

<要 旨>

本研究では、電力インフラに依存しない太陽光発電のみを用いた、持続的な被災地観測システムを提案する。太陽光発電装置のみを用いて動作可能な静止画定点観測システムを開発し、静止画定点観測システムの消費電力および小型太陽光発電装置の発電量の調査を行い、被災地での実地検証した結果について報告する。

1 研究の概要（背景・目的等）

災害復旧・復興時において、電気通信を用いて、被災地の映像や環境情報等を遠方から観測するコンピュータシステムは、被災地の状況を調査するために必要となる。我々はこれまでに、本研究に向けた取り組みとして、復興状況を動画や静止画を用いて観測する復興ウォッチャー [1] の試みを、東日本大震災直後から岩手県の山田町と釜石市で行ってきた。動画を用いた配信については、震災直後の 2011 年 5 月 13 日から、Ustream 上で山田町役場からの被災した様子の配信を開始し、現在までに総視聴数は 2 万を超えている [2]。2012 年 3 月 12 日からは、定点カメラによる静止画を用いた配信を始めた [3,4]。しかし、これらの取り組みを行う上で、動画や静止画を配信したいような場所には電力が通っておらず、観測システムを設置できないことが多かった。また、現地の方々にシステムメンテナンスの協力をお願いしたが、メンテナンスにかかる負荷が大きいことが問題となった。これらの経験から、電力がない場所であっても設置可能で、メンテナンスを必要せずに持続的に動作することが、被災地における観測システムには必要であることがわかった。また、東日本大震災以後、電力不足が社会問題となり、電力インフラに負荷を与えない省電力なシステムが求められている。さらに、原子力から太陽光へのエネルギー政策のシフトが行われ始め、太陽光発電への注目が高まっている。これらの背景から、将来的には太陽光発電を主電力とした。コンピュータネットワークシステムが台頭すると予想し、その先駆けとして本研究に取り組む。

一方で、被災地域の過疎化が大きな問題となっている。被災地域の復興の様子や被災地域の様々な魅力を伝えることで、全国の人々の関心を集め、過疎化に歯止めをかけなくてはならない。しかし、被災地域では、リソース不足により大きなコストをかけることは難しい。本システムを応用することで、被災・復興状況を配信だけでなく、被災地域の魅力を低コストかつ持続的に配信できると考えられる。

2 研究の内容（方法・経過等）

本研究では、電力インフラに依存しない太陽光発電を

用いた復興ウォッチャーシステムを提案する。先行研究では、室内にノート PC を設置し、コンセントからの電源を利用して運用した。本研究では、太陽光発電は得られる電力が少なく、一般に普及している PC を利用すると、すぐにバッテリーの電源が無くなり、システムが運用できなくなる。そこで、蓄電したわずかな電力を効率よく利用するために、低電力で稼働する小型 PC を利用（課題 1）し、定時に一定時間だけ電流が流れる装置を作成（課題 2）した。

提案システムのシステムアーキテクチャを図 1 に示す。提案システムは配信クライアント、配信サーバ、利用者クライアントの 3 つによって構成される。配信クライアント、利用者クライアントはウェブアプリケーションとして開発し、ウェブブラウザから利用可能とした。配信サーバでは、電流が流れると起動し、自動でネットワークの接続の確立、静止画の撮影、アップロードをする。アップロードが完了すると管理者に自動でメールを送信する機能を追加した。これにより、遠隔地から静止画が正常にアップロードされているか確認することが可能である。

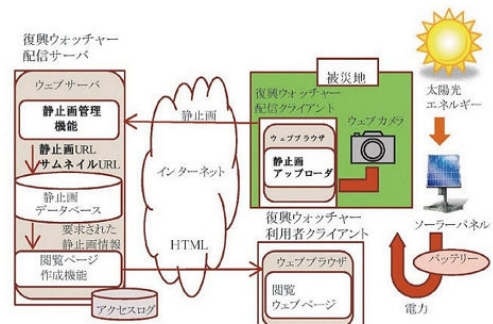


図 1：システムアーキテクチャ

実装したプロトタイプシステムを図 2 に示す。課題 1 を解決するために、配信サーバには、低消費電力な小型 PC である Raspberry Pi を使用した。また、課題 2 を解決するために、RTC (Real Time Clock) と、電流が流れることで ON/OFF の切り替えができるリレースイッチを利用した起動回路を作成した。この回路は Arduino の制御により、一定時刻に、一定時間だけ電流が流れる。設定した時刻に、回路内のリレースイッチに電流が流れ、Raspberry Pi が起動する。起動した Raspberry Pi は、

3G ネットワーク通信機能を起動させ、静止画の撮影と、アップロードを行う。アップロードの完了時に、管理者クライアントに静止画の送信通知メールが送信される。上記の手順を毎日実行することで復興ウォッチャーが機能する。

