

平成27年度 次世代社会インフラ用ロボット（トンネル災害調査）詳細版

No.	技術名称	応募者	共同開発者	移動機構	新規・継続
(実用検証技術)					
1	受動適応クローラロボット「Scott」による災害調査システム	愛知工業大学	エヌ・ティー・シー株式会社 中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋株式会社、サンリツオートメーション株式会社 株式会社エアシステムサービス	クローラ	継
2	小型遠隔操作災害対応移動装置の研究開発	(株)移動ロボット研究所	理研計器株式会社	8輪型駆動車+6自由度クローラロボット+小型無人機(ドローン)	継
3	マルチダクトファンプロパ型調査ドローン	徳島大学	(株)エンルート サンリツオートメーション株式会社	車輪移動機能付小型無人機(ドローン)+中継用UAV・UGV	継
4	災害調査用地上/空中複合型ロボットシステム	(株)日立製作所	(株)エンルート 八千代エンジニアリング株式会社 (国研)産業技術総合研究所	クローラベース車両+無人小型機(ドローン)	新
5	坑内中継・モニタリングシステム	西尾レントオール株式会社	-	重機	新
(要素検証技術)					
6	複合センサ搭載多関節ワーム型ロボット	(株)タウ技研	東京工科大学 神奈川県産業技術センター	ワーム型多関節ロボット+運搬用クローラ	新

受動適応クローラロボット「Scott」による災害調査システム

～ ロボット群による通信インフラ構築の現場検証 ～

【概要】

本技術は、民間企業の利用を想定した「誰でもすぐに調査可能、即座に報告：オールインワンパッケージ」を実現する調査ロボットシステムである。クローラロボット群により高品質な長距離通信インフラの構築を行い、通信に対する耐障害性も有し、安全な場所から災害現場の状況把握や調査が可能である。特に、閉所・狭隘空間の調査を行う。ガスセンサの搭載により安全な場所から引火性ガス濃度測定が可能である。取得データはリアルタイムにデータベース化され、地理空間情報として見える化を実現する。

【特徴】

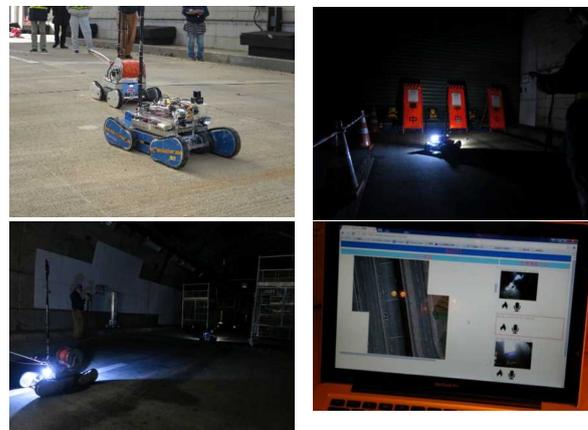
- ▶受動適応クローラロボット「Scott(スコット)」
(容易なオペレーションと高い悪路走破性の両立)
- ▶ロボット群による長距離通信インフラの構築を実現
(有線/無線LAN混在, 安全な場所から遠隔調査が可能)
- ▶取得情報の見える化(ローカルGISと自動レポート作成)
- ▶オールインワンパッケージ(ロボット調査から調査報告まで)

