

組込みスキル標準
キャリア基準
— 組込みプロフェッショナルの戦略的育成に向けて —

Version 1.2

2008年10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. キャリア基準の概要 | 3 |
| 2. キャリア基準の必要性 | 3 |
| 3. キャリア基準の期待される効果 | 4 |
| II. キャリア・フレームワーク | 5 |
| 1. 概要 | 5 |
| 1.1. 職種／専門分野 | 5 |
| 1.2. キャリアレベル | 6 |
| 2. 職種／専門分野とスキルの対応 | 6 |
| 2.1. パーソナルスキル、ビジネススキル | 6 |
| 2.2. スキルとの対応表現方法 | 7 |
| 3. 職種と責任の対応 | 8 |
| III. キャリア基準 | 9 |
| 1. 職種／専門分野とキャリアレベル | 9 |
| 2. 職種と責任の対応 | 10 |
| 3. 職種の説明 | 11 |
| 3.1. プロダクトマネージャ | 11 |
| 3.2. プロジェクトマネージャ | 14 |
| 3.3. ドメインスペシャリスト | 17 |
| 3.4. システムアーキテクト | 20 |
| 3.5. ソフトウェアエンジニア | 23 |
| 3.6. ブリッジ SE | 26 |
| 3.7. 開発環境エンジニア | 29 |
| 3.8. 開発プロセス改善スペシャリスト | 32 |
| 3.9. QA スペシャリスト | 35 |
| 3.10. テストエンジニア | 38 |
| Appendix:1 ドメインスペシャリストの定義例 | 41 |
| 1. RTOS スペシャリスト | 42 |
| 2. 画像処理スペシャリスト | 44 |
| 3. プリンタスペシャリスト | 46 |

注意

当報告書に現れる商標は全て、それぞれの所有者に属するものであり、国内および海外において一定の権利を保有する場合があります。

I. 概要

1. キャリア基準の概要

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

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

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

このキャリア基準の枠組みは、組込みソフトウェア開発分野における人材育成や人材活用を実現するための“ものさし”として、有効な指標となるよう策定された。

2. キャリア基準の必要性

現状、組込みソフトウェア開発に関する技術者の肩書は、職制上の肩書となっており、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、少人数の組織で無い場合においても、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無い。

3. キャリア基準の期待される効果

(1)個人にとってのメリット

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

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

(2)企業にとってのメリット

職種(役割)・専門分野が明らかになることにより、特定の開発プロジェクトにおいて必要な技術的役割や数を、より精密に見積もることができるようになる。また、必要に応じて技術者の採用時や、一時的に外部技術者を調達する際に、求める能力をこれまで以上に正確に表現することが可能になる。より長期的には、事業戦略に沿って社内で増強すべき職種・専門分野を明確化すれば、そのために必要な人材計画(採用、人材育成、外部調達など)を最適化や適正配置ができることになろう。

(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、共通のものさしの存在により、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、それらを表わす言葉が共通化されることにより、IT系(エンタプライズ系)からの技術者の異動が、より活発化されることも期待される。例えば、従来一括りだった組込み技術者の職種を立体的に見せることにより、IT系(エンタプライズ系)の各職種の技術者が、自分のスキルを良く生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

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。

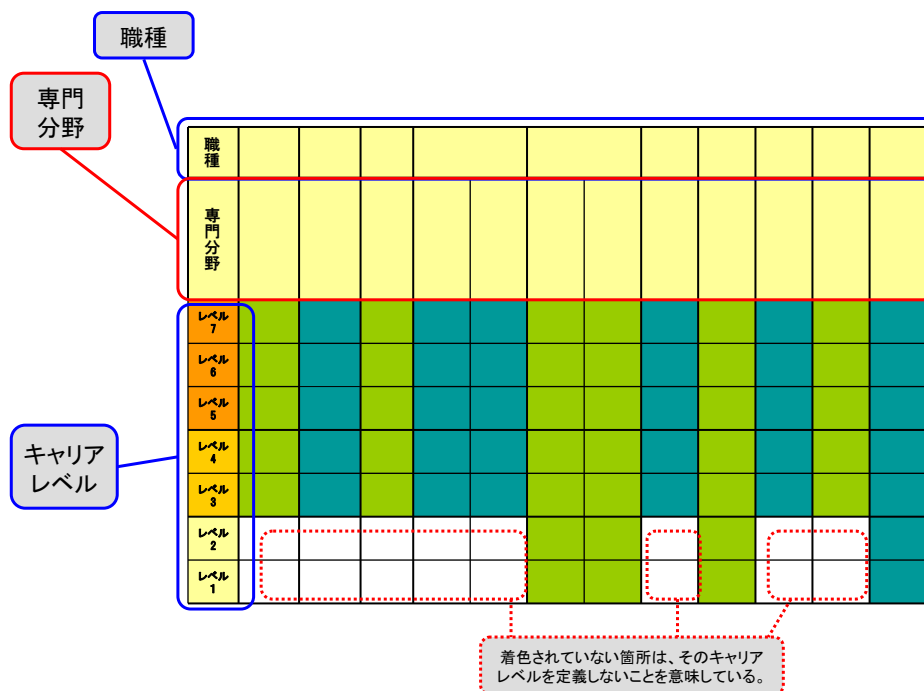


図 1 職種／専門分野およびキャリアレベル

1.2. キャリアレベル

キャリアレベルは、共通キャリア・スキルフレームワークに準じる。

2. 職種／専門分野とスキルの対応

各職種／専門分野に求められるスキルを、スキル基準のスキル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(エンタープライズ向け)システム開発や開発以外の職種でも共通的に適用できるスキルと考えられる。組込みソフトウェアの開発力強化を実現するうえで、基本的に押さえておくべきスキルを提示するものであり、主に育成(教育、訓練、実践)の対象を明らかにすることを目的に定義している。

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

表 1 パーソナルスキルとビジネススキルの定義

| スキルカテゴリ | 第一階層 | | 説明 |
|----------|------|-----------|----------------------|
| パーソナルスキル | 1 | コミュニケーション | 話す、聞く、書くなど |
| | 2 | ネゴシエーション | 質問、調査、主張など |
| | 3 | リーダーシップ | 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

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

2.2. スキルとの対応表現方法

職種／専門分野とスキルの対応は、2つの表現を用いて提示する。一つは『スキル領域』であり、職種／専門分野毎に、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。もう一つは『スキル分布特性』として、職種／専門分野毎およびキャリアレベル毎に、必要なスキルおよびスキルレベルを提示する。

* 必要条件としてのスキルレベルを提示する。

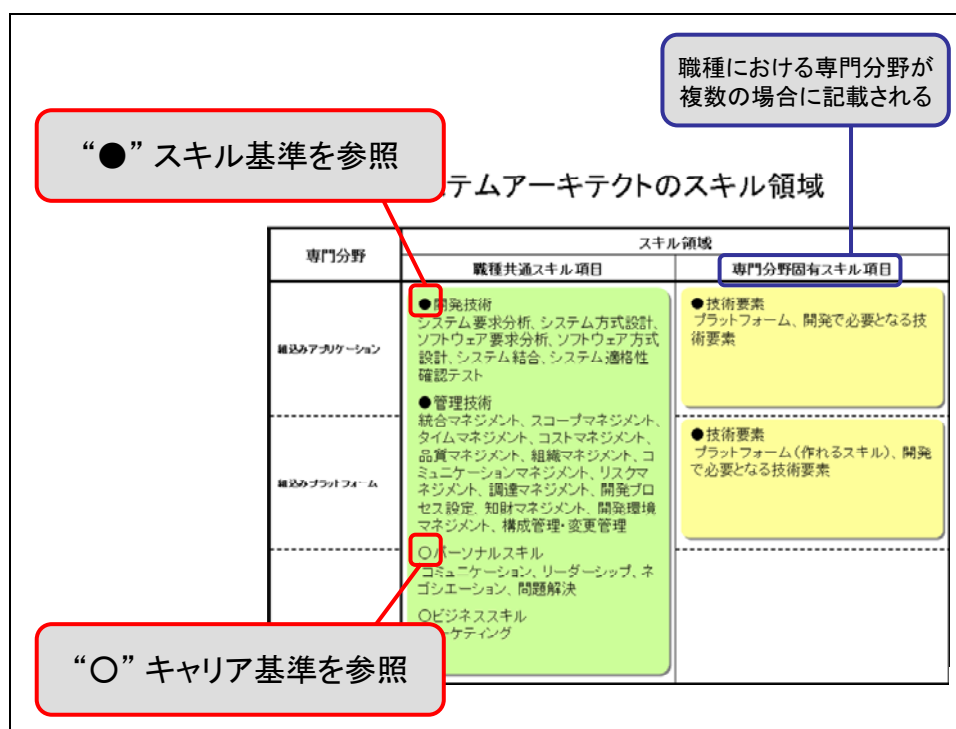


図 2 スキル領域の説明

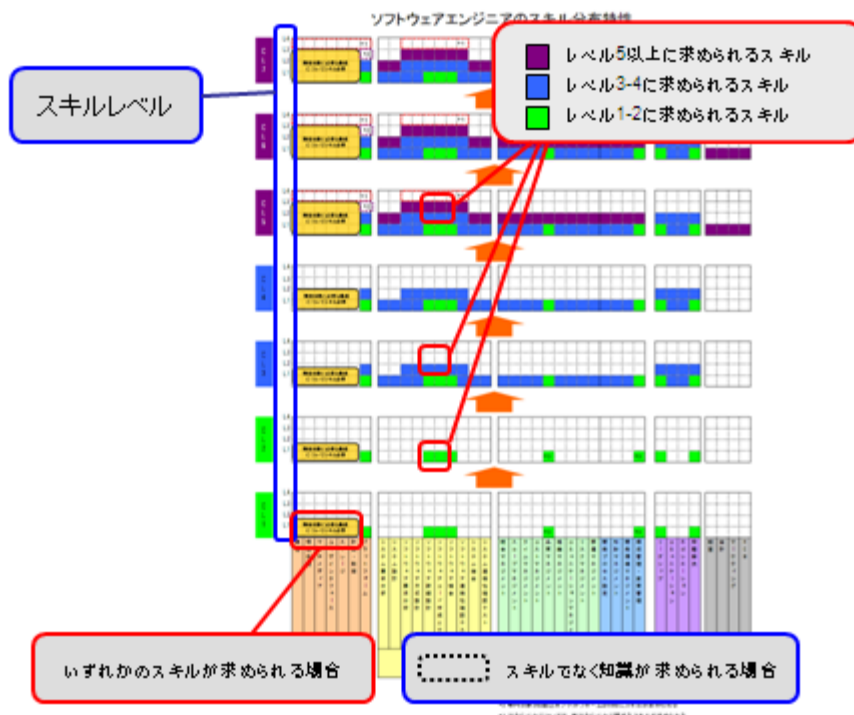


図 3 スキル分布特性の説明

3. 職種と責任の対応

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

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

III. キャリア基準

1. 職種／専門分野とキャリアレベル

| 職種 | プロダクト マネージャ | プロジェクト マネージャ | ドメイン スペシャ リスト | システム アーキテクト | | ソフトウェア エンジニア | | ブリッジ SE | 開発環境 エンジニア | 開発 プロセス 改善スペ シャリスト | QAスペ シャリスト | テスト エンジニア |
|-------|----------------|-----------------|---------------------|----------------|---------------|-----------------|---------------|-------------|---------------|-----------------------------|---------------|--------------|
| | 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 |
| レベル 7 | | | | | | | | | | | | |
| レベル 6 | | | | | | | | | | | | |
| レベル 5 | | | | | | | | | | | | |
| レベル 4 | | | | | | | | | | | | |
| レベル 3 | | | | | | | | | | | | |
| レベル 2 | | | | | | | | | | | | |
| レベル 1 | | | | | | | | | | | | |

