

第 40 章 開発のための CMMI

「開発のための CMMI」への道

世界で最も大量にソフトウェアを必要としている組織の 1 つは、アメリカの国防総省 (Department of Defense : DoD) だろう。組織運営のためのものに加えて兵器に使うソフトウェアもあり、ここでは大量のソフトウェアを必要としている。

このアメリカの国防総省は 1970 年代から 80 年代にかけて、取得したソフトウェアの品質の悪さに悩んでいた。この問題を解決するために国防総省は 1984 年に、ピッツバーグにあるカーネギー・メロン大学 (Carnegie Mellon University : CMU) の傘下にソフトウェア工学研究所 (Software Engineering Institute : SEI) を設立し、IBM でソフトウェア・プロセスの改善に関わる仕事に従事していたワッツ・ハンフリー (Watts S. Humphrey) 博士を引き抜いて、そこの所長に据えた。

1986 年に国防総省はこの SEI に、ソフトウェア開発の契約の相手方のソフトウェア開発能力を測定する方法の開発を委託した。その契約を基に SEI は調査と研究を重ね、1990 年 3 月に CMM (Capability Maturity Model : 能力成熟度モデル) のバージョン 0 を発表、その後何度か改善を重ね、1993 年 11 月にバージョン 1.11 を発表した。これが CMM としての公式の、最後のバージョンになる。

CMM の考え方については後述するが、その優れた考え方が評判を呼び、CMM がアメリカを中心とするソフトウェア業界に広く受け入れられた。同時に、この考え方を他の領域にも適用しようとする機運が広がった。その結果、SEI だけでもソフトウェア工学の CMM に加えて、システム工学の分野での CMM、購買に関わる CMM¹、社員の育成／管理などに関わる CMM² など、多くの CMM が開発された³。

ここで 1 つ、問題が生じた。例えば携帯電話のハンドセットを作っているような、ハードウェアを開発し、その中に組み込むソフトウェアも併せて開発している組織で全体の活動に CMM を適用しようとする、システム工学の CMM とソフトウェア工学の CMM の両方を導入しなければならない。これは手間であり、コストもかかる。さらにシステム工学の CMM とソフトウェア工学の CMM で相互に矛盾するようなどころもでてきた。そのため両者を統合するように導入企業などから働きかけがあり、SEI は 1997 年にこの統合に向けての作業を始めた。

この結果、2000 年 12 月に SEI は CMMI (Capability Maturity Model Integration : 能力成熟度モデル統合) のバージョン 1.02 を発表、その後 2002 年 1 月にバージョン 1.1、2006 年 8 月にバージョン 1.2 を、さらに 2010 年 11 月にバージョン 1.3 を、それぞれ発表した。

余談になるが、アメリカの国防総省は 1997 年 10 月に、その 2 年後、つまり 1999 年 10 月から、大規模なソフトウェアの開発について国防総省と契約を結ぶ者は CMM のレベル 3 以上の能力を持っていなければならない、と発表した。国防総省が SEI を設置してから 15 年たった初めて、当初の構想が実現されたことになる。たいへん大きな成果と、評価できる。

1 「購買に関わる CMM」は、今では「購買のための CMMI (CMMI-ACQ)」になっている。CMMI-ACQ については、第 38 章で記した。

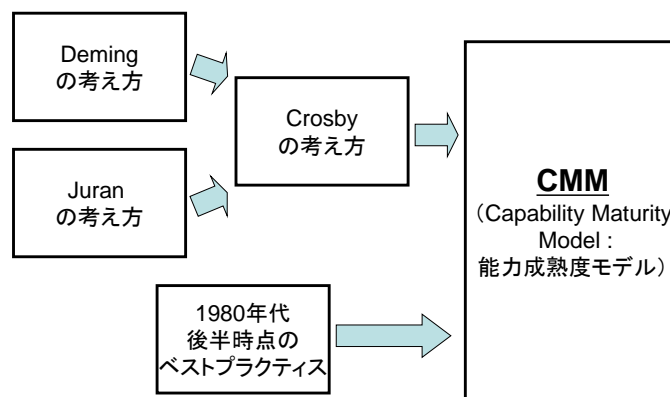
2 「社員の育成／管理などに関わる CMM (ピープル CPP)」については、第 45 章で議論する。

3 これに伴い、当初のソフトウェア工学に関わる CMM を SW-CMM と呼ぶようになった。

ソフトウェアの CMM の成立

ソフトウェアに限らない一般の工業製品の品質の世界では、何人もの偉人を挙げることができる。エドワード・デミング (Edward Deming) 博士やジョセフ・M. ジュラン (Joseph Moses Juran) 博士はその先駆者として有名で、その考え方をフィリップ・B. クロスビー (Philip B. Crosby) が継承している。

クロスビーは 1979 年に、既に CMM の段階モデルの基である「レベルの考え方」を発表している[CRO79]。当初の CMM はこのクロスビーの「レベルの考え方」を含む品質全体の考え方をベースに、1980 年代後半のアメリカを中心とするソフトウェア業界のベスト・プラクティスを取り込んで作成された。この関係を、図表 40-1 に示す。



図表 40-1 CMM の成立

CMM が成立した段階で、1980 年代後半の、当時としては最新のソフトウェア業界のベスト・プラクティスが取り込まれていることに注目して欲しい。

ベスト・プラクティスとは、何かを行うときに採用されている最も優れた方法をいう。ソフトウェアの例ではないが、自動車を作るときのトヨタの JIT (Just In Time) の方法は、今では世界中に広がっているが、発表された当時は部品と製品の在庫がゼロでも自動車を生産できる方法として、世界のベスト・プラクティスになっていた。

CMM がこのように作られたことで CMM とその後継である CMMI は、ソフトウェア工学の成果を集大成したものと評価することができる。なお CMM の基本的な考え方は、今やこの領域では古典ともいえるハンフリー博士の著書[HUM89]に詳しい。

成熟度レベル

SW-CMM の重要なキーワードとして、成熟度レベルとキー・プロセス・エリアの 2 つがある。まずその成熟度レベルから話を進めたい。

CMM の成熟度レベルは 1 から 5 までの 5 段階があり、以下のように定義されている [PAU93a]。

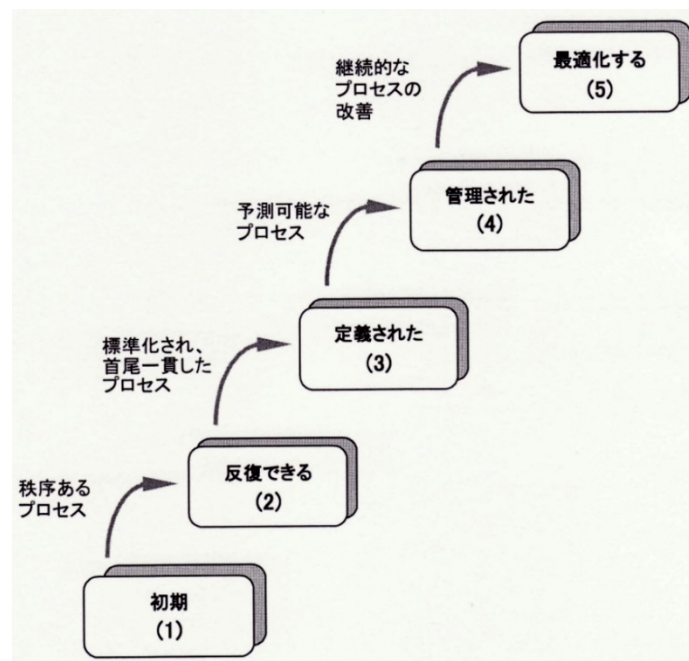
レベル 1 (初期: Initial) の組織では、ソフトウェアの開発と保守のために安定的に適用できる手順や環境を持っていない。つまりこの組織のソフトウェア・プロセスは場当たりの、その意味で予測不能である。換言すれば、仮にあるプロジェクトが成功しても、そのプロジェク

