

「第 37 回国際建設ロボットシンポジウム」

The 37th International Symposium on Automation and Robotics in Construction (ISACR2020)

概要報告

建設ロボット研究連絡協議会会長

第 37 回国際建設ロボットシンポジウム

実行委員長 建山和由

1. はじめに

激化する自然災害への対応、年々劣化が深刻化するインフラや建築物のメンテナンス、都市の再開発事業など、建設の役割は年を経る毎に高まりつつある。一方で人口減少社会における生産年齢人口の急激な減少から担い手確保が深刻化する中、建設工事では省人化や効率化による大幅な生産性向上が求められている。このような状況を背景に、近年、日本では建設ロボットの実現場への導入に向けた取り組みが加速してきている。一方、国を超えて建設分野におけるロボット技術の開発研究や導入効果などに関する情報交流を行うことを目的に、1984 年以降、国際建設ロボットシンポジウム (International Symposium on Automation and Robotics in Construction, ISACR) がヨーロッパ地域、アジア地域、アメリカ地域の各地域を順に回る形で開催されている。

日本でもこれまでに第 5 回 (1988 年)、第 9 回 (1992 年)、第 13 回 (1996 年)、第 23 回 (2006 年) と 4 回、東京で開催されているが、2007 年以降は開催することがなく、海外から日本での開催要望の声が出されていた。

このような状況を受けて、建設ロボット研究連絡協議会は、第 37 回国際建設ロボットシンポジウム実行委員会を立ち上げ、国際建設ロボット学会 (International Association for Automation and Robotics in Construction, IAARC) と共同で、「実証から実用へ～建設ロボットの新たなステージ」をメインテーマとして、第 37 回国際建設ロボットシンポジウムを開催した。

2. 当初の計画

当初、日本では、7 月から 9 月にかけて東京オリンピックとパラリンピックが開催されることから、期間と場所の重複を避けて、10 月 26 日 (月)～10 月 30 日 (金) に、北九州市小倉北区の北九州国際会

議場で開催する予定をしていた。海外からは、日本の実用的な建設ロボットに関する関心が高いこともあり、研究発表や基調講演だけではなく、実際の建設ロボットの技術展示コーナーや建設ロボットが使われている建設現場の見学会を計画していた。

この計画に基づき、昨年 12 月にホームページで下記のテーマを中心に論文募集を始めたところ、3 月上旬の締め切りまでに、33 カ国から 409 件の Abstract が寄せられた。例年に比べ、遙かに多い申込件数に、事務局も驚きつつも、会議運営のスムーズな運営を図るべく、様々な議論を行っていた。

●募集テーマ

- ① 自動化とロボット技術
- ② モデリング
- ③ データセンシング、コンピューティング、可視化
- ④ 教育
- ⑤ 人との関係、環境
- ⑥ 物流、プレハブ리케이션、モジュール化
- ⑦ その他関連テーマ

3. オンラインシンポジウムへの変更

昨年 12 月に発生した新型コロナウイルス感染症は、瞬く間に世界中に広がり、人々の生活や社会活動に大きな打撃を与えた。その猛威は今なお衰えることはなく、深刻な状況が続いている。被害を受けた皆様に心より、お見舞いを申し上げる。

このような状況を受けて、本年 3 月頃から実行委員会では開催の是非と、開催する場合の開催方法について議論を行った。当初は、中止という選択肢を考え、国際学会の IAARC に打診を行ったが、Bosch 会長からオンラインでの開催を勧められた。

日本では、オンラインシンポジウムの経験も少ないことから、外部の専門の企業に協力を求めて開催すべく、計画の変更を検討した。その際、世界中からの参加を考えた場合、時差の問題、オンラインセ

セッションへのアクセス環境の問題等があるため、リアルタイムの研究発表は行わず、投稿論文の共有とWebサイトでの質疑と意見交換を行う計画でIAARCと協議を行った。これに対し、IAARCとしては、直接の研究発表と質疑の場を重視し、オンライン発表の枠組みを提供することを提案してきたことを受け、論文の投稿と審査を日本の実行委員会が担当し、参加登録とオンラインのセッション運営をIAARCが担当する役割分担を明確にして、オンラインシンポジウムを開催することにした。

