

論文 「SOL!BOX」の開発およびその展開*

Development and Deployment of SOL!BOX

楳村 康司 近藤 俊之
Kouji UMEMURA Toshiyuki KONDO

“SOL!BOX” means a system to automate the standardized simulation on design scene. This system is capable of controlling external application, for instance, CAD and CAE modeler, with its communication function. Msc. Patran executes the process building at this foundational system – SOL!BOX - as CAE modeler. In order to build the process at the foundation, programming technique is unnecessary; while, we define the consecutive simulation workflow with putting together visually the basic function “Final Block”, so that we can develop high-reusable “Simulator”. In this paper we would like to introduce the followings; SOL!BOX as our foundational system and Simulator developed with putting Final Block together.

Key words : Simulation, Computer Aided Engineering, Java

1. 緒言

近年の自動車業界では、新車開発の期間短縮がますます加速され、そこに部品を提供するメーカーとしても、これまでどおりの開発手法を継承していたのでは、企業としての生き残りが難しくなってきた。おそらく自動車産業以外の業界でも事情は大同小異であると思われる。

従来、製造業における“モノづくり”のプロセスは、設計・試作・実験の繰り返しが基本であったが、製品開発プロセスに、実験に代わる手法としてCAEを最大限に組み込み、コンピュータの中で製品性能を作り込む「仮想設計」へと変革することで、製品の開発期間短縮の実現を目指す試みも活発である。デンソーアイテックは、デンソーグループの技術系情報システムの専門集団として、この「仮想設計」を情報技術という側面から支えることをミッションに、CAEシステムを開発・提供してきたので、以下に紹介する。

2. 「製品開発」におけるCAEの役割と現実

いうまでもなく、CAEを一貫して行う「仮想設計」へと変革していくためには、設計部門におけるCAEの有効利用がカギとなるが、モノづくりの専門家である設計者自らが、日常業務の常套手段としてCAEを利用していくためには次の二つの障壁が挙げられる。

(1) CAE専門知識の障壁

要素サイズや種類・境界条件や拘束条件・対称条件・自由度といった、本来の機械工学とはおよそ無関係ともいえる様々なCAE専門知識の習得が必要となる。

(2) 各種ツールの操作習熟に対する障壁

最近では、In-Houseで自社システムを開発するよりも、市販のソフトウェアを評価・導入する傾向が強いため、それに呼応する形でCAE市場に出現してきた、設計者向けと銘打った各種市販ツールの操作性向上はめざましいが、設計現場のエンジニアにとっては、それですらまだまだ充分とは言えない。また、設計者は必要な時しかCAEを利用しないことも多く、一度身につけた操作方法を忘れてしまいがちで、スキルが定着しにくいといった面も見落としてはいけない。

この2大障壁を克服し、CAEを設計現場に定着させるための試みとしては、社内のCAE専門部隊（このような位置づけの組織あるいはその組織の構成員を、本稿ではエキスパートと呼ぶことにする）による社内教育や講習会、あるいは操作手順書やシミュレーションのマニュアル化といった方法が中心的で、設計者・エキスパートの両方に人的な負担を強くかけざるを得なかったため、エキスパートが躍起になっても、設計現場からはそれほど好意的な反応が得られないというような結果を招きかねなかった。

3. 設計部門におけるCAE

そこで考え直さなくてはならないのは、「そもそも設計者の本業はなにか？」ということである。Fig.1には、製品開発におけるCAEの活用のあり方を設計のアイデア創出からその妥当性評価までのサイクルととらえて、フローチャートライクに表してある。CAEが守備範囲とするのは、そのうち灰色でハッチングした部分であるが、ここは計算結果を手に入れるための工程であり、本来設計者に期待している、創造的な知的活動とは異なると考えるべきである。設計者の腕の見

* 2002年2月26日 原稿受理

せどころは、設計上の問題を解決するためにどのようなアイデアを産み出すかと、CAEがはじき出した計算結果から、何を読みとり（ここには工学的センスが必要となるが、そこでCAEの知識が間接的に役立つことは大いにある）、それを次のアイデア創出にどうつなげるか、に収斂されなくてはならない。



