

スマートシティを目指した Wi-SUN FAN の開発と活用

Development and Utilization of Wi-SUN FAN for Smart City Applications

濱田 雄一

Yuichi Hamada

Wi-SUN FAN (Wireless Smart Utility Network for Field Area Network profile) は次世代スマートメーター向け国際無線通信規格として2012年に仕様策定が開始され、通信速度と距離の改善や低消費電力対応などが加わった新たな仕様「Wi-SUN FAN 1.1」の認証制度が2024年5月頃に始まる予定である。本稿では、Wi-SUN FANとスマートシティとの親和性の観点でWi-SUN FANの特徴を説明するとともに、(株)日新システムズの取組みについて紹介する。

The Wi-SUN FAN (Wireless Smart Utility Network for Field Area Network) was initiated in 2012 as an international wireless communication standard for next-generation smart meters. The certification process for the new specification, Wi-SUN FAN 1.1, which includes improvements in communication speed, distance, and low power consumption, is expected to commence around May 2024. This paper highlights the features of Wi-SUN FAN in relation to its compatibility with smart cities and provides an overview of our efforts in this field.

キーワード：Wi-SUN FAN、LPWA、スマートシティ、スマートメーター

1. 緒言

スマートシティとは、「IoT (Internet of Things : モノのインターネット) の先端技術を用いて、基礎インフラと生活インフラ・サービスを効率的に管理・運営し、環境に配慮しながら、人々の生活の質を高め、継続的な経済発展を目的とした新しい都市」のことである。スマートシティにおいては、IoTによるセンシングやビッグデータのAI分析などを活用し、都市機能を最適な状態に保つことで、現在の都市や地域が抱える諸課題が解決に向かうと考えられている。

(株)日新システムズ(以下、日新システムズ)で開発を行っているWi-SUN FANも、広範囲で大量の機器の情報収集を低価格で行える点から、スマートシティのIoTで使用される通信技術のひとつとして利用されることが期待されている。本稿では、そのWi-SUN FANとスマートシティとの親和性の観点で、Wi-SUN FANの特徴を説明するとともに、日新システムズにおける取組みについて報告する。

2. スマートシティで使用される無線通信技術

スマートシティでは、さまざまな機器がネットワークにつながり、相互で情報交換を行うようになるため、そこで使用される通信技術も多様である。効率的なデータ収集には無線通信技術も不可欠であり、スマートシティで使用される無線通信技術には、3G/4G/5G、Wi-Fi、LPWA、Bluetooth、RFIDなどが存在する。図1に示すように、これらの無線通信技術は、技術によって通信距離や速度、コストもさまざまで、用途に応じて適切な無線通信技術を選択することが重要である。

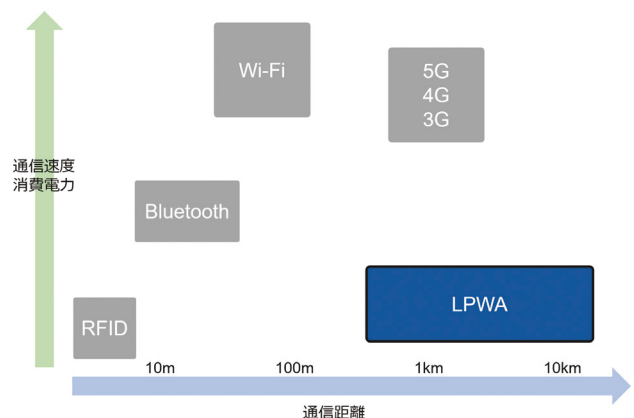


図1 無線通信技術の比較

中でも、LPWAは低消費電力かつ広域・長距離通信を特徴とする無線通信技術であり、通信速度はWi-Fiや3G/4G/5Gと比べると低速ながら、10kmを超える無線通信が可能で、比較的安価に運用できるため、スマートシティにおけるIoT技術として有力な候補として考えられている。

3. さまざまなLPWA規格

LPWAの中にもさまざまな規格が存在し、その特徴によって表1のように分類分けを行うことができ、それぞれの規格はその特徴を活かした運用がなされている。

表1 LPWAの分類

規格	免許	ネットワークトポロジー	提供形態	国際標準規格
LTE-M	要	スター	基地局型	○
NB-IoT	要	スター	基地局型	○
LTE Cat.1	要	スター	基地局型	○
LoRaWAN	不要	スター	基地局型 自営網型	○
Sigfox	不要	スター	基地局型	
ELTRES	不要	スター	基地局型	
ZETA	不要	メッシュ	自営網型	○
Wi-SUN FAN	不要	メッシュ	自営網型	○
SmartHop	不要	メッシュ	自営網型	
UNISONet	不要	メッシュ	自営網型	

