



CAE 特集

## 「CAE」の意義と課題

Significance and Issues of CAE

堀内 滋 Shigeru Horiuchi

● MC 事業本部 技術開発室

CAE stands for Computer Aided Engineering. Today, CAE is utilized in the development process for products. To further expand its practical use, it is important to have a clear understanding of the significance, value, and issues surrounding CAE. First, this paper describes the significance of CAE in the product development process. It emphasizes the effectiveness of concepts such as Front-loading and the Virtual-product Method. Next, some issues concerned with the realization of the concepts are shown. Regarding these issues, there are three items, namely, the research and development of simulation models, taking root in the development process, and the ability of engineers who use the system. The three items are explained in detail, respectively.

### 1 はじめに

「ドットコム、どこが混むのと、聞く上司」。この川柳を引き合いに出すまでもなく、まさに世はコンピュータ・デジタル技術で満ち溢れている。その技術と関連の深い本報の表題を見ておもむろに読み始めた読者の中には、よもや「CAE」を「カエ」と読む類いの人はいないと思うが、念の為、まずはこの「シーエーイー」を簡単に定義しておこう。

「CAE」とは Computer Aided Engineering の略である。「コンピュータを使った工学解析」とでも訳そうか、いわゆる大規模な技術計算のことを言う。物作りの過程で、対象となる複雑な物理現象をコンピュータで高速に演算・処理し、事前に予測・検討できることが大きな特長だ。

その「CAE」に関する種々の話題の中から、本報では、「CAE の意義」と「実現化への課題」に絞って取り上げたい。共に、CAE の底流にある基本的な事柄と思うからである。

### 2 CAE の意義

古風だが概念を凝縮している点が便利なゆえんであろう。言葉の世界では、昔から四文字熟語が広く使われている。「熟慮断行」という言葉もその一つのような。ご存知の如く、「いろいろの事をよく考えて十分に検討した上で、思い切って行動しよう」、という意味である。この言葉を取り上げたのは外でもない、実は CAE の意義・存在価値は、この「熟慮断行」という考え方を実践することと同等と思うからである。

製品の開発プロセスに目を転じてみよう。昨今、その効率化・期間短縮化は焦眉の急となっている。言うまでもなく、製品競争力の強化が主な狙いだ。そして、それを達成する為の基本的な方法論も、既に幾つか唱えられている。総じて言えば、その骨子はこうだ。「開発の上流（設計）で、製造も含めて懸念されるあらゆる事を事前に検討しておけ、その後、実物作りに展開しろ」。巷に氾濫するこの

関連のカタカナ英語：「コンカレントエンジニアリング」、「サイマルテイニアスエンジニアリング」、「フロントローディング」、「バーチャル化」、などなど。これらも、「同時の」、「並行の」、「前倒し」、「仮想試作」と、表現の違いはあれ、実はどれも開発の最上流に意識が注がれている。そして、その精神は先の一文に集約される。短い四文字に換言すれば、「熟慮断行」型開発を目指せ、というわけである。

この「熟慮断行」型開発の一手段として、CAEの活用が広がり始めてきた。それには理由がある。一つには、開発者にとって仕様決めでの判断の際、他の手段より確実な保証が得られるからだ。確かな感触が得られるレベルに成ってきたからだ。少し状況を示そう。設計者は商品開発の段階で、各種の課題に遭遇する。強度、振動、挙動、流れ、熱、などの問題だ。これに対処するため、過去、設計開発者は自分なりの手がかかり・拠り所を求めて格闘してきた。簡略計算、横比較データ、経験則、勘、わら（をも掴む）、いわしの頭、神頼み……。程度の差はあれ、自分なりの拠り所に頼ってきたのが実情だ。それがCAEの出現から変わり始める。より確かな拠り所・ツールとしてCAEに置き換わり、組織的な活用に変貌してきた。CAEの活用に弾みがついてきた理由は他にもある。コンピュータの高速化、とりわけ、安価で高性能なパソコンの普及は、その代表格だろう。又、入力データ作成の効率化も挙げねばなるまい。特に、CADとの連携により、解析に必要な入力データを素早く作成できるように成ってきた点は、大きな要因である。

コンピュータの発展によって台頭してきたCAEは、何より、工学理論に立脚した科学的な手法が魅力的である。複雑な物理現象をコンピュータ内で模擬し再現できれば、実物を作る前の分析・検討用として、強力なツールとなり得る。確かに、その存在価値は大きいと思う。

以上のような観点からCAEの意義・存在価値を示してみた。「熟慮断行」や「前倒し」や「仮想試作」は、重要なキーワードである。小手先の改善程度でなく、ダイナミックな開発プロセス改革に繋げていくには、まずはこういった概念への意識変革と意義・価値の共有化が必要であろう。さもなければ、具体的な効果となる「試作や試験の回数削減」の達成は、とても覚つかない。

