

組込みスキル標準 ETSS概説書 [2008年度版]

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	http://www.seshop.com/book/errata/
出版物Q&A	http://www.seshop.com/book/qa/

● 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@shoeisha.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(ETSS)』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、組込みスキル標準策定にあたっての背景や経緯、課題などについて解説します。

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。

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/>

2006年6月

2008年度版の発行にあたって

2005年5月にスキル基準 Version 1.0 が発表されました。2006年には、キャリア基準および教育研修基準が正規バージョン (Version 1.0) として発表され、組込みスキル標準 (ETSS) の3要素が揃いました。それを受け発刊されたのが『組込みスキル標準 ETSS 概説書[2006年度版]』です。

『組込みスキル標準 ETSS 概説書[2006年度版]』は、累計9500部が出版され、多くの方にご愛読いただきました。今般改訂するにあたり、ご要望が多かったスキル、キャリア、教育研修の3基準の最新バージョンを巻末に載せることにいたしました。本文の記述の一部をこの最新バージョンの記述にあわせて改訂しています。また、A5版からB5変型判にサイズを拡大し、より読みやすくしています。

『組込みスキル標準 ETSS 概説書[2008年度版]』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/>

2008年5月

目次

はじめに	iii
2008年度版の発行にあたって	iv
Part1 組込みシステム開発の課題と取組み	1
1.1 組込みシステム開発を取り巻く状況	2
現代生活における組込みシステム	2
組込みソフトウェアの重要性	3
組込みシステム開発の特徴	4
組込みシステム開発における近年の傾向	4
1.2 組込みシステム開発における課題	6
ソフトウェア・エンジニアリングの重要性	6
人材に関する課題	6
1.3 人材に関する課題への取組み	8
組込みスキル標準策定のあゆみ	8
組込みソフトウェア開発に関する技術スキルの体系化	8
組込み開発に関する職種(キャリア)の提示	9
組込みソフトウェア開発向けの人材育成プログラム	9
Part2 ETSS とは	11
2.1 ETSS の全体像	12
ETSS の概要	12
2.2 スキル基準	14
スキル基準のフレームワーク	14
スキル基準の3つのカテゴリ	15
技術要素スキルカテゴリ	16
開発技術スキルカテゴリ	19
管理技術スキルカテゴリ	21
スキルの粒度	22

スキル項目・カテゴリの追加	23
スキルのレベル定義	23
スキルの測定	25
2.3 キャリア基準	27
ETSS キャリア基準の概要	27
職種の種類	29
キャリアレベルの定義	31
キャリアパスの考え方	32
技術以外のスキルについて	34
スキル分布特性	36
職種に関する補足説明	46
キャリア基準を使った職種の定義	48
2.4 教育研修基準	53
教育研修基準とは	53
教育プログラムフレームワーク	53
キャリア基準と連携させた教育プログラム	56
科目について	58
科目の教育レベル	60
未経験者向け教育プログラム	61
Part3 組込みスキル標準(ETSS)の活用	65
3.1 組込みスキル標準(ETSS)活用イメージ	66
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	66
経営者における活用イメージ	67
個人における活用イメージ	68
3.2 組込みスキル基準分析サンプル	70
スキル基準分析サンプルについて	70
携帯電話機開発のスキル分析サンプル	70
DVDレコーダ開発のスキル分析サンプル	75
3.3 教育プログラムデザイン	79
教育プログラムデザインガイドブックとは	79
教育プログラムデザインの工程(図 3.9)	79
教育プログラムデザインガイドブックの使い方	81

付録1 スキル基準 (Version 1.2)	83
I . 概要	84
1. スキル基準の概要	84
2. スキル基準の必要性	84
3. スキル基準で期待される効果	85
4. スキル基準では解決されない問題	86
II . スキルフレームワーク	87
1. 概要	87
2. スキルカテゴリの説明	88
3. スキルレベルの説明	89
III . スキル基準	92
1. 組み込みソフトウェア開発に関するスキルカテゴリ	92
2. スキル基準の記述範囲	94
3. 継続的な見直し	94
Appendix : 他の分野へのスキルフレームワーク展開	95
1. 組み込み製品開発の特徴	95
2. ハードウェア開発への適用	95
3. 汎用コンピュータ用ソフトウェア開発への適用	97
スキル基準改定履歴	98
付録2 キャリア基準 (Version 1.1)	99
I . 概要	100
1. キャリア基準の概要	100
2. キャリア基準の必要性	100
3. キャリア基準の期待される効果	101
II . キャリアフレームワーク	103
1. 概要	103
2. 職種／専門分野とスキルの対応	106
3. 職種と責任の対応	109
III . キャリア基準	110
1. 職種／専門分野とキャリアレベル	110
2. 職種と責任の対応	111
3. 職種の説明	112

Appendix：ドメインスペシャリストの定義例	139
1.RTOS スペシャリスト	139
2.画像処理スペシャリスト	141
3.プリンタスペシャリスト	143
キャリア基準改定履歴	146
付録3 教育研修基準 (Version 1.1)	147
I . 概要	148
1. 教育研修基準の概要	148
2. 教育研修基準の必要性	148
3. 教育研修基準の期待される効果	150
II . 教育プログラムフレームワーク	152
1. 概要	152
2. 構成要素	154
3. ドキュメントフォーマット	162
III . 組込みシステム開発未経験者向け教育プログラム	174
1. 利用上の留意点	174
2. 教育プログラム	175
Appendix1：改訂概要	189
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	189
2. 教育研修基準 Version1.0 から Version1.1 への改訂	190
Appendix2：IT スキル標準研修ロードマップとの相関	192
用語解説	195
1. スキル、技術、キャリア	196
2. 教育プログラム	201

Part 1

組込みシステム開発の 課題と取組み

第1部では、組込みスキル標準を策定するに至った背景や課題、その課題に対する取組みと、組込みスキル標準の意義について解説します。

1.1 組込みシステム開発を取り巻く状況	2
1.2 組込みシステム開発における課題	6
1.3 人材に関する課題への取組み	8

1.1 組み込みシステム開発を 取り巻く状況



現代生活における組み込みシステム

私たちの身のまわりには、デジタルカメラ、携帯電話、情報家電、カーナビ、自動車など、組み込みシステムを活用した多岐にわたる製品があります。これらの製品は、現在の情報化社会において重要な役割を果たしており、その恩恵は計り知れないものがあります。経済産業省が実施した『組み込みソフトウェア産業実態調査』（図1.1）の結果からも組み込みソフトウェアが実装される領域の広さをあらためて確認することができます。

組み込みシステム製品なしに、現代の情報化社会は成立しないといっても過言ではありません。

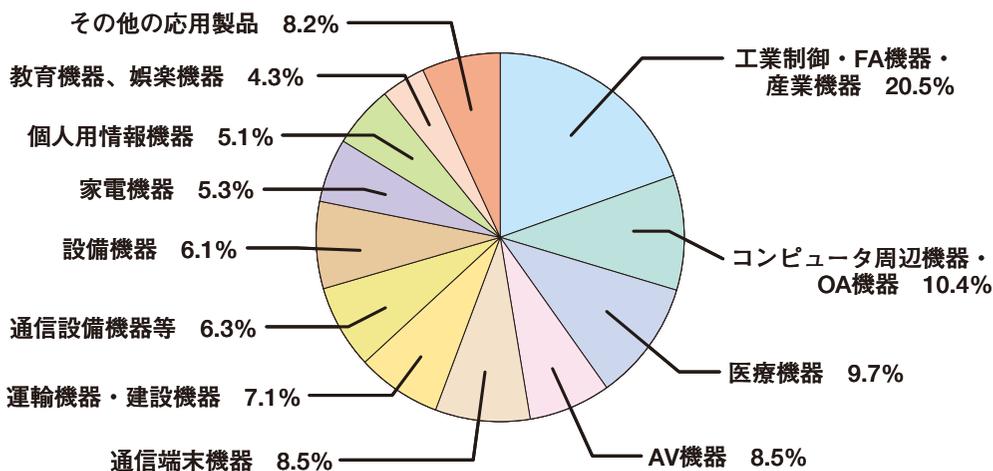


図1.1 開発している製品カテゴリ（組み込みソフトウェア開発産業実態調査 経済産業省）

ETSS 組込みソフトウェアの重要性

前述のとおり、組込みシステムは、様々な製品分野で横断的に使われています。製品の付加価値は、組込みソフトウェアの高機能化、多機能化によって実現されることも多く、組込みソフトウェアが製品価値を決める重要な要素となってきました。

図1.2は、財務省によって毎年発表される貿易統計をもとに製品別輸出入差額の年別変化をグラフ化したものです。この貿易統計の中で、組込みソフトウェアと密接に関わる「一般機械」「電気機器」「輸送用機器」「精密機器」を合計したものを機械機器としています。このグラフからも、組込みソフトウェアと関係の深い機械機器が、我が国の国際的な競争力を牽引していることがわかります。

このように、組込みソフトウェア開発が産業に与える影響は大きく、これまで以上に国際的な競争力を維持・拡大していくためには、組込みソフトウェア開発力の強化が必要です。

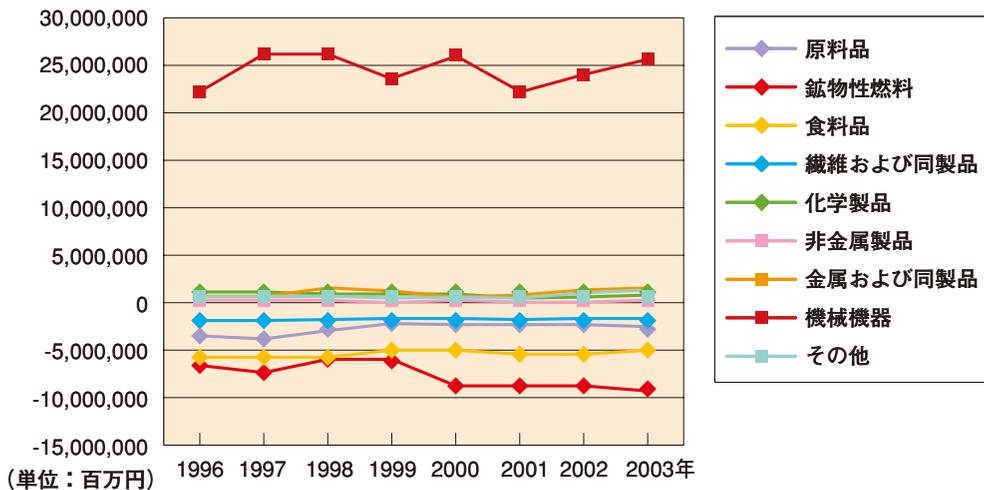


図1.2 製品別輸出入差額の年別変化
(財務省 貿易統計 新聞発表)

組込みシステム開発の特徴

組込みシステム開発には、いくつかの特徴があります。組込みソフトウェアは、動作するハードウェアが限定的であるため、プロセッサの選択や搭載メモリ容量などの使用できる資源に強い制約を受けることがあります。また、ハードウェア制御やリアルタイム制御の実現や、信頼性を求められる状況下での使用などにより、高品質であることが当然とされます。このような組込みシステム開発に対する要求を実現するためには、ソフトウェアだけでなく、メカニクスやエレクトロニクスなどの動作の背景となる知識やスキルも重要となります。

その他にも、開発期間の短縮などの目的のために、ハードウェアとソフトウェアを並行開発（コンカレント開発）することは組込みシステム開発の特徴的な開発形態です。

組込みシステム開発における近年の傾向

近年の傾向として、製品の差別化を図るために多機能化、高性能化の要求が高まり、それに伴う組込みソフトウェアの大規模化、複雑化が進みました。また、製品開発競争の激化による開発期間の短縮や、低コスト化、絶え間のない新技術への取組みも要求されています。

これらの要求により、開発プロジェクトも巨大化し組込みソフトウェア開発に必要な人材リソースの慢性的な不足が発生しています。

また、組込みソフトウェアに起因する品質問題も顕在化しています。組込みソフトウェアの更新は、専用の機材を必要とするケースが多く、対応に多大なコストがかかるとともに、企業や製品のイメージに大きなダメージを与えます。

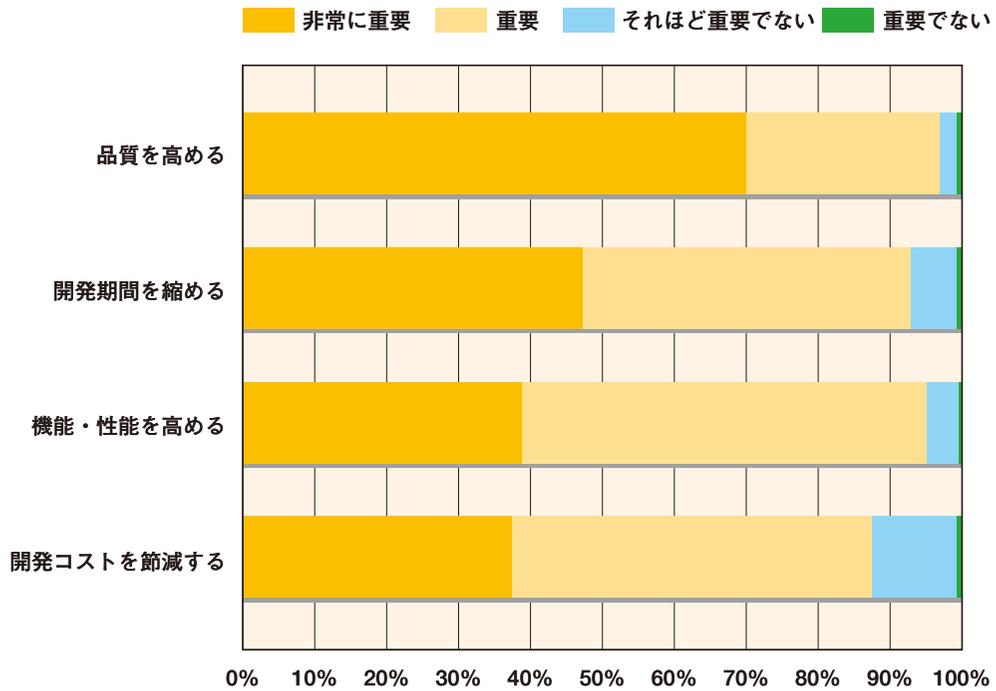


図1.3 組み込みソフトウェアの改善すべき領域（組み込みソフトウェア開発産業実態調査 経済産業省）

1.2 組込みシステム開発における課題

ソフトウェア・エンジニアリングの重要性

ソフトウェア・エンジニアリングとは、工学的なアプローチによって、ソフトウェア開発過程における信頼性を向上させ、その相乗効果によって生産性や品質の向上を高めていく考え方です。これまで組込みソフトウェア開発分野では、比較的開発規模も小さくプロジェクトも少人数であったため、ソフトウェアの開発手順やプロジェクト管理などは、個人の経験やスキルに依存していました。小規模で製品開発サイクルの周期が長い条件下では、このようなやり方が理にかなっている部分もありました。

ところが、近年の組込みソフトウェア開発は、これまで通りに高い品質を維持し、これまで以上の大規模かつ短期間での製品開発に対応しなければならなくなりました。このような状況に対応するために、組込みソフトウェア開発にも、ソフトウェア・エンジニアリングやプロジェクトマネジメントなどの手法導入および運用の必要性が増してきました。

人材に関する課題

このようなソフトウェア・エンジニアリングやプロジェクトマネジメント、そして組込みシステムを構成する要素に関する技術など、いずれの優れた技術や手法も、それを十分に取り扱える人材がいなければ成果を出すことはできません。

個人や組織が持つ業務遂行能力をスキルとした場合、「この人(個人)は何ができるのか?」「この組織では何ができるのか?」といった問いかけに対して、現在は十分に答えることのできる指標がありません。このため、人材の能力を測るために、「経験年数」や「業務経歴」などといった、必ずしも実際のスキルの充足度合いと一致しない指

標が代替的に使用され続けています。

組込みソフトウェア開発におけるスキルの標準化の遅れは、組込みソフトウェア産業実態調査の結果からも浮き彫りになっています。

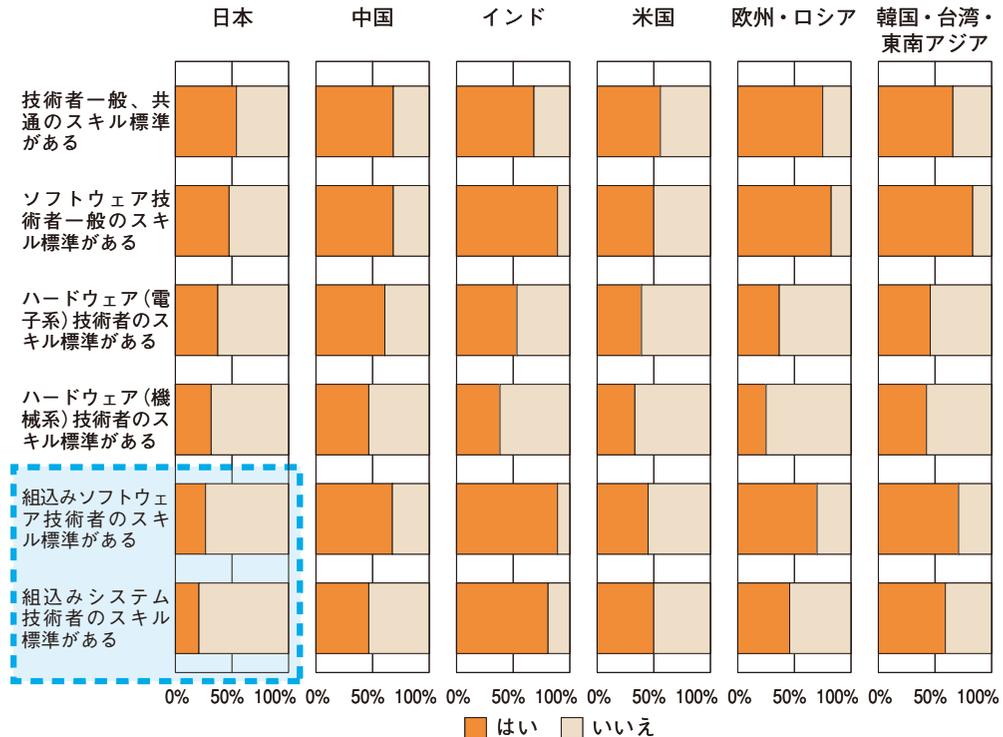


図1.4 組込みソフトウェア技術者のスキル標準やスキルの評価制度（組込みソフトウェア開発産業実態調査 経済産業省）

人材育成に関しても組込みソフトウェアに関する適切な指標がないために、個人や開発チームのスキルを定量的に可視化できず、適切な育成計画立案や教育プログラム選択・開発を阻害しています。

慢性的な人材不足の中、開発プロジェクトに対する最適な要員配置や、企業・大学などによる人材育成が適切に行われていない状況で、これまで組込みソフトウェア製品の開発力を維持できていたのは、技術者の熟練度と勤勉さに頼る部分が大きかったといえます。

1.3 人材に関する課題への 取組み

組込みスキル標準策定のあゆみ

『組込みスキル標準』（Embedded Technology Skill Standards：以降 ETSS と称す）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」の設置から始まりました。本準備会での検討の結果、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。

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 Draft 版とされていたキャリア基準と教育研修基準が正式バージョン化され、ETSS を構成する 3 つの要素が揃いました。

組込みソフトウェア開発力強化推進委員会では、今後も継続して ETSS の内容に関する見直しを行い、さらなるブラッシュアップを行っていきます。

組込みソフトウェア開発に関する技術スキルの体系化

組込みソフトウェア開発技術者の産業横断的に使用できる「スキル基準」を調査・抽出し体系化を図ります。また、組込みソフトウェア開発に必要なスキルを可視化し、開発力の強化を図ります。

これらの体系的に整理されたスキルは、キャリア基準や教育研修基準のベースとなります。

ETSS 組込み開発に関する職種(キャリア)の提示

組込みソフトウェア開発において必要な職種名称や職掌を定義する『キャリア基準』を策定します。エンジニアリング観点の専門分化と深化によって、開発力の強化を図ります。

ETSS 組込みソフトウェア開発向けの人材育成プログラム

組込みソフトウェア技術者に要求される特性や状況を考慮した、産業横断的に使用可能な『教育研修基準』を策定します。組込みソフトウェア開発における人材育成によって、開発力の強化を図ります。

Part 2

ETSSとは

第2部では、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	12
2.2	スキル基準	14
2.3	キャリア基準	27
2.4	教育研修基準	53

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になります。

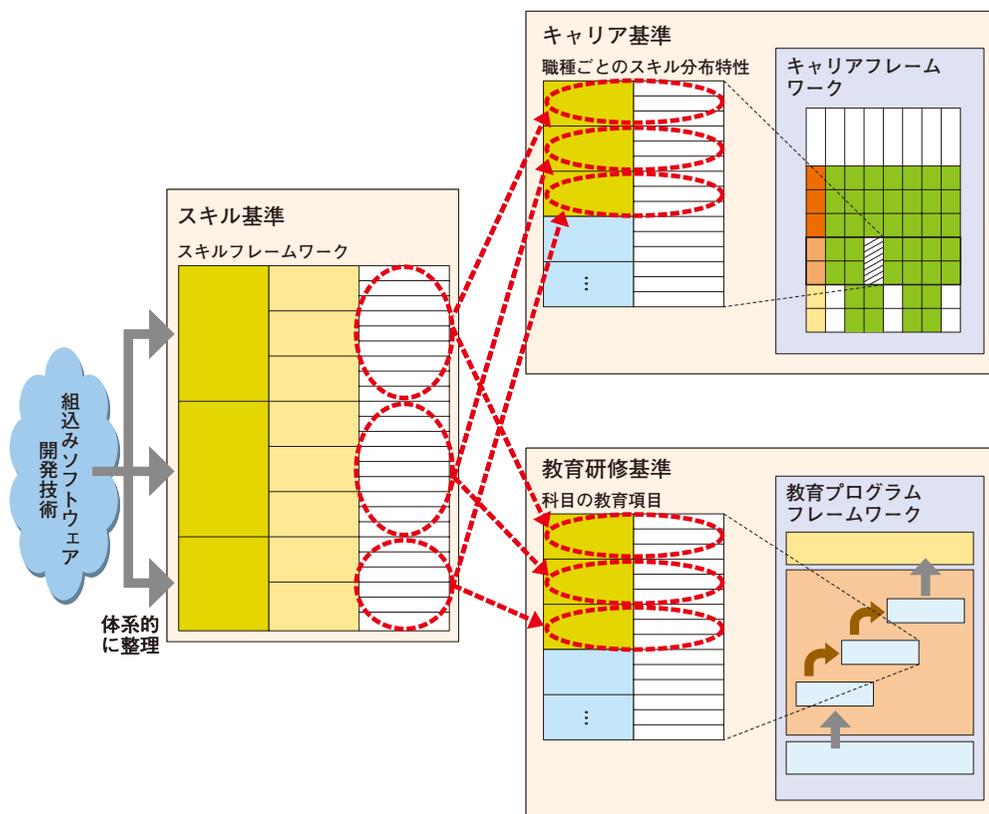


図2.1 組込みスキル標準 (ETSS) の全体像

2.2 スキル基準

ETSS 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 つの観点で組込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。

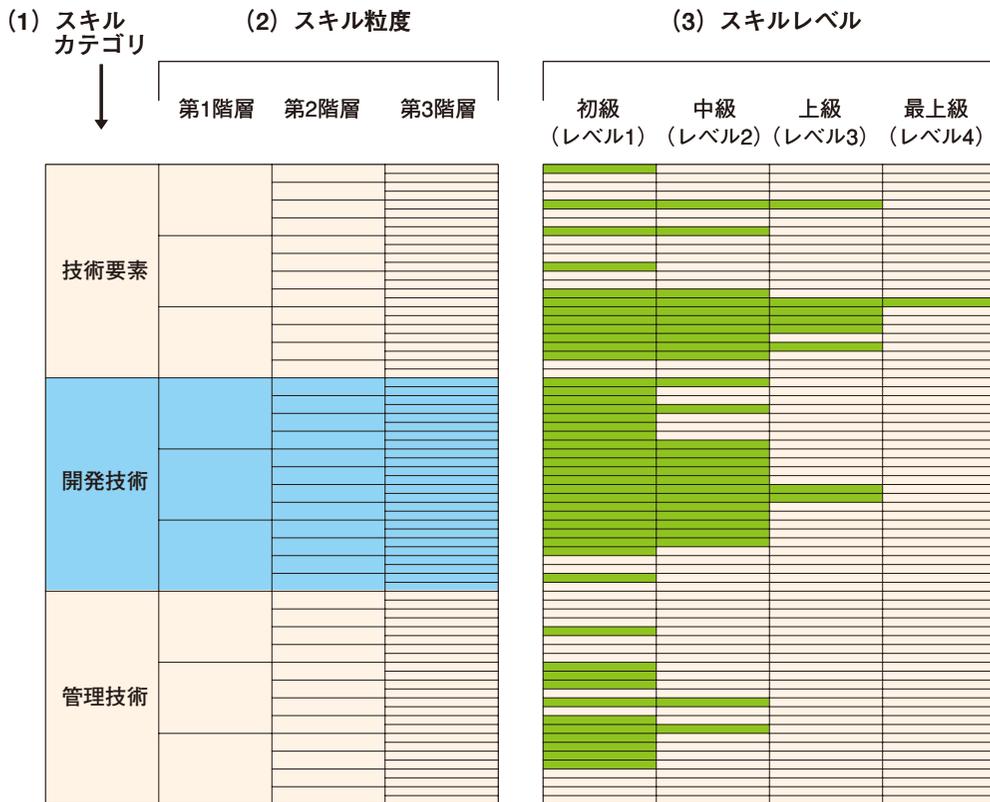


図2.2 スキルフレームワーク

- (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。

ETSS 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、『組み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のとおりとなります。

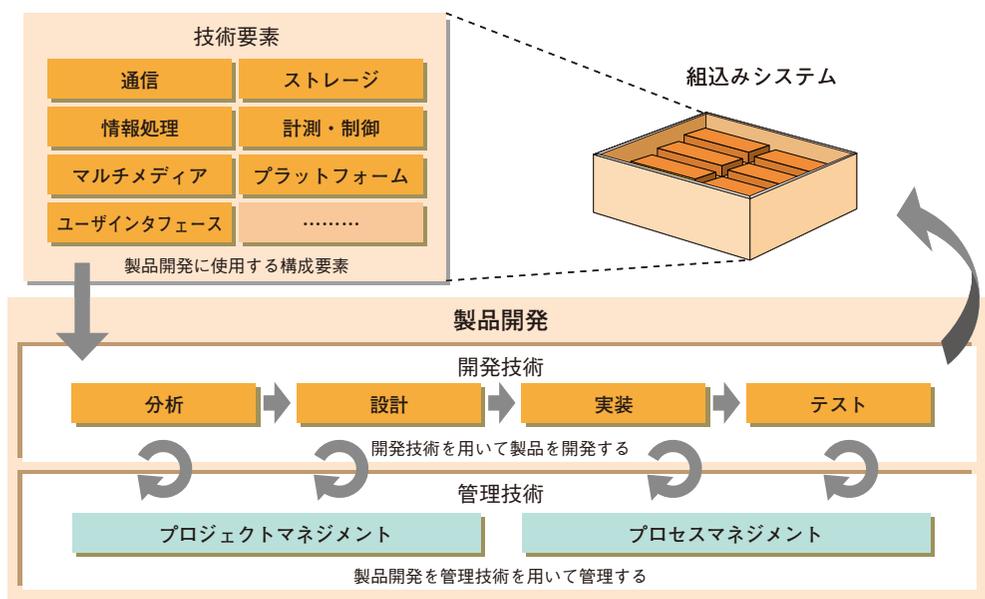


図2.3 スキルカテゴリの関連イメージ

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：蓄積系制御およ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およ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。

