

次世代の建設生産システム

立命館大学工学部教授 建山和由氏

はじめに

皆さん、こんにちは。御紹介いただきました立命館大学の建山と申します。

今年のシンポジウムは、協会ができて70周年に当たるということで、それに関係した特別講演をしようということになり、次世代、これからの建設生産システムについて話をするように申しつかりました。現在進行している話でもその全容を掴むのは簡単では無いのですが、これから将来どうなるかは、正直非常に難しいテーマです。

何を話そうかといういろいろ悩みました。本日配られているプログラムの講演タイトルは「次世代の建設生産システム」(仮)と(仮)が付いています。1ヶ月以上前から何を話させていただくか、思案してきたのですが、どこまで何を話せるかなかなか決められず、内容に合わせてタイトルを変えるかもしれないなということで、最後まで(仮)でした。実は、つい先ほどまでスライドに手を加えていました。そんな状況ですので、これからの建設生産システムといいましても、あくまで私がこう考えるという私見ということで、お聞き下さい。

1. 現状を振り返って ～i-Constructionの目指すところと到達点～

まず、最初に現状を振り返ろうと思います。御承知のとおり、約4年前に国交省がi-Constructionという新しい施策をスタートさせました。これが何を目指していて、また、どこまで到達しているのかについて簡単におさらいしようと思います。

この施策が出てきた起点は、御承知のとおり、日本の人口統計です。図-1は日本の人口変化を表わしています。日本も2007年頃をピークに、人口が増加から減少に転じました。これからどんどん人口が減っていく、そういう時代を迎えます。

高齢社会になっていくといわれていますが、高齢者数は実は増えません。

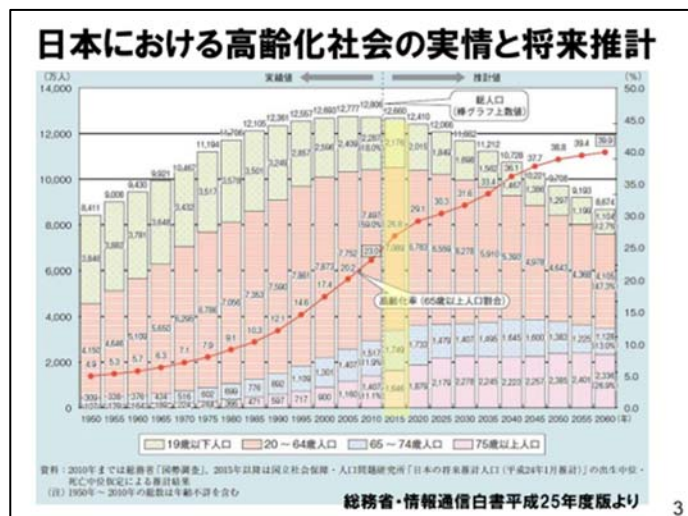


図-1 日本の人口変化

この下のピンクと水色の部分が高齢層なのですが、今後定常か、微減です。それよりも問題なのは、このオレンジ色の部分、15歳から65歳まで、俗にいう生産年齢人口、働いて社会を支える、この年代の人たちが大きく減っていくということです。

これを日本の人口ピラミッドで見て頂だこうと思います。図-2は2015年の日本の人口ピラミッドです。0歳から100歳まで、左が男性、右が女性です。青い部分が、ここでは就労者層となっていますが、15歳から65歳まで、働いて主に社会を支える生産年齢人口と呼ばれる部分です。

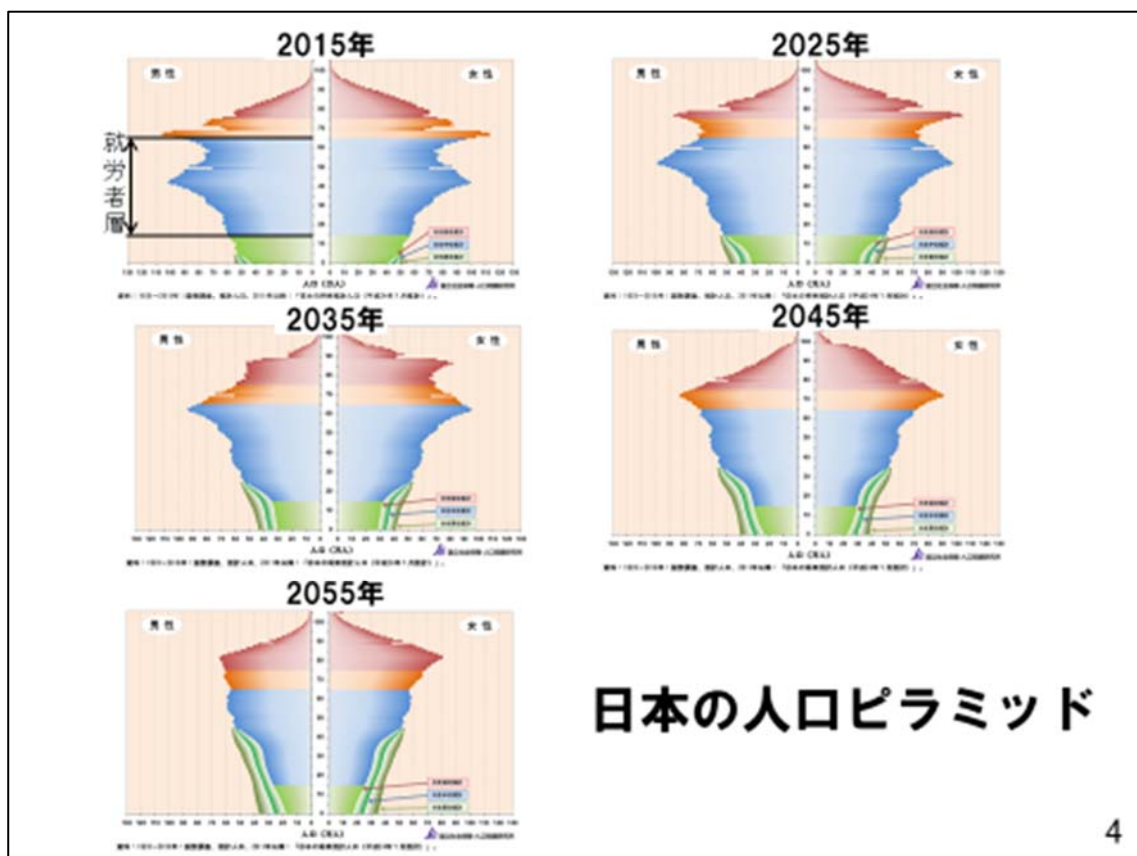


図-2 日本の人口ピラミッドの推計

これがどう変わっていくのか、この青い部分に注目して頂けたらと思いますが、10年後から40年後にかけて10年ごとに見ていくと、すごい勢いで生産年齢人口がやせ細っていくことがわかります。もちろん出生率をいくらにとるかによって若干の違いはありますが、それでも生産年齢人口が大きく減っていくということは間違いのないことです。

これをグラフに表したのが、図-3です。日本の生産年齢人口は、2015年を起点にすると、30年間で約30%減るとみられています。30年で30%ですから、毎年1%ずつ減っていきます。10年で10%、20年で20%、30年たつと、あらゆる分野に人が足りない、そういう時代を迎えていくということだと思います。このことは、建設業にとっても当然、大きな影響を及ぼします。

建設産業というのは、いまでも担い手の確保に苦慮しているところがあるのですが、それがますます深刻化していきだろうということとともに、生産年齢人口が減っていくということは、当然、税収も減って、インフラの使用も減ってきます。インフラ投資は、社会を支えていくという意味では、拡大して行って、増やして行ってほしいのですけれども、なかなかそういうことも期待できない、そういう時代を迎えているということかと思っています。

最近、ショックだったのはこの図-4です。これま、有効求人倍率の推移を表わしたグラフです。有効求人倍率は、企業等が求人している人数に対して、就職希望者がどれだけいるのかという割合です。一般の全産業平均は1.3倍とか1.4倍ぐらいです。それが建設業は、2010年あたりから急激にふえてきて、4倍、5倍を超えてきています。一部の工種、躯体工事などでは10倍を超えているようなところもあります。なぜ建設業だけがという気もしますが、建設業は担い手の確保で、随分、苦しんでいます。これが、今後、ますます厳しい状況になるとみられています。

図-5は、日本のインフラ投資の推移を表わしています。1990年位をピークに、日本のインフラ投資は、どんどん減ってきています。最近、若干、持ち直し

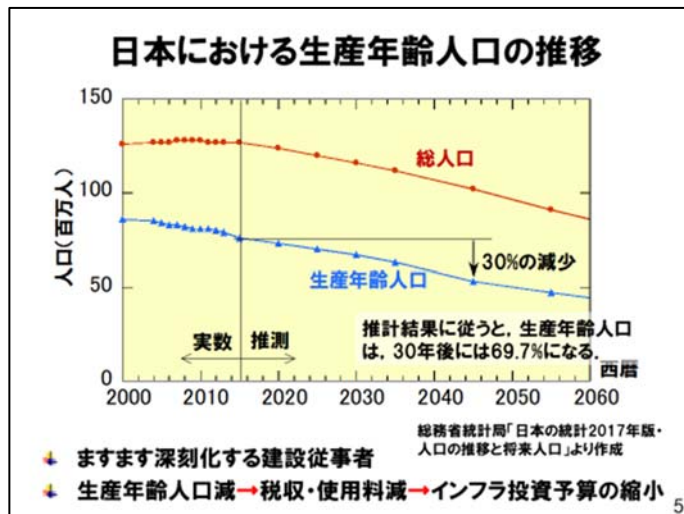


図-3 深刻化する生産年齢人口の予測

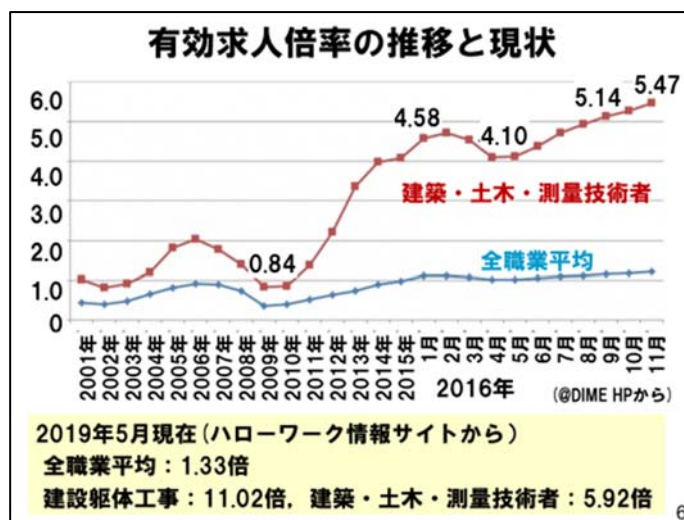


図-4 高騰する建設業の有効求人倍率

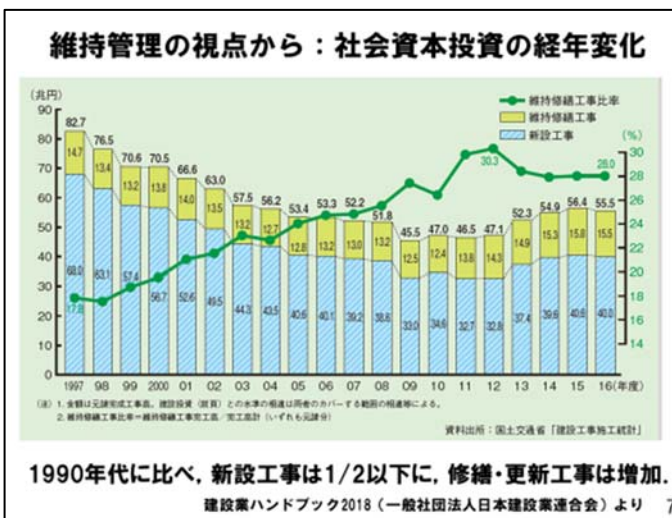


図-5 インフラ投資の推移

ているところはありますが、特にこの水色の部分、新規工事は1990年頃のピーク時に比べると半減していると言われていています。一方で、黄緑色の部分、これは維持補修の工事ですけれども、これは決して減ることはなく、これから増えていくことになります。

維持補修の工事は、新設の工事よりも難しい場合が多いと思います。例えば更地に新しい家を立てなさいと言われたら、材料を持ってきて組み立てれば家が建ちますが、40年、50年、使った家をメンテナンスしなさいと言われたら、まずどこが傷んでいるか探さなければなりません。壁に亀裂が入っていたら、なぜ、その亀裂が入ったのかという原因を特定して、その原因を取り除く形で補修方法を決めて、かつ家を使いながら直さないといけない。こういった難しい、複雑な工事がこれから増えてくる時代になります。

さらに自然災害という点からも、建設業は厳しい対応を求められるようになってきています。

図-6は、時間当たり50ミリを超える雨が、年間、何回降ったかというのを表わしたグラフです。当然、雨のない年もあれば、たくさん雨が降る年もあります。ただトレンドとしては、間違いなく時間50ミリを超える雨の回数は増えてきています。今年も大変な豪雨がありました。雨だけじゃなくて、地震もそうです。火山災害もそうです。日本の災害は激化してきていると言われていま

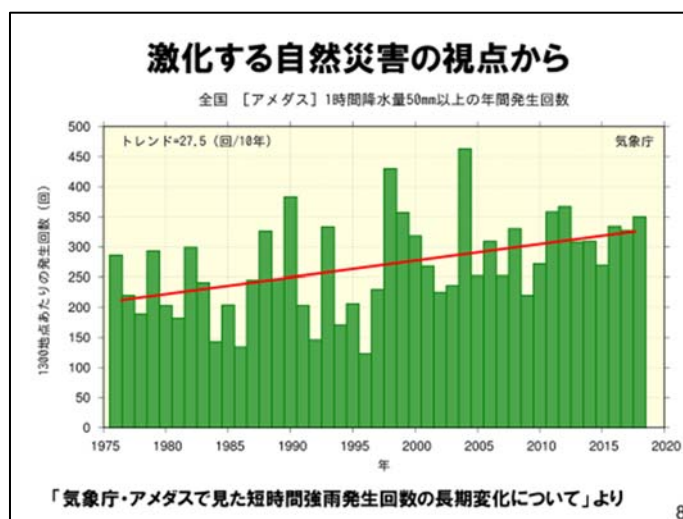


図-6 豪雨発生回数の推移

す。そういった災害に備えていく、すなわち防災という取組みが重要になってくるわけですが、問題はどこまでの災害に備えるのかということです。もちろん、お金をかければかけるほど、災害に強い構造物をつくることができます。けれども、公共事業である限り、無尽蔵にお金をかけることはできません。そうすると、一般の人にも説明しやすいのは、過去に起こった最大の災害に備えることができるという基準を決めて、それに基づいて整備を行っていくという方針です。これだと皆さんに納得してもらい易いと思います。国では、この考え方にに基づき、インフラの整備を行っています。

