

自立走行式水路トンネル調査ロボット Tunnel-Rover[®]

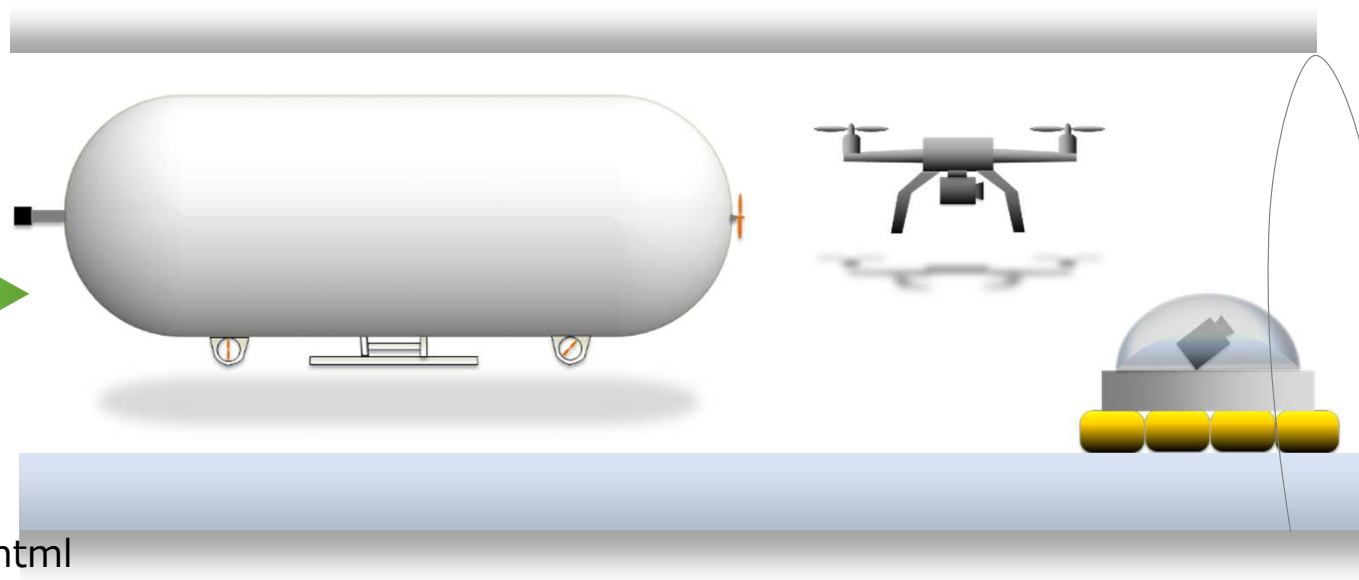


1. 開発背景

導水路トンネル・水路トンネルの調査点検

- ✓ 点検調査は調査員による近接目視による手法が一般的であるが、小断面かつ長距離の施設が多く、点検者への負担が大きい。

調査ロボットの活用によって効率化が期待



出典：<https://www.yon-c.co.jp/hydro/hydro.html>

1. 開発背景

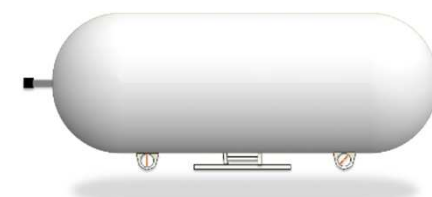
【類似技術との比較】 ドローン

- ・ 飛行時間が短く、長距離トンネルでの適用が難しい



浮体型ロボット

- ・ 水流がないと調査不可、機体の制御が難しい



飛行船型ロボット

- ・ 風況によって、機体の制御が難しい

走行型ロボット

- ・ 路面を走行するため安定した走行制御と長距離走行可能



2. 開発内容

■ 開発内容

- ✓ 走行型の調査ロボット：「自走式水路トンネル調査ロボット（プロトタイプ）」を開発
- ✓ 国立大学法人佐賀大学（伊藤研究室）と共同開発
 - 2022年度：導水路トンネルと鉄道トンネルにて、試験調査。性能確認済
 - 2023年度：カルバートボックスでの試験調査。適用範囲の拡大検証

