情報処理学会論文誌　Vol. 51　No. 5　1257–1272 (May 2010)

定量的管理指標の利用実態調査 ——あるソフトウェア開発組織を対象として

伏田 享平[†1]　米光 哲哉[†2]　福地 豊[†2]
川口 真司[†1]　飯田 元[†1]

ソフトウェア開発プロセス改善策の１つとして，定量的に測定されたデータに基づく指標を利用した，プロセスの定量的管理が注目されている．定量的管理を考慮してソフトウェア開発計画を立案する際には，指標や測定するデータについて理解し，プロジェクトの特性を考慮してデータの測定・分析活動を実施する必要がある．しかし，定量的管理に関するデータの測定・分析活動がどのように実施されているかについては明らかにされていない．本研究では，国内のあるソフトウェア開発組織を対象に，プロジェクト管理の視点から定量的管理の実態を調査した．その結果，多くの指標が有効に活用されている一方で，プロジェクトの状況によっては有効に活用されていない場合や，プロジェクトの実態に合わせて調整を行ったうえで指標を利用していることを確認した．本論文では調査の結果をふまえ，定量的管理指標を開発組織において運用する際の指針を明らかにする．

Survey for Quantitative Management in a Japanese Software Development Company

Kyohei Fushida,[†1] Tetsuya Yonemitsu,[†2]
Yutaka Fukuchi,[†2] Shinji Kawaguchi[†1]
and Hajimu Iida[†1]

Quantitative management is a key technology to software process management and improvement. Quantitative management uses indicators that are based on quantitative data, and quantitative management planning requires deep understandings of indicator definitions including the followings: types of required quantitative data, measurements to be integrated, and timing or frequency of each measurement task. However, methodology of planning quantitative management has studied insufficiently. In this paper, we study the status of quantitative management in a software organization. Our results show that a lot of indicators are adopted though some are unused or customized according to circumstances. Based on the results, we show the policy to use indicators for quantitative management in a software organization.

1. はじめに

近年，社会におけるソフトウェアの役割の重要性が増大している．一方で，ソフトウェア開発プロジェクトがソフトウェアのリリースに至らず失敗に終わることや，欠陥が見過ごされたままソフトウェアがリリースされてしまうことも多い．そして，これらが莫大な損失を生み出している事例が報告されている[15),23)]．この原因として，ソフトウェア開発プロジェクトの規模が年々大きくなっているにもかかわらず短期で開発することが求められ，開発計画を熟慮しないうちに開発が進行することがあげられる．その結果，計画どおりに開発プロジェクトが進行せず，スケジュールの遅れやコスト超過などの問題が生じることが多くなっている．

このような問題を解決するため，ソフトウェアの品質改善・コスト削減を目的としたソフトウェア開発プロセス改善が注目され，様々な枠組みや方法論が提案されている．これら多くのプロセス改善の枠組みの中では，開発プロセスの定量的管理を行うことが重要であるといわれている．定量的管理とは，定量的測定データ（以下，定量データと略す）を開発時に収集し，そこから導かれる評価指標（管理指標）に基づくプロセス管理を指す．定量的管理を行う場合には，プロジェクトごとに管理指標の取捨選択や測定する定量データの調整（カスタマイゼーション）を行う[24)]．定量的管理を実施することで，開発プロセスの実行中に問題を特定し改善することができる．

しかし，実際のプロジェクトにおいて，定量データの収集や調整を行うためには多大なコストがかかる．このため，プロジェクトを成功に導くためには，有効に活用されていないデータに関しては，管理指標定義の見直しを行うことが望ましい．そのためには，定量的管理を実践している企業では管理指標の運用状況や管理指標利用に必要な定量データの収集状況を明らかにする必要がある．これまでに，定量データの収集方法や分析手法に関する調査[19),21)]や，開発組織での採用状況に関する調査[25),26)]は行われている．しかし実際の企

†1 奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科
Graduate School of Information Science, Nara Institute of Science and Technology
†2 株式会社日立製作所
Hitachi, Ltd.

© 2010 Information Processing Society of Japan

業でのソフトウェア開発において管理指標を用いた定量的管理がどのように実施されているかを調査した研究は，我々の知りうる限り存在せず，その実態は明らかになっていない．運用実態を明らかにしたうえで，運用が困難な管理指標が存在する場合には，プロジェクトもしくは組織のどのような要因が管理指標の運用を妨げているかを明らかにし，しかるべき対策を講じる必要がある．

本論文では，ある，国内における大規模ソフトウェア開発組織（株式会社日立製作所．以下，調査対象組織と略す）のあるソフトウェア開発担当部署において，管理指標がどのように運用されているかを調査した．調査対象組織を選定した理由は，調査対象部署において組織標準の開発プロセスを定義しており，定量的管理についても組織的に導入を推進しているためである．そして，プロジェクト管理者（プロジェクトマネージャ）を対象に社内で定義されている管理指標を個々のプロジェクトでどのように運用しているか，ヒアリングを行った．また，個々の指標がプロジェクトを管理するうえで重要なものであるか，プロジェクトマネージャの主観的評価も収集した．その結果，多くの管理指標が大多数のプロジェクトの管理に利用されている一方，一部の指標は適切に運用されていないことが判明した．また，指標を運用する際には，組織で定義されたとおりに指標を運用するだけでなく，プロジェクトの状況にあわせて調整を行っていることが明らかになった．本論文では，この調査結果を報告するとともに，それをもとにソフトウェア開発組織が定量データに基づく管理指標を用いた定量的管理手法を導入する際の指針を示す．

以下，2 章でソフトウェア開発プロセスの定量的管理と課題について概説し，3 章および 4 章で管理指標・定量データに関する利用実態調査について報告する．5 章では 4 章の結果から，今回調査対象とした開発組織における利用実態を明らかにし，ソフトウェア開発組織において定量的管理を実践する際の留意点についてまとめる．6 章で関連研究・規格を紹介し，最後に 7 章でまとめと今後の課題を述べる．

2. 定量的管理を実践するうえでの課題

2.1 定量的管理

ソフトウェア開発における開発プロジェクトの定量的管理とは，ソフトウェアやその開発プロセスを測定することによって得られる定量データを用いて開発の進捗を管理することである．定量データに基づく指標を利用し開発管理を行うことで，プロジェクト管理者は工程の進捗の度合いを具体的な数値データにより認識できる．

定量的管理を実践する際，単に定量データを収集するだけではなく，収集した結果をつねに評価してはじめて，プロジェクト管理をうまく進めることができる．そのためには，プロジェクトの状況をどのような狙いで測定するかという「目的」と，その目的が達成できているか確認するための「管理指標」を定める必要がある．管理指標は，定量データを一定の分析手法に従って分析することで求めることができる．プロジェクト管理者は，管理指標を利用することでプロジェクトを管理し，場合によっては是正のための措置をとるなどの意思決定を行う．

例として，要件定義作業の管理を考える．管理者が「作業の進捗を把握し，計画との差異を確認する」という目的を立てたとする．そして，目的が達成できているかを確認するため「要件定義の完成したドキュメントページ数の推移」という管理指標を設定したとする．この管理指標を求めるためには，「要件定義の完成したドキュメントページ数」という定量データを定期的に測定する必要がある．そして，測定結果を時系列に分析することにより，ドキュメントページ数の推移を求めることができる．この管理指標を見て，計画より遅れている場合には，要件定義作業に人員を追加するなどの意思決定を行う．

情報処理推進機構ソフトウェア・エンジニアリング・センター（IPA/SEC）では，組織間で標準的に利用される一般的な管理指標群を，測定項目リストとして公開している．このリストの一部を**表 1** に示す．このリストでは，管理指標とその測定方法，分析方法などが整理されている．個々の指標については，プロジェクトの状況をどのような狙いで測定するかという「目的」，目的実現のために必要となる「ベース尺度（定量データ）」とその「測定方法」，および定量データを測定する「収集者」，測定された定量データを分析する「利用者」などが記述されている．

表 1 の管理指標群は，組織間で標準的に利用できるよう一般化されているが，実際にはそれぞれの組織や部署の事情にあった管理指標群を用意する必要がある．一般的に，個々の開発組織では，プロセス資産として複数のプロジェクトで利用できる形で，「組織標準の管理指標群」をあらかじめ定めている．これにより，管理目的の設定や定量データの選定など，定型的で非常に手間のかかる作業を簡略化し，効率良くプロジェクト管理を行うことができる．

2.2 実践するうえでの課題

定量的管理を行う際に収集すべき定量データの項目はこれまでに数多く提案されており[19),21)]，多くの開発組織で実際に収集されている．たとえば，IPA/SEC が 2008 年度に実施した調査[25)] では 20 社 2,056 プロジェクト，日本情報システム・ユーザー協会（JUAS）の調査[26)] では 93 社 341 プロジェクトを対象に，定量データの収集状況に関する調査が行

© 2010 Information Processing Society of Japan

表 1　管理指標群の例
Table 1　Example of the indicator.

