

人がつくる。
人でつくる。

本社	〒104-8388	東京都中央区京橋 1-7-1
東京支店	〒104-8388	東京都中央区京橋 1-7-1
首都圏土木支店	〒104-8388	東京都中央区京橋 1-7-1
千葉支店	〒260-0031	千葉市中央区新千葉 1-4-3
関東支店	〒330-0063	さいたま市浦和区高砂 2-6-5
横浜支店	〒231-0005	横浜市中区本町 4-43
大阪支店	〒550-0005	大阪市西区西本町 1-13-47
名古屋支店	〒461-0001	名古屋市東区泉 1-22-22
札幌支店	〒060-8535	札幌市中央区北3条東 2-2
東北支店	〒980-0811	仙台市青葉区一番町 3-3-6
広島支店	〒730-0026	広島市中区田中町 5-9
四国支店	〒760-0062	高松市塩上町 2-8-19
九州支店	〒810-8502	福岡市中央区白金 2-13-12
筑波技術研究所	〒300-2622	茨城県つくば市要 315

 **戸田建設株式会社**

未来の歩き方
～戸田建設が考える2030年の建設業の姿～

編集 生産性No.1推進委員会

お問い合わせ
お客様センターフリーダイヤル24時間 365日受付
 **0120-805-106**
<http://www.toda.co.jp>

2017年3月発行Ver1.0
無断での転載はお断りいたします。
Copyright ©TODA CORPORATION All Rights Reserved.
戸田建設株式会社

未来の歩き方

～戸田建設が考える2030年の建設業の姿～

 **戸田建設株式会社**

はじめに

当社では、1989年に「新世紀2010年の建設技術について」という社内懸賞論文を全社員から募集する企画が行われました。集まった166編はどれも夢に溢れた力作揃いで、社長賞に輝いた作品は新聞の一面を飾るほどの出来栄でした。新世紀に向けた積極的な提案により、社内が活性化されるとともに、その後の技術開発テーマの提案に大いに貢献しました。

今回は当社が生産性No.1企業を実現するために組織された「生産性No.1推進委員会」の活動の一環として、主に入社2～12年目の若手社員（平均年齢30.5才）で構成されたWGから、2030年での目標となる建築業の姿が示されました。

様々な分野の情報化、工業化等に関する先端技術の情報を収集することで、今後10～15年先に「できるはずの技術」を想定し、それらを活用した近未来の「夢ある」社会生活や建設現場の姿が提示されました。

「入社2年目の建築社員」、「入社5年目の土木社員」、「入社12年目の建築主任社員」、「入社11年目の機械社員」という立場の異なる4人を主人公としたストーリーで紹介されており、例えばVR(Virtual Reality)による遠隔地からの会議への参加やロボットを用いた効率の良い竣工検査など、読者が未来での生活や勤務状況をイメージし易いよう工夫されています。

今後は、本提案を社内で展開するとともに、技術開発やオープンイノベーションなどに活用することで、「夢ある建設業」の実現に真剣に取り組み、一丸となって生産性No.1企業を目指します。

2017年3月

戸田建設株式会社
生産性No.1推進委員会

Contents

第1話「建築の若手社員編」	P03-P08
第2話「土木の女性社員編」	P09-P16
第3話「建築の主任社員編」	P17-P22
第4話「建築の機械社員編」	P23-P32
ニュースリリース	P32
背景「未来の社会情勢」	P33-P34

変わらないのは 変わり続ける事

3日ぶりの現場出勤日に現場に出てくると、直属の上司でもあり現場所長の玉込所長が出勤していた。「あれ、今日は在宅業務の日ですよ」少し驚き聞いてみると、こちらを一瞥してほっとけ、とでもいうように**バーチャルオフィス用のヘッドマウントディスプレイ**を付けてしまった。ランプが緑色に

光っている。きっとリラクゼーションモードで、大自然の中でハンモックに揺られているのだろう。足が椅子から投げ出され、鼻歌が聞こえてきた。

朝礼前、(厳密に言えばもう昼前なので朝礼ではないが、慣習上そう呼んでいる)広場の共有**BIM-3Dモデル**を回転させながら作業員に作業進捗の確認とその日の作業指示をしていると、「嫌味なくらい便利になったな、昔はタブレットの画面で2次元の図面を見て納まりを考えていたんだ」と、ふてくされた顔でつぶやきながら玉込所長が現れた。その話はもう100回

聞いた、と心でつぶやきながら「すごいですね!」と作業員と一緒に大げさに驚いた。

玉込所長はいつものようにぶっさらぼうながらも10人近くの作業員ひとりひとりと会話をし、顔色を確認する。**医療用ナノマシン**を飲んでいるため健康状態は良好のはずだし、**顔認証入退場システム**や**センサー付きウェア**と連動させて作業員ひとりひとりの健康データはリアルタイムでとっているのだが、『人をつくる。人でつくる。』の精神がここに生きているんだと実感する。玉込所長が話しかけると、作業員は嬉しそうにヘルメットディスプレイをはずし、会話に応じる。



未来に外せないキーワード

ヘッドマウントディスプレイ

頭部に装着するディスプレイ装置で、ウェアラブル機器のひとつ。スマートグラスとも呼ばれる。目を完全に覆う「没入型」(非透過型)や「透過型」といったタイプがある。



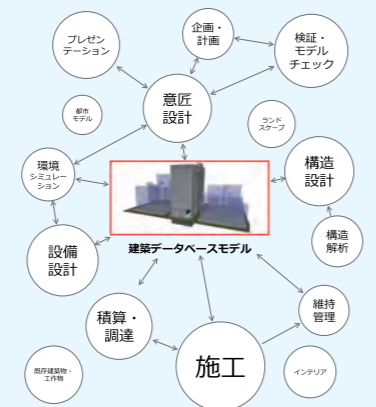
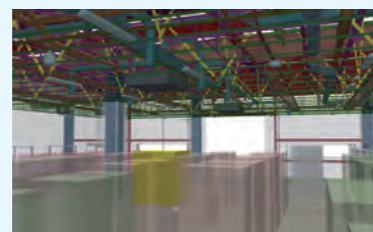
VR Virtual Reality

バーチャルリアリティ(仮想現実)。人間の感覚器官に働きかけ、現実ではないが実質的に現実のように感じられる環境を人工的に作り出す技術の総称。



BIM Building Information Modeling

コンピューター上に作成した3次元の建物モデルに、形状や数量、仕上げ、管理情報やコストなどの属性データを追加した建築物のデータベースを、建築の設計、施工から維持管理までのあらゆる工程で情報活用を行うためのソリューションである。



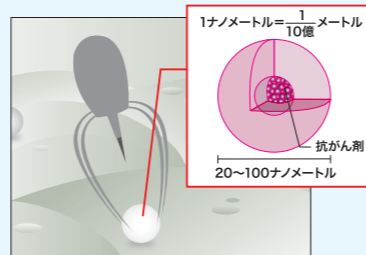
2010年 BIM-VR連携

建設業界向けバーチャルリアリティ(VR)システム。ヘッドマウント・ディスプレイを装着し、BIMソフトなどで作った建物モデルの内部を見ると、まるで建物の中に入ったかのように見える。



2015年4月 医療用ナノマシン

ナノマシンが体内を駆け巡って、悪いところを治してくれる。心臓発作や脳卒中の原因を発見して、修復することが出来る。



○○○○年○月…当該技術が発表された時期

自由発想アイデア / 業務

完全週休二日制とフレックスタイム制が一般化

物流の高速化、海外事業への進出、観光業の活性化が進むことで雇用問題が改善し、全国における失業者が激減する。その結果、日雇い労働という雇用形態が見直され、末端の建設労働者まで福利厚生が保障された社員として雇用されるようになり、ICT化・機械化による生産性の向上と相まって、建設業界では完全週休二日制が一般化する。機械化や労働環境の改善を背景に、建設業界においても女性の数が増加していき、育児や介護といった問題を解決すべく、ライフスタイルを固定しない柔軟な対応を求められるようになる。例えば、男性の育児協力(育児休暇の取得)、内外勤に関わらないフレックスタイム制の導入などが一般的なものとなる。

自由発想アイデア / 設計

BIM

当社では2015年からBIMが本格運用され、2016年では適切と判断された物件について運用されている。設計段階から詳細な施工検討が行われるフロントローディングが進み、施主の理解も得られるようになる。BIMの利用により、着工前に詳細な部分まで合意が得られた状態で工事を始められるようになるため、施工中に設計変更することがなくなる。自動施工機械がBIMデータ通りの構造物を仕上げていくことができるようになるため、現場管理に必要な人の数も減り、設計段階からの施工検討に多くの人を配置することができる。

BIMとごみ問題

BIMにより事前に建物部材の正確な数量把握やプレカットが可能となったことで、現場で発生する廃棄物は、急激に減少した。特にプレカットにより、廃棄物の混合が極端に減り、リサイクル技術の向上も含め、全数がリサイクルされる。現場における廃棄物の分別は、小型の自動分別機械の開発により、精度の高い分別が可能となる。自動で破碎、分別、減容化が行われ、搬出の頻度も減らすことができる。建材メーカー等においては、一定のリサイクルが義務付けられ、自社製品が廃棄物となったもの(製品端材等)を回収し、製品原料等にリサイクルを行う。

変わりゆく技術革新

朝礼が終わり現場に行くと、無人搬送システムに載った資材が運ばれていくのを眺めている玉込所長がいたので近づくと

「夢野、これが当たり前だと思うな。昔は各業者が手配する搬入車輛を、入退場時間を調整しながら資材を入れていたんだ。なんせガードマンによる誘導が必要だからな。毎日タブレットに搬入予定を予め記入するが、よくかちあってしまったものだ」と流れていく資材をにらみながら言う。

「これだけの量の搬入を自分たちで行うんですか？恐ろしく途方もない作業ですね」とわざと難しい顔してみると、玉込所長はどこかに行ってしまった。材料の搬入なんて、人間がやるよりコンピューターが自動でやっ

た方が無駄がなく正確で早いのではないか。人間がいくら頑張ってもコンピューターに四則演算のスピードと正確さは勝てないのだ。

そもそも資材に埋め込まれた無線タグの情報が3D竣工BIMデータに紐付けされていくのだから、そこに人間が下手に介入すると逆に非生産的だと思うのだが。

ウェアラブル端末が振動し、現場打合せの時間が近いことを知らせる。打合せと言っても3Dモデルによる進捗の確認、工程との照合、調整の報告をコンピューターから受けるだけなのだが。打合せ会議室の様子は記録しているため、在宅業務時はバーチャルオフィスで参加できる。自動で議事録が作成され関係者に送信されるが、後からVR再生することで、あたかもその場にいたような経験がいつでもできるため、参加に時間の制約がない。

変わらない技術力の 伝承と危惧

打合せ室につくと、もう記録中ランプが点灯している。あれ、打合せの時間までまだ20分もあるのに！このまま部屋に入るのも気が引けたので、事務所に戻りヘッドマウントディスプレイを打合せ室のチャンネルに合わせてみた。すると玉込所長と担当指導役の

山兎指導役が映った。そうか、今日は工事指導役巡回の日だ。壁内蔵の大型スクリーンに“夢野がログインしました”と表示されるが二人とも気づいていないようだ。何度も言っているのに、玉込所長が自動記録スイッチを消し忘れていただけか、と悟りヘッドマウントディスプレイを外そうとした瞬間、山兎指導役の言葉が耳に入った。

「夢野はよくやっているか？」

自由発想アイデア / 社会

環境への配慮、持続可能性

20世紀半ばから問題提起されてきた気候変動問題に関して継続的に研究と対策が進められ、燃料不足や環境汚染の面からも省エネ、創エネ、蓄エネを推進する取組が行われてきた。2030年では、環境保全・生態系保全などの「自然と共存」および低炭素社会を含む「循環型社会」の構築が進み、2020年頃から新築公共建築物で実現され始めたZEBは、オフィスビルや学校、病院など、広範に普及する。

ストック重視へのシフト、環境配慮型のグリーン産業

2050年までにはリニアをはじめとする基幹的なインフラの整備が進む目途がついているため、環境面からも、今後は増え続ける老朽化インフラを賢く使うための保守が重要となり、ストック重視へシフトする。また世界的にも、化石燃料から自然エネルギーへの移行が進み、CO2を多く排出する産業に代わり、環境配慮型のグリーン産業が成長する。エネルギー転換を抜かすには国家戦略を語れなくなり、自然エネルギーの開発をはじめとする、エネルギーインフラの整備に多くの資金が投入される。これにより、ゼネコン各社は既存インフラの保守事業、自然エネルギーインフラの整備事業および開発を展開していく。

地球にやさしい運輸システム

以前から、環境保護の観点から脱自動車依存を目指す傾向があったが排気ガスによる影響を少なくし、効率的にモノや人を輸送することが最重要課題となる。そこで太陽光や地熱等の再生可能エネルギーを最大限活用する技術が進むことによって地球にやさしい運輸システムが普及する。

