

GEM-2 Manual

目 次

GEM-2 の概観	2
規格	2
GEM-2 コンソール	3
GEM-2 コンソールの操作	6
WinGEM ソフトウェア	9
インストール	9
接続	10
WinGEM のグラフ	122
測定の手順	13
ガイドライン	13
データのダウンロード	155
データの転送	155
より高度な機能	19
セッティング	20
送電線周波数とデータ平均個数の変更	200
発信周波数の変更	200
妨害をチェックする	222
受動モニタリング	222
環境雑音のテスト	222
ほかの「より高度な機能」	233
GEM-2 についてのよくある質問	255



605 Mercury St., Raleigh, NC 27603
Tel: (919) 839-8515; Fax: (919) 839-8528
Website: www.geophex.com

March 2003

日本国内総代理店



株式会社 テラ
埼玉県行田市堤根 1593-1
電話: 048-553-3033, ファックス: 048-553-3047
e-mail: terrajp@cpst.plala.or.jp
www.terrajp.co.jp

本社:

埼玉県鴻巣市赤見台三丁目 15 番 40 号
電話: 048-596-3147, ファックス: 048-596-3255

このファイルは Geophex 社製、GEM-2 電磁センサーのマニュアル 2003 年 3 月版の全訳です。文中、英語のスクリーン表示などが説明される時は、日本語訳に斜体太字で表示される英語をカッコ内に添え、理解の便宜を図りました。[例、送信 (**Transmit**) ボタン、「センサー変更 (**Change Sensor**)」コマンド。]

(注) この操作マニュアルをコピー・配布するには、(株)テラの許可が必要です。

GEM-2 の概観

GEM-2 をお買い上げいただきありがとうございます。GEM-2 は、種々の目的に適用できる最新の広帯域プログラム機能付きの電磁センサーです。The GEM-2 はコンピューターのように様々な使い方が可能です。使用は簡単で楽に覚えられ、現場での酷使にも耐えます。センサーはスクリーン表示を動かすたった 3 つのボタンで制御されます。

GEM-2 は、センサー部(「スキー」)、エレクトロニクス・コンソールおよび WinGem ソフトウェアから成ります。標準装備は、バッテリー充電器、運搬用のひも、ダウンロード・ケーブル、簡潔なフィールド・ガイドおよびこのマニュアルが付属しています

WinGEM ソフトウェアはウィンドウズ・ベースの PC の上で作動します。GEM-2 が PC に付けられる場合、WinGEM はそのオペレーションをコントロールすることができます。

WinGEM は、最初にセンサーを準備し、かつ各々の調査のために使用される周波数を指定するために使用されます。WinGEM は、適切なオペレーションを確認するために取得したデータをプロットします。

GEM-2 の普通の使い方は、あらかじめ定められた調査グリッドに沿ってユニットを持って歩いながら測定することです。調査が終わった後、WinGEM ソフトウェアで GEM-2 からのデータをダウンロードし、後の解析に備えて PC の上のファイルに記録します。WinGEM はグリッドの始点と終点の位置から各データ・ポイントの x-y 座標を補間して、位置データを含んだ別のデータ・ファイルを作成します。(この補間法を「推測航法」と呼びます。)

より柔軟な調査技術として、GEM-2 コンソールに GPS ユニットの接続して一緒にデータ収集ができます。GPS からの時間と位置のデータは GEM-2 EM データと共に記録されます。WinGEM は、GPS データを「データ転送」の際に使用し、各 EM データ・ポイントに x-y 座標を与えます。座標付きデータのテキストファイルはほとんどのスプレッド・シートおよび解析プログラムで読むことができます。

当社のウェブサイト(www.geophex.com)には、GEM2 および当社の他の電磁気のセンサーに関する最良の情報が 있습니다。使用法の原則、データ例および公表された論文などがあります。このマニュアルと当社のウェブサイトによって答えられない質問がありましたら、電話(919/839-8515)か電子メール(info@geophex.com)で Geophex にお尋ねください。

規格

周波数帯域	330 Hz 47970 Hz
複合周波数オペレーション	最大 15 周波数 (典型的には 3~5)
送電線周波数モニター	ユーザーに指定周波数 (50 または 60Hz)
コイル配置	水平または垂直 (普通は水平)
電池	12 ボルト標準ノートブック・コンピューターの電池パック (B905S)
電池放電時間	正常な使用で 8 時間
重量	9 ポンド(4kg)
基本出力	同期位相と離相レスポンス (単位 : ppm)
PC ソフトウェア	WinGEM
ポジショニング	「推測航法」または外部の GPS データ入力を利用する

GEM-2 コンソール

下の写真は GEM-2 のコンソールです。

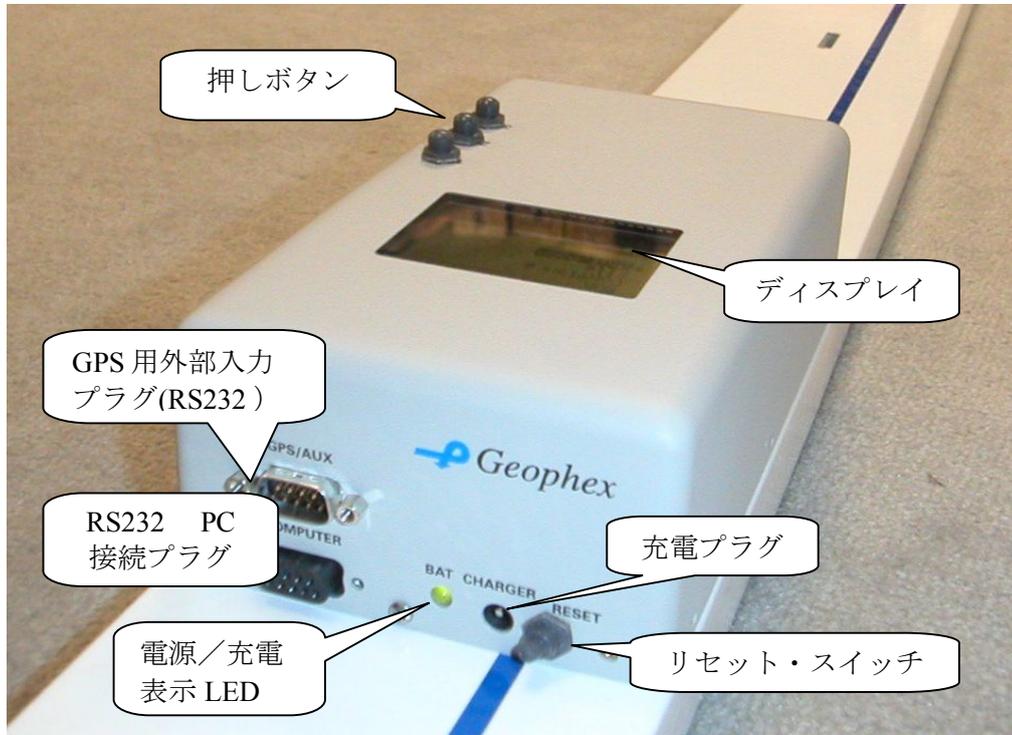


図 1 GEM-2 コンソール

GEM-2 コンソールの上部には GEM オペレーションのコントロール用のディスプレイ・スクリーンと 3 つの押しボタンがあります。コンソールの前部には電源スイッチ、2 つの DB9 コネクター(凸 1 つ、凹 1 つ)、バッテリー充電器用のコネクター、およびバッテリー・ステータスを示す LED があります。

Reset switch リセット・ スイッチ

オン/オフ・スイッチは、図 1 の上のようにコンソールの正面にあります。パワー・アップにおいては、GEM の内部プロセッサが、内部フラッシュカードから始動し、プログラムをロードします。このスイッチは GEM を初期の状態に戻すためにも使用されます。GEM を使用中の時とバッテリーが充電中である時はリセットスイッチを「してください。が課されています。リセットスイッチが「ON」の位置にある場合、押しボタンのうちのどれかを押すとプロセッサが起動します。格納・輸送の際には、このスイッチを「OFF」にセットすると、ボタンが押されてもユニットが起動せず、バッテリーを無駄に放電しません。集めたデータはすべて持久メモリーに記録され、電源を切っても、バッテリーを取り除いても、消去されません。

Female DB9 connector
凹型 DB9 コネクター

凹型 DB9 コネクターは RS232 をつなぎデータをコンピューターに送ります。付属の標準 RS232 DB9(凸-凹)ケーブルで GEM を PC に接続します。システム付属の WinGEM ソフトウェアは、この接続を使って GEM を遠隔制御 (リモート・コントロール) し、新しい周波数の信号をアップロードし、調査データをダウンロードします。使用コミュニケーション・パラメーターは次のとおりです:

Baud rate ボード・レート	Data bits データ・ビット数	Parity パリティ	Stop bits ストップ・ビット数	Handshaking 接続規制
115,200	8	なし	1	なし

Male DB9 connector
凸型 DB9 コネクター

凸型 DB9 コネクターは、GPS レシーバー・磁力計などの外部装置からの RS232 入力を提供します。次のコミュニケーション・パラメーターが使用されます:

Baud rate ボード・レート	データ・ビット数	Parity パリティ	ストップ・ビット数	Handshaking 接続規制
9,600	8	なし	1	なし