ただ、問題は、過去起こった災害を超えるような災害が平気で起こるような時代になってきているということです。今年、発生した台風19号では、多くの地域が大きな被害を受けられました。10月の国土交通省の発表では、20水系・71河川・140ヵ所で堤防が決壊したと報告されています(図-7)。

これだけの河川で、一気に被災が起こるというのはこれまで余り経験が無かったのでは無いでしょうか。

ということは、これまで例えば300年に一度とか、500年に一度起こると思っていた雨が、10年、下手したら毎年平気で起こるような時代をこれから迎えていくかもしれません。そんな中で、これまでの基準に基づく整備では不十分で、やはり基準自体も厳しい見直しを迫られてくると思っています。

耐震補強も同じです。日本の耐震基準は、大正末期の関東大震災の前後に作られたのでしょうか。あれ以降、大きな地震が起きる度に耐震基準は強化されています。それと同じように、これからは災害の基準はハードルがどんどん高くなっていくことになっていくだろうと思っています。

図-8にこれまでお話しした「建設が置かれている状況」をまとめておきます。

深刻化する建設従事者の不足、特に熟練技術者の不足というのは、これから大きな課題になると思われます。人口減、税収減、さらにインフラを使う人たちの数が減ってくるわけですから、当然、インフラ投資予算の縮小というのも、ある程度、覚悟しておかなければなりません。一方で、維持補修・更新、あるいは災害対策の強化という、いままでよりも難しい工事をこなしていかなければならない。人もお金も限られている中で、いままでよりも複雑で難しい工事をこなしていかないとはいけない、そういう時代を迎えているということだと思っています(図-8)。

建設に従事する我々の役割というのは、社会に対して、将来にわたって、安定的にインフラを提供していくことです。ただ、いままでの延長線上での議論をしていたのでは、もう対処できなくなっている、そういう状況になってきていると思っています。



図-7 防災の基本的な考え方

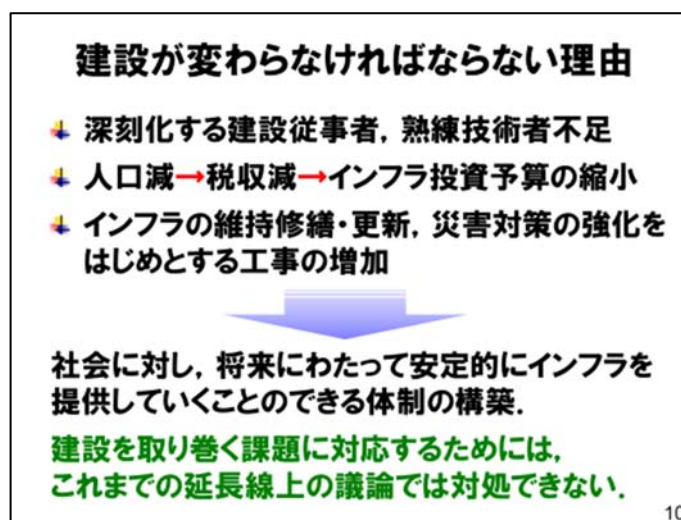


図-8 対応に迫られる建設産業

それに対して建設業の実情はどうかという、例えば建設業の年間の総賃金は最近、若干よくなってきていますが、それでも、全産業平均に比べると2割ぐらい低いとされています。一方で、労働時間はどうかという、建設業は全産業平均に比べると、15%ぐらい長く働いているとされています。さらには事故に着目すると、就労中の死亡者の数は、全産業中の実に3分の1が建設業に集中しています(図-9)。

もちろん建設業の就労環境や就労条件は、一時に比べると随分とよくなっています。随分改善されてきましたが、それでもまだ他産業に比べると、「きつい」「汚い」「危険」という俗にいう3Kの状況を脱しきれていない、そういう状況があると思います。

その原因がどこにあるかという、よく言われているのは、低迷する労働生産性です。

図-10は、1996年から20年間の産業別の労働生産性の推移を表しています。ここでは1人1時間当たり、お金の換算していくらの仕事をしたかという指標で、労働生産性を表しています。

注目していただきたいのは製造業で、生産ラインにファクトリーオートメーションと呼ばれる自動化技術や様々な合理化技術を導入することによって、20年間で労働生産性を約2倍に上げてきています。一方で建設業は、生産性を上げるどころか逆に下げてきました。最近、若干、持ち直しているようですが、なぜ下げてきたかという、先ほど見て頂いたとおり、インフラ投資がどんどん減っていく中で、企業の数も就労者の数もそれほど減らなかったため、どんどん小さくなっていくパイをたくさんの人で分け合いながら仕事をすることになり、結果として、生産性を上げる必要がなかったということです。ただ、ここに来てそうは言っていられない状況に陥ってきたということです。

このグラフをどう見るかですが、建設業というのは、労働生産性を上げることはできない、そういう産業として見るのか、あるいは、ここ、こんなに空いておるわけです。いままで努力してこなかっ

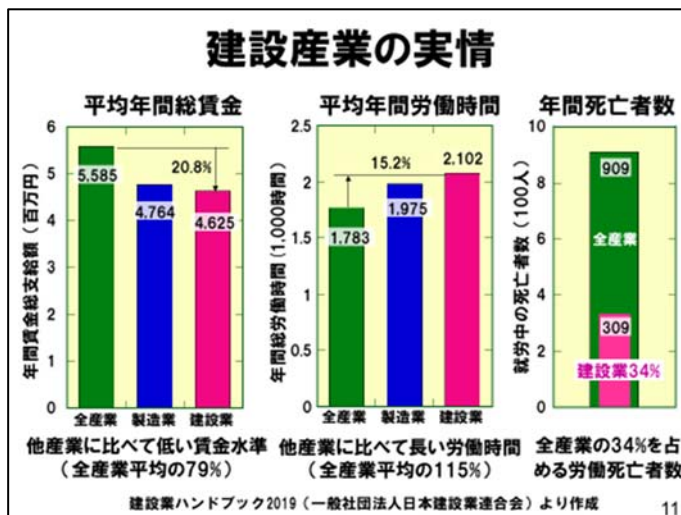


図-9 就労状況の産業別比較

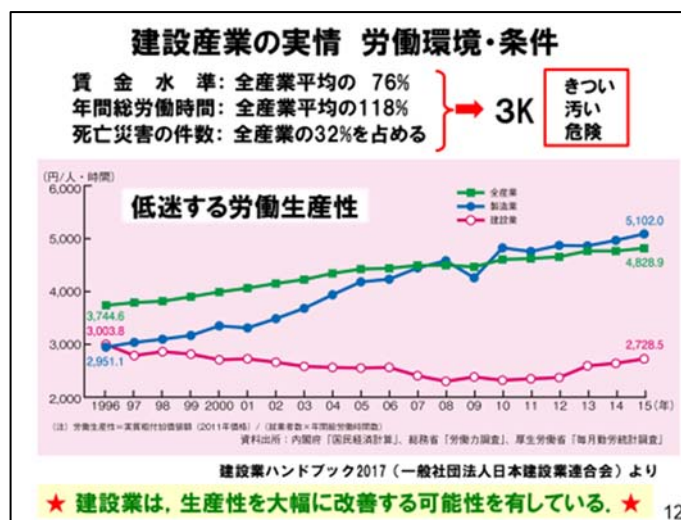


図-10 産業別労働生産性の推移

ただで、その気になればいくらでも生産性を上げることができる、そういうポテンシャルを持った産業として見るか、どちらとして見るかです。当然、後者として見たいわけです。建設業というのは、生産性を大幅に改善することができる、そういう可能性を持った産業だと考えていこうというのが i-Construction の考え方のスタートになっています。

こういう背景で、国土交通省は3年半から4年前に、「きつい」「汚い」「危険」の3Kにかえて、「給料」「休暇」「希望」、この3つのKで明るい展望を持つことができる新3Kの産業に体質を変えていこうということで、生産性の画期的な改善を目指した施策をスタートさせました。これが i-Construction です (図-11)。



図-11 i-Construction の目指すところ

i-Construction を、ICT を導入して施工を合理化することだというふうには思っておられる方もおいでになると思いますが、決してそうではありません。正確に言うと、それだけではありません。目的は、先ほども言いましたように、生産性を画期的に改善して、新3Kの実現によって建設業の体質を変えていくことです。それを実現するための施策の柱の一つとして、ICTを活用して、これまで人手に頼っていた作業を省力化していこうというのも、もちろんあります。

その他にも、例えば、一件、一件、設計して、現場でつくっていく単品生産の形を取るものの多い建設業において、標準化や規格化を行って、部材を工場で作って、それを現場に運び込んで組み立てる方式により現場作業を減らし、生産性を上げていこうとする取り組みや、さらには、年間を通じて平準的な発注を行う取り組みも始まっています。単年度予算に基づく現行の発注制度では、4月、5月は仕事の発注が少なく、夏ぐらいから増え出して、年度末に集中するという発注形態にならざるを得ません。こういう発注形態だと、企業側は年度末のたくさん仕事があるときに受注するために、人も機材も資材も置いておかないといけませんが、そうすると年度初めの4月、5月にそういう人や資機材は遊んでしまうことになります。そういうことがないように、年間を通じて平準的な発注を行うことも目指されています。このように、いろいろな取り組みを通じて生産性を上げて建設業の体質を変えていこうというのが、i-Construction の目指しているところです。

それぞれの柱の施策が、どのぐらい効果を納めているのかを国土交通省が公表しているデータで見たいと思います。

まず1つ目、ICTの全面活用です。土工、舗装工、河川の浚渫工では、3割から4割の作業時間が縮減をされて、生産性が大幅に向上していることがわかります(図-12)。

また、プレキャスト活用効果というのも、かなり目に見える形で出てきていると思います。L型擁壁、あるいはボックスカルバートなども、プレキャストの部材を使って合理化を図っていく流れが、最近のデータでは、はっきり見えるようになってきていると思います(図-13)。

発注の平準化の導入状況は、図-14から確認することができます。この図は、平成27年度と平成30年度に関して、それぞれの年度全体の平均発注件数に対する4月から6月期の平均発注件数の比を表したグラフです。「平準化率」と呼ばれる指標ですが、当然この値が1に近いほど、4月～6月も年間平均的な発注がなされていると言うことができます。逆に、この値が小さいほど、4月～6月の発注が少ないことになります。

国土交通省の発注、都道府県の発注、政令指定都市、市町村、それぞれ見ていくと、やっぱり地方に行くほど、この値

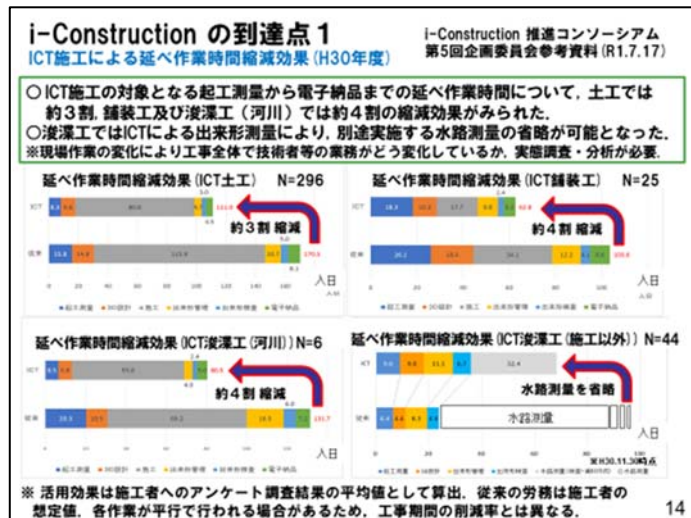


図-12 ICTの全面活用による生産性向上の効果

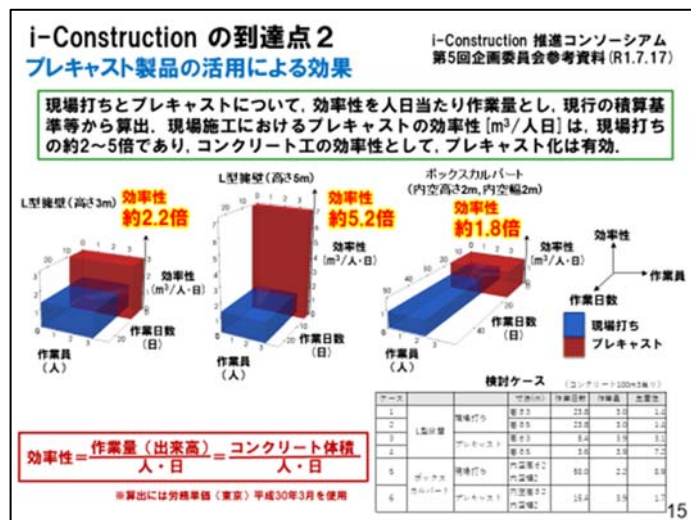


図-13 プレキャスト化導入の状況

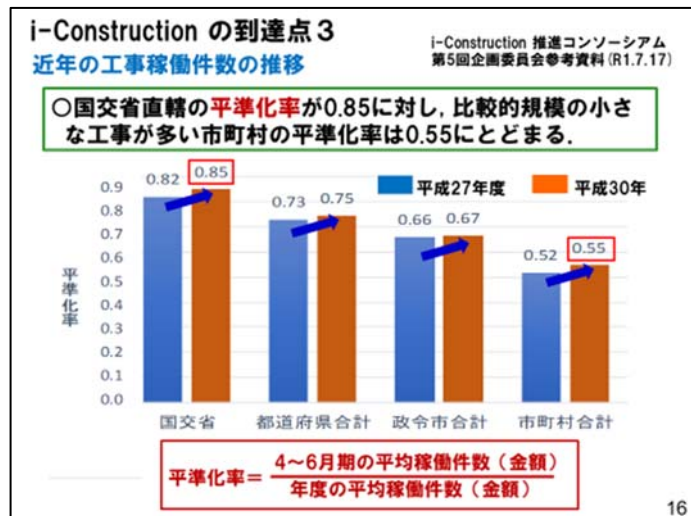


図-14 発注の平準化の進捗状況


は低くなっている、どうしても年度初めの発注は低いということがわかると思います。徐々に改善はしてきているようですが、市町村までいくと、まだまだで、年度初めは、通年平均の半分ぐらいに留まっています。

これらの結果から、i-Construction がスタートして、3つの柱の施策は、徐々に効果が現れてきているとみることができますが、それで十分かという、まだまだ改善すべき点はあると思っています。いくつかの点でそれを見ていこうと思います（図-15）。

