

探知と地球物理学

隠れたものを可視化する



地雷探知 4 - 5

不発弾・危険箇所の検出 6 - 7

考古学的調査 8 - 9

異なる深さにある物体の位置特定 10 - 13

広いエリアの効率的な調査 14 - 18

技術 19

オーダーメイドの検出システム 20 - 21

製品トレーニング-理論と実践 22 - 23



隠れたものを明らかに

世界中の大陸や海には、過去の文明や戦争の痕跡が残されています。戦争は不発弾や地雷原という爪痕を残し、そうして害された場所や産業により荒廃した土地の土壌は汚染されているという具合です。しかし時には、過去の時代の社会や文化を解明するきっかけとなる昔の集落の遺構が発見されることもあります。

FOERSTER社のコアの資産の一つは、これらの遺物を発見して明らかにすることができる超高感度センサー技術の開発です。弊社は、創業者フリードリヒ・フェルスター博士独自の発明である高感度フラックスゲート磁力計と同じ原理に基づき、幅広い製品を開発してきました。私たちの革新的な機器は、お客様の探査業務に関する厳しい品質基準を満たします。

スタンドアローンの装置として、また完全な検出システムとして使用されるFOERSTER製品は、地球物理学的探査活動にも幅広く応用されています。測定データは危険箇所や古代遺物の位置を正確に特定するための基本情報となり、後の撤去作業を見積る基礎となります。そして考古学的な遺産を正確に記録し、文書化することができます。



地雷探知

地雷探知



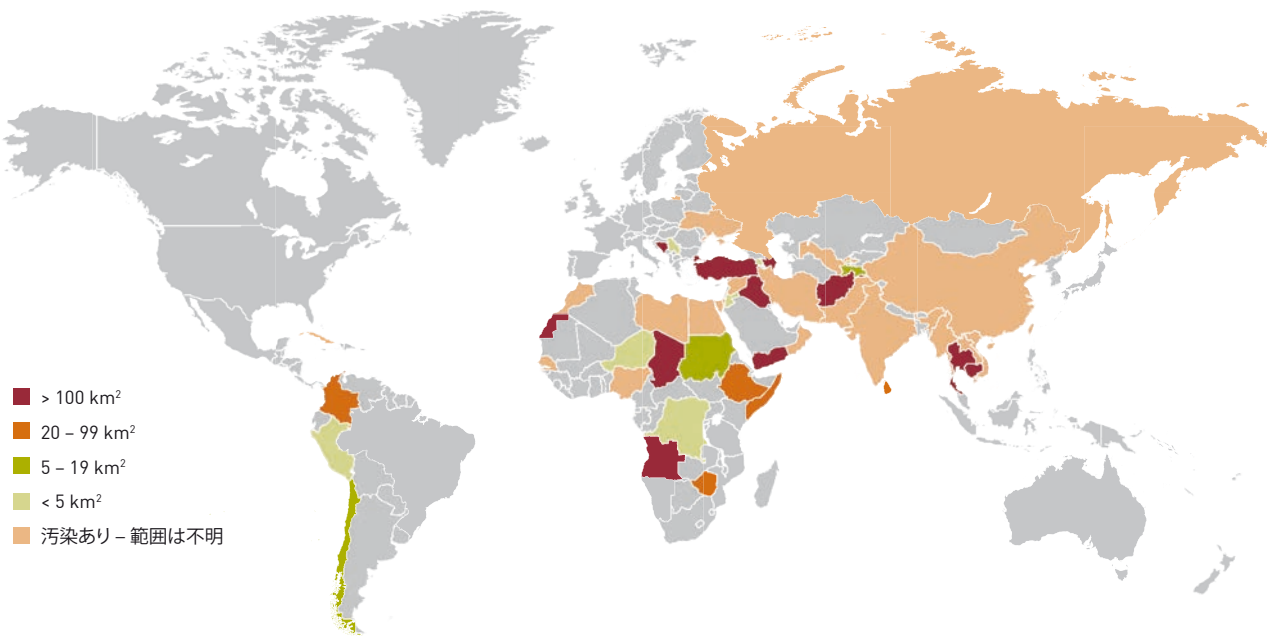
小さな金属部品でも正確に位置特定

対人地雷を禁止する「オタワ条約」は1999年に発効しました。保管地雷の廃棄、地雷の生産・流通の禁止、敷設された地雷の撤去などを規定しています。この条約は署名国に対し、地雷除去において影響を受ける国の支援を義務づけています。

