

## 沿岸域の地下水障害に対する効率的な地下水調査のための 電磁探査システムの開発

Development of Electeromagnetic Survey System for efficient groundwater investigation to groundwater troubles in coastal area

○中里裕臣\*・城森 明\*\*・城森信豪\*\*・近藤隆資\*\*・高橋哲矢\*\*

Hiroomi NAKAZATO, Akira JOHMORI, Nobuhide JOHMORI, Takashi KONDOU and Tetsuya TAKAHASHI

### 1 はじめに

沿岸域の農業用井戸が過剰揚水や高潮・津波災害等で使用困難になった場合、より深層の地下水に代替水源を求めるが、従来の電気探査やボーリング等の調査手法では多大な費用と時間を要し、深層地下水の賦存量の迅速かつ広域的な把握は困難だった。本研究では、深部探査に用いられる電磁探査法のうち CSMT 法の探査システムを改良し、短期間の調査で帯水層構造を把握する手法の開発を目的とし、送受信器間で GPS 時計を利用した時刻同期を行い、複数受信器による同時多点測定による作業能率向上と、周波数高分解能信号処理（城森ら、2010）による耐ノイズ特性向上を図った受信器を試作した。本発表では、この受信器を用いて行った野外試験の結果を報告する。なお、本発表は平成 24 年度新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業「沿岸域における効率的な深層地下水探査手法の開発」の成果の一部である。

### 2 試作器の概要

CSMT 法では 1 カ所の送信源に対して、送信源からの距離 3~10km 程度の間が探査可能範囲となるため、同時に多点受信することで、単純に作業能率を上げることができる。一方、送信源からの距離が大きくなると S/N 比が小さくなり受信信号の有意性判断が課題となっている。この課題に対し、城森ら(2010)は従来の受信器がプリセットされた各送受信周波数の信号について、位相検波で得られた数多くの信号レベルを平均処理しているのに対し、GPS 時計により送信信号と同期した長時間の時系列受信データをフーリエ変換し、周波数分解能を上げて信号とノイズを分離する周波数高分解能信号処理の有効性を明らかにした。本研究では、信号処理に城森ら(2010)の方法を採用し、さらに送受信周波数にはプリセット値を設けず、受信器側ではバンドパスフィルタを廃し、GPS の 1PPS 信号を利用して 1Hz から送信器の生成可能上限周波数（概ね 5k~8kHz）の間で任意の値を設定できる受信器を試作した。本器では、5ch の入力により 1 台で 2 カ所の電場と磁場の測定を行うことができる。試作器の仕様を表 1 に示す。

### 3 試作器の現地試験結果

試作器を用いた現地試験は、既往の CSMT 法探査データがある琵琶湖南岸において行った。送信源は約 2km 間隔で N22° W 方向に配置した電気バイポールで、送信周波数は 1Hz~4096Hz の 13 種類とし GPS クロックにより送受信器を時刻同期させた。高周波で

\*農研機構（NARO） \*\*（有）ネオサイエンス（Neo Science Co. Ltd.）

キーワード：地下水障害、深層地下水、電磁探査法、CSMT 法

は3分、低周波では4~10分の送受信とし、1箇所当たりの測定時間を1時間とした。送信電流は1~128Hzで10Aであり高周波ほど小さくなり4096Hzでは4Aであった。受信点は既往探査と同一の、送信源に直交する6.3, 7.8, 9.0, 9.7, 10.2km地点とした。各受信点では電場センサを送信源と平行に20m間隔で設置し、その中央付近に磁場センサを送信源と直交方向に設置した。1箇所当たりの設置時間は10分以内である。比較に用いたデータは、今回の試験と同じ送信器と城森ら(2010)で開発されたGeoSEMシステム受信器(16bitADC)により測定されたもので、使用周波数は1Hz~8192Hzまでの23種類であった。試作器と既往データの測定結果の比較を図1に示す。試作器は、既往データとほぼ同一の測定値を示し、送信源距離10.2kmにおいても良好な信号受信が確認され、試作器が所定の性能を示していることを示した。9.7km地点で既往データとの違いが大きいの、近傍に住宅や高圧線があるためと考えられ、人工ノイズ源の影響のさらなる低減が課題となった。

