

IoT時代における システムズエンジニアリングの重要性

ドイツ フラウンホーファー研究機構
実験的ソフトウェア工学研究所 (IESE)

イェンス・ハイドリッヒ博士
マーティン・ベッカー博士

SEC所長

松本 隆明

IoT時代を迎え、多様・複雑に連動するシステムの設計に、システムズエンジニアリングが有効であると言われるようになってきた。IPA/SECでは、フラウンホーファー研究機構 / IESEと協業して、欧州企業におけるシステムズエンジニアリングの先進適用事例・課題克服のベストプラクティスの調査・分析を実施した。本対談では、その調査・分析から得られた成功事例・教訓事例などを踏まえて両博士からシステムズエンジニアリングの有用性・有効性、実践に向けたアドバイス、更にはインダストリ4.0への取り組みなど幅広く話を伺った。



イェンス・ハイドリッヒ博士

フラウンホーファー IESE、プロセス工学部門長。2005年以来、日本のIPAとのコラボレーション・プロジェクトに関与。大学で教鞭をとりつつ産業界の分野で研究に従事。複数の国際会議のプログラム委員会のメンバーでありGI(ドイツコンピュータ科学協会)のソフトウェア測定グループのステアリング委員会のメンバー。「GQM+Management Strategy: 残念なシステムの無くし方」の共同著者の一人。

マーティン・ベッカー博士

フラウンホーファー IESE、組み込みシステム開発部長。大学で教鞭をとりつつ産業界の分野で研究に従事。複数の国際会議のプログラム委員をつとめ、ACMのメンバー。システムズエンジニアリング分野の国際的な出版物も複数共同執筆。主な専門知識は、ソフトウェアプロダクトライン開発と様々な管理手法。

スマートエコシステム化に向けた 取り組み

松本 IoT時代におけるシステムズエンジニアリングの重要性について、お話をしていきたいと思っています。まず最近のIESEの主な取り組みについて、簡単に紹介していただけますか。

ハイドリッヒ 最近では、あらゆるドメインにおいてスマートエコシステムと呼ばれる統合システムへ進む傾向があります。これを達成するためにモノリシックな単一システムから、オープンで相互接続や拡張可能なサービス指向型のソフトウェアエコシステムへというパラダイムの変化が起ころうとしていて、IESEでもこれを見据えたシステム・インテグレーションの研究に取り組んでいます。

企業は、新たなビジネスチャンス、ビジネスモデルを求めています。その例が、スポーツ用品のアディダス社です。同社がランタスティックという企業を買収しました。ランタスティック社はスマートフォン向けのフィットネス用アプリケーションの会社です。

このように、以前はハードウェアを中心に事業を行ってきた企業が、全く新しい製品を出し、全く新しいビジネスモデルを使う形になっており、

その手段となっているのが、デジタル化でありIoTなのです。デジタル化、IoTによって、大きなチャンスが生まれてきています。

その中で、どういう状況が出てきているかと言えば、これまでは閉鎖型、一枚岩のシステムであったものが、複数のシステムから構成されるシステム、すなわちsystem of systemsという統合型のものに移行してきているということです。それをスマートエコシステムと呼んでいます。どういうものかと言えば、業務プロセスをコントロールする情報システム、それから技術的なプロセスをコントロールする組込みシステム、これを統合するというものです。

このスマートエコシステムが適用されるアプリケーションとして、いくつかの異なる業界、領域というものがあります。その一つの大きなものとして、いわゆるインダストリー4.0が挙げられます。そして、もう一つ重要なアプリケーションとして、とくに最近顕著に出てきているのが、スマートルーラルエリアです。“スマート田舎”でも言えば良いでしょうか。ドイツでは、都市だけではなくカントリーサイドに住む人たちが多く存在します。例えばラインランドペレットネイトという州がスポンサーとなった一つのプロジェクトで、デジタルビレッジというプロジェクトがあります。

このプロジェクトでは、二つのモデル地域を設け、田舎の中でのIoTまたはデジタル化の活用はどういう可能性があるのかを模索しています。

松本 スマートルーラルエリアの場合、メインはやはりスマートファームिंग、つまり農業のスマート化が中心ですか。

ベッカー スマートファームिंगも、その一つではありますが、具体的なプロジェクトとして出ているのは、スマートモビリティというものです。例えば、田舎に住む人が商品の配送、いわゆるクラウド・デリバリーを行えるように参加していくというものです。