以来この条約は164カ国によって批准されていますが、今でも毎年何千人もの人々、特に子どもたちが地雷の爆発により死亡したり、重傷を負ったりしています。例えばアフガニスタンには約1,000万発もの地雷が埋まっていると言われています。

地雷除去は危険で過酷な作業ですが、FOERSTERの装置は地雷の探索と検出をサポートします。MINEXは、埋設兵器の発見に特化して開発されました。沼地や自然鉱物化した導電性土壌でも目的物を確実に探知して除去できるため、危険区域は再び人々が住めるようになり、農地として再生させることができます。弊社の製品は国際規格に基づいた試験・認証を受けており、最先端のマイクロプロセッサ技術によって測定信号を正確に解析し、高い検出信頼性を確保しています。

地雷汚染の状況



不発弾・危険箇所の検出

不発弾・危険箇所の検出



深く埋もれた危険の識別

軍事紛争の終結から数十年後も、爆発物はしばしば地中で発見されます。不発弾(UXO)の処理には、不発弾の位置特定、撤去、廃棄が必要です。正確な位置特定は、安全で効果的な除去に不可欠です。FOERSTERは、爆弾の検出に特化して開発された幅広い製品群で、この作業をサポートします。不可欠です。FOERSTERは、爆弾の検出に特化して開発された幅広い製品群で、この作業をサポートします。

METEXシリーズの「アクティブ(能動)型」金属探知器と、FEREXシリーズの「パッシブ(受動)型」磁力計は、深く埋まった爆弾を確実に探知します。データ取得システムと信号を可視化するソフトウェアにより、危険区域や戦場だった地域が示され、包括的に分析することができます。

これらの機器は、直感的に操作できるよう最適に設計されたユーザーインターフェースを介して制御されており、これらは、初心者でも迅速で間違いのないトレーニングに寄与しています。



