

船上観測で使用する NTP サーバの構築

小野 数也、千貝 健、福士 博樹

技術部先端技術支援室

はじめに

海洋観測でもっぱら利用される測器である CTD (Conductivity Temperature Depth profiler: 電気伝導度・温度・水温などを測定する) や LADCP (Lowered Acoustic Doppler Current Profiler: 吊下型音響式ドップラー流向流速計) は時刻を同期する必要がある。これまでは、一人が GPS (Global Positioning System) 時計を読みながら、それに合わせて「せーの」などのかけ声とともに、それぞれの操作 PC のマウスをクリックし、時刻を同期させるという時代遅れな方法で行われていた。この方法は、一人で行う事は難しく、さらに船酔いがひどくなると、作業は非常に辛い。

この作業を簡略化・自動化するためには、NTP (Network Time Protocol) サーバを参照する方法が一般的である。しかしながら、船上観測等のインターネットに接続されていない状況化においては、ネットワークを組み、NTP サーバを構築しないといけない。GPS 対応の NTP サーバを購入すれば良いが、50-60 万円以上かかる。安価なものでは GPS 衛星からの電波が途切れると、時刻が提供できなくなるものもある。また、研究全体の予算に対して高いお金をかける部分ではない。そこで我々は、船上で使用する事を目的とし、このサーバの構築をネットワーク構成なども含めて自前で行った。

本研究所での動作テスト後、2 月のおしよる丸航海で NTP サーバの試験運用をした。その後、陸上でのチューンナップを繰り返し、2009 年 6-7 月のおしよる丸北洋航海 (2 ヶ月間) では、クライアントソフトの使用も含めた実用に成功した。

NTP サーバ

GPS 衛星は約 30 台あり、4 台以上受信できれば、場所が特定できる。受信している衛星が多ければ誤差が小さくなり、より正確な位置がわかるようになる。GPS 受信機の測位誤差は数 m 程度で、この受信機の時計情報は GPS 衛星に搭載されてある原子時計の精度とほぼ一致する。より正確な NTP サーバを構築するためには、GPS 受信機からの信号に含まれる NMEA と呼ばれる文字情報だけではなく、PPS*1 と呼ばれる信号も重要である。この二つの信号を読み取ることにより、正確な時刻サーバが構築可能となる。また NTP サーバ用 PC をナノ秒精度にするとなお良い。FreeBSD はインストールしている時点でナノ秒精度のカーネルに対応しているため、PPS 信号に対応させるだけで良い。以上のことから、我々は NTP サーバに FreeBSD 7.1 を採用し、PPS 信号に対応させるため、カーネルの再構築を行った。

*1 Pulse Per Second の略。この信号を受け取る事により、より正確な NTP サーバを構築できる。

サーバ上でntpdを動かすと、GPS衛星からの信号を受け取って時刻同期が始まる。細かい設定やチューニング方法は割愛するが、設定ファイルを図1に示す。

```
# NetBSD default Network Time Protocol (NTP) configuration file
# for ntpd
pidfile    /var/run/ntpd.pid
driftfile  /var/db/ntp.drift
statsdir   /var/log/ntpstats/
# setting for logging
statistics loopstats peerstats clockstats
filegen loopstats file loopstats type day enable
filegen peerstats file peerstats type day enable
filegen clockstats file clockstats type day enable
server 127.127.20.1 minpoll 4 maxpoll 4 prefer mode 18
fudge 127.127.20.1 flag3 1 refid GPS0
server 127.127.1.0
fudge 127.127.1.0 stratum 10
```

図 1. NTP の設定ファイル (/etc/ntp.conf)。サーバを 127.127.20.1 に指定することにより、GPS 受信機と同期を行う。また、時間合わせを行う 16 秒おきに三種類のログを/var/log/ntpstats 以下に保存するようにした。