ハイドリッヒ スマートヘルスもあります。とくに、田舎では遠隔医療というのが重要になってきますからね。

松本 日本でも、とくに地方では高齢化が進んでおり、非常に大きな問題になっています。

ベッカー 数年前にヨーロッパ全体でスマートシティの取り組みというのがありましたが、その中でも都市だけではなく、ルーラルエリアに対して何ができるのかを考えなければならぬ、ということが明確になってきました。と言うのも、ドイツにおいてもヨーロッパにおいても、大勢の人々が田舎に居住をしており、また、彼らはなるべく長く自宅で過ごしたいと思っています。スマートシティで使われてきた機能の、どれぐらいを、どのように田舎に適用できるのか、というのを考えていこうという流れになったわけです。

松本 先程のスマートファームिंगに関して言えば、日本でも農業従事者の平均年齢が65歳を超えていて、しか

もどんどん高くなりつつある。農作業をやることができなくなってきた。人がいなくなってきたということがあり、それが今、大変大きな問題になっています。それをいかにスマート化し、省力化して、あまり人手をかけずに済むようにするのか、ということ、日本でも議論するようになってきました。ドイツでは何か具体的な取り組みがありますか。

ハイドリッヒ ドイツでは、農業全体が、かなり機械を重視した形で行われています。とくに、大きな農地がある場合には、ハイテクの機器を駆使しています。実は私も、大変戦略的な協力関係をジョンディア社と持っています。ジョンディア社は、米国の農機の会社ですが、ヨーロッパにリサーチセンターを設けており、スマートファームिंगに関しての様々な研究を行っています。それによって農作業を、容易に行えるようにするという目的の一つ。もう一つは、若い人たちにとって農業をやっていくことの魅力を増していくということです。

松本 それは良い取り組みですね。

インダストリー4.0に必要な標準を提供していく

松本 先程のシステム・インテグレーションの話ですが、確かに今はIoTの時代になって様々なサービスがつながり、システムが融合化する時代になっています。そのときに、今まで比較的是っきりしていたハードウェアとソフトウェアの境界がだんだんあいまいになってきたような気がしています。

ハイドリッヒ 同感です。

松本 最近の傾向として、ソフトウェアを生業としていた企業がハードウェアに進出してくる。極端に言えば、グーグルが自動車を作る、というような時代になっているのではないかと思います。

ハイドリッヒ その流れは、ハードウェアからソフトウェア、ソフトウェアからハードウェアへと、両方向で起きていると思います。例えば、元々はハードウェアを生業にしていた企業が、IoTやデ



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。同年日本電信電話会社(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)。

デジタル化の機会を探るためにソフトウェアのほうに入ってくる、というようにです。しかし、IT企業が、既に確立されている市場に入っていくとするほうがよりリスクが高いとも言えるでしょう。

ベッカー 最近のトレンドとしては、やはり様々なアプリケーションの領域において製品の革新化を図っていく際に、そのイノベーションがソフトウェアで行われていくという状況が増えてきていると思います。従って、これまでの典型的なハードウェアの企業も、そういった製品イノベーションをどう提供していくのか、それをソフトウェアでどう行っていくのか、ということに関しての投資をしていかなければならなくなっていますし、またソフトウェアの企業も、ハードウェアの能力を身に付けていくことが必要になっています。

松本 システム・インテグレーション以外に、今IESEで取り組まれているものはありますか。

ハイドリッヒ 色々あります。一つがBaSys4.0 (Basic System Industry 4.0)というプロジェクトです。これはいわゆるインダストリ4.0の基本プラットフォームになる部分のアーキテクチャにかかわるものです。また、プロオプトというプロジェクトがあります。これは、スマートプロダクション、つまりスマート化された生産の中で、ビッグデータをどう活用していくのか、という取り組みです。更にIUNOというプロジェクトがあります。これはインダストリ4.0向けのITセキュリティに関するものです。

インダストリ4.0に関しては様々なアプリケーション領域があり、そこに向けて様々な取り組みを行っています。

松本 インダストリ4.0に関しては、実際にプラットフォームができて、色々なプロバイダがその上で製品を開発できるような状況になってきたのでしょうか。

ハイドリッヒ そうであれば非常に良いと思いますが、プラットフォームのプロジェクトは、今年半ばに始まったばかりです。プロジェクト自体の期間は3年間です。

松本 共通プラットフォームということは、インダストリ4.0に準拠した製品を作る人は、共通のAPIのようなものを介してプラットフォームと通信し合う、という形になるのですか。

