

Chuden Engineering Consultants

CEC技術レポート

中電技術コンサルタント株式会社

特選技術

維持・管理

画像解析技術の取得による点検等の高度化

1

維持・管理

ダム用ゲート設備等の長寿命化計画

3

維持・管理

海底ケーブル調査設計

5

エネルギー・環境

河川事業における遺伝情報の活用

7

高度情報化

CCTV画像処理技術の高度化による河川管理への適用

9

高度情報化

AIS（船舶自動識別装置）データ等ビッグデータの解析

11

高度情報化

ICT技術を活用したトンネル事業の効率化

13

高度情報化

ICTを活用した駐車場の円滑な誘導の実現

15

高度情報化

スマートメーターの電力使用量データを用いた高齢者見守り

17

画像解析技術の取得による点検等の高度化

～広がる土木分野における生産性革命
(i-Construction, CIM等への展開を見据えて)～

① はじめに

国土交通省では、日々進化するICT（情報通信技術）等を積極的に活用し、建設生産システムに革命を起こすための取り組みが進められています。具体的には、「i-Construction」として、建設現場の生産性向上に向けて、測量・設計から施工、さらには管理に至るまでの全プロセスにおいて情報化を前提とした新基準が導入されました。この取り組みの主な内容は、①土工におけるICT（建設機械）の全面的な活用（ドローンを使った3次元測量等）、②コンクリート工における規格の標準化、③施工時期の平準化の3つです。

建設コンサルタントでは、これまでの2次元による測量・設計から、新たな3次元のステージに向けた大きな変革が求められています。この3次元情報を基本とした「調査・測量・設計」、「施工」、「維持管理」の有機的な活用策として、CIM（土木分野）やBIM（建築分野）への取り組みがスタートしています。

現在、航空機・船・車等にレーザ計測装置や高解像度カメラ等の各種センサーを搭載することにより、比較的容易に3次元地形や高精細な画像等が取得できるようになってきました。また最近では、新しい計測手法の一つとしてUAV（無人航空機）の性能が飛躍的に進展し、新規事業や維持管理分野についても、これらの新技術を有効に活用することが求められています。

② 技術の適用場面

中電技術コンサルタント(株)では、様々な分野における現地調査や社会インフラ維持管理のための調査・点検等において、UAV等を活用した画像解析技術の開発に取り組んでいます。ここでは、主に写真を活用した画像処理による調査・点検等への適用事例について紹介します。この技術を適用した場合、従来の専門調査員による現地調査や目視点検を補完または代替することができ、定性的（目視のスケッチ等）なものから定量的な情報（ありのままの3次元画像等）を得ることが可能となり、大きく調査・点検内容が異なります。

- 【効率化】：人が近づけない危険な場所等（急峻な地形、大型構造物、災害現場等）における調査
- 【定量化】：老朽化した構造物（近接目視点検等による経年劣化把握）の長寿命化計画のための調査・点検
- 【補修・補強設計の基礎データ】：構造物の図面化、クラック等の損傷図（クラック等の変状把握）の作成

③ 技術紹介


3次元データを作成する方法として、レーザ計測装置を使って直接的に3次元情報（x, y, z）を取得する方法と重なり合う連続写真を撮影して画像処理（写真測量）により3次元情報（x, y, z）と画像情報（オルソ画像）を取得する方法の2つの方法があります。植生がある場合は、レーザ計測の方が地表面情報を正確に把握することができますが、構造物調査や植生の影響が少ない裸地等の地形調査においては、写真を用いた画像解析が有効です。特に、写真画像の情報は、人間の目と同じであり、写真の画素数（解像度）、絞り値（明るさ）、焦点距離（鳥の目～虫の目）、位置や大きさに関する補正情報（対空標識等による調整点）等を現場条件に応じて適切に設定することで、定量的な情報を得ることができます。

この技術を、次の3つの現場（①火山噴火時を想定した地形調査、②ダム等の大型コンクリート構造物の壁面（老朽化）調査、③港湾等のコンクリート構造物のクラック調査）に適用してその有効性を検証しました。

【検証1】：火山噴火時を想定した地形調査（火山噴火時におけるUAVの活用）

●立ち入りが禁止されている場所や斜面崩壊箇所に対して、UAVによる撮影写真から3次元地形モデルを作成し、既往のLPデータ（地図情報レベル1,000）や現地調査結果と比較し、調整点の与え方や撮影方法の工夫により、地形モデルの精度が向上し、既往調査の代替手法として有効性が高いことを確認しました。

火山噴火時を想定した地形調査




写真撮影⇒3次元モデル作成：土石流等による地形変状を抽出

UAVによる地形調査
【経済性・品質・信頼性・効率性・機動性等の検証】



代替調査
効率化



現地調査：ガリー計測



UAV調査：3Dモデル（ガリー抽出）

大型コンクリート構造物の壁面調査

ダム壁面調査（UAVによる写真測量）



画像合成により作成した高精細展開図

クラックゲージによるひび割れ確認（0.4mm）

UAVによる撮影写真から作成した3Dモデル（導流壁）拡大図

地上型3Dレーザにより作成した3Dモデル（CIM展開）

既往図面から作成した3Dモデル（CIM展開）

【検証2】：大型コンクリート構造物の壁面調査

●従来のロープワークによる点検調査の代替手法として、UAVにより近接した連続写真を撮影し、ダム下流面の高精細画像からなる展開図（漏水、クラック等）と3Dモデルを作成しました。別途、地上型3Dレーザスキャナーで同一箇所を計測し、モデル精度を確認（±3cm）しました。さらに、既往図面（堤体内部の監査廊等）から作成した3Dモデルと重ね合わせることで、CIMによる将来の長寿命化計画への展開が期待されます。

【検証3】：コンクリート構造物のクラック等の損傷図作成（CAD図面化）

●コンクリート構造物のクラックを抽出し、損傷図を作成するために、UAVによる近接した連続写真の画像解析からオルソ画像を作成し、クラックの幅（0.5mm未満等のカテゴリー区分）・長さを抽出し、CAD図面を作成しました。クラック抽出では、コンクリート表面の汚れ等がクラック判別精度に影響を与えること等の技術的な課題についても確認しました。

コンクリート構造物のクラック等の損傷図作成



クラック 0.5mm未満
クラック 0.5～1.0mm
クラック 1.0～2.0mm
クラック 2.0～3.0mm
クラック 3.0mm以上
目地開口
剝離・破損・浮き
汚れ等

港湾構造物（UAV写真⇒オルソ画像⇒クラックCAD化）

④ 業務事例

- 火山噴火時における無人災害調査技術検討業務【国土交通省九州技術事務所 平成27年度】
- 佐波川ダム管理施設維持管理計画策定業務【山口県 平成27年度】

⑤ おわりに

国土交通省国土院において、数値地形図データを作成するための測量手法として「UAVを用いた空中写真測量」、3次元点群データを作成するための測量手法として「UAVを用いた空中写真による3次元点群測量」を規定した「UAVを用いた公共測量マニュアル（案）、平成28年3月」が整備され、公共工事において3次元データの活用が本格的に始まりました。中電技術コンサルタント(株)では、ICTを積極的に活用し、従来の調査・点検の効率化やコスト削減を図ると共に、維持管理のメンテナンス分野において、写真等の画像解析技術を活用した補修・補強設計の技術強化を図り、ICTを用いた社会インフラの戦略的な維持管理を支援します。

問い合わせ先 河川本部 ☎082-256-3347

ダム用ゲート設備等の長寿命化計画

～効率的で効果的な維持管理計画の策定に向けて～

1 はじめに

ダム用ゲートは、ダム貯留水の取水・放流、流量調節等の目的で設置されており、設備が故障し機能を失った場合、下流域に甚大な影響を及ぼす恐れがある事から、適切な維持管理が重要です。

中電技術コンサルタント(株)では、長年にわたりゲート設備の健全度診断を行っており、その培われた技術を基に、ダム用ゲート設備等の長寿命化計画の策定やFEM解析等による詳細な健全度評価を行い、効率的で効果的な維持管理計画を提案します。

2 技術の適用場面

効率的で効果的な維持管理計画の策定段階において、以下の技術を適用します。

①健全度評価

設備の重要度により区分したレベルのグループ内で、設備の現状を、機器・部品ごとに適正に評価します。(右図○△×)

②総合評価

健全度に設置条件や経過年を加味し、整備実施の優先度を設定します。

③長寿命化計画

他設備(土木設備や電気通信設備)と合わせて、50年間の効率的な維持管理計画を作成します。

④FEM解析による詳細な健全度評価

経年劣化したゲート設備等の補修(補強)方法の検討や更新時期を検討する際に、FEM解析による詳細な健全度評価を実施します。

設備区分レベルの分類

レベル分類	優先度
レベルI (重要度高)	最優先
レベルII (重要度中)	レベルIに次いで優先
レベルIII (重要度低)	事後保全とするため評価対象外

①健全度評価(機器・部品を評価) + 設置条件評価

健全度評価	内容
×	現在、機器・部品の機能に支障が生じており、緊急に対応(更新、整備)が必要
△	現在、機器・部品の機能に支障は生じていないが、早急に対策を講じないと数年のうちに支障が生じる恐れあり
○	現在、機器・部品の機能に支障が生じていない。もしくは清掃にて対応可能

