

電力中央研究所報告

ソフトウェアプロジェクトベンチマーキング支援環境の開発

研究報告：R08011

平成21年6月

財団法人 電力中央研究所

R **CRIEPI**



ソフトウェアプロジェクトベンチマーキング支援環境の開発

高橋 光裕 *

キーワード： ベンチマーキング
ソフトウェアプロジェクト
定量的評価
ソフトウェアメトリクス
情報システム

Key Words: benchmarking
software project
quantitative analysis
software metrics
information systems

Development of a software project benchmarking support environment

Mitsuhiro Takahashi

Abstract

It is one of the most important issues on software engineering to enable software development and maintenance project to be evaluated and managed by using quantitative software metrics. Quantitative evaluation method visualizes software and its project from various viewpoints. In the area of quantitative evaluation, the software project benchmarking is recently attracting a great deal of worldwide attention as one of the very powerful tools to evaluate/estimate a software project against best/good practices.

This report discusses on the requirements for internal software project benchmarking environment, and then describes a pilot system which is developed to implement the requirements.

The proposed environment and its supporting system consist of

- process definition and its procedure guide,
- exemplar software metrics guide, and
- supporting software library which covers repository management, project data collection, and benchmarking.

(System Engineering Research Laboratory, Rep. No. R08011)

(平成21年3月12日承認)

* システム技術研究所 情報数理領域 主任研究員

背景

業務用の情報システムの品質と開発・保守コストを的確に管理するためには、ソフトウェアプロジェクトの状況を数値で定量的に評価し管理する定量的プロジェクト管理が欠かせない。定量的評価を高度化する手法の一つとして、「プロジェクトベンチマーキング¹⁾」が国内外で急速に普及しつつある。しかし既製のベンチマーキングツールを導入するためには、ツールの仕様に合わせて現行業務や利用中のメトリクスを変更したり、分析結果を読み変える必要がある。電力会社など国内企業でニーズの多いプロジェクト見積り目的で組織内ベンチマーキングを円滑に導入するためには、現行業務に合わせてツールをカスタマイズして、自組織のニーズに合った実績データの蓄積と分析を容易に行えることが望まれている。

目的

組織のニーズに合わせてカスタマイズが容易に行えるソフトウェアプロジェクトベンチマーキング支援環境の要件を明らかにし、そのプロトタイプを開発する。

主な成果

1. 組織内ベンチマーキング重視のベンチマーキング支援環境の要件

ベンチマーキングにおける課題²⁾を踏まえ、組織内ベンチマーキング支援環境が満たすべき要件を明らかにした（図1）。

- (1) 標準プロセスを確立するための、手順書と支援ツールの整備
- (2) 企画立案を支援するための、メトリクス利用ガイドの整備
- (3) プロジェクトデータの質を確保するための、内容精査の充実
- (4) データ提供者のプライバシー情報の隔離によるデータの匿名性の確保

2. ベンチマーキング支援環境の開発

上記の要件を実現するため、手順書などの文書を整備するとともに、次の三つの支援ツール群を核とした支援環境（図2）のプロトタイプを開発した。

- **ベンチマーキング実行ツール**：ベンチマーク（対比用実績データ）の抽出、分析、結果表示を行う。
- **リポジトリ³⁾管理ツール**：内容精査済のプロジェクトデータを蓄積するとともに、その匿名性を保証する。
- **プロジェクトデータ管理ツール**：ベンチマーキング実施者やプロジェクト計測者がベンチマーキング用のデータを収集・保存・管理する。

これらのツール群は、表計算ソフトなど一般に広く使われているオフィスソフト

ウェア上で構築しており、使いやすいユーザインタフェースを提供するとともに、結果を表計算ソフト上で簡単に編集・加工できる。また、各組織向けのカスタマイズが容易である。

- 注1) プロジェクトの生産性や品質などを継続的に測定し、競合他社や自社内の優良事例と比較しながら改革を進める業務改善手法。類似事例の実績値をもとに生産性や品質を見積るためにも用いられる。
 2) 高橋 光裕, 「ソフトウェアプロジェクトの定量的評価とプロジェクトベンチマーキングの枠組み」, 電中研調査報告, R07023.
 3) 参照用のプロジェクトデータの格納場所

ベンチマーキングにおける課題	ベンチマーキング支援環境の要件
① PDCAサイクルを含むプロセスの確立	(1) 標準プロセスを確立するための、手順書と支援ツールの整備
② 分析・評価のノウハウ共有	(2) 企画立案を支援するための、メトリクス利用ガイドの整備
③ データ収集基準の統一	(3) プロジェクトデータの質を確保するための、内容精査の充実
④ リポジトリ ³⁾ 内の実績データの偏り防止	(4) データ提供者のプライバシー情報の隔離によるデータの匿名性の確保
⑤ データ提供者のプライバシー情報の保護	

