

- 研究開発項目 : 点検・モニタリング・診断技術の研究開発
- 研究開発テーマ : 3次元カメラと全方位型ロボットによる滑走路のクラック検知システムの研究開発
- 研究責任者 : エヌ・ティ・ティ・アドバンステクノロジー株式会社  
ネットワークサービスイノベーションビジネスユニット 木村 康郎



# 研究開発の目的・内容



## 研究開発の目的

滑走路に発生するクラックは、舗装面の劣化を加速させアスファルトの表面剥離を発生させる原因の一つであり、大規模な表面剥離は、航空機の運航に支障をきたすため、早期に発見、補修を行う必要がある。また、滑走路の点検は夜間の限られた時間で実施されるため、短時間で確実に舗装面の変状を検知する必要がある。現状の点検業務は、定期的な巡回による目視点検が中心であり、巡回点検の効率化、高度化が求められている状況である。

本研究開発は、3次元カメラと全方位型ロボットを活用し、滑走路の巡回点検における目視検査を代替する点検システムを開発し、巡回点検の高度化、効率化を実現するものである。

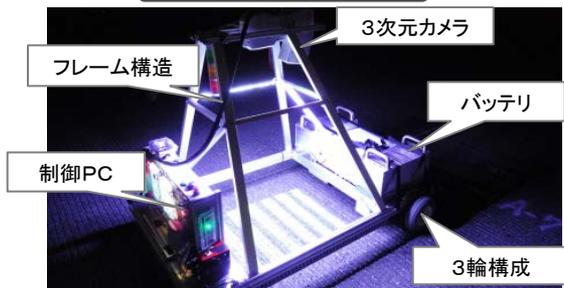


国土省航空局「アスファルト歩道の変状と空港舗装点検技術の現状」より

## 研究開発の内容

「3次元カメラと全方位型ロボットによる滑走路のクラック検知システム」は、3次元カメラを搭載した全方位型ロボットが、指定したエリアの舗装面の3次元画像を自動で取得し、画像解析することでクラックを抽出するものである。

### 全方位型ロボット



### システム構成



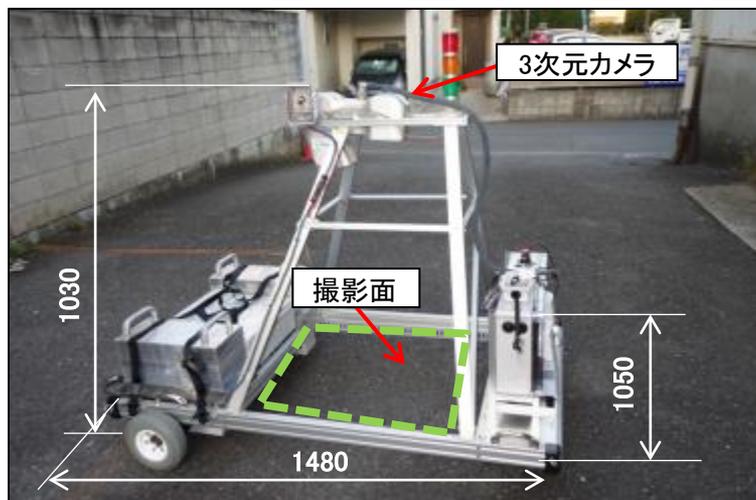
指定した複数のエリアを全方位型ロボットが巡回して3次元画像を取得する。

### 全方位型ロボット

低重心、3輪構造、スプリングダンパーの採用により、路面の凹凸の影響を吸収し、移動・停止時の振動を抑制する機能を向上させ3次元カメラ搭載ロボットを開発し、指定したエリアの3次元画像を自動で取得し、解析サーバに送信する機能を実現した。

現状は3次元カメラの撮影毎にロボットを停止させる必要があり、撮影に時間を要しているが、無人での滑走路の点検を実現できる可能性を示すことができた。

### 全方位型ロボットの外観



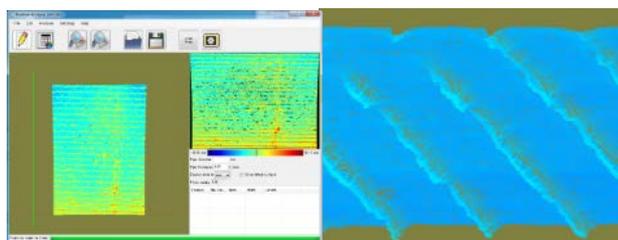
全方位型ロボット(側面)



