

GIS とイントラネットを利用した 砂防支援システムの開発

四国職業能力開発大学校	藤田 紀勝
加古川職業能力開発促進センター	福嶋 浩二
(~平成14年3月 四国職業能力開発大学校)	
サムソン共栄会 (五星株)	神原 孝行
サムソン共栄会 (五星株)	神志那 孝司
サムソン共栄会 (五星株)	岸上 幸生

Development of a fixed point observation system by GIS and Internet to assist a barrier against landslide

Norikatsu FUJITA, Kouji FUKUSHIMA,
Takayuki KANBARA, Kouji KOUJINA, Yukio KISHIUE

要約 日本全国に土石流災害の危険指定箇所が約8万箇所あり、一箇所あたり約十基前後の砂防ダムが作られている。砂防ダムは洪水の時に上流から流れてくる土石流をくい止め、自然災害の発生を防ぐ役割がある。砂防ダムは状況把握が難しい場所に建設されていることが多く、遠距離監視が必要とされている。

平成14年度の防災重点整備項目としてCCTVによる空間監視、GPSによる斜面監視、住民への避難情報提供などが挙げられている。一般的な砂防支援システムは、それぞれ独立した専用装置を設置し、光ファイバーを利用してその情報をGISで管理を行なうシステムである。

本取り組みでは低価格で信頼性の高い砂防支援システムを試作するために、無線装置、太陽光発電装置、コンピュータの利用を行なった。試作した砂防支援システムは、リアルタイムな監視、災害現場のweb公開、バッテリーのチェックの機能を有している。試作したシステムの実証試験では2週間のシステム運用を行い、安定して動作することを確認した。

はじめに

近年、コンピュータ及び情報通信技術は急速な進展を遂げ、われわれを取り巻く社会・経済環境は、高度情報化をキーワードに大きな転換期を迎えることとなった。これは防災分野においても例外ではない。その中でも特に注目を浴びているのがGISの普及と情報通信ネットワーク系のインフラ整備である。

GISは当初は膨大な図面類や付帯する台帳類を電子化し、施設管理に必要な費用を抑える目的で普及してきた技術である。しかし、最近では将来計画のための

状況分析やシミュレーション分野においても、各種検討結果の視覚的表現が可能であるため、従来までの方法と比較して客観性、正確性を増し、また、時間的なコストを大幅に削減できるなど、その有用性は極めて大きいものと注目されている。

一方、情報通信分野においては建設省防災業務計画では危機管理体制における通信手段の整備について、災害情報の収集・連絡、提供に資する観測・監視機器、通信施設、情報提供装置などの整備を推進している。

こうした背景のもと、本取り組みでは被災現場状況

を、動画で収集し GIS (PentAngle(株)五星)¹⁾上への位置情報と合わせて展開を行ない緊急時の意思決定を支援する砂防支援システムの開発を行なう。

WindowsOS を利用した組み込みシステムについて

組み込みシステムとは、ROM に書き込まれたプログラムを MPU によって処理を行なうシステムである。組み込みシステムは、パソコンを利用したシステムと比較した場合、プログラムが ROM 化されているためパソコンのような汎用性はないが、信頼性の高いシステムである。近年では、コンピュータの高性能化、低価格化により Linux や windows などのパソコン用 OS を搭載した、組み込みシステムも多くなってきている。

ここで、本砂防支援システムで利用した Windows システムの一般的な問題点を挙げるとともに、この問題の対処策として今回行なった Windows システムの ROM 化について記述する。

