

# 組込み技術者向けキャリアガイドの開発

組込みシステム産業振興機構 教育事業推進部会 キャリアプラン体系化ワーキンググループ主査  
大阪大学大学院 情報科学研究科長  
井上 克郎

組込みシステム産業振興機構では、ETSS<sup>\*1</sup>を基にして、組込み技術者が自己の現状認識と将来のキャリアパスの確認が容易にできるように工夫した「組込み技術者向けキャリアガイド」(以降、キャリアガイド)を作成した[キャリアガイド]。

本稿では、このキャリアガイドの概要や考え方とともに、簡単な利用例についても解説する。

## 1 キャリアガイド作成の背景と目的

アジア諸国を中心に新興国が台頭する中、日本企業がグローバル競争に打ち勝つためには、家電、環境、医療、エネルギーなど日本が得意とする分野で持続的な成長を実現していくことが必須である。組込みシステムは、これらの産業の中核を担い、日本の発展を支える重要な鍵となる。日本における組込みシステムの技術力を更に向上させ、産業の大きな発展へと導くためには、体系的な組込み技術者の育成が必要である。

現在、組込みシステム関連技術者の育成には、以下のような課題があると考えられる。

【課題1】 実践的知識・技術を備えた高度組込み技術者を育成するための体系的な教育プログラムが無い。

【課題2】 組込みシステムの開発では、組織と職種の関係並びにキャリアアップやキャリアチェンジの関係が他の産業に比べて分かりにくく、組込み技術者自身がキャリアについてのイメージを持ってない。

【課題3】 個人と企業がキャリアアップの目標を共有できていない。

これらの課題に対し、組込みシステム産業の拡大のために、産学官連携を推進している組込みシステム産業振興機構は、次のような取り組みを行ってきた。

課題1に関しては、本機構の前身である「組込みソフト産業推進会議」にて検討を行い、「組込み適塾」システムアーキテクトコースを開講し、2008年度以降、実践的知識・技術を備えた高度組込み技術者(システムアー

キテクト)を輩出してきている。

課題2及び3に関しては、IPA/SECが策定した「組込みスキル標準(ETSS)」[ETSS, ETSS 2005]が、技術者自身のキャリアアップに役立つか、また、企業が技術者の育成計画を立てる際に役立つかを調査した。

その結果、実際に各企業が現場で活用するにあたっては、いくつか補足すべき事項があるとの結論を得た。この結論に基づき、2011年1月より組込みシステム産業振興機構内の教育事業推進部会において、キャリアプラン体系化サブワーキンググループを立ち上げ、ETSSに基づいた独自のキャリアガイドを作成することとした[キャリアガイド]。

## 2 キャリアガイドの考え方

### ①実態に則したキャリアマップの定義

組込みシステム産業振興機構の会員企業からのヒアリング結果を集約、整理して「組込み技術者キャリアマップ」(以降、キャリアマップと呼ぶ)を作成した(図1)。その中では各キャリアを、開発系キャリア、検証系キャリア及び支援系キャリアの3つに分けた。キャリアガイドでは、開発系キャリア及び検証系キャリアを中心に記述している。

### ②システムアーキテクトの重要性について

開発系キャリアにおいては、システムアーキテクトをとくに重視している。すなわち、開発系キャリアを目指す場合、その最終目標としてシステムアーキテクトにな

る、あるいは、少なくともシステムアーキテクトの素養をある程度身につけた上で他のキャリアにキャリアチェンジする必要があると考え、検討を行った。

③テストアーキテクトの必要性について

支援系のキャリアに、テスト設計の重要性を考慮し「テストアーキテクト」を定義した。これはETSSには存在しないが、実際に調査を行い、重要なキャリアの一つとして存在していることを確認している。したがって、「テストアーキテクト」を目指すべき検証系キャリアの到達点の一つとして定めた。

④キャリアアップ、キャリアチェンジを意識したスキル分布の構成

キャリアアップやキャリアチェンジを果たすために必要なスキルは何かを明示し、ETSSで定義しているスキル分布について必要な部分のみを取り出すとともに、一部を、会員企業の実態や要求に即して変更した。具体的には、後述する5つのキャリアパスにおいて、キャリアアップやキャリアチェンジに伴ってスキルが積み上がるよう、留意しながらスキル分布を再定義した。

