメラでは、静止画と動画を撮影することができ、データの保存や簡易加工が可能です。また、これらのデータをメモリカードに書き込むことや、メール機能などで他の端末に送信することが可能です。

Webブラウザ機能も有し、インターネット経由で様々なコンテンツにアクセス可能です。ネットワークからダウンロードした音楽コンテンツの再生も可能です。

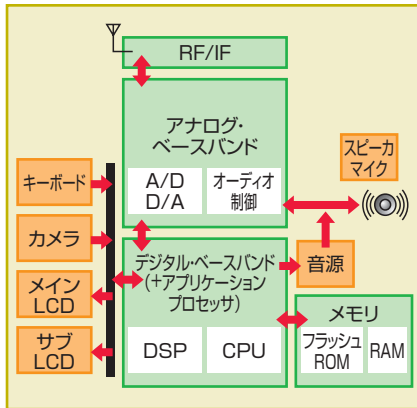


図 3.5 : 携帯電話機のハードウェア構成 (概要)

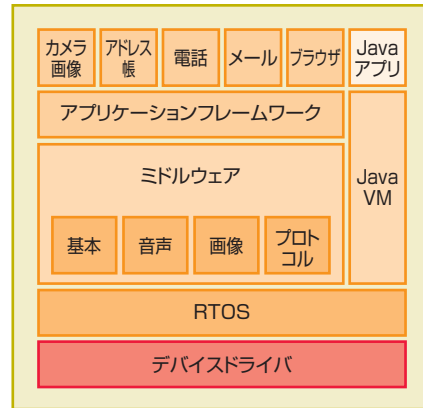


図 3.6 : 携帯電話機のソフトウェア構成 (概要)

## スキル分析例

### (1) 技術要素

第1階層	第2階層	第3階層	スキル項目	使える	作れる
通信	有線通信	PAN	USB		
			RS232C		
	無線通信	電気通信用無線	PDC		
			CDMA		
	インターネット	近距離通信	赤外線通信		
			透過的データ転送	ppp	
ip					
tcp					
	応用処理	http			
情報処理	情報入力	タイプ入力	かな漢字変換		
			入力予測		
		コード入力	バーコード		
			QRコード		
		マークアップランゲージ	Webブラウザ		
SVGブラウザ					

## (2) 開発技術

第1階層	第2階層	第3階層	スキル項目	使える	作れる
情報処理	画像処理	画像フォーマット	JPEG		
			GIF		
			PNG		
		動画圧縮・伸張	MPEG4 (H263)		
			H264		
			動画録画・再生	MP4	
マルチメディア	音声処理	音声圧縮・伸張	ADPCM (G.726)		
			CELP		
			MC		
		フィルター処理	エコーキャンセラ		
	オーディオデバイス	アンプ・スピーカ			
	マイクروفोन				
映像・音声統合	モバイル	3GPP、SD-Video			
ユーザインタフェース	入力装置	ボタン入力	ボタン		
			キーボード		
	出力装置	座標入力	十字キー		
			表示出力	LED	
		音声出力	LCD		
			サウンド		
音源					
ストレージ	メディア	リムーバブルメディア	SDカード		
		メモリストレージ	NAND/NORフラッシュメモリ		
プラットフォーム	基本ソフト	カーネル	カーネル		
	バーチャルマシン・インタプリタ		BREW		
			JAVA		
	支援機能		ロギング		
			トレース		
UI		ソフトウェア更新			
			GUIライブラリ		

第一階層	第二階層	スキル項目	評価要件例	スキル
1 システム要求分析	1 要求の獲得と調整	インタビュー手法	インタビュー手法を使って、開発対象システムへの要求事項を獲得できる	
		要件定義書策定規定	要求定義書作成規程を使って、要求定義書の作成ができる	
		要件定義書	要求定義書を使って、ステークホルダと要求仕様の確認ができる	

第一階層	第二階層	スキル項目	評価要件例	スキル
	：	：	：	
	3 システム分析と要求定義のレビュー	レビュー手法 インスペクション手法 レビュー規約	インスペクションを使って、レビューができる 企業のレビュー規約を使って、召集や議事進行などレビュー運営ができる	
	：	：	：	
2 システム方式設計	1 ハードウェアとソフトウェア間の機能及び性能分担の決定	FMEA/FTA、手法 見積り手法	FMEA/FTA手法を使って信頼性・安全性設計ができる 見積り手法を使って、ソフトウェア規模の見積りができる	
	：	：	：	
6 ソフトウェアコード作成とテスト	1 プログラムの作成とプログラムテスト項目の抽出	コーディング規定 アセンブラ仕様 ホワイトボックステスト	コーディング規定を使って、規定に従ったプログラミングができる 搭載マイコンのアセンブラ仕様を使って、アセンブル言語でのプログラミングができる 境界値分析を使って、ホワイトボックスでのテスト項目抽出ができる	
	：	：	：	
	2 コードレビューとプログラムテスト項目のデザインレビュー	静的解析ツール レビュー手法 インスペクション手法	ソフトウェア静的解析ツールを使って、プログラムの静的解析ができる インスペクションを使って、レビューができる	
	：	：	：	
	3 プログラムテストの実施	ドライバ/スタブ テストツール	ドライバ/スタブを使用して、HW受領前のプログラムテストができる テストツールを使って、自動プログラムテストができる	
	：	：	：	
7 ソフトウェア結合	1 ソフトウェア結合テスト仕様の設計	テスト設計手法 カバレッジ測定法	テスト設計手法を使って、ソフトウェア結合テストを設計できる カバレッジ測定法を使って、ソフトウェア結合テストのソフトウェア要求に対する妥当性を算出できる	
	：	：	：	
9 システム結合	：	：	：	
	2 システム結合テストの実施	ICE オシロスコープ	ICEを使ってシステム結合テストの実施と不具合分析ができる オシロスコープを使ってシステム結合テスト結果の不具合分析ができる	
	：	：	：	

### Part 3

(ETSS)の活用  
組込みスキル標準

### (3) 管理技術

第一階層	第二階層	スキル項目	評価要件例	スキル
1 開発プロジェクトマネジメント	1 統合マネジメント	プロジェクト計画メソドロジー	プロジェクト計画メソドロジーを使って、プロジェクト計画の立案ができる	
		WBS (Work Breakdown Structure)	WBSを使って、プロジェクト計画書の作成ができる	
		:	:	
	8 リスクマネジメント	リスク識別技法	既存システムにおける事故事例のリスクをリスク識別技法を使って、識別ができる	
		リスク等級マトリックス	リスク等級マトリックスを使って、リスク分析ができる	
		デシジョンツリー	デシジョンツリーを使って、リスク分析ができる	
	9 調達マネジメント	調達基準	企業の調達基準を使って、外部調達の識別ができる	
		見積り依頼書策定規定	企業の見積り依頼書作成規定を使って、外部調達の見積り依頼ができる	
		外注管理規定	企業の外注管理規定を使って、外注管理ができる	
	1 開発プロセス設定	開発実績情報	過去の開発実績情報を使って、開発プロセスの定義ができる	
		開発プロセス標準	開発プロセスに関する標準を使って、開発プロセスの定義ができる	
		標準質問表	標準質問表を使って、開発プロセス評価ができる	
2 開発プロセスマネジメント	2 知財マネジメント	特許出願ルール	社内の特許出願ルールに従って、特許出願ができる	
		特許データベース	公開特許データベースを使って、特許情報の検索ができる	
		:	:	

### 解説

携帯電話機開発においては、サンプルで提示した通り非常に多くの技術要素が使われています。



技術要素は、通信キャリアや端末仕様によって異なりますが、スキル粒度の第2階層や第3階層では、ほぼ同じような構成になると思われます。製品ごとの具体的な仕様や部品の違いは、最下層のスキル項目の違いといった形で表れることになります。

このスキルの階層分けを参考にシステムの要素分解を行い、実際に利用されている技術名称を定義してください。

技術者や開発チームは、抽出された技術要素に対して、「対応できるスキル項目の領域を増やす」、もしくは「特定の技術要素に関して専門性を高める」といったスキルの向上を求められます。どのようにスキルを向上させていくかは、技術者として求められる立場や役割、目標とするキャリアなども含めて考慮すべきです。開発技術や管理技術は、開発プロセスや管理手順などが手順化されている場合、「局面ごとに行う作業は何か?」「その作業を行うために使う手法やツールは何か?」といった形でスキル項目を分析すると比較的容易に抽出することができます。

本概説書では、開発技術、管理技術を中略させた形でスキル分析例を提示していますが、実際にソフトウェアの開発工程を網羅すると、開発プロセスによっては大量のスキル項目が抽出されることとなります。

## DVDレコーダ開発のスキル分析サンプル

DVDレコーダ開発におけるスキルの分析結果サンプルを提示します。

### 製品概要

本製品は、市販DVDの再生と、ハードディスク及びDVDに、テレビの地上波とBSのアナログ放送の録画と再生を行うことができます。

また、ハードディスク上に録画されたデータの簡易編集機能を実現します。

ネットワーク接続機能を有し、インターネット技術を利用した電子番組表の表示や番組予約ができます。また、ネットワーク経由で、ソフトウェアやファームウェアなどのバージョンアップも可能です。

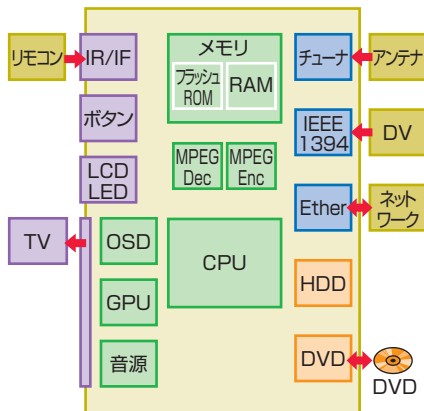


図3.7：DVDレコーダのハードウェア構成（概要）

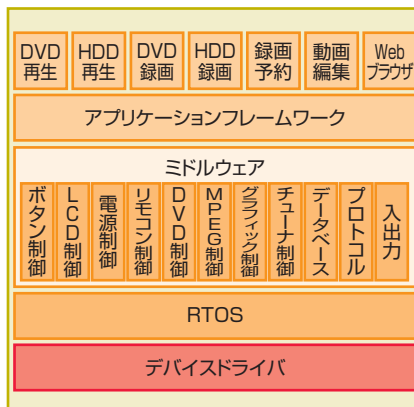


図3.8：DVDレコーダのソフトウェア構成（概要）

## スキル分析

### (1) 技術要素

第1階層	第2階層	第3階層	スキル項目	使える	作れる
通信	有線通信	LAN-MAN	CSMA/CD		
		PAN	IEEE1394		
	無線通信	近距離通信	赤外線通信 (リモコン)		
		インターネット	透過的データ転送	TCP	
	UDP				
	応用処理		http		
dns					
情報処理	セキュリティ	暗号化	暗号化技術		
		著作権保護・管理	CSS CPRM		
	情報入力	データ入力	電子番組表		
			圧縮コード予約入力		
		タイプ入力	文字コード変換		
			かな漢字変換 郵便番号変換		
	情報出力	マークアップランゲージ	Webブラウザ		
		動画データビューア	DVDプレーヤ ハードディスクプレーヤ		
	データ処理	データベース	SQL RDB		

第1階層	第2階層	第3階層	スキル項目	使える	作れる	
マルチメディア	動画	動画圧縮・伸張	MPEG2			
		音声	音声フォーマット	PCM		
	オーディオデバイス		音源制御			
			ミュート制御			
	統合	メディア	DVD-Video			
			DVD-VR			
ユーザインタフェース	人間系入力	ボタン	リモコン			
		座標入力	ボタン			
	人間系出力	表示	ジョイスティック	LCD/LED		
				OSD		
				RGB		
		音声	サウンド			
			警告音			
ストレージ	メディア	リムーバブルメディア	CD-ROM/R/RW			
			DVD-ROM/R/RW/RAM			
		メモリ系ストレージ	フラッシュメモリ			
	大容量ストレージ	ハードディスク				
	インタフェース	常時接続型インタフェース	ATA、ATAPI			
ファイルシステム			ISO9660			
			UDF			
			ext2fs			
計測・制御	制御	ドライバ制御	DVDドライブ制御			
		電源制御	電源制御			
プラットフォーム	UI		社内標準GUIライブラリ			
	支援機能		ロギング			
			ソフトウェア更新			
	基本ソフトウェア		メモリダンプ			
		システムブート				
		カーネル				

## (2) 開発技術

開発技術のスキルの分析例は、携帯電話機の項のものと同様になります。ただし、DVDに関する標準規格や画質などに関する設計、評価の手順などが携帯電話機と異なる項目として挙げられます。

### (3) 管理技術

管理技術のスキルの分析例は、携帯電話機の項のものと同様になります。

管理技術は、製品や応用ドメインの違いだけでは、スキル項目の差はほとんど生じません。製品開発の際に、「社外や海外の人材リソースの利用」や「異なる開発プロセスを採用する」などの開発形態の違いが、スキル項目の構成に変化を与えます。

### 解説

開発技術と管理技術は一部、応用ドメイン特有の手法やツールなどの差が生じますが、携帯電話機とほぼ同じ内容となったため省略しました。

今回の分析では、Webブラウザや、MPEGのコーデック関連部分、GUIライブラリ、データベースなどを、既存あるいはパッケージとして購入することを前提としました。これらを作成することとした場合、抽出されるべきスキル項目がさらに多岐にわたることが予想されます。

割り込み処理やタスク間通信など、リアルタイムOS制御に関する技術要素は「プラットフォーム⇒基本ソフトウェア⇒カーネル」でまとめました。

# 3.3

## 教育プログラムデザイン

### 教育プログラムデザインガイドとは

組織や開発者が求める人材育成を実現するためには、その施策である教育プログラムを、適切にデザインしなければなりません。そのためには、ソフトウェアの開発作業と同様に、教育プログラムデザインで実施すべき作業項目を、適切な段階で行う必要があります。これらについて、適切かつ効率的に実施していくためには相応の知見や経験が必要といえます。

そこで、教育プログラム開発に関する有識者を集め、組込みソフトウェア開発分野の人材育成を目的とした、教育プログラムを開発するためにはどのような手順が存在するのか、また、その手順の中で実施すべき具体的な作業項目や留意すべき点などを「教育プログラムデザインガイド」としてまとめました。

### 教育プログラムデザインの工程 (図3.9)

教育プログラムデザインの工程は、教育プログラムを実施する企業や組織の状況、教育の目標などをどのように設定するかによって実施範囲が変化します。すべての作業手順を実施しなければならないケースもあれば、必要な部分だけを切り出して適用するだけで実施可能なケースも考えられます。各作業工程の内容と目的をよく理解したうえで、デザインの対象となる目的の教育プログラムに必要な手順であるのかを予め判断しておくことが重要になってきます。

教育プログラムをデザインする手順は、次に示す6つの工程で構成されています。

## 人材育成計画立案

組織が必要とする人材像と、現時点の人材の状況を把握・分析し、明確で適切な人材育成計画を立案します。

## 教育計画立案

人材育成計画を実現するために、必要となる教育プログラム体系の検討を行い、教育計画としてまとめます。

それぞれの教育プログラムに設定された教育目標を実現するために、必要となる科目構成や科目概要についても検討していきます。

## 科目設計

科目で実施される教育項目の明確化と、関連するスキルや知識などの習得を効果的に実現できるように、科目設計を行います。科目の中で具体的に何を学習するのか、どのような実施形態(教授方法)が適切か、などを明確にします。

## 教材制作・調達

科目に設定された教育目標を実現するために、適切なテキストなどの各種教材の制作と調達を実施します。

## 実施

科目に設定された教育目標を実現するために、必要となる教室などの環境や教材、備品などの準備を行います。

また、当日の円滑な運用を実現するために各種支援業務を実施します。

## 評価

教育プログラムの実施結果を収集し、収集した実施結果と、当初の教育目標とを比較・分析します。そのうえで問題点の抽出などを実施します。

抽出された問題点に対する改善方法について検討を行い、改善の対象となる手順へフィードバックします。

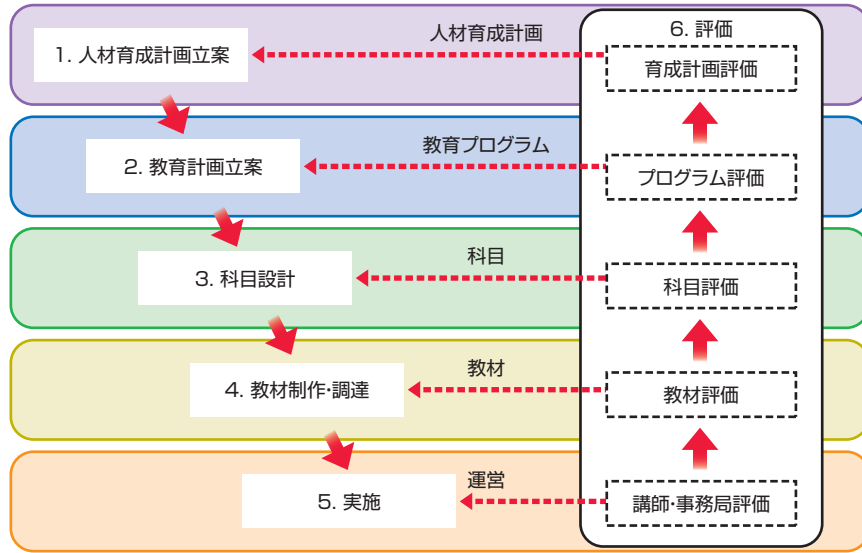


図3.9：教育プログラムガイドラインの工程

## 教育プログラムデザインガイドの使い方

教育プログラムデザインガイドの対象読者は、人材育成担当者を想定しています。これから、組込みシステム開発に関する教育プログラムを企画・開発しようとしている担当者の方はもちろんですが、すでに、プログラムを開発して運営されている方にも参考になる点があると考えています。

このガイドでは、教育プログラムをデザインするための手順やそれに関する留意点や事例などを説明しています。

重要なことは、この手順をすべて行うことではありません。記述されている手順の必要性や背景について理解し、開発を行おうとしている教育プログラムに必要な手順を選択し実施することが大切です。場合によっては、このガイドに書かれていない手順を考

えて拡張しなければならない項目も実際に存在するはずです。教育プログラムに課せられた目的や条件などに合わせて、適切な教育プログラムのデザイン手順を選択し、実施してください。



# スキル基準 (Version 1.2)

スキル基準 Version1.2を基本として、書籍化にあたって表現を見直したものです。

I. 概要	88
II. スキルフレームワーク	91
III. スキル基準	95
Appendix. 他の分野へのスキルフレームワーク展開	99

# I.

## 概要

組込みソフトウェア開発力強化に向けた「組込みスキル標準(以降ETSSと略す)」において、組込みソフトウェア開発スキルを体系的に整理するためのフレームワークが、「スキル基準」である。

### 1. スキル基準の概要

スキル基準は、組込みソフトウェア開発に必要なスキルを明確化・体系化したものであり、組込みソフトウェア開発者の人材育成・活用に有用な指標(共通基準)を提供するものである。

組込みソフトウェア開発に必要なスキルは多岐にわたるが、スキル基準では“技術”のみ着目し、ビジネスやパーソナルなどのスキルは定義していない。

### 2. スキル基準の必要性

組込みソフトウェアはシステムLSIなどと同様に、産業横断的に利用される特徴を持つ。

組込みソフトウェアは、多彩なハードウェアとコンカレントに開発され、高い安全性・信頼性・リアルタイム性を求められるなど、厳しい制約条件のもとで開発されるといった特徴を持つ。近年、製品の多様化やハードウェア性能の向上に伴い、組込みソフトウェアの大規模・複雑化が進み、さらには短期間での開発が求められている。

このような特徴と傾向の中、市場では組込みソフトウェアの品質に起因する問題が発生し、高品質な製品開発を特長とする日本の産業に影響を与える可能性も出てきている。

組込みソフトウェア開発は産業横断的に利用されていることから、使用される技術が多岐にわたり、それを開発する技術者に必要とされるスキルも多岐にわたる。さらに技

術の進歩も早く、製品の陳腐化も早くなった。このため組込みソフトウェア開発に関わる技術者は、製品に対して新しい技術をタイムリーに取り込むスキルが求められている。

組込みソフトウェア開発に必要なスキルを体系的に整理し、明確にすることで、人材育成と活用を推進し、高品質な製品をより短期間に開発可能とする。これにより我が国製造業などの国際競争力の確保及び向上を図ることができる。

### 3.スキル基準で期待される効果

スキル基準は、組込みソフトウェア開発における技術スキルを体系的に整理するものである。体系的に整理されたスキルを利用し、効果的な人材育成と人材活用を実現する。さらにはエンジニアリングにおけるツールや情報としても利用できる。

#### (1) 人材育成

人材育成においては、スキル基準を用いることで育成ビジョンを示し、育成対象を明示することが可能となる。また、育成状況の確認においては、育成前と育成後のスキルアップが可視化され、育成に関するモチベーションを確保することにも効果が期待できる。

#### (2) 人材活用

スキル基準は開発者個人や組織（企業やチームなど）のスキルを可視化するものであり、可視化された情報は、以下のようなシーンで利活用される。

計 画： 経営戦略やプロジェクト計画の立案

採用・調達： 上記「計画」に従った人材の採用・調達

業務遂行： 上記「計画」に従い、上記「採用・調達」された人材（スキル）による業務遂行

評価<sup>①</sup>： 業務の遂行状況や結果を評価し、組織や個人の行動にフィードバック

①：本スキル基準を人材の評価や処遇に適用することについては、「スキルの可視化による企業競争力の強化と人材育成」という本来主眼とする趣旨とは異なるものであり、場合によっては技術者のモチベーションを減退させ、結果としてマイナスインパクトを与えかねないということに十分留意が必要である。

### (3) エンジニアリング

スキル基準は、開発プロジェクトの特性とスキルの関係を整理することから、開発におけるエンジニアリングのツールとして利用することができる。

例えば、開発プロジェクトで必要とするスキル(技術要素、開発技術、管理技術)の観点で、リスクマネジメントをする際などに利用できる。開発プロジェクトにおいて、その技術の特性(品質特性など)を評価・検討し、リスクの識別を含むリスクマネジメントを実行する。



## 4. スキル基準では解決されない問題

---

スキル基準は1つの指標であり目的や戦略がなくその適用を行っても、企業の開発力強化にはつながらない。スキル基準に基づくキャリア開発や教育への適用も同様である。

# II.

## スキルフレームワーク

### 1. 概要

#### 1.1 スキルの定義

スキルとは熟練や技能と表現されることが多い。当スキル基準では、スキルとは作業の遂行能力を指し、「～ができること」を表現するものであり、知識を有するだけではスキルとは扱わない。

#### 1.2 スキルフレームワークの構造

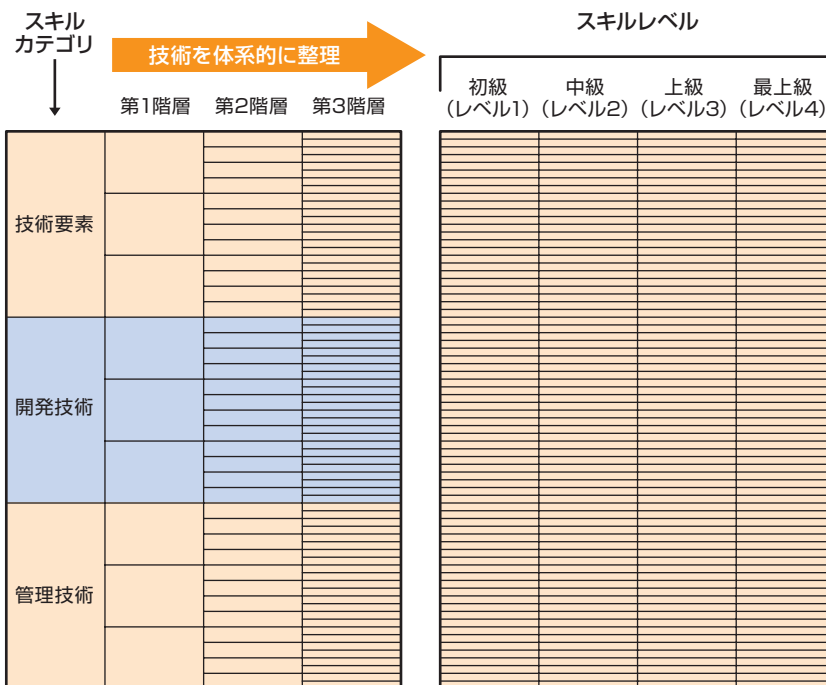
スキルフレームワークは、[図F1.1](#)のような構造を持ち、組込みソフトウェア技術を整理することを目的としている。

##### ◆スキルカテゴリ

組込みソフト開発に必要な技術を「技術要素」「開発技術」「管理技術」の3つに区分し、各々を階層的に整理するための起点。

##### ◆スキルレベル

階層的に整理された技術に対する作業遂行能力の期待値を4段階で表現したもの。



図F1.1：スキルフレームワーク

## 2. スキルカテゴリの説明

ETSSスキルフレームワークのスキルカテゴリは、組込みソフトウェア開発に関する技術を体系的に分類・整理するための起点となる。

### ◆ スキルを「技術要素」「開発技術」「管理技術」のスキルカテゴリで整理

技術要素：組込みシステム自体に組み込まれ、システムの機能を実現する技術項目を「技術要素」に分類する。

開発技術：組込みシステムに各種技術要素を実装するために開発時に使用する技術項目を「開発技術」に分類する。

管理技術：組込みシステム開発を円滑かつ的確に進行させるために使用する技術項目を「管理技術」に分類する。

## ◆スキルカテゴリを起点として階層的に第1階層から第n階層へと組み込みソフトウェア開発の技術を詳細・具体化する。

最終階層は、スキル評価が可能な具体的な技術名称となるように、スキルを定義する。

スキル基準では、第2階層までのスキルカテゴリを提示するに止め、下位階層を含むスキル項目の具体的な定義は行わない。これらは利用する企業や機関での定義によって運用されることを期待する。

## 3.スキルレベルの説明

### 3.1 スキルレベルの定義

ETSSスキルフレームワークのスキルレベルは、各スキルカテゴリ共通の定義を持つ。

ETSSでは、技術項目ごとに作業遂行能力の期待値（ポテンシャル）を4段階のスキルレベルで表現する。

ETSSのスキルレベル1（初級）～3（上級）は、確立された技術に関する作業遂行能力の度合いを定義し、それに加えて技術革新（イノベーション）を推進できる能力を評価するために、最上級のスキルレベル4を定義している。

- ◆レベル4：最上級 新たな技術を開発できる
- ◆レベル3：上級 作業を分析し改善・改良できる
- ◆レベル2：中級 自律的に作業を遂行できる
- ◆レベル1：初級 支援のもとに作業を遂行できる

### 3.2 スキルレベルの評価

「スキル（業務遂行能力）がある」ということの要件を明確に定義するのが、スキル評価要件である。個々のスキルについて、具体的な評価要件を提供するアプローチもあるが、ETSSのスキルフレームワークでは共通的な評価要件を提供する。

### ◆ 技術要素

作れる「与えられた環境の下で、〇〇技術要素を実現することができる」

→〇〇：技術要素名称

使える「与えられた環境の下で、要求された機能を実現するために〇〇技術要素を組み込むことができる」

→〇〇：技術要素名称

環境とは「仕様・条件・特性・事例・情報など」である。

### ◆ 開発技術

「□□を使って、△△ができる」

→□□：開発技術手法、開発ツール名称、△△：開発プロセス名称

### ◆ 管理技術

「□□を使って、△△ができる」

→□□：管理技術手法、管理ツール名称、△△：管理プロセス名称

評価要件で使用している「～ができる」には動作と知識に関する2つの視点が必要となる。

「～ができる」ということは、実際に動作としての作業が行えるということを意味する。作業を行う際には、「正確性」や「効率性」などが基本的に求められ、さらには適切な「状況判断」といった応用力も求められる。

また、このような動作をするための前提として、作業に使用する手法やツールに関する知識が必要となる。したがって、手法やツールを使う対象物や環境、手順などに関する知識も必要である。これらの動作や知識をチェックすることで「～ができる」ということを判断することができるようになる。

スキル評価は評価方法と評価体制、特に技術項目について高い知見を有しているかどうかといった評価者の適格性が重要である。開発業務の実施状況からスキルのレベルをどのように評価するのかについて十分に検討し明示する必要がある。



# Ⅲ.

## スキル基準

### 1. 組み込みソフトウェア開発に関するスキルカテゴリ

以下ではスキル基準として定義する第2階層までのスキルカテゴリを記載する。

#### 1.1 技術要素スキルカテゴリ

表F1-1：技術要素

	第1階層	第2階層	第2階層
1	通信	1 有線	WAN、LANなど有線通信技術
		2 無線	電気通信事業用無線、一般業務用無線など無線通信技術
		3 放送	デジタル放送、アナログ放送など放送技術
		4 インターネット	透過的データ転送、アプリケーションなどインターネット通信技術
2	情報処理	1 情報入力	データ入力、音声入力など情報入力技術
		2 セキュリティ	暗号、著作権保護などセキュリティ技術
		3 データ処理	圧縮、データベースなどデータ処理技術
		4 情報出力	マークアップランゲージや文書ビューアなど情報出力技術
3	マルチメディア	1 音声	データ処理、圧縮・伸張など音声処理技術
		2 静止画	データ処理、圧縮・伸張など静止画処理技術
		3 動画	データ処理、圧縮・伸張など動画処理技術
		4 統合	音声・画像などの統合処理技術
4	ユーザ	1 人間系入力	ボタン、座標など人間系入力デバイス制御技術
		2 人間系出力	表示、音声など人間系出力デバイス制御技術
5	ストレージ	1 メディア	リムーバブル、メモリなどストレージメディア技術
		2 インタフェース	リムーバブル、常時接続型などストレージインタフェース技術
		3 ファイルシステム	ISOやOSネイティブなどファイルシステム技術
6	計測・制御	1 理化学系入力	電気、圧力、光など理化学系入力技術
		2 計測・制御処理	座標・運動、信号処理などの計測・制御技術
		3 理化学系出力	アクチュエータ、光、熱などの理化学系出力技術
7	プラットフォーム	1 プロセッサ	CPU、GPUなどプロセッサ技術
		2 基本ソフトウェア	カーネル、ブートなど基本ソフトウェア技術
		3 支援機能	情報記録、情報収集など支援機能技術

