

索状ロボット（細径）：能動スコープカメラ （Active Scope Camera: ASC）

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探索**
 - 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

能動スコープカメラの研究開発体制

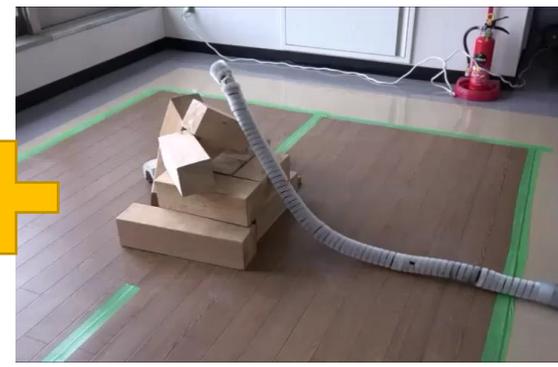
TOUGH
ROBOTICS
CH

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

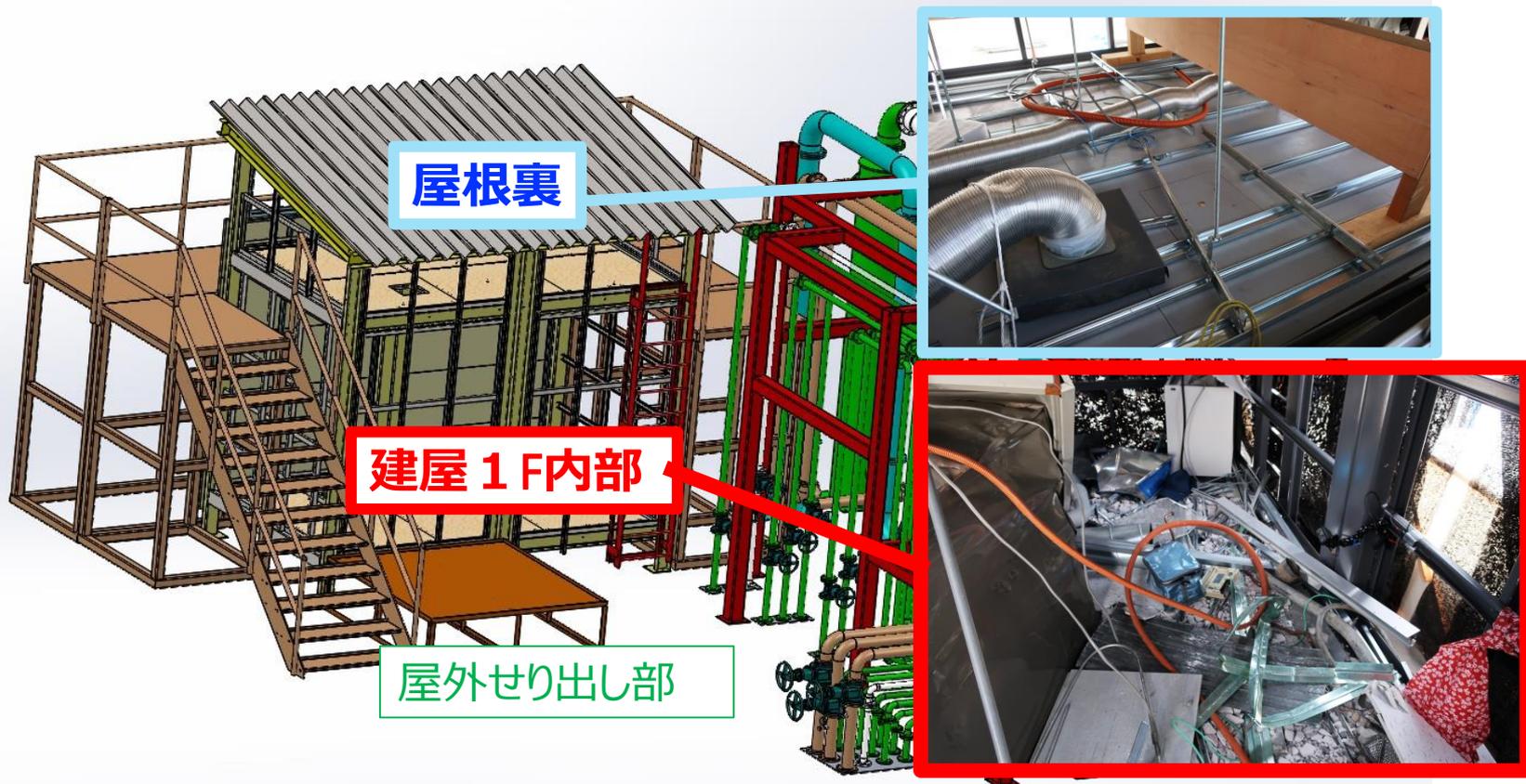
振動を利用した
接触推定と提示
東北大・昆陽G

福島RTF プラント実験棟



■ プラント災害瓦礫（実験棟 2 部）

- ・ 爆発により倒壊したプラントを模擬
- ・ 屋根裏はダメージを受けていない平時の状況を再現



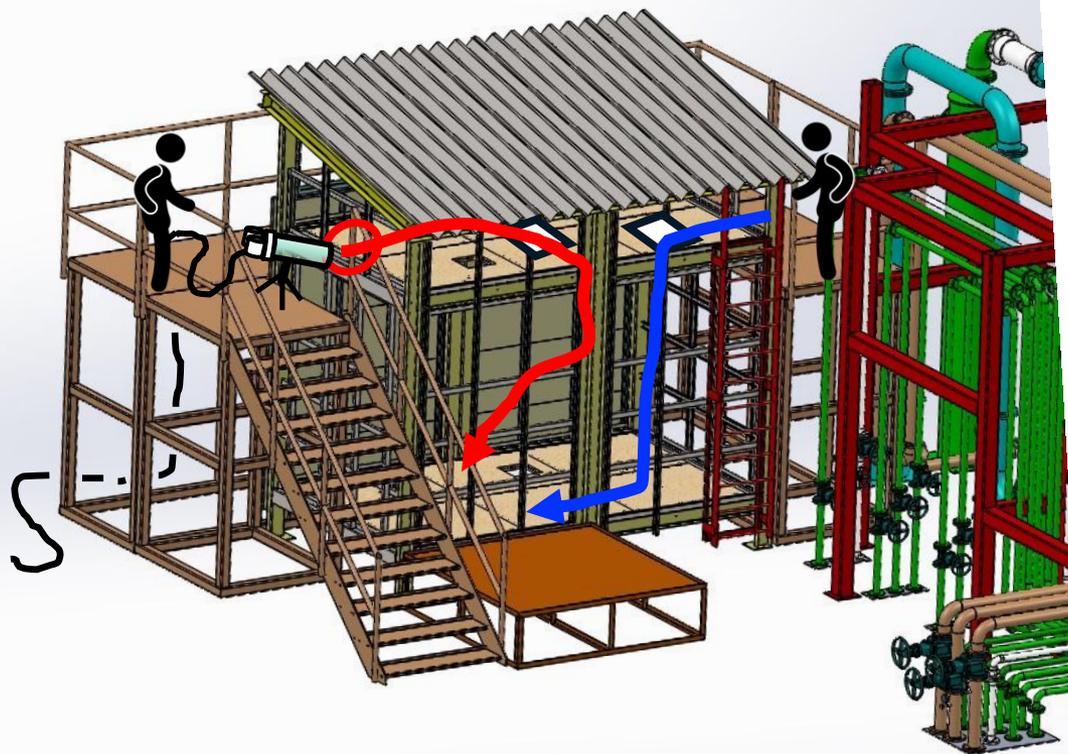
本日のデモ内容

① 感覚統合型ASC (空気噴射式)

