

社会資本整備プロセスにおける生産性向上の研究動向

平成27年12月3日

防災・メンテナンス基盤研究センター長
鈴木 篤

社会資本整備プロセス

社会
資本

河川、道路、海岸、下水道、公園、空港、
港湾等の産業や生活の基盤となる施設

整備
プロセス

計画

調査
設計

工事

維持
管理

事業執行プロセス

調達・契約履行プロセス

積算

入札・契約

履行

検査・評価

社会情勢や経済状況等の時代の変化に
追隨した見直しが必要

ICT技術等の活用

設計・積算基準の見直し

多様な入札・契約方式の導入

監督・検査制度の効率化

◆頻発・激甚化する自然災害

◆老朽化が進行する大量の公共施設

◆少子高齢化による労働人口の減少

⇒ 建設産業が担う役割の増加に対して建設労働人口は減少、将来にわたる社会資本の品質確保と適切な機能維持に黄色信号!!

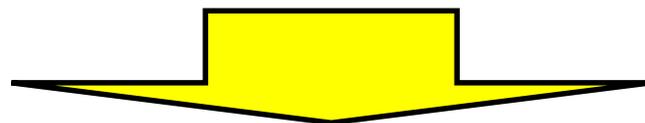
2025年技能労働者数

- ・ 328～350万人(必要数)
- ・ 216万人(予測)

確保の目標

- ・ 90万人新規入職
- ・ 35万人分省人化

将来を担う官民の人材確保とあわせて、社会資本整備プロセスの各フェーズにおいて省力化・効率化・合理化・高度化を進め生産性の向上を図る必要がある。



建設生産システムのイノベーションによる生産性の向上を図るため、主に以下に関する研究を実施。

1. 建設現場における生産性の向上

- ① ICTの活用による土工全体の生産性向上
- ② 現場打ちコンクリート工の効率化
- ③ CIMの活用

2. 多様な入札契約方式の導入

1. 建設現場における生産性の向上

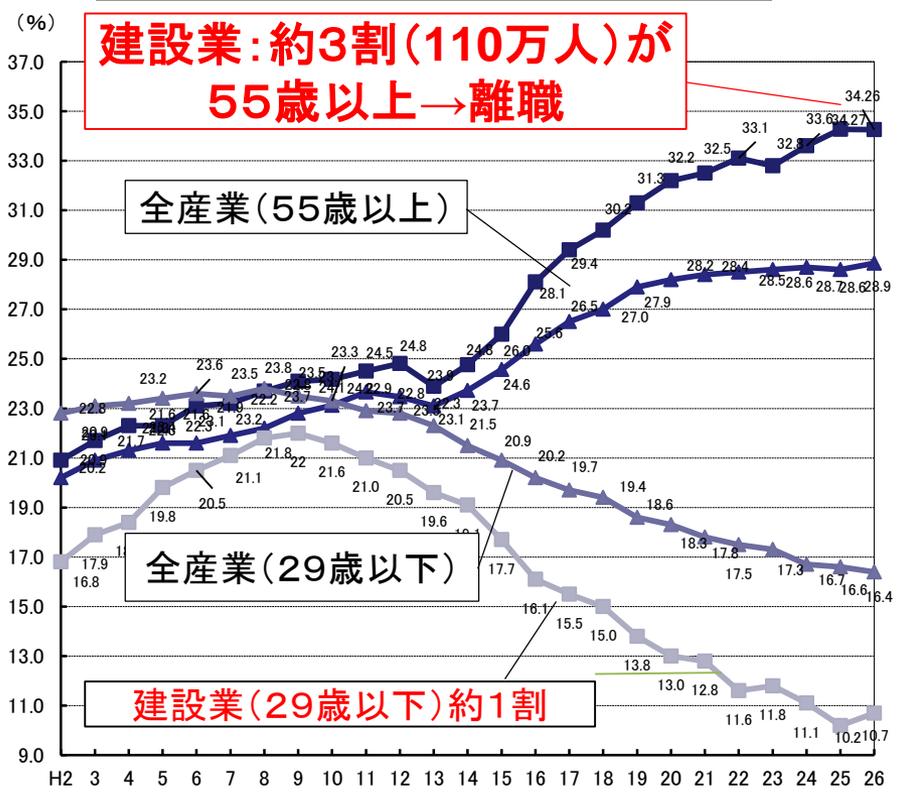
□ 予想される労働力不足

- 技能労働者約340万人のうち、約110万人の高齢者が10年間で離職の予想

□ 労働力過剰を背景とした生産性の低迷

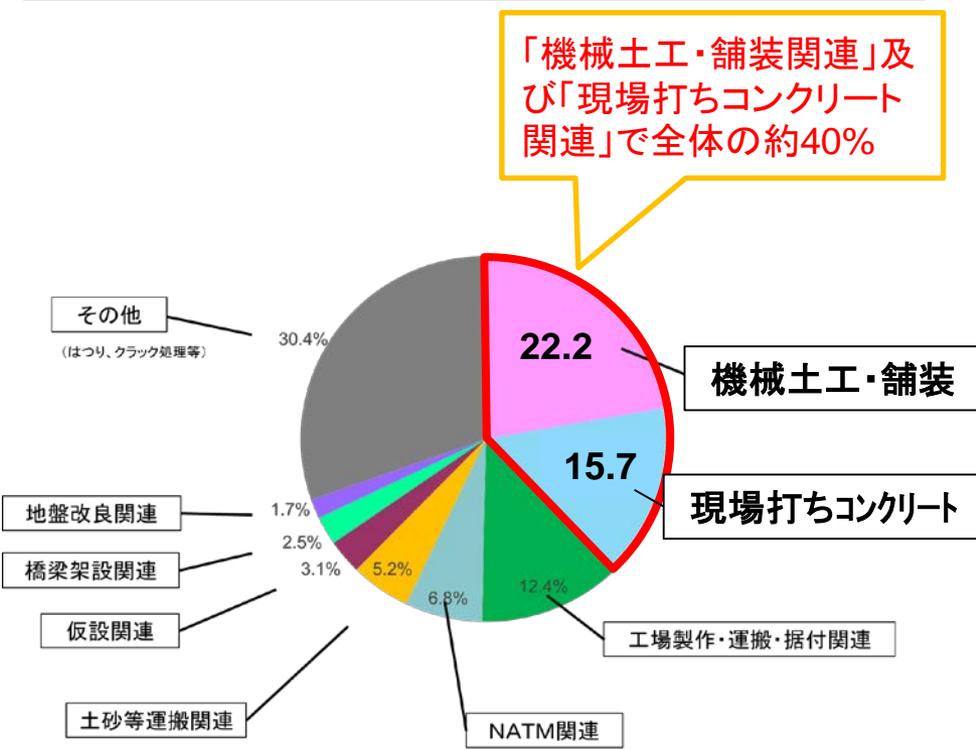
- トンネルなどは、約50年間で生産性を最大10倍に向上。一方、土工や現場打ちコンクリート工などは、改善の余地。(土工とコンクリート工で直轄工事の全技能労働者の約4割)

