

i-Construction

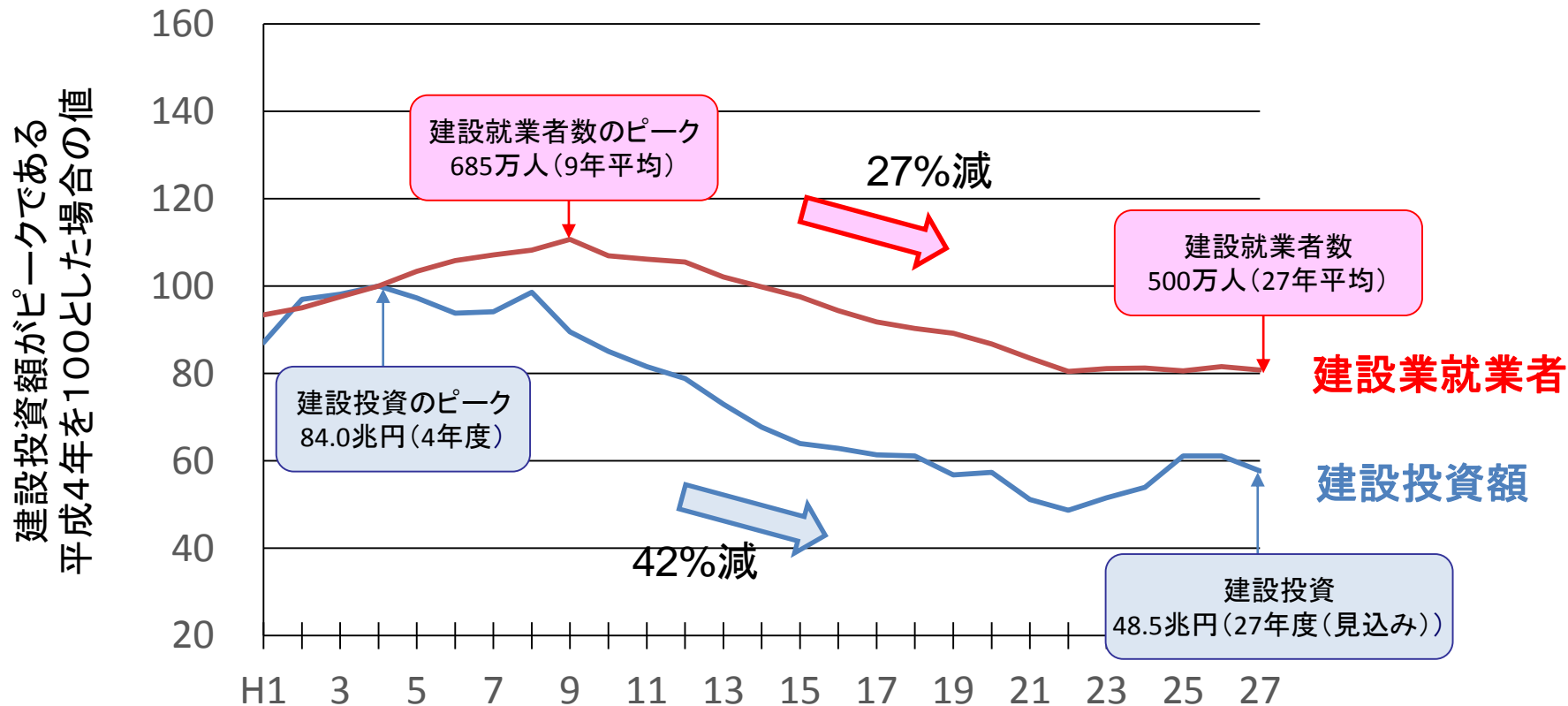
～建設現場の生産性革命～

参考資料

1(1). 労働力過剰を背景とした生産性の低迷

- バブル崩壊後の投資の減少局面では、建設投資が労働者の減少をさらに上回って、ほぼ一貫して労働力過剰となり、省力化につながる建設現場の生産性向上が見送られてきた。

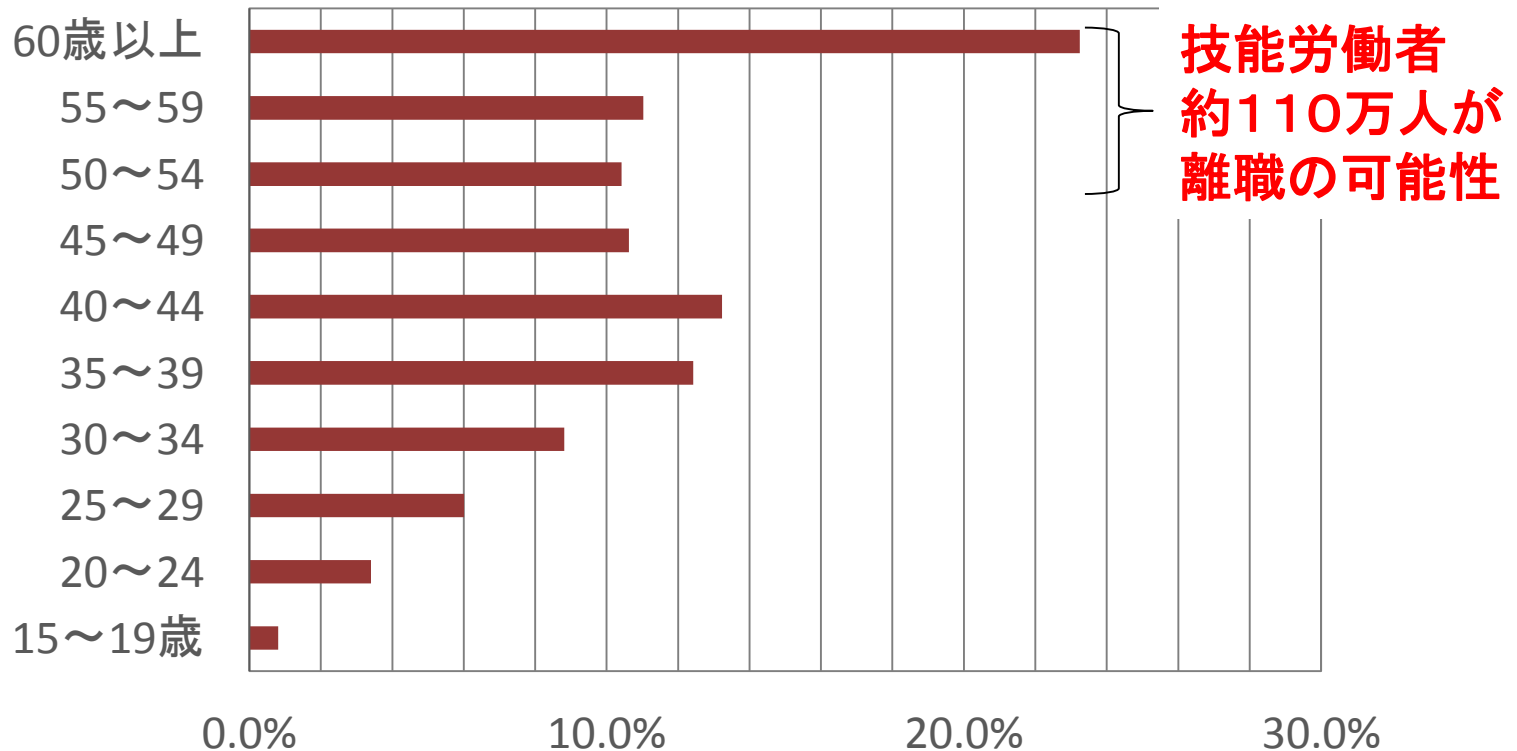
建設投資額および建設業就業者の増減



1(2). 労働力過剰時代から労働力不足時代への変化

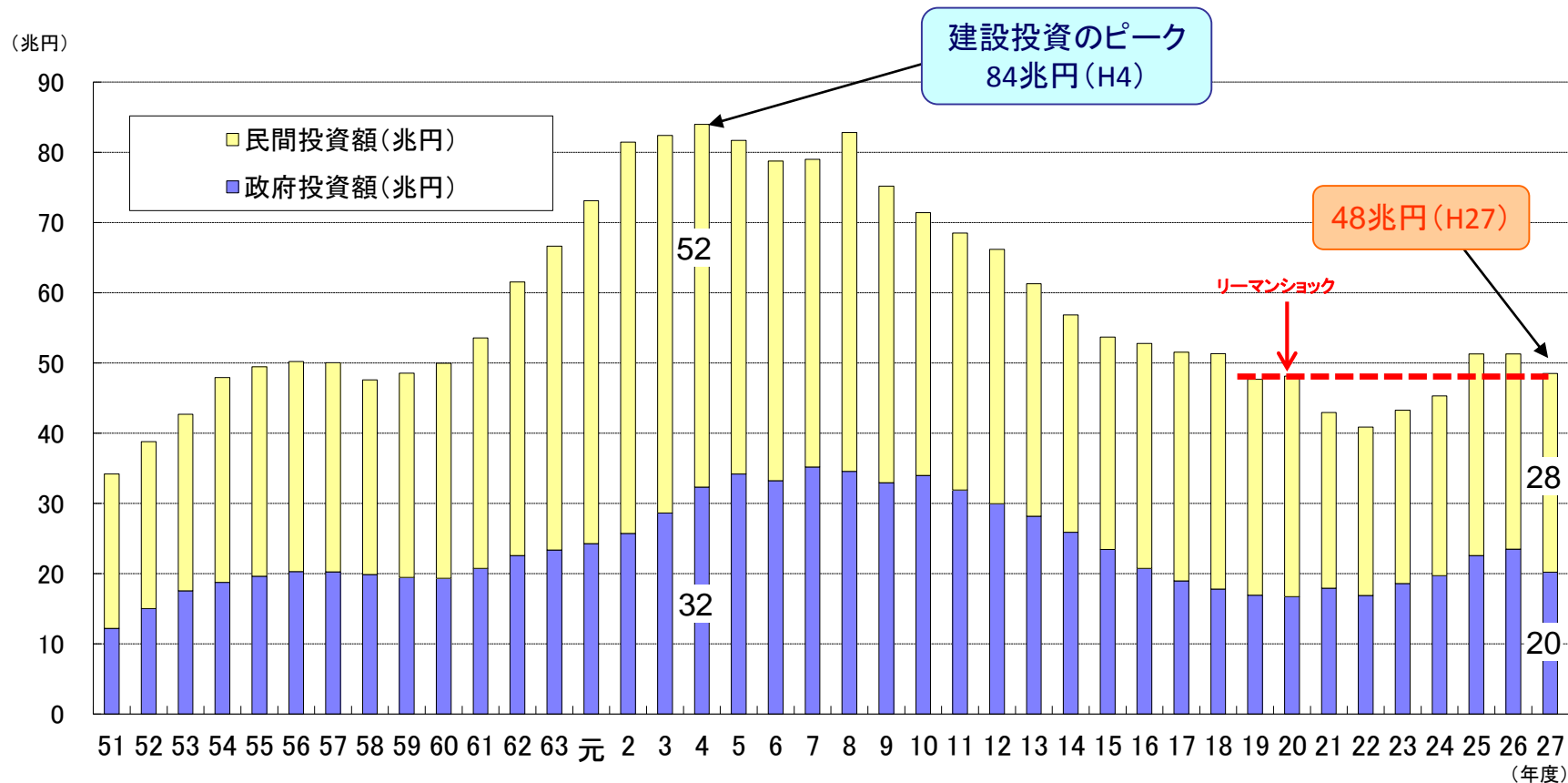
- 技能労働者約340万人のうち、今後10年間で約110万人が高齢化等により離職の可能性
- 若年者の入職が少ない(29歳以下は全体の約1割)

