

Marine

B-19

下水道異常と空洞を発見する 地中レーダシステム

Laboratory

- 地中レーダ探査について
- 下水道異常と空洞を発見する地中レーダシステム

Disaster

**EE東北'25プレゼンテーション
川崎地質株式会社 山田茂治**

Ground



Marine



Maintenance

地中レーダについて



Laboratory



R&D



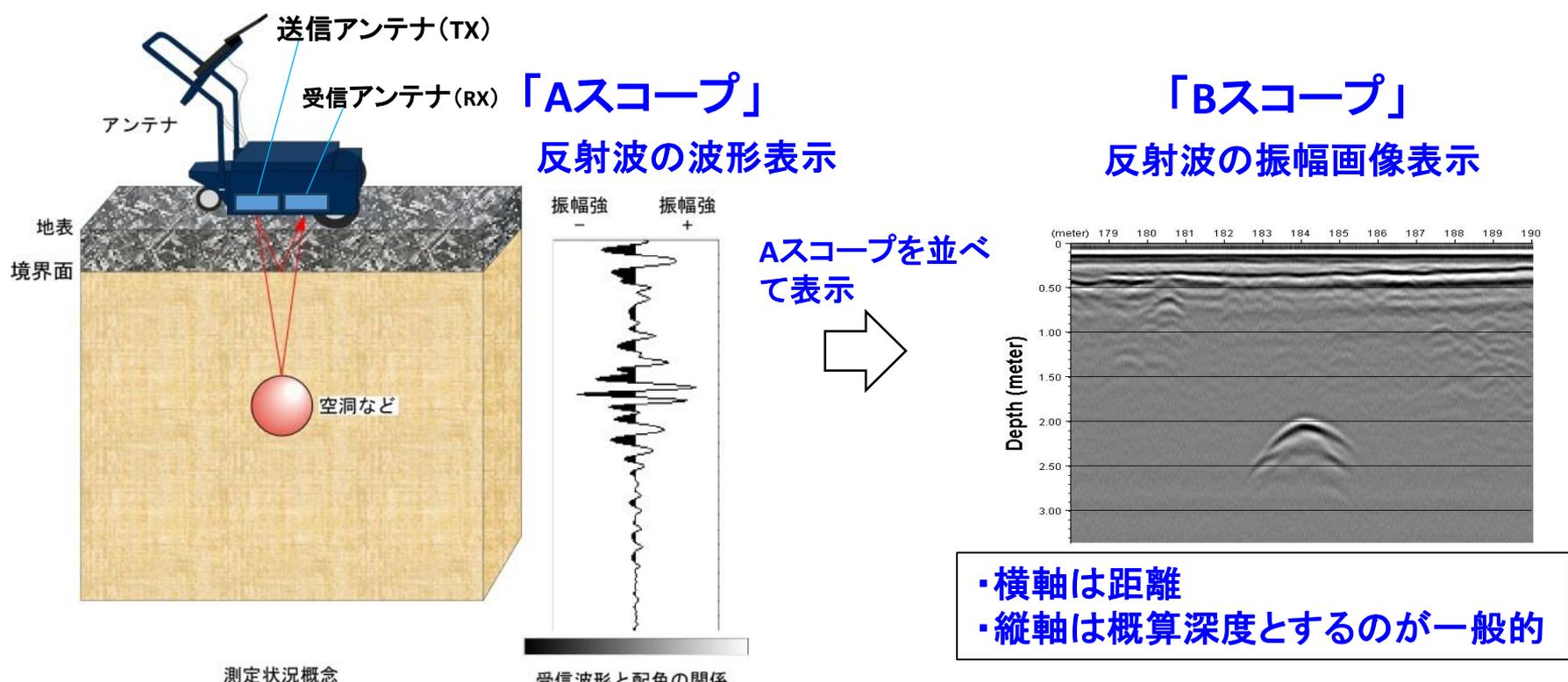
Disaster



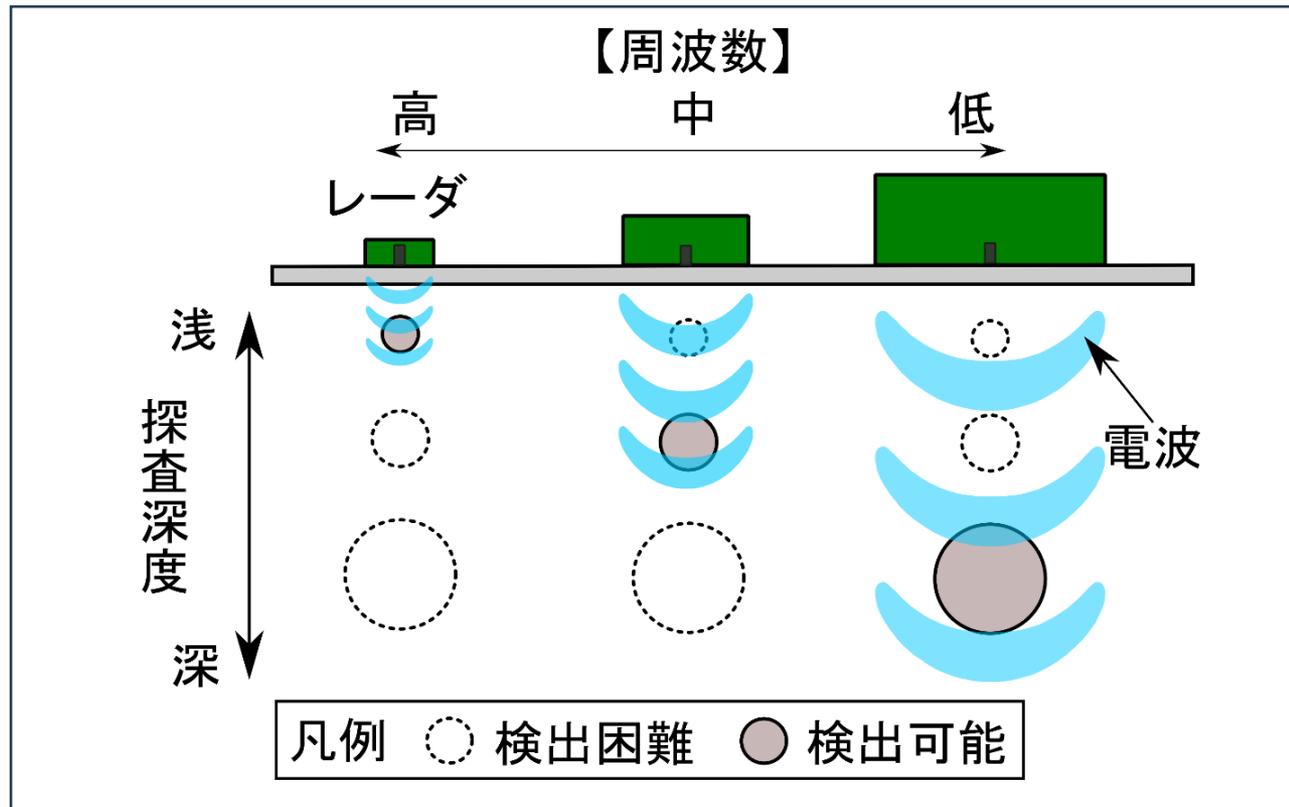
Ground

➤ 地中レーダとは？

- 電磁波を地中に送信し、地表に戻る反射波を観測 → 電気特性境界で反射
- 50MHz～4.5GHz帯の電磁波が信号 → 波長が短く、高分解能
- 送信アンテナと受信アンテナを同時に動かしながら計測 → 作業性が良い
- 空洞や鉄管で強い反射波が発生する → 空洞探査や埋設物探査が得意



- 地中レーダの検出できる大きさ(分解能) ↔ 探査可能深度
トレードオフの関係



- 目的に合った地中レーダ探査装置を使用することが重要
- 当社は、多様なラインアップにより、様々なニーズに応えることができる

➤ 保有探査装置と種類



地中レーダ装置	形式	探査深度※	検出できる空洞大きさ	周波数	装置写真
インパルスレーダ	分離型	～1m程度	15cm程度以上	800MHz	①
インパルスレーダ	カート型	～2m程度	30cm程度以上	350MHz	②
高周波チャープレーダ	車両型	～2m程度	30cm程度以上	50MHz～1100MHz	③
チャープレーダ	カート型	3～4m程度	30cm程度以上	50MHz～800MHz	④
深深度チャープレーダ (開発試行中)	牽引型	5～10m程度	150cm程度以上	50MHz～300MHz	⑤

