

SEC[®] 21

journal

Software Engineering Center

巻頭言

片山 卓也 北陸先端科学技術大学院大学 学長

所長対談

ビジネス変革に向けたITの開発体制と活用策について考える

佐藤 政行 株式会社セブン&アイ・ホールディングス 執行役員

特集 SEC2009年度活動概要

◆組込み系

組込みソフトウェアプロジェクトの状況／組込みスキル領域

◆エンタプライズ系

定量的マネジメント領域／ビジネス・プロセス改善領域／要求・アーキテクチャ領域／高信頼ソフトウェア領域／重要インフラ情報システムの信頼性向上に向けた取り組み／非ウォーターフォール型開発の現状と課題

◆統合系

統合系

特別セミナー「組込みソフトウェアの信頼性を考える」より

組込みソフトウェアプロジェクトの状況

事例紹介

上流工程での品質確保のための発注者責任

SEC成果活用事例紹介

株式会社東京証券取引所

「経営者が参画する要求品質の確保」の思想を核に新システム開発を成功に導く

株式会社CSKシステムズ

「ソフトウェア開発データ白書」を見積り精度向上と品質保証に活用

アングル

ソフトウェア開発現場への形式手法導入—形式手法適用の実経験から得られた知見—

組織紹介

沖縄IT津梁パーク

株式会社沖縄ソフトウェアセンター

Column

日本のソフトウェア産業の進むべき道

IPA[®]

独立行政法人 情報処理推進機構

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



57	巻頭言 片山 卓也 北陸先端科学技術大学院大学 学長
58	所長対談：佐藤 政行 株式会社セブン&アイ・ホールディングス 執行役員 ビジネス変革に向けたITの開発体制と活用策について考える
62	特集 SEC2009年度活動概要
	◆ 組込み系
64	組込みソフトウェアプロジェクトの状況
68	組込みスキル領域
	◆ エンタプライズ系
72	定量的マネジメント領域
76	ビジネス・プロセス改善領域
79	要求・アーキテクチャ領域
82	高信頼ソフトウェア領域
84	重要インフラ情報システムの信頼性向上に向けた取り組み
85	非ウォーターフォール型開発の現状と課題 ～非ウォーターフォール型開発に関する調査、及び研究会における検討結果～
	◆ 統合系
86	統合系
	特別セミナー「組込みソフトウェアの信頼性を考える」より
89	組込みソフトウェアプロジェクトの状況 セミナー再現：信頼性の高い組込みソフトウェアを実現するには 平山 雅之
	事例紹介
94	上流工程での品質確保のための発注者責任 田倉 聡史 株式会社東京証券取引所 IT開発部マネージャー
	SEC成果活用事例紹介 株式会社東京証券取引所
100	「経営者が参画する要求品質の確保」の思想を核に 新システム開発を成功に導く 株式会社CSKシステムズ
102	「ソフトウェア開発データ白書」を見積り精度向上と 品質保証に活用
	アングル
104	ソフトウェア開発現場への形式手法導入 —形式手法適用の実経験から得られた知見— 荒木 啓二郎 形式手法人材育成WGリーダー 九州大学 大学院システム情報科学研究院 教授 工学博士
	組織紹介
108	沖縄IT津梁パーク —日本とアジアを結ぶ架け橋、リゾート&ITの戦略拠点— 米須 清光 沖縄県観光商工部情報産業振興課 課長
109	株式会社沖縄ソフトウェアセンター —ニアショア開発・高度テストングアイランド構想への取り組み— 佐藤 和浩 株式会社沖縄ソフトウェアセンター事業開発部 部長
	Column
110	日本のソフトウェア産業の進むべき道 鶴保 征城 IPA顧問 学校法人・専門学校HAL東京 校長
111	BOOK REVIEW
112	編集後記 お知らせ（論文募集／SEC journalバックナンバー）

国際競争時代における SECへの期待



北陸先端科学技術大学院大学
学長

片山 卓也

科学技術立国のためのソフトウェア技術

現在の我々の社会はそれを支える情報システムなくしては成立せず、それを動かすソフトウェアはまさに社会の基盤である。金融、経済、医療、運輸、エネルギー等のためのいわゆる社会基盤情報システムのみならず、自動車、家電機器、携帯電話等の組込みシステムについても、その心臓部はソフトウェアである。従って、科学技術立国を目指す我が国にとって最高レベルのソフトウェア技術を持つことは、単に高度な社会生活を送るためのものだけでなく、国際社会において産業競争力を維持するための基本要件でもある。

SECの貢献

我が国のソフトウェア産業は、社会基盤情報システムを開発し維持する技術力において世界的に見ても優れている。これは、開発現場に適した技術を選択・採用すると同時に、現場技術者の労働倫理の高さによるものでもあろう。また、現在とかく議論の対象となることの多い組込みシステムソフトウェアについては、最終製品の製造現場を持つことの利点を生かし、製品の多様な要求を満たし続けている。SECでは、これらに関して主に技術の枠組みやスキル標準の明確化、その産業界への普及等を積極的に行い、我が国ソフトウェア産業界に貢献してきた。

国際競争時代のソフトウェア技術

さて、今後の我が国のソフトウェア産業を考える場合、主に国内をターゲットとした従来の取り組みだけではなく、積極的に国際的視野を持つことが必要である。国内では、重要な社会基盤システムについての新規開発が少ないことを考えると、海外、とくに新興国での情報インフラ構築ビジネス等への参入が必要であろう。また、とくに組込みシステムについては、国際規格への準拠や国際標準技術体系の採用等、ますます国際化要求が強まることは明らかである。

最新ソフトウェア開発技術の実用化研究

もちろん、国際交渉力等が今以上に重要になることは明らかであるが、それ以上に重要なことは、我が国のソフトウェア開発技術を最高最新レベルに保つことである。ソフトウェア工学誕生以来、多くの理論や技術が提案されてきたが、これらを現実のソフトウェア生産現場で活用出来る技術にするためには、実証実験を含めた実用化研究が必要である。高度な情報インフラを構築し、高品質組込みシステム開発を行うことの出来るソフトウェア産業界を持つ我が国は、このような実用化研究を行うのに最も適したところであり、これにより我が国のソフトウェア産業界を世界最先端にすることが可能である。産業界と強い連携を持つSECは、この点においてリーダーシップを取ることが可能な立場にあり、それを大いに期待したい。

ビジネス変革に向けた IT の開発体制と活用策について考える

IT は業務の効率化のみならず、新しいサービスの創造につながる等、ビジネスイノベーションを支える役割を担い始めている。それを体現しているとも言えるのが新しいサービス業態を創造し続けているセブン-イレブンである。株式会社セブン & アイ・ホールディングス執行役員の佐藤政行氏（システム企画部 CVS システムシニアオフィサー）にビジネス変革に向けた IT の開発体制と活用策について伺った。

株式会社セブン & アイ・ホールディングス 執行役員

佐藤 政行



SEC 所長

松田 晃一

松田 私は、自宅近くのセブン-イレブンに一週間に2回か3回ほど寄らせていただいています。セブン-イレブンでは商品を買うだけでなく、公共料金の収納や宅配便の手配、更に ATM から現金を引き出すことが出来るようになってきました。もはやコンビニエンスストア業界は、単なる小売業というビジネスを超え、今まで存在しなかった新しいサービス業態が創造されたのだと思います。その背後では情報システムが重要な役割を果たしていると思うのですが、まず初めにセブン-イレブンのサービスイノベーションの歩みについてお聞かせいただけないでしょうか。

佐藤 1970年代初頭は、国内流通の近代化が大きな話題でした。そのころ弊社の会長の鈴木敏文が米国視察の際、コンビニエンスストアを見てきたのです。コンビニエンスストアは急成長していました。日本の小売業が厳しくなっているのは生産性が低いからだと言われているのですが、米国視察の結果、生産性を見直せば小さな店舗でも十分にやっていると考え、日本でセブン-イレブンを始めたと聞いています。1号店は、1974年5月に出店しました。

松田 スタートは小売業として商品を販売することが事業の中心で、合理化を進めることによって小店舗でもビジネスになる仕組みを作ってきたのですね。しかし、今は全く新しいサービス業と言えるでしょう。業態の変化をもたらしたものは何なのでしょう。

佐藤 セブン-イレブンは、お客様にとって便利な店舗を目指すことを事業の根幹に据えています。それを支えるため、毎年11月に、1万人のお客様へのヒヤリング調査を行っています。1998年前後の調査では、ATMを設置して欲しいという声が非常に多く、情報システム部門からATM運営会社の構想を提案しました。最終的にはトップが銀行を設立しようと判断し、2001年のセブン銀行の設立に至っています。このように、商品はもちろん、サービスも含めてお客様が日常生活をする上で便利なお店を作っていくという中で、順次、商品開発を進めると共に写真のDPEや宅配便の受付、料金の収納等、サービス業務を追加してきたのです。

松田 公共料金の収納は銀行や郵便局でも扱っているわけですが、そういうところでは、受付票を取ってから書類に名前等を手書きで書き込み、順番を待つという手間がかか



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ー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。

ります。それに対して、コンビニエンスストアでは何も書き込む必要がなく、店員が伝票にバーコードリーダを当てただけで、あっという間に処理が終わりますね。これもITを高度に活用したコンビニならではの仕組みですね。

佐藤 そういう仕組みが出来ることになったきっかけは、1982年にバーコードリーダがついたPOSレジスタの導入にあります。日本で初めての導入です。導入後しばらくして、お買物の会計だけではなく、バーコード情報を活用した新しいサービスが出来ないだろうか、と考えていたときに、東京電力からバーコード情報を活用した料金収納サービスのお話をいただいたのです。その後、セブン-イレブ

たというのが実態です。

松田 業界の仕組みを変えたのですね。

佐藤 そうです。メーカーが商品にバーコードを付けるために必要なことは、バーコードを印刷することだけです。大きなコストが新たにかかるわけではありません。しかし、バーコードを付けることによって、今では商品の販売情報を容易に得ることが出来、計画的な生産を実現したのです。

店舗の運営に情報システムのサポートが不可欠

松田 セブン-イレブンでは、店員が公共料金の収納や宅配便の受付等、様々な手続きのすべてを一人でこなしています。これがうまく出来る背後には、体系的な工夫があると聞いています。

佐藤 1999年に第5世代のPOSレジスタを導入したことによって店員の業務スタイルが大きく変わりました。それ以前は、店員は業務プロセスを書いた下敷きを見て業務を行っていたのです。新しいPOSレジスタでは、例えば宅配便伝票のバーコードをスキャンすると、店員向けの画面に受付業務の流れが表示される仕組みを作りました。店員は画面のガイダンス通りに作業を行うことで、料金も自動的に計算されるのです。

松田 画面のガイダンスに従っていけばいいのですか。すばらしいですね。

佐藤 経済的な効果も非常に大きいのですよ。1店舗あたり20人くらいのパート・アルバイトの人たちが働いています。2010年2月末で1万2,770店舗なので、総勢で約25万人になりますが、だいたい1年で1回転します。以前のPOSレジスタでは、教育に10～12時間ほどかかりましたが、現在は1時間の教育で済むようになり、25万人の教育にかかる年間のコストセーブが40億円ほどになっています。

松田 それはすごい。情報システムの効果が最大に発揮されていますね。

佐藤 フランチャイズ方式で展開しているため、新規開店直前までサラリーマンだった人がオーナーになったり、また初めて働くパートやアルバイトの人も少なくありません。そういう方々がまごつかずに店舗を運営していく上で、情報システムからのサポートは不可欠です。

松田 ところで、顧客のニーズの変化に俊敏に対応したり、新しいサービスを次から次へと開発・提供していくためには、情報システム側もそれに応じて機能拡張等が継続的に必要となるでしょう。

佐藤 創業の頃は電話やファクスで商品を注文していました。しかし店舗が徐々に増えてくるとそれまでの方法では効率が悪くなり、1978年には電子的に発注を行うオンラインシステムである第1次システムを構築しました。1991年に完成した第4次システムでは、全店にISDN回線を導入し、POSデータの集信やマスターデータの配信、本部で集めたPOSデータの分析を通じて得られた情報の店舗への提供等がオンラインで出来るようになり、流通の効率



佐藤 政行 (さとう まさゆき)
1977年中央大学卒業後、大和証券株式会社入社。1979年株式会社セブン-イレブン・ジャパン入社。店舗指導員や現場マネジャーを経験後、1996年情報システム部門に異動。1999年情報システム本部営業システム部総括マネジャー、2004年執行役員情報システム本部長。2006年株式会社セブン&アイ・ホールディングスへ転籍、執行役員システム企画部CVSシステムシニアオフィサー。2005年～2010年株式会社セブン銀行監査役を兼職。

ンと東京電力だけでなく、他のコンビニや、ガス会社やNHK等の各種支払い等に拡大し、今に至っています。

松田 POSレジスタの導入目的は、会計時間の短縮及び精度の向上にあったと思いますが、それまではなかった仕組みなので、ご苦労もあったことでしょうか。

佐藤 POSレジスタを導入した当時は、メーカーにとっては、商品にバーコードを付ける意味合いがあまりなかったのです。そのためにも、バーコードを付けることによる効果をメーカーに理解していただく必要があったほどです。1980年代後半からは他の小売店にもPOSレジスタが入るようになり、その頃から急激にバーコードが一般化してき

化や商品開発に随分役立ったものです。第4次システム以降、だいたい7～8年サイクルで全面的に再構築し、現在は第6次システムが稼働しています。

松田 情報システムを全面的に再構築するまでの間にも、軽微な変更はたくさんあるのでしょうか。

佐藤 新しいサービスを追加するために1～2カ月に1回程度は変更を加えています。

松田 情報システムの基本的な骨組みをキチッと作っておかないと、そのような頻繁な機能追加や変更は難しくなると思うのですが、どのようにして要件定義や基本的な設計をされているのでしょうか。

佐藤 システムの企画フェーズやその他各フェーズで実行することを明確にし、かつ、実行の手順を規定しています。また、各パートナーとの役割分担についても明確化しています。その中身を少しご紹介しましょう。まず、システム企画段階では環境分析からビジネス戦略分析、業務・システム・情報技術の検討について9つのステップを規定しています。その流れに沿ってシステムイメージを固めると、開発フェーズに進むための手続きを取ります。開発プロセスでは、システム化の方向性検討、概要検討、要件定義、設計・開発、総合テスト、リリース、検証について30ステップに分け、それぞれのステップで誰が何を行うかを規定しています。実際には30ステップのそれぞれで行うことを、更に細かく規定した手順書があり、それに従って仕事を進めていきます。

松田 上流工程は、セブン-イレブンの責任で行っているのですね。

佐藤 オフショア開発のウェイトが高くなってきた結果、上流工程の精緻化を図ることが非常に重要になりました。典型的な例としては、第6次システムの中核である店舗システムの概要検討書は1,100頁にもなりました。この概要検討書は画面イメージまで含めて我々だけで作ります。そこまでやってから初めてパートナーに渡して要件定義書にさせていただく。上流工程を精緻に行うことによって、その先のプレは少ない。そして最終的な仕上げのところでも、我々がテストシナリオを作り、我々の主導・責任で総合テストを行っています。

日ごろから現場のニーズを把握出来る仕組みを構築

松田 昔のシステム開発では、ユーザ側はほとんど何もせず、ITベンダに丸投げすることが多かったのですが、セブン-イレブンの場合はユーザ側がやるべきことをきちっと決めておき、そのあとベンダとのパートナーシップでやっていくということですね。

佐藤 そうです。この方法が良いことは、第6次システムを構築していたときに、ある機能の開発で当初想定していたマイルストーンを半年間前倒し出来たことから分かります。

松田 当初計画よりも遅れることはよくありますが、前倒し出来たということはとてもめずらしいことです。

佐藤 実際に前倒しが出来たのは、電子マネーに関連するシステムです。当初は、2007年秋に電子マネーが広がるだろうと考えて準備していたのですが、「2007年春頃に広がる」という情報が入ってきたので、半年間前倒しすることに決めました。それが出来たのは上流工程が精緻に出来ていたからです。

松田 要件定義を細かいところまで正確に行うためには、システム部門が現場をよく知っていることが大切だと思います。その点はいかがですか。

佐藤 どのような業務改革に取り組んでいるかを報告する業革会議を、各部門の部長以上全員出席で隔週月曜日に行っています。翌日の火曜日には店舗指導員の会議があり、その場で現場のケーススタディが紹介されます。そうした会議の場で得られた情報を分析して、「こういうシステムを作ると、現場はもっと良くなるだろう」という仮説を立てます。そして、私自身も経験していますが、実際にシステム部門が店舗に入り、仮説が本当に合っているのかを検証します。

松田 ずいぶん慎重ですね。

佐藤 そうです。実際にシステム部門は2～4週間ほど、店舗に入ります。その他、店長や店舗指導員にヒアリングする等して、現場に対する提案書をまとめ、業革会議に諮ります。そこで承認が得られると具体的な開発に入るというイメージです。

松田 そうやって現場のニーズを吸い上げていくのですね。

佐藤 プロジェクトを立ち上げるときだけの活動で現場のニーズを把握することは難しいものです。日々、現場のニーズが入る仕組みを作っておくことが大切です。店舗からの要望はコールセンターで受け、1週間に1度まとめています。それによって、現場の要望を常につかむようにしています。また、店舗指導員からも改善提案が上がってきます。そうした改善提案を分類、整理して、使いやすい形で蓄積しています。ですから、システムを再構築しようとしたときには、このように日々蓄積してきたデータを引き出すことにより、現場の課題が見えるのです。

情報システムの信頼性に大きく配慮

松田 コンビニエンスストアは24時間365日休むことなく商品とサービスを提供しています。店舗の業務を維持し



ながら、サービスを追加し、システムを入れ替えていくことは大変なことだと思います。システムの信頼性の良し悪しは店舗の運営を左右することになるとと思いますが、きめ細かい配慮をされているのでしょうか。

佐藤 信頼性の確保については神経を使っています。代表的なものはネットワークインフラです。ネットワークは、セブン-イレブンとセブン銀行が共用しています。流通系の情報と金融系の情報とが同じ線を流れているのです。ですから、可用性には神経を使っています。2004年から2005年にかけてネットワークを再構築した当時の稼働率は99.999%にやや欠けるくらいでした。

松田 なるほど。ファイブ9ですか。

佐藤 はい。更に毎年上げてきており、2009年度は99.9994%くらいになっています。2~3年のうちにシックス9まで上げたいと考えています。店舗システムは既にシックス9に達しています。POSレジスタも実質的にシックス9かセブン9くらいの稼働率になっています。

松田 すると店舗業務が止まるということはありませんね。

佐藤 はい、ありません。

松田 ネットワークは金融の情報も流通の情報も通るわけですから、回線のルートを二重化する等、いろいろ工夫されているのでしょうか。

佐藤 データを集配するシステムは第4次システムで、発注システムは第5次システムで、それぞれバックアップ環境を整えています。第6次システムの段階になると、ほとんどのシステムのバックアップを実現しています。データセンタも、主センタは関東にあり、バックアップは関西のセンタです。なおかつ、それぞれのセンタで二重化しています。

松田 セキュリティ対策も重要ですね。

佐藤 非常に重要だと思っています。セキュリティ対策の例として、店舗に設置してあるルータは鍵付きのラックに収めていて、触ることが出来ないようになっています。また、ルータへの接続は登録された機器以外は接続することが出来ません。加えて、専用回線を採用したり、POSデータを分析して加工した本部用の情報に対するアクセスを職種や職位によってコントロールしています。また、データセンタへの人の出入りに関しても、3Dスキャナーによって情報媒体の持ち出しをチェックするという事も行っています。

松田 非常に厳重な管理ですね。

佐藤 もちろん、セキュリティポリシー等の教育も行っていますが、それだけではガードしきれないと考えています。

IT の活用で物流を合理化し グリーン by IT を達成

松田 IT と環境の問題についてお話を伺いたいと思います。IT を活用することによって、物の流れや人の流れを情報の流れに変え、物や人の動きを必要最小限にすること

が出来ると考えています。セブン-イレブンの配送システムは良い例で、創業当時は1店舗に毎日70台の車両が商品の配送のために立ち寄っていたのが、今では1日わずか9台になったと聞きました。

佐藤 物流の効率化に対してインパクトが大きかったのはバーコードスキャナー端末の採用です。店舗で商品を発注するところから商品の納品に至るプロセスを紹介しましょう。まず、店舗からの発注データをデータセンタに集信します。そのデータをデイリーメーカーや共同配送センタに製造指示データや出荷指示データとして配信します。そのデータを基に商品が製造され、店舗に配送・納品されるという流れです。そして、店舗に納品された商品の検品は、店員が商品のバーコードをスキャンするだけで済む仕組みを実現しています。ですから、配送車のドライバーは検品に立ち会わずに商品を置いていくだけで、次の店舗へ向かうことが出来、配送の効率を大幅に改善しました。

松田 なるほど。ITによって、物流が大きく合理化出来たのですね。物流の合理化は環境問題に直結しています。まさに、グリーン by IT ですね。共同配送の実現にも、IT が大きく寄与しているのでしょうか。

佐藤 そうです。おにぎりやお弁当等は、複数のメーカーで商品が製造され、共同配送センタに持ち込まれます。共同配送センタでは商品を仕分け、店舗に納品します。この流れをスムーズに行うには発注の締め時刻から速やかに出荷指示データと伝票明細データを配信することが必要です。具体的には、店舗からの発注の締めは午前11時。その後、出荷指示データは11時10分から14分までに、伝票明細データは11時17分から18分に配信を完了させています。

松田 共同配送とITをうまく使い、配送の合理化へとつながったのでしょうか。それを支えているのは短時間のうちに、出荷や製造に関するデータをやりとりする情報システムですね。

佐藤 おっしゃる通りです。更に、この仕組みは物流の効率化以外の面にも寄与しているのです。検品データと共に、店舗で自動生成された売上日報や仕入総括表がセンタに集信され、これらのデータを地区事務所で突合してP/LやB/S等の会計データを作成しています。また、これらのデータを基に取引先に対する支払いをセブン-イレブン本部で行っています。

松田 セブン-イレブンのあらゆる業務は、IT無しには実現出来ないことがよく分かりました。最後に、SECに対するご注文なり、期待をお話しいただけませんか。

佐藤 日本の国力や競争力の向上を考えたとき、ソフトウェア産業の果たす役割が非常に大きいと思います。そういう点で、SECは産官学の枠組みを超えた取り組みを推進出来る立場ですので、ますます重要な役割を担っていくものと考えています。

松田 こうしてお話をお伺いすると、我々の任務の重要性を再認識します。微力ながらも、より良いITのために、これからも注力して参ります。

文：小林秀雄 写真：越昭三郎



SEC2009年度活動概要

SEC journal 編集部

1 情報システムの信頼性向上に向けたソフトウェア・エンジニアリングの推進

(1) 情報システムの信頼性向上対策の検討・実証を推進

情報システムはその複雑化・大規模化がますます進むと共に、組込みシステムがエンタープライズシステムと有機的に連携する一体的システム（統合システム）に変化してきている。こうした変化に対応して、従来の「エンタープライズ系」及び「組込み系」という枠組みを超えた新たな領域である「統合系」に関する検討組織を創設すると共に、これまで実施してきた「定量的管理手法」に加え、高い信頼性を実現するための「開発手法」及びこれらを適用するための「人的要素」の視点からのアプローチを開始した。

高信頼開発手法の1つとして形式手法を取り上げ、その海外における動向調査を実施した結果、欧州を中心として重要インフラ分野のシステム構築への適用が着実に進展していることが明らかになった。更に機能安全及びセキュリティ関連の6つの国際標準において、形式手法が規格適合要件となっていることも判明し、今後、我が国においてもその適用が拡大することが見込まれる。このため、形式手法を用いる技術者向けの教材として「高信頼性システム開発の動向～形式手法を中心として～^{※2}」を取りまとめ、平成22年3月に公開した。また、経済産業省が実施した「統合システム設計環境調査」等への協力を通じ、統合システムの高信頼化にはモデルベース設計・検証等が重要であることを明らかにした。

更に、システムのディペンダビリティの確立のためには技術的要素だけでなく、ヒューマンスキル等の人的要素も必要不可欠である。このため、欧米におけるコンピテンシの取扱いに関する調査を実施し、組込みスキル標準(ETSS^{※3})のスキル・フレームワークに準じた形で、137の項目と4レベルの判定基準から構成した「高信頼システム開発のための技術者のコンピテンシ指針(案)」を取りまとめた。

(2) SEC 成果の具体的なプロジェクトへの適用

自動車関連メーカーのコンソーシアムであるJASPAR^{※4}による次世代車載ソフトウェア開発プロジェクトに協力し、これまでのSEC成果である開発手法やツールの適用に向けた支援を行い、プロジェクトの成功に大きく寄与した。本プロジェクトにおいてSEC成果が貢献した主要ポイントは次の通りである。

- ① 組込みソフトウェア開発技術ガイド(ESPR^{※5}、ESMR^{※6})を作業内容や管理指標等の標準として採用することにより、統一的なプロジェクト管理を実現。
- ② ETSSによる「技術者スキル見える化」を行い、最適なチーム編成を実現すると共に、プロジェクト参加技術者のスキル向上効果を定量的に把握。
- ③ ソフトウェア開発プロジェクト可視化ツール(EPM^{※7}ツール)を活用し、プロジェクトの進捗状況の把握及び技術者のスキルとの相関分析等を実施し、リアルタイムで事業の改善につなげる仕組みを構築。

また、株式会社東京証券取引所による適時開示情報閲覧サービスのシステム開発において、問題の早期発見を目指してEPMツールが利用されると共に、次世代株式売買システムの開発の事後評価にも利用され、これらに対する導入支援を行った。

(3) 情報システムの信頼性要求レベルと対策の具体化

「平成20年度重要インフラ情報システム信頼性研究会」において提案した「システムに要求される信頼性水準を4段階に区分する手法」について、23事業者が有する50情報システムを対象として、本手法の適用可能性、有効性の検証を行い、業種によらず本手法が適用可能であることが確認出来た。これにより、情報システムに求められる信頼性要求水準の設定とそれに適合した対策の立案と実行が可能となる。

また、重要インフラ情報システムで発生した障害事例113件(平成17年7月～平成22年1月に報道された事例)

※1 第二期中期計画：独立行政法人 情報処理推進機構 第二期中期計画、平成20年3月31日、<http://www.ipa.go.jp/about/tsusoku/pdf/2-4.pdf>

※2 高信頼性システム開発の動向～形式手法を中心として～：<http://sec.ipa.go.jp/reports/20100331c.html>

※3 ETSS：Embedded Technology Skill Standards、組込みスキル標準

※4 JASPAR：Japan Automotive Software Platform Architecture

※5 ESPR：Embedded System development Process Reference、【改訂版】組込みソフトウェア向け開発プロセスガイド ESPR Ver.2.0

※6 ESMR：Embedded System development Management Reference、組込みソフトウェア向けプロジェクトマネジメントガイド【計画書編】ESMR Ver.1.0

※7 EPM：Empirical Project Monitor

2009年度、SECはIPAの第二期中期計画^{*1}の2年目として、目標としている「ITシステムの信頼性確保」、「地域・中小企業への支援」そして「海外有力機関等との連携強化」に向け、産官学の支援を得ながらソフトウェア・エンジニアリングの観点からの調査・研究を進めた。

本稿では、以下2009年度の主要な成果について紹介する。

を収集し、その中でも重大かつ一般性があると考えられる43件について、原因の推定及び考えられる再発防止策の精査を行い、再発防止のためのチェック項目として、38区分54項目をリストアップした。これらの成果は「重要インフラ情報システム信頼性研究会」報告書（平成21年度）^{*8}としてSEC Webサイトに公開した。

更に、経済産業省が取り纏めた「情報システムの信頼性向上に関するガイドライン 第2版^{*9}」（平成21年3月）に準拠した「信頼性評価指標」に基づき、自システムの信頼性向上に関する取り組み状況を客観的に評価することが出来る「情報システム信頼性自己診断ツール^{*10}」の提供を平成21年9月から開始した。

2 地域・中小企業を支援するための活動

(1) 民間主導による新たな成果普及モデルを構築

ETSSの重要性と有効性の認識が産業界に浸透しつつある中、IPAの働きかけもあり、その普及啓発を行うことを目的とした民間団体「一般社団法人組込みスキルマネジメント協会」が設立された（平成21年7月）。各企業への普及啓発、導入支援等については民間自身が主体となって実施する一方、IPAではETSSの維持や導入推進者の育成、認証に係る制度構築等を行うという新たな成果普及モデルを構築した。このような手法を他にも展開することにより、民間の自発的な取り組みによる成果の普及拡大が期待される。

(2) 中小企業向けに具体的な支援ツールを提供

平成19年度から公開している「定量データに基づくプロジェクト診断支援ツール」[支援ツールA]については、診断・分析に400項目ものデータが必要なため中小企業での活用が十分に進んでいなかった。導入の障壁を低くするため、データ項目の絞り込みを行い「スタンドアロン型プロジェクト診断支援ツール」[支援ツールB]として平成21年9月から提供した。

また、診断の基盤となる定量データについては、新たに257件を収集し累計2,584件を対象としたデータの精査・分析を行い、さらなる充実を図った。

3 SEC成果の国際的情報発信、国際連携

(1) 国際標準への貢献

SECの活動の成果について、その実績を背景に国際標準への反映等の活動を行っている。この結果、ISO/IEC 29155シリーズ（ITプロジェクト性能ベンチマーキングの枠組み）については、SEC研究員がエディタを務め、SECのこれまでの取り組みを原案とする標準化を進めている。

同様に、ISO/IEC 29148（ライフサイクル・プロセス）、ISO/IEC 33004（プロセス改善）についてもSEC研究員が国際標準規格作成WGエディタに就任し、国際標準化に貢献している。

(2) 国際的な情報発信活動

企業活動の国際化に対応し、「見える化」に関する書籍をはじめとする成果の英訳を行い、アジア域内を中心とする国際学会等で発表する等、SEC成果の海外展開にも取り組んでいる。また、プロジェクトベンチマーキング分野についてISBSG^{*11}との間でデータ収集項目定義を相互提供し、双方で内容の対比、データや分析方法の互換性の検討を行うことで合意した。

参考文献

[支援ツールA] IPA/SEC：定量データに基づくプロジェクト診断支援ツール、<https://sec.ipa.go.jp/login.html>よりダウンロード出来る
[支援ツールB] IPA/SEC：スタンドアロン型プロジェクト診断支援ツール、<http://sec.ipa.go.jp/tool/pasa.html>よりダウンロード出来る

^{*8} 「重要インフラ情報システム信頼性研究会」報告書（平成21年度）：<http://sec.ipa.go.jp/reports/20100427.html>

^{*9} 情報システムの信頼性向上に関するガイドライン 第2版：<http://www.meti.go.jp/press/20090324004/200903240044.pdf>

^{*10} 情報システム信頼性自己診断ツール：情報システムの信頼性向上に関する評価指標に準拠した初めてのツール「信頼性自己診断ツール」第1版を公開、<http://sec.ipa.go.jp/press/20090911.html>

^{*11} ISBSG：International Software Benchmarking Standards Group、ファンクションポイント（FP）法をベースとした生産性データを国際的に集め、ベンチマークデータとして変換し、世界中に発信している非営利団体。世界中から5,000件を超えるプロジェクトデータを集めて分析・出版を行い、非営利組織としては世界最大のベンチマーキング活動を実施。