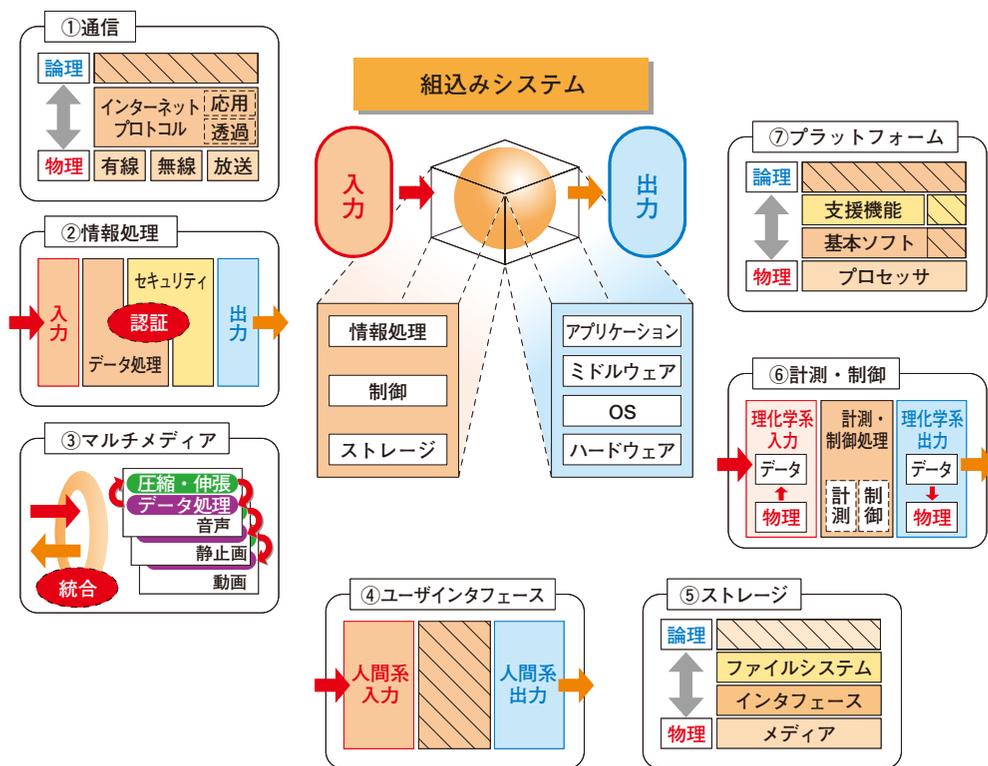


図2.4 技術要素スキルカテゴリーの概要と相関

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	1	透過的データ転送	3	:	:		
				1	ppp			
				2	ip			
				3	icmp			
				4	arp			
				5	tcp			
		6	udp					
		2	インターネット	応用処理	1	http		
					2	smtp		
					3	telnet		
					4	ftp		
					5	sip		
					6	dns		
					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）

ETSS 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、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)、およ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および性能分担の決定	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	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 マーケットリサーチ	
		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	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			
∴ ∴			
∴		∴	

スキル評価要件 (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 開発技術スキルカテゴリーのスキル項目展開例

ETSS 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、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	1 アクティビティの定義	1	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	
	3 タイムマネジメント	2 スケジュールの作成	1	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	3	1	：	
			：	
：	：	：	：	

スキル評価要件（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）

ETSS 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。スキルをカテゴライズする際に、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、そのスキルを表す上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。

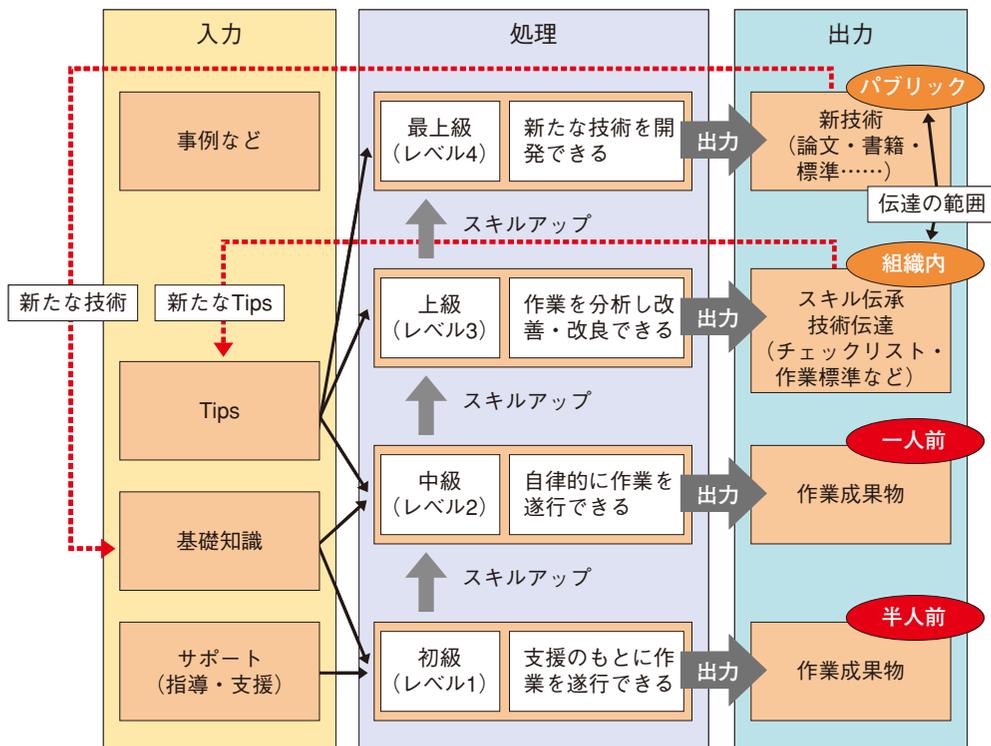


図2.8 スキルレベルごとに期待される成果物（出力）

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。

ETSS 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。

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

表2.1 スキル測定方法の例

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。

ETSS 職種ごとの責任

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上で、求められるものになります(表 2.2)。

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

表2.2 各職種に求められる責任

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。

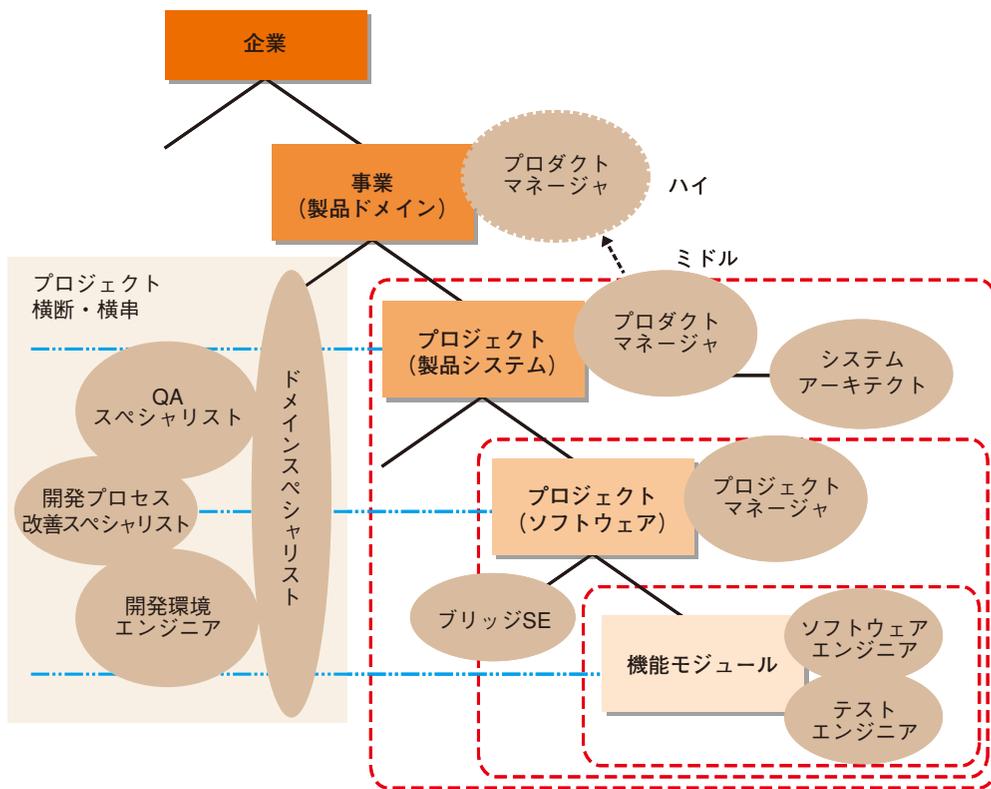


図2.9 組織と職種の関係イメージ

ETSS 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)。

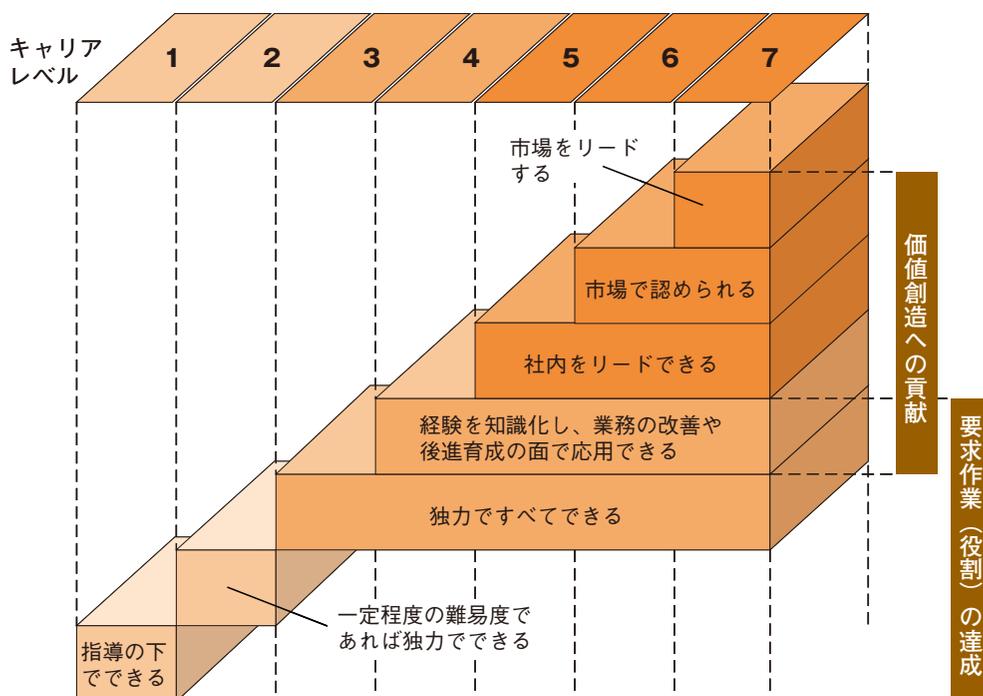


図2.10 キャリアレベルと社会に対する経済性と責任性の関係

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	ドメインベシヤリスト	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	開発プロセス改善ベシヤリスト	QAベシヤリスト	テストエンジニア
	組み込みシステム	組み込みソフトウェア開発	組み込み関連技術	組み込みアプリケーション	組み込みプラットフォーム	組み込みアプリケーション	組み込みプラットフォーム	組み込みソフトウェア開発	組み込みソフトウェア開発	組み込みソフトウェア開発	組み込みソフトウェア開発	組み込みシステム開発
ハイレベル	レベル7											
	レベル6											
	レベル5											
ミドルレベル	レベル4											
	レベル3											
エントリレベル	レベル2											
	レベル1											

図2.11 キャリアフレームワーク

ETSS 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。

組み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)。

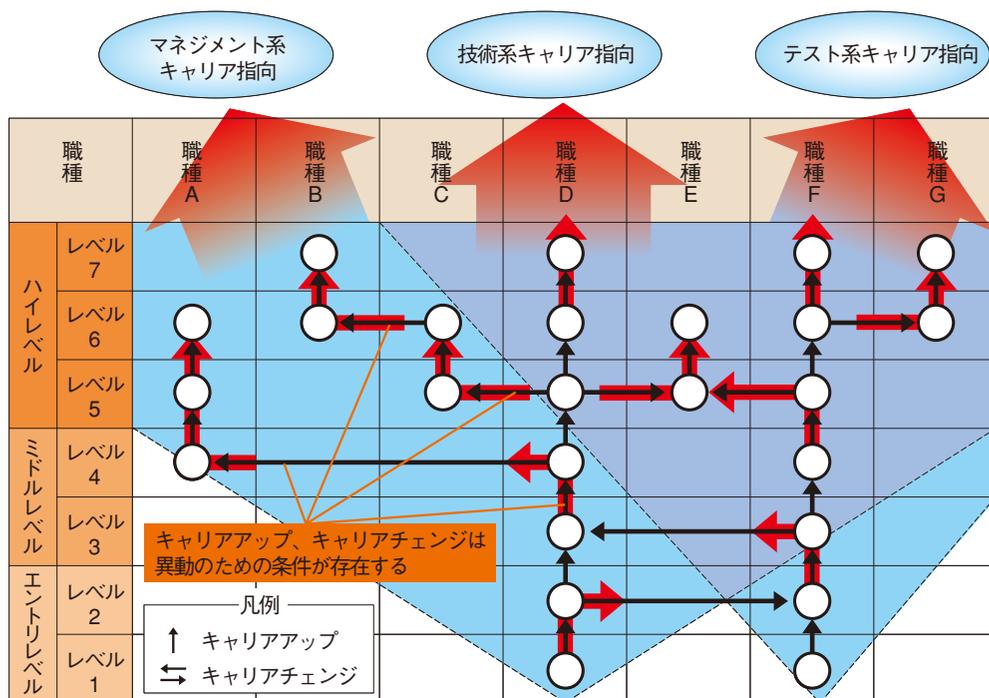


図2.12 キャリアアップ、キャリアチェンジの関係

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。

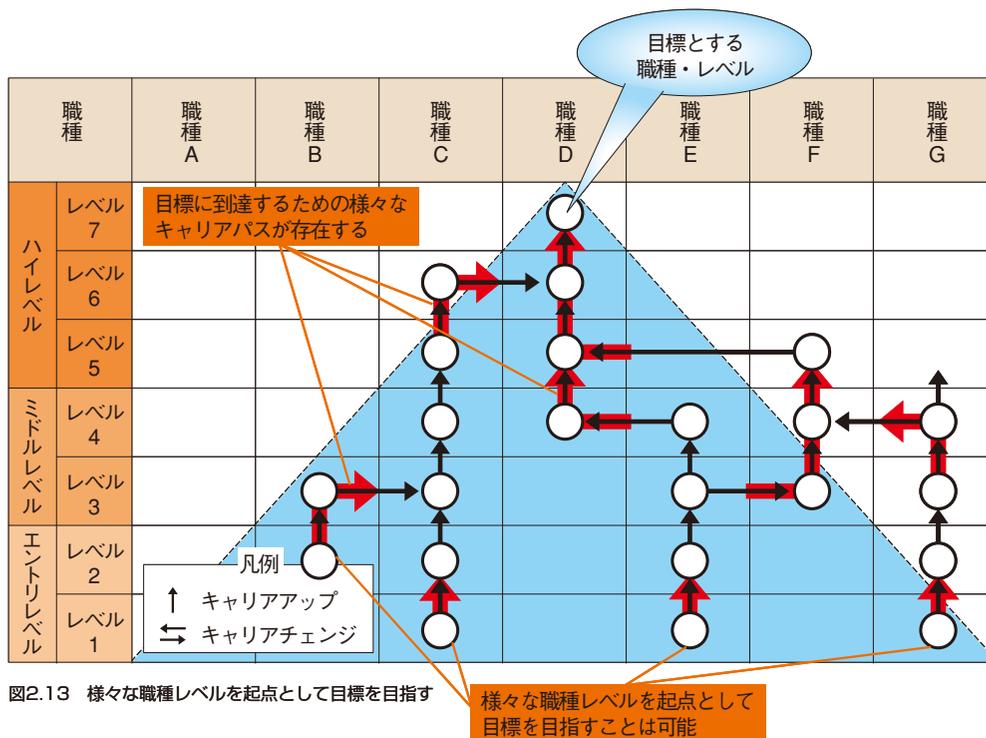


図2.13 様々な職種レベルを起点として目標を目指す

様々な職種レベルを起点として目標を目指すことは可能

ETSS 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パーク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になります。

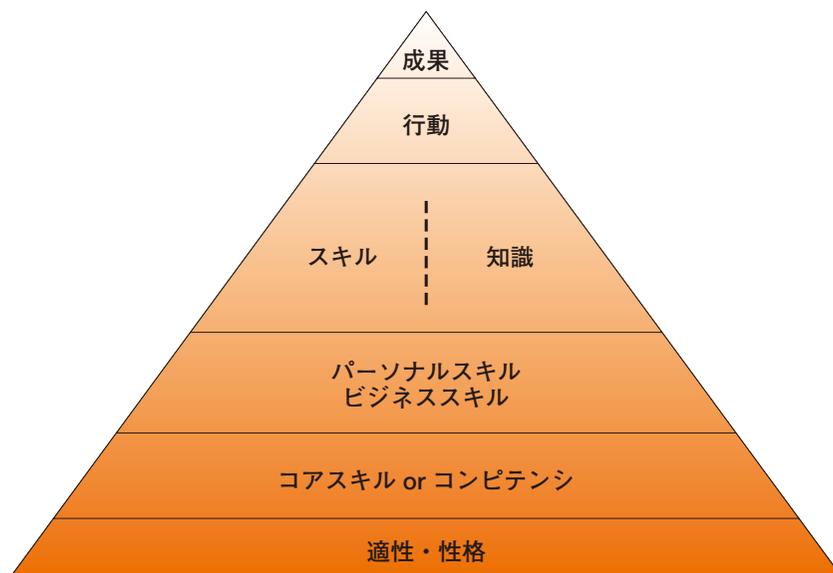


図2.14 アイスバーグモデル：ビジネス成果を出すために必要な要素

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、責任を果たす上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)。

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	リーダーシップ	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

表2.3 ビジネス・パーソナルスキル一覧

「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。

ETSS 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”を遂行する上で必要なものだけが要求されます。

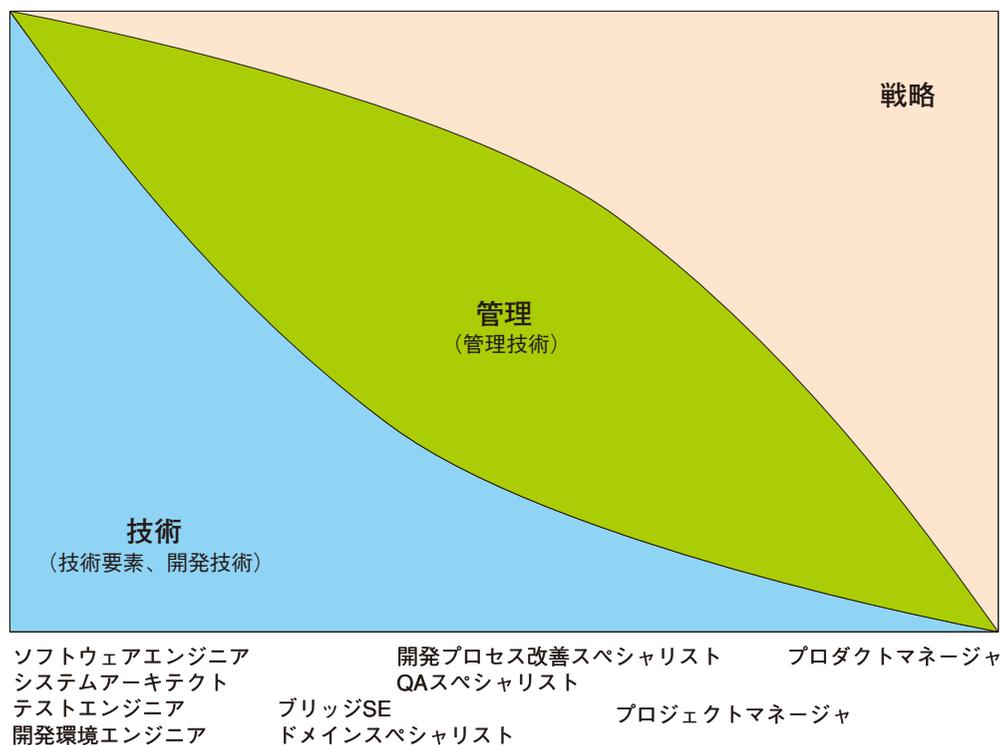


図2.15 技術・管理・戦略の割合イメージ

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（エントリレベル、ミドルレベル、ハイレベル）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。

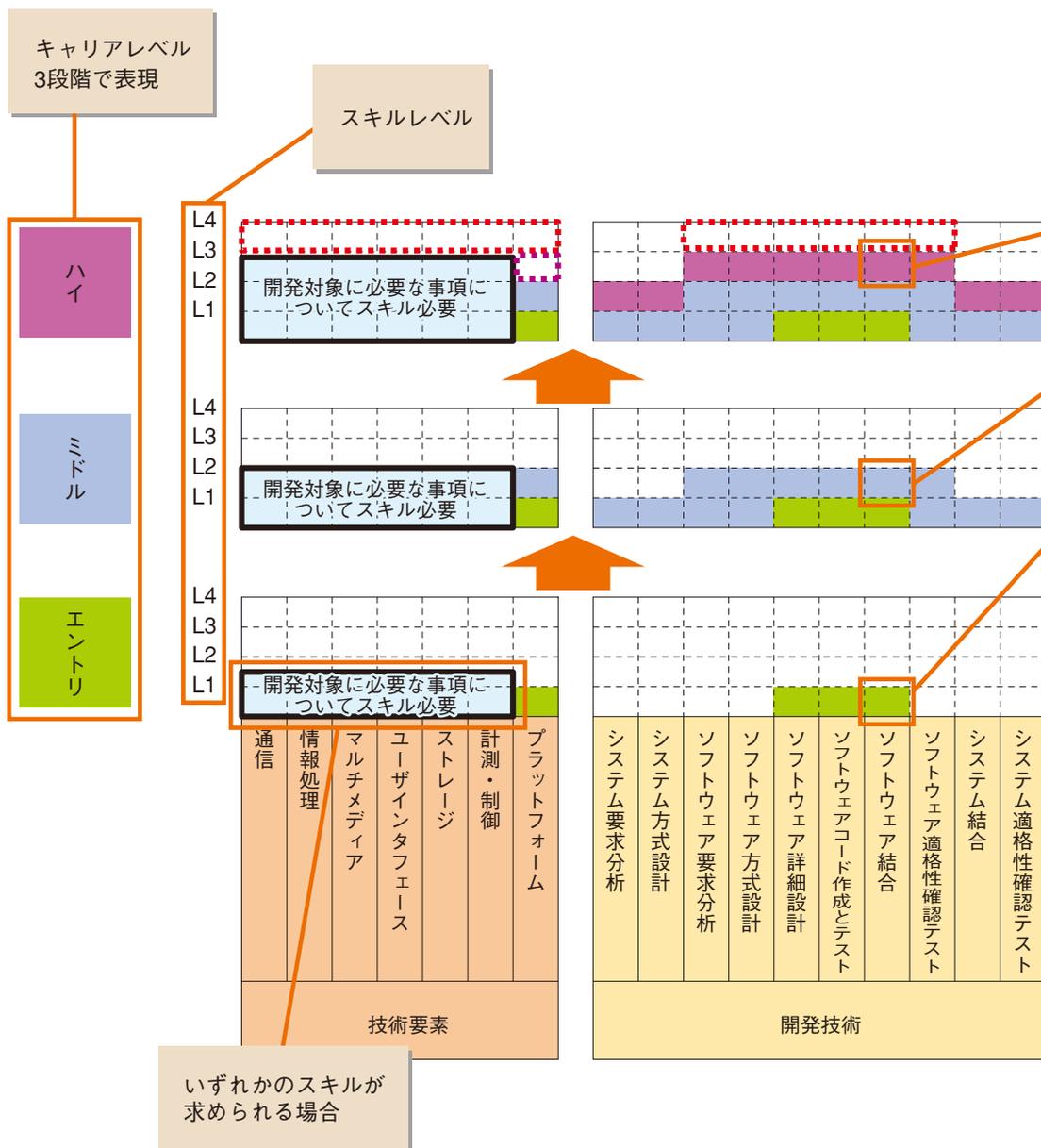
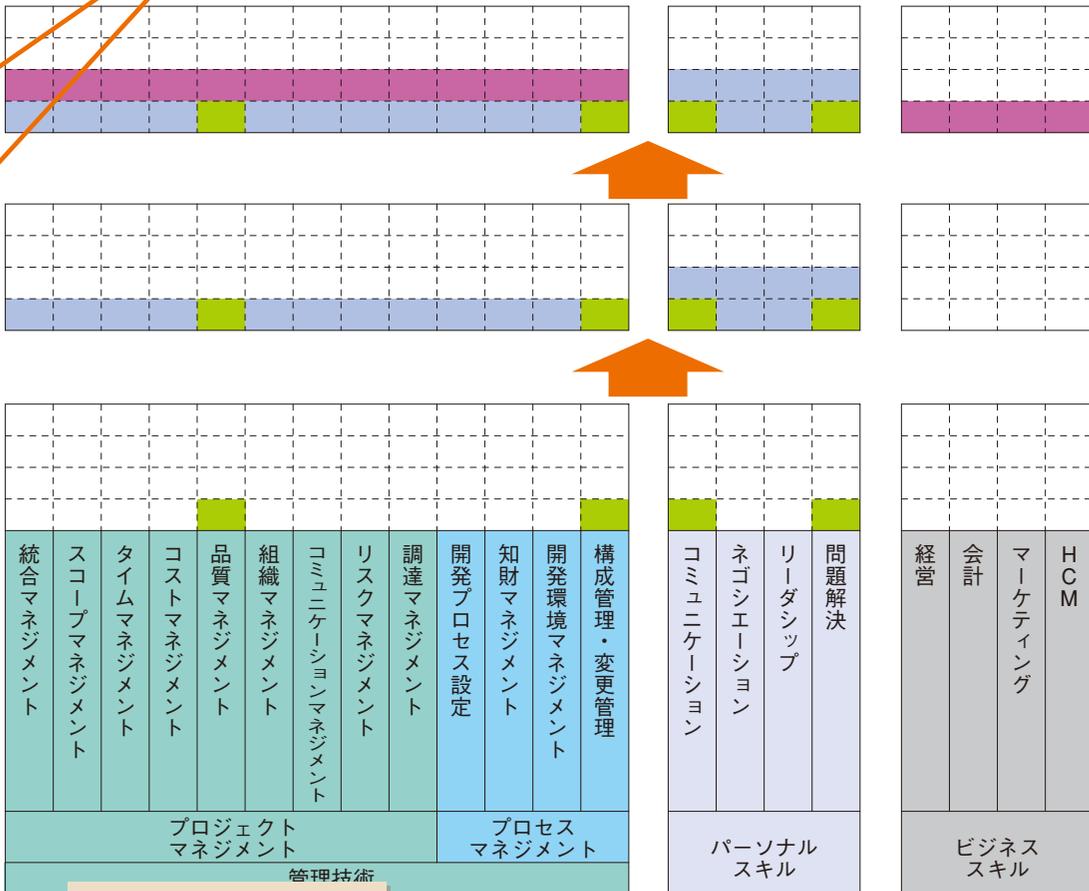


