

# 地殻変動観測データの携帯電話による データ収集システムについて

平田安廣\*・中尾 茂\*・渡辺 茂\*\*

## Data Logging System for Crustal Movement Observation Using Wireless Portable Telephone

Yasuhiro HIRATA\*, Shigeru NAKAO\* and Shigeru WATANABE\*\*

### はじめに

火山活動や群発地震活動に伴う地殻変動観測では、大きな変動が期待できるソース地域近傍での観測が有効であろう。しかし、これまででは、使用する観測機器の仕様から、以下の条件を満足する地点を観測点として選定せざるを得なかった。

1. 商用電源の確保が可能である。
2. 収録された観測データの伝送（公衆回線の敷設）が可能である。

これらの条件は、真に観測を行いたい地点での観測点設置の制約となっていた。

しかしながら最近では、このような条件についても、観測機器の低消費電力化により必ずしも商用電源が無くとも、太陽電池モジュールやバッテリーで賄うことができる状況となっている。また、データ収集についても携帯電話を使用することにより、公衆回線のない地点からのデータ伝送が可能となった。

1998 年岩手火山の活動に伴う地殻変動観測のため、傾斜計を 7 月下旬岩手山山頂の西南西約 5 km の標高 1,400 m に位置する犬倉山山頂付近に設置（今回報告するシステムと多少異なる）した。この観測データも、電源供給部に改良の余地は有ったものの欠測もなく、一年以上経過した現在でも携帯電話によるデータ収集が可能でありその有効性が検証できた。また、昨年 11 月手石島観測点（静岡県伊東市）に傾斜計を設置し、データロガーで現地収録していた観測データも、本年 5 月より市販品で構成した携帯電話

を用いたデータ収集システムを使ってデータ収集を行うように改め、順調にデータ収集が行われている。こうしたデータ収集は、ノート型パソコンに携帯電話が接続できるカードモデム（96P1 他）を装着しておけば、携帯電話の通信圏内であれば何処からでもデータ収集を行うことが出来る。

本稿では、手石島観測点に設置した観測点側の観測・データ収集システムについて報告する。

### 携帯電話の特長

近年急速に普及している携帯電話はデジタル化に伴い通信の信頼性や諸機能も向上し、データ通信は種々の分野で利用されるようになった。さまざまな観測を行う観点から携帯電話の利便性をまとめると以下ようになる。

1. 電源は直流で消費電力が小さい。
2. 通信圏内であれば、何処から何処へでもデータ通信・通話が可能である。
3. 電波による通信であるので、公衆回線の敷設が必要なく工事が不必要である。そのため工事の立ち会いなどの面倒がない。
4. 購入と同時に使用可能であり面倒な手続きもなく、用途に応じた低料金の契約を選択できる。
5. 小型・軽量である。

以上のような利点を活用することにより、観測点選定の条件が緩和され、上述した手石島や犬倉山のように商用電源のない観測点からでもデータ収集が行えるようになった。

### システムの構成

本システムは、電力供給部、観測計器とデータ収録部、データ通信部の 3 ユニットで構成（図 1）されている。電力供給部は、太陽電池モジュールが唯一の電力源であ

1999 年 8 月 30 日受付, 1999 年 10 月 20 日受理.

\* 東京大学地震研究所地震地殻変動観測センター.

\*\* 地震地殻変動観測センター富士川地殻変動観測所.

\* Earthquake Observation Center,

\*\* Fugigawa Observatory, Earthquake Observation Center, Earthquake Research Institute, University of Tokyo.

