

次世代社会インフラ用ロボット 開発・導入に向けた現場検証の 評価結果について

(前) 国土交通省 総合政策局 公共事業企画調整課 企画専門官

(現) 国土交通省 関東地方整備局 北首都国道事務所長

いながき たかし
稲垣 孝



はじめに

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4月より、「点検ロボット」及び「災害対応ロボット」の公募を開始し、産学官の各分野の専門家により、平成26年10月から平成27年1月にかけて65技術について、国土交通省の直轄現場等の14カ所で現場検証を実施しました。



プロジェクトのスケジュール

国土交通省と経済産業省で協働体制を構築し、

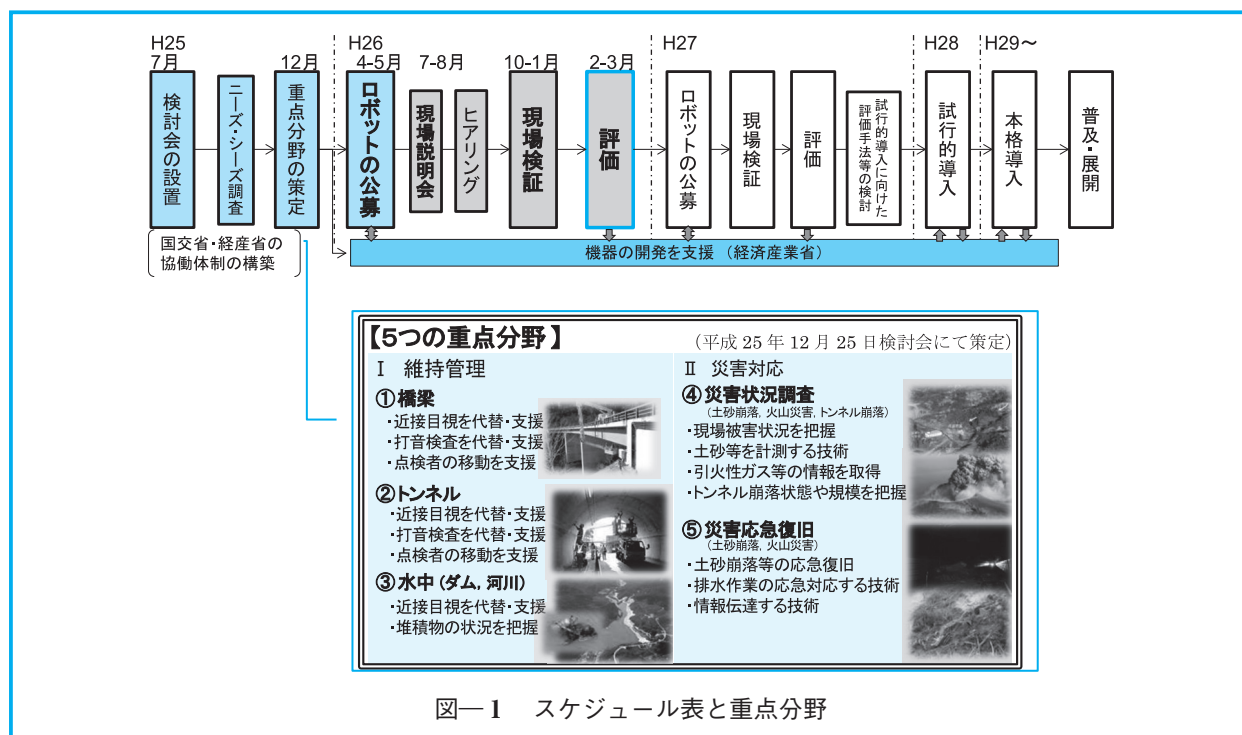


図-1 スケジュール表と重点分野

国土交通省では現場ニーズと実際の現場を用いて現場検証・評価を実施し、経済産業省は各開発者に開発支援を実施し、協働で図一1のスケジュールによりロボット開発・導入を実施しました。

