

## 陸上広帯域磁場センサーの特性について

藤 浩明（富山大学大学院理工学研究部地球科学専攻）

### 1. はじめに

陸上広帯域MT観測は、観測装置（例えば図1）の進歩により機動性や作業効率が向上した結果、活断層（大志万他，2005）や火山（山谷他，2005）等における広域電磁探査に広く用いられる様になった。また、長期測定も可能になった為、これら広域探査の磁場参照データを取得する等の目的で、定点連続観測も行われている。現在では、図1（左）の様な磁場センサーと基線長が数十m程度の直交電場ダイポールの組み合わせにより周期約二千秒までのMT及びGDS応答関数が求められ、構造解析に使用されている。

図2は、陸上広帯域MT観測の磁場センサーとしてよく使用されるインダクション・コイルの周波数特性曲線である。この図から分かる通り、この種のセンサーでは長周期側でかなり利得が下がるのが一般的である。それでは、現行の広帯域MT観測装置で実際どの程度までの長周期応答が得られるのであろうか？この点を確かめるべく、本研究では国土地理院の江刺観測場でフラックスゲート型磁力計とインダクション・コイルにより観測された磁場同時データを比較照合し、広帯域MT観測装置の低周波特性を検証した。

### 2. データ解析

本研究で使用した地磁気三成分時系列データは、以下の通りである。

観測点： 国土地理院江刺観測場  
[http://vldb.gsi.go.jp/sokuchi/geomag/memu\\_02/geodetic\\_observatory.html#esashi](http://vldb.gsi.go.jp/sokuchi/geomag/memu_02/geodetic_observatory.html#esashi)  
使用期間： 2006年1月の一ヶ月分  
サンプリング： インダクション・コイル・データ = 15 Hz \*  
フラックスゲート・データ = 毎分  
\*フラックスゲート・データと揃える為、正分前30秒～正分後29秒迄の平均値に換算した。

使用期間は、地磁気活動度 (<http://swc.nict.go.jp/latestnews/>) とMT定点観測データの連続性を考慮し、2006年1月中に観測されたほぼ全ての毎分値を使用し、周期百秒から約一日の周波数帯域で相関及び周波数応答関数を求めた。周波数解析には、Chave et al. (1987)による rrrmt8.0 を用いた。図3に、使用したデータの例を示す（三日分の地磁気鉛直成分）。

### 3. 周波数応答

図4及び5に、インダクション・コイルとフラックスゲート・データを用い

て求めたコヒーレンスとGDS応答関数を各々示す。図4から、この二つのデータは、どの地磁気成分においても周期約千秒から約三時間の帯域で非常に高い相関を持つ事が分かる。更に図5からは、磁場をインダクション・コイルで測ろうと、フラックスゲート型磁力計で測ろうと、両者はほぼ全く同じ応答関数を周期三時間まで返す事が分かる。従って、インダクション・コイル・センサーは、周期約二千秒より一桁以上長い周期まで十分感度を持つ、と言う事ができる。

#### 4. まとめ

本研究により、現行の広帯域MT観測装置で使用されているインダクション・コイル型磁場センサーが、数百Hzから約三時間にわたる広帯域の観測能力を持っている事が明らかになった。ただし、本研究の結果は、江刺観測場という非常に静穏な雑音環境の中で取得された一ヶ月にわたる高品質連続データから得られたものであり、個々の移動観測や広域観測でも低周波まで確実に応答関数が得られる事を必ずしも意味していない。得られたデータが実際にどの周期まで感度を持っているかは、個々の観測者ないし観測グループが、取得したデータの質に即して判断するべき問題であろう。本研究で示せたのは、あくまで現行の広帯域磁場センサーの潜在能力の高さだけである事に注意が必要である。

#### 謝辞

本研究は、東京大学地震研究所共同研究プログラムの援助を受けました。また、国土地理院からは、江刺観測場における磁場観測データ及び時系列変換プログラムの提供を受けました。以上、記して感謝致します。



