

情報プラットフォームとしての社会インフラ用ロボット情報一元化システムの改良

森川博邦^{*1}, 大槻崇^{*1}, 岡島朝治^{*1}, 緒方正剛^{*2}

Enhancement of the unification system of robotics information for civil infrastructure for the information platform

Hirokuni Morikawa^{*1}, Takashi Ohtsuki^{*1}, Tomoharu Okajima^{*1}, and Seigo Ogata^{*2}

^{*1} 国土技術政策総合研究所, 社会資本施工高度化研究室, National Institute for Land and Infrastructure Management, Advanced Construction Technology Dev

^{*2} 先端建設技術センター, 研究部, Advanced Construction Technology Center, R&D Dept.

国総研では, ロボット技術が社会インフラの維持管理及び災害時に有効に活用され, さらにロボット技術の継続的な研究開発・社会実装の促進を目的に, 各種ロボット技術の掲載情報の見直しを行うとともに, もう一つの取組みであるロボット関係者間の意見交換・情報共有活動を促進させるために SNS を活用し, 情報プラットフォームとして活用できるよう改良を行った. 本論文では, その改良の内容と期待される効果について述べる.

Key Words : ロボット技術, 維持管理, 災害対応, SNS, ニーズ・シーズ

1. はじめに

社会インフラ用ロボット情報一元化システムは, 戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) の「インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」の研究課題の一つとして, 平成 26 年度より 5 年間の計画で, 国土交通省国土技術政策総合研究所 (以下, 国総研) が取り組んできたテーマの一つである. これは, 維持管理分野と災害分野における社会インフラ用ロボットに関する情報を検索できるデータベースと, ロボット関係者が情報交換やコミュニケーションを行う場を提供するコミュニティを一体的に運営する仕組みであり, 国総研において試行運用を行ってきた⁽¹⁾.

平成 30 年度は, この SIP による研究開発の最終年度であり, 今後, 本システムが自立的に稼働していくことが理想であり, そのためには, 掲載されるロボット・ロボット技術の情報が利用者にとってメリットのある情報であることが必要である. 一方, コミュニティ活動においては, ロボット関係者が協働して行うロボット技術の社会実装やニーズ・シーズのマッチングが促進されるための取組みを継続して行うことが重要である⁽²⁾.

本論文では, 今後の運営を見越したシステムの運用状況と改良点, および今年度実施したコミュニティ活動の内容について報告するものである.

2. 社会インフラ用ロボット情報一元化システムの試行運用

社会インフラ用ロボット情報一元化システム (以下, 本システム) は, ロボット関係者が必要な時にいつでも不具合なく安心してアクセスできるようセキュアな環境下で Web サーバーによりシステムを運用, および管理を行った.

(1) システムの試行運用

システムの試行運用は, ロボット関係者が, いつでも不具合なくアクセスできるよう, WEB サーバーは, 「切れ目なく試行運用できる」, 「不具合なく安心してアクセスできるセキュアな環境であること」の観点でシステムの試行運用を行った.



Fig. 1 Top View of System

(2) 稼働状況

試行運用期間中において、サーバーの障害やトラブルによる停止等は確認されなかった。平成30年12月11日から平成31年3月20日におけるシステムの稼働状況をFig. 2に示す。サーバーへのアクセスは平均19アクセス程度あり、2月12日に一時257アクセスまで跳ね上がったが、サーバーのパフォーマンスは問題は無く、「切れ目なく試行運用できる」、「不具合なく安心してアクセスできるセキュアな環境であること」の目標は達成されたとと言える。

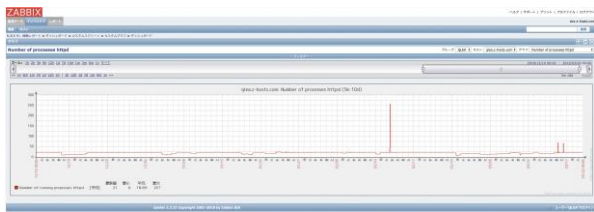


Fig. 2 System Operation Status

3. ロボット関係者のコミュニティ活動に関する運営補助

社会インフラの維持管理に資するロボット技術の実用化に向けた、技術シーズとニーズ及び技術シーズ同士の適確なマッチングが持続的・自立的に行われるような仕組みを促進するにあたり、システムの活用が想定されるロボット関係者が参画するコミュニティ活動に関して、その運営補助を行った⁽³⁾。

