

# 地震波自動読み取りと手動検出システム

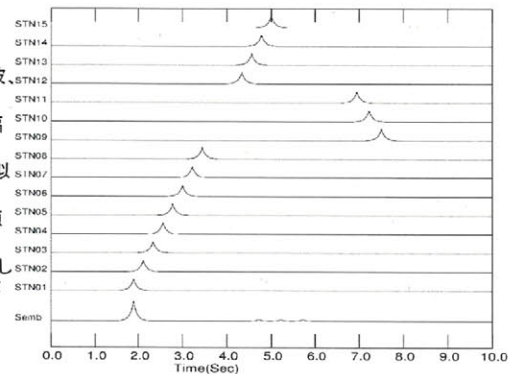
堀内茂木(株式会社 ホームサイズメータ)

1. はじめに 我々は、地震の専門家のノウハウを組み込んだP波、S波自動読み取りシステムの開発を行ってきた。その結果、日本全体の自動震源決定では、一元化震源に比べ、2-3倍の震源決定が行えるようになった。しかし、地震が頻発している場合に、同一地震に対応する観測点波形を集めることが難しく、1個の地震の波形が、複数の地震に分かれる等の問題があった。本発表では、トリガー波形を用いず、全観測点の全時間区間について、到着時刻を読み取るようにした。その結果、より多くの震源決定ができるようになったので報告する。また、自動読み取り結果をディスプレイに表示し、手動で自動読み取り結果を修正するためのシステムについても報告する。

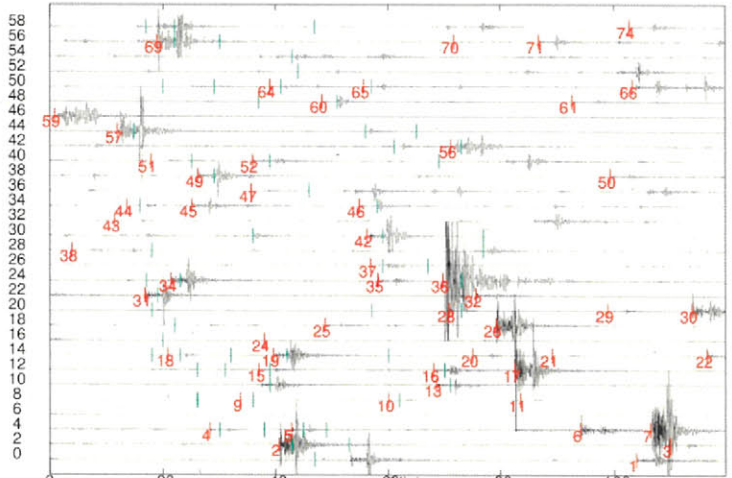
2. 到着時刻の読み取りと震源決定 全観測点の波形データを、1分間毎に読み取り、3分間分の波形データに対応するメモリーにオーバーラップしながら書き込むようにした。P波、S波の到着時刻は、このデータを用いて読み取り、複数個の地震が発生している場合は、最大30個まで読み取るようにした。震源決定は、P波、S波到着時刻に対応する時刻で振幅が大きく、疑似波形を作成し、発震時と、震源位置とを変えてセンブルスを計算し、センブルスが最大となる震源位置を求めるようにした。複数の地震が存在する場合は、最初の地震の読み取りデータを削除し、行うようにした。

3. 手動検出システム 自動読み取りでは、パラメータの設定次第で、S/Nが低いデータも読み取ることは可能であるが、研究目的によっては、S/Nが低いデータを読み取ってはいけない場合がある。そこで、手動読み取りに、自動読み取りプログラムを組み込み、研究目的に合わせて、読み取りレベルを設定できるようにした。手動読み取りでは、1画面に複数の観測点(約10点)の波形データと、自動読み取り結果を表示し、修正できるようにした。波形表示は、自動読み取りから期待される到着時間の時間区間を拡大し(Line mode)、高精度に修正できるようにした。P波の修正では、生波形、high-passフィルターの出力、ARモデルを用いたフィルター出力の一つを、S波の修正では、生波形、SH波、P波・S波識別フィルター、ARフィルター、水平動2成分の絶対値の波形を選ぶようにした。また、震源決定した場合の走時残差の大きい観測点や、発震機構解を決定した場合の極性が矛盾した観測点のみの波形データを表示する機能も加えた。その他、マウス操作が最少となるよう、各種機能を加えた。