(正面)



3Dカメラのプロジェクタ投影面



画像処理(カラーマップ) グルーピング部の拡大

### 諸元・機能

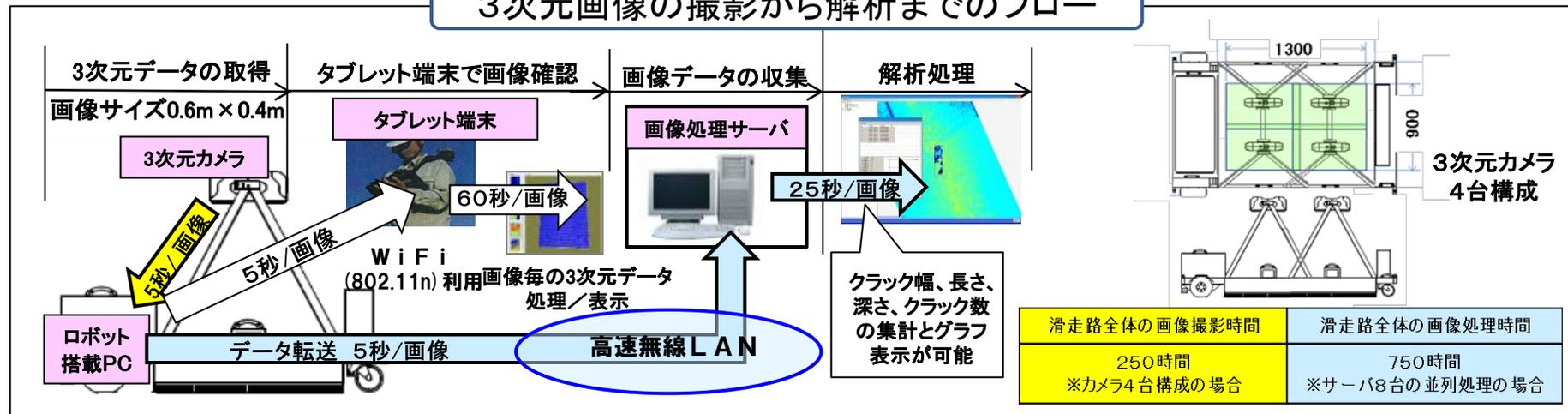
項目	内容
構成	駆動輪2輪、補助輪1輪の3輪構成
外形寸法	幅 : 1050mm 長さ : 1480mm 高さ : 1030mm
重量	総重量 : 83kg (本体 : 60kg バッテリ : 11.5kg × 2台)
搭載カメラ	セイコーウェブ社製3次元カメラ
移動制御	駆動車2輪の回転制御による移動制御方式
制御PC	マイクロPC2台構成 (ロボット制御用/カメラ制御用)
位置精度	GPS: 位置精度±1m
移動制御	移動制御機能 ・SLAM (周辺環境による自己位置推定技術) ・ジャイロ (ロボットの姿勢確認用) ・オドメトリ (モータ回転数制御)
電源	リチウムフェライト電源 (24Ah × 2台構成) ・着脱可能 ・連続動作時間: 2時間以上 (動作内容により変わります。)
カメラ制御	・3次元カメラの撮影制御 (ロボットの移動、停止に合わせて撮影) ・データ収集、保存
振動制御	・補助輪のスプリングダンパー ・駆動輪; ウレタンタイヤ ・カメラ取付位置を重心上部に設置 ・カメラマウントのフレーム構成 ・カメラマウント部の制振ゴム

### 画像収集から解析処理までの時間の短縮化

3次元画像データはデータ量が多く、撮影、データ転送、データ解析において時間を要していた。H27年度時点での処理時間は、70cm×50cmの1画像(約70MB)の撮影、データ転送、解析処理に6分程度を要していたが、データ処理方法の見直しにより約30秒で処理できるようになった。

