

# SEC<sup>®</sup>

## journal

Software Engineering Center

14

巻頭言

**西垣 浩司** 独立行政法人 情報処理推進機構 理事長

所長対談

**大規模化・複雑化する自動車搭載ソフトウェアの課題と  
今後の方策を考える**

安達 和孝 日産自動車株式会社 電子・電動要素開発本部 電子制御技術部 主管

論文

**規模・工期・要員数・工数の関係の定量的導出**

柿元 健, 門田 暁人, 角田 雅照, 松本 健一, 菊地 奈穂美

## 特集 SEC2007 年度活動概要

報告

SEC 各委員会の新体制報告

海外レポート

PSAM 9 安全性評価技術国際会議 参加報告  
ISO/IEC JTC1/SC7 ベルリン会議に参加して

組織紹介

アジャイルプロセス協議会

IPA<sup>®</sup>

独立行政法人 情報処理推進機構  
<http://www.ipa.go.jp/>



# SEC journal

Software Engineering Center  
No.14目次

1	巻頭言 西垣 浩司 独立行政法人 情報処理推進機構 理事長
	所長対談：安達 和孝 日産自動車株式会社 電子・電動要素開発本部 電子制御技術部 主管
2	大規模化・複雑化する自動車搭載ソフトウェアの 課題と今後の方策を考える
	論文
6	規模・工期・要員数・工数の関係の定量的導出 柿元 健 門田 暁人 角田 雅照 松本 健一 菊地 奈穂美
	特集 SEC2007年度活動概要
12	SEC2007年度成果報告 エンタプライズ系
14	定量的マネジメント領域
19	ビジネス・プロセス改善領域
23	要求とアーキテクチャ領域
27	高信頼ソフトウェア領域 組込み系
30	組込みソフトウェア・エンジニアリング領域
36	組込みスキル領域 共同研究
40	先進ソフトウェア開発プロジェクトにおけるFault-Proneモジュール予測への コードクローン分析の適用
41	インプロセス・プロジェクトデータの分析技術の開発
42	定量データの詳細解析に関する研究調査実施報告 生産性モデルの検討と信頼性モデル構築への提言
43	企業横断データからの相関ルールマイニングによるプロジェクト改善案の抽出
44	形式検証による組込みソフトウェア検証の実用化
45	高信頼性ソフトウェア開発のためのテスト技術に関する研究
46	ETSS向け教育研修コースを対象とした評価フレームワーク
47	組込みソフトウェア教育効果計測のための調査研究
48	ETSS国際標準モデル化に関する研究
49	機能安全に関する先行研究(調査報告)
	報告
50	SEC各委員会の新体制報告 塚本 英昭, 長岡 満夫, 門田 浩
	海外レポート
52	PSAM 9 安全性評価技術国際会議 参加報告 右近 豊
54	ISO/IEC JTC1/SC7 ベルリン会議に参加して 森下 哲成
	組織紹介
56	アジャイルプロセス協議会 羽生田 栄一
58	BOOK REVIEW
59	ソフトウェア・エンジニアリング関連 イベントカレンダー
60	編集後記
61	お知らせ(論文募集 / SEC journal バックナンバー)

## 情報処理推進機構理事長に就任して



独立行政法人 情報処理推進機構 (IPA)  
理事長

西垣 浩司

日本電気株式会社の現役卒業後、引き続き特別顧問として日本のIT産業、特に自分の職業人としてのテーマであったソフトウェアサービス産業にかかわる勉強をしてみいました。そのような中で、今回図らずもIPA理事長のお話があり、自分の経験、知見が多少なりともお役に立てるのではないかとの思いからお引き受けしました。IPA理事長の仕事は、予想していたより広範囲であり、やりたいことも多々ありますが、体力と相談しながら取り組んでおります。

IPAは2004年に独立行政法人としてスタートし、その第一期中計期間中に、ソフトウェア開発支援から、広い視点でソフトウェア産業の発展に貢献する方向へと大きく舵を切り、今年度から第二期中期計画をスタートさせました。

「情報セキュリティの強化」「ソフトウェアエンジニアリングの推進」「IT人材の育成」「オープンな技術の普及」の4つを柱として、日本のソフトウェア産業を盛り上げると共に、情報社会システムの健全な発展に資していきたいと思っております。

### 日本が晒されている現状

日本の社会、そして産業が今の閉塞感を脱し、更に発展して行く為には、グローバル化対応、国際化が必須であります。ソフトウェアサービス産業においても事情はまったく同じで、中国・インドの急迫を例に引くまでもなく、国内に閉じた形ではそのシェアを失うだ

けです。しかしながらソフトウェアには文化・社会習慣等に強くかかわった部分があり、英語文化圏でない日本にとって、特にビジネスアプリケーション分野での国際展開には大きな困難性があります。

製造業におけるカンバン方式とか、流通における単品管理のように、日本発のマネジメント手法そのものが世界で認められるようになれば、コンサルタントを含むソフトウェアサービス産業として世界に出て行くことも可能かと思いますが、時間をかけたねばり強い取り組みが必要でしょう。

### SECの活動への期待

このような状況の中で、今すぐ日本が世界に挑める希望の星が「組み込みソフトウェア」です。この分野はハード製品の先行性を背景に、日本が主導権を取れる可能性が十分にあり、IPAとしても大いにバックアップしてまいります。

SECではいち早く組み込みソフトの重要性に注目すると共に、ETSS（組み込みスキル標準）の確立を通して人材育成、地域クラスターの形成に全力をあげて取り組んでいます。

SECには、組み込み、エンタープライズ両面にわたって研究を中心とした40名を超える所員、産業界と学会の皆様のご支援でお集まりいただいた250人を超すタスクフォースメンバーがおります。これら我が国ソフトウェア産学史上稀有の知的パワーを戦力に、技術開発の推進、国際標準の獲得、中心となる人材の育成を通して、日本のソフトウェア競争力向上に貢献してゆくことを期待しています。

皆様とともに、ソフトウェア産業の発展を通して、日本の進路を切り拓いてゆきたいと考えております。

今後ともご理解と、更なるご協力をお願い致します。

# 大規模化・複雑化する 自動車搭載ソフトウェアの課題と 今後の方策を考える

自動車の制御コントロールユニットに搭載されるソフトウェアは大規模化・複雑化が進展している。欧州では、自動車メーカーや部品メーカーがAUTOSAR<sup>1</sup>という組織を発足させて車載ソフトウェアの標準化に取り組んでいる。国内の自動車関連メーカーも欧州の動きに対応し、JasPar<sup>2</sup>という組織を立ち上げた。JasPar運営委員長を務める日産自動車株式会社 電子・電動要素開発本部 電子制御技術部制御技術開発グループ主管の安達和孝氏とIPA/SECの鶴保征城所長が、車載ソフトウェアの課題と今後の方策について語り合った。



鶴保 征城(つるぼ せいしる)  
1966年大阪大学大学院工学研究科電子工学専攻修士課程修了後、日本電信電話公社(現NTT)入社。NTTソフトウェア研究所長、NTTデータ通信株式会社取締役開発本部長、同社常務取締役技術開発本部長、NTTソフトウェア株式会社代表取締役社長を歴任し、2004年10月独立行政法人 情報処理推進機構 ソフトウェア・エンジニアリング・センター所長に就任。高知工科大学教授、工学博士。

- ・社団法人 情報処理学会 会長(2001年～2002年)
- ・XMLコンソーシアム 会長(2001年～)
- ・高知工科大学工学部情報システム工学科教授(2003年～)
- ・日本BPM協会 副会長(2006年～)
- ・実践的ソフトウェア教育コンソーシアム 会長(2006年～)
- ・社団法人 電気情報通信学会 フェロー
- ・社団法人 情報処理学会 フェロー

鶴保 自動車を制御する車載ソフトウェアは、規模が非常に増大するとともに、複雑化していますね。その点をいかに解決するかが、自動車業界の課題だと思います。その課題を解決するために、欧州ではAUTOSARが、日本ではJasParがソフトウェアの標準化を進めていると認識していますが、まず、車載ソフトウェアの現状についてお話しただけませんか。

安達 日産自動車のフラッグシップカーの場合、ECU<sup>3</sup>が70個から80個搭載されています。トヨタ自動車殿のレクサスLS460のハイブリッドタイプの車には80個から90個のECUが搭載されていると発表されています。ソフトウェアの量としては、カーナビを除き、Cソースベースでだいたい700万行という規模になっています。指数関数的に増えているので、このままいくと2010年には1億行を超えそうな状況です。既に、車1台のソ

フトウェアの規模が一代前の銀行オンラインシステムと同じくらいに達しています。

車の場合、700万行というのは、純粋なプログラム部分と地図データ等のデータ部分が含まれており、純粋なプログラム行数だけではありません。車載ソフトウェアの特徴は、80個ものECUに対してソフトウェアが個別に開発され搭載されていて、それがネットワークを介してつながっていることです。従って、ECUの動作を確認することは非常に複雑になります。

鶴保 現在、車で利用されているネットワークの課題には、どのようなものがありますか。

安達 今は、CAN<sup>4</sup>が主流ですが、接続できるECUは最大で15個前後とされています。従って今後、数十個以上ものECUのトラフィックに対応できる、自動車内部の新しいネットワーク技術の規格の整備、普及が必要です。

実際80個ものECUをすべて通信でつなぐためにCANネットワークを何重にも組み合わせることになり、非常に複雑になっています。これはCANをベースとした車載ネットワークが通信速度と通信量の面で限界にきているということです。通信速度と通信量の問題を解決するために、欧州でFlexRayという通信規格が考案され、またソフトウェア・プラットフォームの標準化が進められています。

鶴保 欧州の動きが、日本でのJasParの活動につながっているわけですね。

安達 日本の自動車業界では、1990年頃から日産自動車やトヨタ自動車殿がそれぞれ通信システムを開発して競い合っていたのですが、その部分は競合する必要はないのではないかと

1 AUTOSAR : Automotive Open System Architecture  
2 JasPar : Japan Automotive Software Platform Architecture  
3 ECU : Electronic Control Unit  
4 CAN : Controller Area Network

話もあったのです。そういう話の中、欧州においてFlexRayが始まり、またAUTOSARも始まりました。欧州の標準化の動きに刺激を受けて、日本でもコンソーシアムとして車載ソフトウェアや車載ネットワークの標準化に取り組もうと、2004年に有限責任中間法人JasParを設立したのです。

## 非競争領域に対する認識の違い

**鶴保** JasParは自動車メーカーや大手部品メーカーで構成されていますが、その活動目的はどういうものですか。

**安達** IT分野は、家電会社が主体で開発されることが多いので、JasParは手始めに自動車の走る、曲がる、止まるなどの制御コントロールユニットの検討を行うことにしました。これは、車の性能や車の価値観等、自動車メーカー本来の分野に特化して活動できるからです。そして、性能にかかわる部分は競争領域ではあるのですが、ECUを構築するためのベースとなる通信やソフトウェアのプラットフォームは非競争領域であり、共通基盤領域として取り組めるのではないかと考えたのです。現在、JasParは通信やソフトウェアのプラットフォーム開発・標準化に取り組んでいるところです。

**鶴保** 共通基盤領域を作っていくという活動の状況をどのように捉えていますか。

**安達** 実際にやってみると難しいところはあります。その理由は、自動車メーカー自身が内製している電子部品の比率が小さいことです。トヨタ自動車殿で内製している電子部品はおよそ10%、日産自動車の場合では1%未満です。自動車メーカーは、電子部品の多くをTier1と呼ばれる大手サプライヤから購入しているのが現状です。自動車メーカーが主体的に標準化を進めていくといっても、実際にものを作っているのはサプライヤであり、サプライヤにとっての競争領域/共通基盤領域と、自動車屋にとっての競争領域/共通基盤領域との間には少しギャップがあるのです。そのギャップをいかに埋めていくかという悩ましい問題があります。

**鶴保** ソフトウェア・プラットフォームの開発に関してはどうなのでしょう。

**安達** ソフトウェア・プラットフォームに関しては、ソフトウェアの専門家であるベンダさんを中心に開発を行っています。競争領域/共通基盤領域に対しては、ソフトウェア・ベンダは、やはり自動車メーカー、Tier1サプライヤと異なる独自の見方をしています。自動車メーカー、サプライヤ、ソフトウェア・ベンダそれぞれの階層に応じて、共通基盤と思っている部分と競争領域と思っている部分が違うので、その整合性を取ることに苦労している部分はあります。



安達 和孝(あだち かずたか)  
日産自動車株式会社 電子・電動要素開発  
本部 電子制御技術部 主管  
JasPar (Japan Automotive Software  
Platform and Architecture) 運営委員長  
1986年日本大学大学院理工学研究科前期課程終了、工学博士。  
日産自動車株式会社に1986年入社し、四輪操舵システム、無段変速機システム、車間距離制御システム等の制御アルゴリズム及び組込みソフトウェアの開発を経て、現在、主にHybrid車両の統合コントローラ開発に従事。  
2004年のJasPar設立当初から運営委員長。

## 通信のインターフェースから標準化に着手

**鶴保** JasParは、通信のインターフェースの標準化から始めて、ソフトウェア・プラットフォームの共通基盤を策定しようとしているところです。

**安達** 通信の分野は欧州でFlexRayが標準規格として登場してきたので、まずFlexRayを使いこなさなくてはならないという危機感があり、取り組みやすかったという面があります。それに対して、ソフトウェア・プラットフォームのほうは先ほどお話ししたように、それぞれの思惑の違いが大きいので、最初に手をつけるのが難しかったという事情がありました。FlexRayのハードウェアを中心に2年以上活動しているうちに、欧州のAUTOSARの活動が見えてきたので、ソフトウェア・プラットフォームとしてJasParが取り組むべき対象が定まったところです。

また、通信の標準化に取り組んでいくとなると、制御コントロールユニット同士をつなげるためのハードウェア中心の開発段階から始まって、次はコミュニケーション・スタックやルータ等のソフトウェアが重要だ、となってくる。そうした部分の開発も始まっており、現在はソフトウェア・プラットフォーム開発の領域に入ってきています。

**鶴保** 自動車に搭載されているソフトウェアにはどのようなものがあるのですか。また、それぞれの機能やリアルタイム性、コスト感覚はどのようなものなのでしょうか。

**安達** 自動車には大きく3種類のソフトウェアがあると考えています。1つは、キーレスでドアを開けるなどのボディ電装系に代表されるソフトウェアです。これは比較的家電に近いソフトウェアです。ソフトリアルタイム系と言っていますが、時間制限は厳しくなく、イベントによってモノが動くイベントドリブン型のソフトウェアが主流です。使用数が多い分、低価格さが求められます。2つめは、所定時間毎に処理時間が厳しく管理されるハードリアルタイム系のもので、時間ドリブンで動く

タイプのソフトウェアです。たとえば、自動車で行用に使っているモータは、電流をコンマ数ミリ秒オーダでベクトル制御しており、このようなアプリケーションに用いるためのソフトウェアが該当します。3つめは、やはりハードリアルタイム系なのですが、イベントドリブン型のソフトウェアです。その典型はエンジンの制御ソフトウェアです。車のエンジン制御では、クランクシャフトの回転角に同期して燃料を噴く量の計算、処理及び点火までの時間を厳格に制御できるソフトウェアが要求されます。

AUTOSARのソフトウェア・アーキテクチャは、これら3種類のソフトウェアをすべて包括しています。しかし、標準化を優先で進めているため階層が深く、スループットが遅くなってしまう。リアルタイム性が求められる自動車の標準ソフトウェアに適用しようとする、AUTOSARは最適化の方法が課題となります。

**鶴保** 実際に、機械へ組み込んでからの実験で調整するパラメータも数多くあるようですね。となると、モデルベース的に制御理論からモデルを立てて、という作り方が成立するのは、どのくらいの割合でしょうか。

**安達** 我々の開発したプログラムにおいて制御アルゴリズムの部分が全体に占める割合を見ると数%~十数%程度となっています。したがって、モデルベースの開発が得意とする部分は、ソフトウェア開発という視点からは大きな割合を占めているわけではないと思っています。私は、こういうことをよく口にするため、モデルベース開発批判派とよく思われがちですが、そのようなことはありません(笑)

**鶴保** AUTOSARのソフトウェア・アーキテクチャの階層は、どのくらいあるのですか。

**安達** 大きくみると3層構造になっているのですが、実際にはもっと多層構造になっています。より標準化を進めていこうとすると、層が増えてしまいます。AUTOSARのアーキテクチャ

はまず、カーネルがあり、カーネルに近い層にOSがあります。そのOSの上にMCAL<sup>5</sup>と呼ばれるものがあり、さらにその上にミドルウェアがあり、ミドルウェアの上にアプリケーションレイヤとつなぐためのバーチャルファンクションパスと呼ばれているバスがあるという5層構造です。

**鶴保** 階層が深い分、スループットを上げにくくなるわけですが、解決の方法としてどのようなことが考えられますか。

**安達** マイコンのくせをなくすために、AUTOSARのソフトウェア・アーキテクチャにはMCALからミドルウェアをつなぐ部分に標準化のための細かい仕掛けがたくさん入っています。これらを丁寧に取り除いていきます。

**鶴保** エンジンなどをコントロールするときには、API層を使わずに、その下のインタフェースをダイレクトに使ってスループットを上げようということも考えられると思いますが、AUTOSAR的には、可能なのでしょうか。

**安達** AUTOSARでは、MCALを通さずにアプリケーションにダイレクトにつなげるコンプレックスドライバというバスを持っています。しかし、もしそれですべてを作ってしまうと、何のための標準化なのかがわからなくなってしまうような気がします。

**鶴保** その点、JasParでは、どのように解決しようとしていらるのですか。

**安達** 四苦八苦しているところです。まず、少なくともメインとなる通信の部分を共通化し、通信部分のスループットを上げようとして開発を進めています。現在のCANは各社各様の仕様で設計されているので、通信部分の共通化が実現されるだけでも開発が非常に楽になると考えられます。もう1つは、いかに最適化し、コンプレックスドライバを使わずに済ませるかということです。この2点に絞って活動していこうと考えています。

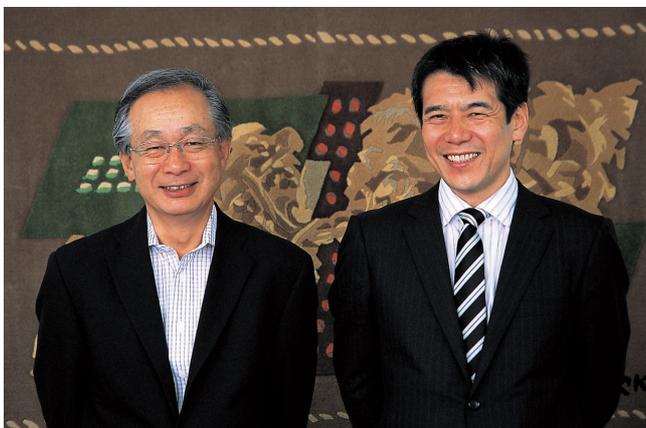
**鶴保** 先ほど3種類のソフトウェアのお話がありましたが、車載向けECU用LSIも制御対象によって、機能や価格が異なると思われるのですが、日欧での取り組みには違いがあるのでしょうか。

**安達** 比較すると、特にFlexRayのものは、欧州のLSIのほうが安価なものが用意されています。日本の半導体メーカーでは現在のところ高機能、高性能なものを得意としていると思います。

## 2012~13年にJasPar仕様の自動車が登場

**鶴保** 欧州では、そろそろAUTOSAR仕様の車が出てきそうですね。

**安達** 2009年といわれています。欧州では、サプライヤは皆AUTOSARで作っていると言っています。



5 MCAL : Microcontroller Abstraction Layer

**鶴保** ところで、AUTOSARは国際標準になっているのですか。  
**安達** 現在はまだ国際標準（デジュールスタンダード）には、なっていません。しかし、欧州のメーカーがデファクトスタンダードとして推進しているので、国際化の流れは止まらないでしょう。

**鶴保** JasPar仕様の車は日本ではいつ頃から登場するのでしょうか。

**安達** 日産自動車では2012、13年を目指しています。

**鶴保** JasParのスペック策定のタイムスケジュールも自動車メーカーの計画に合わせて進められているのですね。

**安達** 自動車の場合、製品を投入する2～3年前にスペックが決まっていないと開発が難しいので、JasParのスペックは2010年には決まることとなります。来年には、ある程度のものがかき出してくると考えています。

## 車載ソフトウェアの開発にIPA/SECの成果を継承・活用していきたい

**鶴保** AUTOSARの活動は、ソフトウェア・プラットフォームの標準化にとどまらず、設計技術や開発プロセスの標準化、信頼性基準の策定にも拡大しているように見えるのですが、JasParとしてはどうなのでしょう。

**安達** AUTOSARは、彼らの仕様が信頼性基準であるということはありません。しかし、自動車の安全規格であるISO 26262をにらんでAUTOSAR規格をアナウンスしています。我々もその部分をフォローアップしようと考えています。今回、国の支援をいただいてAUTOSARからJasParという日本仕様を作るという活動をしている中で、IPAやSECが取り組んでこられた成果を継承していくことは非常に重要だと考えています。

**鶴保** 経済産業省の高信頼組込みソフトウェア開発（国プロ）の一環としてJasParはIPA/SECの成果であるESPR<sup>6</sup>/ESMR<sup>7</sup>/ETSS<sup>8</sup>を活用いただいておりますが、その意義をどのように捉えられていますか。

**安達** ソフトウェアプロセスに関して、自動車業界はいままで、それぞれの会社の内部で活動してきました。IPA/SECのソフトウェアプロセスの成果を活用することによって、一定レベルのソフトウェアを安心して入手できるようになり、さらにどういったソフトウェアエンジニアが必要なのか、逆にソフトウェア会社にスキルを持たせるにはどうすればよいのか、などを進めていくための基準作りの一歩が踏み出せたと思っています。

**鶴保** 今回の国プロの成果はどのようなものになりますか。

**安達** やはり、AUTOSAR仕様をベースにJasParとして実用に耐えられるソフトウェア開発ができることを目指しています。日本の自動車メーカー、Tier1やTier2が初めて一緒に開発をすることができたということに大きな意義があると考えています。また、IPA/SECの成果を活用する中でエンジニアリングスキルの点で我々が見ていなかった観点があるということに気づくことができました。自動車を開発する際にはいろいろな発注形態があり、それを1つのプロセスに落とせるのか疑問に思っていたところがあるのですが、自動車のソフトウェア開発にエンジニアリング的な考え方が入ってきたと感じているところです。

**鶴保** IPA/SECでは、プロセス改善を目差してSPEAK IPA版<sup>9</sup>を普及させたいと考えています。これは、Automotive SPICE<sup>10</sup>対応となる形で検討を進めているところです。自動車メーカーやJasParの取り組みでサポートしていただけるとありがたいですね。

**安達** Automotive SPICEはDIN<sup>11</sup>規格になっています。そして、ドイツ以外の欧州メーカーもAutomotive SPICEを採用しようという動きがあることも事実です。日本としてどういう形で対応していくか、しっかり考える必要があると思っています。

**鶴保** 国際標準の面からすると、SPEAKも国際標準に準拠しているのだから、Automotive SPICEでなければならないという言い方はできないと思うのですが、現実のビジネスでは難しいところがありますね。ところで、自動車メーカーやTier1のサプライヤは大規模な企業です。それに対して、ソフトウェアを作っている企業の規模は小さいのが現状ですが、将来、大きなソフト会社を育てていこうという考えはお持ちですか。

**安達** 海外に負けないような規模のソフトウェア会社があってほしいですね。我々からすると、海外のソフトウェア会社とつき合うには言葉の壁があります。また、時差の問題もあります。サポートの面でも、彼らは彼らで優先順位があります。日本の自動車メーカーとしては、ソフトウェアに不具合があったら、リアルタイムで対応して欲しいのです。それができるようなソフトウェア企業がぜひとも日本に育てて欲しいと思います。

**鶴保** IPA/SECとしても、自動車業界のソフトウェアエンジニアリング改善に尽力していこうと考えています。

文：小林 秀雄 写真：越 昭三朗

6 ESPR : Embedded System Process Reference

7 ESMR : Embedded System Management Reference

8 ETSS : Embedded Technology Skill Standards

9 SPEAK IPA版 : 「ソフトウェアプロセスの供給者能力判定及びアセスメントキット」IPA版

10 SPICE : Software Process Improvement and Capability Determination

11 DIN : Deutsches Institut für Normung e.V. ドイツ規格協会

# 規模・工期・要員数・工数の関係の定量的導出



柿元 健十



門田 暁人 十



角田 雅照 十



松本 健一 十



菊地 奈穂美 十

ソフトウェア開発工数の見積において、工数は要員数（人）と工期（月）の積で表現されるが、現実には人と月は可換とはいえない。また、適正工期は開発規模によって決定され、規模を一定とすると工期、要員数はトレードオフとなる関係である。本稿では、IPA/SEC収集のプロジェクトデータセットに基づいて、工数、要員数、工期、開発規模の関係式を導出する。導出された関係式より、工期と要員数は1：1の関係ではなく、工期を半分にした場合、（開発規模が一定であっても）約2.7倍の要員数が必要となるケースがあること等がわかった。

## Deriving Quantitative Relationship among Project Size, Delivery, Team Size and Effort

Takeshi Kakimoto, Akito Monden, Masateru Tsunoda, Ken-ichi Matsumoto and Nahomi Kikuchi

In software effort prediction, the effort is expressed as the product of team size (persons) and project length (months); however, a person and a month are not exchangeable actually. In addition, the project length is strongly influenced by the project size. Hence, there is a trade-off among length and team size when the project size is constant. In this paper, we derive quantitative relationship of such a trade-off among effort, project size, length and team size, using a project dataset established by the Software Engineering Center (SEC), Information-technology Promotion Agency, Japan. The derived relationship quantitatively revealed that the person and the month are not exchangeable, e.g. if the project length is shortened to 50%, the team size increases up to 270%.