(1) 建設用ロボット技術交流会

平成31年3月20日(水)に、土木学会主催で国立研究開発法人土木研究所にて開催された建設用ロボット技術交流会において、ロボット・ロボット技術情報に関する現場見学および意見交換会の機会としてコミュニティ活動を行った。

交流会では、基調講演等の座学の後、土木研究所内の検証ヤードにて、遠隔操縦型のバックホウや遠隔操縦型の半水中クローラダンプの見学や操作室において実機の操縦等が実施された。



Fig. 3 Keynote speech



Fig. 4 Demo operation

(2) アンケート調査の実施と今後の方針

コミュニティ活動を今後も継続していくにあたり、活動内容の改善を図るため、本技術交流会参加者を対象にアンケート調査を行った。

Table 1 Survey Overview

項目	内容
実施期間	平成31年3月20日
調査対象者	『建設用ロボット技術交流会』参加者(34名)
実施機関	一般財団法人先端建設技術センター
実施方法	会場にて調査票を配布及び回収
回収数	33通(回収率97%)

今回は実機を使ったデモ操作が行える環境であったこともあり、参加者の多くが、実際のギャップが確認できた、操作の難しさや死角があるのが体感できた、等、前向きな意見が多く、コミュニティ活動についても今後も継続して開催して欲しい、定期的な開催であれば参加しやすい、等の意見が得られた。

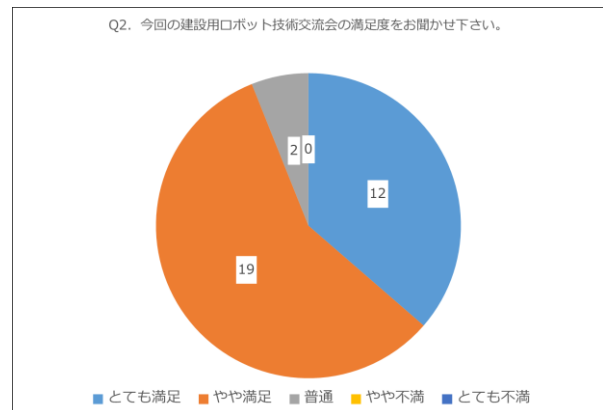


Fig. 5 Attendees satisfaction research

4. システム改良に向けたヒアリングの実施

本システムが災害発生時に有効活用されるものとなるには、災害発生時に現地調査・復旧方法の検討を行う建設コンサルタント、および発災時に国・自治体の出動要請に伴い現場作業支援にあたる建設会社にとって使い勝手の良いものであることが重要である。そこで、地方整備局と災害協定を結んでいる建設コンサルタント等業団体にヒアリングを行い、災害対應用ロボットのデータベースとしてどのような情報・検索項目・機能等を備えるべきか、また改善点等について意見を聴取した。

Table 2 Survey Target

団体名	対象者	場所
(一社) 全国建設業協会	岡山県建設業協会 株式会社荒木組 片山部長、大島次長、 河野次長、中塚氏 全国建設業協会 大濱氏	岡山県建設会館大会議室
(一社) 建設コンサルタンツ協会	建設コンサルタンツ協会関東支部 災害時対応検討委員会 委員長 加藤氏 副委員長 井波氏	株式会社 長大 本社会議室

(1) 対象となる対応した災害について

ヒアリングにあたり、事前に対象者が対応した災害について、それぞれ、被災状況や対応内容について確認を行った。

Table 3 The disaster response of Associated General Contractors of Japan, Inc.

