

先進技術センターのご案内 *Ver.2.0*

---

***ADVANCED TECHNOLOGY CENTER***



**2020**  
**中電技術コンサルタント株式会社**  
Chuden Engineering Consultants

## 先進技術センターの概要

中電技術コンサルタント(株)では、2019年4月1日に新しい組織『先進技術センター』を立ち上げ、全社横断的な技術開発への取り組みをスタートさせました。

先進技術センターでは、令和時代の到来とともに『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「i-Constructionへの対応：3次元計測～3次元設計(BIM/CIM)」
- ◆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

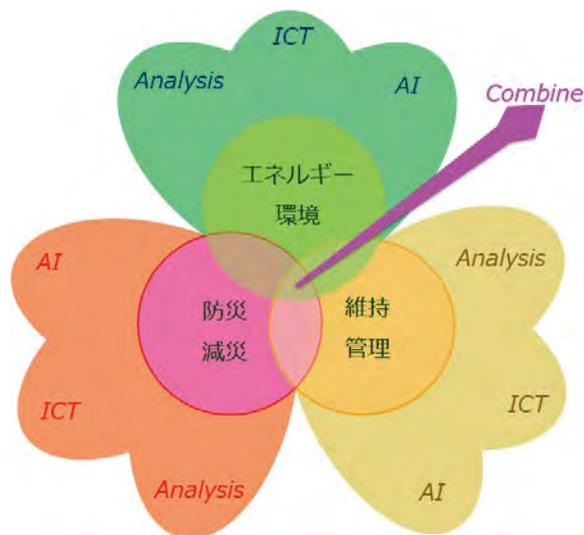
先進技術センターの役割は、①先進技術の開発・高度化、②先進技術の全社展開です。2020年度は、特に『Analysis』を対象に活動を推進し、解析技術の高度化に関する技術を開発し展開します。

### 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 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)

## 技術

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。

**移動局**      **セットで運用**      **基準局**

アンテナ 測量ポール      GNSS 受信機      モバイル ルータ      モバイル 端末

アンテナ 三脚      GNSS 受信機

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)本社屋上に基準局設置済み  
 ⇒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

土砂災害警戒区域、流域界、水位観測局等の地理情報を表示

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 災害緊急点検 進捗状況

調査対象地区

地区数 27      調査完了 24      進捗率 88.9%

調査未完了 3

調査結果(写真)      写真撮影場所

調査場所      移動軌跡

背景地図：地理院地図(平成30年7月豪雨 正射画像)を表示

調査結果リスト

No.	日時	調査内容	調査者
No.1	2019/06/12	河川砂防部	調査者A
No.2	2019/06/12	河川砂防部	調査者B
No.3	2019/06/12	河川砂防部	調査者C
No.4	2019/06/12	河川砂防部	調査者D
No.5	2019/06/12	河川砂防部	調査者E
No.6	2019/06/12	河川砂防部	調査者F
No.7	2019/06/12	先進技術センター	調査者G
No.8	2019/06/12	先進技術センター	調査者H
No.9	2019/06/12	先進技術センター	調査者I
No.10	2019/06/12	先進技術センター	調査者J
No.11	2019/06/12	先進技術センター	調査者K
No.12	2019/06/12	先進技術センター	調査者L
No.13	2019/06/12	河川砂防部	調査者A
No.14	2019/06/12	河川砂防部	調査者B
No.15	2019/06/12	河川砂防部	調査者C
No.16	2019/06/12	河川砂防部	調査者D
No.17	2019/06/12	河川砂防部	調査者E
No.18	2019/06/12	河川砂防部	調査者F
No.19	2019/06/12	河川砂防部	調査者A

災害対策本部における調査結果のリアルタイム把握



**特選  
技術**

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

小型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3次元DSMを作成することができます。

	Mavic2Pro	INSPIRE2	Phantom4RTK
サイズ	354mm	605mm	350mm
重量	907g	3440g	1391g
飛行時間	約31分	約23分	約30分
搭載機器	4Kカメラ	4Kカメラ	4Kカメラ
機体			