【前回からの改良点】

- ✓ロボット群によるケーブル敷設及び撤収が可能となった。
- ✓調査レポートの自動作成が可能となった

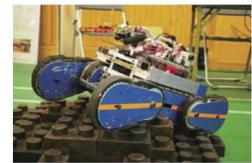
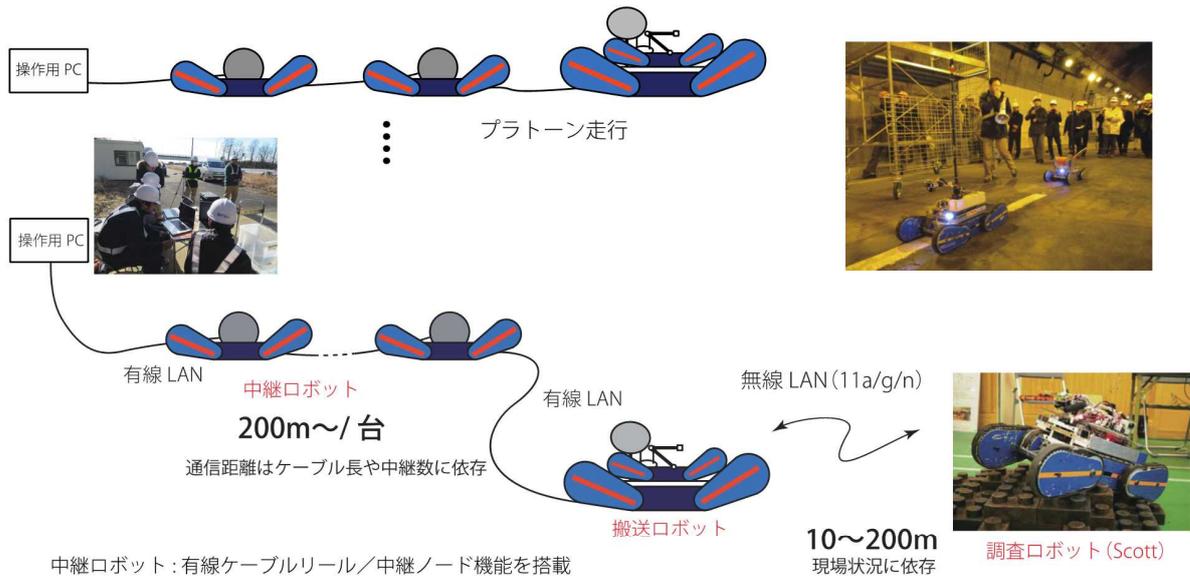
応募者：愛知工業大学
共同開発者：株式会社エアシステムサービス、
エヌ・ティー・シー株式会社、サンリツオートメーション株式会社、
中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋株式会社

