

索状ロボット（細径）：能動スコープカメラ

説明：東北大学 昆陽雅司 (Active Scope Camera: ASC)

倒壊家屋などの瓦礫の奥深くまで探査するヘビ型ロボット



倒壊家屋内部の探査

- **瓦礫を乗り越えて奥深く 搜索**
 - 高い挿入性と踏破能力
- **被災者の発見と状況確認**
 - 要救助者の位置や状況
 - 瓦礫の地図など

現場への適用例

- 熊本地震倒壊家屋調査
(2016.4)
- 福島第一原発1号機オペレーションフロア構造破壊状況調査
(清水建設, 2016.12-2017.2)
- 岡山市半田山土砂崩れ倒壊家屋
(2018.7)

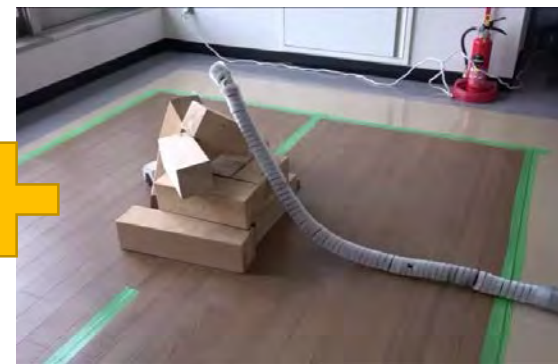
能動スコープカメラの研究開発体制

クローラ機構による
能動セグメント
ASTEM・鄭G

空気噴射浮上による
瓦礫踏破
東北大・田所/昆陽G



繊維毛振動による自走



空気噴射による浮上

運動能力の飛躍的向上

情報収集能力の強化

統合

索状ロボット（細径）
プラットフォーム
（代表：東北大・昆陽）

見える

先端カメラによる
移動軌跡と地図生成
東北大・岡谷G

画像の自動認識
信州大・山崎G

聞こえる

リアルタイム音声強調
ロボット姿勢推定
早大・奥乃/産総研・坂東G

オフライン音声強調
東大・猿渡G

触れる

