

メカニズムセミナーの展開事例

カメラモジュール実習教材を利用したセミナー展開

高度ポリテクセンター 機械設計グループ
(高度職業能力開発促進センター)

嶺 也守寛*・鈴木 良之・北崎 弘勝

1. はじめに

高度ポリテクセンターのメカニズム系セミナー(機構解析セミナー)は現在5コース設定されており、機械設計グループのセミナーの中でも応募率の高い人気のコースである。セミナー名称としては、「メカニズム設計1」、「メカニズム設計2」、「機械システムの動力学」、「連成解析(DesignSpase-CosmosMotion)」、「連成解析(IDEAS-ADAMS)」である。図1のように雇用・能力開発機構内での機構解析系セミナーのコース数は、構造解析に比べてその数は少ないのが現状であるが、図2のように高度ポリテクセンターにおける機構解析系セミナーの受講者数にみられるように毎年コンスタントに応募がある。またこれ以外にも自動化グループが開催している「メカトロ機械設計(直動システム編)」や「メカトロ機械設計(リンク、カム編)」などのコースもあり、これにおいても応募者数は定員を超えるなど人気の高いコースである。実際に受講された方は、製造業のなかでも設計部門や機構設計に携わっている方が多く、各種機構動作を勉強して実務の参考にしたいという意見も聞かれ要望も高いことがわかる。

今回報告するセミナーは今年度新規セミナーで、H14年12月10日～12日に開催したメカニズム設計2のカメラモジュール教材を題材とし、この中で使用されている焦点機構部に焦点を当て、機構解析ツールを利用した機構動作の検証と動作パラメータを変

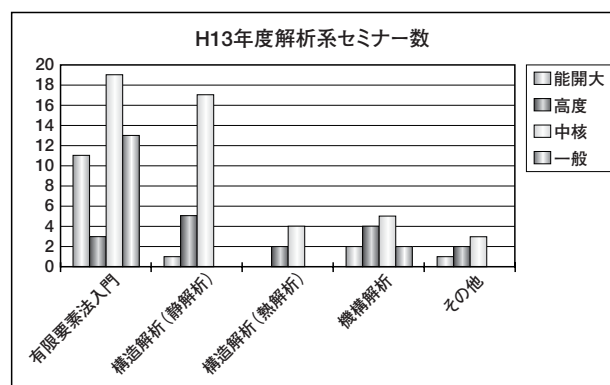


図1 全国の解析系セミナー数

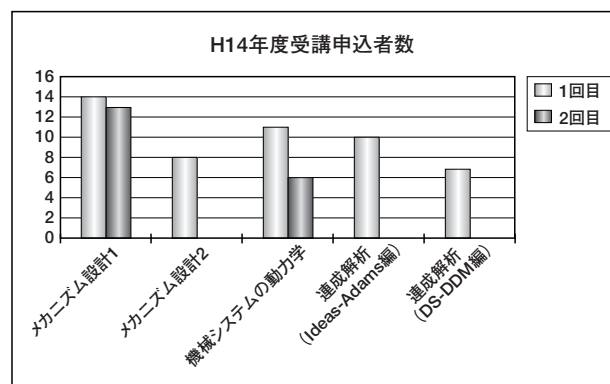


図2 機構解析系セミナーの受講申込者数

更した平カムの機構設計を行い、各受講生が設計した平カムをマシニングセンタにて製作し、機構シミュレーションと実際の機構動作との比較検証を行うといった、メカニズム動作現象を複合的技術要素で学ぶことのできる複合性・応用性をねらいとしたセミナーである。

* 4月より国立職業リハビリテーションセンター

2. カメラモジュール教材の概要

今回使用したカメラモジュール教材は、実際のカメラの機能を機構動作学習教材として開発されたものであり、(株)新興技術研究所と高度ポリテクセンターが打ち合わせを重ねた後、開発された教材である。カメラを題材としたのは、だれもが一度は触れたこ