【写真・イメージ】



図：2014年度現場検証実験の様子

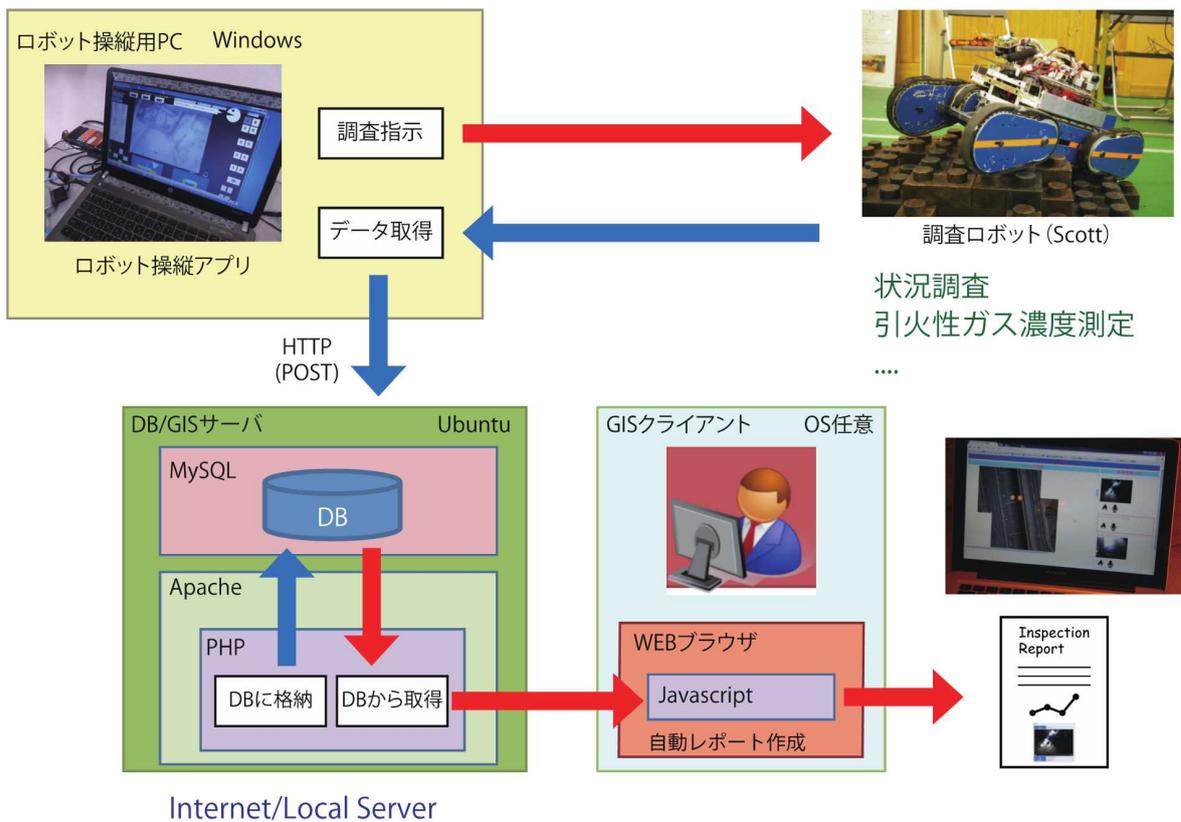
受動適応クローラロボット「Scott」による災害調査システム



通信インフラをロボット自身で構築可能!

- 長距離, □ 地下街, □ 高層建築

受動適応クローラロボット「Scott」による災害調査システム



小型遠隔操作災害対応移動装置の研究開発

～災害対応マルチロボットシステム～

【概要】

災害現場特有の環境を走行し、目的地に到達できるマルチロボットシステム。システムは高速移動に適した6輪駆動車と、6輪車に搭載する6自由度クローラロボット、ドローンより構成される。

このシステムには、高精細な画像データ、温度、湿度などの基本情報のほか、可燃性ガスを含む5種類のガス濃度をリアルタイムで取得できる。崩落規模の想定と内部の詳細な位置情報の取得には、3D揺動測域センサを用いる。6輪駆動車には1000mの通信ケーブルが搭載され、トンネル内でも安定した通信が可能である。

【特徴】

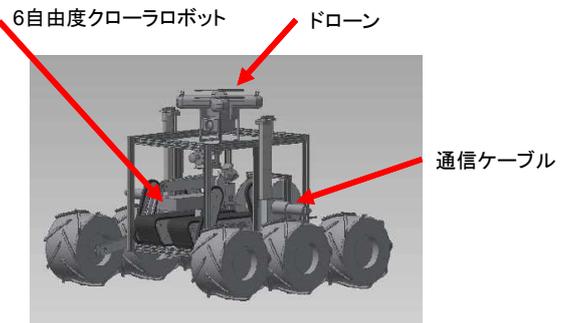
- ・6輪駆動車は、全輪駆動方式、登坂時の重心移動機能、斜面走行のためのトラバース走行機能を持つ。
- ・平坦地では高速走行(2m/s)が可能である。
- ・有線(1000m)、無線のシステムを搭載しており、無線中継局として他のロボットを支援できる。
- ・搭載する6自由度クローラロボットは、フットプリントの90%以上が接地し、45度以上の階段や螺旋階段の昇降可能であり、トンネル内の瓦礫上や狭隘空間で情報収集を行う。
- ・ドローンは有線による給電方式を採用しており、6輪駆動車からの支援により長時間の飛行が可能である。
- ・ドローンは上空からの映像データの収集を行い、他のロボットのルート探索などの支援活動を行う。