⑤HCMについて

ETSSでは、技術者のビジネススキル、中でも人的資源の有効活用技術 HCM<sup>※2</sup>の必要性はとくに強調されていないが、我々の議論の中ではその重要性が強く認識された。したがって、原則どのキャリアにおいても、キャリアレベルがミドル以上である技術者は、HCMのスキルを必要とした。

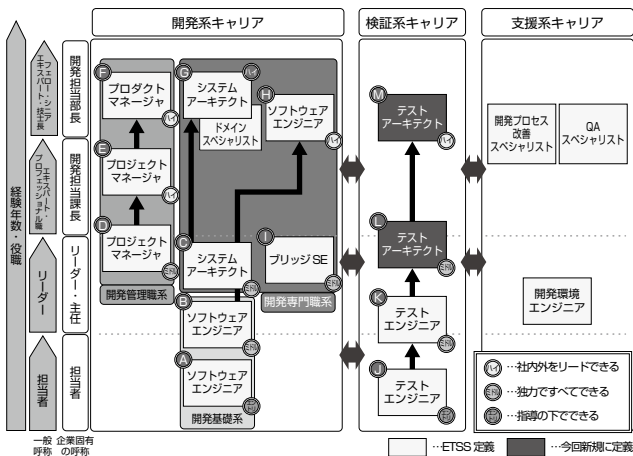


図1 組込み技術者キャリアマップ

3 キャリアガイドの構成

本キャリアガイドは以下の4つから構成される。

(1) キャリアの定義

ETSSで示されているプロダクトマネージャやプロジェクトマネージャなどの10種のキャリアに加え、テストアーキテクトを新たに追加した。このテストアーキテクトの責任範囲は、「システム検証の戦略立案」であり、その概要は、「テスト全体の構造を設計し、テストの詳細設計の指針・原則を決定する」とした。

(2) キャリアマップ

組込みシステム技術者の代表的な職種における能力開発の標準的道筋を図1に示した。ETSSに定義されているキャリアをもとに、一般的な組込み関連企業における人材育成状況をモデル化し、俯瞰的に示している。この中では以下の5種類のキャリアパスを示している。

- F：プロダクトマネージャ（ハイ）向けキャリアパス
- G：システムアーキテクト（ハイ）向けキャリアパス
- H：ソフトウェアエンジニア（ハイ）向けキャリアパス
- I：ブリッジSE（ミドル）向けキャリアパス
- M：テストアーキテクト（ハイ）向けキャリアパス

開発系キャリアにおけるドメインスペシャリストや、支援系キャリアにおける開発プロセス改善スペシャリスト、QAスペシャリスト、開発環境エンジニアにおいては、明示的にキャリアパスを示すのが困難であることが、今回のヒアリングから導き出されたため、キャリアパス定義の対象外とした。またブリッジSE（ハイ）についてはキャリアパスとして我々の関連企業において存在しなかったため、本キャリアマップには反映しなかった。