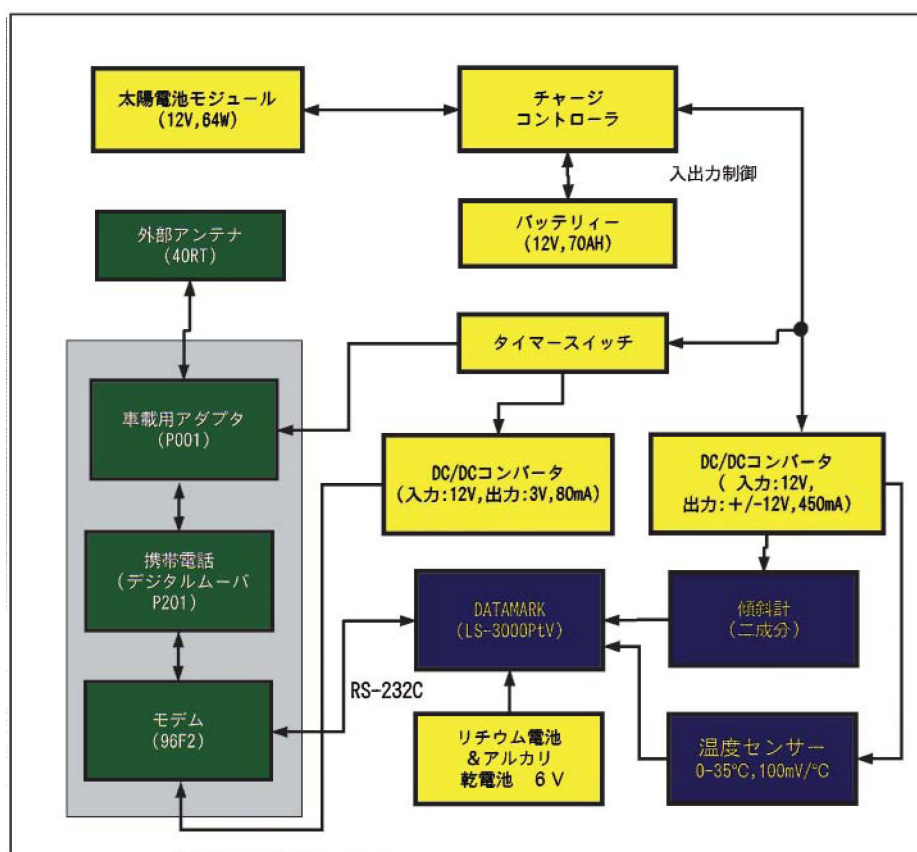


図 1. 傾斜計観測と携帯電話によるデータ収集システムの構成図  
(黄) 電力供給部, (青) 観測計器とデータ収録部, (緑) データ通信部.

り、供給される電力はチャージコントローラによりバッテリーの状態を見ながら、過充電・過放電を防止するよう入出力の制御を行い安定した電力を負荷側に供給している。

また、各部の使用機器の電源電圧が異なることや常時電力を必要としない機器もあるので負荷側への電力供給を2系統に分岐した。それぞれの機器へは、DC/DCコンバータ2台と各種の電池により規格電源を確保している。データ収集の頻度を考慮すると車載用アダプター(携帯電話)やモデム用DC/DCコンバータは、常時動作している必要はなく、かつ消費電力も相対的に大きいのでタイマースイッチにより供給電源を閉閉制御している。

観測計器は震研93型傾斜計2成分(石井ほか, 1993)とICモジュール温度センサーである。観測計器は、局舎のコンクリート基礎内部に縦・横・深さ共50cm程度のマスを設け、設置した(坂上ほか, 1998)。

データ収録用ロガーは白山工業株式会社製DATAMARK LS-3000PtVを使用した。データ通信ソフトも同社製である。

データ通信部は、携帯電話に対応した車載用アダプター(松下通信工業株式会社製)に携帯電話・モデム・外部アンテナを接続するだけでよく、モデムとロガーはRS232C

ケーブルで接続する。携帯電話は、車載用アダプターに直流12Vまたは24Vの電源を接続することで、動作状態となり携帯電話内蔵電池パックへの充電(DC3.6V)を開始する。なお、車載用アダプターへの電力供給が遮断された場合は、連動して携帯電話も不通となるが電力が再供給されれば携帯電話も自動的に復帰する。

