

CIMやi-Constructionが目指すもの ～建設生産性「革命」への序章～

一般社団法人日本建設業連合会 土木本部インフラ再生委員会技術部会

すぎうら しんや
杉浦 伸哉（大林組）

1. はじめに

日本建設業連合会（以下、日建連）の前身にあたる、日本土木工業協会（以下、土工協）において「CALS推進計画」を策定したのが1995年である。また同年、国土交通省（当時は建設省）においても国の施策に合わせ「公共事業支援統合情報システム研究会」が立ち上げられた。このような流れを受け、土工協では1995年から公共工事における生産システムの最適化を見据えた活動を行ってきた。

当時の活動を振り返ると、海外の取り組み事例の調査を基に、公共事業における情報システムの最適な活用方法、情報インフラ基盤、書類の統一化、建設資材のコード化、入札システムの構築、将来あるべき姿などについて検討し、その成果を報告書としてとりまとめ公表していた。

筆者は、これらの活動の初期段階から現在に至るまで参画しているが、20年前から一貫して追求めていた姿は、建設業における「生産性向上」を実現させるため、情報技術というツールをどのように利活用していくかであったと思う。

それから20年が経過した現在、建設事業の様々な変遷の中で、CALS/ECからの流れを受けた「CIM」や「i-Construction」というキーワードが、

真に「建設生産性向上」に資する取り組みとして開花するのか、あるいは、ただのかけ声だけの取り組みになってしまうのか、ここにきて大きな変革点に差し掛かっているような気がする。

