# ダム事業でのBIM/CIMの活用について

令和3年11月12日

研究開発部長
山田　浩次

# 本日の発表内容

- ダム事業の特徴とBIM/CIM
- 各事業段階におけるBIM/CIMの活用
- デジタルツイン
- ダムにおける情報共有システム

について具体的な活用事例を中心に紹介します

# ダム事業の特徴とBIM/CIM



- 本体の巨大さ　広範囲・長期に亘る事業
- 多種多様な工種があり、工程が複雑になりがち
- 操作・保守点検・補修の失敗が大災害に直結

- 多くの情報をまとめて管理・共有し単純作業を軽減することが可能なのに加え、構造・データを視覚的に表示でき、加工やシミュレーションが容易なBIM/CIMモデル使用の効果が発揮される場面が多い。

# 統合モデル：広域地形モデル
（施工段階から維持管理段階も見据えた事業全体を監理）



施工段階において、将来個々の管理すべき内容に応じて作成されたモデルを統合して活用しやすくした統合モデル（事業監理CIM）。

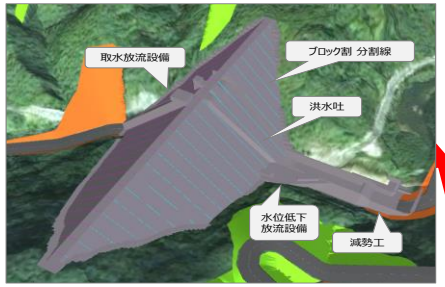
## 基盤モデル（広域地形モデル）

流域全体の地形データ、施工設備等

| ダム本体モデル | 原石山モデル | 付替え道路モデル | 地すべりモデル |
|---|---|---|---|

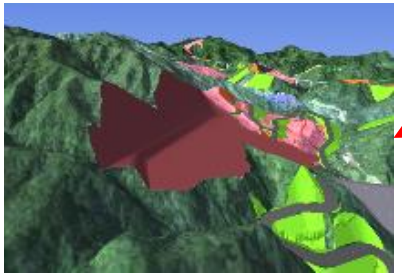
**属性情報**
履歴
測量
観測
点検
維持管理
などのデータ
**集約化**

**外部情報**
他システム
データベース
などのモデル、
データ
**連携**



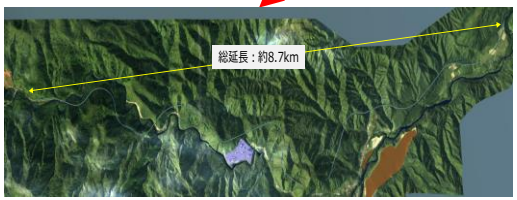

ダム本体モデル

洪水吐き、放流施設、取水設備、排水設備、受変電設備等



原石山モデル

原石山、土捨場




付替え道路モデル

工事区域内の公共補償と水特事業の合併施工道路

地すべりモデル

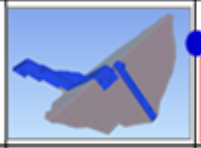
地滑想定区域、対策個所

# データ・モデル工程表による事業監理



事業のクリティカルパスやイベントなどの進捗に整合させて工種毎、年度別に必要となる統合CIMモデルの規模、内容、属性情報等、作成・活用・更新主体などを明確化した情報を事業年度で整理した工程表

時間軸→

| 年度 | 過年度成果等 | | | （付け替え道路工事） | （ダム付帯工事） | （本体発注）（基礎掘削） | （ダム堤体工事） | | （試験湛水）～（維持管理） | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 項目 | 内容 | 作成するモデル | 1～3年目 | 4～6年目 | 7～9年目 | 10～12年目 | 13～15年目 | 16～18年目 | 19年目～ |
| 統合CIMモデル（広域地形モデル） | 流域全体 | ・事業工程管理<br>・環境影響調査 | | モデル更新・追加 | ・協議・説明用の合意形成<br>・全体事業進捗の可視化、等 | | | | ・ダムフォローアップ定期報告書（5年ごと）作成支援 | |
| 付替え道路モデル | 付替え道路 | ○土工部：付替道路<br>○構造物部：<br>・橋梁、トンネル | | モデル更新 LOD200 | モデル活用 | | | モデル更新（施工後） | | |
| 土木構造物モデル | 堤体 | ・CSG工<br>・堤体観測工 | | モデル更新 LOD200～300 | モデル活用 | | モデル更新・活用 | モデル更新（施工後） | モデル活用 | ・①異常時の原因究明への活用<br>・②データの一元管理による定期検査・総合点検の効率化 |
| | 土木構造物 | ・洪水吐き<br>・減勢工<br>・取水設備<br>・堤頂工等 |  | モデル更新 LOD200～300 | モデル活用 | | モデル更新・活用 | モデル更新（施工後） | モデル活用 | |
| 基礎地盤等モデル | 基礎掘削 | ・基礎掘削 | | モデル更新 | モデル活用 | | モデル更新・活用 | モデル更新（施工後） | モデル活用 | ・①<br>・② |
| 貯水池モデル | 地すべり | ・対策工 | | モデル更新 | モデル活用 | | モデル更新・活用 | モデル更新（施工後） | モデル活用 | ・地すべり観測データの可視化 |

