

地震観測データの自動処理：地震の検出から震源が決まるまで

東京大学地震研究所 中川茂樹・酒井慎一・平田直

日本国内には約 2100 か所に地震計が設置され、24 時間 365 日の連続観測を行っている。取得された連続波形記録は、リアルタイムに大学や研究機関、気象庁などに伝送され、地震学の研究だけでなく、緊急地震速報や津波警報等といった防災業務に利用されている。その波形記録は、国内の観測において 1 分間で約 50MB 程度、年間約 25TB 程度の容量を有し、日々増加し続けている。近年、観測点を地理的に高密度配置した超多点観測が行われるようになってきた。この膨大な波形データから地震と見られる波形を検出し、P 波と S 波の到達時刻を検出して震源を推定することは、地震学の根幹をなす基本的な解析である。すべての波形記録から目視でこれらの作業を行うことは凡そ現実的ではなく、古くから計算機を用いたアルゴリズムが考案され、自動処理として実用化されてきた。

広く一般に用いられている地震の検出のアルゴリズムは、ノイズと地震の振幅比を用いるものである。具体的には、ある観測点について観測波形の振幅を長時間 (LTA) と短時間 (STA) のそれぞれの時間窓で平均しその比 (STA/LTA) を計算する。そして、複数の観測点において STA/LTA がある閾値を超えれば地震と判断している。次に、検出された地震の波形から P 波と S 波の到達時刻を検出する。例えば P 波という信号が到達する前の時系列はノイズなので、波形をノイズと信号の 2 つの区間に分割すればよい。そのために地震波形に AR モデルをあてはめ、適切な区間分割の位置を AIC で評価することで、到達時刻を求めている。この作業を複数の観測点について行い、求められた到達時刻から逆問題を解くことで震源の位置と震源時を推定する。しかし、ノイズを地震と誤検知したり、P 波・S 波の誤検出も多く、自動処理された結果を人が目視で検査して誤検出や誤検測を修正するプロセスが欠かせない。そこで、我々は、自動処理における誤検出及び誤検測の低減を図るため、「見かけ速度適合法」を開発した (平田・他, 2014)。首都圏に約 300 か所の観測点を展開した首都圏地震観測網で取得された波形データに適用し、良好な結果を得た。

また、昨今の情報通信技術等の進展により、ある地震記録をテンプレートとしてそれに類似した波形を探し出す「Matched Filter 法」や過去の地震波形から深層学習を用いて地震の検出や検測を行う様々な手法が開発研究されている。

本講演では、一般的な自動処理について概説し、見かけ速度適合法について紹介する。さらに、深層学習等最先端の技術についても触れたい。

(参考文献)

平田直・中川茂樹・酒井慎一・ト部卓・岩崎貴哉・横井康孝, MeSO-net データの自動処理：見かけ速度適合法による地震検出と P, S 到着時測定, 日本地震学会秋季大会, 2014.