

工業化学科におけるUSBを用いた制御実習

青森県立八戸工業高等学校
工業化学科 福井 英明

1. はじめに

工業高校において制御実習は、今では欠かせない分野になっている。電気・機械は勿論、化学においても同様である。現在、工業化学科の制御実習は、メカトロニクス実習として、ポケコン用に作られた市販品制御ボードでの実習と、プラント実習としてパソコン制御された水性ワックス製造装置の2種類である。Windows対応パソコンを使用して各自プログラムを組み、簡単な制御を行う実習は行われていない。しかし、工業化学科において、パソコンのバス、インターフェイス、プログラム等を学習し制御実習を行うには、科の特性と時間において無理がある。よって、現在主流になりつつある、パソコン汎用インターフェイス“USB”を使用して、I/Oインターフェイス、ADコンバータ、DAコンバータを内蔵した計測制御ユニットを利用して、簡単に制御実習を行うことを試みた。

2. 工業化学科における実習内容

1年（工業技術基礎）

電気工事，硫酸銅の製造，ワープロ
電子工作，電気基礎実験

2年（実習）

定量分析，定性分析，有機化学基礎
工業分析（油脂），電子基礎実習

物理化学実験（粘度，分子量）

機器分析Ⅰ（ガスクロ，液クロ）

機器分析（原子吸光，赤外吸光），

単位操作Ⅰ（熱交換），メカトロニクス

無機製造実習，EXCEL

3年（実習）

環境実習（排水処理），電子顕微鏡

プラント実習（水性ワックス製造）

有機合成実習（乳化剤製造）

単位操作Ⅱ（蒸留，乾燥）

※13～14人の3班編成または6～7人の6班編成で実習

3. 工業化学科における制御実習について

工業化学科においては、2年次のポケコン制御ボードと、3年次の水性ワックスの製造が、制御に関係する実習である。現在使用されているWindowsパソコンのUSBを用いた制御実習を行った場合の実習計画を、下記に示す。

1回目（3時間） Visual Basicの簡単なプログラムの作成

2回目（3時間） Visual Basicの簡単なプログラムの作成

3回目（3時間） I/Oインターフェイスの意味と電気点灯プログラムの製作

4回目（3時間） AD変換，DA変換の意味と温度制御プログラムの作成

4. 使用機器について

(1) USBインターフェイス付き計測制御

ユニットTUSB-ADAPIOについて(図1)

(2) 自作アダプタボード

TUSB-ADAPIOの34ピンフラットケーブルから、直接制御対象物に接続できるように自作アダプタボードを作製した。ADコンバータ2ch分、DAコンバータ1ch、パラレルIO 8bit分を、汎用性を持たせ、接続しやすいように作製し、ケースの中にソリッドステート・リレー(SSR)を組み込み、2Aと5Aまでの100V電源を搭載したアダプタボードである。

5. USBを用いた制御実習について

(1) 温度制御について(図2・3)

温度センサー(sanwa T-THPサーミスタ式)で水槽の温度を測定し、AD変換で、パソコンの画面に表示する。同時に、設定温度を読み込ませ、ソリッドステート・リレーを通してヒーターをON、OFFさせて設定温度を一定に保ち、その過程をグラフ化する。

①使用機器

- ・Windows用パソコン
- ・TUSB-ADAPIO(株式会社タートル工業)
- ・自作アダプタボード
- ・Visual Basic
- ・温度センサー(sanwa T-THPサーミスタ式)

②構成図(図2)

(2) pH制御について(次ページ図4・5)

pH電極(東海電子工業株式会社 アンブ内蔵C-2型)で、pH9の標準液とpH4の標準液をAD変換してパソコンに取り込み、調べたい溶液のpHを測定する。

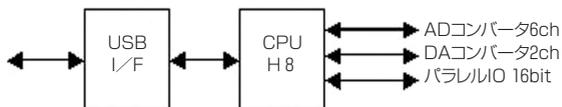


図1 34ピンフラットケーブル概略図

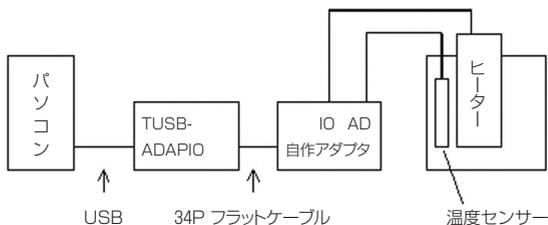


図2 構成図

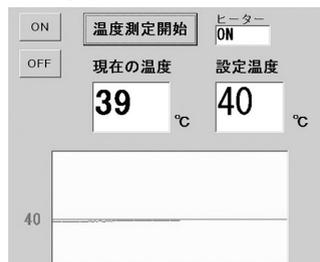


図3 VB表示画面

①使用機器

- ・Windows用パソコン
- ・USB-ADAPIO(株式会社タートル工業)
- ・自作アダプタボード
- ・Visual Basic
- ・pH電極(東海電子工業株式会社 アンブ内蔵C-2型)
- ・pH9の標準液とpH4の標準液

②構成図(図4)