SEC

2009年度
活動概要

組込み系

組込みソフトウェアプロジェクトの 状況

SEC 組込み系ソフトウェアプロジェクト
幹事

平山 雅之

SEC 組込み系ソフトウェアプロジェクト
研究員

松田 充弘

SEC 組込み系ソフトウェアプロジェクト
研究員

三原 幸博

SEC 組込み系ソフトウェアプロジェクト
研究員

山崎 太郎

SEC 組込み系ソフトウェアプロジェクト
研究員

吉澤 智美

1 組込みソフトウェアプロジェクトの概況

2008 年来の厳しい景気動向の中、組込みソフトウェア業界にもその波が押し寄せてきているようである。そうした中で、組込みソフトウェア開発について、従来以上の効率と品質を求める声は一段と強くなってきている。SEC ではこれまでも組込みソフトウェア開発の高品質化や開発の効率化を後押しすべく ESxR シリーズ（組込みシステム開発技術リファレンス）の整備を進めてきた。一連のリファレンスシリーズには開発管理面を後押しする ESPR^{*1}、ESMR^{*2}、品質の見える化を後押しする ESQR^{*3}、そして実装面の直接的な品質向上を目指す ESCR^{*4}があり、多くの企業・技術者の方々に利用していただいている。

2009 年度の SEC 組込みソフトウェアプロジェクトでは、これらのリファレンスシリーズの普及促進を最重要課題と捉え、そのためのセミナーの工夫や普及マテリアル、普及施策の準備と展開を進めてきた。本稿では 2009 年度、組込みソフトウェアプロジェクトで準備や検討を進めてきたこれらの普及施策等を中心に紹介していく。また、本稿では詳細には触れないものの、SEC では近年、安全・安心な組込みソフトウェアへのニーズの高まりを受け、組込みソフトウェア分野における安全安心なソフトウェアアーキテクチャに関する基礎検討や、テスト技術に関する基礎調査も進めている。これらのテーマについても、2010 年度以降、組込みソフトウェア分野の重要テーマと位置付けて、有識者の皆様の協力をいただきながら検討を進めていきたいと考えている。

更に、安全安心なソフトウェアを実現するための設計パターンや、プロジェクトの定量評価に基づく成否予測技術については、技術的にチャレンジングなテーマであることから、大学との共同研究等を活用して基礎検討を進めている。

2 ESPR/ESMR 普及促進のための整備

組込みソフトウェアエンジニアリング領域では、高品質

なソフトウェアを効率的に開発することを目的として開発プロセスを整理した「組込みソフトウェア向け 開発プロセスガイド ESPR Ver.2.0」（以下、ESPR）、また開発プロジェクトを円滑に運営することを目的としてプロジェクト計画書を作成するための基本的な考え方を整理した「組込みソフトウェア向け プロジェクトマネジメントガイド [計画書編] ESMR Ver.1.0」（以下、ESMR）を策定・公開してきた。

これらの公開後は ESPR 及び ESMR の解説セミナーや実証実験等を実施し、普及活動を行ってきた。こうした普及活動を通じたアンケートや実証実験でのヒアリングの結果、以下のようなコメントが寄せられた。

- ・ ESPR の英語版を出して欲しい
- ・ 個々のソフトウェア開発プロジェクトへの適用方法や応用方法が分からない、また詳しいサンプルがあると活用する際に役立つ

こうしたユーザからの意見等を踏まえ、SEC では ESPR/ESMR の普及促進のための整備として 2009 年度は、① ESPR の英語版の準備作業、② ESPR/ESMR をより使いこなすためのトレーニングガイドの検討に着手した。

(1) ESPR 英語版の準備

ESPR は 2006 年に第 1 版、2007 年に第 2 版を発刊し、組込みシステム開発のプロセスを策定してきた。その後、多くの組込みソフトウェア開発技術者の方々に利用していただいていたが、オフショア開発等海外で利用したいという要望も寄せられてきた。こうした状況を鑑み、英語版の ESPR を公開することで利便性を高め、より一層の普及促進を目指していく予定である。ESPR の英語版は 2009 年度から準備を始めており、2010 年秋の公開を予定している。

(2) 「組込みソフトウェア向け 開発計画立案トレーニングガイド」の検討

ESPR/ESMR をより使いこなすために、自習形式でこれらのガイドに記述されている内容の背景や目的等を理解

※1 ESPR : Embedded System development Process Reference, 【改訂版】組込みソフトウェア向け 開発プロセスガイド ESPR Ver.2.0

※2 ESMR : Embedded System development Management Reference, 組込みソフトウェア向け プロジェクトマネジメントガイド [計画書編] ESMR Ver.1.0

※3 ESQR : Embedded System development Quality Reference, 組込みソフトウェア開発向け 品質作り込みガイド ESQR Ver.1.0

※4 ESCR : Embedded System development Coding Reference, 【改訂版】組込みソフトウェア開発向け コーディング作法ガイド [C 言語版] ESCR Ver.1.1

し、サンプル等を参考にしながら、実際のソフトウェア開発プロジェクトに適用出来るトレーニングガイドが有効であると考え、2009年度にその検討に着手した。このトレーニングガイド（組込みソフトウェア向け 開発計画立案トレーニングガイド (ESMG※5)）について、2009年度はそのコンセプトの検討と共に、現場で活躍しているプロジェクトマネージャに取材し、具体的なサンプルプロジェクトの素材を収集した。また、企業においてプロジェクトマネジメントや開発プロセスの実践に携わっている専門家の方々の知見を取り入れるため検討部会を開催した。

これらの検討を通しては、以下のようなESMG策定にあたっての基本方針を決定した。

- ・プロジェクト計画を立案し、計画書を作成するための作業をドメインには依存しない共通のテーマとして設定する（表1）。
- ・各テーマについて、その目標、目的、考え方、手順、サンプル、テンプレート等を入れて解説する。
- ・ESMGの利用対象者として、組込みソフトウェア開発に携わるプロジェクトマネージャやリーダーの方、これからプロジェクトマネージャになる方で、プロジェクト計画書の書き方等を勉強したいと考えている方、プロジェクトマネージャを育成・指導する方を想定する。

表1 共通テーマ（検討中）

No.	共通テーマ	概要
1	制約条件と前提条件を整理する	プロジェクトに課せられる制約条件及びプロジェクトを円滑に進めるためにプロジェクト自身が定める前提条件を検討し整理する。
2	プロジェクトの目的、目標、終了条件等を整理する	製品の開発全体におけるプロジェクトの目的を明確にすると共に、達成すべき目標(QCD)及び終了条件を整理する。
3	リスクを洗い出す	ソフトウェアの開発過程で発生する、品質目標に影響を及ぼす事象を洗い出し、未然に防ぐための対策を整理する。
4	実施する作業を決める	ソフトウェアプロセス性を検討する。
5	工程を決める	作業の進捗を把握し、工程を決定する。
6	品質保証計画を決める	製品を動作させるための品質保証計画を策定する。
7	プロジェクト体制を決める	開発プロジェクト体制を構築する。
8	コストを決める	開発規模の見積りを行う。
9	日程計画を決める	開発工程のスケジュールを決定する。
10	計画書のメンテナンス方法を定める	開発プロジェクト計画書のメンテナンス方法を決定する。

現在、これらの基本方針に従い、表1に示すように、開発計画立案に関する10の基本動作（共通テーマ）を詳細化し、システムに求められる特性（品質特性や機能等）やプロジェクトの特性（参加メンバのスキル等）を考慮した、プロジェクト計画を立案する上でのポイントやチェック項目、手順等の整理を進めている。2010年度についても、この作業を継続し、プロジェクト計画書をまとめていくために必要となる具体的な検討作業やそのノウハウ情報をESMGのエッセンスとして整理していく予定である。また、一貫したサンプルプロジェクトを使用し、チェック項目や手順に基づいた記入例と記入用のテンプレートについても、今後併せて検討していく予定である。なお、ESMGの一般公開については2011年度以降、出来るだけ早い時期に皆様の手にお渡し出来るように進めていきたいと考えている。

3 ESCR C++ 対応版の整備

(1) コーディング作法ガイド：ESCR C 言語版の特徴と普及状況

SECでは組込みソフトウェアの実装時の品質向上を実現するために、良いソースコードを書くためのノウハウをコーディング作法という形で整備している。

その第一弾として、多くの組込みソフトウェア開発で利用されているC言語をベースにコーディングルールやサンプルコードを作成し、ESCR C 言語版として2006年に公開・発行した。2007年には一部のサンプルに修正を加えたV2.0を発行しており、多くの方々にご利用いただいている。これまでの書籍発行部数及びPDFダウンロード数を換算すると既に約1万人を超える皆様のお手元に渡っている計算となる。既に適用いただいているというご報告も多数いただいております。SEC journalの前号では、富士フイルムソフトウェア殿から適用事例に関する実践論文を投稿していただいた。

ESCR C 言語版では表2に示すように、信頼性、保守性、移植性、効率性の4つの品質特性を使用してコーディング作法を体系化している。また、各作法及びルールごとに適合例、不適合例を具体的なソースコードで例示し、理解しやすい構造に整理している。

(2) C++ 言語対応の需要

一方で、これまでSECセミナー等を通じたESCR C 言語版の普及活動等を行う中で、C++ 言語対応についてのお問い合わせを度々いただくようになった。経済産業省で

※5 ESGM : Embedded System development Management Guide, 組込みソフトウェア向け 開発計画立案トレーニングガイド

表2 ESCR C言語版コーディング作法：4つの品質特性

信頼性 (Reliability)	R	作成したソフトウェアの信頼性を向上させるための作法を整理してあります。 主な視点は、 ・利用した際の不具合を出来る限り少なくする ・バグやインターフェース違反等に対する許容性等を考慮しています。
保守性 (Maintainability)	M	修正や保守のしやすいソースコードを作成するための作法を整理してあります。 主な視点としては、 ・コードの理解しやすさ、修正のしやすさ ・修正による影響の少なさ ・修正したコードの確認のしやすさ等が含まれます。
移植性 (Portability)	P	ある環境下での動作を想定して作成したソフトウェアを他の環境に移植する場合に、出来るだけ誤り無く効率的に移植出来るようにするための作法を整理してあります。
効率性 (Efficiency)	E	作成したソフトウェアの性能やリソースを有効活用するための作法を整理してあります。 主な視点は、 ・処理時間を意識したコーディング ・メモリサイズを考慮したコーディング等を考慮しています。

実施している組込みソフトウェア産業実態調査報告書を見ても、開発言語としてのC言語の比率は相変わらず高いものの、この数年で新規開発案件についてはC++言語を利用する比率が上がってきている(図1)。このような状況を鑑み、SECでは現在、ESCRのC++言語対応の検討を進めている。

(3) C++言語版の概要

基本的にはESCRの重要なコンセプトの1つでもあった言語非依存な“作法”はそのまま継承し、C言語とC++言語との差分を埋める形で作成している。すなわち、品質特性ごとに作法及びルール等を整理する形態は継承し、更にC言語とC++言語で普遍のルールに関しては変更しない。C++言語固有の部分について作法及びルールあるいは適合例/不適合例の見直しを行い、必要に応じ新規ルールの追加やC言語版からのルールの削除を行っている。表3は現在検討中の作法及びルールの一部を示したものである。この表にも示したように、C++言語の言語仕様としてオブジェクト指向を念頭にクラス概念が追加されているが、これに伴いC++言語版では表中番号R1.5.1に示すようにオブジェクトの生成・破棄に関するルール等も新規に定義している。

現在ESCR C++言語版に関しては、高品質技術部会のESCR C++言語版検討チームによって議論が進められており、2010年度中には書籍の形で整理し、皆様にお届けしたいと考えている。

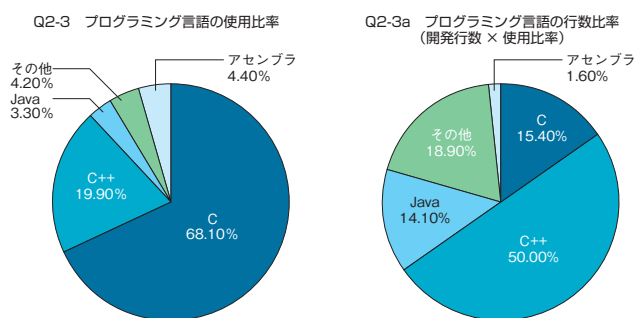


図1 経済産業省 2009年版組込みソフトウェア産業実態調査報告書(プロジェクト責任者向け調査より、2009年)

4 今年度の普及活動の考え方

SEC組込みソフトウェア領域では、上述のような方向で皆様にご利用いただける成果を提供していきたいと考えている。また、これらの成果普及について、上期は2009年度の成果の普及拡大を中心に、下期からは新規成果の普

表3 検討中のC++言語版作法及びルール例

変更 削除 新規	品質概念	番号	作法	作法詳細	ルール
変更なし	信頼性	R1.1.1	1. 領域は初期化し、大きさに気を付けて使用する。	1.1 領域は、初期化してから使用する。	自動変数は宣言時に初期化する。または使用する直前に初期値を代入する。
変更	信頼性	R2.1.3	2. データは範囲、大きさ、内部表現に気を付けて使用する。	2.1 内部表現に依存しない比較を行う。	C 構造体や共用体の比較に memcmp を使用しない。 C++ クラス型オブジェクトの比較に memcmp を使用しない。
削除	信頼性	R2.2.1	2. データは範囲、大きさ、内部表現に気を付けて使用する。	2.2 真の値と等しいかどうかを調べてはならない。	真偽を求める式の中で、真として定義した値と比較しない。
新規	信頼性	R1.5.1	1. 領域は初期化し、大きさに気を付けて使用する。	1.5 オブジェクトの生成・破棄に気を付ける。	対応する new と delete は同じ形式([]付きか否か)を使用する。

及も併せて進めていきたいと考えている。

また、こうした成果の普及については、組込みソフトウェア分野の有識者からなる総合部会にてより広い範囲からの要望を集約し、組込みソフトウェア関連のSEC施策&活動テーマの見極めとESxR拡充の方向性を確実なものにすると共に普及推進に弾みをつけていきたいと考えている。

(1) ESPR/ESMR/ESQR/ESCRのさらなる普及推進

① 体験セミナー実施

従来、SEC主催セミナー等ではESxRシリーズの書籍の内容解説を中心とする講義形式で行ってきた。またESCR等一部のセミナーでは試験的に演習等を導入してきたが、受講者の理解度という点では演習を加えた形式のほうがより高い理解度が得られることを確認している。このため、今後の普及啓蒙の手段としてのセミナーでは、更に演習を充実させることにより理解性を高めると共に利用率を実感していただくことにより、ガイド導入に際しての不安感の低減につなげていきたいと考えている。そのために2010年度は既に演習を取り入れているESCRセミナーに加え、ESPR/ESQR/ESMRセミナーについても演習内容を見直した上で体験セミナーとして実施する予定である。

② 導入推進ワークショップ開催

また、ESxRの導入検討に際しては、こうしたセミナー参加による内容の理解だけでは導入企業の事情に合わせ込むためのポイントを掴みづらいという意見もあり、一方で具体的な導入事例を知りたいといった声もあるため、導入経験者、導入を計画している方々、導入を推進している方々による情報交換・意見交換の場としてのワークショップを計画していく予定である。

③ セミナー機会拡大のための施策展開

従来から、ほぼ月に一度のペースでESxR導入のためのセミナーを開催してきており、2009年度で13回、受講者の数は約700人に達しており、2010年度も10回程度の開催を予定している。一方で組織として導入する際には、短期間にまとまった数の技術者・管理者等への教育が求められることもあるが、SECの限られたリソースの中では十分に応え切れていない。このような要望に応える意味も含め、さらなる普及範囲の拡大を目指すために利用者あるいは推進者自らが教育を実施出来るようトレーナーズ・トレーニングコースの作成を計画している。

また、従来から行ってきた地域・業界団体主催セミナーへの協賛も積極的に実施していくことで、SEC成果の普及加速を図っていきたい。

④ ESCR C++ 言語版 普及に向けたセミナーの企画

既に述べたようにESCRについては、C++言語の組込みソフトウェア製品分野での普及拡大に合わせてC++言

語版ガイドの作成を進めている。これに対応して、2010年に公開予定のESCR C++言語版に関しても、2010年度後半にセミナーの実施を計画している。

(2) 新規技術リファレンスの拡充

① グローバル化対応施策展開

日本企業の活動拠点、開発拠点のグローバル化、オフショア開発の活用拡大等、海外との関係なしに企業活動を行うことはほとんど皆無と言ってもよい状況にある。このような中、国際標準化活動への貢献をはじめ、日本企業の組込みソフトウェア製品分野におけるものづくりのベースとしての国際的な戦略広報等も望まれている。このための一歩としてESxRについては、英語版の準備を進めており、2010年度には、ESPRとESQRの英語版の公開を予定している。

② ESQR改訂案検討

ESQRに関しては公開から既に1年以上が経過し、様々な企業で活用いただき始めている。こうした中で、既に活用いただいている企業様から様々なご意見・ご要望が寄せられており、また、関連セミナー開催時等にも多くのご意見・ご要望を頂戴している。SECでは現在、これらのご意見・ご要望を整理分析し、ESQRをより実用的で分かりやすいものにしていくための改定ポイントと改定内容を検討していく作業も始めている。

(3) セミナースケジュール

2010年度では、以下のセミナー、ワークショップの開催を予定している(表4)。ぜひ、多くの皆様に参加していただければと考えている。

表4 2010年度セミナー、ワークショップの開催予定

開催時期	セミナー・ワークショップ	開催場所
6月	地域セミナー	石川県
9月	業界団体連携セミナー	東京都
10月	ESxR導入推進ワークショップ (導入推進者対象)	東京都
11月	ESxR Executive セミナー (管理者層対象)	東京都
(2011年)		
1月	ESCR C++ 言語版セミナー	東京都
2月	地域セミナー	調整中
3月	ESCR C++ 言語版セミナー	東京都



組込みスキル領域

SEC 組込み系プロジェクト
 研究室 修治

1 これまでの活動概要

ETSS*1は、技術者のスキル向上を通じて、組込みソフトウェア開発力の強化を実現しようとするSEC設立当初からの取り組みの成果である。ETSSは、組込みソフトウェア開発に必要なスキルを体系的に整理出来るフレームワークを規定した「スキル基準」、組込みソフトウェア開発の職種名称・職掌を定義した「キャリア基準」、スキルアップ・キャリアアップを支援する教育プログラム構築の考え方を示した「教育研修基準」の3つの基準から構成されている。

ETSSは、技術者のスキル向上を、スキル基準を用いたスキルの可視化をベースとして人材の育成等につなげることを考慮している(図1)。

ETSSの導入活動の初期においては、組織等で必要となるスキル項目を洗い出してスキル診断を実施し、現状の保有スキルを明らかにする。その上で、技術者個人や組織の現状の保有スキルと目標とするスキルのギャップの部分について育成計画を立案し実施することで、人材の育成を行う。

SECでは、2005年の「スキル基準 Ver1.0」公開後、順次「キャリア基準」、「教育研修基準」を公開し、更新を行ってきた。それぞれの最新バージョンはいずれも Ver1.2である。また、ETSSの内容及び導入方法等を解説した「組込みスキル標準 ETSS 概説書」[SEC2008-1]、「組込みスキル標準 ETSS 導入推進者向けガイド」[SEC2008-2]、「組込

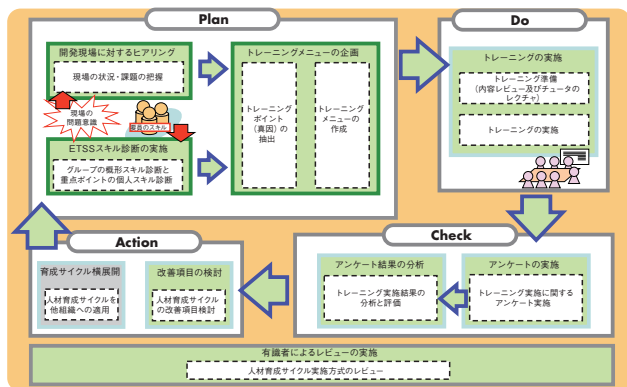


図1 ETSS を利用した人材育成活動モデル

みスキル標準 ETSS 教育プログラムデザインガイド」[SEC2009-1]の書籍を出版した。

2009年度には、「組込みスキル標準 ETSS 概説書」[SEC2008-1]を改訂し、「新版 組込みスキル標準 ETSS 概説書」[SEC2009-2]として出版した。

上記、ETSSの策定や普及活動と並行して、ETSSの有効性の確認、標準へのフィードバック及び実運用の手法の

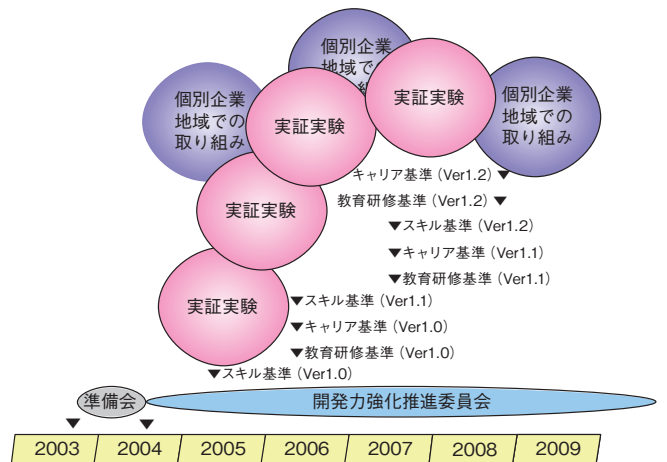
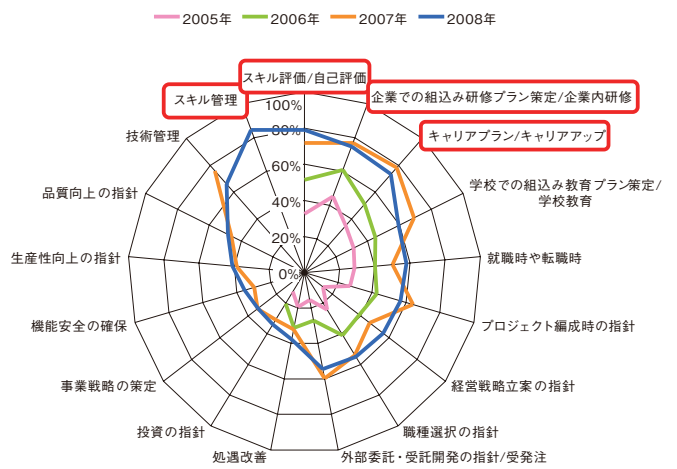


図2 ETSS 策定・普及活動経緯



出典：「経済産業省 2008年版組込みソフトウェア産業実態調査報告書」

図3 ETSS の有効性

*1 ETSS : Embedded Technology Skill Standards, 組込みスキル標準

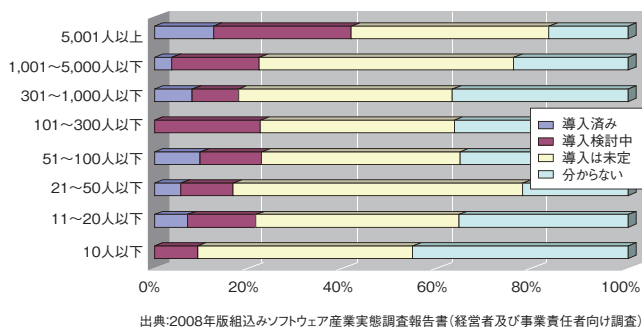


図4 従業員数別 ETSS 導入状況

開発・蓄積等を目的に、企業・業界団体等と連携して実証実験を重ねてきた(図2)。

こうした取り組みの結果、組込みソフトウェア産業実態調査のETSSの有効性に関する調査では、“スキル管理”、“スキル評価/自己評価”において80%もの回答者から、ETSSが有効であるとの回答が得られた(図3)。

また、ETSS導入状況の調査では、従業員数5,000名以上の企業においては、“導入済み”と“導入検討中”が合わせて40%に届こうとしている(図4)。

なお、組込みソフトウェア産業実態調査には現れていないが、国内の200を超える事業部門が実際にETSS導入に向けた取り組みをしていることが、SEC研究員の活動の中で確認されている。

2 導入に際する課題と解決への取り組み

このようにETSSは、一定の普及と評価を得られるようになったが、課題も明らかになってきている。以下は、実証実験や企業での運用から報告された課題である。

① ETSSの理解について

- ・そもそもETSSを理解している人材が少ない。
- ・正式ドキュメントやETSS概説書を読んだが正しく理解出来ているか自信が無い。

② ETSSのスキルマネジメント活動への適用

- ・ETSSが適用出来る範囲が分からない。
- ・どのように適用させてよいか分からない。

③ スキル基準作成

- ・ETSSのスキル基準から自分たちのスキル基準の作り方が分からない。
- ・作成したスキル基準が正しいか判断出来ない。
- ・スキルを計ることが出来るようになっていないか分からない。

④ スキル診断実施

- ・スキル診断時のレベル判定を正確に出せているか。スキルレベル判定の精度向上が必要。
- ・スキル診断時のレベル判定の人によるばらつきが抑えられているか。

2010年5月には、一般社団法人組込みスキルマネジメント協会からもETSSの課題について報告されている。

ETSSへの要求や疑問を協会の活動で解決



幾つかの企業からの本音

「ETSSは素晴らしい！」

「でも・・・導入するとすると数居が高い」

他にも要求や質問が寄せられています。

- ETSSそのものをもっと知りたい。
- 他社の導入事例を知りたい。
- 導入手順が分からない。
- スキル項目をどこまで詳細化すればよいか分からない。
- スキル診断の基準の決め方が分からない。
- スキル診断用の評価文言を決めるのが難しい。
- レベル1~4の区別と評価文言の対応が分からない。
- ETSS導入後の使い方が分からない。

図5 組込みスキルマネジメント協会

(第13回組込みシステム開発技術展(ESEC 2009) IPAブースセミナー資料より)

このような状況を踏まえ、2009年度は下記を中心に活動を実施することとした。

- ・ETSSの導入を中心となって担っていく人材の育成
- ・ETSS導入・運用プロセスの明確化
- ・国内企業の海外展開に寄与出来る支援

3 2009年度の活動及び成果

(1) ETSS導入推進者制度及び育成についての検討

企業においてETSSを導入しようとする場合、その活動を主導する役割を持った人材が必須となる。SECではこの人材を「ETSS導入推進者」と呼称し、その育成と共に相応の知識、導入技術を保有していることを証明する認定を併せて制度化していく。これは導入推進者のステータスを確立すると共に、認定取得に対する個人・企業のモチベーションを喚起しようとするものである。制度化により期待する効果としては、ETSSの良き理解者が増加し、普及・導入が量・質共に拡大・向上することである。

① 認定制度についての検討

認定・認証については、国内企業の海外展開やETSSの国際的普及を見据え国際標準に準拠した仕組みとしておくことが重要である。ETSS導入推進者認定制度の検討は図6の国際標準に準拠した枠組みの中、制度を構築する方向で進めた。

具体的には、実際に対象者が必要な要件を満たしているかの確認を実施する試験機関、その結果を基に認証を行う認証機関、試験機関・認証機関の活動の適合性を管理し全体の活動を確保する認定機関ごとに役割及び責任を明確にし、具体的な活動内容、必要となるドキュメント類の案までを検討した。これらの成果は、今後具体的に認定制度を

実施する組織と実運用上の詰めを行った後、公開していく予定である。

② 導入推進者育成についての検討

ETSS 導入推進者には ETSS を理解しているだけでなく企業等での実導入にあたり、必要となる作業を実施出来ることが要求される。

2009 年度は、ETSS 導入推進者認定制度に沿った育成プログラム実施に先立ち、ETSS の導入を検討している企業等が考慮すべき課題（「2 導入に際する課題と解決への取り組み」の項にて記載）のうち、「スキル診断時のスキルレベル判定精度の向上」を目指した教育をセミナーという形で実施した。このセミナーの内容は、ある仮想の組織・構成メンバで実施したスキル診断で申告されたスキルレベルが適正か否かを、受講者がレビューするものである。

これは、ある実証実験において実際に実施されレビューで、結果としてスキル診断精度の向上が認められたものをベースとしている。この内容は、ETSS 導入推進者認定制度に対応した育成プログラムにも盛り込まれる予定である。

(2) ETSS 導入・運用プロセスの明確化

ETSS を導入・運用する際の課題として「どのような作業をどのように実施していけばよいか分からない」というものがある。「組込みスキル標準 ETSS 導入推進者向けガイド」では、スキル診断を中心に、標準的な作業手順及び成果物を示しているが、このような課題から、更に実際の活動に即した詳細なプロセスを紹介する必要があると判断した。また、実証実験や実際に導入されている企業等から、業務の自動化・省力化のためのツールの要求も出てきている。

このような状況からツール開発も見据えた ETSS の導入・運用にかかわるプロセスについて検討することとした。

検討結果は、ETSS 導入・運用プロセス定義書としてまとめ、ETSS 導入推進者認定制度及び ETSS 導入推進者育成プログラムの中に反映していく予定である。なお、ETSS のツールについては、既に民間で同じ目的のツールが開発・運用されている状況もあり、SEC での開発は見送ることとなった。

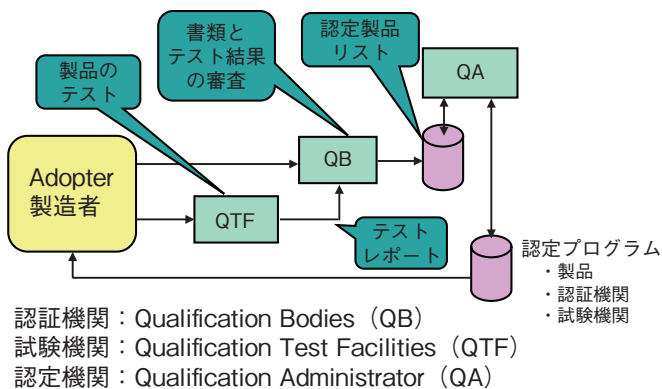


図 6 国際認証の枠組み

(3) 国際展開への活動

国内企業のスキルチェーンを考えるとグローバル化は避けて通れない課題となる。海外での拠点において現地の技術者を雇用する、海外企業に製品・開発を発注する例は珍しくない。また日本の活動とは別のスキルについての標準化等の国際的な動きも考慮しておく必要がある。このような状況の中、SEC は、ETSS の国際展開への取り組みを始めている。

2009 年度は ETSS の国際的な認知度を向上させる一環として、5月に「ETSS 国際シンポジウム」を東京で開催した。このシンポジウムでは、国際標準化団体である OMG^{※2} 副会長アンドリュー・ワトソン氏と ISO/IEC JTC1 SC36 カナダ代表委員であるシモーネ・ロートン氏による国際標準化活動に関する講演もあり、また ETSS を実際に導入した企業、組織からの事例が発表された。国内外から参加していただいた約 280 名の方々に、ETSS に関連した様々な情報を周知することが出来た [田中 2009] [ANDREW2009][SIMONE2009]。

また 6 月には OMG からの招聘に応じ、コスタ・リカサン・ホセで開催された、創設 20 周年記念会議「OMG TECHNICAL MEETING」に参加。GDTF^{※3} 及び MARS_PTF^{※4} に対して、ETSS の紹介、ETSS 普及活動の現状、及び ETSS のスキル基準をベースとするスキル管理の国際展開の考え方を講演した。

