



Title	CMMを応用したソフトウェアプロセス改善支援ツールの実現方法に関する研究
Author(s)	福山, 峻一
Citation	大阪大学, 2001, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.11501/3184210
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

CMM を応用したソフトウェアプロセス改善支援 ツールの実現方法に関する研究

平成13年1月18日

福山 峻一

内容梗概

1990 年、ソフトウェア開発組織の持続的な能力向上を促す CMM (Capability Maturity Model) が米国カーネギーメロン大学の SEI (Software Engineering Institute) から発表された。著者が所属する NTT ソフトウェア株式会社 (以下社と略す) では、CMM の考え方をいち早く導入してプロセス改善活動が実践された。本論文は、この過程で研究した成果をまとめたものである。

著者等は、原典である CMM_{v1.0} を 1991 年に入手し、社として導入可能性を検討、1992 年から 2 年間で導入準備を行なって、1994 年度からソフトウェアプロセス改善活動の全社展開を開始した。開始当時、社は増加する開発需要にプロジェクト管理能力が追いつかず、納期遅延件数が増加する傾向にあった。そのような背景から、「プロセスの成熟が進めば、プロジェクトでは品質の作り込みが早期化し、納期までに余裕を持って所定の品質を有する製品を仕上げるができる。このような形で、多くのプロジェクトの改善が進むことにより、社全体としての納期遅延発生件数が、年々減少する」ことを期待して、CMM 導入により、プロセスの改善活動を開始することが決断された。支援ツールを開発する 2 年間の準備期間を経て、改善活動が開始された。開始して 3 年間で、社全体の開発能力の成熟が進み、納期遅延件数は活動開始前の 5 分の 1 以下 (全プロジェクトでの遅延件数発生率 1 % 以下) となった。このような成果が得られたのは、現場の人達の努力に負うところが大きい、これを支える 7 種類の (広義の) 支援ツール群 (以下、本論文では「7 つ道具」と略称することがある) の効果も大きい。

著者は、社の改善活動のリーダとして、この支援ツール群の実現と普及を担当した。7 つ道具には、改善活動の推進体制、固有の成熟度モデルの定義や要領類、さらにはメトリクスなど、広義の支援ツールが含まれている。原典である CMM の一連の解説資料には参照モデルしかなく、また 7 種類全てはカバーしていない。そのようなことから、自社の目的や実態に合うように 7 つ道具を実現するには多くの創意工夫が必要とされ、1991 年から 1993 年の 3 年間に約 15 人年の稼働を要した。本論文は、これら支援ツール群の実現方法に関する研究成果をまとめたものである。

本論文の提案内容の特徴は、7 つ道具全てについて言及していることと、実装時に遭遇する現実的な課題を列挙して、それに対する解決方法を、実装例を付けて提案していることである。

折しも、業界では CMM への注目度が、再び高まりつつある。また、ISO/IEC 15504 を代表として、CMM の考え方を発展させる動きも活発である。このような情勢から、7 つ道具の実現ノウハウを本論文にまとめて発表することにより、プロセス改善技術の発展と普及に貢献することにしたい。

本論文は 9 章からなる。

第 2 章では、7 つ道具を適用するプロセス改善活動のフレームワークを明確にするために、改善対象と改善シナリオを設定する。シナリオの成立に必要な道具として 7 種類の支援ツールを抽出し、各ツールの位置付けを明確にして実現上の課題を列挙する。

第 3 章では、4 章以降で個々のツールの実現方法を提案するに際して考慮すべき共通事項として、本研究の位置付け、本論文の提案結果の評価基準、および 7 つのツールの実装順序を明

らかにしておく。また、ツール群の整備と、これを用いた改善活動の主管部門（本論文では改善推進部門と呼ぶ）の構成方法を提案する。

第4章では、改善の到達目標設定系ツール、すなわち社固有の能力成熟度モデル SCMM (Specific Capability Maturity Model) とチェックリスト、および作業標準の3つを、相互に内容を調整しながら連続的に実装していく方法を提案する。これらのツールのうち、具体的に改善内容を示すチェックリストは、改善活動の質や効率を最も左右するものである。現状から遊離することなく、より上位のレベルに誘導可能な内容でチェックリストを実装するための手順を提案する。

第5章では、現場（組織およびプロジェクト）が改善活動の結果到達した現状を診断するための要領と、診断を行なうアセッサの資格基準の規定方法を提案する。前者では、現場のインセンティブを保持するための成熟度の評定ルールと、効果的な診断のタイミングについて提案する。後者では、アセッサの均質な診断力の実現方法について提案する。

第6章では、経営者から現場まで改善に関係する人達に、改善活動の成果を分かりやすく伝えるために必要となるインセンティブ向上策について議論する。関係者も、立場によって関心事や視点が異なる。本章では、改善活動の進展に伴って変化する関係者各層の関心に適合する施策を導出する方法を提案する。次に、改善活動の期待効果を評価するためのメトリクスを、改善活動の究極の狙いから系統的に抽出する方法を提案する。

第7章では、改善活動のキーマンであるプロジェクトリーダー PL の支援を主目的にした情報共有システム PLAS(Project Leader Assist System)の実現方法を提案する。提案の中心は、システムの中核である知識ベース PMKB (Project Management Knowledge Base)の実現方法である。プロトタイプシステムの開発適用実績から、比較的小さな工数で、実用的な知識ベースが構築できることを紹介する。

第8章では、提案内容の実用性について考察する。1994年からの3年間に、約1000プロジェクトが改善活動の対象となった。活動から得られた成熟度レベルの向上実績、プロダクト品質の向上実績、そしてツールの運用実績の3つの面から、本論文で提案した支援ツールの実現方法の実用性について考察する。結果、所期の効果が確認されたので提案内容が実用的であると判断している。

第9章では、本研究で得られた成果を要約し、今後に残された課題について述べて、結論とする。

関連発表論文

I. 学会論文誌等掲載論文

- (1) Fukuyama S., Miyamura S., Takagi H., and Tanaka R.: "A Software Process Improvement support System: SPIS, " IEICE Trans. INF. & SYST., Vol.E83-D, No.4, pp.747-756, April 2000.
- (2) 福山峻一, 高木英雄, 田中僚史, 渡辺道広, 中林効: "ソフトウェアプロセスの持続的な改善を誘導するチェックリストの実装手順," 情報処理学会論文誌, Vol.42, No.3, March 2001 に掲載予定.

II. 研究集会等発表論文 (査読付き)

- (1) Fukuyama S., Okuse N., Fujimaru M., and Yamasaki S.: "Empirical Guidelines to use Ada Effectively," Proceedings of SIG Ada International Conference, ACM, pp.25-30, Dec. 1987.
- (2) Hotta K., Tanaka R., and Fukuyama S.: "Application of Software Process Assessment," Proceedings of the 2nd European Conference on Software Quality, EOQ, (単独別刷り全 10 ページ), July 1995.
- (3) Fukuyama S., Ichikawa K., and Minamiike S.: "A Scenario for Priority Software Process Improvement (SPI) in Key Process Areas Targeted for Improvement," Proceedings of the 2nd World Congress on Software Quality, JUSE-ASQ-EOQ, pp.45-55, Sept. 2000.

III. 研究集会等発表論文 (査読無し)

- (1) 堀田勝美, 逆井義文, 浅見秀雄, 渡辺孝, 福山峻一: "品質を加味したコスト評価モデルの提案," 情報処理学会研究報告 (ソフトウェア工学研究会), 91-SE-80, pp.87-94, July 1991.
- (2) 釜井秀夫, 松本充弘, 田中僚史, 高木英雄, 福山峻一: "CMM に基づくプロセス改善運動の定着," 第 16 回日本科学技術連盟・ソフトウェア品質管理シンポジウム予稿集, pp.91-98, May 1996.
- (3) 中川豊, 福山峻一, 逆井義文: "軽量の ISO9001 品質システムのアーキテクチャ," 第 18 回日本科学技術連盟ソフトウェア品質管理シンポジウム予稿集, pp.119-126, Nov. 1998.
- (4) 福山峻一, 宮村修一, 高木英雄, 田中僚史, 渡辺道広: "プロセス能力診断用キットの実装方法," 情報処理学会研究報告 (ソフトウェア工学研究会), 2000-SE-125, pp.33-41, Jan. 2000.
- (5) 福山峻一, 高木英雄, 香月祥太郎: "インセンティブ向上のためのソフトウェア開発能力の評価方法," 経営情報学会 2000 年春季全国研究発表大会予稿集, pp.408-411, June 2000.

- (6) 福山峻一, 羽生誠, 石田俊浩, 大野理恵子, 高木英雄 : “均質なプロセス改善のための知識共有型プロジェクトリーダー支援システム,” 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.100, No.541, pp.45-52, Jan. 2001.
- (7) 小野佳英, 堀田勝美, 浜尾昌宏, 福山峻一: “ソフトウェアコスト評価モデルにおける品質価値パラメータの検討,” 情報処理学会全国大会予稿集, pp.1K1-1K2, March 1992.

目次

第1章 序論

1.1 研究の背景.	1
1.2 本論文の概要.	5

第2章 プロセス改善活動の基本シナリオ

2.1 改善活動の前提条件.	7
2.2 改善活動の推進シナリオ.	8
2.3 改善支援ツールの具備機能と実装上の課題.	9

第3章 支援ツール実現方法提案の前提条件

3.1 本研究の位置づけ.	11
3.2 提案内容の評価方法.	11
3.3 支援ツールの実装順序.	12
3.4 改善推進部門の構成方法.	13

第4章 目標設定系支援ツールの実現方法

4.1 3つのツールの位置づけと実現条件.	15
4.2 実装手順.	19
4.3 実装結果.	25
4.4 むすび.	30

第5章 診断系ツールの実現方法

5.1 診断要領.	31
5.2 アセッサの資格基準.	37
5.3 むすび.	38

第6章 インセンティブ向上策の実現方法

6.1 所要インセンティブ向上策の抽出方法.	39
6.2 期待効果の評価用メトリクスの定義方法.	44
6.3 むすび.	48

第7章 情報共有システムの実現方法

7.1 プロジェクトリーダー支援のねらい.	49
7.2 プロジェクトリーダーの任務と PLAS への要求.	50
7.3 システムの実現方式.	51

7.4 本格適用結果.	56
7.5 むすび.	56
第8章 提案内容の実用性	
8.1 レベル向上への誘導性	57
8.2 期待仮説の検討.	60
8.3 運用性.	64
8.4 むすび.	65
第9章 結 言.	67
謝辞.	69
参考文献.	71

図 一 覧

1.1	プロダクトとプロセス	1
1.2	CMM (Capability Maturity Model)	2
1.3	CMM のレベルアップと予測精度向上の変化	3
2.1	組織構成モデルの対応.	7
2.2	プロセス改善サイクルと7つ道具	8
3.1	支援ツールの実装順序と実装方法の提案章.	12
3.2	改善推進体制の構成事例.	14
4.1	改善サイクルと3ツールの用途.	15
4.2	SCMM と SKPAp' (L)の関係.	17
4.3	チェックリストの実装手順	20
4.4	作業標準体系の例	29
5.1	チェックリストの部分 (プロジェクト診断用)	32
5.2	良好項目率向上の推移 (プロジェクト)	33
5.3	プロジェクト診断のタイミング候補.	34
5.4	受診時期と完了監査結果の相関.	35
6.1	GQM パラダイム	39
6.2	改善活動の立ち上げフェーズ.	40
6.3	インセンティブ施策の抽出例.	42
6.4	抽出されたインセンティブ施策.	42
6.5	期待効果の計測評価フロー.	44
6.6	期待仮説の因果関係整理結果例.	46
6.7	仮説からメトリクスへの変換例.	46
6.8	レーダチャートによる改善状況の視覚化.	48
7.1	改善における PL のアクションポイント	50
7.2	チェックリストの表示画面.	52
8.1	研究の経過 (支援ツールの開発適用経過)	57
8.2	プロジェクトの受診率の変化.	59
8.3	レベル向上の推移.	59

8.4 レベル別工程別工数配分	61
8.5 (参考) レベル別工程別欠陥作り込み件数.	62
8.6 レベル向上に伴う即合格率の変化	62
8.7-a 売上げ効率 (円／人年) の相違	63
8.7-b 開発効率 (Ks／人年) の相違.	63
8.8 納期遅延件数の減少傾向	64

表 一 覧

1.1 CMM のキープロセス領域 (KPA)	3
3.1 CMM のプロセス改善関連グループの分類.	13
4.1 課題からチェック項目までの加工例	21
4.2 SCMM の実装例	25
4.3 チェックリストの実装例	27
6.1 関係者の期待役割と所要インセンティブ.	41
8.1 PG 別データ観測プロジェクト数	58

第1章

序論

1.1 研究の背景

米国カーネギーメロン大学のソフトウェア工学研究所（以下CMU／SEIと略称）では、ソフトウェアプロセスを、「ソフトウェアならびに関連する生産物を開発・保守するために使われる一連の活動、手法、プラクティス、変換の総称」とであると定義している^[31]。

一般の工業製品の品質改善活動では、『プロダクト品質はプロセスで作り込まなければいけない』とされている。図 1.1 に、プロダクトとプロセスの関係を示す。ソフトウェアの品質や生産性の向上も、プロダクト（最終製品だけでなく中途生産物も含む）の試験や検査の徹底活動、すなわちプロダクトに注目した品質向上活動だけでは不十分である。プロダクトを生み出す過程、すなわち（上記定義の繰り返しになるが）、手法やツールの近代化、それらを使いこなす人材の育成やプロジェクトチームあるいは組織の管理、そして工程毎の生産物のレビューといった、プロセスに注目した品質向上活動が必要である。

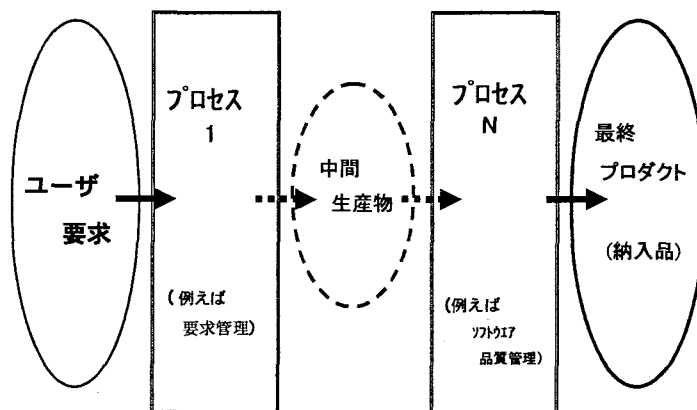


図1.1 プロダクトとプロセス。

このためのプロセス改善活動としては、日本では従来 QC 運動などと称して、工程毎に行なうべきことをしっかり行なうこと(基本動作励行) や、失敗を反省して次の計画に活かすこと(PDCA の励行)が、個々の現場の自主性に任せる形で展開されてきた。しかし、現場の自主性依存では、次の様な問題が発生する可能性が大きい。すなわち、

- QCサークルやプロジェクトリーダーの熱意次第で改善項目の優先度付けや内容が異なる。
- 改善状況を客観的に評価することが出来ず、組織的な改善施策や改善目標を設定できない。
よって、対症療法的改善で、目標に沿った継続的な改善が行なわれない。
- 現場と品質保証部門間のコミュニケーション不足に陥りがちで、ベストプラクティスの蓄積や共有が不徹底。

このような事から、蓄積したノウハウやスキルを共有して、計画的・戦略的に組織全体で均質なレベルアップを図っていくことが必要である。

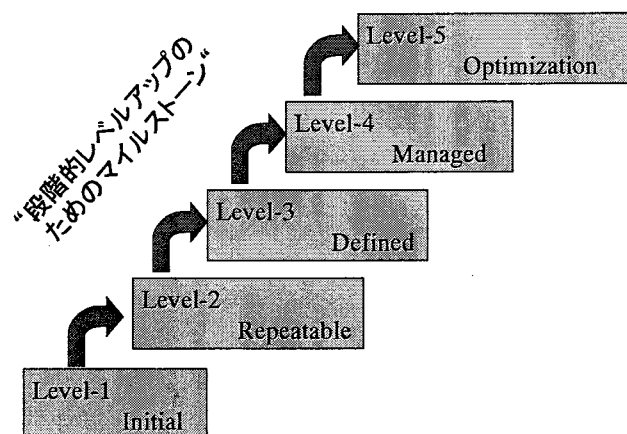


図1.2 CMM (Capability Maturity Model)

このような問題を解決する有望なプロセス改善方法論が、米国カーネギーメロン大学ソフトウェア工学研究所 (SEI) が提案している能力成熟度モデル CMM (Capability Maturity Model) であり^{[30][31][32]}、近年日本でも導入を試みる会社や事業部が増加してきている^{[11][23][35]}。CMM は図 1.2 に示すように、組織の有するソフトウェア開発能力を 5 段階にレベル付けし、それぞれのレベルで成熟させるべきキープロセス群 (KPA : Key Process Area) を改善目標として設定している。レベルが上がるに従い、図 1.3 に示すように、品質やコスト、あるいは開発期間などのいわゆる Q,C,D (Quality, Cost , Delivery date) 各面の予測精度が向上し、効率的な開発が期待出来るとしている。各組織やプロジェクトは、このモデルに照らして現行プロセスの強みと弱みを認識することによって、自組織のソフトウェア開発能力を客観的に把握して、優先度を付けたプロセス改善計画の推進が容易となり、前述の問題の解決が期待出来る。SEI が提案している内容は、次の 5 種類に要約される。

- ① 成熟度モデル CMM : ソフトウェア開発能力の成熟度レベルを 5 段階に別けて定義したもの^[31]。
- ② KPA (Key Process Area) の定義 : 各成熟度レベルで成熟させるべき主要なプロセス領域として表 1. 1 の KPA を掲げ、その成熟要件を詳細に定義している^[31]。
- ③ チェックリスト (Maturity Questionnaire) : ソフトウェア開発組織の現状の能力をチェックするための、現場への質問文の標準セット^[30]。
- ④ プロセス改善活動の推進体制 : SEPG (Software Engineering Process Group) や SQAG (Software Quality Assurance Group) を代表格に、関係者の種類と役割を列挙している^[31]。
- ⑤ 改善活動推進モデル (IDEAL) : 改善活動の立ち上げから定着までの 5 ステップを推奨^[24]。

本論文では、特に断わらない限りこれら SEI の提案内容を合わせて改めて 'CMM' と総称する。提案内容は米国のソフトウェア開発組織の豊富なデータに基づいているが、あくまでも参照モデルとされている。

® : CMM is registered in U.S. Patent and Trademark Office..

SM : Capability Maturity Model (CMM) and IDEAL are service marks of Carnegie Mellon University

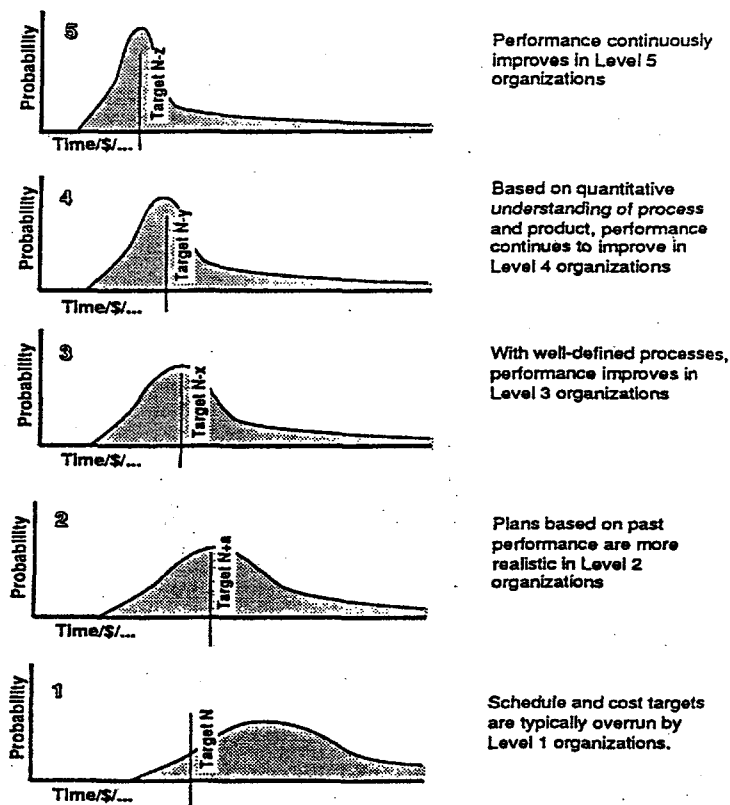


図1.3 CMMのレベルアップと予測精度向上の変化

— SEI-93-TR-024, Capability Maturity Model for Software, Version1.1^[31]より引用—

表1.1 CMMのキープロセス領域(KPA)

成熟度レベル	KPA
5 最適化するレベル Optimization	・ プロセス変更管理 ・ 技術変更管理 ・ 欠陥予防
4 管理されたレベル Managed	・ ソフトウェア品質管理 ・ 定量的プロセス管理
3 定義されたレベル Defined	・ ピア(内部)レビュー ・ グループ間調整 ・ ソフトウェアプロダクトエンジニアリング ・ ソフトウェア統合管理 ・ 研修プログラム ・ 組織プロセス定義 ・ 組織プロセスフォーカス
2 反復可能レベル Repeatable	・ ソフトウェア構成管理 ・ ソフトウェア品質保証 ・ ソフトウェア外注管理 ・ ソフトウェア進捗監視 ・ ソフトウェアプロジェクト計画 ・ 要件管理
1 初期レベル Initial	-----

SEI では CMM の主たる用途として次の 3 つを掲げている^[34]。

- ・組織が自身のソフトウェア開発能力を理解し、改善するための用途。
- ・調達組織または一次下請け業者が、あるソフトウェア組織に契約業務を委託する際のリスクを予測するための用途。
- ・SEI が成熟度アンケートの質問内容をより適切にするための用途。

CMM を導入する際には何らかのカスタマイズが必要になるが、導入目的によつて、例えば次のような違いがある。

- (1) 政府調達などで、業者が応札するための資格認定を得るために CMM を導入する場合（欧米やインドなどのソフトウェア会社に多い）。この場合は、他社との能力比較を可能にするため、前述の①から③を SEI 提案のまま適用することが一般的であり、カスタマイズの量は少ない。
- (2) CMM のフレームワークを応用して自社で内部的に改善を行なおうとする場合。前述の①から⑤を自組織の都合や実態に合わせて再編成するなど、カスタマイズの量は大きくなる。

本論文は、後者の立場で CMM を導入する際について取り上げ、プロセス改善活動に必要な支援系を実用レベルで実現する方法を提案する。著者は、1980 年後半、米国国防総省によって開発された高信頼な汎用言語 Ada の処理系の開発に従事し、欧米の研究者とソフトウェア生産技術に関する情報交換を行っていた^[3]。この情報交換の過程で、1991 年に CMM 関連の文献^{[9][15][17][30]}を相次いで入手した。当時、著者の所属する会社は、増加する開発需要にプロジェクト管理力が追いつかず、納期遅延件数の増加に悩み始めていた。既になぜなぜ問答などにより対策を打ちつつあったが、プロジェクトリーダー（以下 PL と略称）の自主性に依存したケースバイケースの対策で思うように実が上がらない状況であった。そのようなことから、著者等は、米国の公認アセッサの下で SEI の質問集^[38]の和訳を行なうことにより CMM の正しい解釈方法をマスターした上で、CMM 導入による改善の可能性を予測して社内の合意を形成することを行なった。社内合意の形成は、米国から SEI の公認アセッサを招聘して、共同して代表的なプロジェクトに対する CMM ベースでの能力診断を行ない、改善余地が多数存在している事実を確認して、その結果を、社長以下各事業部門の代表を集めた報告会で講評してもらうことに依った^[12]。この結果、「プロセスの成熟が進んだプロジェクトでは、品質の作り込みが早期化して、納期までに余裕を持って所定の品質を有する製品を仕上げるができる。このような形で、多くのプロジェクトの改善が進むことにより、社全体としての納期遅延発生件数が、年々減少すること」を期待して、全社的に改善活動を展開することがオーソライズされた。

オーソライズ後、2 年間に掛けて部分試行を行ないながら、本論文で提案する 7 種類の改善活動支援ツール（本論文では、「7 つ道具」と略称することがある^[25]）を開発した^{[5][22]}。7 つ道具には、活動推進体制、モデル定義や要領類、あるいはメトリクスなどといった広義の支援ツールが含まれている。先に述べたように、原典である CMM の一連の解説資料は参照モデルである上に、7 種類のツール領域全てはカバーしていない。このようなことから、7 つ道具を自社の目的や実態に合うように実現するには多くの創意工夫が必要とされた。7 つ道具を一式開発するために、上記のサーベイ期間も入れて、3 年間に約 15 人年の稼働を要した（別に、試用評価をしてくれた現場の協力稼働もある）。開発した 7 つ道具を用いて全社的に改善活動が開始された。開始後 3 年間で、社全体でプロセスの成熟が進み、納期遅延件数は活動開始前の 5 分の 1 以下（全プロジェクトでの遅延件数発生率 1 % 以下）となるなど、CMM を応用したプロセス改善活動の効果が顕在化した。このよ

うな成果が得られたのは、現場の人達の努力に負うところが大きい、これを支える7つ道具の効果が大きいと考えられる。また、この実績は、支援ツールの実現方法が有効であることを証明しているとみなすことが出来る。著者は、改善活動の推進部門の責任者として、この支援ツール群の開発と普及をリードした^[2]。

折しも近年、ソフトウェア業界ではCMMへの注目度が再び高まりつつあり、CMMを導入して改善を進めるための処方箋を求めている会社も多い。また、ISO/IEC 15504^{[20][28]}を代表としてCMMの考え方を拡張する動きも活発である。このような背景から、上記実績に基づいて、7つ道具の実現ノウハウを本論文にまとめて提案することにより、この種プロセス改善活動の普及と発展に貢献することにしたい。

1.2 本論文の概要

本稿は、全部で9章から構成される。

第2章では、7つ道具を適用するプロセス改善活動のフレームワークを明確にするために、改善対象と改善シナリオを設定する。シナリオの成立に必要な道具として7種類の支援ツールを抽出し、各ツールの位置付けを明確にして実現上の課題を列挙する^[4]。

第3章では、4章以降で個々のツールの実現方法を提案するに際して考慮すべき共通事項として、本研究の位置付け、本論文の提案結果の評価基準、および7つのツールの実装順序を明らかにしておく。また、ツール群の整備とこれを用いた改善活動の主管部門（本論文では改善推進部門と呼ぶ）の構成方法を提案する。

第4章では、改善の到達目標設定系ツール、すなわち社固有の能力成熟度モデルSCMM (Specific Capability Maturity Model) とチェックリスト、および作業標準の3つを、相互に内容を調整しながら連続的に実装していく方法を提案する。これらのツールのうち、具体的に改善内容を示すチェックリストは、改善活動の質や効率を最も左右するものである。現状から遊離することなく、より上位のレベルに誘導可能な内容でチェックリストを実装するための手順を提案する。

第5章では、現場（組織およびプロジェクト）が改善活動の結果到達した現状を診断するための要領と、診断を行なうアセッサの資格基準の規定方法を提案する。前者では、現場のインセンティブを保持するための成熟度の評価ルールと、効果的な診断のタイミングについて提案する。後者では、アセッサの均質な診断力の実現方法について考察する。

第6章では、経営者から現場まで改善に関係する人達に、改善活動の成果を分かりやすく伝えるため必要となるインセンティブ向上策について議論する。関係者も、立場によって関心事や視点が異なる。本章では、改善活動の進展に伴って変化する関係者各層の関心に適合する施策を導出する方法を提案する。次に、改善活動の期待効果を評価するためのメトリクスを、改善活動の究極の狙いから系統的に抽出する方法を提案する。

第7章では、改善活動のキーマンであるプロジェクトリーダー PL の支援を主目的にした情報共有システム PLAS (Project Leader Assist System) の実現方法を提案する。提案の中心は、システムの中核である知識ベース PMKB (Project Management Knowledge Base) の実現方法である。プロトタイプシステムの開発適用実績から、比較的小さな工数で、実用的な知識ベースが構築できること

を紹介する^[8].