図 4 職種／専門分野とキャリアレベル

- ・ 職種
職種の説明は、3.の各節を参照
- ・ 専門分野
 - 組込みシステム：ハードウェアを含むプロダクト全体
 - ・ 組込みソフトウェア：組込みシステム上で動作するソフトウェア
 - － 組込みアプリケーション：プロダクトの目的を実現する応用ソフトウェア
 - － 組込みプラットフォーム：プロダクト機能の実現を支援する基本ソフトウェア
 - 組込み関連技術：技術要素や、プロダクトおよび応用ドメインに関する技術
- ・ 職種／専門分野毎のレベル着色の意味
着色されている部分は、該当職種／専門分野において、そのキャリアレベルが存在することを示す。職種／専門分野によっては、下位レベルでは、プロフェッショナルとしての価値が創出されるに至らないため、そこを空白としている。

2. 職種と責任の対応

表 2 職種と責任の対応表

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

* 事業部長が責任の場合もある

3. 職種の説明

3.1. プロダクトマネージャ

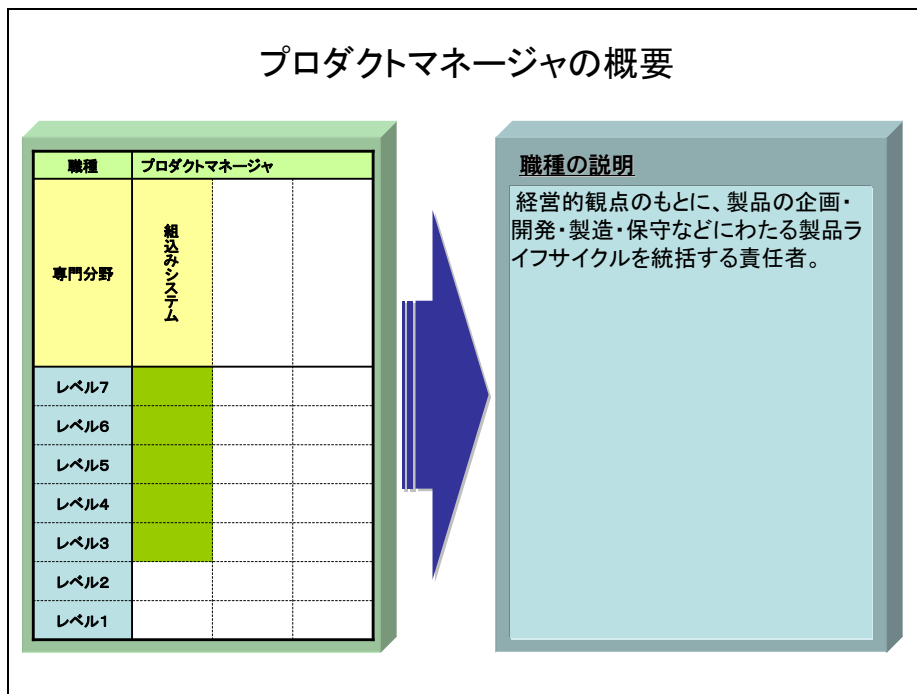


図 5 プロダクトマネージャの概要

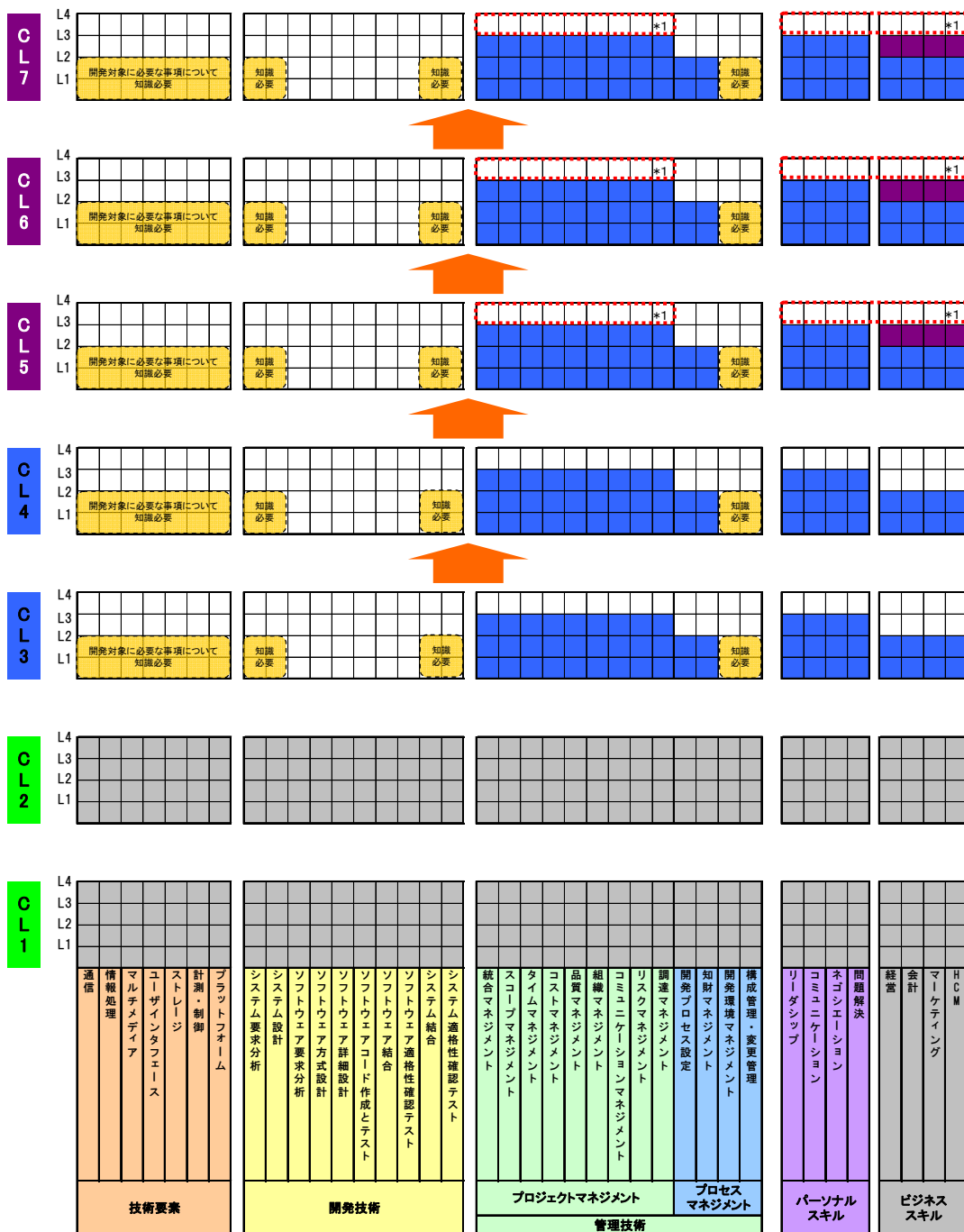
プロダクトマネージャのスキル領域

| 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>●管理技術 統合マネジメント、スコープマネジメント、タイムマネジメント、コストマネジメント、品質マネジメント、組織マネジメント、コミュニケーションマネジメント、リスクマネジメント、調達マネジメント、開発プロセス設定、知財マネジメント、開発環境マネジメント、構成管理・変更管理</p> <p>○パーソナルスキル コミュニケーション、リーダーシップ、ネゴシエーション、問題解決</p> <p>○ビジネススキル 経営、会計、マーケティング、HCM</p> | |

図 6 プロダクトマネージャのスキル領域

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

プロダクトマネージャのスキル分布特性



*1 キャリアレベル7の場合、いずれかのスキルについてスキルレベル4が求められる
* この情報は、人材育成を目的とするものであり、キャリアレベルの評価で利用するものではない

