

## [研究論文] Web技術を用いた機械工学事例データベースシステムの構築と教育への活用

小宮聖司<sup>1,5</sup>・田辺誠<sup>2</sup>・永岡慶三<sup>3</sup>・曽我部潔<sup>4</sup>

1. 自動車システム開発工学科, 2. 機械工学科, 3. 早稲田大学  
4. 上智大学, 5. 早稲田大学人間科学研究科

### Development of the Web Based Database system of Teaching Materials for Mechanical Engineering and Utilized for Education

Seiji KOMIYA<sup>1,5</sup>, Makoto TANABE<sup>2</sup>, Keizo NAGAOKA<sup>3</sup>, Kiyoshi SOGABE<sup>4</sup>

#### Abstract

A web based database system of teaching materials (WBD4ME) had been developed to share examples of computational mechanics and the related teaching materials among universities and industries. Registration and browsing of teaching materials are easily possible through network. The registered data is applicable also to education and product design. Many examples are registered into the database by cooperation of JUCE. The architecture to manage contents in the web based database and the system concept are described. The examples are demonstrated.

Keywords: Web Based Database, Teaching Materials, Mechanical Engineering

#### 1. はじめに

近年, 様々な工業製品の開発のうえで, 各種の力学現象の解析の数値手段として, 計算力学が広く利用されている。計算力学は, 様々な工業製品の開発のための, 製品の使用時や製造時に考えられる強度, 振動, 熱, 流れ, 音等の各種の力学現象を解析するための数値手段として, 広範囲な産業分野で活用されている。さらに, 計算力学をベースとした IT 技術は, 今後自然や社会に受け入れられる優れた製品の開発のための基盤技術になるものと考えられている。

そこで多くの大学で, 特に, 機械, 建築, 航空, 土木, 海洋などの工業製品の開発に関係した様々な工学系の学科で, 計算力学をその授業科目として取り入れ, 各種の設計授業の中で計算力学を用いた設計実習を行い, またその様々な応用研究が行われている<sup>[1]</sup>。筆者らは, 大学の授業をより実践的でおもしろくするために, 大学や企業が保有している計算力学事例等の機械工学に関するコンテンツを Web 上のデータベースとして非営利の目的で登録し, それらを公開し教員が相互に授業で自由に利用できる, Web による機械工学事例データベース WBD4ME (Web Based Database of Teaching Materials for Mechanical

Engineering)を提案し, (社)私立大学情報教育協会(私情協)の協力を得てその開発を行った<sup>[2]</sup>。図1に概要を示す。本稿はこの WBD4ME の概要と授業への活用について述べたものである。

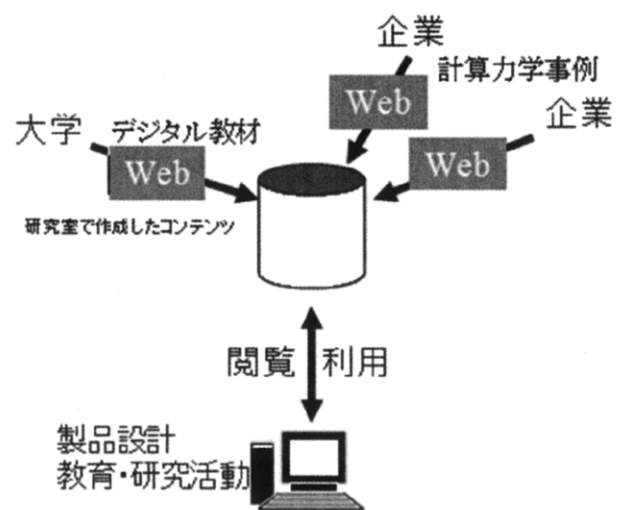


図1 機械工学事例データベースシステム

## 2. WDB4ME システム

図2にWDB4MEのシステム構成を示す。WDB4MEは、機械工学教材データベースのコンテンツが存在しているWebのURLアドレスを格納したデータベース部と、システムの処理部および管理部に分かれている。処理部では事例の、閲覧、自動登録、修正・削除、検索など、利用者のWeb上の操作に対応した処理を行い、管理部では、データベース、利用状況、登録者のキーワードなどの管理を行う。またここでは、各事例の利用状況について統計を取り、その有効利用に役立てている。

