

化学系実験装置におけるインターフェースの利活用

和久井 健司

横浜国立大学 工学研究院等技術部¹⁾

1. はじめに

化学系の実験装置は HPLC など複数の装置から構成されるものも多く、装置間はそれぞれのインターフェースを利用して信号のやり取りがなされている。またデータの記録や、装置の制御のために、PC と接続するためのポートが備えられている場合も多い。本稿では、それぞれの信号のやり取りを理解することで、本来の用途とは別目的への利用や、簡易な装置であれば比較的容易に自作できることを紹介する。

2. 装置のアナログ出力の利活用

2.1 装置から出力される信号

装置から出力されるアナログ出力としては、電圧出力や電流出力、接点出力（無電圧）が存在する。装置の説明書に出力の詳細があれば良いが、装置独自の用語の使用や特に説明のない場合もある。その場合は実際に装置を動作させながら、デジタルマルチメータで一つ一つ確認するのが望ましい。例えば、HPLC におけるスタート信号、イベントマーカは接点出力を利用していることが多く、HPLC の装置構成においても、オートインジェクタのイベントマーカをスタート信号として使用したり、検出器の AUTO ZERO に使用できる。また、日本語の説明書には全く入出力に関する情報が書かれていなくても OEM 元の企業に問い合わせると、詳細な情報が載った取扱説明書をもたらえることもあるので、使用できそうなインターフェースがあれば問い合わせることを推奨する。

2.2 制御のための信号の利活用

一例としてシーケンス制御のタイマの利用例を紹介する。右図のようなタイマは入力するアナログ信号を選んで購入できる。本稿ではフラクショナルコレクタとタイマの接続及び利用方法を例に説明する。フラクショナルコレクタは HPLC 等の液体クロマトグラフに接続して分取することを基本的に想定されている装置だが、イベントマーカとしてノズル移動時に接点出力を行う。したがって無電圧入力できるタイマを使用する事で、ノズルの移動直後にタイマを起動することが可能となる。タイマで一定時間ポンプを駆動したり、三方電磁弁を駆動することで自動サンプリングなどが可能になる。

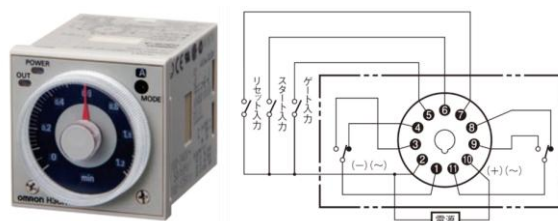


図1 ソリッドステート・タイマ及び端子配置図^[1]

2.3 データ記録のための信号の利活用

アナログ出力を持つ測定器は基本的にはデータの保存のために使用されるが、アナログ入力が可能なデジタル調節計を使用することで、コントローラが作製可能である。デジタル調節計とは温度センサなどから入力された信号と目標値を比較して、その偏差に応じてヒーター等を制御する装置である。一例として pH 計を説明する。pH 計は 4~20 mA の電流出力や±700 mV の電圧出力などを持つものがある。pH の測定値とアナログ出力の検量線を作成し、設定したい pH の電流・電圧値を計算することで pH コントローラが作製できる。なお、デジタル調節計の中には負電圧が入力できないものも有るので注意が必要である。また市販で既に

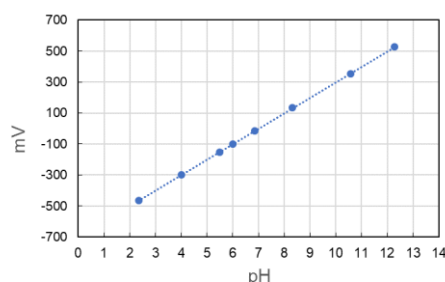


図2 pH と電圧出力の検量線

構築されている pH コントローラーは高価であるが、リレー出力を複数持つのに対し、一般的なデジタル調節計ではソリッドステートリレー（SSR）駆動のための出力は一つなので、ポンプの駆動も一つに限られ、pH の場合は酸もしくはアルカリいずれかの添加のみに限られる点にも注意が必要である。

2.4 アナログ出力の PC への入力

電流・電圧などのアナログ信号は、AD コンバータでデジタル出力に変換することで、PC で記録ができるようになる。ただし分解能は AD コンバータのビット数で決まるため、コンバータの分解能が測定機の分解能より低くならないよう注意が必要である。図 3 に示す AD コンバータを例に示すと、入力レンジが±10 V で分解能が 16 bit なので、分解能は約 0.3 mV となる。図 2 で示した pH と電圧の検量線で考えた場合、pH の表示分解能 0.01 は電圧出力として約 1 mV となり、AD コンバータの分解能としては十分であるという判断になる。また時間分解能を要求する測定



図 3 AD コンバータ USB 対応^[2]

機の場合には、AD コンバータのサンプリングレートが十分であるかにも注意が必要である。接点出力はデジタル入力として入力することができる。例えば、レベルセンサでポンプ等を駆動する際に、リレーも一緒に駆動させた上でデジタル入力として接続すれば、レベルセンサの動作するタイミングを記録することができる。なお、図 3 の AD コンバータの販売元である CONTEC 社は、Visual Basic .NET、Python3 等に対応した API-TOOL を提供しており、サンプルプログラムも提供している。WEB 上ではチュートリアルも公開されているので、自身でプログラムを組みたい場合には是非一度閲覧してみることを推奨する。

3. 装置のデジタル出力の利活用

多くの実験装置には GPIB、RS-232C などに代表されるデジタル出力のインターフェースがある。これらの接続は古くからあるが、自身で測定装置を構築したい場合、通信の仕様が公開されているため、比較的容易に組めることがメリットとして存在するため、今でも装置に付属していることがある。近年は PC 側にそれらの入力端子が備わっていないため、USB コンバータを使用して PC につなぐのが一般的である。また見た目上、これらの出力を使用していなくても、内部では RS-232C を使用しているケースもあるので、説明書をよく確認する必要がある。これらの出力を PC に記録するには、各社から提供されるプログラムを使用してもよいが、RS-232C などは説明書に仕様が記載されているため、自身でプログラムを書けば、複数の装置を同時に記録することができる。近年は python のライブラリにシリアル通信のための pySerial^[3]なども出ているので、比較的容易にプログラムも組めるようになっている。

4. おわりに

本稿では、インターフェースの利活用の概要について述べたが、当日の発表ではこれらの技術を用いて作製した装置など具体的事例についても紹介する。

参考文献

- [1] OMRON H3CR-A データシート
https://www.fa.omron.co.jp/data_pdf/cat/h3cr-a_ds_j_11_6.pdf?id=193 (参照 2025-03-04)
- [2] CONTEC AIO-160802GY-USB データシート
<https://www.contec.com/jp/products-services/daq-control/pc-helper/usb-module/aio-160802gy-usb/feature/#section> (参照 2025-03-04)
- [3] pySerial's documentation
<https://pyserial.readthedocs.io/en/latest/> (参照 2025-03-04)