

講演論文

# CMMI レベル 4 以下の EVM

## Applied EVM for under CMMI Level 4 IT Project

蓮尾 克彦

IT コーディネータ協会

hasuo@itc.or.jp

Abstract : 欧米で成功している EVM はマネージングの対象となる IT のエンジニアリング・プロセスが CMMI レベル 4 以上である。WBS や PERT など古典的なプロジェクト管理技法はレベル 4 以上のシリアルなエンジニアリング・プロセスには効果的であるが、手戻りのあるシステム開発では、これらスタティックな手法は適用できない。あいまいなエンジニアリング・プロセスを管理する手法として、米国海軍の調達モデルを参考に、CMMI レベル 4 以下の日本の IT プロジェクトに適用できる次世代型の PERT を試行した。このモデルにより、発注者はリスクを最小化でき、請負側のソフト企業は CMMI のレベルを高め、企業能力を高めることができる。

キーワード : PMBOK,CMMI,ITSS,SLCP,What-if,WBS,TOC,NDP モデル

要旨 : WBS など古典的な手法でのオペレーショナルな情報では進捗の遅れは判断できるが、経営マネジメントに必要な意思決定ができない。プロジェクト計画の変更や中止の意思決定にマネジメント情報を扱う EVM は有効な手法であるが、経済産業省の推進[1]にも拘わらず普及していない(図 1)。

日本の IT 調達の特異性にもよるが、WBS,PERT などフィードバック機能を持たないオペレーショナルな開発プロセスを対象とする古典的なプロジェクト管理技法の限界でもある。

アクティビティ内で生産性が変化したり、アクティビティ間で相互に生産性に影響のするエンジニアリング・プロセスを SD を使って表現できるモデルを試行した。単純なジェネリックモデルを複数組み合わせることにより、PERT と同様に、複雑な開発プロセスを簡単に表現できる次世代型の PERT 手法を開発した。

このツールを活用し、発注者側はリスクを最小化でき、また請負側のソフト企業は CMMI,ITSS,SLCP などのソフト企業の経営手法を組み合わせることにより、ベテランの暗黙知を形式知とし、請負ビジネスの近代化を図ることができる。

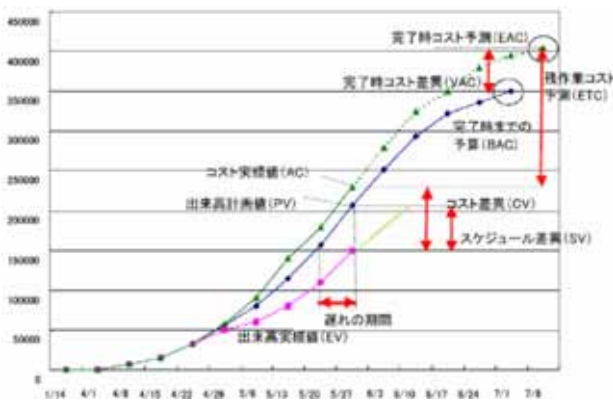


図 1 EVM 導入ガイドライン (情報処理振興事業協会)

PV(Planned Value) 出来高計画値 計画時に、各作業に割りあてられた価値。

EV(Earned Value) 出来高実績値 現時点までに完了した作業に対して、元々割り当てられていた出来高。

AC(Actual Cost) コスト実績値 作業を行うために実際に必要となったコスト。

SPI(Schedule Performance Index) スケジュール効率指数

$SPI = EV / PV$  各作業のスケジュール面から見た効率

CPI(Cost Performance Index) コスト効率指数

$CPI = EV / AC$  各作業のコスト面から見た効率。

### 1 . PMBOK とエンジニアリング・プロセスの課題

#### 1 . 1 IT 開発のプロセスと CMMI

PMBOK(Project Management Body of Knowledge)はこれまでのプロジェクト管理のノウハウが盛り込まれたプロジェクトマネジメントプロセスのベストプラクティスであり、プラント建設や国家的プロジェクトなどでの実績がある。IT 開発においても PMBOK や EVM(Earned Value Management)は普及している。

しかし、米国での IT 開発での成功事例はプロジェクトマネジメントの対象となるエンジニアリング・プロセスは CMMI(Capability Maturity Model Integration)レベル 4 以上のソフト企業であり、日本のソフト企業はレベル 4 以下である。

