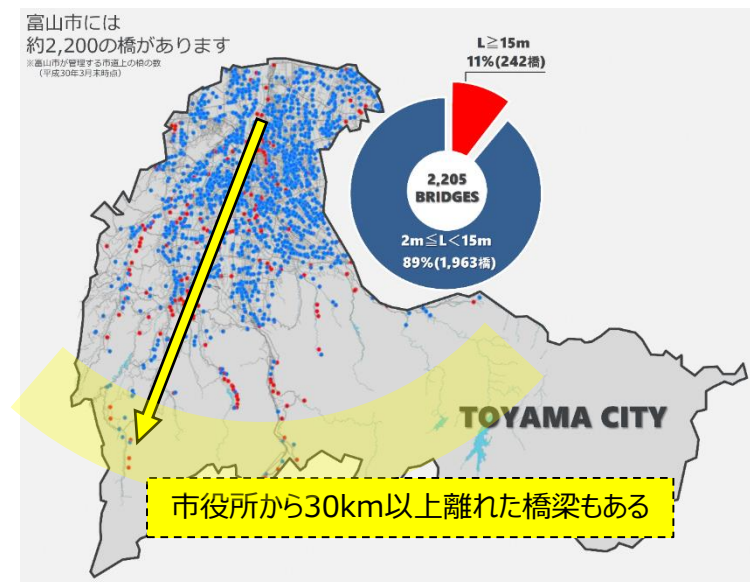


# 富山市センサーネットワーク実証実験成果報告書（本編）

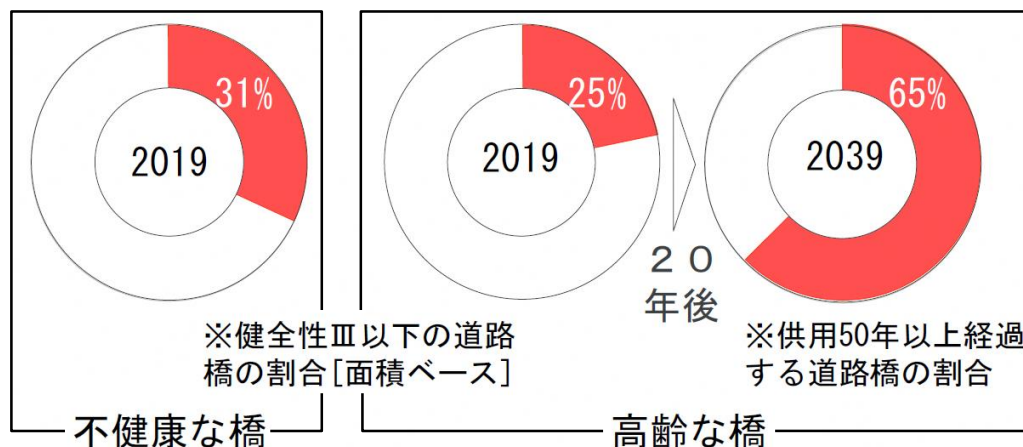
実験タイトル	橋梁の桁端異常検知システムにおける通知機能に関する検証	代表事業者 (連絡先)	日本工営株式会社 (TEL:03-3238-8113)
		共同参加者	なし

## 1. 実験の目的

地方自治体では、橋梁の安全・安心な通行を確保するため、計画的な点検を行い維持管理に取り組む必要がある。**富山市には約2,200の橋梁**が市内の広範囲に点在しており、**市役所から30km以上離れた橋梁**もある。また、橋梁の状態は健全なものだけでなく、**損傷の発生や老朽化の進展などにより不健全なもの**も見受けられる。維持管理に必要な人員や予算は限られていることから、富山市では、**選択と集中による持続的かつ適正な橋梁の維持管理を実現するため、橋梁トリアージに基づく橋梁老朽化対策**を推進している。



富山市が管理する橋梁の分布  
(出展：橋りょう保全対策課HP)



「不健康な橋」と「高齢な橋」の割合  
(出展：橋りょう保全対策課HP)

# 富山市センサーネットワーク実証実験成果報告書（本編）

実験タイトル	橋梁の桁端異常検知システムにおける通知機能に関する検証	代表事業者 (連絡先)	日本工営株式会社 (TEL:03-3238-8113)
		共同参加者	なし

