

建設生産プロセスにおけるICTの全面的な活用 ～i-Constructionの取り組みの展開について～

国土交通省 国土技術政策総合研究所
社会資本マネジメント研究センター
社会資本施工高度化研究室長 森川博邦

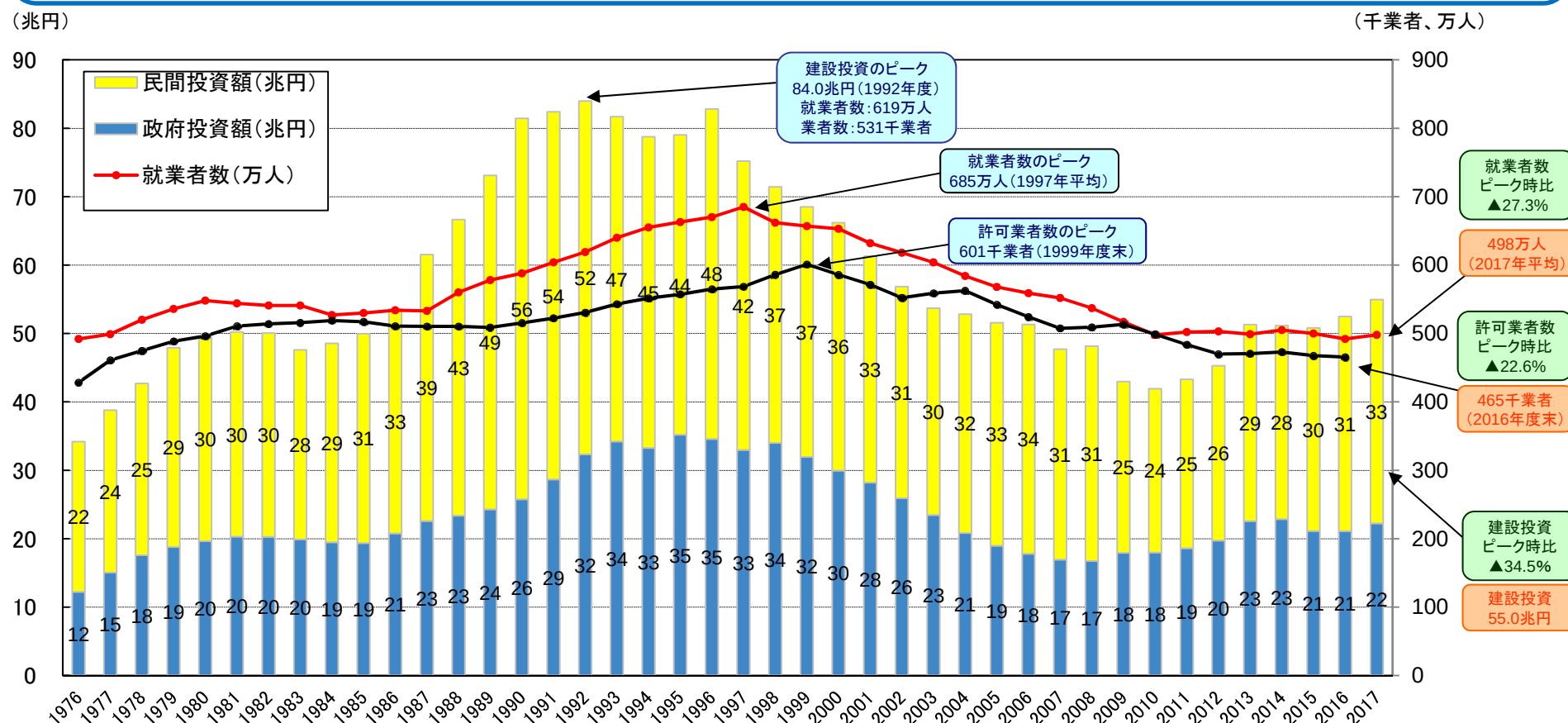


国土交通省
国土技術政策総合研究所
National Institute for Land and Infrastructure Management

1. 建設産業の現状

建設投資、許可業者数及び就業者数の推移

- 建設投資額はピーク時の1992年度：約84兆円から2010年度：約41兆円まで落ち込んだが、その後、増加に転じ、2017年度は約55兆円となる見通し（ピーク時から約35%減）。
- 建設業就業者数（2017年平均）は498万人で、ピーク時（1997年平均）から約27%減。
⇒ マクロ的には、当面の建設工事の施工に問題なし。



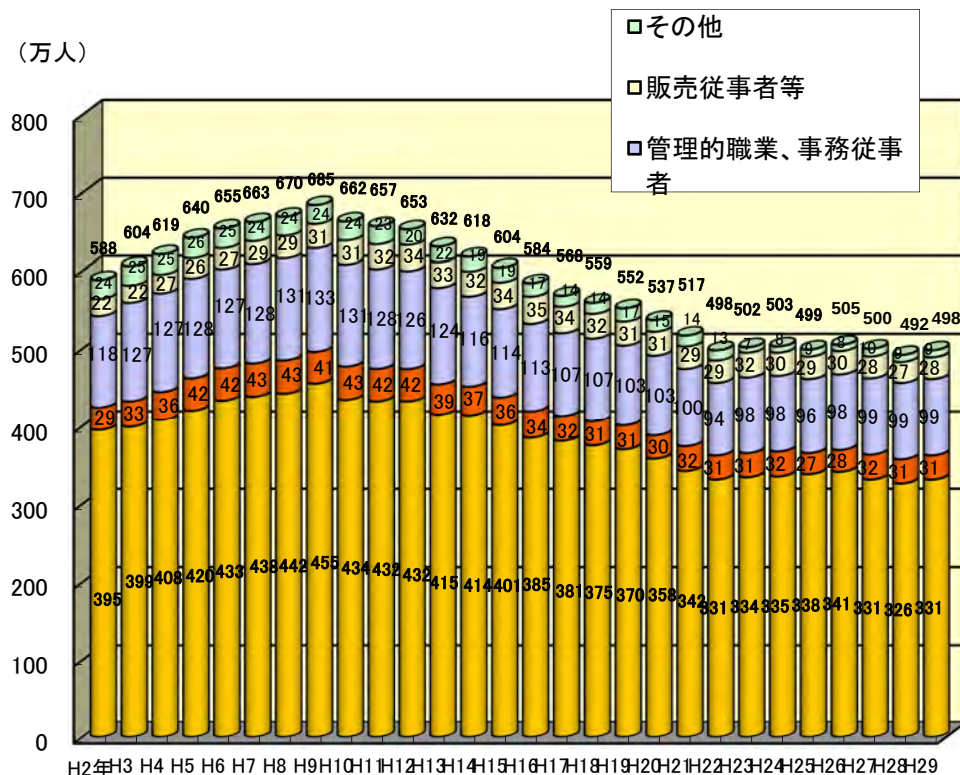
注1 投資額については2014年度まで実績、2015年度・2016年度は見込み、2017年度は見通し

注2 許可業者数は各年度末（翌年3月末）の値

注3 就業者数は年平均。2011年は、被災3県（岩手県・宮城県・福島県）を補完推計した値について2010年国勢調査結果を基準とする推計人口で遡及推計した値

技能者等の推移

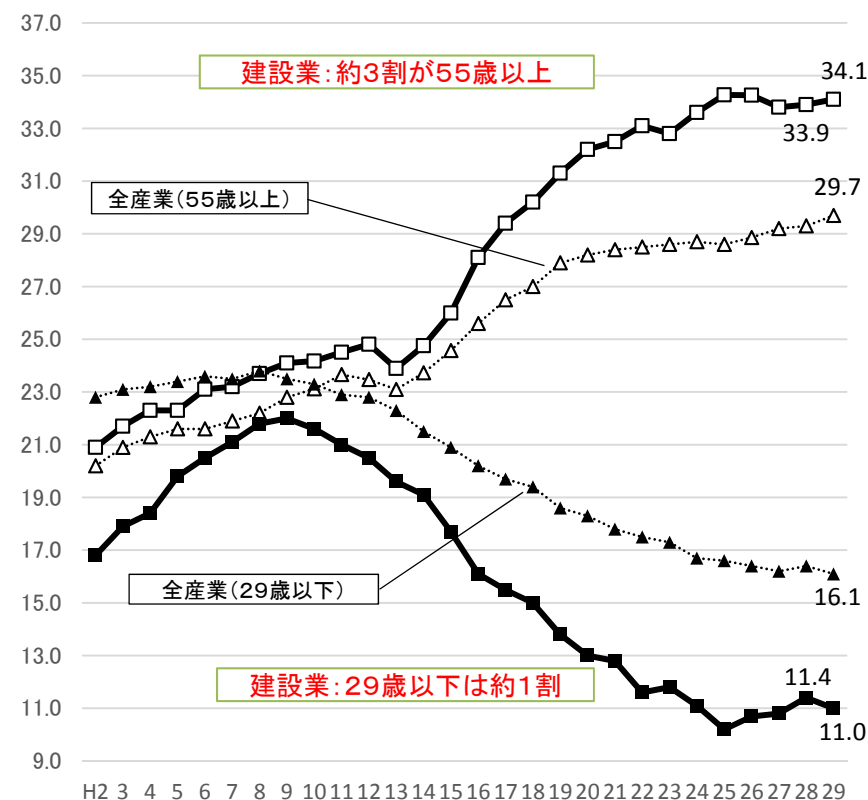
- 建設業就業者： 685万人(H9) → 498万人(H22) → 498万人(H29)
- 技術者： 41万人(H9) → 31万人(H22) → 31万人(H29)
- 技能者： 455万人(H9) → 331万人(H22) → 331万人(H29)