④FEM解析による健全度評価

設置条件評価	内容
レベルa 高(悪い)	使用条件、環境条件がともに悪いもの
レベルb 中	使用条件もしくは環境条件のどちらかが悪いもの
レベルc 低(良い)	使用条件、環境条件がともに良いもの

②総合評価(整備実施の優先度)

③長寿命化計画

長寿命化計画のフロー(イメージ図)

(「ダム用ゲート設備等点検・整備・更新マニュアル(案)」、国土交通省)を編集・加筆

3 技術紹介

①健全度評価

設備の重要度から、設備区分レベルを設定します。(重要度が高い順にレベルI→レベルII→レベルIII)

次に、設備区分に応じた保全方法を設定します。レベルI、レベルIIの設備は予防保全、レベルIIIの設備は事後保全となります。

健全度評価は、既存資料を基に専門技術者が現場調査を行い、設備を構成している機器・部品ごとに健全度を評価します。

設備区分レベルと維持管理水準の大枠(保全方法)例

(「ダム用ゲート設備等点検・整備・更新マニュアル(案)」、国土交通省)を編集

設備区分	内容	設備名称	種別	維持管理水準の大枠
レベルI 高 当該ダムの洪水調節に含まれている設備 治水設備および治水要素のある利水設備	設備が故障し機能を失った場合、国民の生命・財産に影響を及ぼす恐れのある設備	非常用洪水吐設備	主ゲート	予防保全
		常用洪水吐設備	主ゲート 予備・副ゲート	
		貯水池維持用放流設備 貯水位低下用放流設備	主ゲート 予備・副ゲート	現状の信頼性を低下させることが無いよう十分留意する。
		放流管		
		取水設備	取水ゲート	
レベルII 中 当該ダムの洪水調節に含まれていない設備 利水設備	設備が故障し機能を失った場合、水利用事業者への直接的な影響ならびに社会経済活動に影響を及ぼす恐れのある設備	小容量放流設備	主ゲート 副ゲート	予防保全
		放流管		
		放流管		
レベルIII 低 付属施設 その他設備	設備が故障し機能を失った場合、維持管理者の業務に影響が生じるものの、社会経済活動への影響が限定的な設備	常用洪水吐設備	修理用ゲート	事後保全
		貯水池維持用放流設備	修理用ゲート	
		小容量放流設備	修理用ゲート	
		付属設備	係船設備	
			流木止設備	

②総合評価による整備実施の優先度

設置の重要度、健全度評価、設置条件(設備固有の使用条件、環境条件を評価)等を加味し、整備実施の優先度を設定します。

ダムゲート設備等 整備実施優先度の評価【総合評価】(例)

大分類・中分類	設備区分レベル	小分類	形式	機器・部品	状況健全度評価	健全度	致命的機器・部位	傾向管理	保全方法	設置条件評価	設置年(経過年数)	取替更新年数	対策工実施内容	積並び優先度	総合評価優先度	総合評価の考え方	
非常用洪水吐設備 フレストゲート	I	扉体	ラジアルゲート	構造部	補助桁に一部発錆有り	△	○	○	状態監視 保全	レベルb	2003年(12年)	8年	補修塗装	1	経過観察	塗装年数を超過している。補修塗装を行い経過を観察する。	
						○	○	○	状態監視 保全		2003年(12年)	—	清掃	1	経過観察	年点検等で実施し経過を観察する。	
		固定部	"	トラニオン ガーダ	苔類堆泥 有り	○	○	○	状態監視 保全		2003年(12年)	—	清掃	1	経過観察	年点検等で実施し経過を観察する。	
						○	×	○	通常事後 保全		2003年(12年)	—	清掃	1	経過観察	年点検等で実施し経過を観察する。	
		ワイヤーロープ ウィンチ式 開閉装置	"	"	全体	蟻死骸、 ゴミの散乱 有り	○	×	○		状態監視 保全	2003年(12年)	12年	補修塗装	1	経過観察	塗装年数に該当する。補修塗装を行い経過を観察する。
							△	○	○		状態監視 保全	2003年(12年)	—	整備	2	経過観察	年点検等で実施し経過を観察する。
		"	"	"	減速装置	ピニオン ギヤの歯面 に発錆有り	△	○	○		状態監視 保全	2003年(12年)	—	整備	1	経過観察	年点検等で実施し経過を観察する。
							△	○	○		状態監視 保全	2003年(12年)	—	整備	1	経過観察	年点検等で実施し経過を観察する。

③長寿命化計画の作成

以下の内容を考慮し、50年間の効率的な維持・管理の工程表を作成し、維持管理コストの削減を図ります。なお、定期検査実施毎に見直しをしていく事で、さらなる効率化やコスト削減が期待できます。

- 分解整備等による延命化
- 堰堤改良事業期間への集約
- 維持管理予算の平準化

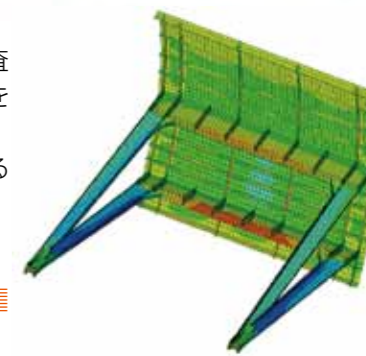


長寿命化計画(案)(機械設備+電気通信設備)

④FEM解析による詳細な健全度評価

劣化が進行したゲート等に対して、より詳細に健全度を評価する場合は、現場調査(板厚測定)を基に、FEM解析を実施し、各部材の腐食状況を考慮した応力状態を把握します。

各部材の現状の応力状態および鋼材腐食の進展を考慮した応力状態を予測することで、補修・更新方法、時期をシミュレーションすることが可能になります。



FEM解析例(ラジアルゲート)

4 業務事例

- 5-1公共堰堤改良事業(鳴滝ダム長寿命化計画策定業務)【岡山県 平成27年度】
- 佐波川ダム管理施設維持管理計画策定業務【山口県 平成27年度】
- 鋼製ゲートのFEM解析補助業務【中国電力株式会社】

5 おわりに

中電技術コンサルタント(株)では、ゲート設備等の現状把握(現場調査、解析等)から改修設計、維持管理の提案までお客様のニーズにお応えするため、土木・電気等多部門が連携して維持管理をトータルサポートします。

問い合わせ先

河川本部 水力水工部

☎082-256-3355

交通・都市本部 道路交通部

☎082-256-3496

海底ケーブル調査設計

～ケーブル敷設計画の最適化を目指して～

1 はじめに

島しょ部へ電力を供給する海底ケーブルは、航行船舶の投錨や波浪等の影響により外傷を受けやすい環境に敷設されているため、設備の長寿命化を目指し、より精度の高い調査および設計が求められています。

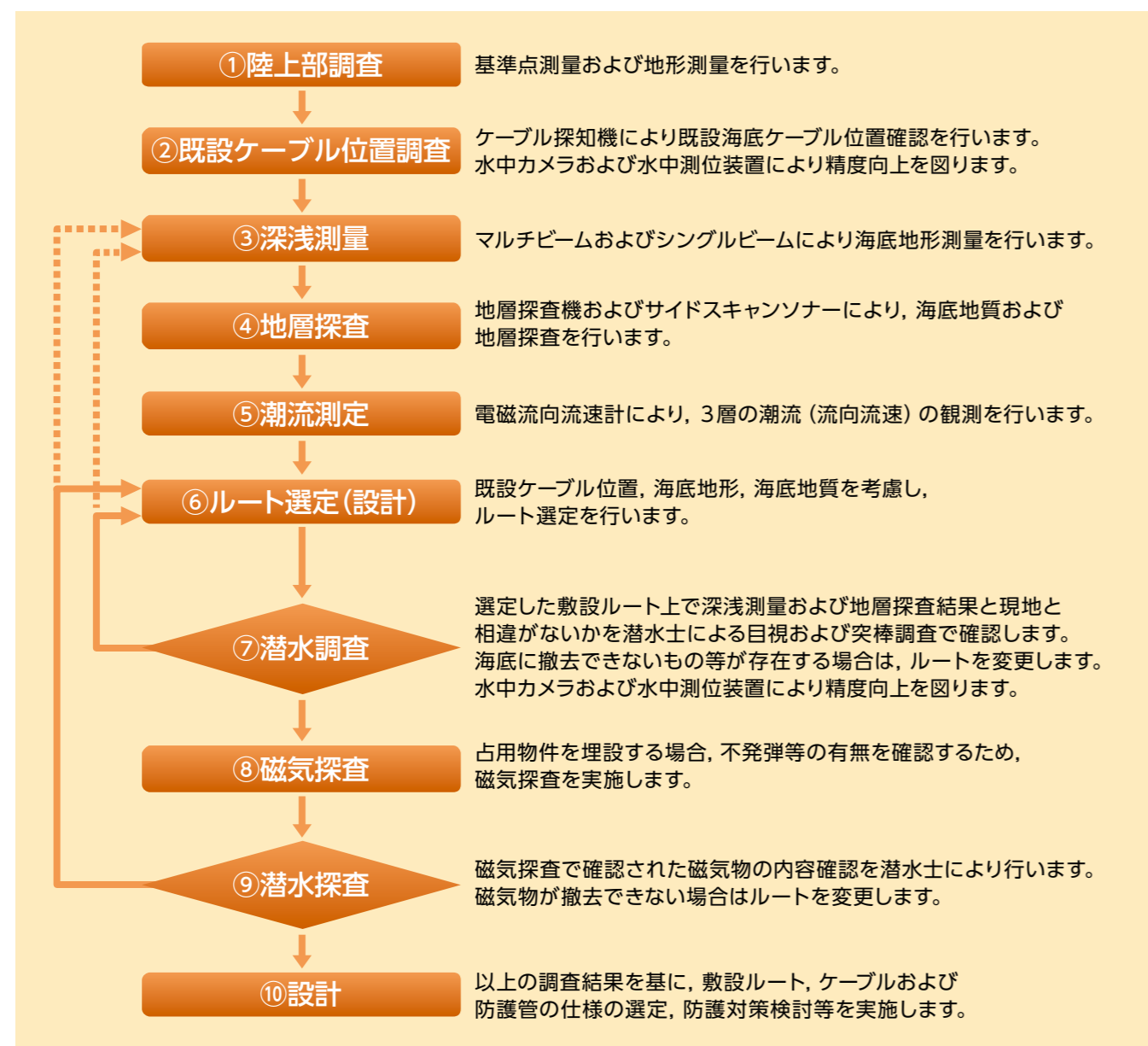
中電技術コンサルタント(株)では、海底ケーブルに関する調査設計技術を駆使して、これらの課題を解消するために、最適な計画を提案しています。また、調査設計技術の更なる高度化のため、調査機材の新規導入や改良を実施しながら調査設計等に関するノウハウの蓄積に注力しています。

