

●厚生労働大臣賞入選

# SS無線通信方式による遠隔監視・計測制御装置 — 遠測くん —

四国ポリテクカレッジ 山口 修  
(四国職業能力開発大学校)

## 1. はじめに

私たちの身の回りでは無線通信の技術を利用したシステムが急速に普及している。このため無線通信は大変重要視され、あらゆる現場で無線通信を使った作業が行われている。無線通信を利用したもので遠隔監視・計測制御システムがある。これは気象観測、工場での製品の監視などに使われている。

学生の訓練でも無線通信分野の教材が重要視され、対象の訓練科目で取り入れられてはいるが、座学中心であり実習に対する教材の準備が課題であった。

本稿では、訓練教材として開発した操作説明書を中心に製作した装置とシステムの概要も含めて報告する。

## 2. 教材の概要

本教材は、遠隔監視・計測制御装置とSS無線通信方式により、アナログ計測値、記録値、監視状態の表示およびデジタル入力状態の表示、デジタル出力の指示を行うもので、システムの構成に基づき効果的に訓練を進めるための操作説明書である。

訓練では、操作説明書をもとに結線や実験を体験することで、「情報通信システム」などの訓練科目における無線通信方式およびデジタル・アナログ計測制御方法やデータ通信方法についての仕組みと予備知識をつかむことができる。また、生産設備の維持管理が擬似的に体験できる教材でもある。

## 3. 教材の工夫と期待できる効果

操作手順や操作方法に限らず、システム構成の確認や結線等も行えるなど興味を持たせるようにした。

また、評価版のソフトウェアでは、特別に端末機、アナログ入力装置、デジタル出力装置、デジタル入力装置などを準備しなくても擬似的に体験操作ができる。さらに、計測のみでなく積算や時間等を考慮した常数計算や結果分析、計測データを一元管理することの重要性が理解できる。

## 4. システムの概要

本システムは、監視・計測制御装置の端末機およびSS無線通信方式により、アナログ計測値、記録値、監視状態の表示、デジタル入力状態の表示、デジタル出力の指示を行う。

図1と図2にシステムの構成と実習例を示す。

ここでは、無線機を受信側としてパソコンに取り付け、送信側として信号処理端末機(端末機)に取り

遠隔監視・計測・制御システム 構成図

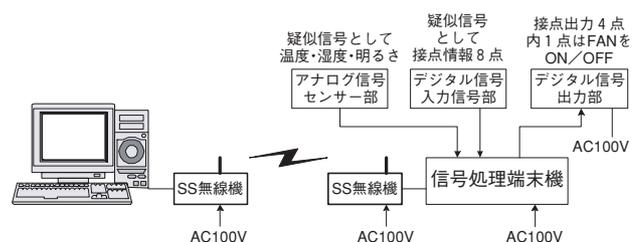


図1 システム構成図

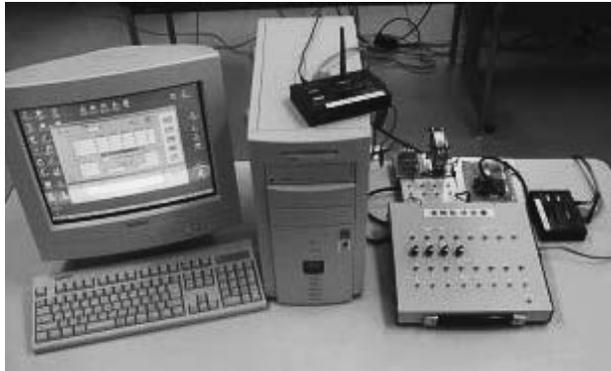


図2 実習例

付ける。端末機にはデジタル出力装置（ファン）、デジタル入力装置（スイッチ入力）、アナログ出力装置（温度・湿度・照度センサ）を取り付けることにした。

また、Visual Basicのプログラムを用いて端末機との通信によってアナログ計測値、記録値、監視状態の表示およびデジタル出力の表示と受信した結果を表示するようにした。さらに、計測したデータの傾向をわかりやすくするためにExcel VBAにより傾向分析のグラフを表示させるようにした。

