AUTODESK UNIVERSITY

新東名川西工事における三次元データをフル活用した工事管理の高度化

中村　洋丈　Nakamura Hirotake

中日本高速道路株式会社　東京支社 秦野工事事務所　工事長

柳川　正和　Yanagawa Masakazu

清水建設株式会社　土木技術本部 イノベーション推進部　CIMグループ長

中村　洋丈　Nakamura Hirotake

中日本高速道路株式会社　東京支社

Central Nippon Expressway Co., Ltd.

秦野工事事務所　工事長　，　博士（工学）

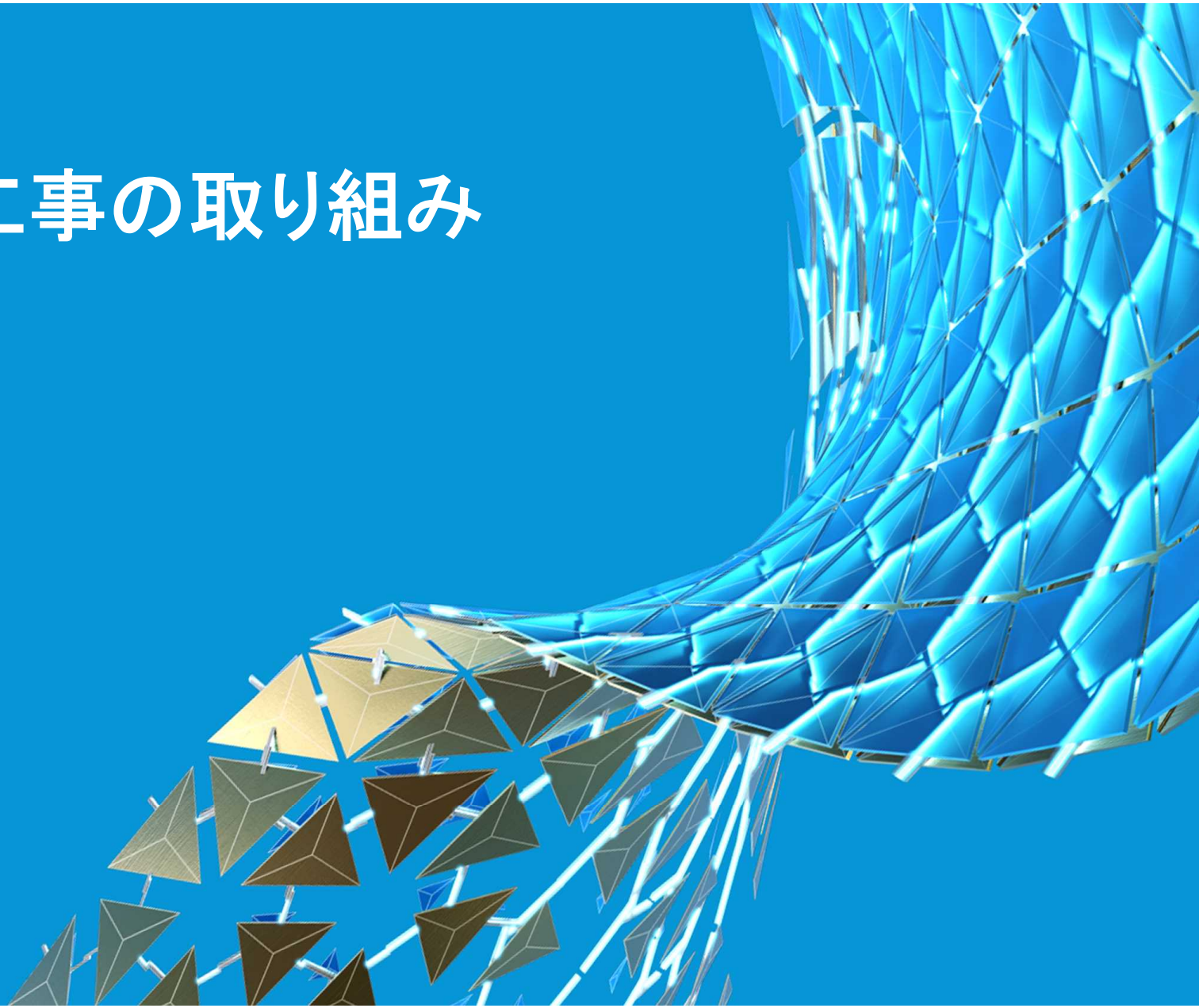
Hadano Construction Office　Construction Manager

Ph.D. in Engineering

日本道路公団入社後、新東名高速道路（静岡県富士市）の建設や、NEXCO総研において地盤工学に関する研究に従事。NEXCOのICT土工の基準策定に関わる。

現在は、新東名高速道路（神奈川県松田町・山北町）において、大規模盛土工事や、長大トンネル、エクストラドーズド橋などの工事を担当。工事長としてICTやBIM/CIMにより、受発注者間の業務効率化や工事管理の高度化に取り組む。

新東名川西工事の取り組み

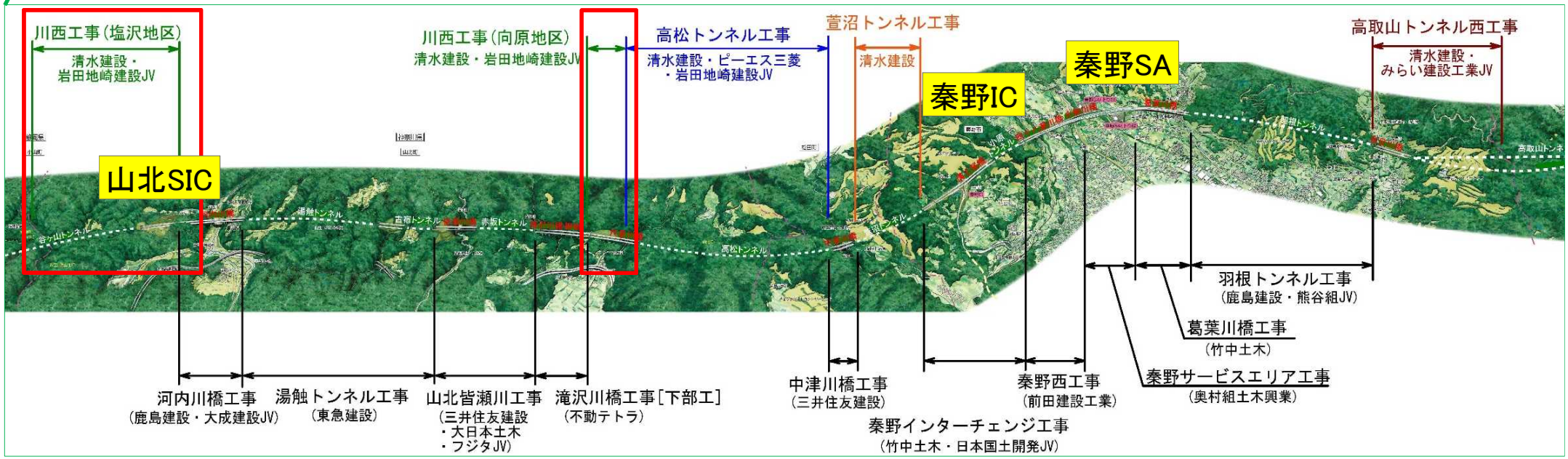


新東名高速道路

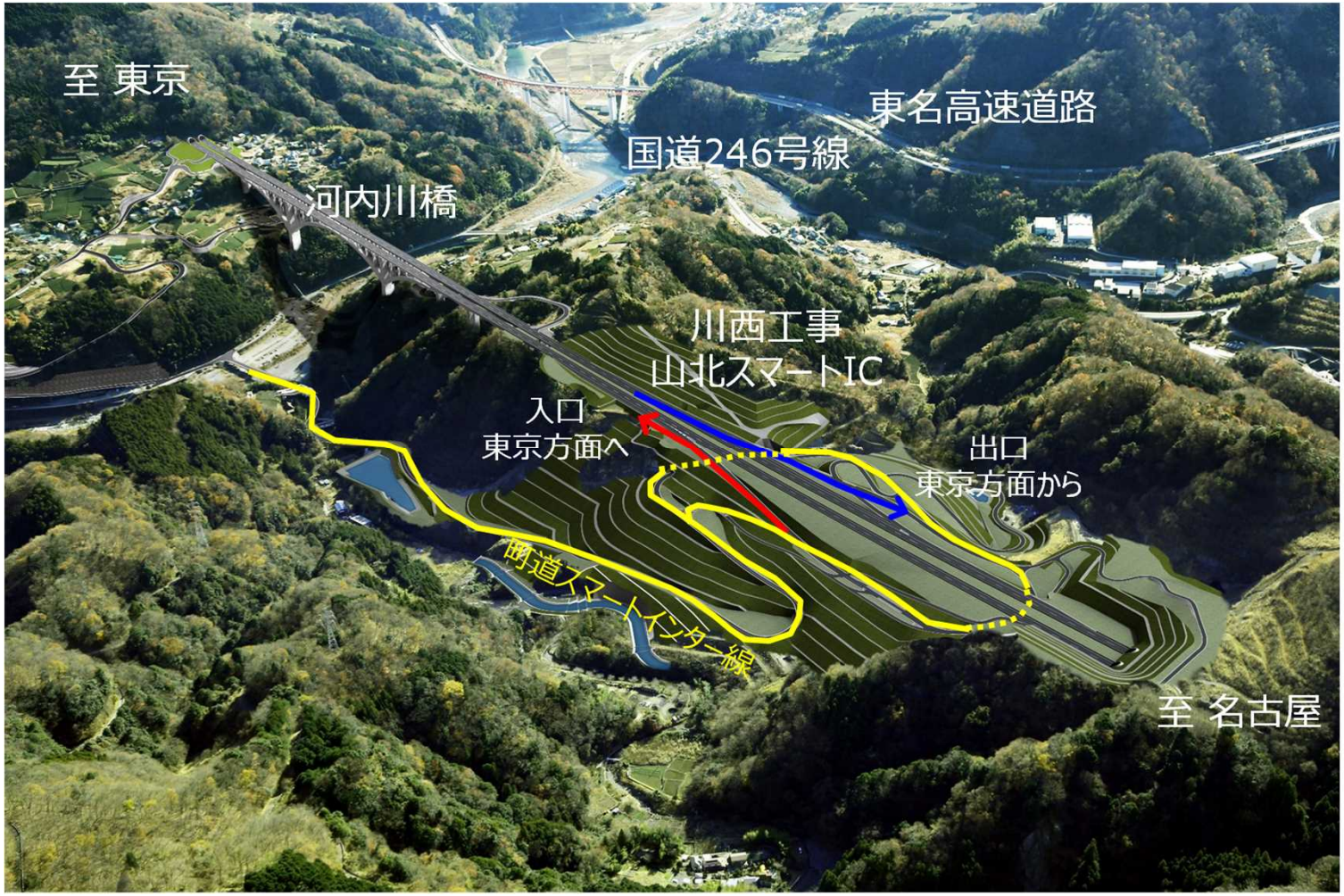
山梨県
神奈川県
新東名高速道路
厚木南IC
伊勢原JCT
秦野SASIC
山北SIC
秦野IC
伊勢原大山IC
海老名南JCT
小山PASIC
秦野中井IC
東名高速道路
大井松田IC
御殿場IC
御殿場IC
御殿場JCT
【供用済み】
海老名南～伊勢原大山 L＝約8km
【建設中】 伊勢原大山～御殿場JCT L＝約46km

秦野工の所掌と川西工事

- 秦野工事事務所：新東名高速道路(伊勢原市境～静岡県境)　建設延長：23.9km
- 川西工事：清水建設㈱　岩田地崎建設㈱ JV
  - ・神奈川県 山北町 向原～川西　延長： 2,583m
  - ・2016年7月22日～2022年4月21日 2,100日（70ヶ月）



川西工事　～大規模盛土工事～



川西工事の課題

約300万m^3の大規模盛土、約26万m^2広範囲

- 広大な工事現場の可視化
- 大規模施工における盛土施工の効率化
- 盛土の土量管理
- 盛土材料のトレサビリティ

川西工事　ICTフル活用　6つのチャレンジ

本工事のICTを活用は，単に土工工事の出来形や施工管理であるICT 土工という枠組みのみならず

ICTをフル活用して工事管理や工事に関する受発注者間のやりとりを効率化・高度化することを目指す

発注者

NEXCO 中日本

ICT をフル活用して工事管理の効率化･高度化を目指す｢6つのチャンレンジ｣

受注者

SHMZ

IWATA CHIZAKI

①ICTフル活用のための実施体制

②3次元データによる現場の可視化

③現場管理の効率化・高度化

④コミュニケーションツールとしての活用

⑤受発注者間の情報共有と実施環境の構築

⑥建設から保全へ～維持管理における活用

川西工事　ICTフル活用　6つのチャレンジ

①ICTフル活用のための実施体制

- NEXCO 実施体制　⇒　モデル工事：事務所✖支社✖本社（技術基準，情報システム）
- 受注者実施体制　⇒　サイバーチーム：ICT専門（窓口）✖本社✖協力会社✖ベンダー

②3次元データによる現場の可視化

- 3 次元測量：起工測量　⇒　専業者（TLSとUAV測量を組合せ）、出来高・土量管理⇒内生化
- 3 次元設計データ作成　⇒　受注者の本社専門部署の全面支援
- 設計細部の検討　⇒　土工と構造物の取合などの工事細部が明確⇒不具合に早期対応
- 施工方法の検討　⇒　ベルコン架設・狭隘部の施工検討⇒オペレータも入れた施工会議