③使用方法

1. ONをクリックする。
2. pH4の標準溶液に電極を浸しpH4のボタンをクリックする。
3. pH9の標準溶液に電極を浸しpH9のボタンをクリックする。
4. 測定する溶液に電極を浸しpH測定開始ボタンをクリックする。

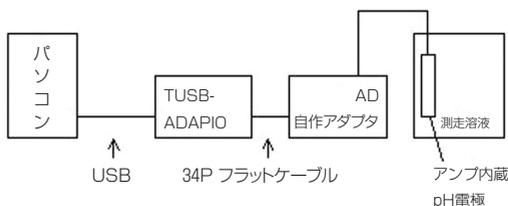


図4 構成図

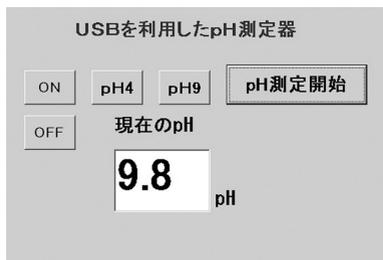


図5 VB表示画面

上記に記述したpH測定器により、測定したpHが7.5より大きい場合は酸(塩酸)、6.5より小さい場合は塩基(水酸化ナトリウム)を電磁弁で少量入れ、自動的に中和させる。

①使用機器

- ・ Windows用パソコン
- ・ TUSB-ADAPIO(株式会社タートル工業)
- ・ 自作アダプタボード
- ・ Visual Basic
- ・ pH電極 (東海電子工業株式会社アンプ内蔵C-2型)
- ・ pH9の標準液とpH4の標準液
- ・ 電磁弁 (2個)
- ・ 分液漏斗 (2個)

②構成図 (図6)

③使用方法

(3) 自動pH調節器について (図6・7)

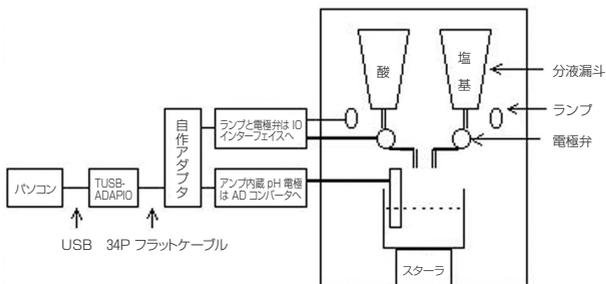


図6 構成図

1. ONをクリックする。
2. pH4の標準溶液に電極を浸しpH4のボタンをクリックする。
3. pH9の標準溶液に電極を浸しpH9のボタンをクリックする。
4. 測定する溶液に電極を浸しpH測定開始ボタンをクリックする。
5. 現在のpHが7.5以上ならば左側にある分液漏斗から塩酸が電磁弁を通して少量流れ落ち、その際左側のランプが点灯する。また、pHが6.5以下ならば右側にある分液漏斗から水酸化ナトリウムが電磁弁を通して少量流れ落ち、その際右側のランプが点灯する。

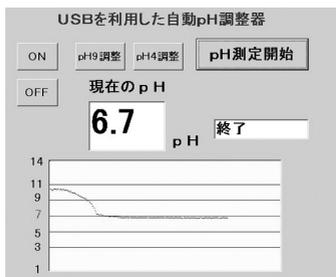


図7 VB表示画面

6. 現在のpHがpH7.5からpH6.5に入れば終了と表示し中和を終了する。



図8 課題研究に取り組む生徒

6. USBを用いたパソコン制御実習を導入した成果と今後の課題

(1) 課題研究に取り入れた生徒の反応

今年の3年生の後半に実習として取り入れる予定なので、現時点では、まだ生徒の様子や状況について述べることはできないが、2年続けて課題研究に取り組ませた状況から生徒の様子を観察すると、パソコンに対しての扱い方の点で大きな変化が見られた。

工業化学科のパソコン実習は、WordとExcelとインターネットの学習のみである。今回課題研究に取り組んだ生徒は、道具としてのパソコンの幅広い使用方法について非常に興味を持ち、Windowsのさまざまな使い方やアルゴリズムの考え方、各種ソフトの使い方、各種補助記憶装置の使い方など、日常的に行われているパソコンに対しての一般的な常識や、ハード面やソフト面のいろいろな活用方法に興味・関心を持てるようになった。そして、次の制御対象物に挑戦中である。

(2) 今後の課題について

C言語や、JAVA、C++等たくさんの言語が

生み出されている中で、BASICはポケコンの世界のみとなりつつある。その中で広い用途で使われ、かつ理解しやすい言語としてVisual Basicがあげられる。

しかし、工業化学科においては、コンピュータの言語学習は情報技術検定3級のBASICのみで、プログラムに関しては経験の浅い生徒がほとんどである。よって、プログラミングの実習は、非常に理解しにくく、柔軟な能力が必要とされる。よってVisual Basicを指導するにあたり、アルゴリズムやプログラムの作り方等、より理解しやすい授業を考えていく必要がある。

7. おわりに

使用したタートル工業のTUSB-ADAPIOは、パラレルIO部16ビット、ADコンバータ6ch、DAコンバータ2chの計測制御ユニットであり、制御対象物と簡単なVisual Basicがわかれば、特に電子回路を組んだり、8255を学んだりしなくとも、制御実習ができるものである。

今回は、Windowsパソコンで簡単にできる制御実習としての例として、温度センサーでAD変換し、パソコンでヒーターのON、OFFを行って水槽の温度を一定に保つことや、アンプ内蔵の電極をAD変換してpH測定を行ったり、そこからIOインターフェイスを用い、電磁弁で酸、塩基の試薬を入れ、中和することに成功した。そして、工業化学科らしい制御実習を簡単に作る事ができた。

今後も、実習、課題研究において身近にあるパソコンのUSBで簡単に外部接続ができ、基本的な制御の考え方ができる生徒の育成に努めていきたい。