4. オンラインシンポジウムの内容

オンラインシンポジウムでは、会期を10月27日（火）と28日（水）の2日間とし、Zoomを使って開催することになった。その旨、5月にホームページで通知するとともに、Abstract投稿者にダイレクトメールを送り、オンラインシンポジウムへの変更でも研究発表を行ってもらえるか否かの確認を行った。その結果、当初400件を超えていた論文投稿数は、最終的には半数近くの221件になったが、それでも世界24カ国から投稿をいただき、国際シンポジウムにふさわしい参加者が得られた。表1にAbstractと本論文の国別投稿数を示す。日本の主催と言うこともあり、日本からの投稿が一番多かったが、ヨーロッパ、アメリカ、アジアそれぞれの地区から偏りなく参加してもらえたことは、今回のシンポジウムの大きな特徴ともいえる。

(1) 論文発表

オンラインシンポジウムでは、221件の投稿論文の発表を想定して、テーマ別の研究発表のセッション、基調講演、開会式、閉会式、優秀論文の表彰を行うことになった。ただし、日本との時差は欧州で約8時間程度、アメリカで13時間程度あるため、セッションの開催時間の設定は簡単ではなかったが、日本時間を標準に、アジアゾーン、ヨーロッパゾーン、アメリカゾーンの3ゾーンに分けて、それぞれのゾーンの参加者が発表し易いように考慮して、個々の論文の発表プログラムが組み立てられた。各セッションにおける発表件数は、概ね4件で、各テーマに関する発表件数はこの表から推測することができる。

各セッションでは、ZoomのChat機能を使い、オンライン参加者から多くの質問が寄せられ、座長が選択しながら、所定の時間内で活発な質疑と意見交換が行われていた。

表1 Abstractと本論文の国別投稿数

国名	Abstract 投稿数		本論文 投稿数	
日本	81	19.8%	65	29.4%
アメリカ	70	17.1%	27	12.2%
ドイツ	34	8.3%	18	8.1%
オーストラリア	24	5.9%	13	5.9%
韓国	24	5.9%	12	5.4%
カナダ	23	5.6%	12	5.4%
台湾	20	4.9%	7	3.2%
中国	18	4.4%	9	4.1%
インド	14	3.4%	9	4.1%
イギリス	11	2.7%	5	2.3%
ニュージーランド	10	2.4%	0	0.0%
アラブ首長国連邦	11	2.7%	8	3.6%
スイス	8	2.0%	7	3.2%
フィンランド	8	2.0%	4	1.8%
スウェーデン	8	2.0%	4	1.8%
香港	8	2.0%	5	2.3%
オランダ	6	1.5%	2	0.9%
デンマーク	5	1.2%	2	0.9%
ベルギー	4	1.0%	3	1.4%
オーストリア	3	0.7%	2	0.9%
ロシア	3	0.7%	2	0.9%
ブラジル	2	0.5%	1	0.5%
イスラエル	3	0.7%	1	0.5%
イタリア	2	0.5%	2	0.9%
ブルキナファソ	1	0.2%	1	0.5%
チェコ	1	0.2%	0	0.0%
フランス	1	0.2%	0	0.0%
イラン	1	0.2%	0	0.0%
ネパール	1	0.2%	0	0.0%
ポーランド	1	0.2%	0	0.0%
シンガポール	1	0.2%	0	0.0%
スペイン	1	0.2%	0	0.0%
ベトナム	1	0.2%	0	0.0%
合計	409	100%	221	100%

表2 テーマ別セッション数

セッション名	セッション数
Automation and Robotics	10
Mixed theme	18
BIM	4
Inspection and monitoring	4
Artificial intelligence and machine learning	4
Construction management	4
Safety and Health	2
Data sensing and Analysis	7
Mixed Reality (AR/VR)	2
Education	1