図2.16 職種ごとのスキル分布特性

- ハイレベルに求められるスキル
- ミドルレベルに求められるスキル
- エントリーレベルに求められるスキル

ソフトウェアエンジニアのスキル分布特性



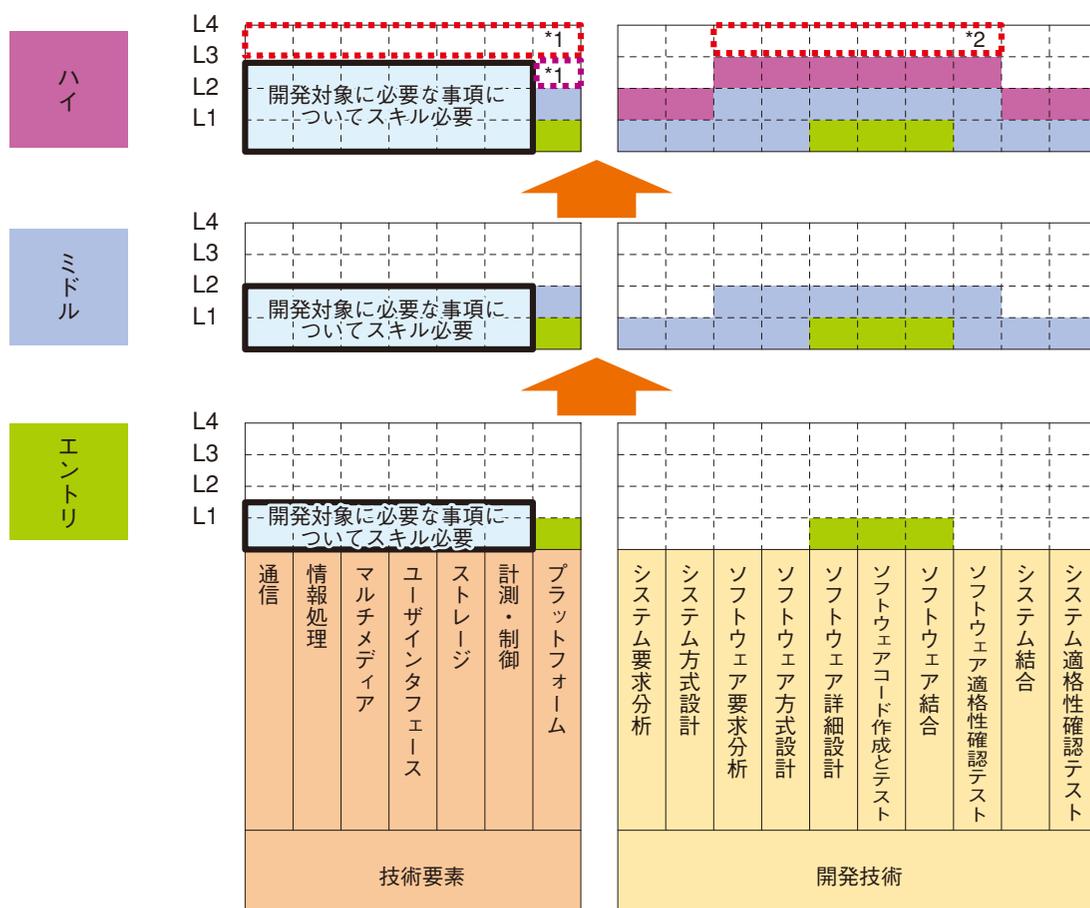
--- スキルでなく知識が求められる場合

Part 2
ETSSとは

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



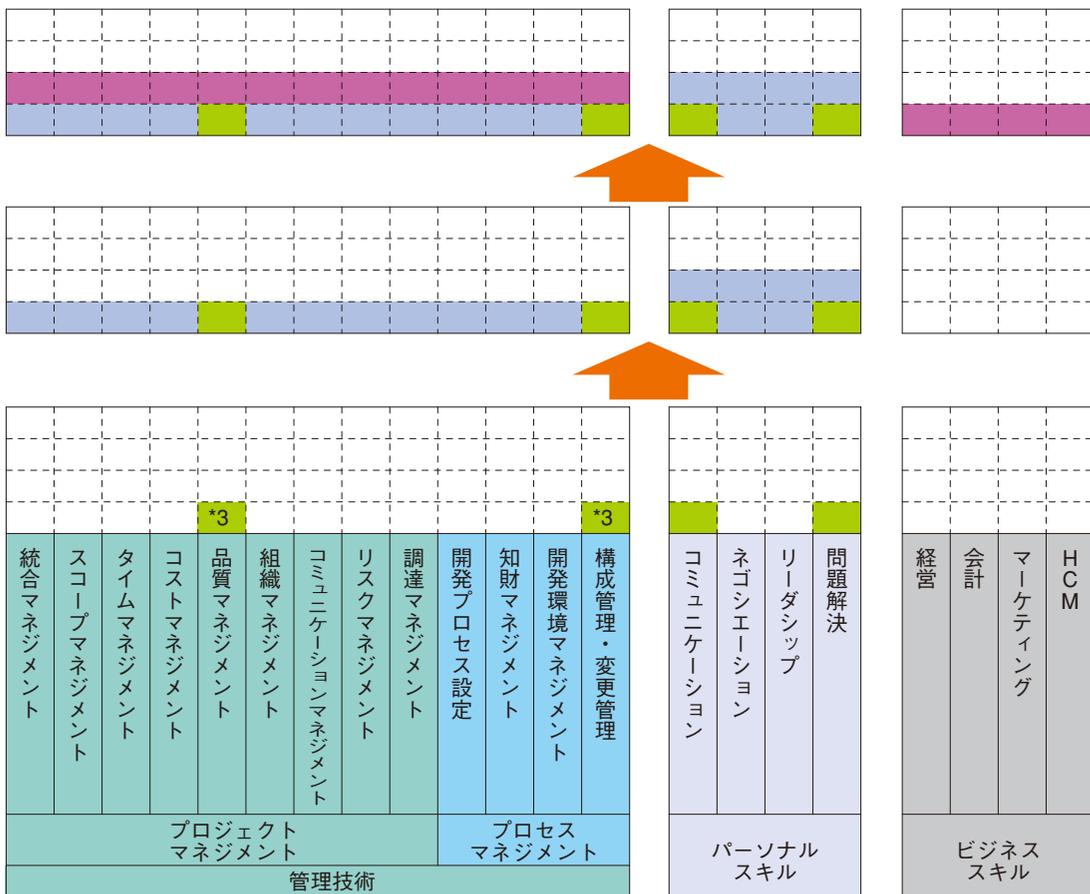
*1：キャリアレベル7の場合、いずれかのスキルについてスキルレベル4が求められる。

図2.17 ソフトウェアエンジニアのスキル分布特性

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



*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。

できるスキルが要求されます。

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

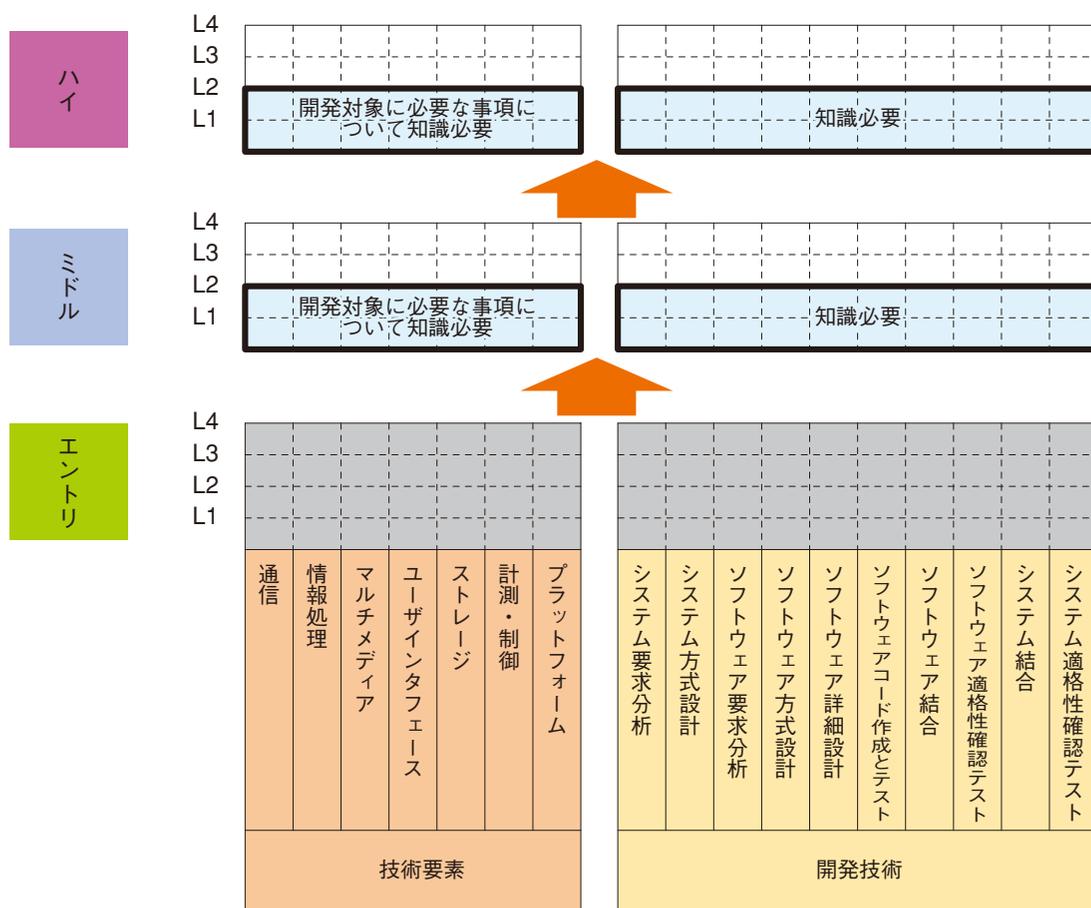
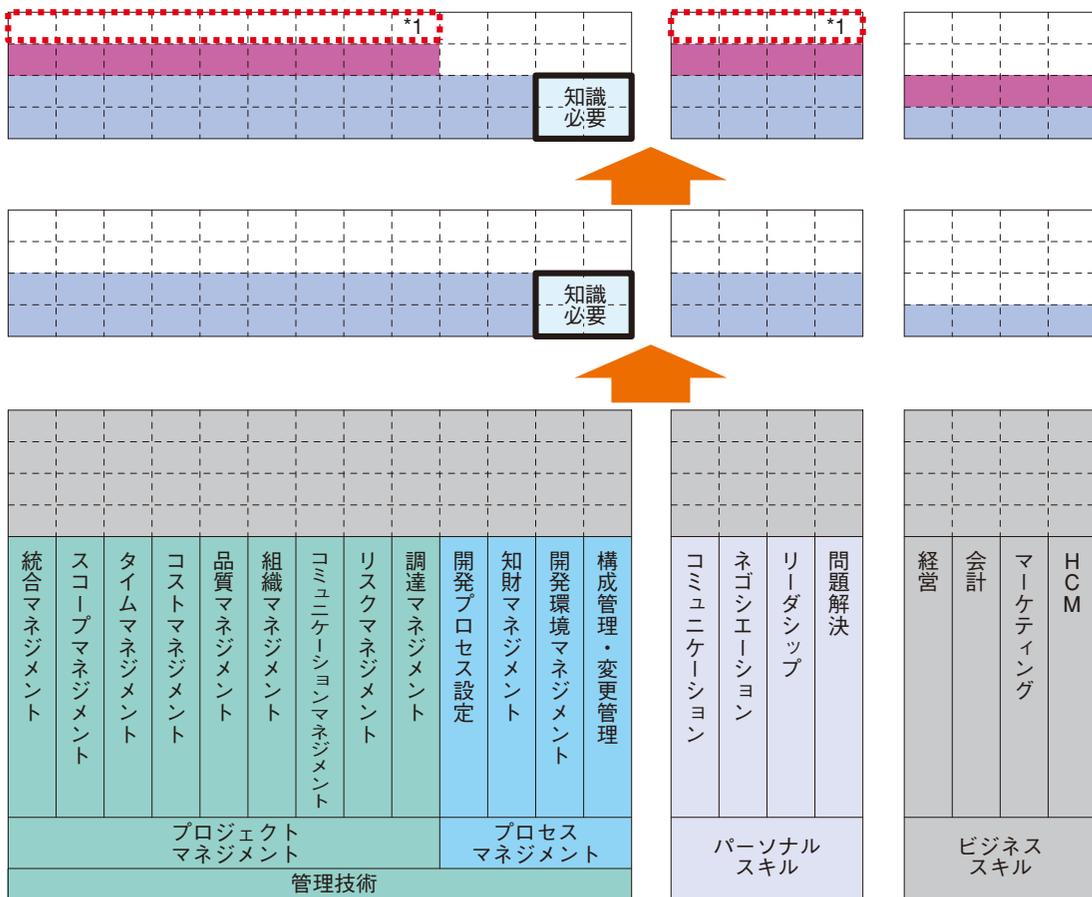


図2.18 プロジェクトマネージャのスキル分布特性

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、



*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。

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。

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

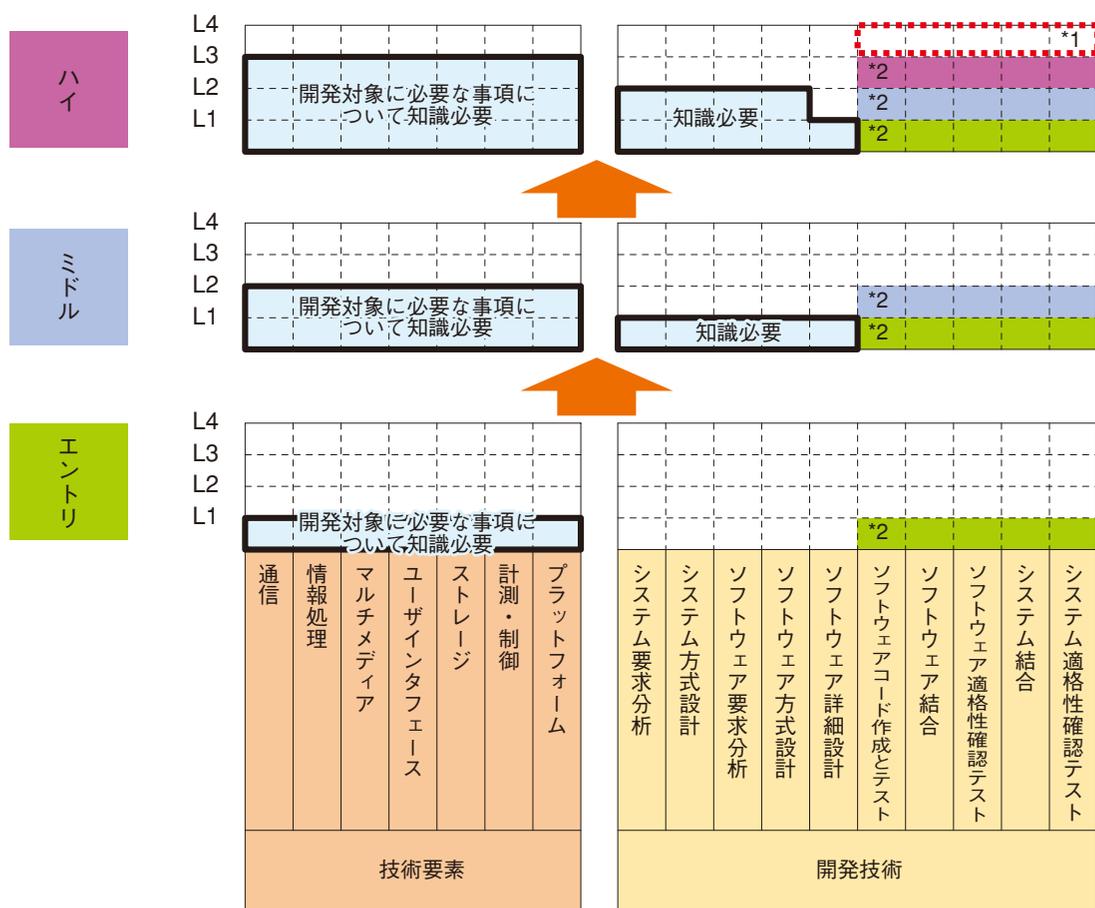
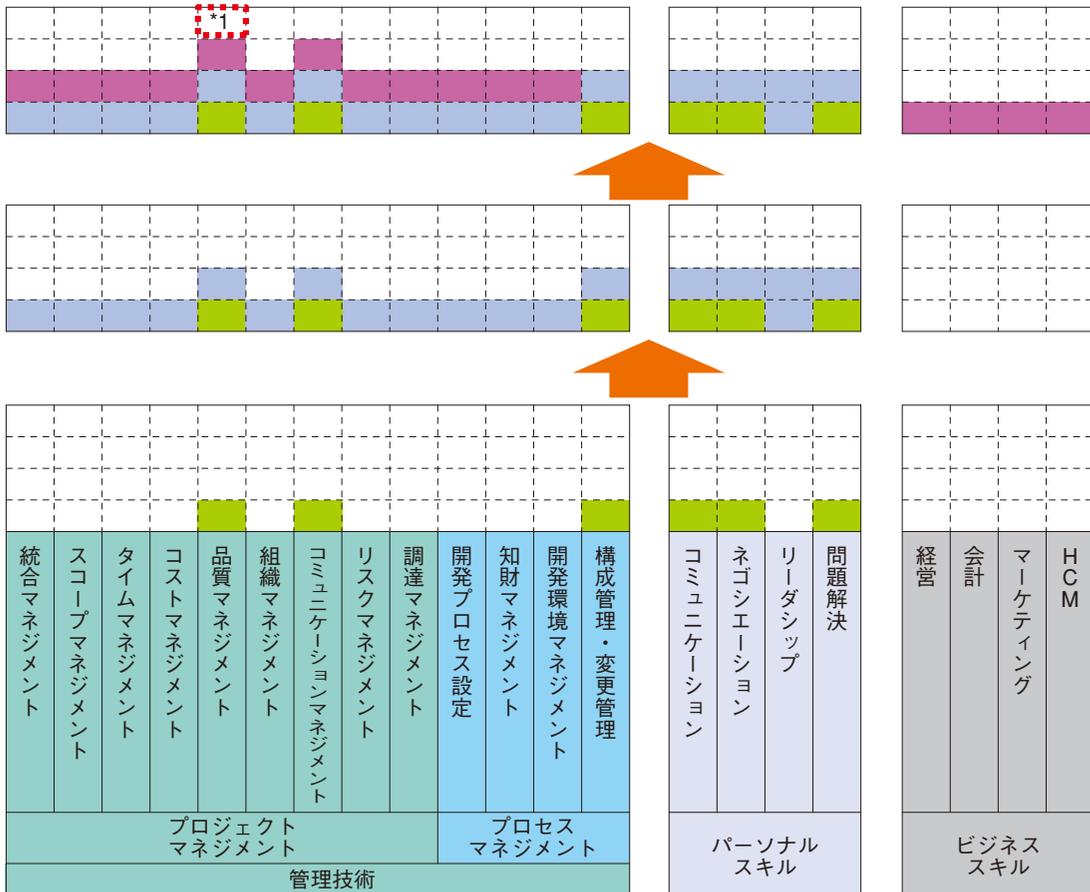


図2.19 テストエンジニアのスキル分布特性

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。



*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。

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。

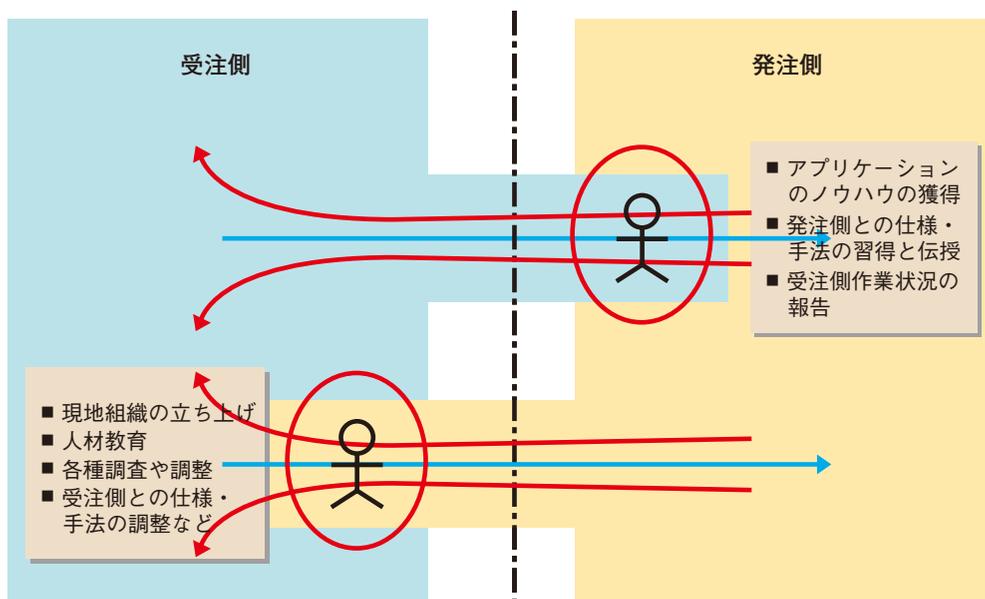
開発拠点を橋渡しする「ブリッジ SE」

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。

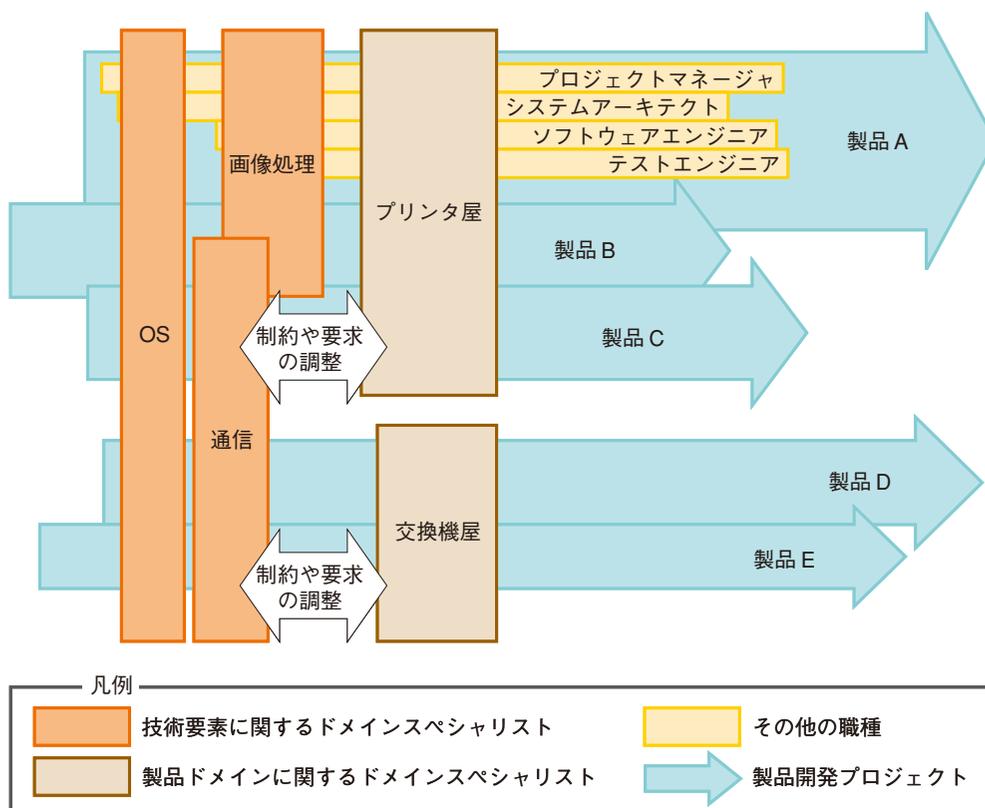


図2.21 ドメインスペシャリストと他職種の関係

ETSS 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)。

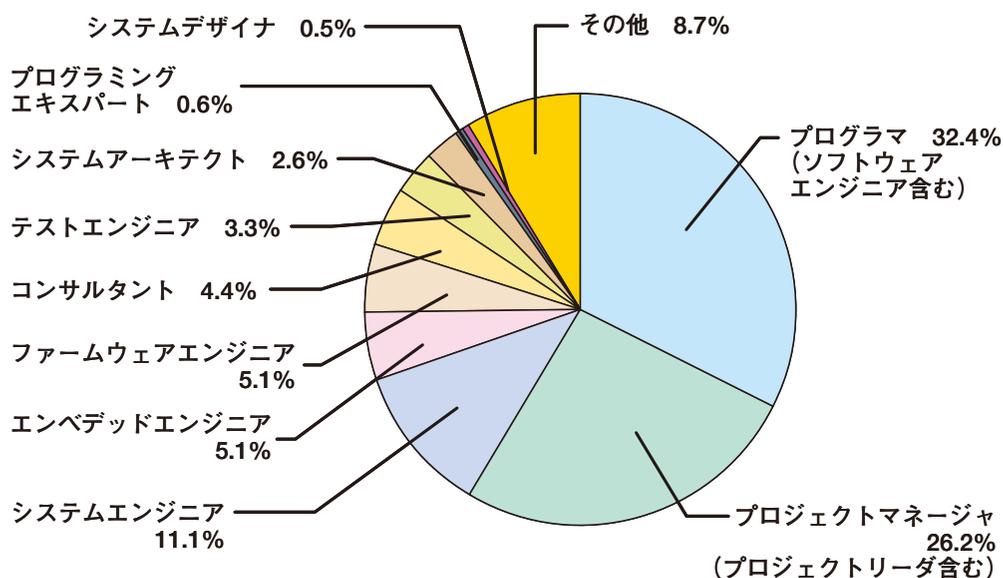


図2.22 組込み開発者は自分の職種をなんと呼んでいるのか (ETSS アンケート調査 IPA/SEC)