統合プラットフォーム

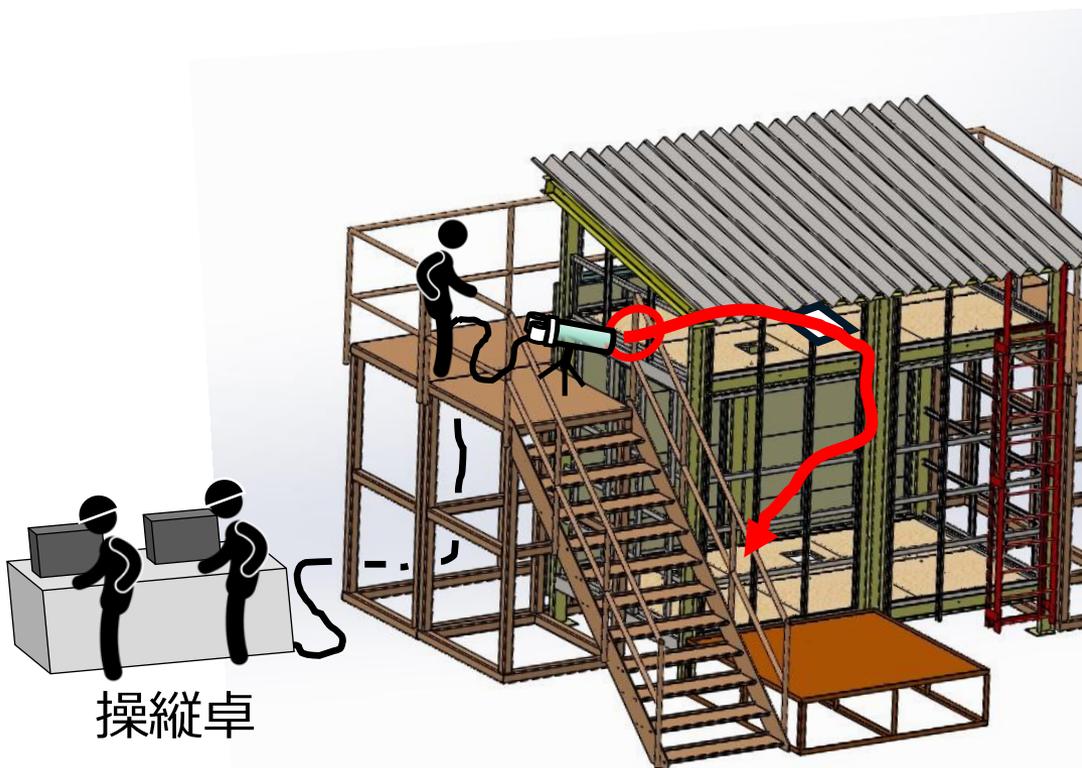
② 先端能動型ASC (クローラ式)

ASTEM・鄭G



① 空気噴射を用いた感覚統合型ASC

■ プラント内に取り残された作業員の搜索



自動認識画像の登録

↓ 挿入開始

屋根裏構造物の空気噴射による乗り越え

↓ 1F天井から見渡し

カメラ画像を用いた
Visual SLAM

↓ 1Fに降下

接触判定と
姿勢推定への重畳提示

↓ 瓦礫観察

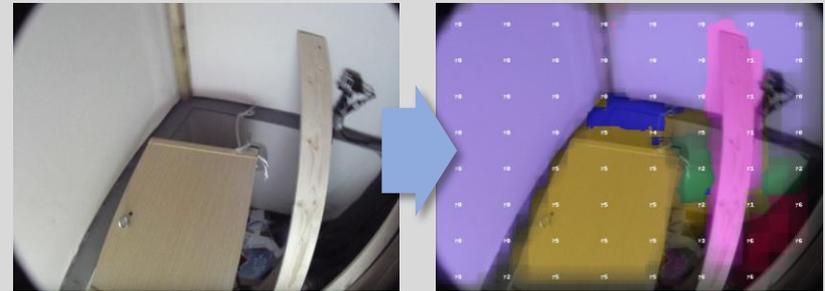
画像自動認識

検索活動に適した画像認識システムの研究開発

- ・ 「その場で」 「迅速に」 検索対象を見つけ出せる技術
- ・ 表現ずらし
- ・ さかのぼり認識

今期間
の進捗

- ・ 認識手法のマイナーチェンジ
- ・ ユーザーインターフェース

現場で検索する
方々が使えるものに

意味のある画像領域の抽出



検索対象の検出

ユーザインタフェースの改変



旧ユーザインタフェース

対象：画像認識開発者

- 詳細な調整が可能
- ただし・・・
 - 画面が細かい
 - ボタンが多い

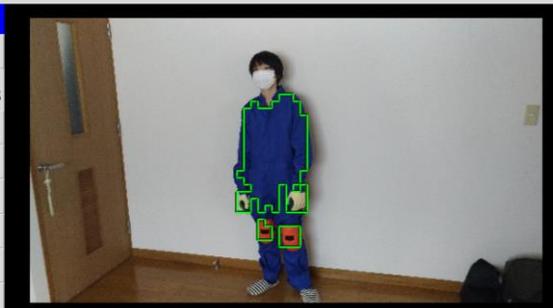


対象：現場での実働者

- 設定作業が容易
 - 細かい処理を自動化し隠蔽

File Options

- paused
- run
- query size: 148
- clear selection
- load image
- load query
- save query
- run query
- upload results