(3) 基調講演

シンポジウムでは、下記の3件基の調講演が行われ、講演後、ZoomのChat機能を使い活発な質疑が行われた。

基調講演 1

講演者: Hyoungkwan KIM 氏

韓国延世大学 教授

Tucker-Hasegawa 賞受賞者

演題「仮設建造物のスマートな安全性確保」



講演内容

韓国の統計報告によると、仮設建造物の事故で毎年約300人が尊い命を失っている。このような状況を背景に、韓国国土交通省と韓国インフラ技術振興院は、今年からスマートコンストラクション構想の一環として、仮設建造物の設置・解体・運用時に発生する事故リスクを認識・評価・予測するスマート安全保証システムを開発するための新たな研究プログラムをスタートさせた。このプログラムは、仮設建造物関連の事故を25%以上減らすという明確な目標を掲げ、深層学習ベースの危険識別、拡張現実ベースの危険警告、建設現場のインテリジェントセンシングのためのスマートモビリティなどの技術を開発することを目指し、6年間で総額は12.5億ウォン(10.5百万ドル)の予算が確保されている。基調講演では、この研究プログラムの概要が報告された。

基調講演 2

講演者: 佐藤 直樹 氏

宇宙航空研究開発機構 (JAXA)

国際宇宙探査センター (JSEC)

宇宙探査システム技術ユニット長

演題「国際宇宙探査と日本の月面活動」



講演内容

JAXAでは、地球低軌道(LEO)を越えて人類やロボットによる探査ミッションに取り組むための国際協力が行われているが、現在は、将来の有人活動を見据えた月や火星への探査ミッションに関わる取り組みが行われている。基調講演では、日本の探査活動の現状とJAXAの地球周回軌道外での今後の計画・検討について、国際協調の視点から紹介されたが、特に月面活動については、JAXAが全国の建設

関連企業と共同で実施している月面基地建設構想とそこでの建設機械の役割が紹介された。

基調講演 3

講演者: 新田 恭士 氏

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

演題「日本の公共事業におけるロボット導入の取り組み」



講演内容

日本は、地震、火山、洪水、土砂崩れ等激化する自然災害、インフラの老朽化など様々な社会問題に直面している。一方で、日本では建設業における労働力人口が年々減少しており、このままの状況が続くと国民の安全な生活や社会活動を維持することが困難な状況になる。この状況を打破するためには、建設分野にロボットやICTなどの先端技術を積極的に導入していかなければならない。基調講演では、日本の建設業におけるロボットやICTツールの社会実装に向けた取り組みが紹介された。

(4) 優秀論文賞

今回、発表された論文は国際学会と実行委員会のメンバーで査読を行い、論文内容の評価を行った。その結果を受けて、評価点の高い論文を国際学会に推薦し、理事会での議論を経て、以下3編の論文が優秀論文として選ばれた。

1) Digital Twinning of Railway Overhead Line Equipment from Airborne LiDAR Data

M.R.M.F. Ariyachandra (ケンブリッジ大学 英国) 他1名との連名

この論文では、点群から既存の鉄道における架空線機器(OLE)システムのデジタルツインを生成する新しい手法が発表された。18kmの鉄道を対象にテストを行ったところ、OLEケーブルで精度レベルで93.2%のF1スコア、その他のOLE要素で98.1%のF1スコアを達成したことが高く評価された。

2) Design and Construction of Shell-shaped Bench using a 3D Printer for Construction

Hajime Sakagami (榊大林組 日本) 他5名の連名

この論文では、3Dプリンタ専用のモルタルを積層した外側部分と鉄筋の代わりに超高強度繊維補強コンクリートを充填した内側部分を有する革新的な複合構造体を発表した。この複合材料を用いて、型枠

では困難であった長さ 7m のシェル型ベンチの製作とトポロジーの最適化に成功したことが高く評価された。

3) A Cable Driven Parallel Robot with a Modular End Effector for the Installation of Curtain Wall Modules

K. Iturralde (ミュンヘン工科大学 ドイツ), 他 23 名の連名

カーテンウォールモジュール設置用のケーブル駆動パラレルロボットの設計, 製造, 現場実装が紹介されている。モジュール式エンドエフェクタを搭載したこのロボットは, 将来の建設プロセスの独創的でインパクトのある全統合型の例を示しているとして高い評価を得た。

