

---

---

# 開発者のためのCAE環境構築の取組み

日本電池 株式会社

---

## ■ 執筆者Profile ■



出水 清 治

1988年 日本電池株式会社 入社  
2000年 IT推進室所属  
エンジニアリング系システム開発担当  
現在 IT推進室所属

## ■ 論文要旨 ■

グローバルな総合バッテリーメーカーを目指す当社にとって、製品の設計、開発から製造に至るすべてのプロセスにわたってエンジニアリング情報をデジタル化し、これを活用するシステムを構築することは必須である。そのための活動の一つとして、

’97年から開発者自らがCAEを活用できる環境の構築に取り組んできた。

その活動はパイロット的に取り組んだ’97/10～’00/03の第1次期と全社展開に取り組んだ’00/04～現在までの第2次期に大きく分けられる。

右も左もわからない状況から試行錯誤を繰り返し進めてきた取組みは、ソフトやインフラの整備はもとより、「紹介セミナー」、「体験セミナー」、「3DCAD・CAE基礎操作教育」、「理論教育と実務教育」、「CAE発表会」によってようやく開発者に受け入れられ、活用され始めてきた。このような当社の取組み経緯を事例としてご紹介するとともに、今後の「教育方法の改善」、「解析範囲の拡大」や「解析結果の共有化」に関する構想についてご紹介する。

## ■ 論文目次 ■

<b>1. はじめに</b> .....	《 3》
<b>2. 開発者のための CAE 環境構築の取組み</b> .....	《 3》
2. 1 第1次取組み	
2. 1. 1 方針	
2. 1. 2 解析ソフト選定	
2. 1. 3 取組み	
2. 1. 4 結果と問題点	
2. 2 第2次取組み	
2. 2. 1 方針の見直し	
2. 2. 2 解析ソフトの再選定	
2. 2. 3 取組み	
2. 2. 4 結果	
<b>3. 今後の展開</b> .....	《 9》
3. 1 3DCAD・CAE 教育方法の改善	
3. 2 解析範囲の拡大と理論教育の内容見直し	
3. 3 解析結果の共有化	
<b>4. おわりに</b> .....	《 10》

## ■ 図表一覧 ■

<b>表1</b> 理論教育概要 .....	《 4》
<b>表2</b> 社内活用水準 .....	《 6》
<b>表3</b> 講習会後のアンケート集計結果 .....	《 8》

## 1. はじめに

グローバルな総合バッテリーメーカーを目指す当社にとって、製品の設計、開発から製造に至るすべてのプロセスに渡ってエンジニアリング情報をデジタル化し、活用するシステムを構築することは必須である。特に、昨今の製品開発においては、競争力のある高品質な製品の早期市場投入が重要であり、そのためには、従来の試作を繰り返す開発体制からフロントローディング型体制(構想段階で関連全部門で問題点を抽出し、検討を進め、必要最小限の試作にとどめる開発体制)へ変革し、かつ3次元 CAD により作成した製品モデルをもとに各セクションが CAE を活用し、解析結果をモデルにフィードバックするコンカレントな仕組みの構築が重要である。

当社では、そのための活動の一つとして、'97年から開発者自らが CAE を活用できる環境の構築に取り組んできた。以下にこれまでの具体的な取組みについて述べる。

## 2. 開発者のための CAE 環境構築の取組み

CAE環境構築の活動はパイロット的に取組んだ'97/10～'00/03の第1次期と全社展開に取り組んだ'00/04～現在までの第2次期に大きく分けられる。以下にその具体的な取組みについて述べる。

### 2.1 第1次取組み

#### 2.1.1 方針

開発者自らが CAE を活用できる環境の構築にあたり、基本的な技術を習得することを目的とし、取組ませる解析範囲の絞込みを検討した。絞込みの結果、社内の設計の大部分が線形範囲内で行われていたこと、及び線形解析であれば比較的短時間で結果が出せ、開発の片手間に取組めるだろうとの判断から、解析適用範囲を線形構造解析(強度、固有値、伝熱)に限定した。

