

次世代社会インフラ用ロボット開発・導入の推進

## 災害調査技術の現場検証・評価の結果

～災害調査に役立つ技術へ応募されたロボット技術の  
現場検証・評価の結果をお知らせします～

平成27年3月19日

次世代社会インフラ用ロボット現場検証委員会

災害調査部会

## 目 次

1. 現場検証結果の公表について	1
2. 公募の概要	1
2-1 公募技術	1
2-2 公募期間	1
3. 公募の結果	1
3-1 応募数	1
3-2 現場検証数	1
3-3 現場検証技術	2
4. 現場検証	4
4-1 赤谷地区【土砂災害】	4
4-2 桜島黒神【火山災害】	9
4-3 国土技術政策総合研究所 【トンネル災害】	15
4-4 雲仙普賢岳 【土砂災害・火山災害】	20
4-5 土木研究所 【土砂災害・火山災害】	22
5. 現場検証・評価の結果	23
5-1 総評	23
5-2 現場検証・評価の結果	25
6. その他	30
6-1 災害調査部会委員	30
6-2 問い合わせ先（事務局）	30
参考資料 現場検証技術概要	31

## 1. 現場検証結果の公表について

次世代社会インフラ用ロボット現場検証委員会では、平成26年4～5月より効率的・効果的な『災害対応に資するロボット』について、現場検証及び評価の対象となる実用化技術（開発中も含む）を公募しました。

この結果、24者から24技術32検証項目の応募がありました。

応募された技術から、「次世代社会インフラ用ロボット現場検証委員会 災害調査部会」で評価対象技術を選考し、国土交通省の直轄現場等で現場検証を行って、実用性に係る効果及び課題について評価しました。

今回、災害対応に資するロボットの活用及び開発促進に向けて、評価結果を公表します。

## 2. 公募の概要

### 2-1 公募技術

- [1] 地形の変化や状況を把握するための高精細な画像・映像や地形データ等の取得ができる技術
- [2] 土砂等の状況を判断するため、例えば、土砂や火山灰等の含水比や透水性、密度・内部摩擦角・粘着力、貫入抵抗、火山灰については堆積深等の計測ができる技術
- [3] 爆発等の危険性を把握するための引火性ガス等に係る情報の取得ができる技術
- [4] 崩落状態及び規模を把握するための高精細な画像・映像等の取得ができる技術

### 2-2 公募期間：平成26年4月9日（水）～5月28日（水）

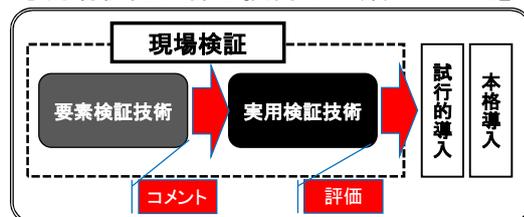
## 3. 公募の結果

### 3-1 応募数：24技術 32検証項目

### 3-2 現場検証数

- ・ 実用検証技術<sup>(※1)</sup> : 13技術 13検証項目
- ・ 要素検証技術<sup>(※2)</sup> : 8技術 9検証項目

『現場検証に係る技術の分類について』



- ※1 現段階で実現場での利用可能性があると判断される技術であり、実際の使用を想定した現場検証を実施した技術。
- ※2 現時点では実現場での適用は困難であるものの、今後の開発により実現場での利用が見込める技術であり、データ収集や各要素の稼働状況の確認などを目的として現場検証を実施した技術。

### 3-3 現場検証技術

#### 表3.1 現場検証技術一覧表

No.	技術名称 (ロボット技術・システム名称)	応募者	共同開発者	検証項目 ※3、※4、※5				ロボットを構成する要素技術			検証場所 ※4、※5					NEDO ※7	
				[1]	[2]	[3]	[4]	移動機構	情報取得機構	取得情報等	赤谷地区	桜島黒神	雲仙 普賢岳	土木 研究所	国総研 (トンネル)		
1	UAVマルチコプター自動航行計測監視システム	西尾レントオール㈱	㈱日創建	①				マルチコプター	デジタルカメラ	静止画像	①						
2	小型無人飛行装置による地形データ取得技術	㈱アスコ	—	①				小型無人飛行装置	デジタルカメラ	画像ファイル JPG	①						
3	全自動ロボット型空中俯瞰撮影システム	東日本高速道路㈱	㈱ネクスコ東日本エンジニアリング	①				マルチコプター	デジタルカメラ CCDカメラ	静止画像 2D動画	①						
4	30分で災害現場の全貌把握を可能にする地理空間情報取得システム	㈱amuse oneseif	岐阜大学 ㈱エム・シー・アンド・ビー	①				マルチコプター	デジタルカメラ	静止画像	①						
5	飛行ロボットによる災害調査	㈱富士建	—	①				マルチコプター	デジタルカメラ CCDカメラ	静止画像 2D動画	①						
6	SPAUERを用いた高精度地形解析による災害調査技術	ルーチェサーナ㈱	日本工営㈱	①				マルチコプター	デジタルカメラ CCDカメラ	静止画像 2D動画	①						
7	火山災害予測用リアルタイムデータベースを実現するセンシング技術	東北大学	国際航業㈱ ㈱エンルート	①				マルチコプター	CCDカメラ	地形データ(動画)		①					○
					②			マルチコプター	ローラ採取 簡易計測装置	土砂採取 透水性試験		②					
8	統合型UAV災害調査システム	中電技術コンサルタンツ㈱	ヤマハ発動機㈱ 次世代建設データ通信 測定協議会 (代表:茨城工業高等 専門学校)	①				マルチコプター	GPS+レーザー CCDカメラ	地形データ 高精細画像、2D動 画		①					
					②			ラジコンヘリコプター	火山灰採取装置 火山灰堆積厚さ計 測装置 CCDカメラ	火山灰 火山灰の厚さ(変化 量) 土砂等の粒径		②					
9	小型固定翼自立飛行による写真測量システム	ジオサーフ㈱	(有)横山測量設計事務所	①				固定翼自律飛行機	デジタルカメラ	静止画像 地表面積高データ		①					
10	低遅延型デジタル高精細画像伝送システム	㈱熊谷組	青木あすなろ建設㈱ ㈱大本組 西松建設㈱ ㈱フジタ	①				重機0.8m <sup>3</sup> 級	CCDカメラ	2D動画			①				
11	小型遠隔操作災害対応移動装置の研究開発	㈱移動ロボット研究所	神奈川県産業技術センター				①	クローラ	CCDカメラ 揺動型3D測域セン サ	2D動画 被災空間認知と マッピング 3次元可視化データ					①		
						(②) ※6		クローラ	CCDカメラ 揺動型3D測域セン サ	2D動画 被災空間認知と マッピング 3次元可視化データ							
12	長距離遠隔操作型トンネル災害調査ロボット	清水建設㈱	—				①	油圧ショベル (0.45m <sup>3</sup> クラス)	WEBカメラ マルチガスモニター 3Dスキャナ(状況 測域センサ(計測))	2D動画 3D画像 坑内環境情報 崩落規模						①	
13	引火性ガス雰囲気内探査ロボット	三菱重工㈱	千葉工業大学				①	クローラ	ガス検知器	引火性ガス濃度						①	○
						(②) ※6		クローラ	ガス検知器	引火性ガス濃度							

※3 対象項目凡例

- [1] 地形の変化や状況を把握するための高精細な画像・映像や地形データ等の取得ができる技術・システム
- [2] 土砂等の状況を判断するため、例えば、土砂や火山灰等の含水比や透水性、密度・内部摩擦角・粘着力、貫入抵抗、火山灰については堆積深等の計測ができる技術・システム
- [3] 爆発等の危険性を把握するための引火性ガス等に係る情報の取得ができる技術・システム
- [4] 崩落状態及び規模を把握するための高精細な画像・映像等の取得ができる技術・システム

※4 ①:「実用検証技術」…現段階で実現場での利用可能性があると思われる技術であり、実際の使用を想定した現場検証を実施した技術。

※5 ②:「要素検証技術」…現時点では実現場での適用は困難であるものの、今後の開発により実現場での利用が見込める技術であり、データ収集や各要素の稼働状況の確認などを目的として現場検証を実施した技術。

※6 ②:応募4件(辞退2件除く)がすべて開発中の技術であること、移動体の防塵性の考え方について、今後行政も含め検討する必要があることから、本年度は現場検証・評価並びに応募者による要素技術の現場確認は実施しませんでした。

※7 「インフラ維持管理・更新等の社会課題対応システム開発プロジェクト」【NEDO】委託先

14	災害調査用地上/空中複合型ロボットシステム	㈱日立製作所	㈱エンルート 八千代エンジニアリング㈱ (独)産業技術総合研究所	②			クローラベース車両 +マルチコプター	CCDカメラ レンジセンサ	2D動画 地形データ		②				○
					②		クローラベース車両 +マルチコプター	電磁探査 プローブ計測	サンプル採取		②				○
15	土砂崩落・火山災害状況監視ロボットシステム	㈱パスコ	アルウエットテクノロジー㈱	②			クローラ	実開口レーダー CCDカメラ	地形の微小変位 地形データ 光学画像		②				
16	遠隔搭乗操作によるマルチクローラ型無人調査ロボット	㈱大林組	㈱移動ロボット研究所 慶應義塾大学		②		クローラ	試験機 (クローラ搭載)	貫入抵抗 内部摩擦角 粘着力 間隙水圧			②			○
17	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㈱ 中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋㈱ サンリツオートメイション㈱ ㈱エーアイシステム サービス			(②) ※6	クローラ	CMDカメラ	2D動画						
						②	クローラ	CMDカメラ	2D動画			②			
18	自走式3次元トンネル計測ロボットシステム	早稲田大学	㈱アドイン研究所			(②) ※6	車輪移動ロボット	ガス検知器	引火性ガス濃度						
					②	車輪移動ロボット	CCDカメラ 3Dスキャナ	動画 3D形状			②				
19	マルチダクトファンコプタ型調査ドローン	徳島大学	㈱エンルート			②	マルチコプター	CCDカメラ LRF	2D動画 SLAMデータ				②		

※3 対象項目凡例

[1] 地形の変化や状況を把握するための高精細な画像・映像や地形データ等の取得ができる技術・システム

[2] 土砂等の状況を判断するため、例えば、土砂や火山灰等の含水比や透水性、密度・内部摩擦角・粘着力、貫入抵抗、火山灰については堆積深等の計測ができる技術・システム

[3] 爆発等の危険性を把握するための引火性ガス等に係る情報の取得ができる技術・システム

[4] 崩落状態及び規模を把握するための高精細な画像・映像等の取得ができる技術・システム

※4 ①: 「実用検証技術」…現段階で実現場での利用可能性があるかと判断される技術であり、実際の使用を想定した現場検証を実施した技術。

※5 ②: 「要素検証技術」…現時点では実現場での適用は困難であるものの、今後の開発により実現場での利用が見込める技術であり、データ収集や各要素の稼働状況の確認などを目的として現場検証を実施した技術。