並行して ISO/IEEE での活動を通じ、ETSS と関連の深いスキルマネジメントに関連した欧米や国際標準化動向に

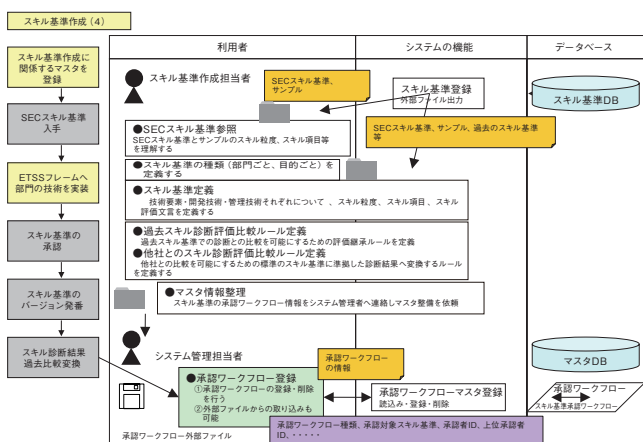


図 7 ETSS 導入プロセス例

※ 2 OMG : Object Management Group
 ※ 3 GDTF : Government Domain Task Force
 ※ 4 MARS_PTF : ミドルウェアと関連サービス・プレナリー・タスクフォース

関する情報を収集した。この活動からスキル定義における ETSS の優位性が確認出来た。そのため、ISO/IEC の Skill-Competency Semantic Information プロジェクトにおいて、スキルのメタモデルについて標準化の可能性を、ETSS を中心的な事例として検討を実施している [ETSS]。

また、「新版 組込みスキル標準 ETSS 概説書」(2009 年 11 月出版)及び、「組込みスキル標準 ETSS 導入推進者向けガイド」(2008 年 11 月出版)を英語に翻訳し、英文資料の整備を行った。翻訳された英文資料は、国内企業の海外での活動や ETSS の海外への普及活動で活用していく予定である。

4 JASPAR 次世代車載ソフトウェア開発プロジェクトへの貢献

自動車関連メーカのコンソーシアム (JASPAR^{※5}) による、国家プロジェクト「自動車向け共通基盤ソフトウェア開発事業」で標準的な開発手法として SEC の成果である、組込みソフトウェア開発技術ガイド (ESPR^{※6}、ESMR^{※7})、組込みスキル標準 (ETSS)、ソフトウェア開発プロジェクト可視化ツール (EPM^{※8} ツール) が採用された。SEC は、これらの手法・ツールの適用支援を通じ、プロジェクトの成功に大きく貢献した。

【ETSS が貢献した主要ポイント】

・ETSS による「技術者スキルの見える化」を行い、最適

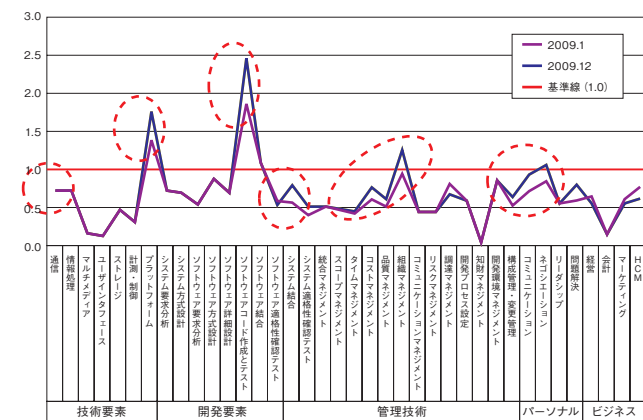


図8 JASPAR 次世代車載ソフトウェア開発プロジェクトにおける ETSS 利用 (JASPAR 自動車向け共通基盤ソフトウェア開発事業 成果発表会 (2010.2.18) 資料より)

※5 JASPAR : Japan Automotive Software Platform Architecture

※6 ESPR : Embedded System development Process Reference, [改訂版] 組込みソフトウェア向け 開発プロセスガイド ESPR Ver.2.0

※7 ESMR : Embedded System project Management Reference, 組込みソフトウェア向け プロジェクトマネジメントガイド [計画書編] ESMR Ver.1.0

※8 EPM : Empirical Project Monitor, 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

平成 17 年 平成 18 年 平成 19 年 平成 20 年 平成 21 年 平成 22 年

SEC:組込みスキル標準 (ETSS) の策定と有効性を実証

■ETSSの策定作業を開始し、基本構造を確定

■企業の協力を得て、ETSSによるスキル可視化の実証実験開始

■ETSSによって、人材を人財として生かす新しい経営の考え方を提示

ETSS導入推進者のキャリア定義と育成準備を開始

ETSSの応用活動を民間主導で進める準備に着手

SMA:民間主体にETSSの活用拡大を加速

4月:民間企業による協会設立への検討開始

7月:一般社団法人組込みスキルマネジメント協会を登記

11月:設立並びに活動開始を発表

1月:活動開始

図9 ETSS 普及促進の経緯と今後の展開

なチーム編成を実現すると共に、技術者のスキル向上も確認。

・ソフトウェア開発プロジェクト可視化ツール (EPM ツール) を活用し、プロジェクトの進捗状況の把握及び技術者のスキルとの相関分析を実施し、リアルタイムで事業の改善につなげる仕組みを構築。

5 トピックス

現在、SEC の ETSS に関する活動は標準の整備及び普及が中心である。今後は、企業等での ETSS の実運用がますます重要となってくるが、その活動主体は企業等いわゆる民間側となっていくべきである。2009 年 7 月に設立された一般社団法人組込みスキルマネジメント協会は、その期待を担うものである。SEC は、ETSS の効果的な普及を目的として、同協会と緊密な連携を取りながら 2009 年度成果としてあげた ETSS 導入推進者認定制度、国際展開等を中心に活動を展開していく予定である。

参考文献

- [ANDREW2009] Andrew Watson : 国際標準への、速くて開かれた道に参加すること, SEC journal No.18, pp.260-263, 2009
- [ETSS] IPA/SEC : SEC journal 別冊 ETSS 特集号, 2009
- [SEC2008-1] IPA/SEC : SEC BOOKS 組込みスキル標準 ETSS 概説書, 翔泳社, 2008
- [SEC2008-2] IPA/SEC : SEC BOOKS 組込みスキル標準 ETSS 導入推進者向けガイド, 毎日コミュニケーションズ, 2008
- [SEC2009-1] IPA/SEC : SEC BOOKS 組込みスキル標準 ETSS 教育プログラムデザインガイド, 翔泳社, 2009
- [SEC2009-2] IPA/SEC : SEC BOOKS 新版 組込みスキル標準 ETSS 概説書, 翔泳社, 2009
- [SIMONE2009] Simone Laughton : 新しいスキル、コンピテンシ国際標準の進展, SEC journal No.18, pp.264-267, 2009
- [田中 2009] 田中 秀明 : ETSS 国際シンポジウムレポート, SEC journal No.18, pp.258-259, 2009



定量的マネジメント領域

SEC エンタプライズ系プロジェクト
 研究員

三毛 功子

SEC エンタプライズ系プロジェクト
 研究員

小林 健児

SEC エンタプライズ系プロジェクト
 研究員

神谷 芳樹

SEC エンタプライズ系プロジェクト
 研究員

秋田 君夫

定量的マネジメント領域では、システムの開発・運用における信頼性と品質の確保、及び生産性向上に資することを目的として活動している。具体的には、開発・運用の各工程において、定量データの活用を中心に可視化して管理を行う手法や、内外の成功・失敗事例を収集して検討を行い分析・整理し、それら成果の普及展開を行っている。

本領域は、以下の4つのワーキンググループ（WG）に分かれて活動している。

・ 定量データ分析 WG

定量データ分析と活用方針の審議、及びベンチマーキングの国際標準化をサポートする。

・ 定量的品質管理 WG

システム開発において実践されているソフトウェアの品質予測の方法及びノウハウの検討・普及を図る。

・ プロジェクト見える化 WG

システムのライフサイクルにおけるリスクマネジメントや信頼性等にかかわるプロジェクト見える化の技法確立を目指す。

・ 価値指向マネジメント WG

IT 投資や調達における意思決定方法のフレームワークを策定する。

以下に具体的な体制と活動内容を示すが、4つのWGでの検討とその結果は相互に連携しており、定量的マネジメント領域の成果や考え方の普及、及び国際標準化に展開している。また、WGと連携して関連するツールの開発も行っている。

1 定量データ分析 WG

(1) 定量データの収集とソフトウェア開発データ白書の出版

① 「ソフトウェア開発データ白書 2009」の出版

2008 年度にデータ提供企業 22 社の協力を得て、収集した累計 2,327 件のプロジェクトデータを分析・整理した結果を、「ソフトウェア開発データ白書 2009」として 2009 年 9 月に発行した [データ白書 2009]。

本書では、工数計画やレビュー計画の参考になるような工程別の情報、信頼性要求レベルと各種測定要素との関係、並びに改良開発プロジェクトにおける母体プログラムの規模と各種測定要素との関係を、新たな分析結果として追加

した。

② 「ソフトウェア開発データ白書 2010」に向けたデータ収集と分析

2009 年度は、新たに 257 件のプロジェクトデータを収集・精査し、累計 2,584 件のデータに対して新たな切り口を加えた分析を行い、2010 年度発行予定の「ソフトウェア開発データ白書」に向けた素案を作成した。

新たな分析の切り口として、以下の2つが挙げられる。

・ Type を収集項目に追加

「重要インフラ情報システム信頼性研究会報告書」では、ソフトウェア不具合等に起因したシステム障害の社会的・経済的影響度合いに応じてシステムを4つの Type に分類している。この分類と SEC で収集したプロジェクトデータとの相関を分析した。そのため 2009 年度は Type を収集項目に追加した。

・ 中堅・中小企業向けに強化

中堅・中小企業では、詳細設計や製作を中心とした部分的な請負が多いと考えられることから、これら企業での定量データの利用拡大を図るため、この2工程に重点を置き、まだ白書で未分析の項目（例：制作工程のレビュー指摘件数等）を新たな分析項目として追加・検討した。

(2) 国際標準化活動の支援

ISO/IEC JTC1/SC7/WG10/SG4 で国際標準化が進められている ISO/IEC 29155 シリーズ (IT プロジェクト性能ベンチマーキングの枠組み) の日本案作成を支援するため、本 WG にて委員各社のベンチマーキング事例を調査した。とくに、第1部（概念と定義）用の枠組みモデルとして日本が提案するモデルを各社での取り組みと比較検討し、実利用現場との乖離が無いモデルとなるよう過不足を検討した。現在、その結果を踏まえた日本提案の枠組みモデルが採録された規格案が国際投票中である。

(3) 定量データ分析関連で提供しているツール

定量データに基づくソフトウェア開発の普及・拡大を目的に、本 WG の成果を活用し、各組織における定量的プロジェクト管理及びその実践を推進するため、データの収集・分析に役立つ以下の2つのツールの開発及び利便性の向上を行った。

・ スタンドアロン型プロジェクト診断支援ツール

・ 定量データに基づくプロジェクト診断支援ツール

① スタンドアロン型プロジェクト診断支援ツール [支援ツール B]

定量的アプローチを始めるにあたり、何を参考に、どのように取り組んで良いか分からない、または、効果がすぐに出ないため初期費用が掛けられないといった問題がある。そのため、なかなか定量的アプローチが開始出来ないでいる組織向けに Excel ベースのツールを開発し、SEC Web サイトからダウンロードして利用出来るようにした。本ツールではプロジェクトデータの登録・蓄積及び図表の作成が可能である。

「ソフトウェア開発データ白書」で収集しているデータ項目は、必須項目 41 をはじめ 400 以上ある。しかし、そのままでは、これから始めようとする組織にとってハードルが高いため、WG で検討したデータ項目数の絞込みの成果を、簡易版の入力項目（必須 15 項目）として活用した。

② 定量データに基づくプロジェクト診断支援ツール [支援ツール A]

このツールは WG の成果の 1 つである「ソフトウェア開発データ白書」と同じデータを用いた Web システムである。「ソフトウェア開発データ白書」に掲載されている図表の参照や、利用者が自社のデータをその図表に重ねて表示しベンチマーキングが出来る機能等を備え、紙媒体である「ソフトウェア開発データ白書」を補完している。そのため、毎年データを更新している。

2 定量的品質管理 WG

(1) 活動の背景

2007 年度、定量的品質評価手法の集約をテーマに参加委員所属会社で実践している品質予測手法を元に、定量的品質予測の考え方や枠組みを事例と共にまとめ、「SEC BOOKS 定量的品質予測のススメ ～ IT システム開発における品質予測の実践的アプローチ～」[SEC2008] を刊行した。2008 年度は、参加委員も増え、検討を進めて次の 2 テーマでプロジェクトチーム (PT) を立ち上げて検討を開始した。期間は 2008 年、2009 年の 2 年である。

- ・ 上流工程における品質管理方法
- ・ 定量的品質管理の普及

① 上流工程における品質管理方法

システム稼働後に発生する障害の原因分析によれば、上流工程が問題であることが多い。よって上流工程（要件定義、基本設計）の品質評価・管理手法を参加企業のノウハウと収集した事例を体系化し、ガイドとしてまとめることとした。2008 年度は情報収集を実施し企業 5 例、団体 1 例、大学 5 例の事例を調査した。その結果、成果物の品質を評

価する事例がレビュー以外には見つからず、更に上流工程の品質評価手法を調査することとした。

② 定量的品質管理の普及

定量的品質管理の必要性が理解されているのに現場への普及が進んでいない現状から普及の阻害要因を明らかにし、「定量的品質管理」が現場で活用される方法を考える。2008 年度は委員による阻害要因の分析を実施した。

(2) 実践的な品質管理手法の検討と成果物

2009 年度は、2008 年度の活動を「続 定量的品質予測のススメ - 定量的品質管理実践ガイド (仮)」としてまとめた。

本ガイドは、下記に説明した 2 部の構成からなっており、2010 年 3 月末にパブリックコメントを実施し (<http://sec.ipa.go.jp/pubcom/20100330a.html>)、正式版を 2010 年秋口公開予定である。

① 上流工程における品質管理方法

ユーザ企業やベンダ企業で実践されている、上流工程の定量的な品質管理方法を体系化し、設計工程の品質管理の考え方を整理し、以下の体系で上流工程での品質管理の考え方、組織的な活動やプロジェクトでの活動を解説した。

- ・ 組織的準備：標準プロセスとガイドラインの整備
- ・ 目標設定：品質管理方法と目標の設定
- ・ 測定：品質データの測定と収集
- ・ 分析・対策：品質分析と対策の実施

また、実践する上で必要となる知識や観点をコラムとして掲載している。

② 定量的品質管理の普及

2008 年度作成した阻害要因の構成図（阻害要因ツリー）をブラッシュアップし、更に対応策を参加企業のノウハウによって作成した。定量的品質管理に一步を踏み出すためのアドバイス集となる。

(3) 「信頼性向上のための情報システム開発上流工程における品質評価手法に関する調査」の実施 [SEC2010-1]

国内外で取り組まれている情報システム開発の成果物の信頼性を評価するための手法を研究レベルから実用レベルまで精査し、現状を把握し、かつ実現可能な手法を提案することを目的として、調査を行った。

背景には成果物の品質を評価する事例がレビュー以外には見つからなかったことによる。

125 例を収集し、うち 14 例に関してヒアリング等実施して深堀りした。評価手法に関してレビュー、分析、シミュレーション、プロトタイプングの 4 分類があることが分かった。WG にて適宜レビューを行った他、今後の活動の

参考とする。

(4) SEC セミナー開催と成果物へのフィードバック

2008 年度から 4 回 / 年で SEC セミナー「定量的品質予測のススメ - IT システム開発における品質予測の実践的アプローチ」を実施した。本セミナーでは「定量的品質予測のススメ」をベースに、IT プロジェクトのシステム開発において企業で実践されているソフトウェアの品質予測の具体的な方法・ノウハウを紹介した。

また「ワークショップ形式の交流会」を併設し、事前配布の阻害要因ツリーに関して、テーマごとにグループを分けて議論し、参加者から好評を得た。

本ワークショップには WG メンバも各グループにファシリテータとして参加し、議論の内容は、WG 活動に持ち帰り、阻害要因ツリーとその対応策へフィードバックした。

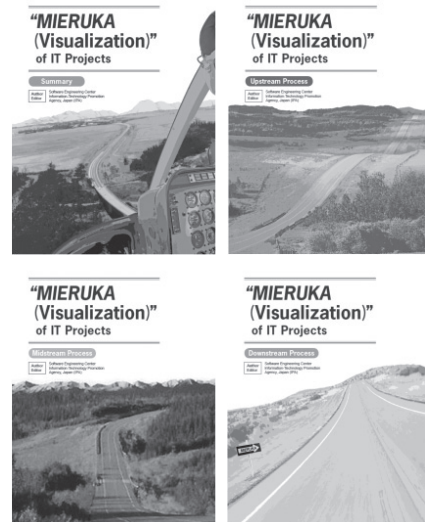


図 2 「見える化本」英訳版 [SEC2010-2] の表紙

保守工程は、これまでに SEC BOOKS としてまとめた上流、中流、下流の各工程と比べて格段に多くの要素を内包し、検討の範囲が広がり気味で、具体的な出版物にまとめるに至らなかったが、事例集を中心とする基礎的な検討素材を得ることが出来た。今後、範囲を絞りながら検討成果を整理し、次の WG へ引き継ぐ予定である。

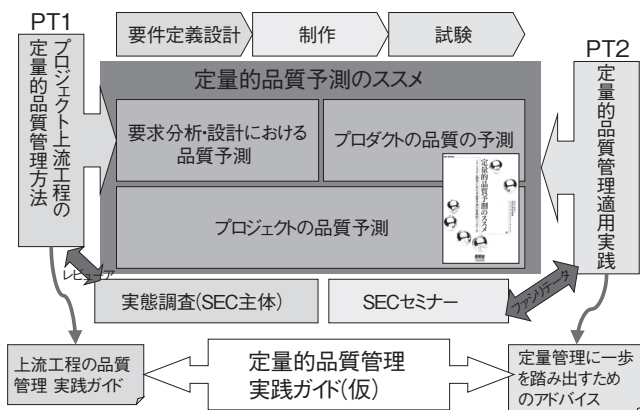


図 1 定量的品質管理 WG の活動と成果物

3 プロジェクト見える化 WG

(1) 保守工程を視野に置いたプロジェクト可視化技法の検討

これまで SEC BOOKS 「IT プロジェクトの『見える化』」4 分冊の出版等を手がけてきた部会の活動を引き継いだプロジェクト見える化 WG は、2008 年度に引き続き 2009 年度、保守工程を視野に重要インフラ系のシステムに焦点を合わせて、高水準システム高信頼化のエンジニアリングとマネジメントの検討を進めた。高信頼化エンジニアリングでは、失敗事例を収集し、事例ごとに安全機能・サービス維持機能を洗い出し、分類・整理、体系化する試みを行った。高信頼化マネジメントでは、過去に発生した重大トラブルの原因をリスクマネジメントの視点に置き換えて、とくに経営者、上級者を対象にマネジメント上の留意点に整理する試みを行った。

(2) 普及活動と国際展開の準備

これまでの成果の普及を図るため、全国で「IT プロジェクトの『見える化』」を対象とした SEC セミナーを実施した。当該セミナーは毎回盛況で、メールや個別相談等も寄せられた。

また、各種 SEC 成果の国際標準化に向けた理解増進や日本企業のソフトウェア開発国際化のニーズに応えることを目的に、SEC BOOKS 「IT プロジェクトの『見える化』」4 分冊のそれぞれから一部を英訳した。英訳範囲は、見える化手法の全体像を把握出来る総集編の前半（第 1 章～第 5 章）と、実際に見える化手法を実行出来るように、上流工程と下流工程の全チェックシート、ヒヤリングシート、失敗事例集、及び総集編に収録されている全工程の導出尺度一覧、そして、上流工程と下流工程をつなぐ中流編の第 6 章で、全体で英文にして 280 頁になる。英訳は SEC Web サイトから PDF で公開した。

更にこうした SEC のプロジェクト可視化に関する活動の国際的な認知度を高め、国際的な交流を図るために、国際会議、ProMac Symposium 2009（2009 年 10 月、タイ国・バンコク）、IWSM/Mensura 2009（2009 年 11 月、オランダ・アムステルダム）及び海外ジャーナル Project Management Journal で関連論文を発表した [TATEISHI2009][OHTAKA2009][MITANI2009]

[OHTAKA2010]。

4 価値指向マネジメント WG

(1) IT-VDM の解説書の検討

2008 年度成果である「価値指向マネジメントフレームワーク IT-VDM/VOM 概要版^{*1}」の詳細化に向けた検討を行った。

IT-VDM/VOM は、VDM^{*2} と、VDM を適用するための実践的な手法である VOM^{*3} から構成される。想定される利用者は、ソフトウェア、システム、サービス等の無形財の利用、開発、保守、運用、破棄等の様々な局面において意思決定する人たちである。

2008 年度の概要版では幾つかの実際の事例を IT-VDM 価値マトリクスに当てはめ、どのように表現するかを試みた。2009 年度は理解しやすさの向上を目指し、価値ドメイン、価値プロセス、価値局面、価値指向マネジメントを詳細に解説した。また、その詳細化の過程で価値問題フレームを導入し、幾つかの局面を含む事例を想定しケーススタディを行った。その成果物は近々公開する予定である。

(2) 「情報システム導入時の価値評価と合意形成に関する調査」の実施

この調査では、情報システム開発にかかわるステークホルダが様々な局面で意思決定するための方法、またステークホルダ間の合意形成方法を分析し、整理・モデル化を行った。企業での情報システム導入時の生の声を収集した狙いは、情報システムの価値・効果を元に意思決定する過程・方法の調査結果が、実際の場面で活用されることである。

詳しくは、2010 年 3 月に公開した「情報システム導入時の価値評価と合意形成に関する調査^{*4}」報告書、及び SEC journal 20 号の技術解説記事「システム開発プロジェクトにおける意思決定実態調査^{*5}」を参照されたい。

なお、この調査では、価値指向マネジメント WG の成果物である IT-VDM/VOM に関する知見を活用した。

参考文献

[MITANI2009] Yoshiki Mitani, Hiroshi Ohtaka, Noboru Higuchi, Ken-ichi Matsumoto : A Proposal for an Integrated Measurement and Feedback Environment "MIERUKA" for Software Projects Based on the Empirical

Study of Three Measurement Domains (Industry paper) ; IWSM/Mensura2009, Nov.2009, Amsterdam

[OHTAKA2009] Hiroshi Ohtaka, Yoshiki Mitani, Yoshiaki Fukazawa : Proposal for Applying the MIERUKA of IT Project to Non Japanese Asian Countries : ProMac Symposium2009, Oct.2009 Bangkok Thailand

[OHTAKA2010] Hiroshi Ohtaka, Yoshiaki Fukazawa : "Managing Risk Symptom : A Method to Identify Major Risks of Serious Problem Projects in SI Environment Using Cyclic Causal Model", Project Management Journal, Volume 41 Issue 1, Mar. 2010

[SEC2008] IPA/SEC : SEC BOOKS 定量的品質予測のススメ ~ IT システム開発における品質予測の実践的アプローチ~, オーム社, 2008

[SEC2010-1] IPA/SEC : 信頼性向上のための情報システム開発上流工程における品質評価手法に関する調査報告書, 2010, <http://sec.ipa.go.jp/reports/20100331b.html> で公開

[SEC2010-2] IPA/SEC : Public subscription of English edition of SEC BOOKs series "MIERUKA (Visualization)" of IT Projects. May. 2010, <http://www.ipa.go.jp/english/sec/reports/20100507b.html>

[TATEISHI2009] Joji Tateishi, Yoshiki Mitani, Katsutoshi Shintani : Japanese Policy of Information Technology Promotion (Special Lecture) : ProMac Symposium2009, Oct.2009 Bangkok, Thailand

[支援ツール B] IPA/SEC : スタンドアロン型プロジェクト診断支援ツール, <http://sec.ipa.go.jp/tool/pasa.html> よりダウンロード出来る

[支援ツール A] IPA/SEC : 定量データに基づくプロジェクト診断支援ツール, <https://sec.ipa.go.jp/login.html> よりダウンロード出来る

[データ白書 2009] IPA/SEC : ソフトウェア開発データ白書 2009 ~ 2327 プロジェクト 定量データ分析で分かる開発の最新動向~, 日経 BP 社, 2009, <http://sec.ipa.go.jp/press/20090910.html>

※1 価値指向マネジメントフレームワーク IT-VDM/VOM 概要版 : <http://sec.ipa.go.jp/reports/20090415.html>

※2 VDM : Value Domain Model, 価値ドメインモデル

※3 VOM : Value Oriented Management, 価値指向マネジメント

※4 情報システム導入時の価値評価と合意形成に関する調査 : <http://sec.ipa.go.jp/reports/20100330c.html>

※5 システム開発プロジェクトにおける意思決定実態調査 : SEC journal No.20, p.13, 2010, <http://sec.ipa.go.jp/secjournal/index.html>



ビジネス・プロセス改善領域

SEC エンタプライズ系プロジェクト
 研究員
新谷 勝利

SEC エンタプライズ系プロジェクト
 研究員
長谷部 武

SEC エンタプライズ系プロジェクト
 研究員
倉持 俊之

2009年度のビジネス・プロセス改善領域では、これまでの成果を生かしてより良いITシステムの利活用が出来ることを目指し、以下の2つのワーキンググループ(WG)で活動を展開した。また、ISO/IEC JTC1/SC7の関連WGへ両WG委員が参加することにより、国際標準化の動きとの同期を図っている。

・プロセス共有化 WG

共通フレームについて、『SEC BOOKS 共通フレーム 2007 第2版』[共通フレーム 2007]の発行を機にセミナー開催や講演を行い普及推進を図った。また、共通フレーム及び「超上流から攻めるIT化の原理原則17ヶ条」[SEC2006]の活用事例の収集を行い、解説を加え、書籍発刊の準備を行った。また、ビジネス環境の変化等も踏まえてシステムライフサイクル全般から再度見直しを行い、新たな課題をテーマに検討を進めている。

・プロセス改善 WG

プロセス改善活動が継続的に世の中で推進されるための方策として、ISO/IEC 15504に準拠したプロセス診断改善モデル及び手法「SPEAK IPA版」の改訂を検討した他、改善推進者の育成、簡易プロセス改善手法の開発、ベストプラクティスによる啓蒙といったテーマについて検討を重ね、実践した。

1 プロセス共有化 WG

(1) WGの目的

プロセス共有化WGは、経済産業省 開発プロセス共有化部会の時代より、以下の目的を持って活動している。

- ・ソフトウェア及びシステムのライフサイクルプロセスの正しい理解と適用を実現し、失敗リスクを低減させてプロジェクトの生産性と品質を向上させ、日本のIT産業を含む産業界の競争力を強化する。
- ・ユーザ、ベンダが合意出来る、産業界での新しいルール及びガイドラインを設定し、普及を図る。
- ・ユーザ経営層、企画・業務部門、エンドユーザ、情報システム部門、ベンダ等のステークホルダ(利害関係者)間で、ライフサイクルプロセスにおける役割分担と責任を明らかにする。
- ・常に原点に立ち戻り、問題の根本原因を解決する。

(2) 活動成果

当初の計画に沿って以下の活動に地道に取り組んだ。

- ・書籍『SEC BOOKS 共通フレーム 2007 第2版』の発行
- ・共通フレーム及び「超上流から攻めるIT化の原理原則17ヶ条」(以下、“原理原則17ヶ条”と記述)の活用事例の収集
- ・原理原則17ヶ条を成功プロジェクト/失敗プロジェクトに当てはめた場合の事例分析とその小冊子化
- ・課題「運用に入る前の要求品質の確保」の議論
- ・普及促進のためのセミナー開催や講演
- ・国際標準化活動(SC7/WG7)への委員参画

以下、上記のうちとくに重要な成果を中心に報告する。

①『SEC BOOKS 共通フレーム 2007 第2版』の発行

第1版発行後丸2年振りに改訂し、第2版を2009年10月1日に発行した。第2版では、保守開発にあたってこれまで認識が薄かった保守の取引問題にメスを当てている。すなわち保守のタイプごとに新規開発の全容の中で、どのような作業が必要なかを明らかにする体系図を明示する等、取引の改善にも大きく寄与する内容も盛り込まれている。この第2版の内容は、第1版と比べて、その記述の正確性向上、最新情報の反映、解説の充実等の観点から、IT化に係るユーザ企業/ベンダ企業双方にとって有益なものである。なお、今回は内容の充実であったことや、政府機関を含む諸団体や各企業が基準や報告書等において、共通フレーム2007という名称を使用しており変更することによる影響を考慮し、名称はそのまま使用することとした。

② 原理原則17ヶ条の事例分析と小冊子化

『SEC BOOKS 経営者が参画する要求品質の確保～超上流から攻めるIT化の勘どころ～第2版』の普及活動によって「超上流の重要性」が浸透しつつある。また原理原則17ヶ条もその簡潔で、的を射た表現がメッセージ性を有することから、IT企業内部での教育コンテンツとして大いに利用されている。このような普及・啓蒙を更に進展させるために、当WGでは「原理原則17ヶ条事例の小冊子化」をテーマにWG委員及びSEC関係者の協力を得て、プロジェクトの事例を集め、原理原則17ヶ条と関連付けて各プロジェクトがなぜ成功したのか、あるいはうまくいかなかったのかを評価し、文書化した。今後、これを基にSEC BOOKSとして発行予定である。

③「運用に入る前の要求品質の確保」の議論

ITシステム（ソフトウェア）は、業務で使われてはじめて価値あるものとなる。しかも、単に使われるだけではなく、いかに業務に役立っているかがポイントとなる。そのために、ITシステムの開発プロセス以前、すなわち超上流（企画プロセスと要件定義プロセス）の段階から「役立つシステム」にするべく、要求品質を確保し、企画→要件定義→開発へと進むことが肝要である。このような問題意識の下で、当WGでは、以下に示す議論を開始し、2010年度も継続して取り組む。

【WG委員の様々な問題意識（意見の一部）】

- ・開発側は、保守/運用する立場でも考えるべきだ。
- ・どういう設計をすれば、保守を減らせるだろうか。
- ・業務要件を定義する上で、実現可能性を確認出来る人達も一緒になって取り組むことが必要なことを、もっと明確に示すべきだ。
- ・運用/保守の「見える化」が弱い。どう取り組むか。
- ・稼働中の多くのシステムで何百件もの保守案件が動いている。このような状態を目に見えるようにしたい。このような状態は、関係者間のコミュニケーションの負荷が高く、現場では大変な苦勞をしている。しかしながら、経営的な問題としては認識されていない。
- ・システムが複雑化し運用サービスレベルも昔ほど簡単には収集/推定出来なくなっている。開発のときから、仕組みを考えないといけない。

これらのテーマについては奥が深く、まだまだ検討に時間を要するが、ユーザ企業の利用者にとって、またベンダ企業の開発者にとっても有益なメッセージを発信していきたいと考えている。