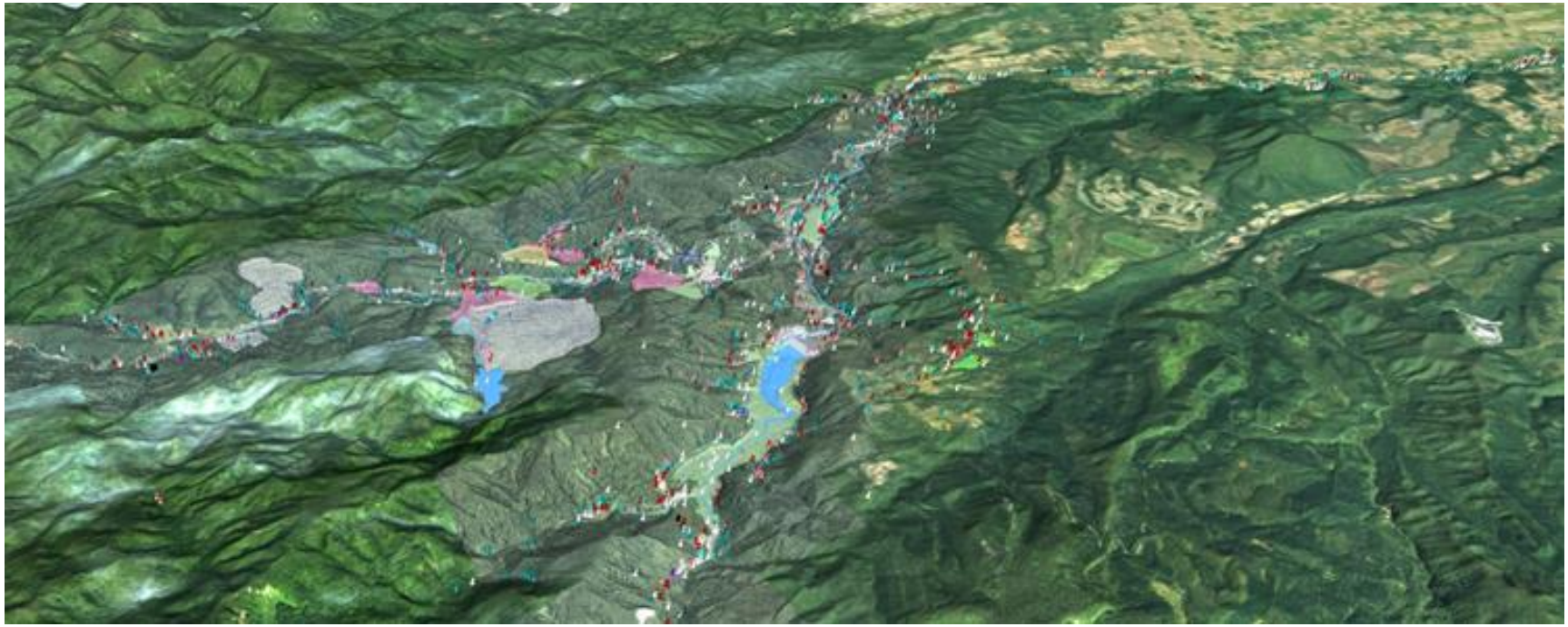
設計段階　施工段階　試験湛水～維持管理段階

設計～維持管理段階（発注者が実施）　発注者が主体となって実施

# （調査ー設計）環境モデル



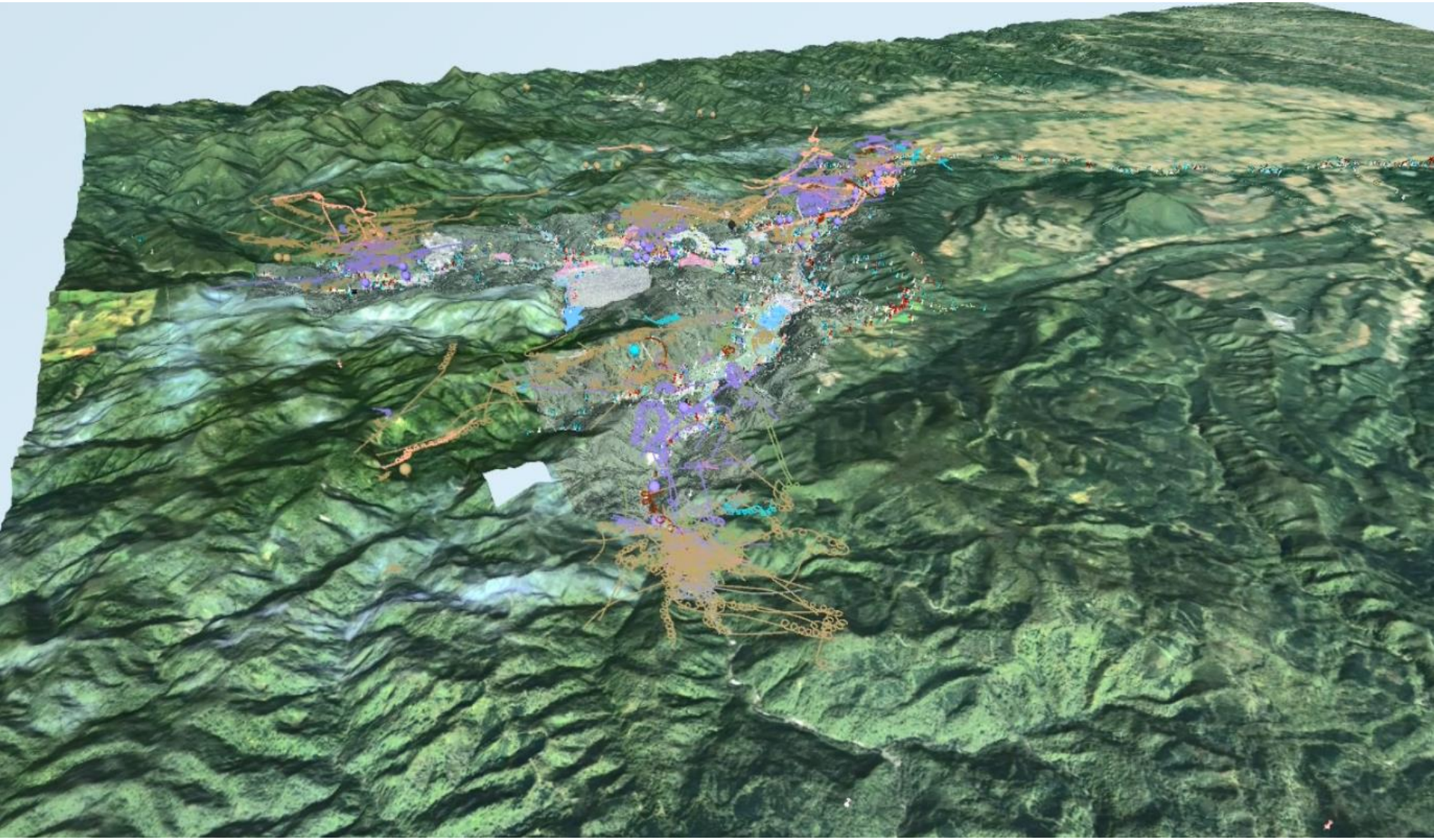
・モデル上に貴重種等をプロットし、設計段階から環境への影響を回避



# （調査ー設計）環境モデル



・モデル上に貴重種等をプロットし、設計段階から環境への影響を回避（動画で確認）



# （設計）BIM/CIM モデルを活用した設計照査



材質細区分を反映させたソリッドモデル（ボクセルモデル）を用いて、母材山全体に分布する特定の材質区分の3 次元的な分布位置・賦存量が把握可能

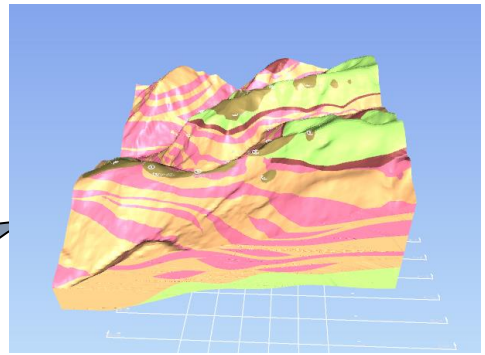


図　ソリッドモデル

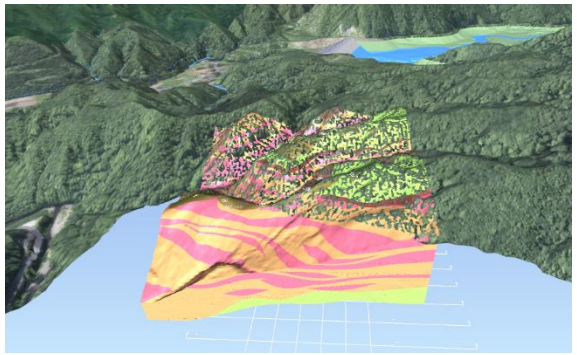


図　サーフェスモデル+ソリッドモデル

母材山を透過表示し、特定のボクセルモデルを赤色表示（例：特定材質の賦存量が30％以上）

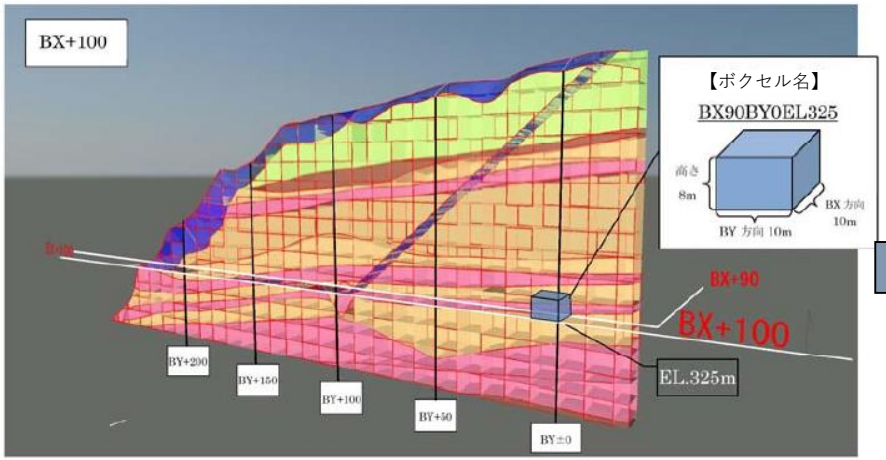
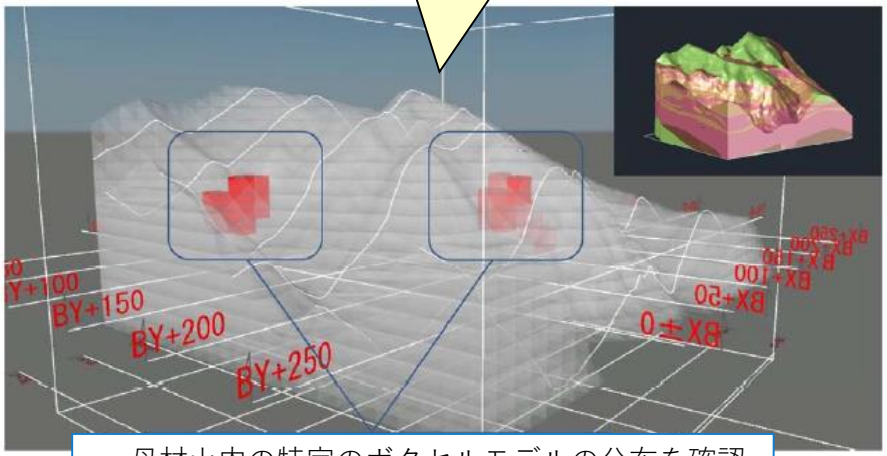