※6 ②: 応募4件(辞退2件除く)がすべて開発中の技術であることと、移動体の防爆性の考え方について、今後行政も含め検討する必要があることから、本年度は現場検証・評価並びに応募者による要素技術の現場確認は実施しませんでした。

※7 「インフラ維持管理・更新等の社会課題対応システム開発プロジェクト」【NEDO】委託先

## 4. 現場検証

現場検証は、赤谷地区（奈良県）、桜島黒神（鹿児島県）、国土交通省 国土技術政策総合研究所（茨城県）、雲仙普賢岳（長崎県）及び土木研究所（茨城県）で実施した。

概要を以下に示す。

### 4-1 赤谷地区【土砂災害】

(1) 検証期間：平成26年10月27日(月)～11月19日(水)

(2) 検証場所：国土交通省 近畿地方整備局  
紀伊山地砂防事務所 赤谷地区  
(奈良県五條市大塔町)

(3) 対象とした公募技術と現場検証内容

#### 【公募技術】

[1] 地形の変化や状況を把握するための高精細な画像・映像や地形データ等の取得ができる技術

#### 【実施内容】

土砂災害調査では発災直後からの対応を「時点（以後：フェーズ）」に分類した。それぞれのフェーズで異なる発進基地を設定し、検証範囲（約50ha）の画像・映像や地形データ等を取得した。以下にフェーズの概要と現場検証概要図を示す。

#### 【フェーズの概要：フェーズ1～4】

フェーズ1：発災直後、被災状況広域確認レベル（今回は設定せず）

フェーズ2：発災後、初動対応検討レベル

フェーズ3：初動対応後、詳細設計レベル

フェーズ4：応急対応後、維持管理レベル（再被災可能性前確認含む）



現場検証概要図

#### (4) 検証状況

UAVマルチコプター自動航行計測監視レンタルシステム		
応募者	西尾レントオール(株)	フェーズ3, 4
検証分野	[1]被害状況を把握	
検証の位置付け	実用検証技術	
検証日	平成26年11月10日(月)~12日(水)	
		

小型無人飛行装置による地形データ取得技術		
応募者	(株)アスコ	フェーズ3, 4
検証分野	[1]被害状況を把握	
検証の位置付け	実用検証技術	
検証日	平成26年11月12日(水)~14日(金)	
		

全自動ロボット型空中俯瞰撮影システム		
応募者	東日本高速道路(株)	フェーズ4
検証分野	[1]被害状況を把握	
検証の位置付け	実用検証技術	
検証日	平成26年11月10日(月)~11日(火)	
		

30分で災害現場の全貌把握を可能にする地理空間情報取得システム		
応募者	(株)amuse oneself	フェーズ2, 3
検証分野	[1]被害状況を把握	
検証の位置付け	実用検証技術	
検証日	平成26年11月12日(水)~14日(金)	
		

飛行ロボットによる災害調査		
応募者	㈱富士建	フェーズ3
検証分野	[1]被害状況を把握	
検証の位置付け	実用検証技術	
検証日	平成26年11月10日(月)～12日(水)	
		

SPIDERを用いた高精度地形解析による災害調査技術		
応募者	ルーチェサーチ㈱	フェーズ2, 3
検証分野	[1]被害状況を把握	
検証の位置付け	実用検証技術	
検証日	平成26年11月12日(水)～14日(金)	
		

## 4-2 桜島黒神【火山災害】

(1) 検証期間：平成26年12月1日(月)～13日(土)

(2) 検証場所：国土交通省 九州地方整備局

大隅河川国道事務所 桜島黒神

(鹿児島県鹿児島市)

(3) 対象とした公募技術と現場検証内容

### 【公募技術】

[1] 地形の変化や状況を把握するための高精細な画像・映像や地形データ等の取得ができる技術

[2] 土砂等の状況を判断するため、例えば、土砂や火山灰等の含水比や透水性、密度・内部摩擦角・粘着力、貫入抵抗、火山灰については堆積深等の計測ができる技術

### 【実施内容】

火山災害調査では、発進基地を1箇所として検証範囲を3箇所設定した。それぞれの検証範囲で画像・映像や地形データ等の取得と土砂サンプリングを実施した。以下に検証範囲の概要と現場検証概要図を示す。

### 【検証範囲の概要：検証範囲1～3】

検証範囲1：発進基地近傍の状況確認

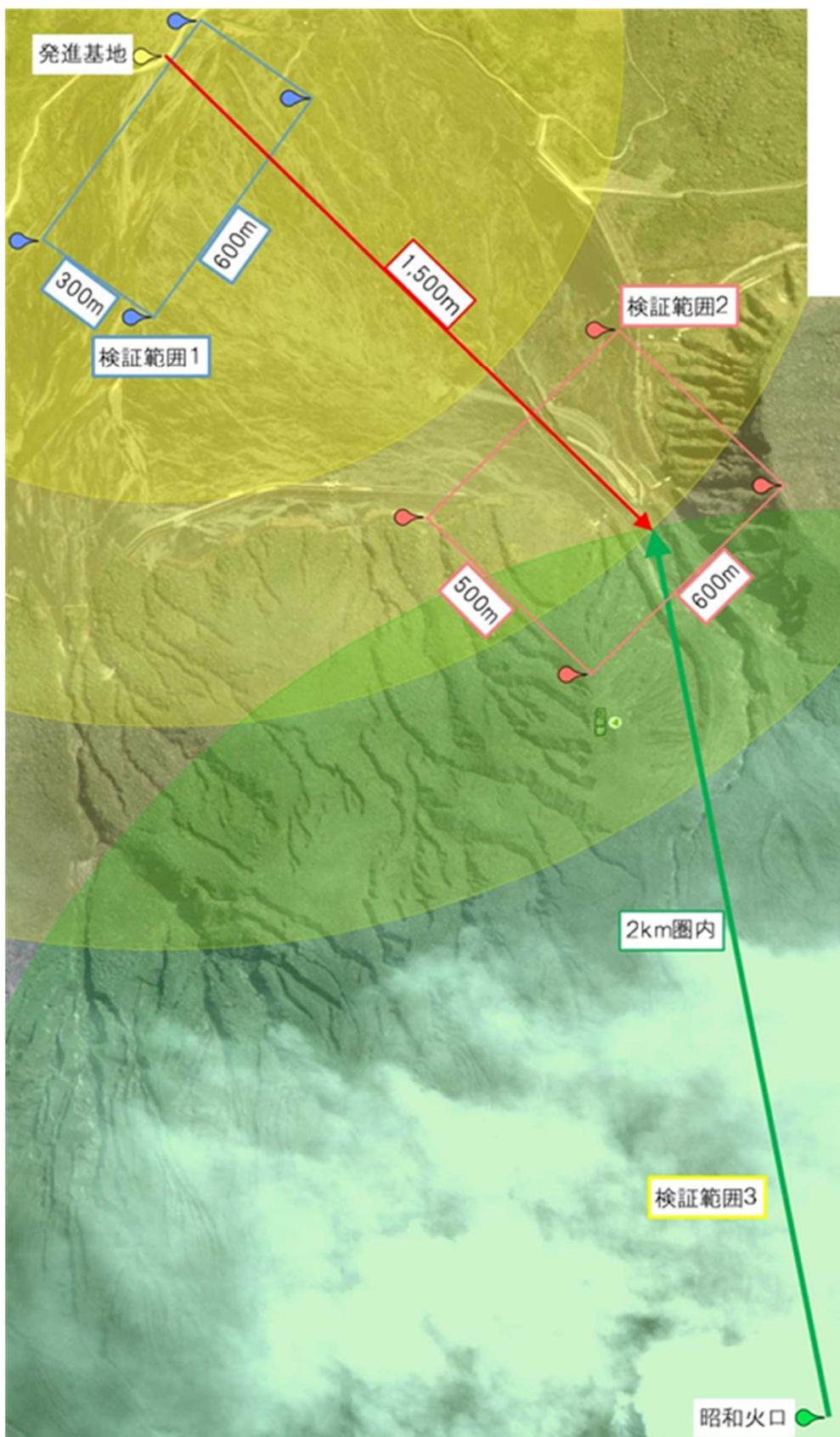
(土砂サンプリング)

検証範囲2：桜島立入禁止区域付近の状況確認

(画像・映像や地形データ等の取得)

検証範囲3：桜島昭和火口の状況確認

(画像・映像や地形データ等の取得)



現場検証概要図

#### (4) 検証状況

火山災害予測用リアルタイムデータベースを実現するセンシング技術		
応募者	東北大学	検証範囲 2, 3
検証分野	[1]被害状況を把握	
検証の位置付け	実用検証技術	
検証日	平成26年12月8日(月)～9日(火)	
 		

統合型UAV災害調査システム		
応募者	中電技術コンサルタント(株)	検証範囲 1, 2
検証分野	[1]被害状況を把握	
検証の位置付け	実用検証技術	
検証日	平成26年12月10日(水)～11日(木)	
  		

小型固定翼自立飛行による写真測量システム		
応募者	ジオサーフ(株)	検証範囲 1, 2
検証分野	[1]被害状況を把握	
検証の位置付け	実用検証技術	
検証日	平成26年12月10日(水)~11日(木)	
		

災害調査用地上／空中複合型ロボットシステム		
応募者	(株)日立製作所	検証範囲 1, 2
検証分野	[1]被害状況を把握	
検証の位置付け	要素検証技術	
検証日	平成26年12月8日(月)~9日(火)	
		

統合型UAV災害調査システム		
応募者	中電技術コンサルタント(株)	検証範囲 1, 2
検証分野	[2]土質、地質を計測	
検証の位置付け	要素検証技術	
検証日	平成26年12月10日(水)~11日(木)	
		

火山災害予測用リアルタイムデータベースを実現するセンシング技術		
応募者	東北大学	検証範囲 1
検証分野	[2]土質、地質を計測	
検証の位置付け	要素検証技術	
検証日	平成26年12月8日(月)~9日(火)	
		

災害調査用地上／空中複合型ロボットシステム		
応募者	(株)日立製作所	検証範囲 1
検証分野	[2]土質、地質を計測	
検証の位置付け	要素検証技術	
検証日	平成26年12月8日(月)～9日(火)	
		

#### 4-3 国土技術政策総合研究所【トンネル災害】

(1) 検証期間：平成26年12月24日(水)

～平成27年1月20日(火)

(2) 検証場所：国土交通省 国土技術政策総合研究所

実大トンネル実験施設

(茨城県つくば市)

