

# 電波時計の製作

柴田 琉司、米田 清  
高取 之孝、村田 明優

## 1. 研究概要

私たち4人は2つの電波時計を製作した。

柴田、米田の二人はGPSの電波を利用して時刻を補正する電波時計を製作した。

高取、村田の二人はソフトウェアの授業で習ったNTPの知識を利用し、パソコンの時刻を補正する電波時計を製作した。



図2 受信データの一部

## 2. 研究の具体的内容

～GPS電波時計～

まず、どのような電波時計にするかを先生と考え、トランジスタ技術という雑誌で紹介されていたGPS受信モジュールを使用した電波時計を製作することにした。

システムの概要を図1に示す。

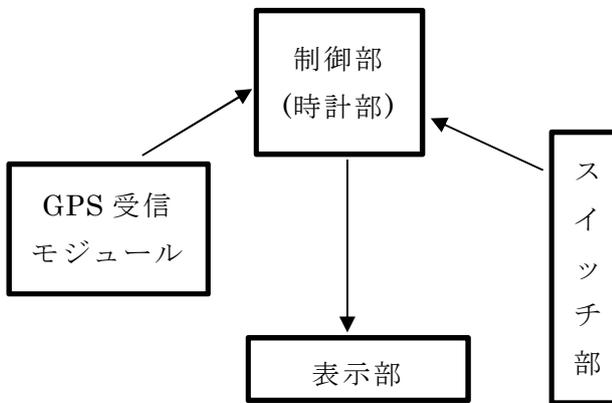


図1 構成図

### (1)GPS受信モジュール

受信モジュールは、地球の周りをまわっているGPS衛星から、位置情報、年月日、現在時刻を受信し、受信データを制御部に与える働きをする。

図2は受信したデータの一部である。

受信したデータにはデータの前に '\$' と、5文字のアルファベットが付加され、NMEAフォーマットというメッセージになっている。アルファベットはどんなデータなのかを表す。図2の受信データでは一番下の行 ('\$GPZDA' から始まる)が時刻、年月日である。

制御部に与えられたデータは、プログラムにより、時刻情報だけを取り出す。

### (2)制御部(時計部)

制御部は電波時計全体の処理をする部分で、GPSの電波なしで動く時計となっている。そして、この時計とGPSからの時刻情報の間にずれが生じたとき、GPSの時刻情報をもとに補正をかけ、正しい時刻が表示できるようになっている。

この他にも、スイッチによるカレンダー設定も行う。

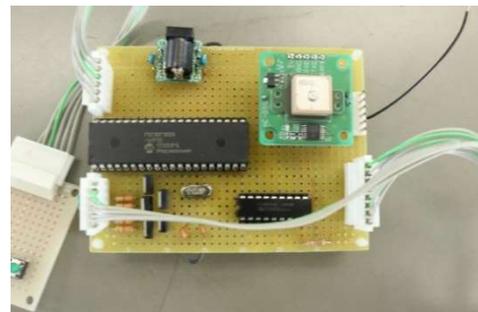


写真1 制御部

### (3) 表示部

表示部は4桁7セグメントLEDを使用した(写真2)。

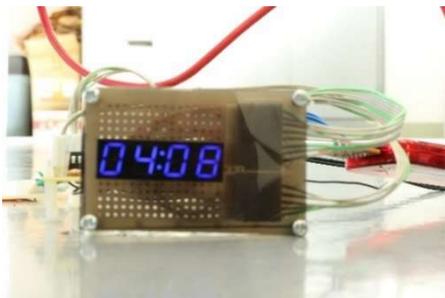


写真2 表示部

### (4) スイッチ部

スイッチ部はカレンダーの日付設定や、カレンダー表示と時刻表示の切り替えを行う操作部分で、独立したユニバーサル基板として製作した(写真3)。

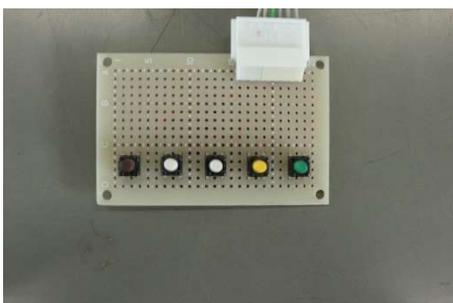


写真3 スイッチ部

### (5) 製作

まずシステムを構成する回路図をフリーのCADソフトBs3vを使用して書き、必要な部品を秋月電子の通販でそろえた。

次にユニバーサル基板に部品を取り付けた。部品をはんだ付けするとき、部品が斜めにならないように、「最初に一本の足だけをはんだ付けして、部品が斜めになっていないかを確認してから残りの足をはんだ付けする」と先生からコツを覚えてもらうことができた。

次に配線をした。私たちは被覆線を使用することにより配線パターンを考える手間を省いた。被覆線をはんだ付けするとき、予備はんだをしておくことで作業が楽だった。

次に、時計の処理プログラムとボタンの処理のプログラムを作成した。

プログラム開発にはMPLAB、PICkitを使い、プログラム言語はC言語を使用した。

現在、GPSの時刻補正と、スイッチで日付設定を行える状態まで完成している。

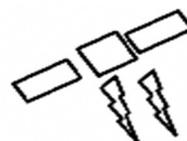
今後、スイッチの機能追加と、基板を入れるケースの製作を行い、課題研究発表会までに完成させたいと思う。