Fig.1 Practical use of CAE in product development

4. CAEの遷移プロセス

ある製品のある特定の解析が、製品開発工程に業務として定着するまでには、おおむね以下のようなステップを経ると考えられる。

Phase 非定形解析

従来、計算で求めることが不可能か、あるいは極めて非現実的であったものが、新しい計算手法の開発やコンピュータの性能向上に伴って実用的なレベルにまで熟成する段階。ただし、一般の設計者にとっては縁遠いものであり、ごく一部のCAEエキスパートにしか使いこなせない、パイオニア的固有技術領域。

Phase 類似解析の繰り返し

形状や条件を少し変えて計算したり、パラメータスタディをすることで、製品開発業務への活用を目指す段階。おそらくこの段階では、計算結果を手に入れるまでの作業は、設計部門からの依頼に従ってCAEエキスパートが担当するのが大半であろう。

Phase 非定形解析から定形解析へ

Phase が更に進み、操作の定形性が高まるにつれて、解析手順書/ノウハウ集/事例集という媒体と、教育を手段とした技術トランスファー（エキスパート

設計者）が始まるのがこの段階。ここに前述したとおりの障壁が立ちただけで、現実の世界では「Phase 止まり」ということも少なくない。

この問題を解決する可能性の一つとして、「システム化（自動化）」という方向性を取り入れた業務モデルも考えられる。

Phase システム化（自動化）

Phase ~ へと進む課程で、CAEエキスパートが、一連の定型的解析手順を自動化して設計者に提供する。

Phase で産み出される、個々に自動化されたシミュレーションをシミュレータと呼ぶことにする。シミュレータには、CAEエキスパートが確立した解析ノウハウが埋め込まれているが、それらは自動化の中に隠蔽されており設計者には見えない。設計者は、シミュレータを提供されることで、専門的なCAEの知識・用語や、種々のツールの操作から解放され、また、統一された操作方法で、定型的解析を繰り返し実行することができる。

5. SOL!BOX（ソル・ボックス）

このシミュレータ提供という業務モデルを支援するための基盤システムとして開発したのが「SOL!BOX」である。以下、SOL!BOXのシステム概要を説明する。SOL!BOXは、以下の三つの基本ツールから構成されている（Fig.2）。

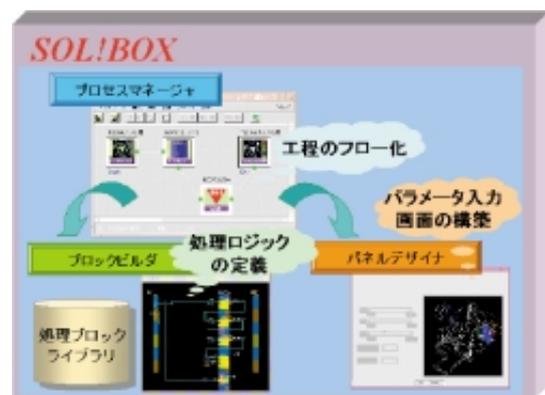


Fig.2 SOL!BOX system architecture

(1) プロセスマネージャ (Fig.3)

自動化したい解析全体を適度な粒度を持った複数の工程（例：形状作成 メッシュ分割 境界・拘束条件付加 計算実行 結果表示）に分解し、各工程をアイコンとして表現するためのツール。シミュレータ実行

時には、そのアイコン単位で、実行状況をモニタ（完了・異常終了等）したり制御（中断・再実行等）したりできる進捗管理ツールにもなる。

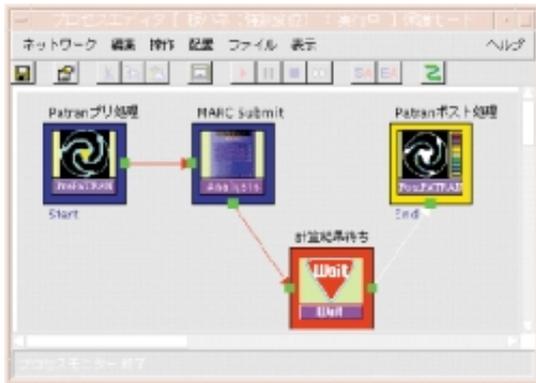


Fig.3 Fragment whole analysis into plural processes

(2) パネルデザイナー (Fig.4)

