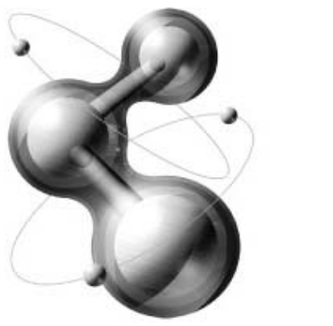
超モノづくりカンファレンス

モデルベース開発とは

モノづくり力徹底強化検討会

日刊工業新聞社と慶応義塾大学大学院システムデザイン・マネジメント研究科は9月6日、同大日吉キャンパスで超モノづくりカンファレンス「モノづくり産業にとってイノベーションをもたらすモデルベース開発とは」を開いた。モノづくり日本会議（モノづくり力徹底強化検討会）と電通国際情報サービスの共催で、経済産業省とシステム工学国際協議会日本支部（JCOSE）が後援。新たな開発・設計手法「モデルベースド・システムズ・エンジニアリング（MBSE）」についての海外からの招聘講演や、導入が進む自動車業界などからの講演、討議で、会場は熱気にあふれた。



モノづくり日本会議
―モノづくり推進会議NextStage―

招聘講演

システムズエンジニアリングとは

モデルベースド・システムズ・エンジニアリング（MBSE）の現状や活用例、将来の方向性などを紹介する。MBSEで前提となるのはシステムズエンジニアリング。目指す姿は、それぞれのピース（小片＝ある機能を備えたシステム）がきちんと協働することで全体の目的を達成すること。まずそれがどういう意味を持つのかを説明する。

システムズエンジニアリングはもともと宇宙開発で用いられた考え方で、1950－60年代にさかのぼる。すでに学問としても確立し、国際標準化機構（ISO）の規格化もなされ、現在も進化を続けている。

システムズエンジニアリングの活動とは何か―。リスク管理から始まり、ステークホルダーの多様なニーズを満たすソリューションを統合化して検証すること、さらにライフサイクルを通したプランニングのサポートなども活動に含まれる。

「システム・オブ・システムズ」という言い方もある。システムは単独で成り立っているわけではなく、他のシステムとの相互運用性が重要だ。ステークホルダーのニーズは何か、ミッションの性能は何か、プログラムやプロジェクトの目的は何かということも考える必要がある。さまざまな領域にまたがったシステムを統合する中で複雑化に向き合いながら、トータルのシステムライフサイクルを考える必要もある。現在のシステムだけではなく、将来の変化も取り込むと同時に、エンジニアリングプロセス全体を通じて規律を保つことも重要だ。こういった目的を全部達成するアプローチとして、システムズエンジニアリングが存在する。

仕様・デザイン… モデルが情報貯蔵庫に

システム工学国際協議会（INCOSE）フェロー
サンフォード・フリーデンタール 氏

MBSEとは何か

MBSEとはシステムズエンジニアリングのやり方であって、モデル化が重要なアーチファクト（人工産物）となり、開発のプロセスを通じて全体を管理する。

開発プロセス通じ全体管理

従来型のシステムズエンジニアリングはドキュメント（文章）ベースとも呼ばれている。ドキュメントの中にはシステムに関するさまざまな情報が入っているが、データ形式は「ワード」形式や「エクセル」のスプレッドシート、「パワーポイント」のスライドなどさまざま。一つの文章の中の情報と別の文書との情報を関連づけるのが難しく、トレーサビリティー（追跡管理）を含め情報の一貫性を評価するのは困難だ。

MBSEでは「システムズモデル」をつくり出すことで、こうした課題を解決できる。システムズモデルで扱う情報はドキュメントの中に入っているものと同じだが、文章ではなく、モデルの中にシステムの仕様やデザイン情報、分析・検証にかかわる情報が入る。モデルが中心的なレポジトリー（一元的な貯蔵庫）になるため、一貫性のあるトレースが可能となり、デザインの質が高まり、設計変更の影響なども評価しやすくなる。

MBSEとはシステムズエンジニアリングのやり方をモデルを活用して形式化するものと、言い換えることもできる。モデルは他のモデルとやりとりができ、結果として生産性や品質の向上、リスクの軽減につながる。なぜこれができるかと言えば、そのモデルの正確さや規律が非常に厳しいからであり、またさまざまなステークホルダーの間でのコミュニケーションの向上が図れ、複雑性の管理もやりやすくなる。

もう一つ重要な観点としてソフト開発のサイクルを示す「Vプロセス」がある。V字の左側が要求や設計作業、右側が試験やインテグレーションを示す。V字開発では右側の試験などで問題が生じたらその影響度合いを評価し、左側の工程に戻って設計を見直さなければならない。これを繰り返すと、膨大な作業となるが、モデルベースの手法を用いればV字による作業を進めながら、早い段階で試験をして問題などを早期発見できる。

その作業を繰り返しながらV字開発を進めると、最終的にインテグレーション（統合）する際にも自信を持ってできる。コンテンツやデータを構造化された形で積み上げていけばシステムが進化してもモデル化した資産を再利用できる。

MBSE活用例

私が以前に勤めていたロッキード・マーティンでの取り組みを紹介する。プレゼン資料をみると、モデルベースによって、要件を非常に大まかなレベルからコンポーネントのレベルまでどう落とし込んでいるのかが分かる。アーキテクチャーの定義や詳細なインターフェースの定義にもモデルを使っている。