GPS との接続

GEM コンソールに GPS が接続される場合、下記の条件が適用されます。

- GEM は、DB9 コネクターのピン 8 で GPS によって提供される PPS 信号を利用します。連続的コミュニケーションについては、GPS から送信されたデータはピン 2 で、GPS が受け取るデータはピン 3 で交信されます。
- GPS ユニットは、コンソールに \$GPZDA(PPS パルスの次の時間)と \$GPGGA(位置)ストリングを每秒送るようにセットします。
- GEM は、自動的に GPS 時間へのその内部リアルタイムの時計を同期します。\$GPGGA ストリングは EM データと共に記録されます。
- ディスプレイ上の第 1 行めは、文字「G」の表示により GPS 信号の存在を示します。さらに、GPS データの精度は、ディスプレイの最終行に断続的に表示されます。

Battery LED
バッテリー LED

バッテリー LED は下のテーブルのようなバッテリー・ステータスを示します。

LED 色	充電度
赤	0 to 20%
橙	20 to 90%
緑	90 to 100%

LED の状態	バッテリーの状態
点滅	充電中
点灯	放電中 (使用中)

バッテリーが 20%以下になるとシステムは自動的にシャット・ダウンします。

充電器

GEM には、標準 DC24V の外部電源(2.3 アンペア(中心のピンがプラス))が付属しています。充電器は正常なオペレーション中にはコンソールに接続し

ばなしにしておくことができます。それは、オペレーションの最中、GEM プロセッサに電力を供給します。バッテリーは GEM プロセッサがシャット・ダウンされている時に限り、充電されます。

底面のコネクター

コンソールの底にはスキー内のコイルにコンソールを接続する 2 つのコネクターがあります。(図では見えない重ねあわせの部分)

- 2 つのレシーバー・コイルへの 9 ピンコネクター;
- 発信機コイルへの 15 のピンコネクター

バッテリー

コンソールの底には、プラスチックの薄いシートがあります。このシートはバッテリー・コンパートメントを開けるために外すことができます。標準 12 ボルトのノート・コンピューター用・バッテリー・パック(B905S)は GEM に電力を供給します。もしバッテリーが破損された時でもければ、バッテリー・コンパートメントは開けないでください。

バッテリーの充電度はフル・チャージのパーセントとしてコンソール・ディスプレイ上で示されます。

フラッシュカード

GEM プロセッサのための操作のプログラム、配置セッティングおよびすべての記録されたデータは、持久性のメモリ(フラッシュカード)に記録されます。記録できるデータの量は、フラッシュカードの容量、RX 周波数帯域の数および基本平均周期に依存します。例えば、64MB のフラッシュカードは、5 つの周波数帯で毎秒 30 個のサンプルなら、約 10 時間のデータを記録できます。

GEM-2 コンソールの操作

正常なフィールド・オペレーション中に、GEM-2 コンソール上の 3 個のボタンはセンサーをコントロールします。様々なメニューは GEM-2 の LCD ディスプレイ上で示されます。



図 2 GEM-2 コンソールの上面

電源を入れると、ユーザ・インターフェースは下記の表示をします。

Batt	M:03 L:01
Main	
* Run	
Configure	
File	
Shut Down	

1 行目はシステム・ステータスを表示します。また、メモ番号および測線番号を付けます。システム・ステータスの表示の意味は次のとおりです。

表示	意味
Batt	充電中
Powr	外部の電源から電気が来ています
Tx	送信中
Log	取得したデータを記録中。記録中と送信中の時は、コンソールはピーピー音を発します。
GPS	GPS データを AUX ポートより受信。

最下行(図になし)はバッテリー残量、バッテリー電流量、GPS 精度および現在の配置名を交互に表示します。メニュー操作は単純です:

- ボタン1 上方へスクロール;
- ボタン2 下方へスクロール;
- ボタン3 選択されたアクションの実行。

希望のコマンド(星印(*) および黒に白ヌキによって表示)をボタン1およびボタン2で選択し次に、選択されたコマンドを実行するためにボタン3を押してください。

次のセクションはコンソール・メニュー構造および操作のコマンドを概説します。

Run 実行 *Run* (実行) コマンドに応じて、プロセッサは、指定された周波数でビット・ストリームを構築し、発信機を始動します。「Tx」がシステム・ステータス・ラインに現われ、発信機がオンであることを示します。メニューは次のオプション表示に変わります。

* Back	発信を停止しメイン・メニューに戻る
Survey	「推測航法」調査を開始。詳細は下をご覧ください。
Table	はじめの5周波数に対する同期位相と離相 レスポンス値を表示。測定値は1秒ごとに表示。
Detection	埋蔵物発見のための音波シグナル・モード開始。詳細は下をご覧ください。

Survey 調査モード

調査メニューは、「推測航法」調査でデータを得る間は常に表示されます。このモードにおいて、始めのメニュー操縦は中断、3つの押しボタンは特別の機能を果たします。トップ・ボタンは、データ収集とフラッシュカード上へのデータ記録との間を往復させます。このボタンを押して調査ラインの始めにデータ収集を開始し、ラインの終わりにデータ収集を停止してください。第2ボタンは、マーカー・ポイント(例えば調査ポスト)としてデータを記録します。第3のボタンでデータ収集モードを出て、実行メニューに戻ります。

1) Log On-Off	Start/stop collecting. Starting logging increments the line number. When logging, the system beeps once every second and the system status field displays "---L Tx".
2) Event Marker	Enters an Event Marker record in the data and increments the Event Marker number.
3) Back	Run メニューに戻る

注: 調査モードにおいて、バッテリーを節約するため1分間データ収集が再開されないと GEM は送信をやめて、メイン・メニューに戻ります。ウォームアップのためにはメイン実行メニューを使用してください。

GEM が切られても、バッテリーが取り除かれても、データが保存されるように、取得されたデータはすべて持久メモリーに記録されます。

Real-time Detection リアルタイム検知

オーディオ検知モードでは、埋蔵物を検知した時に音を発します。メニューは次のオプション表示に変わります。

* Back	Run メニューに戻る。
---------------	--------------

Zero	Set the “background” level. The next data sample acquired is taken as an offset that is subtracted from subsequently acquired data before the detection level is computed. The logged data values are not affected.	
Log	Start collecting data. Button 3 starts and stops logging, increasing the line number. When logging, the system status field displays “---L Tx”, but it does not beep in this mode.	
Decrease	Decrease the sound output for a given signal level.	
Increase	Increase the sound output for a given signal level.	

検知モードにおいて、GEMは、まず「ゼロ値」（バックグラウンド値）を引いた後、すべての周波数での取得したデータから「検知レベル」を計算します。現在のところ、音の信号は離相レスポンス値の合計から生成されます。音のボリュームは検知レベルに比例します。

、GEM-2の検知モード用は次のようなステップで効果を增強できます。

- 典型的な地上で、センサーのバックグラウンド・レベルをセットするゼロ・コマンドを選択して入力してください。このコマンドは周囲の状況の変化に応じて周期的に繰り返してください。
- 有限で安定した調子が聞かれるまで、**Increase**（増加）コマンドを使用してください。
- 次に、音が聞こえなくなるまで**Decrease**（減少）コマンドを使用してください。これで感度レベルがセットされました。

この操作の目的はバックグラウンド・ノイズが聞こえる音を生成せず、また高い信号のレベルではよく聞こえる音が生成されるように、感度をセットすることです。

Configure セットアップ

GEMのメモリーは4つの異なる配置セット・アップ(それらはWinGEMプログラムからそれにアップロードすることができる)を記憶します。これらの配置はConfigureコマンドで、選択・使用できます。GEMは操業開始時のロードにあたって、どの配置が最後に用いられていたかを常に思い出します。したがって、変更が望まれる場合でない限り、このコマンドを実行する必要はありません。

メニューは下のオプション表示に変わります。

* Back	メイン・メニューに戻る
Setup 1	セット・アップ #1 を選ぶ
Setup 2	セット・アップ #2 を選ぶ
Setup 3	セット・アップ #3 を選ぶ
Setup 4	セット・アップ #4 を選ぶ

File ファイル (**File**) ・ コマンドは、データ収集が可能な間は、取得したデータ
ファイル についてのコマンドです。調査を始める際に、古いデータを消去するには
Delete コマンドを使用してください。調査が終了したら、解析用の PC への
データをダウンロード (**Download**) してください。

メニューは下のオプション表示に変わります。

* Back	メイン・メニューに戻る
Download	RS232 を通してデータを PC にダウンロードする
Abort	ダウンロードを中止する
Delete	すべてのメモリーを消去 - ダウンロード後に使用

上記のすべての機能は、コンソールのシリアルポートにコンピューターを接続することにより、WinGEM プログラムから実行することもできます。

WinGEM ソフトウェア

- WinGEM ソフトウェアはウィンドウズ PC の上で作動します。GEM-2 が PC に付けられる場合、WinGEM はそのオペレーションをコントロールします。
- WinGEM は、最初にセンサーを設定し、かつ各々の調査のために使用周波数を指定するのに使用されます。
- WinGEM は、適切なオペレーションおよびレスポンスを確認するために取得したデータをプロットします。
- 調査終了後、WinGEM はデータをダウンロードし、推測航法または GPS から、各サンプルの位置を定め、他のプロット・解析プログラムへ入力することができるテキストファイルを作成します。

インストール

WinGEM ソフトウェアは CD-ROM で配送されます。また Geophex ウェブサイトからダウンロードすることもできます。CD-ROM を PC にロードする場合、インストール・プログラムが自動的にスタートしない場合は、SETUP.EXE を見つけて実行してください。

SETUP は、他のウィンドウズのインストール・プログラムのような一連のスクリーンを表示します。WinGEM を入れるディレクトリーは、そのうちの 1 つのスクリーンで指定します(デフォルトをお奨めします)。各スクリーンの記入が終わったら **Next** をクリックしてください。最後に、SETUP は、必要なファイルすべてをディスクドライブ上の指定されたディレクトリーにコピーします。ショートカットは、スタート・メニューおよびデスクトップ・ウィンドウに加えられます。WinGEM プログラムを実行するにはそのうちの一方のショートカットを使用します。