2 技術の適用場面

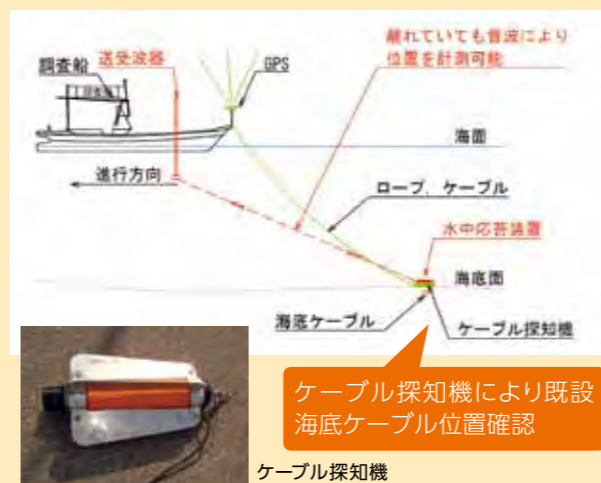
- 海底ケーブルに関する調査設計への適用：新設工事および張替工事（全線、一部）へ適用可能です。
- 類似業務への適用：海底送水管敷設工事等の類似業務へ適用可能です。

3 技術紹介

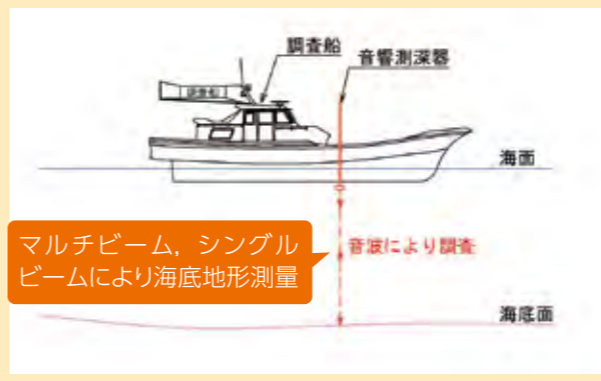
調査設計の流れは以下の通りです。



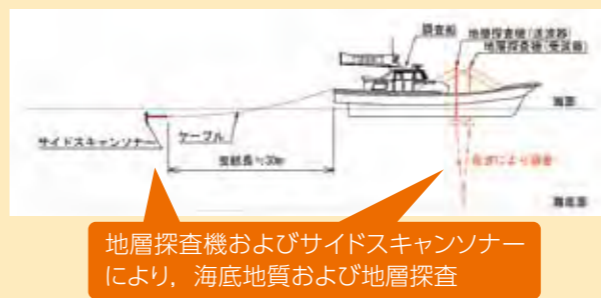
②既設ケーブル位置調査



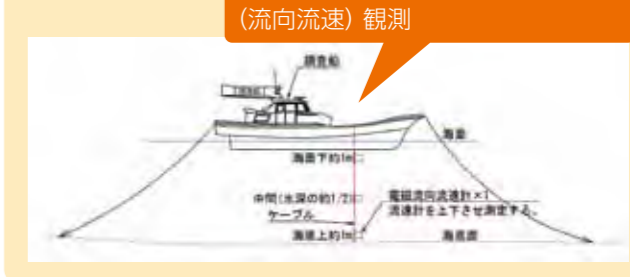
③深浅測量



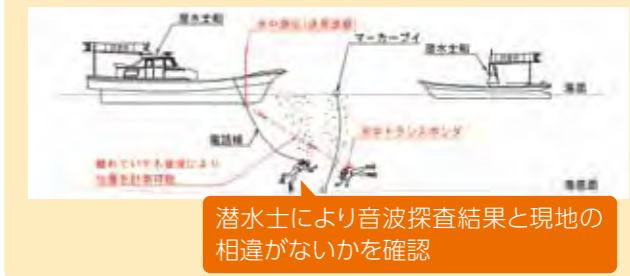
④地層探査



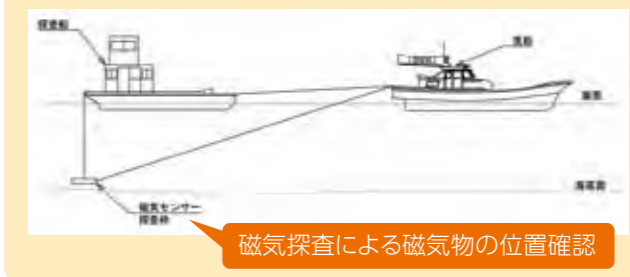
⑤潮流測定



⑦潜水調査



⑧磁気探査



⑨潜水探査



4 業務事例・学会発表等

- 電気設備学会誌【平成26年10月】
- 電気新聞【平成26年11月28日】
- 海底ケーブルに関する調査・測量・設計業務を2000年度以降30件（2件/年程度）受注

(2016年6月現在)

5 おわりに

本手法を採用することにより、従来の手法と比べ、調査精度の向上（位置測量、構造調査等）、設計精度の向上が可能となります。

中電技術コンサルタント(株)では、今まで培った技術や経験を生かして、海底電力線に限らず、海底通信線、海底送水管等の海底ライフラインの整備に貢献します。

問い合わせ先 電気本部 流通設備部 ☎082-256-3324

河川事業における遺伝情報の活用

① はじめに

全国の河川では、治水や利水等の目的によりダムや堰堤等が設置されており、魚類の移動環境を改善するために、魚道の設置や改修が行われています。また、魚道機能の改善などを目的として、魚類遡上調査が実施されてきました。しかしながら、既往の遡上調査では、設置された魚道が十分な機能を維持しているか否かを、客観的に判断することができていないのが現状です。

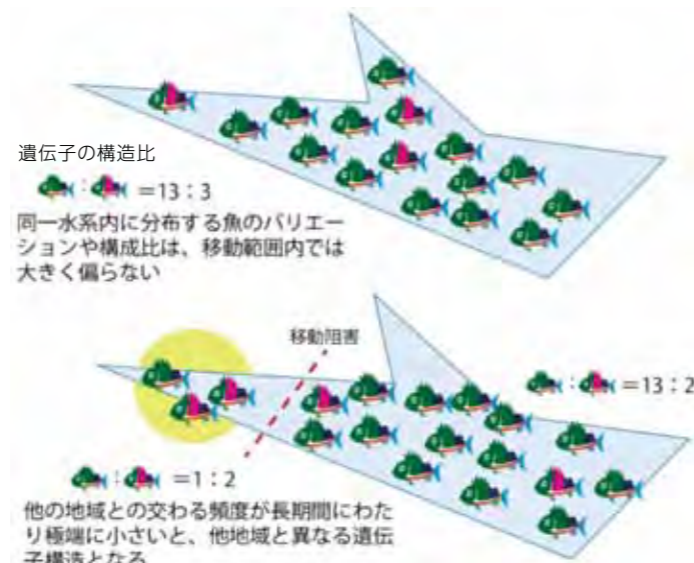
そこで、中電技術コンサルタント(株)では、河川環境調査への“遺伝情報”の適用・実用化を目指し、遺伝情報から魚類移動環境を評価する手法について、国立研究開発法人土木研究所らと共同研究を行いました。この研究成果として、共同研究報告書をまとめ、遺伝情報の活用例や河川環境調査への応用技術の紹介、遺伝情報を活用した河川調査の詳細手順や概略費用等について整理しています。