項目番号	知識エリア	測定の目的	利用者	導出尺度	ベース尺度	尺度の収集元・方法	収集者	導出尺度の見方，分かること
T1	タイム	要件定義作業の進捗を把握し，計画と比較して遅れがないか確認する	PM，PMO	要件定義完成したドキュメントページ数の推移	1. 要件定義の完成したドキュメントページ数	WBS，要件定義書で確認する．定期的（週次）に 1. を収集する．	要件定義者	本データだけで意味がなく，計画値との比率を見る
R2	リスク	リスクの時系列変化を測定し，問題の早期解決を図る．	PM，PMO	一定期間における各リスクの発生度合い	1. 一定期間のリスクの発生率 2. 増減	発生状況レビュー時，収集	PM，PMO	発生しているリスクが大きい場合，プロジェクトが失敗する可能性がある．

われている．文献 26) の調査によれば，たとえばコード行数については 341 プロジェクト中 183 プロジェクトが何らかの形で計測していることが明らかになっている．

一方で，日経コンピュータが実施した調査では，何らかの定量的管理手法を導入している組織であっても，そのプロジェクトの成功率は 45.6%であることが報告されている[15]．この原因としては，組織内において定量的管理の運用に多くの障害があるため定量的管理を適切に活用できていないことが考えられる．実際に，小笠原らによって実施された定量データの有効性に関する調査（58 プロジェクト，66 定量データが対象）[17] では，定量データの中には有効性が低いものや収集作業が実施困難なものが含まれていることが報告されている．定量的管理を活用してプロジェクトを成功に導くためには，まず定量的管理が開発組織においてどのような形で運用されているのかを十分に明らかにする必要がある．

そこで本研究では，管理指標を用いた定量的管理を実施しているソフトウェア開発組織を対象に，実プロジェクトにおいて定量データを用いた定量的管理がどのように実施されているかを調査した．

本研究では管理指標群の運用形態に着目し，以下の観点から調査を行った．

- 管理指標を利用した開発管理は，どのような業種向けの開発や，どの開発フェーズで導入されることが多いか．
- 組織標準の管理指標を利用した開発管理を導入する場合，開発部署や開発プロジェクトに合わせてどのような調整が必要か．
- どのような管理指標の導入が困難か．

これらの観点から実際の開発現場における管理指標の運用の状況を明らかにすることで，管理指標を開発プロジェクトに導入して定量的管理を行う場合に，どのようなことを考慮する必要があるのかを明らかにできると考えられる．

3. 管理指標・定量データの利用実態に関する調査

3.1 実施概要

調査対象組織において策定されている管理指標群がどのように利用されているか，2.2 節で示した観点からヒアリングを行った．ヒアリングは，調査対象組織で遂行されている実プロジェクトの管理者を対象として実施した．その内容は，どのような管理指標を利用しているか，管理指標が利用されていないのはどのような理由か，の 2 点を調査するものである．以降，3.2 節で調査対象組織，3.3 節で調査対象とした管理指標の詳細を示す．また，3.4 節で，今回実施したヒアリング項目の決定指針について述べる．

3.2 調査対象組織・プロジェクト

日本国内に拠点を置く，エンタープライズ系ソフトウェア開発を担当する部署において，調査を実施した．調査対象の部署は，CMMI 段階表現における成熟度レベル 3 相当（組織標準プロセス定義を利用）で，かつ，定量的管理についても組織的に導入を推進している．

本調査では，13 件のプロジェクトを対象に調査を実施した．調査対象となったプロジェクトは，大きく分けて「金融・保険・証券」「公共機関」「流通・製造業」の 3 種類の業種向けのシステム開発プロジェクトに分類される．これらのプロジェクトの中には，現在進行中のプロジェクトも含まれる．**表 2** に回答のあったプロジェクトの対象業種と状況，規模を示す．

3.3 調査対象の管理指標

調査対象組織ではプロセス改善を目的として表 1 と類似した形式で，プロジェクトの管理指標群が定義されている．その管理指標群は，従来社内で実践されてきた開発管理手法をもとに，CMMI ベースによる組織改善を進めるうえで新たに提案したものを加えて定義された．指標の中には，その有効性や定義の適切さが十分確認されていないため，現在導入を検討中のものや，一部のプロジェクトでのみ導入されているものも含まれている．

© 2010 Information Processing Society of Japan

表 2　回答者と回答者の担当するプロジェクトのプロフィール
Table 2　Profile of answerers and their projects.

	対象業種	プロジェクトの状況	プロジェクト規模（k ステップ）
(a)	金融・保険・証券	進行中	600
(b)	金融・保険・証券	進行中	700
(c)	金融・保険・証券	進行中	900
(d)	金融・保険・証券	進行中	600
(e)	金融・保険・証券	完了	400
(f)	公共機関	完了	6,000
(g)	公共機関	完了	2,500
(h)	公共機関	進行中	1,000
(i)	公共機関	進行中	300
(j)	流通・製造業	進行中	4,500
(k)	流通・製造業	進行中	700
(l)	流通・製造業	進行中	200
(m)	流通・製造業	進行中	2,000

表 3　指標番号と指標利用分類の対応表
Table 3　Indicator number and their category.

指標番号	利用目的	管理対象
#1〜#21	進捗管理	プロジェクトの進捗
#22〜#27	レビュー	レビュー作業効果
#28〜#32	テスト	テスト結果の妥当性
#33〜#36	プロセス品質保証	開発プロセスの実施状況
#37〜#39	リスク管理	プロジェクトで発生したリスク
#40〜#43	要件管理	顧客からの要件
#44〜#47	支援プロセス	調達管理・構成管理

今回はこれらの管理指標群のうち，個々のプロジェクトでの利用を想定している 47 指標を調査対象とした．調査対象の管理指標群は，7 つの観点からその利用目的が整理されている．**表 3** に指標番号と利用目的による分類の対応を示す．なお，個々の指標の概要については，付録の表 8〜表 12 に示す．

3.4　ヒアリングシートの設計

ヒアリングでは，プロジェクトの業種による指標利用傾向の差異を確認するため，プロジェクトが対象とする業種，規模および管理指標の評価を収集した．また，具体的にどのような利用目的の指標が利用されているのかを確認するため，47 個の指標ごとに「指標利用の状況」と「重要度」の観点から，プロジェクト管理者に評価を依頼した．

指標利用の状況　指標をどのように利用したかを回答する．回答は「指示どおりに利用した」「調整して利用した」「利用しなかった」の 3 つから選択する．また，指標を調整した場合は調整内容を，利用しなかった場合にはその理由をそれぞれ記入する．

重要度　指標に設定された目的がどの程度重要であるかを，5 段階で評価する．

指標利用の状況を分析することで，各プロジェクトでどの指標をどのように利用したか確認する．また，重要度を分析することで，指標定義が正しく理解されているかどうかを明らかにする．

また，上記の 2 項目に加えて，どのような意図で回答者が指標を評価したかを分析するために，指標に対する自由コメントも記入させた．このように，今回実施したヒアリングでは，利用の可否を議論するだけでなく，具体的な利用方法や利用しなかった場合の判断理由を詳細に分析するため，回答者のコメントをできるだけ多く取得するように設計した．また，ヒアリングした結果得られた回答（コメント）を分析し，その回答内容の中で，不明な点については，追加ヒアリングを実施し，回答内容の真意について改めてヒアリングを行った．

4. 調 査 結 果

4.1　指標の傾向

図 1 の横軸は対象プロジェクトにおいて各指標を採用したプロジェクトの個数，縦軸は指標番号を示している．図 1 では，個々の指標ごとに，「指標の定義どおりに利用した（指示どおり）」プロジェクトの数と，「指標定義をプロジェクトの特性に合わせて一部修正して利用した（調整）」プロジェクトの数を，プロジェクト対象業種ごとに分類している．また，**表 4** に管理指標群ごとの指標の平均利用率および平均調整率を示す．ここで，指標の利用率は，調査対象のプロジェクトのうち，指標を利用した（定義どおりに利用した，もしくは調整して利用した）プロジェクトの割合である．また，指標の調整率は，指標を利用したプロジェクトのうち，指標を調整して利用したプロジェクトの割合である．平均利用率，および平均調整率は，各指標の利用率・調整率を算出し，利用目的による分類および業種による分類ごとにその平均値を求めた．

図 1 および表 4 より，進捗管理，テスト，要件管理に関する指標は，半数以上のプロジェクトにおいて，利用されていることが分かる．一方で，レビュー，プロセス品質保証，リスク管理，支援プロセスに関する指標の一部は，半数以上のプロジェクトで採用が見送られている．

