

ポーラリメトリック・インターフェロメトリック
レーダによる地雷検知に関する研究
Radar technology for humanitarian demining and
its application

佐藤 源之 (Motoyuki Sato)
東北大学・東北アジア研究センター・教授



研究の概要

ポーラリメトリ、インターフェロメトリを利用したレーダ物標認識法を提案し、地下に埋設された地雷の認識技術を確立をめざした。更にアフガニスタン、カンボジアなど地雷被災国で人道的地雷除去のための実証実験を実施した。

研究分野／科研費の分科・細目／キーワード

工学／電気電子工学／計測工学／人道的地雷検知除去、地中レーダ、GPR、バイスタティックレーダ、信号処理

1. 研究開始当初の背景・動機

人道的地雷除去技術の実用的な応用は多くの人の念願である。本研究では新しいレーダ技術であるポーラリメトリ、インターフェロメトリを利用した新しいレーダ物標認識法を提案し、地雷検知技術を実現しようと考えた。

2. 研究の目的

埋設地雷の認識技術を確立し、人道的地雷除去に貢献することを目的とする。そのためにバイスタティック型地雷検知用小型地中レーダシステム、地雷認識アルゴリズムを開発し実地検証を行う。

3. 研究の方法

- (1) 光電界センサを利用したバイスタティックレーダシステムの構築
- (2) 地中レーダ要素技術の開発
 - ・ ビバルディアンテナの最適設計
 - ・ クラッタ除去のための信号処理
 - ・ クラッタ除去のためのアレイアンテナ構成
 - ・ 3次元イメージング手法
- (3) 人道的地雷除去のための地中レーダ装置 (ALIS) の開発

4. 研究の主な成果

1. アレイアンテナを利用するグラウンドクラッタ抑圧法

地中レーダ信号には地表面粗さと地中に含まれる砂礫などに起因する媒質不均質性による強いグラウンドクラッタが含まれる。本研究では、アンテナアレイを使用し、CMP手法を応用し、地雷からの反射波が有する空間相関性を利用したグラウンドクラッタ抑圧アルゴリズムの開発と高精度イメージング技術を開発した。

2. 地雷認識手法

本研究ではレーダ波の時間一周波数解析に対して特異値分解を適用し、固有ベクトルから反射体の特徴を抽出する方法を提案した。

3. 光電界センサを利用したバイスタティックレーダシステム

軽量・小型で電氣的に受動素子である光電界センサを利用し、バイスタティック型のレーダを構成し、システムを試作し砂に埋設された金属球のイメージングに成功した。

4. 偏波特性を利用する地中レーダ

地雷識別の新たな手法として、レーダポーラリメトリの応用を検討している。ポーラリメトリの利用は地雷検知にとどまらず、より汎用的なレーダ信

[4. 研究の主な成果 (続き)]

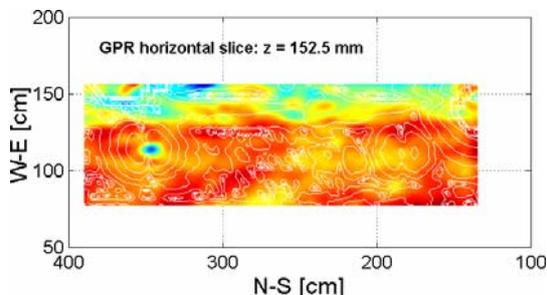
号処理に応用することで従来のレーダ解析では不可能だった解析を可能にする。

5. 地雷被災国における地雷検知装置の評価試験

本科研費ならびにJSTプロジェクトとして開発を行った金属探知器と地中レーダの複合センサALISを完成させた。2004年にアフガニスタン、2005年にエジプト、2006年にクロアチアにおいて現地試験を行った。また2006年にカンボジアでも評価試験を実施した。



カンボジア評価試験に臨む ALIS



ALIS による地雷検知 (GPR イメージに金属探知器の信号をコンター表示)

開発したシステムは当初予定通りの検知性能を発揮した。システムのうち、特にレーダ取得波形から3次元構造を再構成するマイグレーションアルゴリズム、ならびに3次元データから地雷を自動的に検知するためのアルゴリズムを本研究で開発した。

5. 得られた成果の世界・日本における位置づけとインパクト

大学の研究が実地雷原での実証試験まで実現された例は世界的に見ても極めて少なく、貴重な成果であると考え。現在国連地雷除去センターUNMAS、GICHD、ITEPなどの国際機関と技術検証を進めると同時にヨーロッパ標準会議(CEN)における地雷検知技術のための標準策定ワーキンググループへ参加している。

6. 主な発表論文

(研究代表者は太字、研究分担者には下線)

- [1] ○ Investigation of Time-Frequency Features for GPR Landmine Discrimination. [IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 45 (1), (2007), 118-129], Timofey Grigorievich Savelyev, Luc van Kempen, Hichem Sahli, Juergen Sachs, **Motoyuki Sato**
- [2] ○地中レーダ・波動情報処理の地雷検知への応用. [計測と制御, 45 (6), (2006), 491-497], 佐藤源之, Feng Xuan, 小林敬生, 高橋一徳
- [3] ○Radar Polarimetry Analysis Applied to Single-Hole Fully Polarimetric Borehole Radar. [IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 44 (12), (2006), 3547-3554], Jian-Guo Zhao, **Motoyuki Sato**
- [4] GPR using an array antenna for landmine detection. [Near Surface Geophysics, 2, (2004), 7-13], **Motoyuki Sato**, Yusuke Hamada, Xuan Feng, Fan-Nian Kong, Zhaofa Zeng, Guangyou Fang
- [5] ○Pre-stack migration applied to GPR for landmine detection. [Inverse problems, 20 (6), (2004), s99-s115], Xuan Feng, **Motoyuki Sato**

ホームページ等

<http://cobalt.cneas.tohoku.ac.jp/users/sato/index-j.html>