④ 共通フレームを主題とした SEC セミナーの開催

第2版の普及・啓蒙を図るために、各地域（仙台、大阪、広島、福岡、新潟、東京2回）で講演を行った。またシステム監査学会等の要請にも応えて講演し普及に努めた。とくに2008年度と同様、東京においては共通フレームの具体的適用事例に関する講演2件を含む半日間のセミナーを企画し、多くの参加者を集めることが出来た。

今後も、アンケートに寄せられた様々な受講者ニーズを踏まえたセミナーを企画して開催していきたい。

(3) 今後の予定

2010年度には、以下を実施する。

- ・書籍『(仮題) 実務に活かす IT 化の原理原則 17ヶ条 ～プロジェクトを成功に導く超上流の勘どころ～』発行
- ・「運用に入る前の要求品質の確保」の議論
- ・システムライフサイクルプロセスから見たプロセスの検討



図1 2010年3月 SEC セミナーの風景

プロセス共有化 WG では、常に原点に立ち戻り、「プロセス共有化」の立場で、我が国の情報システムに係る問題の根本原因を解決していく所存である。

2 プロセス改善 WG

プロセス改善 WG は、IT 利活用及びシステム開発に係る組織能力向上を狙いとして、プロセス改善手法について研究し、その成果を普及促進している。これまでに、プロセス改善ナビゲーションガイド～なぜなに編～ [SEC2007-1]、～虎の巻編～ [SEC2009]、～プロセス診断活用編～ [SEC2007-2]、～ベストプラクティス編～ [SEC2008]の提供とプロセス診断ツール < SPEAK IPA > の公開及び実証実験を行ってきた。2009年度は、プロセス改善活動が継続的に世の中で推進されるための方策として、以下の5テーマについて活動した。

- ・簡易プロセス改善手法パッケージの開発
- ・普及を目指したアセスメントモデル等の改良
- ・プロセス改善推進者の育成
- ・プロセス改善ワークショップによる啓蒙
- ・プロセス改善 QIP/GQM 手法の展開

① 簡易プロセス改善手法パッケージの開発

モデルベースのアセスメントは、経験を持った見識ある専門家の協力が必要であると言われている。プロセス改善になじみのない人たちにとって敷居が高いと思われることも事実である。プロセス改善をこれから始めようとする組織を対象に、課題や目的から改善策を自ら導き出す方法について構想を練ってきた。今回考案した「自己・チーム診断プロセス改善ツール」は、日頃、プロセス上での課題を感じている品質保証担当者やプロジェクトリーダー、担当者等が、議論をしながら、自ら答えを導き出していくことを基本にしており、利用者にはプロセスモデルを意識さ

テーマと課題 <small>例: 要求がなかなか固まらず、かつプロジェクトの終盤まで何度も変更対応を行う必要がある</small>	この問題にどのように対処したいか
現在どのような方策か	現状及び対処法の間水水準(競争力)、他の方策
・現在の方策の、目的に照らした実効性 ・有効性の自己評価	この問題の背景指摘(自分ではコントロール出来ない面を含む)
・現在の方策の、目的に照らした不十分点(消費者・エンドユーザ影響を含む) ・改善すべき点があるとすればどこか	対処法のコストと影響、改善に失敗した場合の影響
	対処実施のコミュニケーション

図2 自己・チーム診断プロセス改善ツールの一部(ワークシート)

せずに、現場の事情に合ったやり方を導き出すことをナビゲートするものとした。2009年度は、開発現場エンジニア向けにスコープを絞り試作版を作成、ワークショップの場で有効性を確認し、併せて改善点もピックアップした。

ワークショップでは、ある程度の指導や訓練を行うことで、経験の浅い人にとってもツールが改善への道しるべになり有効であることが確認出来た。2010年度は更に内容を拡充させ、ガイドの整備等を行い一般への公開を目指している。

② 普及を目指したアセスメントモデル等の改良検討

2008年度までに行った実証実験を通じて明らかになった幾つかの課題の中から、アセスメントを実施する人による評価のばらつきを少なくするための方策を検討した。その結果、アセスメント手順の改訂検討の優先度が高いと判断し、改訂案を検討・作成している。他にアセスメント実施者に対する要件、アセスメントモデルの見直し等の課題も挙がっており、これらについては今後の改良項目として取り組んでいくこととした。

③ プロセス改善推進者の育成

プロセス・アセスメントは、プロセスの観点から評価を行って強み・弱み・リスクといった点を明らかにし、改善のきっかけとすることが出来る。しかし、この結果がその後の改善活動につながらないという残念なケースも散見されている。改善活動につなげるためには、対象プロセスについて経験・見識のある人が改善を推進するのが効果的である。このため、該当プロセスに十分見識のある人が改善推進のノウハウを習得して改善に望むのが良いと考え、改善推進者育成に向けたワークショップを試みた。

ワークショップでは、多種多様な参加者が交わることで新たな「気づき」が生まれることを確認し、更に改善を推進する人たちが抱える問題等も拾い出した。2010年は引き続きワークショップを実施し、どのようなカリキュラムが有効かを検討する予定である。

④ ベストプラクティスによる啓発活動

改善の効果が見られた事例/技術をセミナーの場で紹介し、ディスカッションを通じてこれらの有効な活用方法はどのようなものかを検討した。今後も引き続き同様の場を設け、改善へどのように役立てることが出来るかを検討していく予定である。

⑤ 経営者へのメッセージ

プロセス改善 QIP/GQM 手法を用いた経営計画策定の実証実験を行った他、「経営者にプロセス改善に関する認識を深めていただく」ということを活動の柱として、産官学のプロセス改善国家プロジェクトを推進してきているデンマークからの報告を題材に討議した。

今後は、経営層に対して、日本国内でのプロセス改善の認識をもアピール出来る仕組みや仕掛けを検討する予定である。

⑥ その他

SECセミナーとして、各地域(東京、仙台、大阪、広島、福岡、名古屋、新潟、札幌 計10回)で講演やワークショップを実施し、プロセス改善の普及及び浸透を図った。とくにプロセス改善の第一線で活躍しているWG委員の講演やワークショップは参加者の気づきが多く、満足度の高いセミナーとなっている。

2010年度は、これらのテーマをそれぞれ関連付けた枠組みとして、プロセス改善の仕組み及び仕掛けが有機的に結び付いた活動に練り上げていきたいと考えている。

3 おわりに

今回報告したWG活動は、産学界から参画いただいている委員の皆様により推進されています。当領域を取りまとめている当領域の部会長である富士通株式会社の村上憲稔領域長、東京海上日動システムズ株式会社/株式会社アイネスの菊島靖弘副領域長をはじめ多くの委員の皆様へ、この場を借りて厚く御礼を申し上げます。

参考文献

- [SEC2006] IPA/SEC: SEC BOOKS 経営者が参画する要求品質の確保～超上流から攻めるIT化の勘どころ～第2版, オーム社, 2006
- [SEC2007-1] IPA/SEC: SEC BOOKS プロセス改善ナビゲーションガイド～なぜなに編～, オーム社, 2007
- [SEC2007-2] IPA/SEC: SEC BOOKS プロセス改善ナビゲーションガイド～プロセス診断活用編～, オーム社, 2007
- [SEC2008] IPA/SEC: SEC BOOKS プロセス改善ナビゲーションガイド～ベストプラクティス編～, オーム社, 2008
- [SEC2009] IPA/SEC: SEC BOOKS プロセス改善ナビゲーションガイド～虎の巻編～, オーム社, 2009
- [共通フレーム2007] IPA/SEC: SEC BOOKS 共通フレーム2007 第2版～経営者、業務部門が参画するシステム開発および取引のために～, オーム社, 2009



要求・アーキテクチャ領域

SEC エンタプライズ系プロジェクト
 研究員
 小林 健児

SEC エンタプライズ系プロジェクト
 主査
 藤瀬 哲朗

SEC エンタプライズ系プロジェクト
 研究員
 柏木 雅之

要求・アーキテクチャ領域では、情報システムを開発する上流工程を見直すことにより、システム要件の定義を確かなものへとするための研究に取り組んでいる。その目的は、それ以降の工程での開発者の認識の齟齬による手戻りを減らすことや、運用開始後の障害発生による業務への影響を軽減させること等である。

また、2009年度の関連するトピックとしては、年度末に「システム基盤の発注者要求を見える化する非機能要求グレード検討会※1」（略称：非機能要求グレード検討会）から「非機能要求グレード」の譲渡を受けたことが挙げられる。

この領域及び非機能要求グレードに関する各ワーキンググループ（以下、WG）の活動成果は以下の通りである。

1 機能要件の合意形成技法 WG

(1) 活動成果

2009年度末に「機能要件の合意形成ガイド※2」を公開した。検討及びガイドの内容は次の通りである。

①「発注者ビューガイドライン」から「機能要件の合意形成ガイド」へ

同ガイドの前身である「発注者ビューガイドライン※3」は、開発者が、発注者に理解しやすい図表をどう書くか、どうレビューするかを中心にガイドするものであった。これを「発注者ビュー」と称したが、発注者が行うことをガイドする内容であるとも読み取れ、誤解の原因にもなっていると考えた。その解決を目指し、開発者のためのガイドから、発注者と開発者双方のためのガイドを目指し改訂を行った。

② 発注者視点の強化

発注者と開発者のためのガイドへと拡張すべく、外部設計工程における4つの作業の局面からコツの整理を行った（以下の括弧内は補足）。

- ・（業務要件を発注者が）言い切る／（開発者が）聞き切るコツ
- ・（開発者が）図表に書くコツ
- ・（開発者が）漏れ／矛盾をチェックするコツ
- ・（発注者と開発者が）一緒にレビューするコツ

③ 合意形成の進め方の提示

「発注者ビューガイドライン」並びに「発注者ビューガイドラインの活用と拡張※4」では、外部設計工程における時間軸を意識して、コツを適用する時期を仕掛期・充実期・完成期と表現した。さらなる議論の結果、合意形成は発注者と開発者の共同作業であり、段階を踏んで徐々に成熟するとの観点に立ち、時間軸というより、合意形成の段階のことを合意成熟度のレベル（仕掛レベル・充実レベル・完成レベル）と呼ぶこととし、概要編に考え方をまとめた（図1）。

④ 技術領域の拡張

発注者ビューガイドラインでは、システム振る舞い、画面、データモデルの各技術領域に関する3編であったが、以下の技術領域に関する3編を追加した。

- ・外部インタフェース編
- ・バッチ編
- ・帳票編

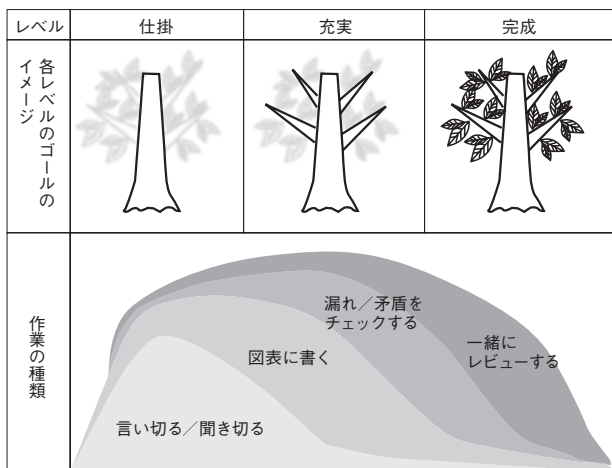


図1 合意成熟度のレベルと作業のウェイト

※1 システム基盤の発注者要求を見える化する非機能要求グレード検討会：ベンダ6社（株式会社NTTデータ、株式会社日立製作所、富士通株式会社、日本電気株式会社、三菱電機インフォメーションシステムズ株式会社、沖電気工業株式会社）からなる任意団体。2009年度末に解散。
 ※2 機能要件の合意形成ガイド：http://sec.ipa.go.jp/reports/20100331.html（2010年3月31日公開）
 ※3 発注者ビューガイドライン：http://sec.ipa.go.jp/reports/20080710.html（2008年7月10日公開）
 ※4 発注者ビューガイドラインの活用と拡張：http://sec.ipa.go.jp/reports/20090401.html（2009年4月1日公開）

これら追加した技術領域でも、システム基盤や運用に係る要件の考慮が重要であり、機能要件と密接に関連するいわゆる非機能要件に類することを無視出来ない。これについて、とくに外部インタフェース編、帳票編では、「発注者が事前に意識すべきコツ」としてまとめている。

(2) 今後の予定

この取り組みは、当WGの前身である発注者ビュー検討会^{※5}（2006年4月～2008年3月）発足から、5年目の節目を迎えた。この間の民間並びにSECでの活動の成果が「機能要件の合意形成ガイド」として結実した。これはひとえにワーキンググループ活動に参加いただいた委員の方々の尽力の賜である。この場を借りて感謝を申し上げたい。なお、2010年度は上期にこのガイドの次の展開を検討すると共に普及活動を進める予定である。

2 非機能要件とアーキテクチャ WG

(1) 活動成果

2009年度は、2008年度に引き続き2008年度に公開した「非機能要求記述ガイド」をベースに、ビジネスゴール及びビジネスリスクとアーキテクチャとの関係を示すモデルの1つとして、アーキテクチャ記述とアーキテクチャに関係する非機能要件の正確な記述方法に関する検討を行い、その結果をとりまとめた。検討内容は次の通りである。

① 検討のベースとなるサンプルの設定

非機能要件とアーキテクチャの関係を分かりやすく説明するために共通となる例を検討し、TOGAF^{※6}でも紹介されているPatterns for e-business^{※7}等のアーキテクチャパターンが明確なものを活用することとなった。

② 非機能要件記述の設定

非機能要件記述方法を設定するために以下の検討を行った。

(i) 非機能要件記述プロセス

ビジネスコンテキストの理解、情報システムのスコープ定義、要件の抽出と整理・仕様化、非機能要件の分析とコントロールケース（(iii)参照のこと）の抽出、アーキテクチャの検討、実現可能性確認をアプローチのベースとして繰り返し実施してそのアーキテクチャが実現可能なもの

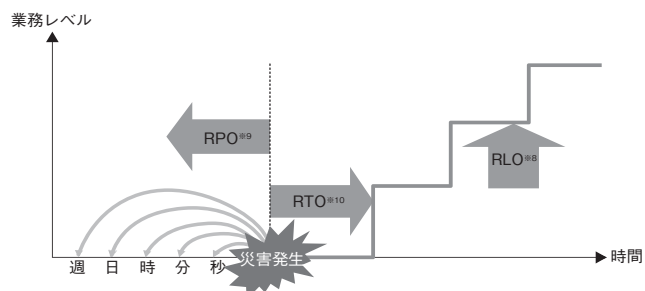


図2 非機能要件記述例（回復性の一部）

であるかどうかを検証し、ステークホルダ間で合意を形成する。

(ii) アーキテクチャ設計に関連する非機能要件

前回のガイドをベースに再整理を実施し、アーキテクチャに関連する非機能要件をその定義、説明、metrics、関連シナリオ等の項目立てで説明した。例えば「回復性」では、「障害によって下がってしまった業務レベルを指定されたレベルまで復旧するために、直接影響を受けたデータ、コンポーネントやハードウェアを回復する能力である。」として定義し、metricsとしてシステムへの影響だけではなく、ビジネスへの影響まで分析するため、障害発生後ビジネスを再開するまでの時間復旧レベル目標(RLO^{※8})や再開時の正常回復以外にも提供可能な各機能サービスレベルを調整した縮退や制限されたモードの設定、復旧時点目標 (RPO^{※9})、復旧時間目標 (RTO^{※10}) を図2のイメージで設定出来るとした。関連シナリオはフェールケース(コントロールケースの1つ)を挙げた。

(iii) コントロールケースによる非機能要件記述

ビジネスユースケースやシステムユースケースの観点で整理したユーザシナリオを考えると複雑な条件下（状況が変化する等）では、非機能要件とそれが満たされない場合の影響を検討することは難しい。そこで特定の状況下で非機能要件のインスタンスがどのようなようになるかを記述するためにコントロールケースを導入し、それを改良した。それにより想定外や将来発生し得る外部環境変化、障害等のシナリオに対応した非機能要件記述が可能となった。

※5 発注者ビュー検討会：実践的アプローチに基づく要求仕様の発注者ビュー検討会。参加企業は、株式会社NTTデータ、富士通株式会社、日本電気株式会社、株式会社日立製作所、東芝ソリューション株式会社、株式会社構造計画研究所、日本ユニシス株式会社、沖電気工業株式会社、TIS株式会社 の9社。

※6 TOGAF：The Open Group Architecture Framework

※7 Patterns for e-business：http://www.opengroup.org/architecture/togaf8-doc/arch/front.html

※8 RLO：Recovery Level Objective

※9 RPO：Recovery Point Objective

※10 RTO：Recovery Time Objective

③ アーキテクチャ記述の設定

(i) スコープの検討

アーキテクチャの定義を行い、アーキテクチャのスコープを設定した。また主要なビューとビューポイントとの関係をまとめた。スコープとしてエンタプライズアーキテクチャではソリューションアーキテクチャを設計する上で遵守する非機能要件の制約に位置付け、個別の問題領域を対象としたITシステムのソリューションアーキテクチャを対象とした。

(ii) 参照アーキテクチャを活用したパターン駆動アプローチ

アーキテクチャパターンの定義及び非機能要件との関係性を整理した。例えば複数の非機能要件としての品質特性の間にはトレードオフが存在する場合があるため、単独の品質特性の指標のみで考えてはいけないこと等を取り上げた。

(iii) アーキテクチャパターンの事例研究

参照アーキテクチャとしてTOGAFでも紹介されているPatterns for e-businessを題材としてアーキテクチャ記述の検討を行った。参照アーキテクチャを安易に導入することのリスクや、リスクを緩和するために、基本パターンと非機能要件の因果関係の可視化等を行った。

(2) 今後の予定

これらの検討結果をサンプルアプリケーションにより整理して解説する、「非機能要件記述とアーキテクチャ記述ガイド（全編）」をまとめる予定である。

3 非機能要求グレード活用検討 WG

(1) 活動成果

当WGは、情報システム開発の信頼性向上を目指し、2010年度実施の非機能要求グレードの普及展開内容を検討するために期間限定で設置した。合計4回にわたる検討を実施し、活動計画案を取りまとめた。非機能要求グレードはSEC Webサイト^{※11}で公開している。

取りまとめた主な活動は次の通りである。

- ・ ユーザ系経営者向けに対象とする非機能要求がIT投資に関係が深く、業務側も含めた、いわゆる超上流工程が重要であることを訴求する。
- ・ 一方でシステム設計者向けには、非機能要求グレードを

直接ガイドするよりも非機能要求グレードを各所で導入推進してくれるステークホルダを支援することを重要視する。

- ・ 前述の双方に活用出来る事例集等を取りまとめる。
- ・ 長く安心して活用を可能とするための枠組みを検討する。

(2) 今後の予定

非機能要求グレードは、2010年3月31日に「非機能要求グレード検討会」よりIPAに著作権が譲渡された。参画された各社のご尽力に敬意を表したい。今後は前述の活動計画に沿って普及推進を実施する予定である。非機能要求グレードはSECだけではなくIPA全体として更に充実化出来るものと捉えており、情報システム開発の信頼性向上に寄与していきたいと考えている。

※11 SEC Web サイト:非機能要求の見える化と確認の手段を実現する「非機能要求グレード」の公開 ～システム基盤における非機能要求の見える化ツール～
<http://sec.ipa.go.jp/reports/20100416.html>

SEC

2009年度
活動概要

エンタプライズ系

高信頼ソフトウェア領域

SEC エンタプライズ系プロジェクト
主査

藤瀬 哲朗

SEC エンタプライズ系プロジェクト
研究員

伊久美 功一

SEC エンタプライズ系プロジェクト
研究員

新谷 勝利

「高信頼」という概念は様々な側面を持つ。高信頼ソフトウェア領域は、大規模化、複雑化が進む情報システムの開発技術として、欠陥の挿入の抑止から製品の検証と妥当性確認に関する技法及び手法を中心に整備し、主に品質の側面からとらえた高信頼ソフトウェアの実現を目的としている。

本領域は、「高信頼化のための手法 WG」及び「高信頼性システム技術 WG」の2つの WG によって構成されていたが、後者は 2009 年度下期より SEC 内に新たに創設された統合系プロジェクトにおいてディベンダビリティの確保を目指す「形式手法・導入プロセス実証評価 WG」と「形式手法・人材育成 WG」の2つの WG に活動を引き継いでいる。本稿では、2009 年度下期 WG の活動を含めて、高信頼ソフトウェア領域の活動として報告する。

1 高信頼化のための手法 WG

(1) 活動成果

2009 年度は、2008 年度に引き続き「高信頼性ソフトウェアのための開発手法ガイドブック」のとりまとめ作業を実施した。主な活動として、信頼性向上に向けたユーザ系及びベンダ系各社より、

- ・各社のシステム開発ライフサイクルにおける対応事例
- ・各社のソフトウェアテスト事例

を WG 委員を通して収集した。それぞれ 330 余件、350 余件であった。それらのデータに基づき、次の2つの観点で内容をとりまとめた。

① 予防活動について

各社のシステム開発ライフサイクルにおける対応事例を数多く収集出来た。そこで本事例を、過去の障害事例及びその根本原因の網羅性を担保するために品質特性 (JIS X 0129-1: 2003) を活用した品質保証活動における予防活動としての再発防止案に結び付けた。具体的には次の通り。

- ・過去の障害事例の分析を行い、想定要求品質を設定
- ・設定された要求品質を代用特性に深掘し、各社の対応事例と比較することで再発防止策案を策定

② 検知活動について

検知活動としてテスト網羅性についてまとめた。いきなり仕様書からテストケースを作成するのではなく、テストプロセスの中で従来省略されることが多かった要求の分析

をきちんと実施し、テスト全体をカバーすることの意味を理解した上で、テスト設計における網羅性を確保する適切なテスト技法を使用することが重要という考えに基づき、次の通り整理を行った。

- ・テスト対象をどのようにすれば網羅性を高めたテスト設計が出来るかを検討し、各社のテスト実態分析から得られた「テスト観点」を組み合わせ、テストの表現に関する文法構造の設計、すなわち「テストアーキテクチャ設計」の方法を整理した。
- ・テスト実態分析結果を示すと共に、信頼性向上に向けたテスト観点を導出するための「テスト観点表」をまとめた。
- ・更に発注者と開発者のためのガイドへと拡張すべく、外部設計工程における基本構造、派生構造、組合せ構造、期待結果構造の4つの作業の局面からコツの整理を行った。

(2) 今後の予定

更に品質機能展開を活用したトレーサビリティ技術、テスト詳細設計における高度化技法である直交表を活用した網羅的なテスト方法等を取りまとめた上、ユーザ系及びベンダ系7社の取り組み事例を加えた「高信頼性ソフトウェアのための開発手法ガイドブック」を2010年度中に公開する予定である。

2 高信頼性システム技術 WG

(1) 活動成果

欧米では開発における様々な標準化要件を満足させるために形式手法の導入が進みつつある。我が国では導入事例に限られかつその導入方法も公にされることも少ない。更に形式手法の適用を含む開発の認証を実施出来る国内機関もほとんどない状況である。世界ではこのような認証が求められつつある下、国内ではノウハウ形成が出来ないということにもなりかねない状況であり、ひいては国際競争力の低下を招く恐れがある。そこで形式手法の普及・利用促進のために、2009 年度上期までは当 WG として活動し、下期からは、統合系プロジェクト「形式手法・導入プロセス実証評価 WG」、「形式手法・人材育成 WG」として具体的なテーマを掲げて活動を引き継いでいる。本稿ではこれ

らのテーマにおける活動成果をまとめる。

① 導入プロセスの実証評価

現場のシステム開発では、多様な開発プロセス、生産物、手法が存在するのに対し、我が国では形式手法の導入事例は限られている。普及を容易にするためには、これらの多様な組み合わせに応じた柔軟な連携が必要である。また、現状の形式手法ではシステム全体を支援するに至っていないため、従来プロセスとの連携が導入上の課題になっている。

そこで、2008年度に引き続き事例収集を行うと共に、形式手法を適用した実証実験について継続して検討を実施した。一方、導入の困難さを打開するために、これらの事例等をエンジニアリングケース（以下 EC と略す、表1に内容例を示す）という詳細な知識として整理することを検討した。具体的には次の通り。

- ・新しいソフトウェア開発技術の導入を成功させるためには、手法を導入する組織のケイパビリティ（Capability）を手法に適合させるための、技術面、管理面での取り組みが必要である。
- ・そこで EC により、適用対象システムの開発の背景、狙いと、これらの取り組みが対応付けられ再利用可能な導入事例としてライブラリ化することで、ソフトウェア開発技術の導入成功事例の普及が出来る。

② 人材育成

形式手法に関する技術動向調査等や WG で行ってきた

事例発表を含めて、今までの WG 活動のまとめとして「高信頼性システム技術の動向」報告書を公開した [SEC2010]。本報告書の内容は次の通りである。

第1章で形式手法の導入が持つ経営的な価値を明らかにする。次いで第2章では、高信頼性システム開発技術としての形式手法が採用されている代表的な国際基準と、大規模重要インフラシステム構築で必要となるアーキテクチャ記述言語を紹介する。第3章では、国内外の調査に基づいて形式手法による高信頼性システムの具体的な30以上の構築事例を、航空宇宙、原子力、鉄道等のカテゴリ別に紹介する。最後に、第4章で今後の高信頼性システム開発に向けて重要と思われる教育とアーキテクチャについて述べている。

(2) 今後の予定

開発事例や実証実験を通して EC を収集すると共に、EC に基づいた教材を活用した研修の実証実験を実施する予定である。これにより、実践的な形式手法の導入促進を目指す。

参考文献

[SEC2010] <http://sec.ipa.go.jp/reports/20100331c.html>

表1 エンジニアリングケース（EC）の内容例

項目	説明
情勢変化	要求モデル、アーキテクチャ記述言語、形式手法を採用するに至った開発・技術の背景としての情勢
IT 変容の期待	要求モデル、アーキテクチャ記述言語、形式手法が対象とした IT システム変容への期待としての IT システム開発の狙い
技術課題	要求モデル、アーキテクチャ記述言語、形式手法が達成しようとしたシステム 高信頼化への貢献と解決した技術課題
記述内容	構成要素、構成要素間関係、評価特性
記述手順	要求モデル、アーキテクチャ記述言語、形式手法の作成プロセス
実施組織	要求モデル、アーキテクチャ記述言語、形式手法を用いた開発組織、適用組織
取り組み	要求モデル、アーキテクチャ記述言語、形式手法を記述、適用、教育するための具体的取り組み



重要インフラ情報システムの信頼性向上に向けた取り組み

SEC エンタプライズ系プロジェクト
 研究員
金沢 成恭

SEC エンタプライズ系プロジェクト
 プロジェクトリーダー
山下 博之

SEC 組込み系プロジェクト
 幹事
平山 雅之

重要インフラ^{*1}及びそれを支える情報システム（以下、重要インフラ情報システム）には、その利用者である多数の国民や企業等が依存しているため、ひとたびシステムに障害が発生すると国民生活や社会経済活動に大きな影響が及ぶ。このため、重要インフラ情報システムには、一般の情報システムより高い信頼性^{*2}を持つことが求められる。

情報システムが高い信頼性を持つようにするには、開発管理やアーキテクチャ等種々の側面からの取り組みの強化が必要になるため、情報システムの構築・運用にかかるコストがより大きくなる。しかし、重要インフラの事業者も利用者も、過度のコスト負担を負うことは難しい。

そこで、重要インフラ情報システムに備える信頼性とそれにかかるコストとの間でどうバランスを取るか、社会的なコンセンサス^{*3}が重要になる。この社会的なコンセンサス形成の最初の一步として、情報システムにどの程度の

コストをかけ、どの程度の信頼性を確保しているか等について、重要インフラ事業者は自らの考えを説明出来ることが重要である。

SECは、2008年度に「重要インフラ情報システム信頼性研究会」を設置し、それ以降、重要インフラ情報システムが求められる信頼性を備えるために必要な取り組みについての調査検討を行ってきた。

2008年度には、情報システムの特長からそのシステムの信頼性要求水準を求める方法（システムプロファイリング）やその水準を満たすための信頼性向上策についての検討を行った。2009年度はこれを受けて、それらの実用性や各事業者での実施状況の調査・整理を行った。この結果を『重要インフラ情報システム信頼性研究会』報告書（平成21年度）』（概要は図1）としてSEC Webサイト^{*4}に公開した。

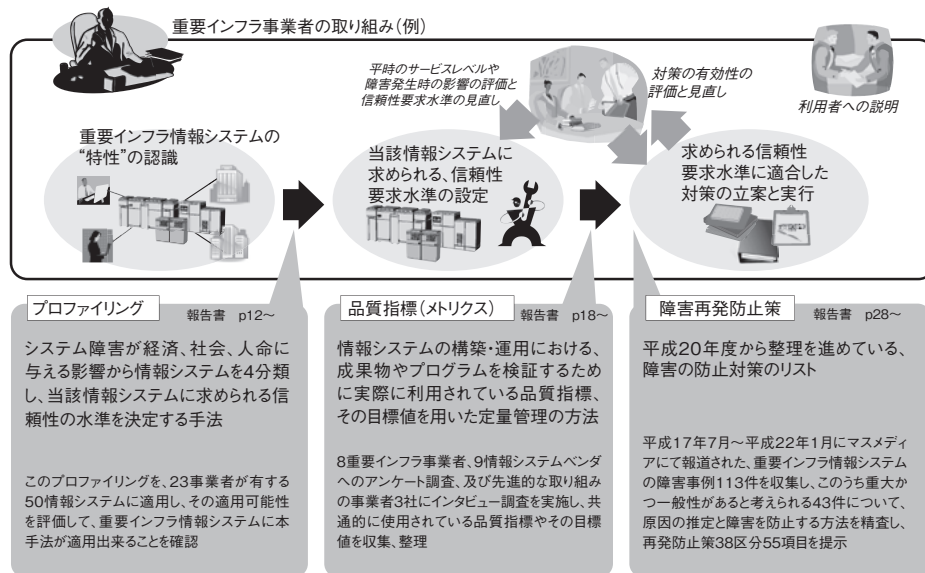


図1 『重要インフラ情報システム信頼性研究会』報告書（平成21年度）の概要

※1 重要インフラ：内閣官房情報セキュリティセンター（NISC）は、重要インフラとして10業種（情報通信、金融、航空、鉄道、電気、ガス、政府・行政、医療、水道、物流）を指定している。

※2 経済産業省の「情報システムの信頼性向上に関するガイドライン 第2版」（平成21年3月）は、信頼性を「与えられた状況下で定められた期間中に当該システムが提供する機能やサービスが期待通りに動作し、正しい結果を出す性質」と定義している。

※3 経済産業省の「情報システム・ソフトウェアの信頼性及びセキュリティの取組強化に向けて -中間報告書-」（平成21年5月）では、高度情報化社会への流れの中で、情報システムの信頼性確保が喫緊の課題である一方で、確保されるべき情報システムの信頼性の水準について、まだ社会的な共通認識がないことを指摘している。

