超 モノづくりカンファレンス

製造業にイノベーション

■ パネリスト

◇トヨタ自動車 ユニットセンターエンジン設計部長 岸 宏尚 氏

◇日産自動車 パワートレイン開発本部パワートレイン性能開発部部長 生浪島 俊一 氏

◇本田技術研究所 執行役員 四輪R&Dセンターエンジンシステム技術担当 大津 啓司 氏

◇iTiDコンサルティング 社長 吉本 敦 氏

◇電通国際情報サービス MBD ユニット長 荒木 克文 氏

■ コーディネーター

◇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 准教授 白坂 成功 氏

パネルディスカッション

環境技術開発でプロセス改革

白坂　私は今は大学教員だが総合電機メーカーでも人工衛星開発でMBSEを実際にやってきた。フリーデンタール氏とも長い付き合いだが、彼が携わるINCOSEの中でMBSEへの取り組みがメジャーになり自動車関係のワーキンググループもできた。今日は自動車メーカーの皆さんにも集まっていただいた。各社どういうモチベーションでMBSEを推進しているか伺いたい。

生浪島　パワートレイン性能開発部は車の走りの性能をハンドルしている部署だ。今年からシステムズエンジニアリングを推進するグループを立ち上げてMBSEに取り組んでいる。私はエンジンの設計畑出身で、エンジンの要求は非常に高度化している。トランスミッションをはじめ車両のファンクションとの連携が重要になる中で、システム間の整合を取るためにもMBSEの手法を取り入れようと決めた。

岸　定義にこだわるわけではないが、我々がモデルベース開発（MBD）的なアプローチでやっている内容は、今回の定義でいうとMBSEだと思う。モデルベースというと開発効率化や手戻りが無くなるなどよどみなくシステムを最適化する手法とのイメージが一般にはあるかもしれない。しかしそのレベルでは自動車会社の場合、ちょっとしたモデルチェンジには有効でも、新しいものを生み出すには本当は足りない。やはり機能なりを抽象化していく過程でイノベーションの糸口を見つけられるのだろうし、それを通じ新しい考え方で人を育てなければならない。

大津　技術開発競争が激しくなり、加えて環境技術が非常に重要視されている。環境技術は開発負荷が大きく、いかに開発のプロセスを変えていくかという議論に当然なる。当社はここ数年ですべてのエンジンを刷新し、CVT（無段変速機）、トランスミッション、ハイブリッドシステムも新しくした。これらをやり遂げるには今までのやり方は通用しない。そこで開発プロセスを変えるモチベーションを、MBDと合体させた。当社には従来、問題が起きたら担当者が即座に集まる「高速トライアンドエラー」という言葉があったが、量産間際に負荷が上がっていくこのやり方はもう続けられない。開発のイノベーションであるMBSEに、相当なエネルギーをかけてシフトしている。

白坂　自動車に限らず他の産業からの観点も。

吉本　私は自動車会社から電通国際情報サービスに転じ、01年に米国のコンサルティング会社との合弁で製造業の皆さんの開発力を向上するコンサルティングのために当社を設立した。当時米側を引っ張っていたジャック・レモン氏（故人）はCAEという言葉を最初に定義した人なのだが、20年前から「システムズエンジニアリングアナリシスリードデザイン（SEALD）をやらなければ」、と訴えていた。これからMBSEはどんどん体系化され普及するが、レモン氏は「やっと自分の言っていたことが実現しつつある」と喜んでくれると思う。

吉本氏

荒木氏

白坂氏

荒木　開発プロセス改革を主に自動車業界、複写機業界を中心に担当してきた。日本の製造業は進んでいて特に開発のやり方は独自に工夫されている。海外の開発支援ツールを国内のお客さまに届けるサービスもしているが、それだけでは足りない。世界をリードするメーカーとともに、ソリューション開発の方に重きを置いている。

白坂　日本はすり合わせが得意、などとよく言われる。日本のMBDには特有なものがあるか。

生浪島　日本のすり合わせ文化はシステムが比較的シンプルなうちはうまくいっていた。複雑になる際、欧米では合理的にシステム間で調整する手法を発展させた。良いものは日本も取り入れるべきだし、日本でアレンジすべきところはアレンジする。ただ、グローバルの考え方との連携は保たなければならない。

岸　日本の強みとして言われる「改善」と「すり合わせ」そのものが、システムズエンジニアリングなのではないか。これまで日本の産業界の人たちが自然に育んできたものをより精緻に一般化するようなアプローチも必要かもしれない。

大津　日本人は行間を読むことにたけているが、MBSEはそれだけではだめ。確実に何が必要か、頭の中にあることを形式化しなければならない。一方で日本人はより良いものをつくろうという意識が高い。より良い制御を作り込むことは普通にできるはずだ。

白坂　MBSEは欧米の防衛産業が引っ張っているが、自動車産業のMBSEに関していうなら日本は欧米にまだまだ追いつけるはずだ。

吉本　自動車会社は今日の各社のようにどんどん前に進んでいくはず。われわれはほかの業界についても、世界の市場を見て、皆さんの要求を聞き、それに沿って知見を広めていく。