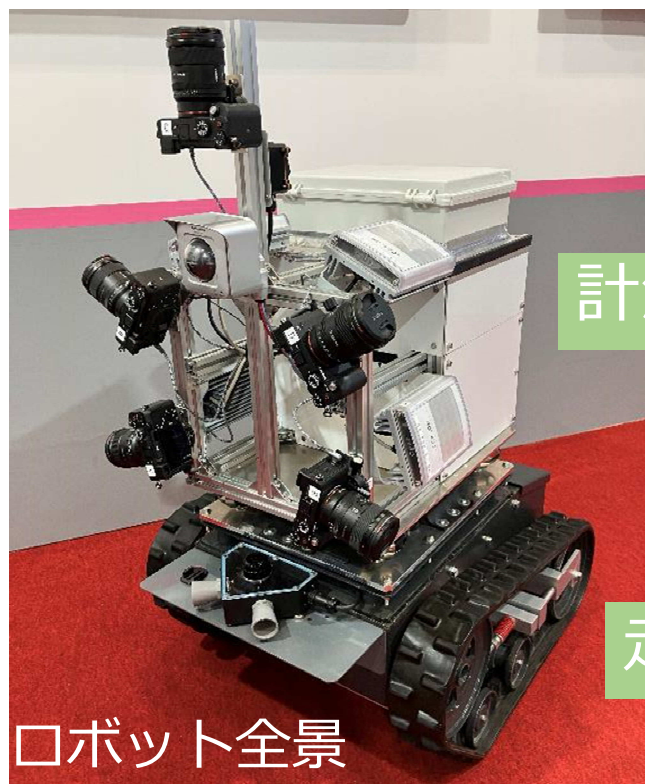
■ 本装置の「強み」

- ✓ 一般的な人員目視による概略点検の代替が可能（調査の省人化・効率化）
- ✓ 点検者の点検作業に対する負担低減
- ✓ 点検結果記録の電子化（全線）。次回点検以降の重ね合わせ

2. 開発内容

■ ロボットの概要

- ロボットは、水路内を自律走行し、坑内壁面の高精細な画像を取得可能
- 取得画像から、AIによるひび割れ検出および展開図作成が可能



計測部

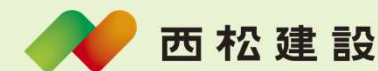
走行部

ロボット全景

項目	仕様
適用断面	目安：SL幅2.5～6m以下 ※現場条件を要確認
機体寸法	全長910mm×全幅700mm×全高1310mm (高さ内訳：走行部460mm＋計測部850mm)
重量	約210kg（走行部150kg・計測部60kg）
走行速度	最高約2km/h
電源	バッテリー駆動
稼働時間	最大約3時間（最長計測距離片道：3km）
適用水深	200mm以下
カメラ解像度	2,400万画素（ひび割れ検出最小幅：0.1mm）
リモコン操作	見通し200mの範囲は手元のリモコンで操作可能

