

MEMS 加速度センサーユニットを用いた 市民参加型地震波計測ネットワークの構築

金 亜伊^{†1} 上松 大輝^{†2} 岩本 穂^{†1}

概要: 世界有数の地震大国である我が国では、市民一人一人が地震・防災に対する正しい知識を持ち、来るべき大地震に備える必要がある。本研究では市民が能動的に地震観測ネットワークに参加し、地震・防災に対する理解を深める事を目的として、教育機関や一般家庭でも導入しやすい市販の安価な MEMS センサーと、小型コンピュータである Raspberry Pi を用いて小型ユニットを作成し、その集合となるセンサーネットワークとして Citizen Seismology Network (CSN) を構築した。また利用者が気軽に操作し、地震・防災への関心を高められるよう CSN を利用した各種アプリケーションの作成と提案を行った。今後 CSN の普及を通して地域の地震・防災リテラシー向上の基盤を構築することを目指す。

Towards Constructing Regional Active Citizen Seismology Network

AHYI KIM^{†1} HIROKI UEMATSU^{†2} SUI IWAMOTO^{†1}

Abstract: Since Japan is one of the most seismically active countries in the world, catastrophic earthquake can happen anywhere in the country. To live in such country, it is important for everyone to get prepared in advance to protect our home and family. In this study, we developed a sensor network, Citizen Seismology Network (CSN), so that people can actively participate seismic monitoring at their home and/or school. CSN consists of a server and distributed tiny sensor units composed of MEMS sensor and Raspberry Pi. The recorded data can be shared in the network and be processed by individuals using handy applications developed in this study. We believe that participating CSN will improve people's disaster awareness and earthquake preparedness.

1. はじめに

世界有数の地震大国である我が国では、これまでに地震に関する学術研究が盛んに行われてきた。また、地震観測網も充実しており、例えば防災科学研究所が運用する全国約 20km 間隔で 1,000 箇所以上に強震計を展開する強震観測網などがある[1]。これらの観測網は様々な基礎研究の発展の他に緊急地震速報等の実用的な技術の進歩に大いに貢献している[2]。しかし視点を変えてみると一般市民にとってはこれらの技術、研究は非常に難解であり、自らが主体的に地震や防災を学ぶ際には敷居の高いものとなっている。日本中どこにおいても将来的に地震災害が予測される我が国では、国家レベルにおける対策の他に一般市民レベルにおいても、地震や防災についての正しい知識を身につけるべき地震災害に備える事が重要である。2011 年 3 月の東北地方太平洋沖地震以降、防災訓練及び教育については各教育機関や自治体で繰り返し行われるようになったが、地

震そのものについて学ぶ機会はほとんど無いのが現状である[3]。若い世代に地震学のおもしろさ、大切さを伝えることは、将来の研究者、防災リーダー育成の基盤となるものであり、その実現のためには長期的な視点を持った取り組みと、それを持続できる体制作りが必要である。また、地震や防災に関してはその地域固有の問題があり、一般化した形ではなく地域ごとに学び備えるネットワークを構築する必要がある。本研究では一般市民、特に若い世代が受動的な情報のみをたより備えるのではなく、能動的に学び、将来の災害に備えられるような地域市民参加型地震波計測ネットワークの構築を提案する。ネットワークを構成する主軸として、MEMS 加速度センサーと基盤を組み合わせたセンサーユニットを作成した。ユニットには生徒が授業などでセンサーの波形データを用い、自らの体験を通して地震や地震波伝播のしくみについて学習できるアプリケーションを予めインストールする。このように同じモジュールを各教育機関で使用する事により SNS などを通して教員、生徒の横のつながりもでき、各地域での地震防災コミュニティネットワークの構築につながると考えられる。また、設置した各地点の加速度を取得する小型センサーユニットから取得した波形データを収集するサーバと連携すること

^{†1} 横浜市立大学
Yokohama City University

^{†2} 株式会社木星ラヂオ
Jupiter Radio Inc.