まず、生産性向上効果が、建設業における新3K実現にどれだけ反映されているのかということです。

図-16の左のグラフは、労働生産性の推移を表わしたグラフです。i-Construction がスタートしたのは2016年ですから、それ以前から労働生産性の向上を目指した取り組みが行われて、効果が出ていることがわかります。特に一般製造業に比べても順調に改善してきていることは注目すべきことかと思えます。

図-16の右のグラフは、年間総賃金の推移を示しています。建設業は結構伸びてきていることがわかります。特に2016年のi-Construction がスタートした後は随分伸びてきています。i-Construction だけではなく、様々な要因が重なったということだと思いますが、年間総賃金はどんどん伸びてきて、一般製造業に近いレベルにまで達してきているということが、このグラフから判ります。そういう意味で、賃金という面ではかなり改善が見え出しています。



さらなる推進が求められる視点

- ① 生産性向上効果の建設業における新3K実現への反映
- ② 中小の地方自治体への普及
- ③ 「危険」の解消, 安全性向上

17

図-15 さらなる推進が求められる視点

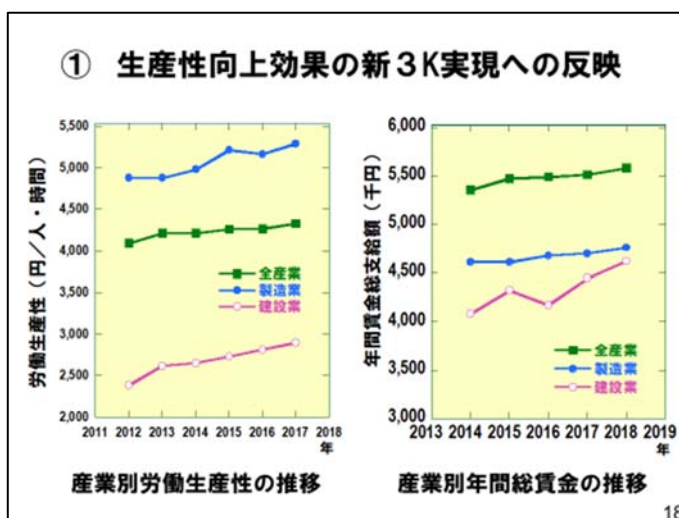


図-16 i-Construction の成果1

一方で、労働時間はどうかという、
 図-17の左のグラフでその変化を見ることが出来ます。建設業は、徐々に下がってきていますが、他産業に比べると、労働時間の削減は未だ十分には進んでいないといわざるをえません。

安全性も同様です。図-17の右のグラフの死亡事故件数を見ると、あるところで下げ止まっていて、それ以下に下げることができないという状況です。

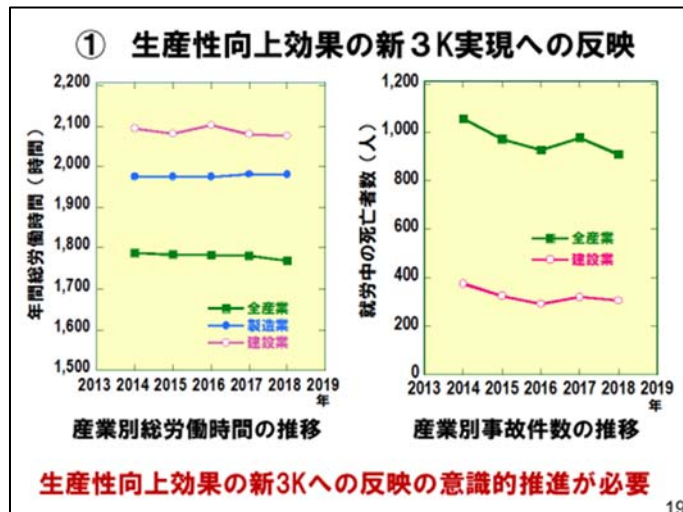


図-17 i-Constructionの成果2

これらを見ると、データの上では労働生産性の向上というのは一定の効果を見せているけれども、それを就労時間の削減や安全性の向上、事故防止に確実に結びつけるところまでは、必ずしもいっていないということかもしれません。

仕事は、実は合理化等で徐々に減ってきているけれども、就労者、特に現場で作業をしている人にとっては、さっさと家に帰れない事情があるのかもしれない。空いた時間ができたら、そこで何か仕事を入れてしまうとか、ある意味、そういう文化みたいなものがあるのかもしれない。いままで引きずっている文化みたいなものがあって、なかなか実際の仕事量が減ってきてても、それに見合うような働き方ができていないのかもしれないと想像しています。そういうところを意識して変えていくことが必要なかと思っています。

それから、もう一つは、i-Constructionの中小の地方自治体への普及ということも、いままで以上に進めるべきだと思っています。図-18は、公共事業の地方と国の発注の割合を表わしたグラフです。日本の公共事業の3分の2から4分の3は地方発注工事です。そういう意味で、i-Constructionは、地方発注の工事で取り入れられて、また普及して初めて成功と言えます。しかし、現状では必ずしも成功と言えるところでは到達していません。

私のホームのある近畿地方整備局管内でも、地方自治体の土木の担当者の方に来ていただき、「i-Constructionをや

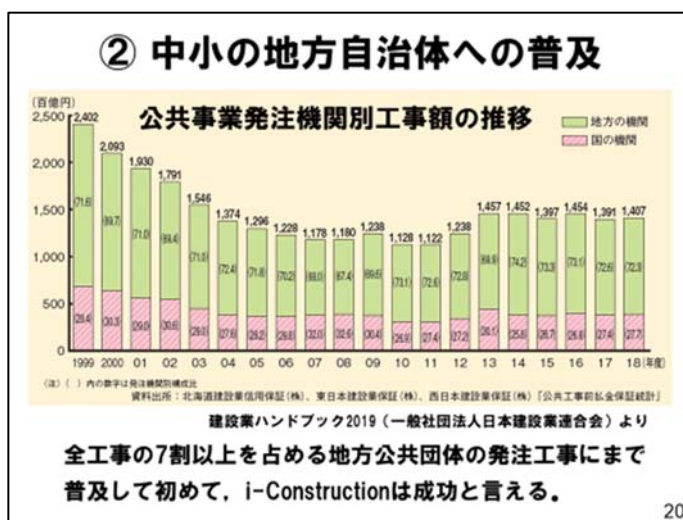


図-18 公共事業の発注状況

りましょう。」という普及活動をされていますが、特にローカルの小さな自治体ほど、i-Constructionは国の大きな工事でやるもので、自分たちとは関係ないと思っているところが多いようです。

でも、実はそうではありません。これから地方では人口がどんどん減ってきます。当然、税収も減ります。技術者もどんどん減らされていく。これにも拘わらず、高度成長期に造ったインフラがどんどん劣化していきます。このまいくと、多分、中小規模の地方の自治体は、インフラを市民に対して安定して提供していくことができなくなるようなところが出てくるのではないかと考えています。

そういう意味で、i-Construction というのは大きな工事だけではなく、本来は中小の地方自治体が率先して取り組んでほしいテーマだと思っています。多少なりとも余裕がある今の段階で、合理化、省力化を目指した取り組みをしていただく必要があると思っています。

このため、我々は、決して大きな工事だけでなく、小規模な工事でも、合理化・省人化をはかることのできる技術の開発に積極的に取り組んでいかなければならないと思っています。また、よい事例は、情報をオープンに共有して、他の自治体でも追随してもらうためのネットワークをつくっていくことも重要になってくると思っています（図-19）。

② 中小の地方自治体への普及

- ・人口減に伴う税収減、技術者不足、インフラの劣化進行から地方の中小規模のインフラ整備は年々厳しい状況になる。
- ・i-Construction は、大きな工事ではなく、小規模工事、ローカルの自治体や企業にこそ必要な改革。
- ・多少なりとも余裕のある今の段階で、取り組みを始めることが必要。

- ・小規模工事の合理化・省人化技術が必要。
- ・良い事例に関する情報共有が必要。
- ・そのためのネットワーク作りも重要。

21

図-19 地方自治体にこそ必要な i-Construction

図-20は、人口5万6,000人程度の中小の地方都市において2016年に行った水道事業の資産マネジメントの推計、予測結果です。

人口が減り、生産年齢人口も減ってくると、水道の使用も減ってきます。このため、水道料金収入からなる事業収入は減少して行きます。一方で、水道施設は年々劣化していきますので、補修と更新をしていかなければならず、そのための費用を含めると、事業支出はどんどん増

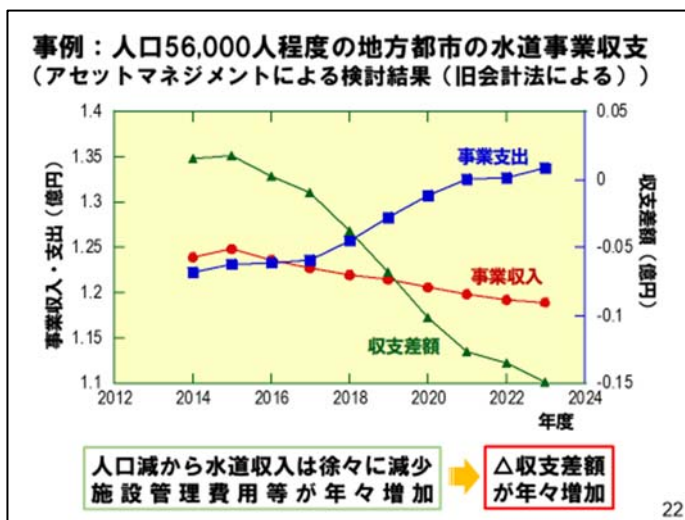


図-20 ある地方都市の水道事業の状況

えていきます。結果として、事業支出が事業収入を超えてしまっています。これから益々赤字経営になっていくということです。こういう自治体もこれから増えてくるだろうと思っています。

自治体の中には、このままではやっていけなくなるということで、民間活力を利用するところも出てきています。図一

21は東京都府中市の道路事業です。府中市はこれまで道路の清掃、植樹・伐採、補修などの道路のメンテナンスの作業

を担当者が個別に別々の会社に発注していましたが、それらを全て一括して企業グループJVに発注して、かつ統括管理を委託するという公共事業の方式を始めました。

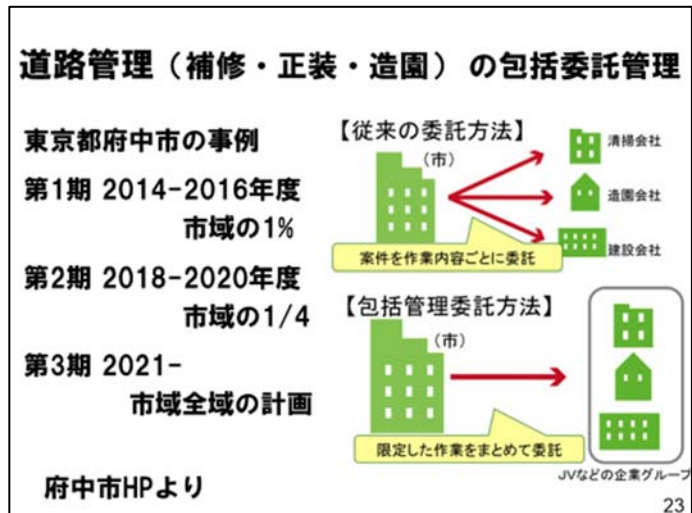
2014年から16年の2年間は、駅前の市域の1%程度のエリアで始められましたが、現在は市域の4分の1まで広げて、2021年からは市の全域の道路を委託管理していかれる計画です。たしか、宮城県では、水道を外部発注するという議論もあったと記憶しています。このような自治体も、これから増えてくるかもしれません。

それから、もう一つ、力を入れるべきと思うのは事故防止、安全性向上です。

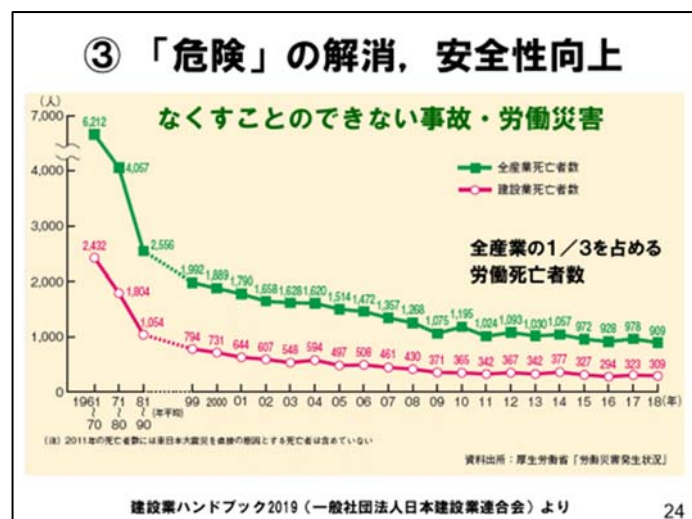
図一22は、先ほど見ていただいた就労中の死亡者の数の推移です。建設業も、一時に比べると、随分、就労中の死亡者の数は減っています。減っているのですが、やはりなくすことはできません。いまだに、建設業における就労中の死亡者数は全産業の3分の1を絞めています。

これは何とか変えていかなければなりません。

ただ、i-Constructionを契機にICTを活用して施工に伴う事故や災害減らそうという議論が始まっています。それにはいくつかの方法があると思います(図一23)。



図一21 包括契約発注の事例(府中市のHPより)



図一22 就労中の死亡事故発生件数の推移

一つは、省人化により、現場に人が入る機会を減らすことによって、例えば重機と人が接触して事故になるようなケースを減らす効果を期待するということです。ICTを活用すると、測量や帳張りなどの現場作業が少なくなります。このため現場にヒトが入る機会が大幅に減り、建設機械とヒトが接触するような事故は当然減らすことが期待できます。また、プレキャスト製品の活用で、現場作業を減らすことができるので、事故を減らす効果も期待できます。

それから、ICTを導入すると事故の発生自体を抑える効果も期待することができます。本日のポスターセッションでも、優れた技術がいくつも展示されましたが、事故が起こりそうになったら、機械やセンサーが反応して、それを教えてくれたり、あるいは作業を止めるなどにより事故の発生を防いでくれるような効果もあると思っています。

検知センサーとしては、図-24に示すように、超音波、画像やレーザーを始め、様々なセンサーがありますが、これらは、現有の建設機械等にを後付けで取り付けることができるので、事故が起こることを検知して、ブザーやランプで警告を発したり、あるいは機械の動作を停める機能を追加することができます。

あと安全教育も、ICTを活用して高度化しています。特に、VRを利用して、現

工事における事故や災害の防止：ICT活用効果

- 1. 省人化により事故を減らす効果（間接的効果）**
 - ・ICTを活用することで人が現場に立ち入る場面を減らすことにより、事故を減らす効果。
 - ・プレキャスト製品の活用で、現場での作業を減らすことにより、事故を減らす効果。
- 2. 事故の発生を抑える効果（直接的効果）**
 - ・ICTを活用することで事故の発生自体を防ぐ効果。
- 3. 事故防止のための安全教育**
 - ・仮想現実(VR)や現場映像の活用による教育

