

組込みスキル標準

ETSS[®] 2007

2007年6月

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

経済産業省

I. 概要	3
1. 本ドキュメントの位置づけ.....	3
2. 本ドキュメントの構成.....	3
II. 組込みスキル標準(ETSS)とは	4
1. 組込みスキル標準の概要.....	4
2. 組込みスキル標準の必要性.....	4
3. 組込みスキル標準の構成.....	5
4. スキルレベルとキャリアレベルの考え方.....	6
4.1. スキルレベル評価の考え方.....	6
4.2. キャリアレベル評価の考え方.....	7
5. 組込みスキル標準に期待される効果.....	8
5.1. 個人における利活用.....	8
5.2. マネージャ/リーダーにおける利活用.....	8
5.3. 経営者における利活用.....	8
III. 用語解説	10
1. スキル、技術、キャリア.....	10
1.1. 技術.....	10
1.2. 技術力.....	10
1.3. スキル(技能).....	10
1.4. 技術者と技能者.....	11
1.5. スキル分布.....	12
1.6. キャリア.....	12
1.7. 職種と専門分野.....	12
1.8. 責任.....	13
1.9. パーソナルスキルとビジネススキル.....	13
1.10. スキル分布とキャリア.....	13
2. 教育プログラム.....	14
2.1. 教育プログラムフレームワーク.....	14
2.2. 未経験者向け教育プログラム.....	15

I. 概要

本ドキュメント(組込みスキル標準 ETSS2007)の概要として、ドキュメントの位置づけと構成を記す。

1. 本ドキュメントの位置づけ

組込みスキル標準(Embedded Technology Skill Standards:以降 ETSS と略す)は、経済産業省組込みソフトウェア開発力強化推進委員会によって2005年5月に策定された。ETSSは「スキル基準」「キャリア基準」「教育研修基準」によって構成される。

本ドキュメントは、ETSSの概要や、全体共通事項について説明するものである。

2. 本ドキュメントの構成

本ドキュメントは以下の章で構成されている。

I 概要

本ドキュメントの位置づけや構成について概要を説明する。

II 組込みスキル標準(ETSS)とは

組込みスキル標準(ETSS)に関する、必要性や構成などの全体的な基本事項の説明を行う。

III 用語解説

組込みスキル標準(ETSS)の中で使用される主要な用語に関する解説を行う。

II. 組込みスキル標準(ETSS)とは

組込みスキル標準(ETSS)は、組込みソフトウェア開発力強化を目的とし、組込みソフトウェア開発に関する、最適な人材育成や人材の有効活用を実現するための指標や仕組みを規定するものである。

1. 組込みスキル標準の概要

組込みスキル標準は、組込みソフトウェア開発力強化を目的として組込みソフトウェア開発力強化推進委員会のスキル標準領域内の「スキル基準部会」「キャリア開発部会」「教育部会」の3部会を中心に検討を進めている。

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

これらの構成は、各々その構成をスキル基準のスキル項目で関連性をもたせて、全体的な整合を図っている。

2. 組込みスキル標準の必要性

産業向け機器をはじめ、自動車、携帯電話、家電製品など、我々を取り巻く様々な分野の電子機器に横断的に搭載され、その機能の中核を担っている組込みソフトウェアは豊かな社会と、その安全と安心を支える重要な柱の一つとなっている。

企業では、製品差別化のため組込みシステム製品に対する多機能化、高性能化の要求を高めている。一方で、組込みソフトウェアの大規模化、複雑化などが進み、加えて製品開発競争の激化による開発期間の短縮、低コスト化、絶え間のない新技術への取組み等も合わせて要求されている。その結果、組込みソフトウェア開発が必要とする人材リソースについて慢性的な不足が生じている。

製造業の他の職種などと比較してみても、組込みソフトウェア開発技術者の労働時間は長いことが「組込みソフトウェア産業実態調査報告書」の結果も示している。このことから、人材リソースの不足を技術者の勤勉さや熟練度に頼っている状況が垣間見える。