新ユーザインタフェース

統合UIでの検出結果の表示

The screenshot displays a ROS-based interface for image recognition. It features several panels:

- Image View:** Shows a camera feed of a worker in a hazardous environment. A red circle highlights the worker, and a white box with the label "worker" is overlaid on the image.
- RViz:** Displays a 3D point cloud of the environment with a red trajectory line representing the camera's path. A green sphere marks the detected worker's position.
- Driving Information:** Shows vehicle status such as Mode: Yaw_Up, Pressure: 0.0, Yaw: 0.0, Up: 0.0, Vibration: 0.0, Length: 3.24, and Angle: 0.0.
- Image recognition:** A "Tip camera" section shows a list of detected objects, each with a small image and the label "worker".

Callouts and annotations:

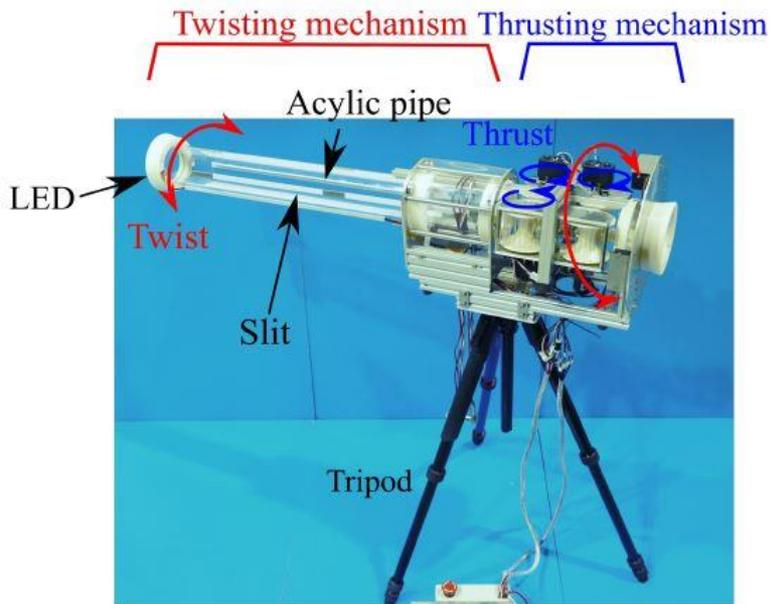
- A callout box labeled "カメラの軌跡と検出位置" (Camera trajectory and detection position) points to the RViz window.
- A callout box labeled "撮影映像と結果表示" (Camera image and result display) points to the Image View window.
- A large callout box labeled "被災者を検出" (Detect disaster victims) is positioned over the detection results.
- A callout box labeled "検出結果リスト" (Detection result list) points to the list of detected workers.

Biaxial Active Nozzle Proposed for Air Floating ASC

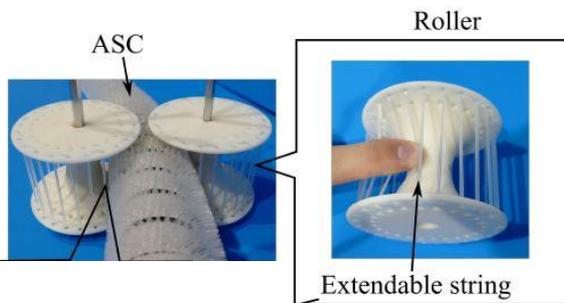


The active nozzle can change the air jet direction in the roll and pitch axes to control the head motion