○建設業就業者の年齢構成推移



総務省「労働力調査」より国土交通省で算出

○建設現場における職種別技能労働者割合



国土交通省直轄工事实績による

【背景】

- 技能労働者の高齢化や若年入職者の減少
- 施工現場の労働生産性の向上が課題
- 省力化のためのICTを活用した要素技術はあまた存在

【要素技術の事例】

- モータグレーダ

排土板の高さ・勾配を3次元設計データどおりに自動制御

施工量(日当たり)

- 約1.5倍(路盤工)

技能労働者人員

- 1/3(重機オペ除)



技術の全面活用を阻む隘路が存在

①ICTの活用による土工全体の生産性向上

【課題】

- 3次元データを活用した施工と2次元データによる受発注者間のやり取りとが混在
- ICTの全面活用には測量から検査に至る全工程の3次元化が必要



将来

測量

設計・
施工計画

施工

検査

技術の
部分適用

3次元
データ作成

2次元
データ作成

現在



【研究方針】

- 受発注者間のやり取りの3次元化基準整備

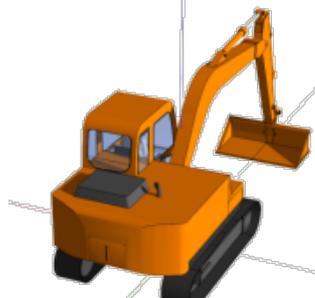
3次元計測機器の測定ルールの新設



レーザースキャナ



UAV



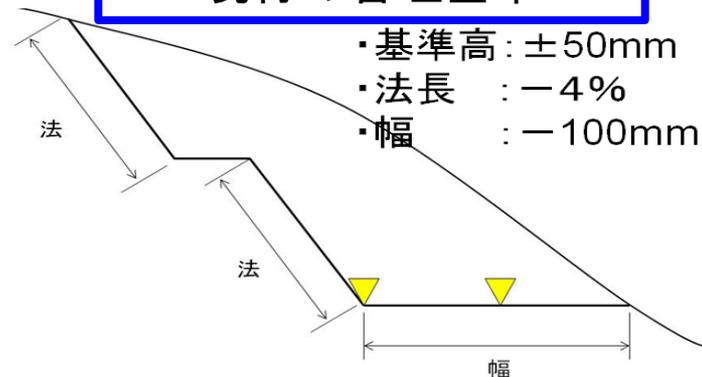
施工履歴データ

X, Y, Z
139.6, 35.8, 45.0
○○, ○○, ○○
○○, ○○, ○○
○○, ○○, ○○
.....

