

簡易地震計を用いたデータの高度利用が可能な地震観測システムの基盤構築

徳島大学大学院 賛助会員 ○青木馨右
徳島大学大学院 正会員 中田成智

1. はじめに

日本は環太平洋造山帯に属し、世界的に見ても地震の発生頻度が高い。過去 30 年ほどの地震の発生状況を見ても熊本地震(2016 年)をはじめとした大地震により甚大な被害を受けており、このような被害の経験から全国的な地震観測網の整備が進められている。このようなシステムでは日本全国の地震の震度分布を捉えることができるが、直下型地震を例に挙げると局所的に地面の揺れが異なる場合がある。そのため全国的なシステムだけでなく、多種多様なニーズに合ったシステム構築に対する必要性は高いと考えられる。このようなニーズの中にはデータの高度利用も含まれ、その例として特定地域におけるリアルタイム被害予測、より高密度な震度分布の予測、BCP（事業継続計画）との連携などが考えられる。そこで本研究では、汎用性が高くデータの高度利用が可能な地震観測システムの基盤構築を目指す。また、実装したシステムを実際に稼働することで地震観測システムに要求される機能の検証を行うこととする。

2. 地震観測システムに必要な要素および機能

地震観測システムでは、いつ起こるか分からない地震に対して常に観測し続けることが最も重要である。地震の揺れを定量化する方法として、日本では気象庁が定義する気象庁震度階級¹⁾がある。そこで、このシステムでは、地震計で計測した時間データ、加速度データ、速度データをもとに地震を定量化するための方法として気象庁震度階級を採用する。

また、データを効果的に利用するためには、データの管理体制も整える必要もある。

本研究では、地震計で計測したデータを収集する一連の機能を実装した。図 1 にシステムの概要を示す。地震計はコンピュータ、速度計、加速度計が一体となった簡易型地震計である Raspberry Shake 4D、データの管理方法および処理方法の構築には Amazon が提供しているサービスである Amazon Web Service（以下、AWS と称す）を使用した。地震計から送信されるデータはログデータと波形データの 2 種類があり、地震計では図 2 のように一定の時間間隔で地震観測を繰り返し行っている。ログデータとは、震度計算により得られた情報を一定の時間間隔で送信するデータであり、波形データとは、震度計算の結果、地震と判断された場合に作成されるデータである。また、これらのデータモデルに含まれるデータはそれぞれ図 3 のようになっている。よって、このシステムでは、気象庁震度階級や観測時間などの情報だけでなく、地震発生時には波形データを同時に収集することができるようになっている。これにより、ほぼ同じ時間に複数の地点で震度 1 以上を観測した場合地震とみなし、ログデータから波形データを辿ることができる。

