

SEC[®]

journal

Software Engineering Center

19

巻頭言

東條 吉朗 経済産業省 商務情報政策局 情報処理振興課長

所長対談

米国から見た日本のIT教育とCIOの役割

一色 浩一郎 カリフォルニア州立大学ポモナ校 コンピュータ情報学教授

SEC journal論文賞発表

技術解説

情報サービス産業協会のEPM 検証ワーキングで実証された「見える化」の効用とその課題

- PMO 支援への大きな可能性と共にツールへの課題が明らかに -

ソフトウェア産業における契約について

事故前提社会に向けたユーザ・ベンダ間での開発データ共有 第3回

- ソフトウェアタグ普及に向けた法的議論と利用技術基盤 -

CoBRA 法に基づく見積り支援ツール

- プロジェクトの定量的見積り評価を易しく支援するWebツールの提供 -

プロジェクト診断支援ツール

SEC journal論文賞受賞論文

アイシンAWのMBDエンジニアの教育について

久保 孝行

Column

人口ピラミッドと2010年革命の衝撃

IPA[®]

独立行政法人 情報処理推進機構

<http://www.ipa.go.jp/>



SEC journal

Software Engineering Center
No.19目次

339	巻頭言 東條 吉朗 経済産業省 商務情報政策局 情報処理振興課長
340	所長対談：一色 浩一郎 カリフォルニア州立大学ボモナ校 コンピューター情報学教授 米国から見た日本のIT教育とCIOの役割
348	SEC journal論文賞 受賞論文発表
350	SEC journal 論文賞 表彰委員会審査報告
351	論文講評とSECへの期待
355	技術解説 情報サービス産業協会のEPM検証ワーキングで 実証された「見える化」の効用とその課題 —PMO支援への大きな可能性と共にツールへの課題が明らかに— 岡 靖雄 東芝ソリューション株式会社 田村 一賢 東芝ソリューション株式会社 関口 純一 日本電子計算株式会社 鈴木 一弘 日本電子計算株式会社 村山 武士 日立公共システムエンジニアリング株式会社 角田 文広 日立ソフトウェアエンジニアリング株式会社 田森 崇史 日立ソフトウェアエンジニアリング株式会社
362	ソフトウェア産業における契約について 森谷 文利 神戸市外国語大学 外国語学部 講師 土橋 俊寛 一橋大学大学院 経済学研究科 博士後期課程 西村 健 一橋大学大学院 経済学研究科 博士後期課程 高橋 茂 株式会社三菱総合研究所 主任研究員 中村 宏美
368	事故前提社会に向けたユーザ・ベンダ間での 開発データ共有 第3回 —ソフトウェアタグ普及に向けた法的議論と利用技術基盤— 久保 浩三 奈良先端科学技術大学院大学 先端科学技術研究調査センター 教授 小柴 昌也 奈良先端科学技術大学院大学 先端科学技術研究調査センター 研究員 角田 雅照 奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科 特任助教 松村 知子 奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科 研究員
377	CoBRA法に基づく見積り支援ツール —プロジェクトの定量的見積り評価を易しく支援するWebツールの提供— 中村 宏美
380	プロジェクト診断支援ツール 森下 哲成
384	SEC journal 論文賞 受賞論文 アイシンAWのMBDエンジニアの教育について 久保 孝行
392	Column 人口ピラミッドと2010年革命の衝撃 鶴保 征城 IPA顧問
393	BOOK REVIEW
394	編集後記 お知らせ(論文募集 / SEC journalバックナンバー)

情報技術の役割とSECへの期待



経済産業省 商務情報政策局
情報処理振興課長

東條 吉朗

重要性を高める情報技術とソフトウェアへの負荷

情報技術は、金融システム、交通システム等の国民の生活に直結した重要な社会インフラの基盤システムから、自動車、家電製品等の製品に組み込まれた情報処理系に至るまで、経済社会の隅々にまで浸透し、現代人の生活を支えています。

このような各種システムは、利便性や高機能化への要求を背景に近年ますます複雑化し、ソフトウェアへの負荷が大きくなってきています。情報系の不調に起因する社会システム障害が、経済損失や国民生活の混乱を招く例も散見されるようになりました。組込みシステムにおいても、製品出荷後の不具合の原因の4割はソフトウェアに起因していることから分かるように、システムの信頼性が事業リスクに大きく影響するようになっていきます。

他方、組込みシステムの品質に裏打ちされた製品群は、その機能や品質の高さを競争力の源泉にして、我が国の製品輸出の過半を占めています。同様に、我が国の社会システムも効率性、信頼性、安全性には定評があり、世界が次世代インフラ投資に向かう中で、今後の国際展開が期待されています。

こうした中で、情報システムの信頼性、安全性確保への関心や要請は、ますます大きくなってきております。システムの開発者側においては、システム開発の生産性向上及びコスト低減に対応した技術開発等の必要性が増しています。また、国内外でのサービス提供に係るビジ

ネスモデル構築、必要な技術開発、標準化競争に携わることの出来る人材、スキルの標準化が求められております。

SECの取り組みと今後の期待

こうした期待、要請、課題解決のため、SECにおいては、産学の優秀な人材の拠点としての機能を発揮し、重要インフラシステムに関する安全・安心を確保するためのガイドラインの策定、また、システム開発の生産性向上・コスト低減に対応するシステムエンジニアリング手法の開発・普及、組込みソフトウェア開発に関する各種開発技術リファレンス（ESxR）、組込みソフトウェアスキル標準（ETSS）といった成果が着実に上がっていると認識しております。

今後は、様々な産業のシステム開発現場においてこうした成果の活用が図られると共に、公平、中立の立場から適用効果を定量的に把握・分析する等の独立行政法人としての特長を活かした活動が期待されるところです。

また、ソフトウェアエンジニアリング手法に関する海外の先進的な技術開発動向の把握、先端研究機関との連携といった取り組み、アジア地域での中核的な役割、また、民間企業と連携した開発手法、スキル標準の国際標準化への取り組み、地域・中小企業への成果の普及等を通して、情報産業の振興、引いては、我が国の産業振興、豊かな国民生活の実現への寄与を期待し、SECの更なる飛躍を期待しています。

米国から見た日本のIT教育とCIOの役割

ITの重要性が増す中、IT分野における大学教育のあり方が注目されている。一方、企業が戦略的なIT活用を成功させるためにCIOの持つ役割が大きく期待されている。アメリカの大学で教鞭を執り、アメリカ企業のIT活用の動向にも詳しい一色浩一郎 カリフォルニア州立大学ボモナ校 コンピューター情報学教授とIPA/SECの松田晃一所長が、大学教育のあり方やIT投資の考え方、CIOの役割等様々な課題について語り合った。

カリフォルニア州立大学ボモナ校 コンピューター情報学教授
一色 浩一郎

SEC所長
松田 晃一

松田 日本ではいまIT産業に魅力を感じる若者が減り、大学でも情報系の学科に学生が集まらなくなってきました。しかし、ITは、社会インフラとして、また企業の競争力を高める上で重要な役割を担っています。本日は、大学における教育のあり方や企業のIT投資の考え方、そしてCIOの役割等、様々な課題に今後どう取り組むべきか、議論していきたいと思います。まず、アメリカの大学の特徴についてお話をいただけますか。

一色 私はUCLAで博士号を取り、現在、カリフォルニア州立大学ボモナ校でコンピュータ情報学を教えています。アメリカの大学の先生は、博士号をとった大学では教壇に立てないのが、常識です。うちの大学でも同様で、ほかの大学出身者（UCLA、MIT、Stanford、Montclair、Arizona、Georgia Tech、UCI、Texas、Florida、南加大等）になっています。アメリカの大学には、同じ血、同じアイデアが続くことを防ごうという考え方があるからです。また出身大学だけでなく、出身国も多様です。私が所属している学科には、ロシア、インド、中国、メキシコ、台湾から来ている先生がいます。いろいろなバックグラウンドを持つ先生が集まっていることがアメリカの大学の大きな特徴です。

松田 先生の多様さは、日本の大学と大きく違うところですね。ところで、一色先生は大学でどのようなことを教えているのですか。

一色 カリフォルニア州立大学コース体系図（図1）に描いた内容のほとんどです。うちの大学の先生は1つの



松田 晃一（まつだ こういち）
1970年京都大学大学院修士課程修了後、日本電信電話公社入社。NTTソフトウェア研究所 ソフトウェア開発技術研究部長、株式会社国際電気通信基礎技術研究所（ATR）取締役企画部長、NTTコミュニケーション科学研究所 所長、NTT先端技術総合研究所所長、NTTアドバンステクノロジ株式会社代表取締役常務、NTT-AT IPシェアリング株式会社代表取締役社長を歴任し、2008年2月IPA（独立行政法人 情報処理推進機構）IT人材育成本部長に就任、2009年1月よりSEC（ソフトウェア・エンジニアリング・センター）所長。工学博士。

コースを教えるだけではなく、ほとんどのコースを教えることの出来る力が求められています。もちろん、「私はセキュリティが専門だ」というように先生ごとに専門分野はあるのですが、専門のセキュリティだけでなくアプリケーション開発や要求工学も教えるといったことも求

められているのです。

松田 ずいぶん幅の広い体系ですが、学生はどのようにしてコースを選ぶのでしょうか。また、学生から、強く注目されている分野はありますか。

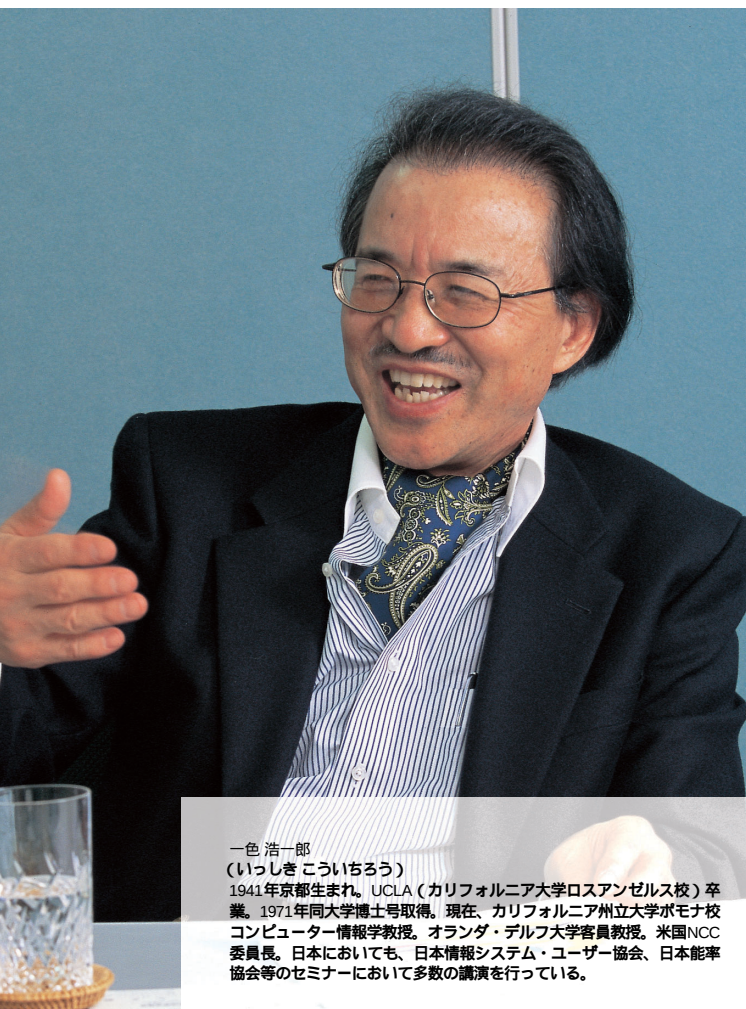
一色 人気の分野は、私がいま中心に教えているプロジェクトマネジメントオフィス（PMO）や要求工学、心理経済学、行動科学、CIO、上流システム分析等です。また、セキュリティやフォレンジック、Webアプリケーション

来性に見切りをつけられたためか、学生数が減ったことがあったのです。そして、その事態の解決策として、教える内容の中心を上流工程、PMOやセキュリティやフォレンジックへとシフトさせました。その結果、いま学生は、増えています。

産業界のニーズを授業に反映させる 米国の大学教育

松田 日本の場合、残念ながらコンピュータサイエンスや情報系の学科の人気の落ちてしまい、優秀な学生が集まりにくい状況が続いていますが、アメリカの大学は企業からの需要が伸びている分野に教育テーマをシフトさせ、学生を増やしていったのですね。日本では、簡単には教育内容を変えられないようです。この違いを生み出す背景は何でしょうか。

一色 1つに、日本の大学の先生は終身雇用ということがあるでしょう（図2）。もう1つは、文部科学省の規制が強いのでは？ アメリカには、全国を統一する教育の文部科学省に相当するものがありません。これは、アメリカの大学にとっては、ブレッシング（福音）ですね。うちの大学の場合は、学生からの評価が低い先生はクビになります。先生は、常に新しいことを習得し、教えていかないといけないのです。それが出来ないと他所へ行ってくださいとなるわけです。大学の一番のステークホルダーは先生や管理職ではなく、学生なのです。そして多くの学生は、自分で会社を立ち上げるか、好条件の企業に就職出来ることを望んでいます。ですから、授業の内容もその目的に合致するようにしています。また、うちの大学でのコースは1学期40時間なのですが、その40時間を15分単位で区切って何を教えるかを定義しています。そして、学生を雇う企業の人事担当者を大学に招き、プレゼンテーションをして、その内容を見てもらい、彼らの意見をフィードバックしてコースを改良しています。もし、先生たちの中にコースを教えるスキルが無い場合には、産業界の人に教えてもらっています。そういうときには、先生も学生と一緒にその授業に参加して学びます。それ



一色 浩一郎
（いっしき こういちろう）
1941年京都生まれ。UCLA（カリフォルニア大学ロサンゼルス校）卒業。1971年同大学博士号取得。現在、カリフォルニア州立大学ボナ校コンピュータ情報学教授。オランダ・デルフト大学客員教授。米国NCC委員長。日本においても、日本情報システム・ユーザー協会、日本能率協会等のセミナーにおいて多数の講演を行っている。

ョン、Podcasting、Webcastingの分野も注目されています。そうした分野への従事者の報酬は高いため、学生の目指す方向の1つでもあります。実は、インターネットバブルがはじけた2000年ごろ、アプリケーションプログラムの開発がインド等にアウトソーシングされると、将

をretooling（リトゥーリング）と言います。retoolingを通じて先生は自分のスキルレベルを上げるわけです。

松田 日米で大きく違うのは、アメリカの大学は産業界の意見を大胆に取り入れ授業内容にフィードバックしている点ですね。日本の企業は、大学の卒業生は即戦力にならないと指摘はするのですが、大学の先生と教育やカリキュラムについて一緒に考えるところまではいいません。日本もそういうことをしなければいけないと思います。

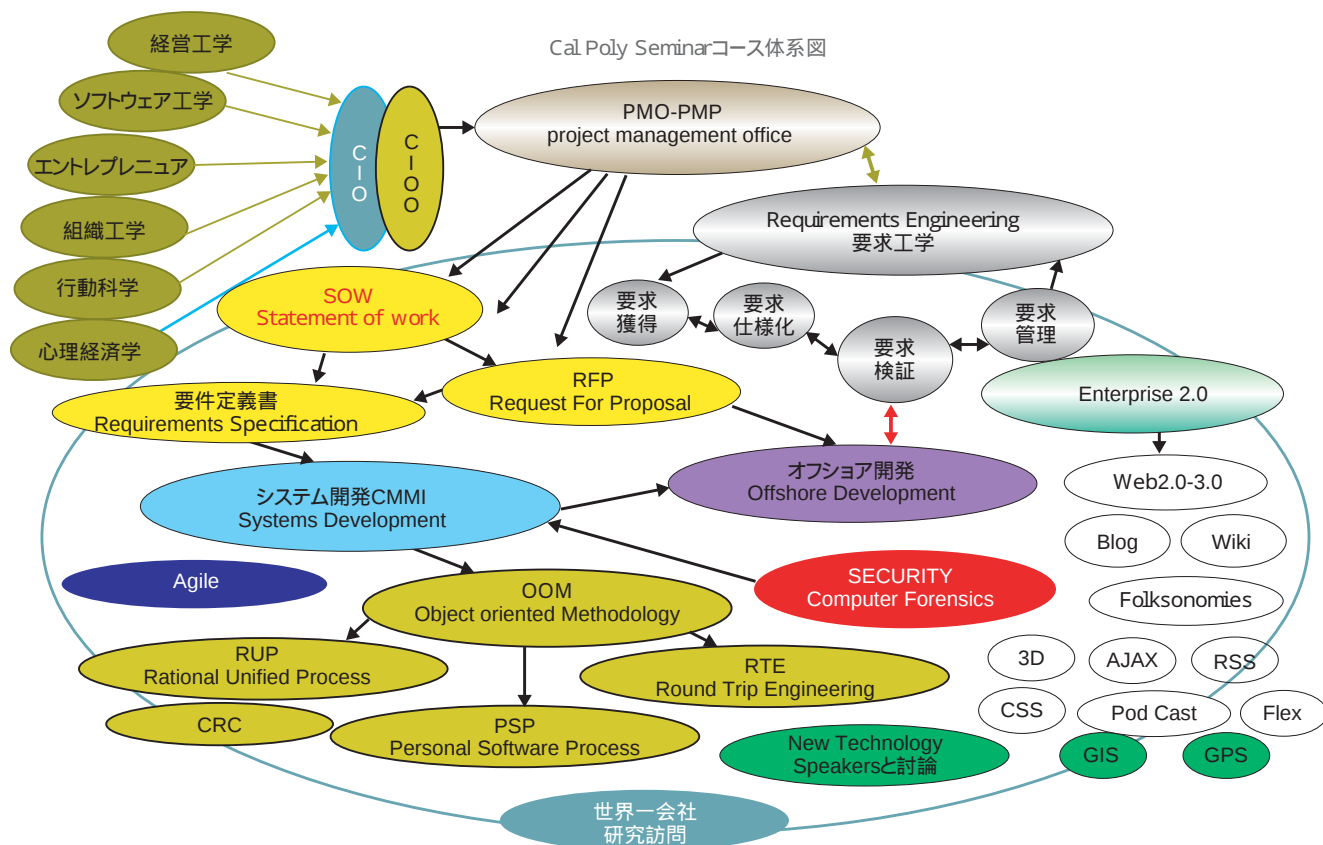
固定的IT支出から戦略的IT投資へのシフトが重要

松田 ところで、アメリカ企業におけるITの活用状況に

ついて、先生のお立場からはどのようにご覧になっていますか。

一色 1980年代には、日本の経済力が世界一になってアメリカは2位に落ちました。日本に脅威を感じたアメリカがとった対応策の1つがIT化だったのです。当初は、マニュアルをコンピュータ化し、オートメーション化し、省力化することで利益が向上すると考えました。しかし、現実はそうならなかった。その原因を調査して、戦略的IT投資、つまり経営に関するIT投資を行うとビジネスそのものの効率が上がり、機能改良やハード・ソフト保守、運用、バグ対応といった固定的IT投資だけでは、ビジネス効率はほとんど上がらないということが分かったのです。

松田 ITは効率化や合理化、省力化のためのものではな



All rights reserved by Dr. Koichiro Isshiki(一色浩一郎)
& Takaaki Yaguchi(矢口隆明)2009

図1 カリフォルニア州立大学コース体系図

い。戦略的分野に活用しないとITの効果が出ないということですね。

一色 そうです。それまでは、アメリカの企業のIT投資は、一度作ったシステムのメンテナンス費用に70%、新規開発には30%でした。新規開発に投資しない限り、新しいIT戦略に投資出来ません。メンテナンス費用に回すお金を経営戦略的IT投資という新規開発分野に移すべきだと気がついたのです。

松田 それに対して日本は固定的なIT支出が大半を占めていると。

一色 そうです。日本企業の場合、固定的IT支出が76%を占めています（図3）。まだ日本は、アメリカが80年代にしていたことをしている可能性があるわけです。

松田 日本企業のIT投資も戦略的な方向へ移る必要がありますね。そのためには、ビジネスの世界の急速な変化に対してITの側がサッと機動的に対応出来ることが求められています。その部分で先生が教えられている要求工学等が大きな役割を果たすことになる。

一色 実は要求工学は、これまでに刊行された出版物にはうまく説明されていません。でも、要求工学にのっとったコンサルティングビジネスの規模は非常に大きいのです。コンサルティングをしている会社は自分たちで要求獲得のメソッドロジーを持っており、要求をきちんと獲

得したかどうかを検証出来ます。アメリカでは、プログラミング以下の仕事はアウトソーシングやオフショアに出すことが多くなっていますが、要求工学に基づいて、SOW、要求定義書、RFPがきちんと出来ていれば、アウトソーシングやオフショアに出しても開発がうまくいきます。

松田 日本でも海外に開発を委託することが多くなっています。アメリカから見ると、日本にはどのような課題が残されているとお考えですか。

一色 日本国内の契約方式の商習慣を変える必要があると思います。委任契約でユーザが要求定義の責任を持つ契約方式にする。現在の日本の契約は、時間とコストは決まっているけれどもScopeを決めないで開発を始めることが多い。日本は請負契約なのでユーザは要求をしたいい放題になる傾向にあります。オフショアに委託するときにそれではダメなのです。日本の場合、業務要求はある程度定義しているようですが、要求、とくに非機能要求をきちんと定義していないことが多いのです。オフショアの人から見ると、業務要求を満たしてきちんと作ったとしても、チェックをした日本からは、例えば操作してから1秒以内というような非機能要求があとから出されて、修正になってしまうわけです。それは開発コストを膨らませるし、納期を遅らせます。要求工学

	日本の大学	米国の大学
学生の年齢	18～22歳	18～70歳以上
授業料	一括払い 一般的に親が負担	単位払い 一般的に自己負担
教員	終身雇用	終身雇用でない
授業評価	学生（非直接的） 学会での評判	企業からの意見と 学生と教員から
授業時間	8～17時	7～22時
授業内容	教員の判断に任される	企業のニーズを取り入れる

図2 大学教育の日米比較

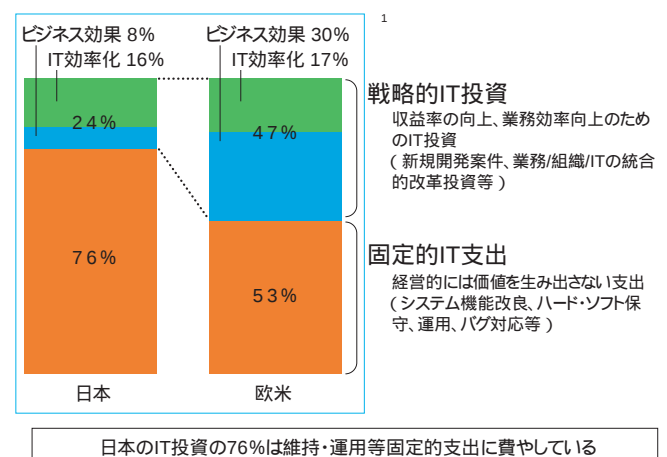


図3 IT支出額の日本と欧米での内訳比較

に基づけばScopeの定義や可視化が出来、コスト増や納期の遅れは生じません（図4）

松田 Scopeをきちんと定義すればオフショアはもちろん社内開発でもきちんと仕事出来るわけですね。

一色 もちろん、社内開発であっても同じ効果をもたらします。そして、要求定義をきちんと行うためには要求を定義出来る人を作らないといけません。

松田 人材育成は、大きな課題です。要求定義が出来る人材はどのような教育によって育成出来るのでしょうか。

一色 うちの大学のコース（図1）は、まさにそれです。今までに、約30社ほどの日本企業は、1993年からうちの大学で社員を学ばせています。ちなみに、普通の学生が4年間で履修するところ、企業からの学生の場合は、数週間に凝縮し、みっちり当大学のモットーである"理論と実践"で勉強していただいています。

日米で異なる プロジェクトマネージャの権限

松田 企業で、実際にプロジェクトがスタートすると、プロジェクトマネジメントが重要になります。先生が教えられているPMOの役割についてお話ししたいと思います。

一色 PMOには、大きく分けて、4つの役割があります。



1.要求を定義して、RFPを作成する。2.そのプロジェクトの予算を割り当てる。3.プロジェクトが予算と時間内に、終わるよう管理する。4.プロジェクト全部（成功例、とくに、失敗例も含めて）のインデクス化して、いつでも、参照出来るようにして、1.に、役立てるようにしておく。3.のプロジェクトが予定通りの金額で予定通りの時間で進行しているかどうかを見るPMOの役割の1つを日本では、プロジェクトマネージャがその任にあたっているようです。PMOは予算も握っており、プロジェクトの要のポジションです。そのため、米国のPMOは、日本でいうところのプロジェクトマネージャより高い報酬が得られます。

松田 日本の場合、プロジェクトマネージャの仕事の定義はあるのですが、高度な仕事というよりは、どちらか

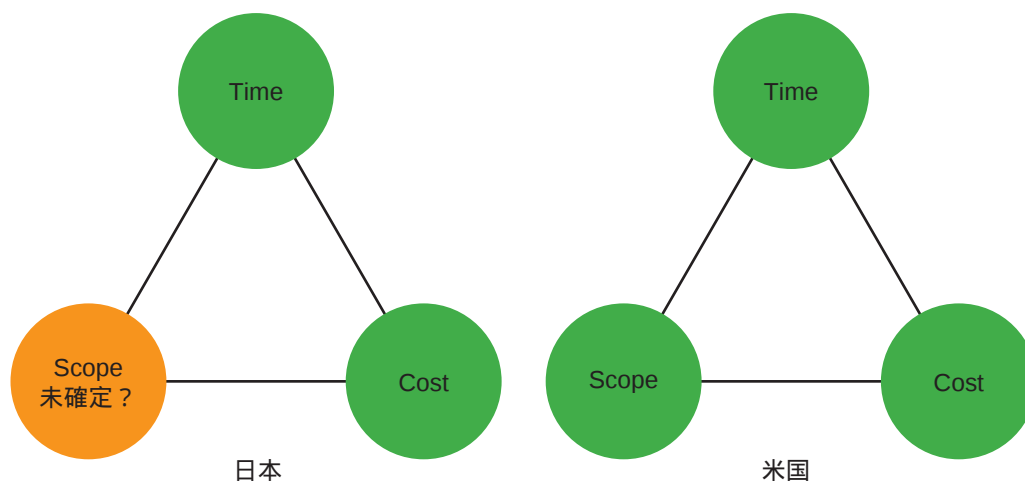


図4 要求工学：Scopeと契約の可視化（日米比較）

という何でも屋ですね。ありとあらゆる問題がプロジェクトマネージャのやるべき仕事と見なされています。このような立場となるのは日本の発想なのですね。

一色 日本のプロジェクトマネージャには予算の責任が無いと聞いています。そこは、アメリカと違いますね。

松田 プロジェクトに問題が生じたときに、人を追加投入するというレベルのことは日本のプロジェクトマネージャも出来るのですが、アメリカに比べると権限は大きくないですね。

一色 アメリカでは、プロジェクトマネージャのレベルに達するまでに、コース体系図（図1）の下部に示したシステム開発やCMMI、アジャイル開発、オブジェクト指向技術等を経験しています。プロジェクトマネージャは、Java、Windows、UNIX等各種のプラットフォームで開発した経験やMicrosoft SQL ServerやOracle等、いろいろなデータベースでの開発経験も持っています。だから、人材のレベルとプラットフォームの選択により、開発期間を計算出来るのです。計算を間違えると採算が合わなくなるかもしれないし、納期が遅れるかもしれません。プロジェクトマネージャは大切な存在なのです。それだけに、報酬も高くなるのです。

松田 アメリカにおいては、プロジェクトマネージャの役割の重要性が分かりましたが、うまく機能する仕組み無しでは成り立たないと思います。どのような工夫をしているのでしょうか。

一色 一般に、PMOは、前述しましたが、過去のプロジェクトの結果を大切にライブラリ化しています。成功例もあるのですが、とくに失敗例を重要視しています。それを参照して新しいプロジェクトの計画に反映させています。ライブラリには、例えば、プロジェクトマネジメントがしっかりしているのに失敗するケースがあります。これは、出来る人がプロジェクトマネージャになると開発期間を短く設定しがちですが、実際には普通のレベルの人が開発にあたるので当初の設定より3倍も10倍も時間とコストがかかった、というようなことです。

松田 アメリカでは経験を積んでこそ、プロジェクトマネージャ、つまりPMOになれるわけですね。

CIOの仕事はITと経営の 同期化を図ること

松田 ITを担当する役員であるCIO（Chief Information Officer）がいる日本企業が増えてきましたが、アメリカのCIOはどのような存在なのでしょう。

一色 アメリカ企業のCIOは1日24時間、毎日ずっと経営とITを同期化させることについて考え続けています。それを24/7（トゥエンティフォー・セブン）と表現しています。つまり、1週間ずっとと経営とITを同期化させようと考え続けているわけです。それに対して、日本のCIOがITのことを考えている時間は1週間のうち1割にすぎないでしょう。あとの9割はほかのことをしているわけです（図5）。

松田 日本企業のほとんどのCIOは専任ではないので、仕方がないのです。

一色 確かに、日本のCIOはITを専門としていない人が55%を占めています。ITの専門家ではないのにCIOの立場になって会社の要求全体を把握し、ITの戦略的活用を考えることは難しいでしょう。

松田 その違いがITの戦略的な活用に関して、日米の差を生む原因になっているのですね。

一色 それと権限の違いがあります。アメリカのCIOはシニアバイスプレジデント&CIOやエグゼクティブバイスプレジデント&CIOという肩書きを持っています。つまり、経営サイドの権限を持っていてなおかつCIOなのです。日本のCIOにそういう人は少ない。日本企業は終身雇用だから、CIOを雇いにくいということを聞きました。アメリカの場合は、3年とか5年で会社を移っていきます。経営とITの同期化を図るというプロジェクトに成功したら報酬は大きい。失敗したらクビになる。だから、24/7で一生懸命やるわけです。

松田 コンビニや宅配便等のビジネスは情報システムを活用して成長してきました。情報システムの社内的な地位は上がっていると考えて間違いありません。ただ、日本のCIOの地位は相対的に低いというのはおっしゃると

