
教育用 観測情報データサーバの開発

課題番号 15300289

平成15年度～平成16年度

科学研究費補助金（基盤研究（B）（2））研究成果報告書

平成17年（2005）3月

研究代表者 小松 幸廣
（国立教育政策研究所）

研究組織

1. 研究組織

(研究代表者) 小松 幸廣 (国立教育政策研究所・総括研究官)

(研究分担者) 吉岡 亮衛 (国立教育政策研究所・総括研究官)

(研究分担者) 坂谷内 勝 (国立教育政策研究所・総括研究官)

2. 研究経費

平成15年度 5,700 千円

平成16年度 7,100 千円

計 12,800 千円

3. 研究発表

(1) 「Web 配信機構を持つ観測データサーバの開発」,
日本科学教育学会年会論文集 27, 2003, pp309-pp310

(2) 「地震波観測用 Web サーバの開発」,
日本科学教育学会年会論文集 28, 2004, pp571-pp572

ま え が き

本研究は、平成15年度から平成16年度までの2カ年間、文部科学省科学研究費補助金(基盤研究(B)(2))の交付を受けて実施したものである。この研究は小・中・高等学校の学習者を対象とした教材の提供システムの開発であり気象、環境、地震の観測情報を収集し、インターネット上で提供する装置に関する実用化を目指した開発研究である。

このシステムの開発について知っていただく為に、開発の礎となった関連する一連の研究開発について述べておきたい。

コンピュータを使った計測データの教材化について1986年に研究を始めた。その理由は、断熱膨張の様に数秒単位で起こる速い変化や気象観測のような長時間に渡る観測など人手による観測が困難な場合には、コンピュータを利用することが有効であると考えたからである。

最初に開発したのは実験・観察情報収集装置(愛称OND OZ[1986～1991])で、装置単体で計測できる他、通信回線を使ってパソコンへのデータ転送が可能な機能を実現した。続いて開発した実験太助V1(1992～1994)は主に教師用として設計し、装置の小型化、機能の強化を図った。学習者用としては実験太助V2(1995～1997, 科学研究費補助金07558015)であり、主に教室内実験での利用を想定した仕様とした。続いて携帯可能な装置として開発したのが携帯型実験太助(1998～2000, 科学研究費補助金10558014)であり、既製の部品で構成した装置としては当時最も小型のものとなった。これらの装置では温度、湿度、日照(照度)、気圧等の気象情報に加え、タイマ、ストップウォッチ、カウンタ、PH、紫外線などの測定機能を実現した。その後、気象や環境の定点観測とこれらの情報をWeb公開する装置の開発研究として、「インターネットによる観測情報の相互利用と教材化に関する研究」愛称ネットログ(2000～2001, 科学研究費補助金12480046)を行った。この研究は今回の研究で目指した実用的装置の直接的礎となったものである。

今回の開発研究では装置の実用化を目指したが、学校現場のインターネットの状況がこの種のサーバーを設置するには不適な環境であるなどが起因して、教材画面での評価が充分とは言えず、今後の課題として残された部分もあった。しかし、Webを使って観測情報を相互利用することが可能となり、離れた場所の情報であっても身近な教材として使える可能性が見えたことで、当初の研究目的は果たせたものとする。

平成17年3月

研究代表者 小松 幸廣

目 次

研究組織等

まえがき

研究成果の概要

研究成果報告	・・・	1
1. 研究目的	・・・	2
2. 開発の経緯	・・・	3
3. 開発の流れ	・・・	5
4. 研究内容		
(1) 観測データとセンサー	・・・	7
(2) 装置の仕様	・・・	8
(3) システムプログラム	・・・	10
(4) Webサーバプログラム	・・・	10
(5) データ転送コマンド・機能設定	・・・	11
(6) 通信フォーマット	・・・	11
(7) 観測データの処理	・・・	14
(8) サーバとの通信仕様	・・・	14
(9) 地震計コマンド	・・・	15
(10) Webサーバコマンド	・・・	15
5. 総合考察	・・・	16
6. 今後の課題	・・・	16
7. 参考文献	・・・	17

*プログラム

*回路図 観測部, 通信・制御部

*筐体・基板・他 観測部, 通信・制御部

*資料

研究成果の概要

これまでに身近な実験・観察情報の教材化を目指して教育用データログ（実験・観察情報収集装置）の開発を行ってきた。本研究ではこれまでの開発から得た教材用データ収集に関するノウハウを活かしつつ、Web上で観測データを公開することで相互利用を図るとともに身近なデータとして教材利用するためのWeb配信機構を持つデータログの実用化を目指した。

装置設計に当たっては、これまでの研究成果を活かした上でWeb配信機構を持つデータログの実用化に関して求められる機能や性能を検討し、仕様を決定した。

また、装置の実用性を高めるために2回の試作を実施し、研究協力校等に設置して実際に観測を行う中で評価を行った。その上で改善点を挙げ、多様な設置環境に対応できるような改良を行った。

