

メカトロニクス教育におけるグラフ関数電卓の活用

工業科 工藤雄司・深澤孝之・茂木好和
金城幸廣・黒澤考祥・大平典男

1. はじめに

近年、小学校の算数・中学校の数学において、学習指導要領の改訂に伴い「計算の負担を軽減し考える時間を多くつくる」等の理由により、教科書に電卓が取り上げられ、授業の中で電卓が使用されつつある。また、高等学校「理科設備基準」の数学科設備品目には関数電卓が追加されている。ここで使用される関数電卓はグラフ関数電卓のことで、数式を入力してグラフ化することにより、複雑な関数の理解が容易になるなど、思考を補助する道具としての評価が高まりつつある。また、世界に目を向けると、アメリカにおいては大学入学選抜のための進学適正テストであるSAT (Scholastic Aptitude Test)、フランスにおいては大学入学資格を与える国家試験であるバカロレア、ここではグラフ関数電卓の使用が認められている。思考を補助する欠かせない道具と認知されている現れであろう。ただし、ポケコン等思考の代替機能を持つものは認められていない。本校「総合科学科」工業系や工業高校の専門科目においては、関数電卓の使用は日常的であり、科目によっては定期考査試験において使用を許可している。また、使用を許可する検定試験もある。このような現状の中で、「総合科学科」工業系、特にメカトロニクス教育において、関数電卓だけではなく、グラフ関数電卓のグラフ活用機能に着目した教材の開発は必要だと考えた。

2. 本研究の目的

グラフ関数電卓には、複数のデータを入力しグラフ化してから、そのグラフを表す数式を求めたりする機能がある。さらに、データの入力はグラフ関数電卓の拡張機能としてのデータ入出力装置を利用する方法もある。一般にデータ入出力装置にはA-D変換器が内蔵されているので、電圧や温度等も容易に入力できる。

グラフ関数電卓とその拡張機能としてのデータ入出力装置を活用したメカトロニクス教育は、パソコン等によるデータ収集システムを使用したものよりも、容易に効果的なメカトロニクス教育が実現できる場合も多いと考えられる。本研究は、メカトロニクス教育の改善に資することを目的とする教材を開発し、実践する研究である。

3. 研究方法

グラフ関数電卓とデータ入出力装置を活用した教材開発を進め、容易に効果的なメカトロニクス教育が実現できる教材を開発し、メカトロニクス教育の改善を行った。

4. 開発教材

グラフ関数電卓とデータ入出力装置であるデータアナライザを活用した開発教材を2例取り上げる。

(1) グラフ電卓実習1

カム線図を作成する開発教材を資料1に示す。

直進従動節を持つ板カムのカム線図の作成において、カムの回転角を多回転形ポテンショメータから取り込み、従動節の変位を各種ポリウムから取り込んでカム線図を作成している。

図1の装置では、従動節の変位を回転形ポリウムから取り込んでいる。ちなみに図1のカムは等加速度運動を行うものである。

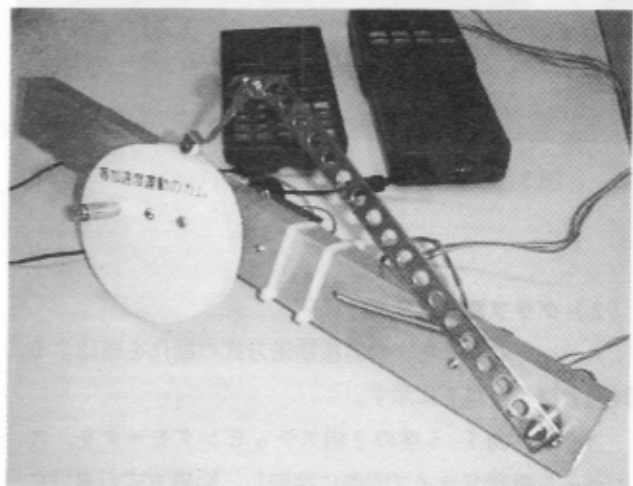


図1 回転形ポリウムを使用した装置

図2の装置では、従動節の変位をスライドポリウムから取り込んでいる。ちなみに図2のカムは等速度運動を行うものである。スライドポリウムは摺動抵抗が大きいので、より強いバネで従動節をカムに押しつけなければならない。したがって、超小型のベアリングを使用して、各部の動きを軽くするようにしている。

