

多点稠密展開を実現するための低価格な高性能強震計 Telemetry-1

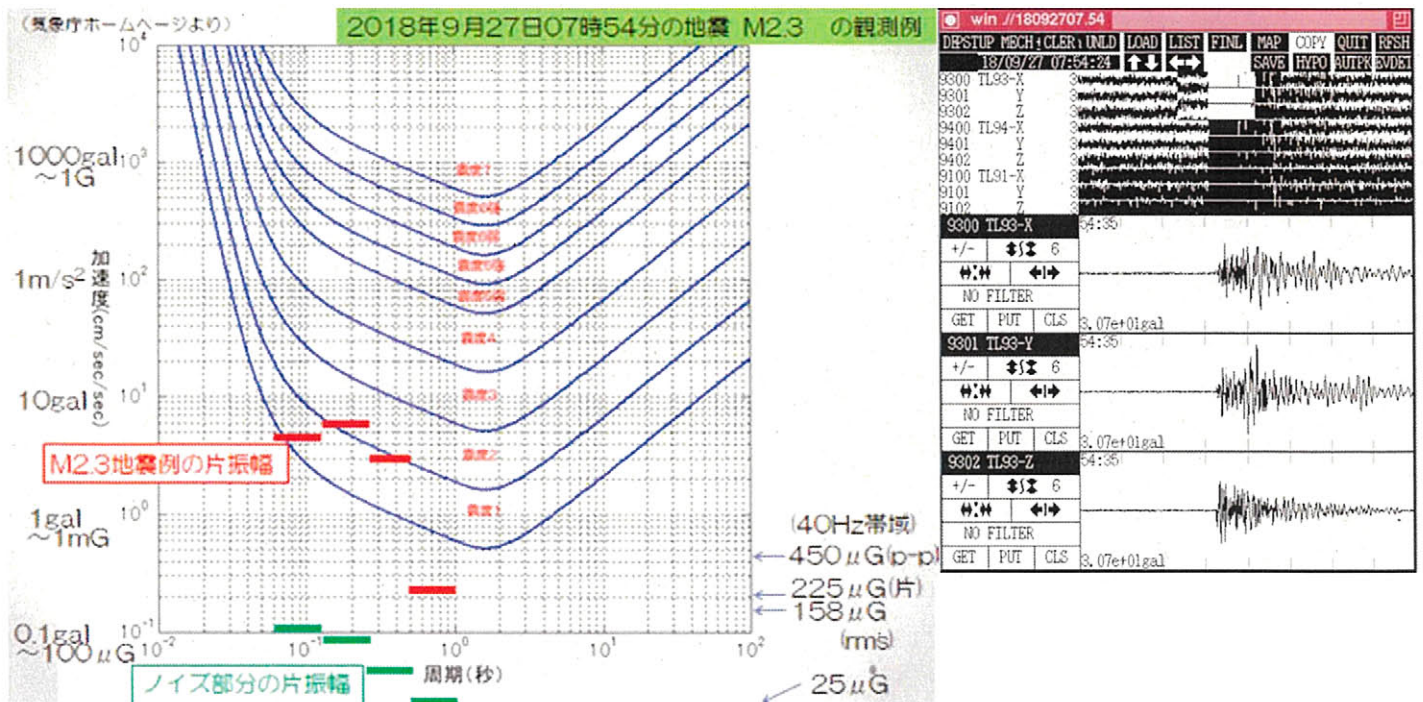
ト部 卓 (テレメトラ)

urabe@telemetry.jp

観測網の多点高密度化はリアルタイム地震情報システムの速度と精度を向上する上で非常に効果的だが、それを実現する上では観測装置のコストが制約になる。小型 Linux コンピュータ Raspberry Pi と低ノイズ MEMS 加速度センサー ADXL355 を利用して、従来より 1~2 桁低価格で入手できる強震計を開発した（製品については次頁参照）。

Raspberry Pi は ARM プロセッサ搭載シングルボードコンピュータで、6年間で 1900 万台出荷 (2018.3 現在) されている。カードサイズに LAN, HDMI, USB 等が標準装備されていて Linux が動き、高性能かつ廉価で入手が容易である。また世界中の多数の利用者から大量の情報があり、入出力を簡単に操作できるライブラリや関連部品が多数市販されていて使いやすい。ADXL355 は ANALOG DEVICES 製 3 成分加速度センサーで、MEMS としては低ノイズ ($25 \mu\text{G}/\sqrt{\text{Hz}}$) であり、20bit ADC を内蔵しデジタル出力なので使いやすい。ここに NTP (Network Time Protocol) によるタイムスタンプ付けを利用すれば、容易かつ安価に、実用的なネットワーク強震計を構成できる。