設計者に対して様々なパラメータ設定を促す場合に必要となる、専用入力パネルを作成するツール。例えばメッシュサイズなど、解析の信頼性という観点で上・下限値を設けたい場合はスライダーを使用したり、材料名を選択のように、離散的に複数の選択肢が可能な場合はプルダウンメニューを採用することで、CAEエキスパートは独自の解析ノウハウをパネルに具現化することができる。各部品属性値（例：スライダーならば上・下限値や分割数、プルダウンメニューの場合は各選択肢）は専用の設定ツールで容易に変更でき、パネル上の配置も、プレゼンテーションツールで絵コンテを描くような感覚で、マウスによるドラッグ&ドロップでできる。



Fig.4 Product dedicated panel for input parameter

(3) ブロックビルダ (Fig.5)

プロセスマネージャ上に分解されアイコン化された工程ごとに、そこでの詳細な処理ロジックを定義するツール。プリミティブに整備された基本ブロック（ファイナルブロック）をライブラリから選択して画面に張り付け、それらを結線することで、ビジュアルに処理ロジックを定義することができる。

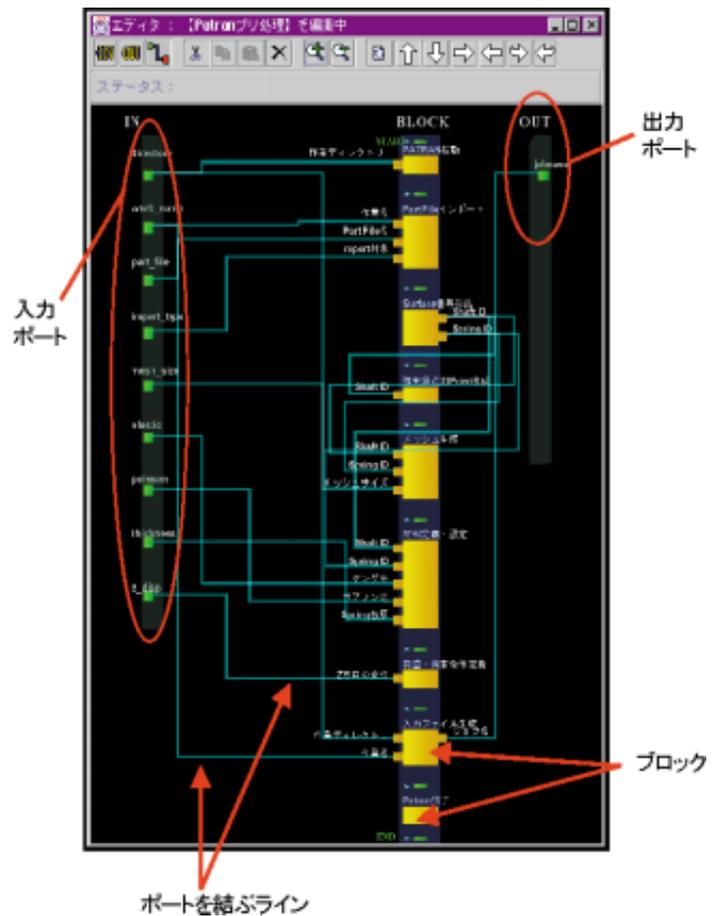


Fig.5 Definition image of processing logic

この三つのツールを組み合わせることで、CAEエキスパートは、解析の全行程を適切な粒度に分解し、各工程毎に専用のユーザ入力パネルと処理内容を具体化する (Fig.6).