図1 プロジェクトベンチマーキングの課題とそれを達成するための支援環境の要件

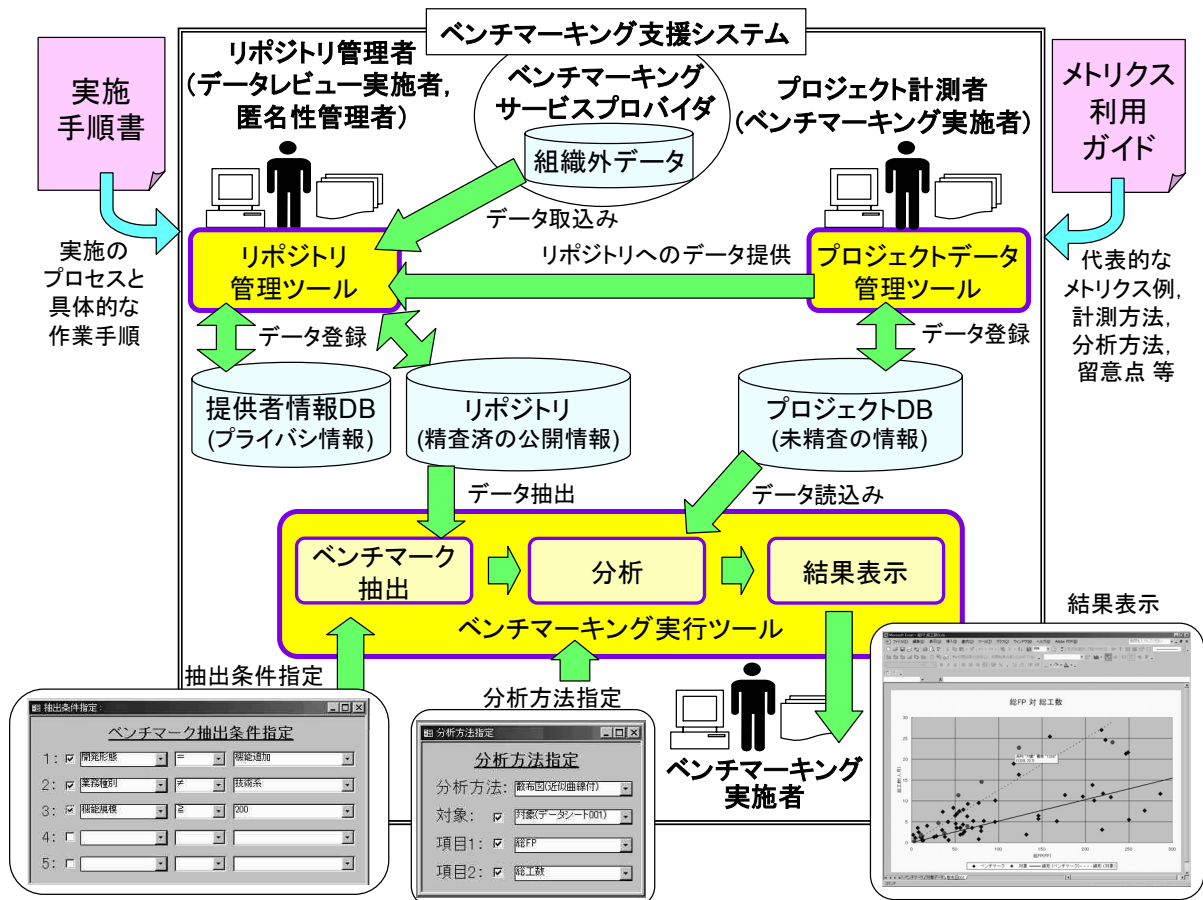


図2 ソフトウェアプロジェクトベンチマーキング支援環境の全体構成

目 次

1. はじめに	1
2. ソフトウェアプロジェクトの定量評価とベンチマーキング	1
2.1 ソフトウェアプロジェクトの定量評価	1
2.2 ソフトウェアプロジェクトのベンチマーキング	1
3. ソフトウェアプロジェクトベンチマーキングにおけるデータ提供と匿名性の保証	4
3.1 匿名性保証の必要性	5
3.2 匿名性保証の事例	5
4. ソフトウェアプロジェクトベンチマーキング支援環境の開発	7
4.1 ベンチマーキング支援環境の基本要件	7
4.2 ベンチマーキング環境開発の基本方針	7
4.3 ベンチマーキング環境のシステム構成	9
4.4 本システムの特長	11
5. ベンチマーキング環境を用いたプロジェクトベンチマーキングの手順	12
5.1 ベンチマーキングプロセスの概要	12
5.2 計画段階のプロセス	13
5.3 実施段階のプロセス	13
5.4 評価・改善段階のアクティビティ	14
6. まとめと今後の課題	15
参考文献	15

1. はじめに

企業が日常の業務処理を行う情報システム（エンタープライズ系の情報システム）は、電力業界をはじめとするあらゆる産業において業務やサービスの根幹を支える重要な役割を担っている。このため、高機能・高品質な情報システムをタイムリーに開発し、安定的に運用することは、現代企業にとって、業績や業務の継続性を左右しかねない重要な課題となっている。

これら情報システムの中核を担うソフトウェアを開発・保守する「ソフトウェアプロジェクト」は、エンタープライズ系情報システムを供給する最も重要な過程であり、高品質を低コストで実現することが強く求められている。

しかし、これらエンタープライズ系の情報システムは、個々の組織のニーズや業務の仕組みに合わせて一品生産される場合が多く、品質を評価することは非常に困難である。

ソフトウェアプロジェクトの生産性や品質を見積もり・評価するための手法として、過去に実施済みのプロジェクト事例における実績値との対比をおこなう「ソフトウェアプロジェクトベンチマーキング」が、国内外で急速に普及し始めており、ISO/IECによる国際標準化[1,2]も始まっている。

本報告では、平成19年度に提言したソフトウェアプロジェクトベンチマーキング環境の要件[3]に基づき、環境のプロトタイプを開発したので報告する。この環境は、手順書やメトリクス利用ガイドなどの文書類とカスタマイズが容易なソフトウェア群からなる。

2. ソフトウェアプロジェクトの定量評価とベンチマーキング

2.1 ソフトウェアプロジェクトの定量評価

日本情報システムユーザ会の調査[4]などの

システム障害事故の原因分析結果から分かるように、現代の情報システムの品質は、ほとんどがソフトウェアの品質で決まているといっても過言ではない。また、如何に品質が優れていても、コスト面、工期面で問題があっては、利用者のニーズに的確に応えることはできない。つまり、QCD（Quality, Cost, Delivery/Duration。品質、コスト、納期または工期）をバランスよく改善する必要がある。

ところが、このソフトウェアには、

- 物としての実体／実態が目に見えないため、ソフトウェアそのものの品質（信頼性や性能など）が確認しにくい
 - 開発・保守における作業の大半を人の知的創造活動に頼ってしているため、作業の生産性や作業品質が確認しにくい
- という二つの不透明性の問題がある。

これら二つの問題点を解決するためには、ソフトウェアプロジェクトにおける作業とその成果物を定量的な評価尺度（メトリクス）で数値評価することが有効である。

定量評価の重要性・有効性はソフトウェア工学の黎明期である1960年代から唱えられていたものの、実際のソフトウェアプロジェクトの現場で定量評価が広範に実施されるようになったのは2000年代になってからである。

日本では、経済産業省のリーダーシップの下で（独）情報処理推進機構（IPA）の配下に2004年に設立されたソフトウェアエンジニアリングセンター（IPA/SEC）が中心となり、産学官共同による様々な取り組みが行われて始めている[5,6]。

2.2 ソフトウェアプロジェクトのベンチマーキング

ソフトウェアプロジェクトのベンチマーキングと、経営改善手法の一つとして発展してきた一般的なベンチマーキング手法とは、目的や実

施方法に若干の違いがある。

本節では、両者の違いを対比しながら、ソフトウェアプロジェクトベンチマーキングの特長を述べる。

2.2.1 一般的なベンチマーキング

一般には、ベンチマーキングとは、Robert C. Campが提唱したとされる組織の改善手法であり、「経営や業務・ビジネスプロセスの非効率な部分を改善するため、他分野における優良事例（ベストプラクティス）を探し出して分析し、それを指標（ベンチマーク）に自社の活動を測定・評価して、変革を進める経営改善手法。」[7]である。米国Xerox社におけるCampらによる活動の成果が1989年にマルコム・ボルドリッジ賞（Malcolm Baldrige National Quality Award。ベンチマーキングの世界最先端の機関とされる米国生産性品質センター（APQC, American Productivity & Quality Center）[8]が創設した賞）を受賞したことにより、世界的に普及した。

また、コンピュータの分野では、「同じ条件のタスクを実行することでハードウェア又はソフトウェアの性能を比較することを「ベンチマーキング（またはベンチマークテスト）」と称してきた。

2.2.2 ソフトウェアプロジェクトベンチマーキング

「ソフトウェアプロジェクトベンチマーキング」では、評価対象となるのは、ソフトウェアを開発・保守する個々のプロジェクトであり、比較対照（ベンチマーク）は、他組織または自組織において過去に実施されたソフトウェアプロジェクトにおける実績である。

ソフトウェアプロジェクトベンチマーキングでは、プロジェクトの生産性、プロジェクトが生み出すプロダクトの品質が評価される場合が多い。

また、一般のベンチマーキングが、同業種・

異業種他社の優良事例との対比によって自社の現時点での実力を把握するとともに改善目標を設定することに使われるのに対し、ソフトウェアプロジェクトベンチマーキングでは、これから着手しようとしているソフトウェアプロジェクトにおける生産性や品質を、過去の事例における実績値をもとに見積もりするという目的で行われる場合が多い。

2.2.3 ベンチマーキングの種類と使い分け

ベンチマーキングは、比較対照（ベンチマーク）として自組織内の事例（だけ）を用いる「内部ベンチマーキング」と、同業種または異業種の他組織の事例を用いる「外部ベンチマーキング（または、組織横断ベンチマーキング）」の2種類に大別できる。

自組織の実力を評価したり改善目標を設定する目的でベンチマーキングを行う場合には、優良事例（ベストプラクティス）を厳選してベンチマークとすることが望ましい。また、同一組織内では長短所が似通っている場合が多いため、他組織の事例との対比を行う外部ベンチマーキングを行うと効果的である。

