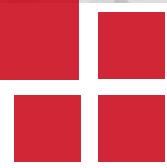


先進技術センター
2024 April Ver.6.0



Advanced Technology Center



先進技術センターの概要

先進技術センターでは、『ICT技術の開発・展開』・『3次元計測～3次元設計』・『G空間情報の活用』等の技術力強化を図り、全社横断的な組織として関係部署を支援し、社会の様々なニーズや課題に対して、スピード感を持って対応していきます。

<先進技術センターの主な取組み>

- ◆近年の「激甚化・多様化する自然災害」への対応：調査技術力～防災・減災関連解析力の強化
- ◆国土交通省が推進する「インフラ分野のDX強化」への対応
- ◆社会インフラの老朽化に対する「インフラ維持管理・更新・マネジメント」への対応

また、電力グループで蓄積した様々な技術を他分野に展開すると共に、総合建設コンサルタントとして、異なる複数の技術を組み合わせた新しい技術開発・技術連携を促進していきます。

技術戦略の推進

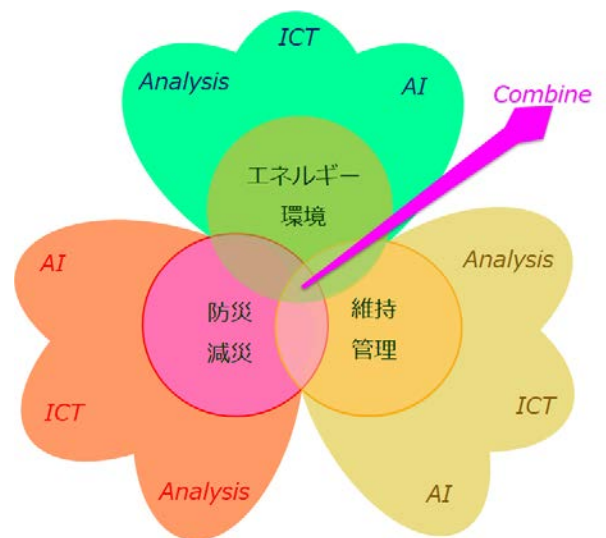
先進技術センターの役割は、①先進技術の開発・高度化、②先進技術による事業化への指導・助言です。BIM/CIM対応力の強化、ICT・Analysis・AIの取り組みをさらに加速させ、インフラDXによる生産性向上や働き方改革につなげます。

3つの重点有望分野

社会的要請が高く当社の強みが発揮できる『エネルギー・環境』『維持・管理』『防災・減災』を拡大・発展させるべく、活動を推進します。

技術戦略の10の方向性

3つの重点有望分野において、更にICT、Analysis、AIの3つの技術に着目して当社のコア技術を拡大・発展させつつ、技術連携(Combine)を促します。



技術戦略の10の方向性

| 個別戦略 | 考え方 |
|----------|--|
| ICT | G空間情報・情報通信技術による新価値の創造 |
| Analysis | 高度な解析・最新の研究技術の適用 |
| AI | AIによる技術改革 |
| Combine | イノベーションによる新たなビジネスモデルの創造 ※重点有望分野以外へのイノベーション創造(新機軸、新結合) |

特選技術

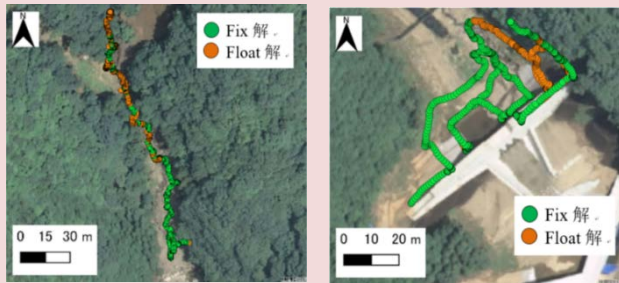
自然災害への対応：ICTを活用した調査効率化システム「スマート調査」(1)

モバイル端末や高精度衛星測位技術等を活用し、自然災害発生後の緊急調査や社会インフラの点検・維持管理等を迅速かつ安全に実施するためのシステムを開発しています。

ICT機器を活用して現地調査班を調査箇所へスムーズに誘導します。また、リアルタイムで高精度の位置情報を持った調査・点検結果、写真等を送信することで、迅速な結果整理を可能にします。



ウェアラブルカメラ
モバイル端末による調査位置ナビゲーション



※測位箇所(精度):Fix解(約2cm)、Float解(20cm～数m)

高精度GNSSによる測位結果



※中電技術コンサルタント(株)本社、山口支社および山陰支社屋上に設置済

⇒10km圏内であれば数cmの精度で測位可能

⇒基準局圏外の場合、現地の既知基準点上に基準局を設置することで数cmの精度を確保可能

モバイル端末/アンテナ測量ポールによる高精度測位

本部画面イメージ 調査状況(詳細)の確認

コンター、図面、土砂災害警戒区域等の様々な情報を表示

調査対象地区数

調査進捗状況

調査進捗率

中電技術コンサルタント株式会社 点検調査票v01 本部画面

移動軌跡

調査結果(写真)