## 1.2 開発技術スキルカテゴリ

表 F1-2：開発技術

第1階層		第2階層		説明
1	システム要求分析	1	要求の獲得と調整	インタビュー手法、マーケティング手法など
		2	システム分析と要求定義	モデリング手法、分析手法、要求定義など
		3	システム分析と要求定義のレビュー	レビュー手法、インスペクション手法など
2	システム方式設計	1	ハードウェアやソフトウェア等の機能及び性能分担の決定	システム機能・非機能設計、設計手法、性能見積り、システム規模見積り、ハードウェアとソフトウェア等の役割分担切り分けなど
		2	実現可能性の検証とデザインレビュー	レビュー手法、インスペクション手法など
3	ソフトウェア要求分析	1	ソフトウェア要求事項の定義	モデリング手法、分析手法、要求定義など
		2	ソフトウェア要求事項の評価・レビュー	レビュー手法、インスペクション手法など
4	ソフトウェア方式設計	1	ソフトウェア構造の決定	性能見積り、信頼性設計、フォールトトレラント技術、ソフトウェア見積り手法、知的財産権、再利用など
		2	ソフトウェア構造のデザインレビュー	レビュー手法、インスペクション手法など
5	ソフトウェア詳細設計	1	ソフトウェアの詳細設計	設計手法、設計ツール、実時間性設計など
		2	ソフトウェアの詳細設計のレビュー	レビュー手法、インスペクション手法など
6	ソフトウェアコード作成とテスト	1	プログラムの作成とプログラムテスト項目の抽出	プログラミング手法、プログラミングツール／環境、テスト設計手法、カバレッジ測定法、シミュレーションなど
		2	コードレビューとプログラムテスト項目のデザインレビュー	レビュー手法、インスペクション手法、静的解析ツール、動的解析ツールなど
		3	プログラムテストの実施	ドライバ／スタブ、テストツール、回帰テストなど
7	ソフトウェア結合	1	ソフトウェア結合テスト仕様の設計	テスト設計手法、カバレッジ測定法、シミュレーション、エミュレーション、ハードウェア環境など
		2	ソフトウェア結合テストの実施	テストツール、ICE、モニタ、ロジックアナライザ、オシロスコープ、回帰テストなど
8	ソフトウェア適格性確認テスト	1	ソフトウェア適格性確認テストの準備とレビュー	レビュー手法、インスペクション手法、受け入れテストなど
		2	ソフトウェア適格性確認テストの実施	テストツール、ICE、モニタ、ロジックアナライザ、オシロスコープ、回帰テストなど
9	システム結合	1	テスト項目抽出とテスト手順の決定及びレビュー	レビュー手法、インスペクション手法など
		2	システム結合テストの実施	テストツール、ICE、モニタ、ロジックアナライザ、オシロスコープ、回帰テストなど
10	システム適格性確認テスト	1	システム適格性確認テストの準備とレビュー	レビュー手法、インスペクション手法、受け入れテストなど
		2	システム適格性確認テストの実施	テストツール、回帰テストなど

## 1.3 管理技術スキルカテゴリ

表F1-3：管理技術

第1階層		第2階層		説明
1	プロジェクト マネジメント	1	統合マネジメント	WBS、EVM、会議運営メソッドロジ、レビュー手法など
		2	スコープマネジメント	WBS、変更管理など
		3	タイムマネジメント	パート図、ガント図、見積り手法など
		4	コストマネジメント	ROI、ROE、見積り手法、EVMなど
		5	品質マネジメント	監査、故障解析統計的手法、傾向分析など
		6	組織マネジメント	チームビルディング、OBSなど
		7	コミュニケーションマネジメント	情報配布手法など
		8	リスクマネジメント	リスク分析、デシジョンツリー分析、リスク等級など
		9	調達マネジメント	企画、調達先選定、契約、実績管理など
2	開発プロセス マネジメント	1	開発プロセス設定	システム開発プロセス設定、レビュー設定など
		2	知財マネジメント	関連法規、管理システムなど
		3	開発環境マネジメント	開発環境企画、設計、構築、運用管理など
		4	構成管理・変更管理	識別、統制、記録、監査など

## 2. ETSSの記述範囲

ETSSで定義する技術の範囲は、組込みソフトウェアで共通的に利用されるものを想定している。各企業や応用ドメインで利用される固有の技術に関しては扱っていない。

このような固有の技術スキルに関しては、各企業や応用ドメインの団体・グループにて標準化を行い、固有スキルの扱いを検討してほしい。技術スキルの流出による競争力低下が懸念される場合には非公開で運用するべきである。逆に広く技術スキルを公開し、企業が必要とするスキルを持った人材の獲得を実現することや、組込みソフトウェア共通としてETSSに反映することも可能である。

## 3. 継続的な見直し

組込みソフトウェア開発における急激な技術変化や進展に対して、スキルの項目や価

値は一定でなく刻々と変化し続けていくことが想定できる。当スキル基準においても、スキルの体系的な整理として継続的かつ適切に内容の妥当性を検証し、柔軟な改訂を行っていくこととする。

# 他の分野への スキルフレームワーク展開

ETSSをハードウェア開発など組込みソフトウェア開発以外に適用するイメージを提示する。

## 1. 組込み製品開発の特徴

組込みソフトウェアは、組込みソフトウェア以外の開発技術者と協調し、コンカレントに開発が行われる特徴を持つ。LSI (Large Scale Integration) 開発を含むハードウェア開発や、製品に組込む各種データ(カーナビゲーションシステムにおける地図や、ユーザインタフェース機能におけるグラフィックなど)、さらには製品と連携し動作する汎用コンピュータ用ソフトウェア(デバイスドライバやアプリケーションソフトウェア)などがコンカレントに開発される。

また、ハードウェア開発技術者も同じ組織に属することや、各種データや汎用コンピュータ用ソフトウェアの開発技術者が同じ組織に属することも多く見受けられる。

ETSSは技術要素、開発技術、管理技術といったスキルカテゴリだけで見ると、組込みソフトウェアに特化したカテゴリではないといえる。さらに第一階層レベルでは、開発技術においてソフトウェア開発に限定したアクティビティ以外は、ハードウェア開発やLSI開発にも提供可能なスキルを表している。また、開発技術の第一階層は、SLCP (Software Life Cycle Process、JIS X 0160)の開発プロセスにおけるアクティビティであり、これは組込みソフトウェアに限定しない汎用的なソフトウェア開発にも適用できるスキルといえる。

## 2. ハードウェア開発への適用

ETSSをLSI開発やPCB (Printed Circuit Board) 開発、メカニクス開発などハードウェア

開発へ適用する場合には、開発技術カテゴリーの第一階層において、ソフトウェア要求分析～ソフトウェア結合の間に存在するアクティビティと並行して行われるハードウェア開発のアクティビティを追加定義する。

例えばLSI開発の場合には、ビヘイビアやRTL (Resistor Transistor Logic) の設計や、レイアウトやマスクの検証に関するアクティビティを定義し、そのアクティビティで求められるスキルを定義する。ETSSではLSI開発に関するアクティビティの定義は行わないため、必要に応じてLSI産業における標準的なアクティビティの定義がされることが望まれる。

この際、開発技術におけるソフトウェア以外のアクティビティはシステムに関するアクティビティである。このアクティビティはソフトウェア、ハードウェアに依存しないため、共通的に適用することができる。

また、メカニクス開発などにおいて、技術要素で定義されていないスキルも存在することが考えられる。ハードウェアに関するスキルでも「作れるスキル」と「使えるスキル」は峻別すべきである。これらは第一階層の追加などをして対応する。しかし、既存の第一階層や第二階層へのマッピングについて十分に検討する必要がある。

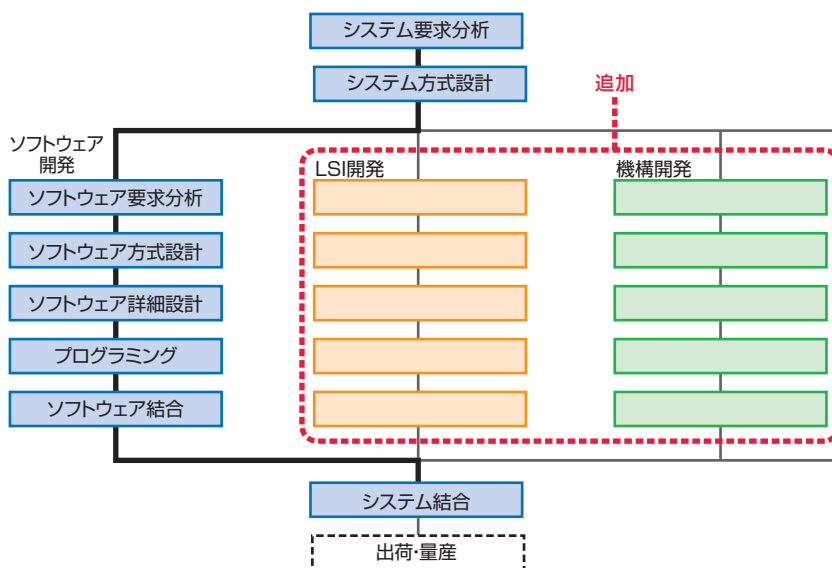


図 F1.2 : ソフトウェア以外の開発プロセスへの適用



### 3. 汎用コンピュータ用ソフトウェア開発への適用

ETSSをデバイスドライバやアプリケーションソフトウェアなど汎用コンピュータ向けソフトウェア開発へ適用する場合には、開発技術カテゴリの第一階層はSLCPの開発プロセスにおけるアクティビティであることから、そのまま適用できる。

アクティビティごとに、そこで必要とされるスキルを定義する。汎用コンピュータ用ソフトウェア開発で利用される手法やツールに関するスキルを、アクティビティごとに階層構造で整理する。

SLCPと異なる開発プロセスで開発を行っている場合には、異なる開発プロセスのアクティビティをSLCPに展開する、もしくはSLCP対応表を作成することで活用が可能である。

また開発技術におけるソフトウェア以外のアクティビティ（システムに関するアクティビティ）は、共通的に適用することができる。

これらの具体的な定義に関しては、業界団体やコミュニティにおいて定義され、広く活用されることを想定している。

#### ■ スキル基準改定履歴

No	ドキュメント	主な変更点	考え方・展開ロジック	備考
1	組込みスキル標準 スキル基準 Version1.0	全般	初版（2005年4月）	
2	組込みスキル標準 スキル基準 Version1.1	I 2 スキル 基準 フレーム ワーク	スキル基準フレームワークを追加	
3		I 2.1 スキル の定義	キャリアでの実務の評価とスキルに対する評価は独立でなければならない。実務には職歴が含まれるので、スキルとキャリアを明確に区別するために、スキルから実務経験を削除する。	
4		I 2.4 レベ ルの定義	スキルレベルを表すものであり、統一化を図るためにすべてのレベルの定義を表す文言の検討を行った。これらは、スキルレベルの定義自体の変更ではなく、レベルの概念を表す文言の変更である。	
5		I 2.5 スキル の評価	技術要素の作れると使えることを明確に区別するために、「実現することができる」と「組み込むことができる」とスキルの評価要件表現を区別した。開発技術と管理技術のスキル評価要件を区別した。	

6	組込みスキル標準 スキル基準 Version1.2	全般	<p>見やすさと解かりやすさを向上させるために「スキルフレームワーク」の部分と組込みソフトウェアに関する技術の標準スキルカテゴリを定義する「スキル基準」の部分を整理・統合し、それぞれに関連する文書もあわせて再整理を行った。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 45%;"> <p>(旧) スキル基準 Version1.1の目次構成</p> <p>I. 概要</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. スキル基準とは               <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1 スキル基準の概要</li> <li>1.2 スキル基準の必要性</li> <li>1.3 スキル基準で期待される効果</li> <li>1.4 スキル基準では解決されない問題</li> </ol> </li> <li>2. スキル基準フレームワーク               <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1 スキルの定義</li> <li>2.2 構成のアプローチ</li> <li>2.3 スキルの記述範囲</li> <li>2.4 レベルの概念</li> <li>2.5 スキルの評価</li> <li>2.6 継続的な見直し</li> </ol> </li> </ol> <p>II. スキル基準</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. スキルカテゴリ               <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1 技術要素スキルカテゴリ</li> <li>1.2 開発技術スキルカテゴリ</li> <li>1.3 管理技術スキルカテゴリ</li> </ol> </li> </ol> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 45%;"> <p>(新) スキル基準 Version1.2の目次構成</p> <p>I. 概要</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. スキル基準の概要</li> <li>2. スキル基準の必要性</li> <li>3. スキル基準で期待される効果</li> <li>4. スキル基準では解決されない問題</li> </ol> <p>II. スキルフレームワーク</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 概要</li> <li>2. スキルカテゴリの説明</li> <li>3. スキルレベルの説明</li> </ol> <p>III. スキル基準</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 組込みソフトウェア開発に関するスキルカテゴリ</li> <li>2. スキル基準の記述範囲</li> <li>3. 継続的な見直し</li> </ol> <p>Appendix. 他の分野へのスキルフレームワーク展開</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 組込み製品開発の特徴</li> <li>2. ハードウェア開発への適用</li> <li>3. 汎用コンピュータ用ソフトウェア開発への適用</li> </ol> </div> </div>																	
7		I 1.2 スキルフレームワークの構造	「図1 スキルフレームワーク」の差し替えを実施した。																	
8		II 1.2 開発技術スキルカテゴリ	<p>「システム方式設計」の第2階層のスキル項目及び、その説明の変更を実施。</p> <p>(旧) スキル基準 Version1.1の開発技術スキルカテゴリ (抜粋)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>第1階層</th> <th>第2階層</th> <th>説明</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">2</td> <td>1</td> <td>ハードウェアとソフトウェア間の機能及び性能分担の決定 設計手法, 性能見積り, FMEA/FTA, ソフトウェア見積り手法, 知的財産権など</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>実現可能性の検証とデザインレビュー レビュー手法, インспекション手法など</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>(新) スキル基準 Version1.2の開発技術スキルカテゴリ (抜粋)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>第1階層</th> <th>第2階層</th> <th>説明</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">2</td> <td>1</td> <td>ハードウェアとソフトウェア等の機能及び性能分担の決定 システム機能・非機能設計, 設計手法, 性能見積り, システム規模見積り, ハードウェアとソフトウェア等の役割分担切り分けなど</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>実現可能性の検証とデザインレビュー レビュー手法, インспекション手法など</td> </tr> </tbody> </table>	第1階層	第2階層	説明	2	1	ハードウェアとソフトウェア間の機能及び性能分担の決定 設計手法, 性能見積り, FMEA/FTA, ソフトウェア見積り手法, 知的財産権など	2	実現可能性の検証とデザインレビュー レビュー手法, インспекション手法など	第1階層	第2階層	説明	2	1	ハードウェアとソフトウェア等の機能及び性能分担の決定 システム機能・非機能設計, 設計手法, 性能見積り, システム規模見積り, ハードウェアとソフトウェア等の役割分担切り分けなど	2	実現可能性の検証とデザインレビュー レビュー手法, インспекション手法など	
第1階層	第2階層	説明																		
2	1	ハードウェアとソフトウェア間の機能及び性能分担の決定 設計手法, 性能見積り, FMEA/FTA, ソフトウェア見積り手法, 知的財産権など																		
	2	実現可能性の検証とデザインレビュー レビュー手法, インспекション手法など																		
第1階層	第2階層	説明																		
2	1	ハードウェアとソフトウェア等の機能及び性能分担の決定 システム機能・非機能設計, 設計手法, 性能見積り, システム規模見積り, ハードウェアとソフトウェア等の役割分担切り分けなど																		
	2	実現可能性の検証とデザインレビュー レビュー手法, インспекション手法など																		
9		Appendixの追加	ETSSをハードウェア開発などのソフトウェア開発以外に適用するイメージを提示した。																	



# キャリア基準 (Version 1.2)

キャリア基準 Version1.2を基本として、書籍化にあたって表現を見直したものです。

I . 概要 .....	104
II . キャリアフレームワーク .....	107
III . キャリア基準 .....	113
Appendix. ドメインスペシャリストの定義例 .....	145

# I.

## 概要

### 1. キャリア基準の概要

組込みソフトウェア開発力強化を目的とした『組込みスキル標準(以降、ETSSと略す)』において、人材育成や人材活用を実現するために組込みソフトウェア開発に関する職種名称や職掌定義をするのが『キャリア基準』である。

ETSSのキャリア基準では、組込みシステム開発のソフトウェア開発に関する主な職種／専門分野と、その各々に求められるスキルを明示したものである。キャリア基準は、職種／専門分野についての業界横断的な共通の名称として使われることが意図されている。

キャリア基準では、共通の枠組み(キャリアフレームワーク)を用いて、各職種／専門分野を表現する。

このキャリア基準の枠組みは、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を実現するための“ものさし”として、有効な指標となるよう策定された。

### 2. キャリア基準の必要性

現状、組込みソフトウェア開発に関する技術者の肩書きは、職制上の肩書きとなっており、技術的な役割に対応していない。技術者の求人においても、「制御系」「組込み系」などのドメインの指定の他は、「プログラマ」「システムエンジニア」「ソフトウェア開発」などの大括りの職種が指定されているのみであることが通常である。このような現状は、組込み技術者の技術的役割が未分化で、求められる専門性として何があるかが明確になっていないことを物語っている。その結果、求人においては、経験年数や固有名詞として例示された技術の開発経験が、応募資格や望ましい経験・能力となる。

このような現状では、技術者は、基本的に、自らが参加した開発プロジェクトで経験した技術のみが証明できる能力であり、技術者が自律的に専門性を深める指針が乏しいことになる。

キャリア基準は、組込みソフトウェア開発において必要な技術者の主な職種と専門分野を明示し、各職種と専門分野の概要、求められるスキルを示したものである。

少人数組織での開発の場合、ひとりの人材がキャリア基準に提示する複数の職種／専門分野の責任や特性を実現することになる。また、少人数の組織でない場合においても、ひとりの人材が複数の職種／専門分野の特性を兼ね備えている場合もある。キャリア基準の目的は、組込みソフトウェア開発力の強化であるため、このような場合を否定することはない。

## 3. キャリア基準の期待される効果

### (1) 個人にとってのメリット

キャリア基準が示されることにより、個人は、組込み技術者としての将来の可能性を俯瞰することができ、自らの適性や環境に即して、技術要素、開発技術、管理技術、ビジネススキル、パーソナルスキルなどを含む総合的な能力開発を図ることができる。また、身に付けた能力は、キャリア基準が国と産業界で連携して策定されるため、所属する企業を超えて、業界や技術者コミュニティにおいて認知されることになる。さらに、キャリア基準があると、様々な理由で職種を転換しようとする際には、どのような新たなスキルを身に付ければ良いかが明確であり、そのために必要な教育や訓練が明らかになる。

以上総合すると、技術者にとって、より自律的で合理的なキャリアデザインが可能になるというメリットがある。

### (2) 企業にとってのメリット

職種(役割)・専門分野が明らかになることにより、特定の開発プロジェクトにおいて必要な技術的役割や数を、より精密に見積もることができるようになる。また、必要に

応じて技術者の採用時や、一時的に外部技術者を調達する際に、求める能力をこれまで以上に正確に表現することが可能になる。より長期的には、事業戦略に沿って社内で増強すべき職種・専門分野を明確化すれば、そのために必要な人材計画（採用、人材育成、外部調達など）を最適化や適正配置ができることになる。

### **(3) 業界的・政策的なメリット**

キャリア基準の明確化により、個々の組込み技術者がより計画的に専門性を深め、その結果を総合するとトータルとしての開発力も強化される。また、共通のものさしの存在により、組込み技術者の企業内及び企業間の「流通」が容易となり、より最適な人的配置が可能になる。また、組込み技術者の職種が明示され、それらを表す言葉が共通化されることにより、IT系（エンタプライズ系）からの技術者の異動が、より活発化されることも期待される。例えば、従来一括りだった組込み技術者の職種を立体的に見せることにより、IT系（エンタプライズ系）の各職種の技術者が、自分のスキルをよく生かせる職種を同定することも可能になる。

# II.

## キャリアフレームワーク

### 1. 概要

ETSSのキャリア基準では、組込みソフトウェア開発に関する職種／専門分野を表現するために業界横断的に利用可能な枠組みとしてキャリアフレームワークを規定する。

ETSSのキャリアフレームワークは以下の要素で構成される。

- ◆ 職種／専門分野の区分
- ◆ キャリアレベルの定義
- ◆ 職種／専門分野とスキルとの対応付け
- ◆ 職種／専門分野の責任

これらの構成要素について以降に記す。

## 1.1 職種／専門分野

組込みシステム開発に関連する職種及び専門分野を定義し、それぞれにキャリアレベルを定義する。

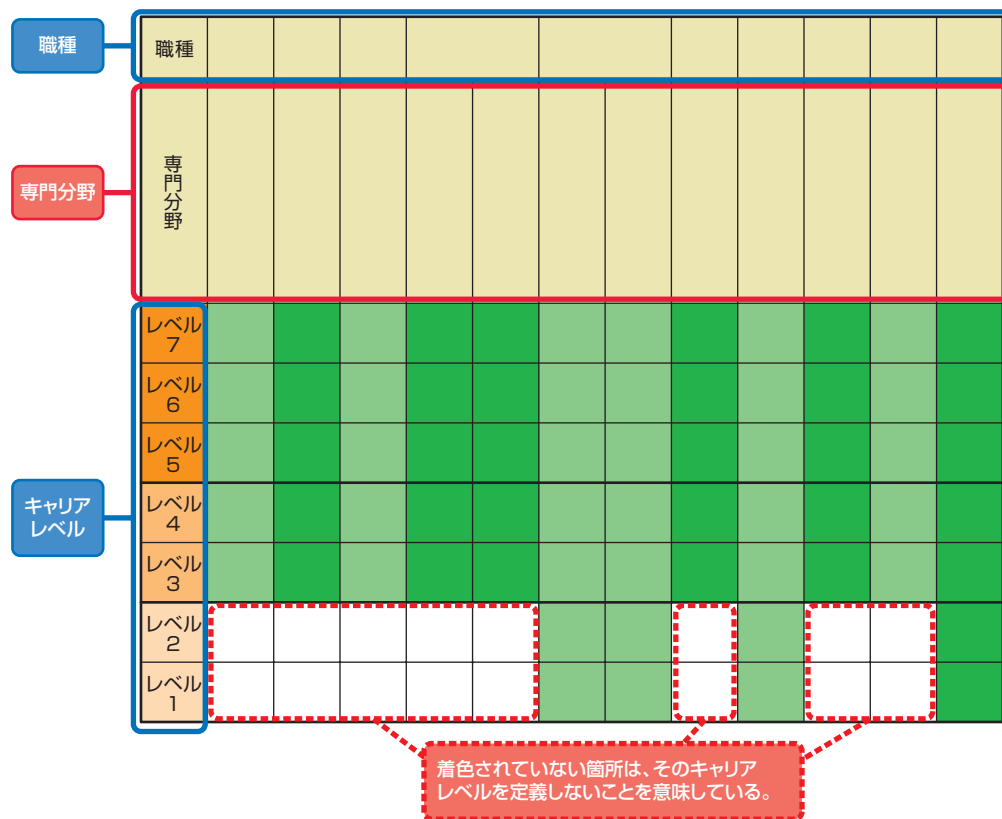


図 F2.1：職種／専門分野及びキャリアレベル

## 1.2 キャリアレベル

キャリアレベルは、共通キャリアスキルフレームワークに準じる。

## 2. 職種／専門分野とスキルの対応

各職種／専門分野に求められるスキルを、スキル基準のスキル及びキャリア基準で定義しているスキルに対応付けて示す。前者は、技術要素、開発技術、管理技術の各スキルカテゴリに属するスキルであり、後者は、「コミュニケーション」「マーケティング」などのパーソナルスキルとビジネススキルである。

### 2.1 パーソナルスキル、ビジネススキル

キャリア基準では、パーソナルスキル、ビジネススキルに関して定義を行う。組込みスキル標準にはスキル基準が存在するが、対象は組込みソフトウェア開発に求められる技術を対象にしている。キャリア基準では人材を対象に、ビジネスやプロフェッショナルとしての貢献のレベルを提示するが、これは技術に関するスキルだけでは十分ではない。

よって、キャリア基準では、ビジネスやプロフェッショナルとしての貢献を実現するために『パーソナルスキル』と『ビジネススキル』の定義を行った。これらについては、組込みソフトウェア開発のみに求められるものではなく、IT（エンタプライズ向け）システム開発や開発以外の職種でも共通的に適用できるスキルと考えられる。組込みソフトウェアの開発力強化を実現するうえで、基本的に押さえておくべきスキルを提示するものであり、主に育成（教育、訓練、実践）の対象を明らかにすることを目的に定義している。

スキルレベルについては、別途示す『スキル基準』にて定義する考え方を適用する。

表F2.1：パーソナルスキルとビジネススキルの定義

スキルカテゴリ	第一階層	説明
パーソナルスキル	1 コミュニケーション	話す、聞く、書くなど
	2 ネゴシエーション	質問、調査、主張など
	3 リーダシップ	能力開発、時間管理、動機付けなど
	4 問題解決	着眼・発想、問題発見・分析、論理思考など
ビジネススキル	1 経営	分析、戦略、評価など
	2 会計	財務分析、経理など
	3 マーケティング	分析、市場調査、戦略など
	4 HCM*	人事戦略、要員管理、能力開発など

\* HCM：Human Capital Management

上記のスキル以外にも、技術者倫理やコンプライアンスなど、開発者として理解し実行することが求められる事項も存在する。

## 2.2 スキルとの対応表現方法

職種／専門分野とスキルの対応は、2つの表現を用いて提示する。1つは『スキル領域』であり、職種／専門分野ごとに、キャリアレベル3～4を保有することが望まれるスキルを提示する。もう1つは『スキル分布特性』として、職種／専門分野ごと及びキャリアレベルごとに、必要なスキル及びスキルレベルを提示する<sup>①</sup>。

システムアーキテクトのスキル領域		スキル領域	
		職種共通スキル項目	専門分野固有スキル項目
組込みアプリケーション 開発	● <b>開発技術</b> システム要求分析、システム方式設計、ソフトウェア要求分析、ソフトウェア方式設計、システム結合、システム適格性確認テスト  ● <b>管理技術</b> 統合マネジメント、スコープマネジメント、タイムマネジメント、コストマネジメント、品質マネジメント、組織マネジメント、コミュニケーションマネジメント、リスクマネジメント、調達マネジメント、開発プロセス設定、知財マネジメント、開発環境マネジメント、構成管理・変更管理	● <b>技術要素</b> プラットフォーム、開発で必要となる技術要素	
組込みプラットフォーム 開発	● <b>パーソナルスキル</b> コミュニケーション、リーダーシップ、ネゴシエーション、問題解決  ○ <b>ビジネススキル</b> マーケティング	● <b>技術要素</b> プラットフォーム（作れるスキル）、開発で必要となる技術要素	

図F2.2：スキル領域の説明

①：必要条件としてのスキルレベルを提示する。



### ソフトウェアエンジニアのスキル分布特性

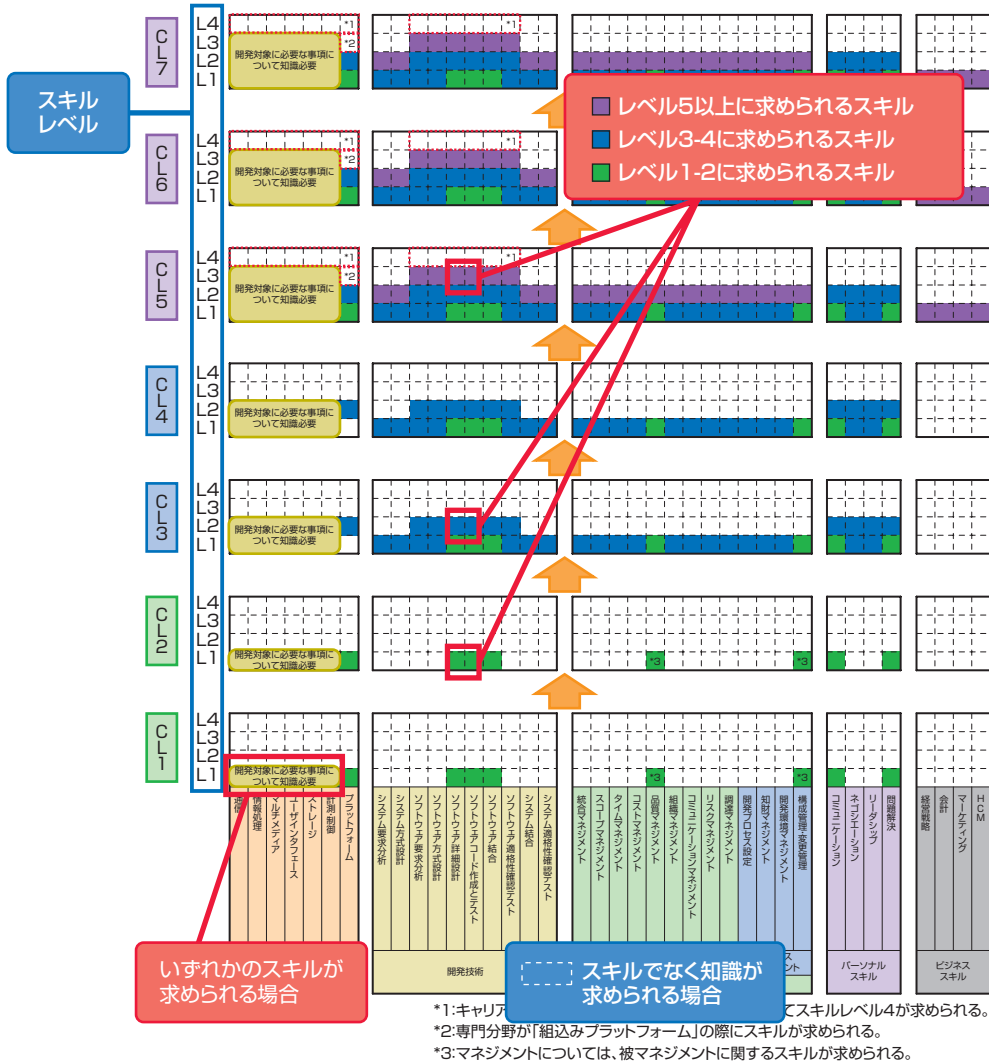


図 F2.3 : スキル分布特性の説明

### 3. 職種と責任の対応

---

職種ごとに責任の範囲や責任の例を提示することで、各職種が果たすべき役割を明確にする。スキルはこの責任を果たすうえで求められるものである。

- ◆ 責任の範囲：職種が果たすべき責任の範囲を提示。
- ◆ 責任の例：責任の例として、測定可能な事項を提示。

# III.

## キャリア基準

### 1. 職種／専門分野とキャリアレベル

職種	プロダクトマネージャ	プロジェクトマネージャ	ドメインスペシャリスト	システムアーキテクト		ソフトウェアエンジニア		ブリッジSE	開発環境エンジニア	開発プロセス改善スペシャリスト	QAスペシャリスト	テストエンジニア
専門分野	組込みシステム	組込みソフトウェア開発	組込み関連技術	開発	組込みアプリケーション	開発	組込みプラットフォーム	組込みソフトウェア開発	組込みソフトウェア開発	組込みソフトウェア開発	組込みソフトウェア開発	組込みシステム開発
レベル7												
レベル6												
レベル5												
レベル4												
レベル3												
レベル2												
レベル1												