自由発想アイデア / 施工

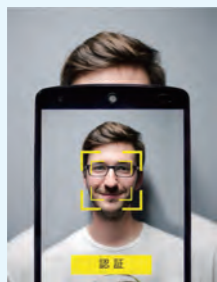
大型犬による現場内搬送

現場内での小分け搬送は、少量であれば大型犬が活躍する。これまで建設現場ではペットなどは入場もできなかったが、2030年頃には、ふれあいやコミュニケーションも含めて活躍する。ロボットでは行けない複雑な場所でも、最初に決められた安全通路を通り、目的地まで到着する。ロボット化が進む一方、癒しの要素も再認識される。

未来に外せないキーワード

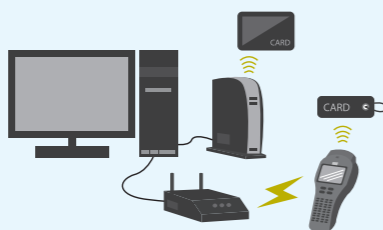
2014年12月 顔認証入場システム

入退場管理を顔認証で行うシステム。IDカードよりも利便性が高い。2016年8月現在、ある作業所で試験導入されている。



無線タグ

ICタグと呼ばれる媒体に記憶された人やモノの個別情報を、無線通信によって読み書き(データ呼び出し・登録・削除・更新など)を行う自動認識システム。



ウェアラブル端末

身につけて持ち歩くことができるコンピューターのこと。主に衣服状や腕時計状で身につけたまま使えるものを指す。

2015年1月 スマートスポーツウェア

ウェア自体にセンサーを搭載しているウェアラブル機器のひとつ。繊維にセンサーが仕込まれており、このウェアを着るだけで心拍数や燃焼カロリーなどの計測ができる。



2013年7月 無人搬送システム

内装資材の搬送作業の省力化を目指し、低コストで、建設現場特有の状況変化にフレキシブルに対応できる水平搬送システム。ICタグ看板を置くだけで、潜込み式無人搬送車(AGV:Automated Guided Vehicle)が、自動で資機材を積込み、目的位置に搬送することができる。



自分の話をしている……。一瞬身体が固まり、ヘッドマウントディスプレイを外すのをやめた。スマートコンタクトレンズの表示を見なくても鼓動が早くなっているのが分かる。

玉込所長が口を開く。

「夢野ですか、やはり最近の若者という感じですよ。ほら、昔に比べてかなり自動化が進んだでしょう。私の時代に比べて“考える”ということが減ったように感じます」玉込所長が続ける。

「私の時代にはタブレットとパソコンしかありませんでした。作業員への指示もすべてタブレットで行っていたんです。今は建物のほとんどの部分はロボットがやっているでしょう、精度もいいし、放っておいても工事は進むので作業員への指示はごくごく限定的な部分に限られるんですよ。私の時は、鉄骨なんて自動化されていたのは建入れ調整まで、ボルト締めだって溶接だって、塗装のタッチアップだって生身の人間がやっていたんです。今みたいな施工ロボットがないため、作業員だって多いときには300人も来ていた。PCも主流じゃなかったんで、コンクリートだってBIMで数量を



拾って工区分けをして現場で打ってバイブレーターで充填していました。よく打ち重ね時間警告音に追われたものです。社員も作業員も平日は1日8時間きっちり現場で働き、休みは土日と祝日だけでしたよ。便利になりましたが、建物の施工の技術や知識がどんどん稀薄になっていく事を危惧しています」

それを聞いた山児指導役は笑い、しばらく二人で“最近の若い者は”トークをしていた。

僕は胸がえぐられたような感覚に襲われる。そんなこと言っただけで、自分はよい建物を作ろうと努力している。週3日の現場出勤日だって遅刻したことはないし、僕のもとに送られてくる施工計画書だって知識を

吸収するため理解するまで何度も読み込んでいる。なんともならない怒りがこみ上げる。

「とはいっても」山児指導役は先ほどとは打って変わって穏やかな口調で話す。

「そうやって変わっていくものなんじゃないかな。君はタブレットしかなかったというが、私の時代は青焼きしかなかった。汗で汚しながら、図面をすべて手で書いていた。墨出だってコンクリート打設の次の日に社員がやっていたんだ。平日どころか土曜日、祝日、下手すれば日曜日だって現場は稼働していたよ。コンクリートは現場で練ったものを充填するために竹で突いていたよ。新しく入る若者はどんどん現場力が落ちていったと憂いたこともあった。今の君の気持はよくわかる。だけど、企業として存続していくために一番大切

なことは、知識を持つものが自分の部下に伝承し、教育し、成長させることなんだ。これからさらに技術は進みもっと便利になると思う。夢野だって15年後には君と同じことを言っているかもしれない」

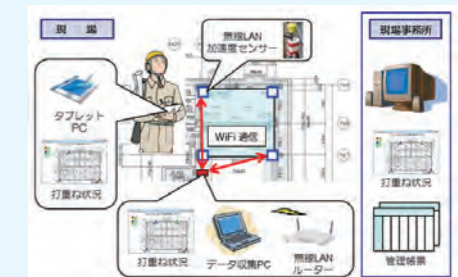
すると扉が開き作業員が入ってきた。作業員は驚いた顔をしたが、山児指導役がもう打合せの時間かと席を外した。玉込所長は何かを考えこむように下を向いていた。

急いで打合せ室に向かい業務を済ませると、玉込所長がウェアラブル端末の設定を見直してくれないかと頼んできた。バーチャルオフィスモードの調子が悪く、ここ一週間在宅勤務ができなかったらしい。僕は玉込所長のヘッドマウントディスプレイを受け取ると、設定をし直して最初から丁寧に説明した。

未来に外せないキーワード

コンクリート打重ね時間管理システム

コンクリート打込み時のバイブレータの振動を自動で検知する。各部材の次層までの打重ね時間限度を確認でき、音声などで担当者に自動的に通知したり、スマートフォンやタブレット端末の画面上でリアルタイムに表示するシステム。



2015年7月 スマートコンタクトレンズ

コンタクトレンズにセンサーや無線通信機器を内蔵させ、血糖値などをリアルタイムで測定、管理する医療用コンタクトレンズ。また、LEDライトを内蔵させて着用者に急変を警告することも考えられており、カメラやディスプレイを埋め込む事も不可能ではない。



スマートロボット

これまでのスタンドアロンで考えて動くタイプではなく、インターネットなどに接続されて、クラウド上でも情報処理を行うタイプのロボットというところが多い。スマートロボットでは、IoTとクラウドによって、これまでロボット内部で行っていた処理をクラウド側に任せる。



2015年7月 スマート点検ロボット

通常人が近づけない、橋梁の点検にドローン等を利用して、写真撮影を行い、画像処理により問題点の有無を判断する。危険性は低く、維持管理の施工性が向上する。



自由発想アイデア / 品質管理

職人技のブランド化

建設業のICT化によって、高度高密度な情報管理が可能となったが、「見せたくないものも見えてしまう」といった弊害もあり、建設生産のシステムが変革の時期に来る。また、一品生産の良さ、職人技といったものづくりが再度見直されるようになり、製品の規格化や自動化施工によるものと差別化され職人技がブランド化する。

技術伝承、教育

熟練の技能者の高齢化が進むため、核となる人材育成を先駆けて取り組む。ICT技術を活用して、「体で覚える」からVRなどを活かした「見て覚える、感じて覚える」へと技術の伝承を協業会社と一体になって取り組むシステムをつくる。教育は社員が行い、協業会社と強いパートナーシップをつくるとともにものづくりの勤所も身につけていく。

技術力はやっぱり人

新技術の開発が進んでも、最終的な判断は人間が行うため、技術力が必要であることは変わらない。AIにより、自動で計画が立てられるが、人間が確認、承認をしなければ実行はされない。そうした意味では今よりも技術力、判断力が社員に要求され、それを持った人材が揃っている会社が生き残る。

一歩進んだ品質と信頼

建設ラッシュが落ち着く2030年、成熟した都市は、防災事業継続、メンテナンスといった維持管理にニーズが集中する。当社が施工した建物には、有事の際に建物の安全性を自動判定するシステムが導入され、アフターサービスも強化された会社となる。中国に席卷されている世界のインフラ整備は事故や不具合が多発している。そこで着目されるのが、信頼性の高い日本の技術である。新たなVR教育により現地労働者に技術やルールを身につけさせることで、安価に高品質な建設を行う生産システムを構築する。

登場人物(未来のけんせつ小町) 志浪(しろ)、希美(きみ)、華羅(から)

業務後の女子会はVRで

今年で入社5年目の私(志浪)は、子供のころから夢見ていたリニアのトンネル工事に赴任している。昨年(2027年)に開通したリニア中央新幹線[品川～名古屋駅間]のその先の工区だ。15年前に比べると私のような女性現場社員も増えたそうで、今では各現場に1人は配属されている。まだ女性の先輩は少ないが、後輩はどんどん増えていき、名前を覚えるのに毎年苦労している。

当社には入社1年目の社員はOJTで5～10年目の先輩社員について1年間勉強する教育制度があるが、今年から私にもその先輩側の役割が回ってきて、後輩女性を1人任されている。配属から1ヶ月たったが、どう接しているのか悩むときがある。案外、同性の後輩の方が接し方が難しいってことを男の人たちはわかっていない…。

今日は、久しぶりに同期と女子会の予定があるので、そこら辺の悩みも聞いてもらいたいと思っている。女子会といっても、直接会いに行くわけではなく**仮想現実(VR)**で直接会った気になるだけだが、人里離れたトンネル現場にいる私にとっては有難い技術の進歩だ。

業務後の楽しみは・・・

1日の業務を終え、私は自分の部屋へ戻った。楽しみにしていた女子会の時間となり、プライベート用の**ヘッドマウントディスプレイ**を装着し電源を入れると、私の視界は殺風景な自室から代官山のおしゃれなカ

フェに瞬時に変化した。「しろちゃん久しぶり!」と待ちかねていたように同期の声がした。

私:「きみちゃん、からちゃん久しぶり!元気があった?」
希美:「元気、元気、相変わらずだよ～。今朝は**人工知能(AI)**のアイちゃんに起こされた時、睡眠不足ですって怒られちゃったから、今日は早く寝ようと思ってたけ

ど、無理かな(笑)」
私:「あはは、明日も怒られるね。だけど、アイちゃんのおかげで予定の確認ができるから忘れ物しなくなったのは有難いね」
華羅:「どうでもいいけど、このカフェのパンケーキおいそう・・・」
私:「ほんとにすごいリアルだけど、映像だから。食べちゃダメだよ(笑)」
(最近では、人工知能を搭載した腕時計タイプの小型ロボットが私たちの体調やスケジュールの管理してくれる。現場では働く全ての人が身に着けているため体調の変化による災害を事前に防ぐことができ助かっている。常時、職員が監視しているわけではないため、プライバシーは保護されている)

しばらくの雑談後、会話は、現場での仕事内容に変わり。

希美:「職員の人数が少ないから朝礼当番がすぐ回ってくるんだけど、しろちゃんは朝礼してる?」
私:「今日もしたよ。私は朝礼当番好きかな。**空中ディスプレイの3Dモデル**を回しながら説明すると作業員さんに伝わりやすいし、操作するのも楽しいよ。モーショングラフィックのおかげで、聞いている作業員さんも操作に加わって、一方通行でないのが楽しいよね」
華羅:「紙の図面のころは大変だったみたいだね。雨だどぐちゃぐちゃになっちゃうからね」
(省力化、効率化、自動化で、職員の人数が減り、朝礼当番がすぐに回ってくるようになる)

自由発想アイデア / AI

施工手順はAIに聞く

作業の工程などをAIに口頭で聞くと答えしてくれる。また、関連する危険作業も作業中のカメラ画像を分析して注意を促すようになる。危険に対する注意が、随時適切なタイミングでアナウンスされる。また、問いかけたものは全て情報化されて蓄積され、自動でマニュアル化される。情報はリアルタイムに更新され、常に改善が図られることで、少しずつ、着実に生産性を向上させていく。あらゆる情報は管理集中センターで一元管理され、そこに問い合わせることで瞬時に必要な情報を手に入れることが可能となる。

同伴補助ロボット

- 一人に一台は絶えず自分用のAIを搭載した同伴ロボットがついている。
- このロボットにより
- ①作業員への図面や情報の表示
 - ②セキュリティデータベースへのアクセス
 - ③作業員の作業状況の監視
(作業内容や手頃、不安全行動などの監視が管理集中センターと連動)
 - ④材料の発注や受け取り、決済
 - ⑤ほかの作業員への危険表示や音声での警告

同伴ロボットが会社から支給されてからは状況が一変し、お供として欠かせない存在となり、重たいデバイスを人間が装着する必要がなくなる。危険を知らせる警告はレベル分けされて、レベルによって、画面表示、音声での警告、パトランプの点灯、周辺作業員や管理者への通報、位置情報の発信、などの対応が行われる。職員の業務の補助を目的としたシステムの導入は、最初は導入が容易なARから始まり、その後機械の進歩によって、物理的に触れ合えるロボットへと進化を遂げる。