第8章では、提案内容の実用性について考察する。1994年から3年間に約1000プロジェクトが改善活動の対象となった。活動から得られた成熟度レベルの向上実績、プロダクト品質の向上実績、そしてツールの運用実績の3つの面から、本論文で提案した支援ツール実現方法の実用性について考察する。結果、所期の効果が確認されたので提案内容が実用的であると判断している。

第9章では、本研究で得られた成果を要約し、今後に残された課題について述べて結論とする。

第2章

プロセス改善活動の基本シナリオ

本論文は、以下に述べる条件の下で展開される改善活動に用いられることを前提に、プロセス改善支援ツールの実現方法を提案する。

2.1 改善活動の前提条件

1) 改善の対象は‘組織と‘プロジェクト’。

図2.1に一般の会社組織とプロセス改善の視点から見た組織モデルの対応を示す。プロセス改善用としては、会社を代表して改善を推進する部門（改善推進部門）と、開発業務の中で実際に改善を実施していく現場側の二つが主たるプレーヤーとなる。前者は、一般に品質保証部などと呼ばれる部門の一部が対応し、後者には個々の開発案件について設計や製造の実務を行なう‘プロジェクト’と、それをいくつか束ねて管理する事業部あるいは部や課と呼ばれる‘組織’に対応する。本論文では、以下、改善の対象となる組織とプロジェクトを合わせて‘現場’と総称する。

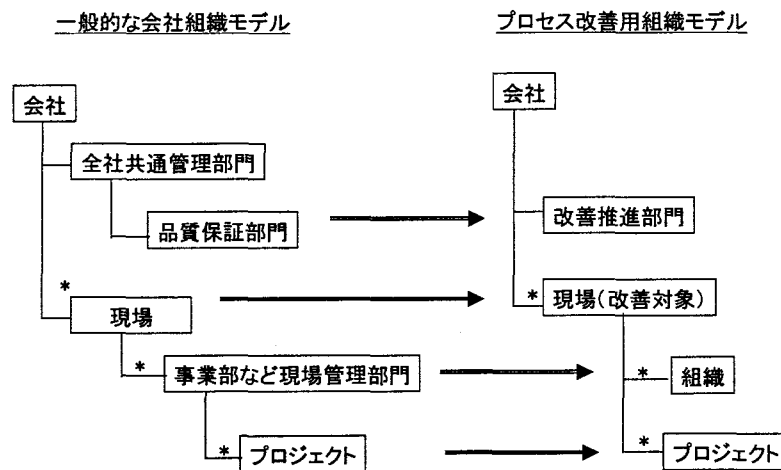


図2.1 組織構成モデルの対応

（*のついている構成要素は0個以上含まれることを示す）

- 2) 改善の種類：自社の開発能力向上のために内部的に行なうプロセス改善活動。
- 3) 活動開始時前の品質管理レベル：CMMのような成熟度モデルに基づいてはいないが、工程実施要領など基本的な作業標準は揃っていて、レビューやバグの分析、あるいは生産性データの収集分析などの基本的な動作は、以前からある程度励行されているものとする。
- 4) 会社の業容：本論文の説明は、受託開発が主で、ウオータフォール型の開発スタイルを採用している会社を想定して行なうが、提案内容の応用先はこの種の会社に限定されない。

2.2 改善活動の推進シナリオ

本論文で前提とするプロセス改善活動は、以下に述べるシナリオで進められるものとする^同。

図2.2はこのシナリオを図式化したものであり、図中①から⑦が改善活動に必要な広義の支援ツール群で本論文の研究対象である。

- ・ 先ず、改善活動を推進するための部門（図中①）が確立している。この部門には、CMMの応用によりプロセス改善活動を進めることを社内に進言したキーマンが加わっていることが望ましい。
- ・ 改善推進部門によって、改善活動に必要な支援ツール（図中②から⑦）の整備や維持が行なわれる。一連の整備が終わると、図のフィードバックループに沿って改善活動がスタートする。
- ・ 先ず現場は、到達目標の設定基準（図中②）や個々のプロセス対応の作業標準（図中③などを参照して、自己の改善目標とその達成計画を立てる（図中の「改善計画」）。
- ・ 実際の改善は、日常のプログラム開発作業の中で本来必要とされる諸プロセスを、作業標準に準拠して望ましい形で励行することにより達成される（図中の「開発と改善」）。
- ・ 適切なタイミング（図中④の診断実施要領）で、現場のプロセス群に対する励行状況が診断され（図中の「診断」）、個々のプロセスの励行度にもとづいて成熟度の評価がなされる。
- ・ 診断は、PLなど現場の責任者が日頃から自発的に自己診断を行なうことは当然であるが、最終的な評価は一定の資格（⑤アセッサ資格基準）を有するアセッサが行なう。
- ・ 診断の結果、現状が目標とする成熟度レベルに到達していない場合は、フィードバックサイクルにより未熟なプロセスの改善が行なわれて目標のレベルに到達する。目標はレベルに到達した後も、より高いレベルに目標を再設定してプロセスの改善が継続的に進められて、現場の能力が一層向上する。
- ・ 改善推進部門では、上記一連の改善で現場を指導し支援する。改善の進捗や効果を収集分析して公表し、常に関係者のインセンティブの向上を図る（図中⑥）
- ・ また、この過程で得られたノウハウを知識ベース化して社内でも共有可能にする（⑦）。この有効利用により、関係者間でのノウハウの交換が活発になり、全体の均質なレベルアップが容易になる。
- ・ 改善推進部門は、推進状況や内外の技術動向をみて成熟度モデルはじめ諸ツールの内容を新しい状況に合う内容に改め、改善活動が持続的に行なわれるように現場を誘導する。

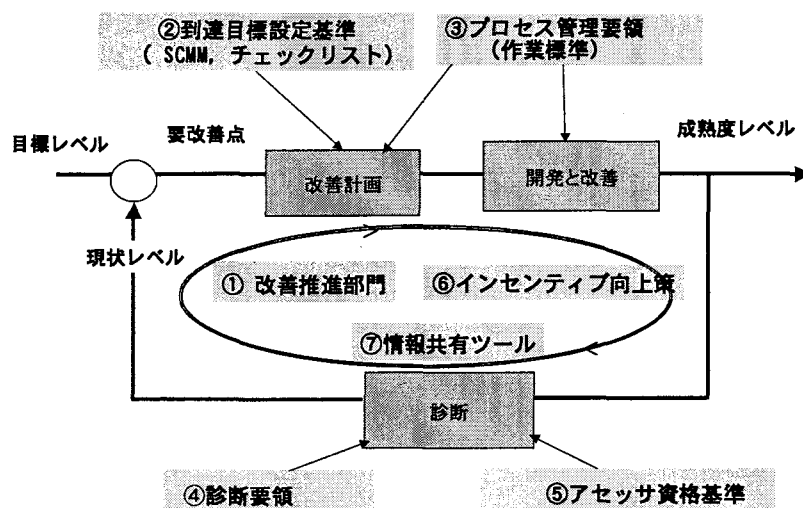


図2.2 プロセス改善サイクルと7つ道具

2.3 改善支援ツールの具備機能と実装上の課題

前述のシナリオにおける用途説明から、個々の支援ツールに求められる機能の概要と、それを実現する上で想定される課題について以下に整理しておく。これらの機能の実現方法や課題の解決方法の詳細⁴⁾が、本論文の主題として4章以降で詳しく議論される。

① **改善推進部門**：全社のプロセス改善活動の企画推進を担当する部門で、CMMが提唱する³⁰⁾次の2グループの機能を併せ持つ。

- ・SEPG (Software Engineering Process Group)：開発や管理プロセスの望ましい実施方法論を追究して作業標準として確立し、現場にその普及を行なう専門家集団。

- ・SQAG (Software Quality Assurance Group)：プロセス改善状況の診断や、製品の仕上がり具合を検査する品質管理の専門家集団。

前者は、改善を推進する上で常に現場サイドにあるが、後者は現場を検査する立場にあるので現場からの独立性の確保が課題である。また、プロセス改善のエキスパートが少数の場合の人材配置方法も課題である。エキスパート（アセッサ）の確保策については⑤の課題とする。

② **到達目標設定基準**：現場が改善計画を立てる際の目標設定基準であり、具体的には固有の成熟度モデルSCMM (Specific CMM) とチェックリストからなる。SCMMは2.1節で述べたように、社の実態や戦略に合うようにCMMをカスタマイズしたもので、全社で到達を目指す成熟度レベルSCML (Specific CML) とキープロセス領域SKPA (Specific KPA) の定義からなる。ただし、SCMMは到達目標の大枠を定義したものであり、目標レベルに到達するために現場が具体的に満たすべき要件、すなわち、各SKPAで励行すべきべき詳細内容は明文化していない。その内容を質問文の羅列という形で明文化したものがチェックリストである。チェックリストは、最終的には現場の励行状況のチェックに用いられるので、一般にこのように呼ばれることが多いが、達成すべき内容を具体的に示すので、SCMMとセットで現場を目標のレベルに向けて誘導するツールと言える（各プロセスの望ましい実施方法の詳細は作業標準を最終的には参照する必要があるが）。このような理由から、本論文ではSCMMとチェックリストを合わせて、改めて‘到達目標設定基準’と呼ぶ。特に、チェックリストは、チェックのための質問内容が現実と遊離していたり抜けがあれば不完全な改善に誘導することになる上に、質問文の表現や並びが悪ければ関係者は解釈に手間取って余計なコストや時間がかかる。このようなことから、チェック項目の設定方法や質問文の表現方法、あるいはチェックリストのレイアウト設計が課題である。また、SCMMについては、組織の実態や戦略を反映した目標レベルの設定をチェックリストと整合をとりながらどのように行なうかが課題である。

③ **プロセス管理要領（作業標準）**：現場が、各プロセス領域SKPAで励行すべき望ましい作業方法や管理方法を明文化した規範類。一般に作業標準と呼ばれる規範類の一角をなす。SKPAの分類体系と、従来からある作業標準類の分冊体系との整合の取り方、開発対象分野やプロジェクト個別事情の違いによる現場でのカスタマイズの許容範囲などが課題である。

④ **診断要領**：組織あるいはプロジェクトが、改善活動の結果到達したプロセスの成熟度を測定しレベルの評定を行なうためのルールや手順などをまとめたもの。現場のインセンティブを確保できる成熟度の評定ルールや、診断の適切なタイミングの設定方法などが課題である。

- ⑤ **アセッサの資格基準**：SQAGメンバであるアセッサには、現場のSKPAの励行状況を正確かつ公平に診断できることは勿論、改善のための指導も行なえる専門能力が要求される。このための有資格者を社内で確保するための基準である。何百というプロジェクトの診断や指導を行なうにはかなりのアセッサ数が必要である。大半がゼネラリストで構成される日本企業において、このための陣容を社内で短期間に確保するための方策が課題である。
- ⑥ **インセンティブ向上策**：プロセス改善を成功に導くためには、現状を正しく把握し、その評価結果や改善活動の成果を、経営者から現場まで、改善に関係する人達（以下、関係者と総称）に分かりやすく伝えてインセンティブを向上させるための諸方策。但し、関係者も、立場によって関心事や視点が異なる。改善活動の進展につれて変化する関係者各層の関心に適合する施策の導出や、現場の負担が少なく、しかも関係者へのアピール力のある改善効果のメトリクスを設定を系統的に行なう方法が課題である。
- ⑦ **情報共有ツール**：先行プロジェクトの成功事例やそのためのノウハウなど、いわゆるベストプラクティスを関係者間で共有していくためのツール。これにより、改善活動の省力化や、現場の均質化が期待できる。情報共有手段としては、研修やテキスト等の手段が伝統的に用いられて来ているが最近ではWebページの有効利用による知識ベース化が一般的になってきている。このような情報共有システムの実現ではコンテンツの収集と加工程度が課題である。ただし、コンテンツは運動開始当初は揃わないので、その間は改善推進部門のメンバが、自らの保有する専門知識で現場の質問に答えることで、このツールの代役を果たすことになる。

第3章

支援ツールの実現方法提案の前提条件

前章で7種類の支援ツールを列挙し、その機能と実現上の課題について概説した。4章以降で個々のツールの実現方法を提案するに際して前提とする、本研究の位置付け、本論文の提案結果の評価基準、および7つのツールの実装順序を明らかにしておく。また、支援ツール群の開発を主管する改善推進部門（これ自身も一つのツールであるが）の構成方法を提案する。

3.1 本研究の位置づけ

これまでにCMMの導入に関して多くの研究や実践結果が発表されており、それらはおおよそ次のように分類できる。

- ・ CMMの解説、あるいは関連国際標準化の動向紹介。
- ・ CMMの導入と効果に関する事例の調査分析レポート。
- ・ CMMの自社導入事例と効果の報告。
- ・ CMMの導入効果を上げるための一部側面からの支援ツールの実現報告。

これらの発表は、CMMの正しい解釈方法や導入の意義、あるいは実際に導入する場合の創意工夫などが提案されている。よって、CMMをSEIの提案のまま導入するのであればかなりの情報が提供されている。しかし、本研究は、前述したように自社の当面する課題を解決するために内部的に改善活動を展開することを前提としている。このためには、CMM（の例えばKPA）をそのまま持ち込んでも、自社の問題意識（例えば、社として強化したいプロセス領域）とずれていて、現場が実感を持っていないといったことから、目的とする改善が進まない恐れがある。すなわち、SCMMをはじめとする7つの支援ツールは、社の現実を反映した内容（俗に言う、‘血の通った内容’）で実装される必要がある。例えば、4章の表4.2にあるように、成熟度モデルもCMMの原典をかなり変更している。支援ツール全てについて、現実を反映した内容で実現するための方法を追究することに本研究の意義がある⁴⁾。

3.2 提案内容の評価方法

本論文で提案内容の評価方法をここでは明らかにしておく。評価方法としては、提案した方法で実現された支援ツール群を適用したプロセス改善活動において、適用開始当初に期待された効果が確認できたことをもって実用的であると評価するのが一般的であろう。

1章で述べたように、CMMをベースにした改善活動は、Q,C,D（Quality, Cost, Delivery date）の各側面で効果が期待できることから、目的に応じた多様な期待目標の設定が可能である。著者の所属する社の場合、納期遅延件数の増加に頭を痛めていたので、改善活動を次の期待で開始した。すなわち、「プロセスの成熟が進んだプロジェクトでは、品質の作り込みが早期化して、

納期までに余裕を持って所定の品質を有する製品を仕上げることができる。このような形で、多くのプロジェクトの改善が進むことにより、社全体としての納期遅延発生件数が、年々減少することを期待する」及び「改善活動のオーバーヘッドは数%程度にとどめること」であった。

本論文では、提案する方法に基づいて実現された7つ道具が、上記目標をどの程度達成するかによって、提案内容の実用性を評価することにする。改善効果は7種類のツールをセットで適用した場合の相乗効果として得られるものであり、ツール個々に注目した評価は別の機会に譲る。

3.3 支援ツールの実装順序

列挙した7つの支援ツールの実装は、図3.1の順序で進めるものとする。図中、②到達目標設定基準、および③作業標準類（プロセス実施要領）の2者は実装内容の等価性を保証する上で同時並行的に仕上げていくことが効率的である。このようなことから、この2つは、目標設定系ツール群と総称して4章でその実現方法を提案する。また、④診断要領および⑤アセッサの資格基準についても、連係して実装するのが効率的であるので、5章でまとめて実現方法を提案する。結果、図に示す対応する章で、各支援ツールの実現方法を提案する。なお、①改善推進部門については、他の支援ツールの準備を行なう基本的なツールであることから、本章において著者等の構成方法を紹介することにより提案とする。

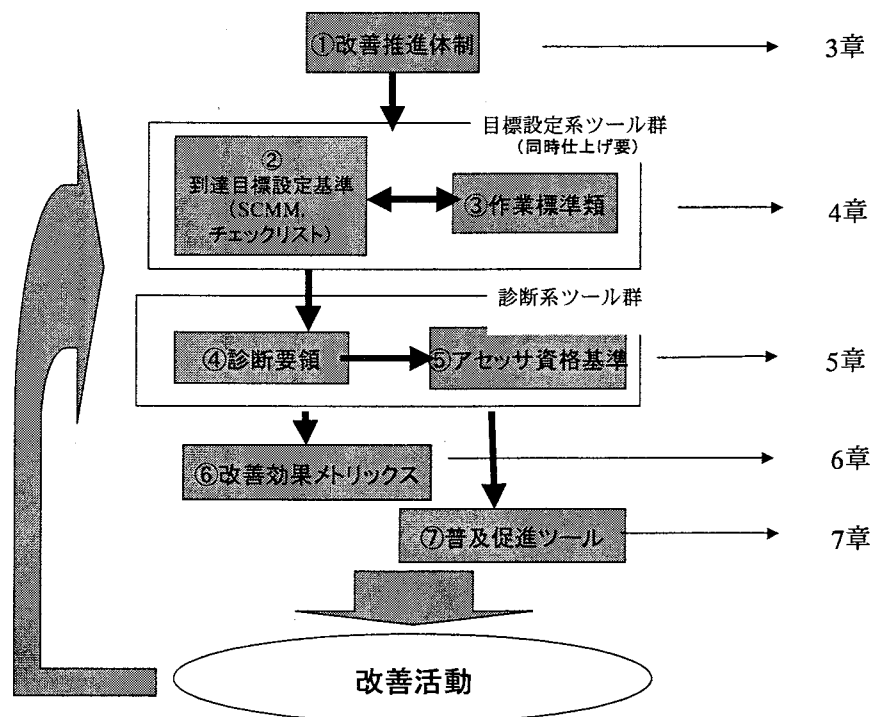


図3.1 支援ツールの実装順序と実装方法の提案章

3.4 改善推進部門の構成方法

(1) 改善推進部門の役割

会社におけるプロセス改善活動の推進母体。全社共通の推進ポリシーを確立し、以降の章で述べる6つのツールの整備を行なって改善活動を立ち上げるとともに、これを用いて現場を指導し、改善活動を定着させる。CMMでは、プロセス改善に関するグループとして表3.1に示すグループを掲げている^[31]。

これらのグループは、推進側に所属するグループと、実際に各プロセスを実際に行なう現場側に所属するグループに大別できる。推進側に所属するのは、最高責任者とSEPG、およびSQAGであり、これらを対象として、著者等の改善推進部門の構成方法を紹介する。

表 3.1 CMM のプロセス改善関連グループの分類

グループ名称	グループの役割	所属分類	
		推進側	現場側
最高責任者	現行の複数のプロジェクトに責任を持つ集団とともに、ソフトウェアプロセスを長期にわたって改善するための資源（例えば SEPG）の確保に責任を持つ集団。	レ	
ソフトウェアエンジニアリンググループ	ソフトウェアの開発やメンテナンスの諸作業（要求分析、設計、コーディング、及びテスト）を担当する。		レ
ソフトウェア関係グループ	ソフトウェアの管理やメンテナンスに用いる諸手法（例えば品質保証や構成管理）についての権威として、側面から開発やメンテナンスをサポートする。		レ
ソフトウェアプロセスエンジニアリンググループ (SEPG)	組織としてのソフトウェアプロセスの定義、維持、改良を行なう専門家集団。組織のソフトウェアプロセスについて責任を持つ集団。（作業標準類の整備と普及に責任を有する担当と解釈）	レ	
システムエンジニアリンググループ	システムへの要求事項を決定し、要求をハード、ソフト、その他のコンポーネントに割り振り、それらの間のインタフェースを決定し、これらの設計開発を監視して要求仕様との一致に責任を持つ集団。管理レベル及びスタッフレベル		レ
システムテストグループ	ソフトウェア製品が要求を満たしていることを客観的に判断するためのテストを、計画実行することに責任を持つ集団。		レ
ソフトウェア品質保証グループ (SQAG)	諸ソフトウェアプロセスが、作業標準通りに励行されていることを、確認するための、品質保証活動を計画実施する専門家集団。メンバーは、現場側グループからの独立性が保証されている。	レ	
ソフトウェア構成管理グループ	各プロジェクトでの構成管理作業を正式な形で実現するために、実施計画、調整、及び実施に付いて責任を持つ集団。		レ

(2) 改善推進部門構成上の課題

1) SQAGの独立性の確保

担当するプロジェクトのスケジュールやコストの現実、あるいは当該プロジェクト管理者から

の個人評価の圧力などに影響されずに、プロジェクトの現状を客観的に評定し、社の責任者（一般には社長）に報告出来るように、SQAGメンバの現場からの独立性が保てる配置方法が課題である。

2) ゼネラリストによるグループ機能の実現

各種スペシャリストが独立的・客観的に行動することが一般的である米国と違い、日本ではゼネラリストである社員が、任務として各種の担務を行なうのが一般的である。SEPGやSQAGのメンバには、原典としてのCMMを理解した上で、社の実態を踏まえた支援ツールの整備や診断を行なうことが要求され、かなり広範で深い知識や見識が求められる。一方、このようなエキスパートは、一般に開発現場の方でも引っ張りだこである。限られた数のエキスパート（アセッサ）で、どのようにやりくりするか課題である。

(3) 構成事例

著者等の改善推進体制の構成を図3.2に示す。社の組織階層に対応して多段階に構成している。

1) SQAG相当組織は、全社の改善活動の推進部門(図中、品質保証部門)に配置し、社の改善活動の推進責任者（社長もしくはその委任を受けた品質保証部長）の下に全員が所属して、全社のプロセス改善状況を診断する。すなわち、各組織（実際は部）所属のSQAG担当者を置かないで、品質保証部のSQAGメンバ（アセッサ）が、担当組織を決めて現場の診断や改善指導に当たる（この立場のアセッサを、組織SQAG担当と呼ぶ）。このような構成にすることにより、SQAGメンバの現場からの独立性を確保するとともに、改善活動開始当初のアセッサ人材の不足を解決することにした。活動が軌道に乗って来た後は、徐々に各組織にSQAGを所属させ、配下のプロジェクトの診断を行なうことにした。ただし、この場合も、品質保証部兼務とした。

2) 社レベルのSEPG相当組織は、品質保証部内に既存の作業標準グループをあてることにした。SQAGメンバの協力を得て、全社のプロセス管理要領等の整備と普及を担当する。組織レベルのSEPG担当は組織に属し、組織のプロセス改善計画の立案や、社の作業標準を参考にした組織内向け標準の整備など、組織で分担するプロセスの励行を促進する。また、組織内のプロジェクトの改善指導にも当たり、SQAGによる診断時には、現場の代表として被診断側に立つ。

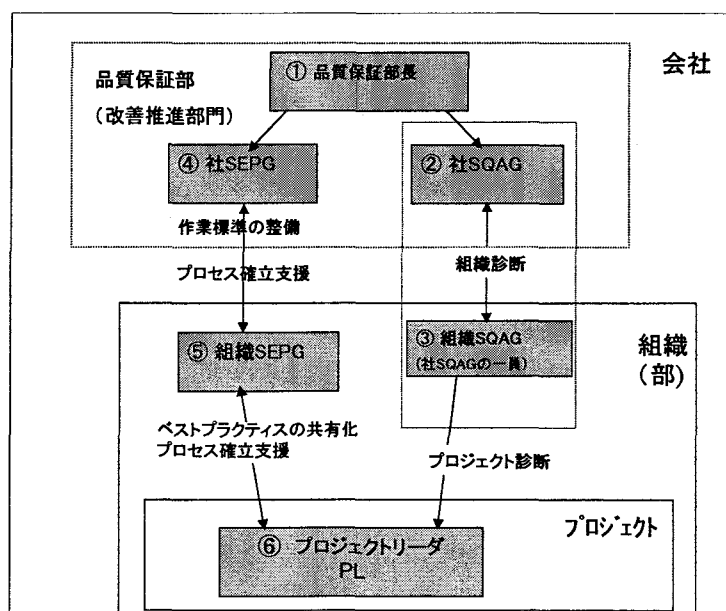


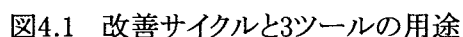
図3.2 改善推進体制の構成事例

到達目標設定系支援ツールの実現方法

これらのツールのうち、具体的に改善内容を示すチェックリストは、改善活動の質や効率を最も左右するものである。内容的に現状から遊離することなく、より上位のレベルに誘導可能な内容でチェックリストを実現するための方法の確立が主要な課題である。

4.1 3つのツールの位置づけと実現条件

プロセス改善活動の推進サイクルについては、2章でその全容を述べた。ここでは、主題の3つのツールをクローズアップした図4.1を用いて、3つのツールの用いられ方を再整理し、4.2章で提案する実現方法の前提条件とする。



プロジェクトは、一般に開発着手時に全工程の実施方法を開発計画書として明文化する。この（図の改善計画書）中で、今回の開発において到達を目指す成熟度レベルを SCMM の中から選ぶと

ともに、励行を徹底すべき事項（プロジェクト分担の SKPA）をチェックリスト中のチェック項目を選択するという形で宣言する。以後、ソフトウェアの開発を具体的に行なう過程で、作業標準に示された内容を指針に諸プロセスの処理を望ましい方法で励行していく（図の「開発&改善」）。現場の励行状況は、適当なタイミングでチェックリストを用いて診断され、目標レベルへの到達状況が判定されるとともに、残存課題が指摘される（図の「診断」）。

望ましい診断のタイミングについては 5 章で提案する。途中工程における診断で指摘された残存課題は、再びこのフィードバックループの改善計画に戻って後続工程用の改善計画が立てられて、さらに改善が続けられる。全工程が完了した時に目標成熟度レベルの到達度評価が行なわれる。この段階で目標とするレベルに到達していなかった場合は、次期プロジェクトで残存課題の改善を続けることになる。また、共通的な課題は次章で述べる図 4.3 のチェックリストの充実に反映される。

2) 組織の改善用

この場合も、図のサイクルが準用できる。図中の「改善計画」は組織が年初に立てる年間計画に相当し、プロジェクトの場合と同様に SCMM の中から到達目標レベルを選ぶ。組織の場合は、改善推進部門が示した SKPA 群を全て励行することを原則とし、チェックリスト中のチェック項目の選択は行なわないものとする。「開発&改善」段階では、配下のプロジェクトの開発を支援しながら、組織分担の SKPA 群について励行を徹底する。「診断」は定期的（例えば年度途中と年度末）に行ない、アセッサによりレベルの判定と残存課題の指摘が行なわれる。レベルの判定には配下のプロジェクトの判定結果が加味される（詳細は 5 章参照）。

これらのツールのうち、具体的に改善内容を示すチェックリストは改善活動の質や効率を最も左右するものである。職場の現状から遊離することなく、より上位のレベルに誘導可能な内容でチェックリストを実現することが最も重要な課題となる。

4.1.2 ツールの実現条件

(1) 固有の成熟度モデル SCMM の実現条件

能力成熟度モデル SCMM (Specific CMM) は、全社共通のマイルストーンとして定義するものである。CMM の定義は、能力成熟度レベル CML (Capability Maturity Level) およびキープロセス領域 KPA (Key Process Area) の 2 種類の要素から構成されるが、SCMM もこの定義形式を踏襲する。SCMM を構成する能力成熟度レベルとキープロセス領域を、改めて SCML (Specific CML), SKPA (Specific KPA) と略記する。SKPA の定義内容は、CMM の定義内容を単純に継承するだけでなく、社の経営方針や現状の課題を反映する新規のプロセス領域を追加して、社固有の SKPA 群が編成される。この SKPA 群は SCML に対応付けられ、組織とプロジェクトで分担して成熟させていく。本論文では以下、組織分担の SKPA 群を *SKPA_o* (SKPA set for an organization), プロジェクト分担のを *SKPA_p* (SKPA set for a project) と略記する。さらに、*SKPA_p* の内容はプロジェクトの実状により、実施範囲を選択することを可能とする。この考え方に則って、PL が SCML=L の到達を目指して設定したプロセス領域の集合を（無変更の場合も含め）、*SKPA_p'(L)* と以下略記する。これら成熟度モデルの定義要素の関係を図 4.2 に示す。組織分担の *SKPA_o* の内容は実施範囲の選択を行なわないことを原則にするが、プロジェクトの場合と同様に、*SKPA_o(L)* と略記する。

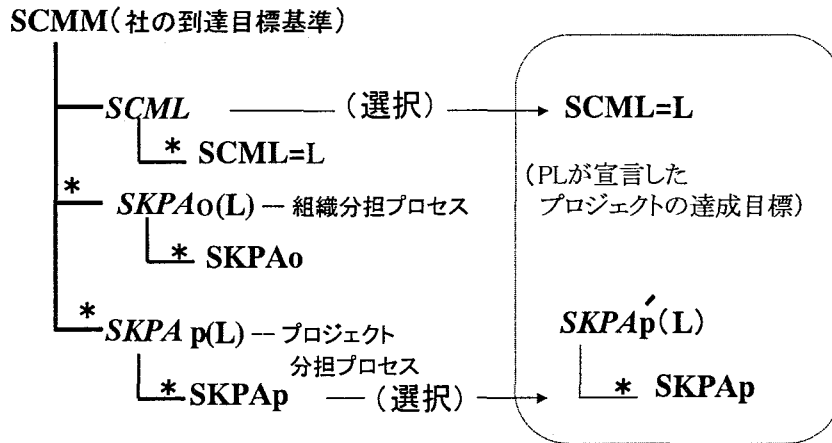


図4.2 SCMMと $SKPAp'(L)$ の関係

注) L : レベルを表す自然数

* : 構成要素であり0個以上含まれることを示す.

