

CIMと情報化施工 現状の課題と今後について

2015年6月4日（金）

（一社）日本建設機械施工協会 | 藤島 崇

内 容

- CIMの概要
- 行政の動向
- 技術検討会の取り組み概要

※CIMの導入事例はCIM技術検討会報告書(H26)巻末資料 施工CIM事例集よりダウンロード可能です。

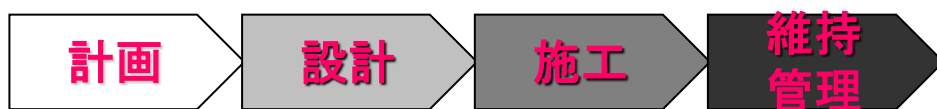
JACICのCIMサイト http://www.cals.jacic.or.jp/CIM/index_CIM.htm をご覧ください。

- 情報化施工の現状
- 施工段階における情報化施工とCIM

CIMとは・・・

「CIM」とは、計画・調査・設計段階から3次元モデルを導入し、その後の施工、維持管理の各段階においても**3次元モデルに連携・発展**させ、あわせて事業全体にわたる**関係者間で情報を共有**することにより、一連の建設生産システムの効率化・高度化を図るものである。

3次元モデルは、各段階で追加・充実され、**維持管理**での効率的な活用を図る。

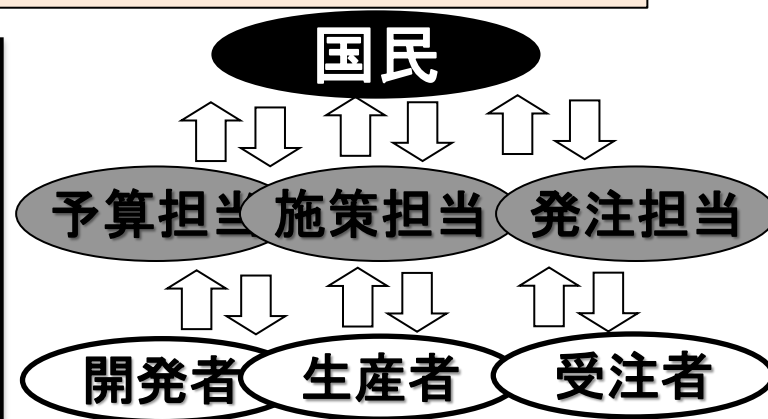


ICTを核として施策・要素技術を統合

- ・コスト縮減
- ・品質管理
- ・環境施策
- ・防災施策 等

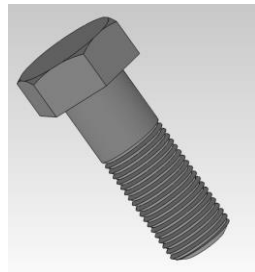
- ・情報の有効活用(設計の可視化)
- ・設計の最適化(整合性の確保)
- ・施工の効率化、高度化(情報化施工)
- ・維持管理の効率化、高度化

建設生産システム改革
(計画～維持管理までの
トータルマネジメント)

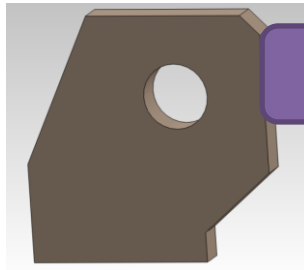
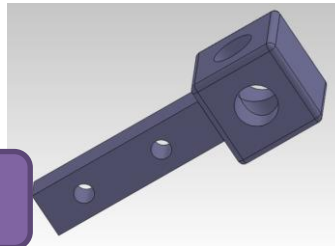


BIMとは・・・

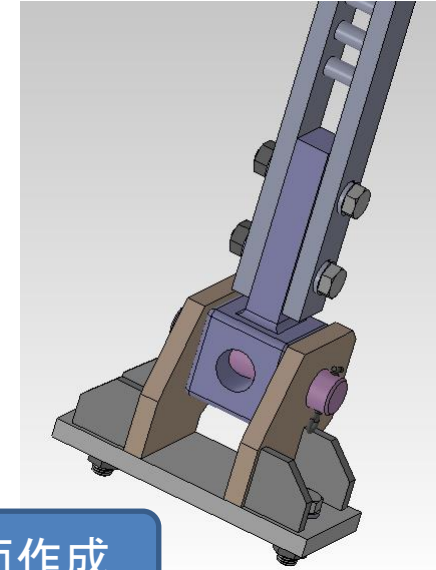
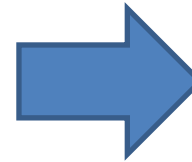
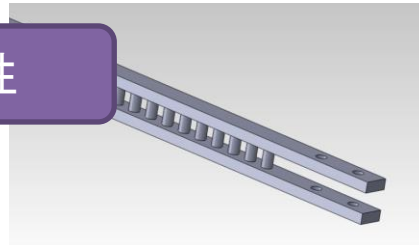
BIMの概要



形状



属性



図面作成

数量計算

解析

建築の分野では・・・

コンピューター上で形状の表現や部材の仕様をデータベース化しておくことで、図面作成や数量計算、解析等を自動化し業務効率を向上させる。（キーワード：フロントローディング）

CIMとは・・・

CIMの概念



3次元モデルの連携・段階的構築

調査・測量・設計

【作成・追加するデータ】

・地形
・詳細
(施設
がと

3次元モデル
(設計レベル)

施工(着手前)

【作成・追加するデータ】

3次元モデル
(施工レベル)

■情報化施工は・・・

施工段階を対象に、元請けや下請けの**合意形成**、**正確な現場状況の伝達**による技術者判断を支援により、ミスや手戻りの防止、品質確保、工程確保を実現するツール

(発注者)

【得られる効果】

・適正な施設更新
・3D

3次元モデル例



・設計変更の効率化
・監督・検査の効率化

・時間軸(4D)

【得られる効果】

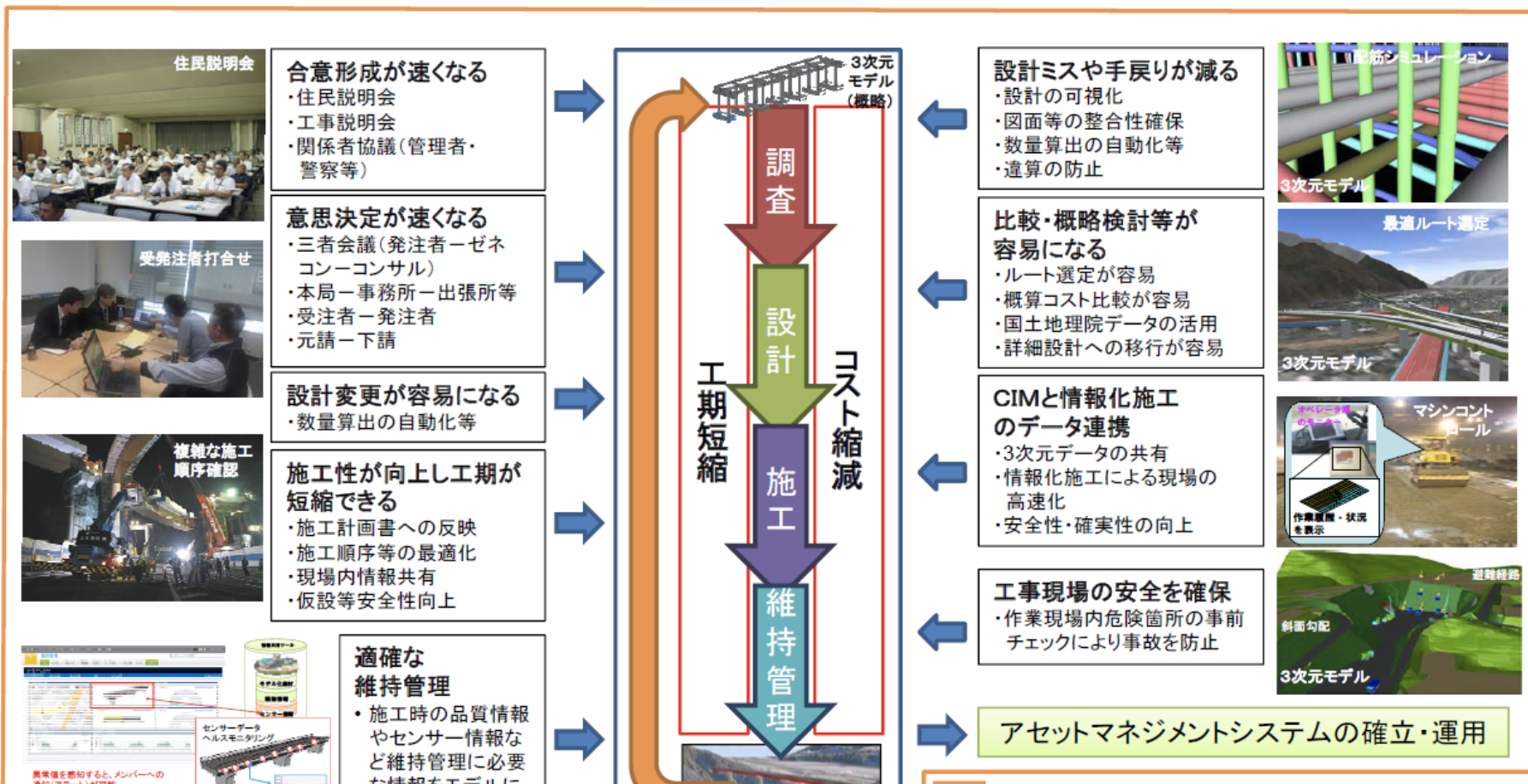
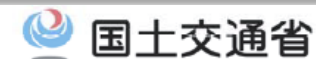
・現場管理の効率化
・施工計画の最適化

■CIMは・・・

計画から管理段階までのインフラのライフサイクルを対象に、事業全体のプロセスの可視化により、発注者や維持管理者とユーザ・設計者・施工者の合意形成、事業全体としての効率的な実施などの、プロジェクトマネジメントを支援するツール