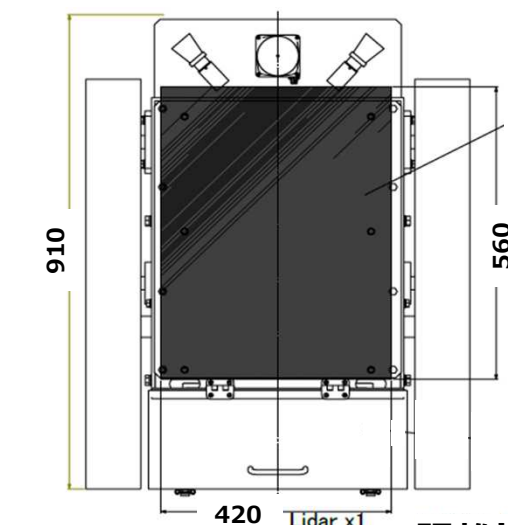
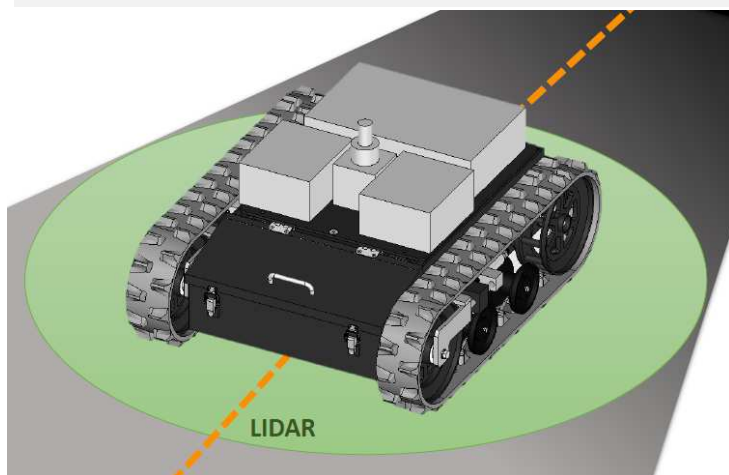
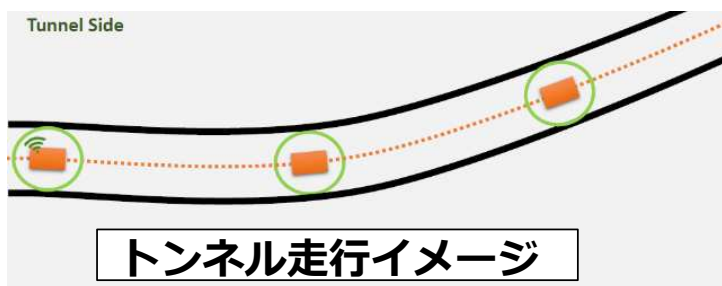
2. 開発内容

まかせられる人が、いる。



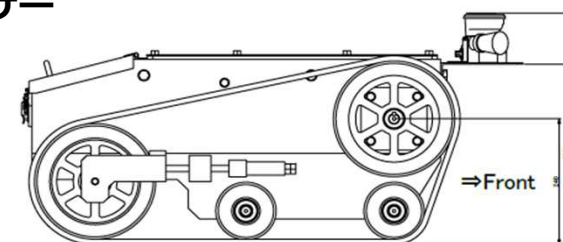
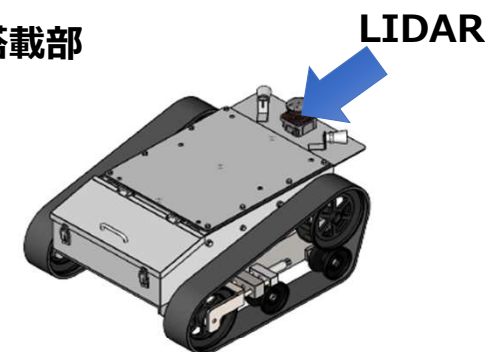
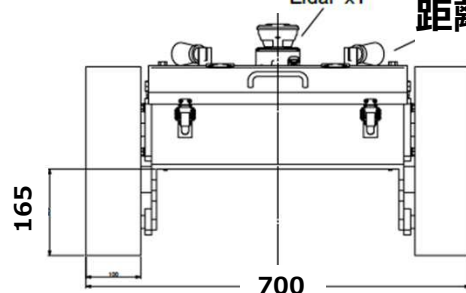
■ 走行部