組込みソフトウェア開発力をこれまで以上に強化するためには、組込みソフトウェア開発に関する人材の育成や有効活用の推進が必要となる。このような人材の育成や有効活用の際に産業横断的に必要となる指標が、これまで組込みソフトウェア開発分野には無かった。

組込みスキル標準は、人材育成や人材有効活用のための指標として「スキル基準」「キャリア基準」「教育研修基準」の3つの構成要素で規定されている。

3. 組込みスキル標準の構成

組込みスキル標準は、組込みソフトウェア開発に関するスキルを中心とした、人材育成や人材活用などに関する要素を合わせて以下のような3つの部分で体系的に整理分類されている。

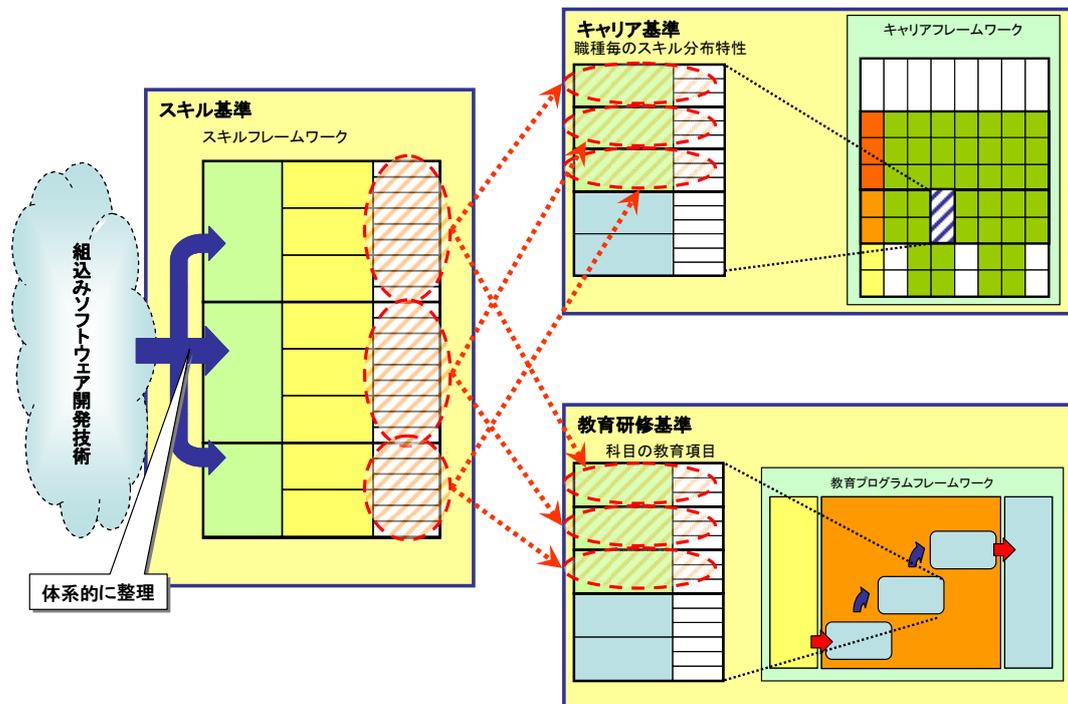


図 4.1-1 組込みスキル標準 (ETSS) の構成

- スキル基準 組込みソフトウェア開発スキルを体系的に整理する
- キャリア基準 組込みソフトウェア開発に関わる職種／専門分野を定義する
- 教育研修基準 組込みソフトウェア開発の人材育成を実現するための教育や訓練に関する構造や仕組みを定義する

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／専門分野の役割を果すうえで、どのようなスキルが必要であるかを表現するために、スキル基準にて定義されたスキル項目を利用している。

また、教育研修基準では、教育プログラムで履修する内容を、スキル基準で整理されたスキル項目を用いることで研修内容や対象レベルの枠組みを提示している。

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項目と各々関係を持っている。

※ 構成する3つの分野に対する詳細な説明は、別冊となる、「スキル基準 (Version1.2)」「キャリア基準 (Version1.1)」「教育研修基準 (Version1.0)」を参照のこと。