CIMとは・・・

CIM導入による効果



3次元モデル化するだけでなく、
見える化あるいは、情報を活用することで業務を効率化

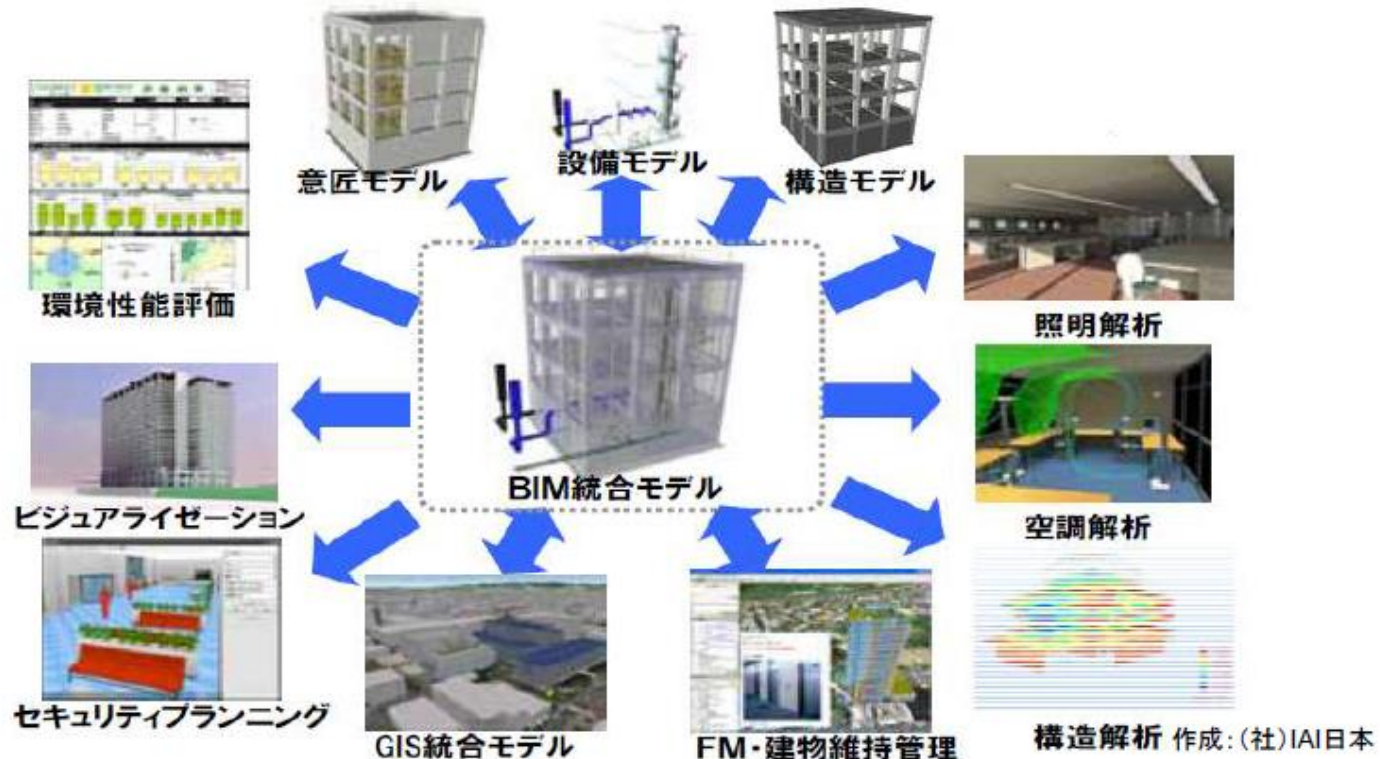
CIMとCALS/ECの違い・・・？

BIM (Building Information Modeling) (建築分野)

コンピュータ上に作成した**3次元の形状情報**に加え、室等の名称や仕上げ、材料・部材の仕様・性能、コスト情報等、建物の**属性情報**を併せもつ**建物情報モデル(BIMモデル)**を構築すること。

BIMの活用により、設計～施工、維持管理に至るまでの**建築ライフサイクル**のあらゆる工程で効率化に繋がる。

BIMの概要 (Building Information Modeling)



キーワード: 流通から共有へ

CIMのハードル

OCF CIMセミナー 名古屋 2015.06.04



多様な環境変化に対応できる技術
(ハードウェア・ソフトウェア)

技術を活かせる制度や体制
情報を共有できる発注制度
情報の後利用を前提とした取得・管理体制、役割分担



施工パーツ別の工程管理
仕様や材料情報の伝達

- 土木(特に土を扱う場合)ではパーツ化(プレキャスト化)が難しい。
→パーツとなる構造物を構築するための現場データが必要。(施工者にしか作れないデータも多い=情報化施工のデータ)
- プロジェクトが広範囲で長期間で関係者が多い

行政の動向

検討体制・施策等への位置づけ

新たな「国土交通省技術基本計画」

国土交通省は、今後5年間を計画期間とする、
新たな「**国土交通省技術基本計画**」を策定

～安心と活力のための明日への挑戦～

国土交通省の技術政策の基本方針を明示し、それを踏まえ、
今後取り組むべき技術研究開発や技術の効果的な活用方策、
重点プロジェクトの推進、国土交通技術の国際展開、技術政策
を支える人材の育成及び技術に対する社会の信頼の確保等
の取組を示すものです。

国土交通省技術基本計画

～ 安心と活力のための明日への挑戦 ～

平成24年12月

国土交通省

7つの重点プロジェクトの推進

技術研究開発の推進において、特に優先度の高い政策課題の解決に向け、分野横断的な一連の取組を重点プロジェクトとして位置付け、重点的に推進する。

そのひとつに、**CIMを導入**して「建設生産システム改善プロジェクト」が掲げられている。

インフラ老朽化対策の推進に関する 関係省庁連絡会議

インフラ長寿命化基本計画(平成25年11月)

インフラの老朽化対策に関し、関係府省庁が情報交換及び意見交換を行い、連携を図るとともに、必要な施策を検討・推進する会議として新たに設置。

「インフラ長寿命化基本計画」(一部抜粋)

V. 必要施策の方向性

(3) 情報基盤の整備と活用 [収集・蓄積]

情報の収集に当たっては、現在の手法に加え、センサーやICT等の新技術も活用し、情報の高度化、作業の省力化、コスト縮減を推進するとともに、得られた情報については、各インフラを管理・所管する者で相互に共有すること等を通じ、情報のビッグデータ化を図る。

情報の蓄積に当たっては、利活用が容易となるよう、国は、電子化、フォーマットの統一はもとより、既存のデータベース等を最大限活用しつつ、3次元の形状データや施設の様々な属性を一体的にわかりやすい形式で管理できるシステム(Construction Information Modeling(CIM)等)の導入や、GISと衛星測位を活用した地理空間情報(G空間)との統合運用についても検討し、将来的には、得られた情報を自動で解析し、修繕や更新の時期、内容を明示するシステムを構築するなど、より汎用性の高いシステムを目指す。

新たな「情報化施工推進戦略」

～「使う」から「活かす」へ、新たな建設生産の段階へ挑む！！～

情報化施工の目指す姿に向けて、本推進戦略期間に大きな柱として推進する目標とその達成に向けて取り組む項目として、5つの重点目標と10の取り組みを設定。

平成25年3月29日
情報化施工推進会議

重点目標ひとつとして、**CIMの導入と連携した「取り組み項目」**が掲げられている。

①情報化施工に関連するデータの利活用に関する重点目標

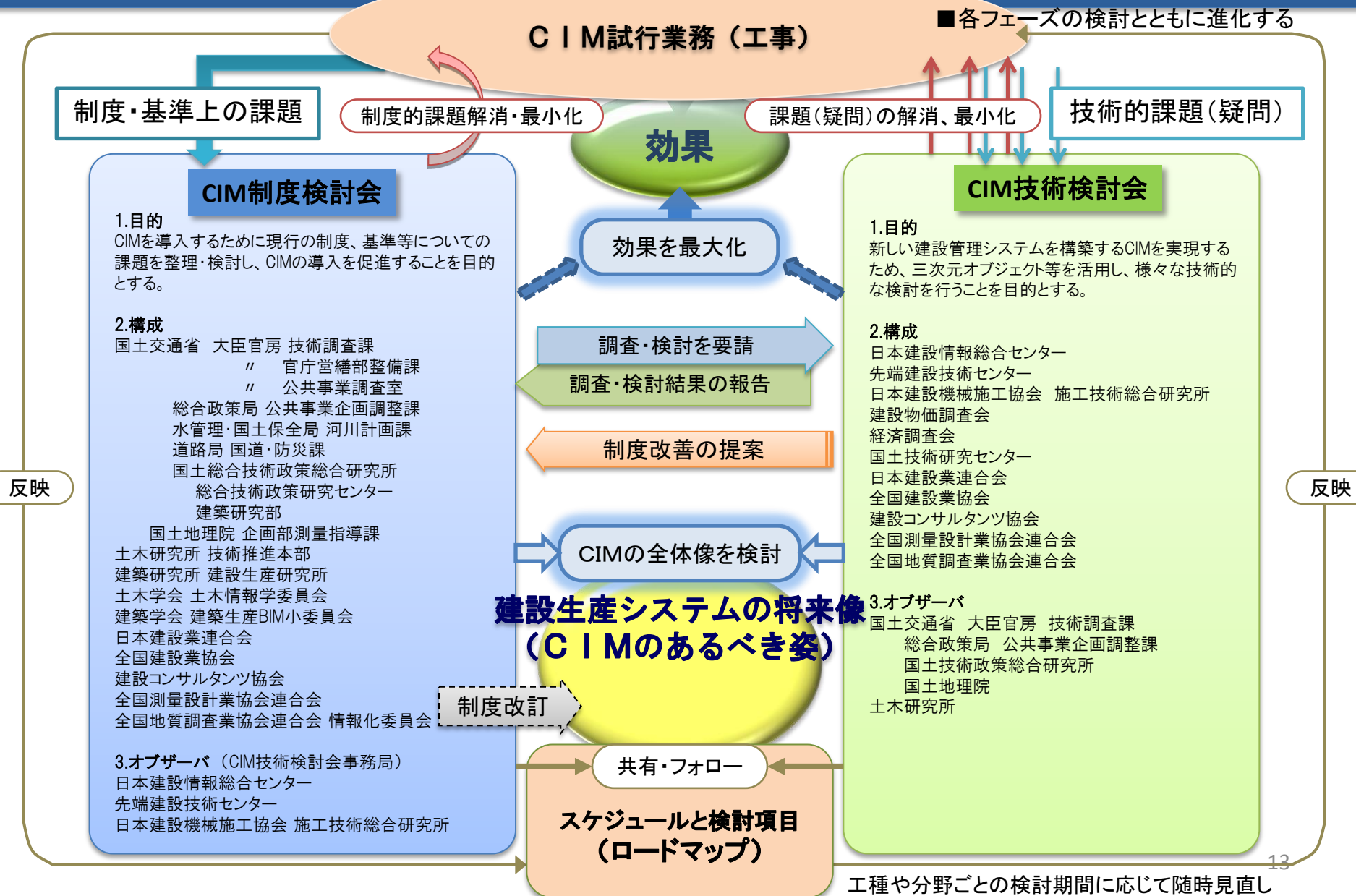
情報化施工の効果がより一層得られるよう、情報化施工の特性を踏まえた、従来の手法に代わる施工管理、監督・検査の実現と設計や維持管理に関する技術基準の見直しを目指す。また、CIM導入の検討と連携し、CIMにより共有される3次元モデルからの情報化施工に必要な3次元データの簡便で効率的な作成や、施工中に取得できる情報の維持管理での活用を目指す。