図 7 プロダクトマネージャのスキル分布特性

■補足説明

【 技術要素 】

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

【 開発技術 】

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

【 管理技術 】

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

【 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

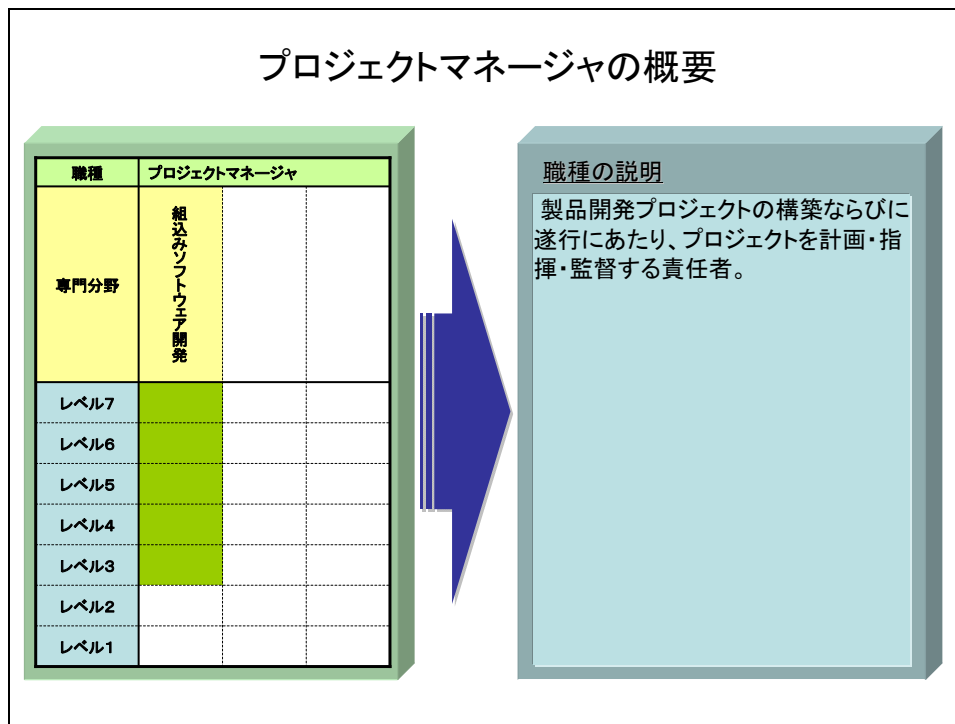


図 8 プロジェクトマネージャの概要

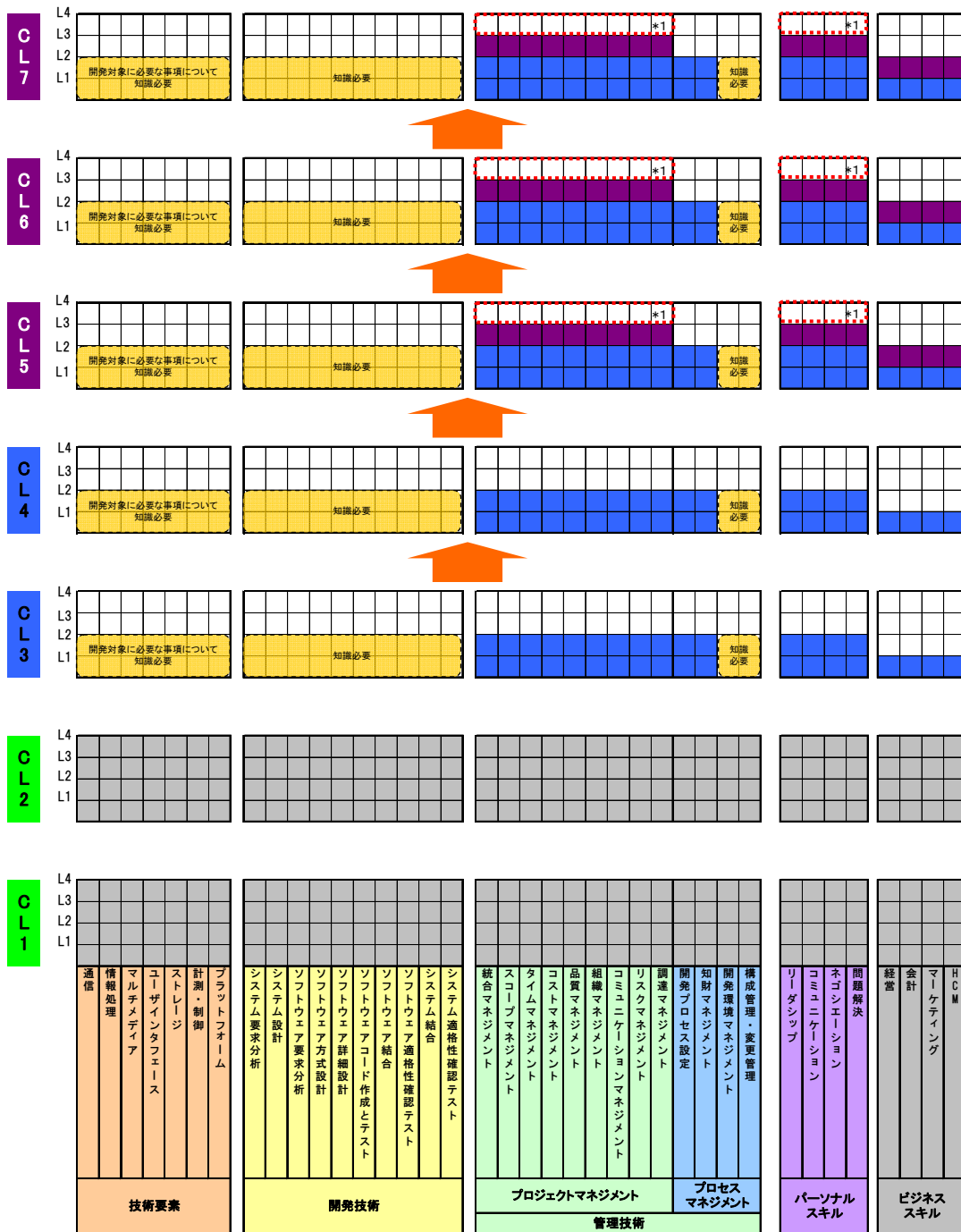
プロジェクトマネージャのスキル領域

| 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 | |

図 9 プロジェクトマネージャのスキル領域

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

プロジェクトマネージャのスキル分布特性



*1 キャリアレベル7の場合、いずれかのスキルについてスキルレベル4が求められる
* この情報は、人材育成を目的とするものであり、キャリアレベルの評価で利用するものではない