開発した装置の観測機能に関しては気象観測（気温×2、湿度、照度、気圧、風向、風速、雨量）、環境情報（紫外線強度）、地震波観測（XYZ方向の3軸）の機能を実現し、それぞれ教材として利用するのに十分な精度を持たせることができた。データのサンプル数においても気象観測及び環境情報についてはほぼ10秒間隔でデータを採取することで、自然界で起こりうる急峻な観測値の変化にも十分対応できる性能を持たせた。地震波についてはXYZの3軸についてそれぞれ8bit、40hzのサンプリング速度で地震発生から手前10秒を含め180秒間のデータを採取する機能を実現した。

観測データの公開機能として装置本体にカードサイズのWebサーバーを持たせた。これによりインターネットのブラウザを使って観測データを閲覧したり、データを利用することを可能とした。

実用化に向けた取り組みとして、測定機能は前述したように必要十分な性能を持たせる事で様々な教材利用の対応を図った。また、装置を設置する場所等に配慮して小型化を図るとともにフレーム構造のアルミ筐体にする事で十分な強度を持たせた。充電電池によるバックアップ電源を本体内に装備することで停電時でも2時間程度の観測を可能にした。

研究成果報告

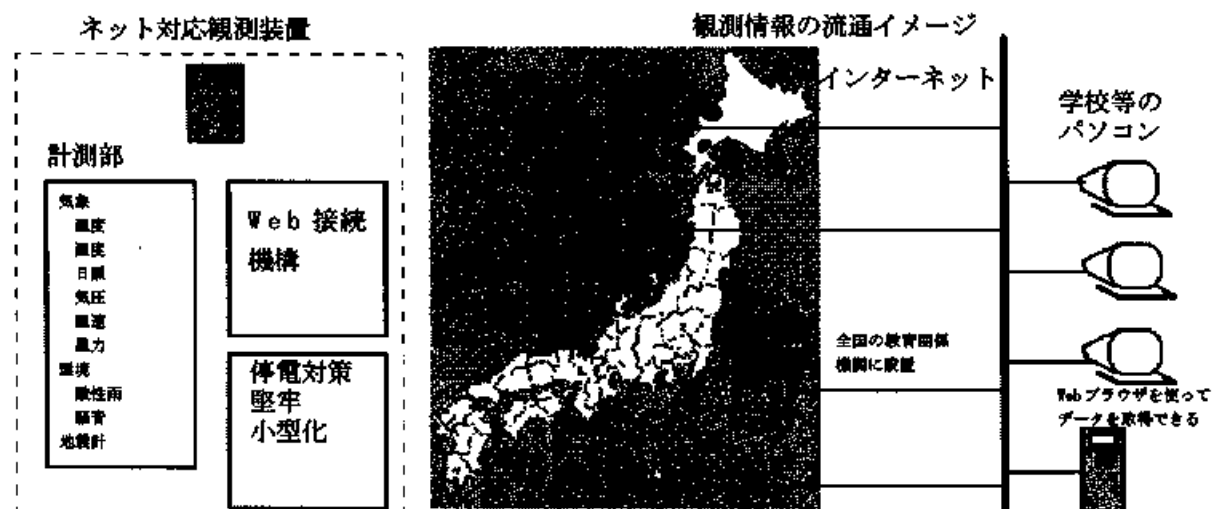
1. 研究目的

Web配信機能を持った教育用データログ（観測情報収集装置）を学校に配備し、全国規模の気象情報・環境情報を相互に提供しあえるような情報発信システムの開発及び関連する教材開発を行う事を目的としている。この装置は主に学校に設置し、インターネットを通じて所在地の気象や環境情報、地震情報をリアルタイムで提供するので、利用者はWebブラウザを使って観測データを利用できることから、身近な観測情報として教材化利用が見込まれる。

この研究の基礎となった教育用データログの開発は四世代に渡り、主に科学研究費を得て試験開発を実施している。本研究ではこれを発展させ、観測情報をWebで配信できる機能を持たせた実用化装置の開発を行うとともに、教材開発も併せて行うものである。実用化するに当たっての主な課題と懸案事項を、測定機能の拡充、装置の耐久性向上、停電対策、小型化等とした。これらの要件を満たすべく仕様を検討し、試作と評価を行った上で実用機の仕様を提案する。

装置が実用化され、小、中高等学校に導入されれば多くの観測拠点を得ることになりインターネットを使って地域の観測情報を提供するシステムとしてはこれまで類がないほどの規模になることが予想される。このことは様々な地域の観測情報がリアルタイムで得られる為、教材としての利用価値は大変大きく、これまで採取不可能であったデータが得られる可能性も広がり、新たな教材開発が期待できる。

小、中、高等学校等多くの学校には百葉箱があり毎日観測が行われて測候所に運ばれるなど地域の気象観測情報として役割を果たしていた。しかし、最近はこの様な役割を果たすことは極希である。これは観測活動に時間がかかる上、記録紙の交換など多大な労力が必要なことも要因の一つと考える。こうした観測の多くは本装置を使って自動化が可能である。また、観測情報はインターネットで公開することにより、教材としての利用はもとより、地域の環境情報や詳細な地震情報などが得られる事につ