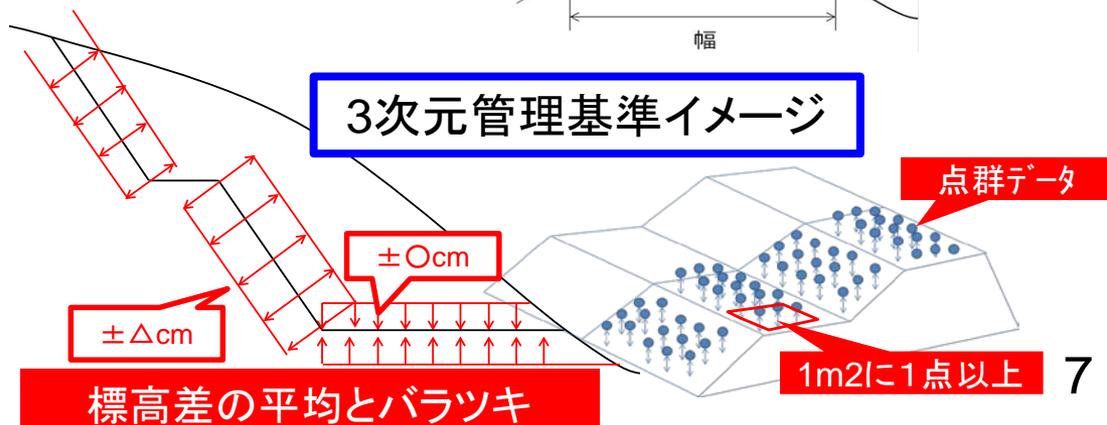
3次元計測機器での検査基準整備

現行の管理基準

- ・基準高: $\pm 50\text{mm}$
- ・法長: -4%
- ・幅: -100mm

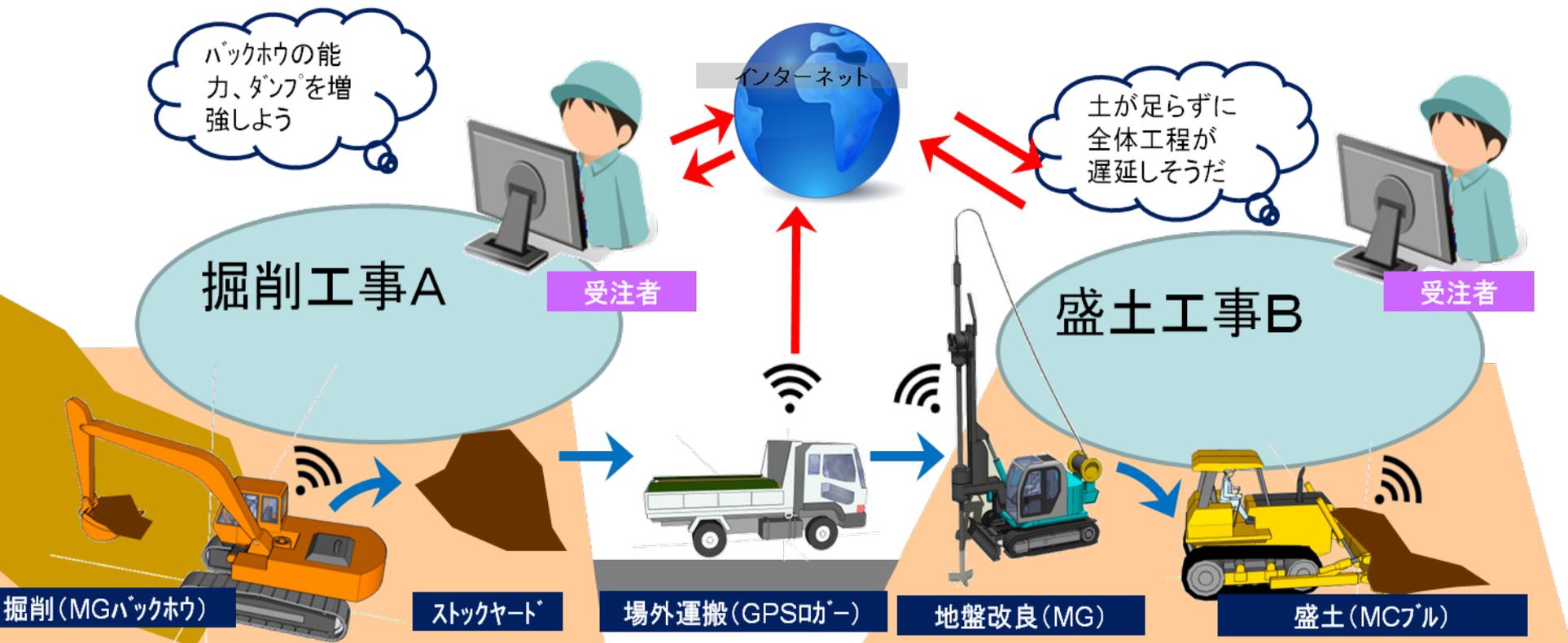


3次元管理基準イメージ



【研究方針】

- ICTを全面活用した複数工事の進捗状況の可視化を実現



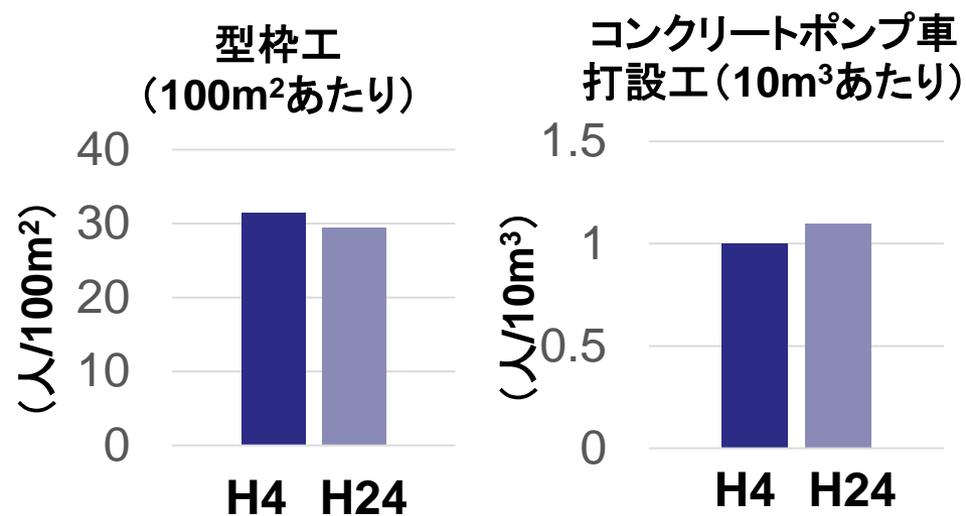
②現場打ちコンクリート工の効率化

<背景>

- ・現場打ちコンクリート工は直轄工事に従事する技能労働者の**約16%**
- ・生産性は横ばいであり、改善の余地

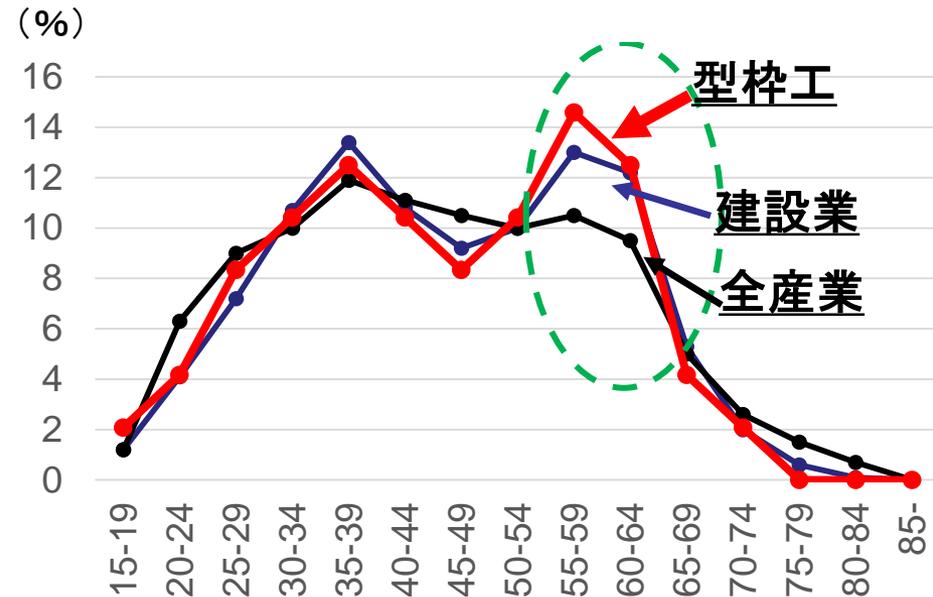
- 型枠工などコンクリート工に携わる技能労働者の高齢化率が高い
- 離職に伴う技能労働者の急減