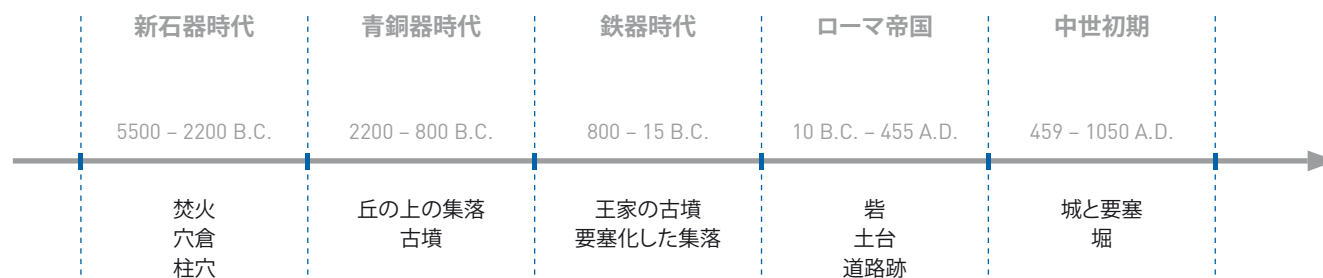
考古学的調査



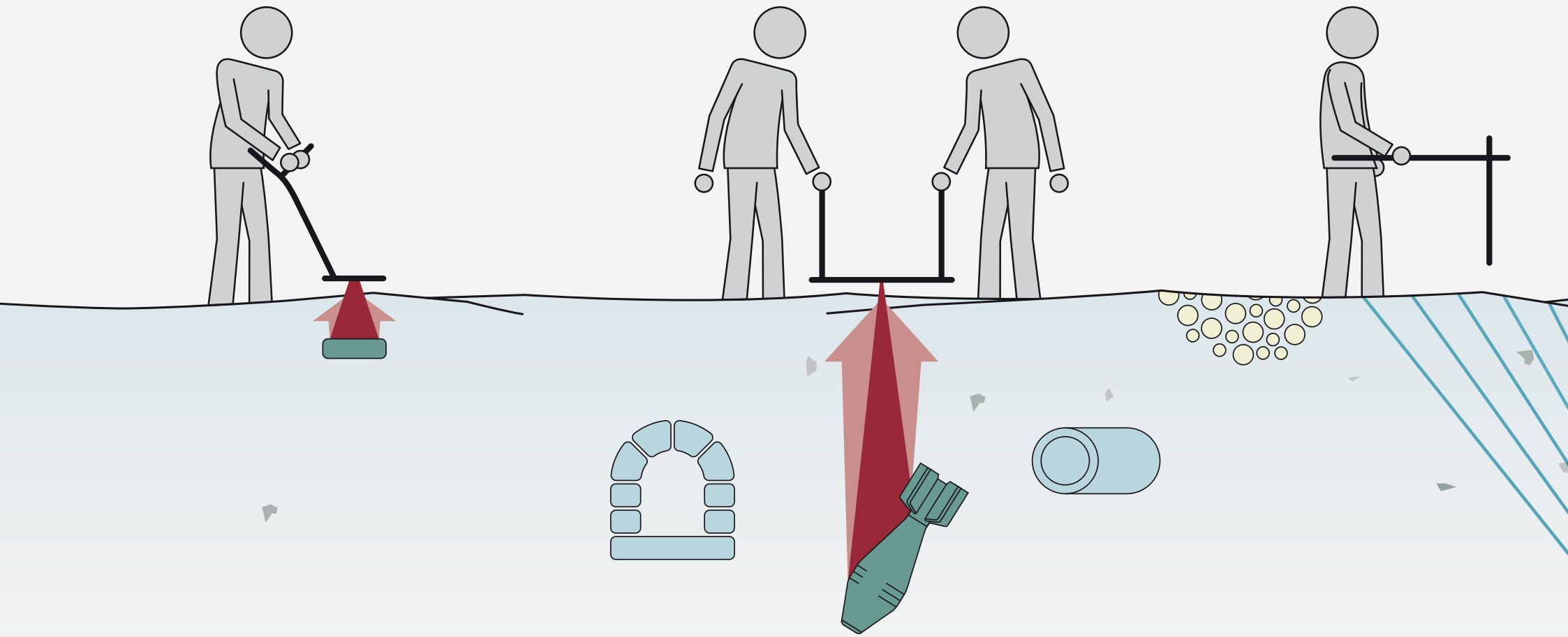
史跡の可視化

私たちの祖先は、生活や文化の証を残しました。現在の土壌の地層には、かつての集落や交通路、人々の生活の痕跡が残っています。地磁気調査は土壌構造の変化を明らかにすることができ、FOERSTERは考古学調査に超高感度フラックスゲート磁力計とマッピングソフトウェアを提供しています。

FEREXシリーズの磁力計は、優れた感度と分解能で際立っています。これにより遺構の基礎、掘割構造や、先史時代の住居の柱穴などの信頼性の高い測定が可能となります。高いサンプリングレート of データロガーは、高い空間分解能で測定点の構成網を記録することができます。GPSまたはオドメーター（積算計）を介した正確な位置決めによって小さな特異点も高解像度で表示し、標準化されたインターフェースにより、補完センサーをFEREXシステムに統合することも簡単にできます。



深さの違い



異なる深さにある
物体の位置特定

対象物とその深さに適した検出装置

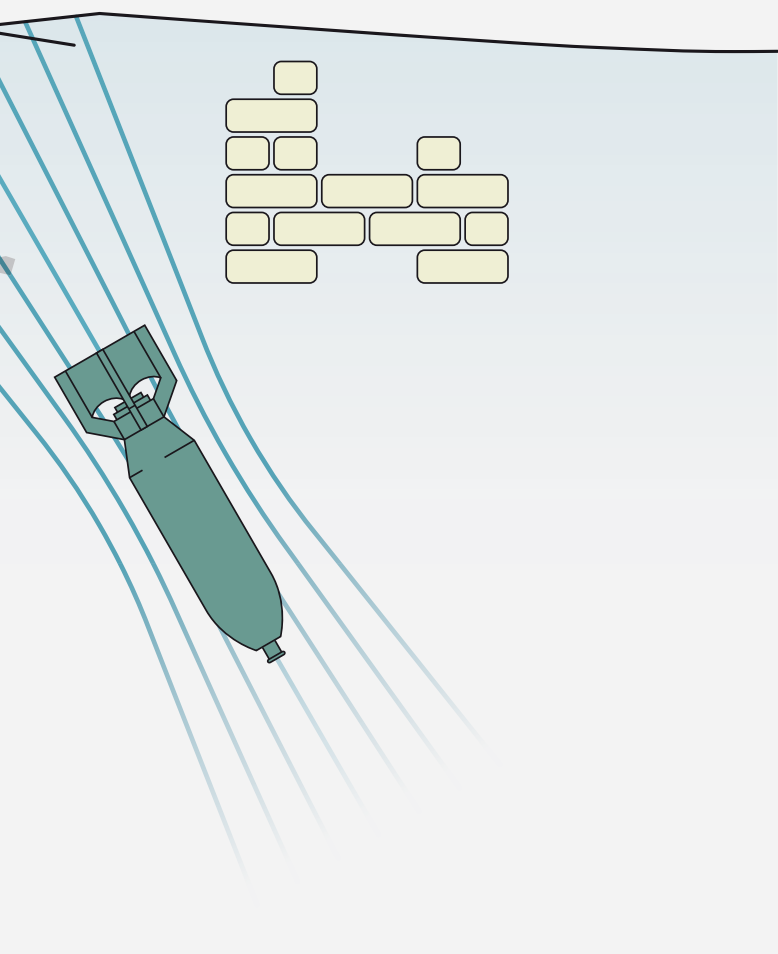
危険地域や不発は通常、深さに特徴があります。地雷は原則として地表近くにありますが、時間の経過と共に自然環境により堆積物で覆われてしまうことがあります。不発クラスター弾や地上戦の遺物も同様です。通常、迫撃砲や大砲の弾、手榴弾はより深い場所にあり、大きさにもよりますが、空爆で落とされた爆弾は、ほとんどがさらに深くにあります。しかしその後の洪水や土壌の堆積などによって、これらのいずれも、より深くに埋まる可能性があります。

