2014 年 9 月 30 日発行
第 10 巻 第 3 号（通巻 40 号）
ISSN 1349-8622

# SEC journal 38



IPA 独立行政法人 情報処理推進機構
Information-technology Promotion Agency, Japan

**SEC journal No.38**
Vol.10 No.3 Sep. 2014

# 技術を社会へ：安全性の確保による橋渡し

独立行政法人 産業技術総合研究所 理事長
中鉢　良治

我が国が得意とする高品質で高機能なものづくりやサービスに対し、安全性の面から価値を付加することは、国際的な信用向上と競争力強化に資する。安全性を確保するにはコストがかかるが、環境配慮性、デザイン、ブランドなどで高付加価値を持たせられるのと同様に、安全性もそれに要したコスト以上の価値を持ち得るからだ。

安全性とは何か、について改めて考えてみたいと思う。信頼性は特定の製品・サービスとその利用者とのいわば“閉じた関係”であるのに対し、安全性は製品・サービスと利用者との関係だけでなく、それを取り巻く社会をも含んだ“開かれた関係”であると捉えることができる。安全とは受け入れ不可能なリスクが存在しないことであるが、どの程度のリスクを受け入れられるかは、その時代の社会が持つ価値観によって異なる。また、安全技術の向上に伴ってリスクが低減されれば、その状態が当然のものとして受け止められるようになり、現在許容されているリスクであっても、将来も受け入れられるとは限らない。

ソフトウェアの安全性について考えてみると、モノやサービスがソフトウェアとネットワークを通して相互につながっている現代社会における新たなリスクとして、ソフトウェアに対する悪意による攻撃が、個人や組織の機密情報を流出させたり、電力系統や鉄道などの生活インフラ全体へ波及する可能性がある。このため、ソフトウェアの安全性を確保することは、これまでに無いほど重要な価値になってきている。

他方で、安全とは製品やサービスを使ってすぐに実感できるものではなく、リスクに対する安全性の価値を主張するには、安全性の標準や規格、認証といった科学的な評価が必要となる。ソフトウェア開発においても、技術開発と並行して安全性の評価や基準作りを進め、企業・業界団体や研究機関は、国際標準規格や国の政策への情報発信能力を備える必要がある。

このような社会を見据え、独立行政法人 産業技術総合研究所（産総研）では、「IT 活用による生活安全」を重点戦略の一つとして研究を行っている。例えば、技術研究組合制御システムセキュリティセンターに独立行政法人 情報処理推進機構と共に参加し、インフラ施設などに使われるソフトウェアの制御セキュリティの検証やその向上を目指す技術開発、IEC 62443 規格の整備やこれに基づく制御機器の認証などを通じ、生活インフラに対する新たなリスク対応に貢献している。また、介護・福祉などで利用される人間の生活に密着した生活支援ロボットについては、機能安全を検証する手法開発に加え、安全性を設計する際のプロセス自体を支援するツールなども開発している。2014 年 2 月には、産総研と関係機関との緊密な協力の下で ISO に提案した「生活支援ロボットの安全性確保のための国際標準規格 ISO 13482」が発行され、今後の生活支援ロボット産業の隆盛につながると期待している。

先般、閣議決定された「日本再興戦略」や「科学技術イノベーション総合戦略 2014」において、産総研をはじめとする公的研究機関による「橋渡し」機能強化が掲げられ、我々が果たすべき役割に期待を寄せていただいている。産総研は、今後も革新的な技術シーズの創出に努めるとともに、事業化において必須となる安全性の確保という価値創造に取り組み、大学や産業界、そして国・行政の間を橋渡しすることで、持続可能な社会の実現に貢献してまいりたい。

# IT による鉄道システムのイノベーションについて考える

東日本旅客鉄道株式会社 常務取締役
鉄道事業本部 副本部長
総合企画本部 システム企画部担当
総合企画本部 技術企画部担当
鉄道事業本部 サービス品質改革部担当
澤本　尚志

×

SEC 所長
松本　隆明

より高度化、複雑化する今後の IT システムにおいては、システムのユーザ側と開発側がより密に連携してシステム化を考える必要がある。そこで今回は JR 東日本の常務取締役で CIO・CTO の澤本尚志様にご登場いただいた。新幹線の運行業務や Suica におけるシステムの活用はよく知られているが、更にどのような場面で IT を活用しているのか、また、今後 IT を使ってどのようなことを構想しているのか、将来像を含めてシステムのユーザ側の立場からのお話を伺った。

**松本：**さっそくですが、JR 東日本ではこれまでどのような場面で IT を活用されているのか、概要を教えていただけますか。

**澤本 尚志**（さわもと　たかし）

1979 年神戸大学工学部計測工学科卒業。同年日本国有鉄道入社。1987 年東日本旅客鉄道株式会社入社。2008 年より執行役員として鉄道事業本部電気ネットワーク部長、鉄道事業本部お客さまサービス部長、鉄道事業本部サービス品質改革部長を歴任。2012 年より同社常務取締役。現在、鉄道事業本部副本部長、総合企画本部システム企画部担当、総合企画本部技術企画部担当、鉄道事業本部サービス品質改革部担当。

**澤本：**IT の活用は、もともと列車を動かすという場面でスタートしました。例えば信号システムです。それまで人手でやっていたものを自動化し、更にそれをコンピュータで制御して、より精度が高く、効率性の良いものにしてきました。その最たるものが新幹線の COSMOS（コスモス）※1 であり、在来線でいえば首都圏で導入している輸送管理システム ATOS（アトス）※2 です。もともと私どもの事業は、安全がすべてといっても過言ではない性格のものですから、システム化をするときにも一番気をつけたのは安全性でした。そのため汎用システムに依存するのではなく独自システムで、かつ「フェイルセーフ」、つまり、何かあったら必ず安全側に働くようなシステム構成に配慮して開発を進め、導入してきました。

一方、業務の効率化という意味では「みどりの窓口」で使われている MARS（マルス）※3 という座席指定券の予約・販売システムを構築・運用しています。それまで人手でやってきたものをすべてコンピュータで処理するようにしました。更に、こうした効率化・自動化を越え、新しい価値を生むという観点からも IT 導入を進めました。つまり A 駅から B 駅までお客様をお運びするという基本的なサービスだけでなく、それに付帯したサービスに関してシステム化を進める、あるいはシステム化によって新しい価値を生み出す、ということです。その一番分かりやすい例が Suica だと思います。もともとは改札業務の効率化のために導入したものですが、お客様の様々なデータを付加価値のあるものに変えて使っていこう、という方向に進めています。

【脚注】

※1　新幹線総合システム　Computerized Safety Maintenance and Operation Systems of Shinkansen

※2　東京圏輸送管理システム　Autonomous Decentralized Transport Operation Control System

※3　旅客販売総合システム　Multi-Access Reservation System

## IT でデマンド型の輸送体系を構築する

**松本：**今まさに取り組まれている IT 活用策としては、どのようなものがありますか。

**澤本：**大きく分けて三つあります。一つは運行系システムの高度化です。そのなかで究極は自動運転と思いますが、具体的にはデマンド型の輸送体系を作っていくことを考えています。

**松本：**デマンド型というのは、例えばお客様が多ければ、それに即応してダイナミックに列車の本数を多くするといったことですか。

**澤本：**そうです。今は我々が引いたダイヤに基づく列車運行の中でお客様にご利用いただいているのですが、お客様のニーズは刻々と変化していますし、日によっても、また事故発生などの状況によっても変わります。この変動するニーズを適切に把握してデマンド型の輸送体系を構築して、お客様にご提供するということを考えています。

最近はとくに異常気象が多く、それによって列車の運行が止まったり乱れることがあります。そのとき、折り返し運転をするにしてもどこで折り返すか、あるいは臨時にどのくらい増発できるかといったことを、今はお客様の状況もかなり具体的に把握できるようになってきましたので、それに呼応した運行形態が構築できないかと、研究を進めています。

**松本：**IT を活用してデマンド型に対応していくことでお客様の利便性は格段に向上しますね。

**澤本：**取り組みの二つ目はメンテナンスです。メンテナンスは鉄道事業のようないわゆる「インフラ企業」にとって非常に大きく重大な課題です。どうしても人手がかかってしまうので、効率化が難しい。ところが、メンテナンスにかかわるデータを集めるモニタリング手法というものが IT の活用で新たに生まれました。今まで人手で集めていたデータも、営業車にセンサをつければ自動的に集めることができます。これをいかに分析してアクションにつなげていくか。やや専門的な言葉になりますが、今まではある一定の期間ごとに検査をして設備の劣化状況を把握する TBM（タイムベースドメンテナンス）という方式でメンテナンスを行ってきました。しかし、今後データ量が増えれば、TBM より更に詳しく設備の状況を把握する CBM（コンディションベースドメンテナンス）という方式を取ることができます。CBM では毎日のようにデータを取ってきますから、劣化傾向なども今までよりはるかに高い精度で分かります。劣化傾向の見られた個所をいち早く取り替えたり、逆に、故障や劣化の見られない個所は一律の交換周期によらずもっと長く使う、というケースも出てくるでしょう。つまり、メンテナンスの質の向上とコストダウンが同時に可能になるのではないかと考えています。またそうなってくると、集めたデータをどう読むかという観点から、状態の分析や過去の整備ノウハウをシステム化しておくことも必要になりますので、これらを含めたトータルな仕組みを“スマートメンテナンス”として進めていきたいと思っています。

**松本：**詳細な調査データの分析を深めていけば、故障の予知も可能になるかもしれませんね。故障しそうだからなるべく早めに取り替えようと。つまり予防保全につながっていく。確かに効率的なメンテナンスにつながっていきますね。

**澤本：**今までは設備ごとに取り替え周期を決めていました。ですから、実際はまだ使えるであろうものも取り替えていたんです。しかし、設置環境の違いもあり、本来、交換周期は一律では最適となりません。データが多く取れるようになれば、より適切な時期に取り替えができるようになります。しかもこれは、経営に寄与するという意味もあります。一般には“アセットマネジメント”と言われますが、設備の交換などの定期的な設備投資の山をならして低くし、メンテナンス経費の経営に対する負担を少なくしていくということも実現できるのではないかと考えています。


**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高信頼化センター（SEC）所長。博士（工学）。

## SNS から新たに聞こえてきた声がある

**澤本：**今取り組みを進めている三つ目は、顧客満足にかかわるものです。これを従来より高めていくためには、まずお客様のニーズを詳細に把握することが必要です。今までお客様のニーズは、電話やインターネットで、あるいは社員が直接お聞きするという形で、年間合計 50 万件くらいの声を収集し、サービス品質の向上を図ってきました。しかし、もっと色々なチャネルでお客様の声を収集すべきだと考え、そのツールとして注目したのがソーシャルネットワーキングサービス（SNS）です。

**松本：**インターネット上の Twitter や Facebook などでやり取りされている声を集めるということですね。

**澤本：**そうです。今我々が集めている 50 万件は、お客様が JR 東日本に対して直接おっしゃったものです。ところが SNS は、そういう性格のものではありませんから、JR 東日本のサービスについて感じたことを素直に語っているという側面がある。そのため、今まで我々が把握して来なかったような声が聞こえてくるのではないかと考えたのです。

実際、これを始めて気付かされたことがあります。実は、年間 50 万件の声のほとんどは「けしからん」「何をやっているんだ」という苦情でした。お客様の声が大事であることは重々承知していますが、耳にした瞬間、またお叱りを受けるのかと身構えてしまうのも事実です。ところが SNS の方を分析すると、ポジティブな声もあるんです。例えば、JR 東日本では落雷による被害、いわゆる「雷害」の対策を十数年前から進めてきました。今その成果が出ていて、他の鉄道会社では雷で列車運行が止まっても、当社の鉄道は動いているということがあります。そういう時に例えば「中央線は動いてるよ」「中央線は頼もしいよね」「かっこいい」とつぶやく声があるんです。今まで苦情ばかりが聞こえてきた現場にこうした声のあることを伝えると、「自分たちの努力でお客様からこんなことを言っていただけたんだ」と、モチベーションのアップ、やりがいにつながるんです。

更に、こうしたお客様の声の把握は、現場の状況把握にも使えることが分かってきました。例えば人身事故が起きて列車が止まる。我々はそのときの車内の状況を乗務員や駅社員から聞き取りますが、車内の細かい状況までは分かりません。ところが、車内でお客様が Twitter などでつぶやいている。「今、人身事故で止まっているけれど、車内に気分が悪くなったお客様がいる。何とかしてあげたい。」と。それをもとに対応を急ぐことができます。

あるいは踏切事故があった時に、現場の多くは駅の中間で運転士と車掌の二人しかおらず、指令室では詳しい状況が分からない。ところが今のお客様はスマホで写真を撮ってるんですね。「事故発生」と書き、写真もアップする。通常我々は、事故の一報を受けてとにかく現場に急行し、そこで初めて現場の様子を知ることになります。そして必要に応じて応援部隊を要請する。ところが、現場の写真があると「この規模の事故ならこのくらいの人員が必要だろう」と予測がつくわけです。もちろん、SNS の情報の精度や信頼度は決して高いものではありませんので精査が必要ですが、現場の状況を把握するための一つの情報源としては、十分に活用できます。

## 車両の混雑度も分かる「JR 東日本アプリ」

**松本：**情報収集だけでなく、お客様への情報発信にも IT を活用されていますね。

**澤本：**現在我々からの情報発信は、駅の放送と車掌の車内放送などを行っています。電話で応対する「JR 東日本お問い合わせセンター」というものがあり、応答率の目標は 80％としているものの、輸送障害が発生すると 50％以下になってしまいます。そこで、今多くのお客様がお持ちのデジタルデバイスで、自ら情報を得ていただけるようにしようと考えました。スマホのアプリケーションを作って、列車の遅れ情報や、列車のリアルタイムの位置情報などを提供することにしたのです。これは既に運用しています。もちろん、デジタルデバイスをお持ちでない方もいますから、その方には従来の電話サービスで応対する。デジタルで自ら情報を入手する方が増える分、応答率は上がっていくと思います。

**松本：**私も JR 東日本アプリを見ました。どの車両が混んでいるといったことまで分かるんですね。驚きました。

**澤本：**現在は山手線だけですが、車両ごとの車内温度も分かります。お客様のニーズを把握して施策に活かすのはもちろん、我々の持っている情報でお客様の役に立つものはなるべく提供しようと考えています。

## 不要な情報は持たないという判断も必要に

**松本：**収集した情報の取り扱いについては、どうお考えですか。

**澤本：**プライバシーの問題は十分気をつけなければならないと思っています。情報の活用は、お客様サービスにどう使えるかという視点で考えていますし、情報の管理・運用については JR 東日本だけでなく JR グループ全体で、情報取り扱いに関するポリシーを定め、きちんとガバナンスを利かせていく必要があると思っています。更にこれからは、取れるデータはすべて取って保有しておくということではなく、必要なもの以外は持たない、という考え方も必要だと思います。個人情報は持っているだけでリスクがありますから、使わないものは持たないと割り切ることも必要になっているのではないでしょうか。

**松本：**確かにメリハリをつけていく必要がありますね。なんでも収集すれば良いというものではない。ところで、お話を伺うとかなりのシステム開発をされているわけですが、それはすべて自社で独自に行っているのですか？

**澤本：**基本的には株式会社ジェイアール東日本情報システムというグループ会社で行っています。もともと JR 東日本の情報システム部を分社化したものです。ただ全部が同社でということではありません。JR 東日本が直接、開発事業者と進めているものもあります。システムの内容やセキュリティの度合いなどを考慮しながら、使い分けています。

**松本：**JR 各社でシステムを連携させ、プラットフォームを一つにしていくということはあるのですか？

**澤本：**列車の運行管理については必然的にその必要が出てきます。例えば、北陸新幹線が来年 3 月 14 日に開業して金沢まで行くことになり上越妙高駅近辺が JR 東日本と JR 西日本の境界となります。そのため運行管理システムは東日本に合わせる形で共用します。再来年開業する北海道新幹線も、全く同じではないですが、相互につながるようなシステムを構築しています。また、メンテナンスのシステムについては、要望があれば我々が開発したシステムを他社に提供することにしており、例えば、JR 北海道で一部当社のシステムを使う予定です。

## 運行障害時にこそ IT でサービスを向上

**松本：**サービスの質を高める、ということではどういう IT 活用を考えられていますか？

**澤本：**鉄道事業の基本は、安全安定輸送をきちんとするということですが、通常の運行ができないケースが色々あります。例えば、自然災害や、こちらは撲滅しなければいけないのですが設備の不具合です。それから最近増えているのが人身事故によるものです。統計の取り方は色々ありますが、30 分以上の遅れが出る輸送障害の原因の 4 割から 5 割が人身事故だと考えられます。防止のための努力はしていますが、どうしてもある一定の確率で起こってしまう。

起こったらまず、影響範囲を極力少なくすることが必要です。折り返し運転を、例えば京浜東北線の東京付近で人身事故が起きた場合、大宮－十条間で、そして品川－大船間で、というようにできるだけ動かすということです。駅の構内で起こった場合でも、構内の別の番線を使ってできるだけ動かします。

更に、輸送障害そのものを早く回復させる。動き始めたらダイヤの平常回復をできるだけ早くする、そしてお客様に対して、今お客様がいらっしゃるところなら復旧を待っていただいた方が良いのか、それとも他社線を利用して迂回していただいた方が良いのか、ということを速やかにご案内する。こうしたことを IT を活用して迅速に行うことにチャレンジしています。

**松本：**緊急避難的にリアルタイムにダイヤを組み直すとか、平常ダイヤへの回復を徐々に図るといったこともシステムの活用でできるのですか？

**澤本：**今までは指令員が過去の経験に基づいて指示を出し、ダイヤを組み直してきたという時代があり、それは今も一部残っています。しかし徐々にですが、ある程度パターン化したり、あるいは過去の例を参考にして、こうすべきだというデータを蓄積し、支援システムのようなものを構築することを考えています。過去の経験を活かしてダイヤの平常回復を早め、また、そのときのお客様の滞留状況もミックスして最適な運行が支援できるシステムを作るということです。お客様が振替輸送でどの路線を使えば便利かということも、他社などと協力しながらその仕組みを活用してご案内できるようになります。

**松本：**すごいですね。従来は経験と勘でやってきたところを、過去の情報を分析して何が最適かを導き、支援していくということですね。

**澤本：**ただ、過去のデータをもとに最適解を見つけるシステムは徐々にできつつありますが、そこにリアルタイムのお客様の状況を加えてどう判断するかというところになると、まだもう少し時間がかかりそうです。

**松本：**東日本大震災のような大きな災害になると、1つの鉄道会社では無理で、複数の会社が連携していかないとダイヤ回復はできないということもありますね。

**澤本：**確かに一つの会社の路線が動かそうと思えば動かせるという状況でも、その路線だけを動かすとそこにお客様が集中し、かえって混乱を引き起こすということが考えられます。実際東日本大震災のときもそうでした。JR が動かなければ動かさないほうが良い、という判断を他社がして「何時から動かす」という点で連携を図りました。おっしゃるように、首都圏の鉄道ネットワークというのは、自社だけでなく、そういったことも考慮して一体に考えていかなければなりません。

**松本：**ゆくゆくは、最近のキーワードになっている「スマートシティ」のように、あらゆるものが連携して IT でつながって動く仕組みのようなものが必要になるのでしょうね。

## 「共生と自律」のネットワーク

**松本：**お話を伺って、想像以上に IT 利用が進んでいると感じました。

**澤本：**まだ構想段階のものも多いのですが。

**松本：**これだけ大規模で高信頼なシステムとなると開発にも時間がかかると思いますが、先ほどお話しに出た COSMOS の開発には、どれくらいの時間がかかっているのでしょうか？

**澤本：**今は基本ベースができていますから、リプレースのときに新規機能を追加するということになります。新線を作るということはなく、あっても延伸ということですから、システムの開発期間は、試験を含めて大体２年ないし３年というところでしょうか。

**松本：**実は先日、ATOS のセンターを見学させていただいたのですが、全部の線区が連携しつつ、かつ自律分散の形になっていて、仮に一部の線区が障害となっても、全体に支障が生じないという安全設計になっていることにとても感心させられました。

**澤本：**通常はお互いに共生しあっていて、何かあったら自律して動いていくというつくりになっています。ただ、湘南新宿ラインとか、今年度末から開業する上野東京ラインなどになりますと、非常に複雑になってきます。上野東京ラインでは、宇都宮線、高崎線、常磐線がすべて東海道線と相互直通運転します。これは大変なことです。例えば常磐線の土浦あたりで事故があった影響で、東海道線の横浜で電車が遅れるといったことは絶対に起こしてはいけないことです。どこで運休しどこで折り返すのが良いのか、それを詰めています。鉄道ネットワークがつながって便利になればなるほど、トラブルが発生したときの影響範囲は大きくなりますから、そこを最小限に抑えるためには何が必要か。ATOS の運用は、その点でかなり大きな武器になると思います。

列車の場合、行き先を変えるだけでは無理なんです。線路上に滞留している列車の本数を減らすことによって初めてスムーズに運転ができる。中央線でリプレースした ATOS では、そのあたりを改善したので、ダイヤ回復が非常に早くなりました。

**松本：**乗務員の手配もシステム化されているんですか？

**澤本：**路線のパターンも多いので、なかなかシステム導入に至っていません。二つの方向からのアプローチが必要だと考えています。一つは当然システムで対応できるようにしていくということ。もう一つは、乗務員の訓練です。運行の安全の観点から、乗務員は自分の運転する線区は、どこに信号があり踏切があるかなど、すべてを熟知し運転しています。車のように、初めてのところを運転するということはありません。ですから、ダイヤを変更して手の空いている運転士に「ちょっと運転して」と簡単に指示することはできないんです。

**松本：**なるほど、そういうものなのですね。

**澤本：**つまり、どの運転士がどこを運転できるかというデータが必要になるわけです。ただ、これが柔軟な対応のネックになってしまうので、できるだけ多くの線区が運転できるように乗務員の訓練を進めています。

## 「要求」と「要件」は異なる

**松本：**属人的なものも含め、高い技術が集約されている鉄道事業では、現場の声をシステム開発にどう活かすか、というアプローチも重要かと思います。現場の声を吸い

上げていく上でのご苦労はありますか？

**澤本：**これまではシステムを作って現場に渡し、必要な訓練をして使ってもらう、というスタイルをとってきました。しかしこれからは、完璧なものをリリースする前に仮に導入して、現場の意見を聞いて改良する、ということをやっていこうと思っています。ただそのときに気を付けなければならないのは、現場の人は、あれも欲しいこれも欲しいとなりがちだということです。しかしよく聞いてみると年に 1 度しか使わない機能であったりする。そこは声を聞きつつも精査しなければいけないでしょう。全部が全部システムで対応していくのではない、という点も理解してもらう必要があります。

**松本：**「要求と要件は違う」といいますね。要求というのは様々なものがあって、それこそ 10 年に 1 回しか起きないものでも、あれば良いなというようなものも要求として上がってくる。しかし、システムにしていくためには、様々な要求を要件の形に整理していかなければいけない。当然落ちていくものがあるわけですが、その落ちてしまうものをどう拾っていくか。運用でカバーしていくことになると思いますが、それをきちんと現場ですりあわせ、合意していくということはなかなか大変ですね。

**澤本：**とくに鉄道事業の現場には完璧主義の人が多い。良い面でもあるのですが、要求は多くなりがちです。

## 汎用でありながら専用で使えるものがあれば

**松本：**システムのユーザとして開発側に望まれることがありますか？

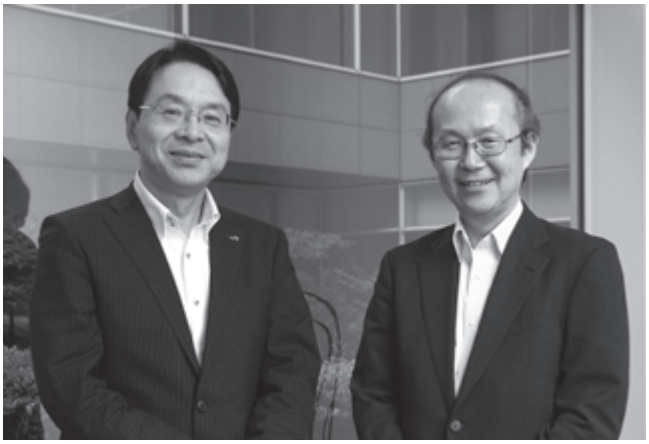
**澤本:**我々は鉄道事業への IT 導入を、比較的早くからやってきました。その意味もあって“自前主義的”にやってきた面があります。しかし IT 分野の技術の進歩は著しいですから、今後は世の中にあるものもできるだけ活用していこうと考えています。ただ、我々のようなインフラ企業は、すべてを汎用品で構築することはできないんです。

例えば IT から少し離れるかもしれませんが、我々は無線を使っています。代表は列車無線です。通話用が基本ですが一部は列車制御にも使う。これは専用波なんですね。汎用も使いたいんですが、汎用を使うと他のユーザが入ってしまうのでセキュリティ上の問題が発生する。我々としては、汎用なんだけれど専用で使えるような仕組みがあると助かるんです。実はヨーロッパでは GSM-R（Global System for Mobile communications-Railway）といって鉄道用の無線システムがすでにあります。鉄道事業者に限って使える通信サービスなんです。ユーザが限定されている。日本でも、インフラ事業者向けに、セキュリティを強化した通信システムがあるとうれしいですね。

**松本：**一時期、今のインターネットと別のインターネットをつくった方が良いのではないかと、いわれたことがありました。インターネットは誰でも使えるもので、セキュリティを完璧にすることはできない。ある程度共通的に使えるが特定の組織だけしか使えないクローズドで信頼性の高いネットワークが必要かもしれないですね。最後に、今後 IT を使って新しいサービスやイノベーションを起こしていくと想定されていることがおありでしたら、ぜひお教えください。

**澤本：**抽象的ですが、今後は、人手を介さないで、品質をより高めた輸送サービスをどう構築していくか、ということが課題だと考えています。それにどういうシステムで応えていくか。今持っているデータをきちんと整理して答えを出していきたいと思います。運行管理システム、メンテナンスシステム、お客様のためのシステム、そして Suica など、今は個別になっています。これらを統一したプラットフォームに統合して、JR 東日本データセンターのようなものを作っていく。そこから見えてくるものが必ずあります。可能性は非常に大きいと考えています。

**松本：**IT を活用してデータを一本化した時に、どんな可能性が浮かび上がるのか。とても楽しみですね。本日はありがとうございました。



# 信頼性と安全性

明治大学 名誉教授
向殿　政男

## 1 まえがき

私たちの身の回りには、ICT 技術を用いた大規模で複雑なシステムが、例えば、原子力発電や化学プラントから通信システムや都市交通システムまで、色々と浸透してきている。また、未来に向けたスマートグリッドやスマートシティと呼ばれるようなものまで、構築されようとしている。このような複雑に連携し合った大きなシステムを我々は正しく構成し、それを検証、維持できるのだろうかという不安を感じる。とくに、個々の構成部分の信頼性を追求して行くだけで、私たちの安全な生活は保証できるのであろうかという疑問が湧く。主として信頼性はハードなどの施設・設備の問題であるが、安全性は私たちの身体的な傷害や精神的な障害の問題である。最終目標は安全性のはずであるが、信頼性だけを追求して、安全性が実現できると考えるのは素朴すぎるのではないだろうか。本来、信頼性と安全性は異なった概念と技術であるからである。システムが大型になって全体を把握するのが困難になると共に、いったん事故が発生すると取り返しがつかないような場合には、安全性のほうを重視して追求する観点が不可欠なはずある。とくに、ソフトウェアを含んだコンピュータがシステムの制御や監視に組み込まれる場合には、信頼性だけを追求する傾向があるので、上記の観点は必須なはずである。

ここでは、上記の問題意識に対して、少しでも参考になればと、信頼性と安全性の関係について、複雑なところには入り込まないで、シンプルで基本的なところから考えなおしてみることにする。

## 2 信頼性という概念と安全性という概念

工学システムにおいて信頼性とは、素朴には、「与えられた機能を果たし続けること」であり、安全性とは、「人に危害を及ぼさないこと」である。一般的に、信頼性が高ければ高いほど、安全性は保たれている可能性が高いと考えられるので、安全性の問題は信頼性の問題に帰着できるという人もいる。しかし、これは正しくはない。例えば、安全性が確認できない場合に列車を止めてしまうことを考えてみれば分かる。列車は走るという本来の機能は果していないので信頼性は低くなるが、人が事故に遭うことがないという点からは安全性は確保されている。信頼性を下げることで安全性が確保されることもあり得る。また、安全性は、信頼性と共に状況にもよる。例えば、煙を検出する火災報知機が、故障して機能を果たさなくなったとき、煙が発生していない状態での故障ならば、すぐには安全性の問題にはならないが、故障中に煙が発生したならば、即座に安全性の問題につながる。また、煙の出ない火災だってあり得るし、更に、煙検知の機能としては正常に果たし続けていても、その機能維持のために火災報知機自体の温度が上がってしまって、火災につながるようなことがあるかもしれない。火災の最中は、火災報知機は火災を通報できないであろう。本体が燃えているからである。安全性の本質は、火災を出さないこと、人に危害が及ぼさないことである。信頼性と安全性の事情は、かなり微妙である。