#### 2.1.2 解析ソフトの選定

当時、解析ソフトとしてはハイエンドと呼ばれる高機能を有するものしかなく、その中で Pro-MECHANICA と I-DEAS が広く世間で認知されていた。比較の結果、CAD と一体型でかつ機能や操作性が優れた後者を選択し、解析室へ2台導入した。

#### 2.1.3 取組み

取組みに当たって、社内でごく一部の管理職が CAE という言葉を知る程度で、全く素養が無かったことから、IT推進室では「開発者への基礎及び実務教育」とは別に「全社的な啓蒙教育」も不可欠と考え、以下に示すような形で取組んだ

##### (1) 基礎教育

毎年全社から希望者12名を募り、3ヶ月かけて外部講師による教育を実施した。教育は理論教育と操作教育からなり、前者は1回を6時間とし、表1に示す内容で合計3回専用テキストを用いて集合形式で実施した。

一方、後者は2名ずつ解析室に来て頂いて、1時間かけて例題を解いて頂くこととし、合計5回実施した。この際、時間内に終了できなかった場合は自習により次回までに完結させることとした。

**表1 理論教育概要**

<p>第1回 CAE入門編</p> <p>「目的」CAEの概要を習得する。簡単な解析ができるようになる。</p> <p>内容・CAEの概要（1.5H）</p> <p>CAEの位置づけ，世間状況，解析の流れ，ポイントなど</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・CAE解析入門のための材料力学（1.0H）</li> <li>・モデルの作り方（自由度，拘束条件，対称条件）（1.0H）</li> <li>・CAEに用いる単位の話（0.5H）</li> <li>・I-DEASのデータ構造と解析の流れ（0.5H）</li> <li>・解析事例の紹介（0.5H）</li> <li>・練習問題の説明及び検討（0.5H）</li> <li>・テスト（0.5H）</li> </ul>
<p>第2回 CAE実用編</p> <p>「目的」静的解析，熱解析ができる。CAE解析のポイントをマスターする。</p> <p>内容・応力の話。主応力と降伏応力（1.0H）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・有限要素法の概要（マトリックスと解法）（1.0H）</li> <li>・熱設計の基礎，熱伝達率の計算法（1.0H）</li> <li>・効果的な利用法（1.5H）</li> <li>事前検討，モデル化，解析の進め方，結果の評価など</li> <li>・解析事例の紹介（0.5H）</li> <li>・練習問題の説明及び検討（0.5H）</li> <li>・テスト（0.5H）</li> </ul>
<p>第3回 振動編</p> <p>「目的」振動の基礎知識と固有値解析を習得する。</p> <p>内容・振動の基礎 実験モーダル解析の概要（2.0H）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・固有値解析，調和応答解析，衝撃解析（1.0H）</li> <li>・解析事例の紹介（0.5H）</li> <li>・練習問題の説明及び検討（0.5H）</li> <li>・実務テーマの検討（1.5H）</li> <li>・テスト（0.5H）</li> </ul>

## (2) 実務教育

基礎教育終了後，各人個別に所属長を含めて，実務課題の設定を行い，3ヶ月間課題解決に取り組んだ。取り組むに当たって，毎週火曜日に外部講師にお越し頂き，直接指導頂ける体制に，また火曜日以外は電話・FAXによる問い合わせが受けられる体制にした。

### (3) CAE 発表会

実務課題を設定するに当たり、所属長からも「解析で何ができるかわからない」といった声を多く頂いた。そこで、CAE発表会と称して年3回、土曜日に社長以下希望者にお集まり頂き、午前の部では外部の先進企業の方にお越し頂いて、自社の解析における取組み概要や成果についてご発表頂き、午後の部では実務教育者に途中経過や成果報告を行って頂いて、全社的なCAEの啓蒙に努めた。