### ～NTP電波時計～

コンピュータ内部の時刻を補正させる電波時計に興味を持ち、インターネットで調べ、複数のパソコンの時刻をまとめて補正させることのできるNTP電波時計を製作することにした。

この装置はGPS衛星から取得した正しい時刻を、時刻調整させたいコンピュータに提供することにより、そのコンピュータの時刻を正しいものにすることができる装置である。私たちが製作したNTP電波時計のシステムを図3に示す。

GPS衛星



衛星より時刻を受信

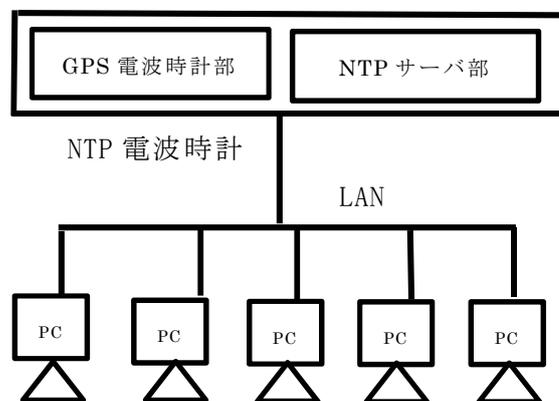


図3 NTP電波時計の構成

### (1) GPS 電波時計部について

GPS 電波時計部は、GPS 衛星から時刻を受信して NTP サーバ部に時刻情報を提供する部分である(写真4)。

時刻情報以外にも、緯度経度、速度情報、高度などの情報を取り入れることができる。

今回は、時刻情報だけ NTP サーバ部に送るので、緯度経度の情報や移動速度、高度等の情報は使用しない。



写真4 GPS 電波時計部

### (2) NTP サーバ部について

NTP サーバ部は、GPS 電波時計部から送られる情報を元に、パソコンに時刻情報を送り出すサーバとしての役割をする(写真5)。

NTP プロトコルを使用してネットワークに接続されているパソコンの時刻を合わせることができる。

ディスプレイには GPS 電波時計部と同様、日付や曜日、時刻といった情報を表示させている。



写真5 NTP サーバ部

### (3) 製作

まず製作にするために必要な GPS 世界時計キットと NTP サーバキットを購入し、次に GPS 世界時計キットと NTP サーバキットの部品をはんだ付けした。その後両方のキットが正常に作動するかをテストして、正常に作動した後に二つのキットを接続し、最後に NTP サーバキットを GPS 世界時計キットに接続するように設定した。

## 3. 感想

柴田

課題研究において、最初に部品を揃えることが大変だった。私は、電波時計に使用する部品についてよく知らなかったため、先生に教えてもらい慎重に買い揃えた。その後、部品のはんだ付けや、プログラミングなどを通して、ものづくりの大変さを思い知らされた。3学期には、基板を収めるケースの製作を進めていきたい。

米田

私は電波時計の製作を通してものづくりの難しさで大変さを感じた。設計、回路作成、プログラミング、どのプロセスも大変だった。だが、先生からはんだ付けのコツを教えてもらうことができ、プログラミングでは、何度も考え、実現できたときの喜びも大きく、もっと組込みシステムやプログラムなどについて知りたいと思った。

課題研究を通して自分のものの見方、視野が広がってよかったと思う。

高取

今回、NTP 電波時計を製作して、NTP の知識を深めることができ、よかったと思う。今までは、ソフトウェア技術や基本情報といった抽象的な知識しかなかった

たが、課題研究を通して、ネットワークの構築から NTP の時刻情報をパソコンに取得する方法などあらゆることを体験していくうちに、私の知識を固めることができた。また、今まで IP アドレスやサブネットマスクの設定は DHCP に頼っていたため、実際に触れる機会はなかったが、今回 NTP とパソコンを接続するために、IP アドレスとサブネットマスクを自分で設定して動かすことにより、IP アドレスを実際に触れることができて良かった。

また、実習以外でははんだ付けはほとんどしないため、技量が未熟であったが、練習用の基板ではんだ付けの練習をし、本格的にスルーホール基板を使い製作していくことで、はんだ付けの技量を高めることができた。

今後はモバイル端末の時刻補正と、サーバからの指令で、一括であらゆるパソコンの時刻を補正するスクリプトを製作したいと思った。

## 村田

今回は初めて電波時計を手探りで行ったので、反省すべき点が多くあった。はんだ付けする基板はスルーホール基板だったため、通常の基板のはんだ付けより難しかった。

また、時計部と NTP サーバの同期が上手くいかないなど、不安になることも多々あったが最終的に電波時計を完成させることができ、とても良い経験だった。

現在、ケースはまだ完成していないので、今後、ケースの製作に取り組もうと思う。

## 参考文献

- ・オーム社「キホンからはじめる PIC マイクン」(GPS 電波時計)
- ・株式会社トライステート HP  
「<http://www.tristate.ne.jp/>」
- ・秋月電子 GPS 受信モジュール  
「<http://akizukidenshi.com/catalog/g/gK-09991/>」
- ・Hiramine.com GPS NMEA フォーマット  
「[https://www.hiramine.com/physicalcomputing/general/gps\\_nmeaformat.html](https://www.hiramine.com/physicalcomputing/general/gps_nmeaformat.html)」
- ・トランジスタ技術 2016 年 2 月号「衛星クロック搭載！GPS 電子工作」
- ・クラウドデータセンター用語集 IDC フロントティア  
「<https://www.idcf.jp/words/ntp.html>」