現場打ちコンクリート工に必要な作業員数 →ほとんど変化なし



(標準歩掛より算出)

建設技能労働者の年齢構成



②現場打ちコンクリート工の効率化

<問題点>

プレキャスト技術などは大幅な現場省力化が可能な一方で、運搬費などの影響でコスト高となり、採用に至らないことも多い。



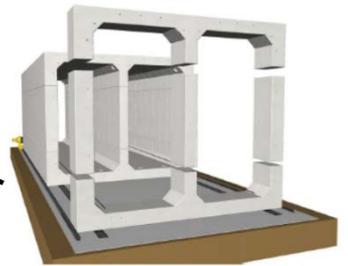
L型擁壁

省力化効果等の評価指標を加え、総合的に評価するとともに、標準化を進めることで、プレキャスト技術などの導入が進むのではないかと？

<研究内容>

①プレキャスト技術等省力化技術の活用効果の分析、および将来予測

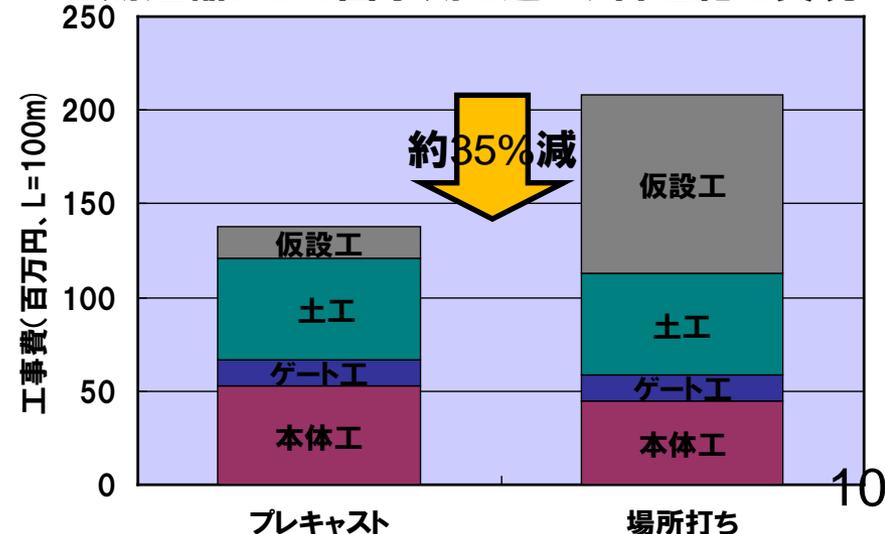
②省力化技術の活用効果の**評価指標**の提案、適用範囲(工種、寸法、現場条件等)の明確化、**標準化**の検討



大断面カルバート

土木構造物設計ガイドラインや土木工事共通仕様書、監督検査要領等への反映を図り、現場での普及、現場生産性向上に寄与

樋門にプレキャスト製品を適用した事例→
工期短縮により出水期を避け、合理化を実現



「CIM」とは、計画・調査・設計段階から、施工、維持管理の各段階において、事業全体に渡り関係者間で3次元モデルの情報を共有することにより、一連の生産システムの効率化・高度化を図るものである。

3次元モデルの連携・段階的構築

調査・測量・設計

【データ作成・追加】

- ・地形データ(3次元)
- ・詳細設計(属性含む)

3次元モデル
(設計レベル)

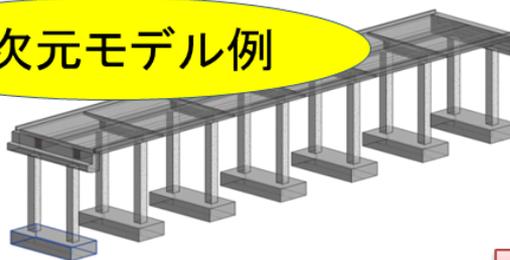
【効果】

- ・自動積算
- ・違算の防止
- ・工事数量算出の効率化

【効果】

- ・適正な施設更新
- ・3D管理モデルの活用

3次元モデル例



維持・管理

【データ作成・追加】

- ・点検・補修履歴
- ・現地センサー(ICタグ等)との連動

3次元モデル
(管理レベル)

施工(着手前)

【データ作成・追加】

- ・起工測量結果
- ・細部の設計
(配筋の詳細図、
現地取り付け等)

3次元モデル
(施工レベル)

【効果】

- ・設計変更の効率化
- ・監督・検査の効率化

施工中

【追加データ】

- ・時間軸(4D)

【効果】

- ・現場管理の効率化
- ・安全の向上

施工(完成時)

【データ作成・追加】

- ・施工情報
- ・維持管理用機器の設定

3次元モデル
(施工完了
レベル)

③ CIMの活用（建設生産プロセスの観点から）



計画・調査 設計 施工 —完成— 維持管理 更新(計画)

情報の流れ

行政情報
(土地利用、環境、地権者、占用物件、文化財、関係自治体、協議内容等)

設計基礎情報
(3次元設計情報、地形・地質等の地理情報)

段階的に詳細情報の付与、変更がなされる

設計情報
(設計条件、構造計算、数量、積算、施工検討等)

施工情報
(施工計画、工程、進捗・出来高、出来形、品質資機材、環境負荷、計測データ、映像、竣工図等)

維持管理情報
(点検記録、センサーデータ、経年変化、補修記録等)

情報の一元管理による有効利用
(必要な情報を、必要な人が、必要な時に、必要な場所で)

ICT
(ツール)