取り組み項目

CIMと連携した
データ共有手
法の作成

CIM導入の検討と連携し、設計で作成された3次元モデルから情報化施工用3次元データの簡便な作成、工事の契約変更・出来高部分払いの手続きの効率化、施工データを活用した土木構造物の経年変化の把握等の実現を目指す。

CIM制度検討会とCIM技術検討会との役割分担



検討事項について

1) 民間を主体とした 技術開発の検討

CIM 技術検討会 (H24.7.4～)

[目的]

CIMを実現するため、三次元オブジェクト等を活用し、様々な技術的な検討を行う

[メンバー]

JACIC、先端建設技術センター、機械施工協会総合研究所、物価調査会、経済調査会、国土技術研究センター、日本建設業連合会(土木)、全国建設業協会、建設コンサルタンツ協会、全国測量設計業協会連合会、全国地質調査業協会連合会、(オブザーバー:国土交通省、国総研、国土地理院、土木研究所)

[検討事項]

- 1) 設計、施工、維持管理に関する技術開発の方向性の検討
- 2) CIM実用化に向けた人材育成方針の検討
- 3) 施事業についてサポート体制の検討、試行結果のフォロー
- 4) データモデル、属性データに関する技術的検討 等

2) 官がとりまとめる 制度検討

CIM 制度検討会 (H24.8.10～)

[目的]

建設生産プロセス全体(調査・測量・設計、積算、施工・監督・検査、維持・管理)にCIMを導入するために現行の制度、基準等についての課題を整理・検討し、CIMの導入を推進する

[メンバー]

国土交通本省、地方整備局、国総研、国土地理院、土木研究所、建築研究所、土木学会、建築学会、日本建設業連合会、全国建設業協会、建設コンサルタンツ協会、全国測量設計業協会連合会、全国地質調査業協会連合会
(オブザーバー: JACIC、先端建設技術センター、機械施工協会総合研究所)

[検討事項]

- 1) CIMの導入に向けた現行建設生産プロセスにおける課題検討
- 2) 建設生産プロセスの効率化を図るための各段階におけるCIMのレベル検討
- 3) CIM導入のための制度、基準等の検討

3) モデル事業等での 試行の実施

設計段階での試行

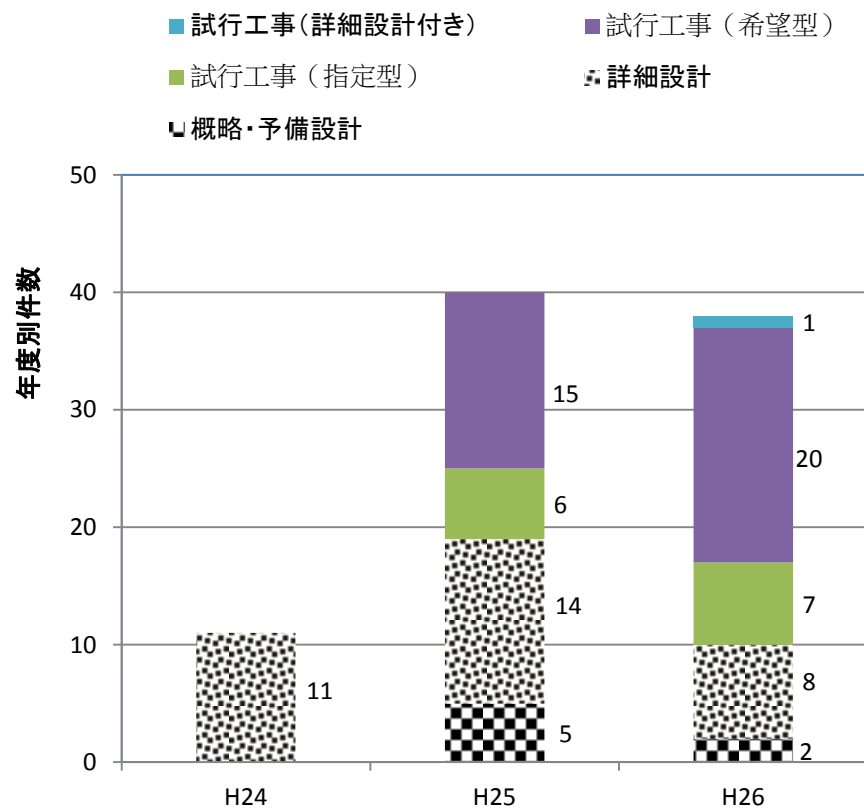
道路詳細設計、橋梁設計、トンネル設計などでCIM導入による効果の検証、課題の抽出などを目的とした試行を実施する。

H24年度、全国直轄事業のうち11件をモデル事業とし、設計業務からの試行を実施した。

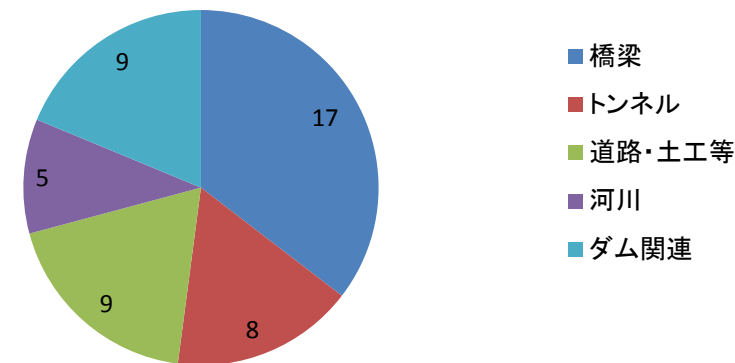
施工段階における課題の抽出

H25年度、設計から施工に受け渡すデータの検証、CIMによる施工管理の有効性や課題を抽出するため、3Dモデルを活用したモデル工事において効果等を検証する。また、モデル工事以外の工事について拡大を検討する。

