

## ZigBee デバイスによる鉄道信号設備の状態監視技術に関する考察

### Discussion of Condition-based Monitoring for Railway Signaling Devices Using Zigbee Devices

○藤本昌樹<sup>1</sup>, 望月寛<sup>2</sup>

\*Masaki Fujimoto<sup>1</sup>, Hiroshi Mochizuki<sup>2</sup>

Abstract: Recently, there have been many studies of condition-based monitoring (CBM) technologies for railway signaling system. In these studies, wireless devices such as ZigBee devices have been employed for construction of CBM. Based on this background, we discussed about performance of ZigBee devices for CBM of railway signaling devices.

#### 1. はじめに

現在, ZigBee デバイス等の無線デバイスと複数のセンサを用いたワイヤレスセンサシステムによって, 設備等の状態監視(condition-based monitoring: CBM)を行う技術に関する研究が盛んに行われており, 鉄道現場においても検測車や作業員による検査だけでなく, 営業車による鉄道信号設備の状態監視技術に関する研究事例も報告されている<sup>[1]</sup>. ここで, 今回の対象である ZigBee デバイスは安価で低消費電力, また多数のデバイスを接続可能であるという利点を持つ一方, 伝送速度や通信距離が大きくないという問題点もある.

以上のことから本研究では, 実際の鉄道信号設備の状態監視へ ZigBee デバイスを導入した際の優位性を, 実際の鉄道信号システムを例に挙げて考察する.

#### 2. ZigBee デバイスの仕様と鉄道信号設備の状態監視への応用

表1には ZigBee 規格を利用した無線デバイスの一つである Digi International 社の XBee PRO S2B の主な仕様<sup>[2]</sup>を示す. この仕様より, 通信距離は RF 見通しレンジで最大 1200m となっているため, 電停間が数百 m オーダで, かつ比較の見通しが良い路面電車では電停間での直接通信ができる可能性もあるが, ビル群に囲まれて見通しが悪い首都圏線区や駅間距離が長い地方線区の駅間では直接通信することが困難となる. また, トンネル等のように外部との通信が非常に困難な場所も存在することから, 図1に示す通り, 営業車にマスタユニット, レール付近にある鉄道信号設備にスレーブユニットをそれぞれ割当てて, 全ての区間でマスタ・スレーブ間の通信を行うことを可能とする. ただし, マスタユニットが持つコーディネータはネット

Table 1. Specifications of XBee PRO S2B.

動作周波数	2.4GHz
データレート	RF 250kbps
室内/都市部レンジ	最大60m
屋外/RF見通しレンジ	最大1200m
パワーダウン電流	1μA以下

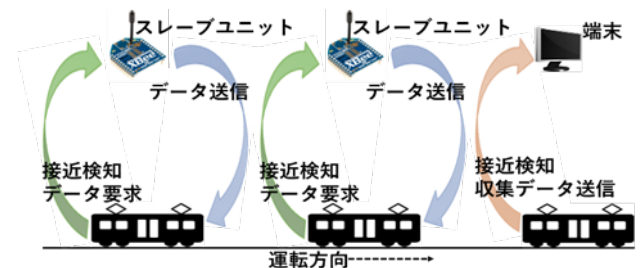


Figure 1. Allocation of ZigBee devices.

ワーク中に一つしか存在できないため, これを搭載する車両を増やすことによって高密度のサンプリングを実現することが困難となる. これに対しては, 所属ネットワークを決定する PAN ID を適宜切替えながらデータ収集を継続する手法を提案し, 実際の ZigBee デバイスによってマスタ切替えが行えることを確認している. 一方, 伝送速度は 250kbps 程度と低速である. 鉄道信号システムの多くはオーディオ周波数帯を用いた通信や信号処理を行っていることから, この速度でも十分にカバーできる可能性もあるが, 鉄道信号設備に適したデータ圧縮技術の確立が重要となる. 例えば, 鉄道信号の多くはある特定の周波数を持っている場合が多いことから, 周波数分布の不均一性を用いた圧縮手法等が有効と考える.

#### 3. おわりに

今回, ZigBee デバイスによる鉄道信号設備の状態監視について考察した. 今後, 実際の鉄道信号設備から得られたデータの解析等を進めることで更なる研究の深度化を図りたい.

#### 参考文献

- [1] 工藤他, 日本機械学会, 鉄道技術連合シンポジウム講演論文集, No.1222, pp.1-4(2015)
- [2] [http://www.digi-intl.co.jp/products/wireless-wired-embedded-solutions/zigbee-rf-modules/files/BR\\_xbee\\_ZB.pdf](http://www.digi-intl.co.jp/products/wireless-wired-embedded-solutions/zigbee-rf-modules/files/BR_xbee_ZB.pdf) (2019)