ハイドリッヒ 大体はそういうことですが、BaSys4.0というプロジェクトでは、インダストリ4.0に必要なスペック、標準を提供していくというような形になります。例えば、物理的な機械を抽象化しデジタルに表現していくということが必要になります。それを、デジタル・ツインとかデジタル・シェルと呼んでいます。

ベッカー その最初のステップとして、インダストリ4.0のプラットフォームに対しての参照アーキテクチャを開発する。その参照アーキテクチャが、RAMI4.0 (The Reference Architectural Model Industrie 4.0)と呼ばれています。BaSysのプロジェクトでは、この参照アーキテクチャに基づいて、インダストリ4.0向けの具体的なOSを開発し、そ

のOSを様々なアプリケーションの領域で共有して使っていく、という形になります。

松本 そのOS自身は、インダストリ4.0に準拠するプロダクトに埋め込まれる形になるのですか。

ベッカー おっしゃる通りです。このOSは、インダストリ4.0準拠の製品の中に組み込まれる、と言いますか、このOS上に製品が構築される形になります。また、インダストリ4.0に準拠したアプリケーションや製品は、これまでの製品にない、新たなプロパティ、特徴が必要だということも認識されています。

例えばインダストリ4.0の製品やアプリケーションに関しては、いわゆるコンテキスト、周辺環境というもの認識する能力が必要だ、と言われてます。また、自身で系統立てる、整理していく、適応していくという能力も必要だと考えられていますし、きちんとセキュリティと安全を確保したものにしていくことも必要だと言われています。こうした、インダストリ4.0に特有なものとして必要とされる特徴、それをきちんと組み込んでいくということです。

松本 その場合、既存の製品を大幅に作り変えなければいけないという意味で、かなりコストがかかるような気がします。

ハイドリッヒ 今のものをすべて捨てるという考え方ではありません。既存のマシンに関して、スマート化を図っていきます。そして、既存のレガシーと言われるようなハードウェアも、システムの中に統合していく方法を見つけていかなければならないと考えています。それができなければ、インダストリ4.0のビジョンは実現できないでしょう。

ベッカー 既にインダストリ4.0向けのプラットフォームやOSも、一般の企業から出ているものがあります。例えばシーメンスは、インダストリ4.0向けの製品をもう既に出しています。それらは他の企業が使うことも可能になっています。考え方は、まだインダストリ4.0に参入していない企業が参入しやすくするというもので、例えば、中小企業もインダストリ4.0に入っていくやすくなるということです。彼らの製品を適用して、インダストリ4.0対応にすることができるような技術を提供するということです。

まずアーキテクチャを きちんと決めることが重要に

松本 そのあたりは非常に重要なパラダイム・シフトになるのではないかと思います。というのは、今のIoTというのは、いわば無原則に勝手にものがつながり始めてしまっている。

きちんとしたアーキテクチャを決めていかないと全体としての安全性やセキュリティが担保されなくなってしまう、ということが危惧されています。アーキテクチャをき

ちんと決め、しかも既存のものが参入しやすくしていきます。そういう仕組みが、非常に重要になってくると思います。

ハイドリッヒ 現在、ヨーロッパでは大規模なプロジェクトが行われています。EMCスクエア、EMC二乗と書くプロジェクトです。これは組込み型のマルチ・コアのシステムで、アーキテクチャに加えて、安全のためのエンジニアリングとセキュリティのためのエンジニアリングを含んだメカニズムになります。

私たちは、このプロジェクトにおいても、とくに安全、セキュリティを統合した形でエンジニアリングを行っていくという作業にかかわり、その部分をリードしています。

ベッカー 私どもにとって課題となるのは、単に安全とセキュリティの組み合わせにならない、というだけではなく、やはりシステム自体がランタイムで変わっていく、複数のものがランタイムに統合されていく、一緒になっていくということが起きますので、そこでの品質保証やアシュアランスの考え方を変えていくということも必要になります。