本稿では、これまでの建設業における「生産性向上」の変遷を踏まえ、今後、日建連として、また建設産業全体としての向かうべき方向性を示すことができればと思う。

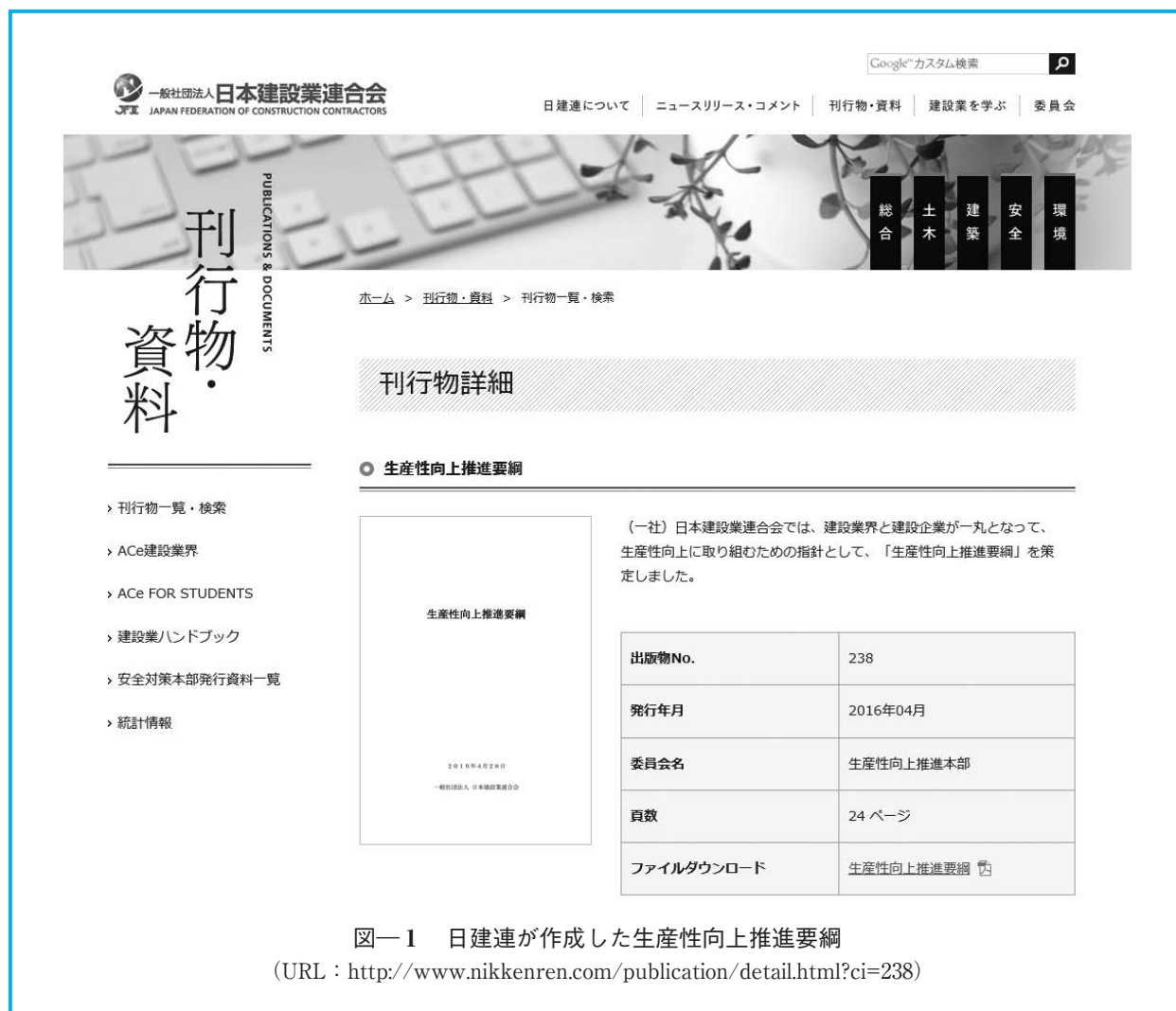
2. 日建連が目指すもの

日建連では、2016年（平成28年）4月28日に「生産性向上推進要綱」を公開した（図－1）。

この要綱には、我々建設産業としての構造的な問題点や課題をあげており、その課題への解決策として、土木分野においては、「コンクリート工の効率化」「ICTの活用」「書類削減による業務効率化」「適切な工期設定と工程管理」の4本柱を掲げている。

このような要綱を策定しなければいけない背景は、ご承知のとおり、生産人口の減少である。建設技能者の人口は、2014年時点で343万人であるが、他産業に比べ極端な高齢化が進んでおり、今後10年で128万人の大量離職者が発生すると日建連では試算している。

また日建連は、これから訪れる建設技能者の大



図一 1 日建連が作成した生産性向上推進要綱

(URL : <http://www.nikkenren.com/publication/detail.html?ci=238>)

量離職時代を乗り越え、未来につながる生産体制を維持するためには、90万人の若手を中心とした新規入職者の確保と35万人の省人化を業界全体が一丸となって達成する必要があると述べている。

この中の「35万人の省人化」については、すでに各企業が自助努力で行っている生産性向上だけでは、達成するのが非常に難しい状況にあり、今まさに、企業間の垣根を超え、業界として真剣に「省人化」へ取り組んでいく必要がある。

このような背景を踏まえ、今までのようなCALS/ECから声高に説いてきた情報基盤やICTの活用による建設生産活動の効率化は、さらにその実施を突き進め、真剣に取り組まなければならない中心的な活動として注目されている。

併せて、国土交通省の「i-Construction」の内、「ICTの全面的な活用 (ICT土工)」と「全体最適

の導入 (コンクリート工の規格の標準化)」「施工時期の平準化」の3つをトップランナー施策としてあげているが、本稿では特にその中の「ICTの全面的な活用 (ICT土工)」についての具体的な取り組みと効果について記していきたい。

3. ICTの全面的な活用 (ICT土工)

国土交通省が昨年11月に出した「i-Construction」の内、この「ICTの全面的な活用」とは具体的に何をする事なのか。また、ICTの全面的な活用が、どの程度生産性向上に寄与するのか、日建連の具体事例を紹介しながら、その効果の一例を紹介する。

(1) CIMへの取り組み

日建連では、2013年からインフラ再生委員会の下に設置した技術部会において、施工段階におけるCIMの活用と普及拡大に向けた活動を行ってきた。

CIMについては、まず設計段階から施工段階に至るまでの利用を進め、最終的に維持管理段階における活用も視野に入れた建設生産活動のマネジメントツールとして、国土交通省を中心に期待されている。日建連としては、主に施工段階における活用についての議論が行われており、各社の取り組み事例の収集とそのツールの活用促進に向けた活動が行われている。

また、日建連会員企業が実際の工事においてCIMを活用した事例をとりまとめた「施工CIM事例集」を2015年より作成・公表しており、2016年の事例集では48事例がまとめられている(図—2)。