**【適用分野】 ICTを活用した調査（小型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
- 低速飛行と空中静止（ホバリング）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
- 耐風性能が高い（10m/s以内。ただし雨天・霧中の撮影不可）

**【活用事例】**



# 特選技術 i-Constructionへの対応：レーザー等による3次元計測(1)

地上型3Dレーザースキャナやハンドスキャナ、UAVレーザー、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】 レーザー等による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	構造物等の凶化、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レーザースキャナ・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

地上型3Dレーザースキャナによる点群データの取得

点群データ

## UAV写真+地上レーザ+SLAM+MMS

地上レーザ

UAV写真+SLAM

路面：MMS

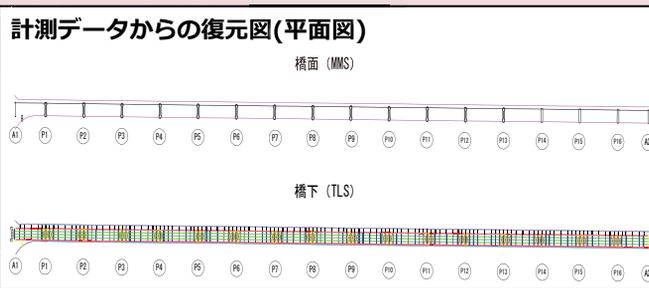
地上レーザ

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)

