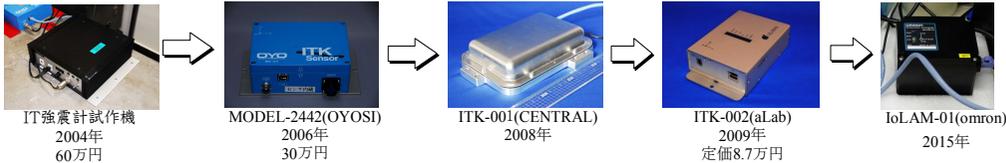


# 廉価・容易に構築できる 地震計ネットワークシステムの提案

伊藤貴盛(株式会社aLab)、赤澤隆士(一般財団法人地域地盤環境研究所)、  
楠浩一(東京大学地震研究所)、矢澤正人(株式会社数理設計研究所)

IT強震計(鷹野他 2004)では、当初、自助共助を目的とした「草の根型地震防災情報システム」を実現することを目指していた。その後の経緯から、強震計(センサ)の低価格化はある程度進んだものの、汎用の地震計応用ネットワークとしての開発・普及は進んでいない。この原因の一つに、地震計本体だけでなく、従来はネットワークを含めたシステム全体の現実的な運用コストを低く抑えることが困難であったことがあげられる。センサの低価格化は今後も期待されるが、他の問題も早期に解決する必要がある。VPS(virtual private server)とVPN(virtual private network)を用いて、廉価に地震計ネットワークを構築する方法を考え、試験運用をはじめた。

## IT強震計と呼ばれた(自称した)地震計



↓ 今なら低価格強震計は実現可能



**RPi-ITK(強震計)**  
RaspberryPiにアナログデバイセズのADXL355を接続して構築した強震計。unixマシンとセンサ(加速度3成分)1つがセットになった構成という点で、IT強震計としては初期の試作機世代に近い。

いまだに普及しない!!

- ・地震計本体がまだ高い
- ・魅力的なアプリケーションの不在
- ・設置(工事)コスト
- ・サーバ運用コスト
- ・ネットワーク運用コスト
- ・標準化されていない

## 低コスト運用のための工夫

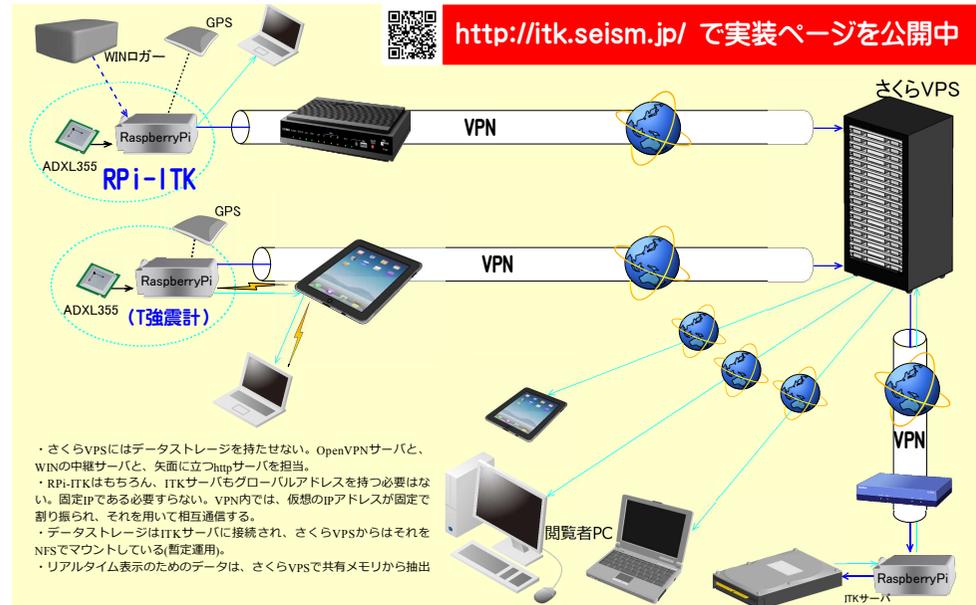
### VPS (virtual private server)

事業者が用意したサーバ内に仮想マシンを用意され、それを利用できるサービス。レンタルサーバ(ホスティングサーバ)では1台のサーバを一般ユーザ権限で共有するのにに対し、VPSでは仮想マシンに好きなOSをインストールでき、当然管理者権限を持つことができる。有名なサービスとしては、さくらVPS、Amazon EC2などがある。