CMMI はキャブラン等[2]が提言する戦略と業務の管理のダブルループと同じ考えで、BSC が企業の組織能力(Capability)[3]の向上を狙いとしているのに対して、ソフト開発組織の能力向上を狙いとしたカーネギーメロン大学が中心となって開発した継続したプロセス改善 (Software Process Improvement)活動の成熟度モデルである。

米国と同じく技術者の流動化の激しい日本でもベ

テランのノウハウをソフト企業に蓄積する手段として1995年頃から導入されている。

しかし、中国やインドではCMMIレベル5のソフト企業が続出しているのに比べ、日本の大多数のソフト企業はレベル4以下である。

### 1.2 CMMIレベル4のソフト企業の能力

CMMIでは管理すべき知識項目として24のProcess Areaが規定されているが、レベル4のソフト企業では以下の2つの重要なプロセス能力が達成されている。

- 1) 組織プロセス実績 (Organizational Process Performance) 過去の実績が組織的に蓄積できる。
- 2) 定量的プロジェクト管理 (Quantitative Project Management) 定義されたプロセスを定量的に管理でき、品質目標およびプロセス実績目標を達成できる。のプロセスが達成可能である。

これらのソフト企業ではCOCOMO(Construction Cost Model)[4]等を使った開発の見積もりが可能であり、南カリフォルニア大学(USC)ではSDを使ったEVMを提案している[5](図2)。

しかし、これらのモデルやCOCOMO、ケーパージョンズ[6]等での見積もりはソースコード数やファンクションポイント数が確定した後の計算であり、手戻りなど、フィードバックを持っていない為、手戻りの発生する日本のIT開発には適用できない。

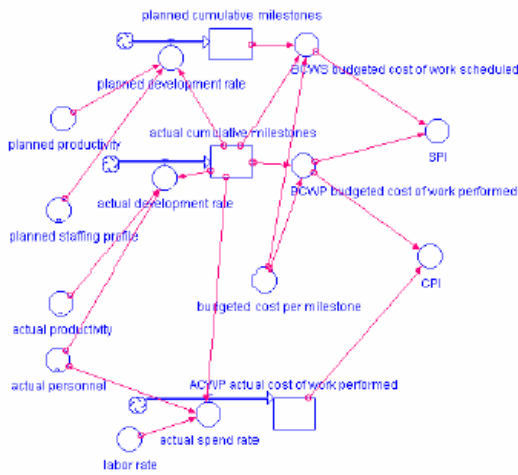


図2 南カリフォルニア大学のEVMのSDモデル

### 1.3 米国のソフトウェア調達とSLCP

米国でのPMBOKやEVMの適用事例はソフトウェア要件が明確になった後工程のソフトウェア開発プロセスであり、顧客とコラボレーションしながら要件が明確になるビジネスアプリケーション開発例は少ない。

ビジネス要件をIT要件に変換するプロセスはヨードン等のソフトウェア工学の専門家は「社会学」の分野と位置付け、「ソフトウェア工学」の分野から除外

している。

ソフトウェア工学の分野ではソフトウェアの商取引のフレームとして世界標準のSLCPに対応してプロジェクト管理ができるが、手戻りによるフィードバックループは表現できない。

ソフトウェア工学の上流プロセスとして、顧客の要件を導出(Derive)するプロセスとして要求工学[7]が定形化されつつあるが、未だ未成熟である。

### 1.4 米国海軍の調達プロセス

顧客の要件が変化し、設計変更が発生する開発に軍艦の建造がある。米国海軍の資料によれば、要件が変化し、軍艦の完成時には基本設計段階での予算の2~3倍になるといわれている。

これら課題に対応する為に、数年前から米国海軍のIntegrated Product and Process Development (IPPD)が制定され、その中ではTOCやWhat-if Theoryを取り入れたEVMとしてNaval Design Process Model(NDPM)[8]が使われている(図3)。