接続

標準のシリアル通信ケーブル(コンソール上のスイッチ)でコンソールにコンピューターを接続して、WinGEMプログラムを開始してください。

WinGEM がはじめて実行される時に、下記の単純なメニューがブランク・スクリーン上に表示されます。



図3 デフォルト・メニュー

センサーのセッティング・ファイル(*.gem)は、ファイル (**File**) メニューの「ファイルからセンサーを仕込む (**Load Sensor from File**)」コマンドか、セット・アップ・メニューの「センサー変更 (**Change Sensor**)」コマンドを使用して、ロードしてください。WinGEMを入れたディレクトリーに、各センサーのセッティング情報を含んでいるセッティング・ファイル(例えば GEM2_factory.gem)があります。セッティング・ファイルがロードされると、スクリーンは図4のようになります。

次に使う時は、最も最近使用されたセッティング・ファイルを WinGEM が自動的に開きます。セッティング・ファイルが開いている場合、次のパネルがコンピューター・スクリーンに現われます。

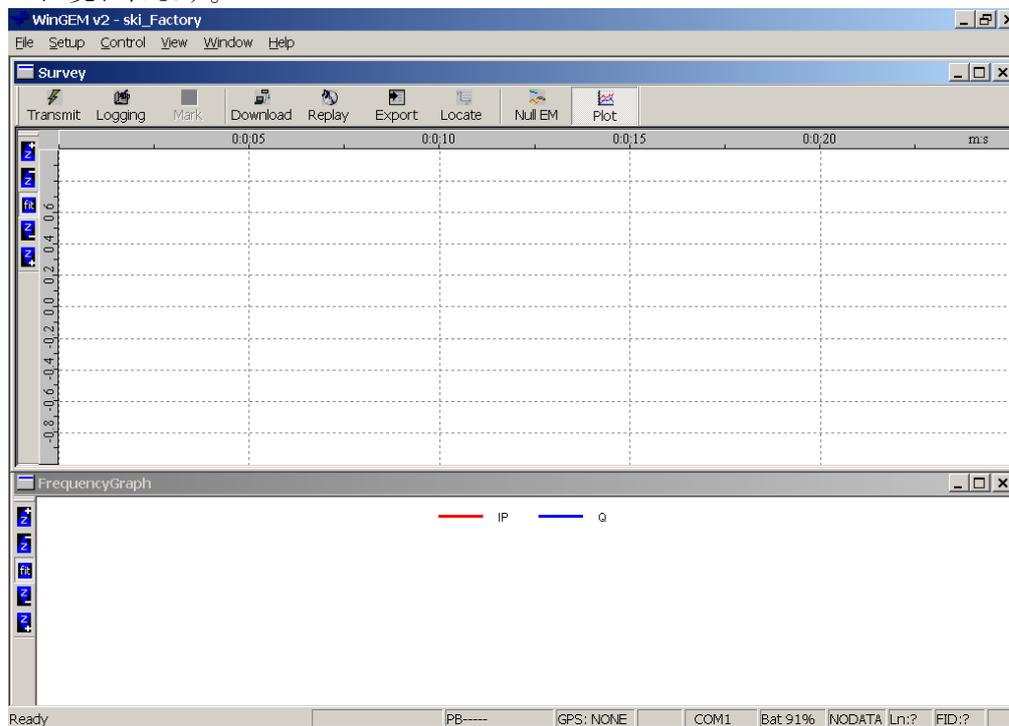


図4 WinGEM のメイン・スクリーン

スクリーンの一番上にはメニューバー、一番下にはツールバーおよびステータスバーがあります。

コミュニケーション・ポート・セッティングの変更が必要な場合は、セット・アップ (Setup) ・メニューから COM ポート (COM Port) コマンドを選んでください。(ボーレートは 115,200 です)。WinGEM は、自動的にコンソールとのコミュニケーションを確立します。

注: WinGEM プログラムのセッティングと GEM のセッティングとが一致していることは重要です。セット・アップ (Setup) メニューの「周波数変更 (Setup ... Change Frequencies) 」・コマンドは、GEM から PC までのセッティングをダウンロードし、修正可能ないくつかのパラメーターを表示し、次に、GEM に修正されたセッティングをアップロードします。すべての WinGEM 使用する時はいつも、始めにこのコマンドを使って中のセッティングを確認することをお勧めします。

注: 最新のセットアップ・ファイルを常にバックアップとして手許にご用意ください。バックアップ・ファイルはスクリーン一番上のメニューバーの ファイル(File) メニューの「名前をつけてセットアップを保存 (Save Setup As) 」コマンド で作れます。

WinGEM の機能

最も普通に用いられている機能はツールバー上のボタンのクリックにより始めることができます。それらはメニューからも利用できます。

送信 (Transmit) ボタンは、発信コイルを始動・停止します。

測定 (Logging) ボタンは、測定とデータとの間の切り替えをします。測定データは後のダウンロードのために内部持久メモリーに記録されます。測定が止められ再開されるごとに、測線番号が一つ増加します。

「セットアップ・メニューのデータ削除 (Setup ... Delete Logged Data) 」コマンドはする、調査か実験を始める前に GEM のデータ・メモリーを空にするのに使用します。

ツールバー上のマーク (Mark) ボタンはコンソール上のそのイベント・マーカ (メモ番号) 機能のようにデータ・ファイルに特別な記録を書き込みます。これらのなマークはある位置やデータを解釈する場合に有用かもしれないレスポンスの特徴を記録するためにも使えます。「推測航法」調査では、補助的なマークは長い測線を多数のセクションへ切り、補間した座標の精度を改善するために使用することができます。(参照、その「調査の遂行」および「データ・ポジショニング」の章)[現在のところ未完成]。

ツールバー中央の 4 個のボタン(ダウンロード (Download) 、再生 (Replay) 、データ転送 (Export) し、位置確認 (Locate))は、測定データを操作する機能のボタンです。これらの機能は後述します。

ツールバー最後の 2 つのボタン(「EM ゼロ調整」および「プロット」)については、次のセクション、WinGEM の概観、で記述されます。

「コントロール…バッテリー・ステータス・ (Control ... Battery Status) 」コマンドは、GEM バッテリーの現在のステータス(バッテリーなどのパラメーター)を報告します。さら

に、WinGEM は、周期的にステータスバーにバッテリーの充電率を表示します。使用後は「コントロール…電源を切る (**Control ...Power Off**) 」コマンドで GEM の電源を切ってください。

WinGEM のグラフ

下の図は WinGEM スクリーンのデフォルト・レイアウトです。上はツールバーと時間グラフ・ウィンドウ、下は周波数グラフです。送信する時、時間グラフはすべての周波数での同期位相(実線)と、離相データ(破線)を時間領域でストリップチャートに示します。普通は、取得したデータの最後の 25 秒がプロットされます。周波数グラフは、取得した最後のサンプルからの同期位相と離相データを周波数の関数としてプロットします。両グラフとも、毎秒、更新されます。



図5 ゼロ調整後の時系列グラフ (上) と周波数領域グラフ (下)
 目標物からの反応が見える

これらのウィンドウのサイズは、境界を「クリックして引きずる」ことにより調節できます。グラフの目盛りは、ウィンドウの左側のズーム・ボタンをクリックして変更できます。例えば、z+ボタンは、軸を拡大し上限値を減少します。「フィット (*fit*) 」ボタンはスケールを自動的に調節して、現有のデータに適合するために軸を描き直します。

ツールバー上のプロット (**Plot**) ・ボタンはグラフの図示を開始・停止します。それはグラフをゆっくりと子細に検査するために「凍結する」時に使えます。ツールバー上の「EM のゼロ調整 (**Null EM**) 」ボタンをクリックすると、グラフ中のデータのゼロ調整と無調整との間の切り替えをします。ゼロ調整の場合、次のデータ・サンプルはとみなされ、以後の

データから差し引きます。そして、グラフは、このバックグラウンドからの変位を表示します。**注：** ゼロ調整は単にデータ表示だけの便宜でファイルに記録されている生のデータには影響しません。

時間グラフで右クリックすると、いくつかのオプションを備えたコンテキストメニューを表示します:

- ショー・ポイント (**Show Points**) は、各個のカーブに対するデータ値をリストするドッキング・ウィンドウを開きます(図5を参照)。表示するカーブを選択するドロップダウン・リストは、その周波数およびタイプ(同相、あるいは離相)に各カーブの色およびスタイル(実線・破線)を対応させます。
- ポイント・マーク (**Point marks**)、個々のデータ・ポイントにマーカーを加えます。
- マウス点座標 (**Trace mouse coordinates**) はマウス・カーソル点を座標軸の単位で表示します、。
- ズーム…ズーム・ツール (**Zoom ... Zoom tool**) は、マウスで引きずることにより位置を変えることができる長方形を表示し、次に「ズーム…適用」 (**Zoom ... Apply**) で、選択された地域のデータが軸スペースを満たすようにグラフを拡大します。
- 「最近のデータへYを自動スケール (**Autoscale Y to recent data**) は、ズーム・ツールバー上の **fit** ボタンのように自動スケール調整ですが、それは、最近のデータ(2.5秒)に適合するようにY軸を設定します。この機能は非常に便利なので、(例えばゼロ調整の後など)それはファンクション・キーF8にも割り当ててあります。
- 特性 (**Properties**) は、図表のパラメータをコントロールする特性シートを表示します。特に軸範囲および各カーブごとの表示・非表示を指定できます。