図　母材山のボクセルモデル例（BX+100断面）




母材山内の特定のボクセルモデルの分布を確認

図　特定材質区分の3次元的分布状況

# （設計）景観検討への活用



## モデル内の任意の視点からの景観を図化し、景観設計や地元協議（例：展望台位置の検討）に活用

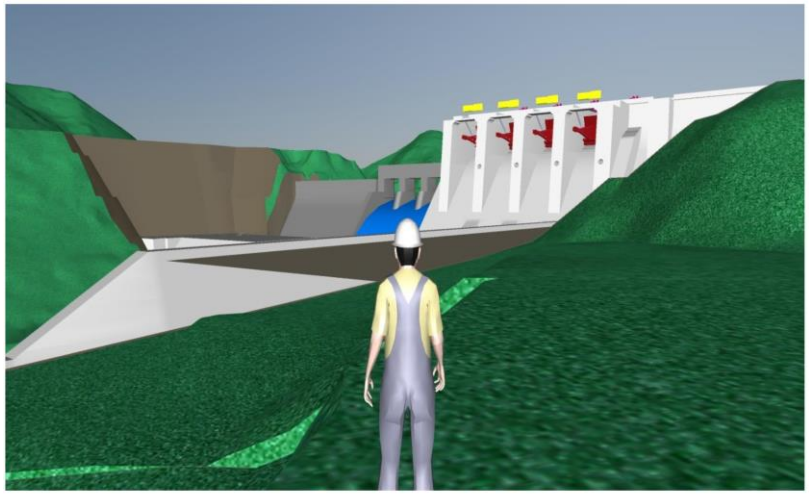


図 2.1　展望台候補地　左岸下流ヤード

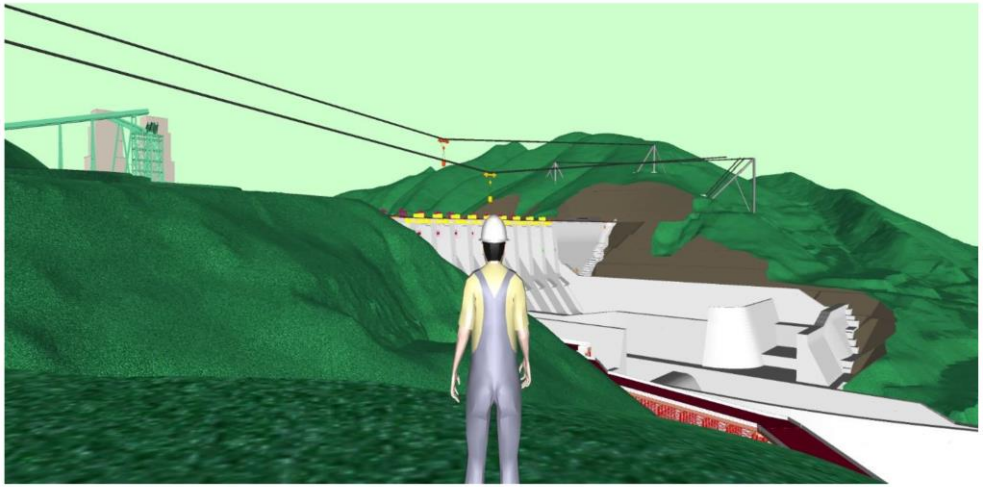


図 2.3　工事中展望台候補地　候補地 A

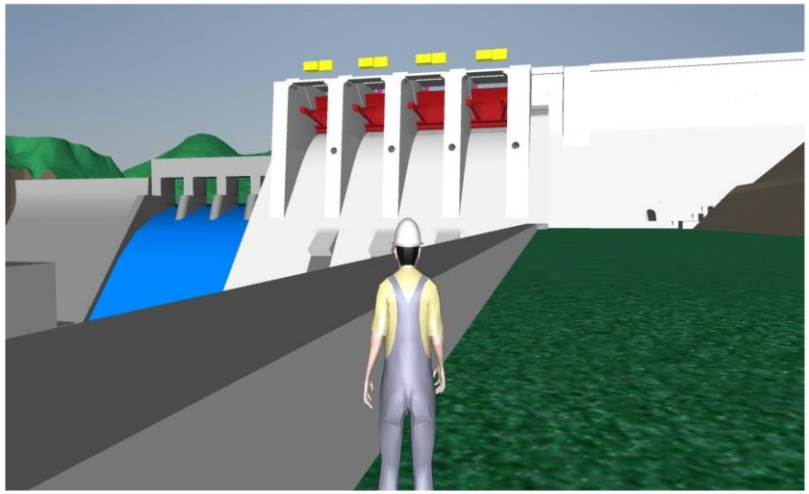


図 2.2　展望台候補地　上段減勢工埋め戻し

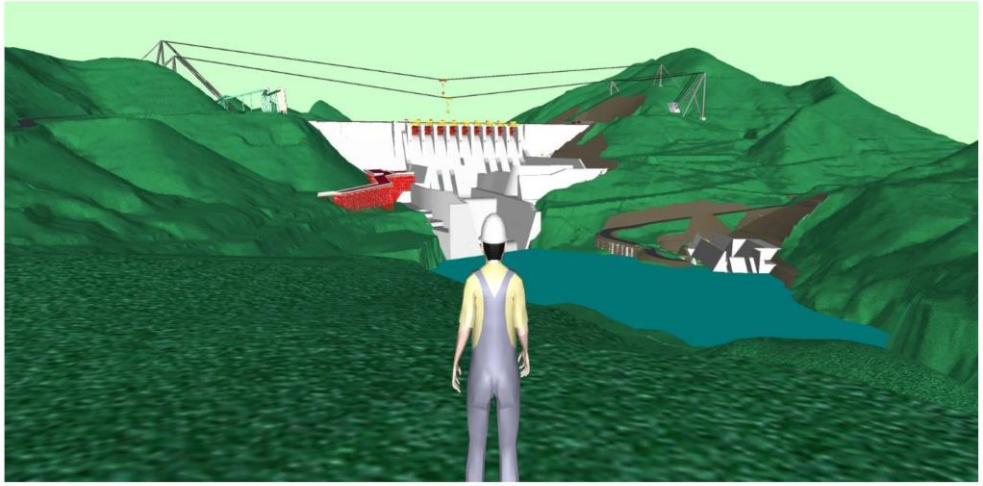
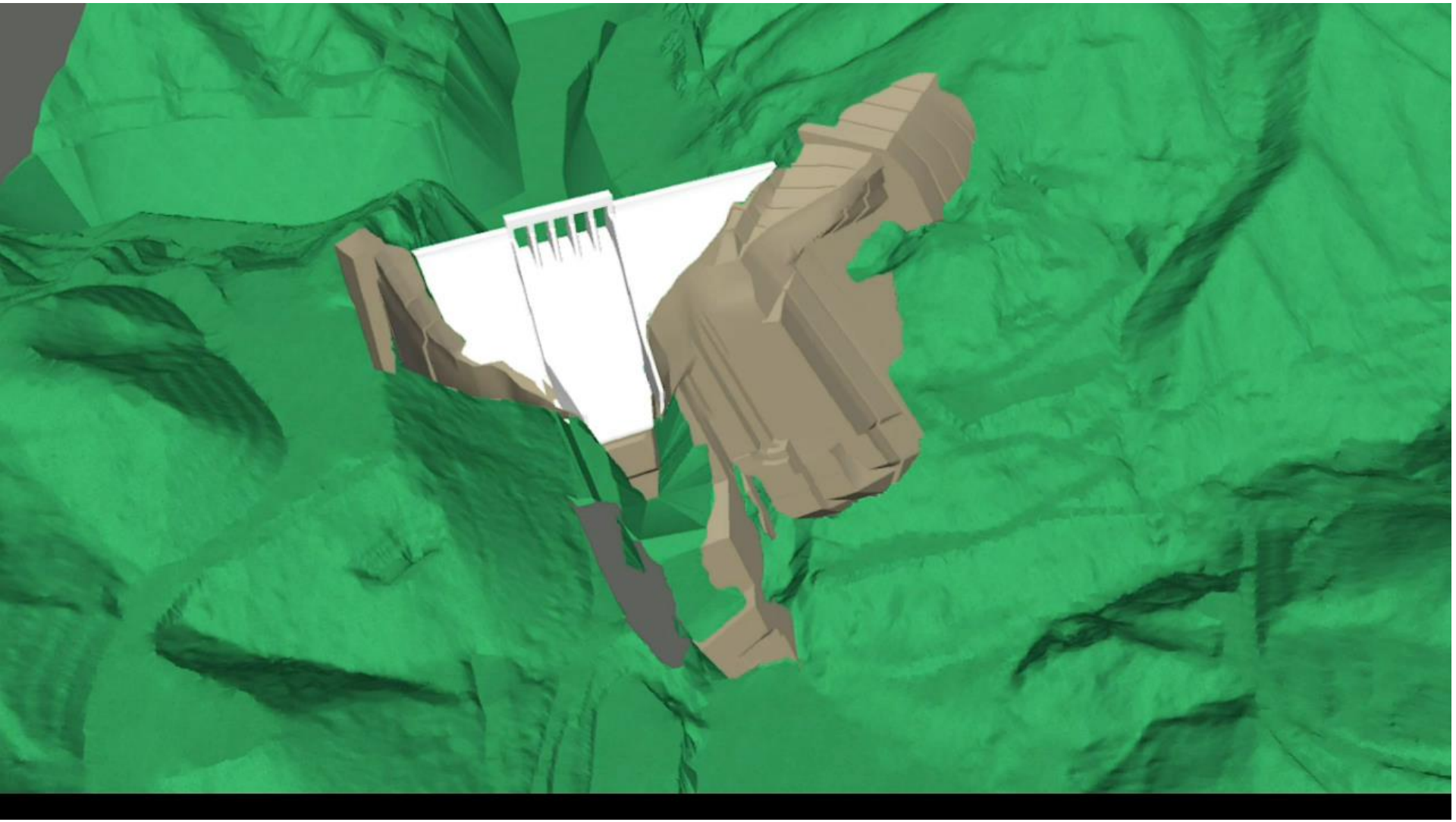