ランタイムにおいて、フィールドでコンポーネントが組み合わされていくということになれば、エンジニアリングにおいても、全く新しい仕組みが必要になるということです。

松本 それは非常に難しいところですね。動的に、ダイナミックにアダプテーションしていくというのは、具体的にどういう仕組みで実現しようとしているのでしょうか。

ベッカー そのための専用のモデルがあります。そこで使われているのが、コンサートと呼ばれている技術で、これは、システムの挙動、システムのプロパティをモデル化するというものです。ランタイム中にシステム同士が組み合わさっていくというような場合に、全体のシステムのクオリティをシステム自身がチェックします。現在でもシステム開発中に使われるモデルというのがありますが、それをランタイムでも動かすということです。

システムがコンビネーションを変えていくときに、このモデルが必ず使われ、システム全体のプロパティに対して検証をするというような形を取れるようになります。

松本 そうすると鍵になってくるのは、システムをいかにうまくモデル化するかということでしょうか。

ハイドリッヒ おっしゃる通りです。そこで全体的な大きな課題であるモデルベースのシステムズエンジニアリングとか、モデルフロー型のシステムズエンジニアリングの話に戻ることにになります。モデルベースのシステムズエンジニアリングというのは、システム単体だけをモデル化すれば良いか、というところではありません。システムに加えて、そのシステムが置かれているコンテキスト、周りの状態—その中には人間も含まれますが—その全体をモデル化していくことが必要となります。

松本 システムズエンジニアリングが、最近色々な場面で注目され始めた理由は、やはりIoTによってシステムを

取り巻く環境がダイナミックに変化しているためだと言えるでしょうか。

今回、私たちの主催するセミナーでお話しいただいている内容^{*1}の中で、ドイツにおけるシステムズエンジニアリングの適用状況のご紹介をいただいておりますが、端的に言って、ドイツではシステムズエンジニアリングの活用は、かなり進んでいるのですか。

ハイドリッヒ 多くの企業が、自分たちの目的に対してシステムズエンジニアリングがどう適用できるのかを検討しているとは言えます。私どもの調査の結果でも、大多数の企業が、将来的な課題に対して対処していくために、大変重要なトピックとして捉えていることが明らかになっています。

とくに中小企業において顕著です。彼らにとっては今後の大きな変化を意味することであり、システムズエンジニアリングに関しての能力を持つためには、そのリソースが限られているからです。

システムズエンジニアリングが求める組織構造の変革

松本 システムズエンジニアリングというのは、非常に幅広い概念で色々な領域にまたがっています。それを取り入れようとすると、相当なスキルや能力が必要になってきます。企業にとっては、負担が大きいのではないかと思います。

ハイドリッヒ システムズエンジニアリングの能力を構築していくための努力はされつつありますが、おっしゃる通り、システムズエンジニアリングは、かなり幅広い意味を持つ概念です。一人の人間がすべての領域の知識を持つということを、考えるべきではなく、会社の中の様々な領域の仕事をしている人間が、お互いにインターフェースを持ち、お互いに議論をし、コラボレーションするというアプローチが必要だと思います。ハードウェアの製品をソフトウェアと統合していくということになれば、やはりソフトウェアのエンジニアはハードウェアの部分に関して理解が必要になり、反対に、ハードウェアのエンジニアたちがソフトウェアの部分を理解することも必要になります。

私たちの時代、それは組織にとって大きな変革を意味します。様々な領域が相互に作用をしなければなりません。従来型の企業は、それぞれのプロセスが独立をし、いわゆる縦割りであったという状態が多かったのですが、それでは対応できません。

松本 単に技術的な問題だけでなく、組織的な変革も必要になってくるというのが、システムズエンジニアリングの考え方につながっていくということですね。

ハイドリッヒ その通りです。調査でも、組織的な変更管理が一番難しいということが明らかになりました。所長

がおっしゃった通り、競争力を持つために一そのためには効率的なプロセスが必要になりますが適切な組織構造が必要になります。単に技術的な方法論で済む話ではないのです。例えばポッシュ社は積極的にシステムズエンジニアリングを活用していますが、同社では、組織変革も積極的に行っています。ただ、多くの企業がその変革を始めるには、ある程度の時間がかかるでしょう。

課題となるのは、適切な人材を見つけていくということです。それがなかなか難しいです。ドイツにおいては、ソフトウェア・エンジニア、またはソフトウェア・エンジニアリングの能力を持つ人の労働市場がかなり逼迫し、適材を確保するのは難しくなっています。

松本 それは非常に重要なポイントですね。まだ日本では、システムズエンジニアリングというと、やはり技術的な側面の議論が多くて、日本の企業に「システムズエンジニアリングを導入していますか」と聞いても、その答えの中には「はい、導入しています。私たちはSysMLで書いていますから」というものがあるのです。