写真撮影場所

調査結果

調査対象箇所

| | |
|-------|----|
| 箇所数 | 27 |
| 調査完了 | 24 |
| 調査未完了 | 3 |

進捗率 88.9%

| 箇所番号 | 調査日 | 所属 | 班 |
|------|------------|----------|----|
| 田方1 | 2021/08/25 | 河川砂防部 | 1班 |
| 田方2 | 2021/08/25 | 河川砂防部 | 2班 |
| 田方3 | 2021/08/25 | 河川砂防部 | 3班 |
| 田方4 | 2021/08/25 | 先進技術センター | 4班 |
| 田方5 | 2021/08/25 | 先進技術センター | 1班 |
| 田方6 | 2021/08/25 | 先進技術センター | 3班 |
| 田方7 | 2021/08/25 | 河川砂防部 | 1班 |
| 田方8 | 2021/08/25 | 河川砂防部 | 2班 |
| 田方9 | 2021/08/25 | 河川砂防部 | 4班 |
| 田方10 | 2021/08/25 | 河川砂防部 | 1班 |
| 田方11 | 2021/08/25 | 河川砂防部 | 2班 |

背景地図：地理院地図(標準地図)を表示

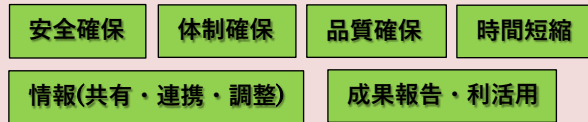
調査結果リスト

災害対策本部における調査結果のリアルタイム把握

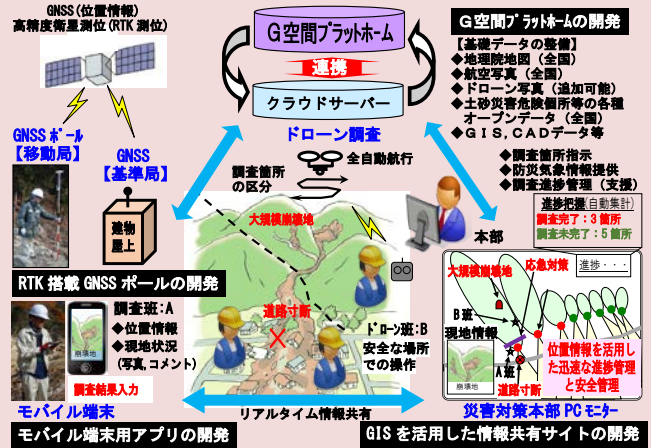
“スマート調査”の全体フレーム(大規模災害対応例)

災害対応を経験した調査員の様々な“現場の声”を6つの課題「安全確保」「体制確保」「品質確保」「時間短縮」「情報(共有・連携・調整)」「成果報告・利活用」に分類・整理し、ICT技術で解決する仕組みの構築を目指しました。

6つの課題を解決



- モバイル端末用アプリの開発**
- ☑スマートフォン用アプリの開発
 - ☑RTK搭載GNSSポールの開発
- 情報共有サイトの開発**
- ☑GISを活用した情報共有システムの開発



“スマート調査”の主な機能

モバイル端末用アプリの機能

| 実現した機能 | 要件 |
|----------------|---------------------------|
| ☑点検結果登録(記録) | スマホ操作(写真、動画、音声、スケッチ)、圏外対応 |
| ☑現在地通知 | 本部通知、他班位置確認 |
| ☑現場ナビゲーション | ルート検索、Googleマップ対応 |
| ☑地図情報表示 | 地理院地図等の表示、GISデータ(レイヤ表示) |
| ☑点検帳票作成 | 写真位置図(方向付き)、点検票自動出力 |
| ☑本部との相互情報伝達・確認 | 防災情報伝達、現場からの緊急報告 |
| ☑基礎データのダウンロード | 調査位置図、流域図、危険箇所等の防災情報 |

情報共有サイトの機能

| 実現した機能 | 要件 |
|----------------|-----------------------------|
| ☑静的情報の閲覧 | Webサイト:GISデータ、PDFファイルの閲覧・登録 |
| ☑点検箇所リストの作成 | 点検範囲の設定⇒危険箇所自動抽出、リスト作成 |
| ☑点検箇所と調査班対応付け | 調査班数算出、点検箇所への班割り当て |
| ☑点検必要情報の配布 | 必要な防災情報:レイヤ登録、共有設定 |
| ☑現場との相互情報伝達・確認 | 同じWEB地図閲覧、現場入力データのリアルタイム伝送 |



RTK(高精度衛星測位)搭載GNSSシステム“いち君”の開発

いち君によるクラック調査と3次元空間データへの反映

RTK搭載GNSSシステムのアンテナを用いて、クラックを直接トレース(なぞる)します。なぞるだけでクラックの3次元データ(x, y, z座標)が取得できます。

このデータを3次元モデルに投影し可視化することにより、施設の維持管理に活用できます。






**特選
技術**

自然災害・i-Constructionへの対応：ICTを活用した調査【UAV】

UAVは、オートパイロットモードを備えており、航空写真撮影やレーザ計測を自動で行うことができます。また、撮影した写真よりオルソ画像や360度カメラ撮影、3次元DSMを作成することができます。

【当社が保有する主な機体】

| | Mavic 2 Pro | INSPIER 2 | MATRICE 300 RTK |
|------|---|---|--|
| サイズ | 354mm | 605mm | 895mm |
| 重量 | 907g | 3700g | 6300g |
| 飛行時間 | 約31分 | 約25分 | 約31～55分 |
| 搭載機器 | 4kカメラ | 4kカメラ、360度カメラ | 8kカメラ、ズームカメラ、レーザースキャナ |
| 機体 |  |  |  |