考古学上の人工遺物は、よりいっそう深いところで発見されることがあります。磁気測定技術は、通常、異なる地質帯同士の磁気コントラストの大きさに応じて、表土から中間の土壌層の異常を検出します。検出システムは、検出信号によって遺物の位置を直接明確に表示し、適切なソフトウェアを使用して可視化するので、位置特定作業に大きく貢献します。

地表近くの検出では、電磁誘導方式 (EMI) に基づくアクティブ (能動) 型金属探知器が効果的であると証明されています。装置が発する電磁場は、埋設された**地雷/弾薬**の金属部分に渦電流を誘導して二次磁場を発生させ、金属探知器はこれを測定します。

音と点滅表示の警報により予測した対象物の位置を知らせ、正確な位置を特定することができます。検出範囲は、送信電力、アンテナ形状、地面の状態、対象物に含まれる金属の種類と量によって変わります。対象物が発すると予想される信号に対応できるよう、探知器にはパルスまたは正弦波 (連続波) 技術を採用しています。

より地中深くにある対象の検出には、パルス技術を用いた大型ループが最適です。手持ちまたは車に積んで移動するシステムでは、通常、最大深度3〜4mの検出範囲になります。深さ7〜8mまでの対象には、強磁性物体を測定できるパッシブ (受動) 型磁力計の方が適しています。一般的に、通常は均一である地磁気を分析して物体を検出します。強磁性物体があると地磁気に歪みが生じるため、磁力計でその歪みを記録し、測定し、表示します。金属探知器と同様に、ビープ音と点滅表示で物体がどこにあるかを知らせます。データ記録システムでは、広範囲に渡って磁気異常を表示し、適切なアルゴリズムを使用して疑わしい物体の位置、サイズ、深さ、方向に関する詳細情報を算出し、リスト化することが可能です。





MINEX 4.600 – 地表面近傍物体の検出

MINEX 4.600は、地表近くの非常に小さな金属、主に極小金属やプラスチック地雷と呼ばれるものを検出するために開発されました。MINEXの特徴は、過酷な環境下でも堅牢性と信頼性を発揮することです。調査が難しい土壌で使用するための土壌特性学習機能と、安全な夜間操作のためLEDインジケータをオフにするミリタリーモードは、便利な機能の一部です。

ダブルD形状サーチコイルは、大型の金属構造物の近くでも最高のピンポイント探知と検出が可能です。MINEX 検出装置は堅牢なキャリングケースに収納して提供され、お客様専用のアクセサリを追加装備できます。



METEX – 中深度用大型ループ式金属探知器

METEXは、中深度にある物体を対象としたアクティブ（能動）型金属探知器です。大型のサーチコイルは、陸上でも浅い水中でも、すべての導電性金属を検出します。METEXはその高出力により、従来の地雷探知器では深さの問題で発見できなかった対象物の位置を特定することができます。

METEX 4.251の特殊なフレキシブルコイルの設計は、他の大口径コイルよりも優れています。また、コイルは取り外し可能なため、難しい地形でも容易に持ち運びができます。

- (1) MINEX 4.600
- (2) METEX 4.251



(1)



(2)

METEX 4.251のコイルとコントロールユニットは堅牢なキャリングケースに収納され、接続部材は専用のバックパックに収納されています。

また、METEX 4.250は頑丈な運搬用ケースに入れたまま使用することもできます。この装置の固定コイルは、過酷な環境でも安全に使用できるように設計されています。オプションの車輪装備を使用すれば、オペレーターが一人で容易に手早く操作できます。