操作する端末機の外形とブロックダイアグラムを図3と図4に示す。

端末機とアナログ入力（温度・湿度・光センサ）

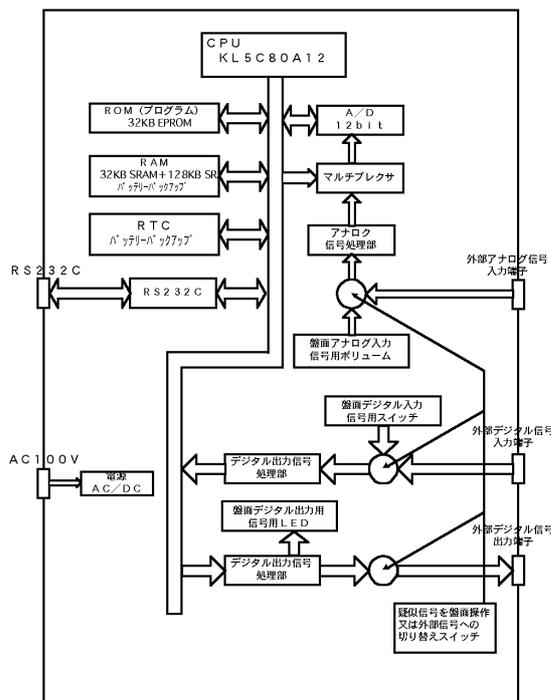


図3 端末機のブロックダイアグラム

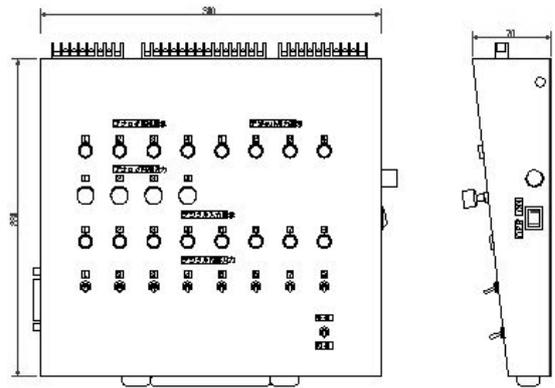


図4 端末機の外形図

装置、デジタル出力（ファン駆動）装置、デジタル入力（接点スイッチ入力）装置との結線および各装置における結線の様子を図5と図6に示す。

各種センサの仕様を図7に示す。

各種センサからの信号処理機能については、

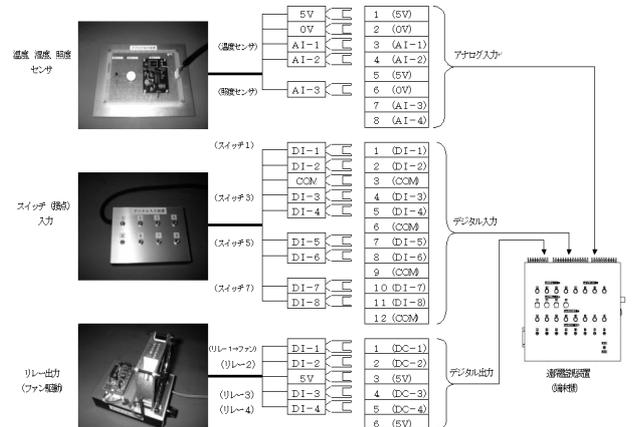


図5 端末機との結線図

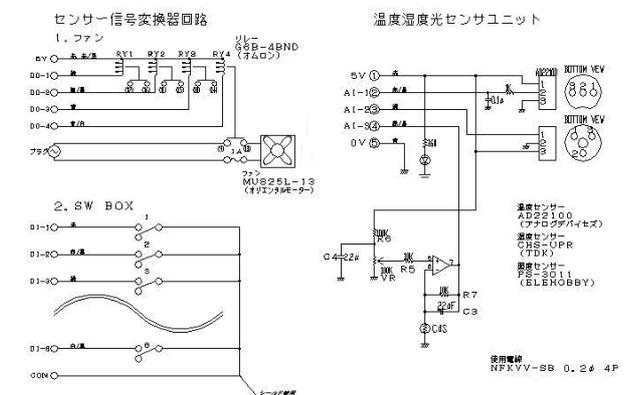


図6 アナログ入力・デジタル入出力装置の結線図

## アナログ信号センサー部 解説書

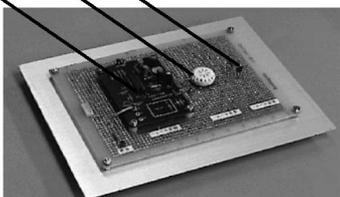
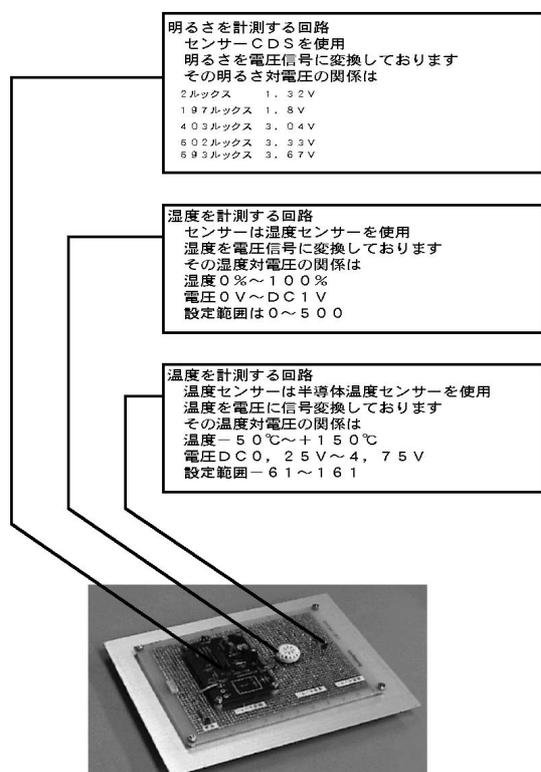


図7 各種センサーの仕様

### ・アナログ信号

約0.2秒程度で4CHの信号を数値化し、データは最新の6個分の移動平均をデータとして持つようにしている。また、そのデータを監視設定値と比較し、その結果を超えていれば異常としてLED異常を表示する。

### ・デジタル入力信号

入力端子からのONまたはOFF信号を常に監視、変化があればそのCH番号を記憶する。また、そのCH番号に相当するLEDを点灯表示する。パソコン側からのチェックに対して変更のたびに、そのデータをパソコンへ返す。