図F2.4：職種／専門分野とキャリアレベル

- 職種

職種の説明は、3.の各節を参照

- 専門分野

組込みシステム：ハードウェアを含むプロダクト全体

組込みソフトウェア：組込みシステム上で動作するソフトウェア

——組込みアプリケーション：プロダクトの目的を実現する応用ソフトウェア

——組込みプラットフォーム：プロダクト機能の実現を支援する基本ソフトウェア

組込み関連技術：技術要素や、プロダクト及び応用ドメインに関する技術

● 職種／専門分野ごとのレベル着色の意味

着色されている部分は、該当職種／専門分野において、そのキャリアレベルが存在することを示す。職種／専門分野によっては、下位レベルでは、プロフェッショナルとしての価値が創出されるに至らないため、そこを空白としている。

## 2. 職種と責任の対応

表 F2.2：職種と責任の対応表

職種名称	責任	
	責任の範囲	責任の例
プロダクトマネージャ	商品開発の事業	収益、貢献
プロジェクトマネージャ	プロジェクト	品質、コスト、納期
ドメインスペシャリスト	技術の展開	プロダクト（商品）開発の効率性
システムアーキテクト	システム構造・実現方式	開発の効率性・品質
ソフトウェアエンジニア	ソフトウェア開発の成果物	品質、生産性、納期
ブリッジSE	外部組織との共同作業	品質、コスト、納期
開発環境エンジニア	開発環境の品質	使用性、作業効率
開発プロセス改善スペシャリスト	組織の開発プロセス改善実施	プロセス改善効果
QAスペシャリスト	プロセス品質 プロダクト品質*	出荷後の品質問題
テストエンジニア	システムの検証	品質、テスト効率性、テスト納期

\*：事業部長が責任の場合もある



### 3. 職種の説明

#### 3.1 プロダクトマネージャ

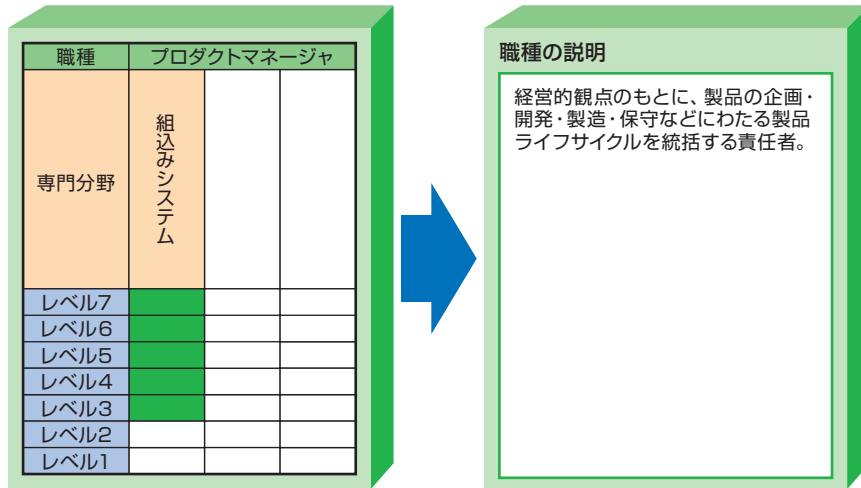
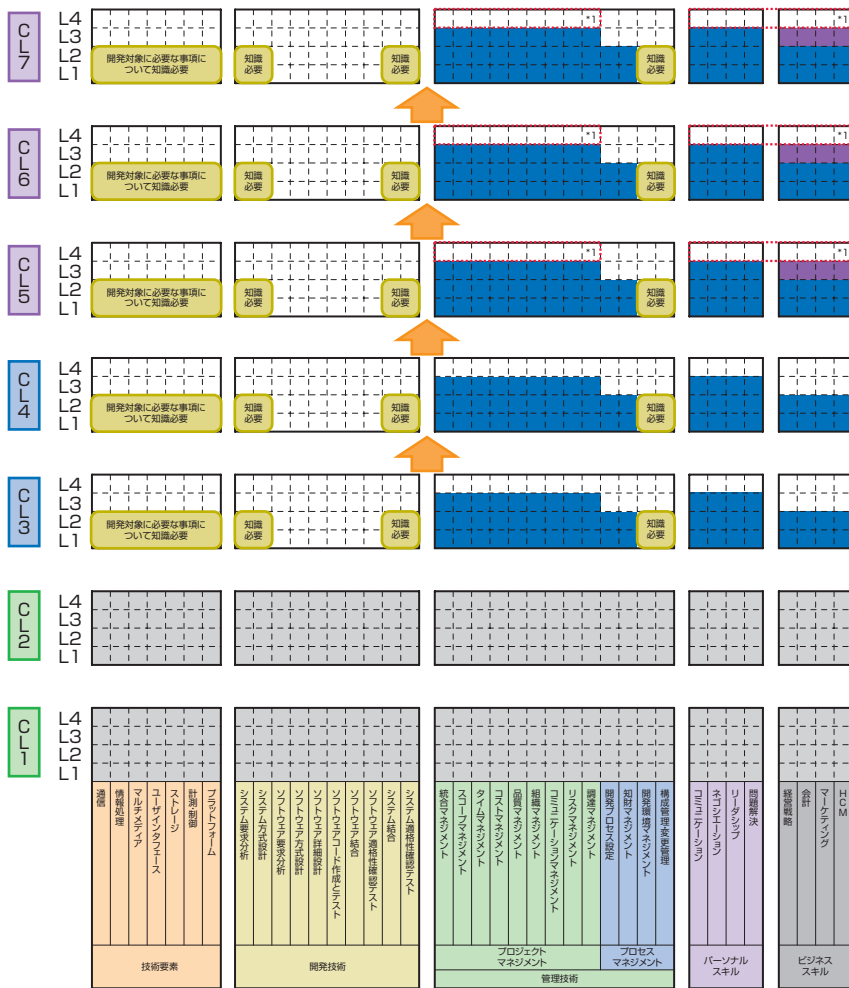


図 F2.5：プロダクトマネージャの概要

専門分野	スキル領域	
	職種共通スキル項目	専門分野固有スキル項目
組込みシステム	統合マネジメント、スコープマネジメント、タイムマネジメント、コストマネジメント、品質マネジメント、組織マネジメント、コミュニケーションマネジメント、リスクマネジメント、調達マネジメント、開発プロセス設定、知財マネジメント、開発環境マネジメント、構成管理・変更管理  <input type="radio"/> パーソナルスキル コミュニケーション、リーダーシップ、ネゴシエーション、問題解決  <input type="radio"/> ビジネススキル 経営、会計、マーケティング、HCM	

注：スキル領域におけるスキル項目は、職種におけるミドルレベルにて求められるスキル項目を記載

図 F2.6：プロダクトマネージャのスキル領域



\*1:キャリアレベル7の場合、いずれかのスキルについてスキルレベル4が求められる。

※この情報は人材育成を目的に作成したものであり、キャリアレベルの評価用に作成したものではありません

図F2.7：プロダクトマネージャのスキル分布特性

## ■補足説明

### 【技術要素】

- プロダクトに関する知識が必要  
——具体的に手を動かすのではなく、勘所を押さえた知識が必要

### 【開発技術】

- システムの要求分析、設計、テストに関する知識が必要  
——具体的に手を動かすのではなく、勘所を押さえた知識が必要
- ソフトウェア開発に関するスキルは必須ではない  
——ソフトウェア出身のマネージャでないケースを想定

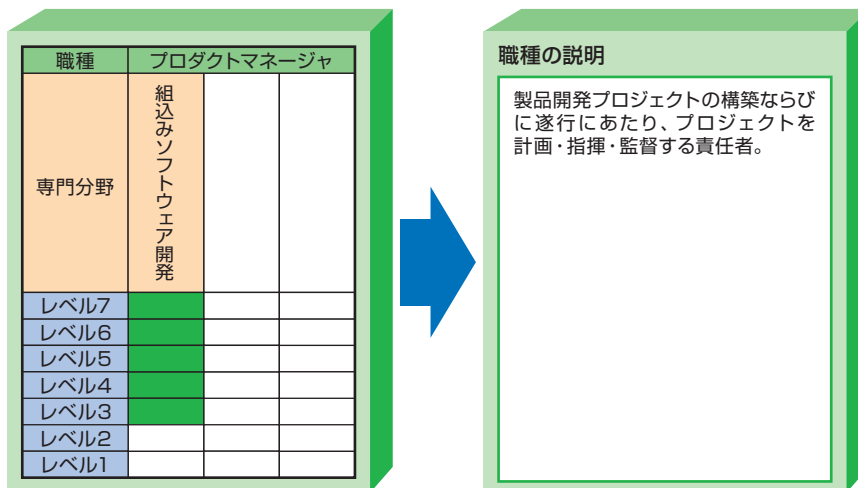
### 【管理技術】

- ソフトウェア、ハードウェア開発を含めたプロダクトとしての管理スキルが必要  
——ソフトウェアの開発プロセスに関する理解が必要
- 開発局面において的確に意思決定するための情報収集と分析スキルが必要
- 攻守の観点で知財管理、プロダクトラインを踏まえた構成管理など、KPI (Key Performance Indicator：重要業績達成指標) を定義することが必要

### 【パーソナルスキル、ビジネススキル】

- 事業を推進するためにリーダーシップの発揮が必要
- 事業の計画、商品価値創造、利益創出のためにビジネススキルが必要
- ステークホルダとの調整能力に長けるリーダーとしての人材

### 3.2 プロジェクトマネージャ



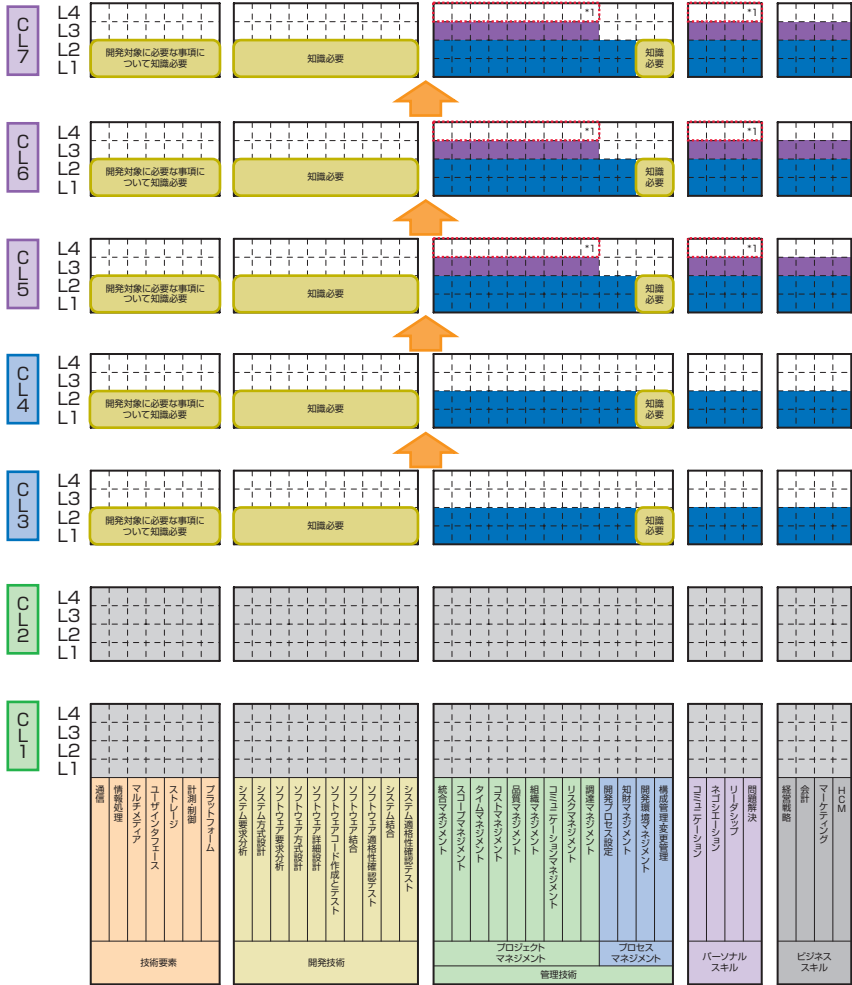
図F2.8：プロジェクトマネージャの概要

専門分野	スキル領域	
	職種共通スキル項目	専門分野固有スキル項目
組込みソフトウェア開発	<p>●管理技術            統合マネジメント、スコープマネジメント、タイムマネジメント、コストマネジメント、品質マネジメント、組織マネジメント、コミュニケーションマネジメント、リスクマネジメント、調達マネジメント、開発プロセス設定、知財マネジメント、開発環境マネジメント、構成管理・変更管理</p> <p>○パーソナルスキル            コミュニケーション、リーダーシップ、ネゴシエーション、問題解決</p> <p>○ビジネススキル            経営、会計、マーケティング、HCM</p>	

注：スキル領域におけるスキル項目は、職種におけるミドルレベルにて求められるスキル項目を記載

図F2.9：プロジェクトマネージャのスキル領域





\*1:キャリアレベル7の場合、いずれかのスキルについてスキルレベル4が求められる。

※この情報は人材育成を目的に作成したものであり、キャリアレベルの評価用に作成したものではありません

図 F2.10 : プロジェクトマネージャのスキル分布特性

## ■補足説明

### 【技術要素】

- プロダクトそのもの、及びプロダクトを構成する技術要素の知識が必要  
——具体的に手を動かすのではなく、勘所を押さえた知識が必要

### 【開発技術】

- ソフトウェア開発に関するスキルは必須ではないが、プロジェクト推進に関わる判断や分析の根拠となる開発技術の知識は網羅的に必要

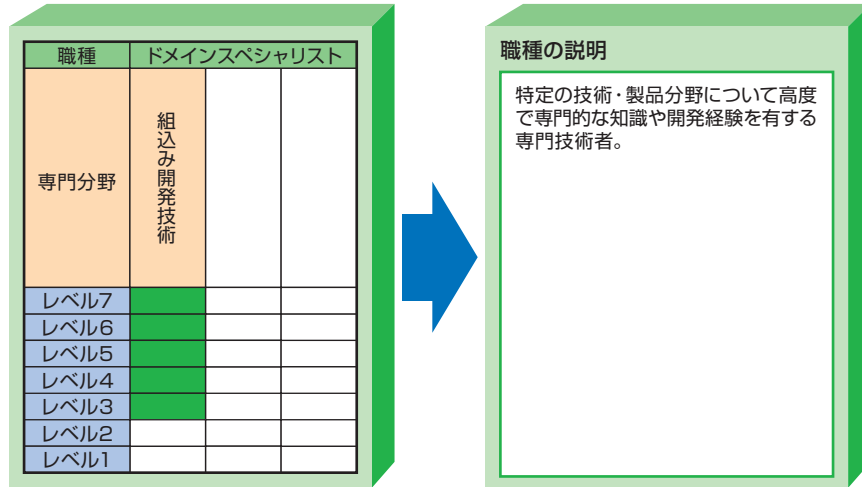
### 【管理技術】

- プロジェクトの責任範囲を対象とする管理スキルが必要  
——例：日程管理、外注管理、リスク管理など
- 開発局面において的確に意思決定するための情報収集と分析スキルが必要

### 【パーソナルスキル、ビジネススキル】

- 開発プロジェクトを推進するためにリーダーシップの発揮が必要
- 開発の計画、商品価値創造、利益創出のためにビジネススキルが必要
- ステークホルダとの調整能力に長けるリーダーとしての人材

### 3.3 ドメインスペシャリスト

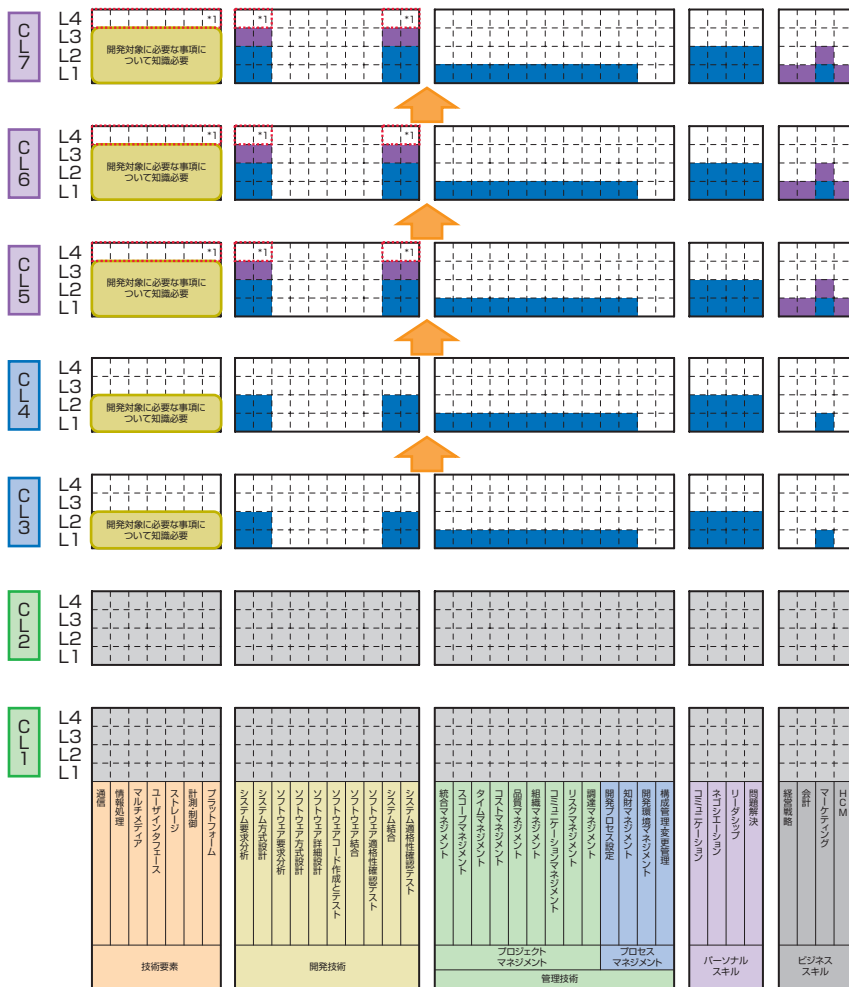


図F2.11：ドメインスペシャリストの概要

専門分野	スキル領域	
	職種共通スキル項目	専門分野固有スキル項目
組込み開発技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>●技術要素 専門技術</li> <li>●開発技術 システム要求分析、システム方式設計、システム結合、システム適格性確認テスト</li> <li>●管理技術 統合マネジメント、スコープマネジメント、タイムマネジメント、コストマネジメント、品質マネジメント、組織マネジメント、コミュニケーションマネジメント、リスクマネジメント、調達マネジメント、開発プロセス設定、知財マネジメント</li> <li>○パーソナルスキル コミュニケーション、リーダーシップ、ネゴシエーション、問題解決</li> <li>○ビジネススキル マーケティング</li> </ul>	

注：スキル領域におけるスキル項目は、職種におけるミドルレベルにて求められるスキル項目を記載

図F2.12：ドメインスペシャリストのスキル領域



\*1:キャリアレベル7の場合、いずれかのスキルについてスキルレベル4が求められる。

※この情報は人材育成を目的に作成したものであり、キャリアレベルの評価用に作成したものではありません

図F2.13：ドメインスペシャリストのスキル分布特性

## ■補足説明

### 【技術要素】

- プロダクト及びプロダクトを構成する技術要素の深い技術スキルが必要
- 必要に応じて、各開発及び保守工程においてレビューアとなることができる

### 【開発技術】

- プロダクトのシステム要求分析、設計、テスト、保守に関するスキルが必要  
——プロジェクト全体に関わる開発業務はプロジェクトマネージャに委ねる

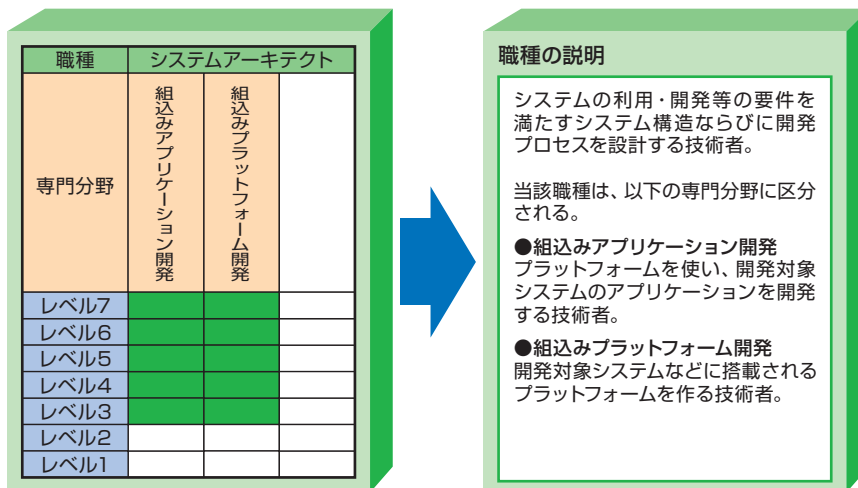
### 【管理技術】

- ソフトウェア、ハードウェア開発を含めたプロジェクト管理にスキルが必要  
——プロジェクト全体に関わる開発業務はプロジェクトマネージャに委ねる

### 【パーソナルスキル、ビジネススキル】

- 技術の価値認識や展開を実現するマーケティングスキルが必要  
——技術動向と自社の技術を考慮して技術開発の方向を示すスキルが必要

### 3.4 システムアーキテクト

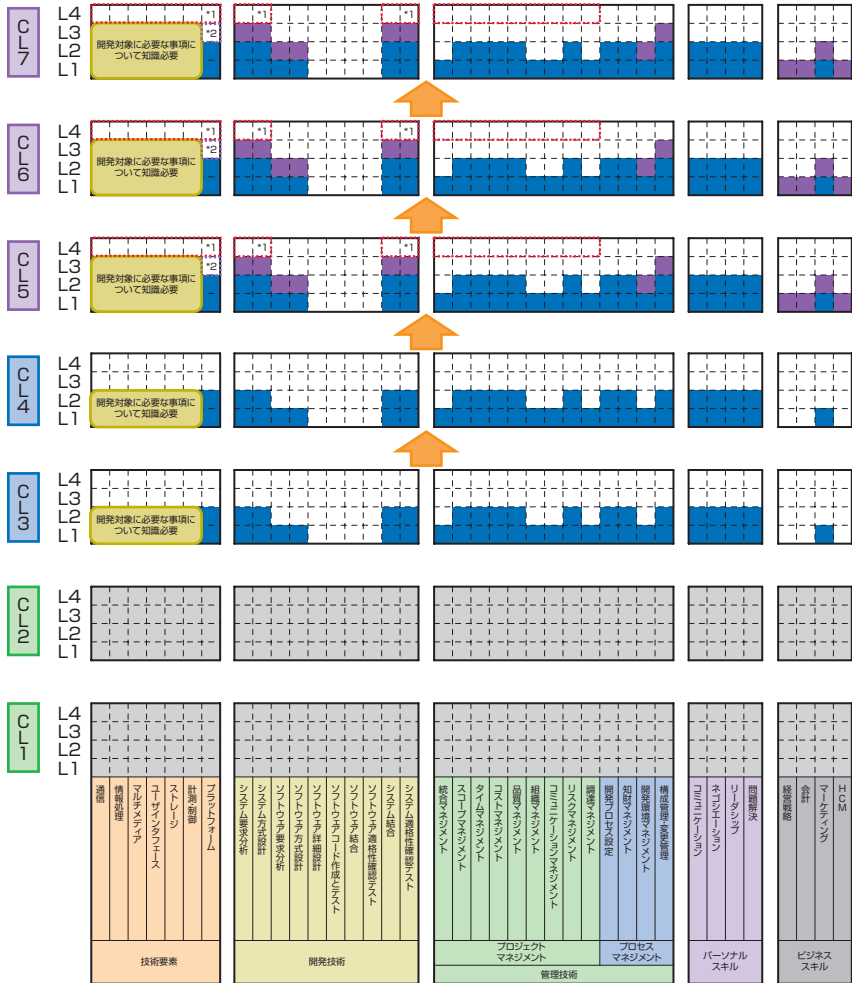


図F2.14：システムアーキテクトの概要

専門分野	スキル領域	
	職種共通スキル項目	専門分野固有スキル項目
組込みアプリケーション開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>●開発技術 システム要求分析、システム方式設計、ソフトウェア要求分析、ソフトウェア方式設計、システム結合、システム適格性確認テスト</li> <li>●管理技術 統合マネジメント、スコープマネジメント、タイムマネジメント、コストマネジメント、品質マネジメント、組織マネジメント、コミュニケーションマネジメント、リスクマネジメント、調達マネジメント、開発プロセス設定、知財マネジメント、開発環境マネジメント、構成管理・変更管理</li> <li>○パーソナルスキル コミュニケーション、リーダーシップ、ネゴシエーション、問題解決</li> <li>○ビジネススキル マーケティング</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●技術要素 プラットフォーム、開発で必要となる技術要素</li> </ul>
組込みプラットフォーム開発		<ul style="list-style-type: none"> <li>●技術要素 プラットフォーム（作れるスキル）、開発で必要となる技術要素</li> </ul>

注：スキル領域におけるスキル項目は、職種におけるミドルレベルにて求められるスキル項目を記載

図F2.15：システムアーキテクトのスキル領域



\*1:キャリアレベル7の場合、いずれかのスキルについてスキルレベル4が求められる。  
\*2:専門分野が「組込みプラットフォーム」の際にスキルが求められる。

※この情報は人材育成を目的に作成したものであり、キャリアレベルの評価用に作成したものではありません

図 F2.16 : システムアーキテクトのスキル分布特性

## ■補足説明

### 【技術要素】

- 技術、方式を評価・選択してシステムアーキテクチャを構築できるだけの技術理解が必要

- プロダクト実現に必要な各種技術スキルとシステムの基盤となるプラットフォーム技術が必要

#### <専門分野「組込みプラットフォーム」の場合>

——プラットフォームに関する技術（カーネルや支援機能など）を開発するスキルが必要

#### <専門分野「組込みアプリケーション」の場合>

——プラットフォームに関する技術（カーネルや支援機能など）を調達して実現するスキルが必要

### 【開発技術】

- プロダクトのシステム要求分析、設計、テストに関するスキルが必要
  - プロジェクト全体に関わる開発業務はプロジェクトマネージャやプロダクトマネージャに委ねる
  - ステークホルダのニーズを明確にして、商品コンセプト設定を支援する
  - 各種制約に配慮しプロダクトのあるべき姿を描き、最適実現方式を選択・創造、及びシステム最適構成を描く

### 【管理技術】

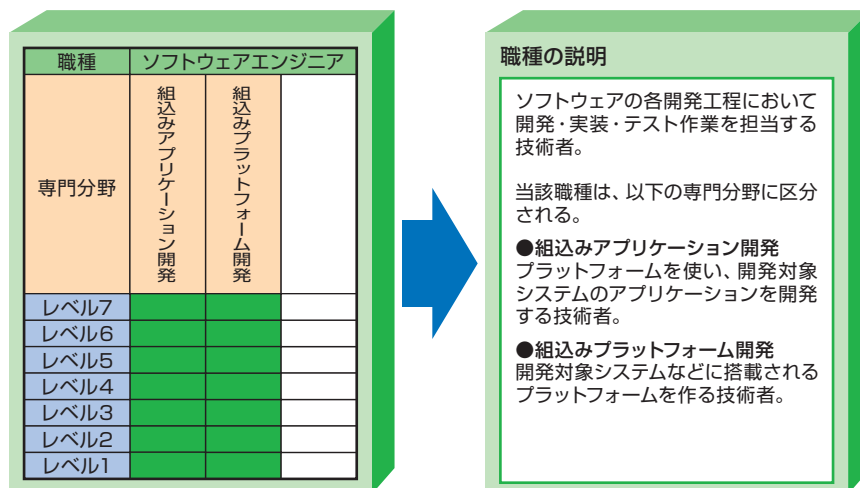
- 技術選択やシステム構成がQCDに影響するため、経験に裏付けられた開発管理スキルが必要
- 技術に関係する make or buy を明示できるスキルが必要
- 開発スケジュール、コスト、品質計画の策定スキルが必要
  - プロジェクト全体に関わる開発業務はプロジェクトマネージャに委ねる

### 【パーソナルスキル、ビジネススキル】

- 技術の価値認識や展開を実現するマーケティングスキルが必要
  - 技術動向と自社の技術を考慮して技術開発の方向を示すスキルが必要
- 人的ネットワークを維持・発展できるコミュニケーションスキルが必要
- 各分野・人材の知識を動員してアーキテクチャにまとめ、理解して開発するためのリーダーシップが必要