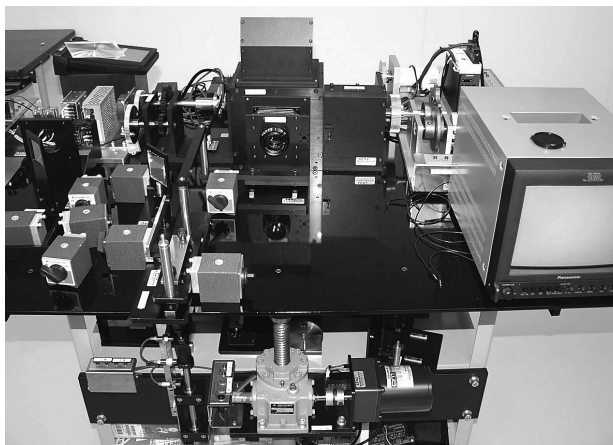


図3 カメラモジュール本体

とのある身近なものでありながら、カメラの内部機構はよく考えて作られており、その楽しさを含めたセミナー展開ができればという思いが込められている。

カメラモジュールの全体の構成部品は、1：カメラボディ部、2：撮影レンズ部、3：フィルムホルダー部、4：ファインダー部、5：レンズシャッター部、6：フォーカルプレーンシャッター部、7：フォーカシング機構部、8：露出設定機構部、9：架台部、から構成されている。

今回メカニズム教材の実習課題として採りあげたフォーカシング機構部で、三角測量計測の原理で被写体の焦点を合わせる機構である。構成としては、撮影レンズモジュールとフォーカシングカムモジュールを接続し、そのカム部に三角測量計測モジュールのカムフォロアを接触させる。三角測量計測モジュールは、可動ミラー（全反射）と固定ミラー（半透明）で構成され、被写体からの入射光を可動ミラーで反射させた像と、固定ミラーを透過した被写体の像が一致したとき、撮影レンズ部で焦点が合う

ように設計されている。

よって、フォーカシング駆動量とミラー回転角には関係式があり、それらのパラメータよりカムのリフト量が決まりカム形状が決定することになる。

具体的には、フォーカシング駆動量 dB は、撮影レンズ焦点距離 f とレンズからフィルム面までの距離 B と被写体までの距離 A の関係から、式(1)となる。

$$dB = B - f = \frac{f^2}{(A - f)} \quad (1)$$

また、三角測量計測モジュールにおいて、基線長（半透明固定ミラーと全反射可動ミラー間との距離）を L としたとき、被写体までの距離 A と全反射可動ミラーの角度 θ の関係は、式(2)となる。

$$\theta = 45 - \left\{ \tan^{-1} \left(\frac{A}{L} \right) \right\} / 2 \quad (2)$$

以上の関係式とカム形状との関係は、全反射可動ミラーに取り付けられたカムフォロアアームの長さを R 、カムリフト量を S としたとき、式(3)となる。

$$S = R\theta = R \left[45 - \left\{ \tan^{-1} \left(\frac{A}{L} \right) \right\} / 2 \right] \quad (3)$$

よって、撮影レンズ部におけるレンズとフィルム面までの距離 B とカムリフト量 S との関係が曲線を描き、これがフォーカシングカム曲線となる。図4のグラフは被写体距離とカムリフト量との関係を示す。

3. 機構解析ツールを使ったシミュレーション検証

前項のフォーカシングモジュールの理論をもとに機構解析ツールによるシミュレーションを行った。今回使用した機構解析ツールは、モデルデータがSolidWorksであるためCosmosMotionを使用している。