表1 CSMT 法試作受信器仕様

Table 1 Specification of CSMT method experimental receiver

項目	仕様
時刻同期	方式: GPSによる時刻同期 精度: 1 $\mu$ sec以上
測定動作	タイムスケジュールによる測定動作 (送信局との同期測定)
入力チャンネル数	5 CH差動入力
アナログ入力電圧範囲	$\pm 10V$
$\Delta$ /D変換	方式 : $\Sigma \Delta$ 分解能 : 24 BIT ダイナミックレンジ: 最大120 dB ばらつき : 18LSB (オーバーサンプリングレート256倍時) サンプリング速度 : 16.777216 または 8.388608 Mhz データ出力レート : 最大65.536 KHz
装置全体での感度	0.4 $\mu$ V (アンプ増幅を考慮)
記録媒体	SDカード
電源	12 VDC (5 CH使用時 消費電力8W以下)
大きさ	WDH190 $\times$ 300 $\times$ 141 mm (突出部除く)

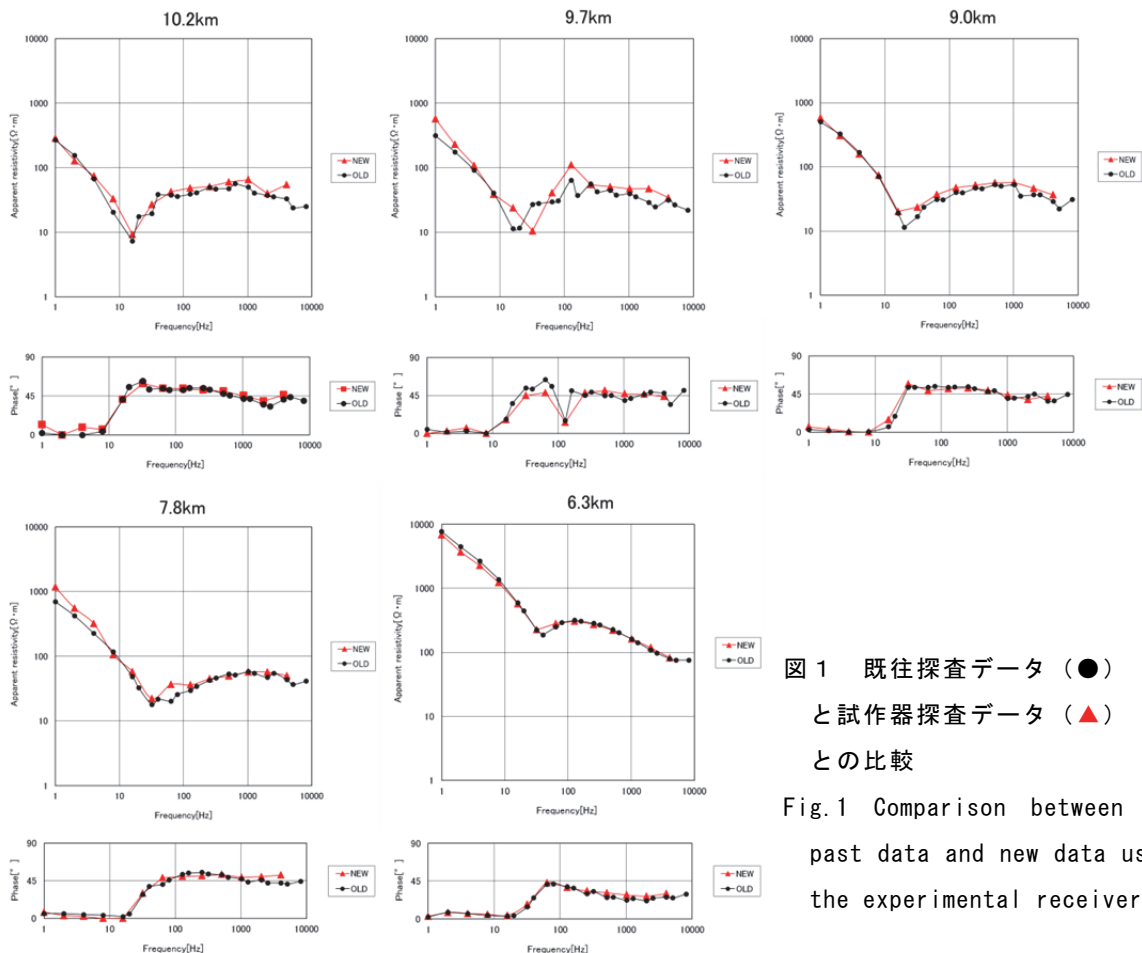


図1 既往探査データ (●) と試作器探査データ (▲) との比較

Fig.1 Comparison between the past data and new data using the experimental receiver

文献: 城森ら(2010)GPS時刻同期による高密度スペクトル分解能を実現した深部電磁探査装置の開発。応用地質, Vol. 51, 62-72.