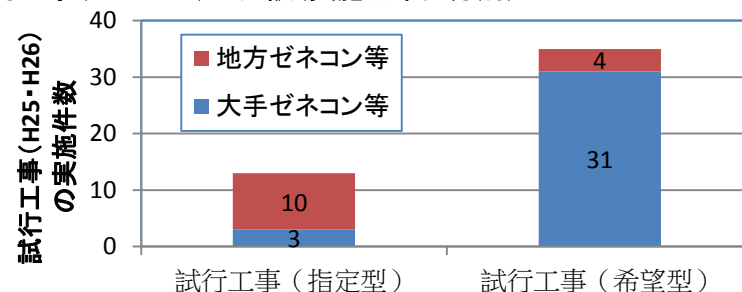
これまでのCIM試行実施状況



試行工事（H25・H26）の内訳（実施工種別）



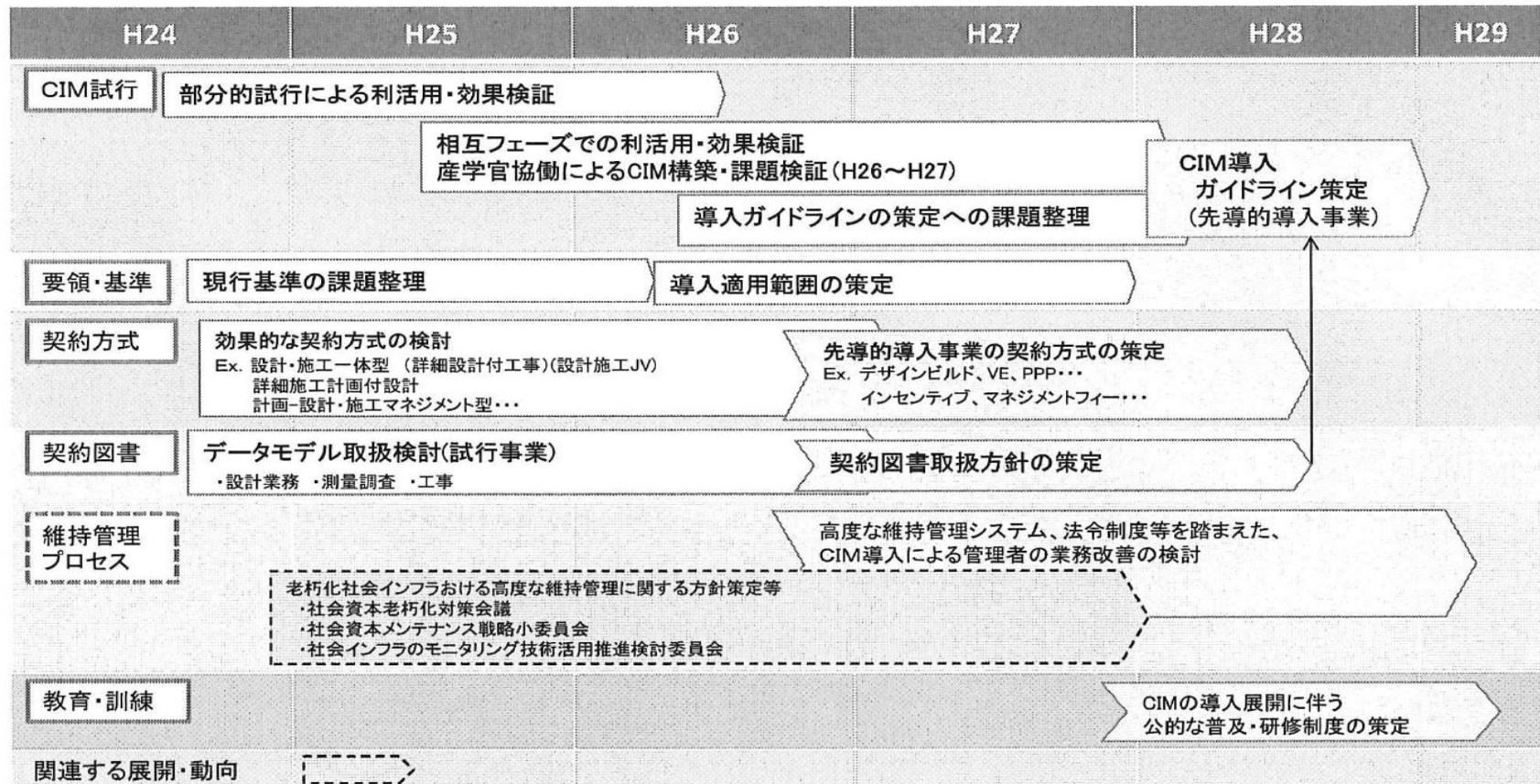
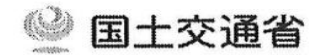
試行工事（H25・H26）の内訳（実施企業区分別）



H27年度もCIM導入ガイドラインの作成に向け
試行業務（設計関連）、試行工事を継続。

CIM検討のスケジュール

CIM導入ロードマップ(制度検討の具体化)



平成27年度の制度検討事項

①CIM導入ガイドライン策定に向けて

H26より産学官CIMによる河川、ダム、橋梁、トンネルの4分野。

★試行業務、試行工事に加え、産学官CIMにおける各分野の実施状況を踏まえ、**CIM導入ガイドライン作成**に向けた取組みを継続

②CIMに適した現行基準の改訂

H26に**3次元CAD等を用いた数量算出手法**を確認、要素的に検証。

★「土木工事数量算出要領H27.4」を改定し、試行業務で効果と課題の検証。

★新たな業務管理(監督検査)について適応性を検討。

③効果的な発注方式の検討

海外におけるBIM/CIMの先進的導入事例ならびに、発注方式を調査

★**新たな発注方式やプロジェクトマネジメントへの適応性**を検討。

★**CIMマネージャの方向性等**について検討。

③契約図書としてのデータモデル取扱い検討

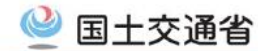
★試行業務の成果を利用し、**CIM(3次元図面)の電子的提供**の検討。

★**「CIM試行工事における成果品作成の手引き(案)」**の改定。

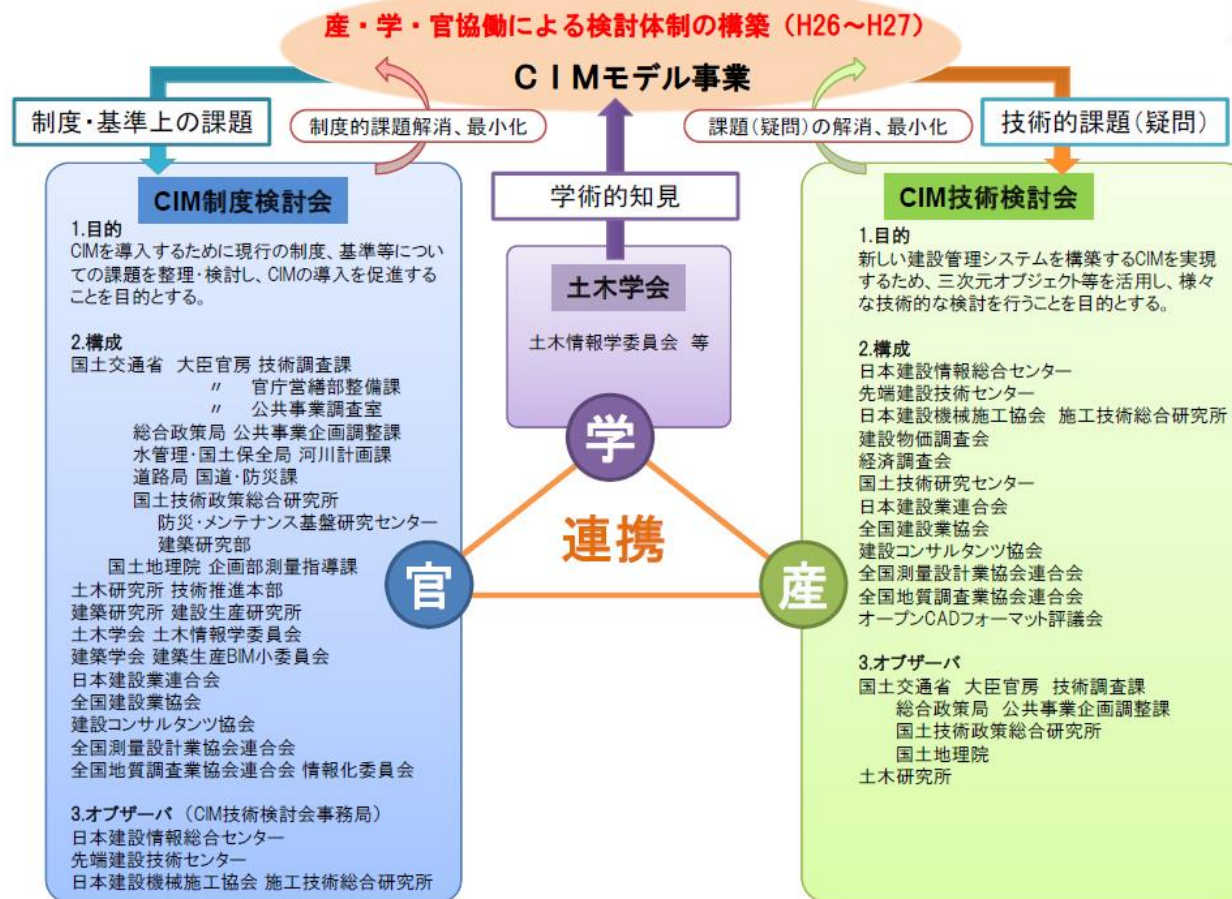
CIM実現に向けた新たな取り組み(H26～)

- ★実工事を題材にモデル化
- ★産学官で維持管理業務を対象にモデル化

産学官によるCIM構築の位置付け

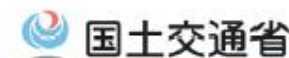


別添1



産学官CIMの対象工事と検討体制

産学官によるCIM構築の検討箇所及び体制(案)



別添2

産：CIM技術検討会 等
 学：土木学会
 官：大臣官房技術調査課、水管理・国土保全局、道路局、国総研
 (事務局：(一財)日本建設情報総合センター)

河川CIM

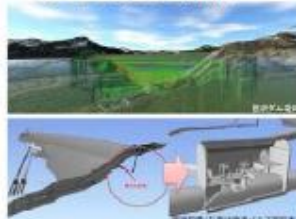
- ◆箇所：萩原築堤護岸他工事等
- ◆体制：
 - ・産 (一社)日本建設業連合会
 - ・(一社)全国建設業協会
 - ・(一社)建設コンサルタンツ協会
 - ・学 熊本大学 小林 一郎 教授
 - ・官 大臣官房技術調査課、水管理・国土保全局、国総研、北陸地方整備局企画部技術管理課、千曲川河川事務所



図-1 萩原地区の3次元景観モデル

ダムCIM

- ◆箇所：胆沢ダム
- ◆体制：
 - ・産 (一社)日本建設業連合会
 - ・(一社)建設コンサルタンツ協会
 - ・学 宮城大学 藤苗(マカエ) 耕司 教授
 - ・官 大臣官房技術調査課、水管理・国土保全局、国総研、東北地方整備局企画部技術管理課、河川部河川管理課、北上川ダム統合管理事務所



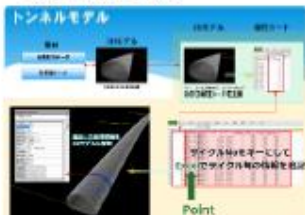
橋梁CIM

- ◆箇所：国道4号東埼玉道路 大落古利根川側道橋
- ◆体制：
 - ・産 (一社)日本建設業連合会
 - ・(一社)建設コンサルタンツ協会
 - ・(一社)日本橋梁建設協会
 - ・学 東京都市大学 皆川 勝 教授
 - ・官 大臣官房技術調査課、道路局、国総研、関東地方整備局企画部技術管理課、北首都国道事務所