ハードウェア構成

ハードウェア構成は以下の通りである。システム全体の構成の例を図 2 に、GPS モジュール+アンテナの設置映像を図 3 に、NTP サーバ用 PC を図 4 にそれぞれ示した。船内で使用するため、なるべく小さい筐体のものを選んだ。

- GPS モジュール+アンテナ：約 3.5 万円
 - Garmin GPS 17x HVS (精度 1 μ s の PPS 出力あり)
- NTP サーバ用 PC：約 3 万円
 - ケース：60 W AC アダプタ電源、185 × 70 × 220 mm
 - マザーボード+CPU：intel D945GCLF2 (シリアルポート付き)
 - HDD：80 Gbytes (2.5 インチ、S-ATA 接続、5400 rpm)
 - メモリ 1 Gbytes (DDR2-667 SDRAM)
 - DVD：インストール用、無くても良い
- ブロードバンドルータ：約 0.5 万円
- 接続アダプタ：ともに 1 万円以内
 - 2 月に作成した試作品 (12V 電源、ケース 150 × 40 × 100 mm、ヒューズ、ヒューズホルダ、D-SUB 9pin コネクタ適量)
 - RS-232C 信号分配器 (おしよる丸北洋航海から使用；福士ら 2009)
- ネットワークケーブル適量
- D-SUB 9pin シリアルケーブル適量

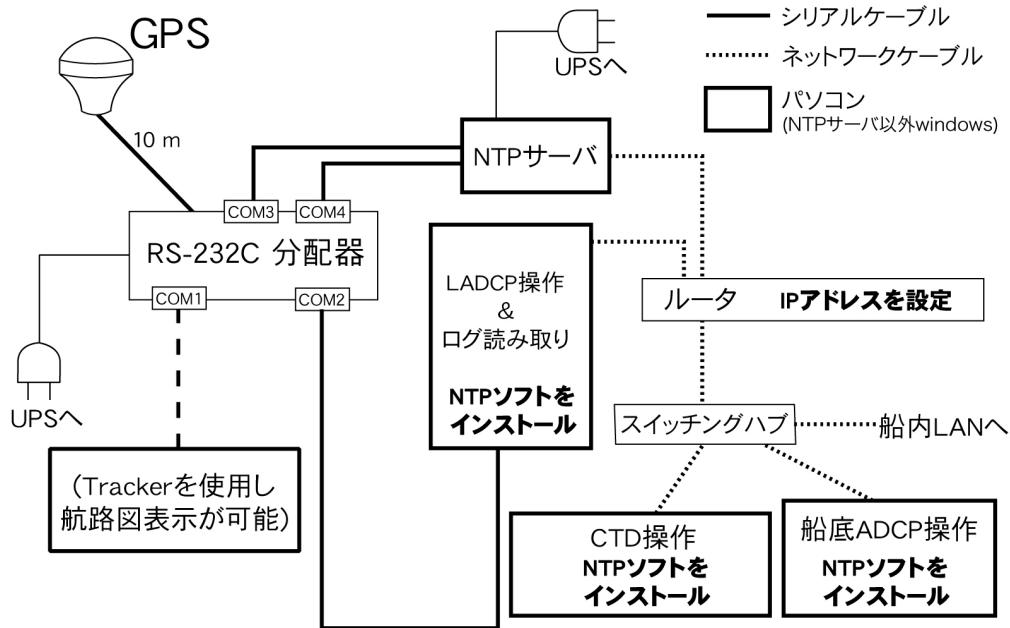


図 2. 構成例。ここでは 2009 年 8-9 月に行われた、白鳳丸航海の例を示す。3 台の PC の時刻あわせを行っている。



図 3. GPS モジュールとアンテナ。
(アラスカ州ダッチハーバにて撮影)



図 4. 船内で使用するハードウェア一式。
前列左から GPS 信号 4 分配器(富士ら 2009 を参照)、NTP サーバ用 PC、ブロードバンドルータ。後列は UPS)。