振動を利用した
接触推定と提示
東北大・昆陽G

デモ内容

■ 統合型能動スコープカメラ

- 2自由度ノズルと自動挿入機
- Visual SLAMによる3次元形状の密な再現
- 瓦礫上走行と操作IF
- 空気噴射中の音声の自動検出



■ 実用機のお披露目

- 機動性の向上
- 空気ボンベによる駆動

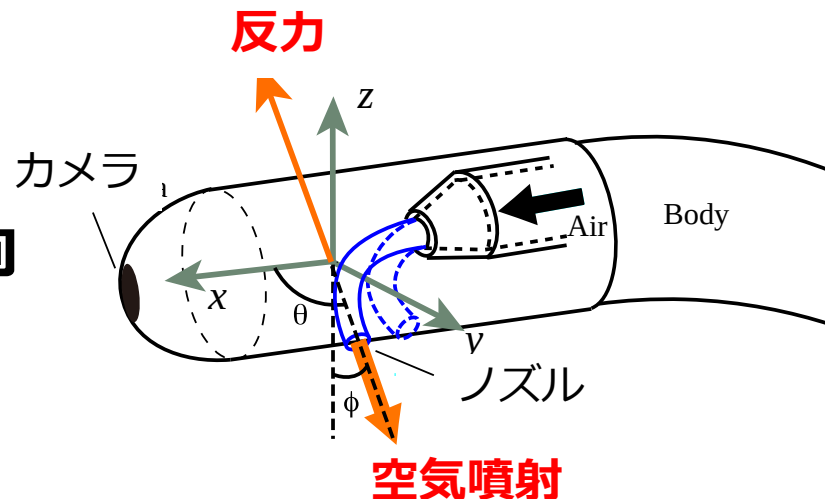


空気噴射によるモビリティ（2自由度噴射機構）

東北大・田所, 昆陽G

■ 駆動原理

- 空気噴射の反力により浮上
- 2自由度ノズルにより噴射方向（ピッチ・ロール）を制御
- **安定浮上と方向転換が可能**

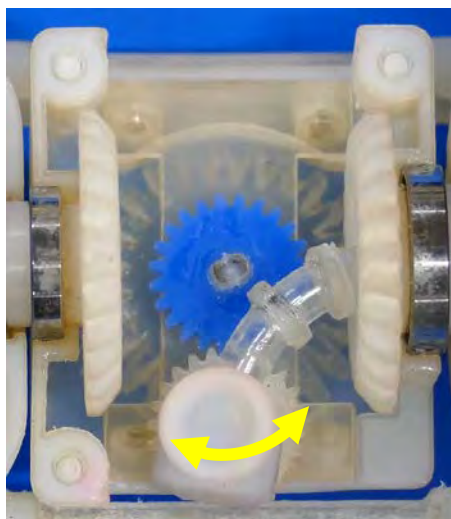


■ 2自由度ノズルの機構

ピッチ角

常に下向き噴射

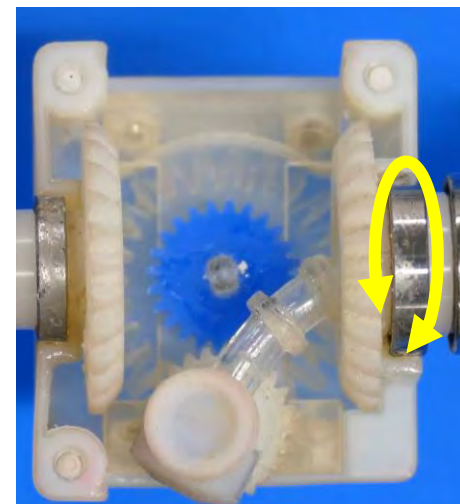
反り返りを防止



ロール角

噴射方向を横向き

方向転換



安定浮上



先端部カメラ映像からの視覚SLAM

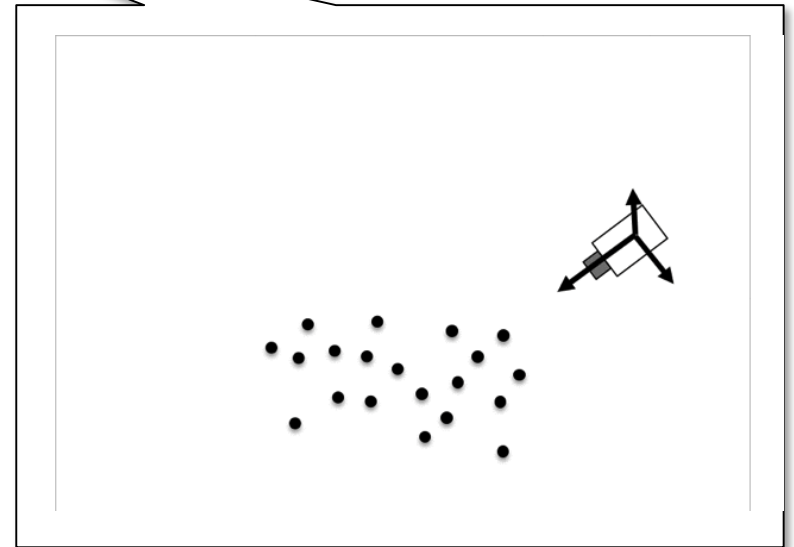
PI: 岡谷 貴之, 東北大学

目標：ASCカメラ映像で**視覚SLAM**

利点：カメラのみで3次元情報

困難さ：狭隘環境・近接性

(⇒ **画像不連続性**)

