

ICA (独立成分分析)の地震波への適用(その2)-Blind Source Deconvolution- Application of Independent Component Analysis to Seismic Waves-Blind Source Deconvolution-

川崎 宣昭[1][3], 山崎 謙介[1][2], 南葉 宗弘[2]

Nobuaki Kawasaki[1][3], Kensuke Yamazaki[1][2], Munehiro Namba[2]

[1] 東学大院・教育学・数学教育, [2] 東学大・教育・数学情報, [3] 筑波大学附属高等学校

[1] Education of Math, Tokyo Gakugei Univ, [2] Dept. Math. & Info., Tokyo Gakugei Univ.,

[3] High School attached to Tsukuba University

http://www2.newweb.ne.jp/wd/nobuaki/New_Homepage/index.htm

地震波を独立な信号の混合信号と考え、Blind Source Separation または Blind Source Deconvolution の問題として地震波に独立成分分析(ICA)を適用する研究を進めている。今回は、Blind Source Deconvolution の問題として地震波に ICA を適用することを中心に扱う。時間領域の Blind Source Deconvolution の問題が周波数領域での Blind Source Separation の問題として扱えることが特徴である。時間領域で地震波のどのような独立成分が検出されたのかを紹介する。

地震波の観測信号は、様々な種類の信号が含まれていると考えられている。例えばP波、S波、地球内部の様々な不連続面における反射波、表面波などである。これらは震源特性、波の伝播経路の特性・観測点特性を反映しており、信号の複雑さの原因となっている。更にダブレットの地震波など、様々な特徴を表している種類の信号が合成されているため、複雑さを助長している。これらの波形がICA(独立成分分析)により独立信号として分離できれば大変興味深く、分離された信号を利用した新たな研究に繋がっていく可能性があるため、地震波から独立成分を検出する研究は意義があると考えられる。

2000年度日本地震学会秋季大会では、 x を観測点で記録された地震波の観測信号、 s を時系列信号源、 A が線形変換を表す行列とすると、観測モデルを、 $x = A s$ と考えた。ICAとは、観測信号 x と s の独立性だけから独立な複数の信号を検出することを目的としている分析の手法である。

前回の発表では、ICAをBlind Source Separationの問題(独立成分が瞬時に混合している問題)として地震波に適用した。扱った観測データは、2000年8月16日午前0時12分に発生した三宅島付近を震源とする地震の三宅島と新島のものであり、防災科学技術研究所のK-net(強震データ)によって記録されたものである。これらの地震観測データの人工的な線形和で混合信号を作り、ICAを適用してみたところ、人工的に混合する前の波形を検出することができた。更に、三宅島と新島の観測データを何らかの独立成分が瞬時に混合されているものと考えてICAを適用してみたが、元の観測データが結果として表示されるだけであり、2つの地震波は瞬時には独立であるという判断がなされた。

本来の目的は、地震波が何らかの独立成分の波形の混合信号であることを導くことである。独立成分の混合のされ方には複数考えられる。今回は、観測信号を独立成分の線形和と考えたことにより、時間領域におけるBlind Source Separationの問題として地震波にICAを適用した。今回はBlind Source Deconvolutionの問題(システムに周波数応答がある場合の問題)としてICAを地震波に適用してみた。この場合のICAモデルは、時間領域で $x = A * s$ と表され、混合信号がシステム関数 A と独立成分 s との畳み込みで表されている場合を考える。今回用いた手法は、時間領域のBlind Source Deconvolutionの問題が周波数領域におけるBlind Source Separationの問題として処理できるしくみになっている。分析を行う際にハニング(Hanning)窓を用いた窓フーリエ変換を行ってスペクトログラムを作成するが、窓(ウィンドウ)の幅や移動幅の条件を数種類変化させたときに検出された独立成分の波形を紹介する。