

平成 28 年度 建設施工と建設機械シンポジウム パネルディスカッション

「i-Construction が実現する建設現場の未来像」

日時：平成 28 年 11 月 30 日 15:10～

場所：機械振興会館 大ホール

◎コーディネータ

立命館大学理工学部環境システム工学科 教授 建山和由

○パネリスト（発言順）

国土交通省国土技術政策総合研究所 社会資本施工高度化研究室長	森川 博邦
鹿島建設（株）技術研究所 プリンシパル・リサーチャー	三浦 悟
西尾レントオール（株）取締役 通信測機営業部長	北山 孝
日立建機（株）顧客ソリューション事業推進本部 戦略部長	古野 義紀
（株）ニコン・トリンプル コンストラクション営業部建設 ICT 推進課マネージャー	濱田 文子
オートデスク（株）アジア太平洋地域土木事業開発統括部長	福地 良彦
一二三北路（株）代表取締役	熊谷 一男



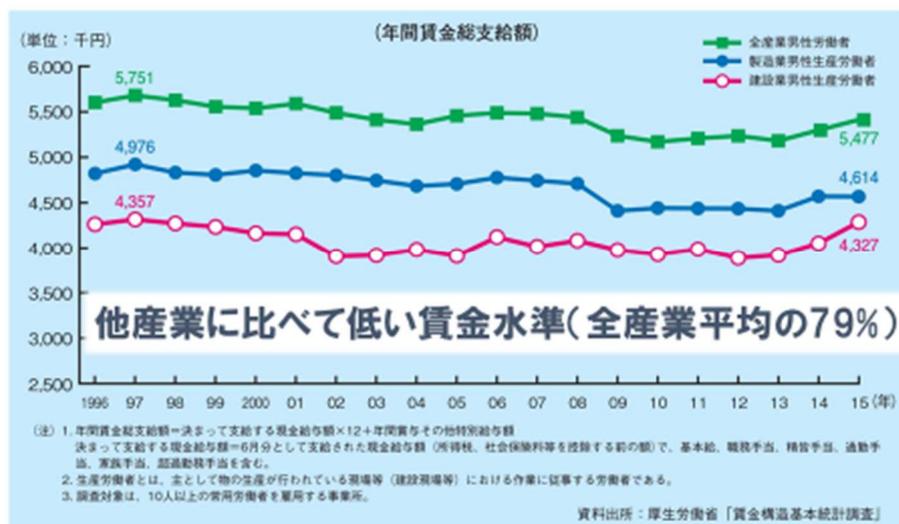
コーディネータ（建山） 4月に i-Construction がスタートして、建設業界はその方向に動き出していますが、そういう視点よりも少し先を見た「i-Construction が実現する建設現場の未来像」ということで、パネルディスカッション企画させていただきました。少し趣旨を御説明させていただきます。

日本は人口が減ってきているということで 15～65 歳までの生産年齢人口が 2015 年から 30 年後には約 30%減ると言われています。30 年で 30%ですから毎年 1%ずつ生産年齢人口が減ってくるということです。1%というのは毎年だとそんなに気になりませんが、10 年で 10%、20 年で 20%、30 年で 30%減るといのは実はとんでもないことです。社会を担う人たちが 30%減るといことはあらゆる分野で人が足りなくなるわけですから、建設業は今でもその担い手確保が難しくなっているのに、ますますそれが難しくなるという時代を迎えていくということです。

そんな中で建設業界は、これから担い手を確保する環境にあるのかということを示し見ていきます。

建設業界の賃金の推移を表した図です。緑が全産業の平均で、青が一般製造業、建設業は赤です。

建設業界の実情1（賃金）



建設業ハンドブック2016（一般社団法人日本建設業連合会）より

1

建設業は最近、若干持ち直してきていますが、それでも全産業平均に比べると 8 割以下という実情があります。製造業自体が全産業に比べると賃金水準が低いのですが、特にその中でも建設業は低いということになっています。

次に労働時間の推移を見ますと、先ほどと同じく全産業平均と一般製造業と建設業ということです。

建設業界の実情2（労働時間）



建設業ハンドブック2016（一般社団法人日本建設業連合会）より

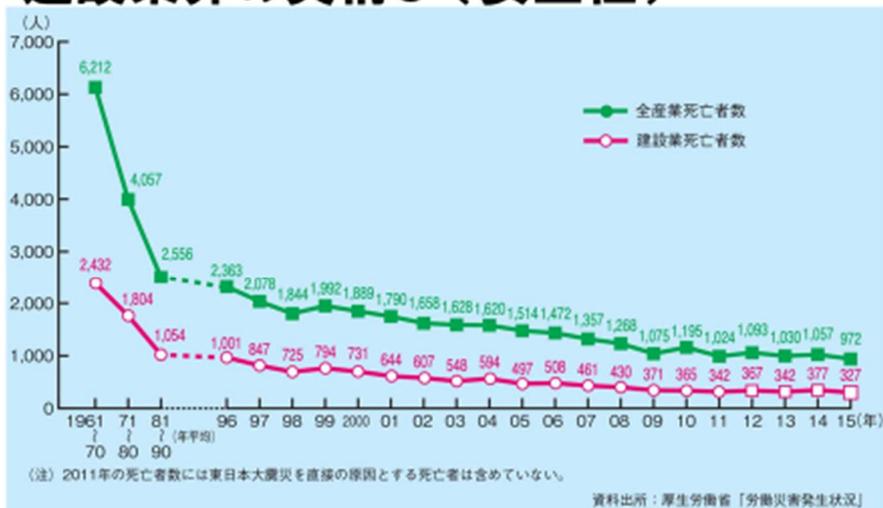
他産業に比べて長い労働時間(全産業平均の116%)

2

あらゆる産業で労働時間は随分改善されてきているのですが、それでも相対的に見るとやはり建設業の労働時間が長いということがこれからも見ることができると思います。全産業平均に比べると約16%増しというのが建設業の実情ということです。

次が、事故災害件数のグラフです。全産業と比べて建設業のほうが低いように見えるかも

建設業界の実情3（安全性）



建設業ハンドブック2016（一般社団法人日本建設業連合会）より

全産業の3割以上を占める労働死亡者数

3

しれないですけども、決してそうではなくて、このグラフは全産業のトータルの数のその中で建設業がこれだけ占めているというグラフです。

ある意味すごい数字です。全産業の3割以上、実は34%の労働死亡災害は建設業に集中しているという状況になっています。もちろん以前に比べると安全性というのは随分改善されていますけれども、それでもやはり相対的に他産業に比べると安全性に多くの課題を持っている、そういう産業だということがこれからも見えます。

まとめますと、賃金水準、労働時間、死亡災害を見ると、なかなか3K、きつい、汚い、危険といった業界の体質というのは抜け出せないのかなというところかと思えます。それはなぜかという、いろいろな原因があるかと思いますが、1つの論点は労働生産性というふうに言われているのかなと思っています。

次は、労働生産性の推移を表したグラフです。労働生産性の定義はいろいろな定義があると思いますが、1人1時間当たりの金に換算して幾らの生産を上げているのかというグラフです。

建設産業の実情 労働環境・条件

賃金水準：全産業平均の79%
 年間総労働時間：全産業平均の116%
 死亡災害の件数：全産業の34%を占める

→ 3K

きつい
汚い
危険



建設業ハンドブック2016（一般社団法人日本建設業連合会）より

★ 建設業は、生産性を大幅に改善する可能性を有している。★ 4

建設業は、バブルのころは一般製造業よりも生産性は高かったのですが、バブルが崩壊して以降、生産性が低迷しているという状況です。一方、一般製造業は自動化技術とか合理化技術をどんどん取り入れていくことによって、90年代に比べると約2倍の生産性に改善してきているということです。一方、建設業はインフラ投資が減っていく中で、人も建

設業者の数もそれほど、それに見合った数が減らなかったということもあって、少ないパイを多くの人たちで分け合ったということもあって、生産性を改善する必要性がなかなか認められなかったという事情もあるのだと思います。生産性がほとんど改善されてこなかった結果として3Kに繋がっていているという事情があるのかなと思います。

これをどう見るかなのですけれども、生産性がなかなか改善されないというふうに見るのか、あるいは今まで生産性を改善する努力をしてこなかっただけで、その気になれば生産性を改善する余地は幾らでもあるのだというふうに見るか、どちらで見るかです。i-Construction は、これは後者ですね。生産性を改善する余地はいっぱいあるのだ、これを目指していこうというのがi-Constructionの1つの目標だというふうに思っています。ですから、生産性を改善することによって、3Kを改善して、新しい3Kを目指していくというのが今回の大きな目標になって、その中で生産性改善というのが、向上というのがキーになっていると思っています。

もう一つお話ししておくのは、これは公共事業は国の工事と地方の工事があります。日本の公共事業の4分の3ぐらいは地方の工事なので、i-Constructionを進めていく中で、国の工事だけでうまくいっても決して日本の建設業の改善には繋がらない。地方公共団体の事業にもi-Constructionをどんどん取り入れていかないと建設業界の体質の改善にならないというところで、やはり地方のi-Constructionの推進が重要な役割を果たすのではないかと考えているところです。

こういう背景を踏まえて、本日はi-Constructionを推進するため、さらにそれを少し進めて、我々はどういうところを目指しているのかという未来像をイメージしながら議論していく、そういう場を設定したということです。

まず最初に森川さんのほうから国の施策ということで、i-Constructionの施策のお話を頂いたうえで、4つのテーマを考えています。まず最初に「先進的な施工事例、施工現場の未来像」をイメージできるような話をお聞かせ頂きたいと考えております。2つ目は「地域を支える建設業と人材育成の未来像」ということで、人材育成という視点でも話を頂きたいと考えております。3つ目は「i-Constructionを支える技術の未来像」ということで、これから出てくる新しい技術の話をして頂き、それについて我々はそれをどう使っていくのかという意見交換をさせていただきたいと思います。最後に、「i-Constructionをさらに発展、展開」させていくにはどういうところに気をつけるべきか、あるいはどのように改良すべきかというところをパネリストの皆様と一緒に考えていきたいと考えております。

それでは、早速ディスカッションに入っていきたいと思います。まず最初に i-Construction の施策としての目指すところ、内容について森川さんのほうから御紹介頂きます。

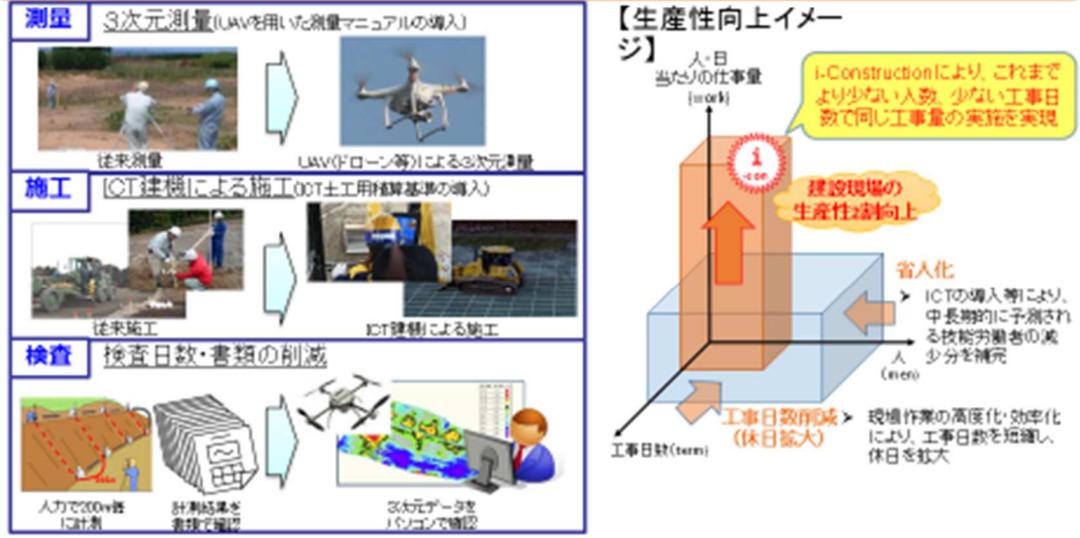
森川 私のほうから、「国土交通省の i-Construction の施策について」ということで、今進めている施策を簡単に紹介させていただきます。