### 3.5 ソフトウェアエンジニア

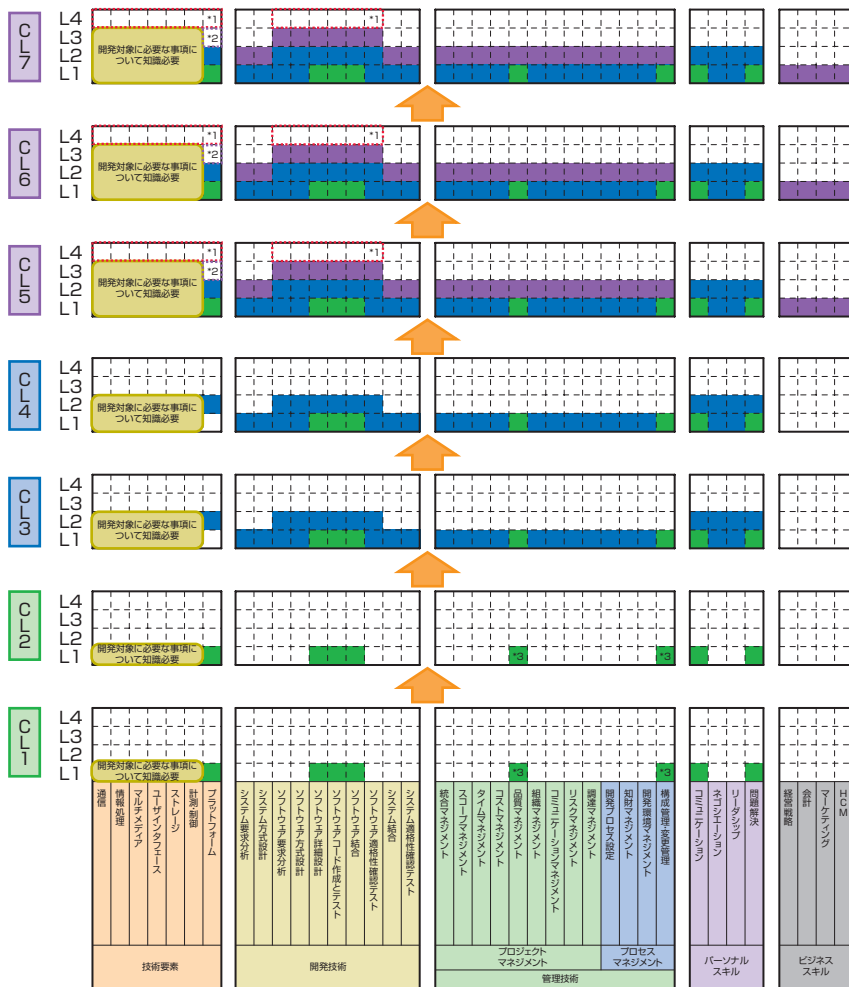


図F2.17：ソフトウェアエンジニアの概要

専門分野	スキル領域	
	職種共通スキル項目	専門分野固有スキル項目
組込みアプリケーション開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>●開発技術 システム要求分析、システム方式設計、ソフトウェア要求分析、ソフトウェア方式設計、ソフトウェア詳細設計、ソフトウェアコード作成とテスト、ソフトウェア結合、ソフトウェア適格性確認テスト、システム結合、システム適格性確認テスト</li> <li>●管理技術 統合マネジメント、スコープマネジメント、タイムマネジメント、コストマネジメント、品質マネジメント、組織マネジメント、コミュニケーションマネジメント、リスクマネジメント、調達マネジメント、開発プロセス設定、知財マネジメント、開発環境マネジメント、構成管理・変更管理</li> <li>○パーソナルスキル コミュニケーション、リーダーシップ、ネゴシエーション、問題解決</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●技術要素 プラットフォーム、開発で必要となる技術要素</li> </ul>
組込みプラットフォーム開発		<ul style="list-style-type: none"> <li>●技術要素 プラットフォーム（作れるスキル）、開発で必要となる技術要素</li> </ul>

注：スキル領域におけるスキル項目は、職種におけるモデルレベルにて求められるスキル項目を記載

図F2.18：ソフトウェアエンジニアのスキル領域



\*1:キャリアレベル7の場合、いずれかのスキルについてスキルレベル4が求められる。

\*2:専門分野が「組込みプラットフォーム」の際にスキルが求められる。

\*3:マネジメントについては、被マネジメントに関するスキルが求められる。

※この情報は人材育成を目的に作成したものであり、キャリアレベルの評価用に作成したのではない

図F2.19：ソフトウェアエンジニアのスキル分布特性

## ■補足説明

### 【技術要素】

- 開発対象のプラットフォームや、担当機能要求を実現するために必要な技術要素スキルが必要

<専門分野「組み込みプラットフォーム」の場合>

——プラットフォームに関する技術(カーネルや支援機能等)を自作できるスキルが必要

<専門分野「組み込みアプリケーション」の場合>

——プラットフォームに関する技術(カーネルや支援機能等)を調達して要求機能を実現するスキルが必要

## 【開発技術】

- 各種制約や特性に配慮し、担当サブシステムの要求事項を実現するための開発技術スキルが必要

——ミドルレベルでは開発プロジェクトの担当範囲に関する、「ソフトウェア要求分析」から「ソフトウェア適格性確認テスト」の工程を自律的に実現できるスキルレベルが必要

——ハイレベルでは前述の該当工程の技術に関して組織をリードする役割を果たすスキルレベルが必要

## 【管理技術】

- プロジェクトマネージャまたは上位レベルの技術者の指導のもと、支援的な管理業務を行うスキルが必要

——担当範囲に関する管理において、プロジェクトマネージャの定めた指針に則り、情報収集や報告などを行う

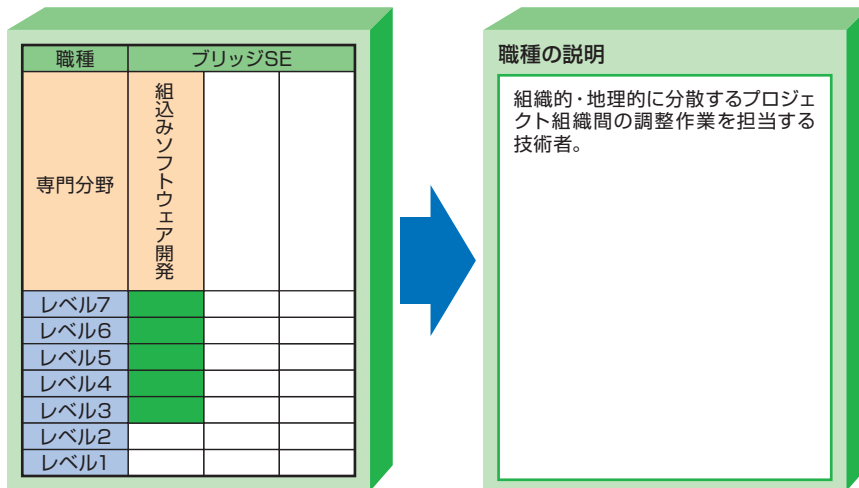
——担当範囲に関するシステム仕様や構成、バージョンなどについての整合性の維持及び管理において、プロジェクトの定めた指針に則り、情報収集、ツール運用、報告などを行う

——ハイレベルの場合、担当範囲のプロジェクト管理を自律的に行えるスキルのレベルが必要

## 【パーソナルスキル、ビジネススキル】

- 問題解決やコミュニケーションといった業務を円滑に遂行するためのスキルが必要
- 後進の指導やチームリーダーである場合には、リーダーシップやネゴシエーションのスキルが必要

### 3.6 ブリッジSE

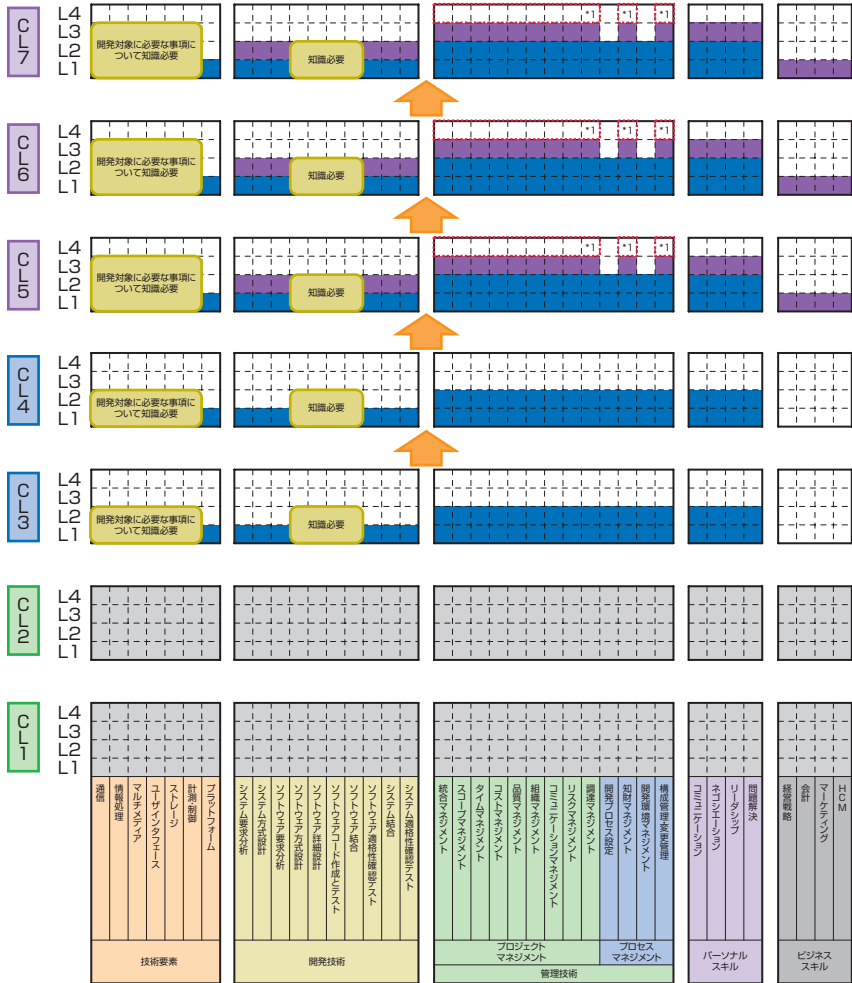


図F2.20：ブリッジSEの概要

専門分野	スキル領域	
	職種共通スキル項目	専門分野固有スキル項目
組込みソフトウェア開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>●技術要素 専門技術、プラットフォーム</li> <li>●開発技術 システム要求分析、システム方式設計、ソフトウェア要求分析、ソフトウェア適格性確認テスト、システム結合、システム適格性確認テスト</li> <li>●管理技術 統合マネジメント、スコープマネジメント、タイムマネジメント、コストマネジメント、品質マネジメント、組織マネジメント、コミュニケーションマネジメント、リスクマネジメント、調達マネジメント、開発プロセス設定、知財マネジメント、環境開発マネジメント、構成管理・変更管理</li> <li>○パーソナルスキル コミュニケーション、リーダーシップ、ネゴシエーション、問題解決</li> </ul>	

注：スキル領域におけるスキル項目は、職種におけるミドルレベルにて求められるスキル項目を記載

図F2.21：ブリッジSEのスキル領域



\*1:キャリアレベル7の場合、いずれかのスキルについてスキルレベル4が求められる。

※この情報は人材育成を目的に作成したものであり、キャリアレベルの評価用に作成したものではない

図 F2.22：ブリッジSEのスキル分布特性

■補足説明

【技術要素】

- プロダクト実現に必要な各種技術スキルが必要
  - 具体的に手を動かすのではなく、勘所を押さえた知識が必要
  - 技術者の信頼を得るには1つ以上の専門技術を保有していること望ましい

### 【開発技術】

- プロダクトの「システム要求分析」「システム設計」「ソフトウェア要求分析」「システム結合」に関するスキルが必要  
——特に要件定義に関するスキルが必要
- 組織的・地理的に分散したプロジェクト間で発生する各種ギャップを解消するために必要な、「ソフトウェア方式設計」「ソフトウェア詳細設計」「コード作成とテスト」「ソフトウェア結合」に関する知識が必要
- 委託先と委託元の間で仕様整合するための知識とスキルが必要  
——レビューによる品質を向上させるための知識が必要

### 【管理技術】

- 自社外に通用する業界標準の管理スキルが必要（例えば、モダンプロジェクトマネジメント）
- ソフトウェアの開発プロセスに関する知識と理解が必要
- 契約に関するスキルが必要
- オフショア開発の場合には、知的財産・著作権が重要となる

### 【パーソナルスキル、ビジネススキル】

- コミュニケーションスキルが高く、モチベーションマネジメントができることが必要
- 開発とマネジメントに関して豊富な経験と実績を有し、ステークホルダとの調整スキルが必要

### 【その他】

- 何か1つ以上のスペシャリストを経験したうえでのジェネラリストであることが望ましい

### 3.7 開発環境エンジニア

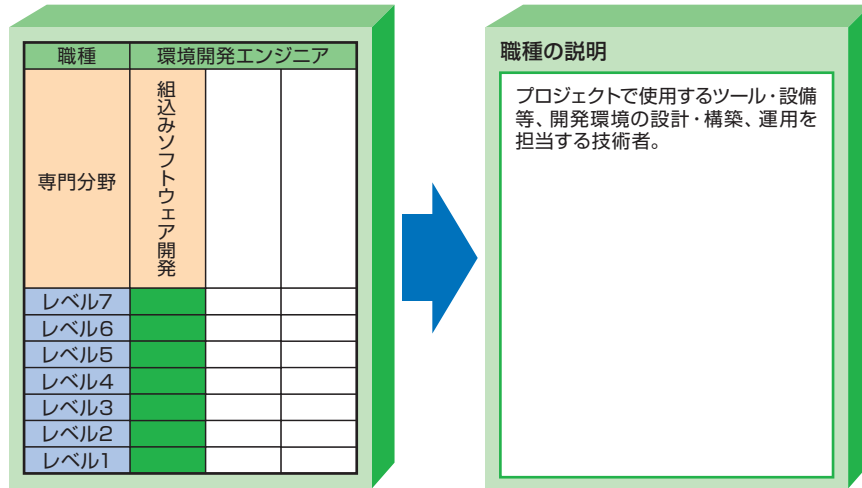
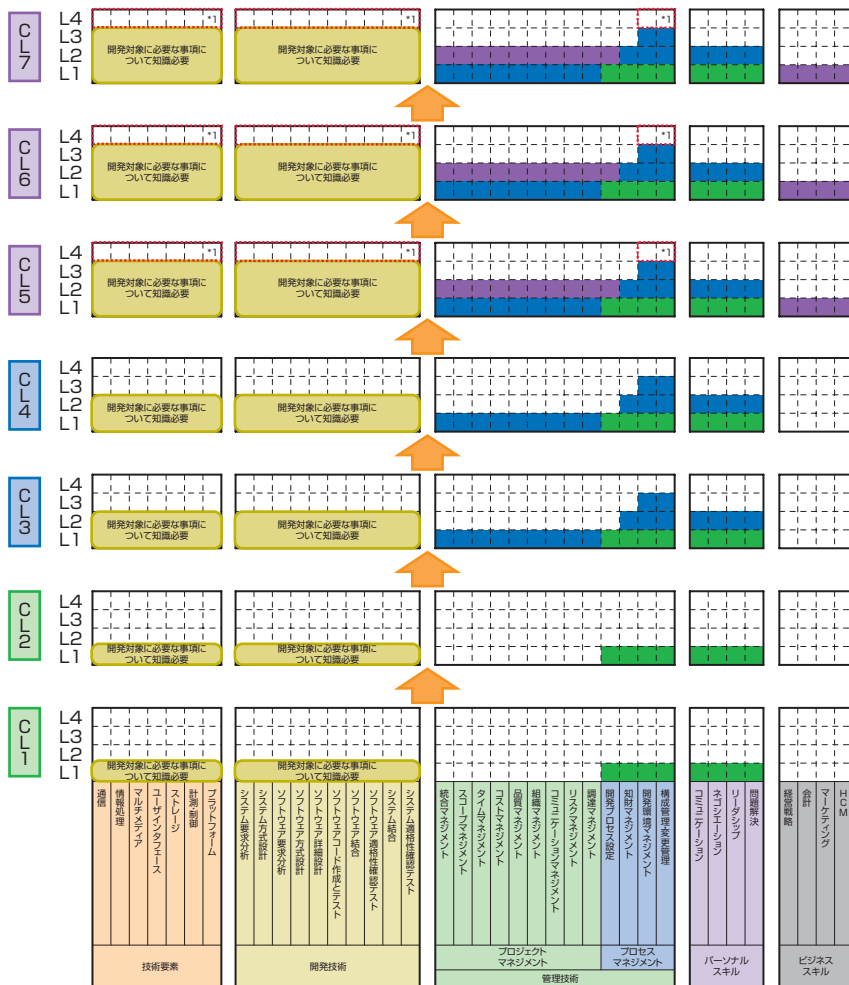


図 F2.23 : 開発環境エンジニアの概要

専門分野	スキル領域	
	職種共通スキル項目	専門分野固有スキル項目
組込みソフトウェア開発	<p>●管理技術            統合マネジメント、スコープマネジメント、タイムマネジメント、コストマネジメント、品質マネジメント、組織マネジメント、コミュニケーションマネジメント、リスクマネジメント、調達マネジメント、開発プロセス設定、知財マネジメント、環境開発マネジメント、構成管理・変更管理</p> <p>○パーソナルスキル            コミュニケーション、リーダーシップ、ネゴシエーション、問題解決</p>	

注：スキル領域におけるスキル項目は、職種におけるミドルレベルにて求められるスキル項目を記載

図 F2.24 : 開発環境エンジニアのスキル領域



\*1:キャリアレベル7の場合、いずれかのスキルについてスキルレベル4が求められる。

※この情報は人材育成を目的に作成したものであり、キャリアレベルの評価用に作成したものではありません

図F2.25：開発環境エンジニアのスキル分布特性



## ■補足説明

### 【技術要素】

- 技術の特性などを考慮するため、開発環境を提供するうえで必要な技術要素に関する知識が必要  
——技術要素の開発を支援する開発環境の場合には、対象となる技術要素に関する深い知識が必要

### 【開発技術】

- 開発環境を構築し提供するスキルが必要  
——組み込みソフトウェアの開発スキルではなく、開発環境を構築（開発、調達、導入など）するスキル
- 開発現場の生産効率などを考慮した開発環境の提供が必要  
——開発技術を支援する開発環境の場合には、対象となる技術に関する深い知識が必要

### 【管理技術】

- 開発現場との協調を前提としたマネジメントスキルが必要  
——開発環境マネジメント、構成管理・変更管理については、特に高いレベルのスキルが必要
- 開発現場の生産効率などを考慮した開発環境の提供が必要  
——管理技術を支援する開発環境の場合には、対象となる技術に関する深い知識が必要

### 【パーソナルスキル、ビジネススキル】

- 開発現場との協調を実現するためのパーソナルスキルが必要

### 3.8 開発プロセス改善スペシャリスト

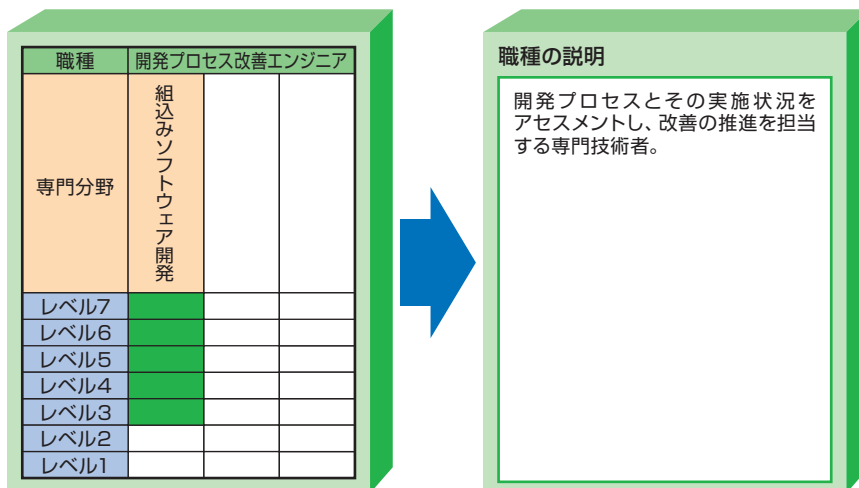
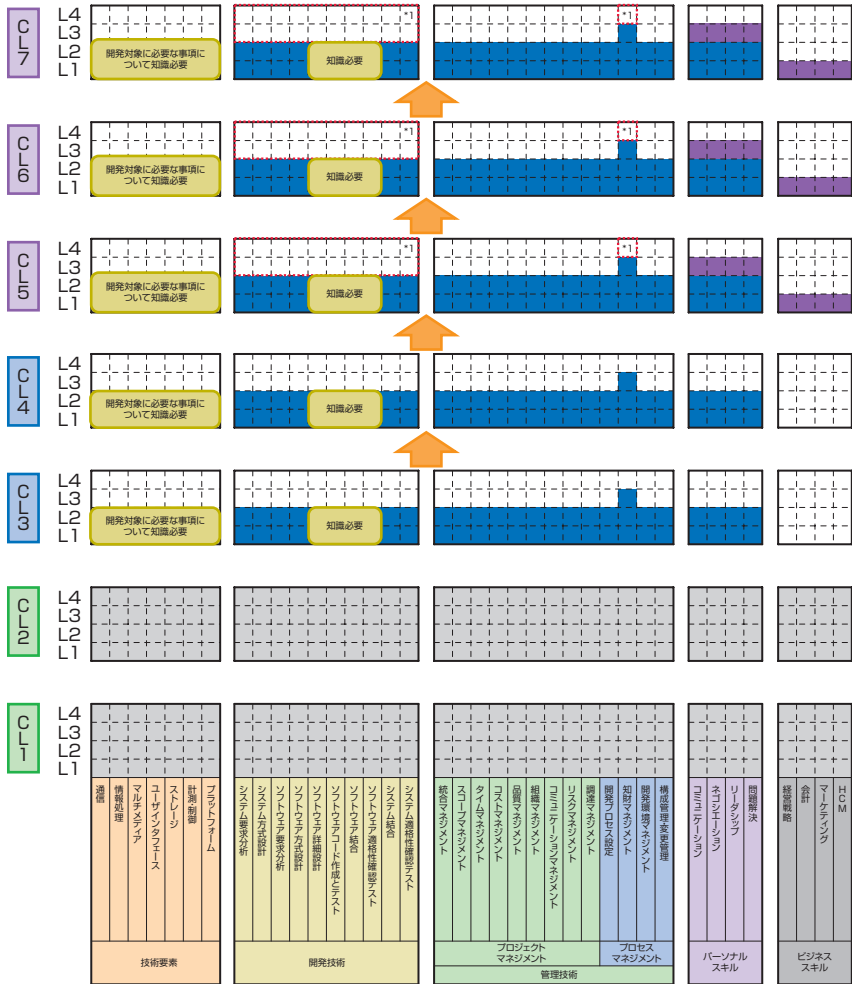


図 F2.26 : 開発プロセス改善スペシャリストの概要

専門分野	スキル領域	
	職種共通スキル項目	専門分野固有スキル項目
組込みソフトウェア開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>●開発技術 システム要求分析、システム方式設計、ソフトウェア要求分析、ソフトウェア方式設計、システム結合、システム適格性確認テスト</li> <li>●管理技術 統合マネジメント、スコープマネジメント、タイムマネジメント、コストマネジメント、品質マネジメント、組織マネジメント、コミュニケーションマネジメント、リスクマネジメント、調達マネジメント、開発プロセス設定、知財マネジメント、環境開発マネジメント、構成管理・変更管理</li> <li>○パーソナルスキル コミュニケーション、リーダシップ、ネゴシエーション、問題解決</li> </ul>	

注：スキル領域におけるスキル項目は、職種におけるミドルレベルにて求められるスキル項目を記載

図 F2.27 : 開発プロセス改善スペシャリストのスキル領域



※この情報は人材育成を目的に作成したものであり、キャリアレベルの評価用に作成したものではない

図 F2.28：開発プロセス改善スペシャリストのスキル分布特性

## ■補足説明

### 【技術要素】

- 開発対象に必要な技術要素に関する知識が必要  
——技術における開発の特性や課題を考慮する

### 【開発技術】

- システム要求分析、設計、テストに関するスキルが必要
- ソフトウェア要求分析、方式設計に関するスキルが必要
- 開発プロセスを構築し、改善するうえで対象となる開発技術に関する知識が必要

### 【管理技術】

- 組織及びプロジェクト全体に拘わる管理スキルが必要  
——例：プロジェクト、品質、進捗、外注、構成、リスクの管理技術、要求定義技術、定量化技術等
- ソフトウェア開発プロセスとテーラリングに関する知識が必要
- ソフトウェア工学の知識と適用スキル、プロセス評価（アセスメント）知識とスキルが必要
- ソフトウェア開発における計測（メトリクス）の知識とスキルが必要

### 【パーソナルスキル、ビジネススキル】

- コンサルテーションのスキルが必要
- 開発現場との協調を実現するためのパーソナルスキルが必要
- 教育開発及び実施のスキルが必要

### 3.9 QAスペシャリスト

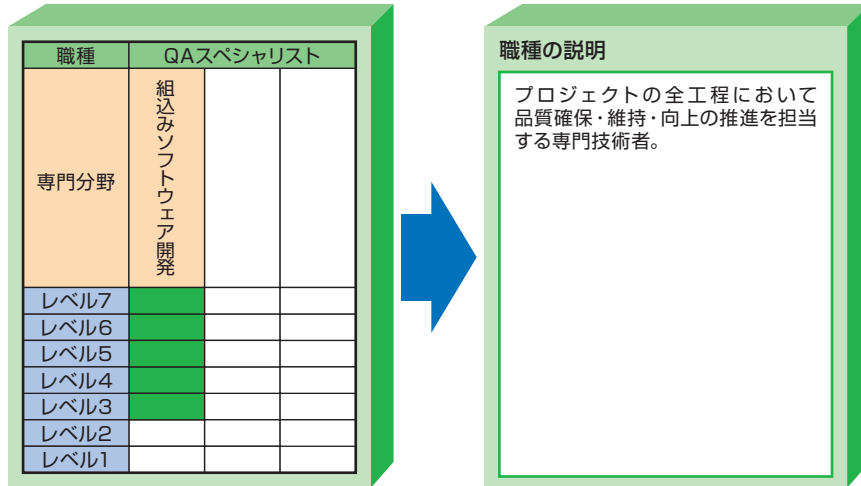
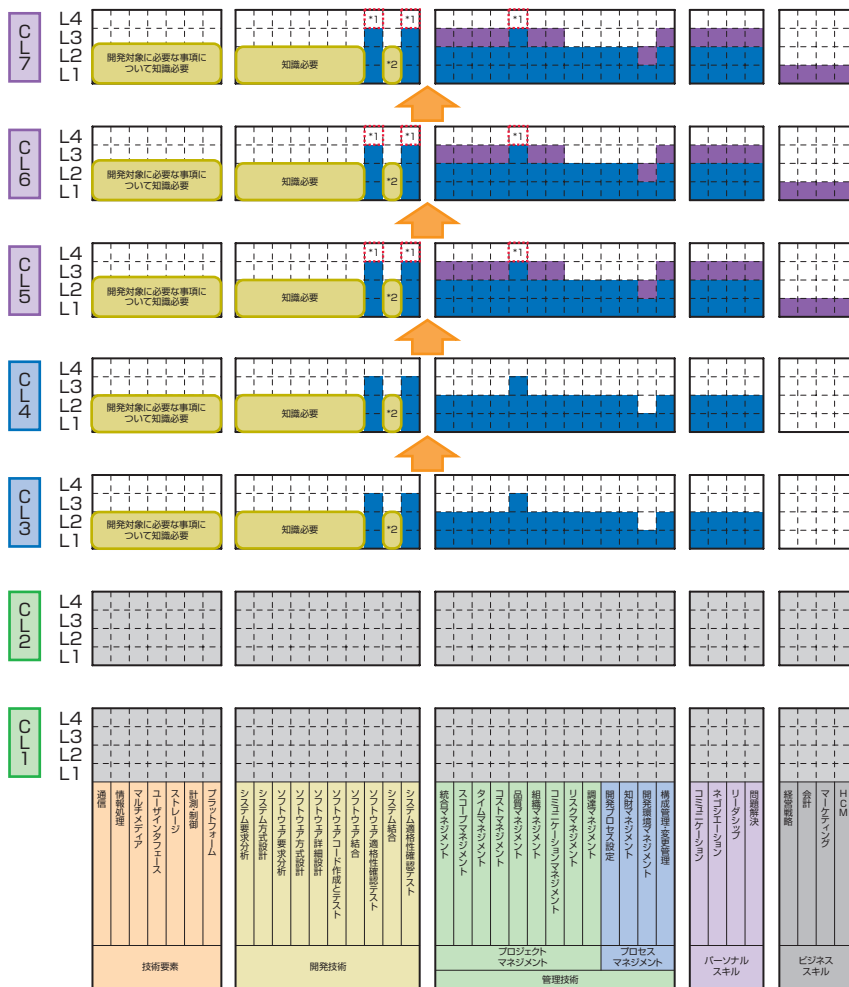


図 F2.29 : QAスペシャリストの概要

専門分野	スキル領域	
	職種共通スキル項目	専門分野固有スキル項目
組込みソフトウェア開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>●開発技術 ソフトウェア適格性確認テスト、システム適格性確認テスト</li> <li>●管理技術 統合マネジメント、スコープマネジメント、タイムマネジメント、コストマネジメント、品質マネジメント、組織マネジメント、コミュニケーションマネジメント、リスクマネジメント、調達マネジメント、開発プロセス設定、知財マネジメント、環境開発マネジメント、構成管理・変更管理</li> <li>○パーソナルスキル コミュニケーション、リーダーシップ、ネゴシエーション、問題解決</li> </ul>	