2014年度 就業者年齢構成



1(4). 安定的な経営環境 (1)

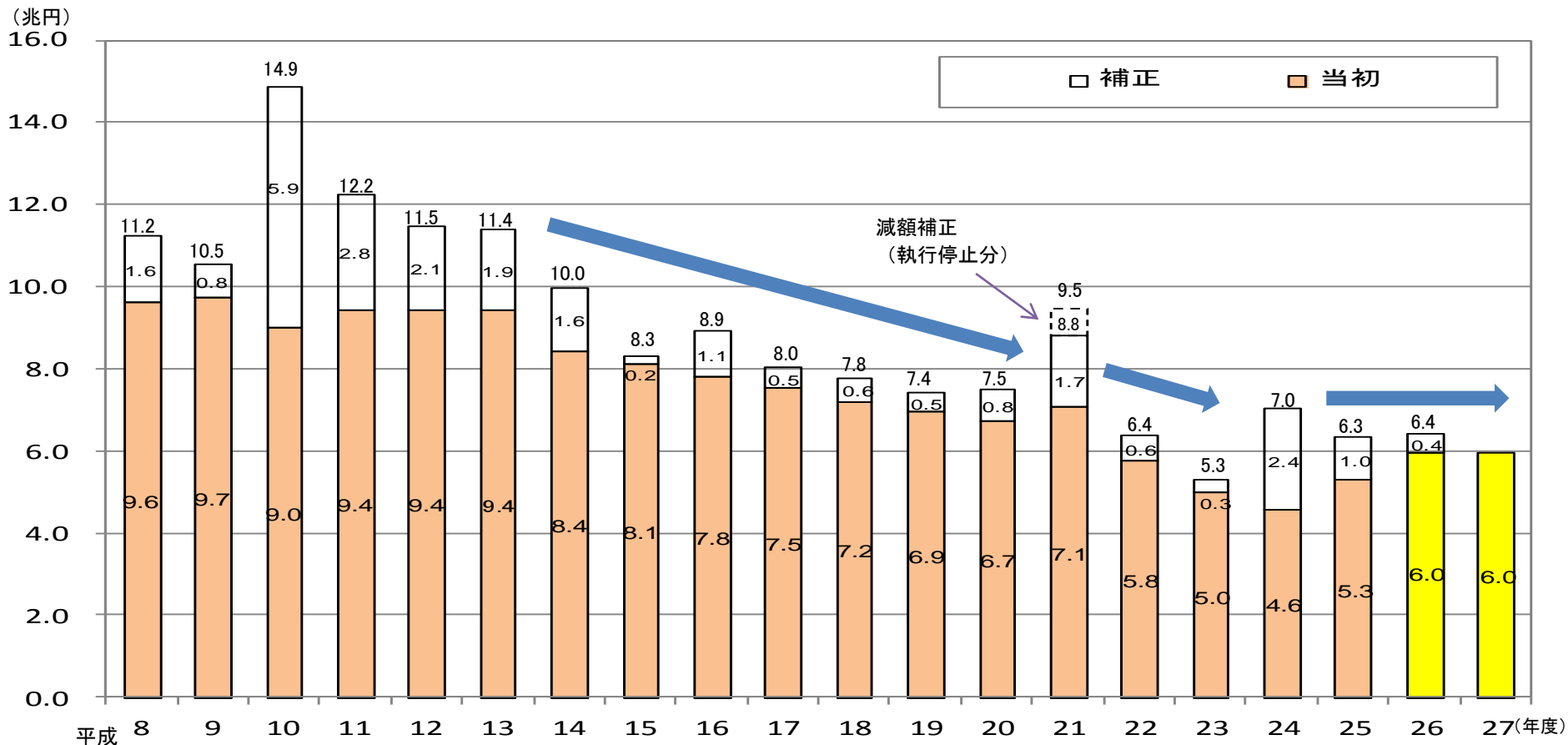
○我が国の今年度の建設投資額の見通しは、前年度と同程度の約48兆円。
○これは、ピークだった平成4年度の約84兆円の約6割の水準。



出所:国土交通省「建設投資見通し」

注 投資額については平成24年度まで実績、25年度・26年度は見込み、27年度は見通し

1(4). 安定的な経営環境 (2)



※本表は、予算ベースである。平成26年度補正及び平成27年度当初は政府案。

※平成21年度は、平成20年度で特別会計に直入されていた「地方道路整備臨時交付金」相当額(0.7兆円)が一般会計上に切り替わったため、見かけ上は前年度よりも増加(+5.0%)しているが、この特殊要因を除けば6.4兆円(▲5.2%)である。

※平成23年度及び平成24年度については同年度に地域自主戦略交付金へ移行した額を含まない。

※平成25年度は東日本大震災復興特別会計繰入れ(356億円)及び国有林野特別会計の一般会計化に伴い計上されることとなった直轄事業負担金(29億円)を含む。また、これら及び地域自主戦略交付金の廃止という特殊要因を考慮すれば、対前年度+182億円(+0.3%)である。

※平成23・24・25・26年度において、東日本大震災の被災地の復旧・復興や全国的な防災・減災等のための公共事業関係予算を計上しており、その額は以下の通りである。

H23一次補正: 1.2兆円、H23三次補正: 1.3兆円、H24当初: 0.7兆円、H24一次補正: 0.01兆円、H25当初: 0.8兆円、H25一次補正: 0.1兆円、H26当初: 0.9兆円

(平成23年度3次補正までは一般会計ベース、平成24年度当初以降は東日本大震災復興特別会計ベース。また、このほか東日本大震災復興交付金がある。)

※平成26年度については、社会資本整備事業特別会計の廃止に伴う経理上の変更分(これまで同特別会計に計上されていた地方公共団体の直轄事業負担金等を一般会計に計上)を除いた額(5.4兆円)と、前年度(東日本大震災復興特別会計繰入れ(356億円)を除く。)を比較すると、前年度比+1,022億円(+1.9%)である。なお、消費税率引き上げの影響を除けば、ほぼ横ばいの水準である。

2. i-Constructionを進めるための視点 (1)