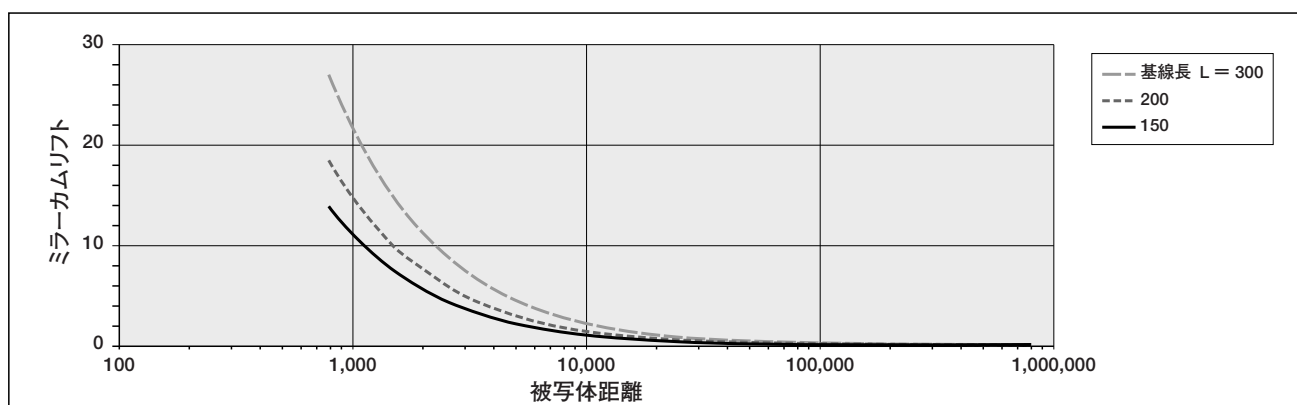


図4 被写体距離とカムリフトとの関係

実習の流れとしては、機構解析ツールを初めて使う方がほとんどであったので、前半は機構解析の基礎講義と基本課題演習を行い、ツールの操作に慣れってもらうことを目的としている。課題としては4節リンクの課題や簡易カムモデルによるカム設計課題などCosmosMotionの一般的な例題を使用しているが、後半のフォーカシングモジュール実習と関連づけた内容に変更している。カメラモジュールの機構解析実習では、図5にあるように、カメラレンズ機構部、リンク機構部、カム機構部、二重像焦点検出装置で構成されるフォーカシング機構をモデルに使用している。実習の流れを、右図のフローチャートに示す。

今回のメインの実習であるフォーカシング機構実習を終えたあとは、その他のカメラモジュール機構について機構解析実習を行った。前述2項にもあるようにカメラモジュールは、さまざまな機構を持つ

カメラモジュール機構解析実習の流れ

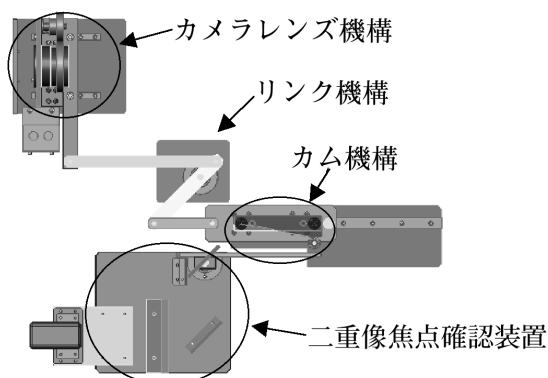
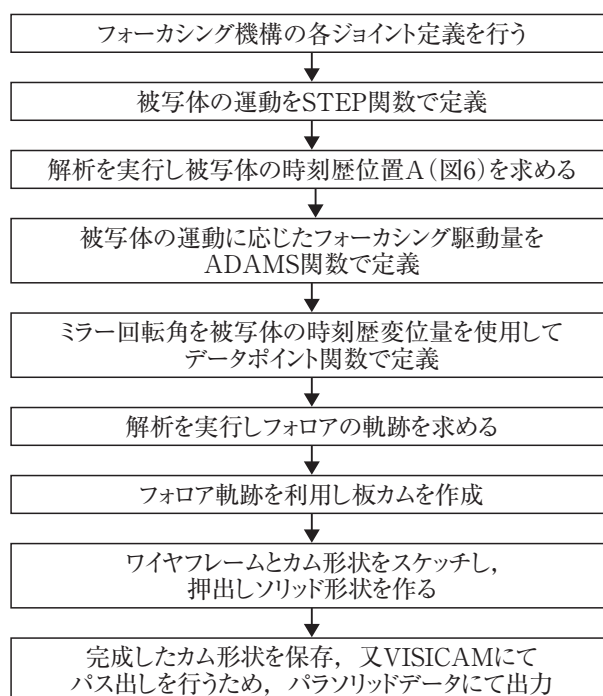