視覚化技術
VR
シミュレーション

設計支援技術
自動積算
構造計算

情報共有システム

測量技術
3D測量、
航空測量等

情報化施工技術
MC, MG, TS,
統合管理システム等

現場管理技術

維持管理システム
センサー、タブレット等

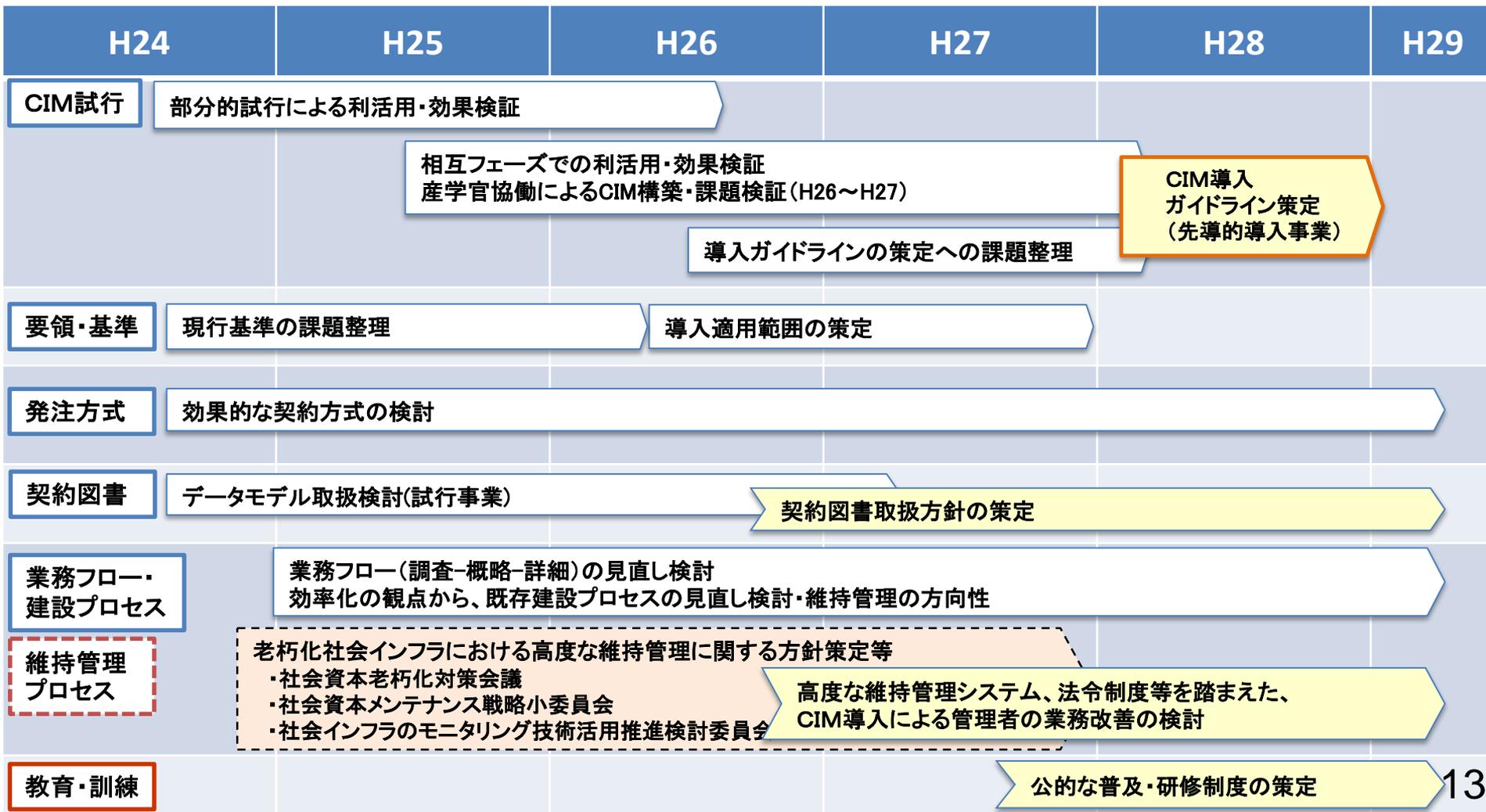
ICTツールの活用 + 技術力向上 (ICTの駆使) + 仕事の改善 (基準、制度、意識)

→ 生産性の向上、行政サービスの向上を達成 (改善・効果)

③ CIMの活用

■ CIM導入に向けての検討スケジュール

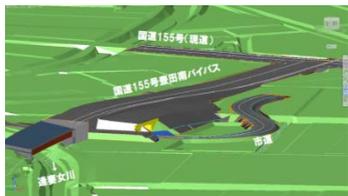
CIM導入により効果を発揮できる事業(プロセス)から、優先的に導入促進を図る「先導的導入」に向けて、平成28年度に「CIM導入ガイドライン」を策定のもと、CIM導入・展開を進める



CIMモデル事業 平成24年度の11モデル事業(業務)

26年度までに、
業務40件、工事49件を実施

国道155号 豊田南バイパス
道路詳細設計
(株)オリエンタルコンサルタンツ



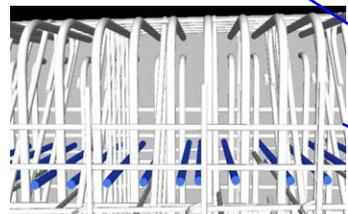
能越自動車道(七尾氷見道路)
PC方杖ラーメン橋
(パシフィックコンサルタンツ(株))



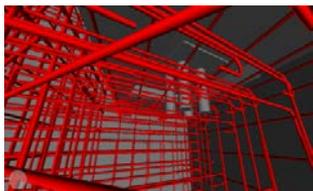
中部横断自動車道 橋脚
(大日本コンサルタント(株))



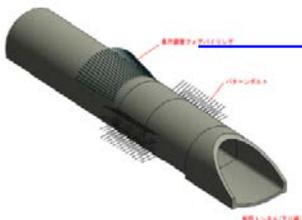
国道161号 青柳北交差点改良事業
ポータルラーメン橋
(大日本コンサルタント(株))



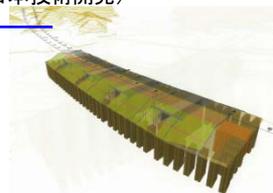
国道2号 安芸バイパス 橋台
(新日本技研(株))