注：スキル領域におけるスキル項目は、職種におけるミドルレベルにて求められるスキル項目を記載

図 F2.30 : QAスペシャリストのスキル領域



\*1:キャリアレベル7の場合、いずれかのスキルについてスキルレベル4が求められる。  
 \*2:知識必要

※この情報は人材育成を目的に作成したものであり、キャリアレベルの評価用に作成したものではない

図F2.31：QAスペシャリストのスキル分布特性

## ■補足説明

### 【技術要素】

- プロダクトが要求する品質特性を理解するために、管理対象のプロダクトのスキルが必要

- 特に利用者の明示的・暗示的な行為に対するテストの妥当性の評価が必要
- テストが実現される環境を理解し、テスト環境の妥当性を評価
- テスト環境はプロダクトで異なるが、共通的な技術要素の知識としてのプラットフォームは必要

### 【開発技術】

- テスト工程が効率的な視野で実現していることを評価するため、開発のプロセスとテスト手法の知識は必要
- テスト計画での目標設定やテスト設計の妥当性判断のため、設計ドキュメントの読み取りスキルが必要
- 設計品質評価を実施するために、設計アウトプットのレビューを実施するスキルが必要
- 製造品質評価を実施するために、開発アウトプットのレビューを実施するスキルが必要

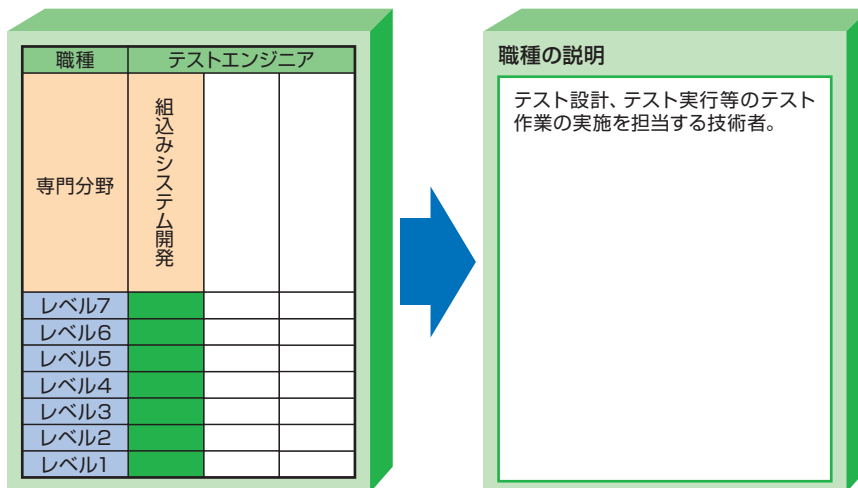
### 【管理技術】

- マイルストーンレビューを通じて、プロセスと成果物の妥当性を判断するスキルが必要
- QCD確保ため、タイム管理・コスト管理・品質管理に関するスキルが必要
  - プロダクト全体のスコープやリスクのマネジメントはプロジェクトマネージャに委ねる
- 開発物とテスト仕様の妥当性を確認するために、仕様の構成管理のスキルは必要
- ステークホルダとの品質要求に関する調整を行い、QCDの管理を実現するスキルが必要
- 開発プロセス・検証プロセスを熟知して、品質要求に対して適切な方法を提案・実行できるスキルが必要
  - 客観的な判断を実施し、品質目標の達成レベルを評価できることが必要

### 【パーソナルスキル、ビジネススキル】

- 定常的な品質改善行動を実現するコミュニケーションスキルが必要

### 3.10 テストエンジニア



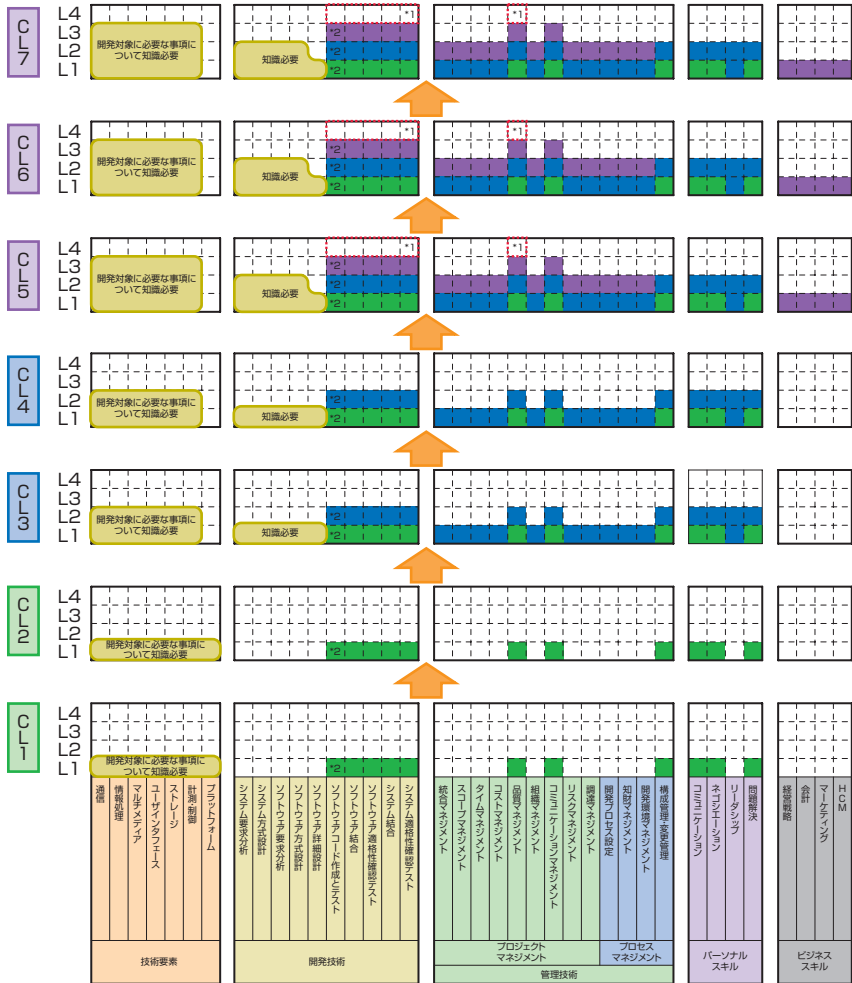
図F2.32：テストエンジニアの概要

専門分野	スキル領域	
	職種共通スキル項目	専門分野固有スキル項目
組込みシステム開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>●開発技術 ソフトウェアコード作成とテスト、ソフトウェア結合、ソフトウェア適格性確認テスト、システム結合、システム適格性確認テスト</li> <li>●管理技術 統合マネジメント、スコープマネジメント、タイムマネジメント、コストマネジメント、品質マネジメント、組織マネジメント、コミュニケーションマネジメント、リスクマネジメント、調達マネジメント、開発プロセス設定、知財マネジメント、環境開発マネジメント、構成管理・変更管理</li> <li>○パーソナルスキル コミュニケーション、リーダーシップ、ネゴシエーション、問題解決</li> </ul>	

注：スキル領域におけるスキル項目は、職種におけるミドルレベルにて求められるスキル項目を記載

図F2.33：テストエンジニアのスキル領域





\*1:キャリアレベル7の場合、いずれかのスキルについてスキルレベル4が求められる。  
\*2:コード作成は対象外。テスト関係のみ対象(静的解析など)

※この情報は人材育成を目的に作成したものであり、キャリアレベルの評価用に作成したものではない

図 F2.34 : テストエンジニアのスキル分布特性

## ■補足説明

### 【技術要素】

- プロダクトが要求する品質特性を理解するために、管理対象のプロダクトの知識が必要  
——テストが実現される環境を理解し、テスト環境の妥当性を評価

——テスト環境はプロダクトで異なるが、共通的な技術要素の知識としてのプラットフォームは必要

### 【開発技術】

- システム要求・ソフトウェア要求分析やソフトウェア方式設計など、外部設計の知識が必要
  - テスト設計やテスト実行での期待結果の確認のために、開発ドキュメントの読み取りスキルは必要
- ミドルレベル以上では、テストカバレッジやテスト評価を実施するうえで開発プロセスの知識が必要

### 【管理技術】

- 品質マネジメントのスキルが必要
- 関連して品質目標を達成するためのスコープ管理、デリバリのためのタイム管理やコスト管理が必要
- プロダクトの仕様変更の管理を適切にテストに移行するために、構成管理のスキルは必要
- テストウェアのトレーサビリティを確保し、仕様変更に伴い、対象のテストウェアの変更できることが必要

### 【パーソナルスキル、ビジネススキル】

- 障害（インシデント）の管理のためのコミュニケーションスキルが必要
- ミドルレベル以上の場合、リーダーシップスキルが必要
- 機器の調達などを実現するネゴシエーションスキルが必要

## ドメインスペシャリストの 定義例

ドメインスペシャリストは、応用分野や技術要素が多岐にわたる組込みソフトウェア開発において、専門性を持ち開発に貢献する専門技術者である。対象となる技術は、ソフトウェアに限定するものでなく、ハードウェアやハードウェアを含むシステム全体も対象となる。

ここでは、ドメインスペシャリストの定義例を示す。キャリア基準の利用者は、ここに示す定義例を参考に具体的定義を行ってほしい。キャリア基準のねらいからすれば、キャリア基準で定義することが理想的であるが、応用分野や技術要素が多岐にわたる組込みソフトウェア開発においては困難である。業界団体やコミュニティにおいて、必要な専門分野を定義し、人材育成や人材活用に活用してほしい。

ETSSキャリア基準のドメインスペシャリストは、専門分野として以下のように定義している。

組込み関連技術：技術要素や、プロダクト及び応用ドメインに関する技術

ここでは、上記の“組込み関連技術”に対して、以下の3つの定義例を提示する。

RTOS：技術要素の1つ、ソフトウェアが主対象であるがシステム対象となる

画像処理：技術要素の1つ、システムやアルゴリズムが主対象

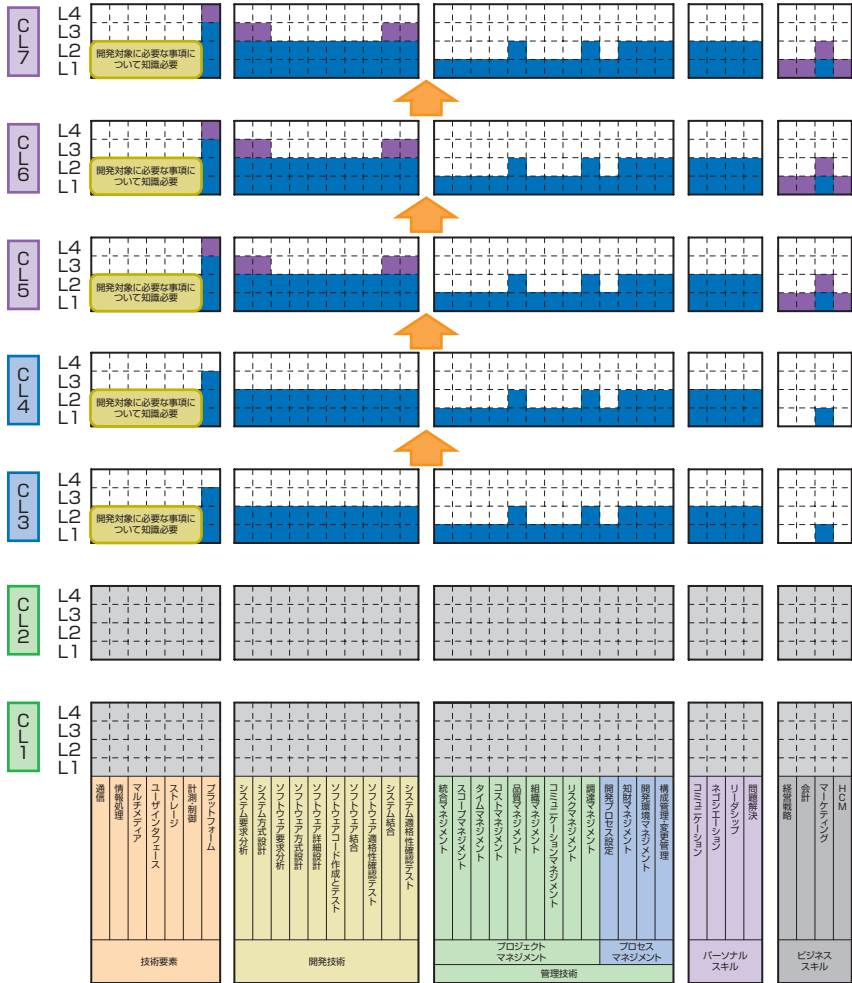
プリンタ：プロダクトの1つ、システムが主対象

## 1. RTOSスペシャリスト

---

技術要素の1つといえるRTOS (Real Time OS)の専門家としてのドメインスペシャリスト (RTOSスペシャリスト)は、例えば次のように定義される。RTOSは、組込みソフトウェアの重要なソフトウェア部品であり、プラットフォームにおけるコアとなる機能である。

RTOSスペシャリストにはRTOSというソフトウェアに関するスキルだけでなく、動作対象のプロセッサなどハードウェアや、適用するシステムに関するスキルが求められる。



※この情報は人材育成を目的に作成したものであり、キャリアレベルの評価用に作成したものではない

図 F2.35 : ドメインスペシャリスト (RTOS) のスキル分布特性例

■補足説明

【技術要素】

- RTOSに関する専門的知識と経験が必要
  - リアルタイム性の実現に関するスキル
  - 省資源性の実現に関するスキル
  - 開発環境の実現に関するスキル

### 【開発技術】

- システム要求分析からシステム適格性確認まで全領域のスキルが必要

### 【管理技術】

- 特に品質マネジメントのスキルが必要  
——ミドルウェアやソフトウェア部品として流通させる場合は特に重要になる
- 複数のプラットフォームや複数版の提供に際し、構成管理のスキルは重要

### 【パーソナルスキル、ビジネススキル】

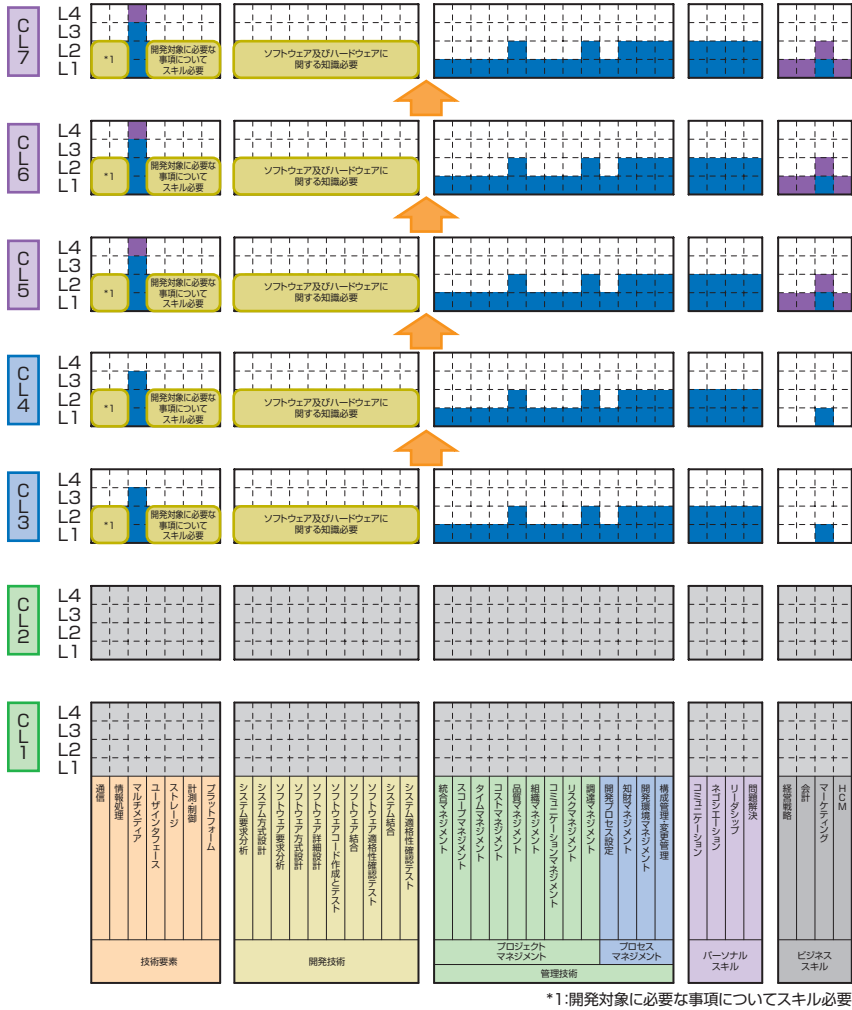
- 技術の価値認識や展開を実現するマーケティングスキルが必要  
——技術動向と自社の技術を考慮して技術開発の方向を示すスキルが必要

## 2. 画像処理スペシャリスト

---

技術要素の1つといえる画像処理の専門家としての、ドメインスペシャリスト(画像処理スペシャリスト)は、例えば次のように定義される。

画像処理は、高度で高速な情報処理が求められるため、アルゴリズムが重要である。また、組込みシステムにおいてはハードウェアを主とした機能分担で処理することが多い。よって、画像処理スペシャリストはソフトウェアのみならず、ハードウェアも含めた関連知識やスキルが求められる。



※この情報は人材育成を目的に作成したものであり、キャリアレベルの評価用に作成したものではない

図 F2.36 : ドメインスペシャリスト (画像処理) のスキル分布特性例

## ■補足説明

### 【技術要素】

- 画像処理に関する専門的知識とスキルが必要  
——高速処理の実現に関するスキル

- 高画質処理の実現に関するスキル
- 検証環境の実現に関するスキル

### 【開発技術】

- システム要求分析からシステム適格性確認まで全領域の知識が必要
  - システム要求分析における価値の定義
  - システム方式設計における適切なハードウェア、ソフトウェアの機能分担
  - システム結合、及びシステム適格性確認における検証環境の構築と評価項目の設定

### 【管理技術】

- 品質マネジメントのスキルが必要
- 複数のプラットフォームや複数版の提供に際し、構成管理のスキルは重要

### 【パーソナルスキル、ビジネススキル】

- 技術の価値認識や展開を実現するマーケティングスキルが必要
  - 技術動向と自社の技術を考慮して技術開発の方向を示すスキルが必要

## 3. プリンタスペシャリスト

組込みシステムのプロダクトの1つといえるプリンタの専門家として、ドメインスペシャリスト（プリンタスペシャリスト）は、例えば次のように定義される。プリンタは、組込みシステムにおけるプロダクトであり、ソフトウェアの観点からはアプリケーションの1つともいえる。

プリンタはPCなどからの入力情報を印刷するデバイスである。プリンタスペシャリストは通信や画像処理、メカトロニクス制御など複数の技術要素のスキル、及びそれらのすり合わせによってシステムを構築するスキルが求められる。またソフトウェアとし



では、プリンタのデバイス側に搭載される組込みソフトウェアに関するスキルだけでなく、PCにインストールされるデバイスドライバやアプリケーションソフトウェアに関するスキルや知識も求められる。これらのソフトウェアとハードウェアの総合力がプロダクトの価値を決める。

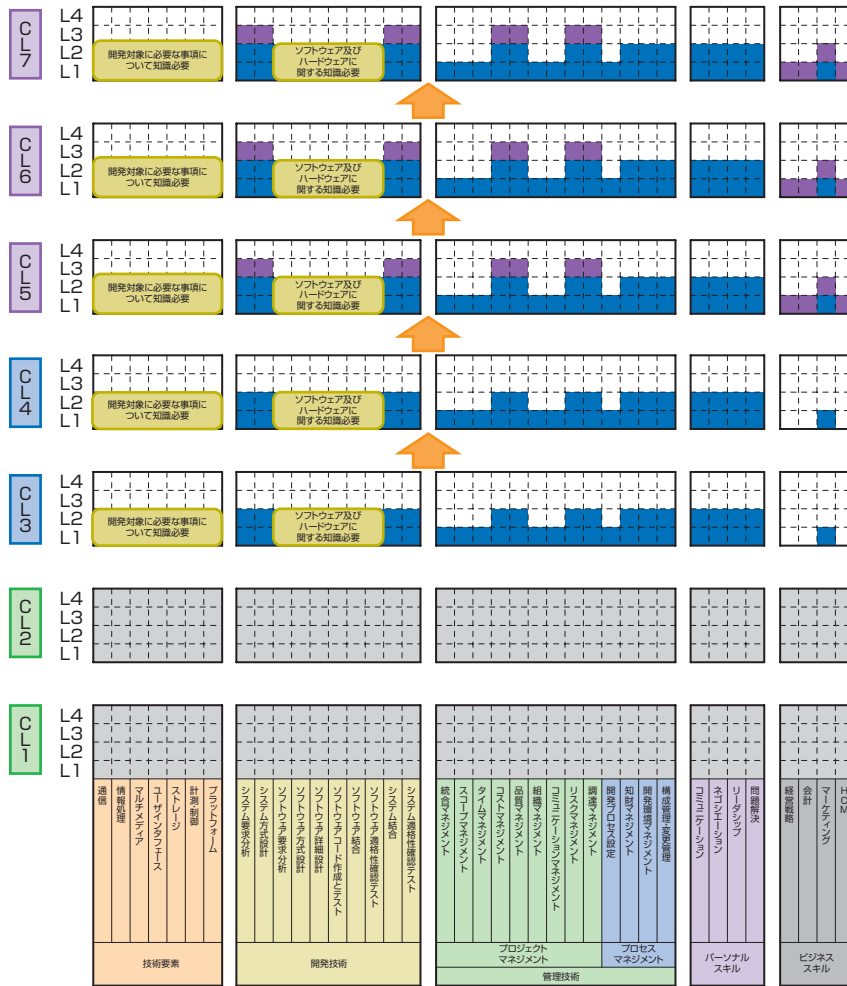


図 F2.37：ドメインスペシャリスト（プリンタ）のスキル分布特性例

## ■補足説明

### 【技術要素】

- プリンタに関する専門的知識と経験が必要
  - 画質の実現に関する知識
  - 利用品質の実現に関する知識
  - コストの実現に関する知識

### 【開発技術】

- 技術開発、製品企画からシステム適格性確認まで全領域の知識が必要
  - 特に、システムに関する領域においては、スキルが求められる

### 【管理技術】

- 品質マネジメント、調達マネジメントのスキルが必要

### 【パーソナルスキル、ビジネススキル】

- 技術及びプロダクトの価値認識や展開を実現するマーケティングスキルが必要
  - 技術動向と自社の技術を考慮して技術開発の方向を示すスキルが必要

## ■ キャリア基準改定履歴

No	ドキュメント	主な変更点	考え方・展開ロジック	備考
1	ETSSキャリア基準V1.0	全般	初版(2006年3月)	
2	ETSSキャリア基準V1.1	I 1.1 キャリア基準の概要	文章表現の修正(意味の変更はなし)	
3		1.2 キャリア基準の必要性	文章表現の修正(意味の変更はなし)	
4		2 キャリアフレームワーク	冗長な文章削除	
5		2.2 キャリアレベル	補足説明文言の追加、及び図の掲載場所移動	
6		2.3.2 スキルとの対応表現方法	補足説明文言の追加	
7		II 1 職種/専門分野とキャリアレベル	補足説明文言の追加	
8		3.職種/専門分野	各職種のスキル領域に注意書きを追加	
9		Appendix. ドメインスペシャリストの定義例	専門分野を具体的に定義していないドメインスペシャリストについて、定義例を提示することで利用時の実装を支援	
10		ETSSキャリア基準V1.2	図F2.1: 職種/専門分野及びキャリアレベル	7段階表現に変更
	1.2 キャリアレベル		詳細の説明を削除し、共通キャリアスキルフレームワークに準じると説明変更	
	図F2.3 スキル分布特性の説明		7段階表現に変更	
	図F2.4 職種/専門分野とキャリアレベル		7段階表現に変更	
	各職種のスキル分布特性の図		7レベル表現変更 図 F2.7、 図 F2.10、 図 F2.13、 図 F2.16、 図 F2.19、 図 F2.22、 図 F2.25、 図 F2.28、 図 F2.31、 図 F2.34、 図 F2.35、 図 F2.36、 図F2.37	



# 教育研修基準 (Version 1.2)

教育研修基準Version1.2を基本として、書籍化にあたって表現を見直したものです。

I . 概要 .....	156
II . 教育プログラムフレームワーク.....	160
III . 組込みシステム開発未経験者向け教育プログラム...	182
Appendix1. 改訂概要 .....	201
Appendix2. ITスキル標準研修ロードマップとの相関...	204

# I.

## 概要

組込みスキル標準(以降ETSSと略す)における『教育研修基準』では、組込みソフトウェア開発分野における人材育成を実現するために、教育や訓練などの構造や仕組みを定義する。

### 1. 教育研修基準の概要

ETSSの教育研修基準は、“教育プログラム<sup>①</sup>フレームワーク”と、それをもとに構成された教育プログラムなどによって構成される。

ETSSの教育研修基準が定義する教育プログラムフレームワークは、組込みシステム開発に従事する技術者のスキルアップやキャリアアップといった人材育成を実現するための教育手段についての構造を明確化する。

また、本教育研修基準では、この教育プログラムフレームワークを用いた組込みシステム開発未経験者向けの教育プログラムを提示する。

### 2. 教育研修基準の必要性

#### (1) 組込みソフトウェア開発分野における人材育成の難しさ

組込みシステムは、様々な製品分野で横断的に使われており、多種多様な技術が実装されている。製品分野特有の技術や、新規性の高い技術、秘匿性の高い技術などもあり画一的な教育が難しいものが多い。

また、組込みソフトウェアの大規模化と複雑化に伴い開発体制が大規模化し、属人的な手法による管理や開発が困難となってきた。このため、ソフトウェアエンジニアリ

①：ETSS教育研修基準Version1.0までの「教育カリキュラム」はVersion1.1より「教育プログラム」に変更された。

ング的なアプローチによる組込みソフトウェアの開発方法論や管理手法の導入が必要となってきた。

これらのことは、組込みソフトウェア開発に即した教育プログラムの実現を困難にしている。

今までは組込みシステム開発に即した教育プログラムが少ない中、実務経験や独自に学習することなどにより、開発者は必要となる技術を習得してきた。しかしながら、ソフトウェアの開発規模が増大し、限界近くまで短縮化された開発期間の中、OJT (On the Job Training) 的な方法だけでは、知識やスキルの習得は時間的にも、方法論的にも限界となりつつある。

これまで、人材育成のためにキャリアアップやスキルアップに即した教育プログラムを新たに開発するにも、組込みソフトウェア分野では、共通的に活用できる職種や技術スキルの標準体系がほとんど存在しなかった。このような基本となる指標(ものさし)がないために、教育プログラムの教育対象や育成目標の設定などが曖昧となってしまった。そのことが、受講者の技術レベルと教育プログラムが想定する技術レベルを乖離させ、本来の教育目標に到達することを困難にしていた。

同様の理由で、教育サービス企業が提供する研修を活用しようとしても、その研修の内容が目的とするスキルアップやキャリアアップなどに、有効であるかの判断が受講者にとって困難であった。

## (2) 教育プログラムを可視化する

このような状況に対してETSSでは、組込みソフトウェア分野におけるスキルを体系的に分類・診断するためのスキル基準や、職種／専門分野や求められるスキルなどを規定するキャリア基準を策定した。

ETSSで定義された、これらの基準は教育プログラムで実現する人材育成の対象や、育成の目標を定量的に設定するための指標として活用できる。

また、人材育成の手段としての教育プログラムの構造や仕組みを定義することで、組込みソフトウェア開発分野における人材育成を全体的に可視化・連携することができる。

このように教育プログラムが可視化できることにより、適切な教育プログラムの選択や評価、改善が実現できる。

## 3.教育研修基準の期待される効果

### (1) 個人にとってのメリット

現状、組込みソフトウェア開発分野の技術者は、限られた時間の中で自らのスキルアップやキャリアアップを実現していかなければならない。スキルアップやキャリアアップの具体的な施策である教育プログラムの内容を可視化することで、利用者自身にとって有効な教育プログラムを選択することが可能となる。また、受講者の目的や必要に応じて、教育プログラムを構成する受講科目の追加や削除を行うこともできる。

利用者個人が、無駄なく必要な教育を受講することで、時間を有効に活用し、自らのスキルアッププランやキャリアアッププラン実現といった研修の受講目的に近いレベルアップが可能となる。

### (2) 企業にとってのメリット

教育研修基準が定義する教育プログラムフレームワークは、企業戦略に向けた、組織の人材育成計画(技術目標・人材育成目標)に即した、教育プログラムを実現するための指標となる。企業は、市場動向や技術動向に対応した、人材のシフトや先行技術人材への育成などを計画することが可能となる。

外部の教育サービス企業が提供する教育プログラムの中から、企業の人材育成の目的に適した教育を選択・評価するための指標として教育プログラムフレームワークが活用できる。また企業は、本フレームワークを使用することで、教育プログラムの開発を外部企業に委託する際に、的確な教育の対象と目標が提示することができる。



### (3) 業界的・政策的なメリット

様々な職種に対して、キャリアアップやスキルアップを目的とした教育プログラムが普及することで、該当職種に関して高度な専門性を持った人材を育成することが可能になる。

また、多種多様なキャリアシフトを目的とした教育プログラムが普及することで、これまで企業が属する製品分野に固定化されていた、組込みソフトウェア開発分野の技術者の適材適所を推進することができる。