③現場管理の効率化・高度化

- ICT 建機、土量管理　⇒　土運搬管理システムを導入、協力業者が自らUAV測量
- 検査、納品　⇒　遠隔立会、3次元数量計算、ヒートマップ、BIM360クラウド納品

川西工事　ICTフル活用　6つのチャレンジ

④コミュニケーションツールとしての活用

- 協議や地元説明　⇒　ARや動画作成⇒地元説明会に活用⇒合流部に視認距離の検討
- 現場案内や研修　⇒　AR案内、3次元点群⇒本社土工研修（ICT建機への搭乗、GNSS）

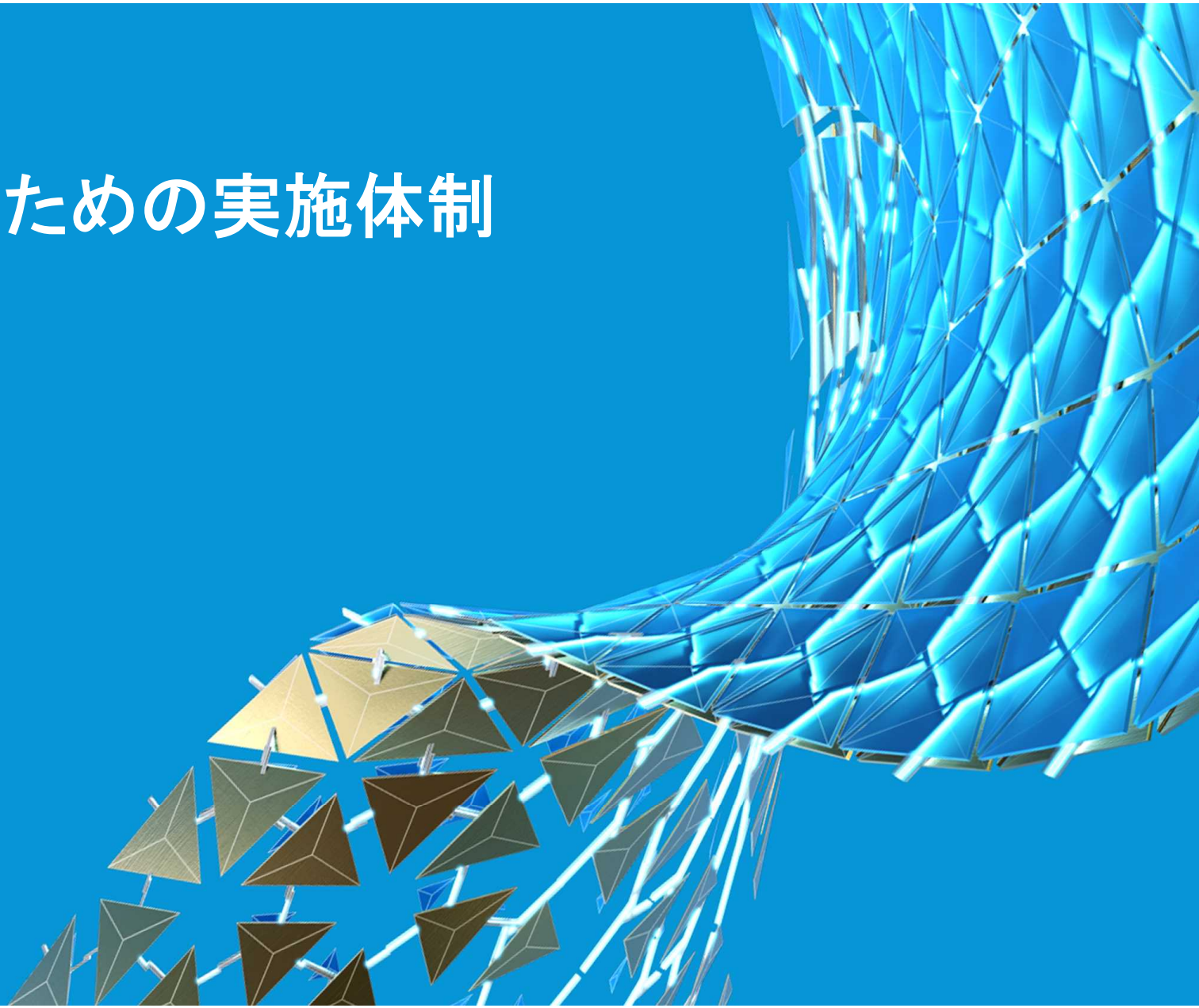
⑤受発注者間の情報共有と実施環境の構築

- 情報共有：BIM360Docs受発注者のクラウドスペース　⇒　図面，通常業務のやりとり
- 実施環境の構築：詰所でテレワーク、事務所にPC、受注者本社とテレビ会議

⑥建設から保全へ～維持管理における活用

- BIM/CIM 構築：対象構造物の選定や、作りこみ精度、排水系統もモデル化
- 施工履歴データ　⇒　盛土材料のトレーサビリティ　⇒　正立方体（VOXEL）に施工情報

ICTフル活用のための実施体制



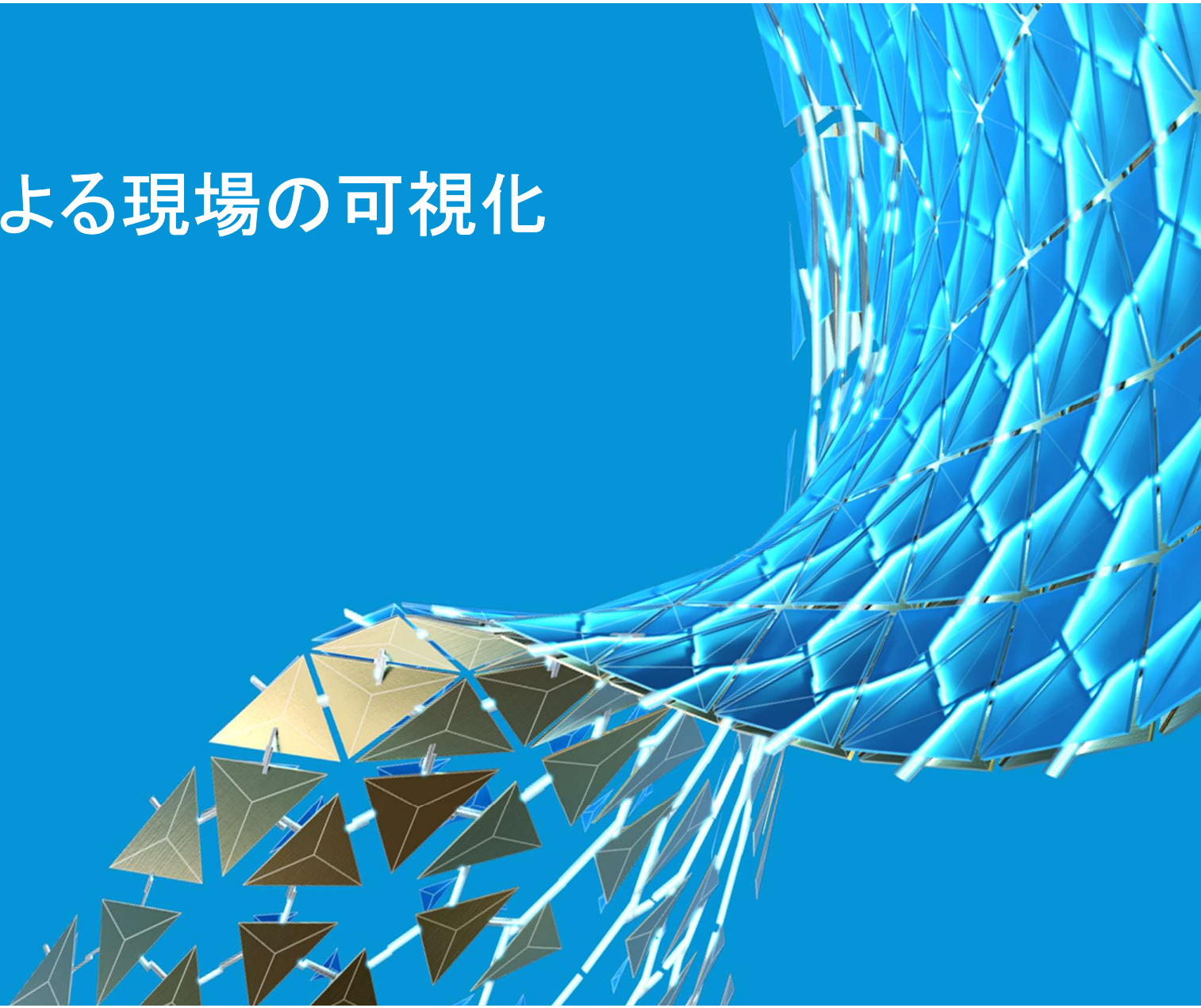
柳川　正和

清水建設株式会社　土木技術本部
イノベーション推進部　CIMグループ長

土木技術本部設計部で都市部の高速道路新設工事や大規模造成工事の実施設計を担当。2017年のCIM推進グループ発足時より所属し、社内のCIMの導入・推進を担当。2019年4月より現職。

土木学会 三次元モデルを活用した建設生産性向上研究小委員会所属

3次元データによる現場の可視化

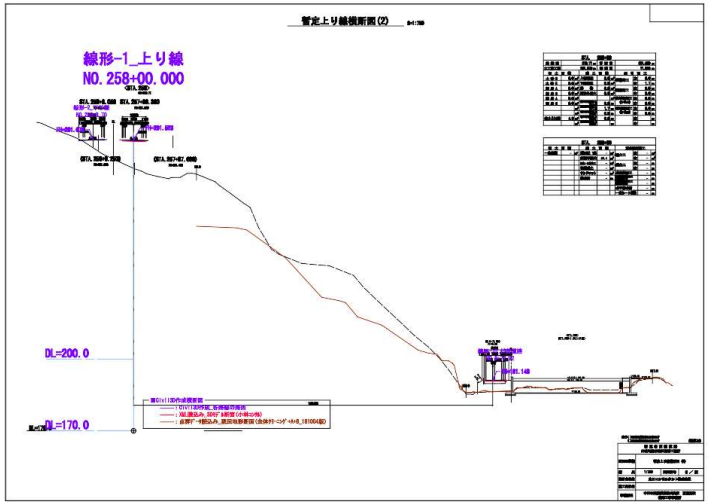


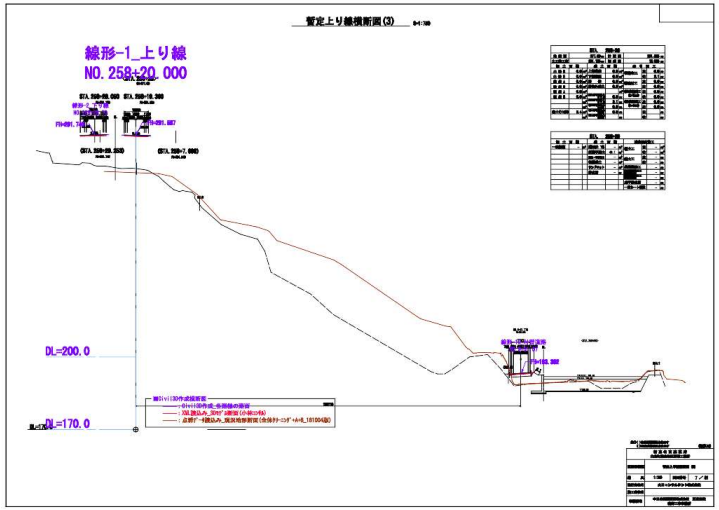
土工形状3次元モデルの作成

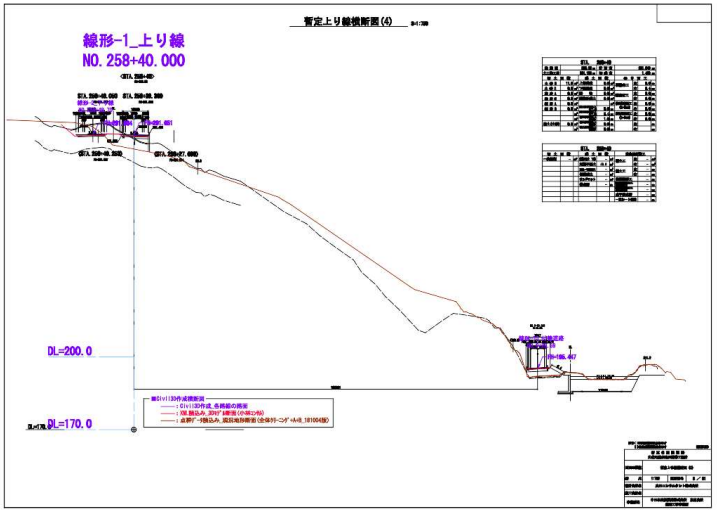
- 複雑な形状の完成形を関係者間で共有することが困難
- 20m毎に存在する断面図の間の形状の確定が必要
- 図面間の不整合箇所の内在の可能性