トが採用した方法を次のプロジェクトに適用することができない。もちろんプロジェクトがいつも失敗するわけではない。しかしそれらのプロジェクトの成功は、プロジェクトに卓越したマネージャと、熟練し、効果的なソフトウェアチームがいるかどうかにかかっている。つまりこの成功は個人的な努力や能力によるものであり、組織的な成果ではない。

レベル 2 (反復できる : Repeatable) の組織では、基本的なソフトウェア管理の仕組みが導入されており、プロジェクトの管理の方針とその方針を履行するための手順が確立されている。つまり新しいプロジェクトの計画とその管理は類似のプロジェクトのこれまでの経験に基づいており、ある限られた範囲ではあっても成功のパターンを繰り返すことができる。

レベル 3 (定義された : Defined) の組織では、組織全体のソフトウェアの開発と保守の標準のプロセスが定義され、文書化され、それに関して教育がなされ、組織の中にしっかりと定着している。これらのプロセスにはソフトウェアのエンジニアリングと管理の両方のプロセスが含まれ、これらのプロセスは首尾一貫したものとして統合化されている。つまり、レベル 3 の組織のソフトウェア・プロセスは「標準」と「首尾一貫性」と要約でき、ソフトウェアのエンジニアリングと管理の両方の活動を効果的に繰り返すことができる。

レベル 4 (管理された : Managed) の組織では、ソフトウェアの成果物とプロセスの両方に対して、定量的な品質目標を設定している。重要なソフトウェア・プロセスの活動について、全プロジェクト横断的に、組織的に、生産性と品質についてのデータが計測され、その結果に基づいて活動が制御されている。つまり、レベル 4 の組織のソフトウェア・プロセスは、「予測可能」と要約でき、プロセスと成果物の品質がどんな傾向かを組織が予測できるようになっている。



図表 40-2 CMM の成熟度レベル ([PAU93a]より)

レベル 5 (最適化された : Optimized) の組織では、組織全体が継続的なプロセス改善を重視して実施しており、欠陥の発生を予防することを目標にして、プロセスの弱みと強みを、先を

見越して特定する手段が備わっている。つまり、レベル 5 組織のソフトウェア・プロセスは「継続的な改善」と特徴付けられ、この組織ではプロセス能力を改善する努力を怠らず、これによってプロジェクトの実績を継続的に、一段と向上させることができる。

この概念を、図表 40-2 に示す。

日本には柔道、剣道、書道、華道、茶道など、多くの「道」がある。たとえ話になって恐縮だが、その中で書道を使ってこの成熟度レベルを説明してみたい。

レベル 1 とは、筆の持ち方や筆さばきなどについて、正式な教育を受けたことがない人に相当する。筆を使って文字を書くことができて、それはあくまで我流でしかない。レベル 3 になると、書道に関して基本的なところは全て習得済みで、その技術を活用して楷書できちっと字を書くことができるようになっていく。レベル 5 では既に達人の境地で、筆を使って行書でも草書でも思うように、好きなように紙の上に表すことができる。レベル 2 はレベル 1 から 3 に向かう途中であり、レベル 4 はレベル 3 とレベル 5 の間に位置している。

このように考えると、アメリカの国防総省が「その契約の相手先になるところは、最低でもレベル 3 のプロセス能力を持っていることが必要」とする趣旨は、よく理解することができる。

キー・プロセス・エリア (KPA)

SW-CMM のキー・プロセス・エリアは、全部で 18 個あった。それを技術に関わるもの、組織に関わるもの、エンジニアリングに関わるものに分類し、成熟度のレベル別に表にしたものを、図表 40-3 に示す[PAU93b]。

図表 40-3 SW-CMM のキー・プロセス・エリア ([PAU93b]より)

	管理	組織	エンジニアリング
最適化された	技術変更管理		
管理された	プロセス変更管理		欠陥予防
定義された	定量的プロセス管理		ソフトウェア品質管理
反復できる	ソフトウェア統合管理	組織的プロセス重視	ソフトウェアプロダクトエンジニアリング
	グループ間調整	組織的プロセス定義	
	要求管理	トレーニングプログラム	
反復できる	ソフトウェアプロジェクト計画		
	ソフトウェア進捗管理		
	ソフトウェア外注管理		
	ソフトウェア品質保証		
反復できる	ソフトウェア構成管理		

1 つのキー・プロセス・エリア (KPA) は、関連するひとまとまりの作業群からなる。例えばソフトウェアの構成管理のキー・プロセス・エリアは、第 8 章で述べた活動群から構成される。これらの全ての活動が適切に遂行されて初めて、そのキー・プロセス・エリアは「達成された」状態となる。

レベル 1 (初期) を除き、成熟度レベルごとにいくつかのキー・プロセス・エリアが割り当てられている。例えば、レベル 2 (反復できる) では、「要求管理」から「ソフトウェアの構成管理」までの 6 つのキー・プロセス・エリアが割り当てられている。この 6 つ全てのキー・プロセス・エリアで「達成された」状態になると、その組織にレベル 2 が与えられる。別のいい方をすれば、6 つのキー・プロセス・エリアの中の 1 つの、さらにその一部が欠けているだけで

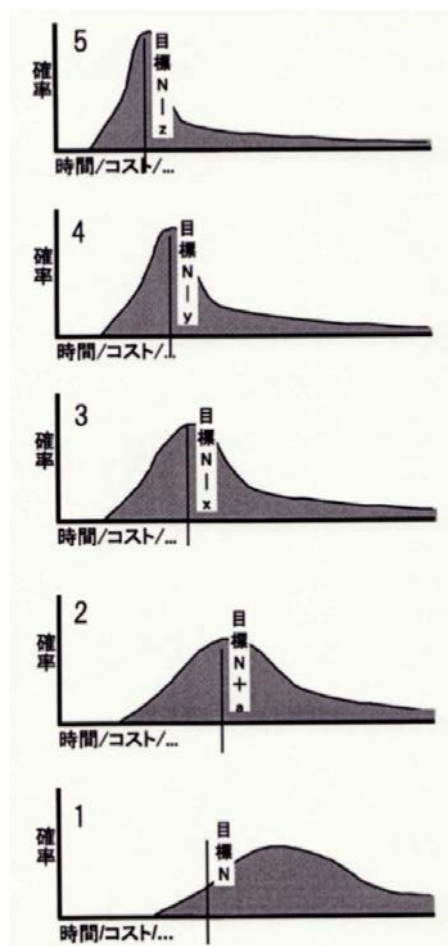
も、レベル 2 になることができない。

レベル 3 以上のケースは、そのレベルのキー・プロセス・エリアに加えて、それより下のレベルのキー・プロセス・エリアを全て達成して、初めてその上位の資格が与えられる。レベル 3 では 7 つ、レベル 4 は 2 つ、レベル 5 は 3 つのキー・プロセス・エリアが、それぞれ新たに割り当てられている。したがってレベル 5 を達成するためには、18 個全てのキー・プロセス・エリアで合格点を取らなければならない。

