

学習用データ・ログの開発

— 生徒用として必要な機能とユーザ・インタフェース —

小松 幸廣

国立教育研究所 教育情報・資料センター
〒153 東京都目黒区下目黒 6-5-22
phone : 03-5721-5091, fax : 03-3714-0986, e-mail : Kyuki@nier.go.jp

これまで、初等中等学校での利用を目的としたデータ・ログの開発を行ってきた。ここでは、生徒の利用を中心にした科学実験・観察に必要な機能とユーザ・インターフェースについて考察する。

キーワード：科学教育，教具，実験，観察，計測，制御

The Development of the Special Data Logger for Students

The function necessary for students and an user interface.

Yukihiro, KOMATSU

National Institute for Educational Recerch
6-5-22 Shimomeguro, Meguro-KU, Tokyo, 153
phone : 03-5721-5091, fax : 03-3714-0986, e-mail : Kyuki@nier.go.jp

We have developed a Special Data Logger used for elementary school, junior and senior high school. Now, we will consider a function and user interface which are now required when students experiment and observe things by the use of equipment.

Key words : Science education, Teaching materials, Expereiment, Observation,
Measuremen, Contral

1. はじめに

実験・観察で得られる情報を有効に活用する方策として、実験・観察情報の収集の自動化と記録の保存、取り出しなどが可能な情報収集装置の開発に取り組んできた。この装置（愛称「実験太助」）は既に二度の試作と製品化を図っており、機能面では完成度の高いものとなっている。しかし、表示機能が不十分で、操作が分かりにくい等の難点のために機器の取り扱いに慣れる必要があった。特に今回、生徒用を開発するに際しては、容易な操作と小型化に重点を置いた。本稿では生徒用として必要な機能と利用者インターフェースを中心に紹介する。

2. 生徒用データログの開発

（1）開発の経緯

微少な温度変化や長期間に渡る観測データなど大量でしかも人手による情報収集が困難な実験・観察の情報を教材として使いたいと言う学校現場の先生方の要求があり装置の開発を始めた。一般的なパーソナルコンピュータを使った場合、実験・観察などの諸現象を直接扱うためには、アナログ・デジタル変換装置の併用が不可欠である。

当初、このような装置の開発も検討したが、パーソナルコンピュータの機種が異なると使えない。装置が大きくなり、利用できる場所が限定される。パーソナルコンピュータの操作に慣れていないと使えない等、さらに、例えばノート型であっても戸外に持ち出したり実験卓上で利用することは、装置の形状や操作性の面で実用的とは言えない。これらの検討を経て実験・観察用の独立した装置として開発することにした。

（2）生徒用データログとしての条件

これまでに開発してきた装置の評価等を基に生徒用として必要な機能について検討を行った。

表示機構については、温度変化の比較や時計の併用など、複数データの表示が求められる。ただし、表示情報が多過ぎると煩雑になり、読みとりにくくなる点も配慮する必要がある。

一般的なデータログでは測定値は電圧で表示されるが、教育用として使用するには利用する単位系への変換が必要となる。また、単位が表示される事により、データを含め読みとる上での様々な間違いが軽減できる。

筐体の仕様については、生徒が利用する装置の場合、慣れない取り扱いや不注意から起こる機器の破損を防ぐために堅牢な作りが求められる。また、水や薬品などの機器への影響も予測できることから防滴対策も必要と考えた。

筐体の大きさについては操作性と表示の見やすさを犠牲にしない程度の小型化を目標とした。

教育用計測機能としてとして要求され

図1 装置の外観

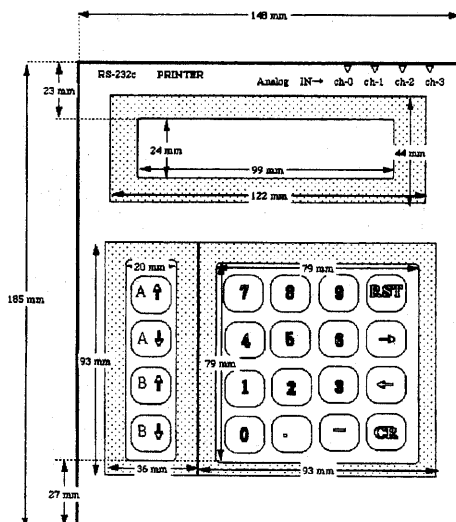


るのは、測定データの自動記録および手動記録機能など実験・観察の現象に応じた時間間隔でデータが採取できる機能である。

これらの機能仕様を一覧にまとめたものを次に示す。

- ・複数データの表示機能の実現
- ・単位をつけた測定データの表示
- ・物理的な堅牢性の実現
- ・簡易防滴構造の実現
- ・装置の小型化（B 6 版程度）
- ・測定データの記録、保存機能の実現
- ・複数インターバルタイマ機能の実現
- ・複数ストップウォッチ機能の実現
- ・温度、湿度、気圧、照度の測定機能
- ・測定日時が記録できる機能の実現
- ・2時間程度の電池駆動が可能なこと
- ・シリアル通信機能（パーソナルコンピュータとの連携等 RS232C）
- ・測定データの印刷機能の実現
（セントロニクスインターフェース）
- ・ブザー機能（動作確認等）