3 応募数，現場検証・評価対象数

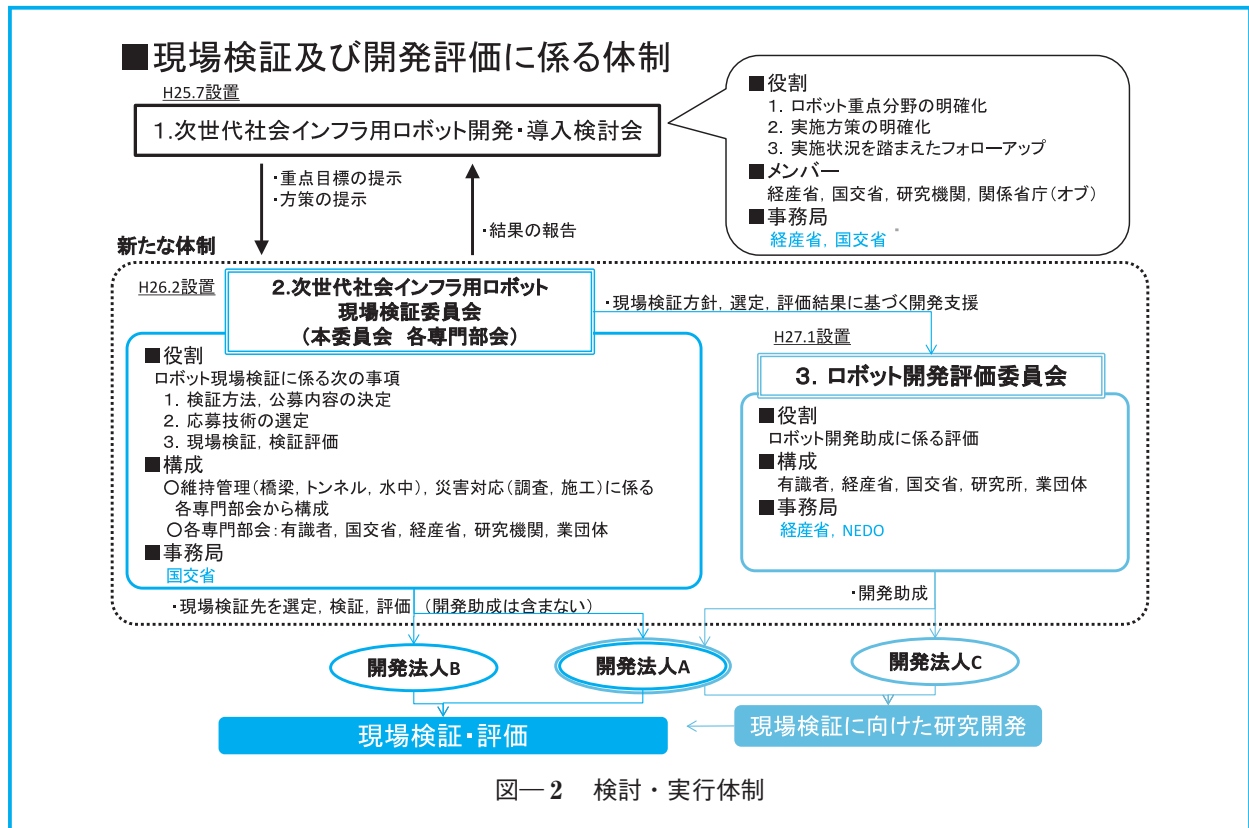
- ・維持管理（橋梁）：応募数31技術，現場検証数17技術・評価対象数12技術
 - ・維持管理（トンネル）：応募数10技術，現場検証数8技術・評価対象数2技術
 - ・維持管理（水中）：応募数16技術，現場検証数14技術・評価対象数6技術
 - ・災害（調査）：応募数24技術，現場検証数19技術・評価対象数13技術
 - ・災害（応急復旧）：応募数8技術，現場検証数7技術・評価対象数6技術
- 合計：応募数89技術，現場検証数65技術・評価対象数39技術

4 検証現場

- ・維持管理（橋梁）：浜名大橋6技術，新浅川橋9技術，国土技術政策総合研究所（国総研）内橋梁5技術
 - ・維持管理（トンネル）：宮ヶ瀬ダム北岸林道トンネル6技術，施工技術総合研究所模擬トンネル8技術
 - ・維持管理（水中）：宮ヶ瀬ダム13技術，多摩川緊急船着場2技術
 - ・災害（調査）：赤谷6技術，桜島7技術，雲仙普賢岳2技術，国総研実大トンネル6技術，土木研究所試験場1技術
 - ・災害（応急復旧）：多摩川二ヶ領1技術，雲仙普賢岳6技術
- 合計：14カ所

5 検討・実行体制

今回の現場検証・評価については、「次世代社



図一2 検討・実行体制

会インフラ用ロボット開発・導入検討会」の下に、「次世代社会インフラ用ロボット現場検証委員会」（国交省主導）と「ロボット開発評価委員会」（経産省主導）において、現場検証と開発助成について委員会を設置しました。

現場検証においては、「次世代社会インフラ用ロボット現場検証委員会」の下に重点分野ごとに各専門部会（維持管理：橋梁・トンネル・水中）（災害対応：調査・応急復旧）を設置し、各専門部会に有識者、国交省、経産省、研究機関、業団体の専門家を委員に現場検証・評価を実施しました（図-2）。



評価について

ここでは、各専門部会の総評のポイントについて記載します。

各専門部会の個々の公募技術に対する評価・総評及び個々の各技術の評価結果は、専用サイト <<http://www/c-robotech.info/>> に掲載しています。

(1) 橋梁部会（部会長：横浜国立大学 藤野陽三 上席特別教授）

今回の現場検証では、ロボットによる点検結果は、従来手法による調査精度には至りませんでした。

現場検証において、多くの応募があった飛行系については、橋梁へ近接し写真データを取得することが可能なものもありましたが、遠景程度のももありました。また、風が強い状況では飛行が不安定となり、安定性についても更なる技術開発が望まれます。