※地盤条件、地下水位により変動

①



②



③



④



⑤





Marine



下水道異常と空洞を発見する 地中レーダシステム

Laboratory



R&D



Disaster



Ground

➤ 下水道の陥没防止に向けた道路陥没

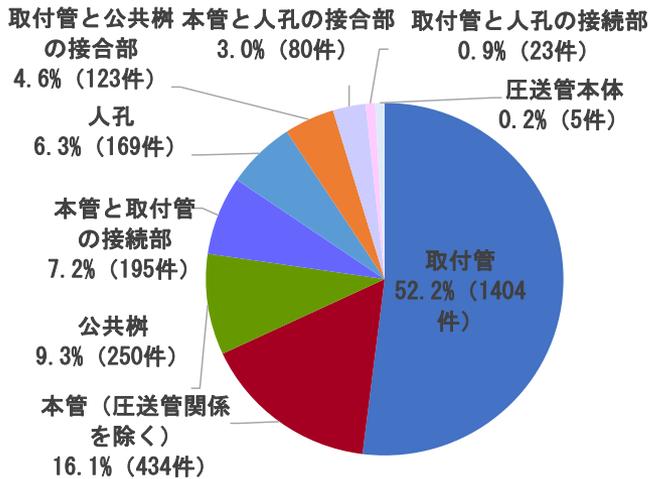


➤ 下水道管渠の老朽化による課題：道路陥没

<下水道施設が原因の道路陥没>

<道路陥没に至るプロセス事例>

約2,500件も発生(令和2年度)

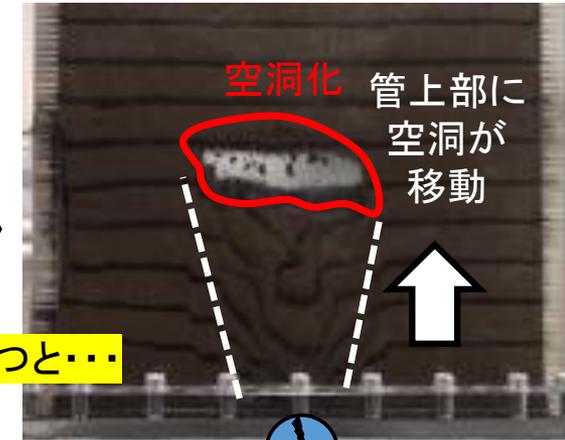


引用: 国土技術政策総合研究所下水道研究部:
国総研における下水道管路ストックマネジメント
に関する調査研究, 下水道協会誌, 2022/Vol.59
/No.712

- ①土砂を流出させるような埋設管の不具合
- ②空洞の発生・移動・道路陥没



時間が経つと...



H28年度B-DASH研究報告書(川崎地質・日本下水道事業団・船橋市共同研究体)の一部を引用・加筆

➤ 解決技術：車両型地中レーダ探査



➤ 解決技術：車両型地中レーダ探査

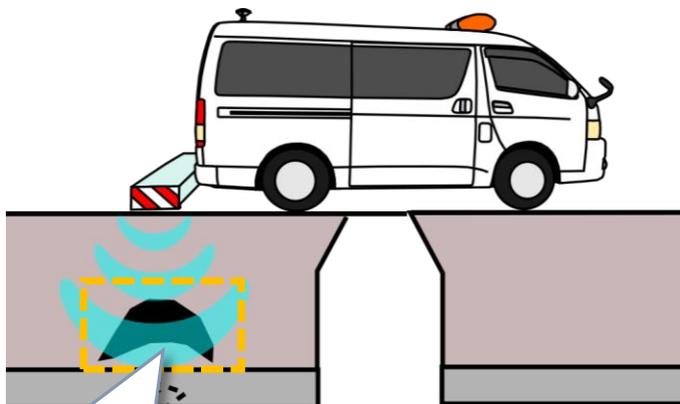
- 地中レーダ探査装置により、**地中を可視化**。
- レーダデータから、**空洞の疑いがある箇所**を抽出。
- データ(地中)の**変化をモニタリング**することで、**陥没の危険性が高まった空洞**を効率的に抽出。
- 陥没の危険性が高まった空洞箇所を特定することで、発生原因となっている**重篤な管内異常箇所**を推定。