## 1. 実験の目的

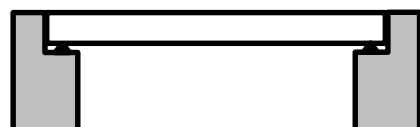
**橋梁トリアージに基づく橋梁老朽化対策**では、重要な橋梁は優先的に修繕や更新を推進する一方、他の橋梁は、劣化損傷の状況を踏まえて、重量制限などの使用制限を行いながら安全・安心な通行の確保を行うこととしている。

そのため、修繕や更新はもとより、使用制限を行いながら**著しい損傷の進展状況を的確に監視することも重要な措置**である。

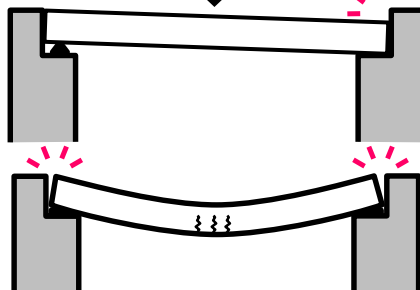


使用制限の例

(出展：富山市 植野建設技術管理監の発表資料※)



通常の(健康な)橋



異常が起きている橋



落橋した橋の事例（富山市以外の自治体での例）



(出典：第1回国道（国管理）の維持管理等に関する検討会資料)

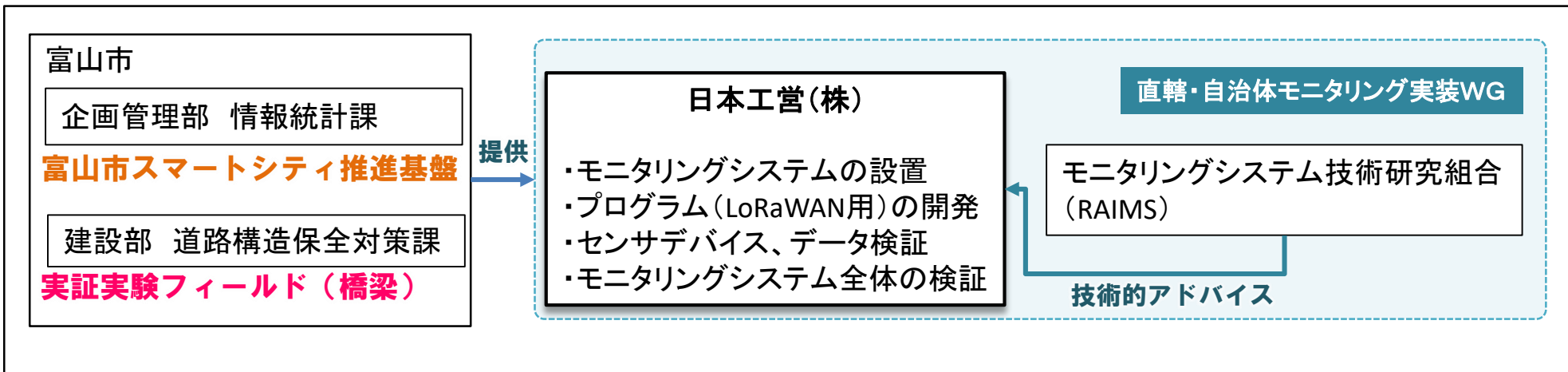
しかし、限られた人員や予算の中で、広範囲に点在する膨大な橋梁を職員が直接巡回し、監視を行うことは極めて困難である。

そこで本実証実験では、遠方の橋梁の維持管理を補助することを目的として、「**桁端部異常検知モニタリング**」を実際の橋梁に適用し、**富山市スマートシティ推進基盤を活用した異常検知のしくみを構築した。**

# 富山市センサーネットワーク実証実験成果報告書（本編）

実験タイトル	橋梁の桁端異常検知システムにおける通知機能に関する検証	代表事業者 (連絡先)	日本工営株式会社 (TEL:03-3238-8113)
		共同参加者	なし

## 2. 体制



## 3. スケジュール

★継続利用

実施内容	2019年度									2020年度																			
	8	9	10	11	12	1	2	3		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3								
全体スケジュール	★事業者決定									★継続利用																			★報告
開発		■																											
モニタリング期間					■																								
現地試験					■	■	■	■						■												■			
					設置	動作確認								動作確認											センサ固定方法変更				