実現条件としては、下記の2点を設定した.

- ① 従来の改善活動や生産物検査から得られた種々の課題, CMMの試行な評価で指摘された各種のウィークポイント, さらには経営戦略上新たに設定された強化テーマなどを反映して, 社の現実に根ざしたモデルになっていること.
- ② モデル定義形式はCMMのを踏襲するが, ステップバイステップにレベルアップを図ることにして, 当面到達可能なレベルの定義から始める. すなわち, CMMでは到達目標をレベル5まで示しているが, 本論文では成熟の進み具合や業務内容の変化, そして技術動向に応じて新たな目標レベルを逐次連続的に設定していくという考え方に立つ.

(2) チェックリストの実現条件

SCMMの各レベルへの到達内容($SKPAo(L)$ や $SKPAp'(L)$ の中味)を質問文の羅列という形で明文化したものがチェックリストである. チェックリストは, 目標レベルに到達するための要件の確認に用いられるとともに, 最終的には現場の励行状況のチェックに用いられる. このような重要な役割を果たすために, 次に列記することが要求される.

- ① 現場を目標に向かって誘導できること(誘導性) : チェックリストは, 前述したように現場が目標達成のために励行すべきWhatを, チェック項目の形で現場に示すもので, これを用いると, 自然に改善方向に誘導されるような内容やレイアウトであることが望ましい. このためには, 内容的に本来達成すべき項目(チェック項目)が一様に網羅されており, 質問文の表現が関係者間で, 容易にしかも一意に解釈できることが必要である. この種の活動が成功するかどうかは, 経営者の熱意や指導力もあるが, 根本は施策の内容が現場に受け容れられるか否かである. したがって, 開発条件に合わせて, 現場が達成項目(すなわちチェック項目)を選択可能にしたり, 診断の過程で, アセッサと現場責任者の間のコミュニケーションを行ないやすくするといった, レイアウト上の工夫も大切である.

- ②. 必要な診断情報が収集できること（情報収集性）：診断要領中に規定された評価や分析を意味のある形で行なうには、チェックが適切なタイミングで実施されること、必要なすべてのデータ（課題だけでなく推奨事例も）が得られること、そして得られたデータが信用できることなどが要求される。
- ③. 運用しやすいこと（運用性）：診断要領に規定された手順に従って、一連の診断作業が効率的に行なえること。たとえば、チェックリスト上でたどりやすいとか、質問内容が不明な場合の解釈支援手段があるとか、あるいは、作業の進行状況の管理や結果の分類集計が容易であるといったことが望まれる。さらには、チェックリストの保管や整理が行ないやすいこと、チェックにかかる時間やコストが本来の業務を圧迫しないことなども要求される。

(3) 作業標準（プロセス管理要領）の実現条件

現場が、各 SKPA で励行すべき望ましい作業方法や管理方法など、いわゆる励行方法を明文化した規範類、作業標準と呼ばれる規範類の一角をなす。励行方法の一部は既存の作業標準に類似の記述が存在している場合もあれば、全く不在で新規に規定しなくてはならない場合もある。前者の場合は、SKPA の分類体系と従来からある作業標準類の分冊体系との整合が問題となる。プロセス改善活動に限れば、全て新規に体系化した方が便利であるが、本論文では次の現実解をとることを提案する。すなわち、

- ・新しくプロセス改善活動が加わったので、作業標準全体の分類体系は見直す。
- ・ある SKPA の励行に必要な内容が、既に相当量記述されている既存の標準があれば、それを有効利用する。
- ・流用出来る既存の作業標準が無い場合は、プロセス単位に新規に作業標準を作成する。

4.3 節に、この考え方に基づいて実装した著者等の作業標準の分冊体系を例示する。

4.1.3 3つのツール間の相互参照関係

(1) SCMM と作業標準との関係

SCMM を構成する個々の SKPA は、その望ましい励行方法が作業標準の中に要領として完全に規定されている必要がある。もし、規定が不十分であったり、全く規定されていないのであれば、既存の作業標準に追記したり、新たにプロセス管理要領を作成する必要がある。よって、SCMM の定義は、作業標準中の規定内容と整合を図りながら実装を進めていく必要がある。

(2) SCMM とチェックリストとの関係

一般的な順序として、SCMM に定義されている SCML 別、SKPA 別に励行事項を翻訳してチェックリストの質問文が作られる。しかし、チェックリストの質問文を作成していく過程で、対応する SKPA の一部励行事項を別のレベルに配分するのが適切と考えられる場合がある。このような場合は、SCMM の定義を再調整してより現実合うモデルにする必要がある。このようなことから、両者の内容の整合を図りながら実装を進めていく必要がある。

(3) 作業標準とチェックリストとの関係

チェックリストの質問文は、作業標準に規定された励行方法を参考にして作られる。しかし、作文の過程で、逆に作業標準の規定内容が不十分なことに気づくこともある。よって、両者の内容の整合を図りながら実装を進めていく必要がある。

4.2 実装手順

3 つのツールの間には上述の（3 つ巴の）関係があるので、本論文では、これらの実装を連続的に
行なうことが効率的であると考え、以下にその手順を提案する本章ではこの方法を提案する⁹⁾。図 4.3
に手順全体を図示する。

図 4.3 には、本論文の主題である実装フェーズだけでなく、適用フェーズも示している。適用フェ
ーズは図 2.2 に相当する。このフェーズでは、2.2 節で述べたようにチェックリストを用いた診断の
結果、現場の持つ課題が抽出されるが、その結果は実装フェーズにもフィードバックされ、チェック
内容を、現場の実態を踏まえた実質的な内容に更新していくことが可能になる。

実装フェーズは、5 つのステップから構成され、チェックリストを最終成果物として 3 つのツール
が相互の内容の整合性を保証した形で連続的に実装される。以下、図中の 5 つのステップにしたが
って、著者等が実際に行なったツールの実装方法を提案する。なお、各ステップはいずれも改善推
進部門が中心になって実施される。

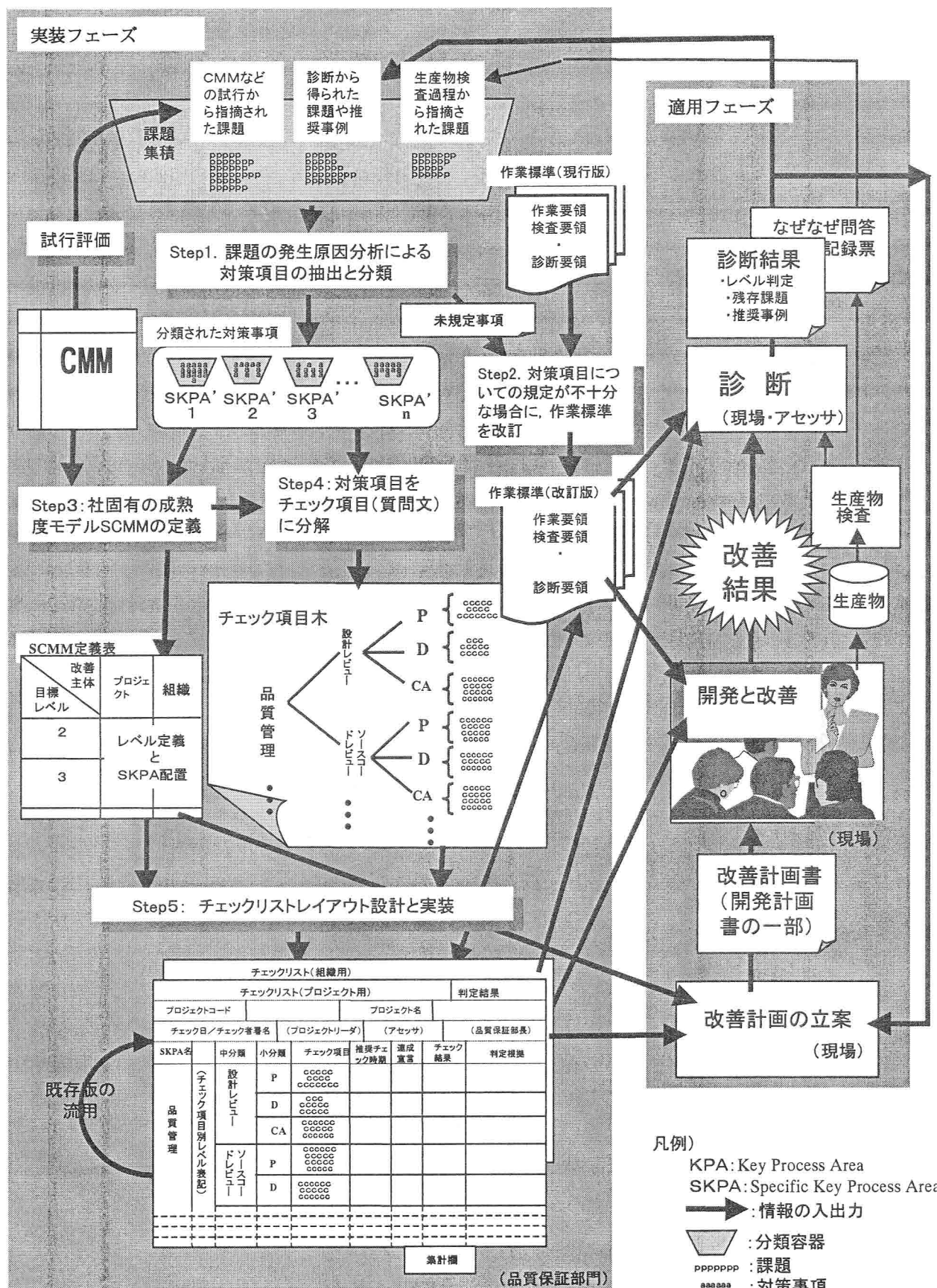


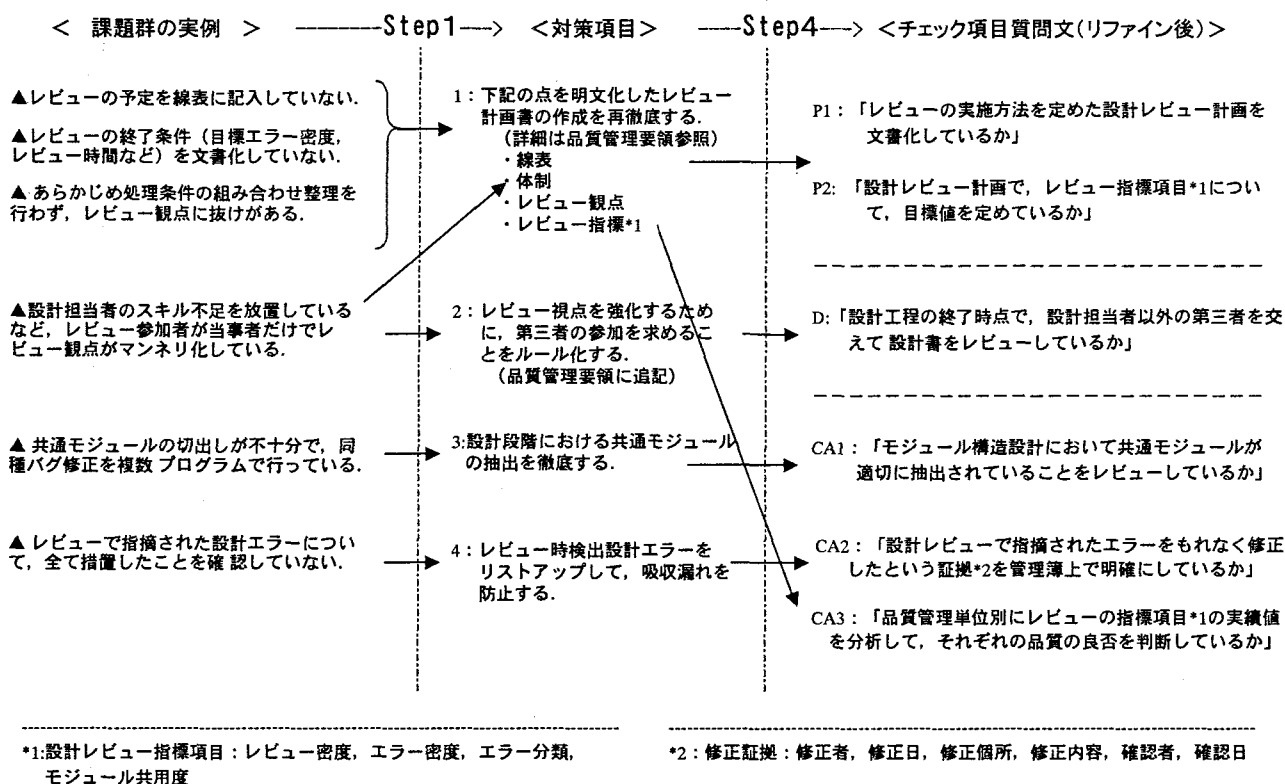
図 4.3 チェックリストの実装手順

Step 1：課題発生原因を分析して対策項目を整理

集積された課題群には、一般に、表現は異なるが同じ意味の項目が多数存在するものや、記述の中に複数の課題を内包しているものがある。課題以外にも推奨事例が抽出されている。まず、改善推進部門は、類似課題の集約や、原文から複数の課題を抽出して、課題群を再整理する。元の課題には、往々にして症状しか述べていないものも多く、そのような症状を招いた原因を分析して真の原因を抽出することが必要となる。整理を担当する改善推進部門のメンバは、自身の体験や知識を総動員するだけでなく、各課題が指摘された時の状況記録を克明に分析する必要がある。このために著者等が用いたのは、「なぜなぜ問答記録票」である。これは、症状－原因分析－暫定対策－本格対策の4章からなり、現場で問題が発生する都度、現場と改善推進部門が自問自答形式で記入しておいたものである。改善推進部門は、課題群の再整理を終えると、この結果を対策項目に翻訳する。翻訳に際しても、自身の体験や知識だけでなく、上記「なぜなぜ問答記録票」の情報を活用する。診断時に抽出された推奨事例も対策案の有力なヒントになる。課題群から対策項目への翻訳事例を表4.1に示す。

表 4.1 課題からチェック項目までの加工例

(品質管理プロセスの設計レビュー関連チェック項目を得る場合)



次に、プロセスに注目した改善を行なうために、改善推進部門は抽出された対策項目を、いくつかのプロセス領域に分類する。この領域は Step 3 で最終的に確定される。本論文では、この Step 1 で定義された領域を、暫定ということで“ ”を付けてSKPA' と表記する。SKPA' の定義は、CMM から流用可能な KPA は極力流用するが、区分先の適切な領域が存在しない場合は、そのためのSKPA' を新設して分類作業を進める。新設に際しては、SLCP の分類^{[40][18]}などの業界標準をで

きるだけ参考にし、領域の分類方法や名称が一般性を保つように留意する。

Step 2：作業標準の改訂

対策項目によっては、その実施方法が既存の作業標準に記述されていない場合が多々ある(図 4.3 の **未規定事項**)。内容によっては既存標準の改訂では不十分な場合(例えば、構成管理の新規導入など)あり、4.1.2 項の考え方に依って新規に作業標準の規定を行なう。規定に際しては、CMM の key practice の規定内容^[9]も参考になるが、著者等の場合、章立て等は既存の作業標準のを踏襲することにした。

また、対策内容によっては、その解決手法の確立検証が必要なために完全な規定が出来るまでに時間を要する場合がある。このようなことから、改善推進部門は、その時点で実施可能なレベルの規定をまず行なって、新しいチェックリストの運用開始に間に合わせ、以後、徐々にグレードアップを行なっていく。

Step 3：SCMM の定義

表 1.1 の CMM の定義には、各 KPA の改善を分担する現場の階層(例えば、組織かプロジェクトかなど)は明確に分離されていない。本論文では、この分担階層を明示し、階層別に到達目標レベルとその内容を定義することを提案する(図 4.3 中の SCMM 定義表)。このような形で定義することにより、現場は自己の到達目標と責任範囲が明確になり、改善計画を立てやすくなることが期待できる。以下に述べる手順は、SCMM の初版を定義する場合に限定したものではないが、一旦定義した SCMM は、全体の枠組みを当分変更せずに、数年かけてすべての現場が目標レベルに到達するのを待つという方針を、著者等はとっている。

(1) SKPA' の分担階層別振り分け

改善推進部門は、Step 1 で列挙した SKPA' 個々について、その改善責任が、組織かプロジェクトか振り分ける。振り分け時に、社としての評価基準を設けて SKPA に着手順位を付け、次に述べる目標レベル定義の準備を行なっておく。評価基準としては以下のような案が考えられる。

- a) 難易度に関係なく、事業としての緊急性で。
- b) 改善の難易度(改善に必要な期間の長短など)で。
- c) 成果が定量的に把握可能かどうかで。

a案は、過去ある程度類似の改善活動を行なっていて、この種の活動の必要性に対する社内コンセンサス(下地)が出来ているような場合の選択肢である。b,c案は、この種の改善活動に対する社内の経験や理解が不十分で、部分的な試行などにより成功体験を早期に得たい場合に効果的である。著者等の場合は、ある程度下地があったのでa案を選んだ。

(2) 目標レベルの定義

上記の SKPA' の階層別分類と順位付け結果をもとに、CMM のを参考にして目標レベルの定義を行なう。CMM では、5段階のレベルが定義されているが、例えば著者等の場合、事前の CMM による試行評価においてサンプルプロジェクトすべてがレベル1であったので、まず CMM のレベル2と3相当を定義し、当面この達成を目指すという基本方針を立てた。次に、分担階層別・目標レベル別に、4通りの目標とする成熟度レベルの定義文を明文化する。特に、SCMM 初版の定義に際しては、定義文の表現方法が著者等にとって不案内な作業であったので、CMM のレベル定義表現を参考にした。その結果、上記の SKPA' の順位付けの考え方と CMM のレベル定義を比較しながら、都合 4

種類のレベル定義文を作り、次の Step に進む。

(3) SCMM の実装

(1)(2)から得られた結果を、図 4.3 の SCMM 定義表の各枠に割り付けて、定義表を完成させる。改善推進部門は、まず、(2)の 4 種類のレベル定義文を対応する枠に割り付ける。次に、(1)で整理した SKPA' を、レベル定義文に対応させて各枠に割り付けていく。この後、レベル定義文と、それ対応に割り付けた SKPA' 群の間の内容の整合性をレビューし、SKPA' の再分割や、レベル定義文の修正などの微調整を行なって、SCMM 初版の実装を完了する。実装結果は 4.4 節で説明する。本論文では、実装の完了した SKPA' を、その再分割により得られた領域も含めて、暫定ではなくなったので“'”を取り除き SKPA と表記する。

この SKPA 群は、4.1 節で述べたように、組織とプロジェクトで分担して成熟させていく（組織分担の SKPA 群 *SKPA_o*、プロジェクト分担の SKPA 群 *SKPA_p*）ことになる。

Step4：チェック項目への分解

改善推進部門は、Step 1 で得られた対策項目を分解して、現場が励行すべき事項をチェック項目として整理する重要なステップである。この段階はアセッサ全員が検討に参加する。チェック項目の網羅性を高める体系的な分解方法と、平易で誤解のない質問文表現を得るための方法を、以下に提案する。

(1) チェック項目への体系的な分解

対策項目を、現場に解決してもらうためには、現場が、分担する個々の項目について、「いつ、何を励行すべきか」をできるかぎり具体的にブレークダウンして示すことが必要である。まず、「いつ」の区分としては、従来からの QC 活動で現場にも良く知られている PDCA (Plan-Do-Check・Action) があり、この区分はすべての SKPA で可能である。さらに、「品質管理」など一部の SKPA では、開発工程や管理対象物対応に細分化可能である。このようなことから、SKPA 毎に可能な固有の細分化をまず行ない、次に PDCA 区分をすべての SKPA に適用して図 4.3 のチェック項目木を作り、そのリーフにチェック項目を一つ一つ対応づける。分解事例を前出の表 4.1 に示す。

(2) 質問文のリファイン

上記分解方法に従って、対策項目をチェック項目に分解していく際に、一定の構文則に従う質問文の形でチェック項目を表現していく。そのための構文則として、著者等の例を以下に示す。

- 「あなたは～(what)を～したか／しているか？」を原形にし、答えは、‘YES’、‘NO’、‘対象外’の3値で答えられること。
- 条件付けのために、when, where, why は使用可能であるが、複数の場合分けは禁止。
- 2重否定文の禁止。

この作業がすべての対策項目について完了すると、チェック項目（の質問文原案）が体系的に列挙されたことになる。ここで、質問文原案と呼ぶのは、チェック項目の列挙作業は一般に複数のアセッサが分担して行なうので、構文則を周知していても、個人差があり均質になっていないからである。そこで、最後に査読者が登場し、現場やアセッサの視点に立って、正しく容易に解釈できる表現かどうかを一貫して添削する。この添削により、均質な質問文が得られたことになるが、初版の場合は、パイロットプロジェクトを選んで試行し、現場への適用性を点検する。ここで指摘された修正を完了して

から運用に供する。このようなステップを経て作成されたチェック項目は、質問の意図が分かりやすく、現場もアセッサも正確に理解できるので、現場への教育指導性、チェック作業の効率化、そしてチェック結果の信憑性や均質性の保証などが期待できることになる。

(3) 既存チェック項目の継承

2版以降のチェックリスト作成時に、既存のチェックリストを点検すると、項目によっては既に多くの現場で改善が進み、用済みとなる項目もあるが、大半は引き続きチェックを要するものが多い。したがって、2版以降のチェックリストは既存版の添削により生成するのが一般的である。

Step5：チェックリストのレイアウト設計

(1) チェック項目以外のチェックリスト記載項目

いわゆるチェック項目以外に、診断作業上必要な事項をチェックリスト上に記入可能にしておく必要がある。これは、5章で述べる診断要領に示される診断手順や、チェック結果の評価分析ルールに依存する。著者等の場合の実装例を4.3節で説明する。

(2) チェックリストの標準様式の種類

まず、チェックリストの標準様式の種類は、何通り用意するのが妥当かが問題となる。様式の種類を左右するパラメタには、評価対象組織の分類、達成目標レベル、業容分類、チェック者、そしてチェック時点などがあり、これらの組み合わせで幾通りもの様式が考えられる。様式の種類が多すぎると複数のリスト間を渡り歩くことになったり、集計が煩雑になったりと、関係者への影響が大きい。著者等の経験則から、組織用とプロジェクト用の2種類の様式に統一することを提案する。

(3) チェック項目の配置要領

チェックリストのユーザである現場の品質管理責任者やアセッサが、自然な流れの中でトレースしやすいことが望ましい。Step 4で述べた方法に従って得られたSKPAごとの分解結果は、SKPA別・工程別（工程による区分が可能なSKPAの場合のみ）・PDCA別の表形式にマッピングして横方向に展開していくのが自然と考えられる。縦方向の並びは、著者等の場合、実施内容が社内に閉じるSKPA群を先行なさせ、外注管理のSKPAを後続させることにした。先行するSKPA群については、さらに、生産物の開発に直接関係するSKPA（要求仕様管理や品質管理など）を実施順に時系列に並べ、次に要員管理や原価管理など共通管理的なSKPAを優先順に配置している。

4.3 実装結果

(1) SCMM

著者等の実装結果（SCMM 初版）を表 4.2 に示し、その特徴点を以下に述べる。

SKPA 名は、社内用語との親和性から、CMM の命名にとらわれてはいない。これは、CMM の KPA 分類を用いて他社と競争力を比較するのではなく、社内部の改善が主目的であること、および既に作業標準で規定され浸透しているいくつかのプロセス領域の定義は、変更しない方が現場を混乱させないこと、などが理由である。以下、プロセス領域名を「」で囲んで説明する。

プロジェクト分担分では、CMMではレベル3あるいは5相当とされている「ピアレビュー」、あるいは「欠陥予防」は、従来から定量的な管理が行なわれてきており、SCMMではレベル2の「品質管理」としてまとめ、早期に徹底を図ることにした。「構成管理」は満足に実施されていなかったため、CMMと同様、レベル2に位置づけて成熟を早めることにした。また、社の重点施策である「知的財産管理」、「原価管理」を、独自のSKPAとしてレベル3に配置した。

組織分担分では、CMMにおいてレベル3相当になっている「組織プロセスフォーカス」、「研修プログラム」、「グループ間協調」から、自社に必要な部分を切り出し、それぞれ「方針管理」、「要員管理」としてレベル2に位置づけて成熟を早めることにした。また、社の重点施策である「情報流通促進」を、社独自のSKPAとしてレベル3に新たに配置した。CMMではレベル3とされている「ソフトウェアプロダクトエンジニアリング」に、同5の「技術変更管理」の一部を含めて、「開発基盤整備」としてレベル3に配置した。また、CMMでレベル4に位置づけられている「定量的プロセス管理」は、従来から実施中の事項も多く、「生産性管理」としてレベル3に配置した。その他、CMMでは、個々のKPAは特定の成熟度レベルに1対1に対応付けられているが、「要員管理」など、SKPAによっては複数のレベルに分けて段階的に成熟させる方が実効的であり、分割再配置を行なうことにした。

表 4.2 SCMMの実装例

分担層 目標 レベル	プロジェクト (SKPA名)	組 織 (SKPA名)
レベル2 プロジェクト 主体で組織 は支援	1) 個々のプロジェクトにおいて、次のプロセス領域の基本動作について PDCAを励行している。 [・要求仕様管理 ・品質管理 * ・構成管理 ・工程管理 ・生産管理 ・外注管理]	1) 事業部管理事項とした事項について、規定通りに運用(作成, 審議, 承認, 報告)を励行して、プロジェクトをサポートしている。 [・方針管理 * ・プロジェクト管理 ・品質保証 ・要員管理 *]
レベル3 組織が 求心力発揮	1) 次のプロセス領域の基本動作についてPDCAを励行している。 [・原価管理 ** ・要員管理 * ・知的財産管理 **] 2) 組織内共通ルールをすべて遵守している。	1) プロジェクトの見積もりや計画の妥当性について定量的に評価し、審議・承認している。 (・生産性管理 *) 2) プロジェクトの開発/ノウハウ(技法, 部品, ツール, 開発環境など)を蓄積・整備し、必要に応じて水平展開をはかっている。 [・情報流通促進 ** ・開発基盤整備 *]

注) ()内がSKPA名 * *:独自定義SKPA *:CMMのKPAを修正して得られたSKPA

(2) チェックリスト

提案した手順にしたがって、著者等が行なったチェックリストの実装結果を表4.3に示し、その特徴点を以下に述べる。表4.3(a)はSCMMだけを取り出したもので表4.2と同一である。表4.3(b)、表4.3(c)は、それぞれプロジェクト診断用と組織診断用のチェックリストの一部であり、Step5の(2)の結論に従っている。これらは、CMM導入初年度の経験をフィードバックして、翌年度用に初版を改訂した第2版と呼ぶものである。この実装結果には、4.2.2節に掲げた実現条件が、以下に述べるような内容で充足されている。