カムの回転角を取り込むポテンショメータは、10回転形が一般的だが、5回転形、3回転形もあり使用した。



図2 スライドポリウムを使用した装置

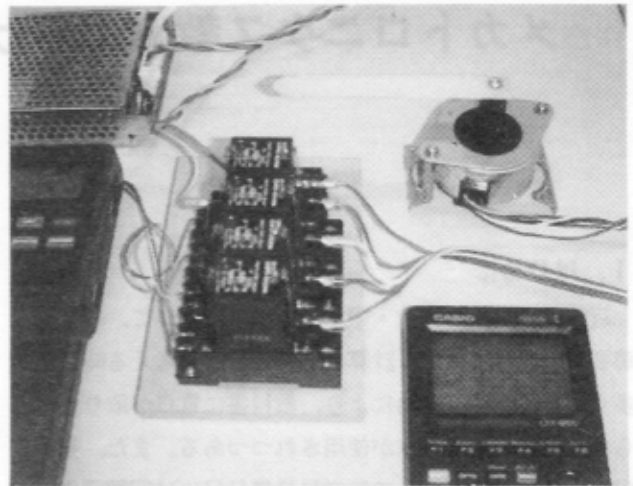


図4 ソリッドステートリレーを使用した装置

図3は、実験の様子である。



図3 実験の様子

(2) グラフ電卓実習2

ステッピングモータの各種励磁方式の動作を確認する開発教材を資料2に示す。

ステップ角7.5度の2相ステッピングモータを、ユニポーラ駆動ドライブ回路に接続し、励磁方式の違いによる動作の確認を行う。

2相ステッピングモータのA相をDIG-OUT(D0)に、B相をD1に、A相をD2に、B相をD3にドライブ回路を通して接続し、デジタル出力バッファを利用して駆動している。図4の装置では、ユニポーラ駆動ドライブ回路としてソリッドステートリレー(SSR)を使用している。

図5の装置では、ドライブ回路としてダーリントン接続トランジスタを使用している。

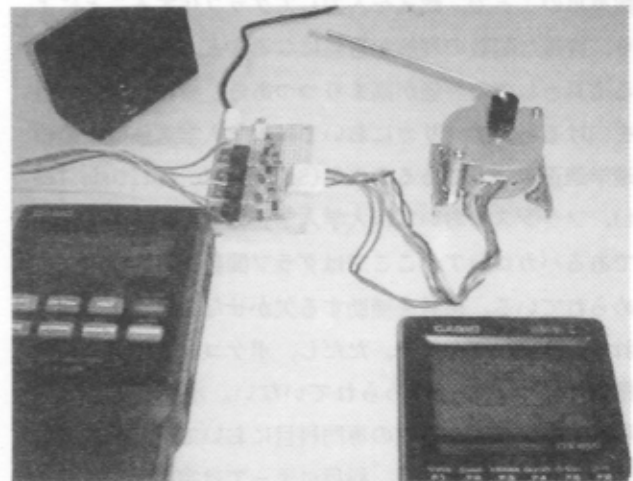


図5 ダーリントン接続トランジスタを使用した装置

5. おわりに

本実践では、データ入出力装置を活用したグラフ関数電卓による実習において、生徒の学習意欲は大いに喚起され、メカトロニクスに対する理解を効率的に深めている。したがって、メカトロニクス教育の改善に資する教材の開発としては成果があったと考えられる。