未来に外せないキーワード

人工知能AI Artificial Intelligence

人間の脳が行っている知的な作業をコンピューターで模倣したソフトウェアやシステム。厳密な定義はないが、記憶や学習といった人間の知的な活動をコンピューターに肩代わりさせることを目的とした研究や技術のこと。



M2M(マシンツーマシン) Machine to Machine

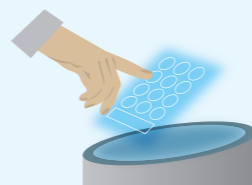
コンピューターネットワークに繋がれた機械同士が人間を介在せずに相互に情報交換し、自動的に最適な制御が行われるシステム。

IoT Internet of Things

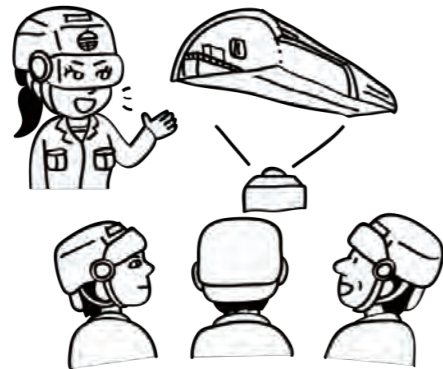
コンピューターなどの情報・通信機器だけでなく、世の中に存在する様々な物体(モノ)に通信機能を持たせ、インターネットに接続したり相互に通信することにより、自動認識や自動制御、遠隔計測などを行う。

2015年9月 空中ディスプレイ

通過した光を空中に結像させることで、空中に映像を表示することができる表示デバイス。視野角を限定することで、その方向にいる人のみに映像が見えるため、銀行ATMに適用すれば、覗き見防止になる。また、デバイス自体に触れることがないので指紋が付かないことや、汚れた手で操作してもデバイス自体には影響を与えないといった特徴がある。環境に左右されずに操作が可能になる。



○○○○年○月…当該技術が発表された時期



希美:「そっか～。私は操作は楽しいんだけど、やっぱり人前での説明は好きになれないなあ～。あ、測量は結構好きだよ。測量と言っても、私の現場は土工事だから、**UAV**を自動飛行させるだけで簡単だけどね、後は

自動で土量計算してくれるから。今、光波測距儀を3分で据えろって言われたら無理だなあ…(苦笑)」

私:「測量だったら、私は、トンネルだから**3Dスキャナ**を使ってるよ。最近の3Dスキャナは小型化されて軽くなったし、計測時間も短くなって便利になってるよ。でも、測量結果がすぐにWi-Fiで**クラウドサーバー**上のデータとして保存されちゃうから事務所にいる所長から連絡がきて、ついでに別の測量頼まれたりするのが面倒くさいかな。有難い指摘なんだけどさ～」

希美:「わかる!リアルタイムの3Dデータが支店や本社でも確認できるから、この前本社の知らない人から連絡がきてびっくりしたよ。所長は社内への報告が楽になって支援が早いから助かってるって言った。昔はど

うだったんだろうね」

華羅:「私は所長に、写真整理が楽になってよくなって言われたけど、私たちは電子小黒板が当たり前で、入力した測点とかで写真は自動で振り分けられるし、帳票も自動で作成されるから自分で作成してた頃を知らなくて、そうなんです、としか言えなかったよ。昔はもっとデスクワークが多くて大変だったみたいだね」(IoT測量によるトンネル断面のひずみ計測結果、掘

削断面形状等の出来形計測結果、未掘削部分の探查結果などはひとつの3Dモデルに統合され、日々更新されていく。それらリアルタイムの3Dデータは支店や本社でも確認することができる。これらはAIによって自動で**ビッグデータ**を処理するシステムが確立したことで可能となった)

希美:「そういえば、今のトンネルってほとんどの作業を自動で行うって聞いたけどほんとなの?」

自由発想アイデア / i-Construction

i-Constructionの全現場適応

2016年から始まったi-Constructionによって加速したICT技術の現場適用を、土工事だけでなく、他の工種や民間工事へも適用する。現場へ設計図等の紙媒体を持って行く必要はなく、携帯型空中ディスプレイで投影することで図面の確認を行う。また、出来形や地山の変位等は自動で測定されクラウドサーバー上に保存する。職員には、計測結果の妥当性の判断や、計測結果を適切に施工計画へ反映する高い技術力が求められることとなる。自動化が進むことで、リアルタイムのデータを手に入れることが可能となり、また3Dモデルのおかげで、データを検証しやすくなる。

未来に外せないキーワード

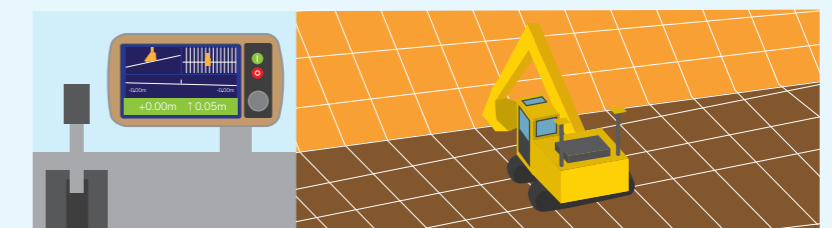
マシンコントロール

トータルステーションやGNSSの計測技術と、施工機械の油圧制御技術を組み合わせ、設計値(3次元設計データ)に従って機械をリアルタイムに自動制御し施工を行う技術。ブルドーザーの排土板の制御やバックホーの掘削深さの管理が自動で行われるなど、半自動化技術が実用化されている。2016年現在、完全自動化技術の実用化に向けて、ローラーの自動転圧など、各社、開発を加速化させている。



土木自動施工体制 2015年9月

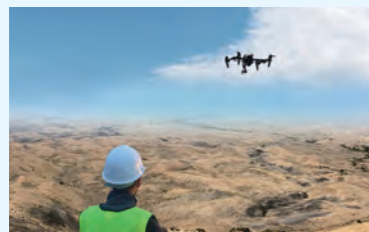
測量用ドローンが飛び、建機はセンサーで周囲の状況を検知しながら、自動で作業を進めていく。2015年9月に大手建設機械メーカーは建設現場にあるあらゆる情報をICTで繋ぎ、安全で生産性の高い現場を実現するとともに、蓄積されたデータを社会インフラの整備や災害復旧にも役立てるとして現場全体をICTで繋いだサービスの提供を開始している。測量データと施工の進捗状況はクラウドに集約される。



未来に外せないキーワード

CIM Construction Information Modeling/Management

建設生産システムの一連の過程(計画、設計、施工、維持管理)で、ICTツールを導入、活用することにより、建設事業全体の生産性向上を図ろうとする取り組み。



UAV(ドローン) Unmanned Aerial Vehicle

操縦士が乗らない、無人飛行機のこと。英語の「雄ミツバチ」から転じた。大きさは、全長10センチ程度の小型のものから、30メートル超の大型のものまであり、ヘリコプターや飛行船の形をしたものもある。カメラや加速度センサー、傾きや角度などを検出するジャイロセンサーといった機器を装備して利用できる。



2014年4月 走行型トンネル計測車両

大手建設コンサルタントが電機メーカーと共同で走行型のトンネル計測車両を開発。非接触型のレーダ(天端空洞探査用)とレーザースキャナ、写真計測を一台の車両に組み合わせた技術。トンネルレーダ計測による空洞評価、トンネルレーザ計測による変形解析、トンネル画像計測による損傷度評価が可能である。速度の遅くなるレーダ計測でも50km/hの走行が可能である。



i-Construction

「ICTの全面的な活用(ICT土工)」等の施策を建設現場に導入することによって、建設生産システム全体の生産性向上を図り、もっと魅力ある建設現場を目指す国土交通省の取り組み。

ビッグデータ

市販されているデータベース管理ツールや従来のデータ処理アプリケーションで処理することが困難なほど巨大で複雑なデータ集合の集積物を表す用語。



私:「そうだよ。AIがあるからね、削孔も自動だし、火薬の装填もだし、ずり出しのダンプトラックも自動で走行していくよ。自己学習能力があるから、掘削を繰り返していくと、どんどん施工速度が速くなっていくんだよ。出来形の測定も自動で計測されるよ。安全上、発破のスイッチだけは変わらず人が押すだけだね」

希美:「昔は覆工コンクリートを打設してたんだよ。P Caの覆工しか知らないから、不思議だよ」

華羅:「ダンプはきみちゃんの土工事で同じだよ」

希美:「そうだね。あと大部分の切盛り作業は3Dモデル通りに、自動のバックホーやブルドーザーが施工していくからね。施工機の各種センサーで、同時に出来形も計

測していくから、施工後の測量はチェック程度で簡単だよ」

私:「からちゃんの躯体構造物も最近鉄筋の組立作業が自動化になったよね」

華羅:「そうだね。大部分は一定ピッチだから自動で組み立てていくよ。そうでない部分は従来通り、**パワードスーツ**を装着した職人さんが組んでいるよ」

(大規模土工事では**自動化施工**が当たり前となっている。従来通りの人力作業で行う部分は大型機械の入ることが困難な躯体際の転圧くらいである。自動運転のダンプトラックによって運ばれてきた土砂は、適切な巻圧高さで敷き均され、規定外の水分量や粒径の土砂が混

入している場合は、ブルドーザーの排土板に設置されたセンサーによって識別され、取り除かれる。また、締固め中の土の振動加速度を計測することで、ローラーによ

る土の締固め度合は自動で判断される。トンネル作業の完全自動化は土工事に対して、実用化が遅れていたが、坑内GPSが開発されたことで、実用可能となった)

自由発想アイデア / インフラ

観測網の整備されたインフラ

建設業界のICT化、機械化がもたらす効果は生産性の向上だけではない。モニタリング技術の向上によって、既存構造物の状態は常に、自動で監視され、地震が起きてもその1分後には構造物の健全性を自動で判断できるようになる。また、常に監視していることで、劣化状況を把握することができ、効率的な補修計画に役立てられる。ビッグデータを処理するシステムと高度なセンシング技術が実用化されることでこれらが可能となる。

エネルギーの転換

化石燃料からの転換において、電化の推進としては、ガソリン車やディーゼル車から化石燃料に依存しないEV(電気自動車)への転換例が挙げられる。2005年ごろからハイブリッドカーが普及し始め、その後10年で爆発的な普及を果たした。また、その頃からEVの普及と急速充電スタンド等のインフラ整備が進み、2030年頃にはEVが約20%と広く普及する。建設業界においても、同様に電気を動力とする建設機械が普及する。

老朽化インフラ

老朽化インフラの保守技術は、2015年頃からドローンを用いた点検技術や画像解析を利用したひび割れ検知などの診断技術の開発が進んでいる。2030年頃には、大量の老朽化インフラに対応すべく、ロボットを用いて、自動診断と、劣化レベルに応じて被害レベルの低い箇所から即時自動補修が行われようになる。また、補修を不要もしくは省力化することができる自己修復性能を有するコンクリートが普及し始める。

新しいエネルギーインフラ

効率的なエネルギーシステムの構築として、エネルギーの地産地消、電力マイクログリッド、熱電併給、ICTを活用した広域の需給調整を含む社会のエネルギーシステムのスマート化など、環境に優しい革新的技術が開発される。スマートグリッドは、必要な時に安定的にエネルギーを供給するための仕組みで、スマートメーターによる電力制御や高性能な蓄電機能等を保有し、情報技術を使いシステムを統合することで、エネルギー消費量を抑制し、エネルギーの持続可能性を飛躍的に高めることができる。

自由発想アイデア / 建設物

未来に求められるであろう建設物

未来の建設現場では技術が進歩しているため、建てるべきものが変わっているはずである。建てるべきものが変わると、施工方法も変わり、またそこで生産性が向上していく。

構造物診断のスマート化

既存のインフラの点検は地上から非接触で計測し、結果は自動で算出される。高所での調査であっても足場が不要となり、また、人が近寄ることのできない地域ではドローンシステムを搭載することで、遠隔から調査が可能となる。これにより診断速度が飛躍的に向上する。構造物の長寿命化のためには、適切な診断が必要不可欠であるが、従来のように診断結果が技術者の熟練度合いに左右されることがなく、適切な診断を短期間に行えるようになる。

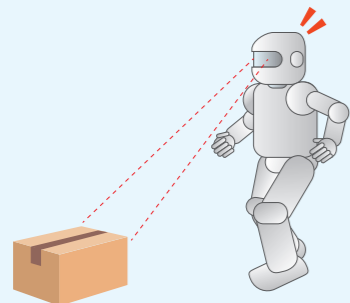
海上構造物

日本は太平洋の豊富な地下資源を採掘するための巨大フロート海上都市の建設を進める。海上フロート島と海底まで届く採掘機械、発電施設で構成。危険な海底まで人間がいくことはなく、無人採掘機械が自動的に資源を海中で採掘する。この海上都市により、日本は資源大国を目指す。