ながら研究や教育活動に有用な情報が提供できるものとする。

気象や地震情報はNTT、東京ガス、京都大学などが天気図や地震図としてWeb上で公開しているが、教材としての利用には必ずしも適してはいない。こうした情報は研究用であったり企業が必要とする情報を得るために観測しているもので、データ型式が一般的でないことや測定地域も限定されている場合が多い。本研究で開発する装置は教材利用を前提にした測定を行い、直接教材利用可能な情報として提供する実用性の高いシステムを目指すものである。

2. 開発の経緯

身近な事象の教材化を目指して実験観察情報収集装置の開発(文部省科学研究費「生徒用実験観察情報収集装置の開発」,平成7年～平成8年度,基盤研究(B)(2),小松幸廣,520万円)(文部省科学研究費「携帯型実験観察情報収集装置の開発」,平成10年～平成12年度,基盤研究(B)展開(2),小松幸廣,1440万円)を行ってきた。

科学教育において身近な事象の教材化や地域教材の発掘など学習者にとって身近に感じられる教材を用いることによって学習効果が高められることは周知の通りである。

この研究で開発した装置は瞬時に起きる現象や気象観測のように長期に渡って観測データを蓄積するなど、人手で収集することが困難な情報の収集を行い教材として利用するための装置である。また、装置を用いた教材の開発も地方教育センターや学校現場の教師と共同で行っており、評価のための授業も実施するなど実用化に努めてきた。

装置の開発、特にハードウェアの短期開発に不可欠な配線CADや回路シミュレータ、基板製作機などはこれまでの研究で整えてきており、度重なる回路の修正や部品の変更に大いに役立っている。また、気象観測情報や環境情報を収集し、コンピュータで扱えるようにする技術的な面や教材化に関しても、これまでの教育用データログの開発研究によって蓄積してきている。開発したプログラムはソフトウェア部品としてデータログの開発に役立っている。

一方、インターネットを使った観測情報の配信についての研究も行っている。(文部省科学研究費「インターネットによる観測情報の相互利用と教材化に関する研究」,平成12年～平成13年度,基盤(B)一般(2),小松幸廣,590万円)、この研究成果を受けて(文部省科学研究費「観測情報の相互利用システムと教材化に関する研究」,平成14年度,特定領域研究,小松幸廣,350万円)を実施、装置の開発を行い研究協力校(国内及び国外)に設置して試験運用を行った。

これらの研究では教材として利用できる情報の種目、観測精度、データ構造の共通化仕様などについて試験的なシステムを構築の上、検討した。その結果、学校に導入するためには以下の点について改善が必要であると言う知見を得た。

(1)Webサーバを設置するにはネットワークの技術的な知識を持った人員が必要とな

るため学校現場に設置する場合はできる限り簡易的な設定方式が必要である。

(2) Webサーバ本体（パソコン等）が場所を取り設置する場所の確保が問題となる。このため、小型化、省電力、省スペース化が求められる。

(3) 屋外にセンサーを設置する必要性等からデータログの設置場所がWebサーバーとの関係で自由に選択できない。

この様なことから、実用化に向けてはインターネット接続口を持つ装置（Webサーバーとデータログの機能を統合した装置）の開発が必要であるという結論に達した。

3. 開発の流れ

(1) 装置に求められる機能・性能の検討

観測装置の実用化に向けての問題点、授業展開、実現すべき機能等について検討、検討にあたっては教材開発委員会(地方教育センタ、研究協力校を設け小中高等学校の教職員から構成)の協力を得て実施

(2) 観測装置の開発

① 計測部の開発

気象情報(気温、地温、湿度、気圧、風向、風力、降水量、日照)部分は、これまで観測装置での開発を基に計測部の形状などについて再検討する。環境情報については酸性雨、騒音、紫外線強度の測定を行い、教材化の見通しが立ったところで装置への組み込みを検討する。地震計についてはセンサーの開発と平行して製品化されているセンサーについて情報収集し、利用の可能性を検討する。

装置に必要な機能・性能の検討を踏まえた上で装置に実装するセンサーを決定する。センサーの特性と信号強度に合わせた信号増幅回路の設計を行う。設計には回路設計用CAD及び回路シミュレータを用いる。また、回路設計CADの出力から配線パターンを自動生成するソフト、更に配線パターン出力から実際の基板が作成できる配線用基板作成ルータを用いて開発する。これにより、回路設計以降は半自動的に配線基板の作成・変更が可能となり、開発の効率化を図る。

計測部のソフトウェアはこれまでの研究開発したもので利用できるものは利用する。センサー等の追加により変更、付加する部分は新たに開発する。

② ネット接続部の開発

ネットワークへの接続が行えるように100/10BASE-T規格のインターフェースを持ち、ネットワークOSが動作する既製のカード型サーバを利用する。あるいは同機能を有するサーバを新たに開発する。