後で述べるように、既に SEI は SW-CMM のサポートを中止し、活動を CMMI に移している。したがって SW-CMM のキー・プロセス・エリアについての詳細な議論は、ここでは割愛する。

SW-CMM によるプロセス改善の効果

SEI が発行した「ソフトウェア能力成熟度モデル 1.1 版技術報告書」[PAU93a]に、プロセス改善の効果を適切に示した図が表示されているので、ここでそれを示してプロセス改善の効果について述べておきたい。その図を、図表 40-4 に示す。



図表 40-4 プロセス改善の効果 ([PAU93]より)

この 5 つのグラフの縦軸は、全て確率である。横軸は時間やコスト、品質など何でも良いこ

とになっているが、説明では「ソフトウェアの完成までの期間」ということにしたい。

一番下にあるレベル 1 の場合は、完成までの期間の分布は大きく広がり、ピーク時点の高さは低く、右側の期間が長くかかる方向に大きく引かれていて、なかなか収束しない。しかもここで開発を終わらせたいとする「目標」(グラフの途中で書かれている縦線)の位置はピークからかなり前にあり、その時期で開発が終わる確率は少ない。この目標は、自分たちの力量をしっかりと把握し、それを分析してクールに、論理的に決められたものではなく、政治的に、あるいは感情的に「この辺で終わらせたい」と期待して立てられた目標のように見える。

その上のレベル 2 のグラフをレベル 1 のものと比較すると、以下のことがいえる、

- ピークの位置が前に来て、さらに高さが高くなっている。
- その分、右の方(期間が延びる方向)に引かれる部分が小さくなっている。
- 目標の場所が、ピークの場所と一致している。

目標の位置についていえば、レベル 1 の場合より後ろに来てしまっている。つまりレベル 2 ではレベル 1 と異なり、自分たちの力量から目標を決めることができるようになったことを示している。これは、大きな進歩である。

この後レベル 3 からレベル 5 に進むにしたがって、さらに次のようにいうことができる。

- ピークの位置と目標が着実に前に動き、高さが高くなっている。
- その分、右に引かれる部分がどんどん小さくなっている。

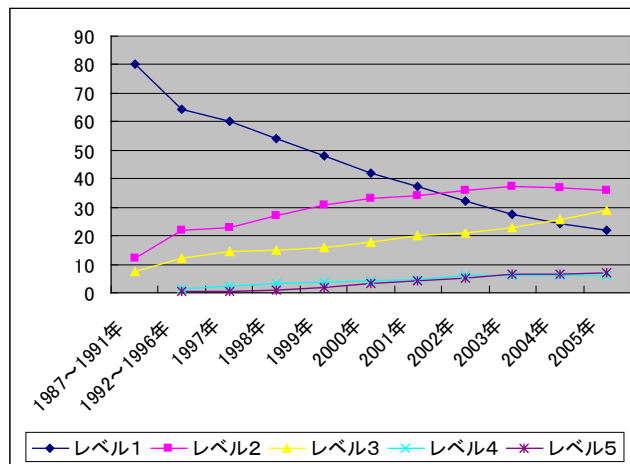
前述の通り、横軸はソフトウェアの完成までの期間だけでなく、コストやソフトウェアの品質など、多くのものに適用することができる。

端的にいうと、これがプロセス改善の効果である。

成熟度レベル別の分布

SW-CMM の成熟度レベル別の分布の推移が、SEI から発表されている。その結果を、図表 40-5 に示す[SEI06]。

この成熟度レベル別の分布についての最初の調査は、1987 年に行われた。この時の分布は、レベル 1 の企業が全体の 81% を占め、レベル 2 が 13%、レベル 3 が 7% で、レベル 4 とレベル 5 の企業はなかった。

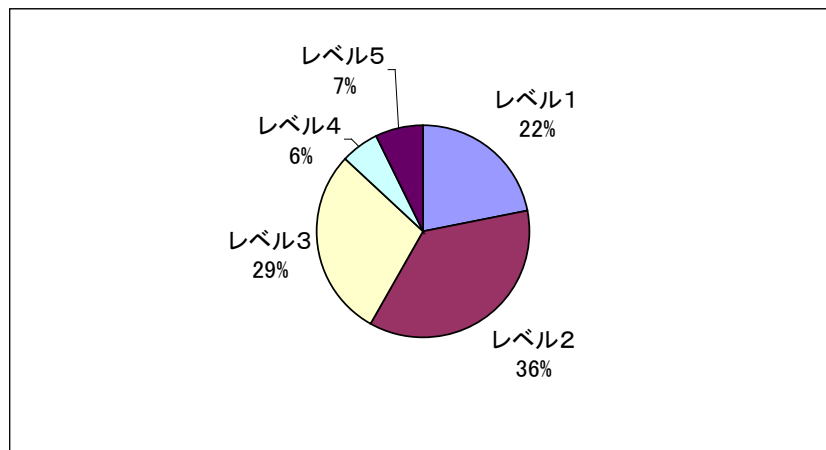


図表 40-5 SW-CMM の成熟度レベル別分布の推移 ([SEI06]より)

それから 15 年後の 2002 年にはレベル 1 の企業の割合とレベル 2 の企業の割合とが逆転しており、最終の 2005 年 12 月では、レベル 1 の企業の割合はレベル 3 の企業の割合を下回るという状態になっている。

またこの 18 年間で、レベル 1 の企業の割合は単純に減少しており、それ以外の成熟度レベルは全て増加している。ただし最後の方では、レベル 2 の割合には足踏みが見られる。

最終の 2005 年の分布の割合を、図表 40-6 に示す。



図表 40-6 2005 年 12 月時点の SW-CMM の成熟度レベル別分布 ([SEI06]より)

このように見ると、世界的にソフトウェア・プロセスの改善は着実に進んでおり、レベル 1 の企業はすでに少数派になったように見える。ソフトウェア・プロセスの改善が着実に進んでいるのは事実だが、しかしこの統計は SEI が発表していることに留意して欲しい。つまりこの統計の母集団は SEI とコンタクトを持っていて、成熟度レベルなどの情報を SEI に提供しているソフトウェア企業に限られている。世の中には、ソフトウェア・プロセスの改善にも CMMI にも興味を持っていない、あるいは興味を持っていたとしても SEI とコンタクトを取っていない企業は、非常に多いと思われる。そのような企業の成熟度レベルの分布は図表 40-6 とは異なり、レベル 1 がまだ圧倒的に多いのではなかろうか。CMMI に関するものも含めて SEI が発表する統計を見るときには、ここに注意する必要がある。

なお 2005 年 12 月に、SEI は SW-CMM に関するサポートを中止した。SW-CMM の最後の版が発表されてから 10 年以上が経過し、そこに組み込まれたものがすでにソフトウェア開発での「ベスト・プラクティス」とはいえなくなったため、というのがその理由である。したがってそれ以降、図表 40-5 と図表 40-6 は、書き換えられることはない。