なお、利用していない PC があれば、NTP サーバとして利用可能である。PPS 信号を受信するには RS-232C ポートが付いている方が望ましい (USB シリアルケーブルでは PPS 信号を受信できなかった)。ノート PC でも、PCMCIA シリアル・インターフェースカードを使えば、PPS 信号の受信が可能だった。

おしよろ丸での実用化にむけて

船上での利用を可能にするため、まず陸上での構築・チューンナップを行った。はじめ、元々所有していた GPS 受信機を使いサーバを構築したが、これには PPS 出力が無かった。時刻を合わせる度（このときは 16 秒おき）にこの GPS 受信機と NTP サーバの時刻は 0.3 秒程度ずれ、時刻が安定しなかった。時刻合わせに関して、GPS 受信機が PPS 信号を発信しているかどうか（サーバが PPS 信号に対応しているかどうか）は、非常に重要である。また、観測中も随時サーバの時刻が安定しているかどうかを調べる方が望ましい。

Windows に元々インストールされてある NTP クライアントソフトは、デフォルトの設定で 1 週間に 1 度程度合わせるだけであり、さらにずれが小さいと補正しないため、今回の用途には向かない。したがって、時計を合わせたいマシンには NTP クライアントソフトを別途インストールする。我々はフリーソフトである「桜時計」を採用した。観測を始める直前にこれを使用し、時刻合わせを行う。

我々が不在でも設定が行えるよう、管理者マニュアル（サーバとルータの設定、時刻同期しているかを調べる方法など）とユーザマニュアル（桜時計の導入方法と使い方）を作成した。

図 5 に観測中の GPS 受信機と NTP サーバの時刻のずれ（offset）を示す。また陸上（本研究所）でのテスト運用の結果も重ねて示した。陸上と比べ、観測中の offset は非常に大きくなっている。これは、船のノイズや揺れによるものだと考えられるが、市販の NTP サーバでも状況に応じてテストする必要があることを表している。

図 6 におしよろ丸航海すべての offset を示す。丸印が付いているところは、サーバの電源を切ったところで、それ以外のずれは最大でも 300 μ s である。このシステムは船上でも安定した時刻を提供している事が示された。また、受信している GPS 衛星数が少ないと精度が落ちると言われているが、その関係は見られなかった。

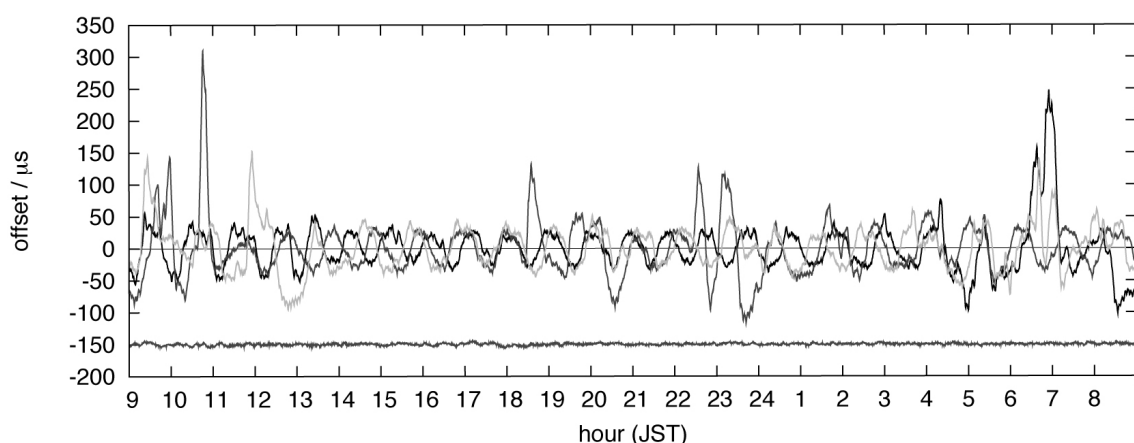


図 5. おしよろ丸で観測した期間 2009 年 6 月 15-17 日の NTP サーバと GPS 受信機との時刻のずれ (offset)。陸上での offset 値も合わせて示した（ただし、-150 μ s してある）。