- ３次元モデルを作成し、関係者間で完成イメージを共有
- 内在する課題点、図面間の不整合箇所を顕在化させ早期の協議を実施

土工形状モデルの作成





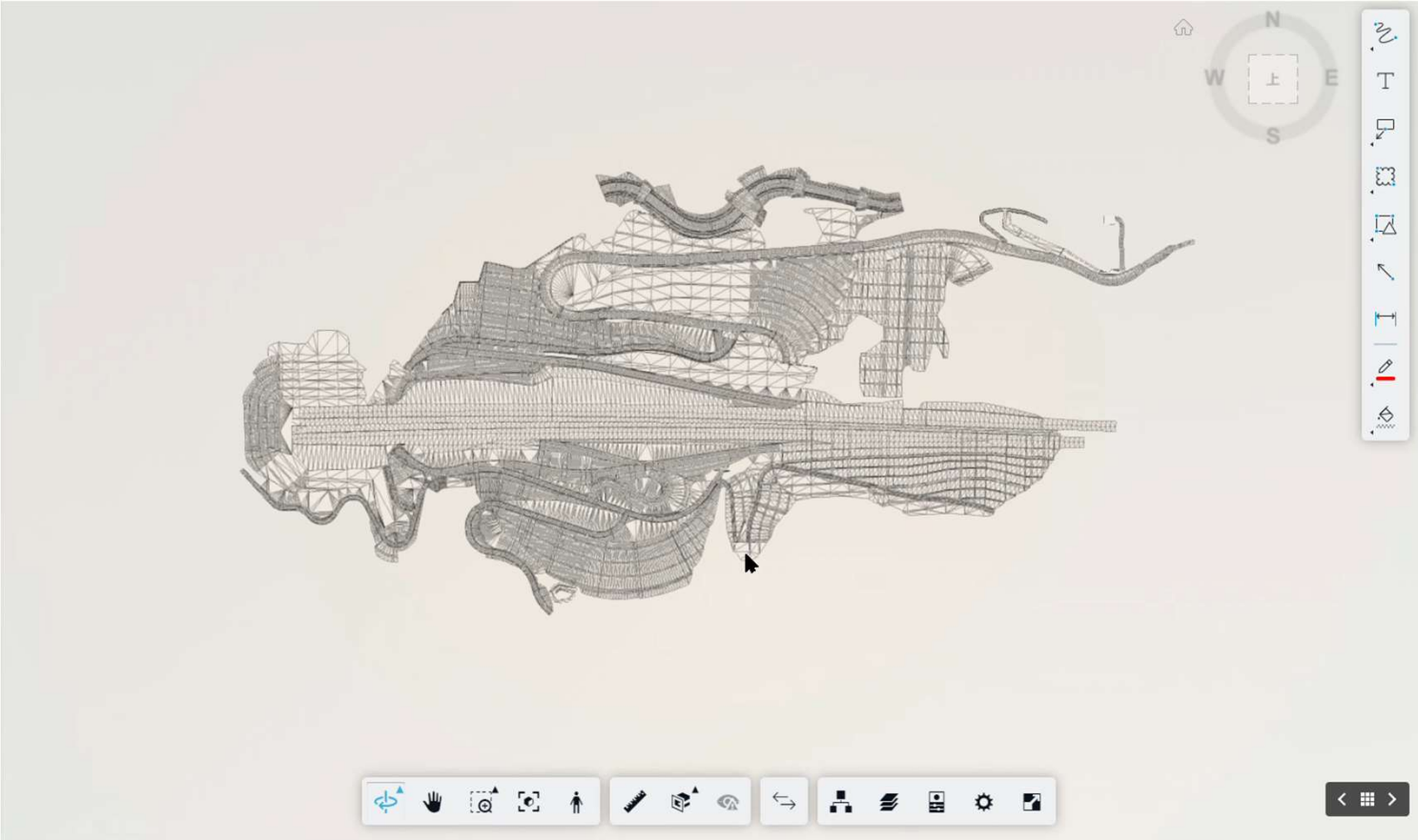


高速道路の場合、一般的に20m毎の断面図が存在する。この断面図をもとに、高速道路全体の構造を把握し、工事を進める。

- 複雑な構造の場合、全体を正しく把握するには経験や知識が不可欠
- ランプ部などは20m毎の断面図では再現が難しい構造形状も存在する
- 複雑な線形の場合、図面間の不整合が存在する可能性がある

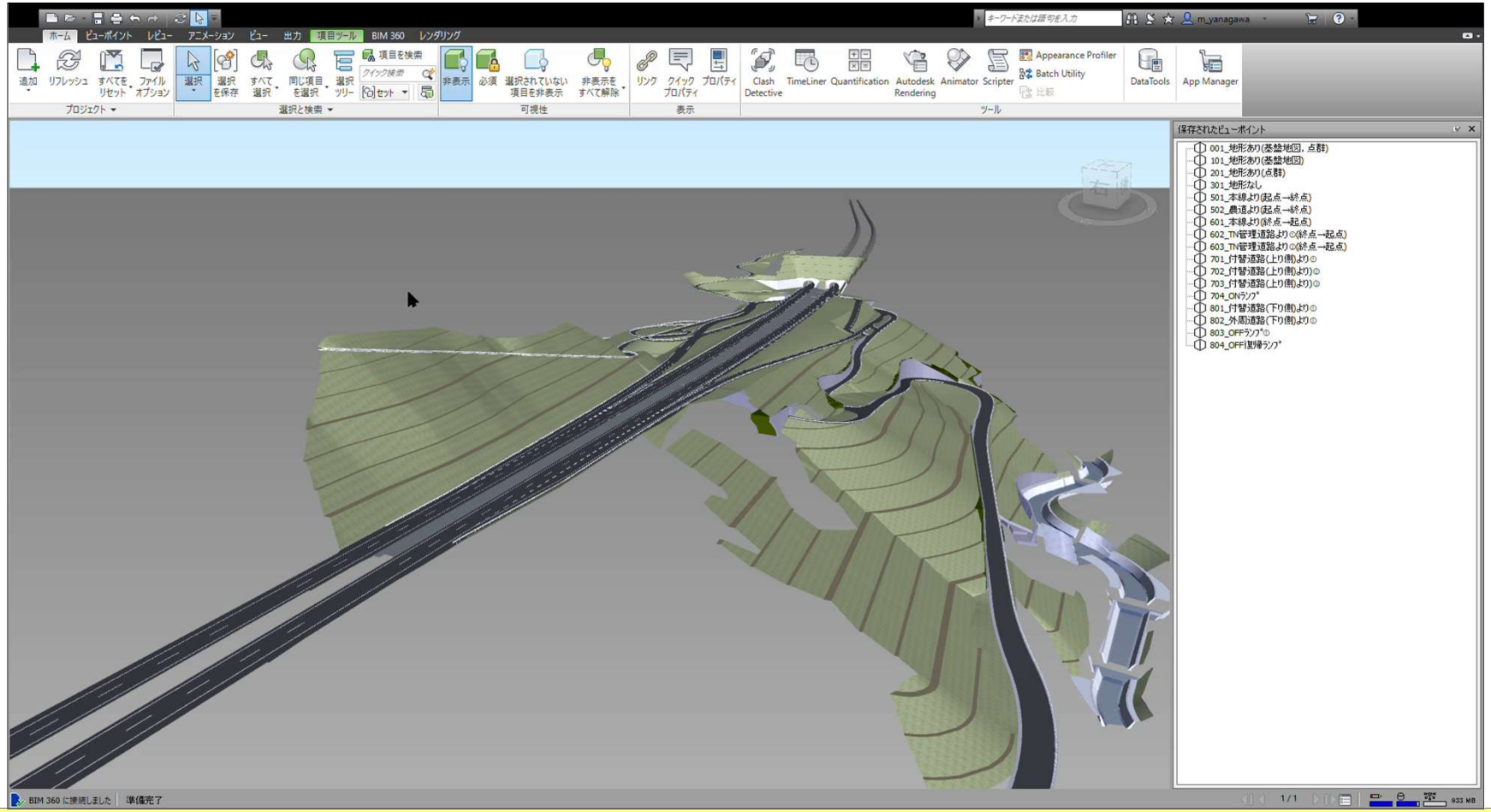
関係者間の正しい共通理解や不具合の防止のために、3次元化は非常に効果がある

3次元モデル（構造）



- 3次元化することで、関係者間での共通理解が進む
- 図面間の形状を施工前に確定することができる

3次元モデル（詳細付加）

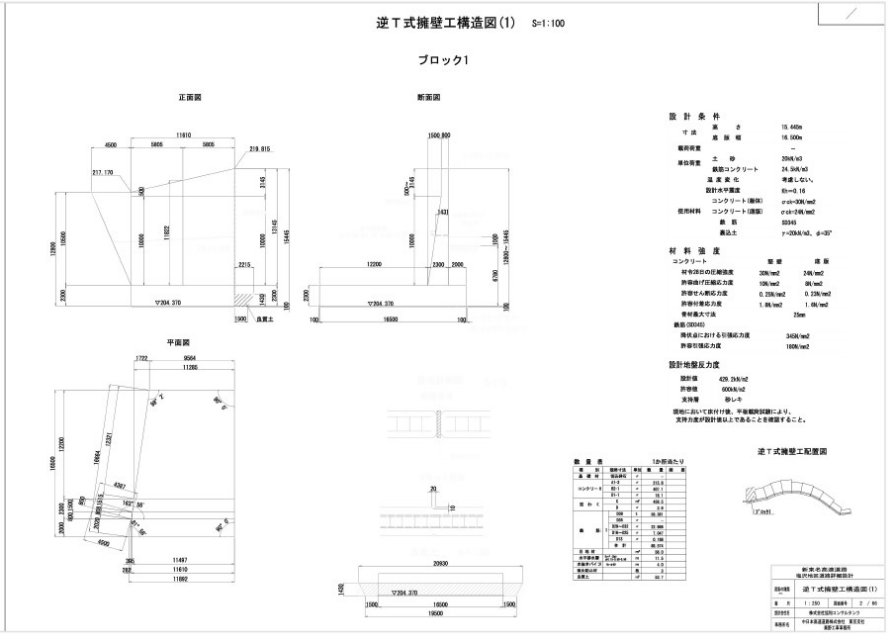


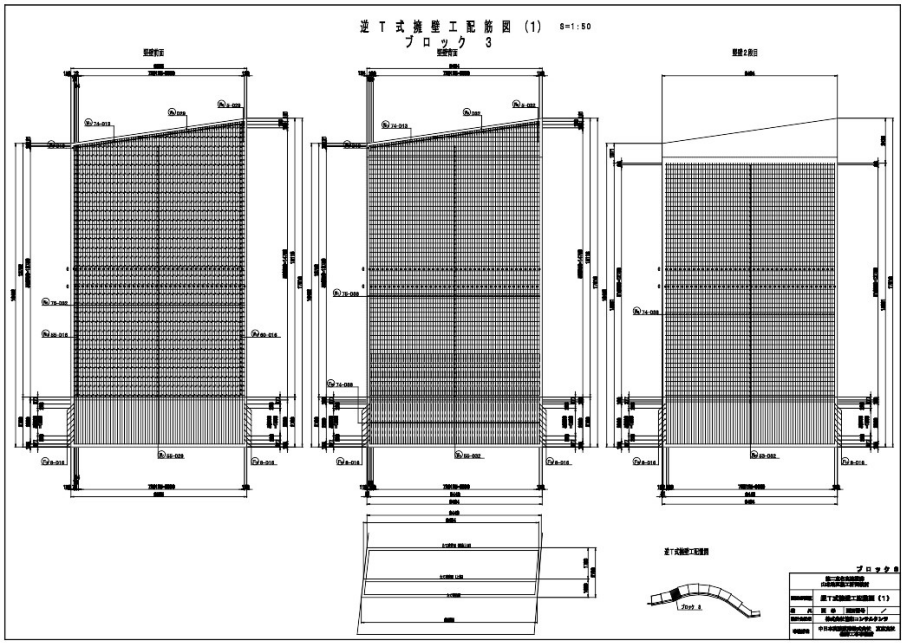
ガードレールなどの詳細をモデルに追加することで、工事完成形のイメージを関係者間で共有することが容易となる

