

# SEC

## journal

32

### 巻頭言

**前野 隆司**

慶應義塾大学大学院システムデザイン・マネジメント研究科  
研究科委員長・教授

### 所長対談

井上 友二 株式会社トヨタIT開発センター 代表取締役会長

## IT融合時代のクルマの 役割について考える

### 技術解説

## ソフトウェア組込み型デバイス製品のための 機能安全活動の実践とその成果

安倍 秀二 パナソニック株式会社デバイス社 技術本部 機能安全・DR推進グループ チームリーダー

### 論文

## プロジェクトコミュニケーション管理プロセスの適用評価

山本 佳和 株式会社デンソークリエイト プロジェクトセンター  
舟守 淳 株式会社オーグス総研 組込みソリューション第一部  
山本 修一郎 名古屋大学 情報連携統括本部 情報戦略室

## 共通フレーム2013概説

## コンシューマ・デバイスを対象としたディペンダビリティ保証への取り組み

## ESQR導入事例紹介

羽部 高志 キヤノンソフトウェア株式会社 エンジニアリング事業本部第四エンジニアリング事業部  
技術士(情報工学部門)

## 組込みソフトウェア開発における品質向上の勧め [バグ管理手法編] の紹介

三橋 二彩子 IPA/SECバグ管理手法部会主査  
日本電気株式会社

### 連載 情報システムの障害データ

## 情報システムの障害状況 2012年後半データ

### 地域の活動紹介

## 高度専門留学生の育成と日本企業への輩出

落水 浩一郎 北陸先端科学技術大学院大学 副学長 (キャリア支援担当)

### Column

## これからの社会

巻頭言

1 俯瞰的視点から世界のリ・デザインを

前野 隆司 慶應義塾大学大学院システムデザイン・マネジメント研究科  
研究科委員長・教授

所長対談：井上 友二 株式会社トヨタIT開発センター 代表取締役会長

2 IT融合時代のクルマの役割について考える

技術解説

6 ソフトウェア組込み型デバイス製品のための  
機能安全活動の実践とその成果

安倍 秀二 パナソニック株式会社デバイス社 技術本部 機能安全・DR推進グループ チームリーダー

論文

12 プロジェクトコミュニケーション管理プロセスの適用評価

山本 佳和 株式会社デンソークリエイト プロジェクトセンター  
舟守 淳 株式会社オージス総研 組込みソリューション第一部  
山本 修一郎 名古屋大学 情報連携統括本部 情報戦略室

SECエンタプライズ系プロジェクト解説

19 共通フレーム2013概説

室谷 隆

SEC統合系プロジェクト解説

23 コンシューマ・デバイスを対象としたディペンダビリティ保証への取り組み

内田 功志・室 修治

SEC組込み系プロジェクト解説

27 ESQR導入事例紹介

ー導入から適用と計測に至るタスクフォースの事例ー

羽部 高志 キヤノンソフトウェア株式会社 エンジニアリング事業本部第四エンジニアリング事業部  
技術士（情報工学部門）

33 組込みソフトウェア開発における品質向上の勧め  
[バグ管理手法編] の紹介

三橋 二彩子 IPA/SEC バグ管理手法部会主査  
日本電気株式会社

連載 情報システムの障害データ

37 情報システムの障害状況 2012年後半データ

大高 浩・松田 晃一

地域の活動紹介

42 高度専門留学生の育成と日本企業への輩出

落水 浩一郎 北陸先端科学技術大学院大学 副学長（キャリア支援担当）

Column

46 これからの社会

鶴保 征城 IPA顧問 学校法人・専門学校HAL東京 校長

47 BOOK REVIEW

48 編集後記

SEC journal 論文募集／ITパスポート試験のご案内

# 俯瞰的視点から 世界のリ・デザインを

慶應義塾大学大学院システムデザイン・マネジメント研究科  
研究科委員長・教授

前野 隆司



私たち慶應義塾大学大学院システムデザイン・マネジメント研究科（慶應SDM）では、独立行政法人情報処理推進機構 技術本部 ソフトウェア・エンジニアリング・センター（IPA/SEC）と連携して公開講座「現代ソフトウェア・エンジニアリングの俯瞰図」（2012年4月5日～8月2日、全17回）を開催するなど、密な交流をさせていただいています。本稿では、多様な者の交流に基づくイノベーションを推進する立場から、俯瞰的視点と交流の重要性について述べたいと思います。

## ものごとをシステムとして捉えるべき時代

現代社会は、あらゆるものごとが大規模・複雑化し、互いに影響しあうために、要素だけを取り出して問題解決することが困難な時代と言われます。ソフトウェアの開発を含むあらゆる製品やサービスの開発、公共事業、政治や外交など、すべての問題が、複雑にもつれ合った大量の糸のように巨大なネットワーク構造になって関係しあうグローバル時代です。このような時代においては、多様なステークホルダーが力を合わせ、ものごとの関係性を多様な視点から俯瞰的に捉え、混沌を整理し、相互理解し、理念・ビジョンのレベルから、戦略・戦術・戦法のレベルまで、整合的かつイノベティブな解決策を新たに構築していかなければなりません。慶應SDMでは、2008年の設立以来、関係性を明らかにするシステムという視点、新しい解決策を創造するデザインという視点、ソリューションをサステナブルに管理・運営・経営していくマネジメントの視点から、新たな全体統合型学問SDM学の構築と、それを実践する人材の育成を行って参りました。

システムというとソフトウェアシステムのことと狭義に捉えられることがありますが、慶應SDMでいうシステムは、ソフトウェアに限りません。私たちは、ハードウェア、社会、組織、コミュニティー、人間など、複数の要素が相互作用するものすべてをシステムと捉え、それらの関係の

理解とリ・デザインを目指しています。もちろん、現代社会において、ソフトウェアはあらゆるシステムを繋ぐための中心的な役割を果たしています。よって、現代社会における様々なシステムにおいて、ソフトウェアは欠くべからざる要素と言えるでしょう。

## 多様性は問題解決と幸福に繋がる

慶應SDMには、社会人学生から新卒学生まで、理系から文系まで、年齢も職種も国籍も多様な学生が集まっていますが、もちろん、ソフトウェアエンジニア、システムエンジニアも多くいます。我々の研究科を運営していて強く思うことは、多様な人材の交流からイノベーションが生まれるということです。学生の満足度調査の結果においても、学生の満足度が最も高かった項目は「文系、理系の枠を超えた分野横断的な多様な人材の交流」でした。

多様性の重要性については様々な学術研究成果があります。「Harvard Business Review 2004年9月号」によると、チームへの参加者の多様性が増すほど、イノベーションの価値の平均値は下がるものの、その分散が増すため、ソリューションの一部の斬新さは高まると言われています。「Science 2010年10月号」によると、協働により知的パフォーマンスは個人の場合よりも高まるのみならず、パフォーマンスは参加者の知能に依存しないとされています。我々の幸福学研究によると、多様な人と交流しているの方が画一的な相手と交流する者よりも幸福度が高い傾向にあることがわかっています。つまり、多様な者が真に協力して問題解決を行えば、イノベティブなソリューションが見つかるのみならず、各人の幸福度も増すのです。

IPA/SECにおかれましても、ソフトウェアを取り巻く多様なステークホルダーとの協働のもと、産業革命以来と言われる時代変化を先取りし、未来のリ・デザインを先導されますことを、強く期待しています。

# IT融合時代のクルマの役割について考える

株式会社トヨタ IT 開発センター  
代表取締役会長

SEC 所長

井上 友二 × 松本 隆明

スマートコミュニティなど、産業分野を超えた多種多様なIT融合社会が創出されようとしている。その中で、クルマは移動手段としてだけでなく、IT融合システムにおける情報HUBとしての役割が期待される。ネットワークに繋がるクルマに何が求められるのか。ITノードとしての役割、可能性、課題等、今後の方向性を探る。

**松本**：現在、IT融合時代を迎えて、様々なものがネットワークを経由して繋がりはじめています。その中で、クルマは重要な役割を果たしていくと思います。そこで、ITノードとしてのクルマの役割、可能性、課題等についてお話を伺いたいと考えています。まず、これまでのクルマのIT化に関してお話をいただけないでしょうか。

**井上**：自動車業界は、1970年頃から電子化を進めてきています。今、エンジンやブレーキなどの動きを電子制御するECU (Electric Control Unit) がクルマに大量に搭載され、高級車になるとECUが100個以上搭載されています。電子部品にはプロセッ

サが使われるので組込みソフトウェアがクルマに入ってきています。そして、大量の電子部品を繋ぐためのCAN (Car Area Network) というネットワークがクルマの内部に作られています。クルマ全体のコストに占める電子部品やソフトウェアの割合は相当なものです。このようにクルマのIT化、ネットワーク化は以前から行われています。

**松本**：御社はITによるクルマのイノベーションをビジョンに掲げられていますが、どのような活動をされているのですか。

**井上**：トヨタ IT 開発センターは11年前に発足しました。この11年間、ネットワークとクルマのコラボレーション

をどのようにするかということをテーマとして活動し、例えば、IT技術や通信技術を用いてクルマにどのような新しい価値を提供出来るか、あるいはクルマの安全性をより高く出来ないか、ハンディキャップのある方にも乗りやすく出来ないかといったことを追求しています。

**松本**：具体的な取り組みとしてはどのようなものがありますか。

**井上**：今、最もホットな話題に、「車車間通信」があります。車車間通信は、クルマ同士で通信をすることで、例えば前を走っているクルマが、道路やトンネルで何か異常なことが起きたらその情報を後ろのクルマに伝えるといったことが可能となります。そうすれば玉突き事故や交差点での衝突事故も防げるでしょう。今、日本でもアメリカでも車車間通信をクルマに搭載しようと検討が始まっています。クルマ対クルマの通信を拡張した「路車間通信」も考えられています。「路」は道だけではなく、信号機も含まれます。東日本大震災のとき、停電で信号機が使えなくなり、警察官が交差点に張り付いて交通整理をしましたが、路車間通信では、電波を飛ばすための電力はバッテリーで済むので、停電時にも信号として機能出来ます。道路標識も路車間通信の対象です。例えば、積雪時のための「スリップ注意」という道路標識は夏でも設置されたままですね。道路標識はオオカミ少年になっているわけです。もし、本当に危険なときにだけ道路標識が出てくればドライバーはもっと標識に注意するようになるでしょう。今お話ししたこと全体を次世代ITS (Intelligent Transport Systems)と呼んでいます。現在のITSは、ETCなど料金支払の自動化というレベルですが、次世代ITSは、クルマがネットワークに繋がる1つの形ですね。

**松本**：クルマが情報を得るツールとしては、従来からカーナビがあります。カーナビもずいぶん進化していると聞いています。

**井上**：今のカーナビはどこに行きたいか、行き先の情報をいちいち入れます。そこでドライバーの特性に応じてカーナビが行



井上 友二 (いのうえ ゆうじ)

1948年福岡県生まれ。1973年九州大学大学院工学研究科修士課程電子工学専攻修了。同年日本電信電話公社に入社。網同期発振器、デジタルネットワーク、ネットワークアーキテクチャに関わる研究開発と国際標準化に従事。NTTマルチメディアネットワーク研究所長、NTTデータ取締役・技術開発本部長、NTT取締役、一般社団法人情報通信技術委員会 理事長を経て、2010年より現職。工学博士。IEEE、電子情報通信学会フェロー。電子情報通信学会・次期会長。

きたい場所を想定し、行き方を示してくれるようにもしていきたいと考えています。しかし、それをクルマの内部で行うのは難しいので外部のセンター、つまりクラウドで処理して情報をクルマに返してくれるようになるでしょう。

**松本**：そのためにどのような技術を用いるのですか。

**井上**：IT技術の知識処理を使います。知識処理のエンジンはクラウドの向こう側にあるクルマとネットが繋がっている状態で、ドライバーに様々なことを教えてくれるようになります。例えば、お昼の時間なら「このレストランにいきますか?」とか、「ここのレストランのクーポン券を出しましょう」などです。そういうことが出来るとドライバーが助かるわけです。ネットとクルマを繋げることによってクルマを持っている人の使い心地の良さや安全性を強化したいと考えています。

## IT融合化へ向け進む自動車業界の取り組み

**松本**：車車間通信はいつ頃実現出来るのでしょうか。先日、何台ものクルマが繋がって自動で運転していくという実験を見たことがありますか。

**井上**：それは隊列走行と呼んでいます。10台とか20台のクルマが互いの速度に協調して走ると、後ろのクルマのドライバーは運転が楽になりますよね。

**松本**：後ろのドライバーは運転席で新聞を読んでいるという写真を見ました。

**井上**：走行しているクルマ全体が協調して動くと、空気抵抗が減るので車群としての燃費が上がるんです。とくに高速道路を走るトラックに効果が出ると考えて、既に第二東名が開通する前にトヨタ自動車株式会社（以下、トヨタ）が主導して、第二東名のトンネルの中でも隊列を崩さずに走行する実験をしています。

**松本**：夢のようなことかなと思っていたのですが、そうではないのですね。

**井上**：クラウドを使ってカーナビの知識を高めるということも、数年のうちに実現したいと思っています。問題は、どのようにしたらそういうシステムを運用出来るかということです。隊列走行にしても、1台でも車車間通信が出来ないと隊列走行が出来ないのでは困ります。そこで、すべてのクルマには車車間通信が搭載されていない場合を考慮して、一部のクルマがマニュアルで運転していても隊列走行が可能かどうか、実験しているところです。

**松本**：クルマがネットと繋がる時代になると、いかにセキュリティを保つかが課題になるのではないのでしょうか。

**井上**：セキュリティも大切です。私は通信関係の世界からクルマの世界に入りました。そこでわかったのは、セキュリティとセーフティは違うということです。IT系のセキュリティはベ

ストエフォートですが、クルマの場合はベストエフォートではダメなのです。クルマを作る側が考えられるすべてのことを行って、運転者なり同乗者のセーフティを保たなくてはなりません。クルマがネットと繋がっているときも、セーフティを保たなければなりません。ITはセキュリティで動いているので、ITのシステムをクルマに繋ぐところはIT屋さんだけでは出来ません。さきほど、融合とおっしゃいましたが、クルマ屋とIT屋さんのコラボレーションが必要です。

**松本**：経済産業省は、IT融合システム開発事業として都市交通、ヘルスケア、農工商連携を重点分野と定めています。自動車業界としてIT融合化のサービスに取り組む動きにはどのようなものがありますか。

**井上**：今、日本が世界で最も進んでいるかもしれないものとしてVICS (Vehicle Information and Communication System) があります。VICSは、路面にセンサーを付けてクルマが渋滞しているかどうかを見えています。同様なシステムはこの他に、トヨタのGAZOO.comや本田技研工業株式会社（以下、ホンダ）のインターナビというシステムがあり、クルマの走行データをビッグデータ的に処理し、GPSと組み合わせるとどのあたりでどのくらい渋滞しているかを見えています。また、ヨーロッパの都市でカーシェアを本格的に行おうという動きがあります。カーシェアをするためには、都市のどこに何台のクルマを置くのがいいか、また、朝、通勤に使ったクルマを戻す人を何人配置したらいいのかというプランを都市工学的な視点で設計することが必要になります。そのためのシミュレーションがヨーロッパの都市で行われています。都市交通は、先進国でも途上国でも非常に大きな問題です。

**松本**：VICSは日本が最も進んでいるとお話していますが、VICSは今後も進化していくのでしょうか。

**井上**：VICSは今、ある時点での渋滞状況はわかりますが、これからどのような渋滞が起きるか予測出来ると、更に渋滞を回避出来るよう



**松本 隆明** (まつもと たかあき)

1978年東京工業大学大学院修士課程修了。同年日本電信電話公社(現NTT)に入社、オペレーティング・システムの研究開発、大規模公共システムへの導入SE、キャリア共通調達仕様の開発・標準化、情報セキュリティ技術の研究開発に従事。2002年に株式会社NTTデータに移り、2003年より技術開発本部本部長。2007年NTTデータ先端技術株式会社常務取締役。2012年7月より独立行政法人情報処理推進機構(IPA)技術本部ソフトウェア・エンジニアリング・センター(SEC)所長。博士(工学)。

になると思います。その点についても今研究している最中です。トヨタが取り組んでいるのは、Twitter の情報を集めて渋滞回避に活かすことです。今の VICS は事故が起きたことはわかるのですが、どのような事故が起きたのかはわかりません。もし、大型トラックがひっくり返ってれば事故処理に長い時間がかかります。そういう事故の内容を知るのに事故現場からの Twitter が役に立つのではないかと考えています。ただ、現実的に使えるのかどうか、研究を進めていこうとしています。

## 既存のデータをマッシュアップすることがキーに

**松本**：クルマは独立した物体になっていますが、ネットワークを介して情報共有の仕組みが出来ると様々なサービスを利用出来るようになりますね。

**井上**：そうですね。今、ビッグデータが話題になっていますが、データの共通化が進むと更に様々なサービスを提供出来るようになるでしょう。データを1つのフォーマットに統一することは困難ですが、フォーマット変換が可能なデータ構造にしたり、データの公開・共有を前提とした技術の Linked Open Data のような形でいろいろなデータが利用出来るようになるといいですね。自分ですべての情報を整えるのは難しいので、既にある情報やデータをいかにマッシュアップ出来るか、ということがこれからのキーになると思います。

**松本**：IPAでも、オープンデータに取り組んでいます。それには、政府が持っているデータをどこでも使えるよう、フォーマットを揃えることが大切で、データを参照するための API (Application Program Interface) を共通にして、いろいろなアプリケーションで使えるようにすれば、様々な用途が開けるのではないかと考えています。

**井上**：東日本大震災のときに、「通れるマップ」をホンダが始めて、トヨタも賛同し、被災地で車が通れるマップ情報を提供しました。みんなが持っているデータをマッシュアップした例ですね。他にもデータのマッシュアップが有効なケースが多くあります。例えば、局地的な豪雨対策が問題になっていますね。アメダスで把握しているのはキロメートル単位ですが、局地的な豪雨の範囲は数十メートルです。アメダスでは把握出来ません。でも、クルマが通ればわかります。では、豪雨を検知するセンサーをクルマに積んだとして、だれがセンサーのコストと通信費を負担するのかという問題が生じます。今流行りの言葉でいうM2M通信の費用をどうするか。民間だけで行うのは難しい。国として考えることが必要でしょう。

**松本**：最初のスタートは国が推し進めることが求められますね。

**井上**：私は、M2M 通信のような新しい形のソーシャルインフ

ラストラクチャは、固定のものより動いているものに付けたほうが良いと考えています。クルマは日本に7,000万台あります。しかも、人間の活動範囲にはだいたいクルマがあります。今まで、センサーは固定したものに付けていましたが、これからはクルマにセンサーを付けておくといいですね。センサーとネットワークの間の通信はリアルタイムに出来ればいいのですが難しいので、DTN (Delay Tolerant Networking) という技術を用いることを考えています。DTN は、ネットワークが繋がらないときはデータを溜めておき、繋がる場所に行ったらデータをはき出す技術です。センサーネットワークはそれでいいのです。

**松本**：センサーのデータはバッチ的に利用すればいいですからね。

**井上**：DTN とクルマに積んだセンサーによって、クルマが走ると自動的に様々なデータが取得出来るようになることが考えられます。それは、クルマが情報の HUB になるということです。今まで HUB は建物内にあって固定的だったのですが、クルマの HUB は動きます。しかも、クルマはバッテリーを搭載しているので、ちょっとしたサーバーなら積んで動かせます。

**松本**：7,000万台もあればほぼ1人に1台に近いわけですね。

**井上**：もう1つ、クルマの利便性があります。救急車や消防車など行政のクルマは自在に走行出来るということです。そういうクルマを社会の HUB として、Mobility HUB として活用すると、従来の通信だけでは出来ないことが社会システムとして実現出来るようになると考えています。

## クルマを情報のHUBとするために求められるのは業界イノベーション

**松本**：クルマは、情報発信のセンサーにもなり、あるいは情報を繋ぎ、情報を保管する役割を果たし、場合によってはサーバーにもなるわけですね。そのときに考えておくべきことは、やはりセキュリティでしょう。また、データをバックアップして二重化しておくことも求められます。ITの世界では既に行っていますが、クルマの世界でそうしたことを行うためには課題があるのではないのでしょうか。

**井上**：クルマを情報の HUB として作りあげることは、既存のシステムからジャンプするので超えなければならないバリアがあります。そのバリアはクルマ屋だけでも、IT屋だけでも超えられない。お互いがアイデアを持ち寄ることで超えられると思います。そうした作り方を私は業界イノベーションと言っています。1つのドメインの中で技術を高めていくことはもちろん重要なことですが、私はドメインを変えていかなければいけないと考えています。Apple が行ってきたことはデザインと徹底したヒューマンインタフェースを追求したことです。デザイン屋さん

ヒューマンインタフェースがよくわかった人とIT屋さんの結び付きも業際だと思っんです。日本で一番大きな産業はクルマとITです。この2つがコラボレーションすべきだと思います。

**松本**：クルマとITのヒューマンマシンインタフェース（HMI、Human Machine Interface）はかなり違うと思いますが、これからのクルマのHMIについてどのようにお考えですか。

**井上**：クルマを運転するときは携帯電話やスマートフォンの操作が出来ません。クルマのHMIの場合、ドライバーが運転に集中しながらいかに情報のインタラクティブ性を保つかが各メーカーの勝負所で、各社、一生懸命取り組んでいます。例えば、フロントウィンドーに現実の風景を映しそこにドライバーをサポートする情報を重畳するオーギュメントドリアリティ（Augmented Reality、拡張現実）がその1つです。そういう技術が今たくさん開発されていて、私は総称して「ながらHMI」と言っています。運転しながら触れるHMIを開発しようということ。IT屋さんは基本的に指と目を使うんです。でも、クルマの場合、指と目は運転にしか使ってはいけません。ドライバーに許されているのは音楽を聴くことです。音を使ってどのようなHMIを実現出来るのかを研究しています。また、ジェスチャーもクルマのHMIに有効ではないかと研究を進めています。

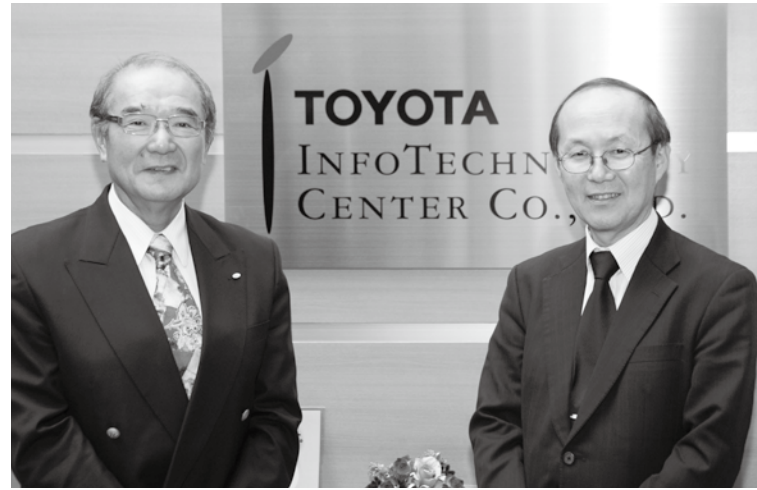
### 3,000ドルカー時代を見据えた 組込みソフトの開発手法とは

**松本**：SECはソフトウェアを高信頼で生産性を高く作ることの出来る開発手法の開発・普及に注力していますが、クルマにとってソフトウェアの役割は更に高まるのではないのでしょうか。

**井上**：そうです。ソフトウェアの役割は高まる一方です。危惧を抱いているのは、現在の組込みソフトウェアの作り方はコスト面で早晚限界に来るといことです。例えば、同じエンジンを納めていただいている会社が複数ある場合、ハードウェアとしてのエンジンの仕様は同じなのですが、エンジンを制御する組込みソフトウェアの中身は基本的に違うのです。今後、途上国では30万円のクルマが登場してくるでしょう。実際、インドのタタが3,000ドルカーを発表しました。日本のメーカーが3,000ドルのクルマを作ろうとしても、今のように各社が組込みソフトウェアをバラバラに作っている状況ではコストダウンが出来ません。

**松本**：しかし、クルマは人命にかかわるものです。出来合いのパッケージソフトウェアを組み合わせたソフトウェアには不安が残ります。その点についてどうお考えですか。

**井上**：絶対に安全だということを保証しなくては行けない核の



部分と、買ってきて組み合わせる部分とに分かれて、APIで繋ぐ形になると考えています。

**松本**：その境界をどこに置くか、線引きが非常に難しいですね。

**井上**：難しいです。日本人は真面目なのでちゃんとやらないと気が済まないところがあります。世界は少し違う。iPhoneがいい例ですが、アメリカは設計は内部ですが、製造はすべて外部に出す。ただし標準化して情報を公開することはしません。一方、ヨーロッパは自分が作れるところは標準化しないけれど、外部に作ってもらうほうが安いものは標準化します。日本は全部自分で作る。そして、自分の強みのところまで標準化してしまうんですね。これからは、核の部分とそうでない部分を整理することが必要です。そのところでSECが大きな役割を担うと思います。

**松本**：SECではISO 26262などの国際規格も踏まえて、安全性の基準を設けて、それに基づいてソフトウェアが安全に作られているか検証して利用者に説明する仕組みを作ろうと検討しています。業界には検証のためにコストが増えるといった意見も一部にはありますが、利用者の安心のためにも少しずつそういう形にシフトしていくべきと考えています。

**井上**：市場がグローバル化する中で、今後、日本企業は先進国に高付加価値の商品を売るのではなく、どのように途上国に売るかということに目を向けなければいけません。そこで大切になってくるのは国の役割です。途上国の場合、資金とスキルを持っている組織はその国の政府なんですね。日本の一企業が政府とビジネスをすることは容易ではありません。そこで日本では企業が連合を組んで途上国に対応することが求められます。

**松本**：我が国の国際競争力を高めることもIPAの1つの役割となっています。ネットワーク化の進展に伴って、クルマも含めたIT融合の社会はますますグローバル化していくものと思われれます。グローバルなマーケットで日本企業の競争力を働かせるために、国のサポートも得ながらSECも大きく貢献していきたいと思っています。本日は、ありがとうございました。

文：小林 秀雄 写真：越 昭三朗

# ソフトウェア組込み型デバイス製品のための機能安全活動の実践とその成果

パナソニック株式会社デバイス社 技術本部 機能安全・DR 推進グループ チームリーダー

安倍 秀二

自動車用の機能安全規格であるISO 26262の発行に伴って実現した機能安全プロセス構築とその実践結果について報告する。規格の要求内容を従来の開発活動に出来るだけ対応付けて割り当てることで作業の追加を避け、従来実施してきた活動の延長として機能安全活動が実施出来るようにした。ここでは、その活動内容とそこから得られた成果等について報告する。

## 1 機能安全規格 ISO 26262 について

ISO 26262 は、2011年11月に発行された自動車用の機能安全規格である（図1）。電気、電子、ソフトウェアから構成された安全関連システムにおける、機能不全の振る舞いによって引き起こされる可能性がある潜在的なハザードを取り扱っている。そのハザードにより、安全関連システムが不安全にならないことの説明責任を果たすための論証を確立することが求められている。ある運転状況でのハザードの潜在リスクをASIL<sup>\*1</sup>を用いて4段階(A～D)にレベル付けし、規格の要求事項を実践することにより、許容されるリスクまで低減する。このレベル付けでは、ASIL Dの方がより安全を求められる。