今後さらに教材の開発を進め、研究を深めたいと考える。

なお、本研究は平成11年度文部省科学研究費補助金(奨励研究(B))(課題番号:11919032)の助成を受けて行った一部である。

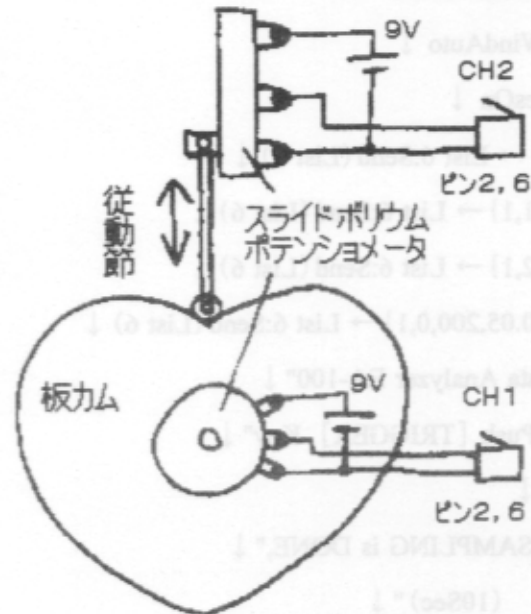
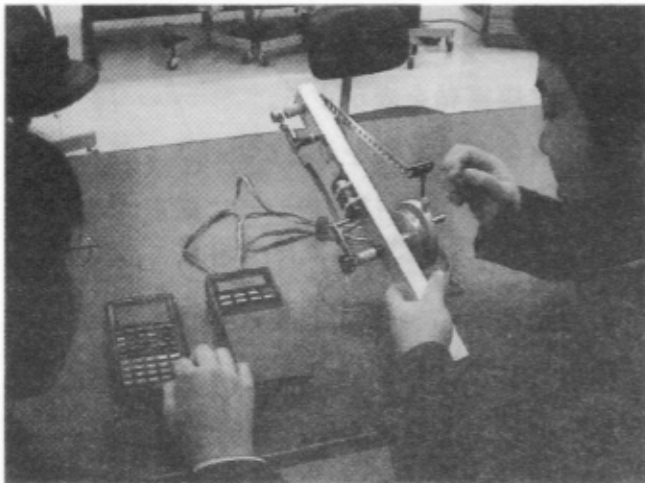
参考文献

- 1) 工藤・深作他(1997):「FA教育システム」の実践研究, 筑波大附属坂戸高紀要, 第35集, pp.113-116
- 2) 工藤・大平他(1998):「FA教育システム」の実践研究, 筑波大附属坂戸高紀要, 第36集, pp.39-45

データアナライザの活用

カム線図を作成する

直進従動節を持つ板カムのカム線図の作成において、カムの回転角を多回転形ポテンシオメータから取り込み、従動節の変位を各種ポリウムから取り込んでカム線図を作成する。



データアナライザの主なコマンドの説明

コマンド 0 : オールクリア…………… {0}

コマンド 1 : チャンネル設定…………… {1, チャンネル, 操作}

チャンネル… 1:CH1, 2:CH2, 3:CH3, 4:SONIC, 5:DIG IN, 6:DIG OUT

操作…チャンネルが CH1 ~ 3 の場合… 1:Auto-ID または 0 ~ 5V 電圧測定, 2:± 10V 電圧測定, …

チャンネルが DIG OUT の場合…データエレメント数とその数のデータを記述

コマンド 3 : サンプルング/トリガー設定…………… {3, サンプルング間隔, サンプル数, 記録時間, トリガースource, …}

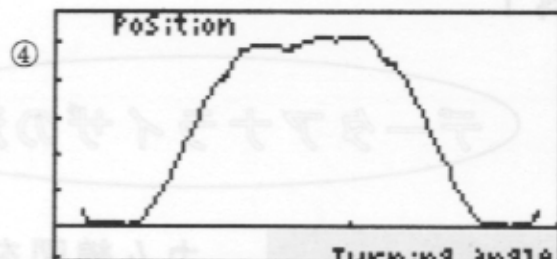
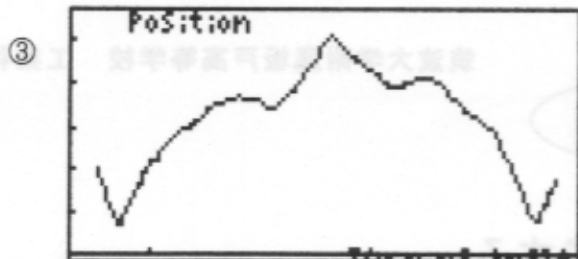
記録時間… 0:時間を記録しない, 1:絶対時間記録, 2:相対時間記録

トリガースource… 0:トリガーなし(即実行), 1:トリガークー, …, 9:DIG IN4ビットデータ

実行結果 ①が実行後の表示画面で、データアナライザの **TRIGGER** キーを押し、測定後、**EXE** キーを押すと、②の表示画面となり、③等速度運動のカム例、④等加速度運動のカム例などのグラフが表示される。これらは、設計通りにできなかった例でもある。