### 1 はじめに

ソフトウェア開発プロジェクトにおいて、スケジュール管理や資源の配置を適切に行うためには開発工数の見積が重要である[BOEHM1981]。また、見積工数に基づいた、要員数、及び、工期の決定が必要である。しかし、その決定は必ずしも容易でない。

一般に、「工数 = 人月（もしくは、人時、人日等）」として扱われ、工数は、人（要員数）と月（工期）の積で表わされる。このことから、例えば、20人×1カ月の開

発と10人×2カ月の開発は同じ工数として扱われる。しかし、経験的には人と月は可換とはいえない[BROOKS1975]。仮に、開発期間を半分に縮めると1人あたりの生産性が下がり、結果として全体の工数が増大し、要員数を2倍にしたとしても足りない恐れがある。また、適正工期と工数の間には概ね3乗根の関係がある[BOEHM1981][JUAS2007]等、工数、要員数、工期の関係は複雑である。また、これらの関係は開発規模の影響も受ける[BOEHM1981]。

本稿では、IPA/SECによって収集された、複数企業で実施されたソフトウェア開発プロジェクトのデータに基

十 大阪大学大学院情報科学研究科, Osaka University

十十 奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科, NAIST

十十十 独立行政法人情報処理推進機構ソフトウェア・エンジニアリング・センター, IPA/SEC

づき、工数、要員数と、工期、開発規模の関係式を導出し、これらのプロジェクト特性間の関係を定量的に明らかにする。得られた関係式は、エンタープライズ系ソフトウェア開発における、工数、要員数、工期を決定する際の参考になると期待される。また、ソフトウェアベンダとユーザの意識合わせの際の参考にもなると考える。

従来研究として、COCOMO [BOEHM1981]やCOCOMO II [BOEHM2000]のように工期と工数や、工数と規模といった2種類のプロジェクト特性間の関係や、生産性 [TSUNODA2006][FURUYAMA2007]や工期の厳しさ [MONDEN2007]といった派生値を用いた複数のプロジェクト特性間の関係についての分析が行われてきた。これらの結果から、例えば、生産性と要員数とは強い関係があり、開発要員が多いプロジェクトでは生産性が低いこと等が示されている。ただし、生産性と要員数、工数等との間のトレードオフの関係については定量的に明らかにされていない。

以降、2節では、関係式導出に用いたデータについて説明し、3節では、関係式の導出方法について述べる。4節で、導出した関係式について記述し、5節では導出した関係式から得られる変数間の関係について述べる。最後に6節で本稿のまとめを述べる。

## 2 利用データ

### 2.1 概要

本稿では、関係式の導出に企業横断的データであるSEC収集のプロジェクトデータセットを用いる。プロジェクトの条件を整えるために、SECによって2006年度に収集されたソフトウェアプロジェクト1,419件から、SEC発行のソフトウェアデータ白書2006[SEC2006]において推奨されている条件に従って抽出した。

抽出条件を以下に示す。

- ・基本設計、詳細設計、製造、結合テスト、(ベンダによる)総合テストがすべて実施されている
- ・開発工期が欠損していない、かつゼロでない
- ・新規開発のプロジェクトである
- ・未調整FP(ファンクションポイント)が欠損していない、かつゼロでない
- ・FPの計測手法がIFPUG, SPR, NESMAのいずれかである

この抽出条件によって171件のプロジェクトが抽出された。

分析に利用するプロジェクト件数を確保するため、IFPUG, SPR, NESMAの各FP計測手法を用いているプロジェクトを採用した。文献[NISHIYAMA2006][SEC2006]に説明があるように、SPR法及びNESMA概算法はソフトウェアモデルがIFPUG法と同じであり、IFPUG法の簡略化された計測手法と考えられる。従って、これらのFP計測手法によって計測されたFPを同じ規模として扱うことは問題はないと考える。

### 2.2 プロジェクト特性の定義

関係式を導出するプロジェクト特性(開発規模、工期、工数、要員数)は、それぞれ次のように定義した。

- ・開発規模：未調整のFP
- ・工期：プロジェクト全体の工期(月)
- ・工数：基本設計、詳細設計、製造、結合テスト、総合テストの工程における工数の合計(人時)
- ・要員数：工数÷工期

SEC収集のデータセットには、プロジェクト特性として平均要員数が含まれているが、データ欠損が非常に多く、分析に不適なため、工数と工期から算出した値を要員数として採用する。

## 3 分析方法

### 3.1 関係式の導出

本稿では、開発規模、工期、要員数の関係式のみを導出する。開発規模、工期、工数の関係式は、 $工数 = 要員数 \times 工期$ の関係を用いて要員数の関係式を変換することで導出する。

複数の変数間の関係を導出するための方法として多変量解析がある。多変量解析において、変数選択を行わず、全変数を用いて多変量解析モデルを構築することで、複数変数間の関係を導出することが可能である。また、多変量解析では、目的変数の設定が必要な手法もあるが、変数間の関係の導出では目的変数は明らかではない。本稿で分析対象とする開発規模、工期、要員数、工期の各メトリクス間には因果関係があるため、どの変数も目的

変数となり得る．そこで，本稿では，全変数を目的変数としてそれぞれ関係式を導出する．

本稿では，多変量解析の手法のうち，一般的に用いられる重回帰分析，及び，ソフトウェア開発データを用いた見積の一手法である対数重回帰分析を関係式導出手法として採用する．従って，変数選択を行わない重回帰分析，及び，対数重回帰分析において，3変数をそれぞれ目的変数とした6通りの関係式を導出する．導出された6個の関係式のうち，最も当てはまりの良い（重回帰分析の決定係数が最も高い）関係式をその3変数の関係式として採用する．

### 3.2 関係式の変換

開発規模，工期，要員数のうち，プロジェクトにおいて調整が最も容易な変数は要員数である．よって，3.1節で採用された関係式を，要員数を求める関係式への式変換を行う．

また，開発規模，工期，工数の関係式を得るために，要員数を求める関係式を， $\text{工数} = \text{工期} \times \text{要員数}$ の関係をを用いて工数を求める関係式へと変換する．

### 3.3 変数間の関係の分析

3.2節で変換した関係式を用いて，開発規模，工期の変化に伴う要員数，もしくは，工数の変化から，開発規模，工期，要員数，工数の関係を明らかにする．

## 4 関係式導出

### 4.1 関係式導出方法の決定結果

開発規模，工期，要員数をそれぞれ目的変数とした重回帰分析，及び，対数重回帰分析の6個の関係式とその決定係数の値を表1に示す．表中の回帰式の記号は， $F$ は開発規模， $D$ は開発期間， $M$ は要員数を示す．表のように，規模を目的変数とした対数重回帰分析により導出した関係式において決定係数が0.798と最も大きくなった．従って，規模を目的変数とした対数重回帰分析を関係式導出方法として決定した．そして，規模を目的とした対数重回帰分析の回帰式を関係式として採用した．

### 4.2 関係式の変換結果

4.1節で採用された関係式を要員数を求める式へと変換する．

$$\log(F) = 0.851 \log(D) + 0.591 \log(M) + 1.61$$
を要員数 $M$ を求める式へ変換すると

$$M = 0.002 \times F^{1.692} \times D^{-1.440} \quad (1)$$

となる．

また， $\text{工数} = \text{工期} \times \text{要員数}$ の関係をを用いて，式(1)を工数( $E$ )を求める式へと変換すると

$$E = 0.002 \times F^{1.692} \times D^{-0.440} \quad (2)$$

となる．

開発規模，工期，工数の関係を表したモデルとしてPutnamモデル[PUTNAM2003]がある．Putnamモデルを式

表1 導出された回帰式

手法	目的変数	決定係数 ( $R^2$ )	回帰式 ( $F$ : 規模 $D$ : 工期 $M$ : 要員数)
重回帰分析	規模: $F$	0.566	$F = 133D + 71M - 740$
対数重回帰分析		0.798	$\log(F) = 0.851 \log(D) + 0.591 \log(M) + 1.61$
重回帰分析	工期: $D$	0.308	$D = 0.02F - 0.55M + 7.97$
対数重回帰分析		0.573	$\log(D) = 0.577 \log(F) - 0.224 \log(M) - 0.558$
重回帰分析	要員数: $M$	0.429	$M = 0.005F - 0.294D + 7.312$
対数重回帰分析		0.652	$\log(M) = 0.990 \log(F) - 0.664 \log(D) - 1.529$

(2)と同様の形で表わすと

$$E=c \times L^3 \times D^{-4} \quad (3)$$

となる。ここで、 $L$ は開発規模 (SLOC),  $c$ は生産性に依存した係数である。導出式 (式 (2)) とPutnamモデル (式 (3)) を比較すると、指数の正負は一致しているものの、その値は異なっている。

## 5 プロジェクト変数間の関係

### 5.1 開発規模, 工期, 要員数の関係

4.2節で得られた要員数を求める関係式(1)を用いて、開発規模, 工期を与えた時の要員数を表2に示す。表2より、規模 (FP) =1,000の場合、工期10ヵ月なら8.65人で開発できるが、短納期を目的として工期を半分の5ヶ月にすると23.47人必要 (すなわち約2.7倍の要員数が必要) といったことが読み取れる。

表2 開発規模と工期を与えたときの要員数

		工期 (月数)				
		5	10	15	20	25
規模 (FP)	500	7.26	2.68	1.49	0.99	0.71
	1000	23.47	8.65	4.82	3.19	2.31
	1500	46.61	17.18	9.58	6.33	4.59
	2000	75.83	27.95	15.59	10.30	7.47
	2500	110.62	40.77	22.74	15.03	10.90
	3000	150.59	55.50	30.96	20.46	14.83

また、表2の一部を表したグラフを図1に示す。グラフの横軸は工期、縦軸は要員数を示し、規模 (FP) ごとの折線グラフを示している。図1より、開発規模を一定とした場合には、工期を短くすると要員数が増加し、要員数を減らすと工期が長くなり、工期と要員数がトレードオフの関係にあることがわかる。

これらの結果より、一般に、定義としては「工数 = 人月」ではあるが、人 (要員数) と月 (工期) が1:1の可換ではないという経験則が定量的に示された。

### 5.2 開発規模, 工期, 工数の関係

4.2節の式変換で得られた工数を求めるモデル式 (2) を用いて、開発規模, 工期を与えた時の工数を表3に示す。表3より、規模 (FP) =1,000の場合、工期10ヵ月なら86.5人月で開発できるが、短納期を目的として工期5ヵ月にすると117.4人月と約1.4倍の工数が必要といったことが読み取れる。

表3 開発規模と工期を与えたときの工数

		工期 (月数)				
		5	10	15	20	25
規模 (FP)	500	36.3	26.8	22.4	19.7	17.9
	1000	117.4	86.5	72.4	63.8	57.8
	1500	233.0	171.8	143.7	126.6	114.8
	2000	379.2	279.5	233.8	206.0	186.8
	2500	553.1	407.7	341.1	300.5	272.4
	3000	753.0	555.0	464.3	409.1	370.9

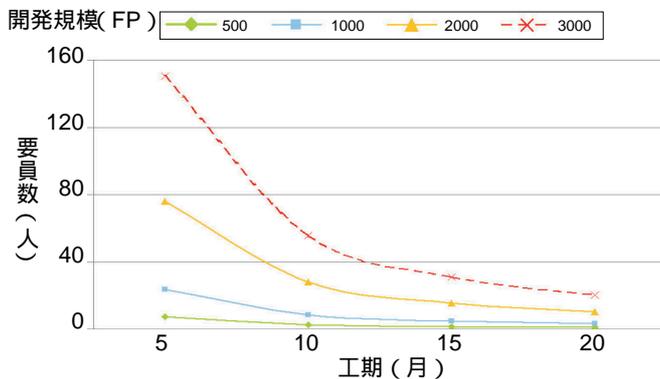


図1 開発規模ごとの工期と要員数の関係

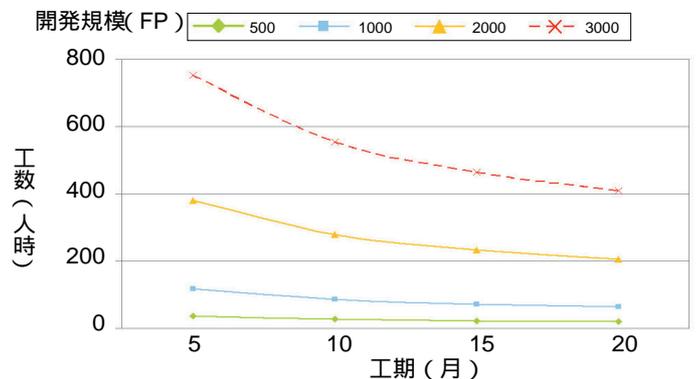


図2 開発規模ごとの工期と工数の関係

また、表3の一部を表したグラフを図2に示す。グラフの横軸は工期、縦軸は要員数を示し、規模（FP）ごとの折線グラフを示している。図2より、開発規模を一定とした場合には、工期を短くすると工数が増加し、工数を減らすと工期が長くなり、工期と工数がトレードオフの関係にあることがわかる。また、工期を一定としたときの開発規模と工数、工数を一定としたときの開発規模と工期についてもトレードオフの関係となっていることがわかる。

### 5.3 考察

導出した関係式の当てはまり度合いを調べるために、図1及び図2において各開発規模（FP）のグラフに対して、FPの値が±20%以内のプロジェクトの工期と要員数、もしくは工数の実績値をプロットした。それぞれの結果を図3、図4に示す。また、FPの値が±20%以内のプロジェクトのモデルと実測値の誤差の平均値、標準偏差、変動係数、最小値、最大値を表4及び表5に示す。

図3、図4及び、表4、表5から、導出された関係式で

得られる値は、実プロジェクトの値と大きく異なっていないといえる。散布図や、絶対的な指標で比較すると開発規模、工期、要員数の関係式が工数の関係式よりもあてはまりが良く、また、開発規模が小さい方が大きい場合よりもあてはまりが良く見える。しかし、値域の差を考慮し、相対的な指標である変動係数で比較すると両者に大きな差はないことがわかる。

開発規模、工期、要員数の関係から、開発規模を維持しつつ短納期を目指すには、要員数を増やせば良いことがわかる。しかし、開発規模、工期、工数の関係から、工期を短縮し、それに伴って必要な要員数を増加させた場合には、工数（開発コスト）が増大することがわかる。つまり、工期と工数はトレードオフの関係であるため、短納期の実現には開発コスト増加が伴うことがわかる。一方、開発規模を維持しつつ開発コストを削減するには、工期を長くし要員数を減らせば良いことがわかる。しかし、実際問題として、開発規模、工期、要員数、工数は、プロジェクトの内容や環境等によって上限下限が決められており、納期短縮のために工数をいくらでも増加させ

表4 モデルと実測値（±20%）の誤差（要員数）

規模	絶対誤差 平均値	標準 偏差	変動 係数	最小値	最大値
500	4.17	4.74	1.14	0.085	19.859
1000	4.55	5.80	1.27	0.004	24.867
2000	10.99	13.40	1.22	0.277	39.052
3000	16.50	23.05	1.40	0.461	54.867

表5 モデルと実測値（±20%）の誤差（工数）

規模	絶対誤差 平均値	標準 偏差	変動 係数	最小値	最大値
500	31.00	33.13	1.07	0.940	174.824
1000	39.53	38.46	0.97	0.052	126.822
2000	119.82	102.53	0.86	3.346	350.165
3000	198.00	193.72	0.97	11.770	394.146

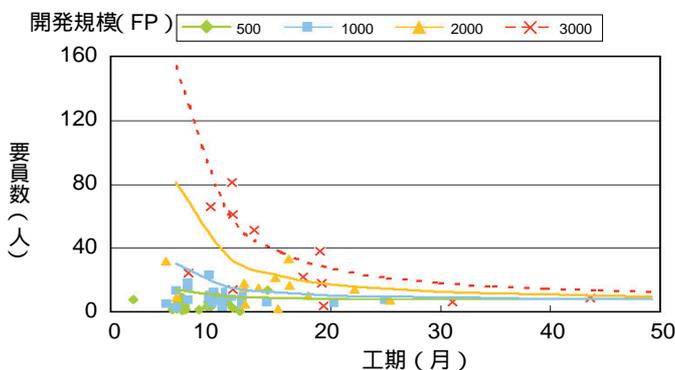


図3 モデルと実測値（±20%）の関係（要員数）

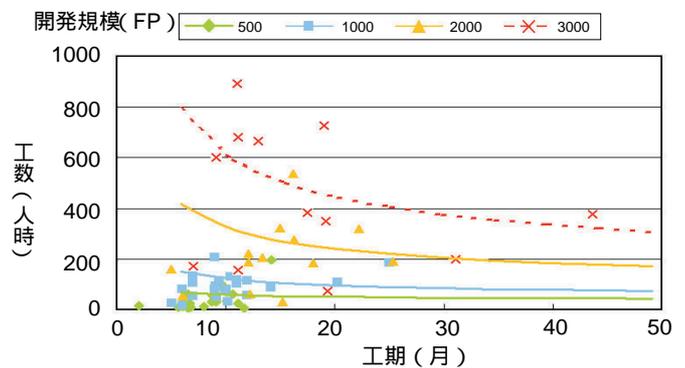


図4 モデルと実測値（±20%）の関係（工数）

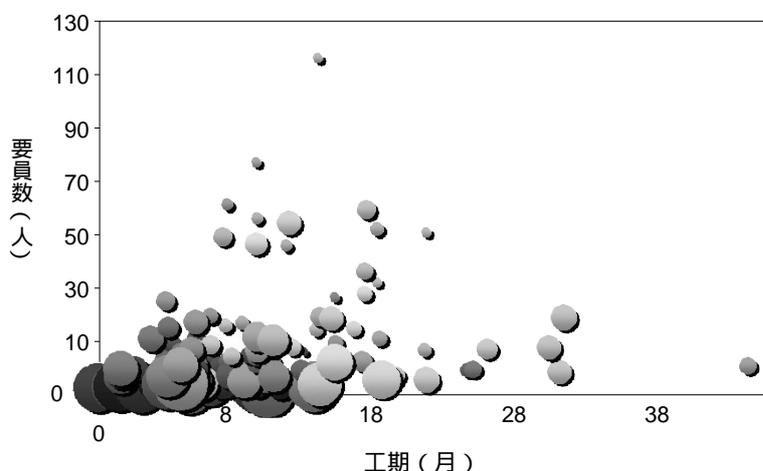


図5 生産性と工期，要員数の関係

る，あるいは，開発コスト削減のために工期をいくらでも長くするといったことは現実的ではない．現実には，プロジェクトの開発規模，工期，要員数，工数について，ビジネス上の制約に沿いそれぞれの許容範囲内において，関係式を満たすように決定することとなる．

ソフトウェア開発では生産性も重要な要素である．生産性 ( $P$ ) を開発規模 ( $F$ ) を全体工数 ( $E$ ) で割った値と定義すると，本稿で採用した関係式は式 (3) のように変換される．

$$P = 40.738 \times D^{-0.149} \times M^{-0.409} \quad (3)$$

また，生産性と工期，要員数の関係を図5に示す．図5の横軸は工期，縦軸は要員数，バブルの大きさは生産性を示す．式 (3)，及び，図5より，工期が短い，もしくは，要員数が少ないほど高い生産性が得られ，工期と生産性，及び，要員数と生産性もトレードオフの関係であることがわかる．とくに，要員数の方が工期よりも生産性に大きな影響を与えている．また，短納期を目的として工期を短縮し要員数を増加させた場合，生産性が低下することになり，短納期の実現による開発コストの増加は，生産性の低下によるものだといえる．

## 6 まとめ

本稿では，ソフトウェア開発プロジェクトにおける開発規模，工期，要員数，工数の関係の実データからのモデル化について検討し，モデル式が示す各変数の関係を表した．規模を一定とすると工期と要員数はトレードオ

フの関係となり (図1，図2)，一般に，「工数 = 人月」ではあるが，人 (要員数) と月 (工期) が1:1の可換とならないことを定量的に示した．

ただし，本稿では，データ件数の少なさから，業種別，言語別，アーキテクチャ別等のモデル式の導出はできなかった．そのため，データ件数を増やして，層別されたモデル式を導出することが今後の課題となる．

## 謝辞

本研究の一部は，文部科学省「次世代IT基盤構築のための研究開発」，および，経済産業省の支援による「ソフトウェア工学の実践強化に関する調査研究」の一環として行われた．

## 参考文献

- [BOEHM1981] B.W. Boehm : Software engineering economics, Prentice Hall, 1981
- [BOEHM2000] B.W. Boehm, C. Abts, A. W. Brown, S. Chulani, B. Clark, E. Horowitz, R. Madachy, D. Reifer, and B. Steece : Software Cost Estimation with Cocomo II, Prentice Hall, 2000
- [BROOKS1975] F.P. Brooks Jr : The Mythical Man-Month: Essays on Software Engineering, Addison-Wesley 1975
- [FURUYAMA2007] 古山恒夫, 菊地奈穂美, 安田守, 鶴保征城 : ソフトウェア開発プロジェクトの遂行に影響を与える要因の分析, 情報処理学会論文誌, Vol.48, No.8, pp.2608-2619, 2007
- [JUAS2007] 社団法人日本情報システム・ユーザー協会編, JUASソフトウェアメトリックス調査2007, JUAS出版, 2007
- [MONDEN2007] 門田暁人, 馬嶋宏, 増田浩, 羽田野尚登, 磯野聖, 内海昭, 菊地奈穂美, 服部昇, 細谷和伸, 森和美 : 工期の厳しさに関連する要因の分析, SEC journal, No.10, pp.48-53, 2007
- [NISHIYAMA2006] 西山茂 : ソフトウェア機能規模測定法の最新動向, SEC journal, No.5, pp.35-43, 2006
- [PUTNAM2003] L.H. Putnam and W. Myers, Five Core Metrics: The Intelligence Behind Successful Software Management, Dorset House Publishing Company, 2003.
- [SEC2006] IPA/SEC : ソフトウェア開発データ白書2006 ~IT企業1400プロジェクトの定量データで示す開発の実態~, 日経BP社, 2006
- [TSUNODA2006] M. Tsunoda, A. Monden, H. Yadohisa, N. Kikuchi, and K. Matsumoto : Productivity Analysis of Japanese Enterprise Software Development Projects, Proc. 3rd International Workshop on Mining Software Repositories, pp.14-17, 2006

# SEC2007年度成果報告

SECエンタプライズ系プロジェクト  
 研究員  
 塚本 英昭

SEC企画グループ  
 熊谷 幹奈

エンタプライズ系プロジェクトでは定量的マネジメント領域など4つの領域で、組込み系プロジェクトではエンジニアリングとスキルの2つの領域で活発な活動が進められた。これらの活動については、後続の各報告に譲るが、そのほかに特筆すべき活動として下記のような多彩な展開があった。

## 1 2つのツールの提供

### EPMツール

進行中のソフトウェア開発プロジェクトのプロセス及びプロジェクトの状況をモニタリングする「ソフトウェア開発プロジェクト可視化ツール (EPMツール<sup>1</sup>)」の検証プロジェクトを実施し、65プロジェクトの参加を得て、その有用性が評価された。今後この結果を踏まえ、操作性や分析機能の向上など機能拡充を進め、「プロジェクト見える化手法」の一環として幅広い普及につなげてゆく予定である。

### プロジェクト診断支援ツール

プロジェクトマネージャが、自社の開発プロジェクトの生産性や開発期間を他の同種プロジェクトと比較し、評価できる「定量データに基づくプロジェクト診断支援ツール」を開発し、SEC-Webサイト<sup>2</sup>上でサービスを開始した。SECのデータ白書のために収集された世界でも類をみない12,000件以上のプロジェクト定量データを元にしており、その有用性への期待は大きい。多数のアクセスが寄せられている（一般公開後3ヵ月間で2,082名（1日あたり33名）のアクセスがあった）。

## 2 情報システム「信頼性評価指標」の策定

先に経済産業省から提供されている「情報システムの信頼性向上に関するガイドライン」の利用を促進するため、情報システムの自己評価の基準である「信頼性評価指標」を策定しSEC-

情報システムの信頼性向上に関する評価指標 <利用者(ユーザ)向け組織(U1):実施状況に関する質問>

(\*) 以下で「実施管理しているか」というタイプの質問については、組織にて当該質問の内容を記載した規定類や書類が存在することを前提とします。よってそれらが存在しない場合は「0:不実施」を選択してください。

フェーズ	ガイドライン 該当箇所	質問内容	回答欄 2:完全実施 1:システムの特性に応じて実施 0:不実施		
			システム分類		
			A	B	C
[ 企画 ]	.1.(1)	Q1 信頼性・安全性の水準及び目標を明確化する際に、情報システムが停止した場合に与える社会的影響・経済損失を考慮することを実施管理しているか。			
		Q2 発生の可能性のある潜在的な危険要素について洗い出すこと(以下、潜在危険分析)を実施管理しているか。			
		a. 潜在危険分析を実施しているか。			
		b. 上記潜在危険分析の対象として当該システムで実現される業務・サービスを含んでいるか。			
		c. 上記潜在危険分析の対象としてハードウェアを含んでいるか。			
		d. 上記潜在危険分析の対象としてソフトウェアを含んでいるか。			
	Q3 Q2で洗い出した危険要素について発生確率とその影響度を分析・評価すること(リスク分析・評価)を実施管理しているか。				
	Q4 社会的影響・経済損失を考慮にいて、システムの障害の許容度合いを設定すること(安全度水準の割付)を実施管理しているか。				
	Q5 情報システムが具備すべき信頼性・安全性の水準について文書化することを実施管理しているか(安全機能要求仕様書等)。				
	Q6 Q5の内容を利用者と供給者が合意した上で、利用者の適切な権限者が承認することを実施管理しているか。 [貴社に独自の取組等があればご記入ください]				
	.1.(2)	Q7 情報システムに求める機能要件を明らかにすることを実施管理しているか。			
		Q8 情報システムに求める非機能要件を明らかにすることを実施管理しているか。			
		a. 上記で信頼性に関する要件を検討しているか。			
b. 上記で使用性に関する要件を検討しているか。					
c. 上記で効率性に関する要件を検討しているか。					
d. 上記で保守性に関する要件を検討しているか。					
e. 上記で移植性に関する要件を検討しているか。					
Q9 業務・システムの最適化を会社(組織)全体として整合性をもって進めていくための計画(全体最適化計画)との整合性を検討することを実施管理しているか。					
Q10 運用環境(関連するほかの情報システムとの関係、システム運用形態、システム運用スケジュールなど)を明らかにすることを実施管理しているか。					
Q11 特に、非機能要件については見落としがちであることから、経営層を含めて十分に検討を行うことを実施管理しているか。					
Q12 Q7-Q11を踏まえて適切に、文書化することを実施管理しているか。					
Q13 Q12の内容を利用者と供給者が合意した上で、利用者の適切な権限者が承認することを実施管理しているか。 [貴社に独自の取組等があればご記入ください]					

図1 信頼性評価指標の例

1 EPMツール：Empirical Project Monitorツール  
 2 SEC-Webサイト：http://sec.ipa.go.jp/

設立3周年となった2007年度は「普及元年」と位置づけ、これまでの研究成果について、実際の開発現場への浸透を目標に活動した。2007年10月に、SEC設立3周年成果発表会を実施してこれまでの成果を振り返ると共に、ソフトウェアエンジニアリングで実績を上げている企業を表彰するなど、成果普及期への展開を象徴する年であった。なお、各SEC用語等は、各報告をご参照いただきたい。

Webサイトより提供した(平成19年5月)。これにより、企業等での信頼性・安全性に対する取り組み状況の自己診断、情報システム利用者と供給者による相互評価が可能となった(平成20年3月までに5,157件(1日あたり23件)のダウンロードがあった)。

### 3 国際標準化の取り組み

ソフト設計、開発、保守、運用等の手順・用語が企業毎に異なり、情報システムのトラブルの要因となっていた。標準化によりこれを解決するため、ソフトウェアライフサイクルプロセス(SLCP)の国際標準(ISO/IEC 12207)及び同JIS規格に要件定義プロセス、契約の変更管理プロセスを加え、さらに解説を追加したソフトウェアライフサイクル「共通フレーム2007」を策定した。この検討過程で新たに導入した「契約変更管理プロセス」を国際標準としてISO/IECに提案した。この提案はISO/IEC 12207の次期改定時に反映されることが決まり、SEC提案初の国際標準となる見込みである。

### 4 組み込みソフトウェア開発向け管理手法リファレンスを整備

組み込みソフトウェア開発における、信頼性、生産性向上のための基本的な管理手法をESxRシリーズとして集大成した。『組み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)、『組み込みソフトウェア向け開発プロセスガイド』(ESPR)、『組み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』(ESMR)である。さらに人材育成のための標準として、『組み込みスキル標準』(ETSS)を実態に合わせて更新した。今後は『組み込みシステム高品質作り込みガイド』(ESQR)を開発する。

### 5 国際活動

#### 欧米諸国の研究機関との連携

独国フラウンホーファー協会の実験的ソフトウェア工学研究所(IESE)と共同で、プロセス改善効果の測定手法(QIP)や見積り手法である「CoBRA法」の実証実験を行った。また、IESEの協力を得て、欧州の自動車搭載ソフトウェア開発基準で

あるAutomotive SPICEに基づく品質管理体制の認証について調査し、我が国の自動車業界、部品業界に詳細な情報を提供した。

また、米国カーネギーメロン大学ソフトウェアエンジニアリング研究所(CMU/SEI)との間で、CMMI、及び中小規模プロジェクトに適用するプロセス改善手法の研究について情報交換を行った。

#### アジア諸国の研究機関との連携

タイ国ソフトウェア産業振興機構(SIPA)に対して、相互協力協定に基づきタイ国の組み込み人材育成機関の創設に協力した。

また、QUATIC 2007、ESEM 2007、Mensura 2007等の国際会議でSEC研究員共著の論文が採録され、QUATIC 2007では、最優秀論文賞を獲得した(共同研究先のIESEより発表)。

### 6 設立3周年成果報告会を開催

SEC設立以来3年間の活動成果をとりまとめ、その成果導入企業による報告会を開催した(平成19年11月28日)。同時に成果を導入した優秀企業・グループ8件に「ソフトウェアエンジニアリング・ベストプラクティス賞」を授与した。この報告会には827名もの参加があり、SECの活動への大きな期待が感じられた。



図2 3周年成果報告会

SEC  
2007年度  
活動概要  
エンタプライズ系

# 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  
高橋 茂

SECエンタプライズ系プロジェクト  
研究員  
秋田 君夫

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  
吉川 宏幸

定量的マネジメント領域は、ソフトウェア開発に関する定量データの収集、分析、活用を主テーマとして、2007年度まで図1に示すような3つの分類、3つのWGで活発に活動してきた。2008年度からはこれらの活動の連携を深め、1つの領域活動にまとめてシナジー効果を発揮してゆきたい。

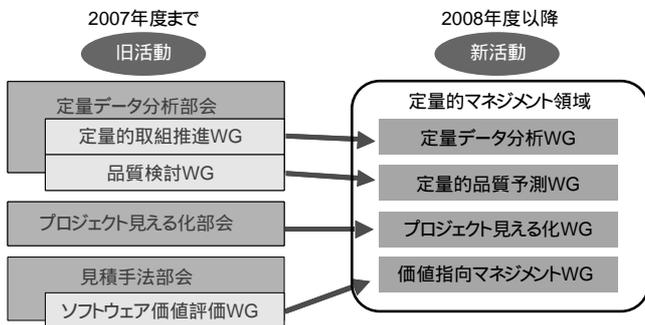


図1 WG構成の再編

## 1 定量データ分析部会の活動

よく計画されたプロジェクトは、プロジェクトの管理及び運営の成功の鍵といわれているが、経験と勘だけで適切な計画を立てるのは非常に困難である。精度の高い計画と予測と、それに基づいたプロジェクトの遂行は、工学的アプローチによる定量的マネジメントで実現されるものである。その定量的マネジメントの普及には定量データ収集の枠組み、定量データ分析方法、収集データ活用方法及び業界の相場観を反映したデータ集を提供することが必要である。この観点を持ち、プロジェクトデータの収集と分析に取り組んで3年目を迎えた定量データ分析部会は、2007年度、下記に重点をおいて活動した。

- ・ 定量データの継続的な収集と分析。収集データ項目の重点化。データ白書の出版
- ・ 定量データ活用法の掘り下げ

- ・ 定量データの詳細分析や予測技術に関する大学との共同研究の推進
- ・ 定量的なデータ分析の普及活動

### (1) 定量データの収集とデータ白書の出版

#### データ白書2007の出版

2006年度にデータ提供企業20社の協力を得て累計1,774件のプロジェクトデータを収集し、その分析結果を『ソフトウェア開発データ白書2007』として2007年8月に発行した。

分析には新規開発だけでなく改良開発(改修・保守、拡張)を追加、業種の層別に公務(官公庁他)を加え詳細化した。

#### データ白書2008に向けたデータ収集と分析

2007年度は新たに283件を収集し、累計2,056件のプロジェクトデータを精査してデータ白書2008の編纂を進めた(2008年8月発行)。データ収集項目は2006年度と同じであるが、掲載データ件数の増加に合わせて、以下をはじめとする分析の切り口を追加した。