図5 フォーカシング機構の構成

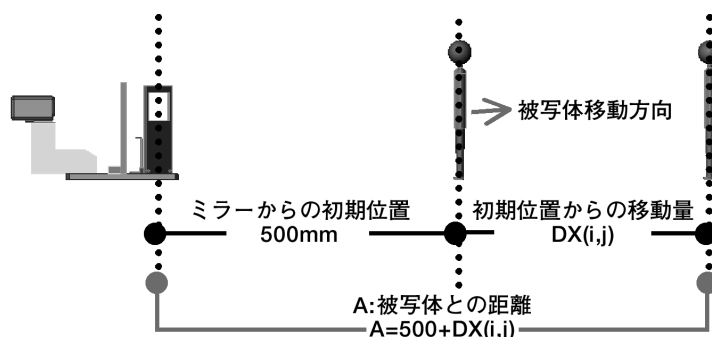


図6 被写体の運動と変位量との関係

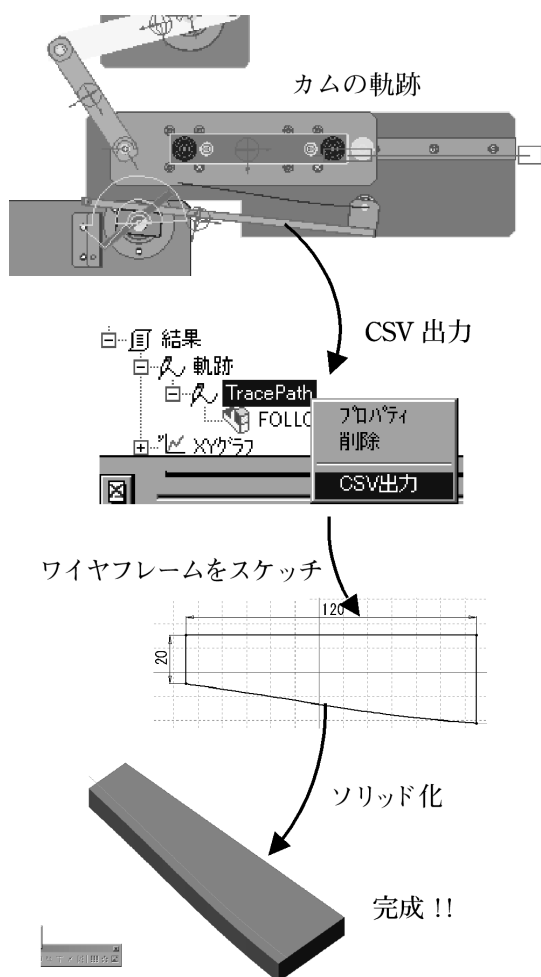


図7 カム軌跡からカム形状のソリッド化までの流れ

部品で構成されているため、各部品がどのような機構動作を行うのかを機構解析ツールで動作シミュレーションを行いながら、現物の機構動作との比較を行う実習である。今回は、フォーカルプレーンシャッター機構、ゼネバ機構、ピンスロット機構の3種類について行った。受講者は、実際に部品の動きを手で動かしながら興味深そうに動作を確認していた。

4. カム製作と検証

前述の3項のように機構解析ツールでのシミュレーションを行った後、できたカムの軌跡をSolidWorksでソリッド化しカム形状を作成した。次にそのカム形状をCAMに持っていくために、Palasoid形式で出力を行った。ここまでは受講生側で行ってもらうが、CAMの加工パス出し、NCデ