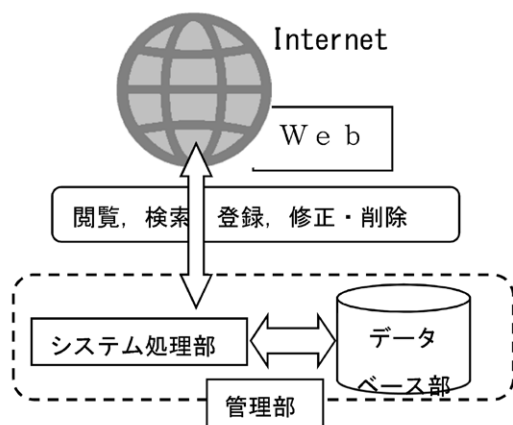


図2 WDB4ME システム構成

本システムは一般的なブラウザにより利用可能であり、利用者の必要とする事例の検索や新しい事例の登録・編集ができる。また登録情報は事例のメタ情報とその事例が置かれているサーバーのリンク情報のみとすることで、サーバーへの負担を減らすと同時に大規模なデータベースとなった場合においても対応できるように配慮されている。本システムは、Perl 言語<sup>[3]</sup>により開発を行った。

WDB4ME では、データベースのコンテンツを 1)基礎理論、2)静的問題、3)動的問題、4)熱問題、5)流体問題、6)音響問題、7)プログラミング、8)設計、9)その他の9つの分野（カテゴリー）に、また各分野でそれぞれ 1)計算力学事例、2)シミュレーション、3)テキスト、4)演習問題、5)パワーポイント教材の5の種類に分類して登録している。

すでに述べた私情協のホームページにある「Webによる機械工学教材データベース」をクリックすると、そのトップ画面にこの分野名が現れる（図3）。そこで興味のある分野名をクリックすると、その分野に登録されている5つのコンテンツの種類が表示され（図4）、この中で興味のあるコンテンツの種類をクリックすると、データベースに登録されているコンテンツのタイトル、提供者（e-mailアドレス）、内容の概説からなる目次（リスト）が表示される。