逆T擁壁モデル

- 施工する逆T型擁壁の部材交差部の過密配筋について、干渉・施工性が懸念された
- Revitでモデル化を行い、検討を実施

逆T型擁壁のモデル化（過密配筋）

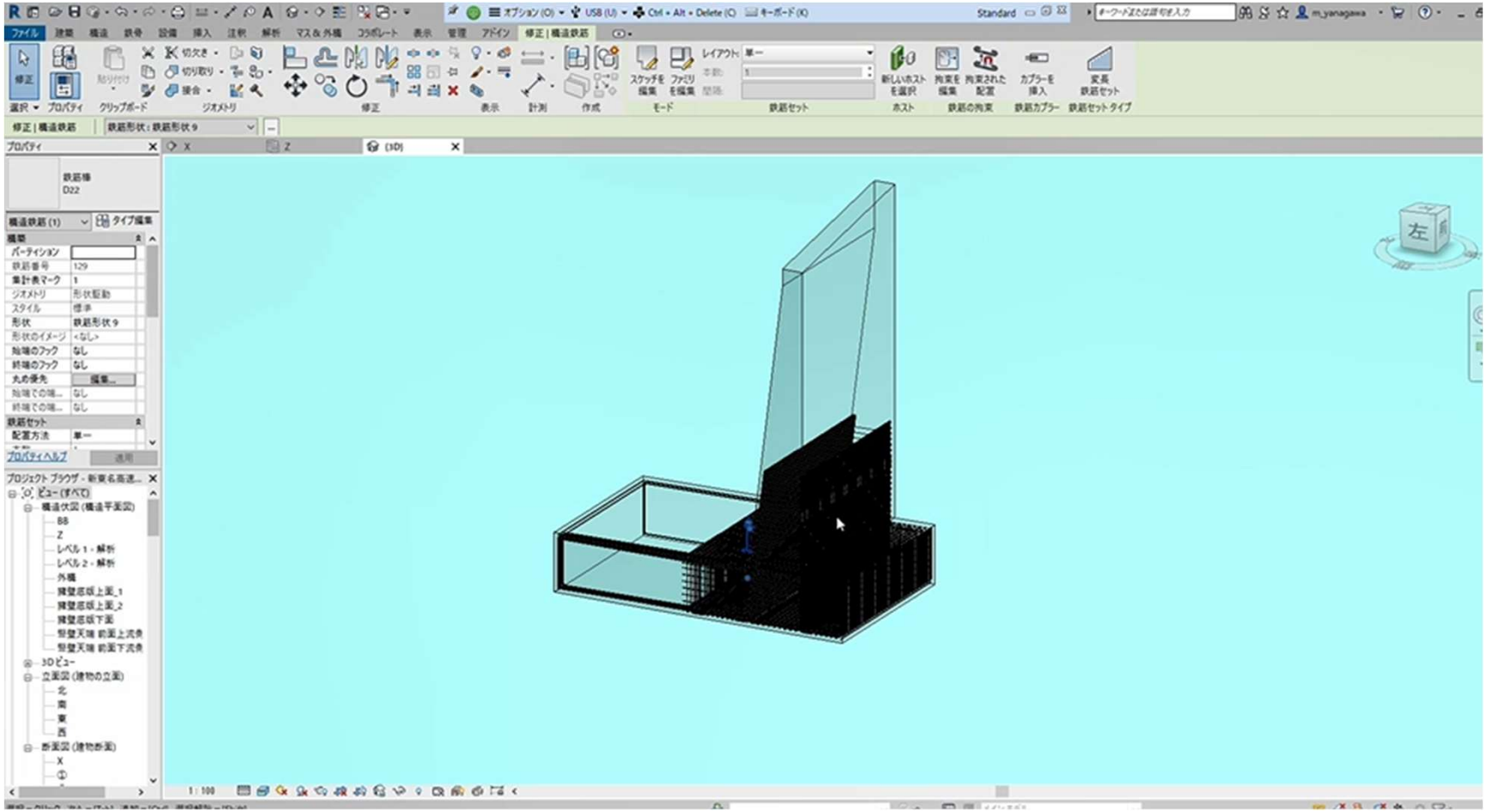




構築する逆T型擁壁の部材交差部が過密配筋になる

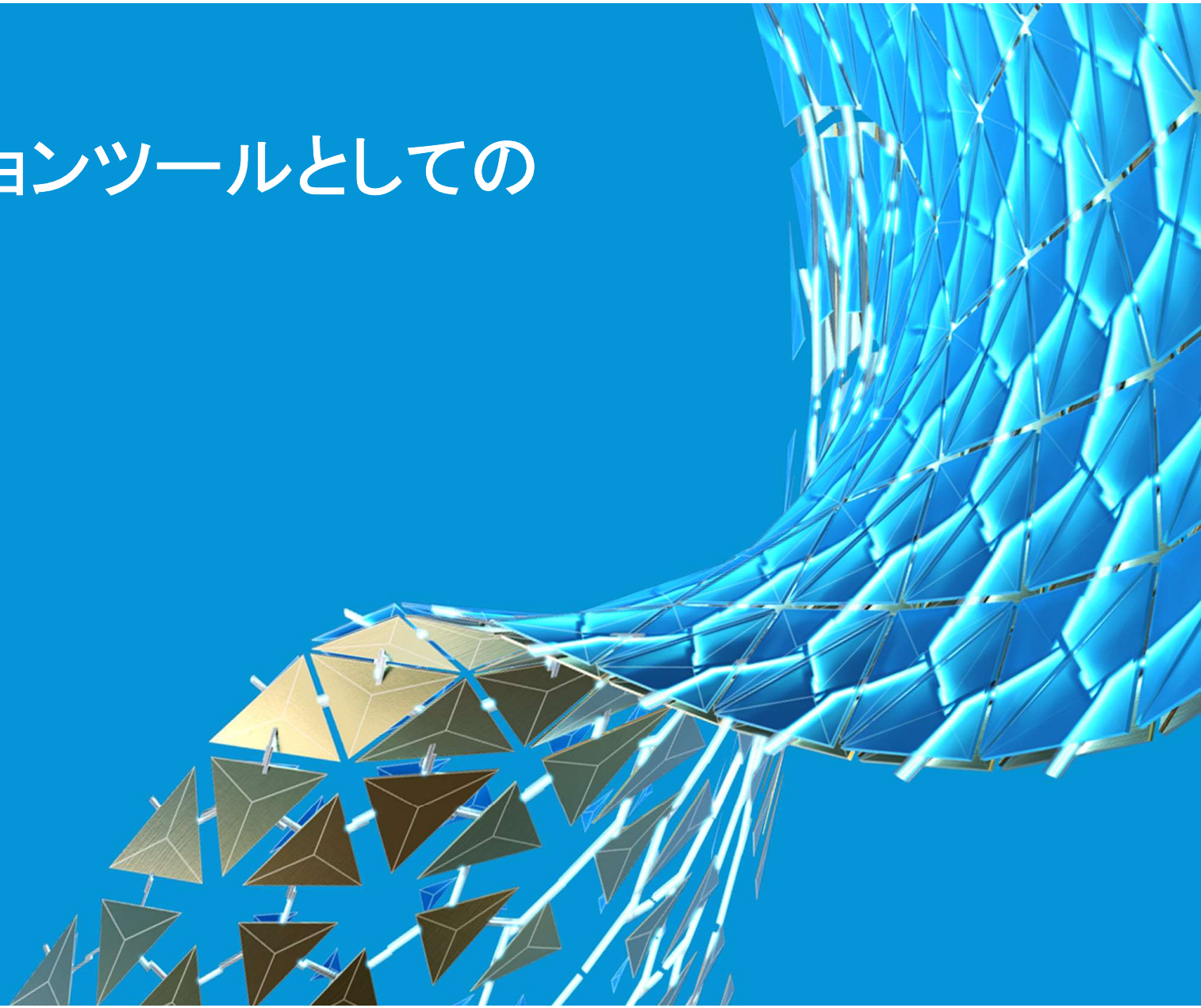
3次元モデルを作成し、鉄筋の干渉を確認した

逆T型擁壁のモデル化（過密配筋）



Revitで鉄筋をモデリングして施工性を検討

コミュニケーションツールとしての活用



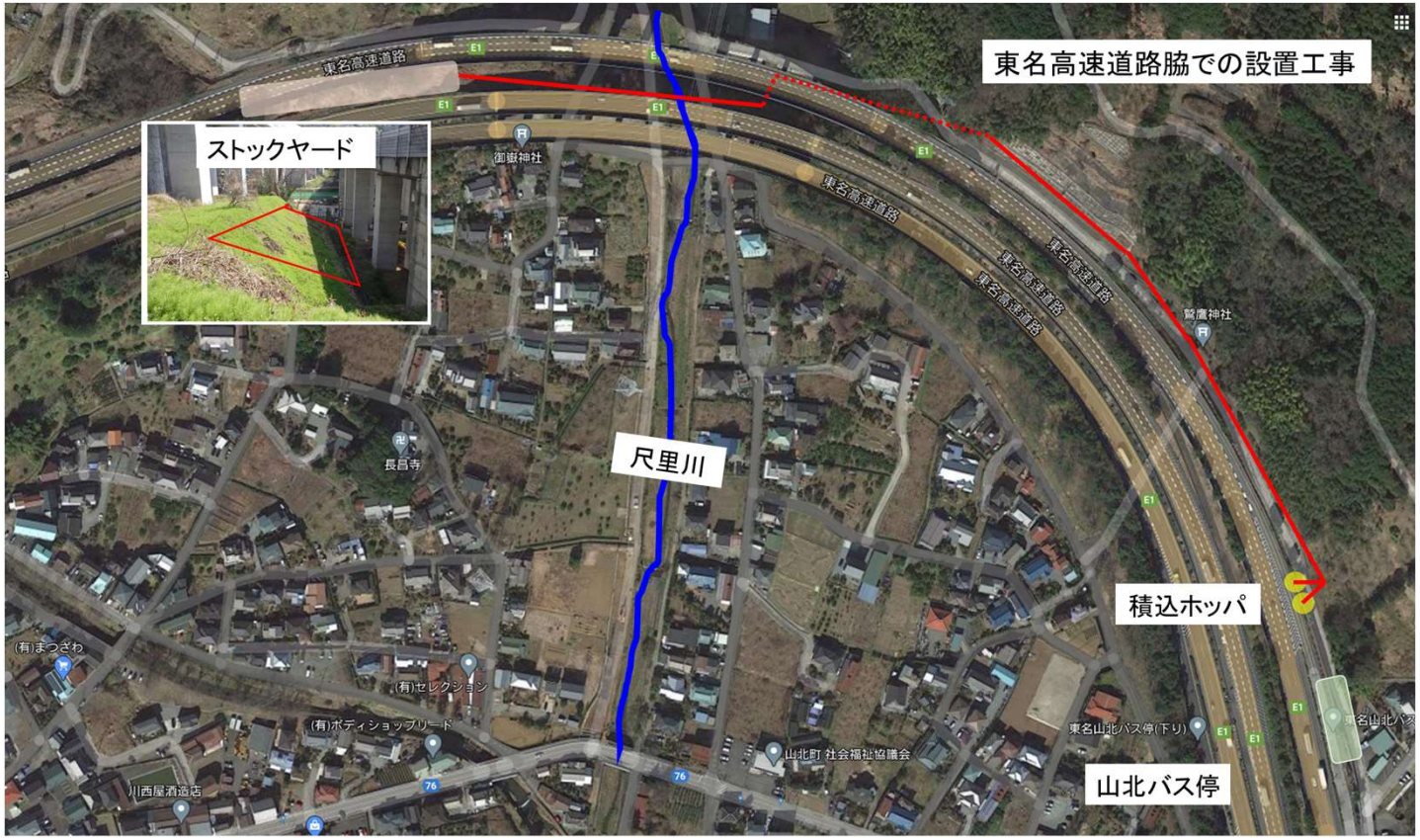
高速道路に隣接して設置するベルトコンベアの検討

- 現場から搬出する大量の土砂を運搬する必要
- 周辺道路は交通量も多く、多数のダンプの運搬は好ましくない

- 高速道路を使用した運搬計画を立案
- 高速道路に隣接したベルトコンベアを設置し、高速道路バス停付近に設置するホッパーまで搬送
- 高速道路を走行してきたダンプにホッパーから土砂を積載し運搬