図 2 は「対象となる指標が対象プロジェクト管理にどの程度重要であると思われるか」と

© 2010 Information Processing Society of Japan

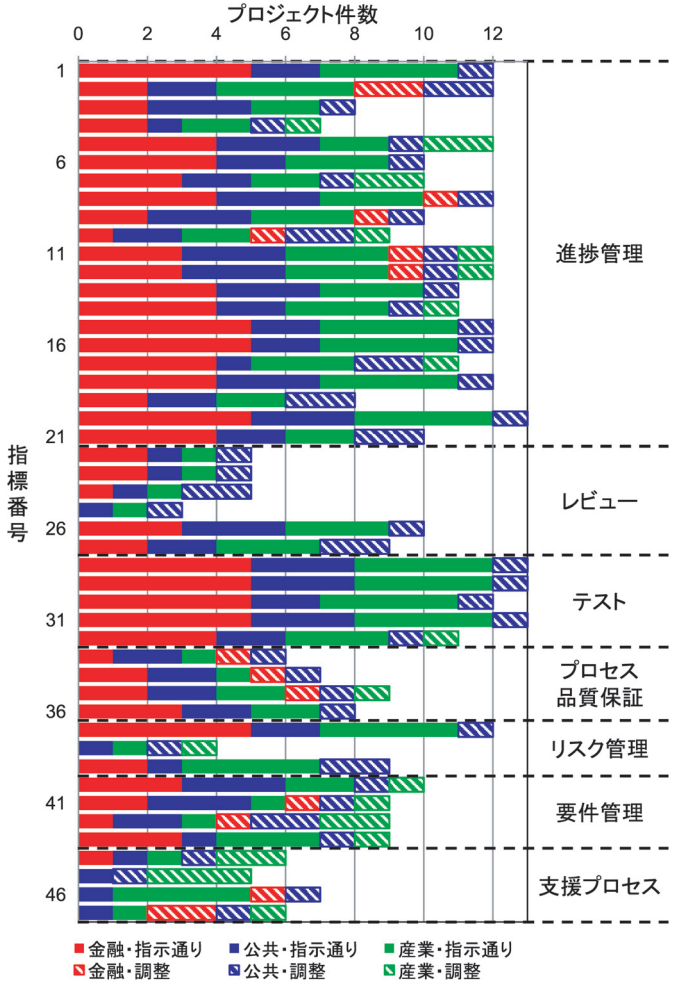


図 1　指標別の採用状況
Fig. 1　Adoption status of indicators.

表 4　指標群ごとの利用率・調整率
Table 4　Usage of indicators.

指標群	利用率				調整率			
	金融	公共機関	流通・製造業	平均	金融	公共機関	流通・製造業	平均
進捗管理	0.75	0.89	0.86	0.83	0.10	0.35	0.13	0.20
レビュー	0.33	0.71	0.42	0.47	0.00	0.49	0.00	0.24
テスト	0.96	0.90	1.00	0.95	0.00	0.28	0.05	0.10
プロセス QA	0.55	0.75	0.44	0.58	0.29	0.33	0.08	0.27
リスク管理	0.47	0.67	0.83	0.64	0.00	0.50	0.17	0.27
要件管理	0.55	0.88	0.75	0.71	0.21	0.38	0.44	0.33
支援プロセス	0.20	0.50	0.75	0.46	0.50	0.50	0.54	0.56
平均	0.62	0.81	0.81	0.72	0.13	0.38	0.16	0.24

いう設問に対し 5 段階評価（最も重要なものを 5，重要でないものを 1）を行い，その結果を表したものである．縦軸は指標番号，横軸はそれぞれの指標に対する評価を段階ごとに積み上げたものである．

図 2 より，進捗管理，テスト，要件管理の指標群に属する指標の目的について 4 以上の評価をした管理者は半数以上存在した．一方で，レビュー，プロセス品質管理，支援プロセスに属する指標の目的について，一部を除き，3 以下の評価をした管理者が半数以上存在した．

4.2　管理指標に対するコメント

ヒアリングで得たコメントを分類し，**表 5** にその集計を示す．コメントは，指標そのものに対するコメント（指標の重要性へのコメントや，問題点の指摘）と指標の利用方法に関するもの（調整した理由の説明や利用しなかった理由）に大きく分類できる．指標そのものへのコメントとしては，指標を運用するうえでの問題点や，目的や定量データなど指標の定義に関する問題点の指摘，プロジェクト管理において指標を利用して管理することの重要性に関するコメントが記述されていた．また，指標の利用方法に関するものとしては，調整して利用した際の具体的な調整内容や，利用しなかった際の判断理由が記述されていた．

今回の調査では，この中でも特に指標の運用形態に着目して議論するため，「指標を調整して利用した際の具体的な調整内容」と「指標を利用しなかった際の判断理由」に関するコメントに着目する．**表 6** に指標の調整内容に関するコメントの分類，**表 7** に利用しなかった際の判断基準に関するコメントの分類を示す．なお，表 6 に関しては，1 人の回答者が 1 つの指標に対して複数の調整方法を施している場合がある．

調整して利用した指標に関しては，「定量データの一部を取捨選択して利用する」(19 件)，「定義されている定量データとは異なる，代替となる定量データを利用する」(19 件)，「定量

© 2010 Information Processing Society of Japan

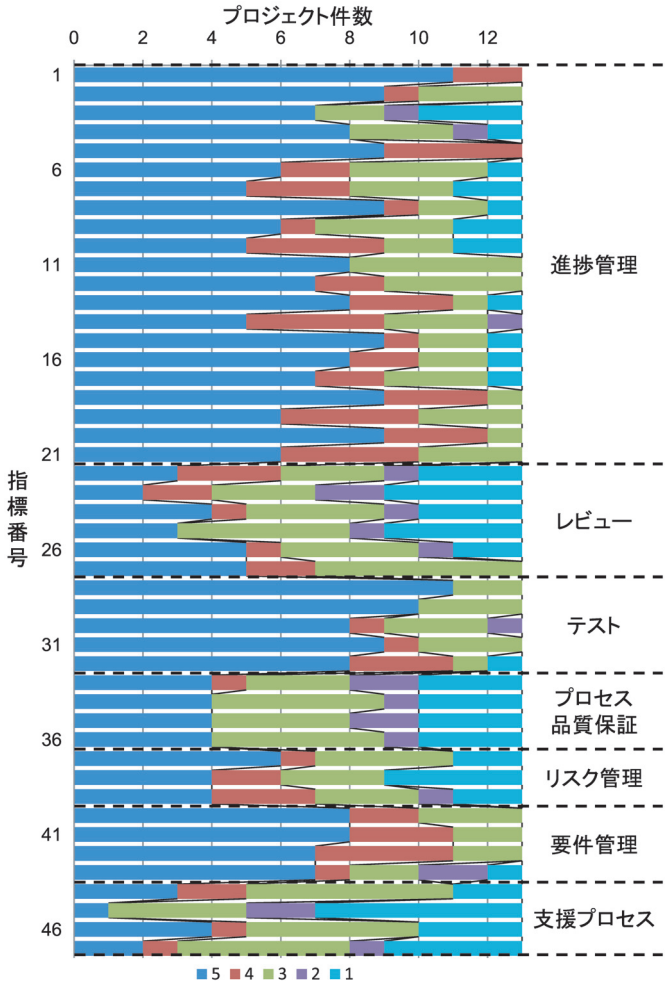


図 2　指標別の目的の重要度
Fig. 2　Importance of indicators' purpose.

表 5　コメントの分類
Table 5　Categories of comments.

	進捗管理	レビュー	テスト	プロセス品質保証	リスク管理	要件管理	支援プロセス	合計
指標の重要性へのコメント	2	0	0	0	0	0	0	2
目的・定義の問題点の指摘	52	20	5	13	6	6	14	116
調整した理由の説明	41	5	5	4	1	12	4	72
利用しなかった理由	39	37	1	21	8	15	20	141
その他	9	2	3	6	1	1	5	27
合計	143	64	14	44	16	34	43	358

表 6　調整して利用した指標に関するコメントの分類
Table 6　Categories of commnets for indicators used with modification.

	進捗管理	レビュー	テスト	プロセス品質保証	リスク管理	要件管理	支援プロセス	合計
定量データの一部を取捨選択する	16	2	0	0	0	0	1	19
代替となる定量データを利用する	5	2	1	0	1	7	3	19
測定頻度・単位を変更する	9	1	3	3	0	2	0	18
他社作業に合わせて調整	10	0	0	0	0	0	0	10
不明	2	0	1	1	0	5	0	9
合計	42	5	5	4	1	14	4	75

表 7　利用しなかった指標に関するコメントの分類
Table 7　Categories of comments for unused indicators.