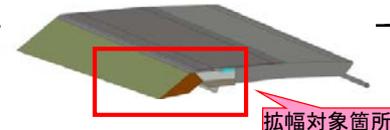
国道201号 飯塚庄内田川バイパス
トンネル坑口部付近
(株)千代田コンサルタンツ



四国横断自動車道(阿南~徳島東)
地盤改良
(株)エイト日本技術開発



国道40号天塩防災
道路改築(土工)
(パシフィックコンサルタンツ(株))

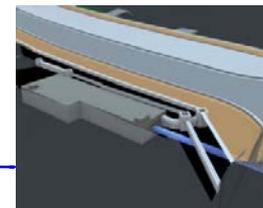


拡幅対象箇所

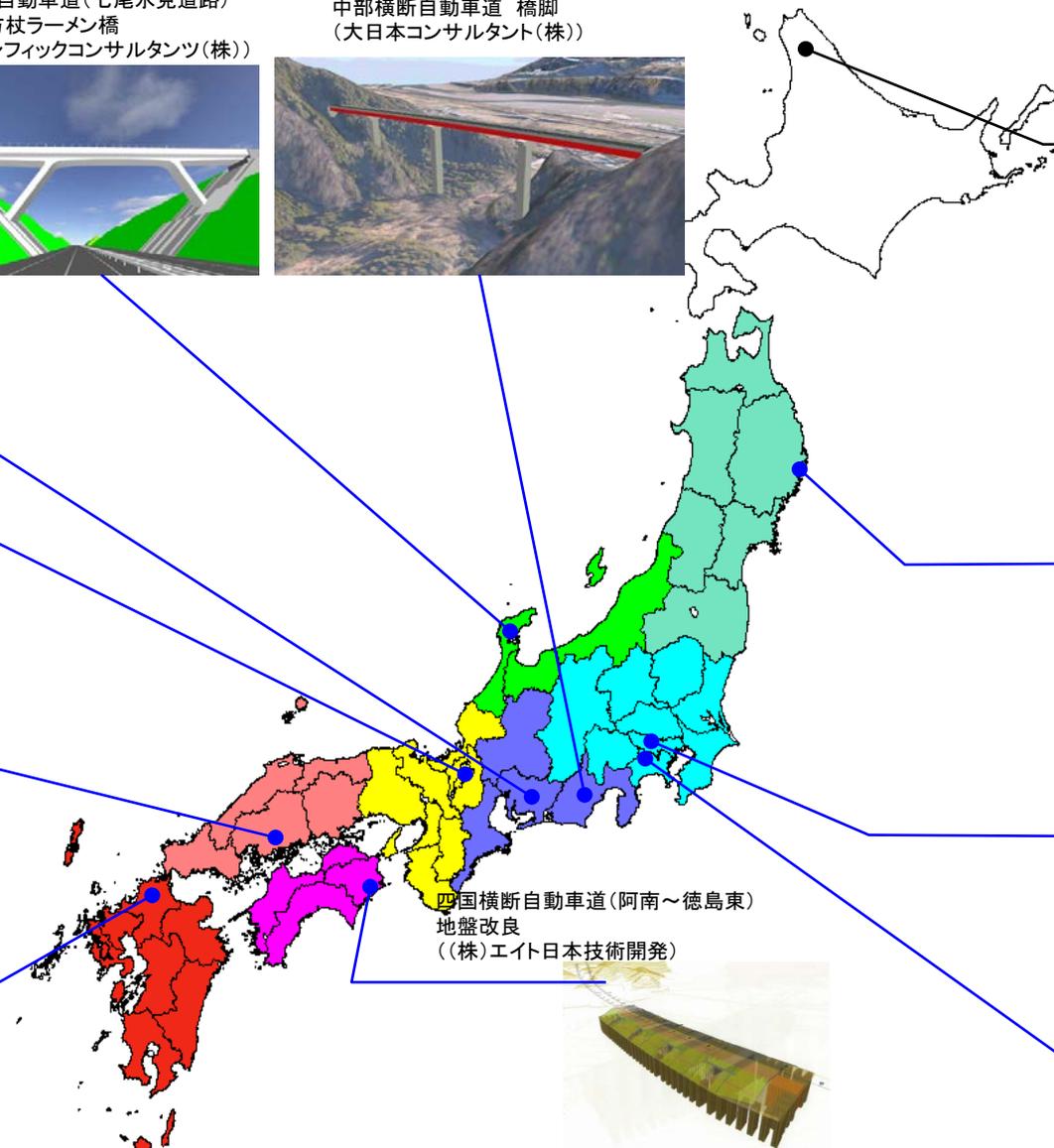
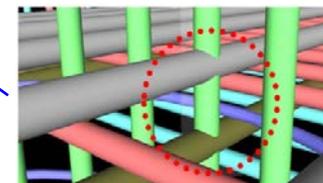
三陸沿岸道路釜石山田道路
Dランプ橋
(日本工営(株))



八王子南バイパス 調整池
(中央復建コンサルタンツ(株))



圏央道(横浜環状南線) 橋脚
(八千代エンジニアリング(株))



維持管理段階での利用を想定したCIMモデル作成基準(案)・・・どう作るか？

- 3次元モデルを維持管理段階で活用する事を想定、設計、施工の各段階で作成する3次元モデルの作り込みレベルと属性情報を費用と利用効果を考慮して整理。
- 上記の整理結果に基に「維持管理段階用のCIMモデル作成基準(案)」を検討。

対象構造物の3次元モデル化



維持管理段階までに作成すべき部位・部材と各作り込みレベルを整理

維持管理段階までに作成すべき、**3次元モデルの詳細度・機能**

属性情報の付与

		離元情報 (設計図)
橋梁形式	鋼箱桁橋	(発注図)
竣工年月	H26.5.10	(竣工図)
管理者	〇〇国道事務所	(施工前状況)
設計者	〇〇〇〇コンサルタンツ	(竣工写真)
施工者	〇〇〇〇	
部位名	鋼箱桁橋	
部材名	主桁	
材料	コンクリート	
	$\sigma_c=24\text{N}/\text{mm}^2$	
材料諸元	打設日H24.8.30	
	打設温度:28度	
	...	