これに対して、ソフトウェアプロジェクトベンチマーキングのように、見積もり目的でベンチマーキングを行う際には、コンピュータ分野でのベンチマークテストと同様に、同じまたは類似した条件で実施されるプロジェクトを比較対照とすることが望ましい。これは、「一定水準以上の技能を有する人、チーム、または組織がプロジェクトを実施する場合には、同一条件で同じ仕事を繰り返した時には生産性や品質がほぼ同じとなる」というソフトウェア工学上の経験的知見に基づく。

このため、見積もり目的でベンチマーキングを実施する場合には、類似度の高い事例を如何にして選び出してベンチマークとできるが成功

の鍵となる。

したがって、開発環境が大きく異なる他組織の事例を用いる外部ベンチマーキングよりも、比較的開発環境が似通った自組織内の事例を用いる内部ベンチマーキングの方がよい結果を得られる可能性が高くなる。

また、ソフトウェアプロジェクトは必ずしも全てのプロジェクトが最高のパフォーマンスを発揮できて成功に至るとは限らない。このため、優良事例（大成功プロジェクトの事例）だけを厳選するのではなく、成功事例とともに失敗事例もバランスよく含んだベンチマークを用いた方がよい。

ちなみに、日経コンピュータ編集部が大手から中堅・中小に至るまでの企業を対象に実施した調査によると、有効回答814件におけるプロジェクト成功率は31.1%に過ぎなかったという[9]。

2.2.4 ソフトウェアプロジェクトの定量評価とベンチマーキングの連携

電力会社などの大手ユーザ企業は、膨大な規模の情報システムを運営しており、さまざまな業務ニーズに応えるために、毎年、新規開発で数十件、大規模な機能改良で数十～数百件、小規模保守では数百件のソフトウェアプロジェクト（それぞれを「件名」と呼んでいる会社が多い）を実施している。

これらのプロジェクトは、グループ内のIT系関係会社などに委託して実施しているが、

- 発注の過程での見積り情報（規模、コストなど）
- プロジェクト管理（進捗確認）のための数値情報（規模、工数、工期、欠陥数など）
- 納品時の作業実績情報（規模、工数、工期、欠陥数など）

は、委託先だけでなく、電力会社の情報システム部門にも報告され、見積り審査、進捗確認、成果物検収などに利用されている。

これが、典型的なソフトウェアプロジェクトに対する定量評価である。

しかし、このように、ソフトウェアプロジェクトの見積り時、完了時、及び開発途中で収集された数値情報は、それぞれの時点で一時的に利用するために収集・報告されて、当座の目的での利用がされた後は、単なる保存資料としてファイリングされて書棚に埋もれてしまう場合が多い。このような数値情報の使い捨ては、中長期的視野で見て大きな損失である。

ソフトウェアプロジェクトに関する数値情報は、その多くが、プロジェクト実行中にしかデータ収集できない貴重な情報である。

それらを電子的データとして蓄積しておけばプロジェクトの作業実績データは、開発者の生産性や品質など、近い将来に発注されるプロジェクトの生産性や品質を見積る際の参考値として非常に重要な情報源となる。

このようにして、選別されたプロジェクト実績データを電子的に保存し、それらを統計的分析などに活用することは、まさに、内部ベンチマーキングそのものである。

当然ながら、測定され報告された数値を全て保存しておく必要はない。各プロジェクトで測定されている数値情報は、場合によっては数百種類にもなるが、プロジェクト終了からある程度の時間が経過した後に参照情報として有益に利用できるデータはそのうちのごく一部である。

予め、分析や利用の目的を検討して、保存対象を、具体的なニーズのあるデータだけに絞り込み、絞込みによって削減できた労力はデータの精査に使うとよい。

2.2.5 国内外での代表的なソフトウェアプロジェクトベンチマーキングサービス

本節では、国内外で提供されているソフトウェアプロジェクトベンチマーキングサービスの

うち、代表的な二つの事例の概要を述べる。その他の事例については、昨年度の調査報告[3]を参照されたい。

(1) ISBSG

ISBSG (International Software Benchmarking Standards Group) [10]は、オーストラリアのメルボルンに本拠を置き、日米をはじめ世界14国のソフトウェアメトリクス団体が加盟している国際的な非営利団体である。

ISBSGの設立は1997年であり、各国のメトリクス団体が永年蓄積してきたプロジェクトデータの提供を受けて調査研究活動を行っている。

ISBSGは、加盟国を中心に世界各国からプロジェクトの実績データを収集している。ISBSGが維持管理しているデータリポジトリには、20カ国以上から寄せられたプロジェクトデータが、4,600件以上蓄積されており(2007年12月時点。うち、日本からの提供データは約1,000件)、リポジトリ規模としては世界最大を誇っている。

このリポジトリのデータをもとに、ISBSGは、各種分析レポートの出版、解説書、見積りガイド[11]の出版、見積り支援ツールの開発・販売を行うとともに、各国間でのソフトウェアメトリクス及びプロジェクトベンチマーキングに関する産学協同の情報交換の場を提供している。

また、4,600件のプロジェクトデータは、Early Estimate Checkerという見積り支援ツールとともに市販されており、利用者独自の観点からのデータ分析を行うことも可能である。

この団体には、ソフトウェアメトリクス及びソフトウェア定量管理に関して産学界を代表する研究者及び産業人が一堂に会しており、プロジェクトデータの収集分析やベンチマーキングに関する標準化にも積極的に取り組んでいる。これらの研究成果は、2008年5月からISO/IECにて進められている「IT Project Performance Benchmarking」に関する国際標準化にも反映さ

れつつある。

(2) IPA/SEC

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(IPA/SEC) [12]は、エンタープライズ系ソフトウェア開発力強化のための調査研究の基礎資料として、2005年から社団法人情報サービス産業協会、社団法人日本情報システムユーザ会、日本ファンクションポイントユーザ会などの協力を得て、プロジェクト実績データの収集・分析を行っており、2006年度には、国内企業20社から、1,774件のプロジェクト実績データを収集している[12,13]。調査は、電子媒体ベースの調査票によるアンケート形式で行われ、調査項目は、組織情報、プロジェクト特性、成果物量、所要資源量などで、重点項目は約80項目である。

この調査結果は、IPA/SECにて分析整理され、2005年から毎年、「ソフトウェア開発データ白書」として市販されている。2008年度版の白書[13]は、296ページで、収集データのプロジェクトプロファイル、規模・工数などの統計資料に加え、工数 - 工期 - 規模の関係分析、信頼性分析、工程別分析、予実分析、生産性クロス分析など、約136ページに渡って分析結果が様々な図表で示されている。

なお、一次データはIPA/SEC及び提携学術研究機関による調査研究目的以外には一切公開されていない。

3. ソフトウェアプロジェクトベンチマーキングにおけるデータ提供と匿名性の保証

ソフトウェアプロジェクトベンチマーキングの分野では、リポジトリに格納されて公開されるプロジェクト実績データの「匿名性(anonymity)の保証」が非常に重要な課題とな

っている。この匿名性保証については、昨年度の調査報告[3]で報告していないため、本節にて述べる。

3.1 匿名性保証の必要性

業務用のシステム及びその開発・保守を行うソフトウェアプロジェクトは、発注するユーザ（企業または部門）にとっても、ソフトウェアベンダ（または社内の情報システム部門）にとっても、非常に重要な業務であり、様々な機密や個人または組織のプライバシー情報が扱われている。極端な場合、他社に先駆けて新サービスを提供するための情報システム開発の場合などは、システム／ソフトウェアの名称が洩れただけで同業他社などに対する競争優位が脅かされたりする場合もある。