車両型地中レーダ探査装置



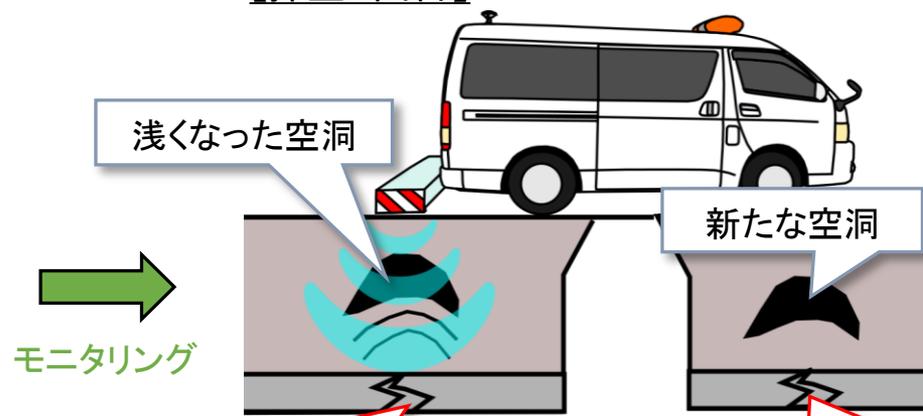
<探査モニタリング>

【探査1回目】



下水道に近接した
空洞懸念箇所

【探査N回目】



浅くなった空洞

新たな空洞

重篤な管内異常の
可能性あり!

重篤な管内異常の
可能性あり!

➤ 本技術を確立できた理由：AI判定の活用



全国どこでもレーダ探査結果をスピーディに解析！

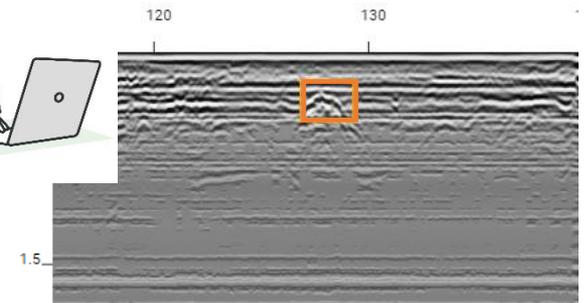
AI (LARA)