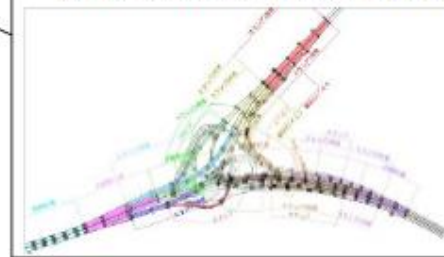
トンネルCIM

- ◆箇所：佐久間道路 浦川地区第一トンネル
- ◆体制：
 - ・産 (一社)日本建設業連合会
 - ・(一社)建設コンサルタンツ協会
 - ・(一社)全国地質調査業協会連合会
 - ・(一社)オープンCADフォーマット評議会
 - ・学 熊本大学 小林 一郎 教授
 - ・官 大臣官房技術調査課、道路局、国総研、中部地方整備局企画部技術管理課、浜松河川国道事務所



橋梁CIM

- ◆箇所：横浜環状南線 栄IC・JCT(仮称)
- ◆体制：
 - ・産 (一社)日本建設業連合会
 - ・(一社)建設コンサルタンツ協会
 - ・(一社)日本橋梁建設協会
 - ・学 東京都市大学 皆川 勝 教授
 - ・官 大臣官房技術調査課、道路局、国総研、関東地方整備局企画部技術管理課、横浜国道事務所



CIM技術検討会の成果概要

- ・H26年度報告より

H26年度の検討テーマ

①施工案件を通じた設計者・調査者とのモデル構築に関する意見交換

- H26 目標
- ・施工段階で利用する情報を基に、調査・設計の各段階で構築すべきモデル精度を検討
 - ・調査・設計から施工への連携（流通）に必要な属性情報の整理

②維持管理でのCIMモデルデータ利活用に関する検討

- H26 目標
- ・維持管理に必要な属性情報の整理（維持管理の実態、ニーズ把握をもとに）
 - ・施工案件を通じた施工情報から維持管理初期モデルへの検討

③モデルのLODに関する検討

- H26 目標
- LOD検討に資する基礎材料（叩き台となる情報）を整理したうえで、LODの考え方等の議論・検討に着手（国交省BIMガイドライン等の考え方も参考に）

④3次元モデルのパーツ整備促進

- H26 目標
- CUG活動成果（部品集サイト開設、部品作成要領の整理等）と連携、情報共有

⑤国際動向

- H26 目標
- 導入事例、契約方式、モデルの運用、標準化の国際動向を整理
（土木学会CIM欧州技術調査2014、building SMART トロント会議、
社会基盤情報標準化委員会等）

⑥人材教育（育成）

- H26 目標
- 先導的事例をもとに、CIMを利用する上で参考となる情報を組み込んだ実務者向け手引きとして 取り纏め

欧州（H26調査）におけるBIMの動向

イギリスは平成28年にBIMの義務化（レベル2）。レベル3では33%のコスト縮減と50%の工期短縮を目指している。（現状はレベル1からの移行段階）

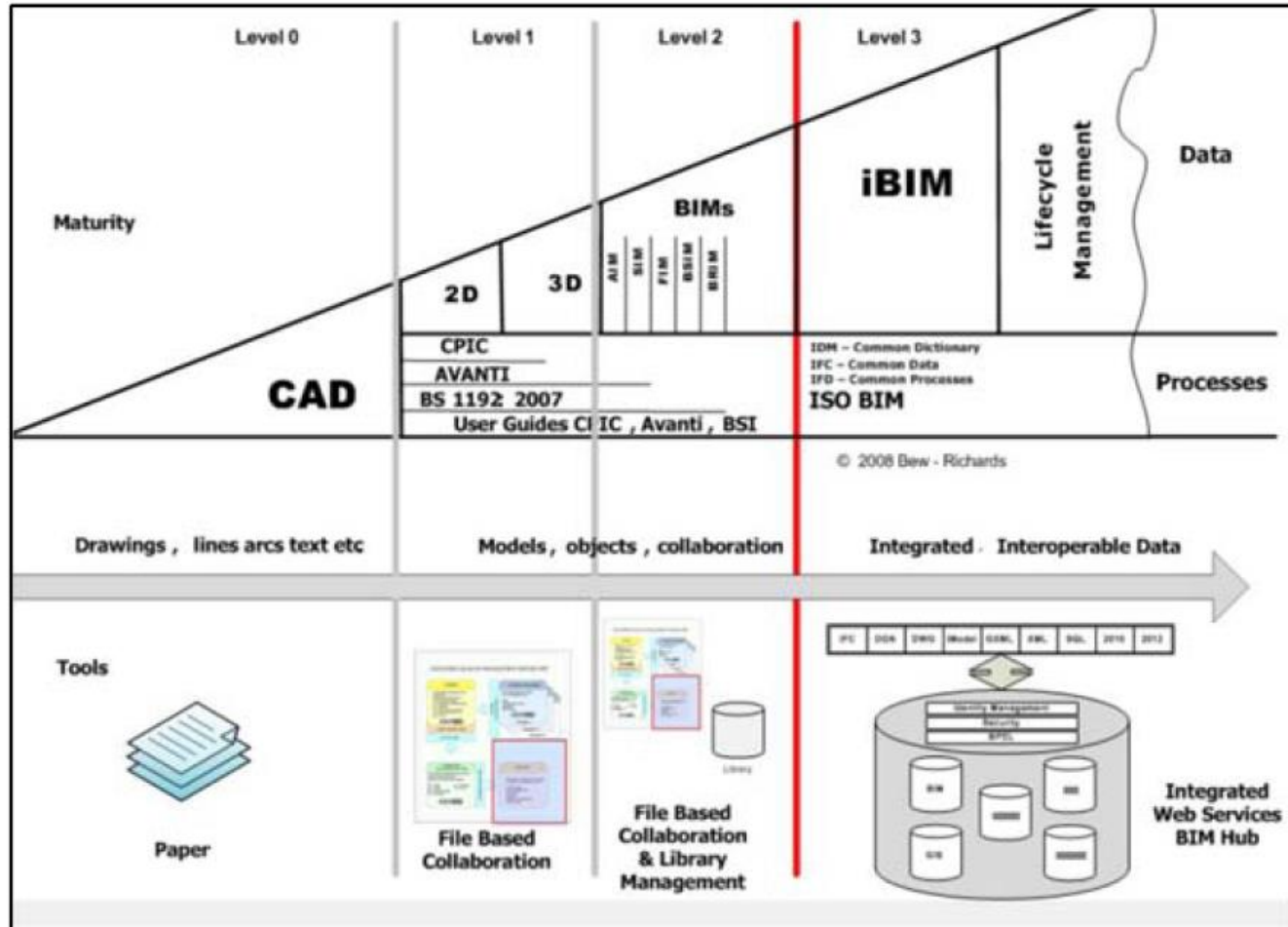


図 BIM Maturity Level Chart

CIM技術検討会の主な成果概要

「CIMトンネルモデル作成ガイドライン(案)Ver0.3

日本建設連合会と建設コンサルタンツ協会が中心となって作成。最終的に平成28年度から国土交通省が目標としている「CIM導入ガイドライン」のトンネル工種の一部に利用される予定。平成27年度にはCIMトンネルモデル作成ガイドライン(案)をVer0.3から1.0にまで内容を充実することになっている。

LOD (Level of Development) に関する調査検討

平成26年度は国内外の検討事例を収集(図左)

民間団体レベルでのCIM推進活動 ～CUGの活動と部品サブワーキングの活動～

CUGサイトに3次元部品ダウンロードサイトを構築し、そこに参加有志が作成したものを公開(図右)

CIM 技術検討会 平成26年度報告

LOD (詳細度)	形状の概要	図面種別(縮尺)
LOD 100	・鉄骨構造は、基礎モデルを含んでいる、もしくは区別のない概略形状	
LOD 200	・概算の床面積 ・構造部材の概略構成 ・確定した構造柱の配置	
LOD 300	・主要な鉄骨柱の正確な寸法と配置	
LOD 350	・接続部の正確な高さや位置 ・主要な部材の接続に用いる「スプレートやアンカロッド」 ・スチフナやスリブ貫通部等の補強部材	
LOD 400	・溶接箇所 ・傘木 ・キャップ、パテ ・ワッシャー、ナット ・全ての組立部材	

AIA (American Institute of Architects) における鉄骨構造の LOD 用例

例) 部品LOD(バックホー) (案)