図 2.4　工事中展望台候補地　候補地 B

# （設計ー施工）事業監理（４Ｄシミュレーション）



・工程とCIMモデルを組み合わせることで、施工の進捗イメージの見える化が可能となり、事業監理への応用も可能　（動画で確認）

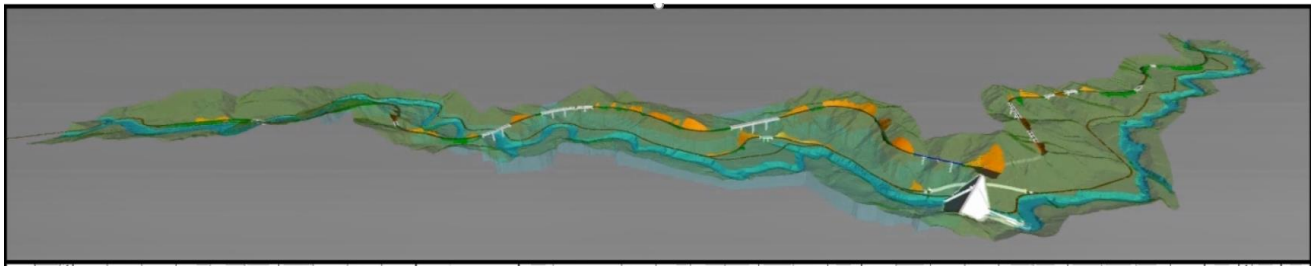


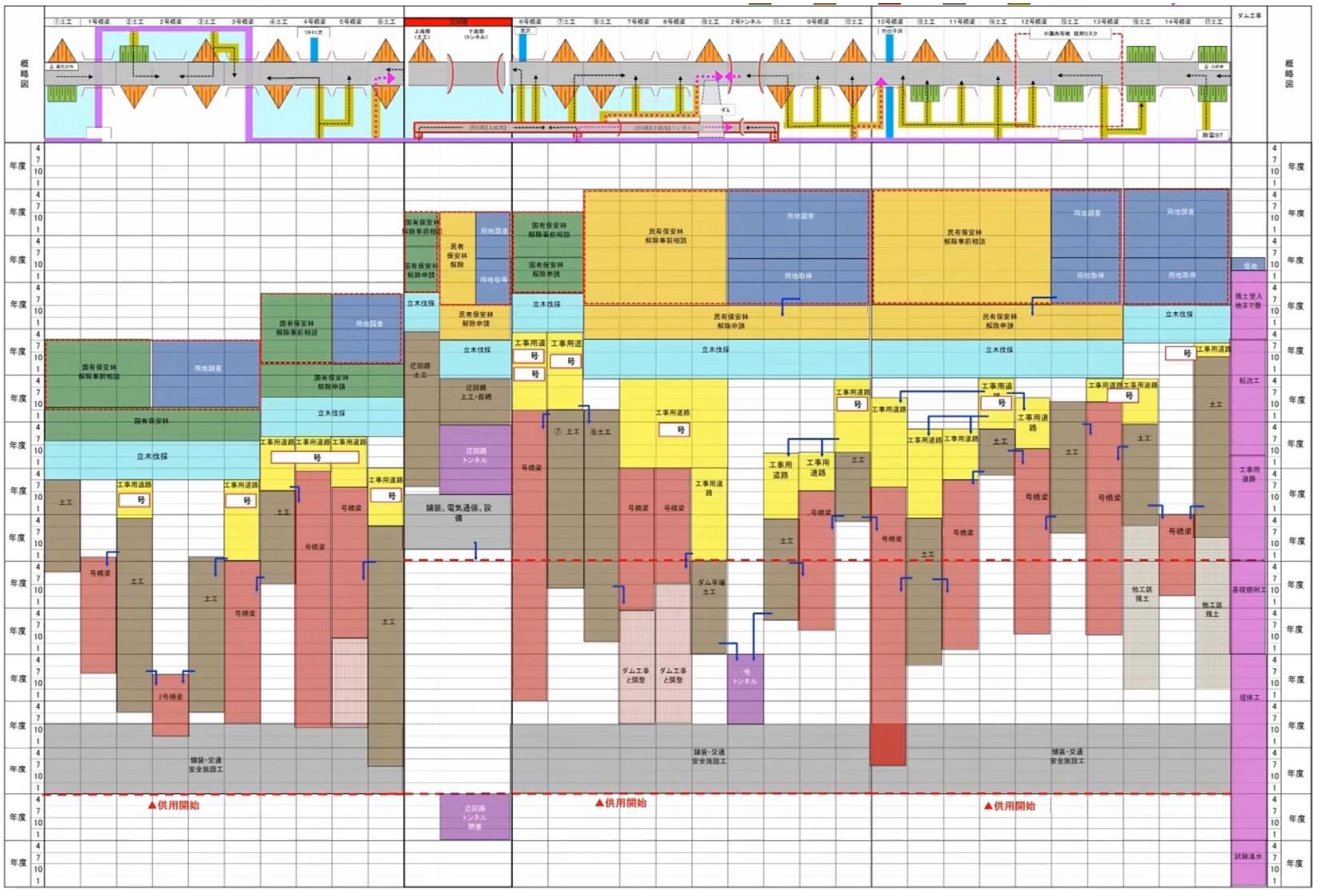
# （設計ー施工）施工手順確認（４Ｄシミュレーション）



・工程とCIMモデルを組み合わせることで、施工の進捗イメージの見える化が可能となり、事業監理への応用も可能

←上流側　　付け替え道路　　下流側→



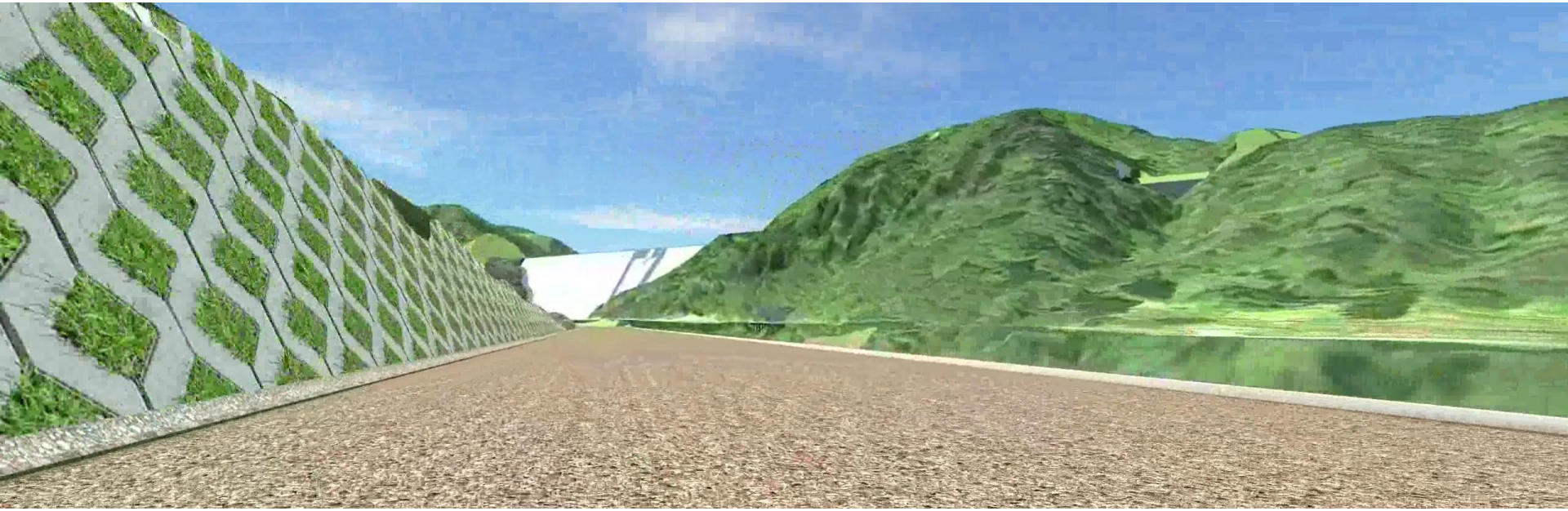


# （協議）付替国道、工事用道路の走行動画

一般財団法人 日本建設情報総合センター

## BIM/CIM モデルだからできる関係者協議（新たな説明方法）

付替国道や工事用道路の走行シミュレーションにより、イメージがしやすく説明性が向上（動画で確認）



# （説明）プロジェクションマッピング

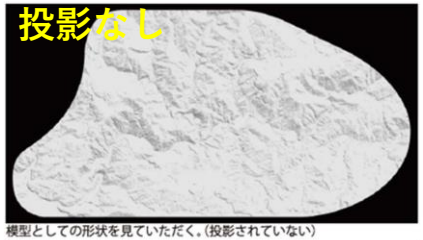


- CIMデータから模型を作成し、堤体・原石山・付替道路・交流拠点等を投影し事業を説明

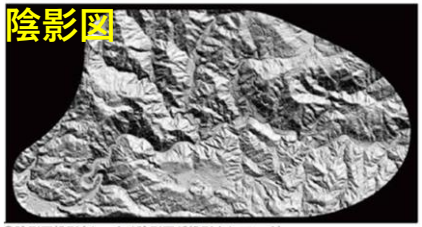
# （説明）プロジェクションマッピング（詳細）



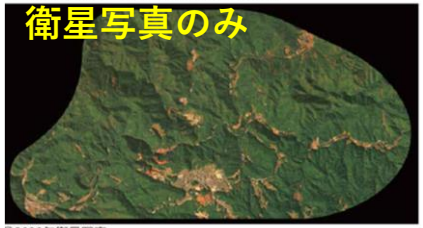
- 衛星写真、地理院地図（新旧）、水面（サーチャージ・常時満水位、最低水位）、付替道路、山村交流拠点等を投影し、事業計画、地域振興計画、旧集落位置などの説明に活用



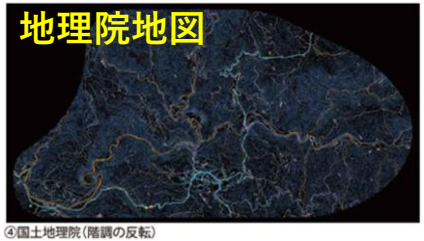
模型としての形状を見ていただく。(投影されていない)



①陰影図投影(ゆっくり陰影図が投影されていく)

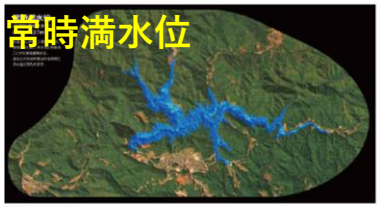


②2020年衛星写真



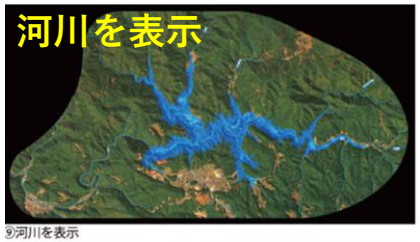
④国土地理院(階調の反転)