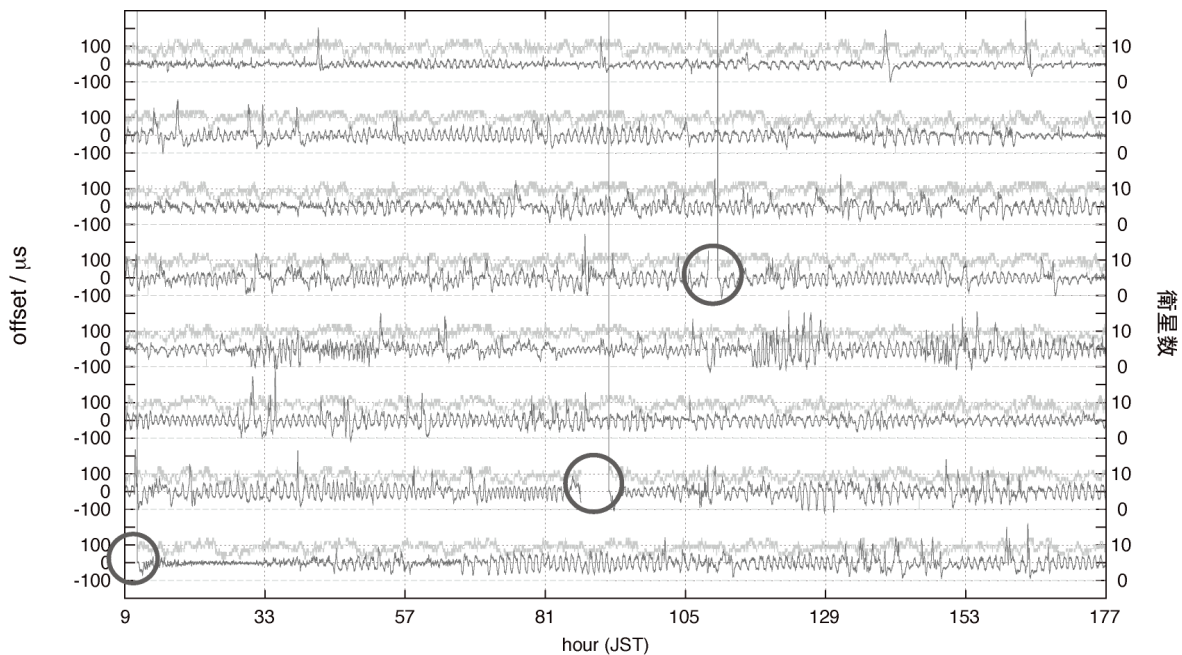


図 6. おしよろ丸で観測した期間 2009 年 6 月 1 日-7 月 26 日の offset (黒線) を左下から右上に向かって示した。受信衛星数を淡い色で重ねて示した。横軸は時刻を示してある。

おわりに

2つ以上の PC の時刻を同期するには、ある程度時刻を正確に刻む NTP サーバの導入が一般的である。このシステムは、CTD と LADCP の時刻同期という点では、十分すぎる精度が得られている。また、これは今までよりも圧倒的に時刻合わせが簡単に行う事のできる、安価なシステムである。今後このようなシステムが船上での観測で活用される事を願う。

以上の内容は、2009 年日本海洋学会秋季大会において発表した (小野ら 2009)。発表したポスターを図 7 に貼り付けた。

謝辞

本サーバの試験運用、実用化に向けたテストには、北海道大学水産学部練習船おしよろ丸を利用させて頂きました。高木船長をはじめ、乗組員、研究者の皆様に感謝いたします。また船上でのモニタには東京大学海洋研究所安田一郎教授と八木雅宏さんにご協力頂きました (2009 年 8-9 月の白鳳丸航海でも利用して頂きました)。