AIサーバに
データアップロード
全国どこからでもOK

サーバは社内
(東京)に設置

webアプリで結果を確認



全国のレーダ現場

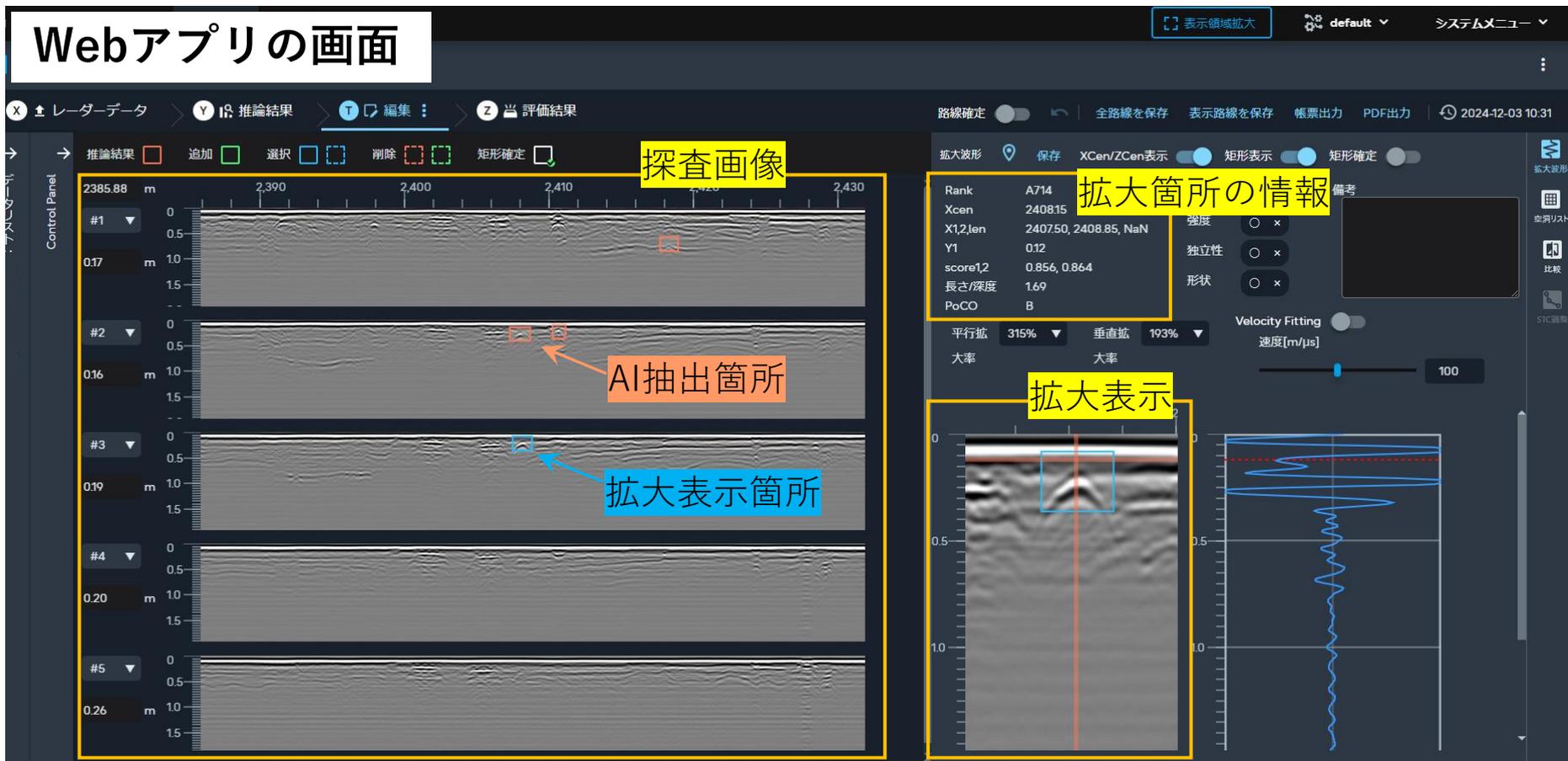
全国どこからでもOK

➤ 本技術を確立できた理由：AI判定の活用



◆ 空洞検出AIシステム(LARA)

Webアプリの画面



データのアップロード

AIによる自動推論

推論結果の表示

結果の分析

結果の書き出し (pdf、csv、エクセル帳票)

▶ 実証試験結果：変化する空洞反応の探知



◆ 試験距離：延長約160km

◆ 変化した空洞についての成果

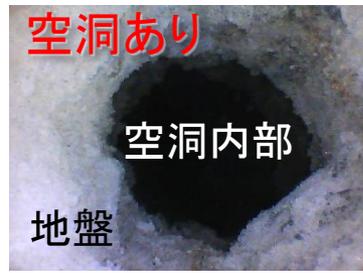
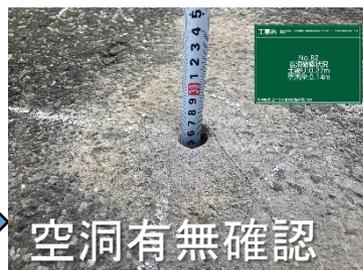
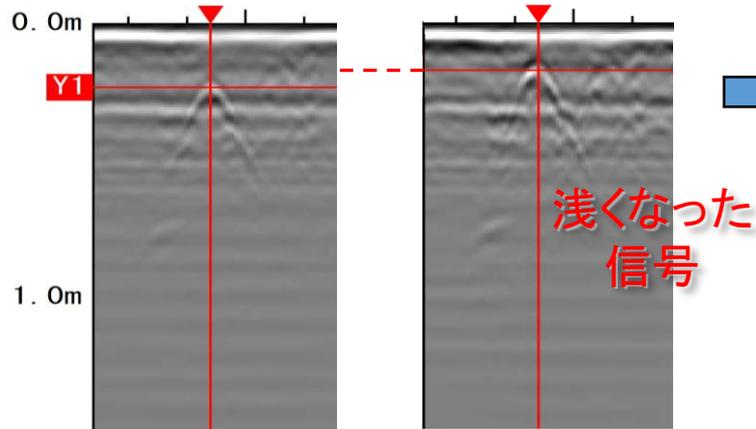
- ・ 変化した可能性がある：0.03m/年以上で浅くなる → 全19箇所発見 → **全部空洞！**
- ・ 上記変化空洞下部の下水道管内では、17箇所/19箇所で管内異常を確認
(変化量0.06m/年以上の変化空洞では全ての管内で管内異常を確認)