出典：総務省「労働力調査」(暦年平均)を基に国土交通省で算出
(※平成23年データは、東日本大震災の影響により推計値。)

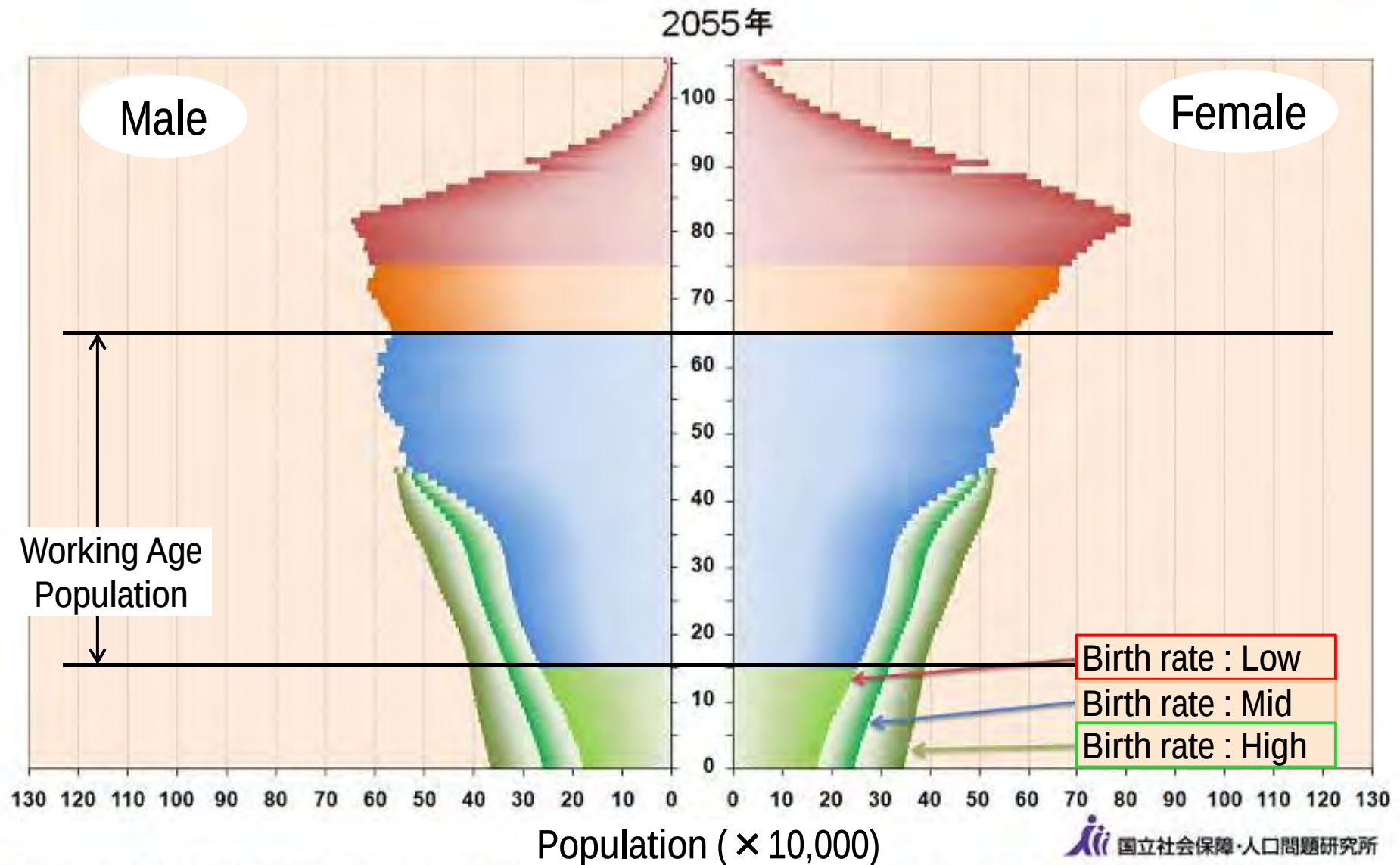
建設業就業者の高齢化の進行

- 建設業就業者は、55歳以上が約34%、29歳以下が約11%と高齢化が進行し、次世代への技術承継が大きな課題。
- ※実数ベースでは、建設業就業者数のうち平成28年と比較して55歳以上が約3万人増加、29歳以下は約1万人減少。