表 3 建設ロボット関係のビデオ一覧

No	タイトル・(言語)・提供元
1	Sea Experiment on Tele-operation System of Underwater Excavator (英語) 海上・港湾・航空技術研究所
2	Development of Heavy Carrier Robot for Shallow Water Area (英語) 無人化施工協会
3	Tunnel RemOS-WL (日本語) ㈱カナモト
4	kana Robo —Robo-Construction System— (日本語) ㈱カナモト
5	kana Robo —Robo-Construction System 2— (日本語) ㈱カナモト
6	ROBO CONSTRUCTION—DokaBORi Training— (日本語) ㈱富士建
7	"A4CSEL" at the Seisho Test and Practice Field (英語) 鹿島建設㈱
8	Pursuing "Zero Ground Subsidence" in Shield Tunneling (英語) ㈱タックコーポレーション
9	Automatic Dam Concrete Placing System (日本語) 清水建設㈱
10	Automatic Tunnel Lining Concrete Placing System (日本語) 清水建設㈱
11	A robot that assists in plotting (日本語) 清水建設㈱
12	Development of IT construction system by Robot (日本語) 土木研究所
13	Demonstration of autonomous excavation, loading and unmanned bulldozer. (CEATEC2018) (日本語) コマツ
14	Smart Construction Concept, Future image. (CEATEC2018) (英語) コマツ
15	BE A HERO, Future image (英語) コマツ
16	DEEP CRAWLER —Crawler type ROV— (日本語) 若築建設㈱
17	What is dredging? —A job that protects the safety of the sea— (英語) 若築建設㈱
18	Robotic rubble-mound mechanized construction system (日本語) 若築建設㈱
19	Rotation Control Device for Lifting Cargo (日本語) 若築建設㈱
20	Automatic operation system of the construction machine (Vibrating roller・Bulldozer) (英語) ㈱安藤ハザマ

(5) 建設ロボットのビデオ配信

海外からの参加者からは, 日本の実用的な建設ロボットに対し強い関心が寄せられていた。当初, シンポジウムでは参加者に実際の現場に導入されている建設ロボットを直に見てもらうことを考え, 見学会や展示会を企画していた。北九州でシンポジウムを開催することにしたのは, 建設ロボットを使った建設現場の見学会を企画し易いという理由もあった。残念ながら, オンラインシンポジウムではそれもかなわなくなったため, 建設関係の業団体に建設ロボットに関するビデオを提供していただき, 会期中を限定に Web サイトで公開した。配信したビデオは表 3 に示すとおりである。

(6) 予算と助成金

シンポジウムの開催にあたり, 実行委員会では, シンポジウムの紹介や論文募集と必要な情報提供を行うためのホームページとともに Abstract と論文の投稿, ならびにそれらの査読を行うためのシステムを構築した。これらは, 外部の企業に委託したが, 公益財団法人鹿島学術奨学財団, 一般財団法人レントオール奨学財団, 立命館大学の 3 団体から助成金を受け, それらの経費をまかなった。記して謝意を表す。なお, 研究発表等のオンラインセッションは IAARC で運営され, 参加費 DKK600 (デンマーククローネ, 約 1 万円) を徴収して賄われた。

5. おわりに

ISARC としては, オンラインシンポジウムは, 初めての経験であったが, 関係各位の多大なご尽力で大きなトラブルもなく, 盛会裡に終えることができた。36 年間続いてきた建設ロボット開発の流れを途絶えさせることなく, 次年度につなぐことができたことは大きな意義を持っていると感じている。なお, ISARC2021 は来年 10 月にアラブ首長国連邦のドバイで開催される予定である。多くの方が参加され, 建設ロボットの進化をさらに勧めていただけることを期待している。

最後に, 今回の国際シンポジウム開催に際し, 業務多忙な中, 多大なご協力をしてくださった全ての皆様に記して謝意を表す。中でも, シンポジウムの企画から閉会に至るまで様々な業務に対応をいただいた企画・プログラム委員会委員長の中央大学・大隅久教授と事務局長の一般財団法人先端建設技術センター・茂木正晴氏に特段の謝意を表す。