災害名称	災害当時の担当	主な役割・作業内容
平成 30 年 7 月豪雨災害 国道 180 号	現場指揮・監督	・道路啓開作業 (土砂・瓦礫撤去、道路清掃)
小田川	現場指揮・監督	・堤防応急復旧 (法面大型土のう積、根固め、構造物撤去)
岡山自動車道	現場指揮・監督	・道路啓開作業 (土砂撤去、仮設土留め、伐採、道路清掃)

Table 4 The disaster response of the Japan Civil engineering Consultants Association

災害名称	災害当時の担当	主な役割・作業内容
H29 台風 21 号災害	当該自治体 建コン協関東支部(協定) 株式会社 長大インフラマ ネジメント事業本部 事業部長 井波 文明	① 測量(基準点測量、路線測量) ② 地質調査(機械式-リグ、室内試験、地盤変位計測、地下水水位計測等) ③ 復旧設計(地すべり調査、道路予備・詳細設計、補強土壁設計等)

(2) ヒアリングの結果と改良に向けた整理

今回、ヒアリングを行った団体は、それぞれ発災直後に出動する建設会社を主体とする全国建設業協会と、発災からしばらく経過し、復旧に向けて調査や立案にあたる建設コンサルタント会社を主体とする建設コンサルタンツ協会のように時系列で役割が異なるため、システムに求めるニーズも異なってくる。そのため、「掲載項目の追加」、「掲載内容の変更」、「検索項目の追加」、「検索機能の変更」、「地図検索の変更」、「その他」に分けて整理を行った。以下に、各団体毎に得られた意見を元に整理した表を示す。

Table 5 The result of Interview of Associated General Contractors of Japan, Inc.

システムの機能に関する意見	改善内容
・現在の出動状況が分かれば依頼時の選択の判断ができる。	掲載項目の追加
・県外からの応援出動が対応可能か否かも分かるとよい。	掲載項目の追加
・どこで何台移動しているのか、本社に何台あって、支店に何台あって、と言うのがどこにあるとわかることが重要。	掲載項目の追加
・災害の時は NETIS みたいに事前に使いたい技術をさがすのではなく、緊急で使いたい技術を探したい。	その他
・情報の連携ができていと建設会社としてはスムーズに対応できる。	その他
・詳細検索、地図検索が分かれているが、一つの画面で検索できれば良い。	地図検索の変更
・都道府県、地整の管轄で選択できると、より技術を選定しやすい。	地図検索の変更
・移動機構の意味が解らない、全部チェック付けて選択した。	検索内容の変更
・災害対応実績は、ある方がちゃんと取れるとの理解なので、頼みやすい。	掲載項目の追加
・無人のバックホウが載っているがオペレーターまで手配してくれるのか、知りたい情報。	掲載項目の追加
・保有台数、従業員数などが選択肢となり得る。	掲載項目の追加
・対象となる災害や対象物や何ができるかで技術を探せるほうが良い。	検索項目の追加
・維持管理において、ロボットを検索する場合は何の作業ができるか予め把握できるほうが見つけやすい。	検索項目の追加
・災害時はリスクな取引になるが、掲載企業はそこを理解しているのか、せめて NETIS 同様の信頼性を持たないと実際には使いづらい。	その他
・技術開発を進める際、相手先をどう見つけるかが現在の課題。	その他
・従来技術との比較やコストは載っているのか、採用する際はコストが気になる情報。	掲載項目の追加
・このシステムは、利用者側が探しに行くシステム、時間がない時は、企業側から手を挙げてくれると時間が節約できる。	その他

Table 6 The result of Interview of the Japan Civil engineering Consultants Association