FEREX 4.035 – 深い所でもシンプルに検出

FEREX 4.035は、FEREXシリーズの基本ユニットです。どのような地形でも不発弾や危険区域の位置検出に最適で、フィルターモードと感度レベルの切り替えにより、現場の作業条件に合わせて調整することができます。

FEREX 4.035フラックスゲート磁力計は、強磁性物体による地磁気の乱れを検出します。

EMI（電磁誘導方式）検出器よりも検出可能深度が高いため、他の様々なアプリケーションにも適しています。

MG-10-550プローブの特徴は、高感度、最小ノイズです。高電圧線の下やフェンス、パイプライン、線路沿いの調査においても、特殊フィルターの確かな動作により、FEREXに障害はありません。



[3] METEX 4.250
[4] FEREX 4.035

広いエリア

広いエリアの 効率的な探査



マルチチャンネルデータ記録作業を車両などでサポート

広い範囲で対象物を効率的に調査することには、陸上でも海上でも、作業の組織化と必要な機器の両方に難題がつきものです。しかしFOERSTERは、大面積プロジェクトを時間・コスト共に効率よく実行するため、最適な製品の組み合わせを提供します。その原理は、複数のFEREX検出器をリンクしてマルチチャンネルのデータ取得システムを形成することです。プローブ搬送システムには、手持ち式から車両牽引式まで、様々なタイプがあります。これらのシステムは地形形状に適合させることができるため、最適なセンサーが高性能を発揮できます。

ハードウェア、センサー、データ取得システムはすべてモジュール式で、お客様が選んだキャリアシステムに搭載できます。GPS参照によるデータ取得と正確なナビゲーションツールが、探査結果を地形参照データベースと地籍図に表示してサポートします。

FOERSTERが開発したGIS（地理情報システム）ツールであるDATA2LINEを使用すると、大面積プロジェクトの包括的で詳細な作業を実行できます。作業は論理的に、次の4つのフェーズに分かれています。「プロジェクトの計画と準備」、「データ取得」、「データ分析と対象物の計算」、「文書化」です。専門家が必要に応じてデータを編集し、共通のプロジェクトデータベースに転送することも可能です。DATA2LINEは様々なデータインターフェースを提供しており、収集したデータをサードパーティのシステムを介してインポート、表示、文書化することもできます。

DATAMONITOR 3は、プロジェクトの体制データを処理し、現場で効率的にデータを収集するための精密なナビゲーションツールとして機能します。これにより複雑なプロジェクトを分割し、その各部分を異なるデータ取得システムに割り当てて処理することができます。





FEREX 4.034 – 地磁気の異常を正確に検出

FEREX 4.034を使用すると、地磁気の異常を正確かつ容易に検出することができます。広い面積を迅速・確実にカバーするため、1つのプローブホルダーに最大4個のプローブを装着できます。オプションで車輪付きプローブホルダーもあります。

GPSサポートは、探査エリアと測線の決定を支援します。内蔵のナビゲーションシステムは、データ取得中に有用な情報を提供します。現在位置、理想的な測線からの逸脱、測定データの品質などです。初期結果はカラー画面に直接表示されます。システムの大幅に改善されたS/N比と豊富なアプリケーションソフトウェア、そして重量が比較的軽いことも、作業を容易にします。



FOERSTER MULTICAT 4.850 – 広大な範囲を迅速に探査

FOERSTER MULTICAT 4.850は、広域を迅速かつ正確に探査するための堅牢で非磁性のトレーラーです。最大8個のFEREXプローブを搭載できます。

DATAMONITOR 3ナビゲーションソフトウェアは、様々なメーカーのGPSシステムに対応しているオープン設計で、FOERSTER MULTICAT 4.850を広い区画の土地の調査に理想的なソリューションにしています。1日最大25ヘクタールの土地を、最高時速36kmでカバーできます。

- [1] FEREX 4.034
- [2] FEREX 4.034 (ホイールセットとGPSシステム付き)



これにより、1日の調査範囲を大幅に拡大することができます。悪条件の土地でも高い検出速度を達成することができ、トレーラーの頑丈な構造は、常にセンサーとケーブルを破損から保護します。



FEREX PNC – 広範囲用磁力計ネットワーク

FEREX PNCプローブネットワークコントローラを使用すると、最大16個のFEREXプローブのネットワークを構築できます。これにより、陸上でも水中でも、広い範囲の調査が可能になります。FEREX PNCプローブネットワークは、様々なメーカーのGPSシステムに対応したオープン設計のDATAMONITOR 3ナビゲーションソフトウェアとの連携により、ほぼ全種類の大規模な調査や探査作業に理想的なソリューションとなります。



写真提供: RPS Energy Ltd.