CMMI の成立

既に記したように、SEI は 1997 年に CMMI 作成についての議論を始め、2000 年 12 月に最初のバージョンを発表した。

1990 年代半ば過ぎに、SEI は CMM のバージョン 2 を発表する計画を持っていた。つまり 1997 年後半に v2.0 を、1998 年には v2.1 をそれぞれ発表する構想を持って作業していた。しかし、突然その発表が中止された。その時、中止の理由は一切発表されなかった。今から考え

ると、CMMI の作成が開始されたためと推測できる。

その後の経緯と CMMI の特徴

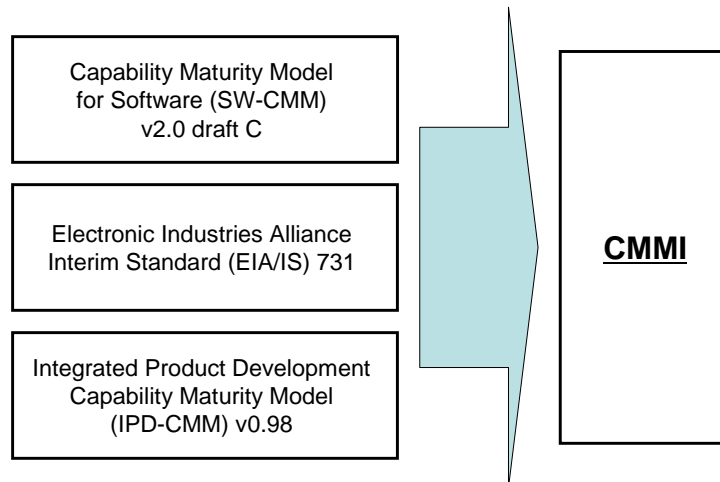
2000 年に発表された当時の CMMI には、以下の 4 つの種類があった。

- ソフトウェア工学のみ (CMMI-SW)
- ソフトウェア工学とシステム工学 (CMMI-SE/SW)
- 統合成果物プロセス開発を含むもの (CMMI-SE/SW/IPPD)
- さらに供給者ソーシングを含むもの (CMMI-SE/SW/IPPD/SS)

これが、2006 年 8 月に発表されたバージョン 1.2 から「開発のための CMMI (CMMI-DEV)」として一本になり、これに統合成果物プロセス開発 (IPPD) の部分を付加するかしないかの選択があるだけのシンプルなものに変わった[CMMI06]。

CMMI の最も大きな特徴は、段階表現と連続表現の 2 つの表現形式があることである。

段階表現はソフトウェア工学の CMM であった SW-CMM と基本的に同じ考え方であり、連続表現はシステム工学の CMM である EIA/IS 731 との親和性が高い。



図表 40-7 CMMI (-DEV) の成立

CMMI (-DEV) は図表 40-7 に示すように、SW-CMM (v2.0 draft C) とシステム工学の CMMI である EIA/IS 731、および IPD-CMM (v0.98) の 3 つを統合して作成された。

CMMI-DEV の段階表現

段階表現であるか連続表現であるかを問わず、CMMI-DEV と SW-CMM の間に、以下の相違点がある。

- SW-CMM でキー・プロセス・エリア (KPA) と呼んでいたものを、単にプロセス・エリア (PA) とだけ呼ぶようになった。
- SW-CMM で 18 だったキー・プロセス・エリアが、CMMI では 22 のプロセス・エリアに変わった。

さらに段階表現に限っていえば、次の相違がある。

- レベル 2 とレベル 4 の名前が変わった。
- レベル 2 が「反復できる (Repeatable)」から「管理された (Managed)」に

- レベル 4 が「管理された (Managed)」から「定量的に管理された (Quantitatively Managed)」に

この CMMI-DEV の段階表現での成熟度レベル別、分野別のプロセス・エリアを、図表 40-8 に示す。

図表 40-8 CMMI-DEV の段階表現での成熟度レベル別、分野別のプロセス・エリア
([CMM10a]より)

成熟度レベル	エンジニアリング・プロセス	プロセス管理プロセス	プロジェクト管理プロセス	支援プロセス
最適化された(レベル5)		組織実績管理(CPM)		原因分析と解決(CAR)
定量的に管理された(レベル4)		組織プロセス実績(OPP)	定量的プロジェクト管理(QPM)	
定義された(レベル3)	要件開発(RD)(*)	組織プロセス重視(OPF)	統合プロジェクト管理(IPD)	決定分析と解決(DAF)
	技術解(TS)(*)	組織プロセス定義(OPD)	リスク管理(RSKM)	
	成果物統合(PI)(*)	組織トレーニング(OT)		
	検証(VER)(*)			
	妥当性確認(VAL)(*)			
管理された(レベル)			要件管理(REQM)	測定と分析(MA)
			プロジェクト計画策定(PP)	プロセスと成果物の品質保証(PPQA)
			プロジェクトの監視と制御(PMC)	構成管理(CM)
			供給者合意管理(SAM)(+)	

CMMI-DEV のプロセス・エリアの概要

CMMI の 22 個のプロセス・エリアが SW-CMM の 18 個のキー・プロセス・エリアとどう対応しているかの概要を、図表 40-9 に示す。

図表 40-9 から分かるように、あるものは SW-CMM にはキー・プロセス・エリアとしてあるけれど CMMI からはなくなっており、あるものは CMMI-DEV で新たにプロセス・エリアとして現れたものがある。どちらにも存在し、名前がほとんど変わっていないものがあり、全く異なる名前になったものがある。SW-CMM と CMMI-DEV のどちらにも存在するとしてこの図表 40-9 で対応させているものも、概念が共通しているというだけで、仮に名前が似ていても内容まで同じというわけではない。この変化は、20 年弱の期間における、ソフトウェア工学を中心とするエンジニアリング領域の具体的な進歩と捉えることができる。

以下で、CMMI-DEV のバージョン 1.3 の 22 個のプロセス・エリアについて、簡単に概要を述べておきたい[CMM10a]。

レベル 2 のプロセス・エリア

レベル 2 のプロセス・エリアは 7 つある。

「構成管理 (Configuration Management : CM)」は、すでに第 8 章で述べた構成管理を実施することにつける。SW-CMM の時についていた「ソフトウェア」という枕詞がなくなったのは、前述の通り CMMI でシステム工学を含むようになったことによる。

「測定と分析 (Measurement and Analysis : MA)」の目的は、管理層の情報ニーズに応える

ために必要とする測定能力を開発し、それを維持することである。そのためにはまず測定と分析の目的を明確にし、目標を精緻化して精確で測定可能な尺度を設定し、事前に分析手順を明らかにするという準備段階を経て、その準備に基づいて実際に測定し、分析して結果を提供することになる。SW-CMM では、定量的な配慮はレベル 4 にしか用意されていなかった。しかしレベル 2 の段階で既に測定を行い、その結果を分析してプロセスの改善に役立てるということが現実に行われていた。これへの配慮を欠いていたということは、ある意味で SW-CMM の欠陥ともいえるものだった。CMMI-DEV でレベル 2 にこのプロセス・エリアが用意されたことは、その意味で当然ともいえるものである。