- ✓ LiDARによりトンネル壁面との位置関係を連続的に把握し，トンネル中央部を維持しながら自律走行が可能



計測ユニット搭載部

距離センサー

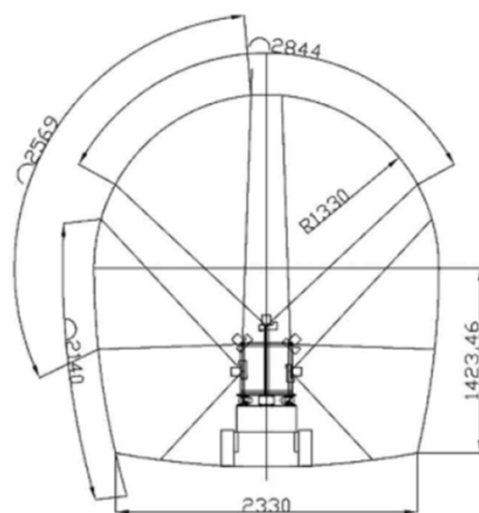


シャフト部は
地上高240mm

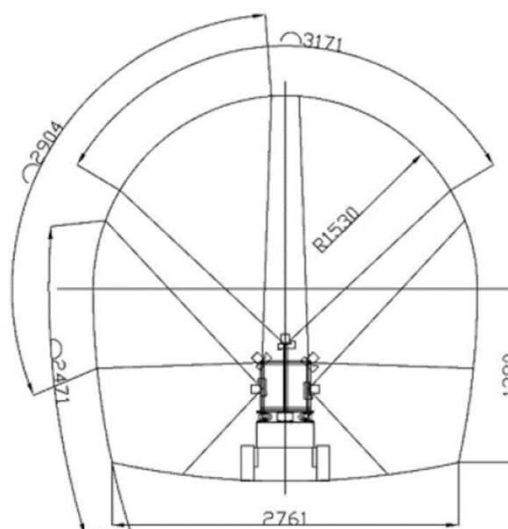
※LiDAR (Light Detection and Ranging) : レーザー光を用いて物体までの距離を測定する技術

2. 開発内容

- 試験調査：導水路トンネル
- ✓ 性能確認：水路トンネル内を自律走行可能であるか
- ✓ トンネル幅（インバート）：約2.4m～2.8m
- ✓ 走行速度：約1.5～2km/h, 約1kmの自律走行試験（往復）を実施し、トンネル中央部に沿って自律走行できたことを確認（曲線区間あり）



修復断面部：インバート幅約2.4m



標準断面部：インバート幅約2.8m



検証状況

2. 開発内容



まかせられる人が、いる。

 西松建設

- 計測カメラ（一眼レフ）を半円形状に配置し、坑内壁面の高精細な画像を撮影
- 照明を搭載することで、暗い坑内でも高精細な画像を取得可能
- 計測カメラとは別で、広角のビデオカメラを前後に配置し、坑内全体の状況を撮影可能

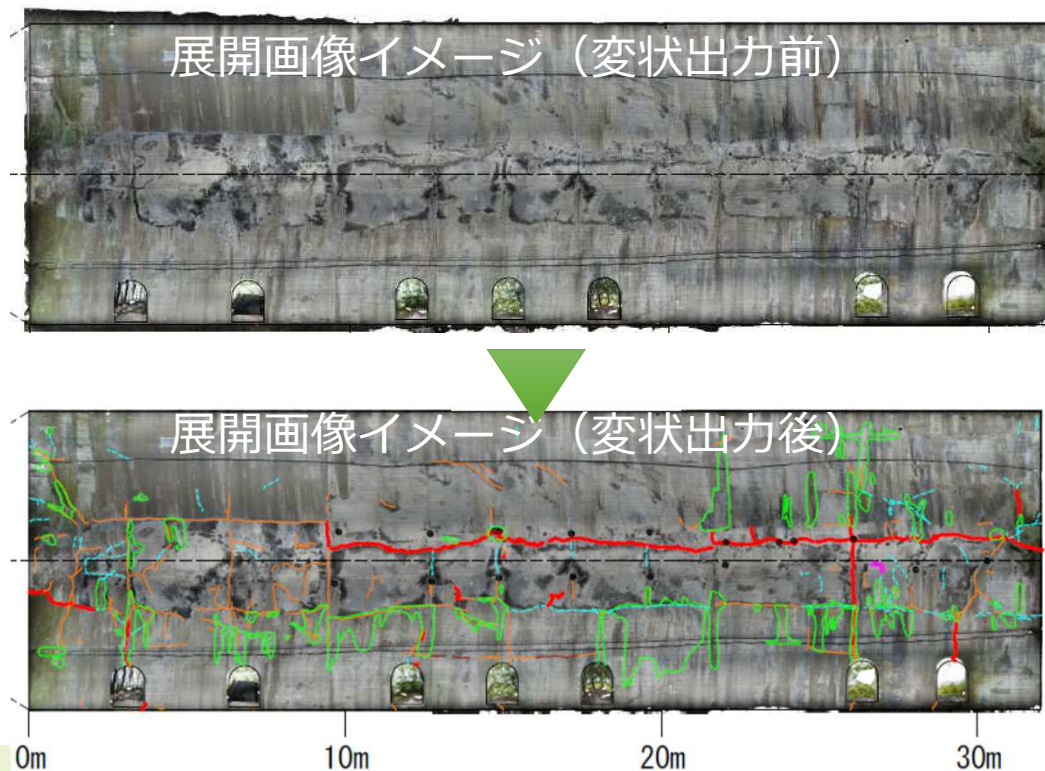
The diagram illustrates the robot system from two perspectives. The top view shows a circular arena with a central robot (ベースマシン) equipped with a measurement camera (計測用カメラ) and a front confirmation camera (前方確認用カメラ). The bottom view shows the robot's components: a measurement PC (計測用PC), battery (バッテリー), rear confirmation camera (後方確認用カメラ), encoder (エンコーダー), base machine (ベースマシン), vibration damper (防振台), and LED lighting (LED照明). A red box highlights the rear confirmation camera.