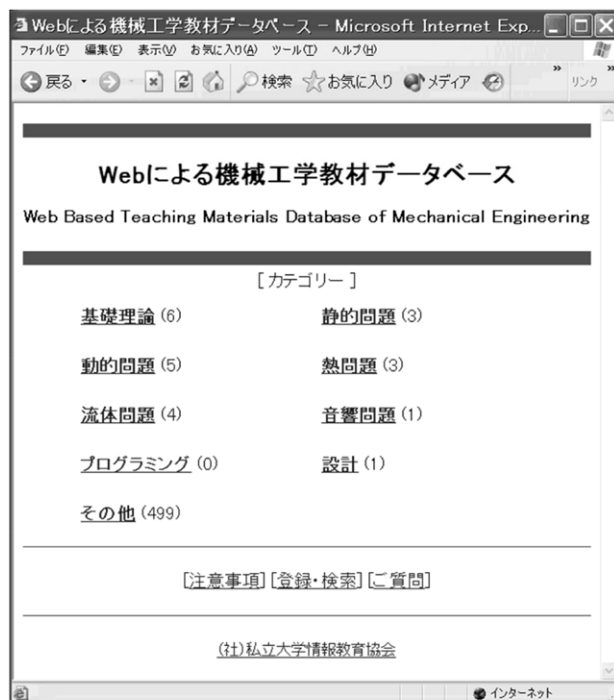


図3 WDB4ME トップ画面

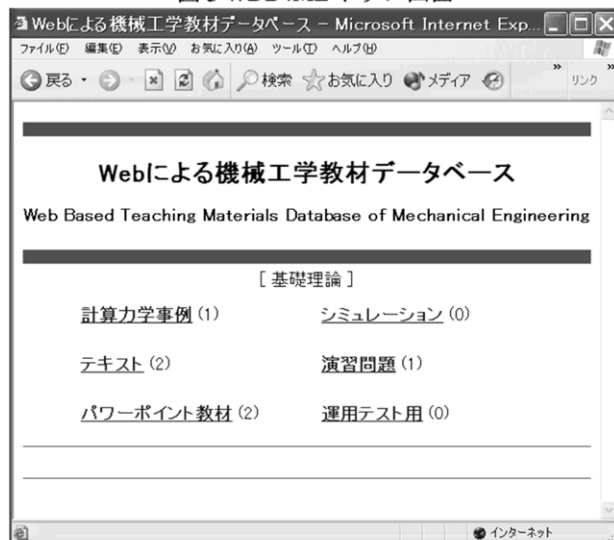


図4 コンテンツの種類

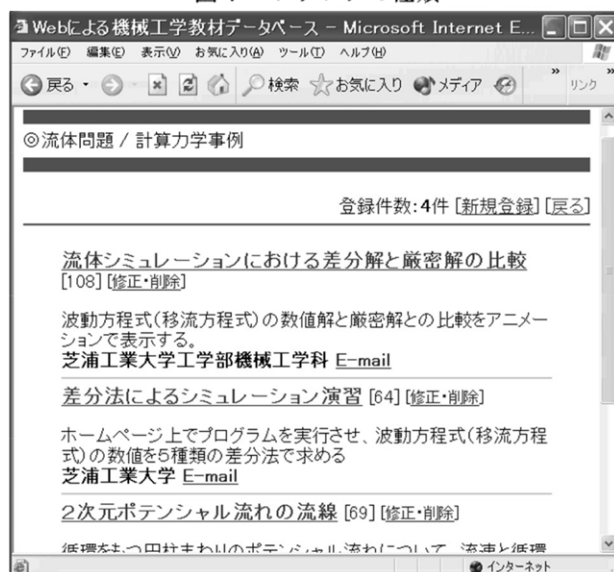


図5 流体問題の分野に登録されている計算力学事例の目次

図5は、[流体問題/計算力学事例]をクリックした場合の、そこで登録されている事例の目次を表わしている。この目次上の興味ある事例をクリックすることにより、それを所有する大学の研究室や企業のホームページにジャンプし、事例を静止画や動画で見ることができる。これらの事例は、大学や企業での教育・研究の目的で、また教材として自由に閲覧することができる。

### 3. 事例・教材の登録

大学あるいは企業で保有する計算力学事例やデジタル教材などのコンテンツをWDB4MEのトップ画面の登録の窓口から自動登録することができる。図6はその登録画面を表し、登録者は、登録するコンテンツの、タイトル、それが存在するURL、概要、所有者名、所有者のe-mailアドレス、パスワード等をこの登録画面から自動登録することができる。登録者は、そのコンテンツは登録者独自のものです、また最新のものとなるように、登録者の責任でその修正、更新あるいは削除等の管理を行う必要がある。登録者は、その所有者の名前と連絡先を明らかにし、登録者の責任でそれを公開していることから、利用者が内容に関して照会がある場合には、直接その登録者に行うことができる。

Webによる機械工学教材データベース - Microsoft Int...