	進捗管理	レビュー	テスト	プロセス品質保証	リスク管理	要件管理	支援プロセス	合計
目的に応じた管理は行っている	17	9	0	2	1	7	9	45
違う手法を用いた管理を実施	0	3	0	0	1	0	0	4
定義されているデータでは管理できない	6	13	0	2	3	4	0	28
データ収集に手間がかけられない	5	1	0	0	0	0	0	6
指標運用の対象外	0	4	1	10	1	1	1	18
指標を利用する必要がない	10	0	0	5	0	0	9	24
指標の存在知らなかった	0	2	0	0	0	0	0	2
今後導入予定	0	0	0	2	0	3	0	5
使ってない（具体的な理由不明）	1	5	0	0	2	0	1	9
合計	39	37	1	21	8	15	20	141

© 2010 Information Processing Society of Japan

データを測定する頻度・単位を変更する」（18 件）といった調整を施していることが分かった．この中で，「定量データの一部を取捨選択して利用する」「定義されている定量データとは異なる，代替となる定量データを利用する」という調整方法が，他の調整方法と比べて多い．調整されている指標群としては，進捗管理に関する指標と要件管理に関する指標が，他の指標と比べて調整されている割合が高いことが分かる．またそのほかに，進捗管理に関する指標を，共同で開発を行っている関連会社の作業状況に応じて随時調整しているプロジェクトが 1 件確認された．

利用されなかった指標に関しては，「指標自体は利用していないものの異なる手法で管理している」，という回答の割合が 45 件と一番多い．ほかには，「該当指標が対象としているプロセスがプロジェクトに含まれていないため，指標運用の対象外」（18 件）や「定義されているデータでは管理できない」（28 件）といった，指標の定義とプロジェクトの実態に乖離があると考えられる回答も多い．また，「管理指標を利用する必要がない」というコメントも 24 件あった．

5. 調査対象組織における利用実態の考察

本章では，前章の利用実態調査の結果をうけて，調査対象組織における指標利用の傾向について考察する．

5.1 指標が利用される業種や開発フェーズ

図 1 より，進捗管理，テスト，要件管理に関する指標は，全体的に半数以上のプロジェクトで採用されていることが分かる．一方で，レビュー，プロセス品質保証，支援プロセスに関する指標の多くは，採用しているプロジェクト数が半数未満となっている．

これらの，採用プロジェクト数が半数を切っている指標に着目して，指標に設定されている管理目的の重要度（図 2）を見ると，どれも重要度の中央値は 3 以下と低い値を示している．このことから，採用プロジェクト数が少ない管理指標は，プロジェクトを管理するにあたってあまり重要ではないと考えられている可能性がある．なお業種に関しては，図 1 より，業種間で利用方法に大きな差異は確認されなかった[*1]．

5.2 管理指標を用いた開発管理を導入するために要する調整作業

表 4 より，進捗管理，レビュー，プロセス品質保証，リスク管理に関する指標は，調整率が全体の平均と同程度であることが分かる．要件管理，支援プロセスに関する指標は，その他の指標と比較して，より調整される傾向にある．また，テストに関する指標は，平均よりも調整率が低い．図 1 より，指標#42（プロジェクトで対応が完了した要件数）のように，指標を定義どおりに利用したプロジェクト数よりも調整して利用したプロジェクト数が多い指標も散見される．なお，これらの指標において，特定の業種だけが調整して利用している，といったような顕著な差は確認されなかった．

このように，支援プロセスに関する指標は，利用率が低いにもかかわらず調整率が高い．一方で，進捗管理とテストに関する指標は，利用率が高い一方で調整率は低い．前者については，利用するために調整が必要になっているため，5.1 節にあるように，あまり利用されていないと推測できる．後者については，利用に関して調整が必要なく，いろいろな業種向けにそのまま利用できることが推測される．したがって，組織標準の指標を作りやすく，また逆に各組織も比較的導入しやすいといえる．これ以外の指標については，ある程度の調整作業が必要であると推察される．

そこで，表 5 にあげたコメントを詳細に分析し，どのような調整作業が行われたのかを検証したところ，表 6 のように，指標の調整には「定量データの一部だけを収集する」「定義されている定量データとは異なるものを利用する」「定量データを収集する頻度・タイミングを変更する」の 3 種類の方法が確認された．以下に，それぞれの調整方法について詳細を示す．

定量データの一部だけを収集する

プロジェクトの中には，管理指標定義の中で定義されている定量データのうち，その一部のみを収集しているものがある．指標#11（サブシステムごとの開発規模の推移）では，「ドキュメントページ数」「データベース・ファイル規模（項目数）」「システムの画面・帳票本数」「プログラムコード行数」の 4 種類の定量データを収集するように定義されている．しかし，あるプロジェクトでは，このうち「システムの画面・帳票本数」「プログラムコード行数」の 2 種類の定量データしか収集していないと回答があった．

コメントでは，このような調整を行った理由についての明確な言及はなかった．しかし，指標そのものを利用しなかった理由としては，「収集に手間をかける価値がない」「指標の重要性は理解するが，人手が足りず割愛」といったコメントが得られた．このことから，このような定量データの取捨選択は，プロジェクトマネージャがプロジェクトの状況（規模や予

*1 業種によって利用方法（「定義どおりに利用」，「調整して利用」，「未利用」）の傾向に違いがあるかを確かめるために，全指標に対して有意水準 5%でフィッシャーの正確確率検定を行った．その結果，有意確率 p が 0.05 未満の値となり，指標の利用方法と業種の間に関連が見られたのは指標#46（$p = 0.036$），指標#47（$p = 0.028$）の 2 つの指標だけであった．ただし，第一種の過誤を考慮すると，この 2 つの指標で誤って統計的に有意であるという結果が出たという可能性も考えられる．また，サンプルサイズの問題からも，この結果を議論することは難しい．よって，あくまでこの検定結果は，参考情報として付記するにとどめる．

© 2010 Information Processing Society of Japan

算，納期など）を勘案したうえで行っていると考えられる．たとえば，ある管理指標が重要と考えるにもかかわらず，収集にコストをかけられない場合が考えられる．また，複数の定量データを利用するような指標の場合，一部の定量データの定義が組織の作業実態に合っておらず，収集できていないケースも考えられる．

定義されている定量データとは異なるものを利用する

定義どおりの定量データを収集せずに，個々のプロジェクトの判断で代替となるデータを収集しているケースもあった．たとえば，指標#43（要件変更として認めた要件件数に対する仕様変更管理票，プログラム変更票の推移）では，定量データの 1 つとして，仕様変更管理票件数を収集することになっている．しかし，あるプロジェクトでは仕様変更管理票ではなく障害管理票の件数を利用していた．

このように，代替となる定量データを利用している理由は，先にあげた定量データの一部のみを収集する理由と同じと考えられる．すなわち，管理指標の利用目的を重要と考え利用したいが，定義されたデータを収集するとコストがかかるため，よりコストのかからない別の定量データを利用していると考えられる．よって，代替となる定量データを利用しているプロジェクトが多い指標については，代わりに利用しているデータについての妥当性について勘案したうえで，組織標準の指標定義を修正していく必要がある．

定量データを収集する頻度・タイミングを変更する

定量データによっては，指標定義とは異なる頻度，タイミングで収集される場合があった．指標#35（作業改善指示書のカテゴリごとの是正率と，要因別事故発生件数）は，プロセス品質保証検査の実施状況とその効果を測定するために利用される．指標定義では，指標の利用に必要な定量データをプロジェクト完了時に収集することになっている．しかし，プロジェクト完了時ではなく，プロジェクトの進行中に測定し状況を把握しているプロジェクトがあった．

このように，プロジェクトをより短い周期で管理するために，定義とは異なる頻度・タイミングで定量データの測定を行う場合があると考えられる．また逆に，定量データの収集コストを削減するために，設計工程時に毎日収集することになっているデータを週次で収集するようにするなど，測定の周期を長くとる場合もあると考えられる．

このように，定量データの内容によっては，測定するタイミングがプロジェクトごとに異なっていて，画一的に決められるものではないと考えられる．そのような場合には指標定義をあらかじめ調整できるように定めておく必要がある．

調整作業に関するまとめ

調査の結果，調査対象組織においては，指標の大部分が多くのプロジェクトで利用されていた．その一方で，プロジェクトによっては有効に活用されていない指標や，調整されて利用される指標が確認できた．調整されている指標に関しては，「定量データの一部だけを収集する」「定義されている定量データとは異なるものを利用する」「定量データを収集する頻度・タイミングを変更する」という 3 種類の調整方法をとっていることが明らかになった．

5.3　利用を敬遠される指標

今回調査対象とした組織においては，基本的にすべての指標がプロジェクトの定量的管理を実践するうえで必要なものとして定められている．しかし，実際には，レビュー，プロセス品質保証，支援プロセスに関する指標のように，あまり利用されていない指標が存在する．このような指標については，「指標の定義そのものに問題がある」のか「指標の利用者（プロジェクト管理者）に問題がある」のか，つまり，導入する側にとって，「指標を利用することの必要性が低い」のか「指標を使って管理を行うための障壁が高いと判断される」のかを明らかにする必要がある．そこで本節では，実際に利用率が低かったレビュー，プロセス品質保証，支援プロセスに関する指標および，リスク管理の#38 について，ヒアリングに記述されたコメントをもとに，その原因について考察する．

