

平成 28 年 3 月 30 日

次世代社会インフラ用ロボット（維持管理・災害対応）について 「現場検証・評価の結果」をお知らせします

国土交通省及び経済産業省は、労働力不足が懸念される中、今後増大するインフラ点検を効果的・効率的に行い、また、人が近づくことが困難な災害現場の調査や応急復旧を迅速かつ的確に実施する実用性の高いロボットの開発・導入を促進しています。

昨年5月、「維持管理」及び「災害対応」に役立つロボットの公募を行い、10月より、70のロボット技術について、国土交通省直轄現場等の12箇所で現場検証を行って参りました。

今般、産学官の専門家からなる「次世代社会インフラ用ロボット現場検証委員会」により、「現場検証・評価の結果」がとりまとめられましたのでお知らせ致します。

■対象数：全 70 技術（実用検証：58技術,要素検証 12技術）※下記0内の件数も同様

（維持管理 橋梁:21 技術(17,4)、トンネル 13 技術(10,3)、水中 13 技術(12,1)
災害対応 災害調査:15 技術(12,3)、災害応急復旧:8 技術(7,1)

■現場検証・評価の結果の全体概要：

今回は現場検証の2年目であり、維持管理及び災害の5分野全てで、昨年度に比べ大幅な技術向上が確認され、今後の試行や活用が推薦され、また、今後の試行や活用のための課題も示されました。

- ▶ 維持管理分野（橋梁、トンネル、水中）では、幾つかの技術で、「試行的導入を推薦」、「試行的導入に向けた検証を推薦」と評価された。（別紙を参照）
- ▶ 災害分野（調査、応急復旧）では、幾つかの技術で、「活用を推薦する」と評価された。（別紙を参照）

→5分野毎の現場検証・評価の結果（概要）は、『別添1～5』に記載。

（国土交通省では、この評価結果を受け、試行的導入や活用促進を進める予定）

※今回のロボット技術の詳細情報や現場検証の状況は、専用ポータルサイトにて、動画及び写真も用いて、分かりやすく揭示しております。是非、ご覧下さい。

<専用ポータルサイト> <http://www.c-robotech.info/>

c-robotech

検索

（問合せ先）国土交通省 総合政策局 公共事業企画調整課

企画専門官 新田、課長補佐 増、施工企画係長 中根

TEL：03-5253-8111（内線 24903、24921、24922） 03-5253-8286（課内直通）

FAX：03-5253-1551

概要

今後増大するインフラ点検を効果的・効率的に行い、災害現場の調査や応急復旧を迅速かつ的確に実施するため人による作業を支援する実用性の高いロボットの開発から導入まで一貫した取り組みを支援

取り組み

- ・ロボット開発・導入が必要な『5つの重点分野』（維持管理：トンネル・橋梁・水中、災害対応：調査・応急復旧）を策定
- ・H26、H27年度民間企業や大学等からロボット技術を公募し、直轄現場を活用した検証・評価を実施

5つの重点分野

※平成25年12月国土交通省・経済産業省公表

I 維持管理

- ① 橋梁
 - ・近接目視を支援
 - ・打音検査を支援
 - ・点検者の移動を支援
- ② トンネル
 - ・近接目視を支援
 - ・打音検査を支援
 - ・点検者の移動を支援
- ③ 水中（ダム、河川）
 - ・近接目視を代替・支援
 - ・堆積物の状況を把握