※4 「重要インフラ情報システム信頼性研究会」報告書（平成21年度）：<http://sec.ipa.go.jp/reports/20100427.html>



非ウォーターフォール型開発の現状と課題

～非ウォーターフォール型開発に関する調査、及び研究会における検討結果～

SEC エンタプライズ系プロジェクト
 研究員
 伊久美 功一

ソフトウェア開発手法は「ウォーターフォール型開発」が主流であるが、最近では、短サイクルで設計からシステム稼動までを“機敏”に繰り返す開発手法（以下「アジャイル型等開発」）が注目されている。そこでSECではアジャイル型等開発の普及の課題を整理するため、適用に適したシステム分野や規模等について「非ウォーターフォール型開発に関する調査」を行うと共に、関連分野の有識者からなる「非ウォーターフォール型開発研究会」において検討を行った。

1 アジャイル型等開発とは

アジャイル型等開発は、開発中の要求仕様の変化を柔軟に取り込みやすい等の利点があり、欧米では多く取り入れられている。とくにめまぐるしい市場の変化に対応しなければならないWebアプリケーション開発等において需要がある。

2 アジャイル型等開発の普及の課題

調査では、Webアプリケーションや企業の業務システム等幅広い領域のシステム開発より22のサンプル事例を収集し、適用分野等現状を把握すると共に、プロジェクトの特性、適用する際の課題等について整理した。その結果を図1に示す。更に、研究会における活発な議論を経て、アジャイル型等開発を普及させるにあたっての課題として次の3点を明らかにした。

① 課題1：経営層の理解

システム開発企業やユーザ企業の経営層、マネジメ

ント層等へのアジャイル型開発手法が適している分野があること等への理解促進。

② 課題2：契約

成果物が不明確な段階で契約の前提となる工数等の見積りが困難等、契約のあり方。

③ 課題3：マネジメント

小規模の開発を繰り返しながらプロジェクト全体を最適化させるため、品質評価、進捗管理、定量化等管理手法や技術面での環境の整備。

3 今後の方向

以上の調査及び研究会の報告書は、SEC Webサイト※1で公開した。今後、効果が期待される分野におけるアジャイル型等開発の普及と理解促進のために、今回明らかとなった上記課題について検討していく予定である。

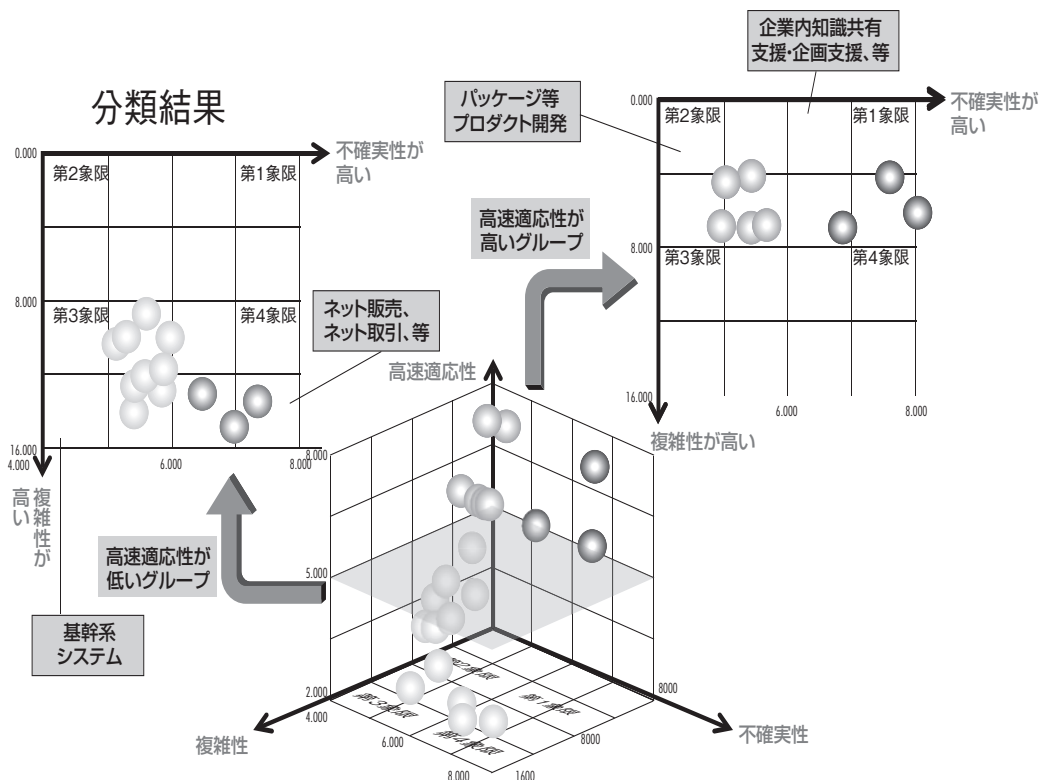


図1 事例特性の分類結果

※1 調査及び研究会の報告書：http://sec.ipa.go.jp/reports/20100330a.html



統合系

SEC 統合系プロジェクト
研究員

藤瀬 哲朗

SEC 統合系プロジェクト
研究員

秋本 芳伸

情報システムはその複雑化、大規模化がますます進むと共に、更には相互が有機的に連携する一体的システム（統合システム）に変化してきており、こうした変化に対応した有効な信頼性対策が求められている。そのため、SEC の中期計画策定時点で想定していた「エンタプライズ系」、「組込み系」という枠組みを超えた新たな領域である「統合系」に関する検討組織を創設した。「統合系」活動のうち 2009 年度に実施した取り組みを紹介する。

1 継続テーマについて

(1) 形式手法

① 活動成果

高信頼ソフトウェア開発技術の 1 つである形式手法に関しては、海外動向調査を実施した。欧州を中心として重要インフラ分野のシステム構築への適用が着実に進展していることが明らかになった。機能安全及びセキュリティ関連の 6 つの国際標準において、形式手法が規格適合要件となっていることも判明し、今後我が国においてもその適用が拡大することが見込まれる。また統合系の「形式手法・導入プロセス実証評価 WG」及び「形式手法・人材育成 WG」は、2009 年度下期に高信頼ソフトウェア領域「高信頼性システム技術 WG」として開催されていた部会を引き継いだ。WG の成果及び今後の予定については高信頼ソフトウェア領域の報告を参照されたい。

(2) 重要インフラ情報システム

活動成果は「重要インフラ情報システムの信頼性向上に向けた取組み」を参照されたい。

2 新規テーマについて

(1) 技術者のコンピテンシ指針

① 活動成果

情報システムのディペンダビリティ確立には技術的要素に加え、ヒューマンスキル等の人的要素も必要不可欠である。欧米におけるコンピテンシの取り扱いについて「高信

頼システム開発のための技術者のコンピテンシ調査」を実施し、適用範囲、各コンピテンシ項目の定義、判定基準、運用状況等を整理すると共に、ETSS^{*1} のスキルフレームワークに準じた形で、137 項目と 4 レベルの判定基準から構成した「高信頼システム開発のための技術者のコンピテンシ指針案」をとりまとめた。

② 今後の予定

本指針案をベースに第三者検証事業者向けのコンピテンシ指針の策定を検討する予定である。

(2) 障害事例

① 活動成果

2009 年度には、既存の障害事例サイト（59 サイト）を調査し、障害事例にかかわるステークホルダ、利用シーン及び要求事項を抽出すると共に、システム障害時のリスクを軽減するためのユーザ対応事例の収集項目及び方法を検討した。そして「想定ユーザ」、「提供情報の構造」、「情報の提供形態」の観点から、障害事例データサイトの要件を整理した。

② 今後の予定

代表的障害事例についての原因分析、再発防止に役立つ情報の抽出等を試行する予定である。

(3) 統合システム

① 統合システムとは

ここで、統合システムについて簡単に説明する。統合システムとは、いわゆる system of systems の一種であり、コンポーネントとして「情報システム」と「組込み機器」が複合化して接続された「システム」のことである。統合システムの代表例は JR 東日本の Suica システムや鉄道運行管理システム ATOS^{*2} を挙げることが出来る。制御端末や制御インフラもしくは情報システムとしての機能を使うだけであったものが、情報システムと組込みシステムを有機的に結び付けることにより「サービスインフラ」として強化された次世代のシステムである（図 1）。

通常の情報システムも、見方を変えると「エンタプライズソフトウェア」を実装した計算機が、通信路を経て「組

*1 ETSS : Embedded Technology Skill Standards, 組込みスキル標準

*2 ATOS : Autonomous decentralized Transport Operation control System, 自律分散型列車運行管理システム

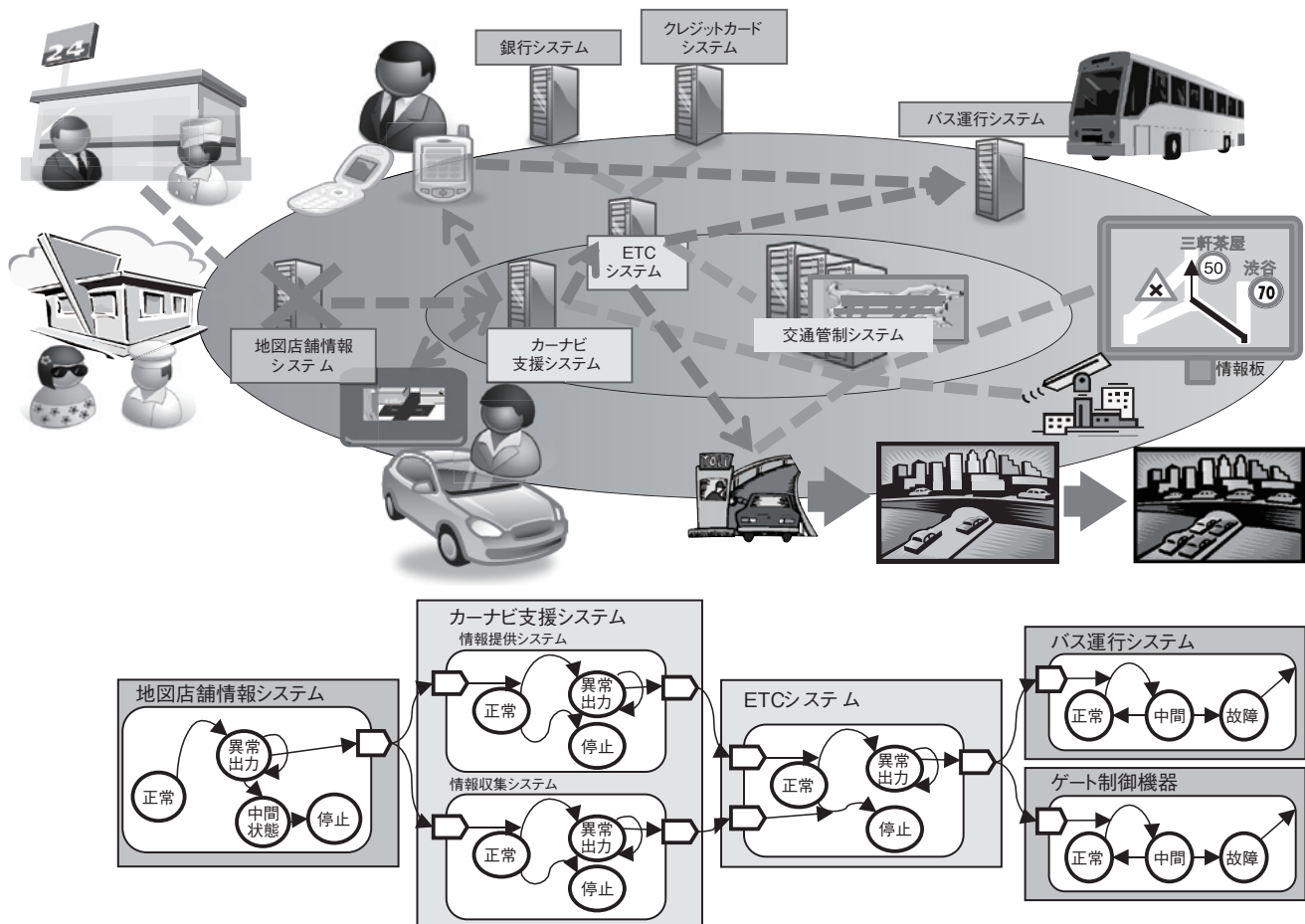


図1 統合システムとモデリング例

込みソフトウェア」を実装したルータ機器と結合したシステムを構成して情報サービスを実現した「統合システム」として捉えることが出来、ルータ機器の障害は「統合システム」のコンポーネントの1つの障害として認識出来る。

② 統合システムの種類

統合システムは構成起源から2つに分けることが出来る。1つは、最初から統合システム設計して開発するシステムで「単一型システム」と呼ぶ。もう1つは、既に開発された各種コンポーネントを、一種の派生開発により結合して全体を1つとして運用されるシステムで「結合型システム」と呼ぶ。

「単一型システム」の代表的な例としては、前述した鉄道システムがあるが、銀行の銀行オンラインシステム等も「単一型システム」の1つとして捉えることが出来る。

「結合型システム」の代表的な例としては、交通管制システムとナビゲーションシステムが連結して機能する統合システムを挙げることが出来る。

交通管制システムは、通信網は主に共通で活用されるものが提供されるが、カーナビ、自動車等の端末機器は異なる企業が開発した製品、同一製品であってもバージョンが

異なる製品が接続している可能性があり、更にサービスを提供する様々な情報システムもつながっている非常に複合化したシステムである。このため、開発側ステークホルダも多岐にわたる。欧州の研究で見られるインテリジェント化したデバイス (Smart embedded devices と呼ぶ [SOC]) をインターネット (更にクラウドコンピューティング環境) と結び付けた環境等や、「Smart Grid」もこの分類に当てはまると考える。

システムをステークホルダとなる機関の責任で開発、管理、運用している場合には、その機関が全責任を負って信頼性・安全性を確保すればよいが、ユーザがシステムを管理し、コンポーネントを様々な企業が提供する場合、信頼性・安全性の責任の所在が分からなくなる可能性がある。そこで追加するコンポーネントの開発側であるステークホルダ自身が、信頼性・安全性を評価もしくは検証出来る仕組みが必要であると考えている。

③ 活動成果

統合システムは、様々なコンポーネントによって構成されているため、システムとして捉え分析する必要があった。そこでシステムズエンジニアリングに基づき、モデリング、

設計、要求の3要素によってシステムを特徴付け、システムと各コンポーネントに対して情報システムと組み込みシステムの共通モデリングを施し、その上で検証や評価を実施するが、まずはシステムの信頼性・安全性としてサービス継続性、安全性、安定性を評価する仕組みを提供するための検討を実施している。

2009年度は経済産業省に設置された「統合システム設計環境に関する検討委員会」により、モデリングを中心とした手法及び技法を広く調査し、また統合システム設計環境実現に向けた提言とロードマップが策定された。

一方でSECでは、具体的な方法として、システムの信頼性・安全性の確保のために、AADL^{※3}のError Model Annexを活用したモデリング技術に基づいたプロトタイプの実現性の検討を行った。組み込みシステムは通常の状態モデルの考え方を活用出来るが、情報システムのコンポーネントについて同様な状態モデルがZou06 [ZOU]の操作モードの概念を活用した手法で対応可能であるかを、論じた。検証もしくはシミュレーションについては、状態モデルの組み合わせによる離散モデルにより2008年度に既の実証可能性であることの認識はあったが、状態数の組み合わせがかなりの規模になることから、状態数の組み合わせを減少させる、もしくはモデリングの抽象度を高める手法が必要であることが分かった。状態数の組み合わせ数の減少には、名古屋大学高田研究室等によるError Model Annexによる定義を連続モデル化した上でPIOA^{※4}として解釈し、複数のコンポーネントを合成縮退する研究[YOSHIMURA]を活用することで、相当数削減出来る可能性があることを認識した。一方で、現場での実践を促進するためには解決すべき課題が次の通りであることが分かった。

・非機能要件定義の共通化

今回の信頼性・安全性にかかわる特性は、非機能要件を活用して定義出来る。そこでError Model Annexは非機能要件を表現する仕組みでもある。モデリングの際、組み込みシステムと情報システムでは抽象化のプロセスが異なっている可能性がある。何らかの共通点を見出す必要がある。

・社会インフラを支えるシステムとして

社会システムに即して存在する統合システムがある。社会システムは変化が激しいため、フレキシブルシステムとして捉えることが出来る。変化の激しさに追従するため、それを支える統合システムは進化型システムの要件を満たさないといけない。

・高可用性について

統合システムは社会インフラや企業活動の基本要素であり、システムの停止は影響度が高い場合がある。システムとして高い可用性を担保する必要がある。更にコンポーネントについてもある一定のルールの下で、多様なコンポーネントの削除・追加を担保する必要がある。

・派生開発について

「結合型システム」の場合、現状のコンポーネントを一定のルールの下で改良する必要がある。そのためには派生開発可能性を担保する必要がある。

・ユーザの多様性の担保

最近のシステム開発において、情報システムと組み込みシステムだけではなく、それらを使用するユーザの振る舞いをシステムの一部として考慮する必要がある場合がある。ユーザの多様性を担保する仕組みの導入が必要である。

・第三者検証性

前述の通り、多数のステークホルダが存在する下で、システムにコンポーネントを接続するということの信頼性及び安全性を両者が担保する仕組みが必要である。その手段として検証・評価の実施に関する第三者検証の導入が考えられる。そのような仕組みの下で、前述の経済産業省の委員会においても提唱されている統合システム開発ガイドラインに従った開発の実施を保証することが考えられる。

④今後の予定

統合システムのモデリング技術の検討や、更に端末になるプラントモデリング技術、ユーザモデリング技術等の検討を、WGを新設して実施する予定である。

参考文献

- [SOC] SOCRADES2006-2009, <http://www.socrates.eu/Home/default.html>
- [YOSHIMURA] 吉村 他：自動車制御システムのエラーモデル記述による安全性分析手法, 信学技報, vol.108, pp.27-32, 2008
- [ZOU] Joe Zou and Christopher J. Pavlovski : Modeling Architectural Non Functional Requirements: From Use Case to Control Case, IEEE International Conference on e-Business Engineering, 2006 (ICEBE 06)

※3 AADL : Architecture Analysis & Design Language

※4 PIOA : Probabilistic I/O Automata

組込みソフトウェアプロジェクトの状況 セミナー再現:信頼性の高い組込みソフトウェアを実現するには

SEC 組込み系ソフトウェアプロジェクト幹事
平山 雅之

計算機技術やネットワーク技術の進化により、自動車や携帯電話等様々な組込みシステムが高度化され、我々の生活を豊かなものにしていく。その一方で、高度化されより一層複雑化したシステムでは、ソフトウェアの不具合等に起因するシステム障害が発生する事例も多く報告されている。こうしたシステム障害は時として、我々の生活に不安をもたらしかねず、多くの一般ユーザやサービス事業者にとって、システムやソフトウェアの信頼性は重大な関心事となりつつある。

SECではこうした社会的な背景から、2010年2月24日に「組込みソフトウェアの信頼性を考える」という特別セミナーを実施した。セミナーでは、ソフトウェアの信頼性に深い造詣をお持ちの4名の識者にご登壇いただき、いかにしてソフトウェアの信頼性を担保し、向上していくかについてご議論いただいた。本稿では、このセミナーでの各氏のご意見を整理し、誌上で再現してみたい。セミナーに登壇いただいた方々は以下の4名であり、モデレータは筆者が務めた。

組込みシステムの不具合とは

平山：昨今、様々なシステム、とくに組込みシステムに関するシステム障害の報道が多くの耳目を賑わせています。組込みシステムは我々の生活を支えるという点で非常に身近な分、その安全性や信頼性は極めて重要なものとなります。このセミナーでは組込みソフトウェアに焦点を当て、システム障害の発生を防止するという視点から、とくに組込みソフト

ウェアの信頼性をいかに実現していくかということについて議論してみたいと思います。議論に入る前にまず、一般的な組込みシステムの構造をおさらいしておきたいと思います。通常、組込みシステムは製品に組み込まれて動作することが特徴ですが、その機能実現については回路やCPU、各種デバイス等のハードウェアとそれらを制御し機能実現を図るソフトウェアが用いられます。ソフトウェアにはOSやミドルウェア、デバイスドライバ、そしてアプリケーション等があります。もちろん、このようにして構成されるシステムは、そのユーザである人が操作することによって、人とシステムによる系を作り上げています。まず、最初の論点として、「組込みソフトウェアの不具合とは何か」について議論してみたいと思います。この「人とシステム」という観点から見るとどのように理解したら良いのでしょうか。

平沢：ユーザビリティの視点からシステムの不具合を考えると、「ユーザが自然に抵抗なく動かせる」ということ、そしてもちろん「ちゃんと動く」ということが重要です。マニュアルが無いと動かせないというのはやはり無理がありますが、このユーザにとっての「自然に」ということについて、メーカー側がどこに基準を置いているかがポイントの1つだと思います。

中谷：システムの不具合とは、要求と実現の相違という捉え方もありますが、そもそも要求工学の観点で考えると、昨今の複雑なシステムに関して、製品開発前にそのすべての要求を定義するのは無理な話だろうと思います。言い換えると、



兼子 毅 (かねこ たけし)
東京都市大学知識工学部経営システム工学科講師。工学博士
1985年東京大学工学部反応科学科卒業。1991年東京大学大学院工学系研究科博士後期課程修了(工学博士)。東京大学助手を経て、武蔵工業大学(現:東京都市大学)に奉職。ソフトウェアの品質管理、知的労働従事者の動機付け、自然言語からの情報抽出等の研究に従事。社団法人日本品質管理学会ソフトウェア部会前部会長。



中谷多哉子 (なかたに たかこ)
筑波大学ビジネス科学研究科 准教授
1980年東京理科大学理学部応用物理学科卒業。同年より日本電子計算株式会社入社。その後、富士ゼロックス情報システム株式会社へ転籍。在籍中の1994年筑波大学大学院経営政策・科学研究科経営システム科学専攻修了。退職後、1995年10月Sラグーン(現:有限会社エス・ラグーン)設立。1998年東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻修了。博士(学術)。2006年3月より筑波大学大学院ビジネス科学専攻助教授(現:准教授)。



平沢 尚毅 (ひらさわ なおたけ)
小樽商科大学社会情報学科 教授
1990年早稲田大学大学院理工学研究科博士課程後期課程単位取得退学(機械工学専攻)。1986年早稲田大学システム科学研究所嘱託を経て、1987年同大学人間科学部健康科学科助手となり、コンピュータ作業環境レイアウト、妊産婦の労働環境の研究に従事。1990年小樽商科大学に助手として赴任。1996年英国HUSAT研究所客員研究員。帰国後、ISO/TC159/SC4/SG4国内委員会委員。ISO13407(人間中心設計に関する規格)のJIS化に参画。2007年より小樽商科大学CBCユーザエクスペリエンス研究部門を立ち上げ、人間中心設計のシステム開発への統合を研究。2009年電子政府ユーザビリティガイドラインの草案作成に協力。2010年より小樽商科大学情報処理センター長。



山浦 恒央 (やまうら つねお)
東海大学大学院組込み技術研究科准教授。博士(工学)
1977年、日立ソフトウェアエンジニアリングに入社。2005年から現職。大阪大学基礎工学研究科情報数理系後期博士課程中退。1984年から1986年、カリフォルニア大学バークレイ校客員研究員。ソフトウェア検証技法、設計パラダイム、ソフトウェア・メトリクス等を主な研究テーマとする。主な著書・訳書は、「Advances in Computers」(Academic Press社、共著)、「ビジュアルUI 第2版」[ソフトウェアテスト技法]「実践的プログラムテスト入門」[デスマーチ 第2版]「ソフトウェア開発プロフェッショナル」(以上、日経BP社、共訳)、「ソフトウェア開発55の真実と10のウソ」[初めて学ぶソフトウェアメトリクス](以上、日経BP社、翻訳)。

システムの開発者は単に要求仕様書に基づいて開発するだけでは駄目ということだと思います。とくに組込みソフトウェアの場合、対象となるハードウェア等を制御する役割をもちますが、その対象が想定通りに動くかどうか、想定外の動作等も考慮しなければいけません。つまり組込みの難しさは「想定出来ないことを想定する-想定外の現象の想定」というとても難しいことが求められるのかもしれない。

想定外の事象をどう捉えていくか

平山：想定外というと、ソフトウェア動作だけでなく、ハードウェアの振る舞いもありますし、そもそもの動作環境や利用状況が想定外という場合もあるかと思っています。想定外の部分でシステム動作が異常をきたしたとき、それは不具合の範疇に入るのでしょうか。テストという点からどう考えたら良いでしょうか。

山浦：結論から先に言うと、想定出来ないバグや不具合はテストでは見つけられないのだと思います。ソフトウェアのテストでは、どのようなテストをするかがポイントになりますが、想定外の事象を検出するにはテスト担当者の想像力が一番のポイントになると思います。つまりテスト担当者がそれまでに経験したことや知り得た知識等を総動員し、それに加えて非日常的なとか、非現実的な状況を想像してテストしていくことが求められます。これがもしかしたら良いテスト担当者に求められる能力なのかもしれません。

もちろん、非日常的なことを想像するといっても、無目的にポーッと想像するだけでは効率が悪いわけです。恐らく「こういうバグがあるに違いない」とある程度、想定外と言いつつも、テスト担当者の勘と経験で、不具合のありそうなところを想定に取り込んでテスト項目を考えるということだと思います。

兼子：品質という点から考えると、顧客視点からの品質は最近どんどん高いものを求めていく傾向が強くなっています。例えば自動車の場合、「車が止まる」という基本的な機能についても、ドライバーの意図や感覚に合う止まり方が求めら

れるようになっていきます。このドライバーの感覚と実際の車両の動作が少しでも食い違おうと「この車怖い」という話になってしまいます。

平山：こうなる背景には、恐らく技術者にとっての正解と、ユーザにとっての正解にギャップがあるということなのでしょう。

兼子：例えば、あるシステムを考えた場合に、そのシステムで実現する機能や処理の数とその処理に付随する条件の数を比較すると、処理自身を数え上げて認識することはそれほど難しくないのであるかもしれません。むしろ難しいのは、それぞれの処理や機能がいつ起動されるか、あるいはどのような条件の場合に起動されるか、そして、どのような場合に機能してはいけないのか等の条件を整理し、そのすべての組み合わせを考えることかもしれません。

平山：組込みシステムの世界ではよくリアルタイム性とリアクティブ性といった特性が問題になります。こうした特性やいわゆるシステムの非機能特性等と密接な関係があるのかもしれない。

ユーザ目線でシステムを理解する

中谷：兼子先生の意見には賛成です。たぶん、最初に定義すべきことは「ユーザが気持ちよく」ということはどういうことなのか、そして「使いづらい」とはどういうことなのかだと思います。どのような機能があれば良いかを定義するのは実はそれほど難しくないのであります。その意味で機能を列挙した要求仕様書というのは良く見かけますが、お客さまがどういう状況でどのような目的で何を達成したいかという視点で整理された要求仕様書というのはあまり見かけません。

平沢：ユーザ目線でシステムを捉え、それをシステム作りに反映していくのがユーザビリティ技術の役割です。そのためにはユーザがシステムに期待することのある程度想定しないとイケないわけです。実際には、ペルソナ分析やシナリオ法といった手法を利用します。自動車を対象にペルソナ分析を行った事例がありますが、対象ユーザとして考えられるのは10パターンくらいです。それぞれのパターンに対して車両システムとのかかわり方のシナリオを書くと、1ユーザあたり大体30パターンくらいあると言われますので、全体でも300通りくらいの使い方があることになります。もちろん、こうして分析したとしても、これらのシナリオは、いわゆる標準的なものがほとんどで、ユーザのシステムへの接し方のバリエーションのすべてを抽出するのは極めて難しいかもしれません。しかしながら、これを地道に進めない限りは、良いシステムは開発が難しいと考えています。

平山：ここまでの皆さまの議論を整理していくと、つまるところ今のシステム作りの中では、要求やテスト等といった開発のそれぞれの段階でやはり想定外の部分というのは残ってしまうのかもしれない。ただし、システムを開発する側では出来るだけ「想定範囲」を広げ、システムの様々な可能性に対応出来るように工夫していくことが必要ということになるのかもしれない。このように考えていくと、一方で



平山 雅之 (ひらやま まさゆき)
SEC 組込みソフトウェアプロジェクト幹事
1986年、株式会社東芝に入社。2004年よりSEC 研究員(組込みソフトウェアプロジェクト領域主査)を兼任。2003年より東海大学電子情報学部非常勤講師兼任、2007年より東海大学大学院組込み技術研究科客員教授を兼任。
2008年より2010年まで情報処理学会監事ならびに組込みシステム研究会主査。ISO/SC7/WG10(開発プロセス評価)委員。SECでは組込みソフトウェア向け開発リファレンスESxRの全体取りまとめや経済産業省の重要インフラ情報システムに関する信頼性ガイドラインを整備。博士(情報)。

は、システム開発において、不具合が入り込むのはある意味で必然なのかもしれません。だとすると、入り込んだ不具合がユーザにとってどれだけ影響を及ぼすかをきちんと評価し、実際にシステム障害が発生した際の経験を次の開発にきちんと生かしていく仕組みづくりが重要になるのだと思います。SECでは実際に発生したシステム障害の影響度合いを評価するための評価スケールとしてST-SEISMICスケールを提案しています。また、システムに求められる信頼性や品質のレベルを客観的に評価するためのシステムプロファイリングの考え方等も提案してきました。恐らくシステムによって、そしてユーザによってシステムに期待する品質や信頼性は大きく異なるのではないかと思います。兼子先生、いかがでしょうか。

信頼性向上にどこまでコストをかけるか

兼子: もちろんシステムによって障害を起こした際にどれくらいのコストを払うかは異なると思います。ハードウェアでは、例えば、金属疲労のように徐々に亀裂等が進行していき、ある時その弾性限界を超えることで物理的に破壊が起きるケースがあります。これに対し、ソフトウェアの場合には、これとは異なり、例えば、ifブロックの中で条件判定論理を1箇所間違えただけで、その時点で誤った論理動作に陥ってしまうこととなります。このあたりがソフトウェアとハードウェアの大きな違いだと思います。

平山: ある意味、ソフトウェアの不具合は非連続的に起こると言えるのかもしれませんね。毎年のように、プログラムのコードの一部を書き損じて重大事故につながったものが報告されています。このような場合、テストにどの程度のコストをかけるか、あるいはリソースを投入するかも大きな判断要因だと思います。山浦先生、いかがでしょうか。

山浦: テストにかけられる時間というのは実際問題として極めて限られていると思います。例えば、皆さんがお使いになっている携帯電話は大体10メガステップ程度のソフトウェアで作られています。その内部ロジックをすべて確実にテストしようと思うと下手すると何億年もかかってしまいます。しかし、実際の開発の中ではテスト期間はせいぜい3~4カ月程度です。この場合、結局はバグのありそうなところをある程度想定して、その部分をテストするという考え方を取るしかありません。いわゆるリスクベーステストと言いますが、システムのどの機能に不具合があると、どのようなことが引き起こされるかという想像力を働かせる必要があります。例えば、あるシステムのこの機能に不具合があるとユーザの生命に危害が及ぶかもしれない、そういったところはしっかりとテストで確認していくことが有効なのだと思います。

平山: やはりメリハリをつけたテストが1つ、大きなポイントということなのでしょう。メリハリをつけるという「ここはウエイトを置く」とか「この部分は軽くやる」等の判断が必要ということになります。このあたりは、大元の要求との関係も考えておいたほうが良いかと思いますが、中谷先生

