

特別企画② 今後の建築技術の展望

RX (ロボティクス・トランスフォーメーション) ー建設業の未来に向けた、 建設RXコンソーシアムの取組みー

Future of the construction industry
(Innovation and attractiveness created by the Construction RX Consortium)

村上 陸太*1

1. はじめに

建設業の抱えている今一番大きな課題は、建設業の人手不足と高齢化の進行です。この問題は、他産業に比べて顕著であり、近い将来建設業の担い手がいなくなってしまう可能性があり、喫緊の課題として早急な対策が必要な危機的な状況にあります。

なぜ、建設業の人手不足と高齢化が他産業に比べて顕著かという、建設現場の状況は、40年前とほぼ変わっておらず、いわゆる3K(きつい・汚い・危険)の代表のような作業環境が影響していると考えられます。その環境が、働き方改革や価値観の多様化という社会変革に追いついていないことが、本課題の大きな要因と考えられます。

2. なぜ、建設業のデジタル化は進まないのか？

この課題を解決するには、建設業が3K産業から脱却し、生産性の高い、やりがいと魅力あふれる仕事となる必要があります。具体的な方策としては、最先端技術であるDX(ロボット/AIに代表されるデジタル技術の活用)を進めることで、3K産業から脱却することを目指すことが有効だと考えられます。

これらの課題と方策は以前から認識されており、3Kにつながる業務をロボットやデジタル技術を使って作業環境を改善していく試みは、早くから実施されてきました。しかし、現状では、図-1に示す建設現場での厳しい作業条件や、図-2に示すように、ゼネコン各社が個別に技術開発をすると、ロボット等の技術を使用する作業員が、それぞれの操作方法を覚えなといけなくなり、開発コストについても、個社の開発では、活用できる機

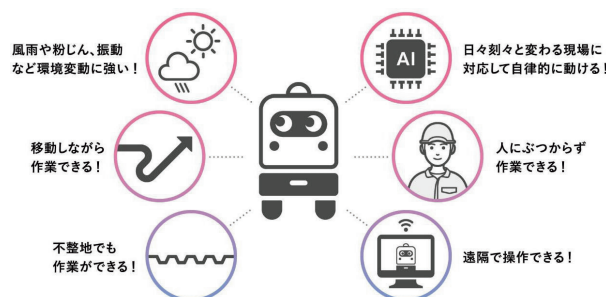


図-1 建設現場でのロボットの作業条件

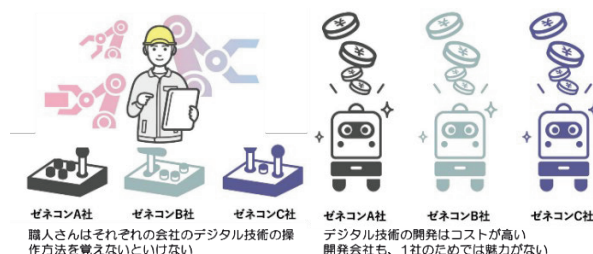


図-2 ロボットの操作者とコストの問題

会が限られ、開発費が割高になってしまうという問題があり、これらの技術を普及させるという段階には、なかなか進みませんでした。

3. 競争から共創へ。建設RXコンソーシアムの設立

そこで、建築の施工に関するデジタル技術開発を、各社が個別に進めるのではなく、ゼネコン、IT関連会社、スタートアップ企業、その他建築関連の企業で共創することで、建設業のデジタル化に取り組んでいく試みが始まりました。

*1 MURAKAMI Rikuta：竹中工務店専務執行役員、建設RXコンソーシアム会長

2019年に鹿島建設と竹中工務店の2社の技術連携が始まり、その後清水建設が加わって3社での技術連携となり、2021年9月に、図-3のような「ねらい・対象・方法」を定め、ゼネコン16社が集まって、建設RXコンソーシアム（以下、RXコンソーシアム）を設立しました。その後、IT関連企業や物流会社、商社、保険会社などの多種多様な協力会員の参画が進み、2022年には73社、2023年には113社、と参画企業が増え続け、2025年3月現在、正会員であるゼネコン29社、協力会員255社の合計284社（写真-1）が本コンソーシアムに参画しています。