ソフトウェア部の開発及びWeb配信に関わるソフトウェアの開発は専門家に依頼して開発する。

③ 計測部とネット接続部を統合した試作機の製作

計測部とネット接続部を統合した装置をメーカーに依頼して3台製作し、観測データ公開用ソフトウェアの開発と装置の機能評価を行う。

④ 試作装置の評価

試作が終了した時点で観測装置の機能や性能、観測データの公開用書式等について科学教育関係者の意見を聞く。

⑤観測装置の開発(実用化を見据えた装置の開発)

観測装置は屋外に長期間設置される場合が多いので装置及びセンサー部は耐環境構造とする。設計上、実用的耐久性と測定精度が見込まれた段階でセンサー部分の最終試作を行う。装置の最終モデルはメーカーに依頼して製作する。計測部ソフトウェアの開発も平行して行う。サーバ部のソフトはメーカーに依頼して開発する。

(6)観測装置を使った受信ソフト及び教材利用ソフトの開発

小中高等学校の教材として利用可能なデータの検討を現行の指導内容を参考に実施する。これに基づいてWeb情報受信ソフトの開発を行う。

(7)学校や教育センターに装置を設置して運用評価

試作した装置を学校や教育センターに設置して運用する。装置の機能や性能面、教材としての効果などについて評価する。

(8)研究成果の発表

観測情報データサーバ開発に関する研究成果を発表する。

4. 研究内容

(1) 観測データとセンサー

小中高等学校の教材としてどのような観測データが使えるか、種類、精度、データ量、単位系等について採取の可能性と、得られたデータをどの様に教材化するのかについて検討した。その結果から、教材として利用可能な観測データの種類と測定範囲及び精度を次のようにまとめた。

①観測部 (センサー)

<気象観測>	測定範囲	分解能	センサー
気温:最高最低	-20℃～50℃	0.5℃	半導体温度センサー
地温:最高最低	-20℃～50℃	0.5℃	半導体温度センサー
湿度:	10%～100%	2%	ヒュミセラム(セラミック)
気圧:	900hPa～1050hPa	2hPa	半導体ストレンゲージ
日照:(照度)	0～10000Lux	20Lux	フォトダイオード
雨量:	0～100mm/H		転倒升カウント型
風向:	16方位		ロータリーエンコーダ
風速:	m/s 瞬間最大、/H平均		ロータリーエンコーダ
<環境観測>			
紫外線強度:			フォトダイオード
<地震観測部>			
震度計:			半導体ストレンゲージ加速度センサー
<その他の測定>			
タイマー:	24時間	1/10sec	× 2ch
カウンタ:	10000カウント		2ch
カレンダークロック:	(年月日、曜日、時分秒)		

この他、音(騒音計:マイクロフォン)、放射線量(ガイガー計数管)、酸性雨(セラミックphセンサー)、Nox(伝導度、濁度計)について検討したが、観測部の設置場所が困難(騒音計)、希にしか発生が認められないため測定データを得にくい(放射線)、センサーの保守に問題がある(酸性雨)、観測方法が複雑になって自動化が難しい(Nox)等の理由から教材化は見込めるが今回の仕様からは外すことにした。

雨量計、風向、風速、紫外線強度の測定ユニットはプラスチックの整形代など開発

コストがかさむことから、市販のユニット（商品名：ウェザーステーション）を使い、回路は新たに設計開発したものをを用いた。実際に開発した装置のハードウェア及びソフトウェア仕様については付録参照