未来に外せないキーワード

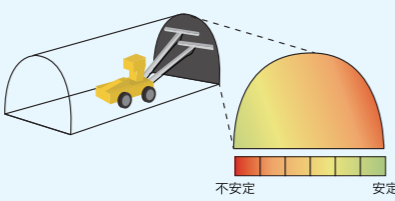
自律ロボット

自ら目的を達成するための行動を考え、状況を判断し、作業をするロボットのこと。人の立ち入りが制限される、宇宙、原子炉、災害救助などにおいてロボットの自律性が要求される。施工の効率化や安全性、生産性の向上などから建設分野への導入についても研究開発が進められている。



2016年10月 AIの建設現場への適用

各社、AIの建設現場への適用を進めている。ある建設会社は山岳トンネルの切羽(掘削面)の安定度を自動で予測するシステムを開発した。従来、目視観察によって把握していた切羽の安定度を発破孔のせん孔データからAIが判定する。また、AIによって工事の進捗管理を行うための技術開発を進めている建設会社もある。工事写真に写る建材の種類や量をAIが分析、そこから工事の進捗を自動認識させる。



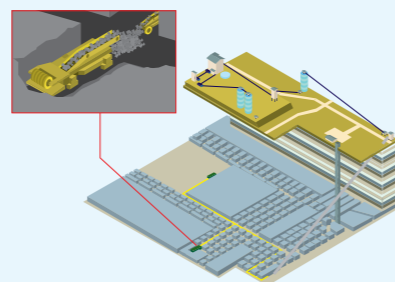
2015年5月 パワードスーツ

建設会社数社が、腰部にかかる負荷を大きく軽減し、腰痛などの身体にかかるリスクを軽減できるパワードスーツの現場導入を行っている。人材の不足、高齢化が社会問題となっている中で、労働環境の改善と高い技術力を持つ作業員が長く働き続けることが可能な環境の整備を目指す。



自動掘削システム 2012年9月

米国のある鉱山機械メーカーは複数の重機が自動で掘削するシステムを提供。地下鉱山で稼働する複数の重機がネットワーク化され、7,000以上のセンサーによる監視とデータ分析により、システムが自律して掘削が進められる。同社では顧客が使用するシステムのデータを分析し、メンテナンス用パーツの提供、重機の運用の最適化、人材育成など、効率的な採掘をするためのサービスを提供しており、IoTにより顧客に対して製品の販売だけをしていた従来のビジネスモデルから、製品販売と製品ライフサイクルを向上させるサービスの提供へとビジネスモデルをシフトさせている。



それでも変わらないもの

私は、冷蔵庫から缶ビールを取り出して、グビリと飲んだ。おしゃれなカフェには似合わないが、問題はない。ちょっとずるいが、みんなにはワインに映るように設定しているからだ。

会話は、VR技術の進歩に変わり。

私：「こんな風にVRできみちゃん、からちゃんと女子

会できるなんてトンネル現場に配属されたときは思っ
てなかったなあ。トンネルは好きだけど、プライベート
は孤独が待っているのかもしれないと不安になったこ
ともあったよ」

希美：「ちょうど私たちが入社した5年前くらいからVR
を使用した会議とかが急速に普及するようになったみ
たいだね。会社の会議も遠隔地だと基本的にVRだ
しね。同じ会議室にいる感覚で会議ができるから、以

前のTV会議よりも質の良い会議が出来るようになったら
しいよね」

私：「あとVRのおかげで、女性職員もいろんなところに
配属されるようになったんだよね。」

いつでもVRで話せるから、なんか、ここが、山奥のトン
ネル現場だって忘れちゃうよ」

希美：「でも、会議がVRになっても、近隣住民とか大事
な付き合いの部分は直接会った方がいいなあって感
じるよね」

私：「ほんとそうだね。最近は、従来の騒音低減技術に
トンネル発破時の低周波音に対する低減効果が加
わったアクティブノイズコントロールⅡや電気駆動の大
型重機、粉塵低減技術があるおかげで、騒音・振動・粉
塵が低減されているから苦情はほとんど来ないけど、
定期的に会いに行つて会話をするようにしてるよ。その
おかげか、工事にとても協力的で助かってるよ。今日も
お隣の鍋さんに会いに行つてきたけど、お茶とかお菓
子を出してもらって、たくさんおしゃべりしてきちゃっ
た。あ、でもさぼりじゃないよ、仕事、仕事」

私：「そういえば、最近の若い子って、VRに慣れてし

まってるから、なかなか実際に地元の方と会って話す
のが苦手な子もいるんだよね」

希美：「確かにね。だけど、若い子に指摘ってなかなか
難しいよね。男性の後輩なら強く言えるけど、女性だと
変に気を使ってなかなかね・・・」

華羅：「確かに・・・女性は複雑だから・・・」

希美、華羅：「男と違って！（笑）」

華羅：「けど、それって単に経験が足りないからだと思
うよ。私たちも、最初は話せなかったよね」

希美：「そうそう。私たちも歳とったよね（笑）」

しばらく話は続き・・・。

私：「わ！気が付いたらもうこんな時間だよ！またAIの
アイちゃんに怒られちゃうよ（笑）」

希美、華羅「わ！ほんとだ！」

私：「楽しかった。また女子会しよう！」

希美、華羅：「うん！じゃ、またね。バイバイ」

私：「バイバイ〜！」

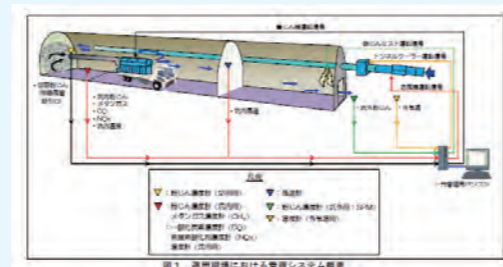
私は、楽しい気持ちのままヘッドマウントディスプレイ
をはずし、明日も頑張ろう！と思った。

未来に外せないキーワード

2015年4月
坑内一元管理自動制御システム

施工中の山岳トンネルにおける坑内を適正な作業環境に保つシステム。
粉じん濃度やメタンガス等の有害ガス濃度、坑内温度等の各種坑内環
境に関するデータを、坑内に設置したセンサーによって自動計測し、集
じん機や送風機の稼働を自動制御することで、トンネル坑内環境を、あ
らかじめ設定した基準値内に保つ。

労働環境を常時適正範囲に保つことで、健康リスクを軽減できる。また、
管理作業の効率化、消費電力の低減によって管理コストを削減できる。



自由発想アイデア / けんせつ小町(女性職員)

女性の躍進

2015年頃から始まった国交省による女性活躍推進に建設業界のICT化
が追い風となり、建設業界における女性の数が徐々に増加していく。
ドローンを用いた測量やパワーーツの登場によって、男性に対して腕力
の劣る女性であっても、男性と同様にできる作業が増え、更にICT化・機械
化が進むにつれて徐々に活躍の場が広がっていく。

2025年頃には、以前のように重い測量機材や何枚もの図面を抱えて作業
を行う必要がなくなったことで、施工管理を行う上で男性と女性との差は
ほぼなくなる。

男性にはない、女性のきめ細やかさは3D図面の修正、近隣住民や発注者
への対応等で大いに活躍するようになる。

VRが女性職員の間で、現場でのストレス解消ツールとして定着していく。



自由発想アイデア / 業務の改善

業務の改善

ICT化に伴い、現場社員は伝票の処理や顧客、監理者対応、出来高確認等の業務はほとんどなくなり、代わりに全ての工
程を監視し、より作業の効率化が出来ないかを検討することが主な業務となる。同時に業務改善課を新設して、現場での
作業や社員の業務について改善の観点から専門的に監視することで、常に改善が図られ、すぐに水平展開が行われる。
あらゆる作業の手順や留意点などをデータベース化して一元管理し、マニュアル化することで、必要な情報が瞬時に手に
入るようになり、作業員による施工品質のばらつきもなくなり品質が保たれる。

作業指示

電子機器の発達により、作業指示書を紙に印刷することはなくなる。必要な人に、ネット
ワークを介して送信されるからである。AR技術により、コンタクトディスプレイに、指示
内容と場所の情報がポップアップ表示される。また作業員への指示等は共有機能により
職員全員が共有することで、自宅や遠隔地でも確認ができ、時短や休日出勤など職員の
業務環境の改善にもつながる。

図面の在り方

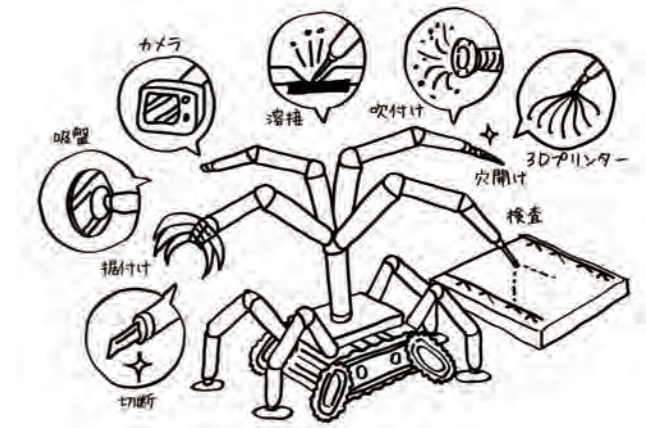
2025年頃になると、発注時の設計図は
3次元化している。また、埋設管等の情
報も一元管理され、3次元図面から読み
取った情報を、AR技術によりコンタクト
ディスプレイに表示させることで、現場
での事故防止に役立つ。

一步一步着実に

東京臨海再開発プロジェクトで工事主任を務める翔は入社12年目で、このプロジェクトに携わり1年が経とうとしている。このプロジェクトは、高層部に事務所と宿泊施設、低層部に商業施設やアミューズメント施設をもつ、最高高さ300mを超える超高層複合ビルプロジェクトである。「じゃあ、パパお仕事行ってくるから、いい子にする

んだぞ」翔はすやすやと眠っている娘に小声で話しかけ、妻に見送られて家を出た。今日は、現場出勤日。週の半分は在宅で仕事をこなす翔。ここ最近、外勤者も在宅で業務を処理できるようシステムが確立してきている。外勤者の在宅業務は、主に工事計画の確認と**3D竣工データ**の作成、確認作業である。あらゆる資材に埋め込まれた**無線タグ**に登録されている製品データや、**自動3Dスキャンロボット**による検査データ、施

工写真等は、属性から自動で3Dモデルに紐付けされる。BIMによる3Dモデルに施工データを落とし込んだ3D竣工データは、ライフサイクルを通じた建物運用の重要な元データとなるため、間違いがないかを確認することが重要になる。また、部材に取り付けられたタグからのデータは、建物運用開始後も収集、解析を行い次の設計に反映させるため、設計上の重要な基礎データとなる。



未来に外せないキーワード

AR Augmented Reality

拡張現実。拡張現実とはバーチャルリアリティ(VR)の変種であり、その時周囲を取り巻く現実環境に情報を付加・削除・強調・減衰させ、人間から見た現実世界を拡張する。

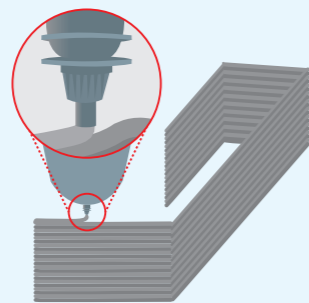


3Dプリンター

通常の紙に平面(二次元)的に印刷するプリンターに対して、3DCAD、3DCGデータを元に立体(3次元のオブジェクト:製品)を造形する機器。製造業向けの大型のものから、オフィス向けの卓上サイズ程のものもある。主な材料は樹脂だが、最近は金属も加工できるようになった。

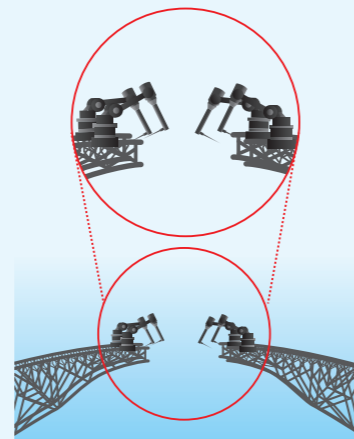
2015年1月 5層アパートが60万円

中国ではコンクリートを出力して5階建ての建物が建築された。



2015年10月 人通橋をプリント

オランダでは、金属を出力しながら自ら出力したレールを渡り、自動的に橋梁を構築させることに成功した。6軸の作業用ロボットが火花を散らしながら鉄を出力し、橋を完成させた。



BEMS Building Energy Management System

ビルの機器・設備等の運転管理によってエネルギー消費量の削減を図るためのシステム。室内環境を人感センサーや自動調光などで自動管理する場合や、機器設備・配管等の温度・流量・圧力などのデータを収集して、評価を表示させるなど様々なシステムがある。