いかがでしょうか。

中谷: 要求のメリハリというのは確かに重要だと思います。その一方では要求工学でやることというのは、どちらかというと粘土細工のようなところもあります。どうもぐにやぐにやしているものをどのような形にするかということなのかもしれません。もちろん最初からきちんと考えて精巧な粘土細工を作ろうと思えば出来ないことはないかもしれません。しかし、多くの場合、顧客と相談しながら、まあ「だいたいこんな感じ」といった具合で、徐々に粘土を形づくっていくケースのほうが多いのかもしれません。こうした作業の中で、それぞれの要求事項や逆にこうしたことは求めていないという非要求等も合わせて咀嚼し、メリハリをつけていくということなのだと思います。

平山: テストのメリハリをつけて、不具合を適切に検出することが極めて重要なポイントの1つということになりますね。

中谷: はい。その中でも先ほどから話題になっているように、想定出来ないことをいかに想定するかという点が難しく、かつ重要なのかもしれません。要求という側面からは、プロトタイプ等を活用して、想定外の事象を考えてみるといったアプローチも取ることは出来ます。

平山: プロトタイプと言え、組込みの分野ではいわゆるHILS^{*1}、SILS^{*2}等に代表されるループシミュレーションの考え方もあります。これらは系としての組込みシステムの一部をシミュレータで代替させることで、系全体の動作等を確認する考え方です。こうしたシミュレーション等を使うということと、それによって例えばユーザビリティの問題を確認するというこの関係は、どのように考えれば良いのでしょうか。

平沢: ユーザビリティの問題を確認するには、ユーザの世界をどこまでモデリング出来るかということになるかだと思います。我々人間は想定外の行動というものをとることがありますので、そうした点も考慮したモデルを構築する必要があります。更に、ユーザを取り巻く社会も考慮して、これらのナレッジをどのような形でシミュレーションに反映していくかということではないかだと思います。

ハードとソフトの違いはどこにあるか

平山: 少し話題が変わりますが、ハードウェアの世界とソフトウェアの世界では、その硬さというか柔さというか、結構異なるという意見もあります。そのあたりが、ソフトウェアの信頼性を考える場合にも、かなり影響するように思いますが、いかがでしょうか。

中谷: 現場でよく見かける現象ですが、ソフトウェア開発の終盤、結合テストまでいったときでも要求変更が突然発生するといったことがあります。よくよくその原因を探っていくと、実は外部インターフェースが変わったため、等というパターンが結構あります。最近は技術革新のスピードが速くなった分、より良い、あるいはより新しい部品（ハードウェア）を利用しようとする結果として、そのしわ寄せがソフト

*1 HILS: Hardware in the Loop Simulation

*2 SILS: Software in the Loop Simulation

ウェアにいつてしまうことが少なくないようです。その背景には、やはり、ソフトウェアは変更しやすいという部分があるわけですが、この場合、ソフトウェアを作る立場としては、「仕様等が変わる可能性がある」ということを前提に開発を進めなければいけないのだと思います。

兼子: ソフトウェアとハードウェアの違いを考えると、実はユニットとしてのまとまりの違いということなのかもしれません。録画機能の無い液晶テレビ等の場合、基盤は3~4枚程度しか入っていません。つまりテレビはこの3~4個のユニットに明確な構成分割がされており、いわゆるモジュラ化を前提とした組み合わせ開発の産物です。この点、ソフトウェアは現状、なかなかこうはいかないようです。ソフトウェアではアーキテクチャやサブシステム化等を標榜しているものの、いまだにハードウェアの世界のように洗練されたユニット化の発想では開発されていません。この点、ソフトウェア技術者は少し再考してみると良いのかもしれません。

山浦: 先ほどの「仕様が変わる」という議論に関してですが、実は30年くらい前は「なるべく早く仕様は凍結してしまえ」というやり方をしていました。しかし、現代社会を念頭に置いた場合、やはりこうした考え方は非現実的と言わざるを得ないかもしれません。いろいろ社会の状況も変わりますし、競争相手との競い合いもあります。こうした状況下では、「ソフトウェアの仕様は変えられるようにしましょう。その代わりに費用負担はいただきますよ」という考え方、あるいは、更に進んで「そもそも仕様というものをムービングターゲットと捉えて非常に柔軟な仕様書を定義していく」といった考え方を取っても良いと思います。

仕様が変更することを前提として開発を進める

平山: このムービングターゲットとしての仕様を明確に定義していくという点について、一方では開発プロセスという視点からも考えていく必要があるかと思えます。

巷には、CMMIであるとかSLCP（ソフトウェアライフサイクルプロセスモデル）といったものが注目されています。システムの不具合を減らし、信頼性を向上させていくという視点で、こうしたプロセス指向的な発想をどのようにお考えでしょうか。

兼子: 一般的に言うと、良いプロセスを実行すれば良いものが出来るというのは間違いだと思います。一方では、ある企業にとって、どのプロセスをどのようにすると、結果としてどのようになるかということが、人や企業によって異なるという点が一番難しいのかもしれませんが。そもそも物づくりとしてのソフトウェア開発では、論理的な世界と非論理の世界が同居しているということを認識すべきです。手を離すと物が落ちるとい現象をシミュレートしようとする、これは完全に物理的な法則に支配される意味で論理的に解釈することが出来ます。逆に銀行の預金管理等でその金利計算等を考えると、顧客の条件や他行との競争等によって、これは実に様々な、ある意味、論理的とはいえない、行き当たりばったり感さえある仕様を満たさなければなりません。このよう

に現実世界に支配されるソフトウェアでは、非論理的な部分というものを避けることは出来ません。そして、こうした部分では、実は形式手法等を持ち込むことは極めて難しいのではないかと思います。ここまで考えてくると、プロセスという以前に実はシステムが対象とするドメインの知識がとても重要で、それを十分に認識した上で、プロセスについて考えるということが大切なのかもしれません。

今のままのプロセスで良いのか

平山: ソフトウェアにせよ回路等のハードウェアにせよ、組み込みシステムを構成する要素そのものは論理世界の産物です。しかし今話を踏まえると、こうした論理世界の産物を生み出すための仕様等は論理と非論理が同居している。となるとこの非論理の部分の要求をどのようにして引き出すかということになりますね。そもそも要求の出所である人間も、この両面を持っているわけで、その思考回路をどのようにおさえていくかということまで行き着いてしまうかもしれません。

平沢: プロセスに関して言うと、いわゆるプロセスアセスメントという技術があります。ここでは、経験的あるいは理論的に構築されたプロセスと、実際に日々実施されているプロセスとの差異を測定し、改善を持続的に実施するものです。ところが、往々にして、日々、実施しているプロセスとその認識の間にギャップがあることがあります。例えば、会議での意識決定を中心に開発プロセスが進められている企業があったとします。ところが、開発関係者は、規定に則ったプロセス通りに実施されていると思っていると、名目的なプロセスを改善しても、なかなか期待した結果が出ないことがあります。このように、非論理であり、無意識的な要因も、私たちの行動を動かしていることを織り込んでプロセスを捉えないといけないと思っています。

山浦: テストの観点からプロセスについてお話ししましょう。先ほどCMMIというキーワードが出ました。CMMIの良いところは、次にこうしたらいいよというステップが明示されている点だと思います。基本的にプロセスとは、ある意味では形から入るといっても良いのかもしれませんが。ただし、これはあくまでも入り口としてという意味です。CMMIではプロセスの成熟度によってレベル1からレベル5までに、組織のレベルを評価していきます。レベル5は最高レベルということで、その組織的なプロセスの成熟度を信じてレベル5の会社に開発をお願いするケースもあるかと思えます。でその結果はというと、確かに品質の良いソフトウェアを手にすることが出来る場合もあれば、そうでない場合もあります。これは、例えばメジャーリーグでとてもポテンシャルが高いチームであっても、選手を管理する適切な仕組み（プロセス）が整備されていないとCMMIでは最低のレベル1になってしまいます。逆に、リトルリーグでも、しっかりした選手管理の仕組みがあればレベル5になります。つまり、プロセスが存在することと、実力は必ずしも一致しないことに注意すべきです。

平山: 形から入るといって、例えば小学校1年生から6年生

まで勉強することが決まっています、各学年で何を学ぶかすべて決まっています。そしてその中で、1年生に対して、6年生までの内容を形だけとりあえず詰め込んだところで消化仕切れないというのに似ているのかもしれませんが。先ほどの会議の話ではないですが、現場を覗くと会議ばかりしていて、実はみんな思考停止なんていう空白の時間が結構流れているのかもしれませんがね。形から入るプロセスであっても、そろそろ、その中身についてきちんと考え直していく時期にさしかかっているのかもしれませんが。そういえばプロセスという意味でユーザビリティの側面から人間中心設計という考え方が提唱されています。人間中心という面で、人とシステムの関係を見ていくと、組込み技術の進化に伴い、例えばオートマ車が普及し、車というシステムを使う側にもオートマ免許等が出来たように、システムの進化にユーザや制度が対応していくという姿もあるようです。技術の進歩とユーザの対応という点でどのように考えていけば良いのでしょうか。

技術進化への対応

平沢：自動車の世界では、ハイブリッドもさることながら、昨今は電気自動車等も商品化され始めています。電気自動車等の場合、その操作感や加速感等が従来車とは結構違いがあるようです。こうなってくると先端技術がシステムにどのような変化をもたらし、その結果としてユーザにどのようなインパクトを与えるかは、従来の知識では想定出来ない可能性があります。我々の研究プロジェクトでは、システムは、それを利用するユーザに新たな経験を与えるという文脈からユーザエクスペリエンスという用語を使っていますが、システムの新規性が高い程、これをきちんとフォローしていく必要性が高くなると思っています。そうでなければ、ユーザとシステムとの新たな接点に想定外のリスクが生じる確率が高くなると思います。

平山：ユーザエクスペリエンスをフォローしていくということは、言い換えると、システムを開発する過程、つまり、プロセスの中でいかにユーザを意識して開発を進めていくかということにつながるのでしょうか。

平沢：はい。プロセスの中でユーザを意識していくことなのですが、例えば、テスト1つをとっても、システムの使い勝手の面からのテスト等はあまりやられていません。もちろんその原因の1つは、そもそも要求定義の段階でユーザを意識したユーザ要求定義が行われていないことにあります。したがって、もう一度、開発プロセスがユーザ視点からどの程度マネジメントされているかを再点検しても良いと思います。

国際標準とどう付き合っていくか

平山：さて、最後にいわゆる国際標準等の規格との付き合い方についてお聞きしたいと思います。ソフトウェアの品質という意味でISO9000シリーズが有名ですが、システム信頼性向上の視点でこれらはどのように利用するのが良いのでしょうか。

兼子：どうも国際規格というととても格調高く、かつ、論理的に正しいことが書いてあると思われがちです。しかし、ISO9000の原案審議にかかわってきた立場から言うと、こうした国際規格は「品質が高いと言われている企業がどのようなことをやっているかを書き取ったものだ」と理解していただいたほうが良いと思います。その意味では決して論理的とは言えず、そこに書かれたプラクティスを実践することにより品質が向上する可能性がある、というフレームワークとして理解し活用したほうが良いと思います。これはISO9000もそうですしCMMIも同じだと思います。

山浦：確かにこうした国際規格はいわゆる先行企業のベストプラクティス集ですから、それをそっくり模倣したからといって、次の日から品質が向上するものではないと思います。その意味では、それぞれの企業の根底にある考え方や社風、あるいは文化があります。これは国際規格等についても同様で、その根底を支配している考え方や文化をきちんと理解した上で参考利用していくという姿勢が必要だと思います。

中谷：要求工学の分野でも同じような規格があり、要求仕様書に記載すべき事項が事細かに規定されています。しかし、この規定に準拠した仕様書を書くことが出来るのは、実はシステム開発終了後でないと難しいと思います。そういう意味では、あまり現実的な規格ではないかもしれませんが、こうした規格については、何をやるかという点で、単に書かれた要求事項を実行すれば良いのではなく、むしろ大切なのは、なぜそういうことをやらなければならないのかということを中心に理解し、自分たちの開発の中で考えることではないかと思っています。何のためにやるのかということを考えることで、必然的にCMMIにせよISO9000にしても後からついてくるのではないかと思います。

平沢：私は、ユーザビリティに関する規格審議等にかかわっていますが、国際規格は、汎用的に活用出来るように表現されています。そのため、どうしても抽象的に、概念的になってしまいます。ですから、規格に書かれたことをそのまま利用することは、問題があります。あくまでも、規格に書かれたことは理念的な目標として捉え、皆さんなりに咀嚼し、それぞれの状況に合わせてインテグレートしていただく必要があります。

平山：さて、そろそろ予定の時間が過ぎましたが、今日はシステム信頼性の向上というテーマについて様々な視点から、非常に面白い議論が出来たのではないかと思います。パネラーの皆様のご意見等を参考に、ぜひ、本特別セミナー参加者皆様方の組織のシステム信頼性向上に向けた取り組みについての再点検をお願い出来ればと考えております。

上流工程での品質確保のための発注者責任

株式会社東京証券取引所 IT 開発部マネージャー
田倉 聡史

システム開発プロジェクトの成否を分ける重要なカギは上流工程の品質である。上流工程での品質作り込みにおいて発注者の果たすべき役割は大きい。本稿では、株式会社東京証券取引所（以下、東証）の arrowhead プロジェクトにおける発注者側の品質確保の取り組みについて紹介する。

1 arrowhead プロジェクトの概要

arrowhead は 2010 年 1 月 4 日に稼働した東証の新・株式売買システムの呼称であり、①証券会社からの注文の受付、②受け付けた注文のマッチング、③注文受付結果、マッチング結果の証券会社への通知、④注文情報及びマッチング結果情報の情報ベンダ等への配信、⑤東証社員による注文のリアルタイム監視のためのデータ生成、等の処理を行っている。

稼働時の証券会社からの注文データ処理容量は 4,600 万件 / 日、注文受付にかかる処理時間は 1 件当たり平均 2 ミリ秒となっており、世界最高水準の処理性能となっている。

2 上流工程完璧主義

arrowhead の開発プロジェクトにおいて、全メンバに貫かれた最も重要な考え方を顕著に表した言葉がある。

それが「上流工程完璧主義」である。

「上流工程完璧主義」の大前提となるのは、東証が作成する要件定義書及び外部設計書（接続先システムとの接続仕様書、画面や台帳の設計書等）がプロジェクトのバイブルであり、要件定義書等に明確な記載が無い事項は実現されないという考え方である。

arrowhead プロジェクトにおいて東証が作成した要件定義書等は A4 判で約 4,000 頁となっており、これは旧システム構築時の約 3 倍のボリュームであった。

arrowhead プロジェクトでは、こうして作られた要件定義書等をバイブルとし、前

工程のバグ等を後続する次の工程で確実に刈り取り、下流工程に悪さを残さないという方針で以下の通りの取り組みを行った。

- ・要件の妥当性確認
 <実施工程> 要件定義工程
- ・要件と設計書のトレース
 <実施工程> 基本設計工程～詳細設計工程
- ・ウォークスルーレビュー
 <実施工程> 詳細設計工程
- ・要件変更管理
 <実施工程> 基本設計工程～受入テスト工程
- ・リアルタイム品質管理
 <実施工程> 基本設計～受入テスト工程
- ・ベンダ側テストケースの要件充足確認（2 回目のトレース）
 <実施工程> システムテスト工程

これらの取り組みは、バグを V 字モデルの反対側に位置するテスト工程で摘み取るのではなく、バグを作り込んだ

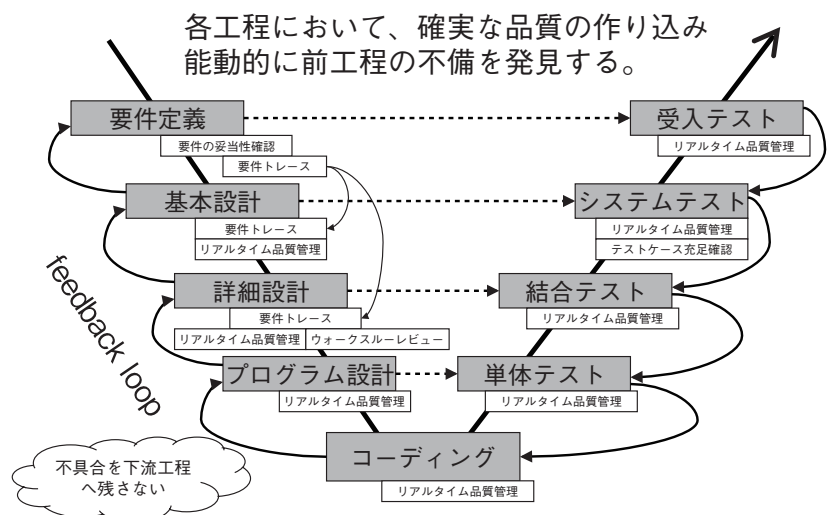


図1 フィードバック型 V 字モデル

工程の次に続く工程で積極的に検出することを目的に行っている。東証ではこうしたプロセスの進め方を「フィードバック型V字モデル」(図1)と定義している。

以下では、各取り組みの具体的な内容について説明を行うこととする。

3 要件の妥当性確認

プロジェクトのバイブルを東証が作成する要件定義書及び外部設計書とする以上、これらのドキュメントに記載されている内容が妥当性のあるものになっていなければならない。

すなわち、東証が実現を要求する要件が漏れ無く記載されており(網羅性の確保)、かつ、実現可能な要件が記載されている(フィージビリティの確保)が必要となる。

要件の網羅性を確保するために、東証では、arrowheadの要件定義書及び外部設計書の記載項目と旧システム(arrowheadが稼働するまで現行機として動いていた売買システム)の設計書及び派生売買システムの設計書の記載項目との突き合わせチェックを行った。

また、フィージビリティ確保の観点から、非機能要件について外部機関(開発委託先とは異なるベンダ)にチェックを依頼し、実現可否の確認を行っている。とくに性能要件については世界最高水準の処理性能を目標としたことから、開発着手時に実在している技術及び実現可能と考えられる技術で実現が可能か見極める必要があり、発注者責任として、第三者の見解を確認することとした。

4 要件トレース

プロジェクトのバイブルは東証が定める要件ではあるが、実際のシステムはベンダが作成する設計書に基づいて構築される。このため、要件が抜け漏れ無く設計書に反映されているかを確認する必要がある。東証では設計書のレビューを行う際、事前に要件の主要要素を約1万項目抜き出して、一覧表形式に取りまとめ、すべての項目について、設計書に対応する記述が行われていることを確認した。要件の実現は必ずしもアプリケーションで行われるとは限らないことから、要件要素の記述確認においては、ミドルウェアやOSの機能にまで確認範囲が及ぶこととなった。

また、東証の要件の中でも最も重要かつ複雑な処理であるマッチングの機能については、注文板の「状態」と注文・取消、売買停止、立会終了等の「トリガ」との組み合わせ

で要件をパターン分けした資料を要件定義書の補足資料として作成した。本資料により具体的なケーススタディを行うことで、ベンダ側の要件理解を促すと共に、東証側でも要件の網羅性確認と後工程で行うテストのケース設定に役立てている。前者の網羅性確認はフィードバック型V字モデルに基づく活動であり、一方のテストケース設定の基資料作りを上流工程で行っているという点では、W字モデルに類したプロセスの実践とも言える。

5 ウォークスルーレビュー

arrowheadのような大規模プロジェクトでは、ベンダ側の開発が幾つものチームに分かれて行われる。この際に重要となるのが各チーム間の設計の整合性確保及び抜け漏れ防止である。

このため、arrowheadプロジェクトでは主要な業務処理について、東証とベンダ共同でウォークスルーレビューを行った。ウォークスルーレビューは3段階に分けて実施しており、第一段階では個別のチームが記載した処理内、おのおの、正しく共通部品やフレームワークを使用しているかを確認した。第二段階ではチームをまたがる処理間で電文ヘッダーの定義やファイルの呼び出し方等の妥当性をチェックし電文疎通の確認を実施し、続く第三段階では上位処理と下位処理の間で受け渡される電文内の項目突き合わせによる業務疎通確認を行った。

6 要件変更管理

要件定義書及び外部設計書はプロジェクトのバイブルであり、これが例えばコーディングやテストの工程で変更されるということは、すなわち当該工程からプロジェクトの最上流まで手戻りが起こることを意味する。

このため、arrowheadプロジェクトでは安易あるいは不要な要件変更が行われることを防止するためのセルフコントロールシステムとして、要件確定後の要件変更については、システム担当の常務取締役(CIO)のチェックを受け、承認が得られた案件についてのみ、ベンダに要件変更依頼を提示する仕組みとした(図2)。

要件変更管理に経営者自らが深く関与することにより、プロジェクト下流での不必要な要件変更が抑制された。また、前述したフィードバック型V字モデルの実践の効果と合わせて、東証が要件変更の必要性を発見した案件総数のうち83%を製造工程着手前に検出することが出来た。

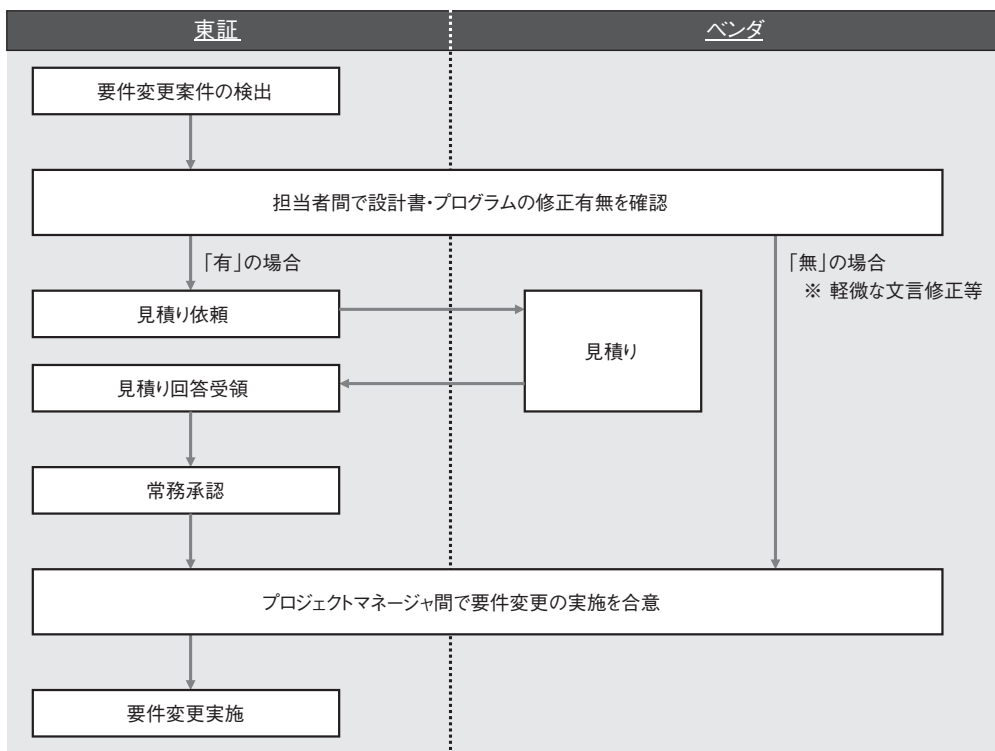


図2 要件変更の実施フロー（東証が要件変更の必要性を検出した場合のフロー）

要件が明確に記載され、確定した状態となっていることがすべての出発点であることから、arrowhead プロジェクトでは、要件の記載が読み手によって誤解が生じ得る表現となっていた場合には、仮に東証から見れば「常識的に判断すれば間違える筈がない」という類の誤謬であったとしても、要件の不備として取り扱うルールとした。

また、いわゆる「てにをは」レベルの修正であっても、正規の手続きを踏まなければ要件変更は行えないこととした。arrowhead プロジェクトでは、結合テスト工程での要件変更が10%弱あったが、これらの大半はこうした「てにをは」レベルであり、プログラム修正を伴うような要件修正はほとんど下流工程に持ち越されなかった。

するテストでの障害発生状況を、東証及びベンダ間で日々共有することとした。

両社で工程別にあらかじめ合意、設定したアラームライン（許容下限値）に障害発生件数が近づいた際には、パレート分析による障害発生傾向の分析や発生した障害の内容（業務継続への影響度）の分析を行い、必要な品質強化策を実施する仕組みとした（図3）。

強化策は必ずしもベンダだけが行うものではなく、状況によっては、ベンダ側の品質強化策と並行して東証側でも要件定義の記述の詳細化・明確化を実施することとした。

7 リアルタイム品質管理

前章まで、上流工程での品質の作り込みにかかる取り組みを紹介したが、製造以降の下流工程における品質向上策も確実に実施する必要がある。

下流工程での効果的な品質向上策適用のために、arrowhead プロジェクトでは、納品前にベンダ側で実施

8 ベンダ側テストケースの要件充足確認

下流工程における品質向上策のもう1つの取り組みがベンダ側で実施するテストケースの要件充足確認である。これは上流工程で実施した設計書の要件トレースと対をなす活動で、設定されたテストケースが要件の主要要素を満たしているかを確認するものである。テストケースに不足があれば、追加のケースを設定するようベンダに要請した。

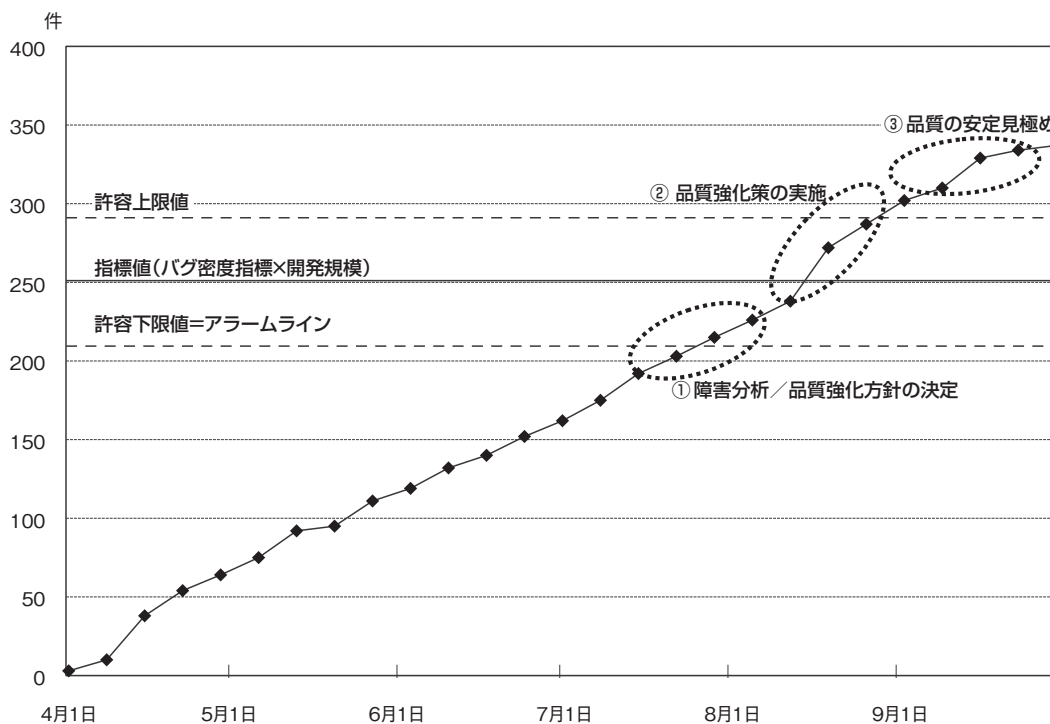


図3 リアルタイム品質管理

9 その他の工夫

9.1 エンドユーザとのワーキング

要件定義書及び外部設計書を東証が取りまとめる際に、arrowheadのエンドユーザとなる証券会社とワーキングを開催し、仕様の調整及び合意形成を行うプロセスを組み込んだ。

本ワーキングはシステムの稼働まで継続的に開催し、エンドユーザを交えて実施するテストの内容・日程調整やエンドユーザ側でのシステム対応の進捗状況確認等も行った。

エンドユーザとの合意形成の仕組みを持つことは、手戻りの少ない円滑なプロジェクト運営の実現の重要な一要素である。

9.2 プレジデント・レビューの開催

arrowheadプロジェクトでは東証及びベンダの両社長が出席し、プロジェクトの進捗状況や課題、リスクの認識を共有し、必要に応じた対応策の実施を決定するための会議を「プレジデント・レビュー」と称して、工程の区切りやプロジェクトレベルの課題発生時に開催した。

トップマネジメントがプロジェクトの状況を把握し、意思決定をタイムリーに行ったことは、arrowheadプロジェクト成功の重要な一要因となっている。

9.3 開発拠点の統合

arrowheadプロジェクトでは東証とベンダの開発拠点を一個所に集約した。これにより東証とベンダ間のコミュニケーションが密になり、認識ギャップの低減等に寄与した。

9.4 ツールの共同利用

テストの進捗状況や障害の情報について、一元管理するツールを東証側で用意し、ベンダと共同利用した。発注者側とベンダの状況認識や各種対策要否等にかかる見解相違は保有している情報の差異が原因となるケースも多々あるが、ツールの共同利用によるリアルタイムでの情報共有は有効な解決手段となり得る。

9.5 リスク管理

arrowheadではリスク管理に予定/実績管理及びPDCAサイクルの考え方を導入した。

まず、検出されたリスクごとに発生確率を7段階(3~0、0.5刻み)、影響度を3段階(3~1、1刻み)に分類評価し、

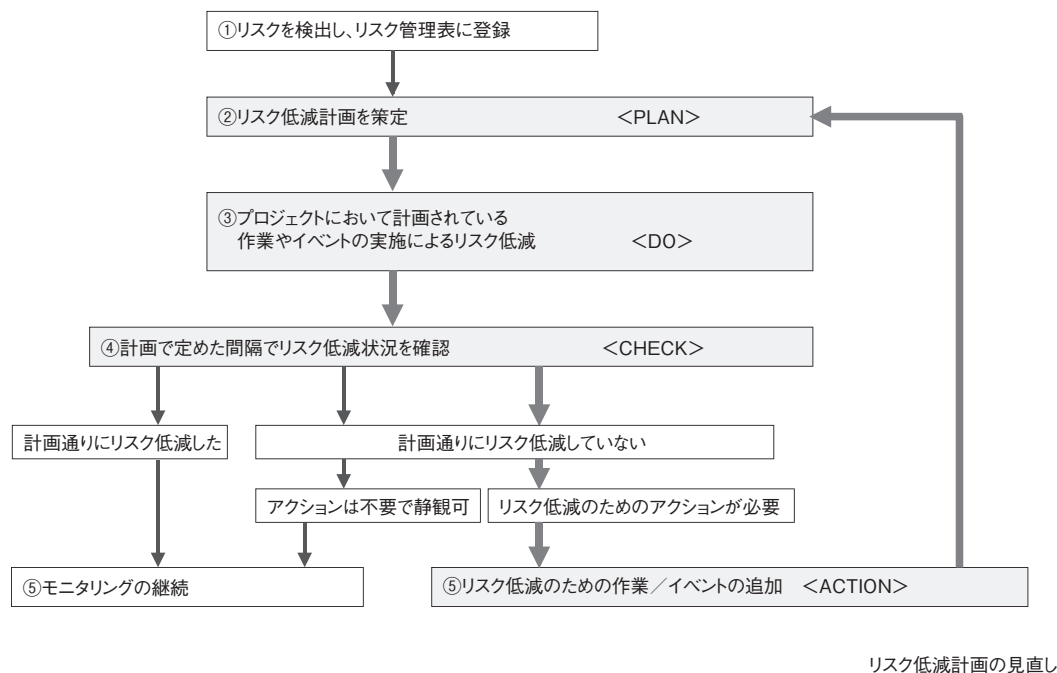


図4 リスク管理のフロー

発生確率と影響度の掛け合わせにより、リスクスコアを決める。次に各リスクのリスクスコアが、プロジェクトで計画されている、どの作業ないしイベントを実行することにより低減するのか計画を立てる。