ベッカー やはりシステムレベルで重要になってくるのは、システムズエンジニアリングをきちんと、その会社のビジネス上の目標とつなげて考えていくということです。また、新たな製品の機能であるというような明確な牽引要因となるものがが必要です。それによって、部門を超え領域を超えたコラボレーションが必要だ、となっていけば、そこからシステムをどう構造立てていけば良いのか、何が必要なのか、ということを決めていくことができるようになると思います。

そのためには、まず、システムズエンジニアリングを行っていく、部門をまたがるチームを編成していくことになるかと思えます。そして、時間が経つにつれて、必要とされるシステムズエンジニアリングの能力に基づいた組織編成に変えていく、というリオーガニゼーションを行っていくことだと思えます。

松本 そもそもシステムズエンジニアリングという言い方が、あまり良くないのかもしれないね。エンジニアリングというと、日本ではどうしても「工学」になってしまいます。システムズ・シンキング、システムズ・オリエンテッド・シンキングと捉えたほうが良いのかもしれない。

ベッカー 既に、システムズ・シンキングという考え方はあります。エンジニアたちはきちんとシステム全体のことを考えましょう、と。また、製品のスケールを考えましょう、という意味で、このシステム思考という言葉は使われています。そして、システムズエンジニアリングの中の一部に、このシステム思考というのがある、と考えられています。また、それと共にエンジニアリングには、システム・アーキテクチャ、システム・アーキテクト、またその役柄というものが必要になると言えると思います。

ハイドリッヒ 補足すれば、かなり早い段階から考え始め

ていく必要があります。先程、ビジネスモデルの話も出しましたが、やはりビジネスモデルからかかわってくるということです。どういうチャンスがあるのか、ということを見出して、そのチャンスに対して必要な能力は何であるのか、と考えていく。そして、システムは、どういうアーキテクチャを持つことが必要なのか、と考えていく。そこがシステム思考ということだと思えます。システム思考、システムシンキングにはベースの部分が必要であり、どういうオポチュニティーに対してやっていくのか、どういう方向性に向かっているのかということが、基礎、根本になければならないと思えます。

ベッカー 今、彼が言ったことは、本当にその通りだと思いますけれど、企業としては社内の組織のことも、きちんと考えていかなければなりません。その中では、ビジネスをやるマーケティングとエンジニアリングのチームが、お互いに話し合い、密な関係を持って協力作業をしていくことが必要です。ビジネス上のチャンスをきちんと手中にし、それを活用しながら、そこではベースとなる技術的なオポチュニティーが下支えしていなければならない、ということです。しかし、その両方を一人で考えるような役割は、現在の典型的な組織の中にはない状態ですから、いわゆるインターディシプリナリー、部門の垣根を超えた協力作業が必要になる、ということです。それをすることでチャンスを活かすことが可能になります。

ハイドリッヒ やはり企業が考えなければならないのは、これまでの確立されてしまっている、いわゆるサイロ型、縦割り型の組織の垣根を取り払って、お互いにきちんと議論ができるようなものにしていく、ということでしょう。

イノベーションを行うためには、どこかのグループが単独で実現できるかと言えば、そうではありません。イノベーションを実現していくためには、技術的な専門知識も必要ですが、ビジネスの専門的な知識、つまり、どの方向に向かっているのか、ということを見定めるための知識も必要になります。

松本 正に最近言われているように、IoT時代になってきたことによって、今までのクローズドなイノベーションでは、もう競争力がなくなってくる。オープンなイノベーションにしていけないといけな、ということですね。

ハイドリッヒ その通りです。

ベッカー そして、オープンなイノベーションというのも、大きな企業の中の、社内でやれるようなイノベーションだけではなく、組織の垣根を超えるようなものになってきている、と言えると思います。

実際に、私たちが提唱するスマートエコシステムという考え方を検討し始める企業の数も増えています。ここでは企業がプラットフォームを提供し、外部の他社が、それに対して追加的にハードウェアのデバイスを提供したり、ソフトウェアのアプリケーションを提供したりするような仕組みになります。

松本 お話を伺っていると、システムズエンジニアリングというものには、かなり広い意味があるという気がします。今までシステムズエンジニアリングというと、どちらかと言うと、How to makeが中心かと思っていたのですが、What to makeのところも領域の中に入ってくる、というイメージを持ちました。