出典：総務省「労働力調査」を基に国土交通省で算出

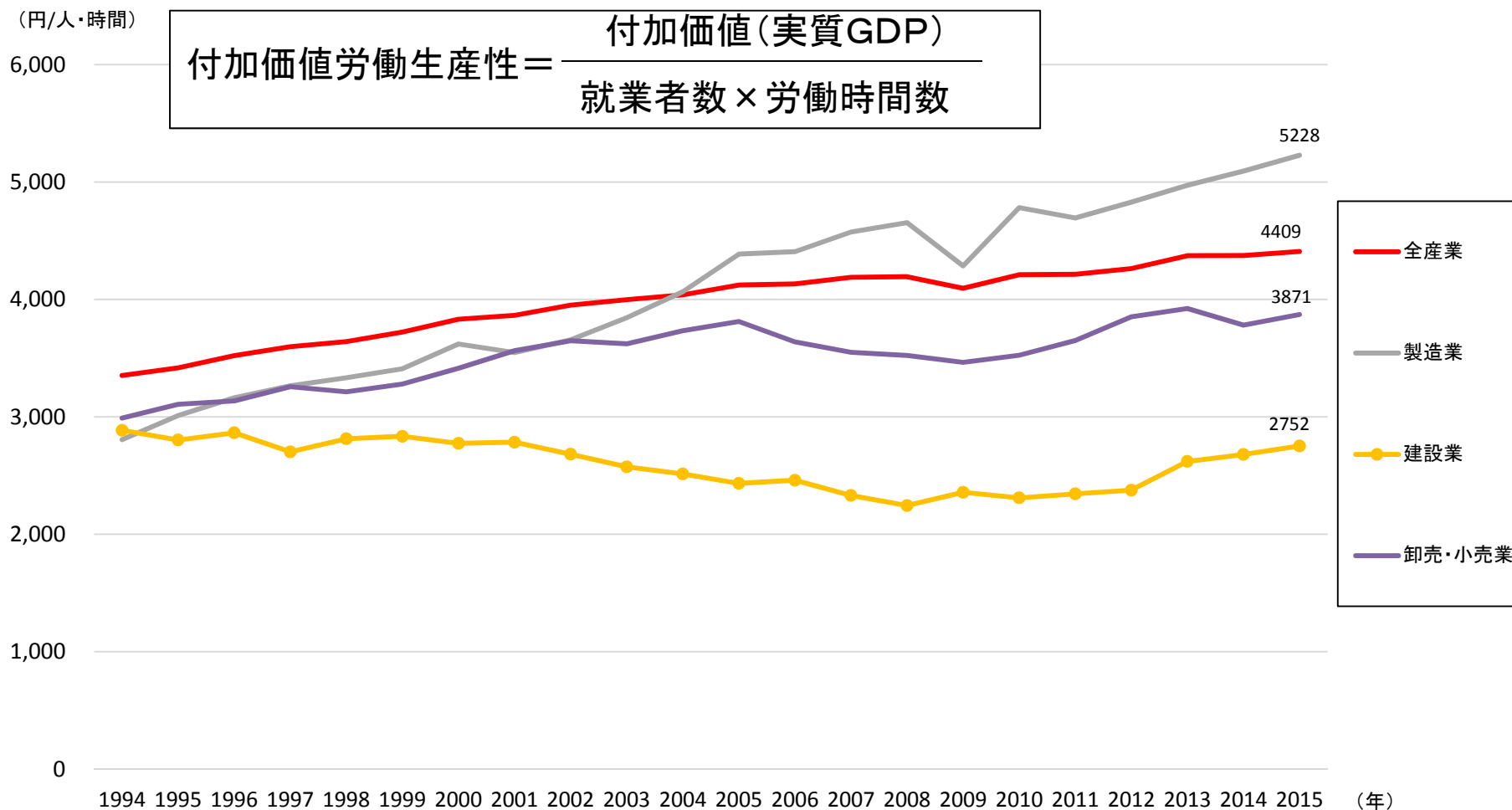
Population Pyramid in Japan in 2055



Statistic Bureau, Ministry of Internal Affairs and Communications

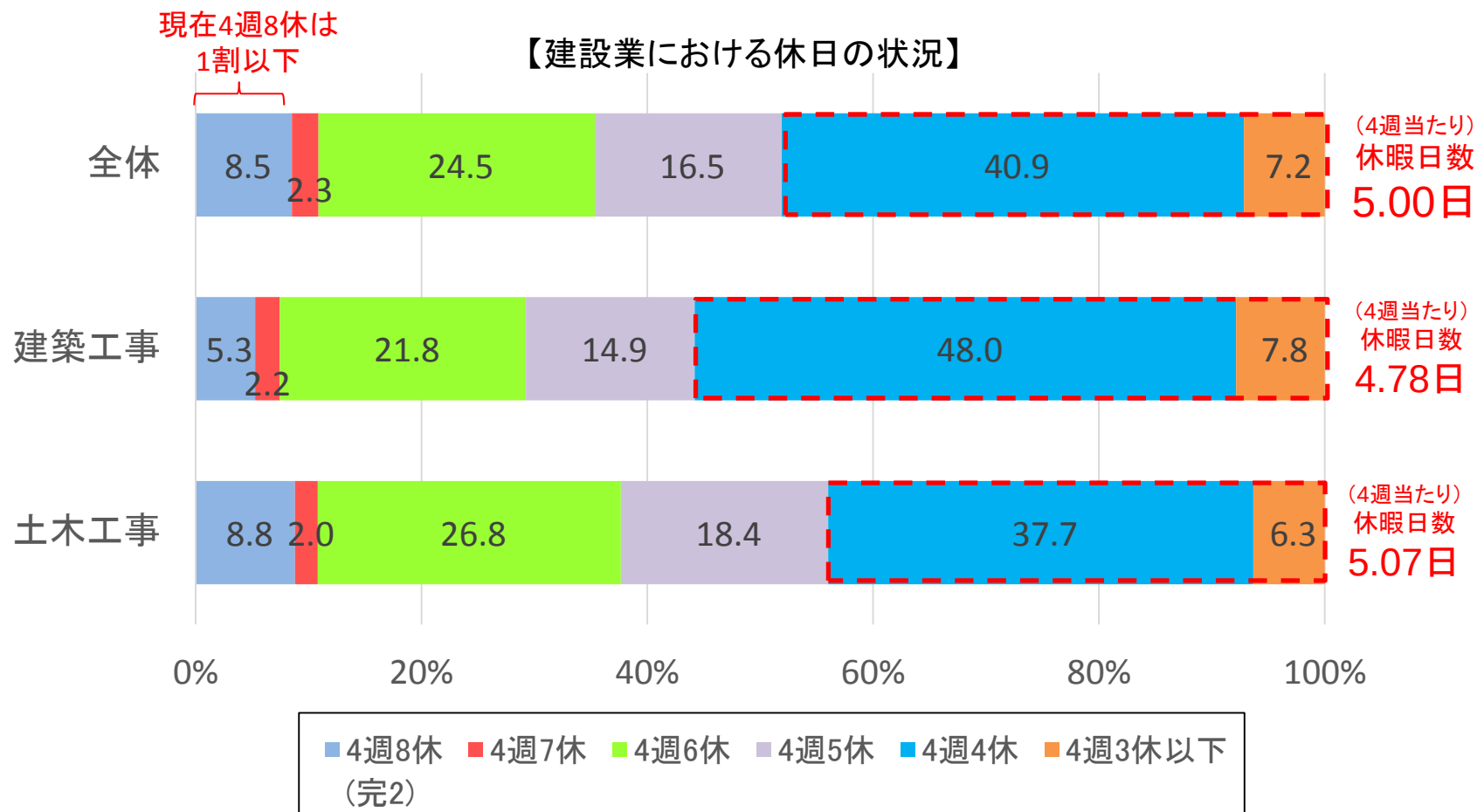
産業別の就業者・時間あたりの付加価値労働生産性の推移

- 就業者・時間あたりの付加価値労働生産性は全産業で見ると上昇傾向。
- 一方、建設業については20年前と比較してもほぼ横ばい。



出典：内閣府「国民経済計算」をもとに作成（年次）

- 建設工事全体では、約半数が4週4休以下で就業している状況。



※建設工事全体には、建築工事、土木工事の他にリニューアル工事等が含まれる。
出典：日建協「2017時短アンケート(速報)」を基に作成

2. 生産性革命に向けて

国土交通省 生産性革命本部(平成28年3月7日設置)によるプロジェクト推進

ねらい

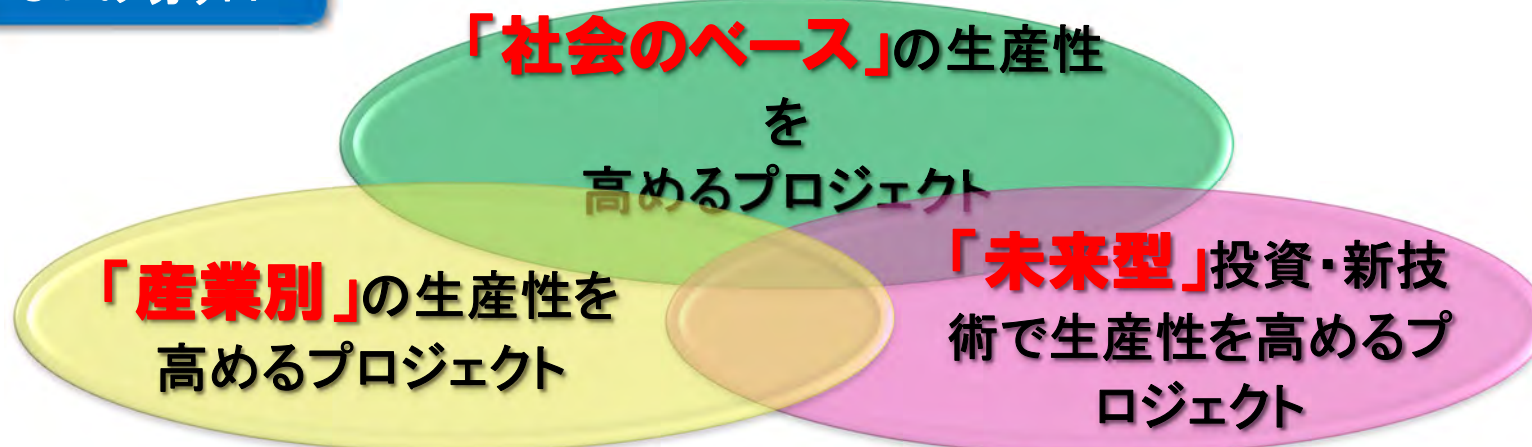
我が国は人口減少時代を迎えているが、これまで成長を支えてきた労働者が減少しても、トラックの積載率が5割を切る状況や道路移動時間の約4割が渋滞損失である状況の改善など、労働者の減少を上回る生産性を向上させることで、経済成長の実現が可能。

そのため、本年を「生産性革命元年」とし、省を挙げて生産性革命に取り組む。

経済成長 ← 生産性 + 労働者等

労働者の減少を上回る生産性の上昇が必要

3つの切り口



- 01 ピンポイント渋滞対策
- 02 高速道路を賢く使う
- 03 クルーズ新時代の実現
- 04 コンパクト・プラス・ネットワーク ～密度の経済で生産性を向上～
- 05 不動産最適活用の促進 ～土地・不動産への再生投資と市場の拡大～
- 06 インフラメンテナンス革命 ～確実かつ効率的なインフラメンテナンスの推進～
- 07 ダム再生 ～地域経済を支える利水・治水能力の早期向上～
- 08 航空インフラ革命 ～空港と管制のベストミックス～

「社会のベース」

09 i-Constructionの推進

- 10 住生活産業の新たな展開 ～既存住宅流通・リフォーム市場の活性化～
- 11 i-Shippingと j-Ocean ～「海事生産性革命」 強い産業、高い成長、豊かな地方～
- 12 物流生産性革命 ～効率的で高付加価値なスマート物流の実現～
- 13 道路の物流イノベーション ～トラック輸送の生産性向上～
- 14 観光産業の革新 ～観光産業を我が国の基幹産業に～（宿泊業の改革）
- 15 下水道イノベーション ～“日本産資源”創出戦略～
- 16 鉄道生産性革命 ～次世代技術の展開による生産性向上～

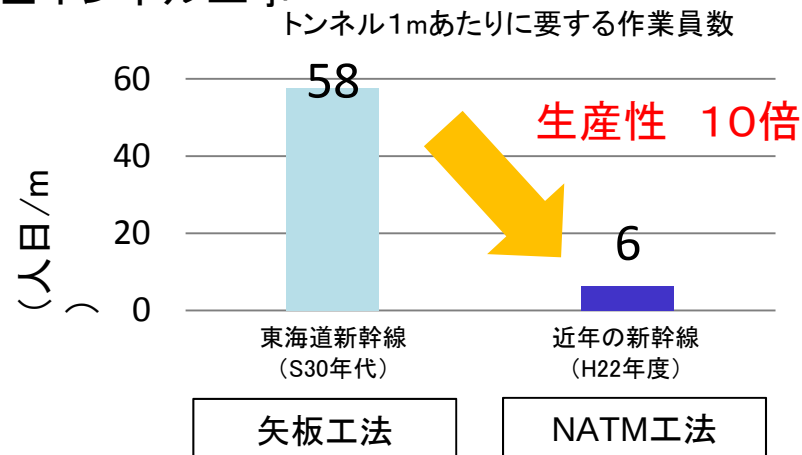
「産業別」

- 17 ビッグデータを活用した交通安全対策
- 18 「質の高いインフラ」の海外展開 ～巨大市場を日本の起爆剤に～
- 19 クルマのICT革命 ～自動運転 × 社会実装～
- 20 気象ビジネス市場の創出