図 10 プロジェクトマネージャのスキル分布特性

■補足説明

【 技術要素 】

- ・ プロダクトそのもの、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

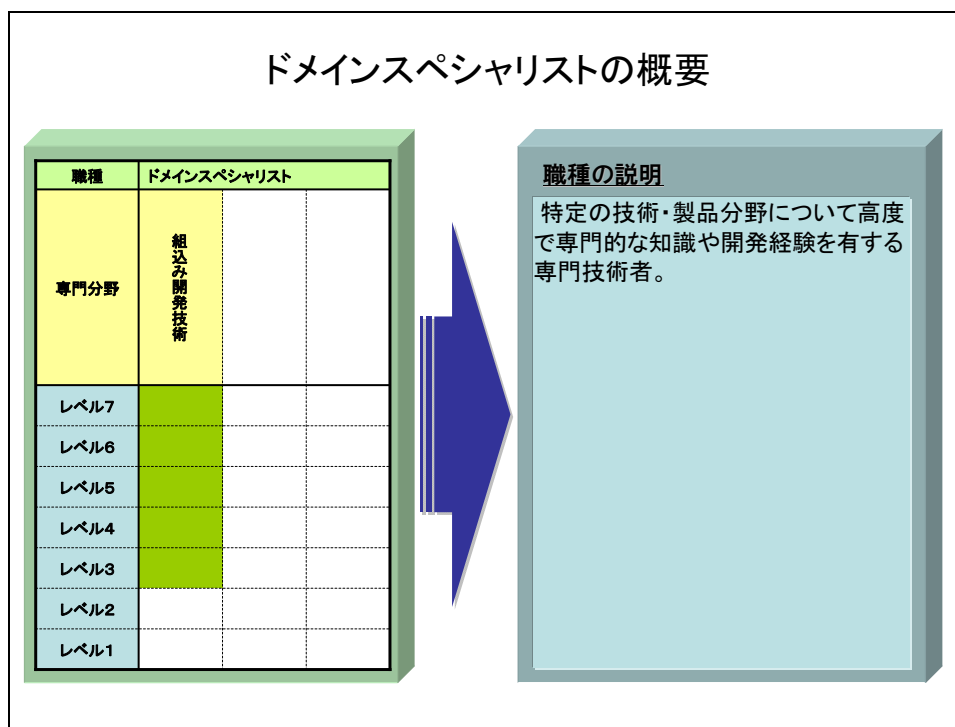


図 11 ドメインスペシャリストの概要

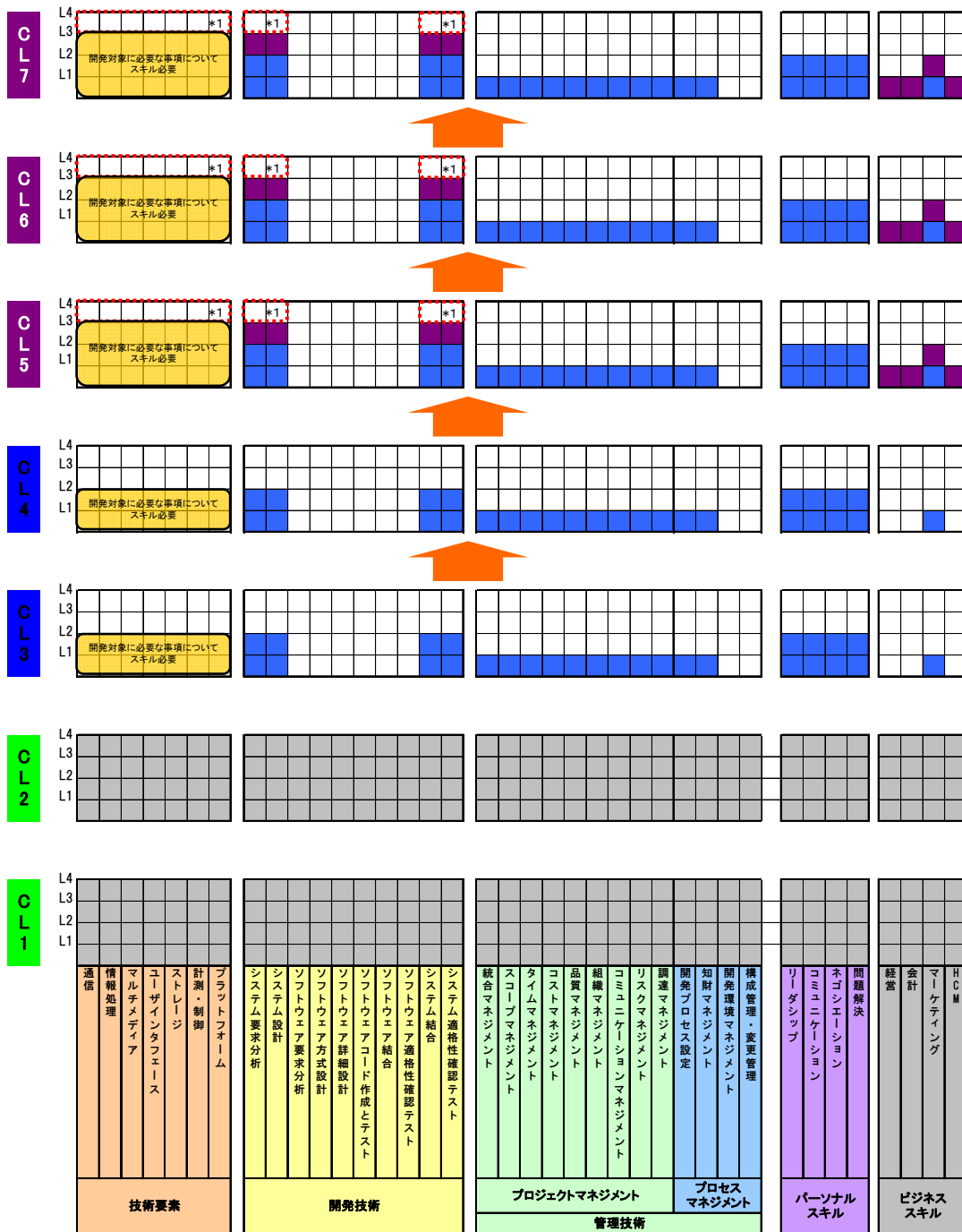
ドメインスペシャリストのスキル領域

| 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 | |

図 12 ドメインスペシャリストのスキル領域

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

ドメインスペシャリストのスキル分布特性



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

* この情報は、人材育成を目的とするものであり、キャリアレベルの評価で利用するものではない

図 13 ドメインスペシャリストのスキル分布特性

■補足説明

【 技術要素 】

- ・ プロダクト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

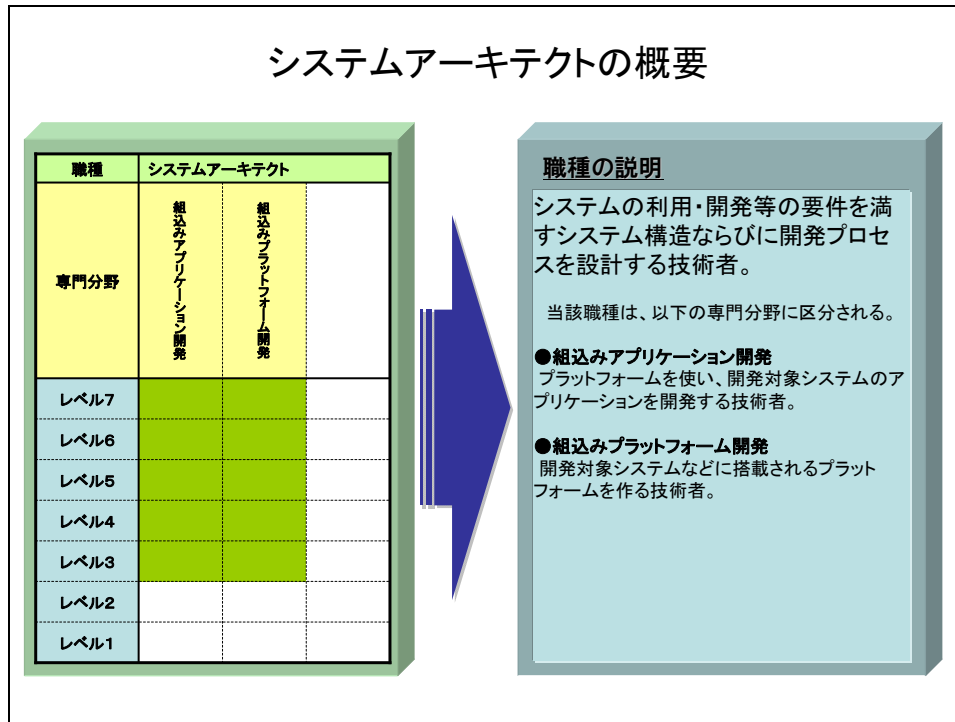


図 14 システムアーキテクトの概要

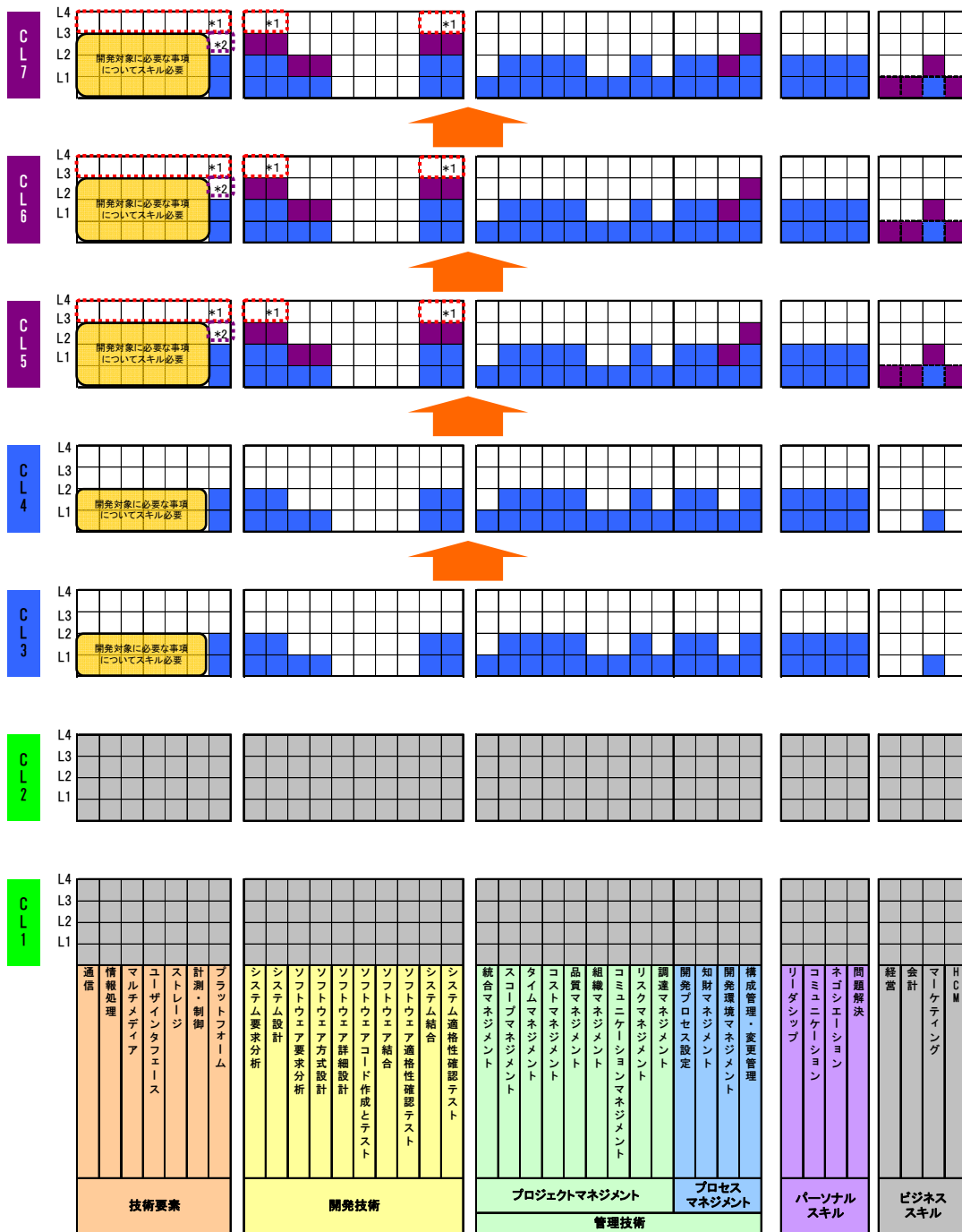
システムアーキテクトのスキル領域

| 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 | <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"> ○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(作れるスキル)、開発で必要となる技術要素 |

図 15 システムアーキテクトのスキル領域

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

システムアーキテクトのスキル分布特性



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

*2 専門分野が『組込みプラットフォーム』の際にスキルが求められる

* この情報は、人材育成を目的とするものであり、キャリアレベルの評価で利用するものではない

図 16 システムアーキテクトのスキル分布特性

■補足説明

【 技術要素 】

- ・ 技術、方式を評価・選択してシステムアーキテクチャを構築できるだけの技術理解が必要
- ・ プロダクト実現に必要な各種技術スキルとシステムの基盤となるプラットフォーム技術が必要
 - ◆ 専門分野「組込みプラットフォーム」の場合
 - － プラットフォームに関する技術(カーネルや支援機能など)を開発するスキルが必要
 - ◆ 専門分野「組込みアプリケーション」の場合
 - － プラットフォームに関する技術(カーネルや支援機能など)を調達して実現するスキルが必要

【 開発技術 】

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

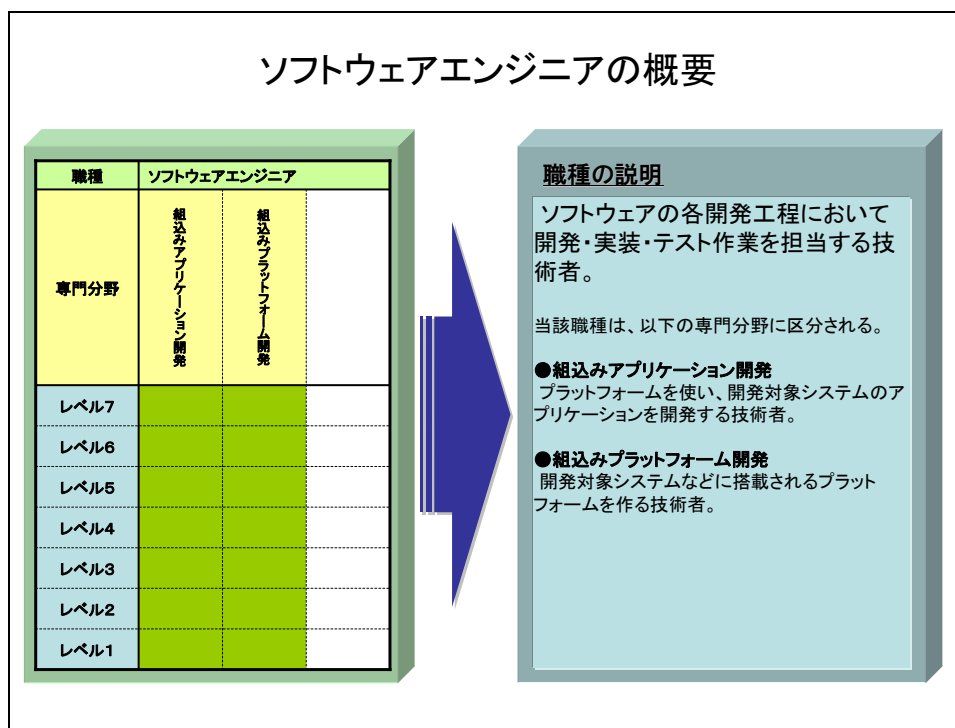


図 17 ソフトウェアエンジニアの概要

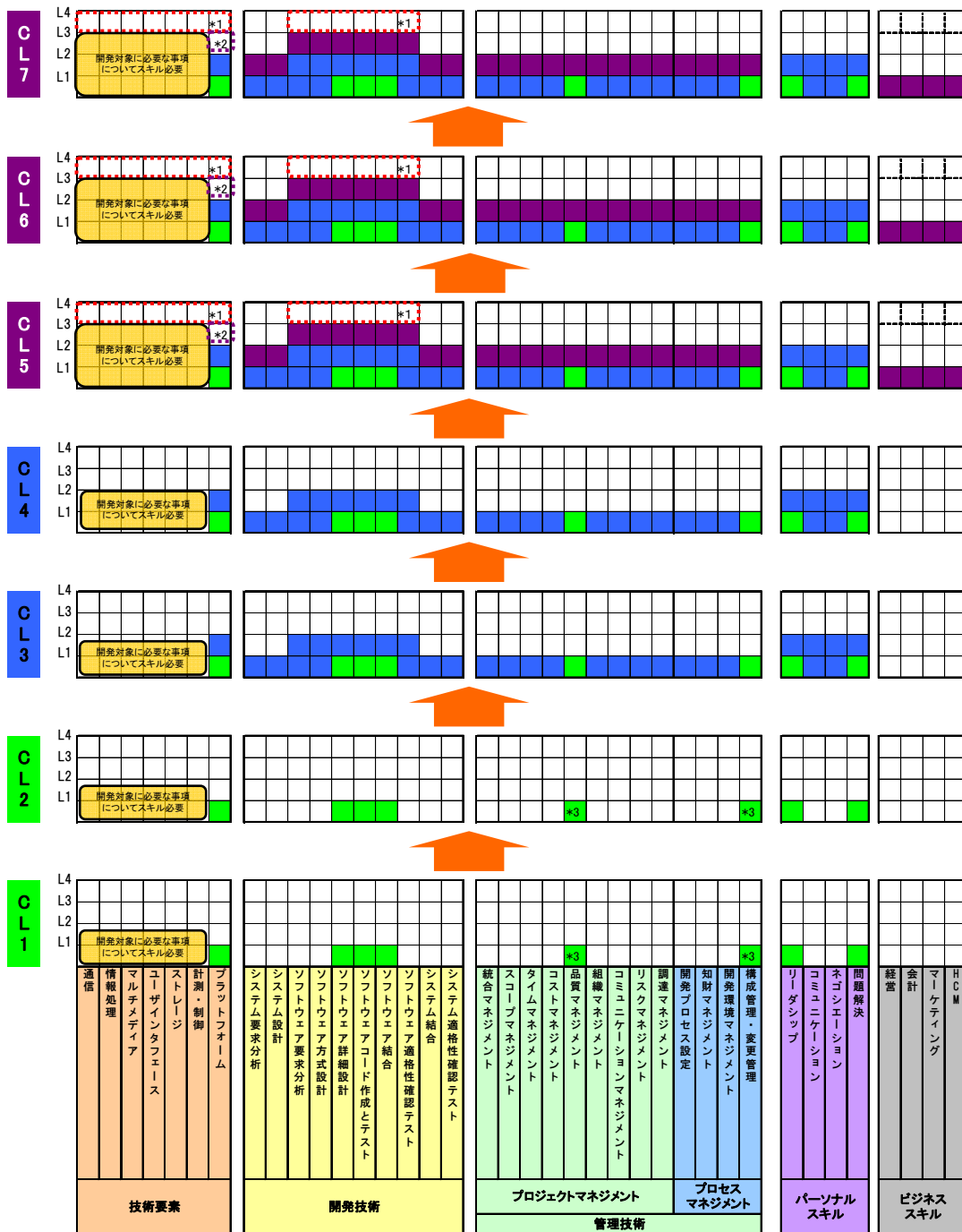
ソフトウェアエンジニアのスキル領域

| 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"> ○ 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(作れるスキル)、開発で必要となる技術要素 |

図 18 ソフトウェアエンジニアのスキル領域

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

ソフトウェアエンジニアのスキル分布特性



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

*2 専門分野が『組込みプラットフォーム』の際にスキルが求められる

*3 マネジメントについては、被マネジメントに関するスキルが求められる

* この情報は、人材育成を目的とするものであり、キャリアレベルの評価で利用するものではない

図 19 ソフトウェアエンジニアのスキル分布特性

■補足説明

【 技術要素 】

- ・ 開発対象のプラットフォームや、担当機能要求を実現するために必要な技術要素スキルが必要
- ・ 専門分野「組込みプラットフォーム」の場合
 - － プラットフォームに関する技術(カーネルや支援機能等)を自作できるスキルが必要
- ・ 専門分野「組込みアプリケーション」の場合
 - － プラットフォームに関する技術(カーネルや支援機能等)を調達して要求機能を実現するスキルが必要