25

図-23 ICT導入による事故防止の視点

センサーによる検知（直接的効果）

RFIDタグ  <small>電波を用いてRFタグのデータを非接触で読み書きする</small>	超音波センサー  <small>超音波の反射で物体を検知</small>	画像センサー  <small>画像分析で周辺物体を認識</small>
警告 緊急停止	ToFセンサー  <small>光の反射で物体を検知</small>	レーザーセンサー  <small>レーザーの反射で物体を検知</small>

資料提供：西尾レントオール(株)

27

図-24 ICTを活用した事故の警告・回避技術の事例

VRを活用した安全教育



(株)つくし工房提供)

- ・現場における事故の仮想的な体験。
- 自分の身にも事故が起こり得ることを認識
- 事故が起こった経緯や原因を自ら考える効果を期待
- ・建設業労働災害防止協会により有効な活用法の議論を開始

28

図-25 VRを活用した事故の臨場体験技術の事例

場における事故の臨場体験は非常に有効な教育ツールと考えています。図-25は、その一例ですが、ヘッドマウントディスプレイを装着すると、現場における仮想的な事故体験の3Dの画像を見ることができます。このケースは多分、このヒトが下がってきた重機に轢かれる場面を想定していると思います。私も先日、体験させていただきました。私は数十mの高さの橋梁架設の現場で、架設工事の足場をかけていて作業中に安全帯を付けていなかったために、そこから落下するという体験をしたのですが、臨場感が非常に高く、足がすくみました。この他にも、法面工事をしているときに法面が崩れて来て土砂に埋まってしまうなど、かなりリアルな体験ができます。リアル過ぎて、心臓の悪い人は決して体験しないでくださいの注意書きがあるほどです。

こういう技術のいいところは、実際に仮想的な体験ができるということと、現場で作業する人だけではなく、監督の人や発注者の人でも体験することができることです。そうすると、事故がどういふ場面で起こるのかの知識を工事関係者が共有することができるため、自分の現場で事故を減らすにはどうしたらいいのかを関係者が一緒に議論することができます。こういう効果も出てきているのかなと思っています。

今日のポスターセッションを見せて頂いていると、その他にも安全に関わる様々な技術が紹介されていました。AIを使って画像を分析して、事故につながるような事象を見つけて事前に何らかの処置をするような技術もありました。こういう技術を使って事故を減らしていこうという取り組みは、これからもどんどん発展して行ってほしいと思っています。

建設業労働災害防止協会ではホームページを立ち上げ、ICTを活用して事故防止を図るための様々な技術とその活用事例を紹介すると共に、ユーザーから「こんな技術が欲しい」であったり、あるいは「この技術は使い難いので改良が必要だ」など、いろいろな要望を聞き、それを開発者に伝えて、新しい技術開発を誘発する双方向の成長型のデータベースを公開・運用しておられます(図-26)。

そういったものも活用して、事故を減らして頂くといいと思っています。

こういう形でi-Constructionがスタートして4年目になって、一定程度進んでいるところもあります。一方で、まだまだ取組むべき課題も残っていると思っています。これからも引き続き進めていく必要があると思います。このあたりが、これまでの総括のお話です。



図-26 ICTを活用した事故防止技術のデータベース
(建設業労働災害防止協会 HP)

2. 次世代の建設生産システム

ここからが今日の主題です。次世代の建設生産システムということですが、まず、「次世代」というのは、いつ頃を想定すればいいのかを考える必要があると思います。10年先か20年先か、30年先か、それにより建設技術も大きく違っているといます。また、いまは生産性向上と言っていますが、その次に来るものは何かということも考えなければならぬと思います（図-27）。

まず考えたのは、10年後、20年後の社会がどうなっているのかということです。皆さん、想像つきますか？。一つのヒントとして、「Society 5.0」というのがあります。これまで、Society 1.0、2.0、3.0、4.0を経験して、これからはSociety 5.0を目指していくことを国が標榜しています。

ネットワークが発達した社会では、バーチャルな仮想空間と現実空間がある

わけですが、Society 4.0の段階では、現実空間で情報が入ってくると、それをクラウドに上げ、クラウドにストックされた情報を限られた人が利用するといった形の情報の利用の仕方でしたが、Society 5.0では現実空間のいろんなデータを全てバーチャルの仮想空間に上げていき、ビッグデータとしてそれをAIが分析して、その結果を他の人たちも自由に利用できるような社会を目指していくということかと思えます（図-28）。

おそらく社会はこの方向に向かっていくのだろうと思います。こういう見通しを持った上で、社会がどうなっていくのかを考えるということでしょうか。

実は、自分の大学のことで恐縮なのですが、立命館大学でも学園ビジョン・中期計画をいま、作っています。立命館大学では、10年ごとにビジョンと計画をつくって、それに則って学園改革を進めて

次世代とは？

- ・ 生産性向上の次に目指すものは？
- ・ 目標年次は、2030年、2040年、・・・？
- ・ 10年後、20年後、社会はどうなっているか？

30

図-27 次世代の建設生産システム

Society 5.0のしくみ 内閣府 科学技術政策から

- ・ 今までの情報社会では人間が情報を解析することで価値が生まれてきた。
- ・ Society5.0の社会では、現実空間からの膨大な情報がサイバー空間に集積。仮想空間ではこのビッグデータを人工知能（AI）が解析。その解析結果が現実空間にフィードバックされる。これまでに無かった新たな価値が産業や社会にもたらされる。

これまでの情報社会(4.0)

サイバー空間
クラウド
人がアクセスして情報を入手・分析

現実空間
人が手で検索して情報
人が経験を活かす・産業
人の関与により
ロボットが生産
フィジカル空間

Society 5.0

サイバー空間
ビッグデータ
解析 AI 人工知能

現実空間
AIが人に代わり
自動的に行な
AIが人に代わり
工場でも自動的
にロボットが実用
フィジカル空間

内閣府HP (https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/index.html) より

31

図-28 Society 5.0が目指す社会

います。いまは、2011年から2020年までのビジョンと計画に基づいて取り組みを行っていますが、次は2021年から2030年までの10年間のビジョンと中期計画を立てようということで、いま、議論を行っているところです。

その議論の際にまず行ったのは、2030年までということですので、いまから10年後、2030年がどんな社会になっているのか、みんなで予測しようということ

です。立命館大学は、医学部と農学部はありませんが、他はほぼ全ての学部あるものですから、その専門家と呼ばれる人たちに集まってきてもらって、10年後、社会がどうなっているのかというのを、それぞれの専門分野から見通しを話してもらいました。(図-29)

結構、熱く議論しましたが結論は、わからないということでした。日本は急激に人口減少していますが、世界では、アフリカを中心に人口はどんどん増えていっています。AI、IoTなどの先端技術がどんどん発達して行って、社会はすごい勢いで変わっていきます。ここ5年を見ただけでも、社会は大きく変わっていて、その社会を変えている原動力の理由の一つはやはりIoT、インターネットなどの新しい技術と言えると思います。これから10年間、技術がさらに進歩していく中で、それが社会にどんな影響を与えるのかは情報理工の専門家の先生ですら予想できません。

グローバル社会はこれまで以上に進展していくと思われませんが、一方で自国第一主義みたいなものも台頭してきています。いろんなことを考えると、10年先はおろか、5年先だって予測するのは難しい。いままで我々が経験に基づいて信じてきた価値観が、根底から覆されるような事象が平気で起こるかもしれません。そういう時代を我々は迎えているのだろうということになりました。

そうすると、世の中がどのようになっていくから、大学はそれに合わせてこう変わっていきましようという議論をするのではなく、どうせ予測できないのであれば、無理して将来の社会を予測するのではなく、これからの社会はこうあるべきだという姿を積極的に提起して、その実現に向けて果敢に挑戦する、そういう大学を目指していこうということになりました。それで「挑戦をもっと自由に」と、ちょっと格好いいビジョンを立てまして、このビジョンに基づいて、これを具現化する中期計画をいま、つくっています。

そう考えると、建設も一緒です。建設が10年後どうなっているのかを予測するのではなく、むしろ

立命館の学園ビジョン・中期計画の策定

- ・日本は急激な人口減少、世界は人口増加
- ・AI、IoTなどの先端技術が社会を大きく変えていく時代
- ・グローバル社会の進展と自国第一主義の台頭
- ・これまでの経験から信じてきた価値観が覆され、劇的な変化が起こり得る**予測困難**な時代。

↓

将来の社会を予測してそれに合わせるのではなく、これからの社会のあるべき姿を積極的に提起し、その実現に向けて果敢に挑戦する大学を目指す

R2030 挑戦をもっと自由に

32

図-29 立命館の学園ビジョンR2030

ろ、これから激動する社会の中で建設はどうあるべきかを、まず設定した上で、それを実現するためには我々は何をしなければならぬのかということを考える。この考え方のほうが良いのではないかと考えました。

それでは、建設から見たこれからの社会の理想像はどのようなものかですが、一つは、必要なインフラが安定的に提供

されている社会、これは絶対必要ですよね。道路も、鉄道も、港湾も、空港も、河川も、公園も、上下水道も、電気も、ガスも、通信も、少なくともいままでと同レベル、あるいはそれ以上に安定的に供給されている必要がある、というのがまず一つ目の理想でしょう。

二つ目は、災害に強い社会。これも当然、必要ですね。昨今の自然災害の激しい状況を鑑みると、これは絶対必須の条件かと思っています。

生活の豊かさを感じることができる社会というのもあります。あと、最近のところでは、SDGsで目標とされる社会などもこれから目指していく社会だろうと思っています。ほかにもあるかもしれませんが、私がすぐに思いつくのは、こんなところですよ（図-30）。

次に、このような理想的な社会をどのようにして実現するかが問われます。そのためのツールは、どんどん進化してきています。AIもそうです。IoTも、BIM/CIMなんかもどんどん普及し出てきています。ロボット、センサー、映像、VR・AR・MR、3Dスキャナー、3Dプリンター、いろんなものがツールとして出てきています。他にももっとあると思います。そういったものをうまく使って、いかにして理想的な建設を実現していくのかということを各人が考えていく時代になってくるだろうと思っています。

こういう時代の中で、皆さんは何をすべきだと思われませんか。「AIを使って、災害に強い社会を作ろう。」「ロボットを使って、生活の豊かさを感じる社会をつくろう。」ということもあるかもしれませんが、まず、優先して何をすべきだと思われませんか？

私はいま、一番考えなければならないことは、「これらの改革を誰が担うのか」ということだと思います（図-31）。

建設改革が起こるとすれば、それには誰かが何かを始める必要があります。誰も何もしなければ、何の変化も起こりません。いま、世界中でいろんな変化が起こっています。それらも元をたどれば、

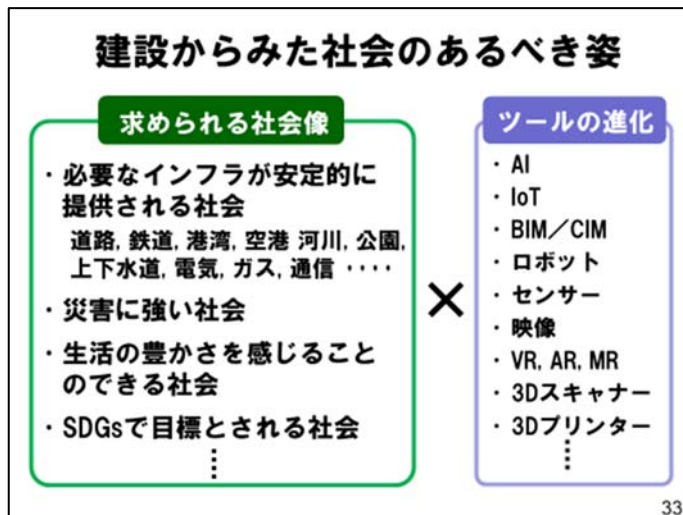


図-30 建設から見たこれからの社会の理想像

多分、誰か一人の発想と、やろうという意志に行き着くことでしょう。誰かが仕掛けていたわけですが、それが広がって、繋がって、いまの時代をつくっているわけです。

改革というのは、最初は一人の発想と意志からスタートするものです。ただし、それを実現していくための力も必要です。これがないと、次の時代は作っていきません。そう考えたときに、おそらく、いま、一番大事なのは、「そういった社会の新しい流れを積極的に作ることのできるイノベティブな人材をいかにして育てていくのか」を考えることだろうと思っています。

実は、これはいまの建設業が一番弱いところです。図-32は日本のインフラ整備の推移を表わしています。何をもちて整備率100%とするかは厳密には議論が必要かもしれませんが、日本のインフラは、明治になって、鉄道から始まって

上水道・下水道、高速道路等々を急速に整備してきました。海外からも驚かれるほど短期間に、一定品質のインフラを効率的に造ってきたのです。

これを行うために何をしてきたかという、まず設計を体系化して、基準を作って、施工のマニュアル化を図って、その通りやっていたら一定品質のものが効率的に造られる、そんな仕組みを作ってきたわけです。そのおかげで、日本は短期間に品質のいいインフラを整備することができました。

それはこのやり方の大きな成果なのですが、これをきっちりやり過ぎたものですから、一方で何が起こったかという、技術者の仕事が管理業務にかわっていったのです。「自分の担当の工事は、基準を満たしているか」とか、「マニュアル通りに造られているのか」などをチェックすることが仕事になってしまったのです。

そういうふうな仕事になってしまうと、わざわざ、お金をかけて新しい技術を導入しなくても、ま

建設改革を誰が担うのか？

- ・ 誰かが仕掛けなければ変わらない
- ・ 改革は、最初は一人の発想と意志から
- ・ 発想と意志を実現するための力も必要

イノベティブ人材の養成

34

図-31 イノベティブな人材育成の重要性

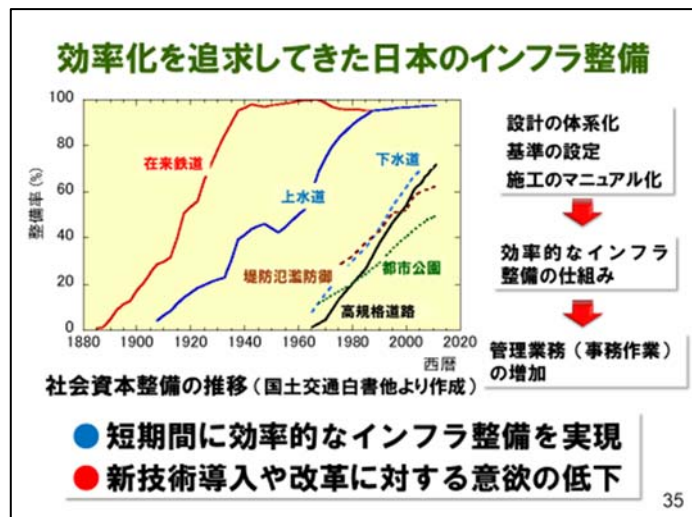


図-32 日本におけるインフラ整備の推移

た勉強して新しい技術を導入しなくても、いままで通りやっていたら効率的にインフラを整備することができるのだから何の問題も無いのではないかと、そういう風潮が出てきたのです。結果として、新技術導入に対する意欲の低下がもたらされたと思っています。