### 3 実現化への課題

そうは言うものの、「理念」や「意義」だけ唱えていても、事は成就しない。「熟慮断行」型開発への実現に向けて、ともかく推し進めなければなるまい。その為に、まずは、推進していく上での課題や方策を把握しておく事が必要に違いない。従って、ここではCAE活用という観点から、留意すべき課題などを浮き彫りにしておきたい。

幸か不幸か、筆者はこのCAE関連の業務に長く携わってきた。解析モデルの開発やその実用展開を通して、悲喜こもごもの体験も味わった。その体験から推し量って、実現化には次の項目が鍵であると観ている。大小難易の課題を取り上げれば切りがないが、敢えて3項目に主眼を置いた（図1）。

- (1) 解析手法・モデルの開発
- (2) 開発プロセスへの定着化
- (3) 人材の拡大

三者はどれも等しく重要である。以下、それぞれについて説明を加える。

### (1) 解析手法・モデルの開発

当然ながら、まずは道具を取り揃えることが重要だ。解析モデル、計算モデル、シミュレーションモデル、言い方は色々あろう。道具とはいわゆるCAE ツールのことである。羅列気味を覚悟の上で、ここでは、種々のCAE ツールを開発する際の留意点を幾つか示しておきたい。

CAE ツールは多くあれば便利だが、投資の資源にも限度がある。対効果比と難易度を考えて、その対象を選択すべきである。基本的な選択基準は、次の事であろう。開発期間の長いもの、試作・実験の多いもの、そして試作費用の掛かるもの。具体的なテーマ事例は、幾つか、このCAE 特集の記事に含まれている。参考にされたい。

次に解析モデルを開発する上での留意点。製品開発者用に必要な物理量とその精度が解析モデルに要求される。精度を保証するには、当然ながら、実験値と突き合わせ、検証しなければならない。但し、必要以上に精度を追ってはいけない。自己満足か、もしくは徒労のみが残るだけだ。その前に製品開発者がその情報を如何に活用するか、どの程度まで精度を要求しているのかを確認することだ。それにより、妥当な目標精度レベルを設定できるであろう。

解析モデルの検証には実験値が必須となる。現象把握が必要となる。よほどの事情が無い限り、ポイントとなる実験データを採ることが重要だ。突き合わせをしていない解析モデルは、あまり信頼されない。解析モデルが高度・複雑に成れば成る程、それに応じて必要な実験データの入手も困難になる。更に高い実験計測技術が要求されるからだ。解析技術と計測技術は車の両輪である。解析モデルの質を上げる為には、計測技術の質も上げなければならない。切に、実験計測技術の重要性を強調しておきたい。

次に、モデル化技法の要領も挙げねばなるまい。但し、専門的な領域なので主要な項目を示す程度に留めたい。系の境界に留意しよう。対象の系の「ふるまい」は境界の条件で一意的に決まる。

系の内部については、エネルギー保存場としてのイナーシャとキャパシタ、そしてエネルギー散逸場のレジスタ、この3種の度合いに気を配る。その為に、集中定数系理論や梁理論のような、自由度の凝縮された工学理論の活用をお勧めする。以上が、構造系、運動機構系、流れ系、音響系など各分野で共通する事項であろうか。

市販ソフトの利用についても言及したい。最近、種々の分野で汎用的な市販工学ソフトが多く出回っている。一昔のことを思うと大変便利になった。但し、該当するソフトを導入すれば事は簡単に済むと、

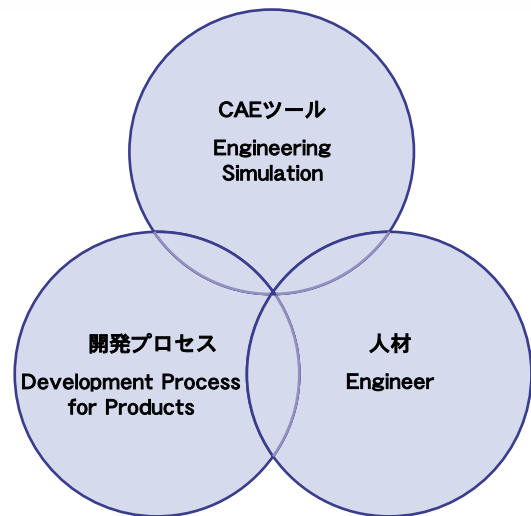


図1 実現化への3課題

ゆめゆめ考えないことだ。活用できるようにするには、それなりの技術と時間が必要である。

CAE ツールとしての使用を考えると、実は、解析モデルそのもの以外に操作性も重要である。その為、GUI ( Graphical User Interface)、ツールキット、テンプレートといったもので、入出力データ処理に対する簡便化を図っている。市販されているソフトはそれなりに良く出来ているが、出来るだけ他のソフトと共通の形式・書式のものを使った方が良い。操作上、連想し易いからだ。但し、個別のテーマに対しては独自のものが必要となるが、後のメンテナンスを考えて、あまり凝ったものを作るべきでない。維持・管理が困難になるだろう。