- 高速道路走行車両からベルトコンベアがどのように見えるか？（運転への影響など）

位置関係とベルトコンベア

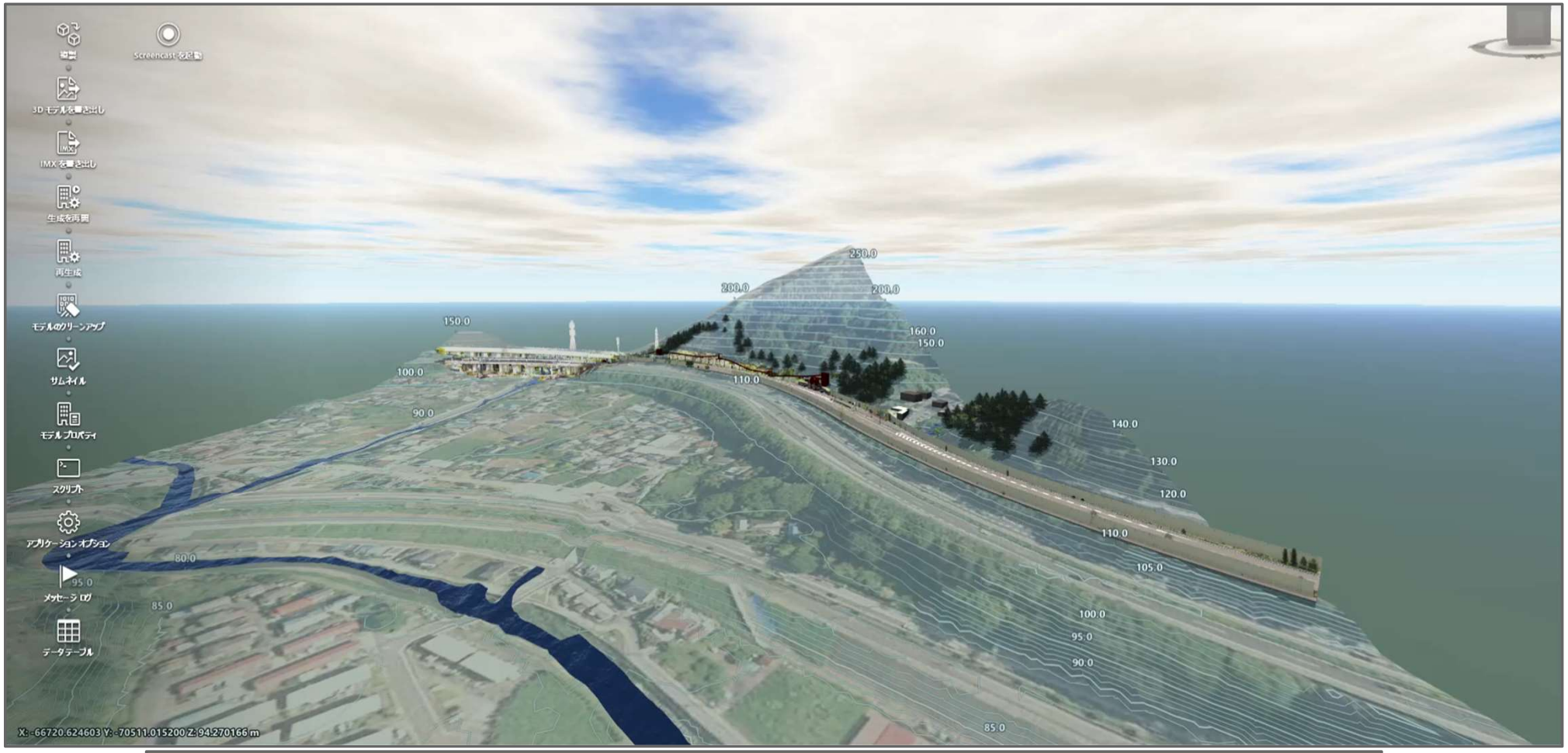


- 赤線がベルトコンベア設置ルート
- 高速道路バス停手前に積み込み用ホッパーを設置

- 高速道路走行車両の運転に影響が出ないことを事前に検討する必要がある

- 3次元モデルを活用した検討を実施

全体モデルとベルトコンベア



点群・基盤地図情報から地形を作成し、設計図から作成したベルトコンベアを合成

ベルトコンベア施設の検討

- **「走行速度」「走行レーン」「視線の高さ」**を変えて動画を作成
- 視点の移動による見え方の変化が運転手に与える影響を検討

日影の影響検討

高速道路に隣接する構造物の場合、施工後の修正・変更は困難となる（形状・塗装など）

日影の影響により、高速道路走行中の運転手の捜査への影響が懸念された

Infraworksを用いて、日影を変化させた検討を行い、塗装色や形状などを事前に検討

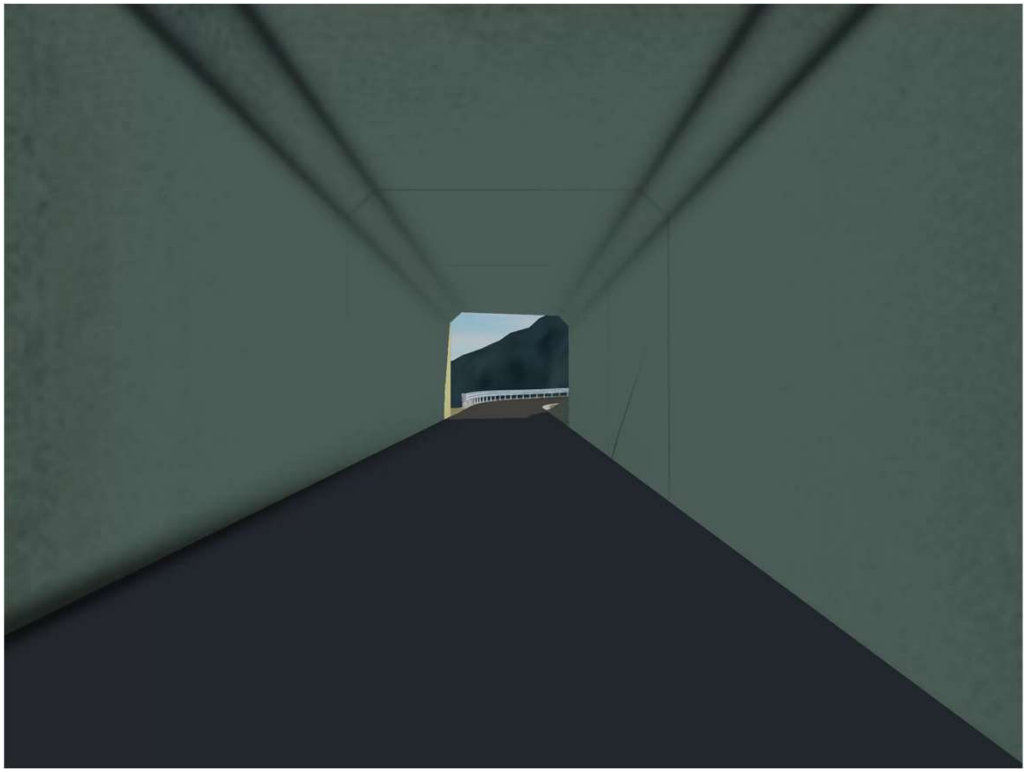
n odio, at cursus elit sagittis

合流部の見え掛かりのシミュレーション

- ランプ合流部を走行する車から、合流車両がどのように見えるのか

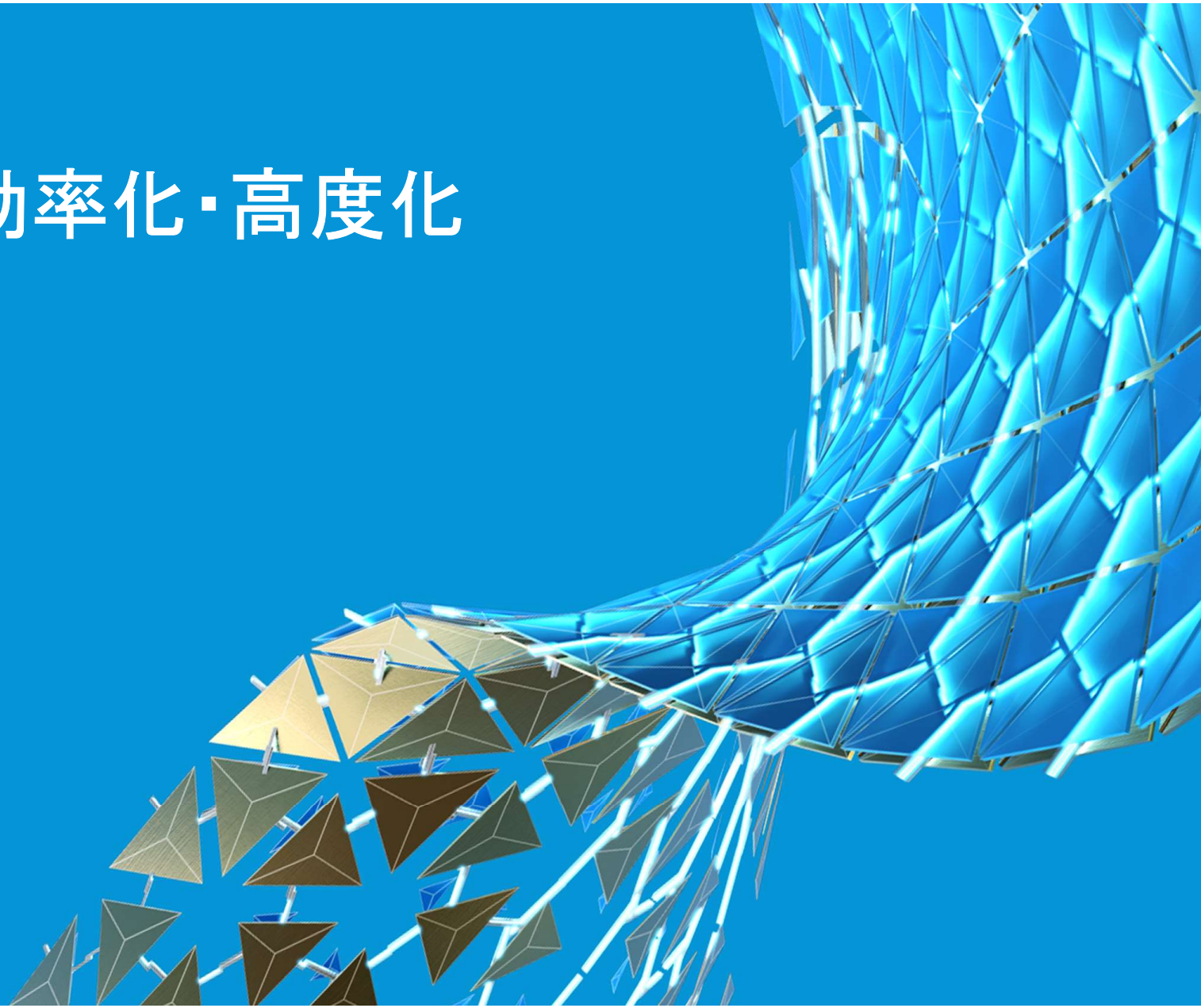
- これまで作成した３次元モデルを活用して、シミュレーションを実施

ランプ部走行車両風景のシミュレーション

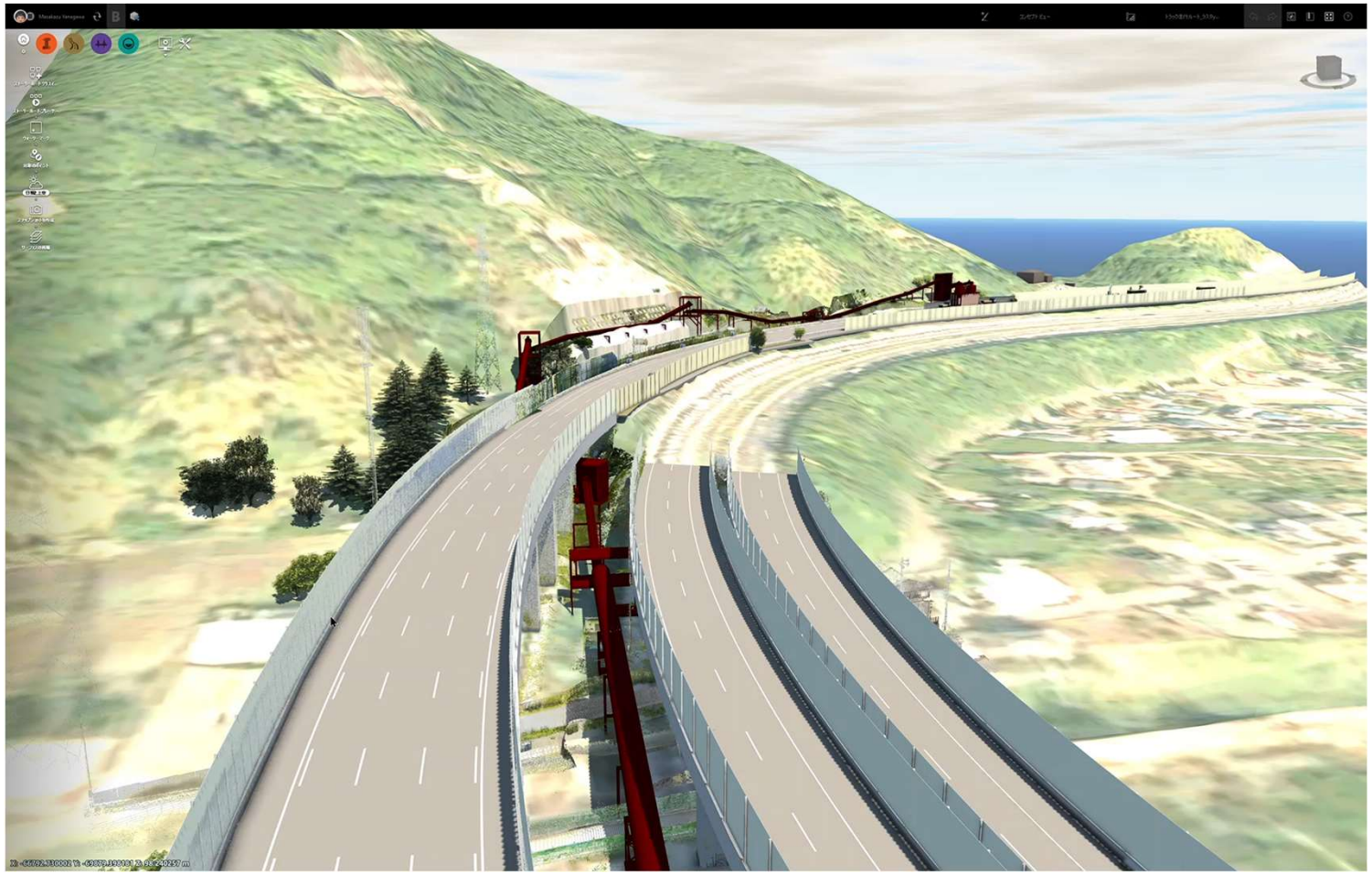


ランプ部を走行する車両から見える風景をシミュレーションし関係者間で確認

現場管理の効率化・高度化