【 開発技術 】

- ・ 各種制約や特性に配慮し、担当サブシステムの要求事項を実現するための開発技術スキルが必要
 - － ミドルレベルでは開発プロジェクトの担当範囲に関する、「ソフトウェア要求分析」から「ソフトウェア適格性確認テスト」の工程を自律的に実現できるスキルレベルが必要
 - － ハイレベルでは前述の該当工程の技術に関して組織をリードする役割を果たすスキルレベルが必要

【 管理技術 】

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

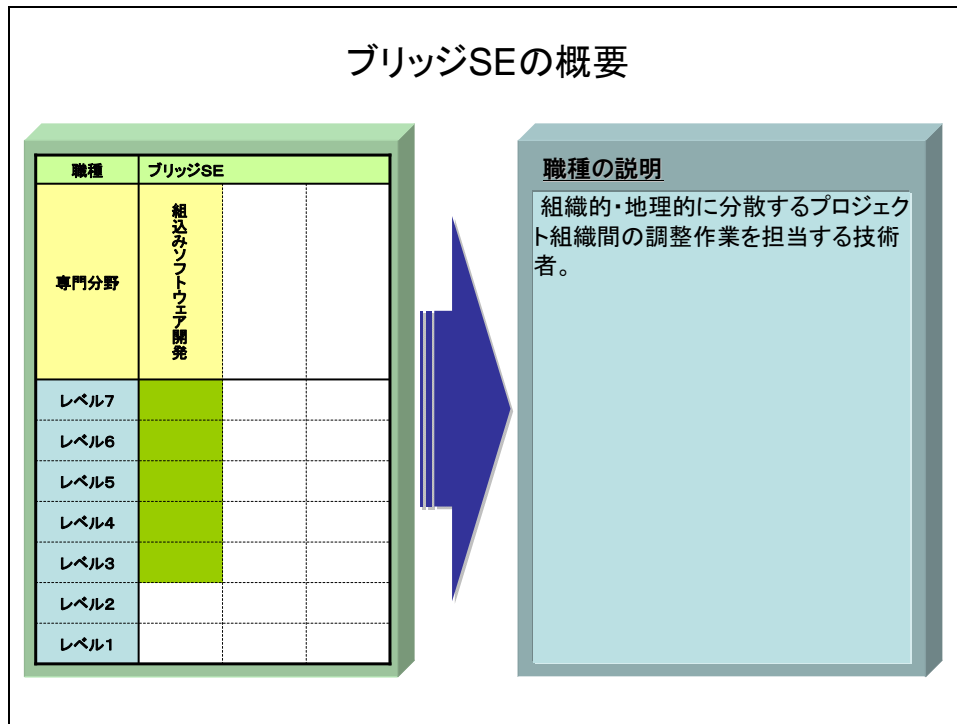


図 20 ブリッジ SE の概要

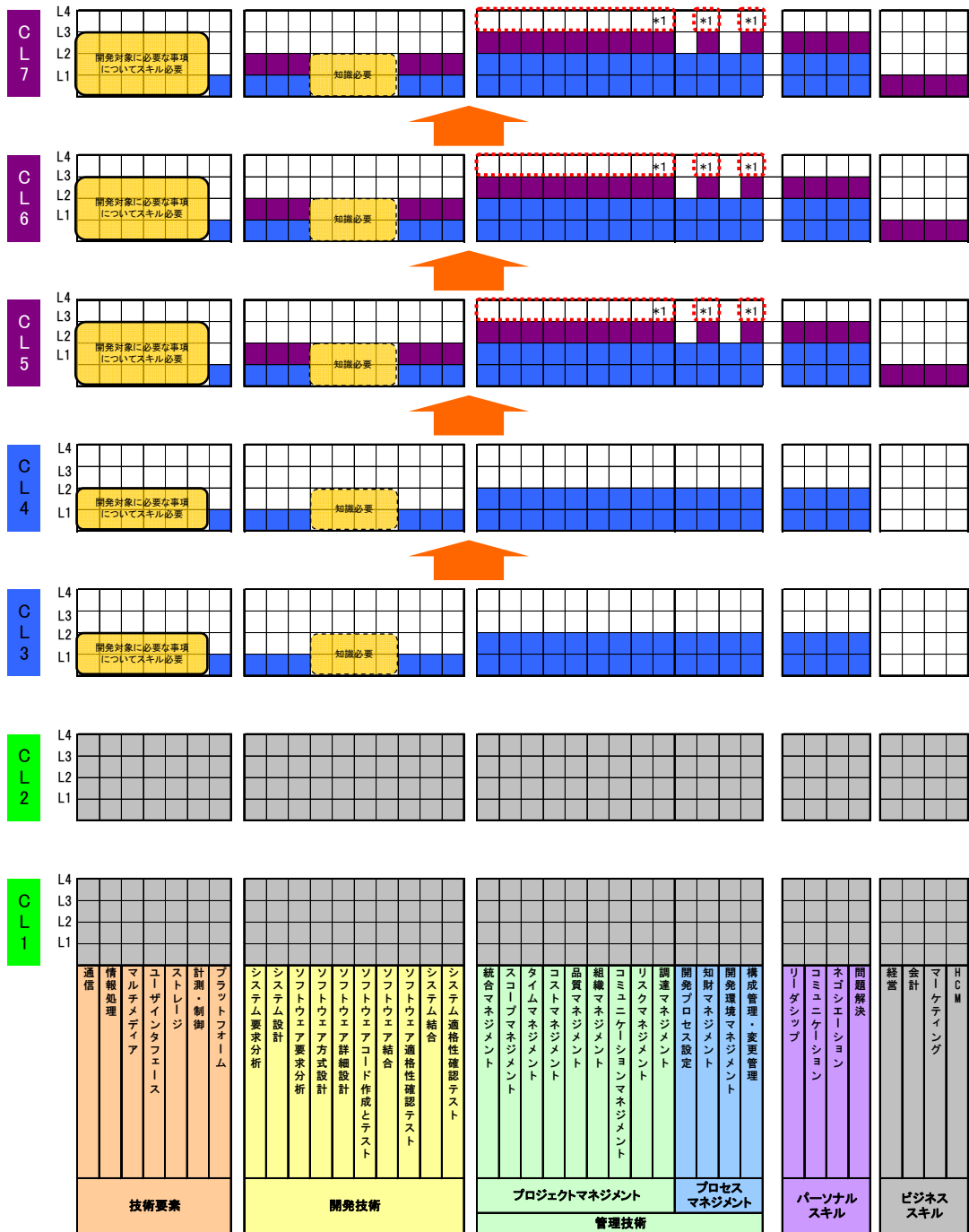
ブリッジSEのスキル領域

| 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、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 | |

図 21 ブリッジ SE のスキル領域

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

ブリッジSEのスキル分布特性



*1 キャリアレベル7の場合、いずれかのスキルについてスキルレベル4が求められる
* この情報は、人材育成を目的とするものであり、キャリアレベルの評価で利用するものではない

図 22 ブリッジ SE のスキル分布特性

■補足説明

【 技術要素 】

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

【 開発技術 】

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

【 管理技術 】

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

【 パーソナルスキル、ビジネススキル 】

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

【 その他 】

- ・ 何か1つ以上のスペシャリストを経験した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

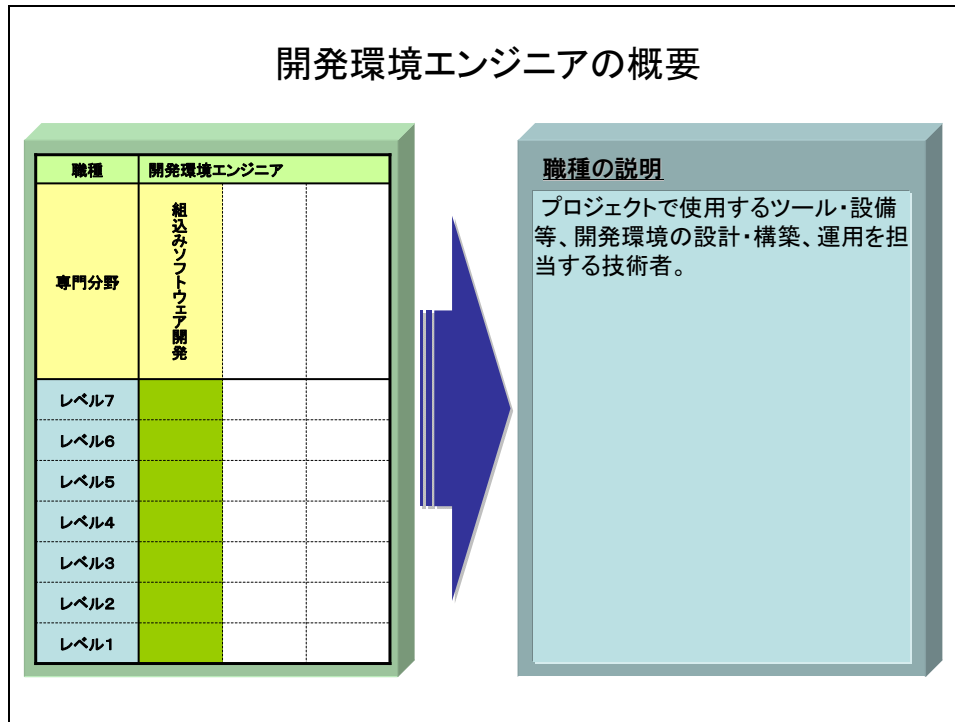


図 23 開発環境エンジニアの概要

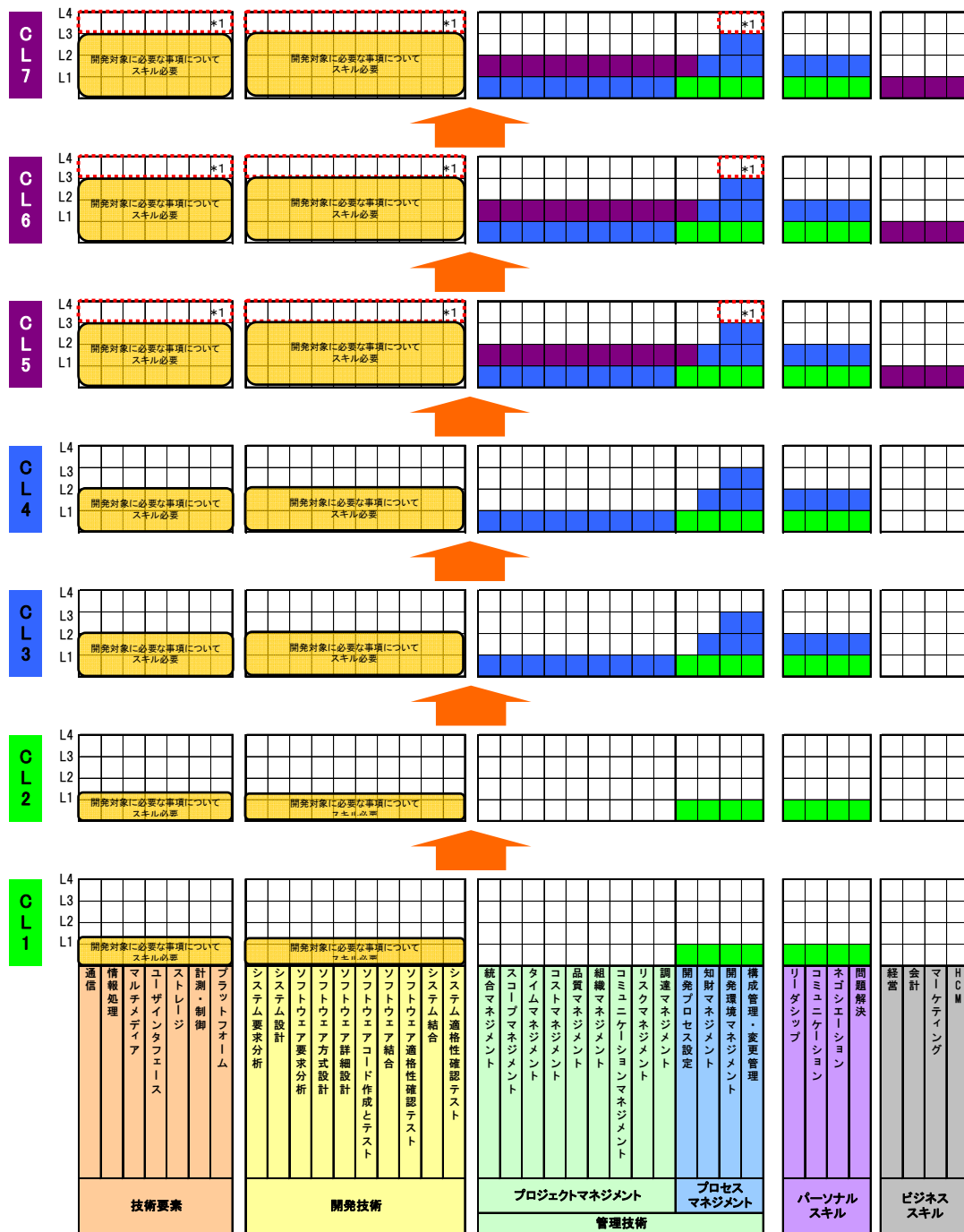
開発環境エンジニアのスキル領域

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

図 24 開発環境エンジニアのスキル領域

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

開発環境エンジニアのスキル分布特性



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

* この情報は、人材育成を目的とするものであり、キャリアレベルの評価で利用するものではない

図 25 開発環境エンジニアのスキル分布特性

■補足説明

【 技術要素 】

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

【 開発技術 】

- ・ 開発環境を構築し提供するスキルが必要
 - － 組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