# 富山市センサーネットワーク実証実験成果報告書（本編）

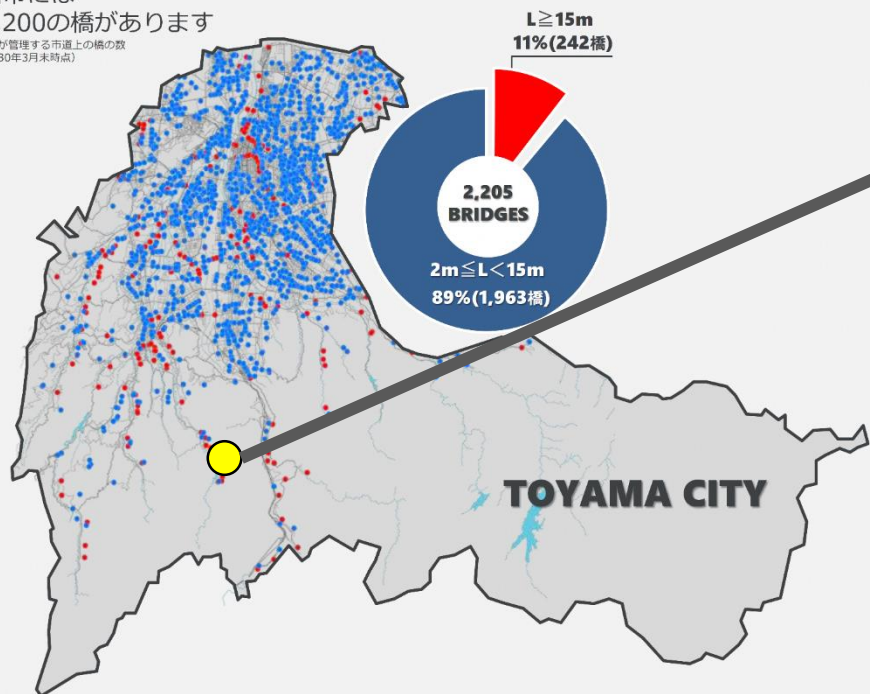
実験タイトル	橋梁の桁端異常検知システムにおける通知機能に関する検証	代表事業者 (連絡先)	日本工営株式会社 (TEL:03-3238-8113)
		共同参加者	なし

## 4. 実験方法（対象エリア、使用したセンサ、技術等）

### ■ 対象橋梁

対象橋梁は、市役所から20km以上離れた山間部の橋梁である。本橋梁へのアクセスには、車で1時間程度を要するため、日常的に状況を監視することが難しい。

富山市には  
約2,200の橋があります  
※富山市が管理する市道上の橋の数  
(平成30年3月末時点)



対象橋梁（側面、橋面）

# 富山市センサーネットワーク実証実験成果報告書（本編）

実験タイトル	橋梁の桁端異常検知システムにおける通知機能に関する検証	代表事業者 (連絡先)	日本工営株式会社 (TEL:03-3238-8113)
		共同参加者	なし

