

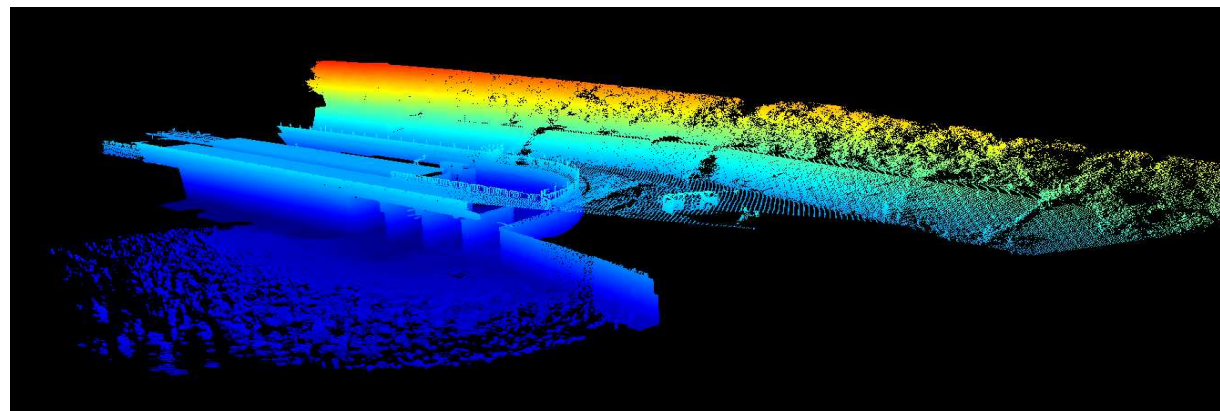
水中3Dスキャナーによる 水中構造物の形状把握、 維持管理・点検技術

～ 水中可視化技術の応用 ～

i-Construction推進コンソーシアム
ピッチイベント 2017年5月29日

いであ株式会社
国土環境研究所
環境調査部
技術開発室
古殿 太郎

Tel : 045-593-7602
ftarou@ideacon.co.jp



本日のプレゼンテーション内容

“平成27年度 国土交通省 次世代社会インフラ用ロボット
開発・導入の推進（水中維持管理技術）（直轄河川）”