レビューに関する指標群

図 1 から，指標#26（種類別欠陥数の調査），#27（レビュー時の指摘項目に対する是正状況の把握）を除いて，この指標群に属する管理指標は利用されない傾向にあることが分かる．

表 5 から，レビューに関する指標群についてのコメント 64 件中，目的・定義の問題点の指摘が 20 件あったことが分かる．これらのコメントは，指標の目的や利用することによって得られる効果が分からないというものであった．また，利用しなかった理由を説明したものが 37 件にのぼっている．その内訳を表 7 のレビューの列に示している．利用しなかった理由として最も多かったのは，定義されているデータでは工程の管理が十分にできないというものであり，37 件中 13 件であった．また，複数の回答者が測定結果の妥当性を判断する具体的な基準がないとコメントしている．

これより，この指標群に属する指標が使われない理由は 2 つに分類することができる．1 つ目は，多くの管理者が回答しているように，測定した結果の妥当性を判断する具体的な基準がないという理由である．たとえば，レビューカバー率を管理する場合，レビューカバー率の算出自体が可能であっても，「レビューカバー率がどの段階でどの程度あれば適切にレ

© 2010 Information Processing Society of Japan

ビューが行われていると判断できるか」という基準値が明確に定められていないならば，プロジェクト管理者は，明確な判断基準が存在しないため利用が難しいと判断し，該当する管理指標を利用しないと考えられる．

2 つ目の理由としては，管理者が，指標の目的や利用により期待できる効果を把握していないことがあげられる．このように効能が不明な管理指標は，管理コストを削減するために，利用されないことが多いと思われる．

なお，レビューのように，作業担当者の能力に大きく依存する作業は，定量データに基づくプロセス管理を行うよりも，単純に優れた人材を投入することで改善できるというコメントもあった．このようなとらえ方をされている作業については，組織全体を通して共通で利用できる測定項目を準備し，実態に沿った管理指標を用意すること自体が困難である．また，仮に管理指標が用意されても効果的な利用はあまり期待できないといえる．

プロセス品質保証に関する指標群

表 7 より，プロセス品質保証に関する指標を使わなかった理由として，指標運用の対象外であるというコメントが 21 件中 10 件あることが分かる．コメントを詳細に調査したところ，いくつかのプロジェクトでプロセス品質保証部門によるプロセス品質保証を行う対象となっておらず，そのため指標の適用対象外であったことが分かった．また，表 5 から指標の目的が不明と回答している管理者や，指標の目的や効果に疑問を感じている管理者が多いことも分かる．加えて，指標に用いられる定量データに疑問を感じている管理者も複数存在する．たとえば，指標#36 は，プロセス品質保証作業が適切に実施されているかを監視するため，定量データとして作業の改善指示に対して是正措置をとった件数と，未処置の件数を取得する．しかし，この定量データに対し，「プロセス品質保証の結果指摘された事項は，必ず是正措置をとるため意味がない」といった意見が見られた．

これより，指標定義が組織の実態に即していない場合には，その重要度が十分に理解されない，あるいは利用がそもそも不可能となるために，結果として利用件数が低くなっているものと推察される．

リスク管理に関する指標群

図 1 より，指標#38（リスク要因ごとの発生確率）は利用されていない傾向にあることが分かる．指標#38 の定義によると，この指標の利用には，社内で利用されているチェックシートをもとに，実際に発生した問題件数やプロジェクト件数を集計する必要がある．しかし，コメントを詳細に調査した結果，実際にはこのチェックシートが一部のプロジェクトで使用されていないことが分かった．また，チェックシートを使用していた場合も，プロジェクト件数がチェックシートから直接収集できず，利用が困難であると指摘している．

このように，この指標は，利用に必要な定量データの定義が，データの収集源であるチェックシートの運用実態と乖離しているために，データ収集が困難であると判断され，利用が敬遠されていると考えられる．また，ほかにも，指標定義中の「発生確率」という用語の意味が分からないという指摘も見られた．

支援プロセスに関する指標群

支援プロセス（調達管理・構成管理のためのプロセス）に関する指標群に属するもののうち，指標#45（測定項目ごとの測定率）は他の指標と比べても利用率が低い．表 5 より，指標の目的や定義が不適切であるという回答が，43 件中 14 件ある．これに関連するコメントについて確認したところ，この指標群に属する指標を用いることで何を把握することができるのか分からないと回答している管理者が複数存在した．また，表 7 から，その必要性についても同様に，多くの管理者から疑問が呈されており，そのコメント数は利用しなかった指標に関するコメント 20 件中 9 件に及ぶ．さらに，指標とは異なる別の手段でチェックを行っているプロジェクト管理者や指標定義で用いられている用語に関する理解が不足している管理者がいることが表 7 から分かる．実際にコメントを詳細に調査したところ，指標としてデータを収集せず，社内で整備されている別のツールを利用して管理をしているプロジェクト管理者がいた．このような管理者の中には，支援プロセスに関する指標の必要性に理解を示す者もいた．

これより，プロジェクト管理者はこの管理指標群の目的である調達管理・構成管理の重要性は認識していると考えられる．しかし，支援プロセスに関する管理指標は，指標以外の別の手段で十分に管理ができるため必要ないと多くの管理者が考えている．また，指標中で使用されている用語に関する理解が十分でないことも，利用されていない原因と考えられる．このように，すでに別の手段で十分に管理が達成されている場合には，新たに指標を利用した定量的管理を行う必要性は低いといえる．

利用が敬遠される指標に関するまとめ

有効に活用されていない指標について精査した結果，管理指標が有効に活用できていないのは，他の指標を活用して利用している以外に，表 7 に示すように，「定義されているデータでは管理できない」「データ収集に手間がかけられない」「指標を利用する必要がない」といった理由が確認された．

以上のヒアリング結果から，我々は対象組織で定義された指標が有効に活用されない理由として，1. 管理指標定義に柔軟性がない，2. 定量データの質にプロジェクトマネージャ

© 2010 Information Processing Society of Japan

が問題があると考えた，3. 開発組織において定量データの収集体制が未整備，4. 組織へのフィードバックという観点で管理者の意識が低い，の 4 つがあると考えた．

5.4　管理指標を導入して定量的管理を行う際の指針

本節では，5.1 節から 5.3 節での考察をふまえたうえで，管理指標運用がうまく働いていない場合にどのような点が原因であったかを整理し，改善策についてまとめる．

テーラリングを念頭に置いた管理指標定義にする

組織の実態に合わない収集が行われないようにするには，組織の実態に合わせて管理指標を定義する必要がある．しかし実際には，個々のプロジェクトの状況によって収集が困難なデータが存在するケースも考えられる．実際に，本来はソースコード行数や作成したドキュメント数など，開発規模を表す複数のデータを収集するよう定義されているが，その一部しか測定を行わなかった，という事例をヒアリングから見つけることができた．このような調整が行われている場合，その原因は定量データとして具体的な項目を指定していることにあると考えられる．

よって，管理指標定義を作成する際には，各プロジェクトにおいて調整することを念頭に置いた定義にすれば，組織の実態に合わない収集を回避し，プロジェクトの状況に沿って指標を利用することが可能になる．具体的には，それぞれの管理指標利用に必要な定量データを，個々のデータが表す属性によって分類，整理する．たとえば，「ソースコード行数」や「作成したドキュメント数」という定量データは，「開発規模」という属性を表すことができる．あわせて，個々の定量データについて，測定可能な工程やタイミングについても整理する．このような分類，整理を組織レベルで行うことで，管理指標定義で指定されている定量データが収集できない場合でも，プロジェクトの実態に沿って，同じ属性を持った代替となる定量データを選択することが可能となる．

ただ，代替となる定量データを利用する場合には，プロジェクト管理者は，代替となるデータ項目を選択し，その収集方法を規定して開発プロセスに取り込む必要がある．すなわち，実際にプロジェクトで管理指標を利用する際に要する手間が増えてしまう．

そこで，定量データを置き換える際に，どの指標ではどのような属性を持つ定量データを利用しているのかを理解しやすくしたり，単位系やデータ自体を自動的に変換したりするような仕組みをツールとして運用することや調整作業に関するガイドラインを策定しておくことが必要であろう．

定量データ収集体制の整備

今回の調査対象となった管理指標群は，先にも述べたように，CMMI ベースによる組織改善を進めるために策定されたという経緯がある．そのため，指標定義中にも CMMI に関する用語が多く含まれている．

一方，ヒアリングの回答者であるプロジェクトマネージャは，PMBOK（Project Management Body of Knowledge）[20] に関する知識は職務上十分に習得している（調査対象組織では PMBOK の知識を習得していることが，プロジェクトマネージャの認定条件となっているため）が，CMMI の用語に関してはプロジェクトマネージャによって理解の度合いにばらつきが見られる．実際に表 7 を見ると，「定義されているデータでは管理できない」という回答がある．コメントを精査すると，たとえば，「構成監査」という用語を知らないプロジェクトマネージャは，それに関連した指標を利用していないケースがあった．また，調査対象組織では，CMMI レベル 4 に沿って管理指標を策定している．そのため，実際には組織的な収集体制が整備されていないデータが求められているなど，現状の体制にはそぐわない管理指標も存在する．