おりだと思います。

一色 日本の野球界からは松井とかイチロー等たくさんの野球選手が年俸契約でアメリカのメジャーリーグに行っているじゃないですか。日本でも、大切なプロジェクトを進めるときにCIOを年間契約で雇う社会構造を作ったら案外、「自分がやる」という人が出てくるかもしれません。

目のキラキラした若者が活躍出来るIT社会の実現に向けて

一色 私は、ITの分野で目がキラキラした日本の若者が活躍出来る社会にしたいと強く思っています。うちの大学は17年間にわたって日本の企業から400名くらいの研修生を受け入れているのですが、最初のころの研修生は、

「先生、私は世界を制覇するよ」といって日本に帰ったものです。最近の若者はおとなしくなってキラキラの度合いが少なくなっている。少子化なのにキラキラした人がいなくなったらITの将来は真っ暗です。日本の社会は、若者の人口が減少し、世界に先駆けて、高齢者が増えている。熟練技術、深い知識を持っている高齢者が退職後、十分に、活躍出来る社会。高齢者向けのIT、自動車、車、必需品等世界に先駆けた物づくりで、世界をリードし、世界の最先端をいけると思います。ぜひ、日本の若者がITの世界でやっていきたいというIT社会と並行して、高齢者も活躍出来る日本社会にしたいですね。

松田 そのためにはどのようなことをすべきとお考えですか。

一色 まずストレスの無いIT社会にすることです。私は、ストレスをもたらしているのは日本のIT社会の多重下請

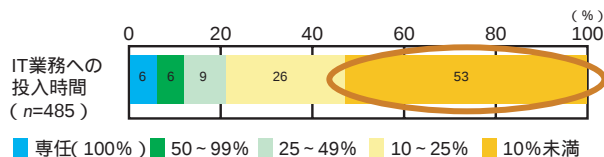
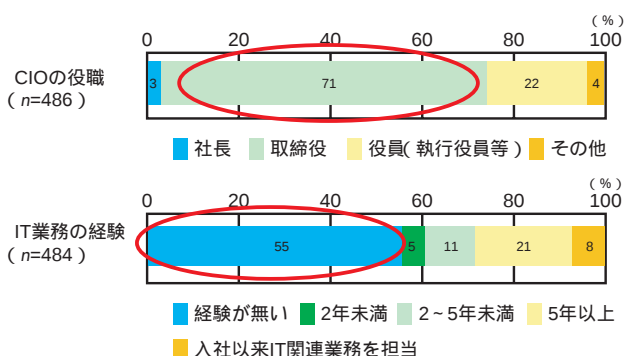
日本の平均CIO像

- ・「取締役でITの業務の経験無し」が最も一般的なCIO
- ・IT業務への投入時間「1割以下」というCIOが半数以上、「50%以上」というCIOは1割強

米国の平均CIO像

- ・CIOは、ITと経営の両方のスキルが必要
- ・CIOは会社の経営戦略策定に参画
- ・CIOは、ITと経営の経験無くしては、雇われない
- ・24時間365日、経営とITの同期を考えている
- ・失敗は、クビになる
- ・成功は、膨大な報酬、次の会社への転身

日本のCIO調査結果



出典：JUAS企業IT動向調査2006より

図5 日米のCIO比較

IT産業の構造改革で若者に夢を

多重下請け構造・受託開発から自社ブランドパッケージへ
人材育成教育で、若者に必要なスキルセットを持たせる
3Kから3T 大志・楽しい・高い報酬

図6 3Kから3Tへ

構造が主原因と見ています。そのため、まず、多重下請を無くして、直接ユーザが、個々のベンダと契約する形に変えることです。また、派遣だとユーザに従属し、指示されたことをするだけになるので、やる気がなくなる。だから、契約を派遣でなく受託開発にすることです。それから受託開発から更に進んで自社独自のブランドネームを持ったパッケージでユーザ企業のSOA対応を手助けするといったビジネスに取り組むことです。それは、IT社会を労働集約的なものから知識集約的なものにするということです。

松田 その実現のカギとなるのは教育ですね。

一色 そうです。日本の若者にそういうことが出来るツールを渡してあげないといけな。受託開発が出来るスキルセットを若者に持たせないといけな。うちの大学のコースで教えていることはそのスキルセットなのです。スキルセットを持てば、受託開発が出来、アジャイルで開発が出来る。また要求工学の観点からユーザ企業の社長とも会話が出来、会社の経営との同期のための要求も聞き出せる。そういう教育をすれば、IT社会でストレスを受けなくなるし、日本の若者の目がキラキラしてくると思うのです。そうしたら、3Kが3T(図6)になります。実は、うちの大学に来た若者に一番大切に思うことを書いてもらったのです。その第1が「大志を抱ける」こと、第2が「楽しい」こと、3番目が「高い報酬」なんです。つまり3Tです。高い報酬が一番じゃない。それより大志が抱けるITの会社で仕事がしたいと思っているのです。

松田 3Kから3Tへというのはすごくいいメッセージですね。

一色 私は、ITの産業構造を変えるためには、開発する



側だけでなく、発注する側の工夫と勉強も大事だと思っています。

松田 おっしゃるとおり、ユーザ企業のCIOの力を養成することも大切ですね。なぜ、多重下請構造が続いてきたかということ、発注するユーザ側に力が無かったからです。だから力のある大きな会社に丸投げする。しかし、その会社ですべて開発することは出来ないの以下請に出していくという構造になっています。そういう構造を変えていくためには、発注する側がScopeをきちんと書いて発注先の会社がそれに合致した仕事をしているか検証出来るようになることが求められますね。

一色 そうです。発注する側は要求を書くことが出来、もちろん検証も出来ないとダメです。

松田 発注する側と受注する側の対等のパートナーシップがITの産業構造を変える1つの道だと思います。両面から変えて目がキラキラした若者を取り戻したいですね。そこに向かってIPA/SECも知恵を絞り活動を進めていこうと考えています。

一色 IPA/SECは力を持っている組織です。ぜひ、若者が大志を抱けて、楽しい、高い報酬がもらえるIT社会にしたいと思っています。

文：小林秀雄 写真：越 昭三郎

各図はIPAフォーラム2009における一色浩一郎教授のプレゼン資料より作成

SEC journal論文賞 受賞論文発表

SECは、わが国ソフトウェア産業発展のための、様々な取り組みを実施しておりますが、その取り組みの1つとして、ソフトウェア・エンジニアリングに関する論文に賞を設け、表彰を行っております。

本年の「SECjournal」論文賞は、2008年8月から2009年7月までに投稿された合計15編の論文を候補とし、選考委員会による厳正な審査の結果、3編を表彰論文として選出いたしました。

各賞の決定と発表は、IPAフォーラム2009（2009年10月29日）において、「SEC journal」論文賞表彰委員会によって行われ、本年は最優秀賞1編、所長賞2編が表彰されました。審査報告と論文の講評は本号350ページからご覧ください。

なお、最優秀賞受賞論文は本号384ページに掲載しています。所長賞受賞の大森久美子氏らの論文は17号に掲載、同所長賞受賞の山口有紀氏らの論文は20号に掲載されます。また、IPAフォーラム ソフトウェア・エンジニアリングセッションでは下図の内容で各講演が行われました。当日の講演資料はWebサイト¹よりダウンロードが可能ですので、こちらをご覧ください。

1 講演資料URL：<http://www.ipa.go.jp/about/news/event/ipaforum2009/index.html>

●特別講演

要求工学によるIT産業の維新と構造改革を

（一色 浩一郎氏：カリフォルニア州立大学ボモナ校
コンピューター情報学 教授）

●講演

セブン-イレブンのビジネスとIT活用

（佐藤 政行氏：株式会社セブン&アイ・ホールディングス
システム企画部CVSシステム 執行役員シニアオフィサー）

ビジネス駆動の先進的なITシステム・ソフトウェアの世界観

（大槻 繁氏：株式会社一（いち）副社長）

『工期短縮』へのチャレンジ

（木谷 強氏：株式会社NTTデータ 技術開発本部 副本部長）

●パネルディスカッション

「これから加速する淘汰再編 戦略的IT投資で勝ち抜く」

コーディネータ

多田 和氏（日経BP社 コンピュータ・ネットワーク局 編集委員）

パネリスト

佐藤 政行氏 大槻 繁氏 木谷 強氏

SEC journal論文賞表彰委員会

委員長 相磯 秀夫 東京工科大学 理事

委員（50音順）

有賀 貞一	株式会社 ミスミグループ本社 代表取締役副社長
井上 克郎	大阪大学大学院 情報科学研究科 コンピュータサイエンス専攻 教授
大原 茂之	東海大学専門職大学院 組込み技術研究科 教授
片山 卓也	北陸先端科学技術大学院大学 学長
櫛木 好明	パナソニック株式会社 顧問
鶴保 征城	独立行政法人 情報処理推進機構 顧問
富永 章	法政大学 イノベーションマネジメント研究科 客員教授
松田 晃一	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 所長
横田 英史	株式会社 日経BP 制作室長

SEC journal論文賞選考委員会出席者

委員長 井上 克郎 大阪大学大学院 情報科学研究科 コンピュータサイエンス専攻 教授

委員（50音順）

天崎 聡介	岡山県立大学 情報工学部 情報システム工学科 助教
大原 茂之	東海大学専門職大学院 組込み技術研究科 教授
兼子 毅	東京都市大学 経営システム工学科 講師
平山 雅之	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 研究員
二上 貴夫	株式会社東陽テクニカ ソフトウェア・システム研究部 部長
松田 晃一	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 所長
三橋 二彩子	日本電気株式会社 ソフトウェア生産革新部 グループマネージャー
渡辺 政彦	キャッツ株式会社 取締役副社長

選考委員会では、全委員の査読結果を含め、審査を行った。

最優秀賞

アイシンAWのMBDエンジニアの教育について

久保 孝行

所長賞

問題形成から受入れ検査までを含んだ PBL型ソフトウェア開発研修とその評価

大森 久美子, 神沼 靖子

流用開発を意識したソフトウェア実装品質向上手法

山口 有紀, 田中 尉氏, 市川 裕章



12月29日(木) 主催: 独立行政法人情報処理推進機構 後援: 経済産業省 特定非営利活動法人 ITコーディネー

上段左より、鶴保 征城・榎木 好明・片山 卓也・井上 克郎・大原 茂之
市川 裕章・神沼 靖子・木谷 強・大槻 繁・一色 浩一郎・佐藤 政行
松田 晃一・山口 有紀・大森 久美子・久保 孝行・相磯 秀夫・西垣 浩司

(敬称略)

SEC journal 論文賞 表彰委員会審査報告



SEC journal論文賞
表彰委員会委員長
東京工科大学 理事
相磯 秀夫

第5回SEC journal 論文賞へ挑戦した論文は、産業界から9編、学术界から3編、その他3編、計15編でした。とくに組込みソフトウェアや技術者教育・人材育成に関する分野に実践的な質のよい論文が目立ちましたが、今日のソフトウェア開発における喫緊の課題を反映していると思われます。

今回の論文審査は、最初に大阪大学大学院情報学研究科教授井上克郎委員長を中心に、総勢30人の査読者から成る論文選考委員会が応募論文を厳正かつ公平に査読し、その中から3編の論文賞候補を選出しました。その後、私が委員長を務める10名から成る論文賞表彰委員会が、論文選考委員会が選出した3編の受賞候補論文の選考結果を追認し、それぞれの著者に論文の内容の説明と質疑応答を要請しました。論文賞の表決に際しては、論文としての有用性ならびに受賞論文としての品格等の視点から候補論文を厳しく比較評価し、総合評価点が最も高い論文1編に最優秀賞を、次点の論文2編にSEC所長賞を授与することにしました。

最優秀賞を受賞した久保孝行氏の論文「アイシンAWのMBDエンジニアの教育について」は、車両制御ソフトウェアの開発工数の低減ならびに品質向上を目指して、シミュレーション技術を駆使したMBD (Model-Based Development) 開発と呼ばれる新しい開発手法への取り組みに挑戦し、従来のソフトウェア作成と異なるスキルが要求されるMBDエンジニアの育成のための教育について論じ、初等教育のカリキュラムを作成し、その成果を実証したものです。著者は自動車業界の関係者が検討を加えたMBD技術者スキル標準 (ETSS-JMAAB) の有用性に着目し、

ETSSを参考にして、エンジニアのキャリアやキャリアレベルを明確に定義、多変量解析を用いて、現状のエンジニアのレベルとスキルの相関を分析し、レベルごとに必要なスキルを抽出、重要なスキルについては、必要な業務を定量的に分析し、適切な専用テキストを作成、教育の成果を評価し、その有用性を実証しました。本論文は問題点の整理、課題の分析、問題解決アプローチの提案、実証実験による評価を通して、有用な知見を示した実践的な論文として、また多様な機能が要求

される一般の組込みソフトウェアの開発にも適用出来る示唆に富んだ論文として高い評価を得ました。所長賞に選ばれた大森久美子氏らの論文「問題形成から受入検査までを含んだPBL型ソフトウェア開発研修とその評価」は、ソフトウェア工学の基礎知識の共有とチーム力を生かした開発業務の効率的な推進を図るための人材育成法について考察し、その成果を若手社員の研修を通して実践的に示したものです。著者はソフトウェア教育の問題点を分析し、その解決のために、ソフトウェア工学の基礎知識の習得、自主的に取り組み、自ら思考する能力の養成、チームワークならびにコミュニケーション能力の体得を目標とするソフトウェア開発研修を企画・実施しました。その過程で様々な着想を試行し、その有用性と将来の検討課題を提示しました。もう1つの所長賞に選ばれた山口有紀氏らの論文「流用開発を意識したソフトウェア実装品質向上手法」は、システムの多機能化やソフトウェアの規模拡大に直面している組込みソフトウェアの開発において、既存のソフトウェア資産を流用することが重要視されていることに注目し、そのためにはまずソースコードの品質とコードの保守性の向上が必須と考え、その施策について検討し、試行・適用を通してその実用性を示したものです。具体的には、プログラムの静的コード解析ツールを導入し、コード品質面からのチェックを強化、チェック機能の精度を上げる手段として、コード解析ルールセットの見直し、経験者による目視レビューの併用、コーディング作法の改善と事前教育等を行い、その結果としてコード品質面での大幅な向上とソフトウェア開発のトータルコストの低減を達成しました。以上、受賞論文を概観しましたが、ここで改めて論文賞を受賞された著者の皆様方に対し心からお祝い申し上げます。なお、受賞論文の詳細につきましては、SEC journal No.17、今号、No.20号の掲載論文を参照してください。

今回の本論文の審査を担当して嬉しく思うことは、受賞論文を始め多くの応募論文の研究グループが、IPA/SECが主力を注いでいるITスキル標準や人材育成等に関わる活動成果を積極的に活用しており、よい成果に結び付けていることです。IPA/SECの活動の正当性と有用性が裏付けられ、ソフトウェア開発の常道が理解されつつあると見てよいでしょう。ソフトウェア工学はあらゆる分野に共通の重要な技術です。ソフトウェアに関係する方々は、ご自分が体得された新しい知見・技術・スキル・経験をSEC journalにご紹介いただき、その結果として論文賞の取得に挑戦されますことを期待しております。

論文講評とSECへの期待

各受賞論文について、評価できる点、不足している点など、審査委員の皆様に講評をお願いしました。
また同時に、SECに期待することをお伺いしました。

SEC journal 編集部



北陸先端科学技術大学院大学
学長

片山 卓也

ソフトウェア開発に携わるエンジニアによる最新技術の実践に関する論文であり、それぞれに存在感と汗の感じられる力作であり、SEC journalにふさわしい論文が選定されていると考えます。

(1) アイシンAWのMBDエンジニアの教育について

組込みシステム開発現場で、急速に採用が進んでいるMBDに携わるエンジニアの教育は重要な課題である。MBDに特化したETSSと統計解析を利用して教えるべき知識項目を絞り込む手法を示し、その検証を開発現場で行っている。従来の常識に反して、エントリレベルの技術者については、やみくもに制御理論等の前提知識を教える必要はなく、それにより教育時間を大幅に短縮できること等を示している。優れた論文である。

(2) 問題形成から受け入れ検査までを含んだPBL型ソフトウェア開発研修とその評価

実践的ソフトウェア開発の教育にPBLの重要性が増しているが、新人社員を対象にして、問題形成から受け入れ検査までを含めたPBLにおける気づきシートの有用性を示した点が評価できる。参加者が気づきシートに記入するだけでなく、講師によるフィードバックを与えることにより、PBL学習の効果が増大されることを示した点が大いに評価される。気づきシートの系統的分析や分析ツール等の方向に発展することを期待したい。

(3) 流用開発を意識したソフトウェア実装品質向上手法

Cソースコードの静的解析とコーディング規約の強化により、再利用性の高いプログラムの作成を開発現場で行い、不具合を大幅に減少させ、ソースコードの資産価値を高めることに成功した報告であり、実用性の点で高く評価できる論文である。再利用性の観点からは、モジュール化等の設計観点からの技術も重要であるが、ソースコードのみを基盤とする開発が多いことを考えると、通常の開発組織にとって貴重な報告である。



大阪大学大学院 情報科学研究科
教授

井上 克郎

ソフトウェアの生産性や品質の向上には、技術的な改善だけでなく、技術や知識の教育が非常に大きなファクターを占めている。今回、論文賞候補として残った論文3編は、いずれも実務者が行った教育、普及活動に関連したものであり、現場での教育の重要性がうかがわれる。

「問題形成から受け入れ検査までを含んだPBL型ソフトウェア開発研修とその評価」では、あまり明確化しにくいPBL型教育での進捗や効果に関して、“気づきシート”を用いて分析、評価できるようにしており、今後の大規模プロジェクトへの展開が期待される。

「流用開発を意識したソフトウェア実装品質向上手法」は、コーディングルールと静的解析ツールを用いた欠陥検出活動の展開例であり、今後より上流での活動との連携が望まれる。

最優秀論文賞を受賞した「アイシンAWのMBDエンジニアの教育について」では、新人教育における必須項目の洗い出しを行い、車に関する領域知識はあるレベルまでは教えない等、割り切りによる教育の効率化を行っており、非常に興味深い。

ソフトウェア技術・知識の効率的な教育法は確立されているとはいえない。講義や演習、ビデオや遠隔講義、PBLやOJT等、多種多様な形態が用いられている。どのような内容の教育にはどのような形態が有効か、また、どのような講師が必要か等に関して、(漠然とした共通認識はあるが)はっきりしたものは、あまり知られていない。今後のSECの活動として、教育形態や教員レベルの分析、整理、そして標準化等が重要になっていくであろう。



法政大学 イノベーションマネジメント研究科
客員教授

富永 章

長年の懸案であった、情報処理教育の不備や属人性の問題が、カリキュラム標準J07により、グローバルに伍する方向へと徐々に改善されつつあり、期待は大きい。「問題形成から受入れ検査までを含んだPBL型ソフトウェア開発研修とその評価」は、企業需要と実態とのギャップ解消に、PBLをいかにうまく活用するかという事例である。PBLの効用は世界的に認識され、多分野の教育で使われているが、ここでは相互受入れ検査等にとくに良い工夫が見られる。「アイシンAWのMBDエンジニアの教育について」は、自動車等の分野で今や不可欠となったMBDの教育を、最短期間で効果的に行うための説得力ある解決策を導き出した点が素晴らしい。一方、「流用開発を意識したソフトウェア実装品質向上手法」は、コード化以降の工程を対象に、組込みソフトウェア品質の改善を実践した。限定された領域の中にもかかわらず、SECのガイドをフル活用し、良い実効果を出している好例である。

審査対象となった本年の優秀論文は、すべてが実践分野からのものである。この賞の意義は実践の論文を奨励することにあるから、こういう状況は大歓迎である。ソフトウェアエンジニアリングは、実務を良くするためにある技術であって、学術進歩だけを目的としてあるわけではない。エンジニアリングを「工学」と訳すと学の性格が出てしまうが、「技術」と訳せば身近に感じるだろう。今回の発表・授与式と同日に行われた特別講演で、カリフォルニア州立大学の一色先生がお話された通り、普遍的な理論の追求と実践との結び付けが大事である。日本のこの分野が今後はガラパゴス化等せず、グローバルに伍して伸びていくことが極めて必要であるし、その継続的な促進が要る。SECには引き続きその梃子の役割を、大いに期待している。



パナソニック株式会社
顧問

櫛木 好明

「アイシンAWのMBDエンジニアの教育について」は、MBDの実用化、MBD教育のレベル化、多変量解析による必要スキルの新しい分析により、MBD技術者の早期育成法の有効性を検証した。1990年初頭、LSI設計シミュレーションの実回路との適合率が100%近くになった。このときを期して、極めて複雑な超LSIがものを作らずシミュレーションだけで設計できるようになった。今、シミュレーションによるエンジン制御等が実態と適合するようになり、MBDの実用性が高まり定着を始めた。複雑な組込みソフトをソースコードを書かずにモデルシミュレーションで実現できる。飛躍的な開発効率化が期待できる時代になった。その人材育成手法の好事例として最優秀賞に値する。

「流用開発を意識したソフトウェア実装品質向上手法」は、コーディング規約教育等、2つの施策で工夫し検証したものである。後段でのレビューを前倒し、ルール教育とレビューを工夫してバグ発生が削減される効果が出た。さらに、再利用性に効果的なルールやレビューの工夫があればさらに進展するものと期待する。

「問題形成から受け入れ検査までを含んだPBL型ソフトウェア開発研修とその評価」については、気づきシートを取り入れることによって、研修生や講師にもさらに取り組みを良化される効果があった。この手法をさらに分析的に深掘されることを期待する。

今回特筆すべきは、IPA/SECの成果であるETSSや、コーディング作法ガイドが、実用化設計プロセスに適用されその有効性が検証されたことである。これらは、産業界や学界の委員等が参加してSECがまとめてきたものであり、産学連携の成果である。これが実践教育の場で有効であると信頼が得られたことが重要だ。今後、本分野で世界的レベル向上に貢献できるよう、さらなる努力を期待したい。



株式会社ミスミグループ本社
代表取締役副社長

有賀 貞一

今回の論文審査は選定方法が変わったこともあったが、審査対象論文は3編のみであり、ややさびしい応募状況であった。査読段階では15編の投稿があったのだが、最終選考では3編に絞られたのである。3編のうち、2編は組込みソフト関連であり、また2編はエンジニアの教育関連、ということで、テーマが偏ったと言える。

これらの中で、「アイシンAWのMBDエンジニアの教育について」は、組込みソフト開発におけるモデルベース開発(MBD)を扱ったもので、内容のユニークさとレベルの高さが特筆される。同じく組み込みソフト関連の「流用開発を意識したソフトウェア実装品質向上手法」は、ソフトの品質向上のためのコード解析とコーディングルールの適用という話で、やや奇異な感を受けた。発表企業の内部的な役割分担から、上記のような改善策に特化することになっているためであったが、コンポーネント化やモジュールの標準化へ発展する道を自ら閉ざした展開になっていたのは惜しまれる。

残る1編の「問題形成から受入れ検査までを含んだPBL型ソフトウェア開発研修とその評価」は「気づきシート」という面白い仕掛けを含んだ教育の話である。アイデアは評価できるが、その活用側面がややありきたりでもったいない感じがした。シート活用の標準化やそこから得られる示唆を活用する方法の確立等に展開できていたら良かったと思われる。

興味深いのは3編とも何らかの形で、SECの長年の成果を活用しての業務効率化や生産性向上を記述したことであった。IPA/SECの多様な活動は、日本のソフト・エンジニアリングのレベルアップと国際化に資するところ大である。この動きをさらに加速するためには、最近ややもすると社会的注目度が低下してしまったソフト開発・活用側面に対する産官学の支援体制強化が望まれる。



IPA顧問

鶴保 征城

最優秀賞の「アイシンAWのMBDエンジニアの教育について」は、MBDにおけるシステム及びモデル設計エンジニアのキャリア定義を行うと共に、スキルとレベルの関係を多変量解析により分析している。さらに、従来、初級エンジニアにとって習得が容易ではなかったシミュレーションツールの機能について考察し、従来の1/2以下の機能習得で十分であることを明らかにした。これらの結果、MBD初級エンジニア(レベル1)への育成期間が大幅(3~6カ月→1カ月)に短縮された。MBDは今後、組込みシステムのみならず、エンタープライズ系システム開発の主流になっていくと思われる。本論文のようにドメインを特化した、実践的で地道な人材育成のアプローチは極めて示唆に富むものである。

所長賞の2論文は、「問題形成から受け入れ検査までを含んだPBL型ソフトウェア開発研修とその評価」「流用開発を意識したソフトウェア実装品質向上手法」という大変重要なテーマに取り組まれている。いずれもかなりの規模の実践に裏付けられており、産業界の読者にとって大いに参考になるものと思われる。

従来の表彰論文は、大学単独あるいは大学と企業の共著が多かった。今回の3論文はいずれも企業単独のものであり、ようやく企業の現場にソフトウェアエンジニアリングが芽生えてきたことがうかがえる。同時に、SECが提唱してきた、ソフトウェア開発に関する情報収集・整理・分析→仮説→実証→普及・フィードバックというプロセスが、企業の現場においてもうまく回り始めたことを意味するのではないだろうか。情報収集から普及に至るプロセスは、技術者が興味を覚える知的作業であり、ゲーム感覚で取り組むことも可能だ。ソフトウェア開発現場を知的ゲーム化し、うまくいけば論文を書き投稿して表彰を受ける。これがソフトウェア産業の知識産業化であり、投資最小の現場活性化策である。同時に、3K脱出の王道でもある。



東海大学専門職大学院 教授
組込み技術研究科 研究科長

大原 茂之

今回受賞した論文は3編であるが、中でも「アイシンAWのMBDエンジニアの教育について」という論文は事例をきちんと示し、他社にも参考になるように内容を整理しており、いわゆる実用的な論文のスタイルをとっている。この論文は、教育目的に対応する教育カリキュラムの開発手法を示していると言えよう。開発手法のベースはETSSを用いており、スキルに必要な技術を分類整理し、それらの技術項目を教育効果の観点から多変量解析によって特徴づけるアプローチをとっている点は興味深い。さらに、この結果を使用して、本質的に必要な教育項目や教育順序を明確にして教育カリキュラムを設計し、さらに実際に研修を行っている。この結果、これまでの3倍近い効果を上げた点は称賛に値する。

次に、「問題形成から受入れ検査までを含んだPBL型ソフトウェア開発研修とその評価」という論文は、受け入れ検査までを含んだ研修という意味では面白いが、PBLという手段に重きを置いてしまったがゆえに、新しさの面で今一步及ばなかったと言える。また、スキルについてもスキルの要素分解まで至っていないので、正確な評価は困難であり、今後に期待したい。

次の「流用開発を意識したソフトウェア実装品質向上手法」はESCRを利用する等SECの成果を活用している点では新鮮味がある。しかし、肝心の流用開発および実装品質に関する定義や両者の関係が不十分であり、したがって論文のタイトルとの整合性がやや不足している印象がある。また、ESCRを使っていることはよいが、新規性が乏しくなっている。

今回のように、SECの成果を活用した実務的な論文が増えることは、一種のPDCAサイクルを実現するものである。両者のさらなる発展を考えると、今後さらにこうした論文が増えることを期待したい。



株式会社 日経BP
制作室長

横田 英史

「現場の香りがする」——今年のSECjournal論文賞にノミネートされた3本の論文を審査した感想である。いずれの論文も、ソフトウェア開発における諸問題を現場から汲み上げ、最適解を見つけようとした意欲的な試みであり高く評価できる。開発現場にはさまざまな制約が存在するが、それらを創意工夫によって乗り越えている。多くの知見が含まれており、産業界における横展開を期待したい。

現場力の強化はいま、日本の産業界にとって喫緊の課題である。ソフトウェア開発を見ても、多機能化に伴う開発内容の質的变化、規模の拡大、人材不足といった状況のなかで、品質・コスト・納期（QCD）における問題が表面化している。現場力の強化は待ったなしだ。確かに、「日本企業の強さの源泉は現場にある」といわれてきた。しかし環境が変われば、強さはときとして弱さに転じる。強い現場の「勘と経験と度胸による成功体験」が、ソフトウェア開発への工学的手法の導入で障壁となり、QCDの問題を生む一因になっている例も少なくない。

現場力を高めるポイントの1つが「しつけの徹底」である。教育をしっかりと行い、良いクセを刷り込むことが重要になる。今回の論文のなかで、アイシン・エイ・ダブリュ（アイシンAW）とNTT情報流通基盤総合研究所が、技術者教育や研修に焦点を当てている。勘所を押さえた試みといえる。特にアイシンAWの教育カリキュラムは、MBD（モデルベース開発）を行える技術者を従来の1/3の期間で育成しており注目に値する。

SECの成果を活用した論文が目立ったのも今回の特徴である。アイシンAWがETSS（組込みスキル標準）、富士フイルムソフトウェアがESCR（組込みソフトウェア開発向けコーディング作法ガイド）を利用している。設立から5年を経たSECはこれから収穫期を迎える。SECの成果を上手に使い、現場力の強化につなげていただきたい。

情報サービス産業協会のEPM検証ワーキングで 実証された「見える化」の効用とその課題

- PMO支援への大きな可能性と共にツールへの課題が明らかに -

東芝ソリューション株式会社

岡 靖雄

日本電子計算株式会社

鈴木 一弘

日立ソフトウェアエンジニアリング株式会社

田森 崇史

東芝ソリューション株式会社

田村 一賢

日立公共システムエンジニアリング株式会社

村山 武士

日本電子計算株式会社

関口 純一

日立ソフトウェアエンジニアリング株式会社

角田 文広

(社名50音順)

社団法人 情報サービス産業協会では、ソフトウェア・エンジニアリングに関する調査・研究の一環として、進行中のプロジェクトを計測しその進捗状況の可視化を図るツールのEPM¹を実際の開発プロジェクトに適用し、その機能や使い勝手を検証する試みを行ってきた。この試みは「EPM検証ワーキング」として平成19年から2年間にわたって行われ、実際に8社のプロジェクトで適用し、プロジェクトへの導入容易性の評価と現行のツールが抱えている課題を抽出した。また、EPMツールを実際のプロジェクト開発に試行し、適用した際の効果を検証した。その結果は報告書にまとめられ、またSPES2009²のような場で発表されたが、本稿ではそのうち4つの事例について紹介する。これらは、EPMのPMO³支援ツールとしての大きな可能性を示している。また合わせて、この検証プロジェクトから多数抽出されたツールへの課題についてその概要をまとめる。

