

人道的地雷除去のためのレーダ技術とその発展的応用

Rader 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・センター長



研究の概要

人道的地雷除去を目的とし、地中レーダ(GPR)と金属探知機を組合わせた手動型センサ ALIS を開発した。クロアチアとカンボジアで長期評価試験を実施し現地展開が目前である。本センサは 3 次元可視化信号処理機能を具備する世界で唯一のハンドヘルド型地雷センサである。本技術を元にレーダポーラリメトリなど新しい技術展開をめざしている。

研 究 分 野：工学

科研費の分科・細目：電気電子工学 計測工学

キ ー ワ ー ド：人道的地雷除去 GPR デュアルセンサ レーダポーラリメトリ

1. 研究開始当初の背景

世界 80 カ国以上の地雷被災国では今なお地雷による被害が後を絶たず、地雷除去活動の長期化が懸念されている。地雷検知の効率向上のため GPR を利用した地雷検知のアイデアは多数見られたが、信頼性の低さから地雷被災国へ導入された例は皆無であった。

2. 研究の目的

GPR の最高技術を利用し、実際に地雷被災国の現場で使える技術の実用化を目指す。地雷検知は非常に特殊な応用分野であるが、そのために開発した技術は多方面への応用が期待できる。偏波を利用するレーダポーラリメトリなど地雷検知から多面的な電波応用工学分野での学術研究発展をめざす。

3. 研究の方法

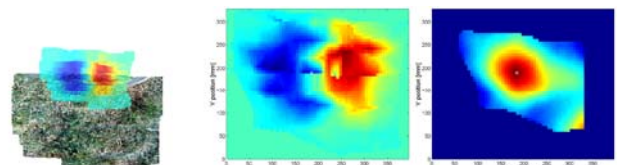
GPR は高速な計測手法であるが、地表面をアンテナが移動しながら 1 次元あるいは 2 次元的な走査データを取得することで情報量が格段に増加する。しかし手動センサでは位置情報が取得できなかった。我々は CCD カメラによるセンサ追尾機能を開発し、合成開口レーダ信号処理により 3 次元的な埋設物構造解析を実現した。またこの機能を組み込んだハンドヘルド型地雷検知センサ ALIS を試作し地雷被災国での現地評価試験を繰り返している。

4. これまでの成果

本研究で開発した ALIS は 1 人の作業員が PC の画像を確認しながら地雷検知作業を行うことができることに特徴をもつ装置である。地雷被災国で数多くの評価試験を繰り返し、現場のニーズを組み入れながら改良を繰り返してきた。



図 1 クロアチア地雷原での ALIS 試験

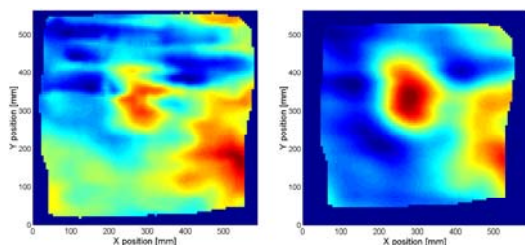


(a)操作画面 (b)金属探知機 (c)GPR

図 2 ALIS による地雷可視化画面

図 3 に合成開口レーダ処理による埋設地雷のイメージの向上例を示す。本図は 50 cm 四方の水平面を示している。金属探知機では

金属片の有無を判定するが GPR では地雷の円形形状が直接確認できる。原波形では土壤に含まれる砂礫や、湿り気の不均質により電波が反射や屈折を受けるため地雷形状が明確ではない。処理後は地雷の円形形状を明確に認識できる。



(a)原波形 (b)合成開口処理波形
図3 ALISによる地雷の可視化画像

図3(b)の処理後図面を見ながら作業員は地雷の有無を判断する。高度な信号処理技術を利用しながら、いかに現地地雷除去作業員が使いこなすかという操作性の簡素化も重要な研究要素である。

ALISは2007年12月から半年間クロアチア地雷除去センター(CROMAC)に2台貸与し、半年間の実地雷原での試験を行った。また2009年2月からカンボジア地雷除去センター(CMAC)に同様に2台貸与し、試験レーンでの評価を行った結果、ALISは従来の地雷検知機と同様10cm程度までに埋められた地雷の検知率はほぼ100%に維持しながら地雷とそれ以外の金属片を識別できることから検知効率を約3倍に上げることが実証できた。この結果を受けて、2009年4月からカンボジアの実地雷原においてALISの実証試験を開始することとなった。

ALISで培われた高度なレーダ技術は地雷検知だけでなく多くの応用分野への適用を試みている。また我が国が運用する地球観測衛星ALOSが搭載する合成開口レーダは、偏波を利用するレーダポーラリメトリ機能をもつ世界に誇るべきセンサであるが、我々は地表設置型合成開口レーダを開発し、ALOSとの同期実験を行っている。本装置ではALISのために開発したイメージング技術を利用し、更にポーラリメトリ機能を利用することで、従来のリモートセンシング技術では識別の難しかった稲の生育状況を詳細に把握できることを実験的に実証した。

またALISを地下埋設物検知など汎用的に利用するための研究を継続している。

5. 今後の計画

本研究の最終的な目標はALISの地雷被災国への実用的な導入である。2009年度は国連とも連携した国際的な機関ALISの評価試験をデンマークとドイツで実施の予定であり、技術的な評価をわかりやすく地雷被災国担当者へ提供しALIS導入促進をめざす。同時にレーダポーラリメトリなどの波及効果をボアホールレーダ、衛星リモートセンシング、壁面透過レーダなどへ応用する。

6. これまでの発表論文等(受賞等も含む)

- [1] 地中レーダ(GPR)技術と人道的地雷検知への応用. [CQ 出版社RF ワールド, 4, (2008), 54-63] 佐藤 源之
- [2] Hand-held dual-sensor ALIS and its evaluation tests[Defense and Security Symposium, 2008] Motoyuki Sato, Kazunori Takahashi
- [3] 光電界センサ用ビバルディアンテナの最適化によるレーダイメージングの分 A Novel Directional Borehole Radar System using Optical Electric Field Sensors. [IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 45 (8), (2007), 2529-2535] Motoyuki Sato, Takuya Takayama
- [4] 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
- [5] レーダ技術と地雷検知・除去そして豊かな環境を守るために. [東北大学 まなびの杜, 35, (2006), 4-5], 佐藤 源之
- [6] 地中レーダシステムの開発と地雷検知への応用. [検査技術, 11 (6), (2006), 40-48], 佐藤 源之
- [7] 人道的地雷除去のための地雷検知技術の開発. [渋沢栄一記念財団青淵, (714), (2008)] 佐藤 源之

ホームページ等

<http://magnet.cneas.tohoku.ac.jp/satolab/satolab-j.html>