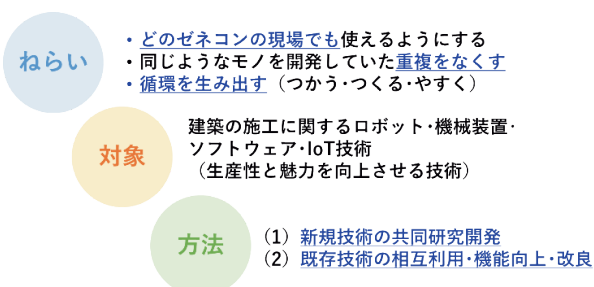


図-3 RXコンソーシアムのねらい・対象・方法



写真-1 総会での会員全体での写真

4. RXコンソーシアムの組織と活動

RXコンソーシアムの組織・体制は、図-4のように構成されています。

2025年3月現在、会長は村上（竹中）、副会長は山崎（清水）、小林（鹿島）が務め、年1回開催される会員全体の総会（写真-1）、年3回程度開催される幹事会（幹事会社は、竹中工務店・鹿島建設・清水建設・大成建設・大林組、会計監事が西松建設）等があり、運営主体は、月1回開催される運営委員会と、実際の技術開発を実施する分科会で構成されています。運営委員会では、それぞれの分科会の活動報告や、会員企業（スタートアップを含む）からの技術紹介、ロボットのデモンストレーションも適宜実施しています。実際の技術開発を行う分科会では、運営委員会での取り組み可否を決定した後、会員各社の中で、参加したい企業が手を挙げて参加することが

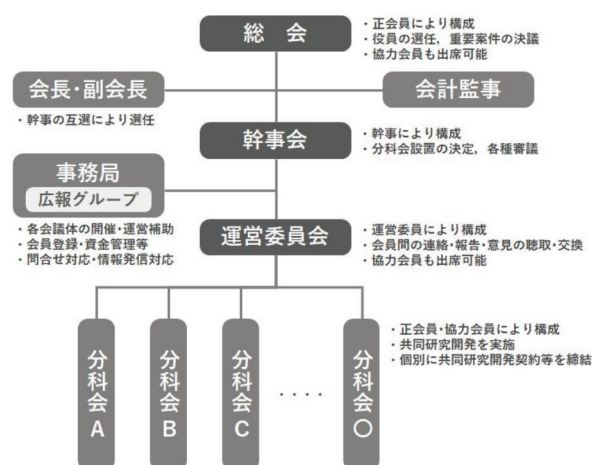


図-4 RXコンソーシアムの組織・体制

できます。

図-5にRXコンソーシアムの紹介リーフレットを示しています。このように各分科会では、建設業の課題解決につながるロボット等の技術開発を実施しています。

次章以降で、各分科会で実施しているロボットやシステム開発の概要について説明します。

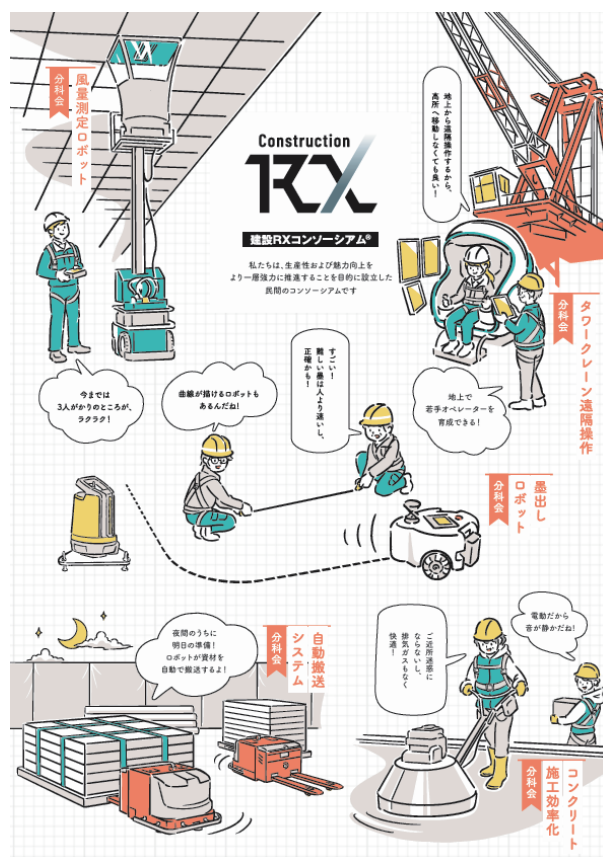


図-5 RXコンソーシアム紹介リーフレット

5. RXコンソーシアムの分科会活動

RXコンソーシアムの分科会の構成を、図-6に示します。

現在は12の分科会があり、それぞれ複数社が参画、各社の作業所でPoC（実証実験）が実施されています。活動内容は、運営委員会でレビューされ、参加していない正会員からも意見を聞くことができます。以下、いくつかの分科会の活動状況を抜粋して述べていきます。