2. 開発内容

■ AIによるひび割れ検出

- ✓ 撮影画像から、AIによってひび割れを自動検出、展開画像に反映.
- ✓ 展開図の作成（写真、DWG形式）と帳票（エクセル）が可能.
- ✓ 取得画像から、sfm（Structure from motion）解析によって3次元モデルも作成可能



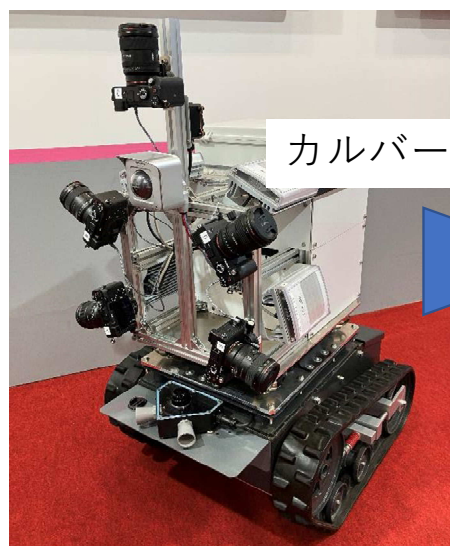
3次元モデル作成も
可能



※オプション機能

2. 開発内容

- 試験調査：カルバートボックス
- ✓ 性能確認：本技術のカルバートボックスへの適用性検証



カルバート仕様に改造



検証状況

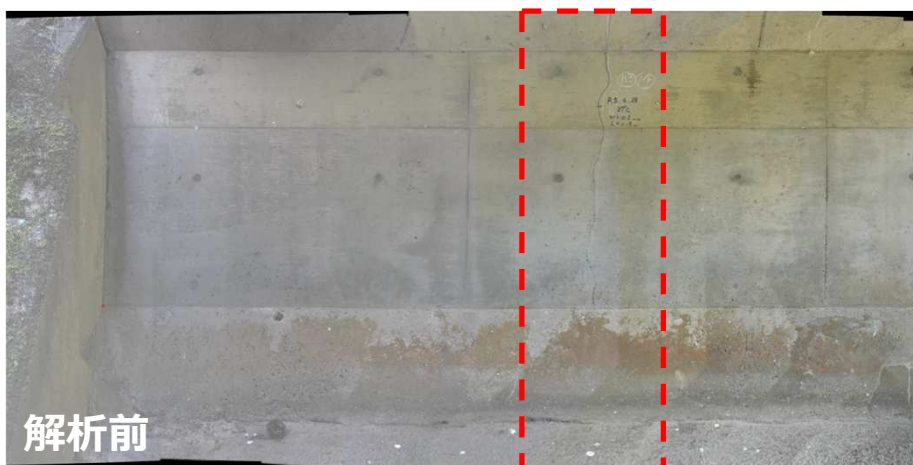
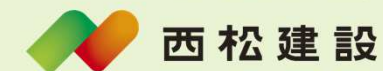
2. 開発内容