### VPN (virtual private network)

インターネットに最適化された地震観測用プロトコルは標準化されていない。回線維持費の安いインターネットを経由する必要があるときには、既存のプロトコルを使用し、ルータ間でトンネルするタイプのVPNがよく使われるが高価である。ここでは、設定が容易でVPSで実行できるOpenVPNを使用した。純粋にソフトウェアで実行されるため、追加コストは発生しない。トンネルできさえすれば良いので、将来もっといいものが出てきたら切り替えれば良い。



中核となるテレメータシステムとしてはWINシステムをそのまま使用している。安定しており利用制限も無いため、新規にシステムを開発する必然性は無く、利用者も多く運用ノウハウが蓄積していることも利点となる。WINシステムの転送方法はなりすまし等の攻撃に対して脆弱である問題点を、VPNを使用することで回避している。試験運用しているシステムでは、中核となるサーバにさくらインターネットのVPSを使用している。グローバルIPアドレスの付いたバーチャルマシンを最安プランで685円/月で利用できる。VPNにはOpenVPNを使用している。このため、他の構成機器にはRaspberryPiを使用しているが、グローバルアドレス不要で、例えば既存の家庭内LANなどに接続して運用できる(JpGU会場のWiFiでも可)でネットワークに関する追加費用は発生しないと考えて良い。地震計として、RaspberryPiにアナログデバイス社のMEMS加速度センサのADXL355を接続して使用することで、廉価にIT強震計試作機以上の機能を実現している(赤澤・伊藤 2019)。RaspberryPi上でもWINシステムを走らせているため、ここに**既存のwin出力ロガーを接続してこのネットワークに参加することも可能**である。

WINシステムは、テレメータシステムとしての能力に不足はないが、表示には基本的にX-Windowを使用しており、現在では一部の研究者以外には敷居が高い。IT強震計試作機などでは、CGIとJavaアプレットを用いてWeb経由の表示を実現していた。Javaアプレットのサポートが打ちきられつつあるため、現在はJavaScriptを用いた波形表示(伊藤 2018)を用いてWeb経由の表示を実現している。従来のWeb表示はIT強震計試作機互換システム専用であったが、CGIをWINシステム汎用で使えるように改良を進めている。



新しいサービス・技術を用いることで廉価に観測ネットワークを構築し、試験運用を開始することができた。今後、規模を拡大しつつ試験運用を継続し、運用上の問題点の確認と対処を進める。そして、このネットワークを生かし、IT強震計の当初の目的に沿った自助・共助に役立つアプリケーションの基礎となる研究・開発を行う。

## 当面の開発課題

### イベント処理

現在このネットワークにはトリガ機能がまだ付加されていない。スタンドアロンで機能する自律トリガと、ネットワーク連携前提の連動トリガの実装を目指す。トリガ方式の検討だけでなく、イベントデータの管理方法も、配布した後まで考えておく必要がある。

### 連続波形収録ルール

現在はとりえず、旧ITKの旧ルールに基づき、サーバ上では、/data/yyyyymmdd/yyyymmdd.HH.MM というディレクトリ・ファイル構造で1分ファイルを蓄積している。データの相互利用のためには、ルールを決めておく必要がある。

### 数値双方向通信

今はとりえずWINで連続波形を転送しているが、実際の強震計の運用ではイベント波形だけが必要で、連続波形は不要な場合が多い(特に廉価センサでは微動をはかれない)。ネットワークでやりとりされるのは、秒震度などの数値情報とトリガ情報だけでよい(名大板ナウキャスト(林他2003)で実施していたもの)。サーバでは、各強震計のトリガ情報を集約するだけでなく、ネットワーク全体としてのトリガ判定情報を付加して送り返す(一斉トリガ)。緊急地震速報などの外部トリガ情報もカプセル化して取り込めるようにする。

### トンネル技術

VPNは高機能な分負荷が高く、実験ネットワークならともかく、大量に強震計を配置する段階になると不適切である。winのパケットや数値情報パケットは、TCPコネクションを張った上で、そこをトンネルするような仕組みを開発する。暗号化が必要な場合は、そのトンネルを暗号化する。また、このコネクションを用いて、イベントファイル回収などファイル交換も可能とする。



←このQRコードで、本ネットワークを用いたリアルタイム波形表示にアクセスできます。表示される2台の地震計は会場内にあります。



<http://itk.seism.jp/> で実装ページを公開中