

## No. 16-150 講習会

### 「身近な CAE を設計へ! 活用手法の紹介」 内容紹介

開催日 2016 年 11 月 29 日 (火)

会 場 日本機械学会会議室 (東京都新宿区信濃町 35)

#### 主旨:

3D 設計が主流となった昨今, 機械製品の設計段階において, 3D 設計データをそのまま用い, 仕様の CAE 検討を行うことが出来るようになった. 現在, 市場で入手できる CAE ツール種類も大きく拡がり, 活用目的に合わせた機能を選択することが可能となったばかりでなく, FEM や CFD のオープンソースも存在し, 簡便に, 低コストで CAE 活用が可能となって来た. このように設計現場では CAE の運用コストや設計での使い易さも含めた活用方法が話題の中心となっている.

本講習会は低コスト/容易/フリーソフト等の CAE ツールを用い, 設計・開発の各現場に合わせた CAE 活用とその評価技術例を紹介するとともに, 大学教育で行われている結果の検証と妥当性確認の考え方も含め, 今後のその動向についての一助を示す. 現在, 設計及び開発現場で, 設計仕様検討対応している方, また, 今後の開発環境を検討している技術マネージメントレベルの方に最適な講習会と考える.

#### <各講義 の概要 と講師 >

##### 1. 「CAE を設計者が自ら用いて行う設計仕様検討の動向」

(株) 本田技術研究所 内田孝尚



最初に, 機械学会設計工学・システム部門 産学連携活性化委員会の方針として, 3D 設計が主流となった昨今の IT/Digital 技術駆使の開発・ものづくりに関連する講習会の設定を通して, 課題共有を推進することの説明を行った.

もともと, 設計計算は従来「設計者」の仕事であり, 現在に於いても, 重要な仕事に変わりはないはず・・・しかし, CAE (構造解析) の導入が加速し始めた頃から, 設計者の「計算離れ」が出て来ている様に見える.

日本では, 15 年ほど前から設計者が CAE 活用できる環境の整備が始まり, 現在ではほぼ誰でも活用できる環境が整っているその経緯を述べた. 2001 年当時, 普通の EWS を用い, 3D 図面を 5 分で CAE の Mesh モデルに変換できるようになっていた.

その後, CAD⇒CAE が既に繋がったと同様, CAD/CAM/CAE/DMU 全体が共通 3D デー

タ環境として成長，推進展開が進んでいることを説明．従来の図面は人間が読み取る情報を入力していたのに対し，現在，機械(CAE/CAM/CMM/DMU等の活用マシン)が情報をダイレクトに活用出来るような図面（3D 図面ルール）形態へ移行中である．そのため，3D 図面ルールの規格作りが大きな役割を示しており，その流れから CAE と設計の役割を述べた．

**JSME 産学連携活性化委員会 方針**

従来から進めてきた産学連携強化内容に加え、2016年度は、

**IT/Digital技術「駆使」のものづくりと設計**  
 ～脱“Digital Divide”ニッポン～

の内容を取って追加し、推進を加速する。

追加内容:  
 「IT/Digital技術「駆使」のものづくりと設計」に関する世界と日本の新しい展開例を講習会という形を活用し、普及推進する。  
 特に、図面形態が3Dとなった環境での設計/開発の内容を中心に将来像を見据えたテーマ設定を行う。