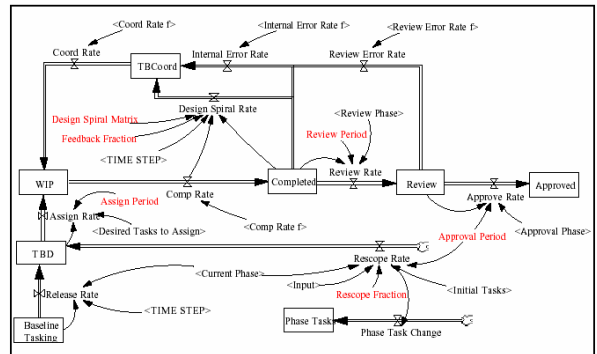


Figure 12 Naval Design Process Model Task Accomplishment Structure

図3 Naval Design Process Model

このNDPMではデザインのスパイラルレート、レビューによるエラーのレートなどを含むフィードバックモデルであり、日本のCMMIレベル4以下のシステム開発に類似しており、適用できるモデルである。

しかし、複雑な開発プロセスを忠実にモデル化している為、当然ではあるが高度なスキルを必要とし、IT開発の現場では使い難い。

## 2. 実績を反映した予測ができないEVMのツール

### 2.1 実績を反映した予測の困難さ

EVMが日本で普及しないのはエンジニアリング・プロセスの特殊性だけでなく、マネジメントの手法やツールに原因がある。EVMの目的は実績を把握し、予測することにあるが、スタティックな古典的な手法では実績を反映した予測の計算が複雑であり、並列プロセスでは計算が複雑になり、ほとんど適用できない。

## 2.2 プロジェクトの生産性の把握

プロジェクトの完了を予測する為には、現在進行中のプロジェクトの生産性を把握する必要があるが、この生産性の把握方法はSPIとCPIの2種類ある。

情報処理振興事業協会の「EVM 活用型プロジェクト・マネジメント導入ガイドライン」では、発注者側は現在の生産性の実績をSPI(Schedule Performance Index) :  $SPI = EV / PV$  で把握する。

SPIはそれぞれのアクティビティごとに異なる為、これまでのEVをベースにアクティビティごとにSPIを計算し、完了時の予測(実績を反映したPV)を計算しなければならない(図4)。

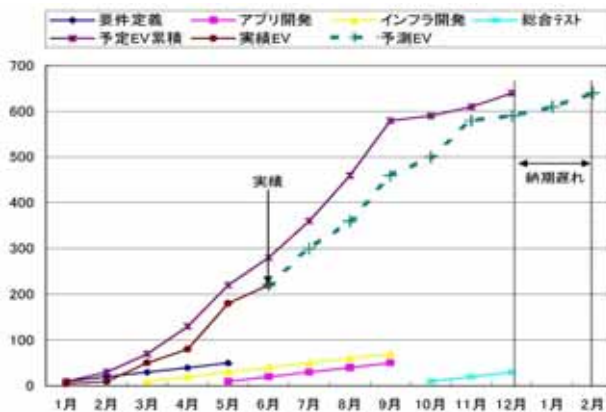


図4 実績を反映したEV

## 2.3 請負側の生産性の把握

請負契約の場合の発注者はPVとEVの実績を反映したSPIを管理すればよいので単純であるが、請負側はACとEVを管理しなければならない。

EVを得るためのコスト効率指数CPI(Schedule Cost Performance Index)は  $CPI = EV / AC$  で計測するが、ACは単価と工数に分解でき、生産性が計算できる。開発プロジェクトで具体的な実績データとして把握できるのはACだけであり、EV/ACがプロジェクトの実効能力であり、真の生産性となる。ACからどれだけのEVが生成されるかのマネージング情報を蓄積する組織としての管理がEVMには必須である。

## 2.4 ACのマネジメント情報

ACとEVが一致しない場合、PMは懸案事項として管理するが、この懸案事項には2種類考えられる。1つは見積もった作業が予定の工数で終わらない場合であり、プログラム設計の後工程のプログラム作成やテストの工程でみられる。これらオペレーショナルな情報の実績は統計学者のケーパージョーンズ等により、大小7,000のプロジェクトで収集されている。

もう1つは見積もりがされていない作業が発生する場合であり、要件定義の作業中などで未知の事項

(Unknown)が発見される場合である。これらの事象の発生頻度は前工程の品質に依存する。

Unknownに関してはケーパージョーンズ等のオペレーショナルな情報は参考にならない。ITプロジェクトの管理にはリスクとしてこれらUnknownに関するマネジメント情報が必要となる。