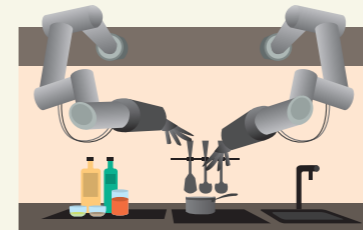
自由発想アイデア / プレキャスト

成田工場*無人化システム

製造業における工場の無人化が一般化する中、成田工場も無人化が図られる。工場内には自動組立ロボットが並び、360度カメラを搭載した検査ロボットが走り回る。BIMによる3Dモデルの制作図を基に自動で鉄筋の切断から配筋、コンクリート打設が行われ、製作開始から24時間での出荷を可能にする。コンクリート自体の開発を行える構造材料チームを抱える当社だからこそ、超短期での出荷が可能となり、他社との差別化につながる。他のプレキャストメーカーよりもアドバンテージが得られ、同業他社からの受注も行う。24時間での出荷が可能となれば、2日前に据え付けられた部材をミリ単位で3Dスキャンし、それを基に3Dモデルを修正して、前の部材にぴったり合う形で次の部材を造ることができる。

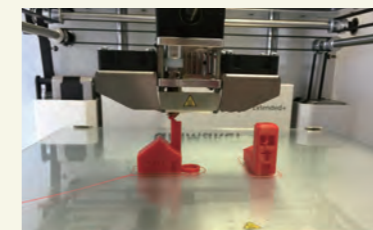
料理ロボットの応用

人間の腕のような多軸のロボットが自動で料理を作る。これを応用し、工場内に取り入れることで鉄筋の組み立ても自在に行うことができる。



3Dプリンター活用

3Dプリンター技術は飛躍的に成長。成田工場にも導入し、細かな細工が必要な部分に活用され効率化が図られる。



鉄筋自動加工機

BIMデータを基に、鉄筋の切断、折り曲げを行う機械。さらに搬送の自動化と、組み立て、結束を自動で行うロボットにより鉄筋工の負担を大幅に軽減する。

新たなコンクリートの開発

・4時間で硬化する超早強コンクリート
・振動を与えると硬化するコンクリート

○○○年○月…当該技術が発表された時期

*…当社保有のコンクリートプレキャスト部材製造工場

すぐに作業に取り掛かれる

朝礼前、出勤した作業員がウェアラブル端末を着装すると、読み取られた健康状態に関する情報が現場事務所と所属会社へ送信される。昔に比べると高齢者が増えているが、全員、健康状態は良好だ。

朝礼が始まると、会場にあるカメラが自動で人数を集計する。この時代、朝礼をしなくても情報伝達は容易にできるが、やはり作業員同士の顔を合わせ、ラジオ体操をすると気合いが入る。

朝礼が終わると、早速搬入が始まった。昨夜搬入された内装材はすでに無人搬送システムにより施工場所へ移動されている為、ヤードは片付いている。搬入されている仕上パネルは何階の分だったか、翔がウェアラブル端末に尋ねると「16階のパウダールー

ムの材料です」と教えてくれた。機械では拾えない細かい傷のチェックが完了すると、**無人搬送システム**が動き出した。

工程管理システムにより、工事の進捗に合わせて必要な資材が自動で届くようになり、工程の変化に対しても自動で搬入計画が修正されるので、搬入調整も容易だ。

更に、資材にはタグが埋め込まれているため、ゲートでスキャンされた製品情報は現場用のクラウドに保存され3Dモデルに紐付けされた竣工データとなるのだ。多くの資材は、その製作時にタグが埋め込まれるため、トレーサビリティが保たれている。

翔は鉄骨工事の状況を確認するため48階に向かった。仮設E Vは、鉄骨と共にクライミングしていく本設

E Vを仮使用している。ユニット化された本設のシャフトを鉄骨と同時に迫り上げるため、以前の仮設E Vに比べると早く快適である。しばらく見ていると、ウェアラブル端末が警告音を発しながら振動し「ここは立入禁止です。頭上を吊荷が通過します。この場から離れてください」と警告された。もう、建方が始まっている

ため、位置情報を基に巡回範囲の立入禁止警告が発信されている。開口部や、火気作業等に伴う立入禁止エリアも端末より警告されるため現場での事故もずいぶん減った。そもそも、自社設計であれば安全に対しても設計段階で十分な検討がされているため危険な場所はほとんどないが。

横のつながりが濃くなった

午後からは、来週から工事が始まる低層部の後施工部分のPCの製品検査がある。と言っても、構造担当者は工場にも現場にも来ていない。VR技術によって、監理者の立会確認が場所を問わずできるようになったため、スケジュールを組みやすくなった。翔もヘッドマウントディスプレイを装着すると構造担当者は既に工場長と会話をしていた。

翔：「お早いですね、検査まではまだ随分時間がありますが」

構造担当者：「前の会議が早く終わったので、工場長に無理を言って先に少し見させてもらいました」

成田工場内を走り回る**360度カメラ**を搭載した**施工ロボ**ットからの画像を基にしたVR空間で、製品を一通り確認してもらった。成田工場では、自主検査もこのロボットにより自動で行われているが、検査の精度を予め

設計者立会のもと設定しているため、今回の製品検査も難なくクリアした。

構造担当者：「製品も管理状況も申し分ない、完璧ですね。工場長の話も聞いて安心しました」

翔：「ありがとうございます」

ただ、翔は工場長から、少し前に機械の不具合により他物件で問題が発生したことを聞いていたが、構造担当者には特に報告をしていなかったのが気にかかっていた。

構造担当者：「他物件の不具合の話は聞きましたが、適切に対応されているので問題ないでしょう。そのあたりもしっかりと見させてもらいましたよ」

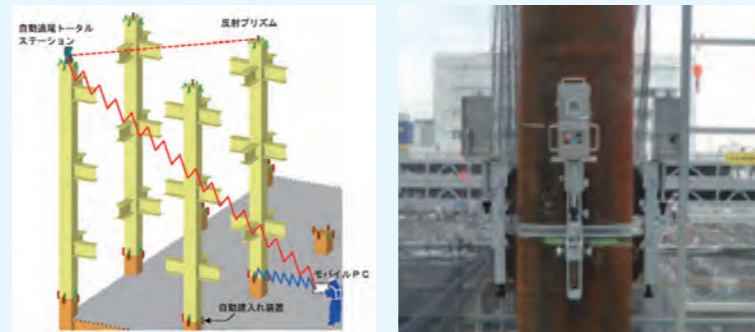
翔：「その件については、検査の冒頭で報告するつもりでした。私から報告できなくて申し訳ありません」

容易に現地、現物を確認できてしまうのも、ある意味問題ではあるが、適度な緊張感により品質や技術力、信頼関係も向上しているのは確かである。

未来に外せないキーワード

2016年2月 鉄骨自動建入れ

鉄骨柱の建方時に計測器の盛替えなしに、複数の鉄骨柱の位置計測と建入れ調整を一カ所から自動的かつ短時間で高精度に行うことが可能。



2015年12月 360度カメラ

シャッターを押すだけで上下左右360度を撮影できる全天球カメラ。室内のどこで撮ったのかわからなくなることがない。建物内や天井内、ビットでも全方位的の建物内ビューを作成可能。施工確認写真や現場状況確認の動画確認、竣工写真もこれ一発でO.K.となるかもしれない。



自由発想アイデア / 環境負荷低減

持続的な木材利用

建設資材、特に木材の調達に関してはサプライチェーンを重視し、トレーサビリティを確保した資材の調達が進んだ。2020年の東京五輪に向けた建設ラッシュでこのような動きが加速したためである。数年分の調達を予め確保することが主流となり、安定調達が可能になっている。またこれにより国内の木材を計画的に利用することで、持続的に炭素吸収・貯蔵ができていく。ライフサイクル全体での環境負荷低減がサプライヤーに求められるのは一般的になり、購入者はコストと共に持続可能性を重視するようになった。

検査が終わると、技術開発で翔と同期の未来がちょうど現場に到着した。カーテンウォール取り付け工事の**自動施工システム**の試験施工のため確認に来たのだ。翔と未来は、共同開発社であるロボットメーカーの担当者と簡単な打合せを済ませると早速、現場に向かった。

現場に到着すると、早速、自動施工システムの試験施工が始まった。実際に施工を行っている作業員も試験施工に立ち会った。

自動運転のクレーンがカーテンウォールを吊り上げて取り付けフロアまで運んでくると、フロアで待機していたロボットが腕を伸ばしてカーテンウォールを引き寄せ、取り付けを始めた。ロボットは3本の腕で位置を微調整していたかと思うと自動で溶接まで行い、取り付けが完了すると次の位置へ移動を始めた。

次々と取り付けを進めるロボットを横目に、翔はクレーンとロボットの通信方法や位置情報の取得の仕方、安全対策など疑問に思ったことを担当者に確認

していた。作業員も、予想以上のスピードで施工を進めるロボットに感心している。

鉄骨やPC部材には予め、電子波を利用した電子ブリズムが内蔵された**IDチップセンサー**が複数取り付けられているため、柱や壁に干渉することなく、建物内でもミリ単位の測位が可能となった。このおかげで機械による施工精度は飛躍的に上がり、自動施工システムの開発が加速しているのである。

残り3ピースというところで、ゴンと鈍い音がしてカーテンウォールとロボットが一瞬ぐらついた。ロボットのアウトリガーとカーテンウォールが接触したようだ。

未来：「本運用のためには、もう少し改善の必要がありそうですね」

メーカー担当者：「ええ、そのようですね」

メーカー担当者は持っていたコントローラーでロボットを安全な位置に移動させると、データを確認し始めた。翔はクレーンに指示を出し、ヤードに戻した

カーテンウォールに異常がないことを確認すると、残り3ピースの取り付けを立ち会っていた作業員にお願いして、なんとか今日の取り付けは完了した。

事務所に戻ると、ウェアラブル端末などの電子機器が**ワイヤレス給電**によって充電される。供給される電気の一部は、事務所の屋根に設置されている太陽

光パネルで発電されたものである。

翔は自動記録システムに記録された工事の進捗状況を確認し、残りの仕事を片付けると、**業務用ロボット掃除機**が起動していることを確認して帰る準備を始めた。



自由発想アイデア / 建物

未来に求められるであろう建物

未来の建設現場では技術が進歩しているため、建てるべきものが変わっているはずである。建てるべきものが変わると、施工方法も変わり、またそこで生産性が向上していく。

1000メートル越えの超高層ビル

複数棟を連結することで耐震的に優れた構造を造ることが可能となり、1000メートルを超える超高層ビルが日本でも建設される。



自動配達対応ビル

無人輸送により運ばれてきた荷物を、自動で各フロアに設置された宅配BOXまで送ることができるビル。

作業効率向上ビル

どれだけ人が効率よく、自由に快適に過ごせるかに重点を置いたビルが求められるようになる。

セキュリティー自動対応現場、ビル

建物内の熱源感知システムと、入館者が所持しているIDカードの位置情報、監視カメラが連動したシステムで、それらの情報が一致しない場合に不審者として通報される。施工段階のセキュリティーとしても使える。

設備容易更新ビル

長寿命化した建物躯体に対して耐久年数の短い設備機器を容易に更新可能なビル。特に通信の高速化・大容量化による規格の変化に対応するため、フルフラット構造に二重床、二重天井で対応する。防火区画縦貫通口も更新しやすいものになる。

パーソナルモビリティ対応ビル

一人乗りの移動機器であるパーソナルモビリティでの数階程度移動可能な計画。スロープを数多くつくと有効床面積が減少してしまうため、一人乗り専用のエレベーターも必要となる可能性がある。

炭素固定ビル (CLT木質構造耐震壁)

木材を用いて大気中の炭素量を減らす(固定化する)ことで気温上昇を抑制する。大判の木質パネルであるCLT (Cross Laminated Timber)を耐震壁に利用。RCの耐震壁と同等の耐力を有するが、重量は半分程度のため、躯体軽量化により耐震性能が向上。

損傷制御ビル

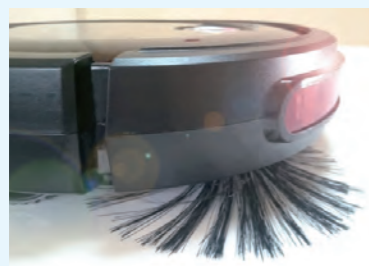
巨大地震が来ても、事業継続が可能なビル。損傷を受けやすい接合部付近に可塑性材料を用いることで、壊れにくくする。これらの部材は軽量なプレキャスト部材とすることで施工性が向上する。



未来に外せないキーワード

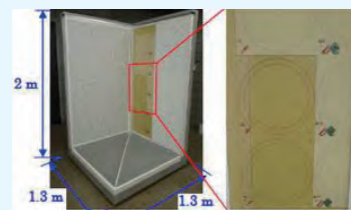
2015年11月 自動で現場掃除

自動で床清掃をするロボット。清掃可能面積は、装着するバッテリーの容量、本数(通常2本)によっても変わるが、最大で500m²(テニスコート約2.5面分)、約200分の運転が可能。