1. はじめに

本検証ワーキングでは、次の観点からEPM[EPM1]
[EPM2][EPM3]の検証を進めた。

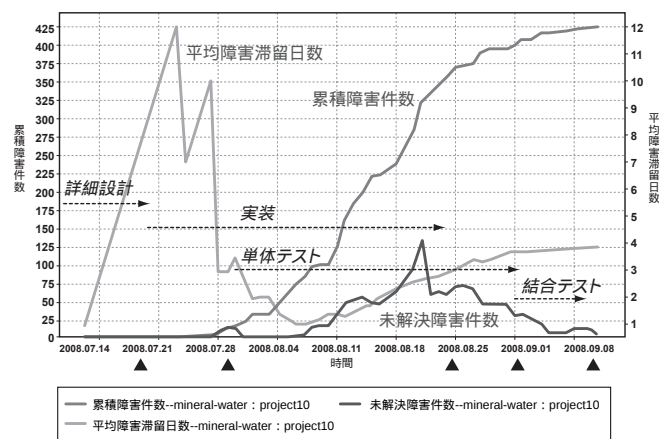


図1 プロジェクトAの累積・未解決障害件数及び
平均障害滞留時間

- ・ 合目的性：EPMは「見える化」の目的を果たすツールか否か
- ・ 比較検証：既存手法とEPMのデータの比較検討
- ・ EPMのスペック検証
- ・ EPMの連携機能の検証

そして実際の開発プロジェクトに適用して、プロジェクトへの適用性を評価した。ここではそのうちの4つの事例について紹介する。

2. 事例1：大規模開発での障害追跡による危機予兆の早期検出

本事例は順調に進行した比較的小規模のプロジェクト（A）と、大幅遅延の生じた大規模なプロジェクト（B）における累積・未解決障害件数及び平均障害滞留時間に関するものである。

図1のプロジェクトAは、とくに問題無くスケジュール

1 EPM：Empirical Project Monitor，IPA/SECが提供するソフトウェア開発プロジェクトのモニターツール
2 SPES：Software Process Engineering Symposium（2009.7.16-17，東京）
3 PMO：Project Management Office

ル通り実施されている。グラフは、累計障害件数の増加に伴い、未解決障害件数が増加していき、テスト工程のある期間をもって減少に転じる、正常系の推移を示している。

EPMの示す平均障害滞留日数は、バグの解決処理の速度に関するベンチマークの意味がある。いわば、プロジェクトの推進力を示し、数値が上がるにつれてプロジェクトの進捗が遅くなっているといった見方が出来る。

作業の進捗に支障が無ければ、最後は収束し平衡状態になるはずである。逆に、平均障害滞留日数が増加し続けていけば、プロジェクトに何らかの問題が発生しており、進捗が止まっている状態になっている。早急に原因を追究し、手を打つことがプロジェクトマネジメントにおいては肝要である。

事例のプロジェクトAにおいては、平均障害滞留日数が4日の軸に収束しており、理想的な形を示している。

図2のプロジェクトBは、結合テストの際に、大幅な工

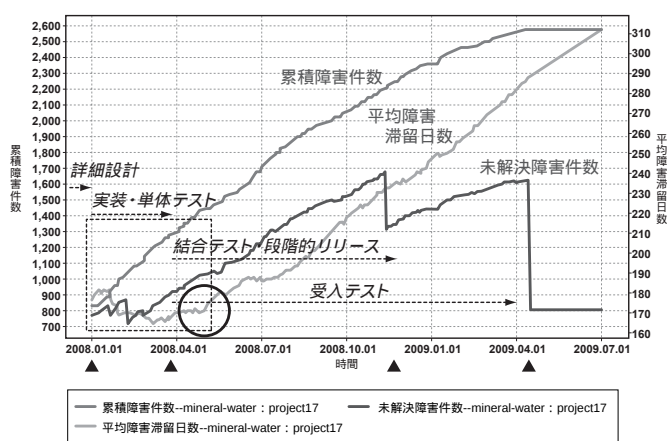


図2 プロジェクトBの累積・未解決障害件数及び平均障害滞留時間1

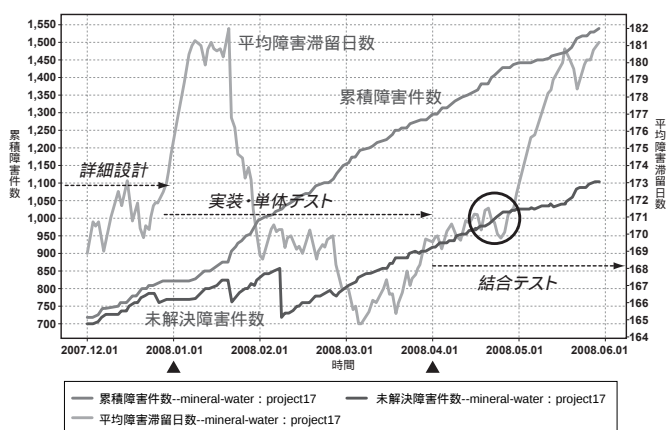


図3 プロジェクトBの累積・未解決障害件数及び平均障害滞留時間2

程遅延が発生している。

図3は図2のグラフの左下の点線の四角部分を拡大してEPMでプロットし直したものである。グラフ中に丸印を記載している箇所を見れば、結合テスト工程の最中に、平均障害滞留日数が急増していることが分かる。このような場合には、なぜ障害が解決出来ないかを調査して、技術的な要因に起因するものか、人手が足りずパフォーマンスが劣化しているのかを見極め対策を打つ必要がある。このプロジェクトの場合は、2008年4月末時点で、技術的な問題が発生し、解決がつかなかったことが工程遅延の原因となっている。

またこの事例では、障害原因に関するパレート図が出力され、障害の原因分析に有用であった(図4)。適用したプロジェクトでは特定の要因Aが障害原因の大半を占めており、今後要因Aの改善が必要と判断出来た。

とくに、「問題原因 (CAUSE)」や「問題処理機能 (FUNCTION)」によるパレート図は、品質評価や品質向上分析に有効だった。PMOばかりでなく、実プロジェクトのPM⁴でも活用可能と思われる。

また、BUGのパレート図では、下記のものが有効と思われる。該当する項目についてはプロジェクトにおいて必須の入力項目に指定して、グラフ出力機能を活用するべきだろう。

- ・「責任者 (RESPONSIBLE)」
- ・「重要度 (PRIORITY)」
- ・「再現度 (SEVERITY)」
- ・「起票分類 (CLASSIFICATION)」
- ・「問題原因 (CAUSE)」
- ・「発見工程 (DETECTED-PHASE)」

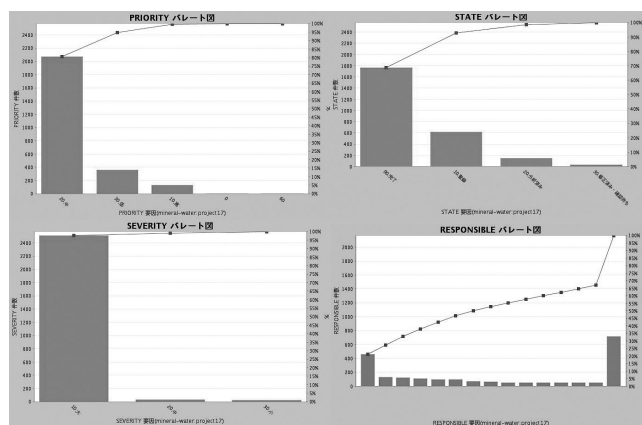


図4 パレート図

- ・「混入工程 (INTRODUCED-PHASE)」
- ・「対応状況 (STATE)」
- ・「サブシステム (SUB-SYSTEM)」
- ・「問題処理機能 (FUNCTION)」

また図5に示す2種類の因子を組み合わせたクロス分析は有効である。EPMではこれを各種グラフで表現出来、どの部分に問題があるのか視覚的にはっきり示される点が優れている。

- ・「混入工程 (INTRODUCED-PHASE)」と「発見工程 (DETECTED-PHASE)」
- ・「発見工程 (DETECTED-PHASE)」と「問題を本来発見すべき工程 (PREFERRED-PHASE)」

上記の組み合わせでは、レビューやテストの有効性の分析に利用出来る。レビュー、テストの有効性の分析はリピート型開発において、プロジェクト終了後に実施し次期開発に向けた改善活動を行う場合に有効なので、活用したい分析機能の1つである。

- ・「問題原因 (CAUSE)」と「問題処理機能 (FUNCTION)」

上記の組み合わせは、品質評価や品質向上分析に有効である。PMOばかりでなく、実プロジェクトのPMでも活用可能と思われる。

- ・「重要度 (PRIORITY)」と「対応状況 (STATE)」

上記の組み合わせは、障害除去の進捗確認に有効であると考えられる。

- ・「問題原因 (CAUSE)」と「混入工程 (INTRODUCED-PHASE)」

上記の組み合わせは、品質不安の際の原因分析に有効なものと考えられる。

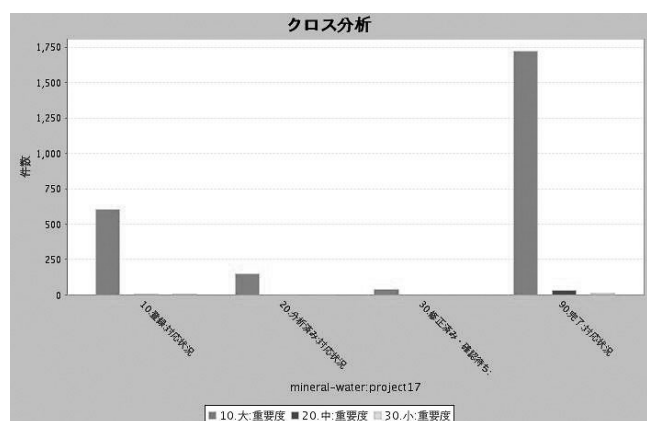


図5 クロス分析図

3. 事例2: 自社ツールと組み合わせたソースコード追跡によるオフショア開発の管理精度の向上

この事例では、毎月PMOを中心に実施されるプロジェクトフォローアップにおいて、定量的なプロジェクト評価の指標として活用出来る運用プロセスの確立を目的に、EPMの評価を実施した。

評価対象プロジェクトは下記のようなものである。

- ・金融系プロジェクト (2次フェーズ)
- ・規模 : 1,500FP ⁵
- ・PM経験レベル : 2回目
- ・期間 : 16カ月 (要求品質レベル高のため、COCOMO ⁶ 指標より3カ月余裕有)
- ・オフショア利用 (詳細設計・製造、組合せテスト)
- ・計画変更回数 : 1回 (軽微)

このプロジェクトのEPM適用開始直前、すなわち2009年2月時点のプロジェクトフォローアップに対する報告は次の通りである。

- ・全体
 - スケジュール順調
 - オフショアでの製造が完了 (弊社での事前受入検証により納品時のトラブルが他のプロジェクトと比較して減少)
- ・開発状況
 - 組合せテストに着手
 - オフショアから事前分割納品 (3月2回、4月1回)
 - 当社にてコードインスペクション検証を実施したことにより、契約に基づいた品質を確保
- ・品質管理
 - オフショアで行った詳細設計レビューにおいて、多くの初歩的な不良を発見
- ・対顧客
 - 顧客レビュー指摘事項を受領した
- ・今後の予定
 - オフショアの組合せテストのフォローアップ
 - ソフトウェアテスト、業務システムテストの準備

PMOではこのプロジェクトからの報告に対して、コスト面、品質データ面からプロジェクトを客観的に評価している。この指標にEPMから取得出来るエンピリカルデ

5 FP : Function Point

6 COCOMO : Constructive COSt MOdel (見積り手法の1つ)

ータを活用出来ないか評価した。

EPMで取得した構成管理ツールに保存されているソースの更新時間とチェックアウト数を図6に示す。この結果から、3月に2回、4月に1回更新が頻発した時期（楕円内の縦線が多い時期）があることが分かる。

次に自社標準のコードインスペクションツールから取得した、ステップ数の推移とコードインスペクションの指摘事項数を図7に示す。

ステップ数が図6と同時期に変化していることが明らかである。コード量の変化に対して、インスペクションの結果の変化量は少ない。図6のソース更新時期とソース量の変化の関連性から、この時期にオフショアからの納品が行われたことが明らかであり、プロジェクトからの報告と一致する。

図8は、自社標準の障害管理ツールから取得した障害発生件数の推移である。

図6、図7と比較した結果から、障害の発生時期が納品時より前にあることが明らかである。これは、詳細設計工程時のレビューにおいて、初歩的な指摘が頻発したと

いうプロジェクトからの報告と図8の障害発生数の推移が一致したことから明らかである。

更に、製造工程の事前確認を行った結果、受入検査時の障害発生は少なくなったことも明らかである。

図9に同じ自社障害管理ツールから取得したパレート図（作り込み工程ごとの障害発生件数）を示す。

詳細設計工程（ADD）で「機能面の合目的性」に対する障害が発生している。

図6から得られたソースの更新が頻発している時期は、受入検証における障害発生が原因のソースの更新ではなく、オフショアからの納品による更新であることが明らかである。

このようなプロジェクトの状況に対し、PMOにおける評価として、単体レベルの品質は高いことが明らかであるが、システム機能レベルの合目的性に課題があるため、今後、品質面とリスク管理の強化が課題とされた。

このため、全アプリケーションの連動を確認する組合せテスト、システムの機能要件、非機能要件を確認する業務システムテストで、障害発生状況とソースの更新状

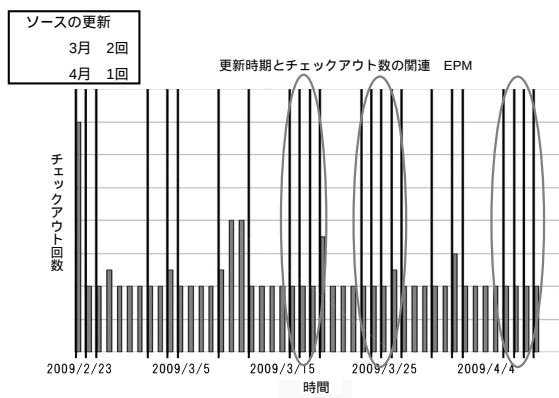


図6 EPMによるソースプログラム更新時期とチェックアウト数

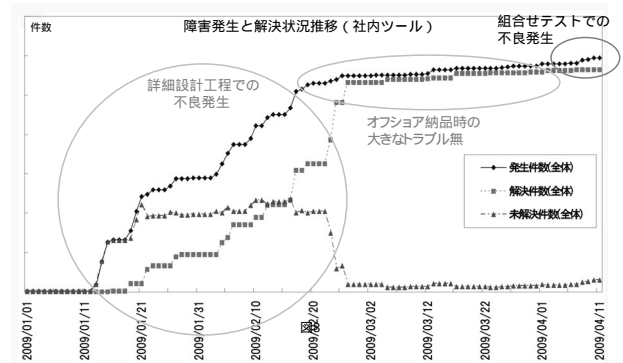


図8 自社ツールによる障害発生件数推移

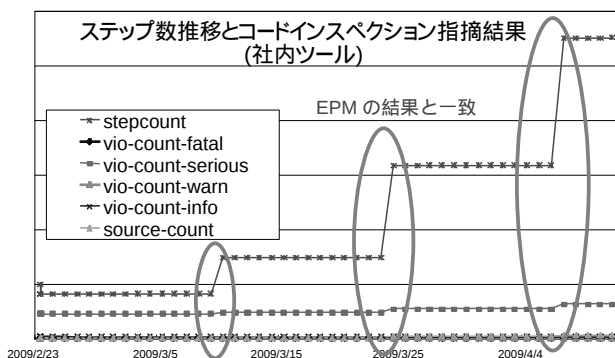


図7 自社標準ツールによるステップ数の推移とインスペクション指摘事項数

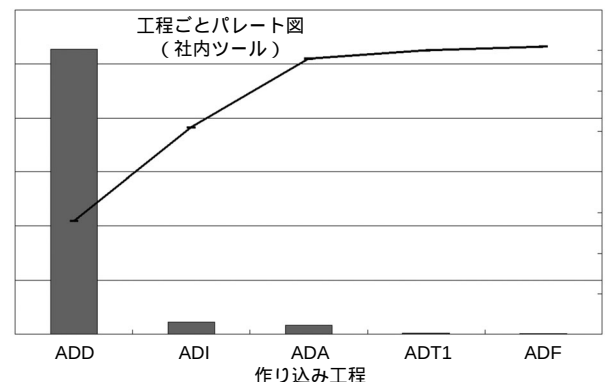


図9 自社ツールによる作り込み工程ごとの障害発生件数

況という複数の視点でプロジェクトを監視していくこととなった。

このような事例でEPMの適用効果を考えると、図6のようにソースの更新状況をモニタ出来ることが、客観的なプロジェクト評価の指標として1指標加えたことに相当する。このことは、ソース変化量の監視だけでは判断出来なかった障害発生状況との関連性の評価に対して、ソースの更新状況の観点を組み合わせることにより、更に深みを増した評価が出来るようになったことを意味する。

そこで、結論としてこのようなEPMによるデータを活用するように、PMOの運用プロセスを見直すこととした。

4. 事例3：大規模プロジェクトでの工程分析の可能性

下記のようなプロジェクトの結合テスト工程でEPMを適用評価した。

- ・開発期間：要件定義～運用開始（約2年間）
- ・開発規模：約2,000KLOC⁷
- ・開発言語：Java他

図10に累積・未解決障害件数を示す。EPMの機能の1つであるSRGM⁸描画により、障害発生はほぼ収束していることが確認出来た。一方で、障害の解決状況から、結合テスト後半で平均障害滞留日数が僅かに増加していることが確認出来、難易度の高い障害の解決が滞留していないか等の確認ポイントを読み取ることが出来た。

図11に、サブシステム別、本来（障害を）発見すべき工程のクロス分析を示す。前工程の課題、3つのサブシステムへの懸念を示している。

図12に、ソースコードの規模推移を示している。このグラフは、大規模ソースに対するEPMの性能上の問題で、すべてのデータを取り込めていないため、一部のサブシステムの状況を示している。この図からは、ソースコードの推移が追えると共に、結合テスト段階でのコード登録や障害の解決状況等幾つかの懸念が浮上している。

このような結果から、EPMには性能向上等、まだ要改良点があるものの、プロジェクト状態の見える化、客観的かつ定量的なデータに基づくプロジェクトの評価、異

常状態の早期発見に一定の効果があることが認められた。

5. 事例4：管理稼働を削減しながらの管理精度の向上

次のようなプロジェクトで適用評価した。

- ・業務：モバイル関連のアプリケーション（新規開発）
- ・言語：Java
- ・規模：20kstep（コメント除く）

図13はEPM適用以前に自社管理ツールで作成していた工程管理図である。チェックリスト消化情報と障害情報

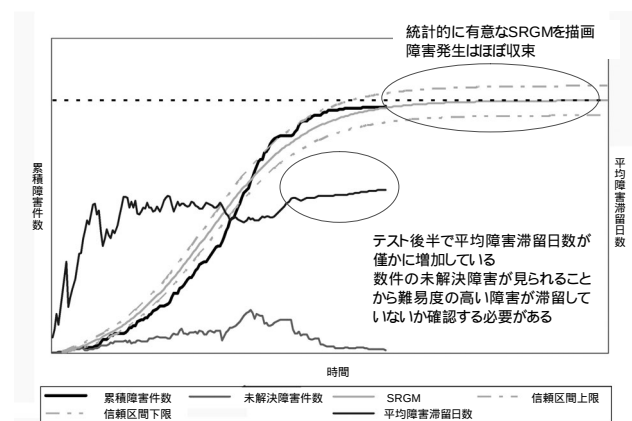


図10 累積・未解決障害件数及び平均障害滞留時間

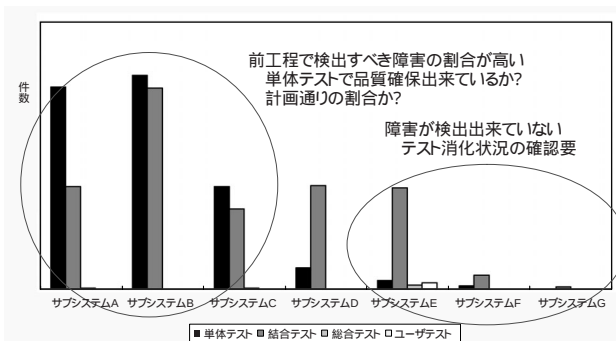


図11 クロス分析

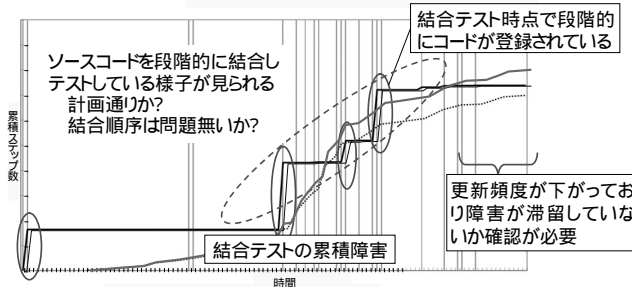


図12 ソースコードの規模推移

7 KLOC：Kilo Line of Code

8 SRGM：Software Reliability Growth Model，信頼度成長モデル

を重ね合わせることで、品質管理を視覚的に実施出来るようにしているが、データ集計が手作業のため、データ集計タイムラグによる品質評価判断の遅れが課題であった。

図14はEPMによる累積・未解決障害件数及び平均障害滞留時間のグラフである。チェックリスト消化曲線を除いて資料作成作業の多くが自動化出来、またデータ入手のタイミングも改善された。平均障害滞留日数は、難易度や優先度に影響されるため、評価指標としての活用は困難であった。

EPMの適用は、PMOやPM/PLへの情報の迅速性・透明性においてメリットがあり、また集計作業の負荷軽減・集計ミス防止の効果が認められた。

図15はEPMによるパレート図であり、適用プロジェクトで活用している評価指標であるが、EPM適用以前までは、数値のみによる評価であった。

これらのグラフは、視覚的に訴えられ、品質評価・品質向上分析に有効で、必要に応じていつでも出力出来、タイムリーに評価可能という利点が認められた。

図16はEPMによる問題処理機能と問題原因の各種グラフである。

障害件数を視覚的に正確な量（面積比）で把握出来る

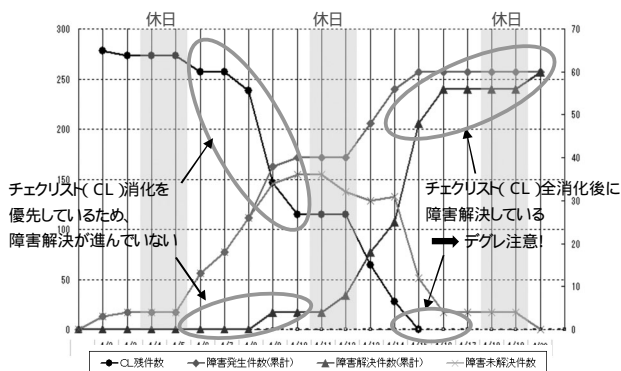


図13 既存社内ツールによる組み合わせ工程の工程管理図

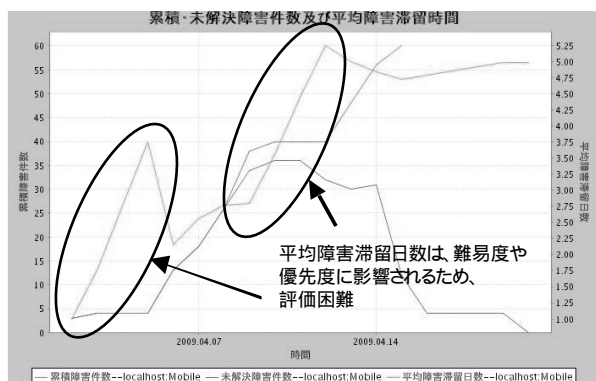


図14 EPMによる累積・未解決障害件数及び平均障害滞留時間

積み重ね棒グラフが、最も品質管理に有効であった。これらのグラフは、図15と同様にいつでも出力出来、タイムリーな評価に有効であった。

この評価を通して、全体にPMOの鳥瞰的な評価や品質保証部の品質データの収集において、最も効果が発揮されると認められた。

中小規模のプロジェクトでは、PM/PLに有効であると認められた。

また、使い方として、既存の自社の管理システムと合わせて、有効な機能のみ活用する方法も有効と考えられた。

6. 効果のまとめ：PMO支援の大きな可能性が判明

EPM検証ワーキングでの評価・検証の結果、EPMは、プロジェクトの「見える化」を促進するための有力なPMO支援ツールであることが把握出来た。

ソフトウェア開発においても品質や生産性に関しては、定量的な分析手法が適用出来る。科学的で実証的なアプローチ手段とは、標準化されたデータ項目について、何度も繰り返し計測し、トラブルになる法則性を見つけ出すことである。トラブルの予兆を見つけたら、早期に対

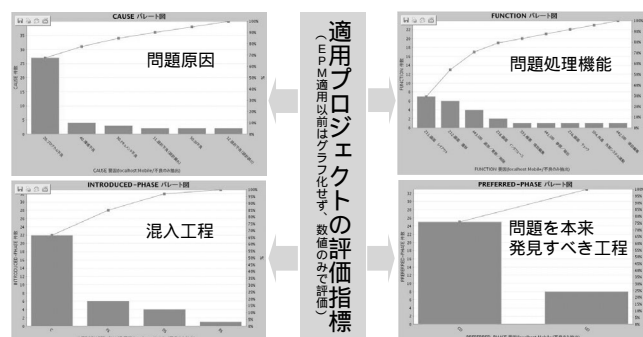


図15 EPMによるパレート図

●問題処理機能と問題原因の各グラフ

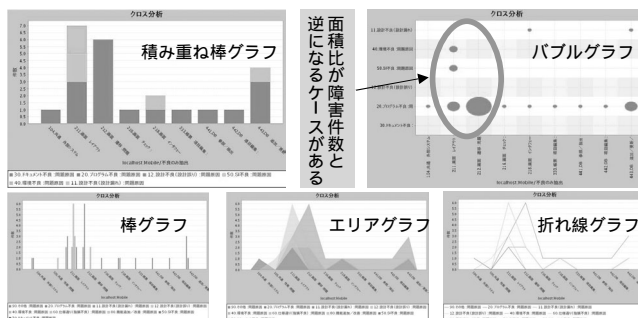


図16 EPMによる問題処理機能と問題原因のグラフ

策を打っていくことで、より高次元のプロジェクト遂行能力を獲得することが出来ると考えられる。

EPMは、ソフトウェア開発における設計→開発→評価といった一連の工程のうち、開発→評価の部分の進捗を客観的に計測するツールである。

EPMを用いて集めた計測データを分析し「ソフトウェア開発の遅延や予算超過」を早期に発見するための法則をより多く集めることで、より質の高いプロジェクトの進捗管理が可能となると思われる。

また、開発環境が個別プロジェクトごとに異なっていると、データ取得に想像以上の対応コストがかかる。今後は、計測しやすい環境を整えるために開発環境の標準化を行っていくことが必要だと思われる。このようにして集めたプロジェクトの計測データを蓄積することにより、トラブルの早期発見につながる法則性が見つけ出せる可能性が期待される。

7. 明らかになったEPMの課題

上記のように評価されるEPMであるが、実際のプロジェクトで運用するとすると、現行のEPMには、まだ多くの課題が存在する。改善すべき課題の一覧を表1にまとめた。

初めてEPMを適用・試行するユーザにとっては、環境構築や連携機能がスムーズに実施出来ることは、心理的にも重要である。基本的な構成での環境構築に関しては、大きな問題が無く実施出来るレベルに達していると思われるが、連携機能においては、いまだ不十分な点も多く認められる。

今後、EPM提供元のIPA/SECでの機能拡充に期待したい。

最後に、情報サービス産業協会 EPM検証ワーキンググループ参加者を挙げる。

企業名	参加者
株式会社インテック	飯塚崇人

表1 検証ワーキングで抽出されたEPMの課題

項目	課題・提案
1 インストール	・標準インストールの簡易インストーラを使用しているがインストールは問題無かったが、手作業でのインストールが大変である。rpm ⁹⁾ 化等で依存性を解決出来ないだろうか ・リリースノートの存在場所がインストールマニュアルに記載が無い
2 アナライザ機能	・Analyzer ¹⁰⁾ でグラフを選択して「表示」すると別ウィンドウでグラフが表示されるが、戻る機能が無く「EPM TOP PAGE」のリンクでトップページが表示される。「戻る」(または「閉じる」)でウィンドウを終了させるのが良い ・プロジェクト定義XMLファイル管理の画面に「1つ戻る」のリンクが無い ・バックアップファイル管理の画面の「1つ戻る」のリンクは不要 ・Analyzerでグラフ種類を変更することにより、プロジェクト選択の一連の作業を行う必要があり煩雑である
3 マニュアル・ガイドライン	とくに、以下の観点について、改善する余地がある。 ・環境設定の前提条件等を、マニュアルの最初に記載 ・環境設定項目において、必須の有無や設定の目的を記載 ・標準エンピリカルデータ(XML)の必須項目を明記 ・サーバ側とクライアント側マニュアルの整合性 ・Translator ¹¹⁾ 定義ファイルの作成方法
4 対応BTS ¹¹⁾	Mantis, Trac, Redmineといった課題管理ツールへの対応も望まれる。
5 ログ	Translator, Importer ¹²⁾ 使用時のエラー発生時に、ログファイルのエラーメッセージが分かりにくく、どこに問題があるのかの特定が出来ない。エラーメッセージの内容の改善と、障害の解決策に対するサポートの充実が必要である(マニュアルの充実やSNS ¹³⁾ 活性化等)。
6 アクセス制御	Analyzerで複数のプロジェクトデータから対象を選択する際、アクセス制御出来ない。セキュリティ機能(ユーザ認証、アクセス制御等)が不足している。
7 カスタマイズ	ユーザ定義画面の追加や標準外のツールを使用する場合はEPMツールのカスタマイズが必要と思えるが、カスタマイズ手順のガイドが必要と思える。
8 サポート体制	現在のEPMツールでは、課題の解決にはSNSを頼らざるを得ず、サポート体制が弱い点が課題と考えられる。今後のメンテナンスで不安が残るため、IPA/SECにおいては今後のEPMツールのロードマップ、メンテナンス体制の構築について明確にして頂きたい。 産業界での利用を活性化していくためには、エラーや障害が、迅速に解決出来ることが重要であり、マニュアルの整備やSNSを含めたサポート体制の改善等を実施する必要がある。
9 画面・帳票レイアウト	画面デザインやグラフ表示が簡易である。EPMは、産業界での活用を期待するツールであるので、第一印象は重要である。画面デザインやグラフ表示のデザインを改善し、視覚のストレスを感じないようにする必要がある。
10 VSS ¹³⁾ 連動機能	VSSに関しても、他の構成管理システムと同様の機能を実現する必要がある(コメント無し KLOC, CHECKOUT情報等の取得等)。
11 システム運用	複数のプロジェクトに適用する際には、登録プロジェクトの一覧表示機能が必要である。
12 システム設定	プロジェクトとして管理する粒度について、一定の指針が必要と思われる。グラフや表を分析する際にはプロジェクト単位での表示となっており、ドリルダウン分析が出来ない。