② 技術の適用場面

① 堰堤等における魚類の移動環境の評価

既往の魚類の移動環境が阻害され、個体が十分に移動できていなければ、堰堤等の上流と下流に分布する個体群の遺伝子構造には何らかの偏りが生じます。

そのため、堰堤等の上下流部の魚類個体群の遺伝情報を明らかにすることで、魚類の移動環境を評価できます。



移動環境の阻害に伴う遺伝的な偏り発生のイメージ

② 魚道の機能評価

河川流程に存在する複数の堰堤等について、当該河川の広範囲に分布する魚類の遺伝情報を明らかにすることで、堰堤等に併設されている魚道が十分な機能を果たしているかの判断ができます。また、その結果を用いて、河川の連続性を評価できます。

③ 技術紹介

本技術で用いる遺伝子分析・解析手法は次の通りです。

遺伝的集団構造を解析する際には、遺伝情報の中でも変化が生じやすい部分を対象に解析を行います。

解析手法として、対象生物の遺伝的な差異を検出できるマーカーが既に開発されている場合には、マイクロサテライト法やSNP法を用いることがありますが、マーカーが開発されていない生物を用いる場合には、AFLP法による解析が適しています。

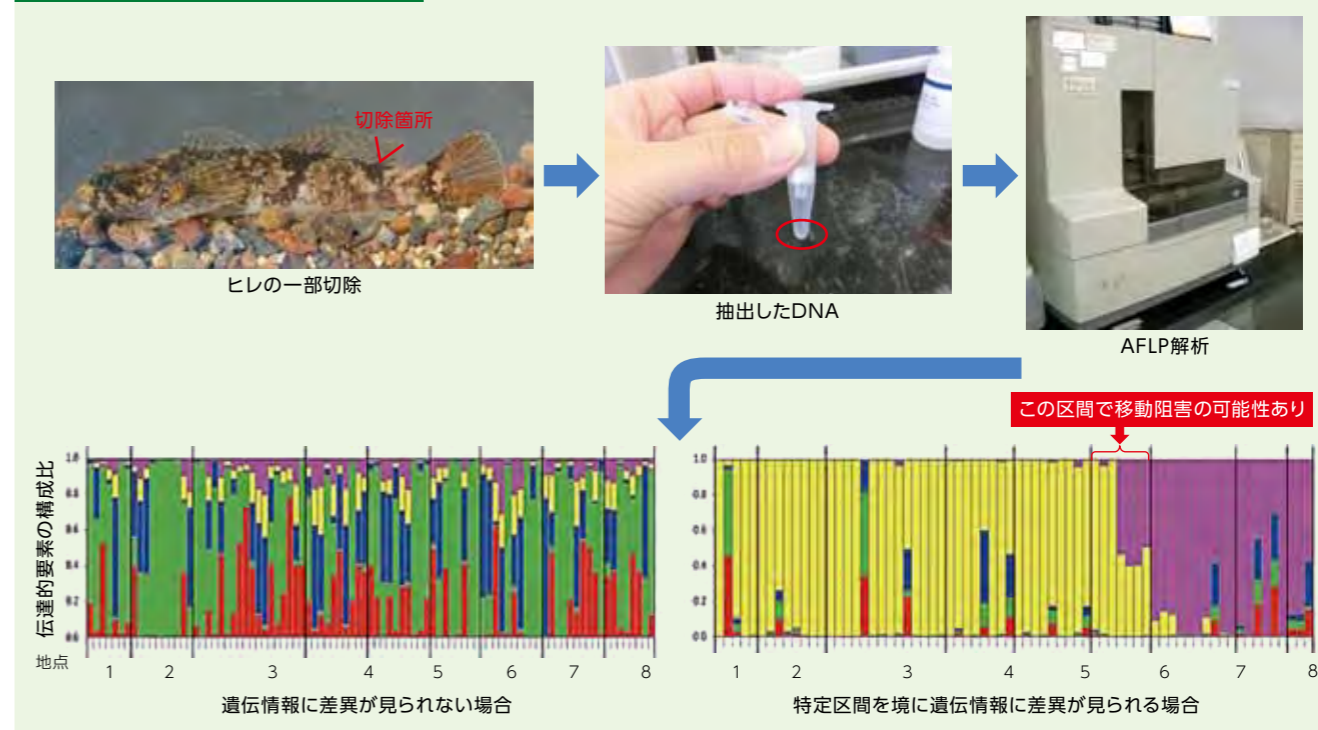
① 遺伝情報の差異の検出

遺伝情報の検出は、堰堤等の上下流部において捕獲した個体のヒレを一部切除し、DNAを抽出します。
 遺伝子分析は、検出感度の高いAFLP法を用いて行い、魚類個体群の遺伝情報に差異があるか検証します。

② 遺伝的集団構造の把握

AFLP法を用いて得られた遺伝情報により、個体間・地点間の遺伝的距離及び帰属性解析を行うことで、遺伝的集団構造を把握することが可能となります。また、遺伝的集団構造の解析により、個体間や地点間における魚類個体群の遺伝情報の差異が明らかになり、その結果を用いて、魚類の移動環境の評価を行うことができます。

遺伝的集団構造解析のイメージ



【遺伝情報を用いることのメリット】

- 目視調査では得られない科学的な分析に基づく客観的な遺伝的差異の取得が可能です。
- 微量のDNAで一度に多数の安定したデータを取得することができるため、効率的・効果的な調査の実施が可能となるとともに、分析・評価の精度が向上します。
- 河川生物の遺伝的多様性を踏まえた河川生態系の保全・管理に寄与します。
- DNAをヒレの一部や鱗等から抽出することで、魚体へのダメージが低減でき、希少魚種への適用も可能となります。

④ 業務事例・学会発表等

- 中電技術コンサルタント(株)ほか：河川事業における遺伝情報の活用に関する共同研究報告書～魚類移動環境評価の新たな手法として～【平成28年2月】
- 増本ら：遺伝情報を活用した河川事業に関する評価法の研究、平成27年度応用生態工学会研究発表会
- 山原ら：遺伝情報からみる魚類移動環境の評価に関する研究、平成26年度土木学会中国支部研究発表会

⑤ おわりに

本研究では、河川環境調査への遺伝情報の適用・実用化を目指して、遺伝情報を用いた魚類の移動環境の評価を試みました。その結果、実河川においても遺伝的集団構造の把握が可能であり、個体間や地点間における魚類個体群の遺伝情報の差異により、魚類の移動環境の評価が可能となることがわかりました。

本研究の成果や、実河川での河川環境調査において遺伝情報を適用する場合の調査計画や分析・解析を行う上での留意点などは、共同研究報告書にとりまとめています。

中電技術コンサルタント(株)では、河川事業への遺伝情報の適用をはじめとして、様々な河川環境調査手法や環境評価手法の技術開発、研究活動に取り組んでいます。

問い合わせ先 共通技術本部 環境部 ☎082-256-3356

CCTV画像処理技術の高度化による 河川管理への適用

～既存施設を活用した流量観測技術の高度化～

1 はじめに

流量観測は、河川計画の策定や日々の河川管理を行うための重要な業務であり、今後の河川機能を維持・改善していく上で必要不可欠です。従来、高水流量観測は、浮子流量観測手法を取り入れていますが、近年では以下のような課題が発生しています。

- 観測所の増加や公共事業費の節減、人員の確保や観測技術者の高齢化の問題等で、従来の浮子流量観測が実施困難となっています。
 - 局所的な豪雨等により急激に増加する洪水に対して、ピーク時の観測が間に合いません。
 - 危険水位以上の洪水に対しては、安全管理上、人員による流量観測が実施困難となっています。
- 中電技術コンサルタント(株)では、上記の課題改善に向けて、「河川砂防技術基準 調査編(平成26年改訂)」に記載された「画像処理技術」による流量観測の高度化への取り組みを行っています。

2 技術の適用場面

河川監視用のCCTVや夜間も動画が確認できる遠赤外線カメラによる撮影画像を用いて、流速が測定できる技術です。

- 河川監視カメラ(CCTV)を用いれば標定作業と解析作業だけでよく、別途、施設を整備する必要がありません。
- 観測に必要な標定作業は洪水後に実施することも可能で、費用も安価となっている。
- 自動監視により、出水の立ち上がり容易にとらえることができます。
- 10分以下の短い時間間隔で測定し、流速の時系列変化を追うことができます。
- 流速測定と同時に洪水の概況も記録でき、状況把握が容易です。
- 洪水時にも安全に流速測定を行うことができます(現地に行く必要はありません)。

3 技術紹介

①画像処理技術の概要

画像解析技術の原理は洪水時の河川表面における濁度起因する濃淡による紋様や流下物などの動きを追いかけて河川表面流速を求めるものであり、数10秒単位の時間平均の流量を求めることが可能です。

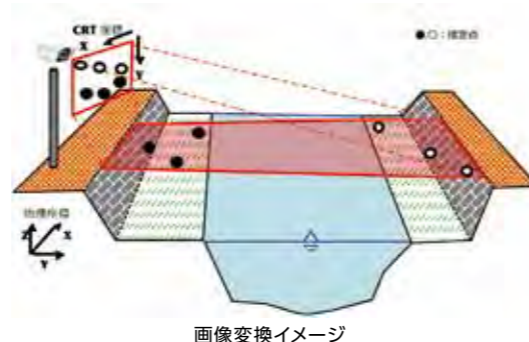
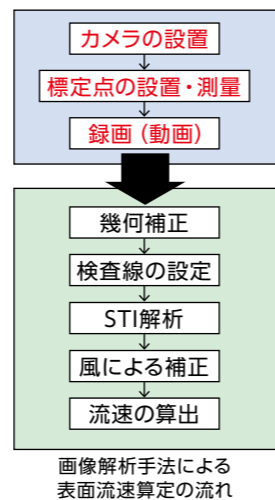
画像解析技術には、様々な手法が提案されていますが、CCTV等により撮影された河川の動画を処理して広い範囲での流速分布を求めることが可能なSTIV法を用いています。

