

研究種目：基盤研究（S）

研究期間：2006-2010

課題番号：18106008

研究課題名（和文） 人道的地雷除去のためのレーダ技術とその発展的応用

研究課題名（英文） Radar technology for humanitarian demining and its application

研究代表者

佐藤 源之

東北大学・東北アジア研究センター・教授

研究者番号：40178778

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. 研究計画の概要

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。

2. 研究の進捗状況

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。

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。

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 に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。

3. 現在までの達成度

①当初の計画以上に進展している。

人道的地雷除去のためにハンドヘルド型の GPR 装置を地雷被災国での現場で導入のための試験を実施していること自体、我々のグループ以外ではアメリカ、イギリス・ドイツの軍でしか例がない。2000年-2005年頃までにアメリカ、ヨーロッパ、やや遅れて日本でも多くの GPR を地雷検知に利用する研究が行われながら現場での継続的な試験が開始された例を我々の研究例以外知らない。こうした意味から、我々の研究の目標達成度は世界

的に見ても抜きんでて高いと考えている。

4. 今後の研究の推進方策

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。

5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 7 件)

- 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 (査読有)
- ② 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), 10-12 (2008) 佐藤 源之 (査読無)
- ③ Hand-held dual-sensor ALIS and its evaluation tests, Proc. Defense and Security Symposium 6953 (695311/1-12) 2008, Motoyuki Sato, Kazunori Takahashi (査読有)
- ④ 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 (査読有)
- ⑤ 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 (査読有)
- ⑥ 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 (査読無)
- ⑦ 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 (査読有)

[学会発表] (計 10 件)

- ① Dual Sensor ALIS for Humanitarian Demining and its Evaluation Test in Mine Fields in Croatia. IGRASS2008,(2008)]Motoyuki Sato (July 6, USA)
- ② Dual sensor for Humanitarian demining sensor ALIS and its evaluation in mine affected countries. Proc. 12th Int. Conf. on GPR 2008, (2008) Motoyuki Sato (June 16, England)
- ③ ω -k Filter Design to Suppress Direct Wave

for Bistatic Radar. Proc. 12th Int. Conf. on GPR 2008, (2008) Naoki HAYASHI and Motoyuki SATO (June 16, England)

- ④ 3D subsurface SAR for humanitarian demining. Proc., European SAR Conference, (2008) Motoyuki Sato, Xuan Feng, and Kazunori Takahashi (June 3, Germany)
- ⑤ Bistatic 3D subsurface radar imaging. Proc., European SAR Conference, (2008) Naoki Hayashi, Motoyuki Sato (June 3, Germany)
- ⑥ Calibration of Ground-Based SAR by using ALOS/PALSAR and a retrieval of soil moisture. Proc., European SAR Conference, (2008) Manabu Watanabe, Motoyuki Sato, Masayoshi Matsumoto (June 3, Germany)
- ⑦ Cross-calibration of Ground-Based SAR by using ALOS/PALSAR and a retrieval of soil moisture. Proceedings of 7th European Conference on Synthetic Aperture Radar, (2008), 475-476 Manabu Watanabe, Masayoshi Matsumoto, Motoyuki Sato (June 3, Germany)
- ⑧ 佐藤源之、人道的地雷除去のためのデュアルセンサALIS とクロアチアでの実用化試験、物理探査学会第118 回学術講演会、(2008.5.13) (東京)
- ⑨ Inversion Approaches in Cross-Hole Borehole Radar, Geophysical Research Abstracts. EGU General Assembly, Vol. 10, (2008) M. Sato, K. Takahashi and H. Zhou (April 14, Austria)
- ⑩ Development and Evaluation of Directional Borehole Radar with Passive Receiver Units. EGU General Assembly, Vol. 10, (2008) M. Sato and T. Takayama (April 14, Austria)

[その他] 新聞・テレビ報道 (11 件)・HP

- ①2008 年 4 月 18 日 (北海道新聞) 地雷発見率 2 倍に クロアチアで初公開
 - ②2007 年 12 月 25 日 (北海道新聞) 今日の話 題「ソンさんの願い」
 - ③2007 年 12 月 20 日 (読売新聞・宮城版) 東北大百年最前線に立つ地雷除去
 - ④2007 年 12 月 14 日 (産経新聞) やばいぞ 日本再生への処方箋「うんと早く地雷探せる」
 - ⑤2007 年 9 月 11 日 (共同通信配信・高知新聞他) 「ひと」住民のため、少しでも役に立ちたい
 - ⑥2007 年 7 月 13 日 (共同通信配信・日経夕刊、東京新聞他) 地中の地雷 15 秒で可視化 他 3 件
 - ⑦2007 年 6 月 19 日 (NHK総合) てれまさむね 新しい地雷探知機他 (仙台放送 1 件)
- <http://magnet.cneas.tohoku.ac.jp/satolab/satolab-j.html>