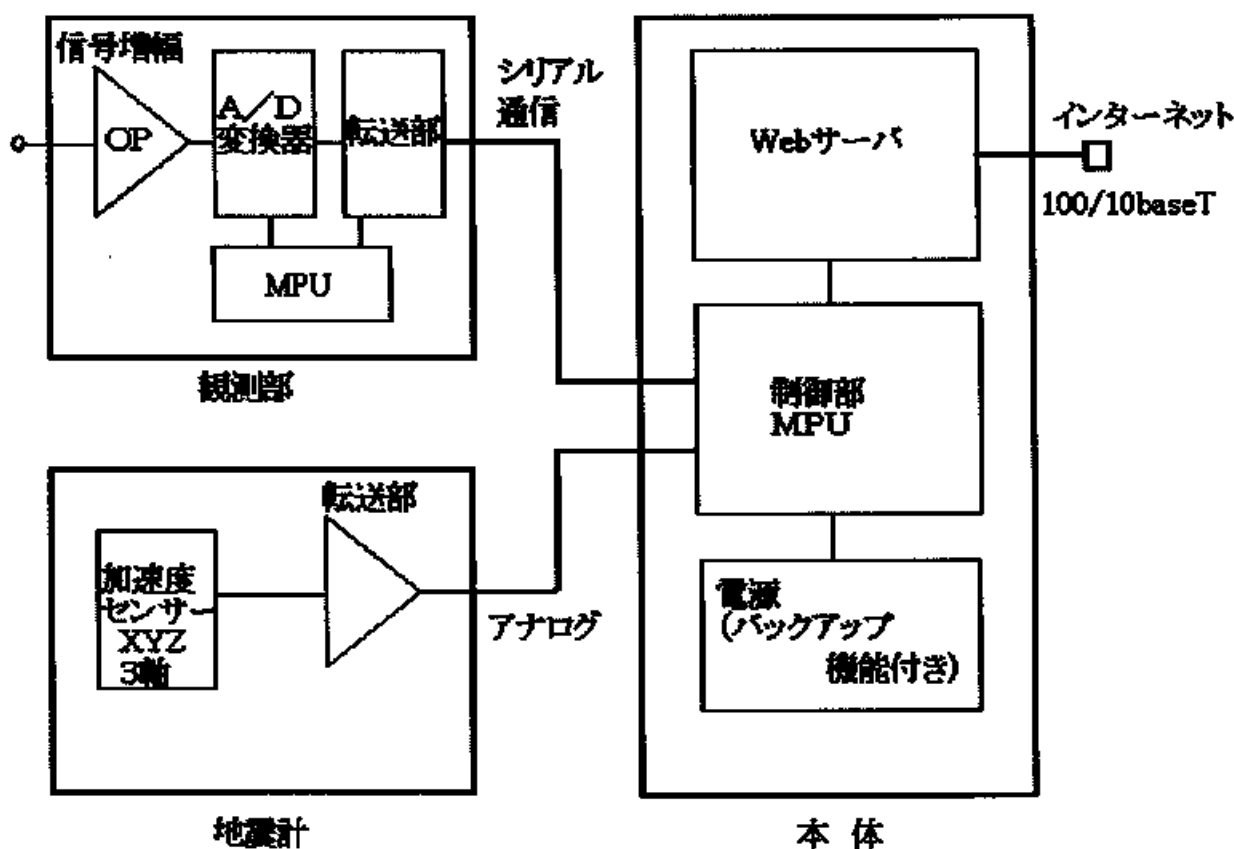
(2) 装置の仕様

①制御部（本体）

制御部は計測部からの信号を処理して学習用として一般的な単位系への変換処理、測定間隔を制御するインターバルタイマ、計測データにタイムスタンプを記すカレンダークロック、データの保存等の機能を持つ。このため制御部はMPUを用いたインテリジェントな構成とした。また、インターバルタイマ、カレンダークロックには専用のICを用いMPU処理負担を軽減させた。データメモリは5分間隔で2016回分(1週間)が保存可能な容量とした。

制御部のMPUには開発ツールが整っている等の理由から日立のH8を使った。装置の各種設定はシリアル通信で行う方式とキーボード・LCDを接続して行う方式のどちらかを選択して行えるようにした。制御部の実際の回路構成及びプログラムについては付録参照

観測情報データサーバ
システムブロック図



②インターネット接続部

利用者負担を軽減させるためにネットワークの設定に必要な項目は必要最小限に止めることとし、次の機能を実現する。ネットワーク接続及びWeb配信部は他部とは独立したMPUで構成する。

観測情報はWeb上で公開するため100/10BASE-Tのインターフェースを持ちTCP/IP、HTTPプロトコルが使える機能を有する既製のカード型サーバIS-MPUボードを使うことにした。このサーバにはネットワーク対応OSを組み込むことが可能である。関連アプリケーションはこの上で動作するものを開発した。

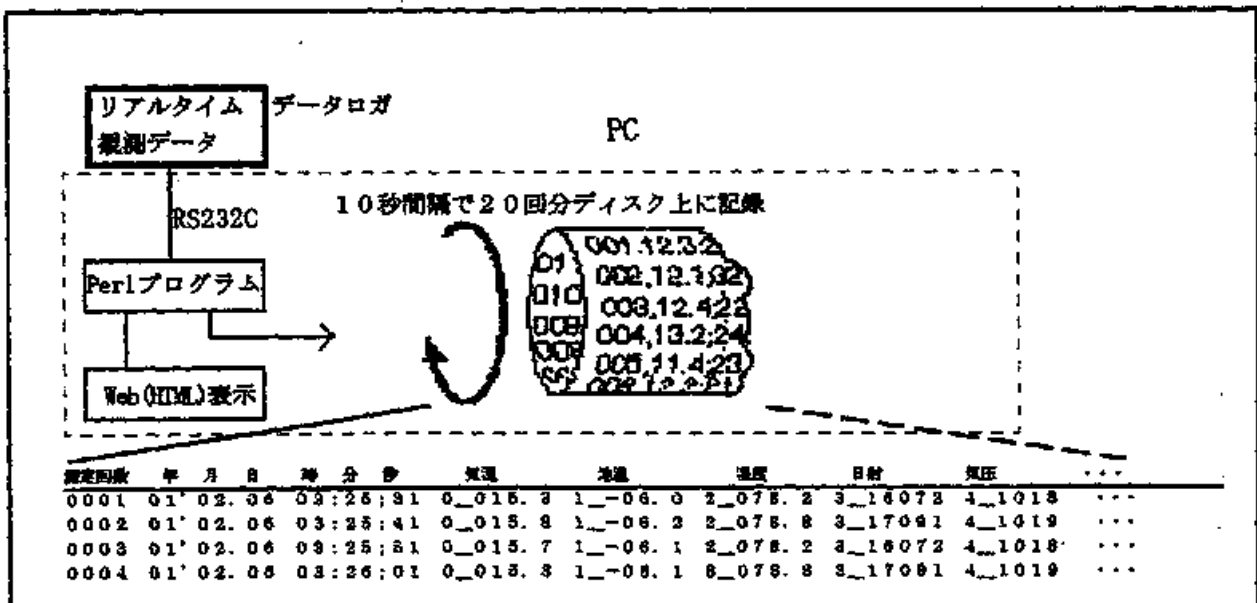
③その他

停電などの障害時における観測の継続とデータ保護に対する保全回路を有すること。装置の設定や確認を行うための付加機構として16×4行のLCD表示器、キーによる入力機能を設ける。(設定時のみコネクターで接続し入力、表示装置として機能するものとする。