1. 3Dレーザースキャナと水中3Dスキャナによる維持管理点検技術（直轄河川）

2. 水中3Dスキャナ搭載ROVによる維持管理点検技術（直轄ダム）

- ✓ 技術概要・特徴
- ✓ ロボット仕様
- ✓ 実証試験結果
- ✓ 委員会の評価

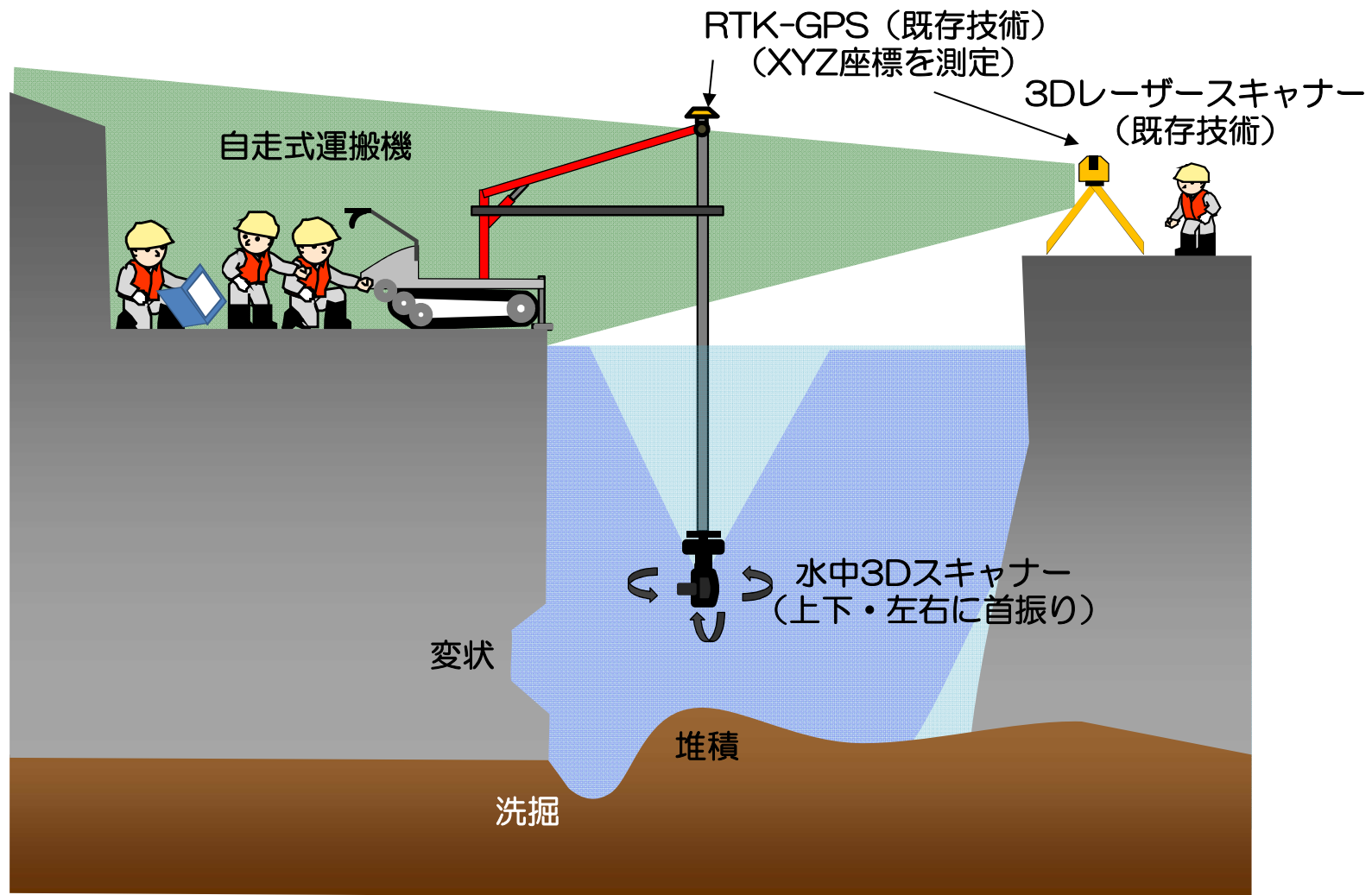
3. 調査・活用事例

- ✓ 魚礁・熱水鉱床
- ✓ 従来手法（作業船・潜水土）～



1.1 H27 次世代社会インフラ用ロボ（水中維持管理） 技術概要（河川）

3Dレーザー scanner と水中3D scanner による維持管理点検技術



1.2 3Dレーザー Scanner と水中3D Scanner による維持管理点検技術 特徴

いであ技術の特徴

“ 潜水士による目視観察やマルチビームソナーを用いた3D測量に比べて、簡易・安価・高密度に水中構造物の形状や水底の洗掘・土砂堆積状況を確認する概査手法 ”
(クラック等の小規模の変状は対象としない)

- クローラー式運搬機、水中3Dスキャナー、RTK-GPS、発電機、ノートPCで構成
- 常に電力が供給できるため、連続作業時間が長く動作が安定
- 陸上からの測定のため、流速の影響が小さい
- 水中3Dスキャナーは音響機器のため、濁水中でも測定可能
- 普通車サイズのバン1台で運搬可能
- 調査員3名で組立、測定、撤収を実施（実証試験では組立1時間、撤収45分）