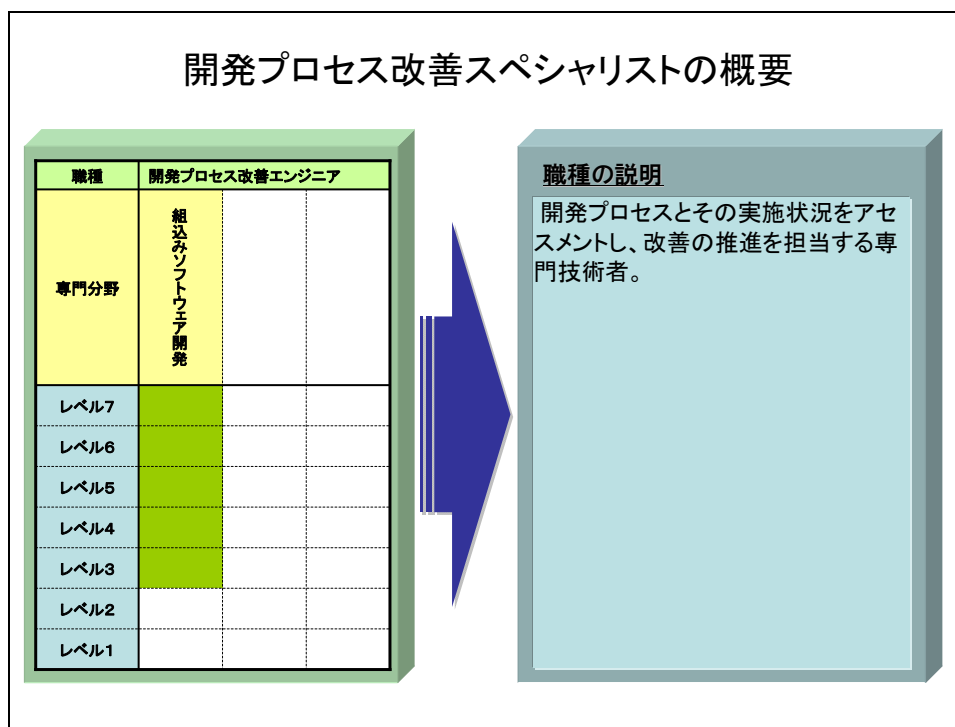


図 26 開発プロセス改善スペシャリストの概要

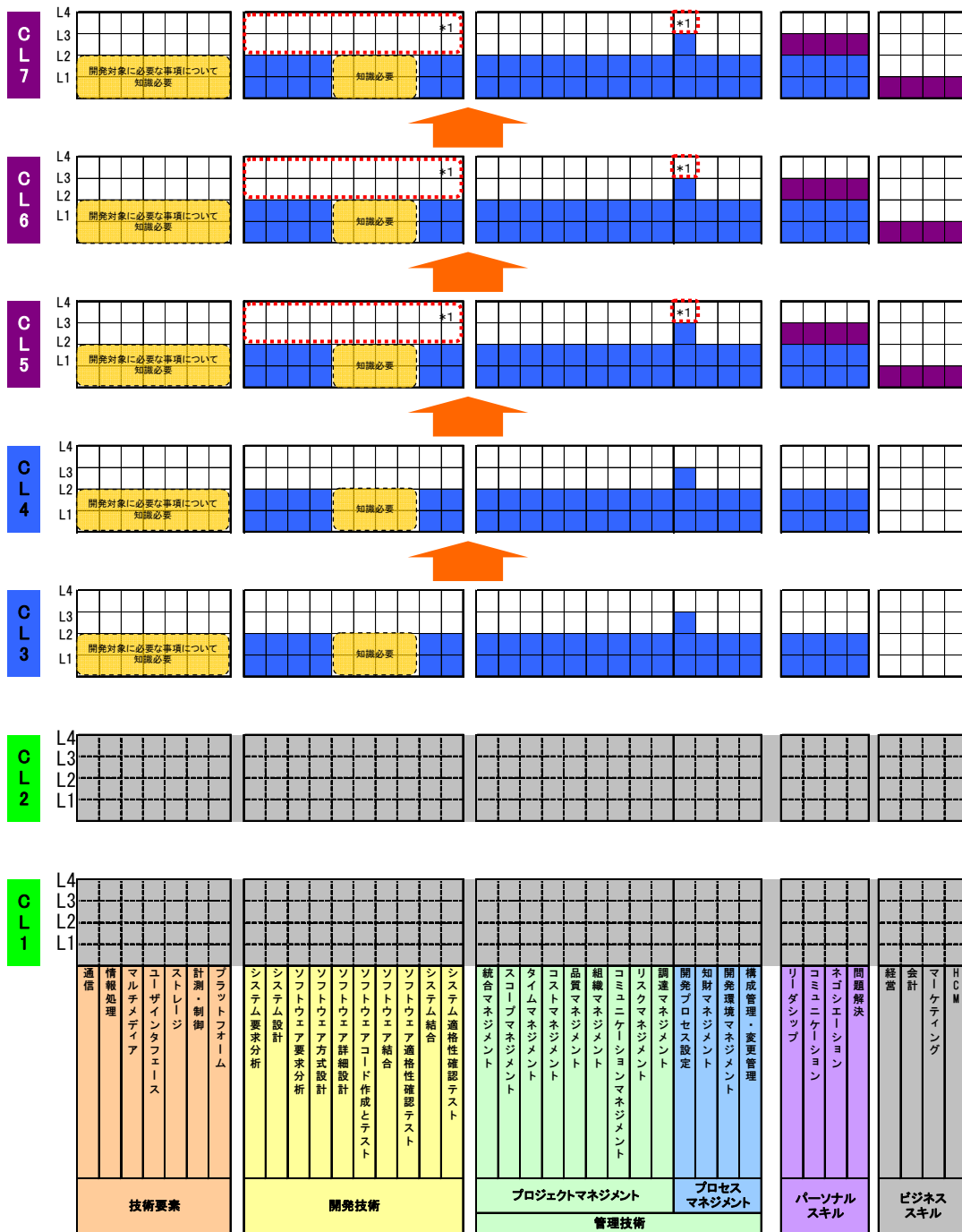
開発プロセス改善スペシャリストのスキル領域

| 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、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 | |

図 27 開発プロセス改善スペシャリストのスキル領域

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

開発プロセス改善スペシャリストのスキル分布特性



*1 キャリアレベル7の場合、いずれかのスキルについてスキルレベル4が求められる
* この情報は、人材育成を目的とするものであり、キャリアレベルの評価で利用するものではない