⑤サーチャージ水位

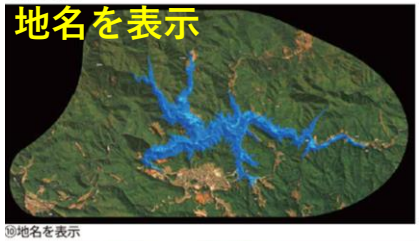


⑥常時満水位

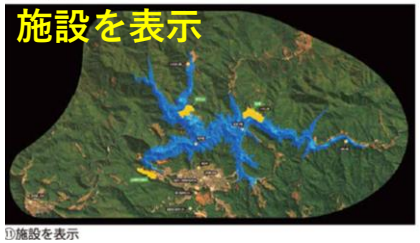
⑦最低水位



⑨河川を表示



⑩地名を表示



⑪施設を表示

⑬国県道を表示

⑭町道を表示

⑮林道を表示

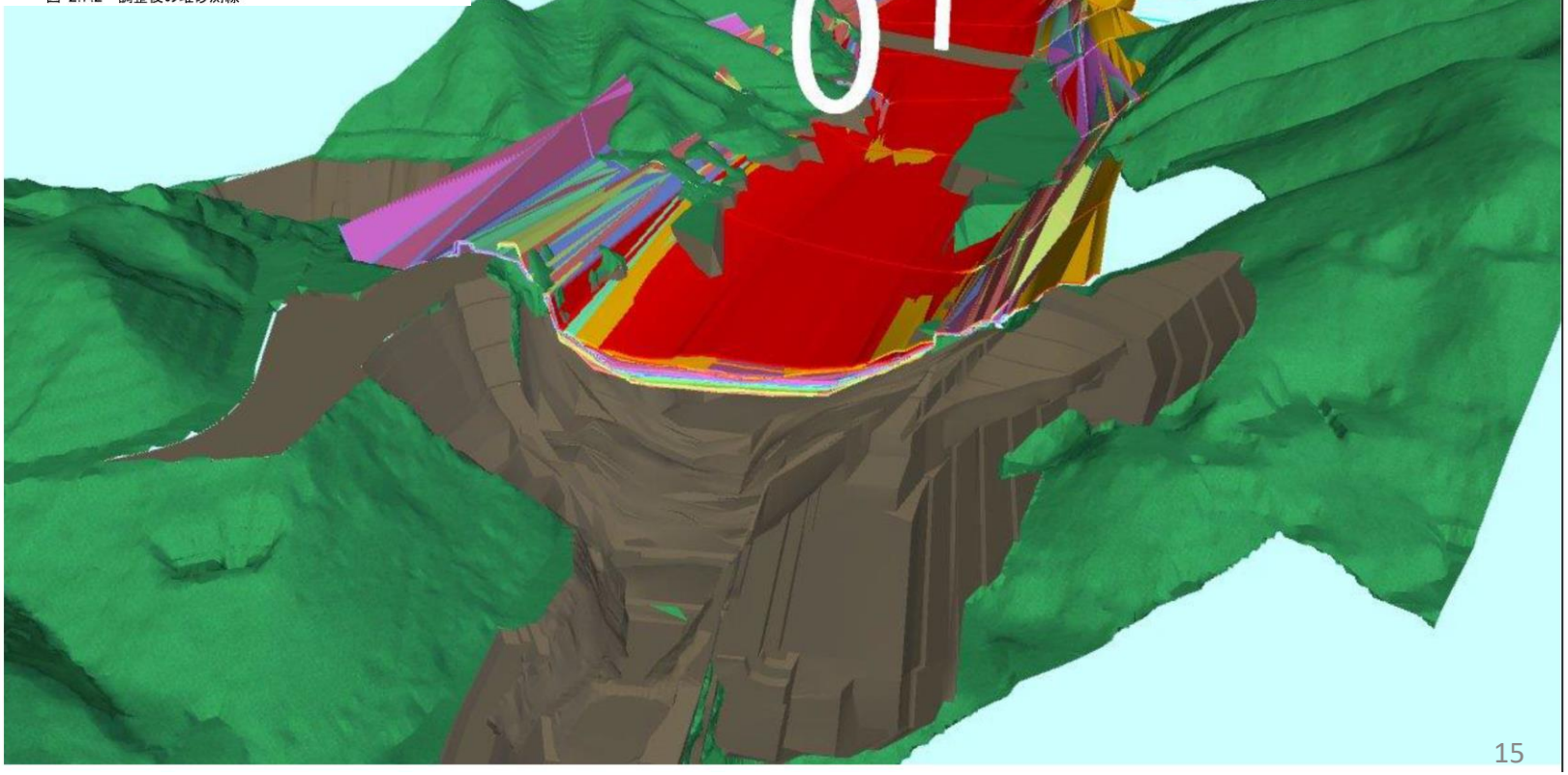
⑫すべてを表示

# （維持管理）堆砂モデル



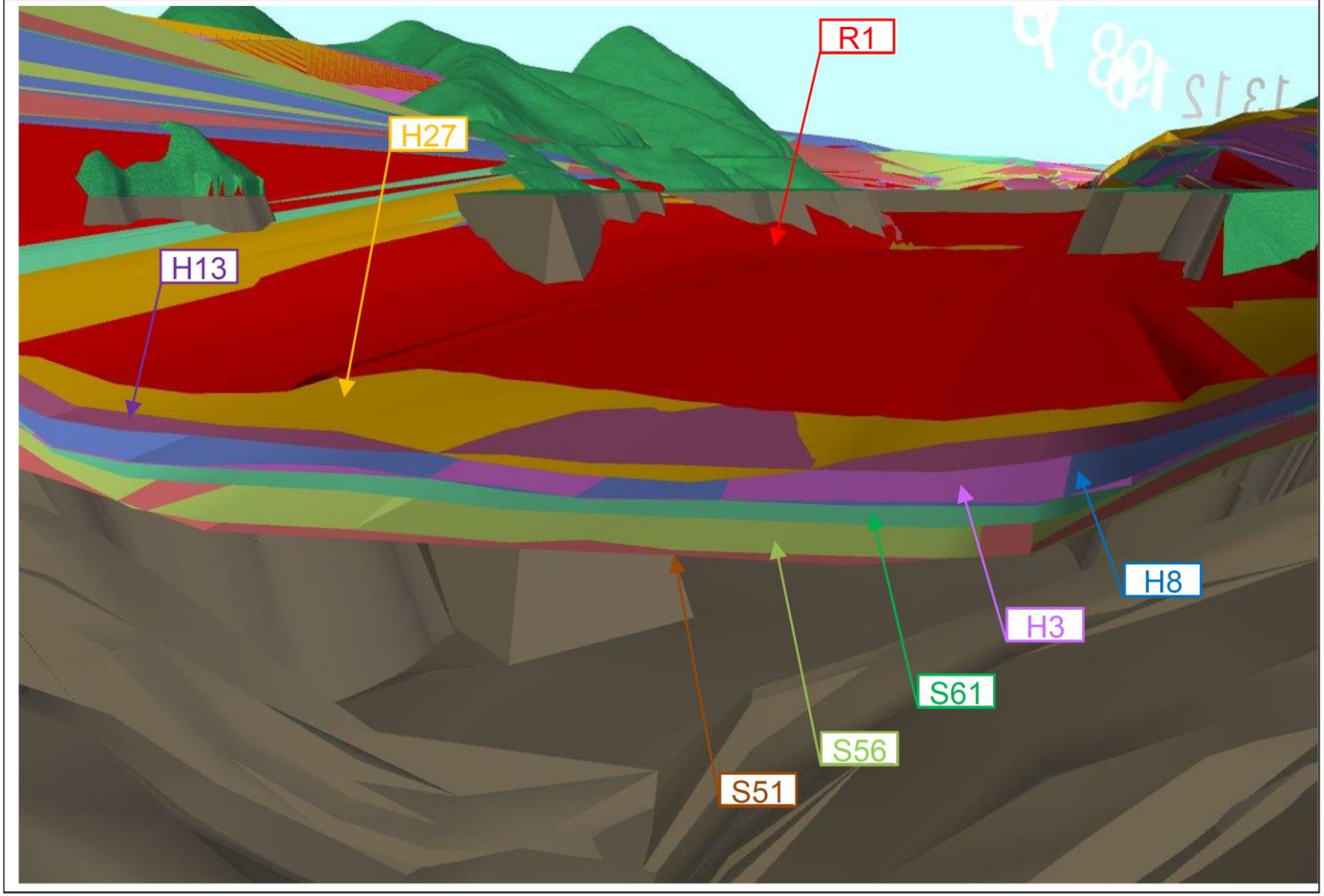
## 堆砂データを機械的にサーフェスモデル化し経年変化を確認

図 2.7.2　調整後の堆砂測線



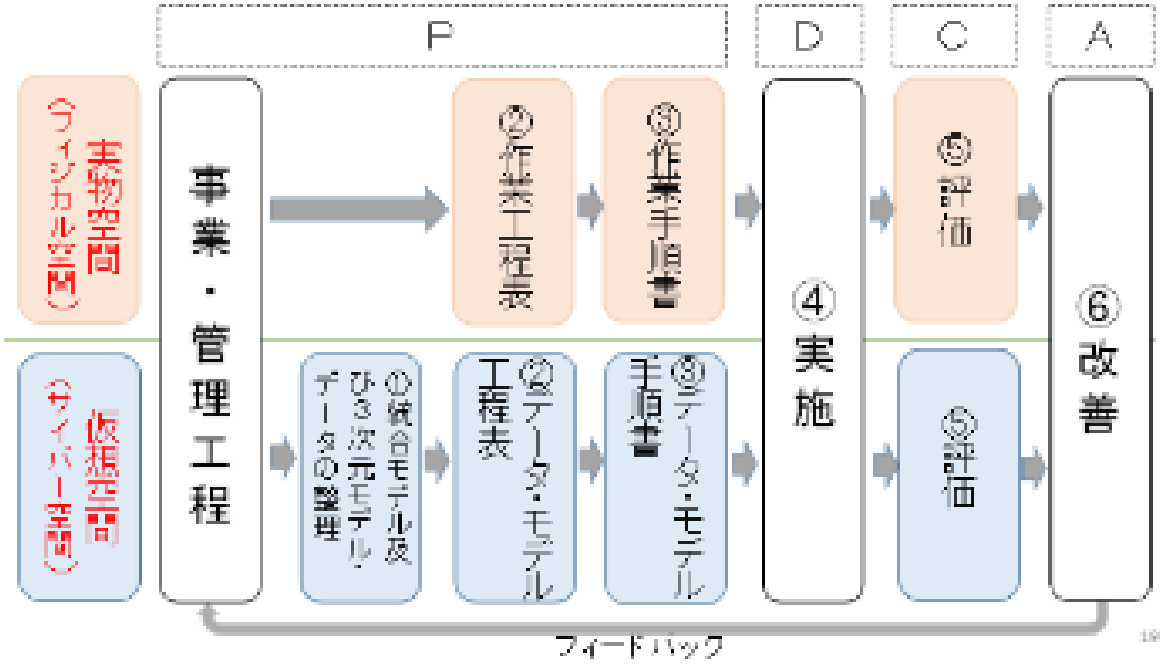
# （拡大図　5年毎のサーフェスを表示）

【拡大図】※5 年毎のサーフェスを表示した状態




※参考　各測線間を機械的に結びサーフェス化したもの。おおよその河床形状が把握できる

# • デジタルツインの概念（実物空間と仮想空間の関係）




| | 対象物 | 工程 | 手順 | ルール | 操作 |
|---|---|---|---|---|---|
| 実物空間（フィジカル空間） | 実物 | 工程表 | 作業手順書 | 基準・要領等 | オペレーションマネージメント |
| 仮想空間（サイバー空間） | 3次元モデル | データ・モデル工程表（情報プロセスマップ） | データ・モデル手順書 | データ・モデル規定 | データ分析シミュレーション |

- 仮想空間（サイバー空間）にフィジカル空間の環境を再現するため、統合CIMモデルで、個別の３次元モデルやデータについて、データ・モデル工程表や手順書を用いて運用し、その成果を実空間に役立てる。
- その後、評価、改善、フィジカル空間でフィードバックするPDCAサイクルを回す。
- 実物空間、仮想空間がお互いを補いつつ業務や工事の効率化や高度化に向けて改善していく。

## • AR機器を用いたデジタルツインの試み

ダムの完成形を現場で確認する手段として活用。
機器名：Trimble SiteVision

機器概要：
高精度GNSSアンテナと距離計EDM、バッテリーが一体化した機器に
スマートフォンを装着することで使用できるAR機器です。
高精度で3次元モデルと現場を重ね合わせて表示でき、スマートフォン※を
使用するため、各種Web会議システムでの画面共有が可能です。