CMMIレベル3ではオペレーショナルな情報とこれらマネージングに必要な情報の組織的蓄積を要求しているが、日本のソフト企業でマネージング情報を蓄積している組織は皆無であり、ベテランのPMの経験と勘に依存しているのが実情である。

## 3. SDモデルの設計

### 3.1 ジェネリックモデルの構成

複雑な開発プロセスをモデル化する為には、期待値をEVに変換するプロセスと作業能力を生成する2つプロセスを持つNDPMに比べ単純なモデルを作成し、これをジェネリックモデルする。(図5)

EVを生成するプロセスでは、Unknownに対するリワークが発生し、EVとACとは一致しない。また作業能力を生成するプロセスではプロジェクトがその能力を全て発揮するには習熟期間を必要とする。

ソフト開発のプロジェクトのサイズNが大きくなるとコミュニケーションロスが発生するが、Blocks[9]によれば  $N(N-1)$  である。Ramil等の最近の研究では  $0.03(N)^2$  が使われている[10]。

USCでは「納期」を生産性の要素にいれているモデルも研究されているが、今回はこれらの要素は反映していない。

いずれにしろリワークの発生やコミュニケーション・ロスなどで、ACとEVは一致しない。

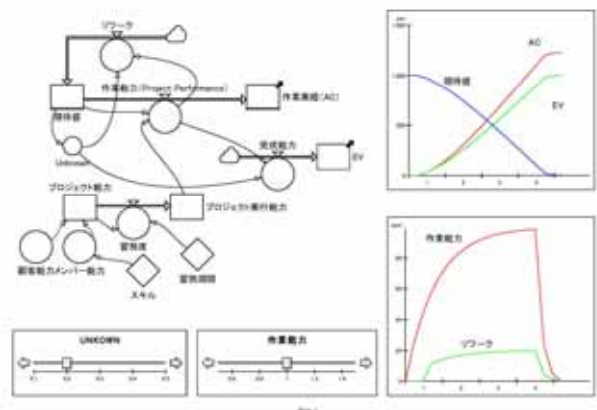


図5 リワークを考慮したジェネリックモデル

- 1) 期待値(Expectation EP) : 顧客が一定の費用で、期限内に獲得したい機能や品質(単位:円)
- 2) 作業能力(Project Performance per week) : 一定期間内に価値を完成する能力(単位:円/週又は月)

- 3) 獲得価値(EV)：一定期間内に完成した EP に見合った作業価値 (単位：円)
- 4) Unknown：作業中に発見される未知の作業 (単位：円)  
価値を高める追加機能ではなく、当初想定した価値を維持する為には必要な機能。発生量は前工程の品質に依存し、前工程の欠陥(洩れや間違い)が原因である。  
1/3 位作業に入って時点で発見される。

### 3.2 ITSS を使った期待値の計算

ITSS(IT Skill Standard)は IT 技術者の流動性を高め、日本の IT 技術者の能力向上を狙いと、2003 年に始めて経済産業省が制定し、現在も継続して改定されている。

顧客の期待するシステムの価値 (期待値) の算出にはこの ITSS を参照する。

ITSS では 11 職種 (33 の専門分野) とそのスキルレベルを定義してあるが、顧客の投資局面からみた “職能” と同じ意味である (図 6)。

職種	スキル	達成度レベル
コンサルタント	経営戦略 ビジネス戦略策定	4~7
IT アーキテクト	課題整理 / 分析 ソリューション設計	4~7
アプリケーション スペシャリスト	コンポーネント設計 ソリューション構築	1~6
プロジェクト マネジメント	マネージング	3~7

図 6 ITSS (顧客の投資局面からみた職種)

職種別人工 = 仕事量と難しさ ÷ 作業期間

期待値 (金額) = (職種別人工 × 職種別単価)

### 3.3 ベースラインの作成

プロジェクトメンバーおよび顧客と合意した基準となるベースラインを策定する。

#### 1) プロジェクトメンバーとの合意

作業開始の一定期間後に EV が得られる。

さらにプロジェクトが所定の能力を発揮するまでには、プロジェクトメンバーが所定の知識獲得の時間が必要となる。

この習熟期間を考慮したプロジェクトの実行能力 EV を計画値(PV)とし、PM はメンバーと合意する。このプロセスは米国では Engagement Management とよばれているが、日本では「にぎり」と呼ばれている (図 7)。