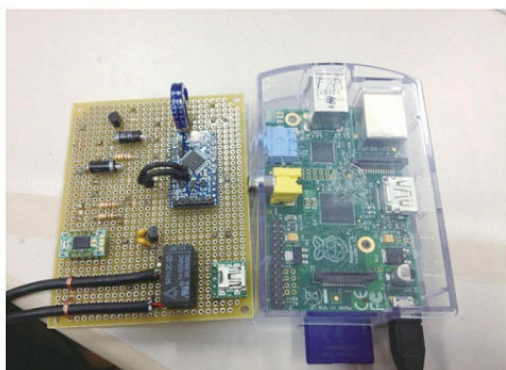


図 2：起動回路と Raspberry Pi

3 これまで得られた研究の成果

電力の面で長期的に装置が稼働するには、一日に蓄電できる電力量が、回路と Raspberry Pi が消費する電力量を上回る必要がある。そこで我々は、今後の装置の長期的運用を図るために、図 3 に示すように、太陽光パネルとバッテリー間 (①)、バッテリーと回路間 (②)、バッテリーと Raspberry Pi 間 (③) の電力測定を行った。本節では電力測定の測定方法とその結果を述べる。

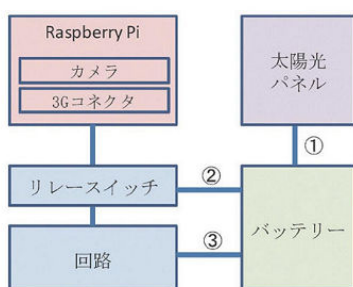


図 3：電力測定における測定箇所

太陽光パネルとバッテリー間、バッテリーと Raspberry Pi 間、バッテリーと回路間の測定結果を示す。図 4 は、太陽光パネルとバッテリー間における、一日毎の降水量、天気、電力量を天気毎にまとめた電力量の平均値である。晴天時に約 0.125Wh、雨天、曇天時に約 0.105Wh、全体の平均として 0.114Wh 蓄電できることがわかった。一方で、図 5 に示すように、バッテリーと Raspberry Pi 間の消費電力量は、一回の利用で約 0.175Wh、バッテリーと回路間の消費電力量は約 0.153Wh 消費していることがわかった。図 6 に示す通り、23cm × 43cm のサイズの太陽光パネルを利用すると、一日に、平均 0.11Wh 充電できるのに対して、本研究に用いた Raspberry Pi と回路は一日平均 0.33Wh 消費することがわかった。また、消費電力量に対して蓄電量が上回るようにするために、一日に平均 0.33Wh 以上蓄電できる太陽光パネルを利用すれば、長期的な運用が可能であることがわかった。

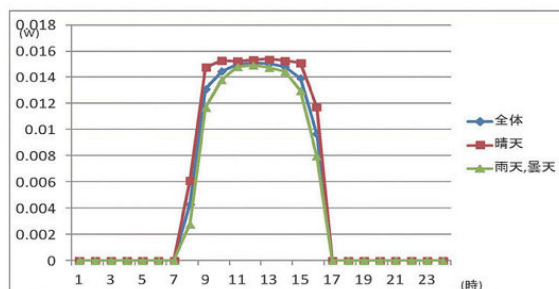


図 4 太陽光パネルとバッテリー間の測定結果

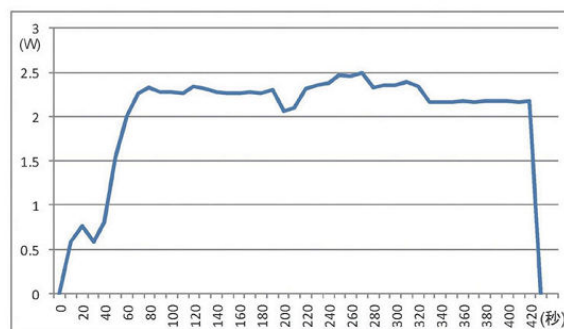


図 5 バッテリーと Raspberry Pi 間の測定結果

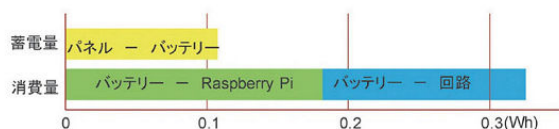


図 6 蓄電量と消費電力量の比較

4 今後の具体的な展開

田野畑村に開発した静止画定点観測システムを設置し、実地検証している [5]。設置場所については、田野畑村村長の石原氏の協力を得て、海沿いにある田野畑村山海ろばたハウスに設置した。現在も太陽光発電のみで動作を確認している。観光へのサービス応用を検討している。

5 その他 (参考文献・謝辞等)

- [1] Y. Saito, Y. Fujihara and Y. Murayama: A Study of Reconstruction Watcher in Disaster Area, Proceedings of the 2012 ACM annual conference extended abstracts on Human Factors in Computing Systems (CHI2012) Extended Abstracts, pp.811-814 (2012).
- [2] 動画による復興状況観測システム (山田町)
<http://www.ustream.tv/user/yamada-iwate>
- [3] 静止画による復興状況観測システム (山田町)
<http://rw.go-iwate.org/yamada>
- [4] 静止画による復興状況観測システム (釜石市)
<http://rw.go-iwate.org/kamaishi>
- [5] プロトタイプシステムの実地検証 (田野畑村)
<http://rw.go-iwate.org/tanohata/>