図1. 陸上広帯域MT観測装置。磁場センサー（左）と収録装置（右）。

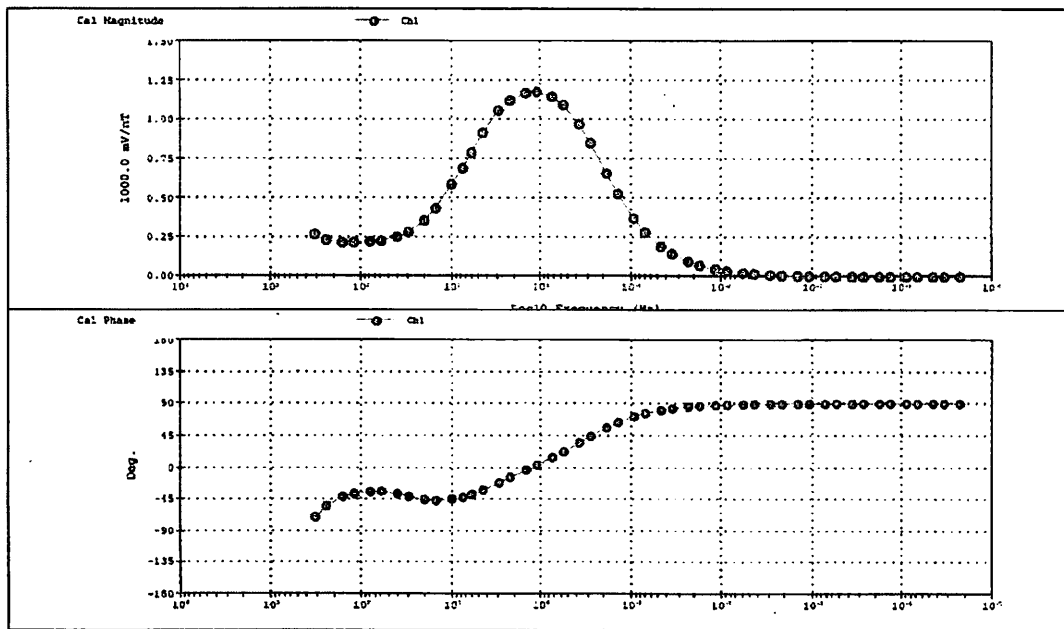
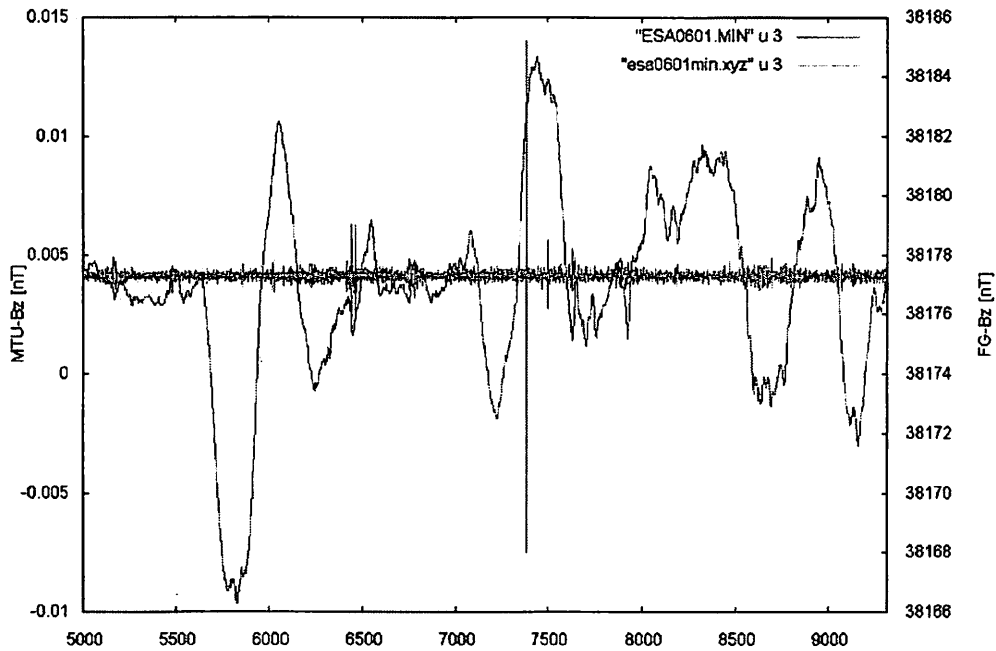