### ・デジタル出力信号

パソコンからの信号により端末機内部ソフトウェアおよびハードウェアの動きで指示された端子より出力信号を出す。また、それぞれCH番号に相当するLEDを点灯表示する。

とし、各信号部の機能については、

### ・アナログ信号部

疑似信号として温度、湿度、明るさをそれぞれセンサーを用いて電圧信号に変換、その信号をそれぞれ決められたCH番号に相当する端子へ入力する。

### ・デジタル入力信号部

接点信号をトグルスイッチにて疑似信号を作り、それぞれCH番号に相当するスイッチをONまたはOFFさせることで動作する。

### ・デジタル出力信号部

パソコンからの出力信号指示でその番号に相当するリレーが駆動する。そのうち1点はリレー接点によりファンモータをONまたはOFFできる。とした。

## 5. 無線機の活用

無線機については、図8に示す双方向タイプのスペクトラム拡散 (Spread Spectrum : SS) 通信方式のデータ通信モデムを検討した。



図8 無線データ通信モデム

SS無線機は、通常の狭帯域変調方式とは異なり、変調信号のスペクトラム成分を広範な周波数に拡げている。主な特長として、

- ・屋内環境半径60m, 屋外環境半径300m
  - ・最大伝送速度38.4kbps
  - ・スペクトラム拡散通信方式
  - ・リピータ機能内蔵
  - ・同一エリア内で12回線の通信が可能
  - ・N:M等通信形態に対応
- などをあげることができる。