荒木　欧米のシステムズエンジニアリングのやり方をしっかりキャッチアップしつつ、日本独自のソリューションを届けたい。慶応大学をはじめ産学官連携する仕組みも必要で、そこでのつなぎの役割も果たしたい。

（敬称略）

岸氏

生浪島氏

大津氏

日本独自のソリューション届けたい

講演

システムを考える ～モデルベースで見えてくる革新～

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教授

西村 秀和 氏

私はフリーデンタールさんから、システム全体を設計するためのモデリング言語「SysML（システムエル）」を学んだ。システム開発で大事なのは、そもそも何のために何をしなければならないのかを明確にすること。対象となるシステムは他のシステムとつながっており、SysMLを用いれば、その関係性を把握しながらモデルベースで開発できる。

複数の分野にまたがってシステムを開発するから、共通の図的な言語が必要。モデルを一度つくれば再利用が可能で、次の開発では効率アップが期待できる。

モデリング言語「SysML」活用

モデルは抽象度を上げ下げできる。抽象的でなくすれば詳細になり、逆に抽象的にすれば革新に導くこともできる。

SysMLという言語の特徴は「構造」「振る舞い」「要求」「パラメトリック制約」という四つでシステムをモデル表現するところ。要求のトレーサビリティー（追跡管理）が確保され、要求が変更された場合の対応を容易に判断できる。図的に表現するから分かりやすい。活用例として自動車の衝突安全に資する乗員保護システム開発と、コンシューマーエレクトロニクスの分散協調設計を挙げたい。

乗員保護システムでは振る舞いということが空間や時間と関係性を持つため、SysMLは最適化の問題を定義するのに適している。分散協調設計では、国際的に分業された仕事を効率的に進めるフレームワークの検討に向く。こうしたことを進めていけば、日本の開発力、モノづくり力が強化されると期待している。

CAE使い燃費改善検討

マツダ　執行役員　パワートレイン開発本部長

人見 光夫 氏

当社の新世代自動車技術の総称である「SKYACTIV（スカイアクティブ）」の開発、特にエンジンの開発に至った経緯をお話しして、CAE技術の強化や適用事例などを紹介したい。当社は1990年代半ば、バブル経済の崩壊で厳しい状況に立たされた。わずかな人数で先行開発を行わざるを得なかった。

自動車メーカーでは、燃費規制など将来に向け対応すべきことが多々あったが、我々はどこよりも少ない人員で対応するしかなかった。そこでボーリングでいう1番ピンを探して、残りのピンも全部倒せる方法はないかと考えた。そこで「選択と集中」を実行したわけだが、開発する技術の種類を絞るとか商品の種類を減らすとかではなく、仕事の対象となる課題を並べ、共通する主要課題を選択してそこに集中する「主要共通課題の選択と集中」を実施すべきだと考えた。技術については進むべき方向を定めて焦点を絞って開発する、商品開発についてはモノを作ってはテストするという試行錯誤のやり方を排してCAEを駆使して机上で開発し、モノを作って確認するというやり方に変えて大幅な効率化を図った。これらを1番ピンととらえたわけだ。

技術開発面では、他社は多くの技術開発をやっているのはわかっていたが、技術の呼び方が違うだけで、実は同じようなことをやっているのでは、と考えた。例えばエンジンの燃費改善は排気損失、冷却損失、機械抵抗損失、ポンプ損失といった4大損失を低減することに他ならず、それらの損失を制御できる因子は七つしかないという形で整理した。七つの因子とハードウエアの間をCAEでつなげば机上で燃費改善検討ができる。

従来の作っては試し、悪いところを直すというやり方では複雑化するパワートレイン開発を効率化するなど永久にできない。部門を挙げてCAE強化に取り組むことで技術開発から商品開発までCAEで検討可能な領域を徐々に広げることができ、スカイアクティブの商品化ができたと考えている。

スカイアクティブ開発を本格化する時は、かかわる人全員を先行開発部に集結し、コミュニケーション改善による課題解決の迅速化を図った。また全く新しいエンジンやトランスミッションに対する信頼性確保、世界一へのチャレンジ、コスト低減などは別物と考えず、どの機能をどういうノイズに対して強化すればいいのかという考え方で整理することで、主要な課題は共通するということもわかってきた。それらに対しては実機では絶対不可能なタグチメソッドによる検証などをCAEによって実行し、かつてないほどの高機能化が実現できた。また我々はコモンアーキテクチャーと呼んでいるが、排気量違いのエンジンなどはハードウエアの共通化ではなく特性の共通化を図ることで適合開発の大幅な効率化を実現している。これもCAEで燃焼特性の検討ができるようになったために実現できたことだ。

設計者、実験者たちはスカイアクティブの開発を始めた頃はCAEなど全然信用していなかったが、今ではCAEなしの開発なんてあり得ないと思っている。