ハイドリッヒ その通りです。

システムズエンジニアリングにおける 人の問題をどう捉えるのか

松本 システムズエンジニアリングが、それだけ幅広くなってくると、単にハードウェアとソフトウェアが対象になるだけではなく、人間、ヒューマン・ファクタのところも大きな要素になってくると思いますが、いかがでしょうか。

ハイドリッヒ 人がシステムズエンジニアリングの考え方の中心にくると思います。と言うのも、システムが提供するサービスを使うのは、最終的には人であり、そのシステムによってサポートされるのは人だからです。

松本 しかし、人間というのはモデル化しづらいというか、ほとんどできないのではないのでしょうか。人間の要素をどうモデル化するかというのは、すごく難しいと思います。

ハイドリッヒ そこが大きな課題です。プライバシーにもかかわってきます。システムが大量のデータを収集する中で、人についてのデータも多く収集する。ドイツではとくに注目されているトピックとなっており、集められたデータが誰に属するのか、誰が所有するデータになるのか、また、そのデータに対して何ができるのか、どこまでできるのか、ということが議論になっています。人のモデル化をするときには、その人が何をやっているのか、どういう状況にあって、何をやっているのか、ということ进行分析することが必要になります。それは、やはりプライバシーと大きくかかわるわけです。

松本 プライバシーの問題について、具体的にこう考えていこうという方向性はあるのでしょうか。

ハイドリッヒ 考え方としてあるのは、一人の人が、自分に関するデータに対して、より良いコントロールができるようにしていこう、というものです。提供されたデータに対して、何ができて何が許可されないのか、というのがきちんとコントロールできる環境にしていこうということです。そのために、二つのソリューション・アプローチが考えられています。一つ目が技術的なソリューションで、そのデータに対して何ができるのか、何が許可されないのか、というポリシーを作り、そのポリシーのモデル化をしていく、ということです。そのために、IESEではフレームワークを作るというプロジェクトになっています。

二つ目のアプローチは、技術的なものではありませんが、より人々の意識を上げていこうというものです。ど

んなデータを提供しているのか、そして、そのデータに対して何ができるのかということ、より慎重に考えるような意識向上です。

ベッカー 業界をまたがってトレンドとして出てきているのは、これまでのように、データをプッシュ型でクラウドに送り込んで、中央一元化して処理をするのではなく、ローカルなマシン上に持たせ、処理をしていくというものです。つまり、組込みシステムのほうにその機能を渡していく、という考え方です。それをするによって、機密性があり価値のあるデータは、全員が共有するのではなく、ローカルなマシンに持たせていくという考え方です。

ハイドリッヒ それ、ビッグデータの原則にも合うと思います。機能をデータのほうに動かしていくことで、データを機能のほうに動かすのではない、という考え方です。

ベッカー それ、新たな市場機会を開いていくことにもつながっていくでしょう。例えば、スマートな組込みシステムを構築できる企業というのが、そのスマートな組込みシステムの中で、ユーザのニーズを理解し、また、振る舞いや挙動を学習することができる、ということになれば、そのシステムはより市場で成功するチャンスが高いということになります。インテリジェンスはクラウドに任せて、組込みシステムのほうには何も持っていない、というものと比べると、大きなチャンスになると思います。

松本 なるほど。例えば、これから色々なウェアラブル・デバイスができたときに、人間の身体的な情報、脈拍や血圧なども取れるようになりますが、いずれは自分にとって、これはクラウドに上げてヘルスケアで管理して貰ったほうが良いというデータと、これは個人情報だから自分のデバイスに残しておこう、というものと、ユーザがそれを管理できるような仕組みが必要になるかもしれないですね。

要件だけでなく、システムの挙動、 振る舞いもモデル化し共有していく

松本 システムズエンジニアリングについて、先程のようにダイナミックに自分を適合していくようなシステムという発想になってくると、開発そのものも、今までのようなウォーターフォール型の開発ではなくて、アジャイル的な開発が主流になってくるように思うのですが、それについてはどう考えていますか。

ハイドリッヒ イノベーションにかけられる時間が短くなり、いわゆるイノベーション・サイクルが短縮化されてきてしまうと、どんどん変わっていく顧客の需要やニーズに対応していくために、企業には俊敏性が求められると思います。そのために、ドイツの多くの企業は反復性の高いプロセスに移行しようとしています。どんどん変わっていく顧客デマンドに対応していくためです。そのため、アジャイル開発の手法はドイツではかなり多く使