【適用分野】 ICTを活用した調査 (UAV)

| 分野 | 内容 |
|-----|---------------------------------------|
| 防災 | 災害時の被害状況の把握、崩壊等の危険箇所（法面・堤防など）の俯瞰的状況把握 |
| 調査 | 地形・構造物・植生等の変状調査 |
| 点検 | 構造物等の劣化状況の点検調査 |
| 環境 | 環境調査とアセスメント |
| 監視 | 工事区間の施工進捗状況の監視 |
| その他 | 広報用斜め写真等の撮影 |

【特徴】

- ・撮影ポイントの設定により、自動で自律飛行空撮が可能
- ・撮影コースの再現が可能（同一地点撮影）
- ・有人機撮影では実現できない低空での高分解能撮影が可能
- ・保有する機体は、航空局へ包括（DID・夜間・目視外・30m未満での飛行）申請し許可・承認済み
- ・150m以上の飛行や、レベル3（目視外補助者なし飛行）の許可・承認申請にも対応可能

【活用事例】



令和3年度 i-Construction大賞 国土交通大臣賞 受賞



レベル3（目視外補助者なし）による飛行(2021年3月、栗平)

**特選
技術**

i-Constructionへの対応：レーザ等による3次元計測(1)

地上型3Dレーザスキャナやハンドスキャナ、UAVレーザ、ナローマルチビーム測深器等を活用することにより、様々な場所（山地、河川、海域等）の地形や、屋内外の種々の構造物等の3次元情報を取得することができます。

【適用分野】 レーザ等による3次元計測

| 分野 | 内容 |
|-----|---------------------------|
| 防災 | 災害時の被害状況の把握、崩壊等の危険箇所の状況把握 |
| 調査 | 地形・構造物・植生等の変状調査 |
| 点検 | 構造物等の図化、劣化状況の点検調査 |
| 環境 | 環境調査とアセスメント |
| 監視 | 工事区間の施工進捗状況の監視 |
| その他 | 広報用写真の撮影、プレゼン用3次元モデルの作成等 |

地上型3Dレーザスキャナ・3D-CADへ変換

現地の状況写真

3次元トレース、モデル化

護岸の3Dモデル

点群データ

地上型3Dレーザスキャナによる点群データの取得

UAV写真+地上レーザ+SLAM+MMS

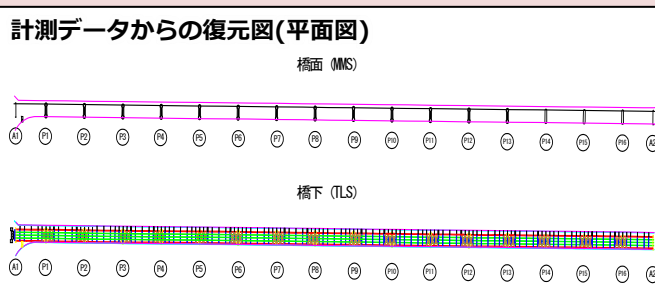
地上レーザ

UAV写真+SLAM

路面：MMS

各種機器の3次元計測結果合成

計測結果・カラー点群(地上レーザ)

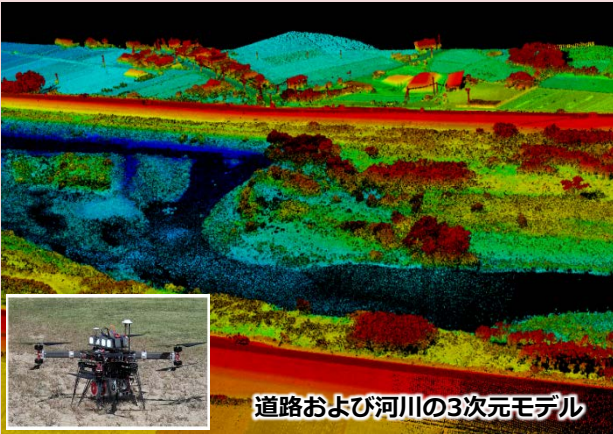


**特選
技術**

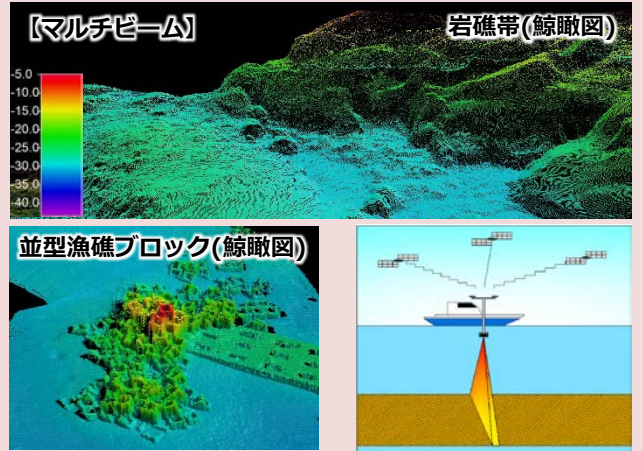
i-Constructionへの対応：レーザ等による3次元計測(2)

UAVの写真測量、マルチビーム測深機を組み合わせることで、地上から海底までの地形を取得することが可能です。また、小型化されたグリーンレーザを用いることで河川等の地形を取得することが可能です。