- ・ 誘導性充足のための工夫：現実的なチェック項目が一様に網羅されていることが必要である。Step1-2-4を経て、組織用には7つのSKPA相当として57の質問項目を（分解率：8.1倍）、プロジェクト用には9つのSKPA相当として145の質問項目（分解率：16.1倍）を列挙した。CMMv1.1の質問項目⁸⁹⁾の対KPA分解率は約7倍であるが、著者等の経験からは、現場、特にプロジェクトには、この程度にかみ砕いて示すのが効果的であると考える。質問文の表現は、前述のように構文則を設けたり査読を行なって、関係者間で用語や文意の解釈が食い違わないように努めても、完全で十分な表現を得るのは難しく、別に事例付きの解釈マニュアルを用意している。
- ・ レイアウト的には、プロジェクト用に達成宣言欄を設けてチェック項目の選択を可能にし、個別事情を考慮している。また、表4.3(b)、表4.3(c)のチェック結果と所見欄に、自己診断者である現場責任者（表中P,Zと略記）とアセッサ（表中Aと略記）両方の所見を併記可能にすることにより、意見交換や指導を行ないやすくしている。
- ・ 情報収集性充足のための工夫：チェックが適切なタイミングで実施されることを促すため、プロジェクト用チェックリストに推奨診断時期を明記している。組織用については、全組織一律に四半期ごとと決まっているので、この欄は設けていない。
- ・ 収集データの網羅性については、判定欄と判定根拠欄を設け、チェック項目単位に判定（OK, NG, 非該当）を行なうことにした。そして、チェック結果の信憑性確保のためには、NG判定はもちろんのこと、OK判定についても、その判定根拠を明記させることにより、恣意的な判定ができないようにした。チェックの判定は、書面審査でなく、実地検査結果によることを前提にしている。
- ・ 診断に関与した、自己診断者－アセッサ－承認者のサイン欄も信用保証のための仕掛けである。
- ・ 運用性充足のための工夫：チェック項目をStep5の(3)で述べた要領に従って配置することにより、たどりやすくしている。各チェック項目にはA3112とかZ1112といったIDを、コード付与基準を定めて規則的に振ることにより、結果の分類や集計、あるいはチェック内容の改定履歴の管理を容易にしている。
- ・ 判定根拠資料については、組織用は参照すべき資料が組織間でほぼ共通であるので、根拠資料欄に明記しているが、プロジェクト用は発注側の指定があるなど、参照資料を一意に決定できないことが多い。したがって、チェックリスト上には明記せず、別途、チェック項目の解釈マニュアルを作成し、そこに代表的な根拠資料名を例示している。
- ・ チェックリスト様式の原版、チェック項目の解釈マニュアル、作業標準などのドキュメント類、ならびに判定結果などは、すべてWeb化して参照や入手を容易にしている⁹⁰⁾。

表4.3 チェックリストの実装例
Table 4.3 Example of checklist implementation.
(a) SCMMの実装例

	プロジェクト分担 SKPAs	組織分担 SKPAs
レベル2	・要求仕様管理 ・品質管理 ・構成管理 ・工程管理 ・生産管理 ・外注管理	・方針管理 ・プロジェクト管理 ・品質保証 ・要員管理
レベル3	・原価管理 ・要員管理 ・知的財産管理	・開発基盤整備 ・生産性管理 ・情報流通促進

(9領域) (7領域)
(b) プロジェクト診断用チェックリスト実装例 (部分)

診断時期	設計時／製造時／納入準備時／完了時					最終判定		レベル	承認者
プロジェクトコード		プロジェクト名:			プロジェクトリーダー名				
チェック日時・ チェック者	プロジェクト 自己診断	年 月 日	診断者署名	アセッサ 診断	年 月 日	アセッサ署 名	承認	年 月 日	承認者署名

チェックID	レベル	チェック項目	チェック時期 設製準完	達成 宣言	チェック結果 判定者判定	所見(判定根拠など)
品質管理 デザインレビュー	A3112	2 P	レビューの実施方法を定めた設計レビュー計画を文書化しているか	〇 〇 〇	P A	
	A3114	3	設計レビュー計画で、レビュー指標項目について、目標値を定めているか	〇 〇 〇	P A	
	A3142	2 D	設計工程の終了時点で、設計担当者以外の第三者を交えて 設計書をレビューしているか	〇 〇 〇	P A	
	A3172	2 C	モジュール構造設計において共通モジュールが適切に抽出されていることをレビューしているか	〇 〇 〇	P A	
	A3173	2 A	設計レビューで指摘されたエラーをもれなく修正したという証拠を管理簿上で明確にしているか	〇 〇 〇	P A	
	A3174	3	品質管理単位別にレビューの指標項目の実績値を分析して、それぞれの品質の良否を判断しているか	〇 〇 〇	P A	

(全 145 項目)

P: Project
A:品質保証部門のアセッサ

(c) 組織診断用チェックリスト実装例 (部分)

受診事業部等	診断日:責任者	年月日:	承認日:承認者	年月日:
--------	---------	------	---------	------

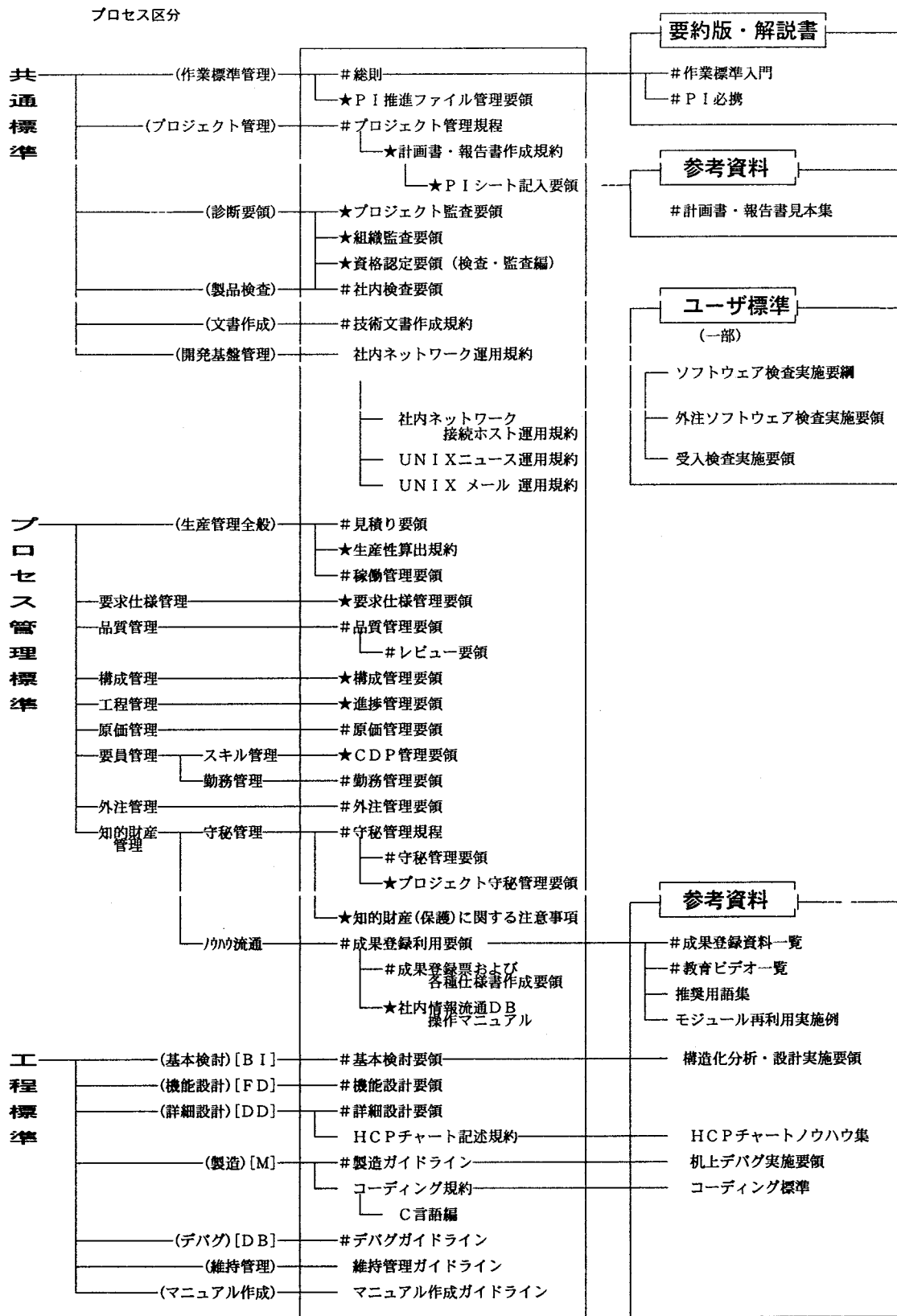
チェック ID	チェック項目	チェック時期 始 中 末	根拠資料	チェック結果 診断者判定	所見(判定根拠)
方針管理 L2	Z1111	P	当該年度の開発合理化の重点施策を定めているか	Z A	
	Z1112		開発合理化重点施策は、発注元や社の事業部に対する要請およびプロジェクトの開発管理実績にもとづいているか	Z A	
	Z1113		開発合理化重点施策はプロジェクト間共通に強化すべき事項とその対策を示しているか	Z A	
	Z1142	D	開発合理化重点施策に対する取組みの方針とその結果をプロジェクトに定期的に報告させているか	Z A	
	Z1172	CA	プロジェクトの取組み状況にもとづいて、開発合理化重点施策の実施効果を評価しているか	Z A	

(全 57 項目)

Z:事業部の品質管理者
A:品質保証部門のアセッサ

(3) 作業標準

図 4.4 に著者等の実装結果を例示する。著者等の場合、プロセス改善活動の実施に伴って改訂したり（図中#印），新規に作成した資料（図中★印）数は 36 種類に上っている。そのうち、約 6 割は既存標準の改訂で間に合わせている。改善活動の目的や固有の成熟度モデルの設定の考え方など述べた総則や診断要領関係は、SKPA 間に共通するので、共通標準として分類されている。また、新規作成の要求仕様管理、構成管理、要員管理、知的財産管理などや、改訂版にまとめた品質管理、工程管理、外注管理、原価管理などは、新しくプロセス管理標準類としてグルーピングし、分冊形式で揃えている。その他、工程毎のレビューや試験などのプロセスは、従来からの工程標準類の改訂版として入っている。



注) # : プロセス改善活動開始に伴って改訂された既存作業標準
 ★ : プロセス改善活動開始に伴って新規に作成された作業標準
 無印 : プロセス改善活動開始に伴ってそのまま流用した既存作業標準
 PI : Process Improvement の略

図4.4 作業標準体系の実装例

4.4 むすび

本章では、改善活動の到達目標設定基準（SCMM とチェックリスト、および作業標準）を CMM の単なる翻訳でなく、自社の戦略や実態、あるいは新しい技術動向に適合する内容で更新し続ける一連の実装手順を提案した。中でも、最も現場に影響のあるチェックリストの使い勝手に関する利用者側の反応であるが、適用開始当初に出された主な改善要望は、次の2つであった。1つは、チェックリストで求められる励行内容を知るには、分厚い作業標準だけでは扱いにくく、ダイジェスト版を用意して欲しいというもの。2つ目は、SE 業務や短期開発など、新しい業態対応のチェックリストを派生的に準備して欲しいというものであった。やや時間を要したが、これらの要求を解決した。また、アセッサと現場のコミュニケーション、あるいはアセッサが現場の実態を知るための媒介手段として、チェックリストの有効性を評価する声が多数寄せられた。

提案内容は、CMM のフレームワークを参考にしつつも、内部改善用ということで新たな設計方針をとっている。CMM の設計方針との主な相違点を以下に整理しておく。

- 1) 成熟度レベルの定義方法について。CMM では5レベルが定義されているが、本論文ではこれを所与としないで、自社の実状に合わせて逐次定義（実装例では、まずレベル2,3を当面の到達目標として定義）していくという考え方をとっている。将来において成熟が進めば、6レベル以上も定義してより上位のレベルを目指すことも可能という前提に立っている。
- 2) キープロセス領域 KPA セットの定義についても、CMM が提示している18種の領域を所与としないで、社の実状を反映した新しい領域を添削して、社固有の領域セット *SKPA* を形成して行くという考え方をとっている。また、CMM は stage 型と呼ばれるように、KPA とレベルは1:1に対応付けているが、本論文ではある領域を複数のレベルにまたがって順次成熟させていくという continuous な考え方をとっている。
- 3) KPA 個々の実現内容の定義方法について。CMM では個々の KPA で目指している事項を目標 (Goal) として明文化した後、改善のために励行すべき事項 (Key Practice) を5つの共通特性 (Common Feature) に分けて系統的に定義する構造となっている^[31]。ここで、5つの共通特性とは、①実行への取組み (Commitment to Perform)、②実行能力 (Ability to Perform)、③実施行為 (Activities Performed)、④計測と解析 (Measurement and Analysis)、そして ⑤実施の検証 (Verifying Implementation) である。本論文においても、実装手順の Step2,3,4 の各過程で、励行事項を系統的に列挙し定義するための共通特性が必要となる。このためには、CMM の特性分類を流用する方法もあったが、従来からの QC 運動を通して現場に浸透している P,D,CA (Plan-Do-Check・Action) を共通特性に選ぶことにした。

また最近、CMM をより一般化したプロセスアセスメントの枠組みとして ISO/IEC JTC1/SC7 から TR 15504-1~9^[20]（日本語版は、日本規格協会の標準情報 TR X 0021^[28]）が公表されており、これからのプロセス改善の参照モデルとして注目されている。この枠組みの骨子は、プロセス座標と呼ぶ区分とプロセス能力座標と呼ぶ区分（6水準・9属性）を設けて、プロセスパイプロセスに能力を評価することである。SKPA の分解方法や能力の評価方法の面で参考にできる部分もあるが、時期的に本論文にはこの枠組みを考慮しきれていない。この枠組みを今後導入していく上では、改善対象プロセスセットを選んで、到達目標を導入側で設定していくことが必要になる。このためには、逆に、本論文で提案した上記1),2)の内容が応用可能と考えられるので、今後の研究課題としたい。

第5章

診断系ツールの実現方法

現場（組織およびプロジェクト）が、改善活動の結果到達した‘現状を測定’し、‘成熟度を評定’し、そして‘診断結果を総括’するまでの一連の行為を‘診断’と総称する。

診断用の支援ツール（図2.2参照）としては、現状測定ツールとしてのチェックリスト（到達目標設定基準）、上記評定のルールや一連の診断行為の進め方を明文化した診断要領、そして診断が公正に行なわれる為のアセッサの資格基準が主要なものである。チェックリストの実現方法については4章で提案した。本章では、診断要領とアセッサの資格基準の実現方法について、5.1節と5.2節で提案する^[4]。

5.1 診断要領

5.1.1 診断要領規定上の課題

診断要領として規定すべき事項は種々在るが、次の2項目は改善推進部門が診断要領を規定する上で特に判断に迷うことが多いと考えられる。よって、本節ではこの2つの実装方法について提案する。

1) 能力評定ルール：能力評定には、全てのSKPAを総合した 目標レベルへの到達度評定から、チェック項目単位の成熟状況の定量化まで幅がある。改善関係者のインセンティブを考えた評定尺度の設定方法が課題である。また、4章で述べたように、プロジェクトの特性から、*SKPAp*のいくつかのプロセスを励行対象外として*SKPAp*’(L)を定義した場合（‘サブセット励行’とここでは呼ぶ）の評定ルールも必要である。

2) 診断の実施タイミング：診断の正確性や診断結果のフィードバックがより期待できる診断の実施時点の選び方と、各時点における診断関係者（アセッサやPL）間での役割分担が課題である。

5.1.2 能力評定ルールの規定方法^[4]

(1) 課題1の解決方法

1) 能力の評定尺度としては、診断対象が到達宣言したSCMLに該当する全プロセスの100%励行をもって、‘目標レベル到達’と評定することが先ず考えられる。しかし、この尺度だけだと、その達成には一般に長い期間を要するので、現場はなかなか達成感が味わえず、改善活動の挫折を招きかねない。よって、努力の成果が逐次実感できる尺度も必要となる。このための尺度としては、到達目標とする全プロセス数に対する励行できているプロセス数の割合とか、プロセス個々の励行度に注目するといった、ミクロな尺度の設定を行なうことを提案する。また、改善活動の実施経過をみて、これらの値がある値以上であれば、大多数のプロジェクトにおいて成果に不揃いがないということが言えるなら、実質的に目標のレベルに到達したとみなすルールを設けて、現場のインセンティブを確保することも必要であろう。また、サブセット励行の扱いについては、プロジェクトの特性上、サブセッティングが必然的とみなされる場合は、励行対象プロセスの範囲内での相対的な励行度を算定し、サブセット励行でもフルセット励行の場合と同列に比較して、現場の努力を評価することを提案する。

2) プロセスの励行が表向き良好でも、実質が伴っていないでは問題である。表層的なチェックに陥らないための工夫が必要である。このためには、例えば、ある工程のレビュープロセスの励行が徹底していることを判定する場合に、診断者（PLやアセッサ）はレビュー項目数の目標値を事前に把握しておいて、実際の数と比較する必要がある。このような目標値や本来あるべき姿（ここでは、期待値と総称する）を設定した上で診断に望むことで、表層的なチェックに陥らないようにすることが出来る。そこで、期待値の設定方法が大切であるが、成熟度レベルが2や3では経験則が社（改善推進部門）として整理できていない場合は、それぞれのプロジェクトが開発計画書の中で主要な期待値を設定しておいて、それを診断時の判定尺度として用いることを提案する。また、アセッサは、レビュー実施報告書やレビュー参加者への聞き取りなどの調査で確認することも必要である。診断者は、このようにして行なった結果の期待値との乖離度が、経験則的に許容範囲であれば、（チェックリスト上の該当チェック項目が‘Yes’であればその旨のレ点をつけて）成熟と判定する。許容範囲外であれば、アセッサはそのプロセスを重点的に再点検して改善点を具体的に指摘する。

(2) 実装結果

上記の解決方法にしたがって、著者等は以下に述べる4種類の尺度を定義した。

① 良好項目率

診断対象（組織、プロジェクト）が到達を目指すSCML=Lに相当するSKPA₀(L)あるいはSKPA_p(L)の全SKPA対応の全チェック項目を100として、チェックの結果が‘Yes’（良好に励行されていた）であったチェックリスト項目の割合を良好項目率と呼ぶ。ここで、カウント単位となるチェック項目のレベルであるが、著者等のチェックリストでは、図5.1に例示するように、チェック項目によっては子項目に分解され、入れ子構造になっているものがある（図中A3172）。

チェックID			レベル	チェック項目	フェック時期	宣言	アセッサ				記事（傍証、所見）
					設製準完		P	Q	P	Q	
品質管理	デザインレビュー	A3112	2	P	レビューの実施方法を定めたデザインレビュー計画を文書化しているか	○ ○○	レ	レ	レ		
		A3114	3		レビューの指標項目について、目標値を定めたデザインレビュー計画を文書化しているか	○ ○○	レ	レ	レ		
		A3142	2	D	工程の終了時点で、設計担当者以外の第三者を交えて設計書をレビューし、その結果を文書化しているか	○ ○○	レ	レ	レ		
		A3172	2		デザインレビューごとに、次の2項について、文書化しているか	○ ○○	レ	レ			
		-1	2	C	デザインレビューの実施状況を把握・分析し、問題があれば対応しているか		レ	レ	レ		
		-2	2	A	レビューで指摘されたエラーをもれなく修正したいという証拠を明確にしているか		レ	レ			
	A3174	3		品質管理単位別に、レビューの指標項目の実績値などを集計・分析して、品質不安箇所の有無を判断しているか	○ ○○	レ	レ	レ			

P: Projectの自己診断結果,
Q: SQAGアセッサの診断結果

図5.1 チェックリストの部分（プロジェクト診断用）

この例では、アセッサ（Q欄）の判定が、A3172-1はYes（レ点付き）でA3172-2の判定はNo（無

印) となっており、親項目A3172としては一部不完全ということでNoということになる。したがって、このデザインレビュープロセスとしては、親項目数は5項目で、内Yesは4項目ということになる。子項目も1項目と数えて計算する方法もあるが、子項目は親項目の内訳に過ぎず、個々の子項目の励行だけでは親項目で期待される励行内容を一部しか満たさないことから、統一的に親項目単位で評価することになっている。

② プロジェクトの能力成熟度レベル

前述の良好項目率を尺度とし、その一定値の達成を以って当該プロジェクトが目標とする SCMLにあると評定する。改善活動開始当初は一定値を 100%としたが、図 5.2 に示すように SCML=2 相当のチェック項目でも 95%が良好になるのには3年かかっている。しかし、レベル2が平均 95%程度に達した3年目には大半のプロジェクトが期待した品質の生産物を出すようになってきた(8章参照)。そこで、著者等は、SCML=3 相当のチェック項目が 95%達成で準レベル3というレベルを設けて、インセンティブの向上を図ることとした。

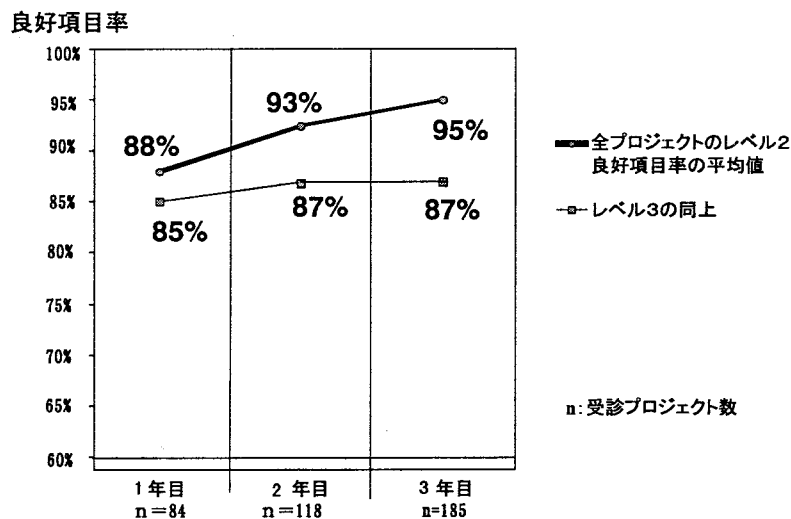


図5.2 良好項目率向上の推移（プロジェクト）

③ 組織の能力成熟度レベル

当該組織が分担する SKPAo(L)の良好項目率を尺度として、その値が一定値に達すること、および配下のプロジェクト群の良好項目率（最低値）が一定値以上であることをもって、当該組織が目標とする SCMLにあると評定することにした。一定値は 100%とした。しかし、組織の良好項目率の伸びは 8.1 節で述べるような理由から 80%弱で停滞したが、100%を据え置いたまま、組織に引き続き改善を求める方法を選んだ。

④ プロセス励行度

診断対象（組織、プロジェクト）が分担するSKPA個々について、望ましい実施方法を励行しているか否かの割合である。①の良好項目率をSKPA単位に算定しようと言うものである。この尺度は、6章のインセンティブ向上策の一環として、プロセス・バイ・プロセスに進捗をビジブルにするために用いることとした。

5.1.3 効果的な診断のタイミング

上記の評価基準に基づいて診断を具体的に実施するには、診断者であるアセッサやPLが、何時どのような分担で診断を行なうのが効果的かについて、「診断要領」の中に示しておく必要がある。診断対象が、プロジェクトである場合と、組織である場合に別けて診断の実施タイミングと各タイミングでの診断関係者の分担内容について以下に提案する。

(1) プロジェクトの診断タイミング

1) 診断タイミングの候補時点

プロジェクト診断の実施タイミングは、当然のことながら、チェックの傍証となる工程生産物が出来あがり、以降の工程の実実施計画を見直す工程の節目がよい。図 5.3 に一般的なウォーターフォール型の開発スタイルを採用するプロジェクトでの工程を例示する。

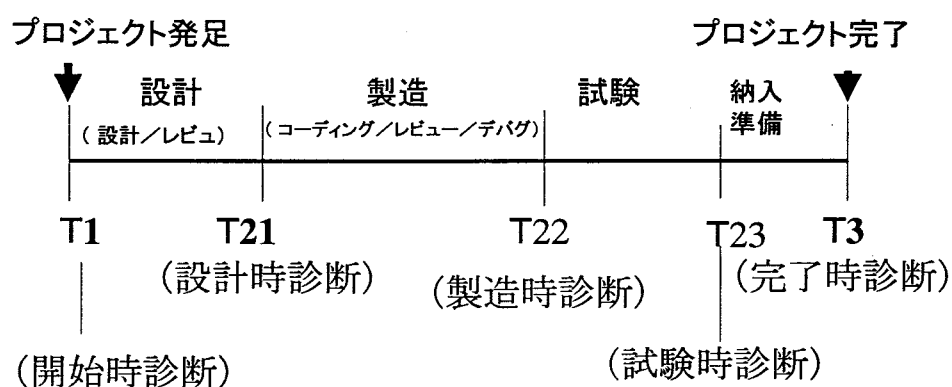


図5.3 プロジェクト診断のタイミング候補

(参考) 組織診断の場合

年度始めと、年度央、および年度末等に定期的に行う。

この図では、プロジェクト開始時 (T1)、途中工程の節目 (T2i)、そしてプロジェクト完了時(T3) が診断の候補時点として考えられる。

このうち、まずT1では、PLがプロジェクトの開始に当たり開発計画立案の一環として改善の到達目標を設定する必要があることから、この時点で現状のレベルを診断しておくことは必須である。また、T3では全工程を通じた改善活動の総括を行なうのでここでの診断も必須である。問題は途中工程完了時T21,T22,T23 (以下T2iと総称することがある) での診断である。プロジェクト側の負担を考えると最低1時点で良いと考えられるが、それにはどの時点が良いか改善推進部門として推奨する必要がある。本論文では、次の理由からこの時点としては、T21すなわち設計レビュー完了時を推奨する。

- ・生産物の品質や工期の確保上、早期の診断はやりなおしが利き効果的と考えられる事。
- ・製造や試験工程は、外注先との共同作業になる場合も多く、T22,23 では自社内に閉じた診断が難しいこと。

2) 実施結果

著者等は、T21を現場に推奨してスタートした。図5.4は、X軸に受診タイミングを、Y軸にはそれぞれのタイミングで受診したレベル2 (L2) およびレベル3 (L3)のプロジェクトの良好項目率を目盛っている。結果は、図に示すようにT22,23で受診したプロジェクトも多い。これは、日々の作業に追われて推奨通りには行かないことが大きな理由となっている。決定的なことは言えないが、図では、T21で診断したプロジェクトの方が成熟が良い傾向にある。

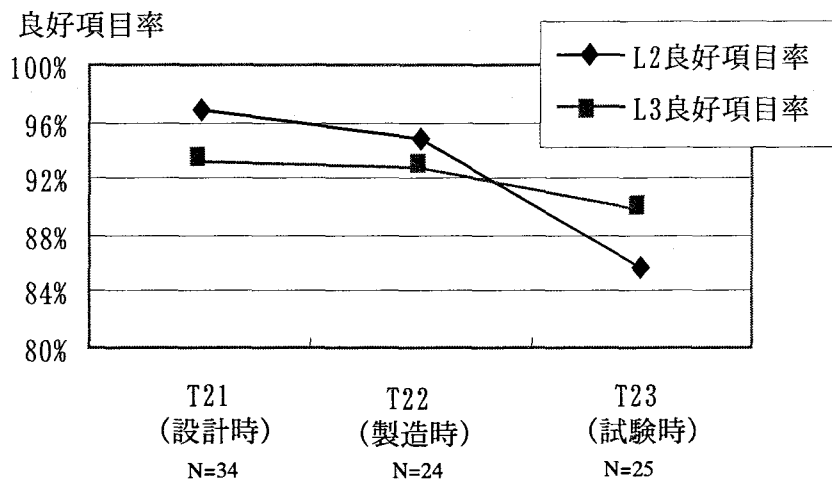


図5.4 受診時期と完了時診断結果の相関

(N:2年目, 3年目に完了時診断を受けたプロジェクトの中で
T21からT23の中間時点でも受診したプロジェクト数)

3) 各タイミングにおける診断行為.