PV は ITSS の達成度の評価となるが、ITSS を定着させるには目標の達成だけでなくその他にタスク特性 (知識の共有 etc) を満足することが要求される。

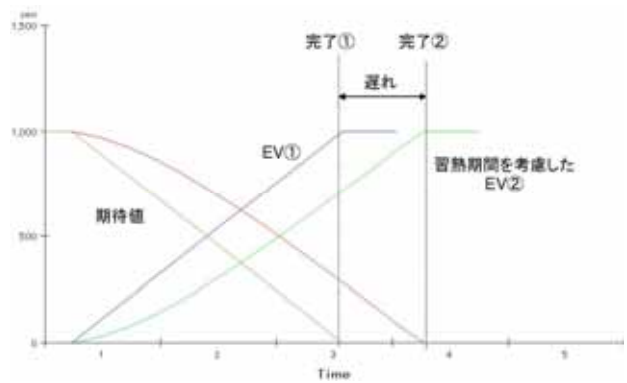


図 7 メンバーと合意した PV

#### 2) 顧客との合意

メンバーと合意した PV をベースに発生が予想される Unknown を考慮したベースラインを設定する。リスクを考慮したプロジェクトリザーブに関して PM は経営者 (上司) と合意し、これをベースラインとし、予算金額 BAC (Budget At Completion) 納期を決定する。ベースラインは最終的に顧客との合意が必要である。ITSS ではあいまいな契約条件や、検収条件でも成功裡にプロジェクト完了させるのは PM の能力であるが、リスクの大きな仕事を請けるかどうかの判断は PM の権限ではなく、経営判断である (図 8)。

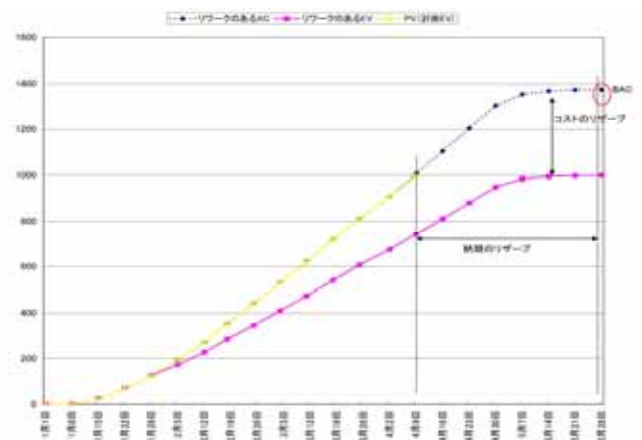


図 8 顧客と合意したベースラインと BAC

### 3.4 次世代型 PERT

それぞれのアクティビティごとに期待値を算出し、ジェネリックモデルを使用したベースラインを作成する。作成したジェネリックモデルを組み合わせ、それぞれのアクティビティの開始条件を設定し、PERT と同様にプロジェクトモデルを作成する (図 9)。

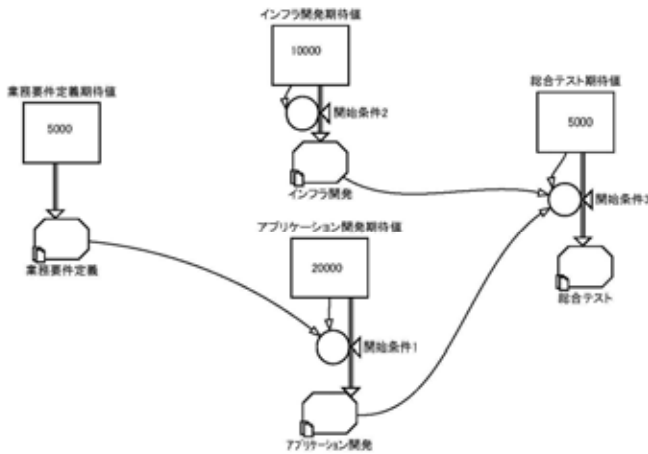


図9 ジェネリックを組み合わせた次世代型 PERT 開始条件

- ・アプリケーション開発：要求定義のEV 値の7~8%
- ・インフラ開発：予定開始月日
- ・総合テスト：全アクティビティのEV 完了時

#### 4. 実績の反映と予測

プロジェクトの遅れは種々雑多な要因で発生する。これらを分析し、対応するのは PM の役割であるが、プロジェクトの継続か中止を決定するのは経営マネジメントの役割であり、発注者側と請負側の経営者が理解しやすい報告を PM は求められる。