有線に比べて距離範囲が大きくなりコストの面から見ても安くなっている。このため、今後はますます

す普及すると思われる。

## 6. 実験方法と評価

実験は教材運用の利便性を考え校内とした。また、計測については午前9時から約11時間にわたって行った。さらに、計測値の分析により評価方法を検討した。

### 6.1 計測の方法

図9のように本校の応用棟屋上に無線機(送信側)、温度・湿度・照度センサ、ファン、スイッチ入力を取りつけた端末機を設置し、約65m離れた共同実験棟4階の実習室では、無線機(受信側)を取りつけたパソコンで2分間隔にて温度、湿度、照度のデータを受信するようにした。

登録画面で計測上下限値の温度を-61~161, 湿度を0~100, 照度を0~600とした。これらの条件のもと実験を実施した結果、端末機, センサ, ファン, スイッチ入力の動作とも正常な動作が確認できた。

本システムの設置・計測例を図10に示す。

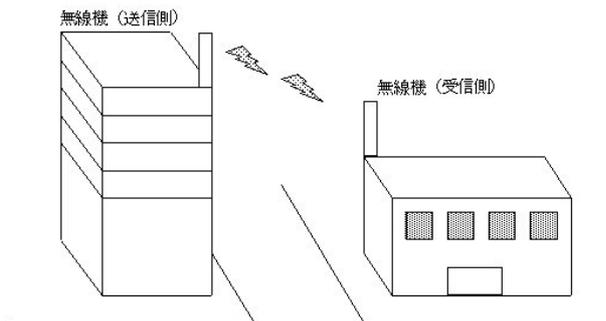


図9 実験の概略

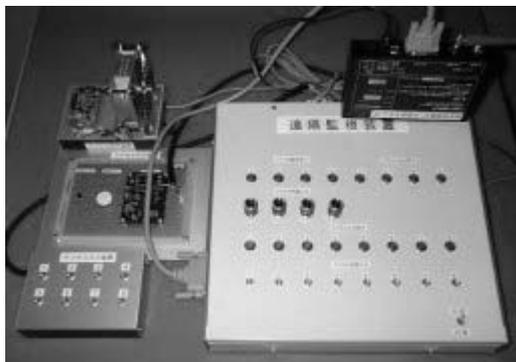


図10 実験の様子

一方, アナログ入力, デジタル入力・出力の実験では, 検査成績書(表1)を作成した。照度データについては, 電圧に対する照度値をグラフ上にプロット(図11)することで理論に近い特性が確認できた。しかし, 本評価方法はアルゴリズムの検証範囲であるため教材としては採用しなかった。

### 6.2 計測上の課題

計測では無線機を設置する場所が重要になってくる。計測データの送受信では受信機と送信機の間に建物などの障害物があり, 通信が途切れてうまくいかないことがあった。これには, 無線機との間に障

表1 検査成績書

検査成績書							
JOB NO	00001						相当
製品名称	遠隔監視装置						
形式							
製造番号							
検査日時	11/5						
アナログ							
??????????	??????????	??????????	??????????	??????????	??????????	??????????	??????????
入力(V)	表示	入力(V)	表示	入力(V)	表示	入力(V)	表示
0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
0.5	0.49	0.5	0.49	0.5	0.49	0.5	0.49
1.0	0.99	1.0	0.99	1.0	0.99	1.0	0.99
1.5	1.49	1.5	1.49	1.5	1.49	1.5	1.49
2.0	2.00	2.0	1.99	2.0	2.00	2.0	2.00
2.5	2.50	2.5	2.49	2.5	2.50	2.5	2.50
3.0	3.00	3.0	3.00	3.0	3.00	3.0	3.00
3.5	3.50	3.5	3.50	3.5	3.50	3.5	3.50
4.0	4.00	4.0	4.00	4.0	4.00	4.0	4.00
4.5	4.50	4.5	4.50	4.5	4.50	4.5	4.50
5.0	5.00	5.0	5.00	5.0	5.00	5.0	5.00
デジタル入力							
CH	判定	CH	判定	CH	判定	CH	判定
1	良	3	良	5	良	7	良
2	良	4	良	6	良	8	良
デジタル出力							
CH	判定	CH	判定	CH	判定	CH	判定
1	良	3	良				
2	良	4	良				
測定条件							
センター設備フセット	0						
スパン	5						
AD変換定数	0.000H/0.FFFH						
入力:	アナログ 電圧発生器にて電圧入力						
出力:	デジタル 端子台にてテスターで測定						