ファイル(F) 編集(E) 表示(V) お気に入り(A) ツール(T) ヘルプ(H)

戻る・進む 検索 ☆お気に入り リンク

◎ 新規登録

新規登録を行います。[戻る]

- 下記フォームに内容を記述し、登録ボタンを押してください。
- 「所属・責任者」は、キーワードで検索できるように、
  - (1) 所属の大学、機関、企業等の名称
  - (2) 学部、部署
  - (3) 責任者、教員氏名
 等を入力し、それぞれの間にスペースを入れてください。
- 詳しくは管理者までご連絡ください。

1. タイトル

2. URL

3. 概要(全角200文字以内で)

4. 所属・責任者等

5. Eメール

6. パスワード(英数字で8文字以内)

7. カテゴリー(▼を押して選んでください)

8. コンテンツ(▼を押して選んでください)

9. [登録] [リセット]

ページが表示されました インターネット

図6 登録画面

また、WDB4MEの計算力学事例などのコンテンツは自由に閲覧できるが、これらの著作権は所有者にあることから、著作権法のもとで、いかなる形であれ、無断の複写、修正、転用、掲載、出版は禁止としており、これらの複写や転用や掲載にあたっては、それを保有する登録者に必ず文書での許諾が必要となっていることに注意を要する。

### 4. 使用例

図7, 8は、WDB4MEに登録されている静的問題の計算力学事例の一つを示している。ここでは、トップ画面で、静的問題、計算力学事例と順にクリックすることにより、そこに登録されている事例の目次が表示されるが、その目次でクレーンフックの強度解析の事例をクリックすることにより、その事例を所有する大学研究室のホームページにジャンプし、その事例を閲覧することができる。

ここではクレーンフックの吊り下げ部に5tを与えた時の、静解析のためのモデル化や解析条件が述べられ、解析結果(コンター図)が表示され、荷重による最大主応力はほぼ198MPaであることが示されている<sup>[4]</sup>。

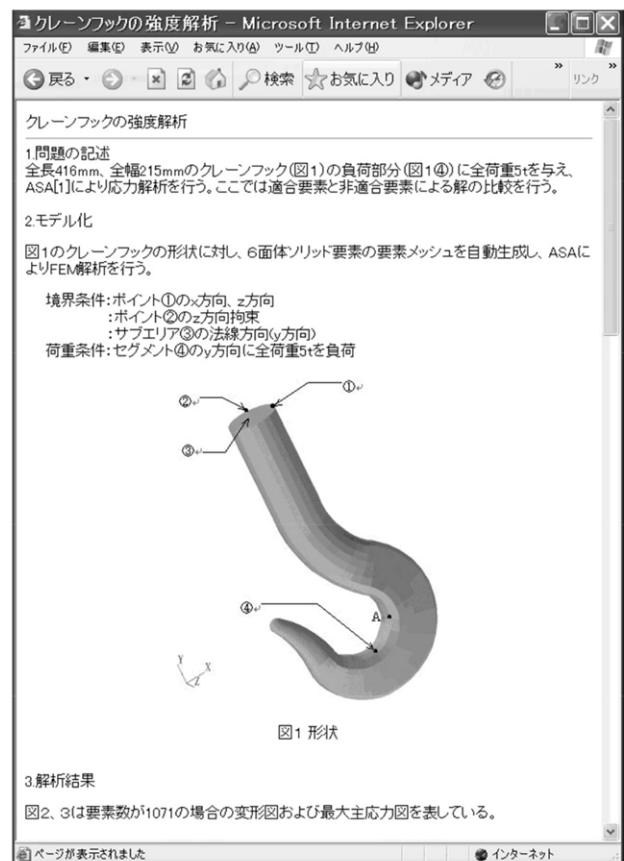


図7 クレーンフックの強度解析 (形状図)

図9は、動的問題/計算力学事例の一つである、長野新幹線「あさま」が、コンクリート橋で我国最長のスパン(径間)を有する千曲川斜張橋上を高速走行した場合の、車両と橋梁の連成振動のシミュレーションの事例を表している<sup>[4]</sup>。