今後の進捗を鳥瞰する為には、EV の実績を記録し、現時点の EV の実績に合うようにそれぞれのアクティビティのプロジェクトの生産性(EV/AC)を調整し、現在の生産性を反映した予測をする (図 10)。

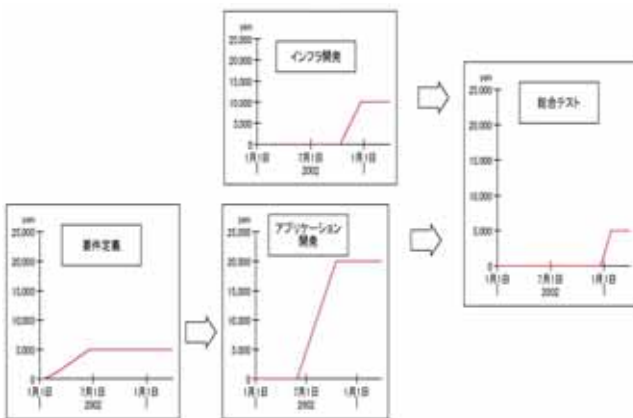


図 10 各アクティビティの実績 EV

これらのアクティビティを合成し全体の進捗が得られる (図 11)。

図 12 は WBS を使った事例であるが、プロジェクトの遅れは把握できていたにもかかわらず、経営の意思決定が4ヶ月遅れ、その結果 15 億円プロジェクトを中止した事例である。この時点での AC は4 億円であり、早期に意思決定できなかつたことが悔やまれる。

この図に比べ、図 11 では経営への説明がしやすいのは明白である。

納期が大幅に遅れたり、AC が BAC を大幅に超える時、プロジェクト継続か中止の判断はPMの役割ではなく、発注者側の経営者の役割であり、説明責任はPMにある。予測した EV と BAC の差が請負契約の違約金を超えるようであれば、契約を廃棄する決断はソフト企業の経営者の役割である。

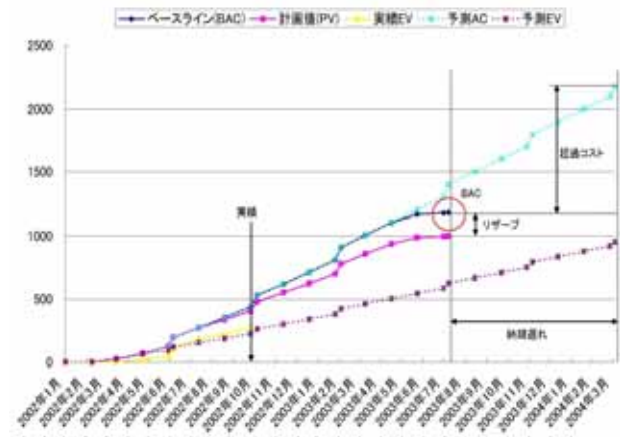


図 11 プロジェクト全体の鳥瞰図

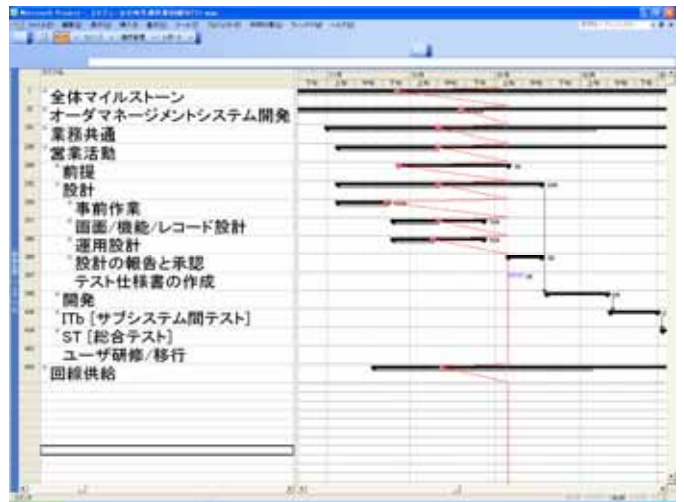


図 12 中断になったプロジェクトのWBS

#### 5. 終わりに

不確定な要素が多いのが開発(Development)であり、目には見えない IT 開発においては完成するまではその価値が観測できずリスクは増大する。その結果、納期直前に問題が発覚するが、すでに手遅れであり、重大な損失を蒙る例が多い。