測定の手順

GEM-2の普通の使い方は、あらかじめ定められた調査グリッドに沿ったユニットを持って歩くことです。グリッドの始点・終点の位置を与えると、グリッド線に沿ったデータの位置は、「推測航法」(補間)によって決定されます。

ガイドライン

この種の測定は次のガイドラインに基づいて実行してください:

- 歩く時にラインが混乱しないよう、調査地域のラインの始点と終点を前もって測定して明白に示してください。ライン間隔は、1つ(最小)までが最小の目標物上を最低でも測線1本がかかるよう可能な限り十分に小さくとります。
- 測線の長さは一方の端から反対の端が容易に見えるように十分に短くしておいてください。測線上を比較的直線に近く歩けるようにするためです。
- 大きな地域は、扱いやすい小さな地域に分割してください。小さな地域からのデータはポスト処理中に組み合わせられます。
- 測線は一度レイアウトされたら、一方向でも二方向にでも歩けます。

- オペレーターの人を含む輪、時計、キー、たばこパックなどから金属をすべて取り除きます。金属が GEM-2 スキーに接近しているほど、妨害あるいは「雑音」は大きくなります。雨ポンチョのボタン穴の金属補強材、ブーツの鋼足指なども雑音のもとになりますのでご注意ください。
- 調査を始めるに先立って、ウォームアップのためにおよそ 5 分間 GEM-2 を起動してください。(注:ウォームアップにはメイン・メニューの実行(**Run**)を使います。「実行…調査 (**Run ... Survey**)」メニューのもとでは、測定が 1 分間停止すると GEM は送信をやめて、メイン・メニューに戻ります。)
- 調査に利用可能なメモリを最大限にするためには、ウォームアップ後に調査メモリを消去してください。そうしなければ、新しいデータは、既存のデータに追加されます。(それらは、空間の座標を割り当てる「座標決定」プロセスに先立ってファイルから取り除かなくてはなりません)。
- 調査の各ラインで、オペレーターは歩きはじめるとともにデータ測定を開始し、測線の終点に達したら測定を停止します。このとき、コンソールの「実行…調査 (**Run ... Survey**)」メニューが開いたままであることが必要です。その後、ボタン 1 を押す度に、測定は停止・再開と切り替わります。データを蓄えられるライン番号は GEM-2 データ測定の停止・再開毎に、一つ増します。データ測定中、システムは 1 秒に一度ピーという音を出します。
- 調査地域のレイアウトは建物その他の障害物を回避するように計画してください。しかしながら、Locate 機能(データ・ポジショニングの章で後述)を使う時はその限りではありません。障害物に達したらいったん測定を停止し、障害物の反対側に行って再開してください。Locate 機能は、障害物の位置を記録することで測線データとデータ・ギャップを組み合わせることを可能にします。
- 推測航法で位置を正確に把握するため、一定の速度で歩いてください。
- 測線が長い場合、あるいは土地、傾斜あるいは植生の変化があなたの徒歩の速度を変わせるかもしれない場合、測線は 1 本かそれ以上の交線とのセットにより多数のセグメントに分割ことができます。個々の交線を通過するごとに、オペレーターはボタン 2(イベント・マーカー)を押します。[この機能はまだ未完成]
- データ・ポジショニング・プロセスには、測線が連続して歩かせられることを必要とします。何らかの理由のために、測線が使用不能であると考えられた場合、それはすぐにやり直してください。「悪い」測線は、後の削除のためにマークします。測線を比較的早いうちに止めると、「悪い」測線は、データ・ファイルにおいて短い測線となるので容易に認識可能です。検出 (**Locate**) 機能は、データ中にこれらの測線を識別し、削除するのを助けます。
- 調査ブロックダイアグラムを含む詳細なフィールド・ノートをとり、調査ブロック名、第 1 測線の原点位置、歩いた方向、測線長さおよび測線間隔、障害物のサイズおよび位置などを記録しておきます。この情報は推測航法ポジショニング・プロセスに重要です。

調査を行なうにあたっての若干の便利なコツについては Geophex ウェブサイトをご覧ください。

データのダウンロード

各調査地域を歩いて測定した後、GEMをPCに再度接続してください。生データはWinGEMを使用して、以下のようにPCにダウンロードすることができます。

- ツールバーのダウンロード (**Download**) ボタンまたはファイル (**File**) メニューのダウンロード・データ (**Download Data**) ・コマンドをクリックします。
- ファイル保存 (**Store to**) ダイアログ・ボックス(図 6)に、作成されるファイルのディレクトリーおよびファイル名を入れてください。

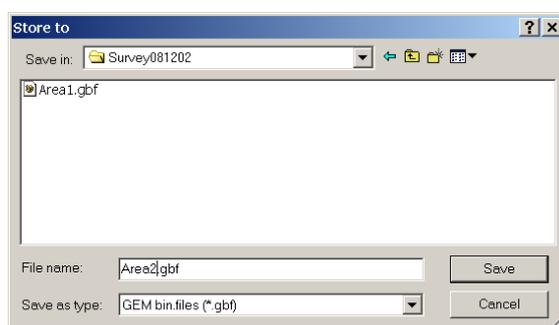


図 6 ダウンロードするデータをファイルに保存する

- ダウンロード・プロセスが始まります。特別のウィンドウは進行をモニターし、ユーザがオペレーションを異常終了させることを可能にします。ダウンロード・ウィンドウが多くのコミュニケーション・エラーに遭遇したことを示しても心配しないでください。エラーを含んでいるセクターは、エラーがすべて修正されるまで自動的に繰り返しダウンロードされます。

ファイルが保存されると、データは自由に再生 (**Replay**) できます。データはファイルから読まれ、迅速にプロットされます。

データの転送

生の(2進法)データが*.gbf(GEMバイナリー・ファイル)ファイルにダウンロードされたら、次のステップは、スプレッド・シートや解析プログラムが読むことができるフォーマットに変換・転送することです。このプロセスのために、WinGEMには、位置データの状態によって使い分ける2つの機能があります。推測航法調査については、Locate機能を使用しますが、これについては後の「データ・ポジショニング」の章で詳述します。データにGPSデータが含まれる場合、あるいは座標を計算する必要がない場合は、以下に記述されるような「(*.CSV)ファイルへの転送 (**Export to (*.CSV) file**)」コマンドを使用してください:

ファイル (**File**) メニューの「(*.CSV)ファイルへの転送 (**Export to (*.CSV) file**)」コマンドをクリックします。

- 次に、ダイアログボックスの「変換・転送するファイル (**File to be exported**)」で入力ファイル(変換される2進法の(*.gbf)ファイル)を選択します。出力のCSVファイルは

入力ファイルと同じ名前で、CSV 語尾が与えられます。さらに、同じ名前をつけたセッティング・ファイル(*.gem)が作成されます。

- もう一つのダイアログボックスに GPS ゾーンと GEM タイプを入れてください。

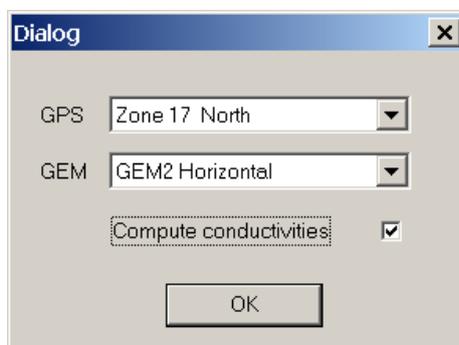


図7 データ転送に関する情報

- 生のデータに GPS ユニットからの \$GPGGA データがある場合、転送プログラムは GPS データ間に補間して各 EM サンプルに X と Y の座標を付加します。GPS ストリング中の緯度経度データは WGS-1984 か NAD83 の測地基準を使用して、ユーザが指定したゾーンの UTM 座標に変換されます。3 番めの出力ファイル(*.AUX.csv)は GPS データのみのファイルです。
- 同位相データと離相データは ppm の単位でリストされます。選択により、センサーの下の地球が均質・等方性の半空間であるとの仮定のもとに、EM データは「見かけ伝導率」および「磁化率」に変換することができます。

出力 CSV ファイルは、テキストエディターあるいはスプレッド・シート・プログラムで編集することができます(スプレッド・シートのソフトウェアによっては、大規模な調査を、一度に扱うにはデータが長すぎますかもしれません)。特に、「悪い」測線や「誤り」とマークされた短い測線をはここで除去してください。

下記の図にマイクロソフト・エクセル中で典型的な CSV ファイルを示します。(注: データ・フォーマットは変更されることがあります。)

- 左の 2 コラムは、各測点を識別する測線番号とサンプル番号です。
- 第 3 コラムは、送電線起源の(送電線周波数の)磁界の強さです。(単位: ミリ・ガウス) このデータは調査地域中の送電線によるデータ汚染度の地図を作るために使用することができます。
- 各 RX 周波数の同相と離相データ(単位: ppm)は、次のコラムでリストされます。
- マーカー・コラムには、イベント・マーカーで入れられた印の番号、印がない時は星印(*)が入ります。
- ステータス・コラムの 0 でない値は、問題のあるデータ (例えば ADC 過負荷)を示します。
- 次のコラムは、サンプル取得時刻を夜半からのミリ秒で、さらに次のコラムは夜半からの分と秒で表示します。
- 伝導率計算 (**Compute conductivities**) オプションが選択されている場合、各周波数の見掛け伝導率[単位: ミリ-ジーメンス毎メートル(mS/m)], 全体の見掛け伝導率、そして各周波数ごとの磁化率[次元なし、1000 倍]がリストされます。
- GPS データがある場合は、補間された X、Y(UTM)座標が最終の 2 コラムにリストされます。ない場合は、これらのコラムは星印になります。