安全性と信頼性の関係で最も大事なことの一つに、安全を保つという機能が果たされている信頼度、すなわち、安全性に対する信頼性という考え方はあり得るはずである。その機能が果たされなくなったら、安全性が損なわれ、人に危害が及ぶことになる。信頼性は、機能が果たされなくなった後のことを考慮していない。いくら信頼性が高くても、いつかは壊れることになる。機能を果たさなくなった後の状態を信頼性は考慮していないのである。しかし、安全性はそこも含めて考えている。以上のように、信頼性と安全性はお互い強い関係はあるが、異なった概念であることは明らかである。

英語では、信頼性は reliability、安全性は safety であり、reliable は頼れる、safe は安全である、ことを意味している。前者は動的であるが、後者は状態であって静的である。この事情は、日本語の信頼と安全についても同様である。なお、日本語の・・性（英語の・・ty）は、・・であること、・・の特性、・・の能力などを表していると考えられる。素朴なイメージとしては、信頼性には、もともと、度合の意味が入っているように思われる。どのくらいの信頼性かと尋ねられたら、例えば、80％とか、0.8 とかのように数値で答える雰囲気がある。一方、安全性は、イエス（1）かノー（0）かであるイメージが強い。安全であるか安全でないかのどちらかである（実は、これは正しくないことが、次項

以降で詳しく紹介する)。もし、どのくらいの安全性かと問われれば、数値で答えるよりは、まあまあ、とか、かなり、とかの定性的な答えが返ってきそうである。どうもその内容は、どのくらいの程度の怪我や危害なのか、その“ひどさ”に重点があるように思われる。このように、信頼性と安全性の概念については、奥の深い、幅の広い議論があり得そうであるが、話が込み入ってきそうなので、ここでは、工学システムの範囲に限って、基本に帰り、信頼性と安全性の定義から考えてみることにする。

## 3 信頼性と安全性の定義

信頼性（Reliability）とは、JIS では、「アイテムが与えられた条件で規定の期間中、要求された機能を果たすことができる性質」、及び、その定量的な尺度である信頼度（Reliability）は、同様に、「アイテムが与えられた期間与えられた条件下で機能を発揮する確率」と定義されている[1]。なお、幸いなことに、日本語では、信頼性と信頼度という二つの言葉を持っているが、英語では、上のように Reliability 一つである。広い意味の Reliability（日本語の信頼性）と狭い意味の Reliability（日本語の信頼度）とを文脈で使い分けているが、近年では、前者に対してはディペンダビリティ（Dependability）という用語が使われるようになってきている。ディペンダビリティには、信頼性だけでなく、保全性（maintainability）や可用性（availability）の概念が含まれている。

安全性の定義は、JIS では、「人への危害または損傷の危険性が、許容可能な水準に抑えられている状態」[1] となっている。なお、安全度なる数量的な概念は、JIS にはない。安全規格を作成するための国際的なガイドラインである ISO/IEC ガイド 51[2] では、「許容可能でないリスクが存在しないこと（freedom from risk which is not tolerable）」と安全性を定義している。上の JIS の安全性の定義で、「人への危害または損傷の危険性」をリスクと解釈すると、両者の定義は一致する。すなわち、安全性は、「リスク」という概念と「許容可能」という概念を経由して定義されている。ここで、両概念をもう少し詳しく見てみよう。「リスク」とは、「危害の発生する確率とその危害のひどさの組み合わせ」[2]、及び、「許容可能なリスク」とは、「現在の社会の価値観に基づいて、与えられた条件下で、受け入れられるリスクのレベル」[2]、と定義されている。ここで重要なことは、安全とは、リスクゼロのことではなく、それから受ける便益（ベネフィット）や必要な対策コストを考えて、許容可能（仕方がないけど受け入れる）や受け入れ可能な程度までリスクが低減されているとき、安全という、という定義である。リスクゼロ（絶対安全）の存在はあり得ないとして最初から放棄している。では、どの程度のリスクならば、安全といえるかというのは、時代により、社会により、与えられた条件（使用者、寿命、温度・湿度・環境など）により、異なるとしている。

安全性の定義から、安全性と信頼性の関係がある程度見えてくる。すなわち、安全とはリスクがある低いレベルに抑えられている状態で、リスクとは、危害の発生確率と危害のひどさの組み合わせなので、安全性を高めるためには、危害の発生確率を低くするか、危害が発生したときにそのひどさ（例えば、怪我の程度）を小さくするか、またはその両方で実現できることになる。リスクを構成している上の二つの要因のうち、前者が主として確率に基づく安全性に関連し、後者が主として構造に基づく安全性に関連している。すなわち、安全性は、危害が発生しないように信頼性高く作る技術と、危害が発生したときにひどさを下げる技術の両方で実現される。主として、前者が信頼性技術に、後者が通常言われる安全性技術に関連する。

## 4 信頼性技術と安全性技術

信頼性技術には、システムの信頼度を高く構築する技術と、信頼度を評価する技術とがある。通常、信頼性技術というと確率論を用いて信頼度を評価する後者の技術をいう場合もあるが、本質は、前者の高信頼化技術にある。一方、安全性技術には、前述のように、信頼性を高める技術と事故が発生した時に危害を小さくする技術とがあり、通常、前者に注目が集まるが、後者の技術が本質的である。なぜならば、安全性では、事故が発生した時に危害を小さくする技術を先に適用し、その後で、危害が発生しないように高信頼化の技術を適用すべきであるからである。安全の分野では、故障しないように信頼性高く作るという概念を確率安全と呼び、故障したら安全側になるようにして危害を小さくするには、通常、構造を用いて実現されるので、構造安全と呼んで区別をしている。確率安全と構造安全は、根本的に異なった概念である。しかし、安全性を高める技術としては、両者とも必須である。

信頼性技術の例には、例えば、コンポーネントそのものが故障しないように高信頼に作るフォールトアボイダンスという技術や、冗長系（多重系）を用いて、全体として信頼性を上げるフォールトトレラントの技術等がある。なお、フォールトトレラントには、構造を工夫することで信頼性を上げるという構造と確率の両方が考慮されている。一方、構造を用いて安全を実現する例としては、例えば故障したら必ず安全側になるように構成するフェールセーフ技術や、

人間が間違えづらいように、また、たとえ間違えても危険にならないように構成するフールプルーフ技術などが典型的である。表 1 に信頼性技術と安全性技術の幾つかを挙げておくが、他の多くの技術が両者に関係している。例えば、故障モード影響解析（FMEA：Failure Mode and Effects Analysis）や故障木解析（FTA：Fault Tree Analysis）などの技術は、どちらにとっても重要な技術である。

## 5 本質的安全と機能安全

システムには、通常、果たすべき二つの機能がある。そのシステムが本来果たすべき本来機能と、安全を確保する安全機能である。ここで、安全機能とは、機械システムの場合は、「故障がリスクの増加に直ちにつながるような機械の機能」[3] と定義されている。安全機能には、システム本体が実現している安全機能と、安全防護柵や安全装置等の付加的に追加された安全方策が果たす安全機能とがある。この二つの安全機能は、それぞれ分けて、本質的安全及び機能安全と呼ばれる。後者の機能安全とは、簡単に言えば、本来の機能を果たしているシステムを安全に制御する装置や導入された安全装置等が果たす安全機能のことである。この場合には、その装置が正しく働いていること、すなわちその信頼度が重要となる。その機能を失ったとき、直ちに安全性の問題が生ずることになる。最近は、ソフトウェアとコンピュータを含む電子機器などが主要な安全機能を実行している大規模で複雑なシステムが増えてきており、機能安全は、このような場面で重要な働きをする [4]。

機械システムにおけるリスクの低減方策には、スリーステップメソッドと言われる基本的に施すべき順番が国際規格で定められている [5]。第一ステップは、本質的安全設計を行うことであり、第二ステップは、安全防護策や安全装置を施すことであり、第三のステップは、使用上の情報の提供、すなわち、警告ラベルなどで表示したり、残留リスクを避けるためのマニュアルや説明書などを提供することである。この順番から言えば、最初にやることは、システム本体に安全機能を持たせることで、これは構造安全や本質的安全 [6] に対応する。第二ステップとしては機能安全を持たせることで、これが確率安全に対応している。残ったリスクに対してはその情報を提供して、使用者に安全の確保を委ねる、これが現在の安全確保の世界の常識である。前述した､危害を小さくする安全技術（構造安全）を先に施し、次にそれが正しく機能する信頼性技術（機能安全）を施すべきであると記したのは、このことに対応をしている。

表１：信頼性技術と安全性技術の例

| 信頼性技術 | 安全性技術 |
|---|---|
| 信頼性理論 | 本質的安全設計技術 |
| 信頼性評価技術 | 安全装置、防護柵（ガード） |
| 冗長性、多重性 | フェールセーフ |
| フォールトトレランス | フールプルーフ |
| フォールトアボイダンス | インターロック |
| モニタリング、状態監視技術 | フォールトレジスタンス |
| 故障診断 | タンパレジスター |
| 検査技術 | 衝突安全 |

## 6 あとがき

一般的なシステムにおける信頼性と安全性の話を紹介してきた。それでは、ソフトウェアにおける信頼性と安全性は、どのように考えられるのだろうか。コンピュータやソフトウェアは、論理の世界である。人間に危害を与える機械は物理の世界であり、危害を受ける人間は生理的な体を持つと共に心理や情理の世界にある。ソフトウェアに信頼性の概念は存在しても、自分自身の中に安全性の概念を含むことは可能なのだろうか。コンピュータやソフトウェアが、現実にシステムの安全性を高め、社会に貢献しているのは、現実社会の機械や人間と直接結びついているからである。この場合、論理の世界と物理の世界や人間の世界との整合性を意識しない限り、真の安全は実現できないはずである [7]。すなわち、ソフトウェアの世界に、信頼性の概念はあっても、安全性の概念を取り込むには、機械的な物理の世界や人間の生理、心理、情理の世界と直接結びつかない限り難しいのではないだろうか。このことに関しての答えは、まだよく分からないが、少なくとも、ソフトウェアの世界にも構造と確率の話は明らかに存在する。本稿で、繰り返し信頼性と安全性の違いとお互いの関係について、構造と確率の話を通して述べてきたのは、ぜひ、この関係を明確に理解して、ソフトウェアの世界における安全性について考えてみていただきたいからである。現実のシステムにおいては、少なくとも、安全性と信頼性とが融合しない限り、意味のある真の安全は実現できないことだけは明らかである。

【参考文献】

[1] JIS Z 8115 デイペンダビリティ（信頼性）用語
[2] ISO/IEC ガイド 51（JIS Z 8051）, 安全側面 ― 規格への導入指針 , 2014
[3] ISO13849-1（JIS B 9705-1）, 制御システムの安全関連部
[4] IEC 61508（JIS C 0508）, 電気・電子・プログラマブル電子安全関連系の機能安全
[5] ISO 12100（JIS B 9700）機械類の安全性 ― 設計の一般原則 , リスクアセスメント及びリスク低減
[6] 向殿政男：本質安全という概念について , 品質 , Vol.42, No.3, 日本品質管理学会 , 2012-3
[7] 向殿政男：コンピュータ安全と機能安全 , IEICE Fundamentals Review, Vol.4, No.2, pp.129-135, 電子通信情報学会 , 2010-10

# 制御システムセキュリティ
## 第三者認証が裏打ちする安全と安心

技術研究組合制御システムセキュリティセンター 理事長
電気通信大学 情報理工学研究科 教授
新　誠一

21 世紀の生活はネットワーク化された IT 機器で支えられている。それは重要インフラも同様である。このサイバーセキュリティ対策を行うために産学官の連携で設置されたのが CSSC（技術研究組合制御システムセキュリティセンター）である。ここでは、CSSC が今年度始めた EDSA と呼ばれる認証事業について報告する。

## 1 はじめに

現在の社会はスマートフォン、スマート家電に自動改札、自動販売機などのコンピュータ製品に支えられている。そして、これらのバックボーンが電気、ガス、水道、交通、通信などの重要インフラである。

この重要インフラが 2010 年夏にサイバー攻撃された。ターゲットはイランのナタンツにあるウラン濃縮工場であった。そして、2011 年 3 月 11 日に起こった東日本大震災では重要インフラが停止した。国内では当たり前と思われていた安全、安心が剥ぎ落された。それは被災地だけでなく、電力不足という形で日本全国に現在でも影響を及ぼしている。

この二つの出来事を合わせて考えるとサイバー攻撃に対する重要インフラの防護が急務である。そこで、2012 年 3 月に CSSC（技術研究組合制御システムセキュリティセンター）が設置された [1]。2013 年 5 月には被災地である宮城県多賀城市に構築した模擬プラント 7 基をお披露目した。実は稼働中の重要インフラを用いて、サイバー攻撃の演習や防御手法の開発を行うことはできない。そのため、発電、ガス、上下水、化学プラント、組立工場、ビル、スマートグリッドなどの実在のシステムと同等な模擬プラントが必要である。この設備を使って、電気、ガス、ビル、化学プラントなどのサイバー演習を行うと共に対策の技術研究を行っている [2]。

昨年度は経済産業省の支援を受けて国際標準に基づく EDSA（Embedded Device Security Assurance）の予備認証を行った。2014 年 7 月には、横河電機と日立製作所の二社の製品に対し正式認証を発行した [3]。これは、国内外に安全、安心を届けるという本組合の設置方針に沿った活動である。以下、これらの経緯を少し詳しく紹介する。

## 2 日本

我が国自体は高度成長を経て人口減少に向かっている。これを日本の衰退ととらえる向きもある。私自身は日本の良さが世界に広がりつつあると認識している。最近、和食がユネスコの無形文化遺産に登録された [4]。素材の味を活かし、健康に留意し、見た目の美しさにも配慮した日本食は世界の誇りである。しかし、日本で生まれ、日本で育ち、日本で生活している人々にとって和食は当たり前のものである。そのため、和食以外の食べ物を求める傾向もある。この結果、東京がパリやニューヨークを押さえて世界一星が多い都市にミシュランガイドでは認定されている。和食が海外に広まると共に、国内で世界中の食べ物が味わえる。これこそが、真のグローバリゼーションだと認識している。

その素晴らしさは食べ物だけではない。ほとんど停電をしない電力網、安全なガス事業、蛇口から直接飲める水を供給する水道、そして、汚水を処理し、雨水を適切にコントロールする下水網。加えて、LTE を始めとする高速無線通信網とそれを支える光通信によるバックボーン。全国に張り巡らされた空路に鉄道網、道路網。銀行ネットワークにコンビニ。これら当たり前の光景が日本人以外には信じられない贅沢だろう。

この贅沢は現在、マイコンと通信網で支えられている。1972 年に開発されたマイコンが重要インフラ、家電、自動車に搭載されていったのが 20 世紀末の日本。2000 年からは、それがネットワーク化されていった。お陰で、スマートフォン一つで経路探索、自動改札、自動販売機、銀行決済など主要な作業ができる国が誕生した。それが IT 立国日本である。

## 3 グローバル化

日本の良さは世界に伝搬している。とくに、21 世紀になって技術を持つベンダが人口減少による国内市場の限界を認識し始めてからは伝搬が加速している。当初はコストの安さから海外展開していくが、進出先の成長に連れて人件費は高騰していく。この高騰は、二つの変化を誘発する。一つは IT を用いた工場の自動化である。これは日本が経験済みの進歩の過程である。もう一つは給与の高騰による展開先に生まれる新たな市場である。これは現地工場の自立化につながる。つまり、海外展開先の消費者が望む製品を現地の工場で企画、設計して素早く生産するということである。調達や購買、販売までも連携できなければいけない。そして、この対応には世界で一番厳しい消費者をお客様としている日本にノウハウがある [5]。

この二つの変化を 4 年目となる一般社団法人 日本能率協会主催の GOOD FACTORY 賞 [6] 審査委員長として痛切に感じている。書類審査をパスした国内外の工場を審査委員が手分けして現地審査に赴いているが、日本の物作りのノウハウを吸収し、自立化していく状況には毎年目を見張らされている。昨年訪れたインドネシアでは Black Berry の携帯電話を持つことがステータスであった。審査委員間で、ここにスマホが普及すると社会が変わると話し合っていた。それが、今年は iPhone や Andoroid が急速に普及し始めている。

この賞は日本の物作りがグローバル化しているという視点と、その中で国内工場が存続をかけた挑戦を続けているという視点で工場マネジメントを表彰している。どちらも、IT 活用が大きな鍵の一つである。

## 4 IT 機器の停止、暴走

道具を使うことが人間と他の動物を区別する一つの定義である。そして、身の回りの道具にマイコンを搭載していったのが 20 世紀の電子化である。21 世紀は、それをネットワーク化した。両方を含めて IT 化と呼ぶならば、現在の人間の生活を支えている道具の大半は IT 機器である。身近な家電や自動車だけでなく、電気もガスも水道も決済もすべて IT 機器という便利な道具が生活を支えている。

一方、支えられている人間のほうは IT 機器についてどれだけの理解をしているのだろう。専門用語でブラックボックス化と呼ばれているが、IT 機器の表層を触って知っているつもりの素人、スマホ難民と呼ばれる高齢者。いやいや数千万行に達したスマホの OS、スマホのアプリの作成者もソフトの全容を知らない。ハードや通信方式、コンテンツに各種センサ。物知りのふりをしている私もスマホの全容は分からない。そのスマホが中心となって家電や自動車を連携させる。更に、それらは電力やガスなどのエネルギーや証券や外為などの金融取引とも連携を深めている。正に IT 漬けの毎日であり、IT 抜きでは生活が成り立たない。

IT 機器はサイバー攻撃に毎日、毎時間、毎瞬晒されている。どの事業所の情報システム管理者も WEB サーバーへの頻繁な攻撃を認識している。そして、同じく頻繁に出される脆弱性情報に応じてファイアウォールや管理する端末の設定を変える煩わしさに忙殺されている。関係者からは怒られることはあっても、誉められることはない職場である。

今、制御機器もネットワーク化され IT 機器となった。制御機器は重要インフラにも用いられているが、ここも誉められることがない職場である。しかし、重要インフラがサイバー攻撃に襲われると結果は悲惨である。電気の停止をブラックアウトと呼んでいるが、電力だけでなく、ガス、通信、交通なども一斉に攻撃を受け停止する可能性がある。この対策は急務であり、CSSC では研究開発、訓練、啓蒙など各方面で対策を進めている。その中でも最新の成果である認証業務に絞って話をしたい。

## 5 EDSA 認証

サイバー攻撃は日に日に進化している。対策は進化を先回りする必要がある。その意味で完璧な対策は存在しない。そのような状況の中で安全、安心を担保する仕組みが第三者認証である（図 1）。作成者、使用者と利害関係のない組織による国際標準に基づいた認証である。CSSC では、一般コントローラのサイバーセキュリティ国際標準 IEC62243 に基づく認証事業を始めた。 図 2 に示すように CRT（Communication Robustness Testing）というブラックボックス検査、FSA（Functional Security Assessment）

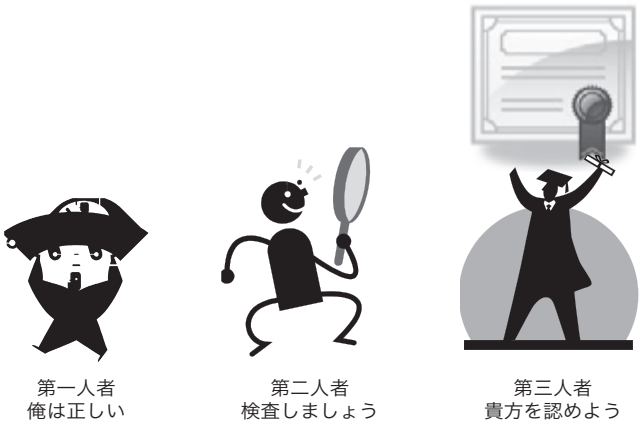
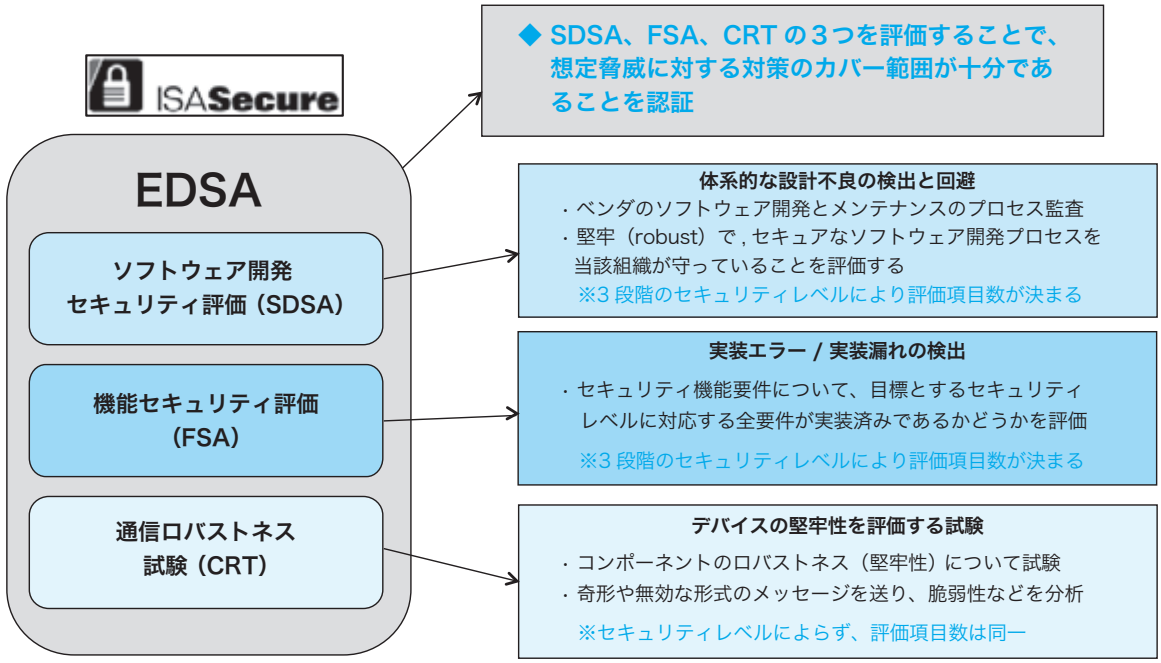



図 1　第三者認証




注：正式には原英文を参照してください。

EDSA : Embedded Device Security Assurance
Communication Robustness Testing（CRT), Functional Security Assessment(FSA), Software Development Security Assessment（SDSA)
出典：「ISA Security Compliance Institute (ISCI) and ISASecure™及び http://www.css-center.or.jp/sympo/2013/documents/sympo20130528-andre.pdf

図２　EDSA 認証の各評価項目概要

というホワイトボックス検査、そして、SDSA（Software Development Security Assessment）というプログラム開発と維持管理に関する検査から成り立っている。

この認証を行う機関として CSSC は米国 exida 社に続いて世界で二番目に CL（Chartered Lab.）として認定を受けている（図３）。この認証作業を実行するためのマニュアル作り、検査作業を行うための要員教育、認証のオーナーである ISCI（ISA Security Compliance Institute）との交渉などにあたり、IPA を始めとした CSSC の各組合員には大変お世話になった。この場を借りて御礼を申し上げたい。既に日立製作所と横河電機の二製品を認証している。この認証を後ろ盾にして、国内の皆様だけでなく海外の皆様にも安全、安心を提供していただきたい。このような認証事業を始めたことでヨーロッパや ASEAN 各国からは多数の問い合わせをいただいている。サイバーセキュリティへの関心の高さと認証事業への関心の高さを痛感している。

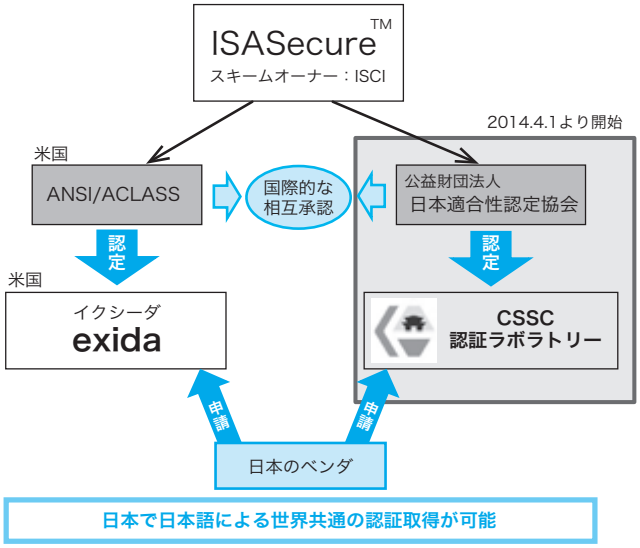



図３　国際的な相互承認により世界に通用する EDSA 認証

## 6　まとめ

安全とは客観、安心とは主観。サイバーセキュリティについては安全を第三者認証で担保し、担保された安全の中で安心して生活してもらう枠組みができつつある。しかし、セキュリティ対策は常にイタチごっこ。すべてがネットワーキングされる時代、サイバーセキュリティが安全、安心の一つの要である。皆様の更なるご支援を賜りたい。

【参考文献】
[1] http://www.css-center.or.jp/
[2] 新誠一：社会インフラへのサイバー攻撃に対する課題と取り組み，情報処理，vol.55, no.7, pp.640-646, 2014
[3] http://www.cssc-cl.org/pdf/press/press_20140715.pdf
[4] http://www.nippon.com/ja/genre/culture/l00052/
[5]「日本のものづくりの未来」編集委員会編：エピローグ「日本のものづくりの未来」，日本のものづくりの未来，日本能率協会，pp.213-220，2012.6.20
[6] http://www.jma.or.jp/mono/factory/

# 高信頼車載電子システムの安全性とソフトウェア

株式会社デンソー
電子基盤システム開発部
先行技術開発室 担当課長
東道　徹也

株式会社デンソー
電子基盤技術本部
DP 情報セキュリティ開発室 課長
花木　孝史

株式会社デンソー
技監
村山　浩之

近年、自動車の電子化が進み、その安全性の確保が重要な課題となってきている。本稿ではソフトウェアの観点から車載電子システムの安全性を捉え、不具合をなくす努力に加えて安全構想や設計思想を明確に伝えるアーキテクチャの重要性を解説する。

## 1 車載電子システムの状況

近年、自動車の電子化が進み、車載電子システムの役割はますます大きくなってきている。省燃費をはじめとする環境負荷の軽減や、交通事故を軽減するための安全技術の進化には、電子制御によるところが大きい。また最近では従来の ITS（Intelligent Transportation System：高度道路交通システム）に加えて、電気自動車やプラグインハイブリッド車の電力系との接続もはじまり、車両とインフラ環境の間で様々な情報がやりとりされるようになってきている。

電子制御を実現する装置は ECU（Electronic Control Unit）と呼ばれる車載コンピュータである。1970 年代初めに米国で施行されたマスキー法と呼ばれる排ガス規制を契機に、エンジン制御で電子化が進み、きめ細かな制御を実現するためにコンピュータが導入された。その後、技術の発展に伴い、多くの機構がメカニカル制御から電子制御に代替されてきた。1990 年代には ECU をつなぐ車載ネットワークが導入された結果、個別の制御だけでなく車載システム全体を協調させる制御が可能となり、従来にはなかった安全性や利便性が実現できるようになってきた（図 1 ）。

## 2 車載電子システムに求められる信頼性と安全性

車載電子システムに「高信頼」の形容詞が用いられるのは、従来のメカニカルな機構に比べて電子制御やソフトウェアが「見えにくい」状況にあるからと考えられる。とくにソフトウェアを用いることで設計者の意図にしたがった柔軟な動作を実現することが可能となる反面、詳細は ECU というブラックボックスの内部に実現されるため、設計ミスや不具合を ECU の挙動のみから見つけ出すことは難しくなってきている。

パーソナルコンピュータや情報家電として身近な存在になってきたコンピュータであるが、ときおりフリーズするような現象を経験することも少なくない。このような不具合はソフトウェアのバグや考慮漏れによって起きるものと考えられるが、再現条件などが分からない場合も少なくない。仮に走行中の車の「走る」、「曲がる」、「止まる」機能にかかわる電子制御において類似の現象が起これば、生命や人体に危害を加える事故につながりかねない。このため、電子制御やソフトウェアの信頼性や安全性を確保することが重要な課題となってくるわけである。