このように，管理指標の中には，指標定義が（少なくとも現状の組織では）適切でない場合が存在する．このような指標群に関しては，社内において定量データの収集体制を整備するとともに，指標を運用する際のガイドラインや用語集，サンプルデータ集などの整備と要員の訓練が必要である．また，指標定義の整備が十分かどうかをつねに確認するために，本研究で行ったようなヒアリングやアンケートを定期的に実施することも重要である．

また，そもそも CMMI では，成熟度レベル 2 に到達するための条件としてプロセス領域「測定と分析（MA: Measurement and Analysis）」のための改善活動に取り組むことが求められている．このプロセス領域は，測定能力を開発・維持することを目的としてデータの収集手順や格納手順，分析手順を明記することを求めている．このような観点からも，定量データ収集体制を整備する必要があると考えられる．

プロジェクトマネージャに対する動機付けの明確化

今回調査対象となった管理指標の中には，指標#38 のように，プロセス資産の整備を目的の一部としたものが含まれている．これらの管理指標は，利用が避けられる傾向にあった．プロセス資産の整備は，ソフトウェア開発組織が自らのプロセス資産を蓄積し今後の開発プロジェクトにプロセス資産を活かすことを目的としており，CMMI でもレベル 4 の到達目標の 1 つとしてあげられている．

しかし，プロセス資産の整備を目的とした管理指標は，現在担当しているプロジェクトで直接効果が現れるものではなく，次回以降のプロジェクトにおいてはじめて測定の効果が見られるものであるのに対し，プロジェクトマネージャの関心は現在自身が担当しているプロ

© 2010 Information Processing Society of Japan

ジェクトに限定され，プロセス資産の形成に対する目的意識は必ずしも高くない．このことは，進捗管理や支援プロセスに関する指標について「指標を利用する必要がない」と回答している管理者がいる（表 7 参照）ことから推察される．また，ヒアリングの内容を確認するために実施した，追加ヒアリングでも同様のコメントが得られた．これより，このような先行投資的な管理指標は，収集コストとの兼ね合いから利用を避けられる傾向にあると思われる．

このような指標を適切に活用するためには，プロジェクトマネージャに対して，単体のプロジェクトだけにとどまらず，組織へのフィードバックを念頭においたプロジェクト管理を行うような動機付けを積極的に行うことが必要である．具体的には，「管理指標定義にそれらを利用した際の，将来のメリットや利用しなかった際のデメリットを明記する」ことがあげられる．また，「管理者に対して測定したデータに基づくフィードバックを容易に得られる環境を用意することで，データ収集の意義を組織に浸透させる」などの対応策が考えられる．たとえば，指標#38 は実際に起こったリスクを分析し，組織のリスク管理のプロセス改善に役立てることを目的とした指標であり，測定データとしてリスク要因ごとの発生件数が定められている．もし組織内で，個々のプロジェクトにおけるリスク要因ごとの発生件数とプロジェクトの成否が共有されていれば，プロジェクト管理者は測定したリスク要因と同様の傾向を持つプロジェクトを探すことができる．過去に実施したプロジェクトの中で同様の傾向を示すプロジェクトがあれば，該当プロジェクトでどのような対処を行ったかを参照できる．また，同様の傾向を示す現在実施中のプロジェクトがあれば，該当プロジェクトの管理者同士で，問題意識を共有し連携して対処していくことができる．このようなフィードバックを得られる環境を整備することで，データ収集の意義をプロジェクト管理者に理解させることができる．

Hall らはソフトウェア開発プロジェクトにおいて測定活動を行う際に考慮すべき項目の 1 つとして，測定に関する動機付けが必要であることをあげている[6]．小笠原らは開発要員に対するソフトウェアプロセス改善に関する教育体制を整備した結果，ソフトウェアの計測や CMMI に関する理解が高まった事例を報告している[18]．このことからも，プロジェクトマネージャに対する訓練や収集活動について動機付けを行うことは，定量的管理を組織的に導入するうえで必要であると考えられる．

5.5　取得したデータおよび管理指標の運用指針に関する妥当性の検証

今回実施した調査は，国内の大規模なソフトウェア開発組織 1 社のみを対象としている．また，調査対象としたプロジェクトは，エンタープライズ系の開発プロジェクトに限られている．このことから，開発組織の規模やプロジェクトの業種が異なる場合，今回得られた知見が適用できない可能性がある．一方で，今回の調査対象組織は CMMI レベル 3 相当のソフトウェア開発組織であり，同等の能力を持つ開発組織であれば，今回得られた知見を適用し，定量的管理指標導入の円滑な導入が期待できる．

調査対象とした管理指標は，調査対象組織内で独自に定義されたものであり，今回議論した内容は，この組織の指標定義に依存している可能性がある．しかし，今回調査対象とした管理指標定義は，IPA/SEC が公開している測定項目リストと同様の項目が多い．IPA/SEC の測定項目リストは，これから管理指標を利用したプロジェクトの定量的管理を進める開発組織にとっては利用が容易なものである．また，測定項目リストを各組織に導入するにあたっては，組織の状況に合わせて定義を修正する必要があると考えられるが，その際にも，今回示された知見，指針に従って導入することで，より効果的な指標運用が期待できる．

今回取得したデータから示した管理指標運用の指針は，あくまでプロジェクト管理における管理指標の活用に関するものとなっている．しかし，個々の組織で定められている管理指標の目的は，現在実施しているプロジェクトの管理のみだけでなく，組織的な監査やガバナンスなども含まれる．組織的な観点から考えると，我々が示した指針により，管理指標の運用がより容易となる一方で，運用する指標や収集される定量データが個々のプロジェクトで大きく異なるなど，組織的には十分統制されていない運用となる可能性がある．そのためにも，今回示した指針を組織的に運用，展開するには，システム監査部門や PMO（プロジェクトマネジメントオフィス）などと連携して，組織全体で統制のとれた展開をするよう注意する必要がある．

ヒアリングの結果得られたサンプルサイズは 13 件であり，統計的に意味のある議論を行うには十分な数ではない．しかし，今回調査を行ったような，「管理指標をプロジェクトでどのように利用しているか」という観点からの分析は，我々の知る限りなされていない．本研究の貢献は，実際に開発プロジェクトを管理しているプロジェクトマネージャが，組織内で定義されている指標をどのように利用しているかを明らかにした点にある．

6.　関連研究・規格

定量的データを用いたソフトウェア開発の進捗管理や品質管理の改善・効率化は，生産性や品質の向上に直接的に影響する要素であり，様々な研究が行われている．

ソフトウェア開発プロセスにおける定量的管理のパラダイムとしては，Basili らが提唱する GQM（Goal - Question - Metrics）[1] や，McGarry らにより提案され ISO/IEC 15939[7]

© 2010 Information Processing Society of Japan

として規格化されたソフトウェア計測プロセスである PSM（Practical Software Measurement）[14] がある．これらの研究では，定量的管理指標活用のためのメタなガイドラインが示されているが，運用されている管理指標についての評価といった観点からの議論はみられない．

定量的管理に関しては，ソフトウェア測定プロセスに関する国際規格である ISO/IEC 15939 規格[7]（邦訳：JIS X0141[16]）が本研究と関連が深い．この規格では，プロジェクト管理や品質保証などの様々な情報ニーズを満たすための測定と分析，解釈のためのフレームワークが示されている．また，ISO/IEC 15504 規格[8)–12)] では，ソフトウェアプロセスのアセスメントモデルが定義され，開発組織のプロセス能力を評価するための様々な測定項目が定められている．さらに，カーネギーメロン大学ソフトウェア工学研究所が考案する CMMI[2] や IDEAL[5] など，ソフトウェアプロセス改善や組織変革のモデルにおいても，プロセス改善を行う一環として，定量的に測定されたデータに基づくプロジェクト/プロセス管理を行うことが規定されている．このように，定量的管理に関しては，数多くのパラダイムや方法論，規格が提案されており，多くの組織はこのような方法論や規格に準拠する形で定量的管理を行っている．たとえば，2007 年度に CMMI におけるレベル 4（プロセス実施能力を定量的に把握している）と認定された組織は 400 以上になる[22]．我々が行った調査結果はこれらのモデルを運用する組織にとって特に有益であると考えられる．

プロジェクト管理に用いる定量データに関しては，これまでに多くのものが提案されている．Riguzzi は，定量データの収集方法および分析手法について，設計工程，実装工程など，工程ごとに利用できる代表的な定量データを具体例を交えて解説している[21]．Pfleeger らは，定量データの測定・分析に際して，研究者や実務家がどのようにして協調して作業を行えばよいかを示している[19]．