(3) 対象とした公募技術と現場検証内容

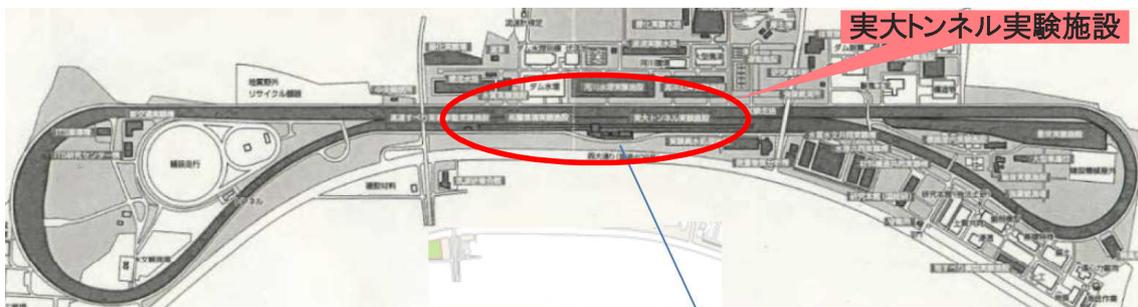
##### 【公募技術】

[3] 爆発等の危険性を把握するための引火性ガス等に係る情報の取得ができる技術

[4] 崩落状態及び規模を把握するための高精細な画像・映像等の取得ができる技術

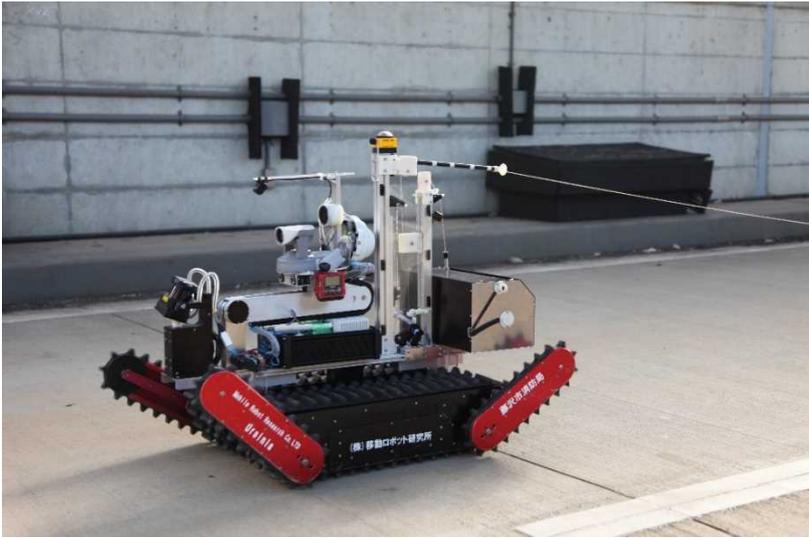
##### 【実施内容】

トンネル災害を模擬した3箇所の障害を設置したトンネル（延長700m）において、南坑口（スタート位置）から北坑口（ゴール位置）まで遠隔操縦で計測ロボットを移動させ、北坑口に設置した「目標物」の形状等の把握・確認状況を実施した。以下に実大トンネル実験施設の概要と現場検証概要図を示す。





#### (4) 検証状況

小型遠隔操作災害対応移動装置の研究開発	
応募者	㈱移動ロボット研究所
検証分野	[4]トンネル内崩落状況を把握
検証の位置付け	実用検証技術
検証日	平成27年1月9日(金)
	

長距離遠隔操作型トンネル災害調査ロボット	
応募者	清水建設㈱
検証分野	[4]トンネル内崩落状況を把握
検証の位置付け	実用検証技術
検証日	平成27年1月16日(金)
	

引火性ガス雰囲気内探査ロボット	
応募者	三菱重工業㈱
検証分野	[4]トンネル内崩落状況を把握【今年度は要素検証技術(走行系)の確認】
検証の位置付け	実用検証技術
検証日	平成27年1月15日(木)



受動適応クローラロボット「Scott」による災害調査システム	
応募者	愛知工業大学
検証分野	[4]トンネル内崩落状況を把握
検証の位置付け	要素検証技術
検証日	平成27年1月7日(水)



マルチダクトファンコプタ型調査ドローン	
応募者	徳島大学
検証分野	[4]トンネル内崩落状況を把握
検証の位置付け	要素検証技術
検証日	平成27年1月14日(水)
	

自走式3次元トンネル計測ロボットシステム	
応募者	早稲田大学
検証分野	[4]トンネル内崩落状況を把握
検証の位置付け	要素検証技術
検証日	平成27年1月13日(火)
	

#### 4-4 雲仙普賢岳【土砂災害・火山災害】

(1) 検証期間：平成26年12月8日(月)～9日(火)  
 平成26年12月16日(火)～19日(金)

(2) 検証場所：雲仙普賢岳  
 水無川2号砂防堰堤右岸および袖部付近  
 (長崎県南島原市深江町地先)

(3) 対象とした公募技術と現場検証内容

##### 【公募技術】

[1] 地形の変化や状況を把握するための高精細な画像・映像や地形データ等の取得ができる技術

(4) 検証状況

低遅延型デジタル高精細画像伝送システム	
応募者	㈱熊谷組
検証分野	[1]被害状況を把握
検証の位置付け	実用検証技術
検証日	平成26年12月16日(火)～19日(金)

土砂崩落・火山災害状況監視ロボットシステム	
応募者	(株)パスコ
検証分野	[1]被害状況を把握
検証の位置付け	要素検証技術
検証日	平成26年12月8日(月)～9日(火)
<p>観測風景</p> <p>レーダー送受信機</p> <p>合成開口用レール</p> <p>処理PC</p> <p>電源供給用ユニット</p> <p>CR設置風景(観測点)</p> <p>観測現場全景</p>	

#### 4-5 土木研究所【土砂災害・火山災害】

(1) 検証期間：平成27年1月15日(木)

(2) 検証場所：独立行政法人 土木研究所 試験場  
(茨城県つくば市)

(3) 対象とした公募技術と現場検証内容

##### 【公募技術】

[2] 土砂等の状況を判断するため、例えば、土砂や火山灰等の含水比や透水性、密度・内部摩擦角・粘着力、貫入抵抗、火山灰については堆積深等の計測ができる技術

(4) 検証状況

遠隔搭乗操作によるマルチクローラ型無人調査ロボット	
応募者	(株)大林組
検証分野	[2]土質、地質を計測
検証の位置付け	要素検証技術
検証日	平成27年01月15日(木)
	

## 5. 現場検証・評価の結果

### 5-1 総評

災害調査に資するロボットについては、土砂災害、火山災害またはトンネル災害において、人の立入りが困難若しくは人命に危険を及ぼす災害現場における

[1] 地形の変化や状況を把握するための高精細な画像・映像や地形データ等の取得

[2] 土砂等の状況を判断するため、例えば、土砂や火山灰等の含水比や透水性、密度・内部摩擦角・粘着力、貫入抵抗、火山灰については堆積深等の計測

[4] 崩落状態及び規模を把握するための高精細な画像・映像等の取得  
ができる技術について、奈良県五條市赤谷地区（土砂災害）、桜島黒神（火山災害）、国土技術政策総合研究所内実大トンネル実験施設（トンネル災害）、雲仙普賢岳（応急復旧部会との重複応募技術）、土木研究所（土砂・火山災害）において現場検証を実施しました。

[1]では、12件（辞退1件除く）の応募技術のうち、実用可能と思われる技術（以下「実用検証技術<sup>※1</sup>」という）10件の現場検証・評価を行いました。内訳は、被災地の状況確認のために飛行体にカメラ等を搭載する技術が9件（マルチコプター7件、ヘリコプターと小型固定翼がそれぞれ1件）、高精細な画像を低遅延で伝送する技術が1件でした。飛行体9件については、既に災害現場での実績がある技術もあり、それぞれが飛行体としては技術が確立していることが確認できました。調査成果（写真・動画や測量結果）の精度や詳細度には差がありますが、今後、災害現場における状況把握に積極的に利用すべき技術として推奨します。その他、開発中の技術（2件）については応募者による要素のみの確認を行う技術（以下「要素検証技術<sup>※2</sup>」という）として現場検証を実施しました。

---

※1 現段階で実現現場での利用可能性があると判断される技術であり、実際の使用を想定した現場検証を実施した技術。

※2 現時点では実現現場での適用は困難であるものの、今後の開発により実現現場での利用が見込める技術であり、データ収集や各要素の稼働状況の確認などを目的として現場検証を実施した技術。

※8 公募技術[3]は、応募4件（辞退2件除く）がすべて開発中の技術であることと、移動体の防爆性の考え方について、今後行政も含め検討する必要があることから、本年度現場検証は実施しませんでした。

[2]では、応募4件がすべて開発中の技術のため、要素検証技術として現場検証を実施しました。

[4]では、5件の応募技術（辞退2件除く）のうち、実用検証技術3件（走行型の小型ロボット2件（[3]のみの応募技術1件を含む）、重機1件）の現場検証・評価を行いました。既に福島第一原子力発電所等の災害現場で実運用されている技術もありますが、トンネル災害という特殊なフィールドにおける運用にあたっては課題が多く見受けられました。次回の現場検証に向けて各応募者の課題解決を期待します。その他、開発中の技術（走行型の小型ロボット2件、飛行型の小型ロボットが1件）については要素検証技術として現場検証を実施しました。

今年度の現場検証は、実際の土砂災害・火山災害現場やトンネル災害を想定した実大トンネル実験施設において応募技術を適用し、その実用性を評価するという今までに例のない画期的な試みであり、まずは現場検証の実現そのものに大きな意義があったと考えています。

さらに、今年度の現場検証・評価を通じて、特に土砂災害・火山災害の分野で多くの応募があったマルチコプターは、従来の有人による飛行体を用いた技術では不可能である被災箇所への接近撮影や計測を行うことが可能で、その成果は災害調査に十分に役立つレベルであることが確認できました。ただし、特に条件の厳しい現場においては、適応現場や成果の精度等が運用技術（飛行計画・撮影計画の立案、オペレータの技量など）に大きく影響されることから留意が必要です。

一方、トンネル災害については、今回の現場検証において、実現場でなければ見えてこない種々の課題が明らかになりました。次回の現場検証に向けて、さらなる開発・改良が行われ、事業化（製品化等）に向けて顕在化した課題を解決していくことを期待します。

災害調査部会長 高橋 弘

## 5-2 現場検証・評価の結果（対象技術毎）

### ～災害調査部会 [1]～

<b>公募技術番号:[1]</b>
土砂崩落もしくは火山災害において、人の立入りが困難若しくは人命に危険を及ぼす災害現場の「地形の変化や状況を把握するための高精細な画像・映像や地形データ等の取得」ができる技術・システム
応募状況(現場検証数/応募数)
■土砂崩落・火山災害(12/14)
[実用検証技術10件、要素検証技術2件、辞退2件]

