

## ホームサイスマメータのための地震波とノイズとの識別機能の開発(2)

## Development of a function in the home seismometer to discriminate seismic signal from noise event(2)

# 堀内 茂木 [1]; 堀内 優子 [2]; 山本 俊六 [3]; 呉 長江 [3]; 中村 洋光 [3]; 加地 正明 [4]; 加地 宏行 [4]; 中原 正二 [4]

# Shigeki Horiuchi[1]; Yuko Horiuchi[2]; Shunroku Yamamoto[3]; Changjiang Wu[3]; Hiromitsu Nakamura[3]; Masaaki Kachi[4]; Hiroyuki Kachi[4]; Shouji Nakahara[4]

[1] ホームサイスマメータ; [2] ホームサイスマメータ; [3] 防災科研; [4] エイツー

[1] Home Seismometer

; [2] Home Seismometer; [3] NIED; [4] A2 Corp.

1. はじめに 堀内・他(2007)は、緊急地震速報の受信装置に安価な地震計を組み込んだ装置(ホームサイスマメータ)を、緊急地震速報受信装置の標準装置として普及させ、そのデータをリアルタイムで処理するシステムを構築することにより、現在の数十倍~数百倍の超高密度地震観測網が構築され、緊急地震速報が飛躍的に高精度化できると指摘している。エイツーは、ホームサイスマメータとして、緊急地震速報受信装置の内部に、地震計を組み込んだ装置を開発している。ホームサイスマメータは、設置される場所が屋内であることから、大振幅の生活ノイズが頻繁に混入する。有感地震は、数ヶ月から数年に一回しか発生しないが、生活ノイズは、毎日何回も混入することから、ホームサイスマメータを利用したリアルタイム地震情報提供システムの構築には、地震波と、ノイズとを極めて正確に識別するアルゴリズムの開発が必要不可欠である。ここでは、前回に引き続き、この開発を行ったので報告する。

2. ノイズ識別アルゴリズムの開発 ホームサイスマメータは、屋内に設置されると想定されるが、屋内では、ドアの開け閉めや人間の移動に伴い、卓越周期が数十 Hz から百数十 Hz の、大振幅の振動が励起される。これらの振動をフィルター操作で、通常のノイズレベル以下にすることは困難である。前回報告したように、我々はイベント検出された波形データを利用して、卓越周期等の情報を抽出し、地震波とノイズとを識別するようにした。

前回示した卓越周波数の計算は、Nakamura(1988)による方法を変形し、加速度とその微分の絶対値の平均値の比を利用するものである。震度3の地震の場合、P波部分の震度は2程度である。P波部分の震度が2の地震を検出するには、トリガーレベルを3 gal程度に設定する必要がある。ホームサイスマメータに使われている地震計のノイズレベルは1 gal程度であるが、この場合の卓越周波数の計算では、地震波による長周期成分が含まれていても、バックグラウンドノイズの影響で、計算される卓越周波数が大きくなる可能性がある。このため、振幅の小さい地震は、ノイズと判定されるという問題があった。

そこで、高周波ノイズが含まれている場合の卓越周波数の計算方法を検討した。フィルターで、高い周波数をカットすると、計算されるノイズの卓越周波数も長周期となり、ノイズの正確な卓越周波数が計算できなかった。そこで、高周波ノイズの平均的振幅以上にプラスとマイナス側に振れた場合のゼロクロスの回数を計算し、卓越周波数を計算するようにした。この方法は、計算が極めて簡単であるが、S/N比が小さい場合にも、地震波の卓越周波数が求められ、地震とノイズとの判定に有効であることが示された。

地震計を屋内に設置する場合には、誤って地震計のケーブルに接触してしまう、あるいは、何らかの原因で、ケーブルからノイズが混入する場合も想定される。そこで、ゼロクロスの回数が3回以上でない地震と判定しないようにした。この方法を加えるだけで、ケーブルに大振幅の振動を加えても地震と判定することがなくなった。

振動台を使って、トリガー試験を行った。その結果、震度1程度の地震でも、イベント検出が「可能であることが示された。

ノイズの性質は、設置場所により大きく変化することから、設置環境によらず、地震とノイズとを正確に分離できるようアルゴリズムを開発する必要がある。現在、多くの場所にホームサイスマメータを設置し、動作チェックを行い、正しく識別できない場合には、その波形データを集め、アルゴリズムの改良を行う作業を進めている。

## 3. 整数の演算だけで行えるフィルターの設計

数値演算プロセッサが装備されていない処理装置を使用する場合、実数の演算は、整数の演算の20倍程度になる。上述のノイズ除去の計算には、実数計算を含む各種フィルターの計算を行う必要がある。また、ホームサイスマメータは、直下型地震の場合、自分の観測データを利用して、P波部分の震度を測定し、S波の推定震度を計算する機能を有しているが、大きい地震のP波初動振幅は、時間とともに大きくなることから、震度の計算は、繰り返し行なう必要がある。これらのフィルター計算は、CPUの大きな負荷になる。そこで、4次の整数の演算だけで行えるIIRフィルターを設計し、ノイズ除去に必要な低域フィルターや、リアルタイム震度計算のためのフィルター計算を行うようにした。このフィルターは、ステップ数が短く、フィルター計算に必要なCPUの負荷は、約1/50程度に軽減した。