各時点における診断作業の方法を、著者等の場合を例に以下に提案する。

- T1では、PLはプロジェクト発足時に到達目標とするSCML=L と $SKPAp'(L)$ を設定し、以後、対象となる全プロセスについてその励行が日常的に徹底されるようにプロジェクトをリードしていく。 $SKPAp'(L)$ の設定は、PLと組織SQAG担当のアセッサと共同で、プロジェクトの着工時のレベルと開発条件を考慮して行なう。
- T2iで、まずPLは現時点の励行状況に対する自己診断結果をチェックリスト上に記録して、組織SQAGに提出する。組織SQAGの担当アセッサは、チェックリストによりプロセス毎の励行度を判定して行く。判定では、5.1.1で述べたようにその時点の生産物の品質と、進捗状況を示す資料を傍証として点検する。その結果問題視されるプロセスを特に念入りにチェックして判定の質を上げる。アセッサは、T2i時点での良好項目率を算定するとともに、チェックリストに補足説明資料を添えて改善点をプロジェクトに指摘する。PLはこれを日常活動にフィードバックする。PLとアセッサは連係して改善を進めることで、情報共有による相互の信頼と診断技能の向上が期待できる。

T3の全行程完了時には、PLは自己診断を行ない、各SKPAの成熟度の判断結果(Yes/Noと判断根拠)をチェックリストに記入して、組織SQAG担当のアセッサに提出する。担当アセッサは、PLの自己診断結果の妥当性を根拠資料等のも参照して確認し、自身の判定をチェックリスト上に記入する。この結果を基に当該プロジェクトの良好項目率や到達レベルを評定し、評定結果をSQAG内に照会してそ

の客観性を高めて最終評価結果とする。担当アセッサは、この評価結果に要措置事項を添えた「プロジェクト診断総括報告」をPLに対して提出する。PLは、これを「開発完了報告書」に反映して総括記録を残す。総括内容は、後続のプロジェクトに継承されるとともに、要点は全社共有のノウハウとして7章に述べる情報共有システムに蓄積され、後続の改善活動の参考にする。

(2) 組織診断の実施要領

著者等が実践した内容を以下に紹介して、組織診断のタイミングと方法の提案とする。

- 1) 診断のタイミングとしては、年度始めと年度末、および年度途中の四半期か年度央に定期的に行なう。
- 2) 年度始めには、組織の改善推進担当である組織SEPGは、改善推進部門の支援を得て自組織の新年度計画を立てる。その中で、組織が当面達成を目指すSCML=LとSKPA α (L)を設定するとともに、レベル向上ために、当年度重点的に取り組む事項を明らかにする。以後、改善推進部門と組織SEPGは、計画が達成されるように連携していく。
- 3) 中間期、および年度末の定期診断は、次の事項が組織SEPGによって整理され、改善活動に関する全体会議の場に報告されて、必要な対策が取られる。
 - ・現時点でのSKPA α の成熟状況と配下全プロジェクトの成熟状況の総括（良好項目率、レベル到達状況、および目標からの乖離度と原因分析結果）。
 - ・年度当初計画に掲げた重点取り組み事項の進捗状況。
 - ・報告期間中に顕在化した要措置事項の措置状況、および残存課題。
 - ・報告期間中に収集された推奨事例や反省事項。

これら、組織としての総括内容は、4章で述べた到達目標設定基準の実装フェーズのStep1にインプットされ、目標設定系ツールの更新に反映される。また、7章に述べる情報共有システムに蓄積して後続の改善活動の参考にする。

5.2 アセッサの資格基準

(1) アセッサに求められる能力

全体が均質にレベルアップしていくためには、現場の実態の正確な把握が基本である。アセッサは、この任務を全うするために、次のような診断を行なうことが要求される。

- ・ 正確な診断：到達目標設定基準や作業標準の正確な理解の上に、現場の実態を正確に理解して診断を行なうこと。
- ・ 公平な診断：診断先の組織やプロジェクトが何れであっても、ヒアリングや診断結果の判定に手抜きのない診断を行なうこと。

また、このような診断が行なえるためには、アセッサには次に掲げる知識や資質が必要となる。

- ・ 成熟度モデルの理解度：原典であるCMMを理解しているとともに、SCMM設定の背景とそのフレームワーク、及び改善活動の狙いを理解していること。
- ・ 現場実態の理解度：現場の実態を理解出来るとともに、現場で開発に用いられている帳票やルール、あるいは用語を作業標準の該当する規定に照らして解釈することが出来る。
- ・ 診断体験：ヒアリングやその結果の分析、あるいは課題の発見整理等について有効なテクニック

クを、体験を通して身につけていること。

- ・ 諸資質：粘り強さ、健全な判断力、および指導力等に優れていてアセッサ向きであること。

(2) 資格認定方法

上記のように、アセッサにはかなりの専門知識と資質が求められる。このような条件を満たすアセッサを、改善活動立ち上げ期に社内から一定数確保するには、ある種の資格基準を設けて有資格者を認定することが一つの現実的な解である。実際にこの解決策を具体化する上では、この基準の設定方法や、そのための社員の育成方法が課題となる。以下に、著者等が考案した方法を提案する。

1) 資格基準

- ① SCMMの理解を始めとするプロセス改善活動の目的や、展開に関わる一連の知識の習得は研修による。研修の修了判定は、演習や修了試験での成績だけでなく、研修への出席率、発言内容、受講態度なども加味する。研修では、作業標準（図4.4の診断要領およびプロセス管理標準類の要点）を4日間で教える。
- ② 現場実態の理解度は、一定期間の実務経験実績とマネジメント能力の要求される職責を果たした実績があることで判断する。実際には、PLもしくは係長職以上の職位を体験しているか、現在その職位にあることを条件としている。
- ③ 診断の実務経験を必要とする。実務経験は、先輩アセッサの診断に付き添う過程でOJTにより修得することにし、この付き添い回数が一定値以上であること。実際には、正規の資格を有するアセッサに、2回以上付き添って診断を実施することを義務付けている。
- ④ 前述の諸資質について、衆目の一致度が高いこと。

2) 認定方法

上記①、②の条件を満たすことで先ず‘アセッサ補’に認定し、③のOJT修了をもって正規のアセッサに認定する。認定は社としてオーソライズした資格制度により行なう。また、認定後も定期的に適格性の審査を行ない、診断を適切に行なっていない場合は、その程度によって資格を取り消す。

3) 指導的アセッサの確保

上記①の訓練を担当するトレーナは、指導的アセッサと言うべき人で、上記の資格基準を満たしていることはもちろん、原典であるCMMの基本的な枠組みやその解釈方法を正しく理解している必要がある。著者等は、指導的アセッサの候補社員数名を、米国のSEI認定リードアセッサの下に派遣して、CMMのチェックリスト（Maturity Questionnaire^[38]）を当社用語で等価翻訳することを通じてCMMの解釈方法をマスターさせた。その後、このチェックリストを日本に持ち帰り、指導を受けたリードアセッサを招聘して、その指導の下にいくつかの現場をサンプリングチェックすることにより、指導的アセッサの育成を加速した。

4) 診断結果の均質化対策

上記の資格認定を行なってもアセッサ間で診断結果にバラツキは生じる。これは、最終的にSQAGにおいて、アセッサ間でレビューを行なうことでカバーする。また、連絡会や、7章に述べるような診断事例集のシステム化により、情報を共有することも大切である。

5.3 むすび

本章で提案した能力評価ルール、ならびにアセッサの資格基準は、共に運用上のトラブルは生じていない。アセッサの資格認定制度は、社内資格に過ぎないが、社員の間には、むしろ積極的に資格を取得しようという気運が生まれた。改善活動開始当初は、SQAG のアセッサは6人でスタートしたが、3年目の末には10倍強の数の正規アセッサが誕生した。このため、初年度はアセッサ一人当たりの受持ちプロジェクト数は年間15件程度であったのが、3年目には単純平均で3件弱程度となった。ただし、2,3年目の正規アセッサの大半は、SQAGにも所属するが、本来は現場で開発業務も行なう兼務の形をとらざるをえなかった。このように、必要なアセッサ数は充足できたが、資格基準を設けていても人によって判断にバラツキが出たことも事実である（バラツキの解消は、指導的アセッサによる再点検によったが、プロジェクト総数の増加で全数チェックには限界がある）。本論文で提案したチェックリストに基づく能力評価ルールは、根拠資料を求めるとはいえ、チェック項目の Yes/No の判断を最終的にはアセッサの経験と勘によっている。人に頼る限りはバラツキの絶対防止は困難であり、このバラツキを少しでも少なくするための方法論が今後の課題である。

第6章

インセンティブ向上策の実現方法

プロセス改善活動を成功に導くためには、改善活動の意義や成果を、経営者から現場担当者まで改善に関係する人達（以下、関係者と総称）に実感してもらうことが必要であり、そのための方策がインセンティブ向上策である^[27]。ただし、関係者も立場によって関心事や視点が異なるので、TPOに合わせた多様な施策が必要となる。著者等は、GQM 手法を応用することにより、関係者各層の関心事を予測して、各層のインセンティブを高める施策を系統的に抽出することができたので、本章でその方法を提案する^[6]。

まず、6.1 節で、改善活動の進展段階に着目して、各段階で関係者各層に必要とされるインセンティブ向上策を抽出する方法を提案する。次に 6.2 節では、諸インセンティブ施策の中で、改善推進部門が最も頭を悩ます、期待効果の評価用メトリクスの系統的な定義方法について提案する。

6.1 所要インセンティブ向上策の抽出方法

6.1.1 提案する施策抽出手順

以下に述べる手順は、改善活動に必要なインセンティブ施策の抽出を、特定の個人の能力によらないで誰でも行なえることを意図している。まず、(1)関係者をいくつかの階層に別けてインセンティブの向上主体として定義する。次に、(2)改善活動の進展段階を区分けして、いくつかのフェーズとして定義する。両定義を踏まえて、(3)各ステップにおいて、各々の向上主体が改善活動を推進する上で果たすべき役割（ここでは、期待役割と呼ぶ）を想定して、それぞれの主体が、どのような実感を持つことができれば改善活動に積極的に参加する気持ちになるのかを、所要インセンティブとして整理する。最後に、(4)個々の所要インセンティブ毎に、それを醸成するに必要な施策項目を整理する。このための方法論として、GQM（Goal-Question-Metric）手法を応用する。

GQM 手法^{[1][19]}：米国メリーランド大学の Dr. Basili らが提案した、プロセス改善などのための分析観点を、系統的に抽出するための思考方法（パラダイム）。下図に示すように、抽象度の高い組織の目的（Goal）が先ず定義され、次に Goal の達成要件が質問文 Q の集合へと分解され、最後に各質問に対応するデータ収集用の定量化尺度すなわちメトリクス M が定義される。本論文では GQM 手法と呼ぶ。

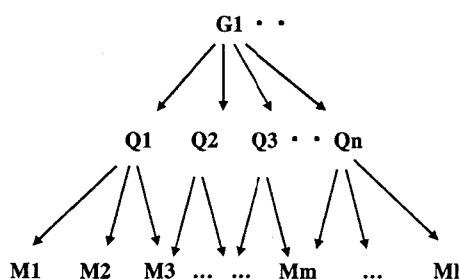


図6.1 GQMパラダイム

6.1.2 実施例

(1) インセンティブ向上主体の定義

プロセス改善関係者を次の4種類に別ける。

- 経営者 ----- 改善活動の必要性を理解し、この活動に必要なリソースを準備する。
社長、事業部長などが代表例。
- 現場責任者 --- 改善の意義を理解し、現場で担当者をリードする立場の人。
プロジェクトリーダー PL が代表例。
- 担当者 ----- 現場責任者の下で開発の実務を担当する個々人。プログラマなど。
- 改善推進担当 -- 改善推進部門のメンバ。

(2) フェーズの定義

改善活動の進展段階を図 6.2 に示す 4 つのフェーズに別けてとらえる^[24]。各フェーズの内容は(3)で説明する。

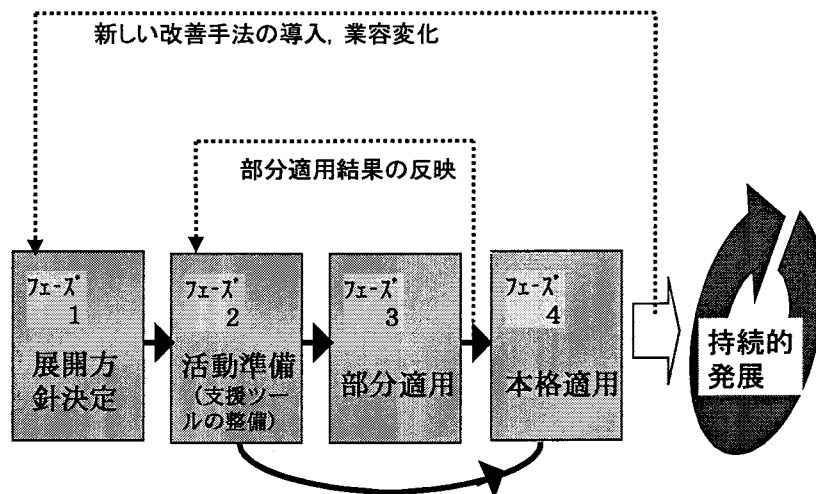


図6.2 改善活動の立ち上げフェーズ

(3) 所要インセンティブの抽出

各フェーズの内容とそこにおける関係者各層に期待される役割、そしてその役割を果たすために必要なインセンティブを以下のように想定していく。

(フェーズ 1) 展開方針決定段階

新しい手法（CMM）を導入して、新たな改善活動を展開するためには、その導入の意義や展開の必要性を経営者が認め、検討開始のお墨付き与える段階。このためには提案者は起案書を作り、新しい運動の展開が、社にとって有利であることを経営者に説明する必要がある。また、サンプルプロジェクトを選んでCMMの導入可能性を試行評価する場合は、協力してくれる現場の責任者の理解を得ることも必要である。

(フェーズ 2) 活動準備段階（支援ツールの整備）

お墨付きに基づいて、改善推進部門が、支援ツールの整備を始め改善活動を開始するための準備を行なうフェーズである。この段階で経営者は、改善推進部門に準備に必要なリソースを与える。

(フェーズ 3) 部分実施段階

改善推進部門は、先行導入現場を選んで改善活動を部分実施し、新しい改善活動や支援ツールが現場で受け入れられるか否かを評価し、経営者に今後の本格導入判断を仰ぐフェーズである。部分実施にあたっては、新手法導入に積極的な現場の協力を求め、この現場が、新しい改善活動は導入も容易で効果があることを実感して、今後の本格導入に賛成してくれることが必要である。現場での、このような実証結果が経営者に評価されて、改善活動を全社に拡大するための判断が下されることになる。

(フェーズ 4) 本格実施段階

上記判断の下に、適用可能な全ての現場に対して改善活動を広めていくフェーズである。このフェーズでは、全ての現場のレベルが平均的に向上し、それに伴って Q,C,D の各面での効果が多くの現場で実感がされることが、活動定着の基本である。改善推進部門は、予め定めておいたメトリクスにより、各層が期待する期待効果について計測を行ない、時期を失しないように関係者に状況を報告する。模範的な現場には、何らかの見返り策によりその努力に報いることも必要である。

表6.1 関係者の期待役割と所要インセンティブ

フェーズ 活動 関係者	1 展開方針決定段階	2 支援ツールの整備 (準備段階)	3 部分実施段階	4 本格実施段階
経営者	コミットメント ↑ ① 競争上有利	リソース配分	本格導入判断 ↑ ② 製品品質の向上期待 ③ 現場受容性	リーダーシップ →
現場責任者	試行評価協力 ↓ ② 製品品質の向上期待	情報提供 ↑	先行導入協力 ↑ ② 製品品質の向上期待	自発的導入 ↑ ② 製品品質の向上期待 ③ 現場受容性
担当者	試行評価協力 ↓ ③ 現場受容性		先行導入実践 ↑ ③ 現場受容性	自発的参加 ↑ ④ 進歩実感 ⑥ 個人への見返り
推進担当 (改善推進部門)	起案と試行評価 ↑ 自発的問題意識	支援ツールの整備 キャンペーン ↑ ⑤ お墨付き	先行導入指導とその 結果の評価 ↑ ⑤ お墨付き	本格導入指導と効果計測

上述の内容は、表 6.1 を用いて整理することにより、所要インセンティブとして下記の 6 つの項目（以下、インセンティブ項目と呼ぶ）が抽出される。すなわち、

- G1：新しい改善活動は、競争上有利であることの実感が持てる。
- G2：新しい改善活動は、実感として製品品質の向上が期待できる。
- G3：新しい改善活動は、実感として改善活動が内容的、稼働的に現場で受容できる。
- G4：改善活動に取り組んだことによる進歩が実感できる。
- G5：改善活動に時間をかけることに上司のお墨付きが得られている。
- G6：改善活動に取り組んだ結果が評価され、個人に見返りがある。

（ここで、各項目に Gi を冠しているのは、これらインセンティブ施策を Goal として、GQM による施策への分解方法を次に説明するためである。i は表中の○の中の数字と対応している）

(4) インセンティブ施策の抽出

次に、それぞれのインセンティブ項目の充足に必要な施策（これを、インセンティブ施策と呼ぶ）を抽出する方法について述べる。前述の6つのインセンティブ項目から、G1とG2を例に取り上げて、GQM手法を応用してインセンティブ施策への翻訳を行なう過程を図6.3に例示する。

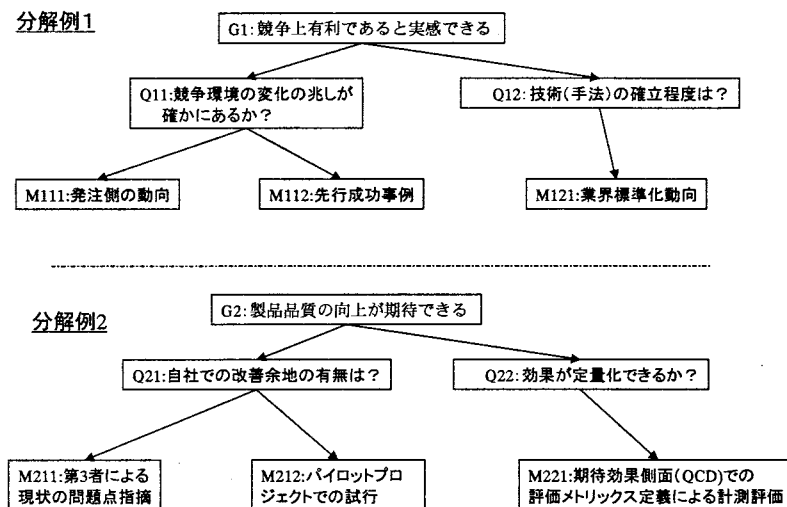


図6.3 インセンティブ施策の抽出例

翻訳に際しては、インセンティブ項目を先ず G(Goal)に位置付け、次に、インセンティブ項目の内容が向上主体（改善関係者）に実感されるための裏付け項目を、改善推進部門内でのブレインストーミングにより問いの形式に翻訳して列挙し、Q（Question）の位置付けとする。最後に、Qを立証するための行為を M の位置付けで列挙した。M に位置付けた行為がインセンティブ施策ということになる（G2 の場合は、上記 M211,212,221）。その他のインセンティブ項目（G3～G6）についても、同様な翻訳を行なってインセンティブ施策を抽出した。抽出結果を図 6.4 に総括する。例えば、上記の M211 は施策 B に、M212 は同 D に、そして M221 は同 E として整理されている。

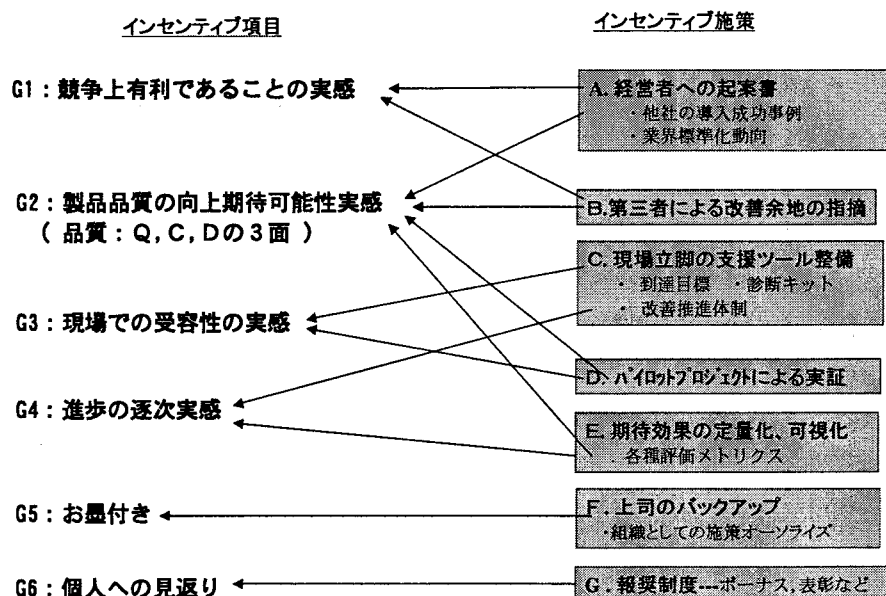


図6.4 抽出されたインセンティブ施策

最終的には、図 6.4 に列挙された施策項目の具体化を図る必要がある。ただし、期待効果の評価用メトリクス（図中の E 項目）を除き、大半の項目は、社の状況に応じて現実的に解決していくものであり、本論文では著者等が行なった具体化策を以下に紹介するにとどめる。

- A) 改善計画の提案書：新たな改善活動が社にとって必要であることについて経営者の理解を得て推進環境を整えるための提案。上記分解例 1 の M111,112,121 などを裏付ける情報を基に、改善推進部門が起案する。現場の賛同を得るためにも使う。
- B) 第 3 者による改善余地の指摘：出来るだけ客観的な立場に立てる CMM の専門家に、2,3 のサンプルプロジェクトに対する試行診断を依頼し、現状の問題点とその CMM による改善余地の有無を明らかにしてもらう。専門家としては SEI の公認アセッサなど外部の専門家が良い。
- C) 現場立脚の改善支援ツールの提供：本論文の主題である改善支援ツール群が現場に受け入れられ易く、そのことで自主的で実質的な改善が促進される。
- D) パイロットプロジェクトによる実証：社全体への展開を開始する前に、いくつかのパイロットプロジェクトを選んで改善の有効性を実証する。
- E) 期待効果の定量化・可視化：各層の改善関係者が改善効果として期待する側面について評価尺度（期待効果の評価用メトリクス）を定めて、実績を判り易く表現する。
- F) 上司のバックアップ：各層の責任者が現場や改善推進部門が活動を行ない易くするための環境を整えてくれること。このためには、A)の提案を社としてオーソライズすることが先ず必要である。
- G) 報奨制度：ボーナス、表彰、あるいは任用など、効果の顕著な個人や集団への改善努力に報いる方策を使い分ける。

これらの内、E) 期待効果の評価用メトリクスの定義方法は、著者等の検討過程において、一般性があると考えられる方法が得られたので次節で提案する。

6.2 期待効果の評価用メトリクスの定義方法

6.2.1 定義方法を議論する背景

一般に、プロセス改善活動の効果を定量的かつタイムリーに計測評価して、それを関係者間で共に実感していくことは、この種活動の継続と普及のために極めて重要である^[21]。期待効果を定量的に計測し評価するためには、そのための評価尺度（以下、期待効果の評価用メトリクスと呼ぶ）を定義することが必要になるが、当を得たメトリクスの基本セットを予め改善推進部門で定義しておき、後日の追加はできるだけ少なくしたい。また、このような基本セットを定めることができるなら、活動の本質に根ざす効果を系統的に説得力をもって関係者に説明できるし、後日、新しい評価要求が出されて場当たりの基礎データの収集を現場に要求し、現場の改善意欲を削ぐといったことも少なくなる。

このようなことから、考えられるいくつものメトリクス候補の中から適切なメトリクスのセットを選び出す系統的な手順の確立が必要である^{[2][10][33][34]}。

6.2.2 提案する評価用メトリクスの定義手順

(1) 全体フロー

一般的な計測評価手順を図 6.5 に示す。図 6.5(a)は、本論文の主題であるメトリクスの定義や計測評価方法の確立といった準備フェーズと、その結果を受けた計測評価の実施フェーズ、そして評価結果の総括にもとづくフィードバックまでの全体の流れを示している。図 6.5(b)は、図 6.5(a)の準備フェーズ部分を拡大したもので、本論文の議論対象部分である。

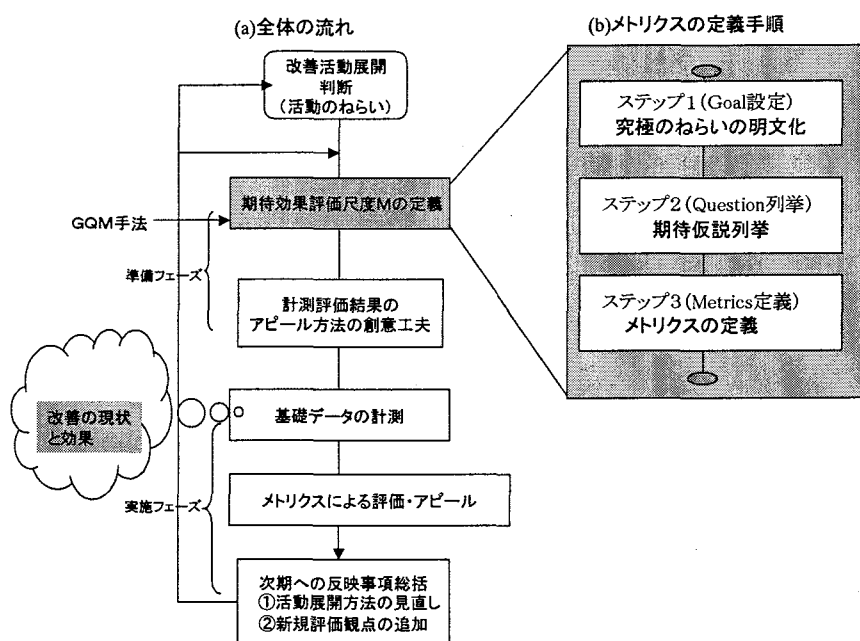


図6.5 期待効果の計測評価フロー

これらのステップ構成は、一般的に容易に着想しうるものであるが、実際に定義を進めるとなると各ステップにおいて戸惑うことが多い。以下にその内容と解決方法を議論する。

(2) メトリクスの定義手順 (図 6.5(b))

改善活動の推進計画の中で、社としてオーソライズしたねらいを出発点として、目的とするメトリクスの定義を得るための手順である。ここでも、GQM を応用して 3 段階で定義を進める。以下に各ステップの概要と課題、そしてその解決方法について述べる。

ステップ 1：究極のねらいの明文化 (G の設定)

社で改善活動の推進計画をオーソライズした時の究極のねらいを明文化する。具体的には、その時の提案文書に立ち返ってねらいを明文化し、改善活動の最終結果として何が期待されるかを確認する。

ステップ 2：期待仮説の列挙 (Q の列挙)

ステップ 1 で明文化した究極のねらいから逆算して、改善活動の実施効果として期待したい定量化項目(以下、期待仮説と呼ぶ)を列挙する。この列挙は、改善推進部門内のブレインストーミングによることになる。議論の中でいろいろな期待仮説が列挙されるが、それらの中から、上記ゴールが必然的に生まれる因果関係を説明できるものを絞り込むことになる。

ステップ 3：期待仮説の評価用メトリクスの定義

列挙された期待仮説には、メトリクスを定義する上での解釈幅がかなり残っている。よって、期待仮説の検討パラメタを上手く選び、その組み合わせにより先ず検討ケースを網羅的に列挙していく。検討ケースは、図 6.7 に例示するように、2 値のパラメタを選んでも、パラメタが n 個設定されていれば 2 の n 乗通り列挙されてくる。ここで提案する方法の成否は、適切なパラメタ選び方にかかっている。パラメタ選びは、改善推進部門内で複数人の視点からブレインストーミングにより行なうのが良い。

列挙されたケースには、それを検討するには現場の負担が大きすぎるとか、短期間には計測困難であるとか、あるいは評価結果の利用範囲が限定されるといったものも含まれる。列挙されたケースの中から、検討目的に最適でかつ現実に観測可能なケースを絞り込んでいく。絞り込んだケースについて定式化すればメトリクスの定義は完了する。

(3) 可視化方法

ステップ 3 で得られたメトリクスによる評価結果を改善関係者に訴えるための方法も、単に数値で示すだけでなく、適切な形式のグラフにするなど、現場の努力や改善の跡を、関係者が理解しやすくする工夫も必要である。