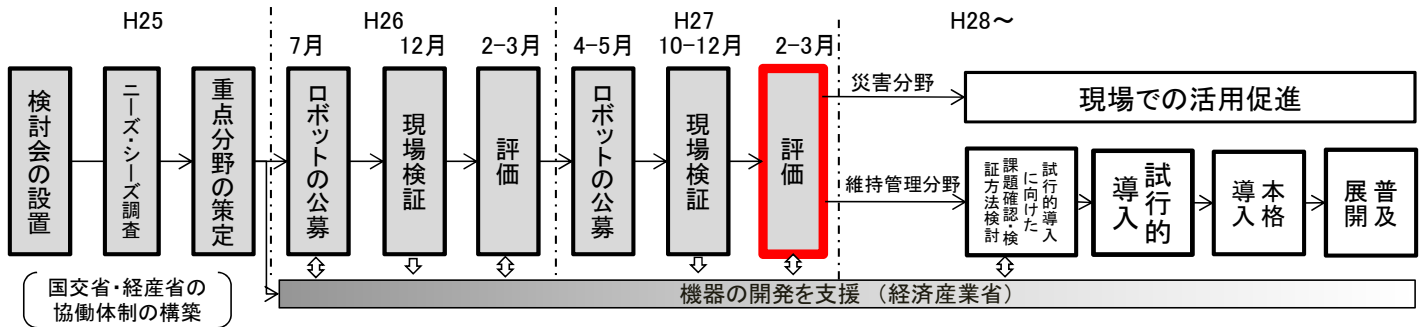


II 災害対応

- ④ 災害状況調査（土砂崩落、火山災害、トンネル崩落）
 - ・現場被害状況を把握
 - ・土砂等を計測する技術
 - ・引火性ガス等の情報を取得
 - ・トンネル崩落状態や規模を把握
- ⑤ 災害応急復旧（土砂崩落、火山災害）
 - ・土砂崩落等の応急復旧
 - ・排水作業の応急対応する技術
 - ・情報伝達する技術



実施フロー



平成27年度現場検証実施箇所

- ① 青山トンネル／葦尾根トンネル【トンネル維持管理】 神奈川県相模原市
- ② 蒲原高架橋（床版橋）【橋梁維持管理】 静岡県静岡市
- ③ 国土技術政策総合研究所【災害調査】（トンネル崩落現場） 茨城県つくば市
- ④ 幸久橋（鋼橋、コンクリート橋・橋脚、支承部）【橋梁維持管理部門】 茨城県那珂市～常陸太田市
- ⑤ 雲仙普賢岳（火山災害現場）【⑤災害応急復旧、⑦災害調査】 長崎県南島原市
- ⑥ 天ヶ瀬ダム【水中維持管理】 京都府宇治市
- ⑦ 弥栄ダム【水中維持管理】 広島県大竹市～山口県岩国市
- ⑧ 模擬トンネル（施工技術総合研究所）【トンネル維持管理】 静岡県富士市
- ⑨ 赤谷地区（土砂崩落現場）【災害調査】※河道閉塞 奈良県五條市
- ⑩ 栗平地区（土砂崩落現場）【災害応急復旧】排水作業 奈良県吉野郡
- ⑪ 信濃川 妙見堰【水中維持管理】 新潟県長岡市

次世代社会インフラ用ロボット開発・導入 2015年度現場検証・評価の結果(集計)
(2016.3.30 公表)

※5分野毎の評価書(ホームページ上で公表)に掲載している個別技術の評価結果を集計したものです。

■災害調査分野

(判定の集計)

I	8
II	7
III	3
要素検証	3
合計	21 件

【凡例】

- I. 活用を推薦する
- II. 課題が解決されれば活用を推薦する
- III. 活用に向け今後の技術開発を期待する

■災害応急復旧分野

(判定の集計)

I	3
II	3
III	1
要素検証	1
合計	8 件

【凡例】

- I. 活用を推薦する
- II. 課題が解決すれば活用を推薦する
- III. 活用に向け今後の技術開発を期待する

■橋梁維持管理分野

(判定の集計)

I	5
II	5
III	3
IV	4
要素検証	4
合計	21 件

【凡例】

- I. 試行的導入に向けた検証を推奨する
- II. 課題の解決を前提に、試行的導入に向けた検証を推奨する
- III. 課題への対応・結果により、試行的導入に向けた検証を推奨する
- IV. 今回は十分な検証ができていない

■トンネル維持管理分野

(判定の集計)

I	8
II	6
III	4
IV	2
要素検証	3
合計	23 件

【凡例】

- I. 試行的導入に向けた検証を推奨する
- II. 課題の解決を前提に、試行的導入に向けた検証を推奨する
- III. 課題への対応・結果により、試行的導入に向けた検証を推奨する
- IV. 今回は十分な検証ができていない

■水中維持管理分野

(判定の集計)