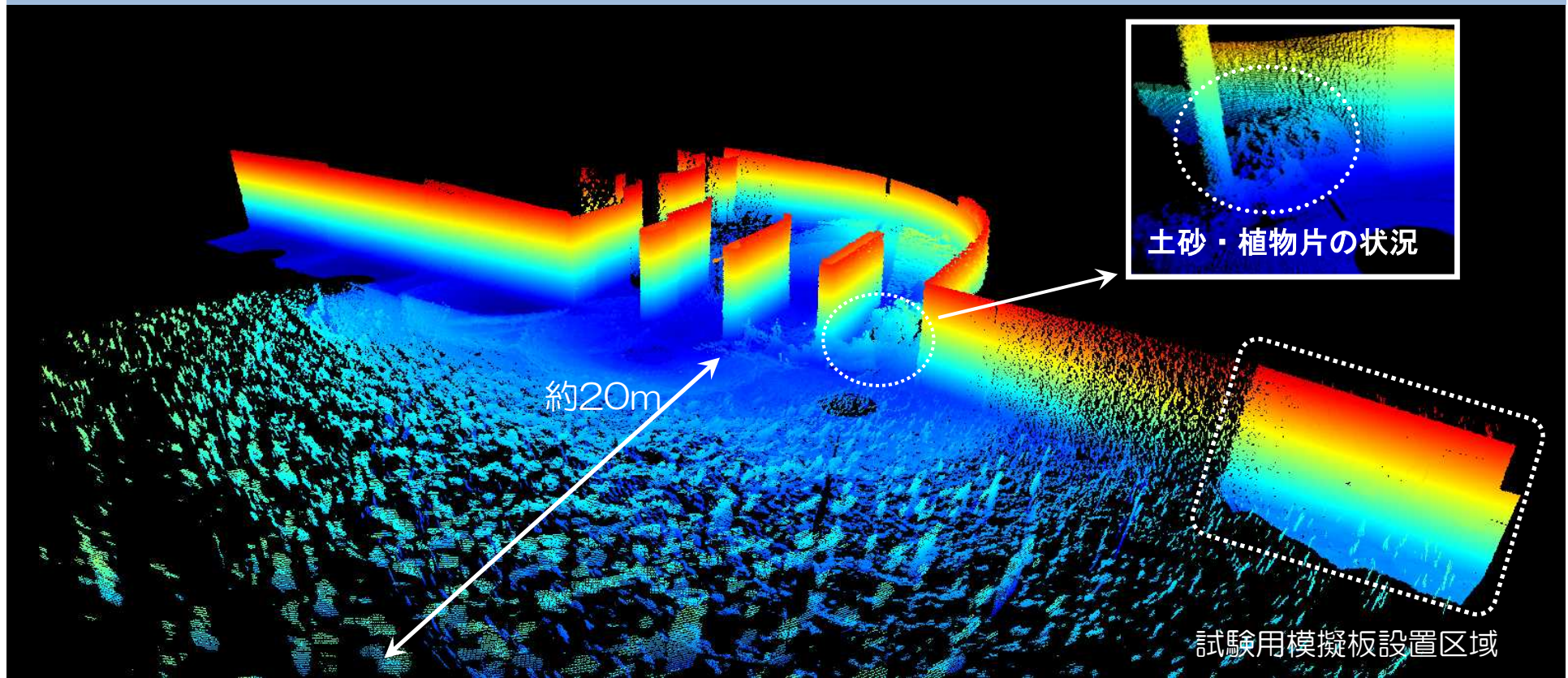
安価で高い汎用性を実証試験で証明したい！

1.3 ロボット外観・仕様



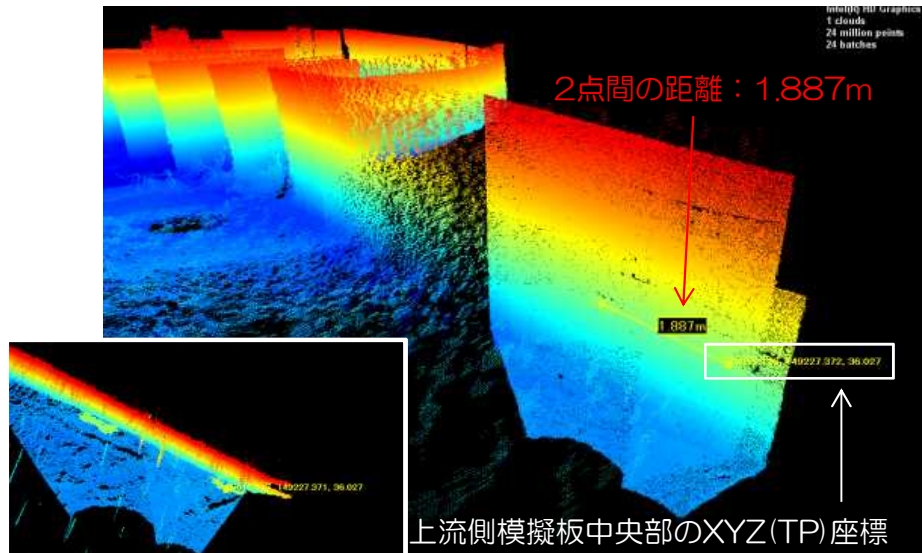
外形寸法	ソナー： 267(mm)×234(mm)×391(mm) 運搬機： 1640(mm)×605(mm)×845(mm)
アーム長	3000mm
全重量	約150kg
使用周波数帯	1350kHz
最大測定距離	30m (最適距離1~20m)
測定時間 (1回あたり)	一般的に5分 ~ 20分、 最長48分 (360° 全周測定、解像度最大時)

1.4 実証試験結果(1) 水中3Dスキャナー 直轄河川右岸 魚道呑口周辺

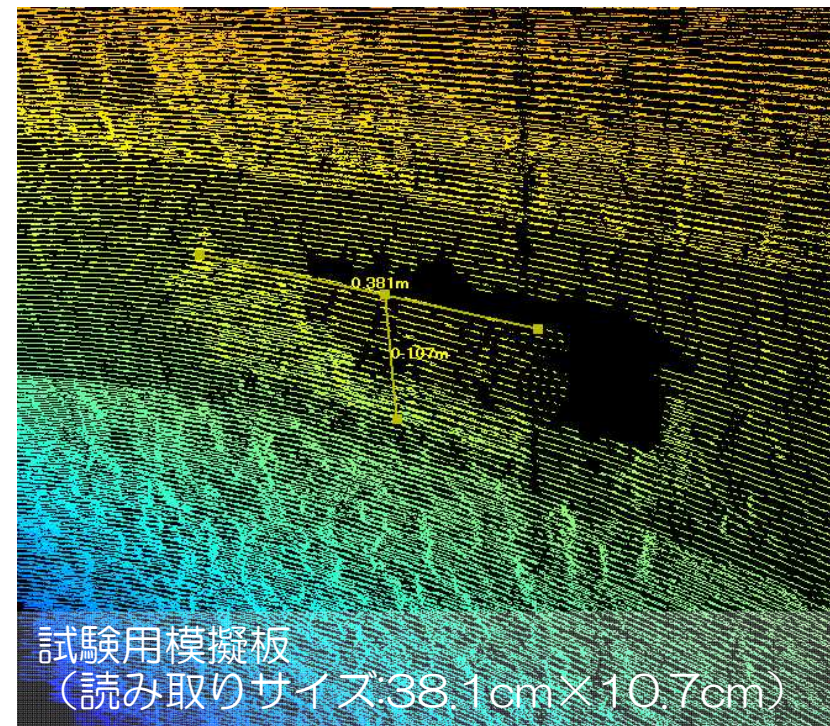
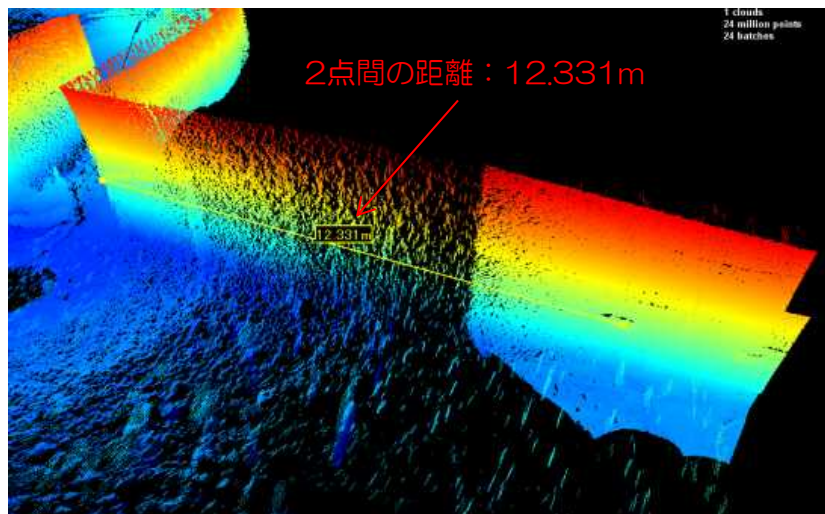