機能安全規格では安全関連システムが不安全に至る原因を、システムティック故障とランダムハードウェア故障と定義している。前者は主にソフトウェア、ハードウェアの設計ミスであり、安全ライフサイクルで実施される活動内容の詳細な定義と信頼のある設計原則などによって引き起こさないようにすることが求められている。後

者はハードウェア部品の確率的な故障によって引き起こされるものであり、製品の各機能に対して設置した安全機構により、故障を検出して安全状態に移行させ、故障をドライバーに通知することが求められている。前述したようにISO 26262は、自動車を構成している機器が不安定な振る舞いを引き起こさないよう、安全文化を基本にして、安全マネジメント、ソフトウェア・ハードウェアの設計手法、テスト技法、ハードウェアの定量分析活動などの詳細な要求事項を含んでいる。

## 2 機能安全規格への対応と取り組みについて

パナソニック株式会社デバイス社（以下当部門）は、パナソニックグループの中で汎用電子、半導体、自動車用などのデバイス開発、製造、販売を担当している。当部門の開発する自動車用デバイス部品の多くにソフトウェアが搭載されており、自動車のECU<sup>\*2</sup>などに組み込まれている。

### 2.1 機能安全プロセス

当部門は、2002年からパナソニック全社で展開されたソフトウェアプロセス改善活動の一貫として、CMM<sup>\*3</sup>やCMMI<sup>\*4</sup>、Automotive SPICE<sup>\*5</sup>を参照し、ソフトウェア開発プロセスの改善を実践してきた。その結果、2008年にはCMMIレベル3を達成した。今回報告する機能安全規格に対応したプロセス（以下、機能安全プロセス）は、そのソフトウェア開発プロセスがベースになっている。また、ISO 26262はソフトウェアの開発だけではなく、システム、ハードウェアも含めた製品の開発プロセス定義を要求している。また、当部門は、自動車用以外

Part1	用語集
Part2	機能安全の管理
Part3	コンセプトフェーズ
Part4	システムレベルにおける製品開発
Part5	ハードウェアレベルにおける製品開発
Part6	ソフトウェアレベルにおける製品開発
Part7	生産及び運用
Part8	支援プロセス
Part9	ASIL 指向及び安全指向の分析
Part10	ISO 26262：ガイドライン

図1 ISO 26262の概要



のデバイス開発も行っており、すべての製品が機能安全に対応しているわけではない。そのため、機能安全対応の車載開発、一般の車載開発、一般の開発のすべてに対応出来るように、図2に示すような4層のプロセス構造を取っている。これは、すべての開発の元となる“品質マニュアル”及びソフトウェア搭載デバイス開発の開発イベントを規程した“システム製品開発管理規程”である。この規程は、ISO 26262の要求事項である安全ライフサイクルを内装している。

機能安全プロセスはこの規程を参照して構築され、“基

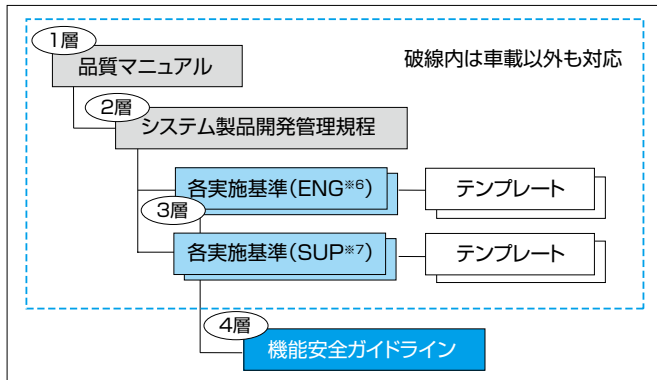


図2 開発に関する4層のプロセス構造(文書構造)

準”と“機能安全ガイドライン”から構成される(図3)。基準は、開発活動、入出力成果物、支援活動を定義したENG系、支援系の20種のプロセスからなる。また、機能安全ガイドライン(14種)はASILが設定された場合に、各プロセスから参照される。図3の各基準、各機能安全ガイドラインの名称に含まれるアルファベットは略式表記を示している。高信頼の製品開発には、厳格なプロセス定義だけでは達成が不十分であり、過去の失敗事例も含む設計ノウハウ、そしてエンジニアが設計ノウハウを確実に設計に織り込んでいることを確認する

脚注

- ※1 ASIL : Automotive Safety Integrity Level, 自動車安全度レベル
- ※2 ECU : Electrical Control Unit, 電子制御ユニット
- ※3 CMM : Capability Maturity Model, 能力成熟度モデル
- ※4 CMMI : Capability Maturity Model Integration, 能力成熟度モデル統合, CMMIは米国での登録商標
- ※5 Automotive SPICE : Automotive Software Process Improvement and Capability Etermination
- ※6 ENG : engineering, エンジニアリング
- ※7 SUP : support, サポート

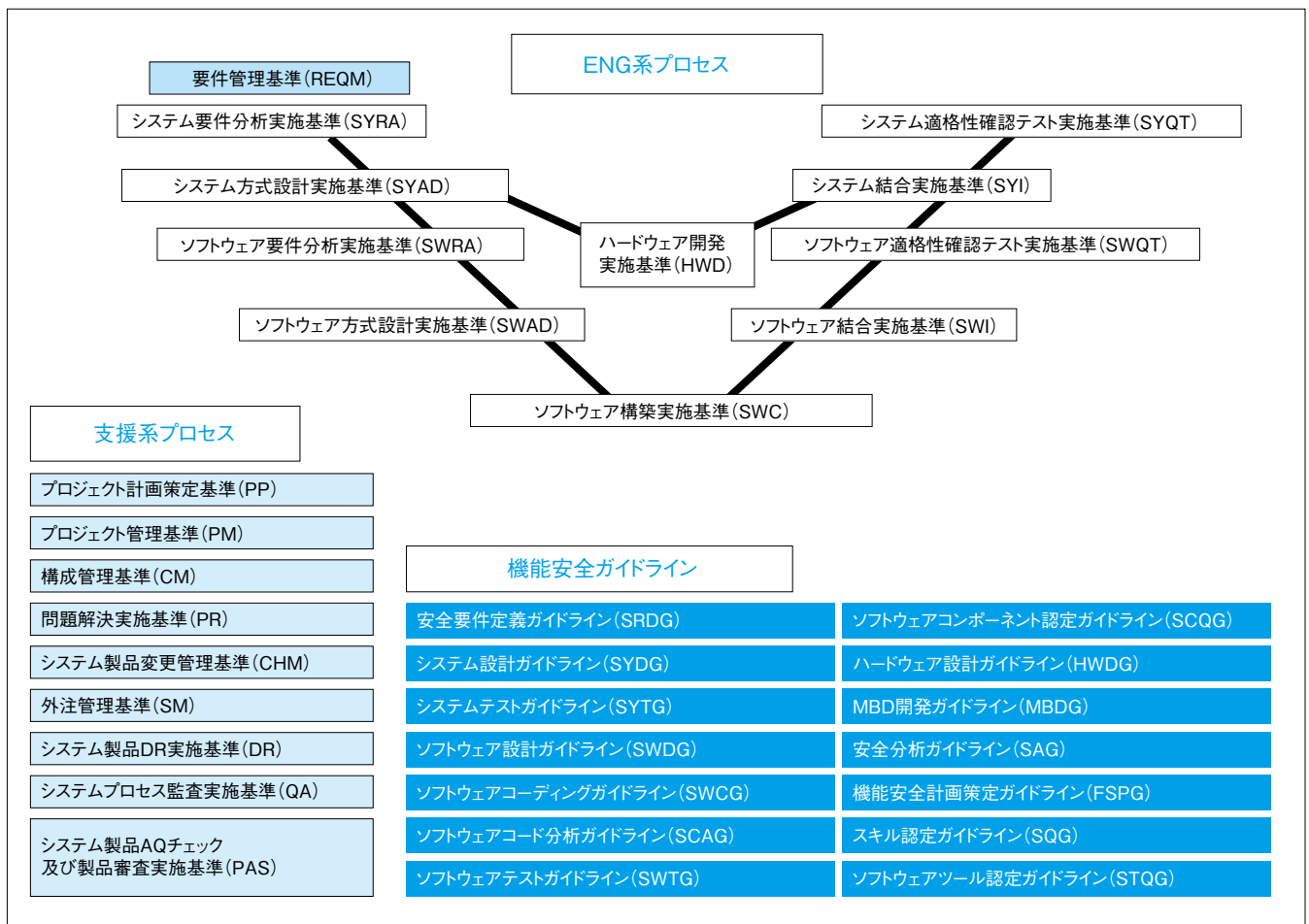


図3 機能安全プロセス体系

チェックリストも含む必要がある。機能安全ガイドラインには、より良い設計技法やテスト方法の解説など、ISO 26262の規格要求事項への対応だけではなく、エンジニアリングの知識も多数含まれ、また、開発者のスキル認定のしくみも含んでいる。

## 2.2 プロセスアプローチの導入

一般的に自動車用の部品は、要求や技術の実現可能性検討のために、開発の上流時点で試作をすることが多い。また、モデルを作成し、シミュレーションで確認することもある。多くの部品が車内ネットワーク機能を持っているため、相互の接続検証を行うこともある。そのため、開発期間中に複数のサンプル出荷を行う。このような開発の状況では、“ウォーターフォール”型のライフサイクルを適用した開発手法は使用することが困難なため、それぞれのサンプル出荷の開発目標や品質目標に合わせた、柔軟な開発が必要となる。これに対応するため、機能安全プロセスは“反復”型での計画作成を可能にしている。本プロセスはプロセスアプローチ<sup>※</sup>を基本にしており、プロセスには、その入力成果物、出力成果物、開始基準、終了基準と共に、作業手順が定義されている。反復計画の単位は“ステージ”と呼ばれ、必要な複数のプロセスを、入出力成果物を考慮して組み合わせ、1～数週間の計画を作成し、そのステージで実施する作業の到達目標とその品質目標を設定する（図4）。

例えば、機能安全活動の中で重要な技術安全コンセプトの検討は、“システム要件分析実施基準（SYRA）”と“システムアーキテクチャ設計実施基準（SYAD）”を組み合わせ、安全目標の侵害に至る故障モードの分析のためにFTA分析を実施して要求を仕様化し、システムに“意図した機能”と“安全機構”を割り当てる。また、上流でサンプルを出荷する場合は、“ソフトウェアアーキテクチャ設計実施基準（SWAD）”、“ソフトウェア構築実施基準（SWC）”を組み合わせ、品質目標に沿った適切な品質レベルのサンプルを作り上げる。開発の中流では、“ソフトウェアアーキテクチャ設計実施基準（SWAD）”、“ソフトウェア構築実施基準（SWC）”及び“ソフトウェア結合実施基準（SWI）”を組み合わせ、ソフトウェアコンポーネントをしっかりと作り込む。“ステージ”は機能単位や担当者ごとに設定することが出来る。それぞれのプロセスの終了基準は、レビューを実施して検出された欠陥を解消することとなっており、上流でしっかりと品質を作り込む必要がある。開発の下流では、“システム結合実施基準（SYI）”及び“システム適格性確認テスト実施基準（SYQT）”を組み合わせ、システムのテストを実施し、しっかりと仕様や設計を確認する。下流で仕様変更がある場合には、設計、テストのプロセスを組み合わせた“ステージ”で対応する。このようにプロセスアプローチは、工程といった時間軸に関係なく、開発や品質目標に合わせた適切なプロセスの組み合わせ

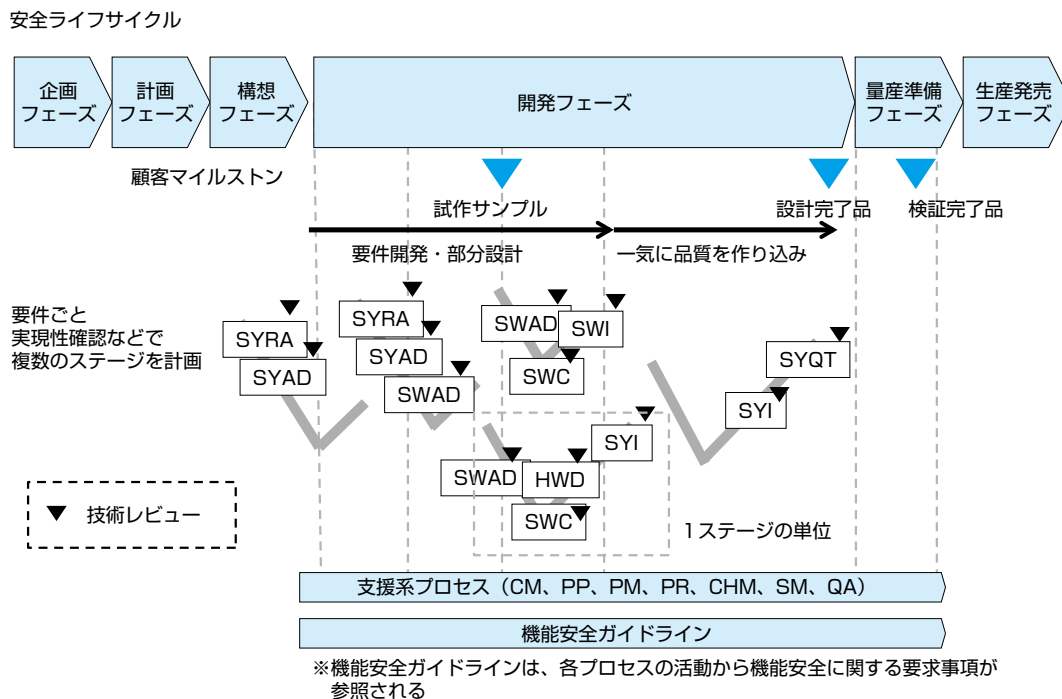


図4 反復計画とステージの例

でいつでも柔軟に対応が出来る。

## 2.3 安全ケース

安全ケースとは、システムが安全であるということを第三者へ客観的に説明するための作業成果物群である。これは以下のような事柄について、客観的に示すことが出来るものでなければならない。

- ・システムティック故障を起こさないような設計・検証の実施とその結果。
- ・ランダムハードウェア故障については、安全目標の侵害に至るハードウェア部品の故障の故障モードの分析を行う。このとき、分析の結果により、それぞれの故障モードに安全機構を設置し、部品の故障を検出し、処置し、通知出来るようになっているか。

安全ケースは、“安全ケース”という成果物を改めて作成するのではなく、各プロセスの出力成果物から構成し、逐次開発の上流から作業成果物を作成するようにしている（図5）。これは安全目標から安全分析により導かれる機能安全コンセプト、及び技術安全コンセプトに基づく各設計書やそれらの検証結果であるレビュー記録やテスト仕様、結果などから構成されている。2.2で述べたプロセスアプローチを使うと、プロセス実施の結果として安全ケースを構成する作業成果物が作成されるので、上流の成果物から一貫した内容にすることが出来る。

それらはトレーサビリティツールにより双方向のひも付けを行うことが可能であり、それにより安全要求がもれなく実装され、検証されていることを一覧で示すことが出来る。

## 2.4 製品の開発ステップと確認方策の組み込み

ISO 26262では、システムが安全であることを確認するために“確認レビュー”、“機能安全監査”、“機能安全アセスメント”からなる“確認方策”の実施が必要となっており、それらの内容を表1に示す。

また、確認方策を実施する人員や組織については、“開発人員とは異なる人物によって実施”、“開発人員とは異なるチームによって実施”、“開発人員とは異なる組織の人物によって実施”という実施者の独立性についての要求事項もある。これらの適用については、成果物及びASILによって異なる。

確認方策については追加の活動とせず、製品開発で既に実施しているイベントや活動に割り当てる方針とし

### 脚注

- ※8 プロセスアプローチ：プロセスアプローチとは、“ISO 9001：2008の序文 0.2プロセスアプローチ”に定義されているように、望まれる成果を生み出すために、プロセスを明確にし、その相互関係を把握し、マネジメントと併せて、一連のプロセスをシステムとして適用することである。

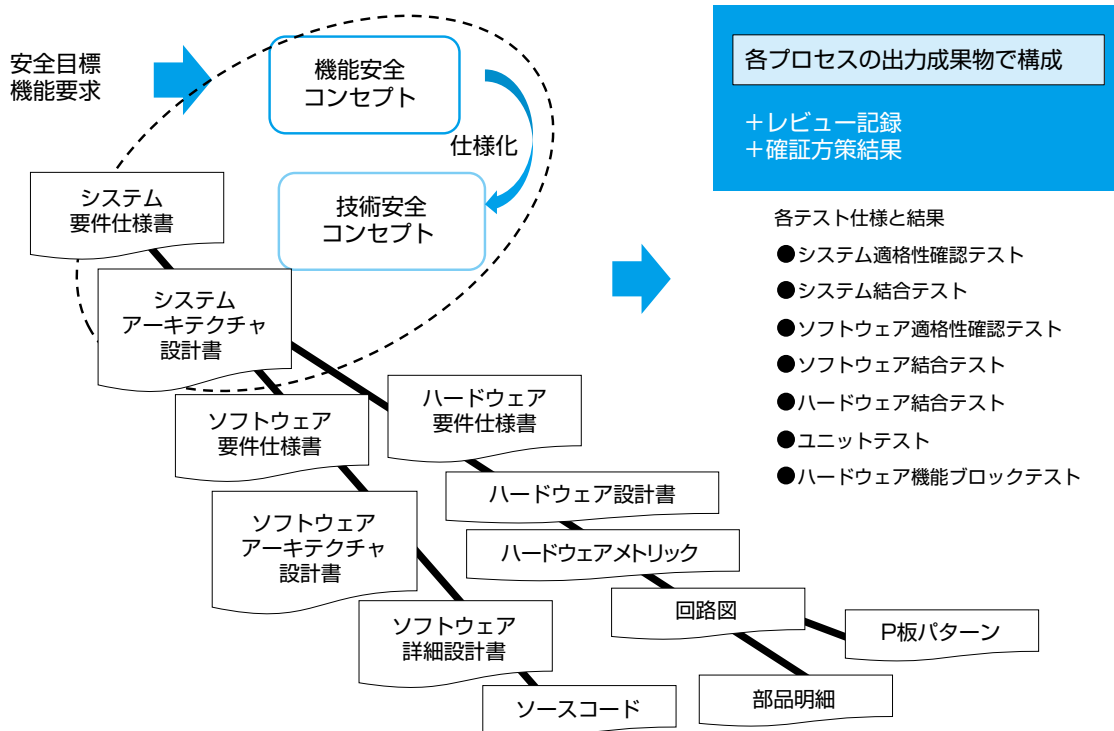


図5 安全ケースとプロセス成果物

表1 確証方策の種類とその内容

確証方策	実施内容	確認成果物
確証レビュー	ISO 26262 の要求内容に対する準拠性	安全ケースを構成する各作業成果物
機能安全監査	組織で定義されたプロジェクトが実施すべき機能安全プロセスに対する準拠性	プロジェクトの作成する作業成果物やプロセスの実施を示す安全計画など
機能安全アセスメント	システムが安全であるかの確認	確証レビューや機能安全監査の結果及びシステムそのもの

(参考 : ISO 26262:2011, Part2)

た (図 6)。すなわち以下の方針である。

- 製品の開発フローで実施を計画している品質イベントや DR イベントに割り当てる。
- 確証レビューについては、マイルストーンごとの DR イベントで実施する成果物の第三者レビューと同時に、規格の要求事項を正しく実装しているかの視点でもレビューをする。併せて、安全メカニズムの適切性や有効性の確認のため、レビューやテストの実施内容の確からしさも確認する。
- 実施は当部門の機能安全規格に精通しているレビュアーが担当する。独立性については、“開発人員とは異なる組織の人物によって実施”を確保する。
- 機能安全監査は、従来からのプロセス監査と同じであるので、当部門の各事業担当部門の品質部門に所属する SQA<sup>\*9</sup> 担当者により実施する。従来のソフトウェアだけではなくシステムやハードウェアの活動も確認する。
- 機能安全プロセスの要求事項や作成する作業成果物、実施の観点をまとめたチェックリストを作成し、SQA 担当者はそれに沿って実施する。
- 機能安全アセスメントは、生産移行前に実施する製品審査活動に割り当てる。機能安全開発における製品の審査として、製品品質視点と安全視点で評価する。ただし、機能安全アセスメントでは次の内容も確認が必要となる。
  - 安全計画によって要求される作業成果物
  - 機能安全のために要求されるプロセス
  - システムの開発中に実装した安全方策の適切性及び有効性レビュー

機能安全アセスメントを生産移行前に実施すると、手戻りも予想されるので、開発の上流から漸次実施することが望ましい。前述したように、DR に連動した確証レビューの実施時に安全機構の適切性や有効性の確認を実

施し、システムが安全であるかどうかを確認するようにしている。機能安全アセスメントでは、確証レビューや機能安全監査の結果についての内容や一貫性を確認することで、一定の目的が達成される。ロバスト性などの観点でのシステムの妥当性確認については、従来より審査活動として実施している。これらの結果を踏まえてシステムの安全を確認し、生産への移行を承認する。

## 2.5 専門組織の設置とトレーニング提供

当部門では機能安全を取り扱う専門組織として、“機能安全・DR 推進グループ” (以下、当グループ) を設置した。当グループの主な責務は、機能安全プロセスの構築・維持管理やトレーニングプログラム (規格を教える“機能安全製品開発コース”と機能安全プロセスを教える“システム製品開発コース”) の提供と実施、機能安全開発のコンサルティング及び確証レビューの実施である。機能安全プロセスの構築については上記で述べてきた通りである。トレーニングは2012年4月から実施し、延べ400人が受講した。また、トレーニングで取得した“知識”を使える“スキル”にするためにOJTによるコンサルティングを実施し、機能安全開発が出来るエンジニアを育成している。

## 3 機能安全活動の実践とその結果

2011年は機能安全プロセスの構築を実施してきたが、何よりも困難であったのは、規格要求の解釈である。現場では、規格の実施の相場観が確立しておらず、何をどの深さまで実施すべきかを迷ったこともあった。解釈については、パナソニック全社の機能安全関連活動に携わるメンバーと議論を繰り返し行い、共に納得することで、有効な成果を得ることが出来た。実活動のコンサルティングでは、まさに手探りの活動ではあったが、機能安全の活動の形がおおよそ見えてきた。主な活動は下記の通りである。

- 安全分析と技術安全コンセプト形成
- 故障率の計算と各指標の算出
- 安全プロセスの実施
- 確証方策の実施
- ソフトウェアツールの適格性確認 など

また、機能安全活動の実施を通じた成果と活動に関する感想を、次に列挙する。

- ソフトウェア技術者は、CMMI、Automotive SPICE を参照して作成したプロセスに沿って仕事を進めるこ

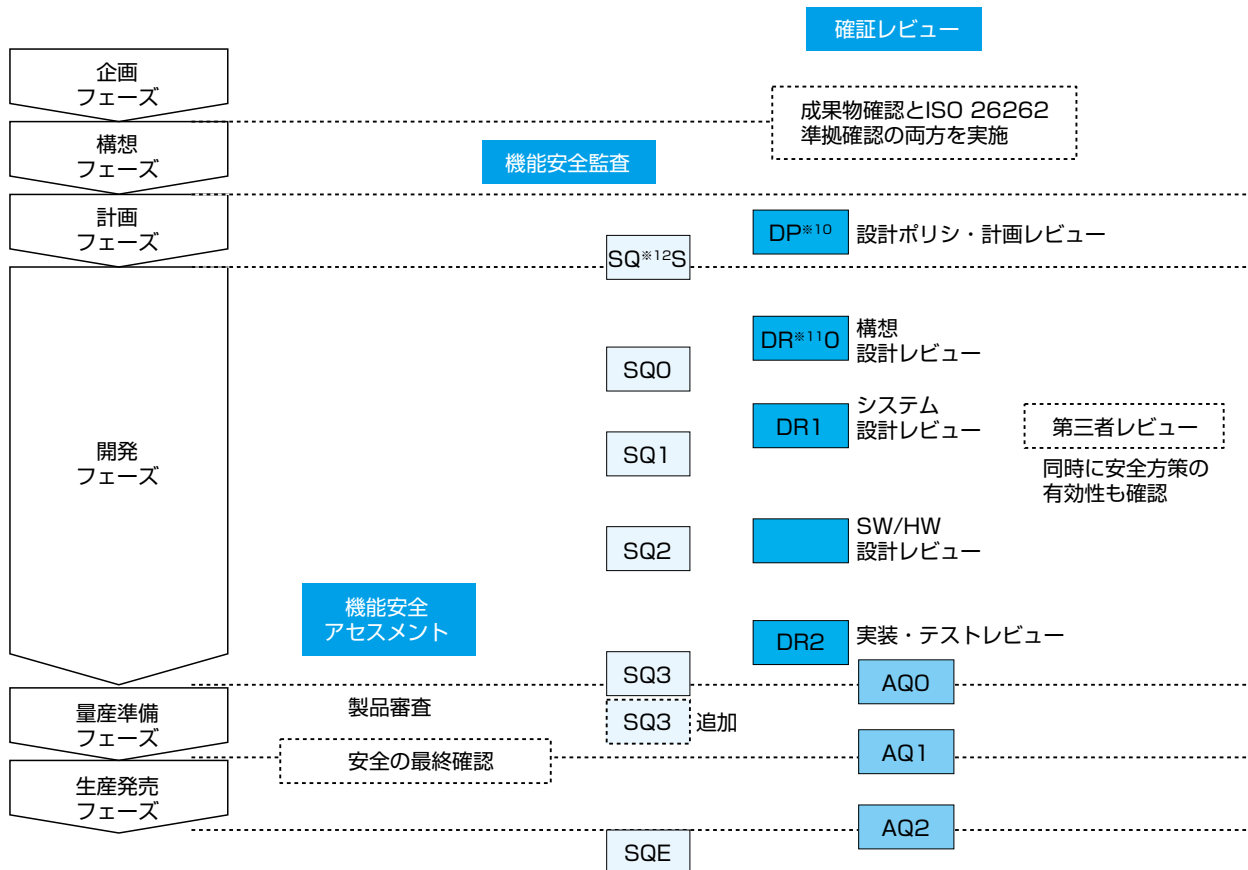


図6 安全を確保するための検証方策の実施タイミング

とにある程度慣れていたので、作業をスムーズに実施出来た。

- ハードウェア技術者の安全分析や安全方策については、フェールセーフ開発にて設計・実装されている。設計書や設計根拠は明示されているものの、多くの文書がエンジニアの視点で具体的に記載されており、それを第三者である非エンジニアへ客観的かつ抽象的に説明することが難しかった。
- システムについては派生開発も多く、物理的に安全関連・非安全関連の部分が混在して実装されている。これらの説明を抽象的に受けたために、論理的に分離することに苦労した。エンジニアは安全方策の実装を当たり前のように意識しているため、コンサルティング時のインタビューで情報や意図を引き出し、“意図した機能”と“安全機構”を分離して説明出来るようにした。それによって、安全分析結果を関連付けた技術安全コンセプトを形成出来た。
- 故障率データベース (IEC 62380 など) を用いた故障率計算やハードウェアアーキテクチャ指標の算出については、テンプレートを作成することで、実施内容の

平準化が出来た。

## 4 おわりに

これまで構築してきた機能安全プロセスを活用し、実開発を通じて、徐々に機能安全活動の形が出来つつある。トレーニングについては、コンサルティング活動で得た機能安全の実開発のノウハウをもとに、“規格を教える”から“現場で使えるスキルを身に付けることが出来る”へと内容を改善する予定である。また、専門組織メンバーも現場と共に学び、その実施結果を元にして機能安全対応プロセスを改善していく。これらの活動によって獲得したノウハウについては広く全社に展開し、機能安全開発活動の高位平準化を目指していきたい。

### 脚注

- ※9 SQA : System Quality Assurance, システム品質保証
- ※10 DP : Design Policy, 設計ポリシー
- ※11 DR : Design Review, 設計レビュー
- ※12 SQ : System Quality Audit, システム品質プロセス監査

# プロジェクトコミュニケーション管理 プロセスの適用評価

山本 佳和<sup>†</sup>, 舟守 淳<sup>††</sup>, 山本 修一郎<sup>†††</sup>

プロジェクトで発生する問題の多くはコミュニケーションによるものであるが、コミュニケーションそのものを管理する手法は存在しない。そこで、本論文では、組織コミュニケーションモデルに基づくプロジェクトコミュニケーション管理プロセスを提案するとともに、複数組織への適用結果について述べる。

## An Evaluation of Communication Management Process for Software Projects

Yoshikazu Yamamoto<sup>†</sup>, Jun Funamori<sup>††</sup>, and Shuichiro Yamamoto<sup>†††</sup>

Although many problems of software projects come from communication problems, we have no practical methodology for communication management. We propose a communication management process for software projects based on MIGE (Mediation, Internal, Goal, External) model as organizational communication model. It is also evaluated for the cases of some projects of software development companies.