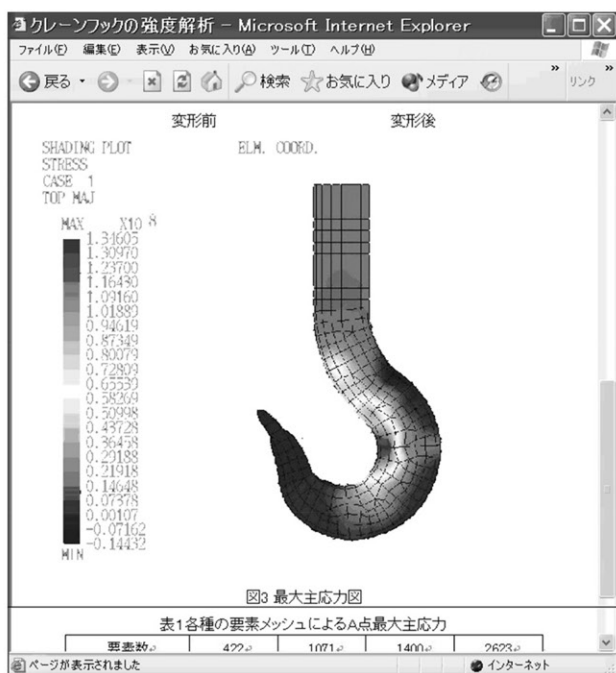


図8 クレーンフックの強度解析 (最大主応力図)