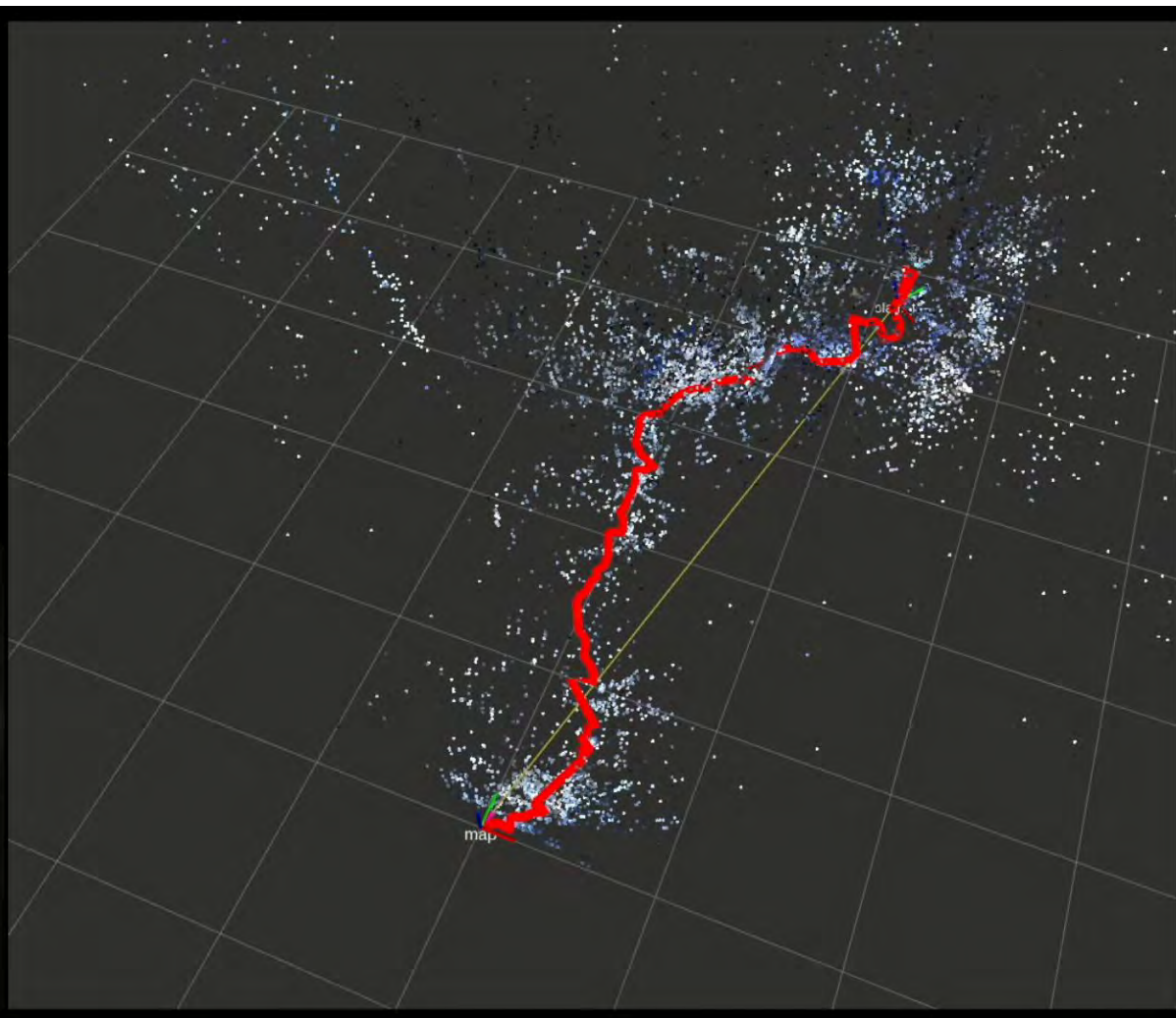
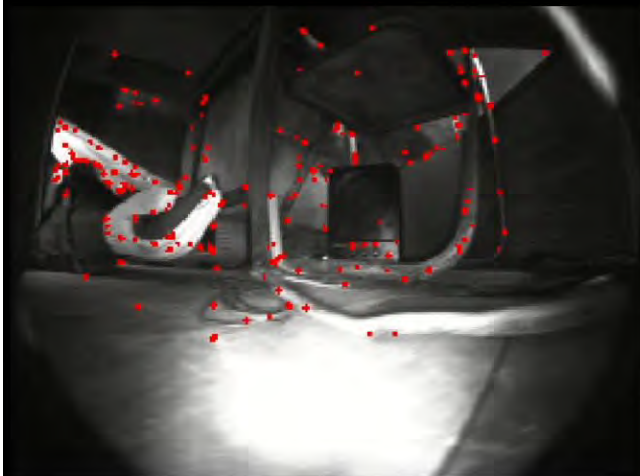