6.2.3 実装例

(1) 究極のねらいの明文化<ステップ 1>

著者等の会社では、プロセス改善活動を本格的に実施することに踏み切る理由を、「プロセスの改善が進んだプロジェクトでは、品質の作り込みが早期化して、納期までに余裕を持って所定の品質を有する製品を仕上げるができる。このような形で、多くのプロジェクトの改善が進むことにより、社全体としての納期遅延発生件数が年々減少することが期待できる」とした。この内容から改善推進部門は、「本改善活動の推進により、3 年以内に、納期遅延件数をゼロにすること」を、評価用メトリクス抽出のためのゴールとして定めた。

(2) 期待仮説の列挙<ステップ 2>

著者等は、改善推進部門内でブレインストーミングを行なって、上記ゴールが必然的に生ま

れる因果関係を説明できる期待仮説を図 6.6 のように整理した^[41]。副次的に得られた生産性も含めて、図には結果として 4 つの期待仮説 (Q1~Q4) が残っているが、整理途中ではいくつかの別の仮説も列挙された。

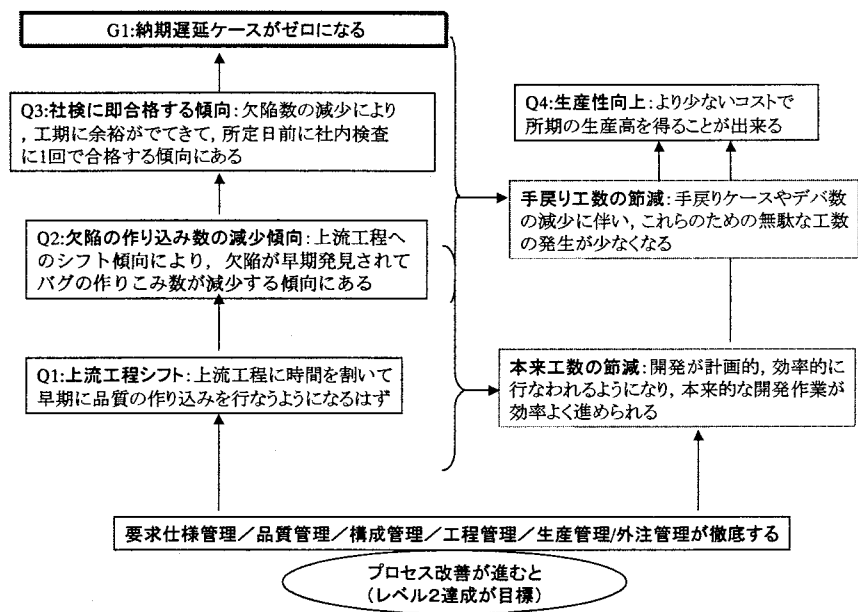


図6.6 期待仮説の因果関係整理結果例

(3) 期待仮説の評価用メトリクス定義<ステップ3>

上述の列挙方法に則って、仮説 Q2 について検討ケースを列挙した例を図 6.7 に示す。この例では、期待仮説を検討するための側面として、観測工程、傾向比較観点、観測範囲、および集計レベルの 4 つを検討パラメタに設定している。

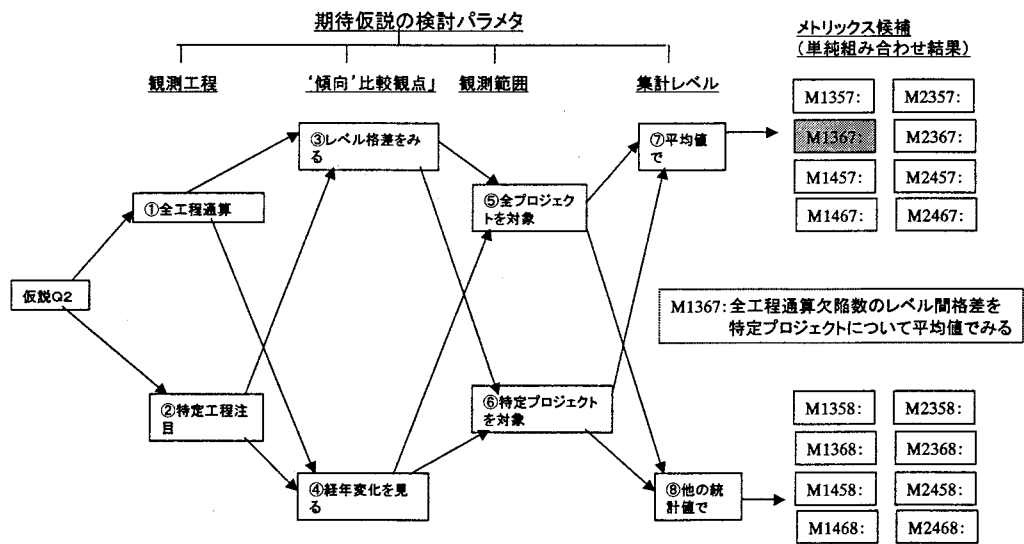


図6.7 仮説からメトリクスへの変換例

－ 仮説Q2:「欠陥の作り込み数が減少傾向になるはず」の場合 －

これらの単純組み合わせとして、結果的に 16 の検討ケースが列挙されている。この中から、次のような判断により、M1367 を公式の評価用メトリクスに選んだ。

- 1) Q2 に言う‘欠陥の作り込み数’の定義は、仮説を立てた時点で次のように整理しておく。

欠陥：＝設計から試験までの各工程のレビューで指摘された要修正事項

作り込み数：＝各欠陥の原因を分析した結果、それが作り込まれたと考えられる工程が明確になったとする。この結果に基づいて工程毎にカウントされた欠陥数。作り込み工程を特定するには時間がかかる。

- 2) 観測工程とは、作り込み数をカウントする対象工程を意味する。これには、図中①全工程とする場合と、②特定工程とする場合があるが、欠陥は全ての工程で作られること、ならびに上流工程へのシフト傾向も確認したいことから①を選択した。
- 3) 傾向をみるには、③レベル間で比較する場合と、④年々の変化を見る場合がある。現場にレベルアップの効果を示してインセンティブを醸成するには③がベターと考えた。
- 4) 観測範囲とは、観測データの採取範囲のことを言う。これには、⑤全プロジェクトを対象範囲にする場合と、⑥特定プロジェクト（複数可）を対象にする場合がある。著者等の場合、早期に、しかも正確なデータで検討したかったので⑥を選択した。
- 5) 集計レベルとは、⑦平均値等で全体傾向を示せば良いマクロレベルと、⑧統計解析により因果関係などを調べるミクロなレベルがある。欠陥数の場合は平均値でも十分論議可能と判断して⑦を選んだ。

このような方法により、他の期待仮説についてもメトリクスの選定を行ない、期待仮説 Q1 から Q4 対応に下記の定義を得た。ここで M_{Q1} とは、Q1 に対するメトリクスであることを意味する。

M_{Q1} ：各工程区分（FD/DD/M/SI）に投入された工数のレベル間格差を特定プロジェクトについて平均値で比較する。現場が軌道に乗る活動開始 2 年目のデータに注目する。

M_{Q2} ：全工程通算欠陥数のレベル間格差を特定プロジェクトについて平均値で比較する。現場が軌道に乗る活動開始 2 年目のデータに注目する。

M_{Q3} ：各年度毎に受診したプロジェクトをレベル別にグループ分けし、その中で即合格したプロジェクトの割合をカウントする。複数年（3 年間）にわたって観測し、レベル間での格差をみる。

M_{Q4} ：単位工数（人年）当たりの出来高（売上額（¥），または生産規模（K ステップ））のレベル間格差を特定プロジェクトについて平均値で比較する。改善活動が軌道に乗る活動開始 2 年目のデータに注目する。

そして、究極のねらい G に対しては、

M_G ：各年度毎の全プロジェクトの中で、納期遅延したプロジェクトの数（件数）をカウントする。毎年観測し、3 年目にゼロに到達することを目標にする。

上記がインセンティブ策として選んだ全社向けのメトリクスである。このメトリクスを用いて改善活動の実施効果を観測した結果を 8 章で紹介する。

(4) 可視化方法の例

現場の改善状況をビジュアルにするために用いて好評であったレーダチャートを、可視化の一つの事例として図 6.8 に示す。これは、5 章で述べたプロセス励行度を、あるプロジェクト集団について定期的に観測した結果である。

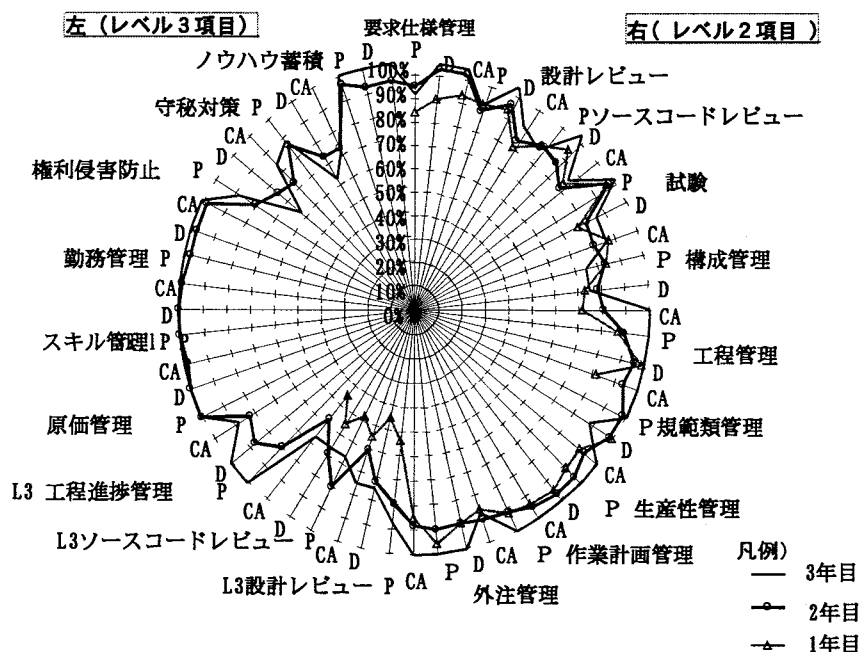


図6.8 レーダチャートによる改善状況の視覚化

6.4 むすび

インセンティブ策の実装は TPO に依存することが多く、また改善推進部門メンバの能力やセンスにも依存する部分が多いが、著者等は、改善推進部門のメンバなら誰でも、抜けがなく実装できる方法を追究した。ここに提案した方法は、試行錯誤的に得られたものであるが、一つの具体的な方法として、他の参考になるものと考えている。本章では、所要インセンティブ策の系統的な抽出や、その延長上で求められる期待効果等の評価用メトリクスの定義や絞込みに、GQM のパラダイム^{[1][19]}をベースにした方法を提案した。結果、GQM の考え方はインセンティブ策の検討にも有力であることが判った。本論文では、G から Q、Q から M への項目の分解や絞り込みを系統的に行なうために、いくつかのパラメタを導入した。これは GQM のテンプレートの拡充に応用して、適切な G,Q,M の項目を絞り込む方法の提案可能性を有していると考えられる。今後の研究課題としたい。

第7章

情報共有システムの実現方法

先行プロジェクトの成功事例やそのためのノウハウなど、いわゆるベストプラクティスを関係者間で共有していくことにより、次の効果が期待できる。

- ・ 後続のプロジェクトで改善計画を立てる際に参考にして省力化できる。
- ・ この結果、改善活動の内容がプロジェクト間や組織間で均質化される。
- ・ また、後続のプロジェクトにヒントを与え、さらに進んだ方法が提案される。

情報共有手段としては、研修やテキスト等の手段が伝統的に用いられて来ているが、最近では Web ページの有効利用による知識ベース化が注目されてきている^[9]。このようなことから、本論文では、改善活動のキーマンであるプロジェクトリーダー PL の支援を主目的にした情報共有システム PLAS(Project Leader Assist System)の実現方法を提案する^[9]。プロトタイプシステムを開発し適用実験の結果、実用的であること、そして共有情報の知識ベース化が比較的小さな工数で構築できることが実証できた。以下、7.1 節で PLAS が特に PL を支援することの狙いを述べ、7.2 節で PL の任務から想定される PLAS への要求条件を整理する。7.3 節では PLAS の実現方式を概説した後に、7.4 節でシステムの中核である知識ベース PMKB (Project Management Knowledge Base)の実現方法を紹介する。7.5 節で、PLAS の最近の適用実績からその有効性と課題について考察する。

7.1 プロジェクトリーダー支援のねらい

改善を推進する上では、各プロジェクトの責任者であるプロジェクトリーダー PL がキーマンである。PL は、着工時には開発計画書の中でチェックリストにより改善目標の設定を行なうほか、各工程の節目節目で励行状況の自己診断を行って改善計画を立てるなど、改善の先頭に立って目標をクリアしていく必要がある。改善活動の立ち上げ期には、対象プロジェクトもまだそれほど多くないことから改善推進部門はマンツーマン体制（人海作戦）で PL をサポートすることが必要である。しかし、ある程度、活動が軌道に乗ってきて支援対象プロジェクト数が増えてくると、改善推進部門の支援も限界を生じてくるので、PL が自立的に改善を継続することが必要になる。しかし、PL は一般に以下に列挙するような事情があり、何らかの支援環境が無いとプロジェクト間で質の揃った改善が進まない恐れがある。

- ・ 新人や途中交代者が、プロセス改善の経験や研修が不十分なまま PL を務めざるをえない場合もよくあるが、改善活動の進め方に戸惑う新任 PL は少なくない。
- ・ PL 間で問題意識に個人差があり解釈や判断が異なる恐れがある。
- ・ PL 間で忙しさに差がある。PL によっては、多忙すぎて形式的な管理に陥りかねない。
- ・ PL も時間が経つと詳細を忘れることがある。

これらの問題は、改善に必要な情報、すなわち社内の優れた前例やノウハウを回収して知識ベース化し、PL にオンデマンドで提供する支援システムを実現することで解決できる可能性が高い。このような期待から、本論文で提案する PLAS (A knowledge-based Project Leader Assist system for Self assessment)を開発した。

7.2 プロジェクトリーダーの任務と PLAS への要求

図 7.1 は、ウォーターフォール型の標準的な工程にしたがって開発を進める場合に、PL が改善活動のためにアクションをとるべき主なポイントを△印で示したものである。この各ポイントで PL は PLAS の支援を必要とすると考えられる。以下、図 7.1 を参照しながら、PL の任務を整理し、PL が任務の遂行のために PLAS に要求する事項を想定してみた。

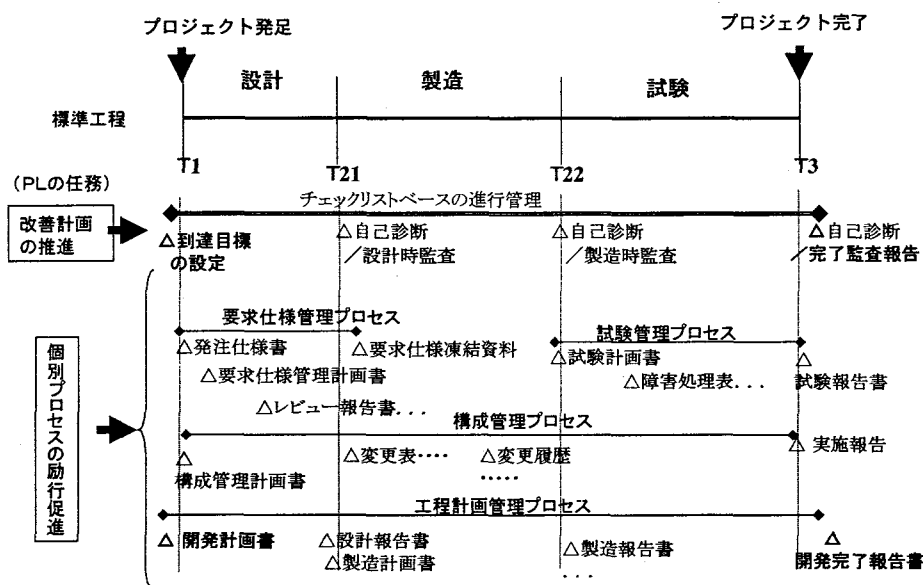


図7.1 改善におけるPLのアクションポイント
(プロセスは代表例のみを記す)

(1) プロジェクト開始時での到達目標の設定

PL は、プロジェクト開始に際して、自プロジェクトが到達を目指す $SCML=L$ と、改善対象プロセスセット $SKPA_p'(L)$ を設定する。これは、チェックリスト上で励行を徹底しようとするチェック項目にレ点を付けることによる。個々のチェック項目の励行可能性についてフィージビリティスタディを行った上で、設定を行なう必要がある。ただし、プロセス領域によって、図 7.1 の構成管理プロセス領域のように、全行程にわたって繰り返し励行を必要とするものもあれば、試験管理プロセス領域のように 1 工程で完結するものもある。よって、工程毎の $SKPA$ の望ましい実施方法は、該当するチェック項目の内容を理解して事前確認しておくことが必要となる。しかし、4 章で述べたように著者等の SCMM では、 $SKPA_p$ には 9 プロセス領域に 145 のチェック項目が設定されており、事前確認のために該当チェック項目を人手だけで抽出し、さらに関連資料を探し出すのはかなり煩雑な作業となる。そこで次の要求が PL から出されることが想定される。

＜PLAS への要求事項＞PL が対象工程を指定すると、該当プロセス領域とそのチェック項目を選択表示し、続いてそのチェック項目の実現の参考になる、先行プロジェクトの推奨事例や作業標準等の、必要な共有情報を順次 PL の求めに応じて選択表示できること。

(2) 各工程での個別プロセス領域の励行促進

実際に開発が始まると、多くのプロセスが並行して実行される。このような状況下で、PL は工程の節目節目で、 $SCML=L$ 到達のために次工程で励行すべき対象プロセス領域と、その励行のための

チェック項目を洩れなく認識した上で、次工程の詳細な実施計画を立てなければならない（例えば、図 7.1 の製造計画書、試験計画書など）。そこで次の要求が PL から出されることが想定される。

＜PLAS への要求事項＞PL が対象工程を指定すると、該当プロセス領域とそのチェック項目を選択表示し、続いてそのチェック項目の実現の参考になる、先行プロジェクトの推奨事例や作業標準等の必要な共有情報が、順次、PL の求めに応じて選択表示できること。

(3) 改善状況の自己診断

自己診断タイミングの候補時点としては、5章で述べたように、図7.1に示すプロジェクト開始時（T1）、途中工程の節目（T2i）、そしてプロジェクト完了時（T3）がある。このうち、T1では(1)で述べた到達目標設定のためのフィジビリティスタディとして、着工時点のレベルが自己診断される。途中工程（T2i）での診断は、著者等の場合、プロジェクトの負担を考えて1時点でもよいとしている。T2iでは、その時点までに実施されたプロセス領域の励行状況を、チェックリストを用いて診断する。診断は多数の工程生産物の品質や進捗状況を示す資料を根拠にして、該当チェック項目の励行度を判断したのち、その良好項目率を算出する。そこで次の要求がPLから出されることが想定される。

＜PLASへの要求事項＞

T2iでの自己診断のためは、まず、最上流工程から対象工程までに該当する全プロセス領域とそのチェック項目を、PLの求めに応じて選択表示すること。次に、表示されたチェック項目の励行内容を判定するために、診断要領など関連資料へのアクセスを容易にすること。さらに、T3の全行程完了時の自己点検では選択表示の必要性はないが、T1でマークした全チェック項目について、診断要領など関連資料へのアクセスを容易にすることも要求されると想定される。

7.3 システムの実現方式

7.2 の想定結果から、PLAS が次の2つの支援機能を提供することにより、PL 間で質の揃った改善を進める事が可能になると考えられる。以下、本節では、PLAS の全体概要を紹介した後、システム実現上特に検討を要した PMKB に格納するためのサンプルの加工蓄積方法を提案する。

7.3.1 PLAS の全体概要

(1) 2つの支援機能

1) チェックリストの選択表示機能

PLがマウスボタンをクリックして注目したい工程を指定すると、最上流工程から指定工程までに該当する全プロセス領域と、その領域のチェック項目だけからなるチェックリストを選択して表示する。図7.2に表示イメージを示す（この例は、要求仕様管理プロセス領域部分）。表示は、プロセス・バイ・プロセスにチェック内容を吟味できるように、プロセス領域単位に区切って表示する。この画面上には、チェック項目のほかに次の項目を表示している。

- ・ チェックID・レベル：チェック項目毎に識別コード（親子2階層）と、所属成熟度レベルを示す。図の項目は全てレベル2到達用ということになる。
- ・ 時期：チェック項目毎の望ましいチェック時期。
- ・ チェック：P（Plan）とA（Actual）の2列のマーク枠を設けている。該当チェック項目を到達目標として設定する時はP列のマーク枠にレ点を記入、対象外とする場合は－を記入する。診断時はA列の枠に判定結果を記入していく。

title - Microsoft Internet Explorer

ファイル(F) 編集(E) 表示(V) お気に入り(A) ツール(T) ヘルプ(H)

戻る 進む 中止 更新 ホーム 検索 お気に入り 履歴 メール 印刷 編集 話題

アドレス(D) リンク HotMailの無料サービス Microsoft Windows Update Windows インターネットの開始 チャンネル ガイド

集計・保存 ★PLAS終了 ★管理項目選択 ★チェックリストの取得について

秘

SPAチェックリスト (タイプ1) (1/5)

監査種別 完了監査 / 設計監査 / 製造監査 / 納入準備監査 / かし監査 最終判定 レベル

プロジェクトコード 662311 プロジェクト名 XXXXXXXXXXXX
 チェック日・チェック者 受監プロジェクト 99年8月11日 監査員 99年8月18日

チェックID ・レベル	チェック項目	時期 設製準完	チェック		判定根拠および記事
			P	A	
A2112 2	プロジェクト企画段階に、明確化できない発注仕様×1がある場合、その対処方法(その項目の扱い、期限など)を文書化し、発注元の了承を得ているか	○△○	レ	レ	議事録で文書化
A2114 2	プロジェクト企画段階に、外部仕様×2の管理について、次の5項を開発計画書など×3として文書化し、その内容について、発注元の了承を得ているか		レ	レ	
-1 2 P	発注元や共同開発業者を含めた管理体制		レ	レ	
-2 2	管理方法(仕様変更への対処など)	○△○	レ	レ	開発計画書に明記有
-3 2	仕様凍結時期と凍結の場(FD工程終了判定会議など)		レ	レ	
-4 2	仕様凍結の承認者名(発注元側)		レ	レ	
-5 2	仕様凍結時期になっても凍結できない仕様がある場合の対処		レ	レ	
A2142 2	FD工程終了までに、外部仕様×2の実現性について、次の2項を発注元と検証し、その結果を文書化しているか		レ	レ	
-1 2	提示された条件(発注仕様×1など)で外部仕様×2を実現できるか	○△○	レ	レ	品質確認方法は製造
-2 2 D	品質条件×1が満足されていることを、どのような方法(マシン試験など)で確認すべきか		レ	レ	
A2144 2	FD工程終了段階で、外部仕様×2について、発注元や共同開発業者と確認し、その結果を文書化しているか	○△○	レ	レ	外部仕様書にてユー
A2172 2	FD工程終了段階で、凍結できない外部仕様×2がある場合、次の2項を発注元や共同開発業者と検証し、その結果を文書化しているか		レ	レ	
-1 2 C	その後の対処として、要求仕様管理計画の手順(ID:A2114-5)どおりに実施できるか	○△○	レ	レ	外部仕様書凍結完了
-2 2 A	対処方法にもとづき、発注仕様×1や外部仕様×2、計画書など×3の変更を実施したか		レ	レ	
A2174 2	プロジェクト完了時点で、次期の開発に向け、懸案事項が整理されているか	○○	レ	レ	
		ベ ジ 計	L2	5/5	5/5
			L3	/0	/0

要求仕様管理

*1: 発注仕様
 開発条件→費用、工期、開発範囲、対象工程、
 準拠すべき規範類、前提となるハード・ソフト、
 発注元や他メーカーとの分担関係、守秘対策
 納入条件→納入物とその数量・仕様、納期、納入場所、権利関係、受入検査法
 品質条件→納入物が満足すべき品質特性(機能性、信頼性、使用性、効率性、保守性、修繕性)の条件
 保守条件→納入後の保守(かし対応など)の扱い

*2: 外部仕様→機能仕様、インタフェース仕様

*3: 計画書など→プロジェクト企画書、P1シート(計画)、開発計画書、工程別計画書

イントラネット

図7.2 チェックリストの表示画面

- ・ 判定根拠および記事：判定根拠や証拠資料名などを自由に記録する。
- ・ ページ計：当該プロセス領域に関するP列、A列毎の集計結果。レベル2とレベル3の項目を別けて集計できる。

また、判定結果をオーソライズするために、

- ・ 監査種別：診断種別を示す。SQAGの行う診断行為を著者等は‘監査’と呼ぶのでこの表現を使用した。図で設計監査にアンダーラインが付いているのは、現在の表示が、設計工程で励行の必要なチェック項目範囲を選択表示していることを示している。
- ・ 最終判定欄：SQAGの最終判定を記入（判定根拠は上記の判定根拠および記事欄に記入）。

を設けている。

このような選択表示を可能にするために、PLASではチェック項目を工程別に分解したマトリックス表をシステム内部で定義しておき、PLから要求される都度、プログラムにより該当項目を選択してHTML化する仕組みにしている。また、PLがチェック項目内容の事前確認時に必要とするPMKB中の諸資料へのアクセスは、図7.2からのリンク先に次の内容からなる「チェック項目解説ページ」を設けて各資料へのハイパーリンクのハブとした。

- ・ チェック対象資料名：工程生産物名や議事録など、チェック時の判定根拠にすべき資料名。（この資料名をクリックすることにより、PMKBにある該当資料の記述サンプルの参照か、もしくはひな形（書式）が取り出せる。サンプルの参照は、3.2に述べる経緯からプロジェクト計画書と完了報告書に限られている）。
- ・ チェックの際の留意事項：良くある誤解や、不完全な過去の励行事例の列挙。
- ・ チェック項目の用語定義：チェック項目の質問文中に主語として出現する用語の概説。
- ・ 作業標準類へのハイパーリンク：上記用語や励行方法の実際を記述した作業標準のWebページにリンクする。

2) プロジェクト管理用知識ベースPMKB

PMKBに格納する主たる共有情報とそのファイリング内容を以下に述べる

- ・ 作業標準類：管理業務や開発作業の標準的な実施方法を定めた要領集や関連の帳票類のひな型など（約2000ページ程度）。これらはPDF形式など（帳票はテキストや標準的な文書処理プログラムの形式）でファイル化されている。
- ・ サンプル集：開発計画書や工程別の実施報告書、完了報告書などの記入例をサンプルと呼んでファイリングしたもの。個々のサンプルの中には、後続のプロジェクトの参考になる管理業務や開発作業の成功失敗が記録されている。

PLASには、現場からこれらの帳票を回収して、サンプルらしくするための整形を行ってファイリングすることになるが、サンプルとしての妥当な整形程度と蓄積量の決定は、PLAS設計上の最大の課題であった。これについて7.3.2項で議論する。上記の2つの主要機能以外に、PLが記入したチェックリストの保存機能やユーザの管理機能などがPLASにも必要であるが、一般に着想しうる実現方法で実現できるので説明を省略する。

(2) システム構成

UNIX上にPLASのWWWサーバを構築し、配下にPMKBを構成するファイル群を一元管理する。PL用のクライアント端末には標準的なWebブラウザを搭載するだけの簡単な構成である。

(3) 開発期間と費用

システム初版の開発期間は約6ヶ月で、約1800人時を要した。その内訳は、表示選択処理用の応用プログラム(perlで記述)に550人時、残りの1250人時は、類似サンプル300事例の整形と作業標準集のPDF化などPMKBの創成に使われている。作業標準(約2000ページ)のPDF化には目次付け以外はツールに任せて200人時程度を要した。この他に、下記の模範サンプル集の整形に、約170人時の工数を要している。

7.3.2 サンプルの整形と取り揃え

(1) サンプルの整形に関する2つの方法案

PMKBにサンプルを格納する際の整形程度には、徹底的に模範解答的なサンプル集を作るレベルから、回収した事例にはほとんど手を加えないで単純に蓄積し、検索だけを容易にしておくレベルまで幅がある。PLASのPMKBとしてはどの程度が実効的かを探るために、次の2つの整形方法案を試行することにした。

【案1】模範サンプル集

各開発ジャンルの代表的なプロジェクトの実施例をベースに、一連のプロジェクト管理用帳票(フルセットで約50種類)全てについて、ベテランが徹底的に模範解答を作る。セットは、開発ジャンル別に最低1セットは整備する。ジャンルを規定する分類軸としては、次のような軸を設定した。

- ・業務内容分類={SE, 設計製造, 維持管理}
- ・対象レイヤ分類={応用, ミドル, 基本}
- ・動作環境分類={UNIX, Windows, 専用OS}
- ・仕上げレベル分類={実用, 研究試作, 市販}
- ・製造条件分類={新規, 改造, 流用}

この案の試行から、次の現実的な問題が抽出された。

1) 1ジャンル分でも整備期間と工数が相当かかる。あるプロジェクト管理のベテランが、自分の得意ジャンル分の模範サンプル集(約50種類の帳票)を整備するのに1人月程度を要することが分かった。分野知識が無い人が、全行程にわたる模範的な開発管理方法や、適用先ジャンルのソフトウェア特性を調査しながらでは一層手間取る。このようなことの出来るベテランは、一般に開発に引っ張られて模範的なサンプルの整備に時間を割く余裕がない。

2) ジャンル数も多い。上記の分類軸の組み合わせによるジャンル数は、現実的なものに絞っても二桁に上る。さらに、新しい技術や業務形態の登場により、新ジャンルも追加されるので、主要なジャンルに絞っても、帳票の模範例をフルセットで整備していくのは大変である。

【案2】類似サンプル集

サンプル化対象ドキュメントを、開発計画書、完了報告書など基本的なものに絞って全プロジェクトから回収し、記述内容にほとんど手を入れずにキーワード付けだけを行って機械的に蓄積していく案。著者等の場合、キーワードのカテゴリを次の10領域とし、各領域における代表的なキーワードを選択肢として用意しておいて、各サンプル化資料に付与することにした。

キーワード分類={ユーザ種別, 製品区分, 業種区分, 開発技法, 利用環境, 開発環境, 使用言語, 使用DBMS, 使用ツール, その他の技術キーワード}

キーワード付けは, 改善推進部門で慎重に行なった. 試行の結果, サンプルの整形(キーワード付けと記述内容の部分添削) および PMKB への登録処理の合計時間は, 1 サンプルあたり 3 時間程度で済むことが判った.