各キャリアのレベルについては、ETSSの7段階から簡略化し、ハイ、ミドル、エントリの3段階とした。

(3) キャリアチェンジの説明

図2は、キャリアマップに出現する5種類のキャリアチェンジそれぞれについて、具体的かつ簡単な説明をしたものである。

(4) スキル分布特性図（組込み技術者スキルマップ）

キャリアごとに保有することが望まれるスキルを、

ETSS の定義に従い、スキルカテゴリとして技術要素、開発技術、管理技術、パーソナルスキル、ビジネススキルを横軸にし、必要なスキルレベルを縦軸とした。

図3にプロダクトマネージャ（ハイ）向けキャリアパスのスキル分布特性を示す。ETSS との違いは以下の考えに基づく。

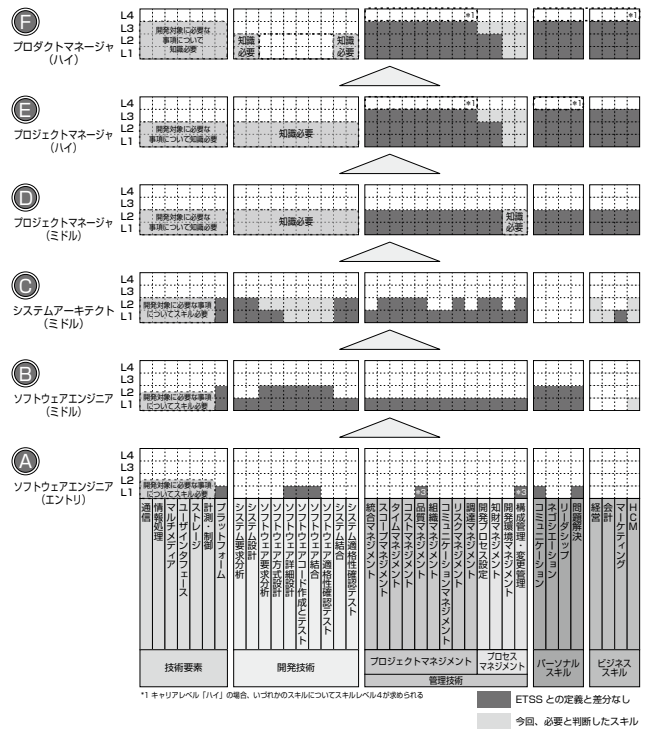
- ・ソフトウェアエンジニア（ミドル）について  
HCM に関して、人的な資源の有効利用をある程度（支援のもとに遂行できるレベル）出来る必要性があると考え、スキルとして追加した。
- ・システムアーキテクト（ミドル）について  
開発技術に関しては、すべての項目について自立的に作業を遂行出来る必要性があると考え、スキルとして

追加した。またビジネススキルについても支援のもとに遂行出来る必要性があると考え、スキルとして追加した。

- ・プロジェクトマネージャ（ハイ）について  
プロセスマネジメントについて、現状を分析し改善・改良出来る力が必要と考え、スキルとして追加した。
  - ・プロダクトマネージャ（ハイ）について  
プロジェクトマネージャ（ハイ）同様、プロセスマネジメントについて、現状を分析し改善・改良出来る力が必要と考え、スキルとして追加した。
- この他の4種類のキャリアパスそれぞれに関しても、最終目標に至る各キャリアが持つべきスキル分布特性を定義し、ETSS との差異について記述した。

- ③ → ④ **ソフトウェアエンジニア(ミドル) からシステムアーキテクト(ミドル)**  
ソフトウェアエンジニアとして、ソフトウェア開発技術を十分理解した上で、5年以上の開発経験があり、管理技術についてもソフトウェア開発関連の幅広い知識を持っている技術者が、各分野の技術要素について精通し、システム要求分析、システム方式設計や、プロジェクトマネジメント、プロセスマネジメントを学習、経験し、また、パーソナルスキル、ビジネススキルを身につけることで到達できる。
- ④ → ⑤ **システムアーキテクト(ミドル) からプロジェクトマネージャ(ミドル)**  
システムアーキテクトとして、プロジェクトを主導する立場を数年経験した上で、プロジェクトマネジメント、プロセスマネジメントを正しく理解し、それを実践できていること、加えて、ビジネススキルを持ち、問題解決能力、リーダーシップ、組織間調整などのパーソナルスキルを困難な状況でも、冷静に発揮できるようになった時に到達できる。
- ⑤ → ⑥ **プロジェクトマネージャ(ミドル) からプロジェクトマネージャ(ハイ)**  
プロジェクトマネージャとして、数多くのプロジェクトを完遂させたマネージャが、経営的な視点を持ってプロダクトの企画・研究・開発・販売・保守のプロダクトのライフサイクルを理解した上で、プロダクト全体のマネジメントを行えるようになった時に到達できる。
- ④ → ⑦ **システムアーキテクト(ミドル) からブリッジSE(ミドル)**  
システムアーキテクトとして十分な経験があり、加えて、語学力を基礎としたコミュニケーション力、その国の風土、風習を理解した上でのネゴシエーションができるようになったときに到達できる。
- ⑧ → ⑨ **テストエンジニア(ミドル) からテストアーキテクト(ミドル)**  
テストエンジニアとして、テスト手法、テスト手順などを十分理解した上で、3年以上のテスト実施経験がある技術者が、品質マネジメントや開発プロセス、構成管理など管理技術を学習、経験し、また、パーソナルスキルを身につけることで到達できる。

図2 キャリアチェンジの説明



スキルレベルの定義 (ETSS 概説書 [新版] P.28 に準拠)