① Data Analyzer EH-100
Push [TRIGGER] Key
If SAMPLING is DONE,
(10Sec)
Then Push [EXE] key
- DISP -

② ***** Please wait *****



プログラムとその説明

```

Filename:CAM
S-WindAuto ↓
AxesOn ↓
{0} → List 6:Send (List 6) ↓
{1,1,1} → List 6:Send (List 6) ↓
{1,2,1} → List 6:Send (List 6) ↓
{3,0.05,200,0,1} → List 6:Send (List 6) ↓
"Data Analyzer EA-100" ↓
" Push [TRIGGER] Key" ↓
"" ↓
"If SAMPLING is DONE," ↓
" (10Sec)" ↓
" Then Push [EXE] key" ▲
ClrText ↓
"**** Please wait ****" ↓
ClrList ↓
Receive (List 1) ↓
Receive (List 2) ↓
S-Gph1 DrawOn,xyLine,List1,List2,1,Dot,Orange ↓
S-Gph2 DrawOff ↓
S-Gph3 DrawOff ↓
DrawStat ↓
Text 1,15,"Position" ↓
Text 58,70,"Turning angle"
  
```

プログラム名：CAM
 グラフ表示範囲を自動設定する。
 グラフ座標軸を表示する。
 {} 内のデータ列を List 6 に代入し、
 List 6 のデータをデータナイフに転送する。
 {0}:オールクリア, {1,1,1}:CH1・{1,2,1}:CH2
 を電圧測定(0～5V), {3,0.05,200,0,1}:サンプル
 間隔 0.05 秒, サンプル数 200, トリガキー有効
 ” ” 内の文字列を画面に表示する。
 (データナイフのトリガキーを押す。)

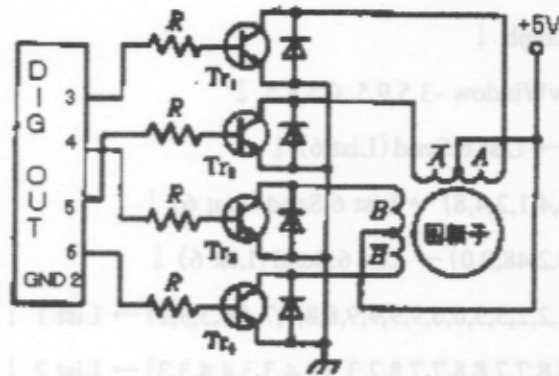
— Disp — と表示し, **EXE** キー入力を待つ。
 画面の文字を消去する。
 ” ” 内の文字列を画面に表示する。
 リストデータ (List 1～List 6) を消去する。
 データナイフからの転送データを List 1, List 2
 に代入する。
 グラフ 1 をオレンジ色表示, xy (List1,List2) 線図
 グラフ 2・3 非表示
 リストデータでグラフ表示する。
 ” ” 内の文字列を, グラフ画面の指定行・列
 位置に表示する。

データアナライザの活用

① ステッピングモータの各種励磁方式の動作を確認する

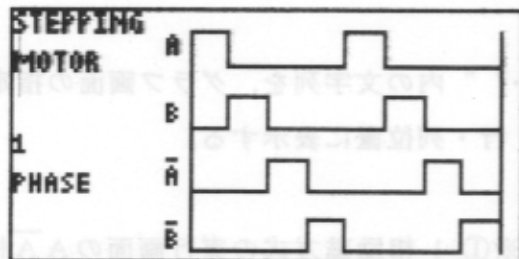
ステップ角 7.5 度の 2 相ステッピングモータを、ユニポーラ駆動ドライブ回路に接続し、励磁方式の違いによる動作の確認を行う。

2 相ステッピングモータの A 相を DIG-OUT (D0) に、B 相を D1 に、 \bar{A} 相を D2 に、 \bar{B} 相を D3 にドライブ回路を通して接続し、デジタル出力バッファを利用して駆動する。