定量データの採用状況に関する実態調査としては，日本国内において，情報処理推進機構・ソフトウェア・エンジニアリング・センターによる収集状況調査[25] や日本情報システム・ユーザー協会による調査[26]，小笠原らによる有効性評価に関する調査[17] などが行われている．定量的管理を含む，プロジェクトにおけるプラクティスの導入状況の調査としては，Cusumano らによる調査[3] があげられる．ソフトウェア開発組織への定量的管理の導入に関しては，Gopal らの研究[4] があげられる．この研究では，ソフトウェア開発プロジェクトにソフトウェア測定活動を取り入れる際に，組織内部および外部の環境が導入に与える影響に関する調査を行っている．また，ソフトウェア開発組織内における定量的管理の実践については，岩切らの報告[13] があげられる．しかし，指標定義の具体的な内容の妥当性に対する調査・報告はこれまでに見られない．

7. おわりに

本論文では，管理指標を開発プロジェクトに導入して定量的管理を行う際に考慮すべき要件を明らかにすることを目的として，ソフトウェア開発組織を対象に，実プロジェクトにおいて定量的管理がどのように実施されているかを調査した．調査の結果，調査対象組織においては，指標の大部分が多くのプロジェクトで利用されていた．その一方で，プロジェクトによっては有効に活用されていない指標や，調整されて利用される指標が確認できた．調整されている指標に関しては，「定量データの一部を取捨選択して利用する」「定義されている定量データとは異なる，代替となる定量データを利用する」「定量データを測定する頻度・単位を変更する」という 3 種類の調整方法をとっていることが明らかになった．有効に活用されていない指標および調整されて利用されている指標について精査した結果，管理指標が有効に活用できていないのは，他の指標を活用して利用している以外に，表 7 に示すように，「定義されているデータでは管理できない」「データ収集に手間がかけられない」「指標を利用する必要がない」といった理由が確認された．

以上のヒアリング結果から，我々は対象組織で定義された指標が有効に活用されない理由として，1. 管理指標定義に柔軟性がない，2. 定量データの質にプロジェクトマネージャが問題があると考えた，3. 開発組織において定量データの収集体制が未整備，4. 組織へのフィードバックという観点で管理者の意識が低い，という 4 つがあると考えた．そして，これらの指標が有効に活用されない理由を検討し，管理指標を導入して定量的管理を行う際の指針として「柔軟なテーラリングを念頭に置いた管理指標定義にする」「定量データ収集体制の整備」「プロジェクトマネージャに対する動機付けの明確化」の 3 点を示した．

本調査の結果は，管理指標を用いた定量的管理を実践する際には，ソフトウェア開発組織は組織の実態に即した管理指標を定義する必要があることを示唆している．一方，プロジェクト管理者は，開発プロセスおよび管理指標に対する理解を深めておくことで，より円滑に定量的管理を実施することが可能となる．

今後は，プロジェクト管理の視点から以外に，組織的な監査やガバナンスの視点も含めて，個々のプロジェクトの実態に合わせた管理指標や定量データの調整方法について研究を行う予定である．また，本調査に基づいて，管理指標の運用を支援するツールの開発や有効性の評価を進めている．

謝辞　管理指標の利用実態調査に匿名でご協力いただいた皆様には，業務でお忙しい中，

© 2010 Information Processing Society of Japan

貴重なお時間を頂戴し，研究を進めるにあたって貴重な情報をご提供いただきました．心より感謝申し上げます．本研究の一部は，文部科学省「次世代 IT 基盤構築のための研究開発」の委託に基づいて行われた．

参　考　文　献

1) Basili, V.R. and Weiss, D.M.: A Methodology for Collecting Valid Software Engineering Data, *IEEE Trans. Softw. Eng.*, Vol.10, No.3, pp.728–738 (1984).
2) CMMI Product Team: Capability Maturity Model Integration for System Engineering/Software Engineering/Integrated Product and Process Development, Version 1.1, Technical Report CMU/SEI-2002-TR-004, Software Engineering Institute (2002).
3) Cusumano, M., MacCormack, A., Kemerer, C.F. and Crandall, B.: Software Development Worldwide: the State of the Practice, *IEEE Softw.*, Vol.20, No.6, pp.28–34 (2003).
4) Gopal, A., Mukhopadhyay, T. and Krishnan, M.S.: The Impact of Institutional Forces on Software Metrics Programs, *IEEE Trans. Softw. Eng.*, Vol.31, No.8, pp.679–694 (2005).
5) Gremba, J. and Myers, C.: The IDEAL Model: A Practical Guide for Improvement, *Software Engineering Institute (SEI) publication, Bridge*, No.3 (1997). http://www.sei.cmu.edu/ideal/ideal.bridge.html
6) Hall, T. and Fenton, N.: Implementing Effective Software Metrics Programs, *IEEE Softw.*, Vol.14, No.2, pp.55–65 (1997).
7) International Organization for Standardization: ISO/IEC 15939:2002, Software Engineering – Software Measurement Process, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland (2002).
8) International Organization for Standardization: ISO/IEC 15504-2:2003, Information Technology – Process assesment – Part 2: Performing an assesment, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland (2003).
9) International Organization for Standardization: ISO/IEC 15504-1:2004, Information Technology – Process assesment – Part 1: Concepts and vocabulary, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland (2004).
10) International Organization for Standardization: ISO/IEC 15504-3:2004, Information Technology – Process assesment – Part 3: Guidance on performing an assesment, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland (2004).
11) International Organization for Standardization: ISO/IEC 15504-4:2004, Information Technology – Process assesment – Part 4: Guidance on use for process improvement and process capability determination, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland (2004).
12) International Organization for Standardization: ISO/IEC 15504-5:2006, Information Technology – Process assesment – Part 5: An exemplar Process Assessment Model, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland (2006).
13) 岩切　博，大曽根一将，藤原良一，中前雅之：高度化プロセスにおける定量的プロジェクト管理の実践と効果，*SEC journal*, Vol.2, No.4, pp.42–49 (2006).
14) McGarry, J., Card, D., Jones, C., Layman, B., Clark, E., Dean, J. and Hall, F.: *Practical Software Measurement: Objective Information for Decision Makers*, Addison Wesley Professional (2001).
15) 中村建助，矢口竜太郎：2008 年情報化実態調査 プロジェクトの成功率は 31.1%，日経コンピュータ 2008 年 12 月 1 日号，No.718, pp.38–53 (2008).
16) 日本規格協会：JIS X 0141:2004, ソフトウェア測定プロセス，日本規格協会 (2004).
17) 小笠原秀人，古賀恵子，木田昌平，澤口邦夫，高橋幸司，南方良紀，重本一郎：ソフトウェアメトリクスの有効性評価，日科技連 第 20 年度（2004 年度）分科会成果報告 (2005). http://www.juse.or.jp/software/study_data2004_1.html
18) 小笠原潤，片野寿昭，中山貴史，吉村宏之：訓練によるソフトウェアプロセス改善の基盤作り，ソフトウェアエンジニアリング最前線 2008，ソフトウェアエンジニアリングシンポジウム 2008（SES2008），飯田　元，山本里枝子（編），pp.87–94 (2008).
19) Pfleeger, S.L., Jeffery, R., Curtis, B. and Kitchenham, B.: Status Report on Software Measurement, *IEEE Softw.*, Vol.14, No.2, pp.33–43 (1997).
20) Project Management Institute：プロジェクトマネジメント知識体系ガイド第 3 版, Project Management Institute (2005).
21) Riguzzi, F.: A Survey of Software Metrics, Technical report (1996).
22) Software Engineering Institute: CMMI Process Maturity Profile March 2008 Report (2008). http://www.sei.cmu.edu/appraisal-program/profile/pdf/CMMI/2008MarCMMI.pdf
23) Weier, M.H.: Precious Connection, *InformationWeek*, pp.34–50 (2003).
24) 独立行政法人情報処理推進機構ソフトウェア・エンジニアリング・センター：IT プロジェクトの「見える化」上流工程編，日経 BP (2007).
25) 独立行政法人情報処理推進機構ソフトウェア・エンジニアリング・センター：ソフトウェア開発データ白書 2008，日経 BP (2008).
26) 経済産業省 情報処理振興課，社団法人日本情報システム・ユーザー協会：ソフトウェアメトリックス調査 2008，社団法人日本情報システム・ユーザー協会 (2008).

付　　録

A.1　5 章で取り上げた指標の詳細

表 8，**表 9**，**表 10**，**表 11**，**表 12** に，本文中で言及した管理指標の詳細を示す．

© 2010 Information Processing Society of Japan

表 8　管理指標の詳細（進捗管理）
Table 8　Indicator definitions for progress tracking in Hitachi, Ltd. (excerpt).

指標番号	名称	目的	必要な測定データ	測定方法
4	日程計画の変更状況	スケジュールをレビューし，課題を分析し是正処置をとる手続きが適切に行われているかどうかを確認し，スケジュールを維持する．	1. 日程計画の変更回数 2. 日程計画の変更回数のうち，適切な理由が記されている回数	1. 社内定例進捗会議にて収集. 2. PMO が適切さを判断し，計測・収集する．

表 9　管理指標の詳細（リスク管理）
Table 9　Indicator definitions for risk management in Hitachi, Ltd. (excerpt).