◆ 対象施設：本管、取付管、マンホール

◆ 調査頻度：年3回実施(秋、梅雨後、夏)。

変化した空洞事例

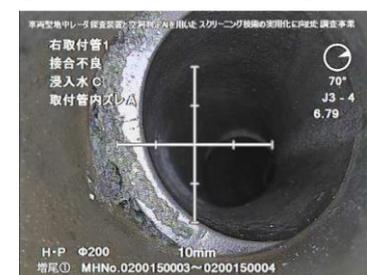
2020年10月取得 → 2021年11月取得



【本管の異状例】



【取付管の異状例】



➤ 今後の新しいサービス（下水道分野でも展開）



◆N-GPR(LARA搭載型ネットワークレーダシステム)

車両を選ばず地中レーダ探査装置を容易に脱着！

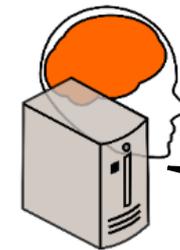
道路パトロールや別途調査等と併用して、地中レーダ探査が実施可能！！



- ◆ 道路管理における調査コストの削減
- ◆ 複合的な技術提案による調査内容の高度化

あらかじめ別途ヒッチメンバー加工が必要です。

報告書はAIを活用し、迅速かつ効率的に作成。

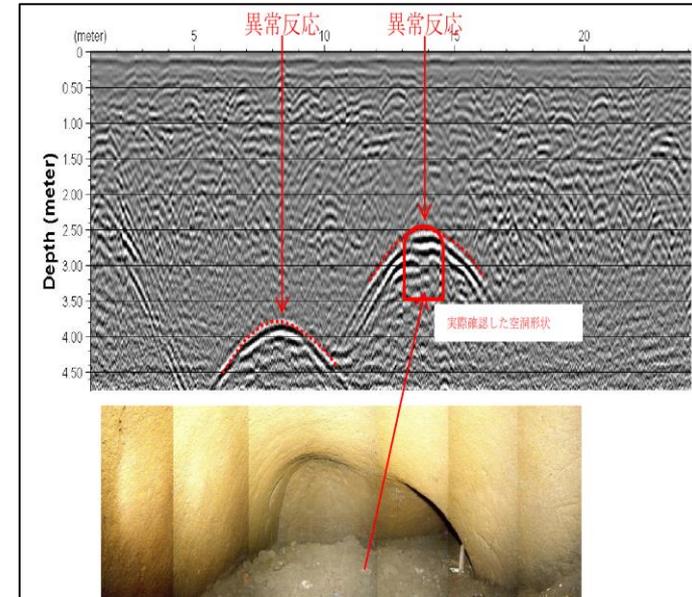
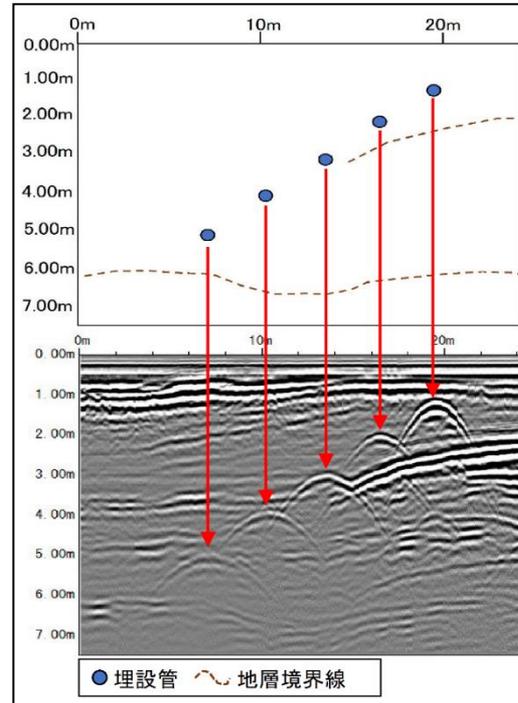