ドローン(UAV) (無人航空機)

FOERSTER認定のドローンは、不発弾検出のため最大5個の絶対値磁力計を搭載できる設計です。データはドローンのコンピュータに内蔵されたDATAMONITOR 3ソフトウェアで加工され取得されます。飛行制御と測定データ取得機能の両方に、RTK-DGPS (リアルタイムキネマティック・差動GPS) による高精度の位置データが供給されます。飛行制御システムは、高精度センサーを使用して位置制御、高度測定、障害物認識を行い、必要な冗長性も備えています。使用後の測定データはUSB経由で転送され、DATA2LINEを使って判定・文書化することができます。

[3] FOERSTER MULTICAT 4.850

[4] FEREX PNC

[5] ドローン (UAV)



[3]



[4]



[5]

DATA2LINE 4.810 – 見えないものを明らかに

FEREXまたはFOERSTER MULTICATで大量のデータを記録した後は、データ評価ソフトウェアDATA2LINEが活躍します。DATA2LINEは、調査の現地固有の磁気測定データの管理、可視化、分析、文書化のための完全なソリューションです。さらに、ドキュメントをプロジェクトファイルにインポートし、そこで編集できるので、すべての重要なデータをまとめて保存することができます。

■ **DATA2LINE BASIC** モジュールには、GISシステムの必須機能がすべて含まれています。これにより、ユーザ複雑なプロジェクトを完全に管理し文書化することができます。データのインポートとエクスポート、複数のデータセットの結合、緯経度座標参照、グラフィカル要素の統合、レポート生成は、このソフトウェアが実行する基本的な機能です。

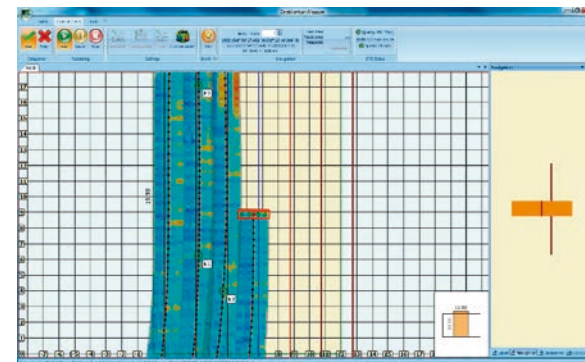
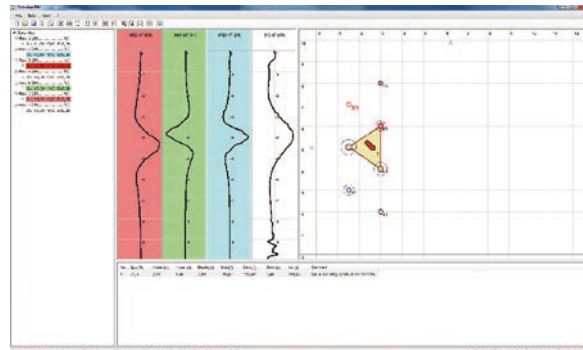
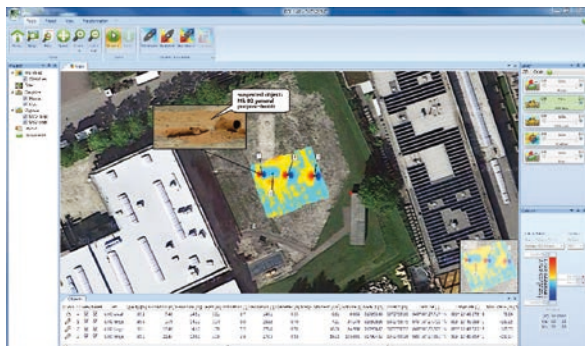
■ **DATA2LINE UXO** 評価モジュールは、対象物体の位置、深さ、サイズを推定するための精密なオブジェクト計算を特徴としています。これは、オブジェクトリスト管理と測定データのフィルタリング機能と共に、このソフトウェアを危険区域の調査の強力なツールにしています。

■ **DATA2LINE GEO** モジュールは、データ処理用の2次元画像フィルターを追加してプログラムを拡張します。元々は考古学者の使用を想定したモジュールですが、不発弾調査の困難な状況下でデータ評価を行う貴重なツールでもあります。