UAVレーザ

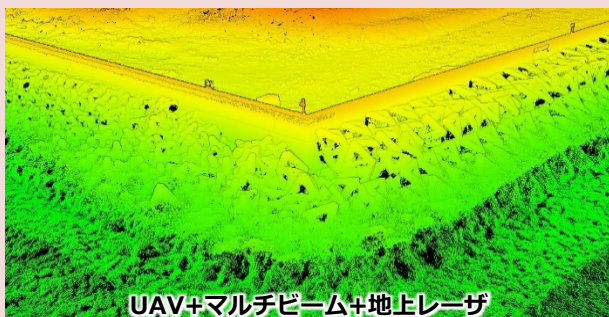
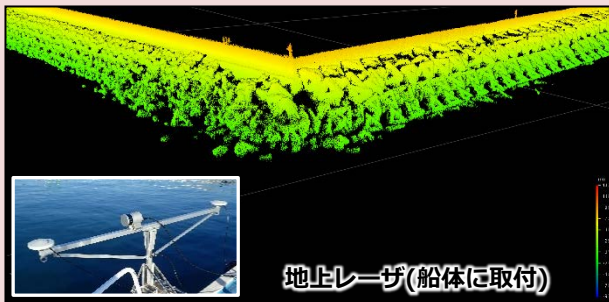


マルチビーム測深器



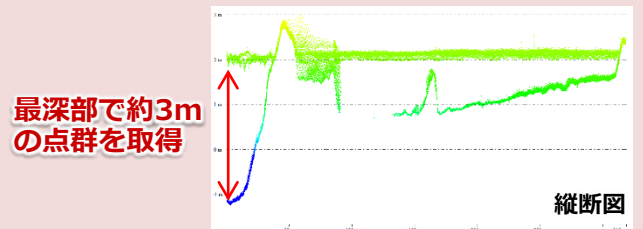
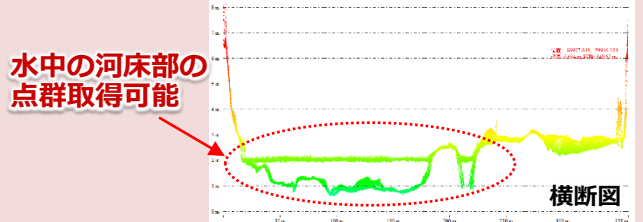
UAV写真+マルチビーム測深器+地上レーザ

潮の干満に合わせて各種機器で計測、計測したデータを合成することで、消波ブロックの欠損や流出の確認が可能です。



UAV搭載型グリーンレーザ

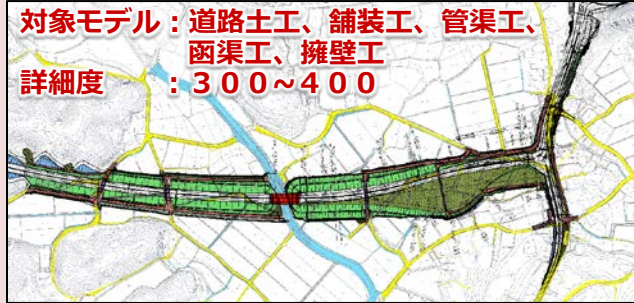
UAV搭載型グリーンレーザ計測により、水中の河床部の地形取得が可能です。



当社では、取得した3次元計測情報を基に、BIM(Building Information Modeling)/CIM(Construction Information Modeling/ Management)による3次元設計や既存構造物の3次元化を実施し、設計時の合意形成や維持管理の効率化、施工との連携等に活用しています。

道路分野

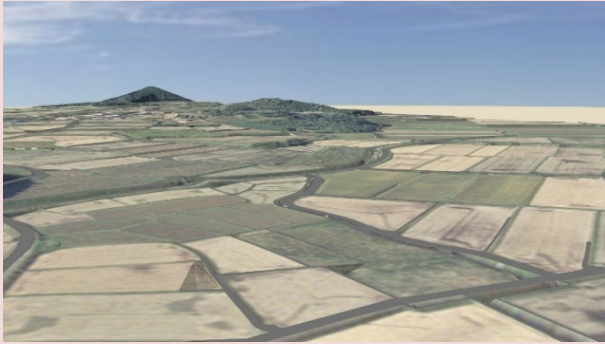
完成形のイメージや現況から完成までのステップを地元の説明のため、工事が着手されている区間を対象に、CIMモデル（3次元モデル）を作成し、動画・静止画を作成しました。 合意形成