キヤノンITソリューションズ株式会社	石川卓也
東芝ソリューション株式会社	岡 靖雄、田村一賢
ニッセイ情報テクノロジー株式会社	藤澤 満
日本電子計算株式会社	関口純一、鈴木一弘
日立公共システムエンジニアリング株式会社	村山武士
日立ソフトウェアエンジニアリング株式会社	角田文広、田森崇史
株式会社BSNアイネット	小出芳弘
独立行政法人 情報処理推進機構	神谷芳樹、古川宏幸、樋口 登
社団法人 情報サービス産業協会	尾股達也、鈴木律郎、大原道雄

参考文献

- [EPM1] IPA/SEC編：SEC BOOKS ITプロジェクトの「見える化」～下流工程編～（第3章、第6章）、日経BP社、2006
[EPM2] 鳥居宏次 監修、奈良先端科学技術大学院大学 著：ソフトウェア開発におけるエンピリカルアプローチ、アスキー、2008
[EPM3] 神谷芳樹、吉川宏幸、樋口登：ソフトウェア開発プロジェクト計測プラットフォームEPMの今、SEC journal 16, pp38-45, 2009-3
(情報サービス協会) 情報サービス産業協会 EPM検証ワーキンググループ：情報サービス産業協会ワーキンググループによるEPMツール検証プロジェクトの推進、SEC journal Vol.4 No.3, pp.48-53, 2008.12

9 rpm : Red Hat package manager, ソフトウェアのパッケージ管理方式(提供方式)の1つ。
10 Analyser, Importer, Translator : EPMの機能を実現する主要な構成要素。それぞれ、データの解析・グラフ化部分、データをデータベースに格納する部分、データ収集・変換部分。
11 BTS : Bug Tracking System, 障害追跡システム。課題管理システム。ソフトウェア開発工程の中で障害票(バグ票)や課題票の発行から解決までを管理するシステム。各種のシステムが使用されている。EPMでは代表的なシステムをサポートしている。
12 SNS : Social Network System, 一種の電子掲示板。各種の問い合わせ、意見交換に活用出来る。
13 VSS : Visual Source Safe, マイクロソフト社の構成管理(版管理)システム。EPMでもサポートしているが、EPMのサポート方式にはまだ不十分なところがある。

ソフトウェア産業における契約について

神戸市外国語大学
外国語学部 講師
森谷 文利

一橋大学大学院
経済学研究科 博士後期課程
土橋 俊寛

一橋大学大学院
経済学研究科 博士後期課程
西村 健

株式会社三菱総合研究所
主任研究員
高橋 茂

SECエンタプライズ系プロジェクト
研究員
中村 宏美

現在では、ほとんどすべての産業が高度に複雑化・特殊化されており、業務の遂行にあたって何らかのシステムを利用することが不可欠となっている。システム開発の業務委託に際してはユーザとベンダとの間で契約が交わされるが、ユーザ・ベンダ間に情報の非対称性に伴うエージェンシー問題があるために契約時にしばしば問題が起こる。

そこで本稿は、システム開発（プロジェクト）の性質と契約形態の有用性の間の関連性、つまり「どのようなシステム開発においてどのような契約形態が望ましいか」をゲーム理論と契約理論において基礎付けすることを目的とする。

1. はじめに

契約理論では、製品の生産といった経済活動を実際に行う経済主体をエージェント（代理人）と呼び、契約における取引条件の設計を通じてエージェントの行動をコントロールする経済主体をプリンシパル（本人、依頼人）と呼ぶ。システム開発の受発注に即して言えば、エージェントは開発（新規開発または改良開発）を行うベンダ（または下請企業）であり、プリンシパルはシステム発注契約によって業務を委託するユーザ（または元請企業）と考えられる。

プリンシパルが直面する問題は、いかに自己の目的に出来る限り適合する形で、エージェントの行動・努力をコントロールするか、ということになる。分業体制の下では、プリンシパルはエージェントの行動を直接観察することが出来ず、自己利益を追求するエージェントの不適切な行動を防ぐことが出来ない場合がある（エージェンシー問題）。契約理論モデルでは、「エージェントの行動をコントロールする手段として、プリンシパルからエージェントに何らかの契約」[伊藤2003-2]を考える。つ

まり、契約理論は、エージェンシー問題を背景として、プリンシパル自身にとって最も望ましい契約（「最適契約」と呼ばれる）が、いかなる契約なのかを理論的な見地から解答を与えている。

2. 契約モデル

標準的なモラルハザードモデルを用いて、ユーザがベンダにある1つのソフトウェア開発業務を委託する状況を考える。本モデルが扱う基本問題は以下の点である。ソフトウェア開発は労働集約的な業務であるため、ベンダの「品質改善」と「コスト削減」のインセンティブがユーザにとって重要となる。一方、ベンダはリスク回避的であると考えられ、ベンダに対する過剰なリスク負担は、委託料へのリスク分の上乗せを通じてユーザにとってのコストにつながる。

ベンダは、品質改善努力 $E_1 \geq 0$ 及び費用削減努力 $E_2 \geq 0$ を投じることで、品質 $Q = E_1 + \varepsilon_1$ のソフトウェアを、開発費用 $C_1 = C - (E_2 + \varepsilon_2)$ で開発することが出来る（ C は開発費用の基準値である（図1））。 ε_1 と ε_2 はそれぞれ、品質

改善と開発費用削減の不確実性を表す擾乱項である。それぞれ平均0、分散 σ_1^2 (σ_2^2) の正規分布に従い、独立であると仮定する)。すなわち、ソフトウェアの品質 Q と開発費用 C_1 は、ベンダの努力を通じて品質改善及び費用削減が可能となるが、ベンダに制御不可能な要因を受けて変動が起こる。これらの努力に伴うベンダの私的費用 $C_2 = \frac{E_1^2}{2D_1} + \frac{E_2^2}{2D_2}$ は、ユーザは観察することが出来ない。 $D_1 > 0$ と $D_2 > 0$ は品質改善及び費用削減に対するベンダの能力を表しており、それぞれの値が大きいほど努力に伴う負担は低減するため、能力が高いと言えることが出来る。更に、プロジェクトのパフォーマンスとして、ユーザはベンダの努力水準を観察することが出来ず、ソフトウェアの納品後に、 Q と C_1 の実績値のみを観察する。

ユーザはプロジェクト開始時の契約において、ソフトウェア開発の報酬形態 $P = s + rQ + v(C_1 - w)$ をベンダに提示する。ここに固定額 s 、 R 、品質に対する報酬率 r $[0,1]$ 、実費に対する償還率 v $[0,1]$ 、実費償還の基準値 w 、 R は、実費償還の基準値である。 rQ は品質に応じた報酬、 $v(C_1 - w)$ は実費に応じた償還額である (w はユーザによって決められる開発費用の基準値であり、実費との差額 $C_1 - w$ が償還対象となる)。例えば、 $r = 0$ かつ $v = 0$ であれば当初に定めた固定額 $P = s$ がプロジェクト終了後に変更されることはないが、 $r > 0$ かつ $v > 0$ であれば完成したソフトウェアの品質や実費に応じた委託料支払いが事前に約束される。なお、実費に応じた償還対象として私的費用 C_2 が含まれていないのは、技術者の総労働時間等の開発費用 C_1 は測定可能であるが、その削減に要した私的費用 C_2 については測定が困難なためである。すなわち、技術者に対するプロジェクト管理の教育の実施、管理能力の高い人材の投入、といった開発費用削減の各種活動にかかるコストを、客観的指標として測定・提示することが出来ないことに起因する。ベンダはこの契約の提示を受けてプロジェクトの受注を受けるか拒否するかを選択する。

ベンダによってプロジェクトが受注された場合、ユーザは期待利益として $E[(B + Q) - P]$ を得る ($B > 0$ はユーザがシステムから得る基準的価値、 $E[\cdot]$ は期待値オペレーター)。ユーザは委託料の期待値 $E[P]$ を支払う代わりに、ソフトウェア利用の期待便益として $E[B + Q]$ を得る。一

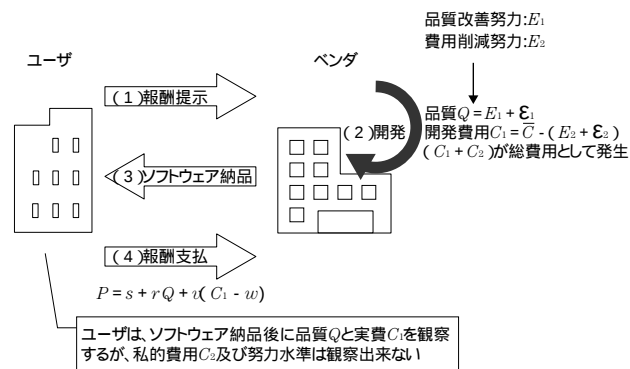


図1 モデル化の考え方

方、このリスクな契約に対するベンダの評価額は、

$$[P - (C_1 + C_2)] - \frac{1}{2}\alpha r^2 \sigma_1^2 + (1 - v)^2 \sigma_2^2$$

となる。ベンダの評価額は、期待利益 $E[P - (C_1 + C_2)]$ から、報酬形態に応じたリスクプレミアム

$$\frac{1}{2}\alpha r^2 \sigma_1^2 + (1 - v)^2 \sigma_2^2$$

が差し引かれていることが分かる。ここに α は、ベンダがリスクを嫌う度合いである。 $r = 0$ かつ $v = 1$ のときベンダのリスク負担は皆無となるためリスクプレミアムは0となり、 r が大きく v が小さくなるほどリスクプレミアムは高くなることに注意する。

3. モデルによる分析結果

ユーザからベンダに提示される報酬形態によって、ベンダのインセンティブ及びベンダが負担するリスクに影響が及ぶ。そのため、いかなる報酬形態を設計すべきかが効率性の観点から重要となる。各形態の下での、ベンダが選択する努力水準とベンダのリスク負担は表1のようにまとめられる。

$r = 1$ ($v = 0$) の場合にはベンダの努力水準が高い一方でリスク負担も高く、 $r = 0$ ($v = 1$) の場合にはベンダの努力水準が低い一方でリスク負担も低い。すなわち、より高い努力水準を引き出すためには、必然的にベンダに高いリスク負担を課す必要があり、その場合にはリスクに応じたコンティンジェンシーを委託料に上乗せしなければならない。よって、報酬率・償還率が0もしくは1のような極端な形態を提示するのではなく、努力水準とリスク負担のバランスを取ることによって、中間的な報酬

表1 報酬形態の対応したベンダの努力水準とリスク負担

報酬形態	品質に対する報酬率	開発費用に対する償還率	ベンダの努力水準		ベンダのリスク負担	
			品質改善	費用削減	品質リスク	費用リスク
固定価格契約	$r = 0$	$v = 0$	低 $E_1 = 0$	高 $E_2 = D_2$	低	高
実費償還契約	$r = 1$	$v = 1$	高 $E_1 = D_1$	低 $E_2 = 0$	高	低
最適契約	$r = \frac{D_1}{D_1 + \alpha\sigma_1^2}$	$v = \frac{\alpha\sigma_2^2}{D_2 + \alpha\sigma_2^2}$	中 $E_1 = \frac{D_1^2}{D_1 + \alpha\sigma_1^2}$	中 $E_2 = \frac{D_2^2}{D_2 + \alpha\sigma_2^2}$	中	中

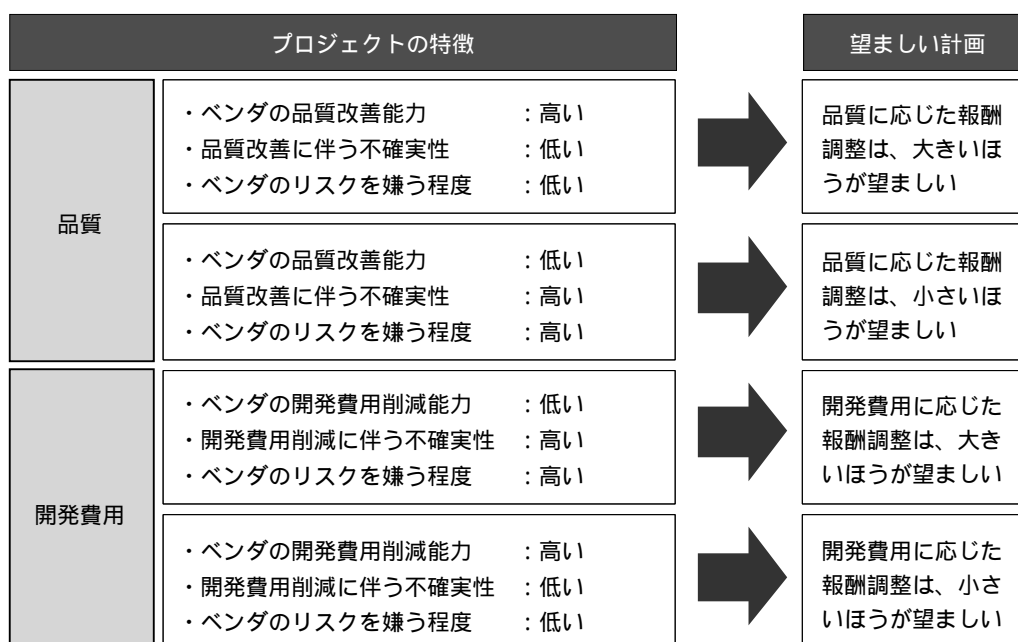


図2 プロジェクトの特徴に対応した望ましい契約

率・償還率を選ぶことが効率的となる（図2）。

開発後の品質や実費に応じてベンダに対する支払額を調整する仕組みは、ベンダの努力のインセンティブに影響を及ぼし得る一方、ベンダに過度なリスク負担を強いられる恐れがある。

このように品質に応じて報酬を調整する仕組みは、ベンダに対して、開発時において品質に対する関心を強める。ただし、そのような報酬調整は、ベンダの品質改善能力が高い場合にはインセンティブとして有効に機能するが、その能力が低い場合には高い努力水準を引き出すことが出来ない。その一方で、品質に応じた報酬調整は、

ベンダに対して追加的なリスク負担を強いることにつながる。そのため、品質改善に伴う不確実性や、ベンダのリスクを嫌う度合いが高い場合には、この報酬調整を取り入れないことが望ましくなる。

注意すべきは、技術者への賃金の支払い等、開発に要した費用はベンダ側に発生するため、費用に関して定額型である場合において、費用削減努力に対する最大のインセンティブが与えられる点である。実費の一定割合を報酬として償還するような調整の仕方は、ベンダのリスク負担を軽減する一方で、ベンダの努力水準を低下させる。そのため、費用削減能力が高い場合には、実費に応

表2 契約形態の分類

米国の主な契約形態	開発費用の契約	動機付け
FFP (Firm-fixed-price contracts)	定額型契約	無
FPI (Fixed-price incentive contracts)	定額型契約	インセンティブ型
FPAF (Fixed-price contracts with award fees)	定額型契約	アワード型
CPFF (Cost-plus-fixed-fee contracts)	実費償還型契約	無
CPIF (Cost-plus-incentive-fee contracts)	実費償還型契約	インセンティブ型
CPAF (Cost-plus-award-fee contracts)	実費償還型契約	アワード型

じた報酬調整を取り入れずに、ベンダに対して費用削減の十分な誘引を与えることが望ましくなる。

4. インセンティブ契約

4.1 契約の類型化

情報システム開発に用いられる契約は2種類のカテゴリに分類される。

1つ目のカテゴリは開発費用に関するもので、システム開発に要した開発費用をベンダとユーザがどのように分担するかで2つに分けられる。情報システム開発に要した開発費用がいくらかかったとしてもその実費をすべてユーザが負担する契約形態を「実費償還型契約」という。他方、あらかじめ契約内において開発費用が固定されている契約形態を「定額型契約」という。

2つ目のカテゴリは、ベンダに費用削減や品質向上のインセンティブをどのように与えるのかどうかに関するもので、どのようなインセンティブを与えるのかで2つに分けられる。主にコストを評価基準とし、目標コストと実際コストとの差に応じてベンダの支払い額が決まるような契約形態を「インセンティブ契約」という。この場合の評価基準は実際の費用に関する何らかの算出式として客観的に定まっており、システム開発終了時に支払額が決定することになる。他方で、コスト、納期、品質を評価基準とし、評価に応じた「報奨金」が支払われる契約形態を「アワード型契約」という。インセンティブ契約と比較して、コストの他にも様々な指標を用いてシステムを評価することと、それらの評価を発注者が主観

的に行う点に特徴がある。また、インセンティブ型契約やアワード型契約のようなインセンティブを全く与えない「インセンティブ無し契約」という契約形態も存在する。

以上2つのカテゴリを組み合わせることで、6つの契約形態を与えることが出来る。米国政府調達における契約形態と6つの契約形態との対応を表2に示す。

モデルに従えば、それぞれの契約形態に従った報酬は表3のように示すことが出来る。

4.2 最適契約

6つの契約形態について、最適な報酬率・償還率と、ベンダの品質改善及び費用削減の努力水準との関係は表4のようになる。

表4より、ベンダの品質改善能力 D_1 及び D_2 が高くなるほど、ユーザにとってFPAFが望ましくなる。ベンダの(絶対的)リスク回避度 α が高くなるほど、ユーザにとってFPIまたはCPIFが望ましくなる。生産費用及び品質に関する擾乱項の分散 σ_1^2 、 σ_2^2 が高くなるほど、ユーザにとってFPIまたはCPIFが望ましくなる。

4.3 各契約形態の特徴

最後に、独立行政法人 情報処理推進機構(2004)[IPA 2004]で整理されている各契約形態の特徴を述べる。

FFP

- 費用に関するリスクを受注者がすべて負うが、受注者の管理負担は少ない
- 詳細な仕様があらかじめ決まっており、発注者が公正な価格を設定出来る場合に使用される

表3 契約形態に対応した報酬

米国の主な契約形態	報酬 (P)
FFP	s
FPI	$s + \chi(w - C_1) = [s + v\omega] - vC_1$
FPAF	$s + rQ$
CPFF	$s + C_1$
CPIF	$s + C_1 + \chi(w - C_1) = [s + v\omega] + (1 - v)\chi C_1$
CPAF	$s + C_1 + rQ$

表4 契約形態に対応した報酬率・償還率とベンダの努力水準

報酬形態	品質に対する報酬率	開発費用に対する償還率	ベンダの努力水準	
			品質改善	費用削減
FFP	$r = 0$	$v = 0$	$E_1 = 0$	$E_2 = D_2$
FPI	$r = 0$	$v = \frac{\alpha\sigma_2^2}{D_2 + \alpha\sigma_2^2}$	$E_1 = 0$	$E_2 = D_2(1 + v)$
FPAF	$r = \frac{D_1}{D_1 + \alpha\sigma_1^2}$	$v = 0$	$E_1 = rD_1$	$E_2 = D_2$
CPFF	$r = 0$	$v = 0$	$E_1 = 0$	$E_2 = 0$
CPIF	$r = 0$	$v = \frac{-D_2}{D_2 + \alpha\sigma_2^2}$	$E_1 = 0$	$E_2 = -D_2v$
CPAF	$r = \frac{D_1}{D_1 + \alpha\sigma_1^2}$	$v = 0$	$E_1 = rD_1$	$E_2 = 0$

- コストや価格設定の情報から、パフォーマンスの提供に対する現実的なコストを予見可能

FPI

- 実コストと目標コストの差を基準として総利益を調整して最終契約価格を決定する
- 発注者側が最終的な実コストをモニター出来る場合にのみ使用される
- 受注者には一定のコスト削減のインセンティブがある

EPAF

- 労力に対する固定価格が支払われる
- 契約に基づき、パフォーマンスに対する報奨金が支払われる
- 報奨金契約に対して、受注者のパフォーマンスが定期的に評価される

CPFF

- 契約当初に合意された固定額が利益として受注者に

支払われ、コストの実費が更に支払われる

- 受注者のコスト管理に対する動機付けは最小限となる
- 契約対象や要求される労力レベルが未知な場合に使用される

CPIF

- 初期に交渉された利益が、実コストと目標コストとの差によって調整される
- コストは実費がすべて受注者に支払われる
- 特別な場合を除き CPIF を採用してはならない

CPAF

- 契約開始時に設定された基底報酬金額が利益として支払われる
- 品質、創意工夫、効率的なコスト管理等に対して報償金が支払われる
- コスト、技術的パフォーマンス、スケジュールにおける目標による客観的インセンティブを与えること

が不可能、もしくは非効果的である場合に使用される

5. まとめ

本稿では、品質及び開発費用に関するインセンティブ契約として、どのような環境において、どのような報酬ルールがユーザにとって最適となるかを明らかにした。契約理論モデルの分析結果から、ベンダの品質改善能力・開発費用削減能力が高い場合、リスク回避度が低い場合、不確実性の度合いが小さい場合のそれぞれにおいて、品質に対する報酬率を高く、開発費用に対する償還率を低くすることがユーザにとって望ましい、ということが分かる。ポイントとなるのは、ベンダのリスク負担と努力インセンティブとのトレードオフである。高い品質報酬率と低い実費償還率を選択することは、ベンダの高い努力水準を引き出すことが出来る反面、ベンダのリスク負担を重くする。そのため、中間的な報酬率・償還率を設定することがユーザにとって最適となる。

最後に、今回のモデルでは考察することの出来なかった点について述べる。

1点目は、品質、納期、費用等の複数の指標が、相互に影響を及ぼす場合である。今回のモデルとは異なり、おのこのパフォーマンスに対する努力が他のパフォーマンスや私的費用に影響を及ぼす場合や、おのこの不確実性が統計的に独立でない場合には、最適なインセンティブの係数（報酬率や償還率）を高く設定した契約は、望ましくならない可能性がある。ベンダの費用削減努力を促す契約を設計してしまうと（低い実費償還比率）低い品質のソフトウェアしか提供されないためである。契約理論ではこのようなモデルを「マルチタスクモデル」と呼ぶ。

2点目は、インセンティブ契約で用いる指標が客観的に観察可能か、という点である。例えば納期を指標とする場合には問題は無いと考えられるものの、開発費用や品質を対象とする場合、その実際の値を裁判所等の第三者に立証可能とすることは相対的に難しいと考えられる。例として、2004年及び2005年に日本アイ・ビー・エム株

式会社（以下、日本IBM）が独立行政法人情報通信研究機構（以下、NICT）から受託した研究開発の事例を挙げる。このケースでは実費償還契約が用いられた。しかし、契約のルールに従ってNICTから報酬支払いを受けた後、日本IBMの社内調査によって誤請求があったことが判明した。その結果、日本IBMは、NICTからの支払額を全額返還している。この事例から分かるように、客観的でない指標を用いる場合には、いかにしてそれらの情報を正しく公開させるか、ということが新たな課題となる。

本稿の理論的検討は、ゲーム理論と契約理論に基づいている（ゲーム理論については[岡田1995]、[岡田2007]、[岡田2009]等を参照）。ゲーム理論は、様々なプレイヤー間に戦略的な相互依存関係のある状況を、数学的モデルを用いて理論的に分析することを可能とする。そのため、情報システム開発のような多数のステークホルダーが関わる状況を分析する際には、非常に有用な理論である。今回のインセンティブ契約以外の問題でも、上記のマルチタスクの問題、指標の観察可能性の問題、チーム生産の問題等に対して、ゲーム理論と契約理論が役立つことを期待出来る。

参考文献

- [HOLMSTROM] Holmstrom, B. and Milgrom, P.R. : Aggregation and Linearity in the Provision of Intertemporal Incentives, *Econometrica*, 55, pp.303-328, 1987
- [IPA2004] IPA : 政府IT調達におけるインセンティブ付契約の適用に関する調査, 2004
- [MCMILLAN1995] McMillan, J. : Games, Strategies, and, Oxford University, 1992 ; 邦訳「経営戦略のゲーム理論—交渉・契約・入札の戦略分析」, 有斐閣, 1995
- [SAPPINGTON] Sappington, D. : Incentives in Principal-Agent Relationship, *Journal of Economic Perspectives*, 5, pp.45-66, 1991
- [伊藤2003-1] 伊藤秀史 : 契約の経済理論, 有斐閣, 2003
- [伊藤2003-2] 伊藤秀史, 小佐野 広 編著 : インセンティブ設計の経済学, 勁草書房, 2003
- [岡田1995] 岡田 章 : ゲーム理論, 有斐閣, 1995
- [岡田2007] 岡田 章 : ゲーム理論で見るソフトウェア経済学の考え方, エンジニアマインド, vol.5, pp.12-19, 2007
- [岡田2008] 岡田 章 : ゲーム理論・入門—人間社会の理解のために, 有斐閣アルマ, 2008
- [西村2009] 西村 健 : ソフトウェア受託開発の取引におけるリスク・シェアリングと投資インセンティブ, 一橋大学経済学研究科修士論文, 2009
- [日経コンピュータ2006] 日経コンピュータ : 日本IBMがNICTの研究費を誤請求、1億6000万円全額返還へ, 2006

事故前提社会に向けた ユーザ・ベンダ間での開発データ共有

第3回

- ソフトウェアタグ普及に向けた法的議論と利用技術基盤 -

奈良先端科学技術大学院大学
先端科学技術研究調査センター
教授

久保 浩三

奈良先端科学技術大学院大学
先端科学技術研究調査センター
研究員

小柴 昌也

奈良先端科学技術大学院大学
情報科学研究科
特任助教

角田 雅照

奈良先端科学技術大学院大学
情報科学研究科
研究員

松村 知子

この解説では、文部科学省 StagE プロジェクト¹の概要を紹介すると共に、同プロジェクトが作成したソフトウェアタグ規格と、ソフトウェアタグ支援ツールについて述べてきた。最終回となる今回は、ソフトウェアタグ普及に向けたより実践的な取り組みとして、ソフトウェアタグの意義と技術的課題についての法的観点からの議論、及び、ソフトウェアタグ利用の技術基盤となるユーザ・ベンダ協調型プロジェクト管理とソフトウェア開発データ分析モデリング言語について解説する。

1. はじめに

ソフトウェアタグとは、ソフトウェア開発に関する実証データから、ソフトウェアやその開発プロジェクトの特徴量を算出し、ユーザにも理解しやすく、可視化や評価にも利用しやすい形式でとりまとめた情報パッケージである。ソフトウェア開発終了後にソフトウェア製品に

添付され、ベンダからユーザへ提供されることになるが、開発途中に進捗報告書に添付するといった利用形態も考えられる。ユーザ・ベンダ間でのデータ共有のメディアとも言えるが、実開発プロジェクトに適用するためには、開発データ共有の目的や目標といった抽象的な概念を、ソフトウェアタグ規格で規定された具体的なデータに対応付けたり、タグ収集・可視化・評価ツールを活用したりするためのより実践的な技術が必要となってくる。

本技術解説では、ソフトウェアタグ普及に向けた法的観点からの議論と2つの利用技術基盤について概説する。これらは、主にソフトウェアタグ利用シナリオとして具現化することになるが、ソフトウェアタグ規格やソフトウェアタグ支援ツールにも今後反映されていくものである(図1)。

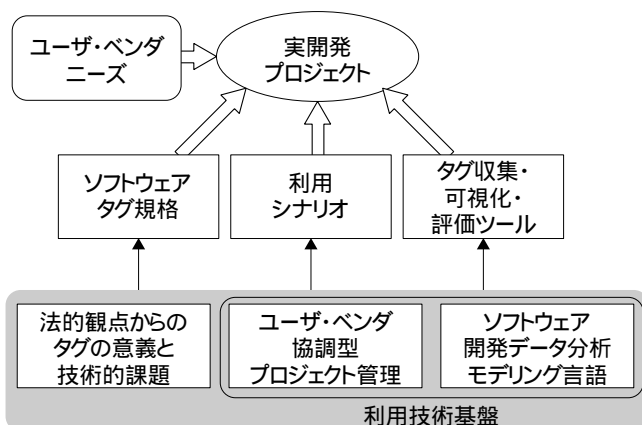


図1 ソフトウェアタグ技術を支える法的観点からの議論と利用技術基盤

2. ソフトウェアタグに対する法的議論

2.1 目的と背景

ソフトウェア開発を成功させるためには、要件定義、レビュー等、すべての段階で注意が必要であり、ユーザ

1 StagEプロジェクト: Software Traceability and Accountability for Global software Engineering : エンピリアルデータに基づくソフトウェアタグ技術の開発と普及

とベンダの双方において、契約の明確化、プロセスの可視化、人材育成等のいろいろな試みが行われている。しかし、ソフトウェア開発において、品質、コスト、納期のすべてにおいてユーザ・ベンダ間での紛争が多発しており、現状においては減少傾向にはなく、問題がますます複雑化してきているようにも見受けられる。

ソフトウェアタグに対する法的観点からの議論の目的は、ソフトウェア不具合時の事後的な紛争処理を分析することで、紛争を未然に防止することにある。また、ソフトウェアタグを、プロジェクト管理に用いるだけでなく、ユーザとベンダで共有し、これを活用することによって、紛争処理に係る労力を軽減することも目的の1つである。

