

# 電磁気学的地殻能動監視システム構築に向けた電磁アクロス送受信試験

## Long-Term Operation Test of the EM-ACROSS toward an Electromagnetic Active Monitoring of the Earth's Lithosphere

# 長尾 大道[1]; 中島 崇裕[1]; 國友 孝洋[1]; 笠原 順三[1]; 熊澤 峰夫[1]; 長尾 年恭[2]; 佐柳 敬造[3]; 野田 洋一[2]; 原田 誠[2]

# Hiromichi Nagao[1]; Takahiro Nakajima[1]; Takahiro Kunitomo[1]; Junzo Kasahara[1]; Mineo Kumazawa[1]; Toshiyasu Nagao[2]; Keizo Sayanagi[3]; Yoichi Noda[2]; Makoto Harada[2]

[1] JNC 東濃; [2] 東海大・予知研究センター; [3] 東海大・海洋研

[1] JNC Tono; [2] Earthquake Prediction Res. Center, Tokai Univ.; [3] IORD, Tokai Univ

日本列島の地殻状態能動監視システム構築に向けて、精密制御された電磁波および弾性波による人工信号を用いた地下探査技術であるアクロス (ACROSS: Accurately Controlled Routinely Operated Signal System) の連続送受信試験を、2002 年より岐阜県東濃地域を中心に行なっている。電磁アクロス送受信試験では、送信は岐阜県土岐市の東濃鉱山に設置された千葉電子社製の送信アンプ (最大出力 10A) および長さ 100m の電流ダイポールを用いて行なっている。また受信については、送信点から約 1km および約 3.5km 離れた地点に、核燃料サイクル開発機構 東濃地科学センター (TGC/JNC) が Bartington Instruments 社製のフラックスゲート磁力計 MAG-03MCELS70 を設置し、1kHz サンプリングで磁場の観測を行なっている。将来、地殻状態能動監視システムを構築した際には、当然地殻深部をもターゲットとすることになるであろうから、送信信号がどの程度の距離にまで届くかを確認しておくことが重要となる。そこで本試験では、送信点から約 40km および約 50km 離れた地点に、東海大学地震予知研究センターがテラテクニカ社製のフラックスゲート磁力計 RF-725 を設置し、32Hz サンプリングで磁場の観測を行なっている。

本試験では、送信点から遠く離れた観測点においても 10 日間程度のスタッキング処理によって送信信号が検出できるようにすることを念頭に、送信周波数の設定を行なった。空気と比抵抗が 1000 m の大地の水平二層構造モデルを仮定し、ダイポールモーメントが 1000Am の電流ダイポールから 1Hz の信号を送信した場合、40km 離れた地点での磁場の信号レベルは 0.01pT のオーダーとなる (中島他、2005)。一方、送信点から約 40km 離れた東海大学の観測点における磁場のノイズレベルは 5pT/ Hz 程度であることが観測で分かっており、10 日間のスタッキングによってノイズレベルは 3 桁下がって 0.005pT/ Hz 程度になると推定されるので、送信信号を検出することが可能と考えられる。このような理論的な予測の基に、2004 年 12 月より 0.9375Hz、1.2500Hz、1.5625Hz の 3 本の正弦波を重ね合わせた信号の送信を行なった。各周波数成分の振幅は約 4.4A であるが、重ね合わせた信号の最大振幅がなるべく小さくなるように初期位相を工夫することにより、送信信号の最大振幅を約 9.3A に抑えることができた (横山他、2000)。受信データの処理法としては、各観測点で得られた磁場データを 400 秒間ごとの時間セグメントに区切り、最適重みつきスタッキング法 (長尾他、2004) によって周波数領域においてスタッキング処理を行ない、送信信号の S/N を最大にするようにした。その結果、送信点から 3.5km 以内の比較的近距離にある TGC/JNC の観測点においては、送信信号が 2~3 桁の S/N で検出できたが、40km の距離にある東海大学の観測点においては S/N は最大でも 4 程度であり、信号を検出したと断定できるまでには至っていない。しかし、磁場データには正規分布に従わないノイズが多数含まれており、このようなノイズをうまく処理すれば、最適重みつきスタッキング法で得られる以上の S/N が稼げる可能性がある。

そこで本研究では、さらに S/N を改善するための方策の一つとして、まずは磁場データに多く含まれているスパイクノイズの除去について統計的な手法を提案する。スパイクノイズは送信周波数を含む全帯域に影響するので、除去するべきであることは言うまでもない。この手法では、磁場の時間差分データに対してスパイク成分と白色雑音成分の和で表される統計モデルを適用し、正規分布に従うような白色雑音とそれから外れるスパイクとに分離することを試みる。このモデルにおいては、スパイクの個数、スパイクが混入した時刻、および白色雑音の分散が自由パラメータとなるので、赤池情報量基準 (AIC) を用いてスパイクの個数を準客観的に決定することができる。このモデルを白色雑音に人工的なスパイクを加えた擬似データに適用したところ、スパイクをきれいに除去することができた。また、実際の観測で得られた磁場データに適用したところ、目で見て明らかに除去すべきと思われるスパイクはやはりきれいに除去することができた。磁場データに含まれるノイズとしては、このような突発的なスパイクノイズと磁力計の自己ノイズ以外に、磁気圏・電離圏擾乱等による自然ノイズや、電車や自動車による人工ノイズが含まれており、これらのノイズは送信周波数のスペクトルに影響を及ぼす可能性があると思われる。今後、これらのノイズの除去方法についても詳しく検討していく予定である。