## 2. 1. 4 結果と問題点

3年間取組んだ結果は以下のとおり。

### (1) 基礎教育

突発事態のある中、毎年、理論教育では約85%の出席率が得られ、理解度テストの結果からも習熟度の高さが伺えた。一方、操作教育では操作時間によって習熟度に差が出てしまい、予定どおりの進捗者は4割に留まった。この原因はコマンドやメッセージ内容が英語表記であり、理解し難いことと、操作の煩雑さが主たる原因と考えられる。

### (2) 実務教育

取組みの結果としてCAEを業務に落とし込む状況とはならなかった。この原因は部門が解きたい課題がもともと設定した解析範囲を超え、非線型構造解析まで含めないと解けない内容であったり、開発者が日常業務で多忙を極め、久しぶりにソフトを使う事態になることも多く、ソフト操作を思い出せないこともしばしば発生し、かつソフトを使い解析室へ行かなければならないわずらわしさも伴って進捗が悪くなったことが主たる原因と考えられる。

### (3) CAE 発表会

発表会を通じて、CAEの認知度は格段に向上した。特に上層部へのアピールとしての効果は大きかった。一方、土曜日開催と言うことで、参加者が管理職に偏り、実務担当者への啓蒙に問題を残した。

## 2. 2 第2次取組み

### 2. 2. 1 方針の見直し

第1次取組みの結果、会社方針としてCAEを積極的に業務に活用していくこととなり、第2次取組みを始めるにあたり推進方法の見直しを行った。具体的には開発者に取組ませる解析の範囲は従来と同じ線形構造解析(強度、固有値、伝熱)のままとしたが、今後、各所属で推進者として解析結果を製品へ反映させ、一連の手順を標準化するエキスパート1名を各所属長に選出願い、選出されたエキスパートが**表2**に示す5段階の活用レベルのC段階まで終了することを目標にした。

**表 2 社内活用水準**

A. 導入	ソフトが導入され、一つの簡単な事例に対して結果を出せたいわゆる使えるという段階
B. 実用可能	結果に何らかの設計的判断を行い、一つの問題の実測状態が推定できる段階
C. 方法の確立	B. と同じやり方がほかの例にも適用できることを確認できた段階
D. 標準化	開発担当者自身でもCのやり方を実践できるようにやり方を標準化する段階
E. 定着	この標準化したやり方が業務に確実に組み込まれている段階

## **2. 2. 2 解析ソフトの再選定**

第1次取組みの結果、これまでの I-DEAS を見直し、コマンドやメッセージ内容が日本語表記であり、操作が容易でメッシュを自動分割できるミッドレンジの解析ソフト KSWAD と COSMOS に絞って評価した。結果、大きく以下の2点の理由で後者を選択した。

- ① 操作方法において KSWAD はウイザード形式で順次行っていくのに比べ、COSMOS は手順をエキスプローラ形式のツリ構造で表示し、かつ各種条件設定を順番を問わず容易に行え、非常に柔軟性が高かった。
- ② メッシュ作成はともに自動であったが、KSWAD では各パーツの境界でノードが整合していない場合が発生し、メッシュの良し悪しを、画面を拡大して確認しなければならなかった(現状では改善されメッセージが出される)のに対し、COSMOS ではそのようなことが無かった。

その上で、COSMOS には3DCAD を Solidworks に特化した COSMOS/WORKS と色々な3DCAD に対応した COSMOS/DesignSTAR の2種類があったが、第1次取組みの間お客様の関係で社内に若干導入した3DCAD が多種に渡っていたため後者を選択した。またライセンス形態をネットワーク形式にして多忙な業務の合間に部門で手軽に使えるように、かつライセンスを社内でも有効に使えるように配慮した。

## **2. 2. 3 取組み**

全社展開に当たり、第1次取組みの「開発者への基礎及び実務教育」及び「全社的な啓蒙教育」のほかに、実務担当者を中心に広くCAEを認知頂くことが必要と考え、来て！見て！触って！頂く、「紹介セミナー及び体験セミナー」も不可欠と考え、以下に示すような形で取組んだ。