4. スキルレベルとキャリアレベルの考え方

ETSS ではスキル基準とキャリア基準に、それぞれスキルレベルとキャリアレベルと二つの評価指標が存在する。

ここでは、この二つの特性について説明を行う。

4.1. スキルレベル評価の考え方

ETSS スキル基準におけるスキルレベルとは、スキルカテゴリごとに階層的に分類された技術項目ごとに、評価対象の開発者個人もしくは組織が発揮するスキルのポテンシャル(期待値)の度合いを4段階に整理したものである。

本来、個人や組織が持つスキルは多種多様であり、技術項目ごとのスキルのポテンシャルの度合いは変化するものである。

したがって開発者個人や組織の持つスキルを評価するためには、下図(図 4.1-1)のように、複数の技術項目ごとにスキルレベルの測定を行い、その分布状況を分析する必要がある。

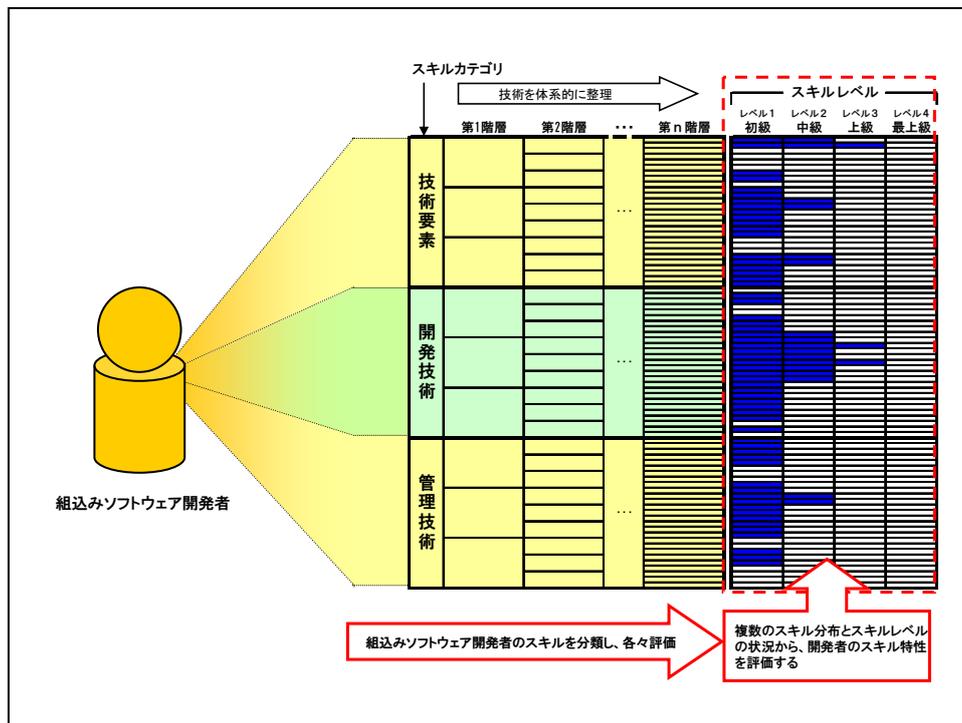


図 4.1-1 開発者のポテンシャルを複数のスキルレベルで可視化する

4.2. キャリアレベル評価の考え方

ETSS キャリア基準におけるキャリアレベルとは、組織やプロジェクトの中で職種が果たすべき責任に対するビジネスやプロフェッショナルの貢献の度合いを一つの評価軸で表す。

つまり職種とそのキャリアレベルは技術者個人が、組織やプロジェクトの中で役割や責任を、どの程度果たすべきか、あるいは達成できたのかを、一つの指標(キャリアレベル)で評価するものである。キャリアレベルは、先行するITスキル標準を踏まえた形で、3段階(エントリ、ミドル、ハイ)7区分のレベルとなっている。