参考文献

福士博樹、千貝健、中鉢健太 「GARMIN GPS17 HVS における信号 4 分配器の製作」 北海道大学低温科学研究所技術部技術報告、**15**、2009 年 12 月。

小野数也、千貝健、福士博樹、中鉢健太、坂岡桂一郎 「CTD と LADCP の時刻を時間サーバで同期させる」 2009 年度日本海洋学会秋季大会。

○小野 数也¹・千貝 健¹・福士 博樹¹・中鉢 健太¹・坂岡桂一郎²
(1: 北大・低温研、2: 北大・水産)

キーワード：時間サーバ・CTDとLADCPの時間同期・GPSの活用

はじめに & 結論

リアルタイムでデータを取得するCTDとローグ式のLADCPは時間をお合わせる事により、正しいデータとして使用できる。
このCTDとLADCPの時間合わせは、もっぱら時計を見ながら手で合わせる手法で行われているが、これだと手間がかり、一人でやる事は難しい。
簡単に時間をお合わせるにはNTPサーバを利用する方法が一般的である。
我々はGPS(Global Positioning System)を用いたNTPサーバの構築を行い、船上で利用可能なテストを行った。
結果、このシステムはCTDとLADCPの時刻合わせという点においては、十分すぎる精度が得られることがわかった。
また、このシステムは今までもより圧倒的に時間合わせが簡単に行う事ができる、安全なシステムである。

ハードウェア構成

GPSモジュール+アンテナ：約4.5万円
・GARMIN GPS 17x HVS (精度1μsのPPS出力あり)

NTPサーバ用PC：約3万円
・ケース (GOW AC アダプタ電源)
・マザーボード+CPU (Intel D945GCLF2)
・HDD (90GB, S-ATA, 5400rpm)
・メモリ (1GB, DDR2-667 SDRAM)
・DVD: インストール用 (無くてもよい)

RS-232C 信号分配器：約1万円

* 使用していないPCがあれば、サーバとして利用可能である。
RS232Cポートが付いている方が望ましい。
GPSはPPS信号出力のあるものが良い。

船で使用するため、なるべく小さい筐体のものを、GPSはホルマウント付きのものとした。



上段中央がNTPサーバ、右が分配器各自航丸



おしよる丸に設置したGPSアンテナ (ダッチハーブにて)

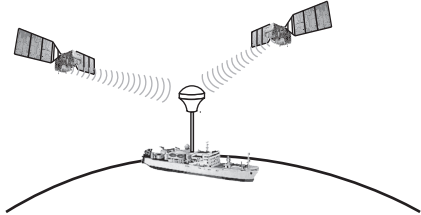
GPSより時間サーバ (NTP) を構築する。

GPS (Global Positioning System) とは、地球上の現在位置を調べるための衛星測位システムのこと。
測位誤差は数m程度で、GPSの時計情報はGPS衛星に搭載されている原子時計の精度とほぼ一致する。

Network Time Protocol (ネットワーク・タイム・プロトコル、略称NTP) は、ネットワークに接続される機器において、機器が持つ時計を正しい時刻へ同期するためのプロトコル (規格) である。
インターネットにはいくつものNTPサーバが存在するため、それらに接続し時間合わせが行えるが、船上等のインターネットにつながっていない状態では自らNTPサーバを構築しなければならない。

正確なNTPサーバを構築するためには、GPSからの信号に含まれるNMEAと呼ばれる文字情報だけではなくPPS (Pulse Per Second) と呼ばれる信号も重要である。GPSからの二つの信号を読み取ることで、正確な時間サーバが構築可能となる。PPSに対応していないサーバは0.3秒以上ずれることもある。