「未来型」

○ 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）

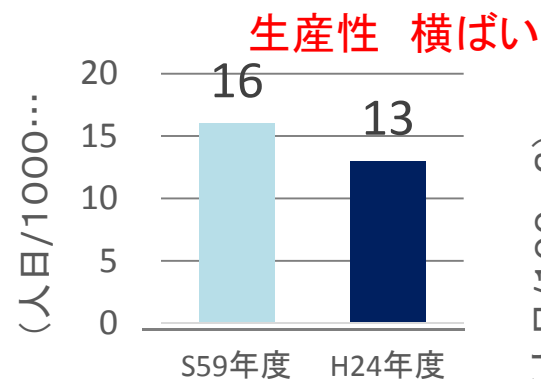
■ トンネル工事



出典: 日本建設業連合会 建設イノベーション

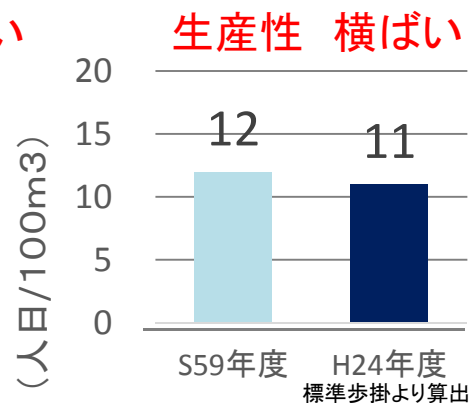
■ 土工

1000m²あたりに要する作業員数

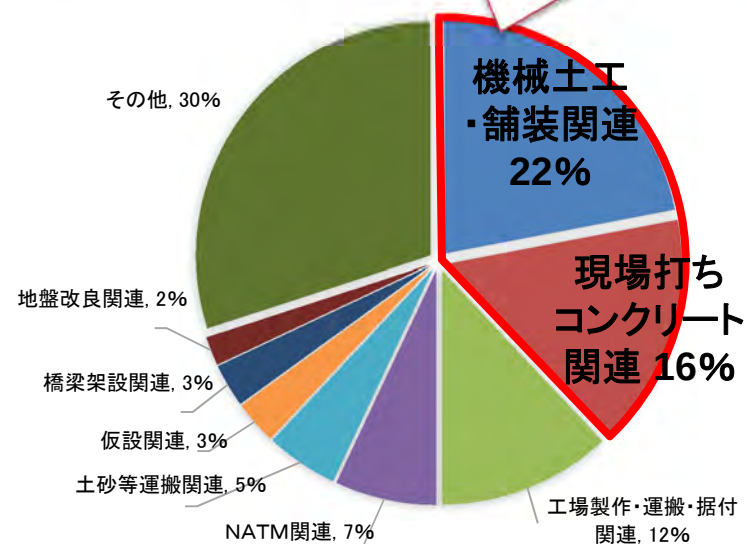


■ コンクリート工

100m³あたりに要する作業員数



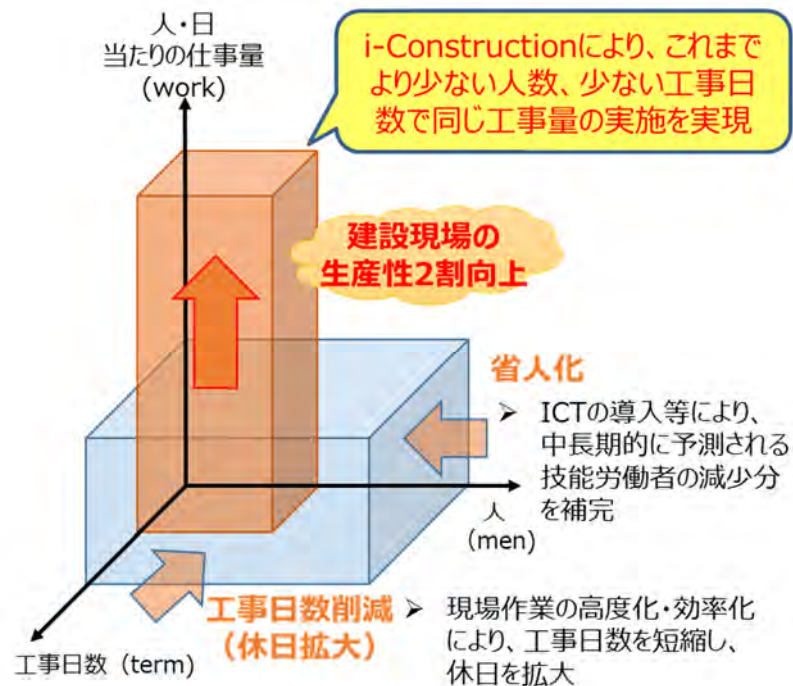
「機械土工・舗装関連」及び「現場打ちコンクリート関連」で全体の約40%



H24国土交通省発注工事实績

- 平成28年9月12日の未来投資会議において、安倍総理から第4次産業革命による『建設現場の生産性革命』に向け、建設現場の生産性を**2025年度までに2割向上**を目指す方針が示された。
- この目標に向け、3年以内に、橋やトンネル、ダムなどの公共工事の現場で、**測量にドローン等を投入し、施工、検査に至る建設プロセス全体を3次元データでつなぐ**など、新たな建設手法を導入。
- これらの取組によって**従来の3Kのイメージを払拭**して、多様な人材を呼び込むことで人手不足も解消し、全国の建設現場を**新3K（給与が良い、休暇がとれる、希望がもてる）の魅力ある現場**に劇的に改善。

【生産性向上イメージ】



平成28年9月12日未来投資会議の様子



ICTの土工への活用イメージ (ICT土工)

ICTの全面的な活用（ICT土工）

○調査・測量、設計、施工、検査等のあらゆる建設生産プロセスにおいてICTを全面的に活用。

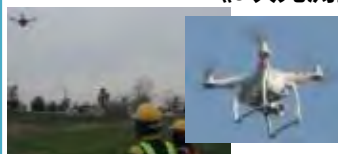
○3次元データを活用するための15の新基準や積算基準を整備。

○国の大規模土工は、発注者の指定でICTを活用。中小規模土工についても、受注者の希望でICT土工を実施可能。

○全てのICT土工で、必要な費用の計上、工事成績評点で加点評価。

【建設現場におけるICT活用事例】

《3次元測量》



ドローン等を活用し、調査日数を削減

《3次元データ設計図》



3次元測量点群データと設計図面との差分から、施工量を自動算出

《ICT建機による施工》



3次元設計データ等により、ICT建設機械を自動制御し、建設現場のICT化を実現。

全体最適の導入 （コンクリート工の規格の標準化等）

○設計、発注、材料の調達、加工、組立等の一連の生産工程や、維持管理を含めたプロセス全体の最適化が図られるよう、**全体最適の考え方を導入**し、サプライチェーンの効率化、生産性向上を目指す。