まず最初に最近の話題ということで、9月12日に日本経済再生本部の下に設置された未来投資会議が開催され、安倍首相から2025年までに建設現場の生産性の20%向上を目指すというような話がありました。国土交通大臣も出席する中で国交省の施策を説明されております。

石井国土交通大臣が説明されたのは i-Construction の話です。建設業の生産性向上ということで、建設業は社会資本整備の担い手であると同時に我が国の国土保全上、必要な地域の守り手ということで、この中でも2025年度までに生産性の2割向上を目指すというような話をされています。

i-Construction ~建設業の生産性向上~ 石井大臣説明資料

- 建設業は**社会資本の整備の担い手**であると同時に、社会の安全・安心の確保を担う、**我が国の国土保全上必要不可欠な「地域の守り手」**。
- 人口減少や高齢化が進む中であっても、これらの役割を果たすため、**建設業の賃金水準の向上や休日の拡大等による働き方改革**とともに、**生産性向上が必要不可欠**。
- 国土交通省では、調査・測量から設計、施工、検査、維持管理・更新までの全ての建設生産プロセスでICT等を活用する「**i-Construction**」を推進し、建設現場の生産性を、**2025年度までに2割向上**を目指す。



特に ICT の全面的な活用ということで ICT 土工を進めておりますが、本年度に入りまして3次元データを活用するための基準類を整理して進めていること、工事も年間で720件

以上を ICT 土工の方式で公告、あるいは人材育成の強化ということで、全国で1万3000人が参加するような形での人材育成のための講習会等を開くというような活動も報告されております。また、今後3年以内に橋梁、トンネルやダム、あるいは維持管理の工事に i-Construction の活用を拡大、推進体制の構築ということでコンソーシアムを作る、及び3Dデータの利活用推進というような話も提示されています。

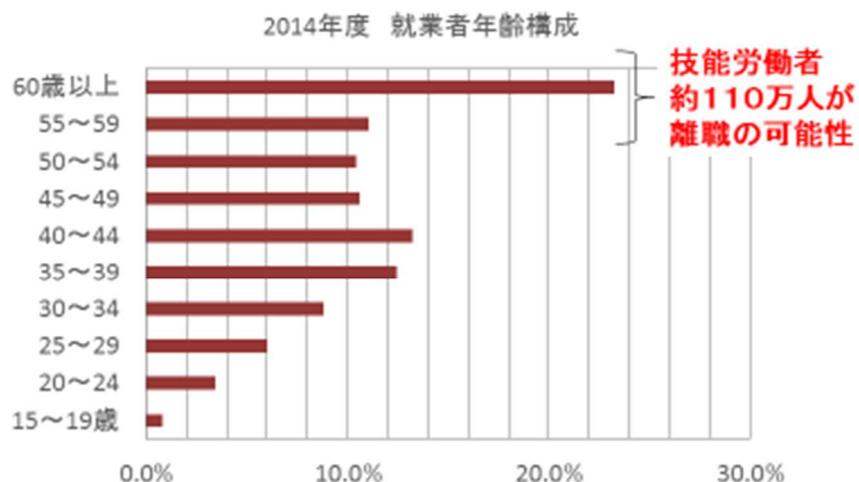
施策の背景としましては、労働力の過剰を背景として、これまで生産性の向上というもの为先送りされていたのではないかとこのように言われております。建設投資のピークが平成4年、それより遅れた平成9年に建設就労者数のピークがあり、それ以降、どんどんと減少があつて、投資額の減少が4割余り減少しているのに対して、現時点で建設業の就業者については3割弱までの減少であつたということで、まだそれでも労働力過剰であつたのではないかとこのように指摘があります。

一方で技能労働者340万人と言われておりますが、年齢構成を見ますと、今後10年ぐらいの間におよそ110万人、3割弱が離職する可能性がある。現時点で見ても若年者の入職が非常に少ないことから、生産性向上により労働力不足を何とかしていくという話もありますが、入職者をふやすという意味での産業の魅力の創出というものも必要になってきています。

1(2). 労働力過剰時代から労働力不足時代への変化



- 技能労働者約340万人のうち、今後10年間で約110万人が高齢化等により離職の可能性
- 若年者の入職が少ない(29歳以下は全体の約1割)
- 生産性向上により労働力不足下での供給能力の維持と、入職者を増やす産業の魅力の創出が必要



資料: (一社)日本建設業連合会「再生と進化に向けて」より作成

国の公共投資なども含めてこれまで建設投資が一方向的に減ってきていた中で、ここ数年ようやく下げ止まった、あるいは少しだけ上向きになりつつあるというような状況になってきており、経営環境を考えていけるような状況になってきているのではないかと。こういったことを踏まえて、今こそ生産性向上を図る絶好のチャンスというふうに見ております。

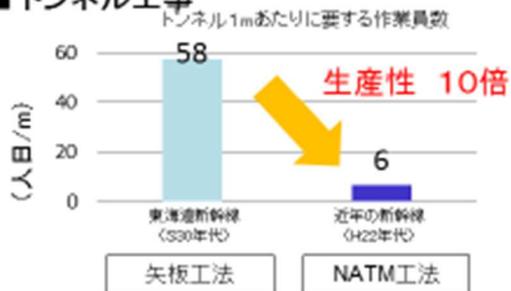
i-Construction ですが、プロセス全体の最適化ということで 3 つの施策を並べて、i-Construction が目指すところは、一人一人の生産性を向上させることであります。例えば、トンネル工事のように過去 50 年間で生産性が 10 倍になったような工種がある一方で、土工、コンクリート工のように余り生産性が増えていない、また、直轄工事の発注実績を見ても非常にたくさんの人工が使われているという部分もあります。こういったところをやはりターゲットにしていくのが生産性向上の近道だろうというところなんです。

取り組みのターゲット

国土交通省

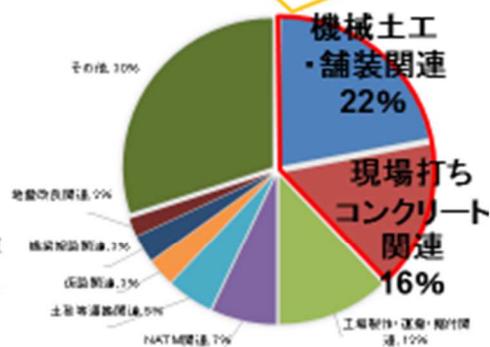
○ トンネルなどは、約50年間で生産性を最大10倍に向上。一方、土工やコンクリート工などは、改善の余地が残っている。(土工とコンクリート工で直轄工事の全技能労働者の約4割が占める)

■ トンネル工事



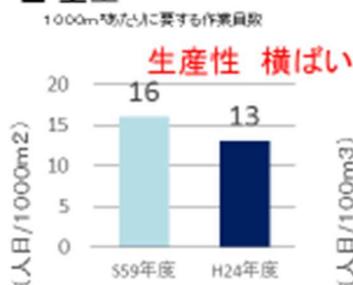
出典:日本建設業連合会 建設イノベーション

「機械土工・舗装関連」及び「現場打ちコンクリート関連」で全体の約40%

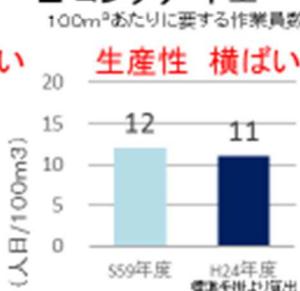


H24国土交通省発注工事実績

■ 土工



■ コンクリート工



標準条件より算出

13

ターゲットとしましては、機械土工や舗装工に現場打ちコンクリートの生産性向上、あるいは人材の効率的活用という面からの施工時期の平準化ということを含めて 3 つのトップランナーとなっております。

(1) ターゲットに対する施策

①機械土工・舗装の生産性向上



ICTの全面的活用

②場所打ちコンクリート工の生産性向上



全体最適の導入（コンクリート工の規格の標準化等）

(2) 人材の効率的活用に資する横断的施策



発注時期の平準化

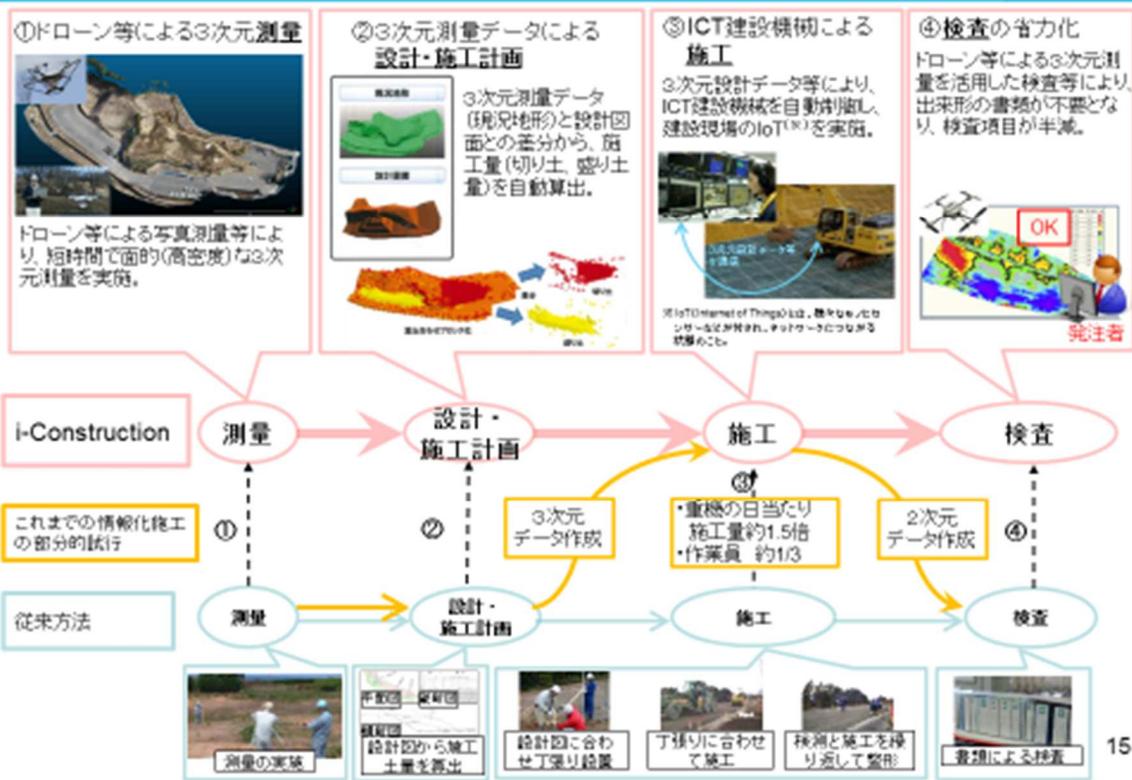
14

1つ目の ICT 土工は、3次元データを測量から検査まで一連で使っていこうというものです。全体最適の導入ということでは、コンクリート工の規格の標準化等を図って、これまで現場最適であったものを全体最適的な視点を入れて生産性の向上を図りたいというものです。また、施工時期の平準化につきましては、特に公共工事については年度末に集中している傾向にありますので、これを平準化していこうという発注行政的な立場からの施策でございます。

特に ICT 土工、ICT の全体的な活用では、今年度は5つの段階で3次元の取り組みをしたものを「ICT 活用工事」というような呼び方で特に推進していくことになっております。施工規模や金額的などところで、施工者希望型や発注者指定型というような方式をとりながら発注をしていくというところです。

積算基準につきましても、ICT の機器が普及するまでの間については、補正するような形で割り増しのような形での積算基準を導入して推進をしていくという形です。

現場でどのように流れているかという、UAV を飛ばして写真をとって3次元点群データを得て、それを処理して使っていくというような起工測量であったり、3次元の設計データ