3/21

**JSME 3D図面とCAEモデル**

2001年当時

CAE用ラフモデル 従来 1ヶ月

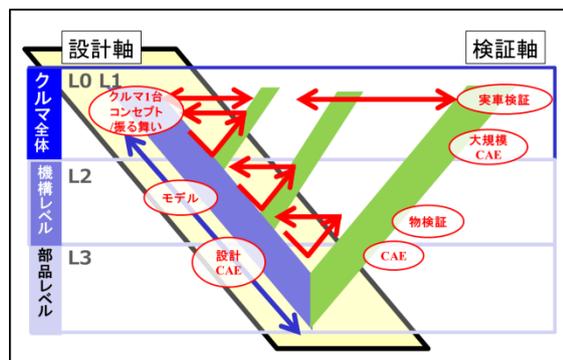
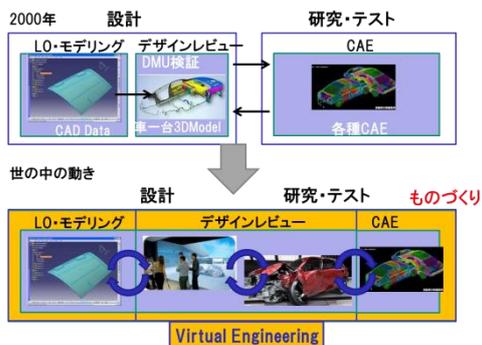
3D図面 当時 5分

CAEモデル

**3D図面=CAEモデル**

11/01

	内容	基本の考え方	状況	世の中への対応	備考
Phase 1	2D図情報を3D図面内に入力するルール	従来、人が読み取っていた情報を全て3D図へ。	SASIGガイドラインとして発行済。 SASIG 3D Annotated Model Standard (2008年10月31日公開) JIS化、ISO化展開中	ほとんどの市販CADはSASIGガイドラインに準拠	Phase 1の範囲では、標準化課題は発生してない。
Phase 2	開発・ものづくりの属性情報を図面に付加	マシンが情報を活用。	3D/Digitalものづくりの新しいルール基盤として欧米を中心に展開中	日本の参加未	



設計初期検討段階における仕様ポテンシャル把握が重要と思われ、Digital だから、“距離/時間/要素 同一の場” で多角的に検討が可能となり、設計基盤として拡大化しつつある。この CAD と CAE が連携した環境はその後、ものづくりと制御機能も含めた検討が共通環境の中で出来るようになった。この環境を **Virtual Engineering** と呼ばれ、ものづくり、設計の基本として稼働している。この充実は 3 次元設計での創造的設計検討ツールとして、CAE はより設計の必須となり、今後の設計教育の充実の中での発展を期待される。

従来、Vフローの右側の検証軸側でのテスト、及びそのテストの代わりに CAE の活用を検証や、確認を目的に行われていた。前述したが **Virtual Engineering** が充実し、普及しつつある現在、Vフローの左側の設計軸の中での CAE による検討、検証が広がる。**Virtual Engineering** が充実した世界の Digital 環境が既に整ったことを説明した。

## 2. 「やさしい CAE ツール」を使った設計 CAE のご紹介」

ムラタソフトウェア株式会社 辻剛士様

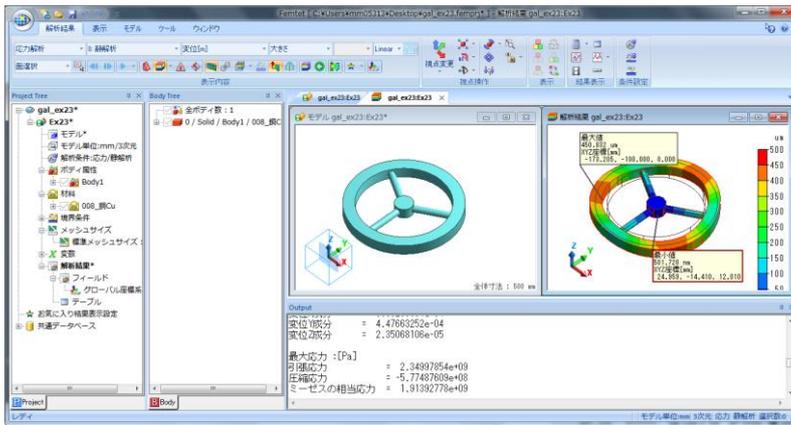


前半は講義、後半は実習という形で講義を行った。

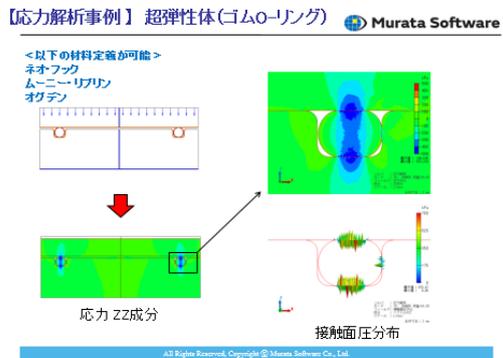
前半の講義では **Femtet®** の 3 つの特徴である以下の 3 点について具体的な事例も交え説明を行った。