図8 カメラモジュールの機構解析シミュレーション



図9 カメラモジュール実習風景



図10 マシニングセンタによるカム形状加工

ータの出力、マシニング加工については高度ポリテクセンター講師側で行っている。マシニングによるカム形状の製作では、受講者の前で実際に加工を行い、でき上がったカムを手渡している。このように

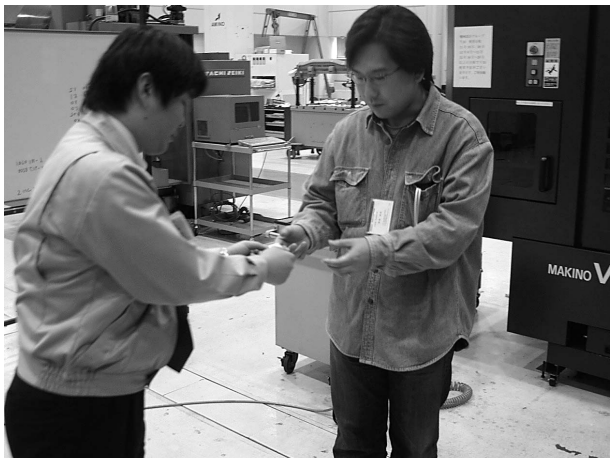


図11 完成したカムを手渡し



図12 各受講生のカム形状
(各自で決めたパラメータによりカム形状が違う)

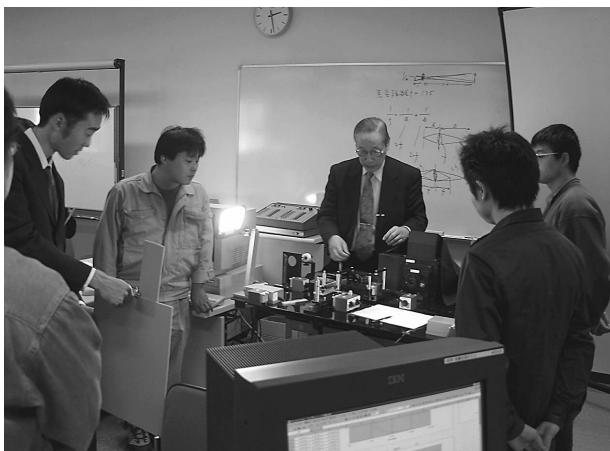


図13 受講生のカムでの動作比較検証

自分が設計したカムが目の前ででき上がることで実感がわくと思われる。また、各受講生ごとに選択した解析パラメータが違うため、カム形状にも違いができ、受講者同士で比較しあう場面もあり、大変有意義であったとの声も聞かれた。

図13は受講生が製作したカムを実際に取り付け検証している様子である。検証方法は、二重焦点装置からレーザー光を出し、全反射ミラーで反射した光と半透明ミラーで透過した光が一致すれば焦点が合うことになり、これがカメラレンズ部に取り付けられたモニタで被写体をはっきりと写ることが確認できた。また、セミナーの終了前に受講生と記念撮影による検証を行った。

5. おわりに

セミナー終了後の受講者アンケート結果としては、総合的評価、実習演習効果、講師指導法、受講した成果とも良い評価を得ることができた。受講生からは“物の動かし方が1つ勉強になりました”や、“講義で活用したCADデータを社内で活用できたらよい”などの意見をいただいた。今回の機構解析セミナーでは、カメラという身近なものでありながら、その機構の面白さや巧妙性を座学による理論から機構解析ツール上での動作解析、カム製作、実際の検証までを行った。このセミナーは高度ポリテクセンターのみの企画であり、平成15年度においても引き続き開催するが、2月の募集開始の時点ですでに満員となっている。本セミナーの企画内容は企業ニーズとして受け入れられた好事例として全国の職業能力開発施設に普及できればと考える。