を得て、それを処理して使っていくというような起工測量であったり、3次元の設計データをつくり、現場ではICT建設機械にデータを読み込ませて施工をしていくということになります。出来形管理につきましては、UAVやレーザスキャナを使って、起工測量と同様に計測をして3次元点群データを取得し処理をして、出来形を確認していくこととなります。また、3次元データに基づいて出来形管理をするに当たっては面管理という考え方を入れて、出来形評価を面管理に基づいて行うというような仕組みづくりを進めているところです。

そういった中で、ICT対応型工事の1号工事ということで道央圏連絡道路でやっている工事では、工程で見ると全体で2割程度効率化しているというような事例が出ております。そのほかICTを活用した工事は、全国で740件ぐらいの公告を予定しています。

今後については、i-Construction委員会の報告書で挙げているところですが、i-Constructionが目指すものとしては、一番に生産性の向上という話がありますが、そういったことを含めて創造的な業務への転換ですとか、賃金水準の向上、安全性の向上、建設業における課題というものを解決する方向にi-Constructionを使って進めていきたいということです。

i-Constructionの目指すべきもの

□生産性の向上

□創造的な業務への転換

- ICT化による効率化等により、技術者等は創造的な業務や多様なニーズに対応

□賃金水準の向上

- 生産性向上や仕事量の安定等により、企業の経営環境が改善し、賃金水準が向上

□十分な休暇の取得

- 建設工事の効率化、施工時期の平準化等により、安定した休暇取得が可能

□安全性の向上

- 重機周りの作業や高所作業の減少等により、安全性向上が期待

□多様な人材の活用

- 女性や高齢者等の活躍できる社会の実現

□地方創生への貢献

- 地域の建設産業の生産性向上により、地域の活力を取り戻す

□希望がもてる新たな建設現場の実現

- 「給与、休暇、希望」を実現する新たな建設現場

39

コンソーシアムの設置なども提案されていまして、11月25日に国土交通省でコンソーシアムについて公募が始まっているところです。

林業や鉱業、農業といった周辺の産業についても i-Construction は使えるだろうということも含めて進めていきたいという話がありますし、日本の強みの発揮といいますか、パッケージ化して、これを国際標準化を含めて海外展開に使っていきたいということもあります。

最後に目指すものということで繰り返しになりますが、生産性を向上させることで企業の経営環境を改善し、現場で働く方々の賃金水準を向上させて、安定した休暇の取得すとか、安全な現場を実現したいということで、労働者が減少したとしても生産性が向上すれば経済成長を確保するという意味での生産性が確保できるだろうということです。

最後に、国土技術政策総合研究所でも地方整備局等が発注している i-Construction、ICT活用工事が円滑に進むように Q&A の提供など支援を行っているところです。

建山 i-Construction の施策を御紹介をして頂きましたが、これを頭に置いた上で、それでは i-Construction がどんどん進んでいくと将来どうなるのかというイメージを作っていたらいいと思っております。

まず最初に現場がどう変わっていくのかというところを、鹿島建設の三浦さんからプレゼンをお願いします。

三浦 建設業の生産性を伸ばすには製造業の発展を参考にできないかというのが私の出発点です。

要は人が減っている、熟練者が減っている、生産性は相対的に低い、そのかわり労働災害や事故が全産業の3分の1は建設業で発生している。これを一言でいうと建設現場が変わらなければいけないわけです。どう変われば良いのかを考えると社会的要請として品質は確保して、ある意味向上させて、安全で安心でコストが低くて工期が短い、が望まれているわけです。結局、安全で確実に効率的な施工システムというものが必要になってきます。

建設生産性向上のキーワードとして、i-Constructionの提言にも書いてありますが、建設現場を最先端の工場にしようという目標が掲げられています。そういうこともあって、1990年代からの製造業の飛躍的生产性向上の鍵となっていた技術を導入しようではないかと考えています。強いて言えば、ファクトリーオートメーションにならってコンストラクションオートメーションへの挑戦をしてみたということです。

我々が考える次世代施工システムというのはこういうコンセプトですというお話をします。まずは汎用建機を自動化をするのが前提なのですが、そういうことをして施工の安全性とか生産性を向上させようと考えました機械は繰り返し作業は得意ですが、何処で作業をするのかというようなことを機械に考えさせる、計画させるというようなことをやらせようとする高度な知能ロボットが必要となって20年、30年先の話になってしまいます。そこで、計画は人間がする、その計画に基づいて機械が自動で行う、そういうコンセプトです。

そうすると、無人化率、自動化機械の稼働率が高まって、フィールド内の人が減らせるのですから安全性が向上できます。また、自動化するには標準化しないとできません。その過程で人の作業も標準化するのですが、実はそれだけでも生産性は上がる。それはそれとして、一人で幾つもの建設機械を運転できれば単純に省人化になる、単位作業量当たりのマンパワーが減るので、生産性が上がることになります。このシステムをクラウドアクセルという名前をつけております。スケートのトリプルアクセルという3回転半は跳んでいける人がいまはもうかなりいらっしゃいますけれど4回転半はまだない。だけれども、近い将来飛ぶ人が出てくるだろうという意味でこういう名前をつけております。

クラウドアクセルはどういうところに適用しようと考えているかですが、たとえば、弊社

が施工しています国土交通省の大分川ダムの施工中の状況をドローンで撮ったビデオを見ても、いろいろな作業があるのですけれども、ここにほとんど人がいないという、ほとんどの作業は機械で行われているわけですね。人でなければならぬことはやっていますが、ほとんど建設機械でやっていることが分かります。

そこで、始めたのですけれども、まず振動ローラとブルドーザの作業についての自動化の紹介をさせていただきます。

振動ローラの自動化に関しては、自動化のためのセンサや後付け装置を汎用のローラに付けて自動化機械に改造しました。ブルドーザーに関しては、コマツの情報化施工用の ICT ブルを使って、これにセンサーとか制御機器をつけて改造しました。1年半ぐらい前に福岡県のコンクリートのダムでの状況を紹介します。

(パネルディスカッションではビデオ映像で紹介)

これが 19 t の ICT ブルドーザです。振動ローラは SD451 という酒井重工のもので、周囲に人がいるので、前方の監視システムを付けて人が来たら止まる、前方に大きな予定外の物があれば止まる機能もつけております。基本的に安労働安全衛生法にのっとらなければいけないので、厚生労働省とお話をさせていただいて、施工時安全装置などを付けて自動化をしているという状況です。

ブルドーザは、ゆっくりではありますが、整形させることができっております。これは 2 台同時に走らせているところです。

では、ローラは、自動で動く機械は世の中にありませんので作ったということで、典型的にはハンドルで回す機械を作ったのです。それを乗せてハンドルをモータで駆動できるようにして、あとは電子制御の部分について、それは仕様が分かればユーザがいじれるというようなことです。

次に、フィルダムについてのお話を少しします。熟練労働者、ブルドーザの運転がうまいオペレータに、こういうふうにまき出してとお願いして、その時の運転データをとっております。これはフィルダムでいういわゆるフィルター材という材料です。大体 25 m³ぐらいの土量です。

これを 3 人のオペレータにやってもらうと 3 人ともやり方が違います。でも 3 人ともとても上手にやります。この時は幅を決めて白線を引いていますけれども、ものすごくきれいに仕上がっています。

どれぐらいできたかというのは、法肩と法尻がスパッときれいに白線の通りできます。こ

ういうデータを使って、自動化はどうやるかということになります。これは自動運転の時のビデオです。無人です。オペレータのやり方はみんな違うわけですから、単に真似しようとしても決まらない。結局、運転の仕方が無限にあるわけですから、我々は、まき出し作業をモデル化して、コンピュータシミュレーターを作りました。これを使って、シミュレーターで押してみたときに、こういう押し方だとちゃんときれいになるというのを確認してそれを基に作業データにして自動化ブルドーザに乗せてやらせるという、簡単に言えばそういうことです。

そうすると、オペレータほどうまくはないですけども、許容範囲に収めることができています。大分川ダムではこんな感じで実工事で使っています。今回、紹介等できませんでしたが、ダンプカーも始めています。先ほど施工の工場化といいましたが、我々としてはこのようなイメージのものができればいいなと思っているというところです。

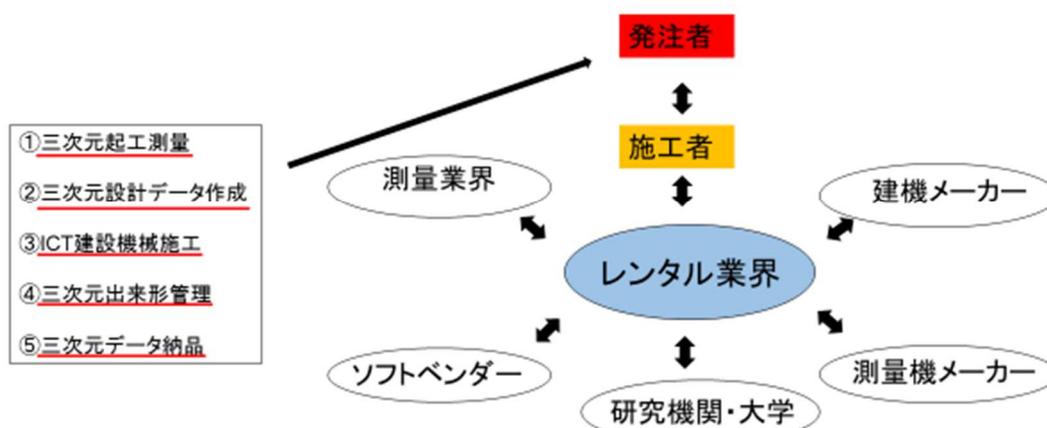
建山 建設現場も確実に工場化に向けて動き出しているという話を御紹介いただきました。

続きまして、北山さんのほうから未来のレンタル業像という大変難しいかもしれないのですけれども、御紹介いただこうと思います。

北山 私どもは重機のレンタル会社でして、決して大きな開発などができるような企業ではありません。ただ、メーカーが造ったものやソフトウェアなどを現場にお貸しして、それをきちっとサポートする能力を持って行くのが我々の役目なのではないかと思っています。

そんな中で、建機レンタル業界の役割と推進ということで3点御紹介させて頂きたいと

1. i-Construction 関連業界との連携役として



* 全工程・関連業界の連携役となることが可能

思います。関連業界との連携役、パイプ役としてということと、i-Construction の普及推進ということと、技術開発、この3点について御紹介します。

まず1つ目の関連業界の連携役としてというところで、i-Construction が始まって、この5つが始まりました。

発注者から施工者が受注して、もともと i-Construction が始まる前は2番と3番の、3次元の設計データを起こして情報化施工の機械を動かすという、こういう役割で我々レンタル会社が受けてサポートをしていたというところです。ただ、i-Construction が始まって、起工測量もドローンやレーザースキャナーです。それから出来形管理もTSから3次元になるということで、3次元というキーワードが生まれてきて、測量業界やソフトウェアベンダ、建機メーカー、測量機メーカーとの連携が始まりました。これは我々が中心というわけではないのですが、施工者から測量業界経由でレンタル業界に問い合わせを頂いたりとか、そういう今までにあまりお付き合いがなかった業界さんとのお付き合いが始まりました。

そこに我々レンタル業界が連携役として施工者それから発注者との連携ができるような存在であり、あとは研究機関とか大学との連携も増えてきているということで、全工程について、つまり1~5の工程、それから関連業界の連携役となることが可能ですし、将来にわたってこういう立場で行けるように業務を進めていきたいと思っています。

2つ目の普及推進役として、これは以前の情報化施工のときからいろいろな講習会等々を開いているのですが、i-Construction ではドローンを飛ばして起工測量をし、設計データを作って、それを基に重機を動かして、またドローンなりで3次元計測をするというような一連の模擬体験の講習会を施工者に実施しています。これは、我々レンタル会社だけではなくて、発注者やJCMAからの要望もございまして、ソフトベンダや測量機メーカーとの連携により開催しているところです。国土交通省の講習会の支援、お手伝い等もさせていただいています。これらは将来にわたってもやっていかなければいけないことかと思っています。

そのために、これは当社の例ですが、トレーニングヤードを全国に作っております。今8カ所、この写真は、神戸市のヤードですが、実際に重機の施工体験ができます。ここでドローンを飛ばして、一連の体験をして頂くところです。