1. 「直感的な操作性」 ⇒ まず使ってみようという気になってもらえるかが重要。徹底的に使いやすく・サポートなしでも使える
2. 「必要十分の解析機能」 ⇒ ワンパッケージで機械系も電気系どちらも使えるソフト毎に使い方を覚える必要がない
3. 「導入コスト」 ⇒ 1年間の利用ライセンスで導入しやすい価格帯。

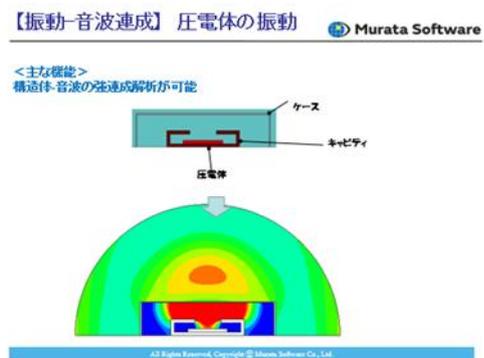
後半は実際に聴講者の各 PC にネットからムラタソフトウェアの **Femtet®** をダウンロード・インストールしていただき、聴講者がオペレーションしながら応力解析を題材に実習を進めた。聴講者は **Femtet®** の操作と解析結果の評価方法を熱心に実習されていた。前半の講義と合わせて「やさしい CAE ツール」を体感することで、前半の講義に対する理解も深まったと思われる。



Femtet®のユーザーインターフェース



Femtet®応力解析事例



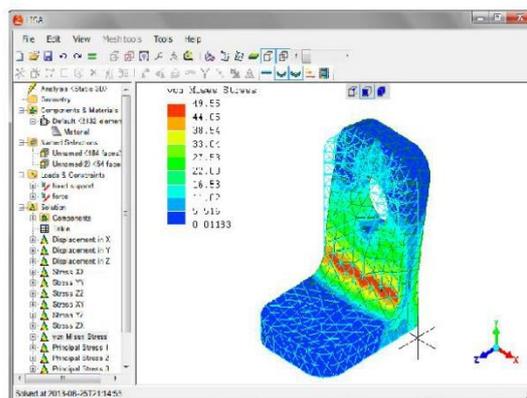
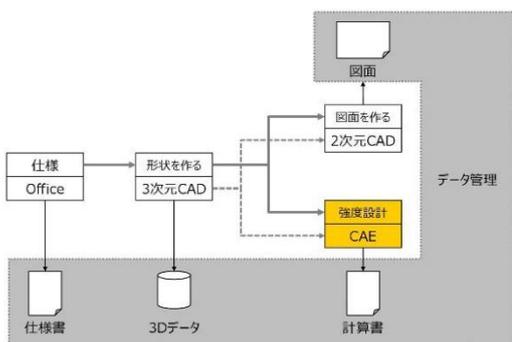
Femtet®振動-音波連成解析事例

3. 「設計者のための低コスト解析環境構築の提案」 ～設計者解析のトピックスも！～  
株式会社 図研プリサイト 栗崎彰様

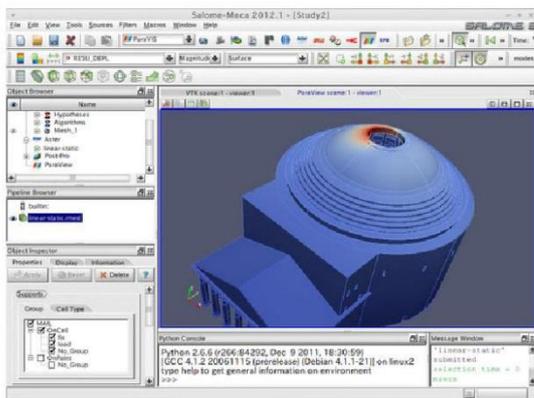


3D プリンターの台頭により 3次元で形状を作成することが一気に広がりつつある。3Dプリンターに付属する3Dモデル作成ツールは3Dプリンターの付属製品として位置づけられ、3次元CADはもはや設計者のための設計の道具の域を越えようとしている。