われています。とくに情報システムと言われる部分に関しては多用されています。

少し前に私どもは、企業がどういふアジャイルの手法を活用しているのか、という調査をしました。その結果として出てきたのが、スクラムとかエクストリームプログラミングを、教科書通りに使うのではなく自分たちのニーズに合わせて、適応させて使っているということでした。

例えばスクラムでは、セキュリティとか機能安全とか、それからシステム・プロパティに関してのところまで記述されていません。アジャイル開発をしようと言っても、それをそのまま使うのではなく、その側面を取り入れて、プロセスの中でより成熟化させて活用していく、ということだと思います。まず目標を見据え、目標に対して適切なプロセスは何であるのか、そういう考え方をしていくことが必要です。

松本 日本では、なかなかアジャイルの開発が広まりません。私はその大きな理由に、日本の産業構造があると思っています。ITの場合ですが、ユーザ企業とベンダ企業がある時に、開発はほとんどベンダ側が行うのです。アジャイル的に、先程のリクワイアメント・エンジニアリングで考えるときには、やっぱりユーザ側とベンダ側が一体になってやらないといけないのですが、それがなかなかできません。ドイツの場合その点はどうでしょうか。ユーザ企業の中に開発部隊を持っているケースが多いのでしょうか。

ハイドリッヒ それは、その企業により異なるという状態です。外部で開発されたソフトウェアを、供給を受けて使う企業も多く、ソフトウェア開発専門の企業もたくさんあります。ただドイツでは、IP^{※2}やUSP^{※3}が何なのか、ということによって変わってきます。IP、USP、その企業が持つ資材などがソフトウェアである、という場合には、社内的な開発能力を持つ場合が多いと思いますが、そうではない場合にはアウトソースするという場合が多いと思います。

松本 アウトソースする場合もシステムズエンジニアリングでそれをやろうとすると、契約などいろいろな問題が出てくるとは思いますが、そこをうまく解決する方法は、あるのでしょうか。

ハイドリッヒ 大変難しい問題だと思いますが、どういう開発プロセスを取るのか、ということによっても変わってくるでしょう。アジャイル手法であった場合には、ソフトウェアを供給する側と、そのソフトウェアの開発の注文を出した側との間に、信頼関係が必要になります。というのも、最初から大きな要件を規定した文書を持つのではなく、かなりの反復が行われていきます。その反復の作業の量によって支払いをしていく、ということになるからです。これまでと違う協力体制が必要だ、ということになります。

ベッカー 以前であれば、企業は要件、情報を共有するだけだったのですが、今出てきているのは、とくにモデルベースのシステムズエンジニアリングというやり方を

していく際には、OEMのメーカーが、システムモデルのパーツも共有していく。それをサプライヤー側に渡していく。そして、両方がコラボレーションをやっていく、ということです。文書ベースで要件の受け渡しをする、ということではなくて、それに追加してモデルもサプライヤーのほうに提供していきます。それによってより開発がやりやすくなりますし、両方が何が開発されるのかということに対して、共通の理解を持つ助けにもなります。

しかも、構造型のモデルを渡すだけではないんです。構造に関するモデルという、システムのエレメントやシステムのインターフェースだけがモデルに入っていると思われるのですが、そうではなく、システムの挙動、振る舞い、これもモデル化し、それを渡していく、という形になります。それをつかって、いわゆるバーチャル・エンジニアリングを行うことが可能になります。最初は、セントラル・システムに関するシミュレーション、そして、いわゆるヘテロジニアスなシミュレーションを実行できるようにしていく、ということですね。OEM側のパーツのシミュレーションと、サプライヤー側のパーツのシミュレーション、これを混在させたヘテロジニアスなシミュレーションを実行していく、ということです。

松本 それは非常に興味深いお話ですね。今後の重要な方法論になってくるような気がします。

ベッカー とくに自動車産業においては、既にかなり多用されています。

まずどういう付加価値を求めるのか、 という方向性を定める

松本 今回、様々な調査をドイツで進められたわけですが、その結果から日本のインダストリーに対しての提案あるいは、助言をいただけますか。

ハイドリッヒ 重要なのは、IoTやデジタル化の中で、まず何がオポチュニティー、チャンスであるのか、ということを考えるということです。その機会を見据えた上で、それに即した戦略作りをし、それに基づいて必要な組織構造の変革を行っていく。