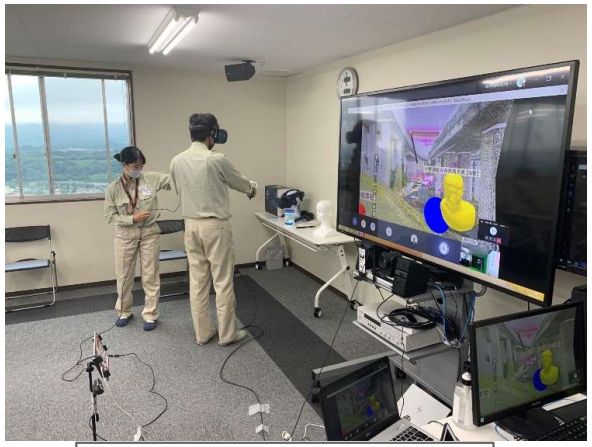
ベルトコンベア設置場所



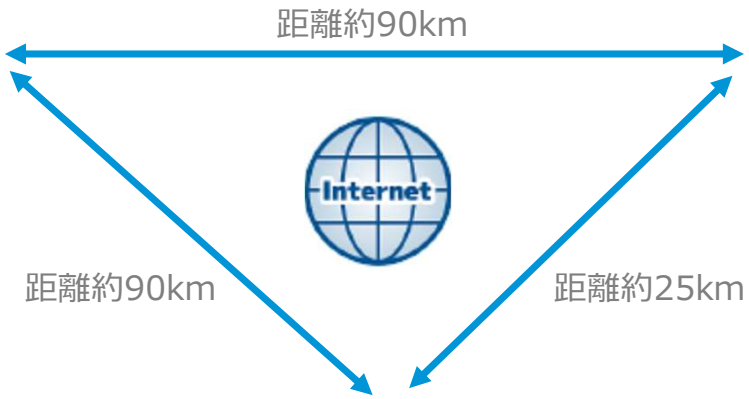
高速道路上下線の間の非常に狭隘な場所に設置する必要がある

VRによる遠距離間での詳細施工検討

- インターネットを利用して、遠隔地の複数のユーザーが同一のＶＲ空間に没入
- VRモデル上に図面や写真、360°カメラのデータを格納し、閲覧することが可能



新東名川西工事
（神奈川県山北町）



本社（東京都中央区）

大泉シールド（東京都練馬区）

VRによる遠距離間での詳細施工検討

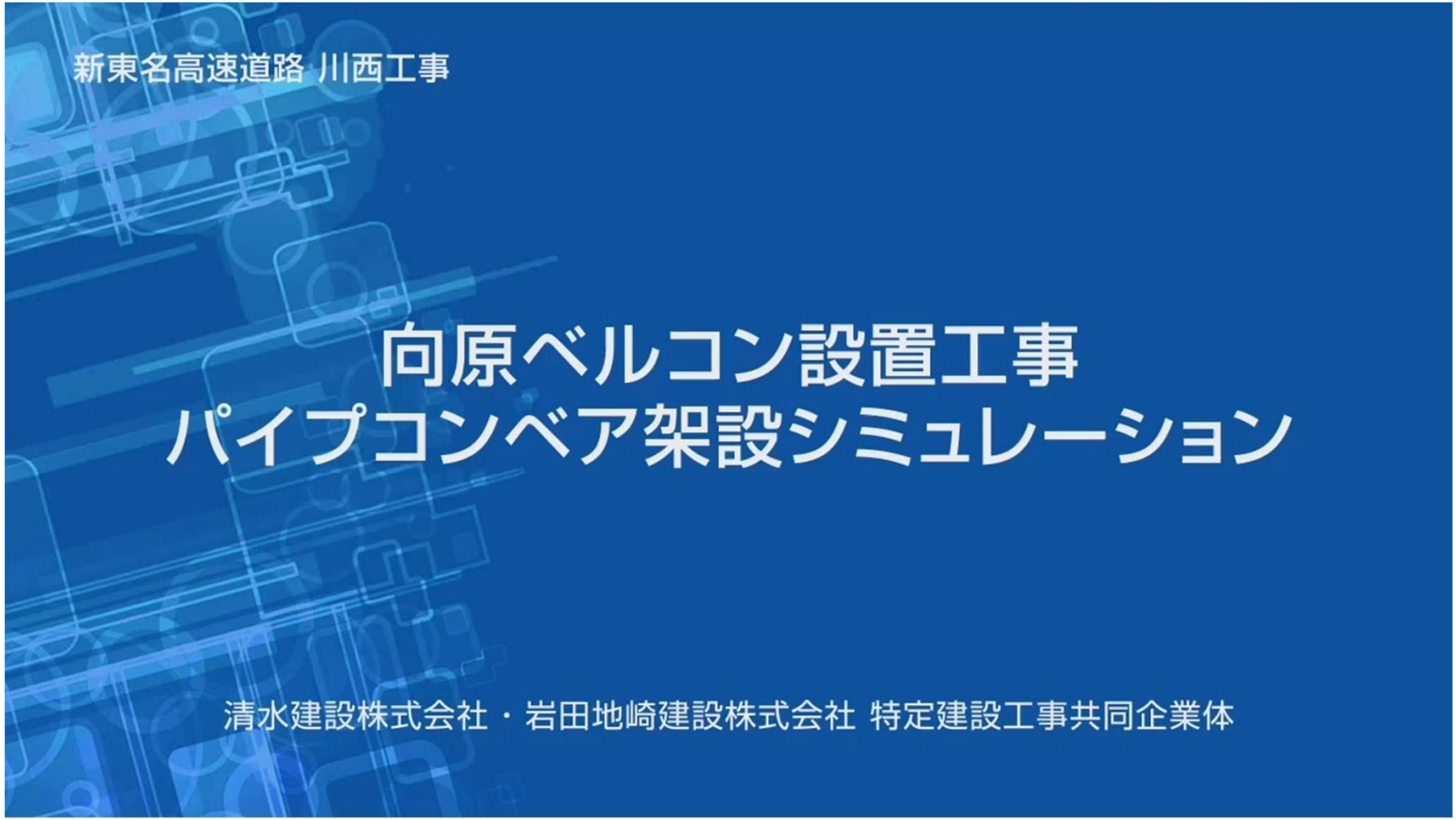
3者が参加（アバターで表示）

360°カメラで現地確認が可能

クレーンと橋の高欄との離隔確認

遠隔地から施工指導

ベルトコンベア設置工事シミュレーション

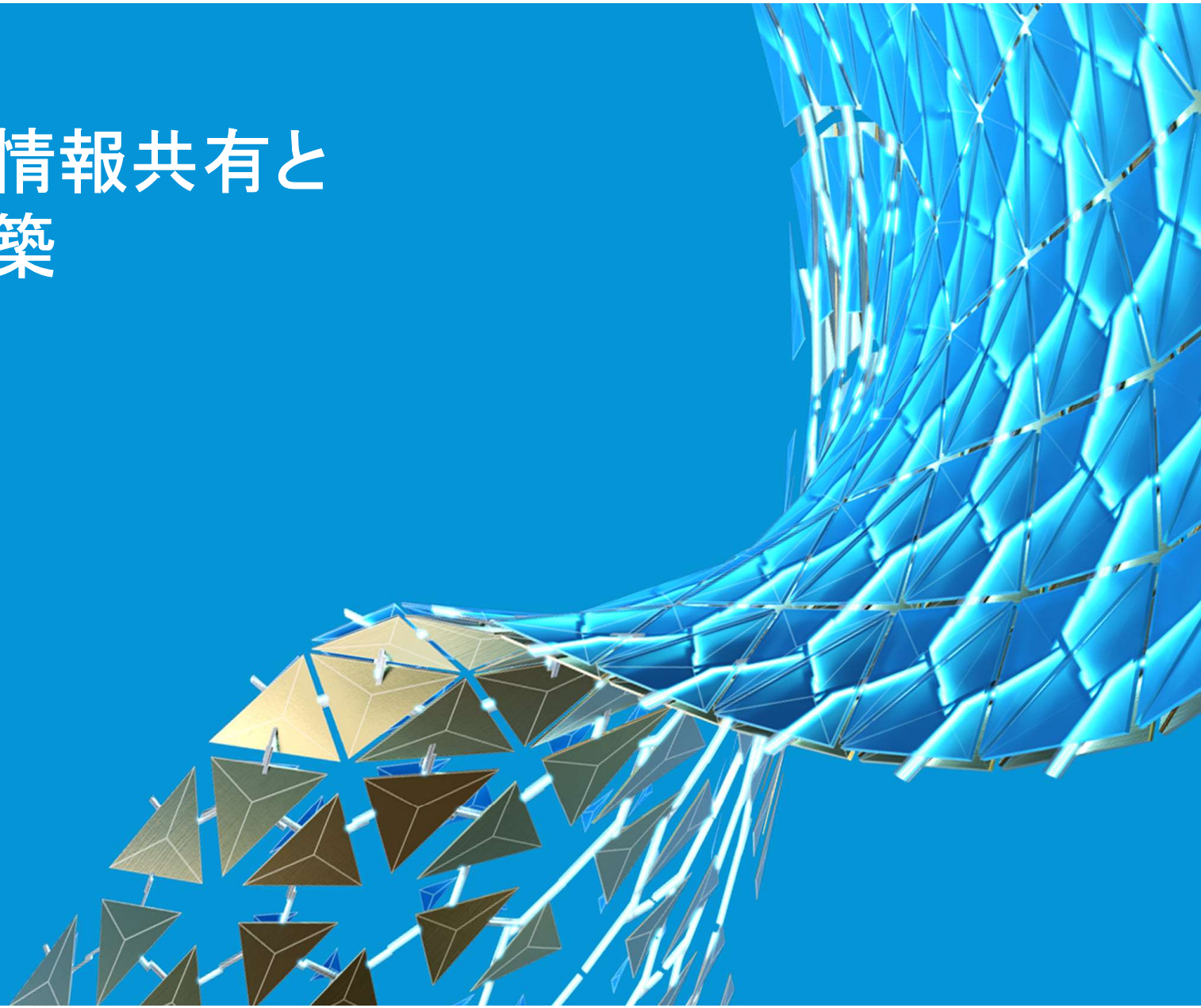


ベルトコンベア設置工事記録

向原工区ベルトコンベア架設

2020年7月23日

受発注者間の情報共有と実施環境の構築



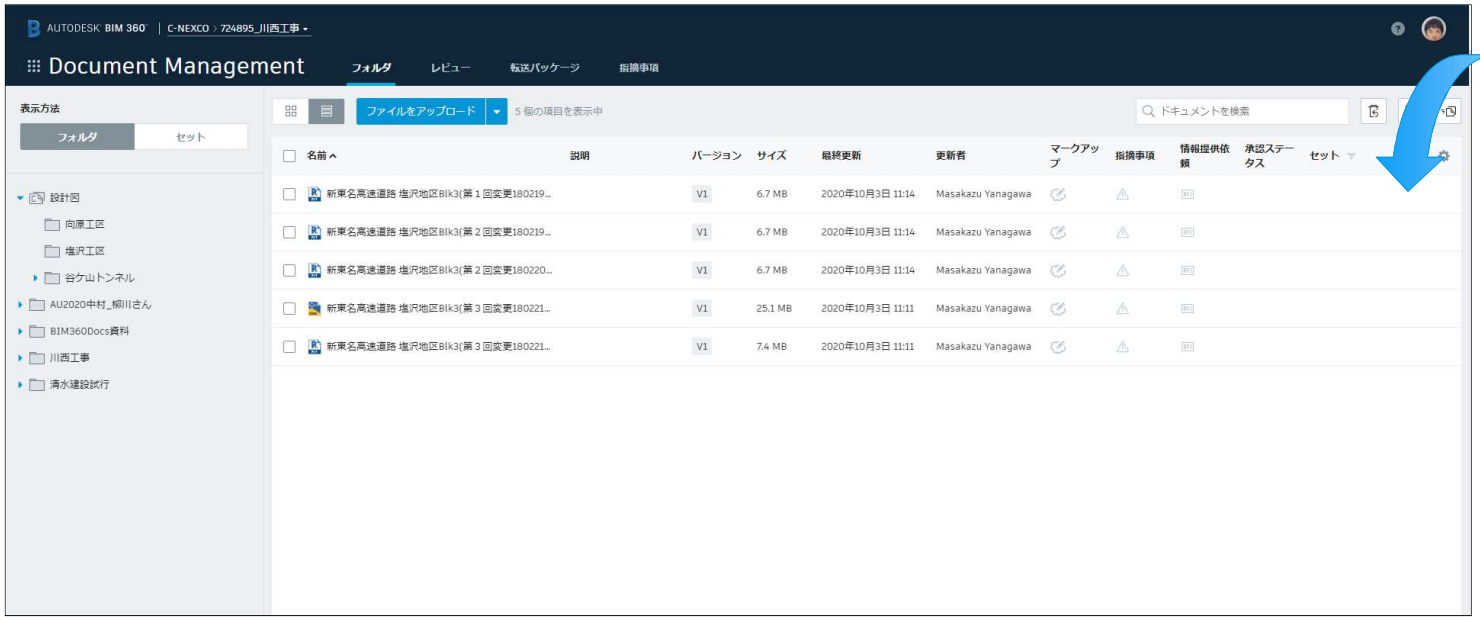
BIM360Docsの活用

- ３次元モデルや点群データなどの大容量ファイルの保存場所の確保
- 受発注者間の共有ストレージ活用による情報の共有化
- 関係者間での最新情報の共有

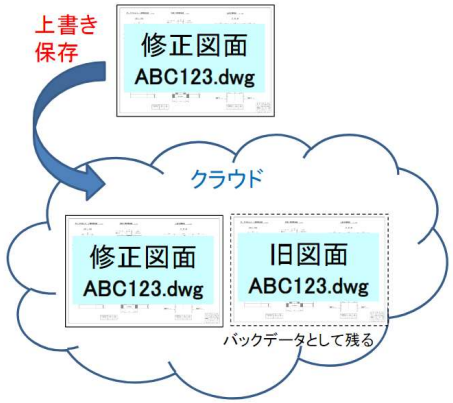
- Autodesk社のCDEシステムであるBIM360Docsの共有利用
- 共有ストレージによる各種データの共有化を実現
- メールにファイル送信や最新版確認がなくなり、生産性が向上