システムの機能に関する意見	改善内容
・検索結果一覧で、通信手段、無線の周波数帯やケーブル種別の表示などの表示は不要と感じた。	掲載内容の変更
・何ができるかを表示するだけで良い。	掲載内容の変更
・ロボットの保有台数（配備台数）や概略の費用なども参考情報としてあれば良い。	掲載項目の追加
・KML ファイルの扱い方が解らない人もいるので、単純に配置場所の緯度経度情報を表示した方が良い。	掲載項目の追加
・デフォルトでチェックボックスに全てチェックされており、絞り込み作業が複雑になる。	検索機能の変更
・「技術検証分野」、「移動機構」等の各検索項目のチェックボックス全 ON、OFF 機能があると便利である。	検索機能の変更
・「クリア」は、デフォルト設定に戻るのではなく、全てチェックを外すのではないか。	検索機能の変更
・何れか一つチェックする必要があるなら、システム的に全てクリア出来ないようにすると良いのでは？	検索機能の変更
・災害協定の有無について、国交省なのか自治体なのか解らない。	掲載項目の変更
・災害の発生時期などに調査内容が変わるため、対応時期で探せないか。	検索機能の追加
・災害時の事象や維持管理の項目で検索できればよい。	検索機能の追加
・維持管理については、構造物の部位等で検索できれば見つけやすい。	検索機能の追加
・楽トラベルのようにマーカーで表示されている情報を一覧表示したほうが便利である。	地図検索の変更
・問合せ情報を見せたほうが使いやすい。	地図検索の変更
・災害時には路面や下水道の状態も調査するため、「道路路面調査」や「下水道調査」の技術検証分野もあって良いと思う。	掲載内容の追加
・通常時（維持管理）と災害時の利用、特に通常時の利用における検索方法が判りづらいため、改善の余地があると思われる。	その他
・既存の地図情報を共有できるデータベースがあれば災害時に役に立つと思われる。	その他
・ロボット情報だけではなく、オペレーターに関する情報も掲載して欲しい。	掲載項目の追加
・オープンにできる情報と受発注間でやり取りを行う情報とを住み分けできるDBだと使いやすい。	その他
・災害に関する知見や情報を共有できるデータベースにして頂きたい。	その他

5. システムの改良

(1) ユースケースの設定

これまでのシステムは、「橋梁維持管理」、「トンネル維持管理」「水中維持管理」「災害調査」「災害応急復旧」の5つの分野から選択し、ロボット・ロボット技術を検索する仕組みとしていたが、ヒアリング結果を踏まえ、利用場面を想定し、検索できるよう、「ユースケース」を設定し、利用者が各分野、各利用場面を想定し、ロボット・ロボット技術を検索できるよう改良することとした。

ユースケースの設定にあたっては、主にロボットの機能を中心としたユースケース (Fig 7) と現場での利用を想定したユースケースの2種類を設定した。特に現場での利用を想定したユースケースにおいては、5つの分野から、レベル1として、利用に関するリクワイアメントを選択しとし、レベル2で対象構造物や利用場所、レベル3でロボットの利用により得られる成果や期待すること、として整理した。

Table 7 The Use-case of robotics functions

技術検証分野	具体のユースケース
橋梁維持管理	橋梁の上部構造（主桁、横桁、床版）の点検支援技術 橋梁の下部構造（橋脚、脚台）の点検支援技術 橋梁の近接目視点検の支援ができる技術 橋梁の打音点検の支援ができる技術
トンネル維持管理	トンネル近接目視点検の支援ができる技術 トンネル打音検査の支援ができる技術 トンネル点検時のスケッチ作業を省力できる技術 トンネル従来点検の効率化、通行規制を短縮できる技術
水中維持管理	ダムゲート設備、堤体等の損傷等の変状について、潜水士による近接目視点検の支援ができる技術 河川護岸における損傷等の変状について、潜水士による近接目視点検の支援ができる技術
災害調査	高精細な画像や映像で地形データ等を取得できる技術 土砂や火山灰の性状や堆積深度を計測できる技術 崩落状態及び規模を把握できる技術
災害応急復旧	人の立入が困難な災害現場で掘削、押土、土砂の運搬等の応急復旧ができる技術 人の立入が困難な災害現場で排水作業の応急対応ができる技術 人の立入が困難な災害現場で遠隔又は自動で機械等を制御し応急復旧ができる技術

1) レベル1 (リクワイアメント)

- ・橋梁維持管理：橋梁点検の支援技術
- ・トンネル維持管理：トンネル点検の支援技術
- ・水中維持管理：ダムゲート設備、堤体等、河川護岸の潜水士による近接目視の支援技術
- ・災害調査：災害時における地形データ等の撮影、計測ができる技術
- ・災害応急復旧：人の立入が困難な災害現場で応急復旧ができる技術