海外でも ICT 普及活動を始めています。タイで内閣府の仕事で電子基準点の展開のコンソーシアムに参画しています。その電子基準点ができれば3次元のマシンコントロール施工が可能になります。タイにもチョンブリテクノヤードというトレーニングヤードをつく

2-2 i-Construction 普及推進役として

NISHIO・トレーニングテクノヤード

CPDS講習・実機試乗体験講習に活用



写真:近畿テクノヤード



海外:タイ国 チョンブリー県にバンコクテクノヤードを設置

って、現在、発注者、施工者に対してゼロから普及活動をしているところです。

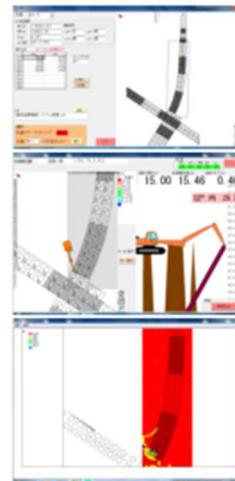
もう一つ最後にレンタル業界としての技術開発、これは先ほども言ったように我々メーカーでもないのが大がかりな汎用的な技術開発とか多額の資金をかけることはできません。しかし、現場の効率化、品質向上、見える化というのをキーワードに、そのためにマシンコントロールやマシンガイダンスという一般的な汎用技術以外のニーズが意外とあります。それは現場に合わせたカスタマイズや製作が必要となっていくしますので、そういうもので、次の i-Construction への提案や検証ができるのではないかと考えています。

この写真は、地盤改良機にセンサーを4つ付けまして、これは当社で元々とつくっていた

3-1 レンタル業界としての技術開発

現場の「効率化」「品質向上」「見える化」のために

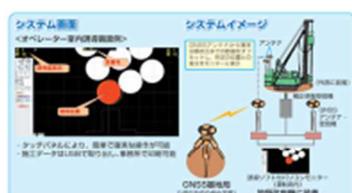
- ・ 一般汎用技術以外のニーズに応える
- ・ 現場に合わせたカスタマイズ・製作を実現
- ・ 次のi-Constructionへ提案・検証



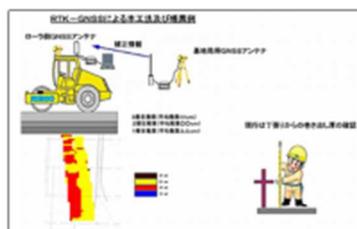
バックホウのマシンガイダンスのソフトを活用して、この機械に合う計算式をつくりました。上のほうがちょっと見にくいので申しわけないのですが、設計データです。次が施工中の施工管理表です。最後が成果物ですね。こういうものを作る、カスタマイズしていくというのも可能ですし、NETISのほうにも積極的に取り組んでおります。地盤改良機の誘導のシステムや、転圧の層厚管理のシステム、あとは海外製のものを日本に持ってきて登録させていただいたり、安全対策商品など、大手メーカーが届かないニーズに応えていくのも私たちレンタル業界の役目かと思っています。

3-2 レンタル業界としての技術開発 NISHIO

・NISHIOのNETISシステム [一例]



地盤改良機誘導システム
登録番号:CG-120020-A



締固めレイヤー管理工法
登録番号:SK-140010-A



アスファルト密度測定器(PQI)
登録番号:KT-120124-VE



IDガードマン
登録番号:KT-150103-A

etc...16技術登録

今、i-Construction は土工ですが、海洋の工事や無人化施工の現場で活用できるものや、土工でも今の汎用技術以外のものである、こういうのをしていくのが我々レンタル業界であると思いますし、今後もぜひ続けていきたいと思っています。

最後に、「i- Construction 発展のために」ですが、「ICT 業界」という言葉が正しいかどうかかわからないですが、そういう周辺業界さんとの連携と、それから普及推進と現場のサポート力が要るので、これは当社の中で作っていききたいということ。それと最後に言いました技術開発、研究、見える化を含めて進めていきたいというところで、業界としてさらに向上して発展させていきたいですし、建設業を中心とする関連業界の生産性向上に継げていきたいということです。

建山 実は未来と言っているのですが、10年後ぐらいでどうかという話だったのですけれども、10年後もわからないということで、近未来とは5年後ぐらいを想定して議論して頂

いているということをお断りしておきます。

最初に三浦さんから建設現場もどんどん自動化技術が入って行って、一般製造業のように、工場のようになっていくのだというお話がありました。

古野さん、今のお話に対して何か追加のコメントとかメーカーとしては、ああいう自動化の機械を汎用機としてこれから一般に出していくというようなお考え、方針というのはあるのでしょうか。

古野 我々は製造業をやっていますが、ファクトリーオートメーションということで、30年ぐらい前から所有する工場の自動化に継続して取り組んでいます。お話がありましたように、やはり人の介在、人が要るということで、どうやって自動化していくかというのは同じ課題を持っているかなというように思っています。

2016年に当社でも i-Construction 対応のセミオートマチックの油圧ショベルを発売しましたが、やはりそれもいきなり無人化とか、全部自動化してしまえという形に持っていくものではないと考えています。先程、労働人口の話がありましたが、人間と使用する機械の接点において、まず支援を行い、労働人口が減ってくる中で、徐々に可能なところは、無人化していく形に進んでいくと思います。

私は、海外でマイニング市場向けに同じような業務に携わっていましたが、その業界でも、やはり無人化施工、自律（無人）運転などが話題になっていますが、まずはプロセスのところからきちんと設計しないと、安全性の高い、効率的で生産性のあるものができ上がらない。人間が創り上げていくものですから、この順番が非常に重要であると考えています。例えば、工場で全自動化を実現できているところが、本当に国内にあるかどうかという話を考えてみて下さい。多分ないと思います。必ず人が介在、ある工程について自動化できないところがあると考えれば、やはり建築・土木現場も同じように、課題を解決するため、人への支援の観点で、ICTを活用していくところから入ってくるのではないかと感じています。

建山 少し先の将来にはそういう機械も一般市販品として出てくるだろうけれども、まず段階を追うという話ですね。

三浦さんに1点だけお聞きしたいのですけれども、先ほどの無人化施工の新しい技術開発というのは現場がお金を出してくれるわけではなくて自社で出しておられるわけですね。

三浦 まず、古野さんが云われたのは一般的な話としてはいいのでしょうけれども、1970年代に製造業が最初に産業用ロボットを使ってきました。初めは、単機能のロボットを辛抱強く使って、技術を発展させて、それが今の双眼ロボットだとかそういうものにつながってい

る。もちろん、FA といっても全ての作業をロボットでやっているわけではないことはみんな分かっていると思いますが、つまり、人ができることは人がやらなければいけないのは当たり前で、全部自動になるわけがなくて、でも確実に熟練者が減ってくるということはたしかなわけです。実は、今は熟練者は熟練の仕事だけをしているわけではありません。しかし、将来は熟練者は熟練者たる仕事をしてもらわなければならない。当然減ってくるわけですから。なので、それ以外は機械で置き換えようというのは当然あってしかるべき考えだと思うのです。もちろん人が運転するのと自動で制御するのは雲泥の差で、技術的にも安全性の確保という面でもものすごくハードルが高い話ですが。

建山先生のお話に戻りますけれども、こういうことは、誰かがやっていかないと決して進まない会社として思っています。そういうポリシーみたいなものがあります。そして、やり方を変えればこういうことができますよというようなものを示すことが大切です。その積み重ねの1つとして機械にやらせている。例えば施工要領ではそうになっていないけど、改善するとこういういいことがある。あるいは機械がやさしくできるということは人にとっても簡単にできるので、自動化機械で作業するということはそういう面も副次的にあると思っています。当然、発注者さんにも協力してもらっていますが、開発自体は持ち出しでやっているという状況です。

建山 建設産業の技術開発の特徴は、技術開発のための予算というのはほとんどないのです。一般製造業は全売上の4%ぐらいに対して建設業は0.4%と言われています。ほとんどお金がないからどうしているかという、工事プロジェクトの中で、その予算を使って技術開発していることが多いわけです。そのため、間違いなくその現場に役に立つ技術を作らないといけないので、非常に実用的な技術が開発されているというのが特徴かなと思っています。その1つの典型的な事例を御紹介頂いたということかと思っています。

それから北山さんのお話で幾つかポイントがあったのですけれども、時間がないので1つだけ、現場ニーズをレンタル業としては拾うことができるのだというお話は、なるほどなと思いました。そういうニーズをとらえて自分たちで何か技術開発をするということはあると思うのですけれども、さらにベンダーとか計測器メーカーにつなげて、そういったものの技術の高度化につなげていくという役割もこれから担っていかれると思います。そのあたりの期待というのを、福地さんからお聞かせいただけたらと思います。

福地 我々、いつも皆さんから難しいソフト、高いソフトを売りつけているというふうに言われているのですが、いわゆる現場、あるいは実際に使われる方のニーズというのは我々か

らはなかなか採れない、なおかつ現場の知識もソフトウェアをつくる側というのはなかなかない。やはりその両方の考え、あるいは両方に手を出せるというレンタル会社というのは我々としても非常にありがたい存在だと思います。また、コスト的に大手さんではないお客さんが圧倒的に多いと思いますので、そういった意味でも我々ソフトウェアをつくる側からするとニーズをお知らせ頂くということで、非常に重要視しているところです。

建山 濱田さん、いかがですか。

濱田 レンタル会社はパートナーという認識を持っておりまして、新しいものをやはり出していかないとその先はないということになってしまうので、少し先のものを出して、またニーズを探していくということ間違いなくメーカーはやらなくてはいけない。そのときの大事なパートナーというふうに認識しています。それによって建設業の方が少し先の新しいものを触って見られるということになると思っています。

建山 i-Construction が動き出して、その新しい技術をどんどん使い出すのですけれども、使いにくいねという、これ、何とかならないということで、そこで終わったら意味がなくて、使いにくいのだったら使いやすいように直してもらい必要があるわけです。そういう意見をどんどん出して直してもらって、それをまた現場に返してもらってという形でいいスパイラルを回していく必要があると思います。そのときに、レンタル業者というのは非常に重要な役割を果たす。そういうことが今日認識されたのかなというふうに思います。

それでは、時間もありますので次のテーマに移りたいと思います。次は「地域を支える建設業と人材育成の未来像」ということで少し意見交換させていただきます。

熊谷さんから、地域における人材育成という視点で少しお話を頂けたらと思います。

熊谷 人材育成するというのは非常に難しいのですけれども、やはり仕事に遊び心がないとなかなか取り組みづらいと思います。要するにこういった i-Construction をするのは、まず個々の着工する前に課題を見つけて、その課題を見える化を図っていろいろな人の意見を聞いて、バーチャルでも何でもいいからその中でどうやって課題を解決していくか。というのを着工前に精査するということが、若い人やベテランも含めて話し合うことが重要ではないかと思っています。

i-Construction は飛び道具だと、今まで2次元の中で諸々やっても、3次元で、飛び道具でパーッと上に上がって、上から見れるわけですね。木を見て森を見ずという言葉がありますけれども、工事全体を見渡して課題を解決していくという、自分からまず物事を考えてやっていく。こういったこともできるとか、いろいろなメーカーの話などを聞いて、ああ、そ

れだったらこういうものがあって使えますよとか、いろいろなことがあるだろうというふうに考えています。

1つの事例では、VR とかも実は現場で使ったのですが、これが実際の、ここもこういった架台を組んだのですけれども、これの上にクレーンが乗かるのですけれども、本当にこれでもつのか。最初の設計ではこういうのはなかったのですね。あくまで現場で架設計画をやり直して、この架台を組み直してパイルで全部やったのです

VRで、リアルで実物大の現場を体験する



VRで見た現場

実物の現場

本当は、これは桁を架けるのにケーブルエレクションでやるのだったのですけれども、ケーブルエレクションはとてできるような状態ではなかったもので、現場で考えたものです。本当にこれで大丈夫かなということでやった事例ですけれども、例えばこういうのを VR、絵で描くとこういう形になるのですね。こういう現場の関係の中にこういったものが、果たしてこれで大丈夫なのかというシミュレーションをしながらむしろ、要するに現場のリアルな部分でつくるのではなくて、まずバーチャルの世界で1回組み立ててみて、そこにどんな課題が出てくるのかということでやったという事例です。

