

# 無線 IoT 用マルチバンド・リアルタイム スペクトラムモニタリング受信機

## Multi-Band Real-Time Spectrum Monitoring Receiver for Wireless IoT

末松 憲治<sup>†</sup> 本良 瑞樹<sup>†</sup> 古市 朋之<sup>†</sup> 亀田 卓<sup>†</sup>

Noriharu SUEMATSU<sup>†</sup> Mizuki MOTOYOSHI<sup>†</sup> Tomoyuki FURUICHI<sup>†</sup> and Suguru KAMEDA<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 東北大学 電気通信研究所

<sup>†</sup> RIEC, Tohoku University

### 概要

IoT の普及に伴い、様々な機器やデバイスがインターネットに接続される時代がやってきた。可搬性、あるいは可動性が求められる機器やデバイスに関しては、ケーブルではなく無線でネットワークに接続されることが望まれており、これまでの Wi-Fi, Bluetooth, RFID だけでなく、Wi-SUN をはじめとする LPWA や第 5 世代 (5G) などの新しい無線システムも導入されつつある。しかし、今後本格的な普及フェーズに入り、たとえば、人体に、あるいはロボットや機械 1 台あたりに、数十～数百の無線センサが搭載されるようになると、上記異種無線システム間で干渉が頻繁に発生し、本来の通信特性が得られなくなってしまう可能性がある。本講演では、本格的な無線 IoT 時代のイメージを示すとともに、システム間干渉を回避するために必要となる、IoT 通信に使う 900MHz～6GHz 帯のマルチバンド帯域のスペクトラムをミリ秒 (ms) 級のリアルタイムでモニタリングできる受信機技術を紹介する。

### Abstract

In near future wireless IoT era, various and huge number of sensors/devices will be connected to the internet by wireless to realize Society 5.0 or Industry 4.0. For this wireless connection, WiFi, Bluetooth, RFID, Wi-SUN and 5G system are or will be introduced. In the case of dense sensors/devices area such as factory or office, the interference between various wireless systems becomes a problem. To solve this problem, a multi-band real-time spectrum monitoring system is required. In this paper, a novel multi-band/millisecond (ms) order real time spectrum monitoring receiver using direct RF undersampling reception is introduced.

### 1. はじめに

Society 5.0 や Industry 4.0 など示されているように、様々なセンサやデバイスなどあらゆる「もの」をインターネットに接続することで、IoT (Internet of Things) による社会変革、産業革命が起きつつある。最も典型的な例としては、工場やオフィスなどの狭空間があげられ、1m<sup>2</sup>あたり、10 個を大きく超えるような大量かつ高密度状態な「もの」をネットワークに接続する必要がある。さらに、これらの「もの」は固定されているものでなく、可搬、可動な「もの」であったり、移動する「もの」であることが多い。

工場においては、同じ生産ラインで、様々な製品の製造を可能とするフレキシビリティを実現するために、部品やそれを取り付ける生産中の可搬物、運搬器などの移動物だけでなく、製造機器の中の可動部などは、無線でネットワークに接続すること (無

線 IoT) が必須となる[1]。また、従業員を特定の席を固定しないフリーアドレスのオフィスでは、IT 機器は可搬であることが多く、これらも有線ではなく無線 IoT 化する必要がある。

このように、極めて大量かつ高密度状態に配置された動くあるいは動かせる「もの」を、無線でネットワークに接続する必要があるのだが、通常これに用いる無線システムとしては、920MHz 帯/2.4GHz 帯の RFID タグ、2.4GHz 帯/5GHz 帯の無線 LAN、2.4GHz 帯の Bluetooth、同じく 2.4GHz 帯の ZigBee などが使われてきた。さらに M2M の無線 IoT 用に 920MHz 帯 Wi-SUN、LoRa をはじめとする LPWA (Low Power Wide Area) ネットワークが導入されてきている。しかし、これらの周波数帯は重なっている、あるいは近接しているため、狭空間の環境では、異種通信システム間干渉が避けられず、本来得られるべき通信