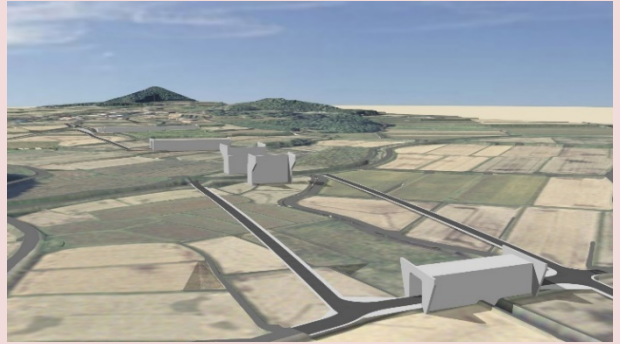
モデル作成範囲



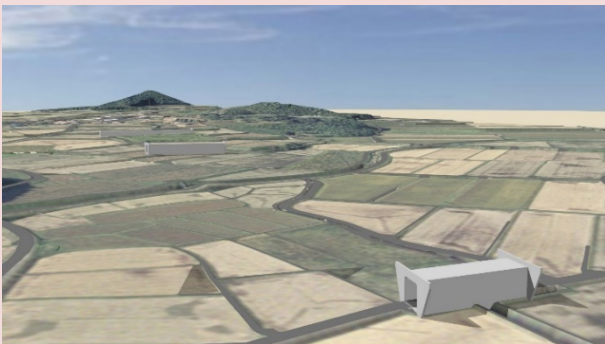
全体イメージ（視点高15m）



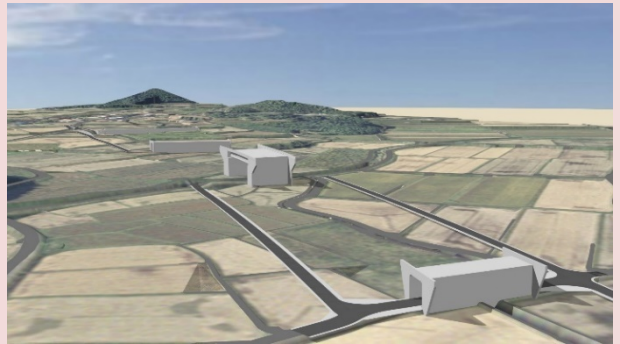
STEP0：現況



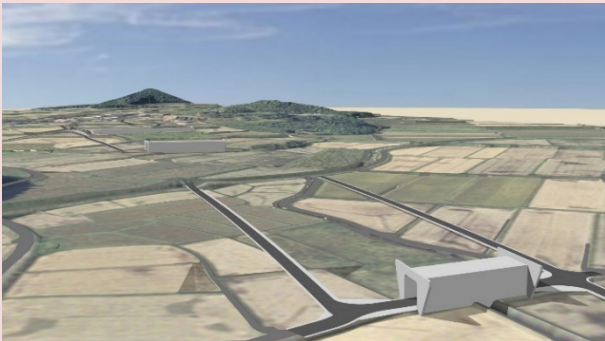
STEP3：橋台施工



STEP1：BOX施工



STEP4：上部工施工



STEP2：復旧里道施工



STEP5：施工

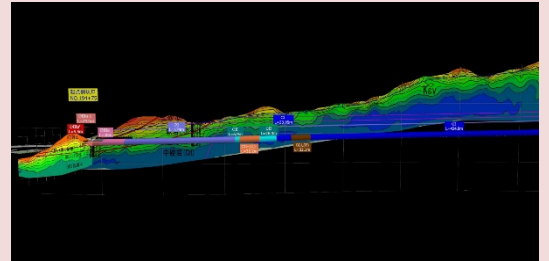
トンネル分野

通常2次元で実施されている道路設計において、3次元モデルを作成し、設計情報の可視化、施工計画検討など計画・設計・施工の各フェーズでの合意形成や判断の迅速化に活用しています。

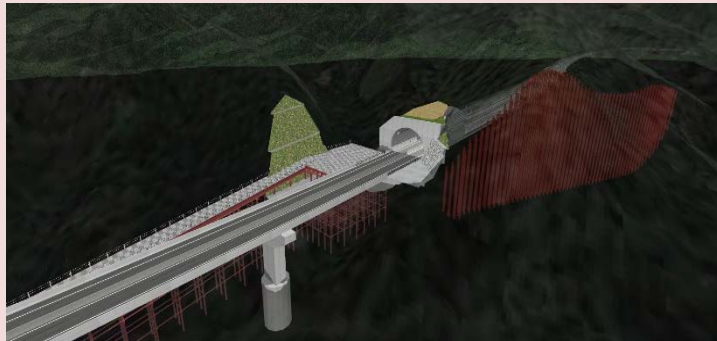


3次元モデル全景

後工程への情報連携



地質情報/支保工情報の可視化



施工用仮橋等の関連工事の影響検討



設備情報の可視化

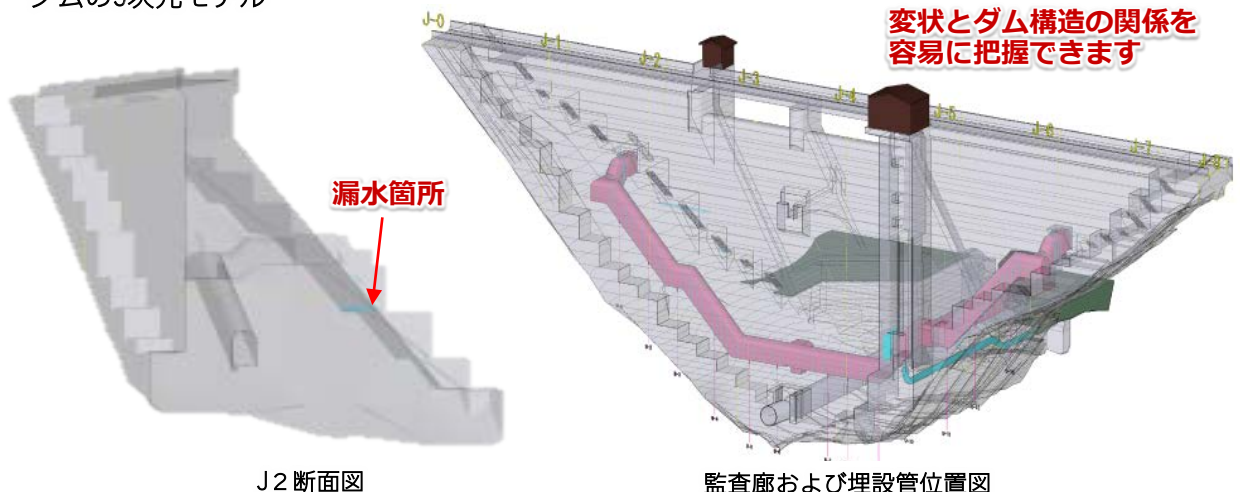
出典『令和元年度 依山・豊田道路第3トンネル詳細設計業務
国土交通省 中国地方整備局 山口河川国道事務所』