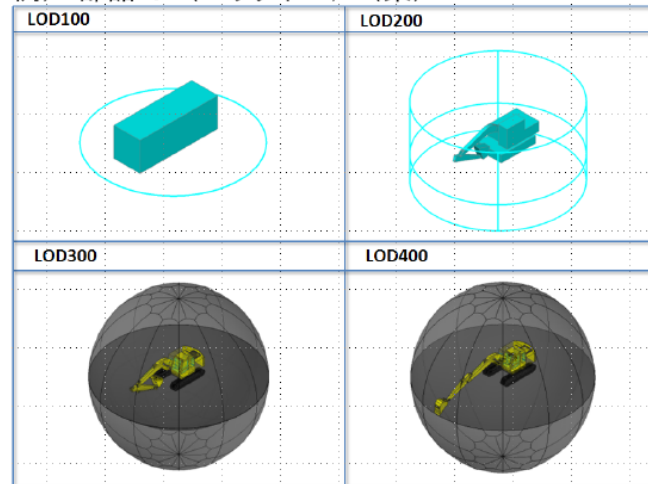
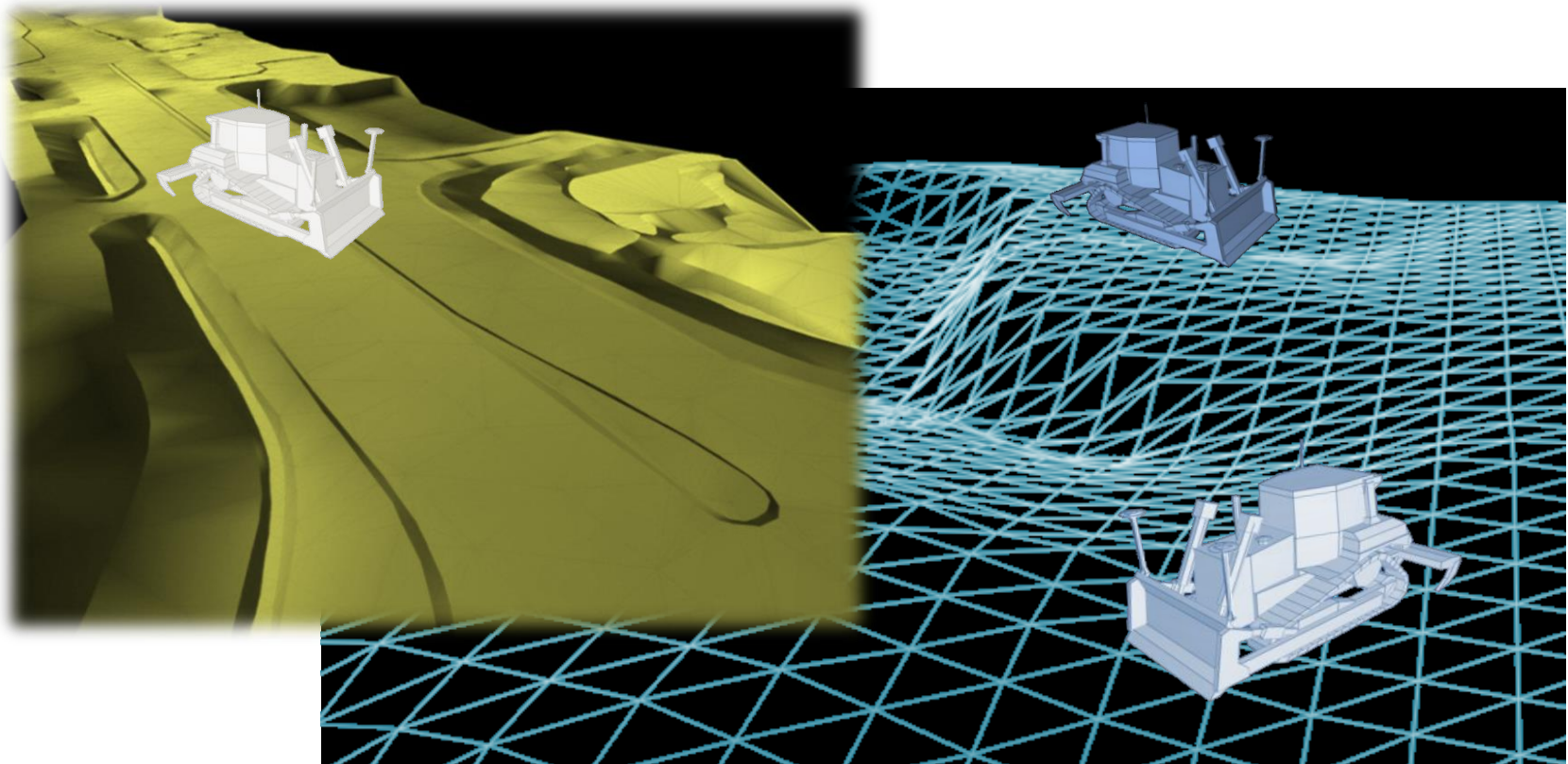


図2 部品LODの考え方(案)

★報告書は下記よりダウンロード可能 JACICのCIMサイト

http://www.cals.jacic.or.jp/CIM/index_CIM.htm

情報化施工の現状と今後 ～情報化技術とCIMの連携～



(MC/MG,TS出来形～大規模土工などの統合管理まで)

情報化施工は、機械化施工にICTや制御技術、測量技術を融合した第3の建設施工革命をもたらすポテンシャルを有している。(情報化施工推進戦略より抜粋)

機能面から大きく2つの分類

技術者判断の支援

- ・ 情報技術を活用して、正確な現場情報を迅速に提供
- ・ 技術者判断に必要な図や表を自動的に作成し提供

TS出来形管理・締固め管理
精密施工等の施工管理技術

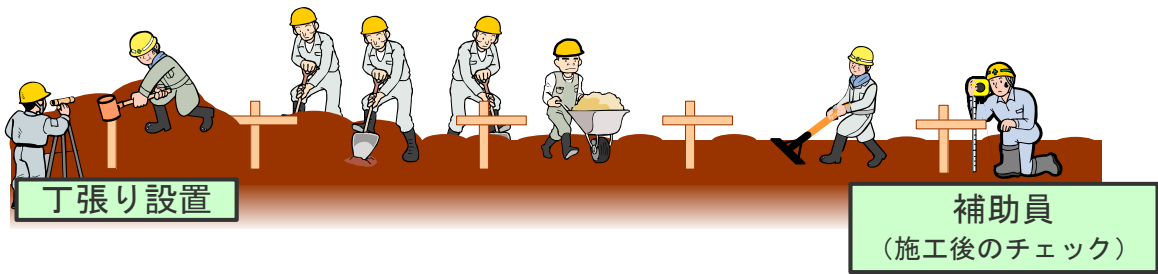
機械施工支援

- ・ 情報技術を活用して重機の操作を支援
- ・ 作業の効率化・ミス防止

MC/MGに代表される技術
締固め管理

MC／MGのイメージ(オペレータや作業の支援に活用した場合)

人力施工



機械化施工



情報化施工



建設機械の3次元マシンコントロール、マシンガイダンス



モータグレーダやブルドーザ等の
マシンコントロール（MC）技術



ブルドーザや油圧ショベル等のマシ
ンガイダンス（MG）技術



現行路盤整形作業時の確認作業

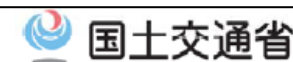
- 丁張りとの高低差をメジャーで計測、修正指示を路盤上に記載確認、
- オペレータは数字を見て施工
- 上記を繰り返す



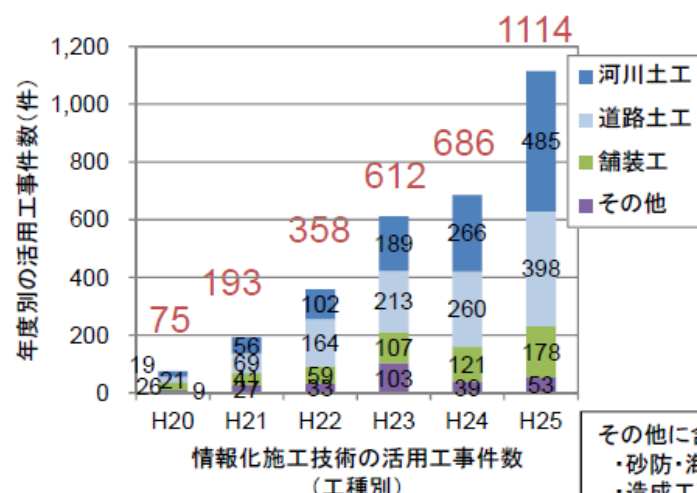
情報化施工での路盤整形状況

- 設計データと位置情報を利用して重機のブレードの高さと勾配が自動制御を制御

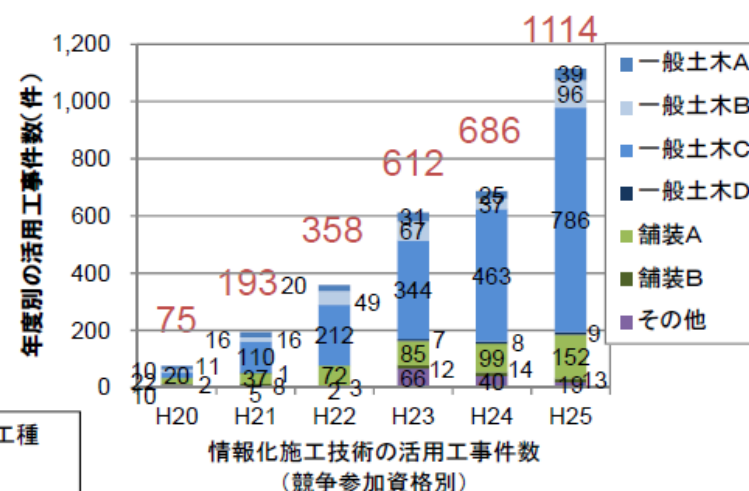
1.1 情報化施工技術の活用工事件数



- 平成25年度の情報化施工技術の活用工事件数は、1000件を突破(1114件)
- TSを用いた出来形管理(河川土工・道路土工)の国土交通省直轄工事使用原則化により、特に一般土木のCでの活用件数が急増。
- 一般土木Cの占有率はH24年度約6割→H25年度約7割(1114件のうち786件)



その他に含まれる工種
 ・砂防・海岸工事
 ・造成工事
 ・橋梁下部
 ・造園 等



(H26.3月末時点)