短期間に効率的にインフラを整備することができたとうことは、これまでの方針の大きな成果ですが、一方でいまの時代を考えると、新しい技術導入に対する意欲の低下というのが、逆にマイナス方向に出てきていると私は感じています。それであれば、これを変えていくための取り組みを進めるべきだろうと思っています。

先にご紹介したように、Society 5.0 とは、これからの社会のあり方を示唆してくれています。デジタル革新をはじめとして様々な技術を使いながら、新しい価値を創造していくことができる。そういう社会の像を見せてくれています。ただし、その社会を実現するのは、AIではなくて、ヒトです。

ひょっとすると、30年、40年先には、AIが全てをしてくれる時代が来るかもしれませんが、少なくともここ10年の間は、これからどんな世界が可能になるのかをヒトが思い描いて、その実現に向けてヒトが働きかける、そういう時代だろうと思っています。そういう意味で、鍵を握るのはヒトだといえます。

AI、IoT、ロボットは、すぐれた技術です。でも、道具なのです。それらがどんどん進化して優れていっても、それを



図-33 いま、問われる人の力

ヒトがうまく使えなければ意味がありません。逆に、どんどん進化して変わっていく技術を、ヒトがいかにかうまく使いこなして新しい社会をどう切り開いていくのか、それが問われるところだと思います。そういう意味で、ヒトの発想が問われる時代になっていて、ヒトの認知や活動のフレームを変える、そういう取り組みがこれから必要になってくるのだろうと思います (図-33)。

私の話で恐縮ですが、私は大学では、いま、そのための教育に力を入れています。研究というよりも人材育成に力を入れています。それは文科省のアントレプレナー育成事業、要はベンチャー育成プログラムの一環です。文科省の募集に応じて立命館でも申請したら採択されて、6年前から実施しています (図-34)。

ただし、立命館大学ではベンチャー育成と云いつつも、起業にはあまり拘わっていません。どちらかというと、常日ごろの自分の身の廻りのことを当たり前と思わずに、新しい流れなり、新しい取り

組みを自分なりに発想して、それを動かしていく意識と力を育成すること、すなわち、将来のイノベーターを育成するところに力を入れています。

そのために、図-35に示すように、俯瞰力であったり、チーム形成力であったり、創造力であったり、こういう素養を身につけることができるプログラムを学生たちを対象に行っています。具体的には、4~5人で1チームになって、特定のテーマに関するビジネスモデル作りにチームで取り組んで、その成果を発表してもらいます。そんな取り組みをしています。

ここでは、立命館大学が総合大学であるということを活かしています。立命館大学には、16の学部と22の研究科があります。大分のアジア太平洋大学まで入れると、18学部、24研究科になります。それらのほぼ全ての学部や研究科から、1回生から大学院生にいたるまで、幅広い学生が集まってきます。他大学の学生や社会人の方が参加されることもあります(図-36)。その多様性が非常に重要だと思っています。ユニフォームな集まりでは、新しい発想はなかなか出てこないからです。考え方や発想が全く違う人たちが集まってくることによって、新しい発想が生まれてきます。例えば、図-37に示すように自分が赤い服を着ているとします。周りがみんな赤い服を着ていたなら、多分、自分が赤い服を着ている



図-34 イノベーション人材育成プログラム

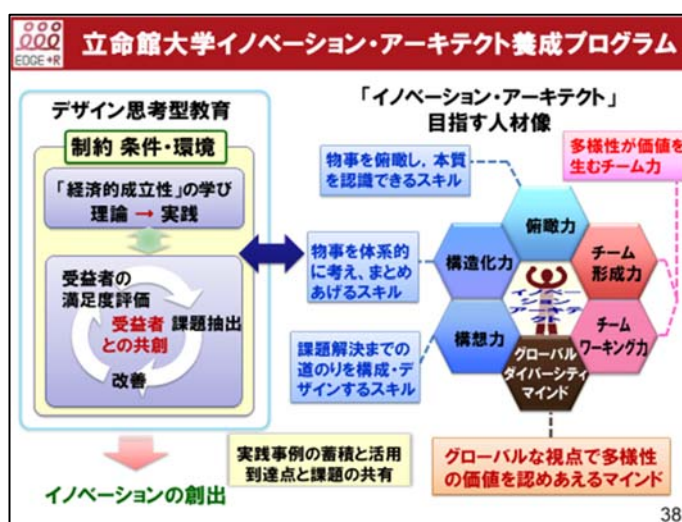


図-35 立命館大学のイノベーション人材育成プログラムの目指すところ



図-36 参加者の多様性を重視するプログラム

ことは、判らないでしょうね。周りの人がいろんな色の服を着ていたら、世の中にはいろんな色の服があるのだなということもわかりますし、そのとき初めて自分が赤い服を着ているということが判るはずです（図-37）。すなわち、同じような人の集まりよりも、いろんな人の集まりのほうが、知識と経験の範囲は圧倒的に広がります。立命館大学では、それを活かして、学生の育成プログラムを実施しています。



図-37 多様性が新しい発想を生む

実は、今週末も企業さんにサポート頂きまして、「建設イノベーション」と題して、建設をテーマに1泊2日でワークショップを実施します。いろんな学部や研究科の学生達がエントリーしてくれています。こういうイベントに集まってくる学生は、年間延べ300人ぐらいです。立命館の総学生数は3万7,000人ですから、1%にも満たない数です。しかし、こういうところに集まってくる学生は、ユニークです。いい意味で変な学生が集まってきます。そういう学生たちに、自分の素養を磨いて貰い、将来、イノベーションを起こすような、そんな可能性を高めてもらう取り組みを続けています。

実は立命館大学では、社会人向けにも同様のプログラムを提供しています。社会人のリカレント教育として、フロンティアメイカー育成講座というのをを行っています。ここでは、様々な業種の方々に集まってきて頂いて、先ほど見ていただいたよりも、もう少し広くテーマを設定して、ビジネスモデルを考えてもらうようなプログラムを実施しています（図-38）。



図-38 社会人向けプログラム

ことしは、来年、オリンピック、パラリンピックが開催されるということで、「スポーツ」をテーマとして、プログラムを実施しています。このプログラムには建設業界の方にもお声がかけをして、ご参加いただいています。建設とスポーツというと、関係ないように思われるかもしれませんが、関係ないからいいのです。そこからこれまで

に無い新しいビジネスを作ることができるかもしれません。はじめから関係ないからと見限ってしまったら、何も生まれません。実はそこから新しい展開が開けるかもしれません。いろんな業種の人たちが集まってきて居られる訳ですから、そこからいろんな発想や視点を吸収して、新しいものを作れるのではないかとということで、ご参加いただいています。

この社会人向けプログラムでは、今年は「スポーツ」をテーマにしましたが、来年は、「建設イノベーション」をテーマに、未来に働きかける力というプログラムを企画したいと思っています。こんな形で、イノベーションを将来担う人材をこれから育成していくことに、私はいま、力を入れています。こういうことが建設業界にとっても必要なのではないかとと思っています。

ICTやAIなどの先端的なスキルを学ぶことも重要ですが、より広く、「次の社会がどうあるべきで、それをどのようにして作っていくのか」というのを考えて実行できる人を如何にして育てていくのか」、ということが問われる時代になってきているのではないかとと思っています。

「次世代の建設の理想像」とは何かと
いうことで、**図-39**はあくまで私の私
見です。最前線の現場レベルから総合的
な建設システムのレベルまで、いろんな
イノベーションが試行される、そういう
産業になってほしい。現場の技術者も、
発注者の方も、企業の経営者の方も、み
んなが常に一段上を目指して考え、それ
を試行するような、そんなアクティブな
産業になってほしいと思っています。

そのために、失敗を叱責するのではなく、

挑戦したことを称賛するような、それが当たり前になるような産業に変わってほしいと思っています。

「アジャイル的試行」というのは、情報分野で採られる開発手法です。新しいソフトを開発するときには、まず、小さな次元で簡単なソフトを作って、うまくいくようであれば、それを広げていくような開発のスタイルのようです。これからは、それがいいのではないかなと思っています。日本人は、新しい手法を導入するときは、失敗があってはいけないということから、完璧なフレームをつくって、そのフレームを汎用的に適用しようとしています。このやり方だと時間がかかります。そうではなくて、小さくていいので、まずできることからやってみる。うまくいくようであれば、それをどんどん広げていく。そういう改革のやり方が、変化の激しいいまの時代には合っていると思います。

次世代の建設の理想像

- ・ 最前線の現場レベルから総合的な建設システムのレベルまで、さまざまなイノベーションが試行される産業
- ・ 誰もが一段上を目指して試行する産業
- ・ 「失敗に対する減点」ではなく、「挑戦に対する加点」が当たり前になる産業
- ・ アジャイル的試行が主流になる産業
- ・ 異分野とのコラボを積極的に推進する雰囲気があふれてる（多様性の重視）産業

42

図-39 次世代の建設の理想像（私見）

あと、注目したいのは異分野とのコラボレーションです。i-Construction が始まって、結構よかつたなと思うのは、他分野の人、異業種の人たちが、建設に興味を持たれるようになったことです。これまで建設というのは、先ほども言ったように、技術的にはある程度、固定化しているところが強かったため、なかなか他分野、異業種の人たちに関心を持ってもらうことが少なかったのですが、i-Construction で技術革新が動きだしたのを見て、自分たちにも新たなビジネスチャンスがあるのではないかということで、結構、関心を持って入ってこられるケースが増えています。

明日、本シンポジウムの特別講演で、特許庁の方にお話を頂きます。特許庁というのは、我々が特許を出したときに、それが特許に値するか否かを審査して、成立した特許を管理するのが仕事だと思っていたのですが、実は、それだけではないそうです。彼らは、日本だけではなく海外も含めて、世界中でどんな特許が出されているのか、あるいはどんな論文が出されているのかを分析して、「将来、こういう方向で技術開発は進んでいくべきだ」とか、「海外ではこういう方向の技術開発を行っています」という情報を、日本の特定の産業に教えてくれるような仕事もしておられます。

去年は、そういった取り組みのテーマの一つが「建設ICT」でした。建設は、すごい勢いで変わってきているので、特許庁としてもぜひ調べようということで、1年間かけて、建設の世界中の特許や論文を調べて、開発動向を調べて報告書にまとめられました。明日の昼からの特別講演で、そのお話をさせていただきますが、そこでも異業種の人たちがどんどん入ってきておられるという状況が判ってきました。こういったところを積極的に活かしながら、建設業として活気ある産業に変わってほしいなというのが、私が考えている理想像です。

これまでは、建設を変えて行く話をしてきました。では、どう変えていけばいいのかということに対しては、ある程度、視点を持っておく必要があると思っています。今日は残った時間を使って、あくまで私見ですが、この三つの視点のお話をしようと思います (図-40)。

無駄を減らして精緻なマネジメントにしていこうという話、3Dを活用してデザイン性を導入しようという話、担い手に多様性を積極的に導入していこうという、三つの話をしようと思っています。他にもいろんな方向性があると思いますが、私が思いつくのは、この三つぐらいです。

建設改革の方向性の視点例

1. 無駄の削減・精緻なマネジメント
2. 3Dの活用：デザイン性の導入
3. 担い手に多様性の積極的導入

43

図-40 建設改革の方向性

まず一つ目は、「無駄の削減・精緻なマネジメント」の話をします。ことし、9月にデンマークのコペンハーゲンへ行きました。たまたま、あるところで知り合った大学の研究者の人に「遊びにおいで」と言われたので、何人かの方と一緒に行ってきました。せっかく来るのであれば、日本とデンマークの建設改革について、それぞれの国の取り組みを紹介し合おうという話になり、私は日本の i-Construction の背景や取り組みの話しをしました。

彼らは、どんな話をしたかというところから「Lean Construction (リーンコンストラクション)」、トヨタの改善からスタートしたリーン・マネジメントの話が中心でした。私は一緒に行った人たちと「リーンって何や?」、「なんか聞いたことあるけど何だろうな」という話をしているレベルでしたが、彼らはリーン・マネジメントを建設分野に取り入れようと前向きに取り組んでいました(図-41)。

「リーン (Lean) 生産方式」というのは、トヨタの生産現場から生まれました。トヨタでは80年代に、現場の改善力をトータル的に活かして生産性を上げていく取り組みをされました。それをMITが研究して体系化したのがリーン生産方式、リーン・マネジメントと言われるものようです(図-42)。

「lean」には、ぜい肉がない、引き締まったという意味があるようです。すなわち、製造工程において無駄というぜい

肉を落としてスリムな生産方式を目指していく、その体系化されたマネジメント方式がリーン生産方式だそうです。「ジャストインタイム」とか、「カンバン方式」とか、「5S」とか、「見える化」とか、いろんな取り組みを通じて、製造工程全体にわたってトータルコスト及びリードタイムを減らしていくということだそうです。

デンマークではこの考え方を、建設分野に取り入れようとしています。日本では多分、製造業では



図-41 デンマークでの建設改革 WS

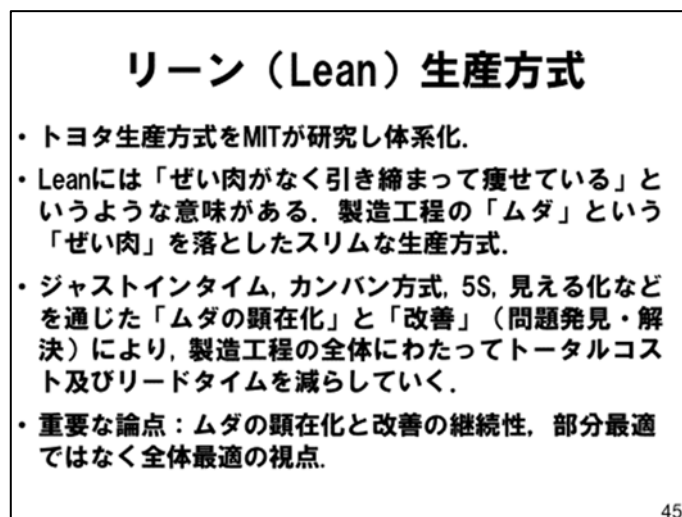


図-42 リーン生産方式

かなり力を入れてやっておられると思いますが、建設分野ではあまり認識されていないのではないのでしょうか。やっておられる企業はおられますか？ 私が知る限り、聞いたことがなかったのですが、彼らは、これをすごい熱意で取り組んでいます。

