

プログラム名：タフ・ロボティクス・チャレンジ

PM名： 田所 諭

プロジェクト名： ロボットインテリジェンス

委 託 研 究 開 発

実 施 状 況 報 告 書 (成 果)

平 成 2 7 年 度

研究開発課題名：

位置姿勢変化に頑健な 3 次元地図作成および 3 次元空間内音源探索

研究開発機関名：

国立研究開発法人 産業技術総合研究所

研究開発責任者

佐々木 洋子

# I 当該年度における計画と成果

## 1. 当該年度の担当研究開発課題の目標と計画

(1) 【目標】レーザスキャナによる3次元地図作成機能について、本プロジェクトで想定される屋外環境の各種条件下で既開発技術のフィールドテストを行い、必要な課題を明らかにする。

【計画】手持ちセンサユニットによる任意の動きに対し、屋内外の複数の異なる環境条件下でフィールドテストを行う。

(2) 【目標】小型マイクロホンアレイを製作し、音源定位機能を実装する。

【計画】音源探索機能については、レーザスキャナとともにロボットプラットフォームへ搭載する小型マイクロホンアレイを設計・製作し、3次元地図に基づく位置・姿勢推定と同期して音の到来方向を推定可能な音源定位機能を実現する。

## 2. 当該年度の担当研究開発課題の進捗状況と成果

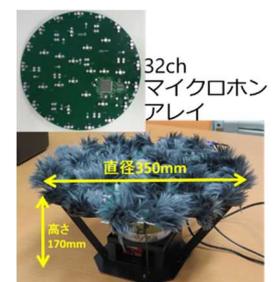
### 2-1 進捗状況

(1) 東北大学の屋内外テストフィールドにて、手持ちセンサユニットで歩きながら地図作成のフィールドテストを行った。実験は、図1に示す3か所で、それぞれLIDARの点群データを収録し、オフラインで3次元地図を生成し有効性を検証した。

- ・レアメタル棟：屋内フィールド内を徒歩で昇降
- ・実験エリア1：屋外、一部ビルが見える環境。  
レアメタル棟前からエリア1までの長時間計測
- ・実験エリア2：屋外、草地の周囲に雑木林があり、ビル等の人工物が見えない環境

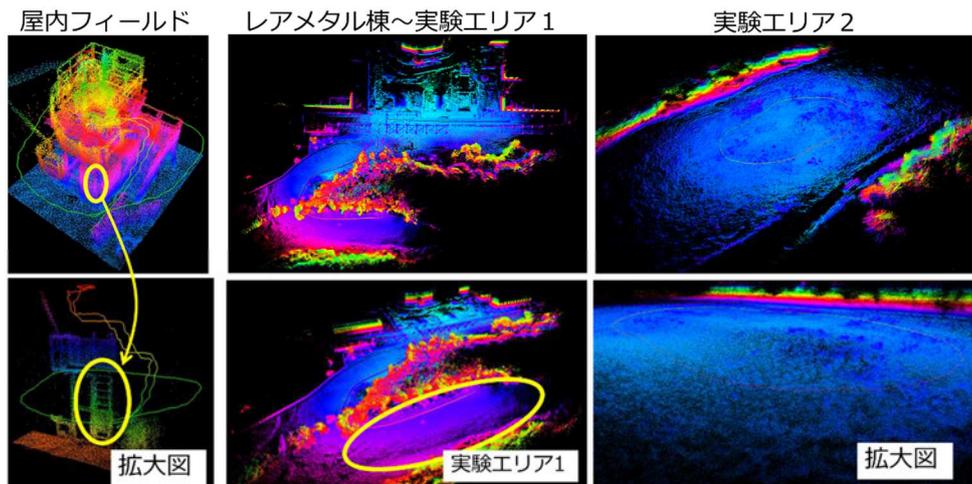


(2) マイクロホンアレイの製作が計画より遅れ、完成が年度末近くにずれ込んだため、既存の32chマイクロホンアレイを用いて、先に音源定位機能を実装し、音地図作成へ向けた、LIDARによる自己位置姿勢推定機能との統合を進めた。既存マイクロホンアレイを利用したプロトタイプユニットにて、手持ちセンサで歩きながら、グローバル座標系で表現された3次元地図上に各時刻の音源方向を指示する機能を実現した。

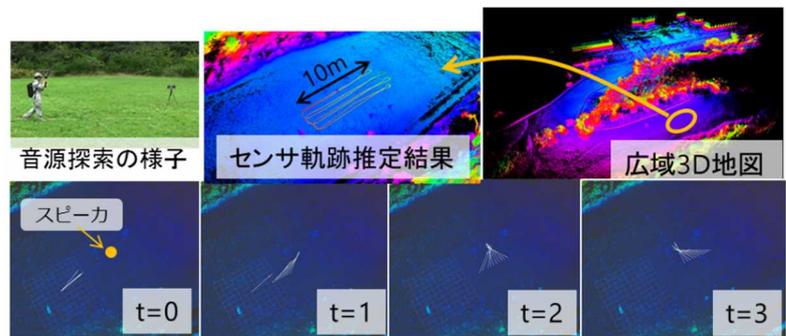


### 2-2 成果

(1) 3次元地図作成については、本研究で提案するG-ICP SLAMの特長である、オドメトリ情報を使用せず、センサの位置・姿勢変化に頑健な3次元形状復元の有効性を、屋内外の複数の環境で検証した。屋内フィールドでは、階段のような同一形状の連続や、はしご・手すり等レーザ解像度に比べ狭い凹凸の多い環境においても、破たんすることなく3次元形状を復元可能であることを示した。屋外フィールドでは、広大かつ壁面のような人工物がなく特徴点の取得しにくい環境、樹木をはじめ細かい凹凸が多く対応点探索が難しい環境においても、提案法が有効であることを示した。



(2) マイクロホンアレイによる音源定位機能については、センサの位置姿勢推定と同期した音源定位機能のプロトタイプを実装した。約 1.5kg 程度のセンサユニットを製作し、センサユニットを手持ちで歩きながら収録したデータに対し、グローバル座標系でセンサ位置とともに 2 次元音源方向(方位角, 仰角)を取得し、3 次元地図上に描画可能であることを確認した。



### 2-3 新たな課題など

フィールド実験では、コネクタの接触不良やデータ書き込みのエラーなど、単純な問題だが気づかずに時間をロスする事例が数回あった。不具合発生時にすぐに気づけるアラート機能、いつでもどこでも安定して動くタフさ（システム・運用者両面において）に向けて、工夫やノウハウの蓄積・共有が今後の課題である。

## 3. アウトリーチ活動報告

### (1) 未来館オープンラボ 2015 実施

日本科学未来館 研究棟のオープンラボにて、自律移動ロボットのデモンストレーションを行った。来館者の方々に 3 次元地図作成や自己位置推定の技術を知っていただくとともに、これからのロボットについてディスカッションした。

### (2) G 空間 Expo 出展

地理空間情報高度活用社会に関する技術展示会、G 空間 Expo に出展し、ロボットによる環境地図構築のパネル展示および自律移動ロボットのデモンストレーションを行った。