### 1 はじめに

プロジェクトで何か問題が発生して、その原因を調査すると多くの場合、コミュニケーションに問題の原因があったということになる。プロジェクトで問題が発生しないことなどないのだから、原因としての多くのコミュニケーション問題が発生しなければ、プロジェクトの多くの問題も発生しないはずである。従って定常的にプロジェクトコミュニケーションの状況のモニタリングと適切な対処がマネジメントでは必要になる。

では、なぜ、これほど重要なコミュニケーションの問題に正面から取り組むための方法がないのか？本稿では、このようなプロジェクトコミュニケーション問題に取り組むために、まずプロジェクトにおけるコミュニケーションを管理するプロセスと、組織での実施例を報告する。

### 2 プロジェクトコミュニケーションの課題

プロジェクトを実施する場合、そのプロジェクトの関係者の特定と、その関係者との間で交わされるべき情報の特定は重要である。適切な関係者との間で、適切な情報が交換され、その関係者が意図通りの行動を取っていけば、プロジェクトは問題なく終了するはずである。このため、プロジェクトを成功に導くためには、そのプロジェクト組織内のコミュニケーション能力 (Organizational Communication Capability, OCC) を最大限に高めることが重要であるともいえる。

では、組織内でのコミュニケーションの実態はどうだろう。エヌ・ティ・ティ レゾナント株式会社と株式会社三菱総合研究所が「企業内コミュニケーションの実態」として調査結果を報告している\*1。この調査によれば、回答者の半数以上は、「組織内でコミュニケーションが

† 株式会社デンソークリエイティブ プロジェクトセンター

†† 株式会社オージス総研 組込みソリューション第一部

††† 名古屋大学 情報連携統括本部 情報戦略室

取れている」と回答している。しかし、「情報共有が不足している」との回答も8割に上る。この「コミュニケーションは取れているが、情報は共有出来ていない」という結果はどのように捉えるべきだろうか。この点がプロジェクト内でのコミュニケーションの課題だと言える。つまり、「コミュニケーションとは何か」が明確に定義出来ていないため、定量的に状況を把握することも出来ない。従って、継続的な監視も出来ない。すなわち、プロジェクトコミュニケーションを管理することが出来ないのである。

### 3 プロジェクトコミュニケーション管理プロセスの提案

本論文では、プロジェクト内でのコミュニケーションを管理するために、次の(1)～(4)からなるプロセスを提案する(図1)。

- (1) コミュニケーションの識別
- (2) コミュニケーション状況の可視化
- (3) コミュニケーション問題への対策
- (4) コミュニケーションの継続的監視

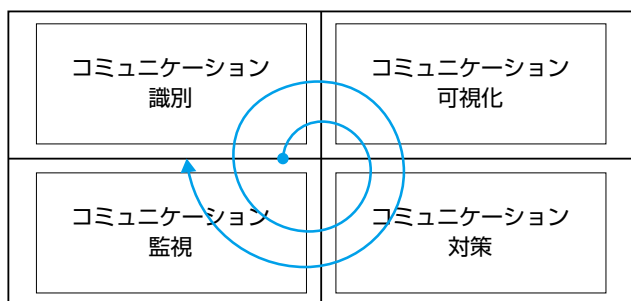


図1 コミュニケーション管理プロセス

以下では各活動について説明する。

#### 3.1 コミュニケーションの識別

管理するためには、まずは管理対象を識別する必要がある。今回提案する管理プロセスでは、MIGE コミュニケーションモデル [山本 2010-1] [山本 2010-2] [山本 2011-1] を用いて、コミュニケーションを識別する。

コミュニケーションの視点には大きく2つの軸がある。まずコミュニケーション以外に目的のある目的合理的「Goal コミュニケーション」と、コミュニケーション

すること自体を目的とする相互行為的「Mediation コミュニケーション」という軸である。もう1つは、個人の内的な「Internal コミュニケーション」と、個人と外部との社会的な「External コミュニケーション」という軸である。この2つの軸によってコミュニケーションを次の4種類のモードに分類し、これらのコミュニケーションモードが相互接続しながら継続するプロセスとしてコミュニケーションを捉えるのが「MIGE コミュニケーションモデル」である。

- ① 社会的で目的を持つときコミュニケーションを「協働コミュニケーション」モードであるという。
- ② 社会的であるが目的のないコミュニケーションを「状況コミュニケーション」モードであるという。
- ③ 個人的で目的のあるコミュニケーションを「自律コミュニケーション」モードであるという。
- ④ 個人的で目的のないコミュニケーションを「内省コミュニケーション」モードであるという。

図2にMIGE コミュニケーションモデルを示す。

コミュニケーションは動的な活動であるから、上述した4つのコミュニケーションモードが、それぞれのモード間で遷移すると考えるのは自然である。従って、先行コミュニケーションモードが、協働、自律、内省、状況のときに、後続コミュニケーションモードが、協働、自律、内省、状況の4つあることから、全部で16通りのモー

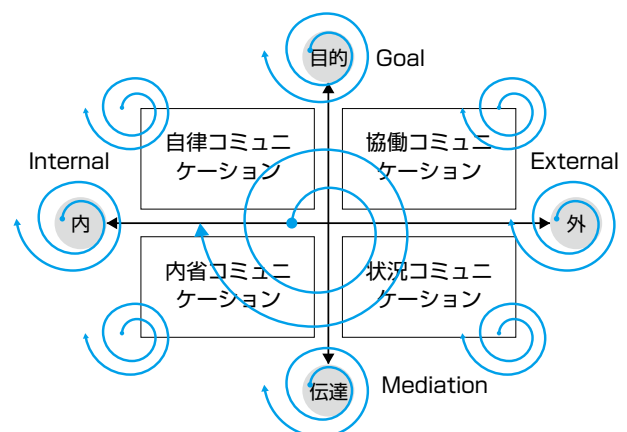


図2 MIGEコミュニケーションモデル

**脚注**

※1 企業内コミュニケーションの実態,  
<http://research.goo.ne.jp/database/data/000354/>

ド遷移があることになる(表1)。このコミュニケーションのモード遷移モデルを図3に示す。

### 3.2 コミュニケーションの可視化

MIGE コミュニケーションモデルによって、プロジェクト内に存在する4つのコミュニケーションモードの存在が明らかになった。これら4つのモード間を遷移する

表1 モード遷移の定義

モード	遷移	定義
協働	協働反復	協働モードを繰り返す遷移である。個人が組織と、調整、知識、資源についてのコミュニケーションを継続する。
	展開	協働モードから自律モードへの遷移。組織目標を個人目標に展開するコミュニケーションである。
	受容	協働モードから内省モードへの遷移。組織目標を個人が受容するコミュニケーションである。
	公開	協働モードから状況モードへの遷移。組織目標を個人に公開するコミュニケーションである。
自律	達成	自律モードから協働モードへの遷移。個人目標によって組織目標を達成するコミュニケーションである。
	自律反復	自律モードを繰り返す遷移。個人が自己実現、自己啓発、自己選択するコミュニケーションである。
	振り返り	自律モードから内省モードへの遷移。個人目標を振り返るコミュニケーションである。
	申告	自律モードから状況モードへの遷移。個人目標に対する状況を申告するコミュニケーションである。
内省	創造	内省モードから協働モードへの遷移。個人的な考察から組織目標を創造するコミュニケーションである。
	気づき	内省モードから自律モードへの遷移。個人的な考察から個人目標への気づきを生むコミュニケーションである。
	内省反復	内省モードを繰り返す遷移。個人が反省、記録、自問するコミュニケーションである。
	説明	内省モードから状況モードへの遷移。個人的な考察を組織に説明するコミュニケーションである。
状況	抽出	状況モードから協働モードへの遷移。個人と組織の状況から組織目標を抽出するコミュニケーションである。
	識別	状況モードから自律モードへの遷移。個人と組織の状況から個人目標を識別するコミュニケーションである。
	理解	状況モードから内省モードへの遷移。個人と組織の状況を個人が理解するコミュニケーションである。
	状況反復	状況モードを繰り返す遷移。個人が組織に報告、連絡、相談するコミュニケーションが継続する。

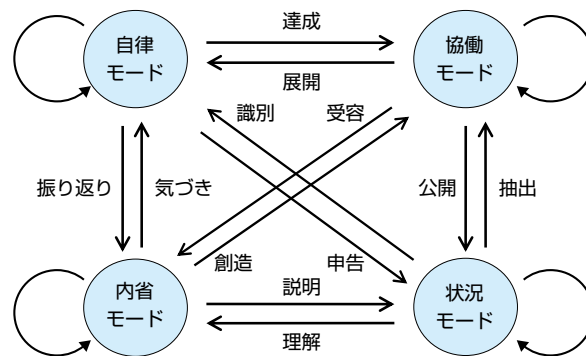


図3 コミュニケーションのモード遷移モデル

ための活動がプロジェクト内のコミュニケーション活動である。つまり、プロジェクトでのこれら個々のモード遷移活動の傾向がプロジェクトのコミュニケーション活動の実態となる。

コミュニケーションモードを可視化する手段として、個人にアンケート調査する方法がある [山本 2010-1]。モード遷移活動ごとに質問を用意しておき、その質問に対して、5段階で評価する。

これらアンケートの回答結果を、12項目のモード遷移活動の活動度合を示した値に変換する。この値を集計して、図4に示すようなレーダーチャートに表現することでコミュニケーション状況を可視化出来る。

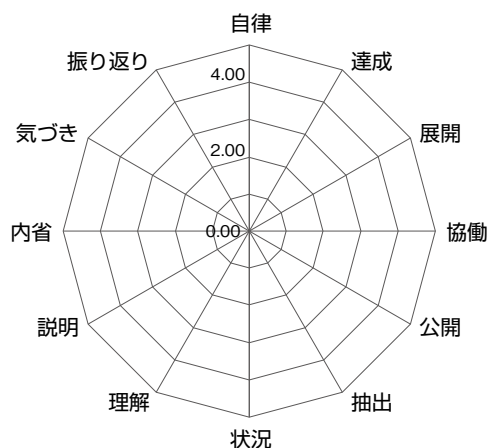


図4 コミュニケーション指数チャート

### 3.3 コミュニケーションの対策

コミュニケーション指数チャートで可視化した情報は、分析単位としては個人とプロジェクトに分類出来る。プロジェクトのコミュニケーション指数値は、そのプロジェクトを構成する個人の指数の平均値を採用する。更に対策の優先度や重み付けの検討には、シミュレーショ



ン [舟守 2012] が利用出来る。

チャートの分析と対策の立案を行う際のポイントを以下に挙げる。

#### ● コミュニケーション指数のバランスに着目する

バランスが悪くなっている場合、プロジェクトコミュニケーション活動として、コミュニケーションが成立する方向には向いていないため、周囲の低い指数の活動をいかに高めるかを考えると良い。

#### ● コミュニケーション指数の高い部分に着目する

指数の高い活動は、個人またはプロジェクトが重要視している、もしくは積極的になっている活動である。活動時間に制約がある以上、これらの活動を循環していると考えられる。このため、指数の高い、上位の活動を抽出して並べてみるにより、通常の個人またはプロジェクトの活動傾向が見えてくる。この活動傾向によるデメリットに着目することで、慣習による視点の硬直化をいかに防止するか考えると良い。

#### ● 内省コミュニケーション指数の高さに着目する

組織としての成長を考えた場合、個人の能力をいかに向上させるかが大きな課題である。個人が考えて活動し、結果を残すことが個人の成長、ひいては組織の成長につながる。このため、個人の内省コミュニケーションの指数の度合いに組織の最重要課題が存在すると考えられる。そのため、内省コミュニケーションを高める活動が何よりも重視されるべきである。

### 3.4 コミュニケーションの監視

継続的な可視化と、その分析活動例を表 2 に示す。この分析結果から、プロジェクトコミュニケーションを監視することで、改善活動の効果測定や状況変化による新たな課題の発見が可能となる。

表2 継続的監視のための分析活動例

着目点		分析活動例
個人	形状の偏り	改善活動の評価
	形状の偏り比較	他者 / プロジェクトとのトレンド比較
プロジェクト	形状の偏り	改善活動の評価
	形状の偏り比較	プロジェクトごとのトレンド比較
	指数分布	成熟度変化の評価

## 4 適用事例

実際の組織に対してプロジェクトコミュニケーションの管理プロセスを適用した。

コミュニケーション問題の識別からコミュニケーションの継続監視までの一連の実施例を示す。

### 4.1 対象組織

対象とした組織では、32 名がチームに分かれ、ソフトウェア開発を行っていた（年代構成は、20 代が 16 名、30 代が 16 名）。この組織は、開発プロセスを組織的に定義し、運用していた。また、開発チームとしての目標も明確に定義されており、各チームが目標達成に向けて計画的に開発を行っていた。

### 4.2 問題状況

この組織では、以下のような外部環境の問題と組織の問題を抱えていた。

#### (1) 外部環境の問題

- 機能要求が頻発する傾向にあった
- 予算の制約強化があった
- 開発対象の打ち切りと他機能開発への切り替えがあった

#### (2) 組織の問題

- 個人の認識違いによる作業の後戻りが多発し、慢性的な残業体質になっていた
- 目指すべきゴールは理解していても、個人が何をすべきかが見出せず、自信を失うメンバーが多数いた

これらの問題が顕在化するたびに、「個人の認識違い」の原因として、「コミュニケーションの問題」が報告されていた。

このため、この組織に対して、組織コミュニケーション指数アンケートを適用し、組織コミュニケーションの指数分布を調査した。

### 4.3 プロジェクトコミュニケーション管理プロセスの適用

#### 4.3.1 コミュニケーションの可視化

適用対象の組織に対して、コミュニケーション状況を

可視化した。その結果を図5に示す。

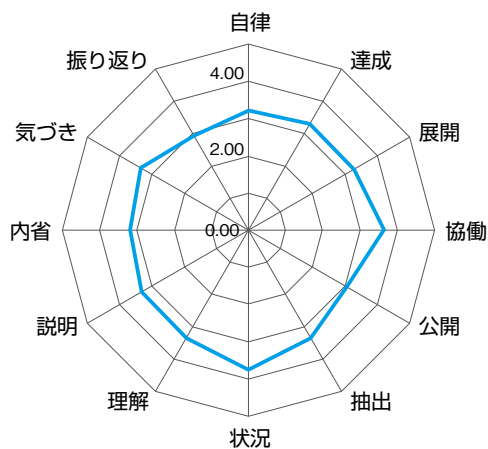


図5 コミュニケーション指数チャート  
(コミュニケーション指数=39.64)

#### 4.3.2 コミュニケーションの対策

プロジェクトとしてのコミュニケーション指数は比較的高く、コミュニケーション活動が活発に行われている。また、全体的に丸みをおびた形状となっており、バランスがとれたコミュニケーション活動が行われている。

「協働」,「状況」コミュニケーションが高くなっていることから、常に現状を把握することと、問題に対して調整を図る協働コミュニケーション活動が意識されていることがわかる。大規模なソフトウェアを共同開発しているプロジェクトの特徴が出ているといえる。

一方で、「内省」コミュニケーションが低いことから、個人個人の振り返りや、反省といった行動がないまま、状況にあわせて、プロジェクト内の調整活動を進めていく傾向が見える。

つまり、個人が目先の活動に振り回され、冷静に状況を理解し、反省しきれていない可能性をうかがわせる。これでは、プロジェクトとして、将来的な不安が残る。個人は、自分自身の活動を振り返り、反省することによって、問題領域を整理、抽象化し、より多くの問題・課題に対処する能力を身につけていくと考えられる。

このため、この「内省」が低いままでは、個々の能力の向上を妨げてしまうことになる。これは、ひいては組織コミュニケーション能力の低下を招く恐れがある。

そこで、このプロジェクトでは、以下の対策を行った。

- 毎日の開発活動の振り返り会を朝会として実施
- 定期的な個人面談の実施

なお、実施にあたっては、プロジェクトマネージャ層にプロジェクトコミュニケーション調査結果を展開し、上記活動が「内省」コミュニケーションを促す必要があるため、以下の点に留意するように伝えた。

- 基本的には聞く側に徹すること
- 各個人が理解しやすいように、状況の確認は事実として見えるものを利用すること
- 各個人の発言内容に不足する観点がある場合は、その観点を各個人が考えられるような質問を投げかけること

#### 4.3.3 コミュニケーションの監視

4.3.2で示した活動を行い、半年後に再び同じプロジェクトでコミュニケーション状況を可視化した結果を図6に示す。

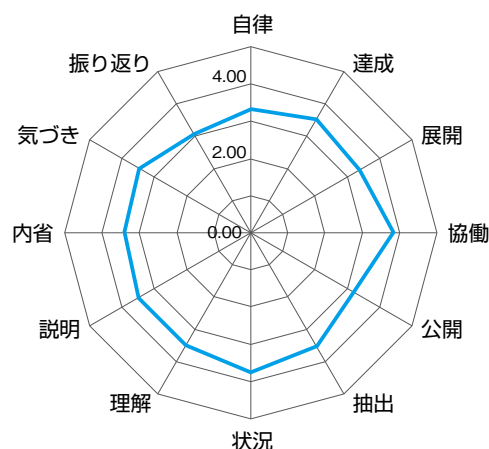


図6 コミュニケーション指数チャート  
(コミュニケーション指数=41.34)

コミュニケーション指数は、39.64から41.34となり、コミュニケーション活動が高くなっている様子がわかる。目標としていた「内省」コミュニケーション指数に向上が見られ、同時に「達成」コミュニケーション指数も向上している。この状況から、個人が内省によって、自らの行動を反省し、プロジェクトの活動のために生かす行動が以前より活発になっている様子が伺える。

実際の開発現場の声として管理層に聞き取り調査を

行ったところ、「個人の認識違い」による後戻りは、かなり減った印象を受けていた。実際、残業時間を調査したところでは、かなり減少傾向が見られた。また、開発メンバーに対する聞き取り調査でも、「一度考えを整理してから行動することで、ミスが減ったと感じる」という声が聞かれた。今後は、これらを数値的に表し、コミュニケーション指数との相関性を見ていきたい。また、向上している指数は個人の自省活動に起因するコミュニケーションのみである。これでは、個人が疲弊していくことにもなりかねない。このため、今後は、プロジェクトの状況を「公開」し、そこから問題を「抽出」して組織的に問題に取り組めるような取り組みもしていく必要がある。

## 5 考察

今回のプロジェクトコミュニケーション管理プロセスで用いたコミュニケーション可視化手法は、アンケートによる主観評価である。したがって、アンケート記入時には、個々の評価者はなんらかの基準を想定して相対的に評価するはずである。基準としては以下のものが考えられる。

- 自分の理想像との相対評価
- プロジェクト内メンバーとの相対評価
- 他の質問項目との相対評価

つまり、結果を分析する際にはチャートのバランスから判断すべきである。ただし、チャート形状がとてもバランスの良い、きれいな円となっている場合は、プロジェクト内でのスキル差が大きいと考えられる。この場合、円が大きいほど、その評価者は現状に満足しており、逆に円が小さいほど、理想が高すぎる傾向にあると考えられる。

また、主観評価の結果であるチャートの形状は評価者の意思表示でもある。突出して高い結果や低い結果は、個人もしくはプロジェクトに対する課題を意図していると捉えることが出来る。

一方、十分に成熟した組織では、長年の経験により、メンバーのメンタルモデルの同質化が起り、明示的なコミュニケーションを取らなくても意思疎通が可能とな

る場合がある。いわゆる、以心伝心、阿吽の呼吸と言われる状態であり、昔ながらの職人の世界でとくに発生しがちである。業務が特定のドメインで、かつ他のドメインから独立に存在価値を保てる組織においては、最適化された状態であると考えられる。このような組織においては、チャートは必ずしも指数が高くなく、バランスが良くなるとも限らない。

しかし、今日の多くの組織において、独立にドメインの存在価値を保つことは不可能であり、人材の流動性の観点からも、専門特化した職人だけの組織を望むことは出来ない。もちろん、専門特化した職人の存在を否定するものではなく、組織の中には職人の理解者、通訳者となるメンバーが少なからず存在するはずである。そうでなければ、組織として機能することは難しいと思われる。逆に言えば、組織としてうまく機能しているのに、プロジェクトコミュニケーション指数のバランスが悪い場合などは、プロジェクトのキーパーソンが評価対象から漏れているということも考えられる。

## 6 関連研究

### 6.1 ソフトウェア開発の可視化

Storey らは、可視化の目的、可視化対象情報、表示形式、操作の観点に基づいて、ソフトウェア開発活動の可視化フレームワークを提案することにより、ソフトウェア開発活動を可視化するツールを比較評価している [MARGARET2005]。

ソフトウェア開発で利用される電子メールを分析してソフトウェアの開発状況を可視化する方法が研究されている [大蔵 2010]。

### 6.2 コミュニケーションの可視化

Spinuzzi らは断片的な生産物を分類して相互関係をネットワークによってモデル化する GEM (Genre Ecology Model) を提案している [CLAY2000] [CLAY2002]。Hart-Davidson らによるコミュニケーションパターンの質的研究 [WILLIAM2006] [MARK2007] [MARK2008] では、GEM と CEM (Communicative Event Model) を用いて非定型的なコミュニケーションを可視化する手法を提案している。CEM では、執筆活動を認知プロセスビュウ、生産物ビュウ、管理ビュウに分類してイベント関係でモデル化して

いる。Hart-Davidson らは、技術コミュニケーションの可視化では、①データ駆動、②明示的で柔軟な分類、③対話性、④どこでも使える移動性、⑤タイムリー性、⑥パーソナライズ性が重要になるとしている。

### 6.3 組織コミュニケーション

組織コミュニケーションを定量的に可視化する手法としてビジネス顕微鏡が提案されている [辻 2011]。ビジネス顕微鏡では、組織における対面コミュニケーションデータをセンサネットワークシステムで収集しておき、収集データと管理者の認識の差に着目することで、コミュニケーション問題の解決を図る。この手法では、だれとだれがいつどこでどれくらい対面コミュニケーションしたかを記録しておき、それを可視化することで部門内や部門間でのコミュニケーション量を分析出来る。しかし、内面的なコミュニケーションやコミュニケーションの目的などについてはセンサでは記録出来ない。

また、組織コミュニケーションのプロセスについて、組織内コミュニケーションの振る舞いとしての権力やコミュニケーション能力 (Competence) の概念が研究されている [FREDRIC2001]。

### 6.4 コミュニケーション指数

コミュニケーション指数 (Communication Quotient, CQ) については、組織的指数と個人的指数の2つがある。組織的指数では、理解、頻度、行動傾向から指標を定義している [CQ]。個人的指数では、個人のコミュニケーション特性を、①充実性、②会話性、③交流性、④幸福性、⑤表出性、⑥共感性、⑦尊重性、⑧融和性、⑨開示性、⑩創造性、⑪自律性、⑫感受性という12項目で計測する [MJNAVI]。

しかし、いずれも本稿で提案したような開発プロジェクトにおけるコミュニケーションの相互作用に基づくコミュニケーション指数ではない。

## 7 まとめと今後の課題

今回、プロジェクトコミュニケーション管理プロセスの適用により、定常的な組織コミュニケーション状況のモニタリングが可能であることを確認した。

今後は、本適用結果に基づくコミュニケーションの改

善活動を発展させるとともに、継続的な評価を実施し、チャート間についての分析も進めていく予定である。

さらに、様々な組織や個人への適用結果を収集することにより、組織コミュニケーションに対する傾向と対策のパターン化も進める予定である。

#### 参考文献

- [CLAY2000] Clay Spinuzzi, Mark Zachry, Genre Ecologies : An Open-System Approach to Understanding and Constructing Documentation How three heuristic documentation tools emerge from genre ecologies.,24, pp.169-181, 2000
- [CLAY2002] Clay Spinuzzi : Modeling genre ecologies, SIGDOC '02: Proceedings of the 20th annual international conference on Computer documentation, 2002
- [CQ] Enterprise Collaborative Quotient, <http://blog.prabasiva.com/2008/07/23/enterprise-collab>
- [FREDRIC2001] Fredric, M., Jabblin and Linda, L., Putnam : The New Handbook of Organizational Communication, advances in Theory, Research, and Methods, Sage publications Inc., 2001
- [MARGARET2005] Margaret-Anne D. Storey Davor C\_ ubranic Daniel M. German : On the use of visualization to support awareness of human activities in software development: a survey and a framework, Proceedings of the ACM symposium on Software visualization, pp.193-216, 2005
- [MARK2007] Mark Zachry, Clay Spinuzzi and William Hart-Davidson : Visual Documentation of Knowledge Work: An Examination of Competing Approaches, SIGDOC' 07, pp.120-126, 2007
- [MARK2008] Mark Zachry, William Hart-Davidson, Clay Spinuzzi : Advances in understanding knowledge work: an experience report, SIGDOC '08: Proceedings of the 26th annual ACM international conference on Design of communication, 2008
- [MJNAVI] MJNAVI, communication quotient, <http://www.mjnavi.net/cq/cq.html>
- [WILLIAM2006] William Hart-Davidson, Clay Spinuzzi, Mark Zachry : Visualizing writing activity as knowledge work: challenges & opportunities SIGDOC '06: Proceedings of the 24th annual ACM international conference on Design of communication, 2006
- [大蔵 2010] 大蔵君治, 川口真司, 飯田元 : E メールアーカイブのクラスタリングによる開発コンテキストの可視化, SEC journal, Vol.6, No.3, pp.134-143, 2010
- [辻 2011] 辻聡美, 佐藤信夫, 紅山史子, 森脇紀彦, 矢野和男 : ビジネス顕微鏡による組織コミュニケーション改革の定量的評価, 電子情報通信学会 技術研究報告, vol.111, no.308, SWIM2011-28, pp.59-64, 2011
- [舟守 2012] 舟守淳, 山本佳和, 山本修一郎 : 組織コミュニケーション状態のシミュレーション手法, 知識流通ネットワーク研究会, 2012, <http://www4.atpages.jp/sigksn/conf11/SIG-KSN-011-02.pdf>
- [山本 2010-1] 山本修一郎 : CMC で変わる組織コミュニケーション 企業内 SNS の実践から学ぶ, NTT 出版, 2010
- [山本 2010-2] 山本修一郎 : CMC が拓く知識流通ネットワーク, 人工知能学会誌 25 巻 5 号, pp.715-725, 2010
- [山本 2011-1] 山本修一郎, 山本佳和 : ソフトウェア開発プロジェクトにおけるコミュニケーションの類型化による可視化, 知識流通ネットワーク研究会, 2011, <http://www4.atpages.jp/sigksn/conf08/SIG-KSN-008-03.pdf>
- [山本 2011-2] 山本修一郎, 鳥海不二夫, 岡田尚 : 企業内 SNS による知識創造プロセス, 知識流通ネットワーク研究会, 2011, <http://www4.atpages.jp/sigksn/conf08/SIG-KSN-008-01.pdf>