また、ソフトウェアプロジェクトの定量データは、コスト、生産性、品質など、企業が他社に知られたくない高度の機密情報も含まれている。さらに、生産性や仕上りの品質などは技術者個人やチーム、組織としての能力と直結するため、これらのデータが人事考課や能力の優劣判定など、本来のベンチマーキングの目的以外に流用されたり、データの誤った解釈が一人歩きすることへの恐れもある。

このため、自社の生産性や品質などが他に知られることによるビジネス上の不利益を恐れてデータ提供を拒否する例は珍しくない。

これに加え、ベンチマーキング用のデータを収集する際には、データの質を確保するために、事後問い合わせのために提供者の氏名や連絡先などの個人情報を預かるのが一般的であるが、これらは個人情報として厳重に管理されなければならない。

このため、大手のベンチマーキングサービスプロバイダや調査組織は、リポジトリの形で公開されるプロジェクトデータから提供者の機密情報やプライバシー情報が露見しないように、厳

重な配慮を行うことが一般的である。これを、一般に「匿名性（Anonymity）の保証」という。

3.2 匿名性保証の事例

本節では、ISBSGとIPA/SECという国内外の2大ベンチマーキングサービスプロバイダにおける匿名性保証メカニズムの事例について述べる。

3.2.1 ISBSGの匿名性保証事例

ISBSGは、本部事務所をオーストラリアのメルボルン市内に置いているが、そこから約600km離れたシドニー市内に匿名性管理者事務所が置かれている。プロジェクトデータの提供者は、本部ではなく、この匿名性管理者とだけ接触する。つまり、プロジェクトのプライバシー情報や個人情報を含んだプロジェクトデータ一式は、匿名性管理者宛に送付される。ここで、匿名性管理者は、個々のプロジェクトに対して無作為採番したプロジェクトIDを提供者に発行する。そして、ネットワークから完全に隔離されたコンピュータ上に提供された情報一式を保存するとともに、プライバシー情報、個人情報と他のプロジェクト情報と分離し、プロジェクトIDと匿名化されたプロジェクト情報だけを、本部に送付する。つまり、本部には機密情報やプライバシー情報は一切届かない。

本部では、レビュアーが、受領したプロジェクト情報の精査を行ない、データの質を3段階の格付け（A:よい、B:一部問題あり、C:問題あり）に分類してリポジトリに登録する。レビュー時に提供者に問い合わせを行いたい場合には、プロジェクトIDを添えて匿名性管理者に連絡し、匿名性管理者が提供者との連絡を仲介する。

つまり、ISBSGのプロジェクトデータを管理・利用する人々にとって、データ提供者は匿名性管理者という仲介者を介してしか接触できない存在であり、匿名性管理者によって匿名性が保証されている。一方、データ提供者はリポ

ジトリ内のプロジェクトデータに付されているプロジェクトIDによってISBSGデータの中で自ら提供したデータを識別することができる。

また、ISBSGでは、層別化（特定の条件を与えてプロジェクトデータを絞り込む作業）によって、特定の提供者や組織／国家のプロジェクトだけが抽出されてしまうことを避けるために、分析レポートなどで層別化分析を行った結果を掲載する際には、事前に、層別化によってn者（通常は10者）以下の提供者／組織から提供された事例だけに絞り込まれていないかを確認することとしている¹。このチェックを行う際は、分析者から匿名性管理者に層別化による抽出結果（プロジェクトIDの集合）を送付し、匿名性管理者が計数プログラムによってカウントした提供者数、組織数を返すことによって行われる。

3.2.2 IPA/SECの匿名性とプライバシー保証事例

ISBSGが世界20カ国以上からデータを収集しているのに対し、IPA/SECの場合はプロジェクトデータの提供者は国内の大手ソフトウェアベンダ20組織であり、その一覧は白書上に公開されている[13]。また、2000件を超えるプロジェクトのほとんどは、データ提供元20組織が二者間契約などによって受託開発したプロジェクトの実績であり、提供者はプロジェクト委託元に対して契約上の守秘義務を負っている。

これらの理由のため、データ提供者は、データの匿名性を保証するだけでなく、不適切な分析結果が公表されることによって世間に誤解が生じたり、提供者の将来のビジネスに不利益となるような使われ方がされることに対して非常に強い警戒心を抱いている。

このため、IPA/SECとデータ提供者20組織は、

個別に覚書を交わし、

- 万が一にもプロジェクトやそのデータ提供者を特定できるようなプライバシー情報が漏洩しないようIPA/SECが万全の対策を講じる
- 収集したプロジェクトデータは、施錠管理された機密室内のスタンドアローンのコンピュータ上に保管し、持ち出しは原則として認めない。持ち出す場合には、用途、持ち出し先、取り扱い方法に関して事前にデータ提供者の承認を得る
- 生データへのアクセス権（機密性により数段階に分類）は提供者20社が同意した特定の研究員・分析者に限定する
- 白書や分析レポート、論文など、収集したプロジェクトデータに基づいて作成した著作物は、公表する前にデータ提供者に事前レビューの機会を与え、承認を受けたもののみ公表する
- Webで公開しているプロジェクト診断ツールのように、20組織が提供したデータ（またはそれを加工したもの）を組み込んだり参照するツールについても、著作物同様の事前承認を受けてから公表する

という非常に厳しい制約を設けている。このような用途にまで厳しい制限を加えることは、プロジェクトデータの有効活用、多種多様なベンチマーキングの実施という意味では大きな障害となるものである。

ただし、白書作成のためにIPA/SECがプロジェクトデータの収集を始めてから5年度目となり、データ提供20組織の側からも、プライバシー情報を含まない生データまで公開を全面禁止したり、著作物などの公表に事前承認を求めてあれこれ制限しているのは提供者である自分たちにとっても不利益であるとの認識が生まれつつあり、現在は、プライバシー情報に関する匿名性が保証される範囲では生データの条件付公開に

¹ 層別化によって抽出された事例群が少数の特定組織（例えば1企業）から提供された事例だけである場合は、その事例群を分析することで特定組織の平均生産性などが容易に露見してしまう恐れがある。

応じたり，著作物などの公表制限を緩める方向で検討が始められているという。

4. ソフトウェアプロジェクトベンチマーキング支援環境の開発

本章では，当所が開発したソフトウェアプロジェクトベンチマーキング支援環境のプロトタイプシステムについて述べる。

4.1 ベンチマーキング支援環境の基本要件

当所では，平成19年度に国内外における既存のベンチマーキングサービスを調査し，次に示す四つの基本要件（課題）を挙げた[3]。

(1) ベンチマーキングプロセスの確立

まず，情報ニーズと評価目的を明確にして，データ収集，分析，評価，報告，フィードバックを行わなければならない。熟練者でなくてもベンチマーキングを適切に実施できるようなプロセス定義を提供し，普及させることが必要である。

(2) 分析・評価のノウハウ共有

初心者であっても，或る程度高度な分析手法を適切に利用できるように，熟練者から初心者への分析・評価ノウハウの技術移転，知識共有が必要である。

(3) プロジェクトデータ収集の統一基準

各組織が，自組織内でのデータ収集基準を明確に定めるとともに，組織横断ベンチマーキングのデータ収集基準と自組織の収集基準の差を明確に把握し，値の変換（読み替え）を可能にする必要がある。