車両系、ポール系、懸架系においても、損傷状況の把握の精度の向上や操作の安定性に向けての技術開発が望まれます。

なお、高精細な写真が得られている状況でもそれらを解析する技術が未熟なため、最終的な成果の精度が低くなっていることも考えられ、橋梁の損傷に関する知識や写真判読技術の向上も課題と

考えられます。

(2) トンネル部会（部会長：首都大学東京 西村 和夫教授）

今回の現場検証においては、従来手法の近接目視による調査精度のレベルには至っておらず、従来手法による点検作業の代替または全面的な支援となる技術は確認できませんでした。

一方、現場検証によってロボット技術（実用検証技術）の長所及び短所が明確となり、長所としては、現行手法による点検作業で必要となる車線規制時間が短縮される可能性があること、ならびに点検作業の省力化の可能性のあることを確認しました。

また、短所としては、取得データから変状を検出する作業において、検出者の熟練度等によって、変状検出精度にばらつきが生じる可能性があることを確認しました。

(3) 水中部会（部会長 京都大学 角 哲也教授）

今回の現場検証で、ダムのゲート設備やコンクリート構造物等の近接目視を代替・支援する技術として、光学カメラを用いた技術は、ダム湖水が比較的濁度ではあったものの、ほぼ画像を取得することができ、一定の評価を行うことができました。また、一部技術においては、「期待する項目（より深く潜れる・ケレンができる・打音検査ができる）」まで満足することが確認されました。

堆積物の状況の全体像を把握する技術として、音響測深機を用いた技術は、技術的に確立していることが確認できましたが、その適用条件には課題が残りました。

一方で、『概査』（損傷が疑われる箇所を抽出するための、広域を対象とする1次スクリーニング）及び『精査』（1次スクリーニングで抽出された箇所の詳細調査）といった、段階的な点検計画を考慮した場合には、それぞれの段階で水中ロボットに求められる仕様が異なると考えられます。今後は、このような水中点検を進める上での求められる精度を明らかにすることで、精度はや

や劣るものの、広域かつ機動的な概査には十分活用し得る技術など、それぞれの段階に応じたニーズとシーズのマッチングを進めることも必要と考えられます。

(4) 災害調査部会（部会長 東北大学 高橋 弘教授）

今回の現場検証において、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、調査結果としての成果の精度等が、運用技術（飛行計画・撮影計画の立案、オペレータの技量等）に大きく影響される点に留意が必要であることが明らかになりました。

トンネル災害においては、崩落状況及び規模を把握するための画像と映像を取得することができた一方で、移動機構や付属装置等の課題が明らかになりました。

(5) 応急復旧部会（部会長 立命館大学 建山和由教授）

災害時の現場環境は多様で、かつ変わり易いことを考えると、ここで使用されるロボットには、これらの環境にも対応することのできるタフさと安定性が要求されますが、今回提案された技術の多くは、この点の到達度が十分ではなかったと言えます。

掘削や土砂運搬の応急復旧技術については、いずれの技術も建設機械を遠隔で操作することは可能でしたが、操作性や安定性の課題が明らかになりました。

排水作業の応急対応技術については、技術的に完成していることが確認され、適用可能な条件下で必要な場合は導入を検討すべき技術として推薦されました。

情報伝達技術については、通信標準を用いて汎用重機を遠隔操作する技術は、技術的に完成していることが確認され、導入を検討すべき技術として推薦されました。また、高精細な画像を低遅延で伝送する技術は、所定の性能を確認することができたものの、効果的な活用場面を明確化すべきことが指摘されました。

7 おわりに

今回の現場検証で、様々なロボット技術が初めて供用されている実際の現場において、本格的な現場検証・評価が行われました。この検証における各技術や技術開発の方向性等の課題が明らかになる等、今回の現場検証の取り組みの意義は大きいと考えられます。

今回の現場検証では、維持管理技術においては、ロボットによる従来技術相当の精度には至りませんでした。

特に、ロボット自体の技術だけでなく、損傷状況の把握の精度の向上や操作の安定性に向けての技術開発が望まれます。

また、高精細な写真が得られている状況でもそれらを解析する技術が未熟なため、最終的な成果の精度が低くなっていることも考えられ、橋梁・トンネルの損傷に関する知識や写真判読技術の向上も課題と考えられます。

今回、実現場でなければ、見えてこない様々な課題が明確になり、開発者が取り組むべき今後の開発課題、開発目標が具体的に提示された意義は大きいと考えられます。

次回の現場検証に向けて、更なる開発・改良が行われ、顕在化した課題を解決していくことを期待します。

さらに、従来技術において、データ処理を一層効率化する技術提案もあり、今回はそれらが開発中のため、検証・評価ができませんでしたが、それらの技術も将来開発されていくことを期待します。