プロトコルスタック

	A/D コンバータ	タイマ カウンタ	LCD
	HTTP	PIF (A/D) プロトコル	SIF プロトコル
	TCP	UDP	
ARP	IP		
Ethernet			

観測データの保存方法と書式



(3) システムプログラム

運用システムはネットワーク OS (LinuxOS 等) を搭載可能な仕様とする。OS 上に Web サーバと FTP サーバを構築し、データログ部との連携はシリアル通信で行う。

観測は10秒間隔で行いタイムスタンプを付けてメモリ上に1分おきに記録させる。データの記録は20回分をリングバッファ様に行う。Web 上での表示は10秒間隔で書き換える。

運用システムでは仕様で示した測定項目から温度(-10℃~110℃, 0.1℃分解能)、湿度(0%~80%, 4%分解能)、日射(0~50000Lux, 10Lux分解能)、気圧(950hPa~1040hPa, 1hPa分解能)、カウンタ(0~9999)、カレンダークロック(年月日曜日、時分秒の表示)、インターバルタイマ(最短1秒から最大9時間59分59秒間隔での測定)を表示する。

学習者側でデータを利用する場合はFTPでファイル転送する。この時送付されるファイルのデータは過去20回分である。(図参照)

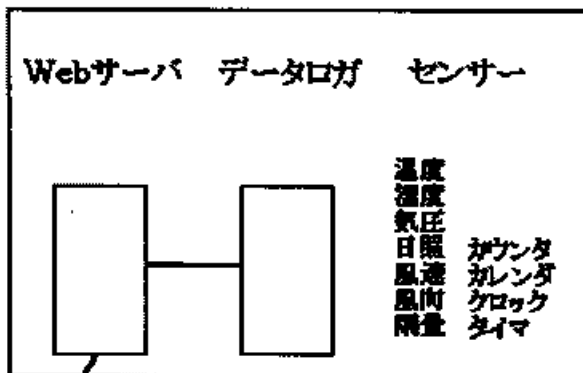
(4) Web表示ソフトウェア

Webブラウザを使った観測データの表示用ソフトはをHTMLで記述、開発する。観測データのダウンロードはFTPを用いて行うとともにWeb画面上のボタンを押すことでファイル転送可能にする。

Web 上で表示した画面例

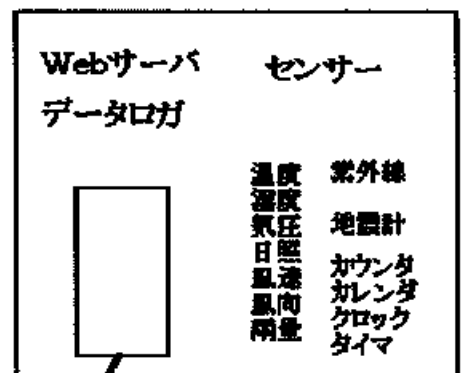


試験運用システム



試験運用システムのURL: 202.23.86.70/main.htm

観測情報データサーバ



インターネット

(5) データ転送コマンド・機能設定

観測データの他に観測装置に対する設定や観測精度のチェック、カレンダー時計の調査確認などを行うための命令及びデータ書式は次の命令(コマンド)とそれに続くデータにより機能の設定等を行うこと。これらの設定はID番号とパスワードによるアクセス制限を持たせた機能設定プログラムを起動させることにより実行する。またこのコマンドはTELNET、あるいはシリアル通信(RS232C)を用いてコンソールからも受け付け可能な機能とする。

コマンド及びデータ末尾にはCR(0Dh)が付加される。

① 気象

C 0 温度データ転送要求

データ: d d d d 4文字 単位0.1度 (例 0123
→ 12.3 °C)

C 5 湿度データ転送要求

データ: d d d d 4文字 単位1% (例 0045
→ 45 %)

C 6 日射データ転送要求

データ: d d d d 4文字 単位W/m² (例 0123
→ 123 W/m²)

C 7 気圧データ転送要求

データ: d d d d 4文字 単位mmHg (例 0760
→ 760 mmHg)

C 8 風向データ転送要求

データ: d d d d 4文字 単位1度 (例 0180
→ 180 度)

C 9 風速データ転送要求

データ: d d d d 4文字 風車が10秒間に回転した回数

C A 紫外線データ転送要求

データ: d d d d 4文字 単位 INDEX 値 (例 0015
→ INDEX 15)