## 4. 実験方法（対象エリア、使用したセンサ、技術等）

### ■ モニタリングシステム全体のイメージ

本モニタリングシステムは、

橋梁の桁端部での異常が発生したときに、

- ◆ LED表示灯を点滅させることにより現地で利用者に警告する
- ◆ 異常を検知したことをネットワークを介して管理者にお知らせするシステムである。



※システムの通信方法を従来の携帯回線（4G/LTE）からLoRaWANに変更してシステム構築した。

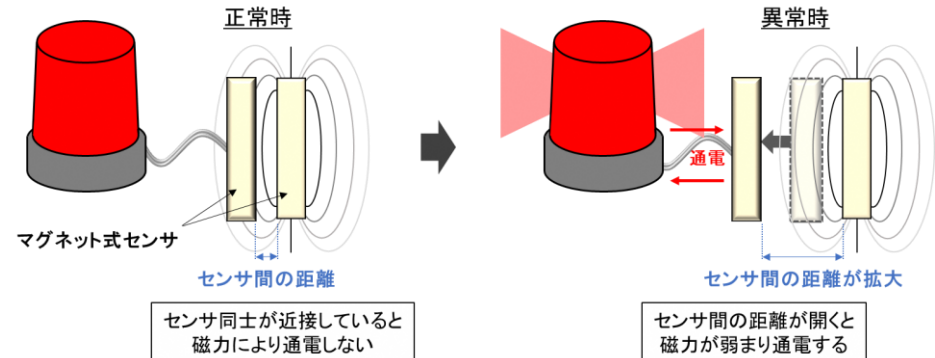
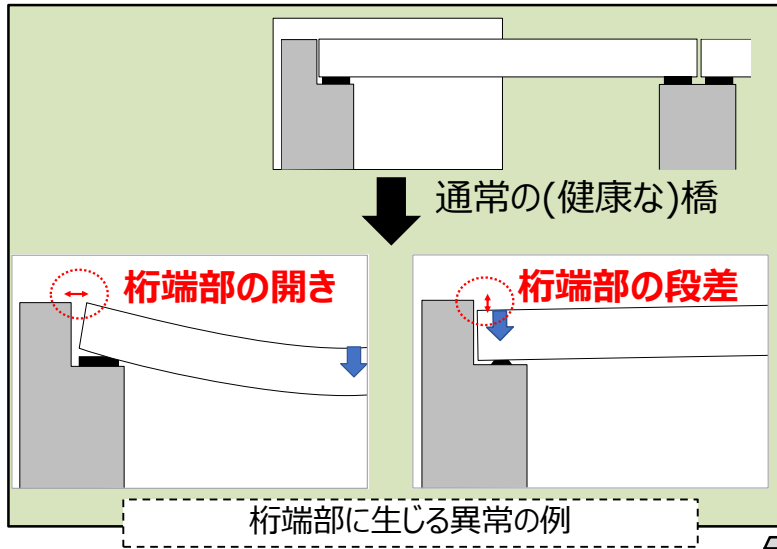
実験タイトル	橋梁の桁端異常検知システムにおける通知機能に関する検証	代表事業者 (連絡先)	日本工営株式会社 (TEL:03-3238-8113)
		共同参加者	なし

## 4. 実験方法（対象エリア、使用したセンサ、技術等）

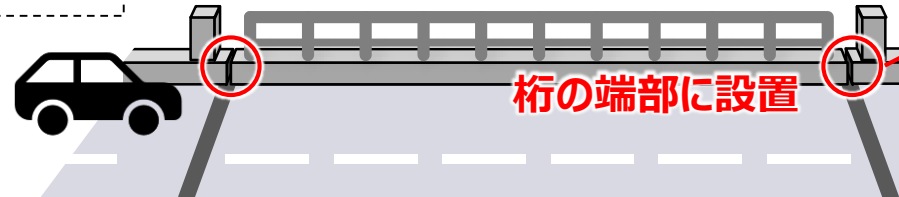
### ■センサによる異常検知の原理

本モニタリングシステムでは、  
**橋梁の桁端部に生じる開きや段差**を  
検知するセンサを使用した。

通常時にセンサ同士が近接していると、磁力により通電しない。  
異常時にセンサ同士が開いたときに通電し、  
LED表示灯により現地の利用者に異常を知らせるとともに、通  
信機器を介してネットワークにデータを送ることができる。