まかせられる人が、いる。

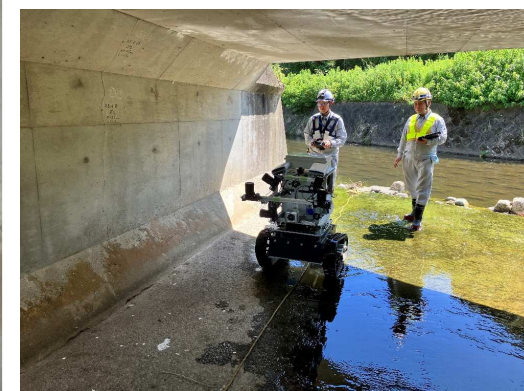
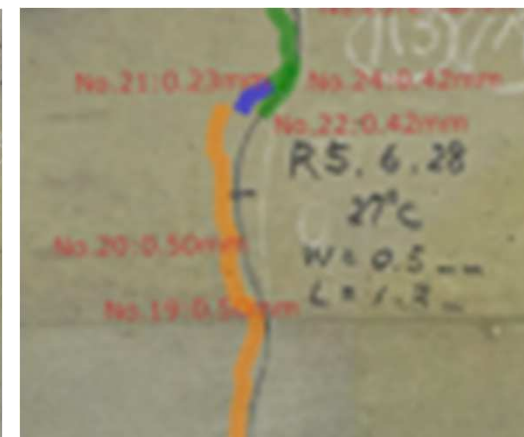


2. 開発内容

まかせられる人が、いる。



チョーキングと撮影画像（AI判定）は一致



写真展開図とAIひび割れ調査結果の重ね合わせ

2. 開発内容

帳票データ

	A	B	C	D	E	F	G
1	ひびわれラベル番号	ひびわれの幅 (代表値) (mm)	ひびわれの長さ (mm)	ひびわれ始点・X座標(m)	ひびわれ始点・Y座標(m)	ひびわれ終点・X座標(m)	ひびわれ終点・Y座標(m)
2	"1"	1.65	53.47	0.0296	0.7648	0.0383	0.8146
3	"2"	0.9	32.49	0.0299	0.7529	0.0307	0.7204
4	"3"	0.18	58.16	1.9003	0.2034	1.9072	0.2599
5	"4"	0.18	31.88	1.9037	0.1842	1.9053	0.1531
6	"5"	0.2	54.65	1.9224	0.2898	1.9357	0.3419
7	"6"	0.18	28.96	1.9264	0.3592	1.9326	0.3874
8	"7"	0.18	28.65	2.1627	1.1637	2.1788	1.1400
9	"8"	0.55	44.52	2.1971	1.1189	2.2313	1.1361
10	"9"	0.23	57	2.2344	0.0850	2.2387	0.1380
11	"10"	0.28	25.58	2.2413	0.1421	2.2431	0.1665
12	"11"	0.18	19.24	2.2431	0.1662	2.2434	0.1854
13	"12"	0.28	131.08	2.2434	0.1843	2.2668	0.3064
14	"13"	0.73	37.96	2.2460	0.0678	2.2454	0.0308
15	"14"	0.42	223.27	2.4999	0.4461	2.4594	0.2400
16	"15"	0.33	70.94	2.4740	0.2333	2.4883	0.1690
17	"16"	0.5	96.21	2.5119	0.1211	2.4999	0.0415
18	"17"	0.32	20.3	2.5007	0.6214	2.5059	0.6410
19	"18"	0.32	66.91	2.5187	0.4989	2.5044	0.4414
20	"19"	0.5	479.92	2.5102	0.4678	2.5523	0.9202
21	"20"	0.5	192.68	2.5242	1.0994	2.5493	0.9212

➤ 調査実績を増やして調査技術のノウハウを蓄積し、より高性能な技術に改良していくことを目指す

DWG形式出力

ご清聴ありがとうございました。