【前回からの改良点】

- ・通信ケーブルの太線化(安定性、長距離高速データ通信)
- ・高速走行機能 0.5m/s → 2m/s

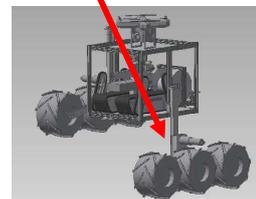
応募者：株式会社移動ロボット研究所
共同開発者：理研計器株式会社

【写真・イメージ】



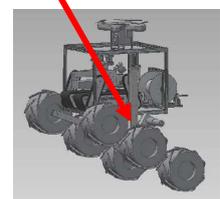
マルチロボットシステムの構成

本体昇降機構



トラバース走行時の姿勢

重心移動機構



登坂時の姿勢

問い合わせ先：株式会社移動ロボット研究所 Tel:0467-43-0650

Mail:koyanagi@irobo.co.jp

マルチダクトファンコプタ型調査ドローン

～トンネル災害調査技術の現場検証～

【概要】

ダクトファンやケージ化した機体を用いるマルチダクトファンコプタに受動輪を取り付け、地上滑走機能を付加した調査型ドローンを開発した。このドローンは、通常は車輪で地上を移動するが、不整地や障害物がある場合は飛行することで障害の影響を受けずに移動可能である。ダクトファンまたはケージ化した機体を用いることで、障害物に接触しても安全に作業を継続できる。SLAM技術で移動しながらのマッピングが可能である。

操作方法も簡略化しており半自動的に使用できる。

【特徴】

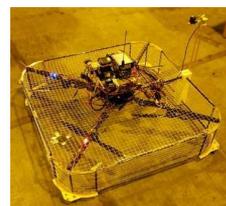
- トンネル内部の様子を動画にて撮影し、外部にリアルタイムで伝送する。また、複数のカメラを搭載し、その映像を選択して伝送可能。
- 地上滑走により、稼働時間の延長と、トンネル内部の詳細な観察が可能。

【前回からの改良点】

- 地上滑走モードの操作性向上(ステアリング、傾斜角度制限)
- 測域センサによる衝突防止機構
- 複数機体と無線LANIによる通信中継・バックアップ
- 測域センサとSLAMによる、トンネル内部の形状や障害物の形状計測
- 測位センサのデータは伝送映像とともに記録される。調査終了後に参照することでトンネル内部の地図情報を作成できる。

応募者：徳島大学大学院ソシオテクノサイエンス研究部
共同開発者：株式会社エンルート

【写真・イメージ】



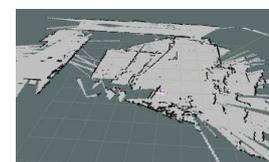
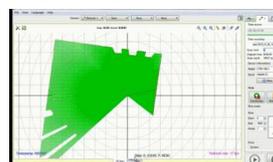
2014年度の試験機



滑走による移動



2014年度の試験時におけるトンネル内部の伝送映像



測域センサのデータとSLAMによるマッピングの様子

問い合わせ先：徳島大学大学院ソシオテクノサイエンス研究部 Tel:090-2112-3827 Mail:miw@tokushima-u.ac.jp

マルチダクトファンコプタ型調査ドローン

仕様

[通信システム]

- 操縦
 - 2.4GHz ラジコンシステム と 無線LAN による二重化
- 映像
 - 1.2GHz映像通信によるアナログ映像
 - 無線LANによるHD映像(予定)
- データ
 - 無線LAN、Zigbee、Xbee

[飛行機能]

- 姿勢制御モード、高度制御モード、屋外：GPS位置保持モード
- 衝突回避機能(測域センサを利用)

[滑走機能]