- 船舶が進入できない魚道呑口の内側も測定
- 魚道呑口周辺の擁壁や橋脚には、10cmを越えるような大きな変状はみられなかった

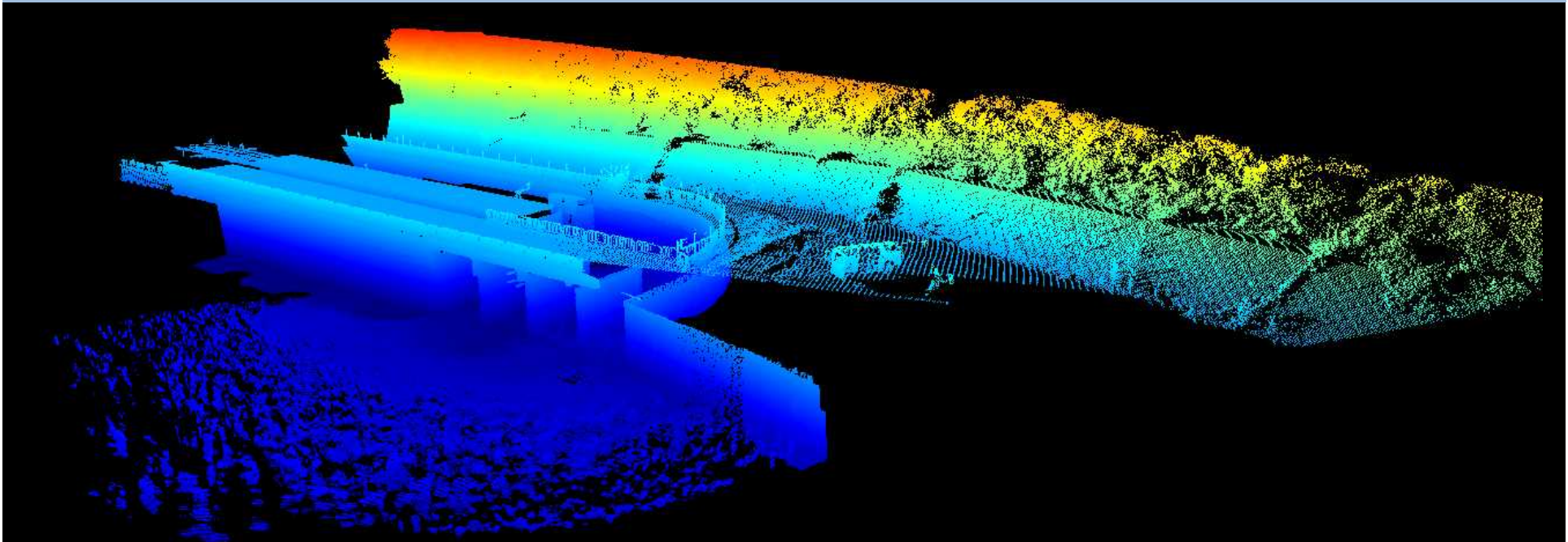
1.4 実証試験結果(2) 水中3Dスキャナー 試験用模擬板による精度確認



- 測定結果は点群モデルで表示、データ上の2点をポイントすることで点間の距離を表示
- 測定精度は概査の10cm以内をクリア



1.4 実証試験結果(3) シームレスな3D点群モデルの作成



- 陸上部と水中部の測定データを統合し、シームレスな3Dモデルを作成（任意断面の表示も可能）
- 3Dモデルは様々な角度からの俯瞰・ズームが可能（ビューワソフトは無償）
- 統合データはXYZ座標データであるため、一般的なGIS・CADソフトでの解析が可能
- 点群で測定対象物を表現しているため、任意の2点間の距離を瞬時に測定・表示
→水中構造物の形状やサイズを容易に把握可能

1.5 次世代社会インフラ用ロボット現場検証委員会 評価（河川）

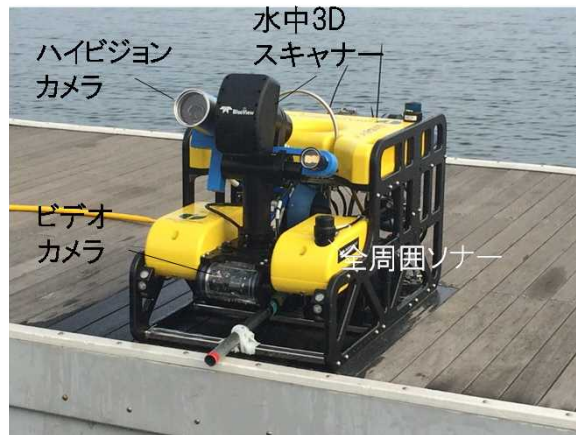
評価項目	委員評価	
濁水対応	水中3Dスキャナーにより、 濁度に拘わらず面的な状態把握 が可能。また、3D鳥瞰図から読み取った 矢板部の寸法は誤差率3%以下 という高い精度で測定されている。	◎
コスト比較	護岸1,000㎡当たりの調査費用で比較すると、従来方式（潜水士による点検）に比べて、諸経費抜き、諸経費込みのいずれにおいても 57%と大幅に低減 する。	◎
現場条件への対応 (濁度、流水、流木など)	検証時の最大流速は、魚道呑口下流側擁壁で 0.7m/sec であった	○
位置把握精度	VRS-GNSSと3D水中スキャナーを組合せて使用。指定した模擬板の 位置特定誤差は概ね10cm程度で、きわめて精度が高い 。	◎
水深20m以上への対応	検証時の水深は約3～5mで、現場では検証できなかったが、実績として、別府湾で水深約50mの魚礁測定の事例があり、 水深20mへの適用は可能 と思われる。	○
機器の搬入・撤去の容易性	機材がコンパクト で、荷下ろし用機械は不要で 人力だけで可	◎
クラック等の測定	水中3Dスキャナーの解像度では クラックの確認は困難 である	—