この中で、施工段階における取り組みとして、山岳トンネルの事例を紹介する。

山岳トンネル工事においては、事前の設計段階における設計情報だけでは、実際の施工は難しい状況にある。例えば、現状では実際の地盤情報が少ない中で想定された設計しかできていないため、施工段階で得られる切羽情報を基に、次の地盤情報を予測しながら、当初設計と併せて、施工方法を検討していかなければならない。

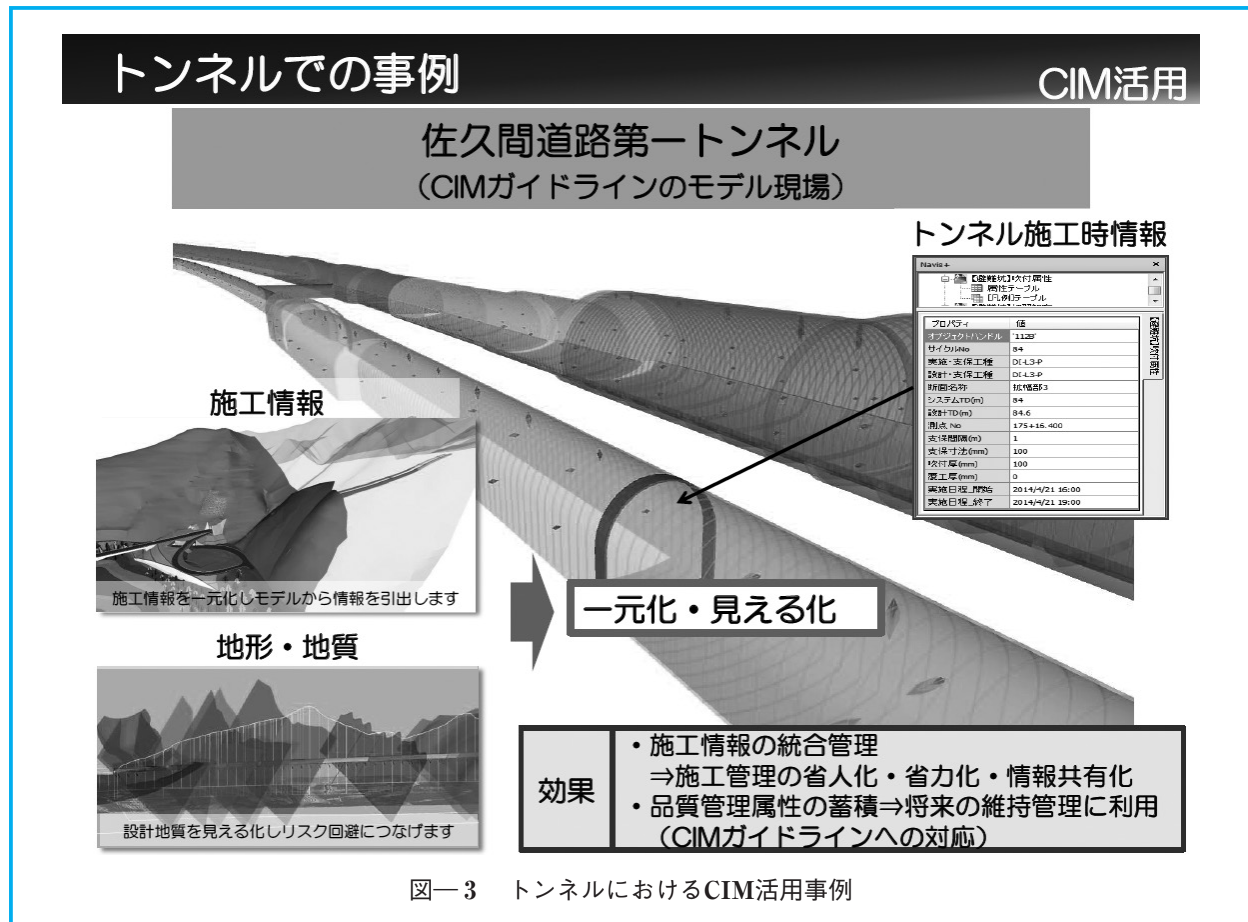
そのために、現状の地層を把握し、今までの応力偏位などの情報を見ながら、全体地形を考慮して、設計段階で与えられている地層情報などを全体一元化し検討を進めることが施工を進める上で重要な要素となっている。併せて、これらの情報を一元化して発注者との協議を実施するが、従来はこれらの情報を2次元図面やグラフ、写真など多くの情報を打ち合わせの担当者がそれぞれ想像