# 共通フレーム2013概説

SECエンタプライズ系プロジェクト

研究員

室谷 隆

共通フレームとは、システム、ソフトウェアの構想から開発、運用、保守、廃棄に至るまでのライフサイクルを通じて、必要な作業項目や役割を包括的に規定した共通の枠組みである。国際規格であるISO/IEC 12207 (JIS X 0160)をベースにし、実施すべきプロセスを規定したものであり、開発方法論に依存しないものである。すなわちウォーターフォール型、スパイラル型、プロトタイプ型、アジャイル系などすべての開発方法論に共通して使えるものとなっている。2009年にSEC BOOKS「共通フレーム2007(第2版)」を発行したが、今般ISO/IEC 12207 (JIS X 0160)の改訂に伴い、「共通フレーム2007」も「共通フレーム2013」として改訂し発行したので概要を説明する。

## 1 はじめに

共通フレームは1994年に、日本において、ソフトウェア開発に関係する人々（利害関係者）が同じ言葉で話すことで、お互いの認識のズレがなくなるようにする目的で作成された [共通フレーム 2007]。とくに、二者間契約時のお互いの役割や分担を明確にしたことが特筆すべきで、画期的なものであった。このソフトウェアを中心としたシステムの取引に関する共通フレーム（共通フレーム 94）はソフトウェア・ライフサイクル・プロセス（SLCP<sup>\*1</sup>）の国際規格であるISO/IEC 12207に先駆け発表されたものであった。

ISO/IEC 12207は1995年に発行され、翌年にJIS規格がJIS X 0160:1996として発行された。このJIS X 0160:1996をベースとして国際規格準拠にしたものが共通フレーム 98である。共通フレーム 98では国際規格には無いシステム、ソフトウェア開発の前段階のプロセスと、システムの利用者側が実施しなければならないプロセスを追加したことが特徴であった。

国際規格はその後2002年に追補1、2004年に追補2が発行され、1995年版に対して内容の追加と修正が図られた。大きな追加点は、プロセスアセスメントの国際規格であるISO/IEC 15504 (JIS X 0145)に対してプロセス参照モデルを与えるため、各プロセスに目的と成果を追加したことである。JIS規格は、2007年に国際規格の追補1と追補2をまとめて追補1として発行された。

共通フレーム 2007は、JIS規格の追補1をベースにして、SEC BOOKS「経営者が参画する要求品質の確保」で訴求した「超上流」の考えを取り入れ、更に運用プロセスや、利用者側のプロセスの強化を図って2007年に発行したものである。

その後、共通フレーム 2007で追加しきれなかった保守プロセスの解説やV&V<sup>\*2</sup>の考えを追加して2009年に第2版を発行した。

## 2 共通フレームの特徴

共通フレームは開発プロセスの規定であるが、そのプロセスは国際規格で次のように定義されている。

プロセス：インプットをアウトプットに変換する相互に関連する又は相互に作用する一連の活動 (JIS Q 9000:2006)

簡単な言葉で表すと、処理する、加工するということになる。開発工程や開発フェーズではないことに留意されたい。共通フレームはこのプロセスを、役割の観点からまとめているものである。例えば、

開発者の活動：開発プロセス

運用者の活動：運用プロセス

となる。

### 脚注

- ※1 SLCP: Software Life Cycle Process, ソフトウェアの開発から、開発された製品の運用や保守に至るまでの一連の作業の過程。
- ※2 V&V: Verification & Validation, 検証と妥当性確認

そして、何をするか（What to do）を決めているが、どのようにするか（How to do）は決めていない。どのようにするかは、プロセスを導入する組織やプロジェクトの大きさ、仕事の内容などの特性によって決めるものであり、画一的ではない。

工業製品を造る企業は、製品（プロダクト）の品質確保はプロセスの品質からとの認識から、QC活動などを通じ、品質を向上させて大成功を収めた。ソフトウェア開発にもこのプロセスの導入と改善活動が必要である。

共通フレームには以下の10の特徴がある。このうちの2) から10) まではISO/IEC 12207 (JIS X 0160) の特徴でもある。

- 1) 超上流の重視
- 2) モジュール性の採用
- 3) 責任の明確化
- 4) 責任範囲の明確化
- 5) 工程、時間からの独立性
- 6) 開発モデル、技法、ツールからの独立性
- 7) ソフトウェアを中心としたシステム関連作業までを包含
- 8) システム・ライフサイクル・プロセスとの整合性
- 9) 文書の種類、書式を規定しない
- 10) テーラリング（修整）の採用

この特徴の中でとくに重要なのは10) である。プロセスは開発工程や開発フェーズではないことを前述したが、実際の組織やプロジェクトにとって使えるようにすることがテーラリングである。テーラーとは洋服の仕立て屋のことである。つまり、組織やプロジェクトの実態に合わせ、アクティビティやタスクを配置することで工程やフェーズに仕立てるのである。

共通フレームは、このようにテーラリングして使用することではじめて利用可能になるのである。

### 3 | 国際規格の変更点

共通フレーム 2013 は国際規格の最新版ISO/IEC 12207:2008 (JIS X 0160:2012) をベースとして開発してきたため旧規格と比べ、どこが変更されているかを述べる。新しいJIS X 0160のブロック図を図1に示す。

図1を見て分かるように、旧版では主ライフサイクルプロセスと呼ばれていた合意プロセス、開発プロセス、運用プロセス、保守プロセス及び支援ライフサイクルプロセス群の内容に変わりはない。旧版の組織に関するライフサイクルプロセスが大幅に強化された形になっている。

組織に関するライフサイクルプロセスは、組織のプロジェクトイネープリングプロセスとプロジェクトプロセスの2つに分割され、強化された。1つ目の組織のプロ

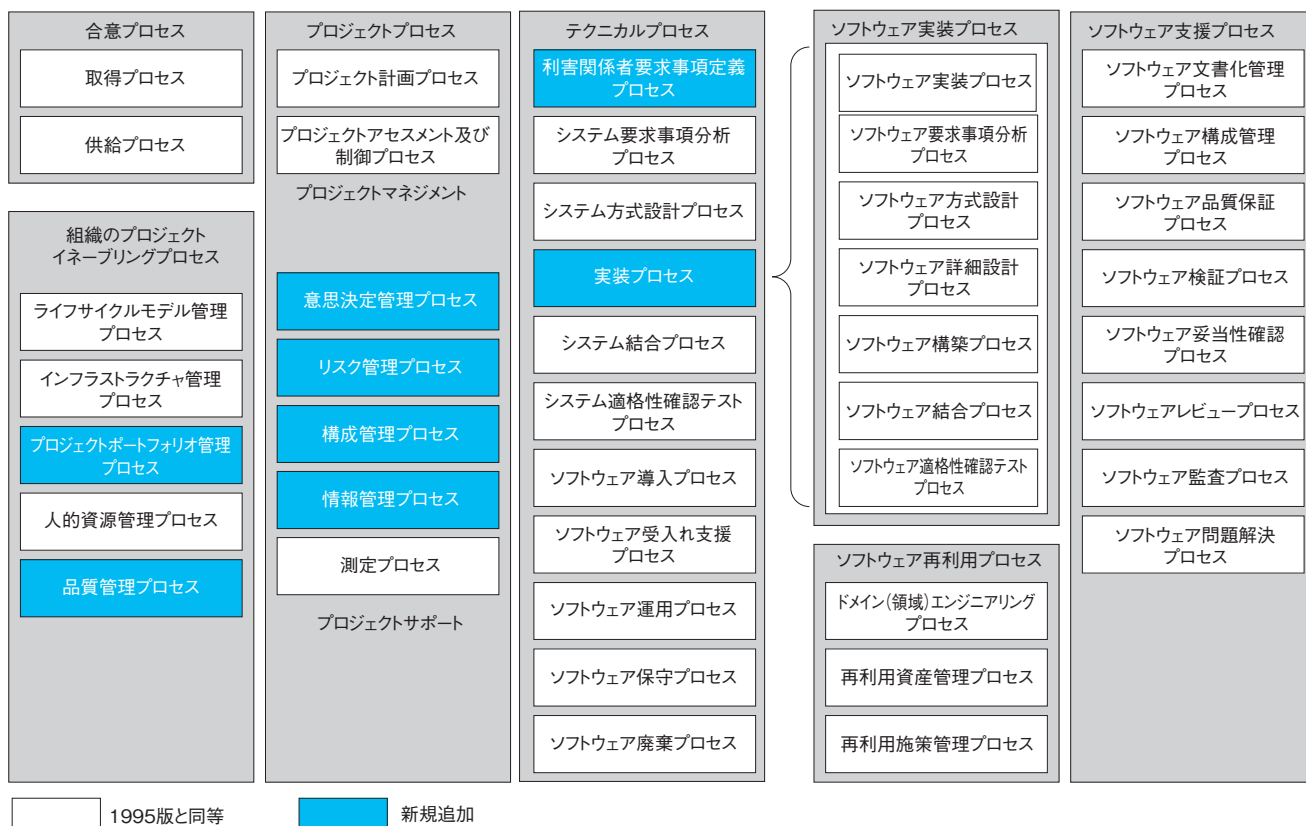


図1 JIS X 0160:2012のブロック図

プロジェクトイネープリングプロセスは、組織としてプロジェクトを支援するプロセス群である。つまりプロジェクトを円滑に運営するために必要なインフラを作り上げ、提供するプロセス群となっている。

またプロジェクトプロセスはプロジェクト運営に必要な管理や支援のプロセス群である。プロジェクト管理そのもの（プロジェクトの計画と実行の評価、及びコントロール）と、プロジェクト管理に必要な意思決定プロセスやリスク管理プロセス、測定プロセスなどのサポートプロセスから成り立っている。

更にもう一つのSLCPであるシステム・ライフサイクル・プロセス(ISO/IEC 15288:2008 (JIS X 0170:2013))と整合を取ったテクニカルプロセスが設けられ、システム視点のプロセスがまとめられている。

テクニカルプロセスには旧版にはなかったビジネス(業務)の要件定義である利害関係者要求事項定義が設けられ、業務要件が明確になったところで、業務を実現可能とするためのシステム要件、ソフトウェア要件を導き出すことが明確にされた。

ISO/IEC 12207:2008 (JIS X 0160:2012) で定義されている組織のプロジェクトイネープリング、プロジェクト、テクニカル、そして合意プロセスの構造はISO/IEC 15288:2008 (JIS X 0170:2013) と同一である(ただし、記述内容はISO/IEC 15288の方が抽象度は高い)。ISO/IEC 12207の定義はソフトウェア開発に特化したものとなっている。

## 4 | 共通フレーム 2013

共通フレーム 2013はISO/IEC 12207:2008 (JIS X 0160:2012) とISO/IEC 15288:2008 (JIS X 0170:2013) が同一構造を取っている点を考慮し、ソフトウェアとシステム2つのライフサイクルプロセスを融合化する方向で検討を進めてきた(ただし、システム開発よりは、ソフトウェア開発に重点を置いている)。その共通フレーム 2013の体系図を図2に示す。

共通フレーム 2013の体系(プロセスのくくり)は母体としているJIS X 0160:2012(図1)とは変えている。これは前バージョンである共通フレーム 2007のくくりを踏襲し見やすくするためと、支援プロセスをソフトウェア開発(実装)だけでなく、システム開発にも利用出来るようにしたためである。更に単に新しいJISをベースにするだけでなく、産業界へもっと貢献していこうとの思いがあり、次のような点を強化したからである。

その強化点を説明する。

### ・企画プロセス、要件定義プロセス

要件定義プロセスは、JIS X 0160:2012の利害関係者要求事項定義プロセスを拡張し強化した。また、企画プロセスと要件定義プロセスは2010年に国際規格として制定されたISO/IEC/IEEE 29148 (Requirements Engineering)を取り入れた。

### ・合意・契約の変更管理プロセス

もともとこのプロセスは日本から提案して国際規格になったものである。このため、英語を翻訳したJIS版の内容ではなく、オリジナルの日本語版を使用した。

### ・システム開発プロセス

JIS規格であるJIS X 0160:2012にはシステム開発プロセスというくくりはない。今回、ソフトウェアとハードウェアの統合がシステムであるとの認識に基づき、ソフトウェア開発(実装)とシステム開発を明確に分離した。かつシステム開発プロセスのサブプロセスとして不足していたシステム導入プロセスとシステム受入れ支援プロセスを新設した。

### ・ハードウェア実装プロセス

システムはソフトウェアとハードウェアの統合との認識であると前述した。規格では実装のプロセスとしてソフトウェア実装プロセスは存在するが、ハードウェア実装プロセスは存在しない。ソフトウェアとハードウェアは併行して開発され、システムとして統合されることを明確にするためハードウェア実装プロセスを設けた。ただしこのプロセスはプロセスとしての枠だけであり詳細は定義していない。

### ・運用プロセス、サービスマネジメントプロセス

運用プロセスは、共通フレーム 2007にて利用者側で行わなければならない作業を盛り込み、大幅強化したプロセスであるが、今回更にITマネジメントサービスの国際規格であるISO/IEC 20000 (JIS Q 20000)を導入している企業が、システム開発と関連付け出来るよう、サービスマネジメントプロセスを新設し、運用プロセスとの位置付けを明確にし、ISO/IEC 20000 (JIS Q 20000)への参照を可能にした。

### ・ユーザビリティプロセスビュー

共通フレーム 2007ではプロセスとして定義されていたユーザビリティプロセスをユーザビリティプロセスビューに変更した。これは国際規格の定義が変更になったためである。国際規格では既存のプロセス、アクティビティを使って新しいプロセスを作り上げるのが定義

された。この作り上げたプロセスをプロセスビューと言  
い、旧版で存在したユーザビリティプロセスをプロセス  
ビューの一例として位置づけた。しかしながらユーザビ  
リティは重要な概念であるため、国際規格のように一例  
とせず、共通フレーム 2013 では規格として位置づけた。

#### ・知識管理プロセス

知識管理プロセスはもともと人的資源管理プロセスの  
中のアクティビティであったが、重要な部分であるとの  
認識から独立したプロセスとして新設した。

#### ・「システム監査」プロセス

「システム監査」プロセスは日本で追加したプロセス  
であるが、支援プロセスの監査プロセスがソフトウェア  
だけでなく、システムの監査も行うことになると2つの  
監査プロセスの位置付けがあいまいになる。このため日  
本のシステム管理基準に基づいた監査を実施するプロセ  
スとして明確にするため「」を付けた名称とした。また  
内容を大幅に見直し、システム開発、ソフトウェア実装  
(開発)のプロセスが変更になっても監査の対象が明確  
になるようにした。

## 5 | おわりに

共通フレーム 2013 はソフトウェア・ライフサイクル・  
プロセス (ISO/IEC 12207 (JIS X 0160)) をベースに  
しつつ、システム開発まで領域を広げたものである。次  
期の改訂として、ソフトウェア開発にシステム開発の視  
点を持たせ体系として更に強化、拡張を図り、システム・  
ライフサイクル・プロセス (ISO/IEC 15288 (JIS X  
0170)) を融合するようなものになりたいと思っている。

また、国際規格制定の場合 (ISO/IEC/JTC1/SC7/  
WG7) では2つの国際規格を統合する計画で動いている。  
システム・ライフサイクル・プロセスは 2016 年に、ソ  
フトウェア・ライフサイクル・プロセスはその翌年に発  
行予定である。この次期バージョンの国際規格をベース  
とした共通フレームの構築も控えている。

#### 参考文献

[共通フレーム 2007] IPA/SEC : 共通フレーム 2007 ~ 経営者、業務部  
門が参画するシステム開発および取引のために ~ 第 2 版、オーム社、  
2009

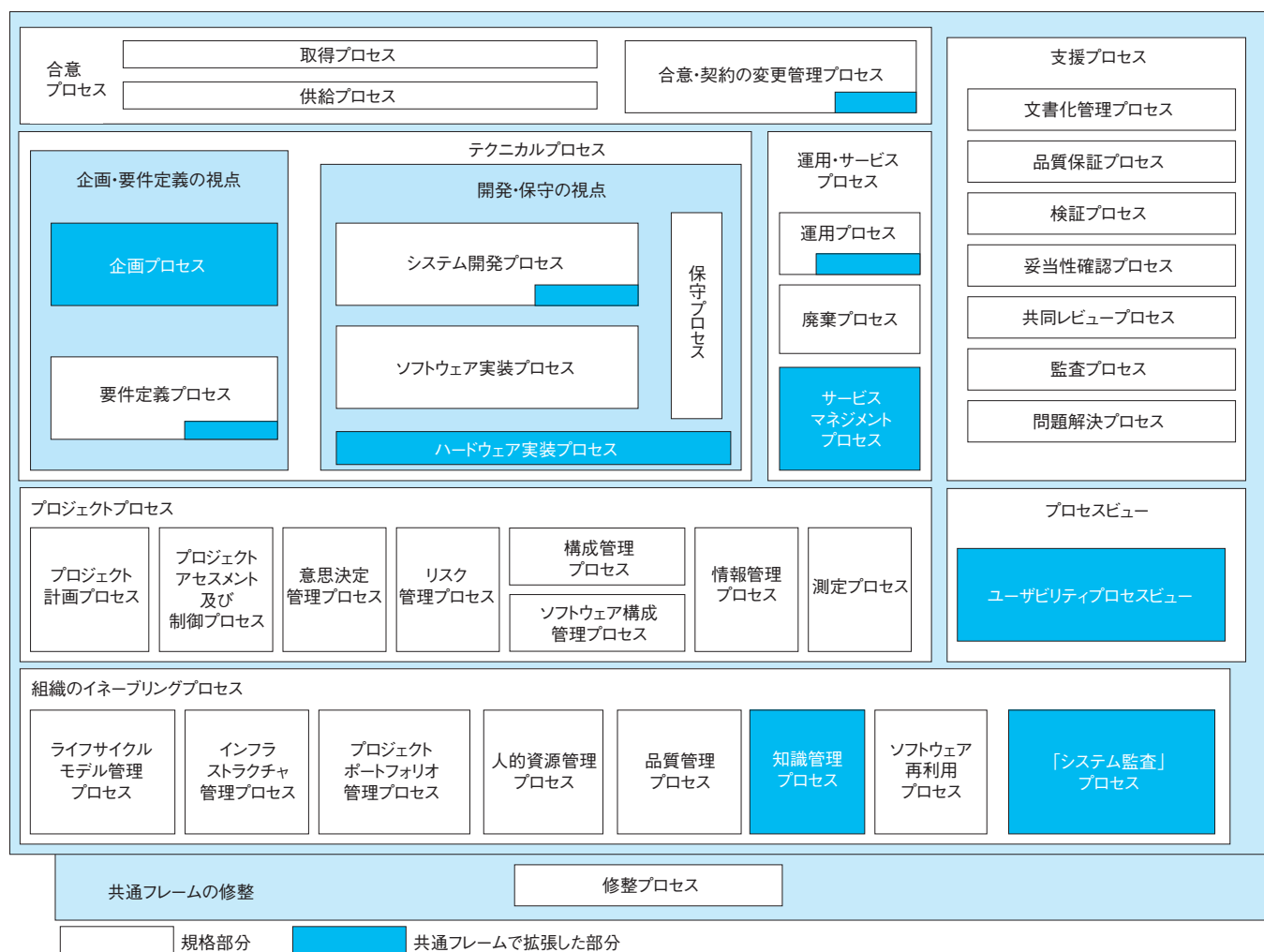


図2 共通フレーム2013体系図



# コンシューマ・デバイスを対象とした ディペンダビリティ保証への取り組み

SEC 統合系プロジェクト  
研究員

内田 功志

SEC 統合系プロジェクト  
研究員

室 修治

自動車産業における機能安全規格であるISO 26262が2011年に正式発行され、自動車関連業界の対応が本格化している。IPA/SECではシステムの信頼性や安全性を確保するための取り組みを行ってきたが、一連の機能安全規格の中から消費者向け用途のシステムを対象として、自動車にとどまらない日本のシステム産業全体にとって有益なディペンダビリティ保証とはどうあるべきかを、自動車の機能安全規格ISO 26262を参考として検討を開始した。

## 1 はじめに

機能安全の規格には、製品分野を特定しないIEC 61508、原子力（IEC 61513）や鉄道（IEC 62278、62279）といった一般消費者向けではないシステムを対象とする規格から制定されてきている。今回の検討を開始するに当たってはISO 26262を除き既存の規格が対象としていない分野、また日本の産業にとって重要である一般消費者向けのシステムを対象とし、その製品群を“コンシューマ・デバイス”と呼ぶこととした（以前IPAで使用していた呼称“消費者機械”は、“コンシューマ・デバイス”に変更した）。なおISO 26262が対象とする自動車や、今後出てくるであろう家庭用のサービスロボットなどもコンシューマ・デバイスに含まれるものとしている。

コンシューマ・デバイスは表1に示すように、産業機

表1 コンシューマ・デバイスと産業機械の違い

	産業機械	コンシューマ・デバイス
生産数	少	多
利用者	専門家	一般消費者
要求コスト	(高)	低
メンテナンス	設置現場	ユーザ、サービスステーション
環境	限定的	多様

械とは異なり、技術者の手を離れて多様な環境で多くのユーザに利用される。そこで、専門家が対象で数的にも限りのある産業機械とは考慮すべき条件が異なる場合も多く、また達成すべき信頼性や安全性にも特別の考慮が必要と考えられる。しかしながら安全性に関する標準化の取り組みは前述のように産業機械や工業プラントに対するものが先行しており、コンシューマ・デバイスの安全性に対する標準化の取り組みは遅れている状況である。

典型的なコンシューマ・デバイスである自動車は高い安全性と信頼性が求められると同時に、動力方式の変更や環境面への対応が必要となる。また新しい社会システムとの連携などへの対応も求められるようになり、自動車の制御システムは急速に複雑化している。自動車のエンジン制御だけでも、筒内空気量推定、燃料噴射制御、点火時期制御、エンジントルク制御、排気ガスエミッション低減、異常診断などのシステムが複雑に絡み合っている。それぞれのシステムが多様な要求で独自に成長していくので、世代を越えて製品の信頼性を保証し続けることは容易ではない。更に、自動車は単体としての機能や効率向上を図ることは当然として、交通、配送、エネルギー供給、情報システムなどと連携して付加価値を創造する時代になっており、自動車の制御システムは一層複雑化が進展することが予想される。このようなシステムの複雑化、大規模化の傾向は、多くのコンシューマ・デバイスにも当てはまる状況となっている。

また社会全体も交通、配送、エネルギー供給、情報システム等々が絡み合っって複雑なネットワークを構成する、いわゆる社会システムとも呼べるようなものになってきている。このような、異種なシステムが組み合わされたシステムにおいて個々のシステムを世代を越えて管理しなければならないことは、今日の社会システムや製品開発に共通の課題である。コンシューマ・デバイスはそのような複雑なシステムを構成する要素でもあり、些細な不具合が波及して、重大な社会問題を引き起こす可能性を排除することは出来ない。すなわち、コンシュー

マ・デバイスの安全性、信頼性、セキュリティーを含めたディペンダビリティ\*1を保証する枠組みを構築することが、今日の重要な課題となっている。

## 2 | ISO 26262 を分析しディペンダブルなコンシューマ・デバイスの実現に向けたポイントを抽出

コンシューマ・デバイスの標準化を検討するに当たり、まず先行する機能安全規格であるISO 26262を分析した。ISO 26262に限らず、このような規格は人によって解釈が異なることも多く、また概念の定義にとどまり、規格を実現するための具体的な実施方法まで規定されていないことが一般的である。そのため、ISO 26262の分析ではUML\*2におけるクラス図を利用してメタモデルという形で表現し、検討に当たるメンバー間で共通の理解を得られるようにした。またISO 26262における安全についての概念を整理するため、Part1からPart3までを分析の対象とした。

ISO 26262のPart3では主にハザード分析\*3に関する考え方やセーフティケース\*4の記述に関する考え方、セーフティメカニズム\*5の必要性、変更に関するイン

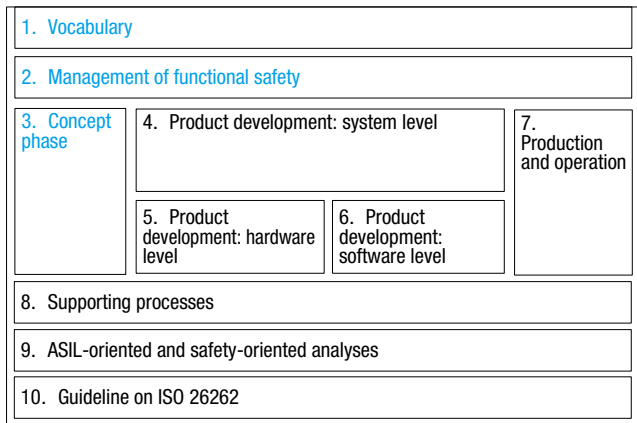


図1 ISO 26262の構成とメタモデル作成範囲

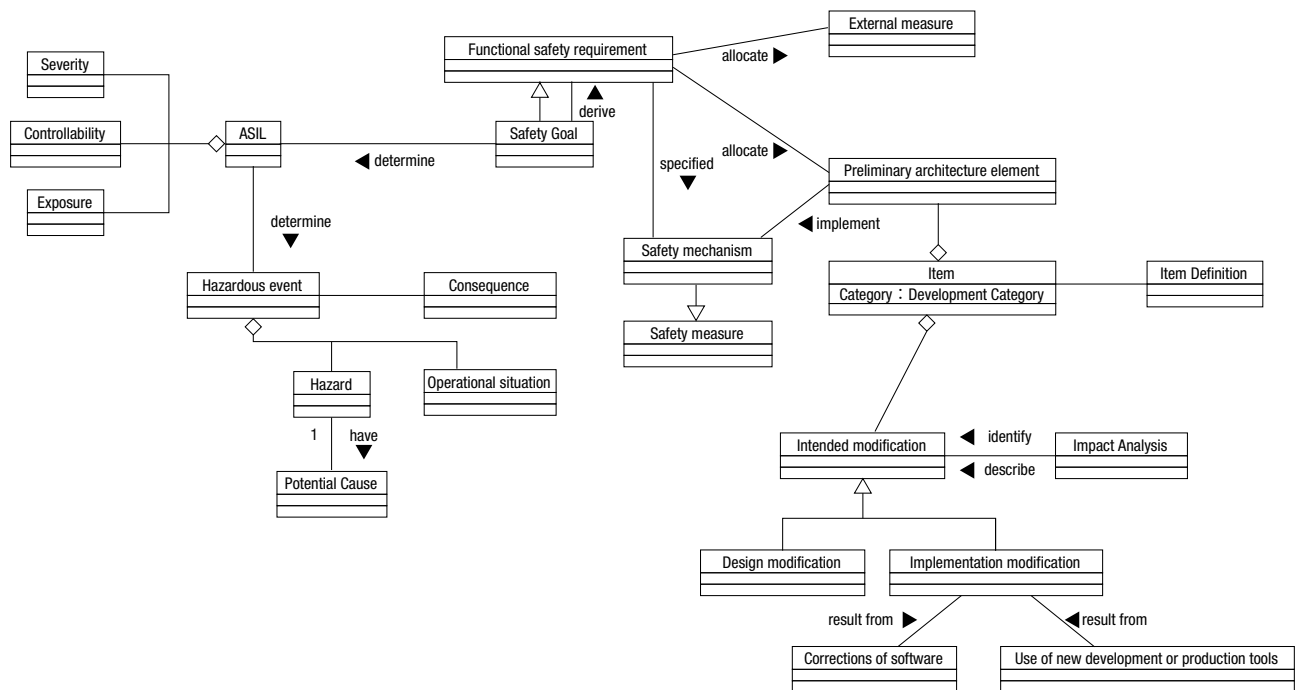


図2 ISO 26262 Part3のメタモデル

表2 コンシューマ・デバイスとISO 26262の比較

コンシューマ・デバイス	ISO 26262
ディペンダビリティ分析	安全分析
ディペンダビリティゴール <sup>*7</sup>	安全ゴール

パクト分析<sup>\*6</sup>、さらには Proven in Use（使用実績による証明）に関する取り扱いなど、内容が盛り沢山である。とくにセーフティケースを使用して、安全であることを明確にすることは、ISO 26262 では必須要件項目になっている。