信頼性と安全性は異なる概念とされる [Mukaidono2010]。信頼性はいかに動作不良がないかを表し、安全性はいかに危害リスクがないかを表す概念である。例えば、エンジンが故障して走行できない車両の信頼性はゼロであるが安全性は高く、ステアリングが故障して曲がれない車両は信頼性が低く安全性も低い。このように信頼性と安全性の間には密接な関連性があるものの必ずしも同一ではない。安全性はシステムが機能している間だけでなく、機能が失われた後も対象となる。そのためシステムの機能中は信頼性と安全性は同じ意味を持つことが多いが、故障などにより機能を失った場合であっても、システムを安全な状態に保てるように安全設計（フェールセーフ設計）を行うことが重要となってくる。

## 3 品質と「高信頼性」

2011 年に機能安全の国際規格 ISO26262 が制定されるまでは、車載電子システムの信頼性と安全性は品質マネジ

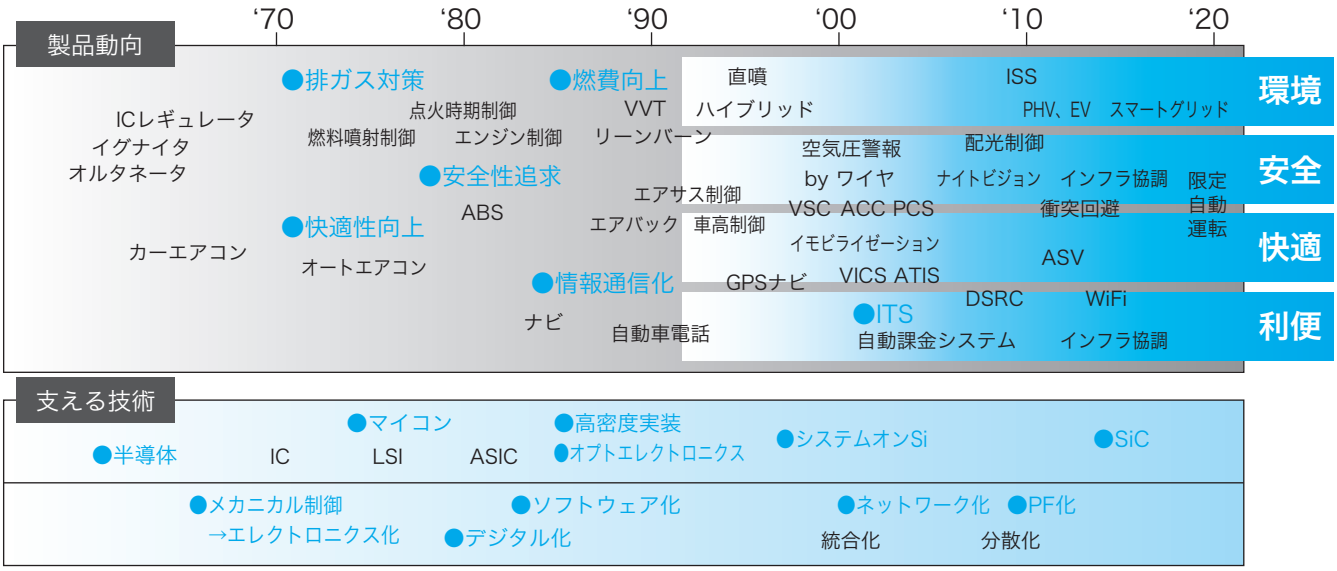



図１　車載電子システムの発展

メント体系（TQM）の中で構築されてきた。品質管理では伝統的にプロセスを重視しており、改善を通じて向上させていくという考え方が根強い。不具合が発生した際には、単なる対策にとどまらず検査方法を改善するなどして再発防止を図り、設計時点で問題そのものを作り込まないよう未然防止を図る。このようなサイクルを回して行くことにより、製品の信頼性や安全性を向上させてきた。現在では、自動車産業界では部品の品質を共通の考え方で管理できるように、ISO/TS16949 として品質マネジメント体系の満たすべき要求事項を定義している。

ソフトウェアの信頼性とは理想的には不具合（バグ）がないことに相当する。しかしながら、不具合が全くないことを保証することは難しい。「高信頼性」が要求されないソフトウェアであれば、バグ収束曲線などの定量的な評価方法を用いて出荷判断することも可能であろうが、安全性が要求される車載電子制御のソフトウェアについては、不具合の存在可能性を残したまま出荷することは考えられない。品質マネジメントの観点からは不具合をゼロにするための最大限の努力を行うことと、不具合が発生してしまった場合には修正を行うだけでなくソフトウェア開発プロセスそのものを改善することで信頼性を向上させることになる。このように車載電子システムの組込みソフトウェアは、不具合抑制の実績と改善を積み重ねることでその信頼性を向上させてきた。品質マネジメントは安全で動作不良のない製品を作り上げる点で最も重要な基盤の一つであるといえよう。

## 4　機能安全規格

機能安全規格 ISO26262 の制定により、車載電子システムの安全に関する標準的な考え方が確立された [ISO 26262]。機能安全とは危害リスクを許容できるレベルに抑制するという考え方である。これに対して危害を起こす要因を低減するという考え方は本質安全と呼ばれる。

ISO26262 は、車載電子システムを対象に適用される規格である。自動車は様々な危険の可能性を考慮して安全設計がなされるが、ISO26262 が適用されるのはそのうちの電子制御にかかわる部分にのみ適用される。つまり、電子システムが要因となって危険につながるリスクのみが適用の対象となる。

ISO26262 では「モノが壊れること」（偶発的故障）と「人がミスをすること」（系統的故障）の２点を前提に安全対策を行わなければならない。偶発的故障はハードウェアの通常の意味での故障であるため、故障率を許容レベル以下に抑える（信頼性をあげる）か、安全装置や安全機構を追加することで危害の発生確率を抑制するといった設計上の対策を取る必要がある。ISO26262-Part5（ハードウェア開発）の中で安全水準に従った抑制レベルが記載されている。一方で系統故障は設計上の考慮漏れや設計ミスなどに起因するために、開発プロセスの中で必要な対策を行うことになる。

品質マネジメント体系（ISO/TS16949）に基づく車載電子システムの安全性は、安全性の作り込みを行うことを重視してきたが、ISO26262 では安全性を規格に照らし合わせて説明できることが問われている。

## 5　ソフトウェアの安全性

ISO26262 の立場からは、ソフトウェアの不具合（バグ）は系統的故障に分類されることになる。それでは ISO26262 に従って開発プロセスさえ整備すれば、ソフトウェアに対する安全対策が十分であるかといえば、必ずしもそうでは

ない。ISO26262-Part6 はソフトウェアの安全性分析を行うことを要求している。つまりソフトウェアに対しても安全設計を行うこととその検証を行うことが要求されているのである。

ソフトウェアの安全性を説明することは難しい。小規模なソフトウェアに対してはレビューを十分に行うことでバグの不在を確認できるかも知れないが、近年のようにソフトウェアが大規模化する場合には、レビューのみによる対処方法は十分なものとして納得することは難しいであろう。このような複雑なシステムに対しては、アーキテクチャレベルで安全構想を基本設計に落とし込んでおくことが重要となる。アーキテクチャレベルで安全対策を行うためには、安全要件とその安全対策を明確にすることと、安全機能とそれ以外の非安全機能（主制御など）を明確に分離しておくことなどがポイントである。

ソフトウェア不具合のうちメモリ破壊や暴走につながるものは、その影響の解析が一般には難しいが、保護機構若しくは監視機構などを用いて非安全機構の不具合からの干渉を受けない構成を取ることで、安全機構を分離することができる（図２）。この場合には、干渉に関する安全性解析

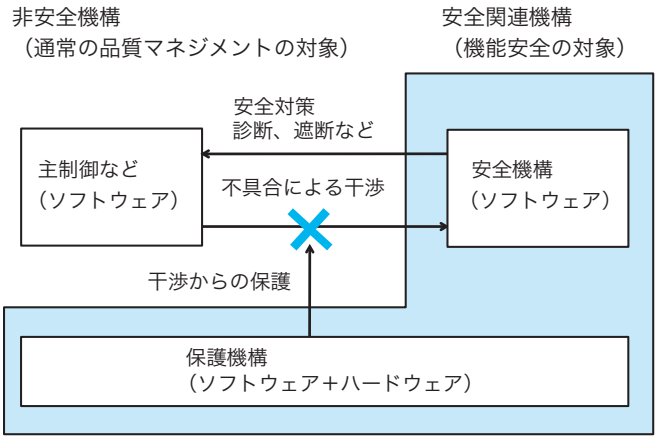



図２　ソフトウェア安全性の設計への織り込み

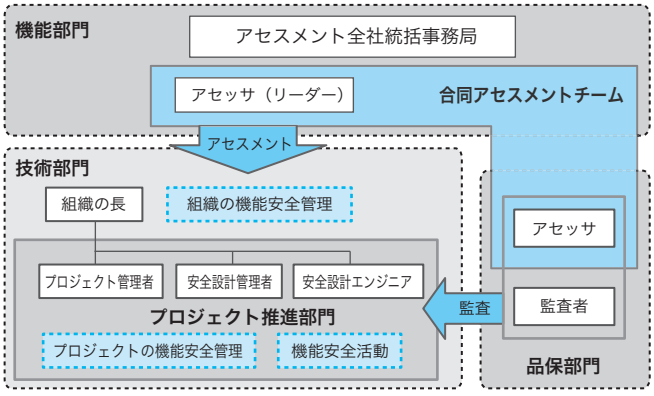



図３　機能安全への組織的対応

を安全機構に対して行うことで、非安全機構も含めた安全性の確認ができる [Jaspar2013]。

このようにソフトウェアであっても、安全構想から基本設計に落とすレベルで対策を考慮しておくことで十分に安全性の説明が可能なのである。

## 6 安全マネジメント

ISO26262 は安全設計、開発プロセスだけでなく、製品ライフサイクル全体の観点から、組織面やマネジメント面での要件も規定している。そのため機能安全に対応するためには企業活動の広範囲に渡った対応が必要となってくる。弊社の事例で実際に必要となる対応を簡単に紹介する。

デンソーの品質マネジメント体系は初期流動管理と呼ばれる仕組みを中心に構築されている。これは製品の企画段階から、設計、生産の立ち上げまでの節目を定義し、品質管理のための組織や社内ルールを体系化したものである [Fukaya2014]。機能安全への対応のため ISO26262 で規定されている役割や手順を初期流動管理の仕組みの上に追加した（図３）。

この仕組みを実際に運用するために、社内教育や文書テンプレートなどを整備した。その上で製品開発部門がそれぞれの現場において ISO26262 に対応させるため活動を開始した。

## 7 更なる安心安全に向けて（情報セキュリティ）

自動車は情報系技術を取り込みながら社会とつながる存在に変貌をとげようとしている。車載電子システムがネットワークに常時接続することにより、今後、様々な利便性をサービスとして実現できるようになって行く（図４）。

社会インフラに接続される自動車は、社会の安心という側面からは、情報セキュリティが重要となる。情報システムの脆弱性につけいるサイバー攻撃は、単なる情報資産の

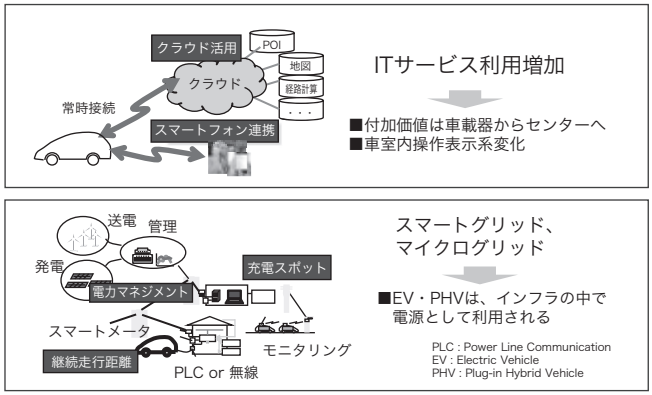



図４　社会とつながる自動車

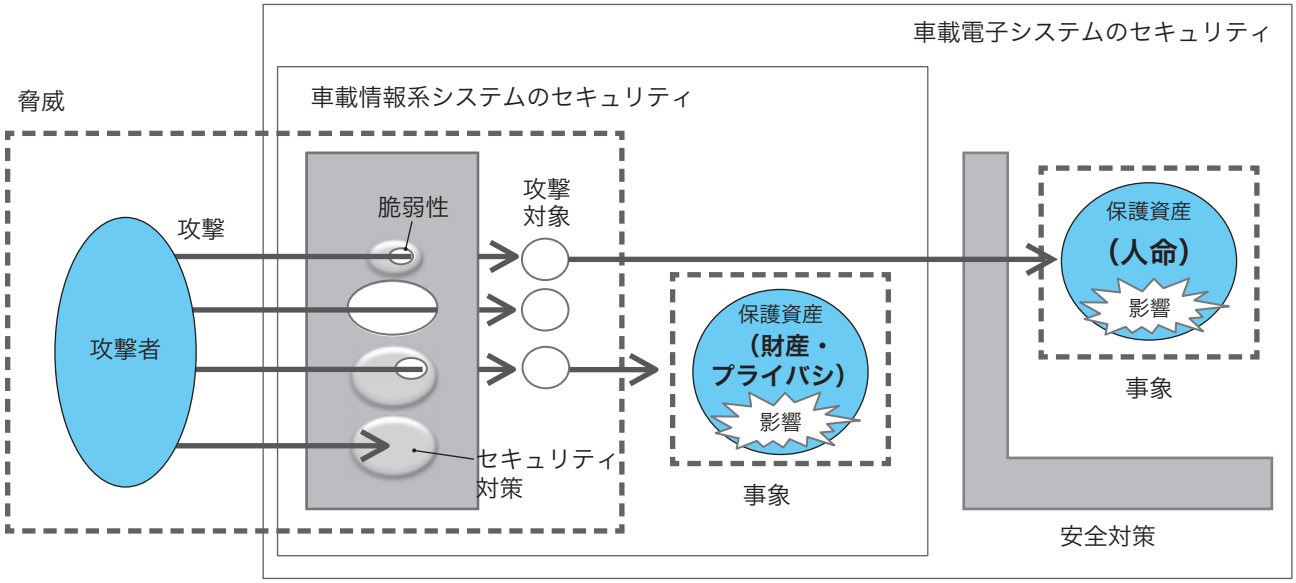



図５　車載電子システムのセキュリティ

流出だけではなく、社会インフラを不全に陥れる可能性も懸念されている。自動車に関しては、外部からネットワークを介して走行中の運転機能を阻害するような攻撃がなされた場合には、人命にかかわる危険性が高く安全の観点からも重要な問題である。

安全性と情報セキュリティはどちらも危害リスクを最小化する考え方ではあるが、相違点も多い。安全性は生命の危険や人体への損傷といった危害を対象にするのに対し、情報セキュリティは盗難、プライバシーなどリスクの対象が加わり、幅広く多岐にわたる。 安全性が故障をはじめとしたリスク要因を特定することが前提となるのに対して、情報セキュリティにおける脅威は外部からの攻撃も想定しなければならず特定そのものが難しい。更に情報システムのセキュリティには ISO/IEC15408 をはじめとする規格や基準が既に整備されてきているため、これからの社会インフラにつながる車載電子システムは情報システムの観点と安全性の観点の双方から対応していく必要がある。

現実的なアプローチは、安全設計を中核として情報セキュリティの基準を取り込んでいくというものであろう。具体的には情報セキュリティの観点から行う脅威分析段階において、財産やプライバシーなどの従来の観点に加えて人命を考慮した分析を行うことと、人命にかかわる危害シナリオが識別できた際には、ISO26262 の観点から安全性の検証を行うことである（図５）。

機能安全の立場から見ると、情報セキュリティ上の脅威は、安全に関連しない機構からの干渉そのものである。ソフトウェアの安全性で例示したように、安全機構の外からの系統的故障からの保護をアーキテクチャレベルで作り込んでおけば、この部分にセキュリティ固有の対策（暗号化など）を必要に応じて追加すれば良く、外部からの攻撃に対して安全性を確保することも容易になる。

## 8　終わりに

本稿では車載電子システムの分野におけるソフトウェアの安全性の解説を試みた。 ISO26262 がこの分野に与えた最も大きな影響の一つが説明責任であろう。それ以前は品質という枠組みの中で各社の実力が安全をささえてきており、その源泉がプロセスを重視した改善にあった。しかし、今や安全は社会の受容という基準に変わり、安全構想や設計思想を明確に伝えるアーキテクチャがプロセスと同様に重要となってきている。車載や安全に限らず、今後ますます複雑化する電子システムを構築・運用して行く上で、いかに良いアーキテクチャを構築するかが問われている。この観点から、ソフトウェア工学にはまだ開拓すべき分野があるのではないかと筆者らは考える。今後は、ソフトウェアだけを対象にするのではなく、安全工学や制御工学など関連する分野を含めた知見を体系化していくことが重要であろう。

【参考文献】

[Mukaidono2010] 向殿政男：コンピュータ安全と機能安全 , Fundamentals Review Vol.4 No.2, 電子情報通信学会 , 2010（12 月 1 日）

[ISO26262] ISO/TC22/SC3：ISO 26262:2011 Road vehicles - Functional Safety, ISO, 2011

[Jaspar2013] 一般社団法人 JASPAR：機能安全対応のための解説書【ソフトウェアパーティショニング編】Ver1.0, 一般社団法人 JASPAR, 2011（2 月 28 日）

[Fukaya2014] 深谷紘一：会社を育て人を育てる品質経営―先進、信頼、総智・総力 , 日本規格協会 , 2014

[Meti2011] 経済産業省：サイバーセキュリティと経済 研究会 報告書 中間とりまとめ , 経済産業省 , 2011（8 月 5 日）

# IoT 時代の検証エコシステム：一般社団法人 IIOT

一般社団法人 IIOT
プロジェクトマネジメントグループ マネージャ
高橋　宏輔

急速に拡大するスマートフォンやタブレットを中心とする情報通信機器の相互接続性検証基盤の構築と、高品質検証技術の発信を目指し、2012 年 7 月に沖縄県の補助事業者として設立。顧客の求める競争力の高い検証機器・設備・技術・リソースをワンストップで提供できる環境を構築し、沖縄における検証ビジネスと雇用の拡大を推進する。

## 1 IIOT とは

急速に拡大する Internet of Things（モノのインターネット）世界の中でますます深刻化するであろう相互接続トラブル・脆弱性問題が、世界中のキャリア・メーカ・コンシューマにとり大きな課題になることを想定し、それらを検証するための基盤を提供することを目指し、2012 年 7 月に沖縄県の補助事業者として一般社団法人 IIOT が設立された。スマートデバイスを中心に顧客の求める検証機材を配備し、高セキュアなプロジェクトルームやシールドルームなど検証プロジェクトを実施するための設備を整備し、またニアショアとして安価で技術力の高いリソースを活用することで、多くの検証ビジネスを沖縄に呼び込み、沖縄県内の雇用拡大を推進している。図 1 に示す通り、沖縄県内外の多くの企業のほか、様々な有識者・専門機関・大学と連携し IIOT は運営されている。

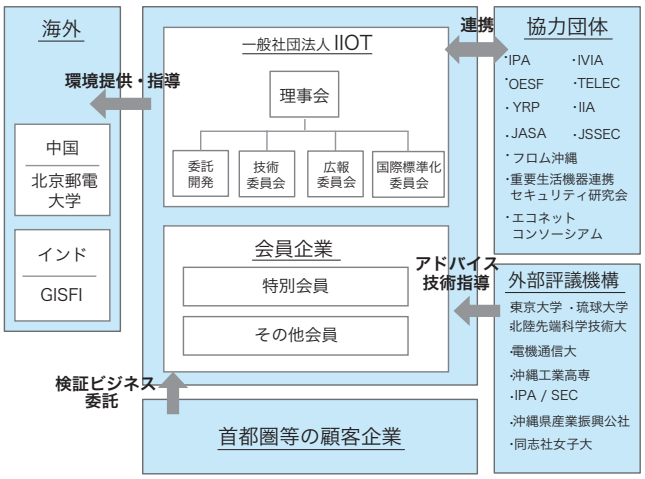



図 1　IIOT の運営体制

### 1.1. ビジネススキーム

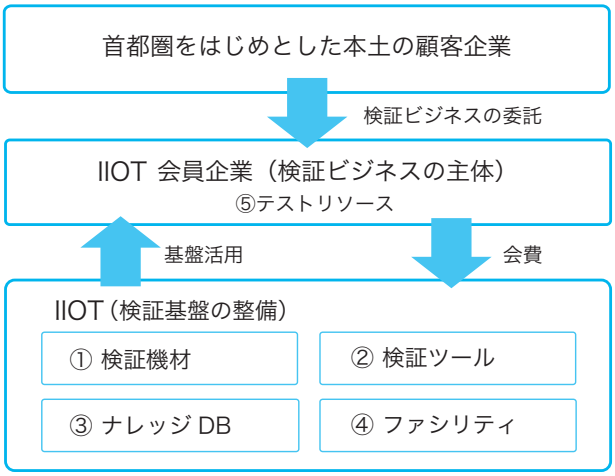



図 2　IIOT のビジネススキーム

図 2 に示す通り、検証ビジネスの主体は沖縄県内外の高い検証技術を有する IIOT 会員企業である。IIOT はこれら会員企業に①検証機材②検証ツール③ナレッジデータベース④ファシリティを中心とした「グローバル検証エコシステム」基盤を提供する。「グローバル検証エコシステム」とは、開発で一般的なエコシステムのように、各社横並びで必要な検証資産を IIOT が整備し提供をし、各社はそれら共通基盤を活用しながら独自の検証に時間とコストをかけられるようにするシステムである。会員企業は、自社では整備が困難なこれら検証基盤を利用し、首都圏をはじめとした顧客企業から検証ビジネスを受託する。設立から 2 年が経った現在、短納期・低コスト・高品質な相互接続性検証を望む多くの顧客企業・会員企業がこの基盤を活用する。

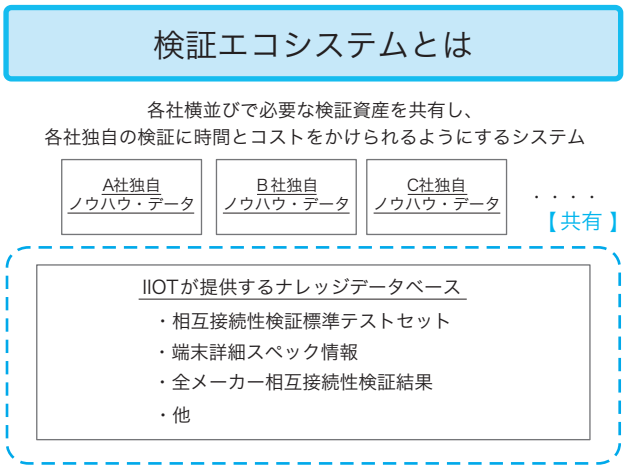



図３　IIOT が提案する検証エコシステム

## 1.2. 検証基盤①：検証機材

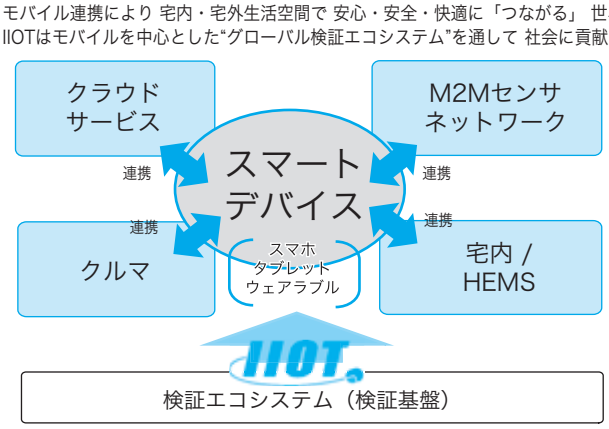



図４　スマートデバイスを中心とした IoT 世界

図４で示す通り、IIOT は設立当初から Internet of Things は、スマートフォンやタブレットを中心に宅内、クルマ、M2M のあらゆる生活空間のアプリ、サービスが急拡大すると予測し、国内の Android 端末や iOS 端末を全モデル配備している。Android 端末は 1 つのモデルに対し、端末発売時 OS バージョン・最新 OS バージョン・そしてその中間バージョンと少なくとも 3 機種を配備し、OS バージョンの違いにより引き起こされる Android アプリの挙動差異を検証したいという顧客要望にも応える。また新モデル発売日の翌日には貸し出す体制を構築し、自社アプリが新モデルで不具合なく動作するか早急に検証したいという顧客企業からの要望にも応える。更には国内の車載器など製品と海外発売モデルとの相互接続性検証を実施したいという国内メーカの需要を捉え、北米・中南米・欧州・中国発売モデルのスマートデバイス配備拡大を推進中である。

スマートデバイスのほかには、DLNA やスマホ連携機種が拡大しているスマート TV やブルーレイレコーダなどの情報家電、相互接続において接続トラブルが多い Wi-Fi ルータや Bluetooth 系機器を重点的に配備する。更に昨年度から

写真１　Android 端末や iOS 端末を全モデル配備

写真２　テレビを中心とした情報家電も多数配備

らは、家庭内への導入が急速に拡大している HEMS（家庭内エネルギー管理システム）に対応したスマート家電や、外部機器との連携が拡大するカーナビ等車載機器を配備し、これらとスマートデバイスとの相互接続性検証を実施できる環境を提供する。IIOT が保有する機器とその保有台数を表Ａに示す。

表Ａ　IIOT の保有機器一覧（2014 年 8 月末時点）

| 検証機器 | | 保有台数 |
|---|---|---|
| スマートデバイス | スマートフォン | 244 モデル 690 台 |
| | タブレット | 81 モデル 157 台 |
| | フィーチャーフォン | 17 モデル 26 台 |
| | 海外ﾓﾃﾞﾙ端末 | 12 モデル 63 台 |
| | タブレット（キャリア無し） | 74 台 |
| 情報家電 | テレビ | 118 台 |
| | ＢＤレコーダ | 52 台 |
| | ＢＤプレーヤ | 15 台 |
| | デジタルカメラ | 18 台 |
| | 無線ＬＡＮルータ・アダプタ | 173 台 |
| | ヘッドセット | 79 台 |
| | ＳＤカード | 60 台 |
| | ヘルスケア | 22 台 |
| | カーナビ | 19 台 |
| | ウェアラブル | 9 台 |
| | ＨＥＭＳ関連 | 11 台 |

※ ここにあげた以外の機器も保有しております

## 1.3. 検証基盤②：検証ツール

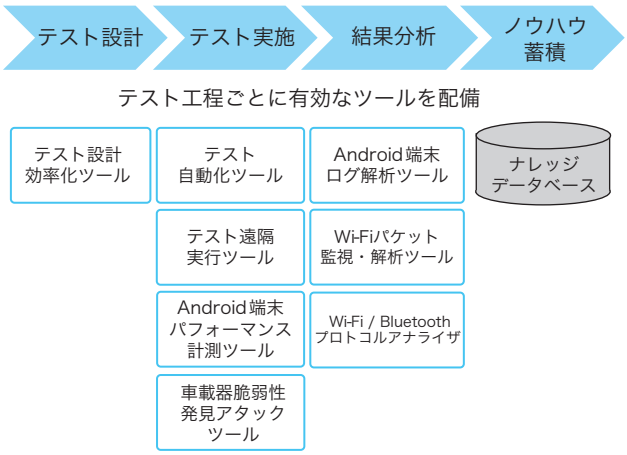



図５　IIOT が配備するツール

図５に示す通り、IIOT は検証プロセスの工程ごとに有効なツールとして、テスト設計効率化ツール・テスト自動化ツール・Android ログ解析ツール、Bluetooth/Wi-Fi プロトコルアナライザなどを配備し、これらツールを検証プロジェクトで効果的に活用するための実証実験に取り組んでいる。その取り組みと共に最近重要な課題としてクローズアップされている、Internet of Things 関連機器の脆弱性対策として、通信監視ツールや車載器アタッキングツールの配備を進め、本格的なセキュリティ検証基盤の構築も推進中である。これらの中には、既に市場で発売され有効性を認められたツールだけではなく、IIOT が本土企業と連携し、顧客の潜在需要に適合すると想定し開発したツールも幾つか存在する。これまで本土企業にとり沖縄県企業を活用する主なメリットは、海外オフショア活用と同様に安価なリソース利用によるコスト削減であったが、IIOT に配備された先端検証ツールを IIOT とその会員企業が有効活用することにより、ほかに例をみない差別化検証を沖縄で提案・提供することが可能となった。