先端部カメラ映像からの視覚SLAM

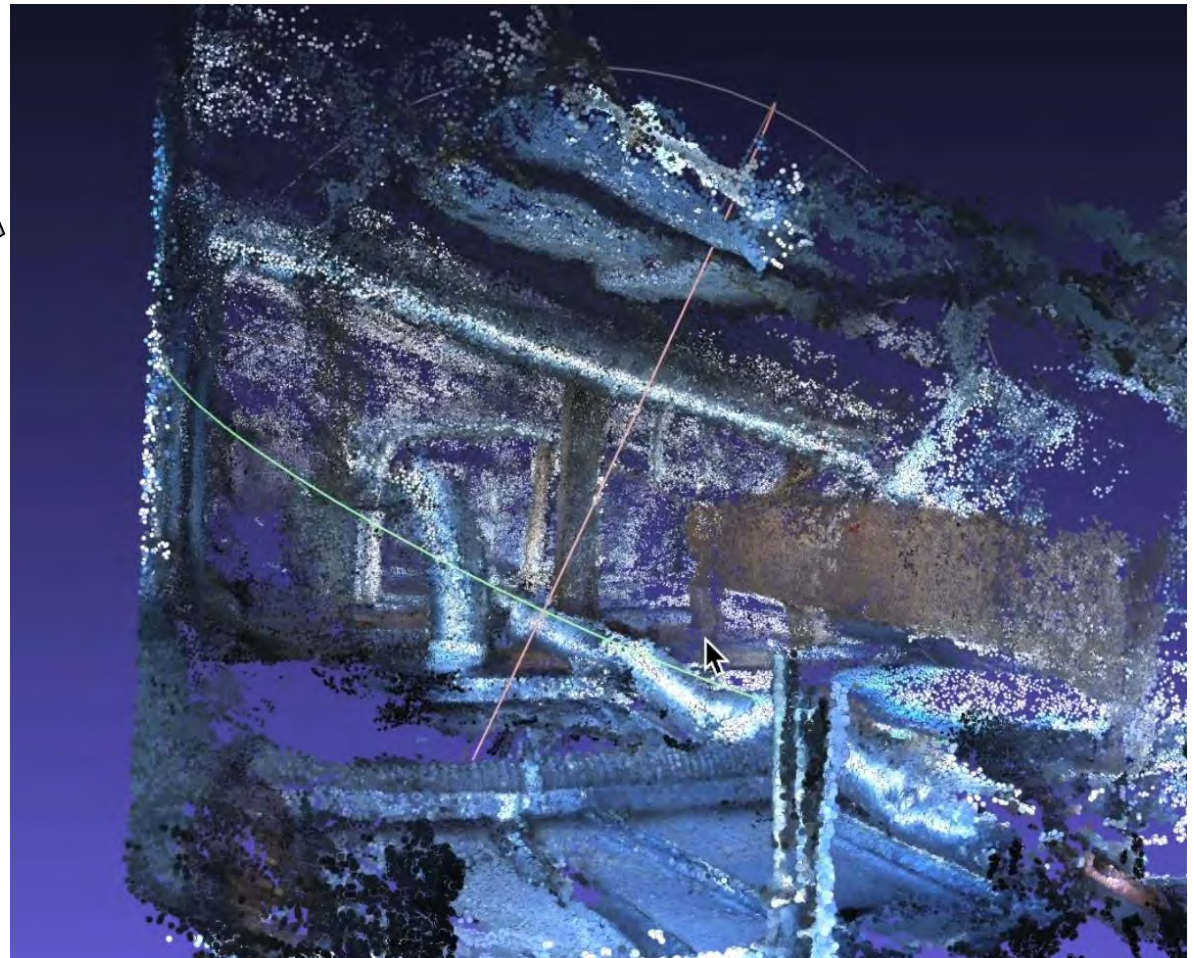
PI: 岡谷 貴之, 東北大学



- 解決策 ①高速カメラ
②フレーム選択
③IMU (慣性計測ユニット)