この観測システムを構成する機器は、観測計器、太陽電池モジュール、外部アンテナを除いて縦60cm、横50cm、高さ30cm程度のBOXに収納が可能(図2)である。ただし、野外に置かなければならない場合は、降雪、降雨、強風に耐える防水処理をした丈夫な筐体に格納する必要がある。

### 各部の使用機器の機能と仕様について

#### 1. 電力供給部

a. 太陽電池モジュールはSolarex Corporation製のMSX-64を使用。

出力特性は、最大出力 $P_{max}$ : 64 W, 開放電圧 $V_{oc}$ : 21.3 V, 最適動作電圧 $V_{op}$ : 17.5 V, 最適動作電流 $I_{op}$ : 3.66 A, 短絡電流 $I_{sc}$ : 4.00 A, 測定条件: モジュール測定温度25°C。

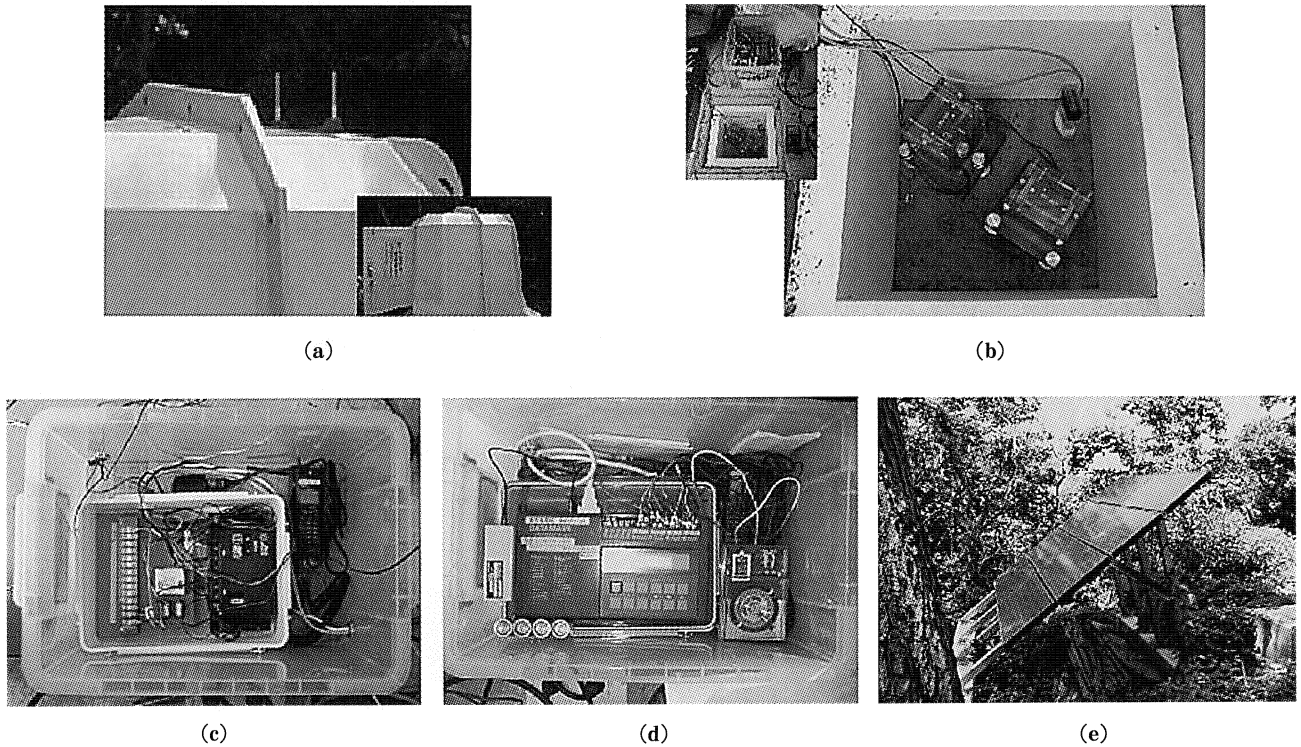


図 2. 本システムに使用した各機器の設置状況

(a) 観測局舎上面に接着した外部アンテナ, (b) 観測局舎内に設置した傾斜計と温度センサー, (c) ボックスに格納したチャージコントローラ・DC/DC コンバータと携帯電話・モデムなど, (d) ボックスに格納したデータロガー・リチウム電池とタイマースイッチなど, (e) 太陽電池モジュール 8 枚, この内 1 枚を本システムの電力源として使用している。