2) レベル2 (対象構造物や利用場所)

- ・橋梁維持管理：点検調書、鋼橋、コンクリート橋、コンクリート床版、コンクリート橋脚、支承部等狭隘部
- ・トンネル維持管理：外業作業、内業作業
- ・水中維持管理：変状箇所
- ・災害調査：被災状況、対策工等の検討、対策工開始後、内部の被災
- ・災害応急復旧：土砂、天然ダム、復旧作業

3) レベル3 (成果や期待)

- ・橋梁維持管理：損傷図（調書その5）の作成支援、損傷図（調書その6）の作成支援、腐食の目視支援、防食機能の劣化の目視支援、打音支援、ひびわれの目視支援、剥離・鉄筋露出の目視支援、漏水・浮遊石灰の目視支援、支承本体の損傷目視支援
- ・トンネル維持管理：効率化、正確性の確保、省人化
- ・水中維持管理：自動抽出、鮮明化、位置精度の向上

・災害調査：迅速な調査，安全な調査，迅速な地形調査，安全な地形調査，詳細な地形調査，状況把握

・災害応急復旧：掘削作業，運搬作業，排水作業施工性向上

(2) 掲載情報項目の追加

ヒアリングでは，利用者として最も気になるのは，調達する条件であることが確認できた．そのため，調達する場面を想定し，実際に現地に投入・使用するまでにユーザーが重要視する「調達」「機器の運搬」「費用」「操縦」に関する情報項目をシステムに追加した．

全ての技術検証分野で共通して，追加した項目としては，配備場所の項目に保有台数と配備している都道府県，台数を追加し，概算費用の項目を追加することとした．維持管理の技術検証分野には，搬入方法，搬入条件，オペレーター，留意事項，点検業務実績，点検業務状況の写真の項目を追加した．特に橋梁維持管理，トンネル維持管理については，技術レベルとして，「技術計測性能」として，撮影速度，最小ひび割れ幅・計測精度，検出精度（長さ相対誤差），位置精度，色識別性能を追加し，さらに利用実績として，当該ロボットの出勤に関する情報を追加し，より利用者が選定しやすい様情報を整理した（Fig 6）．

(3) ポータルサイトの構築

現在 web で公開しているデータベースの情報に加え，ロボット開発者への情報提供を目的に，インフラ用ロボット開発のポータルサイト機能（SNS）を構築した．

ヒアリングした際，利用者は常に最新の情報，特に発注者の取り組みに関心を持っていることが確認できたため，ポータルサイトの構築に際し，特にロボット開発者向けの情報を掲載することとし，掲載する情報のカテゴリとして，ロボット技術データベース，国内ニュース，海外ニュース，イベント（講演会や学会発表会，展示会等），関係省庁が公表する資料，ロボット技術の公募，資金調達に関する情報等を発信する仕組みを構築した．

また，双方向の情報発信を実現すべく，ロボット開発者が行っている，例えば最先端技術のイベントへの参加情報や，分野を問わず得られた情報を発信できるよう広く用いられている twitter の機能

[No. 1]