図表 40-9 CMMI-DEV のプロセス・エリアと SW-CMMI のキー・プロセス・エリアの対比 ([CMM10a]より)

CMMI		CMM	
成熟度レベル	PA	KPA	成熟度レベル
最適化された (レベル5)	組織実績管理	技術変更管理	最適化された (レベル5)
	原因分析と解決	プロセス変更管理	
		欠陥予防	
定量的に管理 された(レベル 4)	組織プロセス実績	定量的プロセス管理	管理された(レ ベル4)
	定量的プロジェクト管理	ソフトウェア品質管理	
定義された(レ ベル3)	要件開発		定義された(レ ベル3)
	技術解	ソフトウェアプロダクトエンジニアリング	
	成果物統合		
	検証	ピアレビュー	
	妥当性確認		
	組織プロセス重視	組織プロセス重視	
	組織プロセス定義	組織的プロセス定義	
	組織トレーニング	トレーニングプログラム	
	統合プロジェクト管理	ソフトウェア統合管理	
	リスク管理		
	決定分析と解決		
		グループ間調整	
管理された(レ ベル2)	要件管理	要求管理	回復できる(レ ベル2)
	プロジェクト計画策定	ソフトウェアプロジェクト計画	
	プロジェクトの監視と制御	ソフトウェア進捗管理	
	供給者合意管理	ソフトウェア外注管理	
	測定と分析		
	プロセスと成果物の品質保証	ソフトウェア品質保証	
	構成管理	ソフトウェア構成管理	

「プロジェクトの監視と制御 (Project Monitoring and Control : PMC)」は、文字通りプロジェクトの進捗を把握し、監視し、必要な場合はその活動を制御して、計画からの逸脱をなくすることを目的としている。

「プロジェクト計画策定 (Project Planning : PP)」は、プロジェクトの活動についての計画を立て、必要な場合に変更を加えて、それを維持することを目的としている。これには、プロジェクトの活動について見積もりを作成し、それを基に計画を立て、計画した内容についてステークホルダのコミットメントを得る活動が含まれる。

「プロセスと成果物の品質保証 (Product and Process Quality Assurance : PPQA)」の目的

は、計画されたプロセスが確実に実行されるようにすることである。これには、プロセスの監査と作業成果物のレビューを含む。このためにまずプロセスと作業成果物を客観的に評価し、品質に関する客観的な見通しを提供するという手順を踏む。SW-CMM では、該当するキー・プロセス・エリアは「ソフトウェア品質保証」という名称だった。この段階ではもっぱらプロセスの品質保証に重点が置かれていた。その後ソフトウェアの品質についての定義が変わり、成果物の品質もソフトウェアの品質に含まれるようになったことによって、さらにシステム工学の領域、つまりハードウェアも対象に加わったこともあって、成果物の品質保証が付け加えられたものである。

「要件管理 (Requirements Management : REQM)」は、レベル 3 のプロセス・エリアの 1 つである「要件開発」で作成される「要件」、つまり要求仕様を、プロジェクトの全期間にわたり、必要な時に、必要とする人／組織に、最新の状態で提供することを目的としている。

「供給者合意管理 (Supplier Agreement Management : SAM)」は、正式な合意が成立している供給者からの成果物の調達を管理することを目的とする。

SW-CMM 時代のレベル 2 のキー・プロセス・エリアは 6 つだった。この 6 つがいずれもある意味で CMMI-DEV に継承され、それに「測定と分析」が追加されて CMMI-DEV のレベル 2 のプロセス・エリアになっている。このことは、これらが全てソフトウェア開発における基本の作業であることを示している。

レベル 3 のプロセス・エリア

レベル 3 のプロセス・エリアは 11 個ある。CMMI 全体のプロセス・エリアの数は 22 個であるから、その半分がレベル 3 のプロセス・エリアということになる。

「決定分析と解決 (Decision Analysis and Resolution : DAR)」の目的は、必要な決定を行うためにいくつかの選択肢を洗い出し、確立された基準に照らしてそれら进行评估し、その結果を受けて適切な決定を行うことである。

「統合プロジェクト管理 (Integrated Project management : IPM)」の目的は、「組織の標準プロセスの集合」を基に、まずプロジェクトがその目標を完遂するために必要な修整 (テラーリング) をして「定義されたプロセス」を作成し、直接の利害関係者の参画を確実なものとした上で、プロジェクトを管理できるようにすることである。

「組織プロセス定義 (Organizational Process Definition : OPD)」の目的は、組織としての全体のプロセス資産と、作業環境標準を確立し、それらを維持することである。

「組織プロセス重視 (Organizational Process Focus : OPF)」の目的は、組織全体でソフトウェア・プロセス改善の活動を適切に実施することである。

「組織トレーニング (Organizational Training : OT)」の目的は、要員にスキルと知識を身につけさせることによって、要員がそれぞれの役割を効果的、効率的に遂行できるようにすることである。

「成果物統合 (Product Integration : PI)」の目的は、成果物構成要素 (部品) から成果物を組み立てて、その組み立てられた成果物が適切に機能することを確認し、その上でその成果物を顧客に納入することである。

「要件開発 (Requirements Development : RD)」の目的は、プロダクトに対するステークホルダの要件、成果物としての要件、および成果物構成要素の要件を分析し、明確にすることである。

「リスク管理 (Risk Management : RSKM)」の目的は、潜在的な問題が顕在化する前にその問題を特定し、目標達成の妨げになるような影響を軽減することである。

「技術解 (Technical Solution : TS)」の目的は、まず要件を実現するための方法 (解) を設計し、その設計に基づいて成果物を開発し、その成果物を実装することである。

「妥当性確認 (Validation : VAL)」の目的は、顧客から見て「正しい製品」を作ったことを確認することである。検証は「要件通りのものを作ったか」を確認するのに対し、妥当性確認はその要件の内容も含めて、「成果物そのものが顧客の立場から見て妥当なものであるか」ということを確認することに特徴がある。なおこのプロセスは、SW-CMM にはなかった。

「検証 (Verification : VER)」の目的は、作業成果物が指定された要件を満たすことを確認することである。SW-CMM では「ピア・レビュー」というキー・プロセス・エリアがあった。検証のプロセス・エリアでは、レビュー以外にテストのプロセスを含んでいる。

SW-CMM のレベル 3 のキー・プロセス・エリアは、7 つだった。数としては単純に 4 つ増えたことになるが、CMMI の 11 のプロセス・エリアのうち SW-CMM から継承されたものは 6 つで、5 つが新たに付け加えられ、1 つがなくなるという、大幅な変更が加えられている。

レベル 4 のプロセス・エリア

レベル 4 のプロセス・エリアの数は、2 つである。

「組織プロセス重視 (Organizational Process Performance : OPP)」の目的は、プロジェクトの「品質、およびプロセス実績の目標」を達成するためにプロジェクトの成果物とプロセスについて測定し、プロジェクトのプロセスとして修整される前の「組織の標準プロセス」についての実績を定量的に把握し、記録し、維持することである。

「定量的プロジェクト管理 (Quantitative Project Management : QPM)」の目的は、プロジェクトが定めた「品質、およびプロセス実績の目標」を達成するために、プロジェクトのプロセスを定量的に管理することである。