- ・ 見積りの参考になる規模測定要素(IFPUGのILFやEIF、

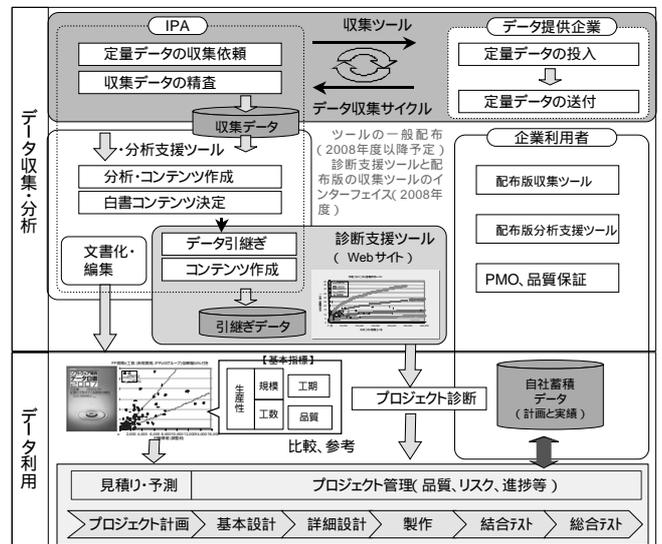


図2 データ収集とデータ利用

帳票数等)と工数の関係

- ・生産性に関する深い層別分類と相互関連の分析
- ・終了年別のプロフィールとしての規模、工期、工数や生産性等の基本統計量の提示

プロジェクト診断支援ツールとデータ収集ツール

収集した定量データを、その分析結果をデータ白書の形で出版するだけでなく、これを基礎データとしたプロジェクト診断支援ツールを開発し、SEC-Webサイトから診断サービスの形で提供した。

また、定量データの収集活動の普及のため、一般配布用のデータ収集・分析ツール試行版の開発を進めている。

## (2) 定量データ活用法の掘下げ

プロジェクト開発において、定量データの活用を推進するために、3つのテーマを設け、それぞれWGを開設して取り組んだ。

定量データ活用ガイドの作成

定量データの活用と収集の有用性をユーザの経営層/責任者層向けに啓発すると共に、ソフトウェア開発データ白書の活用の仕方を紹介した「プロジェクト計画指南ガイドブック」の作成を進めた。

品質予測手法の集約

WGに参加した企業が実際に取り組んでいる方法を整理して、ITプロジェクトのシステム開発において、幅広く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ならびにノウハウをまとめた。

また、品質予測の考え方と代表的なモデルを表1のように整理した後、品質予測の実際として、要求分析、設計における品質予測と プロダクトの品質予測とプロジェクトの品質予測、に分けてより具体的な品質予測

手法と事例をまとめた。

この活動の成果は、『定量的品質予測のススメ』として2008年10月に出版予定である。

生産性、工期、規模のトレードオフ関係の分析

分析結果を技術解説にまとめ、2007年3月に活動を終えた (SEC journal No.10で発表)。

## (3) 詳細分析や予測に関する共同研究

SECで収集したプロジェクトデータを用いて、ソフトウェアプロジェクトデータに適した分析方法や予測技術に専門性を持つ大学研究機関と表2のテーマについて共同研究を行った。

研究成果については、本誌共同研究各記事を参照いただきたい (p.40 ~ 49)。

## (4) 定量的なデータ分析の普及活動

定量データ分析の普及活動として、情報処理強化月間、SECセミナー、ESEC等で『データ白書の効果的な見方・読み方』のセミナーを開催したほか、『定量データ分析セミナー』(SECセミナー)を開催した。その中で一般的な定量データによる品質管理の方法と、企業における事例紹介、白書の活用の仕方を組み合わせた形の講演を行った (2006年11月、2007年2月九州) 今後ともこのような活動を増やしてゆく計画である。

# 2 プロジェクト見える化部会の活動内容

昨年度まで、プロジェクト見える化部会では、一貫してプロジェクト現場での課題認識や実践的な経験に基づくプロジェクト「見える化」施策を提言してきた。プロ

表1 品質メタモデル一覧

モデル名称	概要
閾値モデル	ある尺度の閾値 (UCL (上部管理限界線 Upper Control Limit) / LCL (下部管理限界線 Lower Control Limit) によって分類するモデル
ゾーンモデル	複数の尺度の組からなる空間をゾーンに分類するモデル
関数モデル	n個の尺度の値の関係を統計的な回帰式 (近似関数) で表すモデル
トレンドモデル	ある尺度の時間的推移のパターンを分類するモデル
チェックリスト	有識者のノウハウを予めリスト化するモデル

表2 共同研究内容

研究機関	テーマ
大阪大学 (大学院情報科学研究科 ディベンダビリティ工学講座 菊野亨研究室)	プロジェクト混乱予測手法の実用化に関する研究
東海大学 (理学部情報数理学科 古山恒夫研究室)	定量データの詳細解析に関する研究
奈良先端科学技術大学院大学 (情報科学研究科ソフトウェア工学講座 松本健一研究室)	インプロセス・プロジェクトデータと蓄積された計測データ分析技術開発

プロジェクトは上流、中流、下流各工程で、置かれている状況が異なるため、それぞれの工程の特徴に応じた「見える化」施策を検討し、これまで『ITプロジェクトの「見える化」～下流工程編～』（2006年6月）、『ITプロジェクトの「見える化」～上流工程編～』（2007年5月）を発行した。2007年度は、中流工程におけるプロジェクトの「見える化」手法に取り組んだ。

### (1)「見える化」中流工程編

中流工程は、「上流工程のアウトプットである要件とプロジェクト計画を受け、要件と整合したシステムを実装する工程」、すなわち、「品質作り込みの工程」であると共に、問題を下流工程に持ち越さないための「品質作り込みの砦」としての工程と捉えた。

中流工程が「砦」としての役割を果たすために、問題を速やかに「見える化」するための手法として、図3のように3つの方向からアプローチした。定性的な「見える化」アプローチとしては、工程俯瞰図・チェックシート・失敗プロジェクト事例集を掲載。さらに定量的見える化ツールならびに統合的見える化ツールを具体化し、「要求の実装検証」レベルの粒度・詳細度で実用可能なツールと手法として実現した。あわせて、「砦」を守るための、中流工程におけるプロジェクト・マネジメント論についても総括した。

### (2)「見える化」総集編

また、上流工程から下流工程までを通した「見える化」

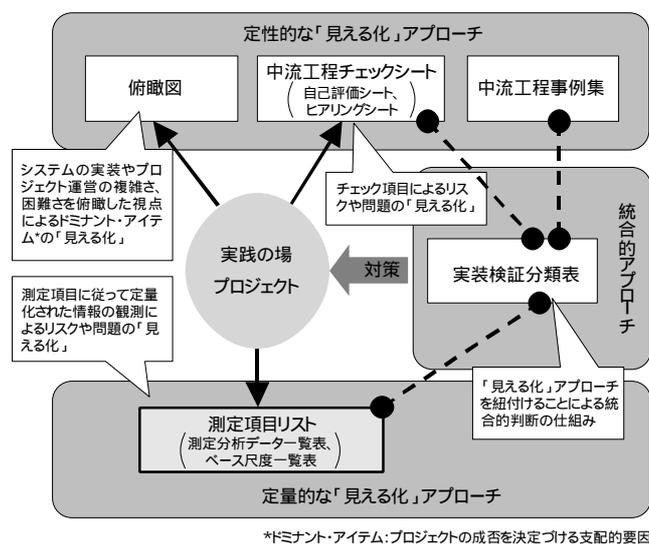


図3 中流工程における「見える化」の3つのアプローチ

について検討し、「見える化」総集編としてまとめた。総集編では、「見える化」の基本的な考え方を再確認すると共に、上流、中流、下流各工程の見える化手法の概要とツールの効果をまとめた。

さらに総集編では、問題プロジェクトの事例分析、見える化によるプロジェクト・マネジメントの在り方、企業におけるPMO<sup>1</sup>の機能、組織の位置付け、権限及びPMOのあるべき姿をまとめた。

### (3)「見える化」施策の普及

プロジェクト見える化部会の3年間の活動により、各企業の豊富なプロジェクト経験者から、具体的な失敗事例、現場の実情を把握するための指標や測定方法と分析の仕方、現場に根ざしたプロジェクト見える化ノウハウが集約された。また、今まで各企業内に閉じた情報でしかなかった暗黙知を形式知として体系化し、実証実験の形で実際のプロジェクトに適用し、改善したものを一般提供することができた。

より多くの人に見える化手法を知って使ってもらうために、情報化月間、SECセミナー、ESEC等で紹介し、さらに全国7箇所で見える化セミナーを開催し、普及を図った。

## 3 見積り手法部会(ソフトウェア価値評価WG)の活動内容

これまで見積り手法部会においては、ソフトウェア開発における見積り技術についての検討を進めてきた。しかし、従来の工数(人月)に基づくソフトウェア開発の見積りの考え方では適切なソフトウェアの価値を反映していないとの問題意識から、真のソフトウェア価値とは何であるかを検討するため、2007年度の見積り手法部会の中に新たに「ソフトウェア価値評価WG」を立ち上げた。

ソフトウェア開発にかかるコストは、過去の類似プロジェクトからコストを類推する場合や、工数(人月)をベースとして算定されることが一般的である。ソフトウェアの開発工数は、ソフトウェアの規模と生産性から導き出される。つまり工数 = 生産性 × 規模、とされることが多い。この関係から見ると、ソフトウェア開発の生産性を上げることが、工数(開発費用)を減じることになる。こういった現状は、少なくともソフトウェア

1 PMO : Project Management Office

を開発し、提供する側にとっては好ましいことではない。

このような現状を変えるため、ソフトウェアに適切な価値評価をするためにはどのような見地が必要か、評価項目があるかを議論し、以下のようにまとめた。

#### (1) ソフトウェア価値の考え方

情報システムの価値は、情報システムの生み出すサービス（コスト削減、事業機会創出、機会費用削減、BPR、顧客サービスの向上等）と、いわゆる「モノ」としての情報システムの価値に分けられると考えられる。情報システム（ハードウェア+ソフトウェア）をモノとして捉えたと、それは基本的な機能の他、使い勝手が良い、品質が良い、信頼性が高いといったところに価値を見出すことができる。

また、ソフトウェアは知的資産であることから、知的資産の価値評価方法であるコストアプローチ（コストをベースとする。ソフトウェアではFP法、COCOMO<sup>2</sup>のような評価方法）、インカムアプローチ（知的資産の生み出す収益から評価）、マーケットアプローチ（市場取引価格から評価）が適用できる。

#### (2) 価値ベースのソフトウェア工学

COCOMOの提案者であるBarry Boehmは、価値ベースソフトウェア工学（VBSE<sup>3</sup>）を提唱している。VBSEでは、ソフトウェアの価値を高めるためのソフトウェア工学を考える上では表3の7つの要素が重要であるとしている。

#### (3) 収益やリスクの計測によるソフトウェア価値

情報システムがビジネスと一体化していると考えられるならば、情報システムと一体となったソフトウェアの価値

表3 ソフトウェアの価値を高めるためのソフトウェア工学の7要素

- |  |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 便益実現分析</li> <li>2. ステークホルダ価値抽出、調整</li> <li>3. ビジネスケース分析</li> <li>4. 継続的リスク・機会マネジメント</li> <li>5. システム・ソフトウェア並行エンジニアリング</li> <li>6. パリユースベースモニタリング・コントロール</li> <li>7. 変化という機会</li> </ol> |
|--|

表4 キャッシュフローの計算法

手法	概要
NPV (Net Present Value)	キャッシュフローを割引率により現在価値で評価する。現在価値で評価された収益とコストの差が正味現在価値 (NPV) となる。
意志決定木	意思決定時点において将来の事象を確率で表現する。意思決定は何度も行われるので、この意思決定の分岐が木構造となる。
モンテカルロシミュレーション	収益やコストに影響を与える因子のキャッシュフローの確率分布からモンテカルロシミュレーションにより、収益、コストの確率分布を求める。
リアルオプション	金融オプションの考え方を企業の投資意思決定に適用したものであるが、広義の意味では、上述の意志決定木、モンテカルロシミュレーション等も含まれる。

とは、ビジネスが生み出す収益、キャッシュフローを元にその価値の計測が可能といえる。キャッシュフローの算定に基づく様々な価値の計測方法が、表4である。

#### (4) IT投資から見たソフトウェア価値

ソフトウェアは、情報システムの一部であるので、当然ソフトウェア価値評価は、情報システム投資（IT投資）と密接な関係がある。

IT投資には企業活動におけるコスト削減や業務効率化、生産性向上のためのような「守りの投資」と、売上や顧客満足度を向上させるための「攻めの投資」の二種類がある。IT投資効果を反映させた適切なソフトウェア価値を評価する必要がある。

#### (5) 契約におけるソフトウェアの価値

ユーザとベンダ間には、ゲーム理論というプリンシパル-エージェント問題のような関係が存在する（プリンシパル：取引の条件を設計し、エージェント：業務を遂行する）。

そのため、ゲーム論的な考察から、次のような問題があると考えられる。

- ・システムの価値は不確定であり、納品後にしかわからない。
- ・ベンダの努力水準は、ユーザにはわからない。
- ・エージェントのモラルハザード（仕事をさぼる）の可能性

このような問題の解決のために、プリンシパル（ユーザ）がインセンティブ契約を提示することが考えられる。

2 COCOMO : COConstructive COst Model

3 VBSE : Value Based Software Engineering

契約において、ソフトウェアの価値を正しく評価し、合意することが重要である。

(6) ソフトウェア開発技術によるソフトウェア価値の向上  
 新たなソフトウェア開発技術の導入により、そのソフトウェア開発の工数に与える影響は無視できないものとなる。例えば、SaaS等のサービスを利用することや再利用の促進、モジュール化等で、工期を短縮できる。その結果、ユーザにより早く利益が還元され、ソフトウェアの価値を向上させることができる。

(7) これからの課題

こうした、ユーザ/ベンダそれぞれの視点で問題点やニーズを掘り下げ、双方の接点を見つけてゆくことをこれからの課題としたい。これらの議論と問題点の提起は、成果としてまとめる予定である(2008年)。

## 4 今後の展開

2008年度の定量マネジメント領域は、以下の4つのWGに分かれて活動を展開中である。

(1) 定量データ分析WG

データ増加を受けて、データ不足で分析を保留してきた項目等の分析の再検討と不要項目の整理を進めている。同時に普及の参考となる『プロジェクト計画指南ガイドブック』の検討を進める。

また、日本のソフトウェア開発の国際競争力獲得と地位向上のため国内外のベンチマーク作成機関との連携の検討や国際標準化活動へ参画してゆく。

(2) 定量的品質予測WG

2007年度の品質予測手法の集約を、図4の下記部分に重点をおいて進めてゆく。

- (a) 予測の後の対策とモデルの作成、見直し
- (b) 誤りの混入の低減を主眼にした、データの収集法と予測法及びデータ活用事例の検討  
 主に上流の定量的品質評価方法を検討する。
- (c) 誤りを、実際の運用に供するシステムへ流出させないための管理方法

(3) プロジェクト見える化WG

これまでの見える化手法やツールの集大成である上流工程編、中流工程編、下流工程編及び総集編を基盤にして、広くソフトウェア業界への「見える化」普及活動を続けると共に、新たな分野として「保守・運用における見える化」を検討してゆく。

(4) 価値指向マネジメントWG

IT投資マネジメントと調達見積りとの関係を見直し、ユーザ側経営企画/情報システム間、ユーザ/ベンダ間に存在するギャップを解消することが重要であることが明確になった。

そこで、2008年度は新たに「価値指向マネジメントWG」を開設して、これらのギャップを解消するため、以下のような効果をもたらす成果をまとめる活動を展開している。価値の評価方法が明らかになることによって、ユーザ/ベンダ双方に図5から得られるようなメリットがある。

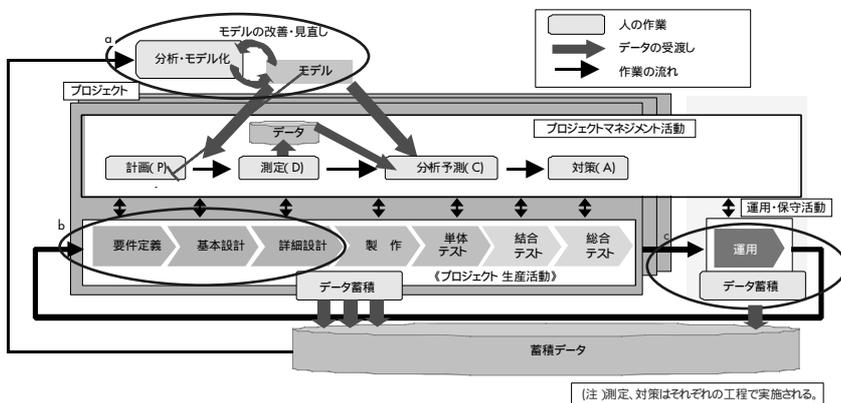


図4 定量的品質予測WGの活動予定

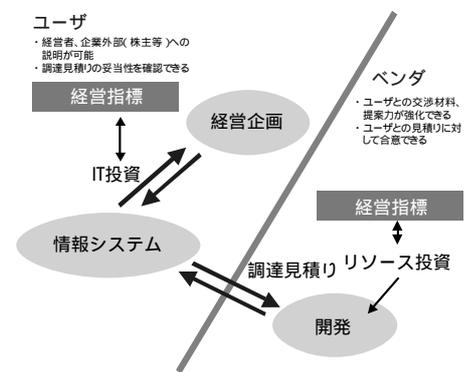


図5 ユーザ/ベンダ間のソフトウェア調達の流れ

# ビジネス・プロセス改善領域

SEC 企画グループ

研究員

新谷 勝利

## 1 ビジネス・プロセス改善領域の活動のWG化

ビジネス・プロセス改善領域は、2007年度まで開発プロセス共有化部会、プロセス改善研究部会として活動していたが、より広範囲な活動を展開するために、2008年度からはそれぞれ以下のようなWGとして活動を展開していくこととした。

なお、本稿は2008年7月1日に開催されたエンタプライズ系総合部会で発表された村上憲稔ビジネス・プロセス改善領域長（開発プロセス共有化部会長）と、菊島靖弘副領域長（プロセス改善部会長）の資料をベースとし、その他関連資料からまとめた。

プロセス共有化WG（旧開発プロセス共有化部会）

共通フレーム2007の発行、その維持と普及展開活動を実施する。また、事例研究に基づいて共通フレームの深掘りも検討する。国際標準制定に部会成果を反映する努力もしている。

プロセス改善WG（旧プロセス改善研究部会）

ISO/IEC 15504に準拠した、プロセスアセスメントモデル及び手法「SPEAK IPA版」を発行。これには簡易アセスメントモデルであるSPINACHも内含されている。今後、これらの維持と普及展開活動に入るが、普及のための実

証実験の実施、人材育成、ベストプラクティスの活用についても検討する。

図1は、ISO/IEC 15504-2から引用しているプロセスアセスメントの二次元性を示す。横軸のプロセス参照モデルの一例がISO/IEC 12207で定義しているライフサイクルプロセスであり、あるいは、開発プロセス共有化部会が発行した共通フレーム2007であり、縦軸にはアセスメント実施における測定の枠組みが定義されている。プロセス改善は、プロセス実行の測定がなされてこそ可能になる。

## 2 開発プロセス共有化部会の狙い

開発プロセス共有化部会は2004年10月のSECの開始と共に活動を始めた。2008年度からは開発段階に限定しないということで「プロセス共有化WG」に改名されたが、当部会は、開始当初から以下の狙いをもっていた。

- ・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、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、ベンダが合意できる、産業界での新しいルール・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。

### （1）活動成果：共通フレーム2007の発行

2007年10月に発行した共通フレーム2007は、日本の産業界が抱える課題解決のため、ソフトウェアライフサイクルプロセス（ISO/IEC 12207）をベースに、日本独自に強化、改善したものである。共通フレーム2007は、ソフトウェアの企画から開発、運用、保守、廃棄に至るまでの

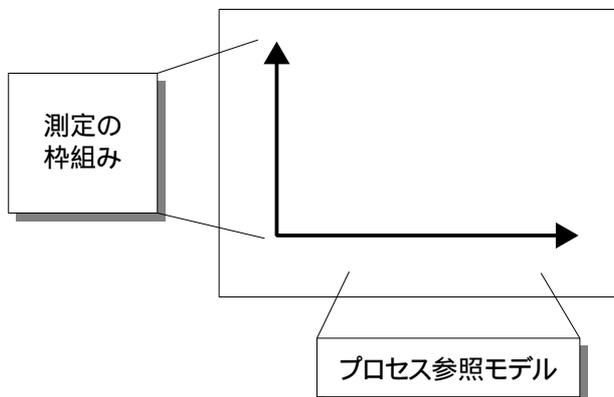


図1 プロセスアセスメントモデル

ライフサイクルを通して作業項目、役割を産業界の総意として包括的に規定している。具体的には、開発プロセス共有化部会で開発し普及が進んでいる「超上流」の考え方を踏まえ、開発に入る前の要求品質の確保のための「要件定義プロセス」の新設や、経営者、業務部門、システム部門、ベンダーなどシステムやソフトウェア開発に関与する、あらゆる人々の役割分担をライフサイクルを通して定義している。また、米国、英国などで適用されている「契約の変更管理」に準じて、経済産業省のモデル契約（2006年6月）は「変更管理手続き」を制定した。これを受けて、部会では、共通フレーム2007の中に、新たに「契約の変更管理プロセス」を設け、併せて、ライフサイクルプロセス規格の改定審議国内グループと協力して、これを国際提案し、「ISO/IEC 12207:2008」に取り込まれて本年2月発行された。

共通フレーム2007のプロセス体系を図2に示す。1998年に発行された共通フレーム98からの拡張部分も図中に示す。

(2) 開発プロセス共有化部会の活動と成果

当部会ではプロセスを定義するのみならず、それが実際の開発活動にどのように関連するか、普及促進活動を以下のように推進した。

- ・ 2007年10月 情報化月間記念講演
- ・ 2007年10月 内閣府CIO補佐官会議講演
- ・ 2007年10月 『日経コンピュータ』誌上に寄稿

- ・ 2007年11月 日本システム監査人協会講演
- ・ 2007年11月 SECセミナー（東京、福岡）
- ・ 2007年11月 CSAJ会員向け説明会
- ・ 2007年11月 SEC設立3周年成果報告会
- ・ 2008年1月 関西経済連合会、JUAS、JIFPUGセミナー
- ・ 2008年2月 SECセミナー（秋田、福岡、大阪、名古屋）
- ・ 2008年2月 東芝ビジネスセミナー
- ・ 2008年2月 システム監査学会セミナー

(3) 開発プロセス共有化部会（WG）の計画とアウトカム  
共通フレーム2007に対し、2007年後半以降2008年度の活動として以下の項目が検討され、一部実施に移されている。

- ・ 『共通フレーム2007』書籍自体の内容強化、部分見直し
- ・ 「共通フレーム2007をどう使うか」  
作業標準、内部統制、システム監査、契約、PM、原理原則17ヶ条、役割分担等の視点で適用事例を提供しながら解説
- ・ システムライフサイクルプロセス（ISO/IEC 15288）対応強化の企画
- ・ 普及策の実施
- ・ SPEAK IPA版の関連施策の検討等

2002年及び2004年にISO/IEC 12207は、プロセス定義に

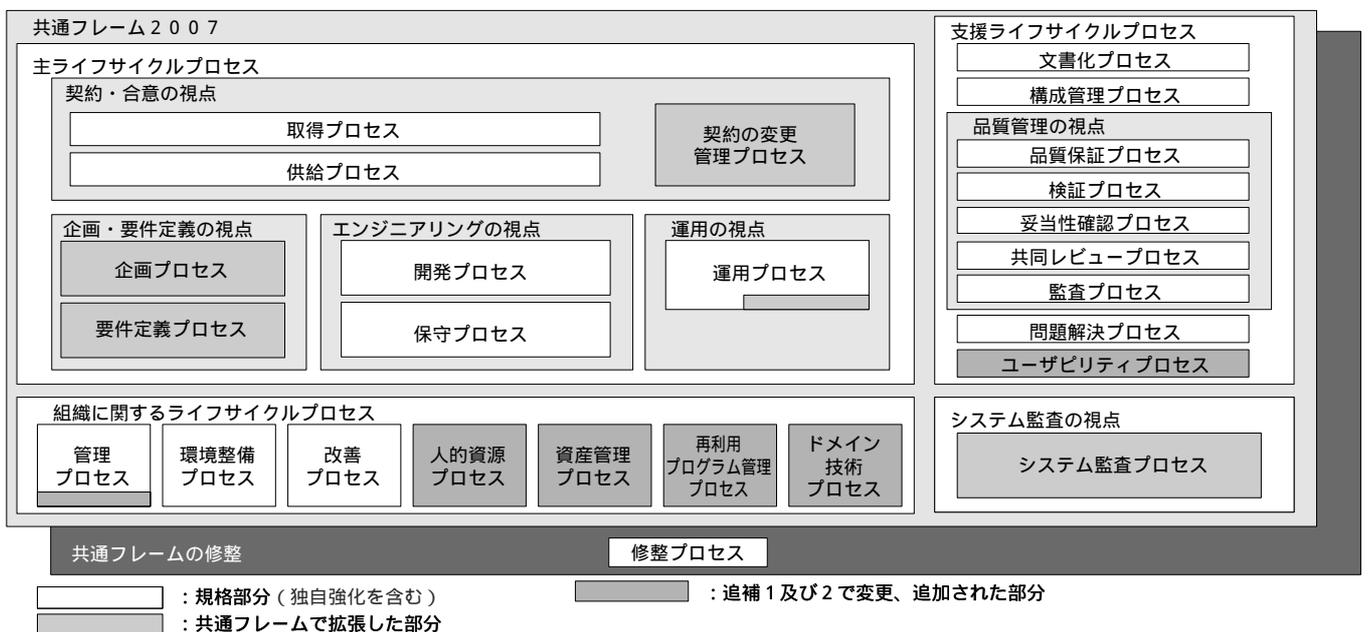


図2 共通フレーム2007の作業体系

において、プロセスを実行した結果のアウトカム（成果の状態）を記述するように改訂されている。そのスタイルに倣い、当部会では、今までの活動及び計画している項目の実行を通して、アウトカムも検討されているので、参考として紹介する。

- ・ 常時、最新の状態で参照可能になっている
- ・ ソフト業界で常識となっている
- ・ コアになる標準類（例えば、モデル契約）で正しく参照されるか監視され、必要に応じて是正措置が取られている
- ・ その普及状態が常に把握されている
- ・ 精通したプロセスエンジニアが育成されている
- ・ コミュニティが存在している
- ・ 継続して改訂されている
- ・ 適用効果が定性的、定量的に提示されている
- ・ その内容が自社に適用されている
- ・ 適用時に指導してくれる体制ができています

### 3 プロセス改善研究部会の狙い

プロセス改善研究部会は、2005年7月から12月までの準備期間を経て、2006年1月に活動を開始した。活動の1つは、アセスメントモデルに基づくプロセス診断及びそこにおける発見を出発点とする改善活動の推進である。この活動においては、図1の横軸のプロセス参照モデルであるライフサイクルプロセスが、国際標準に準拠して定義されているということを前提にし、横軸の1つひとつのプロセスがいかに実行されているか、実際の成果物として何をどう測定するかというフレームワークを活動の対象としてきた。しかしながら、ISO/IEC 15504という国際標準においては、プロセス参照モデルは必ずしもISO/IEC 12207あるいは共通フレーム2007のプロセスのみであることを要求しているものではなく、これについては、『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～』において説明しているので、是非一読をお願いしたい。

当部会の狙いは、これら活動が、次に述べる結果をもたらすということを確認することが狙いである。

組織能力の向上を図る

増大化、複雑化するソフトウェアの開発において、高い品質を維持し、効率的に開発を進める必要に応える。そのために、各エンジニアの技術知識・経験獲得のみならず、組織のプロセス管理能力、働く人々のモラルやス

キル、インフラストラクチャを含めた、ソフトウェア開発・維持及びその管理が可能になる。

ソフトウェアの開発・維持及びその管理において存在する、発注企業、開発企業、請負企業、人材派遣企業、運用会社等様々なステークホルダ間の協業が効果的なものになる。

プロセス改善の効果の見える化を図る

CMM等を用いたプロセス改善への取り組みが世界的になされ、QCDの向上、ROIに関する論文が報告されている。当部会においては、実証実験等を通し、SPEAK IPA版による効果の見える化を図るとともに、モデルに依らないベストプラクティスによるプロセス改善の成果を「見える化」する。

グローバルビジネスの展開

ソフトウェアの開発・維持及び管理は、既に国内企業だけの体制ではできない状況にあり、また、ソフトウェアが単独で、あるいは製品に組み込まれ海外に納入されており、国際標準に準拠するプロセス改善を実践することにより、グローバルビジネスへの貢献を図る。

(1) プロセス改善研究部会の普及促進活動及びその成果

プロセス改善を推進するためには、単にプロセスを実行していればよいというものではなく、プロセスが目的としていること、実行の結果どのような状況になっていることが期待されているかを理解した上でアセスメントを実施し、測定した結果に対して改善活動をすることになる。これら活動を効果的に実施するために、プロセス改善研究部会では、SPEAK IPA版というアセスメントモデルとその実施法を発表すると共に、以下のようなプロセス改善ナビゲーションガイドを発行した。

なぜなに編

- ・ プロセス改善推進にあたって多くの誤解や先入観を取り除く
  - ・ 初心に戻って「プロセス改善とは何か」、プロセス診断の位置付けを明確にする
- プロセス診断活用編
- ・ プロセス改善を進めるにあたり、プロセス診断を有効に活用するための考え方
  - ・ モデルの準備（モデルの選択、モデルの作成）についての解説書
- ベストプラクティス編
- ・ プロセス改善の成功事例をヒアリングし、これから改