I	7
II	4
III	4
要素検証	1
合計	16 件

【凡例】

- I. 試行的導入を推薦する
- II. 要改良事項が解決されれば活用が期待できる。
- III. 活用に向けて今後の技術開発を期待する。

橋梁維持管理用ロボット技術__現場検証・評価の結果（概要）

<検証現場>

蒲原高架橋(静岡県静岡市)、
幸久橋(茨城県那珂市～常陸太田市)、

<検証方法>

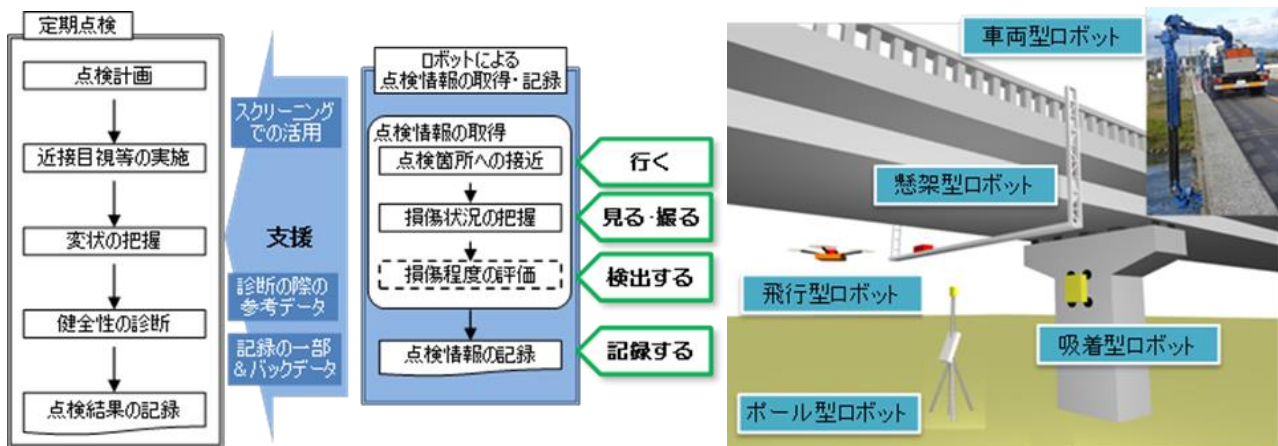
応募のあった技術を各検証場所において使用して点検を実施し、その結果と従来の点検手法の結果を比較し、技術の現場適用性等を評価

<対象技術>

2.1 技術（実用検証^{※1}：17技術、要素検証^{※2}：11技術）

※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 現時点では技術・システムの一部が開発段階にあり、本来の技術・システムとしてではなく、構成する一部の要素技術を用いたデータ収集や各要素の稼働状況などの確認を目的として現場検証を実施した技術。また、検証現場の使用上、構造上の制約等によりシステムとしての検証が行えず、データ収集や各要素の稼働状況等の確認を目的として現場検証を実施した技術。



<現場検証・評価の結果のポイント>

2年間、鋼橋・コンクリート橋の床版・橋脚・橋台・桁等の点検を対象とし、点検員が行う近接目視点検や打音検査点検の支援に橋梁点検用ロボット技術の現場検証を行ってきた。検証の結果、多種多様な形態のロボット技術の開発・改良が進んでおり、これらのロボット技術が人による点検を様々な形で「支援」の可能性を確認できた。

『移動機構』として「飛行型、懸架型、車両型、ポール型、吸着型」、『センサー』として「カメラ、赤外線等」、『データ処理』として「損傷自動抽出・解析、オルソ化、3次元化等」と、これらの組合せにより、多種多様なロボット技術が構成されている。

それらのロボット技術は、一連の点検作業における「行く」、「見る・撮る」、「検出する」、「記録する」の4つ働きでの効果が期待される。

とりわけ、「検出する」及び「記録する」については、異分野でも画像利用・解析技術、情報通信技術の進歩が著しいことから、今後の改良が期待される。

次年度以降、実際の点検業務と同一の環境下で検証を行う「試行的導入」に向けた準備として、必要な現場検証を行い、検証方法の検討が求められる。

一方、地方自治体等の管理者毎に、保有する施設数及び老朽化状況、維持管理体制等の実情が異なっており、その実情に応じて、支援効果が期待されるロボット技術について積極的な活用を試み、その利用ノウハウの構築や更なる技術開発が進むことを期待する。