②STIV法とは

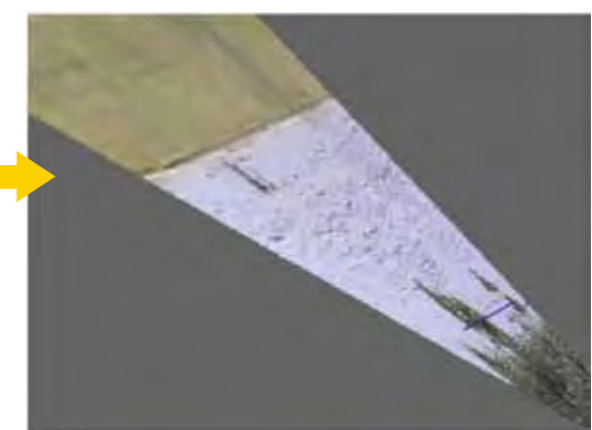
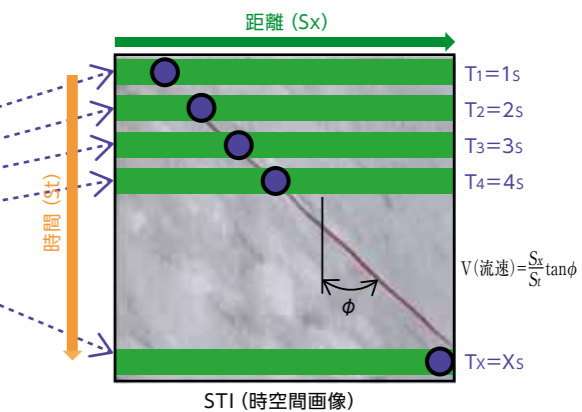
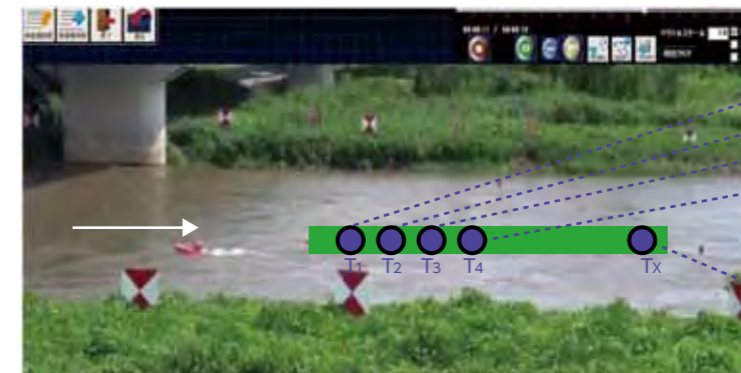
一般的に画像解析によって流速を求める際には、河川水面を真上から見た河川の動画が必要となります。CCTV等のカメラは河川堤防上に設置されていますが、撮影された画像は斜めの画像となるため、この画像を真上から見た画像に変換するために、幾何補正を実施する必要があります。そのためには幾何補正の基準となる標定点を設置する必要があります。標定点は複数設置し、その物理座標をあらかじめ測量しておきます。

画像変換イメージに示すように、画像撮影の際にはそれらの標定点が画像内に収まるようにカメラを設置します。撮影した画面内に映された標定点の座標(CRT画像)を調べれば、物理座標と座標を連立させる式が得られ、これを用いることで撮影した画像に幾何補正を施すことができます。

STIV法は流れの主流方向に沿うように検査線を設置し、検査線上の輝度の時間変化を表す時空間画像(STI)上のパターンの傾きから平均流速を求める手法です。

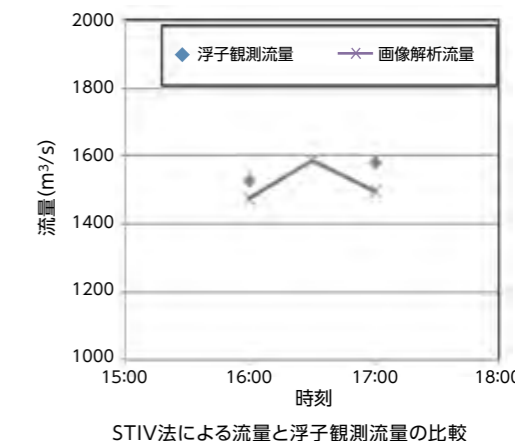


▼STIV法の概要



③STIV法による流量算定比較

STIV法による流量と浮子観測流量を比較した結果、両者の誤差は5%程度と概ね一致し、画像解析による代替手法の有効性について確認しました。



4 業務事例

- 浜田管内水文観測所外検討業務【国土交通省中国地方整備局浜田河川国道事務所 平成26年度】
(浜田管内水文観測所外検討業務 中電技術コンサルタント・河川情報センター設計共同体として実施)
- 日野川流域総合土砂管理検討業務【国土交通省中国地方整備局日野川河川事務所 平成27年度】

5 おわりに

中電技術コンサルタント(株)では、画像解析技術により、局所的な豪雨による出水や人員の確保が困難な観測地点での流量観測値の算出、さらには、平面2次元河床変動計算等の数値解析技術と合せた流量観測精度の向上等、流量観測への省力化、精度向上に取り組んでいます。

問い合わせ先 河川本部 河川砂防部 ☎082-256-3348

AIS (船舶自動識別装置) データ等のビッグデータを用いた大型船舶の航行安全性検討

① はじめに

船舶自動識別装置 (AIS: Automatic Identification System) は、VHF帯の電波を利用し、船名、船種、位置、針路、速度、目的地等を周辺船舶や陸上局に向けて自動的にリアルタイムで送信するシステムで、相互の情報交換を行うことで、船舶同士の衝突予防・海上交通安全等に利用されています。海上における人命の安全に関する国際条約 (SOLAS条約) に基づき国内では、平成20年7月以降、国際航海に従事する総トン数300トン以上の船舶 (旅客船は全て)、国際航海に従事しない総トン数500トン以上の全ての船舶に対してAIS搭載が義務づけられています。

船舶がAISを搭載等することで、船員による目視に頼らなくても前広に複数隻の船舶の船名や船種、位置等の情報を随時把握することが可能となり、船舶の衝突の危険性を低減することができます。

中電技術コンサルタント(株)では、AIS受信器などの設備を用いて、陸上で船舶の動静情報を収集し、航行実態を分析し、航行安全性の検討を実施しています。

AIS搭載義務

SOLAS条約 (海上における人命の安全に関する国際条約)	
旅客船	
国際航海に従事する総トン数300トン以上の非旅客船	
国際航海に従事しない総トン数500総トン以上の非旅客船	
船舶設備規程第146の29 (国内法)	
国際航海に従事する総トン数300トン以上の全ての船舶	
国際航海に従事する全ての旅客船	
国際航海に従事しない総トン数500トン以上の全ての船舶	

② 技術の適用場面

AISデータには以下の情報が含まれており、これらの情報を活用することにより様々な分析が出来ます。

- 動的情報：位置情報、世界標準時刻、対地進路、対地船速、船首方位、航行状態、回頭率
- 静的情報：MMSI/IMO番号 (船舶番号)、船名、全長、船幅、船種 など
- 航海関連情報：喫水、危険貨物の種類、目的地、到着予定時刻

AISデータ分析例

分析項目例	航跡の描写	通航密集域の把握	時刻別船種別隻数の把握
何が分かるか	特定船舶の動き (入出港針路)、操船方法 (着離岸、回頭操船)	特定水域の利用状況、輻輳域、他物標との位置関係	昼夜航行状況、輻輳時刻
どんな情報を使うか	位置情報、船首方位、全長、船幅など	位置情報、世界標準時刻、対地進路 など	位置情報、世界標準時刻、対地進路 など
分析結果イメージ			

③ 技術紹介

① AISデータの解析

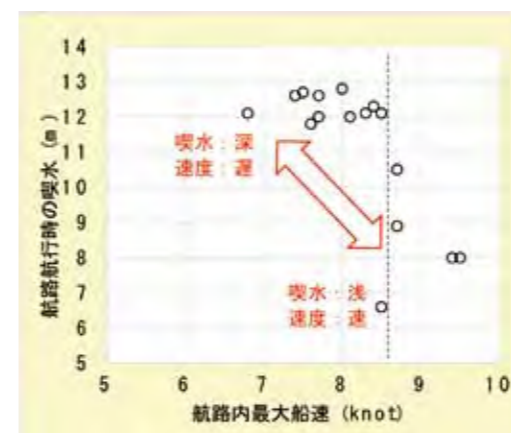
AISデータは日々発信されており、これを蓄積することにより膨大なデータとなります。中電技術コンサルタント(株)では、AISデータはビッグデータの一つであると捉え、この解析に取り組んでいます。