セミナー会場風景

善に取り組みようとしている組織の参考となる事例を提供する。

さらに、SPEAK IPA版及びプロセス改善ナビゲーションガイド説明会が、以下のスケジュールで行われた。

- ・ 2007年5月 SODEC
- ・ 2007年6月 IPAX
- ・ 2007年7月 JISA主催SPES
- ・ 2007年9月 日科技連SPIQシンポジウム
- ・ 2007年11月 SECセミナー（東京）
- ・ 2008年1月 情報処理学会 SJ2008
- ・ 2008年2月 SECセミナー（博多、大阪、名古屋）
- ・ 2008年5月 IPAX 実証実験報告

写真に2月に行った大阪セミナーの様子を示す。単に一方通行で説明するのではなく、パネル形式にし、会場との対話を心がけた。

セミナーのみならず、実証実験も被験企業2社の参加を経て、アセスメントモデル、手法、ガイドの有効性評価と改善事項の洗い出しを行った。

実証実験は限定された期間・範囲で行っており、追加実施が必要であるが、被験者からの所見から、一定の成果があったものと判断している。

- ・ アセスメントの目的は達成できた。
  - 従来とは別の視点で開発標準の有効性を確認し課題を抽出できた。
  - グローバルな事業展開のために国際標準に適合した

SPEAK IPA版の視点での診断を経験できた。

- ・ アセスメントゴールはほぼ達成できた。
  - 上流工程で実施するプロセス改善の機会を特定できた。
  - SPEAK IPA版の視点から改善課題を特定できた。
  - SPEAK IPA版の内容、手法を概念として理解することはできたがモデルの全容検証においては、より広い範囲でプロセス診断の経験の機会が求められる。

## (2) プロセス改善研究部会からのアウトカム

プロセス改善研究部会発足当初から複数のチームに分け活動しているが、それらがどのように成功裏に進捗しているかは、以下のアウトカムを継続して調査する。

- ・ 経営者の意識が変わって、改善が継続的に実施されている企業数が増えている
- ・ プロセス改善のためのモデルを自分たちの環境に合わせて、自分たちで作って、現状を把握した上でプロセス改善を実施し、効果を上げている
- ・ SEC-Webサイトにプロセス改善に関わる情報が蓄積され、広く提供されるようになっている
- ・ 部会参加をトリガーとしたプロセス改善活動が部会参加企業において実施されている
- ・ SECの他の活動とのシナジー効果が見られる
- ・ プロセス改善のコミュニティ間でネットワークが成立している
- ・ 海外にSECのプロセス改善への努力が認知されている
- ・ 促進策（SEC BOOKS、セミナー）が浸透している
- ・ プロセス改善が推進されている
- ・ 日本版アセスメントモデルが浸透している。

## 4 おわりに

「ビジネス・プロセス改善領域」においては、プロセスという用語が共通であり、それがそれぞれのベースになっていること、及びプロセスが開発現場に定着してプロセス改善がなされることを前提として、相互に密接な関係にある。今後、プロセスの定義に新しくアウトカムを記述するという改訂もあり、これにより成果の内容はシナジー効果を発揮しながらより進化してゆくこととなる。

# 要求と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

塚本 英昭

要求・アーキテクチャ領域は、「機能要件の合意形成技法WG」と「非機能要件とアーキテクチャWG」から構成される。前者は2007年度まで9社のベンダ企業が参加、活動していた「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」(略称：発注者ビュー検討会)の活動を引き継いだグループ、後者は2007年度まで非機能要件の記述を中心に検討してきた「要求・設計開発技術研究部会」の非機能要求とアーキテクチャWG活動を引き継いだグループである。

それぞれの2007年度の活動内容を中心に報告する。

## 1 機能要件の合意形成技法WGの活動内容

民間ベンダ企業コンソーシアム「発注者ビュー検討会」は2006年4月に設立され、発注者ビューガイドラインを作成・公開した後、ソフトウェア・エンジニアリングの他の技術・技法との連携及び広くユーザ系企業への浸透と普及を目指してIPA/SECへ活動を移管するため、2008年3月に解散した。その後、「発注者ビューガイドライン」の著作権を移管し、要求・アーキテクチャ領域の「機能要件の合意形成技法WG」にてガイドラインのブラッシュアップや評価検証といった活動が引き続き行われている。

### (1) 発注者ビュー検討会の背景

近年の情報システム開発における取り組み課題は上流工程に関するものが多い。上流工程の欠陥を看過すると修繕コストが下流工程で大きく(10倍以上)増幅されることは、古くからベーム(Boehm)の法則として知られている。昨今はIT投資対効果の意識が高まり、問題プロジェクトの原因究明を詳しく行う案件が増えて、課題構造の正しい認識が広まったと考えられる。近年のプロセス改善の方向性としてよく言われるフロントローディングの背景も、まさにベームの法則である。上流工程に力

を入れて欠陥の看過(すり抜け)を減らせば、上流での追加投入コストを大きく上回る下流工程コスト削減を達成できる。

しかし、上流工程の改善は下流工程の改善に比べて簡単には達成できない。V字モデルでの上流工程の反射的な活動である下流工程の議論は、実現可能な要件を満たすという点ではIT技術者という均一なスキルの世界での検討であり、相対的に考え方は単純である。一方、上流工程は発注者側(とくに機能仕様を出す源である業務専門家)と受注者側(IT技術者)とのコミュニケーションの比重が大きく、典型的な異種専門家間コミュニケーション問題の様相を呈している。結局、受発注者間で十分な仕様上の合意ができなければ、完成した情報システムの存在意義自体が薄れてしまうため、コミュニケーションの円滑化は上流工程で最も重要なテーマの1つである。

受発注者間コミュニケーション問題は、ソフトウェア・エンジニアリング分野でも、古くから認識されてきた。しかしながら、ソフトウェア・エンジニアリング分野の研究動向を調査した報告等を見ると、コミュニケーション問題をテーマとした取り組みは非常に少ない。これは、コミュニケーション問題について実証的な研究を行おうとすると、発注者と受注者を揃える必要があり、準備が大変なためである。しかもコミュニケーション問題は心理学的な色彩が強く、統計的な扱いが不可欠である。準備が大変なサンプルを多数用意する必要があるため、このような研究が避けられているとも考えられる。このようにコミュニケーション問題は、ケーススタディや評価が難しいという「研究の進め方に関する構造的問題」を内包している。

### (2) 発注者ビュー検討会の設立と活動概要

上記問題に対して、IT業界が一丸となってワークスタイル改革に取り組む必要があるとの思いから、業界大手企業を中心に参加を呼びかけたのが、2005年度下半期で

ある。幸い、主旨に賛同する企業は多く、ほぼ想定した規模で初期検討体制を開始させることができた。こうして2006年4月12日に発足したのが、「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」(略称：発注者ビュー検討会)である。「実践的アプローチに基づく」という表現の中に、「現場で実際に使われた実践的な知見を集大成し、直ぐに現場で使える成果をまとめる」という思いが込められている。

9社による活動の結果、2007年9月には成果第一弾として「発注者ビューガイドライン～画面編～」の一般公開となった。また、2008年3月には「システム振舞い編」「データモデル編」を中心とするすべての当初予定成果を開示できた。本検討会はまとまった初期成果を達成するまでのタスクフォースとして設立したため、初期成果を達成した2008年3月末に解散したが、検討会参加企業としては成果の追加評価や磨き上げ、普及展開も初期成果策定以上に重要であるとの見解で一致した。このため普及展開段階は別形態が適切と判断し、2008年度からはIPA/SECの1WGとして展開フェーズに移行することとした。検討会に参画した9社は引き続き本WGにもメンバとして参加し、さらに発注者側企業も含めたより広範なメンバ構成での活動となっている。

### (3) 発注者ビューガイドライン

本検討会がまとめた「発注者ビューガイドライン」は、発注者との合意のしやすさ、コミュニケーションの円滑化を目指し、画面、システム振舞い、データモデルそれぞれで、実際の設計書や設計書レビューからコツ(工夫

点)や留意点を抽出し、整理したものである(図1)。現在、本ガイドラインはSEC-Webサイトより提供している<sup>1</sup>。

### (4) 今後の展開

本WGの成果である本ガイドラインが、受発注者間コミュニケーション問題に関心をお持ちの方々への参考となれば幸いである。検討会の目標は「業務部門の専門家にご理解いただけるコミュニケーション方法の確立」であるため、IT系企業だけでなく、現場部門のIT要求をとりまとめられている情報システム部門の皆様にもお勧めしたい。

今後は「機能要件の合意形成技法WG」活動を通し、より洗練されたIPA版のガイドラインを完成すると共に、SECの広いチャネルを利用した普及展開に取り組んでゆきたいと考えている。

## 2 非機能要件とアーキテクチャWGの活動内容

非機能要件とアーキテクチャWGは、2007年度までの非機能要求とアーキテクチャWGとしての活動を引き継いだものである。「非機能要求」から「非機能要件」に名称を変更した理由は、既にIPA/SECの成果として普及している共通フレーム2007で使用している用語に合わせるためである。共通フレーム2007では、利用者及び利害関係者からの要求内容に対して十分検討を加え、システムに実装すべき、かつ実現の可能性が立証されているものを「要件」と定義し、本WGでも現段階では「要件」を

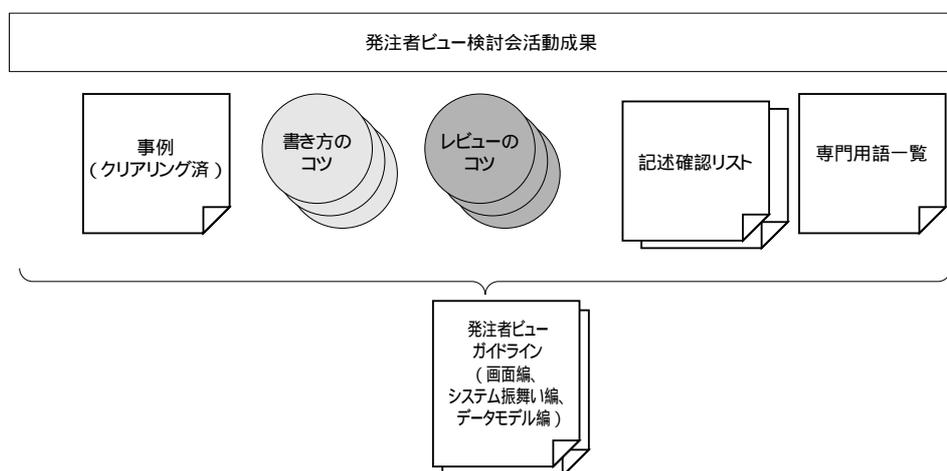


図1 発注者ビューガイドライン概要

1 <http://sec.ipa.go.jp/reports/20080710.html>

使用することが妥当であると判断したからである。

本WGは、2005年度に実施した要求工学における研究動向調査の結果から、品質を確保し、開発プロジェクトを成功裏に終了させるためには非機能要件を検討すべきという方針の下、2006年度はTom Gilbによって提唱された「Planguage」とLawrence Chungらによって提唱された「NFR<sup>2</sup> Framework」を中心に議論を進めた。2007年度は、2006年度に整理した結果をさらに発展させるべく、主にシステムの「効率性 (efficiency)」と「回復性 (recoverability)」に関して、個々の非機能要件の書き方を定義する「個別NFR記述」と、複数の非機能要件と実現手段との関係を定義する「NFR関係記述」を議論した。

### (1) 個別NFR記述

個別NFR記述は、要件記述内で指定される単一の非機能要件に関する記述項目の書き方を定めるものである。個々の記述の曖昧さを払拭し、ブレの無い明確な記述として非機能要件の仕様を正しく書き残すことを目的としている。表やモデル等ではなく、文章で記述される要件仕様内に、キーワード定義をしたタグを埋め込み、タグによって記された部分は標準化された記述内容として整合性を確保しながら、仕様の有無及び内容を明確にするということを試みる。

本WGで定義した個別NFR記述は、システムが達成しなければならない品質を記述するコントロールケースという考え方を導入する。図2にコントロールケースのテンプレートを示す。また、コントロールケースは、以下3つの主要な特徴を持つ。

- ・稼働条件 (コンディション)

システムの外部環境に依存した条件を定義する。例えば、usual (通常時)、surge (予測可能なピーク時)、burst (予測不能なピーク時) を設定する (プロジェクトごとに設定が可能である)。

- ・運転モード (オペレーション・モード)

システムが運転しているモードを定義する。例えば、full (正常運転)、degraded (縮退運転)、limited (制限運転)、alternative (代替運転) を設定する (プロジェクトごとに設定が可能である)。

- ・インパクト (要求を満たせない場合の影響)

非機能要件を満足しない場合に、どのようなビジネスの影響があるかを記述する。

ccId (コントロールケースID)		
ccName (コントロールケース名)		
ccDescription (説明)		
ccSituation (システムの外部環境条件)		
ccConstraints (課せられる制約条件)		
ccAssociateUsecase (関連するユースケース)		
nfrDescription (NFR記述)		
context (コンテキスト)		
defOperationMode (オペレーション・モード)		
defOperatingCondition (コンディション)		
efficiency (効率性)		
timeEfficiency (時間効率性)		
TAT (ターンアラウンドタイム)		
recoverability (回復性)		
RPO (目標復旧時点)		
RTO (目標復旧時間)		
RLO (目標復旧レベル)		
impact (要求を満たせない場合の影響)		

図2 コントロールケースのテンプレート

### (2) NFR関係記述

NFR記述からアーキテクチャ設計につなげていくためには、各NFR記述が結果としてどのような実現手段によって提供できるのかその候補が把握できて、さらにそれらの各実現手段を採用することが他のどのような非機能要件に正負両方の影響を及ぼすのかといった全体的な依存関係の構造 (依存ネットワーク) を俯瞰しながら、また一方でその実現手段のコストも踏まえつつ、総合的な判断を重ねていく試行錯誤の反復的プロセスが重要となる。本WGでは、そのプロセスで必要と思われる俯瞰的な非機能要件間依存ネットワークの記載という試みを行った。

NFR関係記述は、実際に非機能要件記述を実施し、アーキテクチャ設計につなげる担当者が参照する目的で利用する。さらに、担当者が参照する場合でも、大きな視

野で品質特性の依存関係を俯瞰する目的で利用するクラス図形式の関係性俯瞰図(図3)と、網羅的に品質特性の性質をチェックしたり、具体的な個別の依存関係をトレースしていく表形式による手段・指標の依存性表現(表1)を使い分ける。

### (3) 今後の展開

2007年度は、個別NFR記述とNFR関係記述それぞれの記述形式を定義したにとどまり、双方の記述をどのように活用してアーキテクチャ設計につなげるかといった統合プロセスの定義までは至っていない。2008年度の活動に向けて、本WGは統合プロセス策定も含めた非機能要件記述の発展を実施する予定である。

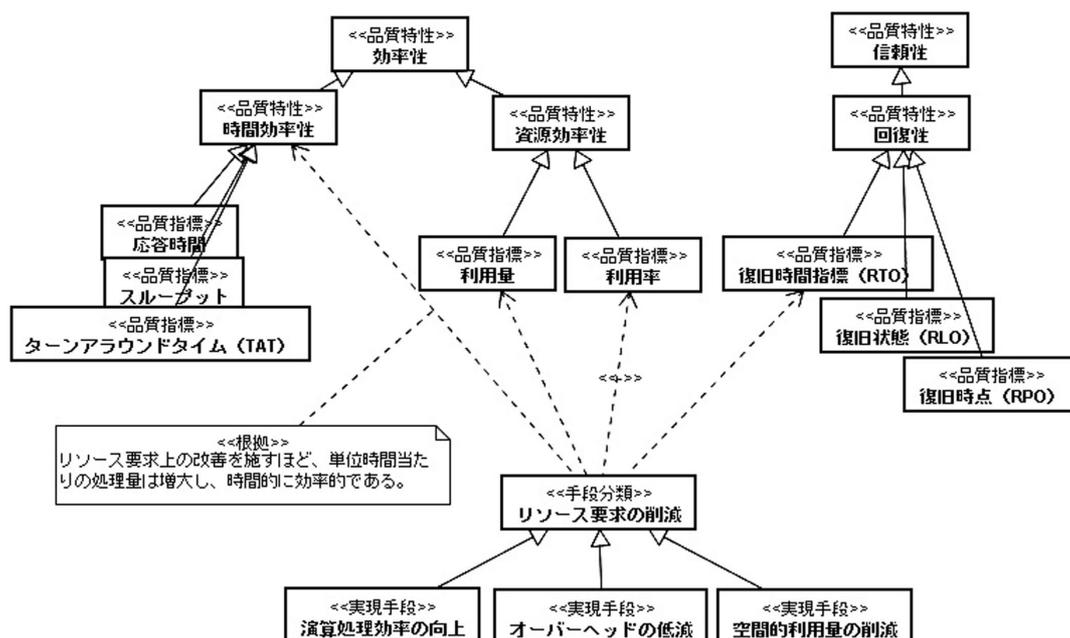


図3 クラス図形式の関係性俯瞰図(一部抜粋)

表1 表形式による手段・指標の依存性表現(一部抜粋)

品質			効率性			
			時間効率性		資源効率性	
			TAT応答時間	スループット	利用量	利用率
手段分類	実現手段	具体例				
リソース要求の削減	演算処理効率の向上	アルゴリズム改良、データ構造改良、インデックス付与	+	+	+	-
	オーバーヘッドの低減	通信路使用の回避、ディスク上のデータを主メモリ上にマッピング	+	+		
	空間的利用量の削減	データの圧縮			+	-
処理要求(負荷)の削減	イベント発生率管理	利用者スケジューリング、同時利用ユーザの制限	+		+	-
	サンプリング頻度の抑制	定期起動プロセスの頻度を制限	+		+	-
	実行時間の制限	反復回数の制限、一定時間後の処理打ち切り、通信におけるタイムアウト設定			+	-
	キューサイズの制限	プロセス間のメッセージキューの最大記憶領域指定パラメータを調整			+	-

+ :特性を改善する - :特性を悪化させる

SECエンタプライズ系プロジェクト  
 研究員  
 中村 敏夫

SECエンタプライズ系プロジェクト  
 研究員  
 塚本 英昭

高信頼ソフトウェア領域では、昨年までの見積り手法部会（見積り手法適用推進WG）ならびに形式手法を中心とした高信頼性システム開発手法調査検討会での活動を引き継ぐ形で活動を開始する。前者を引き継ぐのが「高信頼化のための手法WG」、後者を引き継ぐのが「高信頼性システム技術WG」である。

それぞれの2007年度の活動内容を報告する。

## 1 見積り手法部会（見積り手法適用推進WG）活動内容

見積り手法部会では、ソフトウェアテストにおける適正資源を確保することを目的として、ソフトウェアの品質検証と妥当性確認に関わるテスト見積り（テスト量、テスト生産性）に焦点を当て、基本的な考え方や見積り方法、非機能要件のテスト見積りへの反映等について議

論した。なお、検討結果は『ソフトウェアテスト見積りガイドブック』として2008年9月に発行する。

### (1) テスト見積りの基本手順

テスト見積りは、図1に示すとおり「要件の洗い出し 規模の見積り テスト量の見積り テスト生産性の見積り 工数/コストの見積り 工期の見積り」といった手順で行うことになる。

### (2) テスト戦略

図1の手順の中にあるテスト戦略とは、「ソフトウェアの重要な部分を特定した上で、品質をどこまで確保し、そのためにテストにどれだけの資源を投入するか、また投入する資源をどう使うか」といった方針について示すものである。

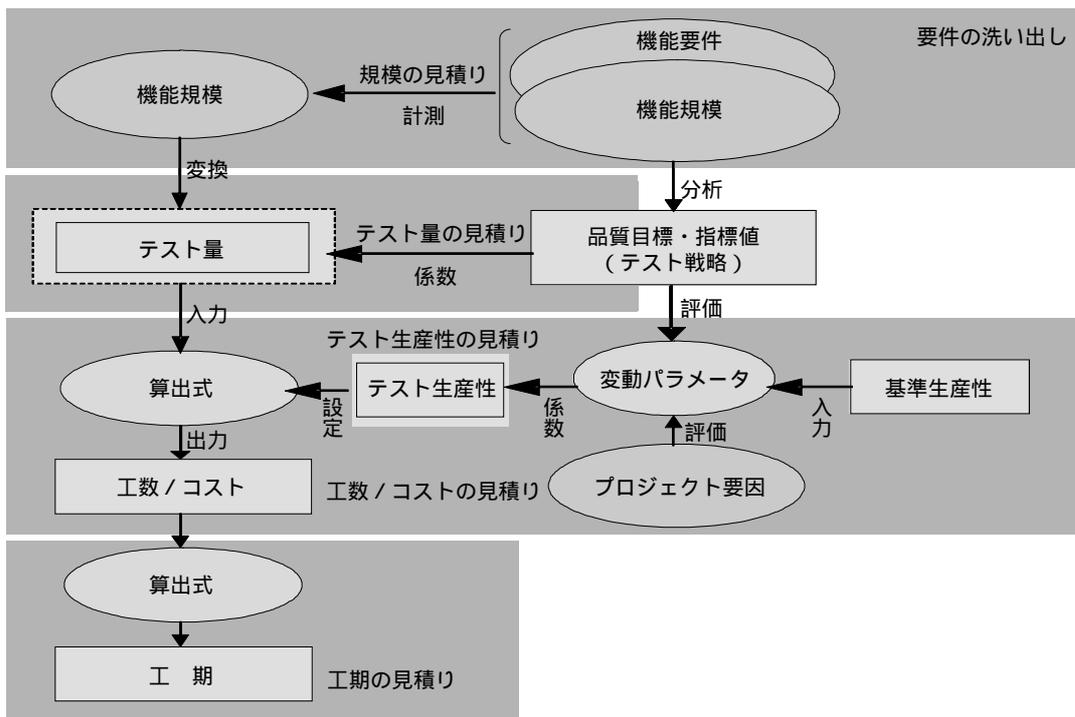


図1 テスト見積りの基本手順

テスト見積りの精度を向上するために、プロジェクトの見積り時点でテスト戦略（表1）を定め、ユーザとベンダ相互に合意した上で、これを見積りのインプットにすることが重要である。

### (3) 非機能要件のテスト見積りへの反映

非機能要件（品質要件）をテスト見積りに反映するには、非機能要件が要求仕様として明文化されていることが前提となるが、一般的には要求の度合いが曖昧となる傾向にある。非機能要件の要求度合いが特定できれば、テスト量とテスト生産性に影響する度合いを評価し、ベースラインからの変動値として設定することで、定量化が可能になる。『ソフトウェアテスト見積りガイドブック』では、日本情報システム・ユーザー協会（JUAS）で発表している「非機能要求仕様定義ガイドライン」を参照して、「非機能要件の把握・確認とテスト見積りへの影響表」として示している。

### (4) 今後の展開

2007年度までの見積り手法部会では、ソフトウェアテストを含め定量的な見積り方法をテーマに検討を進めてきた。今後は、信頼性の高いソフトウェアを担保する手法をテーマに、ソフトウェアテストの網羅性及びテスト効率性を高める手法について、また、要件定義から実装を通したトレーサビリティの確保と要件網羅の確認方法（機能要件及び非機能要件）について、調査・分析を進める予定である。

## 2 形式手法に関する活動内容

高信頼情報社会において「重要インフラ等システム」<sup>1</sup>を実現するためのベースとして「形式手法」に着眼し、2つの動向調査を実施した。また、これを受けて有識者による調査検討会（「高信頼性システム開発手法調査検討会」）を組織して議論を進め、結果を「高信頼ソフトウェア構築技術に関する動向調査」報告書として発表した[IPA/SEC2008]。

動向調査では、文献調査や国内・海外のヒアリング調査を実施し、形式手法の重要インフラ等システムへの適用範囲の明確化を図った。

以下に、これらの活動で得た特徴的な調査結果と知見を示す。

### (1) 重要インフラ等システム基準の高信頼性調査

重要インフラ等システムには、それぞれシステムの高信頼性あるいは安全性に関連する基準レベルを明確化することを目的として「システム基準」が定められている。その中で形式手法について言及している「システム基準」について、計7件を調査した。その結果、以下が判明した。

- ・形式手法の利用を要件として求めている基準は情報技術セキュリティ評価基準ISO/IEC 15408のレベルEAL5～7のみである。
- ・電子機器の機能安全に関する国際規格IEC 61508ではSIL2以上で形式手法の利用を推奨している。IEC 61508の個別適用規格として、自動車、原子力、鉄道等様々

表1 テスト戦略での主な設定内容

設定項目	内容
テスト技法の選択	同値クラス、ペア構成（直交表）、状態遷移等
テストプロセスの設定	非機能要件のテスト戦略、テスト実施手順、レビューのレベル等
テスト環境	自動化テストツール、結果照合ツール等
テスト分担	ユーザとベンダの役割等
テスト進行中における品質管理	検出欠陥密度、テスト密度、信頼度成長曲線による欠陥の収束度等

<sup>1</sup> 重要インフラ等システム：経済産業省「情報システムの信頼性向上に関するガイドライン」（平成18年6月15日）の中で定義されている。その信頼性が国民生活又は社会経済活動に多大なる影響を及ぼすシステムを指し、10分野に分類されている。

な分野での形式手法の利用に関する規格が定められており、相応のコストをかけてでも高い信頼性を求められる制御系システム、セキュリティ製品、組込みソフトウェアの開発場面において、形式手法の適用ニーズは多く存在すると推測される。

(2) 高信頼システム構築に向けた形式手法適用事例調査  
形式手法に関わる15件の国際会議・団体で発表されたドキュメント(2005年～2007年9月までの論文・レポート約1,200件をスクリーニングし、62件を精査)を対象に実システム開発への適用事例を調査した。また国内及び海外(英国、仏国)の適用事例について計8件のヒアリング調査を実施した。その結果、表2が明らかになった。

(3) 有識者による調査検討会からの知見

有識者による「高信頼性システム開発手法調査検討会」を組織し、高信頼性システム構築技術の適用事例・研究事例・教育事例、海外の状況について検討し、形式手法

の今後の方向性について議論した。その中で表3の知見が得られた。

### 3 今後の展開

2007年度実施した調査結果を受けて、2008年度は高信頼性システム技術WGを組織し、この課題を掘り下げてゆく。2008年度は形式手法のみの技術要素だけに特化するのではなく、システム開発ライフサイクル全体を通して形式手法も含めた各記述法の確立と記述法間の連携を考慮した高信頼性システム開発フレームワークを定義する。また、その有効性の評価も実施する予定である。さらに、形式手法の普及や教育という観点からも検討を進めてゆく。

#### 参考文献

[IPA/SEC2008]「高信頼ソフトウェア構築技術に関する動向調査」報告書、  
<http://sec.ipa.go.jp/reports/20080606.html>

表2 高信頼システム構築に向けた形式手法適用事例調査

調査項目	調査結果
海外の状況	形式手法の適用は欧州において特に進んでいる。分野としては、航空・宇宙、鉄道等の重要インフラに加え、システム基盤(OS、ハードウェア等)、組込みソフトウェア(ICカード等)、そしてセキュリティ分野に適用が進みつつある。欧州における普及の要因として、Framework Programmeによる大規模な産学連携の研究開発プロジェクトの存在が挙げられる。
日本の状況	日本においても、形式手法の適用事例がいくつか存在するが、一般的に形式手法適用に関する情報は広まっていない。形式手法の導入には開発現場の理解、マニュアルも含めたツールの整備、導入推進役の存在が不可欠である。

表3 有識者による調査検討会からの知見

項目	知見
システムの信頼性	形式手法は、システムの信頼性を効率よく実現するために非常に有効である。また、有効であるだけでなく、最終的に人手に頼る従来手法では不可能と考えられる効果を上げるため、高い信頼性が要求されるシステム実現のために必要不可欠である。
モデル化・抽象化能力	システム・ソフトウェア開発の初期段階ではモデル化・抽象化の能力が必要である。形式手法は難しく使えないとよく言われるが、形式手法は単なるモデル化・抽象化を実現する手段であり、形式手法が難しいのではなく、モデル化・抽象化が本質的に難しいということを伝えるべきである。
海外事例	米国、欧州の研究・導入事例等を見ると、個別の技術要素は既に実用化の段階まで完成されたという感がある。個別技術の詳細の追究より、大規模システムにおけるサブシステム間、あるいは他のシステムとの結合とか、開発全体の方法論の中でどの部分に形式手法を使い、他の手法と結び付けてシステム全体の信頼性確保を行うかといった、統合的な方法論を追求すべきである。
支援予算	米国、欧州の高信頼性システム関係の公的な予算額は、我が国のそれとは比較にならないくらい大きい額となっている。社会基盤の安心・安全を支える重要な技術であるため、公的予算の投入が望まれる。



# 組込みソフトウェア・エンジニアリング領域

SEC 組込みソフトウェア・エンジニアリング領域

幹事

平山 雅之

SECでは進化し続ける組込みシステムをより効率的に開発し、その品質や信頼性を確実なものとするを目的として、組込みシステム開発リファレンスシリーズ (ESxR<sup>1</sup>) の整備を進めている。2007年度はSEC第1フェーズのまとめと第2フェーズに向けた準備の期間として、ESxRシリーズの普及につなげるトライアルやシリーズの一部拡充を中心に活動した。本稿ではこれらの活動を紹介すると共に、第2フェーズとして検討を進めているESQR他の基本的な考え方等を紹介する。