○H28は機械式鉄筋定着および流動性を高めたコンクリートの活用についてガイドラインを策定。

○部材の規格（サイズ等）の標準化により、プレキャスト製品やプレハブ鉄筋などの工場製作化を進め、コスト削減、生産性の向上を目指す。

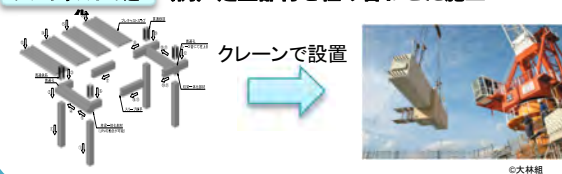
規格の標準化 全体最適設計 工程改善

コンクリート工の生産性向上のための3要素

現場打ちの効率化（例）鉄筋のプレハブ化、埋設型枠の活用



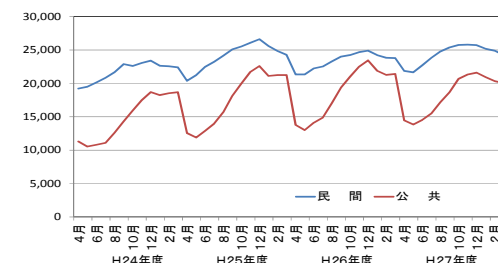
プレキャストの進（例）定型部材を組み合わせた施工



施工時期の平準化等

○公共工事は第1四半期（4～6月）に工事量が少なく、偏りが激しい。

○適正な工期を確保するための**2か年国債を設定**。H29当初予算において**ゼロ国債を初めて設定**。

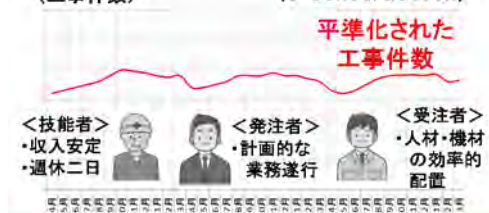


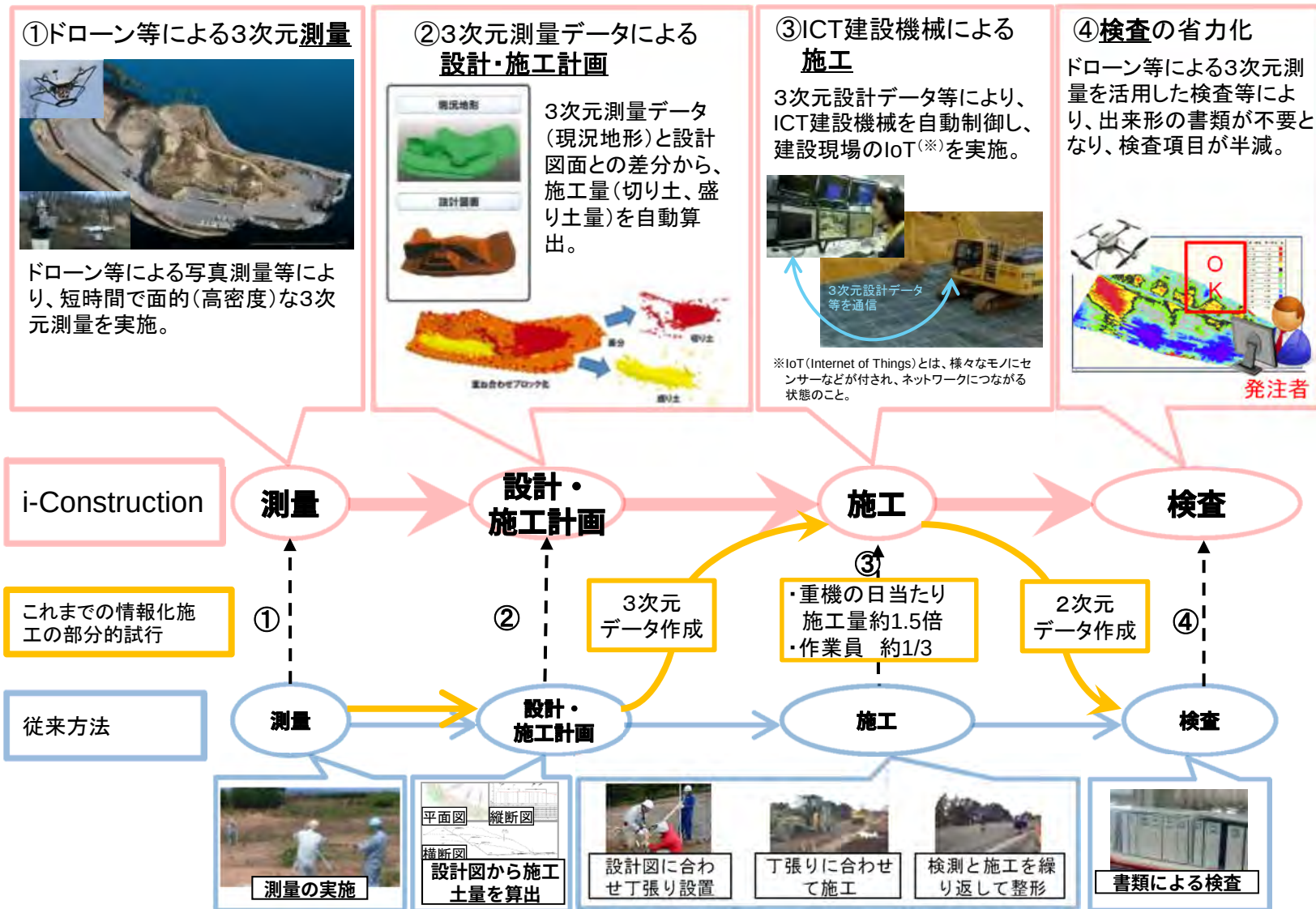
（工事件数）閑散期 繁忙期（現状）現状の工事件数



平準化

（工事件数）（i-Construction）平準化された工事件数

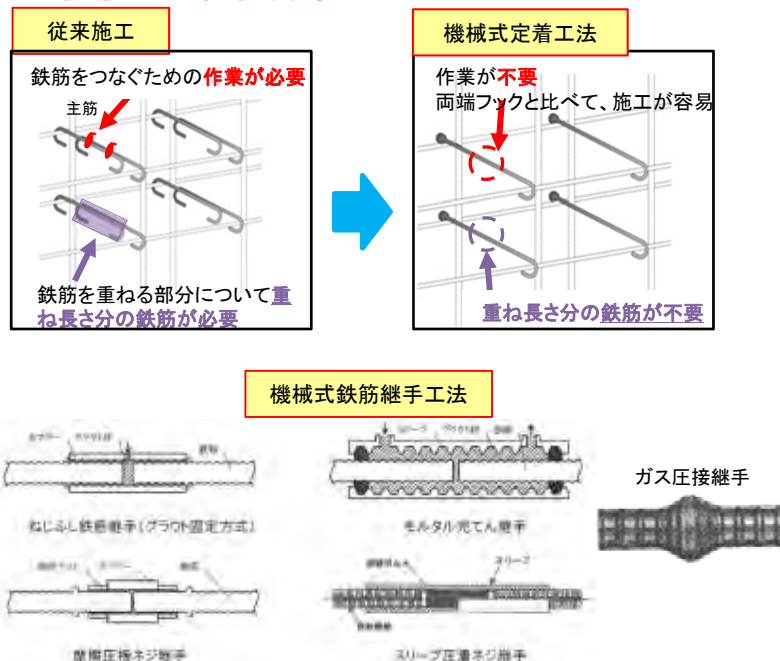




- 現場打ち、コンクリートプレキャスト(工場製品)それぞれの特性に応じ、施工の効率化を図る技術・工法を導入し、**コンクリート工全体の生産性向上**を図る

施工の効率化を図る技術・工法の導入

- 各技術を導入・活用するためのガイドラインを整備することで、これら技術の普及・促進を図る
⇒ 「機械式鉄筋定着工法」、「機械式鉄筋継手工法」のガイドラインを策定
⇒ 機械式鉄筋定着工法の採用により、**鉄筋工数・工期が従来比で1割程度削減**



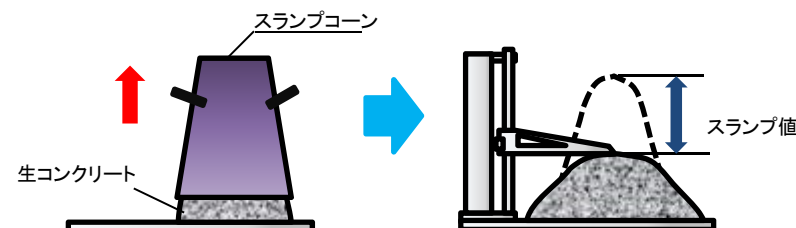
コンクリート打設の効率化

- コンクリート打設の効率化を図るため、個々の構造物に適したコンクリートを利用出来るよう、発注者の規定の見直し(※一般的な鉄筋コンクリート構造物について、スランプ値を8cm→12cmに見直し)
⇒ **時間当たりのコンクリート打設量が約2割向上、作業員数で約2割の省人化**

流動性を高めた現場打ちコンクリート活用

(※)スランプ値

- ・ コンクリートの軟らかさや流動性の程度を示す指標
- ・ 化学混和剤の使用により、単位水量を増加させることなく、値を調整することが可能



【現在、ガイドライン整備中の技術】

技術・工法	策定時期
機械式鉄筋定着工法	H28 策定済
流動性を高めたコンクリート	
機械式鉄筋継手工法	
埋設型枠	H29策定
鉄筋のプレハブ化	
プレキャストの適用範囲の拡大	

適正な工期を確保するため、国庫債務負担行為(2か年国債やゼロ国債)を活用すること等により、公共工事の施工時期を平準化し、建設現場の生産性向上を図る。

平準化に向けた3つの取組

①国庫債務負担行為の積極的活用

適正な工期を確保するための国庫債務負担行為(2か年国債^(※1)