2.2 技術と法律の連携

ここで紹介する法的議論は、ソフトウェアタグに関する技術的議論との連携を目指したものである。例えば、後述するように、ソフトウェア開発における紛争の分析結果に基づいて、ソフトウェアタグへの要望をまとめている。技術と法律の連携を深めるため、法学部教授、弁護士等の法律の専門家、そして、ソフトウェアタグの技術的専門家の双方で構成される「ソフトウェア構築可視

化に伴う法的諸問題委員会」を設置している。

このような技術と法律による連携は、一般的に見られるものではない。確かに、これまでも、建設に係る法、通信に係る法、情報と法、原子力と法等にも技術と法律の連携は見られる。しかし、これらは、新たな技術を社会に適用する場合に生ずる種々の問題を調整するために、法律を制定し、その交通整理を行うことが主である。

今回用いた手法は、ソフトウェア開発における紛争を紹介、分析することで法律家が関与し、新たな技術課題解決による新技術の開発手法の提案を行うという新規なものである（図2）。この手法が、他の技術分野でも応用出来るかどうかの検討も今後行っていく。

2.3 具体的な取り組み

2.3.1 裁判例の抽出と分析

分析対象としたのは、平成2年以後のソフトウェア開発委託取引を巡る20件の裁判例である。裁判事例は、TKC法律情報データベースにおいて、以下のキーワードにより抽出した。

（瑕疵^{かし} + 仕様 + 開発）× プログラム = 41件
 （瑕疵 + 仕様 + 開発）× ソフトウェア = 26件
 （瑕疵 + 仕様 + 開発）× ハードウェア = 13件

ここから知的財産権に係る紛争を除外し、さらなる調査により4件を追加した。

これらの裁判例を分析すると、ユーザのシステム開発要求をベンダに伝えることの困難さに紛争の原因の1つがあることが分かった。通常、ソフトウェア開発は、RFP²により、ユーザの要求がベンダに伝えられる。また、RFPを更に具体化した要求仕様書が用いられることもあり、これに基づいてベンダが要件定義を作成する。しかし、ユーザの要求をすべて伝えることは容易ではない。

また、ユーザからベンダに対して、開発工程の段階でも仕様変更やユーザの要求が提示されることが多く、当初よりも見積りが大きく膨れ上がり、また納期も延びることとなる。ソフトウェア開発

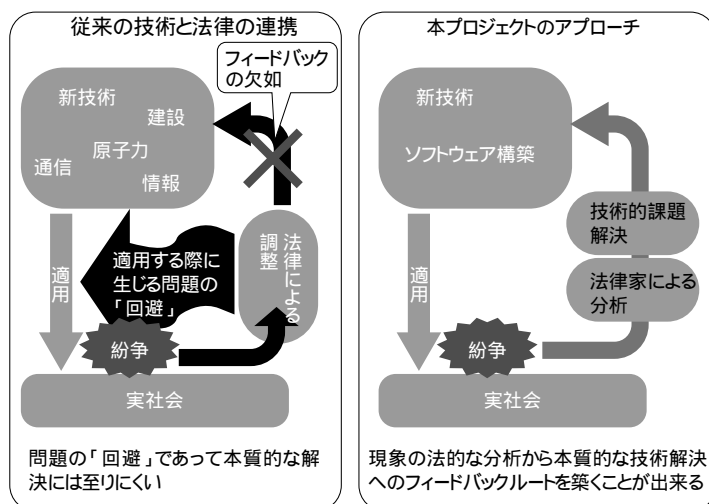


図2 法的分析から技術的課題解決へのループ形成

2 RFP：Request For Proposal，提案依頼書

委託契約は、いわゆる請負型で行われることが多く、ユーザは、自分の要求が満たされないと、業務が完成していないとして支払いを拒むケースがあり、紛争の元となっているように見受けられた。

2.3.2 アンケート調査

以上のように、ソフトウェア開発委託取引を巡る裁判事例は、非常に少ない。そこで、判例分析で導き出された観点である「ユーザの要求がベンダに正確に伝わっているか」という点についてアンケート調査を行った。調査では、ソフトウェア開発費の見積額と開発に実際に要した経費との差異（見積り差異）に着目した。2008年12月から2009年3月にかけて、インターネットも活用したアンケートの結果、ユーザ91名、ベンダ224名、合計315

名から回答を受け取った。得られた主な結果は次の通りである。

- ・ベンダの回答によると、ソフトウェア開発における見積り差異は、人月計算で1.8倍、金額計算で2倍であった
- ・見積り差異が生じたプロジェクトでの見積り方法は、「大まかな業務の説明」に基づくものがベンダ41%（最も多い原因）、ユーザ24%（2番目に多い原因）であった（図3）
- ・見積り差異の発見段階は、ベンダでは「詳細設計」（21%）を筆頭に、「基本設計」（19%）、「要件定義」（13%）という意見が多く、プログラミングに着手するまでの早い段階で問題が発覚していることが多い（図4）

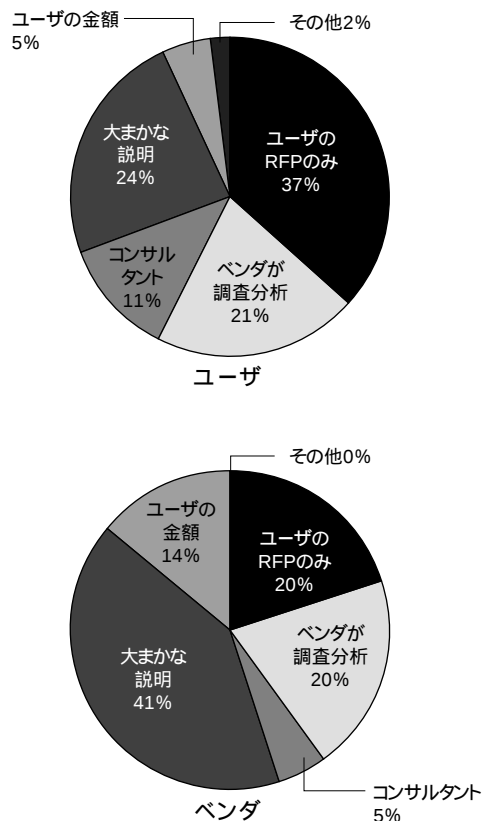


図3 見積り差異が生じたプロジェクトでの見積り方法

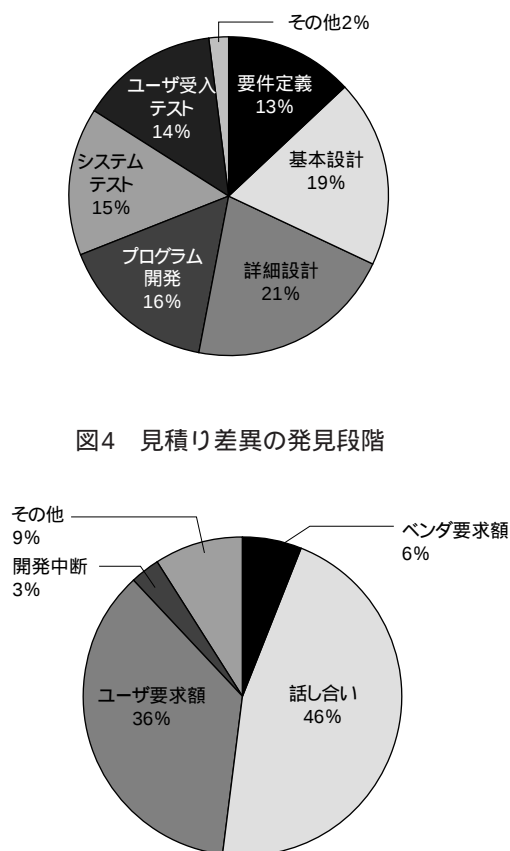


図4 見積り差異の発見段階

図5 見積り差異の解決手段

- ・見積り差異の原因は、ユーザ・ベンダ共に「現場からの予想外の要求」(ユーザ30%、ベンダ27%)が、最も多い
- ・見積り差異の解決手段は、「話し合い」(46%)を除き、ベンダが「契約通りの金額しか請求しなかった」(36%)が最も多かった(図5)

このように、アンケート全体を通じて、ユーザとベンダ間には意見の隔たりがあることが分かった。また、見積り差異が生じる原因として、あいまいな受発注による契約が根底にあることも分かった。

2.4 ソフトウェアタグの意義と技術的課題

裁判例等の紛争やアンケート回答を分析していくと、ソフトウェア開発における紛争は大きく2つの型に分類出来ることが分かった。そして、法的議論の1つの結果として、それら2つの型それぞれにおけるソフトウェアタグの意義と技術的課題(技術的議論への要望)が明らかとなった。詳しくは表1を参照されたい。

ソフトウェアタグの内容をどのように要求するかは、契約書の一部分として定めることであり、例えば、段階的な請負契約をすることを業界標準として定めたときに、その段階ごとに、当事者が内容を確定するために、どの

ようなソフトウェアタグを必要とするかを検討する必要がある。今後は、当事者自身が、ソフトウェアタグをどのように活用していくかの観点から契約とソフトウェアタグについて法的議論を深めていく予定である。

3. ユーザ・ベンダ協調型プロジェクト管理

本章では、ユーザ・ベンダにWin-Winの開発管理形態を実現するための枠組みの2つのポイント、ユーザ・ベンダ協調型プロジェクト管理サイクルと、このサイクルを実現するための管理プロセスの構築手順について説明する。前述した法的紛争の事例や現場アンケートからも、ユーザのプロジェクト管理における責任や役割の重要性は明確であるが、既存のソフトウェア開発の定量的管理の規格やガイドライン [CMMI2007] [PMBOK2004] は、いずれも開発組織の視点で作成され、ユーザは管理の対象の一部として扱われている。紹介する枠組みは、双方にとって透明性の高い管理プロセスを実現し、問題の早期発見・解決を支援する。

表1 ソフトウェア構築に関する法的諸問題の分析

紛争の型	法的責任	ソフトウェアタグの意義	ソフトウェアタグの技術的課題	今後の課題
未完成または欠陥により使用不可	ユーザまたはベンダの債務不履行責任	・ユーザに進捗を見せ、相互に管理を行う。 ・開発が順調に進んでいることをユーザに知らせる。 ・開発が順調に進んでいない場合の軌道修正を容易にする。	・ユーザの要望(要求定義)がベンダに伝わっているかどうかを明らかにすること。 ・実績が予定通り進んでいること(予実管理)を行えるようにすること。	・実証実験により、基準値、標準曲線を作成し、ユーザの視認性を高めること(例: 人間ドックにおける基準値)。
使用可ではあるが、完成後のバグ発生または障害発生	ベンダの不法行為責任または債務不履行責任	・事故があった場合のトレースを容易にする。 ・早期復旧を容易にする。	・システムがダウンする前に、どこにバグまたは欠陥があるかのおおよその当たりをつけること。	・システムがダウンした場合の原因、修正履歴を残し、障害の発生率を下げる事が出来るようにすること。

3.1 協調型プロジェクト管理サイクル

図6はPMBOK [PMBOK2004] に基づく従来のプロジェクト管理サイクルである。ユーザは、サイクル外に位置付けられ、ベンダから提供されるデータに対してチェックや要望を出す。これに対して、図7の我々が提案する協調型プロジェクト管理サイクルでは、計画・監視・コントロールのプロセスに関して、両者の合意・相互確認・各組織での合意に基づいた適切な是正処置を行うこ

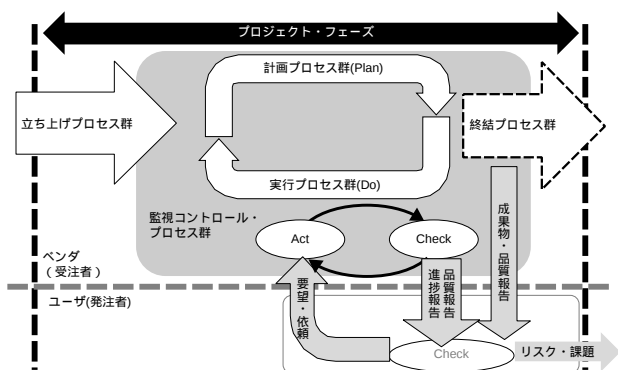


図6 従来のプロジェクト管理サイクル

とを要求する。

3.2 管理プロセスの構築手順

次に、合意形成プロセスについて、我々はCMMI [CMMI2007] のプロセス領域「定量的プロジェクト管理」を参考に以下のような定量的プロジェクト管理プロセスの構築手順を提案する(図8)。

プロジェクト管理目標を設定し、両者で合意

ユーザ・ベンダ別に、目標に関わる作業(サブプロセス)を定義

作業でユーザ・ベンダ間のコミュニケーションや共有される(べき)データを明確化

に基づき、定量的に管理するフェーズを構成
管理フェーズごとに定量的管理に関する目標、尺度、データの収集と格納方法、分析方法等で測定モデルを作成。このステップについては、前号で紹介したタグデータの事前選定と計測計画立案ツール「タグ・プランナー」を適用可能

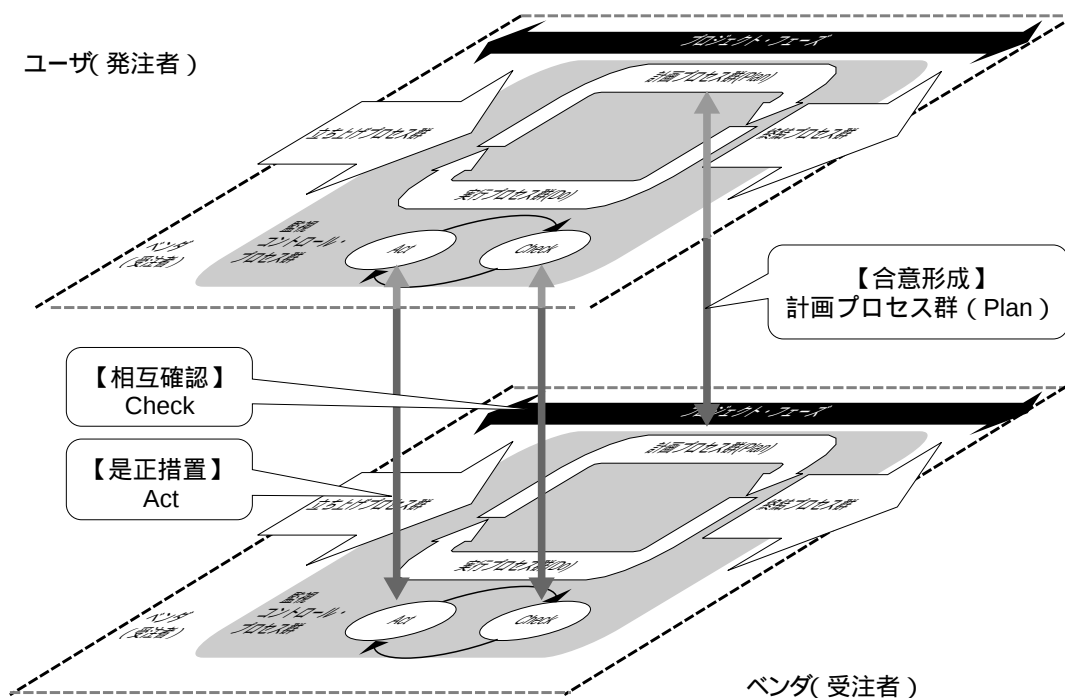


図7 提案する協調型プロジェクト管理サイクル

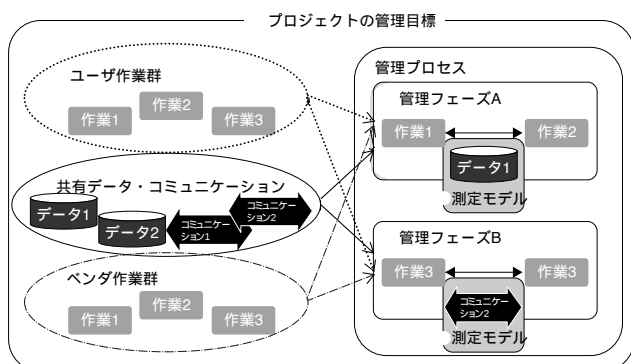


図8 定量的プロジェクト管理プロセスの構築手順

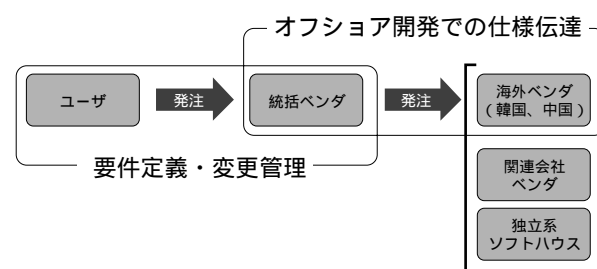


図9 実プロジェクトでの検証

3.3 実プロジェクト開発情報に基づく検証

上記の枠組みについて、数社から実プロジェクトのデータをご提供頂き、定量的データ分析とその結果に基づいた開発関係者へのヒアリングを繰り返し、管理プロセスの構築と実用性の検証を行った（詳細は、[松村2009-1] [松村2009-2]）。図9は検証に用いた2つのプロジェクト体制（プロジェクトは異なる）と、おのこのプロジェクトの管理目標を示す。対象プロジェクトでは、データ共有やコミュニケーションは十分に行われていて、既に定量的な管理に活用出来る基盤があり、実際に第3者（StagEスタッフ）でも既存データの定量的分析からプロジェクトの状況を把握出来ることを確認した。また、検証過程で、実プロジェクトへの適用のための幾つかの要件が抽出され、次章のモデリング言語へも反映された。

4. ソフトウェア開発データ分析モデリング言語

4.1 要件と構造

ソフトウェア開発データ分析モデリング言語SDAML³とは、ソフトウェア開発における定量的データ計測・分

析の活動を記述するための記法である[角田2009]。SDAMLの利点は以下の3つである。

- ・データ分析方法のノウハウの共有が容易になる
- ・データ分析の目的と方法を明確に示すことが出来るため、ユーザとベンダ間でのデータ共有に関する合意がしやすくなる
- ・テンプレートの機能を果たすため、全くテンプレートが無い状態に比べ、記述するコストが低い

SDAMLの役割は、直感的にはソフトウェアの仕様記述法であるUML⁴の役割に、プログラム設計パターンのカタログであるデザインパターンの役割を加えたものであると考えると分かりやすい。

SDAMLは、データ計測・分析プロセスを記述するために、次の8つの要件を満たすように定義されている。

- (R1) データ分析の目的と、目的を果たすために着目すべきデータ項目を記述出来ること
- (R2) 各データ項目の計測方法を記述出来ること
- (R3) 各データ項目の分析方法を記述出来ること
- (R4) 分析結果に基づいた、実施すべき対応策を記述出来ること
- (R5) データ計測・分析・共有の手順やタイミングを記

3 SDAML : Software development Data Analysis Modeling Language

4 UML : Unified Modeling Language

述出来ること

(R6) ユーザ、ベンダそれぞれの分析目的を個別に記述出来ること

(R7) プロジェクト進行中、及びプロジェクト完了時のデータ分析方法を区別して記述出来ること

(R8) データ分析モデルの適用条件を記述出来ること

(R1) ~ (R5) は、一般的なデータ計測・分析プロセスの活動を記述するための要件である。(R1) はデータ収集計画立案活動 (PDCA サイクルの Plan) を記述するための要件、(R2) はデータ計測活動 (PDCA サイクルの Do) を記述するための要件、(R3) はデータ分析活動 (PDCA サイクルの Check) (R4) は対応策実施活動 (PDCA サイクルの Act) を記述するための要件、(R5) はデータ計測・分析プロセスのフロー (PDCA サイクルのフロー) を記述するための要件である。

(R6) はユーザとベンダでデータを共有する場合に必要な要件である。ユーザとベンダのデータ分析目的は完全に一致しない場合がある。例えば、「ソフトウェアの出荷後の欠陥数を抑える」はユーザ、ベンダ共通の分析目的となるが、「テスト効率を高める」は、(請負開発

の場合) ベンダのみの分析目的としかならず、それぞれを明確に区別して記述する必要がある。

(R7) はユーザとベンダでデータを共有し、かつプロジェクト進行中とプロジェクト完了時の両方でデータ分析を行う場合に必要となる要件である。例えば、「高い品質のソフトウェアを開発する」ことを目的として、「出荷後欠陥密度」に着目して分析しても、プロジェクト進行中に目的が達成出来そうかを判断することが出来ない。逆に、同じ目的で、プロジェクト進行中に「結合テスト欠陥密度」と「システムテスト欠陥密度」に着目して分析することを決めても、最終的に目的が達成されたかを判断する基準を決めていなければ、ユーザとベンダで目的が達成されたかどうかの認識が一致しなくなる可能性がある。

(R8) はデータ分析モデルをカタログ化する際に必要となる要件である。過去のプロジェクトで作成されたデータ分析モデルを、新たなプロジェクトに適用する際、誤った評価をすること避けるためには、「どのようなプロジェクトに適用出来るのか」、「プロジェクト実施中にどういったことが起こると正しい評価が行えないのか」等が明らかになっている必要がある。

SDAMLは、ISO/IEC 15939で定義されている測定情報モデル [ISO/IEC 15939] をベースにした記述法であり、測定情報モデルと同様に、階層構造を持ったモデルである。測定情報モデルとは、データの計測から分析方法までを階層構造により表したモデルである。図10にSDAMLの構造を示す。図では各要素と要件との対応関係、及び測定情報モデルに該当する部分を示している。

次節では、SDAMLの構成要素について説明する (誌面の都合上、主要な構成要素のみ説明する)。

4.2 主要構成要素

(1) アウトライン、利用タイミング

アウトライン、利用タイミングは、「データ計測・分析・共有の手順やタイミング (R5)」を記述するための要素である。アウトラインでは、利用シナリオ (分析モ

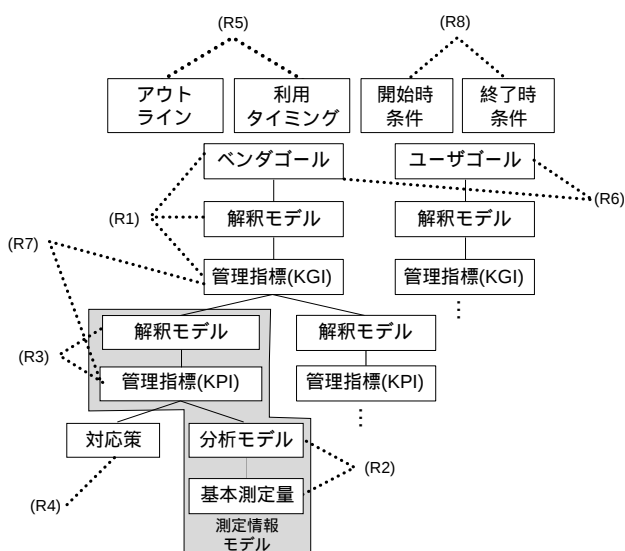


図10 SDAMLの構造と要件との関係

デル)の適用場面、ユーザ/ベンダの要求、データ計測、分析手順を具体的に記述する。要求分析におけるユースケースと類似した内容を記述すると考えるとよい。利用タイミングは、データの計測、データのユーザへの受け渡し、データ分析のタイミングを示した図であり、UMLのアクティビティ図を使って表記する。

(2) 基本測定量、分析モデル、管理指標、解釈モデル

基本測定量、分析モデル、管理指標、解釈モデルは「各データ項目の計測方法(R2)」と「各データ項目の分析方法(R3)」を記述するための要素であり、ISO/IEC 15939で定義されている測定情報モデルに基づいている。各要素の役割は以下の通りである。

- ・基本測定量：測定対象から直接計測される数値
- ・分析モデル：基本測定量に基づいて管理指標を計算する方法を示したモデル
- ・管理指標：分析モデルに基本測定量を与えることにより求められる数値
- ・解釈モデル：管理指標の分析方法を示したモデル

(3) ユーザゴール、ベンダゴール

ゴールは、「データ分析の目的と、目的を果たすために着目すべきデータ項目(R1)」を記述するための要素であり、GQMパラダイム[BASILI1984]のゴールの概念に基づいている。GQMパラダイムとは、データ収集の目標設定からデータ収集のメトリクス決定までをモデル化したものであり、ゴールとは、計測の目標、計測対象、計測理由等を明確にした文である。ゴールと管理指標を対応付けて記述する。

ゴールにはユーザゴールとベンダゴールの2種類が存在する。これらは、「ユーザ、ベンダそれぞれの分析目的を個別に記述(R6)」するための要素である。

(4) KGI⁶、KPI⁷

管理指標にはKGIとKPIの2種類が存在し、ゴール、

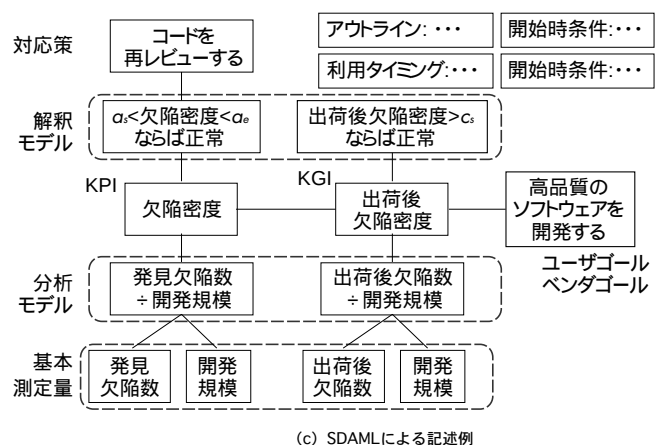
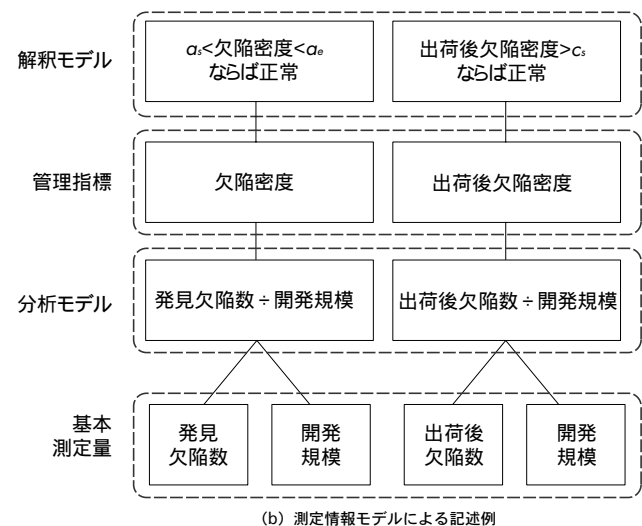
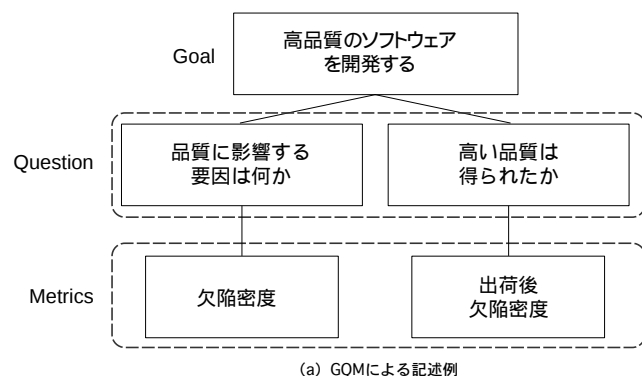


図11 モデル記述例

6 KGI : Key Goal Indicator , 重要目標達成指標

7 KPI : Key Performance Indicator , 重要業績評価指標

KGI、KPIは階層構造となっている。これにより、「プロジェクト進行中、及びプロジェクト完了時のデータ分析方法（R7）」を記述出来るようになっている。KGIとKPIはビジネスマネジメントの分野で用いられている概念であり、KGIはゴールを達成したか否かを判断するための指標、KPIはプロジェクト進行中にプロセスを評価するための指標である。KPIが目標値をクリアするようにプロジェクトを遂行することにより、KGIも目標値をクリア出来るような関係となる。なお、「テスト工程の進捗を把握する」等）進捗を把握することが目的のゴール場合は、KGIを設定しない。それ以外では、まずゴールに対して1つのKGIを設定し、KGIに対して1つ以上のKPIを設定する。

4.3 SDAMLと従来法によるモデル記述例

GQM、測定情報モデル、SDAMLそれぞれを用いてモデルを記述した例を図11に示す。GQMは、測定情報モデル、SDAMLに比べ、記述出来る情報量が少ないことが分かる。SDAMLと測定情報モデルで記述出来る情報量の差は大きくはない。しかし、測定情報モデルの場合、ユーザゴール・ベンダゴール、KGI、KPIの関係を表すことが出来ないため、管理指標を何のために利用するのか非常に分かりにくい。更に、測定情報モデルでは、開始時条件、終了時条件を記述出来ないため、データ分析モデルをカタログ化することが出来ない。

このように、SDAMLを用いてモデルを記述することにより、データ分析の目的と方法を明確に示すことが出来る。また、テンプレートの機能を果たすため、GQMや測定情報モデルを用いるよりも、モデル記述が容易となる。更に、データ分析モデルをカタログ化することが出来る。

5. おわりに

本技術解説では、文部科学省StagEプロジェクトの活動とこれまでに得られた主な成果を3回にわたって紹介してきた。2007年8月から5年計画の始まった同プロジェ

クトは、ちょうど折り返し地点を迎えたことになる。先日開催したプロジェクト主催の研究会での議論等を拝聴していると、開発データの共有に対するユーザ・ベンダの関心は、プロジェクト開始当初に比べて高まっており、ソフトウェアタグの具体的な利用イメージも明確になりつつある。ソフトウェア開発管理力に自信のあるユーザ・ベンダにとって、開発データの共有によるデメリットは少なく、その一方で、メリットを拡大する余地があると考えられ始めているのかもしれない。

現在のところ、同様の取り組みは海外では見られない。IPA/SECによるプロジェクトベンチマーキングや経済産業省によるソフトウェアメトリックス高度化の取り組み等と連携をとり、そして何より、ユーザ・ベンダ企業との連携の輪を広げることで、日本独自のソフトウェア技術としてソフトウェアタグの研究開発を推進していく予定である。なお、ソフトウェアタグ規格を始めとして、本技術解説で取り上げた取り組みの詳細やその他の研究成果についてはStagEプロジェクトのウェブページ[STAGE Web]にて公開中である。参照いただければ幸甚である。最後に、技術解説の機会を頂いた、SEC journal編集委員会に心から感謝致します。