## 1 2007年度組込みソフトウェア・エンジニアリング領域概況

SEC組込みソフトウェア・エンジニアリング領域では、組込みソフトウェアの開発力を向上させるための具体的な技術リファレンスとしてESxRシリーズの整備を進めて

きた(表1)。

このうちSEC第1フェーズでは、表2に示すガイドを整備し提供してきた。こうした状況を受け、組込みソフトウェア・エンジニアリング領域では2007年度をSEC第2フェーズの立ち上げに向けた準備期間に当て、第1フェーズのまとめと第2フェーズの方向付けを中心とした活動を展開した。

具体的には、第1フェーズのまとめとして、これらのESCR<sup>2</sup>、ESPR<sup>3</sup>、ESMR<sup>4</sup>の普及・適用に向けて、様々な活用事例の蓄積や活用の際のノウハウ収集等を進めてきた。この一環として、後述するようにJasParが受託した、高信頼組込みソフトウェア開発(国プロ)でのトライアルやESxR導入に積極的な企業でのトライアル等を実施した。また、同時に昨今の様々なシステム障害等の発生を考慮し、「安全・安心なシステムを構築する」と

表1 2007年度 組込みエンジニアリング領域活動

年 度	2005	2006	2007	2008	2009	2007年度活動
第1フェーズ						
技術啓蒙小冊子						
ESxRシリーズ Ver1.0						
ESxR普及活動						セミナー等実施
ESxRトライアル						JasPar他でトライアル実施
ESxRバージョンアップ						ESPR Ver2.0, ESCR Ver2.0 発行
第2フェーズ						
第2フェーズ準備						企業ヒアリング実施
ESxR導入ガイド整備						
品質定量技術整備						関連データ収集分析

表2 SEC第1フェーズでの各種ガイド

目 的	内 容
組込みソフトウェアの実装品質の向上	組込みソフトウェア開発向けコーディング作法ガイドESCR
開発プロセスの整備	組込みソフトウェア向け開発プロセスガイドESPR
開発の組織的なマネジメントの促進	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ESMR

1 ESxR : Embedded System development Exemplar Reference  
 2 ESCR : Embedded System Coding Reference  
 3 ESPR : Embedded System Process Reference  
 4 ESMR : Embedded System Management Reference

という視点から、システム開発過程での安全・安心の折り込みを実現するため、既存のESPRに安全・安心の要素を加えバージョンアップを進めた。

また第2フェーズの方向付けに関しては、上記の普及活用の中から見えてきた組込みシステム開発に関する様々な問題点を整理すると共に、SEC主催のセミナーやイベント等を通じて多くの皆様と意見交換、課題点を指摘していただいた。これらを参考に、組込みシステム開発をされている方々にSECとしてどのようなソリューションを提供すべきかについて検討を進めてきた。詳細は別途後述するが、ESxRシリーズ導入に向けたガイド類の整備、品質定量コントロール等を実現するための品質指標類の整備等が大きなテーマとして浮かび上がり、これらについては本年度からのSEC第2フェーズの中で本格的な検討に着手している。

## 2 ESPR Ver2整備

SECでは組込みソフトウェアの開発プロセス整備を目的として、組込みシステム開発向けプロセスガイド(ESPR Ver1.0)を一昨年、策定・公開した。ESPR Ver1.0はその発行以来、多くの組込みエンジニアの方々に手にとりいただき参考としていただいた。ESPR Ver1.0は組込みシステム開発に関する開発プロセスのうち、主として組込みソフトウェア開発に直接・間接に関係する作業群(SWP<sup>5</sup>、SUP<sup>6</sup>)を中心に整理している。しかし、その一方で、ESPR Ver1.0では、ソフトウェア開発の前段に当たる、システムとしての検討やシステム統合の考え方、あるいは、システムの安全といった側面のとらえ方等、いくつかの点で未整備の作業プロセスが存在した。このため、SECでは2007年度にこれらのESPR Ver1.0での未整備プロセスを中心に充実を図りESPR Ver2.0を公開した。ESPR Ver1.0からVer2.0への主な拡張点は以下のとおりである。

- ・システムエンジニアリングプロセスの追加

- ・セーフティエンジニアリングプロセスの追加

### (1) システムエンジニアリングプロセスの追加

組込みシステムを開発する場合には、それを構成する個々のソフトウェアやハードウェアの開発プロセスの上位に、システムとしてのビューが必要となってくる。ESPR Ver2.0では、新たにシステムとしてのビューや作業を明確にするためにシステムエンジニアリングプロセスを追加した。

システムエンジニアリングプロセスは、図1に示すように、V字モデルの上部左右に位置し、V字左側にシステムとしての要求定義やシステム設計等の作業を位置付けている。また、V字モデルの右側にはこれらに対応する形でシステムとしての統合とテストを位置付けている。これらは、組込みシステムをソフトウェアとハードウェアが融合した系としてとらえ、その全体像を把握・分析したり、その全体の系としての動作を汲み上げていく作業にあたる。多くの組込みシステム開発において、ソフトウェア・ハードウェアの分割以前のシステム要求の不明確さ等が指摘されているが、そうした現状の作業面の不透明さをなくし、システム開発をより見通しのよいも

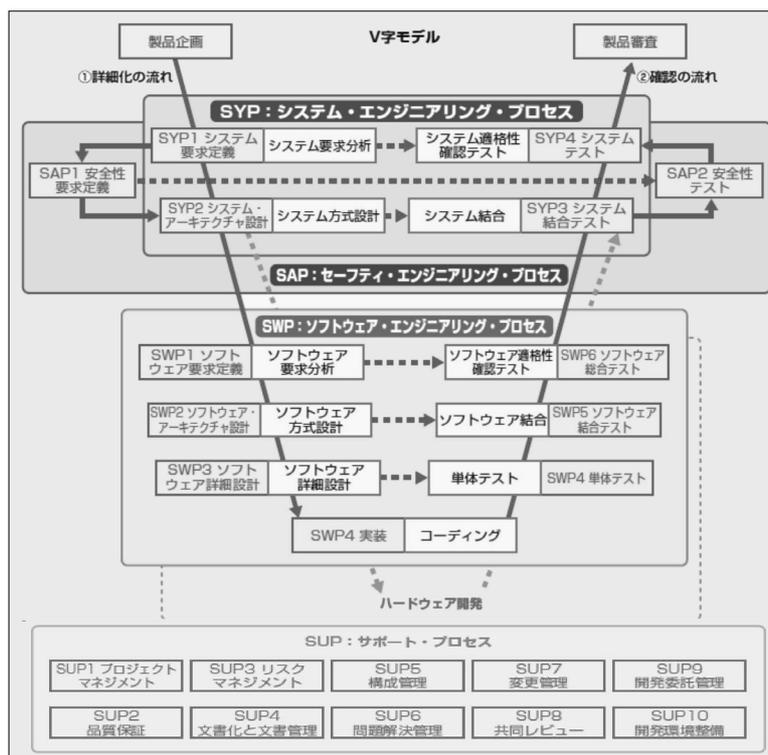


図1 ESPR Ver2.0プロセス全体像

5 SWP : ソフトウェアエンジニアリングプロセス

6 SUP : サポートプロセス

のに変えていく上で、システムエンジニアリングプロセスを参考にいただければと考えている。

## (2) セーフティエンジニアリングプロセスの追加

近年、様々なシステムでシステム障害が増加している。こうしたことを背景に、より安全・安心なシステム構築への努力が進められており、その流れはIEC 61508等に見られる機能安全規格が注目される理由の1つとなっている。IEC 61508は電気電子制御系のシステムをより安全なものとするために、その開発過程や運用過程でどのような工夫をすべきかを整理した国際規格であり、プラントをはじめとする様々な制御システム分野で注目を集めている。

SECではこうした状況を踏まえ、IEC 61508に記載されている要求事項を咀嚼し、ESPR Ver2.0に組み込んだ。安全・安心の視点からESPR Ver2.0では、新たにセーフティエンジニアリングプロセスを組み込んだ。セーフティエンジニアリングプロセスでは、特にシステムの要求面に関して、安全・安心の視点から考える安全要求定義プロセスを組み込んでいる。通常、システムの要求定義や分析では、機能面の要求や非機能面の要求分析が中心となるが、安全・安心を考えた場合、これらとは別に、システムの安全性を実現するという視点から、どのような仕組みをシステムで実現するかといった徹底した検討が必要となる。安全・安心プロセスはこうした視点からの、システム安全性分析と要求への反映を実現するためのプロセスと位置付けることができる。一方、実際に構築されたシステムに関して、安全性がどのように実現されているかについては、システム安全性テストプロセスによって徹底的な検証を行う必要がある。通常システムテスト等では、システムの機能や性能面での動作確認が中心になるが、システム安全性テストについては、先のシ

ステム安全要求に対応する形で、システム安全面についての確認を行う形となる。ESPR Ver2.0ではこれらのセーフティエンジニアリングプロセスのほかにも、IEC 61508の要求事項等に対応する形で、SWP、SUP等のサブタスクレベルで適宜、必要な作業を追加している。

## 3 ESxR トライアル

ESxRシリーズは、SEC第1期中に展示会、主催セミナー他を通して多くの方々に紹介し、利用していただいている。その中で、これらのESxRに関しては様々なご意見がSECに寄せられた(表2)。SECではこうした状況を受け、実際にESxRシリーズを利用する際の工夫点や利用の効果等を把握し、ESxRシリーズをより使いやすいものとするための改定等に反映するために、SECに積極的にご協力いただける企業にトライアルをお願いしている。

### (1) JasParにおけるESMR/ESPRトライアル

自動車関連のソフトウェア標準化を目指している団体であるJasPar<sup>7</sup>と連携し、JasPar参加企業の協力を得てESPR/ESMRのトライアルを実施した。JasParでは経済産業省の高信頼組込みソフトウェア開発(国プロ)の一環として車載ソフトウェアの先行標準化開発を進めているが、その開発の一部で、ESPR/ESMRを活用していただいた。

自動車産業はトヨタ自動車をはじめとする自動車メーカーを頂点に、自動車に搭載される様々な機器を開発提供するサプライヤや、そこで利用されるソフトウェアを提供するソフトウェアベンダ等からなる巨大なピラミッド構造となっている。こうした産業構造の中で、個々の機器やソフトウェアはそれぞれサプライヤや、ベンダ独自の開発プロセス、プロジェクトマネジメントのスタイ

表2 トライアルでいただいた意見(抜粋)

	意見
1	自身のプロジェクトに合致する帳票サンプルなどが欲しい
2	ESPR/ESMRに掲載されているプロセスや帳票の中からどれを採用すべきかがわからない
3	小規模開発の際の事例が欲しい
4	具体的なスケジュールやコストの見積り方法を知りたい
5	国際標準等との対応関係の情報が欲しい
6	テキストとしては参考になるが、具体的にこれをどのように適用したらよいかわからない
7	他社の適用事例等を紹介して欲しい
8	導入に際しての手間や効果などの情報を知りたい

7 JasPar : Japan Automotive Software Platform and Architecture (有限責任中間法人)

ルで開発が進められてきた。こうした中、今回のトライアルでは、JasParの先行標準化開発に参加する複数の企業に対し、ソフトウェア開発のベースとしてESPR及びESMRを提供し、それらを参考として、プロセスや開発計画書の大枠を揃えるといった活動をしていただいた。

具体的には、ESMRに沿って、それぞれの企業の開発担当プロジェクトに関する開発計画書となった。ESMRの開発計画書では、ソフトウェアの開発工程に関する計画も立てることになっており、その際にはESPRで示した開発プロセスの要素も考慮していただく形となった。

特に今回トライアルをお願いした企業群では、ソフトウェア開発プロセスや開発計画書に関して特段に造詣が深い企業群ではなかったため、トライアルとして作成していただいた開発計画書はESMRの要素を加味しつつも、各社各様で大変に興味深い計画書を作成していただいた。また、このトライアルの中でESPR/ESMRを参考利用していただく過程で、様々な疑問やご意見もいただき、ESPR/ESMRのブラッシュアップに向けて貴重な意見等も収集できた。表2にトライアルを通して得られた知見等の一部を紹介する。

## (2) その他の企業によるトライアル

ESxRに関してはJasPar参加企業以外にも一般公募の形で応募いただいた企業の中から2社にご協力いただきトライアルを実施した。

### トライアル1 (A社)

光学機器に搭載される組込みシステムを開発しているA社にご協力いただき、ESCRのトライアルを進めている。

A社で開発している光学機器組込みソフトウェアはその開発規模の増大と共に、ソフトウェア資産の再利用、とくにソースコードの資産化が大きな課題となっている。ソースコードを資産化して再利用につなげるためには、そもそものソースコードの品質が極めて重要になる。このような背景の中、A社ではSECが策定した組込みシステム向けコーディング作法ESCRを参考に、自社のコーディングルールに取り込み、また、それを静的解析ツールによって評価する活動を展開している。ESCRではソースコードに関係する4つの品質特性-信頼性、保守性、移植性、効率性についてのコーディング作法と参照ルールを提示しているが、実際にこれらを利用する場合には、対象とするシステムの特性に合わせて必要なルール群を

選択しなければならない。今回、A社殿の活動の一部にSECがトライアルとして協力する形で、ESCRに提示された作法・ルール群から必要なものを選択する作業を共同で実施させていただいた。ESCRに関しては掲載された作法の咀嚼や、参照ルール他の選択方法等について多くのユーザから質問をいただいているが、今回のトライアルでは、そうした疑問に対してどのように作法・ルール選択を進めるかといった視点から、実作業面でのノウハウを含め多くの知見を得ることができた。これらについては、SEC主催セミナー他で逐次紹介をしてゆきたいと考えている。

### トライアル2 (B社)

車載情報機器の開発をしているB社にご協力いただき、ESPR Ver2.0の先行トライアルを実施した。車載情報機器は、近年、様々な機能の複合体となりつつあり、システムとしての機能集積度が高くなり、より複雑なシステムに進化を続けている。B社でのトライアルは、こうした背景を受け、とくに開発上流工程での品質作り込みの視点からSECでESPR Ver2.0に盛り込むべく検討を進めていたシステムエンジニアリングプロセスに関してトライアルをさせていただいた。実際のトライアルではB社と共に車載情報機器のソフトウェア開発を担当しているC社にも協力いただき、

- ・既存のソフトウェア開発プロセスとESPRとの対比によるプロセスの過不足の確認
- ・ESPRで提示している品質作り込みプロセスの織り込み方の検討
- ・システム要求分析、システム設計プロセス等の作業内容の反映と実施

や、その他にもレビュープロセス、ドキュメンテーション等ESPRに記載されているいくつかのプロセスについてトライアルを実施した。このトライアルで得られた知見の多くは、ESPR Ver2.0に反映されている。

## 4 ESxRの拡充

SEC第2フェーズでは、前述した第1フェーズのトライアルや産業実態調査の動向、国際標準化や海外の動き等も見極めながら、ESxRシリーズの拡充を柱に活動を展開してゆく予定である。ESxR拡充に向けては、図2に示すように

ESPR/ESMRの拡充 (活用ガイド整備)

## 品質定量化ガイド ESQRの策定

### ESCR-C++対応版の整備

### 高信頼化技術への対応

の4点を検討している。以下では、このうち ~ について紹介する。

#### (1) ESPR/ESMRの拡充

SECでは上述したトライアル等を通して得られた知見を元に、ESPR/ESMRの拡充について検討を進めている。ESPR/ESMRに関して現在までの状況を総括すると、「プロセス、マネジメントの教科書としてのESPR/ESMR」は現バージョンでも十分実用に供しうるレベルにあると判断している。一方で、現在の組込みシステムの開発者の状況は、世の中の他の教科書類と同じく、「教科書だけを提示しても、必ずしも全員が理解し使いこなせるレベルには達していない」という状況にあるのではないかと考えている。JasParのトライアル等でいただいた意見の中でも「ESMRについて理解はできるが実際に計画書を書くとなると、なかなか書くことができない」あるいは「自プロジェクトに適した事例を掲載してほしい」といった意見が少なからず寄せられている。本来であれば教科書としてのESPRやESMRをきちんと理解していただければ、個々のプロジェクトにそれをどのように適用していくかという部分に関しては、教科書の応用問題として解決できる類の問題であると考えられる。にもかかわらず、上記のような声がSECに多数に寄せられる現実を見ると、どうも教科書だけでは十分な理解が得られていないと判断せざるを得ないと考えられる。こうした状況を受け、昨年来、SECでは主催セミナー等でESPR/ESMRを教科書に、実際のプロセス設計を考えたり、開発計画書を作成するという演習等を組み込んで受講者の反応を見てきた。セミナー受講者によるこれらの演習の評価は非常に好評なものが多く、ESPR/ESMRをより広く一般の方々に利用していただくために、SECセミナーで実施している演習等も加味したESPR/ESMR活用ガイドの整備が有効と判断している。

ESPR/ESMR活用ガイドについては、現在、SEC研究員ならびにSEC組込みエンジニアリング開発管理技術部会メンバで検討を進めている。基本コンセプトはESPR/ESMRを活用して自プロジェクトの開発プロセスを整備したり、開発計画書を作成したりできるようにする

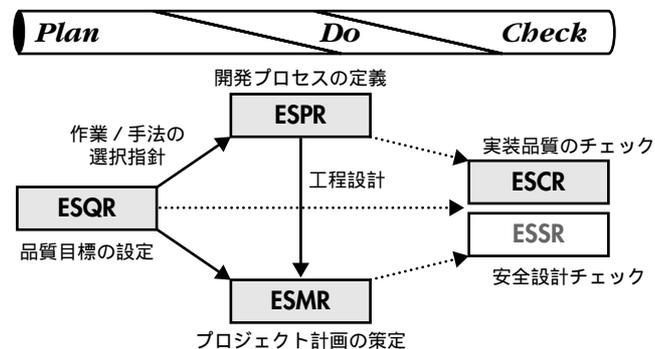


図2 ESxRの拡充と個々の関係

ために、実例や演習等を盛り込んだいわゆる教科書ドリルになるように知恵を絞っており、SEC第2フェーズ後半の公開を目指し整備を進めている。

#### (2) 品質定量化ガイドESQRの策定

SECではESxR拡充のもう1つの方向性として、開発途中におけるソフトウェア品質の定量コントロール手法の確立を検討している。2007年度に実施したESPRやESMRのセミナー等の中で、「例えばESPR、ESMRに記載されているテスト作業等について、どの程度の時間や項目を実施すればよいかの目安を教えて欲しい」あるいは「そのためにどのような手法を利用すればよいか教えて欲しい」といった質問を参加者から多くいただいた。現状のESPRではプロセスとしてどのような作業を実施すればよいかは明示されているものの、その作業をどの程度実施すべきかといった判断の基準が提示されていないことが大きな理由の1つであると考えている。現在検討を進めている品質の定量コントロール手法の中では、こうした質問に答えるべく、組込みシステムに求められる品質目標の考え方やその設定方法等を整理し、ソフトウェア品質の定量化の視点に立った適切な開発手法選択に道筋を立ててゆきたいと考えている。

現在、SECで策定を進めているソフトウェア品質の定量コントロールのためのフレームワーク (ESQR<sup>8</sup>) は以下のような点を特徴としている。

#### システムプロファイリング手法

組込みシステムといっても原子力発電所から携帯電話まで様々なシステムが存在する。これらのシステムでは、当然、求められる品質レベルや信頼性のレベルが異なっている。このため、実際の開発段階でも対象システムに

8 ESQR : Embedded System Quality Reference

求められる品質レベルを意識して適切な開発手法を採用することが必要となる。ESQRでは対象システムに求められる品質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を提供する。

#### システムプロファイルを考慮した品質指標定義

ESQRではソフトウェア開発段階での品質作り込みを促進させることを目的として、推奨品質指標の定義を与えてゆく。従来よりソフトウェアの品質指標（メトリクス）については、ISO/IEC 9126をはじめとして様々な指標が提案されている。しかしながら、例えば、ソフトウェア規模を計測する場合の指標であるLOC（Line of Code）1つをとっても、コメントを含める／含めない等で様々なカウント方法があり、実際の開発現場では混乱している。結果として、計測された指標値の比較や値としての評価が難しく、定量的な視点からの品質コントロールに結び付いていない場合が少なくない。ESQRでは、ソフトウェアの定量指標に関するこのような現状の問題を踏まえ、だれが計測しても一意に計測できるように各指標の計測方法を厳密に定義することを心がけた。また、品質コントロールに利用する推奨指標群の数は極力絞り込み、主に開発作業の質を測るプロセス指標と開発途中の成果物の出来を計るプロダクト指標の2種類の指標群を定義している。

#### 品質作り込み手法のナビゲート

ESQRでは上記の品質指標を用いて開発途中の成果物や作業の質を評価し、その結果に応じて、品質作り込みを促進するための様々な手法適用に向けた道筋を付けることを狙っている。このため、ESQRでは品質作り込みに効果があると考えられるいくつかの手法について、手法の概要や導入に向けた注意点等を具体的に紹介している。

なお、このESQRについては、組込みソフトウェア・エンジニアリング領域委員会（高品質技術部会）に参画いただいている企業の方々のご意見も参考にしつつ、現在、SECで公開に向けた準備を進めており、今年度内には皆様のお手元に届くようにしたいと考えている。

### (3) ESCR-C++対応版の整備

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コーディング作法を整備し、2006年にESCRとして公開している。2007年には一部のサンプルの修正等を行いESCR Ver2.0を公開し、既に多くの方々に

ご利用いただいている。ESCRについてはSEC発足時に行った企業ヒアリングや産業実態調査のデータを元に、ほとんどの組込みソフトウェア開発で利用されているC言語について、プログラム作成時の品質のブレを少なくする必要があると判断し、策定したものである。このため、現在のESCRに参考とし掲載されているコーディングルールやサンプルコードはC言語をベースとしている。ところが、SECで毎年実施している産業実態調査をみると、この数年でも確実に開発言語がC言語からC++言語へとシフトしている様子が読み取れるようになってきている。実際、SECに寄せられる要望の中にはESCRのC++対応版を提供して欲しいといった要望も多く寄せられた。こうした状況を受け、SECでは現在、ESCRのC++対応版整備に向けた準備を進めている。基本的にはもともとの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、参考として提示しているコーディングルール及びコードサンプルをC++に対応させる方向にしたいと考えている。

ESCR-C++対応版の進行状況としては、現在、C++対応のサンプルルール及びコードサンプルの作成を進めており、次年度には皆様の手元に届くようにしたいと考えている。

## 5 まとめ

本稿でも紹介したように、SECでは我が国の組込みソフトウェアの開発力強化を目標に、開発リファレンスESxRシリーズの整備を進めている。本年度から始まったSEC第2フェーズの中では、このESxRシリーズをより使いやすいものとすると共に、品質定量コントロール等の概念を導入することで、よりシステムティックな組込みソフトウェア開発が実現できるようにしてゆきたいと考えている。こうした活動はSEC単独では難しいと考えており、実際のフィールドで様々な組込みシステムの開発に携わっている方々の経験や知見等をSECにインプットしていただき、それらを参考にしながら、SEC第2フェーズの活動を進めてゆきたいと考えている。ぜひ、組込みシステム開発に携わっている産業界の方々、また、最先端の技術研究開発に携わっている学術界の方々のご協力をお願いしたい。



# 組込みスキル領域

SEC組込み系プロジェクト  
 研究員  
 室 修治

組込みスキル領域では2007年度の目標を組込みスキル標準(ETSS<sup>1</sup>)の普及促進と実証実験による有効性確認、導入ノウハウの蓄積とした。

活動内容は、次のとおりである。

ETSSスキル基準、キャリア基準、教育研修基準のブラッシュアップ。

ETSS概説書の改訂。

業界団体、企業等での実証実験。

普及促進の施策立案・具体化のための調査、研究。

## 1 ETSSブラッシュアップ

### (1) スキル基準 Version1.2

これまでのスキル部会の検討結果及び実証実験等からのフィードバックを受けスキル基準 Version1.2として発表した。

理解のしやすさを向上させるための全般的な構成スキルフレームワーク(図1)、開発技術スキルカテゴリについて文言の見直しを実施した。

ソフトウェア開発以外への開発プロセスへの適用 Appendixとしてハードウェア開発などのソフトウェア開発以外に適用するイメージを提示した(図2)。

### (2) キャリア基準 Version1.1

キャリア基準についてはスキル基準との関係について、理解性の向上を主眼に文章表現を中心に見直しを行い、キャリア基準 Version1.1として発表した。

### (3) 教育研修基準 Version1.1

教育研修基準については、これまで使用していた「教育カリキュラム」という用語を「教育プログラム」に全面的に改定した。旧版をご利用されている方は、この点

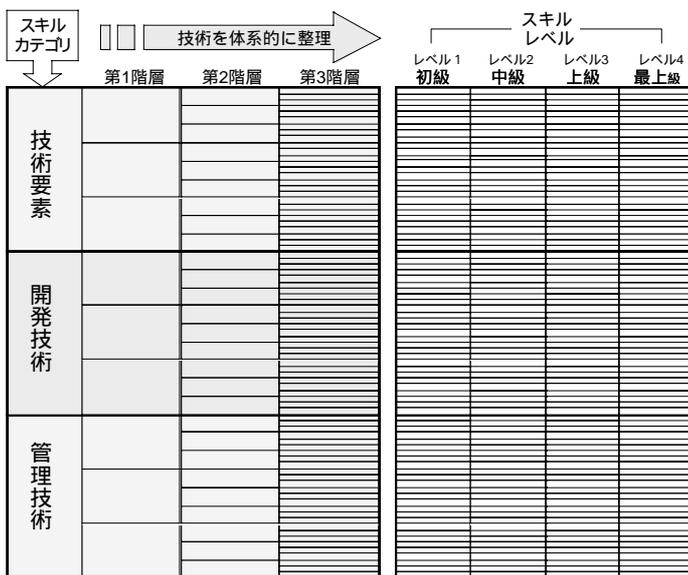


図1 スキル基準 Version1.2におけるスキルフレームワーク

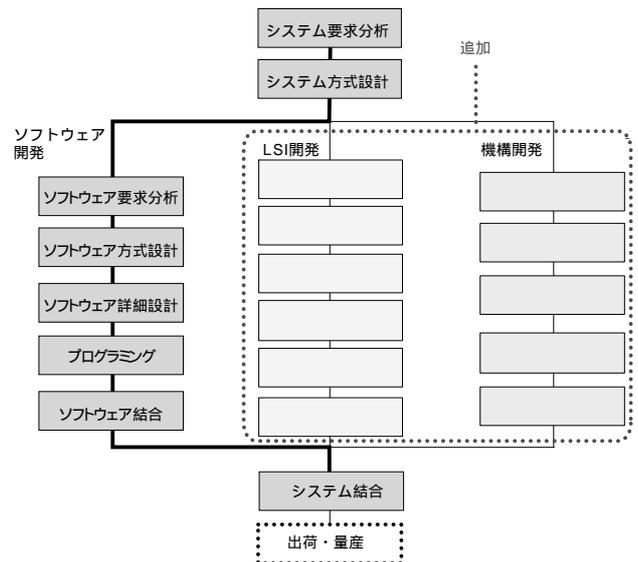


図2 ソフトウェア以外の開発プロセスへの適用  
 開発技術カテゴリの第1階層において、ソフトウェア要求分析～ソフトウェア結合の間に存在するアクティビティと並行して行われるハードウェア開発のアクティビティを追加定義。

1 ETSS : Embedded Technology Skill Standards

にご注意をいただきたい。

またエントリ教育検討グループの提言をもとに「組み込みシステム未経験者向け教育プログラム」を構成する科目は、利便性や受講負担の軽減などを考慮し分割を行った。

教育プログラムの科目構成図、シラバス解説における科目概要、教育項目のフォームについても再整理し全面的な変更を行った(表1)。

## 2 組み込みスキル標準 ETSS概説書 2008年度版 発行

2005年にスキル基準、2006年にキャリア基準、教育研修基準の正規バージョン (Version1.0) が発表されたことを受けETSSの普及・啓蒙を促進するための概説書『ETSS概説書[2006年度版]』を出版した。本書は累計約1万部が出版されて、その目的とするETSSの普及・啓蒙に大きく寄与している。このたび増刷に合わせ各基準の改

定内容の反映、読みやすさ・見やすさの向上及びかねてより要望の多かった各基準書の最新版の載録を中心にETSS概説書[2008年度版]を発行することとなった(本書は2008年6月に出版)。

## 3 ETSS実証実験の成果

SECの成果についてはそれぞれの対象組織・活動においてその有効性の確認や、実運用からのフィードバック等によるブラッシュアップを目的として実証実験を行っている。ETSSについても発表当初より実施し、各基準への改訂、施策への反映を行ってきている。

### (1) ETSS実証実験の目的

実験の目的は、次の2点である。

情報収集

試行に基づくETSSに対する改善事項の抽出。

表1 教育目的別 教育プログラム名称：組み込みシステム未経験者向け教育プログラム (ET入門コース)