図2 装置の寸法とキーボード



（3）データログの回路設計

回路の設計にあたって、先に挙げた仕様を基に表示器、A/D変換器、CPU、IC、コネクタなど主要部品の検討を行った。

その結果、適当な部品の選定ができず、要求する性能を得ることが難しい場合には回路の構成や部品の再検討を行い、計画した仕様をできる限り満たす方向で設計した。

＜アナログ部＞

本装置の仕様検討の際に実施した”中学校の教科書で扱われている測定器具を使った実験・観察の調査の結果”から、温度に関する測定が全体の42%と高いことがわかっている。

また、これらの実験・観察で要求される温度測定の精度は最も分解能を必要とするもので0.1℃程度と見られること。測定範囲は沸騰などの実験を考慮して150℃を上限とし、下限は食品などの冷凍保存時の温度降下が測定したいという要望もあり-50℃までとした。

このほか、急激な変化を測定する場合に求められるサンプリング時間についても検討し、急峻な現象で測定時間が短い実験（例えば断熱膨張 フラスコ内部で雲を発生させる実験など）の条件から100ms以内とした。

以上のように、主として温度測定の条件からアナログ部の仕様を検討し、A/D変換器用LSIとして量子化幅13ビット、変換速度8.2ms/チャンネル、入力8チャンネルのものを採用した。

測定データに単位をつけて表示するにはセンサーの自動識別機能が必要であり、本装置で実現したのは実験・観察で頻度の高い温度、気圧、照度、湿度の4種を対象とし、これ以外のセンサを接続した場合には電圧値として表示する事にした。

長期間観測やごく短時間に観測される変化を記録するための機能としてデータの自動記録機能を設けた。気象観測は年間を通しての記録が求められるし、断熱膨張の実験のように数秒間の現象もある。

自動記録は測定を開始する時間と測定間隔をインターバルタイマに設定することによって実現するものとした。最短時間0秒間隔（実際には0秒ではなくA/D変換器の変換時間 約1/10秒間隔）から最長時間9999分（166時間40分）間隔までとした。

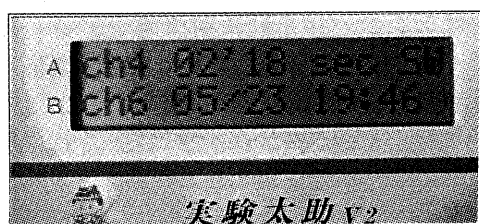
一方、状態変化を調べる実験のように現象の変化を観察することが学習の中心的な活動となる場合、現象変化に注目し、変化があった時点の記録を残したい。このような場合に有効な手段は、現象に着目したままで手元のスイッチを押すことによって記録を残す機能（手動記録モード）の実現であると考えた。

<デジタル計測部>

実際の実験・観察の場面で現象が何回起きたか、どのくらいの時間で起きるのか等、計数器やストップウォッチが多用される場面が多い。こうした理由からカウンタ機能とストップウォッチ機能を合わせ持つ装置として開発することにした。

同時に複数の計数や比較をする実験・観察もあるため、カウンタとストップウォッチはそれぞれ2チャンネル設けることにした。更に、放射線に関する内容が科学分野の教科書で取り扱われるようになったことから、ガイガ・カウンタとしての用途も考慮して、単位時間当たりの計数表示が行え

図3 測定データの表示画面



るようにした。

<制御機能>

生徒が行う実験・観察で制御が必要となる直接の場面は見あたらないが、生物の飼育を行う場合などには欠かせない機能である。また、動植物の活動の記録をVTRやカメラに収める等、定時観察の自動化にも必要な機能であることから温度制御、インターバル制御機能、トリガ制御機能を設けることにした。

温度制御の精度を高め、保温用容器や発泡スチロールの箱で手軽に恒温槽を実現するために比例制御を使ったモードとON/OFF制御モードの二通りの制御機構を設け、用途に合った使い分けが出来るようにした。

(3) 利用者インターフェース

これまでに開発してきた装置では5桁×2行であった表示を16桁×2行とし、英文字、記号やカーソルの表示を可能にした。これによって単位の表示が可能になったこと、加えてセンサーの識別機能を実現したこと、操作メニュー階層の精選、操作ガイドの表示など操作性の向上に努めた。特に各種機能の設定では機能設定モードに入る際の操作方法を統一し、操作補助情報を提示することによって、初めての利用者でも容易に機能設定ができるように配慮した。