建設現場の宿命

建設現場の特性

□ 一品受注生産

・異なる土地で、顧客の注文に基づき、一品毎生産

□ 現地屋外生産

・様々な地理的、地形条件の下で、日々変化する気象条件等に対処する必要がある

□ 労働集約型生産

・様々な材料、資機材、施工方法と専門工事会社を含めた様々な技能を持った多数の作業員が作り出す



製造業等で進められてきた「ライン生産方式」、「セル生産方式」、「自動化・ロボット化」などに取り組みないことが建設現場の宿命とあきらめ

IoT*

i-Constructionを進めるための3つの視点

□ 建設現場を最先端の工場へ

・近年の衛星測位技術等の進展とICT化により、屋外の建設現場においても、ロボットとデータを活用した生産管理が実現

□ 建設現場へ最先端のサプライチェーンマネジメントを導入

・鉄筋のプレハブ化等による建設現場の生産工程等と一体化したサプライチェーンの管理の実現

□ 建設現場の2つの「キセイ」の打破と継続的な「カイゼン」

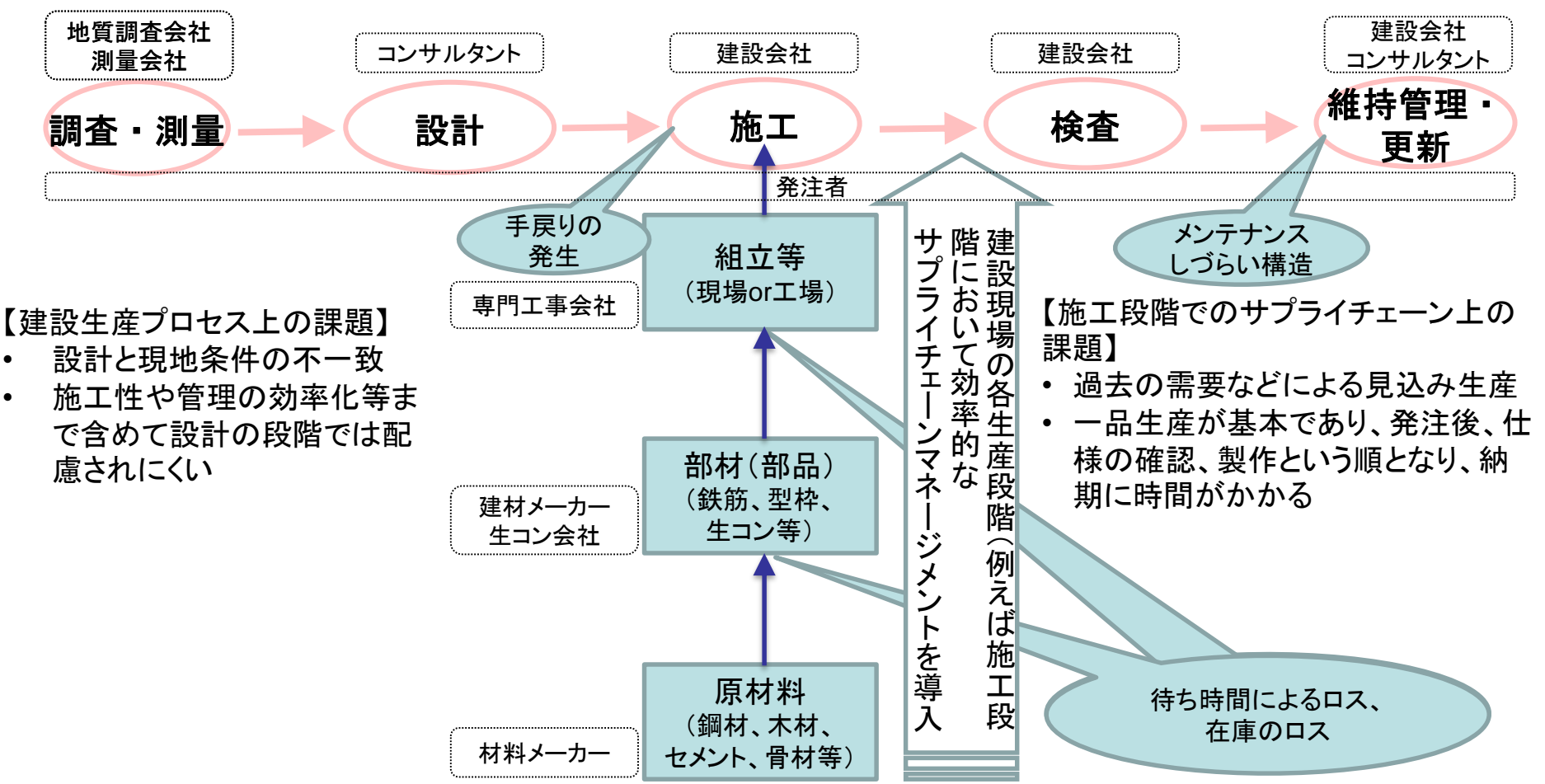
・イノベーションを阻害している書類による納品などの「規制」や年度末に工期を設定するなどの「既成概念」の打破

※IoT (Internet of Things) : 自動車、家電、ロボット、施設などあらゆるモノがインターネットにつながり、情報のやり取りをすることで、モノのデータ化やそれに基づく自動化等が進展し、新たな付加価値を生み出す (出典:平成27年版 情報通信白書)

※IoTにより、「製造業のサービス業化」、「サービス提供のボーダーレス化・リアルタイム化」、「需要と供給のマッチング(最適化)」、「大量生産からカスタマイズ生産へのシフト」が実現

2. i-Constructionを進めるための視点 (2)

○ 建設現場の宿命打破のため、衛星測位技術や ICTによる建設生産プロセス全体のシームレス化と、施工段階等における効率的なサプライチェーンマネージメントを導入



2(3)①. 建設現場を最先端の工場へ

○ 調査・測量から設計、施工、検査、維持管理・更新までのあらゆる建設生産プロセスにおいて、3次元データ等を導入することで、ICT建機など新技術の活用が実現するとともに、コンカレントエンジニアリング※1、フロントローディング※2の考え方を導入。

レーザーキャナ
UAV
ナローマルチビーム

3次元測量点群データの取得

ICT建機による敷均し

航空レーザ測量による土工の監視

地質調査会社
測量会社

コンサルタント

建設会社

発注者

建設会社
コンサルタント



3次元CADによる設計

GNSSローバー等による現地検査

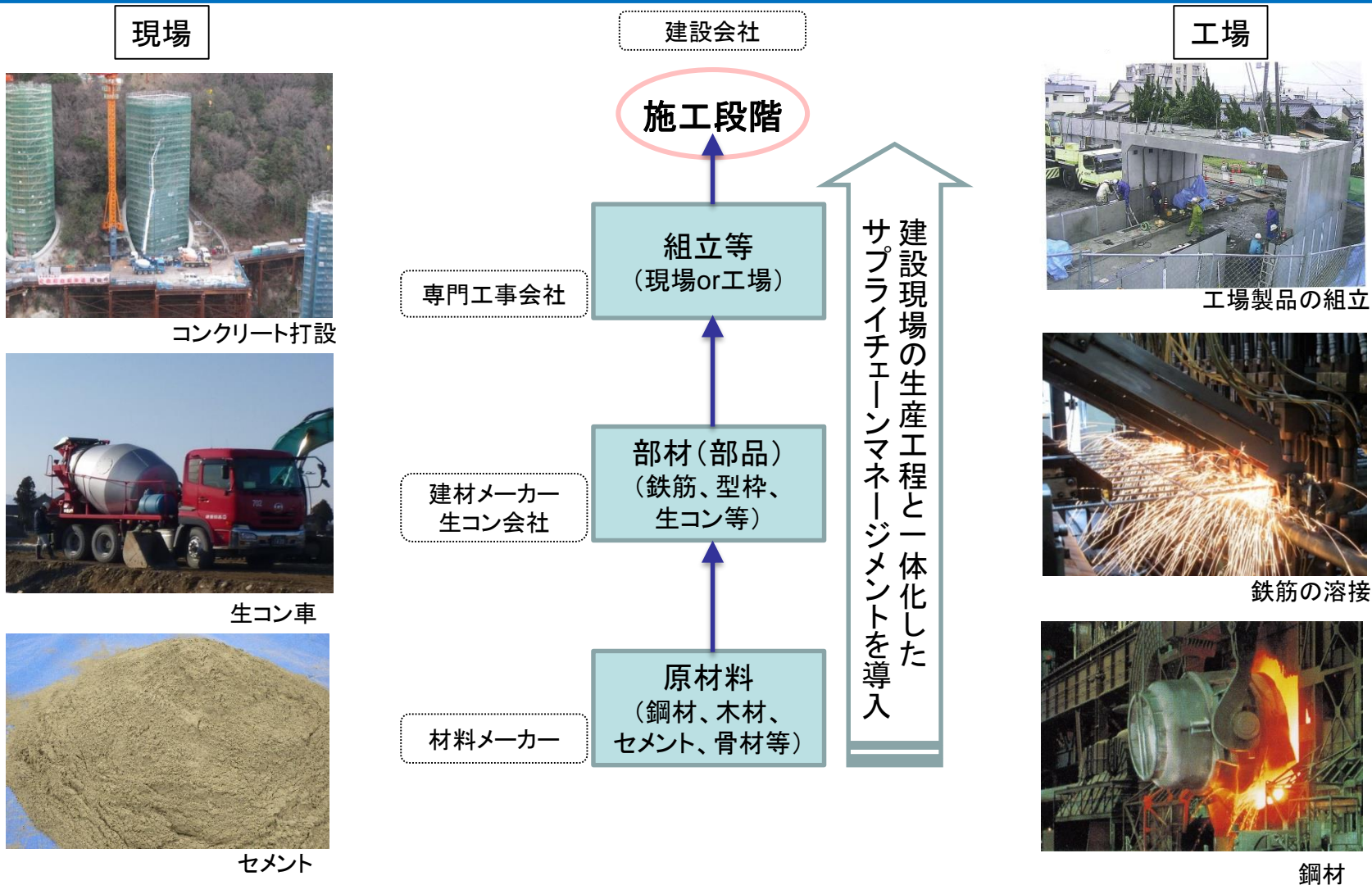
音響ビデオカメラによる水中構造物の健全性確認

※1コンカレントエンジニアリング
製品やシステムの開発において、設計技術者から製造技術者まですべての部門の人材が集まり、諸問題を討議しながら協調して同時に作業にあたる生産方式。開発のある段階が終わってから次の段階に移るのではなく、開発段階の最後のほうですでに次の段階をオーバーラップしながら開始していく。(三省堂 大辞林より)

※2フロントローディング
システム開発や製品製造の分野で、初期の工程において後工程で生じそうな仕様の変更等を事前に集中的に検討し品質の向上や工期の短縮化を図ること。CIMにおいては、設計段階でのRC構造物の鉄筋干渉のチェックや仮設工法の妥当性検討、施工手順のチェック等の施工サイドからの検討による手戻りの防止、設計段階や施工段階における維持管理サイドから見た視点での検討による仕様の変更等に効果が見込まれる。(一財)日本建設情報総合センター HPより)

2(3)②. 建設現場へ最先端のサプライチェーンマネジメントを導入

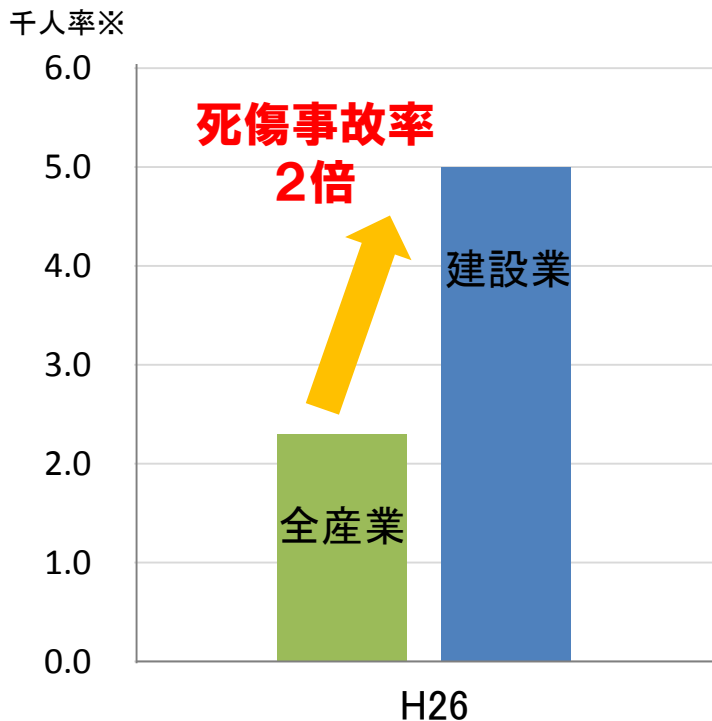
- 原材料の調達、各部材の製作、運搬、部材の組立等の工場や現場における作業を最適に行う効率的なサプライチェーンマネジメントを実現
- 効率的なサプライチェーンマネジメントを実現するため、設計段階に全体最適設計の考え方を導入