レベル4	新たな技術を開発できる
レベル3	作業を分析し改善・改良できる
レベル2	自立的に作業を遂行できる
レベル1	支援のもとに作業を遂行できる

図3 プロダクトマネージャ(ハイ)に至る各キャリアのスキル分布特性図

脚注

- ※1 ETSS : 組込みスキル標準, Embedded Technology Skill Standards
- ※2 HCM : Human Capital Management

## 4 キャリアガイドの利用方法

### (1) 技術者向け

まず自分の目標キャリアを確認する。例えば、将来プロダクトマネージャ(ハイ)になりたいとする。次に、キャリアマップを見てキャリアパスを確認する。この場合、

A：ソフトウェアエンジニア（エントリ）

B：ソフトウェアエンジニア（ミドル）

C：システムアーキテクト（ミドル）

D：プロジェクトマネージャ（ミドル）

E：プロジェクトマネージャ（ハイ）

F：プロダクトマネージャ（ハイ）

となる。そこで、このキャリアパスの中で、現在自分がどこにいるのかをキャリアの定義とスキル分布特性図を利用して確認する。その際、社内の評価者等の協力を得ることも重要である。

例えば、現在ソフトウェアエンジニア（ミドル）であると分かると、次に目指すべきキャリアであるシステムアーキテクト（ミドル）であることが分かる。これになるためにはどのようなスキルが必要になるのかを、スキル分布特性図の2つの差分として確認する。この差分のスキルを身につけるための勉強を行い、システムアーキテクト（ミドル）に到達する。これらを繰り返すことによって、最終目標のキャリアに到達出来る。

### (2) 経営者（人材育成担当者）向け

会社の経営方針を確認する。例えば、「現在は組込みソフトウェアの受託企業であるが、5年後には自社において組込み製品の開発が出来る企業になる」という方針があったとする。その方針の実現のために必要な人材の質と量を推計する。ここでは、システムアーキテクト（ミドル）が5人必要と仮定する。

次に、現在の人材のキャリアレベルを、スキル分布特性図を用いて定量的に評価する。ここでは仮に、

・ソフトウェアエンジニア（エントリ）：5名

・ソフトウェアエンジニア（ミドル）：2名

であったとすると、中途採用や、他のキャリア（検証系／支援系）などからのキャリアチェンジを考慮しない場合、ソフトウェアエンジニア（ミドル）の2名が、システムアーキテクト（ミドル）になれたとしても、あと3

名を今からソフトウェアエンジニア（エントリ）ないしは新卒社員から育成しなければならないことが分かる。つまりこれら3名に対しては、現在の業務を完遂するだけでなく、キャリアアップのための教育を施すことが必須であることが分かる。

その他にも、教育プログラムの設計や選択、人事制度の評価や改善など色々な利用方法が考えられる。

## 5 おわりに

本キャリアガイドでは、組込み技術者のキャリア形成にあたり、モデルとなる5つのキャリアパスを提示し、それらのキャリアパスの中でどのようなスキルを身に付ければよいかを容易に可視化する方法を示した。

また、各企業からのヒアリング結果を集約してガイドを作成している。しかし、これだけでは、すべての企業におけるキャリアを網羅する万能なガイドとはなっていない。より具体的に各企業に適用するためには、必要に応じて、拡張や変更する必要がある。

本ガイドを利用することで、多くの技術者が自分のキャリアパスを認識し、それに向かって大きく成長していけるようになることを望んでいる。また、多くの企業には、より高度な人材を育成し、成長・発展することを強く期待する。

### 謝辞

本キャリアガイドをまとめるにあたり、指導、助言頂いたIPA/SECの松田所長及び室主査に深く感謝する。また、キャリアパスの現状や考え方について、調査やアンケートに協力いただいた組込みシステム産業振興機構の各参加企業の方々に感謝する。とりまとめに協力いただいた本ワーキンググループや教育事業推進部会の皆様、そして事務局の方々に深謝する。

#### 参考文献

- [キャリアガイド] 組込みシステム産業振興機構 教育事業推進部会キャリアアPLAN体系化ワーキンググループ、「組込み技術者向けキャリアガイド ～技術力の向上で企業の発展を目指すために～」, 2012
- [ETSS] IPA/SEC:「新版 組込みスキル標準 ETSS 概説書」, 翔泳社, 2009
- [ETSS 2005] IPA/SEC:「組込みスキル標準概説書(2005年版)」, 翔泳社, 2005