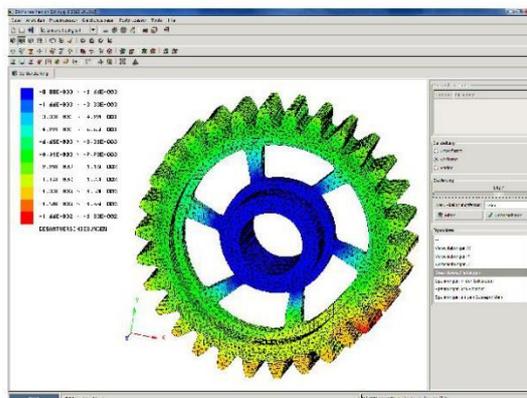
一方でオープンソース化の波はフリーというビジネス・モデルに形を変えて設計環境に関するツールにも影響を及ぼしつつある。このセッションでは、フリーもしくは低価格で導入できる設計ツールを調査し、どの程度の設計環境が構築できるか、構造解析を中心に解説した。



手軽に使えるWindowsベースのLISA



商用ソフトウェアに引けを取らない SALOME-MECH



様々なOSに対応した Z88Aurora

構造解析の分野にもフリー・ソフトウェアの波が押し寄せており、これらは、信頼性やサ

ポート面での不安もあるが、現場での解析には十分活用できるものがそろって来た。フリー・ソフトウェアは、商用のソフトウェアに比較して機能が劣ると思われがちだが、逆に有限要素モデル操作の自由度は高い。商用ソフトウェアでは容易にできないことが、フリー・ソフトウェアでは簡単にできる場合もある。このセッションでは、Windows OS 上で稼働するフリーの構造解析ソフトウェアを紹介し、実運用への有用性と限界を解説した。

構造解析ソフトウェアは CAD に内蔵され、解析はアイコン数個で実施できる。ところが現状では材料力学や有限要素法の知識がないユーザーが解析結果を鵜呑みにし、間違った構造解析を行なっていることが多い。構造解析を正しく行なうためにも、また解析結果を正しく評価するためにも必要最低限の座学力が必要であることを強調した。さらに座学をわかりやすく楽しく学べる仕組みが必要であることも解説した。

その他のトピックスとして、間違えない材料定数設定方法、ハリ要素の使い方、振動解析でわかる部品の弱点、荷重と拘束の設定方法、STL とメッシュ分割、応力特異点の特定と除去、In Process CAE の解説があった。

#### 4. 「CAE を正しく使うための実践的知識と教育手法の紹介」

東京大学大学院工学系研究科 教授 泉聡志様



CAE の普及にともない、CAE が本当に使えるツールであるかが問われている。ツールの高度化に対して、ユーザーの利用技術が追いついておらず、CAE の成果の信頼性が必ずしも高くないのが現実である。また、高度化・分業化にともない、解析専任者と設計技術者との間の溝が健在化しており、両者間のコミュニケーションが課題となっている。

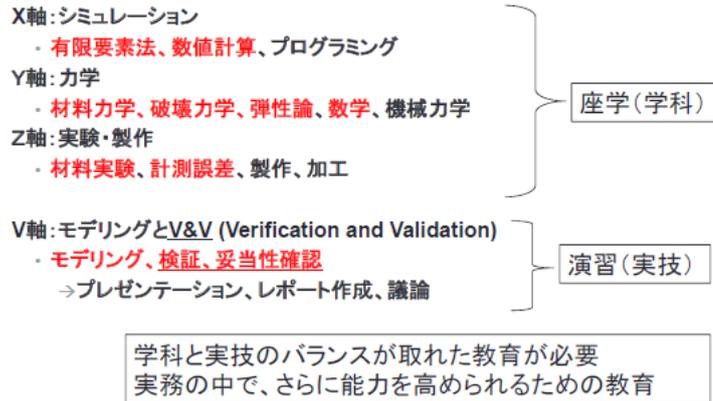
教育の側面からこの問題を捉えると、解析専任者のコミュニティーはある程度発展しており、様々な教育の機会がある。設計技術者が学ぶべきものは、解析専任者とは異なるはずであるが、CAE に関して何を学ぶべきという点は明確になっていない。