例えば、エンタプライズ系ソフトウェアの技術者といった他分野からの参入など、分野にとらわれない教育プログラムを実現することも可能である。

高度な専門性を持った人材や、様々な分野の経験と応用力を持った人材を、多く育成することで、全体的なソフトウェア開発力の強化につながるものと考えられる。

## Ⅱ.

# 教育プログラム フレームワーク

人材育成を目的とした教育プログラムの構造や仕組みを、組込みスキル標準(ETSS)では、“教育プログラムフレームワーク”と定義する。

ETSSの教育プログラムフレームワークでは、以下のように人材育成を実現する。

- 人材育成のための教育プログラムの「入口」と「出口」をETSSのスキル基準やキャリア基準などを用いて定量的に可視化する。

「入口」：教育プログラムが育成の対象(受講者)とする人材像

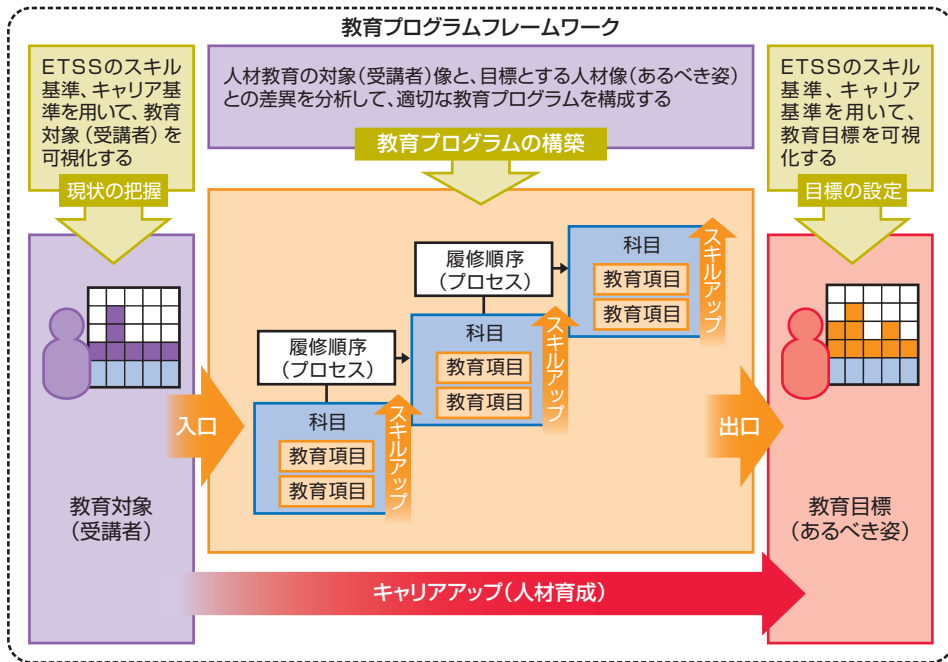
「出口」：教育プログラムが育成の目標(あるべき姿)とする人材像

- 定量化された教育対象と教育目標とを分析し、差異を抽出する。
- 抽出された教育対象と教育目標との差異を補うように、科目を適切な履修順序で構成する。



# 1. 概要

教育プログラムフレームワークを構成する要素の概要を図F3.1に示す。



図F3.1：教育プログラムフレームワーク構成要素

ETSSにおける、教育プログラムフレームワークの構成要素を以降に列記する。

## 1.1 教育対象

教育プログラムの実施対象となる受講者の人材像。ETSSのスキル基準や、キャリア基準のフレームワークなどを用いて定量的に可視化する。

## 1.2 教育目標

教育プログラムが目標とする人材像。教育対象と同様に、ETSSのスキル基準やキャリア基準のフレームワークなどを用いて定量的に可視化する。

## 1.3 教育プログラム

教育対象とする人材(受講者)を、目標とする人材像(あるべき姿)へ育成するために、必要となる科目と適切な履修順序の組み合わせ。

教育対象と教育目標との差異を分析し、差異の生じた知識やスキル習得に対応する1つ以上の科目を構成要素として、適切な履修順序(プロセス)で実施する。

### 科目

特定の技術分野に対する知識やスキルを習得するために必要となる教育項目の組み合わせ。

### 教育項目

教育や訓練で習得すべき技術項目。

ETSSの教育プログラムフレームワークでは、スキル基準やキャリア基準によって定義されるスキルカテゴリに準ずる形式で表現を行う。



## 2. 構成要素

### 2.1 教育プログラム

#### 2.1.1 教育プログラムとは

組込みスキル標準(ETSS)の教育研修基準では教育プログラムを、『教育対象とする人材(受講者)を、目標とする人材像(あるべき姿)へ育成するために、必要となる科目と適切な履修順序の組み合わせ』と定義する。

教育プログラムは、教育研修基準の「教育プログラムフレームワーク」に準じて、適切な科目と履修順序によって構成する。

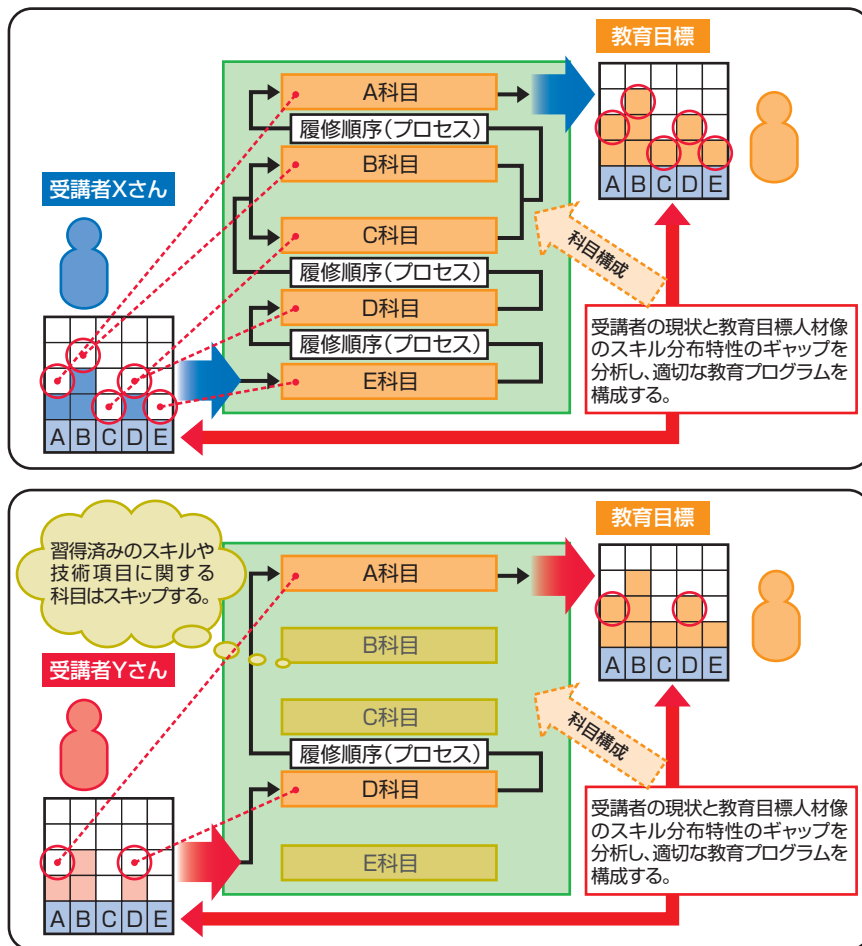
#### 2.1.2 教育プログラムにおける科目構成の考え方

ETSSの教育プログラムでは、教育対象と教育目標の人材像を、ETSSのスキル基準やキャリア基準のフレームワークを用いて、どのような知識やスキルが、どの程度必要な

のかを定量的に分析し、教育を実施する。

教育対象(受講者)が教育目標(あるべき姿)の人材へ育成するために必要であると判明した知識やスキルを補うための科目を組み合わせ、教育プログラムとして構成する。教育プログラムは、教育対象とする人材像と教育目標とする人材像にあわせて構成する。

したがって、教育対象や教育目標として設定する内容が変われば、別の教育プログラムとして再構成する。



図F3.2：教育対象または教育目標の変更によって教育プログラムの内容は変更される

### 2.1.3 教育プログラムとキャリア基準との関係

ETSSのキャリア基準 (Version1.0以上) では、組込みソフトウェア分野における職種のキャリアレベルごとに必要となるスキルの分布特性を提示している。

教育プログラムの教育目標や教育対象を、ETSSのキャリア基準で提示されたスキル分布特性を用いることで、キャリアアップやキャリアシフトを実現するための教育プログラムを構成することができる。

図F3.3は、キャリア基準で提示されたスキル分布特性を利用した、特定の職種におけるキャリアアップを目的とした教育プログラム構築のアプローチイメージである。

- 教育対象と教育目標をETSSのキャリア基準で職種ごとに定義されている、スキル分布特性などをもとに設定する。
- 教育対象と教育目標との差異 (ギャップ) を分析し、人材育成を実現するために必要な技術やスキルなどの要素を定量的に把握する。
- 差異分析の結果、不足が判明した技術やスキルに対して、不足を補うための科目を組み合わせた教育プログラムを構成する。
- 教育プログラムを構成する科目は、効率的かつ現実的な履修順序 (プロセス) を持った計画を立て、実施する。

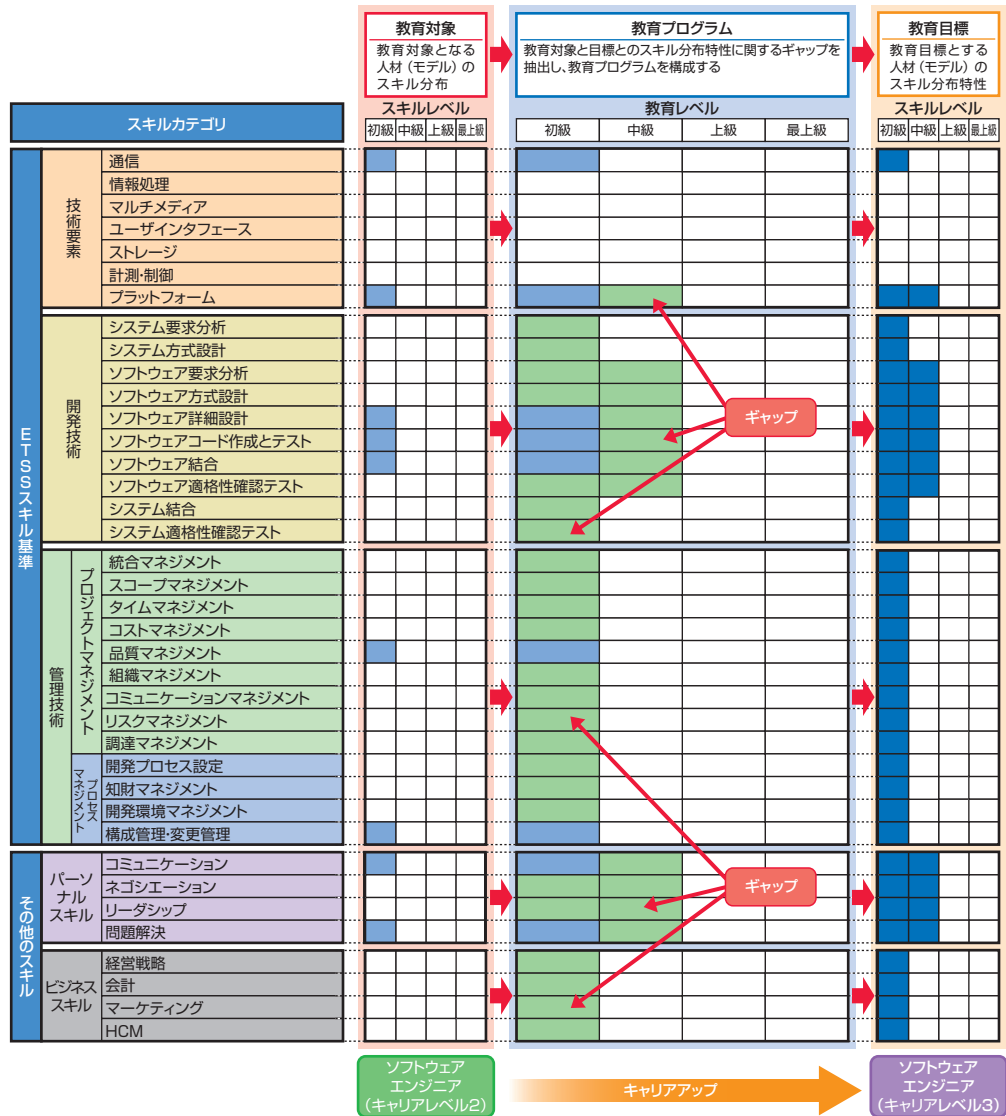


図 F3.3 : ETSS キャリアフレームワークを利用した教育プログラムプランの立案

別の職種へのキャリアシフトを目的とした教育プログラムは、教育目標にキャリアシフト先の職種のスキル分布特性を設定することで、同様の手順で教育プログラムを実現できる。

ETSSキャリア基準では未定義である職種の場合でも、ETSSのキャリアフレームワークを用いることで応用可能である。

## 2.2 科目

### 2.2.1 科目とは

組込みスキル標準 (ETSS) の教育プログラムフレームワークでは、科目の定義を『特定の技術分野に対する知識やスキルを習得するために、必要となる教育項目の組み合わせ』と定義する。

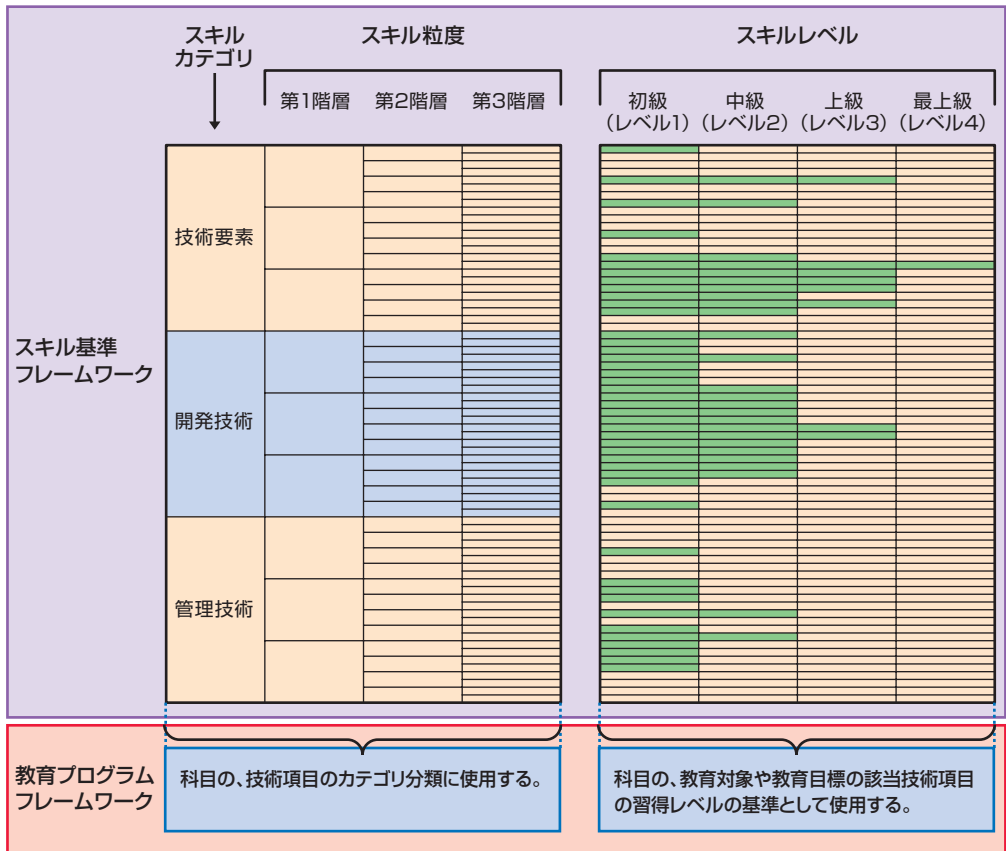
### 2.2.2 科目とスキル基準との関係

ETSSの教育プログラムフレームワークでは科目の教育対象や、教育目標の技術項目のカテゴリ分類、習得レベルなどをETSSのスキル基準のスキルフレームワークを用いて定義する。

科目で教育を行う技術項目の分類や、教育対象や教育目標の習得レベルの評価基準の設定などについて、ETSSのスキル基準に準じた形で行う。

そのため、ETSSの各フレームワークを用いたスキルマネジメントを実施している組織では、新規科目の開発や、既存科目の選択を行う際に、人材のスキル診断結果や育成戦略などとの連携も容易になる。





図F3.4：科目とETSSスキル基準の関係

科目は通常、より高い教育効果や効率を得るために、複数の教育項目を組み合わせて実現する。

例えば、類似技術への応用力の向上を図るために同一分野の技術を組み合わせた研修や、プログラミングの研修などではプログラミング言語の文法の教育だけではなく、使用ツールやプラットフォームなどの周辺技術に関する教育項目を組み合わせて教育効果の向上を実現させている。

「中級インターネット技術」科目			
スキルカテゴリ	教育項目	教育対象レベル	教育目標レベル
技術要素	TCP/IP	初級 (レベル1)	中級 (レベル2)
技術要素	UDP	初級 (レベル1)	中級 (レベル2)
技術要素	Socket通信	初級 (レベル1)	中級 (レベル2)
技術要素	ftp	初級 (レベル1)	中級 (レベル2)
⋮	⋮		

図 F3.5 : 類似技術分野の教育項目によって構成された科目のイメージ

「初級組込みC言語プログラミング」科目			
スキルカテゴリ	教育項目	教育対象レベル	教育目標レベル
技術要素	システムコール	—	初級 (レベル1)
開発技術	構造化設計	—	初級 (レベル1)
開発技術	C言語	初級 (レベル1)	中級 (レベル2)
開発技術	デバック技法	初級 (レベル1)	中級 (レベル2)
⋮	⋮		

図 F3.6 : 中心となる技術教育項目に関連する周辺技術によって構成された科目のイメージ

### 2.2.3 科目の教育レベル

科目の教育対象及び教育目標の習得レベルに対する標準的な指標を示すために、ETSSのスキル基準のスキルレベルに対応した教育レベルの設定を行う。

科目分類の定義を以下に示す。

表F3.1：科目の教育レベル

科目の教育レベル	教育目標とするスキルレベル	教育目標とするスキルレベルの定義*
最上級	レベル4(最上級)	<b>新たな技術を開発できる</b> 一般的に使うことができる新たな技術を構築することができる
上級	レベル3(上級)	<b>作業を分析し改善・改良できる</b> 作業効率を高めるために保有する技術とスキルを体系的に整理し、他の技術者が活用できるようにすることができる
中級	レベル2(中級)	<b>自律的に作業を遂行できる</b> 必要なスキルを持っており、作業を自らの力で行うことができる
初級	レベル1(初級)	<b>支援のもとに作業を遂行できる</b> 他者から支援してもらうことにより、作業を遂行することができる

\*スキルレベルの定義：組込みスキル標準(ETSS)スキル基準Version1.1より

## 2.3 科目の実施形態

教育プログラムにおける教育目標を実現するためには、様々な実施形態の中から最も適切なものを選択し、科目設計を行う。そのためには、科目の実施形態ごとの特性やメリット・デメリットを理解し、教育対象や教育目標の技術レベル、研修の実施場所や規模などの各種条件に合致したものを的確に選択する必要がある。

### 2.3.1 実施形態一覧

本教育プログラムフレームワークで想定する実施形態を表F3.2に示す。

この一覧を提示したのは異なる実施形態が、同様の名称で運用されることなどによる混乱を避けるためである。

表 F3.2：科目の実施形態一覧

分類	実施形態	内容
自習型	CBT (Computer Based Training)	コンピュータを活用して独力で行う研修方法。ネットワークやCD、DVDなどの各種メディアに格納された研修コンテンツを活用する。チューター（指導員）を通じ間接的に、質問に対する回答や、学習の進め方の相談や指導を受けることも可能。
	通信教育	直接、対面形式で指導を受けるのではなく、放送や通信、郵送されたテキスト、ビデオなどで学習し、郵送や通信などの手段を用いて解答の送付や添削結果の返却を行うことで間接的に教育を受ける実施形態。
講義型	講義	1人の講師に対して、多数の受講者を対象とした対面型の実施形態。
実習型	ワークショップ	講義とは対照的に受講者が自ら討議に参加・体験し、受講者が講師やグループの他の受講生などとの双方向コミュニケーションを主体とする実施形態（受講者数は講義と比較した場合、少数となるのが一般的）。
	実機演習	マイコン基板などを使って実際のものを動作させる実体験型の実施形態（実機だけではなくシミュレーション環境を利用することもある）。
	プロジェクト型演習	グループ演習主体の総合演習で、今までに習得した知識やスキルを駆使し、実際の組込みソフトウェア開発に準じたプロジェクト形式による実施形態。
	OJT (On the Job Training)	実際の仕事を通じて、必要な技術、能力、知識、あるいは態度や価値観などを身に付けさせる実施形態。職務遂行を通じて管理者が部下に対し、意図的／計画的な指導・育成をマンツーマンで行う。
その他	コミュニティ活動	社内外のコミュニティ活動の場において、他のプロフェッショナルとの交流を深めることで切磋琢磨する。またコミュニティ活動による社会への貢献や後進の育成を通じて、自らのスキルや知識を向上させる。

上記の研修方法の一覧は、組込みソフトウェアに関する教育の実施形態を限定するものではない。



## 3. ドキュメントフォーマット

### 3.1 ドキュメントフォーマット例の使い方

ETSSの教育プログラムフレームワークに準じた、ドキュメントを以降に例示する。

本フォーマットを厳格に運用することが目的ではない。本フォーマットに記述されている項目自体の理解や必要性について理解したうえで項目の取捨選択が行われ運用され

ることを想定している。

教育プログラムの運用形態によっては、不要な項目を省略し、逆に不足している項目については、必要に応じて追加・拡張などがなされることが考えられる。

## 3.2 ドキュメントフォーマット例

### 3.2.1 教育プログラム概要

#### 概要

教育プログラムの概要説明を行う文書。

教育プログラムで設定している、教育対象や教育目標を明記する。

#### ドキュメントイメージ

教育プログラム名称	
目的	
教育対象とする人材像	
教育目標とする人材像	

図F3.7：教育プログラム概要

#### 記述項目

「教育プログラム概要」で記述すべき項目は次の通りである。

- **教育プログラム名称**  
教育プログラムの名称を記述する。
- **概要**  
教育プログラムの概要や目的を具体的に記述する。

- **教育対象とする人材像**

教育プログラムの受講対象と設定している人材像を具体的に記述する。

- **教育目標とする人材像**

教育プログラムの教育目標とする人材像を具体的に記述する。

教育対象とする人材を、教育目標の人材像へ育成する教育体系が教育プログラムとなる。

また、教育プログラムの教育目標とする人材像の行動イメージを明記する。

### <教育プログラム教育目標の人材像の行動イメージ例>

- 組み込みプラットフォーム (MCU、RTOS) 上で動作するプログラムの設計・作成・デバッグが行える。
- 自社製品で使用する技術要素項目・業務分野に関して、ハードウェアや制御理論などの基礎技術を習得し、ソフトウェア設計と実装が行える。
- 組み込みソフトウェアの詳細設計から結合テストまでの作業が行える (ドキュメント作成を含む)。
- プロジェクトメンバとして基本動作を身に付け、チーム活動に貢献できる。
- 担当するソフトウェアに関する品質確保を行い (レビュー、テストなど)、品質状況の把握と報告が行える。

## 3.2.2 科目体系図

### 概要

教育プログラムと人材育成の教育対象と教育目標との相対的な位置関係を示す。

また、教育プログラムを構成する科目が対応するスキル分布特性を表し、教育プログラムの適応範囲を明示する。

# ドキュメントイメージ

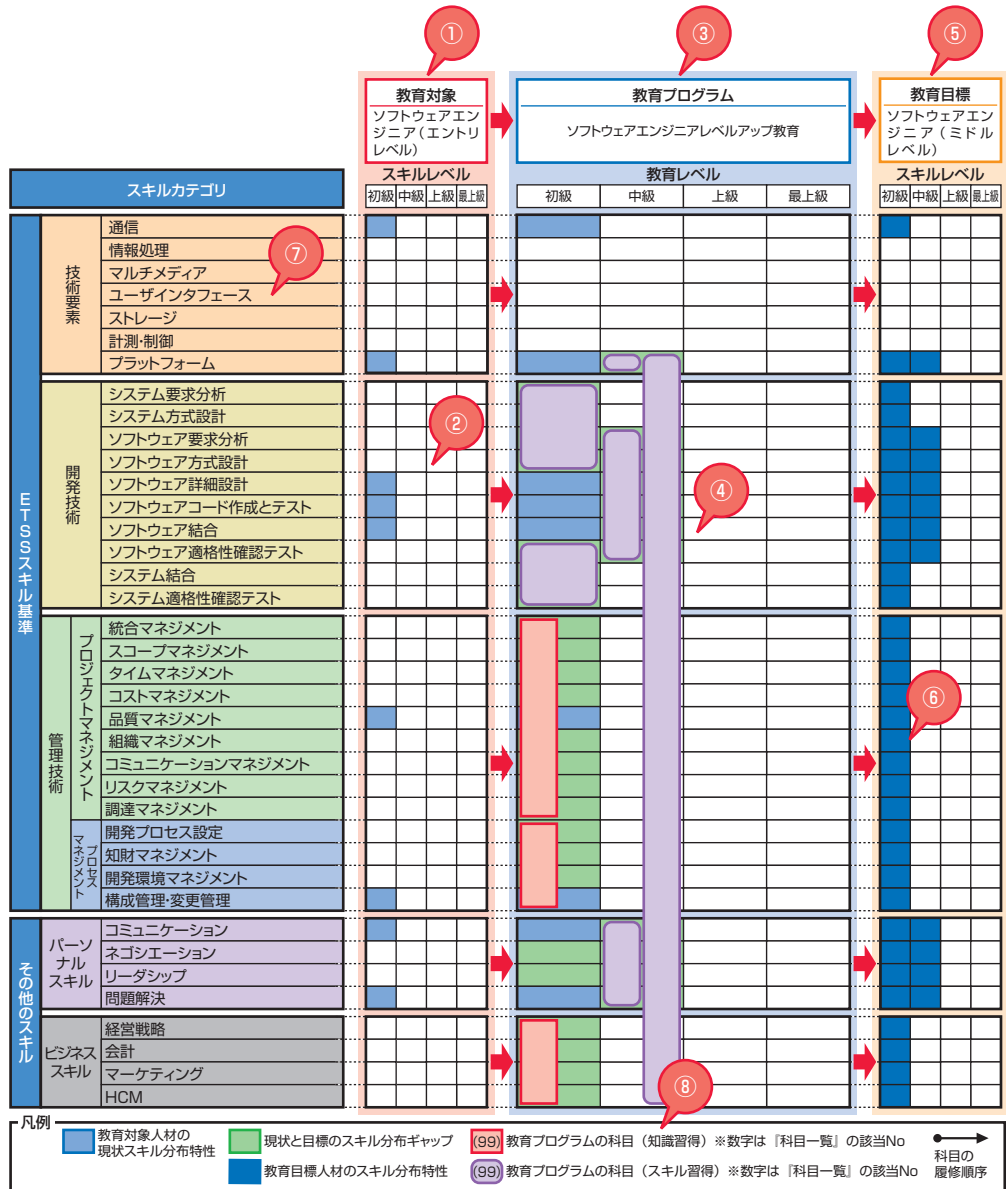


図 F3.8 : 科目体系図

## 記述項目

「科目体系図」で記述すべき項目は次の通りである。

- **教育対象 (①)**

教育プログラムが教育対象として設定している人材像について簡略に記述する。

- **教育対象領域 (②)**

教育プログラムが教育対象とする人材の現状の技術やスキルの分布特性を矩形で表現する。

教育目標領域と同様に、教育対象をETSSのキャリア基準の職種とキャリアレベルを活用する場合は、キャリア基準で定義された該当職種のキャリアレベルのスキル分布特性を矩形で表現する。

- **教育プログラム (③)**

教育プログラムの名称を記述する。

- **教育プログラム領域 (④)**

教育対象と教育目標とのスキル分布特性の差異を矩形で表現し、教育プログラムで人材育成の対象とすべき技術やスキルの領域を明示する。

教育プログラムが提供する科目が対応する技術項目を矩形で表現し、上記の差異を重ね合わせることで、教育プログラムの対応領域を表現する。

- **教育目標 (⑤)**

教育プログラムが教育目標として設定している人材像について簡略に記述する。

- **教育目標領域 (⑥)**

教育プログラムが教育目標として設定する人材像の担う役割や責任を果たすために必要な技術やスキルの分布特性を矩形で表現する。

ETSSのキャリア基準の職種とキャリアレベルを教育目標に設定する場合は、キャリア基準で定義された該当職種のキャリアレベルのスキル分布特性を教育目標として矩形で表現する。ETSSのキャリア基準で定義されていない人材像も、ETSSのキャリアフレームワークに準じた形でスキルの分布特性を定義し、教育目標として設定を行う。

- **スキルカテゴリ (⑦)**

教育プログラムが対応する技術やスキルのカテゴリ項目。



ETSSのスキル基準やキャリア基準によって定義されたものや、これらの基準のフレームワークに準じた形で提示する。このカテゴリごとに、前述の技術分布領域や、科目が対応する技術領域などを矩形で表現する。

● 凡例 (8)

教育プログラムを構成する科目の教育対象や教育目標などのスキル分布特性を表現する矩形に関する凡例の説明を行う。

### 3.2.3 科目一覧

#### 概要

教育プログラムを構成する科目の一覧。

科目の概要情報をリストアップする。

#### ドキュメントイメージ

教育プログラム名称：

No	科目名称	概要	研修時間	教育対象レベル	教育目標レベル	教育項目	実施形態

図F3.9：科目一覧

## 記述項目

「科目一覧」で記述すべき項目は次の通りである。

- **教育プログラム名称**

教育プログラムの名称を記述する。

- **No**

教育プログラム内での通し番号を記述する。

- **科目名称**

科目名称を記述する。

概要

教育プログラムを構成する科目の概要について記述する。

- **標準時間**

科目の標準実施時間を記述する。

- **教育対象レベル**

科目が設定する教育対象（受講者）が持つ、該当技術分野に関する技術やスキルの習得レベル。

スキルレベルの評価要件やレベルの設定は、ETSSスキル基準に準じた形式でレベル付けを行う。ただし、教育対象レベルが“-”（ハイフン）である場合、該当技術領域のスキルレベルがETSSスキル基準のレベル1（初級）に満たない人材を対象とした科目であることを表す。