で、地域における高密度なセンサーネットワークの構築を目指す。

本稿では、センサーネットワークの構成と、センサーユニットを用いたアプリケーションについて記述する。

2. CSN (Citizen Seismology Network)

2.1 センサーネットワーク

CSN は、MEMS センサーと基盤からなるユニットと CSN サーバで構成されたセンサーネットワークである。図 2-1 に CSN の構成図を示す。

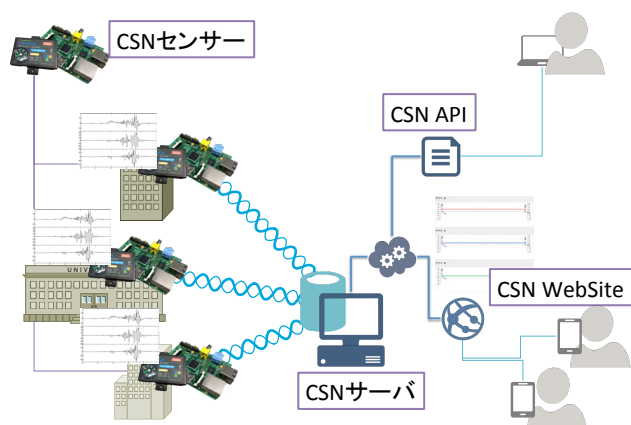


図 2-1 CSN 構成図

CSN サーバは、CSN センサーユニットから送信された加速度データの保存、および CSN API と波形モニタリング等の Web インタフェース機能を持つ。また、現在の構成では、CSN 上に存在する全ての CSN センサーユニットから送信された加速度が保持されている。表 2-1 は CSN サーバに保持される主な情報である。

表 2-1 CSN サーバ保持情報

名称	概要
deviceid	設置された CSN センサーユニットの ID
location	CSN センサーユニットの設置位置
user_id	設置したユーザの ID,
t0active	データを取得した時刻(マイクロ秒)
x_acc	X 軸方向の加速度
y_acc	Y 軸方向の加速度
z_acc	Z 軸方向の加速度

CSN API では、保持された加速度のデータを取得することが可能である。デバイスの ID、およびデータの件数、または取得する期間を時刻で指定することで、加速度データを取得することができる。REST API として実装されているため、Ajax 等で問い合わせることで波形の連続表示を行

うことができる。現在は大学など公的な場所に CSN センサーユニットを配置しているため、加速度のデータはオープンデータとして提供することを想定している。

Web インタフェース機能では、図 2-2 に示すような波形モニタリング画面を提供している。

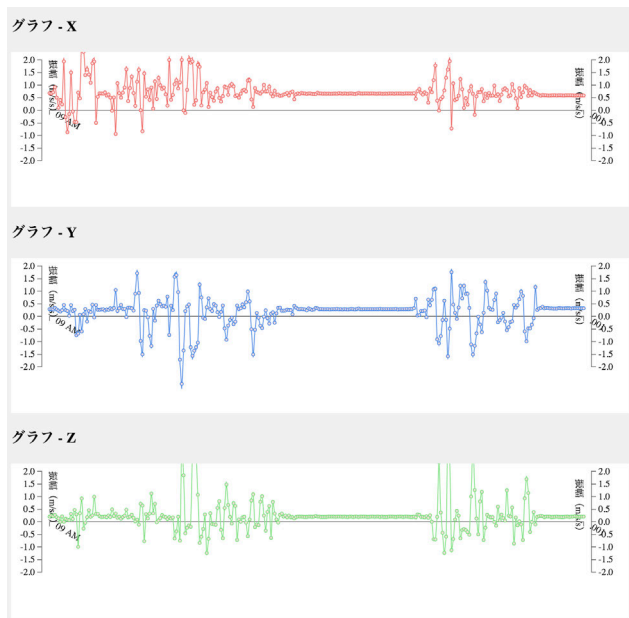


図 2-2 波形モニタリング画面

波形モニタリング画面では、指定した CSN センサーユニットで記録された波形をリアルタイムで表示することができ、設置場所の揺れをモニタリングすることができる。

2.2 CSN センサーユニット

CSN センサーユニットでは、スタンフォード大学が中心となって進められている QCN (The Quake-Catcher Network) [4]で開発された MEMS センサー ONavi model A[図 2-3]と、小型コンピュータである Raspberry Pi[図 2-4]を使用している。ユニットの価格は約 1 万円、またサイズは約 10cm x 10cm x 3cm と小型で教育機関や一般家庭に問題なく導入できると期待される。