図4 機能設定の画面

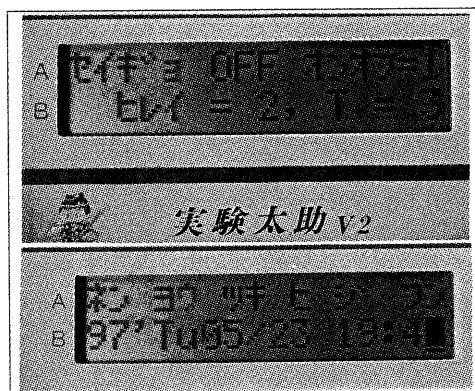


表1 機能選択・設定の操作

表示チャンネル		各チャンネルの機能	
A	B		
ch 0 ～ 3		アナログデータの表示 → 補正機能設定	表示単位=温度表示(℃),湿度(%),気圧(mmHg),照度(Lx),電圧(V) M1: 0～3→読み換えモードを ON にする M2: 数値を入力し、デンアツ/ヨミカエチ の設定を行う
ch 4 , 5		カウンタ/ストップウォッチ(タイマ) → 機能設定	M1: カウンタ, タイマの機能を数字を入力して選択する
ch 6		時計, カレンダーの表示 → 数値設定	M1: 時計, カレンダーの設定値を数字又は上下矢印キーで選択する
ch 7		温度制御機能の表示 → 機能設定	M1: ON/OFF制御か比例制御かを数字を入力して選択する M2: ON/OFF制御では上限値と下限値を入力する M2: 比例制御では中心値を設定する
ch 8		制御出力・デジタル入力(スイッチ入力)の状態表示 → 制御出力機能設定	制御出力は4チャンネルあり、0, 1がトリガモード、2, 3が繰り返しモードで動作する M1: 制御出力のチャンネルを数字を入力して選択する M2: 機能をONにし、OFFタイムとONタイムを数字で入力する
ch 9		データ収集インターバルタイマ収集回数の表示 → 収集データの確認 → 収集機能の設定	データ収集インターバルタイマには手動とAUTOのモードがあり、手動はスイッチ1の入力で、AUTOは設定した時間毎にカレンダーとch 0～ch 5のデータを収集する M1: データ収集機能で収集したデータを確認するモード M2: 手動とAUTOのモードを選択して設定する M3: AUTOモードの開始時間とインターバルタイムを設定する
ch A		プリンタ、通信回線機能の設定状態表示 → プリンタ、通信回線、ブザーの機能設定	M1: プリンタ、通信回線、ブザーのうち設定する機能を数字で選択する M2: プリンタの機能を設定 手動と一括印刷のモードを数字で選択する M2: 通信回線の選択 上下矢印キーで項目を選択し設定する M2: ブザーの機能を数字で選択する

A ↑

A ↓

B ↑

B ↓

上下の矢印キーによってチャンネルを選ぶ
表示Aは機能チャンネル0～6の表示、表示Bは機能チャンネル0～Aまでの表示及び機能設定

A

B

→

←

'→' 右矢印キーを押すと表示窓Bで示されるチャンネルの機能設定モードに入る
'←' 左矢印キーを押すと機能設定モードから抜ける

M1: 機能設定階層1であることを示す。以下数字の2が付けば階層2を示す。

-53-

3. 総合考察

生徒の利用を念頭において仕様を検討したが、開発に際しても概ね仕様に沿った性能が得られ、要件を満たすことが出来た。教職員を対象にした研修で実際に利用してもらう機会を得たが、その結果から操作性は前回開発装置よりわかりやすいとの評価を得た。また、その理由についても”データの表示が見やすい”を挙げていることから、表示の改善が操作性の向上に寄与しているものと考ええる。

一方、装置の小型化を図ったことは省電力化につながり、2時間以上の電池駆動が可能となった。これによって、通常の授業時間内での実験は商用電源(100V)を必要としなくなった。このことは配線の煩雑さや実験スペースの確保に役立つと共に、使いやすさの向上につながったものと考ええる。

4. 今後の課題

今回開発した装置は、教室内で行われる実験や長期間に渡る観察でも利用ができる性能に達したものと考ええる。

今後、装置を使った教材の開発を行な

い教材を充実させることで、教育用データ・ログとして実験・観察利用の拡大を図りたい。

本研究は、平成7～8年度科学研究費補助金(課題番号07558015)の補助を得て行っている。

5. 参考文献

- ・小松幸廣 益子典文:科学教育における実験観察データベースの実用化ー教材教具開発の「発想・工夫点」に基づく分類の試みー, 日本科学教育学会 年回論文集19, pp11-12, 1995
- ・小松幸廣:身近な環境データの活用, 教育と情報 第427号, 文部省大臣官房調査統計企画課編, 第一法規出版, P38-41, 1993年
- ・小松幸廣:インテリジェント型データ収集・制御装置, 特許出願, 出願番号(特願平5-140148), 1993年
- ・小松幸廣:科学実験用データ収集装置「実験太助」を用いた教材開発と実践 日本科学教育学会 第17回年会, A126, 1993年
- ・小松幸廣:科学実験用データ収集装置の開発, 日本科学教育学会第16回年会, F121, 1992年
- ・清水克彦:算数・数学科の学習と他の教科・領域の学習とのネットワーク化はどうすればよいか, 学習のネットワーク化, 教育開発研究所, 教職研究9月増刊号, pp34-37
- ・南 茂夫:科学計測のための波形データ処理, CQ出版社, 1986年

図5 収集データの表示例と操作キー