CB 雨量データ転送要求

データ： d d d d 4文字 雨量計が10秒間に動作した回数

これらのデータは10秒間の平均（温度、湿度、日射、気圧、風向、紫外線）または積算（風速、雨量）である。

10秒以内に再度転送要求を行った場合、最新のデータが無く、送出すべきデータが無い時はCR（ODh）のみ送出される。

転送要求が20秒以上の間隔で行われ、送出すべきデータが複数存在する場合は、4文字のデータ+“カンマ区切り”で続けて1行で送出される。データは100秒間ぶん保持されるので、最大10個のデータがカンマ区切りで送出される。

② カレンダー

TD 日付データ転送要求 データ： y y m m d d 6文字

TC Y Y M M D D 日付設定

TT 時間データ転送要求 データ： h h m m s s 6文字

T W H H M M S S 時間設定

③ 地震計

GR 地震発生フラグ1 地震発生と同時にLINUXサーバに送出される

GS 地震発生フラグ2 地震発生から170秒後にLINUXサーバに送出される
(180秒間のデータ収集が終了し転送可能である)

GC 地震発生日付転送要求 データ： y y m m d d 6文字

GT 地震発生時間転送要求 データ： h h m m s s 6文字

G X データクリア要求 メモリ上の地震データをクリアする。

G R 地震データ転送要求

この要求を受け付けると最初に6文字の転送バイト数を送出する。

続いて、X, Y, Zのバイナリデータを送出する。

バイナリデータの送中のみ XON XOFF を受け付ける。

データは毎秒40回サンプリングした8bitのデータを180秒、3軸ぶん送化する。

$40 \times 180 \times 3 = 21600$ バイト が転送バイト数となる。

G L ** 地震発生スレッシュホールド設定

** : 01 から 99

ロガーの初期値は04。 机上の実験では約30

(6) 通信フォーマット

①センサーからのデータ内容

4800bps 8bit 1stop パリティ無しにて次の44文字+CRが送られる。

送信間隔は約1秒に1回

{ *ABBCDDEFFGHHIIJJKLLMMNNOOPPQQRRSSTTUUVVWWX }

* 先頭文字 1文字

ABB 紫外線 10bit ASCII 3文字 (000-FFF)

CDD 照度 10bit ASCII 3文字 (000-FFF)

EFF 風向 10bit ASCII 3文字 (000-FFF)

GHH 湿度 10bit ASCII 3文字 (000-FFF)

II 雨量 8bit ASCII 2文字 (00-FF)

JJ 風速 8bit ASCII 2文字 (00-FF)

KKLL 圧力センサ W1 16bit ASCII 4文字 (0000-FFFF)

MMNN 圧力センサ W2 16bit ASCII 4文字 (0000-FFFF)

OOPP 圧力センサ W3 16bit ASCII 4文字 (0000-FFFF)

QQRR 圧力センサ W4 16bit ASCII 4文字 (0000-FFFF)

SSTT 圧力センサ D1 16bit ASCII 4文字 (0000-FFFF)

UUVV 圧力センサ D2 16bit ASCII 4文字 (0000-FFFF)

WW SUM 8bit

A+BB+C+DD+E+FF+G+HH+II+JJ+KK+LL+MM+NN+OO+PP+QQ+RR+SS+TT+UU+VV
の加算結果の下位 8bit ASCII 2 文字

X CR

(7) 観測データの処理

紫外線 0.247V / Index Index 値は 0 から 16 までの整数
計算結果が 17 以上でも 16 とする。

照度 2.75mV = 1W/m²

風向 000h : 0 度 3FF h : 360 度 最小単位 1 度

湿度 000h : 0% 3FFh : 100% 最小単位 1%

雨量 前回のデータ送信から雨量カウンタが動いた数

風速 前回のデータ送信から風速カウンタが動いた数

地震計 3 軸とも、常時 40Hz でサンプリング

データは上位 8bit

サンプリング結果は 180 秒ぶんのリングバッファに保管

地震発生時の処理

3 軸とも、{ ? V } 以上または { ? V } 以下のとき地震発生とみなし、
その時の日付、時刻を保管のうえ、以降 170 秒間サンプリングする。
その後、サーバーへ地震発生を告知しデータ要求があったら地震発生
の 10 秒前から 170 秒まで計 180 秒ぶんのデータを送出する。

送出自ら終了するまでは地震計からの入力は無視する。

(この間新たな地震があっても測定しない)

(8) サーバとの通信仕様

コマンド	動作
C_	: 観測データ転送要求
↑ 0 ~ 9, A, B, C, D, E	: センサーチャンネル 0 から E (16 進表記) の情報転送要求
0 ~ 4	: 温度データ, 5: 湿度データ, 6: 照度 (lx), 7: 気圧 (Hpa), 8: 風向 (方位を角度で表現), 9: 風速 (m/sec), A: 紫外線, B: 雨量 (mm), C: 酸性雨 (ph), D: 予備, E: 予備, F: 予備
← dddd	観測データは 4 桁の数字で構成される (例 12.3°C → 0123)
TD	: カレンダー情報転送要求
← yymmdd	: 年、月、日、各 2 桁
TC	: カレンダー設定要求
↑ yymmdd	: 年、月、日、各 2 桁