#### 実用検証技術

応募者	共同開発者	技術名	総合評価
検証場所:赤谷地区(奈良県五條市)			
西尾レントオール(株)	(株)日創建	UAVマルチコプター自動航行計測監視レンタルシステム	フェーズ3および4において画像・映像・地形データが取得できた。ただし、レンタルでの活用についてはオペレータの技量(飛行計画・撮影計画の立案も含む)が影響することに留意が必要。
(株)アスコ	—	小型無人飛行装置による地形データ取得技術	フェーズ4において画像・映像・地形データが取得できた。ただし、一部の成果データの詳細さに課題がある。
東日本高速道路(株)	(株)ネクスコ東日本エンジニアリング	全自動ロボット型空中俯瞰撮影システム	フェーズ4において画像・映像・地形データが取得できた。得られた成果データの鮮明度、詳細度は高い。ただし、運用条件(高度設定等)に制約があるため適用現場の範囲に課題がある。
(株)amuse oneself	岐阜大学 (株)エム・シー・アンド・ピー	30分で災害現場の全貌把握を可能にする地理空間情報取得システム	フェーズ2および3において画像・地形データが取得できた。フェーズ2においても航空測量以上の精度が得られた。
(株)富士建	—	飛行ロボットによる災害調査	フェーズ3において画像・映像・地形データが取得できた。ただし、一部の成果データの精度に課題がある。また、規模の大きな災害現場等での適用には課題がある。
ルーチェサーチ(株)	日本工営(株)	SPIDERを用いた高精度地形解析による災害調査技術	フェーズ2および3において画像・映像・地形データが取得できた。現場状況に応じた臨機応変な対応(飛行計画・撮影計画の立案)に優れている。
検証場所:桜島黒神(鹿児島県鹿児島市)			
東北大学	国際航業(株) (株)エンルート	火山災害予測用リアルタイムデータベースを実現するセンシング技術	検証範囲2および3において画像・映像・地形データが取得できた。現場状況に応じた臨機応変な対応(飛行計画・撮影計画の立案)に優れている。
中電技術コンサルタント(株)	ヤマハ発動機(株) 次世代建設データ通信測位協議会 (代表:茨城工業高等専門学校)	統合型UAV災害調査システム	検証範囲1および2において無人ヘリコプターで画像・映像・地形データが取得できた。ただし、無人ヘリコプターの火山灰の影響が想定される現場状況には対応できない。
ジオサーフ(株)	(有)横山測量設計事務所	小型固定翼自立飛行による写真測量システム	検証範囲1および2において画像・地形データが取得できた。ただし、運用条件(傾斜地、飛行高度、風への対応等)に制約があるため適用現場の範囲に課題がある。

実用検証技術

応募者	共同開発者	技術名	総合評価
検証場所:雲仙普賢岳(長崎県南島原市)			
(株)熊谷組	青木あすなろ建設(株) (株)大本組 西松建設(株) (株)フジタ	低遅延型デジタル 高精細画像伝送システム	災害調査において高精細な画像を現地から伝送できることは、被災状況を的確に把握し、適切な応急復旧対応に有効と考えられる。ただし、全体システムでなく要素検証技術(伝送システムのみ)であることから現場適用性・経済性について評価できない。

要素検証技術

応募者		技術名	コメント(*)
検証場所:桜島黒神(鹿児島県鹿児島市)			
(株)日立製作所	(株)エンルート 八千代エンジニアリング(株) (独)産業技術総合研究所	災害調査用地上/空中 複合型ロボットシステム	実用化に向けて、それぞれの要素での課題を整理し、適した対策を行うことが望ましい。また、開発スケジュールと本現場検証のスケジュールとの整合性について明確にする必要がある。
検証場所:雲仙普賢岳(長崎県南島原市)			
(株)パスコ	アルウェットテクノロジー(株)	土砂崩落・火山災害状況監視ロボット	実用化に向けて、それぞれの要素での課題を整理し、適した対策を行うことが望ましい。

(\*) : 公募要件に対する部会としての評価ではない。ただし、要素検証技術の確認に部会の委員が立会った場合は記載。

～災害調査部会 [2]～

<b>公募技術番号:[2]</b>
土砂崩落もしくは火山災害において、人の立入りが困難若しくは人命に危険を及ぼす災害現場の「土砂等の状況を判断するため、例えば、土砂や火山灰等の含水比や透水性、密度・内部摩擦角・粘着力、貫入抵抗、火山灰については堆積深等の計測」ができる技術・システム
応募状況(現場検証数／応募数)
■土砂崩落災害(0／4)
[実用検証技術0件、要素検証技術4件]

実用検証技術

応募者	共同開発者	技術名	総合評価
今年度は実用検証技術としての現場検証なし			

要素検証技術

応募者	共同開発者	技術名	コメント(*)
検証場所: 桜島黒神(鹿児島県鹿児島市)			
東北大学	国際航業(株) (株)エンルート	火山災害予測用リアルタイムデータベースを実現するセンシング技術	少量の土砂採取はできたが、必要量の採取はできず、また、採取機構の設置時の安定感に欠ける。実用に向けて採取方法の検討を期待する。
中電技術コンサルタント(株)	ヤマハ発動機(株) 次世代建設データ通信測位協議会 (代表: 茨城工業高等専門学校)	統合型UAV災害調査システム	少量の土砂採取はできたが、必要量の採取はできず、また、採取機構の設置時の安定感に欠ける。実用に向けて採取方法の検討を期待する。
(株)日立製作所	(株)エンルート 八千代エンジニアリング(株) (独)産業技術総合研究所	災害調査用地上/空中複合型ロボットシステム	実用化に向けて、それぞれの要素での課題を整理し、適した対策を行うことが望ましい。 また、開発スケジュールと本現場検証のスケジュールとの整合性について明確にする必要がある。
検証場所: 土木研究所(茨城県つくば市)			
(株)大林組	(株)移動ロボット研究所 慶應義塾大学	遠隔搭乗操作によるマルチクローラ型無人調査ロボット	実用化に向けて、それぞれの要素での課題を整理し、適した対策を行うことが望ましい。 また、開発スケジュールと本現場検証のスケジュールとの整合性について明確にする必要がある。

(\*) : 公募要件に対する部会としての評価ではない。ただし、要素検証技術の確認に部会の委員が立会った場合は記載。

～災害調査部会 [3] ～

<b>公募技術番号:[3]</b>
トンネル崩落において、人の立入りが困難若しくは人命に危険を及ぼす災害現場の「爆発等の危険性を把握するための引火性ガス等に係る情報の取得」ができる技術・システム
応募状況(現場検証数/応募数)
■トンネル災害(0/6)
[実用検証技術0件、要素検証技術4件、辞退2件]

要素検証技術

応募者	共同開発者	技術名	コメント
愛知工業大学	エヌ・ティー・シー(株) 中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋(株) サンリツオートメイション(株) (株)エーアイシステムサービス	受動適応クローラロボット「Scott」による災害調査システム	今年度は現場検証を実施せず(防爆の考え方については、今後、行政側も含め検討が必要)
(株)移動ロボット研究所	神奈川県産業技術センター	小型遠隔操作災害対応移動装置の研究開発	
三菱重工業(株)	千葉工業大学	引火性ガス雰囲気内探査ロボット	
早稲田大学	(株)アドイン研究所	自走式3次元トンネル計測ロボットシステム	

～災害調査部会 [4]～

<b>公募技術番号:[4]</b>
トンネル崩落において、人の立入りが困難若しくは人命に危険を及ぼす災害現場の「崩落状態及び規模を把握するための高精細な画像・映像等の取得」ができる技術・システム
応募状況(現場検証数/応募数)
■トンネル災害(3/8)
[実用検証技術3件、要素検証技術3件、辞退2件]

実用検証技術

応募者	共同開発者	技術名	総合評価
検証場所: 国総研 実大トンネル実験施設(茨城県つくば市)			
(株)移動ロボット研究所	神奈川県産業技術センター	小型遠隔操作災害対応移動装置の研究開発	目標物の画像と3Dスキャナーによる映像を取得できた。有線ケーブル巻き取り装置の信頼性や有線ケーブルの耐久性に課題がある。
清水建設(株)	—	長距離遠隔操作型トンネル災害調査ロボット	目標物の画像と3Dスキャナーによる映像を取得できた。重機を使用しているため走破性は高いが、坑内の障害物の規模(想定)に合った大きさの重機の選定が必要である。
三菱重工業(株)(註)	千葉工業大学	引火性ガス雰囲気内探査ロボット	目標物の画像と3Dスキャナーによる映像を取得できた。走行装置の信頼性、耐久性の向上が望まれる。

(註):三菱重工業(株)は公募技術番号[3]での応募であるが、[3]についての現場検証並びに要素検証技術の確認について今年度は実施しないことから、要素検証技術(走行系)の検証を[4]の中で実施

要素検証技術

応募者	共同開発者	技術名	コメント(*)
検証場所: 国総研 実大トンネル実験施設(茨城県つくば市)			
愛知工業大学	エヌ・ティー・シー(株) 中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋(株) サンリツオートメイション(株) 株イーアイシステムサービス	受動適応クローラロボット「Scott」による災害調査システム	実用化に向けて、それぞれの要素での課題を整理し、適した対策を行うことが望ましい。
早稲田大学	(株)アドイン研究所	自走式3次元トンネル計測ロボットシステム	災害現場での調査ロボットとしての開発コンセプト(走行機能・性能、スマホ利用等)について、現場ニーズとの整合を期待する。なお、高精度3次元計測については、将来的に有望な技術である。
徳島大学	(株)エンルート	マルチダクトファンコプタ型調査ドローン	マルチコプターによる走行技術は確認できたが操縦性(方向制御、制動)に課題がある。提案技術(マルチダクトファン等)の早期開発が望まれる。

(\*) : 公募要件に対する部会としての評価ではない。ただし、要素検証技術の確認に部会の委員が立会った場合は記載。

## 6. その他

### 6-1 災害調査部会委員

部会長	高橋 弘	東北大学大学院 教授
委員	油田 信一	芝浦工業大学 特任教授
委員	栗栖 正充	東京電機大学 教授
委員	大須賀 公一	大阪大学大学院 教授
委員	萬徳 昌昭	一般財団法人 砂防・地すべり技術センター 企画部長
委員	大久保 均	一般社団法人 建設コンサルタンツ協会 土質地質専門委員
委員	岩見 吉輝	国土交通省 総合政策局 公共事業企画調整課 施工安全企画室長
委員	藤兼 雅和	国土交通省 水管理・国土保全局 防災課 首都直下地震対策官
委員	西井 洋史	国土交通省 水管理・国土保全局 砂防部保全課 保全調整官
委員	吉田 敏晴	国土交通省 道路局 国道・防災課 道路防災対策室長
委員	石塚 忠範	独立行政法人 土木研究所 土砂管理研究グループ 上席研究員
委員	藤野 健一	独立行政法人 土木研究所 技術推進本部 主席研究員
委員	岡本 健太郎	経済産業省 製造産業局 産業機械課 課長補佐
委員	加藤 晋	独立行政法人 産業技術総合研究所 知能システム部門 グループ長
委員	生井 達朗	独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 ロボット・機械システム部 主査
委員	天野 久徳	消防庁消防研究センター 特別上席研究官