及びゼロ国債^(※2)を上積みし、閑散期の工事稼働を改善

〈2ヶ年国債+当初予算におけるゼロ国債〉

H27年度：約200億円 ⇒ H28年度：約700億円

⇒ H29年度^{*}：約2,900億円 ⇒ H30年度：約3,100億円

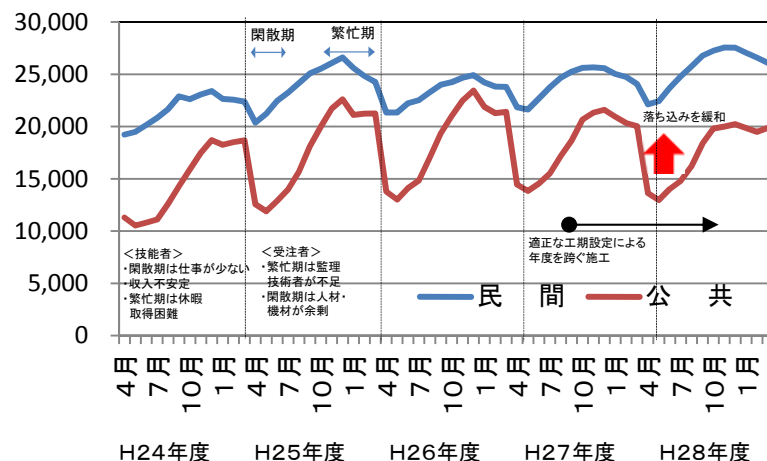
^{*}H29年度から当初予算におけるゼロ国債を設定

^{*}H30年度の内訳は、2ヶ年国債約1,740億円、ゼロ国債約1,345億円

(参考)

補正予算でのゼロ国債(29年度:1,567億円)も活用し、平準化に取り組む

〈建設工事の月別推移とその平準化〉



出典：建設総合統計

②地域単位での発注見通しの統合・公表の更なる拡大

全ブロックで実施している国、地方公共団体等の発注見通しを統合し、とりまとめ版を公表する取組の参加団体を拡大

※参加状況の推移：H29.3末時点：約500団体(約25%)→H30.1末時点：約870団体(約44%)

※都道府県の参加状況は44/47(H30.1時点)



【各地区のページ】
※○○地区の発注見通し
○○地区とは、○○市、○○町、○○村を含む地域です。
※発注見通しは、発注者の発注予定額、発注予定時期、発注予定内容に基づき作成されています。
※発注見通しは、発注者の発注予定額、発注予定時期、発注予定内容に基づき作成されています。
※発注見通しは、発注者の発注予定額、発注予定時期、発注予定内容に基づき作成されています。

地区名	発注者	発注予定額	発注予定時期	発注予定内容
東京都	東京都庁	100億円	H29年度	庁舎改修工事
	東京都建設局	200億円	H29年度	道路工事
	東京都下水道局	50億円	H29年度	下水道工事
	東京都港湾局	30億円	H29年度	港湾工事
大阪府	大阪府庁	80億円	H29年度	庁舎改修工事
	大阪府建設局	150億円	H29年度	道路工事
	大阪府下水道局	40億円	H29年度	下水道工事
	大阪府港湾局	25億円	H29年度	港湾工事

(参考)東北地方の事例

業界からは、技術者の配置計画、あるいは労務資材の手配について大変役立っているとの評価

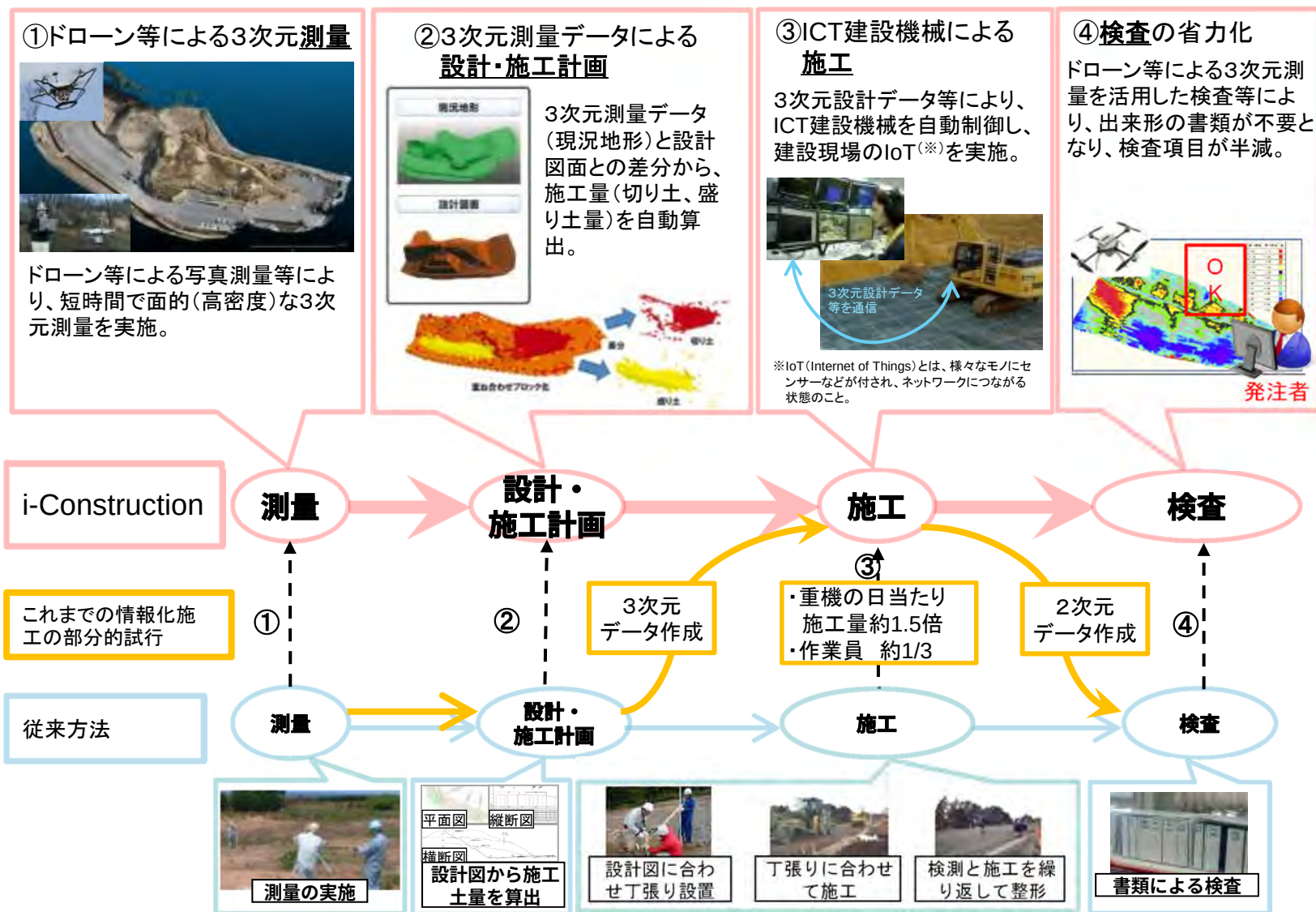
③地方公共団体等への取組要請

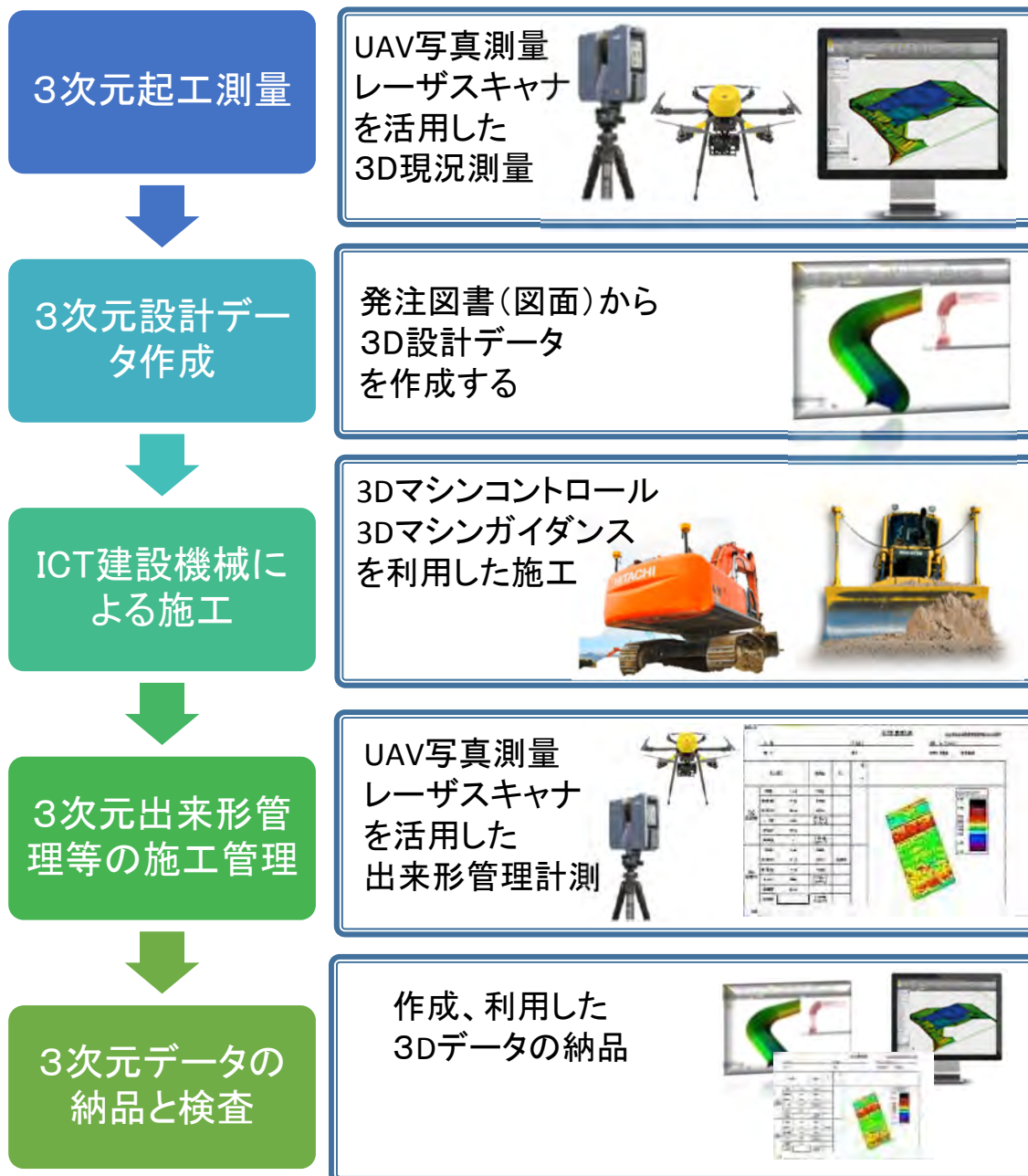
各発注者における自らの工事発注状況の把握を促すとともに、平準化の取組の推進を改めて要請