b. チャージコントローラは Solarex (Sigma) を使用した。このコントローラは約 5% の精度でバッテリーの充放電状態を認識することができ、バッテリー保護のために以下の制御機能がある。過充電・過放電防止機能、サイクル・平均・マンスリー充電機能、および温度補償・日没検出機能である。これらの機能は、コントローラ内部のジャンパ線の位置を変えることで設定することができる。最大入力電圧  $V_{max}$ : 47 V, 最大入力電流  $I_{in}$ : 20 A, 最大負荷電流  $I_{load}$ : 20 A。

c. バッテリーは高性能シール鉛蓄電池サイクロン G 70 EPX。電圧: 12 V, 容量: 70 AH。

d. DC/DC コンバータは 2 種類を使用している。一つは COSEL 社製 ZW 10-1212 で傾斜計 2 成分と温度センサーへの電力供給用として使用し、入力電圧  $V_{in}$ : 12 V, 出力電圧  $V_{out}$ :  $\pm 12$  V, 出力電流  $I_{out}$ : 450 mA である。もう一つはアジア電子工業社製 LS 12-3 p80 MA でモデムへの電力供給に用い、入力電圧  $V_{in}$ : 12 V, 出力電圧  $V_{out}$ : 3 V, 出力電流  $I_{out}$ : 80 mA である。

e. タイマースイッチはスナオ電気社製 24 時間タイマースイッチ STB-15P を使用した。同スイッチは単二アルカリ乾電池 1 本で半年以上動作するので、電池容量を増やすことで簡単に動作時間を延ばすことができる。また、接点容量 10 A のスイッチ回路を最小 15 分単位で開閉でき

るので、任意の時間間隔で適当な設定をおこない車載用アダプターやモデム用 DC/DC コンバータへ選別的に通電を行える。手石島観測点の場合は 12 時間毎に 1 時間通電を行っている。

## 2. 観測計器とデータ収録部

a. 傾斜計は震研 93 年型傾斜計 (地震研究所開発) 2 成分 (石井ほか, 1993) を観測局舎内に設置。

固有周期: 約 0.5 sec, 分解能: 数十 nano rad, 感度: 3,100 V/rad (N-S 成分), 8,200 V/rad (E-W 成分)。ただし、設置方位は磁北。

b. 温度センサーは測定範囲: 0~35°C, 測定感度: 0.1 V/°C, 動作電圧: 9~15 V。

c. データロガーは白山工業株式会社製 DATAMARK LS-3000 PtV を使用した。収録データは傾斜計 2 成分の非反転・反転出力と温度センサー出力それに DC/DC コンバータ ZW 10-1212 の出力電圧を分圧した計 6 チャンネルである。ZW 10-1212 の分圧電圧を測定するのは、チャージコントローラにより負荷側への電力供給が制御されたかどうかを知ることと、バッテリーからの供給電圧の変化や周辺温度が変化しても DC/DC コンバータの出力電圧が安定しているかどうかを確認するためである。LS-3000 PtV の電源は、単 2 アルカリ電池 4 本と外部電源入力端子にリチウム電池 (DC 6 V~9 V) によって供給している。記

表 1. モデム (96F2) の通信制御に使用する AT コマンド.