(敬称略)

### 6-2 問い合わせ先（事務局）

国土交通省総合政策局公共事業企画調整課 ロボット担当

E-mail: [robotech@mlit.go.jp](mailto:robotech@mlit.go.jp)

Tel: 03-5253-8286 (課内直通)

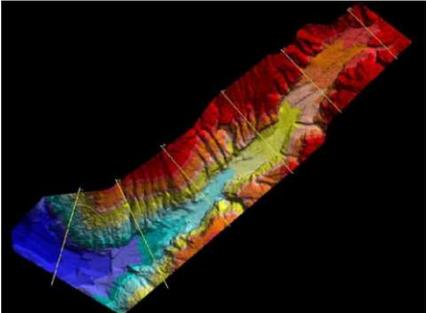
※その他、写真や動画等の詳しい情報を、「次世代社会インフラ用ロボット技術・ロボットシステム～現場検証ポータルサイト～」に掲載しております。

<http://www.c-robotech.info/>

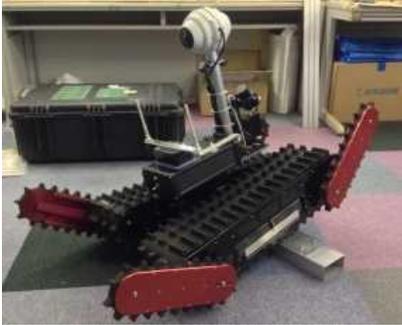
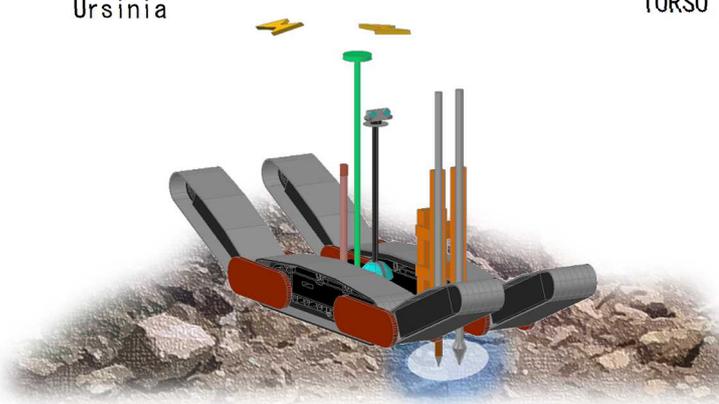
参 考

現場検証技術概要

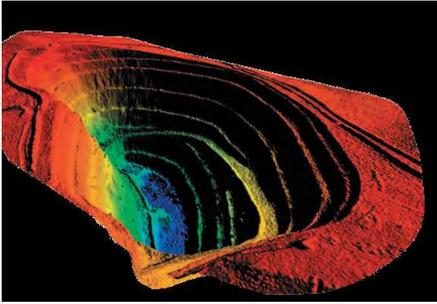
## 技 術 概 要

技術名称	火山災害予測用リアルタイムデータベースを実現するセンシング技術
技術概要	<p>活動中の火山における立入制限区域内のデータ収集は、土石流予測を行う上で非常に重要である。そこで、本技術では、複数台マルチロータ機を用いたa)地形データの収集技術、b)遠隔土砂サンプリング技術、c)遠隔含水率・透水性の計測技術、といったセンシング技術を開発し、d)火山災害予測用リアルタイムデータベースシステムの実現を目指している。本現場検証では、このシステムの有用性について評価を行う。</p>
適用分野	災害調査（ <input checked="" type="checkbox"/> 土砂崩落把握 <input checked="" type="checkbox"/> 土砂等計測 <input type="checkbox"/> 引火性ガス把握 <input type="checkbox"/> トンネル内把握）
図・写真等	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>提案システムの概要</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>地表移動ロボットの着陸システム</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;">  <p>三次元地形データの収集</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>土砂サンプリングデバイスプロトタイプ</p> </div> </div>
応募者	東北大学
共同開発者	国際航業 株式会社、株式会社 エンルート
連絡先	<p>宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-01 東北大学 機械系          電話：022-795-6990、FAX：022-795-6990          Email：keiji@ieee.org</p>

## 技 術 概 要

技術名称	遠隔搭乗操作によるマルチクローラ型無人調査ロボット
技術概要	本技術は、メインクローラとサブクローラを組合せた駆動方式の適用により、極めて高い走破性を有し、運動視差による臨場感ある 3D 画像の採用により、現場で俯瞰カメラ設置等の事前作業を行わず、速やかに災害調査に取りかけられるロボット開発である。専用の貫入試験装置を車載し、堆積土砂の地盤性状調査（スウェーデン式サウンディング試験・間隙水圧試験）を遠隔で行うことができる。また中継アンテナを用いた長距離・低遅延の無線通信技術も合わせて開発する。
適用分野	災害調査（ <input type="checkbox"/> 土砂崩落把握 <input checked="" type="checkbox"/> 土砂等計測 <input type="checkbox"/> 引火性ガス把握 <input type="checkbox"/> トンネル内把握）
図・写真等	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>既存レスキューロボット Ursinia</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>運動視差により臨場感ある空間認知を可能とする既存テレグジスタンスロボット TORSO</p> </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  <p>開発中のマルチクローラ型無人調査ロボット</p> </div>
応募者	株式会社大林組
共同開発者	株式会社 移動ロボット研究所、慶應義塾大学
連絡先	東京都港区港南2-15-2 品川インターシティーB棟 電話：03-5769-1069、F A X：03-5769-1925 Email：kur iu.nobuo@obayashi.co.jp

## 技 術 概 要

技術名称	小型固定翼自律飛行による写真測量システム
技術概要	<p>Trimble UX5は固定翼型自律飛行による写真測量／マッピング用UAS である。フライトに必要なハードウェア，及びソフトウェアが全て揃ったパッケージシステムであり，フライトの計画から準備，自律飛行，データ処理までを行うシステムである。</p> <p>システムは 機体、ランチャー（発射台），デジタルカメラ，コントローラで構成され，機体とコントローラ の間は無線で通信を行い，自律飛行のフライトモニタリングや簡単な操縦コマンドの送信を行う</p>
適用分野	災害調査（ <input checked="" type="checkbox"/> 土砂崩落把握 <input type="checkbox"/> 土砂等計測 <input type="checkbox"/> 引火性ガス把握 <input type="checkbox"/> トンネル内把握）
図・写真等	<div style="text-align: center;">  <p>Trimble UX5 の外観とコントローラ</p> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;">  <p>オルソ画像の作成</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>三次元表面モデルの作成</p> </div> </div>
応募者	ジオサーフ 株式会社
共同開発者	有限会社 横山測量設計事務所
連絡先	<p>東京都港区南麻布2-12-7 TMDビル9F          電話：03-5419-3761、F A X：03-5419-3762          Email：yoshito_fujita@geosurf.net</p>

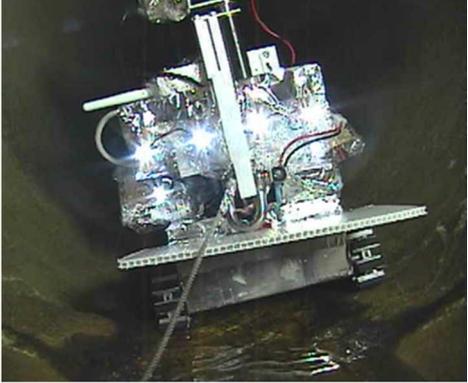
# 技術概要

<p>技術名称</p>	<p>受動適応クローラロボット「Scott」による災害調査システム</p>
<p>技術概要</p>	<p>本技術は、路面形状に受動的な適応が可能な移動機構を有した遠隔操縦型クローラロボット「Scott（スコット）」を中心とするロボットシステムである。Scottの高い不整地走破性と容易な操縦性により、ロボット操作に不慣れな調査者でも、遠隔地から災害現場の状況把握や調査を実現する技術である。ガスセンサや広角カメラ等を搭載することにより、安全な場所から引火性ガス濃度測定や映像の取得等が可能である。取得情報や解析結果は、遠隔PCにて表示・保存ができ、データベース化およびGISとの統合が可能である。</p>
<p>適用分野</p>	<p>災害調査（<input type="checkbox"/>土砂崩落把握 <input type="checkbox"/>土砂等計測 <input checked="" type="checkbox"/>引火性ガス把握 <input checked="" type="checkbox"/>トンネル内把握）</p>
<p>図・写真等</p>	<div style="display: flex; flex-direction: column;"> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p><b>ロボット群により、遠隔から安全に通信インフラ構築 取得データの動的かつ有機的利用</b></p> <p>操作PC</p> <p>有線 LAN</p> <p>中継ロボット</p> <p>有線 LAN</p> <p>無線 LAN (11a/g/n)</p> <p>搬送ロボット</p> <p>調査ロボット (Scott)</p> </div> <div style="width: 45%; border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><b>■制御および通信機能（無線／有線）</b> サンリツオートメーション社製コンピュータシステム（TPIP）により遅延の少ない映像を取得し、高速無線 LAN 通信にて遠隔制御が可能。（アドホック／アクセスポイントモード有）</p> <p>群ロボットにより、長距離通信インフラ構築（有線／無線 LAN ハイブリッド環境） 通信距離は中継数に依存</p> <p><b>■動的 GIS 生成機能</b> 取得データを GoogleMaps や間取り図上に動的に情報集約可能およびリアルタイム情報共有可能</p> </div> </div> <div style="margin-top: 10px;"> <p><b>■ロボット本体</b> 受動適応性を有するクローラ移動ロボット Scott 非熟練者でも、安全な場所からロボットを被災箇所まで障害踏破および到達させることが可能（不整地走破性能） 凹凸路面（高低差 200mm）、傾斜路面（斜面 40 度、階段 35 度）、狹隘空間（半径 300mm の穴隙）</p> <p>トンネル崩落事故現場</p> </div> <div style="margin-top: 10px;"> <p><b>■情報収集解析機能（マニピュレータ搭載）</b> 引火性ガス濃度測定 マルチガスセンサ（GX-2009、液晶モニタ表示読取） その他：CO2、温度、マイク、各種センサ搭載可能 画像取得／解析 ・カメラ（広角、赤外、熱画像）による画像／映像取得可能 ・LED 照明により暗闇でも確実に画像および映像取得可能 ・遠隔 PC にて、リアルタイムに取得画像解析、取得データや解析結果の表示および保存可能 <small>※直径 20cm 程度の空隙内を調査可能</small></p> </div> </div>
<p>応募者</p>	<p>愛知工業大学</p>
<p>共同開発者</p>	<p>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、株式会社エーアイシステムサービス</p>
<p>連絡先</p>	<p>愛知工業大学工学部機械学科 奥川雅之、 〒470-0392 愛知県豊田市八草町八千草1247 電話：0565-48-8121、FAX：0565-48-4555 E-mail：okugawa@aitech.ac.jp</p>