例えば、これは立命館大学の経営学部
のリーン・マネジメントを専門としている先生から教えてもらった話です。ポーランドの工場での話です。図-43の上の写真は、ある機械の一部を組み立てているところです。図-43の下写真は、その横で行っていた作業です。上は良いのですが、下は駄目だそうです。何が違うか、おわかりになりますか？。

上の作業は、パネルか何かの製作で、最終の製品を組み立てているところです。これは、製作工程の中の主要な作業で「正味作業」といわれます。これに対し、下の作業は組み立てに必要な部品を集めているところで、「付帯作業」といわれます。

正味作業は、本当にその製品を作る工程ですから、減らすことはできません。これに対し、付帯作業の部品探しでは、例えば部品の入った容器を下に置いたら、もっと見やすいから早く取れるだろうとか、さらにいうと、部品を最初から分類しておいたら、もっと簡単に取れるだろうとか、やり方によっては効率化、無駄な時間を減らす手段はいくらでもあるわけです。要するに、ぜい肉を減らす余地はいくらでもあるわけです。

リーン生産方式では、このように作業を正味作業と付帯作業と、あと無駄という三つに分け、作業のぜい肉を減らすことを考える手法です。当然、無駄は取り除く必要があります。また、付帯作業は、削除すると正味作業が行えなくなります。しかし、合理化・効率化の対象にはなりません。作業分析を行って、それぞれの作業の中で減らすべきところ、合理化で縮小するところ、さらに充実させるとこ

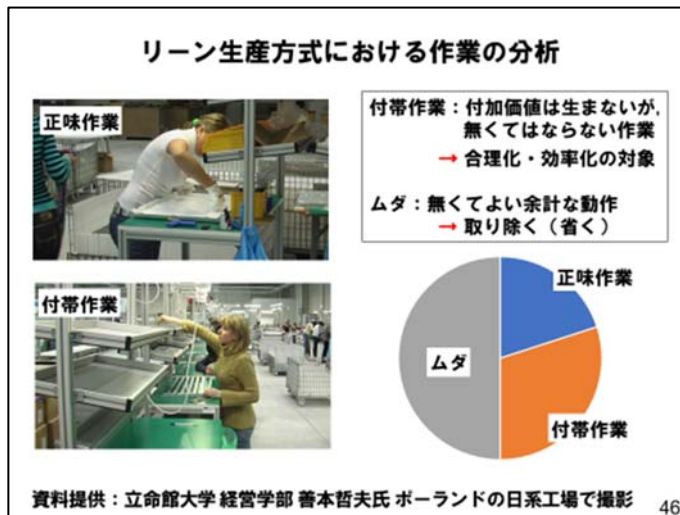


図-43 製造業における作業の分析

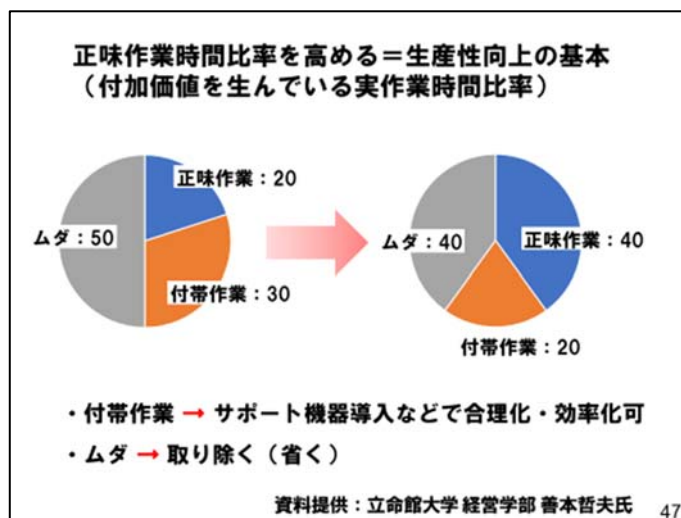


図-44 リーン生産方式における作業の分析

ろというのを分割して、それで生産方式を、より無駄のない形に変えていくというのがリーン生産方式の考え方のようです (図-44)。

こういったことを建設分野にも当てはめようということで、デンマークの人たちは建設作業を分析して、それによってどんな無駄が削減できるのか、あるいは合理化できるのかという議論を行っています。

図-45は、先週、届いた案内なのですが、「Lean Construction Congress」、リーン建設会議と訳せると思いますが、リーン・マネジメントを取り入れた建設改革の会議というのが既に行われようとしています。フィンランドのヘルシンキで来年の5月に行われるようです。このための学会までできています。この分野は、日本は遅れているかもしれません。これらの取組みを注視し、その成果も眺みながら、日本でも取り組んでいく必要があると感じているところです。



図-45 リーン建設会議の案内

ただ、日本は、日本なりのやり方もあるかなと思っています。日本が得意な精緻なマネジメントで無駄を減らす、そういうやり方もあると思っています。図-46は、図-32と同じで、日本のインフラ整備の推移を表わしたグラフです。明治以降、日本の近代インフラ整備では、設計を体系化して、基準を作り、さらに施工のマニュアルを整備して、それ

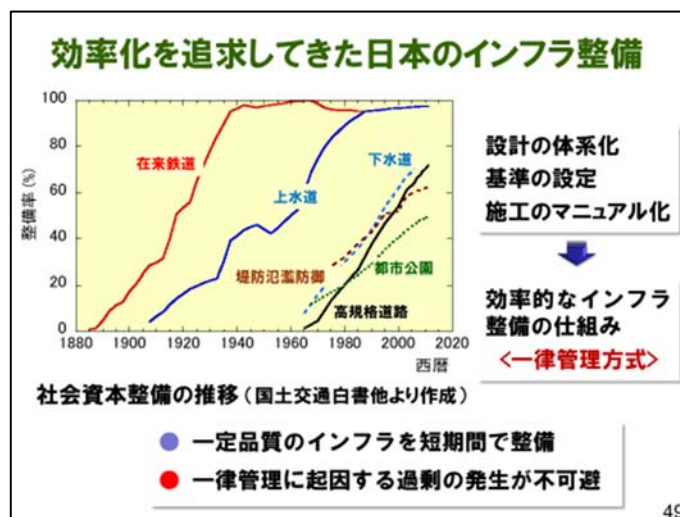


図-46 一律管理方式によるインフラ整備

に従い工事を行えば、効率的にインフラを造ることができる仕組みを確立してきました。一律管理方式といえると思います。そのお陰で、日本は一定品質のインフラを短期間で整備できたということは、先ほども話したとおりです。

ただ、一律管理方式では、過剰の発生を避けることができません。図-47でこのことを説明します。この図は、現場の施工条件や環境が変動することを表しています。建築の作業だと比較的安定しているかもしれませんが、土木の屋外作業では、雨が降ったら工事ができないなど環境条件により作業性が影響を受けます。この図では、施工条件や環境条件が、上は悪い方、下は良い方とすると、

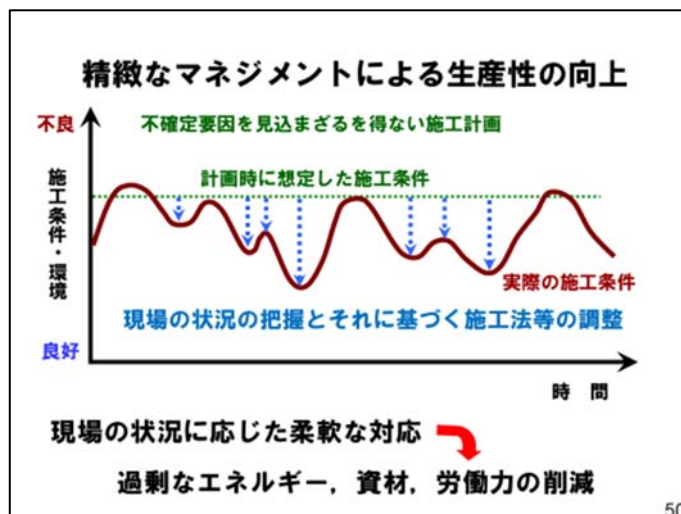


図-47 変動が大きい建設分野の作業条件・環境

悪いときもあれば良いときもあるということを表しています。

施工計画の策定や設計の段階では、多少、条件が悪くても工事ができるようにということで、余裕を見て設計や施工計画を立てます。設計時の安全率というのは、まさしくそのためものです。基礎の設計では、地盤のN値を測って、N値に基づいて許容支持力を求めて、その許容支持力で上に建物を乗せるかということ、そうではなくて、地盤の不均質性や諸々の事情でそれだけの許容支持力を持つことができないかもしれないということで、安全率として3分の1を掛けて、3分の1しか荷重をかけません。これはまさしく典型的な一律管理の方法です。条件が悪いときでも支障を来さないようにということで、余裕をもって設計や施工計画を立てます。

当然、条件が悪いときには、そうやって立てた施工計画や設計でいいのですが、現場の条件や環境は、悪いときばかりではありません。すごく条件が良かったり、環境が良い時は、当初設定した設計や施工条件で工事してしまうと、必要以上にインプットすることになります。それであれば、設計や施工条件と実際の現場とのギャップを、キャッチして、その情報に基づいてインプットするエネルギーや資材、労働力を調整することによって、必要最小限のインプットで所定の工事ができる、そんな仕組みをつくることができるわけです。これが精緻なマネジメントの考え方です（図-47）。

随分前に、こういう考え方で実践した実施工事例があります（図-48、40）。もう20年くらい前の事例で、関西国際空港の埋立て用の土を採取した現場の話です。関西国際空港は海上を埋め立ててつくった空港です。埋立てのための土は、大阪の南の阪南、和歌山の北の加太、淡路島の洲本と、これから紹介する淡路島の北の津名、いまは市町村合併で淡路市になっていますが、この4カ所で山を削って採取しました。この土を土運船で運んで、埋め立てて造ったのが関西国際空港です。

津名の現場では、I期島造成のとき、昭和63年から平成11年の間に2,500万m³、II期島造成のときには11年から14年の3年間で、2,500万m³の土を採取しました。図-50に示すように、山側で土を削って、クラッシャまで持ってきて、砕いた土をベルトコンベアで運んで、土運船に積み込んで関西国際空港まで持って行くという工事です。

図-51が、ここで用いられた機械で、油圧ショベル2台、ホイールローダー2台、これが積み込み機の役割を果たすので、同時に4カ所で土を掘削して、積み込んで、クラッシャまで持っていく、こういう作業を延々繰り返していたわけです。

硬岩が3割、軟岩だけれども、発破じ



図-48 大規模土砂採取プロジェクト



図-49 大規模土工におけるICTの活用



図-50 採土工事のプロセス

のかをすぐに特定して、的確に改善して
いきました。

例えば、これは現場のベンチカットの
様子です。ここでは、10mの高さでベン
チを切っていきました。当時はまだ、い
まみたいな三次元測量技術はなかった
ものですから、現場の管理は 10m×10
m×10m=1,000 m³の土を一つのユニ
ットとして、このユニットの中に、いつ、
どんな機械で掘削したかや、発破のため

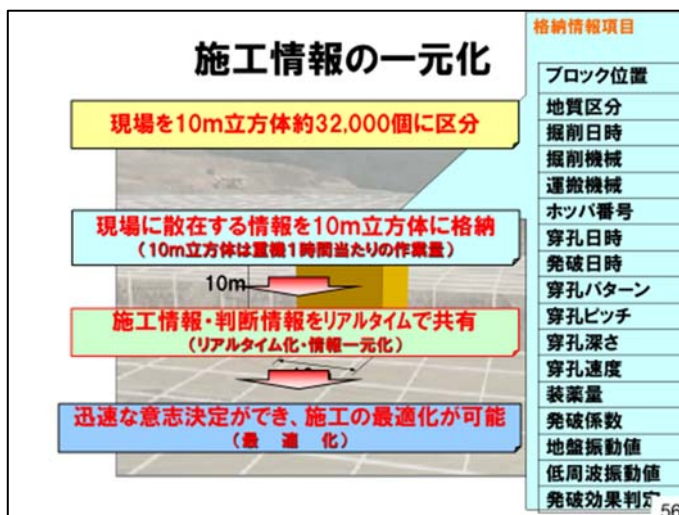


図-53 施工情報の一元管理

の削孔ピッチや薬量をはじめ、施工に関わる様々な情報をストックしていきました (図-53)。い
まだったら、三次元のデータファイルを使えば、もっとスマートにできると思いますが、こういう形
で管理していったわけです。

1,000 m³ということは、実は一つの積み込み機と2~3台のダンプトラックが1時間に処理すること
ができる土の量に相当します。このため1時間に1個、この10m真角のサイコロの土が各採土地から
出てくる、そんなイメージです。これを管理の単位として、データを分析して、柔軟な変更をして行
きました。

例えば、岩盤を掘削するために発破をかける場合、標準値だと、岩盤1m³あたり0.2kgの爆薬を
使います。1ユニット1,000m³を1m³あたり0.2kgの薬量で発破して、崩れた土をダンプに積み込
んで、クラッシャに持って行って処理するわけです。図-54でその説明をします。

先ほど言ったように1,000m³の土を1ユニットとし、A、B、Cという3つのサイトで掘削作業の
データを集めました。それぞれのサイ
トでは、岩盤1m³あたり0.2kgの爆薬
を使いました。発破で崩された土をダ
ンプに積み込んで、クラッシャまで持
って行くのにかかった時間は、Aのサ
イトでは0.75時間、Bのサイトでは
0.85時間、Cのサイトでは0.8時間
でした。先ほど説明したように各サイ
トの土1,000m³は、1時間で処理する量
です。もともと1時間で運ぶことを想定

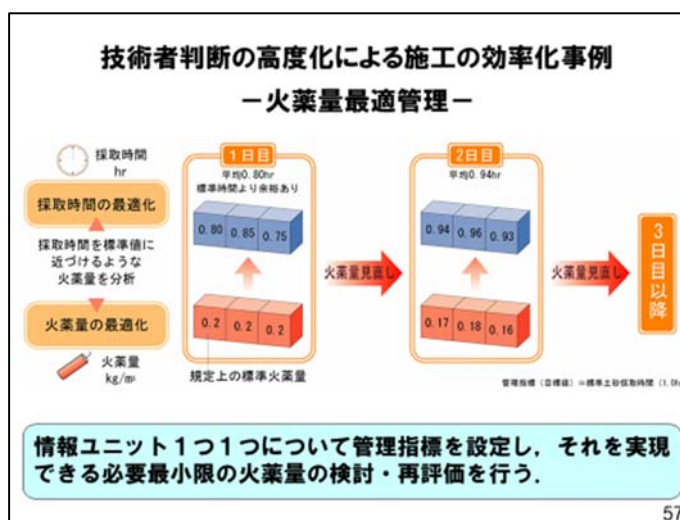


図-54 発破作業の最適化

していたわけですが、実際には0.75とか、0.85とか、0.8時間で運べたわけです。早く運べたからいいではないかと思われるかもしれませんが、実は早く運んでも、クラッシャの能力に限界があるため、結局、クラッシャのホッパの部分に土砂が山積みになって、そこから先、処理が進みません。それであれば、そんなに早く運ばなくて良いということになります。