1 Windows システムの問題点

Windows を組み込み機器の OS として利用した場合、データ互換が取れる、ネットワーク機能が使用できる、プログラミングにより自動化が可能になる、市販ソフトを利用できるなど多機能化が容易に実現できる。しかしながら Windows 系 OS を利用したシステムで、長期間使用していた場合、動作が不安定になる現象が生じることがある。これはさまざまな原因により、レジストリの容量が増えることから生じる問題である。一度、システムが不安定になった場合システムの復元を行なうか、再度インストールを行なう必要がある。またコンピュータはハードディスクベースのシステムであり、熱や振動に対して耐久性が低い。FA 用途ではハードウェアの信頼性を高めるために、熱や電源部分の耐久性が強化されたコンピュータが利用されている。FA 用途では、ハードディスクの代わりにシリコンディスクを利用するのが一般的である。しかしシリコンディスクは高価であり、システム容量が増えるにしたがって製品のコスト高につながっていく。そこで考え出されたのが、必要なプログラムだけを抽出しシステムの容量を減らす方法である。この方法を利用した場合、Windows98は32MBの容量で起動するため、コンパクトフラッシュを利用することができる。図1に今回使用したコンパクトフラッシュを示



図1 コンパクトフラッシュ

す。コンパクトフラッシュはシリコンディスクに比べて安価であるだけでなく、小型、低電圧駆動が可能な特長を有している。

2 Windows システムの ROM 化について

長期間使用時に不安定になる問題は、Windows システムを ROM 化することにより解決することができる。ROM 化とはコンピュータシステムを Read-Only で動作させることであり、再起動後、初期の安定した状態に戻すことができる。

本取り組みでは、ROM-WIN という ROM 化ソフトを利用し Windows システムの ROM 化を行なう²⁾。ROM-WIN の機能は、コンピュータシステムを ROM 化する機能以外に、システムに必要なプログラムを抽出しシステム容量を減らす機能がある。必要なプログラムの抽出は、組み込みを行ないたいアプリケーションを起動することにより自動的に行なわれる。システムの ROM 化は、ソフトウェア的に行なっているものである。ROM 化を解除することも可能であり、必要に応じて書き換えることも可能である。

ROM-WIN を利用した ROM 化の流れを図2に示す。ROM 化作業は、5つのステップをふむことにより行なわれる。ROM 化作業を行なうにあたり注意する点は、OS ならびにアプリケーションの容量を 1 GB 以下にしなければならないことである。よって既存のコンピュータシステムをそのまま ROM 化することは不可能である。

また ROM 化作業すべてが自動で行なわれるわけではなく、一部の作業は手動で行なわなければならない。しかしコンピュータシステムを ROM 化するのに必要な時間は、操作を行なう時間も合わせて15分程度であり比較的に行なえる。現在 ROM 化ソフトが対応している OS は、Windows 系 (95/98/2000/NT 4.0/NT-Embedded/Me/XP/XP-Embedded98) と

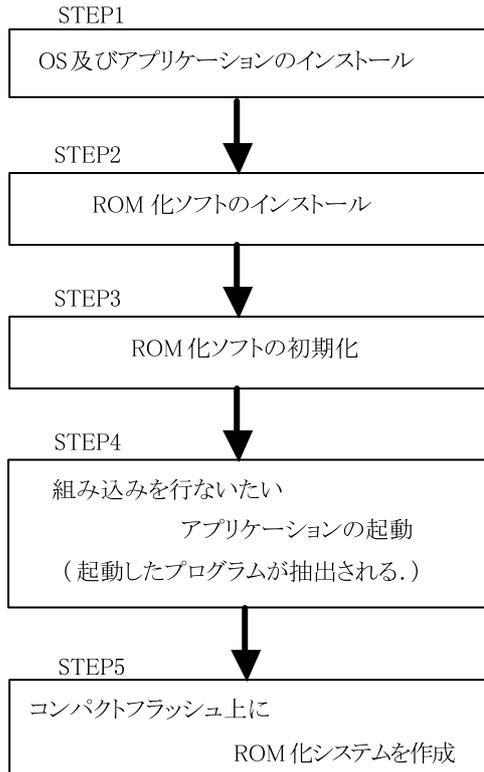


図2 ROM化の手順

表1 使用したソフトウェア

ソフトウェア名	詳細
RealSystem	インターネット動画配信ソフト
VNC	遠隔操作ソフト
PC-Link	電圧データ取り込みソフト
ROM-WIN-CARD	ROM化ソフト