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)。

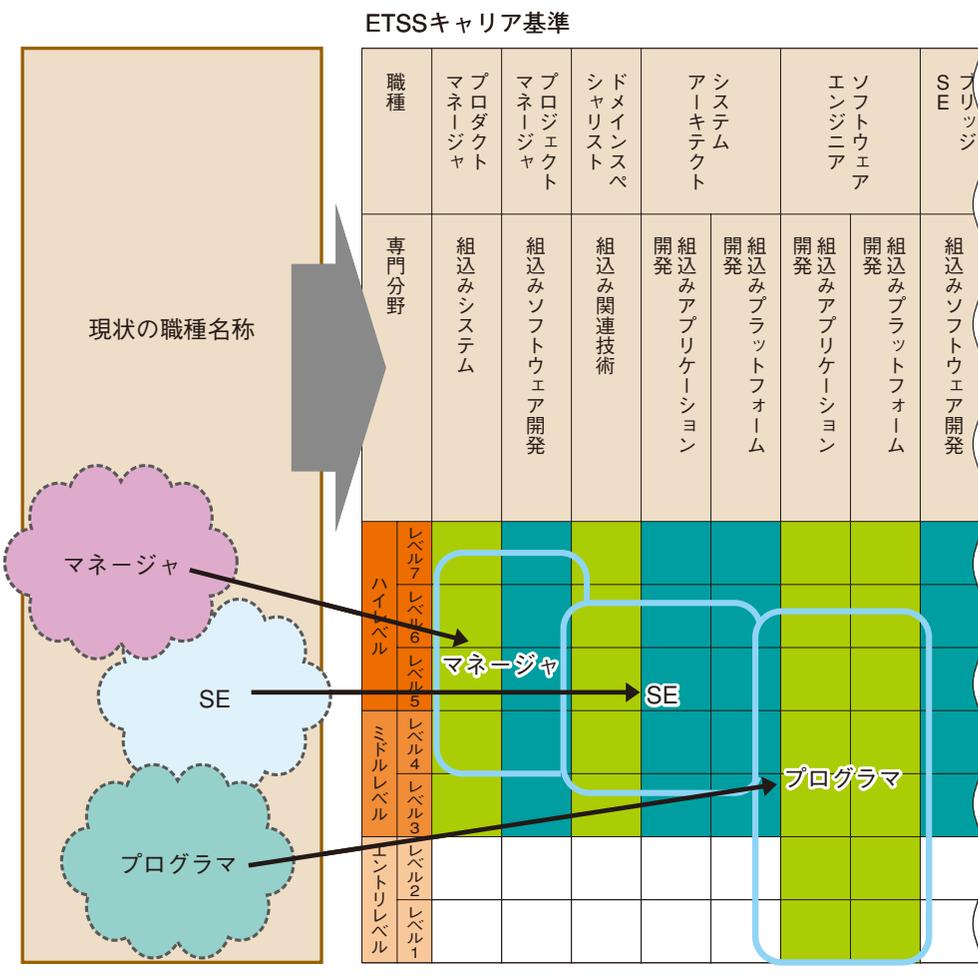


図2.23 ETSSのキャリア基準は現状の職種の配置を意識して策定

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あ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とおり課題も多く、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

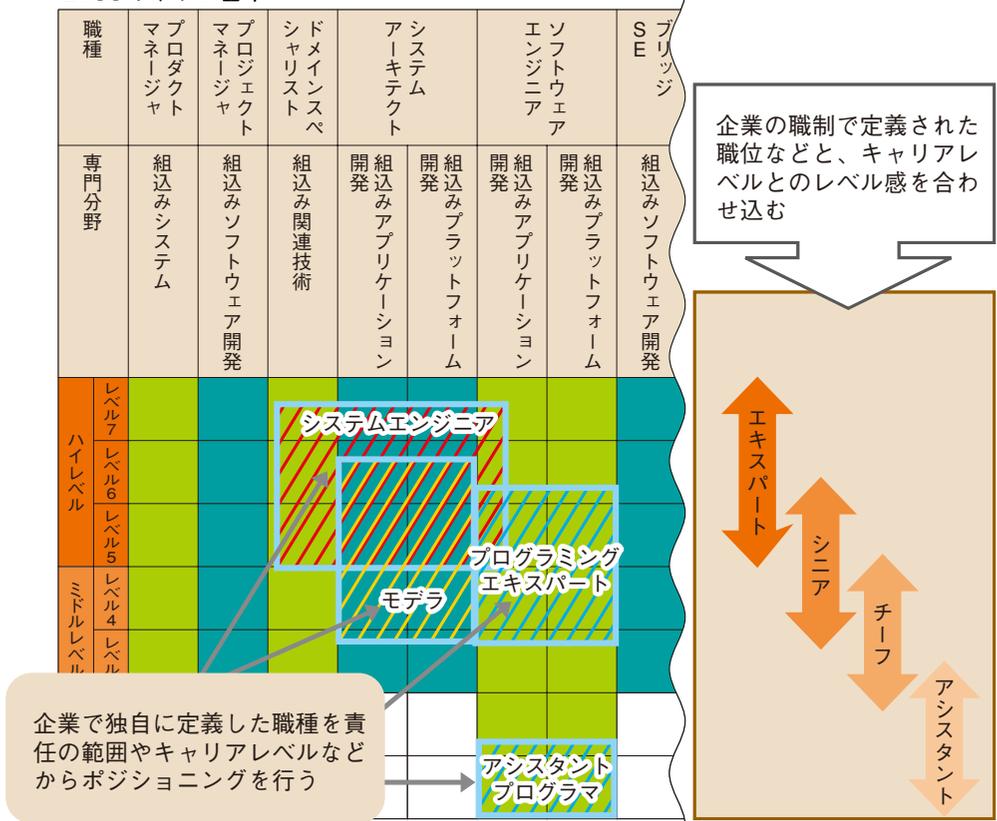


図2.24 ETSSのキャリア基準をモノサシとして活用する

2.4 教育研修基準

ETSS 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や選択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。

ETSS 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。

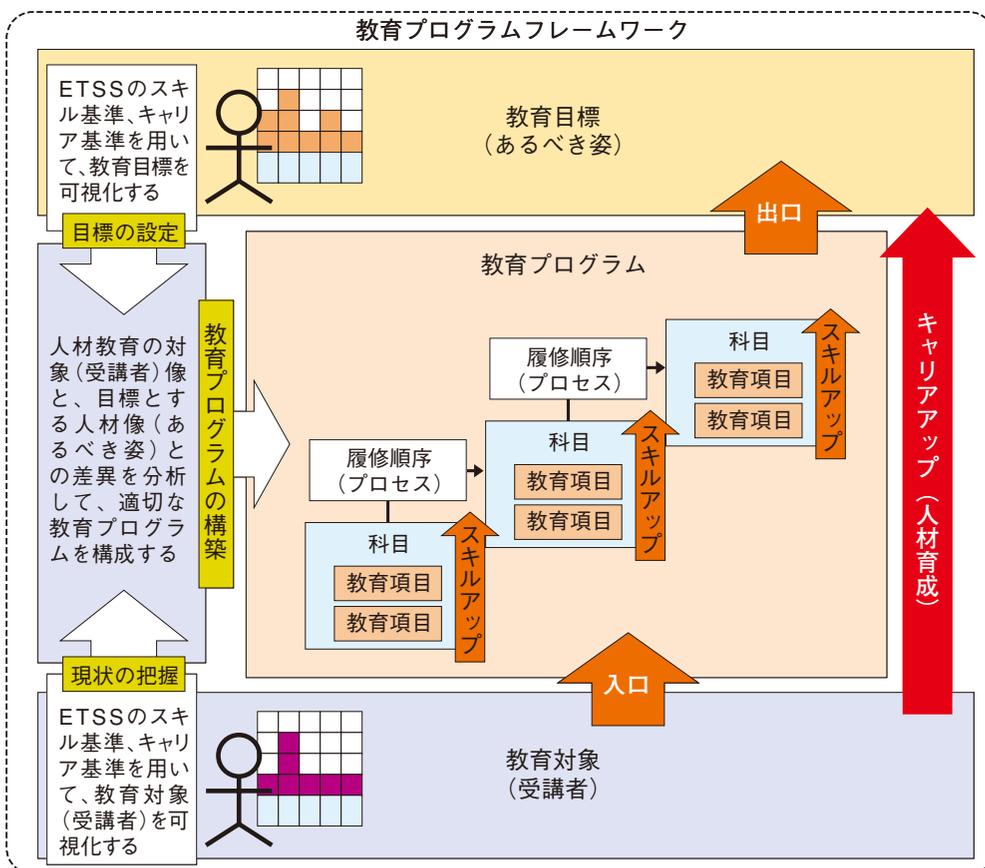


図2.25 教育プログラムフレームワーク

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で実施します。

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。

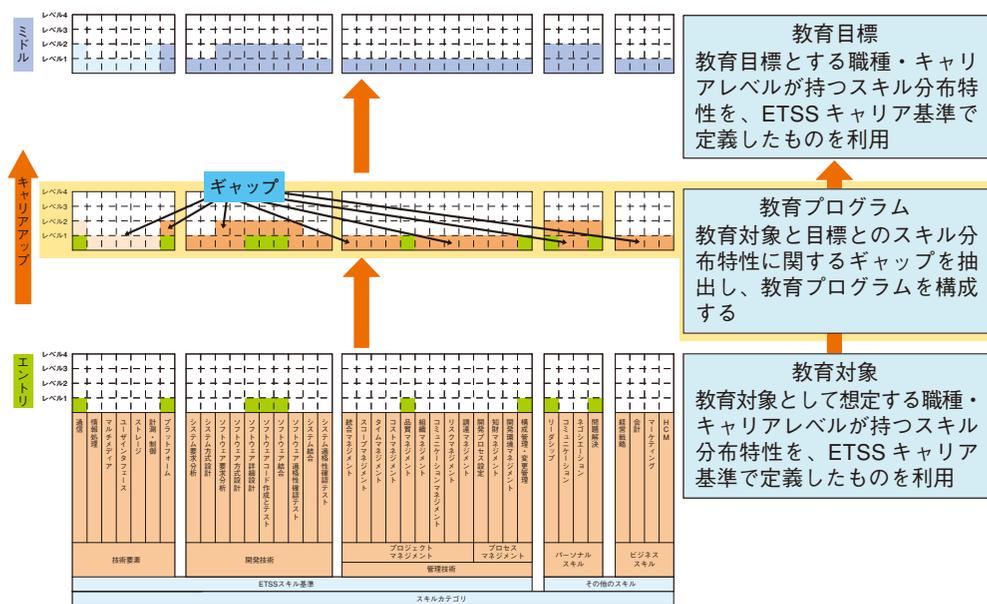


図2.26 教育プログラムとキャリア基準の連携

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上で、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上で適切に教育の実施形態を選択してください。

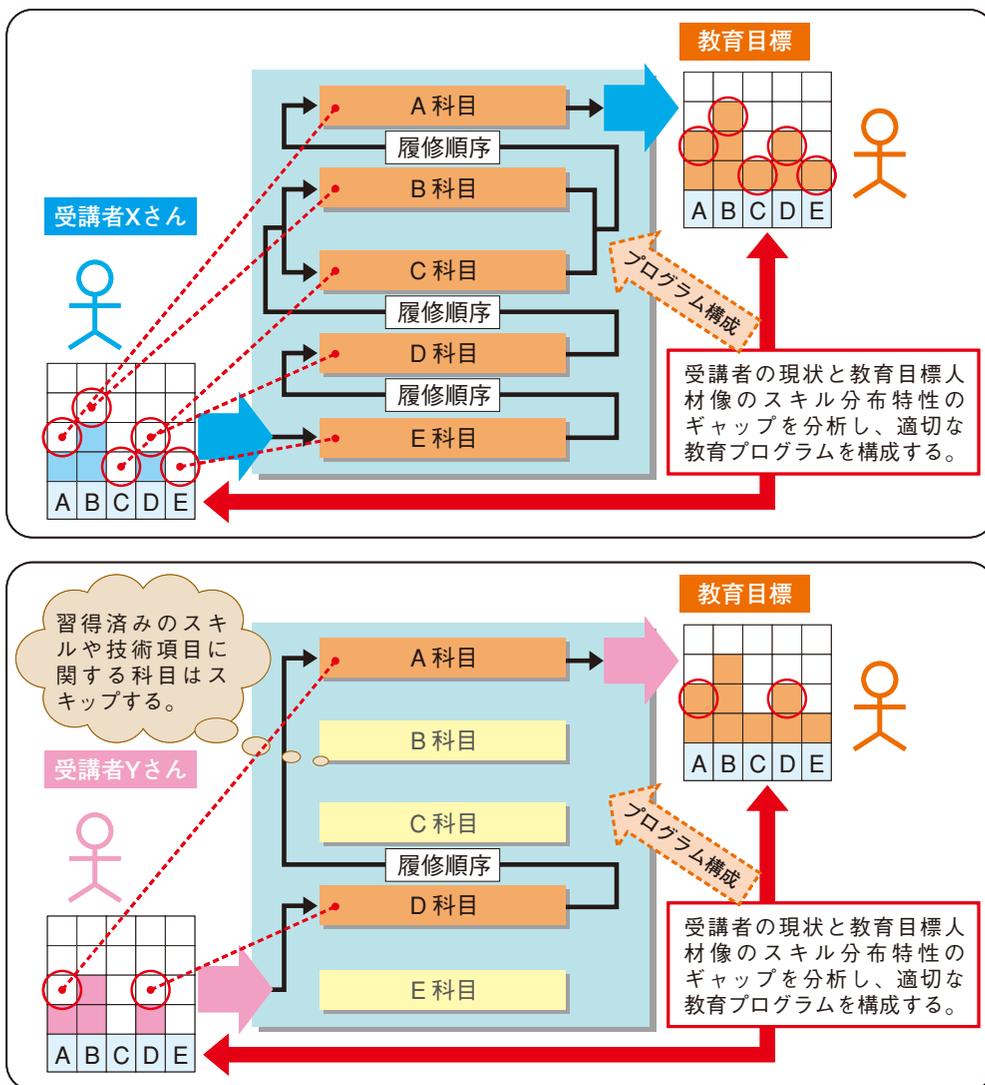


図2.27 教育の「対象」や「目標」が変われば内容も変わる

ETSS 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た科目(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教育効果の向上を実現させています(図 2.29)。

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

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					
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	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	未経験	初級	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	未経験	初級	機能分析技法
					要求分析技法
	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	構造化設計 アーキテクチャ仕様書
		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	

図2.30 スキル基準と科目の連携イメージ（教育項目）

ETSS 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

応じ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。

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)	<u>新たな技術を開発できる知識やスキルの習得を目指す</u>
上級	レベル3 (上級)	<u>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</u>
中級	レベル2 (中級)	<u>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</u>
初級	レベル1 (初級)	<u>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</u>

表2.4 科目の教育レベル

ETSS 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)を組込み未経験者として、組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。

科目名称	概要	教育項目
組込みシステム技術	組込みソフトウェア技術者として必要な組込み基礎技術を習得する。	組込みシステムの歴史、組込みシステムの特徴、組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、組込みソフトウェアの概要と歴史、組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、組込みソフトウェア開発技術…など
組込みプログラミング演習	組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
組込みシステム開発プロジェクト型演習	組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上、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「組込みシステム技術」「組込みプログラミング演習」に関連する知識項目、およ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。

表2.5 未経験者教育プログラムの科目概要

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。

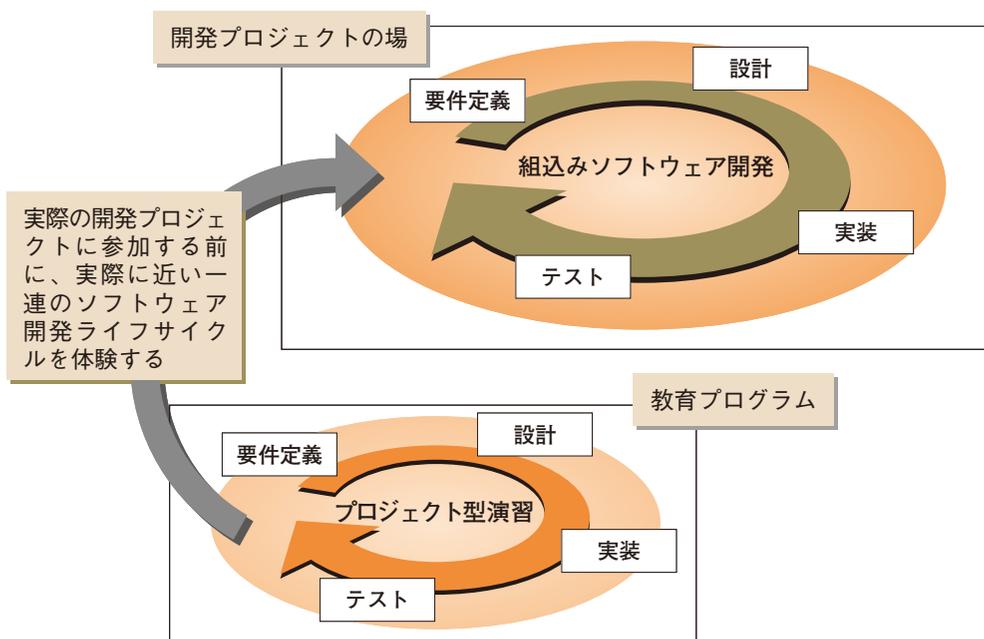


図2.31 プロジェクト型演習

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。

Part 3

組込みスキル標準 (ETSS) の活用

第3部では、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および解説を行います。

3.1	組込みスキル標準(ETSS)活用イメージ	66
3.2	組込みスキル基準分析サンプル	70
3.3	教育プログラムデザイン	79

3.1 組み込みスキル標準 (ETSS) 活用イメージ

ETSS 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)。

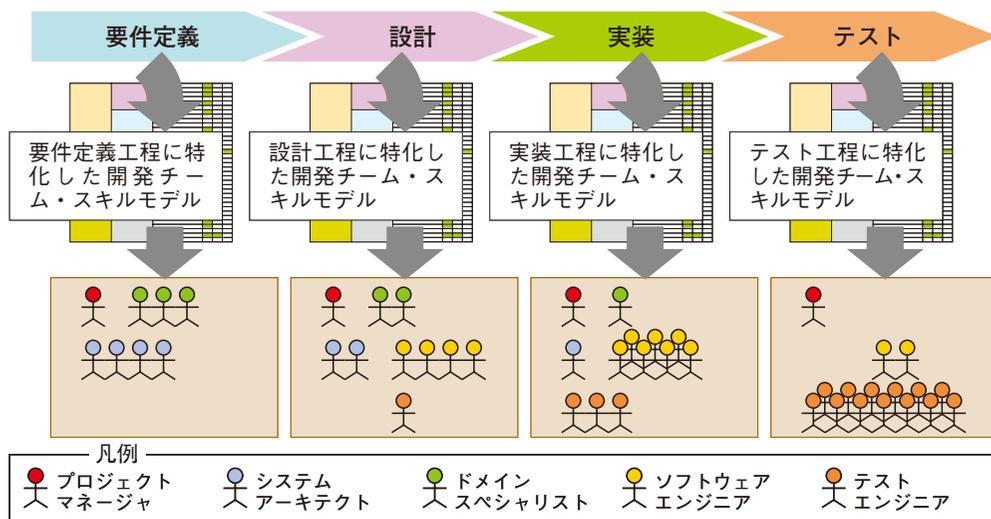


図3.1 プロジェクト編成の最適化

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。

ETSS 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)。

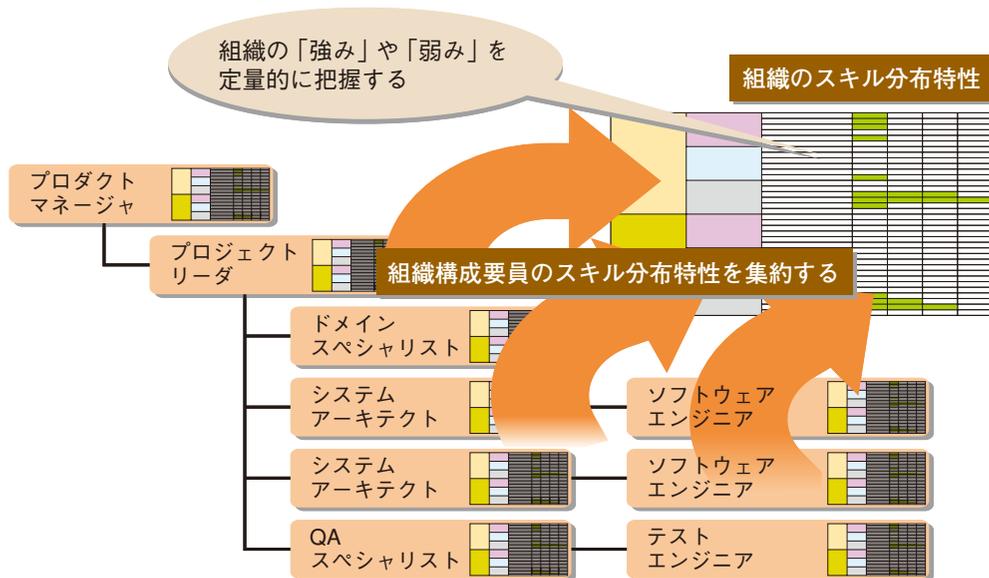


図3.2 組織のスキルを可視化する

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。

ETSS 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。

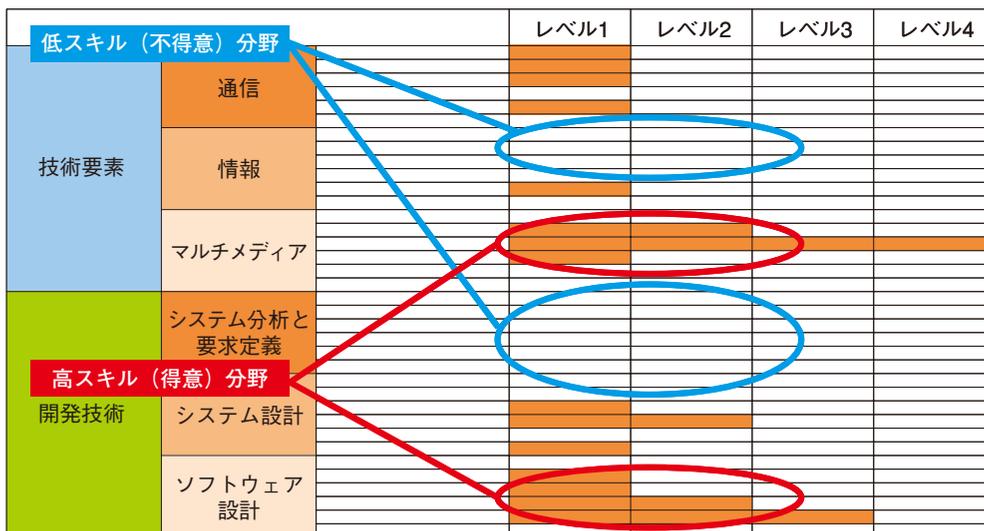


図3.3 「強み」「弱み」を可視化する

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き合わせることで、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。

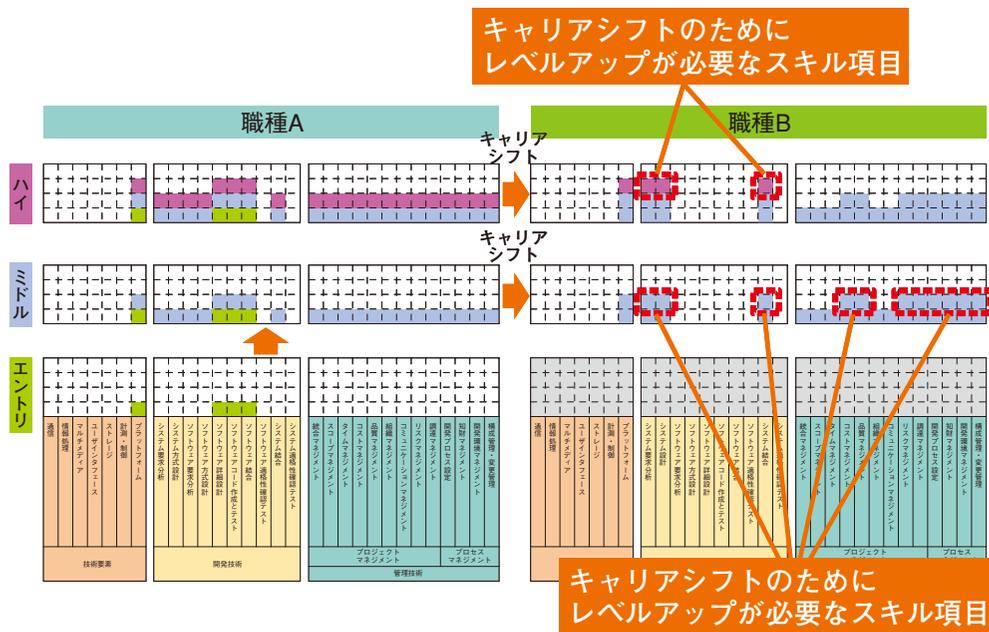


図3.4 キャリアシフトするためにレベルアップすべきスキル項目

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。

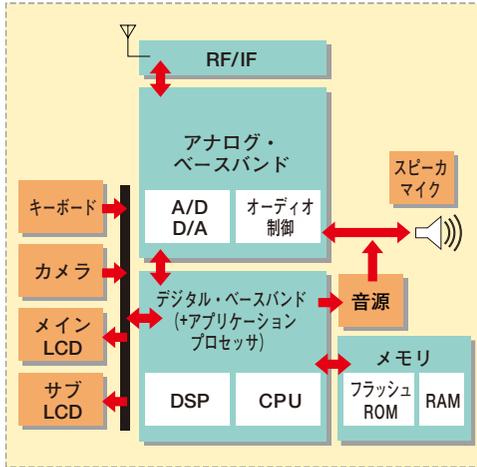


図3.5 携帯電話機のハードウェア構成 (概要)

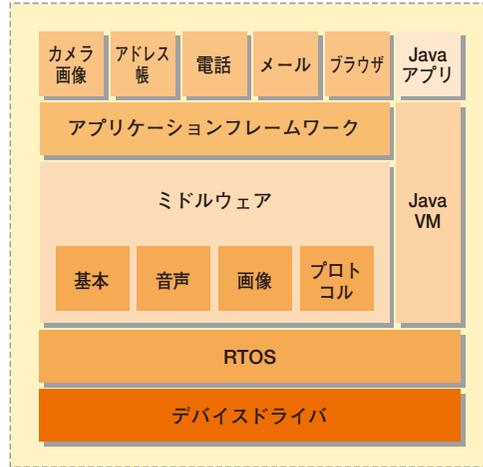


図3.6 携帯電話機のソフトウェア構成 (概要)