## (2) 開発プロセスへの定着化

「着想は一瞬、実用化は一生」。解析モデルの研究開発と実用化に携わってきた筆者の感想である。解析モデルの研究開発もさることながら、商品開発部署への普及・実用化には、更なるエネルギーと根気を要す。未永く活用していくには、継続的な支援も改良も必要となる。CAE 技術者への期待は大きいだろう。但し、ツールとして完成させ、商品開発部署への実用化まで漕ぎつかなければ、仕事は完結したことにはならない。解析モデルの開発だけに精を出すのではなく、その後の実用展開にも力を注ぐべきである。一方、商品開発技術者にとっても、仕事の対象・内容が幅広く成ってきている。今後益々、開発を行う上での効率的な方策や手段・ツールにも目を向け、労力を割く事が必要となろう。

商品開発技術者にとって、CAE ツールを使う上での最も留意すべき点は何か。解析モデルの技術的な効果と限界を見定めておくことである。正しく使う為に、その適用範囲を把握しておくことが重要だ。

話を開発プロセス全体に移したい。全体を眺めた場合、各部品の剛性・強度問題や振動問題といった、個別のテーマに対する CAE の有効性を議論しているだけでは十分でない。個別テーマの効率化から、開発プロセス全体の合理化へ発展させなければならない。個別の各 CAE 技術を全体プロセス内にどう配置し位置付けるか。前述した「熟慮断行」型開発を念頭に置きつつ、効果の大きいテーマ選定、それに必要な CAE 技術、開発プロセス内での適用時期、担当部署、各種データの流れ、そして実験・試験を絡めた運用体制など、全体的なシステムと体制作りが重要である。個別的ではなく、全体最適化を目指せというわけだ。

実は、ここにこそ商品開発技術者の知恵が必要である。そのプロセス思想が基盤となる。その構築には、ツール開発側の担い手である CAE 技術者、或いは CAD や情報検索系システム技術者と、商品開発技術者との協同作業が必須となるだろう。

## (3) 人材の拡大

最後に人の問題に触れたい。ツールを作る側も使う側も、お互いにレベルアップを図ろう、という事である。効率化を目指せば、人はおのずと道具を使う。効率化を高めれば、道具も更に高度になる。道具が高級になれば、使う人間もレベルアップを図らねばならないのは必然である。人だけが足踏み状態というわけにはいかない。超高速走行が可能な二輪車も、それを乗りこなせる技量の持った乗り



手が居なければ、宝の持ち腐れである。CAE を腐らしてはいけない。作る側も使う側も互いに腕を磨かなければなるまい。

レベルアップへの手段はいろいろあろう。組織的に行うには、計画的なローテーションや出前 OJT 教育が有効と考える。実践での体験・経験は動機付け教育に適している。レベルアップへの近道だと思う。

ざっと主要な3項目に触れた。再度、強調しておきたい。三者はどれも等しく重要である。技術寄りの項目である「解析手法・モデルの開発」のみに、意識と労力が注がれ易い。しかし、「開発プロセスへの定着化」や「人材の拡大」を注目することが大切だ。個別ツールだけでなく、運用システム全体の「働き」を重要視しようということである。

## 4 おわりに

以上、「CAE の意義」と「実現化への課題」を述べた。何かの折、参考にでもなれば幸いである。次の一節は、筆者が10年程前に自動車技術誌へ論文投稿した際の、添付コラムである。

「解析・シミュレーションへの期待・役割が多様化してきたと感じる。開発期間短縮が図れる：生真面目派、カンコツ経験より確か：正統派、説得の道具：現実派、科学している感じ：オシャレ派、技術蓄積を標榜：夢想派、入社案内・カタログに利用：古典派、何も期待していない：個性派、考えたこともない：多数派、-----。あなたは何派？」

この多少皮肉混じりのコラムを眺めて見て、今日、多数派が少数派になった気がするが、この当時の状況とどの程度変わったであろうか。安易に精神論を振りかざす気はないが、詰まるところ、「意欲」や「熱意」や「根気」が実現化への原動力であろう。ともあれ、継続して「熱意」・「意欲」を高めていく意識変革と環境作りが、我々関係者に課せられた課題のようである。

### ●著者



堀内 滋