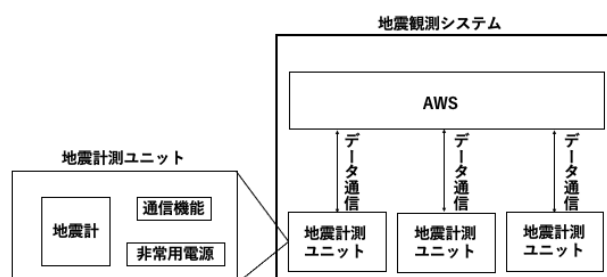


図 1 地震観測システムの概要

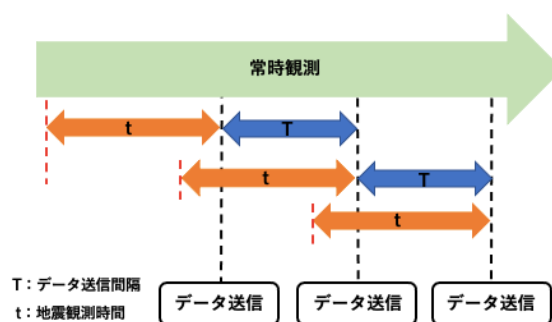


図 2 地震観測のイメージ

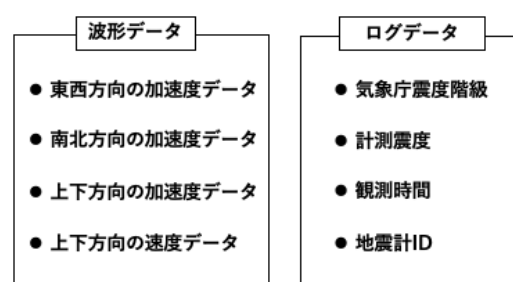


図 3 地震計から送信されるデータ

3. データの管理方法および処理方法の検討

ログデータと波形データはデータモデルが違い、それぞれに適した管理方法および処理方法を検討する必要がある。本研究では、ログデータに関しては表形式で管理することにし、データベースとして MySQL を選択する。また、データベースを構築するために Amazon Relational Database Service (Amazon RDS) を用いる。しかし、地震計測ユニットから Amazon RDS に直接アクセスすることはセキュリティ上の問題から避け、通信での安全性が高いデバイスの認証方式を用いるために AWS Lambda を採用する。

一方、地震発生時に地震計で作成される波形データに関しては、バイナリのファイル形式で管理することにする。ここで、AWS では大量のデータファイルを管理するために提供されているファイルストレージサービスである Amazon Simple Storage Service (Amazon S3) を用いる。

4. システムの機能検証

本研究では、構築したシステムの機能の有用性を調べるために、(1)地震観測が継続的になされているか、(2)震度計算ができるかについての検証を行なった。

(1)では、地震観測システムを 30 日間、稼働することで地震を観測し続けた。地震観測ユニットでは、①震度計算、②ログデータの送信の 2 つのステップの検証を行なった。また、AWS では、③ログデータの受取、④ログデータのデータベースで保管の 2 つのステップの検証を行なった。

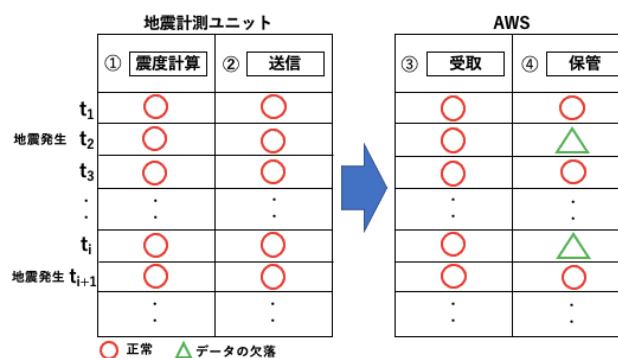


図4 各ステップでの機能検証結果イメージ

行った。図4は①から④の各ステップでの機能検証結果のイメージを示している。本研究では2分毎に地震計測ユニットからログデータが送信されるように設定したため30日間で21600個のデータを得られるはずだが、この中で約2.26%に当たる489個のデータの欠落が発生した。この機能不全の原因として、データベースへのデータ送信頻度が高くなったことが考えられる。また、現段階では長期的にシステムを稼働すると多くのデータの重複保管が見られた。

(2)では、1分間、同程度の力を手動で地震計に加えるという条件で、地震計に振動を与えた。100回の検証の結果、地震計に振動を与えたときには、その振動に相当する震度を100回とも計算できた。また、AWSでは地震計から送信される波形データを正確に保管できた。

5. まとめ

本研究では地震計で計測したデータを収集する一連の機能を構築し、2つの簡単な検証を行なった。その結果、データベース内でログデータの欠落が発生することが確認されたため、今後解決していく必要がある。ログデータの重複保管は、データベース内に同じデータがないかチェックする機能を実装すると解決できると考えられる。また、実際にシステムを運用する上でトラブルの発生はつきものであるため、想定されるトラブルへの対処方法を可能な限り考え、必要な機能を随時、実装していくことが今後の方針として挙げられる。さらに、今回は簡単な検証だったが、地震計により高い信頼性を持たせるためには、さらに詳細な精度検証にも取り組む必要がある。

6. 参考文献

1) 気象庁：気象庁 | 計測震度の算出方法、

https://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/kyoshin/kaisetsu/calc_sindo.htm