そして、安全管理上も VR を使って職人さんに実際に体験してもらいました。経験 26 年の人に仮想現場で入ってもらってどうなるかというのを体験してもらって、非常にリアルだねというような意見をもらった。笑いが起きたり、ここは危ないとか、押すなよとかね、安全管理の教育というのはすごく眠いのですけれども、こんな感じかとか、思ったより高くないとかといろいろな意見があって、そこで安全について再度みんなでも話し合う。こういった遊び心を持ってコミュニケーションというか、そういったものをつくり上げる道具と

して IT を使うということを実際にやって、また、地域とどうやって関わっていくかということ、それをそれぞれの技術者が考えてやるということが、人材育成の上では欠かせないものだろうなと思っています。

建山 技術者に必要な素養は何かというところでいろいろな人材育成があると思うのですが、けれども、こういう ICT をうまく利用して楽しくスキルを身につけてもらうような、そんな取り組みも進んでいるというお話かと思います。特に地域で技術者育成というのは非常に重要な視点だと思うのですが、パネリストの皆さんでこんなおもしろい事例があるよというようなことがあればお聞かせいただければありがたいのですが。

福地 こういったものを活用するためには設計の段階でこのモデル、あるいは現場を作るべきという考え方です。例えば、JACIC のチャンピオン講座とか、あるいは熊本大学では CIM チャレンジ研修、そして大阪大学では CIM 塾というので、コンサルタントとか測量会社のエンジニアに対してこういったものを自分たちの設計づくりとして使いましょうという動きは確かに出ています。ということで、今後、業界、建設の業界でそういった人材育成というものがいろいろなところで起こってくるのだらうなというふうに感じています。

建山 北山さん、先ほどトレーニングセンターを使って人材育成に取り組んでおられて、それをどんどん広めていかれるというお話がありましたけれども、実際に展開されてどうですか。

北山 この i-Construction になって本当に i-Construction は何かというような興味を持って受けに来られる方が増えたということと、若い方がすごく増えました。若い方の飲み込みの早いことがすごいです。当社内でもそういう研修会を数ヶ月缶詰にして、20 代から 40 代ぐらいまで何人か集めてやっていますが、必然的に若い子がリーダーになっていくのです。これから今後の建設業の人材確保も含めて若い世代をそういうふうを持っていけばいいのではないかと感じています。

建山 ありがとうございます。やはり地域で i-Construction という技術の話をしたときに、やはり中小零細企業だとなかなか付いていけないというお話をときどき耳にします。それは付いていけない、付いていこうとしていないのかは判からないのですが、そういう研修などを充実させて頂いてうまく生かしてもらう仕組みというのが重要だと思います。時間の関係があるので、次のテーマに移らせて頂こうと思います。

次は「i-Construction を支える技術の未来像」ということで、将来というと遠い将来ではなく近未来に向けてということで技術はどう変わっていくのかというような話をお聞か

させていただきます。

まずは古野さんからよろしくお願いします。

古野 私は、もともと設計をやっていたのですが、顧客ソリューション事業推進本部という、ソリューションを立案・提供する部に半年前に異動し、i-Construction への対応に関して、戦略を立てて推進しております。

入社して最初は産業用ロボットを設計していて、そこでロボットの制御に携わっていました。このときすでに、建築・土木施工での ICT 技術の活用や、未来の建設機械がどのようになっているかなどのイメージが刷り込まれていたと思います。会社内でも 2005 年頃から、建設機械のマシンガイダンスの議論を始めていて、本来、建設機械というのは、施工をするための機械であって、施工を支援しなければいけないものであると考え、マシンガイダンスの機能をもった油圧ショベルを世に先駆けて提供していました。

その後、社内にソリューションを提供していく機運が高まり、2009 年のグローバルで鉱山運行管理システムを開発・提供するカナダ企業の買収に合わせ、2009 年からほぼ 6 年間、その会社で鉱山運行管理システムに携わっていました。鉱山は、i-Construction と非常に似たところがあり、工程の管理や生産性の向上のため、ICT を取り込む環境が根付いています。カナダで 6 年間、その会社で経験や知見、ノウハウを蓄積してきました。その後、当社が i-Construction に対応していくソリューションの提供をしていくため、2016 年 4 月から顧客ソリューション事業推進本部を新設し、戦略部長をしております。

2016 年から開始された i-Construction の機運がここまで一気に進むとは、当初は思っていなかったところではありますが、マシンガイダンスや情報化施工には以前から取り組んでいた中で、i-Construction の対応に関しても、お客様や官公庁の方々に実際にその技術・ソリューションを体験して頂く ICT デモサイトを 2016 年 10 月に茨城県に開設しました。

そもそも、建設機械メーカーは、信頼性のある品質の高い機械をつくってきたのですが、真新しく感じる i-Construction や昨今の鉱山業界の動向もそうなのですが、根幹の部分を捉えれば、お客様は機械を使って施工しているのです。そこで何を求めているのか、安全性の向上や生産性の向上、ライフサイクルコスト低減というところをお客様は狙っているはずです。お客様が本来目標としているところを、機械単体だけではなくソリューションの提供を含めた形で解決していく段階に現在、たどり着いていると考えています。

運行管理システムを使ったダンプトラックの自律運転や、オペレーターに掘削した土量の状況を示す「見える化」、最近では ICT が主流となり、ガイダンスだけではなくコントロ

ールを入れた油圧ショベルも出てきています。

我々はまず、鉱山業界のお客様に対し、ダンプトラックを搬送機と捉え、ダンプトラックの自律走行システムを現在オーストラリアの鉱山でテストしていて、今後製品化していく段階に入っています。オペレータに対して、今まで感覚でやっていたものを目に見える形で表現することが必要であるため、オペレータ向けに掘削ガイドというものをやっていました。それをベースに、油圧ショベルに半自動化も含めた制御を搭載していこうとしているのが今の段階です。

労働人口が減っていく建築・土木の現場で、生産性を上げてきちんと工事を進めていかなければならないといたら、人が行うことを機械にある程度委ねなければいけない部分が出てくるでしょう。入社時に産業用のロボットを開発していましたが、建築・土木の現場のように環境が常に変わる場所のロボットを制御することは結構大変です。油圧ショベルの無人化は、大体 2025 年ぐらいになるかと考えています。ただ、そこに到達するにはやはりステップがあって、今考えているのは MR だったり AR を使って、実際に掘削作業をしながらオペレータが目標の形に仕上げていくような、オペレーター支援という観点で、まず MR や AR がどんどん機械の一部として取り込まれるだろうというふうに考えています。

その次の段階として、安全性を確保しながら進める遠隔操縦が必要になります。少しオペレータの負担が大きくなるかもしれませんが、1 人のオペレータで複数の機械を動かすということが多分出てくると思います。建築・土木現場から離れた場所で画面を切り替えながら、油圧ショベルやブルドーザを遠隔で操縦して、低下した労働力を補完する形になるだろうと考えています。その先には、完全に無人化施工というものが出てくると予想していますが、やはり一段一段ステップを踏みながら、徐々にその技術の進展とともにソリューションを組み立てながら、その時代のニーズに合ったものを建設機械メーカーの使命としてやっていくのではないかと考えています。時間軸については、何年掛かるかははっきりとコミットできませんが、やはり、最終的に生産性を上げなければいけないので、マイニング業界ではよく安全性も確保するし、生産性も上げる、ライフサイクルコストも下げることが、「オプティミゼーション（最適化）」の 3 条件とされています。その実現には、技術の進化も必要になってきますが、例えば、無人化というのが単純に人の介在を現場からなくすために対応するだけではなく、最適化という意味で 3 つの軸にきちんと照準を合わせて建設機械やソリューションを出していかなければいけないというふうに考えています。

建山 先ほど三浦さんのほうから工場化という話を提起いただきまして、将来的にはそれも見据えながら、段階的にそこに向かって現状に合わせて進めていっているという御紹介をいただきました。

続きまして、それでは測量・計測器のこれからということで、濱田さんに最新技術の御紹介をいただこうと思います。

濱田 計測機器とあえて書かせていただきました。測量機器とは書いておりません。座標を提供するメーカーというような意識を持っております。今まで測量機を作ることによって座標を工事現場に提供してきた。その座標を提供することにデジタルであるとかスマホであるとかいろいろな現在の技術も適用していくことで、i-Construction であるとか建築であるとか農業であるとか、そういうところに測位の技術が生産性の向上を支援することができるということが判ってきています。ただ、まだ高いとか大きいとか、バッテリーがもたないとかいろいろな問題があります。例えば無線が飛ばないとか、無線を使うにはバッテリーが必要、いろいろな苦しみはまだ現在でもあります。

その前に、測位技術を活用していくことを土木現場だけではなく、他のビジネスエリアに入っていくことによって数を出す。例えば、最近、車の自動走行の機運がものすごく起きていて、もうすぐ高速道路では自動で運行できるのではないかという世界が来るわけですが、それには実際にGPSなどの機器が使われていくことになると思います。鉄道、水道などあらゆるビジネスエリアに我々の計測技術が適用されていく未来が、今現在もありますし、これからもさらに広がる、そういうことによって相乗効果的に値段が下がっていくことも狙っている。

こういうエリアでいろいろなデータをどうやって使っていくのか、標準化されなければ皆な誰れも使えないのではないかと考えてしまいますし、国土交通省、他の国であってもみんな標準化しなければ、と大変なことになるわけです。いろいろな国で標準化されても、メーカーも使い手も迷惑なわけです。何が標準化なのだろうということになってしまいますので、我々計測屋としては、測ってしまったデータについては責任を持ってどんなデータへも移行できるような仕組みを作っていくことになるかと近未来的に思っています。どんな3次元データが来ても適用できるようにソフトウェアも組んでいくし、測量機器に、あらゆる計測機器にデータが飛んでいくというような仕組みを作っていきたいと考えています。

そしていろいろなドメインに入っていくことによって、いろいろなビジネスエリアを継いでいかななくてはいけないという事業が発生するわけです。いろいろなデータを継げてい

けるように我々はそういうクラウドの仕組みをこれから提供していきたいと考えています。

またハードウェアについては、ちょっとこれはトリッキーですけども、HoloLens です。ここの2人のおじ様方が同じ3Dデータを見て、何か手でごちゃごちゃやっている。ちょっと外から見るととっても変なのですけれども、この2人の方は同じ3次元データを見ながら会話をしている最中です。どんな感じかという、これは昨日のデータ、これは今日のデータと比較することができるので、こういうのをいろいろな人が見ながらやれるというような世界が、もう既に使われているように、これもやはり計測器メーカーから出していかねばいけないのだろうと考えています。

今ここに、これはネットでつながって、みんなほかのエリアにいるのだけれども、同じ3次元のデータを見ながらミーティングをしているという風景です。これはテンプレートで自分の顔を提供しているのですけれども、ミーティングしている最中で、この視線がこの青いデータで出ている。見ている本人たちはもう目の前に見えますので何の不思議もなくミーティングができます。これが実際のバーチャルの世界に入っていくって打合わせをしているところなんです。ここにはこういうデザインのを置いたほうがいいとか、そういうものをミーティングルームでそれぞれ確認しながら設計データをチェックしているという風景です。これはもう既にある技術ですので、これを例えばバッテリーがまだもたないかなとかいろいろな問題を抱えていますので、今後こういった世界がそれほど遠くない将来に現れてくるかなというふうに思っています。

ですから、今は3次元で情報化施工を現場で行うと、杭がなくなって判りにくいという声も聞いております。そういう施工管理者から見ると杭がないために判らないというような問題点が出てきているとか、そういうこともこの眼鏡をかけることによって杭がバーチャルに見えるというようなことになっていきます。こういう技術をマーケットしていきたいというふうに考えています。