CDE（Common Data Environment）：共通データ環境

BIM360Docsとは



ドラッグ&ドロップで、
ファイルを追加



- Autodesk社のクラウドCDEシステム
- 大容量のファイル保存も可能
- AutoCAD、Revit、Navisworksなどのファイルはアプリケーションを起動しなくても閲覧が可能
- Dwg、pdfなどには、直接メモなどが記入可能
- ワークフローの設定で成果品の承認なども可能
- すべてのファイル履歴が残るため、ファイル名を変更せず上書きして最新版を管理

BIM360Docsとは

NEXCO中日本

今度の立会の資料、保存しておこう

現場の写真を報告書に使おう

あそこの形状、ちょっと確認したいな

受発注者間で共有のストレージを使用することで、情報を共有化でき、分散も防ぐことができる

受発注者は、
立場は違えど
「同じプロジェクトを進めるメンバー」

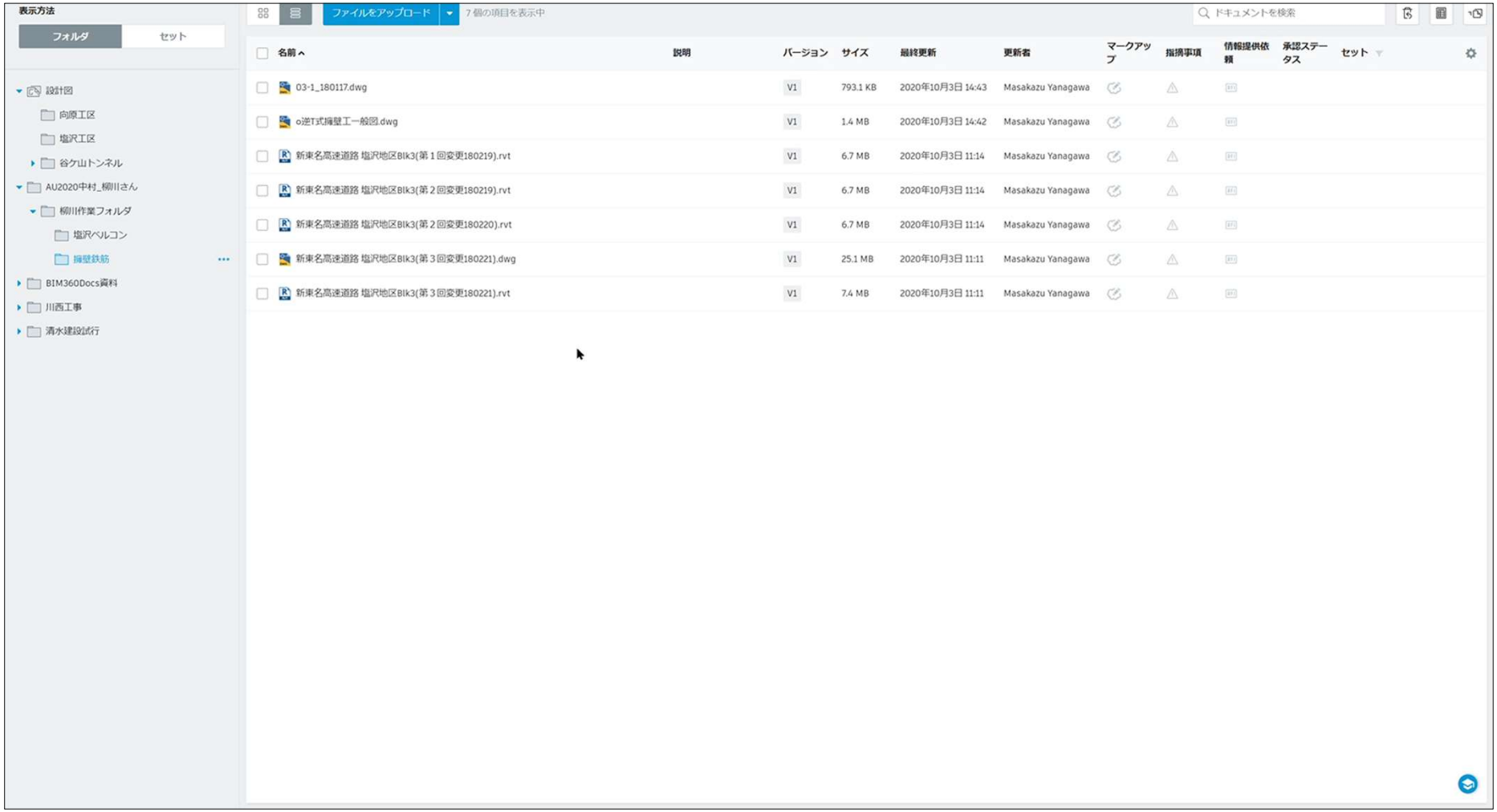
新東名川西作業所

現場にいるけど、
図面を確認したい

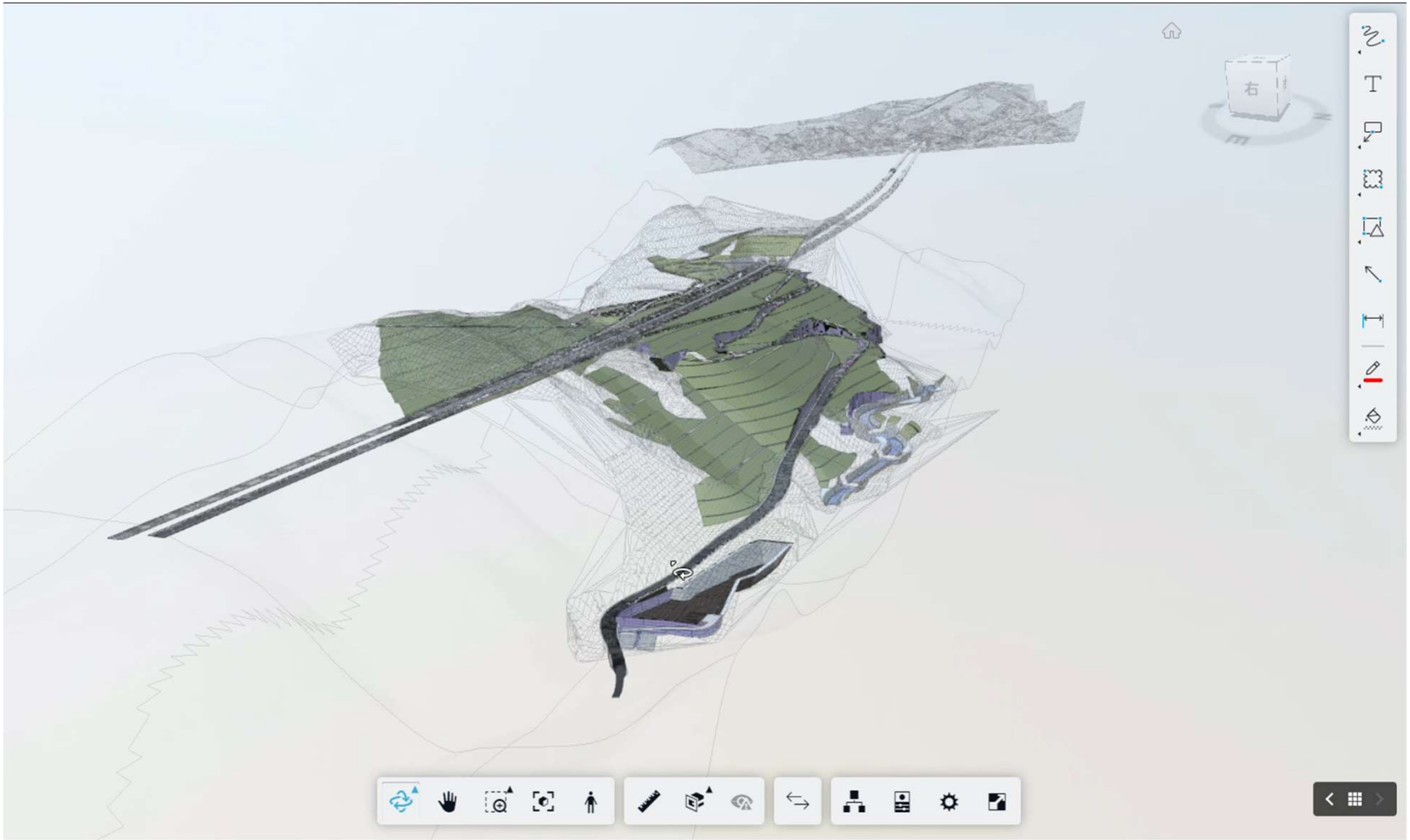
打合せ簿の内容を確認しないと

提出は不要だけどコンクリート記録を入力しておこう

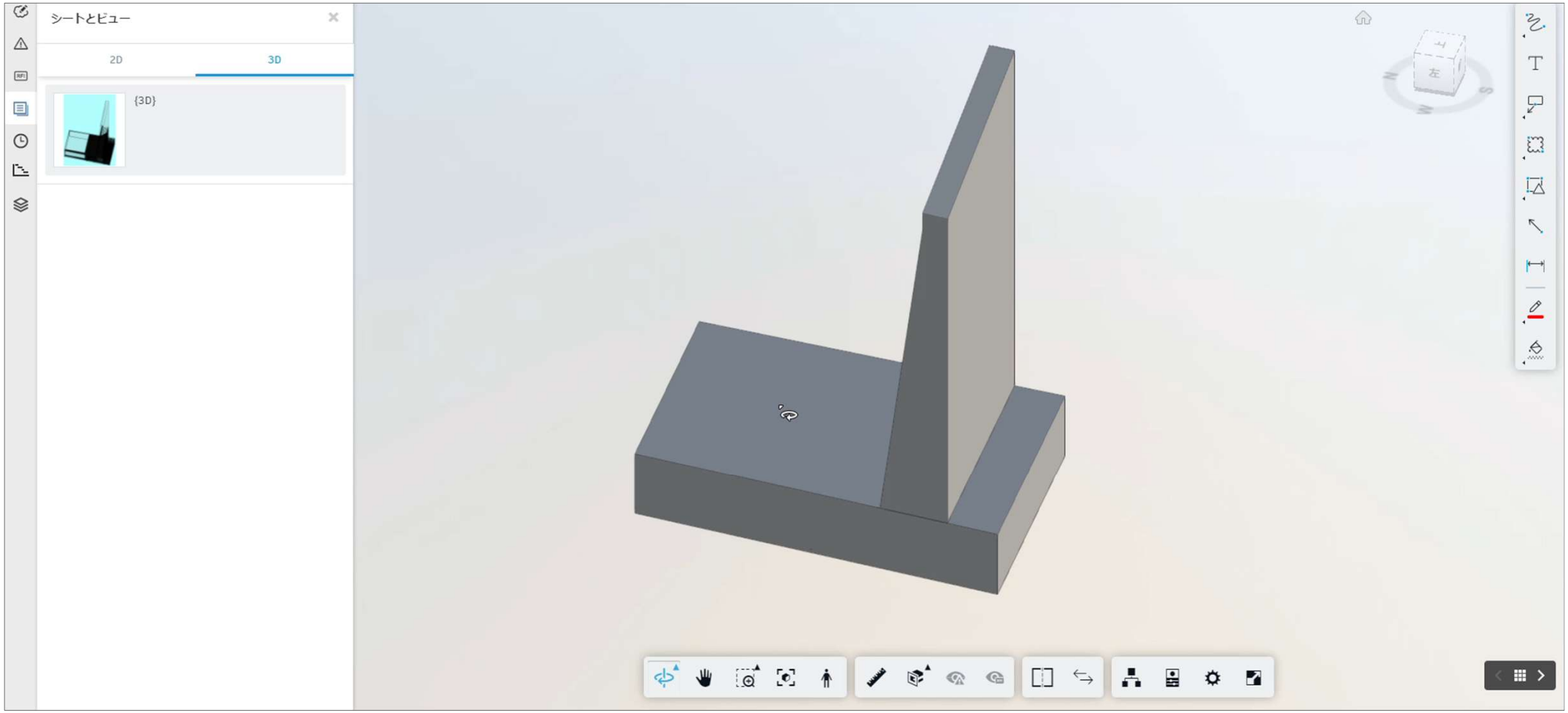
AutoCAD(2D)の表示（表示・距離測定・マークアップ）



土工形状モデルの表示（Navisworks）



過密配筋モデルの表示（Revit）

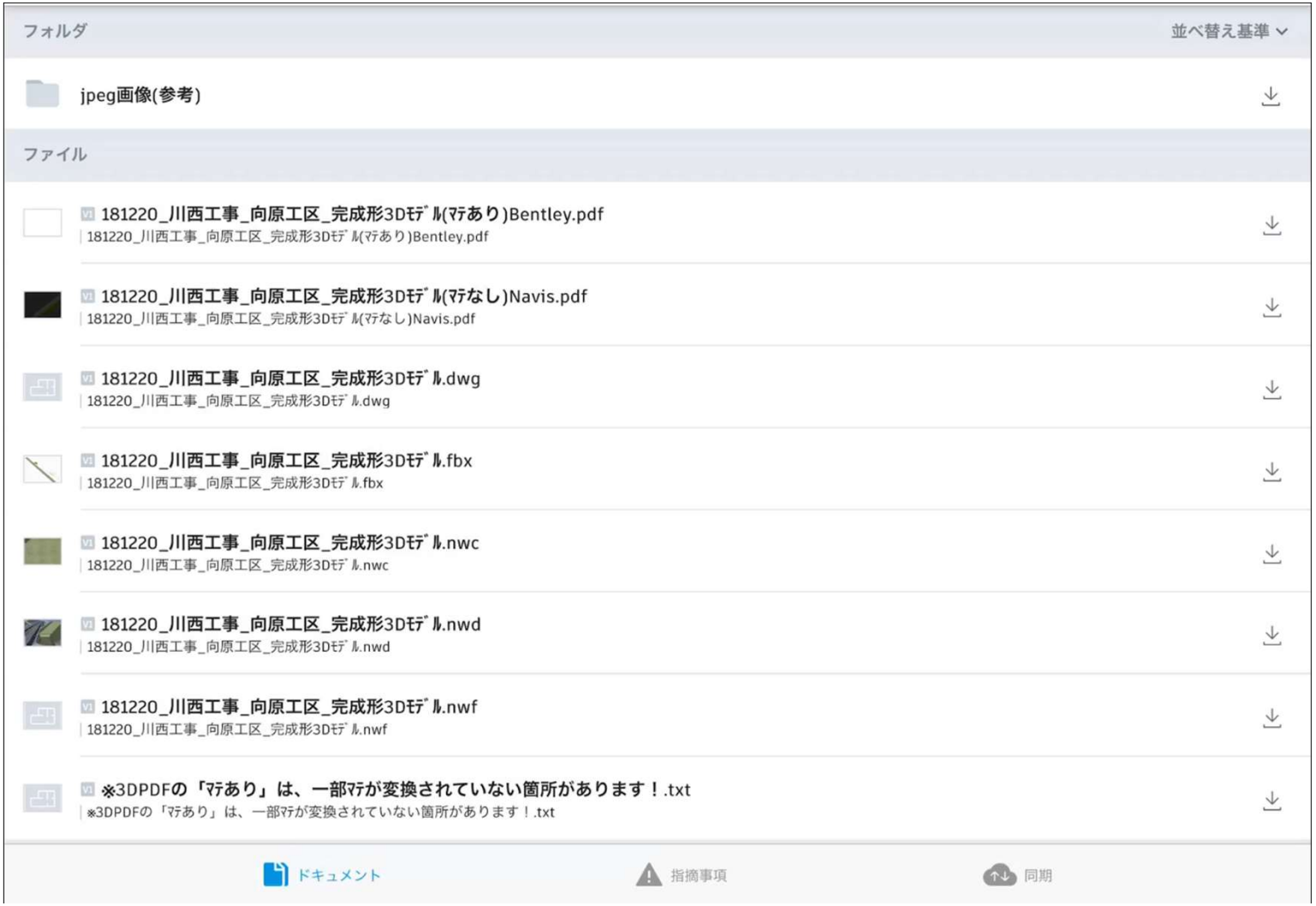


iPadでの利用

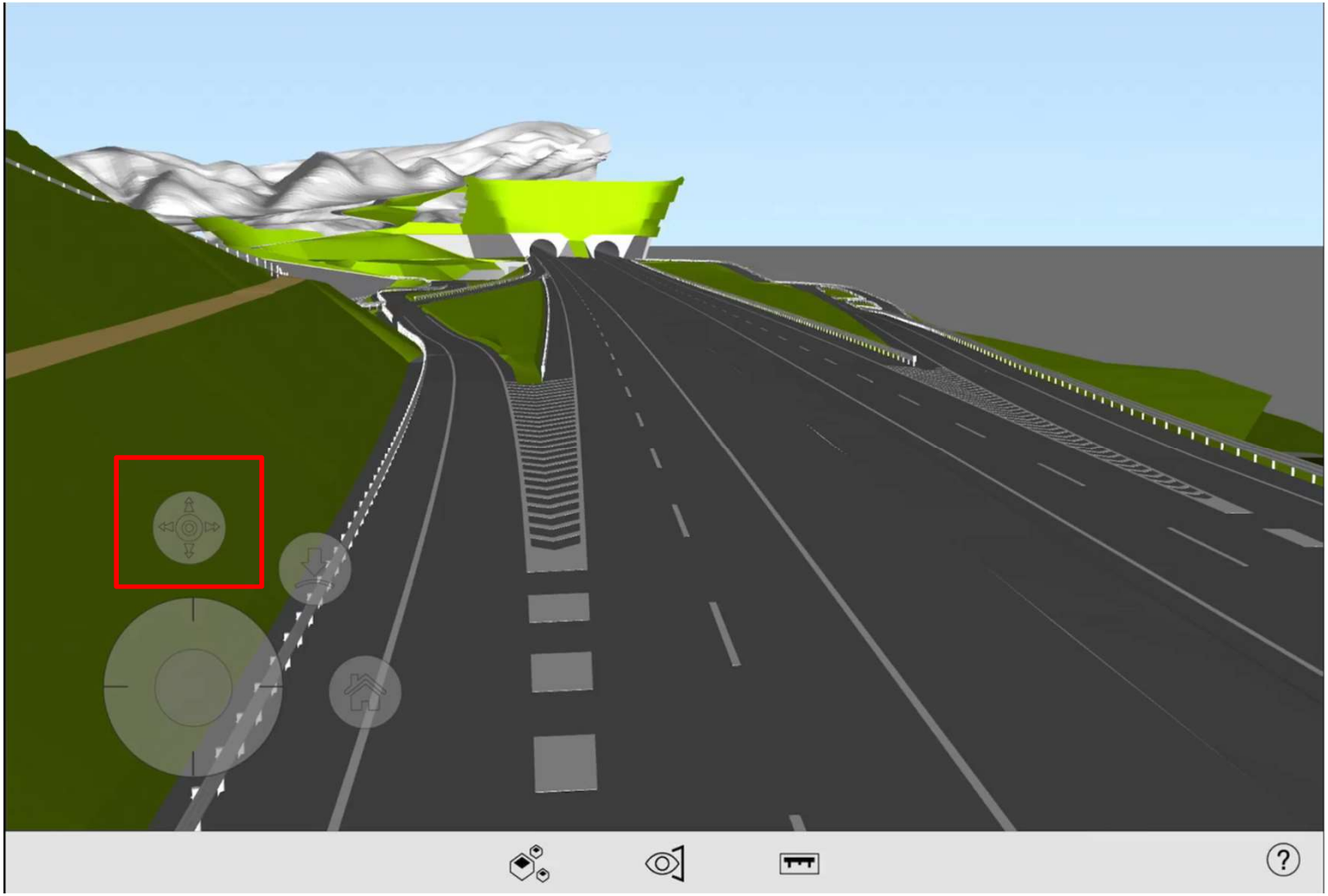
- **iPadで活用することで、現場での各種活用が広がる**

iPadでのモデルの確認（AutoCAD）

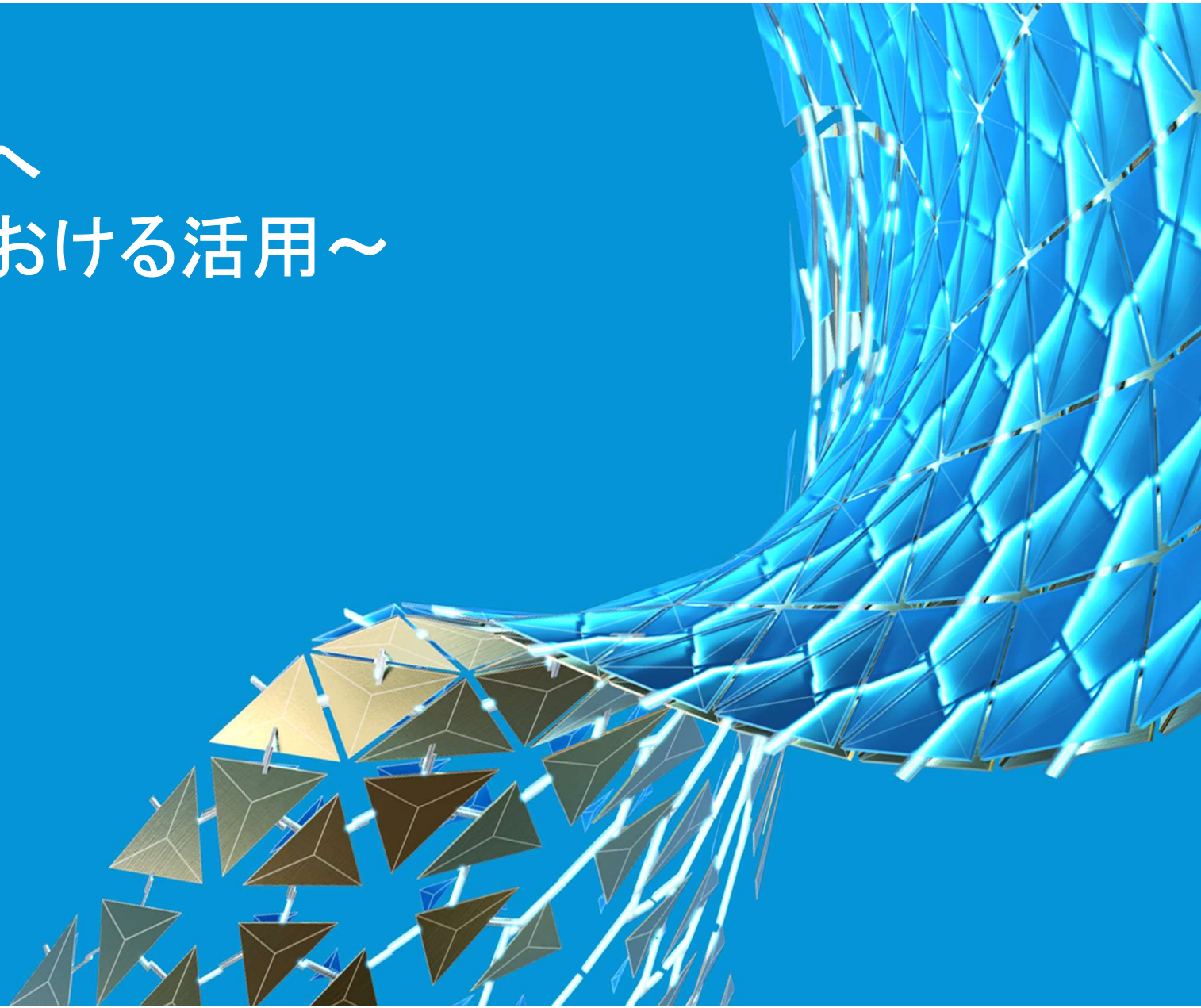
iPadでのモデルの確認（Navisworks）



iPadでの簡易VR（Navisworks）



建設から保全へ
～維持管理における活用～



各フェーズでの必要な属性情報