例えば、特定船舶の航跡だけに着目するのではなく、長期間において特定航路内における複数船舶の船首方向の傾きや船舶速度の分布状況等にも着目します。船舶は大きさや船種、積載状態、外力の状況等によって操船パターンや船体運動が異なるため、膨大なデータをこれらの条件別の視点で切り取り、特定海域の航行の傾向を解析することが重要です。この解析は、安全な運航を計画するため有用な基礎資料となります。

▼ AISビッグデータの解析イメージ



※漂流角とは、船首方位と対地針路の差。大型船舶は風圧力の影響を受けやすいため、船首を針路方向より風上側に傾けて航行する。



※自社AIS受信機で受信したデータを加工

② AIS信号の捕捉と航行安全性の検討

右図は平成27年8月、広島港五日市地区における外航クルーズ船 QUANTUM OF THE SEAS号 (16.8万総トン) 入港時の航跡です。巨大な船体ですが、滑らかなアーチを描きながら着岸している様子が分かります。

入港前に、船舶諸元に応じた適切な水域施設の検討や係留時における船体動揺による係留施設への影響分析などの総合的な航行安全性の検討が可能です。



QUANTUM OF THE SEAS号



④ 業務事例・学会発表等

- 水島港水島地区航路利用状況整理等業務【国土交通省中国地方整備局宇野港湾事務所 平成25年度】
- 博多港船舶航行実態調査【国土交通省九州地方整備局博多港湾・空港整備事務所 平成27年度】
- 潮位を利用した航路航行実態に関する分析、第41回 海洋開発シンポジウム(2016) (AISデータを用いた分析を実施)

⑤ おわりに

中電技術コンサルタント(株)では、AISデータの蓄積とビッグデータの解析手法の構築に向けてさらに取り組んでいます。

問い合わせ先 交通・都市本部 沿岸整備部 ☎082-256-3351

ICT技術を活用したトンネル事業の効率化

～施工時における地盤情報の設計・施工・維持管理での活用～

1 はじめに

国土交通省では、平成24年7月より、建設現場の生産性向上に向け、CIM (=Construction Information Modeling) を活用する取り組みが進められており、3次元モデルを活用した設計や施工管理が増加しています。このため、ICT技術を駆使し、設計・施工・維持管理等に係る各情報を一元化することで、新しい建設管理システムを構築し、事業の安全や品質確保、コスト縮減等が期待されています。

中電技術コンサルタント(株)では、トンネル事業において、設計時に作成した3次元モデルへ施工時の地盤情報を反映することで、切羽前方の地山状況を推定し、施工の効率化を支援しています。さらに、近接並行する2期線トンネルの計画や将来的なトンネル維持管理へ活用可能な技術の取り組みやタブレット端末を用いて施工時の地盤情報を簡易入力する「トンネル切羽観察アプリ」の開発を実施しています。また、トンネルCIMモデルと連携することで、施工の効率化を支援する取り組みを実施しています。

2 技術の適用場面

- トンネル設計への活用：近接並行する2期線トンネルの設計において、1期線トンネル施工時の地盤情報を反映した3次元モデルを作成することで、2期線トンネルの地質状況を予測し、調査・設計に活用できます。
- トンネル施工への活用：施工中の切羽観察データ等を3次元モデルに反映していくことで、切羽前方地山の状況を予測し施工の効率化を支援します。
- 維持管理への活用：トンネル点検時に見られた変状と施工情報を含めた3次元CIMモデルを対比することにより、変状発生要因の推定に活用できます。

3 技術紹介

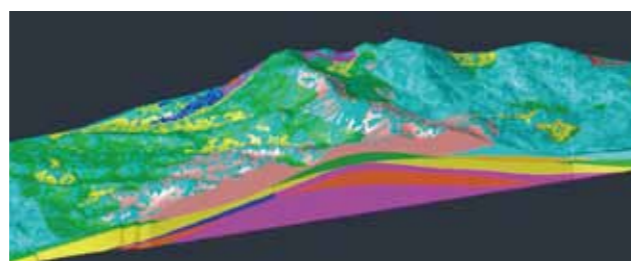
①3次元トンネルCIMモデルの活用

- トンネル設計に用いた地形データを3次元化し、地質調査（ボーリング結果、地層区分、断層破碎帯など）から得られた地盤情報およびトンネル設計データを追加します。
- 近接並行する2期線トンネルの場合には、1期線トンネル施工時の地盤情報（切羽画像、断層破碎帯など）を反映した3次元地盤モデルを作成し、2期線トンネルの調査・設計に活用します。
- トンネル施工段階では、施工中に得られる地盤情報（切羽観察データ、計測結果、先進ボーリングなど）をリアルタイムに反映していくことで、切羽前方の地質状況を予測し、補助工法の必要性の判定や支保パターンの変更など、トンネルの施工における安全性向上や効率化を支援します。
- 施工時の切羽観察データは、別途開発した「トンネル切羽観察アプリ」を使用して、現場で得られた切羽の地盤情報を簡単に取り込み、3次元CIMモデルへ反映します。

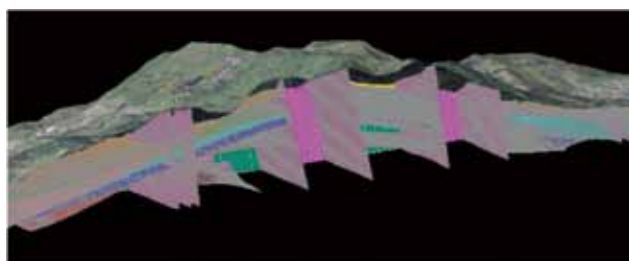
トンネルCIMモデル事例



地形及びトンネル設計データの3次元化



3次元地盤モデルの作成（ソリッドモデル）



3次元地盤モデルの作成（サーフェスモデル）



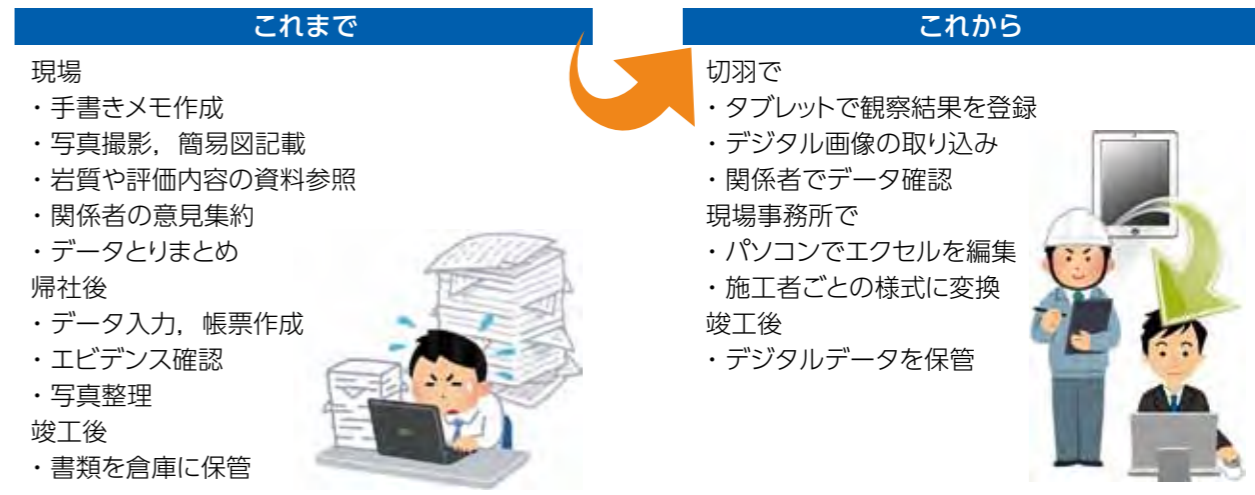
切羽観察データの反映（切羽画像を追加）

②トンネル切羽観察アプリの活用

山岳トンネルの切羽観察では、現場での切羽評価や観察メモを紙ベースで記録し、事務所に持ち帰った後の評価点の算出やデータの打ち込みによる清書など、手間や時間がかかる場合が多いことから、切羽観察の効率化及びデータベース化のツールとして、タブレット端末を用いたトンネル切羽観察アプリを開発しました。

【トンネル切羽観察アプリの特徴】

- 現場にタブレット端末を持参して観察結果をデータ登録でき、岩盤、圧縮強度、風化の状態など、画面上の項目をタップするだけで、総合評価まで設定できます。
- 登録したデータはパソコン上で編集が可能のため、簡単に報告書が作成できます。
- 当該地質における、風化、湧水、破碎状況下での留意事項が提示されるガイド機能により、トンネル工事の実績のない自治体職員や経験の浅い技術者でも容易に入力可能です。
- 竣工後は、データベースとして登録され、トンネル維持管理のデータとして活用できます。