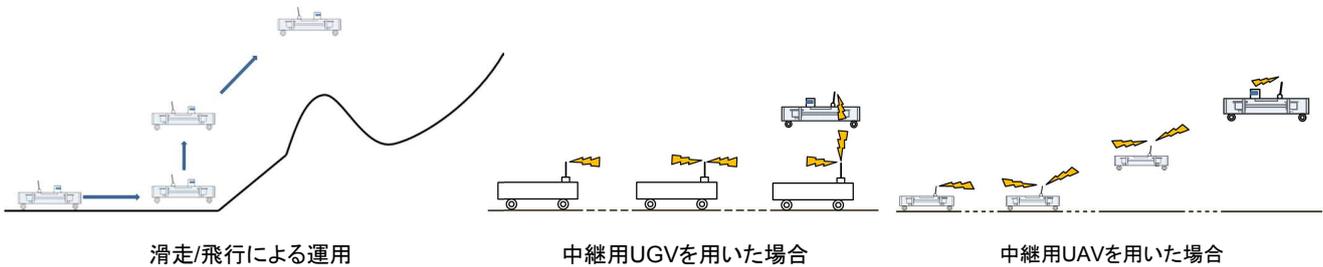
- 地上滑走モード、ステアリング

[通信方式について]

- トンネル内部で通信状態が悪化した場合には、無線LANの回線の中継する方式に切り替える。



2014年度の試験時における
トンネル最深部の伝送映像



災害調査用地上／空中複合型ロボットシステム

～ 災害対応初期段階から現場状況調査や監視に活用するシステム ～

応募者：株式会社 日立製作所

共同開発者：株式会社 エンルート、八千代エンジニアリング株式会社、

国立研究開発法人 産業技術総合研究所

[概要]

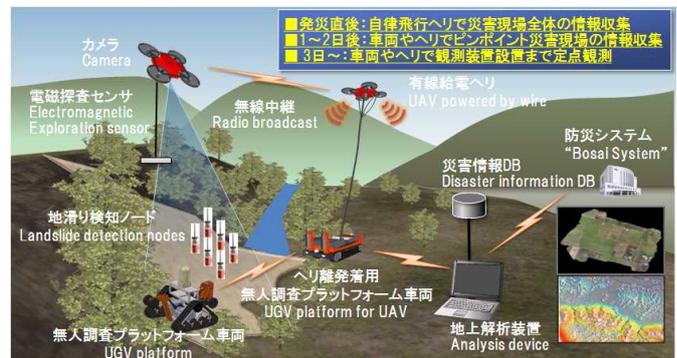
土砂崩落/火山災害/トンネル災害現場など、人の立ち入りが制限される状況下において、災害の初期段階で、現場の状況把握を確実に実施するため、以下の3つの研究開発を行う。

- <1> 地上から各種情報を収集するための半自律・遠隔操作型
「無人調査プラットフォーム車両システム」
- <2> 空中から各種情報を収集するための
「無人調査プラットフォームヘリシステム」
- <3> 収集した災害情報を防災関連組織間で共有するための
「三次元可視化及び災害情報データベース」

[特徴]

- 無人ヘリ映像⇒リアルタイムで提供
⇒2Dモザイクングで広域状況地図生成(ニアリアルタイム)
- 無人ヘリ画像⇒3Dモデリングで三次元地形解析
⇒緊急調査展開(3Dモデルを利用して氾濫シミュレーション)
- 無人車両レンジセンサ情報
⇒3Dモデリングで高精度三次元地形解析
- 無人ヘリ電磁探査センサー情報/無人車両サンプリング
⇒含水率等三次元地質解析
- 土砂崩落箇所へ無人ヘリで地滑りセンサを設置
⇒地形動揺リアルタイム観測
- 長距離や見通し外箇所は車両に搭載した有線給電ヘリで無線中継
- GIS国際標準フォーマットによる収集/解析情報の時系列管理
⇒関連組織間での情報共有
(自治体/警察/消防/自衛隊/関係省庁等 防災関連組織)

[写真・イメージ]



[前回からの改良点]