MMS計測状況

SLAM+ボート計測状況



**特選**  
**技術**

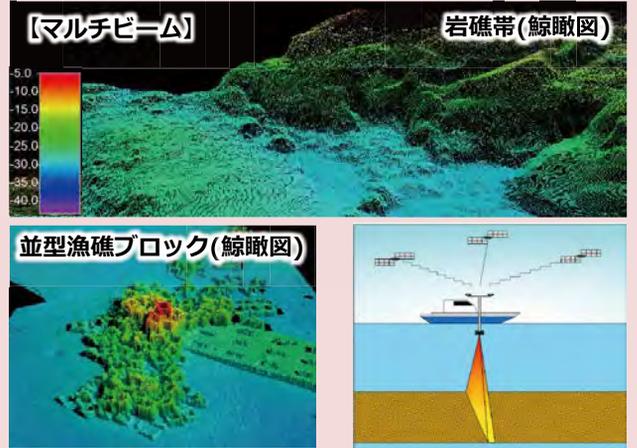
**i-Constructionへの対応：レーザー等による3次元計測(2)**

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レーザー**

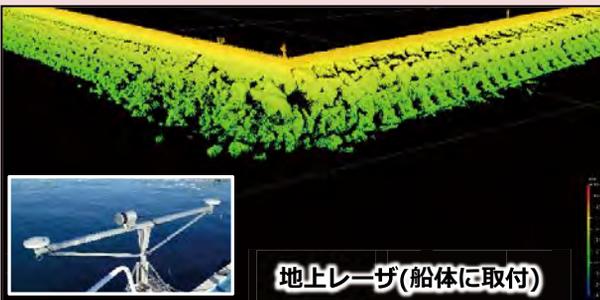


**マルチビーム測深器**



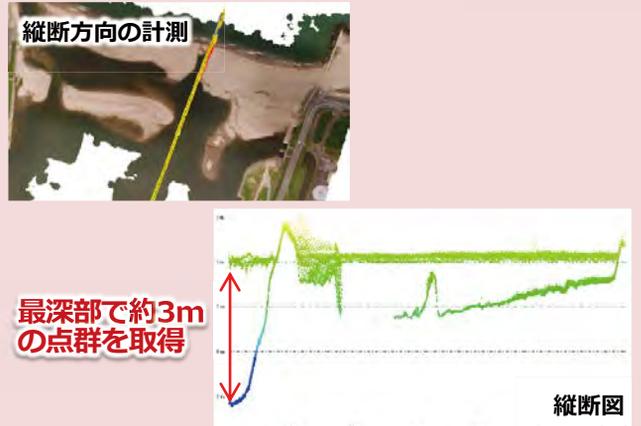
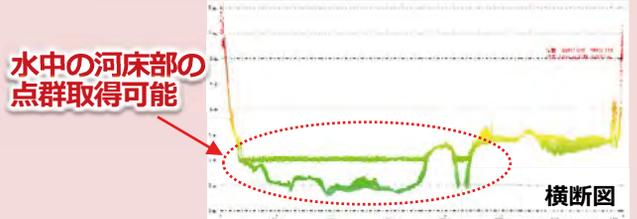
**UAV写真+マルチビーム測深器+地上レーザ**

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。

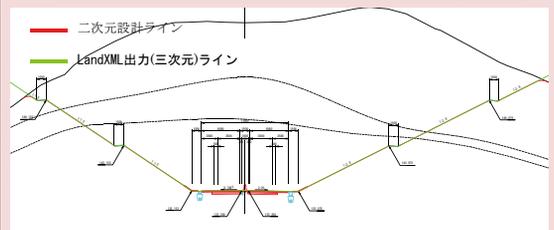
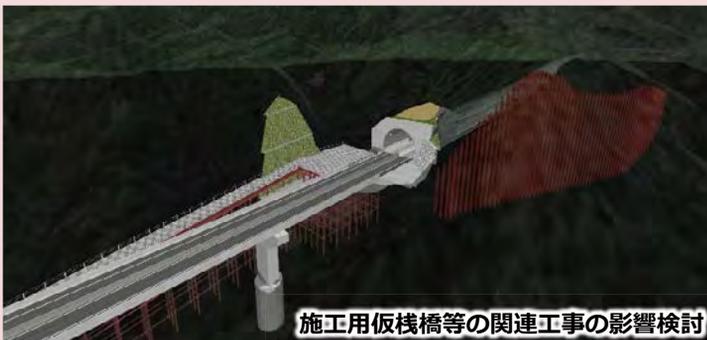
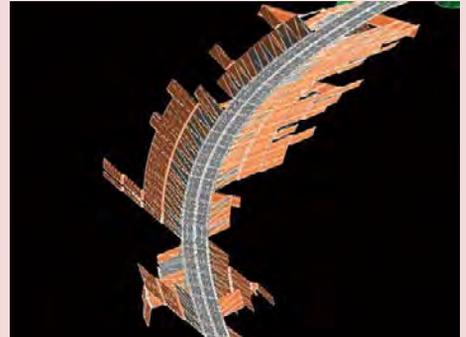