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	
1	Line	Sample	PowerLn	IP_02010Hz	Q_02010Hz	IP_44010Hz	Q_44010Hz	M	S	msofday	Time	EC2010Hz(mS/m)	EC44010	TotalEC(mS/m)	MSuse2010I	MSuse44010	X	Y
2	0	0	1.34E-02	3.58E+03	-9.86E+01	3.34E+03	-1.27E+02	*	0	6423152.51	50:31.2	0.209	0.01	0.092	35.331	32.99	*	*
3	0	1	1.42E-02	3.58E+03	-1.25E+02	3.33E+03	-1.24E+02	*	0	6423152.52	50:31.4	0.209	0.01	0.092	35.278	32.96	*	*
4	0	2	1.95E-02	3.55E+03	-2.56E+02	3.32E+03	-1.08E+02	*	0	6423152.53	50:31.6	0.209	0.01	0.092	35.055	32.821	*	*
5	0	3	2.00E-02	3.55E+03	-2.60E+02	3.32E+03	-1.06E+02	*	0	64231752.54	50:31.8	0.209	0.01	0.092	35.057	32.823	*	*
6	0	4	1.50E-02	3.57E+03	-1.33E+02	3.33E+03	-1.22E+02	*	0	64231952.55	50:32.0	0.209	0.01	0.092	35.26	32.96	*	*
7	0	5	1.35E-02	3.58E+03	-1.07E+02	3.34E+03	-1.26E+02	*	0	64232152.56	50:32.2	0.209	0.01	0.092	35.315	32.992	*	*
8	0	6	1.26E-02	3.58E+03	-1.08E+02	3.34E+03	-1.25E+02	*	0	64232352.57	50:32.4	0.209	0.01	0.092	35.311	32.995	*	*
9	0	7	1.38E-02	3.58E+03	-1.09E+02	3.34E+03	-1.25E+02	*	0	64232552.59	50:32.6	0.209	0.01	0.092	35.318	32.994	*	*
10	0	8	1.44E-02	3.58E+03	-1.10E+02	3.34E+03	-1.25E+02	*	0	64232752.6	50:32.8	0.209	0.01	0.092	35.315	32.994	*	*
11	0	9	1.47E-02	3.58E+03	-1.11E+02	3.34E+03	-1.24E+02	*	0	64232952.61	50:33.0	0.209	0.01	0.092	35.317	32.994	*	*
12	0	10	1.50E-02	3.58E+03	-1.11E+02	3.34E+03	-1.24E+02	*	0	64233152.62	50:33.2	0.209	0.01	0.092	35.311	32.997	*	*
13	0	11	1.48E-02	3.58E+03	-1.12E+02	3.34E+03	-1.23E+02	*	0	64233352.63	50:33.4	0.209	0.01	0.092	35.31	32.995	*	*
14	0	12	1.50E-02	3.58E+03	-1.13E+02	3.34E+03	-1.23E+02	*	0	64233552.64	50:33.6	0.209	0.01	0.092	35.311	32.997	*	*
15	0	13	1.48E-02	3.58E+03	-1.15E+02	3.34E+03	-1.23E+02	*	0	64233752.65	50:33.8	0.209	0.01	0.092	35.313	32.999	*	*
16	0	14	1.51E-02	3.58E+03	-1.16E+02	3.34E+03	-1.22E+02	*	0	64233952.67	50:34.0	0.209	0.01	0.092	35.311	33.001	*	*
17	0	15	1.53E-02	3.58E+03	-1.16E+02	3.34E+03	-1.22E+02	*	0	64234152.68	50:34.2	0.209	0.01	0.092	35.31	33.001	*	*
18	0	16	1.54E-02	3.58E+03	-1.17E+02	3.34E+03	-1.22E+02	*	0	64234352.69	50:34.4	0.209	0.01	0.092	35.308	32.999	*	*
19	0	17	1.55E-02	3.58E+03	-1.19E+02	3.34E+03	-1.21E+02	*	0	64234552.7	50:34.6	0.209	0.01	0.092	35.308	33.001	*	*
20	0	18	1.62E-02	3.58E+03	-1.19E+02	3.34E+03	-1.21E+02	*	0	64234752.71	50:34.8	0.209	0.01	0.092	35.308	33.002	*	*
21	0	19	1.63E-02	3.58E+03	-1.21E+02	3.34E+03	-1.21E+02	*	0	64234952.72	50:35.0	0.209	0.01	0.092	35.308	33.002	*	*
22	0	20	1.56E-02	3.58E+03	-1.22E+02	3.34E+03	-1.21E+02	*	0	64235152.73	50:35.2	0.209	0.01	0.092	35.306	33.004	*	*
23	0	21	1.55E-02	3.58E+03	-1.23E+02	3.34E+03	-1.20E+02	*	0	64235352.74	50:35.4	0.209	0.01	0.092	35.304	33.002	*	*
24	0	22	1.61E-02	3.58E+03	-1.24E+02	3.34E+03	-1.19E+02	*	0	64235552.76	50:35.6	0.209	0.01	0.092	35.304	33.004	*	*
25	0	23	1.59E-02	3.58E+03	-1.24E+02	3.34E+03	-1.20E+02	*	0	64235752.77	50:35.8	0.209	0.01	0.092	35.303	33.002	*	*
26	0	24	1.59E-02	3.58E+03	-1.26E+02	3.34E+03	-1.19E+02	*	0	64235952.78	50:36.0	0.209	0.01	0.092	35.303	33.002	*	*

図 8 CSV フォーマットによる GEM データ

測点の座標

記録された生のデータが GPS ユニットからの位置情報を含んでいない場合でも、「推測航法」と呼ばれる技術を使用して、各 EM データの測点に X-Y 座標を付随することができます。WinGEM ツールバー上の位置設定 (**Locate**) ボタンでこのプロセスを始めます。位置設定 (**Locate**) 機能を選択しますと、図 9 のダイアログ・ボックスが現われ、調査測線に関する詳細が入力できます。

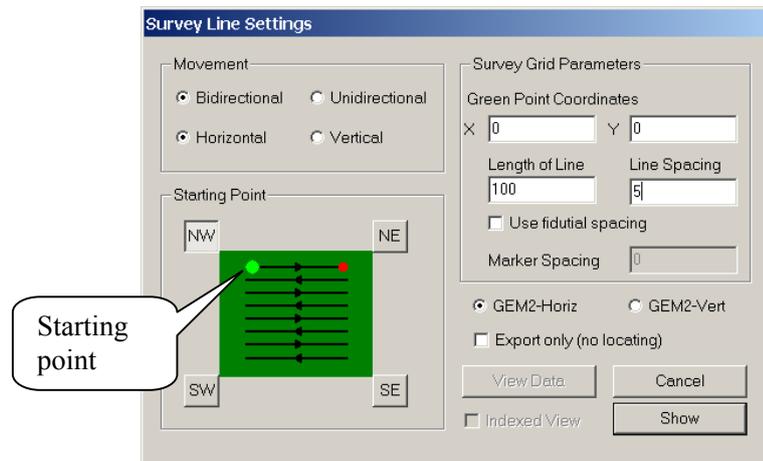


図 9 WinGem の位置設定 (Locate) ダイアログ・ボックス

図形上の明るい緑の点は、最初の測線の出発点を表わします。この始点には、適当な隅の点(SW、NW、NEまたはSE)を選択します。次に、適切な測定方向 (往復測定 (*Bidirectional*) か、単方向測定 (*Unidirectional*) か) をセットして、調査グリッド・パラメーター (出発点の座標、測線長さおよび測線間隔) を入力してください。測定時に GEM-2 を持っていた向きを、*GEM2-Horiz* (水平) か *GEM2-Vert* (垂直) のどちらかを選んで入力してください。

イベント・マーカー (メモ番号)が調査測線をセグメントに分けるために使用された場合は、「Fidutial 間隔使用 (*Use Fidutial spacing*)」チェックボックスをチェックして、マーカー間隔 (*Marker Spacing*) に交線の間の距離を入力してください。[この機能はまだ未完成]

「転送のみ(位置情報なし) (*Export only (no locating)*)」をチェックすると、計算された見掛け伝導率値のデータのみを速く転送します。データは位置情報なしで転送されます。

表示 (*Show*)」を選択すると、図 10 の中で描かれる次のスクリーンに移ります。

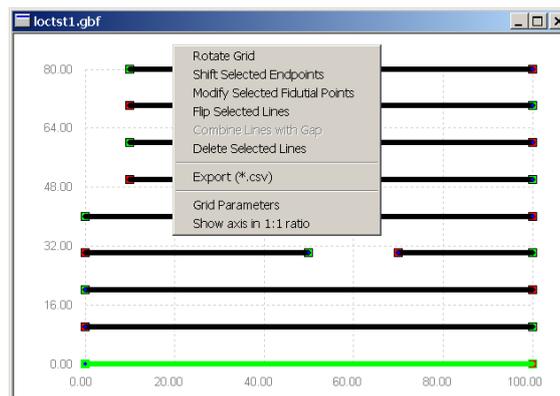


図 10 WinGem のデータ位置プロットと 操作/転送ダイアログ・ボックス

「位置計算 (*Locate*)」を選ぶと与えられた情報を使って、転送されたデータの中の測線番号とグリッド線が対応づけられます。測線内のデータ・ポイントは、測線の始点と終点の間