- 無人車両と有線給電ヘリの連携運用(無線中継等)、地形動揺リアルタイム観測、収集/解析情報の情報共有

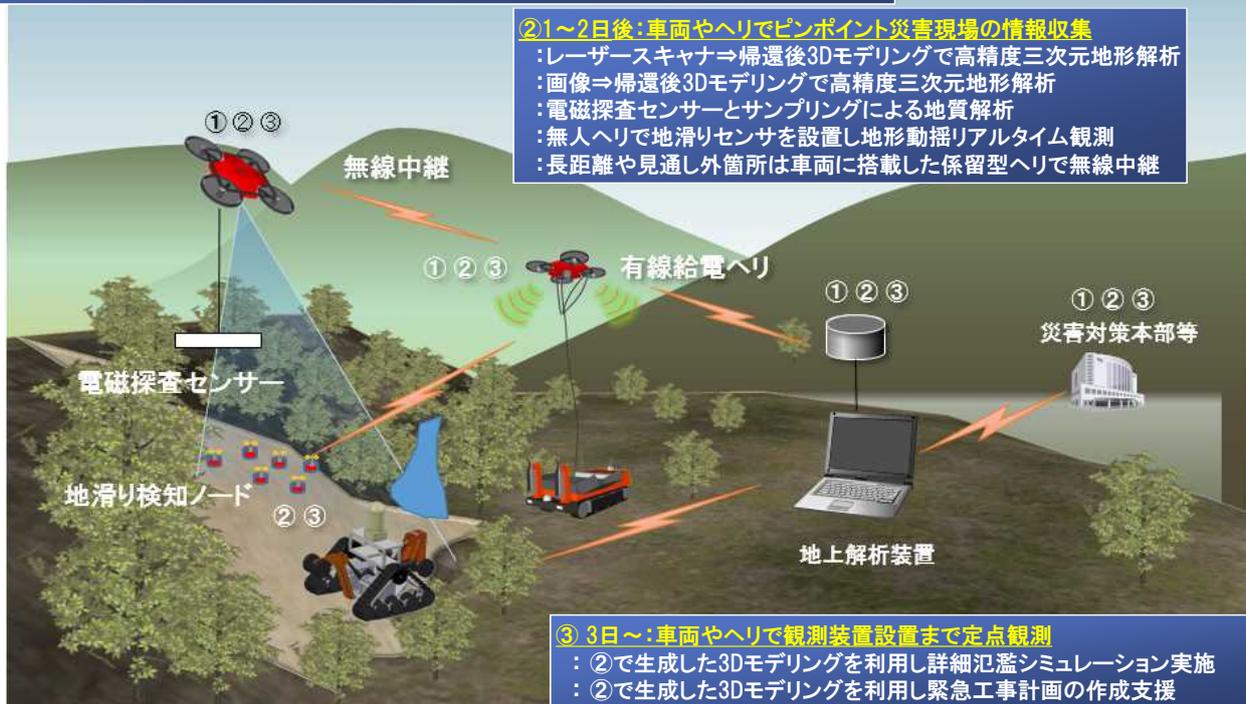
災害調査用地上／空中複合型ロボットシステム

①発災直後：自律飛行ヘリで災害現場全体の情報収集

- 映像⇒リアルタイムで提供⇒2Dモザイクで広域状況地図生成(ニアリアルタイム)
- 画像⇒帰還後3Dモデリングで三次元地形解析⇒緊急調査展開(粗い氾濫シミュレーション)
- 長距離や見通し外箇所は車両に搭載した係留型ヘリで無線中継

②1～2日後：車両やヘリでピンポイント災害現場の情報収集

- レーザーキャナ⇒帰還後3Dモデリングで高精度三次元地形解析
- 画像⇒帰還後3Dモデリングで高精度三次元地形解析
- 電磁探査センサーとサンプリングによる地質解析
- 無人ヘリで地滑りセンサを設置し地形動揺リアルタイム観測
- 長距離や見通し外箇所は車両に搭載した係留型ヘリで無線中継