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		
			近距離通信	赤外線通信	
	インターネット	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					

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					
	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		
		座標入力	十字キー		
	出力装置	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		
			ソフトウェア更新		
	UI		GUIライブラリ		

(2) 開発技術

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および性能分担の決定	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	
	⋮	⋮	⋮	

(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ッドロジ	プロジェクト計画メソッドロジを使って、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	
2 開発プロセスマネジメント	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 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とお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、ハードディスクおよび 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。

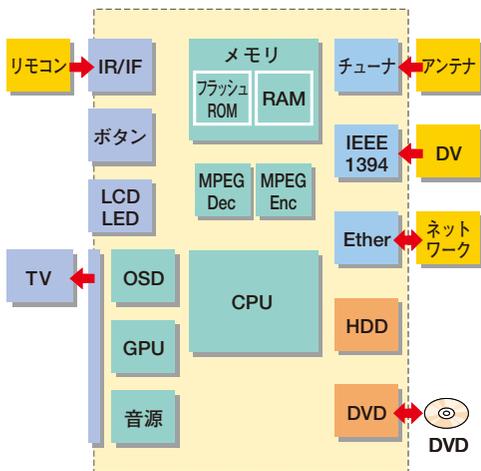


図3.7 DVDレコーダのハードウェア構成（概要）

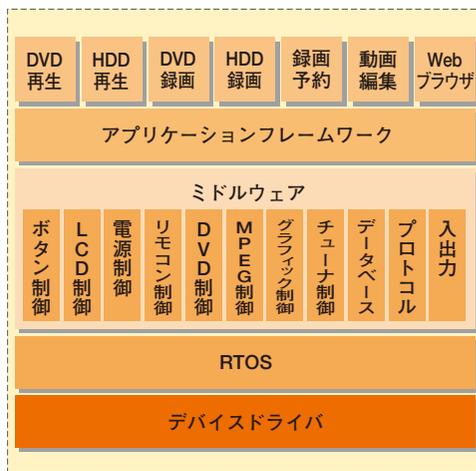


図3.8 DVDレコーダのソフトウェア構成（概要）

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		
			応用処理		UDP	
				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			
	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			
	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			
	データ処理	データベース		ハードディスクプレーヤ		
				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			
		音声フォーマット	PCM			
	音声	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			
	インタフェース	大容量ストレージ	ハードディスク			
		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			
			メモリダンプ			
	基本ソフトウェア		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はほぼ同様になります。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あげられます。

(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はほぼ同様になります。

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

ETSS 教育プログラムデザインガイドブックとは

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ブック」としてまとめました。

ETSS 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上で、デザインの対象となる目的的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。その上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。

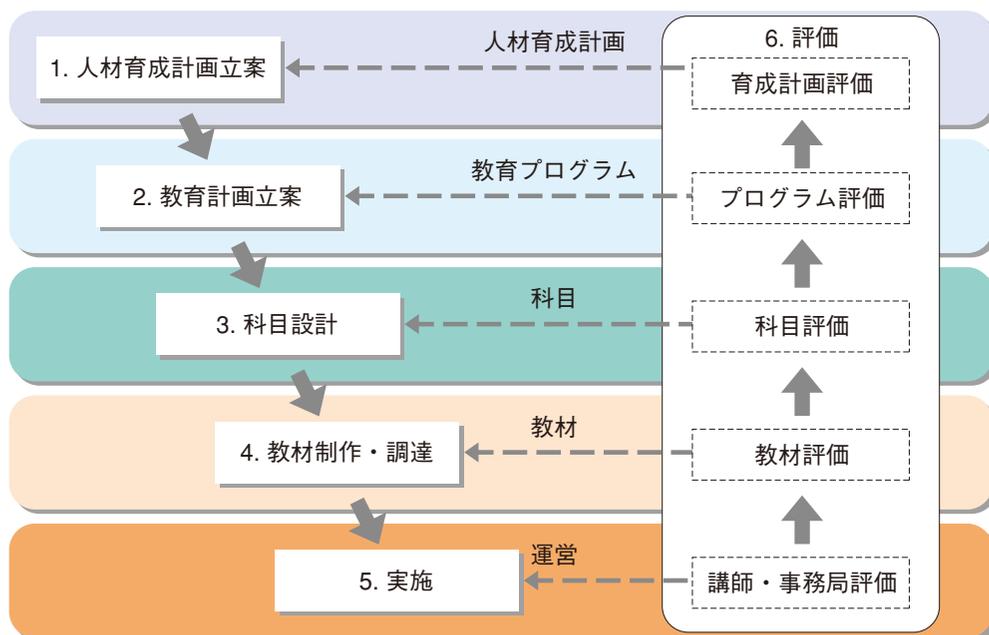


図3.9 教育プログラムガイドラインの工程

ETSS 教育プログラムデザインガイドブックの使い方

教育プログラムデザインガイドブックの対象読者は、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。

このガイドブックでは、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、このガイドブックに書かれてい

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。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。

付録 1

スキル基準 (Version 1.2)

I . 概要	84
II . スキルフレームワーク	87
III . スキル基準	92
Appendix: 他の分野へのスキルフレームワーク展開	95

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。

ETSS 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”にのみ着目し、ビジネスやパーソナルなどのスキルは定義していない。

ETSS 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およ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*： 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

* 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プ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

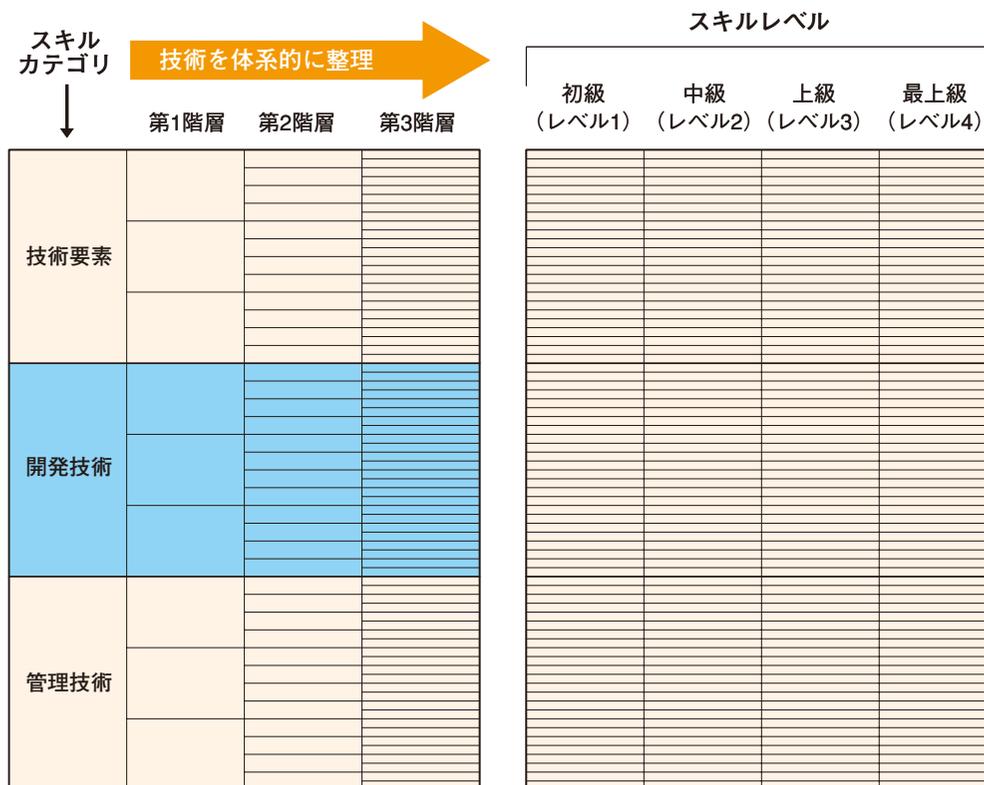
スキルフレームワークは、図 F1.1 のような構造を持ち、組込みソフトウェア技術を整理することを目的としている。

◆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

ETSS 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。

ETSS 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、○○技術要素を実現することができる」

→○○：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○○技術要素を組み込むことができる」

→○○：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の意味する。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

ETSS 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

第1階層		第2階層	説明
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 インタフェース	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

表 F1.1 技術要素

1.2 開発技術スキルカテゴリ

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および性能分担の決定	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およびレビュー	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

表 F1.2 開発技術

1.3 管理技術スキルカテゴリ

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、故障解析統計の手法、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

表 F1.3 管理技術

2. スキル基準の記述範囲

スキル基準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当スキル基準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。

Appendix: 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み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。

ETSS 1. 組み込み製品開発の特徴

組み込みソフトウェアは、組み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、製品に組み込む各種データ (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、組み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、これは組み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。

ETSS 2. ハードウェア開発への適用

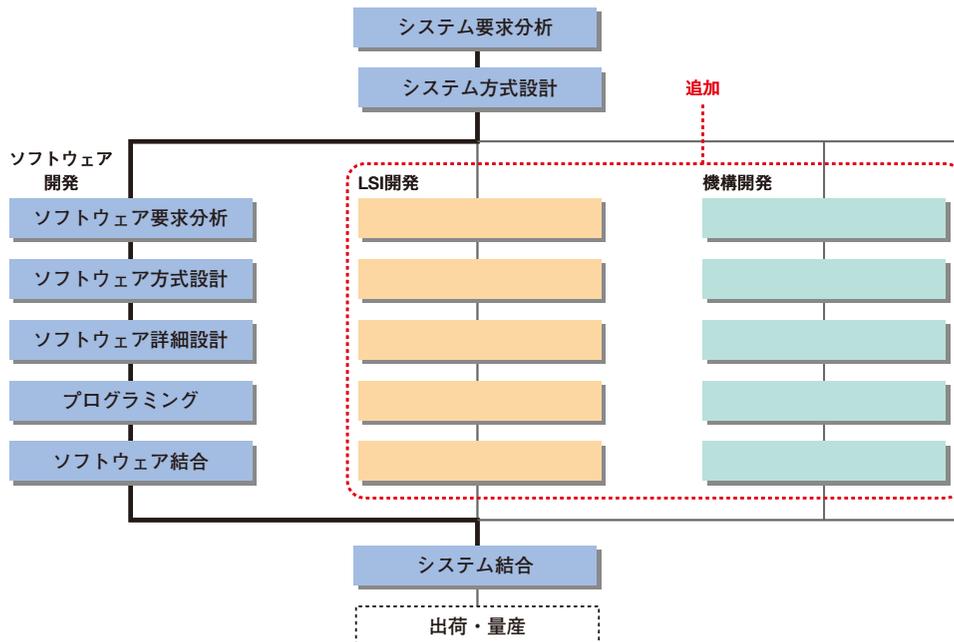
ETSS を LSI 開発や PCB (Printed Circuit Board) 開発、メカニクス開発などハードウェア開発へ適用する場合には、開発技術カテゴリの第一階層において、ソフトウェア要求分析～ソフトウェア結合の間に存在するアクティビティと並行して行われる

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。

■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	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	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。 <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <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"> 1. スキル基準とは <ol style="list-style-type: none"> 1.1 スキル基準の概要 1.2 スキル基準の必要性 1.3 スキル基準で期待される効果 1.4 スキル基準では解決されない問題 2. スキル基準フレームワーク <ol style="list-style-type: none"> 2.1 スキルの定義 2.2 構成のアプローチ 2.3 スキルの記述範囲 2.4 レベルの概念 2.5 スキルの評価 2.6 継続的な見直し II. スキル基準 <ol style="list-style-type: none"> 1. スキルカテゴリ <ol style="list-style-type: none"> 1.1 技術要素スキルカテゴリ 1.2 開発技術スキルカテゴリ 1.3 管理技術スキルカテゴリ </div> <div style="font-size: 2em;">→</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <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"> 1. スキル基準の概要 2. スキル基準の必要性 3. スキル基準で期待される効果 4. スキル基準では解決されない問題 <p>II. スキルフレームワーク</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 概要 2. スキルカテゴリの説明 3. スキルレベルの説明 <p>III. スキル基準</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 組込みソフトウェア開発に関するスキルカテゴリ 2. スキル基準の記述範囲 3. 継続的な見直し <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"> 1. 組込み製品開発の特徴 2. ハードウェア開発への適用 3. 汎用コンピュータ用ソフトウェア開発への適用 </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	「システム方式設計」の第2階層のスキル項目および、その説明の変更を実施。 <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <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 システム方式設計</td> <td>1</td> <td>ハードウェアとソフトウェア間の機能および性能分担の決定</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>実現可能性の検証とデザインレビュー</td> </tr> </tbody> </table> </div> <div style="font-size: 2em;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <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 システム方式設計</td> <td>1</td> <td>ハードウェアとソフトウェア等の機能および性能分担の決定</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>実現可能性の検証とデザインレビュー</td> </tr> </tbody> </table> </div> </div>	第1階層	第2階層	説明	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および性能分担の決定	2	実現可能性の検証とデザインレビュー	第1階層	第2階層	説明	2 システム方式設計	1	ハードウェアとソフトウェア等の機能および性能分担の決定	2	実現可能性の検証とデザインレビュー	
第1階層	第2階層	説明																		
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および性能分担の決定																		
	2	実現可能性の検証とデザインレビュー																		
第1階層	第2階層	説明																		
2 システム方式設計	1	ハードウェアとソフトウェア等の機能および性能分担の決定																		
	2	実現可能性の検証とデザインレビュー																		
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。																	

付録 2

キャリア基準 (Version 1.1)

I . 概要	100
II . キャリアフレームワーク	103
III . キャリア基準	110
Appendix: ドメインスペシャリストの定義例	139

I. 概要

ETSS 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したのが『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有効な指標となるよう策定された。

ETSS 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・能力となることになる。

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を増強すべき職種・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）の最適化や適正配置ができることになろう。

(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、共通の指標により、組込み技術者の企業内および企業間の「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、より活発化す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活かせる職種を同定することも可能になる(技術者の流れが片方向である必要はない)。

Ⅱ. キャリアフレームワーク

ETSS 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およ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。

職種	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	専門分野	組み込みシステム	組み込みソフトウェア開発	組み込み関連技術	組み込みアプリケーション開発	組み込みプラットフォーム開発	組み込みアプリケーション開発	組み込みプラットフォーム開発	組み込みソフトウェア開発	組み込みソフトウェア開発	組み込みソフトウェア開発
キャリアレベル	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										

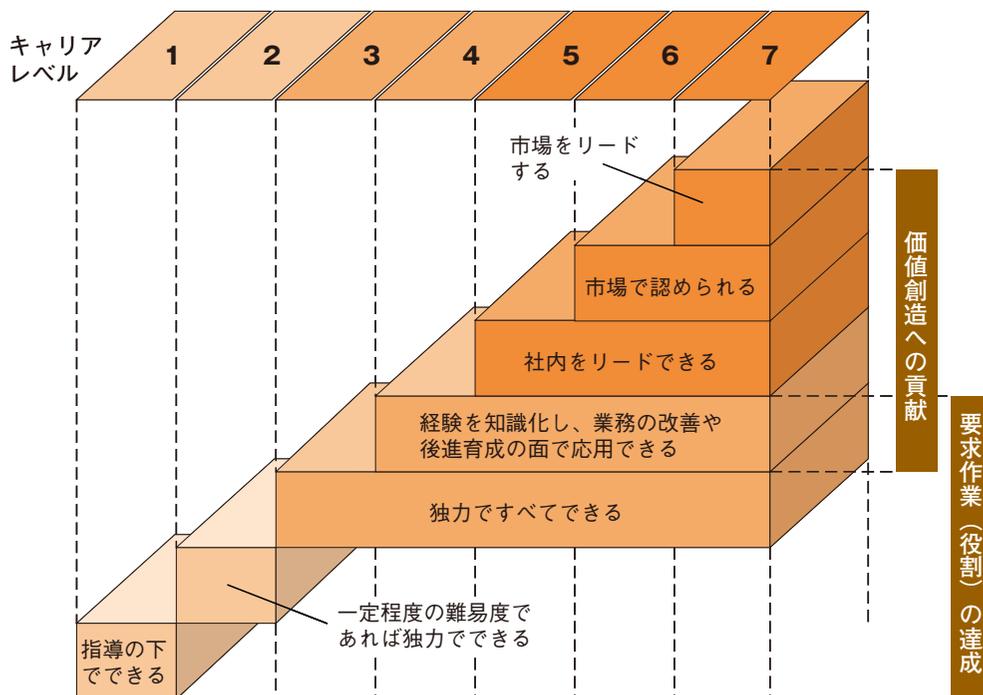
着色されていない箇所は、そのキャリアレベルを定義しないことを意味している。

図F.2.1 職種／専門分野およびキャリアレベル

1.2 キャリアレベル

キャリアレベル*は、当該職種／専門分野において人材が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レベルを7段階で表す(図 F.2.2 キャリアレベルの定義)。

* キャリアレベルは、スキル基準で定義されるスキルレベルとは異なる定義である。



図F2.2 キャリアレベルの定義

ただし、人材育成(教育)目標などとして利用する場合は、7段階のレベルは詳細すぎるのが想定される。そのため、レベル1～7のうち、レベル1～2をエントリーレベル、レベル3～4をミドルレベル、レベル5～7をハイレベルと呼び、職種／専門分野に共通して、下記を意味する。

◆レベル5～7(ハイレベル)

社内において当該職種／専門分野に係るテクノロジーやメソドロジ、ビジネスをリードするレベル。また、社内人材投資戦略の策定・実行に大きく貢献することが求められる。特にレベル7においては新技術開発や標準化などにより社内および社外をリードする。

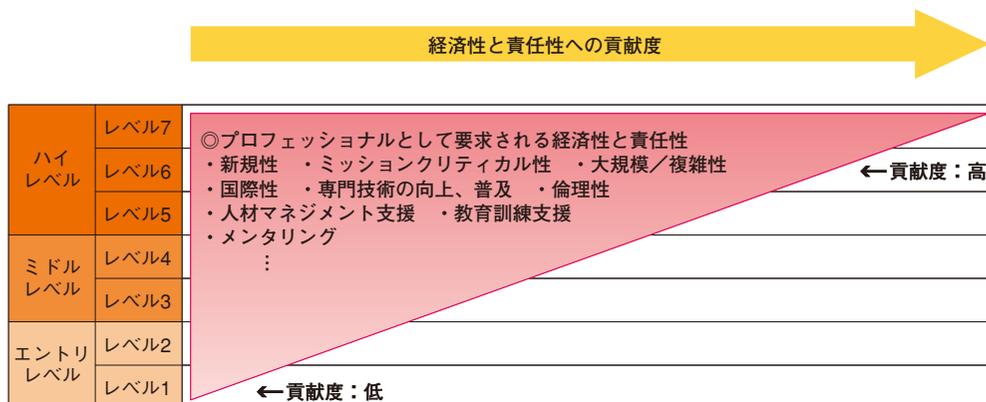
◆レベル3～4(ミドルレベル)

業務上の課題の発見・解決をリードすることができるレベル。また、下位レベルの育成に積極的に貢献することが求められる。

◆レベル1～2(エントリレベル)

当該職種の上位レベルの指導の下で、業務上における課題の発見・解決を行うことができるレベル。

各レベルにおける、プロフェッショナルとして要求される経済性と責任性に対する達成指標を参考的に図表化すると次のとおりとなる。



図F2.3 キャリアレベルとプロフェッショナル評価の達成指標

ETSS 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およ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上で、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。

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	リーダーシップ	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

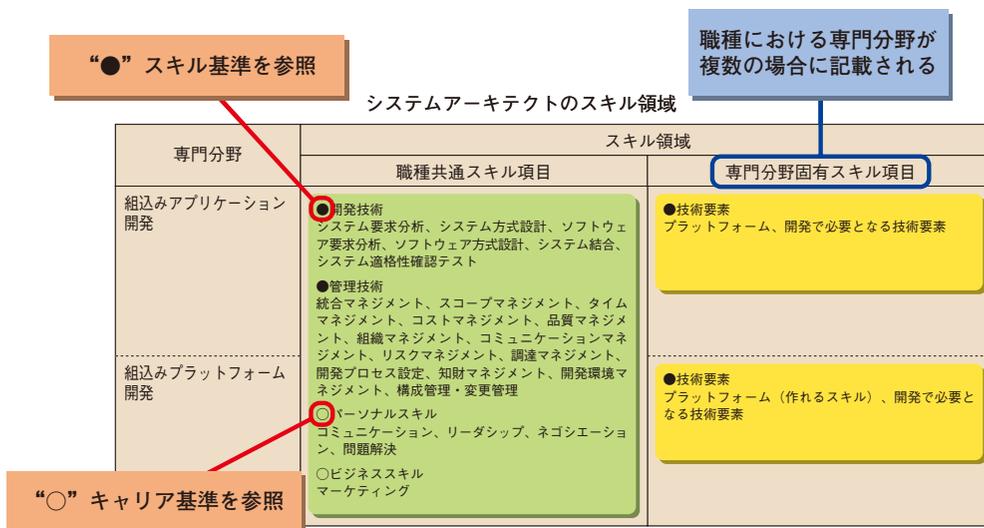
表 F2.1 パーソナルスキルとビジネススキルの定義

これらのスキル以外にも、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。

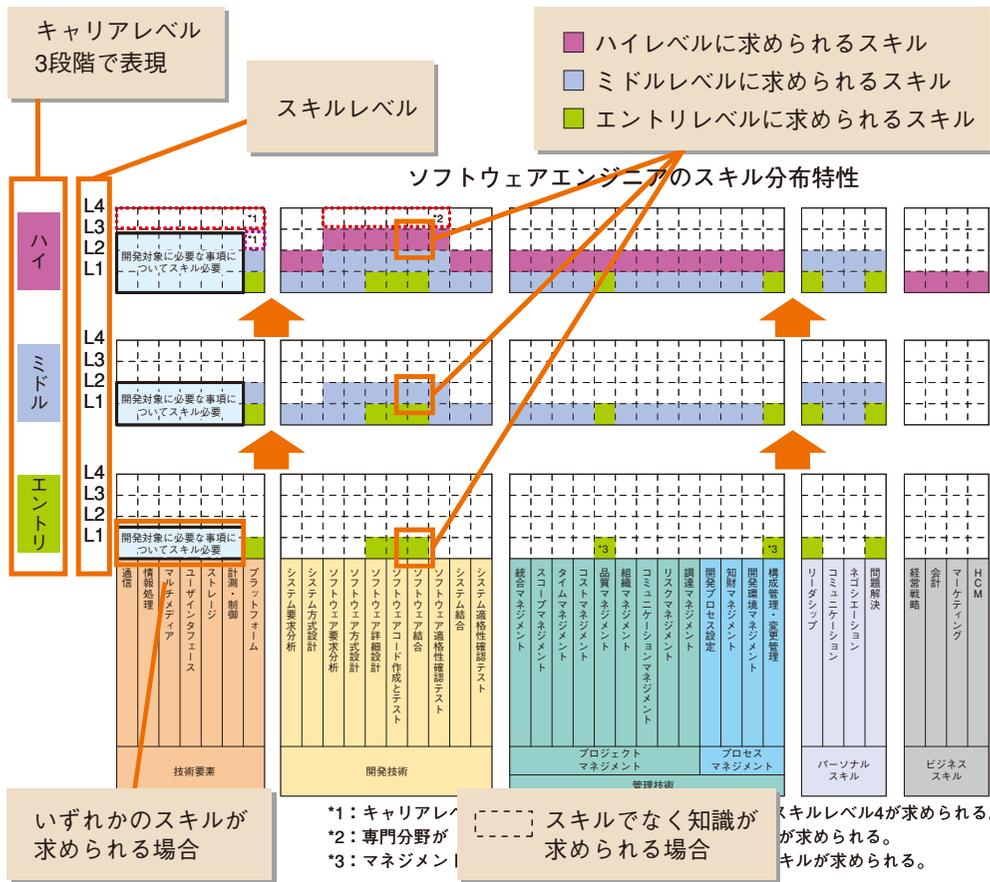
2.2 スキルとの対応表現方法

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、ミドルレベルにて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／専門分野ごとおよびキャリアレベルごとに、必要なスキルおよびスキルレベルを提示する。

- ・キャリアレベルは3段階(エントリ、ミドル、ハイ) 対応に表現する。
- ・必要条件としてのスキルレベルを提示する。



図F2.4 スキル領域の説明



図F2.5 スキル分布特性の説明

ETSS 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上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

ETSS 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	ドメインベ ンチャリスト	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	プロセス 改善スペシ ヤリスト	QAスペシ ヤリスト	テスト エンジニア
	組 込みシ ステ ム	組 込み ソフ トウ エ 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 ツ 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 ツ ト フ ォ ー ム	組 込 み ソ フ ト ウ エ ア 開 発	組 込 み ソ フ ト ウ エ ア 開 発	組 込 み ソ フ ト ウ エ ア 開 発	組 込 み ソ フ ト ウ エ ア 開 発	組 込 み シ ス テ ム 開 発
ハイ レ ベ ル	レ ベ ル 7											
	レ ベ ル 6											
	レ ベ ル 5											
ミ ド ル レ ベ ル	レ ベ ル 4											
	レ ベ ル 3											
	レ ベ ル 2											
エ ン ト リ レ ベ ル	レ ベ ル 1											
	レ ベ ル 1											

図F2.6 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、プロダクトおよ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