指標番号	名称	目的	必要な測定データ	測定方法
38	リスク要因ごとの発生確率	実際に起こったリスクを分析し，組織のリスク管理のプロセス改善に役立てる．	1. リスク要因ごとの発生件数 2. チェックリストでリスク管理を行っているプロジェクト件数	1. 月ごとにリスク要因ごとの発生件数を報告する． 2. 期ごとにチェックリストでリスク管理を行っているプロジェクト件数を測定する．

表 10　管理指標の詳細（レビュー）
Table 10　Indicator definitions for review tracking in Hitachi, Ltd. (excerpt).

指標番号	名称	目的	必要な測定データ	測定方法
22	規模あたりのピアレビュー時間と，レビュー時に発見された欠陥数の関係	レビューでより多くの欠陥を摘出するための良い条件（レビュー時のレビュー速度）を求める．	1. レビュー時に発見された欠陥数 2. レビュー対象規模 3. レビュー時のレビュー時間 4. レビューのレビューア人数	各レビュー時にプロジェクトリーダに測定データが報告される．
23	規模あたりのレビューア個々の準備時間と，事前指摘件数との関係	レビューでより多くの欠陥を摘出するための良い条件を求める．	1. レビュー前のレビューア個々の準備時間 2. レビュー対象規模 3. レビュー前のレビューア個々の指摘件数	各レビュー時にプロジェクトリーダに測定データが報告される．
24	レビュー時に指摘された欠陥数と，次工程以降におけるレビュー済み工程を起因とする欠陥数との関係	レビューデータを分析し，レビューの効果を測定する．	1. 原因となった工程ごとの欠陥数 2. レビューの対象成果物の欠陥数/コード行数	1. 各工程のレビュー時に，レビューの対象成果物の作成者が，得られた欠陥がどの工程に起因した欠陥数であるかを測定. 2. レビューの対象成果物の作成担当者が，欠陥数/コード行数を記録.
25	レビューカバー率と，次工程以降におけるレビュー済み成果物を起因とする欠陥数との関係	レビューデータを分析し，レビューの効果を測定する．	1. レビューカバー率・チェック項目のカバー率 2. 次工程以降におけるレビュー実施工程を起因とする欠陥数/コード行数	1. 各成果物の担当者がレビュー終了時に，レビューカバー率を測定する． 2. サブリーダがプロジェクト終了時にレビュー実施成果物の仕様・コードを起因とする規模あたりの欠陥数を集計する．
26	システムの機能ごとの原因別欠陥数	レビューデータを分析する（種類別欠陥数を調べ，的確な対策を講じる）.	レビューの際の，原因別の欠陥数	レビューの際に，担当者が原因別の欠陥数をカウントして，サブリーダに報告する．
27	レビュー時に指摘された問題の未解決件数と，期限遅れの未解決件数の推移	各種レビューにおいて，指摘件数に対する是正状況を把握，フォローする．	1. レビュー時の指摘の未解決件数 2. 期限遅れの未解決件数	指摘事項の解決担当者がサブリーダに報告する．

© 2010 Information Processing Society of Japan

表 11　管理指標の詳細（プロセス品質保証）
Table 11　Indicator definitions for process quality assesment in Hitachi, Ltd. (excerpt).

指標番号	名称	目的	必要な測定データ	測定方法
33	プロセス QA 検査の実施率，稼働後の事故件数，原価（実績）/原価（予定），および試送後の重大不良数	プロセス QA 検査の実施状況とその効果を測定する．	1. プロセス QA 監査の実施率 2. 事故発生件数 3. 原価（実績）/原価（予定） 4. 試送後の重大不良数	プロジェクトの完了後に，1. 2. からプロセス QA 監査の効果を測定する．
34	プロセス QA 検査のチェックリストのチェック率，稼働後の事故件数，原価（実績）/原価（予定），および試送後の重大不良数	プロセス QA 検査の実施状況とその効果を測定する．	1. プロセス QA 検査のチェックリストのチェック率 2. 事故発生件数 3. 原価（実績）/原価（予定） 4. 試送後の重大不良数	プロジェクトの完了後に，1. 2. からプロセス QA 監査の効果を測定する．
35	作業改善指示書のカテゴリごとの是正率と，要因別事故発生件数	プロセス QA 検査の実施状況とその効果を測定する．	1. カテゴリごとの是正処置済み件数/指摘件数 2. 要因別不良発生件数	プロジェクトの完了後に，1. 2. からプロセス QA 監査の効果を測定する．
36	作業改善指示書の是正処置済み件数と，是正措置未済件数	プロセス QA が適切に実施されているかどうかを監視する．問題点の解決状況を最後まで追跡する．	1. 作業改善指示書（プロセス QA 検査用）の是正処置済み件数（累計） 2. 作業改善指示書（プロセス QA 検査用）の是正処置未済件数	プロジェクトリーダが未済件数が 0 になるまで毎週収集.

表 12　管理指標の詳細（支援プロセス）
Table 12　Indicator definitions for support process in Hitachi, Ltd. (excerpt).

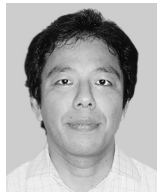
指標番号	名称	目的	必要な測定データ	測定方法
44	契約内示から取引先に対する内示までの期間，およびプロジェクト着手日から契約内示日迄の期間	調達が所定の手続きに沿って実施されているかどうかを監視する．	1. 契約内示日 2. 取引先に対する内示日 3. プロジェクト着手日 4. プロジェクト着手日から契約内示までの期間 5. 契約内示日から取引先に対する内示日までの期間	修正中
45	測定項目ごとの測定率	測定データ報告率の推移を監視し，測定プロセスの実施状況を把握し，フォローする．	1. 部門ごとのプロジェクトの測定率平均 2. プロジェクトごとの測定率 3. プロジェクトごとにサブシステムの測定率を平均したもの 4. 測定項目ごとの測定率 5. 報告回数 6. 計画された測定回数	月次でサブリーダが測定項目ごとの測定率=報告回数/計画された測定回数を求める．
46	ベースラインごとで計画された構成管理対象成果物数の保管件数	構成管理が適正に実施されているかどうかを把握する．	ベースラインごとで計画された構成管理対象成果物数の保管件数	サブリーダがプロジェクト計画時にサブシステムで構成管理の対象とする成果物を決め，報告する．
47	各フェーズに求められる構成監査の実施回数と目標回数	構成監査が実施されているかを確認する．	1. PM 用としてサブシステムごとに構成監査回数 2. システム開発部門長のために，プロジェクトごとにサブシステムの実施回数の平均 3. 支援部門のために，システム開発部門ごとの実施回数の平均	フェーズごと

© 2010 Information Processing Society of Japan

(平成 21 年 5 月 29 日受付)
(平成 22 年 2 月 5 日採録)

伏田　享平（正会員）

平成 17 年大阪府立大学工学部電気電子システム工学科中退．平成 22 年奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科博士後期課程修了．同年同大学情報科学研究科博士研究員．博士（工学）．ソフトウェア工学，特にソフトウェアプロセス，ソフトウェアデザイン，リポジトリマイニングの研究に従事．電子情報通信学会，IEEE 各会員．



米光　哲哉

平成 5 年株式会社日立製作所入社．入社以来官公庁・自治体向けパッケージソフトウェア開発に従事．平成 10 年ソフトウェア生産技術部門で，技術開発，プロジェクトへの適用に従事．平成 21 年官公庁向け大規模ソフトウェア開発に従事，現在に至る．

福地　　豊

昭和 52 年株式会社日立製作所入社，ファコムハイタック株式会社へ出向，官公庁向けソフトウェア開発に従事．平成 4 年株式会社日立製作所へ復帰，官公庁向け大規模ソフトウェア開発に従事．平成 12 年ソフトウェア生産技術部門で技術開発，プロジェクトへの適用に従事，現在に至る．JTC1/SC7/WG10 委員．

川口　真司（正会員）

平成 13 年大阪大学基礎工学部情報工学科卒業．平成 18 年同大学大学院博士課程修了．同年奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科助手．平成 19 年より助教．博士（情報科学）．ソフトウェアプロセス，ソフトウェア開発支援の研究に従事．

飯田　　元（正会員）

昭和 63 年大阪大学基礎工学部情報工学科卒業．平成 3 年同大学大学院博士課程中退．同年同大学基礎工学部情報工学科助手．平成 7 年奈良先端科学技術大学院大学情報科学センター助教授．平成 17 年同大学情報科学研究科教授．博士（工学）．ソフトウェアプロセスを中心としたソフトウェア工学の研究に従事．電子情報通信学会，日本ソフトウェア科学会，IEEE，ACM 各会員．

© 2010 Information Processing Society of Japan