ダム分野

既設ダムの3次元化により維持管理を支援します。

- 日常点検、定期検査、総合点検時の変状図作成等に活用できます。
- 竣工図や地質図を基に3次元モデルを作成し、平面図や横断面図等に展開できます。
- 堤体内の監査廊や導水管等の位置関係や変状等が3次的に把握できます。
- ダム構造を分かり易くモデル化し、ダムの経験が少ない職員のフォローをすることができます。

ダムの3次元モデル



橋梁分野

国土交通省が提唱するi-Constructionの取り組みにおいて、BIM/CIMモデルの更なる活用を目的として以下の項目を実施しました。

リクワイヤメント対応

- 契約図書としての機能を具備するCIMモデルの構築。
- CIMモデルを活用した効率的な照査。
- 施工段階におけるCIMモデルの効率的な活用方策の検討。

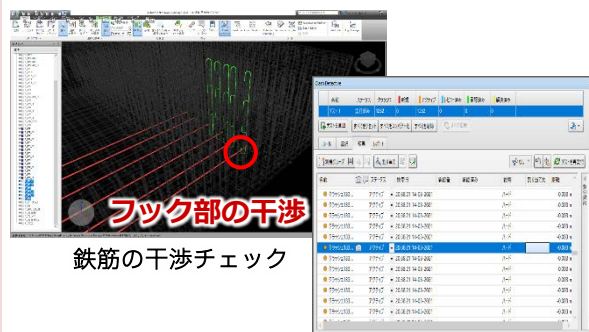
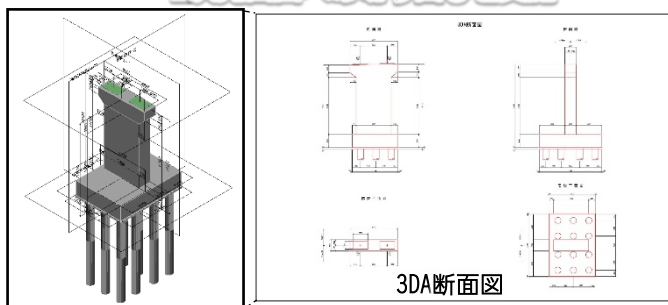
CIMモデル活用の目的を踏まえて、地形等は詳細度200、構造物は詳細設計のため詳細度300を基本として作成しました。

また、既設橋梁の竣工図等がなかったため地上レーザ測量により点群データを取得し施工計画等で活用しました。



3次元点群の活用

2次元図面への切り出しを実施



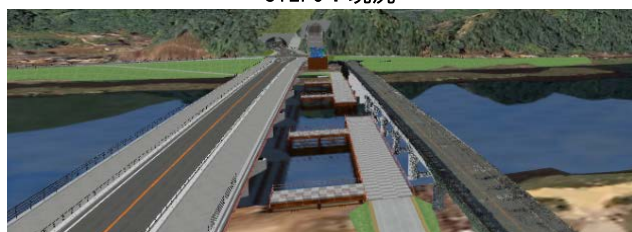
鉄筋の干渉チェック



STEP0：現況



STEP3：下部工完成



STEP1：仮橋施工



STEP4：上部工（主桁）完成



STEP2：下部工施工



STEP5：新設橋完成

施工計画検討

砂防分野

小型UAVを用いた航空写真測量やレーザ測量成果から取得した3次元地形データを活用し、砂防堰堤の整備量算出や、砂防堰堤の3次元設計、景観シミュレーション等、設計の効率化を図っています。

また、作成した3次元設計の成果より鳥瞰図や施工ステップ図を作成することで、合意形成等に活用することが可能です。



砂防堰堤のCIM統合モデル



砂防堰堤の鳥瞰図(斜め写真と3次元モデルを合成)

建築分野



コミュニティセンター(公民館)の3次元モデルによる設計検証

BIM 3次元モデルとしての最大の特徴である“見える化”を生かし、意思疎通の手法として設計段階での建物計画の相互確認を目的に実施しています。

2次元の図面では実際にどのような建物が建つのか人によって理解度に違いが発生しますが、これにより、発注者やエンドユーザーとなる地域住民との設計図面に描かれたイメージ共有が容易となり、より良い建物となるための様々な検証が行われることで、手戻りも少なく早期での合意形成が可能です。