本システムではFreeBSD 7.1を採用し、PPS信号に対応させるため、カーネルの再構築を行った。



GPS衛星と船上に設置してあるGPSアンテナの模式図。
GPSアンテナから読み取った時間をNTPサーバに取り込んでいる。

注) コントロールパネル - 自習と時刻 - インターネット時刻
「自動的にインターネット時刻サーバと同期する」にチェック

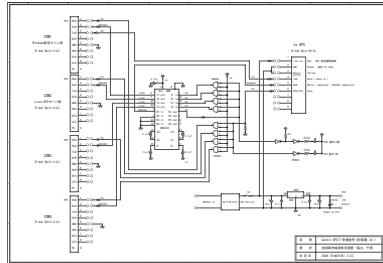
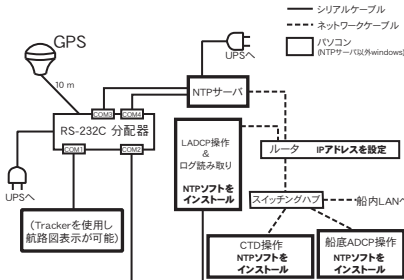
Windows側の設定

Windowsに元々使われているNTPクライアントソフトはCTDとLADCPの時間同期には向かない。これは1週間に1回程度合わせるだけで、さらにずれが少ないと補正しないからである。
時間合わせを行いたいPC (windowsマシン) に按時計、Meinberg NTPなどのNTPクライアントソフトをインストールする。
我々は按時計のインストールマニュアルを作成した。

自作接続アダプタ (RS232C信号分配器)

また我々は利便性を考え、GPSからの信号を4つに分配する装置を製作した。これにより、時間同期のシステムを動かしながらにして、時間同期サーバにログを残せたり、PCに航路図を表示させたりできるようになった。

構成例



GPSからの信号を分配する装置の配線図。
分配する4つのポートのうち3つは受信専用で、1つはGPSを制御するため送受信可能にしている。

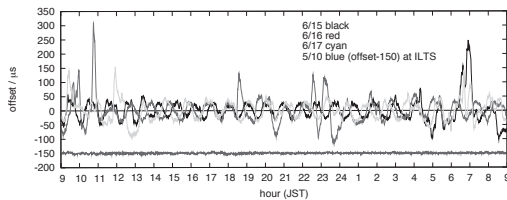


信号4分配器の外観

NTPサーバの精度

陸上との比較

まず、船上で十分な精度が得られているかを陸上での値と比較した。
陸上と比べ非常に大きいずれは生じている。しかし、CTDとLADCPの時間同期という点からすると、十分な精度が得られている事がわかる。
船上でのずれが大きくなっているのは、船のノイズを拾っていたり、アンテナが常に動いているためだと考えられる。
市販のものでもどのくらいずれているのかを船上で確かめる必要があるかもしれない。



おしよる丸で観測した期間2009年6月15-17日のNTPサーバとGPSとの時間のずれ (offset)。陸上でのoffset値も合わせて示してある。

謝辞

本システムのテスト、試験運用には、北海道大学水産学部練習船おしよる丸を利用させていただきました。高木船長はじめ、乗組員の方々に感謝いたします。
また、船上でのモニターには東京大学海洋研究所、安田一郎教授と、木雅宏さんにご協力いただきました。

2ヶ月間通じての精度

6月はじめから2ヶ月間のNTPサーバとGPSとの時間のずれ (offset) を赤線で以下に示す。大きくずれている箇所 (青丸) は、NTPサーバの電源を落ちた (落としてしまった) 時で、それ以外は最大でも300μsしかずれない。
したがって、このシステムは観測期間全体を通して、常に十分な精度が得られていることがわかる (いつ時間合わせしても問題ない)。
また、受信衛星数が少ないと精度が落ちると言われるが、その関係は見られなかった。

最大の利点は今までと比べ、圧倒的に簡単に時間合わせが出来ることにある。