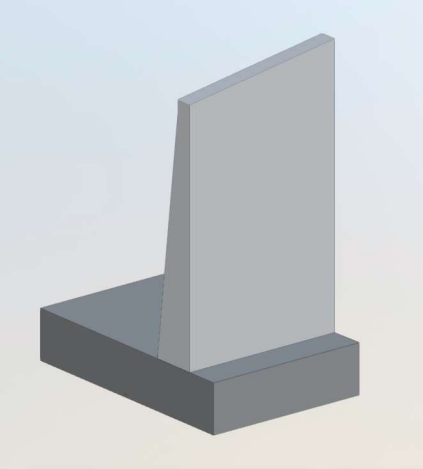
「施工段階」で必要な情報（属性）と、維持管理段階で必要な情報（属性）は等しくない

不必要な情報が多いと、情報の海におぼれて、必要な情報も活用されない

【施工段階】

- コンクリートの仕様
- 打設時の記録
- 打設時の写真
- 打設ロット
- 施工計画書
- 設計情報
- 変更情報
- 打合せ記録

etc



【維持管理段階】

- コンクリートの仕様
- 定期点検情報

etc

EX)無害なクラックの記録
施工時には記録されないが、供用後にクラックが発生した際、無害なクラックが成長したのが、新たにクラックが発生したのかは重要な情報になる

調査・測量から施工・維持管理まで、BIM/CIMモデルを活用するためには、

後ろの工程のリクエスト情報を盛り込んだモデルの構築、属性情報の付与が必要

Autodesk およびオートデスクのロゴは、米国およびその他の国々における Autodesk, Inc. およびその子会社または関連会社の登録商標または商標です。その他のすべてのブランド名、製品名、または商標は、それぞれの所有者に帰属します。オートデスクは、通知を行うことなくいつでも該当製品およびサービスの提供、機能および価格を変更する権利を留保し、本書中の誤植または図表の誤りについて責任を負いません。

© 2020 Autodesk. All rights reserved.

- NEXCO 実施体制 ： 事務所，支社及び本社の技術基準・開発部署，情報システム部署と協同
  - ⇒ ICT活用を計画，実施，評価する体制を構築
  - ⇒ 本工事はICTやBIM/CIMを含めた生産性向上の取り組みを促進するモデル工事として位置づけ
- 受注者実施体制 ： 現場事務所にICT専門職員を3名配置し，関係者の多いICTシステムを全体統括
  - ⇒ NEXCO工事区との窓口となり実際に利用する現場側の課題に即応

  本社システム部門は，BIM/CIM専門部署が3次元設計データの構築や，BIM/CIM活用法の提案や具現化
  - ⇒ 上記体制を核として本工事に関わるICTシステムのベンダーも含めたサイバーチームを構成
  - ⇒ 工事管理ワークフロー間の引き継ぎや抜け目ないシステム改善に対応