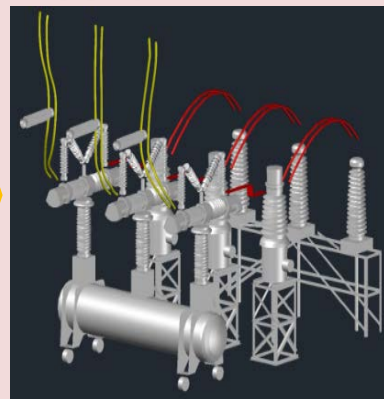
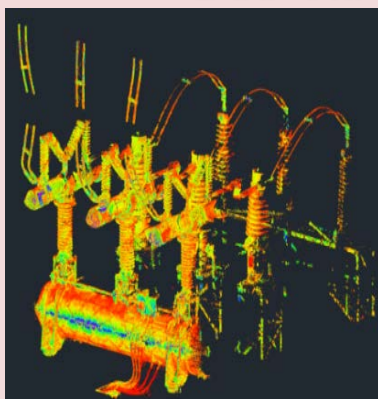
設備分野

既設構造物内の細かな設備の計測や、近接して計測することが難しい危険な場所（充電部等）などにおいて、3次元レーザ計測を用いたモデリングを実施することにより、仮想現実空間内での新規設備の設計や配置シミュレーションが可能となります。

この技術を用いることで、変電設備等でも停電せずに計測することができ、停電時間や計測漏れを大幅に削減することが可能となりました。

また、従来では計測が困難だった曲線部の3次元形状なども正確に再現できるため、より精度の高い現状把握が可能となります。

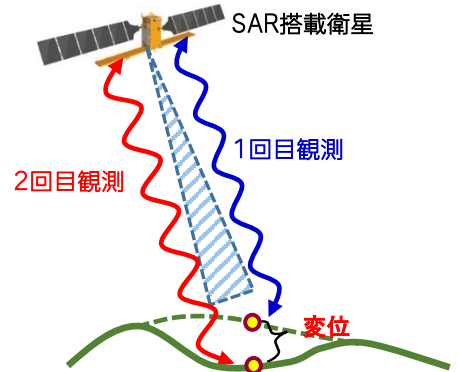
電力設備の点群データのモデリング



特選技術 i-Constructionへの対応：衛星データによるモニタリング

人工衛星に搭載されたレーダ（SAR）を利用して地表の変動を広範囲で面的に把握し、従来の計測を補う変動監視が可能になります。人工衛星で継続的に観測されているデータを用いて、地盤や人工構造物の経時変動をmm単位の精度でモニタリングが可能となり、点検・補修の優先順位づけ等に利用できます。

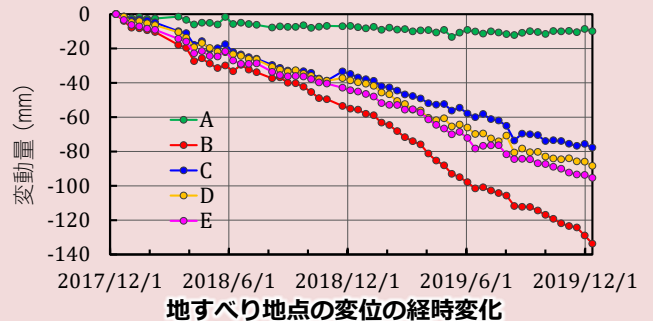
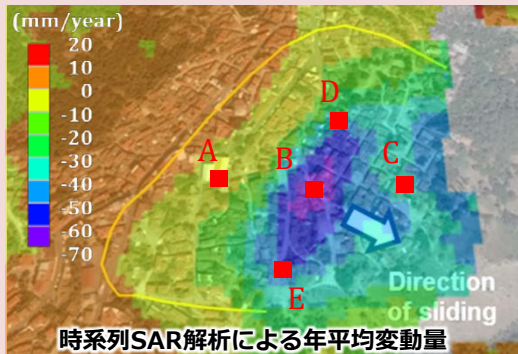
| 特徴 | 内容 |
|--------|---|
| 広範囲 | 数10km四方の範囲を一度に、面的な観測が可能 |
| 平均的挙動 | 15m×15m程度を1つの評価単位（ピクセル）として、平均的な変動をmm単位で評価 |
| 気象影響なし | マイクロ波は雲・雲を通過するため天候に左右されない。また、夜間も観測可能 |
| 現場設備なし | 現場設備不要で、民地内の計測も可能 |
| 継続観察 | 過去からのデータ蓄積を利用して、過去からの継続的な変動を評価可能 |



大規模地すべり

トルコ西部のババダー地区では、大規模地すべりにより2000人以上が移転しています。この地すべりについて、衛星データを用いて時系列解析を行い、変動を評価しました。この結果、地すべり範囲を精度良く抽出でき、変形量もこれまでの現地観測結果と良い対応が得られました。

衛星データ：Sentinel-1A (ESA, Cバンド)
 期間：2017年12月～2019年12月（2年間）
 取得データ：57シーン（約2週間に1回）
 評価手法：時系列SAR解析 (SBAS)



出典：H. Kumsar et al. (2016): An integrated geomechanical investigation, multi-parameter monitoring and analyses of Babadağ-Gündoğdu Creep-like Landslide, *Rock Mech. Rock Eng.*, 49.