Linux系 (RedHat/Laser 5) のOSである。

本砂防支援システムでは、Windows98上に表1に示すソフトウェアのインストールを行い、ROM-WINを利用してROM化を行なった。ROM化に必要な容量は80MBであった。

砂防支援システムの構成

砂防支援システムは、WindowsベースのコンピュータシステムをROM化して構築したものである。地理的状况から太陽光発電装置、無線発電装置を利用し、商業ラインから独立したシステム構成となっている。電源部分の設計は、1日の監視時間を12時間として不日照日を7日としている。ここでシステムの構成、システムの操作方法について述べる。

1 砂防支援システム構成

土石流危険指定箇所では、土石流からの災害を防止するための砂防ダムが建設されている。砂防ダムとは土砂を貯めることが目的で、深さが7m以上あるものをいう。砂防ダムが満砂になるのは、半年～10年で気象条件により大きく異なる。満砂の状態では砂防ダムを長い間放置していた場合、袖抜けや底抜けにより崩壊しやすくなる。

本システムは砂防ダムの周辺の情報ならびにダムの土砂量の情報をGIS上で一元的に管理し、常時の施設管理や緊急時の意思決定を支援するものである。システムは、無線装置、太陽光発電装置、コンピュータにより構成されている。無線装置を利用することにより、防災用途で一般的に利用されている光ファイバーの敷設費用(1km当り約500万円)に比べて、大幅なコストダウン(無線装置の設置費用1km当り約20万円)が可能になる。無線装置を利用して遠くまで情報を伝達するには、無線装置同士をブリッジ接続する必要がある。無線装置同士をブリッジ接続し、約12kmの距離で運用しているところも存在する⁽³⁾。また電波免許があれば、アンテナの出力を上げさらに距離を延ばすことも可能である。太陽光発電装置を利用することにより、環境問題、電源確保のためのラインが不要となる。山間部などの僻地では、新たに電源を引くこ



図3 砂防砂防支援システム

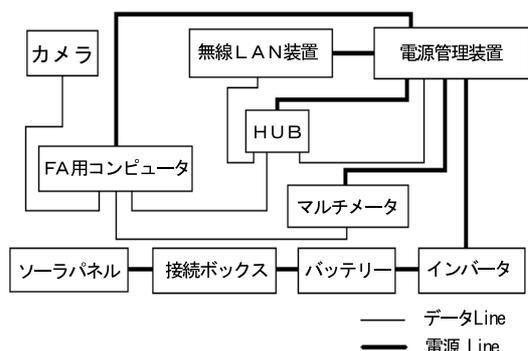


図4 砂防支援システム構成図

表2 使用した機器

装置名	商品名
無線LAN装置	ICOM SB1100
ソーラパネル(140W×4)	SHARP NT 140AH
インバータ	未来舎 PowerTITE
バッテリー	GS Power15時間率160A
FA用パソコン(監視装置)	CoolGreen Muon810
USBカメラ	Creative WebCam 3
電源管理装置	APC AP9211
マルチメータ	SANWA PC10
クランプメータ	KAISEI SK 7722
HUB	Allied Telesis MR820TRX

とは難しい。太陽光発電の技術は、住宅の電源供給用に利用されるなど広く普及し、成熟してきている。コンピュータを利用することにより、多機能なシステム構築が可能となる。コンピュータを利用した場合、各機能を統合し、監視業務のインテリジェント化を行い、監視業務の効率化を行なうことが可能となる。