No	科目名称	概要	研修時間	教育対象レベル	教育目標レベル	教育項目	実施形態
1	技術要素(初級)	組み込みソフトウェア開発業務に従事するために必要となる技術要素の「概要」「通信」「計測・制御」「プラットフォーム」に関する基礎技術(知識)を習得する	15.0時間	-	初級	技術要素 概要 通信 計測・制御 プラットフォーム	
2	開発技術(初級)	組み込みソフトウェア開発業務に従事するために必要となる開発技術(組み込みシステム開発技術全般:システム要求分析-システム適格性確認テスト)に関する基礎技術(知識)を習得する	15.0時間	-	初級	開発技術 システム要求分析 システム方式設計 ソフトウェア要求分析 ソフトウェア方式設計 ソフトウェア詳細設計 ソフトウェアコード作成とテスト ソフトウェア結合 ソフトウェア適格性確認テスト システム結合 システム適格性確認テスト	
3	管理技術(初級)	組み込みソフトウェア開発業務に従事するために必要となる管理技術に関する基礎技術(知識)として「タイムマネジメント」「コストマネジメント」「品質マネジメント」「コミュニケーションマネジメント」「構成管理・変更管理」を中心に習得する	15.0時間	-	初級	管理技術 タイムマネジメント コストマネジメント 品質マネジメント コミュニケーションマネジメント 構成管理・変更管理	
4	パーソナル(初級)	組み込みソフトウェア開発業務に従事するために必要となるパーソナルスキルに関する基礎技術(知識)を「コミュニケーション」「問題解決」を中心に習得する	7.5時間	-	初級	パーソナル コミュニケーション 問題解決	
5	組み込みプログラミング演習(初級)	組み込みソフトウェア開発業務の実装・デバッグ(ソフトウェア方式設計-ソフトウェア結合)に関する技法やツールの使用方法をC言語プログラミングを中心とする実機演習などで習得する	52.5時間	-	初級	技術要素 プラットフォーム 開発技術 ソフトウェア方式設計 ソフトウェア詳細設計 ソフトウェアコード作成とテスト ソフトウェア結合	
6	組み込みソフトウェア開発プロジェクト型演習	組み込みシステム未経験者向け教育プログラムの総まとめとして組み込みソフトウェア開発に従事するために必要となる技術とスキルを、プロジェクト型の演習によって実践的に習得する	75.0時間	-	初級	技術要素 通信 プラットフォーム 開発技術 システム要求分析 システム方式設計 ソフトウェア要求分析 ソフトウェア方式設計 ソフトウェア詳細設計 ソフトウェアコード作成とテスト ソフトウェア結合 ソフトウェア適格性確認テスト システム結合 システム適格性確認テスト 管理技術 タイムマネジメント コストマネジメント 品質マネジメント コミュニケーションマネジメント 構成管理・変更管理 パーソナル コミュニケーション 問題解決	

導入・活用におけるベストプラクティスの発見。  
 ETSS活用プロセス作成への基礎情報収集。  
 有効性の検証  
 ETSS が組込みシステム開発に携わっている企業に有効であること。  
 技術者のスキルアップのガイドとして有効であること。  
 スキル基準のフレームワークが有効であること。

(2) これまでの活動概況

- ・ 2004年のETSS Ver1.0の公開後、2005年1月から開始。現在に至っている。
- ・ 2005年1月～2006年4月  
 ETSSのフレームワークの有効性について検証を行う。  
 実証実験報告書（SEC-Webサイトよりダウンロード可能）
- ・ 2006年4月以降  
 導入・活用試行に関するノウハウ収集  
 これまでに企業（8社） 業界団体（4団体）が参加。  
 活動主体は実施先企業としSEC研究員はサポートという立場で参画している。

(3) 2007年度の主要活動成果

- 業界団体例  
 ETSSのスキル基準フレームワークに基づく技術要素スキルを検討（対象ドメインのプロファイル）  
 のべ200名超のスキル診断を実施した（図3、図4）
- コミュニティ例  
 対象ドメインの設計に関わる技術者の育成目的で活動開始。  
 ETSSに準拠したスキル基準・キャリア基準のリリース。  
 その後も継続的な検討を重ねている。
- 企業例  
 スキル診断結果と人材育成につなぐ、人材育成プロセスの試行を始めている。  
 代表的な目的、成果、課題等は以下にまとめられる。
- ・ 目的  
 スキル診断結果と人材育成につなぐ、人材育成プロセスの試行  
 開発ドメイン対象技術者の育成。及びそれを目的とするスキル基準、キャリア基準の策定。  
 開発ドメインに必要な技術項目の整理。ETSS活用による人材育成のトレンド評価。

- ・ 成果  
 改善の緒となる人材育成プロセスの確立。  
 教育対象ポイントの明確化。  
 保有スキル、育成トレンドが可視化できることの確認。  
 必要技術の抽出・整理。および技術定義の未成熟ポイントの明確化。
- ・ 課題  
 スキル診断、育成対象者への意識浸透のばらつき。  
 実業務の改善とのリニアリティ不足感。  
 診断精度の信頼性。

以上のように一定の成果が得られ、また願ける課題も見えてきている。実証実験を行うことの有効性も確認されたため今後も引き続き実施していく予定となっている。

4 研究・調査

組込みソフトウェアの人材育成活性化のための教育カリキュラムの効果的利用を支援する研究及び、ETSS国際展開のための国際標準化用モデル化（図4） ETSS導入推進者認定制度（仮称）の予備調査を実施している。

- ・ 国立情報学研究所  
 最適な教育カリキュラム選定。  
 ETSS向け教育研修コースを対象とした評価フレームワークの研究。
- ・ 名古屋大学  
 教育カリキュラムの効果測定。  
 組込みソフトウェア教育効果計測のための調査研究。
- ・ 東洋大学  
 ETSS国際標準モデル化に関する研究。

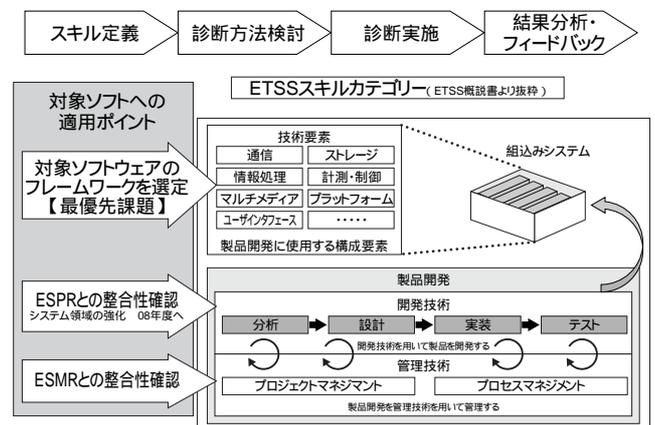


図3 業界団体におけるETSS実証実験の取り組み

・ETSS導入推進者認定制度（仮称）立案のための予備調査

良質な組み込みスキル標準（ETSS）の普及を促進するためETSSのよき理解者、ETSSを組織内で実践する役割を担うことのできる方を増やし、かつその位置付けを一定のレベルにあると客観的に評価できるような仕組みとしてのETSS導入推進者認定制度（仮称）立案に向けての予備調査を実施した。調査は、

国際規格等の条件の調査

既存の各種要員・認証制度の調査

制度立案に必要と考えられる事項の整理・考察

を中心に文書案、考慮点の整理までを含み実施している。2008年度については本調査をもとに制度の具体化を進めてゆく予定である。

## 5 評価

### (1) 普及の促進

ETSSのブラッシュアップ過程において、普及促進に重要と考えられる理解のしやすさに注力して検討を重ね、バージョンアップすることができた。その内容を反映した概説書の改訂もでき、好評をもって迎えられている。

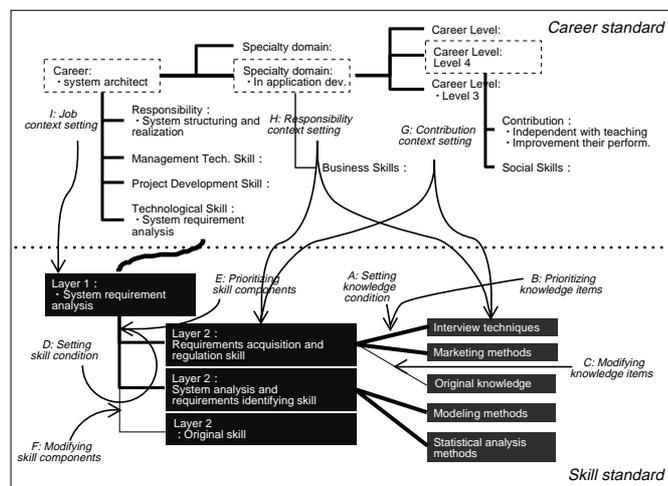
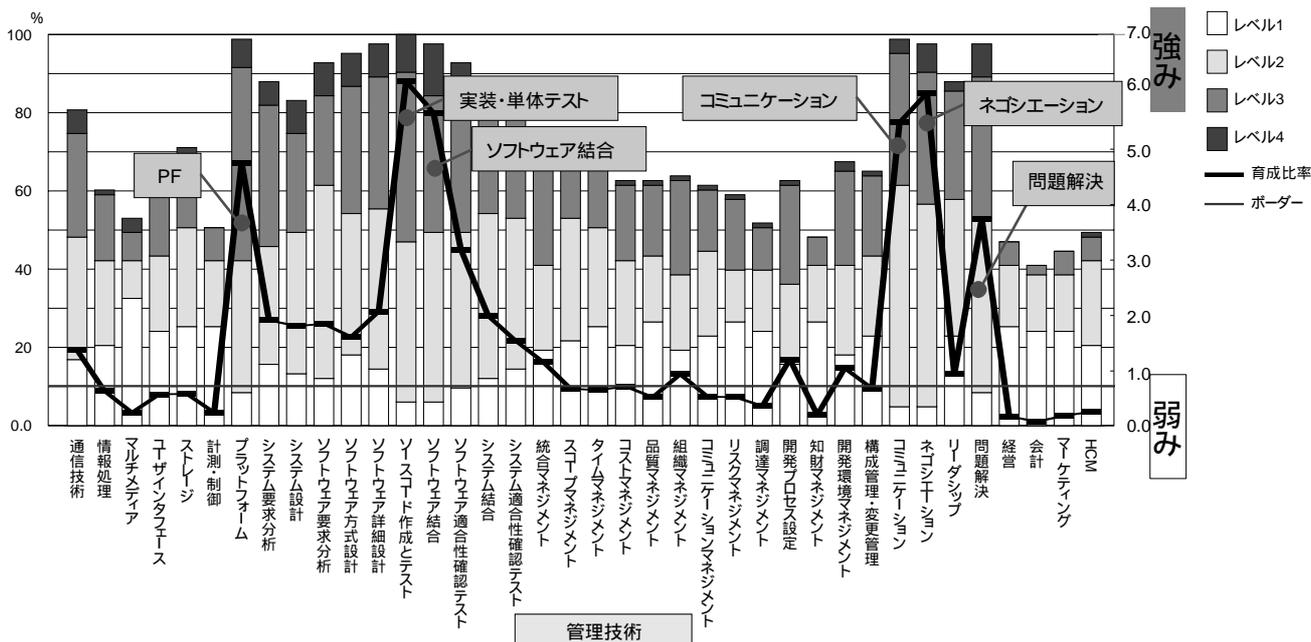


図5 モデル化イメージ

### (2) 実証実験

フレームワークとしてのETSSを利用した人材マネジメントに活用できることが確認されてきている。現在着手中の団体、企業においてはこれまでの成果を踏まえさらにそれぞれの企図する次のステップを計画、遂行中である。SECとしてはそれらの成果を特にETSS導入のノウハウとして蓄積・紹介できる仕組みづくりを策定中である。

2008年度については実証実験の更なる推進、研究・調査の活用、いくつかのコミュニティとの連携活動を推し進め、ETSSの更なる普及を図る計画となっている。



育成比率とはレベル3の人数÷レベル1の人数（人を育てることのできる可能性の高低を表す）

本結果の場合 技術要素についてはプラットフォームが、開発技術については実装・単体テスト 次いでソフトウェア結合にスキルの高い技術者が多いことが見て取れる。また管理技術は総じて高くはないが コミュニケーションやネゴシエーションといったヒューマンスキルで補っている可能性を示唆している。

図4 業界団体スキル診断結果例



# 先進ソフトウェア開発プロジェクトにおける Fault-Proneモジュール予測へのコードクローン分析の適用

大阪大学大学院情報科学研究科  
教授

楠本 真二

大阪大学大学院情報科学研究科  
博士前期課程2年

馬場 慎太郎

大阪大学大学院情報科学研究科  
博士後期課程2年

吉田 則裕

大阪大学大学院情報科学研究科  
教授

井上 克郎

高品質なソフトウェア作成のために、早期段階での不具合を含みやすいモジュール (Fault-Prone モジュール) の特定が求められており、様々な研究が行われている。一般的な予測手法では、ソフトウェア保守性を評価するための複雑度メトリクスの値を説明変数として予測モデルを作成し、評価対象モジュールに適用することが多い。

一方、近年ソフトウェアの保守性に影響を与える要因として、コードクローン (ソースコード中の類似した、または、同一のコード片の集合) が指摘されている。

本研究では、先進ソフトウェア開発プロジェクトで収集したデータを用いて、複雑度メトリクスに加えてコードクローンに関するメトリクスも説明変数としたロジスティック回帰分析によって、Fault-Prone モジュールの予測を試みた[BABA2008]。

## 1 予測の概要

対象プロジェクトは、COSE<sup>1</sup>参加企業によって実施されたプローブ情報システムの開発プロジェクトである [SEC2007]。

2005年度に開発された40モジュールの情報から予測モデルを作成し、2006年度に開発・保守された32モジュールに対してモデルの適用を行った。

モデル作成時に利用した複雑度メトリクスとコードクローンメトリクスは以下のとおりである。詳細は、文献

表1 実験結果

複雑度メトリクスのみの予測結果		予 測	
		NF	F
実 測	NF	2	6
	F	3	21

複雑度・コードクローンメトリクスを用いた予測結果		予 測	
		NF	F
実 測	NF	4	4
	F	0	24

[BABA2008]を参照されたい。

- ・関数ごとのサイクロマチック数
- ・ファイルごとのコード行数
- ・ファイルごとのコメント率
- ・関数ごとのIFANIN (入力となるパラメータとグローバル変数の数)
- ・関数ごとのIFANOUT (出力するパラメータとグローバル変数の数)
- ・モジュール中のコードクローンとなっているコード片の個数
- ・コードクローン含有率

## 2 実験結果

表1に実験結果を示す。表中、NFはフォールトが含まれていないことを、Fはフォールトが含まれていることを示す。例えば、表1の上表では、27個のモジュールがフォールト有りとして予測され、21個のモジュールに実際にフォールトがあったことを示す。上表・下表それぞれの予測の再現率は0.875, 1.000、適合率が0.778, 0.875となっており、再現率、適合率共に向上が見られた。

## 3 今後の展開

本研究では、コードクローンに関するメトリクスを用いたFault-Prone モジュールの予測の実験を行った。結果として、コードクローンメトリクスを用いたほうが予測精度が向上した。より多くのプロジェクトに対して適用を行い、プロジェクトの特性と予測結果の関係を確認していくことが今後の課題である。

### 参考文献

- [BABA2008] 馬場, 吉田, 楠本, 井上: Fault-Prone モジュール予測へのコードクローン情報の適用, 電子情報通信学会論文誌D, Vol.J91-D, No10, 2008 (採録決定)  
[SEC2007] IPA/SEC: ソフトウェアエンジニアリングの実践 先進ソフトウェア開発プロジェクトの記録, 翔泳社, 2007

1 COSE: Consortium for Software Engineering, ソフトウェアエンジニアリング技術研究組合

# インプロセス・プロジェクトデータの 分析技術の開発

奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科  
准教授

門田 暁人

奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科  
教授

松本 健一

近年、ソフトウェアの大規模化に伴って開発プロセスが複雑化しており、プロジェクトの状況を定量的に把握することの重要性が高まっている。このことから、2006年度までにCOSE<sup>1</sup>が実施した「プローブ情報プラットフォームソフトウェア」の開発において、構成管理や障害管理等のインプロセスデータの収集、分析、フィードバックを行った。2007年度は、これまでの経験を再利用可能とするために、プロジェクト管理に役立つメトリクスとその計測方法、活用方法、活用事例を整理する。

## 1 成果のポイント

構成管理ツールと障害管理ツールからEPM<sup>2</sup>[EPM]によって計測可能な12種類のメトリクスを定義し、開発現場でのメトリクス計測の準備方法、及び、メトリクスの活用方法を整理した。また、ケーススタディを通して、メトリクスの可視化方法とその解釈のガイドラインを示した[EASE1]。さらに、ソフトウェア品質と手戻り作業量の関係性を明らかにするためのメトリクス活用方法の提案とケーススタディを行った[EASE2]。

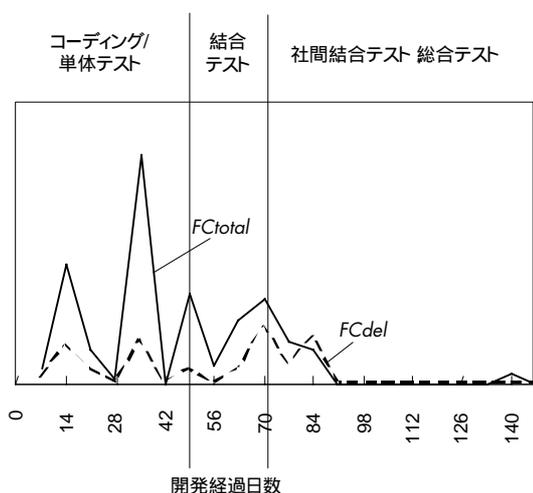


図1 ケーススタディの例

## 2 $FC_{total}$ と $FC_{del}$

ここでは紙面の都合上、12種類のメトリクスのうちの2つ ( $FC_{total}$ と $FC_{del}$ ) の計測方法とその活用方法を示す(表1)。いずれも一般的な構成管理ツールから計測可能なメトリクスである。図1に、この2つのメトリクスを用いたケーススタディの一部を示す。図1のプロジェクトでは、下流工程に進むほど $FC_{del}$ の値が大きくなり、広い範囲で大きな変更が行われたことが示された。インタビューにより、同プロジェクトでは設計レビューが不十分なために手戻りが発生したことがわかった。

## 3 今後の展開

現在、SECにおいて「EPMツール検証プロジェクト」が推進され、約60社の企業においてツールの適用や評価が進行中であり、本研究の成果が活用されることが期待される。

### 参考文献

[EPM] <http://sec.ipa.go.jp/tool/epm.php>

[EASE1] 松村知子他：ソフトウェア開発プロジェクト管理支援のための構成管理・障害管理データの活用，奈良先端大テクニカルレポートNAIST-IS-TR2008002，Feb.2008

[EASE2] 松村知子他：ソフトウェア品質への影響計測のためのテスト行程での手戻り作業量の特徴分析，奈良先端大テクニカルレポートNAIST-IS-TR2008003，Feb.2008

表1 メトリクスの例

メトリクス名	計測方法	活用方法
変更回数 ( $FC_{total}$ )	構成管理ツールの更新履歴から、ファイルの登録・更新(修正)の回数を集計する。ファイルの削除は含まない。	$FC_{total}$ から、プログラムコードの追加・変更の頻度を把握できる。一般に、コーディング工程ではこの値は大きく、単体テスト、結合テスト、総合テストと後工程になるほど値が小さくなる想定される。 $FC_{total}$ を用いて、コード変更の実情を把握できる。
削除を伴う変更回数 ( $FC_{del}$ )	一定規模(例えば10行以上)の行削除を伴うファイル更新回数。構成管理ツールの履歴から、削除行数が一定規模以上の更新(修正)の回数を集計する。ファイルの削除も集計に含む。	$FC_{del}$ からは、手戻りの頻度を推定できる。手戻りの中には、コーディングミスのほか、仕様変更、設計変更等も含む。開発の下流工程において $FC_{total}$ が大きくなる場合、手戻りの頻度が高く、何らかの問題が生じている可能性がある。なお、一定規模未満の小規模な削除は、重要度の低いものとみなし、本メトリクスでは考慮外とする。

1 COSE : Consortium for Software Engineering , ソフトウェアエンジニアリング技術研究組合

2 EPM : Empirical Project Monitor

# 定量データの詳細解析に関する研究調査実施報告 生産性モデルの検討と信頼性モデル構築への提言

東海大学理学部  
教授

古山 恒夫

ソフトウェアプロジェクトの実績データから、生産性・工期・信頼性に影響を与えるさまざまな要因を分析・抽出し、それに基づいて生産性や信頼性の因果関係をモデル化することは、プロジェクトの計画作成や運営上の指針を得る上で重要なことである。2007年度は、エンタプライズ系ソフトウェアプロジェクトデータ1,774件[SEC2007]から、生産性モデルの検討及び信頼性モデル構築に向けた提言を行うことを目的として研究調査を進めた。

## 1 成果のポイント

### (1) 生産性モデルの検討

新規開発プロジェクトと改良開発プロジェクトそれぞれを対象として分析を行い、その結果を比較した。目的変数を工数に統一し、工数に影響を与える量的変数及び質的変数の影響要因を明らかにした。

### (2) 信頼性モデル構築への提言

新規開発プロジェクトを対象に、信頼性の指標としてレビュー指摘件数、開発時バグ数、リリース後の不具合件数をとりあげ、それぞれに影響を与える量的変数と質的変数を明らかにした。それに基づいて今後のモデル構築に向けてなすべきことの提案を行った。

## 2 成果の詳細

### (1) 生産性モデルの検討

工数に影響を与える量的変数は、新規開発プロジェクトの場合は、規模・テストケース数・検出バグ現象数、改良開発プロジェクトの場合は、規模とテストケース数である。いずれの場合も規模が工数に最も大きな影響を与えている。また、新規開発の方が全般的に各量的変数の工数に与える影響が大きい。

質的影響要因の主な分析結果は次のとおりである。

- ・新規開発・改良開発ともに、ユーザ担当者が要求仕様

に關与すると工数が減少する傾向が見られる。

- ・新規開発ではPMスキルが高いと工数が増加するが、改良開発の場合は要員スキルが高いと、またテスト体制が充実していると工数が減少する。
- ・改良開発ではドキュメント作成ツールを利用すると工数が減少する。
- ・新規開発ではセキュリティに関する要求レベルが高いと工数が増加する。

### (2) 信頼性モデル構築への提言

信頼性の指標に影響を与える量的要因は、レビュー指摘件数では規模、開発時バグ数では規模とテストケース数、不具合件数では検出バグ現象数である。

信頼性の指標に影響を与える質的要因として次のものが抽出されたが、いずれもデータ数が10～20件のため断定はできない。

- ・要員スキルが高いとレビュー指摘件数が減る。
- ・要求レベルが高いと不具合件数が減る。

これらの候補が真の影響要因であることを明らかにするためには、信頼性の指標に関する偏りや誤りのないデータの蓄積が重要である。また、値がゼロのデータは対数変換による分析方法では使えなくなる。これらのデータを有効に活用できる分析方法も必要と思われる。

## 3 今後の展開

### (a) 継続的なデータの収集・蓄積

同じ分析方法でもデータ数が増えることによって見えてくることも多く、今後の継続的なデータ収集・蓄積が望まれる。

### (b) より高度な分析方法の適用

重回帰分析だけでなく、共分散構造分析等を用いてより詳細なモデル構築を試みる必要がある。

参考文献

[SEC2007] IPA/SEC 著作監修：ソフトウェア開発データ白書2007，日経BP社，2007



# 企業横断データからの相関ルールマイニングによる プロジェクト改善案の抽出

大阪大学大学院情報科学研究科  
助教

水野 修

大阪大学大学院情報科学研究科  
教授

菊野 亨

大阪大学大学院情報科学研究科  
博士前期課程2年

出張 純也

SECエンタプライズ系プロジェクト  
研究員

菊地 奈穂美

SEC 組み込みソフトウェア・エンジニアリング領域  
幹事

平山 雅之

我々は開発現場から収集されたデータを利用したソフトウェア開発プロジェクトの最終状態予測に関する研究を行ってきた。2007年までの研究で、あるプロジェクトが混乱する可能性を確率等の形で示すことを実データで実証でき、開発現場への大局的な指針を示すことは可能となった。しかしながら、実際のプロジェクト実行中の制御に適用することやプロジェクト個々の問題の改善案を提示するには不十分であった。そのため、プロジェクトの混乱要因を抽出し、それに基づいて開発現場へ何らかのフィードバックを行う手法の開発が求められた。

## 1 成果のポイント

本研究では、プロジェクトの混乱要因を抽出しそれに基づいて開発現場で活用できる情報を提供できることを目指して、ソフトウェアの品質・コスト・開発期間(QCD)に関する指標に関してその改善案を開発データから抽出する手法を提案した。具体的には、まずプロジェクトデータに相関ルールマイニングを適用することでQCDに影響を与える相関ルール群を抽出した。次に、抽出した相関ルール群から改善ルール(ルール中にほぼ同じメトリクスを含むが、QCDの評価値が異なるルール)群を特定し、有用なプロジェクトの改善案を求めた。

## 2 成果の各論

### 利用したデータ

今回実証で利用したプロジェクトデータはSECの「データ白書2006」に収録されている1,419件である。

### 改善案の抽出

相関ルールマイニングとは、相関ルールと呼ばれる事象間の強い関係を知識として発見する分析手法である。例えば、コストに関連する次のルールR1を考える。

R1: 新技術の利用 = あり & コスト計画 = 不明確  
コスト超過率 = 50% 以上

このルールR1は、新技術を利用しているソフトウェアプロジェクトで、コスト計画に不明確な点があるようなプロジェクトは50%以上のコスト超過をしていることを示している。

ここで、R1を抽出した同じデータセットから次のようなルールR2が抽出されたとする。

R2: 新技術の利用 = あり & コスト計画 = 非常に明確  
コスト超過率 = 50% 以内

このルールR2は、新技術を利用しているソフトウェアプロジェクトで、コスト計画が非常に明確であるようなプロジェクトはコスト超過率が50%以内に収まっていることを示している。このように、プロジェクトに問題があることを示すルールR1に対して、状況が似ているが結果が異なっているようなルールR2をR1の改善ルールと定義した。

これらのルールR1、R2の類似点と相違点から、次のようなプロジェクト改善案を考えることができる。

新技術を利用しているプロジェクトでは、コスト計画を明確にすることでコスト超過の可能性を減らすことができる

本研究ではQCDの3つの観点それぞれについて改善案の抽出実験を行った。コストに関するものは文献[DEBARI2008]で、品質に関するものは文献[出張2008]にて発表している。

### 参考文献

[DEBARI2008] J. Debari et al: On Deriving Actions for Improving Cost Overrun by Applying Association Rule Mining to Industrial Project Repository, In Proc. of ICSP2008, pp. 51-62, 2008  
[出張2008] 出張, 水野, 菊野, 菊地, 平山: 企業横断的データからのプロジェクト改善案の相関ルールマイニングによる抽出, 情報処理学会論文誌, vol.49, no. 8, 2008

# 形式検証による 組み込みソフトウェア検証の実用化

北陸先端科学技術大学院大学情報科学研究科  
特任教授

岸 知二

北陸先端科学技術大学院大学情報科学研究科  
特任准教授

青木 利晃

北陸先端科学技術大学院大学  
学長

片山 卓也

組み込みソフトウェアの信頼性や設計品質が、大きな関心事となっている中、品質向上の手段として、形式手法のソフトウェア開発への適用が注目を集めている。北陸先端科学技術大学院大学では、SECと共同で形式的手法（特に形式検証技術）の組み込みソフトウェア開発への効果的な適用についてソフトウェア工学的観点からの調査研究を進めてきた。2007年度は2006年度までの事例研究等を踏まえて本技術の適用性等について調査・整理を行った。

## 1 技術・手法の調査

モデル検査技術の実用化に向けては、モデル検査の理論に立脚した手法の研究と、ソフトウェア検証という応用性に依存した工学的観点からの研究との両面が必要である。前者の例としては、状態爆発等を回避するための抽象化技法としてのデータマッピング技術、述語抽象化技法、あるいは充足可能問題やそれを判定するSATソルバ<sup>1</sup>等の技術がある。また後者の例としては、UML設計検証の手法、リアルタイムOSを使ったソフトウェアの検証手法等の技術が挙げられる。これらの技術を実用性の観点から調査した。

## 2 技術・手法の評価

産業界でどのような形式検証技術が有用と期待されているかを検討するために、過去1年間に国内で発表された形式検証の応用に関する発表を調査した。この結果、モデル検査技術に対する取り組みが圧倒的に多いことがわかった。利用されているツールとしてはSPIN<sup>2</sup>が一番多く、ついでSMV<sup>3</sup>系であった。組み込み系への適用事例が多かったが、これはタイミング等の検証が組み込み分野では重要だがテストでは見つかりづらいからと考えられる。一方、定理証明技術の適用はまだ少なかった。これ

は利用の難しさに起因するものと考えられる。

## 3 技術・手法の整理

形式検証技術の適用に関しては、以下の3点に関する考慮が重要と考える。

検証できる性質：形式検証するためには、対象を論理的・数学的に扱えるように表現し、検証したい性質を明示的に表現する必要がある。すなわち重要な性質を明示的、ピンポイント的に定め、それを厳密、網羅的に検証するという用途に向いている。

検証のしやすさ：技術の導入コストはレビューやテストに比べれば大きい。これは教育コストだけでなく、設計を形式的に表現する等従来の開発スタイルを変更する必要へのコストが大きいからと考えられる。

適用対象・フェーズ：モデル検査技術の適用という観点からは、タイミング検証等が典型的な適用例であり、それを具体的なタスクや割込み等のふるまいと対応付けて検証することを考えると、設計検証が1つの重要な適用フェーズとなり得る。またコード検証への適用もなされており、かなり大規模なコードへの適用事例も報告されており、期待される分野である。

## 4 今後の展開

調査研究を通じ、形式検証技術は組み込み検証に対して有用な技術であることがわかった。もちろん形式検証技術は万能薬ではない。むしろ他の検証技術とは違った個性を持った技術であり、それらとの組み合わせの中で、効果的な活用方法を見出す必要がある。今後、実活用のガイドライン等、ソフトウェア開発への適用という観点からのより工学的な取り組みが期待されると考えており、我々も一層研究を深めていきたい。