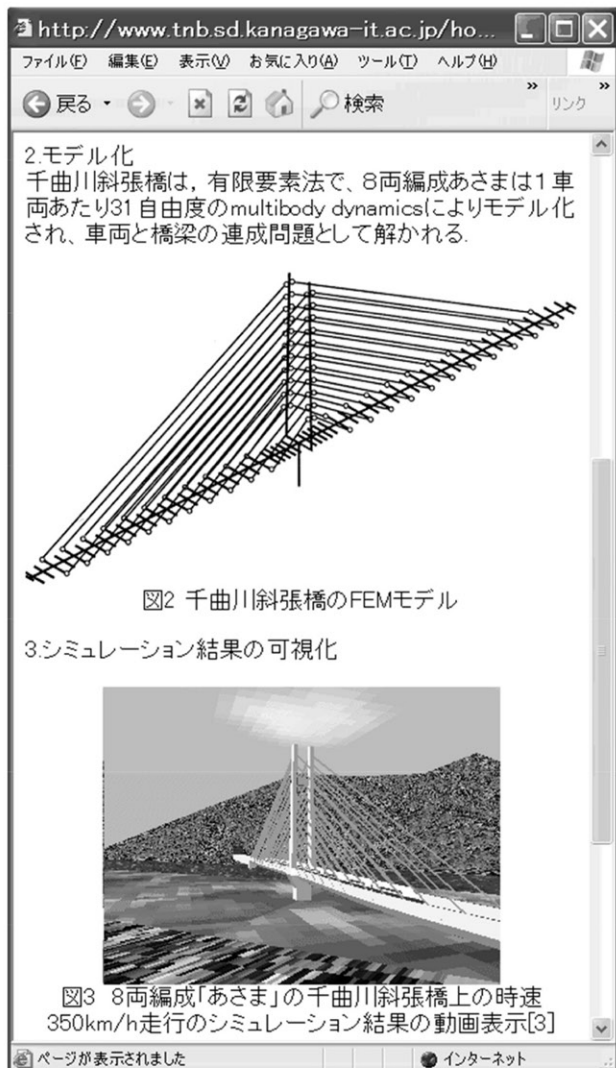


図9 長野新幹線「あさま」の千曲川斜張橋上の高速走行シミュレーションと可視化

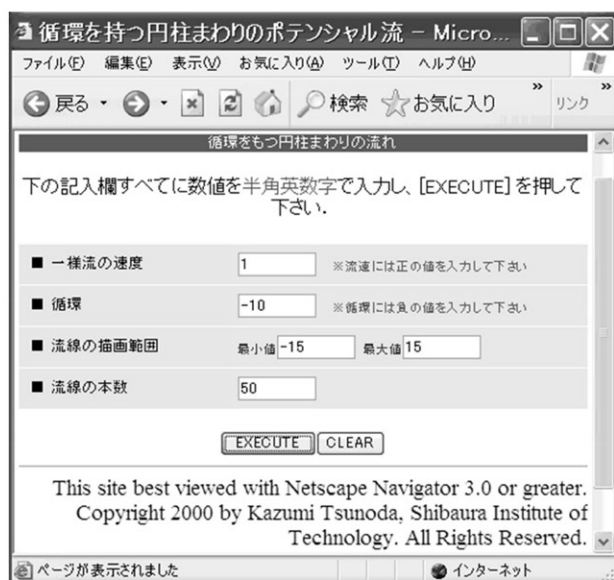


図10 円柱まわりのポテンシャル流れのパラメータ入力画面

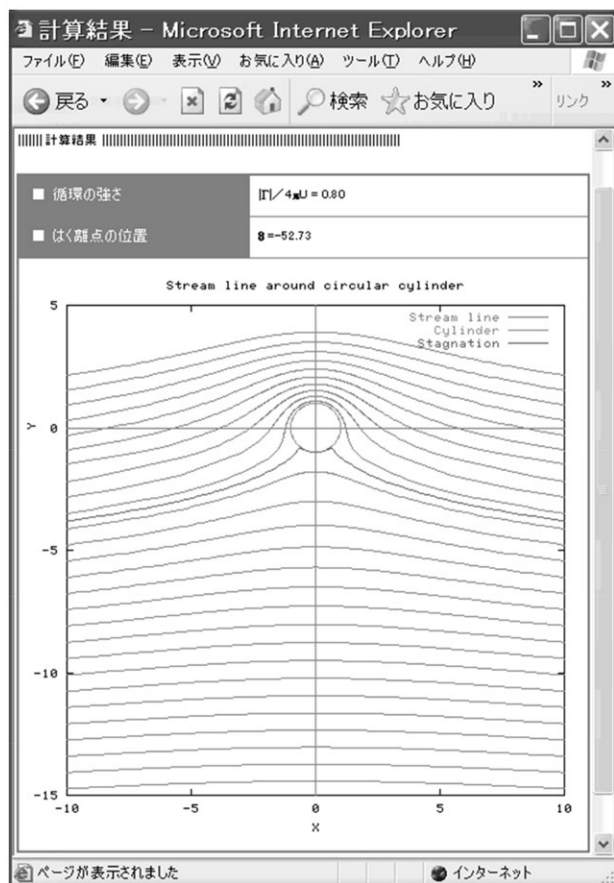


図11 円柱まわりのポテンシャル流れの流線表示

ここでは、新幹線の高速走行による、車両と橋梁の連成振動のシミュレーション結果をできるだけリアルに表現するために、解析対象の新幹線や斜張橋に加えて、その周りの川、山、空などの自然環境もモデルとしてコンピュータ内に生成し、また新幹線の高速走行による斜張橋の振動現象をわかり易く表現するために、変形量を計算結果の100倍程度に拡大して表示している。この動画は、Web上でアニメーション表示可能な動画GIFにより表示してい

る。図 10, 11 は、流体問題／計算力学事例で登録されている、循環をもつ円柱まわりのポテンシャル流れについて示されている。流速と循環を指定する事により流線が、対話的に計算され、結果が描画されている。

## 5. 教育への活用

本システムを講義に活用したシーンを図 12 に示す。教員は通常の講義を行った後に、Web 上のデータベースを操作しながら、その講義に関連する多くの事例を紹介し、現在の講義内容が社会でどのような使われ方をしているか等の、多くの示唆を学生に示すことができる。紹介した内容は実際に製品として使われているものも多く、実践的であり、聴講する学生も講師の話に熱心に聞き入っている。本システムはキーワードを入れるとあらゆる情報が得られる一般的な検索エンジンとは異なり、カテゴリーとコンテンツを選ぶだけのシンプルな構造で、容易に情報にたどり着けるように工夫されている。そのため、講義を聴講した直後から、講義内容に関連する多くの生きた具体例を自ら調べることが出来るようになる。