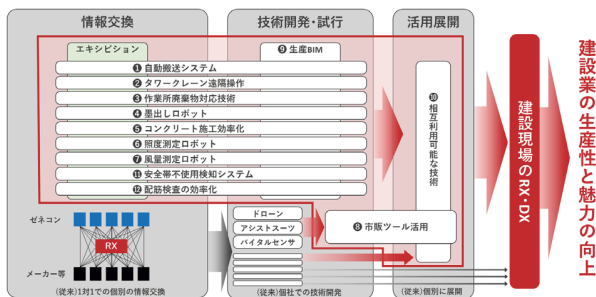


図-6 RXコンソーシアム分科会活動

5.1 資材の自動搬送システム分科会

資材の自動搬送システム分科会は、建設用資材搬送ロボットの全体管理を実施する建設ロボットプラットフォーム（RPF）と、搬送用ロボットと工事用エレベータのシミュレーションを実施し、運行管理・指示をする自動搬送管理システム（JHS）を結合させた、作業所内での資材の搬送指示・運搬・配送を自動化するシステムです。

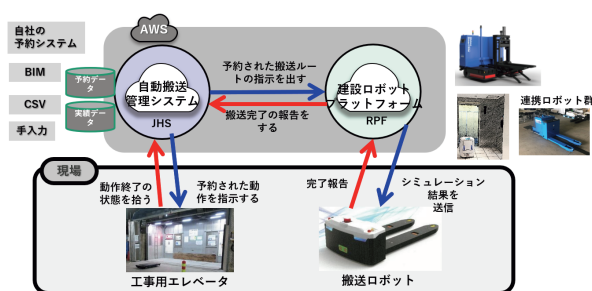


図-7 資材自動搬送システムの概要

JHSは、BIMデータをベースとしたRPFを活用、搬送計画をそのプラットフォーム内でシミュレーションし、複数の搬送ロボットと工事用エレベータを管理運用します。

図-7に示すように、JHSでは工事用エレベータへの動作指示や搬送ルート指示、RPFでロボットの運用管理やシミュレーション結果の送信を実施します。

このシステムでは、一部の会社の搬送ロボットだけではなく、各社が開発した搬送ロボットがそのシステム内

で管理運営され、効率的に工事用エレベータと連携、資材を目的の場所に搬送できます（写真-2）。



写真-2 搬送ロボットと工事用エレベータ

5.2 タワークレーン遠隔操作分科会

タワークレーンのオペレータは、毎日最大50m上空の運転席へはしごで昇っています。狭い空間に一日中いる業務環境のため、体への負担が懸念されていました。

この建設業の3K（きつい・汚い・危険）を象徴する業務を解消するため、タワークレーンの操作を地上あるいは遠隔地から実施できるように開発されたのが、「TawaRemo®」タワークレーン遠隔操作システムです。



写真-3 「TawaRemo®」の操作席

写真-3に、「TawaRemo®」の操作席を示します。

宇宙船の操縦席のようなデザインは、若手就業者の入職を促進するため、魅力的な外観を意識して設計しています。

機能面では、タワークレーンの運転席周辺に設置された複数台のカメラによって撮影された映像が、基地局を経由して地上（または遠隔地）のコックピットに送信され、モニター画面に表示されます。また、荷重などの動作信号及び異常信号を閲覧する専用モニターも配置しています。さらに、タワークレーン側に設置されたジャイロセ