図 28 開発プロセス改善スペシャリストのスキル分布特性

■補足説明

【 技術要素 】

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

【 開発技術 】

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

【 管理技術 】

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

【 パーソナルスキル、ビジネススキル 】

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

3.9. QA スペシャリスト

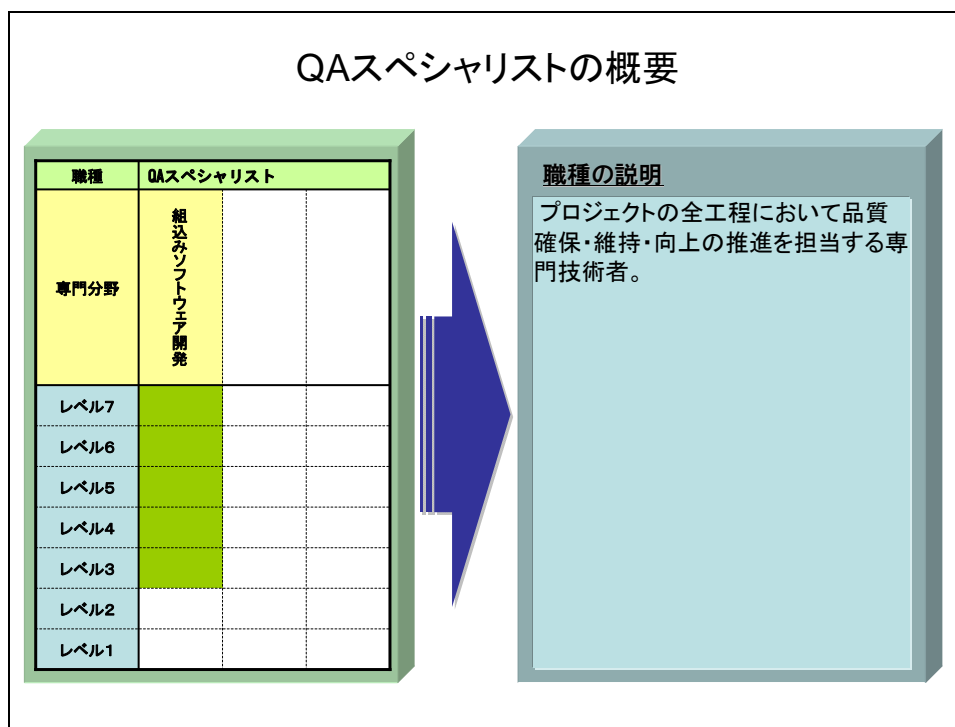


図 29 QA スペシャリストの概要

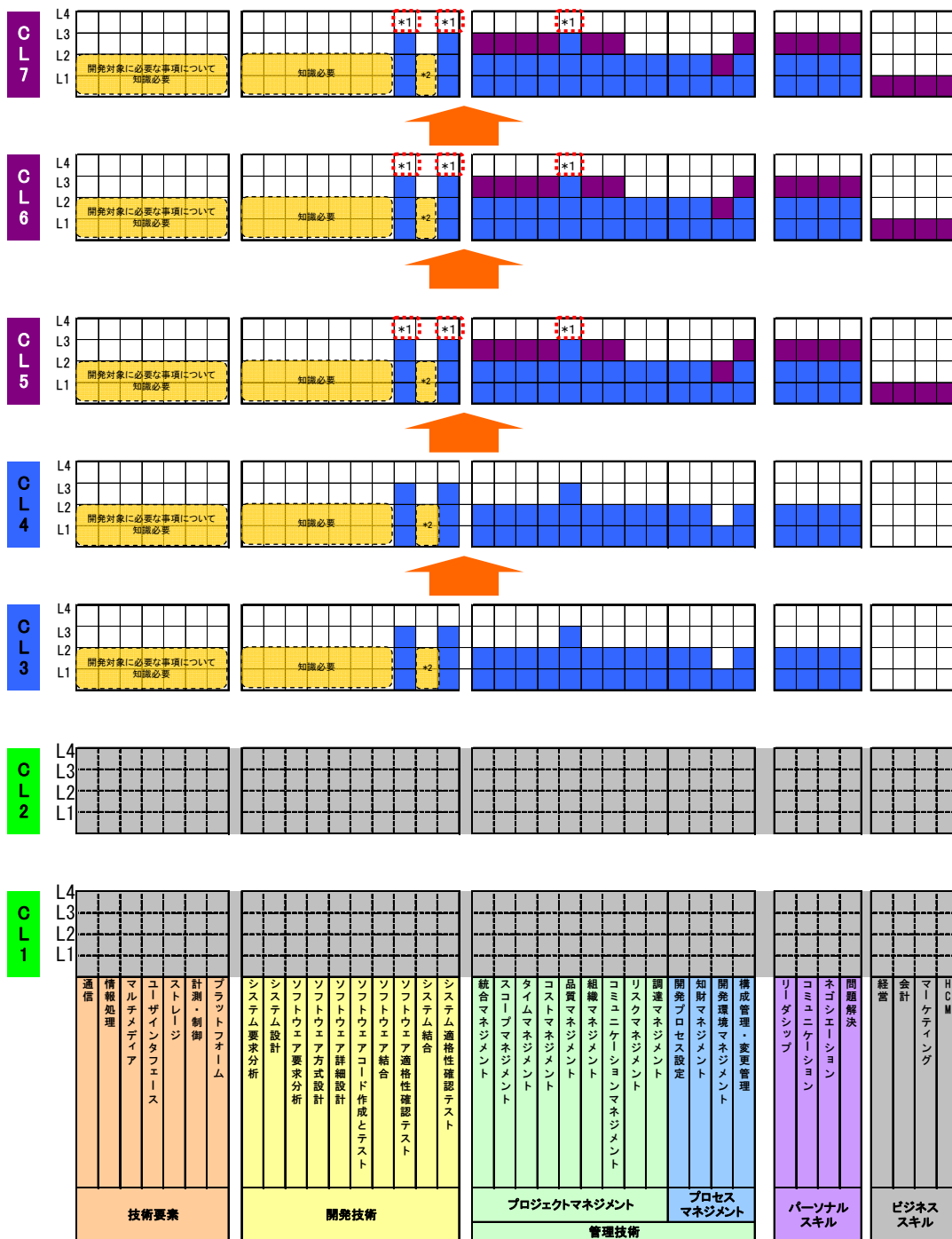
QAスペシャリストのスキル領域

| 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、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 | |

図 30 QA スペシャリストのスキル領域

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

QAスペシャリストのスキル分布特性



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

*2 知識必要

* この情報は、人材育成を目的とするものであり、キャリアレベルの評価で利用するものではない

図 31 QA スペシャリストのスキル分布特性

■補足説明

【 技術要素 】

- ・ プロダクトが要求する品質特性を理解する為に、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事を評価する為、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とりスキルが必要
- ・ 設計品質評価を実施する為に、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為に、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為に、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

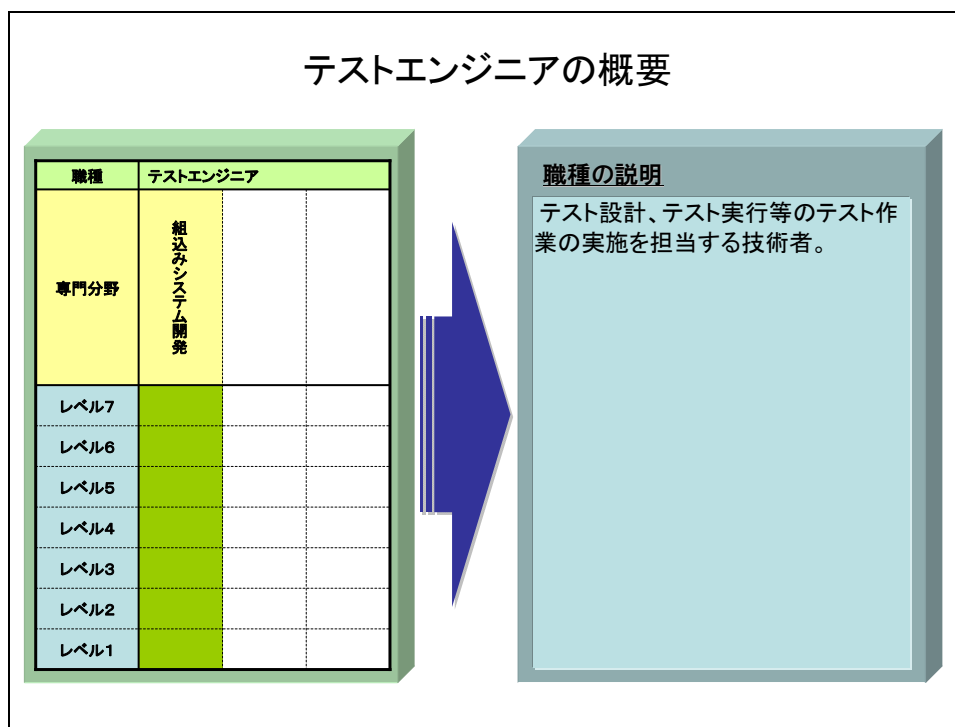


図 32 テストエンジニアの概要

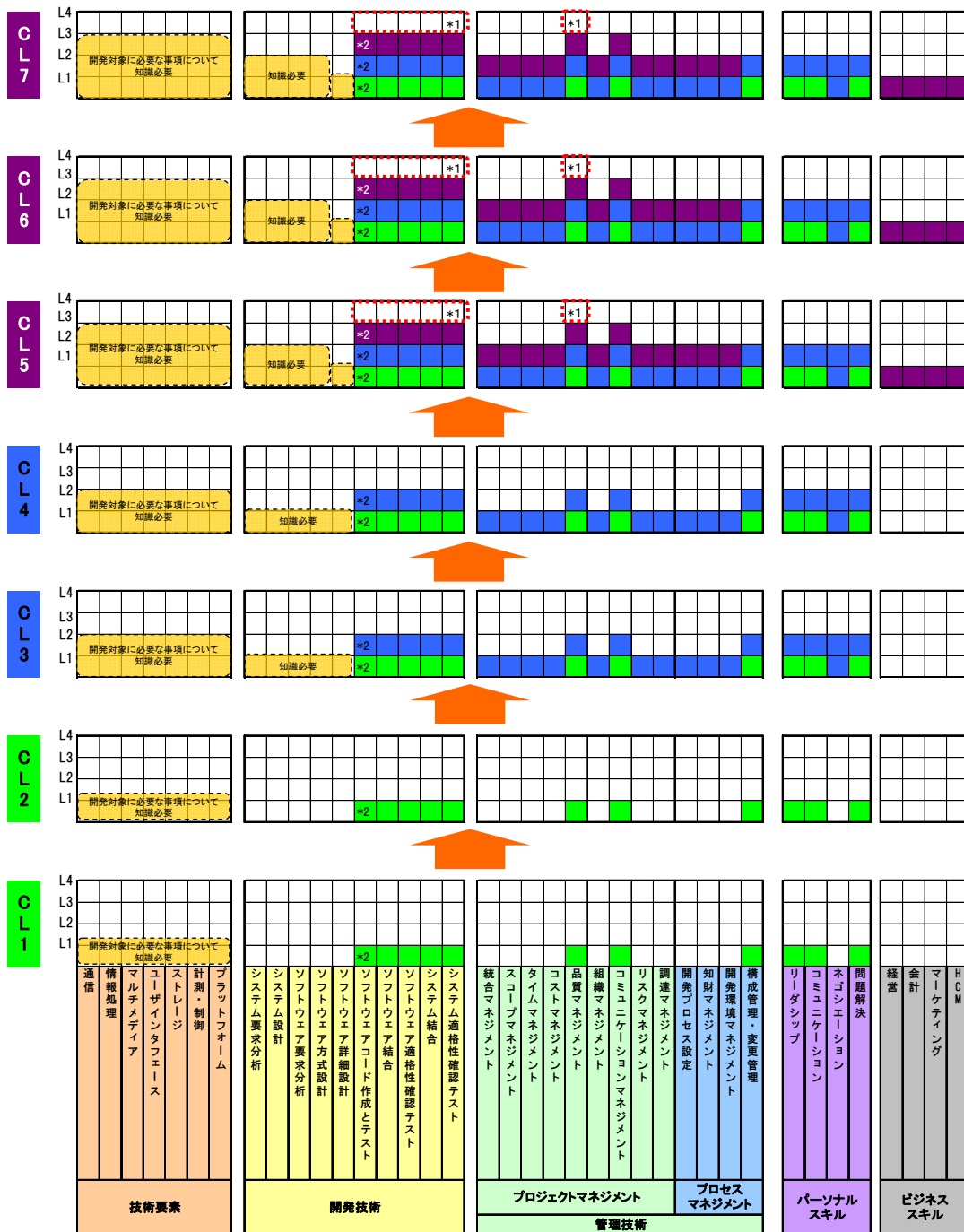
テストエンジニアのスキル領域

| 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、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 | |

図 33 テストエンジニアのスキル領域

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

テストエンジニアのスキル分布特性



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

*2 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、人材育成を目的とするものであり、キャリアレベルの評価で利用するものではない

図 34 テストエンジニアのスキル分布特性

■補足説明

【 技術要素 】

- ・ プロダクトが要求する品質特性を理解する為に、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為に、開発ドキュメントの読み取りスキルは必要
 - ミドルレベル以上では、テストカバレッジやテスト評価を実施する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為に、構成管理のスキルは必要
 - テストウェアのトレーサビリティを確保し、仕様変更に伴い、対象のテストウェアの変更が必要

【 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:1 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渡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欲しい。キャリア基準の狙いからすれば、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渡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欲しい。

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：技術要素の一つ、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：技術要素の一つ、システムやアルゴリズムが主対象