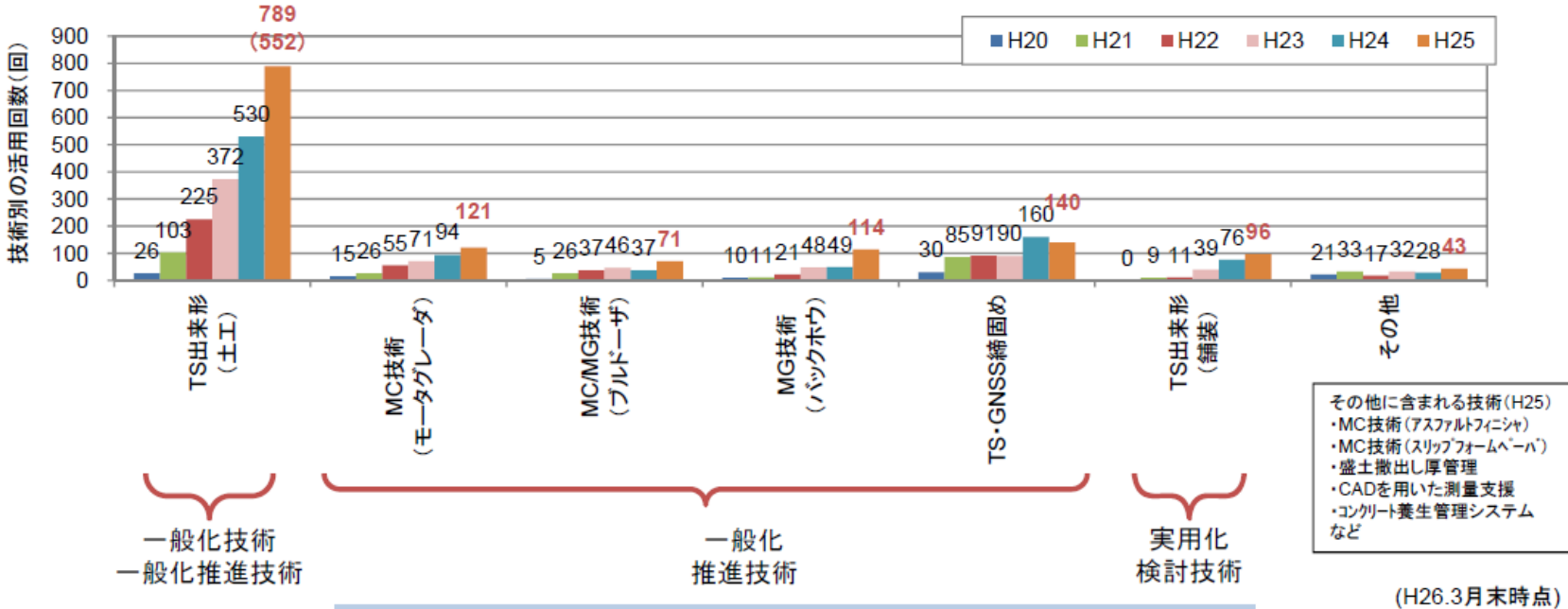
情報化施工技術の活用工事件数(契約年度別)

1.3 情報化施工技術の総活用回数(技術別)

国土交通省

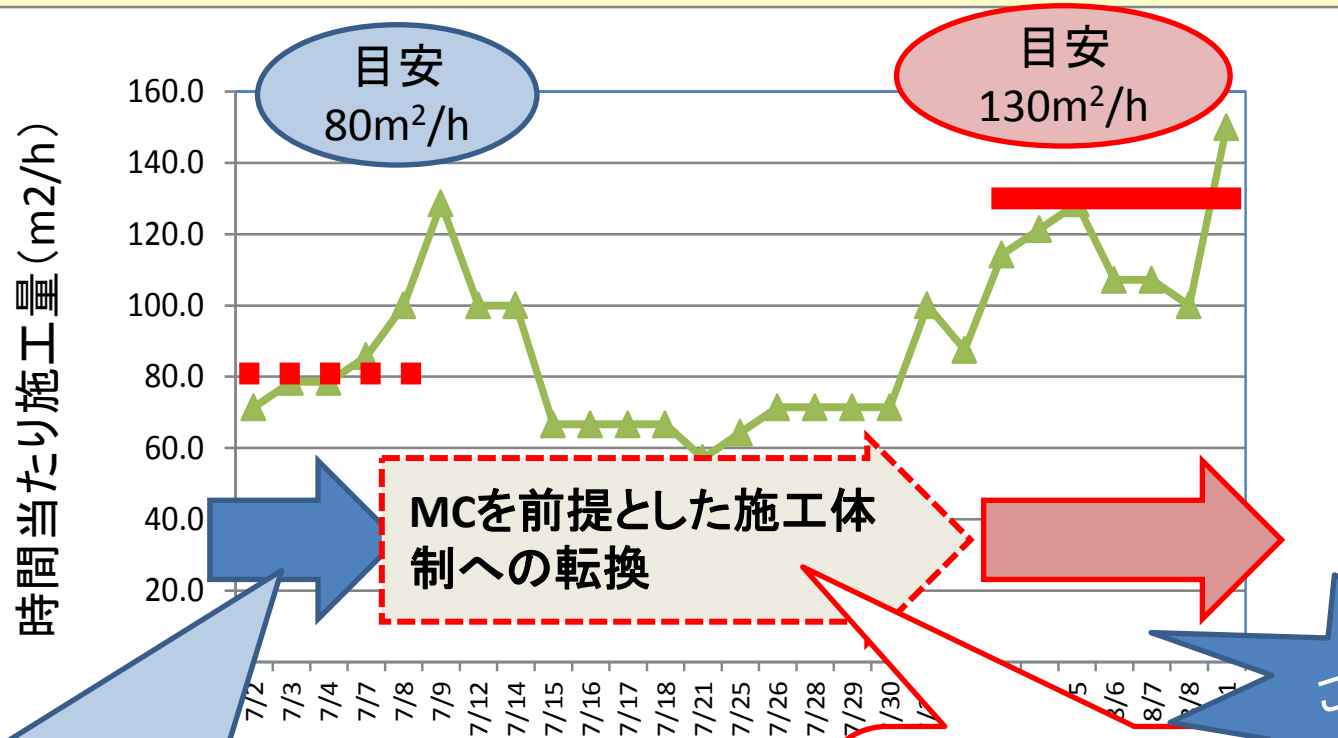
- 平成25年度の情報化施工技術別の活用回数は、TS出来形が789回と圧倒的に多い。TS出来形のうち、使用原則化となったTS出来形(10,000m3以上の土工)の活用回数は552回となっている。
- 一般化推進技術については、MC技術(モータグレーダ)が121回、TS・GNSS締固めが140回と比較的多いが、MC/MG技術(ブルドーザ)が71回、MG技術(バックホウ)が114回と、前年度よりも急激に増加してきている。
- 実用化検討技術も含めて、各技術とも活用回数が着実に増加

グラフ中の()は使用原則化の活用回数－使用原則化の対象はTS出来形(10,000m3以上の土工)－
※1:TS出来形(土工)の活用回数は、土工が主な工種でない場合(9回)を含む。
※:MC/MG技術(ブルドーザ)およびMG技術(バックホウ)は2D、3Dの集計



情報化施工技術の活用回数(技術別)

情報化施工技術の効果を発揮する為のマネジメント



導入初期(見極め)

- 従来(MC無し)と同程度の作業計画からスタート
(※土質改良を行いながらの運搬・敷均しとなるため敷均し作業も非連続であることを考慮した施工量を設定)
- MCの利用で想定以上の作業が実施可能なことを確認

体制の確保

現場の生産性向上には、全体のマネジメントが重要。

的確なマネジメントの為には、現場の正確な情報を迅速に把握する必要がある。

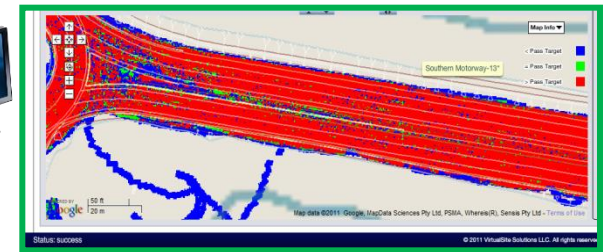
ここが重要

○情報化施工とCIM

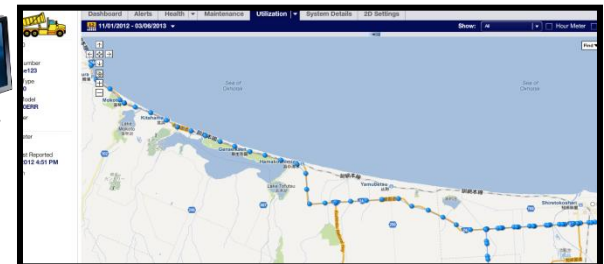
- 施工データと3次元設計データの活用による施工状況の確認、現場間での工程調整の円滑化