AT-Command

96F2 / NTT DoCoMo

## ◆ Measurement station

Step	AT Command	Result code	Remarks
1	at&F	0/ok	Modemの初期化
2	atE0	0/ok	コマンドエラーなし
3	atV0	0/ok	リザルトコード/数字
4	atX4	0/ok	デジタルデータ検出/あり
*5	at&D0	0/ok	ER信号/常時ON
*6	atS0=2	0/ok	自動着信あり/2回呼び出してModem応答
7	atS10=10	0/ok	キャリア断時間/1sec
8	atS26=18	0/ok	アホートタイム/3min
*9	atQ0	***	リザルトコード/表示する
10	at&W	***	コマンドを不揮発Memoryに保存

## ◆ Record station

Step (5, 6 and 9) /omit

録容量: 256 kbyte, 測定入力: アナログ端子 8 チャンネル, パルス入力端子 1 チャンネル.

## 3. データ通信部

a. 車載用アダプタは NTT DoCoMo (販売元) P 001 (松下通信工業株式会社製) である. このアダプタを使用することにより, 携帯電話への電力供給が可能となる. しかし同時に, 携帯電話に電池パック (リチウムイオン電池) を装着していなければならず, 長期間の使用により電池パックが劣化した場合, 通信が出来なくなる危険性がある. 勿論, 電池パックを交換することで解決するが, 他にも同様の機能をもちダミーパックを装着しておけばよい機器も販売されているので将来交換することも考えている. 電源: 直流 12 V/24 V 共用, 最大消費電流: 1.8 A.

b. 携帯電話は NTT DoCoMo (販売元) デジタル・ムーバ P 201 (松下通信工業株式会社製) を使用した. デジタル方式, 800 MHz.

c. モデムは NTT DoCoMo (販売元) モバイルデータアダプタ 96F2 (富士通株式会社製) を使用した. モデムの通信制御は AT コマンド (表 1) による. 観測点側に使用したモデム (96F2) の不揮発メモリーにこれら設定パラメータを書き込んでおく. 電源はアルカリ単 4 乾電池 2 本 (3 V) で連続通話時間は 10 時間以上である. 本システムでは, 外部電源端子に DC/DC コンバータの出力を接続した. 消費電力 250 mW 以下.

d. 外部アンテナは NTT DoCoMo (販売元) ルーフトップアンテナ (松下通信工業株式会社製) で, 送受信アンテナと受信アンテナの 2 本のエレメントを有し, 車の屋根に取付けるタイプである. ケーブルの長さは 5 メートルが標準で, 更に延ばしたい場合は延長ケーブルを使用す

る. 電波受信感度が低い場所では, ステンレス製の物干し竿などでアンテナを地上より数メートル高くすることで受信感度が改善されることが確かめられた.

## ま と め

このシステムは観測計器以外, 市販の機器で構成しているので, 新たな開発などの必要はなく簡単にできる. また, どの機器も入手が容易であり, 価格もさほど高くない. そのため, 商用電源のない手石島にも開発時間をかけることなく簡単に設置でき, 順調なデータ回収が行われている.

商用電源がない場所での電力供給源としての太陽電池モジュールやバッテリーは, 電力容量の大きいものを使用するにこしたことはないが, 観測点設置場所の諸条件, 使用電力や設置作業の難易度などを勘案すれば, 小型・軽量化を志向すべきである.

携帯電話の通信・通話の可能ないわゆるサービスエリアは年々拡大している, また, 今回使用した各機器あるいは同様の機能をもつ機器も一層の低消費電力化が期待できる. 今後も観測計器の低消費電力化など, 開発・改良を行うことにより, システム全体の低消費電力化と小型・軽量化を計り, これまで困難と考えていた地域においても観測点設置が容易に行えるよう改善に努める.

## 文 献

- 石井 紘・山内常生・松本滋夫・平田安廣・鈴木喜吉・高橋辰利・若杉忠雄・渡辺 茂・中尾 茂, 陳 光斉, 1993, 震研 93 型並行二枚パネ式可搬型傾斜計の開発と観測, 地球惑星科学関連学会 1993 年合同大会予稿集, p.88.
- 坂上 実・高橋正義・平田安廣・小山 茂・中尾 茂・渡辺 茂・渡邊隆之・額綱一起, 1998, 伊東沖手石島総合観測施設の建設について, 東京大学地震研究所技術報告, 4, 72-94.