(4) リポジトリ内の実績データの信頼性

ベンチマーキングを見積もり業務に用いる

場合には，リポジトリ内の実績データが成功事例だけに偏らないよう配慮する必要がある。

4.2 ベンチマーキング環境開発の基本方針

前節で述べた四つの基本要件を達成するために，本研究ではプロジェクトベンチマーキング環境のプロトタイプシステムを開発するに当たって，以下の方針を立てた。

(1) 手順書とツールによる標準プロセスの確立

当所では，過去数年に渡り，これまでの研究成果とノウハウを，メトリクス導入手順書とメトリクス利用ガイドとしてまとめる作業を行ってきた。

これらに基づくプロセスを前提としてデータ収集・蓄積と分析・評価・報告のプロセスをツール化する。ツール化により，従来からしばしば利用されている代表的な分析手法が自動化され，統計分析の初心者でもベンチマーキングが容易に行えるようになることが期待できる。

メトリクス導入手順書は，当所がこれまでに行ってきたメトリクス導入支援のノウハウをISO/IEC 15939(JIS X 0141)「測定プロセス」に手規定されている標準プロセスに準拠して規定した手順であり，プロジェクトベンチマーキングの計画立案から実施，フィードバックまでをカバーしている。

(2) メトリクス利用ガイドに沿った企画立案の支援

メトリクス利用ガイドは，当所がこれまで行ってきたメトリクス導入支援のノウハウと国内外でのメトリクス利用動向調査結果をもとに，生産性，品質，リスクなどに関して国内外でしばしば利用されているメトリクスを整理したものである。個々のメトリクスについて，測定基準の定め方，利用方法，利用上の留意点などが示されている。

ベンチマーキングを企画立案する際には、この利用ガイドに掲載されているメトリクス群の中から、組織の情報ニーズに合ったメトリクスを選択するとよい。利用ガイドに掲載された各メトリクスについて、ガイドでは、

- データ収集基準の定義の仕方
- 測定の方法，時期，留意点
- 分析の方法
- 結果の解釈の仕方（用途）
- 利用上の留意点

などが示されているので、それらを参照することによりメトリクスを安全かつ効率よく活用することができる。

(3) プロジェクトデータの匿名性の確保

ベンチマーキングに利用されるソフトウェアプロジェクトの生産性や品質に関するデータは、企業の財務状況や社会的信用に関わる非常に機密性の高い情報である。したがって、ベンチマーキングにて参照データとして利用されるプロジェクトデータに対しては匿名性（anonymity）を保証する必要がある。

外部ベンチマーキングサービスを提供しているISBSGやIPA/SECのような組織は、個々のプロジェクトを特定（または容易に推定）できるプライバシー情報は最高度の機密保護を行ってデータの匿名性確保に注力している。

一企業内などで行われる内部ベンチマーキングでは外部ベンチマーキングよりも匿名性に対するニーズは低いと考えるのが一般的である。しかし、生のプロジェクトデータが組織外に流出する可能性は常に存在するし、本来のベンチマーキングの目的を逸脱したデータ利用（例えば、工数見積もり用に蓄積しているデータが人事考課に利用される、発注側の見積り査定基準が組織外に漏洩してしまうなど）が行われる危険性もある。

したがって、例え内部ベンチマーキングを前

提としている場合であっても、必ず、プロジェクトデータの匿名性の保証メカニズムは備えておく必要がある。

(4) ベンチマーキングデータの質の確保

ベンチマーキングに当たって利用される過去のプロジェクト事例に関するデータを格納する場所を「リポジトリ」という。

上で述べたようにデータの匿名性が確保されているため、ベンチマーキングの利用者には、リポジトリ内にどのようなデータが蓄積されているかを個々のデータに当たって確認する手段は与えられない。したがって、リポジトリ管理者は、リポジトリ内に良質のデータ（だけ）が蓄積されていることを保証することが強く求められる。

この保証を行うためには、個々のプロジェクトデータにおける誤記の防止と、リポジトリ全体としての偏りの防止、の二つを行う必要がある。

プロジェクトデータの代表的な誤記には、

- 測定単位間違い（人月を記入すべき欄に人日で記入するなど）、
- 記入漏れ（必須欄を書き漏らすなど）、
- 転記ミス（数字・数値を誤って入力するなど）、
- 項目取り違え（違うデータを入力してしまう、誤った欄に入力してしまうなど）

などがあるが、その発生頻度は一般に非常に高い。

したがって、提供されたプロジェクトデータは、リポジトリに登録する前にできる限り厳密にデータを精査する必要がある。

一方、事例の偏りとしては、

- プロジェクト分野（業種、業務、開発条件など）
- プロジェクトの成否（大成功、成功、失敗、大失敗など）

など、プロジェクトそのものに偏りがある場合である。また、全ての事例が全てのデータ項目を登録しているわけではないので、特定のデータ項目だけを取り出すと業種・業務などに大きな偏りが生じるといった場合もあるので注意が必要である。

事例の偏りの有無は、リポジトリ内のデータの分布傾向を示すプロファイル情報を公開することによってリポジトリ利用者に周知することができる。

(5) ツールの導入・利用・カスタマイズの容易さの確保

ISBSG[10,12]や米国SPR社[15,16]などが提供している商用のベンチマーキングツールは、専用のパッケージソフトウェアを購入してインストールしなければならないので、導入に費用も手間もかかる。

一方、IPA/SECが提供している「プロジェクト診断支援ツール」は、Webサイト上で稼動しているので通常のWebブラウザだけで実行できる。しかし、予めスクリプトとして定められて提供されている分析しかできないし、データ項目の追加／変更／削除もできないなど、利用者側でのカスタマイズやデータ流用は一切できない。

本研究では、独自開発のソフトウェアは極力作成せず、電力会社などで広く利用されているOfficeツール（AccessとExcel）をベースにして、導入が容易な簡便なツールを開発することとした。また、予め準備して提供する分析方法のほかにも、利用者が自らExcelなどを操作して独自の分析もできるよう配慮することとした。

4.3 ベンチマーキング環境のシステム構成

4.3.1 システムの全体構成

本研究で開発したベンチマーキング環境のシステム構成を図4-1に示す。

本システムの機能は、

- ベンチマーキング実行ツール
- プロジェクトデータ管理ツール
- リポジトリ管理ツール

の三つのツールに大別できる。

このうち、リポジトリ管理ツールは、ベンチマーキングプロセス全般を企画立案したり、ベンチマーキングの実行支援をする技術スタッフ部門が利用する機能である。

ベンチマーキング実行とプロジェクトデータ管理は、ベンチマーキングの利用者やプロジェクトの担当者が利用する機能である。この場合、プロジェクト測定者とベンチマーキング実行者は必ずしも同一人物であるとは限らない。

これらのツールは、いずれもOffice2002のExcelとAccessで実装されている。

また、本システムでは、

- リポジトリ（レビュー済のプロジェクトデータ）
- 提供者情報DB（プライバシー情報）
- プロジェクトDB（レビューを受けていないプロジェクトデータ）

の3種類のデータベースを備えている。

4.3.2 ベンチマーキング実行ツール

プロジェクトDBに格納された特定プロジェクトのデータを用いてベンチマーキングを実行する。

このツールの機能はExcelのブックとして実装されており、

- ベンチマーク（比較対象事例群）の抽出
- 各種の分析（統計分析など）
- 結果表示（作表、グラフ作図など）

の三つの機能を持つ。

リポジトリ本体は、Accessのデータベースに格納されており、マスターをリポジトリ管理者が管理し、ベンチマーク実行者には内容が改変できないレプリカを渡す方式としている。また、