〔謝辞〕

このセミナー開催に当たり、実習機材であるカメラモジュールの開発を行い、部外講師としても活躍された(株)新興技術研究所の熊谷社長、また、機構解析実習で担当され実習課題についても作成された、(株)構造計画研究所の酒井様にはご多忙のなか大変ご協力いただき、無事セミナーを終了できましたことに感謝いたします。

コース名	メカニズム設計2		平成14年12月10日(火)～12月12日(木)	
	1. 9:30～10:50	2. 11:10～12:30	3. 13:30～14:50	4. 15:10～16:30
第1日目	1. メカニズム設計概論		2. 各種メカニズム	
	機械システムの構成要素 メカニズムの位置付け		メカニズムの種類と特性 メカニカルカメラのメカニズム レンズ駆動機構のメカニズム	
	403B教室		(株) 新興技術研究所 熊谷 卓 様	
第2日目	3. 機構解析ツール			
	機構解析の目的と種類 自由度計算 形状モデリング 運動モデリング (ジョイント・モーション・フォース) 解析実行		基本課題演習 レンズ駆動機構の動作シミュレーション	
	403B教室		(株) 構造計画研究所 酒井 新奈様	
第3日目	4. 設計演習		5. 検証実習	6. まとめ
	カム設計変更による機構動作確認 カム製作準備 その他のカメラモジュールの機構動作解析 マシニングによるカム製作		試作部品による動作特性の検証 シミュレーション結果との比較	アンケート他
	403B教室		(株) 新興技術研究所 熊谷 卓 様	高度ポリテク
備 考	使用機器 ハードウェア：パソコン ソフトウェア：機構解析システム (COSMOS/Motion)			

図14 メカニズム設計2のセミナースケジュール

6. 参考 (米国の場合)

機構解析ツールの発祥の地である米国では、シミュレーションによるメカニズム教育が進んでいる。以下に参考書籍を紹介するが、各書籍とも機構の例題が数多く載っており、StudyPackでは例題集とCDが付属している。また、WEBサイトでは書籍の中のパスワードで登録すると機構例題やADAMSでの解析例題とモデルデータがダウンロードでき、その数も多く充実している。特に以下のMechanism DesignはWEBトレーニング形式もあり、非常に参考になる。

<参考文献>

- 1) ENGINEERING MECHANICS (STATICS), BEDFORD著, Prentice Hall出版社.
- 2) ENGINEERING MECHANICS (DYNAMICS), BEDFORD著, Prentice Hall出版社.
- 3) ENGINEERING MECHANICS (STATICS), HIBBELER著, Prentice Hall出版社.
- 4) ENGINEERING MECHANICS (DYNAMICS), HIBBELER著, Prentice Hall出版社.
- 5) Mechanism Design (Analysis and Synthesis), Arthur G. Erdman, George N. Sandor著, Prentice Hall出版社.

◎機構解析を授業に持つ大学

米国の大学においてはADAMSやDADSなどの機構解析ツールを使用した授業も行われている。大学のWEBサイトではシラバスも見ることができるところもある。

The University of Michigan (www.umich.edu)
Carnegie-Mellon University (www.cmu.edu)
University of Kansas (www.ukans.edu)
North Carolina State University (www.ncstate.edu)
Lafayette College (www.lafayette.edu)
Weber State University (www.weber.edu)
Purdue University (www.purdue.edu)
Universite Laval (www.ulaval.ca)
Politecnico Milano (www.polimi.it)

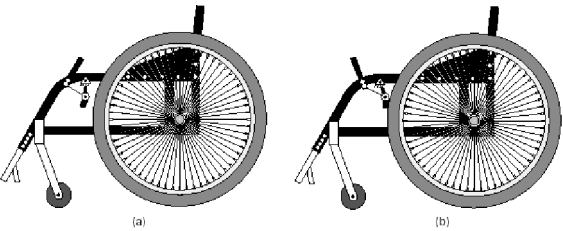


Figure 1.5 (a) Wheelchair brake in release position. (b) Wheelchair brake in brake position.

図15 車椅子のストッパー機構の例