※ 個別技術の評価結果は、別途、国土交通省ホームページに掲載しております。

トンネル維持管理用ロボット技術__現場検証・評価の結果（概要）

<検証現場>

宮ヶ瀬ダム北岸林道トンネル（神奈川県相模原市）

施工技術総合研究所模擬トンネル（静岡県富士市）

<検証方法>

応募のあった技術を各検証場所において使用して点検を実施し、その結果と従来の点検手法の結果を比較し、技術の現場適用性等を評価

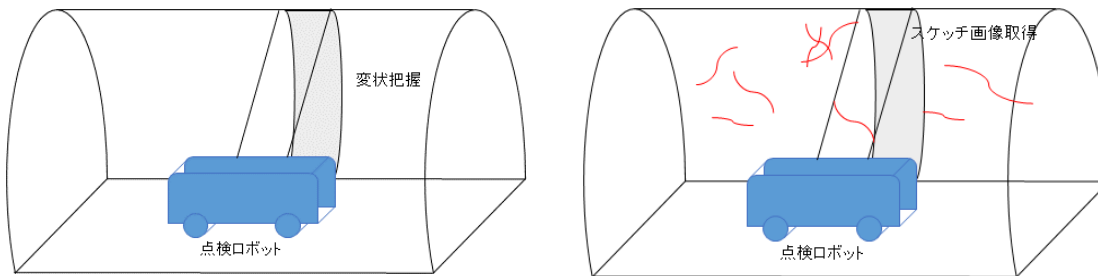
<対象技術>

13技術（実用検証^{※1}：10技術、要素検証^{※2}：3技術）

※1 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。

※2 現時点では技術・システムの一部が開発段階にあり、本来の技術・システムとしてではなく、構成する一部の要素技術を用いたデータ収集や各要素の稼働状況などの確認を目的として現場検証を実施した技術。また、検証現場の使用上、構造上の制約等によりシステムとしての検証が行えず、データ収集や各要素の稼働状況等の確認を目的として現場検証を実施した技術。

[ロボット活用シナリオ]



シナリオ1：従来点検前にロボットで計測

シナリオ2：ロボットによりスケッチ作業を実施

<現場検証・評価の結果のポイント>

2年間の現場検証を通じて、いずれも昨年度の検証結果を踏まえた改良が加えられ、計測精度や効率性が改善されている。今回の現場検証では、従来点検前にロボットにより計測する場面（シナリオ1）と、従来点検後にロボットにより計測（スケッチ）する場面（シナリオ2）について検証した。

シナリオ1では、人による点検がより効率的になる可能性が確認できた。

シナリオ2では、人によるスケッチ作業の省略及び車線規制時間の短縮の可能性が高いことが確認できた。

ただし、いずれのロボット技術も人による変情抽出・評価・判断のプロセスが必要であり、ロボット技術を扱う人の技術力の確保・向上も重要な課題として認識する必要がある。

次年度以降、実際の点検業務と同一の環境下で検証を行う「試行的導入」に向けた準備として、必要な現場検証を行い、検証方法の検討が求められる。

一方、点検対象や現場状況に応じた最適なロボット技術を選定し、また、よりの確なロボット技術の開発目標を設定するため、ロボット技術の性能の明確化とその検証方法の標準化の検討が求められる。

※ 個別技術の評価結果は、別途、国土交通省ホームページに掲載しております。

水中維持管理用ロボット技術__現場検証・評価の結果（概要）

<検証現場>

弥栄ダム（広島県大竹市）、天ヶ瀬ダム（京都府宇治市）、妙見堰（新潟県長岡市）

<検証方法>

応募のあった技術を各検証場所において使用して点検を実施し、その結果と従来の点検手法の結果を比較し、技術の現場適用性等を評価

<対象技術>

13技術（実用検証^{※1}：12技術、要素検証^{※2}：1技術）

※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 現時点では技術・システムの一部が開発段階にあり、本来の技術・システムとしてではなく、構成する一部の要素技術を用いたデータ収集や各要素の稼働状況などの確認を目的として現場検証を実施した技術。また、検証現場の使用上、構造上の制約等によりシステムとしての検証が行えず、データ収集や各要素の稼働状況等の確認を目的として現場検証を実施した技術。



<現場検証・評価の結果のポイント>

「ダム用」については、潜水士の作業時間が制限される水深条件下における堤体やゲート設備を対象とした点検作業への適用を想定し、光学カメラや音響センサー等を搭載したROVについて検証を実施した。運動性能や姿勢制御性能、濁水環境下での高精細な画像取得性能などについて、優れた特長を有するロボットが複数確認できた。

「河川用」については、ボート型、陸上自走型ともに有望と考えられる。ボート型技術は、自律航行可能な無人ボートに高精度GNSS、光学カメラ及びスワス測深機（マルチビームソナー）を取付け、精度の高い水中の3次元地形データを広範囲に取得できる。ただし、現段階では実際の現場での活用は流速の制約を受けることから、今後は現場条件に則した運動性能を高めることで、河床や構造物周辺の洗掘状況等の調査への適用が期待できる。また、陸上自走型技術は、自走式運搬機に搭載した水中3Dスキャナーと地上部用3Dレーザースキャナーを組みあわせて、濁りの影響を受けることなく水中構造物の形状を取得できた。