講演者の大学・社会人教育の経験より、設計技術者が学ぶべきことは、CAE の結果の検証と妥当性の確認(Verification and Validation: V&V)の考え方と、V&V を実現するにあたって身に付けておくべき知識の体系(力学、シミュレーション、実験)であると提案している(下図)。これを座学と実践的な演習によって身に付けていくことを提案している。座学に関しては、昨今の大学教育の変化により、必ずしもすべての知識を得て卒業しているわけではないため、不足している部分は、独力で身につける必要がある。演習に関しては、業務の中でも実践できる

が、仮想的な演習問題を数多く解く経験が最も有効であると考える。

つまり、CAEとは、単なるシミュレーションや、計算力学のことを指すのではなく、1960年代に提案された通り、CAEは計算機を使った設計であり、力学+シミュレーション+設計生産の知識が不可欠である。

### CAEを使って、ものづくりを行うための基礎的な素養の習得(XYZの学問体系とモデリングとV&V)

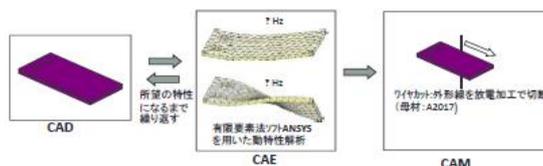


東京大学工学部機械工学科では、古くからこの体系を意識した教育を行ってきた。座学の伝統的な材料力学、有限要素法、破壊力学、材料実験など維持しつつ、有限要素法を使ったいくつかの演習を行っている。

紹介する最初の演習は揺れない梁を有限要素法で設計する演習であり、ユレーヌ選手権と呼ばれている。モチベーションを上げるために競技方式を取っている。演習では、CAEを使った思考実験、グループでの議論などにより実践力を高めている。

### 3. デジタルエンジニアリング(CAD/CAE/CAM)演習 振動設計～ユレーヌ選手権 受講者 90人

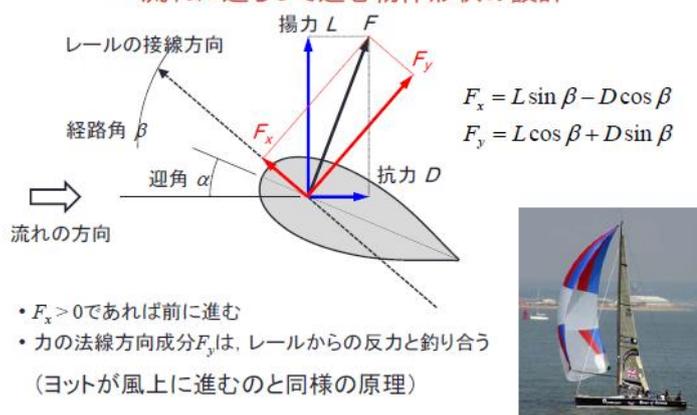
演習のコンセプト CAEを使って設計してみよう！



設計ツールとして有限要素法を使う  
↑ 設計パラメータの探索・最適化  
↓ 性能への影響評価  
設計ツールとしての正しい使い方

二つ目の演習は、ヨットの進む原理を取り入れ、回流水槽の中で流れに逆らって進む翼の形状を設計するスーム選手権である。これも、ユレーヌ選手権と同じ目的で実施されている。

### 3. デジタルエンジニアリング (CAD/CAE/CAM) 演習 流体設計～スーム選手権 受講者 90人 ～流れに逆らって進む物体形状の設計



これらの演習は操作が簡単で安価な **Solidworks simulation** を用いることにより、円滑に実施されている。教育プログラムの開発には膨大な時間と手間がかかるが、大学間で情報交換しながらレベルを高めていきたい。