## 1.4. 検証基盤③：ナレッジデータベース

「グローバル検証エコシステム」基盤のひとつとして、各社が時間と手間をかければそれぞれ集められるデータを、IIOT が蓄積し共有できるようなナレッジデータベースを提供する。共有データの具体例として、「スマートデバイスや情報家電機器の詳細スペック情報」、あるいは実証実験により蓄積した「スマートデバイスとスマート TV との相互接続性検証結果」や「Android 端末のパフォーマンス性能結果」あるいは「再利用可能なテストセット」があげられる。とくに Android スマートデバイスの詳細スペック情報の蓄積に力を入れており、メーカカタログに掲載された誰もがアクセス可能な情報の蓄積のほかにも、Android 端末の内部からのみ取得可能な約 500 項目に及ぶビルド情報やモジュール詳細情報の蓄積も行っている。今後は、これらナレッジの蓄積を継続していくと共に、会員企業がどこにいても利用できるようクラウド環境への移行を早急に実現する予定である。

| 蓄積データ | 内容 |
|---|---|
| 相互接続性検証標準テストセット | 再利用可能な相互接続性検証テストセット |
| Android 端末詳細スペック情報 | メーカーカタログでは得られないビルド情報・モジュール情報等 |
| 相互接続性検証結果 | 全メーカー相互接続性検証結果・モバイル vs テレビ・モバイル vs ヘッドセット |

※ ここにあげた以外のデータもナレッジデータベースに格納されています

図６　ナレッジデータベース蓄積データ

## 1.5. 検証基盤④：ファシリティ

沖縄県が 2013 年 9 月に新たに建設した沖縄県うるま市沖縄 IT 津梁パーク内「情報通信機器検証拠点施設」の 737m$^2$ のスペースにて、2000 機種以上の検証機器を管理し、会員企業への貸出しを行っている。同スペースの中に 330m$^2$ の「IIOT ラボ」と呼ばれる巨大スペースを設け、TV など大型情報家電を配置し検証プロジェクトを推進中である。なお、この「IIOT ラボ」は共有スペースであるため、秘匿性の高い情報を取扱うプロジェクトに関して会員企業は、検証機器を自社に持ち帰り使用するか、あるいは IIOT が管理する同施設内検証ルームを使用しプロジェクトを遂行している。そのほか、現状最高レベルの減衰性能を有するシールドルームを用意し、モバイルネットワークだけではなく、IoT 時代に急拡大すると考えられる Wi-SUN などの近距離無線の検証案件の更なる受注を目指す。

写真３　沖縄 IT 津梁パーク情報通信機器検証拠点施設の外観

写真４　シールドルームを配備

### 1.6. 検証基盤⑤:リソース（IIOT 会員企業）

IIOT と共に沖縄での検証ビジネス拡大を目指す会員企業には約 250 人のテストエンジニア・テストオペレータが在籍しており、首都圏をはじめとした本土からの検証ビジネスを受託している。スマホアプリ検証に強い企業、相互接続性検証に対し十分な経験を持つ企業等、会員企業により得意な検証分野はあるが、会員企業間の連携により、様々な規模や種類の検証プロジェクトに柔軟に対応することが可能である。本土の顧客企業は、会員企業に個別に検証ビジネスを依頼することも可能であるし、IIOT が顧客企業に最適な会員企業を紹介することも可能である。

また、沖縄県内での急速な検証ビジネス拡大に対するリソース不足を解消するため、昨年度から会員企業とコンソーシアムを結成し、検証エンジニアの育成事業も推進している。沖縄県内の失業者を対象に、IVIA（IT 検証産業協会）と連携し研修カリキュラムを構築し、検証エンジニアに必要な技法・思考の教育を行う。「検証プロジェクトの現場で活躍できる人材」「自ら考え行動できる人材」の育成を目標とし、座学のみではなく、検証プロジェクトでの実践的な OJT（On-the-Job Training）を提供する。昨年度は 32 名の検証技術者を育成しその後研修生は県内検証企業で活躍をしている。また今年度は 44 名を育成中である。

写真５　人材育成事業の研修風景

## 2 今年度の重点取り組み

今年度の重点テーマとして①テスト自動化、②車載システム検証、③ Wi-SUN テストベッド構築、④セキュリティ検証を推進中である。

### 2.1. 取り組み①：テスト自動化

宅内・クルマ・M2M 等ほぼすべてのアプリケーションサービスがスマートデバイスを中心として急拡大する中で、すべてのシステムに共通のスマートデバイス上のアプリ検証の自動化に取り組む。画角の異なる端末環境でも再利用が可能なスクリプトの作成、自動化対象を極限まで拡大するなどに取り組み、差別化検証提案によるビジネス拡大を目指す。

### 2.2. 取り組み②：セキュリティ検証

「あらゆるモノがつながる世界」が拡大するにつれて、相互接続性検証と共に重要になるのがセキュリティ対策である。これはこれまで想定していなかった異なるカテゴリの機器と接続が可能となり、新たな脆弱性対策の必要性が出てくるからである。今年度の取り組みとして、Android 端末の通信パケット情報の監視及び解析ツールを配備しているほか、Android 端末のみならず、iPhone 端末、車載テレマティクス、HEMS コントローラなど直接ネット接続し、攻撃対象となり得る検証対象の通信パケット情報を監視及び解析できるツールを今年度新たに構築する。また車載器に対して外部から侵入を試みるツールも開発しており、来年度以降これらツールを活用し沖縄においてセキュリティ検証基盤構築及びセキュリティ検証ビジネスの受託拡大を目指す。

### 2.3. 取り組み③：車載システム検証

大手自動車メーカと連携し、2013 年度から沖縄で受注開始している電子制御装置（ECU）ネットワークの検証ビジネスの受注拡大、及び派生検証ビジネスの受託を目指す。また、スマートデバイスとの連携が加速する車載インフォテイメント（IVI）システムのみならず、制御系を含めたクルマの統合ユーザインターフェースをプロトタイピングから総合的に設計から検証までサポートするツール環境の導入を予定している。

### 2.4. 取り組み④：Wi-SUN テストベッド構築

2012 年に国際標準化され、その後東京電力スマートメータへの導入が決定した省電力無線通信規格「Wi-SUN」の利用シーンが今後急拡大すると想定し、この Wi-SUN を組み入れた機器の M2M センサネットワークを活用したクラウドシステム検証を沖縄で実施できるようなテストベッド構築を今年度より着手した。

## 3 最後に

設立から 2 年が経過した現在、多くの本土顧客企業が IIOT とその会員企業を活用し沖縄で検証ビジネスを展開している。例として、大手家電メーカからの自社製品とスマートデバイスとの相互接続性検証プロジェクト、スマホアプリベンダからのスマホアプリ検証プロジェクト、自動車メーカからの制御系システム検証プロジェクトなどが挙げられる。その結果として、2014 年 3 月末時点で 7 億 8 千万円の売り上げを産み出し、また沖縄県内で 215 人の雇用を生み出している。

来年度以降も、今年度までの 3 年間で構築してきた検証基盤をベースに、沖縄での ICT 産業振興と雇用拡大推進のための活動を展開していきたい。

# UISSを活用したIT人材のキャリアパス設計

田辺　壮史[†]　　津田　和彦[†]

企業のIT部門の人材育成を支援するスキル標準の一つに，情報システムユーザースキル標準（Users' Information Systems Skill Standards）がある．UISSが提供する体系化されたモデルを使うことで，人材像の明示化やキャリアパスを設計することができる．UISSは汎用化されたモデルを提供しているため，導入にはモデルを自社に適合させてカスタマイズする必要がある．しかしながら，キャリアパスモデルの例示や，設定事例も数少ない．本研究では，UISSの人材定義を活用した汎用的なキャリアパスモデルを試案した．具体的には，求められるスキル・知識の共有度合いが高い2つの人材像は，互いの人材像へ変更がしやすいという仮説を立案した．この仮説のもと，人材像の役割を定義したタスクに紐付くスキルと知識項目の類似度を算出することで，タスク間の近接度を求めた．このタスク間近接度上で，人材像間の移動モデルを試案した．また，そのモデルを用いて移動容易性が高い人材像とそうでない人材像を明らかにした．

# A Study on the career path design for IT professionals by analyzing UISS.

Takeshi Tanabe[†], Kazuhiko Tsuda[†]

We tried to make the IT professionals' career path model from UISS. We analyzed the relationship between job description and skills appeared in the UISS functional role definition by applying text mining. In addition, we have found the setting trend of career paths from the case study analysis of UISS.As a result, we presented possibility to construct the career path model by analyzing the similarity between the knowledge and skills written in UISS. This will lead to build idealistic IT professionals' career path design.

## 1. はじめに

この数年で企業におけるIT利用の高度化が大きく進んでいる．クラウドコンピューティングにより，リソースの迅速かつ柔軟な配分が可能になり，サービスインまでのリードタイムが大幅に短縮された．また，ソーシャルメディアや各種センサー・デバイスの普及・活用によって，BtoB，BtoC，MtoMまで企業とマーケットとのアクセス方法やビッグデータなどのコンテンツやデータの活用方法も変化した．更に技術のオープン化，標準化が進み，サービスをグローバルに均一に展開することも容易になり，時間と場所の制約も低くなった．このように，企業・マーケットにおけるITの在り方が変化する中で，その実現を担うIT人材の役割も当然変化し，そのキャリア形成についても不透明性が増している．

「IT人材白書2013」によると，「現在の仕事について，

【脚注】
† 筑波大学大学院ビジネス科学研究科

将来のキャリアパスが明確である」という設問（P290）[IPA2013a] に対し，ユーザー企業 1000 社の IT 技術者のうち，「どちらかと言えば当てはまらない」，又は「まったく当てはまらない」と回答した人は約 63％であった．また，「自分の将来のキャリアに対して強い不安を感じている」という設問（P292）には，「よく当てはまる」，又は「どちらかと言えば当てはまる」と回答した人は約 62% であった．IT 人材の将来のキャリアが不透明であるという点は，個人の意識だけの問題ではない．企業側においても，長期的・段階的な職務の道や展望としてキャリアパスを提示することや，それを実現するためのキャリア形成支援策や育成環境整備などが強く望まれている．

このような背景の中，本研究では，企業の IT 人材の参照モデルとなるキャリアパスが必要という認識のもと，情報システムユーザースキル標準（UISS）[IPA2010a] を活用した，IT 人材のキャリアパスモデル（人材像間の移動モデル）を試案した．

## 2. キャリアパスモデルの必要性

### 2.1. キャリアパスモデルの設計

IT 人材の育成，組織での活用を計画的かつ継続的な実施を支援するツールとして IPA から，利用対象に応じて複数のスキル標準が提供されている．本研究では，ユーザー企業と呼ばれる IT 事業を行っていない企業内情報システムを担当する組織や人材を対象とするため，情報システムユーザースキル標準(UISS)による IT 人材のキャリアパスモデルの開発に取り組む．

UISS は大きく二つの参照モデルに基づいて構成されている．一つは，情報システムを統括する組織に求められる機能・業務に関するモデル，もう一つは，組織で活躍する人材に必要な能力・スキルに関するモデルである．具体的には「タスクフレームワーク」，「タスク概要」，「機能・役割定義」，「人材像とタスクの関連」，「人材像定義」，「キャリアフレームワーク」，「研修ロードマップ」の 7 つの参照モデルが各モデルと関連を持って構成されている．本研究で対象とする主な参照モデルの関連を図 1 に示す．「人材像とタスクの関連」では，各人材像が担当するタスクの領域を定義し，「機能・役割定義」では，タスクに紐づくスキルとスキルに紐づく知識項目を定義している．またタスク間の関連は「タスクフレームワーク」で定義している．

このことからも明らかなように，UISS のモデル構造や関連を理解し，更に自社に適合した人材像を作り上げることは，難易度の高い作業である．先の IT 人材白書 2013 の IT 人材動向調査（技術者比較分析結果）データ編でも，「スキル標準に基づいて IT 人材のキャリアパスが定義されている」という設問（P50）には，「定義されている」と回答したユーザー企業の IT 技術者は，9.1% と極めて少ない．この数字も，企業がキャリアパスを設計することが難しい作業であることを示している．

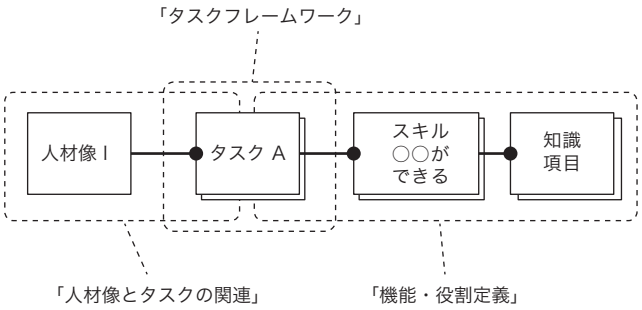



図 1　UISS の人材に関する主要モデルの関連

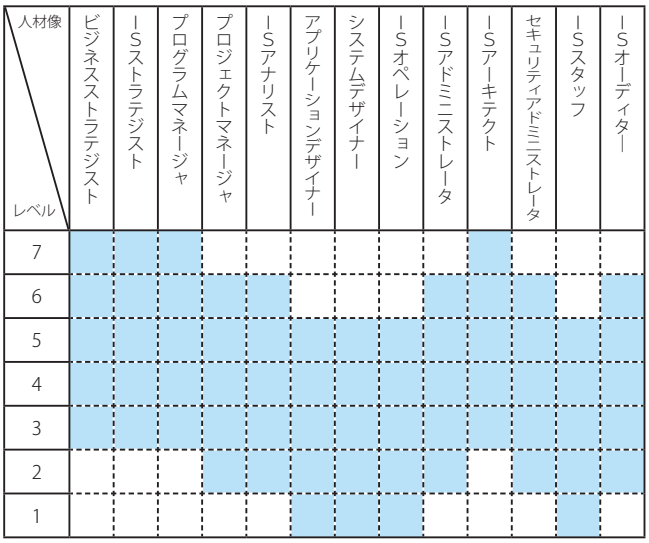



図 2　UISS 参照モデルのキャリアフレームワーク

### 2.2. UISS における課題

UISS 参照モデルの「キャリアフレームワーク」を図 2 に示す．UISS では遂行する業務範囲を人単位にまとめたものを「人材像」といい，人材像毎の育成・成長のステップを段階的に示したものを「キャリア」と呼んでいる．「キャリアフレームワーク」は，13 の人材像と 7 段階のキャリアレベルで定義される．キャリアレベルは，スキルと経験実績を考慮して定義されている．UISS でのキャリアパスとは，役割の変遷を経て経験を積みながら，レベルアップを図るイメージとなっている．

人材育成計画やキャリアパスについては，「情報システムユーザースキル標準 導入推進ワークブック（有効活用ガイド）」[IPA2010b] に考え方が示されている．しかし，各社によって状況や課題，企業内情報システムを担当する組織や人材の役割が異なる．そのため，提供されているのは，キャリアパスを描く枠組みの「キャリアフレームワーク」のみにとどまり，キャリアパスモデルは提示されていない．また，中小企業におけるシステムを担当する部署にとっては，UISS 参照モデルの人材像の役割を

一人で複数担当していることが多い．

このことから，自社導入に当たっては組み合わせによる人材像の再定義が必要となる．この再定義に要する負荷が，UISS の導入を困難にしている一因と推察される．キャリアパスモデルの例示がないことは，「情報システムユーザースキル標準（UISS）活用促進のための調査報告書」[IPA2013b] においても課題として取り上げられている．また，UISS に着目した研究 [Rasha] も非常に少ない．

## 3. 分析手法

### 3.1. 分析のアプローチ

本研究では，UISS が対象とするユーザー企業の IT 人材を対象に，人材像定義情報に着目したキャリアパスモデル（UISS における人材像間の移動モデル）の作成と手法を提案する．

キャリアパスの基本的な考え方は，異なるタスク同士の近接性という視点から，そのタスクを担当する人材のキャリアパスを設計する．UISS での「タスク」とは，「仕事の定義」であり，IT サービスに関連して求められる機能や役割（課される仕事）を指す．

具体的には，ある別々の人材像 $a$ と人材像 $b$ において，それぞれの人材像が担当するタスク領域で，発揮することが求められるスキル・知識の共有度を測る．共有度が高い場合，人材像 $a$ から人材像 $b$ に役割を変更する際に，新たに獲得しなければならないスキル・知識項目が少ないので，人材像 $a$ から人材像 $b$ へキャリアチェンジが容易と言える．すなわち，求められるスキル・知識の共有度の高い人材像の間には，キャリアパスを設定することが可能となる．このことから，キャリアパスを設定するには，人材像間のスキルと知識項目の共有度を算出すればよい．

そこで，本研究で実施する分析のアプローチを図 3 に示す．タスクの近接性を分析する手法は，Rasha らが行ったテキストマイニングを用いた職種間の類似分析手法を応用 [Tanabe] する．また，UISS 導入事例によるキャリアパスモデルの傾向分析結果も試案の補完材料とする．

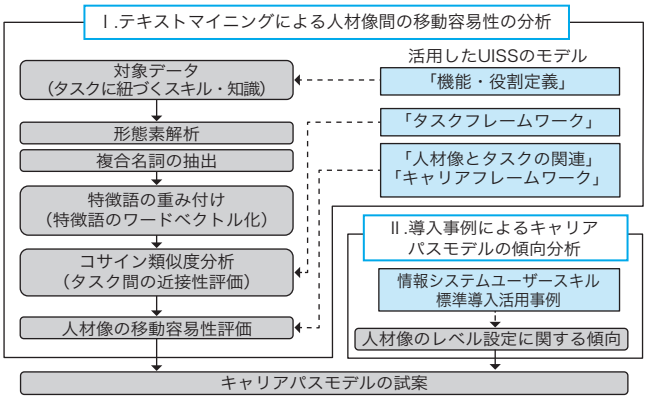



図 3　分析手順と活用する UISS 参照モデル

### 3.2. タスク定義文書からの特徴語抽出

UISS 参照モデルの「機能・役割定義」は，タスクを大中小項目の 3 階層に分類し，タスクの遂行に必要なスキルと知識項目を定義している．「機能・役割定義」の定義文書に対して，形態素解析を行い，その解析結果より複合名詞を抽出した．形態素解析にはオープンソースの形態素解析エンジン「MeCab」[Kudo] を用いた．また，MeCab の辞書として NAIST Japanese Dictionary[Asahara] を利用した．MeCab による形態素解析により，名詞の抽出が可能となるが，実際の文書やデータには，二つ以上の名詞が隣接して，一つの名詞になった複合名詞が多数存在する．意味のある複合名詞の抽出が，テキストマイニングで文章間の類似を判定する際に，判定精度を高める重要な要因となる．

例えば，文書 A は人材像「ビジネスストラテジスト」に関する文書で，文書中に「ビジネスモデル」という語が含まれており，文書 B は人材像「システムデザイナー」に関する文書で，文書中に「システムモデル図」が含まれているものとする．ここで，通常の形態素解析を行って含まれる語を抽出した場合，文書 A では “ ビジネス ”，“ モデル ” という 2 つの語，文書 B では “ システム ”，“ モデル ”，“ 図 ” という 3 つの語がそれぞれ抽出される．この場合，文書 A，B にはともに “ モデル ” という語が含まれているため，何らかの類似性があると判断される．これは，「ビジネスストラテジスト」と「システムデザイナー」の間には「モデル」という共通した概念（スキル・知識等）があると判断されていることを示している．しかしながら，「ビジネスモデル」と「システムモデル図」はそれぞれ別の語と解釈し，共通性はないと考えた方が自然である．このように，類似の判定精度を高めるためには，連続した名詞を個々に取り扱うのではなく，ひとつの複合名詞として扱うことが必要である．

抽出した複合名詞に対して，タスクの大項目を単位にして特徴語の重み付けを行う．そのため TF・IDF 値 [Tokunaga] を用いて複合名詞のワードベクトルを作成する．TF は Term Frequency の略語で，それぞれの単語の文書内での出現頻度を表し，式（1）により算出される．

$$TF=tf(i,\ j)=\frac{n_{i,j}}{\sum_{s\in j} n_{s,j}} \quad \cdots \text{式（1）}$$

$tf(i,\ j)$：文章 $j$ 内にある単語 $i$ の TF 値

$n_{i,j}$：単語 $i$ の文章 $j$ 内における出現回数

$\sum_{s\in j} n_{s,j}$：文書 $j$ 内のすべての単語の出現回数の和

IDF は Inverse Document Frequency の略語であり，式（2）により算出される．IDF は多くのドキュメントに出

現する語（一般的な語）は重要度が下がり，特定のドキュメントにしか出現しない単語の重要度を上げる役割を果たす．

$$IDF=idf(i)=log\ \frac{N}{df(i)}+1 \quad \cdots 式（2）$$

$idf(i)$：ある単語 $i$ の IDF 値．
$N$：総文書数
$df(i)$：単語 $i$ が出現する文書数

TF・IDF 値は式（3）により算出される．

$$TF \cdot IDF=tf(i,\ j) \cdot idf(i) \cdots 式（3）$$

### 3.3. タスク間の近接度の算出

ある 2 つのタスクのワードベクトルをそれぞれ $a$，$b$ とする．$a$，$b$ の近接度 $sim$（$a$，$b$）は，文書の類似度評価に利用されるコサイン類似度を用いて算出する．全タスク間の近接度を求めた後，閾値によって近接度の高い 2 つのタスクのペアを抽出する．算出法を式（4）に示す．

$$類似度\ S=sim(a,\ b)=\cos(a,\ b)=\frac{\sum_{i=1}^{n}a_i b_i}{\sqrt{\sum_i^n a_i^2}\sqrt{\sum_i^n b_i^2}} \quad \cdots 式（4）$$

類似度 $S$ は，0 から 1 の間の値を取り，2 つのベクトル $a$，$b$ の向きが類似するほど 1 に近づき，$a$，$b$ がどれだけ近いかを比べる指標となる．本研究では，タスクの相対的な近さを測定することが目的であることから，類似度 $S$ の分布より，上位値数 % を閾値としてタスク近接性評価を行う．

### 3.4. キャリアパスモデルの試案

得られた近接度の高いタスクから，UISS の「人材像とタスクの関連」を参照し，移動容易性の高い人材像群を抽出する．これらの人材像群を UISS 参照モデルの「キャリアフレームワーク」に当てはめて，人材像の移動容易性を評価する．

## 4. キャリアパスモデルの試案結果

### 4.1. 機能・役割定義からの複合名詞抽出結果

本研究では，タスクの小項目毎に抽出ルールに基づいて複合名詞を抽出した．抽出した複合名詞の語彙数は，399 あるタスクの小項目で 3,578，重複を除くと 2,075 である．抽出した複合名詞の例を図 4 に示す．

| タスク | | | スキル | 知識項目 | 形態素解析により抽出した複合名詞 |
|---|---|---|---|---|---|
| 大項目 | 中項目 | 小項目 | | | |
| 事業戦略策定 | 経営要求の確認 | 業務（経営）環境の調査・分析 | ・企業の**内外環境**を正確に捉えることができる<br>・企業の内外環境の**分析結果**と**企業目標**の関係を **IS 戦略指針**として文書化することができる<br>・企業の内外環境の情報を**継続的**に収集できる | **3C モデル**<br>7S<br>**競争戦略**<br>**SWOT 分析手法**<br>5Forces<br>**バリューチェーン分析手法**<br>**業界動向の事例**<br>**競合分析手法**<br>**関連法規** | **SWOT 分析手法**<br>**関連法規**<br>**3C モデル**<br>**業界動向**<br>**バリューチェーン**<br>**分析手法**<br>**企業目標**<br>**継続的**<br>**IS 戦略指針**<br>**内外環境**<br>**競争戦略**<br>**分析結果**<br>**競合分析手法** |

図 4　機能・役割定義からの複合語抽出例

表 1　タスクの大項目間のコサイン類似度

| 機能役割定義（大項目） | 事業戦略策定 | IS 戦略策定 | IT 基盤構築・維持・管理 | IS 戦略実行マネジメント | プロジェクトマネジメント | IS 企画 | IS 導入／システム要件定義 | IS 導入／業務プロセスの詳細設計 | IS 導入／アプリケーション分析・設計 | IS 導入／アプリケーション開発 | IS 導入／インフラストラクチャ分析・設計 | IS 導入／インフラストラクチャ構築 | IS 導入／IS の受入 | IS 企画評価 | IS 活用 | IS 保守 | IS 運用 | IS 戦略評価 | 事業戦略評価 | セキュリティ | 共通業務／資産管理 | 共通業務／事業継続計画 | 共通業務／コンプライアンス | 共通業務／人的資源管理（人材育成） | 共通業務／契約管理 | システム監査 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 事業戦略策定 | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| IS 戦略策定 | 0.18 | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| IT 基盤構築・維持・管理 | 0.12 | 0.34 | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| IS 戦略実行マネジメント | 0.09 | 0.24 | 0.16 | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| プロジェクトマネジメント | 0.02 | 0.04 | 0.03 | 0.05 | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| IS 企画 | 0.06 | 0.10 | 0.15 | 0.05 | 0.04 | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| IS 導入／システム要件定義 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.05 | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| IS 導入／業務プロセスの詳細設計 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.01 | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| IS 導入／アプリケーション分析・設計 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.03 | 0.00 | - | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| IS 導入／アプリケーション開発 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.00 | 0.02 | - | | | | | | | | | | | | | | | | |
| IS 導入／インフラストラクチャ分析・設計 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.13 | 0.01 | 0.20 | 0.01 | - | | | | | | | | | | | | | | | |
| IS 導入／インフラストラクチャ構築 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.06 | 0.01 | - | | | | | | | | | | | | | | |
| IS 導入／IS の受入 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | - | | | | | | | | | | | | | |
| IS 企画評価 | 0.01 | 0.00 | 0.13 | 0.00 | 0.00 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | - | | | | | | | | | | | | |
| IS 活用 | 0.08 | 0.06 | 0.06 | 0.05 | 0.01 | 0.04 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | - | | | | | | | | | | | |
| IS 保守 | 0.01 | 0.05 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.11 | 0.01 | 0.01 | - | | | | | | | | | | |
| IS 運用 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.03 | 0.03 | 0.00 | 0.03 | 0.01 | 0.06 | 0.01 | 0.02 | 0.00 | 0.01 | 0.02 | - | | | | | | | | | |
| IS 戦略評価 | 0.02 | 0.03 | 0.16 | 0.02 | 0.01 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.38 | 0.04 | 0.01 | 0.00 | - | | | | | | | | |
| 事業戦略評価 | 0.01 | 0.01 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.14 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.15 | - | | | | | | | |
| セキュリティ | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | - | | | | | | |
| 共通業務／資産管理 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | - | | | | | |
| 共通業務／事業継続計画 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.03 | 0.03 | 0.01 | 0.00 | - | | | | |
| 共通業務／コンプライアンス | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.04 | - | | | |
| 共通業務／人的資源管理（人材育成） | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.07 | 0.06 | - | | |
| 共通業務／契約管理 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.03 | 0.02 | - | |
| システム監査 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.03 | - |

凡例：コサイン類似度≧ 0.1　　0.1 ＞ コサイン類似度≧ 0.05

図 4 では，大項目「事業戦略策定」，中項目「経営要求の確認」，小項目「業務環境調査・分析」というタスクに対応するスキルとして次のように定義されている．

- 企業の内外環境を正確にとらえることができる
- 企業の内外環境の分析結果と企業目標の関係を IS 戦略指針として文書化することができる
- 企業の内外環境の情報を継続的に収集できる