公表用

社会インフラ用ロボット情報一元化システム

平成31年3月時点

○技術名称	技術名称：コロコロチェッカー (サブタイトル)斜張橋の斜材保護管理ロボット																						
○開発者	西松建設株式会社																						
○共同開発者	佐賀大学																						
○技術概要 【自己申告】	斜張橋の斜材保護管理をカメラで撮影する自主式のロボットである。 撮影画像を用いて損傷等の形状、寸法、位置を確認することができる。																						
○対象分野	橋梁維持管理																						
○技術構成	<table border="1"> <tr> <td>移動機構</td> <td>4輪モーター駆動</td> </tr> <tr> <td>センサー</td> <td>ハイビジョンカメラ(4台)、20万画素</td> </tr> <tr> <td>データ処理</td> <td>専用開発ソフトにより、画像解析により損傷を抽出し、損傷箇所図を作成</td> </tr> <tr> <td>通信手段(使用周波数帯)</td> <td>Wi-Fi</td> </tr> </table>		移動機構	4輪モーター駆動	センサー	ハイビジョンカメラ(4台)、20万画素	データ処理	専用開発ソフトにより、画像解析により損傷を抽出し、損傷箇所図を作成	通信手段(使用周波数帯)	Wi-Fi													
移動機構	4輪モーター駆動																						
センサー	ハイビジョンカメラ(4台)、20万画素																						
データ処理	専用開発ソフトにより、画像解析により損傷を抽出し、損傷箇所図を作成																						
通信手段(使用周波数帯)	Wi-Fi																						
○技術計測性能	<table border="1"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>性能</th> <th>性能を示す動作条件</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>撮影速度</td> <td>走行速度 5m/分</td> <td></td> </tr> <tr> <td>最小ひび割れ幅・計測精度</td> <td>1mmの損傷の検出可能。動画による長時間撮影。</td> <td></td> </tr> <tr> <td>検出精度(長さの相対誤差)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>位置精度</td> <td></td> <td>5%</td> </tr> <tr> <td>色識別性能</td> <td>黒色の保護管のみ対応可能</td> <td></td> </tr> <tr> <td>上記性能を示す環境条件</td> <td>使用周囲温度:0~40℃</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		項目	性能	性能を示す動作条件	撮影速度	走行速度 5m/分		最小ひび割れ幅・計測精度	1mmの損傷の検出可能。動画による長時間撮影。		検出精度(長さの相対誤差)			位置精度		5%	色識別性能	黒色の保護管のみ対応可能		上記性能を示す環境条件	使用周囲温度:0~40℃	
項目	性能	性能を示す動作条件																					
撮影速度	走行速度 5m/分																						
最小ひび割れ幅・計測精度	1mmの損傷の検出可能。動画による長時間撮影。																						
検出精度(長さの相対誤差)																							
位置精度		5%																					
色識別性能	黒色の保護管のみ対応可能																						
上記性能を示す環境条件	使用周囲温度:0~40℃																						
○配備場所 【平成31年3月時点】	西松建設株式会社 豊川技術研究所 保有台数 1台 【配備場所】神奈川県 1台、② 県 台																						
○問合せ先	西松建設株式会社 土木事業本部 土木部リニューアル課 盛重知也 TEL 03-3567-3026 FAX 03-3567-3027 Mail: tomosu.murakami@nishimatsui.co.jp																						
●概算費用(税抜き) ※ここで記載されている費用はあくまで目安です。詳細につきましては、問合せ先までご連絡下さい。	● 2,200,000 円 / 5,000m 当たり(①機械搬送 ②労務費 ③材料費) ※概算費用に含まれるものにチェックを入れて下さい。 【備考】※上記、概算費用の施工・計測条件や積算条件等、補足情報を記載してください。 上記の概算費用は、機械運料と直接人件費のみであり、経費(運搬費、交遊費)等は含まれません。 足場が必要な場合は、別途、高所作業車等が必要です。 片側交互通行等の交通規制を行う場合、規制費用、安全関係費用等が別途必要です。																						
●NETIS登録	有り(GS-160051-A)																						
●検証項目	撮影画像の確認																						
●検証場所	斜張橋 既存の斜張橋にてコロコロチェッカーを稼働させ、撮影・解析した画像が目標精度相当であることを確認する。																						
●検証内容・特徴・成果品 【自己申告】																							
●搬入方法	宅配便にて国内移送可能。 現地にてライトバンに積み込み、現場に搬入する。																						
●搬入条件	受託者側で手配可能 【搬入可能エリア】北海道 ①東北 ②関東 ③中部 ④近畿 ⑤中国 ⑥四国 ⑦九州 ⑧沖縄 【積込条件】宅配便の配達範囲であること】																						
●オペレーター	□受託者側で手配可能 □依頼者側で手配 □その他[]																						
●留意事項	・精密機器であることから、雨天時は作動不可 気温0~40℃の範囲内で使用すること																						
●点検業務実績	NEXCO中日本1件、NEXCO東日本2件、佐賀県1件、国土交通省1件																						
●点検業務状況の写真	別途説明資料参照																						