能動スコープカメラ：自動挿入機



- 能動スコープカメラのモータによる押し戻し量, ねじり角の制御 (操縦者がジョイスティックで操作可能)
- 押し出し量 (誤差約 6%), 捻り角を計測



鼓 (つずみ) のような柔軟ローラで
繊維を押しつぶさずに保持

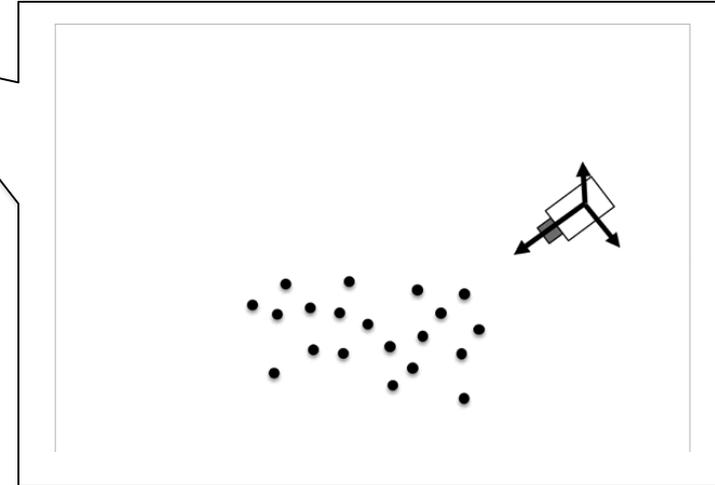
PI: 岡谷 貴之, 東北大学

目標：ASCカメラ映像で**視覚SLAM**

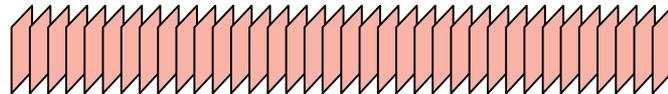
利点：カメラのみで3次元情報

困難さ：狭隘環境・近接性
(⇒ **画像不連続性**)

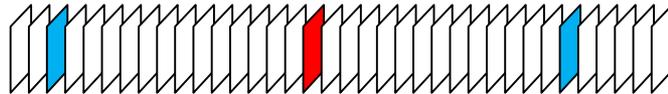
解決策：高速カメラ+フレーム選択
(**計算量と実時間性能の両立**)



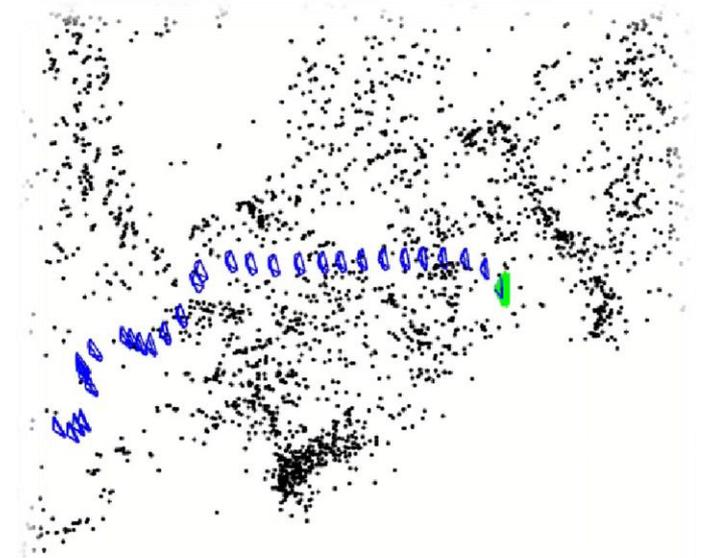
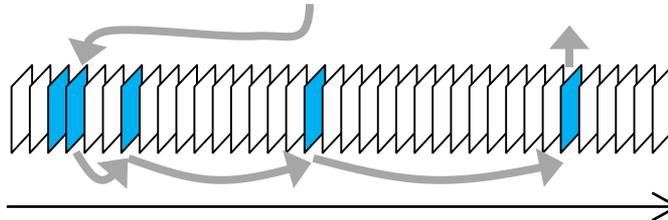
全フレーム