“**試行的導入を推薦**” かつ
“**★★★**” を取得。
平成28年度は**試行的導入を実施**

2.1 H27 次世代社会インフラ用ロボ（水中維持管理） 技術概要（ダム）

水中3Dスキャナ-搭載ROVによる維持管理点検技術



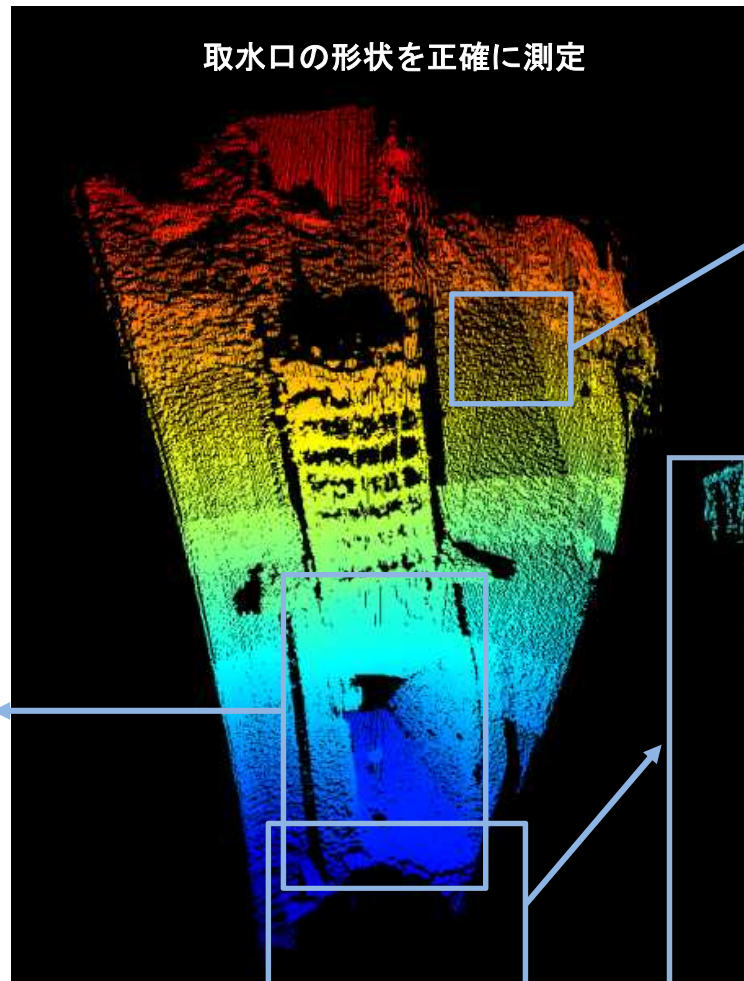
技術的特徴：高い汎用性（ダム調査に特化していない）

小型・省力	調査員3名+ROV+小型発電機+作業船 （重量約80kg、人力で揚収）
広範囲 長時間	潜水士では対応できない水深で 長時間の作業が可能
最大潜水水深 /最高速度	300m / 3ノット（約5km/h）
画像撮影	ハイビジョンビデオカメラ 操作用ビデオカメラ （外付：一眼レフカメラ、4Kビデオカメラ）
3D測量	水中3Dスキャナ+モーションセンサー （浮遊状態での測定）
その他	全周周ソナーによる監視、 音響機器（USBL）によるROV位置把握、 マニピュレーター、