1 SATソルバ：充足可能問題を解くツール。性能向上が著しくモデル検査に利用されている。

2 SPIN：Bell研究所で開発されたモデル検査器。

3 SMV：Carnegie Mellon大学で開発されたモデル検査器。



# 高信頼性ソフトウェア開発のためのテスト技術に関する研究

宮崎大学工学部情報システム工学科

准教授

片山 徹郎

ソフトウェアは、現代経済社会の基盤として欠かせない存在となっている。特に、日本が今後リードしていくべき組み込みシステムの分野においては、ソフトウェアが製品の機能や競争力を左右する重要な役割を果たしており、その品質及び生産性の向上が不可欠である。その一方で、大規模化、複雑化の2軸での拡大、また期間の短期化とが急速に進んでおり、体系的な対応策が強く求められている。

## 1 品質確保への課題

このような背景のもと、品質を担保するためのテスト工数は膨大かつ多様化してきており、開発規模、複雑度、システム構成等に応じた、効率よく品質を確保できるテスト手法の導入が強く望まれている。

しかしながら、限られた時間内に、数百万行にも及ぶソフトウェアを1からテストすることは、従来の機能対応の、いわゆるバグ潰しの観点を主流としたテスト技法では現実的ではなく、各種の制約や環境条件を考慮し、製品の持つQCD等の経済性、安心・安全等の社会性との現実的な妥協点を見出す必要がある。すなわち、与えられた時間内での効率的なテストのためには、製品を特徴づける機能を重点的にテストし、かつ、全体を網羅的に品質保証する方法論またはガイドラインが必要である。

## 2 テスト指標レベルへの定義

本研究においては、機能安全に基づいた「テスト指標レベル」という概念を新たに定義した。また、定義したテスト指標レベルごとに、推奨するテスト技法、及び実際の適用事例について調査した。

まず、テスト指標レベルの定義を行った。IEC 61508 [IEC 61508] における安全完全性レベルに基づいて、テスト指標レベルを、安全性への要求が高い順に、Type1、Type2、及びType3の3つのレベルに分類するとともに、それぞれの特徴を明らかにした。

次に、定義したテスト指標レベルに従って、各分野の分類を行った。Type1は、安全性への要求度が非常に高く、原子力関連、鉄道関連、航空機関連がType1に相当する。Type2は、安全性への要求度がType1よりも低く、医療関連、自動車関連がType2に相当する。Type3は、安全性への要求度が低く、Type1及びType2に挙げた事例以外の組み込み機器（例えば、電子ポットやプリンタ等）がType3に相当する。

最後に、テスト指標レベルごとのテスト技法の整理を行った。安全完全性レベルの観点から、各分野で推奨されているテスト技法を、テスト指標レベルごとに整理するとともに、各分野のソフトウェアテストの事例についても調査し、まとめた。Type1では、非常に多くのテスト技法を網羅的に活用する必要があり、場合によっては、形式手法も取り入れる必要がある。Type2でも、対象によっては、多くのテスト技法を適用する必要がある。Type3では、多数の適用分野から、その対象に応じた様々なテスト技法を使用していることがわかった。

## 3 今後の展開

### テスト終了基準の明確化

テスト指標レベルごとに、推奨するテスト技法が定められている一方、そのテスト技法に対するテスト終了基準は統一されていない。ソフトウェアテストの信頼性を向上させるためにも、各テスト技法それぞれについて、テスト終了基準を明確に定義する必要がある。

### 必要となるスキルとの対応

テスト指標レベルごとに、適用対象と推奨するテスト技法について調査したが、当該テスト技法を実際に適用する際に、どのようなスキルが必要となるのかについて検討し、明確にする必要がある。

### 参考文献

[IEC61508] IEC 61508 国際規格電気式/電子式/プログラマブル電子式安全関連システムの機能安全性, International Electrotechnical Commission, 1998

# ETSS向け教育研修コースを 対象とした評価フレームワーク

国立情報学研究所  
教授

株式会社三菱総合研究所

本位田 真一

糸野 文洋

本研究は、組込みソフトウェアに関する教育プログラムに対し、受講価値の判断やプログラム設計・改善を支援する評価手法（評価フレームワーク）の策定を目的としている。本研究では、とくにハイレベルの技術者向け教育プログラムに焦点を当て、評価フレームワークの策定を行う。

## 1 調査研究の方法

国立情報学研究所のトップエスイープロジェクト（トップエスイー）を題材に、教育目標となるハイレベルのソフトウェア技術者像を整理する。さらに教育プログラムの受講価値の判断を支援する評価フレームワークを作成し、評価フレームワークに基づいてトップエスイーの受講価値を明確化する。そして、その明確化した結果が受講価値を判断する情報を、受講側に提供しているかどうかを企業インタビュー調査で検証する。

## 2 本年度の成果

### 教育プログラムのゴール体系の適用

昨年度に開発したゴール体系では、教育プログラムの目標・内容を、目標とする人材像、人材育成アプローチ、スキルマップ、知識体系、知識体系対応マップ、カリキュラムマップの6項目で表現する。これに対し、以下のフレームワーク適用を行った。

- ・各講座での習得目標とする知識やスキルの、更なる具体化・詳細化を行った。
- ・トップエスイーのゴール体系に基づき、受講修了生の習得レベルを評価する手順を定め、それに従って習得レベルの評価と追跡調査を実施した。

### 教育プログラムのゴール体系の評価

トップエスイーの受講修了生本人、直属の上司、部門長レベルの管理職に対し、具体化・詳細化したゴール体系に対する評価や受講の価値判断の材料となる項目を同インタビュー調査を実施した。

具体化・詳細化した知識体系及びスキル体系に対する反応をまとめると、トップエスイーの教育内容自体に対しての良い点・悪い点の指摘はあったものの、こうしたマップ自体に対しては、教育の全体内容を鳥瞰でき、教育内容を評価できる、という点で一定の機能を果たしていることがわかった。ただし、ITSS、ETSS、UISS等の他のスキル標準との関連を問う企業もあった。従って、例えば、ETSSとスキル体系の対応を明確化する等の方策が望ましいと考えられる。

また、教育プログラムに対する受講判断に必要な情報は、受講者本人、受講者の直属上司、さらにその上の部門長レベルの管理職によって、それぞれ異なる傾向にあることが明らかになった。表1にその傾向をまとめた。

以上の結果から、企業に提示する受講判断の情報として、教育内容としての技術やスキル以外にも、教育ファシリティ、効果、コスト、資格との関連等を提示することが重要と考えられる。

## 3 今後の展開

本研究では、上述の成果に加え、ハイレベルなソフトウェア技術者が持つべきスキルとしてモデリング能力に焦点を当て、モデリング能力の基礎となる抽象化能力、論理思考を測定するための試験問題と評価の案を策定している。この試験問題に基づいた実際の試験試行とその採点結果に基づく効果測定法の妥当性分析は、修了前及び修了後の受講者に対する効果測定と合わせて実施するのが適当であると考えられる。現段階では今後の課題としているが、今後その分析作業を進めていく予定である。

表1 受講判断で重視する項目

ステークホルダ	受講の是非を判断するときに重視する情報
受講者本人	教育対象技術
直属上司	教育対象技術、演習課題(実用レベル)、講師陣(企業人の有無等)、実績、期間や頻度、費用
部門長レベル	受講に必要な知識・能力、習得目標、実績、期間や頻度、費用、修了後の資格



# 組込みソフトウェア教育効果計測のための調査研究

名古屋大学大学院情報科学研究科 研究員

山本 雅基

名古屋大学大学院工学研究科 准教授

河口 信夫

名古屋大学大学院情報科学研究科 教授

齋藤 洋典

名古屋大学大学院情報科学研究科 准教授

富山 宏之

名古屋大学大学院情報科学研究科 教授

高田 広章

名古屋大学大学院情報科学研究科 助教

本田 晋也

名古屋大学大学院情報科学研究科 研究員

石田 利永子

名古屋大学大学院情報科学研究科 研究員

今井 敬吾

名古屋大学情報連携基盤センター 教授

間瀬 健二

本研究では、教育の費用対効果の計測に向けた基礎データ取得を目的に、職場における業務遂行能力の評価を用いた教育効果の計測式を検討する。今年度は、NEXCESSのソフトウェアエンジニア向けコースを受講した受講者と上司に対して、業務遂行能力の評価項目の列举(調査1)と、各評価項目の重要度の評定(調査2)と、受講者の各評価項目に対する評定(調査3-1と調査3-2)の課題を課し、調査研究を行った。

## 1 概要

調査1における被験者の課題は、「受講者の業務遂行能力を評価する際に観察している点」について、自由記述形式によって200文字以内で記載することであった。その結果、44種類の項目が列举され、2名の研究者が同一と判断する項目を集約して、4種類のカテゴリに分類される12種類の評価項目を得た(表1)。

調査2の結果、エントリ・レベルのソフトウェアエンジニアの業務遂行能力の評価において、重要と考える評価項目の順序は、受講者本人と直属の上司の間で一致することが確認された。

調査3-1では、評価項目E7の能力育成を目的としたNEXCESS「組込みソフトウェア開発技術の基礎」コースの受講者とその上司に対して、異なる3種類の時期(受講1週間前、1週間後、4週間後)に、評価項目E1からE12に対して受講者の評定値を求める課題を課した。その結果、受講者群では、E7の評定値が受講の1週間前に比べ1週間後に直ちに高い値を示し、4週間後も継続することが確認された。これに対して、上司群では、E7の評定値が1週間後には差が認められず、4週間後に遅れて高い値を示すことが確認された。

調査3-2として、教育を受講しない期間において同じ調査を実施し、E7の評定値は変化しないことが確認された。このことから、業務遂行能力の評定値は、教育効果により高い値を示すことが示唆される。

表1 業務遂行能力の評価項目

管理力	E1	品質を維持する能力
	E2	費用を管理する能力
	E3	時間を管理する能力
コミュニケーション力	E4	チームメンバーと共同作業を行う能力
	E5	上司への報告連絡相談の頻度と質
	E6	顧客とコミュニケーションをとる能力
技術力	E7	担当業務を遂行する組込みソフトウェア開発技術力
	E8	担当業務を含む業務全体を捉える能力
	E9	問題発見および問題解決を行う能力
	E10	業務遂行に好ましい性格
行動力	E11	責任感の強さ
	E12	自己の能力を伸ばす行動力

本研究では、教育の受講前と受講後に業務遂行能力の評定値を求め、その差を用いて教育効果を計測することを提案する。受講1週間前に比べて業務遂行能力の評定値が高い値を示す受講後の時期は、受講者の自己評価では1週間後と4週間後であるが、上司の他者評価では4週間後であることが確認された。受講者だけではなく上司が教育効果を認めるには4週間を要するために、受講後の評定期間を4週間後とすることが推奨される。

以上の結果から、業務遂行能力の評価を用いた教育効果EE(Educational Effect)の計測式を提案する(式(1))。

$$EE(H) = \sum_j j(f(H, Ta4, Ej) - f(H, Tb1, Ej)) \quad (1)$$

H: 評価主体、Ta4: 受講4週間後、Tb1: 受講1週間前、Ei: 教育コースが育成目的とする評価項目、f(H, Ti, Ej): 評価者主体Hによる評定期間Tiにおける評価項目Ejの評定値、j: 評価項目Ejの重要度を示す。

## 2 今後の展開

本研究では、受講者による自己評価と上司による他者評価において、受講後に高い評定値を示す時期がずれる傾向が観察された。今後、教育効果の計測における透明性をさらに高めるためには、自己評価と他者評価における評価機構の解明が求められる。



# ETSS国際標準モデル化に関する研究

東洋大学社会学部社会心理学科  
准教授

平田 謙次

スキル等の能力概念は心理的仮説構成体であり、実務においてはその理解と伝達は経験に依存し、暗黙的に行われ、実質的なレベルでの共通理解や情報の相互運用は困難である。ETSS等スキル標準によって、スキル情報の共通理解や共有が促進されたが、相互運用性までは担保できない。そこで、国際標準化団体と連携し、大阪府立大学瀬田研究室、東海大学大原研究室及びIPA-SEC委員らと共同し、ETSSを中心としたスキルのメタモデルを設計した。また、メタモデルを適用し、ETSSの一部のスキルを構造化し特徴量を示した。

## 1 活動・成果1:スキルのメタモデル設計

ETSS（組込みソフトウェアスキル標準）の今後の改定を鑑み、スキル概念構造の再構成を方向付けるメタモデルを構築した（図1）。現在、国際レベルで標準化を進めている規格は、スキル等の特性を反映できるものではない。そこで、オントロジー工学と心理測定論の各アプローチを融合し、スキルのセマンティクスをシステム実装可能な情報モデリングを行った。このメタモデルに沿うことで、各種スキル標準の特徴を浮き彫りにすることができ、また、ETSSと他スキル概念との連携が可能となった。

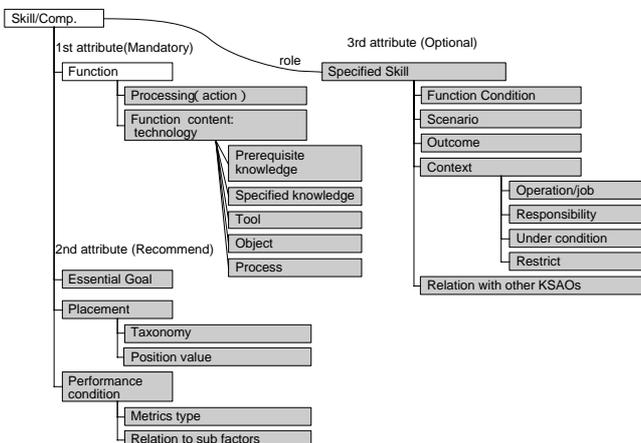


図1 スキルのメタモデル

## 2 活動・成果2:ETSSのインスタネーション

一部のETSSのスキルを対象として、メタモデルを適用してETSSインスタンスを作成した。ETSSの各階層のスキル及び技術要素、開発技術、マネジメント技術の領域ごとのスキルを対象として、各々のセマンティクスを分析し構造化した。ETSSの内容が充実に表現できるか検討した結果、一部には難解なもの、また分析が難しいものがあったが、表現し管理できるレベルであることが確認できた。

## 3 活動・成果3:スキル情報の情報技術標準化

スキル等の情報モデリングに関する情報収集、各活動における主要人物とのネットワークの形成を通して、国際標準化活動の共同体制を構築した。具体的には、IEEE-LTSC、OMG及びISOである。今回は、国際的業界団体であり、ISOファーストトラック権利を有するOMGとの協働しながら、プロジェクトを発足させ推進してきた。IEEEではCompetencyワーキンググループの委員として、OMGではスキルマネジメントアーキテクチャSWGの主査として関わっている。

一方、ISOについてもProject ManagementをテーマとするPC236へ、プロジェクトマネージャのスキルや育成に関する原案を提出した。

## 4 今後の展開・計画

今後、ETSSのシステム実装での普及に向けた情報技術基盤の整備として、ETSSシリーズ全体モデルの分析・設計及び他スキル標準と比較、ETSS情報を幅広くかつ利用しやすいようにするためのETSSデータ化のガイド策定、メタモデル等スキル情報処理に必要な規格の国際標準化展開を行っていく。

# 機能安全に関する先行研究 (調査報告)

会津大学  
教授

兼本 茂

会津大学  
教授

程 子学

会津大学  
教授

宮崎 敏明

国際規格IEC 61508の動向と組み込み製品の普及に伴って、機能安全と組み込みソフトウェアに関する国内での関心が高まっている。しかし、機能安全の概念は、一般的には目新しく感じられていることもあり、まずは、現場での教育が普及啓発の鍵となる。また、長期的視野から、学校教育においてもハードウェアとソフトウェアが複雑にからんだ組み込みシステムの機能安全に関する基礎知識を教えることが重要となる。

## 1 研究の目的

国際規格IEC 61508の内容はソフトウェア面では1970年代の技術背景をひきずっており、最近の大規模・複雑化した組み込みソフトウェア開発の指標とするには困難が伴う。このような背景から、産業界の実務や大学での教育カリキュラムとして役立つ安全・安心の教育コースの構築が期待されている。

本調査研究では、その第1歩として、安全システムの構築に関わっている国内外の企業を訪問調査し、その開発の実状や今後のニーズをまとめた。これらの成果は、今後の安全な組み込みシステムの開発に役立つ教育コースの開発に役立ててゆく予定である。

## 2 調査方法と結果

安全システムの開発・販売に直接係わっている企業、システム構築ツールを提供している企業、コンサルティングを行っている企業、という3通りの立場で活動している企業を、国内外から9社選んで訪問調査した。

安全関連システムの開発・販売に係わっている企業への訪問先としては、三菱電機株式会社（プログラマブルロジックコントローラ：PLC）、アルパイン株式会社（カーナビ）、会津オリンパス株式会社（内視鏡）の3社とした。三菱電機では、高信頼性PLC及び安全PLCを開発・販売しており、後者はIEC 61508認証を独自に取得した製品である。両システムを比較することで、機能安全の認

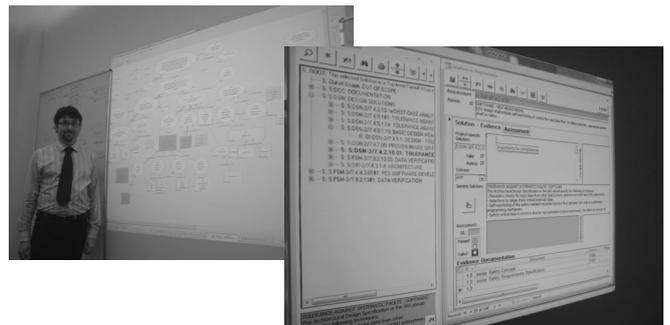


図1 開発ツールの例（Adelard,Exida）

証に関わる要点を浮き彫りにできる。カーナビは大規模ソフトウェアの代表例であり、現状は、情報提供システムとして安全とは切り離されたシステムであるが、近い将来、車の制御との関連が予想され、大規模システムの機能安全評価という点で重要になってくる。

ツール提供企業としては、IEC 61508認証のRTOSを開発販売している株式会社アドバンスデータコントロールズ（Integrity）、及びウインドリバー株式会社（VxWorks）を訪問した。また、安全RTOSを開発中の名古屋大学附属組み込みシステム研究センター（NCES）も訪問した。これらのRTOSには、メモリ保護、時間保護等、高信頼性ソフトウェアの開発に関するキーテクノロジーが含まれている。RTOSのみで安全システムの認証が取れるわけではないが、アプリケーションソフトウェアと組み合わせた際の認証の手間が省けるということである。

コンサルティング活動に関する企業としては、ドイツExida社、ISTec社、英国Adelard社の3社を訪問した。安全システムの認証には、客観的なエビデンスと安全性立証のための論拠が大事で、開発ツールの利用が欠かせないということである（図1）。

## 3 今後の展開

今回の企業訪問調査による貴重な情報をもとに、今後の教育カリキュラムの開発を行う。安全に関する基本的な考え方に加えて、今回の訪問調査で得た具体的な開発例を入れることで、効果的なカリキュラム作成が可能になると考えられる。

# SEC各委員会の新体制報告

SECエンタプライズ系プロジェクト研究員  
塚本 英昭

SECエンタプライズ系プロジェクトリーダー  
長岡 満夫

SEC組込み系プロジェクトリーダー  
門田 浩

SECは2004年10月に設立されてから3年を経て、2008年度より新たな枠組みを設定して第2期の活動を開始することとした。

新しい枠組みによる一番大きな変化は、これまで経済産業省管轄だった「ソフトウェア開発力強化推進タスクフォース」が、2008年6月1日付で独立行政法人情報処理推進機構（IPA）へ移管され「ソフトウェア開発力強化推進委員会」と改組したことである。これは独立行政法人化したIPAのこれまでの実績、評価を背景に、SECがこれまで以上に積極的に委員会活動に関わり、SECとタスクフォースの一層密な連携を実現してゆくためである。

「ソフトウェア開発力強化推進委員会」は、委員数276名（2008年8月6日現在、SEC研究員は除く）であり、エンタプライズ系プロジェクトと組込み系プロジェクトが活動する2つの委員会から構成される。

## 1 エンタプライズ系ソフトウェア開発力強化推進委員会

エンタプライズ系ソフトウェア開発力強化推進委員会は、産学官が連携して信頼性の高いソフトウェアを効率的に実現するための手法、ツール、データベース等の提供と普及を目標として、2007年度までは6つの部会でタスクフォースが構成され活動していたが、2008年度は4つの領域に再編し、各領域の配下にワーキンググループ（WG）を置く体制で活動する（図1）

### 1.1 定量的マネジメント領域

#### 定量データ分析WG

従来からの継続性を尊重しつつ、プロジェクトデータを大量に収集する仕組みやユーザ側のデータ（要件定義/要件変更、システム導入/稼働等）の収集方法を検討し、定量データオーナー会と連携してデータ収集することで、新たな仮説検証を深

める。また、データ白書にかかわらず、データ、分析結果、分析手法を活用・公開する合理的手段を発展させると共に、国際機関と連携して啓蒙・普及活動を行う。

#### 定量的品質予測WG

要件定義から保守・運用まで、ソフトウェアを含むシステムの品質ならびに、プロジェクトやプロセスの品質を定量的に把握・評価し、プロセス改善に結び付ける手法の検討・実用化、ベストプラクティスの共有・普及を行う。

#### プロジェクト見える化WG

これまでのソフトウェア開発の見える化（上流、中流、下流）の手法を踏まえて、保守・運用における見える化の検討を行い、ソフトウェアライフサイクル全般にわたる「見える化」を進める。失敗事例より事故防止策等のベストプラクティスの共有化、防止にかかるトレーサビリティ技術の検討等を行う。

#### 価値指向マネジメントWG

IT投資マネジメントと調達見積りとの関係を見直し、ユーザ側の経営企画/情報システム間、ユーザ/ベンダ間に存在するギャップを解消することを目的とし、IT（またはソフトウェア）価値マネジメントガイドラインを作成する。

### 1.2 ビジネス・プロセス改善領域

#### プロセス共有化WG

「共通フレーム2007」における各プロセスの解説等を充実させ、「テラリングアップアプローチのガイド」を検討する。また、「契約の変更管理」等の事例研究に基づく共通フレームの深掘りを行う。

#### プロセス改善WG

軽量モデル・簡易アセスメントモデルの改良を含めたSPEAK IPA版の発展と普及活動を推進する。また、実証実験活動の継続や人材育成、ベストプラクティスの活用を検討する。

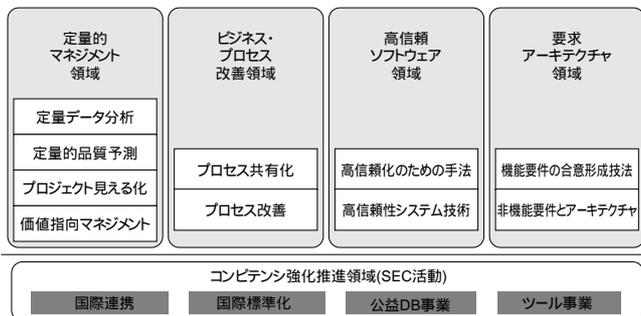


図1 エンタプライズ系ソフトウェア開発力強化推進委員会体制図

### 1.3 高信頼ソフトウェア領域

#### 高信頼化のための手法WG

制約（予算、期間等）がある中で、テストの網羅性を向上させる手法の調査・検討を実施する。また、要件定義から実装を通じたトレーサビリティの確保と要件網羅の確認方法（機能及び非機能）を策定する。

#### 高信頼性システム技術WG

システム開発ライフサイクルの中での形式手法の位置付けを明確化し、システム開発ライフサイクル全体を通して形式手法も含めた各記述法の確立と記述法間の連携を目指す。

### 1.4 要求・アーキテクチャ領域

#### 機能要件の合意形成技法WG

外部設計工程の機能要件に関して、ユーザ企業とベンダが目的とする情報システム像を合意するための、設計書記述の表現方法と合意方法を検討する。

#### 非機能要件とアーキテクチャWG

2007年度実施した非機能要件記述に関して、対象品質特性を拡大して検討する。また、非機能要件記述からアーキテクチャ設計へとつながるトレーサビリティ技術の検討を開始する。

### 1.5 他の取り組み

上記以外にも、ライフサイクルでの開発・運用・保守能力の底上げを図るべく、SEC活動としてコンピテンシ強化推進領域を設け、委員会活動成果の定着・普及・展開を図る。

## 2 組込みソフトウェア開発力強化推進委員会

組込み系では、第1期と同じく、我が国の産業協力強化を目指すし、高品質で安全なものづくりとしての組込みソフトウェア開発とそれを担う人材育成を目指し、組込みソフトウェアエンジニアリング領域と、組込みスキル標準領域の2本立てで臨む（図3）

### 2.1 組込みソフトウェアエンジニアリング領域

SEC設立以来実施している組込み産業実態調査の結果によれば、組込みソフトウェア開発の最重要課題のトップは常に品質の確保、高品質化である。さらに近年の社会要請として、組込み機器、その機能を実現する組込みソフトウェアにも安全・安心が求められている。

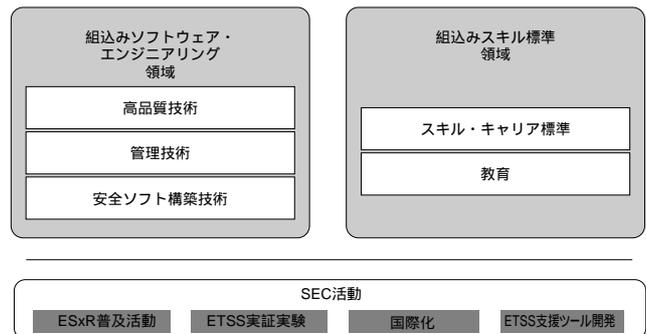


図3 組込みソフトウェア開発力強化推進委員会体制図

これらの命題に応えるべく、第1期における「もの作り強化」に関連する活動を高品質部会に集約し、開発管理、プロセス構築等、全開発ライフサイクルの共通技術活動を管理技術部会としてまとめることとした。さらに安全指向のソフトウェア構築のための直接的な技術についても対応する準備を進める。

### 2.2 組込みスキル標準領域

第1期活動の結果、組込みスキル標準ETSSのフレームはほぼ完成し、第二期では普及活動に主力を置く。そのための制度、ツール作りを部会、識者のフィードバックを得ながら進めてゆく。部会構成はスキルに見える化、キャリアの設計を中心とするスキル・キャリア標準部会、教育研修基準を推進する教育部会の構成とする。

#### スキル・キャリア標準部会

企業での円滑なETSS<sup>1</sup>導入を目的とし、ETSS標準活用プロセスを策定するとともに、ETSS導入推進者を育成し認定するスキームを完成させる。

#### 教育部会

ETSSの分析に基づく人材育成プログラム開発を促進するため、より具体的な教育プログラムのデザインガイドを作成、提供する。

#### 他の取り組み

第1期に引き続き、企業、業界団体と協力しETSS導入の実証実験を進める。また導入、推進を支援するツール開発にも取り組み普及活動の一助とする。さらに海外での導入支援等、国際化にも努力する。

1 ETSS : Embedded Technology Skill Standards

# PSAM 9 (安全性評価技術国際会議) 参加報告

SEC 組込み系プロジェクト 研究員 右近 豊

平山雅之、吉澤智美、筆者らは、ソフトウェア信頼性分析の研究を行っているが、このほど国際会議「PSAM 9」[PSAM9]で論文(フルペーパー)[HIYARAMA2007]が受理され、発表を行う機会を得た。会期は2008年5月18~23日、会場は香港・シャングリラホテルであり、この機会にSECの組込みソフトウェアの安全性要求への取り組みを国際的に認知してもらいたいという野望も持って出かけたが、なにせ国際会議には不慣れ、言葉の壁も厚く、右往左往した感も否めない。読者の皆さんには、そんな右往左往も含めPSAM 9への参加報告をしたい。

## 1 PSAM 9

「PSAM 9 (Ninth International Probabilistic Safety Assessment and Management Conference)」は「IAPSAM (International Association for Probabilistic Safety Assessment and Management)」が主催し、複雑なシステムの、資源利用の最適化と、安全と信頼性を保証するための合理的な意思決定についての議論を促進することを目的としている。

聞くとところによるとスリーマイル島の原発事故をきっかけに始まり、2~3年に1回開催され、今年で9回目を迎えるという。

「PSAM 9」は航空、原子力、医療その他のいわゆる高信頼を求められるシステムに関する安全性評価技術を横断的に議論する国際会議であり、この性質上、様々な分野の関連機関や団体が協賛に名前を連ねている。

例えばAmerican Society of Mechanical Engineers、European Safety and Reliability Association、IEEE Engineering Management Society、IEEE Reliability Society、Institute of Measurement and Control等があり、



写真1 のっけから大仏様の写真で恐縮だが、決してPSAM 9で安全祈願をしたという話ではない。

この大仏様は空港近くのNgong Ping Villageの頂にあり、Ngon Ping 360というロープウェイで20分程で到着する。PSAM 9では「Technical Site Visit」としていくつかのオプションツアーがあったが、この中にはロープウェイの安全システムの見学もあった。

筆者は事前にアブストラクトに目を通すのに必死でこの手の企画には参加できなかったのが残念である。

枚挙に暇がない。

また、様々な分野での障害事例や障害予防事例などをPSAMの場で紹介し議論することで経験の共有を狙っているユニークな国際会議である。PSAMの毎回の発表件数は200~300件、参加者はその約2倍と、かなり大規模な国際会議である。

## 2 論文発表

PSAM 9の様子はサイト[PSAM9]で良くわかるが、筆者は21日水曜A-7のセッション「ソフトウェア信頼性分析」で論文[HIRAYAMA2007]を発表した。