## 技 術 概 要

技術名称	長距離遠隔操作型トンネル災害調査ロボット
技術概要	<p>人の立ち入りが困難な照明のない狭隘なトンネル内の災害現場において、各種センサー、カメラ等を搭載した重機を、無線LANを使用した長距離大容量伝送により遠隔操作し、障害物を回避または、移動させながら調査個所まで重機を到達させて、多くの坑内情報を取得できる技術。重機の遠隔操作において、搭載した3Dスキャナにより障害物等の3次元的画像を捕捉できるため、従来必要であったカメラ専用重機を不要とするため、障害物が存在する狭隘空間において機動性に富む。</p>
適用分野	災害調査（□土砂崩落把握 □土砂等計測 □引火性ガス把握 ■トンネル内把握）
図・写真等	<p style="text-align: center;">トンネル災害情報調査機の基本概念</p> <div style="text-align: center;"> <p>3次元情報をもとに、高精度な作業装置のガイダンスが可能 三次元情報による高精度な無人化作業の実施</p> </div>
応募者	清水建設株式会社
共同開発者	—
連絡先	<p>東京都中央区京橋2-16-1          電話：03-3561-1111          Email：</p>

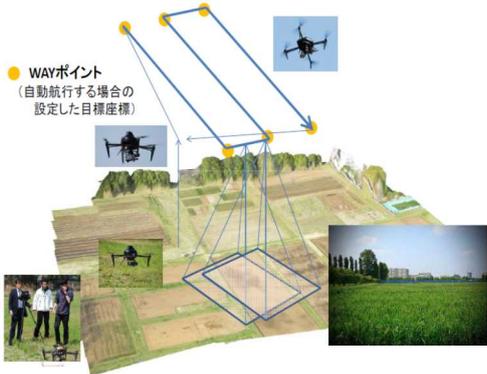
## 技 術 概 要

技術名称	小型遠隔操作災害対応移動装置の研究開発
技術概要	災害現場特有の瓦礫、段差を踏破し目的地に移動する小型クローラ移動装置を開発する。移動装置は機械安全と機能安全を基本とした設計方針で製作される。移動装置には揺動型3D距離センサと高精細カメラが搭載され、得られたデータから被災空間認知とマッピングを行う。
適用分野	災害調査（ <input type="checkbox"/> 土砂崩落把握 <input type="checkbox"/> 土砂等計測 <input checked="" type="checkbox"/> 引火性ガス把握 <input checked="" type="checkbox"/> トンネル内把握）
図・写真等	<div style="display: flex; flex-wrap: wrap;"> <div style="width: 50%; text-align: center;">  <p>小型クローラ移動ロボットの外観</p> </div> <div style="width: 50%; text-align: center;">  <p>管路を走行する小型クローラ移動ロボット</p> </div> <div style="width: 50%; text-align: center;">  <p>原発対応に改造された Quince1 号機</p> </div> <div style="width: 50%; text-align: center;">  <p>走破実験中の Quince</p> </div> </div>
応募者	株式会社 移動ロボット研究所
共同開発者	
連絡先	神奈川県鎌倉市台2-15-41 電話：0467-43-0650、FAX：0467-43-065 Email：kurotaki@irobo.co.jp

# 技術概要

<p>技術名称</p>	<p>統合型UAV災害調査システム</p>
<p>技術概要</p>	<p>遠隔操作または自動航行により飛行が可能な2種類のUAVを同時に運用することで、それぞれのUAVの長所を生かし、広域だけでなく狭隘部にわたる地形の変化や状況を把握するための高精細な画像・映像や地形データなどを取得できる統合型UAV災害調査システムである。UAVは高精度な測位機能、無線センサ端末を投下設置、探索、データを取得し、UAVを介して基地局に送信する機能、土砂や火山灰を採取する機能も有する。</p>
<p>適用分野</p>	<p>災害調査（■土砂崩落把握 ■土砂等計測 □引火性ガス把握 □トンネル内把握）</p>
<p>図・写真等</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> <h3>UAVを活用した火山災害モニタリング</h3> <p>自律航行飛行ヘリコプター(RMAXG1)を用いて、大規模崩壊地や土石流の氾濫堆積範囲をLP計測し、土石流の堆積状況や土石流発生前のLPデータと比較して流出土砂量を算定します。次に、谷出口付近に土石流発生監視のための動態モニタリングセンサーを設置し、小型UAV(SPIDER)を用いて土石流の発生監視【定期監視】を行います。また、土石流や火山灰の質的特性を把握するために、無人ヘリにて現地の土砂や火山灰を採取します。</p> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;"> <p><b>桜島の事例 (火山災害)</b></p>  <p>①LP計測</p> <p>既往LPとの比較 (土砂変動量算定)</p> </div> <div style="width: 30%;"> <p>②谷出口部: 土石流発生監視センサー運搬・設置</p> <p>中継局設置可能(200m以内)</p> <p>中継局運搬・設置</p> <p>常時監視</p> <p>小型UAV中継装置を搭載してデータ回収</p> <p>定期監視</p> <p>③土砂・火山灰の採取</p> <p>④河床材料: 礫径調査</p> </div> <div style="width: 30%;"> <p>②黒神川の谷出口付近の溪流内の巨礫に次期土石流発生を監視するための動態モニタリングセンサーを運搬・設置(切り離し)します。</p> <p>③土石流や火山灰の質的特性を把握するために、土砂や火山灰を採取します。</p>  <p>切離装置</p> <p>センサー運搬・設置</p> <p>土砂・火山灰採取</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="width: 25%;"> <p>無人ヘリ(RMAXG1)</p> <p>レーザー計測</p> </div> <div style="width: 25%;"> <p>既往LPデータ</p> <p>無人ヘリLPデータ</p> <p>差分解析: 土砂変動量</p> </div> <div style="width: 25%;"> <p>小型UAV(SPIDER)</p> <p>カメラ</p> </div> <div style="width: 25%;"> <p>近接高精細画像撮影</p> <p>3Dモデル</p> <p>河床材料: 礫径調査</p> </div> </div> <p>①LP計測による土石流の氾濫堆積範囲の地形形状を把握し、土石流発生前の航空LPデータと比較し、流出土砂量を把握します。</p> <p>④詳細調査: 近接高解像度写真を撮影し、礫の大きさを計測します。【河床材料: 礫径調査】</p>
<p>応募者</p>	<p>中電技術コンサルタント株式会社</p>
<p>共同開発者</p>	<p>ヤマハ発動機株式会社、 次世代建設データ通信測位協議会（代表：茨城工業高等専門学校）</p>
<p>連絡先</p>	<p>広島市南区出汐二丁目3番30号 電話：082-256-3347、FAX：082-254-2496 Email：araki@cecnet.co.jp</p>

## 技 術 概 要

<p>技術名称</p>	<p>UAVマルチコプター自動航行計測監視レンタルシステム</p>
<p>技術概要</p>	<p>本システムは純日本製のマルチコプター機体及び運行・計測プログラムを利用し、現場を撮影・計測し現地状況を3次元データ化できる技術をレンタル提供できるシステムです。緊急時や、広範囲を把握しないといけない場合は複数台での計測により効率が上がるため、レンタル対応が可能な本システムが重要となります。有毒ガス検知器等用途に応じ搭載するセンサーや無線を変更対応可能なことも特長となっています。</p>
<p>適用分野</p>	<p>災害調査 (■土砂崩落把握 □土砂等計測 □引火性ガス把握 □トンネル内把握)</p>
<p>図・写真等</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p style="text-align: center;">UAV マルチコプターの外観 (左：開 右：閉)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p style="text-align: center;">マルチコプターフライトイメージ</p> <p style="text-align: center;">解析イメージ (RGB)</p>
<p>応募者</p>	<p>西尾レントオール 株式会社</p>
<p>共同開発者</p>	<p>株式会社 日創建</p>
<p>連絡先</p>	<p>大阪府吹田市津雲台7-8          電話：06-6155-1400、FAX：06-6873-7400          Email：hideki.yamaguchi@nishio-rent.co.jp</p>

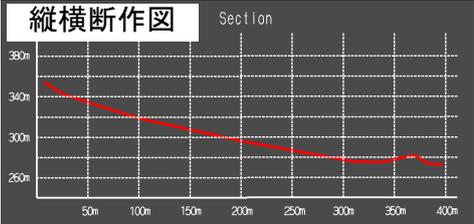
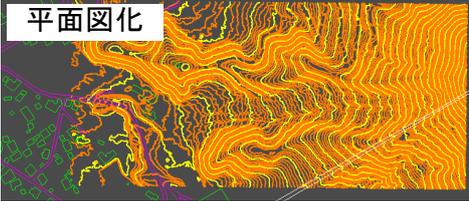
## 技 術 概 要

技術名称	引火性ガス雰囲気内探査ロボット
技術概要	原子力発電プラント事故収束支援活動などで実績のある不整地踏破能力の高い自走式ロボット“櫻Ⅱ号”をベースに、防爆性能や探査機能の付加により、トンネル崩落現場において引火性ガスの有無を遠隔操作で探査する技術
適用分野	災害調査（ <input type="checkbox"/> 土砂崩落把握 <input type="checkbox"/> 土砂等計測 <input checked="" type="checkbox"/> 引火性ガス把握 <input type="checkbox"/> トンネル内把握）
図・写真等	 <p>引火性ガス雰囲気内探査ロボット（櫻Ⅱ号）</p>
応募者	三菱重工業株式会社
共同開発者	千葉工業大学
連絡先	兵庫県神戸市兵庫区和田崎町一丁目1番1号 電話：078-672-3445、FAX：078-672-3427 Email：ken_onishi@mhi.co.jp