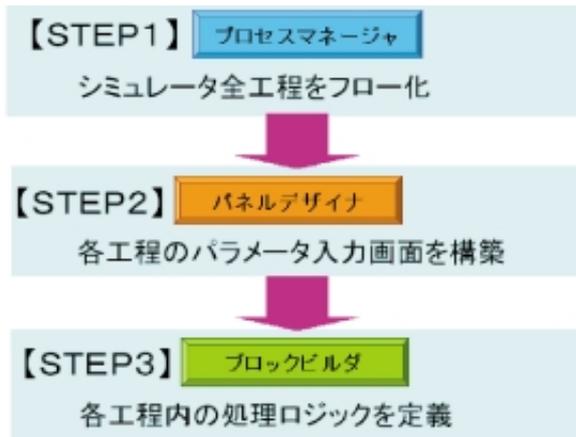


Fig.6 Procedure for establishing simulator

これらの作業は、すべてGUI操作による基本部品の配置やレイアウトが中心で、特別なコーディングは一切必要ない。CAEエキスパートがシミュレーションを自動化するという前提に立脚した場合、これが必須である。

従来のシステム化という言葉からすぐに連想されるのは、シェルスクリプトによる自動化や、Tcl・TK等によるパネル作成、あるいはVisual Basicやマクロを利用したMicrosoft Excelの活用であろう。確かにこういったツールや言語の発達によって、一昔前に比べればシステム化の生産性が飛躍的に向上しているのは事実であり、その方面に造詣の深い一部のCAEエキスパートは、むしろ積極的に自動化を実現し、かなりの効果を上げていることも想像に難くない。

しかし、システム構築の過程自体は、旧態依然としたコーディングが中心であるから、むしろ最近の、変化の激しい情報技術事情を考えると、よほどのシステム開発のプロフェッショナルでない限り、それらをタイムリーに吸収し使いこなすことは難しくなってきたのも現実である。このような状況が続けば、例えばある定型的な解析を従来手法でシステム化したとしても、早晩、ベースとなる情報技術が短寿命で陳腐化してしまうために、肝心の解析ノウハウはまだまだ有効であるにもかかわらず使えなくなるという本末転倒の状態に陥りかねない。

SOLIBOXが狙いとするとところは、コーディングレスを実現することで、CAEエキスパートが、情報技術のしがらみに煩わされることなく、純粹にCAE手順の自動化のみを考えてシミュレータを構築する世界の実現である。そうすることによって、情報技術に長じた一部のCAEエキスパートだけでなく、すべてのエキスパートが、自分の構築した解析ノウハウを、事例集や手順書によらずに、シミュレータという形で設計部門に提供することができるようになる上、その後の変更や改良要望に対しても柔軟に対応できるからである。

6. システム評価

本システム導入後の検証において、導入以前に比して、各種解析用のシミュレータ構築により、シミュレーション作業工数が平均的に50～80%低減し、CAE業務における効率化が実現されることが実証されている (Fig.7).

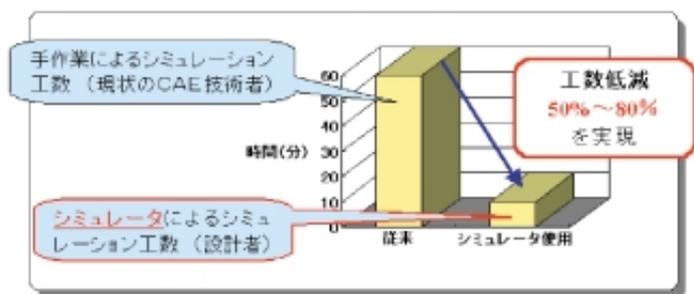


Fig.7 System estimation (roughly)