TT : 時計情報転送要求
 ← hhmmss 時、分、秒、各2桁
 TW_____ : 時計の設定要求
 ↑ hhmmss 時、分、秒、各2桁

(9) 地震計コマンド

GS : 地震発生フラグ 地震発生をホスト側に知らせる (データログからLinuxサーバー側にGSが送出される。)
 GC : 地震発生カレンダー情報転送要求
 ← yymmdd : 年、月、日、各2桁
 GT : 地震発生時刻転送要求
 ← hhmmss : 時、分、秒、各2桁
 GR : 地震データ要求コマンド
 ← 地震データ転送 バイナリフォーマット (インテル or Other)
 GX : データクリア要求、現在メモリ上にある地震データを初期化する。

(10) Webサーバコマンド>

GQ : 観測位置転送要求
 GN : 観測位置名転送要求
 GO : 観測組織名転送要求
 GS × × × × : 観測緯度設定要求 (10進4桁表記の数値)
 GT × × × × : 観測経度設定要求 (10進4桁表記の数値)
 GU × × × × × × : 観測位置名設定要求 (漢字6桁の市町村名)
 GV × × × × × × : 観測組織名設定要求 (漢字6桁の学校名等)

5. 総合考察

観測情報データサーバを教育機器として利用するために必要な機能と性能について検討した。仕様をまとめるために行った教材利用可能なデータを採取するためのセンサーの選定に多くの時間を費やした。その際、教材化を見込む事ができ収集したいデータ項目は数多く挙げられたが、幾つもの操作を経ないと結果が得られない測定や頻繁な保守が必要なセンサーなど多く見られた。特に環境測定では適当なセンサーが見あらず、自動計測できるセンサーの開発が求められる。しかし、前回の試験開発では実現できなかった地震波の観測にモジュール化された加速度センサーが市販され採用できた。

本装置のように長期間にわたり自動的にデータの収集が必要な装置に利用できるセンサーは観測データのデジタル化が可能であることが条件となる。反面、こうしたセンサーは学習者にとって原理の理解がしにくい欠点を持っている。更に、パソコンを使ってグラフ化などが容易になるため安易にこうした表示を行いがちだが、自動化が必要な部分と、学習者自らが処理する部分を明らかにすることが必要であり、これによって教材としての利用が可能となると考える。

装置の設置場所はこれまで行った試験運用でもネットワークが接続できる場所と観測する場所が離れている場合が多い。今回は本体部分とセンサー部分を分離させることにより、信号転送の信頼性が確保された。無線方式も検討したがコストや装置間の距離が問題となり、実用性においては電源供給の面からも有線方式が有利である。

観測データの保存ではCFメモリを用いることができるため1ヶ月程度のデータ保存は可能となった。しかし、サーバの機能はそれ程高くないために、更に多くのデータと、複数観測地点のデータを統括するサーバが必要と考える。統括サーバーでは更に、観測サーバの時計の管理や1年分、5年分等のデータを構築するようなシステムが必要と考える。

5. 今後の課題

今回の開発で観測の自動化とWeb配信を一体化して行う装置は実用化の見通しが立ったと言える。しかし、学校現場のネットワーク環境が多様化しているために容易に接続できない場合もあった。このことから、ネットワークへの接続が更に容易なシステムにして行きたい。

6. 参考文献

- ・小松幸廣:地震波観測用 Web サーバの開発, 日本科学教育学会年会論文集 28, 2004, pp571-pp572
- ・小松幸廣:Web 配信機構を持つ観測データサーバの開発, 日本科学教育学会年会論文集 27, 2003, pp309-pp310
- ・小松幸廣:インターネットによる観測情報提供システムの開発, 教育システム情報学会研究報告 Vol2001N, pp51 ~ 54, 2002 年
- ・小松幸廣:携帯型実験観察装置の開発, 科学研究費補助金成果報告書, 基盤研究(B)(2)課題番号 10558014, 2001 年
- ・小松幸廣:携帯型データ ` ログの開発 II, 日本科学教育学会年回論文集 23, pp297-298, 1999 年
- ・小松幸廣:携帯型データ・ログの開発, 日本科学教育学会年回論文集 22, pp69-70, 1998 年
- ・小松幸廣:学習用データ・ログの開発と応用, 日本科学教育学会年回論文集21, pp401-402, 1997 年
- ・小松幸廣: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, 情報処理学会研究報告 97-CH-34, pp49-54, 1997 年
- ・小松幸廣:生徒用実験・観察情報収集装置の開発, 科学研究費補助金成果報告書, 基盤研究(B)(2)課題番号 07558015, 1997 年
- ・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—教材教具開発の「発想・工夫点」に基づく分類の試み—, 日本科学教育学会年回論文集19, pp1H2, 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 r
- ・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
- ・南茂夫:科学計測のための波形データ処理, CQ 出版社, 1986 年