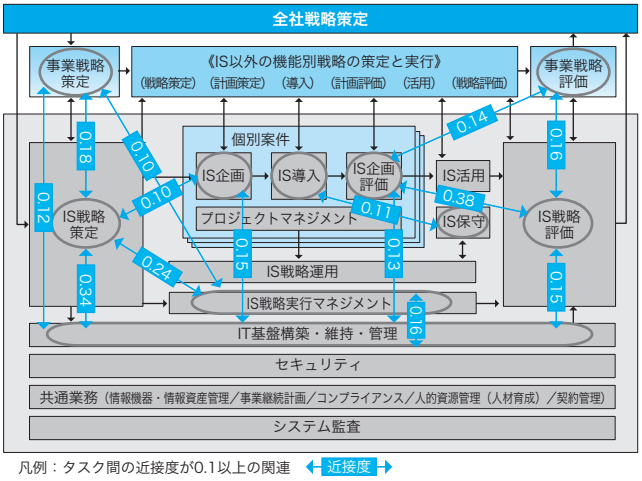



図 5　タスクフレームワーク上におけるタスクの近接性

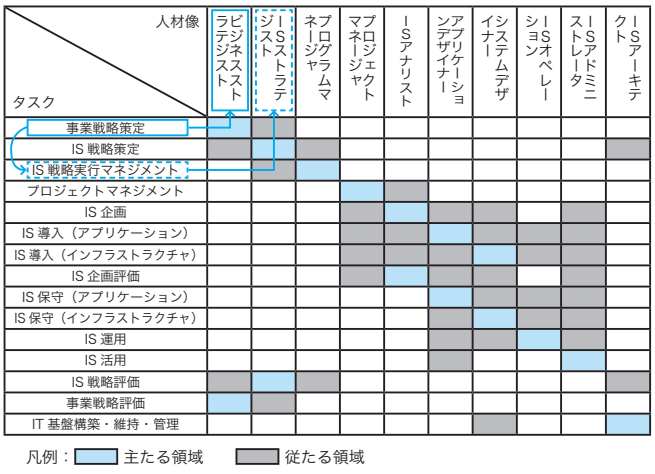



図 6　人材像とタスクの関連

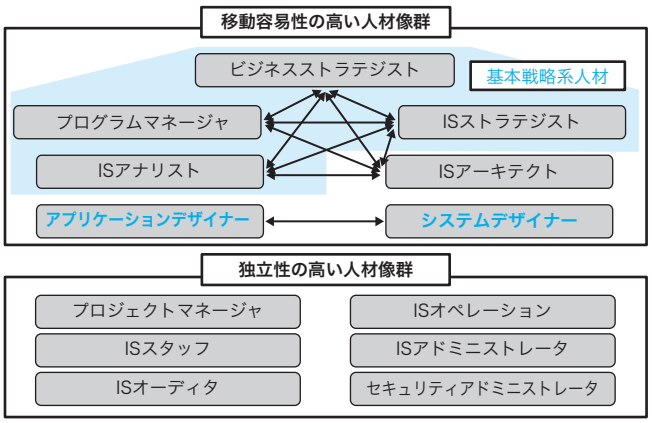



図 7　人材像の移動容易性評価結果

これらのスキルに，関連する知識項目は，「3C モデル」，「7S」，「競争戦略」，「SWOT 分析手法」，「5Forces」，「バリューチェーン分析手法」，「業界動向の事例」，「競合分析手法」，「関連法規」として定義されていることが分かる（下線は抽出した複合名詞）．

## 4.2. タスクの近接性の評価結果

抽出した複合名詞の出現頻度から，タスクの大項目毎に式（3）の TF・IDF 値を求め，次に全タスク間の近接性を式（4）のコサイン類似度で求める．計算結果を表 1 に示す．タスク間の遠近は，コサイン類似度で判定する．閾値設定は，コサイン類似度の累積度数分布より，上位値 5% にあたる 0.1 に設定した．

タスクの近接度評価により得られた結果から，UISS 参照モデルの「タスクフレームワーク」上に，近接度の高いタスクの関係線を加えた図 5 を示す．

この結果から，「事業戦略策定」と「IS 戦略策定」と「IS 企画」といった計画系のタスクは近接性が高く，「事業戦略評価」と「IS 戦略評価」と「IS 企画評価」といった評価系のタスクも近接性が高いことが確認できた．また，計画系と評価系とタスク群とも，「IT 基盤構築・維持・管理」のタスクとも近いことも判明した．これとは逆に「セキュリティ」，「共通業務」，「システム監査」などの共通系のタスクでは，他のタスクとの近接性は低い結果となった．これらは全タスクをカバーした共通タスクとされているが，個々のシステム開発プロセスとの関連性は低く，独立性が高いタスクという見方ができる．

## 4.3. 人材像の移動容易性の評価結果

タスク近接度の高い例を図 6 に示す．タスクの「事業戦略策定」と「IS 戦略実行マネジメント」に着目すると，UISS 参照モデルの「人材像とタスクの関連」から，「事業戦略策定」を担当する人材像は，「ビジネスストラテジスト」であり，「IS 戦略実行マネジメント」を担当する人材像は，「プログラムマネージャ」であることが判る．このように両者はタスクの近接性から，相対的に人材像間の移動が容易な組み合わせと判断することができる．

このような考え方により，図 5 で得られた近接性の高いタスクから，図 6 で示したように主たる領域とする人材像を確認する．その結果，図 7 で示すような，「ビジネスストラテジスト」，「IS ストラテジスト」，「プログラムマネージャ」，「IS アナリスト」，「IS アーキテクト」の 5 つが移動容易性の高い人材像群であることが確認できた．また，タスクの大項目レベルで，同一タスク「導入」を担当する「システムデザイナー」と「アプリケーションデザイナー」は移動容易性が高いことも確認できた．

特に「IS アーキテクト」以外の前述の 4 人材像は，

UISS の上位スキームである共通スキルキャリアフレームワーク（CCSF）で定義をしているモデル人材と一致し，同一の基本戦略系の人材像群であることが確認できた．また，「IS アーキテクト」は，「IT 基盤構築・維持・管理」のタスクを担当しており，先の基本戦略系人材と資質が異なるように思われる．しかしながら，タスク内容を見るとIT 戦略の策定，基盤整備計画，アーキテクチャ標準策定など，戦略系のタスクが多く含まれている．このことから，スキル・知識ベースで見ると基本戦略系人材と近いことが判った．移動容易性を確認できなかった人材像は，逆に独立性の高い人材像群と言える．

### 4.4. 実態調査にみる経験年数の傾向

IT 人材のキャリアアップとしての職種の遷移や，あるレベルに到達するまでにどれほどの年月を要するのか，という課題に対して，日本情報処理開発協会による「我が国ＩＴサービス市場に関するスキル動向等調査研究報告書」[JIPDEC] では，実際の IT 技術者のキャリアパスについて，ITSS におけるレベル 5 以上の 30 名を対象に調査を行っている．

システム開発経験として，ITSS の職種分類で「IT スペシャリスト」，「アプリケーションスペシャリスト」，「ソフトウェアデベロップメント」，「オペレーション」の平均経験年数は 12.8 年間であった．最初に経験したシステム開発関連職種は，「IT スペシャリスト」7 名，「アプリケーションスペシャリスト」7 名，「ソフトウェアデベロップメント」7 名，その他 4 名（「セールス」3 名，不明 2 名）であった．

その後のキャリアパスは 2 つある．1 つは，「IT スペシャリスト」，「アプリケーションスペシャリスト」として職種転換することなく，その職種においてスキルを高め，プロフェッショナルになるキャリアパスである．

もう 1 つは，システム開発経験から，「プロジェクトマネジメント」，「IT アーキテクト」，「コンサルタント」職に職種転換するキャリアパスである．この中で「コンサルタント」は社会人経験平均 16.7 年目（人数：n=10）で任務についている．「IT アーキテクト」は 10.5 年目（n=12），「プロジェクトマネジメント」は 11.1 年目（n=18）でそれぞれ任務に就いている．「コンサルタント」が，最も経験年数がかかる傾向にあった．また，「IT アーキテクト」や「プロジェクトマネジメント」は，システム開発経験を同時に兼務することで，ソフトランディングするケースが多く見受けられた．プロフェッショナルとして熟達し，一定のレベル以上になるには 15 年程度，レベル 6 や 7 といった高度なプロフェッショナルには，20 年程度かかるとしている．

前述のキャリアパスは，ITSS の職種定義に基づいて調査しているので，CCSF の人材定義を介して，UISS の人材像に当てはめて解釈すると表 2 になる．つまり，UISS の人材像は，「アプリケーションデザイナー」又は「システムデザイナー」からスタートし，「IS アーキテクト」になるまでに 10.5 年．「ビジネスコンサルタント」，「IS ストラテジスト」，「プログラムマネージャ」又は「IS アナリスト」になるまでには 16.7 年かかると見なすことができる．

表 2　スキル動向調査による経験年数と UISS との対応

| エントリー人材から到達に要した年数 | ITSS | CCSF | UISS |
|---|---|---|---|
| — | エントリー人材<br>・IT スペシャリスト<br>・アプリケーションスペシャリスト<br>・ソフトウェアデベロップメント | エントリー人材<br>・テクニカルスペシャリスト | エントリー人材<br>・アプリケーションデザイナー<br>・システムデザイナー |
| 10.5 年 | ・IT アーキテクト | ・システム アーキテクト | ・IS アーキテクト |
| 11.1 年 | ・プロジェクトマネジメント | ・プロジェクトマネージャ | ・プロジェクトマネージャ |
| 16.7 年 | ・マーケティング<br>・セールス<br>・コンサルタント | ・ストラテジスト | ・ビジネスストラテジスト<br>・IS ストラテジスト<br>・プログラムマネージャ<br>・IS アナリスト |
| データなし | ・カスタマサービス<br>・IT サービスマネジメント | ・サービス マネージャ | ・IS オペレーション<br>・IS アドミニストレータ<br>・セキュリティアドミニストレータ<br>・IS スタッフ<br>・IS オーディタ |

### 4.5. UISS 導入事例にみるキャリアパスモデルの傾向

「情報システムユーザースキル標準 導入活用事例集 2010」，「同 2011」[IPA2010c] [IPA2011] では，企業の導入事例を紹介している．本研究では，キャリアパスモデルが掲載されている企業，あいおい損保システムズ，国分，カシオ計算機の 3 社を取り上げ，キャリアパス設定の傾向を確認した．

人材像定義は，各社がカスタマイズしており，表記方法も様々である．そこでキャリアパスモデルの設定傾向を把握するため，各社の定義内容を「キャリアフレームワーク」に写像する．図 8，9，10 に写像した各社のキャリアパスモデルを示す（図 9，10 の凡例は図 8 と同様）．

なお，図では各社の人材像定義に合わせて，人材像の並び順を入れ替えている．

図 8，9，10 中の A ～ E は，共通的な傾向のある領域であり，以下にその内容を記す．

（A）人材像はオリジナルのままで適用されることは少なく，「ビジネスストラテジスト」，「IS ストラテジスト」などの戦略系や上流工程を担当する人材像は統合されている．

（B）「ビジネスストラテジスト」，「IS ストラテジスト」などの基本戦略系人材と「IT アーキテクト」にキャリアパスを設定している．

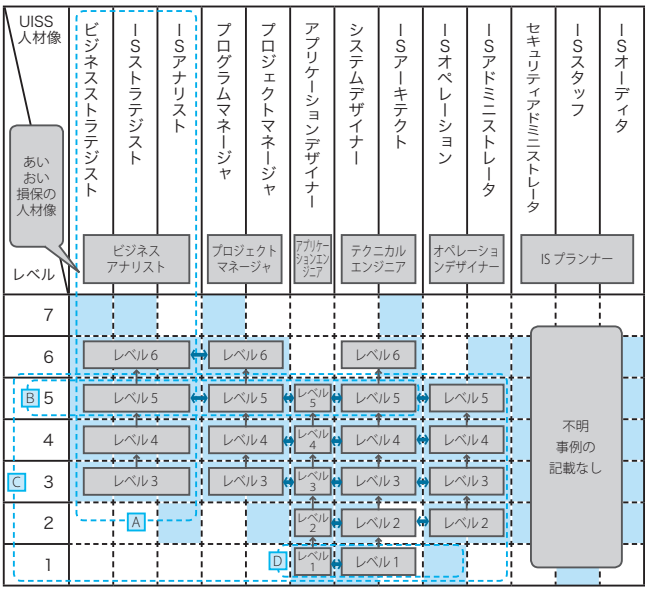



図 8　あいおい損保システムズのキャリアパスモデル

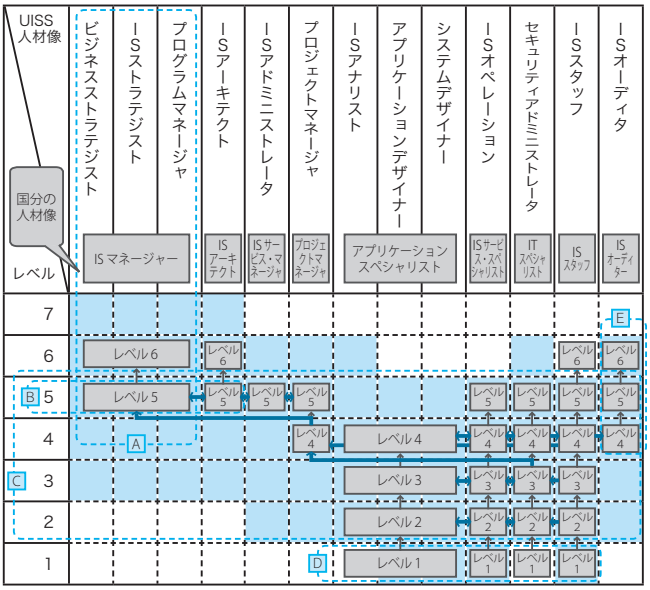



図 9　国分のキャリアパスモデル

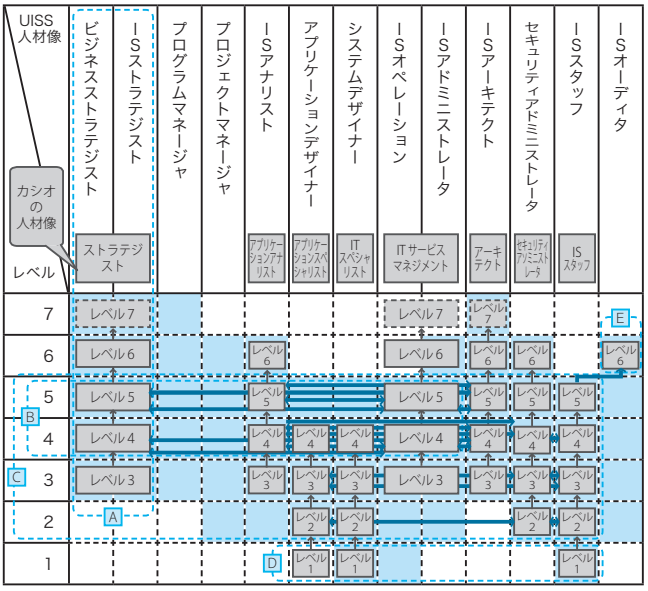



図 10　カシオのキャリアパスモデル

(C) 人材像間移動のパスが引かれるのはレベル 2~3 以降．また人材のレベル設定はレベル 6 が上限．

(D)「アプリケーションデザイナー」,「システムデザイナー」は 3 社がレベル 1 からスタート．「IS スタッフ」は 2 社がレベル 1 からスタートしており，エントリー人材となっている．

(E)「IS オーディタ」は，他の人材像の経験を経て，ある程度のレベル（レベル 4 以上）に達してからなる設定としている．

上記（A）と（B）の「ビジネスストラテジスト」,「IS ストラテジスト」などの人材像統合は，図 7 で示した「ビジネスストラテジスト」,「IS ストラテジスト」,「プログラムマネージャ」,「IS アナリスト」,「IS アーキテクト」の 5 つの人材像が移動容易性の高いという評価結果に則していると言える．

## 4.6. キャリアパスモデルの試案

4.3 節の人材像の移動容易性評価結果，4.4 節の実態調査にみる経験年数の傾向，および 4.5 節の UISS 導入事例にみるキャリアパスモデルの傾向をもとに，試案したキャリアパスモデルを図 11（後掲）に示す．図中の①～④は 4.3 節，⑤は 4.4 節，⑥～⑨は 4.5 節で得られた設定情報に基づいて作成している．

以下に①～⑨の設定内容を記す．

① 図 7 より，「ビジネスストラテジスト」,「IS ストラテジスト」,「プログラムマネージャ」,「IS アナリスト」,「IS アーキテクト」の相互間にパスを設定し，移動容易性（高）とした．

② 同じく図 7 より，「システムデザイナー」と「アプリケーションデザイナー」の間にパスを設定し，移動容易性（高）とした．

③ タスク近接性評価では，コサイン類似度の閾値を上位 5% の 0.1 とした結果，「プロジェクトマネージャ」,「IS オペレーション」,「IS アドミニストレータ」,「セキュリティアドミニストレータ」,「IS スタッフ」,「IS オーディタ」が主要とするタスクでは，高い近接性を見出すことはできなかった．その結果，図 7 では独立性の高い人材像群としたが，キャリアフレームワーク上で表現できる人材像が限定されてしまう．そこで，キャリアパスを設定する人材像を拡大させるために，閾値を上位 10% の 0.05 まで引き下げて，表 1 よりタスクの近接性を再評価した．上記①②で設定した人材像間のパスより，移動容易性が低くなるが，「セキュリティアドミニストレータ」,「IS オーディタ」を除く，「プロジェクトマネージャ」,「IS オペレーション」,「IS アドミニストレータ」,「IS スタッフ」にパスを設定し，移動容易性（中）とした．

④ 上記③の条件でも，「セキュリティアドミニストレータ」，「IS オーディタ」が主要とするタスクでは，近接性が比較的高いタスクがないので，閾値を 0.05 以下に下げて，表 1 からタスクの近接性を再評価した．その結果，上記③より移動容易性が低くなるが，「セキュリティアドミニストレータ」，「IS オーディタ」のパスを設定し，移動容易性（低）とした．

⑤ 4.4 節の表 2 より，レベル 1 のエントリー職から「プロジェクトマネージャ」，「IS アーキテクト」になるまでの目安で約 10 年，「ストラテジスト」には更に約 5 年を経てなることを表記した．

⑥ 4.5 節（A）より，「ビジネスストラテジスト」と「IS ストラテジスト」を一つの人材像に統合とした．

⑦ 4.5 節（C）より，レベル 1, 7 のキャリアパスは非設定．

⑧ 4.5 節（D）より，「アプリケーションデザイナー」，「システムデザイナー」，「IS スタッフ」をレベル 1 からのエントリー人材に設定した．

⑨ 4.5 節（E）より，「IS オーディタ」は，指導ができるレベル 4 以上とした．

「システムデザイナー」，「アプリケーションデザイナー」および「IS オペレーション」は，一般的にもエントリー人材像であり，4.4 節の実態調査結果にあるように，ある程度の経験を積んだのちに，他の人材へキャリアチェンジを図るケースも多い．本研究のキャリアパスモデルの試案において，「システムデザイナー」，「アプリケーションデザイナー」および「IS オペレーション」は，他の人材像の主たるタスクとの近接性が低いことから，移動容易性が低く，キャリアパスが限定的なものとなった．

これらの人材像では，ある程度成長した後に他の人材像にキャリアチェンジをしようとすると，新たに習得が必要なスキルや知識が多いことを示唆していると考えられる．同様に移動容易性の低い評価となった「セキュリティアドミニストレータ」や「IS オーディタ」も，高い専門性を有する人材像と言える．

## 5. おわりに

本研究では，UISS 参照モデルの「タスクフレームワーク」と「機能・役割定義」より，スキル・知識情報の特徴語を抽出し，タスクの近接性を評価した．その評価結果と「人材像とタスクの関連」から，移動容易性が高い人材像とそうでない人材像を明らかにした．また，UISS の導入事例から，共通的なキャリアパスの設定傾向を明らかにし，一部は人材像の移動容易性の評価結果とも合致していることを確認した．UISS の「キャリアフレームワーク」をベースとして，人材の移動容易性の評価結果と，導入事例から得られた人材像の設定傾向を取り入れたキャリアパスモデルを試案した．

本研究の手法は，UISS と同様の定義構造を持つ CCSF などのスキル標準に対して適用が可能である．そのため育成計画などの検討，新たなモデルの検証などへの利用が期待できる．

今後の取り組みとして，本研究では考慮できなかったスキル・知識の習得難易度の重み付けや，当該タスクの遂行に必須となるコアスキルと周辺スキルの区分けを行うことで，タスク間の近接性の精度を上げることを試みたい．また，他の事例を多く収集・分析することで，組織ミッションのタイプによるパターン化等，キャリアパスモデルの充実を図っていきたい．

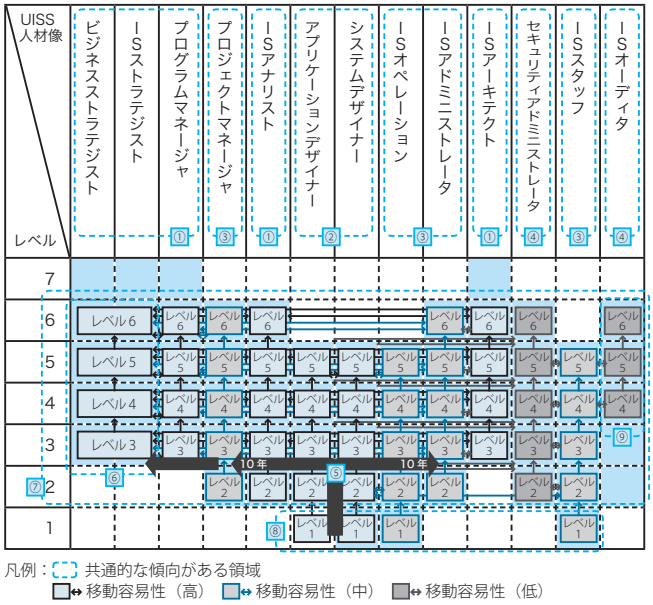



図 11　試案したキャリアパスモデル


【参考文献】

[IPA2013a] IPA：IT 人材白書 2013，2013

[IPA2010a] IPA：情報システムユーザースキル標準（UISS）Ver2.2，2010

[IPA2010b] IPA：情報システムユーザースキル標準 導入推進ワークブック（有効活用ガイド）Ver.3.0，2010.

[IPA2013b] IPA：UISS 活用促進のための調査報告書 事業概要，2013, pp. 2–4，2013

[Rasha] Rasha. El–Agamy and K. Tsuda：Development of vision for IT engineers' required skills by analysis of ITSS applying text mining, International Journal of Computer Applications Vol. 48, p162，2013.

[Tanabe] 田辺壮史，藤田昌克，津田和彦：情報システムユーザースキル標準（UISS）を活用したＩＴ技術者のキャリアパス設計の一考察，経営情報学会 全国研究発表大会要旨集 Vol. 2013f（2013），2013

[Tokunaga] 徳永健伸：情報検索と言語処理，東京大学出版会，pp. 27-28, 1999.

[Kudo] 工藤拓：MeCab（和布蕪）とは，http://mecab.sourceforge.net/

[Asahara] 浅原正幸，松本裕治 :NAIST Japanese Dictionary, http://sourceforge.jp/projects/naist-jdic/

[JIPDEC] 日本情報処理開発協会・産業能率大学校法人：我が国ＩＴサービス市場に関するスキル動向等調査研究報告書（H15.2），2003

[IPA2010c] IPA：情報システムユーザースキル標準 導入活用事例集 2010，2010

[IPA2011] IPA：情報システムユーザースキル標準 導入活用事例集 2011，2011

# 非機能要件に着目した Request For Proposal (RFP) 評価



齊藤　康廣[†]　　門田　暁人[†]　　松本　健一[†]

アブストラクト
本論文では，ベンダへの提案依頼書（Request For Proposal: RFP）の品質を定量的に評価する方法を提案する．評価対象は，提案依頼者となるソフトウェア発注者にとって重要度の高い「保守と運用に関する 55 個の非機能要件（NFR）」であり，評価の観点は，その記述の明確さ，である．評価結果は，RFP の「総合評価点」と要件毎の評価点を俯瞰するための「レーダーチャート」として示される．地方自治体，図書館，政府機関，大学，病院などが WWW 上に公開していた 5 ドメイン 29 件の RFP を評価対象としたケーススタディによって，記述が不十分な要件を特定したり，基準値との比較を通じて特に改善が必要な特性を明らかにしたりできることなどが確認された．

# Evaluation of Request For Proposal (RFP) Focusing on Non-Functional Requirements

Yasuhiro Saito[†], Akito Monden[†], Kenichi Matsumoto[†]

Abstract
This paper proposes a method to evaluate the quality of Request For Proposal (RFP). The proposed method especially focuses on 55 Non-Functional Requirements (NFRs) on maintenance and operation, which are very important for most clients of software development. Evaluation criterion is clarity of descriptions of these NFRs. The evaluation result of the proposed method consists of two parts; overall rating and radar-chart. As a result of a case study of applying the proposed method to 29 RFPs that have been published on the Internet and can be classified into six application domains, we confirmed that the proposed method can identify NFR descriptions which are not so clear and have to be revised in comparison with evaluation criteria.

## 1. はじめに

提案依頼書（Request For Proposal, 以後は RFP とする）は，ソフトウェア開発を委託するにあたり，委託元企業（ユーザ）が，委託先候補の企業（ベンダ）に対して，開発に関する具体的な技術提案（技術仕様・技術提案書の作成）を依頼する文書である．RFP には，機能要件，非機能要件，事務要件，システム要件，ライセンス事項，開発者資格，契約要件などが記述されている．ユーザは，提示された技術仕様・技術提案書に基づいてベンダを選定し，契約仕様書の作成，契約の締結を経て，

【脚注】
† 奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科
Graduate School of Information Science, Nara Institute of Science and Technology

ソフトウェアの開発作業が開始されることになる．RFPは，ソフトウェアの委託開発のベースとなる，重要な文書の一つであり，その品質が，ソフトウェア開発の成否を大きく左右することになる [Roth].