基本的な機能は加速度データのサンプリングとタイムスタンプ付加、すなわちディジタイザ機能のみに絞り、ローコストでかつ少量生産にも向くよう、極力単純な構成で作りをやすくし、なるべく特殊な作り込みを避けて普通の Raspberry Pi としても使えることを狙った。データは WIN フォーマットの共有メモリに巡回的に書き込まれるので、インストール済みの WIN システムのコマンドを組み合わせることにより、テレメータをはじめ WIN システムでの処理はすべて可能である。講演ではノイズレベル、リアルタイム性、タイムスタンプ精度、電源断対策、周波数特性等の検討結果について述べる。



ネットワーク強震計

Telemetry-1



Telemetry-1はカードサイズのLinuxコンピュータRaspberry Piに低ノイズのMEMS加速度センサーを組み合わせた、安価で柔軟性に富むネットワーク地震計（強震計）です。25 $\mu\text{G}/\sqrt{\text{Hz}}$ （震度0以下に相当）の自己ノイズレベルと $\pm 2\text{G}$ （ $\pm 4\text{G}/\pm 8\text{G}$ も選択可）までの測定範囲を持ちますので、強震計としては十分な性能を持っています（微小地震観測には向きません）。

3成分加速度波形データはWINフォーマット(*)の共有メモリに常時書き込まれます。システムにはWINシステム(*)をインストール済みですので、初期構成でインターネット上またはLAN上のサーバーへのリアルタイム・テレメータ観測が可能です。

UNIXの操作経験とWINシステムの使用経験のある方による利用を想定していますが、初期構成での利用（send_rawによるリアルタイム伝送）のみであれば、必ずしもその限りではありません。

基本仕様

- デジタル出力の3成分MEMS加速度センサー（アナログ・デバイセスADXL355）を内蔵。
- 自己ノイズレベル25 $\mu\text{G}/\sqrt{\text{Hz}}$ 、測定範囲は $\pm 2/4/8\text{G}$ を選択可。分解能20ビット。
- サンプリングレート(SR) 100/200/500/1000Hz を選択可。
- 周波数特性は0~0.4 \times SR (-6dB)で平坦。ローパスフィルタは最小位相/直線位相特性選択可。
- WINシステム(*)の共有メモリにデータを常時巡回書き込み。
- 62mm \times 90mm \times 35mm（突起部除く）の金属製筐体。
- Raspberry Pi Model B+（オプションで3B+も可）。16GBのシステムmicroSD入り。
- WINシステム(*)をインストール済み。
- 初期設定でsend_rawによる波形データ送信が可能（SRが100または200Hzの場合）。
- 不意の電源断に際してのmicroSDのファイルシステム保護対策済み。
- 設定用USBメモリを利用してコンソール無しでの設定が可能。
- ACアダプタ付属（DC5V）。消費電力約1.7W(B+仕様) / 約2.6W(3B+仕様)。
- 入出力はLAN(10/100) \times 1、USB2.0 \times 4、HDMI \times 1。（音声出力ポートは使えません）
- NTPによる時刻校正とタイムスタンプ付け（インターネット接続またはLAN内のNTPサーバーが必要）。
- ウォッチドッグタイマ付き。

(*) <http://www.eic.eri.u-tokyo.ac.jp/WIN/>

拡張性

OSはRaspbianです。なるべく標準構成として作り込み（特殊な設定）を極力避けていますので、Raspberry Piとしての通常の利用（GUIも含め）には問題ないはずですが、ただし40ピン拡張コネクタは使用済みです。

販売

Telemetry-1を教育研究機関向けに販売します。価格はRaspberry Pi Model B+仕様で35,000円、Raspberry Pi 3 Model B+仕様で37,000円（いずれも税込み）です。ご希望の方は下記までご連絡ください。受注生産につき、納期は1~3か月程度かかります。（教育研究機関以外の方の場合は下記へご相談ください。）

連絡先

テレメトラ ト部 卓
email urabe@telemetry.jp
電話 050-3552-1822
URL <http://telemetry.jp>

20190108