- **教育目標レベル**

科目の該当技術分野に関する技術やスキルの目標習得レベル。

教育対象レベルと同様に、スキルレベルの評価要件やレベルの設定は、ETSSスキル基準に準じた形式でレベル付けを行う。

- **教育項目**

科目に含まれる教育項目の、技術項目とスキルカテゴリを記述する。

技術項目やスキルカテゴリの選定は、ETSSのスキルフレームワークに準じた形式で分類する。

- 実施形態

科目の実施形態を記述する<sup>2</sup>。1つの教育項目に複数の実施形態が存在する場合は、列記する。  
実施形態の名称は、「2.3 科目の実施形態」などを参考に選択を行う。

### 3.2.4 シラバス

#### 概要

教育プログラムを構成する、科目に関する教育内容を記述する。  
シラバスは、次の2つのフォーマットで構成される。

- 科目の全般的な概要を記述する「科目概要」
- 科目で実施される教育項目を記述する「教育項目」

#### ドキュメントイメージ (シラバス：科目概要)

シラバス：科目概要

科目名称					No
科目の教育レベル	<input type="checkbox"/> 初級	<input type="checkbox"/> 中級	<input type="checkbox"/> 上級	<input type="checkbox"/> 最上級	
スキルカテゴリ	<input type="checkbox"/> 技術要素	<input type="checkbox"/> 開発技術	<input type="checkbox"/> 管理技術	<input type="checkbox"/> パーソナル	<input type="checkbox"/> ビジネス
	<input type="checkbox"/> その他( )				
概要					
受講対象者 (教育対象)					
履修条件					
教育目標	【意義・ねらい】				
実施形態	<input type="checkbox"/> CBT	<input type="checkbox"/> 通信教育	<input type="checkbox"/> 講義	<input type="checkbox"/> ワークショップ	<input type="checkbox"/> 実機演習
	<input type="checkbox"/> プロジェクト型演習	<input type="checkbox"/> その他( )	<input type="checkbox"/> OJT		
標準時間			開催日程		
教材	テキスト				
	ハードウェア環境				
	ソフトウェア環境				
	その他教材				
教育成果の評価方法	<input type="checkbox"/> 研究成果の評価を実施				
	評価方法	<input type="checkbox"/> 筆記試験	<input type="checkbox"/> 実技試験	<input type="checkbox"/> 口頭試問	<input type="checkbox"/> 認定試験の受験[ ]
		<input type="checkbox"/> その他( )			

図 F3.10：シラバス：科目概要

<sup>2</sup>：実施形態は教育プログラム実施組織の状況や目的によって個別に設定すべきものである。そのため本文書では画一的な定義を本記入欄に対して行わない。

## 記述項目(シラバス：科目概要)

「シラバス：科目概要」で記述すべき項目は次の通りである。

- **科目名称**

科目の名称を記述する。

- **科目の教育レベル**

科目の教育内容に対応する教育レベルを記述する。

教育レベルの基準は「2.2.3 科目の教育レベル」を参照のこと。

- **スキルカテゴリ**

科目を構成する教育項目のスキルのカテゴリを記述する。

スキルカテゴリは、ETSSのスキル基準やキャリア基準で定義されたものを利用する。

- **概要**

科目の教育概要について記述を行う。

- **受講対象者**

科目の受講対象者の人材像を記述する。

科目に関連する技術分野に関する知識やスキルの習得状況について、重点的に記述する。

- **履修条件**

科目を受講するために事前に対応すべき条件を記述する。

事前に履修すべき教育や、実務経験……などを必要に応じて記述する。

- **教育目標**

科目が対象とする技術分野の知識やスキルの教育目標を記述する。

教育目標を達成することによって、どのような知識やスキルを駆使できるようになるのかについて行動イメージとして記述する。

## <科目の教育目標の人材像の行動イメージ例>

- MCUやMCU周辺機能(タイマなど)を制御するプログラミングが行える。
- マルチタスクのプログラミングが行える。
- ソフトウェアの詳細設計(構造化設計など)が行える。
- 統合開発環境でのプログラム開発作業が行える。
- 単体テストの設計と実行、管理が行える。
- ハード・ソフトのデバッグツールを活用し、単体でのデバッグが行える。

また、科目実施に関する意図を、「意義・ねらい」の欄に明記する<sup>③</sup>。

### ● 実施形態

科目をどのような実施形態で行うのかを記述する。

「2.3 科目の実施形態」などを参考に選択を行う<sup>④</sup>。

### ● 標準時間

科目を実施する際の標準時間の目安を記述する。

### ● 開催日程

科目の開催日程(予定)を記述する<sup>⑤</sup>。

### ● 教材

科目を実施する際に使用する教材を記述する。

使用する教材の書籍名や製品名など、具体化されているものがあれば明記する<sup>⑥</sup>。

### ● 教育成果の評価方法

科目修了時の教育成果の評価方法を記述する<sup>⑦</sup>。

③：教育目標の「意義・ねらい」は教育プログラム実施組織の状況や目的によって個別に設定すべきものである。そのため本文書では画一的な定義を本記入欄に対して行わない。

④：実施形態は教育プログラム実施組織の状況や目的によって個別に設定すべきものである。そのため本文書では画一的な定義を本記入欄に対して行わない。

⑤：開催日程は教育プログラム実施組織の状況や目的によって個別に設定すべきものである。そのため本文書では画一的な定義を本記入欄に対して行わない。

⑥：教材は教育プログラム実施組織の状況や目的によって個別に設定すべきものである。そのため本文書では画一的な定義を本記入欄に対して行わない。

⑦：教育成果の評価方法は教育プログラム実施組織の状況や目的によって個別に設定すべきものである。そのため本文書では画一的な定義を本記入欄に対して行わない。

## ドキュメントイメージ(シラバス：教育項目)

シラバス：教育項目

科目名称：					
カテゴリ	スキルカテゴリ		関連技術項目	時間(分)	備考
	第1階層	第2階層			

図 F3.11 : シラバス：教育項目

## 記述項目(シラバス：教育項目)

「シラバス：教育項目」で記述すべき項目は次の通りである。

- 科目名称

科目名称を記述する。

- スキルカテゴリ

教育項目に含まれる関連技術項目の分類を記述する。

スキルカテゴリは、ETSSのスキル基準やキャリア基準のフレームワークに準じたものを使用する。

- 関連技術項目

教育項目に含まれる関連技術項目の分類を記述する。

スキルカテゴリは、ETSSのスキル基準やキャリア基準のフレームワークに準じたものを使用する。

- 時間

科目内の教育項目に関する時間の目安(単位：分)を記述する<sup>8</sup>。

- 備考

科目を構成する教育項目に関する補足事項を備考として記述する。

特に「組み込みシステム未経験者向け教育プログラム」においては本備考欄に、ITスキル標準研修ロードマップの「IT基本1」「IT基本2」の教育項目と共通となるものをその旨記述している。すでに「IT基本1」「IT基本2」をすでに受講している人材を教育対象とする教育プログラムでは、この共通の教育項目を省略することができる。

<sup>8</sup>：科目における教育項目の時間は、教育プログラム実施組織の状況や目的によって個別に設定すべきものである。そのため本文書では画一的な定義を本記入欄に対して行わない。

# Ⅲ.

## 組込みシステム開発 未経験者向け教育プログラム

### 1. 利用上の留意点

組込みシステム開発未経験者向け教育プログラム(以降「未経験者向け教育プログラム」と略す)を企業や高等教育機関などで利用する際に留意すべき事項について以降に記す。

#### 1.1 教育目標について

未経験者向け教育プログラムは、組込みソフトウェア開発現場にエントリできる技術者の育成を主たる目的としている。そのため、教育目標を「組込みソフトウェア開発業務に従事できる人材への育成」として、具体的な職種とキャリアレベルを対象としていない。

未経験者向け教育プログラムを応用してETSSキャリア基準の職種に対応した教育目標を設定する場合は、ETSSキャリア基準の必要条件とされるスキル分布特性と未経験者向け教育プログラムの教育目標のスキル分布特性の差分分析を行う。差分が生じた部分に対して、対象となる応用ドメインや企業の事情や特性を考慮し、その必要に応じた科目の追加や省略といったカスタマイズを実施する。

#### 1.2 教育提供者側が定義すべき事項

未経験者向け教育プログラムの実施において、各種条件や状況によって内容が変化する性質のものであり、画一的に標準化が難しい事項(187ページの2.4以降のドキュメントで、網掛けされた項目)がある。

これらの項目は実際の教育プログラム開催までに教育プログラム提供者側が記入し、受講者に対して明示すべき事項である。



## 1.3 対象外の教育項目

未経験者向け教育プログラムでは、ETSSのスキル基準及びキャリア基準で定義されたスキル項目に関連付けられた範囲を対象としている。組込みソフトウェア分野だけではなく社会人として全般的に必要とされる、ビジネスマナーや技術者(社会人)倫理、コンプライアンス遵守などは教育項目として含まれていない。これらは、別途必要に応じて追加を行うものとする。



## 2. 教育プログラム

### 2.1 概要

教育プログラム概要

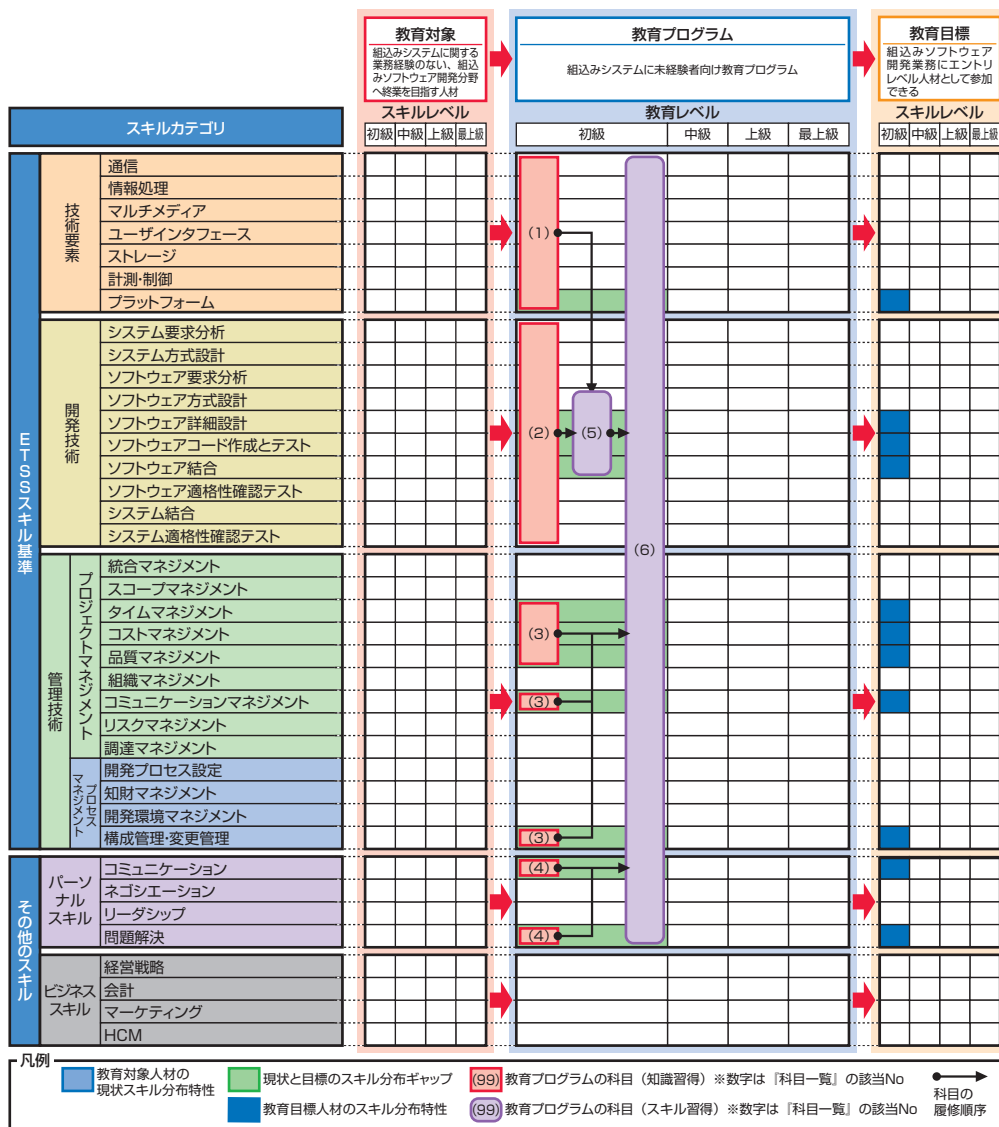
教育プログラム名称	組込みシステム未経験者向け教育プログラム (ET入門コース)
目的	組込みソフトウェア開発分野におけるソフトウェア開発力強化のために、組込みシステム開発未経験者を教育対象とし、組込みソフトウェアの開発業務に従事できる人材に育成することを目的とする。
教育対象とする人材像	組込みシステム開発に関する業務経験はないが、組込みソフトウェア開発分野に対し、技術者としての就業を目指す人材。 以下のような人材を想定する。 <ul style="list-style-type: none"><li>● 組込みソフトウェア開発関連企業に就職した新入社員</li><li>● 組込みソフトウェア関連の教育を行う大学や専門学校などに在籍する学生</li><li>● 組込みソフトウェア開発分野へ参入を目指す、他分野からのソフトウェア技術者</li><li>● その他、組込みソフトウェア開発分野参入を目指す人材</li></ul>
教育目標とする人材像	本教育プログラムの教育目標とする人材像は以下を想定する。 <ul style="list-style-type: none"><li>● 組込みソフトウェア開発業務に対して、以下の行動を実施できる<ul style="list-style-type: none"><li>◆ 製品開発で使用するプラットフォームやその他の技術要素を用い、ソフトウェア実装やデバッグなどの業務について指導のもと実施できる</li><li>◆ 担当作業範囲に関して、作業時間の見通しや作業進捗状況を上司に的確に報告することができる</li><li>◆ 担当作業範囲に関して、上司の指導やツール・技法を用いて品質管理指標などを収集し報告することができる</li><li>◆ 担当作業範囲に関して、上司の指導やチェックリストなどをもとにリスク項目を抽出し報告することができる</li><li>◆ プロジェクトで使用する構成管理及び変更管理のツールや手順を指導のもと実施できる</li><li>◆ 担当作業の状況報告や、所属プロジェクトの状況把握をコミュニケーションツールや技法を用いて指導のもと実施できる</li></ul></li></ul>

付録

3

教育  
研修  
基準  
Ver  
sion  
1.2

## 2.2 科目体系図



## 2.3 科目一覧

教育プログラム名称：組込みシステム未経験者向け教育プログラム(ET入門コース)

No	科目名称	概要	研修時間	教育対象レベル	教育目標レベル	教育項目	実施形態
1	技術要素 (初級)	組込みソフトウェア開発業務に従事するために必要となる技術要素の「概要」「通信」「計測・制御」「プラットフォーム」に関する基礎技術(知識)を習得する	15.0時間	—	初級	技術要素	概要
							通信
							計測・制御
							プラットフォーム
2	開発技術 (初級)	組込みソフトウェア開発業務に従事するために必要となる開発技術(組込みシステム開発技術全般：システム要求分析～システム適格性確認テスト)に関する基礎技術(知識)を習得する	15.0時間	—	初級	開発技術	システム要求分析
							システム方式設計
							ソフトウェア要求分析
							ソフトウェア方式設計
							ソフトウェア詳細設計
							ソフトウェアコード作成とテスト
							ソフトウェア結合
							ソフトウェア適格性確認テスト
							システム結合
							システム適格性確認テスト
3	管理技術 (初級)	組込みソフトウェア開発業務に従事するために必要となる管理技術に関する基礎技術(知識)として「タイムマネジメント」「コストマネジメント」「品質マネジメント」「コミュニケーションマネジメント」「構成管理・変更管理」を中心に習得する	15.0時間	—	初級	管理技術	タイムマネジメント
							コストマネジメント
							品質マネジメント
							コミュニケーションマネジメント
							構成管理・変更管理
4	パーソナル (初級)	組込みソフトウェア開発業務に従事するために必要となるパーソナルスキルに関する基礎技術(知識)を「コミュニケーション」「問題解決」を中心に習得する	7.5時間	—	初級	パーソナル	コミュニケーション
							問題解決
5	組込みプログラミング演習 (初級)	組込みソフトウェア開発業務の実装・デバッグ(ソフトウェア方式設計～ソフトウェア結合)に関する技法やツールの使用方法をC言語プログラミングを中心とする実機演習などで習得する	52.5時間	—	初級	技術要素	プラットフォーム
						開発技術	ソフトウェア方式設計
							ソフトウェア詳細設計
							ソフトウェアコード作成とテスト
							ソフトウェア結合

付録  
3

教育  
研修  
基準  
Ver  
sion  
1.2

6	組込みソフトウェア開発プロジェクト型演習	組込みシステム未経験者向け教育プログラムの総まとめとして組込みソフトウェア開発に従事するために必要となる技術とスキルを、プロジェクト型の演習によって実践的に習得する	75.0 時間	—	初級	技術要素	通信
							プラットフォーム
						開発技術	システム要求分析
							システム方式設計
							ソフトウェア要求分析
							ソフトウェア方式設計
							ソフトウェア詳細設計
							ソフトウェアコード作成とテスト
						管理技術	ソフトウェア結合
							ソフトウェア適格性確認テスト
							システム結合
							システム適格性確認テスト
							タイムマネジメント
							コストマネジメント
						パーソナル	品質マネジメント
							コミュニケーションマネジメント
							構成管理・変更管理
コミュニケーション問題解決							

※表内の網掛け部分は個別に定義を行う。

※「研修時間」欄の時間は目安を提示している。実際の研修時間は個別に定義を行う。

## 2.4 シラバス

### 2.4.1 技術要素 (初級)

#### (1) 科目概要

科目名称	技術要素 (初級)	No	1
科目の教育レベル	<input checked="" type="checkbox"/> 初級 <input type="checkbox"/> 中級 <input type="checkbox"/> 上級 <input type="checkbox"/> 最上級		
スキルカテゴリ	<input checked="" type="checkbox"/> 技術要素 <input type="checkbox"/> 開発技術 <input type="checkbox"/> 管理技術 <input type="checkbox"/> パーソナル <input type="checkbox"/> ビジネス <input type="checkbox"/> その他( )		
概要	組込みソフトウェア開発業務に従事するために必要となる技術要素の「概要」「通信」「計測・制御」「プラットフォーム」に関する基礎技術(知識)を習得する。 本科目における、組込みソフトウェア業務とは上司の指導のもと従事するレベル相当 (ETSSスキル基準における初級) を想定する。		
受講対象者 (教育対象)	組込みシステム開発は未経験であり、組込みソフトウェア開発分野への就業を目指している人材。		
履修条件	特になし		
教育目標	本科目の教育目標は、次のような業務を遂行できる人材を育成するための技術要素の技術(知識)習得である。 ● 製品開発で使用するプラットフォームやその他の技術要素(通信、計測制御など)を用い、ソフトウェアの実装やデバッグ業務などについて指導のもと遂行できる 【意義・ねらい】		
実施形態	<input type="checkbox"/> CBT <input type="checkbox"/> 通信教育 <input type="checkbox"/> 講義 <input type="checkbox"/> ワークショップ <input type="checkbox"/> 実機演習 <input type="checkbox"/> OJT <input type="checkbox"/> プロジェクト型演習 <input type="checkbox"/> その他( )		
標準時間	15.0時間	開催日程	
教材	テキスト		
	ハードウェア環境		
	ソフトウェア環境		
	その他教材		
教育成果の評価方法	<input type="checkbox"/> 研究成果の評価を実施 評価方法 <input type="checkbox"/> 筆記試験 <input type="checkbox"/> 実技試験 <input type="checkbox"/> 口頭試問 <input type="checkbox"/> 認定試験の受験[ ] <input type="checkbox"/> その他( )		

※表内の網掛け部分は個別に定義を行う。  
 ※「研修時間」欄の時間は目安を提示している。実際の研修時間は個別に定義を行う。

## (2) 教育項目

科目名称：技術要素 (初級)					
スキルカテゴリ			関連技術項目	時間 (分)	備考
カテゴリ	第1階層	第2階層			
技術要素	概要 (技術要素スキルのカテゴリ横断的な項目、歴史や概要など)	コンピュータ科学基礎	情報の基礎理論	ITスキル標準 研修ロードマップ 「IT基本1」「IT基本2」に同等の 教育項目あり	
			データ構造とアルゴリズム		
		コンピュータシステム	ハードウェア		
			基本ソフトウェア システムの構成と方式 システム応用		
	通信	概要 (通信スキルのカテゴリ横断的な項目、歴史や概要など)	プロトコルと伝送制御 符号化と伝送 通信機器		
			ネットワーク関連法規 ネットワークセキュリティ		
			ネットワークソフト 回線に関する技術		
			外部入力装置 センサ		
			外部出力装置 アクチュエータ		
	計測・制御	理化学系入力	MPU周辺技術 基本I/O技術		
		理化学系出力	リアルタイム処理 リアルタイムカーネル システムコール 割り込み処理 デバイスドライバ ミドルウェア マルチタスク処理 メモリ管理 例外処理		
	プラットフォーム	プロセッサ			
		基本ソフトウェア			

※表内の網掛け部分は個別に定義を行う。

## 2.4.2 開発技術（初級）

### (1) 科目概要

科目名称	開発技術（初級）	No	2
科目の教育レベル	<input checked="" type="checkbox"/> 初級 <input type="checkbox"/> 中級 <input type="checkbox"/> 上級 <input type="checkbox"/> 最上級		
スキルカテゴリ	<input type="checkbox"/> 技術要素 <input checked="" type="checkbox"/> 開発技術 <input type="checkbox"/> 管理技術 <input type="checkbox"/> パーソナル <input type="checkbox"/> ビジネス <input type="checkbox"/> その他( )		
概要	組込みソフトウェア開発業務に従事するために必要となる開発技術と開発工程全般（システム要求分析～システム適格性確認）に関する基礎技術（知識）を習得する。 本科目における、組込みソフトウェア業務とは上司の指導のもと従事するレベル相当（ETSSスキル基準における初級）を想定する。		
受講対象者（教育対象）	組込みシステム開発は未経験であり、組込みソフトウェア開発分野への就業を目指している人材。		
履修条件	特になし		
教育目標	本科目の教育目標は、次のような業務を遂行できる人材を育成するための技術要素の技術（知識）習得である。 ● 製品開発で使用するプラットフォームやその他の技術要素（通信、計測制御など）を用い、要件定義やソフトウェア設計業務などについて指導のもと遂行できる  【意義・ねらい】		
実施形態	<input type="checkbox"/> CBT <input type="checkbox"/> 通信教育 <input type="checkbox"/> 講義 <input type="checkbox"/> ワークショップ <input type="checkbox"/> 実機演習 <input type="checkbox"/> OJT <input type="checkbox"/> プロジェクト型演習 <input type="checkbox"/> その他( )		
標準時間	15.0時間	開催日程	
教材	テキスト		
	ハードウェア環境		
	ソフトウェア環境		
	その他教材		
教育成果の評価方法	<input type="checkbox"/> 研究成果の評価を実施 評価方法 <input type="checkbox"/> 筆記試験 <input type="checkbox"/> 実技試験 <input type="checkbox"/> 口頭試問 <input type="checkbox"/> 認定試験の受験[ ] <input type="checkbox"/> その他( )		

※表内の網掛け部分は個別に定義を行う。

※「研修時間」欄の時間は目安を提示している。実際の研修時間は個別に定義を行う。

## (2) 教育項目

科目名称：開発技術（初級）						
カテゴリ	スキルカテゴリ		関連技術項目	時間 (分)	備考	
	第1階層	第2階層				
開発技術	システム要求分析	システム分析と要求定義のレビュー	高信頼性設計			
			安全性設計			
			要求分析技法			
	システム方式設計	実現可能性の検証とデザインレビュー	設計手法	システム方式設計技術		ITスキル標準研修ロードマップ「IT基本2」に同等の教育項目あり
				オブジェクト指向設計		
		構造化設計				
		データ中心型設計				
	開発支援ツール	開発環境				
	ソフトウェア要求分析	ソフトウェア要求事項の定義		機能分析技法		
				要求分析技法		
	ソフトウェア方式設計	設計手法		オブジェクト指向設計		ITスキル標準研修ロードマップ「IT基本2」に同等の教育項目あり
				構造化設計		
				データ中心型設計		
		ソフトウェア構造の設計	構造化設計			
	アーキテクチャ設計					
	ソフトウェア詳細設計	ソフトウェアの詳細設計		モジュール仕様書		
				モジュール設計技術		
構造化設計						
仕様変更						
設計の品質						
ソフトウェアコード作成とテスト	プログラムの作成とプログラムテスト項目の抽出		ソフトウェア開発環境			
			コーディング技術			
			構成管理ツール			
			プログラミング言語			
	開発支援ツール			開発環境		ITスキル標準研修ロードマップ「IT基本2」に同等の教育項目あり
				各種アプリケーション開発ツール		
				構成管理ツール		
				デバッグ		
				シミュレータ		
				エミュレータ		
コードレビューとプログラムテスト項目のデザインレビュー			コードレビュー			
			コーディング作法			
			モジュールテスト技法			



開発技術	ソフトウェアコード作成とテスト	プログラムテストの実施	モジュールテスト技術 デバッグ技術		
	ソフトウェア結合	ソフトウェア結合テスト仕様の設計	テスト技術		
		ソフトウェア結合テストの実施	組込みシステムテスト技術 デバッグ技術		
	ソフトウェア適格性確認テスト	ソフトウェア適格性確認テストの準備とレビュー	計測機器（ロジアナ、オシロスコープ） バグ管理ツール		
		ソフトウェア適格性確認テストの実施	実機テスト バグ管理ツール 計測機器（ロジアナ、オシロスコープ）		
	システム結合	テスト項目抽出とテスト手順の決定及びレビュー	ハードウェア要求仕様書		
			ソフトウェア要求仕様書 計測機器（ロジアナ、オシロスコープ） バグ管理ツール		
		システム結合テストの実施	計測機器（ロジアナ、オシロスコープ） 不具合管理票 バグ管理ツール		
			システム要求仕様書 構成管理ツール バグ管理ツール		
	システム適格性確認テスト	システム適格性確認テストの準備とレビュー	不具合管理票 バグ管理ツール		
		システム適格性確認テストの実施	不具合管理票 バグ管理ツール		

※表内の網掛け部分は個別に定義を行う。

## 2.4.3 管理技術（初級）

### (1) 科目概要

科目名称	管理技術（初級）	No	3
科目の教育レベル	<input checked="" type="checkbox"/> 初級 <input type="checkbox"/> 中級 <input type="checkbox"/> 上級 <input type="checkbox"/> 最上級		
スキルカテゴリ	<input type="checkbox"/> 技術要素 <input type="checkbox"/> 開発技術 <input checked="" type="checkbox"/> 管理技術 <input type="checkbox"/> パーソナル <input type="checkbox"/> ビジネス <input type="checkbox"/> その他( )		
概要	組込みソフトウェア開発業務に従事するために必要となる管理技術に関する基礎技術（知識）を「タイムマネジメント」「コストマネジメント」「品質マネジメント」「コミュニケーションマネジメント」「構成管理・変更管理」を中心に習得する。 本科目における、組込みソフトウェア業務とは上司の指導のもと従事するレベル相当（ETSSスキル基準における初級）を想定する。		
受講対象者（教育対象）	組込みシステム開発は未経験であり、組込みソフトウェア開発分野への就業を目指している人材。		
履修条件	特になし		
教育目標	本科目の教育目標は、次のような業務を遂行できる人材を育成するための技術（知識）習得である。 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 担当作業範囲に関して、作業時間の見通しや作業進捗状況を上司に的確に報告することができる</li> <li>● 担当作業範囲に関して、上司の指導やツール・技法を用いて品質管理指標などを収集し、報告することができる</li> <li>● 担当作業範囲に関して、上司の指導やチェックリストに基づいてリスク項目を抽出し報告することができる</li> <li>● 開発チームが使用する構成管理及び変更管理のツールや手順を指導のもと実施できる</li> </ul> <b>【意義・ねらい】</b>		
実施形態	<input type="checkbox"/> CBT <input type="checkbox"/> 通信教育 <input type="checkbox"/> 講義 <input type="checkbox"/> ワークショップ <input type="checkbox"/> 実機演習 <input type="checkbox"/> OJT <input type="checkbox"/> プロジェクト型演習 <input type="checkbox"/> その他( )		
標準時間	15.0時間	開催日程	
教材	テキスト		
	ハードウェア環境		
	ソフトウェア環境		
	その他教材		
教育成果の評価方法	<input type="checkbox"/> 研究成果の評価を実施		
	評価方法	<input type="checkbox"/> 筆記試験 <input type="checkbox"/> 実技試験 <input type="checkbox"/> 口頭試問 <input type="checkbox"/> 認定試験の受験 [    ] <input type="checkbox"/> その他( )	

※表内の網掛け部分は個別に定義を行う。

※「研修時間」欄の時間は目安を提示している。実際の研修時間は個別に定義を行う。

## (2) 教育項目

科目名称：管理技術（初級）					
スキルカテゴリ			関連技術項目	時間 (分)	備考
カテゴリ	第1階層	第2階層			
管理技術	プロジェクトマネジメント	タイムマネジメント	類推見積り		
			プレジデンス・ダイアグラム法		
			アローダイアグラム法		
			条件ダイアグラム法		
			プロジェクトマネジメントツール		
			予備時間（コンジェンシー）		
			スケジュール差異分析		
			類推見積り		
		係数モデル見積り			
		ボトム・アップ見積り			
		コスト実績測定			
		品質マネジメント	品質マネジメント	コスト管理ツール	
	便益・費用分析				
	ベンチマーキング				
	フローチャート化				
	品質コスト				
	パレート図				
	コミュニケーションマネジメント	コミュニケーションマネジメント	傾向分析		
			品質監査		
			ステークホルダー分析		
情報検索システム					
情報配布手法					
実績報告					
差異分析					
プロジェクト報告書					
プレゼンテーション					
プロセスマネジメント	構成管理・変更管理	構成管理運用ガイドライン			
		構成管理ツール			
		ベースライン管理			
		変更管理運用ガイドライン			
		変更管理ツール			