なぜそんなに早く運べたのということを分析していくと、実は細かく砕き過ぎているので、ダンプに早く積み込むことができているということがわかりました。それであれば、そんなに細かく砕かなくていいよねという話になって、各サイトの運搬時間に合わせて爆薬の量を減らしていきました。その結果、A、B、Cのいずれのサイトでも、ほぼ1時間で土砂を搬出することができました。

このような形で、現場の状況に応じて施工方法を柔軟に見直していったわけですが、図-55は、このシステムの導入効果を現しています。日出荷量で2割増加しました。さらに環境負荷を大幅に削減することに成功しました。クラッシャは目いっぱい使うので、電力量は減っていませんが、重機は必要最小限の使い方をすることにより、燃料消費が25%削減されました。また、発破も、先ほどご説明したように現場の状況に応じて火薬の量を調整した結果、60%も削減することができました。結果として、CO₂の排出量に換算すると、トータルとして約24%の環境負荷を削減することに成功しました。

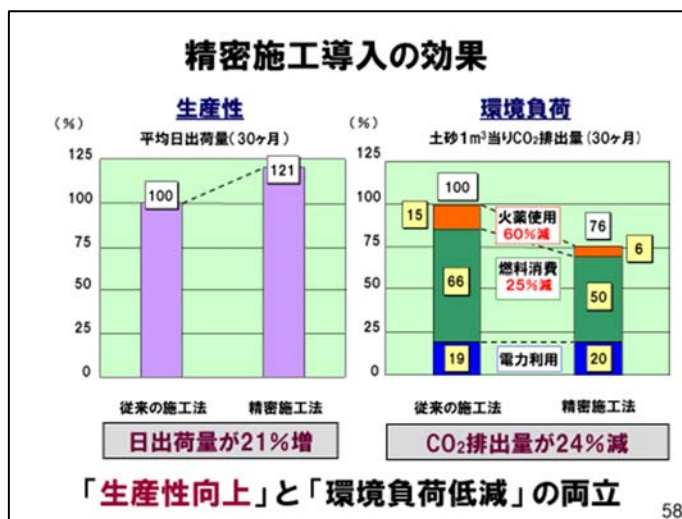


図-55 ICTの導入効果

一般製造業の人たちの集まりで、こういう話をすると、なぜ建設分野はこんなマジックのようなことができるのだと言われます。彼らはCO₂を減らすためには、これまでに乾いた雑巾を絞るようにして努力しておられ、それ以上、CO₂を減らそうと思うと、生産性を下げるか、高いお金を出して省エネ型の機械を新たに導入するしかないわけです。

しかし、建設業は結構、減らすことが

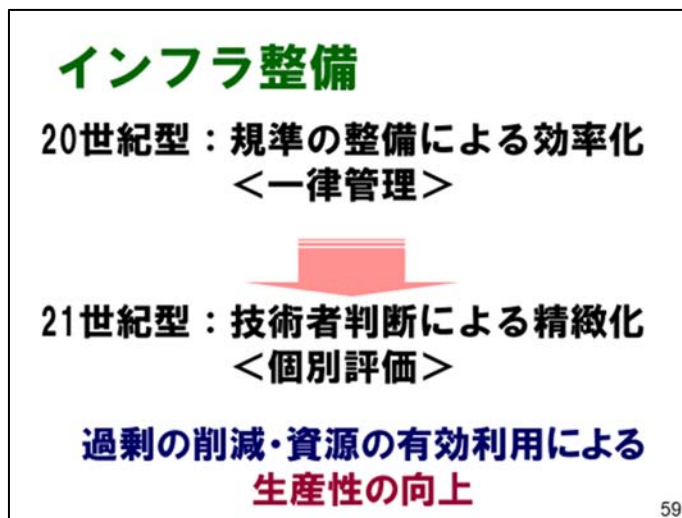


図-56 21世紀型のインフラ整備

できます。それはなぜかという、先ほども言ったように、建設工事では、不確定要因が多いため、余裕を見て、計画や施工方法を決めているので、現場の状況に合わせて、それを柔軟に見直してやれば、生産性向上と環境負荷低減を両立していくことができるということです。

20世紀型のインフラ整備は、先ほど見ていただいたように、一律管理で設計、施工を行ってきました。21世紀型は、決して基準やマニュアルを否定するものではありませんが、基準やマニュアルは標準として押さえつつも、現場の状況に応じて個別に精緻化していく、そんな時代になってくるのではないかなと思っています（図-57）。

例えば、これもよく使う事例ですけれども、牛乳には消費期限というのがあります。あれはすごく判りやすい基準で、牛乳にプリントしてある消費期限を見れば、子供ですら、その牛乳を飲んでいいかどうかわかります。でも、消費期限を1日超えた牛乳が飲めないかという、冷蔵庫に置いておいたら大丈夫でしょうね。夏場、外へ出しておいたらちょっと危ないかもしれませんが、冷蔵庫に入れておいたら、大丈夫でしょう。でも、お店の人は消費期限を超えた牛乳は売れないから、捨てないといけないですね。それはすごくもったいない話で、消費期限を超えた牛乳があったら、センサーで、傷んでいないかとか、味が変わっていないかとか、そういうことを調べて、その結果に応じて、そのまま飲むか、温めて飲むか、加工するか、捨てるかという選択肢ができていったらいいでしょうね。そういった精緻なマネジメントをしていくことによって、過剰を減らして、資源を有効利用していった、生産性を上げていくという方向性を日本の建設業はこれからとっていてもいいのではないかなと思っています。

精緻なマネジメントは、やはり技術者が判断すべきです。技術者が判断するためには何が必要かという、良い情報です。現場の状況に関する質・量とも適切な情報。たくさんある必要はなく、的確な情報が必要であればいいわけです。これまでの経緯に関する情報、将来の見通しに関する情報、インフラだけでなく人口、社会動態、いろんな総合的な情報があって、それに基づいて技術者が適切な判断をできるような仕組みを作っていく必要があると思っています（図-57）。

i-Constructionでは、そういう意味で、コンソーシアムを作って、いろんな情報を共有して総合的に使っていく、というようなことを想定しておられると思います。これも Society 5.0 の一つの形だ

インフラの精緻なマネジメントに向けて

- **精緻なマネジメントには技術者の良い判断が必要**
- **良い判断に必要なものは？**
 - ・ 現状に関する質・量とも適切な情報
 - ・ これまでの経緯に関する情報
 - ・ 将来の見通しに関する情報
 - ・ インフラだけではなく、人口、社会動態など総合的な情報

60

図-57 インフラ整備も精緻なマネジメントに向けて

と思っています (図-58)。

具体的にどのようなことをすべきかという、神戸大学の飯塚先生という人がすでに取り組んでいます。飯塚先生は、土木の解析屋さんなのですが、彼がいまやろうとしているのは、都市の丸ごとシミュレーションです。神戸市なら神戸市を、丸ごとシミュレーションし、阪神大震災のような災害が起こったら何が起こるのかということ、全て精緻に予測して、防災対策や災害が起こったときの対策検討を行うことのできる仕組み作りを行っています (図-59)。

インフラのメンテナンスも同様です。インフラカルテのようなものをつかって、どの時点で、どのインフラが劣化して行くかを、経年変化だけでなく、人口や使い方などの条件を考慮して、長期的なシミュレーションで予測し、それに基づいてメンテナンスの最適化を図る手法の構築に取り組んでいます。

こういうものが高度化していけば、我々はこういう情報を使いながら、より良い判断を行い、精緻なマネジメントができていくのではないかと思います。こういうところを目指していけばいいのかなと思っています。

というのが「無駄の削減・精緻なマネジメント」という話です。ご紹介したように海外ではリーン・マネジメントが動き出しており、日本もこれに取り組んで行くべきだと思いますが、日本はさらに精緻なマネジメントという考え方も取り入れてもいいのではないかと思います。ということで話をさせて頂きました。



図-58 i-Constructionにおける統括的マネジメント

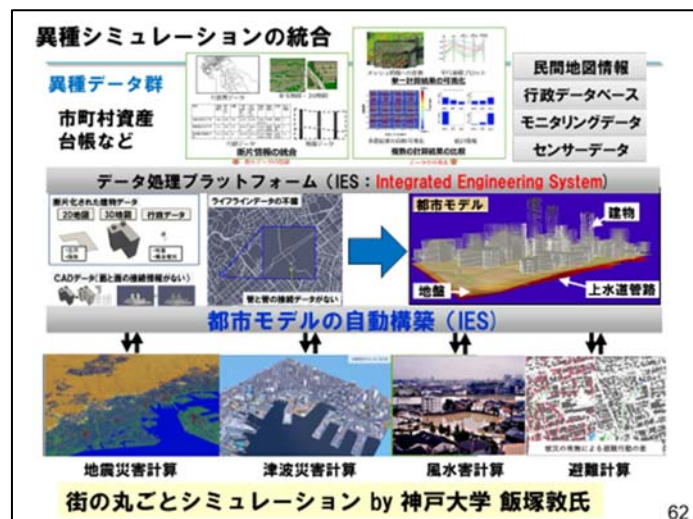


図-59 街の丸ごとシミュレーション

2つ目の方向性は、3D技術を活用して、インフラ整備でもデザイン性を豊富化させましょうという話です。

図-61は、2011年、8年前に、北海道電力の京極ダムの上ダム建設現場を見学させて頂いたときの写真です。夜は、夜間電力を使って上流の上ダムに水を揚げて、昼は上ダムから水を落として発電するという揚水発電用のダムの一部です。貯水池の底にある取水口が水を落とすところだと思うのですが、水をそれこそ一滴でも有効に使うために、滑らかな湾局面で水がスムーズに流れるような形状をつくらうということで、こういう曲線施工を入れられていました。ここでは丁張を使わずに、当時、動き出したばかりのICTを駆使して、三次元施工で行われたという事例です。こういうことができるような時代になってきていると思っています(図-61、62)。

実は我々も2002年に法面の設計で、そういうことを考えていました。道路の法面は画一的で、直線的な形状が多いですよ。これを、真っ直ぐではなくてもいいのではないかと考え、当時、私の研究室に在籍していた修士の木原さんというマスターの学生に、最適な法面形状を考えてもらいました。当然、力学的に安定でなくてはならないので計算で力学的に安定な法面形状を算出してもらったら、凹型形状になりました(図-64)。

建設改革の方向性の視点例

1. 無駄の削減・精緻なマネジメント
2. 3Dの活用：デザイン性の導入
3. 担い手に多様性の積極的導入

63

図-60 建設改革の方向性：デザイン性の導入



図-61 3Dデザインを活かした施工例(京極ダム)



図-62 3Dデザインを活かしたダム建設

富士山だって、横から見ると凹面形状をしています。実は、力学的に安定な形というのは凹型形状なのです。でも、施工上、造り易いから真っ直ぐ切ってしまうのですね。

凹型形状にすると、いろんなメリットがあります。例えば、道路を拡幅するときに、普通だったら、拡幅して、擁壁で支えますから、擁壁が大きくなってしまいます。でも凹型形状にすると、擁壁は、小さくて済みます。

また、図-64に示すように、横断方向だけでなく、道路の縦断方向にも凹凸つけて、そこに木を植えることによって、法面のイメージを変えられるのではないかという議論をしていたのですが、2002年の当時はまだ3DデータとICT施工を使って、こういうことが簡単にできるよという時代ではなかったもので、こういうことが将来できるといいねということで終わっていました。多分、いまの技術を使えば、こういうことも簡単にできるでしょうね。

こういう話を、(株)共栄測量設計社の常田さんが、ずっと以前からされています。常田さんは1993年に「戸倉宿キティーパーク」という公園を造られたのですが、そのときに曲線、曲面の設計を随分入れられて、景観に優れた、ユニークな公園に仕上げられました(図-65)。

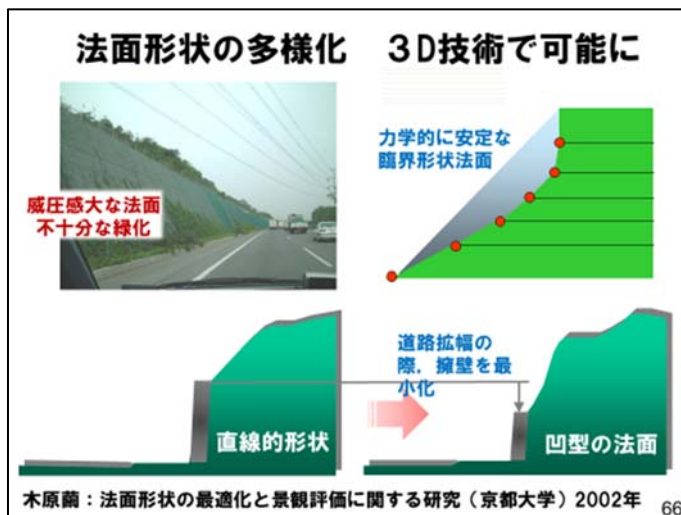


図-63 凹型法面形状の提案

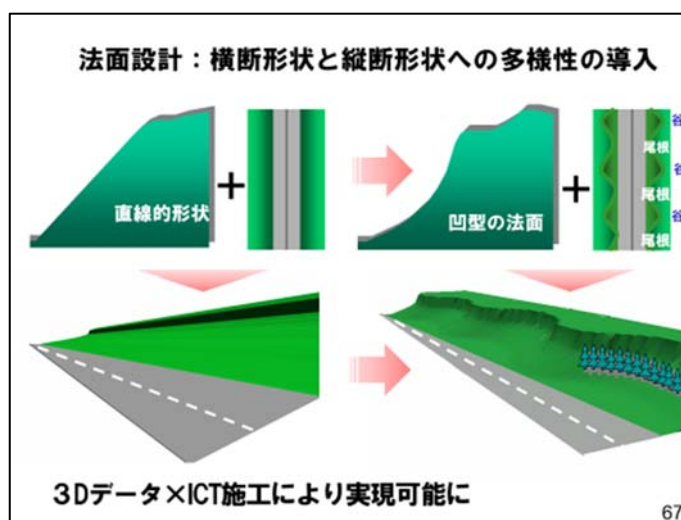


図-64 景観を考慮した法面デザイン

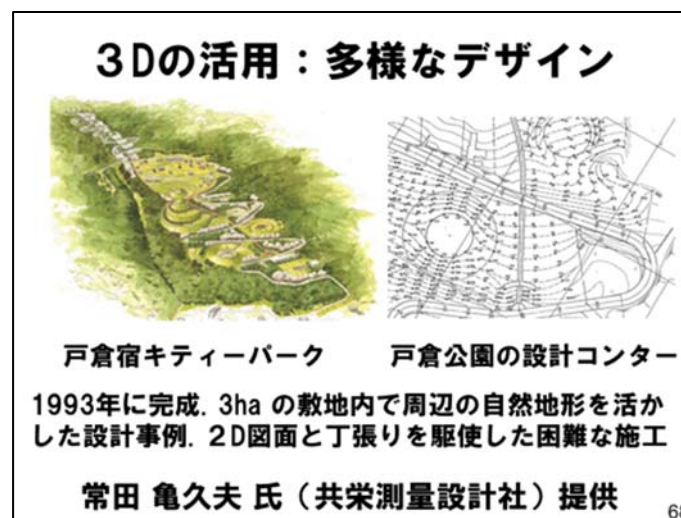


図-65 戸倉公園のデザイン性

当時は、いまの3Dなどの技術はなかったもので、随分、苦労されたようです。図面を一枚一枚起こしながら、各断面の横断面図、縦断面図を作り、それに基づいて丁張を打って、苦労して工事をしたという話をされていました。