レベル 5 のプロセス・エリア

CMMI のレベル 5 のプロセス・エリアも、以下の 2 つしかない。

「原因分析と解決 (Casual Analysis and Resolution : CAR)」の目的は、欠陥、およびその他の問題の原因を特定し、それに対して適切な処置を行って、以降その問題が発生することがないように必要な手を打ち、その発生を予防することである。

「組織実績管理 (Organizational Performance Management : OPM)」の目的は、組織のプロセスと技術についての改善を、継続的に、かつ系統的に実施することである。

段階表現によるプロセス改善

SW-CMM の場合と同様段階表現を使ってソフトウェア・プロセスの改善を進める場合、最初に取り上げるプロセス・エリアはレベル 2 に位置づけられている 7 つの中から選ばなければならない。その 7 つを全部クリアして初めて、次にレベル 3 の 11 個に取りかかることができる。

各プロセス・エリアには固有ゴール (SG) と呼ぶ目標が設定されており、これを全て実現するとそのプロセス・エリアをクリアしたことになる。固有ゴールとペアになって、固有プロセス (SP) が定義されている。

レベル 3 に位置づけされている「リスク管理」の固有ゴールと固有プロセスは、以下のようになっている[CMM10a]。

- SG 1 リスク管理の準備をする
 - SP 1.1 リスクの出所と区分を決定する
 - SP 1.2 リスクパラメータを定義する
 - SP 1.3 リスク管理戦略を確立する
- SG 2 リスクを特定し分析する
 - SP 2.1 リスクを特定する
 - SP 2.2 リスクを評価し、分類し、そして優先順位付けする
- SG 3 リスクを軽減する
 - SP 3.1 リスク軽減計画を策定する
 - SP 3.2 リスク軽減計画を履行する

CMMI-DEV の連続表現

CMMI-DEV の最も大きな特徴の 1 つは、これまで述べてきた段階表現に加えて、連続表現があることである[CMM10a]。

前述のように、SW-CMM の場合と同様段階表現を使ってソフトウェア・プロセスの改善を進める場合、最初に取り上げるプロセス・エリアはレベル 2 に位置づけされている 7 つの中から選ばなければならない。しかし連続表現を使用してソフトウェア・プロセスの改善を進める場合には、22 個のプロセス・エリアの中から好きなように対象を選んで改善を進めることができるという特徴がある⁴。例えば連続表現による場合には、段階表現ではレベル 3 に位置づけされている「リスク管理」を最初に対象に選んで、そこからソフトウェア・プロセスの改善を進めることができる。

連続表現に基づいてソフトウェア・プロセスの改善を進める場合、どこまで改善を進めたかを示す指標として「能力レベル」を使用する。能力レベルは 0 から 3 までの 4 段階あって、それぞれ次のような意味を持っている⁵[CMM10a]。

- 能力レベル 0：不完全なレベル。つまり能力レベル 1 に達していないことを表している。そのプロセス・エリアについて、全く何も行っていないという場合を含む。
- 能力レベル 1：実施されたレベル。対象に選んだプロセス・エリアで、入力から出力を作成することができるレベルにある。連続表現では各能力レベルに、共通ゴール (GG) が定められている。能力レベル 1 の共通ゴールは、「GG 1 固有ゴールを達成する」である。
- 能力レベル 2：管理されたレベル。対象に選んだプロセス・エリアで、プロセスが計画され、管理され、必要に応じて是正処置が取られる。GG 2 は「管理されたプロセスを制度化する」で、以下の 10 個の共通プラクティス (GP) がその下に位置づけされている。

GP 2.1 組織方針を確立する。

⁴ 実際は、段階表現のレベル 4 と 5 に位置づけされている 4 つのプロセス・エリアに取りかかるのは、他の 18 個のプロセス・エリア全てで能力レベル 3 を実現してからにした方がよい[CMM10a]。

⁵ CMM-DEV のバージョン 1.2 では、能力レベルは 0 から 5 までの 6 段階あった。

- GP 2.2 プロセスを計画する。
 - GP 2.3 資源を提供する。
 - GP 2.4 責任を割り当てる。
 - GP 2.5 人員をトレーニングする。
 - GP 2.6 作業成果物を制御する。
 - GP 2.7 直接の利害関係者を特定し、関与させる。
 - GP 2.8 プロセスを監視し、制御する。
 - GP 2.9 忠実さを客観的に評価する。
 - GP 2.10 上位レベルの管理者と共に、状況をレビューする。
- 能力レベル 3: 定義されたレベル。対象に選んだプロセス・エリアについて、それが組織のプロセス資産として明確に定義され、文書化され、各プロジェクトの修整の対象になり、さらに改善の対象になっているレベルにある。能力レベル 3 には、以下の共通ゴール/共通プラクティスがある。
 - GG 3 定義されたプロセスを制度化する。
 - GP 3.1 定義されたプロセスを確立する。
 - GP 3.2 プロセス関連の経験情報を集める

プロセス・エリア	成熟度レベル	能力レベル					
		1	2	3			
要件管理	2	成熟度レベル2					
プロジェクト計画策定	2						
プロジェクトの監視と制御	2						
供給者合意管理	2						
測定と分析	2						
プロセスと成果物の品質保証	2						
構成管理	2						
要件開発	3	成熟度レベル3					
技術解	3						
成果物統合	3						
検証	3						
妥当性確認	3						
組織プロセス重視	3						
組織プロセス定義	3						
組織トレーニング	3						
統合プロジェクト管理	3						
リスク管理	3						
決定分析と解決	3						
組織プロセス実績	4				成熟度レベル4		
定量的プロジェクト管理	4						
組織改革と展開	5	成熟度レベル5					
原因分析と解決	5						

図表 40-10 連続表現から成熟度レベルへの変換 ([CMM10a]より)

連続表現から成熟度レベルへの変換

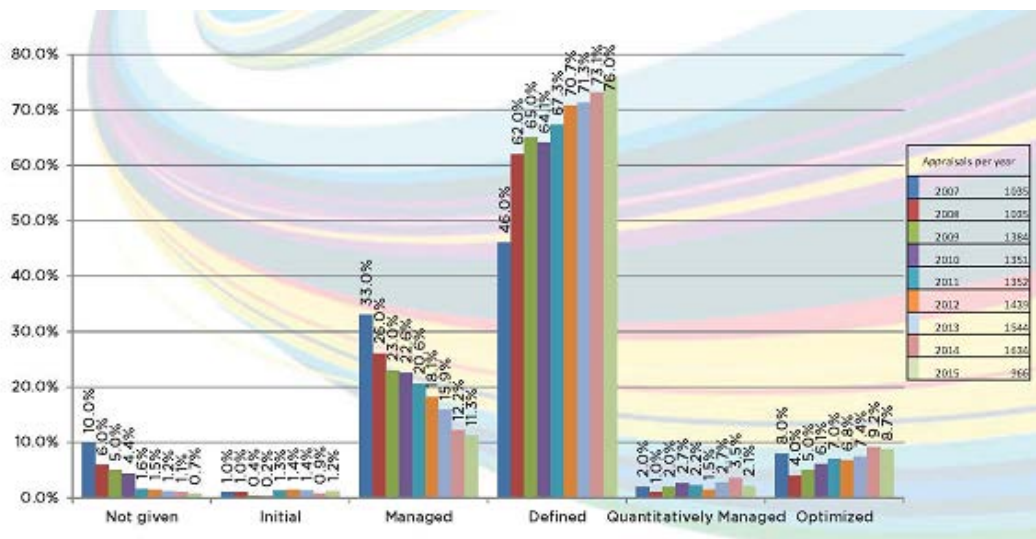
仮に連続表現に基づいてソフトウェア・プロセスの改善を進めることにしても、段階表現に固有の成熟度レベルを求めることができる。その関係を、図表 40-10 に示す[CMM10a]。