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

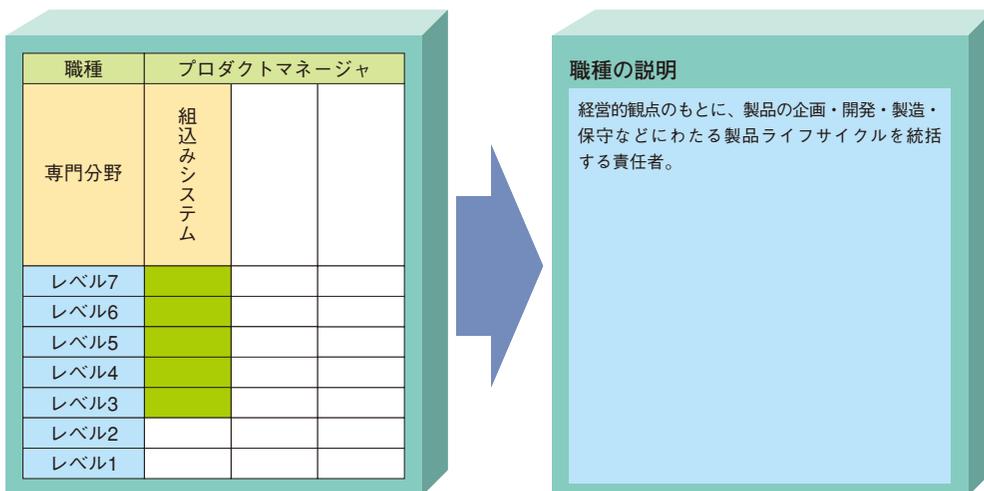
*事業部長が責任の場合もある

表 F2.2 職種と責任の対応表



3. 職種の説明

3.1 プロダクトマネージャ

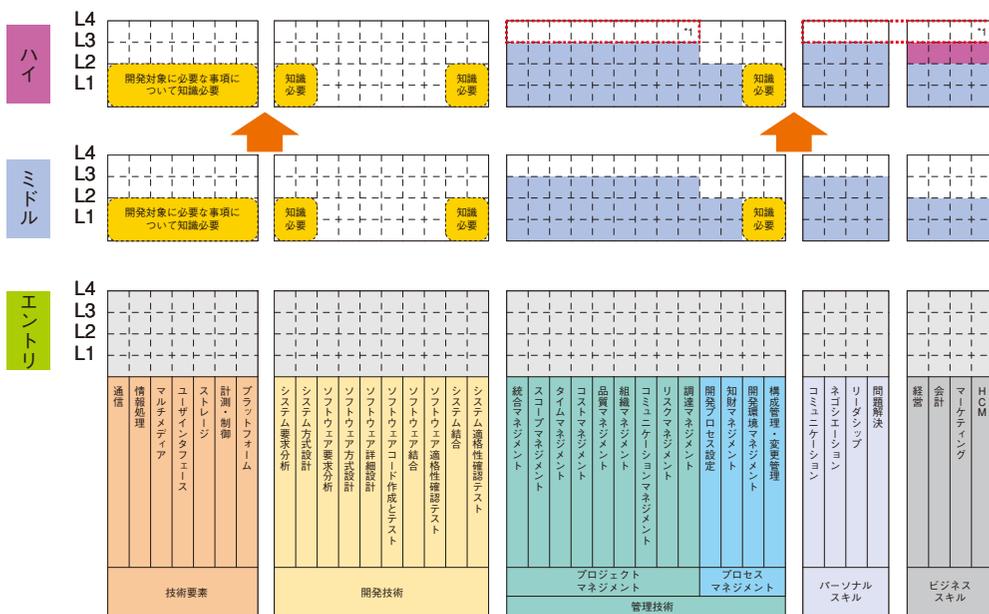


図F2.7 プロダクトマネージャの概要

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	<p>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F2.8 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F2.9 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

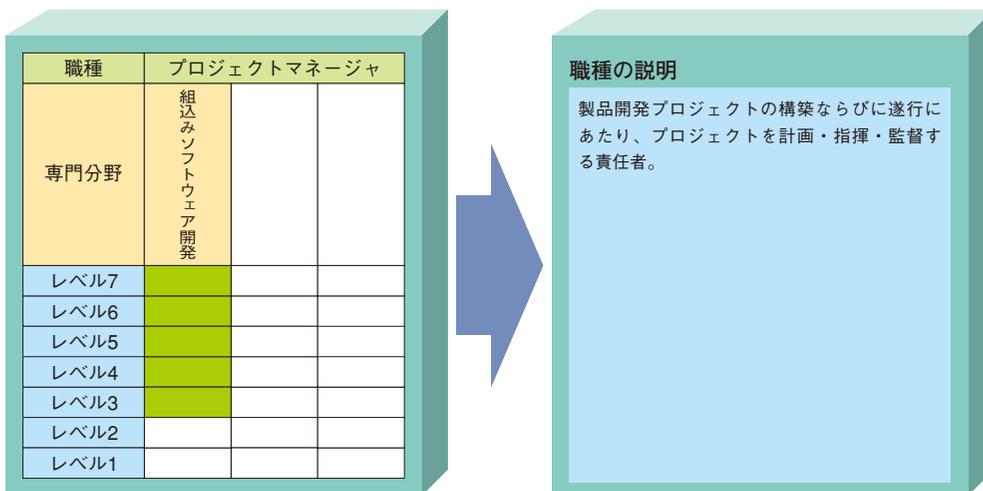
【管理技術】

- 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

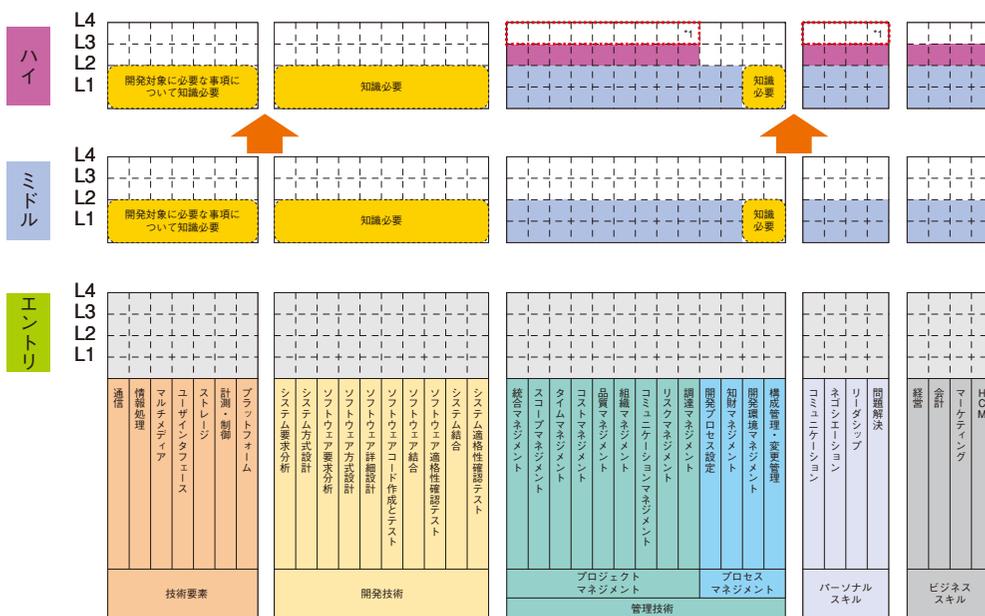


図F2.10 プロジェクトマネージャの概要

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	<ul style="list-style-type: none"> ●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 ○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 ○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F2.11 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F2.12 プロジェクトマネージャのスキル分布特性

付録
2
キャリア基準 (Version 1.1)

■補足説明

【技術要素】

- プロダクトそのもの、およ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

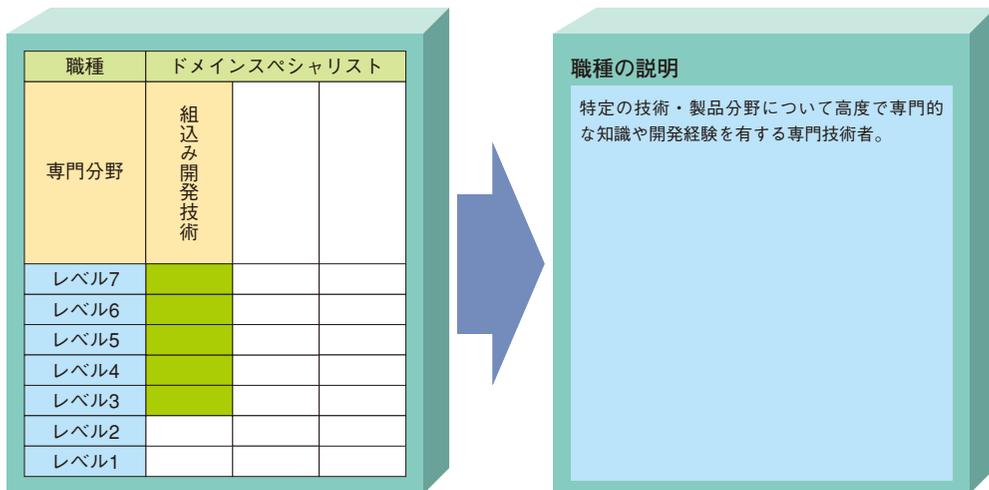
【管理技術】

- 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

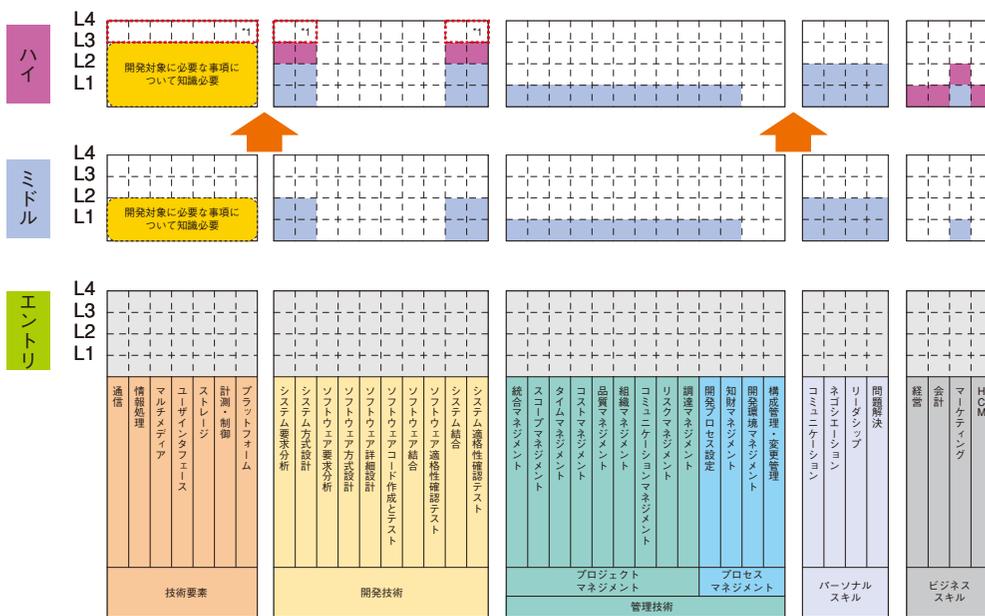


図F2.13 ドメインスペシャリストの概要

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"> ●技術要素 専門技術 ●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 ●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 ○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 ○ビジネススキル マーケティング 	

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F2.14 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F2.15 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】

- プロダクトおよ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、各開発およ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

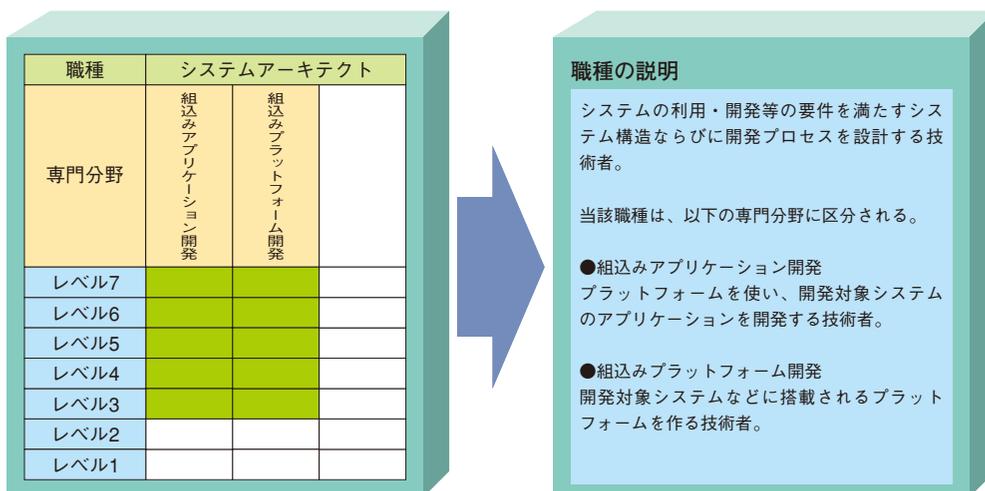
【管理技術】

- 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

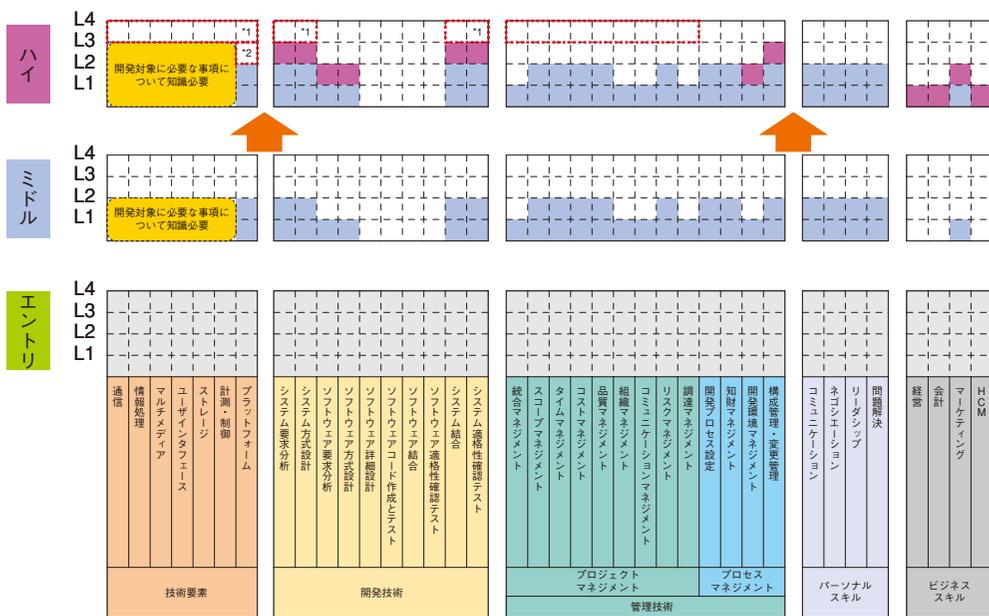


図F2.16 システムアーキテクトの概要

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"> ●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 ●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 ○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 ○ビジネススキル マーケティング 	<ul style="list-style-type: none"> ●技術要素 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		<ul style="list-style-type: none"> ●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

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F2.17 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ない

図F2.18 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、およびシステム最適構成を描く

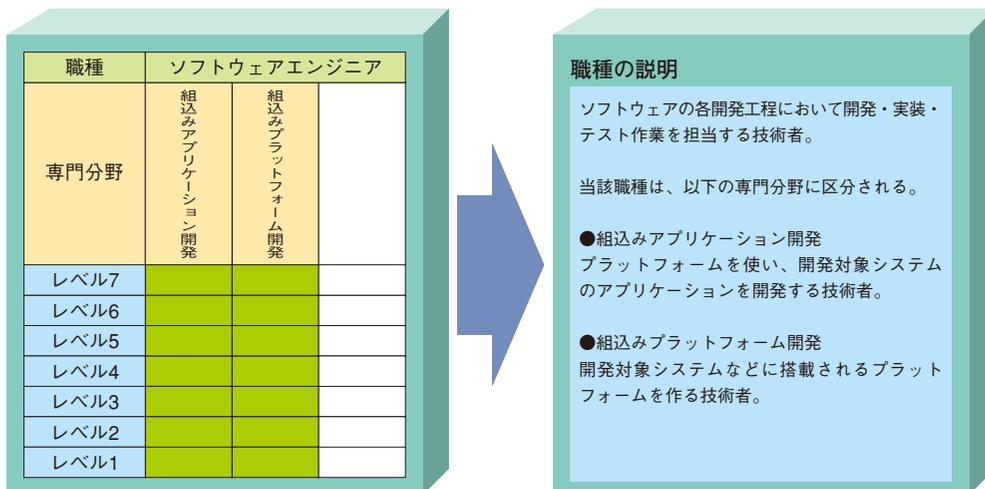
【管理技術】

- 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

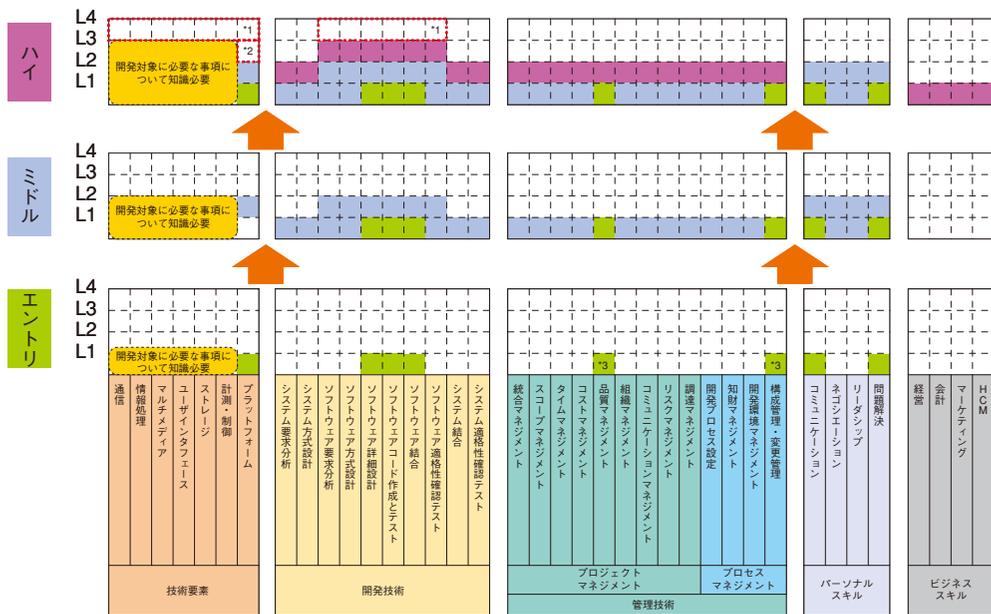


図F2.19 ソフトウェアエンジニアの概要

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"> ●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 ●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 ○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 	<ul style="list-style-type: none"> ●技術要素 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		<ul style="list-style-type: none"> ●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

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F2.20 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ものではありません

図F2.21 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)を自作できるスキルが必要
- 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

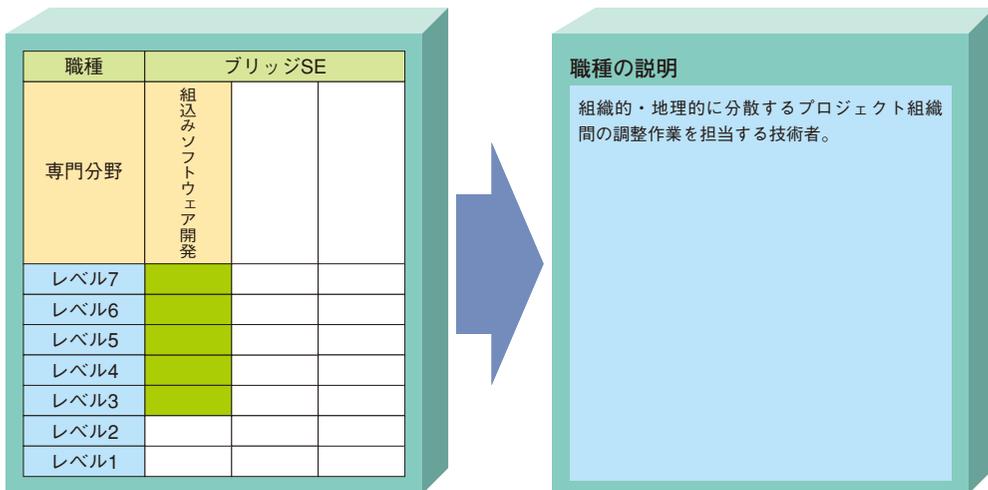
【管理技術】

- 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を、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および管理を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
- 後進の指導者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

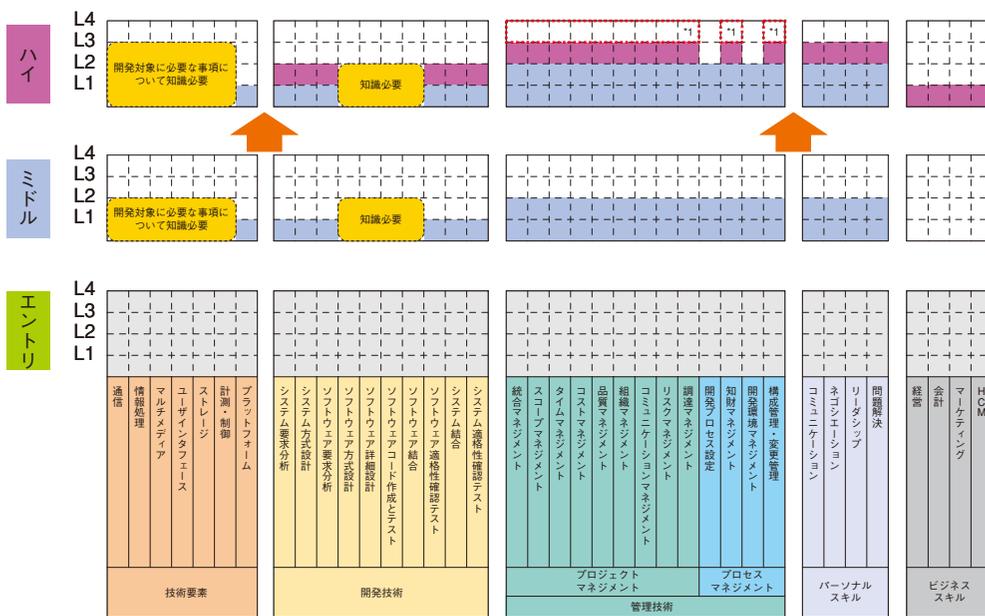


図F2.22 ブリッジSEの概要

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"> ●技術要素 専門技術、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 ●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 ○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 	

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F2.23 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F2.24 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が望ましい

【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

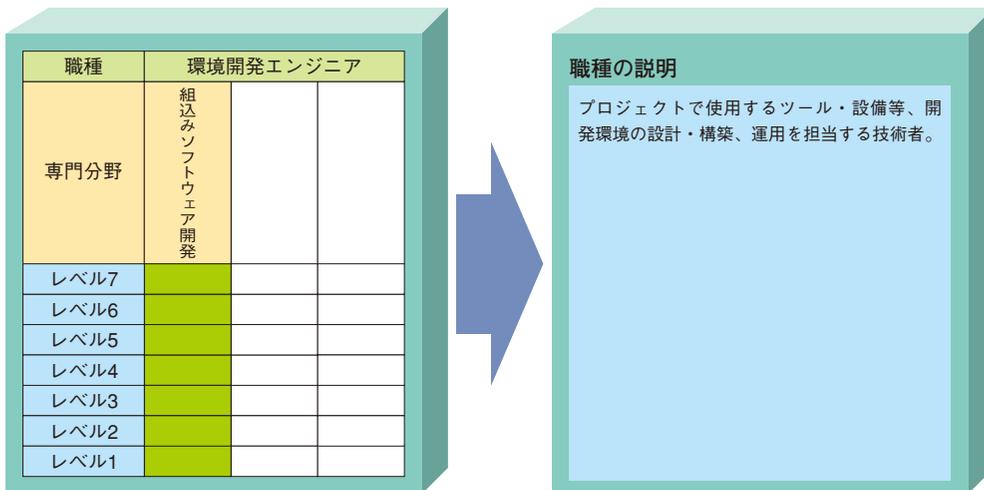
【パーソナルスキル、ビジネススキル】

- 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上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

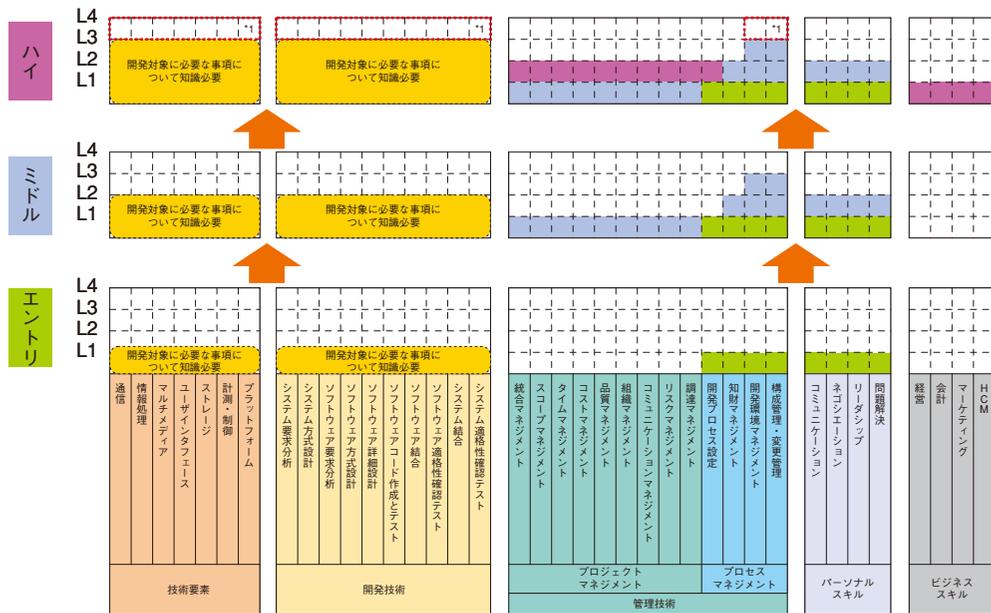


図F2.25 開発環境エンジニアの概要

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F2.26 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F2.27 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上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

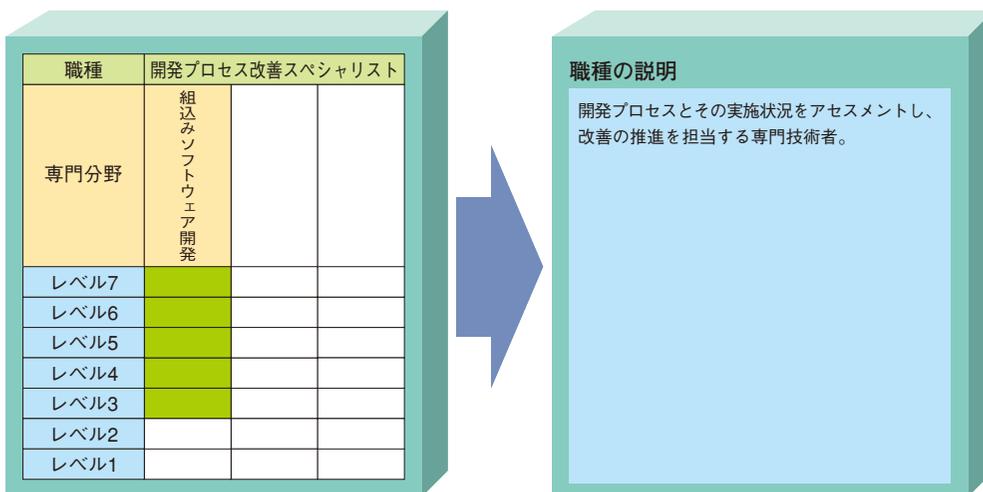
【管理技術】

- 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

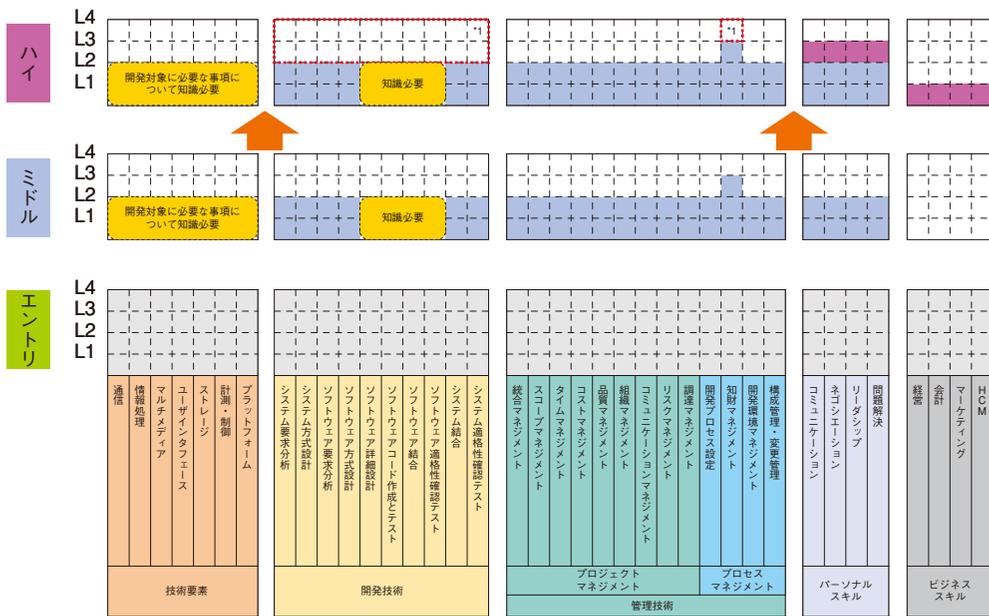


図F2.28 開発プロセス改善スペシャリストの概要

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"> ●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 ●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 ○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 	