※表内の網掛け部分は個別に定義を行う。

## 2.4.4 パーソナル (初級)

### (1) 科目概要

科目名称	パーソナル (初級)	No	4
科目の教育レベル	<input checked="" type="checkbox"/> 初級 <input type="checkbox"/> 中級 <input type="checkbox"/> 上級 <input type="checkbox"/> 最上級		
スキルカテゴリ	<input type="checkbox"/> 技術要素 <input type="checkbox"/> 開発技術 <input type="checkbox"/> 管理技術 <input checked="" type="checkbox"/> パーソナル <input type="checkbox"/> ビジネス <input type="checkbox"/> その他 ( )		
概要	組込みソフトウェア開発業務に従事するために必要となるパーソナルに関する基礎技術 (知識) を「コミュニケーション」「問題解決」を中心に習得する。 本科目における、組込みソフトウェア業務とは上司の指導のもと従事するレベル相当 (ETSS スキル基準における初級) を想定する。		
受講対象者 (教育対象)	組込みシステム開発は未経験であり、組込みソフトウェア開発分野への就業を目指している人材。		
履修条件	特になし		
教育目標	本科目の教育目標は、次のような業務を遂行できる人材を育成するための技術 (知識) 習得である。 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 担当作業の状況報告や、所属プロジェクトの状況把握をコミュニケーションツールや技法を用いて指導のもと実施できる</li> <li>● 担当作業にて発生した問題に対して、上司の支援のもと論理的に解決することができる</li> </ul> <b>【意義・ねらい】</b>		
実施形態	<input type="checkbox"/> CBT <input type="checkbox"/> 通信教育 <input type="checkbox"/> 講義 <input type="checkbox"/> ワークショップ <input type="checkbox"/> 実機演習 <input type="checkbox"/> OJT <input type="checkbox"/> プロジェクト型演習 <input type="checkbox"/> その他 ( )		
標準時間	7.5時間	開催日程	
教材	テキスト		
	ハードウェア環境		
	ソフトウェア環境		
	その他教材		
教育成果の評価方法	<input type="checkbox"/> 研究成果の評価を実施 評価方法 <input type="checkbox"/> 筆記試験 <input type="checkbox"/> 実技試験 <input type="checkbox"/> 口頭試問 <input type="checkbox"/> 認定試験の受験 [    ] <input type="checkbox"/> その他 ( )		

※表内の網掛け部分は個別に定義を行う。

※「研修時間」欄の時間は目安を提示している。実際の研修時間は個別に定義を行う。

### (2) 教育項目

科目名称：パーソナル (初級)					
カテゴリ	スキルカテゴリ		関連技術項目	時間 (分)	備考
	第1階層	第2階層			
パーソナル	コミュニケーション	—	2 Wayコミュニケーション 情報伝達 情報の整理・分析・検索 プレゼンテーション		
	問題解決	—	着眼 発想 問題解決 論理的思考		

※表内の網掛け部分は個別に定義を行う。

## 2.4.5 組込みプログラミング演習 (初級)

### (1) 科目概要

科目名称	組込みプログラミング演習 (初級)	No	5
科目の教育レベル	<input checked="" type="checkbox"/> 初級 <input type="checkbox"/> 中級 <input type="checkbox"/> 上級 <input type="checkbox"/> 最上級		
スキルカテゴリ	<input checked="" type="checkbox"/> 技術要素 <input checked="" type="checkbox"/> 開発技術 <input type="checkbox"/> 管理技術 <input type="checkbox"/> パーソナル <input type="checkbox"/> ビジネス <input type="checkbox"/> その他( )		
概要	組込みソフトウェア開発業務の実装・デバッグ(ソフトウェア方式設計～ソフトウェア結合)に関する技法やツールの使用方法をC言語プログラミングを中心とする実機演習などで習得する。本科目における、組込みソフトウェア業務とは上司の指導のもと従事するレベル相当(ETSSスキル基準における初級)を想定する。		
受講対象者(教育対象)	組込みシステム開発は未経験であり、組込みソフトウェア開発分野への就業を目指している人材。		
履修条件	組込みシステム未経験者向け教育カリキュラム(ET入門コース)の「開発技術(初級)」及び「技術要素(初級)」科目を受講済みもしくは相当の技術(知識)とスキルを習得済みであること。		
教育目標	本科目の教育目標は、次のような業務を遂行できる人材を育成するための技術(知識)とスキルを習得する。 ●製品開発で使用するプラットフォームやその他の技術要素を用い、ソフトウェアの実装やデバッグ業務などについて指導のもと遂行できる  【意義・ねらい】		
実施形態	<input type="checkbox"/> CBT <input type="checkbox"/> 通信教育 <input type="checkbox"/> 講義 <input type="checkbox"/> ワークショップ <input type="checkbox"/> 実機演習 <input type="checkbox"/> OJT <input type="checkbox"/> プロジェクト型演習 <input type="checkbox"/> その他( )		
標準時間	52.5時間	開催日程	
教材	テキスト		
	ハードウェア環境		
	ソフトウェア環境		
	その他教材		
教育成果の評価方法	<input type="checkbox"/> 研究成果の評価を実施 評価方法 <input type="checkbox"/> 筆記試験 <input type="checkbox"/> 実技試験 <input type="checkbox"/> 口頭試問 <input type="checkbox"/> 認定試験の受験[ ] <input type="checkbox"/> その他( )		

※表内の網掛け部分は個別に定義を行う。

※「研修時間」欄の時間は目安を提示している。実際の研修時間は個別に定義を行う。

### (2) 教育項目

科目名称：組込みプログラミング演習 (初級)					
スキルカテゴリ					
カテゴリ	第1階層	第2階層	関連技術項目	時間(分)	備考
技術要素	概要(技術要素スキルのカテゴリ横断的な項目、歴史や概要など)	コンピュータ科学基礎	情報の基礎理論		ITスキル標準研修ロードマップ「IT基本1」「IT基本2」に同等の教育項目あり
			データ構造とアルゴリズム		
		コンピュータシステム	ハードウェア		
			基本ソフトウェア システムの構成と方式 システム応用		

技術要素	プラットフォーム	プロセッサ	MPU周辺技術 基本I/O技術						
		基本ソフトウェア		リアルタイム処理 リアルタイムカーネル システムコール 割り込み処理 デバイスドライバ ミドルウェア マルチタスク処理 メモリ管理 例外処理					
			ソフトウェア方式設計	設計手法	オブジェクト指向設計 構造化設計 データ中心型設計		ITスキル標準研修ロードマップ「IT基本2」に同等の教育項目あり		
				ソフトウェア構造の設計	構造化設計 アーキテクチャ設計				
				ソフトウェア詳細設計	ソフトウェアの詳細設計	モジュール仕様書 モジュール設計技術 構造化設計 仕様変更 設計の品質			
			ソフトウェアコード作成とテスト		プログラムの作成とプログラムテスト項目の抽出	ソフトウェア開発環境 コーディング技術 構成管理ツール プログラミング言語			
					開発支援ツール		開発環境 各種アプリケーション 開発ツール 構成管理ツール デバッガ シミュレータ エミュレータ		ITスキル標準研修ロードマップ「IT基本2」に同等の教育項目あり
						ソフトウェアコード作成とテスト	コードレビューとプログラムテスト項目のデザインレビュー	コードレビュー コーディング作法 モジュールテスト技法	
		プログラムテストの実施		モジュールテスト技術 デバッグ技術					
ソフトウェア結合	ソフトウェア結合テスト仕様の設計	テスト技術							
	ソフトウェア結合テストの実施		組込みシステムテスト技術 デバッグ技術						

※表内の網掛け部分は個別に定義を行う。

## 2.4.6 組込みソフトウェア開発プロジェクト型演習（初級）

### (1) 科目概要

科目名称	組込みソフトウェア開発プロジェクト型演習（初級）	No	6
科目の教育レベル	<input checked="" type="checkbox"/> 初級 <input type="checkbox"/> 中級 <input type="checkbox"/> 上級 <input type="checkbox"/> 最上級		
スキルカテゴリ	<input checked="" type="checkbox"/> 技術要素 <input checked="" type="checkbox"/> 開発技術 <input checked="" type="checkbox"/> 管理技術 <input checked="" type="checkbox"/> パーソナル <input type="checkbox"/> ビジネス <input type="checkbox"/> その他( )		
概要	組込みシステム未経験者向け教育カリキュラムの総まとめとして組込みソフトウェア開発に従事するために必要となる技術とスキルを、プロジェクト型の演習によって実践的に習得する。本科目における、組込みソフトウェア業務とは上司の指導のもと従事するレベル相当（ETSSスキル基準における初級）を想定する。		
受講対象者（教育対象）	組込みシステム開発は未経験であり、組込みソフトウェア開発分野への就業を目指している人材。		
履修条件	組込みシステム未経験者向け教育カリキュラム（ET入門コース）以下の科目を受講済みもしくは相当の技術（知識）とスキルを習得済みであること。 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 技術要素（初級）</li> <li>● 開発技術（初級）</li> <li>● 組込みプログラミング演習（初級）</li> <li>● 管理技術（初級）</li> <li>● パーソナル（初級）</li> </ul>		
教育目標	本科目の教育目標は、次のような業務を遂行できる人材を育成するための技術（知識）とスキルを習得する。 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 製品開発で使用するプラットフォームやその他の技術要素を用い、ソフトウェア実装やデバッグなどの業務について指導のもと実施できる</li> <li>● 担当作業範囲に関して、作業時間の見通しや作業進捗状況を上司に的確に報告することができる</li> <li>● 担当作業範囲に関して、上司の指導やツール・技法を用いて品質管理指標などを収集し報告することができる</li> <li>● 担当作業範囲に関して、上司の指導やチェックリストなどをもとにリスク項目を抽出し報告することができる</li> <li>● プロジェクトで使用する構成管理及び変更管理のツールや手順を指導のもと実施できる</li> <li>● 担当作業の状況報告や、所属プロジェクトの状況把握をコミュニケーションツールや技法を用いて指導のもと実施できる</li> </ul> 【意義・ねらい】		
実施形態	<input type="checkbox"/> CBT <input type="checkbox"/> 通信教育 <input type="checkbox"/> 講義 <input type="checkbox"/> ワークショップ <input type="checkbox"/> 実機演習 <input type="checkbox"/> OJT <input type="checkbox"/> プロジェクト型演習 <input type="checkbox"/> その他( )		
標準時間	75.0時間	開催日程	
教材	テキスト ハードウェア環境 ソフトウェア環境 その他教材		
教育成果の評価方法	<input type="checkbox"/> 研究成果の評価を実施 評価方法 <input type="checkbox"/> 筆記試験 <input type="checkbox"/> 実技試験 <input type="checkbox"/> 口頭試問 <input type="checkbox"/> 認定試験の受験[ ] <input type="checkbox"/> その他( )		

※表内の網掛け部分は個別に定義を行う。

※「研修時間」欄の時間は目安を提示している。実際の研修時間は個別に定義を行う。

## (2) 教育項目

科目名称：組込みソフトウェア開発プロジェクト型演習（初級）									
スキルカテゴリ			関連技術項目	時間 (分)	備考				
カテゴリ	第1階層	第2階層							
技術要素	概要（技術要素スキルのカテゴリ横断的な項目、歴史や概要など）	コンピュータ科学基礎	情報の基礎理論 データ構造とアルゴリズム		ITスキル標準研修ロードマップ「IT基本1」「IT基本2」に同等の教育項目あり				
		コンピュータシステム	ハードウェア 基本ソフトウェア システムの構成と方式 システム応用						
	通信	概要（通信スキルのカテゴリ横断的な項目、歴史や概要など）		プロトコルと伝送制御 符号化と伝送 通信機器 ネットワーク関連法規 ネットワークセキュリティ ネットワークソフト 回線に関する技術					
				計測・制御			理化学系入力	外部入力装置 センサ	
							理化学系出力	外部出力装置 アクチュエータ	
				プラットフォーム			基本ソフトウェア	プロセッサ	MPU周辺技術 基本I/O技術
		リアルタイム処理 リアルタイムカーネル システムコール 割り込み処理 デバイスドライバ ミドルウェア マルチタスク処理 メモリ管理 例外処理							
		システム要求分析	システム分析と要求定義のレビュー			高信頼性設計 安全性設計 要求分析技法			
			システム方式設計			実現可能性の検証とデザインレビュー			システム方式設計技術
		ソフトウェア要求分析		ソフトウェア要求事項の定義		機能分析技法 要求分析技法			
	ソフトウェア方式設計					設計手法		オブジェクト指向設計 構造化設計 データ中心型設計	ITスキル標準研修ロードマップ「IT基本2」に同等の教育項目あり
		ソフトウェア構造の設計		開発支援ツール		開発環境			
						ソフトウェア構造の設計		構造化設計 アーキテクチャ設計	



ソフトウェア詳細設計	ソフトウェアの詳細設計	モジュール仕様書		
		モジュール設計技術		
		構造化設計		
		仕様変更 設計の品質		
ソフトウェアコード作成とテスト	プログラムの作成とプログラムテスト項目の抽出	ソフトウェア開発環境		ITスキル標準 研修ロードマップ 「IT基本2」に同等 の教育項目あり
		コーディング技術		
		構成管理ツール		
		プログラミング言語		
	開発支援ツール	開発環境		
		各種アプリケーション 開発ツール		
		構成管理ツール デバッグ シミュレータ エミュレータ		
ソフトウェアコード作成とテスト	コードレビューとプログラムテスト項目のデザインレビュー	コードレビュー		
		コーディング作法		
	プログラムテストの実施	モジュールテスト技法 モジュールテスト技術 デバッグ技術		
ソフトウェア結合	ソフトウェア結合テスト仕様の設計	テスト技術		
	ソフトウェア結合テストの実施	組込みシステムテスト 技術 デバッグ技術		
ソフトウェア適格性確認テスト	ソフトウェア適格性確認テストの準備とレビュー	計測機器(ロジアナ、 オシロスコープ)		
		バグ管理ツール		
	ソフトウェア適格性確認テストの実施	実機テスト		
		バグ管理ツール 計測機器(ロジアナ、 オシロスコープ)		
システム結合	テスト項目抽出とテスト手順の決定及びレビュー	ハードウェア要求仕様書		
		ソフトウェア要求仕様書		
		計測機器(ロジアナ、 オシロスコープ)		
	システム結合テストの実施	バグ管理ツール		
計測機器(ロジアナ、 オシロスコープ)				
システム適格性確認テスト	システム適格性確認テストの準備とレビュー	不具合管理票		
		バグ管理ツール		
	システム適格性確認テストの実施	システム要求仕様書		
		構成管理ツール バグ管理ツール 不具合管理票 バグ管理ツール		

管理技術	プロジェクトマネジメント	タイムマネジメント	類推見積り		
			プレジデンス・ダイアグラム法		
			アローダイアグラム法		
			条件ダイアグラム法		
			プロジェクトマネジメントツール		
			予備時間(コンジェンシー)		
		スケジュール差異分析			
		コストマネジメント	類推見積り		
			係数モデル見積り		
			ボトム・アップ見積り		
		品質マネジメント	コスト実績測定		
			コスト管理ツール		
便益・費用分析					
ベンチマーキング					
フローチャート化					
品質コスト					
コミュニケーションマネジメント	パレート図				
	傾向分析				
	品質監査				
	ステークホルダー分析				
	情報検索システム				
	情報配布手法				
プロセスマネジメント	構成管理・変更管理	実績報告			
		差異分析			
		プロジェクト報告書			
		プレゼンテーション			
パーソナル	コミュニケーション	構成管理運用ガイドライン			
		構成管理ツール			
		ベースライン管理			
		変更管理運用ガイドライン			
	問題解決	—			変更管理ツール
					2Wayコミュニケーション
					情報伝達
					情報の整理・分析・検索
					プレゼンテーション
					着眼
発想					
問題解決					
論理的思考					

※表内の網掛け部分は個別に定義を行う。

# Appendix1. 改訂概要

## 1. 教育カリキュラム (Draft) 版から 教育研修基準 (Version1.0) への改訂

### (1) 科目構成及び教育範囲について

DraftからVersion1.0への改訂において、「組込みシステム未経験者向け教育カリキュラム」を構成する科目(Draftは研修コース)体系及び教育の範囲の変更はない。

### (2) ドキュメントフォーマットの変更箇所

DraftからVersion1.0とのドキュメントの相関は「表F3.3 ドキュメントの相関」の通りである。

表F3.3：ドキュメントの相関

Version1.0	Draft版ドキュメント名称	ドキュメント概要
教育カリキュラム概要	(対応ドキュメントなし)	教育カリキュラムの概要説明を行う文書。教育カリキュラムが設定する、教育目標や教育対象を明記する。
科目一覧	研修コース一覧	教育カリキュラムを構成する科目の一覧。
科目体系図	研修コース体系図	教育カリキュラムが対応するスキル分布特性を表し、教育カリキュラムの適応範囲を明示する。
シラバス	研修コース内容	教育カリキュラムを構成する科目に関する教育内容を記述する。

### (3) 使用用語の変更箇所

Version1.0以降で使用している用語とDraftで使用していた用語の相関を「表F3.4 用語の相関」に提示する。

表 F3.4 : 用語の相関

Version1.0の用語	Draft版の用語	用語の概説
教育対象	受講対象	教育カリキュラムの実施対象となる受講者の人材像。
教育目標	到達目標	教育カリキュラムが目標とする人材像(あるべき姿)。
教育カリキュラム	教育カリキュラム	教育対象とする人材を教育目標とし設定した人材像へ育成するための科目と適切な履修順序の組み合わせ。
科目	研修コース	特定の技術分野に対する知識やスキルを習得するために必要となる教育項目の組み合わせ。
科目の教育レベル	講座分類	科目の対象教育レベル。ETSSのスキル基準に対応する。
実施期間	研修期間	科目の実施期間。
教育項目	関連する知識項目	教育や訓練で習得を行う技術項目。



## 2. 教育研修基準 Verison1.0 から Verison1.1 への改訂

### (1) 使用用語の変更箇所

これまでの教育研修基準で使用してきた「教育カリキュラム」を「教育プログラム」に全面的に変更を行った。

### (2) 科目構成及び教育範囲について

教育研修基準 Version1.1 への改訂において、「組込みシステム未経験者向け教育プログラム」を構成する科目は、利便性や受講負担の軽減などを考慮し分割を行った。

分割の相関は「表 F3.5 Version1.0 と Version1.1 の科目構成相関」の通りである。

表 F3.5 : Version1.0 と Version1.1 の科目構成相関

No	教育研修基準 Version1.1 科目体系	Version1.0 科目体系	備考
1	技術要素(初級)	組込みシステム技術	
2	開発技術(初級)		
3	管理技術【プロジェクトマネジメント】(初級)		
4	管理技術【プロセスマネジメント：構成管理・変更管理】(初級)		
5	パーソナル(初級)	組込みソフトウェア開発プロジェクト演習	知識習得科目として新設
6	組込みプログラミング演習(初級)	組込みプログラミング演習	
7	組込みソフトウェア開発プロジェクト型演習	組込みソフトウェア開発プロジェクト演習	

### (3) ドキュメントフォーマットの変更箇所

教育研修基準 Version1.1 の改訂において変更が生じたドキュメントフォーマットの変更箇所を以下に列記する。

- 科目構成図を縦型から横型に変更
- シラバス (科目概要) の項目を関連性の高いものをまとめるように並び替え
- シラバス (科目概要) の通番を意味する「No」を追加
- シラバス (科目概要) の教育目標の項目に「意義・ねらい」欄を追加
- シラバス (教育項目) の「教育対象レベル」「教育目標レベル」を廃止
- シラバス (教育項目) に「時間」「事前履修」を追加



## 3. 教育研修基準 Verison1.1 から Verison1.2 への改訂

### (1) 共通キャリアスキルフレームワークの対応

共通キャリアスキルフレームワークに対応し、これまで使用していたキャリアレベルの3段階表記(ハイ、ミドル、エントリ)を廃し、7段階のレベル表示に統一させた。

## Appendix 2.

# ITスキル標準 研修ロードマップとの相関

### 「組み込みシステム開発未経験者向け教育プログラム」事前履修研修項目

No	ITSS		事前履修 研修項目	研修項目
	IT基本1	IT基本2		
001	○	○	●	コンピュータ科学基礎
002	○	○	●	情報の基礎理論
003	○	○	●	データ構造とアルゴリズム
004	○	○	●	コンピュータシステム
005	○	○	●	ハードウェア
006	○	○	●	基本ソフトウェア
007	○	○	●	システムの構成と方式
008	○	○	●	システム応用
009	○			<b>システムの開発環境</b>
010	○			システム開発手法
011	○			言語
012	○			ツール
013	○			ソフトウェアパッケージの把握と活用
014	○	○	●	<b>ネットワーク技術の理解と活用</b>
015	○	○	●	プロトコルと伝送制御
016	○	○	●	符号化と伝送
017	○	○	●	ネットワーク関連法規
018	○	○	●	ネットワークセキュリティ
019	○	○	●	インターネット
020	○	○	●	通信機器
021	○	○	●	ネットワークソフト
022	○	○	●	回線に関する技術
023	○	○		<b>データベース技術</b>

No	ITSS		事前履修 研修項目	研修項目
	IT基本1	IT基本2		
024	○	○		データベースのモデル
025	○	○		データベース言語
026	○	○		データベースの制御
027	○		●	<b>標準化</b>
028	○		●	開発と取引のプロセスの標準化
029	○		●	情報システム基盤の標準化
030	○		●	データの標準化
031	○		●	標準化組織の把握
032	○		●	活用
033	○			<b>監査</b>
034	○			システム監査の基礎
035	○			システム監査の計画
036	○			システム監査の実施と報告
037	○	○		<b>セキュリティとプライバシー</b>
038	○	○		セキュリティ対策
039	○	○		プライバシー保護
040	○			リスク管理
041	○			ガイドラインと関連法規
042	○			<b>情報化と経営</b>
043	○			情報戦略
044	○			企業会計
045	○			経営工学

No	ITSS		事前履修 研修項目	研修項目
	IT基本1	IT基本2		
046	○			エンジニアリングシステム分野とビジネスシステム分野における情報システムの活用
047	○			関連法規の理解と遵守 コンピュータウイルス
048	○			インテグリティ対策、 可用性対策、安全対策
049	○			ソーシャルエンジニアリング
050	○			プライバシー保護
051	○			リスク管理
052	○			ガイドラインと関連法規
053	○		●	<b>リーダーシップ</b>
054	○		●	リーダーシップの基本や原則の把握と実践
055	○		●	チームワークとコミュニケーションの実践
056	○		●	プロジェクト目標の設定
057	○		●	プロジェクトの推進
058	○		●	プロジェクトの実行
059	○		●	プロジェクト管理
060	○		●	チームメンバの連携
061	○			チームメンバの動機付け と達成感の提供
062	○		●	<b>コミュニケーション (2Way)</b>
063	○		●	対話及びインタビューの実施
064	○		●	意思疎通
065	○		●	コミュニケーション手法 の活用と実践
066	○		●	効果的な話し方
067	○		●	聞き方の実践
068	○			コミュニケーション (情報伝達)

No	ITSS		事前履修 研修項目	研修項目
	IT基本1	IT基本2		
069	○			プレゼンテーション技術 の活用と実践
070	○			公式または非公式文書の 作成
071	○			文書表現及び表現力の活 用と実践
072	○			メディア選択
073	○			説得技法の活用と実践
074	○			<b>コミュニケーション (情報処理)</b>
075	○			状況対応能力の育成と 実践
076	○			状況理解力の活用と実践
077	○			ミーティング運営技術の 活用と実践
078	○			<b>ネゴシエーション</b>
079	○			交渉プロセスの把握と実践
080	○			効果的な交渉技法の活用 と実践
081	○			信頼関係の確立
082	○			目標の設定
083	○			共通利益
084	○			論理的思考の実施
085	○			問題解決手法の活用と実践
086		○		<b>システムプラットフォーム 技術</b>
087		○		オペレーティングシステム 技術の活用と実践
088		○		<b>インターネット技術</b>
089		○		インターネットの歴史
090		○		Webに関する技術
091		○		メールに関する技術
092		○		暗号化技術
093		○		デジタルメディアに関 する技術

No	ITSS		事前履修 研修項目	研修項目
	IT基本1	IT基本2		
094	○		●	活用
095		○		<b>プラットフォーム技術</b>
096		○		ハードウェアアーキテクチャ
097		○		ストレージ管理
098		○		オペレーティングシステム
099		○		通信制御
100		○		トランザクション処理
101		○		分散処理
102		○		並列処理の把握と活用
103		○	●	<b>プログラミング技術</b>
104		○	●	各種プログラミング言語技術の活用と実践
105		○		<b>テスト技法</b>
106		○		テストケース設計
107		○		仕様決定
108		○		テスト環境設定
109		○		管理
110		○		テストデータ準備
111		○		テストツールの活用
112		○		<b>デバッグ技法</b>
113		○		デバッグツールの活用と実践
114		○	●	<b>再利用手法</b>
115		○	●	ソフトウェア部品の利用
116		○	●	先行プロジェクトの成果物利用
117		○	●	再利用手法の活用と実践
118		○		<b>セキュリティシステムの実装、検査</b>
119		○		セキュリティ製品
120		○		ツールの選定・導入
121		○		セキュリティ機能の開発
122		○		セキュリティ技術の実装
123		○	●	<b>設計手法</b>

No	ITSS		事前履修 研修項目	研修項目
	IT基本1	IT基本2		
124		○	●	オブジェクト指向設計
125		○	●	構造化設計
126		○	●	データ中心型設計
127		○		<b>外部設計</b>
128		○		外部設計の手順
129		○		システム機能設計
130		○		データモデルの設計
131		○		外部設計書の作成
132		○		<b>内部設計</b>
133		○		機能設計
134		○		インタフェース設計
135		○		内部データ設計
136		○		サブコンポーネントの識別
137		○		役割定義
138		○		サブコンポーネント間の関係定義
139		○		内部設計書の作成
140		○	●	<b>オブジェクト指向開発</b>
141		○	●	オブジェクト指向の基本概念
142		○	●	UML
143		○	●	オブジェクト指向開発プロセス
144		○	●	分析
145		○	●	設計
146		○	●	実装
147		○	●	主なオブジェクト指向技術
148		○		<b>技術要件分析</b>
149		○		現行IT環境分析
150		○		新規技術要件の把握
151		○		ニーズの分析と優先順位付け
152		○	●	<b>プログラミング言語、マークアップランゲージ</b>



No	ITSS		事前履修 研修項目	研修項目
	IT基本1	IT基本2		
153		○	●	C/C++言語、表記法の特徴
154		○		COBOL言語、表記法の特徴
155		○		Java言語、表記法の特徴
156		○		UML言語、表記法の特徴
157		○		HTML言語、表記法の特徴
158		○		XML言語、表記法の特徴
159		○		グラフィカルな開発環境の使用法
160		○		<b>開発環境設計</b>
161		○		開発環境要件の定義
162		○		プラットフォーム選定
163		○		<b>プログラム設計</b>
164		○		開発手法とプラットフォームの選定
165		○		プログラム設計基準
166		○		プログラム設計書の作成
167		○		テスト計画と仕様の作成
168		○	●	<b>開発手法</b>
169		○		開発手法の選定
170		○		開発手法の活用と実践
171		○	●	ウォーターフォール
172		○	●	RAD (Rapid Application Development)
173		○	●	スパイラル
174		○		業務パッケージ固有の開発手法など
175				
176		○	●	<b>開発支援ツール</b>
177		○	●	開発環境
178		○	●	各種アプリケーション開発ツール
179		○	●	構成管理ツール

No	ITSS		事前履修 研修項目	研修項目
	IT基本1	IT基本2		
180		○	●	デバッグ
181		○	●	シミュレータ
182				
183				
184				
185				
186				
187				
188				
189				
190				
191				
192				
193				
194				
195				
196				
197				
198				
199				
200				
201				
202				
203				
204				
205				
206				
207				
208				
209				
210				



## 執筆者

IPAソフトウェア・エンジニアリング・センター  
組込み系プロジェクト 組込みスキル領域

**主査** 大原 茂之

**研究員** 小林 直子

関口 正

田中 秀明

西村 司

藤原由起子

室 修治

渡辺 登

(五十音順)

## 翔泳社 ecoProjectのご案内

株式会社 翔泳社では地球にやさしい本づくりを目指します。制作工程において以下の基準を定め、このうち4項目以上を満たしたものをエコロジー製品と位置づけ、シンボルマークをつけています。



資材	基準	期待される効果	本書採用
装丁用紙	無塩素漂白パルプ使用紙 あるいは 再生循環資源を利用した紙	有毒な有機塩素化合物発生の軽減（無塩素漂白パルプ） 資源の再生循環促進（再生循環資源紙）	○
本文用紙	材料の一部に無塩素漂白パルプ あるいは 古紙を利用	有毒な有機塩素化合物発生の軽減（無塩素漂白パルプ） ごみ減量・資源の有効活用（再生紙）	○
製版	CTP（フィルムを介さずデータから直接プレートを作製する方法）	枯渇資源（原油）の保護、産業廃棄物排出量の減少	○
印刷インキ	植物油を含んだインキ	枯渇資源（原油）の保護、生産可能な農業資源の有効利用	○
製本メルト	難細裂化ホットメルト	細裂化しないために再生紙生産時に不純物としての回収が容易	○
装丁加工	植物性樹脂フィルムを使用した加工 あるいは フィルム無使用加工	枯渇資源（原油）の保護、生産可能な農業資源の有効利用	

\*：パール、メタリック、蛍光インキを除く

## 新版 組込みスキル標準 ETSS 概説書

2009年11月30日 初版第1刷発行

編 著 者 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  
発 行 人 佐々木 幹夫  
発 行 所 株式会社 翔泳社 (<http://www.shoeisha.co.jp/>)  
印刷・製本 大日本印刷株式会社

©2009 IPA All Rights Reserved

本書は著作権法上の保護を受けています。本書の一部または全部について（ソフトウェアおよびプログラムを含む）、株式会社翔泳社から文書による許諾を得ずに、いかなる方法においても無断で複写、複製することは禁じられています。

本書へのご質問は、弊社 Web サイトの専用質問フォーム (<http://www.seshop.com/book/qa/>) をご利用ください。  
落丁・乱丁はお取り替えいたします。03-5362-3705 までご連絡ください。

ISBN978-4-7981-2132-1

Printed in Japan