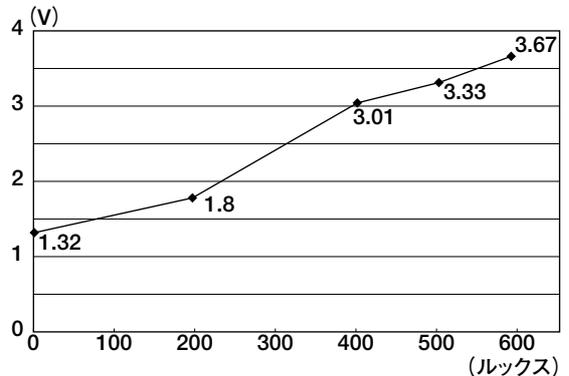


図11 照度の出力特性

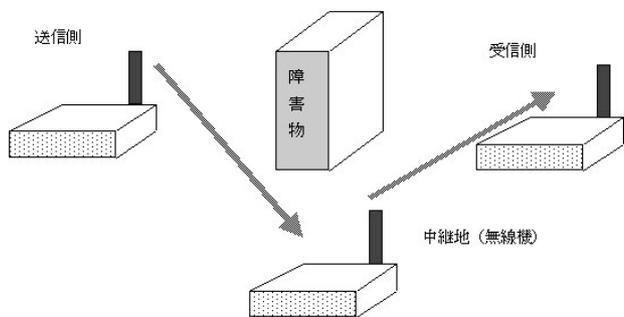


図12 無線機の設置例

害物がないように場所を選び設置することが必要である。対策として、図12のように無線機と無線機の間の中継機能付無線機を設置することで障害を少なくできる。

## 7. 操作手順と操作方法

操作説明書における操作手順と操作方法の一例を以下に示す。

### 7.1 端末機の構成

端末機の構成を図13に示します。各操作部の機能は次のとおりです。

1：アナログ監視表示用LED

アナログ信号が上下限設定値を超えたときに点灯する。(4点)

2：アナログ内部信号用多回転型ボリューム (2点)

3：デジタル入力表示用LED

デジタル入力信号接点信号がONしたときに点灯

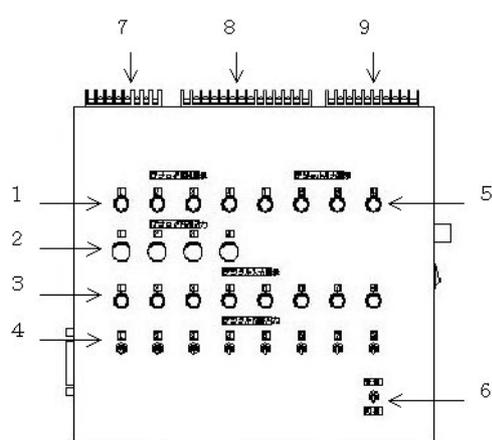


図13 端末機の構成図

する。(8点)

4：デジタル内部入力スイッチ (8点)

5：デジタル出力表示用LED

センターからデジタル出力信号をONしたときに点灯する。(4点)

6：内部／外部切り替えスイッチ

7：デジタル外部出力用端子台 (6P4点)

8：デジタル外部入力用端子台 (12P8点)

9：アナログ外部入力用端子台 (8P4点)

### 7.2 監視諸条件の設定と実行・停止

システムを起動すると、図14に示す画面が最初に表示されます。

ここでは、各種登録、計測・記録の実行、停止を行います。システム起動時は、計測・記録は「停止」状態です。この状態は、「実行ステータス」欄に表示されます。設定、保存したデータは terminfo.dat の名称でファイルに保存されます。

(1) 設定変更手順

(a) 所要の項目を選択し、入力します。

名称、計測範囲、監視範囲、単位の場合、マウスで変更したい欄を選びます。

・所要の名称、数値等を入力します。名称・単位は英数字、漢字が使えます。数値は半角数字で入力してください。

計測範囲の場合、

・計測範囲コンボボックスをクリックします。



図14 起動・実行・停止画面

・ 1分～6分の選択範囲の中から所要の時間を選んでクリックします。

- (b) 「保存／停止」ボタンをクリックします。
- (c) 下記の確認メッセージが表示されます。「OK」をクリックするとハードディスクにファイルとして保存され、監視上下限データは端末機に伝送されます。