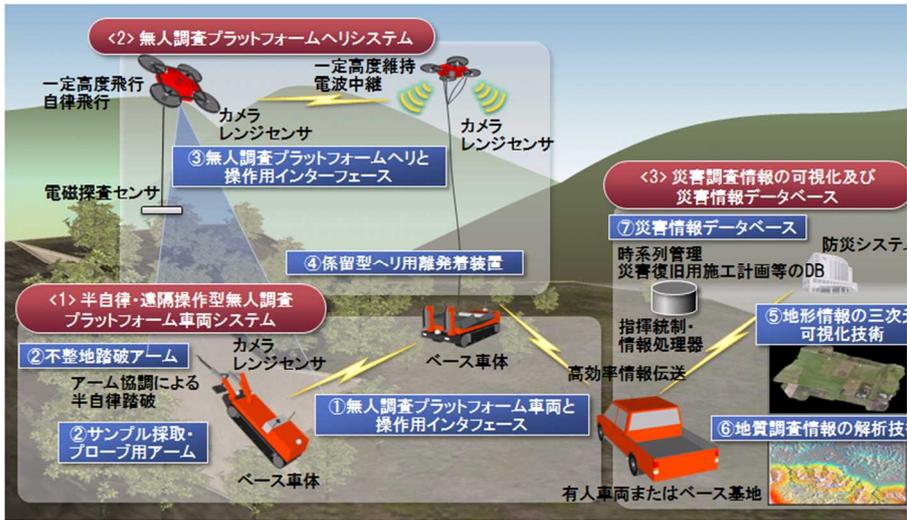
## 技 術 概 要

技術名称	土砂崩落・火山災害状況監視ロボットシステム
技術概要	<p>本技術は、遠隔操作により人間の立ち入りが危険な箇所において高精度な映像や地形データに加え微小変位をリアルタイムに取得する世界初の小型・軽量・省電力のロボットシステムである。レーダーを用いることにより、従来技術では困難であった長距離（最大10km）計測や夜間・悪天時におけるデータ取得が可能となり、コストも低減される。さらに新技術の導入により、従来技術の弱点である計測限界を克服し、小型化・省電力化を実現する。</p>
適用分野	災害調査（ <input checked="" type="checkbox"/> 土砂崩落把握 <input type="checkbox"/> 土砂等計測 <input type="checkbox"/> 引火性ガス把握 <input type="checkbox"/> トンネル内把握）
図・写真等	<div style="text-align: center;"> <p>災害状況監視ロボット全体イメージ図</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>地上設置型合成開口レーダーシステム全体図</p> </div>
応募者	株式会社パスコ
共同開発者	アルウェットテクノロジー株式会社
連絡先	東京都中野区中野四丁目10-1 中野セントラルパークイースト3階 電話：03-5318-1082、FAX：03-3319-4151

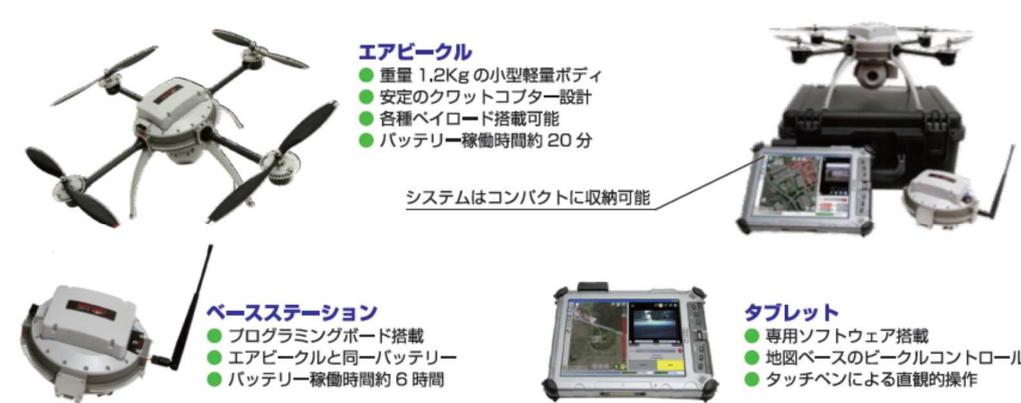
## 技 術 概 要

<p>技術名称</p>	<p>小型無人飛行装置による地形データ取得技術</p>
<p>技術概要</p>	<p>UAV（無人小型飛行体）にカメラを搭載し、自動と手動飛行で撮影した多くの画像からマルチバンドル処理を含む画像関連技術によって高精度の三次元データを作成し、実測に代わる精度の地形データを得ることが出来る一連の技術である。          カメラを搭載しているので目視に近い鮮明な状況把握及び全体把握を行うことが出来る。また、災害時など危険箇所等の立入りが困難な箇所での調査を容易に行うことが可能となる。</p>
<p>適用分野</p>	<p>災害調査（<input checked="" type="checkbox"/>土砂崩落把握 <input type="checkbox"/>土砂等計測 <input type="checkbox"/>引火性ガス把握 <input type="checkbox"/>トンネル内把握）</p>
<p>図・写真等</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 60%;"> <p><b>災害時のUAV撮影画像の活用</b> 人の立ち入りが困難な地域の空撮、測量</p>  <p><b>3Dモデル生成</b></p> <div style="display: flex;"> <div style="width: 45%;">  <p>テクスチャー表示</p> </div> <div style="width: 45%;">  <p>TIN表示</p> </div> </div> </div> <div style="width: 35%; border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>小型無人飛行装置（UAV）外観</p>  </div> </div> <div style="margin-top: 20px;"> <p><b>縦横断作図</b> Section</p>  <p><b>平面図化</b></p>  </div>
<p>応募者</p>	<p>株式会社 アスコ</p>
<p>共同開発者</p>	<p>—</p>
<p>連絡先</p>	<p>大阪府大阪市西区江之子島          電話：06-6444-1544、FAX：06-6444-1944          Email：k-tanaka@asco-ce.co.jp</p>

## 技 術 概 要

<p>技術名称</p>	<p>災害調査用地上/空中複合型ロボットシステム</p>
<p>技術概要</p>	<p>災害時の初動調査および情報収集を実現するシステムとして、地上移動型と空中飛行型のロボットを、それぞれの利点や特徴を活かした複合的な形態で活用する災害調査用地上/空中複合型ロボットシステムの形で実現し、さらに収集した情報の可視化や災害情報データベースまで含めた総合システムとして運用する。</p>
<p>適用分野</p>	<p>災害調査（<input checked="" type="checkbox"/>土砂崩落把握 <input checked="" type="checkbox"/>土砂等計測 <input type="checkbox"/>引火性ガス把握 <input type="checkbox"/>トンネル内把握）</p>
<p>図・写真等</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <p style="text-align: center;">災害時の UAV 撮影画像の活用      遠隔操作型無人調査プラットフォーム車両の概念図</p>  <p style="text-align: center;">災害調査用地上/空中複合型ロボットシステムイメージ図</p>
<p>応募者</p>	<p>株式会社 日立製作所 ディフェンスシステム社</p>
<p>共同開発者</p>	<p>株式会社 エンルート、八千代エンジニアリング株式会社、 独立行政法人 産業技術総合研究所</p>
<p>連絡先</p>	<p>東京都千代田区外神田1-18-13 秋葉原ダイビル 電話：03-4564-3127、F A X：03-4564-4010 Email：kazuhiko.tanimura.ws@hitachi.com （担当：谷村 和彦）</p>

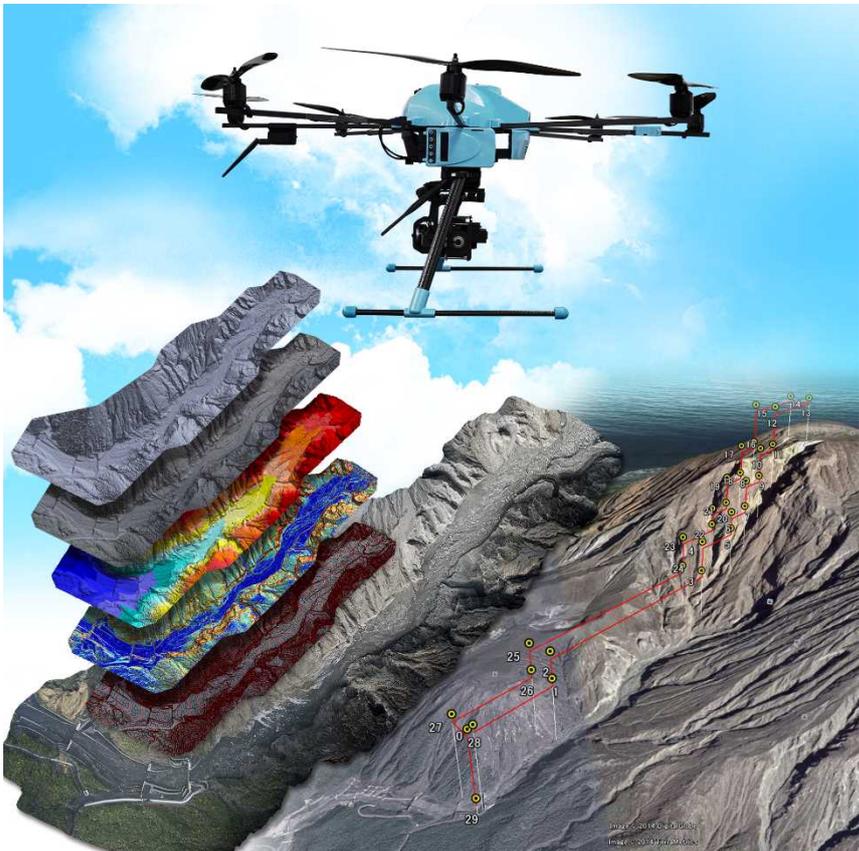
## 技 術 概 要

<p>技術名称</p>	<p>全自動ロボット型空中俯瞰撮影システム</p>
<p>技術概要</p>	<p>『全自動ロボット型空中俯瞰撮影システム』の機体は、カナダのエリオン・ラボ社製で、①完全自律飛行、②自己診断機能搭載、③容易なデータ収集、④コンパクト設計による高い機動性、以上4つの特徴をもったシステムである。</p>
<p>適用分野</p>	<p>災害調査（<input checked="" type="checkbox"/>土砂崩落把握 <input type="checkbox"/>土砂等計測 <input type="checkbox"/>引火性ガス把握 <input type="checkbox"/>トンネル内把握）</p>
<p>図・写真等</p>	<div style="text-align: center;">  <p><b>エアビークル</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 重量 1.2Kg の小型軽量ボディ</li> <li>● 安定のクワッドコプター設計</li> <li>● 各種ペイロード搭載可能</li> <li>● バッテリー稼働時間約 20 分</li> </ul> <p>システムはコンパクトに収納可能</p> <p><b>ベースステーション</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● プログラミングボード搭載</li> <li>● エアビークルと同一バッテリー</li> <li>● バッテリー稼働時間約 6 時間</li> </ul> <p><b>タブレット</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 専用ソフトウェア搭載</li> <li>● 地図ベースのビークルコントロール</li> <li>● タッチペンによる直観的操作</li> </ul> <p>全自動ロボット型空中俯瞰撮影システム構成図</p> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;">  <p>法面地滑りの状況確認</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>山間道路のオルソデータ</p> </div> </div>
<p>応募者</p>	<p>東日本高速道路株式会社</p>
<p>共同開発者</p>	<p>株式会社ネクスコ東日本エンジニアリング</p>
<p>連絡先</p>	<p>東京都千代田区霞が関3-3-2 新霞が関ビルディング15階          電話：03-3506-0095、FAX：03-3506-0343          Email：</p>