に等間隔で置かれます。位置計算をしたデータ・ポイントは初期グリッドとしてプロット表示されます。

カーソルがプロット上にある間に、右マウスボタンをクリックすると、上に示されたポップ・アップ・メニューが出ます。同じ機能はグリッド (*Grid*) メニューからも利用できます。グリッドは回転することができます。また、測線端はどんな不規則な形の調査グリッドにも対応するように移動できます。例えば、上の図では、左上隅の4つの終了点が変わりました。また、障害物によってデータ収集ができないところのギャップをはさんで、2本の測線を融合しました。使用する、「悪い」測線やそれらをマークするために入力された短い測線は「選択された測線の削除 (*Delete Selected Lines*)」で削除します。

測線の終点は、選択地域をマウスの左ボタンをクリックして引きずって (ドラッグして) 選択できます。また個々の測線の終点はコントロール (Ctrl) キーを押しながら左クリックで選択できます。

グリッドが実際の調査グリッドにあうように修正された後、データは「転送 (*Export* (*.csv))」コマンドを使用して、コンマ・セパレイテッド・バリュー (csv) フォーマット (値と値の間をコンマで区切ったフォーマット) で転送できます。このフォーマットの例は下に示されます。(注:ファイル・フォーマットは変更されることがあります。) 計算された X-Y 座標は、最初の2コラムにあります。「Qsum」はすべての周波数以上の離相レスポンス値の合計です。他のコラムの内容については「データ転送」セクションで記述します。

C S Vファイルの例:

```
X, Y, PowerLn, 930Hz_I, 930Hz_Q, 10950Hz_I, 10950Hz_Q, Qsum, Status, msGEMTime, EC930Hz[mS/m], EC10950Hz[mS/m], TotalEC[mS/m],
MSusc930Hz[1/1000], MSusc10950Hz[1/1000]
0, 0, 3.5E-05, -206, -37, 259, 154, 3426, 0, 73057939, 0.4, 4.2, 304.5, 1.7, 2.9,
0.055, 0, 6.8E-05, -397, 287, 630, 71, -1772, 0, 73057972, 92.9, 1.9, 9.8, 3.6, 6.6,
0.111, 0, 2.6E-05, 422, -485, -293, 304, 4594, 0, 73058006, 0.4, 8.4, 121.4, 4.6, 2.5,
0.167, 0, 8.2E-05, -855, 815, -230, -575, -17810, 0, 73058039, 270.7, 0.0, 46.8, 8.2, 1.9,
0.223, 0, 1.2E-05, -744, -480, -779, 129, -1154, 0, 73058072, 0.4, 3.5, 11.5, 7.1, 7.4,
0.278, 0, 6.0E-05, 339, 1463, -291, -96, 3357, 0, 73058106, 504.3, 0.0, 244.5, 3.7, 2.5,
0.334, 0, 4.7E-05, -238, 2718, 46, -151, -4364, 0, 73058139, 963.0, 0.0, 80.0, 2.0, 0.8,
0.390, 0, 1.6E-05, 938, -439, -334, -452, -2060, 0, 73058172, 0.4, 0.0, 977.4, 9.7, 3.0,
0.446, 0, 4.4E-05, -1271, -249, 350, 361, 5875, 0, 73058206, 0.4, 10.1, 107.4, 12.3, 3.8,
0.501, 0, 3.5E-05, 354, -124, -313, 557, 1753, 0, 73058239, 0.4, 15.6, 47.4, 3.9, 2.7,
```

これらのファイルはサーファ (Surfer™) など外部ソフトウェアに転送してグリッドやコンターなどの地図に表わすことができます。

より高度な機能

前のセクションでは、普通の調査データ取得・処理に必要なすべての WinGEM 機能を記述しました。たいていの GEM-2 ユーザが必要とするものこれですべてです。しかしながら、WinGEM は、他に特別なニーズを満たす多くの高度な機能もっています。例えば、センサーのセッティング・およびキャリブレーションは、通常、工場でのみ実行されます。

複雑なメニューで混乱させずに、これら高度な機能を簡単に利用できるために、WinGEM には2セットのメニューがあります。最初に、基礎的な調査モード (*Survey mode*) ・メニューとツールバーが表示されます。しかし、より高度なモード (*Advanced mode*) も利用可能です。その時は「表示…変更メニュー (*View ... Change Menu*) ・コマンド」から「高度

™ Surfer is a Registered Trademark of Golden Software, Inc.

なモード (**Advanced mode**)」を選択します。他方のメニューを使うには一度 WinGEM を出て、および再始動してください。

より一般に用いられている高度な機能のうちのいくつかは下に記述されます。

セッティング

GEM-2 は工場デフォルト・セッティングされています。コイルとキャリブレーションのパラメーターを変更する必要はありません。したがって、これらの機能はこのマニュアルには記述されていません。しかしながら、少数の変更可能なセッティングもあり、それらは調査モード (**Survey mode**) ・メニューから変更できます。

パラメーターのうちのいくつかはセット・アップ (**Setup**) ・メニューの「周波数変更 (**Change Frequencies**)」で修正することができます。WinGEM は、GEM-2 からの現在のセッティングをダウンロードし、ダイアログ・ボックスにそれらを表示します。ユーザ・セッティング (**User Settings**) のダイアログ・ボックスは下に示されます。



図 11 ユーザー・セッティングのダイアログ・ボックス

送電線周波数とデータ平均個数の変更

調査地域に適した送電線周波数 **Power line frequency** (60 あるいは 50Hz)がここで選べます。この値によって、使用できる周波数、および基礎サンプリング周期(それは送電線および他の電気的な EM 源からの妨害を最小限にするために選ばれる)が決定されます。

1つのデータ・サンプルはある時間中に集められたデータの平均として出力されます。データ平均個数 (**Averaging factor**) とは、そのを 1 個のデータ・サンプルつくるために平均する測定数をのことです。この値を増加させると、データ中の「雑音」は減少しますが、サンプルの時間間隔が増加してデータが粗くなります。送電線周波数とデータ平均個数で出力データ頻度(サンプル毎秒)が決定されます。歩行調査には基礎周期で 4 測定の平均を推奨します。(**Averaging factor** の箱に 4 を入れる)

発信周波数の変更

次のボタンをクリックすると図 12 の中で示されるような発信周波数の表が出ます。

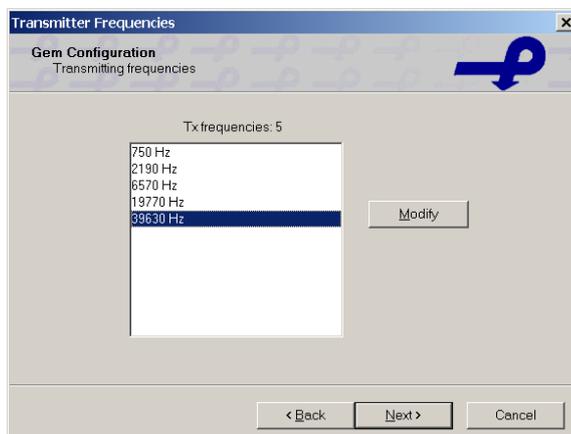


図 12 発信周波数選択スクリーン

周波数を変更するには、TX 周波数 (*TX frequencies*) リスト中でそれを選択し、「変更 (*Modify*)」ボタンをクリックしてください。すると、図 13 のような、周波数編集 (*Frequency Edit*) ダイアログ・ボックスが現れます。

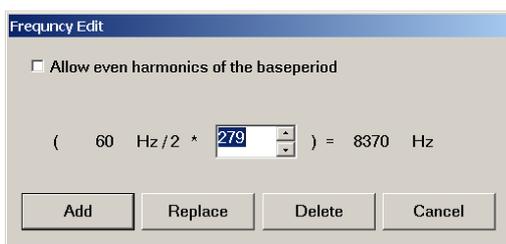


図 13. 周波数編集スクリーン

ここで、必要に応じて周波数を追加 (*Add*)、削除 (*Delete*)、変更 (*Replace*) することができます。基本周期の周波数の奇数倍数を入力して、周波数を選択してください。この方法で周波数を選択すると、電気的な EM 源からの雑音の影響を最小限にします。

一旦必要な変更がすべて行なわれたならば、「次へ (*Next*)」ボタンをクリックし、次の受振器周波数 (*Receiver Frequencies*) スクリーンに移ります。受振器周波数スクリーンは図 12 の発信周波数の表によく似ています。RX 周波数のリストは、最初は TX 周波数と同じにセットされています。「変更 (*Modify*)」ボタンおよび「周波数編集 (*Frequency Edit*)」ダイアログ・ボックスを使用して、周波数を追加 (*Add*)、削除 (*Delete*)、変更 (*Replace*) することができます。

「次へ (*Next*)」ボタンをクリックして、最後のスクリーンに移ります。変更を GEM へアップロードするには「終了 (*Finish*)」ボタンを、入力を取り消して元のセッティングに戻すには「取り消し (*Cancel*)」ボタンをクリックしてください。新しい周波数のセットで記録されたデータは以前に集めたデータと一致しないので、前に記録されたデータ削除するダイアログ・ボックスが現れます。

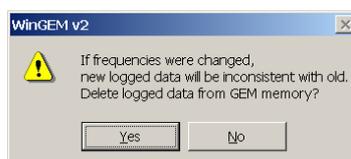


図 14. データ削除を勧めるダイアログ・ボックス

ファイル (**File**) メニューの中の「セット・アップを名前をつけて保存 (**Save Setup As**) 」コマンドで、変更されたを記録したファイルを作成してください。オリジナル(工場からのセッティング・ファイル)に上書きしないでください。周波数の異なるセットを備えたいいくつかのセッティングを維持することができます。

希望のセッティングを選択するには、ファイル (**File**) メニューの「ファイルからセンサーのセッティングを装填する (**Load Sensor from file**) 」コマンドまたはセット・アップ (**Setup**) メニューの「センサー変更 (**Change Sensor**) 」コマンドを使ってください。GEM センサーを 1 台以上お持ちの場合は、使用中のセンサーに適ったファイルを装填するように注意してください。