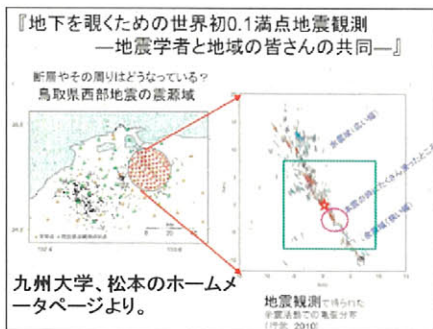
疑似波を用いたセンブルス震源決定法のイメージ図。P波あるいは、S波到着時刻の近傍で、振幅が  $\exp[-(O-T)/\Delta t]^2$  となる疑似波形を作成し、その和が最大となる震源位置をセンブルス解析で求めるようにした。ノイズデータが含まれても、最良解への影響は少ない。



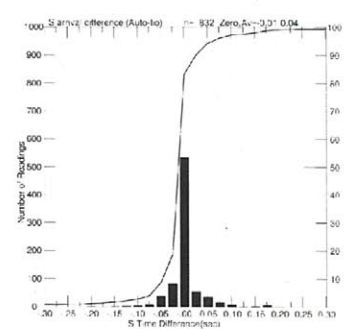
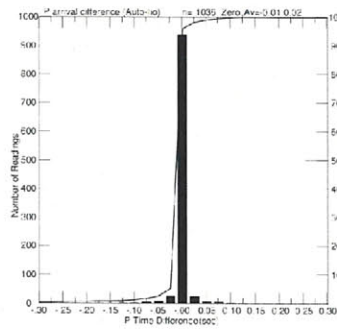
16 4 16 N.TMCF UD



2016年4月16日、熊本地震発生直後の1時間のN.TMCF観測点の地震波形記録。赤線、緑線は、自動震源決定されたイベントについての、自動読み取りによるP波、S波到着時刻。波形は、1分間のAGCフィルターを用いて表示。



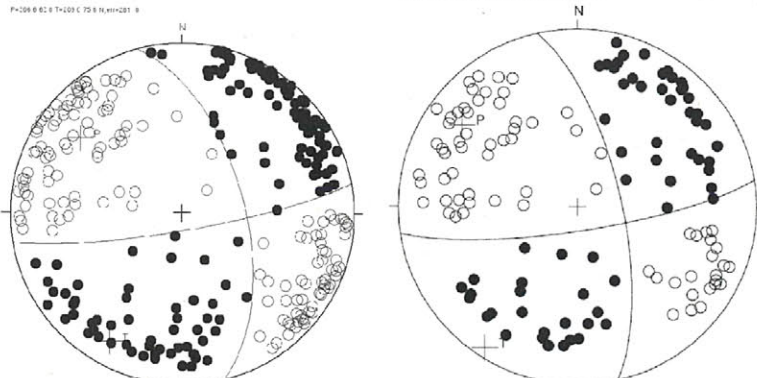
鳥取県西部地震の余震域では数多くの余震が起こっています。図の一つが余震の断層です。★印は本震の位置を示しています。これをもっと詳しく知るために、0.1満点観測を計画しました。



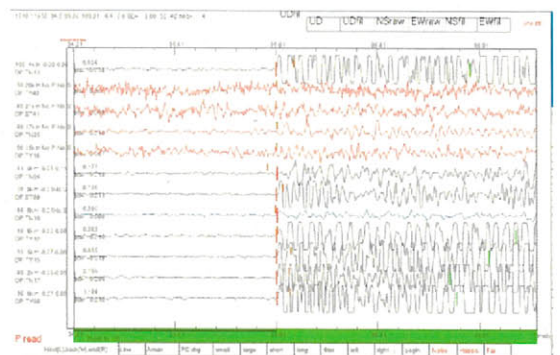
自動によるP波(左)、S波(右)到着時刻と手動(飯尾)によるそれとの比較。データセット: 新人のオペレータに、手動読み取り方法を教えるための訓練用波形。P波の平均的誤差は0.02秒,S波は0.04秒。

2017 8 1 2 17 35.302N 133.345E 3.7km M= 0.3

P=305.5 67.8 T=213.0 83.9



極性読み取りチューニング前(右)と後(左)のメカニズム解の比較例。解析には0.1満点計画の観測網データを用いた。この地震のマグニチュードは0.3。



高精度自動読み取りソフトウェアを組み込んだ手動読み取りシステムの画面例。マウス操作が最少となるよう、波形振幅の表示スケールが自動的に設定されるようになっている。