参考文献

- [AMBLER1984] Ambler, S.W. : Process Patterns : Building Large-Scale Systems Using Object Technology, Cambridge University Press, 1998
- [BASILI1984] Basili, V. and Weiss, D. : A Methodology for Collecting Valid Software Engineering Data, IEEE Trans. On Software Eng., vol.10, No.3, pp.728-738, 1984
- [CMMI2007] CMMI 成果物チーム：開発のためのCMMI（CMMI-DEV）1.2版 公式日本語翻訳版，技術報告書 CMU/SEI-2006-TR-008，2007
- [ISO/IEC 15939] International Organization for Standardization : ISO/IEC 15939:2002, Software Engineering - Software Measurement Process, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland, 2002
- [PMBOK2004] 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）PMBOKガイド，2004
- [STAGE Web] <http://www.stage-project.jp/>
- [角田2009] 角田雅照，松村知子，松本健一：ソフトウェア開発データ分析モデリング言語の提案，ソフトウェアエンジニアリングシンポジウム2009 併設ワークショップ「ソフトウェア開発マネジメントのための測定と分析」，2009年9月
- [松村2009-1] 松村知子，大平雅雄，森崎修司，松本健一：オフショア開発におけるユーザ・ベンダ間コミュニケーション情報の分析による仕様伝達の評価，奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科テクニカルレポート，NAIST-IS-TR2009005，2009年10月
- [松村2009-2] 松村知子，松本健一：ユーザとベンダ間の協調による要求品質確保のための定量化事例，奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科テクニカルレポート，NAIST-IS-TR2009006，2009年11月

CoBRA法に基づく見積り支援ツール

—プロジェクトの定量的見積り評価を易しく支援するWebツールの提供—

SECエンタプライズ系プロジェクト

研究員

中村 宏美

ソフトウェア開発の工数見積りでは、過去のプロジェクトデータの分析に基づいて見積りモデルを構築するのが一般的とされている。しかしながら、企業によっては過去のプロジェクトデータが少なく、また分析も行われていないケースも見受けられる。そうした企業では、プロジェクトマネージャが過去の経験や勘を駆使して見積ることにより、再現性の無い見積りが繰り返されることが懸念されている。

CoBRA¹法はこうした課題を解決する見積り評価手法であり、少量のプロジェクトデータとプロジェクトマネージャの経験則があれば、工数の見積り評価モデルを構築出来るのが特長である。

IPA/SECは、CoBRA法を活用した簡単な操作で効率良く工数見積りを行うための支援ツールを開発した。CoBRA法は現在ツールのβ版の評価中であり、利用者のニーズに沿った改善を行った後、2010年春に一般公開を予定している。ここではこのβ版「CoBRA法に基づく見積り支援ツール(体験版)」について解説する。

1. ツール概要

1.1 CoBRA法について

CoBRA法は、少量の過去データがあれば、組織内での見積り経験者数人による影響要因に関する議論により、工数見積りモデルが構築出来る先進的な見積り手法である。IPA/SECは2007年度に一部企業においてCoBRA法の実証評価を行い、CoBRA法に基づいて作成した見積り評価モデルが継続的に利用出来るという有効性を確認している²。CoBRA見積りモデルは、次式に示すように、工数に影響を与える種々の要因に対する見積り評価を可能とする。また、工数の見積りだけではなく、ソフトウェア開発におけるリスクアセスメントの手法としても有効である³。

[CoBRA見積りモデル工数算定式]

$$\text{工数} = \text{プロジェクト規模} \times \alpha \times (1 + \sum CO_i) \quad 4$$

1.2 CoBRA法に基づく見積り支援ツール(体験版)

CoBRA法に基づく見積り支援ツール(体験版)は「簡易見積りモデルツール」と称し、CoBRA未経験者向けに、インターネットを介して、簡易にCoBRA見積りモデルを構築し、またプロジェクト工数の見積りを行うための支援機能を備える。本ツールが提供する機能は、以下の4つのステップで構成される。

・ Step1：変動要因関係図の作成

CoBRA法では、通常ソフトウェア開発プロジェクトや工数見積りの熟練者(経験豊富なプロジェクトマネージャ等)の経験・知識を基に、エンジニアのスキルや顧客の参画度合い等の工数に影響を及ぼす要因を『変動要因』として必要なものだけ抽出し、変動要因関係図を作成する。

本ツールでは、あらかじめ変動要因のセットが抽出される機能を幾つか用意しており、その中から、対象プロジェクトに最も近いものを選択し、これをベースとする。

・ Step2：変動要因関係図の完成

Step1で選択した変動要因関係図を基に、必要に応じた

1 CoBRA：Cost Estimation, Benchmarking, and Risk Assessmentの略。ドイツ・フ라운ホーファー協会のIESE (Institute for Experimental Software Engineering, 実験的ソフトウェア工学研究所)にて開発。

2 2007年度産学連携ソフトウェア工学実践拠点事業「先進的な見積り手法実証と普及展開の調査」
<http://sec.ipa.go.jp/reports/index.html>を参照。

3 CoBRA法を使用した工数見積りモデル構築の手順については、SEC BOOKS「ソフトウェア開発見積りガイドブック～ITユーザとベンダにおける定量的見積りの実現～」のIPA/SECでの見積り手法に関する実証実験 第1章 CoBRA法を参照[SEC2006]。

4 α ：COの影響が無い基準生産性を表す比例定数。 $\alpha \times (1 + \sum CO_i)$ は現実の生産性を表す。
CO：CostOverhead(工数変動要因)の略。COはi番目の工数変動要因による工数増加率。

変動要因の追加・削除・切替（直接要因/間接要因）そして変動要因に対応する三角分布のパターンの選択変更を行い、変動要因関係図を完成させる（図1）

・ Step3：実績データの入力で見積りモデルの構築

過去に実施したプロジェクトの情報（規模、工数等）を入力し、それを基に見積りモデル（前述の工数算定式相当）を構築する。ここでは、モンテカルロシミュレーションにより、前述の[CoBRA見積りモデル工数算定式]

に示す α （ベースライン）を算出する（図2）

・ Step4：工数の見積り

Step3で構築した見積りモデルを使用して、プロジェクト工数の見積りを行う。プロジェクトの想定規模・工数に影響を与える変動要因の影響度合いを設定し、Step3で使用したモンテカルロシミュレーションを再度実施することにより、見積り工数を算出する（図3）。これを繰り返す。

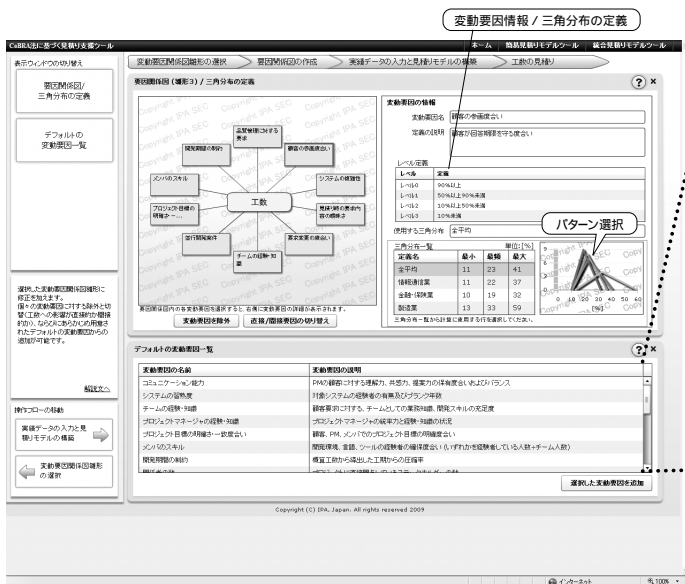


図1 変動要因関係図作成画面

デフォルトの変動要因一覧

変動要因の名前	変動要因の説明
コミュニケーション能力	PMの顧客に対する理解力、共感性、提案力の保有度合いおよびバランス
システムの習熟度	対象システムの経験者の有無及びプランク年数
チームの経験・知識	顧客要求に対する、チームとしての業務知識、開発スキルの充足度
プロジェクトマネージャの経験・知識	プロジェクトマネージャの統率力と経験・知識の状況
プロジェクトの目標の明確さ・一貫度合い	顧客、PM、メンバーでのプロジェクト目標の明確度合い
メンバーのスキル	開発環境、言語、ツールの経験者の確保度合い（いずれかを経験者としている人数÷チーム人数）
開発期間の制約	概算工数から導出した工期からの圧縮率
関係者の数	プロジェクトに直接関与しているステークホルダーの数
チーム内の役割分担や責任の明確さ	役割の洗い出しの状況と、リーダー及び担当者の決定状況
品質管理に対する要求	レビューとその報告に対する要求の度合い
顧客の参画度合い	顧客が回答期限を守る度合い
統制の取れた要求管理	要求が具体的に示され、定義書等の形でドキュメント化されている度合い
システムの再利用	再利用（流用）可能な、設計書、ソースコード、テストケースの比率
システムの複雑性	画面、帳票、アルゴリズムの複雑さ
信頼性要求のレベル	理料張りの即時性
見積り時の要求内容の曖昧さ	設計仕様をイメージで要求する事項の比率、または要求の充足度
要求変更の度合い	要求変更の発生が想定される時期
並行開発案件	並行開発案件の本数
業務の複雑さ	対象業務の難易度と、連携する必要がある外部システム/外部組織の多さ

変動要因の追加・削除・切替（直接要因/間接要因）

プロジェクト実績データ

プロジェクトの規模・工数実績を入力

見積りモデル

モンテカルロシミュレーションによるモデル構築結果クロスバリデーションにより見積り精度が把握可能

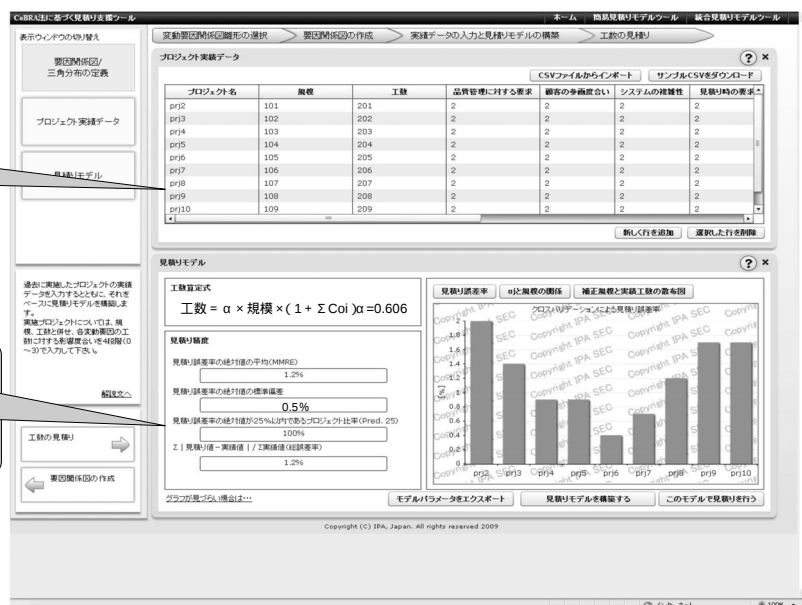


図2 プロジェクト実績データの入力で見積りモデル構築画面

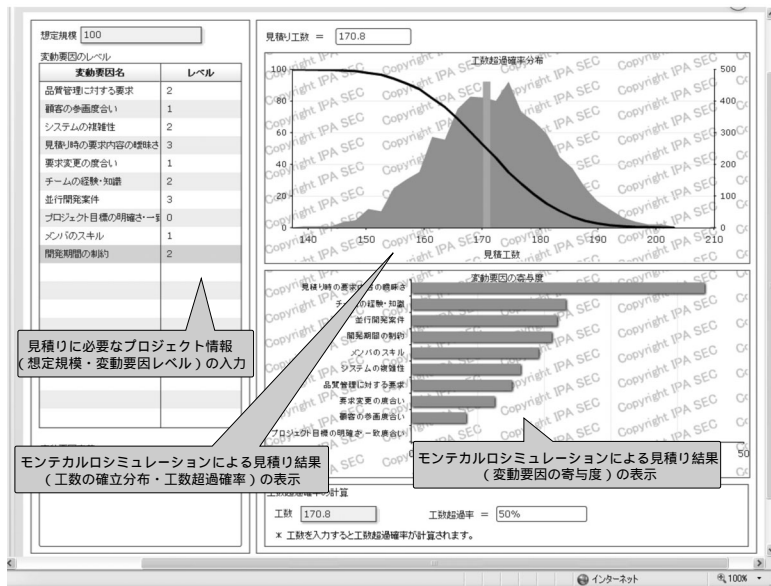


図3 工数の見積り画面

2. 今後の展開

2.1 CoBRA法の国内普及展開への動き

CoBRA法導入のメリットとして（先に述べたリスクアセスメントを可能とする以外に）

- ・少量のプロジェクト実績があれば、短期間で見積りモデルが構築可能
- ・モデル構築時に要した経験者の知識と勘は定量的に認識され、その後も組織の知的財産となる
- ・モデル構築以降は、経験者に必要以上の負荷がかからなくなる 等、

があり、本ツールは上記メリットの享受を最大限にサポートする。

国内でのCoBRA法の普及展開が開始されてから、まだ日が浅いものの、手法がもたらすメリットからも、今後、本格導入する企業は増えていくと予想され、その実践ノウハウの蓄積が期待出来る。

一方、IPA/SEC外の動きとして、2007年度のCoBRA法の実証評価をきっかけに、CoBRA法のモデル構築実績のある企業及び、社内で本格導入を検討している企業の有志が集まり、2009年5月に、「CoBRA研究会⁵」が発足した。研究会の活動が自発的なことから、CoBRA経験者が抱く

手法への期待度が伺える。

2.2 CoBRA研究会について

CoBRA研究会では、各企業のモデル構築経験を基に、CoBRA法の認知度向上のための施策や、社内にCoBRA法を導入する際に推奨される、以下のような課題解決を目指した議論を行っている。

- ・CoBRA法の説明、理解が難しい
- ・モデル構築のための体制が無い
- ・モデル構築が難しい
- ・経験者（PM、PL）は忙しく、モデル構築にかかる負荷を考えると導入し辛い
- ・既に導入している見積り手法やツールがある

課題の中には、本ツールによるカバーが可能なものもあり、IPA/SECは、今後もCoBRA研究会との連携を図り、課題解決に向けて取り組むと共に、随時情報発信していく予定である。

2.3 「CoBRA法に基づく見積り支援ツール」の公開

1.2節では、本ツールのうち、CoBRA法の体験版である「簡易見積りモデルツール」を解説した。「簡易見積りモデルツール」には標準で変動要因や三角分布等が用意されているが、本ツールには、CoBRA熟練者向けに、これらを利用者自身で定義し直すことが出来る等、より実務に合った工数見積りモデルの構築と見積りの実施を行うことを可能とする、「統合見積りモデルツール」（Microsoft Excel形式）も装備している。体験版同様、2010年春に一般公開を予定しているので、こちらもぜひ活用いただきたい。

謝辞

本稿の執筆にあたり、CoBRA研究会の皆様から、本ツールについて大変有益なアドバイスを頂いた。ここに記して感謝の意を表したい。

参考文献

- [SEC2006] IPA/SEC：SEC BOOKS ソフトウェア開発見積りガイドブック～ITユースとベンダにおける定量的見積りの実現～，オーム社，2006
- [SEC2008] 2007年度産学連携ソフトウェア工学実践拠点事業「先進的見積り手法実証と普及展開の調査」

5 CoBRA研究会：メンバ8企業、オブザーバ2団体で構成され、各社のモデル構築実績を基に、モデル改善のポイント等を議論し、手法の普及促進を目的に活動している（<http://cobra.mri.co.jp/index.html>）。

プロジェクト診断支援ツール

SECエンタプライズ系プロジェクト

研究員

森下 哲成

2004年の発足以来、SECはソフトウェア開発プロセスの定量化及び標準化とその普及に取り組んでいる。とくに定量化に関しては、開発実態の把握と改善のための基礎情報や指標を提供すべく、継続して規模・工期・工数・生産性・信頼性等に関するデータを収集・精査・分析してきた。大手ベンダ企業22社から収集したデータ件数は2,000件を超えるまでになっている。

データの分析結果は「ソフトウェア開発データ白書」として毎年発行しており、2007年からは、開発の計画や評価等、プロジェクトの自己診断を支援するためのツールも合わせて提供している。

定量化の必要性が唱えられて久しいが、今回は定量化の背景を改めて確認すると共に、SECが提供している2つのツールを紹介する。

1. 定量化の背景

インターネットの急速な普及に伴ってビジネスモデルの転換が進み、市場競争は激しさを増した。システムの利用は企業内にとどまらず、ネットワークを介して大きく広がり、今やシステムそのものがビジネスであると言えるほど、極めて重要度の高い社会基盤となっている。

多機能かつ高性能なシステムが増える一方で、それらの複雑なシステムを、より短納期、低コストで開発するよう求められるケースも多い。このような要求に応えるためには、システムを確実に開発するためのマネジメントや、トラブルの発生を未然に防ぐための施策が必要になってくるが、それが不十分であることに起因するトラブルは後を絶たない。

システムが少しばかり停止しても、さほど大きな問題にならなかった時代もあったが、今ではあり得ない話である。電気、ガス、交通機関といった生活導線が途絶え、商取引において数百億円というお金が瞬時に失われる等、システムトラブルが社会に与える影響は計り知れず、システム品質の向上は必達の課題となっている。

また、別の視点では、ユーザとベンダのコミュニケーションの問題がある。ユーザはやりたいことが沢山あり、そのすべてを実現するのが理想的であるが、実際には期間や予算等の制約の中でシステムを開発し、最終的には

事業を成功に導かなくてはならない。当然ながら、“やりたいこと”と“やれること”の間にはギャップが生まれる。

「どれくらいの規模の開発になりそうか」あるいは「ユーザの意向に沿った開発が可能なのか」を客観的に提示し両者で合意すると共に、そのギャップを埋めることが必要だが、それをきちんとやり切らないまま次のフェーズに進んで失敗するというケースも多く見受けられる。

システム開発においては、適切なプロジェクト計画に基づいて状況を的確に把握・管理し、最終的に目標とする納期・コスト・品質を達成することが求められる。そのためには、計画の立案や管理、評価等に必要な客観的な基準や指標等、関係者（ステークホルダー）に共通する「モノサシ」の整備が重要で、定量化への取り組みは、まさにそこで生きてくるのである。

システムが大規模かつ複雑化してきている昨今、一昔前の“勘と経験と度胸”による「定性的」なマネジメントから脱却し、「定量的」なマネジメントを確立することが求められている。

2. 提供しているツール群

SECでは、ソフトウェア開発プロジェクトデータの活用を促進し、定量的アプローチによるプロジェクトの管理及び評価の実践を目的として、データの収集・分析に

役立つ各種ツールを開発し、提供している。

今回は「定量データに基づくプロジェクト診断支援ツール」と「スタンドアロン型プロジェクト診断支援ツール」について、以下に説明する。

2.1 定量データに基づくプロジェクト診断支援ツール

● ツールの概要

このツールは、「ソフトウェア開発データ白書2008」と同じデータを用いたWebシステムで、2007年12月にリリースされた。データ白書に掲載されている様々な図表の参照だけでなく、利用者がツールに入力した自社のプロジェクトデータを、画面の図表上に重ねてプロット出来るのが最大の特徴で、白書に掲載されたデータとのベンチマーキングを可能にしている。

本ツールを利用することにより、ユーザ・ベンダ間での目標設定、プロジェクト状況の把握、プロジェクト特性や立ち位置の確認を、定量的かつ客観的に行うことが出来る。開発計画やリスク管理等に関する合意形成において、ユーザ及びベンダの両者が、いわば“会話”するためのツールとして活用し、開発力強化の契機となることを期待している。

● ツールの機能

プロジェクトデータの入力

は、1件であれば画面から入力し、複数の場合はファイルによるアップロードが可能で、最大999件まで登録することが出来る。これらのデータはログオフ時にすべて破棄されサーバやログには一切残らないので安心してご利用頂ける。ツールが備えている機能の詳細は表1にまとめた。

● ツールの活用

1例として、下記のような分析を行う場合を想定し、ツールの画面に表示される図表の見方・使い方を図1に示す。

- ・利用目的：工数と工期についての自社基準（目安）を策定し、プロジェクト計画及び評価に利用する
- ・利用図表：プロジェクト全体の工数と工期（新規開発）

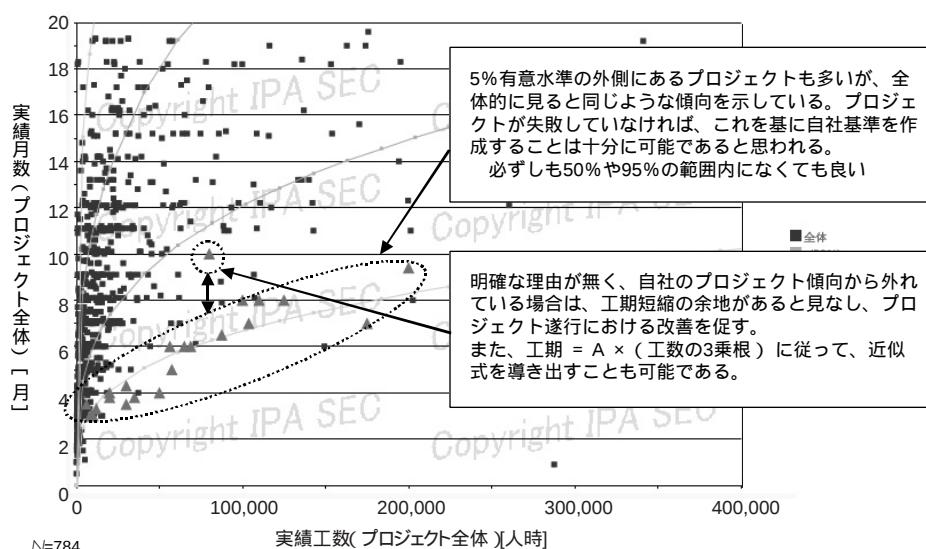


図1 Webツールを用いた分析例

表1 Webツールの機能と特徴

機能	特徴
自社データのプロット	画面から1件のプロジェクトデータを入力、あるいは複数件のデータをファイルでアップロードし、画面に表示された散布図及び箱ひげ図の上にプロットすることが出来る。自社データのみ表示も可能。機密保全のため、入力したプロジェクトデータはログオフ時にすべて破棄され、サーバ等には一切残らない。
自社データの属性表示	散布図上にプロットされた自社データの番号と名称がマウスオーバーで表示される。
プロット可能図表一覧	利用者が登録したデータが、どの図表にプロット出来るのかを一覧で表示する。
図表の拡大と縮小	散布図を拡大、縮小する。プロットが局所に密集している場合、拡大によって、その部分の状況を詳細に確認することが出来る。拡大する際は、基点の指定も可能。
対数グラフの表示	散布図に通常表示と対数表示がある場合、ボタン1つで表示を切り替えることが出来る。通常表示では分かりづらい傾向が、両対数変換すると見えてくる可能性がある。
信頼幅%指定	信頼幅を引くことが出来る散布図の場合、その値を任意に指定することが出来る。
人時 / 人月切替え	散布図及び箱ひげ図の工数を、どちらの単位で表示するか選択出来る。
XY軸の反転	各社の評価軸に合わせて、散布図のXY軸を反転させることが出来る。
データ種別の選択	種別分類のある散布図の場合、特定の種別だけに絞って描画することが出来る。
図表のコピー&印刷	WordやExcel等で作成した文書に図表を貼り込んだり、画面を印刷することが出来る。

白書のデータとの単純比較では、自社プロジェクトは短納期で危険だという見方も出来る。しかし、同様の傾向を示すこれらのプロジェクトに、品質、納期、コスト等の面で問題が無いのであれば、危険でないばかりか、他社よりも速いスピードで開発出来るという「強み」が見えてくる。

このように、図表をそのまま眺めるのではなく、他の要因も加味した上での分析が重要である。

2.2 スタンドアロン型プロジェクト診断支援ツール

● ツールの概要

システム開発における定量的マネジメントの必要性を感じながら、何を参考にして、どのように取り組んでいけばいいのかが分からず、そこで立ち往生している企業も多いと思われる。Webツールは、ある程度、定量化に取り組んでいる企業にとっては有効だが、定量的アプローチを開始した、あるいはこれから取り組もうとしている企業にとってはハードルが高い。

そこで、そのような企業向けに、プロジェクトデータの登録・蓄積及び図表の作成が可能なツールを、Excelをベースに開発した。ツールは完全なスタンドアロン型で、SEC Webサイトからダウンロードして利用することが出来る。

これにより、自社開発の特徴や傾向を客観的に把握すると共に、その結果を、プロジェクト計画の策定、プロジェクト目標の設定、プロジェクトの評価及び改善等に

役立てることが出来ると期待している。

● ツールの機能

ツールはExcelの基本機能を用いて開発しており、入力項目の多くは選択式で操作が簡単である。また、入力したデータの自動精査が行えるので、高い精度でデータを管理することが出来る。

プロジェクトデータの登録だけでなく、「工数と工期」「規模と生産性」「規模と発生不具合密度」等の散布図や基本統計量等、全部で14種類の図表が作成出来る。さらに出力したCSVファイルをそのままWebツールにアップロードすることが出来るため、白書データとの比較も容易に行える。機能の詳細は、表2、図2にまとめた。

● ツールの活用

分析に利用出来る14種類の図表は、種別や業種等7項目で絞り込みが可能で、自社の類似プロジェクトを用いた計画策定等が行える。また、定量化への取組みにあたり、各企業は様々な課題に直面しているが、もし、「データを効率良く収集、分析出来るのか」あるいは「どのような環境やツールを用意すればいいのか分からない」という課題を抱えている企業があれば、このツールが威力を発揮してくれるに違いない。

3. おわりに

定量化に取り組むにあたり、注意しないといけないこ

表2 スタンドアロン型プロジェクト診断支援ツールの機能と特徴

機能	特徴
データ入力 (入力フォーム切替え)	簡易版(必須項目数:15)と全体版(必須項目数:41)の2種類のフォームで登録することが出来る。図表の作成は、簡易版による入力で問題無い。全体版を利用すれば、1つのプロジェクトデータで、最大約400項目まで登録可能。
図表作成	以下の図表を作成することが出来る。 1. 工数 - 工期 : 散布図 2. 規模 - 工数 (FP) : 散布図 3. 規模 - 工数 (SLOC) : 散布図 4. 規模 - 生産性 (FP) : 散布図 5. 規模 - 生産性 (SLOC) : 散布図 6. 工数別月数比 : 基本統計量 7. 工程別工数比 : 基本統計量 8. 規模 - 発生不具合数 (FP) : 散布図 9. 規模 - 発生不具合数 (SLOC) : 散布図 10. 規模 - 発生不具合密度 (FP) : 散布図 11. 規模 - 発生不具合密度 (SLOC) : 散布図 12. レビュー指摘件数 (FP) : 基本統計量 13. レビュー指摘件数 (SLOC) : 基本統計量 14. レビュー指摘件数 (工数) : 基本統計量 種別や業種等7項目で絞り込みが出来る。
データの精査	入力データの自動精査が可能であり、蓄積データの精度を高める。
CSV出力	Webツールにアップロード可能なCSV形式のファイルを出力する。
データ一括取込	同一フォーマットの別ファイルのプロジェクトデータを一括して取り込む。
データ一括出力	登録されているプロジェクトデータを、編集可能な状態で別ファイルに出力する。

とがある。それは、目的の無いシステム開発が存在しないのと同様に、定量化においても問題意識と改善の必要性、つまり目的が明確でなくてはならないということだ。それと同時に、問題や課題が全員で認識され、共有され、それを改善すべきだという意志を、全員が持つべきである。仮に、問題や課題が一切無く、すべてが順風満帆であるならば、定量化に取り組む必要はないだろう。

定量化の世界は「地道」に取り組まなければならない。今日いきなり1,000件のデータが集まって、明日それが分析出来て、明後日その対策が立てられるというものではないからである。だからこそ、現場は辛抱強く取り組む必要があり、それを許容する経営側の姿勢や理解も必要となってくる。挫けそうになったとき、この活動の原動力となるのは、問題を解決することで勝ち取りたい何かがある、という目的意識ではないだろうか。

もう1つ重要なことは、欲張らずに、本当に解決した

いコアな問題や課題に絞り込んで取り組むということである。とすると、取り組みたいことが色々出てきて、そのすべてをやりたくなってしまいうものだが、その時点の体制やマンパワーを前提に、やりたいことを絞り込むというのも重要な作業の1つとなる。身の丈に合わない取り組みは、心身共に疲弊するだけである。

なお、いずれのツールも利用に際しては、SEC Webサイトで利用者登録を行う必要がある。

参考文献

[データ白書2008] IPA/SEC：ソフトウェア開発データ白書2008 ～IT企業2056プロジェクト 定量データが語る開発の実体と傾向～、日経BP社、2008

スタンドアロン型プロジェクト診断支援ツール Ver. 4.1
Copyright (C) 2009-2011 IPA/SEC All rights reserved.