RFPは多様な情報で構成されているが，品質評価の重要な対象の一つとなるのが，「非機能要件（Non Functional Requirements: NFR）」である．NFRは，開発すべきソフトウェアのアーキテクチャに対する制約条件となり，アーキテクチャの実現可能性に大きく影響する．アーキテクチャは，ソフトウェア品質を決定する主要因の一つとされている [Kazman]．更に，開発開始後のアーキテクチャ変更が容易でないことから，RFPに基づく技術仕様・技術提案書の作成において，アーキテクチャの策定やその実現可能性の評価は，ベンダにとって極めて重要な作業の一つとなっている． NFRが明確に記述されているか否かは，RFP品質を議論する上で重要な観点の一つと言える．

本論文では，ベンダへの提案依頼書（RFP）提示に先立ち，RFP作成者であるユーザ自身が，RFPの品質を定量的に評価する方法を提案する．評価対象とするのは，RFPで示されるべき非機能要件（NFR）であり，評価の観点は，その記述の明確さ，である．RFPに記述すべきNFRを示すガイドラインや報告書，あるいは，NFRを評価するためのメトリクスは，これまでにも数多く提案されている [IPA2007] [IPA2010] [JUAS] [JUAS2] [MEXT] [Nikkei] [TRM]．本論文で提案する方法は，それら既存のガイドライン，報告書，メトリクスを基盤として，RFPに記述すべきNFRを，より委託元企業（ユーザ）の視点で評価する手順を示すものである．具体的には，評価対象を，ユーザにとって重要度の高い「保守と運用に関する55個の非機能要件」に限定した上で，要件記述の明確さを最大5段階で評価するためのメトリクス（評価基準スキーム）を定義し，評価結果は，RFPの「総合評価点」と要件毎の評価点を俯瞰するための「レーダーチャート」として示すものとする．

以降，2章では，関連研究として，NFRに関する代表的なガイドライン，報告書，メトリクスを紹介する．3章では，提案法を示し，4章では，WWW上に公開されていた29件のRFPを対象としたケーススタディの結果を示し，提案法の適用容易性や有用性について議論する．最後に，5章では，まとめと今後の課題について述べる．

## 2. 関連研究

### 2.1. ガイドライン・報告書

日本情報システム・ユーザー協会（JUAS）による「非機能要求仕様定義ガイドライン」[JUAS] には，ソフトウェアライフサイクルを通じて使用することが推奨される200個を超える非機能要件が，ISO/IEC09126等に準拠する形で示されている．ただし，ソフトウェア開発終了後の保守や運用に関する非機能要件は，必ずしも網羅されていない．一方，「システム構築のトラブルを回避するためのITシステム契約締結の手順とポイント」[Nikkei]，および，「情報システム調達のための技術参照モデル（TRM）」[TRM] は，ユーザとベンダ間でソフトウェア開発契約を締結する上で重要となる，サービスレベルに関する合意（Service Level Agreement: SLA）に必要な要件を示すとともに，保守と運用に関する非機能要件も数多く示されている．提案法では，これら3つのガイドラインで示された非機能要件を，評価対象の候補とする．

「システム／ソフトウェア製品の品質要求定義と品質評価のためのメトリクスに関する調査報告書」[MEXT] には，利用者ニーズに応えるソフトウェア品質の確立，および，そのために広く利用可能なメトリクスの選定を目的とする事例調査の結果がまとめられている．報告には，非機能要件の重要度に関するユーザ・ベンダ企業へのアンケート結果が含まれている．提案法では，このアンケート結果を，評価対象とする非機能要件の選定に利用する．

多種多様な非機能要件間の関係を明らかにする研究も行われている．日本情報システム・ユーザー協会（JUAS）による「ソフトウェア開発管理基準に関する調査報告書」[JUAS2] では，品質目標（SLA指標），運用容易性，障害対策，災害対策といった観点で，非機能要件が整理されている．また，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）による「共通フレーム2007」[IPA2007] では，運用と保守のプロセスに関する非機能要件の整理がなされている．提案法では，これら2つの成果に基づき，評価対象とする非機能要件55個を3階層でグループ化している．

### 2.2. メトリクス

IPA-SECによる「非機能要求グレード」[IPA2010] は，情報システムにおけるセキュリティや性能，業務の手順など，機能以外に関する要件（非機能要件）を定義すると共に，要件に対する要求レベルを評価し，ユーザ・ベンダ間で合意を形成するための枠組みを与えるものである．要件を階層的にグループ化し，評価基準を要件毎に定義するというアプローチは，提案法と同じであるが，要求レベルの評価はベンダ視点で行われ，ユーザにとって重要な保守に関する要件などについては言及されていない．

RFPや要求仕様書など，ソフトウェア開発の初期に作成される文書の評価に，自然言語処理技術を用いる研究も報告されている．佐藤らは，要求仕様における品質


| 大項目 | 中項目 | 非機能要件 | 重み |
|---|---|---|---|
| 運用開始準備 | 運用テスト | 運用移行許容障害発生率 | 6.0 |
| | 運用開始条件の明確化 | テスト密度 | 2.6 |
| | | テストカバレッジ | 2.2 |
| システム運用評価 | 運用容易性 | 介入オペレーションの最小化 | 1.9 |
| | | 介入オペレーションの容易性 | 1.9 |
| | 稼働率目標 | 平均稼働率 | 5.3 |
| | | オンラインシステム稼働率 | 1.0 |
| | 稼働品質性能 | バッチ処理正常終了率 | 6.2 |
| | | 応答時間 | 3.7 |
| | | 応答時間（最悪時の応答時間比率） | 1.3 |
| | | スループット | 3.6 |
| | | 最大負荷スループット | 1.1 |
| | | 最大停止時間 | 1.3 |
| | | 業務停止回数／年 | 1.0 |
| | | 既定時間外停止回数 | 1.0 |
| | | ターンアラウンド時間 | 2.6 |
| | | 通常時余裕率 | 1.0 |
| | | ピーク時余裕率 | 1.0 |


図 1　提案する RFP 評価法の概要

要求の含有率を，形態素解析に基づく重要語句の抽出などにより測定する具体的な方法とツールを提案している [Sato]．評価対象には非機能要件も含まれているが，評価の粒度は，「セキュリティ」，「成熟性」，「運用性」などであり，提案法に比べると大きい．

## 3.　提案法

### 3.1. 概要

提案法は，ソフトウェア開発に向けて作成される提案依頼書（Request For Proposal: RFP）の品質を定量的に評価するものである．品質評価の観点は，「運用と保守に関する非機能要件」に関する記述の有無，および，明確さである．評価結果は，RFP の総合評価点（100 点満点），および，要件毎の評価点を俯瞰するためのレーダーチャートとして示される（図 1 参照）．

提案法の主な利用者は，RFP 作成者（ソフトウェア開発をベンダに依頼するユーザ）である．RFP 作成者は，ベンダに対する RFP の提示に先立ち，非機能要件に関する記述の明確さを提案法により定量的・視覚的に把握する．明確に記述されていない要件があれば，必要な加筆修正を RFP に対して行う．

### 3.2. 評価対象とする非機能要件

評価対象とするのは，2.1 で示した 3 つのガイドライン [JUAS][Nikkei][TRM] で示されている非機能要件のうち，保守と運用に関する 55 個の非機能要件である．これは，本提案法の主な利用者となる委託元企業（ユーザ）が，ソフトウェアと最も直接的に関わるのが「保守と運用」であり，それら要件をベンダに正確に伝えることが RFP 作成の主要な目的のひとつと考えられるからである．また，非機能要件は，セキュリティ対策，冗長化，応答時間といったアーキテクチャの制約条件となる場合が多く，アーキテクチャの実現可能性を評価する上でも役立つ．これとは反対に，ベンダによるソフトウェア開発管理に関する要件，ユーザが自身のために行う開発管理に関する要件（ベンダに伝える必要性の低い要件）は，評価対象とはしていない．

55 個の要件のうち 34 個は運用に関する要件，21 個は保守に関する要件である．また，55 個の要件のうち 17 個は，サービスレベルの合意に必要な要件である．残る 38 個は，文献 [MEXT] で実施されたアンケートにおいて，3 分の 1 以上のユーザ企業が，「RFP に実際に記述している」あるいは「記述すべき」と回答した要件である．

### 3.3. 非機能要件評価シート

非機能要件評価シートは，評価対象とする 55 個の非機能要件それぞれについて，「評価メトリクス（明確さの評価基準スキーム）」と「重要度（評価における重み）」を与えるものである（図 1 参照）．なお，評価対象とする要件が 55 個と多数にのぼるため，評価結果の俯瞰が難しくなる可能性がある．そこで，類似する要件をグループ化し，17 個の「中項目」として設定し，更に，それら中項目を，ソフトウェア利用者の観点で設定した 7 個の「大項目」に対応付けている．

評価対象とする要件それぞれについての記述内容は次の通りである．

■非機能要件 $i$
名称：
定義：
■評価メトリクス（評価点 $s_i$）
明確さ 4 の評価基準
3 の評価基準
2 の評価基準
1 の評価基準
0 の評価基準
■重要度 $w_i$

提案法では，各要件は最大 5 段階で評価される．評価点の取りうる値は，0 から 4 の整数値である．「明確さ評価基準」は，文字通り，当該要件の明確さを評価するための基準を示すものである．当該要件が（十分に）明確に記述されている場合の評価点は 4，記述がない，もしくは，記述の明確さが著しく低い場合は 0 となる．ただし，要件によっては，記述の明確さに区別はなく記述の有無だけで評価できる要件，記述の明確さについての議論や検討が（現時点では）十分ではなく 5 段階評価が難しい要件，などがある．そうした要件については，明確さ 3 の評価基準，同 2 の評価基準，同 1 の評価基準のいずれか，もしくは，全てを「該当なし（N/A）」とできるものとする．例として，いくつかの非機能要件とその明確さ評価基準を図 2 に示す．図 2 (a) に示す非機能要件「バックアップ方式」では，5 つ全ての評価基準が示されており，5 段階評価が行われる．図 2 (b) に示す非機能要件「システムソフト」では，明確さ 3 と 1 の評価基準評価が「該当なし（N/A）」となっており，3 段階評価となる．図 2 (c) に示す非機能要件「応答時間」では，明確さ 3 から 1 の評価基準が全て「該当なし（N/A）」となっており，2 段階評価となる．

「重要度」は，RFP における当該要件の重要度を相対的に示す数値である．前述の通り，要件の明確さの評価点が取り得る値は，全ての要件において，0 から 4 の整数値である．そこで，RFP の総合評価点（100 点満点）の算出において，複数の要件の評価点を加算するにあたって，この重要度を重みとして用いる．要件の重要度は，対象ソフトウェアのドメインや利用組織毎に異なり，一律に定めることは出来ない．本論文では，一例として，文献 [MEXT] で実施されたアンケートにおいて，「重要な要件であり，RFP に実際に記述している」あるいは「記述すべき」と回答したユーザ企業数に基づき重要度を決定した．例えば，「バッチ処理正常終了率」の重要度は「オンラインシステム稼働率」の重要度の 6.2 倍となっているが，これは，同アンケートにおいて，上記のように回答したユーザ企業数が 6.2 倍あったことを意味する．同アンケートの対象外の要件については，システム発注・

| 非機能要件 No.27 | |
|---|---|
| 名称 | バックアップ方式 |
| 定義 | データ及びハードウェアに関するバックアップ仕様 |
| 評価メトリクス | |
| 明確さ 4 の評価基準 | ハードウェア及びソフトウェアのバックアップ構成が系統的に記述されている． |
| 明確さ 3 の評価基準 | ハード及びソフトのバックアップについて記述されている． |
| 明確さ 2 の評価基準 | バックアップの記述はあるが具体的な方式の記述がない． |
| 明確さ 1 の評価基準 | バックアップ方式について提案を要求している． |
| 明確さ 0 の評価基準 | バックアップ方式についての記述がない． |
| 重要度 | 3.6 |
| カテゴリ | 大項目：障害対策<br>中項目：冗長化 |

(a) 5 段階評価

| 非機能要件 No.41 | |
|---|---|
| 名称 | システムソフト |
| 定義 | システムで使用する OS 及びユーティリティソフトウェア |
| 評価メトリクス | |
| 明確さ 4 の評価基準 | 使用するシステムソフトウェアの名称が具体的に記述されている． |
| 明確さ 3 の評価基準 | N/A |
| 明確さ 2 の評価基準 | 使用するシステムソフトウェアの名称が具体的に記述されていない． |
| 明確さ 1 の評価基準 | N/A |
| 明確さ 0 の評価基準 | システムソフトウェアについての記述がない． |
| 重要度 | 1.5 |
| カテゴリ | 大項目：保守生産性<br>中項目：保守容易性 |

(b) 3 段階評価

| 非機能要件 No.9 | |
|---|---|
| 名称 | 応答時間 |
| 定義 | システムとしての応答時間（画面操作時のデータ更新，通信時間など） |
| 評価メトリクス | |
| 明確さ 4 の評価基準 | 応答時間が目標時間として（数値で）記述されている． |
| 明確さ 3 の評価基準 | N/A |
| 明確さ 2 の評価基準 | N/A |
| 明確さ 1 の評価基準 | N/A |
| 明確さ 0 の評価基準 | 応答時間の目標時間が記述されていない． |
| 重要度 | 1.3 |
| カテゴリ | 大項目：システム運用評価<br>中項目：稼働品質性能 |

(c) 2 段階評価

図 2　明確さ評価基準の例

開発に長年携わってきたエキスパートの意見に基づき重要度を決定した．その上で，評価対象とする 55 個の非機能要件全体で，重要度（重み）の合計が 100 となるよう正規化を行った．その結果，重要度が最も高い要件は「バッチ処理正常終了率」で重要度は 6.2，最も低い要件は「オンラインシステム稼働率」，「アクセス監査」など 18 個の要件で重要度は 1.0 となった．

## 3.4. 評価結果

「非機能要件評価シート」に基づく評価結果は，RFP の「総合評価点」と要件毎の評価点を俯瞰するための「レーダーチャート」に大別される．総合評価点 $S$ は，

評価対象とする 55 個の非機能要件それぞれに対する評価点を，その重要度で重み付けした加重和である．

$$S = \Sigma\ w_i s_i / 4 \quad (i=1, \ldots, 55)$$

ここで，$s_i$ は，要件 $i$ の評価点，$w_i$ は要件 $i$ の重要度である．55 個の非機能要件全てが明確に記述されている場合，総合評価点 $S$ の値は 100 となり，記述に明確さがない，あるいは，記述そのものがないほど，要件の重要度に応じて減点されていることになる．

レーダーチャートは，要件間での評価点の比較などが容易に行える表現形式である．ただし，提案法では，評価対象とする非機能要件が 55 個と多数にのぼるため，それら全ての評価値をレーダーチャートで表現することは現実的ではない．そこで，「非機能要件評価シート」において設定した「大項目」および「中項目」を単位としてレーダーチャートを作成する（図 1 参照）．「大項目レーダーチャート」では，大項目それぞれに属する要件の評価点の平均値を示す．「中項目レーダーチャート」でも，同じく，中項目それぞれに属する要件の評価点の平均値を示す．平均値が取り得る値は，いずれも，0 ～ 4 であり，要件が明確に記述されているほど高い値となる．

## 4. ケーススタディ

### 4.1. 概要

提案法の適用容易性や有用性を評価するために行ったケーススタディの結果について述べる．ケーススタディでは，地方自治体，図書館，政府機関，大学，病院などが，ベンダ候補企業向けの入札情報として WWW 上に公開していた 29 件の RFP を評価対象とした．RFP の評価は，各 RFP の作成者ではなく，システム発注・開発に 10 年以上携わってきたエキスパート 1 名が，対象 RFP 全てに対して行った．

RFP の評価に要した時間は，RFP 1 件あたり最大 1 時間程度であった．評価者は，対象 RFP で表されるシステムやそのドメインに関する知識を十分に有していたわけではなかった．しかし，対象 RFP を熟読することで，非機能要件 55 項目それぞれの評価点を支障なく決定することが出来た．RFP 作成者自身であれば，より短い時間で評価が可能であることは容易に推察される．

また，提案方法は RFP のみに基づいて実施可能であり，対象 RFP を公開している団体や RFP 作成者に対してインタビューを行ったり，追加資料を求めたりする必要のないことも確認された．このことは，（RFP 作成者自身を含む）複数人で RFP を評価し，デルファイ法などにより，より客観性・妥当性の高い結果を得ることが，比較的容易であることを意味する．

### 4.2. 総合評価点

図 3 (a) は，29 件の RFP の総合評価点の分布を，RFP が表す情報システムの 5 つのドメイン毎に示した箱ひげ図である．5 つのドメインとそれぞれの RFP 件数は次のとおりである．

地方自治体 6 件
図書 8 件
政府機関 5 件
大学 5 件
病院 5 件

箱ひげ図は，データ分布の様相を視覚的にとらえやすく表すために工夫された図である．箱の中に引かれた横線がその分布の中央値を，箱の下辺と上辺がそれぞれ第一四分位数，第三子分位数を，更に，上下にのびたヒゲの先端が，それぞれ最大値と最小値を表す．なお，外れ値がある場合は，箱やひげとは別に，○印で表される．

図 3 (a) より，ドメインによって総合評価点に大きな違いのあることが分かる．また，総合評価点が 60 点以上となったのは，政府情報システムと病院情報システムのそれぞれで 1 件のみである．提案法では，評価対象とする 55 個の非機能要件全てが RFP において明確に記述されているべき，という立場で評価が行われている．総合評価点は，満点となる 100 点にできるだけ近いことが望まれる．しかし，大半の RFP は総合評価点が 100 点からほど遠く，非機能要件がまだまだ明確には記述されていない，ということになる．特に，図書情報システムでは，総合評価点の中央値が 10 点未満であり，RFP に改善の余地が大きく残されていると言える．

### 4.3. レーダーチャート

大項目と中項目の評価結果となるレーダーチャートを図 3 (b)(c) にそれぞれ示す．同図では，5 つのドメインそれぞれにおける評価点の平均が示されている．図 3(b) を見ると，5 つのドメイン全てにおいて大項目「運用開始の準備」の評価点が 0，「災害対策」が 0.5 以下，「システム運用の評価」が 1.0 以下と極めて低いことが分かる．評価点が 0 となった「運用開始の準備」は，図 1 に示すとおり，3 つの非機能要件「運用移行許容障害発生率」，「テスト密度」，「テストカバレッジ」で構成されている．評価点が 0 ということは，これらが全て RFP に一切記述されていなかったことになる．必要がないから記述されていなかったとも考えられるが，「非機能要件を十分に提示している」とするユーザ企業が 22.6％に過ぎないとの調査結果 [JUAS2] もあることから，ここでは，「必要だが記述されていなかった」との立場をとる．今回のケーススタディにおけるユーザは，地方自治体，政府機関，大学，病院等であり，情報システム部門を持た

ず，テストに関する知識や経験が不足していた可能性がある．その結果，テストに関連する要件が記述されず，評価点が 0 となったと推察する．

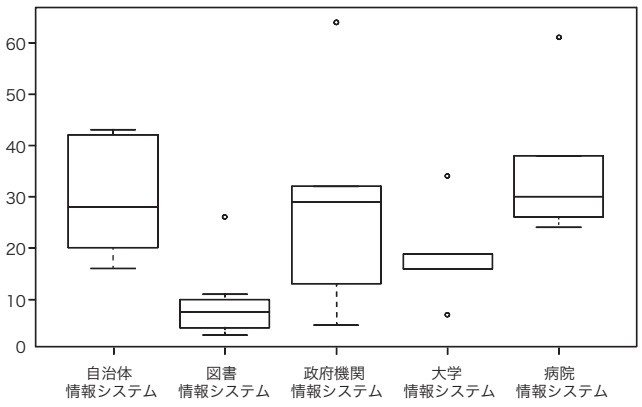
評価点が 1.0 以下となった「システム運用評価」は，同じく図 1 に示すとおり，３つの中項目「運用容易性」，「稼働率目標」，「稼働品質性能」で構成されている．図 3 (c) によれば，このうち，「稼働品質性能」の評価点がどの分野においても低いことが分かる．「稼働品質性能」は 11 個の非機能要件で構成されており，更に詳細な評価・分析が可能であるが，ここでは省略する．詳しくは，文献 [Saito] を参照されたい．

### 4.4. ベンチマーキング

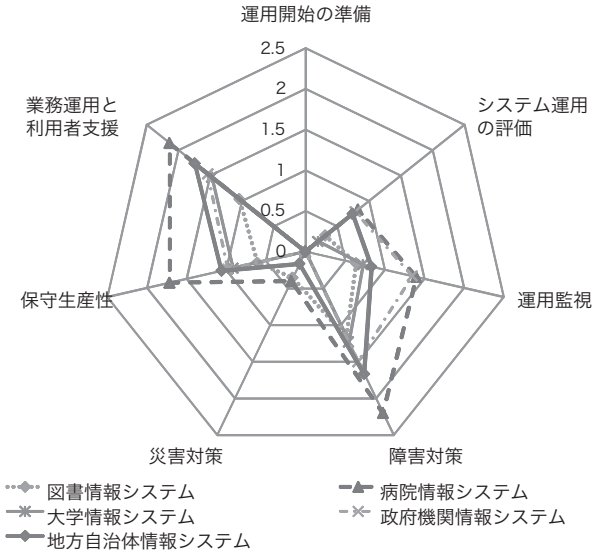
ケーススタディ結果のひとつとして，提案法におけるベンチマーキングについて述べる．先にも示した通り，提案法では，評価対象とする 55 個の非機能要件全てが RFP において明確に記述されているべき，という立場で，いわゆる減点法により評価が行われる．RFP 作成者の目標は，総合評価点が 100 点，レーダーチャートで示される全ての項目の評価点が 4 点，となる RFP を作成すること言える．

ただし，100 点満点の RFP を作成することが，（現時点において）現実的であるかどうかについては議論の余地がある．提案法では，既存のガイドライン，および，RFP 作成者となるユーザ企業へのアンケート結果に基づいて，評価対象となる非機能要件を選定し，記述の明確さの評価基準や重要度等を要件毎に定めている．しかし，それら要件を明確に記述することの容易性については考慮されていない．限られた工数・期間の下では，明確に記述されにくい要件が存在する可能性もある．目標としての 100 点満点とは別に，標準値あるいは基準値を設定し，個々の RFP 評価点との比較を行うベンチマーキングも必要であると考えられる．

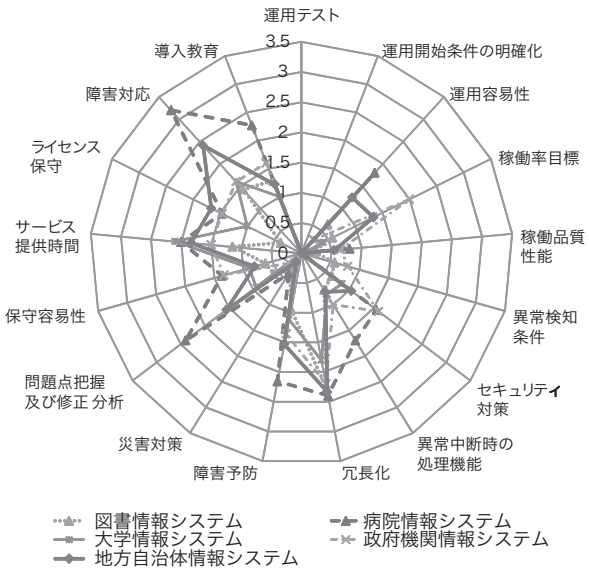
ここでは，一例として，評価対象とした 29 個の RFP のうち，総合評価点が高かった 3 個の RFP（RFP トップ 3）における平均評価点を，各要件に対する評価点の基準値とした．なお，基準値の設定においては，特異点，あるいは，例外的と思われる値（評価点）は除外する必要がある．特に，著しく高い評価点は，目指すべき高い目標として基準値に組み入れるべきとされる一方で，特異点，あるいは，例外的として基準値設定から除外すべき場合もある．基準値設定に用いた 3 個の RFP のうち 2 個の総合評価点はおよそ 60 点で，他の RFP に比べれば著しく高い値となっている．ただし，100 点満点中の 60 点であり，要件によっては，他の RFP よりも平均評価点が低くなる場合もあることから，現時点では，特異点，あるいは，例外的とは見なさず基準値設定に用いた．図 4 は，




(a) 総合評価点




(b) レーダーチャート：大項目




(c) レーダーチャート：中項目

図３　ケーススタディ結果

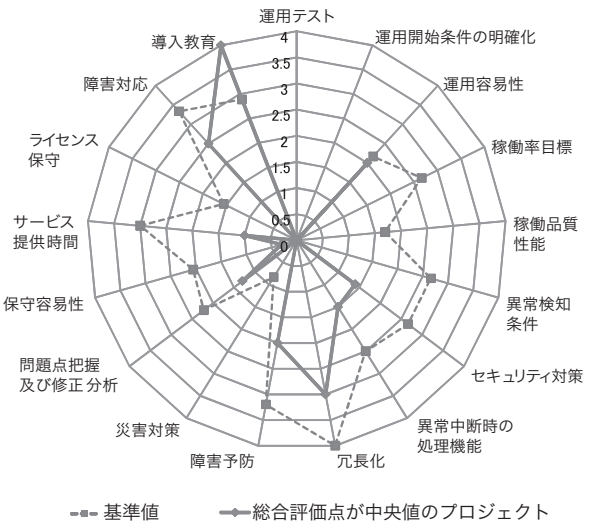



図４　ケーススタディ結果：
基準値（RFP トップ３）との比較

総合評価点が中央値であった RFP（RFP *M* と呼ぶこととする）における評価点を基準値と比較した結果である．一般論で言えば，RFP *M* の評価値と基準値の差が大きい要件ほど，記述の明確さに改善の余地があることになる．同図より，要件「稼働率目標」，「異常検知条件」，「サービス提供時間」などが該当する．

個別の要件について，もう少し詳しく見ていくと，例えば，要件「導入教育」の評価点は，RFP *M* では 4 点，基準値，すなわち，RFP トップ３の平均では 2.89 点となっている．評価点が満点の 4 点であることから，RFP *M* において同要件が相対的にも絶対的にも極めて明確に記述されていることが分かる．

また，要件「運用容易性」に注目してみると，RFP *M* の評価点は 2 点，基準値も 2.17 点とほぼ同じである．RFP *M* の評価点だけで判断すると，同要件は必ずしも明確に記述されていない，ということになる．しかし，RFP トップ３と同程度には明確に記述されており，現時点では，改善の余地はそれほどないかもしれない．一方，RFP *M* において，評価点が同じ 2 点となっている要件「障害予防」について見てみると，基準値は 3.20 点となっており，より明確に記述する余地が残されていることが分かる．こうした違いは，RFP *M* の評価点だけを比べても分からない．他にも，要件「冗長化」について言えば，RFP *M* の評価点は 3 点と要件「運用容易性」よりも高い評価となっているが，基準値は 4 点であり，要件「運用容易性」よりも既に明確に記述されてはいるが，更に明確に記述する余地が残されていることが分かる．

なお，RFP *M* において評価点が 0 点となっているのは，要件「運用テスト」，「運用開始条件の明確化」，「稼働率目標」，「稼働品質性能」，「異常検知条件」，「災害対策」，「ライセンス保守」の 7 要件である．このうち，要件「運用テスト」，「運用開始条件の明確化」については，基準値も 0 点となっているが，いずれもユーザ企業に対するアンケート [MEXT] において重要であるとの回答数が多い要件である．特に，高い信頼性が要求されるドメインでの委託ソフトウェア開発においては，ベンダがシステム開発の完了を確認し，ユーザが運用を開始する条件として RFP に記述されるべきで要件ある．一方，残りの 5 つの要件については，より明確に記述する余地があり，RFP *M* における記述の不明確さには，個別の原因や理由があると考えるべきである．

## 4.5. 評価者間の評価点のばらつき

評価者間のばらつきを確認するため，評価者を 2 名追加し，エキスパートとの間で評価結果を比較する実験を行った．追加した評価者のうち 1 名は，ソフトウェア工学を専門とする，業務経験のない大学教員（以降，教員と記す）である．もう 1 名は，エンタープライズ系のソフトウェアエンジニアとして 20 年以上の経験を有する者（以降，エンプラ系ＳＥと記す）である．29 件の RFP のうち，各ドメイン（地方自治体，図書館，政府機関，大学，病院）から各 1 件をランダムに選択し評価対象とした．

実験の結果，まず，各要件に対する評価点の評価者間での差（絶対値の平均）は，1 非機能要件あたり，エキスパートと教員の間で 0.367，エキスパートとエンプラ系ＳＥとの間で 0.585 となり，1 未満（5 段階評価における 1 段階未満）となった．評価点に有意差（フリードマン検定，有意水準 5%）が認められたのは，病院情報システムの RFP に対するエキスパートの評価点とエンプラ系ＳＥの評価点のみであった．そのケースにおいて，評価点の差が特に大きかった要件は，「スループット」「最大負荷スループット」「最大停止時間」「ターンアラウンド時間」「保証期間」の 5 つであった．これらはいずれも，要件に関する数値情報が記述されていれば 4 点，されていなければ 0 点となる要件で，エキスパートによる評価はいずれも 0 点，逆に，エンプラ系ＳＥによる評価はいずれも 4 点であった．実際には，これら 5 つの要件に関する数値情報は RFP には記述されておらず，エンプラ系ＳＥによる評価は妥当でないことがわかった．エンプラ系ＳＥに追加インタビューしたところ，「数値情報は示されていなかったが，要件に関する記述は見られたので 4 点と評価した．数値情報の有無を厳密に評価に反映しなかったのは少し寛大なのでは，と指摘されてもいたしかたない．」との回答が得られた．このことから，数値情報の有無が評価に直結する要件については，そのことを評価者に徹底することが必要であり，また，徹底することで，評価者間で評価のばらつきを小さく抑えること

が期待される．

次に，総合評価点（100 点満点，重み付き）については，表 1 に示す結果となった．エンプラ系 SE による病院情報システムに対する評価点を除くと，教員およびエンプラ系ＳＥによる評価点とエキスパートによる評価点との差は，最大でも 6.09 に留まった．

表１．各評価者の各 RFP に対する総合評価点

| 評価者 / ドメイン | エキスパート | 教員 | エンプラ系ＳＥ |
|---|---|---|---|
| 地方自治体 | 2.71 | 5.99 | 6.88 |
| 図書館 | 27.31 | 32.79 | 33.40 |
| 政府機関 | 18.91 | 15.16 | 16.91 |
| 大学 | 5.06 | 5.88 | 5.34 |
| 病院 | 42.75 | 44.08 | 64.90 |

以上より，実務経験のない大学教員であってもエキスパートと有意差のない評価を行えること，また，数値情報の記述が求められる非機能要件については，具体的な数値が記述されていなければ評価点は 0 とすべきことを徹底することで，評価のばらつきを抑えられる可能性があることが分った．本結果の信頼性を増すため，より多くの評価者を被験者として評価実験を行うことが今後の課題となる．

## 5. まとめ

本論文では，ベンダへの提案依頼書（RFP）提示に先立ち，RFP 作成者であるユーザ自身が，RFP の品質を定量的に評価する方法を提案した．評価対象は，ユーザにとって重要度の高い「保守と運用に関する 55 個の非機能要件（NFR）」であり，評価の観点は，その記述の明確さ，である．記述の明確さは，最大 5 段階で評価され，その結果は，RFP の「総合評価点」と要件毎の評価点を俯瞰するための「レーダーチャート」として示される．地方自治体，図書館，政府機関，大学，病院などが WWW 上に公開していた 6 ドメイン 29 件の RFP を評価対象としたケーススタディによって，記述が不十分な要件を特定したり，基準値との比較を通じて特に改善が必要な特性を明らかにしたりできることなどが確認された．加えて，ドメインや要件によって評価点やそのばらつきに比較的大きな差があることが，総合評価点の比較やレーダーチャートによる俯瞰により明確となり，提案法に基づく RFP ベンチマーキングの可能性についても議論を行った．なお，評価は RFP のみに基づいて実施可能であり，評価に必要な時間も，RFP 1 件あたり最大 1 時間程度であった．

提案法は，RFP を対象としたものであり，ベンダへの提示に先だってユーザのみが利用するものと位置づけられている．ただし，RFP に基づいて作成される技術仕様・技術提案書や契約仕様書へと適用範囲を拡げることは比較的容易である．その場合，技術仕様・技術提案書の作成においてベンダが提案法を利用する，また，契約仕様書の作成に向けた技術協議において，ユーザとベンダの双方が提案法を利用し，非機能要件に関する合意形成を効率よく行う，といったことも考えられる．

また，関連研究においても少し紹介したが，ソフトウェア開発で作成される文書の評価に，自然言語処理技術を用いる研究が盛んに行われている．提案法においても，例えば，非機能要件記述に含まれる典型的な語句や表現を自然言語処理技術で抽出し，非機能要件の文例集を作成することが考えられる．文例集があれば，RFP や対象ドメインに関する知識が十分でない者でも，提案法による評価が可能に，あるいは，より容易になる．評価者による評価結果のばらつきが減れば，評価法に基づく RFP ベンチマーキングの信頼性や有用性も高まる．テキストマイニングや機械学習といった技術と組み合わせることで，RFP 評価の自動化にも道を開くことになる．

## 謝辞

本研究は，独立行政法人情報処理推進機構 技術本部 ソフトウェア高信頼化センター（SEC: Software Reliability Enhancement Center）が実施した「2012 年度ソフトウェア工学分野の先導的研究支援事業」の支援を受けたものです．

【参考文献】

[IPA2007] 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：“共通フレーム 2007”，オーム社（2007）．

[IPA2010] 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：“非機能要求の見える化と確認の手段を実現する「非機能要件グレード」”（2010）．

[JUAS] 日本情報システム・ユーザー協会編：“非機能要求仕様定義ガイドライン”（2008）．

[JUAS2] 日本情報システム・ユーザー協会：“ソフトウェア開発管理基準に関する調査報告書（ソフトウェアメトリクス調査）”（2012）．

[Kazman] Rick Kazman, Mark Klein, Mario Barbacci, Tom Longstaff, Howard Lipson, Jeromy Carriere: “The Architecture Tradeoff Analysis method,” Technical Report, CMU/SEI-98-TR-008, ESC-TR-98-008, Carnegie Mellon University, Software Engineering Institute (1998).