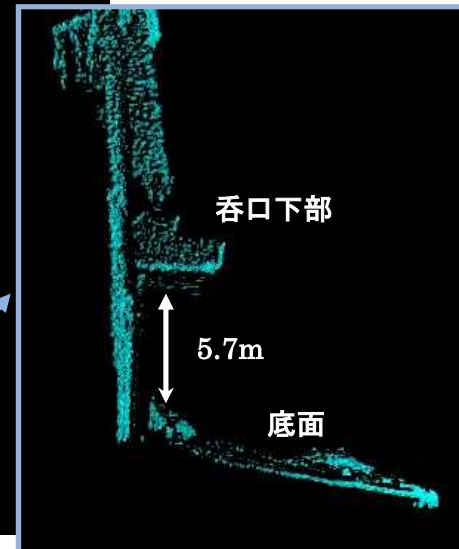
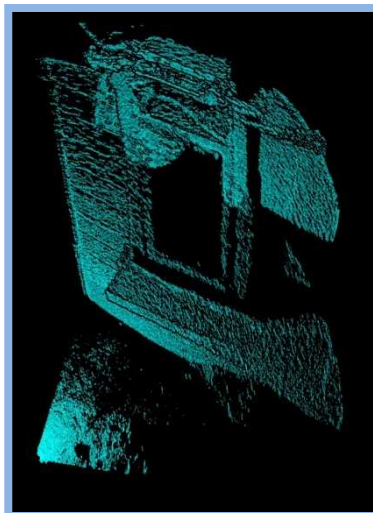
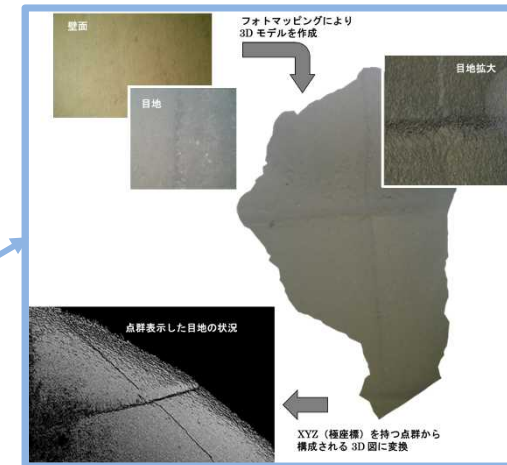
2.2 実証試験結果 取水ロゲート測定（水中3Dスキャナー、ビデオカメラ）



取水ロゲート



カメラ画像からの目地3Dモデル



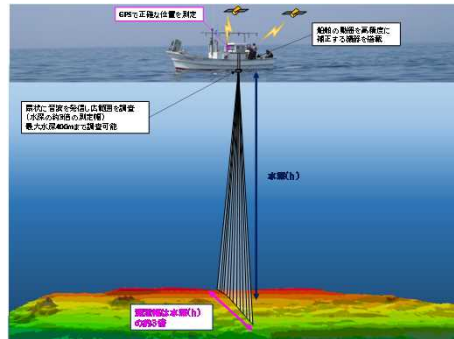
2.3. 次世代社会インフラ用ロボット現場検証委員会 評価（ダム）

評価項目	委員評価	
濁水対応	濁水中でも画像、照明技術、レーザー、音響等を使用して状態把握が可能。	○
コスト比較	水深40m以深、1,000㎡当たりの調査費用と比較すると、従来の方法（潜水土による点検等）に比べ、 <u>費用対効果の面で優位となる。</u>	◎
現場条件への対応 （濁度、流水、流木など）	濁度、水流、流木の存在等の現場条件は、現場検証場所での検証時期のものを想定。	○
位置把握精度	性能上は可能（時間切れで確認できず）。	△
水深40m以上への対応	海域で水深200mの測定実績あり	○
機器の搬入・撤去の容易性	荷下ろし用機械は不要で <u>人力だけで可</u>	○
クラック等の測定	光学カメラでコンクリート構造物表面の劣化状況等が面的に確認できる。	○
汎用性	他の <u>多くの現場において効果を発揮できる。</u>	◎

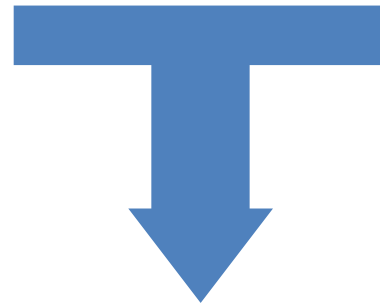


“要改良事項が解決されれば活用が期待できる”
 平成28年度にシステム全体の作業効率を大幅改善済

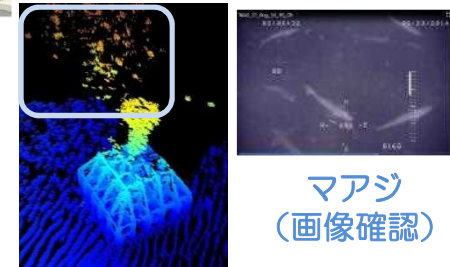
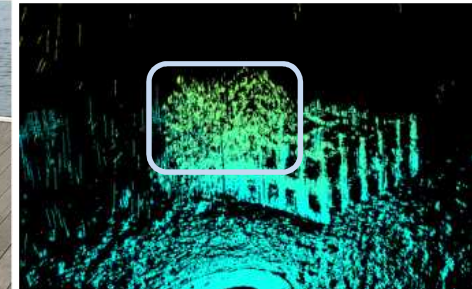
3.1(1) 調査事例（マルチビーム + ROV + 水中3Dスキャナー 水深50~100m）