プロジェクトの進捗と共に、計画通りにリスクスコアの低減度合いをチェックし、計画との差異が生じた場合には、必要に応じて打ち手を用意することとした（図4）。

また、各リスクの予定リスクスコアの総和と実績リスクスコアの総和を時系列で比較することにより、プロジェクト全体でのリスクの状況を概念的に把握することに役立てており、当該データは前述の「プレジデント・レビュー」においても確認を行った（図5）。

9.6 移行統制

システムの本番移行をスムーズに行うためには、開発対象となったシステムにおけるデータ等の移行や接続先システムと合同の移行訓練のみならず、システムを利用する社内業務部門等や外部ユーザにおけるタスクの洗出しと管理を行い、本番稼働までにすべての準備を完了させる必要がある。

このため、arrowheadプロジェクトでは専務取締役（COO）を責任者とする「全体移行統制本部」を稼働4カ月前から立ち上げ、社内全部署にarrowheadが稼働することに伴うタスクの洗出しと各タスクの実施スケジュールの提示を依頼し、スケジュール通りに各タスクが進捗して

いるか管理を行った。遅延が見られるタスクについては原因、対応策の要否と対応を行う場合のスケジュール等を確認し、全タスクについて完了確認を行った。

また、外部ユーザに対しては、東証とのシステム間接続仕様の変更点をリスト化し、いつまでにどの事項の対応を完了しておいていただきたいという目安を数段階で提示した。これをベースに定期的なアンケートを実施し、外部ユーザ側での対応状況を確認、対応が遅れているユーザについては個別に対応見込みの確認を行った。

プロジェクト全体での会議体は、図6の通りとなっている。

10 おわりに

本稿では東証の arrowhead プロジェクトにおける発注者側での品質確保の取り組みについて紹介した。これらの取り組みは発注者側に相応の負担が生じるものであり、あらゆるプロジェクトに普遍的に適用出来るものではない。

しかしながら、品質の問題は最終的には発注者の身に降りかかるのであるから、自身が引き受けるリスクを減少させるために、事前にベンダとの役割分担を明確にした上で、発注者責任を果たすよう取り組むべきであろう。

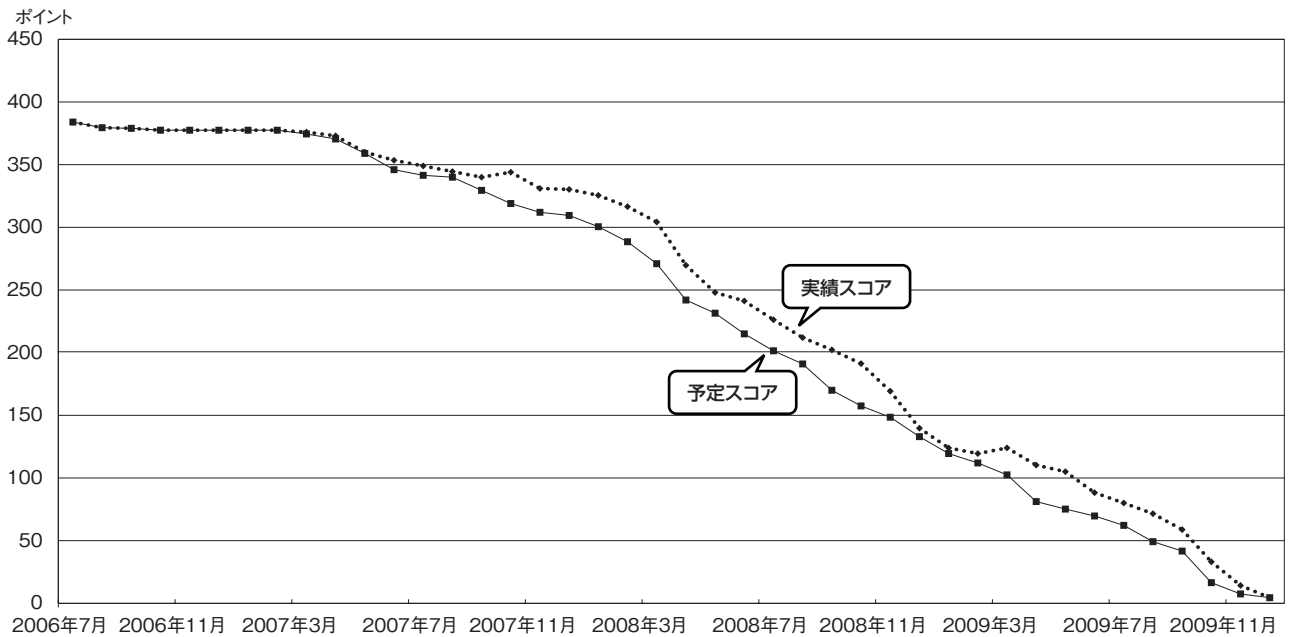


図5 トータルリスクスコアの遷移図

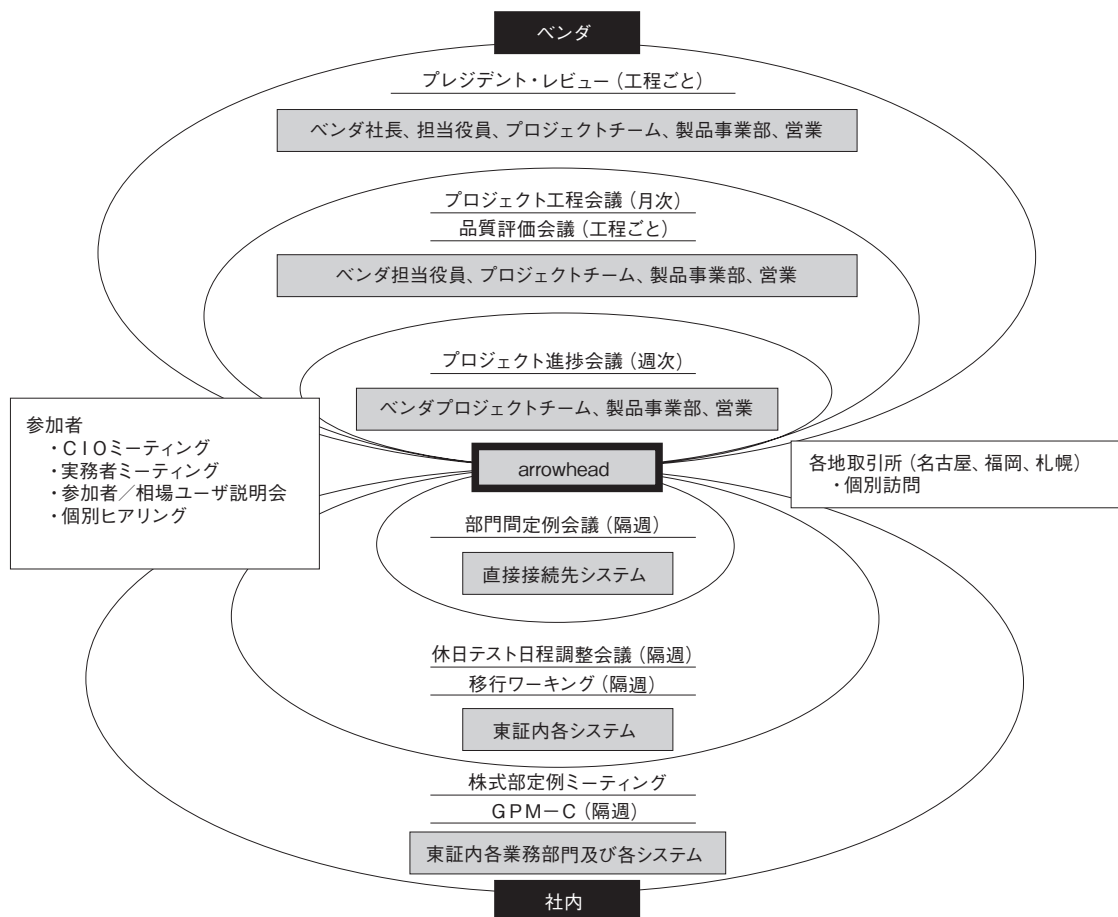


図6 arrowhead プロジェクトの会議体

株式会社東京証券取引所

「経営者が参画する要求品質の確保」の思想を核に新システム開発を成功に導く

SEC journal 編集部

株式会社東京証券取引所（以下、東証）は2010年1月4日、新・株式売買システム「arrowhead」を稼働させた。株式売買システムは社会インフラ的存在であり、非常に大規模なシステムである。その性格上、高い信頼性と共に、近年では注文受付通知をミリ秒単位で行う高速処理が求められる。それらの要件を実現すべく同社IT開発部はarrowheadの開発に全力を注ぎ、要求通りの品質とスピードを実現。また、arrowhead開発プロジェクトを成功に導いた裏には、IPA/SECがまとめた「経営者が参画する要求品質の確保～超上流から攻めるIT化の勘どころ～第2版」[SEC2006]の存在があった。今回は、同社IT開発部マネージャーの田倉聡史氏に話を伺った。

「IT化の原理原則17ヶ条」を行動規範に

株式売買システムに求められるのは、高い信頼性と可用性、高速性である。arrowheadの開発は、データを三重化して高信頼性を確保すると共に、99.999%以上の可用性（5年間で10分程度の停止時間）と、注文受付通知のレスポンスを10ミリ秒以下で処理する（稼働したarrowheadは平均2ミリ秒という高速処理を達成）等、高い目標を掲げて2007年初頭にスタートした。

陣頭指揮を執ったのは、株式会社NTTデータで大規模システムの開発に豊富な経験を持つ鈴木義伯常務執行役。2006年2月に東証のCIOとして招聘された鈴木氏は、IT開発部のメンバに「経営者が参画する要求品質の確保～超上流から攻めるIT化の勘どころ～第2版」（以下、『超上流』）を配った。「超上流」は、システム開発プロセスにおける要件定義の重要性に着目して、システム開発を成功に導く意図の下に作成されたものである。その内容は、巻末付録「超上流から攻めるIT化の原理原則17ヶ条」（以下、『原理原則』）に簡潔にまとめられている。

鈴木CIOは、3年間強にわたる開発プロジェクトにおいて『超上流』の考え方をプロジェクトチームが実践すべく指示を繰り返した。IT開発部マネージャーの田倉聡史氏は、「鈴木常務の指示は『超上流』に書かれていることに即したものである。arrowheadの開発は『超上流』をバイブルとして位置付け、『超上流』に書かれている多くのことが実践されています」と振り返る。

発注者が要件定義に責任を持つことを貫く

以下、「arrowhead」のプロジェクトにおいて、『超上流』がどのように活用されたのかを見ていく。

arrowheadの開発にあたって鈴木CIOが強調したのは、「要件定義は発注者である東証が責任を持つ」ということ

である。それは、「要件定義は発注者の責任である」という原理原則第9条の実行にはかならない。

一般に要件定義書は、どのようなシステムを実現したいかを発注者が作成するものだが、洩れや誤解の無い要件定義書の作成は困難であり、あいまいな記述が存在することが多い。要件定義書の記述があいまいでは（いわゆる「行間がある」）、開発工程の下流に位置するテスト段階になってから、「思い描いていたものと違う」ことが表面化し、情報システムの品質や納期に影響をもたらすこととなる。

従来、東証のIT開発部が作成していた要件定義書も、やはり「行間が多い」記述内容だった（田倉氏）。しかし今回、東証は受注者に対して「『要件の行間を読み』ということをお願いしてはいけません」（原理原則第17条の本文）という原則を実践したのである。arrowheadの要件定義書をはじめとするドキュメントの記述は詳細にわたった（図1）。その結果、プロジェクトチームが作成したドキュメントの総量は、ベンダを選定するために作成したRFP※1が1,500頁、機能要件や非機能要件を記述した要件定義書が1,800頁、更に外部設計書を含めて合計4,000頁となった。

「プロジェクトの成否は要求定義書で決まるものです。非機能要件を含めてきちんと書くことは難しいものですが、要件定義書の作成は発注者の責任で行う方針の下、自

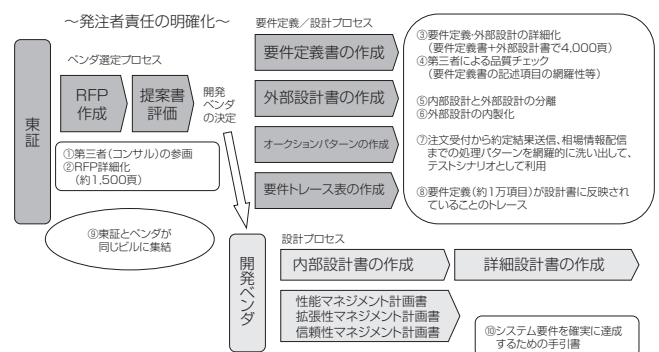


図1 次世代システムにおけるプロセス改善の取り組み（発注者責任の明確化）

※1 RFP: Request for Proposal, 提案依頼書

分たちで書ききりました」と田倉氏は語る。また、すべての要件変更は鈴木 CIO のチェック、承認を経てから行った。「は」を「を」に変更するといった文言の修正も例外ではない。要求変更に関する書類のすべてに目を通す作業は膨大なものである。それを行ったのは東証でも初めてのことだった。原理原則第 10 条には、「要件定義書はバイブルであり、事あらばここへ立ち返るもの」とある。発注者も受注者も幾度となく立ち返るバイブルだからこそ、その記述内容には厳密さが求められる。だからこそ、要求変更は CIO 自らがチェックしたのである。

ステークホルダとの合意確認に大きく配慮

IT ベンダや社内ユーザ、社外ユーザ等ステークホルダと合意確認をすることは、情報システムの開発を成功させるための重要なポイントである。原理原則第 4 条は「ステークホルダ間の合意を得ないまま、次工程に入らない」とある。arrowhead 開発プロジェクトチームは、ステークホルダとの合意確認をととても大切にしていた。

例えば、arrowhead プロジェクトでは、東証とベンダの開発拠点を 1 つのビルに集約し、互いに行き来しやすくすると共に工程の節目ごとに両社の社長を交えたミーティングを実施する等、緊密にコミュニケーションを図る体制を整えた。また、社内の業務部門である株式部の社員にもプロジェクトチームのメンバとして加わってもらった。従来は、IT 開発部で要件定義に取り組み、要件定義書が出来上がった段階で業務部門に提示していたが、今回は業務部門が正式に要件定義を確認する前に、業務部門と一体となって要件定義に当たったのである。それは、「業務担当部門と IT 部門とが協力し合って、決めるべきことをきちんと決める」（原理原則第 11 条の本文）の実践にはかならない。

更に、外部設計書や定義書が出来た段階（arrowhead 稼働開始 3 年前）で、arrowhead と接続する社外ユーザ（証券会社）に設計書を開示したり、結合テストの段階で証券会社にパイロットユーザとしてテストに参加してもらったこともステークホルダと合意確認を取るという原理原則第 4 条を踏まえたものだ。

不具合を残さない フィードバック型 V 字モデルの実践

最後に、今回のプロジェクトにおいて IT 開発部が実践したフィードバック型 V 字モデルと呼ばれる開発モデルに触れておきたい。この開発モデルは、各工程において前

工程までに作り込まれた不具合を即時に分析して、①現在の工程で対処すべき事象が発生したら次の工程に進まずにその工程で対策を考える、②不具合が生じた原因が上流工程に起因するものだと判明したら上流工程に戻る、ことを指している。不具合を後の工程に残さないことで、情報システムの品質確保と稼働時期の厳守が達成出来るからだ。

要件定義から基本設計へ進むプロセスにおいてフィードバック型開発モデルを実施するにあたって IT 開発部は、要件定義書に記述した要件定義が基本設計に実現されているかどうかを確認するために、1 万項目に及ぶ要件トレース表を作成し、要件トレース表と基本設計とを突き合わせる作業を行った。その作業で不具合が見つかった場合、基本設計の問題であれば基本設計を修正し、要件定義に間違いがあったことが不具合の要因であれば要件定義書を修正した。この取り組みは、原理原則第 3 条「プロジェクトの成否を左右する要件確定の先送りは厳禁である」の実践である。

要件トレース表の作成と同時に IT 開発部は、テストケースの作成を並行して行った。これは、「W 字モデル」と呼ばれる開発プロセスである。テスト工程に入る前の上流工程においてテストケースを作成することによって、要件の洩れや矛盾を発見することが出来、修正工数を削減することにつながる。「必ずしも全ての機能について行う必要はありません。arrowhead プロジェクトではシステムの中核処理である、売り注文と買い注文をマッチングさせる処理を対象に実行しました」と田倉氏は語る。東証の IT 開発部は、開発スケジュールや人的リソースを考慮しながら、要件定義に発注者が責任を持つという『超上流』の基本を貫いた。それが arrowhead の開発を成功に導いた最大の要因といっても過言では無いだろう。

参考文献

[SEC2006] IPA/SEC : SEC BOOKS 経営者が参画する要求品質の確保 ～超上流から攻める IT 化の勘どころ～ 第 2 版, オーム社, 2006

会社情報

商号	株式会社東京証券取引所グループ
設立	2007 年 8 月
所在地	〒 103-8224 東京都中央区日本橋兜町 2-1
資本金	115 億円
代表者	取締役 兼 代表執行役社長 齊藤 惇
従業員数	818 名（出向者数を含む、2009 年 6 月 25 日現在）
事業内容	株式会社金融商品取引所の経営管理、自主規制法人の経営管理その他の上記に附帯する業務

株式会社 CSK システムズ

「ソフトウェア開発データ白書」を見積り精度向上と品質保証に活用

SEC journal 編集部

SEC は、我が国におけるソフトウェア開発プロジェクトの実績データを収集・分析して、「ソフトウェア開発データ白書」（以下、SEC 版データ白書）として 2004 年より刊行している。1990 年代から組織的に定量的プロジェクト管理を推し進めてきた株式会社 CSK システムズ（以下、CSK システムズ）では、見積りや品質の妥当性を確認する物差しとして自社で独自に蓄積・収集したメトリクスデータ（以下、社内版データ白書）と併せて SEC 版データ白書を活用し、見積り精度の向上や品質保証に役立てている。その成果は、CMMI^{※1} レベル 5 の評価の取得にも結び付いた。今回は、同社の両データ白書の活用成果についてプロジェクト管理部品質管理課の大久保直樹氏と柳田幸宏氏、SEC 研究員でもある小椋隆氏に話を伺った。

QMS^{※2} をベースとしたメトリクス活動

企業の業務が IT をベースに進められるようになった現在、ソフトウェアの品質を確保・保証することは、IT 企業にとって極めて重要なテーマである。そうした中、CSK システムズは品質マネジメントシステム (QMS) を構築し、継続的かつ組織的にソフトウェアの品質を保証する活動を推し進めている。

同社における品質マネジメントシステム (QMS) は、品質に関して組織を管理していくための枠組みであり、国際標準規格 (ISO9001) にも適合するものである。その上に、管理標準体系（要領書や標準フォームの標準文書体系）、開発標準体系（CSK システムズ標準 EPISODE/II）、内部品質監査、第 3 者レビュー制度、PMO 等の品質を支える様々な制度や仕組み、ドキュメントが有機的に連携し合っ存在している。メトリクス推進活動もその 1 つで、定量的にプロジェクトを管理することを通じて生産性や品質等に関する指標値を創出・設定し、その指標値に基づいてプロジェクトの実施・管理を行うことによって、プロジェク

トを成功に導くことを目的としている。

同社において、プロジェクトを定量的に把握するメトリクス推進活動が全社的にスタートしたのは 1990 年代。活動の担い手となっているのはプロジェクト管理部である。同部門ではまず、開発対象プロジェクトの規模の測定を目的として、FP^{※3} と工数の関係を調べることから始め、社内にデータを収集・蓄積していった。現在では精査・分析を経たデータを基に、組織別モデル（金融系や産業系等）や方式別モデル（クライアント / サーバ系や Web 系、メインフレーム系）等に層別すると共に、FP ベース及び SLOC^{※4} ベースに分けてモデルとして整理している。これらのモデルや指標は、現場の社員が標準指標値として活用出来るよう、社内版データ白書として現場に提供している（図 1）。

現在では、見積り局面での開発のスコープと規模の明確化から始まり、受注後のプロジェクトにおいては、計画局面で適切な管理指標を設定し、実施局面では実績数値を記録する。工程の節目ごと及び終了時には数値で評価する、というように定量的にプロジェクトを管理する PDCA サイクルが定着している。その中で、各事業部門もそれぞれ自部門におけるデータや指標値を蓄積・活用しているが、より広い視野で規模の見積りや計画の妥当性の確認に社内版データ白書は有用となっている。

また、CSK システムズでは社内版データ白書を作成・活用すると共に、SEC 版データ白書も活用している。その理由について、同社プロジェクト管理部品質管理課の大久保直樹氏は、次のように語る。

「当社では、蓄積したデータを元に、標準モデルを作成し、社内版データ白書として現場に提供しています。しかしながら、全プロジェクトに対して有効なものが揃えられているわけではありません。また、一般的なデータも参考になりたいという要望もあり、SEC 版データ白書も活用することにしたのです。」社内のデータと SEC による幅広いデー

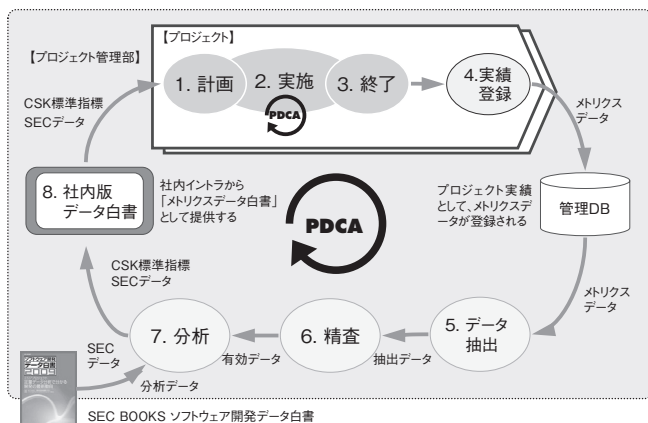


図 1 メトリクス推進活動の取り組み

※1 CMMI : Capability Maturity Model Integration
 ※2 QMS : Quality Management System, 品質マネジメントシステム

※3 FP : Function Point
 ※4 SLOC : Source Lines of Code

タを融合し提供することによって、根拠のある適切な見積りや、管理目標（生産性や品質の指標）の設定が可能となり、プロジェクトの実情を目に見える形で把握し、目標に向けてコントロールしやすくなった。

品質管理やプロジェクト支援に活かす

以下に社内版データ白書と SEC 版データ白書の活用例 2つを紹介する。

社内版と SEC 版の両データ白書において、見積りや品質管理等、基本的には社内の実績データに基づいた社内版を利用している。ただし、見積りや計画している工数や生産性、開発期間等のリスク度合いを把握するには、社外のデータも有用な情報であり、実現可能性を判断する1つの目安になる。プロジェクトの現状や今後の状況を客観的に見極め、素早い軌道修正や支援を行う PMO^{※5} 活動等で、社内版と共に SEC 版データ白書を利用する機会が増えてきた。

品質管理においては、社内版データ白書による基準値を目安として、プロジェクトの品質目標値をその特性に合わせて設定している。開発中、及び出来上がったソフトウェア品質を評価・コントロールする際に利用しているが、お客様への品質報告にも利用している。その際、SEC 版データ白書のデータも明示することで、客観的な品質の妥当性の裏付けとなり、お客様との合意形成に活用している。

両データ白書のモデルの併用で妥当性を把握

同社における両データ白書の活用方法のユニークな点は、両データ白書のモデルを並べて提示・公開していることだ。それにより、現場の社員は自部門の傾向に加え、社内の傾向と一般的な傾向という多角的な視点で計画の妥当性や進捗状況を把握することが出来る。現場において利便性の高い提示法と言えるし、その仕組みが同社におけるソフトウェア開発の品質を支えている。

また、SEC 版データ白書は、社内版データ白書を補完する意味合いも持っている。その具体的な例として、大規模案件の見積りにおける活用が挙げられる。同社の商談は大規模案件が多く、データも蓄積されているが、他プロジェクトで利用しやすいような層別を行いモデルを作成するとすると、有意な統計分析に足る数のデータが不足する場合がある。一方で、SEC 版データ白書のデータの3割は大規模案件が占めている。そこで、大規模案件を見積もる

際には、FP と規模の関係や工数と工期の関係が数値化されている SEC 版データ白書が大いに役立っている。

さらなるモデルの精緻化へ邁進

以上のように、両データ白書は、見積り精度の向上やソフトウェア品質の確認等、同社におけるプロジェクト遂行を強力に支援している。そのカギとなっているのは、CSK システムズが定量的なプロジェクト管理を定着させる活動を継続的に続けていることにある。プロジェクトを計画する時点で指標値を設定し、途中の各工程でデータを記録し、プロジェクト終了後にデータに基づいて評価するという PDCA サイクルを回すことによって、社内データが蓄積され、現場が活用出来るモデルが整備されたのである。それは、一朝一夕になし得ることではない。

プロジェクトデータを収集・分析してモデル化するという PDCA サイクルを回すには、現場の理解が不可欠である。同社における定量的プロジェクト管理活動を定着させる上でも、SEC 版データ白書の存在は役に立った。同社プロジェクト管理部品質管理課の柳田幸宏氏は、次のように語る。「プロジェクトデータの可視化の重要性を社内で認識してもらう上で SEC 版データ白書の1～3章（背景、目的、収集データについて、分析について）も非常に参考になりました。社内における定量的プロジェクト管理を底上げするという点で、SEC 版データ白書が効果をもたらしたと考えています。」

同社は今後、①モデルの活用方法を更に積極的に提示する等普及・展開活動の強化、②海外に委託しているソフトウェア開発現場に対するデータ白書の活用展開、③モデルのさらなる精緻化や保守領域におけるデータの蓄積とモデルの確立等、定量的なデータ把握によるプロジェクトマネジメントを進化させ、ソフトウェア品質保証活動及びプロジェクトのリスク管理体制の強化を図っていく考えである。

会社情報

商号	株式会社 CSK システムズ
設立	2005 年 5 月
本社	〒107-0062 東京都港区南青山 2-26-1 CSK 青山ビル
資本金	100 億円
代表者	取締役社長 中西 毅
社員数	3,687 名（2010 年 4 月 1 日現在）
事業内容	コンサルティング、システム・インテグレーション、システム運用、ASP（アプリケーション・サービスプロバイダー）、BPO（ビジネス・プロセス・アウトソーシング）

※5 PMO：Project Management Office

ソフトウェア開発現場への形式手法導入 —形式手法適用の実経験から得られた知見—

形式手法人材育成WGリーダー
九州大学 大学院システム情報科学研究所 教授 工学博士

荒木 啓二郎

近年、システムの機能安全やソフトウェアシステムの不具合が社会に及ぼす影響の大きさに対する認識から、我が国でもソフトウェア開発における形式手法について関心が持たれている。しかしながら、我が国では残念なことに、開発現場への導入や適用はあまり進んでいない。本稿では、開発現場に導入するための参考となるよう、形式手法適用の実経験を通して得られた知見や教訓を述べる。

1. はじめに

前号のアングル『経営者はアーキテクチャと形式手法を忘れてはいけない』（藤枝純教）[FUJIEDA2009]では、21世紀の日本のIT戦略という大局的観点から、従来の日本のお家芸であった高品質ブランドをITの分野で実現するために形式手法が不可欠であるという強い主張が述べられた。従来、技術的な観点から形式手法の紹介や適用事例報告がなされても、経営的観点からコストや国家レベルでのIT戦略に関連付けて形式手法の意義が論じられることは少なかった。そのため藤枝氏の記事は、形式手法について、CIO^{*1}やCTO^{*2}を含む経営者へのよい理解となり、認識を高めることや改めることに有益であろう。

本稿では、技術的な観点に立ち戻りながらも、開発の現場で形式手法の実践に結び付くことを意識して、筆者の経験に基づいたエピソードを交えながら形式手法の意義や導入過程の実例を述べる。第2節では、形式手法適用に関する筆者らの実体験に基づいて形式手法の効用等を述べる。第3節では、形式手法の導入や適用の際に参考になるガイドを提示する。第4節では、SECにおける形式手法の啓発や開発現場への普及に関する活動に触れて本稿のまとめを述べる。

2. 形式手法適用の実体験例

本節では、形式手法を実際のシステム開発の場で適用した体験から幾つかのエピソードを紹介し、そこから得た形式手法に関する筆者なりの認識や知見を述べる。

2.1 初期の形式手法適用事例

筆者は、ある中堅企業との共同研究において、形式手法を実際の開発対象システムに適用した経験がある。これは、

実用システムに対する筆者らの初期の適用事例であった。以下のエピソードが、形式手法を初めて適用しようとする方々の参考になれば幸いである。

(1) エピソードその1

たまたま2つの異なる対象領域での製品を題材として取り上げて、それらを同時に並行して、形式的にシステムを記述することを試みた。どちらの対象も筆者らにとっては未知の分野であった。その企業からは、それぞれの対象分野のエキスパートである課長さんとその同僚の方が相手をしてくださった。全くの素人相手に懇切丁寧に教えて下さったが、こちらは素人なので、何も分からず、細かなことまでいちいち質問をした。どちらの対象についても、月に2回ほど会合をもって、対象の製品と対象領域のことを教えていただいた。彼らにとっては当たり前のことや常識的なことまで1つひとつ尋ねるものだから、こちらが口を開くたびに一瞬、「またか、やれやれ、まいったな」といった感じの反応をなさっていたようであるが、こちらは分からないことだらけなので、聞き続けるしかなかった。

何回目かの会合のときのこと。いつものように質問をした。すると、たやすい回答だという感じで課長さんが答えてくださった。ところがその瞬間、課長さんの隣に座っていた同僚の方が「えっ、それはそういうことだったんですか!」とおっしゃって、2人の同僚同士で顔を見合わせた。それまで、何も知らない素人として対象領域のことを教えていただいていたのであるが、一方で筆者はこの瞬間が来るのを待っていたのである。彼らは同じ会社の同じ部署で長年机を並べて一緒に仕事をしてきた。どちらもベテランの有能なエンジニアであり、その対象領域に精通している。ところが、同僚の間で共有しているはずの常識や暗黙知に認識や理解の齟齬があり、それが露呈したのである。システム開発の際に、開発者間で、あるいは開発者と発注者との間で、些細なことでも理解や認識の不一致があれば、ど

※1 CIO : Chief Information Officer

※2 CTO : Chief Technology Officer

のようなことが起きるであろうか。

彼らは、さすがに有能なエンジニアである。筆者らがなぜに細かいことまで根掘り葉掘り聞いていたのかを理解してくださり、その後は何を質問しても好意的に対応してくださった。