失敗時

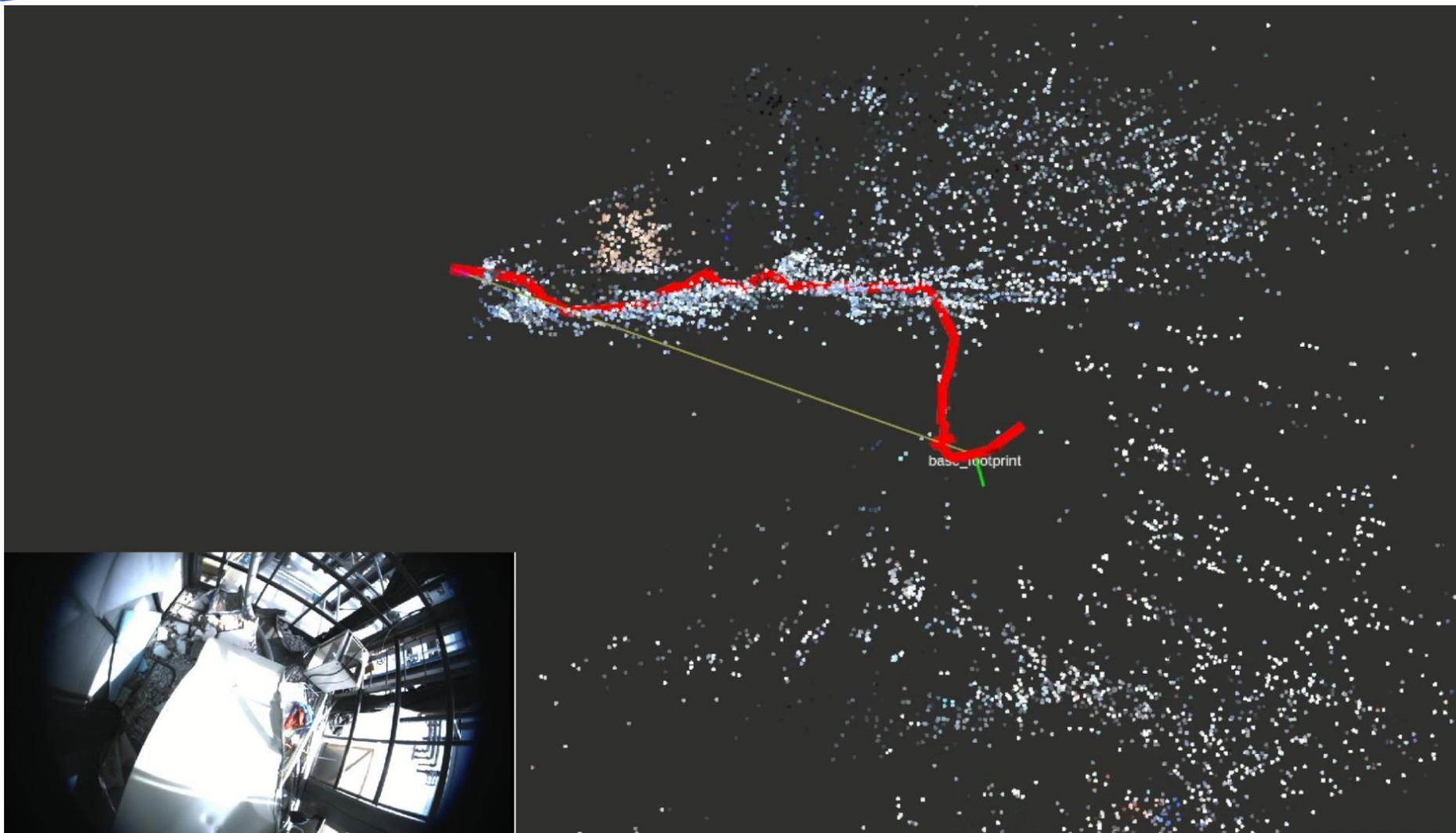


選択実行



先端部カメラ映像からの視覚SLAM

PI: 岡谷 貴之, 東北大学



振動を用いた接触判定と提示

(東北大・昆陽雅司, 永野光, 荒木真吾)