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F2.29 開発プロセス改善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F2.30 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、改善する上で対象となる開発技術に関する知識が必要

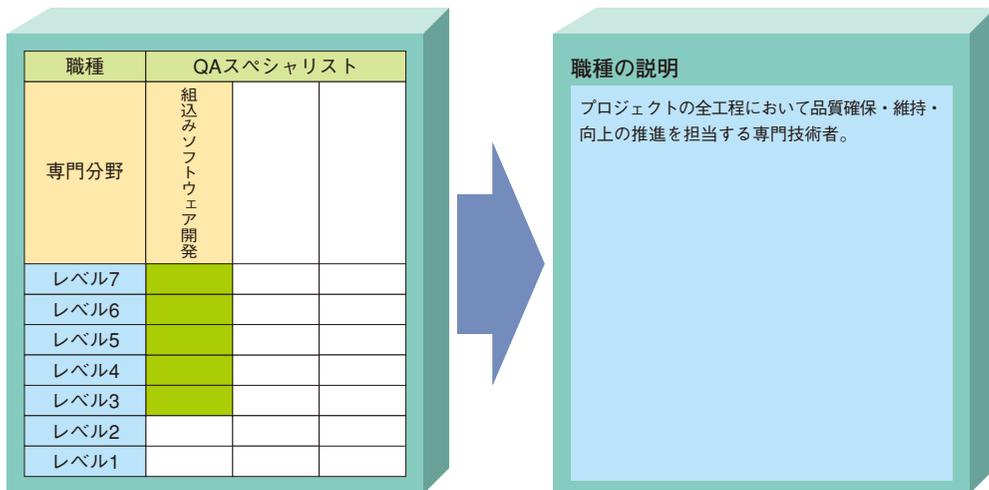
【管理技術】

- 組織およびプロジェクト全体に関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、定量化技術など
- ソフトウェア開発プロセスとテ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（メトリックス）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
- 教育開発および実施のスキルが必要

3.9 QA スペシャリスト



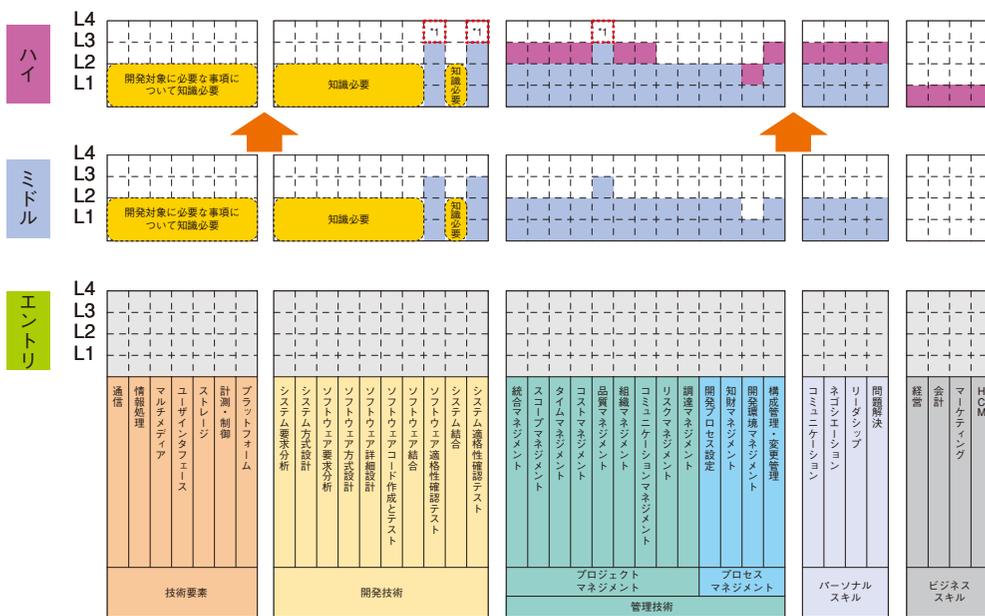
図F2.31 QAスペシャリストの概要

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"> ●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 ●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 ○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 	

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F2.32 QAスペシャリストのスキル領域

付録
2
 キャリア基準 (Version 1.1)



*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F2.33 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

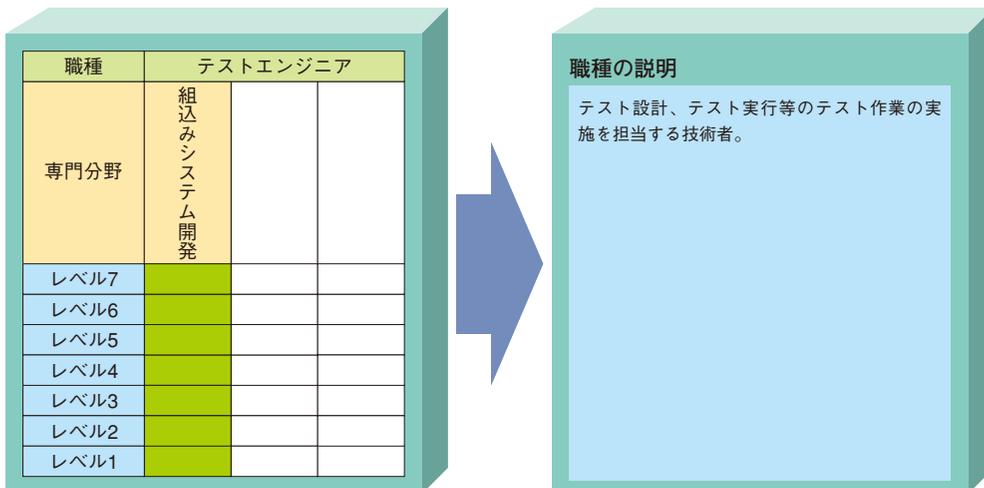
【管理技術】

- 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

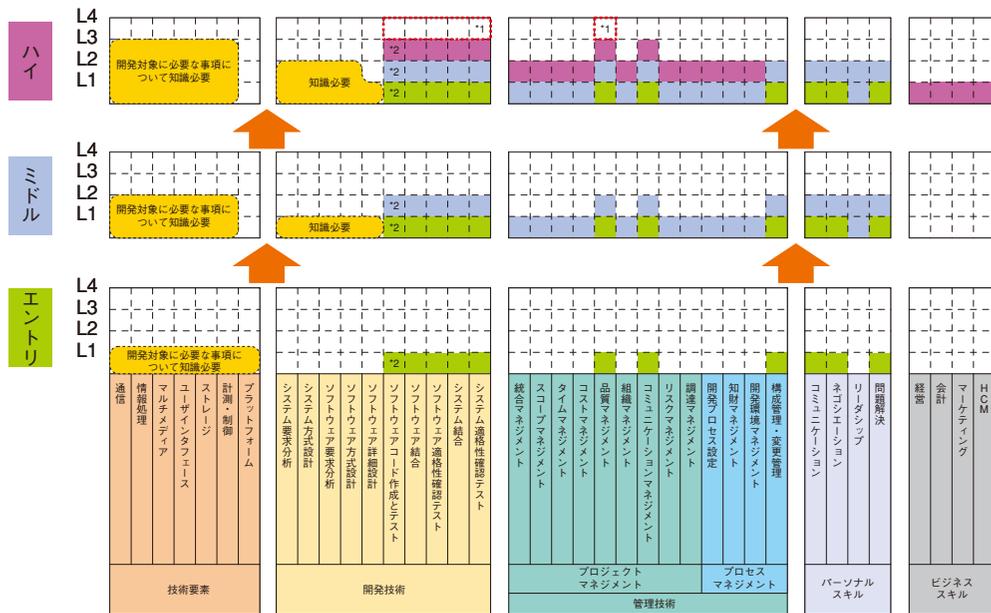


図F2.34 テストエンジニアの概要

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"> ●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 ●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 ○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 	

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F2.35 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のではない

図F2.36 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

リスキルは必要

——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上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を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

Appendix: 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、プロダクトおよ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

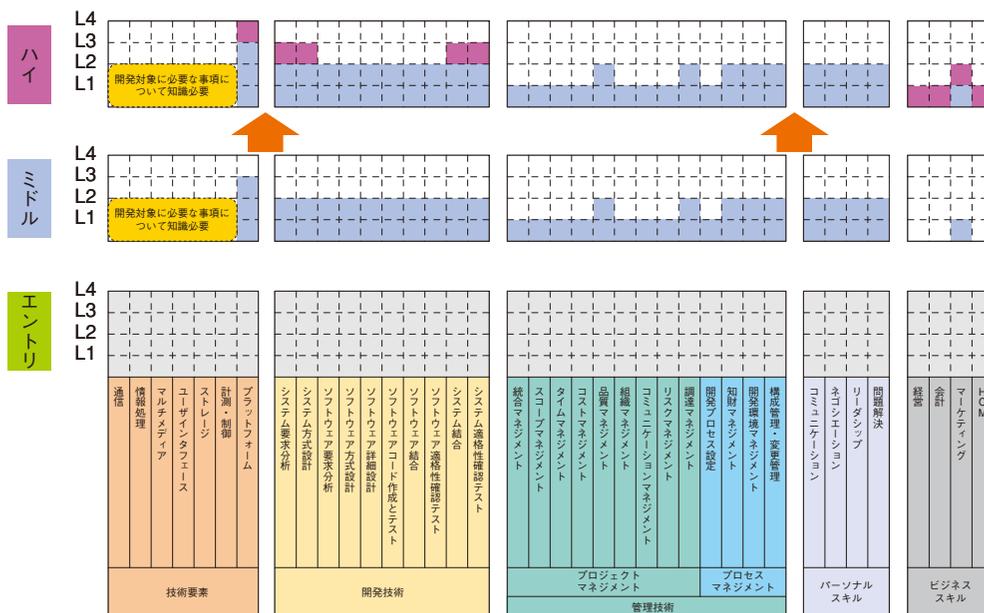
画像処理：技術要素の1つ、システムやアルゴリズムが主対象

プリンタ：プロダクトの1つ、システムが主対象

ETSS 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、適用するシステムの特性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F2.37 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

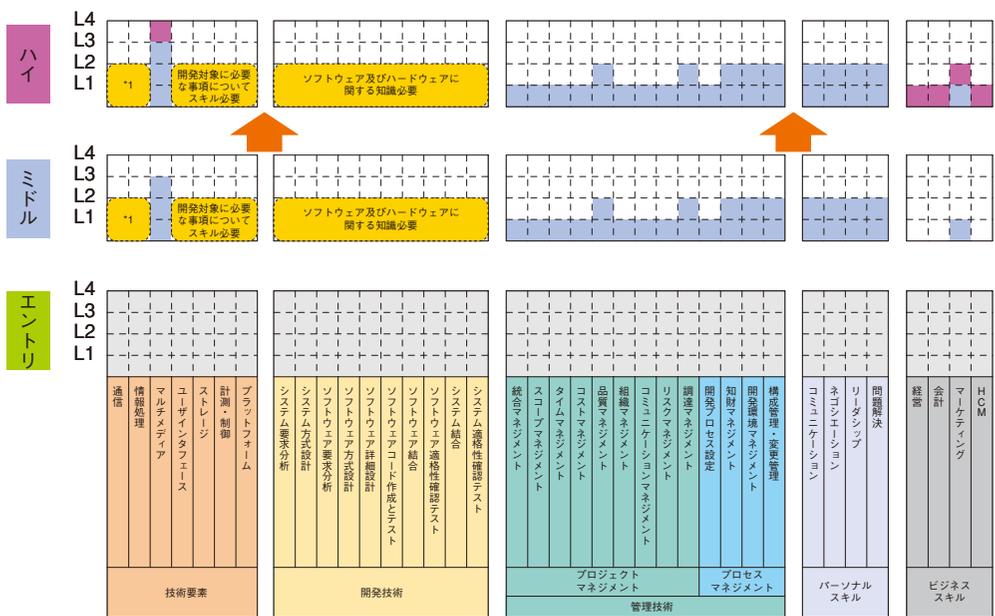
【パーソナルスキル、ビジネススキル】

- 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。



*1: 開発対象に必要な事項についてスキル必要

※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のではない

図F2.38 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、およ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

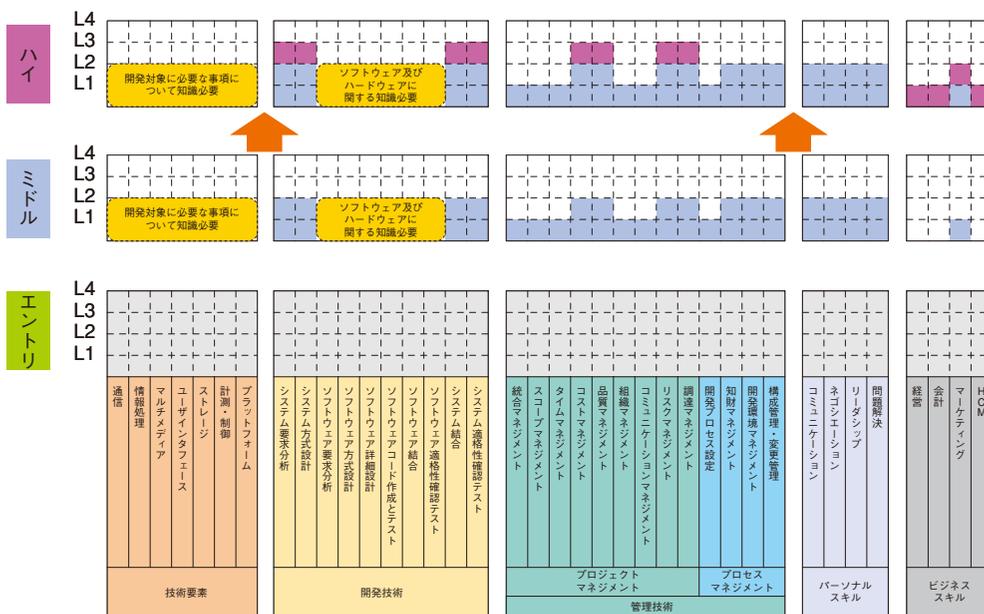
【パーソナルスキル、ビジネススキル】

- 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つであ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でいえば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には通信や画像処理、メカトロニクス制御など複数の技術要素のスキルおよ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ては、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。



※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F2.39 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】

- 技術およ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	スキル標準 キャリア基準 V1.0	全般	初版(2006年3月)	
2	スキル標準 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、およ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	

付録 3

教育研修基準 (Version 1.1)

I . 概要	148
II . 教育プログラムフレームワーク	152
III . 組み込みシステム開発未経験者向け教育プログラム	174
Appendix1: 改訂概要	189
Appendix2: IT スキル標準研修ロードマップとの相関	192

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。

ETSS 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*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。

* 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」に変更されました。

ETSS 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とする。

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（モノサシ）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。そのために、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が乖離し、本来の教育目標に到達することを困難にした。

同様な理由で、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できる。

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、構造や仕組みを組み込みスキル標準 (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。

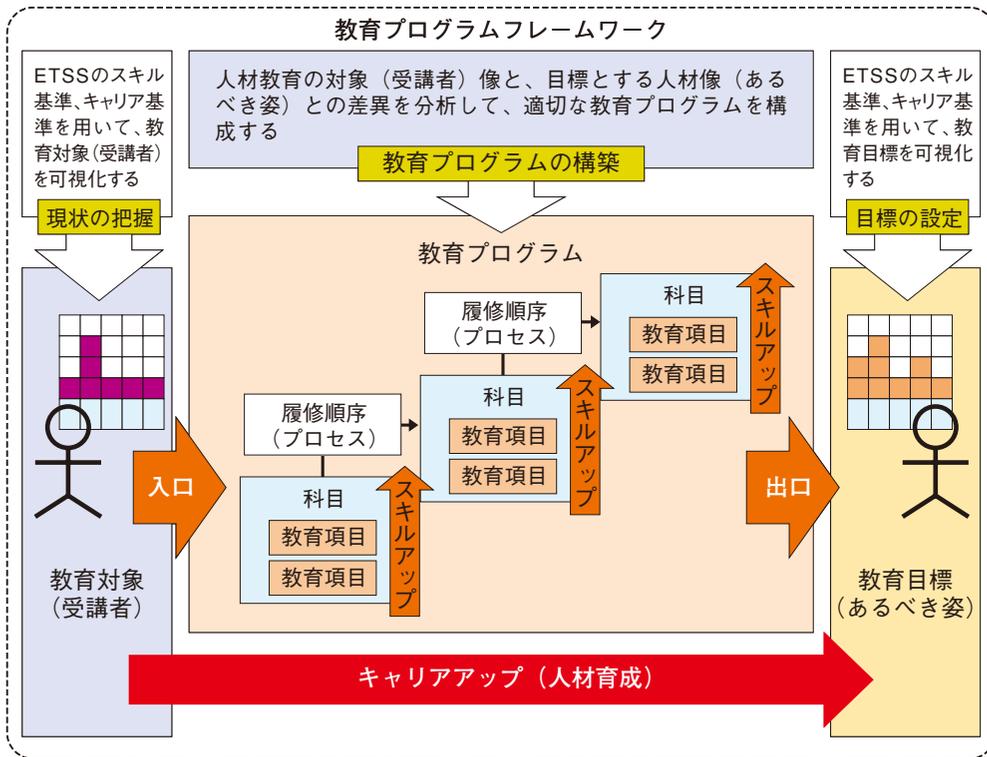
「入口」：教育プログラムが育成の対象(受講者)とする人材像

「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様に、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

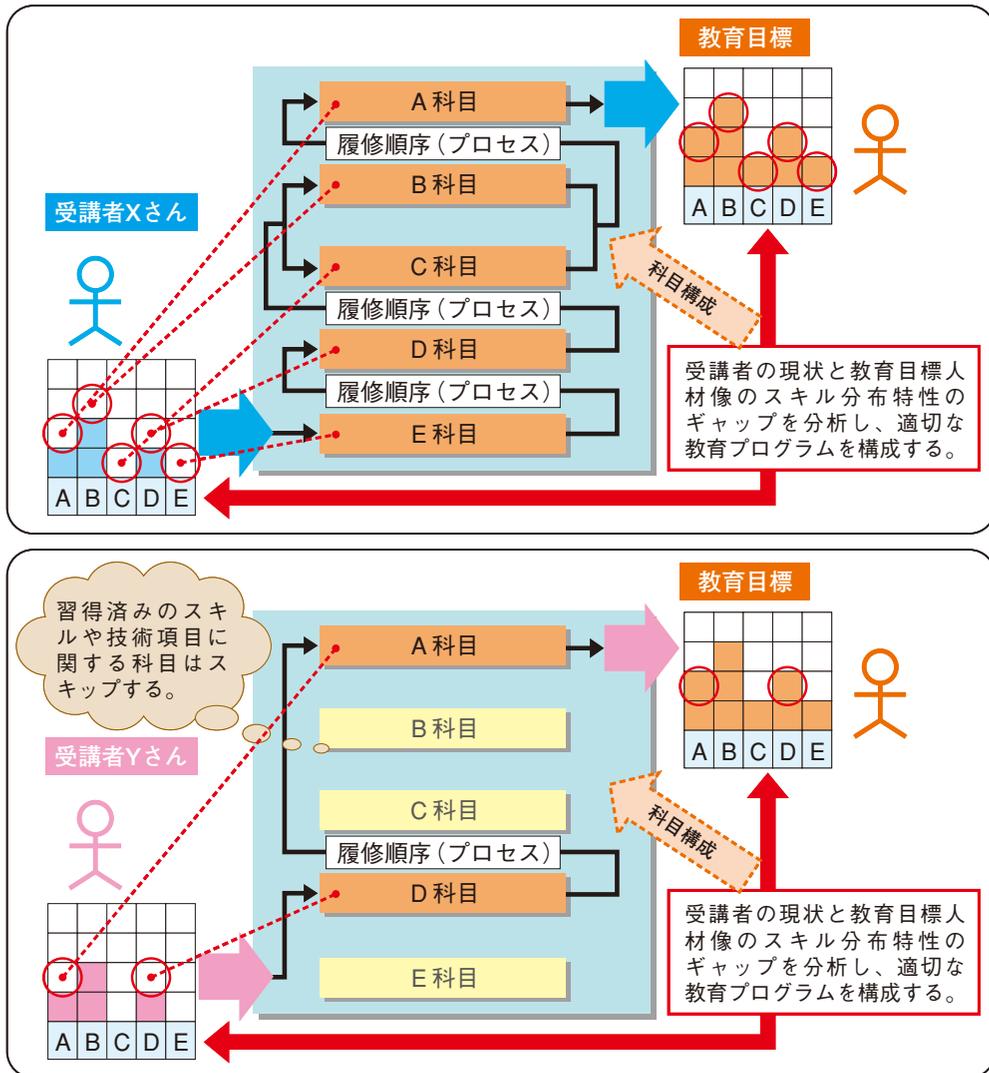
組込みスキル標準(ETSS)の教育研修基準では、教育プログラムを、『教育対象とする人材(受講者)を、目標とする人材像(あるべき姿)へ育成するために、必要となる科目と適切な履修順序の組み合わせ』と定義する。

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

必要なものを定量的に分析し、教育を実施する。



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

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合わせて構成する。

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。

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。

付録
3
教育研修基準 (Version 1)

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

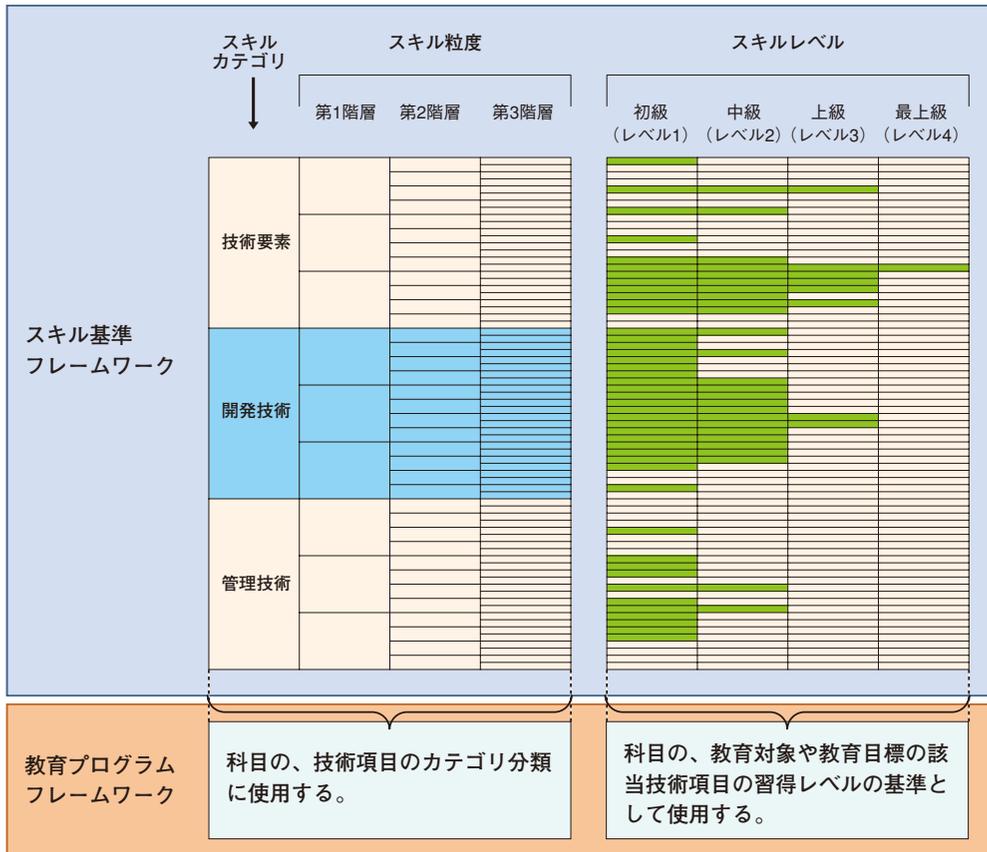
組込みスキル標準(ETSS)の教育プログラムフレームワークでは、科目の定義を『特定の技術分野に対する知識やスキルを習得するために、必要となる教育項目の組み合わせ』とする。

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ることで実現する。

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ることで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	—	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

科目の教育対象およ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。

科目分類の定義を表 F3.1 に示す。

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 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)	作業を分析し改善・改良できる 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)	自律的に作業を遂行できる 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)	支援のもとに作業を遂行できる 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

表 F3.1 科目の教育レベル

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。

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。

表 F3.2 科目の実施形態一覧

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上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とおりである。