属性情報の項目と付与する段階の整理

設計段階入力項目 (Blue box)
 施工段階入力項目 (Yellow box)

維持管理段階までに、3次元モデルに付与すべき属性情報

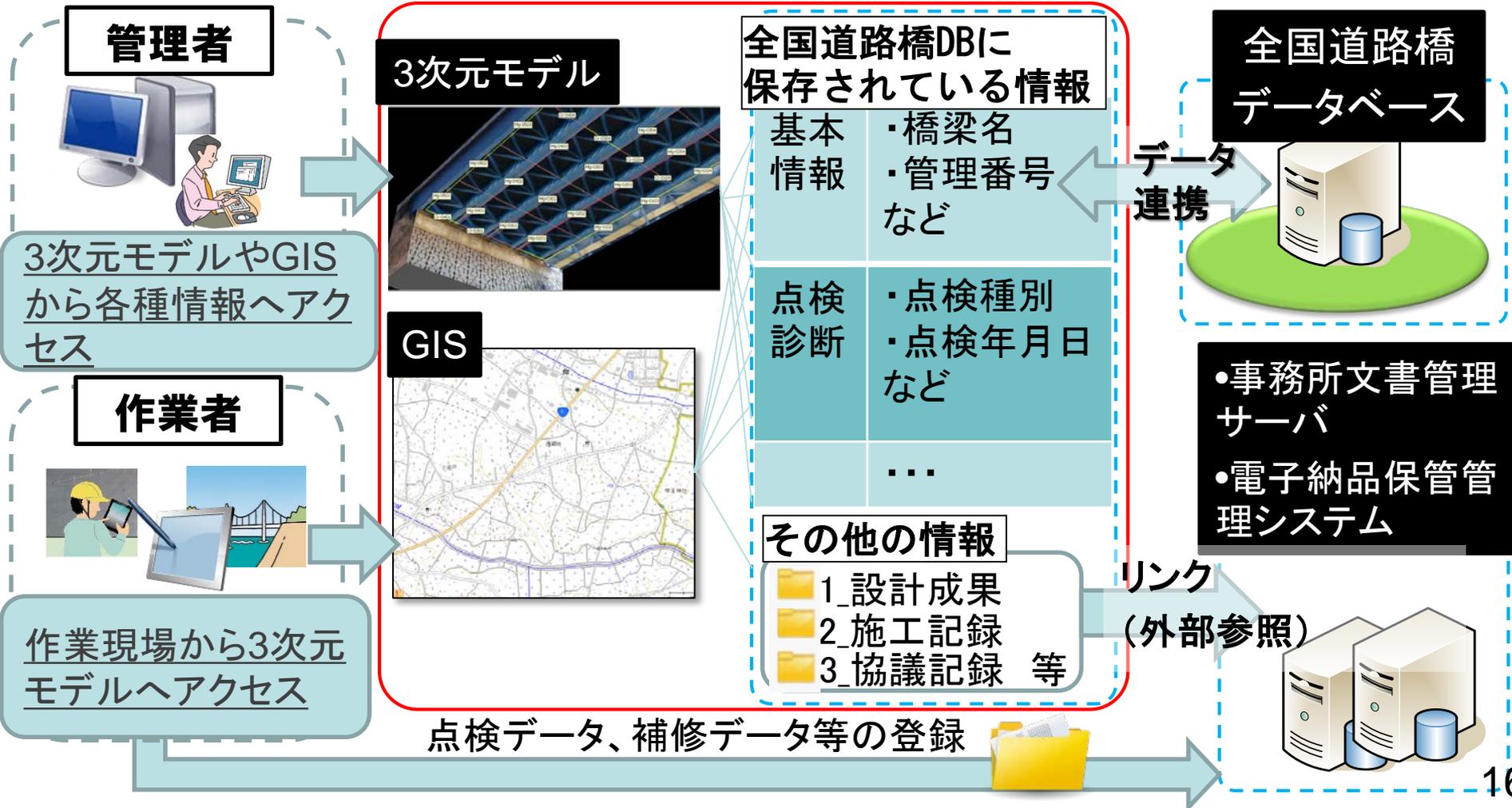
3次元モデル化と属性情報の付与にかかるコストを考慮して整理

「維持管理段階用のCIMモデル作成基準(案)」

3次元モデルを窓口としたデータの統合管理・・・どう使うか？

3次元モデルやGISを通して、各種情報へアクセスすることが可能

- 全国道路橋データベースで管理されていないデータも一元的に管理
- GISや3次元モデルの位置に紐付いて直感的に情報検索・閲覧が可能



2. 多様な入札契約方式の導入

品確法の改正（H26.6.4公布・施行）

目的：建設工事の適正な施工及び品質の確保と、その担い手の確保

- 品確法第14条において、工事の性格や地域の実情等に応じて多様な入札及び契約の方法を選択することが規定された



『公共工事の入札契約方式の適用に関するガイドライン』策定（平成27年5月）

- 品確法第18条において、仕様の確定が困難な工事に対し、技術提案の審査及び価格等の交渉により仕様を確定し、予定価格を定めることを可能とする「技術提案の審査及び価格などの交渉による方式」が新たに規定された



『国土交通省直轄工事における技術提案・交渉方式の運用ガイドライン』策定（平成27年6月）

- 国総研では、ガイドラインの原案を作成
- 引き続き、多様な入札契約方式の現場適用（試行）を対象にフォローアップ、効果検証、運用改善方策の検討を行う

2. 多様な入札契約方式の導入

公共工事の入札契約方式の適用に関するガイドライン

■ 事業・工事の特性や地域の実情等、種々の事項を考慮し契約方式、競争参加者の設定方法、落札者の選定方法、支払い方式の最も適切な組合せを選定する事が重要である

契約方式	競争参加者の設定方法	落札者の選定方法	支払い方式
工事の施工のみを発注する方式	一般競争入札	価格競争方式	総価契約方式
設計・施工一括発注方式			
詳細設計付工事発注方式	指名競争入札	総合評価落札方式	総価契約単価合意方式
設計段階から施工者が関与する方式(ECI方式)			
維持管理付工事発注方式	随意契約	技術提案・交渉方式	コスト+フィー契約オープンブック方式
包括発注方式			
複数年契約方式		段階的選抜方式	単価・数量精算契約方式