図 2. 陸上広帯域 MT 観測でよく使用されるインダクション・コイル・センサーが持つ周波数特性の一例。上が振幅で、下が位相。横軸は周波数 (Hz)。上図では、低周波 (右側) に行く程ゲインが下がる事が見て取れる。



x= 7811.81 y= 0.0155822 y2= 38186.5 Minutes from 00:04 UTC on 1st/JAN/2008

図 3. インダクション・コイル (赤線) とフラックスゲート型磁力計 (緑線) で測定された江刺観測場における地磁気鉛直成分の時間変化 (3日分)。

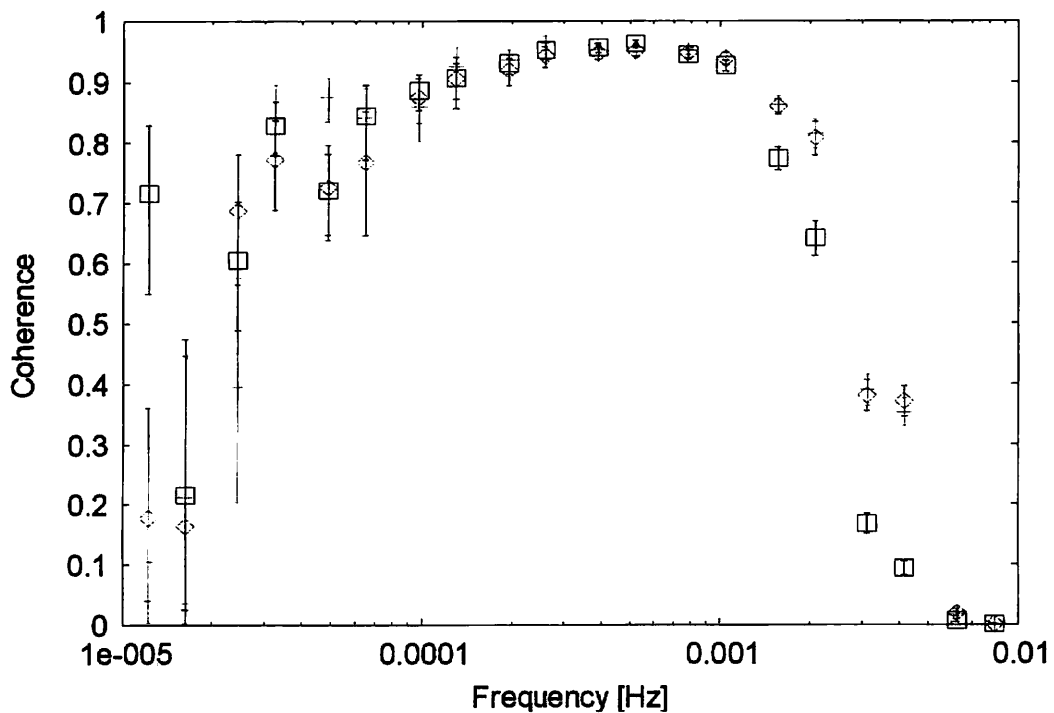


図 4. インダクション・コイルとフラックスゲート観測値間の相関。地磁気北向き (赤), 東向き (緑), 鉛直下向き (青) 成分を各々示す。エラー・バーは, 推定したコヒーレンスの 95%信頼区間を表している。

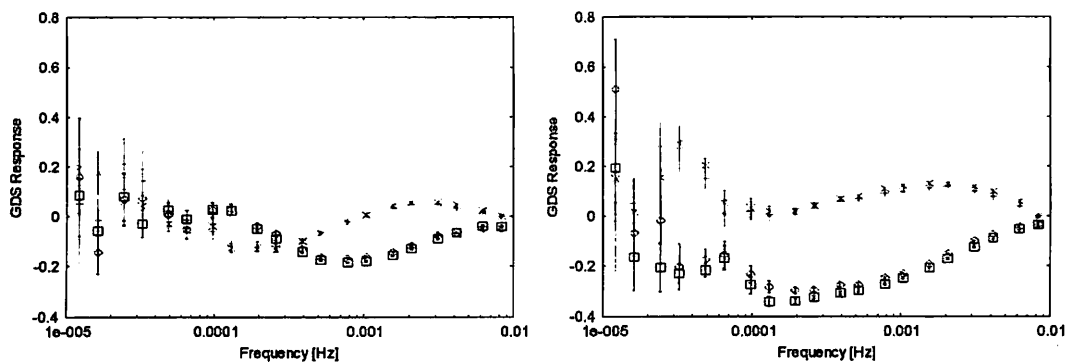


図 5. インダクション・コイルとフラックスゲート・データから其々独立に求めた地磁気変換関数。鉛直成分の北向き成分に対する比 (左) と, 東向き成分に対する比 (右)。赤と緑が, インダクション・コイルから求めた実部と虚部。フラックスゲートから求めた変換関数が, インダクション・コイルによる推定値とほぼ一致する事が分かる。