図3に試作した砂防砂防支援システムを、図4にシステム構成図を、表2に使用した機器を示す。発電は140Wのソーラパネルを4枚使用する。1日あたりの平均発電量は1.6KWである。監視に必要な機器は倉庫の中に入っている。また監視カメラは倉庫の上に設置している。本システムでは、大型バッテリーとバッテリーと同じ出力電圧(24V)のソーラパネルを利用しておりチャージコントローラを省いている。接続ボックスには、逆流防止ダイオードを入れておりバッテリーの電力がソーラパネルに流れるのを防いでいる。システムの電源部分の設計は、1日の監視時間を12時間として不日照日を7日としている。システム運用に欠かせないバッテリーの残量測定は、夜間、充電のない時間帯にバッテリーの両端の電圧をマルチメータを用いて測定を行なう。インバータの機能として両

端電圧が21.5V以下になれば自動的に電力供給が停止し、バッテリーが空になるのを防いでいる。各装置の電源は電源管理装置により管理されている。電源管理は外部から電源管理装置にアクセスし、ブラウザ上から電源のon、offを行うことができる。

2 砂防支援システムの操作方法

観測者はVNCという遠隔操作ソフトを利用し、砂防支援システムにアクセスを行う。VNCの接続は、砂防支援システムのIPアドレス、パスワードを入力するというシンプルな方法である。図5にVNCで送信された画面を示す。VNCでは砂防支援システムのコンピュータ画面全体を送信するため、現場と同じ環境で各種操作を行うことができる。図中のVNC上では、監視カメラの映像表示ならびにバッテリーの電圧測定を行っている。監視カメラの映像は必要に応じてインターネット上に配信を行い、市民に対して防災情報を流すことが可能である。砂防支援システムは電力の消費を抑えるため監視時以外は、コンピュータの電源を落とし運用を行なう。システムで常時電源が入っている装置は、無線装置、電源管理装置、HUBである。監視が必要になった場合は、電源管理装置を用いてシステムの電源を入れる。また監視装置が正常に動作しなくなった場合は、外部から電源管理装置にアクセスを行い、システムの電源を切る必要がある。本システムはWindowsベースのシステムであるが、ROM化されているため不意の電源ダウンに対しても安全に起動することができる。



図5 VNCで送信された画面

実証実験

実証試験は2.5Km先の監視を行い、砂防支援システムの安定性について検証する。まず最初に基礎的なデータを取るため、無線の通信速度を測定した。デー

タの転送速度の測定は、FTP により約 1 MB のファイルを取得し、RETR 処理開始から、226Transfer complete 応答受信までの時間を計測し、その数値を元に算出した。測定結果より通信速度は約 3.5 Mbps であった。次に正確なバッテリーの残量を測定するために、バッテリーの放電特性の測定を行なった。バッテリーの放電特性の測定では、バッテリーのみでシステムの運用を行った。データの取り込みはマルチメータと監視装置を RS-232c で接続し、20分毎に電圧データを取り込んだ。図 6 にバッテリーの放電特性のグラフを示す。グラフの横軸は時間を、縦軸は電圧を表している。グラフよりバッテリーのみで 3 日半システムの運用が行なえることが分かる。バッテリーは鉛蓄電池であり、なだらかな電圧降下を示した。バッテリーの電圧降下がなだらかなため、早期に電源対策が行なえる。バッテリー残量の把握は、図 6 のグラフを利用することにより正確に行なえる。

次に、砂防支援システムの安定性について実証実験を行なった。まず VNC からの操作性は通常行なう操作と比較して、反応速度が少し遅い程度で違和感を感じるレベルではなかった。しかしカメラの映像の表示を行なった場合、USB カメラのドライバーとシステムの相性が悪く、稀にシステムがフリーズする現象が生じた。これは、ビデオキャプチャカードを View-Cast 社の Osprey100 に変更することにより安定して動作した。本システムにおいて災害現場のリアルタイムな監視を RealSystem により Web 配信された映像で監視を行なった場合、約 30 秒の delay が生じる。リアルタイムな監視は、VNC がコンピュータの操作画面全体を送信する機能を利用して、操作画面上にビデオ画像を表示させることにより行なった。2 週間の運用を行なったがリアルタイムな監視、災害現場の web