7. CAE統合環境

最後に、SOLIBOXを中心としたCAE統合環境について簡単に紹介する。これまでの説明で明らかのように、SOLIBOX自体は、プリプロセッサとしてメッシュ分割したり、ソルバとして剛性マトリクスを組み立ててそれを対角化したりという仕事をするわけではない。あくまでもそのような実作業は、SOLIBOXのコントロール下で各種ツールが担当しており、SOLIBOXはそれぞれのツールを連携させている現場監督にすぎない。その様子を表したのがFig.8である。デンソーではCAEの標準プリとして、MSC社のMsc. Patranを採用しているため、ツールとしての中心的役割を担うのは、Msc. Patranである。デンソーアイテックとMSC社は、SOLIBOX開発に不可欠な要素として、CORBAやCOMを介してMsc. Patranを外からコントロールする技術 (EPA: External Programatic

Access)を共同開発した。これによりMsc.Patranは、C++やJavaといった一般的なプログラム言語を用いて開発した外部プログラムと連動して動作することが可能となり、デンソーアイテックが目指すCAE統合環境への組み込みが実現した。

また、図には明示的に表れてはいないが、システム全体は市販のRDBを中心にクライアント・サーバで設計されている。各部署のCAEエキスパートが構築したシミュレータの配布や実行権限を集中管理するためである。また、シミュレータによっては、数十時間にもわたる計算時間を必要とするものもあるが、これらの実行監視もすべてサーバ側で行っているため、計算中にクライアントマシンの電源を落とし、翌日、別のマシンでシミュレータの続きのみ実行するという事も可能である。

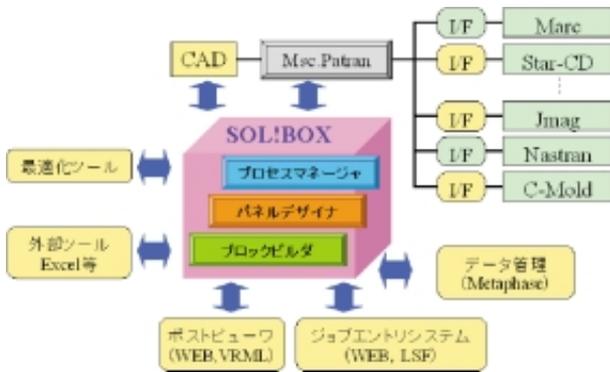


Fig.8 CAE integrated environment

8. 結言

自動車部品メーカーの特徴であるのかもしれないが、製品開発に必要なCAEは非常に多岐にわたって

るため、様々な市販ツールの組み合わせを避けることができない。従って、日常の製品開発業務の中で常套手段としてCAEが定着するためには、ただ単に各ツールをカスタマイズするのではなく、SOL!BOXをコアとした統合環境を提供することで各ツールの癖や操作性を隠蔽し、どの工学分野の解析も統一した操作感で自動化することも、必須要件となる。今後、様々な市販ツール(プリ・ポストプロセッサ・最適化エンジン・グラフィックツール・ポストビューワ・データ管理ツール等)を、Msc. Patranと同様の発想でコントロールにし、CAE統合環境に取り込んで行かなくてはならないと考えている。

謝辞

本システムの開発に当たり、多くの貴重な助言と多大な協力を頂いた株式会社デンソー技術企画部の赤池氏、株式会社デンソーアイセムの古木氏、MSC. Software Corporation殿、日本エムエスシー株式会社殿、イー・ウェイブ・ソリューションズ株式会社殿に心より謝意を表します。

<参考文献>

- 1) 古木建吾：汎用強度シミュレーションシステムの構築，JSAE SYMPOSIUM, No.9909(1999)
- 2) 榎村：製品開発におけるCAE普及拡大のための提案，第10回DMS専門セミナーテキスト(1999)
- 3) 近藤他：全自動シミュレーションシステム「CAE/WB」の紹介，MSC. SF2000講演論文集(2000)
- 4) 榎村，近藤：全自動シミュレーションシステム「CAE/WB」の紹介，第6回計算工学講演会論文(2001)

<著者>



榎村 康司
(うめむら こうじ)

(株)デンソーアイテックDECCSアプリケーション(CAE)の開発および、CAEシステムの技術開発・サポートの企画・管理に従事



近藤 俊之
(こんどう としゆき)

(株)デンソーアイテックソリューション企画・販売(CAE分野)に従事