## 特選技術 i-Constructionへの対応：3次元設計【BIM/CIM】(1)

中電技術コンサルタント(株)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。

### 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。

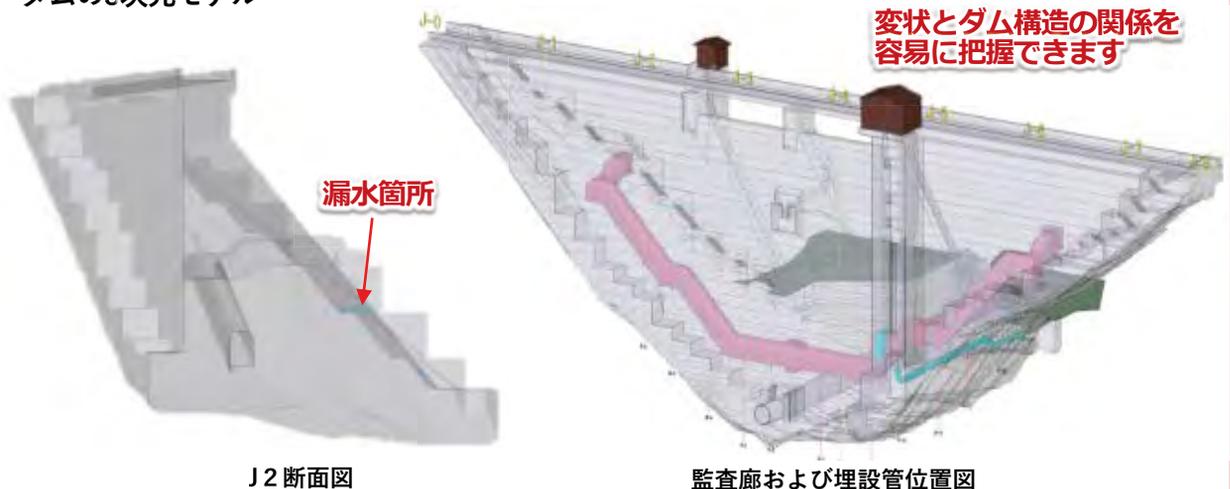


### ダム分野

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次元的に把握できます。
- ▶ 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



**砂防分野**

小型UAVを用いた航空写真測量やレーザー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。

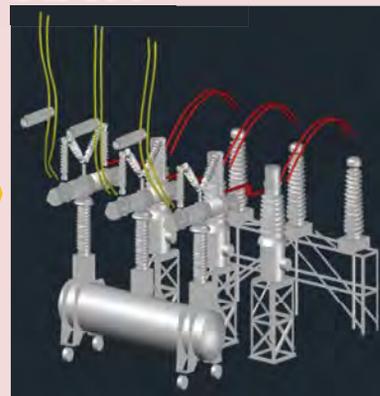
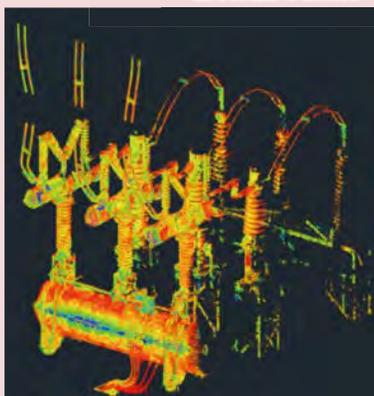
**設備分野**

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次元レーザー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。

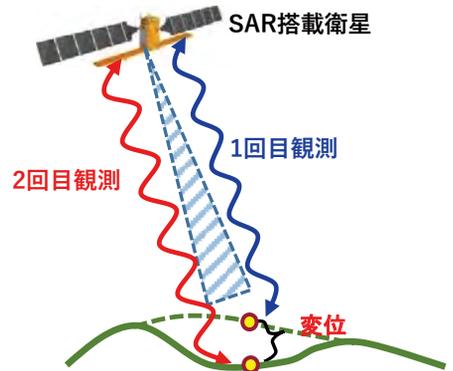
電力設備の点群データのモデリング



# 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。

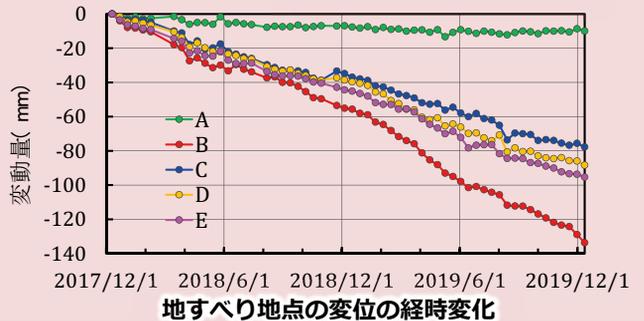
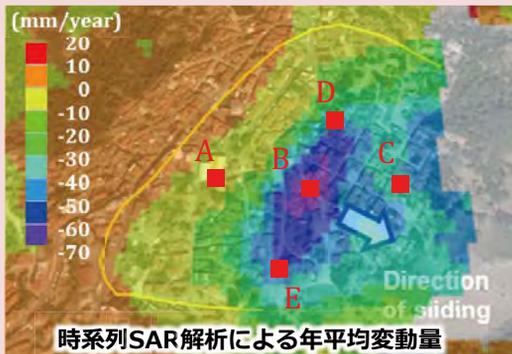
特徴	内容
広範囲	数10km四方の範囲を一度に、面的な観測が可能
平均的挙動	15m×15m程度を1つの評価単位(ピクセル)として、平均的な変動をmm単位で評価
気象影響なし	マイクロ波は雲を通過するため天候に左右されない。また、夜間も観測可能
現場設備なし	現場設備不要で、民地内の計測も可能
継続観察	過去からのデータ蓄積を利用して、過去からの継続的な変動を評価可能