(1) 紹介セミナー

第1次取組みの結果、CAE の社内での認知度は上がったものの、CAE という言葉すら知らない方が実務担当者に多くいた。そこで部門長から部門全員に対して参加要請して頂いた上で、全社 10 部門を7つに分け、部門の商品を使った1時間半のデモを実施し、今回使用するソフトで何ができるのか、またソフト操作が従来に比べ如何に簡単かを見て頂き、興味を持って頂くことを目的に実施した。

(2) 体験セミナー

紹介セミナーの後、管理職、担当問わず CAE を体験されたい方を募集し、講師の説明に合わせて簡単なモデルを作成の後、このモデルを使って強度、固有値、伝熱、熱応力の解析を実施頂く1回3時間のセミナーを実施し、今回使用するソフトでより具体的に何が出来、またソフト操作が如何に簡単かを実感頂くことを目的に実施した。

(3) 3DCAD・CAE 基礎操作教育

体験セミナー実施後、所属長から CAE エキスパートを含む担当者を 30 名選出頂き、外部講師によるソリッドモデル作成中心の1日半の3DCAD 操作及び各種条件設定の方法を詳しく説明する半日の CAE 基礎操作教育を実施した。なお、この際、3DCAD は第1次取組みの間に若干社内に導入した中から2DCAD 操作で慣れていて、一番台数が多かったMICROCADAM HELIX とし、3DCAD 操作の敷居をできるだけ低くした。

(4) 理論教育と実務教育

上述の 30 名に対して理論教育と実務教育を実施した。理論教育は社内の設計者が化学系出身者が多く、材料力学や有限要素法の知識が乏しかったことから、外部講師にお越し頂き1回を2時間として半年の間に述べ10回のご指導頂いた。

一方、実務課題は第1次取組みの反省から線形構造解析で解ける内容に厳選し、所属長、担当者と協議の上設定し、半年間かけて取組んだ。取組みにあたっては、モデル作成時や解析実施時など節目節目で打ち合わせを実施し、進捗の確認を行いながら進めた。

また、モデル作成に使う3DCAD については、部門で既に所有のソフトを有効活用頂くこととし、所有のソフトがない場合は、新規に購入頂くこととしたが、費用対効果も考慮し、10万円程度のAltDesigner というローエンドのCADを推奨した。また操作上の疑問点は、メールや電話にてIT推進室に問い合わせ頂くこととし、返答は迅速に担当のところへ寄せて頂き、疑問点の原因や理屈を丁寧に説明しながら対応することを基本スタンスにした。

(5) CAE 発表会

第1次取組みの結果、社内での CAE の認知度は向上したことから、発表会の内容を各部門の実務教育者による途中経過や成果報告のみとし、1回、2時間半の発表会を担当者も参加しやすいように年2回、平日の午後に専務以下希望者にお集まり頂き実施し、社内の更なる啓蒙に努めた。

## 2. 2. 4 結果

以下参考に2000年度の状況を示す。

### (1) 紹介セミナー

セミナー実施の結果、部門により参加数にばらつきが出たものの10部門から開発者の約80%の参加を得、CAEに対する社内の需要の大きさが伺えた。

### (2) 体験セミナー

トップ自らのご参加も頂き、当初予定の人数を大きく超え、紹介セミナー参加者の約2/3ものご参加を頂いた。参加者からは解析するためのPCのスペックや3DCAD操作及び基礎知識についての教育依頼など積極的なご質問を頂いた。また、本セミナーへの参加者数から紹介セミナーの目的であった、興味を持って頂くということは十分に達成されたと考えられる。

### (3) 3DCAD・CAE基礎操作教育

教育の結果を表3に示す。第1次取組みでは3DCADの操作教育の進捗が40%程度になってしまったのに比べ、3Dはもとより、全く2Dも含めCADというものを始めて触り、講習の途中においても業務でたびたび呼び出された2人以外、94%もの人が理解できたとしており、非常に効果的であった。