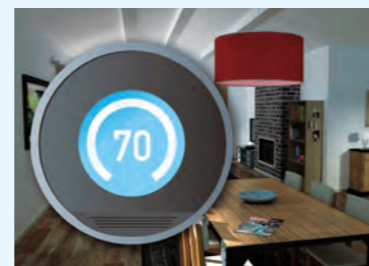
2016年4月 ワイヤレス給電

電線を使わず、離れた場所に電力を供給する仕組み。ワイヤレス給電を活用した、展示型の電力供給装置を自社の筑波技術研究所内に設置し、ワイヤレス給電に関する実験や評価を開始した。



2016年6月 空調設備を制御する コントローラ

空調を自動制御し、室内温度を一定に保つための装置。最初は人の手で空調のON/OFF、設定温度の変更をしないといけないが、時間がたつにつれ、搭載された人工知能が、自動で行ってくれるようになる。



どんな時でも冷静に

玉木は朝早く、急いで家を出た。いつもはコアタイムの10時に間に合うように家を出ているのだが、朝起きると汎用型外装施工ロボットにエラーが生じ、外装の進捗が遅れているメッセージが届いたからだ。家の前には先ほど予定を変更したスケジューラーと連動している自動運転カーが既に到着していた。

「お父さん、お仕事大変だけど頑張ってるね」
来年小学校に上がる息子と妻が見送ってくれた。

息子と妻に手を振り、空を一度見上げてから乗り込んだ。今日は一雨きそうだ。

完全資源循環のクローズドサイクルを実現したコンパクトシティに新居を構えたのは息子が産まれた5年前。自宅から今の現場までは90キロあるが、主要な幹線道路は従来よりも大幅に軽量・スピード化が進んだ“すいすいモップ工法Ⅱ”で立体交差工事が済んでいるので、ノンストップで到着できる。

車に乗り込むと早速スマートコンタクトレンズのコンタクトディスプレイをバックオフモードに切り替え、視界の中から車内を消した。そして再度施工ロボットのエラー状況と進捗、出来形、工程への影響度合いについて確認する。

自動運転カーと個人業務端末が進化したおかげでどこでも仕事ができるようになったので、自宅や移動中も業務時間として認められるようになったのはありがたい。朝早くに出勤する必要がなくなったので子供とゆっ

くり食事をとり、保育園に送りに行く時間も確保できて精神的な余裕ができるからだ。今日は急遽現場に向かわなければならなくなったので、楽しい日課を送ることが出来ずに非常に残念だ……。

一通り確認を終えてバックオフモードを解除すると、窓には白波のたつ海が見えた。遠方の海上にはここからでもはっきりとわかる巨大な海上発電フロートの建設が進んでいるのが見える。当社が環境省から委託されている巨大大事業で、浮体式洋上風力発電の技術を基に設計されたものだ。

「あれが完成すれば、アフリカで電気を使うことができている地域が大幅に減るのか。一刻も早く完成して、アフリカ実証水域まで航行していってくれるといいのに」
私は思わずつぶやいた。

車を降りるときに、会社支給IDカードアプリで支払いを済ませた。このカードアプリのおかげで現場での支払いや交通費の精算などのすべての決済関係を人工知能(AI)が自動で処理してくれるようになったことをふと思い出した。それまでの月末処理に割いていた膨大な時間を、施主との綿密な話や品質管理、業務改善、研修、技術開発提案などのクリエイティブなことに充てられるようになったのありがたい。業務改善も“クリエイティブ研修”を受けるようになり、物事を根本から見直してより良くしていく意識が根付いてきた。この移動中業務が、業務として承認される様になったのもその成果だ。

自由発想アイデア / 都市

変化する都市形態

通信や運輸技術の発達で、田舎でも都会と大きく変わらないぐらい便利な街となり、都会から田舎へ移り住むことへのハードルが少しずつ低くなる。人々は便利な場所よりも風光明媚な場所を好むようになり、自然と調和した小都市の開発が進む。

都市機能

東京、大阪、名古屋をはじめとする大都市では都市機能が拡大し続けている。かつて大都市へ移動してきた者は高齢者となり、介護ロボットによる生活支援サービスを受けながら生活をしている。一方、ICTが飛躍的に発展したことで、どこにいても誰とでも繋がることできるようになったため、一部の若者は大都市から離れるという選択をするようになりはじめる。

若者の都心部離れ

若者が大都市を離れる理由は、人との交流を求めたものであり、大都市以外の地域に散在する、適度な大きさのコンパクトシティでのコミュニティを重視する考えからである。欲しいものはVRを用いたWebショッピングでいつでも手に入り、食材や日用品においては家庭内の在庫管理から自動配送までをしてくれるサービスが2025年頃から普及することで、どこに住居していても不自由を感じることはない。コンパクトシティでは、100%再生可能エネルギーのスマートシティ化を実現し、電力エネルギーの自給自足が成り立っている。

首都機能移転

首都機能の極集中を是正するため、政府は首都機能分散を検討している。産業の分散を図るため、地方移転による税制優遇措置を導入し、ひと、もの、情報を戦略的に分散させることで地方都市の活性化にもなっている。1999年の国会等移転審議会では候補地として北東地域の「栃木・福島地域」、東海地域の「岐阜・愛知地域」、「三重・畿央地域」の3地域が選定されている。

自由発想アイデア / 物流

物流の革新

自動運転技術の進歩により、必要な資材が必要な時に、必要な量だけ現場に届けられるようになり、ストックヤードが殆ど必要なくなる。現場では荷卸し、場内搬送も自動で行われる。また太陽光や地熱などの再生可能エネルギーを最大限活用することによって地球にやさしい運輸システムとなる。

自動配送システム

自動運転技術を利用した配送車によって、あらゆるものの当日配送が可能となる。現場では詳細な工程も自動で作成、管理されるため、必要な資材が、必要な日に届くように自動で発注される。資材にはすべてにタグが取り付けられているため、自動配送トラックがゲートを通すだけで、受け入れが終了する。

余剰資材ゼロへ

現場には必要な資材が最適なタイミングで自動的に運び込まれる。現場には余剰資材がなくなり、協力会社もトラックの手配から解放され、現場の状況と実際の発注状況を確認するだけとなる。生コンの受け入れ記録も自動的にクラウドに保存され、品質管理用のBIM・CIMに紐付けされる。

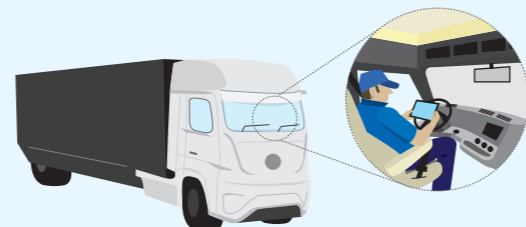
適材適所へ

トラックが現場へ到着したらすぐさま、資材は場内搬送システムによって使用箇所へ運ばれていく。重量物は2016年開発中のメカニカルホイールを装着した無人搬送システムで、軽量物は自動航行機能によるドローンによって、各作業場所に届けられる。

未来に外せないキーワード

自動運転トラック

いくつかの自動車メーカーは人間の操作なしで走行が可能なレベルの自動運転を実現。自動運転が可能な輸送トラックの試験走行を開始。現時点では試験走行用トレーラーが自動運転できるのは幹線道路のみであり、車線変更も行わないなど限定的なものとなっている。



造るもの自体も変わりゆく

現場に到着すると作業着に着替えた。やはりこの作業着に袖を通すと、気が引き締まる。会社情報アクセス端末の“小型AIロボットのアイちゃん”を肩にのせる。これは、最近会社が導入した**ヒューマノイド**で、会社のデータベースにはこのアイちゃんを通じてしかアクセスすることができない。対話可能な人工知能が搭載されているため、人間と話をするように話しかけるだけで様々な情報を得ることができて、まるで私専属の秘書のようだ。アクセス制限上必須ではあるのだが、それ以上に頼もしい相棒として今ではかかせない存在だ。

早速超軽量ヘルメットをかぶり、施工ロボットが止まってしまっている現場へと向かう。この現場は郊外の平屋建て大型木造物流施設で、敷地が広大なのでパーソナルモビリティでの移動だ。

ゲート付近を通ると、ちょうど**自動運転トラック**が入場してきた。

「**躯体3Dプリンター用のウッドチップ樹脂マテリアル**ですね」とアイちゃんがかわいらしい声で教えてくれた。

息子の声を登録しているので現場でも息子と話しているようだ。

ゲートのランプが青色に点灯し、コンタクトディスプレイにも製造日時や受け入れと品質検査などが終了した通知がパッと表示された。

工程スケジュールと連動した**自動搬送機**が待機しており、自動運転トラックが停車したと同時に荷が積替えられ、使用する場所へと運ばれる。行先が同じ方向だったので、自動搬送機の運行安全エリアに入ってしまうように少し距離を置きながらついていくことにした。

林のような躯体工事現場の中をすいすい進む。躯体3Dプリンターがウッドチップ樹脂マテリアルを、**樹状躯体構造**である有機的な樹状柱や枝状屋根の形状に出力しているので、文字通り林の中にいるようだ。躯体3Dプリンターは、出力した躯体を自らの足場にしてどんどん造り進めていくようになったので、下階でのサポート材が不要になった。このおかげで、躯体工事中でも現場がすっきりとして、すいすいと進めるわけだ。

竣工後は、躯体が大樹のようになり、天井からは木漏れ陽が落ちる感じになる。空調の風で木の葉が揺らんでいる状態まで再現するため、まるで本当に森の中にいるような感じになるらしい。既に別現場で竣工し

て運用が始まっている同シリーズの倉庫では、仕事をしていても緊張感が和らぐため、生産性があがったと施主からも好評だ。

こんなにも木材の利用が進んだのはやはり施工時の補助金支給と運用段階での大幅な減税のおかげだろう。温暖化防止のためというお題目もあるが、施主の立場からすると利回りに直接影響する部分が多い。もちろん**当社保有の木材供給山林システム**も、この制度が出来たから実現できたのだが。

自動搬送機は躯体3Dプリンターの横で停車し、自動的に躯体3Dプリンターのマテリアル供給口と連結した。

躯体3Dプリンターは4本の腕を駆使しながら、躯体の出力、材料試験、**IDチップセンサー**の埋め込みを行っていく。同時に作業を進められるため作業は早い。やはり細かい部分を仕上げる職人技にはかなわない。如何に技術が進んだとしても技能者の卓越した技術は機械をも凌駕することを目の当たりにする。機械でも行えるように開発が進められているが、実現するのはまだ先だろう。

自由発想アイデア / 3Dプリンター

3Dプリンターの
プレカラムへの応用

モルタルを出力して柱の外骨格を構築。中に、先組鉄筋を建て込むことで、型枠不要で柱を構築する。梁は硬化まで支えられる鋼板一枚だけを先行して架けて、その上に底面と側面を出力する。材料は筒先で適切に管理された状態で出力される。

樹状躯体構造出力

サグラダファミリアに代表される構造形式。有機的な形状の柱(幹)や梁(枝)には極力圧縮力のみが作用するように設計されることで、3Dプリンター材料でも建物構築を可能としている。



自由発想アイデア / 木材

木材調達

建設資材、特に木材の調達に関してはサプライチェーンを重視し、トレーサビリティを確保した資材の調達が進む。数年分の調達を予め確保することが主流となり、安定調達が可能になる。またこれにより、国内の木材を計画的に利用することで、持続的に炭素吸収・貯蔵ができ、気温上昇抑制に貢献する。

ゼネコンによる
森林整備

木材の活用が進む中、ゼネコンを中心に森林利用計画が進む。建設重機の自動化技術を応用して、大規模かつ計画的な木材伐採と市場への木材安定供給の役割を担うようになる。計画は、環境変化に伴う集中豪雨等に対する土砂流出や崩壊の防止、貯留機能回復による水資源供給など地球環境保全への役割も担っている。

木材利用

木材は、2010年頃から公共建築を中心に利用が促進され、その利用拡大が進んだ。今後も、1300年を超える木造伝統技術の見直しや廃材を含めた再利用の拡大、耐火技術の向上等により、一般建築においても温かみのある仕上がりとなる木造化・木質化の建物が増加する。

自由発想アイデア / バックオフィス業務

バックオフィスの効率化

決済

立替請求のための決済アプリが、会社から個人に配布される。交通履歴はその都度データサーバーに送られることになり、履歴管理がなされる。事前申請と違うルートを通ると個人に請求がくることになる。タクシーも電子マネーなどで支払うことができるため、現金で支払うことはなくなる。アプリの使用により、単純な事務作業がなくなり、事務系職員の負担が大きく軽減する。