ンサーにより、コックピット側で実際のタワークレーンの振動、揺れ、手応えを体感することもでき、タワークレーンの運転席上での操作と同等の環境を構築しています。

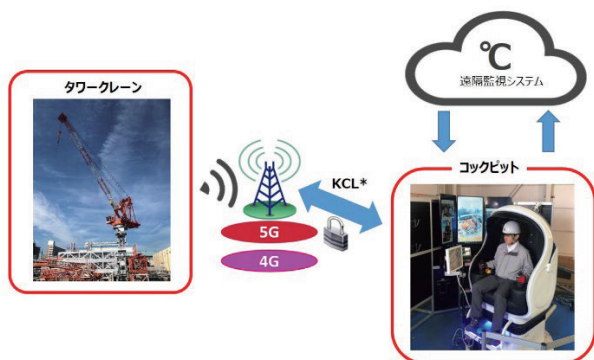


図-8 「TawaRemo®」システムの概要



写真-4 「TawaRemo®」の操作状況

遠隔操作時の反応遅延やセキュリティ問題の解決のために通信システムは、NTTドコモの協力のもと、4Gアクセスプレミアム回線（閉域ネットワーク）による高いセキュリティが保たれており、安心して操作が行えるよう設計されています。さらなる操作性向上を目指し、5G回線の導入も検討しています。

本技術の実証のため、大阪から名古屋のクレーンを遠隔操作する実験を実施しましたが、特に問題となるような操作の支障は見られませんでした。

現在、竹中工務店、鹿島建設、清水建設、大成建設といった幹事会社の作業所で導入済みで、準大手・中堅ゼネコンも本分科会に参画・導入検討しており、また、海外ゼネコンも興味を持っており、順次導入が進むことが期待されます。

今後は、オペレータセンターのような施設での集中運用や、本システムをクレーンオペレータの教育システムにも展開できるような検討も進めています。

5.3 コンクリートの施工効率化分科会

建設工事の中でも、特に3Kの代表例であるコンクリート工事では、人手不足対策と技能の継承が進まない現状があります。これを踏まえ、本工事に関わる、省人化や技能不足を補う技術開発に業界全体として取り組む分科会として、最初はコンクリート系ロボット分科会という名称で、ロボット開発を主に取り扱っていました。しかし、ロボット開発はあくまで手段であり、私たちが目指すのは、コンクリート工事の施工環境を効率化し、3K業務から解放することで、建設業の未来を切り開いていくことが目的である、という事から分科会名を変更しました。



写真-5 コンクリート施工効率化のためのロボットやシステム

本分科会は、RXコンソーシアムとしての新たな開発や各社が今まで開発した既存システムのより良い組合せなども含め、コンクリートの省人化施工に向けたシステム構築を目指して活動しています。

写真-5に現在対象としているシステムを、写真-6にゼネコン各社が開発したシステムを持ち寄って実施した、コンクリートの施工効率化実証実験風景を示しています。今まで自社の中でしか使っていなかったロボット等の技術を持ち寄り、比較検討・意見交換を実施、熱い思いで語り合うことができました。



写真-6 コンクリート施工効率化実証実験風景

5.4 墨出しロボット分科会

墨出し作業は、建築生産だけではなく、3Dを含む図面データを実際の現地にマーキングする重要な業務であり、各社デジタル化・ロボット化を進めてきました。

本分科会では、それぞれの会社が開発した技術を持ち寄り、開発者同士も一緒になって、その開発技術の機能・特長を話し合い、建設現場で活用技術に昇華できるように活動を進めています。



写真-7 3体の墨出しロボットとイベント実施風景

写真-7は、分科会で技術開発・活用を進めている3体のロボットを示しています。東京国際フォーラムでのイベントで、3体が同じ場所でその機能・特徴を披露しました。実際の開発者たちによるパネルディスカッションも実施し、それぞれのロボットの現状での使用場面や今後の展開等を示すことができました。

5.5 市販ツール活用分科会

本分科会では、技術開発や改良を実施するのではなく、市販ツールとして社会に出ている、ロボットやシステム・機器道具類を、建設現場で活用するために、それぞれの技術を比較検討し、その技術活用を整備することを目的としています。

現在、本分科会には、ドローン・バイタルセンサ・アシストスーツについての3つのWGがあります(写真-8)。これらの市販ツールについて、どの技術を自分たちの建設現場に導入すべきかが判断できず、我々の悩みの種でした。

本分科会では、それぞれのツールを実際に使用して、その特徴や操作性、性能を比較検討し、どのような場面で採用するのがいいのかをまとめています。

本分科会活動のバイタルセンサWGについては、最初は建設現場でのバイタルセンサの活用展開を図るための調査実施が目的でした。しかし、センサを付けることは手段であって、目的は建築作業員の健康を守ることにある、という原点に立ち戻りました。その結果熱中症の