■ **DATA2LINE BM** モジュールは、ボーリング孔の鉛直探査の地磁気データを記録・評価します。これにより磁気異常の位置、深さ、大きさを正確に測定することができます。

DATAMONITOR 3 – 広域探査用の強力なソフトウェア

DATAMONITOR 3は、広いエリアのナビゲーション、データ取得、地理参照用の高性能プログラムです。このソフトウェアは、水上・陸上を問わず、探査中のFOERSTER全コンポーネントを制御します。自動フィールド分割と座標エクスポート機能がプロジェクトの準備を支援します。また、このソフトウェアは磁場マップを直接表示します。フィールド内でナビゲーションは最適化された測線、または、自由な測線が可能なので、広大な範囲を簡単に、不規則な測線でも探査できます。



アクティブ(能動)型磁気誘導方式(EMI)

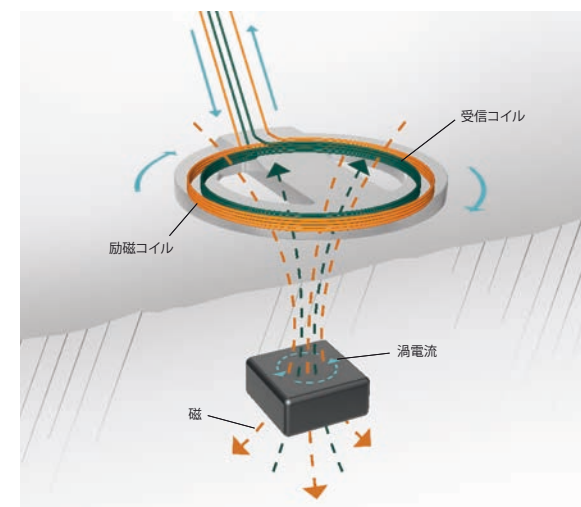
金属の検出に良く研究されてきた方法です。この方式が金属の導電率と透磁率特性に依存する関係上、送・受信パラメータや、金属の種類や土壌の状態によって、検出性能は変わります。検出コイルは、地中を伝播する単一のパルス、または複数周波で連続的に磁場を発生させます。物体の金属部分がこの磁場に当たると渦電流が発生し、これが二次磁場を発生させます。この磁場の影響は金属探知器の受信コイルによって検出・評価されます。同時に、地中で発生した干渉信号の補正も必要です。

受信信号が評価されると音または点滅表示の警告が出され、金属部分の位置をピンポイントで特定することができます。あるいは、後で適切なアルゴリズムを使用して判定するために受信信号を保存することもできます。FOERSTERは、パルスと連続波の両方の技術で検出システムを提供しています。

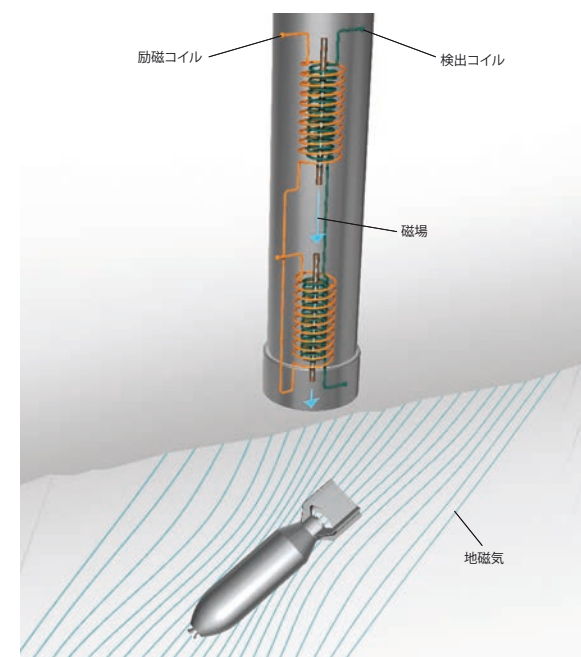
パッシブ(受動)型磁力計方式

強磁性金属の検出に最適な方法です。応答性の高いパッシブセンサーは、通常均一である地磁気を測定し、近傍の強磁性物体による磁場の乱れを正確に認識します。磁場の異常を分析することで、金属物体の位置、向き、質量を測定することができます。異常が検出されると音または点滅表示の警告が発出され、オペレーターは測定情報を利用して物体の位置を特定することができます。