緻密な3次元モデルは**オフライン処理**で作れる



- 救助計画の策定
 - 平時の点検作業
などで利用可能
-
- 緻密さと計算時間
はトレードオフ

統合型ASCによるプラント瓦礫搜索

■ プラント内に取り残された作業員の搜索



画像の自動認識 (信州大・山崎G)



音声検出 (奥乃・坂東G)

助けて



瓦礫踏破



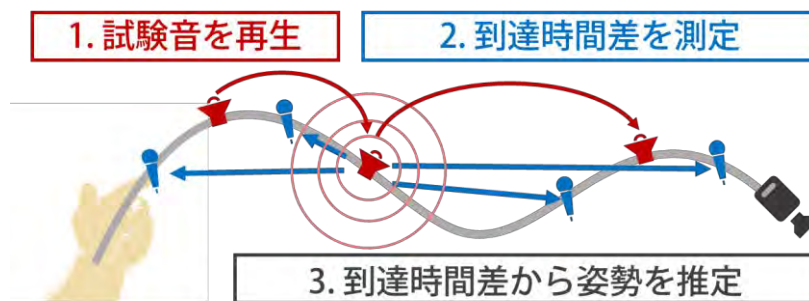
音を活用した能動スコープカメラの機能強化

坂東 宜昭 産業技術総合研究所

奥乃 博 早稲田大学

1. 慣性・音響センサによる姿勢推定

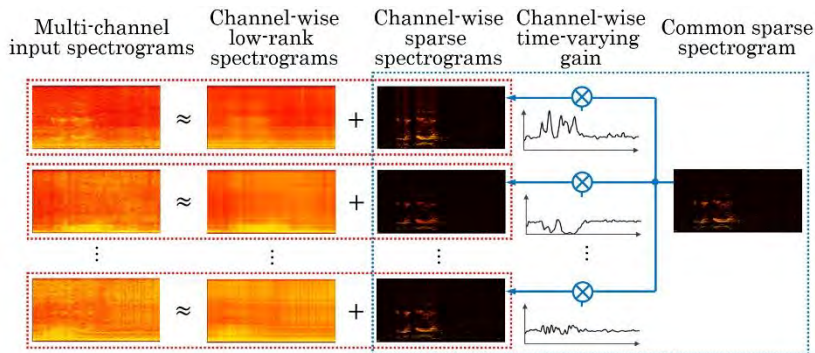
見えないロボットの姿勢(形状)を可視化し操縦を効率化
履歴に依存しない姿勢推定手法