※1:国庫債務負担行為とは、工事等の実施が複数年度に亘る場合、あらかじめ国会の議決を経て後年度に亘って債務を負担(契約)することが出来る制度であり、2か年度に亘るものを2か年国債という。

※2:国庫債務負担行為のうち、初年度の国費の支出がゼロのもので、年度内に契約を行うが国費の支出は翌年度のもの。

3. 基準類の見直し ～ICTの全面的活用に向けて～





ポイント

- 要求精度の規定
- 点密度の規定
- 計測プロセスの規定
- 精度確認手法の規定

ポイント

- 新たな出来形管理基準
- 新たな出来形管理資料

ポイント

- 新たな納品形式
- 書面確認事項
- 実地検査の手法

出来形管理

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)
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)
地上型レーザースキャナーを用いた出来形管理要領(土工編)(案)
地上型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)
無人航空機搭載型レーザースキャナーを用いた出来形管理要領(土工編)(案)
無人航空機搭載型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)
地上移動体搭載型レーザースキャナーを用いた出来形管理要領(土工編)(案)
地上移動体搭載型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)

TS等光波方式を用いた出来形管理要領(土工編)
TS等光波方式を用いた出来形管理の監督・検査要領(土工編)
TS(ノンプリズム方式)を用いた出来形管理要領(土工編)(案)
TS(ノンプリズム方式)を用いた出来形管理の監督・検査要領(土工編)(案)
RTK-GNSSを用いた出来形管理要領(土工編)(案)
RTK-GNSSを用いた出来形管理の監督・検査要領(土工編)(案)

品質管理

TS・GNSSを用いた盛土の締固め管理要領(案)
TS・GNSSを用いた盛土の締固め管理監督検査要領(案)

出来高管理

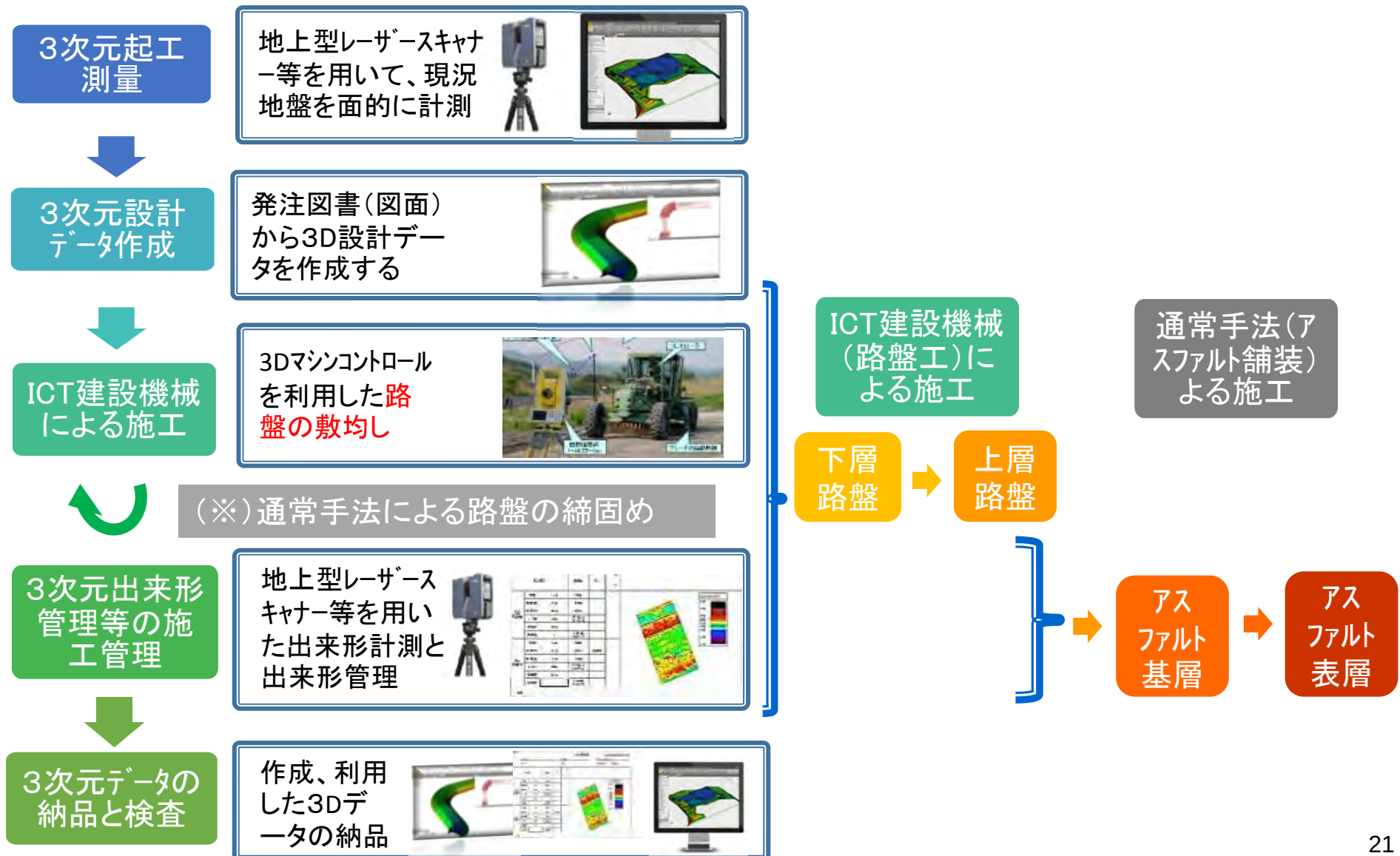
施工履歴データによる土工の出来高算出要領(案)
ステレオ写真測量(地上移動体)を用いた土工の出来高算出要領(案)

- 更なる生産性向上を目指して、舗装工にICTを全面的に導入する「ICT舗装」を平成29年度より取組開始
- 必要となる技術基準や積算基準を平成28年度に整備、平成29年4月以降の工事に適用



ICT舗装工の流れ(H29.4～)

- ICT土工同様、起工測量・各層の出来形管理を3次元計測すること、ICT建設機械で施工
- ICT建設機械のターゲットは路盤の敷均し作業のみで、路盤の締固めや舗装は対象外



出来形管理

地上型レーザースキャナーを用いた出来形管理要領(舗装工事編)(案)

地上型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(舗装工事編)(案)

地上移動体搭載型レーザースキャナーを用いた出来形管理要領(舗装工事編)(案)

地上移動体搭載型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(舗装工事編)(案)

TS(ノンプリズム方式)を用いた出来形管理要領(舗装工事編)

TS(ノンプリズム方式)を用いた出来形管理の監督・検査要領(舗装工事編)

TS等光波方式を用いた出来形管理要領(舗装工事編)

TS等光波方式を用いた出来形管理の監督・検査要領(舗装工事編)

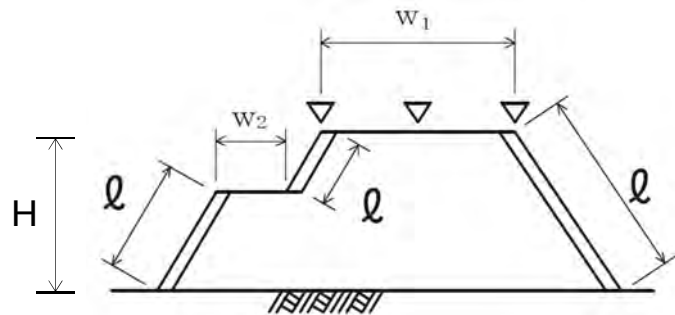
品質管理

出来高管理

3次元計測により計測された点群(多数の点)の標高データを使って、効率的な面的施工管理を実施 ⇒ 従来施工と同等以上の出来形品質を確保できる面的な管理基準・規格値の設定。