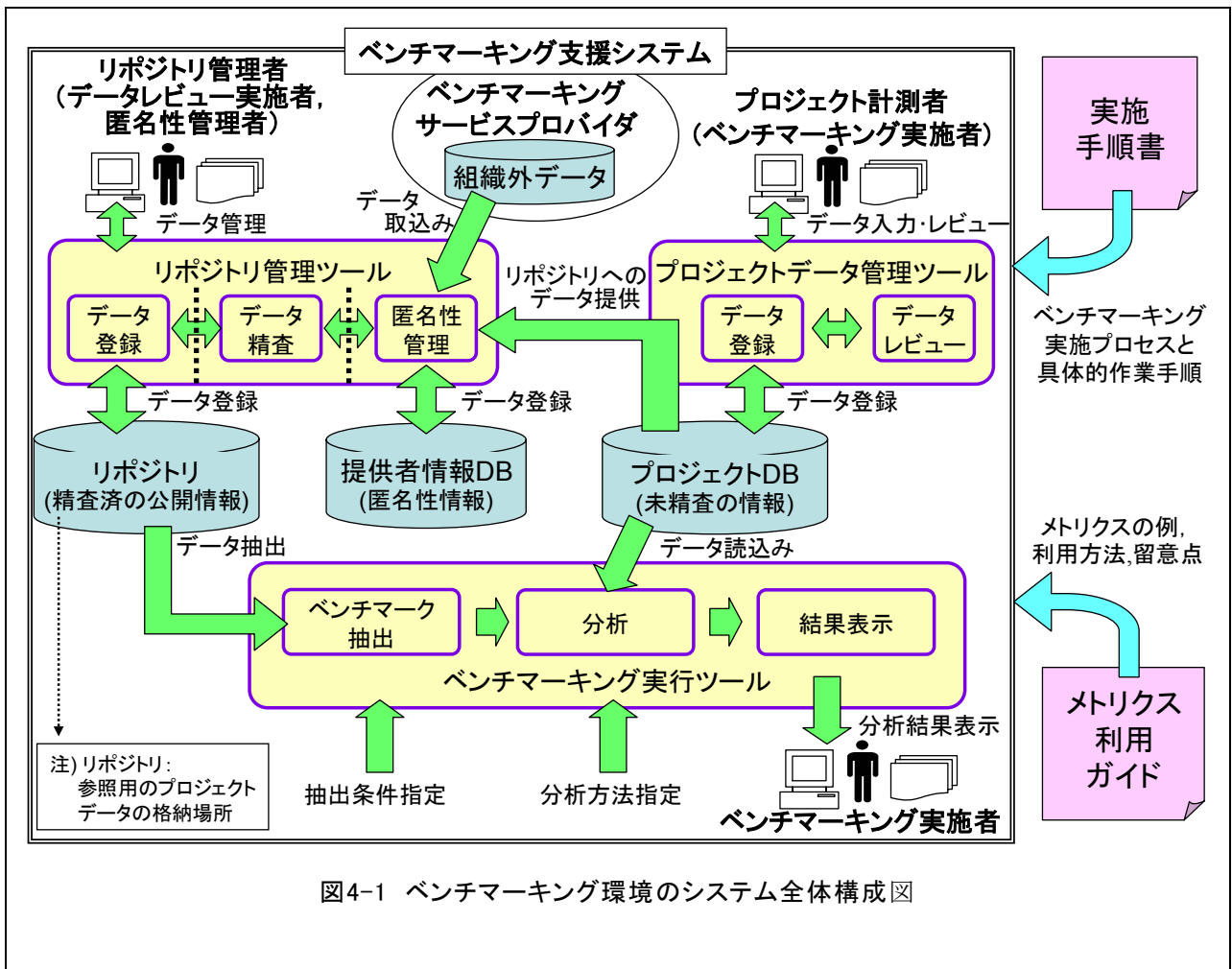


図4-1 ベンチマーキング環境のシステム全体構成図

Accessをインストールしていなくてもベンチマーキングが実施できるようにするために、Export機能を用いて事前にExcelにデータをダウンロードしておくことにより、Excel単独で実行できるように抽出インターフェースをAccess用とExcel用の2種類用意している。プロジェクトDBについても、同様である。また、プロジェクトデータを直接Excelに入力して実行することもできる。

4.3.3 リポジトリ管理ツール

プロジェクト計測者から提供されたり、組織外のベンチマーキングサービスプロバイダから入手したプロジェクトデータを受け取り、リポジトリに格納して管理するためのツールであり、AccessとExcelで実装されている。

リポジトリ管理の機能としては、

- 対話型でのデータ登録・更新
- バッチ型でのデータ取込み
- リポジトリデータのExcelへの変換出力
- データレビュー支援
- 匿名性保証
- リポジトリのDB定義作成・変更
- データ提供者管理

の機能を持つ。

このうち、データレビュー支援は、

- データ項目間の矛盾検証
- リポジトリ内の他のデータとの傾向比較を自動的に行うスクリプトを備えている。

匿名性を保証するために、本システムでは、提供者の個人情報（氏名、所属、連絡先など）、プロジェクトのプライバシー情報（プロジェクト名称、担当者名、顧客名など）は、提供者情報DBとしてリポジトリとは物理的に分離し、リポ

ジトリ管理者（匿名性管理者）だけがプライバシー情報をアクセス可能にすることによって匿名性を確保する方式をとっている。

システム上、リポジトリ管理者、データレビュー実施者と匿名性管理者は同一人物が兼ねることもできるが、パスワードの使い分けにより、三者を分離する運用も可能なよう考慮している。

4.3.4 プロジェクトデータ管理ツール

プロジェクトに対して計測を行った結果を入力・管理するツールであり、Excelのブックとして実装している。

機能としては、

- 対話型でのデータ登録・更新
- バッチ型でのデータ取込み
- 登録されているプロジェクトの照会
- DB定義作成・変更

が行える。

リポジトリ内に格納されているレビュー済みの事例と、正式なレビューを経っていないデータを明確に区別して扱うために、レビュー未了のプロジェクトデータは、プロジェクトDBに格納することとしている。

プロジェクト側でベンチマーキング実施またはデータ提供のために用いることのできるデータ項目は、リポジトリ管理者によって定められている。したがって、プロジェクトDBはリポジトリ管理者から配布されたものをそのまま用いるのが原則であるが、プロジェクト実施側、ベンチマーキング実施側で独自にデータ項目を追加することは可能になっている。ただし、独自に追加されたデータ項目は、ベンチマーキング実行時には分析対象項目とはならない。

4.3.5 その他の付属ツール

一般に、プロジェクトに関与し、定量データを測定したり利用したりする人々が全員、ベンチマーキングの利用者であるというわけではな

いし、逆に、プロジェクトの外側にいる人がベンチマーキングを利用する場合もある。

電力会社の場合でも、発注側である電力会社の情報システム部門がもっぱらベンチマーキングを利用し、発注先のソフトウェアベンダはプロジェクトデータを提供するだけという場合も想定される。

そこで、本システムでは、もっぱらプロジェクトデータを測定・提供だけする立場の測定者が簡単にデータ作成を行えるようにするため、Excel表形式のデータ入力票ブックを提供している。

このブックは、1ブック（物理ファイル）で1件のプロジェクトのデータを入力する形になっており、簡単なデータ検証機能として、

- データ項目の型チェック、
- 必須データ項目の記入漏れチェック
- データ項目間の矛盾チェック

のスクリプトを備えている。

物理ファイル一つでファイルサイズも1Mバイト未満であるため、電子メールに添付しての受け渡しも容易である。

さらに、また、手書き可能なように入力欄の行を高めに設定したExcel票も提供しており、紙ベースでのデータ提供にも対応している

4.4 本システムの特長

本節では、本システムの特長を述べる。

(1) 汎用オフィスソフトを利用

本システムは、ExcelとAccessという電力会社などでも非常に一般的に使われているオフィスソフトウェアを用いて開発されている。

このため、専用ソフトを導入しなくてもすぐにベンチマーキングを実施できる。

また、プロジェクトデータ管理やベンチマーキング実行のツールは、Excelだけで実行可能であるので、ツール操作に関しては、Excelの操作

を知っていれば特段の講習などは不要である。

(2) 表示等の細かいカスタマイズ・加工が可能

統計分析やグラフ作図などはExcelの標準機能やアドオンを用いている。このため、プロジェクトデータを管理したりベンチマーキング利用者の側で、表示内容などを部分的に変更したりするなどのカスタマイズ容易に行える。