# デジタルツイン（AR）



- AR機器の活用風景

- 構造物の設置位置確認により施工検討、安全対策確認などが可能
- Web会議で画像共有可能（協議、現場案内等）

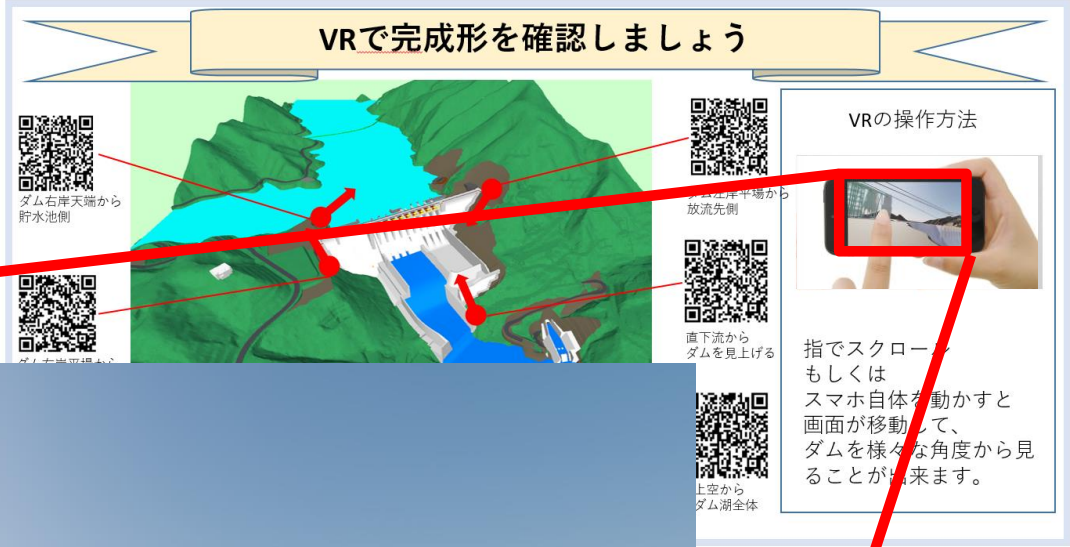
現在の現場風景

完成時（想定）

# デジタルツイン（VR）



- スマホ・PCでのVR閲覧により、堤体や仮設備などの形状確認や、景観検討、地元説明、などに活用



# • システム概要

□ 情報共有システム
- 「JACICクラウド（https://jacicloud.jp/）」のJACICルーム機能を使用する。
- 認証・認可や利用者管理などを行うゲートウェイ機能を介して、各サービスを利用する。
- 新丸山ダム建設事業においては、基本的に、情報共有基本機能（Web会議、ファイル共有・情報共有ASPへのリンク）、利用環境向上機能（仮想デスクトップ）を利用する。

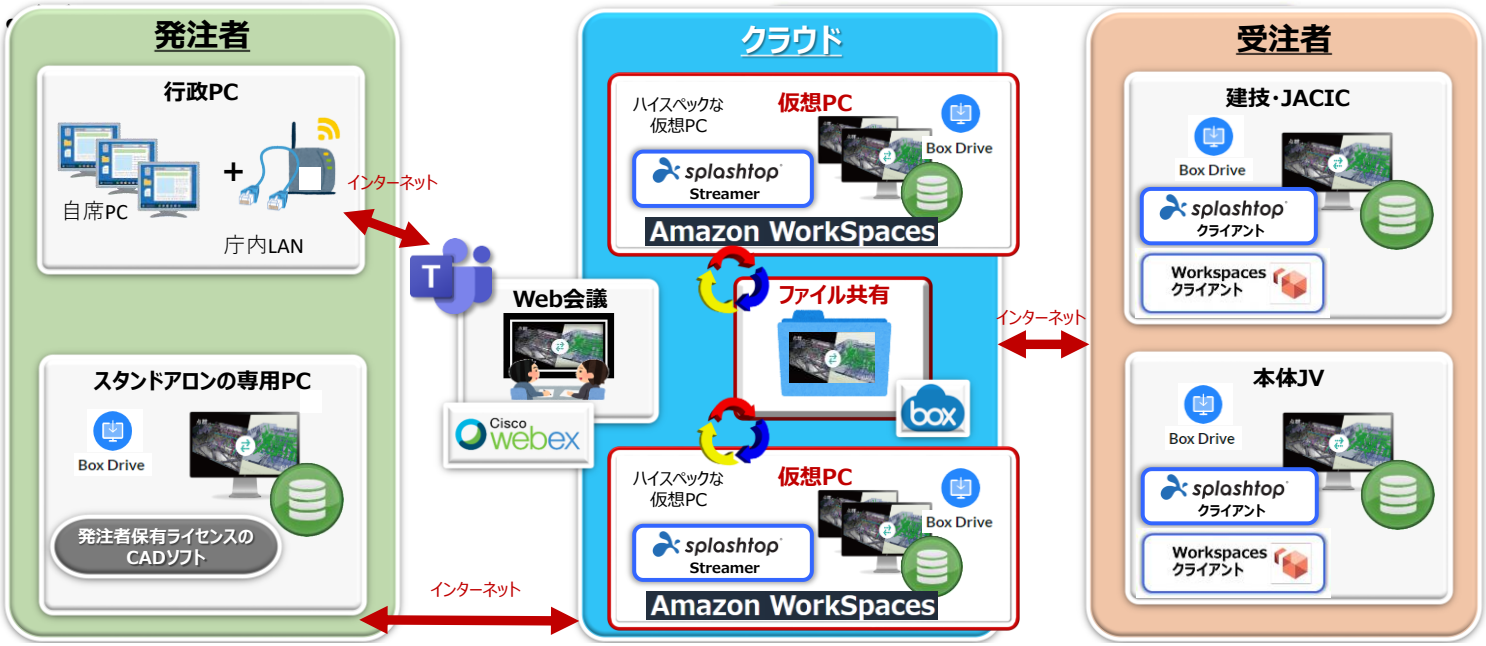
□ 基本機能（現状、本事業で使用する機能）

「WEB会議」・・・・WEB会議システム”Webex”を使用。

「ファイル共有」・・クラウドサービス”Box”を使用（情報共有ASPへのリンク機能あり）。

「仮想PC」・・・・・・”Amazon WorkSpaces”を使用。

高性能PCを用いることなく、WEBを介してBIM/CIMソフトウェアを使用が可能。



# • IDの付与（発注者・設計者・施工者・BIM/CIM検討受注者等）

情報共有システム　参加者　※ 2021/06/14時点

| 団体名 | 略称 | クラウドユーザID※ | Box管理者※ | WEB会議主催者※ |
|---|---|---|---|---|
| 工事事務所 | 工事事務所 | 20 | 3 | 1 |
| 地方整備局 | 本局 | 5 | 1 | 0 |
| 日本建設情報総合センター設計共同体 | B/C検討JV | 15 | 2 | 1 |
| 特定建設工事共同企業体 | 本体施工JV | 20 | 3 | 1 |
| 株式会社 | （設計者） | 10 | 1 | 0 |
| その他 | — | 30 | 0 | 0 |
| 【合　計】 | | 100 | 10 | 3 |

※ IDの振り分け数は、運用しながら調整を行うものとする。

# • ファイル共有ルール（検討中）

□ 基本ルール
- 全体の管理はB/C検討JVが行う。フォルダ概要およびアクセス権限は下表のとおり。

□ 使用方法
- Windows-OSにおけるエクスプローラーとほぼ同じように使用できる。
- Boxにログイン後、データ追加・削除が可能となる（権限は下表のとおり割振る）。