・装置の販売やレンタルを含めて検討中

➤ 今後の開発、更に深深度へのチャレンジ



＜チャープ送信方式採用により探查可能深度向上＞



➤ 流域下水道やシールド工事前後の空洞調査に適用できるように、上記レーダ装置の車載化を進めています

➤ 本技術の実証事業先、共同研究先



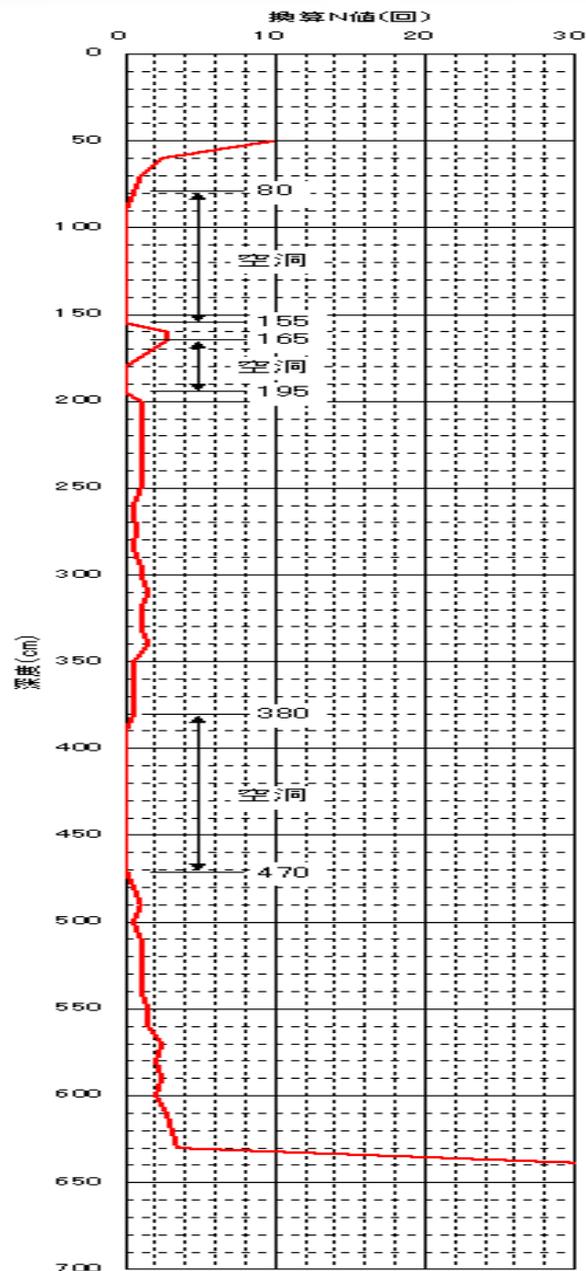
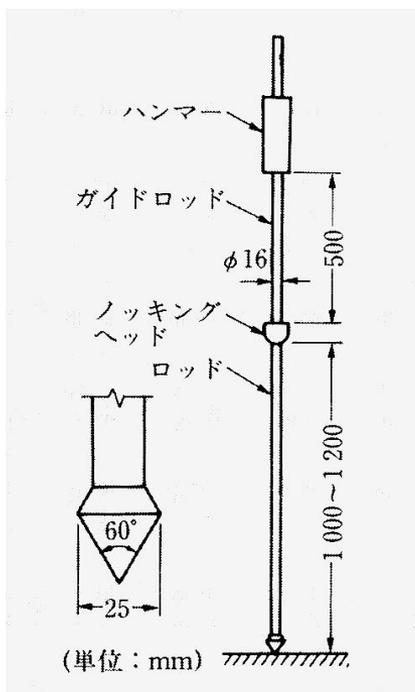
本技術は、国土交通省様による下水道革新的技術実証事業（B-DASHプロジェクト）を通じて確立した技術です。
また実証事業では、下水道のプロ集団である日本下水道事業団様のご指導を仰ぎ進めております。