図—2 施工CIM事例集 (2016)

(URL : <http://www.nikkenren.com/publication/detail.html?ci=239>)

出版物No.	239
発行年月	2016年05月
委員会名	インフラ再生委員会 技術部会
頁数	97 ページ
ファイルダウンロード	2016施工CIM事例集 



しながら話を進めていた。そのため、互いの意思疎通に時間がかかるだけでなく、同じ状況を各自の頭の中で形作っているため、合意形成までに時間がかかっていた。このような状況を改善するため、図—3のような取り組みを実施し、施工に必要な情報を3次元モデルに一元集約し、施工管理を行った。

効果としては施工情報を統合管理することにより、より正確な情報共有が行われ、それまで発注者で行ってきた定例会議の時間（2～3時間）が約半分の時間（1～1.5時間）で終わらせることができるようになった（写真—1）。

このような効果を体感しながら、CIMが実際の施工で使える状況にあるかを確認しながら進めてきた。また、トンネルでは新たな取り組みとして、施工段階の上流である設計段階においてこの施工モデルを開示しながら、建設コンサルタント協会との意見交換などを行ってきた。

施工段階において利用しているCIMを通じて、



写真—1 発注者との定例打ち合わせで
CIMデータを活用

設計段階におけるデータ構築方法やモデル作成方法などを打ち合わせし、施工から設計へのCIM活用におけるフィードバックを実施していた。この活動が2014年に発足した産学官CIMにも影響を与え、CIMガイドライン構築へと流れをつくった。

このような活動を通じ、日建連として、CIMを活用することによる生産性向上のポイントを今後

も事例を分析しながら進めていく予定である。

(2) 情報化施工 (ICT土工) の取り組み

土工事におけるCIM活用フェーズ(図一4)は、CIMへの取り組みと併せて積極的に展開されてきた。

従来土工事では、定期的に測量を実施し、施工の出来高数量(土量管理)や既済検査などで出来形確認(形状管理)を行ってきた。

測量にかかる人と時間、測量した結果をまとめる時間など、結果を出すまでには時間を要することが多かったが、このツールを活用することで、施工面積にもよるが、測量にかかる人工が約75%も削減された事例もある(図一5)。

このUAVを活用した省人化については、2015年11月に国土交通省が提唱したi-Constructionの中のICT土工においても積極的に取り上げられており、この実施のために新規や改訂といった新しい基準類が整備されたものにも積極的に掲載されている(図一6)。

UAVというツールを使い、省人化が図られることは、日建連でもすでに多くの企業が導入し実



図一5 出来高数量を算出するためにかかる人工比較

施していることから明らかであり、今後さらなる導入が促進されると思われる。

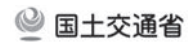
また、ICT重機を積極的に利用することにより施工性が向上され、法面整形にかかる施工時間が約半分で済んだ事例もある(図一7)。