コンシューマ・デバイスに関する現在までの検討結果では、対象モデルの記述においてはセーフティケースからディペンダビリティケース<sup>\*8</sup>へと変更することを考えている。これはコンシューマ・デバイスやそれらが複合したシステムの特性を考慮し、単に安全であるだけでなく可用性や信頼性、保全性などといったまさにコンシューマ・デバイスに求められる要素についても配慮すべきとの考えからである。

日本の製造業の視点から見ても、およそ考え得るほとんどの種類のコンシューマ・デバイスが開発されてきている。規格とはなっていないくても、国内の企業は多くの知見、技術を有しており、コンシューマ・デバイスの標準化が行われた場合でも、諸外国と比べて優位性の確保が期待出来る。

またハザード分析やリスク分析については、その具体的な実施方法としてディペンダビリティケースに基づく記述も必要となる。

ディペンダビリティケースに関しては、日本発のディペンダビリティケースである D-Case (JST<sup>\*9</sup>のDEOS<sup>\*10</sup>のプロジェクトで開発) を使用して記述することを検討している。

この技術は今後システムを開発する際に必須になると考えられているものであり、検討の結果 D-Case を推奨することとした。

Part4 以降の具体的な開発段階に対する規格の検討ポイントとして、前述のディペンダビリティケースの具体的な利用方法をはじめ、ディペンダビリティゴールへのインパクト分析の方法、離散系と連続系が混在するモデルの記述方法、V&V<sup>\*11</sup>手法など、日本の開発現場で実

施されている技術を盛り込むことが挙げられている。また、長く日本型の製品開発において高品質を支えてきたイタレーティブ<sup>\*12</sup> 開発手法のエッセンスを適切に反映することも挙げられている。

### 3 | IPA/SEC での標準化提案の状況及び今後の方針

IPA/SEC ではコンシューマ・デバイスを対象とした機能安全規格の検討を実施するに当たり、機能安全にかかわる有識者からなる委員会を設置し、前述のように検討を進めてきた。同時に成果の規格化についても視野に入れて活動を開始している。

規格の標準化と発行までには、相当な期間を要するため、前項 Part3 までの検討範囲については、前述したハザード分析やリスク分析の具体的な実施方法を盛り込んだ提案をまとめ、まずは OMG<sup>\*13</sup> に対し提案を行っていく (2013 年 3 月提案要請 (RFP) として提出予定)。

OMG 標準の規格は、「世間で一定の認知を得られている」、「他の組織の規格と比べ標準化に要する期間を短く出来る可能性が高い」、「OMG で標準化したあと、ISO 化を行うときにファストトラックが利用出来る」という優位な面があることなどからこの方法をとる。また OMG 側からも本取り組み内容に対して標準化の提案をするように要請があったことも背景にある。

今後は、実現のためのポイントとして挙げられている事項を再整理するとともに標準化に向けた戦略も具体化しながら活動を推進していく。

#### 脚注

- ※1 ディペンダビリティ：信頼性性能、保全性性能及び保全支援能力を記述するために用いられる包括的な用語とされている。
- ※2 UML：Unified Modeling Language, OMG 標準のオブジェクト指向ソフトウェアを記述するための言語
- ※3 ハザード分析：危害要因分析
- ※4 セーフティケース：ある環境のあるアプリケーションにおいて、システムの安全の的確性の議論と裏付けとなる証拠の書類。
- ※5 セーフティメカニズム：安全状態を達成または維持する目的で障害を検出または故障を制御するために必要となる技術的解決手段。
- ※6 インパクト分析：影響分析
- ※7 ディペンダビリティゴール：最上位のディペンダビリティ目標
- ※8 ディペンダビリティケース：ディペンダビリティに対する保証ケース
- ※9 JST：Japan Science and Technology Agency, 独立行政法人科学技術振興機構
- ※10 DEOS：Dependability Engineering for Open Systems
- ※11 V&V：Verification & Validation
- ※12 イタレーティブ：iterative, 反復
- ※13 OMG：Object Management Group

GSN で記述。  
 GSN (Goal Structuring Notation) は英国ヨーク大学の T. Kelly らが考案した、アシユアランスケース・安全ケースの分析、記述のための図式表現である。

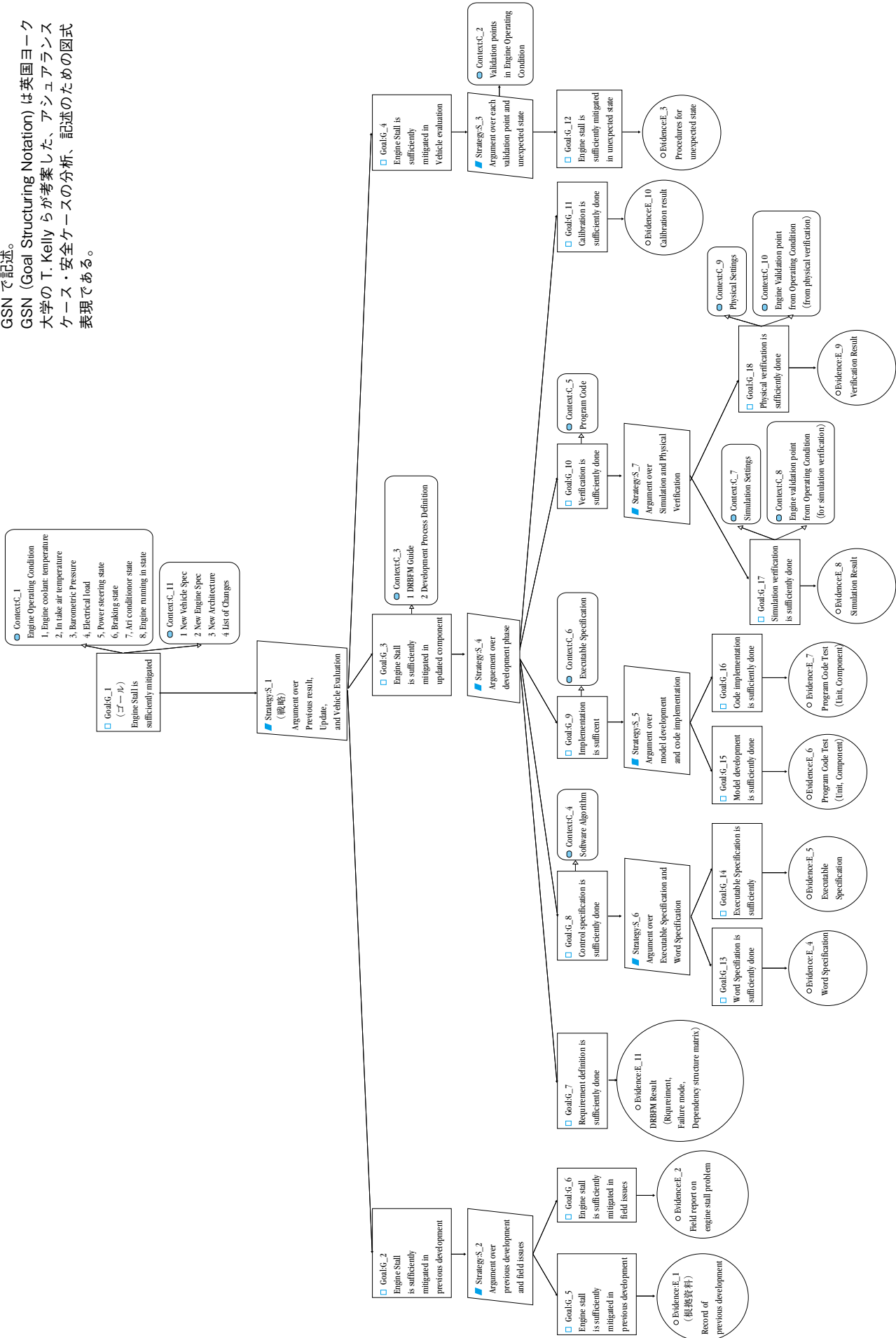


図3 エンストに関するD-Case (RFPドラフト版より)  
 D-Case参考:<http://www.dcase.jp/introduction.html#a2>

# ESQR導入事例紹介

## —導入から適用と計測に至るタスクフォースの事例—

キヤノンソフトウェア株式会社 エンジニアリング事業本部第四エンジニアリング事業部  
技術士（情報工学部門）

羽部 高志

IPA/SECのトライアルプログラムを利用してコンサルティングを受けながら、「[改訂版]組み込みソフトウェア開発向け品質作り込みガイド」[ESQR Ver.1.1]<sup>※1</sup>で提唱されている品質のコントロール手法を約半年間に渡ってパイロット導入した事例を紹介する。

### 1 はじめに

ソフトウェア開発における品質の測定というテーマについて、とくにプログラム実装フェーズ以降の工程においては、単体テストのカバレッジ率、テスト密度やバグ密度、不具合収束率などの指標を用いることにより、定量的に成果物の品質計測を可能にする手法が既に確立されている。しかし、実装フェーズ以前の、要件定義フェーズから設計フェーズに至るいわゆる上流工程においては、主たる成果物がテキストベースのドキュメントであることから、品質の担保は主に有識者によるレビューに頼っているのが実情である。このため上流工程のプロセスや成果物の品質を定量的にコントロールすることが難しく、品質を作り込む上での課題となっていた。IPA/SECでは「組み込みソフトウェア開発向け品質作り込みガイド ESQR」をリリースしており、当該課題に対する一つのアプローチ方法が提唱されている。なおIPA/SECによるESQRなどの一連のESxRシリーズのリリースに当たっては、ソフトウェア開発現場への普及を図るための導入トライアル企業の募集を行っていたことから、弊社においてもこれに応募し、SECのコンサルティングを仰ぎながらとくに上流工程の定量的品質コントロールの実現を目指すこととした。具体的にはESQRの導入と検証を行うタスクフォースを立ち上げ、パイロット導入プロジェクトに対して品質指標の計測を行った。以下では、上記タスクフォースにおける導入事例を紹介する。

### 2 導入の目的

要件定義フェーズ、設計フェーズといった上流工程から品質を作り込むための定量的な品質コントロール手法を確立することを目的とする。ESQRの導入により、SECが集めたデータに基づく、妥当性のある品質目標が定まることになる。これにより、我々の組織のプロセスや成果物の品質を客観的に評価して改善活動に繋げていくことが可能になると考えるものである。

### 3 ESQRについて

まず今回トライアルの対象としたESQRについて簡単に紹介させていただく。なお詳細は、オリジナルの「[改訂版]組み込みソフトウェア開発向け品質作り込みガイド」[IPA-SEC 2012]（以下、ガイド）を参照されたい。

#### 3.1 品質指標に基づく組み込みシステムのソフトウェア開発

ソフトウェア開発プロジェクトは、成果物としてのシステムの特長や、プロジェクトを取り巻く外部環境、内部環境は個々に異なる。ESQRでは、まずこれらシステムの特長及びプロジェクト環境の特長を数値化して、大きく二つの観点、一つはプロジェクトを遂行するに当たっての「プロセスの品質」、もう一つはプロジェクトの成果物である「プロダクトの品質」それぞれに対して定量的な品質目標を設定することから始める。ESQRは

脚注

※1 ESQR : Embedded System development Quality Reference

あらかじめ品質目標設定の候補となる各種指標を用意しているため、プロジェクトの遂行に当たり、品質コントロールのために最適な品質指標を選択することが出来る。プロジェクト実施期間において、選択した品質指標を用いて「プロセス品質」及び「プロダクト品質」の計測を行い、2つの観点から目標との差異について傾向分析を行うことで、ソフトウェア品質のコントロールを実現することを意図するものである。

## 4 事前準備

ESQR 導入に当たっては、現場の負担を軽減するため、品質目標の決定やメトリクスの採取は極力自動化することが望ましいのは自明である。このため、まずはESQR導入実施プロセスをサポートするためのツール類を整備し、これらツールの使用を前提として導入を進めることとした。

### 4.1 プロファイラの作成

まずは、ESQRに提示された各種の品質目標値の算出が簡単に出来るよう、プロファイリングツールを準備した。

最初のステップはシステムプロファイリングであるが、現場のPMにとっては、オリジナルのガイドに提唱されている「人的損失」、「経済的損失」の検証のみではシステムタイプを決定することが困難であると考えた。このため、弊社独自に「組み込み先への影響」、「組み込み処理の正確性」、「セキュリティレベル」、「リコール可能性」という4つの判断基準を新たに追加した。これにより担当PMが、システムの性質に合わせて用いる判断基準を適宜選択出来るようになる(表1)。

プロジェクトプロファイルについてもオリジナルのガイドに記載された10ファクターの他、弊社案件の特性を加味して新たに3つのファクターを追加した。更にPMが自らの判断によりプロジェクトに対して独自のファクターを追加出来るようにした(表2)。

表1 システムプロファイルにおけるシステムタイプ判断基準

システムタイプ	影響度	条件:品質問題が発生した場合、ユーザが被る損失					
		基本条件		基本条件によるプロファイルが困難な場合の代替条件			
		人的損失	経済的損失	組み込み先への影響	組み込み処理の正確性	セキュリティレベル	リコールの可能性
Type-IV Highly Critical	7:激	殆どのユーザに重大な健康被害が出る	ユーザの一部または全部が被る直接・間接の被害額が極めて大きい	品質問題が組み込み先へ影響し、ユーザが許容できないレベルで組み込み先の使用継続が不可能となることにより、社会的問題に発展する可能性あり	品質問題に起因して組み込み側の処理に誤りがあると、社会的問題に発展する可能性あり	組み込み側の品質問題に起因して、第三者への情報の流出、あるいは情報の破壊が発生すると、社会的問題に発展する可能性あり	組み込み側の品質問題に起因して製品のリコールが発生し、社会的問題に発展する可能性あり
	6:烈	多くのユーザに重大な健康被害が出る					
Type-III Critical	5:強	一部のユーザに重大な健康被害が出る	ユーザの一部または全部が被る直接・間接の被害額が¥10,000K以上	品質問題が組み込み先へ影響し、ユーザが許容できないレベルで組み込み先の使用継続が不可能となる可能性あり	品質問題に起因して組み込み側の処理に誤りがあると、一部または全部のユーザの使用に多大な影響が出る	組み込み側の品質問題に起因して、第三者への情報の流出、あるいは情報の破壊が発生すると、ユーザが被害を被る可能性あり	組み込み側の品質問題に起因して製品のリコールが発生し、一部または全部のユーザの使用に多大な影響が出る可能性あり
	4:中	一部のユーザに健康被害が出る					
Type-II Normal Quality Required	3:弱	一部のユーザに軽微な健康被害の可能性あり	ユーザの一部または全部が被る直接・間接の被害額が¥1,000K以上	品質問題が組み込み先へ影響し、代替手段により継続使用可能となるものの、不効率になる	品質問題に起因して組み込み側の処理に誤りがあると、一部または全部のユーザの使用に軽度の影響が出る		組み込み側の品質問題に起因して、一部のユーザの使用に軽度の影響が出るものの、個別の対応が可能で製品リコール発生の可能性は無い
	2:軽						
Type-I Normal	1:微		ユーザの一部または全部が被る直接・間接の被害額が¥1,000K未満	品質問題が組み込み先へ影響するものの、代替手段により継続使用が可能			
	0:無						

これらの入力情報を元にオリジナルのガイドに記載された算出式を実装し、プロファイリング結果を反映した品質目標値を提示出来るようにした。また、品質目標値の設定に当たっては、算出した値がガイドの記載に従って誤差範囲として±15%のレンジ幅を持つようにした(表3)。

#### 4.2 メトリクス収集のインフラについて

今回 ESQR のパイロット導入先を選定するに当たっては、既にインフラとしてBTS<sup>※3</sup>が導入され、これをベース

##### 脚注

- ※2 略称など、評価指標の詳細についてはガイド参照のこと
- ※3 BTS : Bug Tracking System

表2 プロジェクトプロファイル

No	ファクター	ファクター取捨	マイナス補正(-1)	補正なし(±0)	プラス補正(+1)	備考(選択根拠などを記載)
1	ソフトウェアの規模	使用しない	極めて小さい	普通	大きい	
2	ソフトウェアの複雑さ	使用しない	極めて低い	普通	高い	
3	システム制約条件の厳しさ	使用しない	極めて制約がゆるい	普通	制約が厳しい	
4	仕様の明確化度合い	使用しない	極めて明確	普通	明確になっていない	
5	再利用するソフトウェア/パッケージの品質レベル	使用しない	極めて高品質	普通	品質低い	
6	開発プロセスの整備度合	使用しない	整備できている	普通	整備できていない	
7	開発組織の分業化・階層化の度合い	使用しない	開発組織が単純	普通	開発組織が複雑	
8	開発メンバーの経験とスキル	使用しない	メンバスキルが高い	普通	メンバのスキルが低い	
9	PMの経験とスキル	使用しない	PMのスキルが高い	普通	PMのスキルが高い	
10	案件固有のファクター or システム障害時の自社の損失	使用しない	極めて小さい	普通	大きい	
11	リグレッションテストの量が大いか	使用しない	極めて小さい	普通	大きい	
12	API等により、自由度の高いインターフェイスを提供するか	使用しない	極めて小さい	普通	大きい	
13	稼働プラットフォームが多数あるか	使用しない	極めて小さい	普通	大きい	
14		使用しない	極めて小さい	普通	大きい	
15		使用しない	極めて小さい	普通	大きい	

表3<sup>※2</sup> 自動算出された各指標別目標値

プロセス品質評価指標						
ID	名称	略称	指標値	下限値	～	上限値(指標値±15%)
PR10	仕様レビュー作業充当率	RSRE	3.60 %	3.10 %	～	4.10 %
PR11	設計レビュー作業充当率	RDRE	3.60 %	3.10 %	～	4.10 %
PR12	コードレビュー作業充当率	RCRE	2.60 %	2.20 %	～	3.00 %
PR13	テストレビュー作業充当率	RTRE	2.60 %	2.20 %	～	3.00 %
PR14	テスト作業充当率	RTWE	32.00 %	27.00 %	～	37.00 %
PR15	レビュー作業充当率	RORE	5.60 %	4.80 %	～	6.40 %
PR20	仕様レビュー作業実施率	ERSR	8.16 (人時/KLOC)	6.94	～	9.38 (人時/KLOC)
PR21	設計レビュー作業実施率	ERDR	8.16 (人時/KLOC)	6.94	～	9.38 (人時/KLOC)
PR22	コードレビュー作業実施率	ERCR	4.06 (人時/KLOC)	3.45	～	4.67 (人時/KLOC)
PR23	テストレビュー作業実施率	ERTR	6.80 (人時/KLOC)	5.78	～	7.82 (人時/KLOC)
PR24	テスト作業実施率	ERTW	40.80 (人時/KLOC)	34.70	～	46.90 (人時/KLOC)
PR25	レビュー作業実施率	EROR	27.20 (人時/KLOC)	23.10	～	31.30 (人時/KLOC)

プロダクト品質評価指標						
ID	名称	略称	指標値	下限値	～	上限値(指標値±15%)
PD10	要求仕様書ボリューム率	RSDV	4.60 (Page/KLOC)	3.90	～	5.30 (Page/KLOC)
PD11	設計書ボリューム率	RDDV	13.00 (Page/KLOC)	11.00	～	15.00 (Page/KLOC)
PD12	テスト仕様書ボリューム率	RTDV	13.00 (Page/KLOC)	11.00	～	15.00 (Page/KLOC)
PD30	ファイル行数	FLOC	2.00 (KLOC)		～	2.00 (KLOC)
PD31	関数の行数	MLOC	160.00 (LOC)		～	160.00 (LOC)
PD32	制御文記述率	ROCS	33.00 %	28.00 %	～	38.00 %
PD33	コメント行記述率	ROCL	22.00 %	19.00 %	～	25.00 %
PD34	コーディングルール逸脱率	RDCR	270.00 (箇所/KLOC)	230.00	～	310.00 (箇所/KLOC)
PD40	テスト密度	DOTI	0.35 (項目/KLOC)	0.30	～	0.40 (項目/KLOC)
PD41	不具合収束率	ROFC	0.05 (簡易計算による比率)	0.04	～	0.06 (簡易計算による比率)
PD42	不具合修正率	ROFE	95.00 %	80.80 %	～	100.00 %

としたチケット駆動開発\*4 (TiDD) が実践されているプロジェクトを対象とすることとした。これはBTSにより、プロジェクト内の各タスクに要した工数実績がチケットに記載され保管されていることから、容易に各種レビュー工数など選定したメトリクスを抽出することが容易であり、現場の負担も少ないこと。また、過去の実績についても調査が可能であることを期待したためである。

## 5 適用案件の事例

### 5.1 案件概要

案件：画像処理モジュールの改修

期間：2012/07 - 2013/03

工数：延べ54人月

### 5.2 前提条件

今回対象としたプロジェクトは、リファクタリング\*5を主目的とするエンハンス案件である。なお、当該プロジェクトは、過去のプロジェクトよりテスト資産が引き継がれており、また仮想環境下においてかなりテストの自動化が進んでいる。

### 5.3 選択した指標

表4のように、プロセス品質指標として6つ、プロダクト品質指標として2つを選択した。エンハンス案件であり要件定義フェーズがないことから、ドキュメントのページ数を用いた指標の採用を見送ることとした。

表4 品質評価指標

プロセス品質評価指標		プロダクト品質評価指標	
ID	名称	ID	名称
PR11	設計レビュー作業充当率	PD11	設計書ボリューム率
PR12	コードレビュー作業充当率	PD40	テスト密度
PR15	レビュー作業充当率		
PR21	設計レビュー作業実施率		
PR22	コードレビュー作業実施率		
PR25	レビュー作業実施率		

### 5.4 計測結果

#### 5.4.1 プロセス品質

##### (1) 設計フェーズ

設計フェーズのプロセス品質については、設計レビュー作業における作業充当率及び作業実施率を5カ

分の計測値から算出した結果として、図1、図2が得られた。

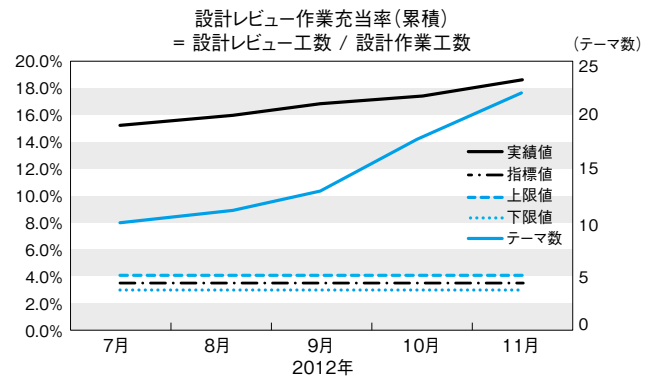


図1 【PR11】設計レビュー作業充当率

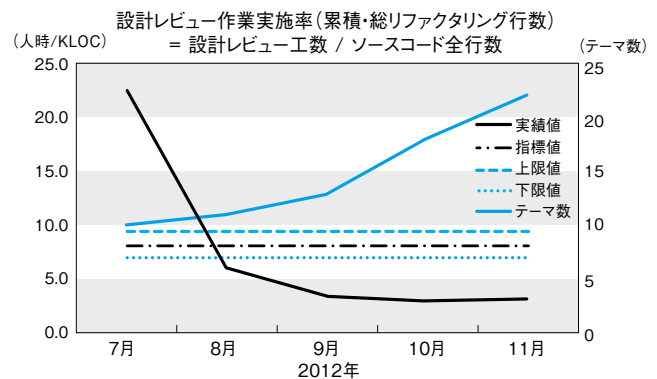


図2 【PR21】設計レビュー作業実施率

##### (2) 実装フェーズ

実装フェーズのプロセス品質については、コードレビュー作業における、作業充当率及び作業実施率を5カ月の計測値から算出した結果として、図3、図4が得られた。

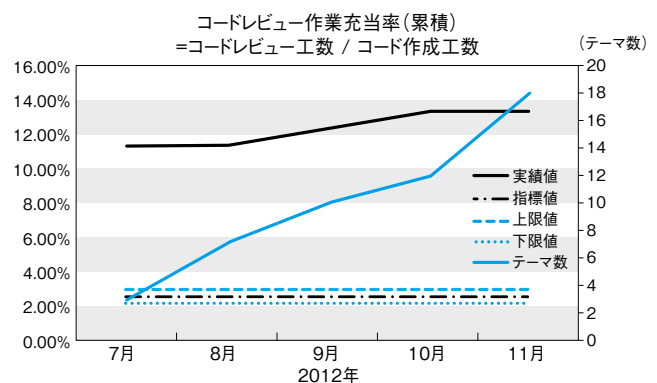


図3 【PR12】コードレビュー作業充当率



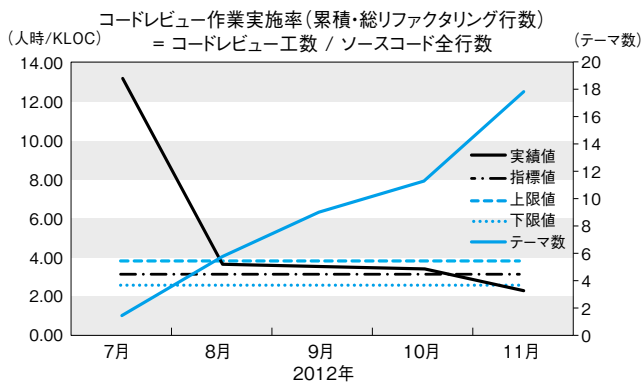


図4 【PR22】コードレビュー作業実施率

### (3) 分析と考察

本プロジェクトは、リファクタリングのテーマ別に設計フェーズ/実装フェーズ/テストフェーズの開発サイクルを短い期間で回していく開発プロセスを採用している。テーマ別に難易度や影響範囲が異なり、月別にフェーズの配分も異なることから、フェーズ毎の累積値としてデータを採取した。

結果として作業充当率ベースで見た場合は、レビューの生産性が悪く、手を掛け過ぎているというデータになっている(図1、図3)。

一方、作業実施率で見た場合は、リファクタリングしたソースコードに対するレビューの不足というデータとなっており、結果が相反する(図2、図4)。

#### ① 充当率に対する考察

エンハンス案件であることから、設計書やプログラムコードは修正が主体となる。このため、初めから成果物を作成するスクラッチ案件と比べ、設計工数や実装工数は少なく済む。一方レビュー実施に当たっては既存部分への影響度を見る分の工数が増えるため、相対的にレビュー工数の比率が高まり、充当率がよく計測される傾向にあるものとする。

#### ② 実施率に対する考察

実施率については、設計変更を伴わない障害修正等の場合、設計レビューは行わないため、設計レビュー実施率は下がる傾向にある。一方、障害修正においても修正した分のコードレビューは行われるため、コードレビューの実施率は下がる。このため、設計フェーズと実装フェーズの実施率に差異が生じているものとする。