異常検知の原理



センサの設置場所



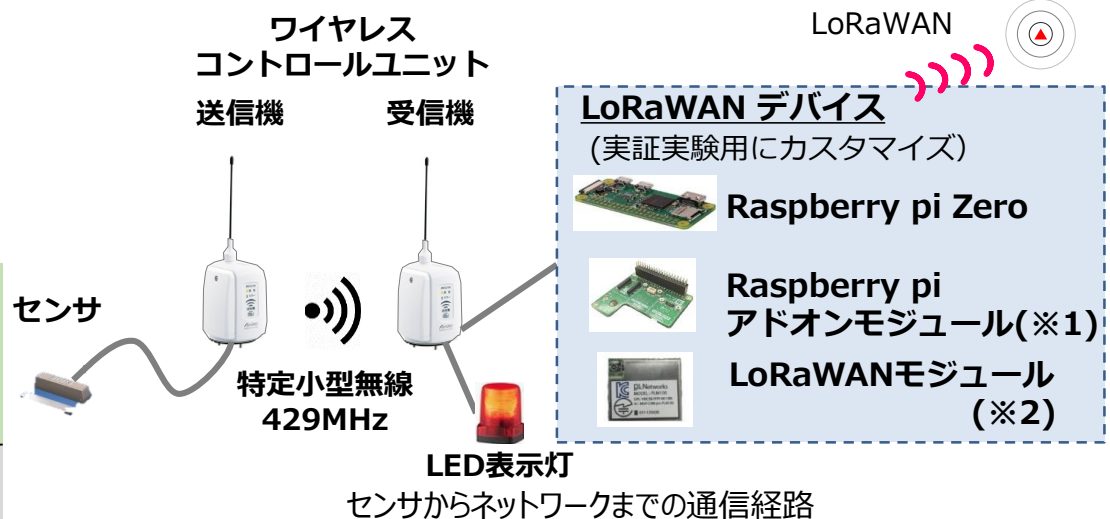
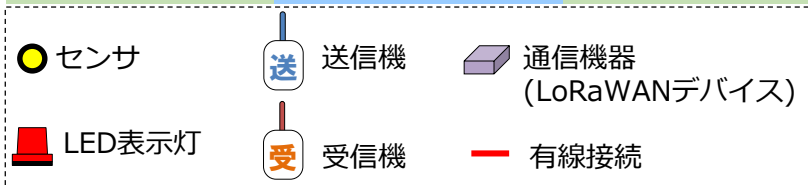
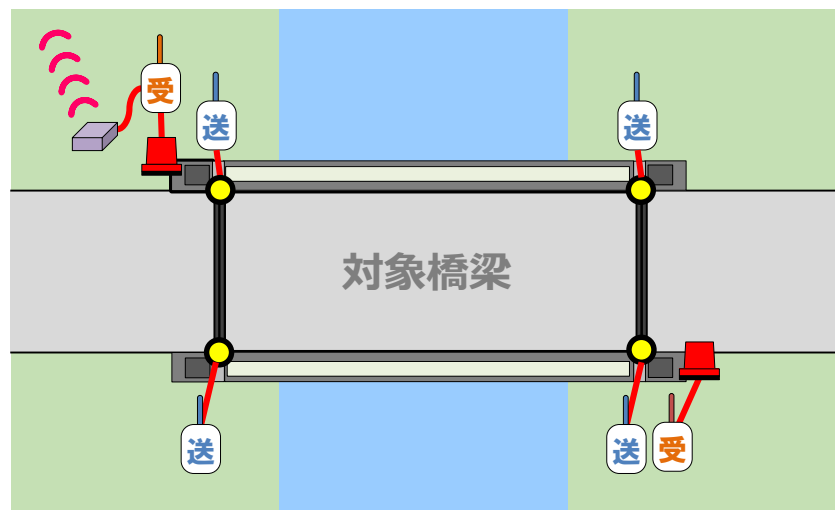
# 富山市センサーネットワーク実証実験成果報告書（本編）

実験タイトル	橋梁の桁端異常検知システムにおける通知機能に関する検証	代表事業者 (連絡先)	日本工営株式会社 (TEL:03-3238-8113)
		共同参加者	なし

## 4. 実験方法（対象エリア、使用したセンサ、技術等）

### ■ 使用したセンサ、機材等

桁端部4箇所にセンサを設置し、  
送信機→受信機→通信機器を介して  
ネットワークと接続した。



センサ・機材等の設置状況

※1 アドオンモジュール for Raspberry Pi, 佐鳥電機(株)製、 ※2 LoRaWANモジュール, PLNetworks(株)製  
本実証実験で使用したLoRaWANデバイスの構成にあたり、佐鳥電機から技術的な助言を受けた。

# 富山市センサーネットワーク実証実験成果報告書（本編）

実験タイトル	橋梁の桁端異常検知システムにおける通知機能に関する検証	代表事業者 (連絡先)	日本工営株式会社 (TEL:03-3238-8113)
		共同参加者	なし

## 5. 実験結果

- 本モニタリングシステムを富山市が管理する橋梁に設置し、利用者への警告機能（LED表示灯）が1年間安定して動作することを確認した。（積雪時でも動作することを確認できた。）