しかし、滑走路の全体の撮影には1000時間程度を要するため、複数台のカメラによる処理が必要になる。カメラ4台構成の場合の試算を示す。

### 3次元画像の撮影から解析までのフロー

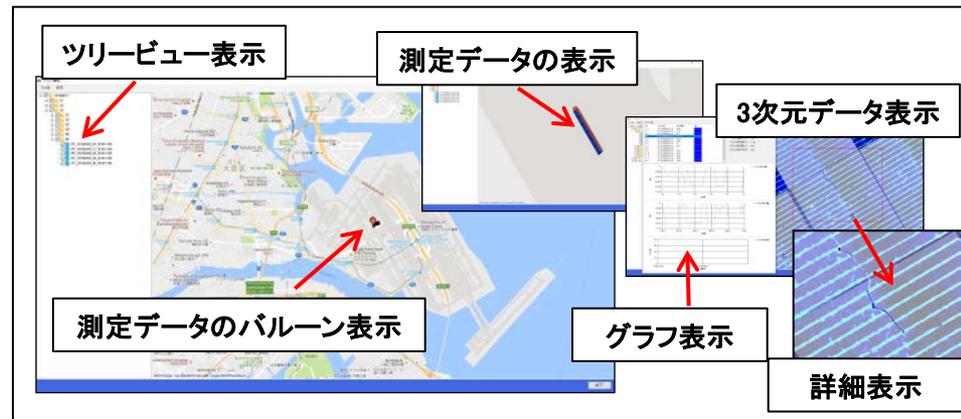


### 測定データの地図表示

測定した3次元画像データ、及び、クラックの解析結果を地図を活用して管理、表示する。主な機能を以下に示す。

- (1) 測定データの格納・表示(ツリービュー表示)
- (2) 測定箇所のバルーン表示
- (3) 測定データ詳細表示
- (4) 測定結果のグラフ表示

また、滑走路上でのクラックの位置特定において、地図表示機能を活用することで、クラック位置確認が容易となり現場作業の効率化につながる。



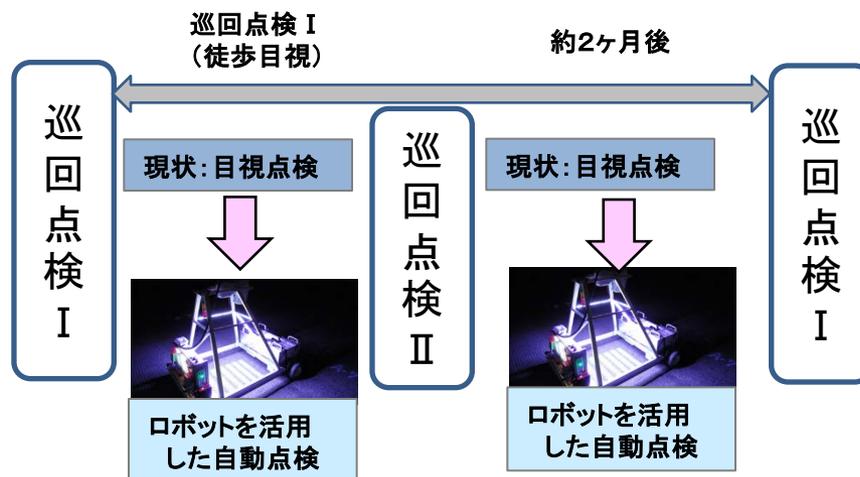
## 達成目標と達成度

項目	達成内容
アスファルト舗装の3次元画像取得	<ul style="list-style-type: none"> <li>滑走路全体(幅60m×長さ3,000m)の撮影時間として、カメラ4台構成の場合、約250時間である。</li> <li>画像処理に要する時間は、サーバ8台構成で約750時間である。</li> </ul>
クラック抽出機能の開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>幅1mm以上の線状のひび割れ → 自動抽出対応済み。</li> <li>亀甲状クラック → 手動による抽出機能の改良が必要である。</li> </ul>
モニタリングデータの可視化	<ul style="list-style-type: none"> <li>地図表示機構、グラフ表示機能</li> </ul>

## 本技術の社会実装のイメージ

- 滑走路の巡回点検業務への適用
  - 巡回点検Ⅰ、Ⅱにおける目視検査の代替、及び、補完技術として活用する。
- 滑走路クラック検知システムの販売、及び、レンタル
  - 滑走路の3次元画像収集ロボット、及び、計測システムの販売、及び、レンタル。
- 現場への普及に向けた技術支援
  - ロボット、及び、解析システムの操作に関する技術支援を展開。
- 計測業務の受託
  - 計測業務の受託サービスを展開。

## 滑走路の巡回点検の支援



・目視点検をロボットの3次元画像撮影に置き換えることで巡回点検の高度化、効率化を目指す。

## 巡回点検方法(イメージ)

- 点検箇所を指定したエリア指定探査
- ロボットを複数台利用した滑走路の全面探査