カギとなるのはラッパー（包むもの）という機能を備えた「モデルセンター」だ。分析ツールはラッパーを通じていろいろな情報をやりとりでき、モデルセンターで結果を取り込んで、次の分析にフィードする。これによって複数の分析によるコラボレーションや、システムモデルと複数の分析モデルとのつなぎ合わせも可能となる。これは大変パワフルな能力といえる。

二つ目はフランスの鉄道会社のアルストンレールの事例。欧州では鉄道業界の自由化や規制緩和も進んでいる。設計の責任が民間企業に任されることも多くなり、MBSEの出番となっている。三つ目は潜水艦を開発・製造するオーストラリアン・サブマリン・コーポレーション（ASC）の事例。新しい潜水艦をつくるために実際に提案をするまえに、モデルベースでいろいろと概念設計を検討している。

将来の方向性

MBSEの将来の方向性についても触れたい。このスライドは米国NDIA（国防産業協会）が11年にまとめた報告書の抜粋だ。MBSEの方向性を示している。指針としてドメイン固有のモデル言語、モデリングの標準、モデルライブラリーの広範な再利用、安全なデータ交換などが示されている。これを踏まえ、INCOSEではMBSEのロードマップ（工程表）を作成した。現状ではロードマップ通りに進んでいるといえよう。

自社で展開するには

最後にMBSEを自社で展開するために、どうすればよいかについて話をしたい。時間も限られているので、かいつまむが、まずは根本的な問題は何かを理解すること。MBSEをやることが目的ではなく、例えば生産性や品質といった問題に向き合うことが重要。時間やリソースへのコミットメントも必要だ。

技術的にはシステムモデリングツールの活用がポイントとなる。そうしたツールがすべてのツール、すなわち機械系や電気・電子系、ソフトウエアなどどう統合できるかも留意すべきだ。またMBSEへの移行は企業風土の大きな変化を意味する。もちろん、それを推進する中心的な人物が必要。人材や手法、ツール、トレーニングが整備されていなければならない。

強調したいのはMBSEの採用では改善のプロセスの一部として取り組むのが有効。どう改善するかを計画して、プロセスのどこを変えるのかを決めてパイロット（試行）をやり、モニタリングしながらPDCAを回す。そうすれば、組織的な改善のアプローチの一環として進め、戦略的に取り組める。簡単ではないが、移行できれば非常に価値あるものになる。

生産性・品質など諸問題に向き合う
人材・手法・ツールと訓練必要

経済産業省　製造産業局　自動車課
電池・次世代技術・ITS推進室　課長補佐
石井　孝裕 氏

◆あいさつ◆

カンファレンスを後援する経済産業省として、最近の自動車産業と政策対応をご説明する。自動車産業は極めて裾野が広く、日本の屋台骨といえる重要な産業だ。全製造業の出荷額の約2割が自動車製造業で全就業人口の約1割が自動車関連。ただ国内販売台数をみると若者のクルマ離れもあり近年縮小傾向にある。

世界市場に目を転じるとやはり新興国は急速に拡大している。先進国市場ではニーズが多様化し、さらに小型車・低価格車、環境対応車へシフトしている。日本での次世代自動車普及に向けては、経済産業省も2010年に戦略をまとめている。

より効率的な研究開発体制 必要

そこではより効率的な研究開発の体制作りが必要となるだろう。今日のテーマであるモデルベース開発が、まさに活躍するのではないか。また制御工学や熱・流体のシミュレーションなどの上に成り立っている開発手法であり、要素技術や基礎工学を活用しながら実際のモノづくりに反映するのが得意である日本の自動車産業と、親和性が高いツールなのではないか。

モノづくり日本会議
―モノづくり推進会議NextStage―

「モノづくり日本会議」は、2007年9月に設立した「モノづくり推進会議」での活動を土台に、広域企業ネットワークや他機関との連携を活用し、日本のモノづくり産業の強化に役立つ実践的な勉強会・シンポジウムなどのイベントや交流会などの活動を展開しており、日刊工業新聞社が事務局を務めさせていただいている団体です。

少子高齢化、環境対応、資源・エネルギー問題など様々な課題を乗り越え、「“超”モノづくりの推進」をテーマに、事業を進めております。

先進的な技術やノウハウを有する会員企業をはじめ、多彩な連携機関のご協力をいただき、モノづくり産業のさらなる発展を目指して事業を展開し、モノづくり産業の競争力強化につながるよう、地域間、企業間連携をおこない、ビジネスマッチングなども図っていきます。

モノづくり日本会議の事業

「グローバル競争力強化関連事業」
■モノづくり力徹底強化検討会
■サプライチェーン強化検討会
■人材育成関連事業
■長寿企業イノベーション勉強会

「新産業・ビジネス創出／ビジネスモデル構想力向上検討事業」
■ネイチャー・テクノロジー研究会
■新産業創出検討会
◇新エネルギー促進検討会
◇農商工連携勉強会
■ロボット研究会

その他の事業コンテンツ
■交流会・マッチング事業
■顕彰事業 超モノづくり部品大賞
■モノづくり推進シンポジウム、特別講演会
■地区別研究会
◇中部地区研究会
◇多摩ソーシャルロボットテクノロジー研究会

各事業の詳細は、モノづくり日本会議ホームページ（www.cho-monodzukuri.jp）をご覧ください。

●お問い合わせ先●　モノづくり日本会議事務局　〒103-8548　東京都中央区日本橋小網町14-1（日刊工業新聞社内）　Tel: 03-5644-7608　Fax: 03-5644-7209