

# Node-REDを活用した地下作業員向けの 安全統合管理システム

中村 快<sup>1,a)</sup> 野口 大輝<sup>2,b)</sup> 岩井 将行<sup>1,c)</sup>

**概要：**日本の建設業は平成 27 年度に 55 歳以上の建築作業員が全体の 33.8%となっている。そのため ICT を活用したコネクテッドなシステムでの業務を国土交通省が奨励しており、今後の市場的發展が期待されている。また、昨今では SDGs 実現のため、道路の無電柱化などの工事で地下建設作業を行う場合が増えている。地下での建設作業においては閉鎖空間特有の事故の懸念がされている。地下現場で起こるとされている事故の例としては、有毒ガス発生による中毒、地下から発生する熱による熱中症などが挙げられる。こういった事故が起こる理由は、事前に監督する責任者らが安全を確保するために必要な検討・対策などをせずに作業員を建設作業に従事させるためである。そこで本研究では、作業グループに対して監督者が事故を未然に防ぐことを目的とした、センサを用いた管理システムを提案する。このシステムを監督者が利用することで個々の作業員の置かれている環境を Web で遠隔から閲覧すること、作業環境に応じた適切な間隔で作業員へ休憩指示を送ること、作業グループ全員に対して招集をかけることができる。応答性を確認するために実際にシステムを使用した結果、監視機能においては監督者が作業員の異常に最長 30 秒以内に気づくことができた。また、招集機能においては作業員が最長 20 秒以内に通知に気づくことができた。

---

<sup>1</sup> 東京電機大学  
Tokyo Denki University

<sup>2</sup> 東京電機大学大学院  
Tokyo Denki University Graduate School

a) kai@cps.im.dendai.ac.jp

b) noguchi@cps.im.dendai.ac.jp

c) iwai@cps.im.dendai.ac.jp

# Node-REDを活用した地下作業員 向けの統合安全管理システム

中村 快<sup>†</sup> 野口 大輝<sup>†</sup> 岩井 将行<sup>†</sup>

<sup>†</sup>東京電機大学 未来科学部 情報メディア学科  
{kai,noguchi,iwai}@cps.im.dendai.ac.jp

## 概要

日本の建設業は平成27年度に55歳以上の建築作業員が全体の33.8%となっている。そのためICTを活用したコネクテッドなシステムでの業務を国土交通省が奨励しており、今後の市場的發展が期待されている。また、昨今ではSDGs実現のため、道路の無電柱化などの工事で地下建設作業を行う場合が増えている。地下での建設作業においては閉鎖空間特有の事故の懸念がされている。地下現場で起こるとされている事故の例としては、有毒ガス発生による中毒、地下から発生する熱による熱中症などが挙げられる。こういった事故が起こる理由は、事前に監督する責任者が安全を確保するために必要な検診・対策などをせずに作業員を建設作業に従事させるためである。そこで本研究では、作業グループに対して監督者が事故を未然に防ぐことを目的とした、センサを用いた管理システムを提案する。本システムを監督者が利用することで個々の作業員の置かれている環境をWebで遠隔から閲覧すること、作業環境に応じた適切な間隔で作業員へ休憩指示を送ること、作業グループ全員に対して招集をかけることができる。

## 背景

### 建築現場の状況

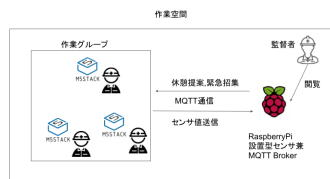
- 政府の i-Construction の推進
- SDGs実現
  - 無電柱化工事やリニア新幹線工事などで地下での作業増加

### 地下での作業の危険性

- 閉鎖空間での有毒ガスによる中毒事故
- 地下熱による熱中症

有毒ガスは作業現場ごとに種類が異なっている硫化水素、一酸化炭素、メタンガス  
多様なガスに対応できるシステムが必要である

## 提案手法



システムは2種類のデバイスで構成されている。

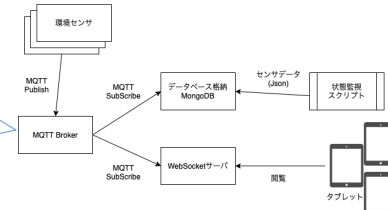
- 温湿度センサ(SHT30)と非接触温度センサ(MLX90614)で構成されたM5Stackノード(作業員用)
- 管理ソフトウェアと一酸化炭素検知ガスセンサ(MQ9)を搭載したRaspberryPi(監督者用)

### システム構成

作業員1人に対して1つセンサジャケットを装備しグループで一つのRaspberryPiを設置

### 処理手順

通信プロトコルは軽量なMQTTで行う  
センサ値をデータベースへ格納・リアルタイム表示



## 関連研究

ガスや熱中症から安全を守るための

の研究や製品はいくつも存在しているが柔軟性や拡張性に乏しい

- ガス事故防止のための無線機能付きスマートジャケット[1]
- hitoe(東レ株式会社)[2]
- 複数ガスセンサによる火災検知システムの開発[3]

## 実験

システムとしての有用性を確かめるため2つの機能についての評価を行った。

- 実験A:** 監督者から作業員へ送信した通知が届くまでの時間(招集機能)
- 実験B:** 作業員の状態をモニタリングして異常に気づくのにかった時間(監視機能)

作業員の異常を擬似的に再現するためにセンサを任意のタイミングで意図的に温めた。また、作業員ごとに実験を行った。

結果の表で表されている数字は時刻である。



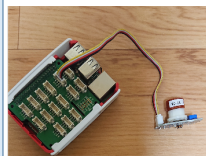
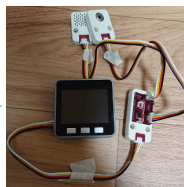
### 実験の様子

作業を行ってもらい、任意のタイミングでM5Stackの非接触温度センサを温めてもらった

## センサノード

### 作業員用センサノード

- M5Stack
- SHT30(環境温湿度計測)
- MLX90614(体温計測)

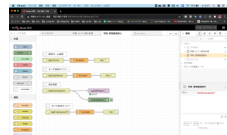


MQ9ガスセンサを搭載したRaspberryPi(ガス検知・監督者用管理アプリ)  
MQ9ガスセンサ: 200~1000ppmまでの一酸化炭素濃度の検知が可能

## 管理システム

### Node-REDエディタ

作業員用のノード追加は若干の数字変更とコピーで簡単に増やせるようにした



### 管理画面

WebSocketサーバでリアルタイムに各ノードの置かれている環境を閲覧可能

## まとめ

人体に影響が出るまで比較的時間のかかる有毒ガスに対しては本システムは有効であると考えられる。

今後はセンサの付け替えの自由度を上げるために、Node-RED上で使用できるパレットを独自で開発すると、プログラムに疎い管理者でも異なる現場に対応した管理システムの構築が可能になると考えられる。

[1] 中下岬, 岡本龍二, 岩井将行, “ガス事故防止のための無線機能付きスマートジャケット”, 研究報告知能システム(ICS), 2016.  
[2] hitoe 東レ株式会社  
[3] 大崎浩江, 江鐘偉, 渡辺哲陽, 崔三晋, 趙嘉斌, & 松本佳昭. “複数ガスセンサによる火災検知システムの開発” 日本機械学会, 2006.