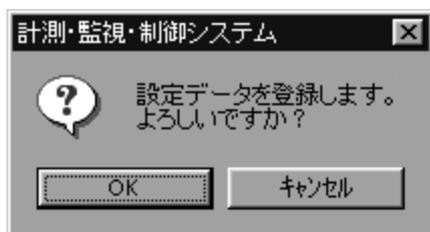


図15 設定データ登録確認画面

### (2) 計測・記録の実行

「実行」ボタンをクリックすると、計測・記録が開始されます。実行中は、「実行ステータス」欄に「実行」という表示が赤色でフリッカーします。

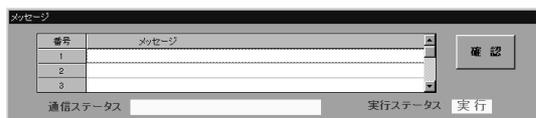


図16 実行ステータス画面

### (3) 計測・記録の停止

計測・記録の実行中に、「保存／停止」ボタンをクリックすると、下記の確認メッセージが表示されます。「OK」をクリックすると計測・記録を停止し、記録ファイルをもとにExcelファイルを作成します。Excelファイル名は,yyyymmddnn.xlsで作成されます。

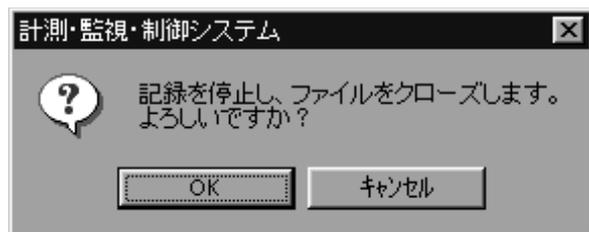


図17 記録停止確認画面

## 7.3 デジタル入力の状態表示

デジタル接点のONまたはOFF状態を表示します。ONは赤で、OFFは青で表示します。



図18 デジタル入力状態表示画面

### (1) コマンドボタン

- アナログ 計測値表示画面に移行します。
- 記録値 記録値画面に移行します。
- 制御 制御画面に移行します。
- 登録 登録画面に移行します。
- 終了 プログラムを終了します。

## 7.4 アナログ計測値の表示と印刷

図19のようにアナログ4チャンネルの計測値を表示します。計測値の記録は「登録」画面で設定した計測間隔で行われます。

ファイルは実行単位でハードディスクに保存されます。保存されるフォルダは、プログラムの入ったフォルダの中の\data というフォルダです。

ファイル名は日付に2桁の連番(00-99)を付加して作成します。例えば1999年12月02日の場合、最初に作られるファイルは”1999120201.xls”となります。記録値を表示させるファイルは直接テキストボックスに入力するかまたは矢印で選択します。