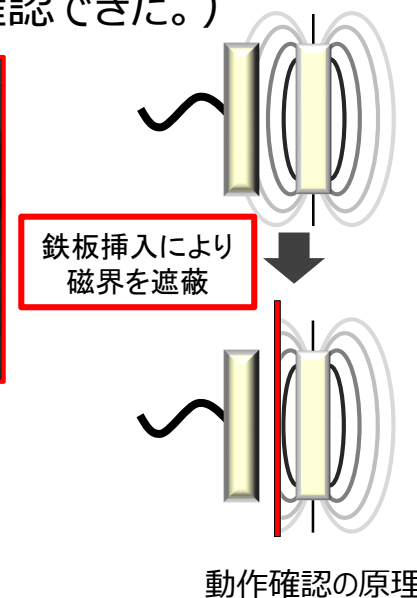
機材設置作業状況



動作確認状況（積雪時）



鉄板挿入による動作確認状況



動作確認状況（全体写真）

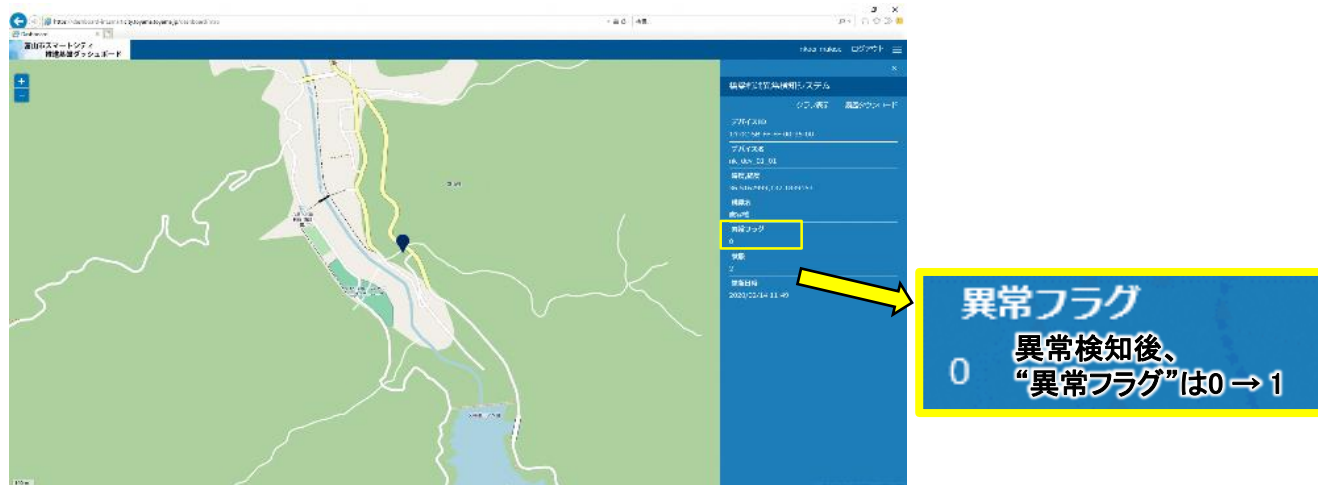


# 富山市センサーネットワーク実証実験成果報告書（本編）

実験タイトル	橋梁の桁端異常検知システムにおける通知機能に関する検証	代表事業者 (連絡先)	日本工営株式会社 (TEL:03-3238-8113)
		共同参加者	なし