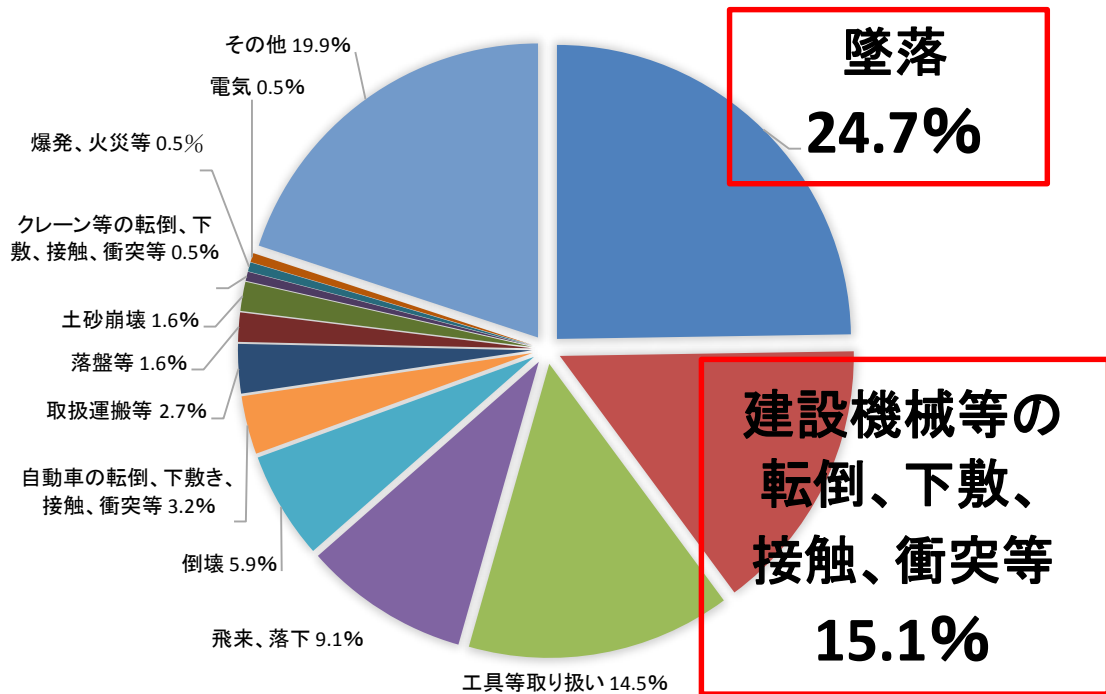
2(4). 留意すべき点

- 全産業と比べて、2倍の死傷事故率(年間労働者の約0.5%(全産業約0.25%))
- 事故要因としては、建設機械との接触による事故は、墜落到次いで多い

死傷事故率の比較



建設業における労働災害発生要因



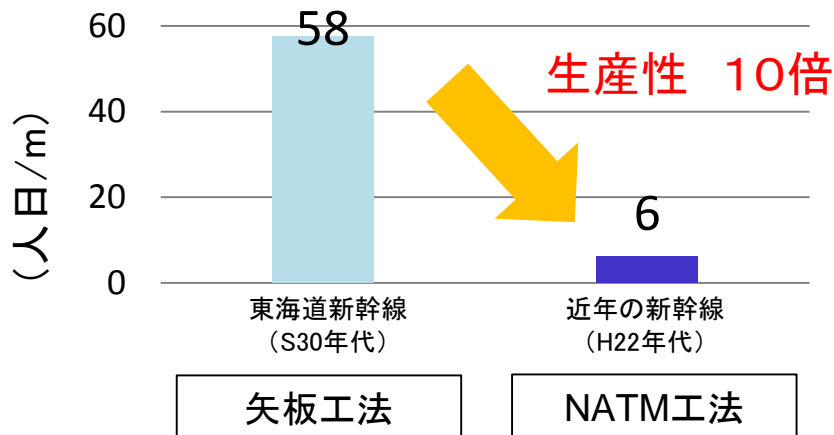
※千人率 = [(年死傷者数 / 年平均労働者数) × 1,000]

3(1). トップランナー施策の推進

○ 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

トンネル1mあたりに要する作業員数

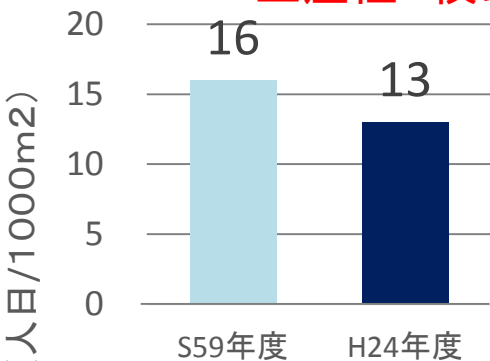


出典: 日本建設業連合会 建設イノベーション

■ 土工

1000m²あたりに要する作業員数

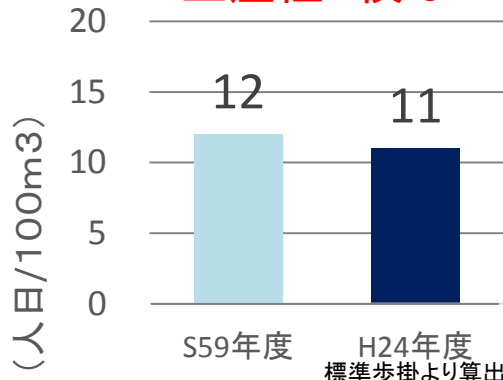
生産性 横ばい



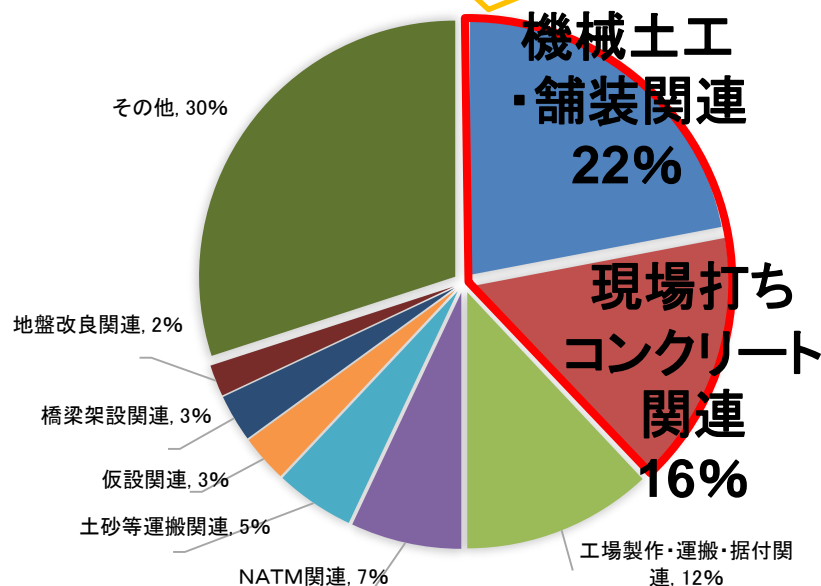
■ コンクリート工

100m³あたりに要する作業員数

生産性 横ばい



「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

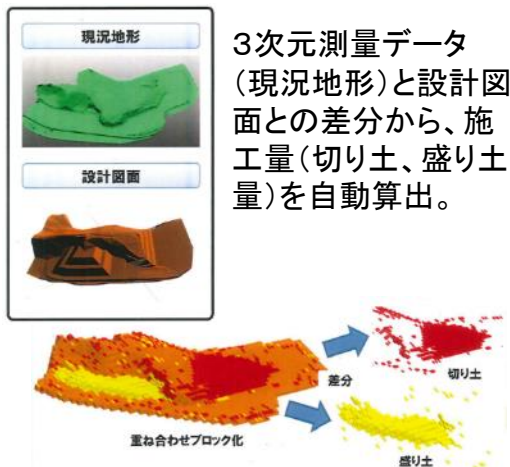
3(1)①. トップランナー施策の推進(ICT技術の全面的な活用)

①ドローン等による3次元測量



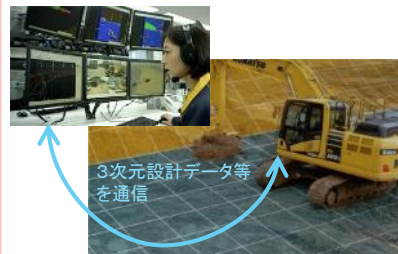
ドローン等による写真測量等により、短時間で面的(高密度)な3次元測量を実施。

②3次元測量データによる設計・施工計画



③ICT建設機械による施工

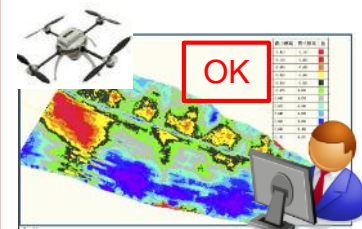
3次元設計データ等により、ICT建設機械を自動制御し、建設現場のIoT(*)を実施。