Fig. 6 Revised Robotics Information

を活用することで，誰でも簡単に情報を発信できる仕組みとした（Fig 7）．

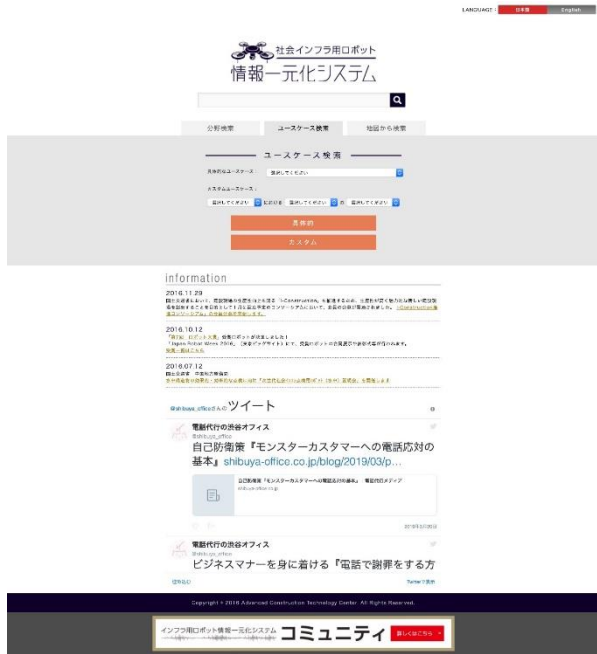


Fig. 7 SNS on DB System

5. おわりに

本論文では、戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) の「インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」の研究課題の一つとして、平成 26 年度より 5 年間の計画で取り組んできた「社会インフラ用ロボット情報一元化システム」について、今後の運営を見越したシステムの運用状況、および利用者へのヒアリングやアンケートにより得られた意見を踏まえた改良点、さらに今年度実施したコミュニティ活動の内容について述べてきた。

国総研では、引き続き、維持管理分野と災害分野においてロボット関係者が検索できるデータベースの運用を継続するとともに、ロボット関係者が情報交換やコミュニケーションを行う場を提供するコミュニティも当面、運営していく予定である。

ロボット・ロボット技術の検索はもとより、コミュニティ活動への参加は、利用制限はなく、誰でも参加できるシステムである。簡単な登録で利用可能である。本システム (<https://www.infra-robotech.info>) にアクセス頂くと、登録画面があるので、ぜひ、登録されたい (Fig 8)。

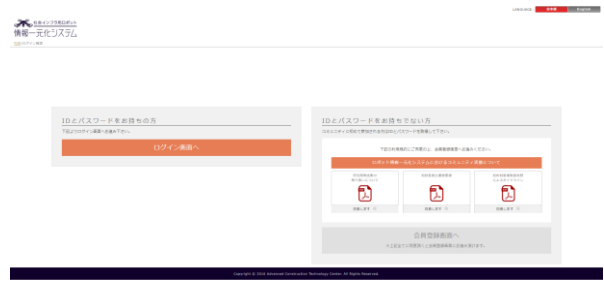


Fig. 8 Registration to Community

謝辞

本論文の主たるテーマである、「インフラ用ロボット情報一元化システムの構築」は、内閣府総合科学技術・イノベーション会議の「SIP インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」（管理人：国土交通省）によって実施いたしました。

参考文献

- (1) 舛田裕司, 森川博邦, 新田恭士, 緒方正剛, “インフラ用ロボット情報一元化システムの構築に関する研究”, 第 17 回建設ロボットシンポジウム, O1-4, 2017.
- (2) 杉谷康弘, “災害用ロボットに関するデータベースの試行的公開”, 建設機械施工, Vol.70, No.1, pp.10-13. 2018.
- (3) 岡島朝治, 森川博邦, 近藤弘嗣, 新田恭士, 緒方正剛, “空間把握による橋梁及びトンネルの維持管理の高度化に向けたインフラ用ロボット情報一元化システムの取り組み”, 第 18 回建設ロボットシンポジウム, O1-2, 2018.