今回実施のプロジェクトチームにおいては、直近のコードレビュー実施率が目標レンジを下回る傾向にある。チームに確認したところ、類似の修正が多く発生し、全ての類似修正箇所に対してまではレビューを実施していないことが計測結果に影響していると報告を受けた。しかし、修正箇所については修正漏れ、修正ミスが発生するリスクや既存の機能への影響度が見過されるリスクがあり、レビュー工数が不足している可能性が高い。

#### (4) プロセス品質の改善策の検討

本プロジェクトについては、充当率よりも実施率ベースでプロセス品質を評価した方がよいと判断し、いままで省略していた類似修正箇所に対するレビュー実施率を引き上げる方針とした。なお残念ながら対策実施後の効果測定については、本事例紹介後のタスクとなる。

## 5.4.2 プロダクト品質

### (1) 分析と考察

設計書ボリューム率(図5)については、前述したように設計変更を伴わない修正ソースがカウントされることと、一文でも修正した場合は、設計書修正1ページとカウントされることから、設計書ボリュームもソースコード行数も実態よりも大きい値で計算されていると考えられる。テスト密度(図6)に関しては、仮想環境を用いた自動テストが非常によく整備された案件であるため、目標値をはるかに超える密度でテストを実施して

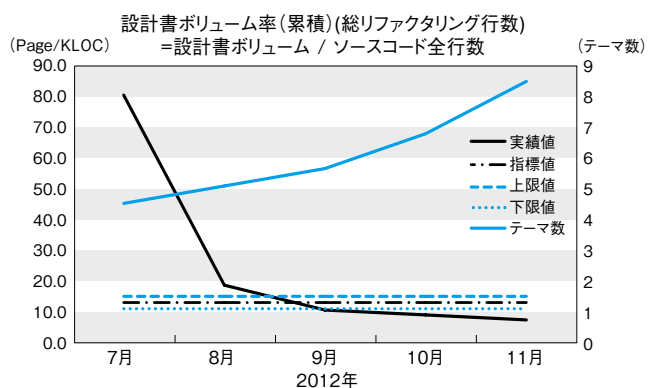


図5 【PD11】設計書ボリューム率

#### 脚注

- ※4 チケット駆動開発: ticket-driven development (TiDD)。Trac, Redmine等のトラッキングシステムを使用してプロジェクトのタスクを管理する手法。[小川 2012]
- ※5 リファクタリング: 当案件ではクローンコードの削除、ライブラリの処理精度向上、パフォーマンスチューニング、障害対応を実施。

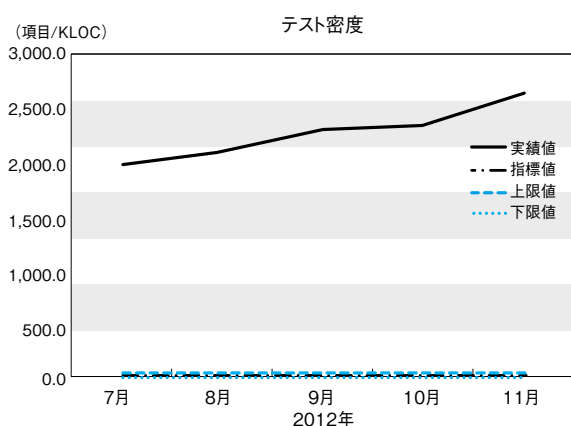


図6 【PD40】テスト密度

いる。また、テストが自動化されているため、工数はほとんど要していない。

## 6 考察と今後の課題

### 6.1 ESQRの導入効果

当初の狙い通り、成果物たるシステムとこれを開発するプロジェクト固有の特性を考慮した上流工程の品質目標を定めることが出来るようになった。これにより、以下のような効果が確認出来た。

- 上流工程の定量的な品質コントロールが出来るようになった。
- 改善の打ち手が、より早いフェーズで打てるようになった。
- 打ち手の効果を目標値に当てて評価出来るようになった。
- 複数の指標を採用することにより、複眼的に品質を評価出来るようになった。

今回のプロセス品質の計測結果のように、複数の指標を用いることにより相反する計測結果が得られるケースもあり得る。この場合、計測データにノイズが混入していないかまず検証し、必要であればデータのクレンジングを行って、プロジェクトの実態により近づけていく作業が必要となる。今回の場合、ソースコードのカウントにおいて、当初レビュー対象外のコードがカウントされていたため、実態とはかけ離れた計測結果となっていた。正しい計測結果を得たにも関わらず、矛盾が認められる場合には、メトリクスを性質をよく理解した上でプロジェクトの特性に照らして十分考察を行い、プロジェクトの実態を表す指標を取捨選択する必要があることが

ある。

しかし、定量化によって目標値との差異が数値化されたことにより、目標値との距離に見合った適切な改善コストを見込めるようになったこと、更には、定量化によって視認性のよいグラフとして計測結果を表現出来るようになったことで、経営層や顧客をレビューアとするプロジェクトレビューにおいて、直感的で説得力のある品質コントロールの成果を示すことが出来るようになったことなど、十分な導入効果を実現することが出来た。

そして、BTSとの相性がよく、適切にTiDDが運用されているプロジェクトにおいてデータ計測を行う場合は、計測コストを掛けずにデータ収集可能であることも実証された。

### 6.2 今後の課題とロードマップ

プロダクト評価指標として提唱されているドキュメントのボリューム率、バランス指標の導入に当たっては、ページ当たりのドキュメント密度を揃える必要がある。具体的には、図表の扱いをどうするのか、ドキュメントの書式を顧客が指定してきたケースではどうするのか、といった課題についてあらかじめ対応を考慮する必要がある。

今後は、これらの課題をクリアしながら、プロダクト品質指標の計測を充実させ、継続的に計測データの蓄積と改善活動を行っていく計画である。将来的には、SECが定義する目標値をそのまま採用し続けるのではなく、計測データに基づいて定期的に目標値の見直しを行うことが必要である。また、その結果をSECにフィードバックすることでESQRの改善のために貢献したいと考えている。

## 7 謝辞

本タスクフォースの実行に当たっては、多くの方々にご協力をいただいた。この場を借りて御礼申し上げる。とくに、タスクメンバとして、またトライアルプロジェクトの中心メンバとしてタスクフォース推進に多大な貢献をしてくださった賀来 茜さんに感謝申し上げます。

#### 参考文献

- [IPA2011] IPA/SEC：続 定量的品質予測のススメ，佐伯印刷，2011
- [IPA2012] IPA/SEC：[改訂版] 組込みソフトウェア開発向け品質作り込みガイド，2012
- [小川2012] 小川明彦・阪井誠：チケット駆動開発，翔泳社，2012

# 組み込みソフトウェア開発における品質向上の勧め [バグ管理手法編]の紹介

IPA/SEC バグ管理手法部会主査  
日本電気株式会社  
三橋 二彩子

IPA/SECでは、組み込みソフトウェアの品質確保や開発効率向上のために様々なガイドや小冊子を発行しており、最近では、SEC BOOKS「組み込みソフトウェア向け設計ガイド ESDR[事例編]」及び「組み込みソフトウェア開発における品質向上の勧め [テスト編～事例集～]」の小冊子を発行している。本稿では、このシリーズの一環として3月に発行するバグ管理の底上げを目的とした「バグ管理手法編」について紹介する。

## 1 はじめに

ソフトウェアの開発管理において、バグを速やかに、かつ確実に修正し、その再発を防ぐことは製品品質を確保するために必須の活動である。

近年、組み込みソフトウェアの開発は、大規模化・複雑化が進み、テスト工程で発見されるバグも増大し、バグ管理の業務が煩雑になっている。バグ管理を始める際に必要なワークフローや管理項目の検討に手間がかかり、また、実際の運用において管理項目の入力が正しく行われなかったといった課題も出てきている。一方で、バグの管理について、日本語でまとめられた標準的な文献は少なく、現場がそれぞれ方針を決めているのが現状のようである。

そこで、IPA/SECでは、このような課題を改善するために2012年4月に「バグ管理手法部会」を立ち上げ、海外の標準や部会委員の開発現場の状況をまとめることで、日本の組み込みシステム開発における標準的なバグ管理の指針を示す小冊子「組み込みソフトウェア開発における品質向上の勧め [バグ管理手法編]」（以下、本小冊子）を編纂することとした。

## 2 目的、対象者、対象範囲

本小冊子の目的と対象者は次の通りである。

### ① 目的

日本の組み込みシステム開発における標準的なバグ管理

の方法を示し、バグ管理の底上げ、バグデータ測定の均質化を図る。また、バグ情報入力者が目的を理解して、情報を入力出来るようにすることで、意味のある情報を蓄積出来るようにする。

### ② 対象者

バグ管理環境を整備する品質管理推進者、プロジェクトマネージャ、及びバグ情報を入力するテスト実施者、開発者。

### ③ 対象範囲

本小冊子は下流工程で発見されるバグの管理を対象としている（図1）。また、既存のESxRとの関係は次の通りである。

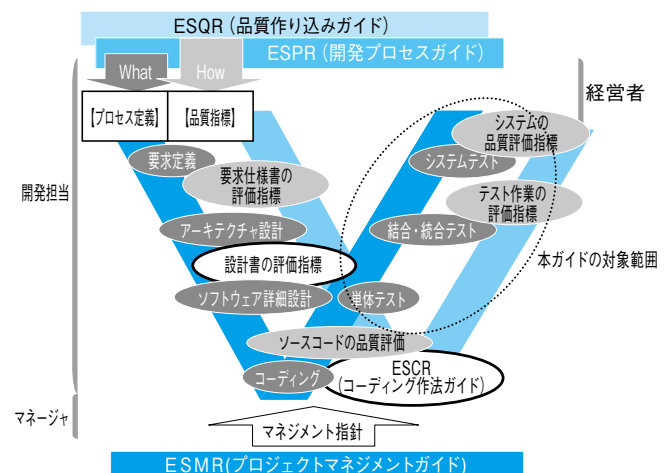


図1 本小冊子の対象範囲

- ・ESQR（組み系ソフトウェア開発向け品質作り込みガイド）

ESQRの指標の1つである「バグ数」のカウンタ方法を示す。

- ・ESCR（組み系ソフトウェア開発向けコーディング作法ガイド）

バグの管理により、「よくあるバグ」が明らかになり、それを防ぐためのコーディング規約が検討出来る。

- ・ESPR（組み系ソフトウェア向け開発プロセスガイド）
- 品質保証アクティビティを詳細化する際の参考情報。また、システムテスト、ソフトウェアテストにおける準備・確認、プロセス全体の改善への入力となる。

### 3 内容の紹介

本小冊子は、図2に示す内容で構成されている。以下、3章以降の各章の概要を紹介する。

1章	バグ管理と本書について
	バグ管理の課題と本書の目的、本書の使い方など
2章	バグに関連する用語について
3章	バグ管理プロセス
4章	バグ管理内容と管理項目
	管理項目と記述内容、バグの分類
5章	バグカウントの指針
	バグとする問題、バグ1件の数え方の指針
6章	バグの分析
コラム	
	大規模開発における留意点、他

図2 バグ管理手法編の構成

#### 3.1 バグ管理プロセス

本小冊子では、バグが発見されてから分析や処置が行われ、対応を完了したことが確認されるまでの一連の活動を「バグ管理プロセス」と呼ぶ。バグ管理プロセスは、バグ管理の基本であり、組織やプロジェクトで決めておかなければならない。プロセスを決定する際の参考として、基本的なバグ対応のフローとバグ管理システムの利用を前提とした管理状態の遷移の例を説明している（図3、図4）。管理状態の遷移の決定は、バグの修正状況を正しく認識するために重要である。

#### 3.2 バグ管理内容と管理項目

バグの管理では、管理すべき情報の決定とプロジェクトメンバーへの浸透も重要である。本小冊子で示す項目は、次の点を特徴としており、グローバルに通用する標準的な管理の参考となることを意図している。

##### ・特徴1

項目選定において、CMU/SEI-92-TR-022 や IEEE 1044 などのグローバル標準との整合性を考慮

##### ・特徴2

項目の説明は、バグ情報入力者が目的を理解出来るよ

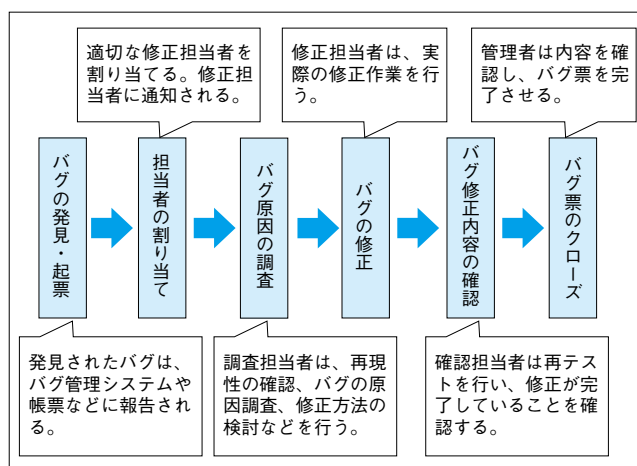


図3 バグ対応の基本フロー

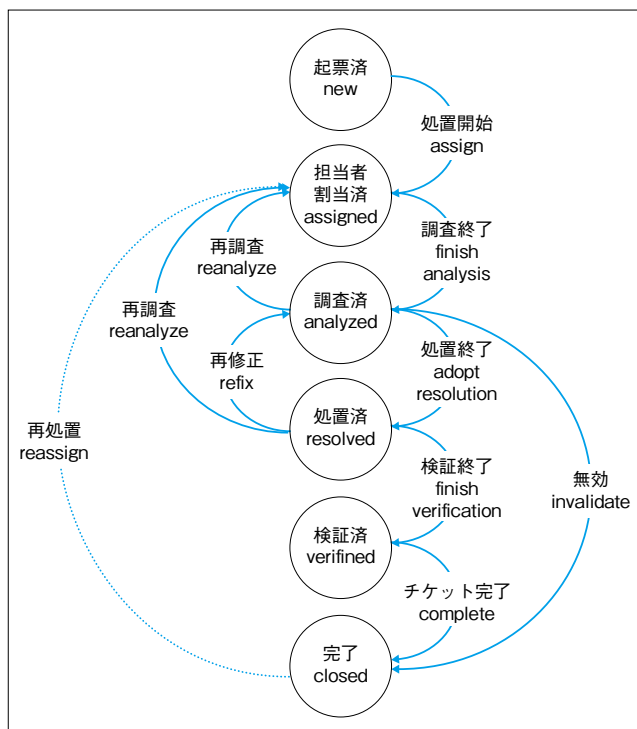


図4 バグ管理状態の遷移の例

項目名		説明	本項目の目的
日本語	英語		
管理番号	ID	管理のための番号	・バグをユニークに識別、管理するための情報
概要 (タイトル)	Title	概要を一行程度で示す	・バグの内容を大まかにつかむ為の説明 ・検索キーワードとして活用するための情報
プロジェクト名	project name	対象プロジェクトの名前を記述する	・プロジェクトや開発フェーズなど、バグを一種として取りまとめるための情報 ・バグ情報をプロジェクト単位で管理する場合にはなくてもよい
重要度 ※ 製品 / 顧客視点	severity	重要度を、製品または顧客の視点で示した分類 例) S: 最重要、A: 重要、B、C 重障害、中障害、軽障害	・バグが与える影響の度合いを分類で示すことにより、分類別にバグ管理、絞りこむための情報 ・品質状況把握、修正の優先順位付け、出荷判定に利用するなどの顧客視点での判断を行うために用いる情報
優先度 ※ プロジェクト視点	priority	プロジェクト管理視点でのバグ修正の優先度を示した分類 例) 高、中、低	・プロジェクト管理視点でのバグ修正の優先順位を明確にするための情報 ・製品または顧客としては重要でない機能に関するバグでも、そのバグが評価 (テスト) など開発工程を止めてしまうような場合、最優先とするなどして用いる
ステータス	status	対応の状況を記述する	・当該バグについて、対応開始から完了までの状態 (状況) を把握、管理するための情報

図5 バグ管理項目の説明(抜粋)

うに、項目ごとに目的を提示

・特徴 3

グローバルな開発体制を考慮して、項目名は英語を併記

図5に項目を抜粋する。

### 3.3 バグカウントの指針

バグの数は、様々な指標に利用されるが、何をバグとしてカウントするか、また、バグ1件をどのようにカウントするかなどが定まっていないと、指標値が信用出来なくなる。これらの基準は、組織やプロジェクト内で揃えなければならない。

#### (1) バグとしてカウントする問題の指針

本小冊子では、「仕様と異なる動作を引き起こすプログラムの誤りをバグとしてカウントする」ことを指針としている。しかし、何をバグとするかはカウントの目的に依存する場合もある。そのような場合の例も紹介している。

- ・目的に応じて定める例 (コーディング規約への違反)  
コーディング規約への違反は、ソフトウェアの動作に影響を与えない場合がほとんどであり、上述の指針ではバグとはしない。しかし、例えば保守性が重要なプロジェクトで遵守が必須の規約としている場合には、バグとすることもある。

#### (2) バグ1件の数え方

本小冊子では、「設計仕様書やソースコードなどのソフトウェア成果物に含まれるバグの原因部分について

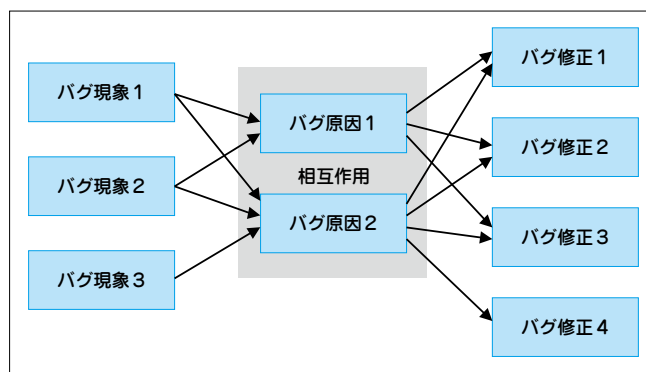


図6 重複バグの場合

1件とする」[野中 2010] ことを指針としている。実際のカウントでは紛らわしい場合もあるため、事例ベースの説明も示している。

・事例 (重複バグのカウントの例)

3件の現象が報告され (バグ票3件)、その原因は2つのサブシステムの相互作用であり、4個所のソースコードを修正した (図6)。この場合、起票した時点では、バグは3件のように見えているが、調査が進んで重複と判断した時点でバグ数を1件とする。

$$\text{バグ数} = \text{バグ票の数} - \text{重複バグの数}$$

### 3.4 バグの分析

バグの分析は、主に次の目的で行われる。

① ソフトウェアの品質の推定 (開発管理への入力)

バグの検出状況や内容の分析から、現工程の終了時期や、後工程や稼働時の最終品質を予測する。この結果を

使用するバグ管理項目:発見日、処置日、機能名/サブシステム名

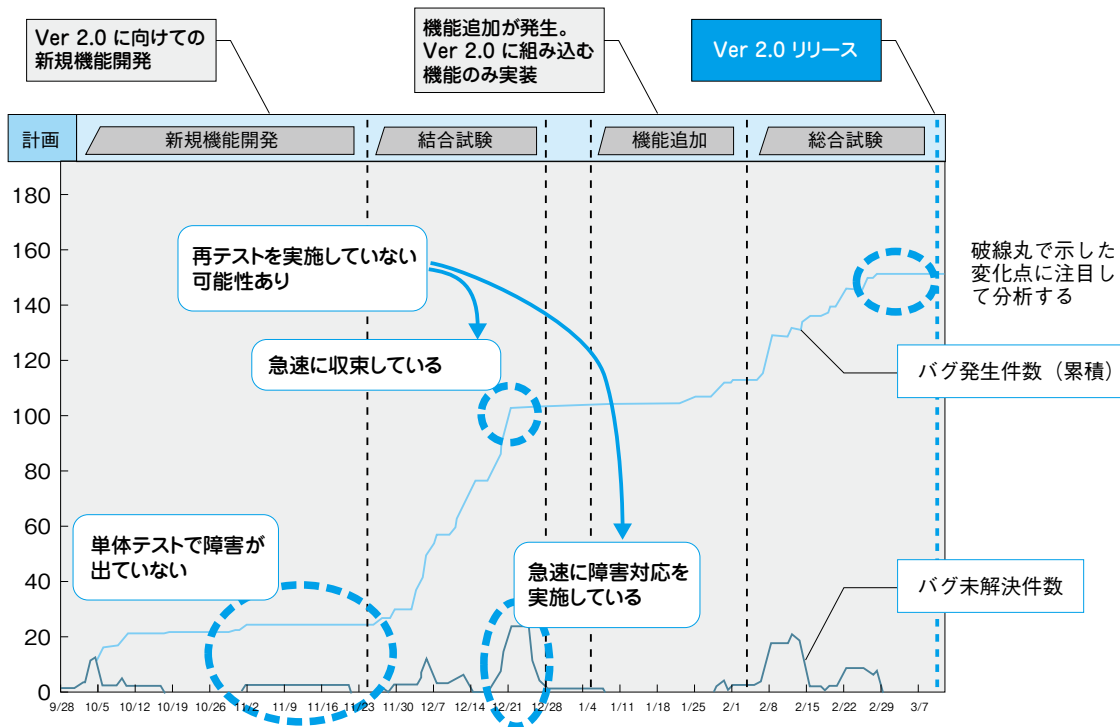


図7 バグ分析の例：リリースに向けた品質状況の確認

元に、各工程の作業内容やスケジュールを調整し、要求レベルに見合った最終品質を確保する。

## ② 開発プロセスのカイゼン

振り返りによる問題の特定と対策を実施する。バグの作り込み要因や前工程で発見出来なかった要因を分析し、ソフトウェア開発プロセスの問題を特定し、カイゼンに繋げる。

本小冊子では、バグの分析の目的、及び分析例を管理項目と関連させて示している。分析における管理項目の利用方法を理解することで、入力のコツも向上することを期待している。

図7にリリースに向けて品質の状況を確認する場合の分析例を示す。

## 4 | おわりに

バグの管理は最終製品の品質を確保するために必須である。本小冊子では、本稿で紹介した以外にも、大規模化した組込みシステムにおけるバグ管理の留意点を事例に基づいて説明したコラムも提示している。バグの情報

は様々なカイゼンに活用出来る価値ある情報である。本書が組込みソフトウェア開発における開発力向上の一助となるガイドとしてご活用頂ければ幸いである。

### 参考文献

- [CMU/SEI-92-TR-022] Technical Report CMU/SEI-92-TR-022 Software Quality Measurement: A Framework for Counting Problems and Defects
- [ESDR] IPA/SEC 編：組込みソフトウェア向け設計ガイド ESDR[事例編]，2012
- [IEEE 1044] IEEE Std 1044.1-1995, IEEE Guide to Classification for Software Anomalies, IEEE Std 1044-2009 IEEE Standard Classification for Software Anomalies
- [IPA2012] IPA/SEC 編：組込みソフトウェア開発における品質向上の勧め [テスト編～事例集～]，2012
- [野中2010] 野中誠：SQiP シンポジウム 2010 併設チュートリアル ソフトウェア品質データ分析の作法—知識を発掘し、施策にいかす—，2010，[http://www.se.mng.toyo.ac.jp/doc/SQIP2010\\_tutorial\\_excerpt.pdf](http://www.se.mng.toyo.ac.jp/doc/SQIP2010_tutorial_excerpt.pdf)

# 情報システムの障害状況 2012年後半データ

SEC調査役 大高 浩 IPA顧問 松田 晃一

2012年7月から12月までの2012年後半(半年分)の情報システムの障害状況を報告する。この間に報道された情報システムの障害は合計19件、月平均3.2件となり、これまでより増加した。我々の社会経済活動になくてはならないシステムにおいて事故が相次いでおり、類似事故の発生抑止策などに繋げるために、報道事故事例を踏まえ考察する。

## 1. はじめに

実際に起こった事故の経験を次に生かし、同種障害の再発防止や影響範囲の縮小に寄与するために、障害情報を蓄積・発信し続けることが、本連載のねらいである。本稿では、これまでの蓄積事例に加え、2012年7月から12月までの2012年後半(半年分)に報道された情報システムの障害状況を取りまとめて報告する。また今期の報告事例を踏まえ、どのシステムも避けて通れない更改時の注意点、並びに障害情報公開のあり方についても述べる。

## 2. 2012年後半の概況

2012年7月から12月までの半年間で報道され、社会経済活動に多大な影響を及ぼした情報システムの障害は表1のNo.1215～No.1233に示す通り19件となった。障害発生件数を月平均にすると本年前半が2.3件/月[松田2 2012]であるのに対して、本年後半は3.2件/月に増加し、通年の平均値は2.8件/月となった。これは2011年の平均値2.3件/月[松田1 2012]、2010年の平均値1.5件/月[松田2011]、2009年の平均値1.3件/月に比べ高く、増加の傾向にあり、2007年の平均3.1件/月に次ぐ水準となった(2007年～2009年データ:[METI2009][松田2 2012])(図1)。

今期の障害を分野別にみると、通信系が9件、金融・決済系が5件、運輸系が2件、その他が3件となった。大きな比重を占めた通信系の分野では、度重なるサービス追加で大規模・複雑化が進む既存の携帯電話系サー

ビスの障害が、全体の件数を押し上げた。また金融・決済系や運輸系の障害でも社会経済活動に多大な影響を与えた。

今まで取り上げなかった事例の一つに、10月中旬のクレジットカードのシステム更改後に長期間、広範囲なサービスで異常が発生したトラブル(表1のNo.1226)が挙げられる。長年システムに蓄積されてきた大規模で複雑な資産を更改のために新システムへ引き継ぐことは、分野やサービスの新旧を問わず、ほとんどのシステムがいずれは通過しなければならない関門である。3章ではシステム更改時の移行において見落とされやすい点を示すことで、想定されるトラブル防止に向け注意を喚起したい。

また、今期は利用者が急増中の無料通話アプリ LINE など新しい通信サービスにおける障害も報道されており、表1の別枠1201～別枠1204に追記した。表1の全

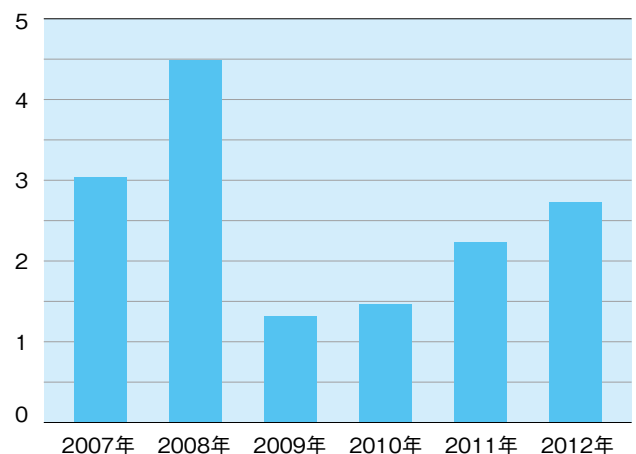


図1 情報システム障害件数(月平均件数)の推移

表1 2012年の情報システム障害データ(報道に基づきSECが整理)