など

など

など

2. 多様な入札契約方式の導入

包括発注方式、複数年契約方式

包括発注方式

既存施設の維持管理等において、同一地域内での複数の種類の業務・工事を一つの契約によって発注する方式

複数年契約方式

継続的に実施する業務・工事を複数の年度にわたり一つの契約により発注する方式

	河川	道路
日常時	<ul style="list-style-type: none"> ●河川維持 河川巡視、除草、堤防養生 清掃(塵芥処理、水面清掃)等 ●河川修繕 堤防補修、構造物補修 等 	<ul style="list-style-type: none"> ●道路維持 道路巡廻、道路清掃 舗装の部分補修、除雪 等 ●道路修繕 舗装補修、卜刈補修 等
非常時	<ul style="list-style-type: none"> ●災害応急対応 緊急点検、応急復旧 等 	<ul style="list-style-type: none"> ●災害応急対応 緊急点検、道路啓開 応急復旧 等



2. 多様な入札契約方式の導入

包括発注方式、複数年契約方式

■ 特徴

施工の効率化や施工体制の安定的確保を図るための方式

■ 期待される効果

【包括発注方式】

- ・ 受発注者双方の事務負担の軽減
- ・ 巡回、点検業務と、不具合などに対する補修工事の一体的な発注により、緊急的な不具合への対応の迅速化
- ・ 巡回、点検等に加えて補修工事を包括的に発注することで、補修工事等に関して計画的な対応が可能

【複数年契約方式】

- ・ 受注者における、長期的な収入予測と、それに基づく計画的な設備投資や人員確保
- ・ ノウハウやデータの蓄積による重点的、効率的なパトロールの実施や継続した業務を通じた住民ニーズの適確な把握によるサービス向上

2. 多様な入札契約方式の導入

国土交通省直轄工事における技術提案・交渉方式の運用ガイドライン

■ 適用工事の考え方

- 発注者が最適な仕様を設定できない工事
- 仕様の前提となる条件の確定が困難な工事

■ 契約タイプ

① 設計・施工一括タイプ

優先交渉権者と価格等の交渉を行い、**設計及び施工の契約**を締結

② 技術協力・施工タイプ

優先交渉権者と**技術協力業務の契約**を締結。別契約の設計に提案内容を反映させながら価格等の交渉を行い、**施工の契約**を締結

③ 設計交渉・施工タイプ

優先交渉権者と**設計業務の契約**を締結し、設計の過程で価格等の交渉を行い、**施工の契約**を締結

■ 適用による効果

- 標準的な施工方法では実施できない工事への対応
- 工事の早期完成・工期の短縮
- 工事目的物の機能・性能向上等が実現可能に。



厳しい条件の下、品質向上・生産性向上を期待した調達方法

2. 多様な入札契約方式の導入

技術提案・交渉方式の導入例

■ 発注機関

首都高速道路株式会社

■ 工事名

高速1号羽田線(東品川棧橋・鮫洲埋立部)更新工事

■ 工事内容

橋梁上部工・下部工、土工部嵩上げ工、水管橋構造改良工、仮設工等の実施設計及び施工

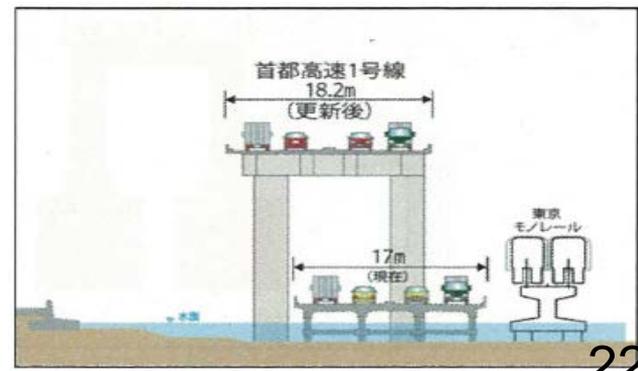
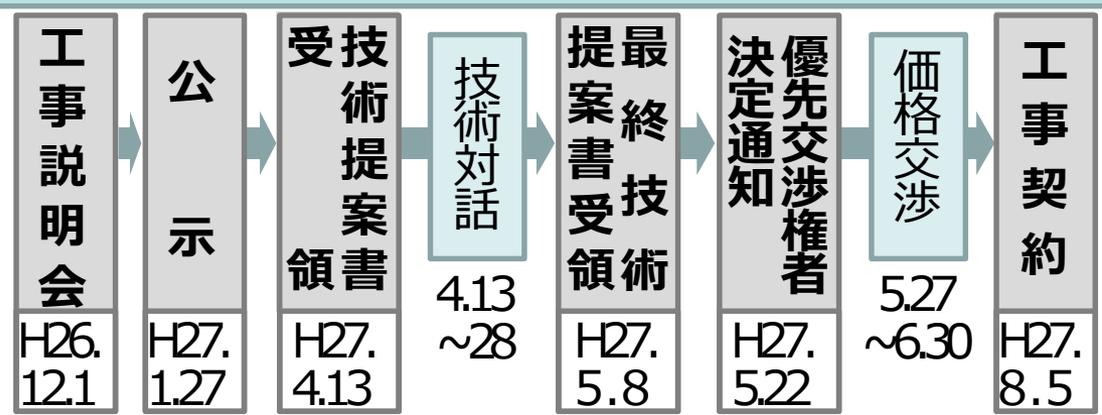
■ 工事種別

土木工事、鋼橋工事、プレストンクリート橋工事

■ 契約方式／落札者の選定方法

設計・施工一括発注方式／技術提案・交渉方式

■ 契約者決定までのスケジュール



i - construction

プロセス全体の最適化へ

調査・設計から施工・検査、さらには維持管理・更新まで

- ICT技術の全面的な活用
- 規格の標準化
- 施工時期の平準化

ご清聴ありがとうございました。