VRによる自宅勤務とチームワーク強化

本社などのオフィス内で事務作業を行う事務系職員は、自宅で業務を行うのが基本となる。VRにより、ヘッドマウントディスプレイをつけることで、会社の事務作業空間を再現し、離席状態やどのような作業を行っているのかも瞬時に把握することが可能である。これにより通勤の移動時間がなくなり、家庭と仕事の両立がしやすくなる。また疲労も抜けて仕事に短時間で集中できるため生産性も向上した。処理した業務内容の見える化により監視能力も高くなったため、どの社員がどのぐらいの仕事をこなしたのかわかるようになる。また、業務成績も自動的に記録される。ただし、バーチャル上だけでは人間関係は育まれないため、週に数回、拠点に出勤し、共同作業を行うことでチームワークを強化する。

埋め込まれるIDチップセンサーには先ほどの受け入れ検査結果や材料試験結果、施工状況、天候、施工者など様々な情報を記録していくことで、随時トレーサビリティが保たれている。

また、このIDチップセンサーのおかげで、運用段階でも様々な情報を瞬時に可視化することができるようになり、**建物自体をモニタリング**することが可能になったのだ。建物に不具合が生じると、その都度必要な補修だけが行われるようになり、これまでの点検費用や大規模修繕がなくなって、施工主は大喜びだ。運用諸経費が抑えられることで利益率が向上するからだ。ゼネコン側も搬入時にこのタグを利用して、先ほどのゲート自動受入れや自動搬送システムを形成して大いに活用している。多少コストはかかるが、費用は施工主との折半としており、施工時にも運用時にも活用して大幅に効率化が進んでいるのでウィン・ウィンの状態だ。

インド人の作業員さんと

コンタクトディスプレイに表示された地点に着くと、今や世界人口No. 1になったインド人の作業員達が**勾配付可能セルフレベルング材**の機械を前にワイワイと騒いでいた。このエリアは排水のための勾配をつけるエリアだ。**電圧をかけると勾配を制御できる**技術が開発されたため、そこまで難しくはないはずだが、どうしたのだろう。VR研修でも行っているはずなのだが。「勾配がついていませんね」

更に進むと内壁材取付用の**自律運転**をする**施工ロボット**が作業をしていた。10年程前は**パワードスーツ**によってクレーンやホイストがなくても取り付けられるようになったと喜んでいたが、わずか10年程でここまでくるとは正直驚きだ。

自律運転技術が進歩し、現場内ではロボットが活躍しているが、専門職種毎にコンダクターの役割をする人はやはり必要である。職種ごとの専門知識や技術をもった人材育成が進められている。社内研修や外部専門研修が行われ、海外から来る方に対しては事前に**VR研修**も行われている。

「この先の床施工で少しトラブルのようです」

肩のアイちゃんが教えてくれたので、地図上の目的地の途中に表示された床施工エリアに急遽、向かうことにした。

アイちゃんが私の疑問に対し先取りしたように答えてくれた。

強面の職長がこちらに歩み寄ってきて、アイちゃんが教えてくれたとおり、勾配調節用の電圧調整について尋ねてきた。肩のアイちゃんが**自動通訳**してくれるので、会話をするのには困らない。しかし少しだけタイムラグがあるのと、やはり機械を通してではなく面と向かって話す方が気持ちも分かり合えるというもの。彼らの言語も勉強中だがまだ会話レベルまでは到達できていない。

どうやら電圧調整を行っても設定通りの勾配にならないらしい。前にも同じようなことがあったな、と思い、機械のバージョンを確認した。やはり2世代前のものだった。この世代のだとちょくちょく同じ症状が出るので、会社側にも再三改善を要求をしているのだが、まだすべての現場の機械が更新されているわけではない。この機械でも時間はかかるが何とかできなくはない。職長に対応してもらうため、修理マニュアルをお互いのディスプレイに共有表示しながら説明をした。

おや、説明が終わってもまだこちらを見ている。視線の先は私の目ではなく、少しずれている。どうやら肩の

アイちゃんに興味があるみたいだ。アイちゃんを改めて紹介し、互いのヒューマノイドについて話をし、その場を後にした。

「もうそろそろ雨が降り始めてしまいますよ」アイちゃんが教えてくれた。もちろん現場には雨天でも木材の品質を確保する必要性から**全天候屋根付き水平式クレーン**が取りついているので全く問題はない。しかし外装施工ロボットが止まっているのはちょうど雨が当たる場所だったのだ。通常であれば問題ないが故障中となれば話は別だ。急いで向かわなければ。

全ての要は管理集中センター

ようやく今朝故障アラームが発せられた施工ロボットのところに到着したので、肩のアイちゃんにお願いした。「この汎用型外装施工ロボットの修理方法を教えてくれるかい」
「了解です。車内で確認されていた通り、腕の配線が一部ショートしてしまっているので、その修理マニュアルを出しますね」
コンタクトディスプレイに故障の修理手順が出てくる。建築学科を卒業した自分には機械の細かい事はよくわ

からないが、今所属している**ロボット技術課**に配属されて4年も経ったので段々と手馴れてきた。

「これだと大学では機械科を専攻した方が良かったかな」とつぶやいた。作業をし始めるとマニュアルとは違う症状であることがわかった。再度アイちゃんに尋ねたが、「ウーン、マニュアルがまだないようです」
とのこと。そこで本社の**管理集中センター**に電話をかけてもらった。ディスプレイの左上にポップがあがり、ピシッとスーツで決めた管理集中センターの人が映る。

自由発想アイデア / 海外展開

海外展開

日本国内の建築需要が低迷することから、当社は他社から遅れをとるもの、インド及びアフリカへの進出を果たす。最初は電源事業であるダム建設と浮体式洋上風力発電の売り込みを行う。その後、各国での送電網を整備するインフラ事業と道路整備での実績を上げ、建物建設のブランドも確立されることで、高品質で高価格帯の受注がうまくいくサイクルが形成される。インド、アフリカでは第一号のZEB建築を自社ビルとして建設することも知名度向上とブランドの確立に貢献する。

現地最適設計

それぞれの土地に適した設計を自動で行う自動最適設計を行う。コンクリートの仕様などを整える。

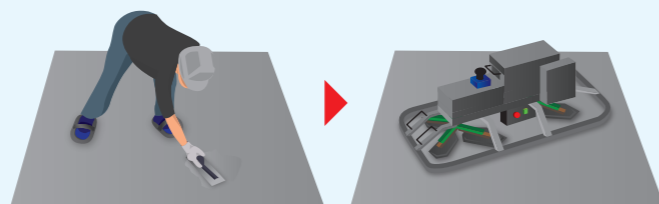
人工知能による現地施工マニュアル整備

建物やインフラの施工及び管理の方法は国によって異なる。管理集中センターでは各国に合わせた管理マニュアル(AIによって自動翻訳された仕様書や各国の建築関連の法律に則った施工マニュアル)を作成する。

未来に外せないキーワード

2016年4月 コンクリート床仕上げロボット

コンクリート床仕上げ作業を行うロボット。技能労働者(土間工)の身体への負担を軽減し、作業の省人化、効率化が可能。土間工が無線で操作する。



〇〇〇〇年〇月…当該技術が発表された時期

「この部分の故障がマニュアルとは異なっているよなのです。修理方法を教えていただけますか？」と聞くと、アイちゃんを目を通して管理集中センターの方が状況を確認してくれた。タグを見ると品質管理課ではなく、機械修理課の方らしい。具体的な修理方法の指示を受けることができたのでようやく復旧できた。このやり取りは動画でも残されるため、文字起こしや図のイラスト作成はAIが自動的にしてくれる。

それを管理センター員がさらにわかり易くまとめているのだ。このようなことを積み重ねて日々膨大なマニュアルが整備されている。今回の事例も直ぐにマニュアルに反映されるだろう。

このロボットは半日止まっていたんだ。周辺の出來形を確認するため、**自律出来形確認ロボット**を呼んだ。近くを自動走行していたらしく、直ぐに来てくれた。私は計測の邪魔にならないように少し離れた位置に移動すると、出来形確認ロボットは**360度カメラ**と**レーザースキャナ**で出来形を計測してくれた。工程と照合するとこのままでは来週の検査までに間に合わなさそうだ。

「検査に間に合わせるようにスポットで追加のロボットを頼んでおいてもらえるかな」

アイちゃんが機械の手配をしてくれている間に、またパーソナルモビリティに乗り込んだ。

ゼロ・エミッションは今

事務所へ戻る途中、ふとゴミヤードに目がいった。少しだけ散乱していたからだ。

私はアイちゃんに「分別して片づけておいてもらうように」という指示をだした。アイちゃんはこの場の画像を場所タグつきで送信してくれたので、直ぐに作業員

が**ロボット掃除機**を引き連れて駆けつけてくれた。廃棄物の細かい分別は機械ではまだ難しいため、完全自動化ができていないからだ。

「しかし、前回の廃棄物回収はひと月前だったか。10年前では毎日のようにトンパックで搬出していたのに、環境にも優しい現場になったなあ」

BIMにより事前に建物部材の正確な数量把握やブ

レカットが可能になったことで、現場で発生する廃棄物は急激に減少した。また3Dプリンターで現場に合わせた出力をするため、カットすること自体も少なく

なったのだ。この技術と全員の協力があって25年前にはじめて達成できた**ゼロ・エミッション**は、今や当社の建設現場の標準である。

雨の中のアラーム

事務所に戻るとアイちゃんが教えてくれた通りザッと雨が降り始めた。ギリギリ間に合ったか。

自席に着いた途端、個人用アカウントからアラームが発せられた。自宅付近の堤防が決壊しそうらしい。向こうでは早く降り始めていたのか。

妻と息子が気がかりなので、上司に理由を説明して

帰らせてもらうことにした。自宅に向かう最中、**自宅のモニタリングシステム**で状況を確認すると地下に浸水がはじまっているみたいだ。妻と息子は無事だろうか。いつもは冷静に対処しよう心掛けているが、この時ばかりは状況が違う。電話をすると、近くに建設された避難タワーに逃げている様なので、私も急いでタワーに向かった。

自由発想アイデア / 防災

災害時瞬時BCP把握・対応ビル

建物のBCP(事業継続性)は、事業主にとって最も重要な観点の一つである。あらゆる部材にセンサーが取り付けられ、建物自体がIoT化されることによって、どの部材が補修が必要なのか、二次壁や天井材がどの程度破損しているかも瞬時に把握が可能になる。もっとも二次壁自体は新築構造物では弾性材料を用いて施工されるため壊れることはなく、壊れるのは既存建物だけである。生産施設であれば損傷状況が製造ラインごとにわかるため、どのラインが生産を続けられるかわかる。また、修復に必要な材料の情報が物流システムと連動していることで、どこに必要なものがストックされているのか、製造する場合には何日かかるのかも把握できる。更に、交通情報システムとも連動することで、輸送にかかる日数も把握可能である。補修のための人員や機械の状況も連動する。災害が起きて間もない段階で、損傷の状況から、修復完了に見込まれる日数が把握できるのである。得意先によっては、ドローンによる緊急空路が使用可能となり、現地に直接物資を運び込むことができる。現地では補修専用の3Dプリンター機械が準備され、順次補修に取り掛かることができる。

災害時簡易避難 公開空地確保ビル

災害時に雨風が防げるように、可動式の屋根と壁が展開できる公開空地簡易避難所。

災害想定と避難

災害規模を想定し、避難タワーや避難用の移動手段が予め配置される。シミュレーションと、災害予測システムにより、実際の災害が起きる前に避難が完了できるようにする。

地震動初動感知システム

海底での無人ボーリングが可能となったため、超大深度の大陸プレートと海洋プレートの両方に位置情報を取得するセンサーを多数配置することで、プレートのひずみエネルギー等の情報を細かく得られるようになった。

災害時は現場がインフラ担う

災害時には建設現場の技術を活用できる環境が事前に整備され、蓄電池による不足電力の供給をはじめ、水質改善システムによる水の供給、工事用ロボットや重機による倒壊建物の復旧作業の協力等が可能になる。工事現場のあり方も変わり、建設中においても地域に貢献できる場所となっている。

自由発想アイデア / ロボット

ロボットと人間の棲み分け

2020年までは、ロボットに任せられる仕事は大量に直線的に行う、ロボットが得意とする部分である。例えば地均しや軽量鉄骨下地組、大面積の耐火石膏ボード貼り、クロス貼りなどのうちの細かな加工を伴わない部分である。ロボットのセットや操作は人間が行い、また、ロボットが不得意な、躯体との取り合いなどの手間がかかる箇所は人間が重点的に作業できるように配置される。2020年以降は、躯体製造そのものが変化し、ロボットの動作はBIMデータから自動的に読み込まれるシステムが構築される。

各現場に機械類を扱う ロボット技術課

自律ロボットに頼りきりになり「管理できていない」事態が発生しないようにしなければならない。機械が行ってくれる仕事も結局は人のチェックが必要なのである。機械化を進めるにはロボットを専門に管理する部署が必要で、機械によるミスを減らすことが生産性を上げることに繋がる。更に進めば機械自身が故障やセンサー自体のチューニングずれ、作業ミスを察知できるようにする。その時は故障時に人がかけつければよくなる。更に進めば修理用の機械が現れ、完全自動化となる。