社会人教育に関しては、問題点が多いと言える。我が国には、社会人が積極的に学習するような仕組みがない。また、海外では1週間で行われるベンダーの教育プログラムも、日本では二日で行う必要がある（二日の壁）など現場の教育に対する意識が低い。講演者らは、機械学会で **CAE**（有限要素法）に関する講座を開いているが、二日程度の講習会では学習の動機づけにしかない。社会人教育の高度化は、産学で仕組みを作っていくことが急務である。

## 5. 「Wrap Up」 参加者全員

16:30-17:00まで活発な質疑応答が行われた。

まとめ：

CAEを身近に活用することをテーマに講習会を企画し、4年目となりました。日本におけるCAEの活用コストが高いことから、設計で、開発で、ものづくりの現場で仕様熟成、品質向上するために、CAEを廉価に活用出来ないかということを中心に、同じ講師の方に、毎年内容をUpdateして頂きながら進めて来た。4回続けるうちに、廉価に活用する方法にも変化が起き、要望を多

く出していた、我々がビックリするようなCAEのライセンス料に関する考え方の変化が生じたことも事実となった。例えば、Autodeskの製品は学生・教員向けソフトウェア無償提供プログラムが存在する。ほとんど全てのソフトウェアが公開されており、過去にも学生教員対象のビジネスモデルの存在はあったが、その範囲が広範囲になったことが今までの違いと言える。

<http://www.autodesk.co.jp/education/free-software/all>

また、FreeSoftの中には陽解放もあり、10～20年前には2～3000万円ぐらいした機能であり、時代の大きな動きを感じる。これらを講師の栗崎様が既に確認された話をされたが、解析に使うクラウドサーバーも自由に使えたとのこと。このように、たかだか、この3年間なのかも知れないが、その3年で動きも大きく変化しており、世界の動きの早さにも驚きを禁じ得ない。

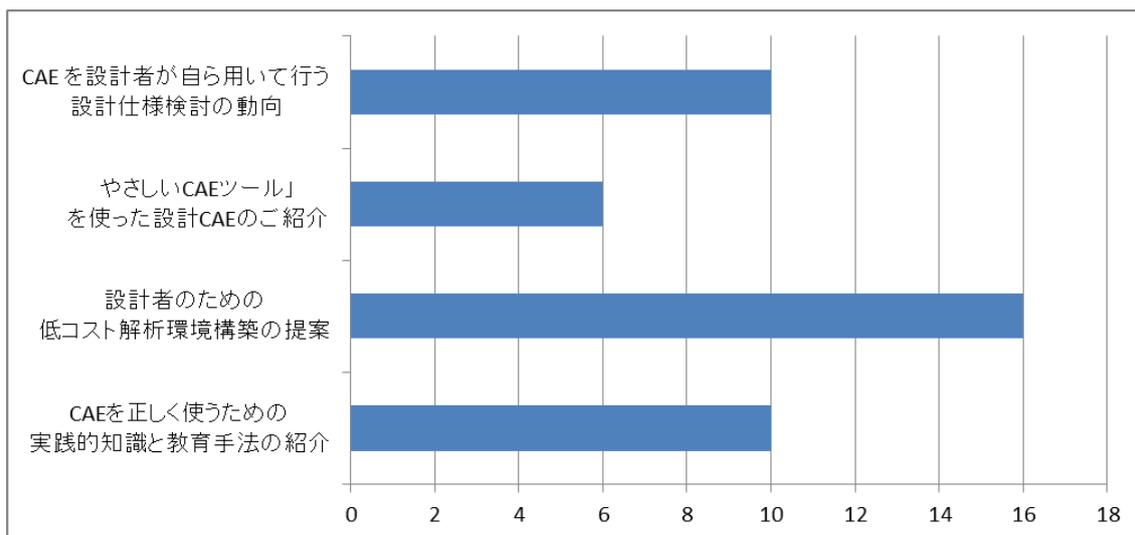
もともと、この講習会は設計が仕様検討を行う際、自由にCAEを活用したいが、活用コストが高くそれを解決する手法を考えることを主テーマに企画したので、本来の設計の仕様検討/熟成を中心とした内容に集中できる時代になったと言っても過言でない。