妨害をチェックする

EM センサーはすべて、周囲の EM 源からの雑音による妨害を免れません。GEM-2 は、雑音の影響を最小限にするようデザインされています。最初に、基本周期および周波数は送電線および他の電気的な雑音源からの雑音を回避するように選ばれます。第 2 に、同相/離相データは、ノイズの多い周波数範囲が避けられる狭い周波数帯で計算されます。

受動モニタリング

GEM-2 はデータ収集中に雑音をモニターします。送電線周波数は自動的にモニターされます。GEM-2 データには、送電線雑音の振幅が入っています。

雑音を送電線周波数以外の周波数でも予想される場合、GEM-2 は同様にそれらをもモニターすることができます。RX 周波数のリストには、受動モニタリング用の TX 周波数でない周波数をいれることができます。レシーバー周波数 (**Receiver Frequencies**) のリストにモニターされる周波数を加えるには調査 (**Survey**) メニューの…「周波数変更 (**Change Frequencies**) 」コマンドをつかいます。送電線周波数の倍数である周波数を入力するには周波数編集 (**Frequency Edit**) ダイアログ・ボックスの基本周期チェックボックスの「基本波長の偶数倍を自動追加 (**Allow even harmonics of the base period**) 」をチェック (√) してください。

送電線雑音の振幅、あるいは、受動周波数と同相/離相データは調査地域の雑音汚染の地図を作るためにも使用されます。この環境雑音の受動モニタリングは他の EM システムにはないユニークな特徴です。

環境雑音のテスト

GEM-2 と WinGEM は、レファレンス・コイルとレシーバー・コイルからの生データを検討して、雑音の周波数範囲を識別することができます。次の要領をお勧めします。

- 局所的 EM 源や探査目標から離れた、調査地域内の典型的な位置へ GEM-2 および PC を持っていきます。
- WinGEM を起動します。高度なモード (**Advance mode**) でコントロール (**Control**) ・メニューの (モードを進めた)環境上の雑音テスト (**Environmental Noise Test**) 」・コマンドを入力します。GEM プロセッサは、一時的に発信ビット・ストリーム (bitstream) を、定数(DC ; 周波数なし)にセットします。レシーバー・コイル(RX)およびレファレンス・コイル(BX)からの生の信号は、基本周期(1/30 秒か 1/25 秒)の間、毎秒 96,000 でサンプルされます。取得した時系列データは、シ

リアルポートでPCに送られます。その後、GEMプロセッサはもとの発信周波数にリセットされます。

- PCへの時系列データの転送は数秒かかります。WinGEMは、データをディスク・ファイルにテキストとして記録します。ファイル名はその時の時刻から作られ、"_BxRx.ts.txt"の語尾が付きます。転送が終わると、WinGEMは、時系列モジュールを自動的に起動し、下の図15のような2つの信号のスペクトル(フーリエ変換)を表示します。大きな値を捜してください。グラフは、マウスをクリックし引きずって拡大して、狭い周波数範囲を詳細に見ることができます。グラフ内を右クリックすると、全範囲を表示します。標準のWinGEMスクリーンに戻るには、時系列枠のウィンドウを閉じます。

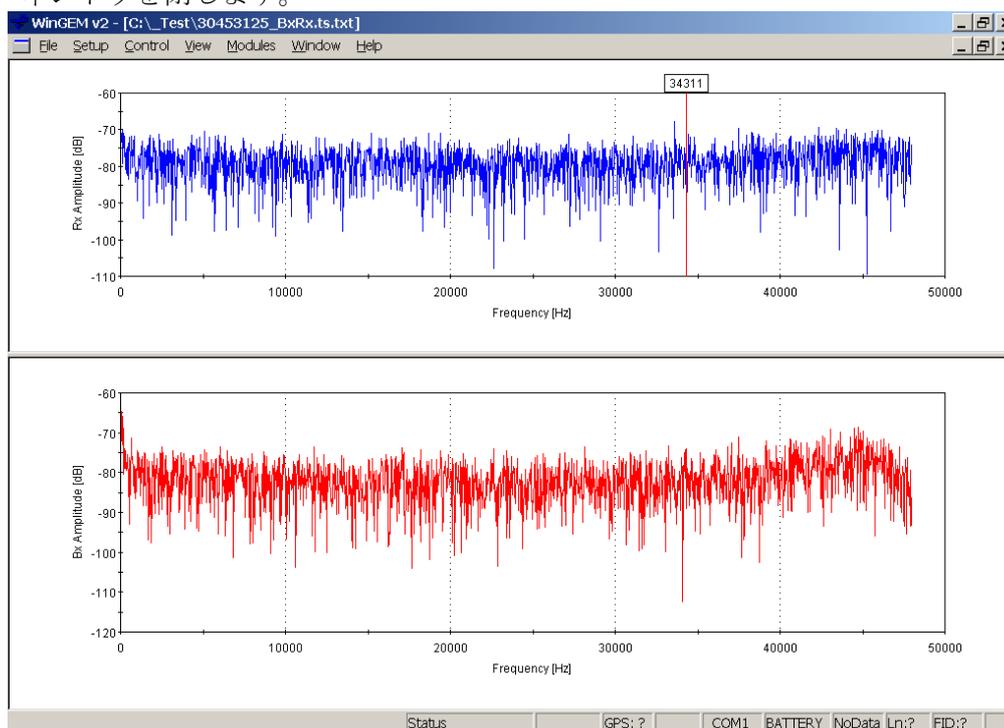


図 15. 環境雑音のスペクトル

- 異なる位置や周囲の条件で時系列データを記録するため、「環境雑音テスト (*Environmental Noise Test*)」コマンドを何度でも繰り返してください
- 後で、モジュール (*Modules*) メニューの「時系列 (*Time Series*)」コマンドを入力すると、取得した様々な時系列のスペクトルを再プロットし印刷することができます。
- この環境雑音スペクトルは、測定時の発信機とレシーバーの周波数の設定に際し、局所のノイズの多い周波数帯を回避するために使用できます。

ほかの「より高度な機能」

平均機能--; ツールバー上の平均 (*Average*) ボタンはデータプロットを平均とフィルタリングとの間を切り換えます。プロット上の1つの値を計算するために平均されるデータ・サ

サンプルの数は、wingem.ini セット・アップ・ファイルの中で、「averagesize」パラメータの値によって指定されます。平均値はプロット上だけで、もとのデータそのものには影響しません。

瞬間測定機能——特別のデータ測定・モードです。「より高度なモード」中の制御

(**Control**) メニューの「瞬間測定機能 (**Momentary Logging**)」コマンドで「データ記録間隔 (**Interval to Log Data**)」に 0 以外の値が入力されると、記録ボタンをクリックするごとに、データは指定された秒数の間測定されます。このモードは指定された多くの位置でデータを記録するのに便利です。

データ記憶機能——測定データを GEM-2 内部に記憶する機能に加えて、WinGEM は、取得したデータを PC に記録・保管することができます。「保存 (**Store**)」ボタンで、CSV(コンマで区切られた値 (comma separated values)) ファイルにデータの記録を始めます。日付および時刻に基づいたデフォルト・ファイル名が与えられますが、もっと意味のあるファイル名を自分で入力することもできます。

「保存休止 (**Pause Store**)」ボタンは一時的にデータ(例えば調査測線の間などで)の記録を止める時に使用できます。

制御 (**Control**) メニューの「瞬間記録 (**Momentary Storing**)」コマンドは、瞬間測定と類似し——「保存休止 (**Pause Store**)」ボタンがクリックされる度ごとに、サンプルは指定された秒数の間記録されます。「測定」と「記録」の違いにご注意ください。記録は WinGEM 機能で、GEM が PC に接続されていることを必要とします。ほかのソフトウェアで読み込めるファイルが直接作成されます。したがって、それは研究所試験に便利です。「測定」は GEM の機能で、GEM コンソールによってコントロールすることができます。データは解析用の PC にダウンロードしなくてはなりません。測定機能は普通はフィールドワークに使用されます。

保存されたセッティング——「高度なモード」セット・アップ・メニューには、GEM メモリに記録された 4 つのセッティングを使うためのコマンドが 3 つあります。それらは、「保存されたセッティングを使う (**Activate Saved**)」、「現在のセッティングを保存する (**Save Active**)」、「保存されたセッティングを削除する (**Delete Saved**)」です

フィルター——GEM-2 プロセッサの同位相値と離相値の平滑化は、先の基本平均周期に間に合うように実行します。移動中央値フィルターを先に、移動平均フィルターを後に続けて適用します。「コントロール (**Control**)」メニューから「高度なコマンド (**Advanced Commands**)」…「フィルター (**Filters**)」コマンドで、これらの 2 つのフィルタの中で使うサンプルの数を変更することができます。

生データの取得——RX と BX コイルからのデジタル化された生信号は、取得して解析のためにダウンロードすることができます。これは環境上の雑音テスト (**Environmental Noise Test**) によって自動的に実行された同じ手順です。「コントロール (**Control**)」メニューから高度なコマンド (**Advanced Commands**)」…「生データの取得 (**Capture Raw Data**)」コマンドで、基本周期を単位としていくつの、生のデータを収集するか指定します(データ処理ではありません)。次にデータ収集を行います「コントロール (**Control**)」メニューの「高度なコマンド (**Advanced Commands**)」でデータ収集が始まります。収集したデータは、個々の生データと共に GEM の持久メモリーに記録されます。記録されます。データがダウンロードされる時、収集した生のデータは「_BxRx.ts.txt」の語尾をつけて別のテキストファイルに書かれます。

モジュール—— その他の特別な目的の機能はモジュール・メニューから利用できます。座標モジュールと時系列のモジュールは前のセクションに記述されました。

GEM-2 についてのよくある質問

What is the Depth of Exploration for GEM-2?