斜面モニタリング（衛星マーカーの開発）

山口大学、松田鉄工所、当社で連携して、衛星の発するマイクロ波を高効率で反射するマーカーを開発しています。対象施設にマーカーを設置すれば、解像度の低い衛星画像でも正確な位置を確認し、数センチ単位の変動を把握できます。三次市の斜面や中国電力の水力施設で実証試験を実施中です。（2021年10月6日 日経新聞掲載、2021年6月17日 朝日新聞掲載）



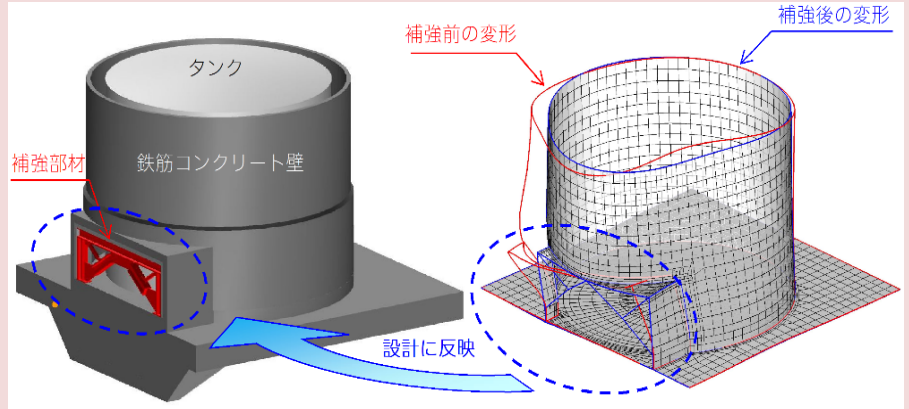
特選 技術

高度解析技術の導入：3次元FEM解析による耐震性能照査

社会的影響の大きな大型構造物や複雑な形状の構造物では、挙動を適切に把握するために「3次元解析」の必要性が高まっています。また最近では、計算能力の飛躍的な向上にともない「3次元解析」が容易に行えるようになっており、様々な設計に利用されるようになってきました。

円筒形鉄筋コンクリート壁の耐震補強設計

円筒形コンクリート壁の耐震補強において、3次元FEM解析により開口部の変形により構造物が不安定になることを確認しました。この開口部を鋼材により補強し、変形を抑制することで、コンクリート壁の補強範囲が縮小し、大幅なコスト縮減が可能となりました。

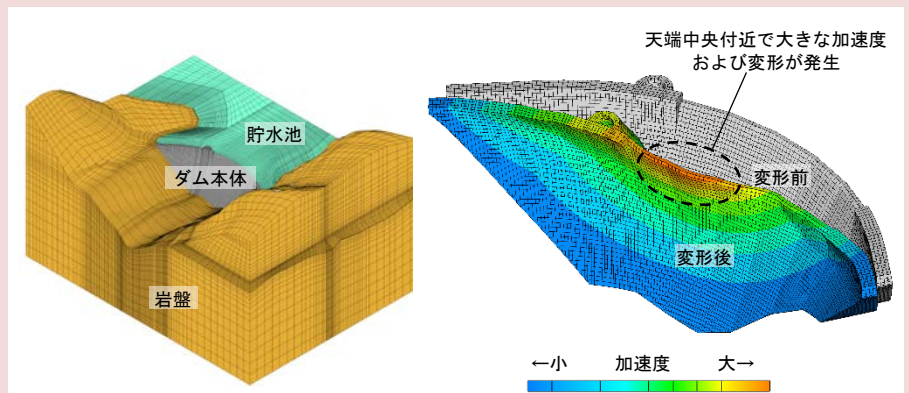


対策工の概要

3次元解析結果(変形図)

3次元動的解析によるダムへの耐震性能照査

既設アーチダムのレベル2地震動に対する耐震性能照査を行いました。3次元動的解析によって、2次元解析では表現できないダムのアーチ形状の効果や周辺地形の影響を考慮した、より現実的な挙動に基づいた耐震性能照査が可能となります。

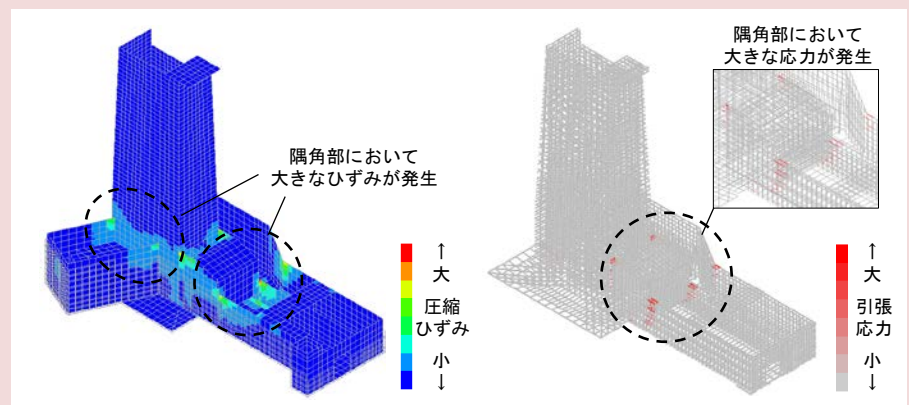


3次元モデル

ダム堤体の最大加速度分布および変形図

水力発電所リニューアル工事に伴う耐震性能照査

既設水力発電所の鉄筋コンクリート製の分水塔の耐震性能照査を行いました。コンクリートをシェル要素で、鉄筋を埋込み鉄筋要素でモデル化して、それぞれの非線形性を考慮した3次元動的非線形解析を行うことで、より現実的な挙動に基づいた耐震性能照査が可能となります。



分水塔のコンクリートの圧縮ひずみ分布

分水塔の鉄筋の引張応力分布