東大の泉先生が進めている講座の例が毎年示され、設計教育の中でのCAE活用に関する議論が充実しているのが判る。泉先生の言葉で「設計技術者が学ぶべきものは、解析専任者とは異なるはずであるが、CAEに関して何を学ぶべきという点は明確になっていない。」今後、CAE活用展開の実質的な議論になれば、より設計力強化の動きが共有できると思われる。

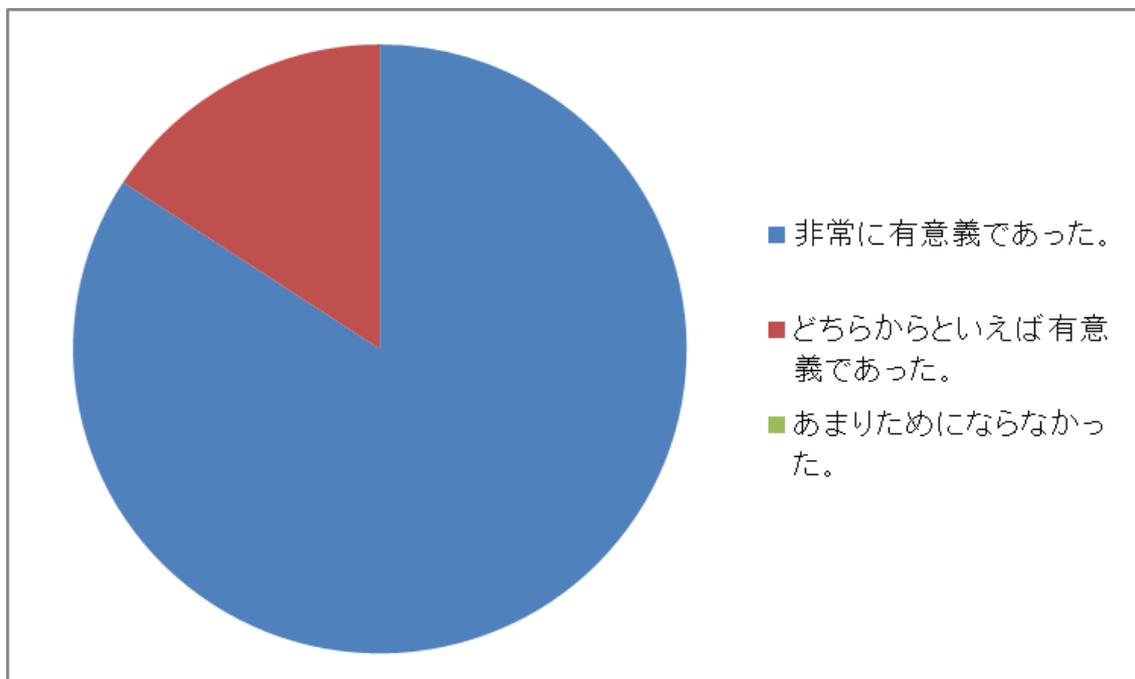
この3年間で大きく、環境と活用の状況が変わってきたことが実感したことを述べたが、この講習会はCAEの設計普及だけではなく、世の中の動きの定点観測も含めて、機械学会として、継続することを前提に企画を進めたい。（産学連携活性化委員会委員長 内田孝尚）

#### ◇ アンケート調査：

➤ 本日の講習会で特に興味深かったものはどれですか？



➤ 本講習会はためになりましたか？



会告HP : <https://www.jsme.or.jp/dsd/lectures/16-150.pdf>

過去の参考記事 :

<http://monoist.atmarkit.co.jp/mn/articles/1402/28/news115.html>

[https://www.jsme.or.jp/dsd/Newsletter/no41\\_extra\\_issue/dsd2014-workshop-CAE\\_report.pdf](https://www.jsme.or.jp/dsd/Newsletter/no41_extra_issue/dsd2014-workshop-CAE_report.pdf)

<http://monoist.atmarkit.co.jp/mn/articles/1512/21/news013.html>

(産学連携活性化委員会 内田孝尚 記)