2. ノイズ下の要救助者の声の聞き取り

ロバスト非負値テンソル分解に基づくリアルタイム音声強調
マイクの一部がうまく収録できなくてもそれをカバー

収録音



音声強調結果



深層学習を用いた単チャネル音声検出

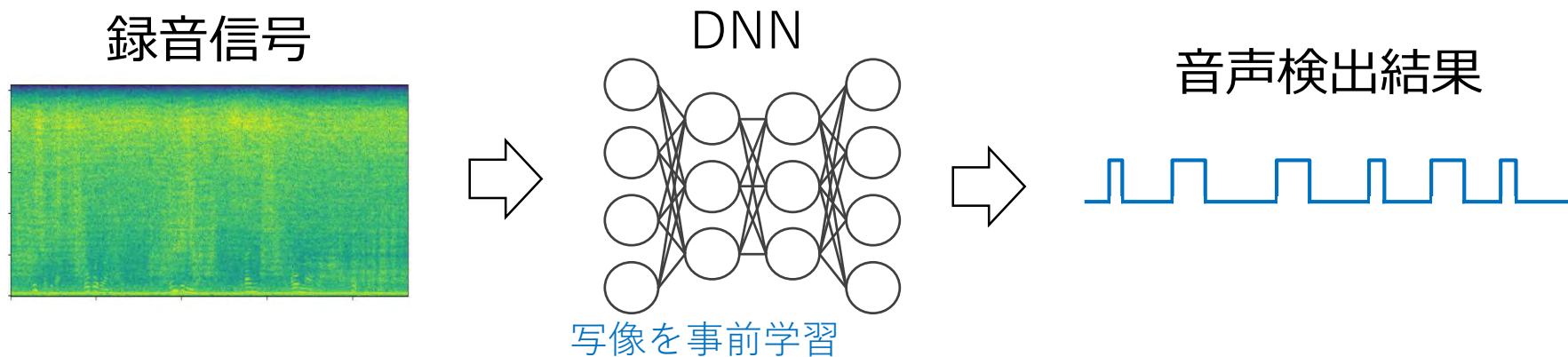
坂東 宜昭 産総研 糸山 克寿 東工大 奥乃 博 早大

走行雑音の騒音の中から 音声を自動検出し 検索を効率化

【課題】 1. 音声は遠方のため 信号対雑音比が著しく低い (< -10 dB)

2. 開発中の実用機では 1本のマイクでの動作 が必要

【アプローチ】 雑音と音声の特徴を深層学習して検出



1. 長短記憶ネットワークの採用 → 時間構造から検出し頑健化
2. スペクトル特徴を入力に学習 → 単チャネルのマイクで動作

統合インターフェース

アクティビティ  rqt 金曜日 10:05
 ASCGUI - rqt

File Plugins Running Perspectives Help

Image View

/ASCImage4  0  10.00m 

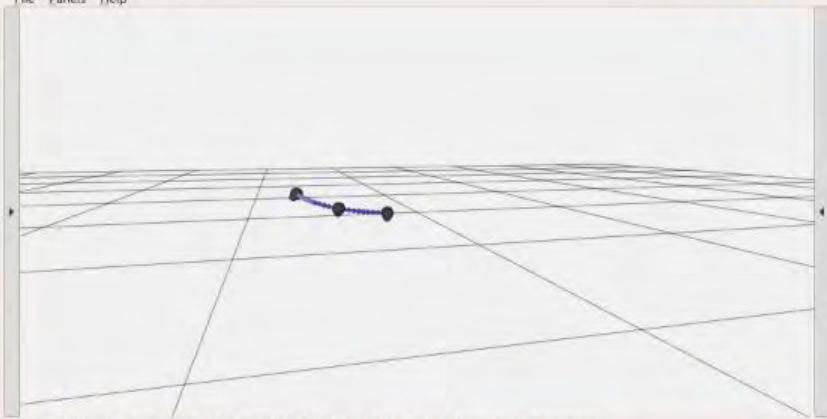
☐ /ASCImage4_mouse_left ☐ Smooth scaling



 -   

ros_posture_1108.rviz[1] - RViz

File Panels Help



Reset Left-Click: Rotate. Middle-Click: Move X/Y. Right-Click/Mouse Wheel: Zoom. Shift: More options. 19 fps

Driving Information

OK


 Pressure 0.5
 Yaw: 0.0
 Up: 0.0
 Vibration 0.7

Speech

音声 

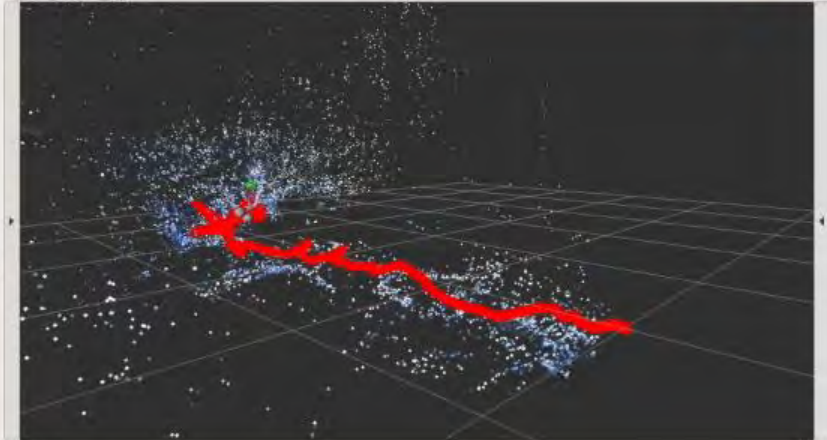
Tip camera

   
 worker worker worker worker

 -   

ros_sentech_slam.rviz[1] - RViz

File Panels Help



Reset 31 fps