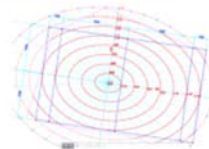
局面の施工を行うために、自分で「E三」という独自のマシンガイダンスのシステムを開発されました。これも使いながら、複雑な出来形の施工を成し遂げられました(図-66)。

最近では、図-67に示すように、道路デザイン指針でも、自然との共生を目指すアースデザインの考え方が提唱されてきています。インフラ構造物は、機能優先で、画一的になりがちですが、3Dで様々な形につくることができるようになってきましたので、デザイン性をもっと入れていってもいいのではと思っています。

図-68は、何かお判かりになりますか。実は、滋賀の甲賀市というところにある青土ダム、ロックフィルダムの一部なのですが(図-69)、このダムの常用洪水吐です。常用洪水吐が、写真のようなロート状の形をしていて、ここに流れ落ちる水は白滝の様相を呈して、非常にきれいな景観を見せてくれています。

このダムができたのは1988年ですから、当時は、まだ3Dの設計方法などなかった時代だと思います。このため、当

ICT施工(E三)の導入による3D施工

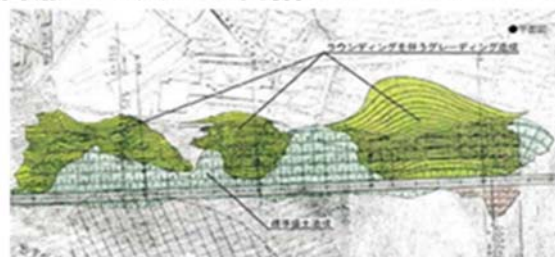


常田 亀久夫 氏(共栄測量設計社)提供

69

図-66 自家製MGマシンによる3D施工

自然との共生を目指すアースデザイン



通常的一定勾配 ラウンディング 背後の山地形に合わせた起伏つけと緑化
国土交通省：道路デザイン指針とその解説 2016年

70

図-67 景観性を重視した道路デザイン指針



71

図-68 デザイン性を重視したダムの常用洪水吐

時の技術者の方々は、二次元の図面を駆使して、随分苦勞してつくられたと想像しています。3Dの設計や施工方法を活用すると、こういう複雑な構造物も自由に造っていくことができるようになります。

これからのインフラは、デザイン的にももっとユニークな要素を入れていってもいいのではないかと考えています。というのが二つ目の方向性です。



図-69 デザイン性を重視した青土ダム

三つ目は、「担い手に多様性の積極的導入」の話です。この話はいろんなところで紹介させていただいていますので、何度も聞いていただいた方もおいでになると思うのですが、これは大分県の(株) KOISHI という測量会社さんの話です。ここの社長さん、すごくおもしろい方で、昔から先進的な測量技術を取り入れて、新しい測量をやっておられます (図-70)。



図-70 担い手の多様化事例 (KOISHI)

ここの社員さんの半分ぐらいは女性です。かつ、その多くが地元のお母さん方なのです。子供さんが小学校へ上がって、子育てから少し手が空いたお母さん方に集まってもらって、CADを覚えてもらい、この人たちに仕事をしてもらっているのです。みんなが、3D CADを使えるようになるかという、そうでもないだろうと思いますが、結構、使える方もおられるようです。

これまでだと、現場で技術者の人が測量し、現場が終わると事務所へ帰って、そのデータを整理して、自分でデータセットを作らないといけなかったのですが、いまでは、事務所でのデータの整理やデータセットの作成は、このお母さん方がしてくれるようになりました。このため、技術者の人は、浮いた時間を使って、さらに多くの現場を見るとか、あるいは現場をより深く見ることができるようになったわけです。結果として、会社全体として生産性が上がっていったわけです。

このお母さん方というのは、いままで決して建設に関わることはなかった人たちです。でもICT

というツールを入れることによって、この人たちも建設というフィールドで仕事をして貰えるようになったということです。

さらに、ICTを活用すると、いろいろな人が建設に入ってこられます。これは最近、接した中では一番おもしろい事例です。図-71は名古屋の屋根工事屋さんの話です。瓦屋さんです。屋根工事というのは、職人さんが行います。例えば「自宅の屋根を葺き替えてくれ。」とお願いしたら、職人さんが来て、屋根の寸法を測り、瓦の枚数を計算して、瓦を発注して、瓦が来たら、それを持って上がって瓦を並べていきます。

屋根の端で、瓦が合わない箇所は、瓦を切らなければなりません。そういう作業を全部、職人さんがやります。高所の作業で非常に危険です。結構、過酷な仕事でもあるので、後継者のなり手がなくて、課題が多い職種です。かつ、職人さんが全部やるものですから、一つの屋根を葺くのに、結構、時間がかかります。災害や何かで屋根が傷んで、「葺き替えてくれ。」と言っても、なかなか修理に来てくれません。下手したら、1年ぐらい待たなければならず、ブルーシートが掛かったままの家もあります。あれは、こういう事情があるからです。

このままではやっていけないということで、この瓦屋さんでは、仕事のやり方を替えられました。図-72にその方法を示します。まず屋根の測量はドローンを使って行います。ドローンを上げて、屋根の上から写真測量の原理で三次元測量するわけです。ドローンを使えないときは、何か他の方法で上空から測量して、三次元測量します。

このままではやっていけないということで、この瓦屋さんでは、仕事のやり方を替えられました。図-72にその方法を示します。まず屋根の測量はドローンを使って行います。ドローンを上げて、屋根の上から写真測量の原理で三次元測量するわけです。ドローンを使えないときは、何か他の方法で上空から測量して、三次元測量します。

屋根の三次元データがわかると、次に、その屋根の上に、3D CADを使って、瓦を一枚一枚並べていくシミュレーションを行います。そうすると、どの形のどの大きさの瓦が何枚要るか、端の部分

3. 多様性の重視 事例②：屋根工事



高所での作業，職人の高齢化と後継者不足，低迷する生産性，……課題の多い

(株)マツザワ瓦店（名古屋市）の取り組み

設 立：昭和23年，平成9年株式会社
事業登録：屋根工事業，建築工事業
資 本 金：2,900万円



75

図-71 職人に依存する屋根工事

屋根工事における i-Construction

ドローン等を用いた3D測量 → 3D CAD → プレカット作業 → 屋根上作業



**図面調達 (新築)
現地測量 (葺替、
災害復旧)**

3Dデータによる設計・施工計画・積算

材料の加工

工事

76

図-72 担い手の多様化による新しい屋根工事

はどう切らないといけないのか、全部データとして出てきます。そうすると、瓦を事前に工場で所定の形に切断しておくことができます。このようにして完璧に準備した瓦のセットを屋根の上を持って上がり、最後は職人さんが瓦を並べて葺くわけです。

この方法だと、職人さんの仕事は最後の瓦を葺くところだけです。その他の仕事は、他の人が全部やってくれます。ドローン測量はドローンが得意な人がやります。材料の加工は障害者の人を雇ってやってもらっているそうです。障害者の方は、こう切ってくださいというと、きれいにきっちり仕事をしてくれるそうです。

あと、CADは、実はCADオペレータは、日本では不足しています。雇用できたとしても、コストがかかりがちです。そこでこの会社では、フィリピンに学校を作り、CADオペレータを養成して、そこで仕事をしています。なぜフィリピンかというと、フィリピンの人は英語が話せます。CADのソフトは、海外のソフトが多いのですが、それらのマニュアルは英語で書かれています。英語で勉強したほうが圧倒的に早くCADを覚えることができ、うまく使えます。日本語のマニュアルもあるのですが、全部ある和訳されているわけでもありません。このため、日本語で勉強するよりも英語で勉強するほうが効率が良いということが判ってきて、フィリピンの高校を出た生徒たちにCADを教えて、向こうでシミュレーションのデータを作って、それを送ってもらっています。

フィリピンのCADオペレータであったり、障害者の人であったり、この人たちは、これまで屋根工事に全く関わっていなかった人たちです。これもICTを使うことによって、新たな担い手を確保して、仕事の方法を替えることに成功した事例です。

さらに日本のローカルの企業の中には、日本の学校に留学している外国人留学生を雇用するところ

が、出てきています。図-73は、アブドゥさんというエジプトの人なのですが、日本に留学していて、そのまま愛知県小牧市の可児建設(株)というところに就職されました。この横にいる人達は、インドネシアの人なのですが、インターンシップを含めると、常時、2、3人の外国人がいます。なぜ、この会社は、外国人を雇ったかという、彼らは日本人よりも優れたところがあるからです。この人たちに、日本人と同じように「現場に行っ



図-73 外国人技術者が活躍する地方企業

流畅ではないし、日本人の技術者と同じ仕事をして貰おうと思ったらうまくできないかもしれませんが、この人たちは、コンピューターのスキルに異様に長けています。

海外の学生さんの中には、CADを使える人が多いようです。日本に来る前にCADを覚えてきている人が多いようです。CADが使えて、かつPCを非常にうまく使います。かつ英語ができるので、検索能力たるや、すごい能力を発揮します。例えば、「こういうデータ処理をしておいて。」と依頼したら、ネット検索で使いやすいフリーのソフトを探してきて、あっという間に華麗に処理した結果を出してくれます。

インターネット検索というのは、英語でやるほうが日本語でやるより、遙かに豊富な情報が集まります。何百倍、何千倍という、良い情報を集められます。彼らは、そういう情報をうまく使って様々なデータを処理することができます。アブドゥさんもそういう形で仕事をしてれています。

PC関係の仕事を彼がやって、ほかの現場の仕事は日本人の人たちがやる。そういう分業体制をとることによって、会社としては、いままでできなかったことができるようになってきているようです。これも、ICTを使って、新しい方法を取り入れることによって、いままで関わってこなかった人たちに仕事をしてもらえようような仕組みを作っている事例です。

このほか、建設関係のローカルの企業さんでは、実習生を受け入れて、働いてもらっているところが出てきています。いま、巷でニュースになっているような技能実習生をこき使ってどうこうという話ではなくて、本当にいい仕事をしてもらうことにより、有能な実習生がその会社に就職したいと思うような事例も増えてきているようです。望ましい関係を実にうまく作っておられます。

多様な担い手確保に関して、これまでお話した内容をイメージとして表すと図-74のような感じ

です。いままで技術者・専門工・作業員の人たちがやっていた仕事のうち、一部はICTを取り入れることによって省力化できますが、それとともに、ICTを使うことによって、いままで建設に関わらなかった人たちにも仕事を担ってもらえるようになったということです。そうすると、本来、必要な仕事は技術者・専門工・作業員の人たちにやって貰わなければいけないのですけれども、その人たちにやって貰える仕事

というのは、大幅に減らしていくことができます。そういう意味で、ジェンダーとか、国籍とか、年

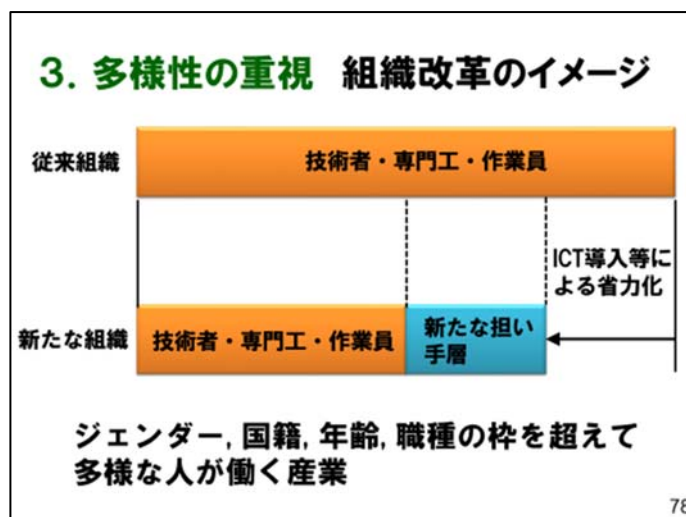


図-74 担い手の多様化による組織改革

年齢とか、職種の枠を超えて、いろんな人たちが働く産業に変わっていくべきだなと思っています。

「次世代の建設の理想像」を改めて示させていただきますと、図-75のように最前線の現場レベルから、総合的な建設システムまで、様々なレベルでいろんなイノベーションが起こる、そういう産業になっていくべきだと思っています。誰もが一段上を目指して試行する産業、失敗を責めるよりも挑戦を評価する産業になってほしい。異分野とのコラボレーションを積極的に推進して、多様性を重視

する産業。さらに、最後にご紹介したように、ジェンダー、国籍、年齢、職種などの枠を超えて、いろんな人たちが生き生きと働く、そういうダイバーシティあふれる産業に、建設業はなってほしいと思っています。

皆さんが次の建設システムを作っていかれると思います。ぜひ、いろんなトライアルをして、次の建設をつくって頂きたいと思います。ということで、私の話はこれで終わらせていただこうと思います。御清聴、どうもありがとうございました（図-76）。

次世代の建設の理想像

- ・ 最前線の現場レベルから総合的な建設システムのレベルまで、さまざまなイノベーションが試行される産業
- ・ 誰もが一段上を目指して試行する産業
- ・ 失敗を責めるよりも挑戦を評価する産業
- ・ 異分野とのコラボを積極的に推進する多様性の重視の産業
- ・ ジェンダー、国籍、年齢、職種の枠を超えて多様な人が働くダイバーシティ溢れる産業

79

図-75 次世代建設の理想像（私見）

次世代の建設生産システムを 創るのは皆様です。

80

図-76 おわりに