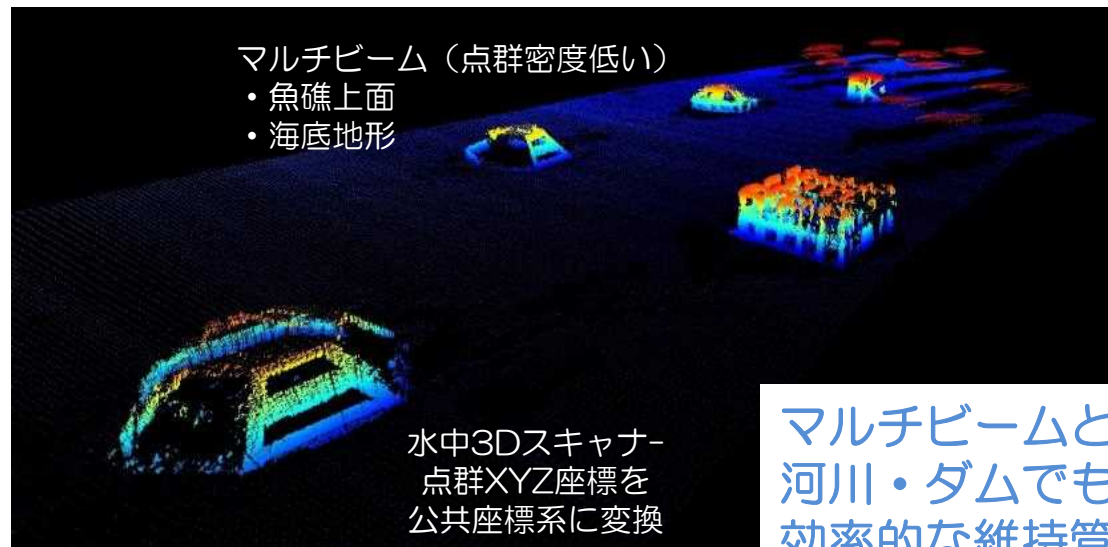
マルチビームによる
広範囲の概査



水中3Dスキャナー搭載
ROVによる精査

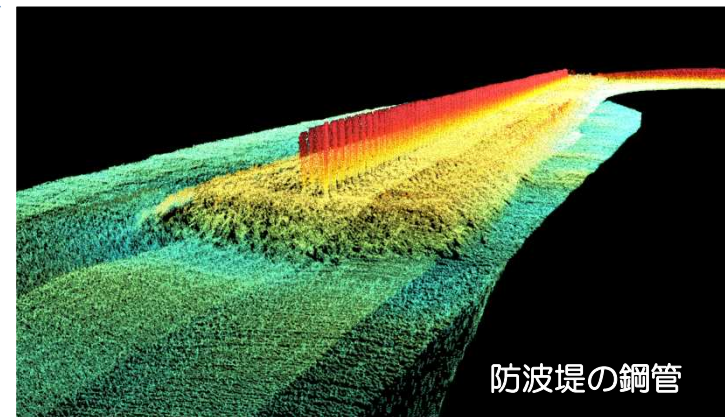
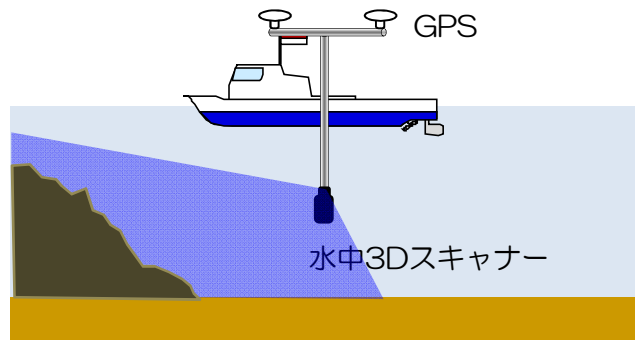
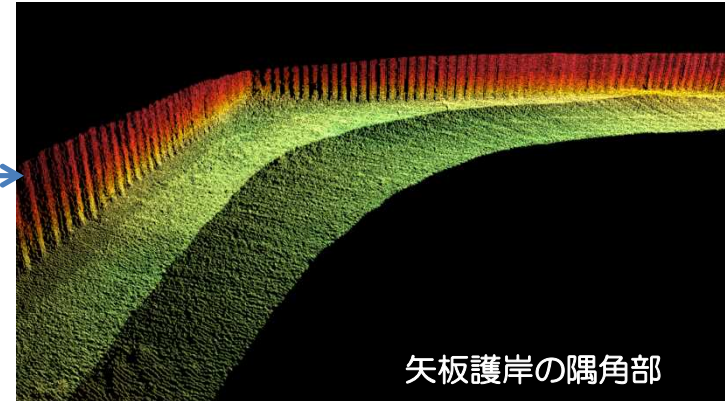
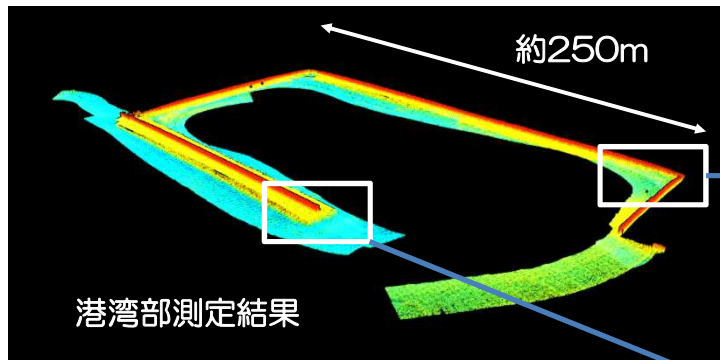