## フォルダ概要とアクセス権限

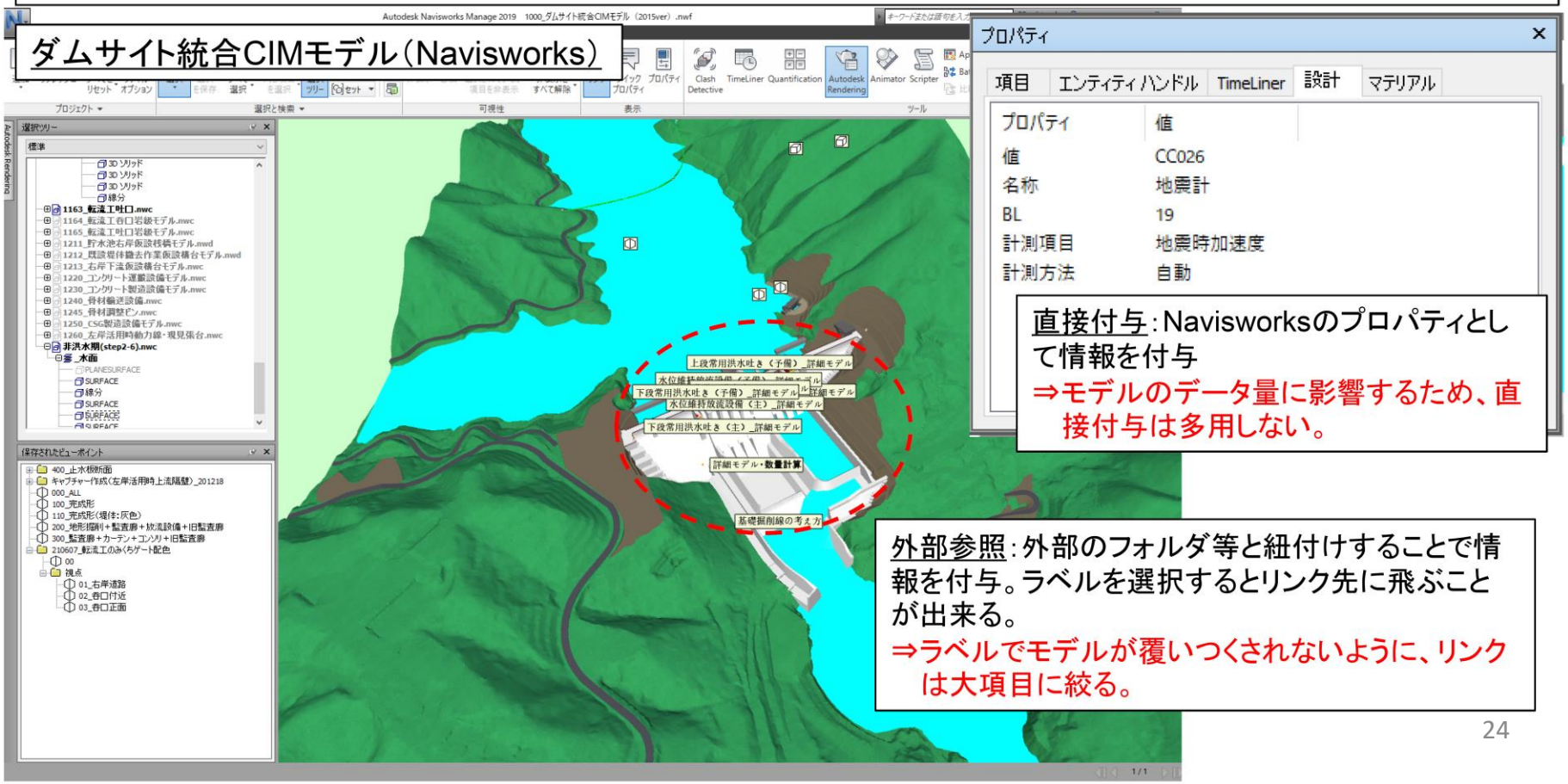
| No. | フォルダ名称（第一層目） | 使用目的 | アクセス権限 | |
|---|---|---|---|---|
| | | | 閲覧・ダウンロード | データ追加・削除 |
| 000 | 運用ルール | 運用ルールの共有 | | |
| 100 | 統合CIMモデル | 統合CIMモデルの共有 | | |
| 110 | 施工CIMモデル | 施工進捗の共有・ICT施工等に活用するためのCIMモデルの加工 | | |
| 200 | ファイル共有（全対象） | システム利用者間のファイル共有 | | |
| 210 | ファイル共有（工事事務所⇔BC検討JV） | 個別間のファイル共有① | | |
| 220 | ファイル共有（工事事務所⇔本体施工JV） | 個別間のファイル共有② | | |
| 230 | ファイル共有（工事事務所⇔建設技研） | 個別間のファイル共有③ | | |
| 900 | その他 | — | | |

※第一層目のフォルダの追加・削除といった管理はシステム管理者であるB/C検討JVによって行う。

# • CIMモデルの属性情報付与ルール（検討中）

□ 基本ルール

- 属性情報の付与の方法は、「外部参照」（フォルダ等と紐付け）と「直接付与」（プロパティに記入）がある。「直接付与」はモデルのデータ量に影響し、また、データを取り出しづらいというデメリットもあるため、「外部参照」を基本とする。
- 事細かに「外部参照」を使用するとラベルでモデルが覆いつくされてしまう。そのため、モデルと「外部参照」とのリンクは、大項目に絞るものとする（次頁参照）。



# • 外部参照による属性情報のフォルダ構成（検討中）

| 外部参照対象 | ファルダ構成 |
|---|---|
| | 01_ﾀﾞﾑ土工 |
| ○ | 01_堤体基礎掘削工 |
| | 01_出来形管理 |
| | 01_掘削 |
| | 02_ｺﾝｸﾘｰﾄ取壊し |
| | 02_品質管理 |
| | 01_重金属 |
| | 03_施工管理 |
| | 01_岩盤ｽｹｯﾁ |
| | 02_岩種判定 |
| | 04_写真管理 |
| | 99_その他 |
| ○ | 02_原石山掘削工 |
| | 01_出来形管理 |
| | 01_掘削 |
| | 02_品質管理 |
| | 01_重金属 |
| | 03_施工管理 |
| | 01_岩盤ｽｹｯﾁ |
| | 02 岩種判定 |
| | 04_写真管理 |
| | 99_その他 |

施工記録フォルダの基本構成および内容

| フォルダ名 | 内容 | データ内容(例) |
|---|---|---|
| 出来形管理 | 出来形管理の図表等を管理 | 出来形帳票、出来形図 |
| 品質管理 | 各種試験結果等の品質管理記録（Excelやpdf）を管理 | 品質管理記録 |
| 施工管理 | 転圧回数などの施工記録（pdf等）を管理 | 転圧記録（転圧回数等）<br>打設記録 |
| 写真管理 | 施工状況の写真やUAV撮影写真などを管理 | 打設施工状況写真等 |

- 施工記録(出来形管理、品質管理等)を外部参照によってモデルと紐付けする。
- 外部参照データは、情報共有システム内に保存していく(データの一元管理)。

# ダムにおける情報共有システム

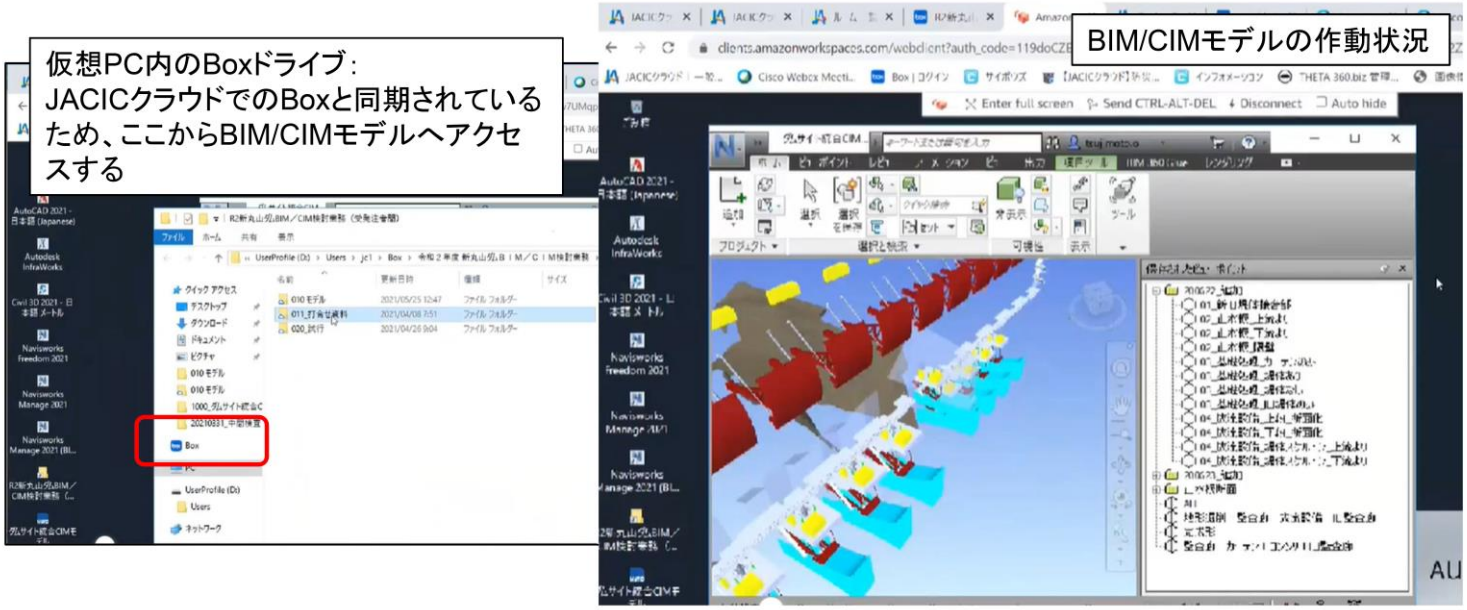
JACIC 一般財団法人 日本建設情報総合センター

- 仮想PCによるクラウド上でのCIMモデル閲覧・操作
- 受発注者打合せなどで、双方で同じCIMモデルを閲覧・編集が可能（要ライセンス）

□ 基本ルール
- データはBox上で管理するものとし、仮想PC上にデータを追加しないことを基本とする。データを置く場合には、作業後、速やかに削除する。
- ソフトウェアを追加する際は、システム管理者であるB/C検討JVの承認を受ける。

□ 使用方法
- 一般的なPCとして使用する。
- Windowsエクスプローラーにある「Box」にアクセスし、BIM/CIMモデルの閲覧・編集を行う。

※仮想PCへのアクセスはAmazonWorksSpacesアプリの利用を推奨。ブラウザからの利用も可能。



# 今後の検討予定

- フロントローディング
  - 属性情報の付与
- デジタルツイン
- 情報共有システム

ご清聴ありがとうございました。