矢印で選択する場合は、連番順に表示します。記録データがない日付を入力した場合は、「ファイルがありません」と注意メッセージが表示されます。

当日のデータを表示させている場合、記録データのファイルが更新されても、表示データは自動的に更新されません。この場合は、日付+番号を再入力してください。

### (1) コマンドボタン

- アナログ 計測値表示画面に移行します。
- デジタル デジタル状態表示画面に移行します。

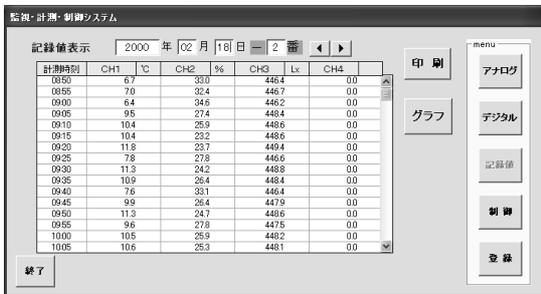


図19 アナログ計測値表示画面

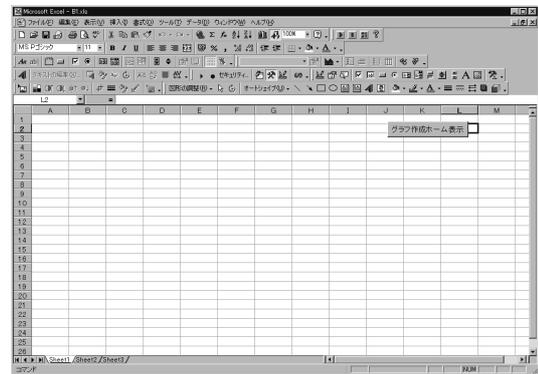


図20 グラフ作成起動画面

- 制御 制御画面に移行します。
- 登録 登録画面に移行します。
- 印刷 表示中の記録値データを印刷（表2）します。
- 終了 プログラムを終了します。

表2 アナログ計測値の印刷

* 計測データ記録値 *			
			2002/02/18-02
時刻	温度	湿度	照度
	°C	%	Lx
8:50	6.7	33	446.4
8:55	7	32.4	446.7
9:00	6.4	34.6	446.2
9:05	9.5	27.4	448.4
9:10	10.4	25.9	448.6
9:15	10.4	23.2	448.6
9:20	11.8	23.7	449.4
9:25	7.8	27.8	446.6
9:30	11.3	24.2	448.8
9:35	10.9	26.4	448.4
9:40	7.6	33.1	446.4
9:45	9.9	26.4	447.9
9:50	11.3	24.7	448.6
9:55	9.6	27.8	447.5
10:00	10.5	25.9	448.2
10:05	10.6	25.3	448.1

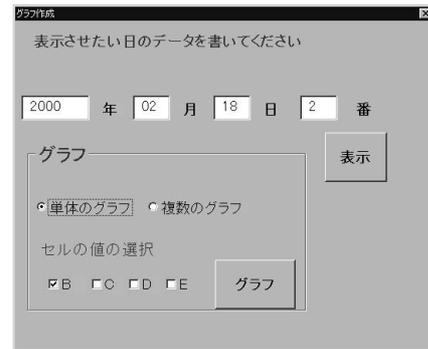


図21 グラフ作成画面

した例を次に示します。

例えば、2000年2月18日に2回データを記録したとします。2回目に記録されたデータを分析したい場合は、連番の番号として2を入力します。

入力後、**表示**ボタンをクリックすると図22のようにシート上に計測データを自動表示します。次に、1つだけのグラフを作成するには**単体のグラフ**を、2つ以上のグラフを作成するには**複数のグラフ**のボタンを指定します。

さらに、どのグラフを作成するかを決めます。温度のグラフを作成するにはBを選び、湿度のグラフを作成するにはCを選び、照度のグラフを作成するにはDを選びます。

最後に**グラフ**ボタンをクリックすると、図23のようにシート上へ目的のグラフを自動表示します。

## 7.5 計測データの傾向分析

得られたデータの傾向をよりわかりやすくするために、グラフを作成することができます。

図19に示す記録値表示画面の**グラフ**ボタンをクリックすると図20のExcelシートが表示されます。

グラフ作成のフォームを表示させるには、画面上の**グラフ作成ホーム表示**のボタンをクリックします。すると、図21の画面が表示されます。

グラフを作成するには、フォーム上で年、月、日、連番の欄にグラフを作成したい日付+連番を入力します。実験で得られたデータをもとにグラフを作成

## 7.6 アナログ入力装置

(1) 信号処理端末機の機能（アナログ入力信号部）  
約0.2秒程度で4CHの信号を数値化します。また、そのデータを監視設定値と比較し、その結果超えていれば異常としてLED異常を表示します。