- 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。

<教育目標の人材像の行動イメージ例>

- 組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。

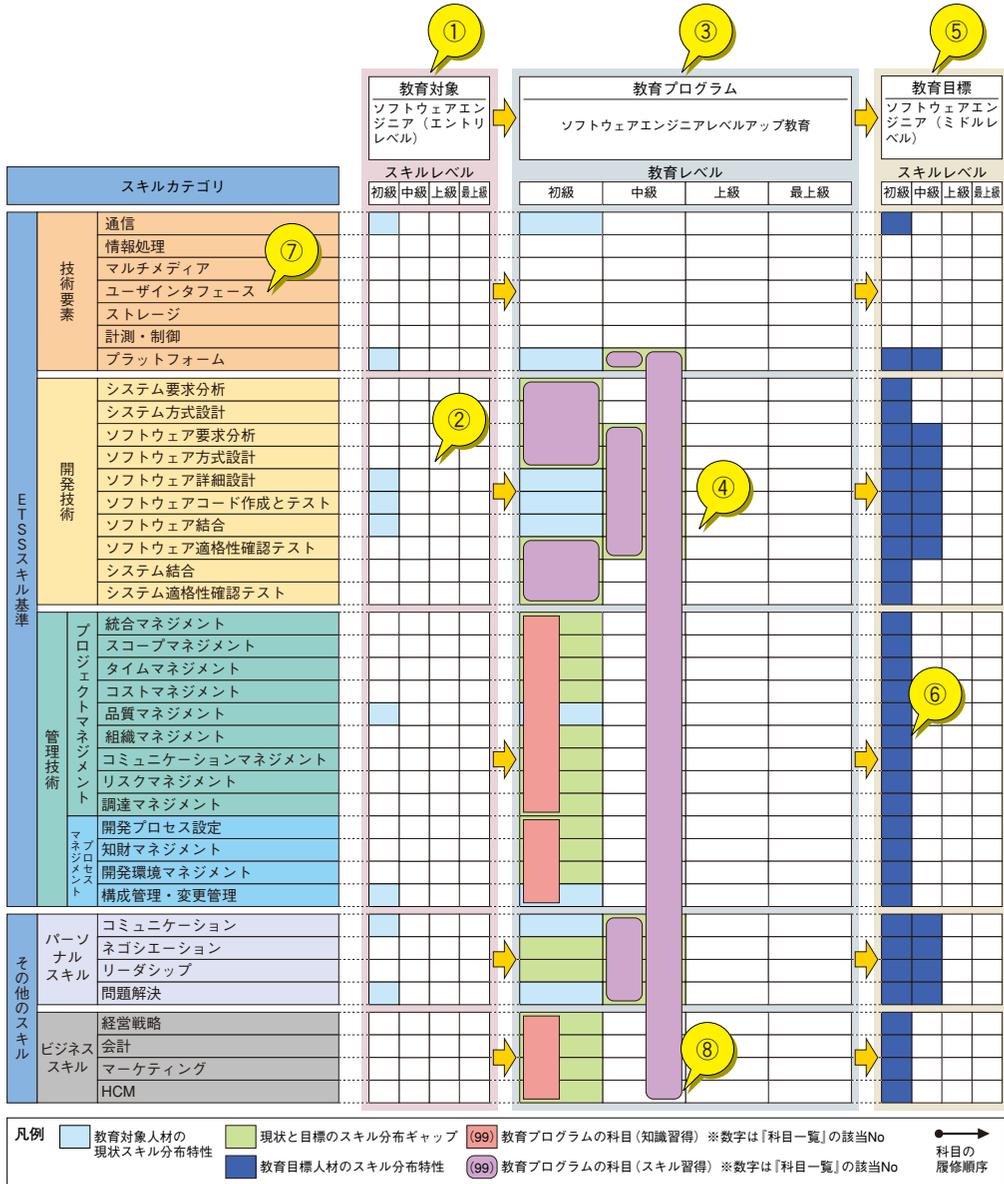
3.2.2 科目体系図

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



付録
3
教育研修基準 (Version 1)

記述項目

「科目体系図」で記述すべき項目は次のとおりである。

- 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とおりである。

- **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。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」（161 ページ）などを参考に選択を行う。

* 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。

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)

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()		
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

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とおりである。

- 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」(160 ページ)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の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*。

- * 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。

・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」(161 ページ)などを参考に選択を行う。

- * 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。

・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*。

- * 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。

・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。

- * 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。

• 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*。

* 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)

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とおりである。

- 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*。

* 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。

- 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。

Ⅲ 組込みシステム開発未経験者 向け教育プログラム

ETSS 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し、画一的に標準化が難しい事項(178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

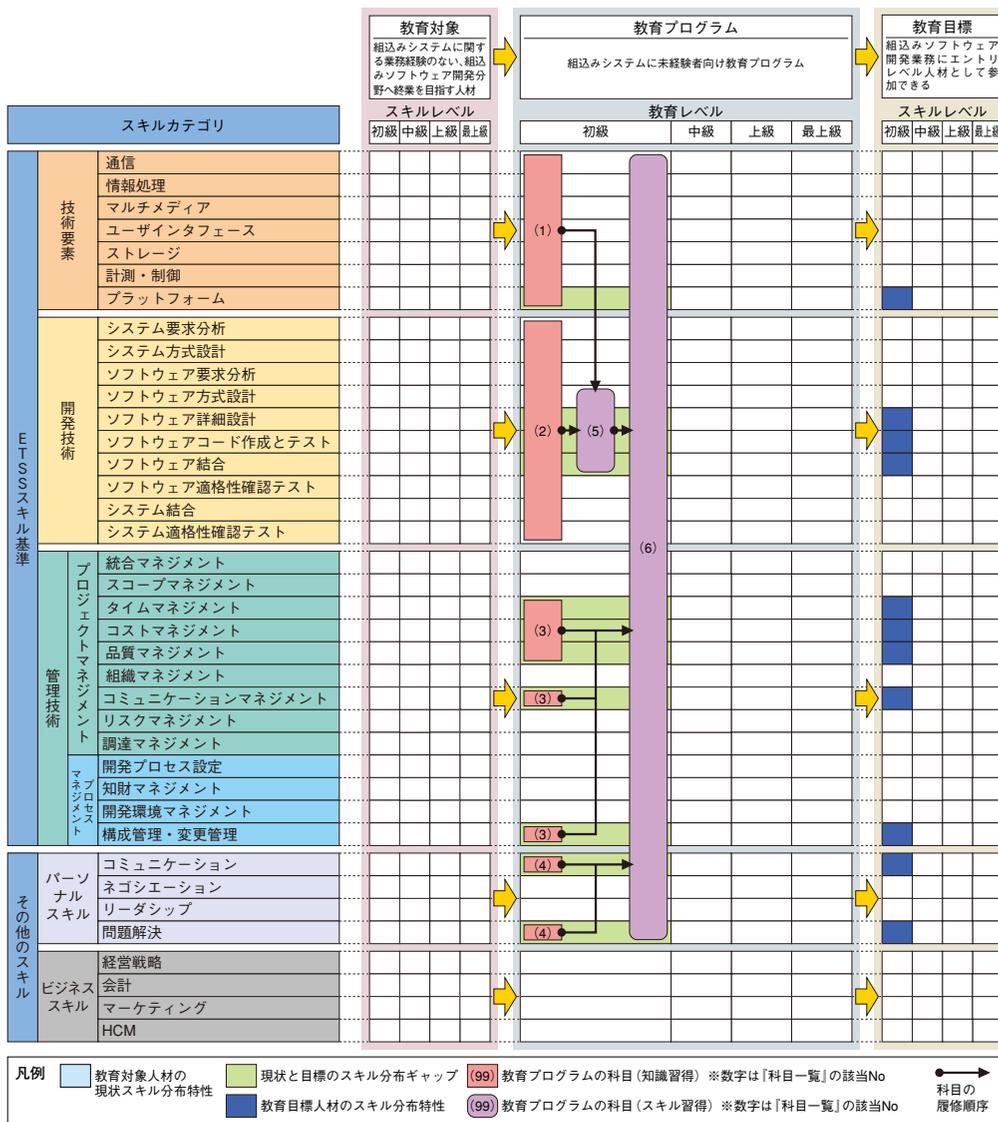
未経験者向け教育プログラムでは、ETSSのスキル基準およびキャリア基準で定義されたスキル項目に関連付けられた範囲を対象としている。組込みソフトウェア分野だけではなく社会人として全般的に必要とされる、ビジネスマナーや技術者(社会人)倫理、コンプライアンス遵守などは教育項目として含まれていない。これらは、別途必要に応じて追加を行うものとする。

ETSS 2. 教育プログラム

2.1 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。 ●組込みソフトウェア開発関連企業に就職した新入社員 ●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 ●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 ●その他、組込みソフトウェア開発分野参入を目指す人材
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。 ●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 ◆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 ◆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 ◆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 ◆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 ◆プロジェクトで使用する構成管理および変更管理のツールや手順を指導のもと実施できる ◆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

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	
6	組込みソフトウェア開発プロジェクト演習	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 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 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 パーソナル 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

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					
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
	理化学系出力						外部出力装置 アクチュエータ

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				
技術要素	プラットフォーム	プロセッサ	MPU 周辺技術			
		基本ソフトウェア				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			

※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

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			
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	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
		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		
	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		
	ソフトウェア方式設計	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		
ソフトウェアコード作成とテスト	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			
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			
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			
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			
システム結合	テスト項目抽出とテスト手順の決定およびレビュー	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			
		バグ管理ツール			
		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			
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	
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に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。 ●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 ●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 ●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 ●開発チームが使用する構成管理および変更管理のツールや手順を指導のもと実施できる 【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"/> 口頭試験	<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

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			
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	コストマネジメント		
		係数モデル見積り			
		ボトム・アップ見積り			
		コスト実績測定			
		コスト管理ツール			
	品質マネジメント				
	便益・費用分析	品質マネジメント			
	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				
傾向分析					
品質監査					

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	コミュニケーションマネジメント	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。 ●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 ●担当作業に関し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 【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	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

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	-	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		
	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)」および「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

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					
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				
			プラットフォーム			基本ソフトウェア	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
							オブジェクト指向設計 構造化設計 データ中心型設計
	ソフトウェア方式設計	ソフトウェア構造の設計					
	ソフトウェア詳細設計	ソフトウェアの詳細設計		アーキテクチャ設計 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	開発支援ツール		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 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 ソフトウェア結合テストの実施	テスト技術 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。 ●技術要素(初級) ●開発技術(初級) ●組込みプログラミング演習(初級) ●管理技術(初級) ●パーソナル(初級)			
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 ●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 ●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 ●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 ●プロジェクトで使用する構成管理および変更管理のツールや手順を指導のもと実施できる ●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 【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

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			
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		
	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)	システムの構成と方式		
			システムの応用		
			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		
	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			
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	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	
	設計手法	開発支援ツール	オブジェクト指向設計		
			構造化設計		
			データ中心型設計		
	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			

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	ソフトウェアコード作成とテスト	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		
	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		
	ソフトウェア結合	ソフトウェア結合テスト仕様の設計	デバッグ技術		
		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		
	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	デバッグ技術		
			テスト技術		
		ソフトウェア適格性確認テストの実施	組込みシステムテスト技術		
			デバッグ技術		
	システム結合	テスト項目抽出とテスト手順の決定およびレビュー	計測機器(ロジアナ、オシロスコープ)		
			ハードウェア要求仕様書		
		システム結合テストの実施	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	バグ管理ツール		
バグ管理ツール					
システム適格性確認テストの実施		実機テスト			
		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	計測機器(ロジアナ、オシロスコープ)		
			バグ管理ツール		
			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		
	品質マネジメント	コストマネジメント	バグ管理ツール		
			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		
			バグ管理ツール		
コミュニケーションマネジメント	品質マネジメント	不具合管理票			
		バグ管理ツール			
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	バグ管理ツール			
		バグ管理ツール			

付録
3
教育研修基準(Version 1)

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			
管理技術	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		
パーソナル	コミュニケーション	-	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		
パーソナル	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。

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) 科目構成およ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) 体系およ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」のとおりである。

Version1.0 ドキュメント名称	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。

表 F3.3 ドキュメントの相関

(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。

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

表 F3.4 用語の相関

2. 教育研修基準 Version1.0 から Version1.1 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) 科目構成およ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」のとおりである。

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	

表 F3.5 Version1.0とVersion1.1の科目構成相関

(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

Appendix2: ITスキル標準 研修ロードマップとの相関

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	○	○		システムの開発環境
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	○	○	●	ネットワーク技術の理解と活用
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	○	○		データベース技術
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	○	○	●	標準化
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	○	○		監査
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	○	○		セキュリティとプライバシー

No	ITSS		事前履修 研修項目	研修項目
	IT基本1	IT基本2		
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	○	○		情報化と経営
043	○	○		情報戦略
044	○	○		企業会計
045	○	○		経営工学
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	○	○	●	リーダーシップ
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	○	○	●	コミュニケーション(2Way)
063	○	○	●	対話およ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

No	ITSS		事前履修 研修項目	研修項目
	IT基本1	IT基本2		
068	○			コミュニケーション(情報伝達)
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	○			文書表現およ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	○			コミュニケーション(情報処理)
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	○			ネゴシエーション
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	○			システムプラットフォーム技術
087	○			オペレーティングシステム技術の活用と実践
088	○			インターネット技術
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
094	○		●	活用
095	○			プラットフォーム技術
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	○		●	プログラミング技術
104	○		●	各種プログラミング言語技術の活用と実践
105	○			テスト技法
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

No	ITSS		事前履修 研修項目	研修項目
	IT基本1	IT基本2		
112	○			デバッグ技法
113	○			デバッグツールの活用と実践
114	○		●	再利用手法
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	○			セキュリティシステムの実装、検査
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	○		●	設計手法
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	○			外部設計
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	○			内部設計
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	○		●	オブジェクト指向開発
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	○			技術要件分析
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	○		●	プログラミング言語、マークアップランゲージ
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

No	ITSS		事前履修 研修項目	研修項目
	IT基本1	IT基本2		
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		○		開発環境設計
161		○		開発環境要件の定義
162		○		プラットフォーム選定
163		○		プログラム設計
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		○	●	開発手法
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		○	●	開発支援ツール
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
180		○	●	デバッガ
181		○	●	シミュレータ
182				
183				

No	ITSS		事前履修 研修項目	研修項目
	IT基本1	IT基本2		
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				

用語解説

ここでは、組込みスキル標準 (以降ETSSと略す)において特徴的に使用され、またキーとなる用語の解説をする。

ETSS 1. スキル、技術、キャリア

ETSS では、「スキル」「技術」「キャリア」に対して、それぞれ明確に定義することでその違いを峻別し、使い分けを行っている。

1.1 技術

ETSS における技術とは、要求に対する結果を導くために、経済原則（コスト条件など）を満足するように手順化・体系化された再現可能な工程（プロセス）のことである。

技術は明示的に知識化することが可能であり、文書や製品あるいは教育などの手段によって不特定多数の人に伝達することが可能であるという特性を持つ。つまり技術は、客観的に検証できる工学として成立するものである。

1.2 技術力

「あの会社は技術力がある。」といったように、一般的に技術力という用語が使われるが、ETSS における技術力とは、技術そのものを、「開発」「改善」「革新」「実現」できる能力である。

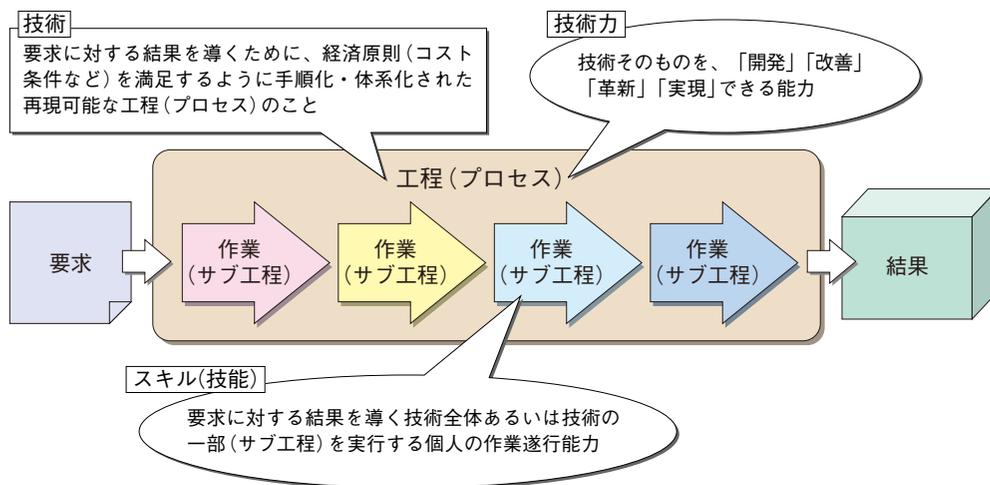
技術は要求から結果を導き出すための工程（プロセス）であり、技術力とは、その工程自体を新たに創出したり改善改良したりできる能力であり、いわゆる「技術革新（イノベーション）」を推進する力ともいえる。

1.3 スキル（技能）

ETSS におけるスキルとは、要求に対する結果を導く技術全体あるいは技術の一部（サブ工程）を実行する個人の作業遂行能力である。

スキルは個人に依存するものであり、言語化あるいは機械化された知識だけでは伝達できない特性がある。スキルは技術を活用する訓練を含む経験の積み重ねから個人の中に熟成されていくものである。

つまり技術を活用できるスキルを伝承させるためには、個人から個人への繰り返しの訓練とそのための環境を提供する必要がある。



図Y1-1 スキル(技能)と技術力

1.4 技術者と技能者

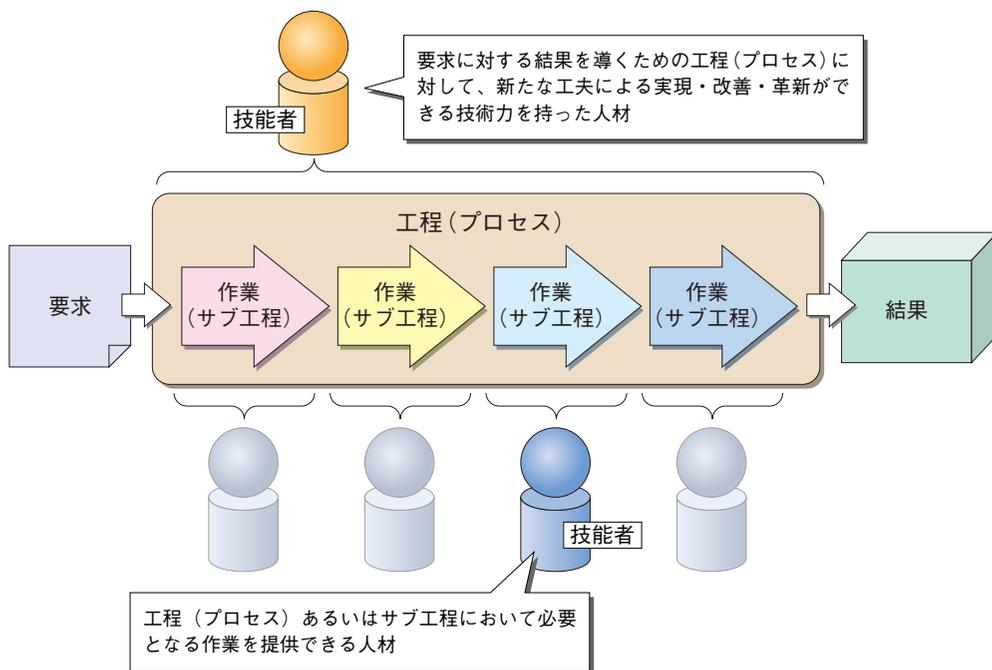
ETSS では、技術者と技能者を以下のように定義している。

【技術者(Engineer)】

要求に対する結果を導くための工程(プロセス)に対して、技術、技能(スキル)、経験などを駆使して、新たな工夫による実現、改善、革新ができる技術力を持った人材。

【技能者(Technician)】

工程(プロセス)あるいはサブ工程において必要となる作業を提供できる人材。



図Y1.2 技術者と技能者

製品開発実務において、技術として安定した既存の工程や作業 (サブ工程) は技能者でも実現可能である。しかし、より高い要求品質に応えるために既存技術を改善したり、技術革新 (イノベーション) を起こし組織や業界をリードしたりするのは技術者である。ただし、両者を二律背反的な人材と見るのではなく、1 人の人材が技術者の顔と技能者の顔を持つと考えるべきである。

1.5 スキル分布

ETSS では、その技術項目ごとにその技術を活用できる習熟度を 4 段階で評価する。したがって、スキルの評価は分布となることに注意されたい。スキルは分布で表現されるものであって、1 個の値で表現されるものではない。

1.6 キャリア

ETSS では、「キャリア基準」を、組込みソフトウェア開発に関する職種名称とその職掌を定義するものである。

1.7 職種と専門分野

ETSS キャリア基準では、組込みソフトウェア開発分野における人材の育成や有効活用を実現するために、エンジニアリング的な観点で、関係する主な職種と専門分野を分類し、職掌や責任などの各種定義を行っている。

キャリア基準 Version1.1 では、職種と専門分野を図 Y1.3 のように定義している。

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
	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 ツ ト フ ォ ー ム 開 発	組 込み ア プ リ ケ ー シ ョ ン 開 発	組 込み ア プ リ ケ ー シ ョ ン 開 発	組 込み プ ラ ツ 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	組 込み ソ フ ト ウ ェ ア 開 発	組 込み シ ス テ ム 開 発	
ハイレベル	レベル7													
	レベル6													
	レベル5													
ミドルレベル	レベル4													
	レベル3													
エントリレベル	レベル2													
	レベル1													

図Y1.3 ETSSキャリア基準における職種／専門分野とキャリアレベル定義

1.8 責任

ETSS 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が担うべき責任を各々に明示している。具体的な活動領域を提示することは、職種の活動領域を限定してしまう弊害があるため、あえて責任の範囲を明示し、柔軟かつ現実的な職種が担うべき職掌を表現することとした。

ETSS キャリア基準では、キャリアレベル評価を、職種／専門分野の責任範囲に対するビジネスやプロフェッショナルの貢献の度合いとしている。

このように、ETSS のキャリア基準は、職種の職掌やキャリアレベルの評価観点として、職種ごとに定義された「責任」を中心としている。先行する IT スキル標準を踏まえた形で7段階のキャリアレベルを設定している。

1.9 パーソナルスキルとビジネススキル

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の創出に応じた貢献の度合いとしており、これらの貢献を実現するためには、コミュニケーションやネゴシエーションといったパーソナルスキルや、経営や会計、マーケティングといったビジネススキルなどが求められる。このため ETSS キャリア基準では、スキル基準の3つのスキルカテゴリ（「技術要素」「開発技術」「管理技術」）以外にビジネススキルとパーソナルスキルを定義している。

1.10 スキル分布とキャリア

ETSS キャリア基準では、人材育成や人材活用を実現するための参考情報として、職種の3段階のキャリアレベル（「エントリーレベル」「ミドルレベル」「ハイレベル」）ごとに必要なスキル分布特性を明示している。

ETSS キャリア基準スキル分布特性で提示されている情報は、必要条件であり、該当職種のキャリアレベルの十分条件ではない。

スキル分布特性では、図表として視覚的に表現できる領域に限界があるため、それを補うために補足説明を記述している。



2. 教育プログラム

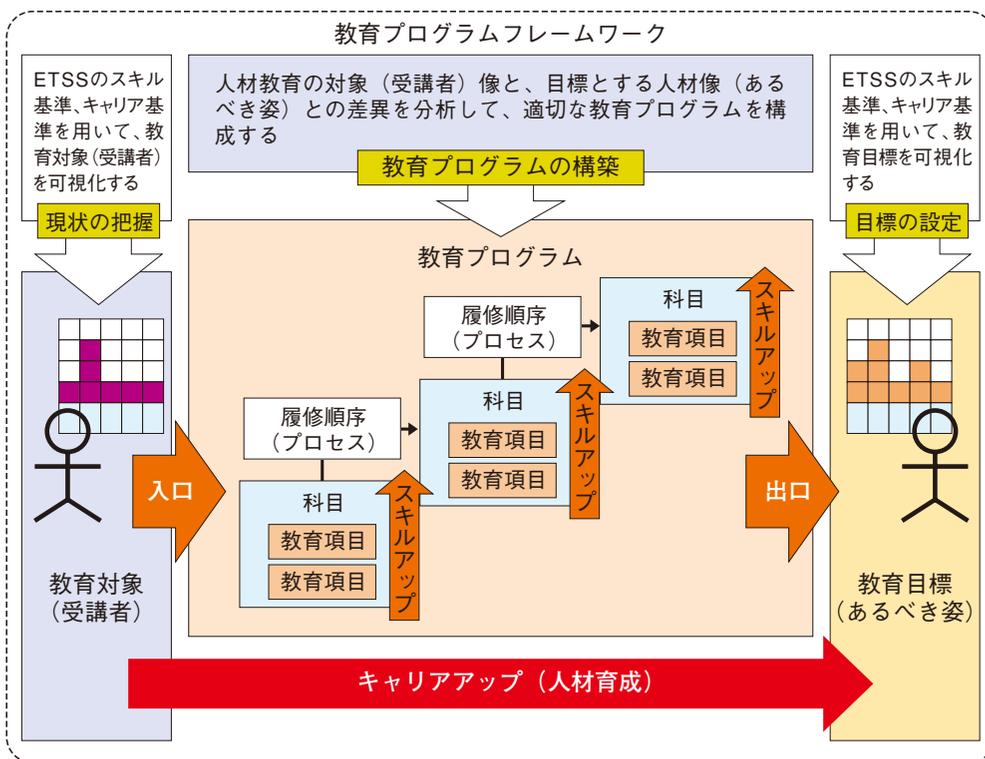
ETSSにおける「教育研修基準」は、組込みソフトウェア開発分野における人材育成を実現するための、教育や訓練などの構造や仕組みである。

ここでは、ETSSの教育研修基準に関連する用語を中心に解説する。

2.1 教育プログラムフレームワーク

これまで、人材育成や教育に関する用語や定義は様々なものが存在し、教育内容の可視化や教育科目の共有を行う際に、範囲や水準の共通認識を得るのが困難であった。こうした背景を受けて、ETSS教育研修基準における教育フレームワークは、組込みソフトウェア開発分野の人材育成を実現するために必要な教育手段の構造を明確にしたものである。

教育プログラムフレームワークを活用して、ETSSスキル基準やキャリア基準に対応したスキルアップやキャリアアップ実現を目的とした教育プログラムが構築できるよう策定されている。



図Y2.1 ETSS教育研修基準の教育プログラムフレームワーク構成要素

2.1.1 教育プログラム

ETSS教育研修基準における教育プログラムとは、育成の対象となる人材（受講者）を、教育目標とする人材像（あるべき姿）へ育成を実現するために必要となる教育の体系である。教育プログラムは、1つ以上の科目で構成され、それぞれの科目を効率的に履修できるようガイドしている。

教育プログラムは教育対象となる人材のスキルや知識の習得状況や、教育目標として習得を目指すスキルや知識の領域やレベルに合わせて適切に科目を選択するか、それらを組み合わせることにより構成をカスタマイズすることができる。

2.1.2 科目

ETSS の教育プログラムフレームワークでは、科目とは、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している。

なお、ここでの教育項目とは、教育や訓練で習得すべき技術項目である。

2.2 未経験者向け教育プログラム

ETSS 教育研修基準では、組込みソフトウェア開発未経験者を育成の対象とした、「組込みソフトウェア開発未経験者向け教育プログラム」を提示している。

組込みソフトウェア開発未経験者を対象とする教育プログラムが普及することにより、組込みソフトウェア開発の入門技術者のレベルアップや、他分野から本分野への技術者のマイグレーションの際などに活用されることが期待される。

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	

*：パルプ、メタリック、蛍光インキを除く

組込みスキル標準 ETSS 概説書 [2008年度版]

2008年5月19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 凸版印刷株式会社

©2008 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。

ISBN978-4-7981-1735-5

Printed in Japan