ロボットの電力とBEMS

BEMSの考え方は建設現場でも応用され、建物そのものだけではなく、建設現場でも省エネ・創エネが行われるようになる。建設現場での労働者の減少に伴い、あらゆる作業を自律ロボットが行うようになるが、これらのロボットや重機は、各現場に設置された蓄電池から急速充電できる仕様となり、自動で充電場所へ戻りワイヤレス給電により充電される。なお、蓄電技術や発電技術も進歩しており、現場内太陽光パネルや小型風車などの自然エネルギーによって発電された電気で全てのロボットや重機を動かすこともできる。

自由発想アイデア / 社会

ZEB、BEMS

ZEBの実現には、自然換気、昼光利用などの省エネ技術や、太陽光や地熱利用、風力“熱”発電などの自然エネルギーを利用した創エネ技術、大容量蓄電池、超電導フライホイール、圧縮空気貯蔵、電気機関車による位置エネルギー貯蔵などの蓄エネ技術が多く採用されている。2015年頃は、都心の場合屋上に設置して使われることが多かった太陽光パネルは、発電効率の進歩や、透明になり外壁や窓面への設置も増加する。照明や空調は、建物内に設置したセンサーや小型カメラにより、自動で制御されるようになる。センサーは温湿度、照度、風速、人の不在、通行量などを検知する。センサーで得られたデータと小型カメラの映像(人の動き・服装など)から、室内環境の快・不快を判断し、常に快適な空間を、省エネルギーでつくるのが可能となる。

機器・設備等の運転管理によってエネルギー消費量の削減を図るためのシステムであるBEMSやHEMSが建物に導入されることが一般的となる。BEMSやHEMSが導入されると、10%程度のエネルギーを削減できる。また、創エネ・蓄エネ技術と連携させることで、商用電力の使用量を抑えられる。このようなシステムの構築などは、これまでの建設のノウハウを生かしたゼネコンが主導で行われる。

自由発想アイデア / 安全管理

安全管理

職人同伴補助ロボットは安全管理にも使用されており、不安全行動をした場合、すぐにアラームが発せられ、オペレーターから注意が促される。またその時の状況のビデオや画像が記録として残り、直ぐに水平展開がされるため、安全帳票などの書類の作成は一切なくなった。2016年現在、書類に起こすだけでも膨大な時間が割かれているが、それらが自動的に記録されていることにより作成の手間はゼロとなる。

ヘルメットには360度カメラがつけられているため、作業員の手元の確認と同時に、周りの状況も確認できる。自分の身の回りは安全か、また、ほかの人が映っている場合、その人の行動状況も確認できる。

現場における安全教育は、KY活動の代わりとして、作業場所につくと都度、関連するヒヤリハット映像が流れる。毎回違う内容を流すことでマンネリ化を防止し、その人に合わせた内容が自動抽出される。

防火管理

現場内での火器使用については、消火専用ロボに搭載された煙感知、炎感知(画像解析と熱感知)によって、火災が検出された場合、その場で消化される。事態が大きい場合は、他の場所からも消火専用ロボがかけつけて消火活動が行われると同時に、管理者や消防にも通報される。2016年現在でもカメラ画像によって煙感知は瞬時に行うことが可能である。

健康管理

センサー搭載のトイレで日々の健康診断が行われる。家庭のトイレはもちろん、現場内や様々なところでも同様のトイレが設置される。トイレに設置したセンサーで排泄物を検知し、ユーザーの健康状態の可視化に役立つ機能が実装されている。現場では、健康状態が悪い場合のみ職員へ連絡が入り、作業を続けられるかが判断される。

3Dマッピング

3Dマッピング技術が現場内でも活用され、都度変わる安全通路が地面に照射される。

KYシート

KYシートは同伴ロボのおかげでなくなる。同伴ロボが危険箇所を教えてくれるためである。

自由発想アイデア / 作業環境

温暖化での猛暑下での作業

温暖化の影響により、夏季の真夏日が増え、熱中症による救急搬送者数が年々増え続けている。これを受け、5月~10月の半年間は諸官庁のクールビズ対応と連動して、建設現場においては熱中症センサーを身につけることが義務付けられる。熱中症センサーとは、作業場周辺の温湿度や作業員の体調(ウェアラブル端末により吸い上げられた心拍数などのデータ)から、熱中症の危険度を判断し、作業員に知らせるものである。2030年頃には作業着も進化し、バイオインフォウェア(作業着+端末、スマート作業着、スマートウェア)も開発されつつある。

新3K

現場内での工事用ロボットは資材運搬や取付け、清掃に加え、工事進捗に合わせて安全管理ロボットとしても活用されている。現場内のロボットは、ロボット間および人間の動きも察知し、自律での自動走行に加え、立ち入り禁止区域での警告も行うことができ、「きつい、きたない、きけん」の3Kはロボットの有効活用により、解消されてゆく。また脱3Kの進展に加え、2015年に掲げられた「給料、休日、希望」の新3Kの改善に向けた業界の動向として、専門技術者としてのスキルとロボット操作や設定などのスキルを磨く取組みと待遇改善が進む。

天気予測と進捗管理と週休の連動

これまでの建設現場は天候に左右されることが多かったが、長期的な天気予報精度が格段に向上し、また、工事進捗のリンクが可能な工事管理システムの構築により、状況に応じて自動的に工程が組み直されるため、完全週休2日の実現が可能となる。

シエスタの導入

建設現場においては特に夏期の気温が高くなる時間帯(関東では14時前後)に昼休憩を設定するという現場も増える。

ニュースリリース

当社が2016年に発表した関連技術のニュースです。詳細は当社のHP(www.toda.co.jp)で確認できます。

- 2016/12/07 | 3次元データを活用した大規模土工の見える化を実現
- 2016/12/05 | 夢ある建設の未来像を提案
- 2016/11/22 | 『配線ゼロ』温湿度センサを実装!
- 2016/10/27 | 厚生労働省「イクボスアワード2016」グランプリを戸田建設社員が受賞
- 2016/10/06 | iPad用内装仕上げ検査システム「LAXSY」開発
- 2016/06/27 | 夏のリコチャレ2016 女子がつくる。女子でつくる。建築現場 ~トダジョと一緒に!~
- 2016/04/22 | ワイヤレス給電を活用した電力供給装置を製作!
- 2016/04/15 | 国内初の浮体式洋上風力発電設備を実用化
- 2016/03/18 | ビルメディカルシステム「ユレかんち」を開発
- 2016/03/07 | 京橋一丁目東地区における都市計画の決定について
- 2016/02/01 | 「鉄骨柱の自動計測・建入れ調整システム」を展開
- 2016/01/21 | 北側斜面に日射を確保したメガソーラー発電所が竣工

2020年

2030年

2050年

社会情勢

- ▽遺伝子情報による健康管理が実用化(医療・介護)
- ▽家庭内在庫状況推定及び顧客嗜好推定の基づく食材、日用雑貨の自動宅配サービスが実現(卸売・小売)
- ▽衛星を利用した山地部、急傾斜地や大規模構造物の地形・形状変化の計測による防災の実現(防災)

- ▽有人月面基地が実現
- ▽完全自動走行システムの実現(運輸・物流)
- ▽介護・育児のロボットサービスが普及(生活支援)
- ▽環境配慮型のグリーン産業が成長(農林・水産)
- ▽大企業の無人化工場の一般化(製造)

▽人工知能が、人間の知能を超える

建設業界

- ▽新築公共建築物等でZEBを実現(建設)
- ▽K-1PJ竣工(当社の本社建替計画)
- ▽埋め込み型センサー技術と警報・避難支援システムの普及(建設)

- ▽リニア中央新幹線開通(品川⇄名古屋)(運輸・物流)
- ▽マンションの一部自動建設、自動解体の実用化(建設)
- ▽老朽インフラの保守とストック重視へのシフト(インフラ)
- ▽小都市におけるスマートシティ化の実現(スマートシティ)

▽リニア中央新幹線全線開通(運輸・物流)

出典:総務省 AIネットワーク化が拓く智連社会 平成28年(AIネットワーク化検討会議)

変化する社会情勢

インフラ (2030年)

建設後50年を超えるトンネルの割合が46%(約4400カ所)に、橋の割合が53%(約4400カ所)に達する。危険を伴う道路・鉄道・電線などのメンテナンス作業を、専門知識とスキルをもつ多数の作業員と連携しながら行うロボットの社会実装。国内のスマートメータの導入がほぼ完了し、デマンドレスポンスや環境価値(グリーン電力に対して、二酸化炭素を排出しないことを付加価値と認めて対価を払うこと)への対応。

(2050年)

2050年までにはリニアをはじめとする基幹的なインフラの整備が進む目途がついているため、環境面からも、今後は増え続ける老朽インフラを賢く使うための保守が重要になっており、ストック重視ヘシフトしている。

スマートシティ (2030年)

地方のコンパクトシティでは100%再生可能エネルギーのスマートシティ化を実現し、電力エネルギーの自給自足にとどまらず、完全資源循環のクローズドサイクルの実現。

ロボット技術 (2025年)

「勤・コツ」の技能をAIロボットが習得。製品の設計・試作・試験などにAIが導入され、開発作業効率やスピードが向上。

(2030年)

日本の労働人口の減少の一方、ロボット技術の進歩により、人間に頼らないタスクを行うロボットや身代わりロボットの進展、ヒューマノイドの技術開発により、自律的な適応が可能となってきた。

エネルギー (2030年)

世界的にも、化石燃料から自然エネルギーへの移行が進み、CO2を多く排出する産業に代わり、環境配慮型のグリーン産業が成長した。エネルギー転換を抜きには国家戦略を語れなくなり、自然エネルギーの開発をはじめとする、エネルギーインフラの整備に多くの資金が投入された。

2045年問題 (2045年)

この頃には、人工知能が人間の知能を超える!?

食糧 (2050年)

世界の人口増加により、地球面積にして、1.5倍以上の作付面積が必要になるほどの食糧不足が訪れることが予想されている。

労働力不足時代へ / 人口

2.5人に1人が65歳以上、4人に1人が75歳以上

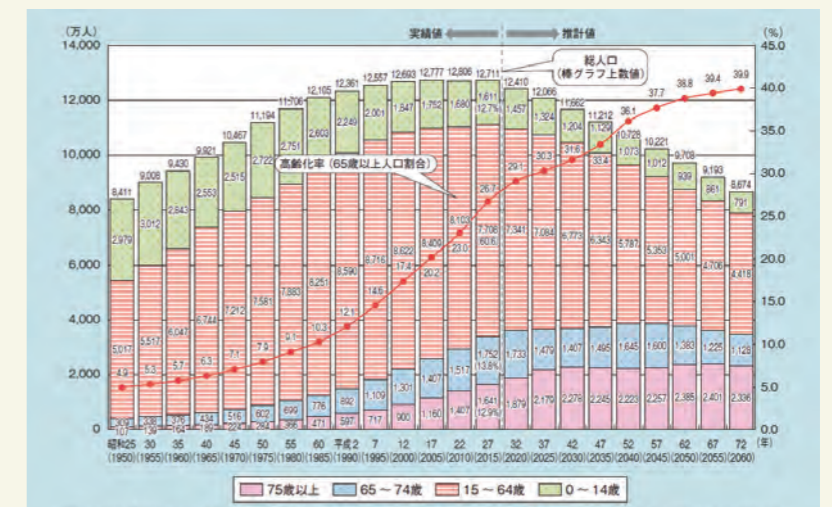
我が国の総人口は、長期の人口減少過程に入っており、2026年に1億2,000万人を下回った後も減少を続け、2048年には1億人を割り、2060年には8,674万人になると推計されている。

高齢者人口は、「団塊の世代」が65歳以上となった2015年に3,392万人となり、2025年には3,657万人に達すると見込まれている。その後も高齢者人口は増加を続け、2042年に3,878万人でピークを迎え、その後は減少に転じると推計されている。

総人口が減少する中で高齢者が増加することにより高齢化率は上昇を続け、2035年に33.4%で3人に1人となる。2042年以降は高齢者人口が減少に転じて65歳到達者数が出生数を上回ることから高齢化率は上昇を続け、2060年には39.9%に達して、国民の約2.5人に1人が65歳以上の高齢者となる社会が到来すると推計されている。

現役世代1.3人で1人の高齢者を支える社会の到来

65歳以上の高齢者人口と15~64歳人口の比率をみると、1950年には1人の高齢者に対して12.1人の現役世代(15~64歳の者)がいたのに対して、2015年には高齢者1人に対して現役世代2.3人になっている。今後、高齢化率は上昇を続け、現役世代の割合は低下し、2060年には、1人の高齢者に対して1.3人の現役世代という比率になる。



出典:平成28年版高齢社会白書(内閣府)

*物語の作成にあたり、調査した未来の社会的な背景のうち主要なもののみ記載しています。