ICT建機の積極展開はUAVなどのツールと併せ必要な省人化ツールとして、さらに導入が進むと思われる。



図一4 UAVを活用した出来高数量確認と出来形確認

新たに導入する15の新基準及び積算基準



	名称	新規	改訂	本文参照先(URL)
調査測量設計	1 UAVを用いた公共測量マニュアル(案)	○		http://psgs2.gsi.go.jp/koukyou/public/uav/index.html
	2 電子納品要領(工事及び設計)		○	http://www.cals-ed.go.jp/cr_point/ http://www.cals-ed.go.jp/cr_guideline/
	3 3次元設計データ交換標準(同運用ガイドラインを含む)	○		http://www.nlim.go.jp/lab/qbg/bunya/cals/design.html
施工	4 ICTの全面的な活用(ICT土工)の推進に関する実施方針	○		http://www.mlit.go.jp/common/001124407.pdf
	5 土木工事施工管理基準(案)(出来形管理基準及び規格値)		○	http://www.mlit.go.jp/tec/sekisan/sekou/pdf/280330kouji_sekoukanrikijun01.pdf
	6 土木工事数量算出要領(案)(施工履歴データによる土工の出来高算出要領(案)を含む)	○	○	http://www.nlim.go.jp/lab/pbg/theme/theme2/sr/suryo.htm http://www.mlit.go.jp/common/001124406.pdf
	7 土木工事共通仕様書 施工管理関係書類(帳票:出来形合否判定総括表)	○		http://www.nlim.go.jp/japanese/standard/form/index.html
	8 空中写真測量(無人航空機)を用いた出来形管理要領(土工編)(案)	○		http://www.mlit.go.jp/common/001124402.pdf
	9 レーザースキャナーを用いた出来形管理要領(土工編)(案)	○		http://www.mlit.go.jp/common/001124404.pdf
検査	10 地方整備局土木工事検査技術基準(案)		○	http://www.mlit.go.jp/tec/sekisan/sekou.html
	11 既済部分検査技術基準(案)及び同解説		○	http://www.mlit.go.jp/tec/sekisan/sekou.html
	12 部分払における出来高取扱方法(案)		○	http://www.mlit.go.jp/tec/sekisan/sekou.html
	13 空中写真測量(無人航空機)を用いた出来形管理の監督・検査要領(土工編)(案)	○		http://www.mlit.go.jp/common/001124403.pdf
	14 レーザースキャナーを用いた出来形管理の監督・検査要領(土工編)(案)	○		http://www.mlit.go.jp/common/001124405.pdf
	15 工事成績評定要領の運用について		○	http://www.mlit.go.jp/tec/sekisan/sekou.html
積算基準	ICT活用工事積算要領	○		http://www.mlit.go.jp/common/001124408.pdf

図一6 国土交通省が打ち出したi-ConstructionのICT土工を実施するための15基準

4. 課題から見える「カイゼン」

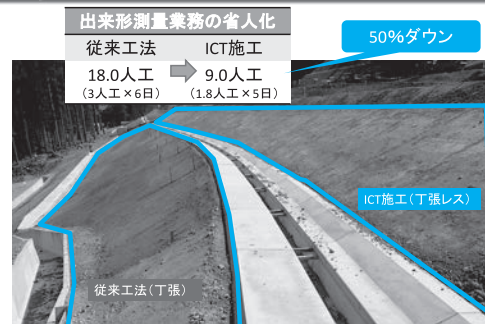
CIMもi-ConstructionにおけるICT土工についても、目的は「生産性向上」である。日建連としても、これらの目的を達成するために必要な企業努力を行っているが、その効果をさらに上げるために、今回、国土交通省が実施した基準類の新設や改訂は非常に重要な取り組みであったと思われる。

まさに、今回の官民挙げての生産性向上への取り組みについての本気度がうかがえる対応であったが、その一方で基準類のすべてに「カイゼン」点がないわけではないと思われる。

たとえば、出来形管理を実施する上で、15の基準の内、8番目に掲載されている「空中写真測量(無人航空機)を用いた出来形管理要領(土工編)」を確認いただきたい。

空中写真測量を実施する場合の仕様として、利

MG(マシンガイダンス)の導入効果



図一7 ICT建機を利用した法面施工の省人化例

用するデジタルカメラの計測性能が「地上解像度1cm/画素以内」で、撮影時に留意する事項としては、「進行方向のラップ率90%以上」と規定されている(図一8)。

従来の実施方法とi-Constructionの規定に沿

て実施した方法を比較したのが表—1である。この表からもわかるとおり、従来方法と本規定による方法を比較して、作業時間で約9倍、写真枚数では約10倍の差がある。

この時間の差が精度にどのくらい影響を与えるかという観点で実施した結果は表—2である。

これを見てもわかるとおり、実際の精度検証に

おいては、従来方法と差はほとんどなく、i-Constructionで規定された実施方法では、生産性向上が難しい。

あくまでも一例ではあるが、これらのデータを基に、以後発注者とどのように協議を進め、考え方や実施方法について「カイゼン」を希望していくかが、日建連としても重要な取り組みだと思われる。