設計製図の CAD 使用中のシーンを図 13 に示す。教員は始めに授業用に準備した CAD のテキストを本データベースから閲覧する操作を見せながら解説する。その後、学生は CAD を使用するために必要な関連する情報を容易に見つけ出し、与えられた設計課題に対して自ら調べ、図面を完成させることが出来た。

図 14 はデータベースを活用した講義終了直前の質疑応答の 1 シーンを現している。通常の講義においては教員からの一方的な情報伝達になりがちであり、学生からの講義内容に関する質問がある事はまれである。しかしこのデータベースの内容を共通の話題として、学生は身近な問題として考えるようになり、質疑応答も活発に行われた。このことにより、実践的な事例を通してより深く講義内容を理解できるものと思われる。

## 6. アンケート調査

本システムの有効性を検証するうえで、利用者である学生の意見をもとにシステムの評価を行うことは重要である。そこで講義でデータベースを紹介・利用した後、学生に対してアンケート調査を行った。項目は学生の負担にならないように項目を絞り、出来る限り平易な文章となるように考慮した。

図 15～17 に、計算学関係の講義を行った後のアンケート結果を示す。問 1 (図 15) の結果より、本システムの利用が学生にとっても参考になった(82%)ことがわかった。学生にとってはじめて使用するシステムであり不慣れと考えられるが、シンプルな操作のために、「まったく参考にならない」を選択する学生はいなかった。問 2 (図 16) の結果より、登録されている情報が文字や数式だけの静的な内容の場合には「ふつう」と答える学生が多く、「新幹線車

輻の高速走行の動画シーン」や「自動車の衝突シミュレーションの動画シーン」が掲載されている事例には多くの学生が「わかりやすかった」(50%)という選択を行った。このことから、システムに登録するコンテンツは理論式や計算例だけでなく視覚的にわかりやすい点が重要と考えられる。また、問 3 (図 17) の結果から、興味のわいた学生(68%)の割合が多く、本システムが講義の内容に関連する分野に対してのきっかけとなることがわかった。最後に、自由記述形式の「このデータベースを閲覧して、率直な意見や希望がありましたら書いてください」にたいし、学生からは「将来、このような解析が出来るようになりたいと思った」「FEM にはこんな幅広い使い道があるとはしなかった」「大学を選ぶときの参考にもなると思った」等の記入があり、今後の参考になるものと思われる。

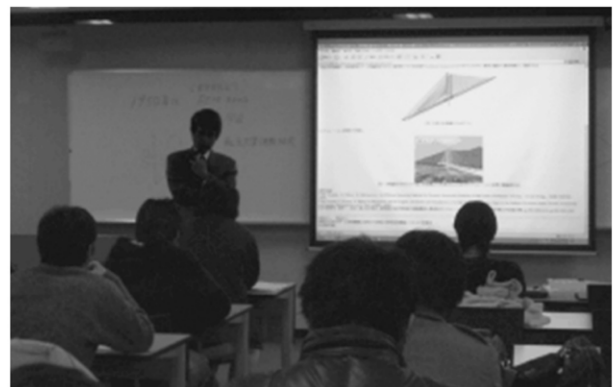


図 12 データベースを活用した授業



図 13 データベースを活用した設計製図授業



図 14 事例を通しての活発な質疑応答



## 7. おわりに

Web による機械工学教材データベースシステムが開発され、そのデータベースに、私情協の機械工学情報教育研究委員会委員の保有する事例の一部を登録してその機能を確認したあと、この WBD4ME に興味をお持ちの大学関係者による事例登録を開始し、また、製品開発に関係した多くの実用事例を所有の企業の方にも登録をお願いしているところである。

本システムを講義に活用し、アンケート調査を行った結果、学生は製品開発に関係した実用事例や様々な分野の新鮮な事例（特に動画表示）を自ら容易に確認することが出来、関連分野にたいする興味が高まったことがわかった。