[MEXT] 経済産業省ソフトウェアメトリクス高度化プロジェクトプロダクト品質メトリクスＷＧ：“システム／ソフトウェア製品の品質要求定義と品質評価のためのメトリクスに関する調査報告書”（2011）．

[Nikkei] 日経ソリューションビジネス編：“システム構築のトラブルを回避するための IT システム契約締結の手順とポイント”，日経 BP 社（2008）．

[Roth] Bud Porter-Roth（著），渡部洋子（訳）：“RFP 入門 —初めての提案依頼書”，日経 BP（2004）．

[Saito] 齊藤康廣，門田暁人，松本健一：“ソフトウェア委託開発プロジェクトの超上流工程における非機能要件評価に関する研究”，奈良先端科学技術大学院大学テクニカルレポート，NAIST-IS-TR2013001（2013）．

[Sato] 佐藤知徳，鈴木俊一，北澤直幸，長田晃，海谷治彦，海尻賢二：“ソフトウェア要求仕様における品質要求の含有率測定ツールの設計”，電子情報通信学会技術研究報告（知能ソフトウェア工学 KBSE2007-57），Vol.107，No.540，pp.19-24（2008）．

[TRM] 経済産業省 商務情報政策局 情報処理振興課，情報処理推進機構：“情報システム調達のための技術参照モデル（TRM）平成 22 年度版（2011）．

# 米国におけるソフトウェア高信頼化の最新動向

## ～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幹部による特別セミナー講演より～

SEC ソフトウェアグループ リーダー
中尾　昌善

## 1.　はじめに

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（通称：SEI）は、私ども SEC 設立時のお手本となった組織であり、米国における最先端のソフトウェア工学の推進を行っている研究所である。この度、7 月 11 日に SEC 特別セミナーを開催し、同研究所の Paul D.Nielsen 所長と James W.Over テクニカルディレクターにご講演いただいた。本稿では、両氏の講演の概要を報告すると共に、所感を記述させていただく。

## 2.　Paul D.Nielsen 所長の講演概要

### 多くのセキュリティ問題事例

ある調査によれば、69％ものソフトウェアで、トップ 25 の危険に分類されるような脆弱性につながるコーディングがなされている。例を幾つか示すと、OpenSSL の脆弱性バグは 2 年間見つからずに放置され、全世界に影響を与えた。あるオンラインバンキングでは、パスワードとユーザ名が盗まれ、２億円相当が盗まれた。また、大手デパートでは、内部のアクセス権限を持つ者が取り込まれ、4,000 万件のパスワードが盗まれるという事件も起きた。これは、評判の失墜につながったのが致命的であった。Netflix のアプリケーションには、内部犯罪によりマルウェアが埋め込まれており、インストールすると、勝手にロシアにつながり、クレジット情報が盗まれてしまった。既に、多数の組込み型製品がネットワークにつながる時代になっており、脅威は膨大なものとなっている。

### 開発段階から考慮すべきセキュリティ対策

サイバーセキュリティに対応するには、開発の早い段階でセキュリティ要件を考える必要がある。後で追加的に考えるのはかなり難しい。つまり、設計時にセキュリティ要件を規定し、それを担保するアーキテクチャを考えていく必要がある。更に、脆弱性につながる欠陥は、ソフトウェアの構築時に早期に見つけるだけでなく、以後の追加変更時にも完全性を追求していく必要がある。

ソフトウェアのコーディングによる問題は多いが、その大半は予防可能である。SEI では過去 15 年間にわたって、25 個の主要なセキュリティ問題への対応を考えてきた結果、回避策をセキュアコーディングスタンダードとして標準化し、コンパイラでの自動チェックに結びつけている。

また、アシュアランスケースの活用により、品質保証とミッション保証に対応してきた。

### アーキテクチャ設計の重要性

アジャイル開発は合理的手法だが、アーキテクチャをあまり考慮しない。小規模システムでは構わないが、大規模システムではアーキテクチャを最初から考えておかないと、手戻りが発生する。シンプルな構成にすることは必要だが、ある程度のアーキテクチャは最初から考えておくことが必要である。

### 経営者に求められるソフトウェア開発への理解

ここ 10 年に発展してきた企業を見ると、FedEx やアマゾンに限らず、ソフトウェアが事業推進の中核になっている企業が多い。そこでは、エンジニアだけでなく、経営陣においても、ソフトウェアを理解し、それが経営に及ぼすリスクを把握し、対応を考えていくことが重要である。また、防止だけでなく、たとえ攻撃されたとしても、ダメージを極力抑え、復旧コストを最小限に抑える取り組みも必要である。


写真１　Paul D.Nielsen 所長

### 今後の課題

インサイダー事件が、今後の課題である。国家スパイや産業スパイ、会社への不満等による事業妨害、仲間の口座への振り込み不正等が主な問題として存在する。

ネットワークでつながり、複雑化するシステムでは、このような問題への単独での対応には限界があるため、世界中の国や企業が協力して、取り組んでいく必要がある。

## 3. James W.Over テクニカルディレクターの講演概要

### 「神ならば信じよう。そうでなければ、データを持ってきなさい。」

上記は、Deming 博士の有名な言葉である。開発プロジェクトにおいては、直感に頼ることも可能だが、その直感に合わないものを見過ごしてしまう危険がある。より良い開発マネジメントを行うには、開発プロセスから出てくるデータをきちんと捕捉し、評価・分析することが重要である。

### 開発データの測定フレームワーク

しかし、ソフトウェアにおいては、収集するデータの定義が未確立で、精度も高くないのが現実であった。例えば、「タスク時間」には、誰のどういう活動を含めるのかということがあいまいであった。そこで、TSP（Team Software Process）では、測定フレームワークを作った。それは、①成果物のサイズ（行数、機能数等）、②開発者がタスクに実際に使った時間、③欠陥（バグだけでなく、文書等も含めて修正が必要になるものすべて）、④リソースの割り当て、⑤スケジュール　である。週に 1 回はデータを見て検証し、プロジェクトの節目節目にも評価・分析を行う。ここで集めたデータをデータベース化し、それを参照できるようにしている。

### パフォーマンス評価手順

プロジェクトのパフォーマンス評価は、次のような手順で行っている。

**（1）データの取り込み**　データのバックグラウンドチェックや一貫性チェックを行い、データの正当性を確認する。

**（2）統計分析**　データには過去データに基づく分布パターンがあるので、それに対するハズレ値がないかを確認する。原因がデータの不正確性にあると判明すれば、データから除外する。こうして、ベースラインデータが得られる。

**（3）ファクトシート**　ベースラインデータを元に、プロジェクト、プロダクト、プロセスの 3 つの観点のファクトシートができる。

**（4）ベンチマーク**　他のプロジェクトや企業と比較する。

**（5）証明書の発行**　当該プロジェクトのレベルを評価した報告書を証明書として各企業に送付する。

（以後は、例を提示しつつ、上記の具体的やり方の解説がなされた。）

### 興味深い標準データ

これまでに得られている興味深いデータの幾つかを紹介すると、①エンジニアは、1 週間約 40 時間の労働時間のうち、正味のタスク実施時間は平均約 10 時間である。②生産性の平均は、10 行／時間である。

写真 2　James W.Over テクニカルディレクター

## 4. 所感

Nielsen 所長の講演は、セキュリティ上の問題の根源がソフトウェアの開発段階にまでさかのぼることを示し、そこでの対策の重要性を訴えるものであった。私たちも、セキュリティ問題だけでなく、安全上の問題も同様であると考えており、ソフトウェアの開発段階での対策の必要性には共感を得るものがあった。

Over 氏の講演については、エンジニアが 1 週間に約 10 時間しか正味のタスクに時間をかけていないということに対して、会場から多くの異論や質問が続出した。「正味の」という解釈が難しいが、それにしても直感的に少なすぎるという意見が多かった。まさしく、データがあればこそ議論が生じる事例であり、まずはデータを収集することの必要性を図らずも示すことになった。

## 5. おわりに

このセミナーの開催日は、折しも過去最大級と言われた台風がセミナー会場のある関東に接近する日と重なってしまった。開催が危ぶまれたが、台風は関東の南方を通過し、ほとんど交通にも影響なく平穏な状態で開催することができた。両氏の講演に対して、活発な質問が相次ぎ、参加いただいた方の関心の高さが伺えた。IPA は、今後も SEI との情報交換を通じて、ソフトウェア・エンジニアリングの最新動向を発信していきたいと考えている。

# Embedded Technology West 2014（ET-West2014）出展報告

SEC 企画グループ 主任
荒川　明夫

IPA/SEC は、2014 年 7 月 29 日（火）、30 日（水）の 2 日間、グランフロント大阪内コングレコンベンションセンターにて開催された「Embedded Technology West 2014 / 組込み総合技術展 関西（ET-West 2014）」に出展した。また、併設会場では、IPA セミナーを 2 日間 8 部構成で実施した。

## 1.　展示会概要

Embedded Technology West（ET-West）とは、一般社団法人組込みシステム技術協会（JASA）が主催する西日本で唯一となる最新テクノロジーの専門技術展であり、組込みシステム開発にかかわる技術者や開発者向けに最新技術などの情報を発信している。

## 2.　出展概要

IPA/SEC では、事業成果の普及・啓発を目的として、2007 年より本展示会に出展している。

本年は、来年秋頃の発行を目指してデータ収集を行っている「組込みソフトウェア開発データ白書」や 2014 年 5 月に公開した「情報処理システム高信頼化教訓集（IT サービス編 / 製品・制御システム編）」の内容を中心に、信頼性の高いソフトウェアを開発するための取り組みについて紹介した。

また、SEC 事業に関連するパネル展示や資料配布、デモの実施に加えてブースプレゼンを行った。ブースプレゼンでは、IPA 職員や SEC 連携委員、関連団体・組織からの発表を実施した。

## 3.　IPA ブース

IPA ブースでは、「重要インフラ分野のシステム障害への対策」、「先進的な設計・検証技術の適用事例報告書の紹介」、「ソフトウェア高信頼化への取り組み」、「ソフトウェア品質説明力強化の取り組み」など、SEC 事業のほか、セキュリティセンターで取り組んでいる「ファジング」、IT 人材育成本部で取り組んでいる「セキュリティ・キャンプ」、情報処理技術者試験センターで取り組んでいる「IT パスポート試験（i パス）」や「情報処理技術者試験」に関するパネルを展示するとともに、関連資料の配布を行った。「組込みソフトウェア開発データ白書」については、記者発表を行ったこともあり、来場者の関心が高く、多くの来場者からの質問に、IPA 職員が回答する場面が見られた。

また、展示した SEC の事業成果の内容を中心にプログラムを構成した 20 分間のショートプレゼンテーションを、2 日間で計 26 セッション実施した。ほとんどのセッションが立ち見の状態となり、限られた展示ブースではあったが、多くの方に足を運んでいただいた。

## 4.　IPA セミナー

展示会場に隣接された会場で、２日にわたり８講演を実施した。

１日目は、「高信頼化技術適用事例」をテーマに、事例を紹介したほか、「ソフトウェア・サプライチェーンにおける信頼性確保」に関する講演を行った。

２日目は、「最新版 組込みソフトウェア開発向けコーディング作法ガイド（ESCR Ver.2.0）［C 言語版］解説」をテーマに、組込み関連の事業成果の紹介を行った。ほかに、「情報処理システム高信頼化教訓集（IT サービス編 / 製品・制御システム編）」についての講演を行った。

IPA セミナーは、事前申込制ではあったが、当日参加希望の方も多く見受けられ、８講演で延べ 500 名の方にご参加いただいた。

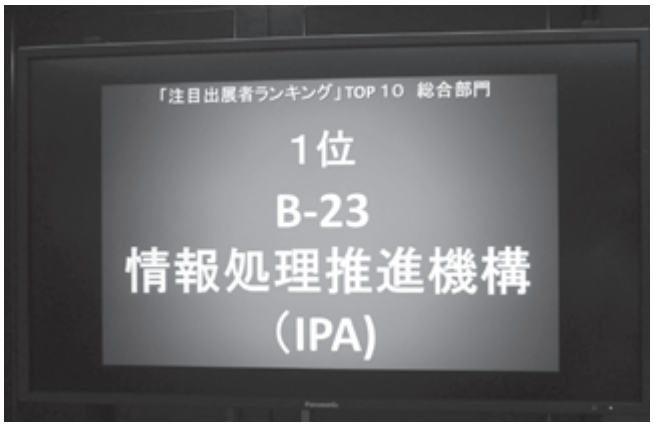

## 5.　記者発表

開催初日の 29 日には、「組込みソフトウェア開発データ白書」の取り組みをテーマに、ET-West2014 の会場で先行発表を行った。こちらはまだ本白書の基礎となるデータを募集している段階だが、発表翌日には複数の新聞に記事が掲載された。


発表内容については、IPA ブース内展示コーナーで該当パネルを設置し、ブースプレゼンも実施した。

## 6.　出展を振り返って

SEC は、毎年この ET-West に出展しているが、今年は開催時期や場所が前回までと異なり、今までとは勝手の違う慣れない環境の中、ブースレイアウトのデザインから運営、撤収に至るまで、すべて職員のみで対応するという正に手作りの出展であった。色々と悪戦苦闘したが、最終的には 129 の出展者の中から来場者アンケートによって選ばれる「注目出展者ランキング」の総合部門で第１位を獲得できた。




IPA ブースにお立ち寄りいただいた方のアンケートでは、「関西圏でのセミナーを増やして欲しい」や「信頼性向上に関する開発事例の資料やセミナーがあることがわかった」などのご意見をいただいた。その他、多くの方にいただいたコメントを参考にし、IPA や SEC をご存じない方がお立ち寄りいただいても、事業内容が分かりやすく伝わるようなブースレイアウトや展示を心がけたい。

2014 年 11 月には、横浜で ET2014 が開催される。SEC もまた、出展を予定している。新たな高信頼に関する事業成果や進捗を紹介すべく、準備に取りかかっている。

ET-West2014　IPA/SEC ウェブページ
http://www.ipa.go.jp/sec/events/20140729.html
・IPA セミナー・IPA ブースプレゼンの講演資料がダウンロードできます
・IPA セミナーの動画を公開しています

情報システムの事故データ

# 情報システムの障害状況 2014年前半データ

IPA 顧問
松田　晃一

SEC 主任
八嶋　俊介

SEC 研究員
目黒　達生

2014 年 1 月から 6 月までに報道された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 25 件、月平均 4.2 件という高い値となった。これは、2014 年 4 月に実施された消費税率 8 %への引き上げに伴うシステム更新に関連するトラブルが 7 件集中的に起こったことが原因である。しかし、この影響を除いたとしても、なお今期の障害発生状況は高い水準にある。

## 1．はじめに

本稿では、2014 年 1 月から 6 月までの半年間に報道された情報システムの障害状況をとりまとめて報告する。また、これらの事例の中から、環境の変化に伴って設計条件の限界値を超えたために発生した事例や、予備装置への切替え失敗による障害発生の事例について概要を紹介し、今後の同種事故防止の参考に供したい。

## 2．2014 年前半の概況

2014 年 1 月から 6 月までの半年間で報道された情報システムの障害は合計 25 件となった。その全体は表 1 に示す通りであり、障害発生件数を月平均にすると 4.2 件となる。この値は、2008 年の月平均 4.5 件 [ 経産省 2009] に次ぐ高い値となった（図 1 参照）。この原因は、2014 年 4 月に実施された消費税率 8 %への引き上げに伴うシステム更新に関連するトラブルが 7 件（表 1 事例 1405、1409、1410、1411、1412、1413、1414）※1 集中的に起こったことが原因である。直接の原因はそれぞれ異なるが、いずれにしても環境条件の変化に伴って実施したシステムの保守作業による障害である。次回に予定されている消費税率の 10 %への変更時に同様の障害が発生しないよう、今回の事例を参考に十分な準備が必要である。また、消費税増税とは関係が無いが、システムへ新しい機能を導入するための保守作業や新システムへの更改作業が原因と思われる障害がこの時期に 3 件（事例 1417、1422、1423）発生しており、このような保守作業については周到な準備と慎重な実施によって障害発生を回避することがとくに重要である。

更に、パソコン用ソフトウェアパッケージ（富士ゼロックス社が販売している DocuWorks 8）を利用すると、ソフトウェアのバグによって使用しているパソコンの特定ドライブ上の全ファイルが消失してしまう場合があるこ

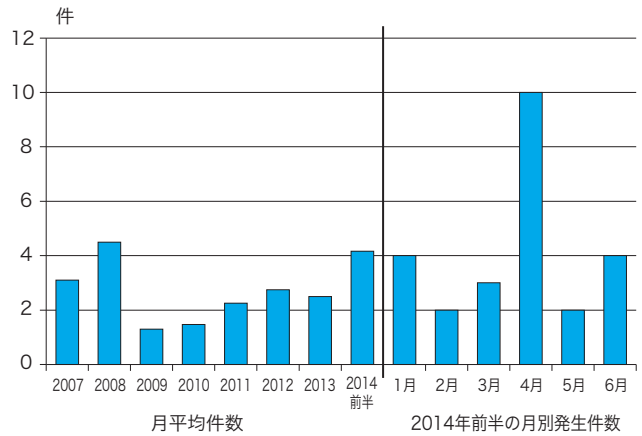



図 1　情報システムの障害発生件数の推移

【脚注】

※ 1　事例に付与されている番号は、前半 2 桁は事例発生した西暦年の下 2 桁、後半 2 桁はその年に発生した事例の通し番号であり、本連載を通して一意の番号となっている。

とが判明し、利用者に対し注意喚起が行われた。本連載でこれまでに紹介してきた事例はいずれもITサービスの障害であり、このように一般消費者が直接利用するパッケージソフトの障害で大きな影響を与えた事例は珍しい。このため、表1では別枠1401として記録に留めた。

## 3．環境変化への対応

事例1419は、銀行システムの定額自動送金サービスにおいて、多数の振込処理が期日中に実施できず遅延した事故である。このシステムの自動送金プログラムでは、入力の送金データが1,000件連続して送金データ無し（自動送金の解約）が続いた場合は、異常と判断し処理を打ち切る仕様となっていた。今回4月末の処理において、何らかの原因で連続して送金データ無しが発生したためデータの異常と判断し処理が打ち切られた模様である。

このように、かつては通常は起こりえないケースと見做して問題なかったものが、周囲の条件の変化によって問題となり、障害発生の原因となるケースはこれまでにも多数事例がある。2011年3月に発生した銀行システムの事例1105は、その典型的な事例である。すなわち、夜間バッチにおいて処理上限を超過する大量の処理が必

表1　2014年前半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）<br>回復日時（下段） | | | | 影響 | 現象と原因 | 直接原因 | 情報源 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 年 | 月 | 日 | 時 | | | | |
| 1401 | ソフトバンクモバイル通信システム | 2014 | 1 | 9 | 14時00分 | 全国でスマートフォンなど携帯電話通話やデータ通信の一部が利用しづらくなる通信障害が起きた。 | 何らかの原因で通信設備の故障に至った模様。 | 不明 | ・日本経済新聞朝刊（2014.1.10）<br>・ソフトバンクモバイル報道発表（2014.1.9） |
| | | 2014 | 1 | 9 | 15時37分 | | | | |
| 1402 | ソフトバンクモバイルEメールサービス | 2014 | 1 | 16 | 9時37分 | 一部の利用者がEメールサービスの一部が利用しづらい状況（具体的な状況は右欄参照）が発生。 | メールサービスの障害状況は、（1）一部メールが受信しづらい状況（1月16日午前10時36分復旧）（2）過去に送受信した一部メールの閲覧不可（1月16日午後0時25分復旧）（3）午前9時37分から午後0時25分までに受信した一部メールの 閲覧不可（1月16日午後0時25分発生、1月17日午前5時56分復旧）原因についての発表なし。 | 不明 | ・ソフトバンクモバイル報道発表（2014.1.17） |
| | | 2014 | 1 | 17 | 5時56分 | | | | |
| 1403 | チケットぴあ | 2014 | 1 | 16 | | クレジットカード会社に対して請求する利用代金を二重に請求する事象が発生した。二重請求件数:24,585件、誤請求総額：295,310,798円 | クレジットカード会社に対して送るクレジット売上データの作成処理に不具合があり、クレジットカードにて決済された取引の一部の売上額が二重に計上されたデータが作成され、クレジットカード会社に送付された。その結果、利用代金を二重に請求する事象が発生した。 | 不明 | ・日本経済新聞朝刊（2014.2.22）<br>・読売新聞朝刊（2014.2.22）<br>・ITpro（2014.2.21） |
| | | 2014 | 2 | 15 | | | | | |
| 1404 | JR東日本気象データ収集システム | 2014 | 1 | 25 | 10時30分 | JR常磐線と水戸線で上下線計29本が運休し、両線と水郡線の上下線計524本で最大99分遅れ、約1万5,050人に影響が出た。 | 25日午前10時30分頃、JR東日本の水戸輸送指令室で、列車運行の判断の目安となる気象データ収集システム「プレダス」において、アラームが鳴り、気象データを示す画面が表示されなくなった。指令室では、走行中の列車に停止を指示。常磐線土浦―広野駅間や水戸線友部―小山駅間などで約1時間10分にわたり運転を見合わせた。<br>プレダスの電源を入れ直し、午前11時15分頃に復旧。同11時40分に全線で運転を再開した。 | 不明 | ・読売新聞朝刊（2014.1.26） |
| | | 2014 | 1 | 25 | 11時15分 | | | | |
| 1405 | 京成電鉄ICカードシステム | 2014 | 2 | 13 | 始発 | 13日始発から午前8時40分ごろまで、京成電鉄堀切菖蒲園駅の自動改札機をICカードで出た利用者約400人から計約3,000円を過剰に収受した。 | 改札機の周辺機器を12日夜に更新した際、メーカが誤って消費税が8％に増えた場合の運賃を登録していた。<br>改札機の周辺機器の更新を受託したメーカが、社内で消費増税に対応した動作をするか確認するテストをした後、正しいデータを登録し直さないまま、現場に機器を設置してしまった。 | 設定ミス | ・日本経済新聞（2014.2.15）<br>・朝日新聞夕刊（2014.2.14）<br>・毎日新聞地方版（2014.2.15） |
| | | 2014 | 2 | 13 | 8時40分 | | | | |

| No. | システム名 | 発生日時（上段）<br>回復日時（下段） | | | | 影響 | 現象と原因 | 直接原因 | 情報源 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 年 | 月 | 日 | 時 | | | | |
| 1406 | ビューカード基幹システム「VENUS II」 | 2014 | 2 | | | ビューカード一部会員に対する 2014 年 2 月分の請求が 1 カ月遅れた。<br>影響を受けた会員は約 32 万人。件数は約 80 万件。 | 会員が他のクレジットカード会社の加盟店でビューカードを使った金額の請求業務に必要なバッチ処理が、期日どおりに完了できなかった。合計約 80 万件の請求処理が期日までに完了せず、一部会員への請求が 1 カ月間遅れた。<br>システムの運用を担当した JR 東日本情報システムの担当者は、バッチ処理が期限内に終わらなければ、請求遅れにつながることを十分に把握できていなかった。<br>対策として、（1）バッチ処理に要した時間やスケジュールについて、計画と実績の乖離状況を毎月チェックするようシステム運用体制を強化した。（2）日中に他社売上登録バッチを処理可能とした。（3）開発担当と運用担当を分離し、運用面での役割分担を明確化した。 | バッチ処理遅延 | ・日経コンピュータ（2014.7.10 号） |
| | | 2014 | 3 | | | | | | |
| 1407 | 大阪証券取引所先物・オプション取引システム | 2014 | 3 | 4 | 11 時 05 分 | 大阪証券取引所において、日経平均先物やオプションなどのデリバティブ取引のシステムが障害となり、11 時 5 分から同 30 分までの 25 分間、取引が中断した。<br>先物取引が止まったことでヘッジ手段が限られ、現物株に売りが出た。<br>影響は日経平均で数十円程度とみられる。 | 原因は、DCB 基準値段（誤発注等による価格急変の防止の観点で導入された即時約定可能値幅）入力後に人手によって実施すべきオプション取引のステータス切替えの作業にミスがあった。<br>3 月 24 日のデリバティブ市場統合以降では、ステータス切替えはシステムにて自動で行えるようになった。 | 作業ミス | ・日本経済新聞（2014.3.5）<br>・大阪証券取引所報道発表（2014.3.4）<br>・朝日新聞（2014.3.5） |
| | | 2014 | 3 | 4 | 11 時 30 分 | | | | |
| 1408 | OCN | 2014 | 3 | 6 | 7 時 34 分 | OCN サービスに障害が発生し、メールアドレス数で最大 200 万件にメールが送受できないなどの影響が出た。 | メールサーバーの不具合とみられるが詳細は不明。 | 不明 | ・朝日新聞デジタル（2014.3.6） |
| | | 2014 | 3 | 6 | 13 時 30 分 | | | | |
| 1409 | 京急バス運賃システム | 2014 | 3 | 31 | | 京浜急行バスでは、消費増税に伴う運賃システム変更にミスがあり、3 月 31 日から増税後の運賃を乗客から取っていた。ミスがあったのは路線バス 1 台で、乗客 68 人から 10 円ずつ余分に取っていた。 | 3 月 26 日の運行終了後にシステム切替えの設定をしたが、1 台だけ日付を誤って 1 日早くセット。<br>31 日始発から増税後の運賃を取り、約 2 時間後に乗客の指摘で発覚した。 | 設定ミス | ・毎日新聞（2014.4.1）<br>・朝日新聞（2014.4.1）<br>・日本経済新聞夕刊（2014.4.1）<br>※姫新バスでも同様のミス<br>・毎日新聞地方版（2014.4.1） |
| | | 2014 | 3 | 31 | | | | | |
| 1410 | 名古屋鉄道<br>窓口端末機 | 2014 | 4 | 1 | 始発 | 名古屋鉄道は、愛知、岐阜県の全有人駅 95 駅の窓口で、始発から一時、駅職員が操作するすべての窓口端末機計 146 台が起動せず、乗車券や定期券を発売できない状態になった。計 106 人が指定席定期券を購入できないなどの影響が出た。 | 消費税率引き上げに伴う運賃改定のプログラムが窓口端末機に自動的に配信され、更新される予定だったが、そのプログラムにミスがあった。窓口端末機は午前 7 時 50 分頃に復旧した。 | プログラムミス | ・読売新聞速報（2014.4.1）<br>・日本経済新聞夕刊（2014.4.1） |
| | | 2014 | 4 | 1 | 7 時 50 分 | | | | |
| 1411 | 大阪市営地下鉄券売機 | 2014 | 4 | 1 | 始発 | 大阪市営地下鉄の初乗り運賃を 1 日から 20 円値下げする料金改定を行ったが、券売機 1 台のシステム更新ができなかった。このため、乗客 14 人から計 280 円多く受領した。また、10 円値上げした他区間の切符を買った 4 人からは計 40 円を受領できなかった。 | 券売機のシステム更新は 3 月 31 日の営業終了後、電源を切った状態で行う手順になっていたが、この券売機は駅員が切り忘れたため更新できなかった。1 日午前 7 時 40 分ごろ、乗客が券売機の料金表示が古い料金体系のままであることに気づき、発覚した。 | 操作ミス | ・産経新聞速報（2014.4.1） |
| | | 2014 | 4 | 1 | 7 時 40 分 | | | | |
| 1412 | いなげや店舗システム | 2014 | 4 | 1 | 10 時 00 分 | 食品スーパーいなげやは 1 日、消費税率引き上げに伴うシステム更新でトラブルが発生し、多くの店舗で開店が遅れた。1 日は全 140 店で開店時間を 1 時間程度遅い午前 10 時に設定していたが、午前 11 時の時点で開店できたのは 31 店であった。 | 全店で朝からシステムの切替えを進めていたが技術的な問題が発生し、8 %の消費税率で決済ができず開店できない状態になった。 | 不明 | ・日本経済新聞夕刊（2014.4.1） |
| | | 2014 | 4 | 1 | 終日 | | | | |