機関名	連絡先
国土交通省 国土技術政策総合研究所	下水道研究部 下水道研究室 〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地 TEL 029-864-3343 FAX 029-864-2817 URL http://www.nilim.go.jp
《問い合わせ窓口》 川崎地質株式会社	関東支社保全部 〒108-8337 東京都港区三田2-11-15 TEL 03-5445-2080 FAX 03-5445-2094 URL https://www.kge.co.jp/
地方共同法人 日本下水道事業団	技術開発室 〒113-0034 東京都文京区湯島2-31-27 TEL 03-6361-7849 FAX 03-5805-1806 URL https://www.jswa.go.jp/

➤ 空洞の確認調査(貫入試験)

◆簡易動的コーン貫入試験の導入

- 手軽に空洞確認と緩み領域を把握可能
- 空洞発生要因の推定
- N値への変換が可能
- 対策領域の提案

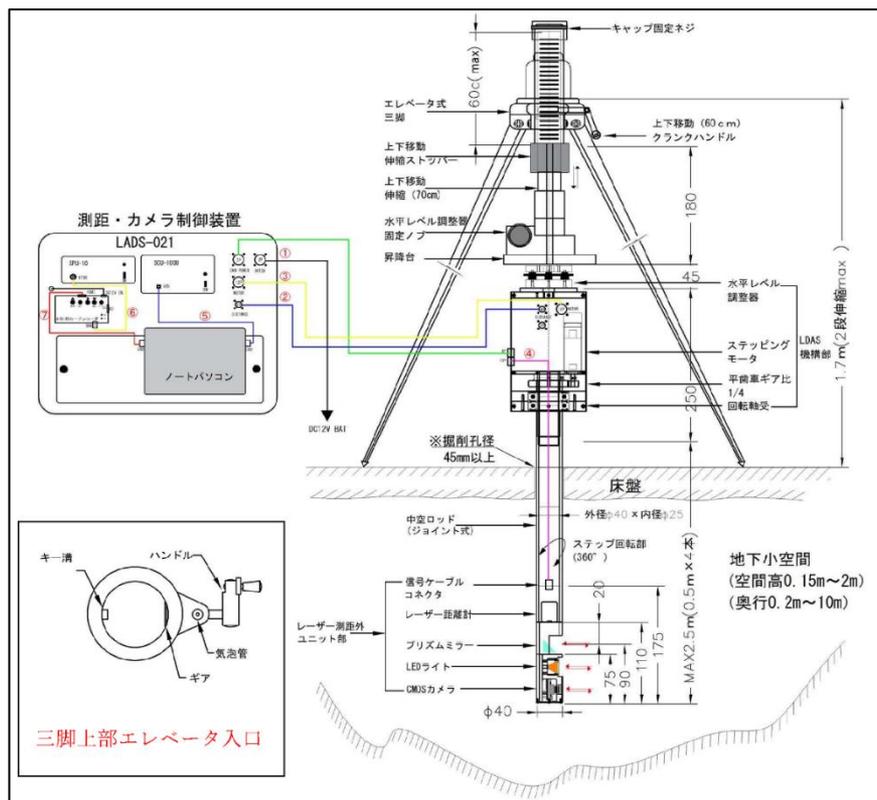




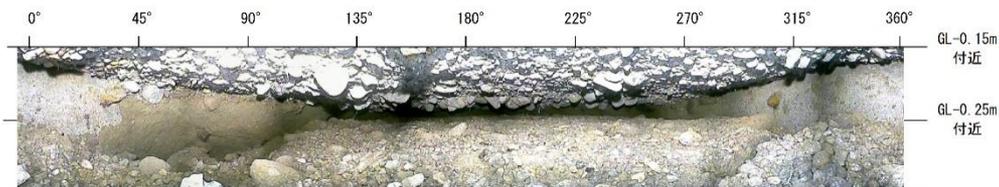
空洞の確認調査(空洞内の可視化、測量)



◆空洞カメラ・内部測量システム(浅部用)の導入 ・内部映像の確認と同時にレーザー測距が可能



項目	基本仕様
型式	LADS-021
メーカー	(株) エスジオップ
測定精度	±1mm
空間測定条件	高さ0.15~2.00m、奥行0.2~10.0m (反射条件により異なる)
計測可能深度	最大2.5m
外径	40mm



➤ 調査には、表面のコア削孔(Φ45mm以上)が必要

Earth Doctor

ご静聴、ありがとうございました。

 川崎地質株式会社

Earth Doctor, It's KGE

We are "One Piece" in the creation of a hopeful future.