## 5. 実験結果

- 模擬的に異常を発生させた際に、ダッシュボード上で異常検知したことを表示できることを確認できた。



ダッシュボード画面

- 外力によってセンサの固定治具が変形していたが、固定方法を変更することにより耐荷力を向上した。

変更前（両面粘着テープ）



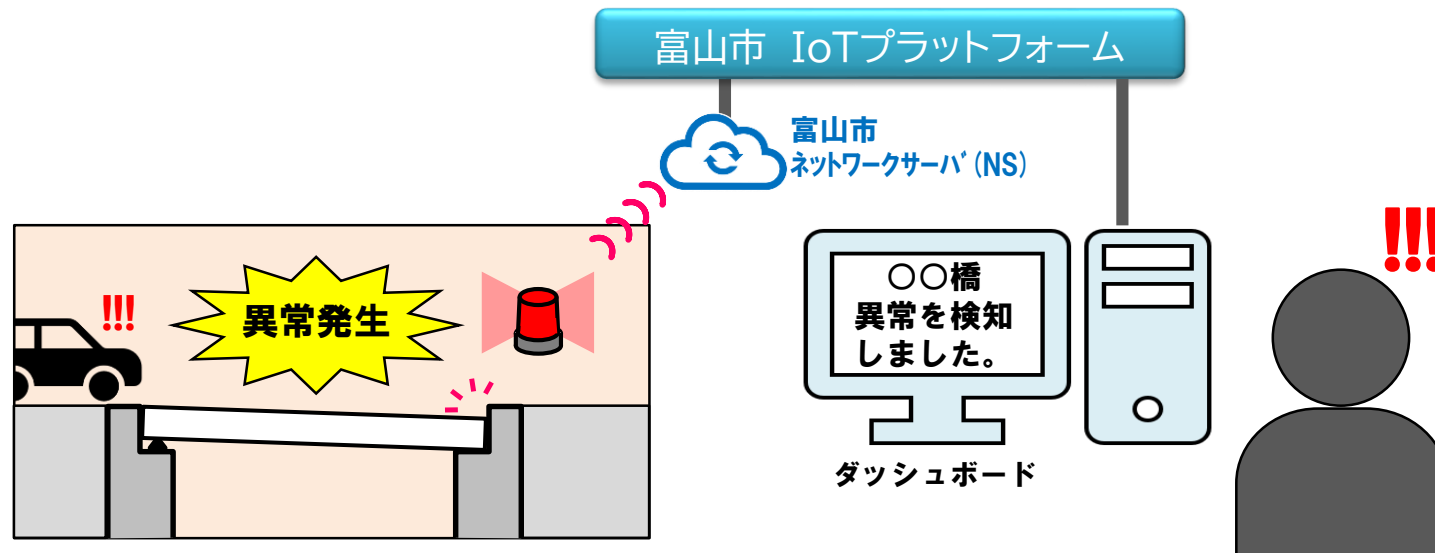
変更後（アンカーとボルト）



実験タイトル	橋梁の桁端異常検知システムにおける通知機能に関する検証	代表事業者 (連絡先)	日本工営株式会社 (TEL:03-3238-8113)
		共同参加者	なし

## 6. 効果

- ◆富山市センサーネットワークを活用した「桁端部異常検知モニタリングシステム」を富山市の実際の橋梁に設置し、**異常時に検知するしくみを構築した。**
- ◆積雪時も含め年間を通じた耐久性の検証を行い、**現場でのLED表示の点灯や通信機能が安定的に動作することを確認した。**
- ◆モニタリングによって異常検知することにより、**職員が巡回して確認する手間を省力化**できた。また、**異常を早期に把握できるため、迅速な対応を行うことが可能**となった。



実験タイトル	橋梁の桁端異常検知システムにおける通知機能に関する検証	代表事業者 (連絡先)	日本工営株式会社 (TEL:03-3238-8113)
		共同参加者	なし

## 7. まとめ

- 富山市の橋梁維持管理を補助するため**日常的な点検が困難な橋梁**において「**桁端部異常検知モニタリングシステム**」を設置した。
- 桁端部に開きや段差等の**異常が発生した際に、現地での警告・管理者にお知らせするしくみ**を構築した。
- 積雪時を含め年間を通じた検証によりシステムが**安定的に動作することを確認**できた。
- モニタリングによって異常検知することにより、**職員が巡回して確認する手間を省力化**できた。また、異常を早期に把握できるため、**迅速な対応を行うことが可能**となった。

今後の課題・展望を以下に示す。

- 供給可能な**電源容量に課題**があるため、改良する必要がある。
- 富山市IoTプラットフォームとの連携のしくみを改良し、**異常検知の履歴表示機能や管理者へのメール通知機能等を付加**することにより、さらに利便性が向上する。

本実証実験は、**富山市のスマートシティ推進基盤のご提供（情報統計課）、実証実験フィールドのご提供（道路構造保全課）**のご協力により実施することができました。ここに記して御礼申し上げます。

本実証実験の一部は、**モニタリングシステム技術研究組合（RAIMS）の研究の一環**として行いました。

本技術は、**国土交通省道路局による「点検支援技術性能カタログ（案）」(R2.6)**に掲載されています。

■ 計測・モニタリング技術（橋梁） BR030010-V0020 桁端部異常検知モニタリング