リスク軽減につながる冷却製品の実証実験(図-9)を実施するなど、活用範囲が広がりつつあり、今後の展開に期待が高まっています。



写真-8 市販ツール活用分科会の3WG

<プレクーリングにおける深部体温上昇抑制効果>

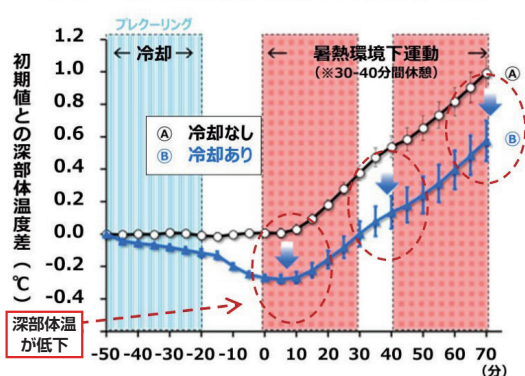


図-9 熱中症対策技術の実証実験結果

5.6 相互利用可能な技術分科会

本分科会も、実際の技術開発や改良をするのではなく、各社がこれまで個社で、それぞれ開発してきた技術について、RXコンソーシアムを通じて、他社に利用してもらうことで、その運用の効率化を図るものです。

元々、これらの技術は、自社だけではなく他社でも使えるように、開発メーカーやレンタル会社を通じての社外展開を考えていた技術も多いのですが、生産性向上につながる技術は、企業競争の“武器”になる、との考えから、他社のロボット技術を導入するという事は、スムーズには出来ていませんでした。

しかし、会社としてRXコンソーシアムの考え方に賛同・参画し、みんなで協奏・共創していこうという機運が高まり、「他社の技術を使うのはどうか？」というような心理的な障壁がなくなり、採用しやすくなりました。

RX 相互利用可能な技術 分科会		
ランク	使用可否	詳細
⑤	相互利用分科会使用可	レンタル会社のみで対応できる 及び施工会社が保有している
④	相互利用分科会使用可	普及展開がされており、故障・不具合が少なく開発部門の応援は不要
③	相互利用分科会使用可	普及展開されているが、開発部門の導入支援が必要
②	自社内分科会のみ使用可	数件、作業所で適用され効果把握や改良の必要がある
①	自社内分科会のみ使用可	開発段階で改良の必要がある

図-10 相互利用可能な技術のランク分け

具体的な分科会活動としては、図-10に示すように、各社の保有技術を調査研究し、それらの技術を採用のしやすさでランク分けし、HPでその技術の紹介と窓口（連絡先）を掲載しています。

また、写真-9に示すように、各社の同じ目的で開発した技術（ここでは建設現場向け掃除機）の比較会を実施し、開発者や使用者が一堂に集まり、実際に機械・道具を使ってみて意見を出し合うことで、比較検討から活用展開を促進しています。



写真-9 建設現場向け掃除機比較会

6. おわりに

ここまで書いてきたように、最初は、実際に使う職人さんの不便をなくし、重複する技術開発をなくして、建設作業用ロボット技術開発を、効率的に推進するために組織した建設RXコンソーシアムですが、現在は、ロボットという事にとらわれず、建設業の生産性向上と魅力向上につながる技術を共創で開発・活用推進するための活動に変化してきました。そもそも、ロボット技術を建設作業所に導入しようと考えたのも、建設業の3K作業をロボットに代替させて、生産性向上と魅力向上を実現しようということだったので、本来の目的に沿った活動になってきていると思います。



写真-10 RXコンソーシアム Exhibition2024

写真-10に、2024年11月27日～28日にかけて開催されたExhibition2024の案内を示しますが、RXコンソーシアム参画企業のメンバーたちは、自分たちで、建設業の未来を切り開いていこうという同じ目的を持つ仲間たちが集まっていることもあり、メンバー全員が積極的に活動しており、このコンソーシアムの活動が軌道に乗ってきていると感じています。

今後は、これらの技術をビジネス展開する段階にも着手する必要があります。本稿をお読みになって、ご興味を持たれた方は、ぜひRXコンソーシアムに入会していただき、一緒に建設業の未来を切り開いていきましょう。

【執筆者】



*1 村上 陸太
(MURAKAMI Rikuta)