土量の把握



施工品質の把握

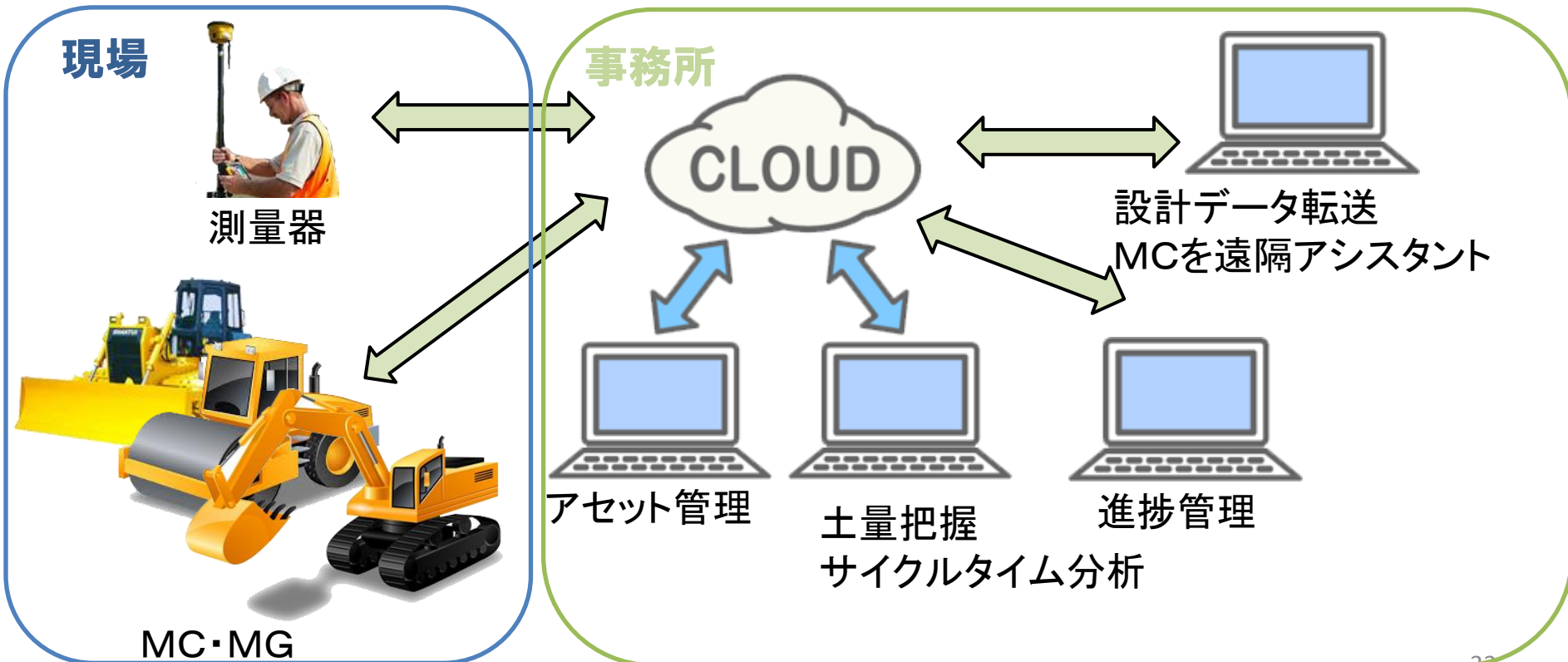


ダンプの走行経路

情報化施工を活かした現場マネジメントへ

■進捗管理クラウドサービスを利用した最適化・サイクルタイムの短縮

- ・ICTメーカ各社は、現場内のICTや測量器を連携・一元管理するシステムを市販している
- ・インターネット経由で事務所・重機(MC・MG)・測量器間でデータ共有することが可能
- ・事務所で作成した3次元設計データ、現場で取得した施工記録・測量結果などを送受信できる。



現場状況によるCIMモデルの更新・見直しがポイント

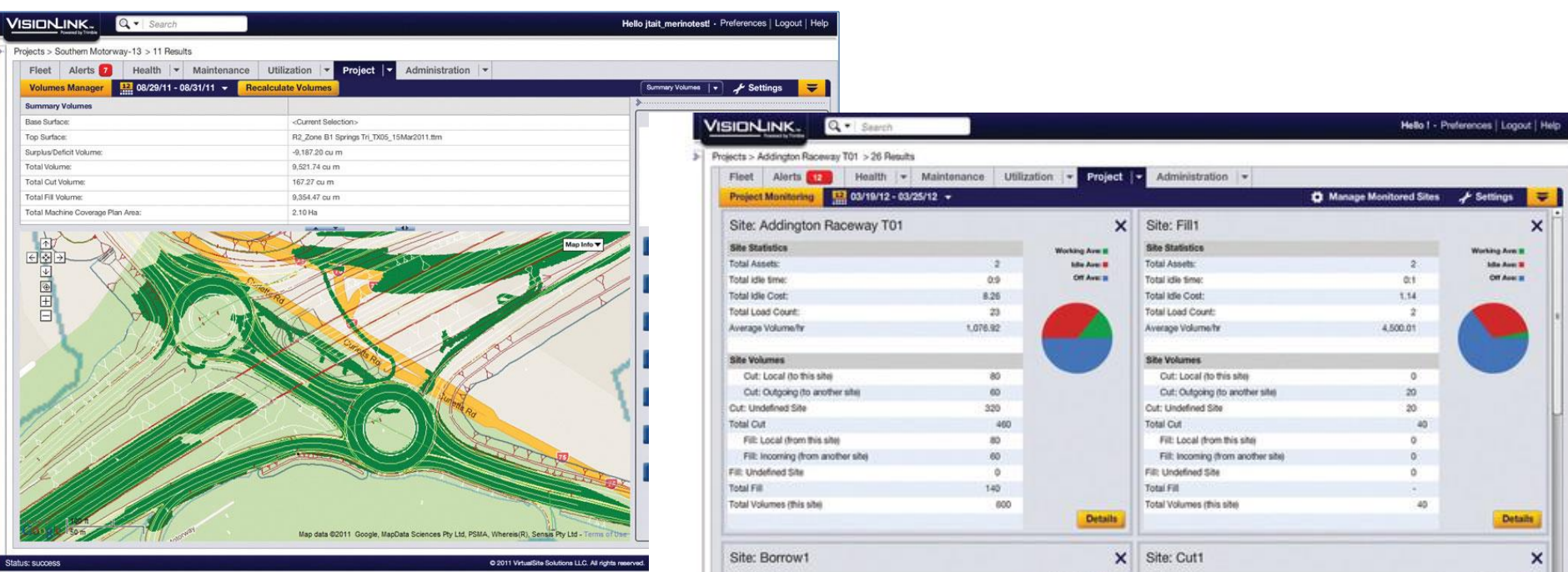
■進捗管理クラウドサービスを利用した最適化・サイクルタイムの短縮

【土量・サイクルタイム分析】

・MC・MG: 施工記録から進捗を把握

・ダンプ: 材料運搬のサイクルタイムを把握

＋ダンプトラックに材料を積み込むときにかかる負荷から土量を計算



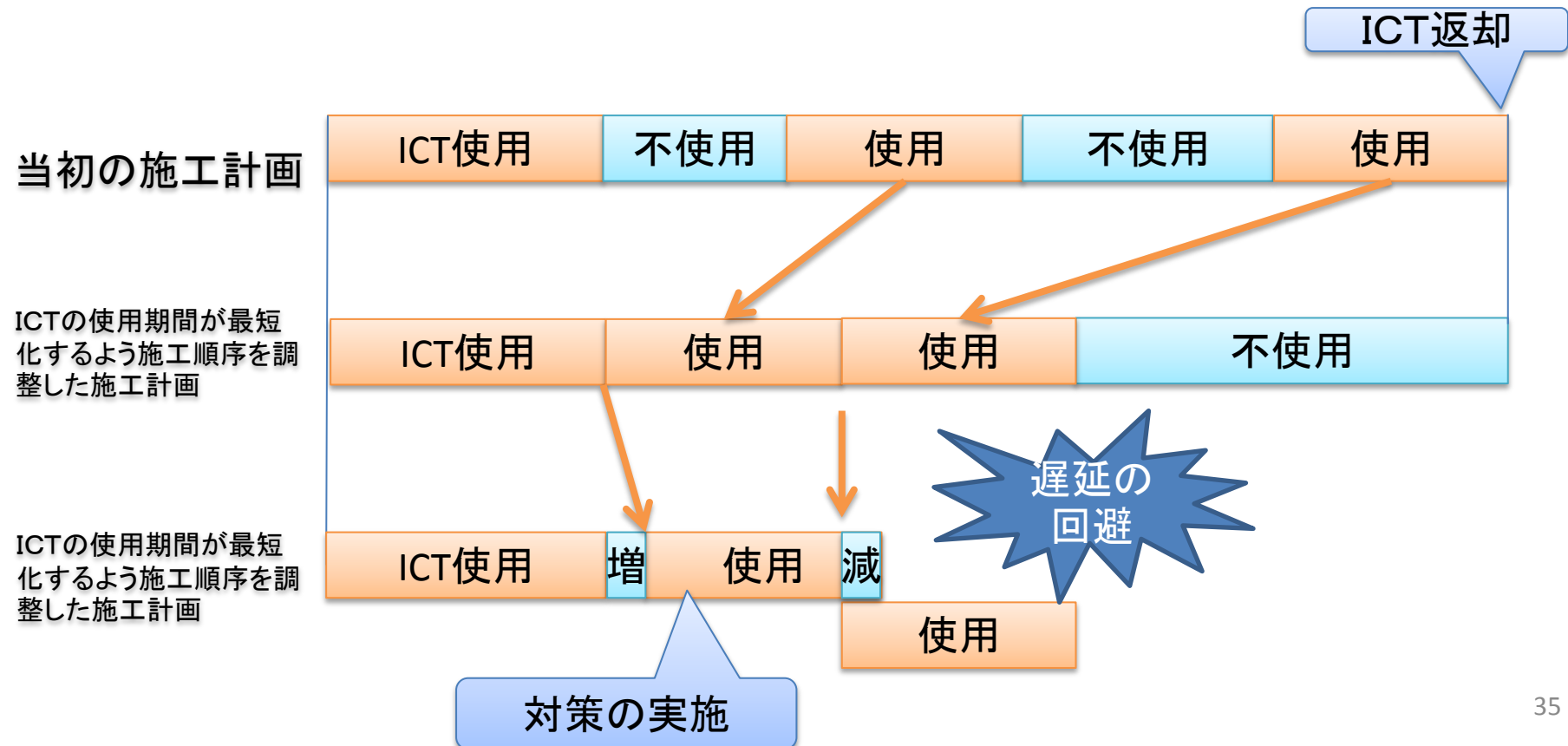
- ・日々の施工土量・サイクルタイムを高精度に把握し、翌日の施工にフィードバックすることで、**重機配置や土砂供給・搬出量をICTの能力にあわせて最適化することができる。→ICTの能力を最大化**

施工計画の改善と現場情報による更新がポイント

■ICTの能力を最大限に活かすためには現場の最適化が必要

【供給土量の最適化】

- ・ICTはレンタル料が安い。また、ICT機器は容易に取り外し・再設置できない。
- ・盛土の施工期間が断続的だったり、一日の施工量が諸条件により限られ長期化する場合は、ICTの使用期間ができるだけ短くなるよう工程を調整することが重要である。



土木工事の特徴は・・・

現場施工では計画段階で予測が困難な
環境・条件、地質などの不確定要素が多い。



CIMを活かすためには、モデルの信頼度が重要。
施工段階の変化をリアルタイムに正確に
取り込んでモデルを更新・編集を行う。

END