## 大規模地すべり

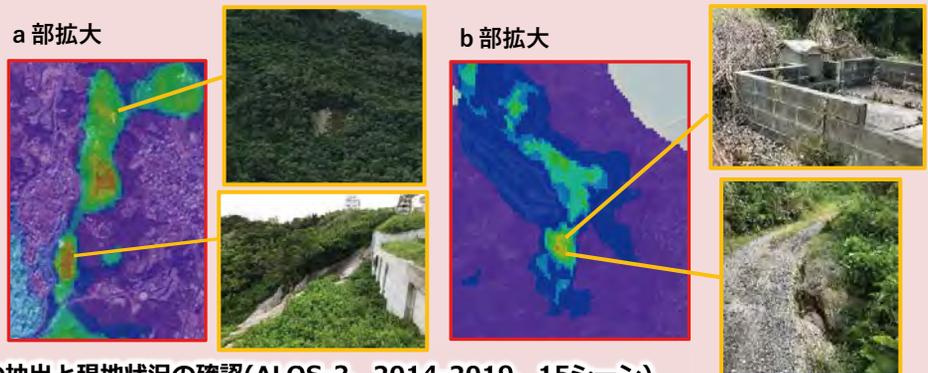
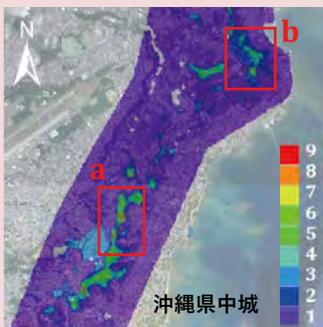
トルコ西部のババダー地区では、大規模地すべりにより2000人以上が移転しています。この地すべりについて、衛星データを用いて時系列解析を行い、変動を評価しました。この結果、地すべり範囲を精度良く抽出でき、変形量もこれまでの現地観測結果と良い対応が得られました。

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



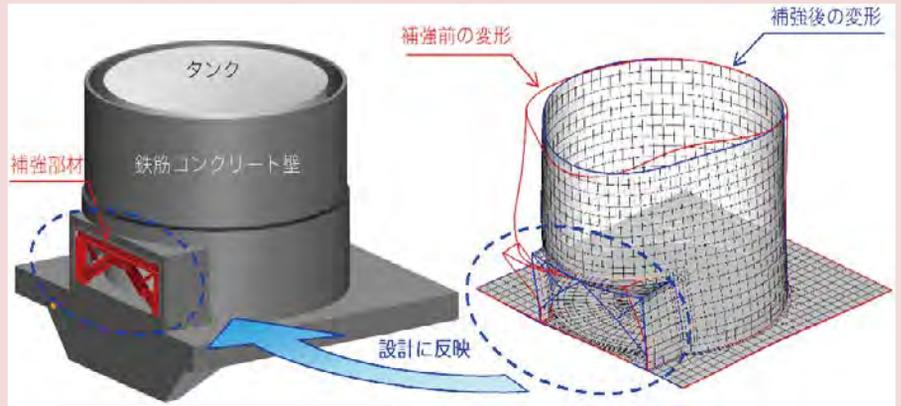
変動回数による変状箇所の抽出と現地状況の確認(ALOS-2、2014-2019、15シーン)