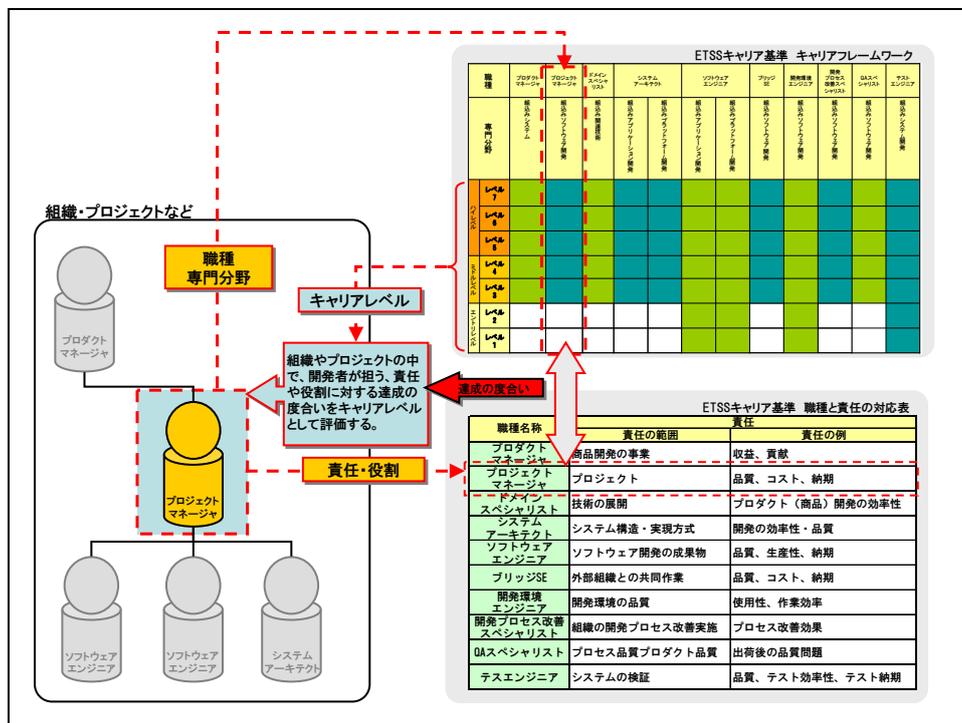


図 4.2-1 職種や専門分野が担う責任や役割の達成度合いをキャリアレベルとして可視化する

ある人材に対して組織内の役割を割り当てるなどの人材活用を考える場合、ETSS のキャリア基準では参考情報として組込みソフトウェア開発に関する職種と3段階のキャリアレベルごとにスキルの分布特性を提示している。このスキル分布特性と個人の、スキル分布特性を比較することで必要となるスキル項目を客観的に評価できる。また人材育成のための不足技術項目の可視化も可能である。

5. 組込みスキル標準に期待される効果

組込みスキル標準は次のような状況での利活用が期待できる。

5.1. 個人における利活用

◆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る。

スキルレベルの分布から、技術者の強みや弱みを客観的かつ定量的に認識することが可能となる。

◆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の状況等と、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を付き合わせることで、現状の職種／専門分野におけるキャリアレベルの妥当性を確認できる。

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もできる。

5.2. マネージャ／リーダーにおける利活用

◆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の編成が可能となる。

また、開発工程毎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、さらに最適化を進めることも可能となる。

◆スキルに関する開発リスクの分析

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分析を行うことができる。

スキルの不足部分を定量的に可視化することで、追加要員に必要なスキルのリストアップを行うなどの的確なリスクヘッジプラン策定のための指針にもなりうる。

5.3. 経営者における利活用

◆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できる。

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、弱みとされた部分を補う人材リソースに対する戦略を、定量的に検討することができる。

また、策定された人材リソース戦略を人材の採用や育成を実施する際の具体化的な指標として活用が可能となる。

◆教育プログラムの開発や調達

教育サービスを提供する組織では、顧客の求めるスキルやキャリアなどに対象を絞った、有効性の高い教育プログラムを開発することが可能となる。

人材育成を必要とする企業は目的に合った、最適な教育プログラムを選択することができる。

また、教育結果を教育プログラムの目的(スキルのレベルアップなど)が果たせたかを客観的に測定する際にも活用できる。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る。