*IoT(Internet of Things)とは、様々なモノにセンサーなどが付され、ネットワークにつながる状態のこと。

④検査の省力化

ドローン等による3次元測量を活用した検査等により、出来形の書類が不要となり、検査項目が半減。



発注者

i-Construction

測量

設計・
施工計画

施工

検査

これまでの情報化施工の部分的試行

①

②

3次元
データ作成

③
・重機の日当たり
施工量約1.5倍
・作業員 約1/3

2次元
データ作成

④

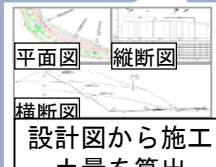
従来方法

測量

設計・
施工計画

施工

検査

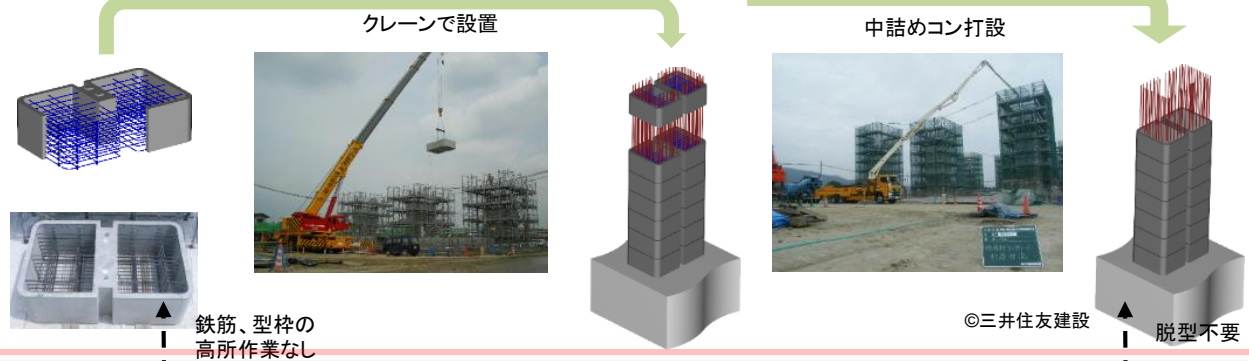


3(1)②. トップランナー施策の推進(全体最適の導入(コンクリート工の規格の標準化等))

- 現場毎の一品生産、部分別最適設計であり、工期や品質の面で優位な技術を採用することが困難。
- 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。
- 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。

(例) 鉄筋をプレハブ化、型枠をプレキャスト化することにより、型枠設置作業等をなくし施工

現場打ちの効率化

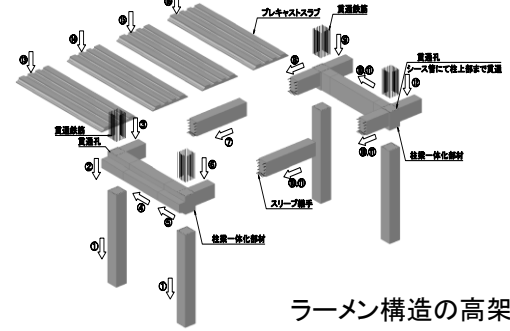


従来方法



(例) 各部材の規格(サイズ)を標準化し、定型部材を組み合わせて施工

プレキャストの進化

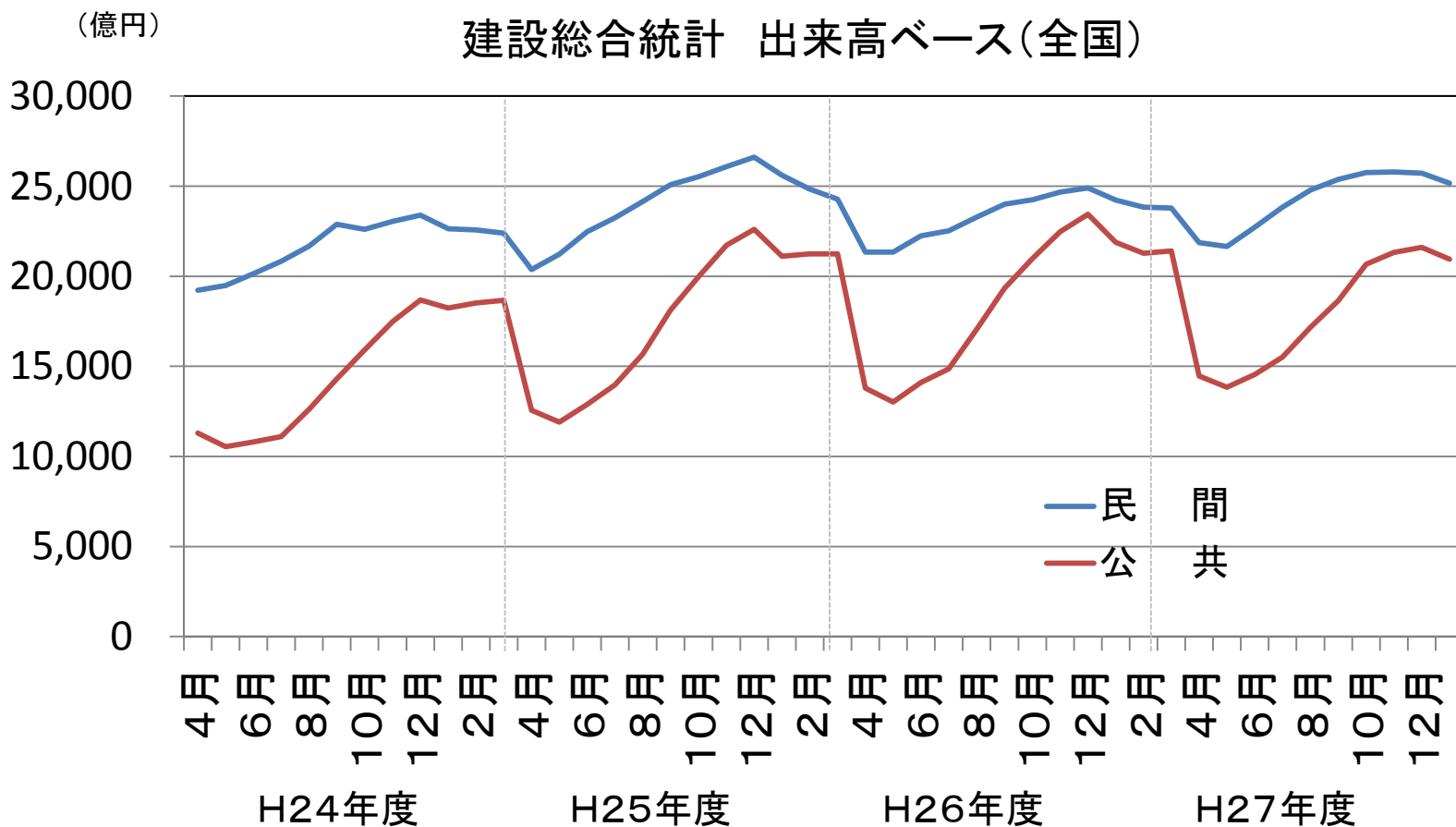


ラーメン構造の高架橋の例



3(1)③. トップランナー施策の推進(施工時期の平準化)

- 公共工事は第1四半期(4~6月)に工事量が少なく、月毎の出来高工事量の最大値と最小値の比は約1.8倍(2014年度)と偏りが激しい。
- 限られた人材を効率的に活用するため、施工時期を平準化し、年間を通して工事量を安定化する。



3(2). トップランナー施策から全ての建設現場へ

○建設現場の生産性向上を実現するため、i-Constructionトップランナー施策を先行的に進め、得られた知見等を踏まえて他の施策への展開を図り、全ての建設現場にi-Constructionの取組を浸透

- ICTの全面的な活用（ICT土工） → 浚渫工等への拡大
- 全体最適の導入（コンクリート工の規格の標準化等） → 他の工種へ
- 施工時期の平準化 → 書類の簡素化など、他のキセイのカイゼンへ

4(2)①. 新基準の導入

○ 調査・測量、設計、施工、検査、維持管理・更新のあらゆる建設生産プロセスにおいて ICT技術を全面的に導入するため、3次元データを一貫して使用できるよう、15の新基準を整備。

調査・
測量

設計

施工

検査

維持管理・
更新

測量成果

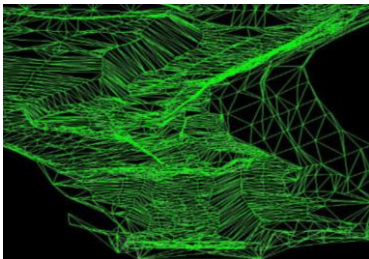
※UAVを用いた測量マニュアルの策定
(従来)



(2次元の平面図)



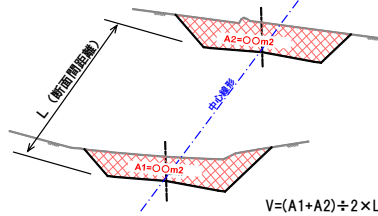
(改訂後)



(3次元測量点群データ)

発注のための施工量の算出

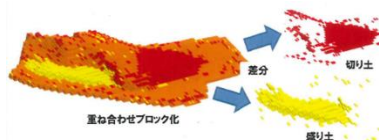
※土木工事数量算出要領(案)の改訂
(従来) 平均断面法により施工土量を算出



(改訂後)



3次元測量点群データ(現況地形)と設計図面との差分から、施工量(切り土、盛り土量)を自動算出。



検査方法

※監督・検査要領(土工編)(案)等の策定
(従来)