(3) 使用するデータ項目を組織が自由に定義可能

ソフトウェアプロジェクトにおいて測定されたり利用されるメトリクスは、組織ごと、またはプロジェクトごとに異なっている。

このため、ベンチマーキングの対象となるプロジェクトデータの定義がツール側の事情で固定されてしまうと、ベンチマーキングだけのために業務上不要なメトリクスデータを計測したり換算などで作成することが必要となる。

本システムでは、リポジトリに格納するデータ項目の種類や定義を自由に変更することができるので、自分たちが従来から慣れ親しんでいるメトリクス体系に合せてリポジトリを変更することができる²。

なお、平成20年度に開発したシステムでは、規模、工数など、生産性に関連の深いメトリクスを中心とした小規模なりポジトリを予め定義してある。また、IPA/SECが収集しているプロジェクトデータ項目定義(1プロジェクトに対し、全体で521項目。必須73項目、重要75項目)と同じリポジトリ定義も提供する予定である。

(4) リポジトリ内データの匿名性を保証

ベンチマーキングに用いるデータだけを取めたりリポジトリをプライバシー情報と物理的に分割して管理する方式をとっている。このため、

リポジトリ管理者以外は、提供者個人またはプロジェクトに関するプライバシー情報を入手できない仕組みとなっている。

リポジトリ内の各プロジェクトに対しては、それぞれ識別のためにプロジェクトIDが付与され、このIDがデータ提供者本人だけに通知される。

匿名性が不要な内部利用ならば組織内での管理番号などをプロジェクトIDとして組織内でIDを共有すればよいし、高い匿名性が要求される場合には、IDをランダム生成させることも可能である。

5. ベンチマーキング環境を用いたプロジェクトベンチマーキングの手順

5.1 ベンチマーキングプロセスの概要

本報告で述べるプロセスは、JIS X 0141「ソフトウェア測定プロセス[17]」(対応国際規格はISO/IEC 15939[18])にて規定された測定ライフサイクルプロセスをベンチマーキング用にテラリングしたものである。

プロジェクトベンチマーキング環境は、図4-2に示すPDCA (Plan→Do→Check→Act) サイクルを持つプロセスによって構成される。

なお、ベンチマーキングプロセスに関しては、ISO/IECにてISO/IEC WD 29155-2[2]として2008年から国際規格制定の作業が始まっている。これもまた、やはりJIS X 0141をテラリングしたプロセスを規定しようとしているが、主に組織横断ベンチマーキングにおけるプロセス定義を中心に議論が進んでいるため、リポジトリ関連の部分で若干重点の違いが出てくる見込みである。

平成20年度に開発した支援環境のプロトタイプシステム(以下ではプロトタイプ環境とよぶ)では、経験DBはコンピュータ上の電子的なデータベースではなく、各種の支援ツールと、各種

² リポジトリのデータ項目定義を追加・変更するためには、Accessのデータベース定義に関する知識が必要である。

の作業手引書の形で提供している。

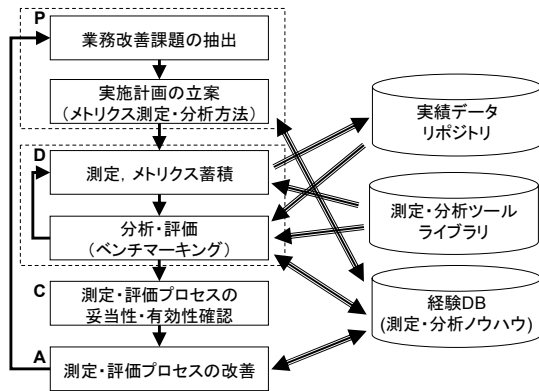


図4-2 プロジェクトベンチマーキングの概念プロセス

5.2 計画段階のプロセス

(1) 計画段階のアクティビティの概要

ベンチマーキングの計画段階は、

- **業務改善課題の抽出**：ベンチマーキング実施の目的を定める
- **測定計画の立案**：具体的に測定するメトリクスとその収集・分析方法を定める
- **ベンチマーキング実施計画の立案**：ベンチマーキングを行う手順と、分析方法を定める

の三つのアクティビティからなる。

(2) ベンチマーキング環境における支援

プロトタイプ環境では、(1)に示したアクティビティのうち、業務改善課題抽出については、実施手順と実施上の留意点をまとめた実施手順書を文書として提供している。しかし、コンピュータによる作業支援ツールは作成していない。

また、具体的なメトリクスを定義してリポジトリなどのDBを設計・作成する測定計画段階では、Accessの機能を使ってデータベースを設計・実装することとしているため、独自のDB設計・作成ツールは提供していないが、国内外にてしばしば利用されている代表的なソフトウェアメトリクスを列挙して、測定方法、利用方法、測定・利用上の注意点を列挙したメトリク

ス集を指針として提供することとしている。

また、生産性・品質に関するベンチマーキングを行うための電中研独自定義のリポジトリ、ISBSGリポジトリ、IPA/SECリポジトリのDB定義を提供しており、これらを必要に応じて変更することによってリポジトリとプロジェクト実績DBを簡単に構築できる。

(3) アクティビティ実施上の留意点

ベンチマーキングにとって最も重要なことは、良質な実績データを少しでも多く蓄積していくことである。

ただし、良質のメトリクスデータを測定・収集するには、ある程度のコストが掛かるので、測定結果を利用する予定がないメトリクスは、どんなに世間的に広く用いられているものであっても、測定・収集せず、自組織にとって利用目的が明確に定まっていれば、本当に必要なものだけを厳選して測定・収集するべきである。

各メトリクスについては、計画段階で、データ収集基準として、

- **実体**：測定対象は何か？
- **属性**：測定対象は、測定という観点で観て、どんな特徴を持っているか？
- **基本測定量**：何を測定するのか？
- **測定方法**：どういう方法で、いつ、誰が測定するのか？
- **測定単位**：どんな単位・精度で測定するのか？
- **検証方法**：測定値を、どういう方法で、いつ、誰が検証するのか？
- **蓄積方法**：どういう形式で、誰が、どこに、データとして蓄積するのか？

を明確に定める必要がある。

5.3 実施段階のプロセス

(1) 実施段階のアクティビティの概要

ベンチマーキングの実施段階は、

- **測定、メトリクス蓄積**:定められたメトリクスデータを測定し、プロジェクトデータベースに蓄積していく
- **リポジトリ管理**:プロジェクトから提供された実績データを精査した上で、リポジトリに格納し管理する
- **分析・評価**:リポジトリに蓄積されたデータを用いて、プロジェクトデータベース内のプロジェクトを分析・評価する

からなる。

ベンチマーキングに利用するリポジトリデータは、例え自組織内でのみ蓄積していく場合にも、現場のプロジェクトにおけるメトリクス蓄積とは別アクティビティとして行い、精査を経たデータだけがベンチマーク作成に使われるようにしなければならない。