III. 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おこなう。

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。」といった様に、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、その工程自体をあら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。スキルは技術を利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。

つまり技術を利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による訓練とそのための環境を提供する必要がある。

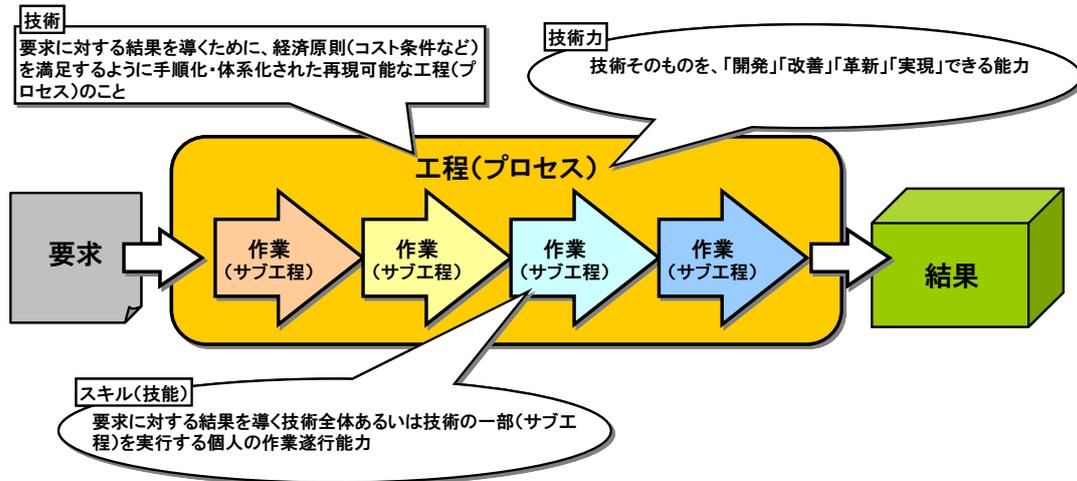


図 1.3-1 スキル (技能) と技術力

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。

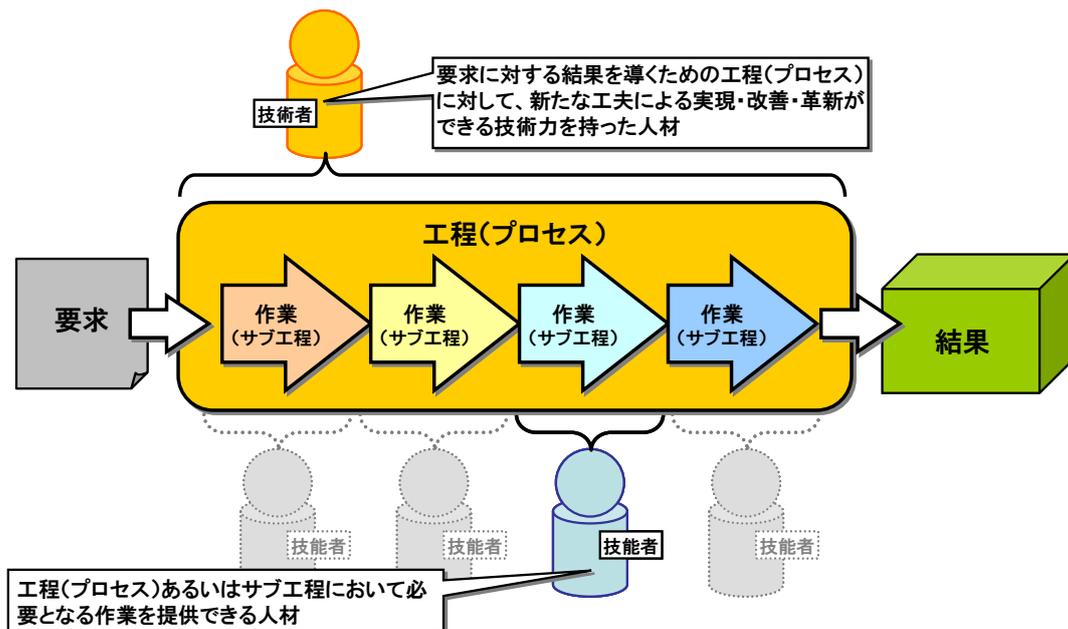


図 1.4-1 技術者と技能者

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、一人の人材が技術者の顔と技能者の顔をも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。従って、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 1.7-1のように定義している。