論文の内容は、

- ・安全には品質の作り込みが必要である
- ・品質は相応のレベルの仕様として考えるべきである
  - ・安全や経済損失を定量化して必要な品質レベルをカテゴライズし、相応のレビュー指標やテスト指標、標準値を適用すべきである。

というあらずじで、冷蔵庫のコントロール・ソフトウェアと発電プラントのコントロール・ソフトウェアでは品質作り込みの指標値が違うのだ、ということを手張したものである。

数式計算のシミュレーションを“Case Study”と発言してしまったがために、数値の根拠を訊かれるなどハプニングはあったものの、主張したかったフレームワークには興味を持ってもらえた。

むしろそこに示していた指標の値をどうするのか、という根本的な質問も出た。主著者とも議論しているところだが、「同じ物差しで計れる、具体的な数値を世に問わないと議論が先に進まない。」というのが、筆者らの考えである。

今回のPSAM9発表でいただいたコメントや意見などは現在、SECで策定を進めている組込みシステム品質ガイド(ESQR)にも反映していきたいと考えている。

### 3 セッション

筆者はもっぱら朝の基調講演を聞いてから、午前・午後のセッションを聴講した。筆者の聴講したセッションのタイトルを以下に挙げる。

- ・統計的モデリング
- ・ソフトウェア信頼性分析
- ・信頼性方法論とアプリケーション
- ・安全の方法論とアプリケーション
- ・テスト、統計的方法と分析
- ・安全アセスメントの方法
- ・輸送システムの安全
- ・アプリケーションからのリスクの知見
- ・不確実なこと、センシティブなことに対する分析と測定に関するセッション
- ・リスク管理
- ・危険分析

また、以下の自動車の安全のセッションは比較的なじみやすかった。

- ・クルーズコントロールシステムに運転者が頼りすぎってしまうのを避けるために減速度計上に開発した管理システムの検証報告。[ ITO2007 ]
- ・AHS(Advanced cruise-assist Highway System)における失敗警告型と安全警告型の警告の比較研究。[ OKABE2007 ]



写真2 「心地滑」「足元注意」くらいの感覚だろうが、漢字のニュアンスが妙に伝わるのでちょっと面白い。安全は足元から。

- ・警告のタイミングが錯綜しない様にしてドライバーがシステムに信頼を寄せる警告システムの研究報告。[ ABE2007 ]

等があった。

また、PSAM9の参加者は、まとめて言ってしまうとすべて何らかの形でリスク管理に関わっている。しかも原子力の関係者が半数を占めているという会議の性質上、事例に登場するものは原子力関係が一番多かった。あとは化学プラントだろうか。

筆者の聴講しなかったセッションでは火災、鉄道なども取り上げられていた。

オープニングカンファレンスで香港政府のChai Kwong Mak氏が「何事が起こるかわからない世の中であらゆる事のあらゆるレベルのリスクを管理すべきであり、香港政府のプロジェクトではすべてリスクを登録している」と述べたように、ソフトウェアだけではなく、様々な観点から安全を確率的に評価し、管理するための発表があった。

#### 参考サイト・参考文献

- [ PSAM9 ] PSAM9 : <http://psam9.org/>
- [ HIRAYAMA2007 ] Masayuki HIRAYAMA, Yutaka UKON, Satomi YOSHIZAWA : Testing Framework for Embedded Software Based on Software Safety Requirement Assessment, 2007/12
- [ ITO2007 ] Makoto Itoh, Deceleration Meter : A Management Tool for Reducing Over-reliance in Collision Warning when using Adaptive Cruise Control System, 2007/12
- [ OKABE2007 ] K. Okabe, T. Hiraoka, H. Kumamoto, M. Kamata : Fundamental Probabilistic Analysis on Effectiveness of Safety-Presentation Type on Safe Driving Support System, 2007/12
- [ ABE2007 ] Genya Abe, Makoto Itoh : Effects of Tailored Alarm Timing for Forward Collision Warning Systems on Drive Behaviour and Trust in the Systems, 2007/12

右近 豊氏は去る8月26日に逝去され、本文が遺稿となりました。SECへの多大なる貢献に敬意を表するとともに、謹んでご冥福をお祈りいたします。

(SEC 所長 鶴保 征城)

# ISO/IEC JTC1/SC7 ベルリン会議に参加して

SECエンタプライズ系プロジェクト研究員 森下 哲成

2008年5月19～23日、ISO/IEC JTC1/SC7<sup>1</sup>総会が、ドイツ規格協会（DIN<sup>2</sup>）で開催された。JTC1はISO及びIECによる合同技術委員会で、情報技術分野に関する国際標準規格の立案や見直し等を行っており、サブ委員会であるSC7専門委員会は、ソフトウェア開発に関連したソフトウェア技術の標準化に取り組んでいる。

筆者が異国の地に降り立つのは実に十数年ぶりのことで、しかも欧州は初めての訪問であった。海外への渡航は慣れな上、往復独りという大きな不安を抱えながらの出張となったが、国際会議への参加も然ることながら、エコノミー症候群が気になるほどのフライト、最長5時間のトランジットなど、総じて貴重な体験をさせて頂いた。

## 1 SC7/WG7<sup>3</sup>の活動

SC7専門委員会は、国際では現在14のWG小委員会からなっている。今回、筆者は、そのうちのWG7：ライフサイクル管理のメンバとして会議に参加した。

WG7小委員会はソフトウェア、システム、サービスに関係する多くのステークホルダが“共通の言葉”で話せるように、契約・管理・企画・開発・運用・保守から廃棄に至るまでの様々な観点から、ソフトウェアやシステム開発に関わる活動（ライフサイクルプロセス）を定義する国際規格作りに取り組んでいる。

これらの国際規格は、用語の定義や作業内容の標準化、取引内容やステークホルダ間の役割分担、作業範囲の明確化、プロセスの改善等に活用されている。また、2007年10月には、国際規格のソフトウェアライフサイクルプロセス（ISO/IEC 12207：JIS X 0160）及び補

遺をベースに日本独自に強化・拡張した「共通フレーム2007」が発行されたのは記憶に新しい。

## 2 ベルリン会議の概要

全体では30カ国、200名超の参加があり、これまでで最も大規模なものになった。日本からの参加者は26名で、米国の37名に次いで2番目に多い。WG7小委員会は10カ国・2リエゾン・30名が参加し（表1）日本のメンバは、村上憲稔氏（主査：富士通）、小山清美氏（日立）に加えて、今回が初参加の菊島靖弘氏（アイネス）、小堀一雄氏（NTTデータ）、橋本恵二氏（東京国際大）、筆者（SEC）という構成であった。

会議は、5月19日のオープニング・全体セッションで幕を開け、23日のクロージングまでは、各WGに分かれて会議を行った。筆者は、初めての国際会議参加ということもあり、右も左も分からないまま特殊な雰囲気終始圧倒されっぱなしで、緊張感は一日程を通じて解けることはなかった。前の晩の美味しいドイツ料理とビールの量にはまったく比例せず、毎朝5時か6時には目が覚めてしまう。お陰で幸か不幸か、日本では味わえないような極めて健康的な生活を送ることができた。

## 3 WG7小委員会での検討内容

今回WG7が扱った主な規格は以下のとおりである。

1. ISO/IEC 29148 Requirements engineering
2. ISO/IEC 16326 Project management
3. ISO/IEC 15026 Systems and software assurance
4. ISO/IEC 24748 Guide for life cycle management
5. ISO/IEC TR 15271 Guide for ISO/IEC 12207

1 ISO/IEC JTC1/SC7：ISO/IEC Joint Technical Committee 1 for information technology/SubCommittee 7 Software and System Engineering

2 DIN：Deutsches Institut für Normung e.V. ドイツ規格協会

3 SC7/WG7(Life Cycle Management)



橋本委員による発表シーン。



ベルリン・ドイツ規格協会前での、日本からの参加者のスナップ。

6. ISO/IEC TR 19760 Guide for the application of ISO/IEC 15288

7. WG7 Study Group Reports : The application of ISO 9001 to the full scope of SC7 standards; Strategy for Integration Phase of the Harmonization Project

投票があった案件については、その結果とコメント処理の確認、Study Groupからのプレゼンテーションと意見交換、検討中のガイドのパート分割についての審議、ISO/IEC 12207と15288のハーモナイズの方向性確認等に多くの時間を費やした。

Requirements engineeringでは、SECの開発プロセス共有化部会で検討し、「経営者が参画する要求品質の確保」や「共通フレーム2007」の開発を通じて提唱してきた超上流の考え方（経営や業務の視点）のプレゼンテーションが橋本委員から行われ、技術的視点からの要件導出を提唱する米国案と連携することで一連の流れと効用が生まれることが確認・合意でき、日米共同で原案を作成することになった。

#### 4 参加者の特色

今回の参加によって、国際会議の雰囲気や、会議がどのように進められているのか、各国の代表がどのようなスタンスで会議に臨んでいるのか、という基本的な部分を理解することができたが、その一方で、他の参加者のレベルには、一朝一夕には到達できないということも痛感した。

現場は非常に国際色豊かであるが、それ以上に驚いたのは、各国代表の年齢層が非常に高いことだ。筆者も決して若いわけではないが、多くの参加者は将に“この道 年”の大ベテランなのである。自分の担

当領域や国際標準について深い知識を持っているだけでなく、これまでのISO/IECへの継続的な参加により、過去の議論とその結果についてもきちんと押さえている。このような面からも、国際会議に継続して参加することの必要性、重要性がよく理解できた。

#### 5 おわりに

共通フレーム2007で規定した「契約の変更管理プロセス」は、2007年4月にISO/IEC 12207改定に盛り込むよう緊急提言し、2008年2月に国際規格となった。このように、本テーマを主題とするSECが今後も国際標準化活動の一翼を担うには、国内標準化委員会と連携しながらISO/IECとの間に確固たる関係性を築いていく必要がある。SECからの国際会議への継続的な参加、長期に亘る貢献と国際協力関係は不可欠で、WG7の活動はその試金石ともいえよう。

ここでいう“貢献”とは、ただ単により提案ができればいいというものではない。そこにはより良い仕事で産業界を改善していこうとする「仲間意識」というものが、重要なファクタとしてあるように思えてならない。

表1 WG7小委員会参加者

国 / 組織	参加者数
アメリカ	12名
日本	6名
オーストラリア	2名
イギリス, カナダ, ドイツ, スウェーデン, 中国, 南アフリカ, スロバキア	各1名
IEEE	1名
INCOSE	2名

# アジャイルプロセス協議会

## Agile Process Association



<http://www.agileprocess.jp/>

アジャイルプロセス協議会・会長 株式会社豆蔵 取締役・プロフェッショナルフェロー  
技術士(情報工学) 情報処理学会ソフトウェア工学研究会主査

### 羽生田 栄一

当協議会は、日本のソフトウェア開発のあり方を草の根から変えていくことを目指し、ユーザ企業・開発会社・エンジニアの枠を超えた「アジャイルなマインド(目的意識をもって挑戦、仮説を立ててやってダメならすぐ改善、プロ意識をもった個人がチームで楽しく)」を合言葉として、ソフトウェア開発を含む仕事全般に取り組む方法論とスタイルを変えていく活動を行っている。

### 1 協議会の目的

当協議会は、日本におけるアジャイルプロセスの普及/推進、情報交換等を目的として、2003年2月1日に設立して以来、約5年にわたって活動を続けている。

設立の際の基本認識は、『「アジャイルプロセス」とは、特定の開発手法を指す言葉ではない。「アジャイル(迅速/俊敏, 柔軟/動的, 目的駆動/機動的)」とはつまり、その組織や目的に合った適切なものを手早く無駄なく作り、直接ユーザや組織に価値を提供するべし、という考え方=マインドだ』というものである。XPを始め、クリスタル、FDD、アダプティブ、Scrum、DSDM、達人プログラマ、場合によっては形式手法や実行可能UML等もアジャイル開発の手段として利用可能であり、さらにはビジネス課題や要求、契約の結び方、会議の行い方、チームワークやコミュニケーションのスタイルといった点にまでアジャイルマインドは浸透させられるべきと考えて活動を続けている。

### 2 組織としての概要

2008年現在、会員数は59社であり、さらに個人会員及び学会会員として若干名にご参加いただいている。会社数レベルの増減は若干あるが、個別メンバレベルでの活動は非常に活発化しており、表1にあるようにワーキンググループメンバは200名を超えている。

### 3 活動の状況

当協議会の実質的な活動は、大きくワーキンググループ活動と総会・セミナー実施に分かれ、毎月行われる運営委員会において大枠の企画・計画・状況確認・アクションが行われている(図1)。

これ以外にも、ワーキンググループ単位での一般向けチュートリアルやワークショップ、IT雑誌への記事連載等を行っている。

セミナーとそこで取り上げられたテーマに基づくワーキンググループの立ち上げが連動していることがわかるであろう。松本吉弘先生のセミナーからはアジャイル・ソフトウェアセル生産WGが、そして岸良裕司先生のセミナーからはアジャイルTOC(Theory Of Constraint)WGが生み出され、当初のセミナー講師に指導を請いながら徐々に独自のテーマ設定でアジャイルとの接点を探る活動を継続している。

表1 アジャイルプロセス協議会の諸元表

	2003年度	2004年度	2005年度	2006年度	2007年度
会員数(法人+特別)	30	45	62	68	61
役員数	9	9	9	10	11
運営委員数	12	12	12	13	14
WG数	4	4	5	7	7
WGメンバ数	61	127	189	230	237
WGコアメンバ数	20	20	25	35	35
全体イベント数	1	4	4	5	3
WGイベント数	-	-	4	4	8
地方イベント数	-	1	4	4	10
協賛イベント数	1	1	2	1	2
スタッフ貢献人月	8.1	11.7	11.7	14	12.3
WG参加工数(人月)	40	40	62.5	122.5	122.5
イベント参加工数(人月)	5	22	28	33	35
ROI( + )/	5.6	5.3	7.7	11.1	12.8

設立当初から存在しているワーキンググループには、見積・契約WG、アジャイル・プロジェクト・マネジメントWG、アジャイルマインドWG等があり、ほぼ毎月定例会を開き、年に数回一般向けのチュートリアルやワークショップを行うことや、地方開催の合宿を行うことで地域団体との共同セミナー等のコラボレーションを図りながら成果を蓄積している。特に関西地域でのワーキンググループ活動は活発であり、アジャイル組込みソフトウェアWGやJ-SOXとアジャイルな関係勉強会等、新しいテーマとの学際的な動きや連携も目立つ。諸元表からも地方での活動がかなり活発化していることが見て取れ、アジャイルの今後を示すものとして興味深い。

#### 4 活動の中心はワーキンググループ

当協議会はアジャイルでプロフェッショナルな仕事をを目指す個人個人の活動に支えられているのだが、これは、活動しているワーキンググループメンバー数が61名から237名とほぼ4倍に増加したことからわかる（協議会会員である会社数はこの5年間で30社から61社とほぼ2倍）（表1）。このメンバにおいて現在、以下の7ワーキンググループが動いている。成果に興味のある方はぜひ協議会サイトにアクセスして欲しい。また、会員になる前にワーキンググループ活動には自由に参加できるので、希望者はメールをいただければいつでも歓迎する。

- ・見積・契約WG
- ・アジャイルマインド勉強会

- ・アジャイル・プロジェクト・マネジメントWG
- ・アジャイル・ソフトウェアセル生産WG
- ・アジャイルTOC WG
- ・西日本アジャイル研究会
- ・アジャイル組込みソフトウェアWG

#### 5 今後の方向性

アジャイルプロセスはようやく社会的に認知され始めているが、欧米での浸透に比べ日本の大手ソフトウェアベンダやソフトウェア工学という学問領域での認知はこれからである。そのための活動をぜひIPA及びIPA/SECと共に行っていきたいと考えている。

去る7月末に開催した5周年記念セミナー（写真1）では、高知のセルフビルドで有名な沢田マンションの研究者と、建築とソフトウェアのアジャイル性に関して学際的なパネルが行われ、100名を超える参加者で活発な交流が行えた。今後、このような様々な分野とのコラボレーションを行っていくことも大きな課題である。

また協議会のROIには、まだ改善の余地がある。5周年を迎えた今年度以降、本協議会の運営自体を「アジャイル」化すべく、ソーシャルエンジニアリングというテーマを設定して自分達を対象に実験を行っていきたいと考えている。その際、会員管理や会計管理等の運営のネット上での分散化・柔軟化、地方と関東圏との活発な交流を仮想コミュニケーション手段も含めて行う実験等、運営と実質的な活動内容の両面で試していきたい。

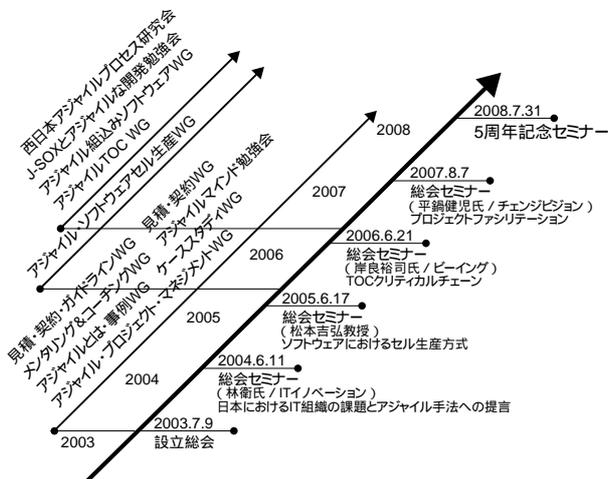


図1 協議会の5年間の主要活動



写真1 5周年記念セミナーの様子

# BOOK REVIEW

## ソフトウェア業における工事進行基準の実務

岩谷 誠治 著

ISBN : 978-4-502-28580-6 中央経済社刊  
A5判・238頁・定価2,940円(税込)・2008年6月刊

## 財務会計領域にとどまらない制度改正のインパクト

日本の改革遅れを指摘する一般論があるが、こと会社制度に関しては猛烈な改革が進行している。その大波がソフトウェア業への「工事進行基準」の適用として顕在化した。本書は理工学部出身でソフトウェア産業にも経験豊富な公認会計士の著者が、その世界を平易に解きほぐしてくれている。簿記に弱い技術者にも理解が容易なように工夫されている。小型書籍に見えるが字数は多く、網羅的な説明が得られる。巻末に、関連する「企業会計基準」その「適用指針」、「ソフトウェア取引の収益の会計処理に関する実務上の取り扱い」の原文が収められている。また「内部統制との関係」、「新会計制度導入時の留意点」という丁寧な章があり、著者の意図が伝わって

くる。「従来こうした課題は経理・財務部門が担当することで対応できたが、今後は開発現場の担当者以外には対応できない」と指摘している。

「工事契約会計基準で行うべき『認識の単位』の把握」、「工事原価総額の見積り」、そして「工事進捗度の把握」といった企業会計上の課題は、ソフトウェアエンジニアリングでの「見積り精度の向上」、「開発プロセスの確立」、「ITプロジェクトの見える化」という施策が、待ったなしの課題になったことを意味する。

(神谷芳樹)



## 実践ソフトウェアアーキテクチャ

Len Bass・Paul Clements・Rick Kazman 共著

前田 卓雄・佐々木 明博・加藤 滋郎・新田 修一・吉野 圭一 訳

ISBN : 978-4-526-05523-2 日刊工業新聞社刊  
B5判・654頁・定価6,825円(税込)・2005年9月刊

## いいアーキテクチャはアーキテクトの経験から

組込みソフトウェアの教育コンテンツは、マイコンやハード、リアルタイム、そして品質については必ず存在し、かつ量も質も充実している。

しかし、上流工程のコンテンツは少ない。最近では要件獲得・定義、UML等のモデリング教育は存在するが、組込みシステムの成否をわける肝心のアーキテクチャ設計のコンテンツは稀である。

本書はそんな学ぶ機会が限られるアーキテクチャ設計に関して、実用的な内容を解説してくれる書籍である。

アーキテクチャビジネスサイクル(ABC)という考え方に基づき、複数の具体的なシステムのアーキテクチャに関する事例が紹介されている。

このABCにおいてはアーキテクチャを導出するものと

して、要求(品質)や技術環境とならんで“アーキテクト

の経験”が挙げられ重要な意味を持つ。どれだけシステム実現に関する具体的な方法に触れているか、参照モデルやパターンとしての引き出しの多さと質がシステム設計のキーとなる。

ソフトウェアエンジニアからシステムアーキテクトへキャリアアップするには、デザインパターンやアーキテクチャデザイン等ソフトウェアエンジニアリングの学習が必要不可欠である。しかし最終的には“アーキテクトの経験”がシステムのアーキテクチャを左右するのは事実であり、組織として、この意味のある経験を意図的・計画的に提供する具体的な施策が求められる。

(渡辺 登)



# ソフトウェア・エンジニアリング関連イベントカレンダー

作成：SEC journal編集委員会

開催年月	開催日	イベント名	主催	開催場所	URL
9月	30(火)～10/4(土)	CEATEC JAPAN 2008	CEATEC JAPAN実施協議会	千葉県千葉市・幕張メッセ	<a href="http://www.ceatec.com/">http://www.ceatec.com/</a>
10月	1(水)	情報化月間2008記念式典特別行事	IPA	東京都港区・ANAインターコンチネンタルホテル東京	<a href="http://www.ipa.go.jp/">http://www.ipa.go.jp/</a>
	8(水)～10(金)	九州・国際テクノフェア (ICTコンバーゼンス2008)	九州・国際テクノフェア実行委員会他	福岡県北九州市・西日本総合展示場 新館	<a href="http://www.it-kyushu.net/">http://www.it-kyushu.net/</a>
	24(金)	JaSST '08 Sapporo	特定非営利活動法人ソフトウェアテスト技術振興協会 (ASTER)	北海道札幌市・北海道立道民活動センター (かでの2・7)	<a href="http://jasst.jp/">http://jasst.jp/</a>
	28(火)	IPA フォーラム 2008 SECコンファレンス (SEC journal論文発表会)	IPA/SEC	東京都港区・明治記念館	<a href="http://sec.ipa.go.jp/">http://sec.ipa.go.jp/</a>
	29(水)～31(金)	ESS2008 (組込みシステムシンポジウム2008)	社団法人 情報処理学会 組込みシステム研究会	東京都渋谷区・国立オリンピック記念青少年総合センター	<a href="http://www.ertl.jp/ESS/2008/">http://www.ertl.jp/ESS/2008/</a>
11月	7(金)	JaSST '08 Kyushu	特定非営利活動法人ソフトウェアテスト技術振興協会 (ASTER)	大分県大分市・大分県消費生活・男女共同参画プラザ(アイネス)	<a href="http://jasst.jp/">http://jasst.jp/</a>
	19(水)～21(金)	Embedded Technology 2008 / 組込み総合技術展	社団法人 組込みシステム技術協会	神奈川県横浜市・パシフィコ横浜	<a href="http://www.jasa.or.jp/et/">http://www.jasa.or.jp/et/</a>
	23(日)～24(月)	PMI Tokyo Forum 2008	有限責任中間法人 PMI東京支部	東京都千代田区・学術総合センター 他	<a href="http://www.pmi-tokyo.org/info/forum2008/">http://www.pmi-tokyo.org/info/forum2008/</a>
	25(火)～27(木)	SPI Japan 2008 ソフトウェアプロセス改善カンファレンス2008	日本SPIコンソーシアム(JASPIC)	兵庫県神戸市・神戸国際会議場	<a href="http://www.jaspic.jp/">http://www.jaspic.jp/</a>
12月	10(水)～12(金)	TRONSHOW2009	T-Engineフォーラム / 社団法人トロン協会	東京都港区・東京ミッドタウン	<a href="http://www.tronshow.org/">http://www.tronshow.org/</a>
2009年1月	28(水)～29(木)	JaSST '09 Tokyo	特定非営利活動法人ソフトウェアテスト技術振興協会 (ASTER)	東京都目黒区・目黒雅叙園	<a href="http://jasst.jp/">http://jasst.jp/</a>

上記は変更される場合があります。参加の際に必要な詳細事項は主催者にお問合せをお願いします。

## イベント報告

### 【展示会】

第11回組込みシステム開発技術展 (ESEC)  
第17回ソフトウェア開発環境展 (SODEC)

開催日：5月14日(水)～16日(金)

会場：東京国際展示場(東京ビッグサイト)

今回IPAは、ESECとSODEC、それぞれに出展致しました。

ESECでは、SECのパネルと並んで、IPAが支援する地域団体15団体のパネルを展示。またブース内で、SEC、支援地域団体、IPAセキュリティセンターがセミナーを行い、3日間で約3,000名の方にIPAブースにご来場いただきました。

SODECでは、パネルだけでなくデモ展示を実施。ブース内セミナーも大変好評で、約4,000名のご来場をいただきました。

IPAX2008

開催日：5月27日(火)～28日(水)

会場：東京ドームホテル/東京ドームシティ プリズムホール

組込み系では、高信頼ソフトウェア開発についての講演と、実態調査の報告、そして安全性をテーマにしたパネルディスカッションを実施。エンタプライズ系では、信頼性リスクマネジメントについての講演とプロセス改善の事例紹介、そして重要インフラシステムについてのパネルディスカッションを実施いたしました。

組込み総合技術展 関西 / Embedded Technology West 2008

開催日：6月5日(木)～6日(金)

会場：インテックス大阪

コミュニティセッションとして「ESxR導入」及び「ETSS導入」についての講演、「地域におけるSEC成果の活用」と題したパネルディスカッションを実施。ブースではSEC及びIPA支援地域団体のパネル展示や、EPMツールのデモを行いました。

### 【SEC主催セミナー】

『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)解説

開催日：6月3日(火)

会場：大阪府大阪市(AP大阪)

参加者数：26名

『組込みソフトウェア向け 開発プロセスガイド Ver.2.0』解説

開催日：6月4日(水)

会場：大阪府大阪市(AP大阪)

参加者数：43名

コーディング作法ガイド(C言語版)解説

開催日：6月4日(水)

会場：大阪府大阪市(AP大阪)

参加者数：28名

開催日：8月5日(火)

会場：長野県上田市(上田市産学官連携支援施設AREC)

参加者数：38名

<お知らせ>

イベント時の配布資料、講演資料等、詳しいことはSEC Webサイト(<http://sec.ipa.go.jp/>)をご覧ください。

また、SEC Webサイトにて「利用者登録」し、「SECからのお知らせを受け取る」を選択していただきますと、ソフトウェア・エンジニアリング関連のイベント情報をメールでお届けいたします。どうぞご利用ください。

## 編集後記

---

この7月より編集長の役割を引き受けました。読んで読んで原稿が回ってきます。今更ながら、「SEC journal」にはこんなに内容があったのかと、その分量、情報の豊かさに感心した次第です。かくなるうへは、是非、多くの方々に「SEC journal」を活用していただき、その責任を痛感しています。一言で「ソフトウェア産業力の強化」への貢献といいますが、何万社、何10万人という組織、人々で構成されている産業界にインパクトを与え、その競争力に貢献しようという志は高くともその道は遠いものがあります。発行体制の刷新、新企画の導入などを図り、多くの方々のご支援を得ながらいままで以上にこの遠大な目標に近づいてゆきたいと考えています。

本号編集集中に、SEC研究員、右近 豊氏の訃報に接しました。海外レポートの国際会議報告が遺稿となってしまいました。SECプロジェクトルームで流暢な英語で発表練習しておられた姿が思い起こされ、胸が痛みます。こころよりご冥福をお祈り致します。

本journalに対してのご意見とSECへの情報提供・問題提起等には、SEC-Webサイト( <http://sec.ipa.go.jp/> )内の「SECへのお問い合わせ」をご利用ください。

( 神 )

## SEC journal 編集委員会

---

**編集委員長** 神谷 芳樹  
**副編集長** 渡辺 登  
**編集委員**(50音順) 市川 里恵  
遠藤 和弥  
熊谷 幹奈  
矢野 亜希



( 撮影 神谷芳樹 )

---

SEC journal<sup>®</sup> 第4巻第2号( 通巻14号 ) 2008年9月30日発行

© 独立行政法人 情報処理推進機構 2008

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 鶴保 征城  
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

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/oubo.php>

## 論文テーマ

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

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

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

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

## 論文の評価基準

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

## 応募要項

### 投稿締切り

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

(応募締切:1月・4月・7月・11月各月末日)

締切り後、査読結果は1ヶ月後に通知

詳細スケジュールについては、投稿者に別途ご連絡いたします。

### 提出先

独立行政法人 情報処理推進機構 ソフトウェア・エンジニアリング・センター内「SEC journal」事務局

eメール:sec-ronbun@ipa.go.jp

### その他

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

提出いただいた論文は返却いたしません。

## 論文賞

「SEC journal」では、毎年「SEC journal」論文賞を発表しております(前回は2007年10月30日SECコンファレンス)。受賞対象は、「SEC journal」掲載論文他投稿をいただいた論文です(論文賞は最優秀賞、優秀賞、SEC所長賞からなり、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。



No. 1 No. 2 No. 3 No. 4 No. 5



No. 6 No. 7 No. 8 No. 9 No. 10



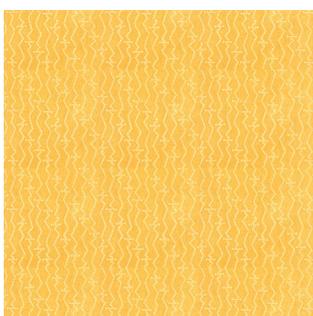
No. 11 No. 12 No. 13

SEC Journal No.14  
第4巻第2号(通巻14号)  
2008年9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  
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 鶴保 征城

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



IPA®

独立行政法人 情報処理推進機構



R100  
100%リサイクル用紙を使用しています。