UAV出来形管理要領抜粋

空中写真測量（無人航空機）を用いた
出来形管理要領（土工編）
（案）

平成28年3月

国土交通省

1-2-2 UAVの性能とデジタルカメラの計測性能及び精度管理

空中写真測量（UAV）による出来形計測で利用するUAVおよびデジタルカメラは、下記の測定精度と同等以上の計測性能を有し、適正な精度管理が行われている機器であること。受注者は、本管理要領に基づいて出来形管理を行う場合は、利用するUAVおよびデジタルカメラの性能について監督職員に提出すること。以下に、UAVおよびデジタルカメラの性能基準を示す。

計測性能：地上画素寸法が1cm／画素以内
測定精度：±5cm以内
（カタログ記載に加え、第2編 第4章 精度確認試験による現場確認を行うこと）

1) 撮影計画立案時の留意点

進行方向のラップ率は90パーセント以上とすること。
隣接コースとのラップ率は60パーセント以上とすること。
対地高度は、50m程度とし、地上画素寸法は1cm／画素以下とすること。
高低差があり、等高度での一度の撮影では、モデル全体の地上画素寸法が確保できない場合は、飛行を数回に分けることを検討すること。

図—8 出来形管理要領からUAV活用時のデジタルカメラ性能や撮影方法の記載内容

表—1 従来実施方法とi-Constructionの規定を実施した場合の比較表

UAV出来形管理要領比較

フライト比較

	飛行高度	焦点距離	地上解像度	ラップ率	飛行速度	飛行時間	作業時間	写真枚数
従来実施	60m	16mm	2cm	80-60%	5m/s	約3分	約10分	約160枚
iCon対応	60m	30mm	1cm	90-60%	1m/s	約30分	約90分	約1000枚

※1フライト15分程度としているため、iCon対応フライトは3回に分けて実施

解析比較

	対象面積	概略解析	基準点検証	本解析	計
従来標準	約2.5ha	0.5h	0.5h	0.2h	1.2h
iCon対応	約2.5ha	4.5h	2h	4.5h	11.0h

表―2 検証点での従来方法とi-Constructionの規定を実施した場合の比較表

解析結果比較 (検証点)

【検証点】

空中写真によって取得した位置座標の計測精度を確認するために必要となる位置座標を持つ点であり、基準点あるいは、工事基準点上といった既設点や、基準点および工事基準点を用いて測量した座標値を用いる。空中写真測量 (UAV) の計測精度を確認するために、検証点における空中写真測量の算出結果と真値となる既知点あるいは測量した座標値を比較する。なお、検証点は、空中写真測量から得られる位置座標の確認に利用するため、空中写真測量の標定点として利用しない点である。

精度比較 (検証点①)

	X	Y	H	dH
現場実測	86594.195	-82131.450	46.428	
従来実施	86594.196	-82131.426	46.436	0.008
i-Conフライト	86594.176	-82131.446	46.434	0.006

精度比較 (検証点②)

	X	Y	H	dH
現場実測	86587.838	-82174.96	48.082	
従来実施	86587.828	-82174.958	48.075	0.007
i-Conフライト	86587.890	-82174.982	48.121	0.039

ここで少し補足するが、文中の「カイゼン」をあえてカタカナ表記にしているのは、「改善」は悪いことを良くする意味で、「カイゼン」とは今できることをさらに良くするという意味で使い分けているためである。

今回、国土交通省が提唱したi-Constructionは、まさにこの「カイゼン」を全面的に打ち出した取り組みであり、生産性向上をさらに高めるため、産業界からの意見を積極的に聞き入れる体制がとられていると思う。

今回課題としてあげた部分も、実データを提示しながら、産と官が互いの目的を共有しながら、さらに良い方向に向かうことを期待している。

5. おわりに

生産性向上への取り組みが産業界だけではなく

官も真剣であることは、今回のi-Constructionにおける一連の取り組みを見ても明らかである。我々建設業は、今まさに転換期を迎えており、さらなるスピード感を持って生産性向上に資するための取り組みを推進していく必要がある。

そのためには、従来の概念を払拭し、新しいことへの飽くなき挑戦を進めることが重要である。本稿のタイトルを「建設生産性向上」とするのではなく、建設生産性「革命」と題したのは、まさにこの飽くなき挑戦への闘いを表現したかったからに他ならない。

この挑戦は、建設業界自らへの挑戦でもある。

今、まさに未来への一歩が踏み出された。50年後、100年後の未来が良き未来となることを祈り、本稿を終える。