(2) 適用実験

上記の試行結果から, 案1では1ジャンルのサンプルしか準備出来なかったが, 案2のサンプルは, 開発計画書と完了報告書 2 種類限定で, 適用実験開始までに大中小約 200 プロジェクトから計 300 サンプルを登録できた. このための工数は, 改善推進部門の平均的なメンバが約 0.5 人年を要した. この段階で, 案1の模範サンプル集, 案2の類似サンプル集の適用実験を開始した. 実験で PLAS の適用先母集団は, 新規着工で開発規模が工数換算で 5 人以上の全プロジェクト(ただし, 守秘対象プロジェクトは除外) 約 180 であった. その結果, 次の観測結果が得られた.

1) サンプル集の有効性

模範サンプル集および類似サンプル集へのアクセス回数は, それぞれ年間約 90 回, 670 回で, 年間を通して平均的にアクセスされた. 類似サンプル集には, 計算上 180 プロジェクトが平均 3.7 回アクセスした勘定になり, 予想以上の利用数であった. プロジェクト利用者への聞き取り調査では, 約 9 割の PL が類似サンプル集で十分と答えた. その理由として, PL はプロジェクトの開始に際してプロジェクトの全体計画を立てる上で, 類似プロジェクトの次のようなノウハウやヒントが得られることとしている.

- ・ 類似の開発環境における開発や管理のノウハウ
- ・ 規模やコスト, 生産性の見積もりの参考情報
- ・ 新しいツールやパッケージの有効性に関する情報
- ・ 新しい技法や業務知識を有する人材情報

検索時のヒット率について不満とする声の一部あった.

2) PL の省力化程度

PLAS を用いることにより, プロジェクト管理(プロセス診断工数+帳票類の作成工数)の省力化程度をヒアリングした結果, PL の 8 割が約 30 から 50%減と評価している.

(3) 実験結果の考察

案2の類似サンプル集で十分実用的との感触が得られた. PMKB への登録対象帳票である「開発計画書」と「完了報告書」は, プロジェクトの開始・終了に際して, PL がこれらの文書中で, 主要な手法やルールを集中的に整理しておこうとすると考えられる. 案1の模範サンプル集へのアクセスが低調であったのは, 対応ジャンルが限定されているということもあろうが, 途中工程で励行の必要な個別プロセスの計画などの作成では, 採りうる手法の選択余地もあまり無く, 上記2文書以外は頻繁に参照する必要性がないからと考えられる. ただし, 教育用の価値を認める PL は多い. このような実験結果を得て, 著者等は案2の類似サンプル集に絞って本格適用を開始した.

7.4 本格適用結果

本格的な適用の開始後 2 年間の、PMKB の充実状況とメンテ状況、及び利用状況は下記の通りである。

1) PMKB の充実状況：類似サンプル集へのサンプル登録数は累積値が 1700 件と、試行適用時の約 6 倍近い量となった。内訳は、開発計画書と完了報告書の比率は 10:6 である。完了報告書の登録が少ないのは、近年、工期の短縮とコストダウンがますます叫ばれるようになり、一つのプロジェクトが完了すると、待った無しで PL は次のプロジェクトの段取りを行なわなければならないという実情がかなりの程度影響しているものと考えられる。

2) PMKB の維持管理工数：上記のように、類似サンプル集の登録数が増加しているが、整備上のネックは生じていない。年々、前例が参考にされてもとの帳票の仕上がり品質が上がって行くことから、今後ともサンプルの維持拡充面での問題は無いものと考えられる。

7.5 むすび

プロセス改善をプロジェクト間で均質に進め、組織全体の開発能力のレベルアップを図るための支援システム PLAS を提案した。PLAS の特徴は、プロジェクト管理の節目節目で PL が参考にしたい情報を知識ベース (PMKB) にして、Web インタフェースで共用可能にすることにより、プロジェクト管理の均質化を図ることにある。特に本論文は、システムの効用を左右する PMKB のコンテンツ情報の実効的な整形程度について提案した。適用実験の結果、徹底的にリファインしたサンプルを作るよりも、現場から回収したままの事例に索引を付ける程度の単純な DB 化で十分有効であることが分った。

これは、他の事例からヒントを得て、それを自分流に焼き直して改良していくことを、日本人が苦にしないからであろうか？ 本格適用 2 年目の運用実績では、全 PL が平均年 2 回程度 PMKB にアクセスした勘定になっている。また、その後プロジェクトからの自発的な原サンプルの提供も続いている。このような状況から、情報共有手段として PL に受け入れられてきていると考えられる。PLAS には、蓄積データを加工して生産性や工期、あるいは工数などの見積もり基準値を提供することや、サンプルの検索率を上げることが要望されている。適用対象にできる業務領域の拡大も言われている。このような要望を反映して、知識ベースとしての完成度を上げていくことが今後のテーマである。

第8章

提案内容の実用性

本論文で実装例として紹介した支援ツールは、図 8.1 に示すように 3 年間の準備期間を経て 1994 年から社内適用を開始した。本研究は社内適用開始後 3 年間を実証実験期間と定め、この間に観測されたデータから提案内容の実用性を考察する。

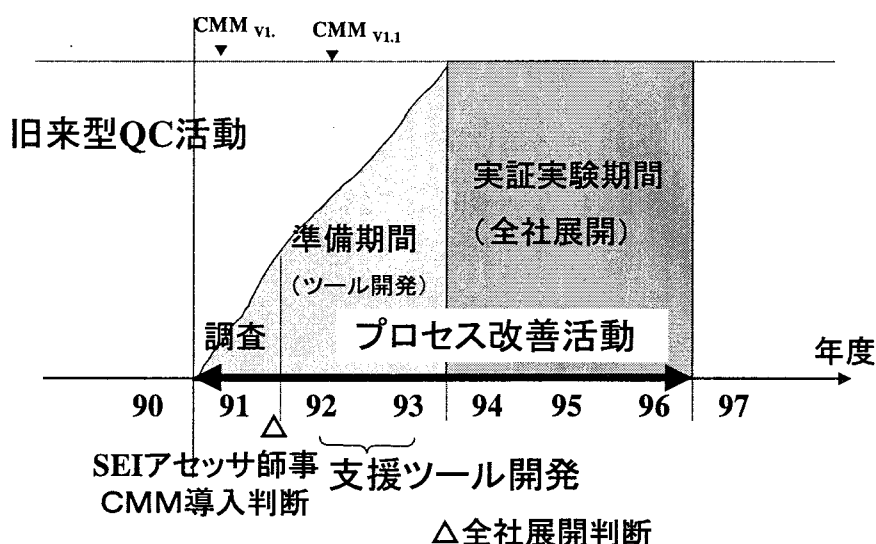


図8.1 研究の経過（ $\longleftrightarrow$: 本研究の対象期間）

まず、8.1 節において現場の参加実績と成熟度の向上実績から、提案内容が現場をより高い成熟度レベルに導く能力を有することを検討する。次の 8.2 節では、6 章で定義した評価用メトリクスを尺度に、提案内容が期待通りの改善効果を上げられたか否かを検討する。最後の 8.3 節で運用性の面から支援ツールの実用性を考察する。

本論文では、以下の各節の考察に用いるデータの観測対象プロジェクトを、次の 3 群（PG：Project Group）に分類して目的に応じて用いる。

【PG1】開発型プロジェクト群：プロジェクトの業務内容が、ソフトウェアの設計／製造／試験といったいわゆる開発業務であるプロジェクトの集合。支援ツールの想定適用先である。一般にソフトウェア会社には、コンサルティングやパッケージ販売、あるいはシステム運用といった非開発型のプロジェクトも存在するが、本論文の考察対象からは除く。改善活動の効果を、社全体でマクロに評価するような場合の母集団として用いる。

【PG2】受診プロジェクト群：開発型プロジェクトのうち、到達レベルの判定がなされる完了時診断（5 章参照）を実際に受けたプロジェクト群。プロジェクトの開発スタイルや実施工程の内容、出来上がったソフトウェアの記述言語や動作環境等についてはここでは問わない。改善活動の効果を、実際に診断を受けたプロジェクト群内でマクロに分析するような場合の母集団として用いる。

【PG3】 典型プロジェクト群：受診プロジェクトのうち、最も事例の多い（すなわち社として典型的な）次の条件を満たすプロジェクト群。

- ・ プロジェクトの開発スタイル＝ウォーターフォールモデル。
- ・ 実施工程＝ 全行程（機能設計(FD)-詳細設計(DD)-製造(M)-結合試験(SI)）を実施。
- ・ ソフトウェアの開発環境と記述言語＝ UNIX-WS 上でC言語を用いる。
- ・ ソフトウェアの動作環境＝UNIX-WS（UNIX-Work Station）。

改善活動の実質性などを確認するために、類似プロジェクト群に注目してミクロに分析するような場合の母集団として用いる。上記の定義から、群間には、PG1 ⊃ PG2 ⊃ PG3 の包含関係が成立している。

＜標本数＞実証実験期間中に、観測データの得られたプロジェクト数を PG 別に表 8.1 に示す。観測対象のプロジェクトの規模には差がある。著者等は、規模を開発工数（人月）に換算し、次の 3 ランクに分けて管理を行なっている。表中の内訳にある規模とはこの定義によるものである。

- ・ 大規模プロジェクト＝開発工数が 200 人月以上のプロジェクト。
- ・ 小規模プロジェクト＝開発工数が 25 人月以下のプロジェクト
- ・ 中規模プロジェクト＝開発工数が上記の間のプロジェクト。

表 8.1 PG 別データ観測プロジェクト数

観測年 PG 分類	1 年目観測 プロジェクト数		2 年目観測 プロジェクト数		3 年目観測 プロジェクト数		通算観測 プロジェクト数		観測データ (→本章での反映図表)
	内訳	内訳	内訳	内訳	内訳	内訳	内訳	内訳	
PG1	大規模	273	15	325	16	390	18	49	・ 受診率(→図 8.2) ・ 社検合格率(→図 8.6) ・ 納期遅延件数(→図 8.8)
	中規模		200		211		257		
	小規模		58		98		115		
PG2	大規模	84	7	118	9	185	12	28	・ レベル到達状況(→図 8.3) ・ 良好項目率(→図 8.3)
	中規模		61		79		156		
	小規模		16		30		17		
PG3	大規模	※		※	11	※		11	・ 工数配分(→図 8.4) ・ 欠陥数と内訳(→図 8.5) ・ 生産効率(→図 8.7)
	中規模				12				
	小規模				15				

※) PG3 に該当する典型プロジェクトは、1 年目、3 年目も存在するが、改善活動の効果を早期に把握して、社内にフィードバックするために、活動が軌道に乗った 2 年目の 38 プロジェクトのデータを、特に本研究では使用した。

8.1 レベル向上への誘導性

(1) 改善活動への参加率

成熟度レベルの達成目標を宣言し、実際に完了時診断を受けることを改善活動への参加とみなすすると、各年の参加率は、PG1 に対する PG2 の割合ということになる。この割合を規模別にプロットしたものが図 8.2 である。

小規模プロジェクトは、基本動作の励行が浸透し易いことや省略プロセスも多いことから、3 年目から自主管理に委ねたので受診件数は減少しているが、中規模や大規模のプロジェクトにおいては 3

年目に過半数が診断を受けるに至っている。著者等の活動では、次のような受診対象プロジェクトの設定ルールを設けているので、実質的には社内の大半のプロジェクトが直接間接参加している事になる。このような状況から、提案内容により、現場を改善活動に誘導することができると考えられる。受診対象プロジェクト設定ルールは次の通りである。

- ・並走する兄弟プロジェクトの場合は、診断対象を代表1プロジェクトに絞っても良い。
- ・継続プロジェクトでは、先行プロジェクトが一定のレベルに到達していれば後行プロジェクトは受診対象から外しても良い。

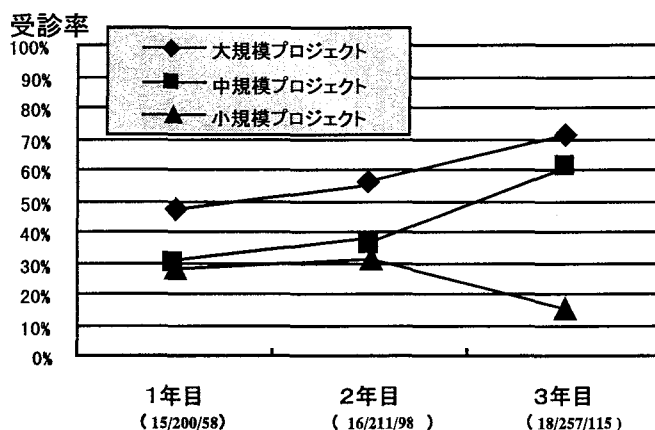


図8.2 プロジェクトの受診率の変化

()内は、各年の大/中/小規模プロジェクトの総数

(2) レベルの向上実績

1) プロジェクトのレベル向上

3年間の全受診プロジェクト、すなわち表 8.1 の PG2 を母集団として観測されたレベル向上の推移を図 8.3 に示す。図の「目標レベル到達率」とは、各観測年の受診プロジェクトの内、5章で述べたルールで評定した良好項目率の値が100%であるプロジェクトの割合を言う。また、「良好項目率の平均値」は文字通りであり、全受診プロジェクトの良好項目率の平均値である。

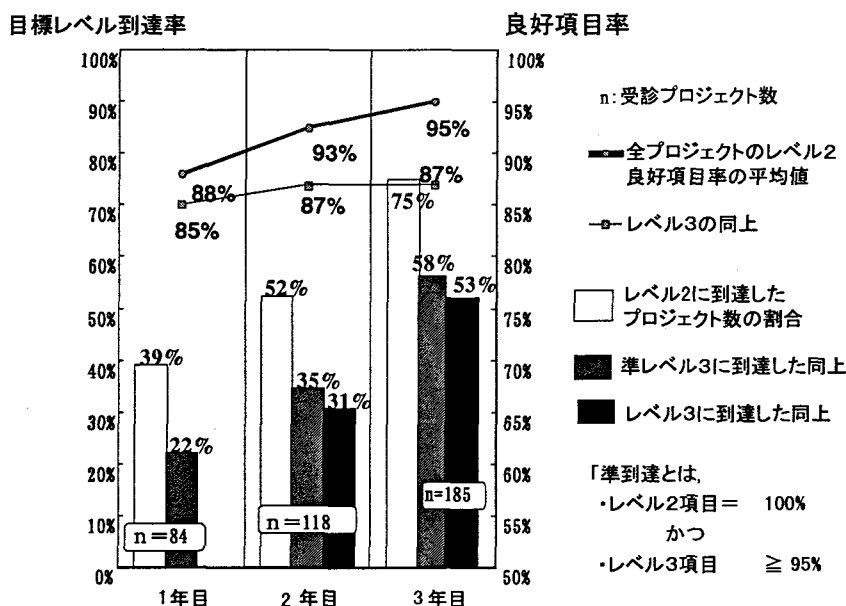


図8.3 レベル向上の推移(プロジェクト)

観測の結果、目標レベル到達率は全受診プロジェクトの 75%が 3 年目にレベル 2 に、レベル 3 には約半数強が到達するという状況であった（当初目標は 100%）。一方、良好項目率でみると、全体平均が、レベル 2 のチェック項目で 95%、レベル 3 のそれで 85%まで達した。不良内容は、次の SKPA に絞られてきている。

- レベル 2 の SKPA では構成管理（質問の親項目数：子項目数＝4：15）。
- レベル 3 の SKPA としては、デザインレビュー（同 2：2）、知的財産管理（同 10：13 項目）しかも、不良とされた項目は、大半が実施結果の証拠資料化と言う設問に絞られているが、5 章で述べた評定ルールではチェックリストの質問の子項目が一項目でも不良であれば親項目も不良と判定するので、目標レベル到達の判定はもちろん、良好項目率でも厳しい評価となりがちである。このように、残存課題がかなり絞り込まれてきている事実と、次節に述べるような改善効果が確認されていることを考え合わせると、実質的に成熟は進んでおり、提案内容は有効であると考えられる。

（3）組織のレベル向上

該当する全 SKPA の 100%達成をレベル到達の条件にしたことと、配下の全プロジェクトが所定のレベルに到達していることを条件にしたため、レベル 2,3 に完璧に到達した組織は 3 年間には現れなかった。組織分担プロセス SKPA_o の良好項目率は全事業部平均でレベル 2 項目は 88%、レベル 3 項目は 73%であるが、プロジェクトの場合と同様に不良な項目は絞られている。ソフトウェア業界では、年々開発期間が短縮される傾向にあり、ダイナミックな要員の再配置が必要になってきていることから、組織の再編成は頻繁である。未熟な組織分担プロセスには、このようなダイナミックな再編環境下では成熟させにくいプロセスがあることも伸び悩みの一因と考えられる。例えば、生産性管理プロセスでは、分野別の生産性データの継続的収集による積算用基準データの整理が求められているが、配下のプロジェクトの配置替えのため、實際上困難になっている。このような、現場にとっては、理想的には励行しにくい状況が存在するので、上記の良好項目率は、現状で可能な改善努力は一応払われた状態とみなすことができる。

8.2 期待仮説の検討

インセンティブ向上策を論じた 6 章で、改善活動立ち上げ期の関係者の期待を仮説の形で 4 つ列挙し（Q1 から Q4）、それを検討するために以下に再掲する 4 つのメトリクスを定義した。

M_{Q1}：各工程区分（FD/DD/M/SI）に投入された工数のレベル間格差を特定プロジェクト群について平均値で比較する。改善活動が軌道に乗り次第、データを観測し、結果を早期に関係者にフィードバックする。

M_{Q2}：全工程通算の欠陥数とその作り込み工程別作り込み数のレベル間格差を、特定プロジェクト群について平均値で比較する。改善活動が軌道に乗り次第、データを観測し、結果を早期に関係者にフィードバックする。

M_{Q3}：各年度毎に受診したプロジェクトをレベル別にグループ分けし、その中で即合格したプロジェクトの割合をカウントする。複数年（3 年間）にわたって観測し、レベル間での格差をみる。

M_{Q4}：単位工数（人年）当たりの出来高（売上額（¥）または生産規模（K ステップ））のレベル

間格差を、特定プロジェクト群について平均値で比較する。改善活動が軌道に乗り次第、データを観測し、結果を早期に関係者にフィードバックする。

そして、改善活動の究極のねらいG：「納期遅延ケースのゼロ化」に対して、

M_G ：各年度毎の納入を伴う全プロジェクトの中で、納期遅延したプロジェクトの数（件数）をカウントする。毎年観測し、3年目にゼロに到達することを目標にする。

を定義した。

以下、表 8.1 のプロジェクト群(PG)からこれらのメトリクスにしたがって得られた観測結果を元に、4つの期待仮説と究極のねらいGの成立性を順次検討していく。上記の特定プロジェクト群としてはPG3を、また改善活動が‘軌道に乗り次第’とは活動開始2年目を選んだ。

【仮説 Q1】上流工程へのシフト傾向 — 改善が進むと上流工程に工数を割いて、早期に品質の作り込みを行う傾向になる。

＜検討＞ M_{Q1} の定義にしたがってプロジェクト群PG3から得られた観測結果を図 8.4 に示す。

結果から、レベルが向上するに伴い期待したシフトが進むことが実証された。特徴的な変化は、

- ・ レベル3では設計工程（FDとDD）に過半の工数を割いていること。
- ・ レベル1と3ではFD工程とSI工程へのウェイトの置き方が10ポイントほど逆転していること。である。

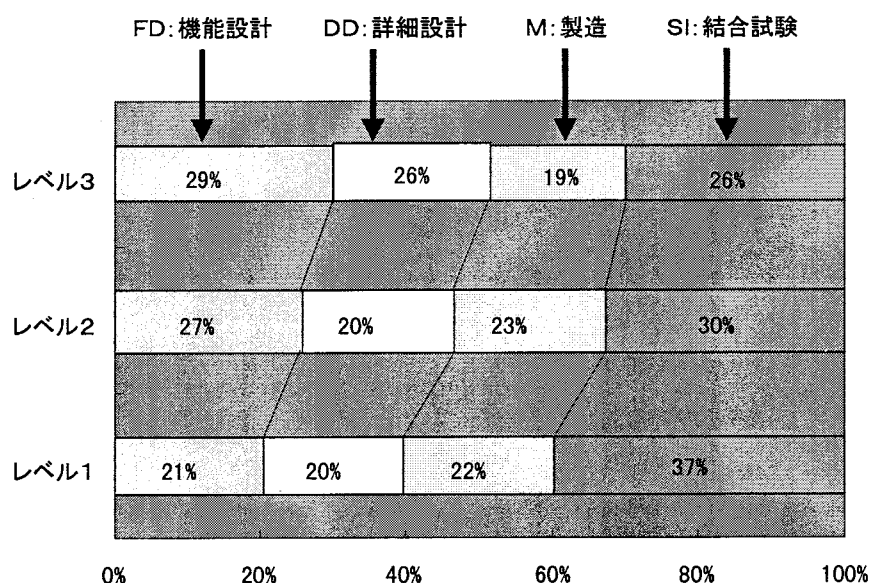


図8.4 レベル別工程別工数配分

【仮説Q2】欠陥の作り込み数の減少傾向 — 上流工程への工数のシフト傾向により、欠陥が早期発見されてバグの作りこみ数が減少する傾向になる

＜検討＞ M_{Q2} の定義では、全工程通算の欠陥数の計測とその作り込み工程別内訳を、欠陥1件1件について原因を分析して分計することを求めている。このような正確な計数は、そのための収集分析担当者を割り付けることの出来る、ある程度以上の規模のプロジェクトでないと無理であり、PG3の7プロジェクト分のデータしか得られなかった。その結果を、図8.5に示す。

図によるとレベルが向上するに伴って、作りこみ件数が大幅に減少するとともに、作り込みの前倒し傾向が見える。しかし、プロジェクトによっては、現実的な制約から各工程への稼働のかけ方が理想的に行かなかったり、ユーザ側の要求条件の変更頻度などによって、欠陥の作り込み数や摘出傾向も異なってくる。このようなことから、正確な検討を行なうには、開発条件が類似するプロジェクトから、一定数以上のデータを収集して傾向を分析する必要がある（6.2節で例示したMQ2，すなわちM1367定義時に、⑥の観測対象プロジェクトをさらに類別してデータの提供を求めるなど）。図8.5はあくまでも参考として、今後のメトリクス定義時の反省としたい。

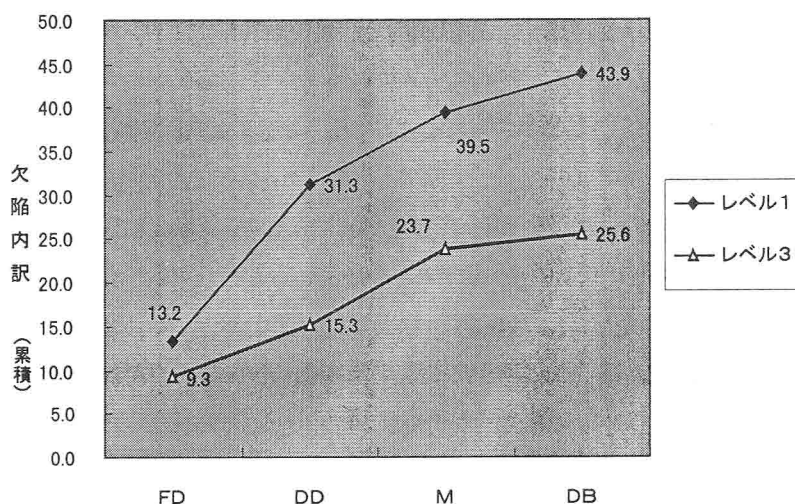


図8.5(参考) レベル別工程別欠陥作り込み件数/単位規模
(規模補正済み)

【仮説Q3】社検に即合格する傾向 — 欠陥数の減少により、工期に余裕がでてきて所定日前に社内検査に1回で合格（即合格と略称）する傾向になる。

＜検討＞ M_{Q3} の定義にしたがってプロジェクト群PG1から得られた観測結果を図8.6に示す。

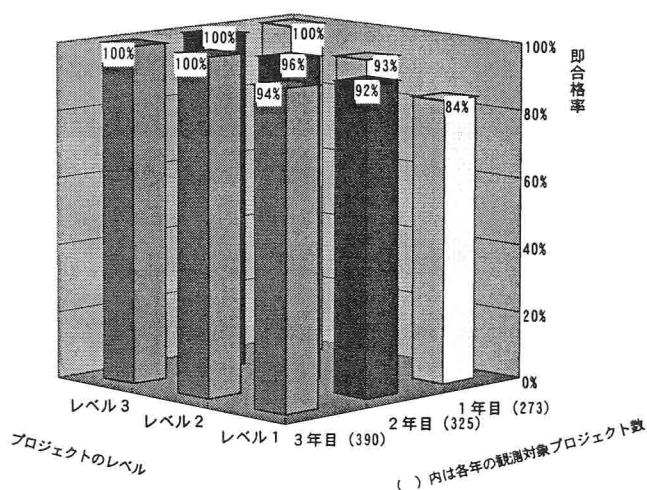


図8.6 レベル向上に伴う即合格率の変化

活動開始から3年間の開発型プロジェクト群（PG1：総数988件）について、レベル別に各年度毎の即合格率をプロットしている。この図から次のようなことが言える。

- ・ レベル3到達プロジェクトは100%即合格している。
- ・ レベル2のプロジェクトでは1,2年目は不安定であるが、3年目には100%を達成しており、レベル3を目指した成熟が進んだ結果と考えられる。
- ・ レベル1のプロジェクトでも3年間で10ポイント向上している。
- ・ 改善活動が軌道に乗ってきた2年目での伸びが大きい。

すなわち、改善活動によるレベルアップに伴って、このような好ましい現象が現れたと考えられる。

【仮説 Q4】 より少ない工数で所期のアウトプットを得ることが出来るようになる

＜検討＞ M_{Q4} の定義にしたがってプロジェクト群 PG3 から得られた観測結果を図 8.7-a, 図 8.7-b に示す。何れも、レベルが高いプロジェクトの方が 効率が良いという結果になっており、この面からも提案内容による改善活動の有効性が実証されていると考えられる。

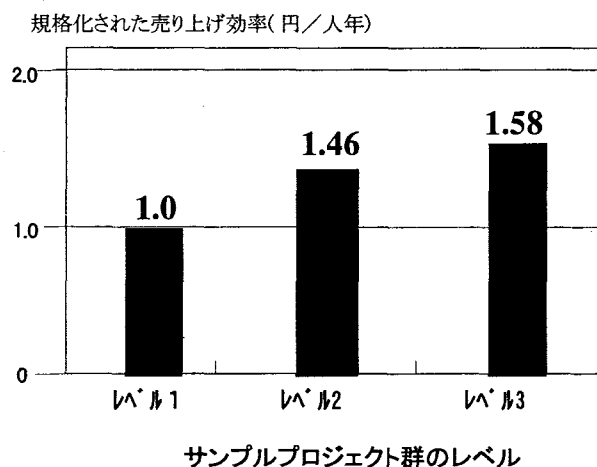


図8.7-a 売上げ効率 の向上実績.