土壌やインフラの構成要素にもそれぞれ固有の磁気特性があるため、高感度の磁力計は考古学や地質学の調査に使用することができます。絶対値プローブと差動プローブの違いは、異常点の可能性を含む地磁気の絶対値出力と、地磁気を差動動作で中和して磁気異常点の影のみを出力するという違いがあります。FOERSTERは、絶対型と差動型のそれぞれの構成の高感度フラックスゲート磁力計プローブを提供しています。



アクティブ磁気誘導方式



パッシブ磁力計方式

システム技術

オーダーメイドの検出システム



陸上

FOERSTERの探査装置はラインナップが豊富です。各種センサー、ネットワーク構成部品、位置特定システム、データ取得およびナビゲーションソフトウェアなどを、探査現場での運用条件に適合させた車両ベースの移動システムに搭載することができます。マルチチャンネルセンサーネットワークと通信の高速化により、検出精度を低下させずに探査処理能力を大幅に向上させることができます。豊富なアクセサリにより、様々なお客様の固有の移動システムとの統合が可能です。



水上 水底

FOERSTERのセンサーは防水仕様を含めたいくつかの保護規格を満たして提供されており、もちろん、相応の品質のケーブルとのコネクタ技術を備えています。水上や水中でも、マルチチャンネルセンサーネットワークと通信の高速化により、検出精度を低下させずに探査速度を大幅に向上させることができます。データ取得ソフトウェアは船上のコンピュータで実行でき、センサーは標準インターフェースを介して接続できます。



空中

軽量化され消費電力も低い磁力計センサーは、ドローンベースとする探査システムの要です。ペイロードが小さいため長時間の運用が可能で、探査処理能力が高くなります。絶対値磁力計は測定感度に優れ、低～中程度の飛行高度からでも小型の弾薬を確実に検出することができます。このシステムは、他の手段ではアクセスが困難な場所や、極端な気象条件下での調査に非常に有利です。



写真提供: RPS Energy Ltd.

製品トレーニング

製品トレーニング – 理論と実践



検出作業の訓練場-学んだことを実践に活かす

できるだけ現実に近い環境でそれぞれの探査装置を試せるように、弊社は約1ヘクタールの広さの特設訓練場を用意しました。理論と各装置個別の知識をリアルな演習で実践するのに最適な設備です。地下の模擬不発弾のシステムで地中の所定位置に配置された探査対象物を、適切な装置を操作して検出し、位置を特定できます。世界各地の探査現場をシミュレートしてさまざまな土壌条件を作っているため、探査装置の操作が、可能な限りリアルに感じられるようになっています。すべての地形ポイントと位置は地理的参照処理出来ます。

FOERSTERでは、地形による実地トレーニングをセミナーに組み込むだけでなく、訓練場の使用を他の企業や組織にも提供しています。これはお客様の独自の探査の可能性の検証を提供し、お客様が独自のシナリオを作成することも可能です。エキスパートの指導でトレーニングを受けたスペシャリストは、新しい知識をすぐ実践に活かせるでしょう。

オーダーメイドのトレーニングコース

オペレーター向けの標準コースから指導者向けのトレーニング、そしてFOERSTER製品のメンテナンスと修理を学ぶセミナーまで、様々な種類のトレーニングを提供しています。もちろん、トレーニングコースはお客様の個別の要望と目的に沿って調整することができ、ドイツのロイトリンゲンにあるFOERSTER本社、または(ご要望により)直接お客様の施設で行う事が出来ます。FOERSTERのエキスパート社員またはFOERSTERの認定トレーナーが、最適な知識を確実に伝授します。さらに、トレーニングは数カ国語で提供しているため、受講者はトレーニングコースから多くを学習し、お客様がお持ちのFOERSTER製品を直ちに使用できる準備が整います。





Institut Dr. Foerster GmbH & Co. KG

In Laisen 70 | 72766 Reutlingen | Germany

+49 7121 140 312 | sales.ds.de@foerstergroup.com

foerstergroup.com

Headquarters

- Institut Dr. Foerster GmbH & Co. KG, Germany

Subsidiaries

- FOERSTER Tecom, s.r.o., Czech Republic
- FOERSTER France SAS, France
- FOERSTER Italia S.r.l., Italy
- FOERSTER U.K. Limited, United Kingdom
- FOERSTER (Shanghai) NDT Instruments Co., Ltd., China
- FOERSTER Instruments India Pvt. Ltd., India
- FOERSTER Japan Limited, Japan
- NDT Instruments Pte Ltd, Singapore
- FOERSTER Middle East FZE, UAE
- FOERSTER Instruments Inc., USA