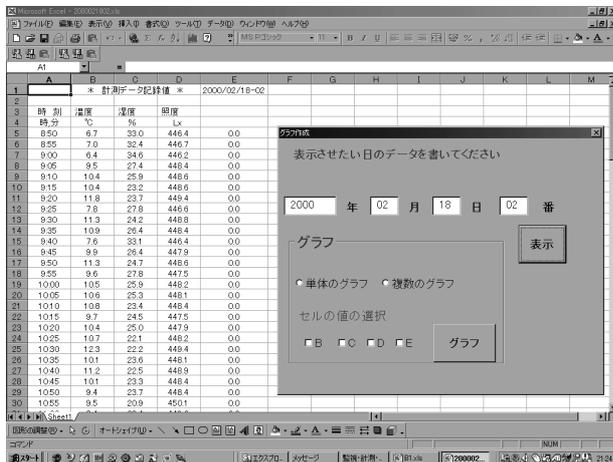


図22 計測データ表示画面

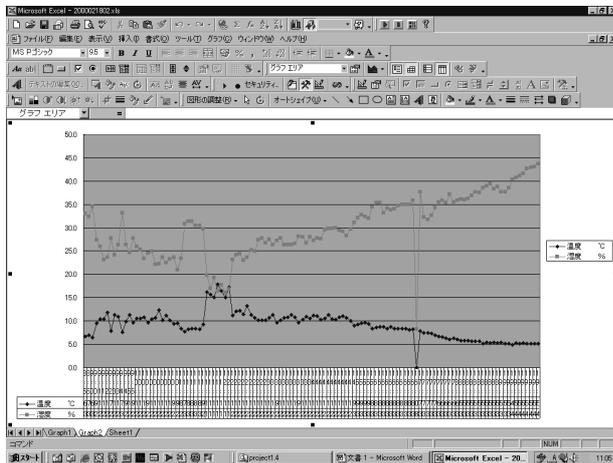


図23 傾向分析表示画面

(2) 温度・湿度・照度センサの機能（アナログ出力信号部）

疑似信号として温度，湿度，照度をそれぞれのセンサを用いて電圧信号に変換します。また，その信号をそれぞれのCH番号に相当するLEDに点灯表示します。記録画面で計測上下限值を入力するとき，センサの機能にある範囲を指定しなければ温度計等で測った正確な値が得られません。

7.7 デジタル出力装置

(1) 信号処理端末機の機能（デジタル出力信号部）

パソコンからの信号により指示された出力信号を出します。また，その信号をそれぞれのCH番号に相当するLEDに点灯表示します。

(2) ファン装置の機能（デジタル入力信号部）

パソコンからの出力信号の指示でその番号に相当

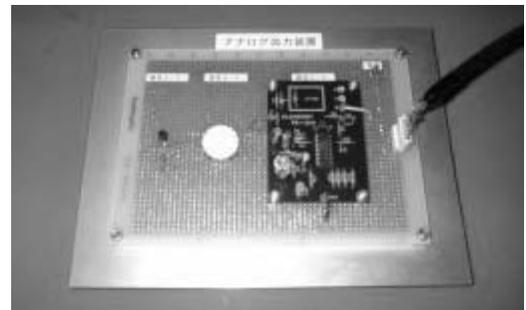


図24 アナログ入力装置

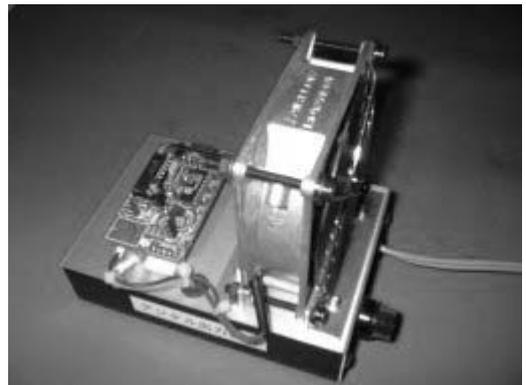


図25 デジタル出力装置

するリレーが駆動します。その内1点をリレー接点によりファン運転用のモータをONまたはOFFできるようにしています。

8. おわりに

無線機により離れたところから監視・計測制御と計測データの傾向分析が行え，有用性のある教材が開発できた。

訓練では操作説明書をもとに結線や実験を体験することで，無線通信方式およびデジタル・アナログ計測制御方法やデータ通信方法についての仕組みと予備知識をつかむことができる。

今後は訓練科目への適用拡大を行うことで，これまで以上の成果を期待したい。

〈参考文献〉

- 1) 山内雪路：『スペクトラム拡散通信 次世代高性能通信に向けて』，東京電機大学出版，p112-119，1998。
- 2) 『スペクトラム拡散通信方式』，  
<http://www4.nikkeibp.co.jp/CSG/wordindex/spectrum.htm>