インターネットを通して様々な教材を登録し、遠隔地においても、お互いに教材を閲覧し利用できるようにすることは、大変意味あることである。本システムは実際の講義に利用する際に短時間で効果的に情報にたどり着けるよう、分類やコンテンツを整理・分類しているため、講義を面白くする動機づけにも活用できよう。また構成がシンプルなため、自ら学ぼうとする学生にとっても直感的に操作が出来、講義時間の不足を補うことが出来るようになる。

Web ベースの本システムを活用することで、教材を授業の中でも相互に閲覧し、利用しあうことが可能となり、大学の授業をより実践的で興味の持てるものとする事ができよう。また、大学と企業間で Web を通して計算力学事例などの様々なコンテンツを登録し、相互に閲覧し利用できるようにすることにより、相互の教育・研究活動や製品設計にも活用できよう。

## 参考文献

- [1]授業改善のためのITの活用, (社)私立大学情報教育協会, 2001.
- [2] (社)私立大学情報教育協会, Web による機械工学教材データベース, <http://www.shijokyo.or.jp/senmon/kikai/open/>
- [3] Larry Wall and Randal L. Schwartz, Programming Perl, 近藤 嘉雪 訳, ソフトバンク, 1995.
- [4] 神奈川工科大学機械工学科田辺研究室

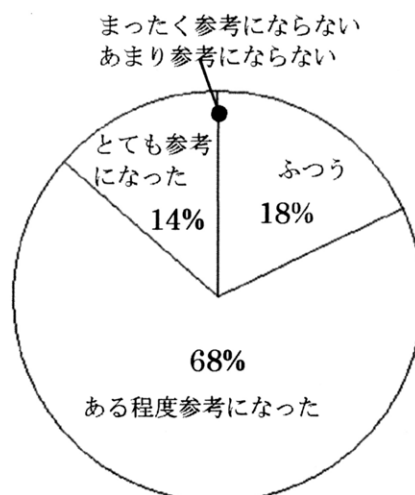


図 15 問 1 何らかの参考になりましたか？

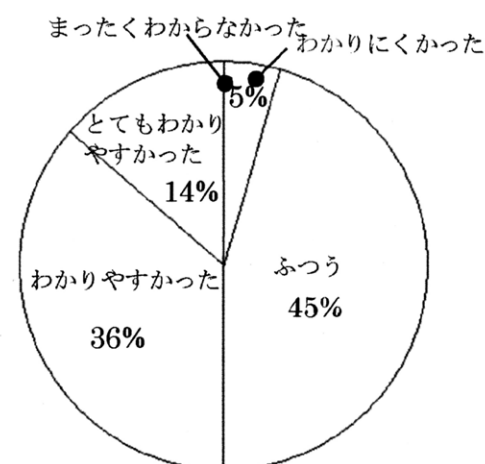


図 16 問 2 計算例や CG (動画) などの内容はわかりやすいですか？

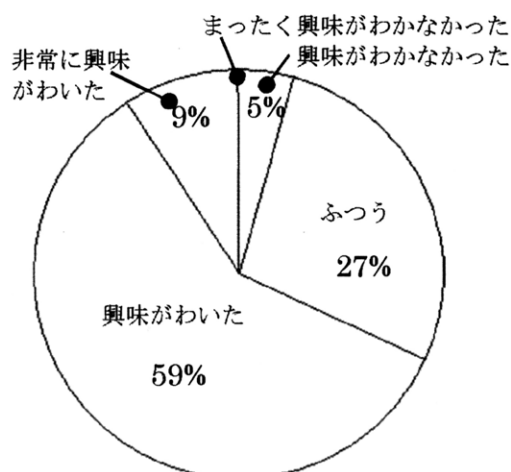


図 17 問 3 コンピュータを活用した機械工学の、製品開発への興味がわきましたか？