(2) エピソードその2

対象システムの形式的な記述すなわち形式的システムモデルは、筆者らが形式仕様記述言語を用いて記述した後、企業の方にレビューをしていただいていた。何度か打ち合わせを行ってレビューを繰り返すうちに、企業の方々も形式仕様記述言語で書かれたシステムモデルを読んで理解出来るようになっていた。

そして、ある打ち合わせのとき、いつものように筆者らが作成したシステムモデルの最新版をテーブルに配っていた。挨拶もそこそこに着席するや否や、テーブルに置かれた記述を一瞥した課長さんから「このところはおかしいのではないですか」と指摘を受けた。実は、モデル記述の際にどう記述してよいかよく分からない部分があったので、取り敢えず該当部分は適当に記述しておいて、この打ち合わせでは、まさにその部分について確認したかったのがあった。この出来事によって、意思の疎通や理解の共有において、厳密なシステム記述の効用を実感した。

(3) 得られた知見

上記の初期の事例で筆者らは多くのことを学んだ。それらのうちから形式手法の効用や特質にかかわるものを幾つか挙げる。

① 問題対象の理解を深める

形式仕様記述言語を用いて対象システムを記述しようとするれば、対象を十分に理解していなければならない。日本語で記述すれば、不明確な理解のままでも何やらそれらしいものを書くことが出来てしまう。厳密な記述を目指すことは、概念を明確にしたり、問題対象をより深く理解したりすることを促進する効果がある。

② コミュニケーションの道具

明確なシステム記述によって、お互いの理解や知識を適確に伝えることが出来る。知識や経験を共有することにも役立つ。日常でもあいまいさや不明確さを避けるよう意識するようになって、打ち合わせやレビュー等におけるコミュニケーションの質の向上につながる。

③ 建設的な議論を促進

形式的なシステム記述をベースとして用いることによって、不明確な記述やあいまいな記述に対する独善的な解釈の押しつけを無くし、言った言わないの水掛け論の無い建

設的な議論をすることが出来、精神的にも健全な雰囲気の下で開発を進めることが出来る。

④ 読むのは簡単

形式的なシステムモデルを読んで理解するのは、困難なことではない。CやJavaなどのプログラミング言語を習熟した現場のエンジニアにとっては、簡潔で意味も明確に定義された形式仕様記述言語で書かれたシステムモデルを読んで理解出来るようになるのに大した手間や時間を要しなかった例を何度も経験した。

⑤ 書くのは容易ではない

一方で、形式的なシステムモデルを記述するのはそう容易なことではない。前述のように対象自体を十分に理解する必要もあるが、形式的なモデルを記述するには抽象化の能力も必要とする。目的に合った適切な抽象化を行うことは、誰にでもすぐ出来るものではない。

⑥ 上司の命令

先の例では、部長さんが形式手法に関心を持ち、課長さんにやってみろと言ってくださり、形式手法適用の試行が始まった。それがなければ、対象領域の一番のエキスパートであり、開発業務で忙しい課長さんが筆者らに付き合ってくださいることはなかった。筆者は、それまでも形式手法に関する講演やセミナーを各所で行っていた。「良いお話を聞かせていただきありがとうございます。大変に興味があるので、今後ともよろしく願います。改めてご連絡します」等とおっしゃる方もいて、首を長くして連絡を待っていても何事も起きなかったという経験を幾度となくしてきた。社内で権限と責任を持つそれなりの役職の方の決断が必要であるという当たり前のことを学んだ。企業の経営や技術戦略という観点から、藤枝氏の前号の記事は意義あるものである。

2.2 フェリカネットワークスにおける実践

フェリカネットワークスが形式仕様記述言語 VDM++ を使って非接触カード用 Mobile FeliCa IC チップを開発した事例は、よく知られている。我が国における形式手法適用のベストプラクティスとして高く評価されているのみならず、形式手法の本家本元の Formal Methods Europe 主催の国際会議 International Symposium on Formal Methods でも招待講演を依頼される等、国際的にも注目されている。

(1) 形式手法適用裏話

この形式手法の適用を行う前に、フェリカネットワークスの方々が筆者を訪問して、形式手法を使って次世代 Mobile FeliCa の開発を行いたい、コードの自動生成やテストの自動化等も行いたいとの希望を述べられた。筆者は

即座に、「そんなの出来ませんよ」と答えた。その時、わざわざ東京から福岡まで尋ねてくださったのに、大きく膨らんでいた期待がガラガラと音を立てて崩れるのが確かに見えた（気がした）。

失意に沈んだフェリカネットワークスの方々を前に、筆者は続けた。「コードの自動生成やテストの自動化等は、形式手法やソフトウェア工学の究極の目的の1つです。しかし見果てぬ夢のようなもので、いろいろやっていますが、実用にはまだまだほど遠く研究すべきことがたくさんあります。フェリカネットワークスでいきなりコード生成とかテストの自動化なんて言っても、すぐには出来ません。まずは、形式仕様記述言語でシステムの記述をやりませんか。それだけでも、いろいろと嬉しいことがあります。」

筆者のこの言葉を真に受けてVDM^{*3}を用いてシステムの厳密な記述を行った結果、前述のように形式手法適用の成功事例として広く知られることとなった。ひとえにフェリカネットワークスの皆さん自身の多大な努力の賜物であるが、筆者が紹介した形式手法やシステム記述の達人のアドバイスや筆者が送り込んだ学生による既存の日本語文書の精読に基づく文書の不備の指摘等も（とくに最初の頃は）役に立ったことと思う。

フェリカネットワークスでは、単独の開発プロジェクトで終わらせることなく次世代製品の開発にも形式手法を活用すべく、継続して形式手法適用に精力的に取り組んでいる。形式手法適用のレベルも上がって、当初目標に掲げていたテストの自動化や部分的なコード生成等もそろそろ視野に入り始めているのではないかと推察する。

フェリカネットワークスの形式手法適用事例[KURITA]では、当初は筆者らの研究室でもMobile FeliCaシステムのモデル化を行おうと考え、定期的な打ち合わせを行った。しかしながら、対象領域に対する筆者のグループの知識が不十分なために進捗が芳しくなく、フェリカネットワークスでは筆者のグループでのモデル化を当てにせず、自前で形式的モデルの記述を行うよう覚悟を決めて精進し、システムの形式記述のための独自のフレームワークを構築するに至った。併せて、従来のソニー流の開発プロセスにうまく形式仕様記述を組み入れ、更には、ソニー水準の品質保証で徹底したテストを仕様レベルでも実装レベルでも行った。

(2) 得られた教訓

この適用事例では上述の知見の再認識も含めて多くのことを学んだ。

① 天は自ら助くる者を助く

最初に紹介した例では、筆者らが対象システムのモデル

化を行い、企業側のエキスパートにレビューをしていただいた。一方、フェリカネットワークスでは、自ら対象システムの形式的記述を行った。これが成功の最も大きな要因であったと考える。製品開発に自ら新たな技術を取り入れ実践する。関係者からの協力や支援はもちろん受けるが、自ら汗をかき苦勞する覚悟と努力が不可欠であるのは言うまでもない。

たとえツールで自動的に実行出来るようになったとしても、ツールを使いこなして効果的な結果を効率良く得ることはすぐには出来ないであろう。ツールの特性や出力結果の意味や限界等の理解と共に、そもそもの問題や目的自体の十分な理解や認識がなければ、ツールも生きてこない。ツールは文字通り道具であり、目的を明確に持った主体的な開発活動の下で効果を発揮する。

② 自前の開発プロセスへの組み入れ

フェリカネットワークスでは、従来からのソニー流の開発プロセスにうまく形式仕様記述の利用を組み入れた。もともとの開発プロセスが明確であり、開発の過程で生産され利用される各種の文書の位置付けや役割が明確であるので、形式仕様をいつどこで何に使うかという戦略も立てることが出来たのであろう。

開発プロセスも不明確、各種文書も不明確な開発現場に形式手法を適用しようとしても、いつどこで何をすればいいのか見えてこない。形式手法は、従来の開発手法から遊離し、それだけで完結した雲の上の理想郷を形成しているのではない。我が国の産業界の中には、形式手法をこのような現実世界とは無縁の世界のものだと勘違いしている人が少なからず存在している印象を受ける。フェリカネットワークスの例では、従来の開発手法をベースとして、「形式手法は開発プロセス全体の約5%しか占めないような程度で各所に組み入れられているという感じかな」と言ったら、フェリカネットワークスの人は、「まあそんな感じでしょうかね」と答えていた。

3. 形式手法導入ガイド

3.1 形式手法の多様性と特質

形式手法とひと口に言っても、多種多様な基礎理論及び理論的基礎付け、方法論、ツールがある。Bowenが整理しているWebには百種類にも及ぶ形式手法に関する理論や方法及びツールが列挙されている[WIKIA]。万能の手法やツールがあるはずもなく、開発対象であるソフトウェアシステム自体の多様性、多面性に対応して必然的に多種多様な形式手法やツールが提案されている。これらの

*3 VDM: Vienna Development Method, IBMのウィーン研究所で開発された形式手法の1つ。

中で、何を選んだらよいかについては、Formal Methods Europe の Web に Choosing a Formal Method としてガイドが掲載されている [FME]。そこには、形式手法を適用するための以下のような理由が掲げられている。

- ・ 開発プロセス全体の品質や厳密性を向上させる
- ・ システムの完全無欠度や信頼性等の性質を向上させる
- ・ 仕様の誤りを減少させる
- ・ 要求の定義を改善させる
- ・ 設計文書を改善し、設計の理解度を向上させる
- ・ 保守や拡張のためのより堅固な土台を提供する
- ・ 設計アーキテクチャの性質を精査する
- ・ テストデータ選択のより合理的な基礎を提供する
- ・ 設計と実現に誤りが無いことを可能な限り保証する
- ・ 特定の顧客や標準からの要求に適合させる

形式手法の適用には目的を明確にしておく必要がある。上記に列挙した理由は、自らの状況を整理して、形式手法適用の目的をより明確にすることに役立つであろう。

3.2 形式手法利用のレベル

前述のように多種多様な理論や手法、ツールが提供されている形式手法の利用に関して、以下のような三段階が示されている [WIKIPEDIA]。

- ・ レベル 0：形式仕様記述
 数学的な記法を用いて厳密な仕様を記述する。この記述を基にしてプログラムを開発する。証明や分析までは行わない。
- ・ レベル 1：形式的開発及び検証
 プログラムの性質を証明したり、詳細化により仕様からプログラムを作成する。
- ・ レベル 2：機械支援による証明
 定理証明器や証明支援器を用いてプログラムの性質を証明する。

レベル 0 の形式仕様記述のみの実施でも、形式手法の効用は大きい。対象システムの機能や構成を厳密に記述しようとすることによって、問題対象の理解が深まり、見通しがよく、分かりやすいシステム記述が得られる。仕様記述の不十分さやあいまいさに起因する多くの問題が開発の早い段階で明らかとなり、システムの品質と開発効率を向上させることに寄与する。フェリカネットワークスの適用事例はこのレベルの例であるが、前述のように世界的に注目される程の大きな効果を上げている。

レベル 1 では、安全性やセキュリティにかかわる高信頼性システムの開発に用いられることが多い。レベル 2 は、システムの不具合が致命的な影響を及ぼす絶対的な信頼性

が要求されるシステムに対して、とくに核心部分について適用される。B メソッドを用いたパリの地下鉄 14 号線やフランスのロワシー国際空港のシャトルにおける制御システムの開発においては、段階的詳細化により Ada プログラムを作成し、その過程で数万に上る証明責務 (proof obligation) と呼ばれる条件式を、証明支援システムを用いて証明した [ABRIAL]。この例は、レベル 1 及びレベル 2 の組み合わせと見なすことが出来よう。

4. おわりに

SEC では、2007 年度の高信頼性システム開発手法調査検討会で形式手法に着目し、研究動向や適用事例等に関する調査研究を行った。その後も高信頼性システム技術作業部会と組織や名称を変えて産官学連携の下に、形式手法を（とくに我が国の）システム開発現場で活用するための方策について議論してきた。これまでの成果をまとめて Web 上に公開しているので、ご覧いただきたい [SEC2010]。

2010 年度は、形式手法人材育成作業部会で形式手法を開発現場で実践する人材の育成のための方法や教材について、具体的な成果を出すべく活動を行っている。上述の SEC での活動等に基づき形式手法の技量レベルを以下のようにまとめてみた。その際に、日本の伝統芸能や武術等における免状制度を参考にしてみたが、習熟度や能力に関して有効な手本を示してくれた。

- ① 初伝：基礎知識「読めます」レベル
- ② 中伝：抽象化能力「書けます」レベル
- ③ 奥伝：実践能力「やれます」レベル
- ④ 皆伝：推進／管理能力「やらせます」レベル
- ⑤ 師範：教育／指導「教えます」レベル

誌面が尽きたので、上記の技量レベルの詳細や形式手法人材育成の方策については機会を改めて述べたい。今後は、システム開発の現場で形式手法が日常的に活用される状況が実現されるような活動を SEC の下で推進出来れば幸いである。

参考文献

- [ABRIAL] Abrial, J.R. : Formal Methods in Industry : Achievements, Problems, Future, Proc. 28th ICSE, pp.761-767, May 2006
 [FME] http://www.fmeurope.org/?page_id=264
 [FUJIEDA] 藤枝 純教：経営者はアーキテクチャと形式手法を忘れてはいけない、SEC journal No.20, pp.46-49, 2010
 [KURITA] 栗田 太郎：携帯電話組込み用モバイル Felica IC チップ開発における形式仕様記述手法の適用, 情報処理, Vol.49, No.5, pp.506-513, 2008
 [SEC2010] <http://sec.ipa.go.jp/reports/20100331c.html>
 [WIKIA] http://formalmethods.wikia.com/wiki/Formal_methods/
 [WIKIPEDIA] http://en.wikipedia.org/wiki/Formal_methods/

沖縄 IT 津梁パーク

ー日本とアジアを結ぶ架け橋、リゾート & IT の戦略拠点ー

<http://www.pref.okinawa.jp/iipd/support/it-shinryo.html>

沖縄県観光商工部情報産業振興課
課長

米須 清光

沖縄県では、沖縄本島中部の中城湾港新港地区に、国内外の情報通信関連産業の一大拠点形成を目指し、「沖縄 IT 津梁パーク」の整備を進めている（図 1）。ここではその概要を紹介する。

1 沖縄 IT 津梁パークの基本理念

IT 津梁パークは、次の 3 つの基本理念の下、8,000 人の雇用創造を目指している。

① 沖縄県における情報通信産業振興の推進

沖縄県の IT ブランド力の向上、人や技術等の面でのシナジー（相乗）効果、イノベーション効果（技術革新効果）の発揮を通じた情報通信産業クラスター（IT 産業高度化の拠点）の構築に資する。

② 我が国における情報通信産業活性化と国際競争力向上への寄与

情報通信産業における次世代技術やビジネスモデルの開発と実験の場の創出により、情報通信産業の課題に対するソリューションの提供、専門人材の育成と供給を図り、我が国の情報通信産業の活性化に資する。

③ 沖縄県における雇用創出の先導

新しい情報通信産業・機関の新規立地や既存事業の拡大を促進することによって、県内の雇用創出の拠点となることを理念とする。

2 沖縄 IT 津梁パーク主要施設の概要

沖縄 IT 津梁パークの主要施設は、情報通信産業のニーズと、将来の変化に対応出来る、高度なセキュリティとフレキシビリティを備えた整備を進めている。

① 中核機能支援施設

中核機能支援施設は、IT 津梁パークのランドマークとなる施設であり、ASP、コンテンツ配信サービス、OSS

沖縄 IT 津梁パークとは、沖縄県と国が協力し、国内外の情報通信関連産業の一大拠点を形成すると共に、アジア諸国との人や経済の架け橋となることを目指すビッグプロジェクトである。「津梁」とは、架け橋を意味する。



図 1 沖縄 IT 津梁パーク全体配置イメージ図

開発、データセンター、人材育成等、同パーク入居企業の先導役となる機能・サービスを提供する企業・団体の入居を予定している。

2008 年 6 月に一部供用を開始し、2010 年 9 月に全体の供用開始を予定している。

② 企業立地促進センター

企業立地促進センターは、同パークに入居する企業が、民間 IT 施設が完成するまでの間、入居準備をするインキュベーション的な機能を有する施設である。2010 年 9 月の供用開始を予定している。

③ 民間 IT 施設

情報通信関連企業が入居する民間 IT 施設は、民間資金により建設した施設を県が一括借り上げ、低廉な賃料で提供する。企業のニーズに応じ、柔軟な施設整備が可能で、延床 5,000m² 程度の施設 13 棟の整備を目指している。

3 豊富な支援制度

沖縄県では、情報通信関連産業の立地を促進するため、情報通信コストの助成等、多様な支援制度を設けている。

4 まとめと謝辞

主要施設を立ち上げる等本拠点を形成し持続的に発展させていくには、各企業における品質確保、人材育成は極めて重要な要件である。こうした要件を実現する上で ESQR や ETSS 等 SEC で開発された成果は大いに役立つものと期待しているところである。また、今回の組織紹介の機会をいただいたことに謝意を表すると共に、本拠点形成に向けて今後も様々な連携をいただきたくお願いして本稿を閉じるものである。

■問い合わせ先

- ・沖縄県観光商工部情報産業振興課
電話：098-866-2503
E-mail：aa058100@pref.okinawa.lg.jp
- ・東京事務所：03-5212-9087
- ・大阪事務所：06-6344-6828

株式会社沖縄ソフトウェアセンター

ーニアショア開発・高度テストングアイランド構想への取り組みー

<http://www.osc-corp.co.jp/>

株式会社沖縄ソフトウェアセンター事業開発部
部長

佐藤 和浩

株式会社沖縄ソフトウェアセンターは、オール沖縄・本土大手企業の45社で設立し、沖縄情報産業振興の拠点である「沖縄IT津梁パーク」において将来にわたって国際競争力を持つ高付加価値事業の展開を図る目的で設立された。

1 設立理念

リゾート地の特性を生かした地域分散ソフトウェア開発（ニアショア開発）の国内一大拠点としてのブランドの形成と、最先端技術研究開発・実証事業による国内外へ発信出来る新規事業の創出。

2 事業モデルと優位性

事業の推進にあたり、沖縄IT津梁パークの共同開発拠点のプロジェクトに県内協力会社を集結し、ニアショア開発体制を構築する（図1）。

以下に特徴をまとめる。

- ・顧客単位にセキュリティ完備した開発分室を準備
- ・協力会社中心に登録済みの人材DB活用により適材な人材の配置
- ・協力会社単位の専門領域の高度化を図る

また、以下に本事業モデルの優位性をまとめる。

- ① 最先端のセキュリティ環境を備えた沖縄IT津梁パークにおける開発環境を提供する。
- ② 行政と連携した、仕事誘致に直結した高度人材育成事業（毎年1.6億円超）を活用し、SECのETSS等の成果を活用し、効果的開発を推進する環境を提供していく。
- ③ 地政学的メリットを生かしたアジアへのゲートウェイとしてのグローバルビジネス拠点とする。
- ④ 南国リゾートの特性を生かし快適な開発空間を整備し、優秀なI・Uターン技術者が集積している。

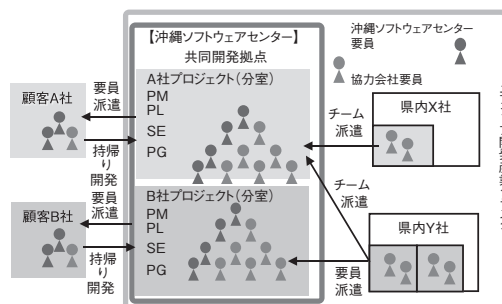


図1 ビジネスモデル：沖縄県内の開発力を集積し共同開発拠点を形成

3 沖縄高度テストングアイランド構想の推進

弊社の事業の特性は、共通プラットフォームの構築、沖縄地域の雇用創出・ビジネス人材の高度化を先導する等、公的事業と言えるものである。こうした特性から、本構想を推進するための委員会活動に対し、SECの持つ最先端の知見によるアドバイスをいただく等、テストング分野での先進的取り組みを進めていくものである。具体的には、モデルベースの開発、高度テストングサービス、モデリングサービス事業の展開を目指している。

① テストング基盤構築実証事業

県内企業コンソーシアムによるテストングセンター基盤の構築と実証。成果を活用し事業展開を図る。

② 高度組込みソフトウェア開発拠点の構築

モデルベース・ツール開発、高度テストング、コンサルティング分野の一大開発拠点を構築する。

③ 苦情分析モデル化テスト事業の研究

沖縄に集結するコールセンターに集まる利用者からの苦情等を分析・検証する技術の研究を東海大、大手モデリングツールベンダと共同で進める。

④ 東海大学専門職大学院組込み技術研究拠点

組込み技術分野での各種共同研究の推進により、アジアを中心に海外へ発信出来る事業を研究開発する。

■問い合わせ先

・株式会社沖縄ソフトウェアセンター事業開発部
電話：098-869-5201 FAX：098-869-5203
e-mail：osc@osc-corp.co.jp

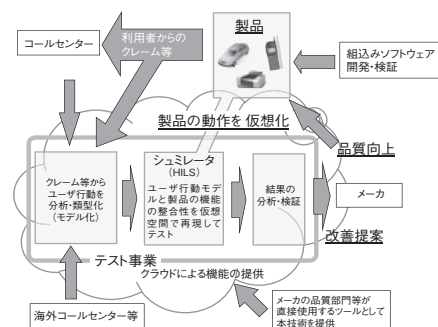


図2 高度テストングアイランド構想

前

回のコラムで、「日本は1990年以来、失われた20年を経験した。このままでは、失われた30年になってしまう。では、ソフトウェア産業はどうか」と書いた。何人かの方からご意見をいただき、議論もさせていただいた。日進月歩の技術革新に対応し、グローバル展開が急なハードウェア産業に比べて、日本のソフトウェア産業は、国内に閉じこもり、かつ労働集約的なやり方を続けた結果、国際競争力が低い、という意見が多かった。その通りだと思う。

業界の事情に詳しいA氏は、日本から中国へのオフショアについて次のように解説された。オフショアが始まった当初は、プログラム設計・コーディング・テストという、いわゆる下流工程が中心であった。これでは、受注したソフトウェアがどういった目的で使われるかを、中国人プログラマーが理解せずに開発するので、品質や生産性が期待したほどには上がらなかった。しかし、1990年代末以降、品質の確保と更なるコスト削減の必要性から、中国人エンジニアの上流工程への参入が行われた。この結果、多くの中国企業が、業務ノウハウ、仕様書及び設計書の書き方、プロマネや品質管理の手法を学んだ。これらの面で遜色がなくなると、人件費は日本のほぼ1/3だから、がぜんオフショアが有利になる。現在では、大半の日本の大手SIerは、プログラミング工程だけでなく上流工程の設計から試験工程まで、オフショアの範囲を拡大しつつあるという。

日本国内で金融系や公共系の大型案件が少なくなっている上に、ウォータフォール型開発、換言すれば、工程分業が可能な開発が大量にオフショアに流れているのだ。業界の問題とされる多重下請け構造を議論する前に、このタイプの開発が日本から消えつつある。

話は変わるが、中国政府は2009年6月、「ソフトウェア産業は経済社会の発展において先導性と戦略性を備えた産業であり、国は5つの措置を取ってソフトウェア産業のさらなる発展を促進していく方針だ」と発表した。5つの措置とは、

①鉄鋼、自動車等の重点産業の内部で使用している

優良ソフトや情報技術サービスを切り離して、専門のソフトウェアサービス企業を設立する

- ②産業応用や工業分野のソリューションの発展と普及
- ③ネットサービス、漫画、アニメ、ゲーム等の新たな成長分野の開拓
- ④情報技術サービスのモデル地区、基幹企業を認証し、モデル事例を提示
- ⑤ソフトウェアを扱える人材の育成システムを構築

中国への欧米や日本からのオフショアはまだ始まったばかりだから、現時点の中国の最重点課題はオフショアの推進に間違いないが、同時にオフショアされる部分に付加価値が低いことを認識し、次の布石を着実に打っているところがすごい。これからの日本のソフトウェア産業の進むべき道を考えた場合、中国の5つの措置は大変参考になる。

ソフトウェア開発において、工程分業が可能な案件の下請けビジネスは極めて見通しが暗いと言わざるを得ない。下請けだけではなく、元請けも売上と利益が大幅に減っていくのは避けられない。まず、この事態を認識しなければならない。逆に言えば、工程分業が出来ない仕事に可能性があるのではないか。その代表例は、Google、Amazon、楽天のようなユーザからリアルタイムにダイナミックな反応が返ってくる仕事だ。これらの企業では、ソフトウェアが業務プロセスの中に組み込まれている。

これは、組込みソフトウェアが自動車や携帯電話の中に組み込まれるようなものだ。考えてみると、組込み業界にはエンタプライズ系のようなソフトウェア業界というものは存在しない。組込みソフトウェア業界というのは、トヨタやパナソニックのように最終製品のソフトウェアを開発する企業か、ツール、コンサルティング、教育等を行う企業のどちらかか、あとは人材派遣業だ。

B氏は、ティム・オライリー氏が「ソフトウェアはプロダクトからプロセスになった」と言っていると教えてくれた。もともと、きめ細かいカスタマイズ化が得意な（逆に言うとモジュール化が苦手な）日本の出番かもしれない。

Column

日本のソフトウェア産業の進むべき道

IPA 顧問 学校法人・専門学校 HAL 東京 校長

鶴保 征城 (つるほ せいしる)



CMCで変わる 組織コミュニケーション 企業内SNSの実践から学ぶ

山本 修一郎 著

ISBN : 978-4-7571-0284-2

NTT 出版刊

A5判・250頁

定価 3,360円 (税込)

2010年4月刊

組織の知的生産性向上への議論を提言する良書

とにかくタイムリーな本である。ソフトウェア開発においてコミュニケーションの重要性を最初に喚起したのは、IBM社のOS/360の開発からの「レッスン・ラーンド」をまとめたF・P・ブルックスの名著「ソフトウェア開発の神話」(フレデリック・P・ブルックスJr著、山内 正彌 訳、企画センター刊、1977年)であろう。原書は1975年に発行。当時、コミュニケーションは膨大な量のペーパーコピーとマイクロフィッシュで行われていた。

それから数十年経過した今では、ソフトウェア開発者にとどまらず、ホワイトカラーは一人1台以上のパソコンを保有している。今や、インターネットやeメールを経由して世界中の人がCONNECTされている状況である。日々、メールを読むだけで数時間もの時間を割

かなければならないことがいかなる意味を持つのか、価値を創造しているのか、より有効な活用法はないのかを考え、ホワイトカラーの知的労働生産性を上げる必要があるだろう。本書が多くの人に読まれ、組織の知的生産性向上をいかに図るかについての議論が方々でなされることを期待する。

本書は「第2部 実践編、第4章 CMCが支える組織変革」から読み始めると、組織内コミュニケーションにかかわる問題解決へのイメージが得られると思われる。そこから理論的深堀をするのであれば第1部の理論編に向かえばいいし、実践的理解向上のためなら第2部を継続して読むと良いだろう。コミュニケーション問題に関する今後の動向については、第3部 第9章に触れられている。(新谷勝利)



モチベーション エンジニアリング経営 人材流動化時代の新たな経営手法

リンクアンドモチベーション 著

小笹 芳央・勝呂 彰 著

ISBN : 978-4-492-53241-6

東洋経済新報社刊

四六判・232頁

定価 1,680円 (税込)

2008年1月刊

氷山の水面下にあるモチベーションを見える化

エンジニアのモチベーションが、ソフトウェアの生産性や品質に大きな影響を与えるのは周知の事実である。氷山を例にすれば、成果やスキルといった水上に出て理解しやすいものと、水面下にあるモチベーションという内面的なものが水上に表出しているものを支えている。本書はモチベーションエンジニアリングとして、実効性と再現性を実現する工学的アプローチで、モチベーション向上に取り組む方法を紹介している。

人や組織が、どんなモチベーションで働いているのかを明らかにするため、4P(理念、仕事、人材、特権)という観点を利用する。

自分自身や自社の軸足は少々分かりづらいかもしれないが、メディア等で紹介される企業や個人を考えると納得出来る観点である。本

書では組織における4Pを調査分析し、対策を施すといった方法が紹介されている。

ソフトウェアエンジニアリングでは、方法論としてルール化やツール化を図り、属人性を排除する取り組みが行われている。

一方、モチベーションエンジニアリングは、属人的な部分の傾向を分析し、傾向ごとの特徴とそれに対峙する方法を提示する。

ソフトウェアエンジニアリングは長い歴史を持ち、実効性や再現性を求めているが、まだまだ人や組織依存の部分が多い。開発を成功に導くには、ソフトウェアエンジニアリングによる属人性の排除だけでなく、大きな影響を持つモチベーションに対しても工学的なアプローチが有効であろう。

(渡辺 登)

編集後記

「紫陽花」は本来別の花の名前で、後に「あじさい」になったようですが、雨の中、この漢字を眺めると少し和む気がします。

年度が改まり、初めの21号は、「SEC 2009年度活動概要」を特集としてお届けします。2005年度から5回目の恒例となった特集です。多くの皆様に支えられた調査、研究活動から生まれた、実証的なソフトウェア・エンジニアリングの成果が掲載出来たと思います。今回は、新たな分野として「統合系」が加わりました。「統合系」では、従来からの「エンタプライズ系」、「組込み系」という枠を超えたテーマを扱います。「統合系」の今後の成果にご期待ください。(Y.I)

編集部 よ り

この「SECjournal」は、SECの機関誌として、本当に役割を果たしているのか、読者の皆様のお役に立っているのか等厳しいご質問をいただいております。つきましては、今後、読者の皆様のご意見をお聞きするアンケート等を準備しますので、ご協力お願い致します。

SEC journal 編集委員会

編集委員長	今井 豊
編集委員 (50音順)	今井 元一
	遠藤 和弥
	佐々木一彦
	立石 譲二
	平山 雅之
	山崎江津雄
	山下 博之
	山本 克己



初夏を待つ鎌倉の紫陽花

(撮影：今井豊)

SECjournal 20号 お詫びと訂正
SECjournal 20号本文記事「共通フレーム2007 第2版 解説」記事(7頁)において、一部誤表記がありました。お詫びして、訂正いたします。

【誤】
「これは、RE規格案を担当するISO/IEC SC7/WG7の日本代表を兼ねるプロセス共有化WG(村上憲稔主査)が、…」

【正】
「これは、RE規格案を担当するISO/IEC SC7/WG7の日本代表を兼ねる村上憲稔主査(プロセス共有化WG)が、…」

SEC journal® 第6巻第2号 (通巻23号) 2010年6月30日発行

© 独立行政法人 情報処理推進機構 2010

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(前は2009年10月29日IPAフォーラム2009)。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所長賞からなり、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。



ETSS特集号



No.17



No.18



ESxR特集号



No.19



No.20

SEC Journal No.21
第6巻第2号 (通巻23号)
2010年6月30日発行 © 独立行政法人 情報処理推進機構

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 Tel:03-5978-7543 Fax:03-5978-7517
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 URL : <http://www.ipa.go.jp/>
所長 松田 晃一



IPA®

独立行政法人 情報処理推進機構



古紙パルプ配合率70%再生紙を使用



この印刷物は、印刷用の紙へリサイクルできます。