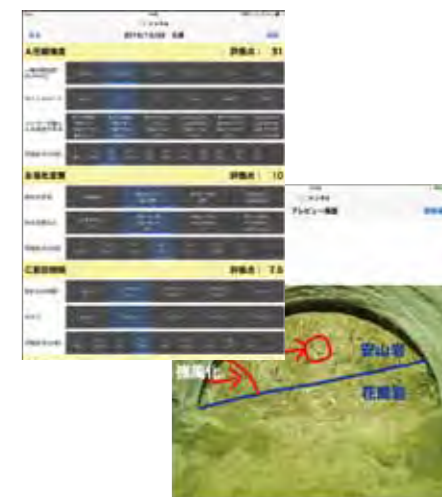
サーバー連携については、2016年度中旬頃に運用を開始する予定となっています。なお、本アプリケーションはフリーソフトであり、AppleのAppStoreからiPadにダウンロードして使用が可能です。また、現在Android版アプリケーションを開発中です。

③3次元トンネルCIMモデルとトンネル切羽観察アプリの連携

トンネル切羽観察アプリで取得した地盤情報（切羽画像、切羽評価点、岩盤、圧縮強度、採用支保パターンなど）は、3次元トンネルCIMモデルへのデータ取り込みが可能となっており、トンネルCIMモデル作成にあたって省力化が図れます。

4 業務事例

- 休山改良休山トンネル西工事【株式会社奥村組 平成27年度】
(3次元トンネルCIMモデルとトンネル切羽観察アプリの連携による活用)
- 長門俵山道路大寧寺第3トンネル南工事【飛鳥建設株式会社 平成27年度】
(トンネル切羽観察アプリの活用)



タブレット画面イメージ

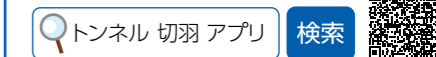
5 おわりに

トンネルCIMモデルやトンネル切羽観察アプリの活用は、現在施工中である国土交通省の山岳トンネル現場にて開始しました。また、トンネル設計時に作成した3次元モデルに対してトンネル切羽観察アプリを用いて取り込んだ地盤情報を反映し、施工と連携したCIMの活用について検討を開始しています。

中電技術コンサルタント(株)では、ICT技術を活用してトンネル事業（調査・設計・施工・維持管理）の各分野において適用できる技術開発に取り組んでいます。

トンネル切羽観察アプリ

アプリケーションは無償で利用できます。AppleのApp Storeからダウンロードください。利用条件はApp Storeの規約に準じています。(Android版も開発中)



ICTを活用した駐車場の円滑な誘導の実現

～駐車場満空情報システムの開発～

1 はじめに

観光地のオンシーズンには、車の集中的な大量流入が、駐車場への入庫待ちやうろつき車両を発生させ、それが渋滞発生の一要因となっています。

「駐車場満空情報システム」は、上記の問題を解決するため、駐車場利用者が駐車場到着前に予め満空情報を確認し、空き駐車場へダイレクトにアクセスできるよう、ICTを活用したリアルタイムの満空情報を提供するシステムです。

本システムは、中電技術コンサルタント(株)が開発したシステムで、平成27年度には大山環状道路自動車利用適正化社会実験協議会による「大山環状道路自動車利用適正化社会実験」で活用されました。

2 技術の適用場面

本システムは、駐車場への入庫待ちやうろつき車両により渋滞が発生している場所において、効果的・効率的に誘導ができるため、オンシーズンにおける観光地等の車の集中的な大量流入が多い場所で適用可能です。

システムの概要



利用可能ツール



利用対象者



3 技術紹介

【一般の方】

- 駐車場のリアルタイムな満空情報についてインターネットを通じて提供します。
- インターネットの通信環境があれば誰でも無料（パケット通信料別途）で利用できるため、様々な場所で活用できます。
- 駐車場利用者を効率的に空き駐車場へ誘導することにより、渋滞緩和はもちろん、利用者本人のイライラ防止や訪れた観光地に対する満足度向上も期待されます。
- 満空情報以外に、SNSと連動した付加価値的な情報提供も可能です。

【駐車場管理者】

- 複数の駐車場の稼働状況をリアルタイムに把握することが可能です。
- そのため、誘導・整理員の適正配置や、駐車場稼働率の平準化等に寄与することが可能です。
- 一般的なホームページを作成するイメージで制作できるため、短期間かつ低コストでシステム制作が可能です。

ご利用シーン

一般の方

●●●駐車場は空いているから、そこへ向かおう!

お出かけ前

移動中

観光中

駐車場管理者

△駐車場は満車だから
○駐車場へ誘導しよう!

駐車場から離れた場所

駐車場

【大山環状道路自動車利用適正化社会実験での実施概要】

- 鳥取県の大山は、山麓に広大なブナ林が広がり、特に秋の紅葉シーズンには例年多くの観光客で賑わいます。一方、マイカーで訪れる観光客の集中により渋滞が発生し、多くの時間が車内での待ち時間に費やされています。また、渋滞車両による排気ガスなどの影響により、自然環境への負荷が懸念されています。このため、交通渋滞解消による観光客への快適性向上や自然環境への負荷低減等を目的とした自動車利用適正化のためのパーク&シャトルバスライドの社会実験が実施されました。
- 本実験で準備した駐車場は4箇所あり、分散的に立地した駐車場間の距離は最大で約7.5kmあることから、駐車場利用者が駐車場到着前に予め満空情報をホームページやSNSで確認し、空き駐車場へダイレクトにアクセスできるよう、リアルタイムの満空情報システムを開発し実験当日に運用しました。
- 実験当日は、マイカー規制・シャトルバス運行により渋滞が解消され、円滑な周遊が可能となりました。また、観光客の約75%が満足またはやや満足と評価し、今後もパーク&シャトルバスライドの継続を希望されました。



画面イメージ

一般向け

- PC、スマホ、タブレット等の画面

「利用者はパソコンやスマートフォンで満空情報を確認できます」

管理者向け

- SNS (Twitter) 画面
- 管理者用アドレスにアクセスします。
- PC、スマホ、タブレットで簡単に入力可能です。

「駐車場管理者は駐車場の空き台数を入力します」

リアルタイムに反映

4 業務事例・学会発表等

- 県道倉吉江府溝口線（大山環状道路）社会実験業務委託【鳥取県西部総合事務所米子県土整備局 平成27年度】
- 水木ら：大山環状道路自動車利用適正化社会実験について、第68回（平成28年度）土木学会中国支部研究発表会

5 おわりに

本社会実験で、駐車場満空情報システムが駐車場利用者はもちろん管理者にも好評を得たことから、駐車場への効果的・効率的な誘導に資するソリューションであることが確認されました。本システムは、駐車場のみならず、災害時の情報提供・共有など、リアルタイムな情報提供が求められる様々な場面においても応用が可能です。

中電技術コンサルタント(株)では、駐車場満空情報システムをはじめICTを活用した様々な技術開発に取り組んでいます。

スマートメーターの電力使用量データを用いた高齢者見守り

～見守りプラットフォームの構築に向けて～

1 はじめに

高齢化社会の更なる進展を迎え、社会全体で高齢者の見守りが必要とされています。高齢者見守りシステムには様々なものが開発され実用に供されていますが、電力使用量を用いた独居高齢者見守りも有力な方法です。今後、スマートメーターが全世帯に導入された場合、スマートメーターから得られる電力使用量データを用いた様々なサービスが想定されており、見守りへの活用も期待されています。

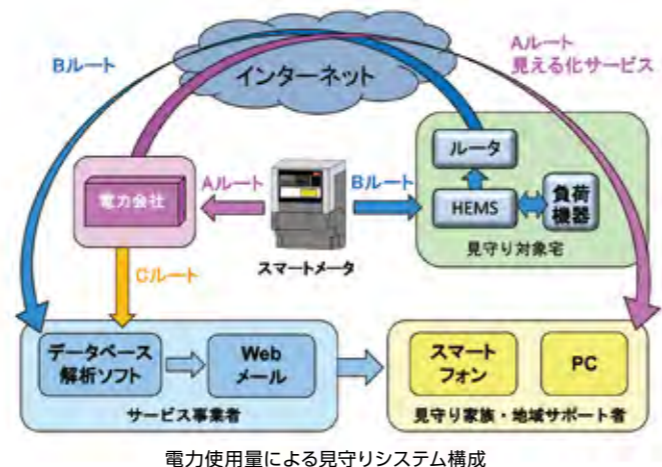
中電技術コンサルタント(株)では、平成26年より電力使用量を用いた独居高齢者の見守り支援に着手し、一般財団法人電力中央研究所が開発した見守りソフトやクラウドサーバを利用した実証システムを構築し、事業化に向けた技術検証を進めています。

2 技術の適用場面

電力使用量には、冷蔵庫や電気温水器など自動的にオンオフする機器と、在宅者が操作することにより起動する機器があります。自動的にオンオフする機器の電力使用量を除いて、在宅者が操作する機器の電力使用量の有無を検知することにより、通常の生活状態にあるかを推定します。

本システムは、緊急通報やカメラ監視などによる『直接的な見守り』ではなく、電力使用量を監視する『間接的な見守り』を特徴とします。これにより、見守り対象者の監視によるストレスの心配がなく、生活状態を基にした日常のコミュニケーションツールとしての活用も期待できます。さらに、スマートメーターからの電力使用量を使うことにより、幅広く安価でサービスを提供できます。