(改訂後) 施工延長200mにつき1ヶ所検査



GNSSローバー

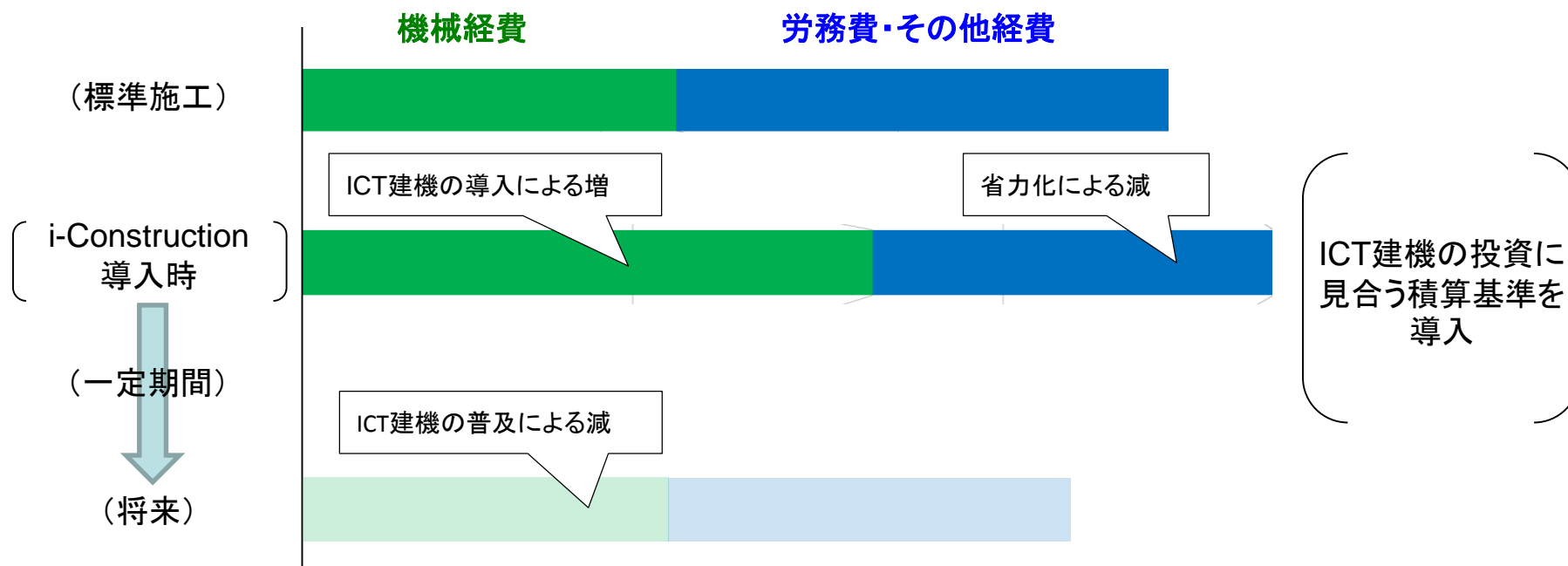
現地検査はTSやGNSSローバーを活用

4(2)②. ICT土工に必要な企業の設備投資に関する支援

- 平成28年度より、ICT土工に必要な企業の設備投資への支援をするため、ICT土工に対応した新積算基準を導入し、一定期間、ICT導入コストを負担。

(ICT建機用の積算基準の導入)

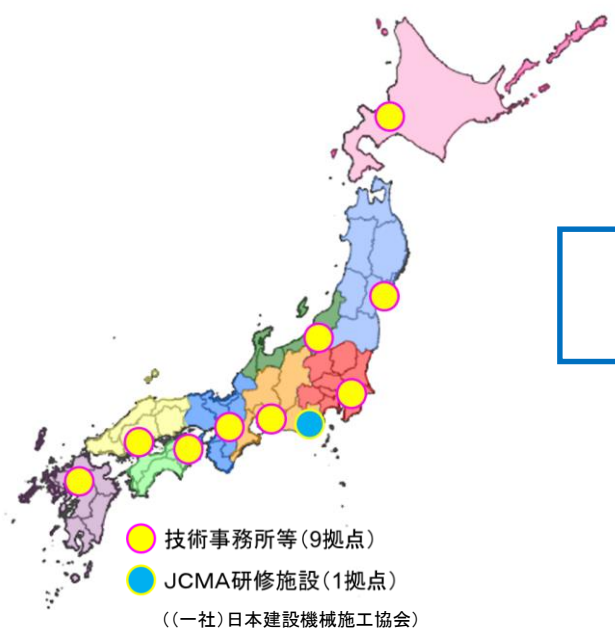
(イメージ図)



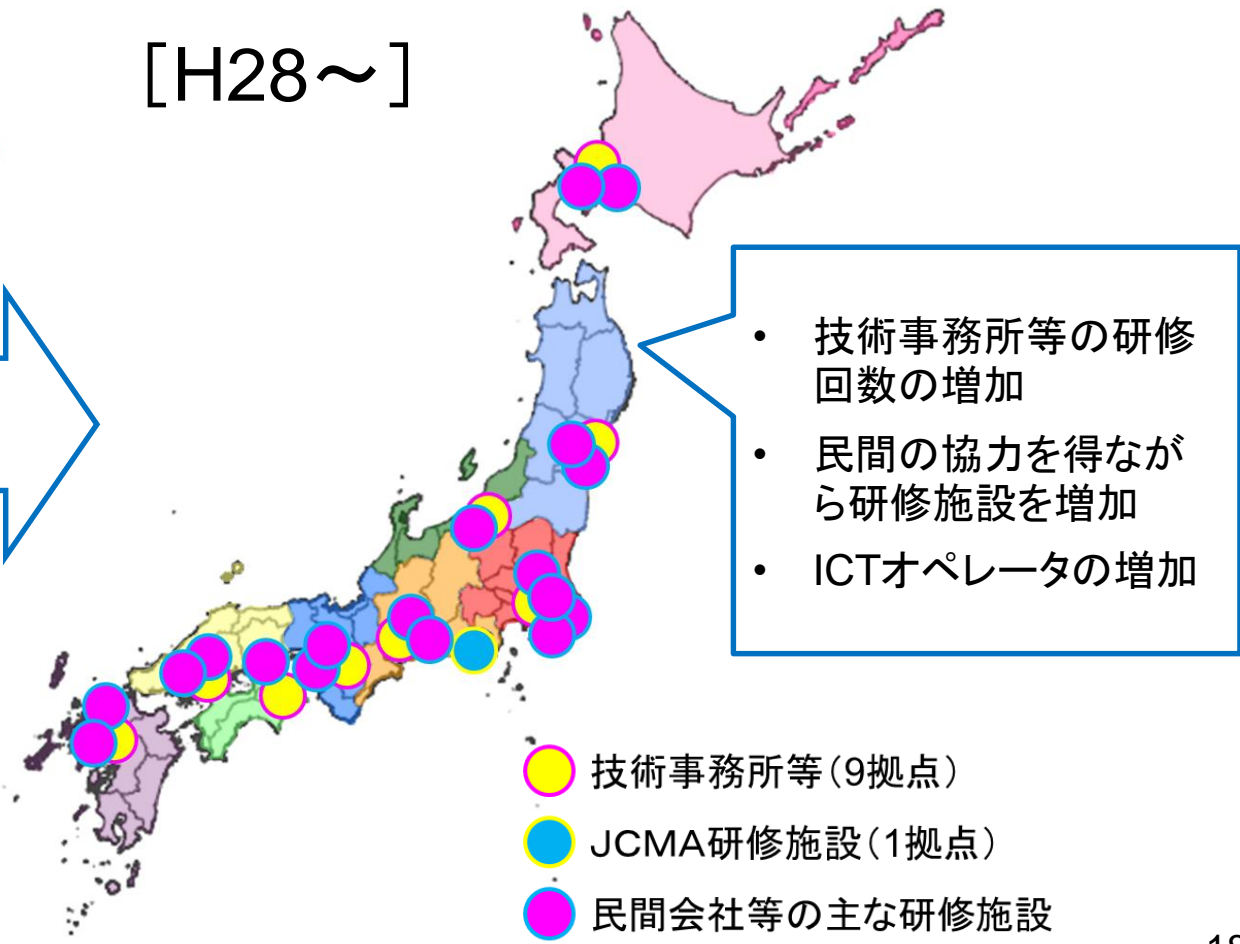
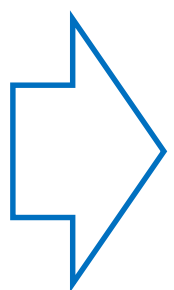
4(2)③. ICT土工に対応できる技術者・技能労働者の拡大

○ 官民で共同した推進体制を構築し、ICT土工に対応できる技術者・技能者を拡大するため、民間の協力を得ながら全国の技術事務所等の30ヶ所程度の研修施設を活用し講習を開催予定。

<ICT土工関係 研修等施設> [現状]



[H28~]



- 技術事務所等の研修回数増加
- 民間の協力を得ながら研修施設を増加
- ICTオペレータの増加

コンクリート工の現状

(1) 現地屋外生産

- ① 気象条件により作業が影響を受けやすく、計画的な施工が困難
- ② 危険伴う労働環境での作業

(2) 部分最適設計、一品受注生産

現地条件に応じて、技術的、社会的、経済的な側面から現場毎に最適となるように設計、施工するため、

- ① 型枠加工・配筋作業などが現場毎に異なり、複雑
- ② スケールメリットが生じにくい
- ③ ストックを準備すると無駄になるリスク
- ④ 工期短縮など、コスト以外の観点で優位な技術が採用しづらい

改善のポイント

全体最適の導入

(1) 建設生産プロセスの全体最適化

- ① プロセス全体の最適化を図る設計や仕組み
- ② 技術開発やフロントローディングの考え方を実現できる仕組みとし、全国へ普及
- ③ コスト以外の項目を総合評価する手法

規格の標準化、要素技術の一般化

(1) 部材の規格の標準化

- ① 橋脚、桁、ボックスカルバート等の規格を標準化し、定型部材を組み合わせた施工
- ① プレキャストの大型構造物への適用拡大

(2) 工場製作による屋内作業化

- ① 現場における鉄筋組立て作業から鉄筋のプレハブ化へ
- ② 型枠を構造物の一部として使用する埋設型枠の活用

(3) 新技術の導入

- ① 鉄筋の継手、定着方法の改善
(機械式継手、機械式定着工法)
- ② コンクリート打設の改善(材料、方法)
(高流動コンクリート、連続打設工法)

(4) 品質規定の見直し

- ① 施工の自由度を高めるための仕様の見直し
- ② 工場製品等における品質検査項目の合理化

工程改善

(1) 工程の改善

- ① 調達、製作、運搬、組立等の各工程の改善

取組方針(案)

- ① 全体最適の検討
- (1) 全体最適のための設計手法手引き(仮称)の作成
- (2) 技術開発

- (要素技術の検討)
- ② コンクリート打設の効率化
 - ③ 鉄筋の組み立て作業の効率化
 - ④ 現場作業の工場製作化
 - ⑤ プレキャストの大型構造物への適用