① 1 相励磁方式

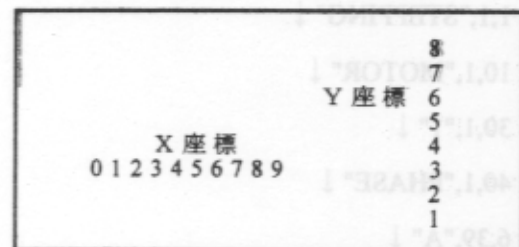
データエレメント数 4 で、
[1, 2, 4, 8] を出力する。
下図は実行画面である。



② 2 相励磁方式

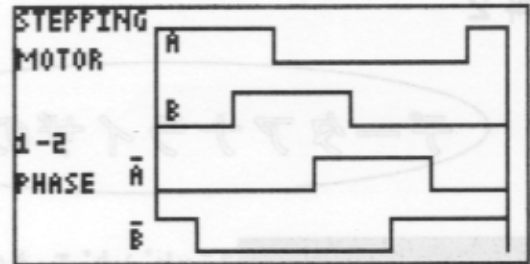
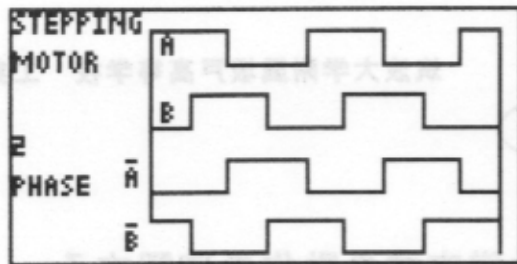
データエレメント数 4 で、
[3, 6, 12, 9] を出力する。
下図は実行画面である。

※各グラフの座標



③ 1-2 相励磁方式

データエレメント数 8 で、
[1, 3, 2, 6, 4, 12, 8, 9] を出力する。下図は実行画面である。



1 相励磁方式のプログラムとその説明

```

Filename:STEP-1
S-WindMan ↓
AxesOff ↓
ClrGraph ↓
ViewWindow -3.5,9.5,,0.5,8.5 ↓
{0} → List 6:Send (List 6) ↓
{1,6,4,1,2,4,8} → List 6:Send (List 6) ↓
{3,0.2,48,0,0} → List 6:Send (List 6) ↓
{1,1,2,2,5,5,6,6,9,9,9,9,8,8,7,7,4,4,3,3,1} → List 1 ↓
{7,8,8,7,7,8,8,7,7,8,2,3,3,4,4,3,3,4,4,3,3} → List 2 ↓
{9,7,7,6,6,3,3,2,2,1,1,1,4,4,5,5,8,8,9,9} → List 3 ↓
{5,5,6,6,5,5,6,6,5,5,7,1,1,2,2,1,1,2,2,1} → List 4 ↓
S-Gph1 DrawOn,xyLine,List 1,List 2,1,Dot,Orange ↓
S-Gph2 DrawOn,xyLine,List 3,List 4,1,Dot,Green ↓
S-Gph3 DrawOff ↓
DrawStat ↓
Text 1,1,"STEPPING" ↓
Text 10,1,"MOTOR" ↓
Text 30,1,"1" ↓
Text 40,1,"PHASE" ↓
Text 6,39,"A" ↓
Text 22,39,"B" ↓
Text 34,38,"-" ↓
Text 38,39,"A" ↓
Text 50,38,"-" ↓
Text 54,39,"B"

```

- ・プログラム名：STEP-1
- ・グラフ表示範囲を手動設定する。
- ・グラフ座標軸を表示しない。
- ・グラフを消去する。
- ・X軸、Y軸の範囲の設定
- ・{}内のデータを List6 に代入し、List6 のデータをデータアライフに転送する。{0}:オールクリア。
{1,6,4,1,2,4,8}:DIGOUT にデータエレメント数 4 と 4 個のデータを送出。{3,0.2,48,0,0}:サンプル間隔 0.2 秒,サンプル数 48,トリガなし(即実行)。
- ・グラフデータ※①
- ・グラフ 1 をオレンジ色表示,xy (List1,List2) 線図
グラフ 2 をグリーン色表示,xy (List3,List4) 線図
グラフ 3 非表示
- ・リストデータでグラフ表示する。
- ・" " 内の文字列を、グラフ画面の指定行・列位置に表示する。

※① 1 相励磁方式の実行画面の A \bar{A} 相のグラフの X 座標を List1, Y 座標を List2 に代入。
B \bar{B} 相のグラフの X 座標を List3, Y 座標を List4 に代入。