No.	システム名	発生日時(上段) 回復日時(下段)		影響	現象と原因(上段)		情報源		
		年	月		日	時		公開された障害発生メカニズム(下段) ※非公開の場合、省略	直接原因(注)
1215	法務省入国管理局 在留カード等発行 システム	2012	7	9	午前	新制度移行に伴い、外国人滞在者に交付する「在留カード」の発行システムに不具合があり、全国の入国管理局や主要空港のカード発行処理が、通常数分で済むところ数十分掛かり、業務に遅れが出始め、窓口で数百人が列を作る状態となった。	カード発行処理に必要な情報の保管場所設定が正しくなく、システム負荷を高めた模様。	不明	・法務省入国管理局報道発表(日付無し) ・日経新聞(2012.7.10 朝刊) ・読売新聞(2012.7.10 朝刊) ・日経コンピュータ(2012.9.27)
		2012	8	10	不明				
1216	NTTドコモ 携帯電話サービス	2012	7	25	1時41分	一部ユーザーのspモード各種設定情報が、他ユーザーにより閲覧・変更可能となる。メールアドレス設定、spモードパスワードなどが変更された人数は約780人、迷惑メール設定などが変更された人数は約4,600人。9時14分からspモード各種設定サイトを停止、13時37分以降正常化。	ソフトウェア更改時の適用先サーバの誤りにより、本来は許されない参照・更新が可能となった。 spモードシステムは、利用者を3群に分けて同じ機能を持つサーバA群とB群に分散して収容している。今回ソフトウェアの更改にあたって、B群サーバに誤ってA群サーバ用のソフトウェアを適用してしまったため、B群側からA群側のユーザーの情報を参照・更新可能となってしまった。	ソフトウェア 保守ミス	・NTTドコモ報道発表(2012.8.7) ・日経コンピュータ(2012.8.30)
		2012	7	25	13時37分				
1217	びあチケット 販売システム	2012	7	26	0時過ぎ	チケットびあWebサイトからの予約や、電話予約、コンビニでのチケット購入などが長時間出来なくなった。	チケット販売サービスにおけるデータベース破壊による模様。	不明	・びあ報道発表(2012.7.27) ・日経新聞(2012.7.27 朝刊) ・日経コンピュータ(2012.9.13)
		2012	7	26	20時00分				
1218	KDDI au IDシステム	2012	8	1	9時47分	スマートフォンでアプリケーションや音楽ダウンロードや動画の視聴、電子決済サービスへの加入・退会などのサービスが全国的に利用出来なくなった。	システム障害についてKDDIホームページで確認出来ず不明。	不明	・読売新聞(2012.8.2 朝刊) ・毎日新聞(2012.8.2 朝刊)
		2012	8	1	15時30分				
1219	NTTドコモ 携帯電話サービス	2012	8	2	16時20分	国際ローミングサービスが利用しづらい状況が続き、220の国と地域の最大7万人に影響を与えた可能性。	国際通信網の問題がドコモの国際通話に波及した。 国際電話交換機(NTTコミュニケーションズの設備)の故障がきっかけとなって、国際共通線の輻輳および接続・切断の繰り返しが発生し、利用がしづらくなった。	ハード障害	・NTTドコモ報道発表(2012.8.7)
		2012	8	3	12時12分				
1220	NTTドコモ 携帯電話サービス	2012	8	2	18時15分	他社の国際電話会社の交換機(IP-STP)の故障発生後、関東甲信越・東海・関西地方で一部のユーザーにおいて、FOMA・Xi及び衛星携帯電話が音声・パケット共に利用しづらい状態や圏外表示となった。最大約145万人に影響した。	IP-STPの故障を契機として、国際共通線の輻輳と接続・切断が繰り返され、ドコモのサービス制御装置(IP-SCP)からの要求信号に対する応答信号が滞る事象が続いた。この結果、IP-SCPの信号管理テーブルが枯渇し、信号処理機能が大幅に低下。携帯電話の位置登録が出来ないため、国内通信にも影響。信号処理機能の低下を抑える対策としてソフトウェアを更改と説明。	他社通信網障害 時の自社負荷制 御方式の不備	・NTTドコモ報道発表(2012.8.7) ・RBB TODAY(2012.8.7 Web)
		2012	8	2	19時42分				
1221	東京金融取引所 システム	2012	8	3	7時00分	外国為替証拠金(FX)取引「クリック365」と株価指数証拠金取引「株365」を利用出来ない状況。東京金融取引所が開発したシステムでの障害が発生しており、それ以外のシステムから取引しているユーザーには影響がなかった。	顧客がログイン画面にアクセス出来ない事象が発生。原因は通信機器のソフトウェアに不具合の模様。	(プログラムバグ)	・東京金融取引所報道発表(2012.8.3) ・日経新聞(2012.8.3 夕刊)
		2012	8	3	12時49分				
1222	東京証券取引所 売買システム	2012	8	7	9時18分	東証株価指数(TOPIX)先物取引などが1時間半以上全派生商品(デリバティブ)銘柄の取引を停止した。	ハード障害を契機とする予備切替え後、通信が不可能となった。 本番機でハード障害発生後、予備機が正常に稼働。しかし、日本番機はスイッチが本来の製品仕様通りに動作しなかったことから自身の障害を検知出来ず、両系が本番機の状態となった。この結果、スイッチに接続されている装置から見て、どちらの系に電文を送信すべきが特定出来ない状態となり、通信が不可能となった。ネットワーク機器(L4スイッチ)内蔵プログラムの不具合が原因。東証は自社サイトで再発防止策と影響拡大抑止策も明確化した。	プログラムバグ	・東証報道発表(2012.8.24) ・IT Proニュース(2012.8.7 Web) ・日経新聞(2012.8.7 夕刊) ・日経新聞(2012.8.8 朝刊)
		2012	8	7	10時55分				
1223	気象庁 地震計システム	2012	8	12	8時56分	8月12日夜に福島県中通りで発生した震度5弱の地震について、震度4に訂正。震度を算出するプログラムにミスがあったことを発表(8月16日発表)。その後、7月3日正午以降8月15日午後7時までに震度を観測した14箇所について震度の精査を行った結果、17件の観測震度を一階級過大に評価していたことが判明し訂正した(8月24日発表)。	地中部地震計からの信号のタイミングにより、誤って地表部地震計からのデータを繰り返し2回処理する不具合の結果、震度が過大評価された。8月19日まで、地中部からの信号を処理しないよう変更。	(震度計のプロ グラムミス)	・気象庁報道発表(2012.8.16) ・日経新聞(2012.8.17 朝刊) ・日経新聞(2012.8.24 夕刊)
		2012	8	19	19時まで				
1224	イーモバイル 携帯電話システム	2012	9	5	18時51分	関東や関西、中部地方の12都道府県の一部地域で、通信障害が発生(音声とデータ通信サービスが利用しづらい)。	保守作業時の人的操作ミスとソフトウェア不具合が重なり、基地局無線機の状態に異常が発生し、通信が不安定となった。	(人的操作ミスと ソフトウェア不具 合)	・イーモバイル報道発表(2012.9.6) ・RBB TODAY(2012.9.6 Web) ・日経新聞(2012.9.6 朝刊)
		2012	9	5	23時34分				
1225	フェリカおサイフ ケータイ	2012	9	13	17時45分	一部の利用者の携帯電話やスマートフォンで、端末に組み込んだiDアプリを利用しようとしてもエラー終了となったり、携帯電話事業者のポータルサイトが表示出来なかったりする現象が発生した。	非接触ICカードFeliCaのサービス基盤を運営するフェリカネットワークスにて一部サービスが利用出来ない障害が発生。障害は4時間強続きを復旧。データセンターでのシステム障害が原因としているが、障害の詳細は不明。	不明	・NTTドコモ報道発表(2012.9.13) ・IT Proニュース(2012.9.14 Web)
		2012	9	13	20時05分				
1226	ダイナースクラブ /シティカードシス テム	2012	10	13 ~ 14	不明	シティカードジャパン社のカードが、一部顧客で決済が承認されない、CD/ATMでキャッシング/カードローン利用不可など多くのサービスが長期間に渡り正常に使えない状況が続いた。また、ウェブサイト上の利用明細で支払遅延損害金の請求が誤って表示され、翌月請求分の利用明細の発送が10日遅れた。決済承認されないカードは10月25日にほぼ復旧した。遅延損害金請求の誤表示は10月26日以降ウェブサイト上の利用明細では正し。しかし一部利用者で利用明細や引落し額などの問題が未解決のまま年を越す異常状態が続いている。	10月13~14日の新基幹システムへの移行が終わった段階で口座引き落とし結果情報が全て読み込まれていなかった。この状態で、サービスを開始した後で、支払遅延と誤認された顧客のカードでは決済承認などが出来なくなっていることが判明した模様。	不明	・シティカードジャパン報道発表(2012.10.20~12.28) ・朝日新聞(2012.11.16 朝刊)



No.	システム名	発生日時(上段)		回復日時(下段)	影響	現象と原因(上段)		直接原因(注)	情報源
		年	月			日	時		
1227	神奈川県警遺失物管理システム	2012	10	報道	県内遺失物約42万件が警視庁のシステムに登録されず、また警視庁のシステムから他県からの拾得物情報約3.5万件を受け取れない。平成19年12月10日から平成24年6月1日までの遺失物が対象。持ち主に返還出来ないなどの影響が出た。	障害発生後、サーバのメモリ増強、プログラム修正に加えて、警視庁システムとの間の情報転送を自動から手動に切り替えた模様。	不明	・神奈川県警報道(2012.10) ・日経コンピュータ(2012.11.22)	
		2012		不明					
1228	NTTドコモ携帯電話システム	2012	11	14	スマートフォンのインターネット接続サービスの利用者(spモード、最大270万人)で、メールやサイト閲覧がしにくい状態が続いた。	spモードの通信網を監視するサーバ設備強化の工事中に設定ミスがあったのが原因としている。	(人的操作ミス)	・朝日新聞(2012.11.15 夕刊)	
		2012	11	14					18時頃 19時43分
1229	ANA予約システム	2012	11	28	予約システムの誤設定により、国内線の座席予約情報が消失。11月26日午後6時までに購入された2013年2月搭乗分約10万6,000席の座席指定情報が取り消され(航空券の予約は無効になっていない)、各顧客に座席予約のやり直しを依頼。	原因は営業担当者の操作ミスとしている。営業担当者が時刻表情報を予約システムへ更新する際に、誤って座席指定の予約情報を削除。営業担当者2人による二重チェックを行ったが防げなかった。「今後管理職も加わって確認する手順に変える。担当者に対しても手順の遵守を徹底する」としている。障害発生時のメカニズムは不明。誤って、10万有余の座席指定の予約情報を消去出来る情報が復旧出来ないシステム仕様の妥当性について情報が無いため、操作ミスだけが原因とは断定出来ない。	(人的操作ミス)	・ANA報道発表(2012.11.29) ・IT Proニュース(2012.11.29 Web)	
				不明					
1230	大和ネクスト銀行システム	2012	12	4	一部の顧客が他の金融機関から一時、入金出来なかった。	障害の詳細などは不明。	不明	・大和ネクスト銀行報道(2012.12.4) ・日経新聞(2012.12.5 朝刊)	
		2012	12	4					10時40分
1231	中日本高速道路・交通情報サイト	2012	12	6	崩落事故を起こした中央道の笹子トンネルについて、誤って「通行止め解除」などのメールが会員約4,300人に送られた。	発信用サーバに定期的に受信していた通行止め情報が途切れた際に、復旧したと誤判断し通行止め解除のメールが自動送信されてしまった。	不明	・読売新聞(2012.12.7 朝刊)	
		2012	12	6					不明
1232	ソフトバンク緊急速報システム	2012	12	7	携帯電話向け緊急速報メールのサービスで、災害などと無関係の情報が流れた。LTEを使うiPhone5が対象。12月7日のM7.3三陸沖地震の際にも同事象が発生。	ソフトバンクは圏外となるがauの電波が届く場合にKDDIの日常ニュースが配信される。システムを改修予定。	不明	・ソフトバンク報道発表(2012.12.11) ・朝日新聞、日経新聞(2012.12.12 朝刊)	
				不明					
1233	KDDI au IDシステム	2012	12	31	4G LTE対応端末の利用者がauパケットデータ通信サービスが利用出来ない状態となった。	設備故障とされているが、障害の詳細などは不明。	不明	・KDDI報道発表(2012.12.31)	
		2012	12	31					0時00分 4時23分
別枠1201	Twitterのデータセンター	2012	7	27	Twitterサービスが約1時間停止。日本対スペインのサッカーの試合でTwitterを使えなかった。	Twitterサービス用データセンターでは、システム障害に備え冗長構成をとっているが両系で同時に障害が発生。	不明	・Twitterブログ(2012.7.27 Web) ・IT Proニュース(2012.7.27 Web)	
		2012	7	27					0時20分 1時25分
別枠1202	コミュニケーションアプリLINEシステム	2012	10	31	NHN Japan提供の無料通話・コミュニケーションアプリLINE(2012年10月25日国内ユーザー数3,200万人、世界7,000万人)のスマートフォンアプリ、パソコン用ソフトなど全ての環境で、メッセージの送受信など全機能が利用出来なくなった。	LINEのメッセージを一時保管する保存システムで異常が発生。自動復旧の仕組みがあったものの、設定に不備があったために想定通り機能せず、手動で復旧。その間、全機能が利用出来なくなった。	(システム復旧機能の不備)	・IT Proニュース(2012.10.31 Web)	
		2012	10	31					0時50分 1時50分
別枠1203	コミュニケーションアプリLINEシステム	2012	11	26	アンドロイド版LINE(3.3.0)を反映した一部利用者で、「友だち自動追加」をオフ設定しているにもかかわらず、スマホに登録済み電話番号が勝手に「友だち」として追加登録されてしまった。3万5,718人に影響。	NHN Japanは同日18時に修正ソフトを公開。しかし27日に別の異常事象が発生。	(ソフト不具合)	・日経産業新聞(2012.11.30 朝刊)	
		2012	11	26					不明
別枠1204	コミュニケーションアプリLINEシステム	2012	11	27	LINE(3.3.0)で導入したFacebook連携の内、「友だち連携機能」で友だち登録が出来ないなどの指摘が寄せられた模様で、同機能を28日15時から停止。	障害の詳細などは不明。	不明	・日経新聞(2012.11.29 朝刊) ・日経産業新聞(2012.11.30 朝刊)	
		2012	11	28					以降

注:「直接原因」欄で( )付で記載したものは、直接原因を断定出来る客観的な根拠(公開された障害発生メカニズム)が非公開であることを示す。

体を見通すと、直接原因を明記出来たのは、4件だけである。残りの障害の直接原因については、将来、障害の発生抑止のための貴重な教訓をばらむ情報であるにもかかわらず、直接原因を断定出来るほどの根拠情報が乏しく、明記出来ていない。4章ではこの状況をより細かく調べながら、企業あるいは我が国にとっての障害情報公開の望ましい姿などについて考察したい。

### 3. システム更改時の移行

アプリケーション・ソフトウェア・エンジニアは、新しいプログラムの仕様の折衝や開発に忙殺されるあまり、現行システムから新システムへの移行の検討を後回

しとし、納期直前の短期間で対応することになりがちである。このため、移行設計がおろそかになったり、移行におけるマネージメントの不備などでトラブルが発生する恐れがある。

#### ● 現行システムからの移行設計

移行の対象とすべき現行システムが保有する「システムの環境」には、静的データ(更改対象外のハード/ソフト構成などの情報)だけでなく動的データ(顧客口座状態など日々刻々と変化する情報)もある。動的データの引き継ぎに漏れなどがあると、「システムの環境」の再現が不完全となる。このような状態で新システムのサービスを開始してしまうと、様々な異常事象が生じるだけでなく、稼働中に動的データが順次書き換えられて

しまい、システムを正常な状態に復帰させることは極めて困難となり、トラブルの長期化を招く恐れがある。また、システム更改時には、旧システムと新システムのデータ項目の対応付けや整合を取るための変換を行うが、開発ベンダが新旧入れ替わる場合にはとくに難題となる。

長期運用中の機能追加により、変換元になるデータの定義や意味などは変更される。旧ベンダは、保守効率や事業収支が低下するため他社がシステム更改を行うことまで配慮したデータ仕様書の維持管理は行わず、自社が理解出来る程度に維持管理レベルを抑える。そこで、ベンダが入れ替わるときには、新ベンダはデータ仕様書だけでは最新状態を把握することが困難となる。このため新ベンダは旧ベンダからの協力体制を構築した上で最新状態を確認・確定する必要がある、本章冒頭で述べた状況では短時間に対応出来ない。なおこの他、移行設計には、長期運用により蓄積された不要データなどの削除、データの移行単位及び時期、移行に要する処理時間推計など、多くの作業が含まれるが、誌面の制約から詳細は割愛する。

#### ● 移行におけるマネージメント

一般的に新システムへの移行作業に与えられる時間は限られている。しかし移行実行中には、予定したデータ移行作業が遅延するなどの不測の事態が起こり得る。例えば、移行設計ではすべての動的データを引き継ぎ対象としていたが、口座引き落とし状態を含む大量データ移行のバッチ処理が遅延などにより正常に完結しなかったにもかかわらず、その事態が掌握されずに、新システムのサービスの開始をしてしまった場合などでは、移行設計ミスの場合と同様の事象が発生し、トラブル対応で時間

を取られてしまう恐れがある。このため、あらかじめ移行手順書に基いて不測事態が発生するリスクをすべて洗い出しておく必要が有る。移行を実施する場合にはこれらの洗いだしたリスク発生の予兆やその発生を知らせるイベント（進捗遅れ、中断など）を監視し、もし期限まで移行完了が危ぶまれるようなイベントが確認されたならば、移行途中でも現行システムへ切り戻すか、移行作業を続行するかの判断が求められることになる。また、切り戻しに至るリスクへの対応策として、あらかじめ切り戻しの手順の確立やその所要時間の掌握などの備えも必要となる。

これらの点についてはソフトウェア開発に専念する技術者が見落としがちであり、過去に問題を引き起こす要因となった例も多いため、あらためて注意を喚起しておきたい。

## 4. 障害情報の公開について

### 4.1 障害情報公開の望ましい姿

今期発生した表1の全23件の障害事例について、公開の透明度別に3分類した結果を表2に示す。ここで、①原因公開事例とは、障害の発生に至ったメカニズムに基づき直接原因と再発防止策が論理的に説明されている事例、②原因曖昧事例とは、原因公開事例のような論理的な裏付けは出来ていない事例、③原因未公開事例とは、全くの情報不足で直接原因が記載出来なかった事例であるとした。

原因公開事例に該当する4件については、報道発表の中で、障害発生メカニズムによって直接原因と再発防止

表2 障害公開レベルによる障害事例の分類

分類	定義	件数	比率	対応事例(No.)
①原因公開事例	表1に「公開された障害発生メカニズム」が記載され、表1の「直接原因」欄に直接原因が明記された事例。 障害の発生に至ったメカニズムを俯瞰出来る図などにに基づき、直接原因や対策が論理的に説明されているものに該当する。	4	17% (見える化率)	1216, 1219, 1220, 1222
②原因曖昧事例	表1に「公開された障害発生メカニズム」を記載出来ず、「直接原因」欄では( )付で直接原因を記載している事例。 障害の発生に至ったメカニズムなどの説明が無い、あいまいであることから、報道された原因や対策の妥当性を客観的に確認することが出来ないもの(注)に該当する。	7	31%	1221, 1223, 1224, 1228, 1229, 別枠1202, 別枠1203
③原因未公開事例	表1の「直接原因」欄で単に「不明」と記載した事例。 原因に関しては全く報道されていないものに該当する。	12	52%	1215, 1217, 1218, 1225, 1226, 1227, 1230, 1231, 1232, 1233, 別枠1201, 別枠1204
合計		23	100%	

(注)No.1229では「操作ミスが原因で対策として二重チェックを三重化する」と報道されているが、誤操作に関して防止機能や事後のデータ復旧機能を装備出来なかった根拠を示すシステム俯瞰図などの情報が公開されておらず、原因が報道通りだとは断定し難い場合もこれに含めた。

策等について客観的な説明がされており、開示されている情報は、他社における類似の障害を抑止するためにも有効であると考えられる。

しかし、特定企業（NTT ドコモ 3 件、東京証券取引所 1 件）に限られ、残り大多数については、将来、障害の発生抑止のための貴重な教訓をはらむ情報であるにもかかわらず、障害の直接原因やそれを断定出来る根拠情報がほとんど公開されていない。この結果、3 章で述べたような経験に基づく情報が無い限り、障害への対策を特定することが困難となるため、類似障害抑止には限界がある。

障害事例に関する「見える化率」=①÷(①+②+③)とすると、今期の見える化率は 17% となった。我が国の情報システム障害に対する再発防止や悪影響の軽減に向けて、次に示すステークホルダーがおのおのに課せられた役割を果たすことで、障害実態の見える化と障害発生防止の活動を強化・継続することが望まれる。

- IPA：表 2 に示す障害事例の分類や見える化率も含めた実態把握を行い、原因公開事例についてより活用しやすい形にするなど工夫をすると共に、結果を企業にフィードバックし続けること
- 企業：IPA の公開情報や他社の原因公開事例も活用し、自社情報システムの障害抑止等に努めると共に、もしも障害が起きた場合、その発生メカニズムと合わせて原因や再発防止に関する情報を自社ホームページで公開することにより、原因公開事例を増やすこと
- 政府：企業の情報開示が企業にとって不利益にならないようにし、また公開する企業が国益に寄与するものとして公開を促進させるような仕組みを整備すること

#### 4.2 ユーザ企業への期待

以上述べてきた障害情報の公開には、現実には情報公開のインセンティブ不足や企業機密といった「壁」があり、IT 障害事例の見える化を即座に前進させることが難しい。そこで、IPA/SEC のこれまでの活動経験を踏まえ、次善策についても考察を加えておきたい。

上記の「壁」は、IT 障害事例だけでなく IT 開発において目標 QCD を達成出来なかった問題プロジェクト事例についても存在していた。しかし、これに対して情報

収集と情報管理の方法に工夫を加え、主にベンダ企業の協力によって事例の収集が出来た。そのときの収集方法は以下の通りである。

- 専門部会を設け、その部会に企業の経験者を委員として招聘、3 年以上かけ問題プロジェクト事例を調査
- 企業あるいは委員個人の不利益にならないように配慮（事例情報に基づき個人・個社が特定出来ないように、システム名、発生時期なども判別出来ないよう公開情報を制限するなど）

この結果、問題発生メカニズム、原因、対策、再発防止策などが明らかにされた事例 150 件以上の収集が出来 [IPA 2006] [IPA 2007] [IPA 2008]、その公開情報は多くの企業で活用されている [IPA 2012]。

そこで、これと同様の手法を IT 障害事例についても適用することによって、障害情報の収集を促進していくアプローチが有効であることが期待出来る。ただし IT 障害事例についてはベンダ企業よりも、IT によりサービスを供給する企業（主にユーザ企業）でないと実態把握が難しい。今後、ユーザ企業の個人・個社の不利益にならない対応策を講じながら、ユーザ企業にも IT 障害事例を IPA/SEC に積極的に提供して頂くことで、我が国の IT 障害発生抑止への貢献を期待したい。

## 5. むすび

直近半年間の情報システムの障害について報告した。また事例の開示が少ない中で、システム移行に関する障害発生防止策や障害情報公開の望ましい姿などについての考察も述べた。これらを踏まえて障害の抑止とその影響の軽減に向けた取り組みを一層強化する必要がある。

#### 参考文献

- [IPA 2006] IPA/SEC：IT プロジェクトの「見える化」（下流工程編），pp.142-173，日経 BP 社，Jun.2006
- [IPA 2007] IPA/SEC：IT プロジェクトの「見える化」（上流工程編），pp.174-201，日経 BP 社，May.2007
- [IPA 2008] IPA/SEC：IT プロジェクトの「見える化」（中流工程編），pp.110-134，日経 BP 社，Oct.2008
- [IPA 2012] IPA/SEC：2011 年度「ソフトウェア産業の実態把握に関する調査」報告書，<http://sec.ipa.go.jp/reports/20120427.html>
- [METI2009] 経済産業省，IPA，一般社団法人日本情報システム・ユーザー協会：重要インフラ情報システム信頼性研究会 報告書，Mar.2009
- [松田 2011] 松田晃一・金沢成泰：情報システムの障害状況 2010 年データ，SEC journal No.26，Vol.7，No.3，pp.102-104，Oct.2011
- [松田 1 2012] 松田晃一・金沢成泰：情報システムの障害状況 2011 年後半データ，SEC journal No.28，Vol.8，No.1，pp.6-8，Mar.2012
- [松田 2 2012] 松田晃一・大高浩：情報システムの障害状況 2012 年前半データ，SEC journal No.30，Vol.8，No.3，pp.139-141，Sep.2012

# 高度専門留学生の育成と 日本企業への輩出

北陸先端科学技術大学院大学  
副学長（キャリア支援担当）  
**落水 浩一郎**



平成20～24年度の5年間にわたって実施された経済産業省委託事業「アジア人財資金構想」高度専門留学生育成事業「高信頼組込みシステム開発技術にかかわる基盤的人材育成プログラム」の成果と知見を報告する。

## 1 プログラムの目標

アジア各国から優秀な留学生を受け入れ、組込みシステム分野の高度専門技術者として育成し、北陸地域の産業界へ輩出する。

北陸地域・石川県は産業用機械製造（工作機械、繊維機械、食品機械等）のメッカであり、産業機械を中心とした組込みソフトウェアのビジネスニーズがある。また、120社を超えるIT関連企業があり、全国でも高い集積度を誇っている。しかし、北陸地域の組込みソフトウェア企業の競争力向上のためには、開発品質保証力を高めること、また、将来の技術変化を予測出来、指導出来る人材の確保が不可欠である。

## 2 プログラムの実施体制

本プログラムの管理法人は株式会社石川県IT総合人材育成センター、実施大学は国立大学法人北陸先端科学技術大学院大学であった。プログラムの開始にあたって、北陸先端科学技術大学院大学内部に、学生獲得、日本語教育、専門教育、就職支援にかかわる全学的実施体制を設けた（図1）。

### ① 学生獲得

タイ・チュラロンコン大学及びベトナム・ベトナム国家大学ハノイ校に、学生獲得の協力者を配置した。また、本学情報科学研

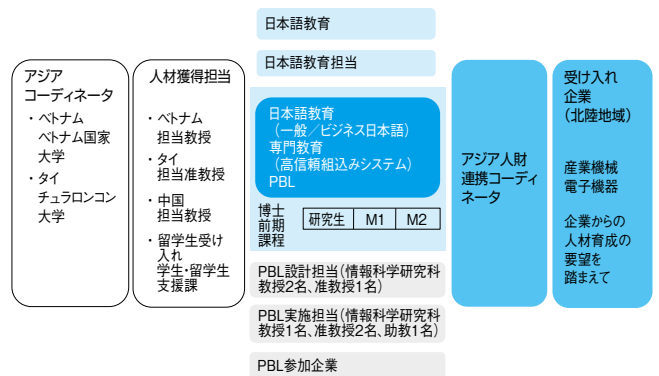


図1 北陸先端科学技術大学院大学内部の実施体制

究科に、タイ担当（チュラロンコン大学）、ベトナム担当（ベトナム国家大学）、中国担当の学生獲得を任務とする教員を配置した。

### ② 日本語及び専門教育

北陸先端科学技術大学院大学に日本語教育の専門スタッフを配置した。また、専門教育は情報科学研究科が担当した。

### ③ 就職支援

参加企業との連携のため、アジア人財連携コーディネータ2名を配置した。キャリア支援センター及びキャリア支援課が就職支援を担当した。

### ④ 留学生支援

それぞれの部局が責務に応じて留学生支援を担当した。

本プログラムの参加企業は、アール・ビー・コントロールズ株式会社、株式会社アイ・オー・データ機器、小松電子株式会社、株式会社COM-ONE、澁谷工業株式会社、高松機械工業株式