○ 土木構造物設計ガイドラインの改定へ

⑥ 品質規定の見直し

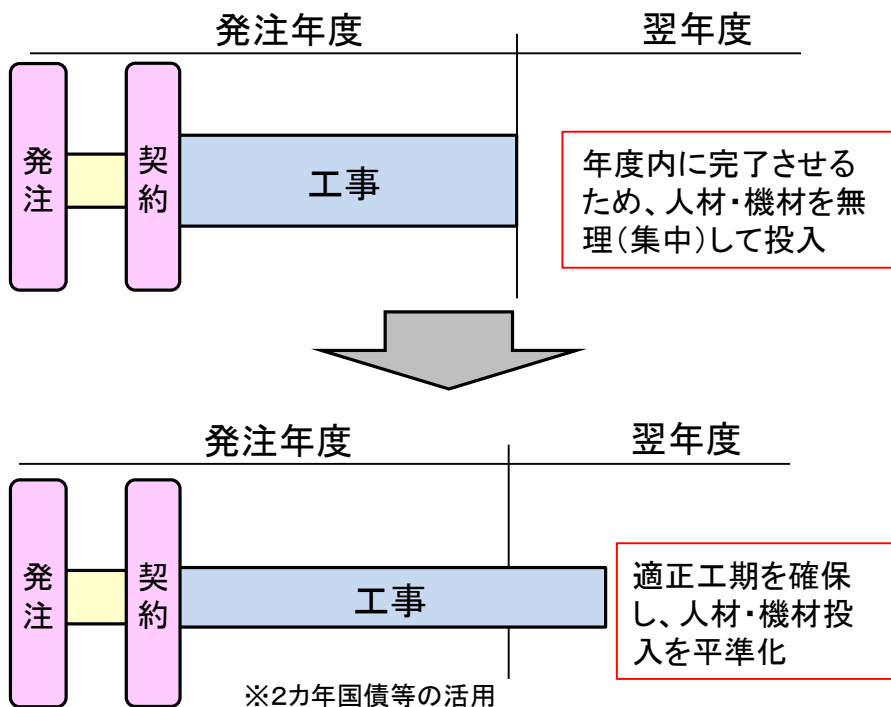
○ 工事関連基準の見直しへ

⑦ 各工程の改善に向けた方策の検討

6. 施工時期の平準化

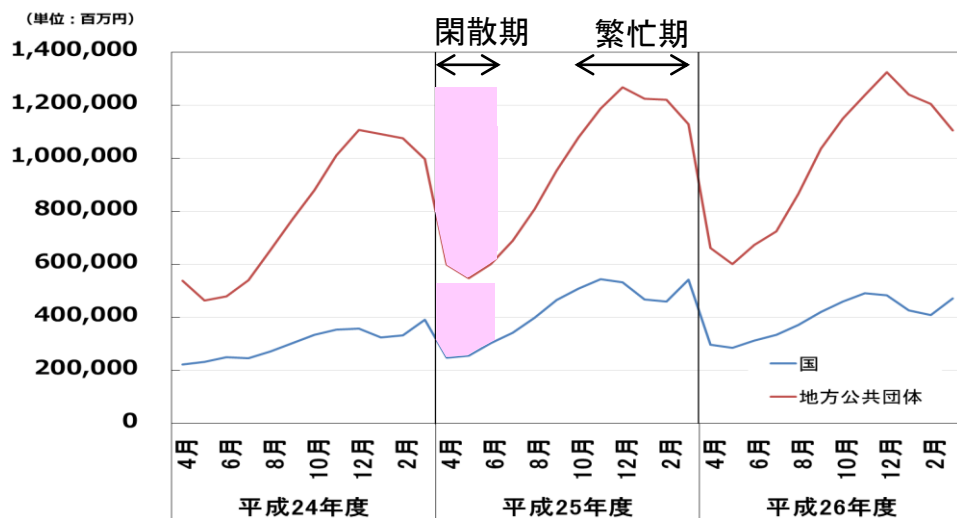
- 年度当初に事業が少なくなることや、年度末における工事完成時期が過度に集中することを避け、債務負担行為の活用などにより、施工時期を平準化する。
- 地域発注者協議会を通じて、国や地方公共団体等の発注機関が協働して平準化を推進。必要に応じて入札契約適正化法等を活用して国から地方公共団体に平準化を要請。
- 長期的な平準化を視野に入れた発注に関するマネジメントを実施。

発注年度で事業を終えなければならないという 既成概念の打破



無理に年度内完了とせず、必要な工期を確保

国・地方公共団体における月別出来高工事量の推移

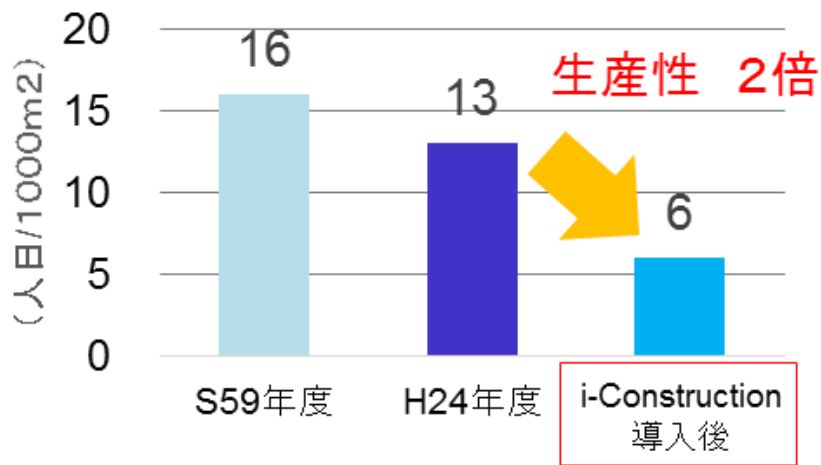


- 2カ年国債の活用
H27-28: 約200億、H28-29: 約700億
- 国土交通省所管事業において、平準化に向けた計画的な事業執行を推進するよう通知(H27.12.25)
- 国の取組も参考に、平準化を推進するよう、総務省とも連携して、自治体に通知(H28.2.17)

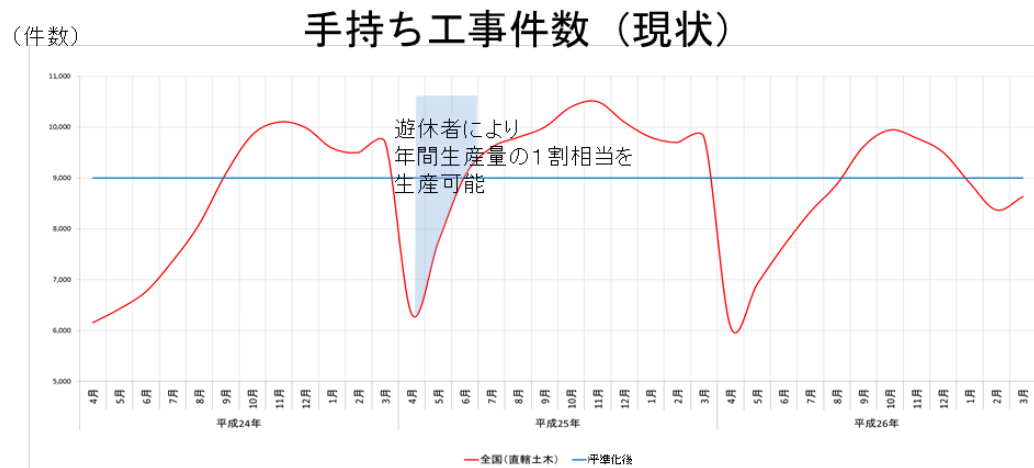
7. i-Constructionの目指すべきもの

○i-Constructionの3つのトップランナー施策による生産性向上効果は、ICTの全面的な活用による省力化や工事時期の平準化などにより、1人あたりの生産性が約5割向上。

○ 土工 1,000㎡あたりに要する作業員数
数



○ 平準化による効果



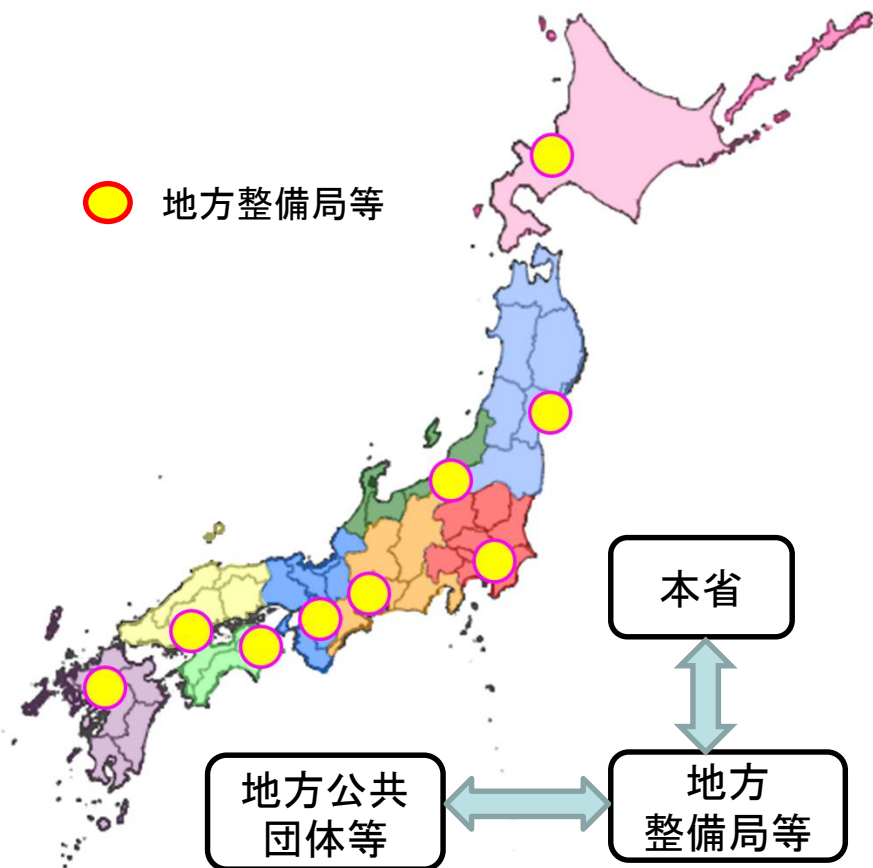
○ i-Constructionの導入により、より創造的な業務への転換、賃金水準等の向上、十分な休暇の取得、安全の向上、多様な人材の活躍、地方創生への貢献、希望が持てる新たな建設現場の実現が期待。