そして、戦略がきちんと確立できた上に、ではその戦略のために、どういう能力が必要なのか、ということを考えることが必要です。システムズエンジニアリングの能力、そしてまた、とくにソフトウェア・エンジニアリングの能力として何が必要なのか。

更に、エンジニアリングのプロセスを考えていくこと

脚注

※1 イェンス・ハイドリッヒ博士、マーティン・ベッカー博士のSEC特別セミナー講演模様、講演資料はこちらから
<http://sec.ipa.go.jp/seminar/20161024.html>

※2 IP: Intellectual property 知的財産権

※3 USP: Unique Selling Proposition 独自の売り

が必要になります。どういう意味かと言うと、いわゆるインターディシプリナリー、色々な領域の人が、共同開発作業をしていくことが必要だ、ということです。様々なステークホルダの人たちを、開発のプロセスの中にどう統合していくのか。それによって、より効率良く、効果的にクオリティの高い製品を提供していくと考える必要があります。

調査から、私たちは、とくに確立しなければならない領域が3つあると考えました。

一つ目がモデルベースの開発、二つ目が要求工学、そして三つ目がシステムの検証及び妥当性確認、V&Vの領域です。これが出発点になっていくと思います。そして、先程お話に出た更に模索していくべき領域としては、パーチャル・エンジニアリングにメリットがあると思います。更にツールチェーンの統合です。

ベッカー どこから始めていくのか、という場合には、ビジネスの視点から何が付加価値として必要なのか、ということを理解することが重要だと思います。そして、その与えるべき付加価値に対して、会社としてどういう追加的な能力が必要なのか、その能力をどう追加していくことが可能なのか、ということを見極めていく。単にツールを買って使えば良いというものではないと思います。

ハイドリッヒ 最初の部分が一番大変なところだと思います。何をしたいのか、ということが分からなければ、それはどのように実現できるのかということは全く分かりません。

ベッカー その助けになると思うのが、ドイツの組込みシステム、サイバーフィジカル・システム、そしてインダストリー4.0に関するロードマップの文書です。その中には、多くの新たなアプリケーション・シナリオが含まれています。それが、何が付加価値として、また、新しいアプリケーション・シナリオとして、自分の会社に考えていけば良いのかを模索する際に、インスピレーションを与えてくれる良い情報源になると思います。そこからシステムズエンジニアリングに必要な能力が何なのか、ということを導き出していくことができるでしょう。

松本 システムズエンジニアリングが分かる人間を、どうやって育てていくか、ということでは、何か助言がありますか。

ハイドリッヒ 二つの道を区別して考えていくことが必要だと思います。

まず一つ目は、早い段階のもので、大学レベルでの人の教育です。システムズエンジニアリングを学習していく動機を与えていく。それに対して相応するようなコースやカリキュラムを提供していく、ということです。

二つ目がいわゆるOJTで、仕事をやりながらの教育という部分です。社内で行うトレーニングも、外部で提供されるトレーニングもあるかと思えます。

また、システムズエンジニアリングに関して遠隔学習

のプログラムを行い、それに参加させていくということも、能力を付けていく一つのやり方だと思います。

そして、もう一つ、教育・啓発といったときに、社内で行うものに限らずに、他社との経験の共有、または交換ということも考えていくべきでしょう。システムズエンジニアリングに関してのコミュニティに参加をし、積極的なメンバーとなってコミュニティから知識を獲得していくというのも、組織にとって良い戦略になると思います。

松本 ドイツにはそういったコミュニティがかなりあるのですか？日本にはINCOSEという国際的な団体の日本版であるJCOSEがあるのですが、メンバーがそれ程多くなく、有効なコミュニケーションを図りづらいという問題があるようです。

ハイドリッヒ ドイツでもINCOSEのドイツ版であるGFSEというシステムズエンジニアリング協会のようなものがあります。それだけではなく、システム要件、システム・アーキテクチャ、システムの実装、またテスト、検証、妥当性確認というようなトピックで、様々なカンファレンスも数多く行われているので、そういうところに参加をする、というのも一つの方法だと思います。

松本 システムズエンジニアリングはこうだと教え込んでも、なかなか難しいという気がします。また、概念が非常に幅広いので、お話のようなベスト・プラクティスやセミナーなどを通じて、みんなで共有してとにかく自ら実践してみるということが重要なのでしょね。今日は非常に有意義なお話をお聞かせいただきありがとうございました。