その図表 40-10 の考え方を言葉で表すと、以下のようになる。

- 成熟度レベル 2 のプロセス・エリア (7 つ) について、全て能力レベル 2 以上が達成されたら、成熟度レベル 2 が達成されたものとする。
- 成熟度レベル 2 と 3 のプロセス・エリア (18 個) について、全て能力レベル 3 が達成されたら、成熟度レベル 3 が達成されたものとする。
- 成熟度レベル 4 までのプロセス・エリア (20 個) について、全て能力レベル 3 が達成されたら、成熟度レベル 4 が達成されたものとする。
- 全てのプロセス・エリア (22 個) について能力レベル 3 が達成されたら、成熟度レベル 5 が達成されたものとする。

CMMI-DEV の認定の取得

CMMI-DEV で認定を取得し、それを維持するためには、2 年に一度 CMU が認定した複数の審査員を自社に招き、ソフトウェア開発に関わる活動を詳細にチェックしてもらうことが必要である。



図表 40-11 CMMI-DEV の成熟度レベル別の推移 ([SEI15]より)

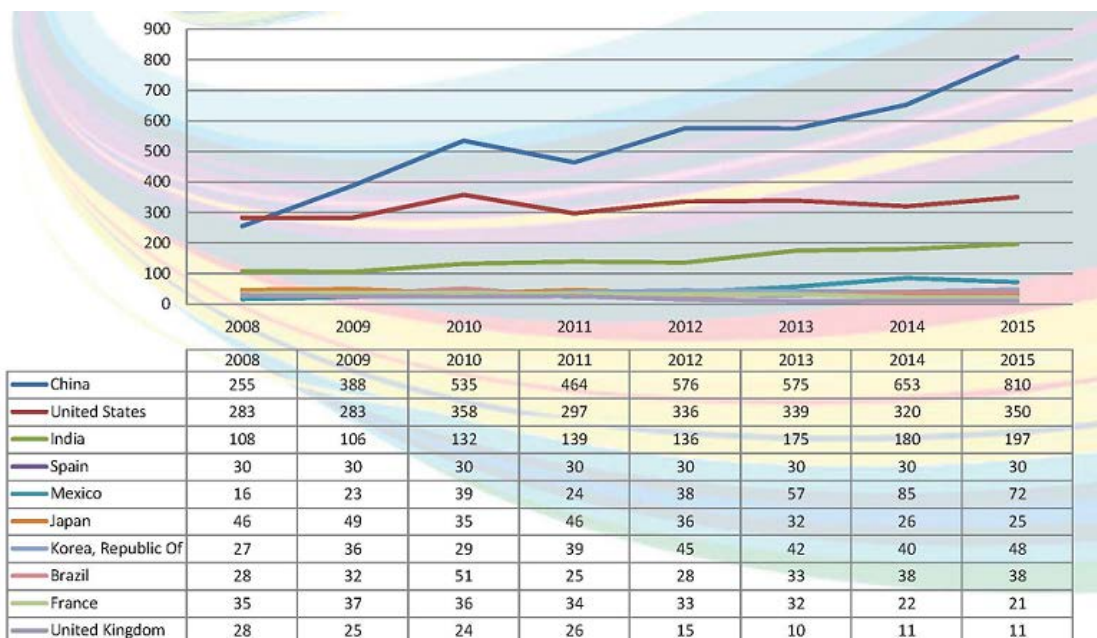
CMMI-DEV の実績

CMMI-DEV のこれまでの実績の推移と、この原稿を書いている時点で得られる最新情報 (2015年6月現在) での成熟度レベル別の分布などを、図表 40-11 と図表 40-12 に示す[SEI15]。

まずは、成熟度レベルの分布の推移の状態を図表 40-11 に示す。この図から分かるように、レベル 3 (Defined) が圧倒的に多く、しかも時間の経過とともに増加している。次に多いのがレベル 2 (Managed) であるが、こちらは時間の経過とともに減少している。レベル 1 (Initial) は、意外に少ない。逆にレベル 5 (Optimized) が結構あり、しかも時間の経過後ともに増加していることが分かる。

国別の、CMMI-DEV の評価件数も発表されている。さらに、その上位の数カ国の推移がグラフ化されている。それを図表 40-12 に示す。中国とアメリカ、インドがずっとトップ 3 を継続している。中国の人口は日本の 10 倍だが、人口比で見ても日本は中国と比べて圧倒的に劣後している。最近では韓国が急速に伸びており、今では日本を上回っている。CMMI-DEV の評

価件数の多寡が国別のソフトウェアの能力というつもりはない。しかしこの2つの国は近い将来立派なソフトウェア能力を身につけて、日本を凌駕するようなこともありうる。



図表 40-12 主要国の CMMI-DEV の評価件数の推移 ([SEI15]より)

図表 40-13 CMMI-DEV から見た 3 つの CMMI 間の関係

プロセス・エリア	3つのCMMIで共通のもの	サービスのためのCMMIと共通のもの	開発のためのCMMI 単独のもの
原因分析と解決	○		
構成管理	○		
決定分析と解決	○		
統合プロジェクト管理	○		
測定と分析	○		
組織プロセス定義	○		
組織プロセス重視	○		
組織プロセス実績	○		
組織改革と展開	○		
組織トレーニング	○		
成果物統合			○
プロジェクトの監視と制御	○		
プロジェクト計画策定	○		
プロセスと成果物の品質保証	○		
定量的プロジェクト管理	○		
要件管理	○		
要件開発			○
リスク管理	○		
供給者合意管理		○	
技術解			○
妥当性確認			○
検証			○

3 つの CMMI の関係

開発のための CMMI (CMMI-DEV) が V1.3 になったと同じ時点で、調達のための CMMI (CMMI-ACQ) [CMM10b] とサービスのための CMMI (CMMI-SVC) [CMM10c] も同時に V1.3 になった。この時に、これらの 3 つの CMMI で 16 個の中心的なプロセス・エリアが共通になった。これをコア・プロセス・エリアと呼ぶ。さらに開発とサービスの間にも 1 つ共通のプロセス・エリアが設定されている。これを、シェアード・プロセス・エリアと呼ぶ。このことは、どれか 1 つの CMMI でレベル 3 以上を取得した時には、他の CMMI でもレベル 3 以上を取得するのが容易になっているといえることができる。

開発のための CMMI の立場からみたこの状況を、図表 40-13 に示す。

キーワード

ソフトウェア工学研究所、SEI、CMM、能力成熟度モデル、能力成熟度モデル統合、ベスト・プラクティス、成熟度レベル、キー・プロセス・エリア、固有ゴール、プロセス・エリア、連続表現、能力レベル、共通ゴール、段階表現、開発のための CMMI、CMMI-DEV、コア・プロセス・エリア、シェアード・プロセス・エリア