「ダム用」、「河川用」のこれらの実用化レベルに達してきている技術は、今後、実際の業務の一環での使用を通じて、その費用対効果も含め、現場適用性を検証すべく、試行的導入を進めることが可能であると考えられる。

※ 個別技術の評価結果は、別途、国土交通省ホームページに掲載しております。

災害調査用ロボット技術_現場検証・評価の結果（概要）

<検証現場>

赤谷地区（奈良県五條市）、雲仙普賢岳（長崎県島原市）、国総研模擬トンネル（茨城県つくば市）

<検証方法>

応募のあった技術について、土砂災害、火山災害、トンネル災害を想定した各検証場所におけるフェーズ毎の調査を実施し、適宜、従来の調査手法とも比較し、技術の現場適用性等を評価

<対象技術>

15技術（実用検証^{※1}：12技術、要素検証^{※2}：3技術）

※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 現時点では技術・システムの一部が開発段階にあり、本来の技術・システムとしてではなく、構成する一部の要素技術を用いたデータ収集や各要素の稼働状況などの確認を目的として現場検証を実施した技術。また、検証現場の使用上、構造上の制約等によりシステムとしての検証が行えず、データ収集や各要素の稼働状況等の確認を目的として現場検証を実施した技術。



<現場検証・評価の結果のポイント>

今年度の現場検証においては、土砂崩落災害、火山災害、トンネル災害のいずれにおいても、昨年度より技術レベルの向上が見られ、実際の災害時において活用を推薦できる技術が複数あった。

土砂崩落災害及び火山災害に対しては、無人航空機（ドローン）に「カメラ」や新たに「3Dレーザスキャナ」を搭載したロボット技術の検証がなされ、設定した発信基地から約1.5km遠方の状況把握、被災状況の迅速且つ正確な把握の確認できた。また、火山災害においては、より厳しい条件下での約2km遠方の状況把握、火山灰のサンプリングが可能であることを確認した。

トンネル災害に対しては、クローラ型の調査ロボットを、有線・無線、通信中継によって遠隔操作・情報取得するものであった。一部の技術について、障害物を踏破し、設定延長700mの往復し、被災状況の把握が可能であった。

活用を推薦できる技術については、評価結果を踏まえ、活用を促進することにより、各種災害への対応力が向上することを期待する。

※ 個別技術の評価結果は、別途、国土交通省ホームページに掲載しております。

災害応急復旧用ロボット技術__現場検証・評価の結果（概要）

<検証現場>

雲仙普賢岳（長崎県島原市）、栗平地区（奈良県吉野郡）

<検証方法>

応募のあった技術を各検証場所において使用し、その結果と従来技術の結果とを比較し、技術の現場適用性等を評価

<対象技術>

8 技術（実用検証^{※1}：7 技術、要素検証^{※2}：1 技術）

※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 現時点では技術・システムの一部が開発段階にあり、本来の技術・システムとしてではなく、構成する一部の要素技術を用いたデータ収集や各要素の稼働状況などの確認を目的として現場検証を実施した技術。また、検証現場の使用上、構造上の制約等によりシステムとしての検証が行えず、データ収集や各要素の稼働状況等の確認を目的として現場検証を実施した技術。



<現場検証・評価の結果のポイント>

今年度の現場検証の「土石崩落または火山災害における〔1〕掘削、押土、盛土、土砂や資機材の運搬等、〔2〕排水作業の応急対応、〔3〕遠隔または自動による機械等の制御に係る情報の伝達」ができる技術・システムのいずれにおいても、昨年度よりも技術の向上が見られ、実際の災害時において活用を推薦できる技術が複数あった。

掘削等を行うロボットとしては、汎用重機の運転席に遠隔操作ロボットを搭載するタイプが3技術あり、その駆動方式が「油圧・空圧・メカニカル」と異なり、運搬性や作業性等について各特徴を有し、また、林業用アタッチメントが装備可能な技術もあった。

また、自律走行による締め固め技術や排水作業の応急対応技術は、十分な実用性が確認された。

情報伝達技術として、情報の低遅延・低容量化技術は、低容量で鮮明な画像により、オペレータの疲労感の軽減や無線資源の有効活用が期待できる。また、俯瞰映像を生成する技術は、発災直後の危険な狭隘な環境下において、固定カメラや移動カメラを使用せず、遠隔で重機の進入が可能となることは有意義である。

活用を推薦する技術については、今後、施設管理者等による実機の配備や災害協定の締結などを通じて、災害への迅速な対応を図ることが重要である。

※ 個別技術の評価結果は、別途、国土交通省ホームページに掲載しております。