開発のリスクは請負側のエンジニアリング・プロセスのレベルに依存する。請負側のエンジニアリング・プロセスが CMMI レベル 4 以上の信頼性のある組織であるときは、報告される EV を監視すればよい。

しかし、請負側のエンジニアリング・プロセスが CMMI レベル 4 以下のソフト企業の場合、生産性に関する情報は組織内に蓄積されておらず、プロジェクト成功の鍵は PM の能力のみに依存し、計画の正当性は検証できない。

ビジネスシステムの開発は発注者と請負ベンダーのコラボレーションが必要であり、CMMI レベル 4 以下の IT ベンダーと協働する時には、発注者は EV と同時に AC を監視する必要がある。

一般的にコスト効率指数  $EV/AC$  は 0.8 以上は必要であり、それ以下の場合には仕事量の見積りか、プロジェクト能力の見積りなど、スコープマネジメントに誤りがあったことになる。

発注者側の担当者として請負側の PM はコラボレーションしながら、問題の解決にあたるのは当然であるが、プロジェクトの継続か中止の判断はプロジェクトの当事者ではなく、発注者側と請負側の経営の判断である。これら経営者に対して、進捗の遅れは判断できるが、今後のリスクに関しては判断できない WBS での報告は適切ではない。

経営者の意思決定の情報として提供する EVM は有効な手法である。

プロジェクト成功を阻害する要因は数が多く、複雑に絡み合うが、単純なジェネリックモデルを複数組み合わせ複雑なプロジェクトを表現できる。

顧客とのコラボレーションする為にはプロジェクトリスクを共有することが重要であるが、この次世代型の PERT を使った十分な説明が必要である。

常に将来を予測しつつ現状の EV を管理する手法は WBS 等にくらべプロジェクトの管理水準が大幅に向上する。あわせて、個人が開発したステップ数などのオペレーショナルな情報だけでなく、リワークの発生率、コミュニケーションロスなどのマネジメント情報を組織として蓄積し、エンジニアリング・プロセスを改善し、企業能力を高めることができる。

EV マネジメントを導入することにより、CMMI, ITSS, SLCP などの手法と組み合わせ、ソフト企業の経営近代化に貢献できる。

EVM を定着させるには管理プロセスだけではなく、簡単に使用できるツールが必須である。

EVM に SD を利用し始めたのは欧米でも 1995 年頃からであり、まだ新しい分野である。

オブジェクト技術などをとり入れたシミュレーションソフトの最近の進歩は目覚しく、さらに手軽にモデリングができるようになる。これらの新機能を取り入れて、今後さらに次世代型 PERT を改良する予定である。

## 参考文献

- [1] 情報処理振興事業協会：EVM 活用型プロジェクト・マネジメント導入ガイドライン、2003 年
- [2] ロバート・S・キャプラン、デビッド・P・ノートン：The Strategy-Focused Organization: How Balanced Scorecard Companies Thrive in the New Business Environment, 2001
- [3] 蓮尾克彦：SD による戦術的 BSC の解法、JSD 記念公演、2005 年
- [4] Barry Boehm：COCOMO、1981 年
- [5] Ray Madachy：CS599 Software Process Modeling(USC)1999
- [6] Capers Jones：ソフトウェア開発の定量化手法、構造計画研究所、2001 年
- [7] 要求工学 Ray Madachy：Learn How to Select the "Right" Requirements Elicitation Technique U. Illinois、2004 年
- [8] Barry Boehm：The Art of Expectations Management、1999
- [9] Thomas Laverghetta and Alan Brown：Technological complexity and budgetary, Naval Engineers Journal Vol. 111, No. 2 1999 年
- [10] Fred Brooks：The Mythical Month-Month、1975 年
- [11] Juan F Ramil：Introduction to System Dynamics Software Process Modeling University of Sannio 2001 年