| No. | システム名 | 発生日時（上段）<br>回復日時（下段） | | | | 影響 | 現象と原因 | 直接原因 | 情報源 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 年 | 月 | 日 | 時 | | | | |
| 1413 | 小田急バス運賃システム | 2014 | 4 | 1 | | 消費税率引き上げに伴うICカード読み取り機のプログラム変更にミスがあり、ICカード乗車券の利用者34人に対し、本来の運賃（一律216円）の10倍の2,160円を誤って徴収した。総額5万9,326円を過剰徴収した。 | 消費税改定に伴い、バスのICカード読み取り機のプログラムを事前に一斉変更していたが、1日朝に調布、三鷹市内の2路線で運行したバス2台のICカード読み取り機にのみ不具合が発生した。 | 不明 | ・読売新聞朝刊（2014.4.5）<br>・毎日新聞地方版（2014.4.5） |
| | | 2014 | 4 | 4 | | | | | |
| 1414 | 東武バス運賃システム | 2014 | 4 | 1 | | 路線バスの運賃をICカードで払った乗客37人から、計164円を余分に徴収した。 | 消費税率変更を前に運賃徴収機のシステムを更新した際、1円単位で徴収するICカード利用者からも、10円単位の現金払い利用者と同額を徴収するよう、誤って設定した。 | 設定ミス | ・毎日新聞朝刊（2014.4.2） |
| | | 2014 | 4 | 1 | | | | | |
| 1415 | 千代田区総合住民サービスシステム | 2014 | 4 | 2 | 8時00分 | 千代田区の「総合住民サービスシステム」に障害が発生し、転出入手続きや住民票の発行、印鑑登録、税証明など、各種手当の申請を含む18の業務が一時ストップした。 | 障害は業務開始前の午前8時に発生。170台ある業務用の端末すべてがシステムサーバーにアクセスできず、総合住民サービスシステムが使えなくなった。同10時10分に復旧した。 | 不明 | ・毎日新聞（2014.4.3） |
| | | 2014 | 4 | 2 | 10時10分 | | | | |
| 1416 | 日本生命査定システム | 2014 | 4 | 7 | 8時00分 | 社内業務システムである保険査定システムが停止し、約4,000件の保険金や給付金の支払い事務が最長一日遅延。当日中に処理が完了できなかった件数は約4,000件。 | 査定システムを構成する機器に障害が発生。その際、バックアップシステムへの切替えに失敗し、当該システムが停止した。 | ハード障害 | ・日本生命保険相互会社 公開ホームページ（2014.4.8）<br>・産経ニュース（MSN）（2014.4.8）<br>・日本経済新聞夕刊（2014.4.8） |
| | | 2014 | 4 | 8 | 8時00分 | | | | |
| 1417 | 三井住友銀行 | 2014 | 4 | 22 | 早朝 | 73拠点、429台のATMについて障害が発生し、取引不能となった。（ATMは全国に約6,000台）<br>停止時間は約6時間半。 | 21日に一部のATMのセキュリティー対策をした時に作業ミスがあり、障害が発生。 | 保守作業ミス | ・プレスリリース（2014.4.22）<br>・朝日新聞朝刊（2014.4.22）<br>・日経産業新聞（2014.4.23） |
| | | 2014 | 4 | 22 | 13時30分 | | | | |
| 1418 | 八十二銀行（長野県） | 2014 | 4 | 25 | 12時03分 | 全154店舗にてATM障害が発生し、取引停止。<br>停止時間は約1時間程度だが、給料日とGW前が重なり、問い合わせが約2,000件など影響は大きかった。 | オンラインシステムのホストコンピュータにつながる複数のハードディスクに、取引情報の読み書きができなくなる障害が発生し、システムが自動停止した。 | ハードディスク障害 | ・プレスリリース（2014.4.25）<br>・信濃毎日新聞（2014.4.26） |
| | | 2014 | 4 | 25 | 13時21分 | | | | |
| 1419 | 三菱東京UFJ銀行 | 2014 | 4 | 30 | | 定額自動送金サービスにおいて、振込処理の遅延が発生。約23,000件について、当日中の振込みができなかった。 | このサービスは、自動送金のデータを1,000件ごとにチェックし、継続と確認できたものについて送金処理を行っている。ただし1,000件連続で「データなし」（解約）となったときにはループを終了させる仕組みになっている。<br>今回は実際に1,000件の「データなし」が続いてしまったため、途中で処理が終了した。（仕様どおりの動き）現在はプログラムを改修済み。 | プログラム仕様のミス | ・プレスリリース（2014.4.30）<br>・ITpro（2014.5.1）<br>・日経産業新聞（2014.5.2） |
| | | 2014 | 4 | 30 | | | | | |
| 1420 | ハローワーク | 2014 | 5 | 7 | 8時19分 | ハローワークで職員が使うシステムに障害が起き、採用面接の紹介状が発行できない、求人情報の確認ができない等の影響があった。<br>なお、一般利用者が使用する求人情報端末への影響はなかった。 | ネットワークトラブルにより、全国1,174カ所にある28,000台のパソコン端末が使用できなくなった。<br>通信回線は冗長化されていたが、切替えがスムースにいかなかった模様。 | ネットワーク装置故障（切替え失敗） | ・プレスリリース（2014.5.7）<br>・朝日新聞朝刊（2014.5.8）<br>・NHKニュース（2014.5.8） |
| | | 2014 | 5 | 7 | 10時50分 | | | | |
| 1421 | スカイマークチェックインシステム | 2014 | 5 | 14 | 朝 | スカイマークの航空券予約や発券、搭乗手続きを行うシステムに障害が発生。国内14空港で手作業で搭乗手続きなどを行い、複数の便で最大2時間ほど遅れが出た。 | 13日午後11時半から14日午前4時半まで定期点検のためにサーバーを停止。作業は予定通りに完了したものの、立上げ後のサーバーの処理速度が極端に遅かったため同午前10時ごろに再度停止させ、点検作業を行った。 | 不明 | ・毎日新聞夕刊（2014.5.14）<br>・日本経済新聞夕刊（2014.5.14）<br>・ITpro（2014.5.14）<br>・NHKニュース（2014.5.14） |
| | | 2014 | 5 | 14 | 13時00分前 | | | | |

| No. | システム名 | 発生日時（上段）<br>回復日時（下段） | | | | 影響 | 現象と原因 | 直接原因 | 情報源 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 年 | 月 | 日 | 時 | | | | |
| 1422 | JAL 機体重量管理システム | 2014 | 6 | 5 | 9 時 15 分 | 機体の重心を計算する重量管理システムが障害により使用できなくなった。このため、職員が手作業で機体の重心計算などをしたため、出発準備に時間がかかり、６月５日は国内線 174 便が欠航、乗客約 14,000 人に影響が出た。また、６月６日は４便が欠航、国内線でも最大４時間 15 分の遅れが出たほか、国際線でも多数の遅延が発生した。 | サーバー内で不要なデータが滞留しているのが見つかり、削除して再起動したところ正常に戻った。<br>当面はデータの滞留を監視する運用を行い、追ってソフトウェアの改修を行う予定。<br>重量管理システムとして、新たに海外メーカーが提供するパッケージソフトを導入したが、そのパッケージソフトに不具合があった。 | ソフトウェア障害 | ・朝日新聞朝刊（2014.6.6）<br>・日本経済新聞朝刊（2014.6.6）<br>・日経産業新聞（2014.6.6）<br>・東洋経済 online（2014.6.7） |
| | | 2014 | 6 | 5 | 17 時 00 分 | | | | |
| 1423 | スカパー JSAT 顧客管理システム | 2014 | 6 | 21 | 10 時 10 分 | 新システムに更改した顧客管理システムに不具合が発生し、停止。すべての窓口において、スカパー！の新規加入・解約・変更などの手続きができない状態となった。<br>また、82 件の契約について、「メールアドレス」、「連絡先（郵便番号・住所・電話番号）」、「お客様氏名」、「BCAS/IC カード番号」、「視聴契約情報」を第三者に閲覧された可能性がある。 | ６月 16 日から 21 日にかけてシステムメンテナンスを実施し、料金の収納や契約者の情報管理など複数の現システムを統合して、新顧客管理システム「ALICE」（アリス）にリプレースした。その新システム稼働後に顧客データを正しく処理できない不具合が発生したことが判明し、25 日にシステムを停止した。 | ソフトウェア障害 | ・プレスリリース（2014.6.26, 2014.6.27, 2014.9.3）<br>・ITpro（2014.6.27）<br>・朝日新聞（2014.6.26） |
| | | 2014 | 7 | 7 | 9 時 00 分 | | | | |
| 1424 | 雇用保険の統計機能 厚生労働省 | 2013 | 8 | | | 失業手当や労災保険で、計 2,600 万円の過払いがあった。<br>過払いの中心は、１日５円多く支払っていた失業手当で、2013 年８月以降に受給した 45 歳以上 60 歳未満の人の一部、計４万人に影響。 | 支給額を計算する前提となる統計データにプログラムミスがあったことを６月３日に公表し、影響を調べていた中で発覚した。 | プログラムミス | ・朝日新聞朝刊（2014.6.28）<br>・厚生労働省プレス（2014.6.3）<br>※障害発生日時は 2013 年であるが、影響が判明した日時に基づき掲載。 |
| | | 2014 | 6 | 27 | | | | | |
| 1425 | 国民健康保険共同電算システム | 2011 | 5 | | | 国民健康保険中央会によると、2014 年６月時点で少なくとも全国 162 の市町村で、合計 940 件の誤給付があった。内訳は、278 件が合計約 320 万円の支払い不足、662 件が合計約 284 万円の過払い。<br>また、国保の資格喪失者に対して誤って医療費を給付した可能性もあり、最大約 190 万件に誤給付が生じている可能性。 | 高額療養費制度において、世帯誤りが生じた。医療機関を受診した月以降に、親からの独立や結婚などで世帯が変わった場合、変更後の新しい世帯で医療費を合算してしまう不具合があった。<br>国保の資格を喪失した人に医療費を給付してしまう資格誤りが生じた。国保の資格者が転職などでサラリーマンになり、勤務先の健康保険に移った場合でも、保険資格があるかのように共同電算システムが誤って判断してしまい、国保から医療費が支払われた可能性がある。 | プログラムミス | ・日経コンピュータ（2014.7.24 号）<br>※障害発生日時は 2011 年であるが、影響が判明した日時に基づき掲載。 |
| | | 2014 | 6 | | | | | | |
| 別 枠 1401 | 富士ゼロックス Docu Works 8.03 | 2014 | 3 | 14 | | Windows パソコン用文書管理ソフト「DocuWorks 8」を利用して、「PDF から DocuWorks への変換」を実行すると、特定の条件下ではパソコン内のファイルが意図せずに消失するおそれがある。最悪の場合、そのドライブのほぼすべてのファイルが消失する。<br>実際にファイル消失を確認した事案が約 50 件、回収対象の DVD メディアは約 6,300 枚。 | PDF から DocuWorks への変換を実行した時に、「環境設定」の設定内容が一定条件を満たす場合に不具合が発生する。<br>不具合を修正した DocuWorks 8 アップデート 8.0.4 の提供を、４月 15 日に開始。 | プログラムミス | ・富士ゼロックス発表（2014.3.14）<br>・日本経済新聞電子版（2014.3.20）<br>・日本経済新聞電子版（2014.4.8） |
| | | 2014 | 4 | 15 | | | | | |

要となり、高負荷がきっかけとなって発生した事故である。この上限値は 1988 年のシステム稼動時から設定の見直しがなされておらず、定期的な点検項目にも入っていなかった [ 松田 1 2012]。

また、新幹線の運行管理システムにおいて、列車の運行トラブルによって運行ダイヤの修正を行ったところ、必要な修正数がシステムの設計上限値を超えてしまい、システムが不安定な状態になったため、結局すべての列

車を止めざるを得なくなった（事例 1102）。これも、列車数の大幅な増加、ダイヤ修正の時間幅の拡大など環境条件が大きく変化したのに対し、システムでの適切な対応がされていなかった事例である [ 松田 2 2012]。

SEC での事例研究の報告書 [SEC1 2014 ] においても「システム全体に影響する変化点を明確にし、その管理ルールを策定せよ」との留意点が教訓 T4 として示されている。開発の終了後、システムは長期にわたって運用され、その間にシステムを取り巻く環境は大きく変化する。開発時点では妥当であった設計条件が、最新の利用条件を満足しなくなっていることはよく起こることである。環境変化に対応した適切なシステムの増強や保守などを実施すること、そのためにシステムを継続的に監視・点検し必要な更新を行う管理ルールを策定し、実行することは重要である。

## 4. 予備装置への切替えの失敗

ハードウェアの故障によるシステムの停止を避けるために装置の冗長化構成を取ることは一般的によく行われるが、故障が発生した時にバックアップ装置への切替えに失敗し、サービスの停止を招く例が後を絶たない。今期もそのような事例が 2 件（事例 1416 及び事例 1420）発生している。切替えが失敗した原因の詳細は明らかにされていないため、対策を具体的に示すことはできないが、せっかくの冗長構成がいざという時に効果が発揮できないのでは意味がない。SEC で実施した事例研究の報告書 [SEC1 2014] においても、このような事象が多く示され教訓 T7 として「バックアップ切替えが失敗する場合を考慮すべし」という注意点が抽出されている。その中では、冗長構成が有効に働かない原因として、1）「切替えの失敗」と 2）「切替えの無効」に大別して示されている。「切替えの失敗」とは、そもそも装置障害の検知に失敗し切替え動作が起動しなかったケースや切替えを行うプログラムのバグあるいは手動切替えにおいて人為的なミスが発生したケース、更にはバックアップ装置も故障していたケースなど様々のケースが挙げられている。一方、「切替えの無効」の例としては、バックアップ装置への切替えはできたが、性能不足のためサービスが再開できなかったケースや、故障の原因がプログラムバグや不正データにあったため、装置だけを切替えても正常なサービスが再開できなかったケースなどが挙げられている。いずれにしても、「切替えの失敗」とひと口に言っても実際には様々なケースが原因となっているため、これらをシステム設計時やテスト時のチェックリストとして、また運用時の手順検討の参考として活用していただきたい。

## 5. むすび

2014 年前半 6 カ月間の情報システムの障害について、報道などをもとに整理し報告した。今期の事故件数は残念ながら高い水準であり、また金融システム、運輸交通システム、自治体システムなど広範なシステムにわたり、市民生活に大きな影響を与えた事故も発生した。今期の事故事例の中からもこれからの開発・運用に当たって参考にすべき多くの教訓を汲み取ることができる。今後とも、これらの経験を社会の共通の財産として共有し、少しでも事故を防ぎ、安心・安全な IT 社会に向けて地道な努力を続けていく必要があろう。

SEC では様々な事故の原因や対策について多方面から考察を行い、業界横断的に利用可能な要素を抽出し「見える化」する活動の成果として、2014 年 5 月に「情報処理システム高信頼化教訓集」[SEC1 2014] [SEC2 2014] として公表した。また、事例の分析から得られた教訓は、IPA/SEC のこれまでの活動で蓄積されたソフトウェア・エンジニアリングに関する検討成果と関係付けて整理されている。今後も、この活動を継続し、新たな教訓を更に追加すると共に、得られた教訓を関係者で広く共有し、活用を促す活動を推進していく予定である。システム障害の再発や影響拡大を防ぐために、経験者や関連事業者の方々に、この事業への積極的な参画と協力をぜひお願いしたい。

【参考文献】


[ 松田 1 2012] 松田晃一・金沢成恭：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, 2012 年 3 月

[ 松田 2 2012] 松田晃一・金沢成恭：情報システムの障害状況 2011 年前半データ , SEC journal, No.27, Vol.7, No.4, pp.150-152, 2012 年 1 月

[ 経産省 2009] 経済産業省、独立行政法人 情報処理推進機構、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 , 2009 年 3 月

[SEC1 2014] 独立行政法人 情報処理推進機構 SEC：情報処理システム高信頼化教訓集（IT サービス編）, 2014 年 5 月

[SEC2 2014] 独立行政法人 情報処理推進機構 SEC：情報処理システム高信頼化教訓集（製品・制御システム編）, 2014 年 5 月

Column

# 安全・安心な社会と経営スタイル

IPA 顧問、学校法人・専門学校 HAL 東京 校長
**鶴保　征城**

岐阜県輪之内町というところにM工業という電設資材メーカがある。この会社には、売上目標、利益目標、セールスパーソンの個別目標などの数値目標が一切ない。更に、未来を指すM工業という企業名にもかかわらず、企業理念といった方向性を示すものもない。上場企業なので四半期ごとの業績予測は公表しているが、それは外向きであって社内では無視してよいことになっている。

破天荒なルールはまだまだあって、「社内で報連相は禁止」「上司は部下に命令するな」「全員正社員、定年70歳」など。事実、社長は某市に支社ができたことも知らなかったという。ここまでくると、普通の経営感覚では、「とても心配」「そんなことで会社がうまくいくはずがない」「失敗したらどうするんだ」となる。

にもかかわらず、というか、こういう経営が効を奏したのか、M工業の業績は極めて順調である。この3期の売上は284億円→314億円→352億円、経常利益は27億円→38億円→51億円と順調に推移している。製品はスイッチボックスのような電設資材で、決して右肩上がりの業界ではない。

このような経営スタイルを電機メーカS社出身の天外伺朗氏は「フロー経営」と命名した。フローとはスポーツ選手におけるゾーンに近い。無心にプレイした結果、実力以上の成果を出す現象だ。天外氏が思い至ったきっかけは、もちろん、S社の業績低迷である。

S社の設立趣意書には、設立の目的に「自由闊達にして愉快なる理想工場の建設」と書かれている。実際、S社出身でノーベル物理学賞を受賞した江崎玲於奈氏は、「技術者は自由奔放に仕事を進め、混沌とはしていたが、会社全体としては目標が明確で秩序が保たれていた」と述べている。

このような自由闊達なR&Dをベースに、スティーブ・ジョブズをも魅せた斬新な製品を輩出していたS社が、2003年には世間を驚かせた業績悪化を引き起こす。この原因を、天外氏は1990年代半ばに導入された成果主義などの合理主義経営にあると指摘する。

合理主義経営とは、簡単にいえば「経営者が目標をクリアに提示し、それに向かって社員全員が走るように指示を出し、組織をコントロールする」ことだ。成果主義や目標管理がこれを後押しする。米国では、名経営者と言われたジャック・ウェルチのGEをはじめ、ほとんどすべての会社で、このような経営が行われている。一見非の打ちどころがない合理主義経営のどこがいけないのだろうか。

そのヒントは、経営者を親に、社員を子供に置き換えるとわかるように思う。つまり、「親は目標をクリアに提示し、それに向かって子供が走るように指示を出し、子供をコントロールする」。どうだろうか。これで子供が感性豊かな人間に成長してくれると思うだろうか。

ある研究によると、多くの従業員は持っている力の20－30％程度しか発揮していないらしい。従業員が義務感で働くのではなく、「働くこと」「工夫すること」に喜びを見出すフロー経営では、その値が大幅にアップするのだろうか。

社会の安心・安全のためには、先進技術を開発するだけでなく、人が安心して働く環境が欠かせない。経営者は経営スタイルを働く従業員中心に切り替えるべき時期に来ていると思う。


## チケット＆計測でITプロジェクト運営の体質改善

神谷芳樹　著

ISBN: 978-4274504778
オーム社刊
A5 版・156 頁
定価 2,400 円（税抜）
2013 年 11 月 28 日刊

### 実験的ソフトウェア工学の奨め

筆者は、IPA/SEC での活動に加え、長年実践的ソフトウェア工学というソフトウェア開発に定量データを活用する分野に従事されてきた。本書は、これらの長年の活動の成果がベースになっている。筆者は、定量データに基づく開発管理を開発現場に導入するために EPM というツールの提供を SEC にて開始し、現在は EPM-X として拡張されている。本書では EPM-X の説明に加え、その理解促進のために、EPM-X の構成要素であるオープンソースについての説明も図解されている。

ソフトウェアの開発管理に定量データを導入するべしというのは SEC がその開設以来主張してきたことである。SEC web サイトを開き、SWEiPedia のアイコンを選択し、サーチキーワードとして「定量データ」をキーインすると 39 件、支援ツールとしての EPM-X では 2 件がヒットする。本書の読者には、ぜひとも SEC における幅広い定量データに基づく開発管理の薦めに触れていただきたい。

本書は、実践的ソフトウェア工学に基づくので、開発現場で獲得されるデータをいかに解釈することができるかについて言及しており、現場におけるデータから何を学べるかについて示唆を与えてくれる。定量的データ管理においては、データを集めること自体が目的ではなく、また、データ収集を容易にするためにツールを活用すること自体が目的ではない。そもそも管理しようとしているソフトウェア開発プロジェクトにおいて、そのためにいかなるデータが必要で、それはいかに解釈され、結果としていかなるものを達成するかを考えることが必要である。本書を通して、データの活用に関する幅広い知見に触れていただけると考える。

（新谷　勝利）

---


## グロースハッカー

ライアン・ホリデイ　著
加藤恭輔　解説、佐藤由紀子　訳

ISBN: 978-4822249939
日経 BP 社刊
四六判・140 頁
定価 1,200 円（税抜）
2013 年 12 月 12 日刊

### グロースハッカーという新しいキャリア

現在、ネットビジネスや SNS で「グロースハック」という言葉をよくみかける。マーケティングの新たな方法論として、バズワードとなっている感も否めない。しかし、グロースハッカーという新しい職種を認識することは、これからのソフトウェア開発において重要であり、エンジニアとして目指して欲しい職種である。

これまでのマーケターは、お金をかけて見込み客を増やすことに取り組んでいた。対象となるプロダクトがパッとしないものでも売り込むことに取り組んできたと著者は言う。しかし、モノが売れない今の時代、インターネットの普及もあり、マーケティングの方法は変化している。

製品開発とマーケティングを完全に別プロセスとして行う方法はもう古く、プロダクト・マーケット・フィットという理想的な状態にするのはマーケターの仕事であるという。製品開発をエンジニア任せにせず、マーケターも開発に影響を与えないとならない。

本書は、グロースハッカーの技術やツールの利用に関する説明本ではない。グロースハッカーとしてのマインドセット（考え方）について、事例を多く紹介し説明している。事例は豊富であるが、私が利用したことがあったのは Hotmail、Evernote、クックパッドである。私も顧客拡大策に引っかかっていたことを知り、なるほどと納得した次第である。

本書はマーケター目線で書かれている。しかし、エンジニアには本書で書かれていることを理解し、グロースハッカーを目指して欲しい。なぜならば、製品開発と改善によって価値を高めることができるのはエンジニアであり、エンジニアでなければ思いつくことのできない技術を使った顧客獲得策がたくさんあるのだから。

（渡辺　登）

## 編集後記

今回の SEC journal では、「安全・安心な IT 社会を目指して」と題して特集を組みました。

最近も社会に大きな影響を与える情報漏えい事件が記憶に新しいですが、後を絶たないサイバー攻撃、システムの故障の連鎖など、情報システムの安全・安心にかかわる事件・事故をたびたび見聞きするにつれ、人々の社会システム・情報インフラの安全・安心への関心は着実に高まっているのではないでしょうか。では今や社会生活の中に浸透している情報システムにおいて、そうした脅威、不安に対してどう考え、どう取り組んでいこうとしているかを、有識者の方々にお聞きしました。とくに所長対談での日本が世界に誇る鉄道システムの安全とサービスを支えられている澤本常務のお言葉には並々ならぬご苦労と鉄道マンの情熱を感じました。

さて、すみきった空を仰ぎ季節の変わり目を感じるころとなりました。ところがそんなの関係ないとばかりに熱気に包まれた世界、ET ロボコンの地区大会が始まりました。今年はこの大会を後援する IPA/SEC からも全国の各地区大会に職員分担で出席しています。詳しくは次号にて若い技術者たちの熱い本気の世界をレポートしたいと思います。

（編集長）

## 編集部より

次世代のソフトウェア・エンジニアリング等に関して、忌憚のない意見をお待ちしております。下記の FAX またはメールよりお寄せください。

SEC journal 編集部　　FAX：03-5978-7517　　e-mail：sec-journal_customer@ipa.go.jp

## SEC journal　編集委員会



グランフロント大阪（ET-West2014 会場）　　（撮影：IPA）


**SEC journal®**　第 10 巻 第 3 号（通算 40 号）　2014 年 9 月 30 日発行





編集兼発行人　独立行政法人情報処理推進機構
技術本部　ソフトウェア高信頼化センター
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://www.ipa.go.jp/sec/
e-mail：sec-journal_customer@ipa.go.jp

# 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 ソフトウェア高信頼化センターでは、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、コーディング手法、テスト／検証技術、要求獲得・分析技術、ユーザビリティ技術、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://www.ipa.go.jp/sec/secjournal/papers.html

### SEC journal 論文賞

毎年「採録」された論文を対象に審査し、優秀論文には SECjournal 論文賞として最優秀賞、優秀賞、所長賞を副賞と併せて贈呈します。

---

# ITパスポート試験 のご案内

## ー ビジネスにＩＴを活用する すべての社会人のための「国家試験」ー

- ビジネスにＩＴを利活用するためには、情報システム部門に限らず、利用する側の社員一人ひとりにも“ＩＴ力”が求められています。
- ｉパス（ＩＴパスポート試験）は、セキュリティ、ネットワーク等のＩＴに関する基礎知識をはじめ、企業活動、経営戦略、会計や法務、プロジェクトマネジメントなど、幅広い総合的知識を測る国家試験です。
- ｉパスを通じて、社員一人ひとりに“ＩＴ力”が備わることにより、組織全体の“ＩＴ力”が向上し、様々なメリットが期待されます。

## ｉパスのメリット

### ＩＴを活用した業務効率化とビジネス拡大に！

ｉパスを通じて習得したＩＴの基礎知識を活かすことで、業務にＩＴを積極的に活用し、業務効率化につながります。また、ＩＴに関する基礎知識は、社内の情報システム部門等との円滑なコミュニケーションにも役立ちます。営業職であれば、顧客に対して製品やサービスを具体的にわかりやすく説明できるようになり、顧客のニーズをより深く把握できるようになり、ビジネスチャンスの拡大にもつながります。

### 情報セキュリティ対策・コンプライアンス強化に！

社員一人ひとりが、情報セキュリティやモラルに関する正しい知識を身につけ、意識することで、情報セキュリティに関する被害を未然に防ぐことができ、「情報漏えい」などのリスク軽減、企業内のコンプライアンス向上・法令順守に貢献します。

### 経営全般に関する知識など幅広い知識がバランスよく習得できる！

ｉパスは、ＩＴに関する知識にとどまらず、企業活動、経営戦略、会計や法令など、ＩＴを活用する上で前提となる幅広い知識がバランスよく習得できます。そうした知識が身につくことにより、業務の課題把握と、ＩＴを活用した課題解決力が備わり、組織全体の業務改善につながります。

**詳しくは、ｉパス Web サイトをご覧ください。https://www3.jitec.ipa.go.jp/JitesCbt/index.html**
**※企業の活用事例、企業の声、合格者の声など魅力的なコンテンツがご覧になれます。**

IPA Better Life with IT

SEC jounal No.38
第 10 巻第 3 号（通巻 40 号）
2014 年 9 月 30 日発行



ISSN 1349-8622

VEGETABLE OIL INK

R70 古紙パルプ配合率70%再生紙を使用

リサイクル適性Ⓐ この印刷物は、印刷用の紙へリサイクルできます。



独立行政法人情報処理推進機構