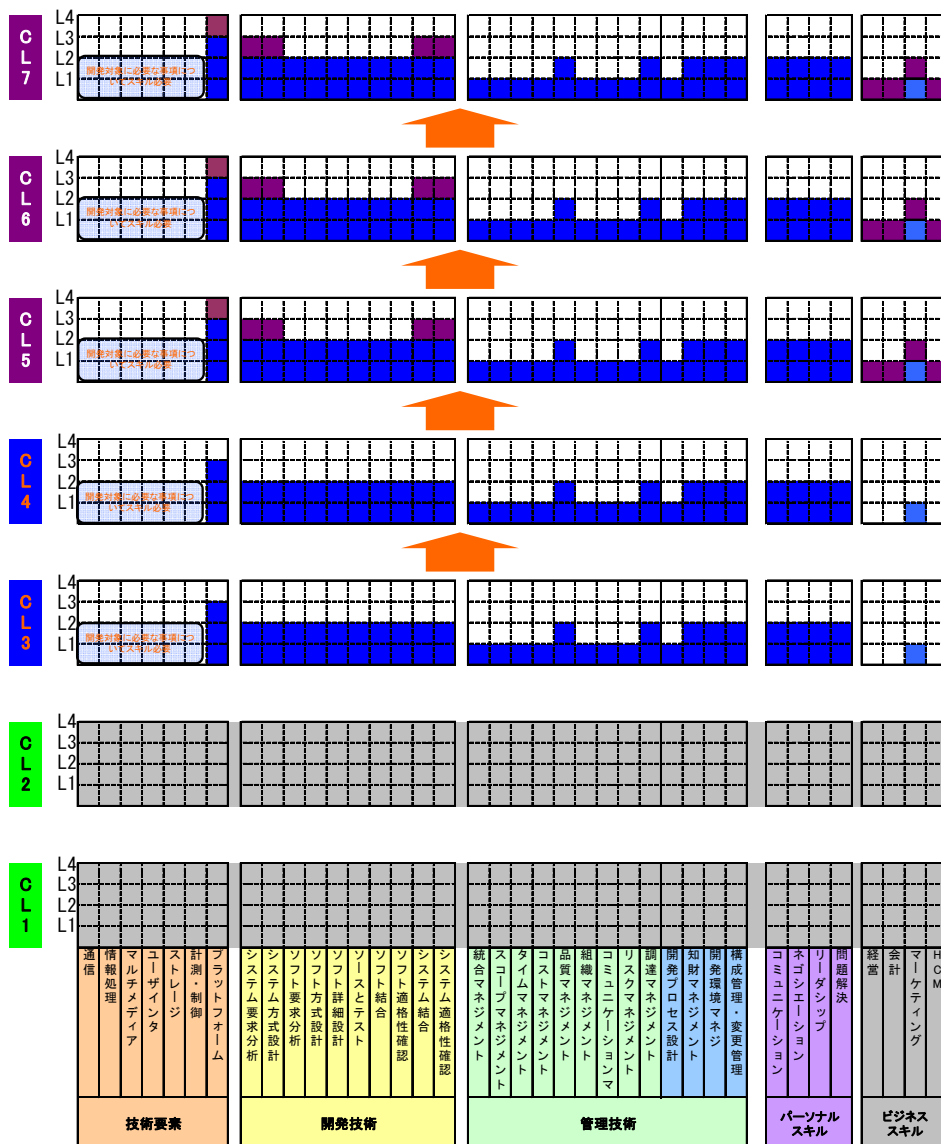
プリンタ：プロダクトの一つ、システムが主対象

1. RTOS スペシャリスト

技術要素の一つといえる RTOS (Real Time OS) の専門家としてのドメインスペシャリスト (RTOS スペシャリスト) は、例えば次のように定義される。RTOS は、組込みソフトウェアの重要なソフトウェア部品であり、プラットフォームにおけるコアとなる機能である。

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

参考：ドメインスペシャリスト (RTOS) のスキル分布特性



* この情報は、人材育成を目的とするものであり、キャリアレベルの評価で利用するものではない

付図 1 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 】

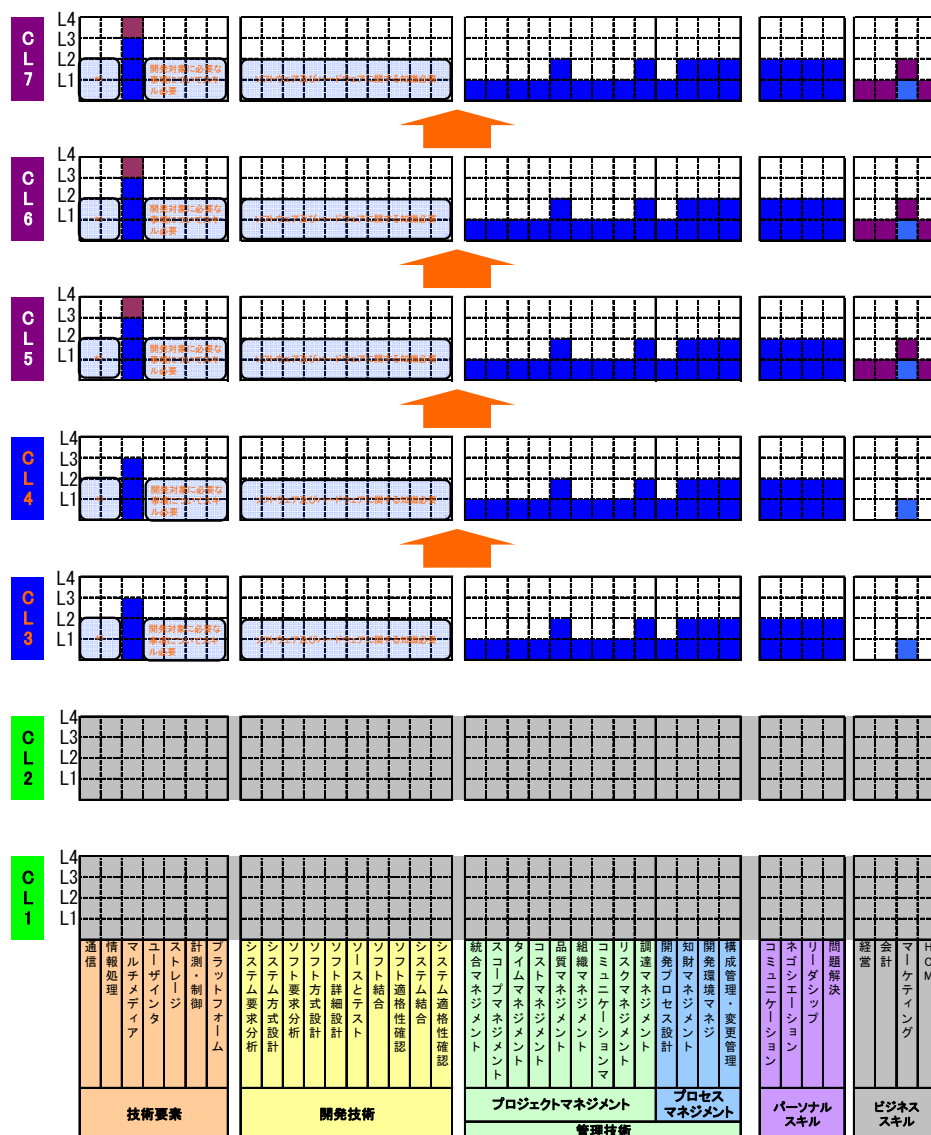
- ・技術の価値認識や展開を実現するマーケティングスキルが必要
 - 技術動向と自社の技術を考慮して技術開発の方向を示すスキルが必要

2. 画像処理スペシャリスト

技術要素の一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、組み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。

参考: ドメインスペシャリスト(画像処理)のスキル分布特性



*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、人材育成を目的とするものであり、キャリアレベルの評価で利用するものではない

付図 2 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 】

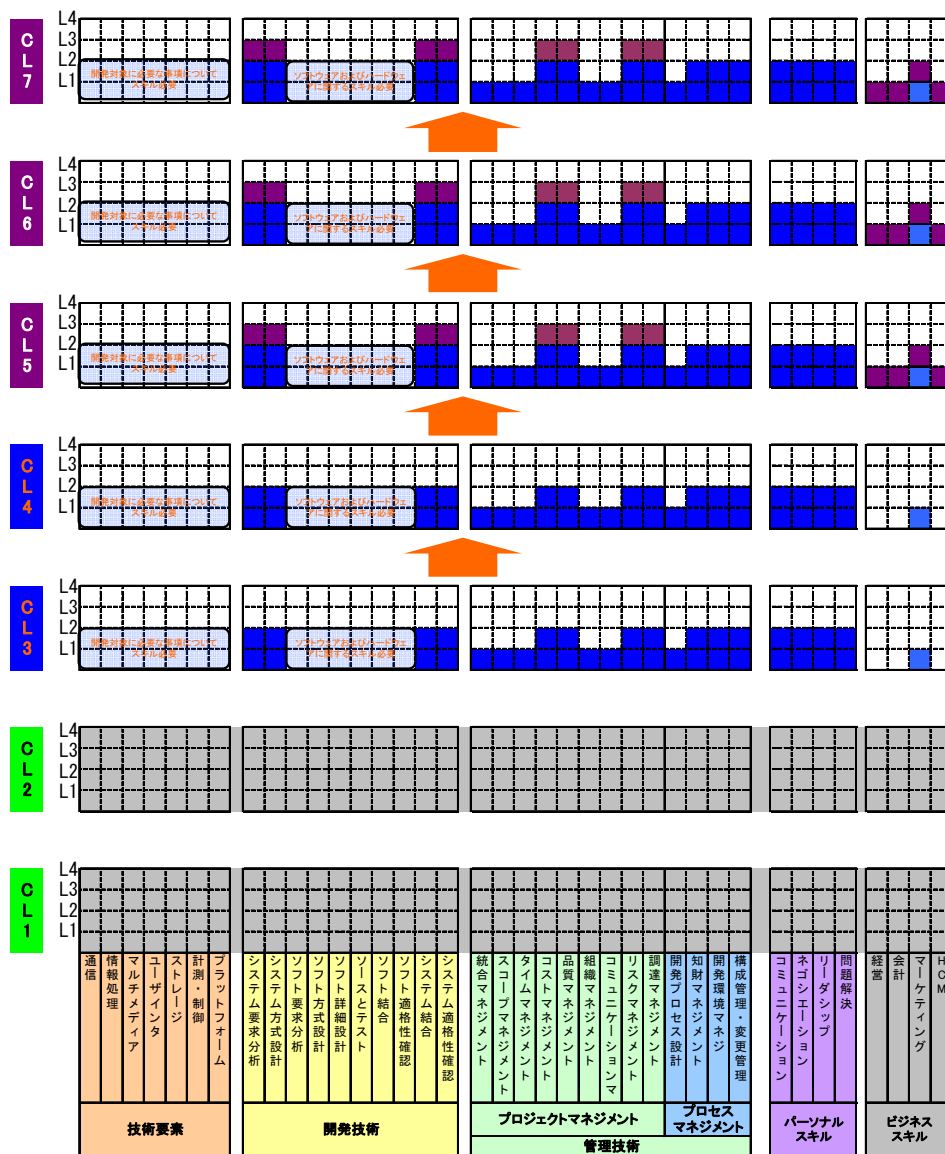
- ・技術の価値認識や展開を実現するマーケティングスキルが必要
 - 技術動向と自社の技術を考慮して技術開発の方向を示すスキルが必要

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一つといえるプリンタの専門家として、ドメインスペシャリスト(プリンタスペシャリスト)は例えばつぎ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言えばアプリケーションの一つともいえる。

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

参考: ドメインスペシャリスト(プリンタ)のスキル分布特性



* この情報は、人材育成を目的とするものであり、キャリアレベルの評価で利用するものではない

付図 3 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 】

- ・ 技術および製品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> (1/2)

| No | ドキュメント | 主な変更点 | 考え方・展開ロジック | 備考 |
|----|---------------------|---------------------------|--|----|
| 1 | ETSS キャリア基準 V1.0 | 全般 | 初版(2006年3月) | |
| 2 | ETSS キャリア基準 V1.1 | I 1.1 キャリア基準の概要 | 文章表現の修正(意味の変更は無し) | |
| 3 | | 1.2 キャリア基準の必要性 | 文章表現の修正(意味の変更は無し) | |
| 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 | |

<キャリア基準改定履歴> (2/2)

| No | ドキュメント | 主な変更点 | 考え方・展開ロジック | 備考 |
|----|---------------------|----------------------------|--|----|
| 10 | ETSS キャリア基準 V1.2 | 図 1: 職種／専門分野 およびキャリアレベル | 7 段階表現に変更 | |
| | | 1.2. キャリアレベル | 詳細の説明を削除し、共通キャリア・スキルフレームワークに準じると説明変更 | |
| | | 図 3 スキル分布特性 の説明 | 7 段階表現に変更 | |
| | | 図 4 職種／専門分野 とキャリアレベル | 7 段階表現に変更 | |
| | | 各職種のスキル分布特 性の図 | 7レベル表現変更 図 7、図 10、図 13、図 16、図 19、図 22、図 25、図 28、図 31、図 34 付図 1、付図 2、付図 3 | |
| | | | | |