出典：国土地理院WEBサイト(<https://maps.gsi.go.jp>)をもとに中電技術コンサルタンツ株式会社作成  
 データソース：Landsat8画像(GSI, TSIC, GEO Grid/AIST), Landsat8画像(courtesy of the U.S. Geological Survey), 海底地形(GEBCO)

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ています。

**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。

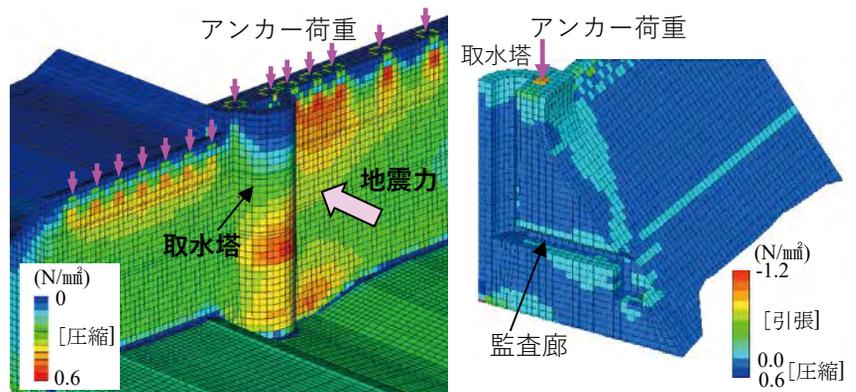


対策工の概要

3次元解析結果(変形図)

**PSアンカーによるダムの耐震補強**

地震時のダム堤体の安定性を確保するために、国内で施工実績のないPSアンカーによるダムの耐震補強の検討を行いました。3次元FEM解析により、アンカーの締め付け効果の確認や、取水塔や監査廊などの特殊な箇所有害な応力が発生していないことを確認しました。

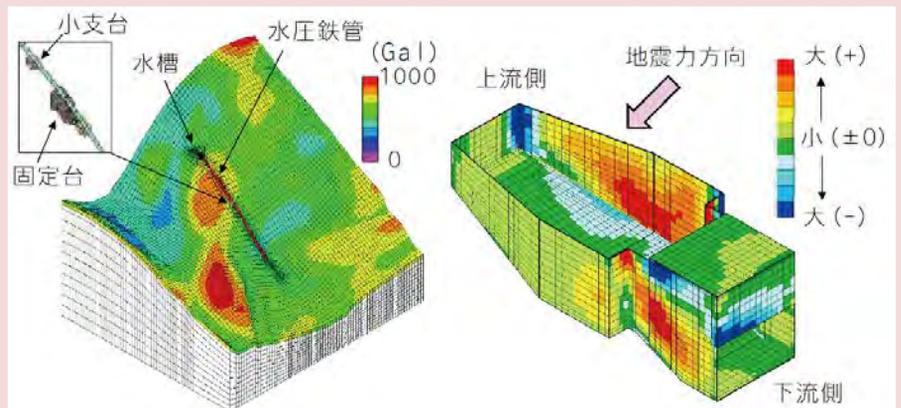


取水塔周辺に発生する垂直応力

監査廊周辺の引張応力(監査廊断面)

**水力発電所リニューアル工事に伴う耐震性能照査**

斜面上に設置されている水圧鉄管路および水槽の地震時応答を、3次元動的FEM解析により算定しました。この地震動を用いて、固定台の安定性や水圧鉄管の部材照査を行いました。水槽の構造計算は、算定された最大地震力を用いて、詳細な3次元モデルを作成して構造解析を行い、部材照査と補強検討を行いました。



3次元モデルと最大加速度分布

水槽の発生曲げモーメント分布