右図に示すように、スマートメーターの電力使用量データは、遠隔検針として電力会社に送られるAルートとそのデータを見守り等に活用するCルート、インターネット回線等を使ってデータを収集するBルートがあります。A/Cルートは30分間隔の計測値ですが、Bルートではより頻度の高いデータ収集が可能であり、見守り精度も向上します。これらを使い分けることにより、見守り対象者の環境と見守り精度の要望に応じたメニューを提供できます。加えて、本見守りスキームでは、遠方で生活する親族へのお知らせだけでなく、地域サポート者への情報提供も行うことにより、地域の安心システムとしても活用できるものにすることを目指しています。

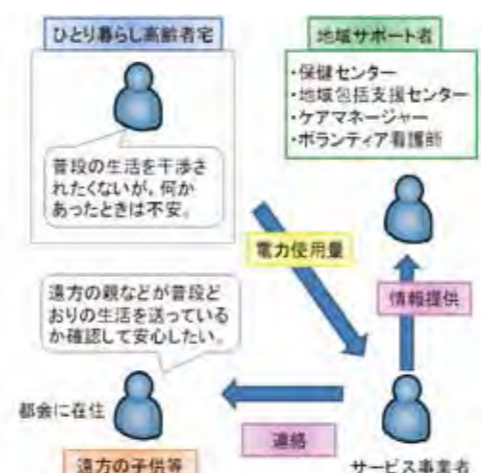


電力使用量による見守りシステム構成

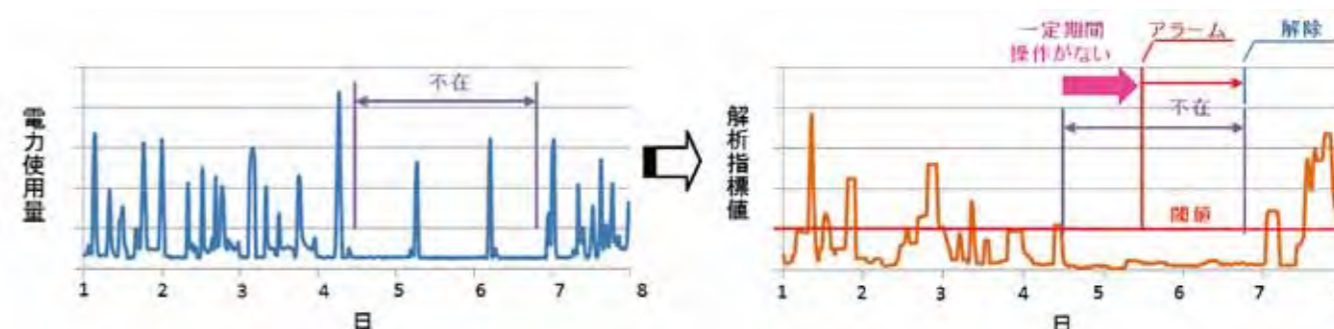
見守りシステムにおいて『通常でない状態』と判定されると、子供などの親族がパソコンやスマホで確認できるほか、地域サポート者も同様に確認できます。通常1～2ヶ月間隔の定期的な高齢者宅の訪問を行っている地域サポート者が、生活状態が『通常でない状態』を把握することにより、前倒し訪問を行うことができ、病臥の把握や、いわゆる孤独死を防ぐことの可能性が高まります。

3 技術紹介

スマートメーターは、電力会社における今後の計器取替えに合わせて更新される計画であり、見える化サービスやBルートサービスを希望するお宅は個別でスマートメーターに取替えできます。A/Cルートは専用伝送路の構築に時間がかかる場合がありますが、Bルートはインターネット回線があれば早期に構築可能です。



見守り運用イメージ

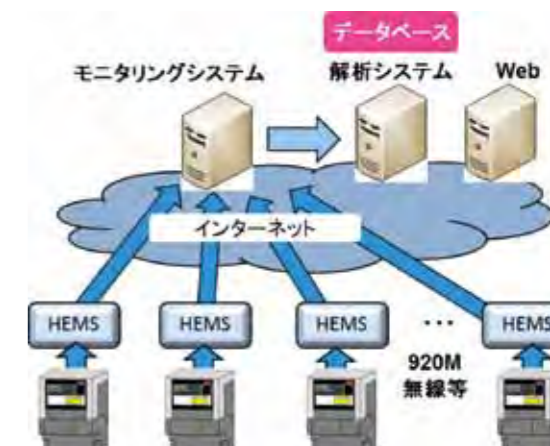


電力使用量のデータからの解析結果の例

電力使用量を用いた見守りにも様々な手法がありますが、例えば、電力中央研究所で開発された累積度数分布法などがあります。この方法は、上図左の電力使用量データが得られたとき、ある時刻で、過去数時間におけるデータ収集時刻毎の電力使用量の変化分の累積度数分布から適切な値を選び、その時刻の解析指標値として、一定時間、解析値が閾値を超えない場合に『通常でない状態』としてアラームを通知するものです。上図右の結果は、不在を『通常でない状態』として検知し、アラーム通知したケースを示しています。電力量データでは不在時にも自動で動作する機器(温水器等)がありますが、解析指標値はその影響を受けません。本例のように、不在も『通常でない状態』として検知するため、本当に『異常な状態』にあるのかは見守り者側で確認する必要があります。

【要素技術の紹介】

- スマートメーター：電力計測機能に加えて通信機能を備え、自動検針を可能とするほか、住宅のエネルギーを管理するHEMS機器等へのBルートサービスなどに対応可能な電気メーターです。
- HEMS機器：家庭で使うエネルギーを管理する宅内機器で、スマートメーターおよびインターネットに接続する機能を有しています。スマートメーターからの計測データの中継する安価な専用装置もあります。
- スマートメーター Bルート活用サービス：スマートメーターで計測したデータを宅内のHEMS機器等に向けて発信するサービスを活用し、そのデータをインターネットを経由してモニタリングシステムに収集し、取り出して解析、提供を行うものです。



スマートメーターBルートの構成例

【課題と対応方針】

- 安価で多様なメニューの提供：スマートメーターのA/Cルートでは安価で多くの世帯を対象に構築可能ですが、見守り精度は多少劣ります。一方、Bルートでは見守り精度は高く、その他のサービス展開も可能です。費用対効果を検証し、サービスメニューを提示できるよう検討します。
- 地域で見守るツールとしての活用：『通常でない状態』検知後のフォローができるよう、地域で見守るツールとしての活用を目指します。そのため、地域サポート者との連携を図ります。

スマートメーター計測値収集ルートの概要

収集ルート	A/Cルート	Bルート
データ間隔	30分値	秒単位から
単位	kWh (0.1kWh単位)	kWh, W, A
取得間隔	1～数時間程度	数分程度
宅内機器	必要でない	必要

4 学会発表等

- 岡村ら：電力使用量を用いた独居高齢者見守り実証システム、平成27年度電気・情報関連学会中国支部連合大会発表会
- 佃ら：電力使用量30分値を用いた高齢者見守りの検証、平成28年度電気学会C部門大会発表会

5 おわりに

スマートメーターからの電力量データはビッグデータとして注目されています。中電技術コンサルタント(株)では、高齢者見守りへの適用を核として、将来的には宅内機器の見守り等を含めた見守りプラットフォームの確立を目指します。

問い合わせ先 電気本部 ☎082-256-3328



中電技術コンサルタント株式会社

<http://www.cecnet.co.jp/>

■ **本 社** 〒734-8510 広島市南区出汐二丁目3番30号
TEL(082)255-5501(代) FAX(082)251-0302

■ **関西営業所** 〒532-0003 大阪市淀川区宮原四丁目1番45号
TEL(06)4807-7361 FAX(06)4807-7362

■ **九州営業所** 〒810-0001 福岡市中央区天神一丁目13番6号
TEL(092)738-3813 FAX(092)738-3814

■ **東京支社** 〒100-0005 東京都千代田区丸の内一丁目7番12号
TEL(03)5224-3456 FAX(03)5224-3458

■ **東北営業所** 〒980-0014 仙台市青葉区本町一丁目13番22号
TEL(022)397-8173 FAX(022)748-7763

■ **山陰支社** 〒690-0011 松江市東津田町長通392番地8
TEL(0852)22-0781 FAX(0852)27-4022

■ **鳥取営業所** 〒680-0812 鳥取市新品治町1番地2
TEL(0857)27-7944 FAX(0857)27-7988

■ **浜田営業所** 〒697-0024 浜田市黒川町129番地5
TEL(0855)25-2107 FAX(0855)25-2108

■ **岡山支社** 〒700-0983 岡山市北区東島田町一丁目8番10号
TEL(086)234-3530 FAX(086)234-3560

■ **広島支社** 〒734-8510 広島市南区出汐二丁目3番30号
TEL(082)256-3344 FAX(082)256-6198

■ **福山営業所** 〒720-0056 福山市本町4番5号
TEL(084)932-6831 FAX(084)932-6832

■ **三次営業所** 〒728-0014 三次市十日市南一丁目5番30号
TEL(0824)65-0641 FAX(0824)65-0642

■ **山口支社** 〒754-0002 山口市小郡下郷1225番地9
TEL(083)972-2530 FAX(083)972-6266

■ **周南営業所** 〒745-0801 周南市大字久米字東神女3196-1
TEL(0834)36-1554 FAX(0834)36-1550