職種	プログラク 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	顧客 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	組込みプラットフォーム開発	組込みアプリケーション開発	組込みプラットフォーム開発	組込みソフトウェア開発	組込みソフトウェア開発	組込みソフトウェア開発	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 1.7-1ETSS キャリア基準 職種／専門分野とキャリアレベル

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ごとに明示している。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

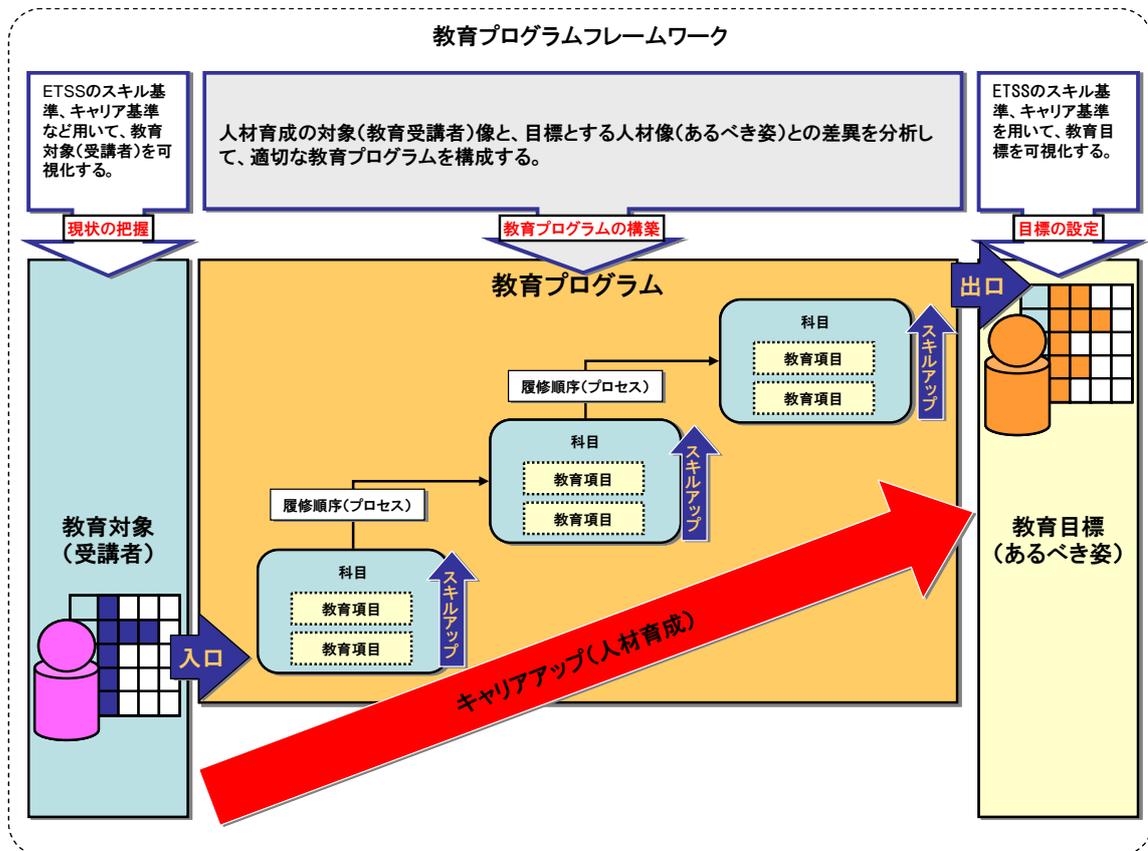
ETSS における「教育研修基準」は、組込みソフトウェア開発分野における人材育成を実現するための、教育や訓練などの構造や仕組みである。

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。



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、一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、適切に科目を選択し又は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合せと定義している。

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。