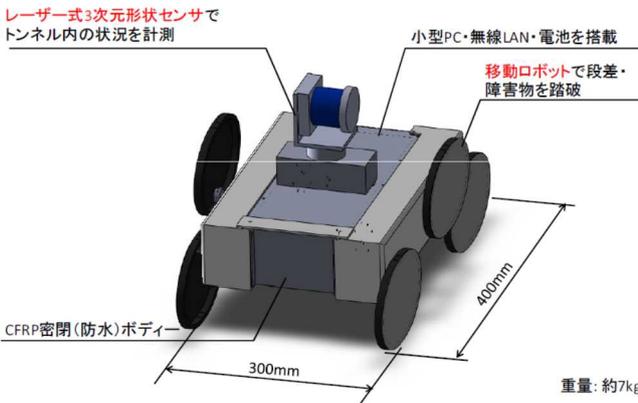
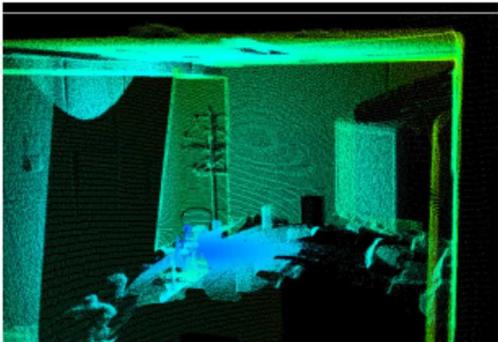
## 技 術 概 要

<p>技術名称</p>	<p>低遅延型デジタル高精細画像伝送システム</p>
<p>技術概要</p>	<p>本システムは、従来のSD動画（720×480）に対し、同じフレーム数30fpsでフルHD画像（1,920×1,080）を状況に応じて3～10Mbps間の低容量かつ遅延時間70msec以内でデジタル伝送できる。これにより、高精細画像による調査がリアルタイムで可能となり、調査効率や精度が向上。ネットワーク利用により、狭隘部での映像伝送や長距離の調査が可能。無線装置等の台数削減等で経済性の向上となる。</p>
<p>適用分野</p>	<p>災害調査（<input checked="" type="checkbox"/>土砂崩落把握 <input type="checkbox"/>土砂等計測 <input type="checkbox"/>引火性ガス把握 <input type="checkbox"/>トンネル内把握）</p>
<p>図・写真等</p>	<div style="text-align: center;">  <p>全体接続図</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>低遅延型デジタル高精細伝送システムの適用例</p> </div>
<p>応募者</p>	<p>株式会社熊谷組</p>
<p>共同開発者</p>	<p>青木あすなろ建設株式会社、株式会社大本組、西松建設株式会社、株式会社フジタ</p>
<p>連絡先</p>	<p>東京都新宿区津久戸町          電話：03-3235-8627、FAX：03-5261-5576          Email：</p>

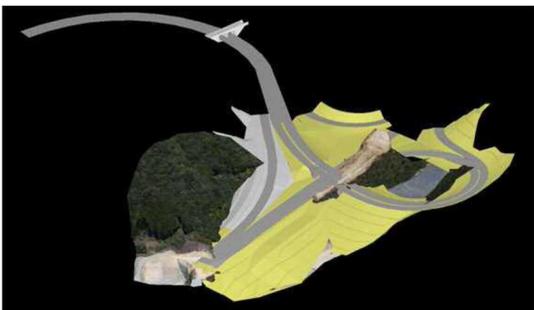
## 技 術 概 要

技術名称	30分で災害現場の全貌把握を可能にする地理空間情報取得システム
技術概要	<p>本検証で使用するUAVには2周波高精度GPSロガー内蔵型シャッター装置が搭載されており、GPSが座標値を出力する整秒のタイミングに対し、カメラのシャッター遅延も勘案し±3/1,000秒以内の誤差で画像を取得する（位置精度で概ね±10cm）。座標が付加された画像をPCで即座に解析処理することにより、その場で30分以内に座標を持ったオルソ画像、3Dモデル、3D点群等、災害現場で必要となるさまざまなデータを出力することができる。</p>
適用分野	災害調査（ <input checked="" type="checkbox"/> 土砂崩落把握 <input type="checkbox"/> 土砂等計測 <input type="checkbox"/> 引火性ガス把握 <input type="checkbox"/> トンネル内把握）
図・写真等	 <p style="text-align: center;">撮影イメージならびに 3D モデル・3D 点群の出力例</p>
応募者	株式会社amuse oneself
共同開発者	岐阜大学、株式会社エム・シー・アンド・ピー
連絡先	<p>大阪府大阪市中央区島之内1-19-21          電話：06-6210-3345、F A X：06-6210-3345          Email：info@amuse-oneself.com</p>

## 技 術 概 要

<p>技術名称</p>	<p>自走式3次元トンネル計測ロボットシステム</p>
<p>技術概要</p>	<p>トンネル災害現場（崩落・火災）において、脚車輪を駆動してトンネル内に侵入し、レーザー式3次元形状センサによって内部の状況を3次元データとして計測するロボットシステム。ロボットは段差や傾斜を踏破する能力を備え、落下物が飛散した路面でも進入が可能である。またロボットはトンネル外に設置される指揮所から遠隔で操作され、計測したデータは3次元画像として指揮所のインターフェースに表示される。</p>
<p>適用分野</p>	<p>災害調査（□土砂崩落把握 □土砂等計測 ■引火性ガス把握 ■トンネル内把握）</p>
<p>図・写真等</p>	<div style="text-align: center;">  <p>自走式 3 次元トンネル計測ロボットシステム概要図</p> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;">  <p>レーザー式三次元形状センサ</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>三次元形状データ</p> </div> </div>
<p>応募者</p>	<p>早稲田大学理工学術院高西淳夫研究室</p>
<p>共同開発者</p>	<p>株式会社アドイン研究所</p>
<p>連絡先</p>	<p>東京都新宿区若松町          電話：03-5369-7329、F A X：03-5269-9061          Email：next_infra@takanishi.mech.waseda.ac.jp</p>

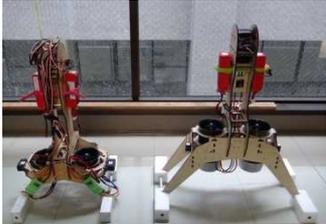
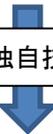
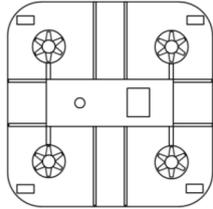
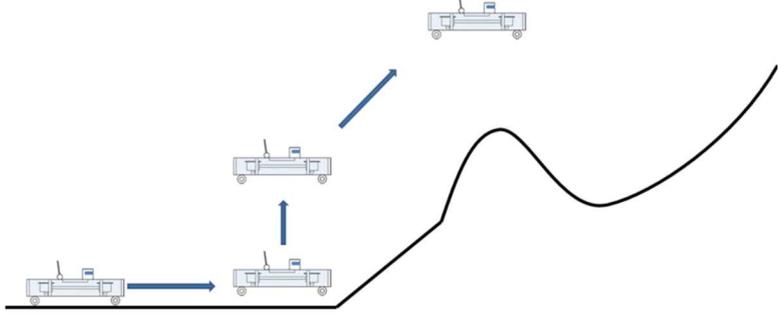
## 技 術 概 要

技術名称	飛行ロボットによる災害調査
技術概要	自律型飛行ロボット（電動マルチローター）に高解像度デジタルカメラやビデオカメラを搭載し、災害地上空を飛行しながら画像や映像の撮影を行い、それを基に地形データの解析を行うことができる技術。調査箇所までは無線操縦もしくは自動航行により移動可能で操縦装置から500m程度までの遠方での調査が可能である。地形データは3DCADで加工が可能で崩壊範囲や土量を算出することができる。
適用分野	災害調査（ <input checked="" type="checkbox"/> 土砂崩落把握 <input type="checkbox"/> 土砂等計測 <input type="checkbox"/> 引火性ガス把握 <input type="checkbox"/> トンネル内把握）
図・写真等	 <p>自律型飛行ロボット</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>写真撮影</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>三次元データ化</p> </div> </div>
応募者	株式会社 富士建
共同開発者	—
連絡先	佐賀県佐賀市富士町下熊川 電話：0952-64-2331、F A X： 0952-64-2340 Email：mits22@fujiken-co.jp

## 技 術 概 要

技術名称	SPIDERを用いた高精度地形解析による災害調査技術
技術概要	GPS制御された高性能無人ヘリロボットに、デジタルカメラを搭載し、土砂災害並びに火山災害現場を対象とした撮影を行い、災害の全容、詳細な変状、斜面の経時的变化を把握する。カメラ以外にも様々な計測機器が搭載可能であり、総合的なモニタリングが可能である。長距離リアルタイム画像転送装置を搭載しているため、地上でパソコン画像を確認しながら、ピンポイントの撮影や計測が可能である。
適用分野	災害調査（ <input checked="" type="checkbox"/> 土砂崩落把握 <input type="checkbox"/> 土砂等計測 <input type="checkbox"/> 引火性ガス把握 <input type="checkbox"/> トンネル内把握）
図・写真等	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>SPIDER 外観</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>写真撮影</p> </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  <p>撮影箇所の三次元化データ</p> </div>
応募者	ルーチェサーチ株式会社
共同開発者	日本工営株式会社
連絡先	広島県広島市安佐南区毘沙門台4-16-21 電話：082-209-0230、FAX： Email：info@luce-s.jp

## 技 術 概 要

技術名称	マルチダクトファンコプタ型調査ドローン
技術概要	<p>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である。通常は車輪で移動するが、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飛行機能を持つ。レーザーレンジファインダやSLAM技術で作業中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。</p>
適用分野	災害調査（□土砂崩落把握 □土砂等計測 □引火性ガス把握 ■トンネル内把握）
図・写真等	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>マルチダクトファン ヘリ</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>操作を簡略化した空中台車</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>推力偏向で飛行する 倒立型飛行体</p> </div> </div> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">                     研空室の独自技術を集約                 </div>    </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>マルチダクトファン コプタ外観図</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>マルチダクトファンコプタの障害物踏破イメージ</p> </div> </div>
応募者	徳島大学大学院ソシオテクノサイエンス研究部 三輪昌史
共同開発者	株式会社エンルート
連絡先	徳島市南常三島町2-1 電話：088-656-7387、F A X：088-656-9082 Email：miw@tokushima-u.ac.jp