水中3Dスキャナーで
魚類集積状況も測定



マルチビームと水中3Dスキャナーを統合し、
河川・ダムでもi-Constructionに対応する
効率的な維持管理を実施可能

3.2 水中3Dスキャナーの活用事例 作業船への艀装（河川での実績も有り）



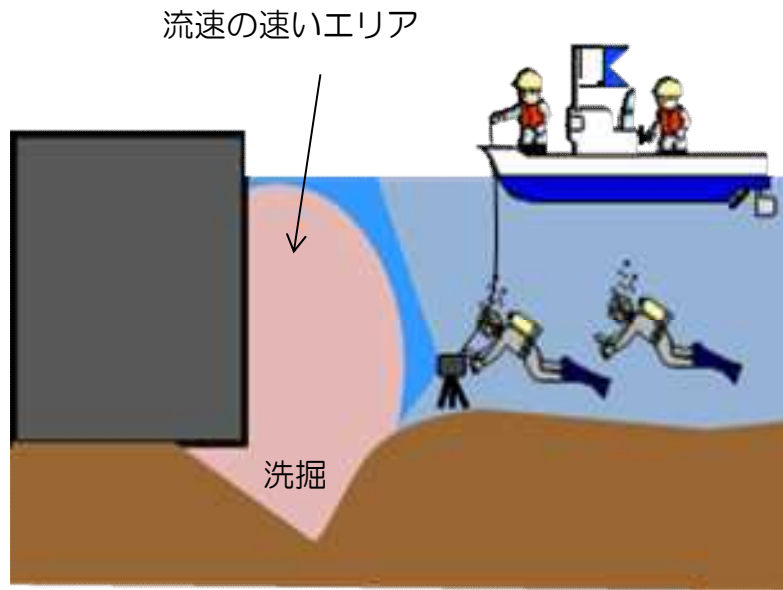
船舶から測定（モーションセンサーで動揺補正）

- マルチビームに比べ点群密度が高い
- 斜め上からの測定により対象物側面も測定

小型作業船+調査員3名で、艀装・撤収を含め1日で実施

構造物の隅角部や凹凸の多い樋門、堰の前面・下流、橋脚などに有効

3.2 水中3Dスキャナーの活用事例 船上から垂下



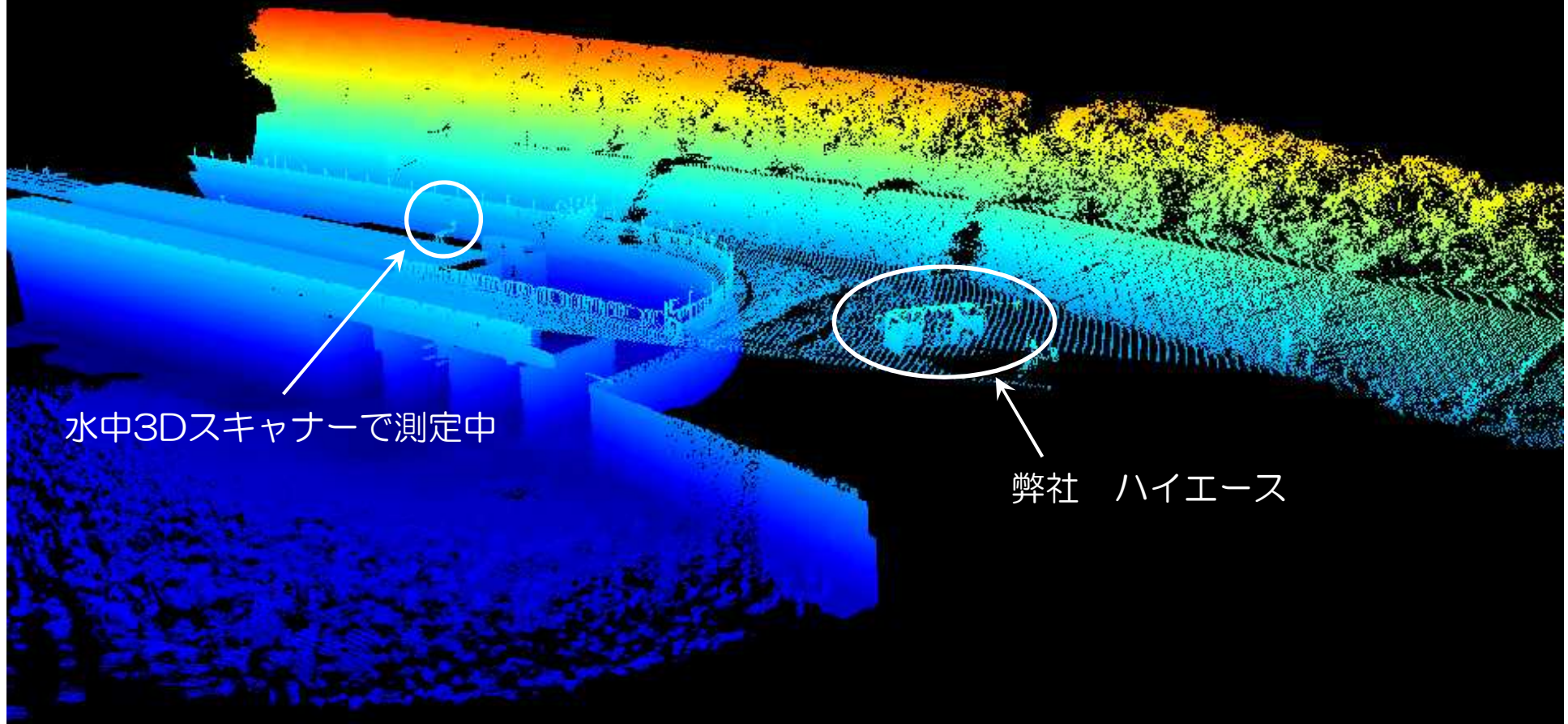
流速の緩い離れた場所に
船上から垂下。または
潜水土が固定

水中インフラの維持管理には、適切なプラットフォームと測定方法の選択が重要



IDEA Consultants, Inc.

御清聴、有難うございました。



水中3Dスキャナーで測定中

弊社 ハイエース