会社、津田駒工業株式会社、株式会社PFU、北陸日本電気ソフトウェア株式会社、三谷産業株式会社、株式会社リニア・サーキットの11社であった。また、支援機関は、独立行政法人情報処理推進機構 (IPA)、石川県工業試験場、社団法人石川県鉄工機電協会、社団法人石川県情報システム工業会、北陸経済連合会である。

コンソーシアムを構築し、事業統括推進委員会、プログラム推進委員会、専門教育ワーキンググループなどを設けてプログラムを円滑に推進した。

### 3 プログラムの具体的課題

目標達成のために以下の課題を設定した。

#### ① 産学連携専門教育プログラムの開発

「通信技術」、「情報処理技術」、「プラットフォーム技術」などの技術要素分野の知識・スキル、「システム要求分析」、「システム設計」や「テスト・検証」などの開発技術分野の知識・スキル、チームワークによる開発業務遂行能力を有し、実践的なソフトウェア開発技術に従事可能な実践的な知識・資質を持った専門開発技術者の育成を図る。また、参加企業と協働でPBL<sup>\*1</sup>演習講義などの教育プログラムを開発する。

#### ② 日本語、ビジネス日本語の教育

日本企業への就業に必要な語学力やビジネスコミュニケーション能力を養成する。

#### ③ 日本文化、企業文化の理解

グローバルに活躍する人材が、専門能力、言語能力に加えて活躍の場における文化を理解することは、必須の事柄である。

### 4 プログラムの成果

#### ① 優秀な留学生の獲得

中国 (北京大学、清華大学、中国科学技術大学、天津大学、南昌大学、南開大学)、タイ (チュラロンコン大学)、ベトナム (ベトナム国家大学ハノイ校工科大学、ベトナム国家大学ホーチミン市校工科大学、軍事技術学院)、韓国 (光云大学) など各国のトップレベルの大学から、トップレベルの人材、想定通りのチャレンジングでガッツのある若者を集めることが出来た (図2)。

#### ② 北陸地域企業への人材の輩出

プログラム実施期間に26名の学生を受け入れ、参加企業に多くの人材を輩出した。一期生4名は全員が、二期生は7名のうち4名が、三期生は4名のうち3名が参加企業に就職した。四期生11名では8名が内定し、残りの3名が就職活動中である。三期



中国: 北京大学 (北京)、天津大学 (天津)、南昌大学 (江西省)、清華大学 (北京)、中国科学技術大学 (合肥) (2名)、南開大学 (天津)  
 ベトナム: ベトナム国家大学ホーチミン市校工科大学 (7名)、ベトナム国家大学ハノイ校工科大学 (2名)  
 タイ: チュラロンコン大学 (バンコク) (9名)  
 韓国: 光云大学 (ソウル)

図2 留学生の受け入れ先

生までに対する成果は、修了率93%、就職率86%、参加企業への就職率92%となっている。表1に留学生の受入・輩出の実績を示す。

2012年8月に実施したOB/OG意見交換会において企業から得た評価を表2 (左列) に示す。

なお、就職指導にあたっては、日本と中国や東南アジア各国のキャリア形成に対する考え方の違いを理解しておく必要がある。ベトナム、タイ、中国では「会社に入社し、一定の仕事に従事しスキルが身に付くと、その実績をもとに転職し、さらに高い報酬を獲得していく」という考え方が一般的である。

表1 留学生の受入・輩出の実績 (2013年2月現在)

受入年度	受入人数				就職実績
	中国	ベトナム	タイ	韓国	
平成20年度 (一期生)	4名	3名	-	-	平成23年3月修了 《修了後の進路》 株式会社アイ・オー・データ機器 小松電子株式会社 株式会社PFU 株式会社リニア・サーキット
平成21年度 (二期生)	7名	2名	1名	4名	平成23年9月修了 《修了後の進路》 津田駒工業株式会社 株式会社PFU 北陸日本電気ソフトウェア株式会社 豊通エレクトロニクス・タイランド株式会社
(三期生)	4名	2名	2名	-	平成24年3月修了 《修了後の進路》 株式会社COM-ONE 株式会社PFU 三谷産業株式会社
平成22年度 (四期生)	11名	-	6名	5名	平成24年9月修了 《修了後の進路》 ACCESSPORT株式会社、ウィアー・エンジニアリング株式会社、KLab株式会社、KVH株式会社、JBCC株式会社、株式会社日立ソリューションズ、富士ソフト株式会社、株式会社富士通システムズ・イースト
合計	26名	7名	9名	1名	三期生まで 修了生比率 = 93% 就職率 = 86% 参加企業への就職率 = 92%

脚注

※1 PBL : Project Based Learning, 問題設定解決型学習法

表2 輩出した人材と開発した教材に対する参加企業の評価

輩出した人材に対する参加企業の評価	PBL教材に対する参加企業の評価
会社で仕事をするためには、論理的に説明する力、継続的に努力する力、誠実であること、基礎学力が担保されていることが重要である。修了生4人は、これら、すべてが満たされており大変素晴らしい。	教材は体系的にうまく整理されており、かなり使える。開発技術や開発環境はかなり実践的に突っ込んで書いてあり、また、全体を網羅しているところが素晴らしい。
新人教育なしで実戦投入したが期待以上の成果を上げている。中国に輸出する製品開発への貢献に期待している。	組込みソフトをわかりやすく説明するイントロがあり、それから専門的な内容に入っていきやすい。本教材はそのような形に構成されており良い。
採用した人材は仕様書、設計、コーディング、テスト評価、マニュアル作成など通りの仕事の流れを理解している。日本語で仕様書を作成し発表するなどのプレゼンテーションスキルの向上が今後の課題である。	エンタプライズ系では、通常利用する技術が決まっている。それに対して、組込み系はレパートリーが広く、特性に応じた適切な手法を選択するところが大事である。今回の教材はそこを押さえてあり大変良い。
日本人にない考え方を製品開発に生かして欲しい。	新人教育だけでなく、もう少しレベルが高い人も含めて欲しい。例えば自分で事例を開発して比較しコメントするような教科書もあると良い。
日常の仕事において、伝えたことを理解しているかどうかの確認が大変である。また、「言われたことをやる」のではなく付加価値をつけて欲しい。	産業機械系は、全体としての機械のデザインや機能性のレビューがまずある。織機の例だと、まずは糸を紡いでいく、織っていくというメカがある。それに、高級感を持たせるには、ミス対応、横糸が切れたときどうするのかなどの話が続く。このような要望にも対応して欲しい。

### ③ 高信頼組込みシステム技術者育成に関わる教育システムの構築 ・専門教育カリキュラムの開発

図3に示すように、情報科学における必須の基礎知識を獲得出来る講義群を土台にして、高信頼組込みシステムの構築に必要な、品質保証技術、ソフトウェア開発技術、システム構築技術を配置している。更に、組込みシステムに特化した内容として、PBLを2科目配置した。

ソフトウェア工学の理論的成果を、実際の製品開発に適用する力を育成することを目指してPBL演習を2科目設計した。ソフトウェア開発の流れを実体験する演習「高信頼ソフトウェア開発演習」と、体験したソフトウェア開発の流れをソフトウェアプロセスとして整備し、それをもとに品質作り込みの実体験をする演習「高信頼ソフトウェア開発プロセス設計」である。

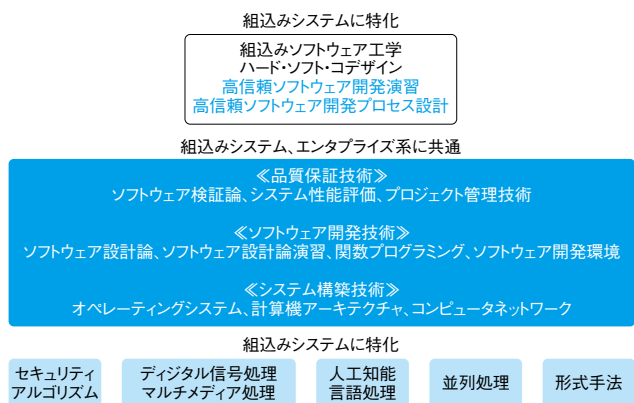


図3 専門教育カリキュラム

開発PBLの種類	課題概要	課題提供・協力企業	
ソフト開発提供型業種課題	プリンタ制御BOX ・操作対象が多い ・状態遷移が複雑 ・テスト自動化	北陸日本電気ソフトウェア株式会社	平成21年度開発済
家電機器開発型業種課題	自動ガスコンロ ・タイミング要件が多い ・高い安全性要求 ・テスト自動化	アールピーコントロールズ株式会社	
情報機器開発型業種課題	データ計測収集システム ・入力が不定期 ・ネットワークを通じた通信	株式会社アイ・オー・データ機器	平成22年度開発済
OA機器開発型業種課題	スキャナ ・グラフィカルユーザー ・インタフェース ・CPU利用の最適化	株式会社PFU	
機械開発型業種課題	製品検査システム ・不良品の検出 ・コンベア制御	澁谷工業株式会社	

図4 PBLの業種別課題

PBLの教材は、北陸地域の業種をソフト開発提供型、家電機器開発型、情報機器開発型、OA機器開発型、機械開発型の5つに分類し参加企業の協力を得て開発した(図4)。

また、本学における演習の中間段階、最終段階で参加企業の関係者をお招きし、留学生達の成果に対して企業の視点から有益なアドバイスやコメントをして頂いた。

PBL教材に対する参加企業の評価を表2(右列)に示す。

### ・日本語教育カリキュラムの開発

2年間の集中的な日本語教育の結果(表3)、留学生の半数程度は、就職後すぐに現場で活躍することが出来るという成果が上がっている。

ただし、非漢字圏出身の学生の日本語習得は約半年遅れるという結果であった。本プログラムで開発した日本語教育プログラムは、平成24年度より、本学の正規科目として留学生教育に活用されている(表4)。

### ④ 日本文化及び企業文化の理解

日本文化及び企業文化の理解を支援するために、参加企業から講師を招いて製品開発講座を毎年度開講することで(表5)、日本の企業文化の理解に効果を上げた。

### ⑤ 北陸地域企業との連携の持続化

本プログラムを契機に、北陸経済連合会イノベーション推進事業部と共同して、2009年10月に高信頼システム情報交換会・北陸を立ち上げた。北陸の企業を対象にして、産学連携により、システム開発等、ICT関連の最新情報の提供・共有を図ることを通じて、企業の技術力向上を支援し、国際的に競争力がある北陸の産業作りに貢献することを目指す活動を行っている。この情報交換会には留学生も出席し、大学の講義とは異なる立場から知見を広めることが出来た。

表3 日本語能力の獲得状況

	日本語能力試験(JLPT)		ビジネス日本語能力テスト(BJT)		
	1級	2級	J1	J2	J3
1期生 (4名)	4名			2名	2名
2期生 (7名)	3名	3名	1名	3名	3名
3期生 (4名)	2名	2名	1名	2名	1名
4期生 (11名)	2名	4名		2名	9名
計	9名	9名	2名	9名	15名

表4 日本語教育の正規科目化

キャリア科目	コミュニケーション科目	コミュニケーション科目	コミュニケーション科目
キャリア開発基礎	英語入門	日本語入門1	異文化コミュニケーション
キャリア開発発展	英語初級1	日本語入門2	言語表現技術
企業経営と企業	英語初級2	日本語入門3	日本事情
プロジェクトマネジメント基礎	英語初級3	日本語初級1	教養科目
プロジェクトマネジメント応用	英語中級1	日本語初級2	
	英語中級2	日本語初級3	科学哲学と科学史
	サイエンティフィックディスカッション1	日本語中級1	世界経済
	英語上級1	日本語中級2	科学者の倫理
	英語上級2	日本語中級3	技術経営と知的財産
	サイエンティフィックディスカッション2	日本語上級1	メディア論
	海外語学実習	日本語上級2	
		ビジネス日本語1	
		ビジネス日本語2	
		企業日本語実習	

## 5 本プログラムを通じて得られた成果

本プログラムによって達成され、本学で、今後の留学生教育に活用される成果は以下の通りである。

### ① 優秀な留学生の獲得に関するアジア諸国との組織的連携体制の継続

ベトナム国家大学、チュラロンコン大学、中国とはデュアル教育プログラム、学術交流協定の締結、客員講座の設置などの実施により、今後に繋がる強力な連携関係の構築に成功した。

### ② 高信頼システム構築にかかわる教育システムの構築

本プログラムにより開発した教育システムは、PBLを含む専門教育、日本語教育を含め、北陸先端科学技術大学院大学の正規科目として整備され、日本人を含む、次の時代をリードする人材の育成に活用される。

### ③ 高信頼システム構築に関する人材の企業への輩出と北陸地域の企業との連携の一層の推進

本プログラムの実施を契機にして、北陸地域（石川、富山、福井各県）の企業との産学連携がより一層円滑かつ密接になった。高信頼システム情報交換会・北陸等での活動を通じて今後

表5 製品開発講座

企業名・業種		製品開発講座		インターシブ
アールピーコントロールズ株式会社	家電メーカー	7月 2日	谷口 宗治郎 氏	9月 8日
北陸日本電気ソフトウェア株式会社	ソフト開発メーカー	7月 9日	西川 幸延 氏	10月 4日
株式会社アイ・オー・データ機器	情報機器メーカー	7月23日	山崎 義彦 氏	9月 2日
株式会社PFU	OA機器メーカー	7月30日	山口 正毅 氏	9月 1日
高松機械工業株式会社	工作機械メーカー	8月 6日	磯部 稔 氏	9月29日
澁谷工業株式会社	産業機械メーカー	8月20日	村松 鋭一 氏	9月 2日
株式会社リニア・サーキット	ソフト開発メーカー	8月27日	西田 和康 氏	9月 1日
津田駒工業株式会社	繊維機械メーカー	9月 3日	守部 太美雄 氏	9月 8日
小松電子株式会社	家電メーカー	9月10日	福村 康和 氏	9月29日
三谷産業株式会社	総合商社、ソフト開発メーカー	9月24日	山崎 泰司 氏	10月 4日
株式会社COM-ONE	ソフト開発メーカー	10月 4日	米田 稔 氏	10月 4日

表6 高信頼システム情報交換会・北陸の活動

講師	講演題目
IPA	日本における組込みシステムの現状
北陸先端大	産業のサービス化とサービスサイエンス
アイシン精機	IC情報科学技術の発展とITS化・ロボット化が進む自動車の革新
北陸先端大 北陸NES	PBL教育とOJT教育
iJTB、日本ユニシス、 東芝、パナソニック	日本の企業における品質管理の課題
宮崎大	新ビジネスの機会を創出するクリニカルパス
北陸先端大	ロボティクスの現状と課題
インテック、 パワー・アンド・IT	クラウドサービスの現状と課題
ソニー	大規模ソフトウェアを俊敏に開発するための重要プラクティス
富士通	クラウド活用事例(農業、在宅医療)
フェリカネットワークス、 チェンジビジョン、九大	形式手法とアジャイル開発

ますます産学連携を発展させる予定である。

### ④ 本学留学生支援体制の強化と増強

本プログラムの実施を通して、北陸先端科学技術大学院大学の留学生に対する教育支援、生活支援、就職支援、奨学金制度の機能・組織が大幅に強化された。今後のグローバル人材の輩出に大きく貢献することが期待される。

### 謝辞

本プログラムの実施にあたっては、支援機関、参加企業、管理法人、北陸先端科学技術大学院大学関係各位の本プログラムに対する並々ならぬご尽力と貢献があった。本プログラムが大きな成果を上げることが出来たのも関係各位のご協力のおかげである。ここに厚く謝意を表する。

### 参考文献

[成果報告書 2012] 株式会社石川県 IT 総合人材育成センター、国立大学法人北陸先端科学技術大学院大学：「アジア人財資金構想」高度専門留学生育成事業「高信頼システム開発技術に関わる基盤的人材育成プログラム」成果報告書、pp.1-371, 2012

# これからの社会

IPA顧問 学校法人・専門学校HAL東京 校長

鶴保 征城(つるほ せいしろう)

戦後の日本は、1990年頃まで成長社会が続いた。とくに、1960年代は今の中国も顔負けの年平均10%近くの高度経済成長を実現したが、1989年末にピークを打ち、その後成熟社会に入ったと考えられる。

成熟社会の特徴は、「一般物価が持続的に下落する」デフレ現象であるが、これについては、SEC journal 30号「デフレからの脱却」で述べた。当初は、10年程度の循環で回復すると期待されていたが、実に20年近くもデフレ状態が続いている。こうなると、社会が変質したと考えざるを得ない。

成長社会は、発展する経済に牽引され、物価も組織も右肩上がりである。映画「ALWAYS 三丁目の夕日」で主人公が沈む夕日を見ながら、「明日は今日より良くなるよね」「当然だよ！」と素直に言えた時代だ。

このような社会は、やるべきことがほぼ決まっていた。国のレベルでは「米国に追いつけ・追い越せ」、会社のレベルでは「売上高アップ」、家庭では「とにかくマイホーム」。言い換えると、「正解あり」の社会である。問題は決まっている。答えも何通りかの中に正解がある。求められるのは、それを早く正しく解くこと。選択問題を解く処理能力が問われていたとも言える。

一方、成熟社会は経済成長が止まり、物価は下がり組織も縮小する。やるべきことは明確ではなく、何が問題かを考え設定することが重要になる。「正解なし」の状態で、単純な情報処理ではなく、情報を結び編集し、試行錯誤の中から問題を浮き彫りにする能力が問われる。

ゴルフに例えると、成長社会は、快晴・無風で平坦なゴルフ場。成熟社会は、風雨・霧でブラインドの多いゴルフ場と言えるかもしれない。グリーンが見えなくても、とにかく打たなければならない。リスクは多いが、打たなければゴルフにならない。

登山で言うと、登りは天候を見て一気に登れるが、下りは天候を選ぶことは出来ず翻弄されるのに似ている。事故は下りに多い。

求められるスキルを考えてみよう。成長社会では、選択問題を早く正しく解く頭の回転の速さが重要になる。これは測ることが可能で、偏差値というものだ。だから、高偏差値人間が重宝された。

成熟社会では、何が問題かを考える「頭の柔らかさ」が求められる。いきなり答えを求めるのではなく、お互いにアイデアを出し合うという作業が先行しなければならない。アイデアが最初からシュリンクしたのでは、大した成果を期待出来ない。最初はまともでなくても良いから、ワイガヤ的雰囲気豊かで豊かな発想を出し合うのが良い。

本稿では、「成長社会」との対比で「成熟社会」という言葉を用いたが、日本社会が隅々まで成熟し切っているわけではない。むしろ、政治、経済、官僚機構、企業統治、グローバル化、教育、外交、地方分権等々、まだまだ未熟な分野が散在している。人間そのものも成熟化に向かっているというよりも、未熟化しているかもしれない。「未熟」ということは、まだまだ改善・発展の余地があるということだと思ふ。





## 10年後に食える仕事 食えない仕事

渡邊 正裕 著

ISBN : 978-4-492-26103-3

東洋経済新報社刊

四六判・222頁

定価 1,575円 (税込)

2012年2月刊

## 国内SEが日本人である必要はあるのだろうか？

グローバル化が進んでいることを実感する機会が増えている。コンビニや飲食店の店員は日本人でない場合が多く見受けられる。また、コールセンターの海外アウトソーシングが進んでいる。

本書では職業のポジションを4象限で整理し、10年後にどうなるかを解説している。求められるスキルが知識集約か技能集約か、日本人であることのメリットが大きいか小さいかの軸を使っている。

技能集約で日本人メリットが小さい職業は『重力の世界』と称し、グローバル化によって労働機会が減り賃金相場が限界まで下がる。例えば店舗店員、コールセンタースタッフ、組立て作業員などである。そしてプログラマーもここにマッピングされている。

一方、SEは知識集約型で日本人メリットが大きい『グローバル』と称

する領域であり、他にはマーケッターや記者／編集者などが該当する。日本市場向け高度専門職として、高度な日本語や日本の人脈などが求められる。

しかし、SEも10年後に食える仕事とは言い切れない。日本人メリットが本当に機能するだけのレベルにあるかが重要である。お客様自身が高いITスキルを保有していれば、直接海外のSEや企業と取引するほうが効率的である。お客様のグローバル化とITスキル向上は、より高度なスキルを持つSEしか生き残れない環境を作る。

ぜひ、自分の10年後を考えると、この書籍を参考にして欲しい。自分の職業が10年後どうなるか、自分のスキルが10年後に役立つのかを客観的に考えたい。そして自分に必要となるスキル強化を中長期的に取り組むことを始めてほしい。(渡辺 登)



## ソフトウェア最前線

前川 徹 著

ISBN : 4-7572-1064-7

アスペクト刊

四六判・262頁

定価 1,890円 (税込)

2004年9月刊

## SEC 設立時のホットなトピックス再考

SEC 設立直前に発行された本書のサブテーマは、「日本の情報サービス産業界に革新をもたらす7つの真実」であり、その7つについて言及している。

真実1：世界はソフトウェアに依存している

真実2：このままでは日本のソフトウェアはダメになる

真実3：ソフトウェア工学で問題がすべて解決するわけでない

真実4：ウォーターフォール・モデルはソフトウェア開発に適していない  
真実5：優秀な人が優秀なソフトウェアをつくる

真実6：ソフトウェアの天才は身近なところにいる

真実7：ソフトウェア産業を育てるのはユーザである

真実1及び2は、出版当時以上にホットなテーマで、ソフトウェアの不

具合が及ぼす影響は一層大きくなっている。真実3に関連し、CMMの記述に当該章の三分の一以上を割いているのは適切であろうか？改善活動に関する熱気も以前ほどでは無いようである。真実4は、依然問題になっている。ウォーターフォール・モデルが本来意図したイテラティブな開発スタイルの適用が困難な状況である。真実5はむしろ状況が悪化し、優秀なあるいは専門教育を受けた人材が、業界内では減少しているようである。真実6は、開発対象の殆どが業務アプリケーションの日本では、業務要件が受発注者間で正しく伝わる体制、環境をもっと整えるべきと考える。最後の真実7は、日本のソフトウェア開発における最重要課題である。ユーザが責任をもって仕様書を作成し、それを受発注者間で共有し開発を進めることが議論されるべきと考える。(新谷 勝利)

## 編集後記

2013年の年が明けて、金融業界は円安、株高と活況を呈しています。この状況が産業界にも波及し、日本全体が早く活気を取り戻すことを願うばかりです。さて、SEC journal 32号が発行されましたので、皆様にお届け致します。

所長対談では、トヨタIT開発センターの井上会長から「車車間通信」、「VICSの進化と車での応用」、「日本に7000万台ある車をセンサーとして活用」、「クルマを情報のHUBとして活用とするための業際イノベーションの必要性」、「途上国向けの車への対応」など、IT融合時代における新しい車の役割や自動車業界の取り組みについてお話をさせていただきました。

今号には、自動車の機能安全規格ISO 26262に関連した記事が2件掲載されています。その一つが、ISO 26262をベースとして自社の機能安全のプロセスを構築し、実開発に適用したパナソニック株式会社デバイス社様の適用事例、もう一つがISO 26262を分析し、セーフティケースなどの安全を担保する活動を参考にして進めている、SECのコンシューマ・デバイスを対象としたディペンダビリティ保証の活動です。また、新たに発行した「共通フレーム2013」が紹介されています。これはソフトウェア・ライフサイクル・プロセス (ISO/IEC/12207 (JIS X 0160)) をベースにして、システム開発にまで適用領域を広げたプロセス体系です。更に隔号での連載記事となっている「情報システムの障害状況」では、2012年下半期分が整理・分析されています。今回の特徴は、新しい通信サービスにおける障害を別枠で掲載していること、障害事例を公開の透明度別に3分類していることなどです。 (h-tanaka)

## SEC journal 編集委員会

編集委員長	田中秀明
編集委員 (50音順)	石川智
	遠藤和弥
	木本聡美
	杉浦秀明
	杉原井康男
	中村雄三
	松田雅幸
	三原幸博
	室修治
	山下博之



豊後二見ヶ浦 (大分県佐伯市) にて

(撮影: h-tanaka)

SEC journal No.31 お詫びと訂正

SEC journal No.31 (2012年12月14日発行) P169の図5において、凡例の表記に誤りがありました。ご迷惑をおかけしたことをお詫びし、以下のとおり訂正させていただきます。

(誤) CSM (Certified Scrum Master) チーム全体の支援者 → (正) CSP (Certified Scrum Professional) スクラムの実践者  
(誤) CSP (Certified Scrum Professional) スクラムの実践者 → (正) CSM (Certified Scrum Master) チーム全体の支援者

SEC journal® 第9巻第1号 (通巻34号) 2013年3月1日発行

© 独立行政法人情報処理推進機構 2013

編集兼発行人 独立行政法人情報処理推進機構

技術本部 ソフトウェア・エンジニアリング・センター

所長 松本隆明

〒113-6591 東京都文京区本駒込2-28-8 文京グリーンコート センターオフィス16階

Tel: 03-5978-7543 Fax: 03-5978-7517

URL: <http://sec.ipa.go.jp/>

e-mail: [sec-journal\\_customer@ipa.go.jp](mailto:sec-journal_customer@ipa.go.jp)

※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（IPA） 技術本部 ソフトウェア・エンジニアリング・センター（SEC）では、下記の内容で論文を募集しています。

## 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または先導的な論文
- ソフトウェアが経済社会にもたらす革新的効果に関する実証論文

## 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、組織経営、イノベーション

## 応募要項

締切り : 1月・4月・7月・11月 各月末日

査読結果 : 締切り後、約1カ月で通知。「採録」と判定された論文はSEC journalに掲載されます。

応募方法 : 投稿は随時受付けております。応募様式など詳しくはHPをご覧ください。

<http://sec.ipa.go.jp/secjournal/papers.html>

# ITパスポート試験®のご案内

— ITを安全に最大限活用できる能力を身につけ、スキルアップ! —

- iパス（ITパスポート試験）は、全ての職業人に必要な情報技術の基礎知識を問う**国家試験**です。合格者には経済産業大臣から合格証書が交付されます。
- IT技術だけでなく、ストラテジ（経営全般）、マネジメント（IT管理）など幅広い分野から出題します。
- ITを活用し、イノベーションが叫ばれる今、IT社会で働く全ての方に求められるITの基礎知識を証明できます。
- 企業における採用時の参考資格や社員のITリテラシー向上を目的とした社員教育、また、教育機関における評価ツールとして活用されています。
- 試験の実施はCBT（Computer Based Testing）方式を採用。試験終了後、結果がすぐに分かります。また、試験前日までインターネットでお申し込みが可能です。

## CBT方式の特徴

### 結果がすぐに分かる

試験会場でコンピュータの画面上に表示される問題に解答。試験結果はすぐに分かります。

### 土曜・日曜日、夜間でも受験出来る

土日・夜間を含めた時間帯が選べるので、社会人・学生問わず受験が可能です。

### 受験会場は約130カ所

全国約130カ所の会場から受験場所が選べます。  
(2012年11月30日現在)

#### お問い合わせ・お申込み

独立行政法人情報処理推進機構 (IPA)  
ITパスポート試験コールセンター

<https://www3.jitec.ipa.go.jp/JitesCbt/html/reference/reference.html>

TEL : 03-5220-6736 FAX : 03-3216-7553

**IPA** 独立行政法人情報処理推進機構  
技術本部 ソフトウェア・エンジニアリング・センター

SEC journal No.32  
第9巻第1号 (通巻34号)  
2013年3月1日発行

©独立行政法人情報処理推進機構

ISSN 1349-8622



古紙パルプ配合率10%再生紙を使用



この印刷物は、印刷用の紙へリサイクルできます。