○ i-Constructionの推進により、より早く、効率的にインフラが整備・維持管理されることや、地域の建設企業が元気になり地方創生につながること等、その効果を広く国民に公表し、情報共有していく取組(広報戦略)が必要。

8 (1). i-Constructionの推進体制

○国交省では、直轄事業にi-Constructionを本格的に導入するとともに、地方公共団体等の他の発注者への普及を技術的に支援するため、本省及び地方整備局等に推進体制を整備。

<i-Construction推進体制>

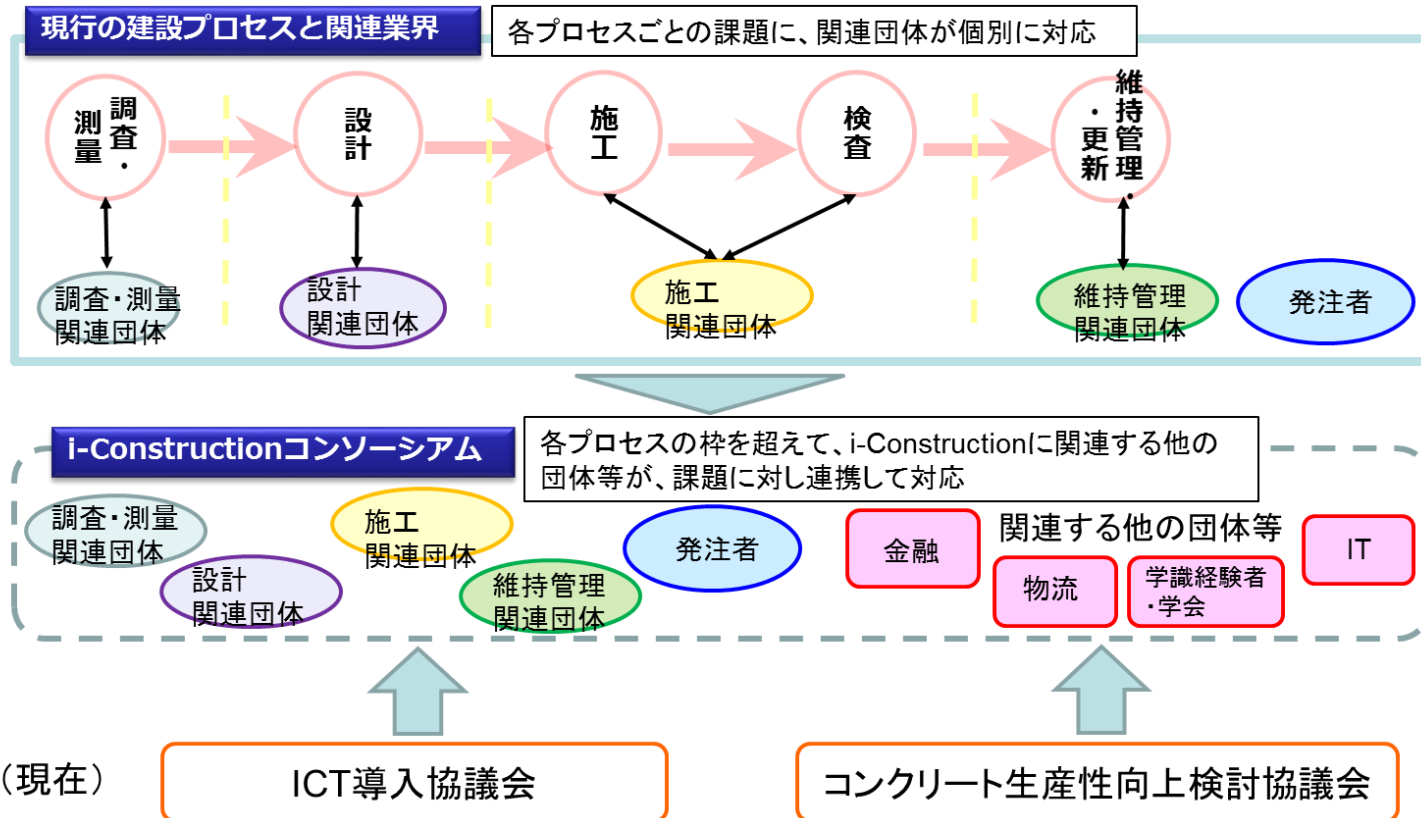


<推進に向けた具体的検討事項>

- 新基準類導入、及び、基準類改善のための業務体制の確立
- i-Constructionの推進に適応した仕組みや体制の整備
- 関係地方公共団体等との基準類、発注・契約方式等の情報共有

○ 急速に進展するIoTなど技術の動向を踏まえて技術の現場導入を進めるため、産学官が連携してi-Constructionに取り組むコンソーシアムを設立する。

i-Constructionコンソーシアム(仮称)のイメージ

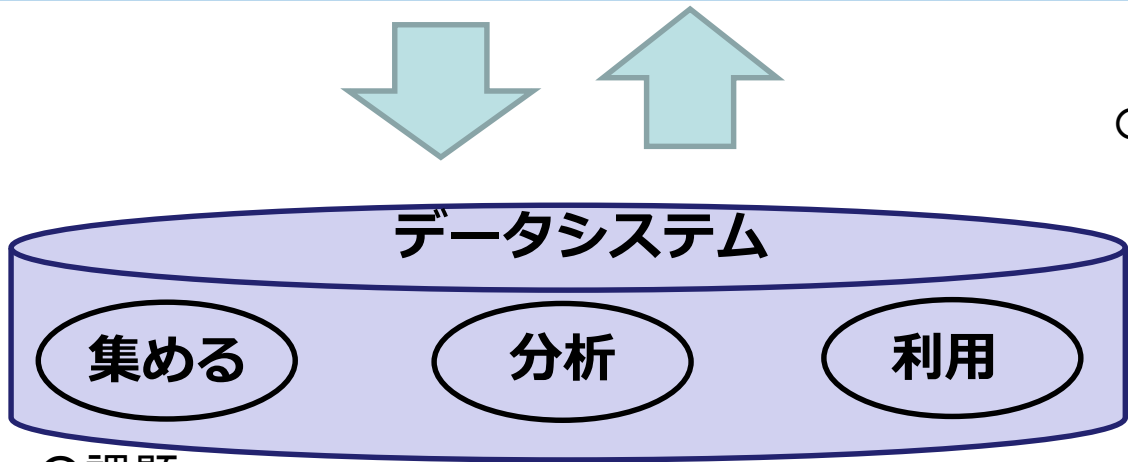
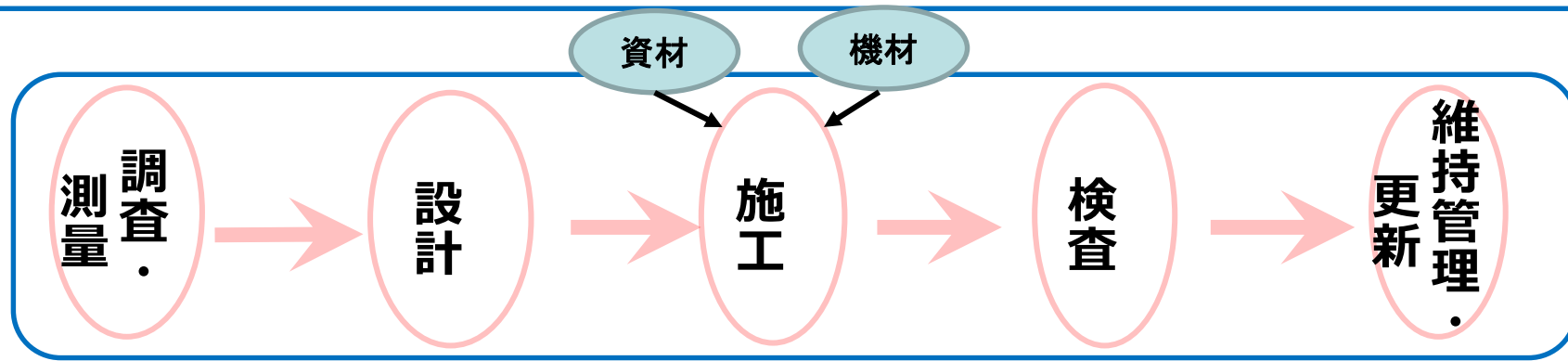


活動項目事例(案)

- プラットフォームの確立
- 最新技術の集積を図る見本市やコンペの開催
- ICTの全面的活用等で蓄積されるデータの活用に関する検討
- 国際標準化に向けた戦略的な取組に関する検討

8 (3) . i-Constructionに伴うビッグデータの活用

○ 調査・測量・設計、施工・検査、維持管理・更新の建設生産プロセスや各生産段階（例えば施工段階）において作成される3次元データ等のビッグデータをデータベース化することにより、更なる生産性の向上や維持管理・更新等に有効活用。



○課題

- オープンデータ化
- セキュリティ確保
- データ所有権の明確化
- 官民連携によるデータ管理の確立

○ビッグデータ活用事例(案)

- 施工履歴データによる現場の見える化・効率化
- 事故や異常発生時に、同種・類似のリスクを有する施設の特定
- 将来的にはクラック等の経時変化累積機能を付加し、点検履歴(クラック、漏水等)を参照して維持管理の更なる効率化

8 (4) . 他の屋外生産分野との連携強化

- 建設業は現地屋外生産であり、製造業で進められてきた工場化等による生産性向上は困難とあきらめていたが、i-Constructionにより本格的な生産性向上に向けた取り組みに着手。
- 今後、他の現地屋外生産分野である林業等では実施されている技術との連携を強化。



(林業)



(i-Construction)



(鉱業)



(農業)

8 (5) . 海外展開

- i-Constructionの海外展開は、国際標準化に向け取り組むことが重要。
- i-Constructionで構築したICT、マネジメントシステム、発注方式、人材育成等をパッケージ化し、海外展開。