組織ID: SEC 組織ID入力

記入フォーム切替
(簡易版→全体版)

一括データ登録用
CSV出力

プロジェクトデータ
一括取込

プロジェクトデータ
一括出力

「記入フォーム切替」ボタンを押下すると、記入フォームを簡易版もしくは全体版に切替えます。
簡易版では、入力項目が少なく、簡単に入力を行うことができます。
全体版は、入力項目が多いですが、より詳細に入力を行うことができます。

現在の記入フォーム: 簡易版

「一括データ登録用CSV出力」ボタンを押下すると、
「data1」～「data5」シートから
Web型プロジェクト診断支援ツールのプロジェクトデータ一括登録用フォーマットのCSVファイルを出します。

ステータス:

「プロジェクトデータ一括取込」ボタンを押下すると、
別ファイルのプロジェクトデータを「data1」～「data5」シートへ追加で取り込みます。

「プロジェクトデータ一括出力」ボタンを押下すると、
「data1」～「data5」シートを、編集可能な状態で別ファイルに出します。

Microsoft Excel - 利用者登録ツール_v4.0R1.6.20090521.xls

3:1 ファイル(F) 編集(E) 表示(V) 挿入(I) 書式(O) ツール(T) データ(D) ウィンド(W) ヘルプ(H)

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360 361 362 363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379 380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398 399 400 401 402 403 404 405 406 407 408 409 410 411 412 413 414 415 416 417 418 419 420 421 422 423 424 425 426 427 428 429 430 431 432 433 434 435 436 437 438 439 440 441 442 443 444 445 446 447 448 449 450 451 452 453 454 455 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 470 471 472 473 474 475 476 477 478 479 480 481 482 483 484 485 486 487 488 489 490 491 492 493 494 495 496 497 498 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 520 521 522 523 524 525 526 527 528 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 540 541 542 543 544 545 546 547 548 549 550 551 552 553 554 555 556 557 558 559 560 561 562 563 564 565 566 567 568 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 580 581 582 583 584 585 586 587 588 589 590 591 592 593 594 595 596 597 598 599 600 601 602 603 604 605 606 607 608 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619 620 621 622 623 624 625 626 627 628 629 630 631 632 633 634 635 636 637 638 639 640 641 642 643 644 645 646 647 648 649 650 651 652 653 654 655 656 657 658 659 660 661 662 663 664 665 666 667 668 669 670 671 672 673 674 675 676 677 678 679 680 681 682 683 684 685 686 687 688 689 690 691 692 693 694 695 696 697 698 699 700 701 702 703 704 705 706 707 708 709 710 711 712 713 714 715 716 717 718 719 720 721 722 723 724 725 726 727 728 729 730 731 732 733 734 735 736 737 738 739 740 741 742 743 744 745 746 747 748 749 750 751 752 753 754 755 756 757 758 759 760 761 762 763 764 765 766 767 768 769 770 771 772 773 774 775 776 777 778 779 780 781 782 783 784 785 786 787 788 789 790 791 792 793 794 795 796 797 798 799 800 801 802 803 804 805 806 807 808 809 810 811 812 813 814 815 816 817 818 819 820 821 822 823 824 825 826 827 828 829 830 831 832 833 834 835 836 837 838 839 840 841 842 843 844 845 846 847 848 849 850 851 852 853 854 855 856 857 858 859 860 861 862 863 864 865 866 867 868 869 870 871 872 873 874 875 876 877 878 879 880 881 882 883 884 885 886 887 888 889 890 891 892 893 894 895 896 897 898 899 900 901 902 903 904 905 906 907 908 909 910 911 912 913 914 915 916 917 918 919 920 921 922 923 924 925 926 927 928 929 930 931 932 933 934 935 936 937 938 939 940 941 942 943 944 945 946 947 948 949 950 951 952 953 954 955 956 957 958 959 960 961 962 963 964 965 966 967 968 969 970 971 972 973 974 975 976 977 978 979 980 981 982 983 984 985 986 987 988 989 990 991 992 993 994 995 996 997 998 999 1000 1001 1002 1003 1004 1005 1006 1007 1008 1009 1010 1011 1012 1013 1014 1015 1016 1017 1018 1019 1020 1021 1022 1023 1024 1025 1026 1027 1028 1029 1030 1031 1032 1033 1034 1035 1036 1037 1038 1039 1040 1041 1042 1043 1044 1045 1046 1047 1048 1049 1050 1051 1052 1053 1054 1055 1056 1057 1058 1059 1060 1061 1062 1063 1064 1065 1066 1067 1068 1069 1070 1071 1072 1073 1074 1075 1076 1077 1078 1079 1080 1081 1082 1083 1084 1085 1086 1087 1088 1089 1090 1091 1092 1093 1094 1095 1096 1097 1098 1099 1100 1101 1102 1103 1104 1105 1106 1107 1108 1109 1110 1111 1112 1113 1114 1115 1116 1117 1118 1119 1120 1121 1122 1123 1124 1125 1126 1127 1128 1129 1130 1131 1132 1133 1134 1135 1136 1137 1138 1139 1140 1141 1142 1143 1144 1145 1146 1147 1148 1149 1150 1151 1152 1153 1154 1155 1156 1157 1158 1159 1160 1161 1162 1163 1164 1165 1166 1167 1168 1169 1170 1171 1172 1173 1174 1175 1176 1177 1178 1179 1180 1181 1182 1183 1184 1185 1186 1187 1188 1189 1190 1191 1192 1193 1194 1195 1196 1197 1198 1199 1200 1201 1202 1203 1204 1205 1206 1207 1208 1209 1210 1211 1212 1213 1214 1215 1216 1217 1218 1219 1220 1221 1222 1223 1224 1225 1226 1227 1228 1229 1230 1231 1232 1233 1234 1235 1236 1237 1238 1239 1240 1241 1242 1243 1244 1245 1246 1247 1248 1249 1250 1251 1252 1253 1254 1255 1256 1257 1258 1259 1260 1261 1262 1263 1264 1265 1266 1267 1268 1269 1270 1271 1272 1273 1274 1275 1276 1277 1278 1279 1280 1281 1282 1283 1284 1285 1286 1287 1288 1289 1290 1291 1292 1293 1294 1295 1296 1297 1298 1299 1300 1301 1302 1303 1304 1305 1306 1307 1308 1309 1310 1311 1312 1313 1314 1315 1316 1317 1318 1319 1320 1321 1322 1323 1324 1325 1326 1327 1328 1329 1330 1331 1332 1333 1334 1335 1336 1337 1338 1339 1340 1341 1342 1343 1344 1345 1346 1347 1348 1349 1350 1351 1352 1353 1354 1355 1356 1357 1358 1359 1360 1361 1362 1363 1364 1365 1366 1367 1368 1369 1370 1371 1372 1373 1374 1375 1376 1377 1378 1379 1380 1381 1382 1383 1384 1385 1386 1387 1388 1389 1390 1391 1392 1393 1394 1395 1396 1397 1398 1399 1400 1401 1402 1403 1404 1405 1406 1407 1408 1409 1410 1411 1412 1413 1414 1415 1416 1417 1418 1419 1420 1421 1422 1423 1424 1425 1426 1427 1428 1429 1430 1431 1432 1433 1434 1435 1436 1437 1438 1439 1440 1441 1442 1443 1444 1445 1446 1447 1448 1449 1450 1451 1452 1453 1454 1455 1456 1457 1458 1459 1460 1461 1462 1463 1464 1465 1466 1467 1468 1469 1470 1471 1472 1473 1474 1475 1476 1477 1478 1479 1480 1481 1482 1483 1484 1485 1486 1487 1488 1489 1490 1491 1492 1493 1494 1495 1496 1497 1498 1499 1500 1501 1502 1503 1504 1505 1506 1507 1508 1509 1510 1511 1512 1513 1514 1515 1516 1517 1518 1519 1520 1521 1522 1523 1524 1525 1526 1527 1528 1529 1530 1531 1532 1533 1534 1535 1536 1537 1538 1539 1540 1541 1542 1543 1544 1545 1546 1547 1548 1549 1550 1551 1552 1553 1554 1555 1556 1557 1558 1559 1560 1561 1562 1563 1564 1565 1566 1567 1568 1569 1570 1571 1572 1573 1574 1575 1576 1577 1578 1579 1580 1581 1582 1583 1584 1585 1586 1587 1588 1589 1590 1591 1592 1593 1594 1595 1596 1597 1598 1599 1600 1601 1602 1603 1604 1605 1606 1607 1608 1609 1610 1611 1612 1613 1614 1615 1616 1617 1618 1619 1620 1621 1622 1623 1624 1625 1626 1627 1628 1629 1630 1631 1632 1633 1634 1635 1636 1637 1638 1639 1640 1641 1642 1643 1644 1645 1646 1647 1648 1649 1650 1651 1652 1653 1654 1655 1656 1657 1658 1659 1660 1661 1662 1663 1664 1665 1666 1667 1668 1669 1670 1671 1672 1673 1674 1675 1676 1677 1678 1679 1680 1681 1682 1683 1684 1685 1686 1687 1688 1689 1690 1691 1692 1693 1694 1695 1696 1697 1698 1699 1700 1701 1702 1703 1704 1705 1706 1707 1708 1709 1710 1711 1712 1713 1714 1715 1716 1717 1718 1719 1720 1721 1722 1723 1724 1725 1726 1727 1728 1729 1730 1731 1732 1733 1734 1735 1736 1737 1738 1739 1740 1741 1742 1743 1744 1745 1746 1747 1748 1749 1750 1751 1752 1753 1754 1755 1756 1757 1758 1759 1760 1761 1762 1763 1764 1765 1766 1767 1768 1769 1770 1771 1772 1773 1774 1775 1776 1777 1778 1779 1780 1781 1782 1783 1784 1785 1786 1787 1788 1789 1790 1791 1792 1793 1794 1795 1796 1797 1798 1799 1800 1801 1802 1803 1804 1805 1806 1807 1808 1809 1810 1811 1812 1813 1814 1815 1816 1817 1818 1819 1820 1821 1822 1823 1824 1825 1826 1827 1828 1829 1830 1831 1832 1833 1834 1835 1836 1837 1838 1839 1840 1841 1842 1843 1844 1845 1846 1847 1848 1849 1850 1851 1852 1853 1854 1855 1856 1857 1858 1859 1860 1861 1862 1863 1864 1865 1866 1867 1868 1869 1870 1871 1872 1873 1874 1875 1876 1877 1878 1879 1880 1881 1882 1883 1884 1885 1886 1887 1888 1889 1890 1891 1892 1893 1894 1895 1896 1897 1898 1899 1900 1901 1902 1903 1904 1905 1906 1907 1908 1909 1910 1911 1912 1913 1914 1915 1916 1917 1918 1919 1920 1921 1922 1923 1924 1925 1926 1927 1928 1929 1930 1931 1932 1933 1934 1935 1936 1937 1938 1939 1940 1941 1942 1943 1944 1945 1946 1947 1948 1949 1950 1951 1952 1953 1954 1955 1956 1957 1958 1959 1960 1961 1962 1963 1964 1965 1966 1967 1968 1969 1970 1971 1972 1973 1974 1975 1976 1977 1978 1979 1980 1981 1982 1983 1984 1985 1986 1987 1988 1989 1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015 2016 2017 2018 2019 2020 2021 2022 2023 2024 2025 2026 2027 2028 2029 2030 2031 2032 2033 2034 2035 2036 2037 2038 2039 2040 2041 2042 2043 2044 2045 2046 2047 2048 2049 2050 2051 2052 2053 2054 2055 2056 2057 2058 2059 2060 2061 2062 2063 2064 2065 2066 2067 2068 2069 2070 2071 2072 2073 2074 2075 2076 2077 2078 2079 2080 2081 2082 2083 2084 2085 2086 2087 2088 2089 2090 2091 2092 2093 2094 2095 2096 2097 2098 2099 2100 2101 2102 2103 2104 2105 2106 2107 2108 2109 2110 2111 2112 2113 2114 2115 2116 2117 2118 2119 2120 2121 2122 2123 2124 2125 2126 2127 2128 2129 2130 2131 2132 2133 2134 2135 2136 2137 2138 2139 2140 2141 2142 2143 2144 2145 2146 2147 2148 2149 2150 2151 2152 2153 2154 2155 2156 2157 2158 2159 2160 2161 2162 2163 2164 2165 2166 2167 2168 2169 2170 2171 2172 2173 2174 2175 2176 2177 2178 2179 2180 2181 2182 2183 2184 2185 2186 2187 2188 2189 2190 2191 2192 2193 2194 2195 2196 2197 2198 2199 2200 2201 2202 2203 2204 2205 2206 2207 2208 2209 2210 2211 2212 2213 2214 2215 2216 2217 2218 2219 2220 2221 2222 2223 2224 2225 2226 2227 2228 2229 2230 2231 2232 2233 2234 2235 2236 2237 2238 2239 2240 2241 2242 2243 2244 2245 2246 2247 2248 2249 2250 2251 2252 2253 2254 2255 2256 2257 2258 2259 2260 2261 2262 2263 2264 2265 2266 2267 2268 2269 2270 2271 2272 2273 2274 2275 2276 2277 2278 2279 2280 2281 2282 2283 2284 2285 2286 2287 2288 2289 2290 2291 2292 2293 2294 2295 2296 2297 2298 2299 2300 2301 2302 2303 2304 2305 2306 2307 2308 2309 2310 2311 2312 2313 2314 2315 2316 2317 2318 2319 2320 2321 2322 2323 2324 2325 2326 2327 2328 2329 2330 2331 2332 2333 2334 2335 2336 2337 2338 2339 2340 2341 2342 2343 2344 2345 2346 2347 2348 2349 2350 2351 2352 2353 2354 2355 2356 2357 2358 2359 2360 2361 2362 2363 2364 2365 2366 2367 2368 2369 2370 2371 2372 2373 2374 2375 2376 2377 2378 2379 2380 2381 2382 2383 2384 2385 2386 2387 2388 2389 2390 2391 2392 2393 2394 2395 2396 2397 2398 2399 2400 2401 2402 2403 2404 2405 2406 2407 2408 2409 2410 2411 2412 2413 2414 2415 2416 2417 2418 2419 2420 2421 2422 2423 2424 2425 2426 2427 2428 2429 2430 2431 2432 2433 2434 2435 2436 2437 2438 2439 2440 2441 2442 2443 2444 2445 2446 2447 2448 2449 2450 2451 2452 2453 2454 2455 2456 2457 2458 2459 2460 2461 2462 2463 2464 2465 2466 2467 2468 2469 2470 2471 2472 2473 2474 2475 2476 2477 2478 2

アイシンAWのMBDエンジニアの教育について



久保 孝行†

アイシン・エイ・ダブリュ株式会社（以下、アイシンAW）では、制御ソフトウェアの新しい開発手法として近年注目されているモデルベース開発への取り組みを行っている。

モデルベース開発を行うMBDエンジニアの教育について、アイシンAWではETSS¹を参考にした教育の検討を行った。そして、多変量解析によりエンジニアのレベルとスキルの相関を確認し、分析結果に基づき、適切な教育カリキュラムを構成した。これにより、従来レベル1に到達するまでに3カ月を要した教育期間を1カ月へと短縮することが出来た。

The Education of MBD Engineer of Aisin AW

Takayuki Kubo †

Aisin-AW has started to adopt Model Based Development (MBD) which is lately attracting attentions as a new method for control software development.

We investigated how to educate MBD engineers based on ETSS.

We examined the correlation between engineers' level and skills by using multivariate-analysis. And based on the analysis result, suitable education curriculum was structured. As a result of these activities, education term for novice engineer to reach to skill level 1 has been shortened from 3 months to 1 month.

1 はじめに

アイシンAWでは、制御ソフトウェアの新しい開発手法として近年注目されているモデルベース開発（以下、MBD²）への取り組みを行っている。MBDを行うエンジニアは、従来のソフトウェア作成とは異なるスキルを必要とする。しかし、教育カリキュラムは体系化されておらず、各社手探りで教育内容を制定している状況である。

アイシンAWでは、2005年頃にMBDエンジニアのレベルとスキルを分析し、初級教育のカリキュラムを作成した。

2 MBDとは

まずは、MBDについての説明を行う。

2.1 MBD

MBDはシミュレーションを用いた開発手法のことで、開発工数の低減・品質向上の技術として近年注目を浴びている。

2.2 モデルとは

MBDにおけるモデル化とは、対象を数式群にマッピングすることを指す。モデルには大きく2種類がある。

1 ETSS : Embedded Technology Skill Standards

2 MBD : Model Based Development, モデルベース開発

† アイシン・エイ・ダブリュ株式会社 解析技術部, AISIN AW CO., LTD. SCIENTIFIC ANALYSIS ENGINEERING DEPARTMENT

ハードウェアモデル

制御対象となる機械，電気等のハードウェアをモデル化した結果を指す．

コントロールモデル

制御内容，制御仕様をモデル化した結果を指す．

補足：モデル化は，一意的に解釈出来る記述に変換する作業で，数式化以外にも統計モデル等各種の手法がある．

2.3 MBDの定義

MBDは，制御装置，制御対象共に実機の現実世界にそれぞれに，シミュレーションモデルの領域を加え，4つの領域に拡張される．拡張された領域がMBDの領域である．図1に拡張された領域を示す．

それぞれの領域を説明する．

制御対象をモデル，制御装置は実機の組み合わせでは，HILS³と呼ばれる領域．

制御対象をモデル，制御装置もモデルでの組み合わせは，MILS⁴と呼ばれる領域．

制御対象が実機，制御装置がモデルの組み合わせでは，Rapid Control Prototypeと呼ばれる領域．

制御モデルから自動コード生成によりCコードを生成する領域．

これらの各領域がMBDの領域と言われている．

MBDの表現は時としてModel Based Designという言葉が使われることがある．アイシンAWでは，制御仕様をModel化する（モデル設計，あるいはモデルリング）工程を示すときは，Model-Based-Designと表現し，HILSや制御モデル，制御対象のモデル化，Rapid Prototypeを用いた新たな制御開発手法等，MBD全般の領域を示す場合は，Model-Based-Developmentと表現している．

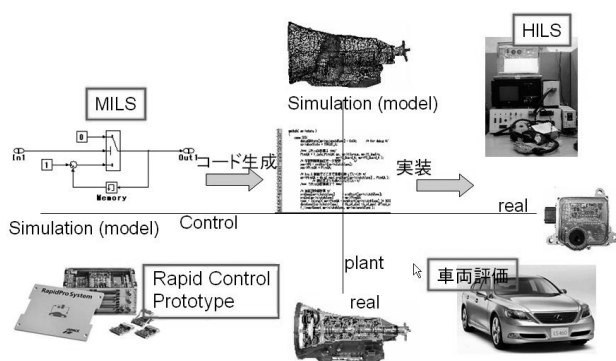


図1 MBDの領域マップ

本文中でのMBDは，すべてModel-Based-Developmentのことを示す．

3 MBDへの取り組み

アイシンAWにおけるMBDへの取り組みは，2000年頃，HILS装置の開発から始まった．

3.1 HILS装置開発の背景

HILS装置とは，シミュレーションを用いたソフトウェアの検査装置である．

1998年アイシンAWは世界初となる，FF5速A/T（オートマチックトランスミッション）の開発を行った．

制御仕様書，ソフトウェア共に従来の4速A/Tに対してほぼ10倍の規模となり，ソフトウェアの検査時間も増加した．

そのような状況を打破するため，2002年の6速A/Tの開発の立ち上げに合わせてHILS装置の開発を行った．

3.2 HILS装置を使用するメリット

コーストダウン制御中の踏み込み試験と言われる検査例を紹介する．

この試験は，「時速60kmにて走行中に弱ブレーキにて減速し，およそ時速30kmに減速後，ブレーキを放し，ペダルを急に踏み込む」という条件の試験である．

上記の試験条件で，特定の10msec間にペダル開度に変化が生じた場合に，バグが発生する．この試験は再現が非常に難しく，実機での再現率は1%以下と低く，数日間にわたって試験を繰り返し実施したところ，偶然計測を行うことが出来たほどである．しかし，一度計測した波形を元に，HILS装置でパターンを作成し再現したところ，100%の再現率となり，原因の特定，改善効果の確認とスムーズに実施することが出来た．

HILS装置を用いることでソフトウェアデバッグ工数は飛躍的に改善され，HILS装置の導入による効果を実感出来た．

3.3 HILS装置を使用する技術者の重要性

3.2で説明したように，HILS装置の効果は高い．

3 HILS：Hardware In the Loop Simulation

4 MILS：Model In the Loop Simulation

この効果を持続するには、HILS装置のモデルを常に更新し、新しい製品への対応、機能の拡張を行う必要がある。そのため、HILS装置のモデルを更新出来るエンジニアが必要となる。

以降、本論文ではHILS装置等に使われるシミュレーションモデルを設計するエンジニアをMBDエンジニアと呼ぶ。

4 MBDエンジニア教育

4.1 MBDエンジニア用の教育カリキュラムを必要とした背景

2002年からHILS装置の運用を開始したが、2年後の2004年には、拡販されるAT機種が急速に増え、年間で100を超えるプロジェクトに対応する必要があった。そのため、MBDエンジニアも増員され、人数は、2～3倍の規模になった。

しかし、人の増加ほど生産性は向上しなかった。

4.2 2004年の時点の教育

エンジニアの早期技術向上のため、様々な教育を試したが、独力で規定時間内に作業を行えることが可能なエンジニア（表1レベル3相当）に育てるには年単位の時間がかかっていた。

作業内容を指示し、単純な作業を遂行出来るエンジニア（表1のレベル1相当）に育てるだけでも数カ月を要し、また、この時点では基準となる明確なレベルも定義されていない状況であった。

4.3 2005年 ETSS[ETSS2007]との出会い

教育改善に取り組んでいた2005年の時点で、MBDを行っている他社でも同じ問題意識を持っていることが分かった。MATLABの自動車向けユーザ会のJMAABの中でも同じ問題意識を持つ会社が集まり、JMAAB MBD教育WG[JMAAB13][JMAAB15]という活動が始まった。JMAABでは、MBD教育WGの活動の成果として、ETSS-JMAAB[ETSS-JMAAB]を発行した。

アイシンAWは、この活動の中でETSSの存在を知り、そのコンセプトを吸収することで、MBDエンジニアの教育に必要な要素を見つけ出した。

次項にて、アイシンAWが取り組んだETSSを活用した

教育改善手法の説明を行う。

最初の取り組みは、必要としている人材像を明確にする作業からである。

5 キャリア定義

5.1 必要な人材像を決める

まず、最初に必要なのは「現状を分析し、必要とする人材像を明確にする」ことである。

必要な人材像を見つけ出すために、業務内容と役割を分析し、必要なエンジニアの種別を決めた。

エンジニアの種別としては、HILS装置のモデル開発に限れば、下記2つのキャリアに分類出来るという仮説を立てた。

HILSシステム設計者

HILSモデル設計者

2種類のキャリアに限定した理由は、この時点での作業内容がHILS装置の接続設計、モデル構成の設計等システム部分を設計する工程と、HILS装置用のシミュレーションモデルを設計する工程に分かれていたからである。キャリアレベルの定義はETSSに合わせて7段階とし、ETSSのキャリア基準をベースに、各レベルで実際の作業内容を具体化した（表1）。キャリアは2種類としたが、キャリアレベルの定義と合わせれば、今後エンジニアが目指す方向を示すことが出来、目標を持ってエンジニアとしてのスキルを伸ばすことが出来るので、十分と考えた（表2）。

また、最初の教育としては「HILSモデル設計者レベル1, 2をターゲットにする」と目標を明確にすることが出来た。

5.2 作業者のスキルとレベル定義

次に、エンジニアのスキル分析を行った。

スキル定義とスキルレベルの定義を行い、レベルとスキルの相関を調べる必要があると考えた。そこで、関連があると考えたスキル約30項目を対象に、メンバ10名程度をサンプルとして、自己診断によるスキルチェックを実施した。スキルレベルはETSSスキル基準に合わせて4段階である。自己診断によってメンバのスキルマップは完成したが、メンバをどのキャリアレベルに定義するかが問題となった。キャリアレベルを定義する場合、基

準となるのはスキル基準をクリアするかどうかであるが、今回はスキルとレベルの相関を取るための仮のレベル定義である。人による判断でレベル定義を行うと、感情に左右されレベルが僅かに前後する。この分類ではキ

表1 キャリアレベルと定義 [組込みスキル標準2007]

エントリー レベル	レベル1 補助	- 部分的な作業しか行えない。 - 上位者の指導の下 モデルの内容を理解出来る 上位者の指導の下 システム設計書や制御仕様書(モデル仕様書)に基づき モデルの修正を設計出来る。 - シミュレーションの実行が出来 単純な検査を行い、結果をレポート出来る。 - 一般的なシムリンクブロックを知っている(アイシンAW規定のSimulink®ブロック群)。
	レベル2 受援	- すでに構築され各機能(サブシステム単位)のモデルを理解することが出来る。 - 機能ごと(サブシステム)の規模のシステム設計書に基づき 上位者の指導の下 一般的なシムリンクブロックを使いモデルを設計出来る。 - サブシステム単位の検査が行え 出力結果について、正誤の判断が出来る。
モデル レベル	レベル3 独力	- 機能ごと(サブシステム単位)のシステム設計書を基に 上位者の指導が無くてもモデルを独力で設計出来る。 - 標準的なブロック以外の使用方法まで知っている。 - サブシステム単位の検査が行え サブシステム同士の結び付きを考えた出力結果を推定出来 正誤判断が出来る。
	レベル4 完結	- シミュレーションの意味を把握し システム設計書を設計出来る。 - レベル3の内容がしっかりと習得され 全プロセスの作業を1人で完結出来る。 - 不具合の原因を推定し 修正が出来る。 - エントリーレベルの指導育成が出来る。
ハイ レベル	レベル5 改善	- 不具合の原因を推定し モデルについての指導を行える サブシステムを跨ぐシステム設計書を理解し 大規模なモデルを設計出来る システム設計書に従い、モデル構造の検討が出来 最適な組み込みが検討出来る Simulink/Stateflowを熟知し コーディングルールに關しての指導を行える。 - 車両全体の動きを理論的に説明出来る 手順書の設計・改定を行うことが出来る。
	レベル6 拡大	- シミュレーションの全体を把握し 自らシステム設計書や 制御仕様書の改善・改良を行うことが出来る。 - 大規模なシステム設計書や制御仕様書を設計出来る。 - モデルフレーム(構造)を決定出来る。
	レベル7 革新	- 最新のテクノロジーを吸収し 新しいものにチャレンジ出来る。 - 社内標準や新規の企画が行える。 - 専門的な分野に關してハードウェアの企画・設計が行える。

表2 エンジニアのキャリアチェンジ

	HILSシステム設計者	HILSモデル設計者
レベル7		
レベル6		
レベル5		
レベル4		
レベル3		
レベル2		
レベル1		

ャリアレベルとスキルに關する相関を調査する指標にはふさわしくないと考えた。そこで、特定の作業を実施し、作業完成までの作業時間の違いを基準として相関を取った(図2)。仮のキャリアレベル分類と図2の作業工数分類は、人員構成がほぼ一致するよう時間区切りを行った。結果、仮キャリアレベル定義と作業工数区分は、ほぼ一致した。

若干名の違いはあったが、仮のキャリアレベル定義のときにも問題と指摘のあった人員であったため、この結果を元に分析を行うことでの問題は無いと判断した。

5.3 多変量解析によるスキル分析

仮のキャリアレベルとスキルレベルについて多変量解析を行った。多変量解析を行う場合、似た因子があると係数が計算出来ないのので、スキル同士の相関を計算し、似た因子を排除した。

図3に示すように、最初は約30項目に關して相関を求めた。また、図4に示すように制御項目8項目の相関はいずれも相関が高く、1つにまとめた。同様の手法にて、因子を11項目に絞り込んだ。

4時間以内でモデルを作成出来るかどうかでどの因子が異なるのか、多変量解析により重要度を示す係数求め、図5の結果を得た。図5を元に判別分析を行い、図6の結果を得た。レベルを上げる因子は、下の4項目に特定する分析結果を得た。

Simulink®, Stateflow® (The MathWorks, Inc.の登録商標)のスキル
C言語のスキル
Dymola® (スウェーデンDynasimAB社の登録商標)のスキル
HILS装置の知識

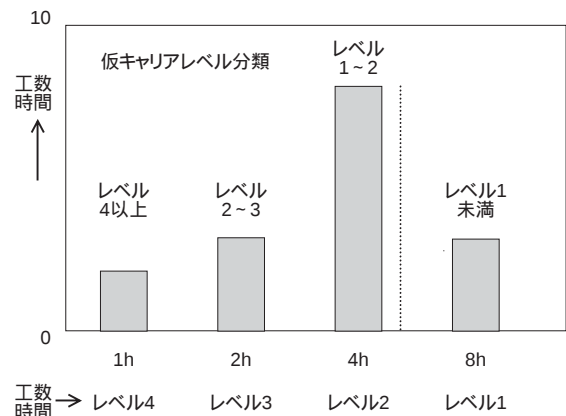


図2 同一作業による工数比較

5.4 スキル分析結果考察

従来、制御系CAEツールであるMATLAB® (The MathWorks, Inc.の登録商標)の習得には、制御の知識が必要と考えていた。当然、レベルの高いエンジニアは高度な制御知識を有していた。しかし初級段階においては制御系の知識を含めて、複数の知識が不要であることが明らかになった。この結果、レベル1,2に相当する従来

	Filter設計	制御系	油圧回路	燃費シミュレーションの知識	C言語	Matlabライブラリー登録、編集方法	Dymola パワートレイン	HILS 基本モデル	HILS装置の知識	A/T ギヤトレイン	車両(知識)
1	0.0174	0.0104	0.0044	0.0119	0.0049	0.0029	0.0020	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001
2	0.0174	0.0104	0.0044	0.0119	0.0049	0.0029	0.0020	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001
3	0.0174	0.0104	0.0044	0.0119	0.0049	0.0029	0.0020	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001
4	0.0174	0.0104	0.0044	0.0119	0.0049	0.0029	0.0020	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001
5	0.0174	0.0104	0.0044	0.0119	0.0049	0.0029	0.0020	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001
6	0.0174	0.0104	0.0044	0.0119	0.0049	0.0029	0.0020	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001
7	0.0174	0.0104	0.0044	0.0119	0.0049	0.0029	0.0020	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001
8	0.0174	0.0104	0.0044	0.0119	0.0049	0.0029	0.0020	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001
9	0.0174	0.0104	0.0044	0.0119	0.0049	0.0029	0.0020	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001
10	0.0174	0.0104	0.0044	0.0119	0.0049	0.0029	0.0020	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001
11	0.0174	0.0104	0.0044	0.0119	0.0049	0.0029	0.0020	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001
12	0.0174	0.0104	0.0044	0.0119	0.0049	0.0029	0.0020	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001
13	0.0174	0.0104	0.0044	0.0119	0.0049	0.0029	0.0020	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001
14	0.0174	0.0104	0.0044	0.0119	0.0049	0.0029	0.0020	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001
15	0.0174	0.0104	0.0044	0.0119	0.0049	0.0029	0.0020	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001
16	0.0174	0.0104	0.0044	0.0119	0.0049	0.0029	0.0020	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001
17	0.0174	0.0104	0.0044	0.0119	0.0049	0.0029	0.0020	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001
18	0.0174	0.0104	0.0044	0.0119	0.0049	0.0029	0.0020	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001
19	0.0174	0.0104	0.0044	0.0119	0.0049	0.0029	0.0020	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001
20	0.0174	0.0104	0.0044	0.0119	0.0049	0.0029	0.0020	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001
21	0.0174	0.0104	0.0044	0.0119	0.0049	0.0029	0.0020	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001
22	0.0174	0.0104	0.0044	0.0119	0.0049	0.0029	0.0020	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001
23	0.0174	0.0104	0.0044	0.0119	0.0049	0.0029	0.0020	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001
24	0.0174	0.0104	0.0044	0.0119	0.0049	0.0029	0.0020	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001
25	0.0174	0.0104	0.0044	0.0119	0.0049	0.0029	0.0020	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001
26	0.0174	0.0104	0.0044	0.0119	0.0049	0.0029	0.0020	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001
27	0.0174	0.0104	0.0044	0.0119	0.0049	0.0029	0.0020	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001
28	0.0174	0.0104	0.0044	0.0119	0.0049	0.0029	0.0020	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001
29	0.0174	0.0104	0.0044	0.0119	0.0049	0.0029	0.0020	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001
30	0.0174	0.0104	0.0044	0.0119	0.0049	0.0029	0.0020	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001