GEM-2 の調査深度はいくらですか。

答えが、土地の伝導率、目標の量および周囲の電磁氣的雑音など、多くの要因に依存するので、これは非常に難しい質問です。多くの解析およびフィールド・データの経験に基づいて、伝導率高いの地域(<100ohm-m)で約 30-50m、抵抗の高い地域(>1000ohm-m)で約 20-30m と推測します。この数値は、5ppm の周囲の騒音レベルを仮定しています。騒音レベルは、一般に都市の地域において高い、および地方において低いです。普通、私たちが 50m 以上の深度には GEM-2 はお推めしません。この問題に関するより多くの議論については、当社のウェブサイトで、「GEM-2 オペレーションの原理 (“GEM-2 Principle of Operation”)」中の「皮層深度計算図表 (Skin-depth Nomogram)」を参照してください。

与えられた地球媒体のための調査の深度は使用周波数によって決定されます。したがって、多数の周波数で地下の応答を測定すると、地下の多数の深度からの応答が得られます。従って、そのようなデータは地表下の物体の 3D 分布を描写するために使用できます。GEM-2 の多周波数データが、従来の単一の周波数センサー・データに較べて、金属、非金属の埋蔵物を特徴づけるのにはるかに優れていることがを、いくつかの環境調査の結果でわかりました。携帯型のセンサーでは、発信機レシーバーコイル分離が小さく、調査の深さにほとんど影響しません。

How Do You Calibrate the GEM-2?

どのようにやって GEM-2 のキャリブレーションしますか。

2つの複素値(同位相と離相)のキャリブレーションがあり、それらは周波数の関数です。キャリブレーションは Geophex で行われ、GEM ソフトウェアに記録されてあります。それ以外のキャリブレーションは必要ありません。

2つのキャリブレーションセットは次のとおりです。

1. 振幅測定——これは、半径、巻き数、抵抗およびインダクタンスが既知の「Q コイル」を使用して行われます。それは主に振幅をセットします。
2. フリー・エア・キャリブレーション——センサーがすべての電導体から離れて移動する場合、出力は 0 に漸近するはずですが、もちろん、これを地球上で行うのは困難です。エアボーンの場合、センサーはかなりの高さで計測します。必要な高さは典型的にはコイル間隔の 5-10 倍です。GEM-2 では、センサーを地上 6~10m に上げます。(当社の社屋の裏庭には松の木があり、その枝に滑車をかけてあります)。そのセンサー・レスポンスを「フリー・エア値」とみなします。この測定は土地の電気伝導度に依存しますが、それは単なる DC オフセットです。

ほとんどの調査では、精密なキャリブレーションは絶対に必要というわけではなく、通常は、相対値のみが興味の対象となります。それは地図やプロフィールに「ピーク」として現われる、ベース値からの偏差です。キャリブレーション係数(乗数およびDCのオフセット)は、「ピーク」の外観ではなくデータの絶対値に影響します。振幅キャリブレーションは変更しないでください。

電気伝導度の非常に高い地域や非常に低い地域では、伝導率の絶対値の地図を作る場合、オフセット・キャリブレーションが問題になります。この場合、背景の伝導率が他の測定(例えばDC抵抗など)から識別できれば、それに適合するように、全データセットから定数を加減できます。このプロセスによって地図の外観は変わりません。

透磁性のフェライト棒(しかし伝導性でない)はすべての周波数で一定の同位相と0離相レスポンスを示します。当社は、時々簡便なキャリブレーション・チェックにフェライトを使用します。当社の古いマニュアルではこの手順を記述しましたが、それが不必要と決定したので、当社はそれを削除しました。

GEMには経時変化がありますか。

GEM-2は、他のすべての機種と全く異なる方法で、経時変化を最小限にしています。GEM-2スキーには、相対位置が正確に維持される3個のコイルが内蔵されています。相対的な位置のどんな小さな変化も、信号のレベルに影響し、データに変化(経時変化)を起こします。GEM-2のコイルは、合成の物質で作られていた「スキー」の構造の中に半永久的に組み入れられています。この合成の物質は低い熱膨張係数を持ち、したがってコイルの相対位置は、堅く固定されています。センサーは、周囲の温度変化に応じて「直線的に」膨張・収縮するように設計されています。この線形膨張で相対位置(したがって測定条件)は正確に維持されます。この特徴はこの設計には全くユニークです。この注意深い設計と製造により、GEM-2には議論を要するほどの経時変化がありません。

もうひとつの重要な特徴はコンソール(それは金属の大きな塊である)の設計と、スキーにマウントされる方法です。コンソールは、その少しの異動がもたらす信号の変化が最小になるように、電磁場の勾配が最小のところに設置されています。コンソール中には可動部分はありません。バッテリーは内装され取り外しできません。センサーが経時変化している疑いがある場合は、コンソールをスキーにマウントするねじを締めてください。しかし、どうぞ、閉め過ぎないようにご注意ください。温度の日変化は重要な原因にはなりません。

送電線モニタリング

人工の妨害ノイズと自然の電磁異常を識別するために、多くの場合、調査地域で送電線雑音をモニターするのがいいでしょう。GEM-2からの生のデータの流れは、ミリ-ガウス単位の磁界の送電線雑音の振幅を含んでいます。レシーバー・コイルからの時系列データは、調査地域の送電線周波数と単純に重畳(コンヴォリューション)されています。このデータは調査地域の送電線汚染の地図を作るのに使用できます。

さらに、GEM-2は、送信されている以外の周波数を受信してモニターするようにセットできます。これで、他の周波数の雑音を同様にモニターできます。受け身で環境上の雑音をモニターするこの方法は他のEMシステムにはないユニークな特徴です。

GEM データをプロットする最も迅速な方法は何ですか。

大抵の単純な GEM 調査 (地質調査、土木調査、環境調査など) では、GPS のような座標決定を必要としません。オペレーターは、長方形の境界の中を一定測線間隔で往復して歩きます。これを「推測航法」調査と呼びます。

推測航法データについては、WinGEM の座標設定機能で、測線両端点間のデータ・ポイントを一樣間隔で補間して、各データ・ポイントに座標を付加します。WinGEM は X、Y、I1、Q1、I2、Q2 などの値をコマンドで区切ったテキストファイル (csv) を生成します。ここに、X、Y は座標データ、残りは周波数 1、2、3 での同相と離相データです。これらのファイルは、マイクロソフト・エクセルのようなほとんどのスプレッド・シート・プログラムにロードします。個々の測線からのデータは、それでプロットできます。

データ・ファイルは 2-D 地図を作るためには、SURFER または Geosoft のような外部ソフトウェアにロードすることができます。SURFER は最も一般に利用可能な 2-D プロット・ソフトウェアです。そのような推測航法調査については、オペレーターは、調査が終わった後数分以内にコンター・マップ (等電導率図など) として全体のデータセットを見ることができます。

どのように GEM データと GPS のデータを統合しますか。

GEM-2 の 2002 年以降はモデルには、GPS データを直接 GEM コンソールへ送るため DB9 コネクターがついています。2002 年以前の GEM-2 モデルについては、RS232 ダウンロード・ケーブルが、一方をベンディックス (Bendix) ・コネクターを通して GEM コンソールに、他方を普通の PC コネクターに接続します。商用 GPS ユニット (Trimble、Novatel など) にはすべて、GEM 出力と合併できる標準データ出力端子があります。GPS データ・ストリングは EM データと共に測定・記録されます。WinGEM の転送機能は、GPS ストリングの位置間を補間するして、各データ・サンプルに X、Y 座標を割り当てます。GEM-2 が PC に接続されている場合、GPS ストリングは EM データと共にシリアルポートで送られます。

GEM-2 データをどのようにして見掛け伝導率および磁化率に変換しますか。

WinGEM 転送 (Export) 機能か位置決定 (Locate) 機能で、GEM-2ppm データを調査に使用された各周波数で見掛け電導率および磁化率に変換できます。これらの計算の理論および実際的な仮定についての議論は、Huang and Won (2001) の「伝導率、および広帯域の電磁気のセンサーを使用する感受性写像」と題した論文 (Journal of Environmental and Engineering Geophysics) を参照してください。これは Geophex ウェブサイトからも見られます。

GEM-2 の多周波数データを層状構造へどのように逆解析しますか。

「nLayerGEM2」というプログラムが当社のウェブサイトからダウンロードすることができます。このプログラムはただ参考のためにだけ供給されます。それはベータ・バージョン・ソフトウェアとお考えください。それを改善するため、ユーザーの皆様に Geophex の

科学者にご協力を御願いたします。主要な著者は Geophex の Haoping ホアン博士です。
このコードは連続的な 1-D 解析で 2-D 断面を作ります。

How do I Learn More about the GEM Sensors? 私は、どのように GEM センサーに関してもっと学習しますか。

Geophex ウェブサイト(www.geophex.com)には、GEM センサー、設計および操作の基本に関する広い情報、調査のこつ、マニュアルおよびダウンロード可能なソフトウェアなどがあります。サイトは、さらに、GEM センサーと関係する多くの発表された論文もあり、閲覧・印刷ができます。その他の情報の請求および質問には、下記 Geophex に連絡をとってください。

質問先。

技術的な質問は、すべてアレックス・オーレン氏 (Mr. Alex Oren) にお尋ねください。メール・アドレスはoren@geophex.com です。