なお、2人についても後日個別に指導を行い、理解して頂いた。

表3 講習後のアンケート集計結果

【実績】30人受講。理解度については以下のとおり

1. 大変良く理解できた	4 / 30 (13.3%)
2. 理解できた	12 / 30 (40.0%)
3. 普通	12 / 30 (40.0%)
4. あまり理解できなかった	2 / 30 (6.7%)
5. 全然理解出来なかった	0 / 30 (0.0%)

### (4) 理論教育と実務教育

理論教育では、半年間の長丁場でありながら、約77%の出席率が得られ、理解度テストの結果からも習熟度の高さが伺えた。

一方、実務課題では複数人で1テーマというものも含め設定した24テーマの内、4テーマが表3に示す指標のC段階まで、12テーマがB段階まで、3テーマがA段階まで、いきづまったテーマも4テーマあった。実務教育の取組みを通じて、設定したテーマがお客様がらみの開発テーマである場合の達成度は高く、逆に教育の意味合いが強く、予備検討的なテーマの場合は、担当者が業務の多忙さを理由に逃げ、達成度は低くなることがわかった。



#### (5) CAE 発表会

第1次取組みの反省から平日に発表会を実施したことと、各部門の事例を多く発表頂いたことから、実務担当者を中心に参加者が増加し、より具体的な内容について質疑されるようになった。また、参加者からはソフトのインストールや教育の要望が多く寄せられ、種々改善の効果は大きかった。

### **3. 今後の展開**

第1次及び第2次取組みの結果、今では開発者の約30%が、試作や試験の内容を決定するために自ら基本的な解析を行うようになってきており、DRでは解析結果と実験結果との整合性について、しばしば議論されるようになってきた。合わせて、開発者から、より高度な内容の解析についても自ら実施したいとの要望も多く寄せられるようになってきた。

そこで、IT推進室では、さらなる開発者のためのCAE環境の向上を目指し、「3DCAD・CAE教育方法の改善」、「解析範囲の拡大と理論教育の内容見直し」、「解析結果の共有化」について今後取組んでいく予定である。以下に具体的な取組み計画を上げる。

#### **3. 1 3DCAD・CAE教育方法の改善**

第2次取組みの結果、業務で呼び出され集合教育が落ち着いて受けられない人も発生したため、イントラネットを用いた時間と経費とを効率化させた教育を模索しており、教材の作成方法について現在検討中である。

#### **3. 2 解析範囲の拡大と理論教育の内容見直し**

エキスパートのレベルも向上し、解析範囲を線形構造解析から熱流体や非線形構造解析に拡張したいとの要望が多く寄せられており、現在COSMOSのオプションソフトの購入を済ませ、IT推進室にて評価中である。

一方、理論教育については、今年から内容を一部見直し、流体や弾塑性の項目を盛り込み実施中である。

#### **3. 3 解析結果の共有化**

各部門において、実験の補助としてCAEを活用する人が増えていることから、これまでに実務課題として終了した約50の事例について、順次IT推進室にて解析ソフトのレポート機能を使ってHTML形式の報告書にまとめ、データベース化し、共有化を始めた。報告書化するにあたっては、ほかの解析者が参照し、類似の解析を独力で実施できるよう、解析の目的、使用した物性値、境界条件の設定、得られた結果の実験値との整合性、解析上のポイントなどについてできるだけ詳細に記入することとした。

## 4. おわりに

本論分では開発者自らがC A Eを活用できる環境構築に関するこれまでの取組みについて述べた。

右も左もわからない状況から試行錯誤を繰り返し進めてきた取組みは、ようやく開発者に受け入れられ、活用され始めたことから、効果のあるものであったと考えている。この開発を担当することで私自身のC A Eに関する知識・技術をレベルアップすることができ、また記憶の整理も出来たが、それ以上に環境構築にあたり、開発者との対話の重要性を痛感した。今後も現状に満足することなく、開発者の目線でさらなる環境構築に取り組みたいと思う。そして、近い将来、現在の試験・試作主体の開発スタイルからC A Eを主体とした開発スタイルへと改革することで、フロントローディング型でコンカレントな開発形態の構築を成し遂げたい。

以上