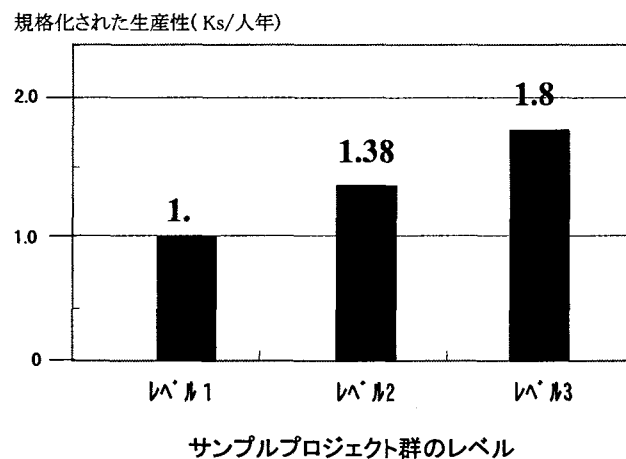


図8.7-b レベル別人年当り開発規模

【ゴール】年々納期遅延件数が減少しゼロになる。

＜検討＞評価メトリクスMGによる観測結果を図8.8に示す。この観測データは改善活動開始から3年間のプロジェクト群PG1(988)に、開始の前年分の開発型プロジェクト(220)を加えたものを母集団として得られたものである。年度別に、納期遅延を起こしたプロジェクト数をその年の全プロジェクト数で割った値をプロットしている。観測結果によると、改善活動開始前年にピークに達していた遅延件数は、3年間でプロジェクト数の倍増にも関わらず1%未満に激減しており、ほぼ改善活動の目的を達成した。4年目はさらに減少し遅延件数は1件(0.23%)となった。

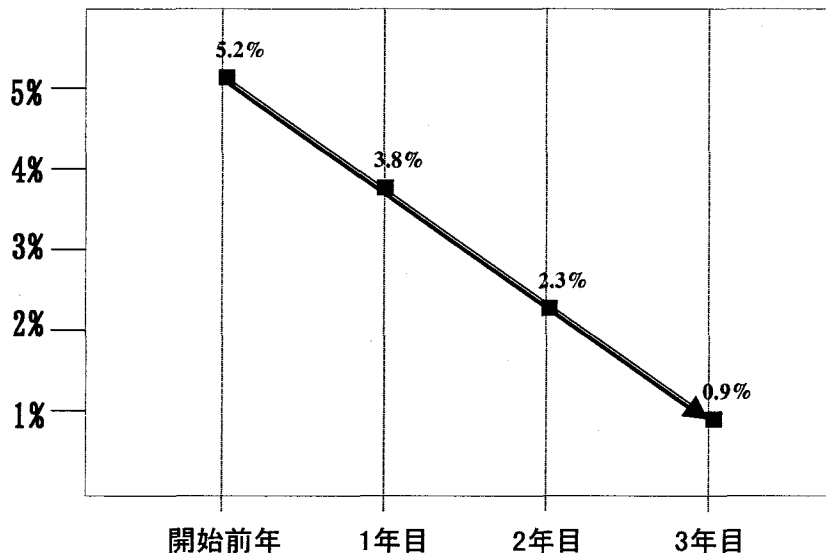


図8.8 納期遅延件数 の減少傾向

8.3 運用性

(1) 改善活動のオーバーヘッド

活動が定常状態に達した2年目、3年目の観測では、社全体の総開発稼働(3年目で約200万人時)比で約3%が改善活動関連のオーバーヘッドとなっている。3%の内訳は次のようになっている。

- ① 改善推進部門が実施する、7つの支援ツールのメンテ、プロセス改善方法の指導や研修、そして診断の稼働。ただし、診断は2人のアセッサがペアで途中工程と完了時に行った診断時間の総計値である。途中工程の診断ではプロセス励行度だけでなく中途生産物と進捗も点検する。合計＝0.3%。
- ② 現場が実施する、プロセス改善に関する研修の受講（主にアセッサ資格取得講座受講）、受診のための事前準備と受診時の対応、および改善計画の立案と総括などのための稼働。組織分とプロジェクト分を合わせて、合計＝2.7%。

総開発稼働には、一般に製造原価として計上される設計製造、開発管理の稼働、販売管理費として計上される営業、分析調査、共通事務のための稼働、および各種研修の受講稼働（プロセス改善関係を除く）が含まれる。新しい改善活動の開始に伴って、各SKPAの基本動作を励行するために稼働

の増加を伴うが、これについては8.2で述べた効果が得られたことから、現場から問題視する声はほとんど上がっていない。また、これらの稼働は、本来の製造原価として当然支払うべき稼働であり、著者等はオーバーヘッドとはみなしていない。

(2) プロジェクト診断のための所要時間

提案した診断方法が定着した3年目の実績では、1プロジェクト当りの診断（診断の準備+診断+まとめ）に要する時間は、診断対象プロジェクトの大小には依存せず、 18 ± 3.5 時間程度に収束した。これは、2人のアセッサがペアで途中工程と完了時に行った診断時間の総計値である。途中工程ではプロセス励行度だけでなく生産物と進捗も点検するので、プロセスのみの完了時診断の約2倍（12時間）を要している。これらのデータから、途中工程の診断で約1日、完了時診断で半日程度である。被診断側も、同程度の対応時間が診断時に必要であるが、開発業務に支障をきたしてはいない。

8.4 むすび

本章では、3年間の改善活動（実証実験）に支援ツールを適用した結果から、提案内容の実用性を確認した。確認は、納期遅延のゼロ化をゴールとして、これに実質的に到着するために期待したい、いくつかの現象（期待仮説と呼んだ）の出現を、マトリクスを定めて観測することによった。結果、ほぼ期待通りの現象が観測された。検討命題の設定は、著者等の会社の事情に端を発しているが、CMMの導入で効果が出るといわれているQ,C,Dの代表的な観測側面に容易に対応づけることができる。このようなことから、本論文の提案内容は、著者等の適用ケースにおいてのみ有効だけでなく、類似の他社に適用しても効果を発揮するものと考えられる。

報告した結果は、7つの支援ツール全体の相乗効果として得られたものであり、今回は7つのツールをセットで扱った評価とした。ツール毎の評価も、今後の課題として行なう積もりである。

第9章

結 言

本研究の目的は、ソフトウェア会社が、自社の体質強化を目的としてプロセス改善活動を進める上で必要となるツールセットを明らかにし、その実現方法を提案し実証することであった。改善活動を実質的なものにするためには、到達目標だけを掲げて、後は現場の自主性任せというのではうまく行かない。また、到達目標も借り物（CMM を翻訳しただけ）というのでは、現場が実感を持てず形式的な活動に陥る恐れが大きい。本論文では、改善活動のリーダとしての著者の実践体験から、真の改善に必要な（広義の）支援ツールを、現場の到達目標となる固有の成熟度モデル定義やチェックリスト、診断のための要領やアセッサ、あるいは関係者を鼓舞するためのインセンティブ向上策など、7 種類に整理して提唱し、それらを現場立脚型で実現するための実装方法を提案した。CMM の一連の提案資料は参照モデルであり、また 7 種類全てはカバーしていない。CMM のコンセプトを自社で活用するには、多くの創意工夫と努力が必要である。実際、著者等は 3 年の支援ツール準備期間中に約 15 人年の稼働を要した。本論文で提案した方法で実装された支援ツール群は、適用開始後 3 年間に、約 1000 プロジェクトの改善に適用され、前章で述べたような実績が得られた。

本論文では 7 つの支援ツール全てについて、他での応用が容易となるように実装例を添え、実装時に遭遇する現実的な課題を列挙してその解決方法を提案している。

本研究で得られた主要な成果を以下に要約する。

- 1) この種プロセス改善活動の展開には、7 種類の支援ツールが必要である事を示し、その十分性と有効性を実証したこと。
- 2) 改善活動の到達目標設定基準（社固有の成熟度モデル SCMM とその具体的な達成内容を示すチェックリスト、および達成方法の詳細を記した作業標準）を、CMM の単なる翻訳でなく、自社の戦略や実態、あるいは新しい技術動向に適合する内容で更新し続ける一連の実装手順を明らかにしたこと。
- 3) 改善活動参加者のインセンティブを向上して活動の効果と持続性を高めるための諸施策として、
 - ・現場の達成感を実感できることを重視し、到達目標への漸近状況を評価するための諸尺度（良好項目率など）の導入を提案したこと。
 - ・改善の実質性を実証するためのメトリクスを、改善目的をゴールとして GQM 手法により系統的に導出する手順を提案したこと。
- 4) 均質な診断能力を有するアセッサを必要数確保するための方法として、資格認定要件の設定方法と、そのための人材育成方法を示したこと。
- 5) 改善活動のキーマンである PL の支援を主目的にした情報共有システム PLAS を提案し、システムの中核である知識ベースが比較的小さな工数で実用的な構築できることを確認したこと。

本論文で紹介した実装例は、用語や分類コードなどで著者が所属する会社固有の部分がある。しかし、各支援ツールの実現方法そのものは一般的であり、次のような目的で CMM を応用した内部的なプロセス改善活動を行なおうとするほとんどの会社に応用可能と考える。

- ・ 社の全ての組織やプロジェクトを均質にレベルアップしたい。
- ・ 開発環境の変化に合わせて、開発能力のレベルアップを持続的に図って行きたい。

今後に残された研究課題としては、以下のことが挙げられる。

1. 提案した実現方法の改良と一般化

提案した実現方法には、著者等の適用環境に依存した内容が残存していて、他の環境に適用するには改良を要するものもある。改良によって、より適用域が広範で大きな効果が得られる可能性がある。例えば、今回提案した方法の中でこのような改良余地を有すると思われるものには以下のものがある。

- ・ SKPA の種類と定義方法。本論文の提案では、ソフトウェアの設計から製造を行なう会社が、PDCA サイクルで基本的な動作を励行する場合を前提にしており、SE やシステム運用など別の業態向けには SKPA の種類や定義を再考する必要がある。
- ・ インセンティブ向上策、あるいはそのためのメトリクスを系統的に抽出するための方法。本論文では、GQM を応用して手順化しているが、ブレーンストーミングを必要としている。
- ・ レベル判定時の実績証拠の確認方法。本論文ではアセッサが関係書類を実地検査する方法を提案している。アセッサ間での診断結果のバラツキ防止に手間がかかるのが問題である。

2. 目的に合わせて対象プロセスを選択して改善を行なう方法の確立

CMM ベースのプロセス改善活動では、Q(Quality)、C(Cost)、および D (Delivery date) の各側面で効果があるとされている。しかし、近年商品開発サイクルの短期化やソフトウェアの多様化に伴い、開発対象によっては Q,C,D 全ての確保を必要としないケースが増えてきている。例えば、新製品の試作開発では D が特に重要視されると言ったことである。

このようなことから、プロジェクトの特性に合わせて、改善対象プロセスを絞って励行する方法が実際に要望されてきている。一方、CMM の発展形として検討されている ISO/IEC15504 では、成熟度の要件だけを規定して、導入者が SLCP (Software Life Cycle Process) 12207^[40]等のプロセスセットから改善対象プロセスを選んで目的とする成熟度モデルを組み立てて改善を進める方法が提案されている^{[20][28][39]}。このような動向から、改善目的に合わせて対象プロセスを科学的に選択する方法の確立が必要と考えらる。このためには、個々のプロセスと Q,C,D の因果関係を解明することが必要である。著者も、これまでに得られている実績データから分析を始めているが^{[7][13][21]}、まだ有効な結論を導くに至っていない。分析のためには、個々のプロセスの励行実態に関する詳細で正確なデータが必要であり、現場の協力を得て計画的に基礎情報を収集しなおすことが必要と考えられる。また Best Practice 情報から効果的な新しいプロセスを抽出して、選択肢に加えることも課題である。

3. 定量的管理可能レベル到達のための課題

本研究の結果からも、成熟度レベルの向上が効果を生むことが実感された。このことから、次にレベル4に挑戦する価値は十分有りそうである。しかし、真にレベル4に到達するためには、プロダクトとプロセス両方について見積もり基準が出来上がっていて、定量的に管理出来ることが必要される。このための定量化項目の洗い出しと、そのためのメトリクスの定義、そしてそれに基づくデータの収集分析計画が課題である^[37]。

謝 辞

本研究のとりまとめにあたり、ご懇切なご指導とご鞭撻を賜りました大阪大学大学院基礎工学研究科情報数理系専攻 都倉信樹教授に慎んで深謝の意を捧げます。

本論文を執筆するに当たり有益なご教示、ご助言を賜りました、大阪大学大学院基礎工学研究科情報数理系専攻 菊野 亨教授、井上克郎教授に深く感謝申し上げます。

本研究は、著者がNTTソフトウェア研究所およびNTTソフトウェア株式会社（以下、当社と略称）において行なったものであり、この間に多くの方々からご指導、ご助言を賜りました。

先ず、CMM を導入したプロセス改善運動に理解を示し、全社的な運動の展開をリード頂いた当社の前社長高村真司氏、現社長鶴保証城博士、取締役経営革新推進部長の伊東洋一氏、および元当社常務取締役・開発合理化推進本部長菊池 隆氏（現当社・監査役）に深く感謝申し上げるとともに、その先見性に敬意を表します。また、本研究の立ち上げ時に、NTT・ソフトウェア研究所所長として適切な助言を頂いた細谷僚一氏（現当社・常務取締役）にも深く感謝申し上げます。

本研究は、個人では達成できない調査分析作業や現場へのコンサルティング作業、そして支援ツールの開発維持作業の上に成り立っており、多くの同僚の方々の協力を得ました。

まず、当社・経営革新推進部担当部長の高木英雄氏、同・カスタマーソリューションコンサルティングセンター長田中僚史氏、同・コーポレートコミュニケーション部担当部長 中林 效氏、同・システムソリューション事業部担当部長宮村修一氏には、改善活動開始当初から本論文のとりまとめに至るまで、終始研究パートナーとして適切な問題提起と解決策の提案を頂きました。深く感謝申し上げます。

当社・カスタマーソリューションコンサルティングセンター担当部長堀田勝美氏、同稲田 満氏、同担当課長逆井義文氏、および同・e エンタープライズ事業部担当課長倉田冬彦氏には、著者と共にCMM 発表当時に米国に渡り、原典の解釈を行なうなど、CMMの基礎を理解する上で、また初期の導入判断を行なうための社内での試行評価の実施の面でご協力を賜りました。この段階で、アメリカ合衆国の SAIC 社（在サンディエゴ市）社員で SEI のリードアセッサである Elizabeth J. Comer 女史、および同社副社長であった Raymond Galka 氏（現 Even ray 社社長）には懇切なご指導を賜りました。これらの方々には初期の導入段階で多くの手ほどきをいただきました。心から感謝申し上げます。また、当社・元開発合理化推進本部にあってアセッサとしてプロセス改善活動の実践に携わられた、吉岡 堯氏（現当社・情報システム部担当部長）、田野実裕之氏（現 NTT コムウェア（株）・IT 商品本部担当部長）、村井正和氏（現 NTT ソフトウェアサービス（株）・担当部長）、高橋 一氏（当社・カスタマーソリューションコンサルティングセンター担当課長）、釜井秀夫氏（当社・システムソリューション事業部設計主任）、松本充弘氏（当社・テレコム事業部課長代理）、渡辺道広氏（当社・ネットワークソフトウェア事業部課長代理）のご努力に敬意を表します。同じく、当時の当社・開発合理化推進本部にあってデータや事例の回収と分析、そして知識ベース化に尽力された、柳田敏行氏（現 NTT ドコモ（株））、羽生 誠氏（現当社・テレコム事業部担当課長）、石田敏浩氏（現当社・経営革新推進部設計主任）、大野理恵子氏（同社員）に感謝申し上げます。また、本論文の背景となった改善活動が実質的な成果を上げることが出来たのは、

多くの現場の人達の自発的で献身的な努力に負うところが大きいですが、中でも、立川洋子氏（現当社理事・ネットワークサービス事業部担当部長），中川 豊氏（工学博士，現当社・テレコム事業部担当部長），奥瀬尚位氏（現当社・モバイルコンピューティング事業部担当部長），奥矢 淳氏（現当社・e エンタープライズ事業部担当部長），笠木隆志（現当社・ネットワークサービス事業部担当課長），谷畑方則氏（現当社・ネットワークプラットフォーム事業部担当課長）の諸氏は，率先して改善やデータの収集分析に当られ，本研究に対して貴重な情報を提供頂きました．ここに敬意を表して感謝申し上げます．また，当社・技術開発部担当部長香月祥太郎博士にはインセンティブ施策の論文化の面でご指導頂きましたことに感謝申し上げます．

研究期間中には，多くの社外の方からもご示唆を頂きました．まず，奈良先端科学技術大学院大学・情報科学研究科の鳥居宏次教授（現同大・副学長），同研究科松本健一助教授には，CMMの導入検討の開始当初に導入判断のための有益な情報の提供やアドバイスを頂きました．ここに感謝申し上げます．

また，元オムロン株式会社の坂本啓司氏には，CMM導入の草分けとして実践情報を内外に数多く発表されており，それを参考にさせて頂くとともに，直接本研究に対して激励も賜りました．ここに感謝申し上げます．また，日本科学技術連盟のソフトウェア品質管理研究会では，委員長の香村求氏（現日本電話施設ソフトウェア社長），メトリクス分科会の真野俊樹氏（日本電気株式会社・ソリューションズシステムソフトウェア事業本部ソフトウェア生産技術部長），菊本正紀氏（日本ノーベル社副社長）のご指導の下に，CMMの効果的な導入方法について業界各社の若手諸氏と過去3年会にわたり研究する機会を持つことができ，本論文の提案内容が業界に通用することを確認することができました．上記3氏のほか，研究会に参加して種々議論を頂いた研究生の方々のお名前を年代順に下記して，感謝申し上げます．

南池佐和子氏（（株）東洋情報システム），市川克巳氏（日本電気通信システム（株））大川鉄太郎氏（日本ユニシス（株）），伊藤岳氏（（株）ジェックス・システム・リサーチ），海田幸生氏（プラザー工業（株）），小池利和氏（ヤマハ（株）），永守 聡氏（オムロンソフトウェア（株）），野口貴敏氏（（株）東洋情報システム），西森敏文氏（アンリツ（株）），島中一俊氏（NTTコムウェア（株）），古川 仁氏（九州松下電器（株）），石井茂樹氏（ヤマハ（株））．

学会発表では，慶応義塾大学・理工学部管理工学科 飯島 正教授，東京大学・大学院総合文化研究科 丹羽 清教授，NTT・情報流通プラットフォーム研究所研究グループリーダ山本修一郎博士，同主幹研究員三宅武司氏，日本情報処理開発協会・技術センター特別研究員古宮誠一博士，富士通研究所・ソフトウェア研究部長上原三八博士の方々には，席上適切な助言とお励ましをいただきました．ここに感謝申し上げます．

また，大阪大学大学院基礎工学研究科教授 増沢利光博士，同井上研究室助教授の楠本真二博士，同菊野研究室助手の水野 修博士，同都倉研究室講師の齊藤明紀博士，同助手の榊田秀夫博士，松前進博士，同日本学術振興会特別研究生永井孝幸博士，および同4年生の石岡祐司氏に，本論文の取りまとめに際して適切な助言を賜りました．ここに感謝申し上げます．

参考文献

- [1] Basili, V. R.: Software modeling and measurement: the Goal/Question/Metric paradigm, University of Maryland Technical Report, UMIACS-TR-92-9 6, Department of Computer Science, University of Maryland, Sept. 1992.
- [2] Basili V. R. and Mashiko Y.: “ Using the GQM Paradigm to Investigate Influential Factors Software Process Improvement,” J. SYSTEMS SOFTWARE 1997, No.36, pp.17-32, 1997.
- [3] Fukuyama S., Okuse N., Fujimaru M., and Yamasaki S.: “Empirical Guidelines to use Ada Effectively, ” Proceedings of SIG Ada International Conference, ACM, pp.25-30, Dec. 1987.
- [4] 福山峻一 , 宮村修一, 高木英雄, 田中僚史, 渡辺道広: “プロセス能力診断用キットの一実装方法,” 情報処理学会研究報告 (ソフトウェア工学研究会) , 2000-SE-125, pp.33-41, Jan. 2000.
- [5] Fukuyama S., Miyamura S., Takagi H., and Tanaka R.: “A Software Process Improvement support System: SPIS, ” IEICE Trans. On INF.& SYST., Vol.E83-D No.4, pp.747-756, April 2000.
- [6] 福山峻一, 高木英雄, 香月祥太郎: “インセンティブ向上のためのソフトウェア開発能力の評価方法, ” 経営情報学会 2000 年春季全国研究発表大会予稿集, pp.408-411, June 2000.
- [7] Fukuyama S., Ichikawa K., and Minamiike S.: “ A Scenario for Priority Software Process Improvement (SPI) in Key Process Areas Targeted for Improvement,” Proceedings of the 2nd World Congress on Software Quality, JUSE-ASQ-EOQ, Yokohama, pp.45-55, Sept. 2000.
- [8] 福山峻一, 羽生誠, 石田敏浩, 大野理恵子, 高木英雄 : “均質なプロセス改善のための知識共有型プロジェクトリーダ支援システム,” 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.100, No.541, pp.45-52, Jan.2001.
- [9] 福山峻一, 高木英雄, 田中僚史, 渡辺道広, 中林 效: “ソフトウェアプロセスの持続的な改善を誘導するチェックリストの実装手順 ,” 情報処理学会論文誌, Vol.42, No.3, March 2001 に掲載予定.
- [10] Fuggetta A., Lavazza L., Morasca S., Cinti S., Oldano G., and Orazi E.: “Applying GQM in an Industrial Software Factory,” ACM Trans. On Software Engineering and Methodology, Vol.7, No.4, pp.411-448, Oct. 1998.
- [11] 濱野隆芳, 中村淳: “富士ゼロックスにおけるソフトウェア開発プロセスの改善例, ” 日経コンピュータ 9 月 28 日号, No.453, pp.260-269, Sept. 1998.
- [12] Hotta K., Tanaka R., and Fukuyama S.: “Application of Software Process Assessment, ” Proceedings of the 2nd European Conference on Software Quality, EOQ, (単独別刷り全 10 ページ) , July 1995.
- [13] 堀田勝美, 逆井義文, 浅見秀雄, 渡辺孝, 福山峻一 : “品質を加味したコスト評価モデルの提案,” 情報処理学会研究報告 (ソフトウェア工学研究会) , 91-SE-80 , pp.87-94, July 1991.
- [14] Humphrey W.S. and Sweet W.L.: A method for Assessing the Software Engineering Capability of Contractors, CMU/SEI-87-TR-23, ESD/TR-87-186, Sept. 1987.

- [15] Humphrey W. S.: Managing the Software Process, Addison-Wesley, 1989.
- [16] Humphrey W.S., Terry Snyder T., and Willis R.: “ Software Process Improvement of Hughes Aircraft, ” Vol.8, No.4, pp.11-23, IEEE Software, 1991.
- [17] Humphrey W.S.著, 藤野喜一監訳:ソフトウェアプロセス成熟度の改善, 日科技連, 1991.
- [18] 飯塚悦功編:ソフトウェアの品質保証-ISO 9000-3 対訳と解説, 日本規格協会, 1992.
- [19] 井上克郎, 松本健一, 飯田 元 :ソフトウェアプロセス, ソフトウェアテクノロジーシリーズ, 共立出版, March 2000.
- [20] ISO/IEC JTC1/SC7 Software Engineering : Technical Report, TR15504-1 から-9, 1998.
- [21] Jones C.著, 鶴保証城, 富野 壽監訳:ソフトウェア開発の定量化手法, 共立出版, April 1998.
- [22] 釜井秀夫, 松本充弘, 田中僚史, 高木英雄, 福山峻一 : “CMM に基づくプロセス改善運動の定着,” 第 16 回日本科学技術連盟・ソフトウェア品質管理シンポジウム予稿集, pp.91-98, May 1996.
- [23] 松原友夫, 乗松 聡 : “日本における CMM 導入を考える,” bit, Vol.30, No.3, pp.2-8, March 1998.
- [24] McFeeley B.: IDEALSM: A User's Guide for Software Process Improvement, CMU/SEI-96- HB-001, SEI, Feb. 1996.
- [25] 水野 滋監修, QC 手法開発部会編 : 管理者スタッフの新 QC 七つ道具, 日科技連, 1989.
- [26] 中川豊, 福山峻一, 逆井義文: “ 軽量の ISO9001 品質システムのアーキテクチャ, ” 第 18 回日本科学技術連盟ソフトウェア品質管理シンポジウム予稿集, pp.119-126, Nov. 1998.
- [27] Niwa K.: Knowledge-Based Risk Management in Engineering: A Case Study in Human-Computer Cooperative System, John-Wily, New York, 1989
- [28] 日本規格協会: TR X 0021, Jan. 2000.
- [29] 小野佳英, 堀田勝美, 浜尾昌宏, 福山峻一: “ソフトウェアコスト評価モデルにおける品質価値パラメータの検討, ” 情報処理学会全国大会予稿集, pp.1K1-1K2, March 1992.
- [30] Paulk, M.C., Curtis, B., Chrissis, M. B., and Wever, C.V.: Capability Maturity Model for Software Process, CMU/SEI- 91-TR-24, ADA240603, SEI, August 1991.
- [31] Paulk M.C., Curtis B., Chrissis M.B., and Wever C.V.: Capability Maturity Version 1.1, SEI- 93-TR-024, SEI, Feb. 1993.
- [32] Paulk M.C., Wever V., and Gracia S.M.: Key Practices of the Capability Maturity Model, SEI-93-TR-025, SEI, Feb. 1993.
- [33] Pfleeger S.L.: “ Lessons learned in building a corporate metrics program,” IEEE Software, Vol.10, No.3, May 1993.
- [34] Rubin H.: “ Software Process Maturity: Measuring Its Impact on Productivity and Quality,” Proceedings of the First Int'l Software Metrics Symposium, IEEE Computer Society Press, pp.28-39, May 1993.
- [35] Sakamoto K., Kishida K., and Nakakoji K.: “Cultural adaptation of the CMM: A Case Study of a Software Engineering Process Group in a Japanese Manufacturing Company,” Fugetta A., Wolf A.

- (Eds), Software Process, John Wiley & Sons Ltd., pp.137-154, 1996.
- [36] Sakamoto K., Nakakoji K., Takagi Y., and Niihara N.: "Toward Computational Support for Software Process Improvement Activities," 20th Int'l Conference on Software Engineering, pp.22-31, April 1998.
- [37] 坂本啓司, 田中敏文, 楠本真二, 松本健一, 菊野 亨: "利益予測に基づくソフトウェアプロセス改善の試み," 電子情報通信学会論文誌 (D-I), Vol.J83-D-I, No.7, pp.740-748, July 2000.
- [38] SEI: Software Process Maturity Questionnaire, CMU/SEI -94-SR-007, SEI, April 1994.
- [39] SEI: Capability Maturity Model—Integrated Systems/Software Engineering: CMMI-SE/SW, CMM Integration Report, SEI, Sept. 1999.
- [40] SLCP-JCF98 委員会編 :共通フレーム 9 8 - SLCP-JCF98- (1998 年版), 通産資料調査会, 1998.
- [41] Tanaka T., Sakamoto K., Kusumoto S., Matsumoto K., and Kikuno T.: "Improvement of Software Process by Process Description and Benefit Estimation," 17th Int'l Conference On Software Engineering, pp.123-132, April 1995.