従来

既存の出来形管理基準では、代表管理断面において高さ、幅、長さを測定し評価



＜例：道路土工（盛土工）＞

測定基準：測定・評価は施工延長40m毎

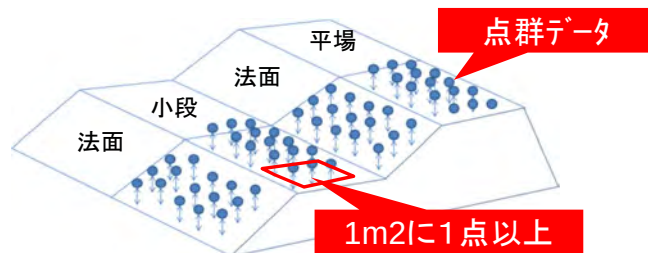
規格値：基準高(H)：±5cm

法長 (l)：-10cm

幅 (w)：-10cm

ICT活用工事

UAVの写真測量等で得られる3次元点群データからなる面的な竣工形状で評価



＜例：道路土工（盛土工）＞

測定基準：測定密度は1点/m²以上、評価は平均値と全測点

規格値：設計面との標高較差（設計面との離れ）

平場 平均値：±5cm 全測点：±15cm

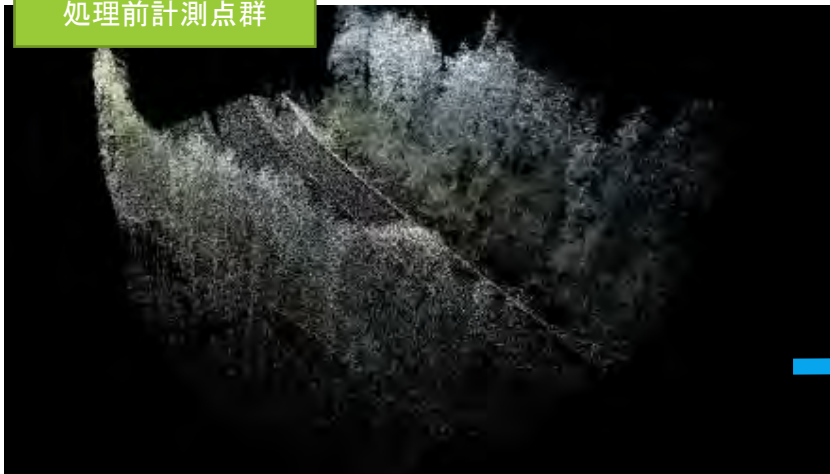
法面 平均値：±8cm 全測点：±19cm

※法面には小段含む

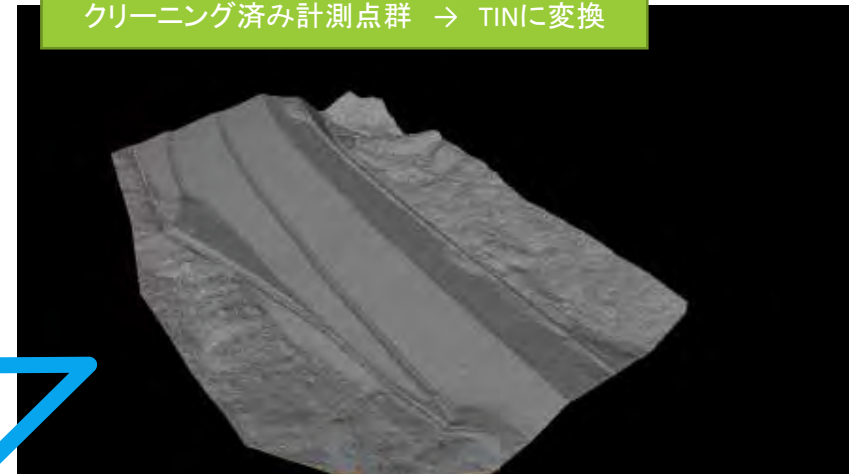
従来と同等の出来形品質を確保できる面的な測定基準・規格値を設定

点群データ取得からデータ処理の流れ(再掲)

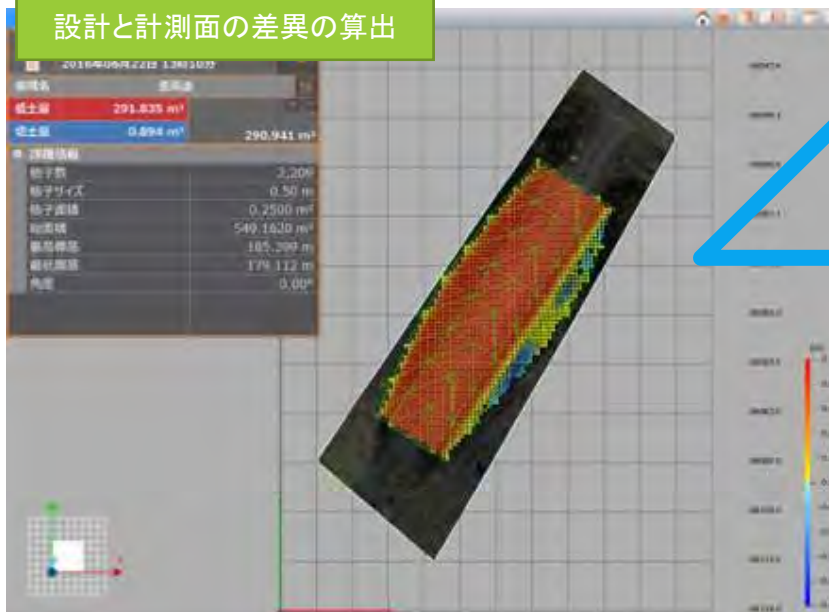
処理前計測点群



クリーニング済み計測点群 → TINに変換



設計と計測面の差異の算出



帳票化

出来形合否判定結果表				
工種 道路土工			測点	
種別 路体盛土工			合否判定結果 合格	
測定項目	規格値	判定	測点	
天端 標高較差	平均値	25.3mm	±10mm	
	最大値(部)	91mm	130mm	
	最小値(部)	-90mm	-130mm	
	データ数	343	1点/㎡以上 (5点以上)	
	評価面積	343		
平均点差	0	0.5%未満 (1点以下)		
法面 標高較差	平均値	40.2mm	±30mm	
	最大値(部)	153mm	190mm	
	最小値(部)	-70mm	-190mm	
	データ数	305	1点/㎡以上 (5点以上)	
	評価面積	305		
平均点差	0	0.5%未満 (1点以下)		

天端の ばらつき	天端部の1.0% 以内のデータ数	天端部の5.0% 以内のデータ数
242	240	

法面の ばらつき	法面部の1.0% 以内のデータ数	法面部の5.0% 以内のデータ数
324	287	

ICT機器を活用し、3次元モデルを用いた検査に対応するように要領・基準を改定。
⇒受発注者双方にとって、検査の大幅な省力化を図る。

検査日数が大幅に短縮

人力で計測



10断面 / 2 km

G N S SローバーまたはT Sで計測



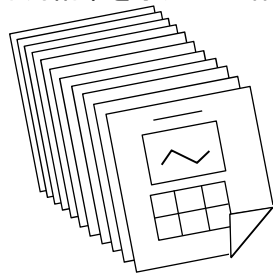
ヒートマップを見て、
標高の高い部分、低い
部分を計測

任意の数箇所のみ / 1現場

監督・検査要領（土工編）
（案）等の導入により、
検査にかかる日数が
約 1 / 5 に短縮
（2kmの工事の場合 10日→2日へ）

検査書類が大幅に削減

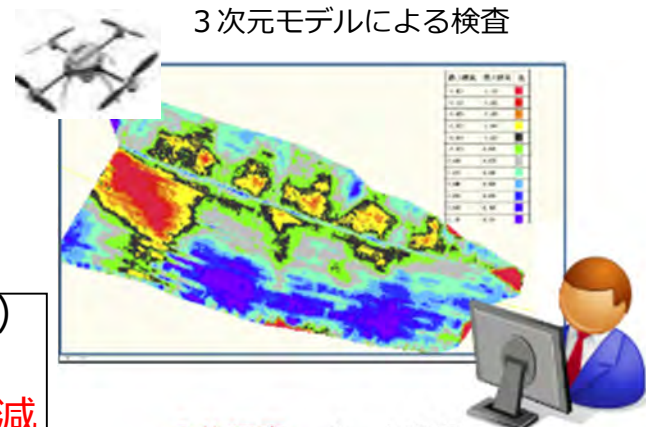
工事書類
（計測結果を手入力で作成）



受注者
（設計と完成形の比較図表）

50枚 / 2 km

3次元モデルによる検査



2枚程度 / 1現場

監督・検査要領（土工編）
（案）等の導入により、
検査書類が 2 / 5 0 に削減