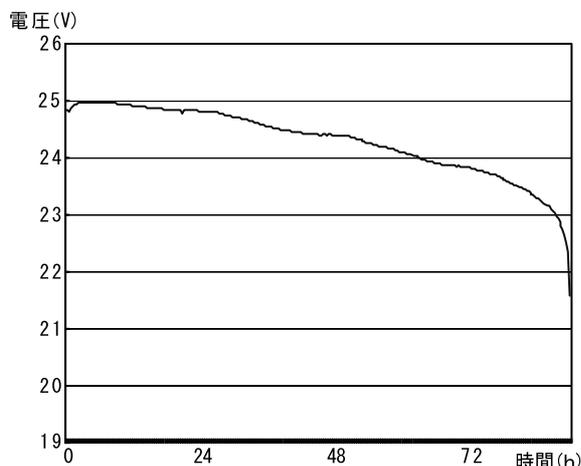


図 6 バッテリーの放電特性

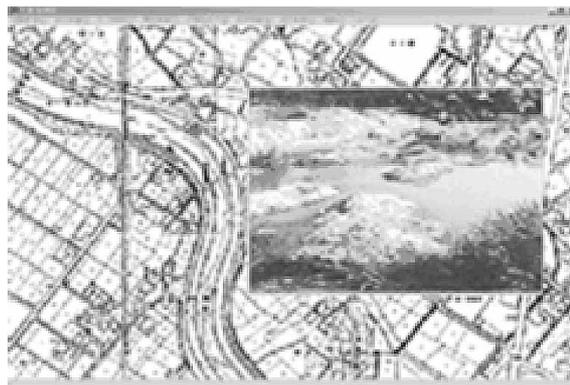


図 7 GIS との統合画面

公開、バッテリーのチェックが安定して行えた。図 7 に GIS と砂防支援システムとの統合画面を示す。GIS 上の点が監視場所を表している。点をクリックすることにより、Web 配信された監視場所の映像を映し出すことができる。GIS 上にカメラの位置情報を埋め込むことが可能であるため、任意の場所の監視先を GIS 上に埋め込むことができる。被災現場状況を動画で収集し、GIS 上への位置情報と合わせた展開が可能となり、緊急時の意思決定を支援することができる。

まとめ

本砂防支援システムは被災現場状況を動画で収集し、GIS 上への位置情報と合わせて展開を行ない、緊急時の意思決定を支援するものである。本取り組みでは、無線装置、太陽光発電装置、コンピュータを利用し安価な砂防支援システムを試作し、その有用性について検証を行なった。検証試験では 2.5km 離れた場所の監視を行い、リアルタイムな監視、災害現場の web 公開、バッテリーのチェックが安定して行なえることを確認した。

今後、長期運用を行い、バッテリーの経年変化についても調査する必要がある。また監視業務の効率化を行なうために、ウエザーステーションを利用し、現場の状況に応じて監視を自動的に行なう機能の必要性を感じた。

最後に、本事業に協力していただいた、青電舎様に深く感謝いたします⁽⁴⁾。

参考文献

- (1) 株式会社 PentAngle, http://www.capnet.or.jp/gosei/jigyuu/top_j.htm 2000年 1 月
- (2) 株式会社 ROM-WIN, ROM-WIN, <http://www.ROM-win.co.jp> 2000年 7 月

- (3) ㈱シティーネット, 「無線 LAN ブリッジ中継による山間地での地域情報化ネットワーク」, <http://www.2.biglobe.ne.jp/~kataoka/pro.html>, 2001年8月
- (4) 青電舎, 自然エネルギー / 環境問題関係, http://www.seidensha-ltd.co.jp/~musenlan/clean_energy.html, 2001年8月