建山 映画に出てくるような世界ですね。こうなるのでしょうか。

続きまして、福地さんのほうから、ソフトウェアから見たときにどう変わっていくのかというお話を伺おうと思います。

福地 私は、日本もそうなのですが、海外の特に発注者がBIMとか、海外ではCIMとは言わないのですが、導入を進めるに当たって様々なパイロットプロジェクトとか実験とかを行う、その支援をしている関係で現在どういったことが求められ、あるいは行われているかというようなことを中心にまとめました。従いまして、現在の技術と、そして今後いわゆる

来年とか再来年ぐらいに出てくるであろう技術、それともう少し先の技術が 5 つぐらい紹介できるのかなというふうに思います。

まず1つ目は日本ということで、コンクリート工の規格標準化、いわゆるプレファブリケーション、日本では二次製品とか、工場製作とかというようなことです。これはメキシコの建設会社なのですが、ブラジルのリオのオリンピックのために高架道路をつくっています。まず3次元のモデルをつくって、そこから図面をつくる。これはBIMとかCIMでは常識的なのですが、そのデータが、工場の中で鉄筋を全部加工してしまう。やはり工場生産、簡単なところからということで、工場で作った鉄筋、そしてこれを現場に搬入するときにはバーコードを付けておいて現場の作業員がそのバーコードでどういう組み立て方をするかというのをタブレットで見えています。これは2年前です。2年前にもうこういうことがブラジルで行われていました。

点群でとった現況で施工のシミュレーションをします。これは見ていただいたらわかるように工場で作った桁、これを現地に持って行って一晩で架設する。桁だけではなく下部工も工場で作って、現場で立てて完成させるということが、これはもう既に行われている、こういうのを1つ紹介します。

次は、難しいソフトウェアばかり作っているわけではなく、本来の i-Construction の起工測量であったり、出来形管理であったり、ボタン1つで測量をして、その結果、いわゆる3次元の地形を作って解析をして処理するまでを何とかボタン1つでできないかということで作っているのがこれで、先月日本でも販売開始することができました。コンセプトは、

ボタン一つで測量開始...

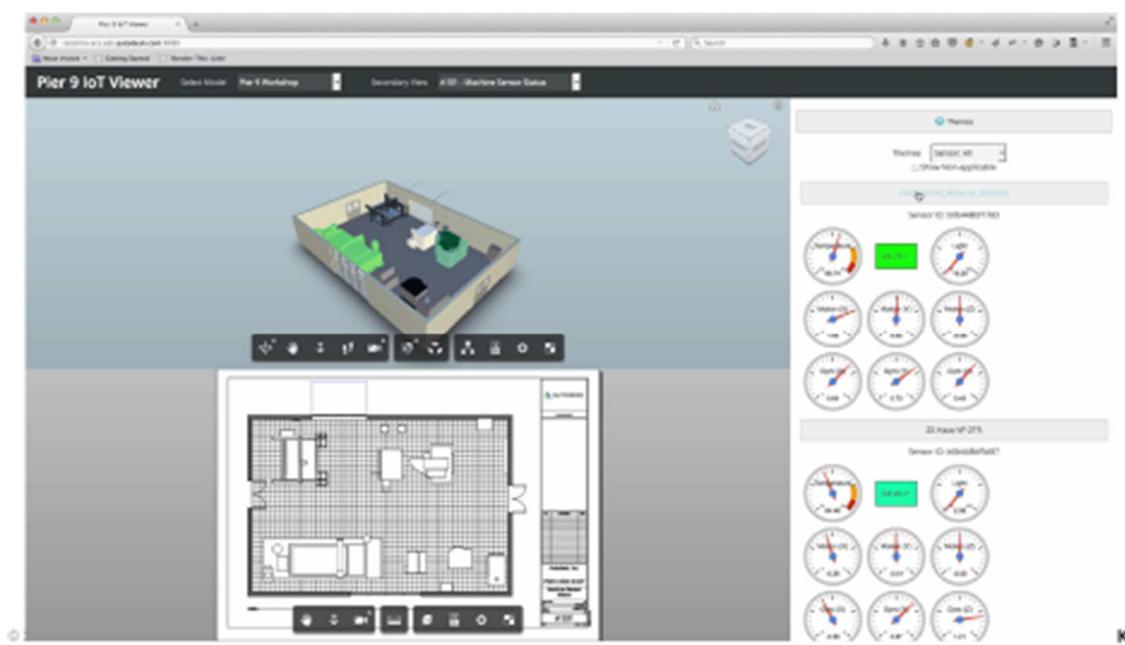


...測量結果の解析と処理

現場監督、現場の人が使えるドローン、現場の人がつくれる3次元現況地形、そして現場の人が作れるということをコンセプトにしているのです。こういったタブレットPCのソフトウェアだけで操作ができますということです。

やっていることは簡単です。現場の地図が出てきて、測量したいところを指でツーツと囲んでフライトパスが出て、ボタンを押すと飛んでいって、そして必要な写真枚数測量して元の位置に戻ってくるということです。こういうことがもう既にこれはできているということで、私たちソフトウェアベンダーとしては単純にCADとかそういったものがパソコン上で動くソフトウェアだけではなく、こういうハードウェアのコントロールソフトというものも作っていますし、あるいはここで使っている技術というのは基本的にはクラウドですべて処理します。ですから、こういったタブレットPCであったりiPadなどでこのようなモデルの作成は可能になるということです。

クラウドの話をしましたのでもう一つ、これは現在、実験中なのですが、上が3次元モデル、下が2次元の図面で右がこの機械に据え付けられているセンサーのダッシュボードです。センサーの情報と2次元の図面の情報と3次元のモデルの情報というのはすべて連携しているというデモンストレーションです。

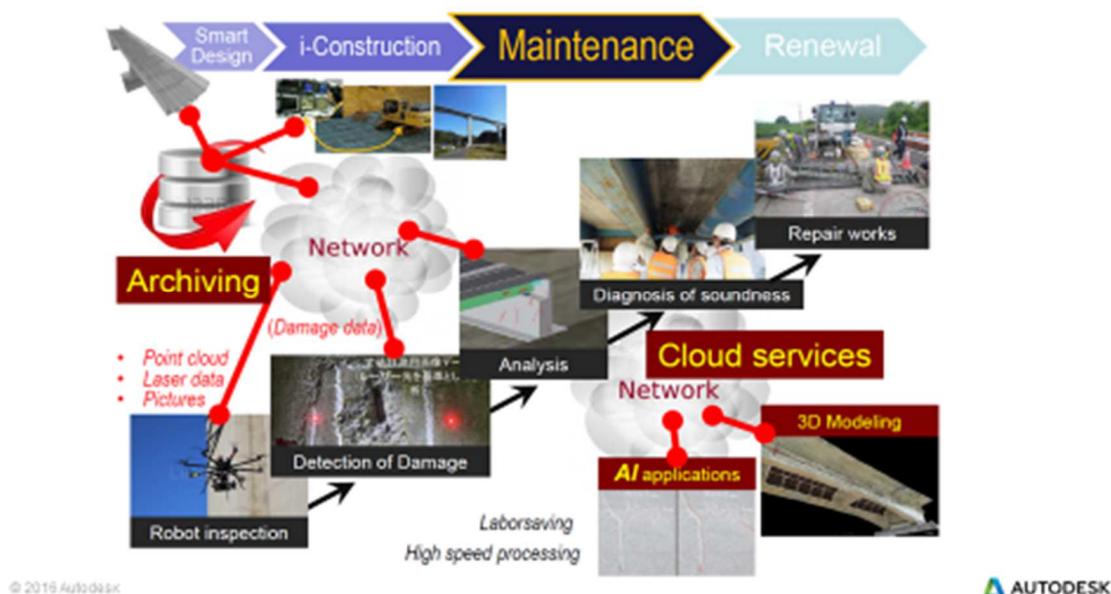


3次元で見る問題を特定する、慣れていない方は下の2次元で、2次元ではわからないところは3次元で、それぞれの情報というのは、これは3つのクラウドがそれぞれバックエ

ンドで連携をして動いているということなので、単純に作り込みというよりは3次元が得意な Autodesk が3次元は作ります。2次元が得意な Adobe PDF のところは僕がつくります、そしてセンサーに関してはもしかして日立製作所かもわかりませんというようなことが可能になるということですね。こういったことも技術的にはできる。

見ていただいたらわかりますように、これは Google Chrome を使っていますので、いわゆる高価なソフトウェアというのはこの中では一切使っていないということになります。クラウド側で処理する部分にはコストは発生しているとは思いますが、ある意味、近未来で、情報を取得をして、それで意思決定をするための支援のための情報を出すということに対してパソコンのソフトウェア、難しいソフトウェアというのは今後なくなっていくだろうというように、難しい高いソフトをつくっている Autodesk でもそう思っています。

そして、これはある国土交通省の方がある講演会で使われたところを一部切り取ったものですけれども、ここでもネットワークというのが左上と右下にあるように、膨大なデータ、あるいはビッグデータと言われるようなものです。ここでは橋梁の点検を示しているのですが、点検した情報すべてネットワーク、いわゆるクラウド側に保存しておいて、診断をする人たち、もしかしてここである意味、AI とかというのがありますが、ある分野、ある程度までは機械がそれなりの診断をするだろう。ただ、機械で診断できないところというのはこれまでどおりベテランのいわゆる診断技士が行うでしょう。ただ、ソフトウェアも負けていなくて、AI のようにいわゆるベテランが判断したものに対してどんどん学



習していった賢くなっていくというようなことが考えられるだろう。これも現在、ここに挙がっているのは先ほど紹介があった九州のあるダム、これは原石山の現場ですけれども、ドローンを飛ばして写真を撮ってそこから 3 次元の形状を作成しますということは、これは今でもやっています。

さらに進めて、これは今現在、録画はしているのですけれども、イリノイ大学の研究室で動いているサーバーをブラウザで見ているところです。同じ橋梁のデータで、ここでやっていることは、3 次元のモデルをつくる時に使った写真というものを 3 次元的にいわゆるスーパーインポーズ、ドレープをしたような状態で動かしているのを、写真を見ているのですが、その 3 次元の形状を写真で補強しているという、そういう考え方です。さらにこれはクラウド側に続いていますので、写真を非表示にして、点群のところから、橋脚の下のほうにアイコンがあるので、そこをクリックすると別のデータベースが飛び出してきて、そこから例えば点検の台帳を呼び出すというようなことができるということですね。これも現在動いておりますので、技術的にはそんなに遠い将来の話でもない。

そして最後に、いわゆる建設の工場化というのですか、実際にこれはオランダの研究というか、これは実際にコンサルタントですけれども、橋梁をロボットで造ってしまおうというような計画があつて着々と進めています。こういったところにも我々のソフトウェアというのはロボットのコントロール、それと設計であつたりというところに使われているのです。これはプロトタイプで、いわゆる歩道橋、人が渡れる程度の橋梁をロボットで造ってみたということで、これは将来的には実際に人が渡れる橋梁を造ろうとしていることです。土に関するところというのは不確定要素が多いかもしれないですけれども、橋梁のように下部工が決まればその後に関しては工場製作とほぼ近いような形でその可能性というか、使える可能性というのがきっと出てくるのだらうなというふうに感じております。

建山 どんどん進んでいくというお話だったので、それでも一方気になるのは、こんなふうにどんどん技術が進んでいったときに人は要らなくなるのかという話ですよね。昨日の特別講演で IBM の武田さんに質問させて頂いて、あくまで、Watson が考えて物を決めるのではなくて、決めるのは人で、その決めるのをサポートする役目を果たすのが Watson なのだというお話をされていたと思います。それと今日の、こういう話がどんどん進んでいくと現場の技術者は要らなくなるというようにところまで向いているのかどうか。そのあたりはいかがですか、どなたか、もしこうあるべきだというお話がありましたらお聞かせ頂けたらと思います。

三浦 さっきも言いましたように、人が要らなくなるとは思っていないし、多分ならないと思います。ただし、誰れでも運転できる建設機械っていう話がありますけれども、誰れでもできるのなら自動でやらせてしまえばいいじゃないという、そういう発想はあると思うのです。実際には、そういう機械を使ったとしても、だれでもできないものがたくさんあると思いますけど。