略語

DoD : Department of Defense
 CMU : Carnegie Mellon University
 SEI : Software Engineering Institute
 CMM : Capability Maturity Model
 CMMI : Capability Maturity Model Integration
 CM : Configuration Management
 MA : Measurement and Analysis
 PMC : Project Monitoring and Control
 PP : Project Planning
 PPQA : Product and Process Quality Assurance
 REQM : Requirements Management
 SAM : Supplier Agreement Management
 DAR : Decision Analysis and Resolution
 IPM : Integrated Project management
 OPD : Organizational Process Definition
 OPF : Organizational Process Focus
 OT : Organizational Training
 PI : Product Integration
 RD : Requirements Development
 RSKM : Risk Management
 TS : Technical Solution
 VAL : Validation
 VER : Verification
 OPP : Organizational Process Performance
 QPM : Quantitative Project Management

CAR : Casual Analysis and Resolution

OPM : Organizational Performance Management

規格

CMMI-DEV v1.3

人名

ワッツ・ハンフリー (Watts S. Humphrey)、エドワード・デミング (Edward Deming)、ジョセフ・M. ジュラン (Joseph Moses Juran)、フィリップ・B. クロスビー (Philip B. Crosby)

参考文献とリンク先

[CMM06] CMMI 成果物チーム、「開発のためのCMMI® 1.2版 CMMI-DEV, V1.2

CMU/SEI-2006-TR-008 ESC-TR-2006-008 より良い成果物のためのプロセス改善」、カーネギー・メロン大学ソフトウェア工学研究所、2006年。

この日本語の資料は、以前はインターネットでダウンロードできたが、今はその所在が分からなくなってしまった。

この本の原書は、以下のものである。

CMMI Product Team, “CMMI for Development, Version 1.2 CMMI-DEV, V1.2 CMU/SEI-2006-TR-008 ESC-TR-2006-008,” Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, 2006

この資料は、次の URL からダウンロードできる (確認日 : 2017 年 (平成 29 年) 2 月 15 日)。

<http://www.sei.cmu.edu/reports/06tr008.pdf>

[CMM10a] CMMI 成果物チーム、「開発のためのCMMI® 1.3版 CMMI-DEV, V1.3

CMU/SEI-2010-TR-033 ESC-TR-2010-033 より良い製品とサービスを開発するためのプロセス改善」、カーネギー・メロン大学ソフトウェア工学研究所、2010年。

この資料は、次の URL からダウンロードできる (確認日 : 2017 年 (平成 29 年) 2 月 15 日)。

<http://www.sei.cmu.edu/library/assets/whitepapers/CMMI-DEV-V1.3-Japanese.pdf>

この本の原書は、以下のものである。

CMMI Product Team, “CMMI for Development, Version 1.3 CMMI-DEV, V1.3 CMU/SEI-2010-TR-033 ESC-TR-2010-033,” Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, 2010

この資料は、次の URL からダウンロードできる (確認日 : 2017 年 (平成 29 年) 2 月 15 日)。

<http://www.sei.cmu.edu/reports/10tr033.pdf>

[CMM10b] CMMI Product Team, “CMMI for Development, Version 1.3 CMMI-ACQ, V1.3

CMU/SEI-2010-TR-032 ESC-TR-2010-032,” Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, 2010

この資料は、次の URL からダウンロードできる (確認日 : 2017 年 (平成 29 年) 2 月 15 日)。

<http://www.sei.cmu.edu/reports/10tr032.pdf>

[CMM10c] CMMI Product Team, “CMMI for Development, Version 1.3 CMMI-SVC, V1.3 CMU/SEI-2010-TR-034 ESC-TR-2010-034,” Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, 2010

この資料は、次の URL からダウンロードできる（確認日：2017 年（平成 29 年）2 月 15 日）。

<http://www.sei.cmu.edu/reports/10tr034.pdf>

[CRO79] フィリップ・B. クロスビー著、小林宏治監訳、「クオリティ・マネジメント：よい品質をタダで手に入れる法」、日本能率協会、1980 年。

この本の原書は、以下のものである。

Philip B. Crosby, “Quality is Free,” MacGraw-Hill, 1979.

[HUM89] Watts S. Humphrey 著、藤野喜一監訳、日本電気ソフトウェアプロセス研究会訳、「ソフトウェアプロセス成熟度の改善」、日科技連、1991 年。

この本の原書は、以下のものである。

Watts S. Humphrey, “Managing the Software Process,” Addison-Wesley, 1989.

[PAU93a] Mark C. Paulk 他著、「ソフトウェア能力成熟度モデル 1.1 版技術報告書 1993 年 2 月、CMU/SEI-93-TR-24、ESC-TR-93-177」、ソフトウェアエンジニアリング研究所、カーネギーメロン大学、1993 年。

この日本語の資料は、以前はインターネットでダウンロードできたが、今はその URL が分からなくなってしまった。

この資料の原書は、次のものである。

Mark C. Paulk, Bill Curtis, Mary Beth Chrissis, Charles V. Weber, “Capability Maturity ModelSM for Software Version 1.2 Technical Report CMU/SEI-93-TR-024,” Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, 1993.

この資料は、次の URL からダウンロードできる（確認日：2017 年（平成 29 年）2 月 15 日）。

<http://www.sei.cmu.edu/pub/documents/93.reports/pdf/tr24.93.pdf>

[PAU93b] Mark C. Paulk 他著、「能力成熟度モデルのキープラクティス 1.1 版 技術報告書 1993 年 2 月、CMU/SEI-93-TR-25、ESC-TR-93-178」、ソフトウェアエンジニアリング研究所、カーネギーメロン大学、1993 年。

この日本語の資料は、以前はインターネットでダウンロードできたが、今はその URL が分からなくなってしまった。

この資料の原書は、次のものである。

Mark C. Paulk, Charles V. Weber, Suzanne M. Garcia, Mary Beth Chrissis, Marilyn Bush, “Key Practice of the Capability Maturity ModelSM, Version 1.1 Technical Report CMU/SEI-93-TR-025, ESC-TR-93-178,” Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, 1993.

この資料は、次の URL からダウンロードできる（確認日：2017 年（平成 29 年）2 月 15 日）。

<http://www.sei.cmu.edu/pub/documents/93.reports/pdf/tr25.93.pdf>

[SEI06] Carnegie Mellon, Software Engineering Institute, “Process Maturity Profile,

Software CMM, 2005 End-Year Update, March 2006,” Carnegie Mellon University, 2006.

この資料は、以前はインターネットでダウンロードできたが、今はその所在が分からなくな
ってしまった。

[SEI15] Carnegie Mellon, Software Engineering Institute, “Maturity Profile Ending June 30
2015,” Carnegie Mellon University, 2015.

この資料は、次の URL からダウンロードできる（確認日：2017 年（平成 29 年）2 月 15
日）。

<http://cmmiinstitute.com/resources/process-maturity-profile-july-2015>

（2007 年（平成 19 年）5 月 28 日 初稿作成）

（2009 年（平成 21 年）7 月 2 日 一部修正）

（2011 年（平成 23 年）8 月 29 日 一部修正）

（2016 年（平成 28 年）9 月 6 日 一部修正）