30項目の相関関数を計算
似た因子を探した

図3 同系列の因子を探す



図4 同系列の因子に関する相関関係図

回帰係数	回帰係数	標準回帰係数	標準誤差	t値	p値
定数項	0.645220	0.000000	0.791371	0.81532	0.44174
制御系のみ	-0.331465	-0.307532	0.311273	-1.06487	0.32228
油圧回路	-0.016174	-0.013386	0.393642	-0.04109	0.96837
Matlab・simulink・stateflowベーシック	0.722354	0.752167	0.348113	2.07606	0.07664
燃費シミュレーションの知識	-0.210585	-0.206692	0.307354	-0.68515	0.51529
C言語	-0.487240	-0.258766	0.473313	-1.02943	0.33753
Matlabライブラリー登録、編集方法	0.076639	0.064417	0.318023	0.24067	0.81671
Dymola パワートレイン	-0.083040	-0.070182	0.382623	-0.21702	0.83438
HILS 基本モデル	0.492142	0.558037	0.394523	1.24744	0.25235
HILS装置の知識	-0.026755	-0.021543	0.243374	-0.10993	0.91555
A/T ギヤトレイン	0.627724	0.482059	0.420459	1.49295	0.17909
車両(知識)	-0.333801	-0.276266	0.504388	-0.66179	0.52928

図5 同スキルによる多変量解析による回帰係数

判別係数	判別係数	偏F値
制御系のみ	2.9168	1.2176
油圧回路	1.1100	0.1103
Matlab・simulink・stateflowベーシック	-7.3582	6.1969
燃費シミュレーションの知識	0.4026	0.0238
C言語	-2.4925	0.3846
Matlabライブラリー登録、編集方法	-0.5684	0.0443
Dymola パワートレイン	-2.9660	0.8332
HILS 基本モデル	-0.6632	0.0392
HILS装置の知識	-1.0457	0.2560
A/T ギヤトレイン	0.1899	0.0028
車両(知識)	4.1005	0.9165
定数項	9.8545	

図6 多変量解析による重要度の高い因子

の教育カリキュラムの欠陥が明らかとなった。更に、ある教育においては、キャリアレベル1,2を経過後に、キャリアレベル3,4になるための教育を行わなくてはならないことも分かった。つまり、適切な時期に適切な教育を行わなければ、教育そのものが無駄となる。これらの結果からSimulink教育は、従来制御理論と合わせた形で教育していたが、短期間でレベルアップを望む場合、制御理論とSimulinkの使い方を分けた方が良いと考えた(制御理論はレベルアップ後に指導する)。

6 MBDエンジニアカリキュラム

6.1 初級カリキュラム

初級用のカリキュラムは以下のように決めた。

Simulink

Stateflow

プラント(A/T), Dymola

HILS装置

通信

小規模な開発を体験

上記は、知識やツールの操作習得をメインとした ~ の構成と、最後に の体験型学習を組み合わせた流れになっている。

の通信は5.2の分析結果に入っていないが、エンジニア全員が習得済みで作業上必須の項目であったため、スキル分析から外していた項目である。

このようにETSSをベースに多変量解析による分析を組み合わせることで、従来ではキャリアレベル1相当に育てるまでに3カ月以上を必要としたが、1カ月に短縮出来た。

7 Simulinkの教育

7.1 Simulinkの教育について

5.4にSimulink教育に触れたが、これはC言語のそれとは異なる。

例えば、C言語の場合の重要構文を以下に挙げる。

- if-else
- switch-case
- for

- ・ while
- ・ 四則演算
- ・ 論理演算

アイシンAWで実際に作成したソフトウェアを分析した結果でも、上記の重要構文を習得することにより、ほとんどのソフトウェアが設計可能である。

Simulinkの場合、これらはすべてブロックで表現される。また、標準的なブロックだけでも100を軽く超える種類が用意されている。

C言語での記述との違いを、下のようなタイマーを例に説明する。

例： C言語

```
if (In1!= 0) {
    out1 = 1 + out1;
} else {
    out1 = 0;
}
```

C言語のifに相当するswitchブロックを用いた構成を行うと、図7のように、5個のブロック（入出力2個を除く）を用いてタイマーを実現出来る。

しかし、図8に示すように、積分器の詳細な機能を知っている人は、同じような機能を3つのブロックだけで実現出来る。

このように、ブロックの機能に関する知識の差により、作業時間が異なることがある。

多変量解析の分析結果からも、図2に示したキャリアレベルの作業時間の差は、ブロックの種類・機能の知識による差が大きく影響したと考える。

7.2 初級教育に必要なSimulink ブロック

5.4に記載にしたように、Simulink教育は制御理論と分離し、ブロックのみの教育に限定した。また、ブロックについての知識でレベルが上がるからといって、すべてのブロックを覚えていくのは逆に無駄である。

5.4で「適切な時期に適切な教育を行わなければ教育そのものが無駄となる」と述べた通り、ここでも、適切なブロッ

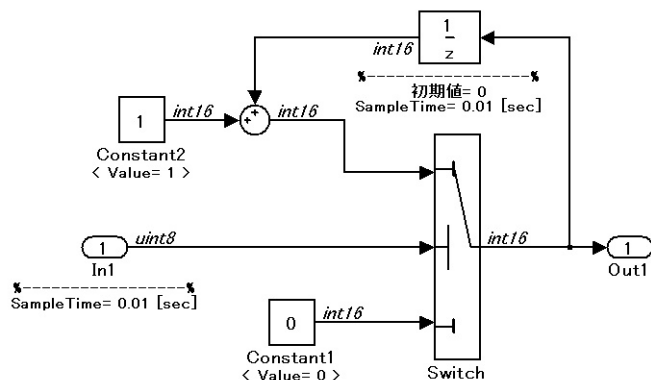


図7 タイマーの構成の実現

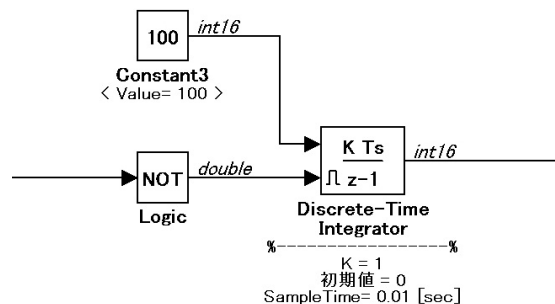


図8 タイマーの構成ブロック3個

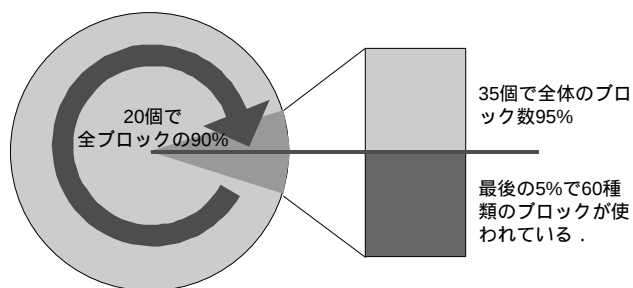


図9 HILS装置のモデル構成分析結果

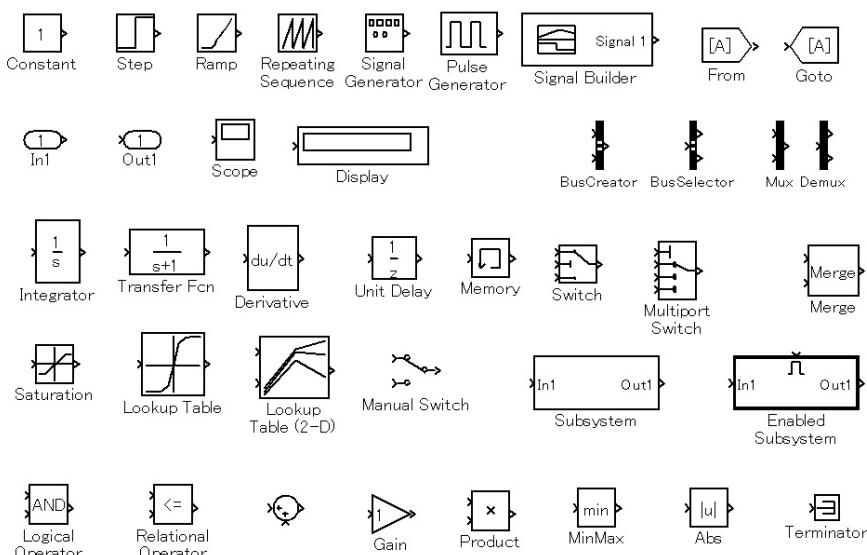


図10 初級ブロック 39種類に限定

クを効率的に教えなければならない。

そこで、HILS装置のモデルを分析し、使われているブロックの種別を調査した。図9がその結果である。

図9に示すとおり、約35個のブロックを知っておくだけで、モデル全体の95%をカバー出来る。

残りの5%に相当するブロックについては、上位者が適切なブロックを指示すれば良く、その領域は非常に限られている。

そこで、我々は、上記35個に加え、モデル内部には含まれてないがテスト時に使う4ブロックを追加した39種類のブロック（図10）について教育を行うことにした。

Simulink教育1つにしても、内容を調べ、どのような知識を習得させるべきかを適切に構築することで、短期間でキャリアレベル1のエンジニアを育てることが可能になった。

8 ソフトウェアエンジニアからMBDエンジニアへのキャリアチェンジ

8.1 ソフトウェアエンジニア

実は、初級者のスキル解析時に「C言語知識レベルの高い人」が相関を高くしていた。

これを分析したところ、C言語を用いてソフトウェアを作成し、機能を実現する能力と、ブロックを組み合わせる機能を実現するスキルに通じるものがあることが分かった。

実際に、ソフトウェアエンジニアとして、キャリアレベル4以上の能力を示すエンジニアが、MBDエンジニアとしてキャリアチェンジした事例が幾つかあり、そのエンジニアにとっては、Simulinkブロックの教育と単純な組み合わせ例を教え、ある程度の取得を行えば、HILSモデルエンジニアのキャリアレベル1ではなく、キャリアレベル4相当の仕事が行える事例が確認されている。

C言語の習得と、モデル作成エンジニアに相関が高かった理由は、通じるスキルがあるためと考える。

ソフトウェアエンジニアから、MBDエンジニアにキャリアチェンジする場合、いったんレベルが下がるが、簡単に、すぐに元のレベルまで戻れることが分かり、現在の大半を占めるソフトウェアエンジニアがMBDエンジニアにキャリアチェンジしても問題無いことが確認出来た。

9 今後について

9.1 新たなエンジニアへの教育について

現在、アイシンAWではMBDを制御仕様開発に応用し始めた。エンジニアの種別として、制御モデル設計エンジニア、制御モデル組込みエンジニアの2種類を定義した（表3）。

今後、MBDエンジニアは、ますます増加していくと考えている。しかし、アイシンAWの場合、全く新しいエンジニアを教育するよりも、制御仕様エンジニアや、ソフトウェアエンジニアからのキャリアチェンジのほうが多いと予想している。従って、ミドルクラスの教育を充実するよりも、エントリークラスのキャリアレベル1、レベル2へいかに早く到達させるかのほうが重要である。

教育は、MBD特有の項目に絞り、教育期間を短くする必要がある。

今後は、レベル1ブロック群の使い方をWEBトレーニングとして提供し、同時にガイドラインの様な記述作法の同時に習得出来るような効率的な学習方法を準備する予定である。

9.2 Stateflow教育について

制御モデル設計エンジニアと、HILSモデル設計エンジニアのキャリアレベル1、2の教育で、1つ大きく異なるスキルとしてStateflowが挙げられる。近年、複雑な制御を実現するために、状態遷移図の使用率が高くなってきたためである。アイシンAWの制御モデル設計エンジニアは、制御モデル内部に状態遷移図が多く使われているため、より早い時期にStateflowを習得する必要がある。

Stateflowの習得は、ツールの操作以外に、状態・遷移削減論といったツールの操作以外の知識が必要であることが分かってきた。これらについては、ツールの機能を習得するだけではなく、例題による応用の繰り返しや実践も実施しなければ習得出来ない。

Stateflowは使っているブロックの種類があるわけではなく、Simulinkに比べると初級教育を体系化することが難しい。

アイシンAWでは、作成された状態遷移図を調査し、状態遷移図が大きく分けると2種類に体系化出来ることが分かった。

・A型：初期、中期、終了と状態が変化する。

表3 エンジニアのキャリア定義の説明

エンジニア種別	定 義
HILSシステム設計エンジニア	HILS装置の入出力信号 モデル構成等設計するエンジニア
HILSモデル設計エンジニア	HILS装置用のモデルを設計するエンジニア
制御モデル設計エンジニア	制御モデルを設計するエンジニア
制御モデル組込みエンジニア	制御モデルを元に 組込み用のCコードが自動生成出来るようにモデルを変更するエンジニア
制御仕様エンジニア	ソフトウェアの元となる制御仕様設計書を設計するエンジニア
ソフトウェアエンジニア	制御仕様設計書を元に ソフトウェアを設計するエンジニア

・B型：非常に多くの状態と遷移が混在する初期，中期，終了の概念が無い．

上記2数種類に複数のパターンが存在するが，これらをきちんと体系化することで，Stateflowに関しても効率的な学習が可能と考える．

9.3 ミドルクラスへの教育

ミドルクラスとは，定義上ではキャリアレベル3以上に相当する．

キャリアレベル3で定義している通り，このレベルでは，初心者用のブロック以外についても徐々に習得していく必要がある．

また，ブロックの構成方法についても業務を通じて精通していく必要がある．

9.4 ハイクラスへの教育

ハイクラスは，キャリアレベル5以上である．

このレベルからは，大規模なモデル開発が可能でなければならない．

このレベルに関しては，新たな知識よりも経験による習熟が必要である．

大規模なモデルを繰り返し作成し，作り直し，最適なモデル構成方法を習得する必要がある．

ようになってしまいがちであるが，本件では，キャリア定義，キャリアチェンジまでを踏まえて，全体像がはっきりしたことで，個人の目標を明確とすることが出来た．

多変量解析を用いたことにより，エンジニアのキャリアレベルとスキルレベルの相関を確認し，必要なスキルを分析したことで，キャリアレベルに応じた教育内容が必要であることが認識出来，次に何をすべきかが明確になった．

1つひとつの教育内容に関しても分析を行い，必要な知識を体系化することによって，効率的にエンジニアを育成することが出来た．

また，これに関しては，受講側も教育内容に対する根拠がはっきりしているので，安心して教育を受けることが出来，習熟も早くなった．

11 最後に

このETSSを応用したアイシンAW版が実践出来たのは，2005年にJMAABで共に教育について語った方々と，大原茂之 東海大学教授 IPA/SECリサーチフェローによるETSS講習のおかげです．

2005年10月20日，大原教授から説明して頂いたETSSについての講演は，まさに目から鱗が落ちるというものでした．

しかし，講演後興奮冷めやまぬまま，すぐに会社に戻りETSSによる分析を行うべく作業に取り掛かったものの，自分では明確だと思っていた理想のエンジニア像が全くはっきりしていないことを痛感する有様で，これまで自分自身が何を求めているのかがはっきりしないまま教育を実施していたことが恥ずかしく感じられたものです．そしてそれから数カ月をかけ，グループ内の分析を行い，本論文に示す成果につながる体系を一通り整えることが出来たのは，ひとえにETSSへの出会いの賜物です．この場を借りて，ETSSの関係者に深くお礼申し上げます．

参考文献

- [ETSS2007] IPA/SEC：組込みスキル標準2007年版，翔泳社，2007
- [ETSS-JMAAB] JMAAB Model-Based Development technology Skill Standard：『ETSS-JMAAB2008』
- [JMAAB13] 山田元美：組込みシステムにおけるモデルベース開発（MBD）技術者のスキル標準，SEC journal No.13，pp.48-51，2008
- [JMAAB15] 鈴木隆之：組込みシステムにおけるモデルベース開発（MBD）技術者のスキル標準普及への取り組み（ETSS-JMAAB），SEC journal No.15，pp.33-38，2008
- [組込みスキル標準2007] IPA/SEC：組込みスキル標準2007年度版，2007

10 まとめ

以上述べたように，ETSSを用いたレベルの定義，エンジニアの種別を定義することによって，求めるべき人材像がはっきりし，教育すべき内容が明確になった．

数値化を行うと，とかく数値化そのものに意義がある



人口ピラミッドは、過去から現在までの出生・死亡や人口の流入・流出の累積結果を表し、その時点での人口構造の特徴を視覚化した図である。社会や経済の根幹をなす人口構造が直観的に理解でき大変興味深い。詳しくは、国立社会保障・人口問題研究所のHP (http://www.ipss.go.jp/site-ad/TopPageData/Pyramid_a.html) をご覧いただきたい。多産多死の発展途上国ではピラミッド型になり、日本でも1930年ごろは典型的なピラミッド型をしていたが、現在は2つのふくらみを持つひょうたんのような形をしている。ふくらみの1つは1947～1949年の第1次ベビーブーム、もう1つはこの年代の子供たちによる1971～1973年にかけての第2次ベビーブームである。そして2050年には、総人口約1億人、年少人口(0～14歳)約1,000万人、生産年齢人口(15～64歳)約5,400万人、老年人口(65歳～)約3,600万人という逆ピラミッドのような形状になる。実に2.8人に1人が65歳以上という人類史上例のない極端な少子高齢化社会である。

筆者は今勤めている専門学校の学生に対して、将来、ビジネスを考えるとときには人口ピラミッドを頭の片隅に置くことを薦めている。というのは、人口が減る一方の10代・20代市場よりも、高齢のシニア市場の方がはるかに大きいことを直視して欲しいからだ。一例を挙げると、ゲーム業界は人口構造変化の影響が端的に表れ始めた業界だ。据え置き型ゲーム機は苦戦し、携帯ゲームやWiiのようなゲームがヒットしている。ゲームの楽しみ方が変わってきたということだ。つまり、テレビをわがままに独占して据え置き型ゲームを楽しむ年少者が減少する一方、成人したゲームマニアは携帯で楽しみ、あるいは、家族で楽しむように変わってきたのではないだろうか。そして仮に、マクロな変化は理解できたとしても、若い人がシニア世代の求めていることを肌で感じるのは容易でないことも事実だ。

Column

人口ピラミッドと 2010年革命の衝撃

IPA顧問 学校法人HAL東京 校長
鶴保 征城(つるほ せいしろう)

ここに落とし穴がある。だから、学生には自分の周りのシニア世代の人とよくコミュニケーションすることが大事だと言っている。

日本の人口ピラミッドの最大のふくらみになっている第1次ベビーブーム世代は、堺屋太一氏が「団塊の世代」と名付けたように3年間で800万人もの大きな人口になっている。今の中学生は全体で350万人程度だから、正に大きな集団だと言える。元JISA副会長の有賀貞一氏は、1947年生まれのサラリーマンが2007年に一斉に定年退職を迎えるため、ソフトウェア産業に大きな影響をもたらすとして2007年問題を提起した。ソフトウェア業界におけるベテラン技術者の大量リタイアが、それまで培われてきた高度な技術やノウハウの継承を途絶えさせる可能性が大きい。というのは、日本企業は欧米企業と違い、個々人に属人的に依存する程度が大きいので、ベテラン技術者がリタイアするとその技術者と共に技術・ノウハウが企業から失われてしまう。現実には、各企業は定年延長や再雇用等で技術者を確保し、必死になって技術・ノウハウの継承に努めているところだと思うが、いずれにしても、2010年に大きな節目を迎えることは間違いない。

団塊世代の一斉リタイアはソフトウェア産業のみならず、社会全体に大きな影響を与える。その理由は、団塊の世代はその数の多さから、戦後日本の激変する環境のなかで社会の中心的存在であり続けたからだ。主なキーワードを拾いあげると、すし詰め教室、集団就職、受験戦争、全共闘、大学紛争、反ベトナム戦争、70年安保、高度成長、企業戦士、ニューファミリー、核家族、バブルとその崩壊、失われた10年、100年に1度の経済危機、これらに団塊の世代は大きな役割を果たし、また翻弄されてきた。そして、それまでの世代と一線を画すライフスタイルを作り上げてきた。2010年には、このような団塊の世代の大多数が「会社から消える」のだ。もちろん、「社会から消える」わけではない。子育てからも会社からも解放され、有り余る時間と若干の経済的余裕を手に入れた団塊パワーは、ますます影響力を発揮すると考えられる。本格的な高齢化社会の始まりとも言える。これまでの価値観と異なる、「2010年革命」とも言えるような、静かだが、潮目が180度変わる社会変化が起こるのではないだろうか。

BOOK REVIEW

「国連」という錯覚 —日本人の知らない国際力学—

内海 善雄 著

ISBN : 978-4-532-35323-0 日本経済新聞出版社刊
四六判・296頁・定価2,100円(税込み)・2008年9月刊

国際活動へのモチベーションを高めてくれる督励の書

国連の専門機関の1つである国際電気通信連合 (ITU) の代表職である事務総局長を2期8年間勤めた著者自身による、その激闘の記録である。「日本人の知らない国際力学」という副題が付けられている通り、各国の国益と、そしてそこに振る舞う個人のエゴが激突する世界を、丹念に描き出している。こうした熾烈な国際社会に対しちょっとのんびりした感覚の我々一般の日本人に警鐘を鳴らしている。

著者自身が当選した選挙に始まり、ITUの組織改革、2度の大きなサミットの主催、そして後任の事務総局長選挙の顛末まで、息もつかせず、国際社会の実相がレポート

トされている。舞台が電気通信であるだけに、技術や産業、国家政策の背景が理解出来、すっぽりと引き込まれてしまう。

日頃、国際的な産業力の強化や、学術的な国際会議を通じての国際プレゼンスの向上、国際共同研究等を話題にしているが、国際活動の底流にはものすごい厳しさがあるということを知らされる。同時にこうした領域への闘志のようなものを掻き立てくれる、文字通り稀有の書である。
(神谷芳樹)



コンサルタントの秘密 —技術アドバイスの人間学—

G.M.Weinberg 著 木村 泉 訳

ISBN 978-4-320-02537-0 共立出版刊
A5判・280頁・定価2,940円(税込み)・1990年12月刊

拝啓、ワインバーグ殿。私の恩返しは若者に推薦することです。

ワインバーグ氏の書籍を読み始めたのは、社外の技術者コミュニティ活動を始めたところのこと。みんなが口を揃え「ライト、ついてますか - 問題発見の人間学」(共立出版、1987年10月)はいいと言うので読んでみた。しかし、読んでもピンとこなかったことを思い出す。その後、ワインバーグ氏の多くの書籍を読み漁った。まだまだ完璧に実践出来ていないが、目に見える部分だけ見て、その場しのぎに問題解決する日々を変えてくれた。

この書籍は、私がSEPG (Software Engineering Process Group) を務めるにあたり読み直した。タイトルからプロのコンサルタント向けと誤解されるが、人の相談にのったり、アドバイスする人等全般が対象となる。SEC journalの読者が対象であると言っても過言ではない。しかし、ぜひとも若者に読んで欲しいと思う。若者が一皮むける瞬間は、火事場

プロジェクトの経験が多いと思われる。何も準備せずに、火事場を経験するのではなく、事前にワインバーグを読ませてもらいたい。問題解決の答えは掲載されていないが、考え方は掲載されている。

しかし、一度ワインバーグ書籍にハマると依存してしまうこともある。問題を人間系メインで捉えてしまいがちになる。やはりバランスである。どちらの問題も冷静に判断出来るシステムの思考が重要である。ワインバーグ氏は、私に人間系を直視させ、問題解決のための方法を多く提供してくれた。病床で闘うワインバーグ氏に感謝しつつ、私の出来る唯一の恩返しは、若者にワインバーグ氏の書籍を薦めていくことだと感じた。
(渡辺 登)



編集後記

激動の2009年が暮れて、2010年を迎えることになりました。本誌編集部が所属するSECでも、オフィス机上のパソコンに事業仕分け会場の様子が中継され、職員も固唾を呑んで聞き入るという場面がありました。新時代の到来を実感する瞬間でした。今号発行の前には別冊ESxR特集号が発行されましたが、いかがだったでしょうか。4月発行の別冊ETSS特集号と合わせて組込みソフトウェア領域の奮闘が目立つ形になりましたので、今号ではエンタープライズ領域に焦点を当ててみました。SECではこの2つの領域を車輪の両輪として、あるいはこれに統合領域を合わせた3本の矢として、これからも皆様のお役に立っていきたくと考えています。また、ここ数回海外レポートが無いというご指摘を受けています。誌面の都合で掲載の機会がありませんが、SECの研究員は今秋も世界各国に飛んで、標準化会議、国際会議等で活動しております。いずれご紹介する機会もあると思います。

本誌は今秋より電子ジャーナルの科学技術情報発信・流通総合システムJ-STAGEに登録しました(<http://www.jstage.jst.go.jp/browse/secjournal/-char/ja/>)。まだバックナンバーは登録されておきませんが、追って全巻を登録する予定です。便利な機能がたくさん付いておりますので、ぜひ一度アクセスしてみてください。(神)

SEC広報だより

2010年1月から3月にかけて、SEC主催セミナーが集中的に開催されます。ご案内後数十分で申込みが定員に達してしまうことが続いており、参加ご希望の皆様にはご不便をおかけしてしまい、申し訳ございません。そこでご要望にお応えして、今回は開催回数を大幅に増やしました。1人でも多くの方にSECの研究成果を知っていただき、貴組織でご活用いただければと思っております。

SEC journal 編集委員会

編集委員長	神谷 芳樹
副編集長	渡辺 登
編集委員(50音順)	遠藤 和弥
	矢野 亜希



東京ベイ・ベストショット

(撮影:神谷芳樹)

SEC journal[®] 第5巻第6号(通巻21号) 2009年12月28日発行

© 独立行政法人 情報処理推進機構 2009

編集兼発行人 〒113-6591 東京都文京区本駒込2-28-8 文京グリーンコート センターオフィス16階
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 所長 松田 晃一
Tel.03-5978-7543 Fax.03-5978-7517
<http://sec.ipa.go.jp/>

編集・制作 〒101-8460 東京都千代田区神田錦町3-1 株式会社オーム社 Tel 03-3233-0641

本誌は「著作権法」によって、著作権等の権利が保護されている著作物です。
本誌に掲載されている会社名・製品名は、一般に各社の商標または登録商標です。

SEC journal 論文募集

IPA（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・センターでは、
下記の内容で論文を募集します。

応募様式は、下記のURLをご覧ください。
<http://sec.ipa.go.jp/secjournal/papers.html>

論文テーマ

ソフトウェア開発現場のソフトウェア・エンジニアリングをメインテーマとした実証論文

開発現場への適用を目的とした手法・技法の詳細化・具体化などの実用化研究の成果に関する論文

開発現場での手法・技法・ツールなどの様々な実践経験とそれに基づく分析・考察、それから得られる知見に関する論文

開発経験とそれに基づく現場実態の調査・分析に基づく解決すべき課題の整理と解決に向けたアプローチの提案に関する論文

論文の評価基準

- 実用性(実フィールドでの実用性)
- 可読性(記述の読みやすさ)
- 有効性(適用した際の効果)
- 信頼性(実データに基づく評価・考察の適切さ)
- 利用性(適用技術が一般化されており参考になるか)
- 募集テーマとの関係

応募要項

投稿締切り

年4回、3ヵ月毎に締切り、締切り後に到着した論文は自動的に次号審査に繰り越されます。

(応募締切:1月・4月・7月・11月各月末日)

締切り後、査読結果は1ヶ月後に通知

詳細スケジュールについては、投稿者に別途ご連絡いたします。

提出先

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・センター内 SEC journal事務局

eメール:sec-ronbun@ipa.go.jp

その他

論文の著作権は著者に帰属しますが、採択された論文については SEC journalへの採録、ホームページへの格納と再配布、論文審査会での資料配布における実施権を許諾いただきます。
提出いただいた論文は返却いたしません。

論文賞

SEC journalでは、毎年SEC journal論文賞を発表しております(前回は2008年10月28日SECコンファレンス)。受賞対象は、SEC journal掲載論文他投稿をいただいた論文です(論文賞は最優秀賞、優秀賞、SEC所長賞となり、それぞれ副賞賞金100万円、50万円、20万円)。

論文分野

品質向上・高品質化技術
レビュー・インスペクション手法
コーディング作法
テスト/検証技術
要求獲得・分析技術、ユーザビリティ技術
見積り手法、モデリング手法
定量化・エンピリカル手法
開発プロセス技術
プロジェクト・マネジメント技術
設計手法・設計言語
支援ツール・開発環境
技術者スキル標準
キャリア開発
技術者教育、人材育成

SEC journal

バックナンバーのご案内

詳しくは<http://sec.ipa.go.jp/secjournal/>をご覧ください。



No.15



No.16



ETSS特集号



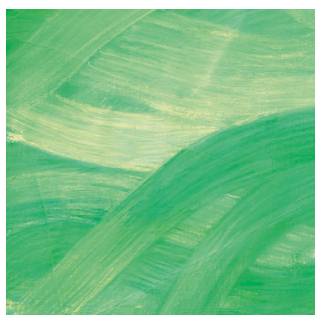
No.17



No.18



ESxR特集号



IPA®

独立行政法人 情報処理推進機構