さっき最後に紹介があった橋を作るというロボット含めて、組み立て作業と加工作業があると思うのです。組み立て作業というのは部品が決まっている、組み立てる順番も決まっている。ある程度標準化できているというか、マニュアルどおりに造らなければいけない。だけれども、加工作業というのは、さっきのブルドーザでも振動ローラでもそうですけれども、私は加工していると考えているわけです。

大地を加工しているということを考えたときに、やはり加工ロボットというのはすごく難しかったと思います。それまでは職人が一つ一つやってたわけですから。けれども、その後一番普及したのは加工ロボットではないでしょうか。初期の頃は穴をあけることはできる。だけれども、きれいにあけることは難しかった。それが進歩して今のNC加工機になって多くのところで使われているのです。それでも、ロボットが造ったのよりも職人さんがつくったほうがレベルが高いものはいくらでもあるので、結局職人技というのは使うべきところは当然あって、それは残していかなければいけない。

さっき言ったように就業人口のバランスがおかしくなっていて、若年層と高齢者層の差が、若年層の4倍近くの高齢者がいるという現状から考えると、熟練者というのは当然経験則でうまくなっていくということを考えれば、これまでと同じ状況を期待することはできるわけがない。へたをすれば1/10とかそれぐらいに減るという前提に立てば、その部分をどうやって補っていくかを考えなければならない。単純作業だから誰でも簡単に作業ができるということで若い人がこの業界に入ってくるとは思えない。そういう意味で言うと機械に任せる場所を増やしていくことは必要です。また、生産性というのは分母が人ですから、人を減らして同じことをすれば生産性も上がる。そして当然収入も上がるというような図式にしていくことが重要ではないかと思います。

建山 昨日の特別講演でIBMの武田さんに質問させていただいたときに、そのWatsonが苦手なことは何ですかと聞いたら、レアな現象に対してどうしたらいいのかは決められないというお話でした。要は、ビッグデータで、それを解析して次にどうしたらいいのかというのは決めることができるのだけれども、その元となるデータがなかったら容易に決めら

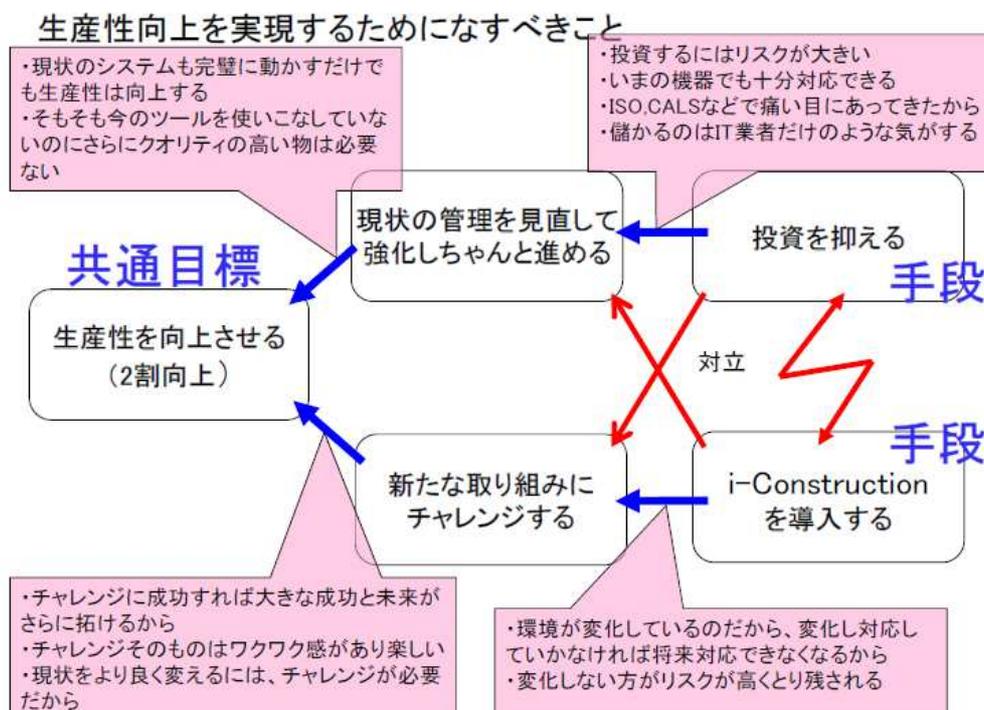
れないというのはまさしくそのとおりだなと思います。

そういう意味では建設の現場というのは自然相手ですから、常に同じ状態が繰り返されるわけではないので、そういったときにやはり人でないとできないということも結構あるのかなというふうに思って聞いていたところです。技術はどんどん進んでいくのですけれども、やはり人がやるべきところと機械がやったほうがいいところというのは分けて、両方うまく融合させるような技術に仕上げていくというのが非常に大事なところではないかというふうに思っております。

実はもう時間がほとんどタイムリミットになっているのですけれども、せっかく出ていただきましたので、最後に i-Construction のさらなる展開を図るためにということで、それぞれどうしたらいいというお考えをお聞かせいただこうと思っております。

熊谷さんから行きましょうか。

熊谷 私は中小建設業の立場で、スーパーゼネコンの自社が研究所を持っているような会社とは全く違いますので、そういった面では、生産性向上を進めるためにはどうしなければいけないかというちょっと対立の構造の説明だけでもさせていただきます。



中小建設業の立場でこれを作りましたので、あくまでもそういった目で見ていただければいいかなと思いますが、こういった生産性を向上させるためには、先ほど出ていたように

新たな取り組みにチャレンジする必要がある。そのためには i-Construction を導入する必要があるということが1つですね。もう一つは、生産性を向上するために現状の管理を見直して強化して進めれば生産性というのは向上するのではないのか。じゃあ、そのためには投資をする必要はないのではないかという、ここで i-Construction とのいわゆる対立が生じているのではないか。

1つは、この i-Construction を導入するという話の中では、環境が変化しているのだから、その変化に対応するために、将来対応できなくなるからやらなければいけないだろうとか、変化をしないほうがリスクが高いというふうに考える。チャレンジするということは、チャレンジに成功すれば、それは大きな成功が見られる。そして未来は開けるだろう。チャレンジそのものはやはりワクワクするからやりたい。現状をよりよく変えるためにはチャレンジが必要だからということです。投資を抑えるということは、投資するにはリスクが、やはりこの i-Construction は大きい。今の機器でも中小の中では十分対応できてくる。ISO、CALS などでもさんざん我々は痛い目に遭ってきたというのがあると思います。こういうのをやると儲かるのは結局は IT 業者だけなのではないかという思いがある。

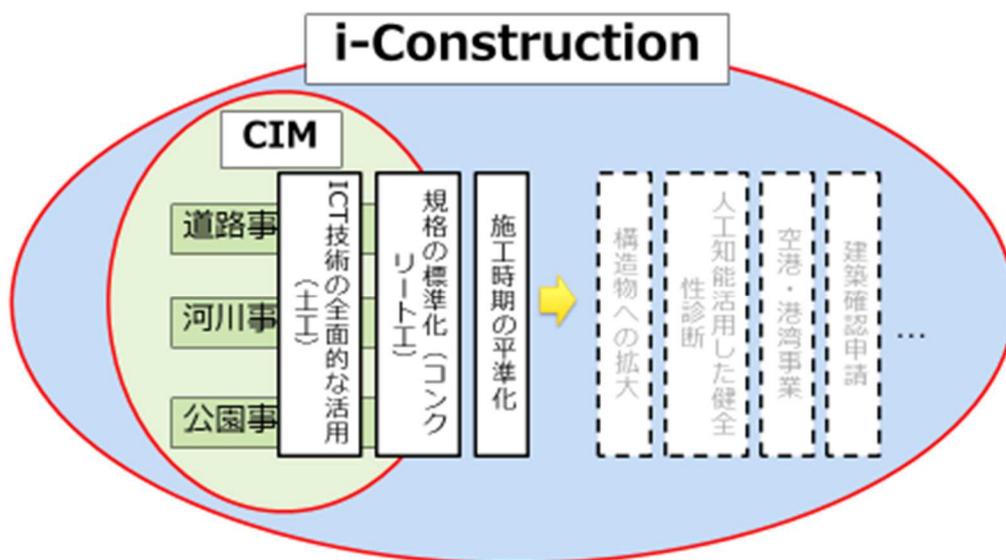
現状の管理を見直して強化するということですね。現状のシステムを完璧に動かすだけでも多分、今よりも生産性が上がるのではないか。そもそも今のツールを使いこなしていないのに、さらにクオリティの高いものを導入する必要は、建設の我々の中小の中ではあるかというような構図がある。例えばこういった i-Construction を導入する、導入しないという2つの道があるのだらうなというふうに思っています。でも、この共通目標、工事の生産性を上げるというのが共通目標で、i-Construction を導入するだとか、投資をしないでやるというのは、これはそれぞれ手段が違うだけですね。手段が違うだけでもこういったことがある。でも、ここに書いてあるように環境が変化するというのもう当然のことだから、投資を抑えて新たに取り組むをするチャンスというのは本当はないですかと。あるいは i-Construction を導入して現状の管理を見直して、さらに強化する方法というのは本当はないのかということを考えて生産性を実現するというを考えていかなければいけないのではないか。i-con ありきではなくて、というふうに私は先ほど言ったように i-con はあくまでも手段だというふうに考えるならば、こういうことが考えられるのではないかと思います。

建山 ですから、i-Construction というのは決して新たなチャレンジという側面だけではなくて、もっといろいろな多面的に捉えていって、自分たちがやりやすい i-Construction

を作っていたらいいと、そういうお話ですね。

では、IT 業界ばかり儲けさせるのではないかと指摘された福地さん、どうですか。

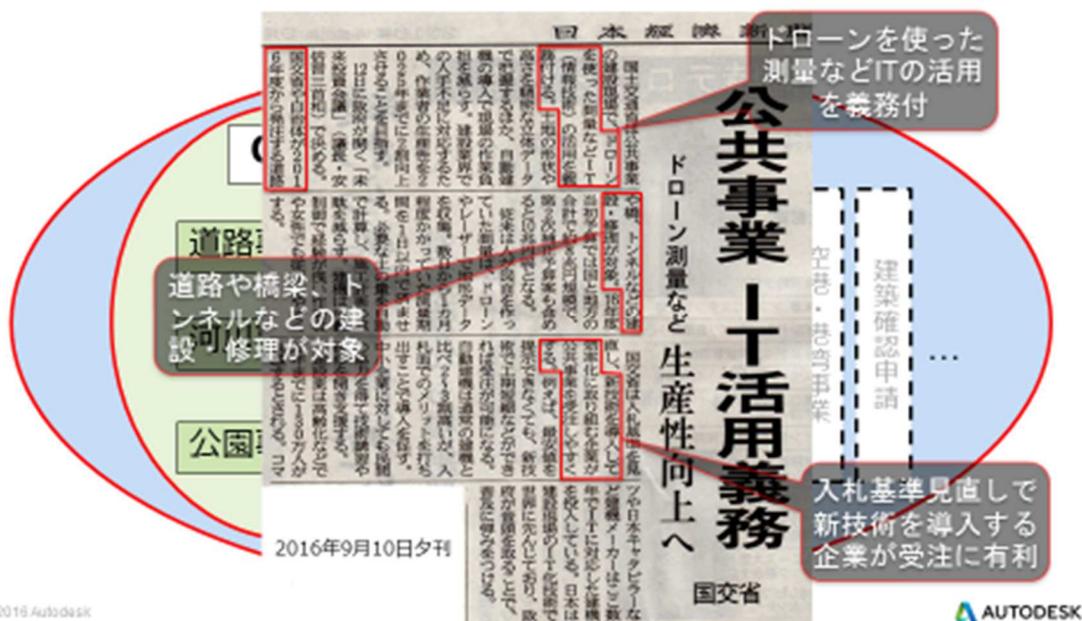
福地 これは私なりに考えた CIM と i-Construction の関連性を示した図です。要は、CIM