図 2-3 ONavi model A



図 2-4 Raspberry Pi

QCN では、波形モニタリングソフトとして QCN Live が提供されている。本研究では、QCN で配布されている開発用ライブラリをベースとして、Raspberry Pi 上で MEMS センサー ONavi から加速度を取得し、そのデータを CSN サーバに送信する専用クライアントプログラムを開発した。

MEMS センサー ONavi は、最大で 1 秒間に 50 回加速度を計測しており、クライアントプログラムからは bit 列で加速度を取得することが可能である。今回開発したクライアントプログラムでは、取得した bit 列を加速度に変換し、取得した時刻、およびデバイスの ID とともに CSN サーバに送信している。

3. CSN アプリケーション

CSN とセンサーユニットの普及に向けて以下のようなアプリケーションの開発を行った。

(1) ローカル地震速報

CSN 上で検出された各 CSN センサーユニットの記録から震度を計算し、地図上に表示するアプリケーションを開発した[5]。これにより、CSN センサーユニットが設置された範囲における揺れの情報を表示することができる。CSN センサーユニットの設置数が多い地域ほど、より詳細な震度評価を可能にする。

また、特定の CSN センサーユニットを地図上で選択することで、そのセンサーユニットが検知した詳細な情報が表示される。

(2) IsMyHomeOK?

地震が発生した際に、Twitter 上で「ゆれ」をつぶやくユーザーがいるが、外出先で確認しても、自宅の様子や被害状況を把握することはできない。そこで、本アプリケーションでは、指定した CSN センサーユニットが特定の揺れを検知した場合に、Twitter やメール、チャットシステム等でユーザーに通知を行うことで、自宅の被害状況を把握することが可能とした。

今後、センサーにカメラユニットの設置を行うことで、被害状況の通知を可能とする拡張を想定している。また、本機能を用いたユーザーが設定した閾値や、被害状況を収集することで、センサーの有効性の検証と、震度と実際の揺れの体感の差異を埋めていくことを想定している。

(3) Maquake

小学生向けの地震教育アプリケーションとして、Maquake を開発した。このアプリケーションでは、CSN センサーユニットの付近で小学生にジャンプしてもらってその揺れを計測する。その後、実際の地震の波形と CSN センサーユニットが取得したジャンプで作成された波形の比較を行う。波形の違いを考察することで、地震への理解を深めることを目的としている。また、実際の地震の波形と似たような波形を、CSN センサーユニットに付けられたセンサーに力を加えて作成してもらうことで、人工的な揺れと地震の揺れの違いを体感することができる。

4. まとめ

本研究では市民が積極的に地震のしくみを学び、防災リテラシーを高める事を目的として、教育機関や一般家庭でも導入しやすい市販の安価な MEMS センサーと、小型コンピュータである Raspberry Pi を用いて小型センサーユニットを作成し、その集合となるセンサーネットワークとして Citizen Seismology Network を構築した。ネットワーク上で記録された波形はリアルタイムでサーバに転送され、その情報は教育機関での学習、各観測点での震度計測、建物の即時被害診断などに利用されることが期待される。教育コンテンツに関しては地域の教育者や技術者に開発プラットフォームを提供し、ネットワーク参加者で教材を共に作り上げる事が可能である。震度計測に関しては実用化に向けてノイズの軽減、地震波計測のトリガの方法など課題点は多く、センサーユニットの実証実験と共にアルゴリズムの検証が求められる。今後は従来の強震計記録とのデータ比較による CSN センサーユニットの性能評価を進めると同時に、センサーユニットの配置箇所を増やし、ネットワークの拡大とともに地域の地震・防災リテラシー向上の基盤を構築していく。

参考文献

- 1) 強震観測網
http://www.kyoshin.bosai.go.jp/kyoshin/docs/kyoshin_index.html
- 2) 緊急地震速報
<http://www.data.jma.go.jp/svd/eew/data/nc/index.html>
- 3) Iwamoto, S., Kiyomi, M. and Kim, A.: Computer Based Educational Seismology System for Regional Elementary School Students, Asia Oceania Geosciences Society 2014 annual meeting, G20-D4-PM2-P-007. (2014)
- 4) The Quake-Catcher Network
<http://qcn.stanford.edu/>
- 5) 気象庁 (計測震度の算出方法)
http://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/kyoshin/kaisetsu/calc_sindo.html