(2) ベンチマーキング環境における支援

実施段階は、ベンチマーキングの中心的プロセスであり、4.3節で述べたように、

- ベンチマーキング実行ツール
- プロジェクトデータ管理ツール
- リポジトリ管理ツール

の3種類の支援ツールを提供している。

前述のように、ベンチマーキングの結果はExcel表形式・グラフ形式で生成出力するため、利用者が表計算ソフトを用いて結果を加工することが容易である。

また、支援ツールを用いなくて分析を行えるようにするため、ベンチマークをExcel表形式にてエクスポートする機能も提供している。

(3) アクティビティ実施上の留意点

ベンチマーキングの実施においては、測定したメトリクスに誤りがないことを確認するデータ精査が非常に重要である。実際、ISBSG、IPA/SECなどのデータ収集活動においても、全く誤りのないデータが提供される例は非常に少

なく、データ精査に非常に手間と時間が掛かっているとのことである。

また、リポジトリから分析に適したベンチマークを抽出する層別化は、非常に重要である。層別化において抽出条件を選択する際には、ソフトウェア及びソフトウェアプロジェクトに対する諸変動要因が類似したデータを選ぶことに注力するとよい。類似性を評価する際には、

- 業種・業態、業務などの類似性
- ソフトウェアの機能の類似性
- 品質要件、技術要件などの類似性
- プロジェクト制約の類似性

など、様々な観点を組み合わせるべきである。

プロトタイプ環境には、当所のこれまでの分析経験に基づく抽出条件、ISBSGやIPA/SECが典型的な抽出条件例として採用している抽出条件を実装して、ベンチマーキング実施者がメニュー選択によって抽出条件を設定する手段を提供している。

ただし、細かい条件を多数設定すればするほど、リポジトリから抽出されるデータの件数が減少してしまうため、目的に合わせて条件に優先順位を付ける必要がある。それぞれの組織によってプロジェクト間の類似性の傾向は違うため、ベンチマーキング導入初期には、自組織の実体にあった優先順位を模索するためにある程度の試行錯誤が必要となる。

5.4 評価・改善段階のアクティビティ

PDCAサイクルのチェックとアクトのアクティビティは、実務上は一体の作業として行われるものであるため、ここではひとまとめにして述べる。

(1) 評価・改善段階のアクティビティの概要

チェック及びアクトのプロセスは、ソフトウェアやソフトウェアプロジェクトではなく、ベンチマーキング活動の改善を行うためのアクテ

イビティであり，次を行う。

- **測定・評価プロセスの妥当性・有効性確認**: 現行の測定方法，分析・評価方法が適切か評価する
- **測定・評価プロセスの改善**: 現行の測定方法，分析・評価方法の不適切な点を改善する是正措置を実施する

これらのアクティビティは，日常的に業務現場でベンチマーキングを実施している利用者ではなく，ベンチマーキング活動の運営責任者や，リポジトリ管理者が行う作業である。

具体的には，利用者アンケートなどを用いてベンチマーキング実施者から，問題点，課題，改善提案などを提起してもらい，それらに対して解決策・改善策を立案していくこととなる。

(2) ベンチマーキング環境における支援

プロトタイプ環境では，評価・改善段階のアクティビティは一切サポートしていない。

(3) アクティビティ実施上の留意点

一般に，メトリクス測定にはコストが掛かるため，プロジェクト側で実用していないなど，必要性が理解されていないメトリクスは，適切に測定されることはない。各プロジェクトで収集するデータ項目が多ければ多いほど，メトリクスの測定にはコストが掛かるし，必須とされているデータ項目が欠けているためにプロジェクト実績として蓄積できない事例も増えてくる。このため，リポジトリやプロジェクト実績DBに蓄積されていくプロジェクトデータの件数と，1プロジェクト当たり収集するデータ項目数との間にはトレードオフの関係が生じる。

ベンチマーキング実施者は，できる限りデータ項目の多いリポジトリを望むことが多いが，様々な層別化を実施するためには，データ項目数は最小限に絞り込んで，データ件数を少しでも多くすることに注力する方がよい。

ベンチマーキングプロセスを評価する際には，

- 収集項目に入っていないながら実際には収集できていないデータ項目
- 収集していないながら，ベンチマーキングで利用されていないデータ項目

などの収集を中止することを必ず考慮すべきである。

6. まとめと今後の課題

本報告では，ソフトウェアプロジェクトベンチマーキングのうち，自組織内の過去の実績データを用いる組織内ベンチマーキングに焦点を当て，それを支援するための支援環境について，その要件を示し，それらを満たすものとしてH20年度に開発したベンチマーキング環境について述べた。

今後は，今回開発したベンチマーキング環境のパイロットシステムを電力会社などの実業務の現場で試行評価し，機能面を改良するとともに，ベンチマーキング実施ノウハウの蓄積を図っていく予定である。

参考文献

- [1] ISO/IEC: Systems and software engineering — IT project benchmarking framework — Part 1: Concepts and definitions, ISO/IEC WD 29155-1, 2008.
- [2] ISO/IEC: Systems and software engineering — IT project benchmarking framework — Part 2: Requirements for benchmarking, ISO/IEC WD 29155-2, 2009.
- [3] 高橋 光裕:「ソフトウェアプロジェクトの定量的評価とプロジェクトベンチマーキングの枠組み」, 電中研 研究報告: R07023, 2008.
- [4] 日本情報システムユーザ会編: 企業IT動向調査2008, 日本情報システムユーザ会(JUAS),

- 2008.
- [5] IPA/SEC編著: 定量的品質予測のススメ ～ITシステム開発における品質予測の実践的アプローチ～, 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, オーム社, 2008.
- [6] IPA/SEC編著: ITプロジェクトの「見える化」～総集編～, 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, 日経BP社, 2008.
- [7] @IT: ベンチマーキング, @IT情報マネジメント用語辞典,
<http://www.atmarket.co.jp/im/terminology/>
- [8] APQC: American Productivity and Quality Center, <http://www.apqc.org/>
- [9] 矢口竜太郎他: 日経コンピュータプロジェクト実態調査800社, 測る企業は成功率が2倍に, ITpro, 2009/02/02, 日経BP社, 2009.
<http://itpro.nikkeibp.co.jp/article/COLUMN/20090128/323651/>
- [10] ISBSG: International Software Benchmarking Standards Ggroup : <http://www.isbsg.org/>
- [11] ISBSG : Practical Project Estimation, 2nd Edition, International Software Benchmarking Standards Ggroup, 2005.
- [12] IPA/SEC : 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: <http://sec.ipa.go.jp/>
- [13] 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編: ソフトウェア開発データ白書2008, 日経BP社, 2008.
- [14] ISBSG : Products and Services,
<http://www.isbsg.org/products>
- [15] Software Productivity Research Inc. :
<http://www.spr.com/>
- [16] Software Productivity Research Inc. : Press Release —ソフトウェア開発見積もりツール“KnowledgePLAN”新バージョンを出荷開始,
http://www.spr.com/PressReleases/KPLAN42_05102006J.pdf
- [17] JIS : ソフトウェア測定プロセス, JIS X 0141:2002, 日本工業標準, 2004.
- [18] ISO/IEC: Systems and software engineering — Software measurement process, ISO/IEC 15939:2002, 2002.

電力中央研究所報告

[不許複製]

編集・発行人

財団法人 電力中央研究所
システム技術研究所



東京都狛江市岩戸北 2-11-1
電話 03 (3480) 2111 (代)

e-mail

serl-rr-ml@criepi.denken.or.jp

発行所

財団法人 電力中央研究所
東京都千代田区大手町 1-6-1
電話 03 (3201) 6601 (代)

印刷所

株式会社 ユウワビジネス
東京都千代田区神田須田町 1-1
電話 03 (3258) 9380

ISBN978-4-86216-968-6