というのは4年前からあって、i-Constructionが去年出てきて、この3つの柱があります。ここまでは判りやすいですね。どうしても施工のための施策というふうにとらわれがちなのですが、いろいろな新聞発表とかいろいろな講演とかを聞くと、構造物に拡大するぞとか、あるいは人工知能を使った検査、健全性診断をするぞとか、空港とか港湾でも始まっているし、先日、3次元建築モデルをベースとした図面で建築確認申請が行われたというようなことが出てきたので、これはもう建設、いわゆる工事だけのものではないなというのが明確になってきました。

極めつけは、これは日経新聞の9月10日の夕刊の記事なのですが、注目すべきところは、まずいわゆるITの活用を義務づけるということ、国土交通省が再びここで「義務」という言葉を遣った。

これは私、CALSのときからずっとやっていますけれども、こういった言葉は一切使われていなかった、これは全く違う動きだなというふうに感じているというのと、先ほど紹介したように土工だけではなくて、橋梁とかトンネルとか、あるいは維持管理とか、そういったものに使うということが書かれているというのも先ほど示した図が正しいのではないかとこのように思っています。さらに気に入ったのは、このコメントで、いわゆる新技術を導入する企業が受注に有利というようなことです。どうしてもやはり産業を育成すると



いうミッションもある省庁なので、どんどん先に進む人だけということではないですが、ここにぼやかして書いているようなのですけれども、やはり新しい、いわゆる取り組むところに対してどんどんと前に進んでほしいという気持ちがあらわれているのではないかなというように感じます。

建山 続きまして、濱田さんからよろしいですか。

濱田 私ども、大きい工事だから使えるとか、小さい工事だから使えるとか、使えないとか、そういった製品をメーカーとして出しているつもりは全くなくて、どんなところでも使えるというのを出しているつもりではあります。もちろん今の技術を最適化した状態を出しているんで、未来、もっと出てくればもっと最適化して出てくる。だから、使う人と使わない人という格差がどうしても出てしまうだろうと思っています。例えばパソコンですら、スマホすら、ガラケーすら、スマホが出ているのにガラケーを使っている人もいますし、ガラケーの良さがあったりします。でも、進ませていくのに1つの方法というのではないだろうと思っています。ただ、私たちは1つ1つ、1件1件のお客様に、1件1件導入をコンサルさせて頂いて、1人でも多くの人に使っていただく草の根運動が大事なのではないかなと思っています。十把一絡げで見れるということは別になくて、60人の会社でものすごい使っているところもあれば、60人の会社でも使っていないところもありますし、それが何が違うのというのは、もうそれぞれの理由があります。なかなか広げるのは難しいけれども、きつともう止らないというふうに感じています。トリンプル社、トプコン社、ライカ社、み

んなこの業界、止まったら倒産してしまう会社ですから、止めるわけがないです。ですから、皆さんとともに歩んでいきたいと思っております。

建山 では、古野さん、お願いします。

古野 i-Construction のキーワードは3Dデータ。それを基に、測量から検査まで一気通貫で繋げていく中に、建設機械メーカーがいると捉えています。3Dデータの活用で何が起こっていくかという、すべてのプロセスでの情報が一括して見ることができる状況になっていきます。

将来、無人化という最終的な段階の手前では、労働人口が少なくなる中で、経験の浅い若い人を生産性が高く、ベテランオペレータ並みにできるようにするためには、建設機械の様々な動きを半自動制御する必要があり、様々なセンシングを行い、データを集めなければいけないという状況になっていくこととなります。その前段階のステップとして i-Construction への対応があり、そこでどうやったらうまく生産性が上がるような機械の動かし方ができるかのノウハウをまず学ばなければいけない。人の役割も変わっていくことになると考えていますが、人を支援するために、今はただ紙にまとめられていたり、人の頭の中に蓄積されているだけのノウハウを集めていくということがキーであると考えています。

建山 それでは、北山さんお願いします。

北山 情報化施工から比べて、i-Construction になって、やはり情報化施工のときは2次元から3次元にして2次元に戻すという流れでしたが、i-Construction はもう最初から最後まで3次元でということで、国の本気度を多分施工者の皆さんが感じているのだと思います、非常に前向きな企業が多くなってきました。

熊谷さんのお話で「目的と手段」という言葉がありましたが、ぜひ i-Construction を手段として、目的の生産性向上に向かってやって頂きたいですし、i-Construction のサポートについては私たちレンタル業界も行います。みんなで盛り上げていきたいと思えます。国のみならず地方自治体への展開もぜひお願いしたいというところです。

建山 三浦さん、お願いします。

三浦 自動化が進んで生産性が上がるのなら、それでは歩掛かりを直さなきゃと云われる。それでは何のために研究開発をやっているのか判らなくなるので、技術によって改革を促進しようとするのであればそういう話は余りして頂かないでいただきたいと思えます。

それとさっき古野さんがおっしゃいましたけれども、いわゆる3次元データで設計して、

ドローンを飛ばして、出来形が3次元でやっただという評価があります。情報化施工用の機械が動いているデータは3次元で採れるわけですね。そうすると、何処で何をしていたかというデータが実は出来形になるはずですが、私は生産性の向上の源泉というのはそういうところにあると思っています。技術をどうやって使うのが良いのか、それは多分個々の会社のノウハウになると思いますが、技術の使い方というようなものが研究開発の俎上に乗ってくるようになれば、i-Constructionもどんどん進んでくるのだらうと思っています。

建山 今日のお話で三浦さんから、現場において技術開発というのは非常に重要だと、生産性を高めて建設業界を変えていくためにはやはり技術開発というものに取り組んでいかないといけないという話があったかと思っています。それを支えるのは建機メーカーであり、測器メーカーであり、ベンダーであり、特に大きな現場だけではなくて中小の、地方の現場、地方の建設会社が取り組むとなるとレンタル業者がその仲介を出しながらいろいろなニーズとシーズをうまくマッチングする取り組みをして頂かないといけない。それと、あと人材育成ですね。建設会社にとってはやはり一番重要な人材育成にどう取り組んでいくのかということがやはり重要で、それに対してもレンタル業者さんが一定の役割をこれから果たしていかれるという、こういう関係になっていくのかなと思っています。さらには、熊谷さんからお話があったように、地域との関わりというのもこれからよりいい関係をつくるためにICTを使っていくということで、i-Constructionではこういう形が必要なのではないかと考えています。

とすると、この中で、それでは発注者はどんな役割を果たすのかというのが非常に重要でして、特にCALSで皆さん痛い目を見たという話があって、発注者は本気なのかというのがこれから問われることになると思うのですけれども、この難しい局面で森川さんに一手に引き受けて国土交通省、発注者の意気込みをちょっとお話して頂こうと思っています。

森川 非常に厳しい球が飛んできて驚いています。今日お話を聞かせて頂いて技術的などころでいろいろ新しいところもあって、非常に面白くなってきているな思いました。ただi-Constructionは始めたばかりで、ようやく土工のところでは始まったところにして、今日のお話を聞くといろいろなところに展開していけるのだらうなと感じました。

先ほど熊谷さんからあった2つの道があるという話で、新しいものを取り入れていくかどうか、新しいものを取り入れていくにはリスクがあるという話をちょっと聞きながら思ったのは、ダーウィンが言ったといわれている、生き残るのは強い者でもなくて、賢い者でもなくて、変化できる者だという話を少し思い出しました。国土交通省としては新しいi-

Construction という施策を進めていく上でいろいろ導入し易いようなものも作ってはいますが、やはり積極的に取り組んでいただけたところと一緒にやっていきたいと思っています。

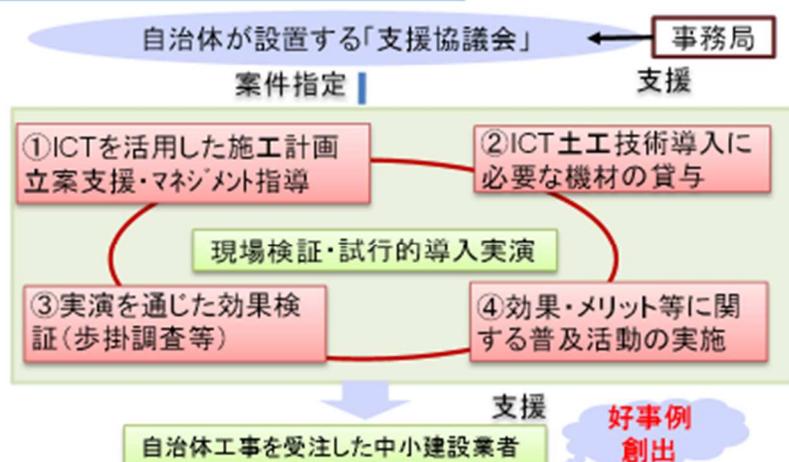
建山先生の最初のお話にもありましたやはり地方展開が当然必要ということで、i-Construction の基準をつくって直轄工事で始めたところですが、まだまだ地方公共団体は当然やっていませんし、中小の建設業は出遅れているという話があって、地方公共団体の発注先である中小建設業者が取り組めるような仕組みをつくっていくことが必要だろうというふうに考えているところです。

その際の課題と対応策というようなことを書いてありますけれども、そもそも地方公共団体の発注部局において ICT 土工のメリットや基準が浸透していない。活用できる技能労働者もいないということですので、現場での ICT のノウハウについて広報戦略を展開することでそういう技能者を拡大していきたいということがあります。まあ、建機の普及の話もありますし、特に自治体でやる場合には国の基準そのままやっていく必要はないのではないかとということも含めて、実際の工事で工種に合ったやり方というのをぜひとも考えていくべきではないかということです。

国土交通省本省の方で来年度施策として進めるということで聞いている話ですが、現場の支援モデル事業ということで、ICT 土工に取り組む地方自治体が建設業団体ですとかレン

2: 地方における現場検証・試行的実施方針について

現場支援型モデル事業



・徹底した現地でのコンサルティングにより、原価低減等をもたらすノウハウに関する知見を創出し、それらを現場見学会等を通じて広める

タル会社、地元の建設業者、コンサル等からなる支援協議会を作ってもらい、この支援協議会に地方へ i-Construction を水平展開する役割を担って頂く。そこに対して国が資金的なものを含めて支援をしていくというようなスキームを作っていく予定だと聞いております。

具体的には ICT を活用した施工計画に慣れていない業者に取り組んで頂くためには、そういう施工計画の立案支援ですとかマネジメントの指導が必要ですし、通常よりも費用がかかる ICT 土工の導入に必要な機材の費用というのも必要かと思います。また、事例を通じた効果検証をすることでより判り易く取り組む意欲、どういう場合には取り組めるのかというような話が見えてくると思います。また、効果、メリットに対して普及活動をしていくというような形があるかと思っています。地方公共団体が発注する工事が行われる現地でコンサルティングをしていくことで、その地域にあったノウハウというのを生み出して行って、それらを現場見学会などの広報活動を通じてより一層広げて行って、地方に i-con を広げていきたいと思いますというのが国土交通省のこれからの取り組みということです。

建山 これですべてにしようと思うのですがけれども、3Kの違いというのはさっきお話ししました。きつい、汚い、危険から新3K、希望、給料、休暇ですかね。新しい3Kに替えていこうというお話で、そのためには省力化したり作業の効率化を図ったり、作業時間を短縮したり安全性を向上して生産性を向上して環境負荷の低減、こういったことを実現できるような、そんな建設業に替えていこうというのが今求められているところかと思っています。ただ、ここにいてダラダラ坂を下っていたらここに行けるのかということ決してそうではなくて、やはり大きな山があります。設備の導入であったり技術力の向上であったり、これをどう越えるのかというのが今問われていると思います。越えないとこっちへ行けないのですね。これをどう越えるのかというのはやはり一人ではできなくて、皆んなで越える努力をしていく必要がありますし、この山はいかにしたら小さくなるのかという議論をしていく必要があるのかなと思っています。

こういうことを積極的に進めながら次の新3Kが実現できる世界に向けてこれからも邁進していきたいというふうに思っております。

これでパネルディスカッションを終わりにしたいと思います。7名のパネリストの皆さんに拍手で御礼し、謝意を表したいと思います。どうもありがとうございました。(拍手)