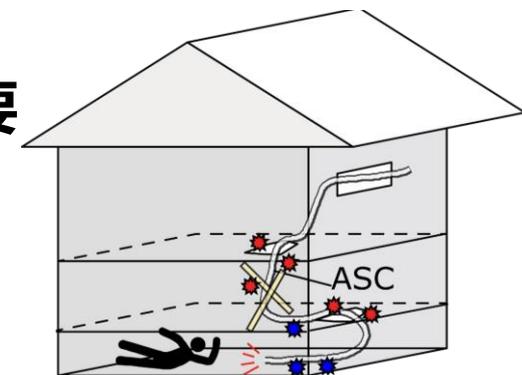


課題

狭い空間を探索するため**接触状態の把握**が重要

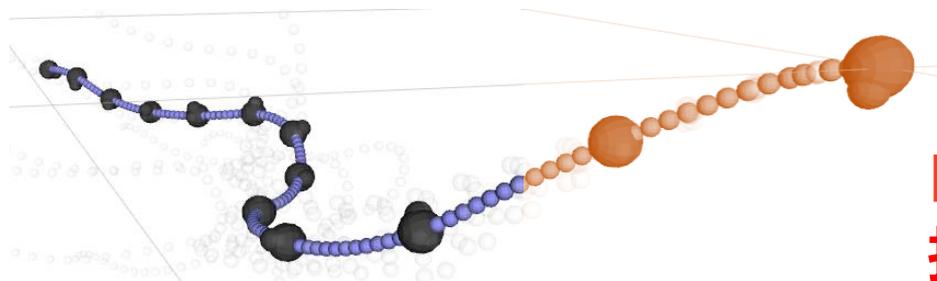
- 局所的な接触によるスタックの把握
- 振動駆動には適切な接触面積が必要

カメラのない中間部の接触状態が把握が困難



提案手法

統合プラットフォーム胴体に内蔵する
振動センサアレイで接触状況を推定



ロボットの推定姿勢の結果に
推定した接触領域を重畳表示

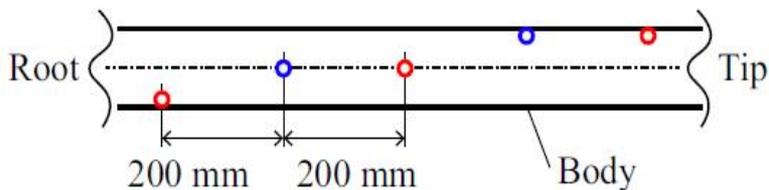
振動を用いた接触判定と提示 (東北大・昆陽雅司, 永野光, 荒木真吾)



○ Vibration sensor ○ Vibration motor

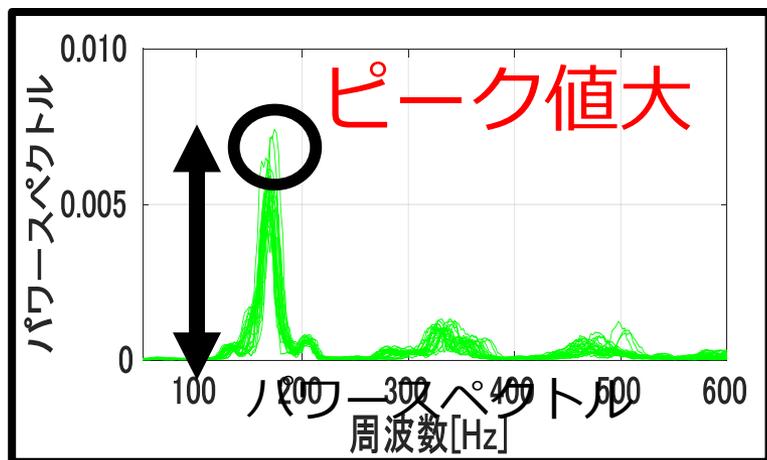


全身に分布する振動センサアレイ

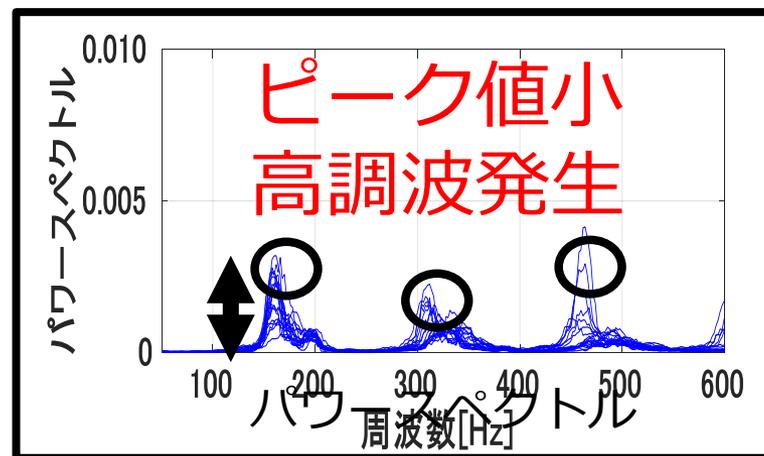


- 推進用振動モータを加振機として利用
- 環境との接触により伝播する振動が変化
- 振動センサの出力変化を強化学習

非接触



接触



特徴：接触すると他の周波数帯にパワーが分散

■ 音・IMUを利用した姿勢推定

課題：瓦礫内では GPS・地磁気センサ等が使用困難，
突発的な姿勢変動 (例: 脱落，衝突)

解決策：角速度・加速度センサ (IMU) + 音センサ

- 角速度・加速度センサから姿勢の変化を取得
→ 周囲の環境によらず動作
- 音の到達時間差による距離情報から姿勢補正
→ 突発的な姿勢変動へ対応

**推定した姿勢に推定した
接触部位を赤色で表示**