③3日～：車両やヘリで観測装置設置まで定点観測

- ②で生成した3Dモデリングを利用し詳細氾濫シミュレーション実施
- ②で生成した3Dモデリングを利用し緊急工事計画の作成支援

坑内中継・モニタリングシステム

【概要】

汎用的な小型建設機械を利用し、弊社独自の遠隔操作ユニット(HRC)を搭載することで、遠隔操作可能な重機になります。その重機上に、無線機・無線中継局を搭載する事で、無線の到達距離を延長する為の中継局となることが可能で、更に奥深く進行する他の遠隔操作車輛の無線中継ブリッジとなる事ができます。また自身でもカメラ・ガス検知器・計測器等を搭載する事で現場状況をモニタリングする事が可能です。

応募者：西尾レントオール株式会社
共同開発者：-

【写真・イメージ】



一般的な小型建設重機



HRCシステム



各種無線機



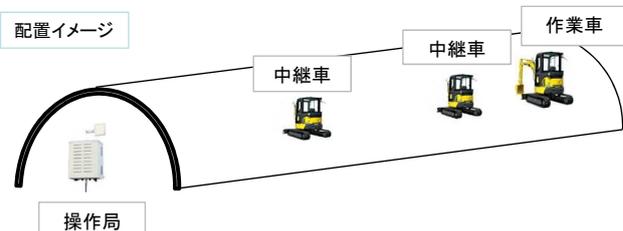
カメラ



ガス検知器

【特徴】

- 無人車両は、敏速に現場投入できる**専用機タイプ**と、汎用バックホーに**後付けできるタイプ**で対応可能。
- 閉鎖空間であるトンネル構内での長距離無線伝送は実現が難しいが、本技術の投入(**連結も可能**)で**安定した遠隔操作が最前線でも可能**になる。
- 自身がバックホー機体であるため、スペックに応じた**障害物の除去も可能**となる。
- 機体にカメラ・照明・計測機も搭載可能な為、**現状環境のモニタリングも、ニーズに合わせた機材を運用可能**



複合センサ搭載ワーム型多関節ロボットの研究開発

～ 人間の立入りが困難なトンネル崩落現場に迅速に配備でき、引火性ガス等に係る情報、および崩落状態や規模を把握するための高精細な画像・映像等を同時に取得できるロボットシステムとセンサ系の研究開発 ～

応募者：株式会社 タウ技研

共同開発者：東京工科大学 神奈川県産業技術センター

【概要】

外部推進移動方式ワーム型多関節ロボット

【特徴】

① 索状体ロボット（ワーム型多関節ロボット本体）

- ・ヨーとピッチ軸を有したモジュールを複数連結する。
- ・防爆性を有する。
- ・外径100mm程度、モジュール間距離300mm程度、最大長20m

② ワーム押し出し機

- ・索状体ロボットを出し入れする。

③ 運搬ロボット

- ・有線の電力供給と通信ケーブルを装備する。

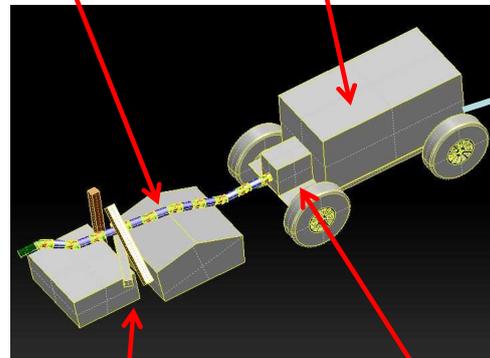


首振り動作によって、瓦礫内部確認中！

【写真・イメージ】

ワーム部（最大長）20m

運搬ロボット(4輪駆動)
ワームの収納と展開



ケーブル
電力と情報
の伝送
1000m

トンネル崩落などの危険個
所踏破可能

ワーム押し出し機
ワームの押し出し/牽引機

ワームヘッド部分にパルスレーダーを搭載することにより
生存者の探索も可能。

問い合わせ先：株式会社タウ技研 企画開発部 担当：後藤 Tel:045-935-0721 Mail: s-gotoh@taugiken.jp URL: www.taugiken.jp