「免許」が必要な規格は、一般企業やユーザでは取り扱いが難しく、主には携帯電話会社によって運用されている。そのため一般企業やユーザは携帯電話会社に利用料を支払って利用することになり、デバイス数が増えれば運用費が高くなる傾向にある。

「ネットワークトポロジー」のスター型は、1つの親局に対し、複数の子局が直接つながる構成であり、距離の拡張が難しい。それに対しメッシュ型は、隣接する機器同士が中継できる構成のため、距離の拡張や、故障時の迂回が可能である。

「提供形態」が基地局型であるものは、携帯電話会社などの運用会社が基地局を設置し、その電波エリア内で利用が可能なサービスである。自営網型は機器を自分で購入し、任意の場所に設置するものである。

「国際標準規格」であるものは、規格がオープンなため、特定の会社だけが開発するのではなく、複数社が開発可能であり、マルチベンダからの調達が可能である。

本章に示すとおり、LPWA規格にはさまざまな規格が存在している。その中で、Wi-SUN FAN規格は①免許不要のため取り扱いが容易であり、②メッシュ型のため距離の拡張等が簡便で、③自営網型で運営がしやすく、④国際標準規格であることからマルチベンダ調達可能な特徴を有する、スマートシティに適した通信規格であるといえる。

4. スマートシティに適したWi-SUN FANの特徴

本章では、前章にて紹介したLPWA規格のうち、スマートシティとの親和性が高いWi-SUN FAN規格について、その特徴を紹介する。

4-1 国際標準規格

Wi-SUN FANは国際標準規格であり、日新システムズ以外にもさまざまな企業が開発を行っているほか、規格に準拠することで、異なる機器間での相互接続も可能な規格である。特に公共性の高い社会インフラが必要なスマートシティにおいては、マルチベンダから調達が可能であることは、コストや調達リスクの低減という観点でも重要である。

4-2 周波数ホッピング

Wi-SUN FANの特徴的な機能に周波数ホッピングがある。これはスペクトラム拡散通信方式と呼ばれる信号の変調方式のひとつで、一定時間ごとに搬送波周波数を変化させて伝送する方式である。周波数を切替えながら通信を行うため、ノイズに強く、耐障害性が高いという特徴がある。そのため、スマートシティのような通信機器が密集した場所においても安定的な通信を行うことが可能である。

4-3 マルチホップメッシュネットワーク

Wi-SUN FANはメッシュ型のネットワークトポロジーでマルチホップ（中継器を介して複数の機器間で通信）を行うことで、広範囲のエリアをカバーすることが可能である。Wi-SUN FANでは機器を設置するだけで自律的にメッシュネットワークを構築し、単一の機器が故障して電波環境が悪くなった場合でも、自動的に迂回経路を構築することが可能である。このため、スマートシティのような広範囲なエリアにおいて、機器や電波環境が変化するような環境に適している。

5. 最新規格Wi-SUN FAN 1.1

Wi-SUN FANは、2012年から仕様策定が開始され、2015年に初版の仕様であるWi-SUN FAN 1.0が策定された。続いて、2019年からWi-SUN FAN 1.1の仕様策定が始まり、2023年4月にWi-SUN FAN 1.1 (v06) の仕様が完成した。2023年12月頃にはWi-SUN FAN 1.1の認証制度が始まる予定である。Wi-SUN FAN 1.1では通信速度と距離の向上、末端端末の低消費電力対応などが行われている。特に通信速度と距離については、図2に示すようにこれまでの一般的なLPWAでの性能を包含する形でそれぞれ向上する仕様に拡張されている。

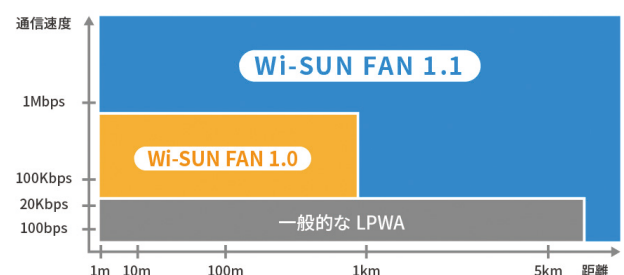


図2 通信速度と距離の比較

6. 日新システムズの取組み

日新システムズはスマートシティの実現に向け、Wi-SUN FANを活用した取組みを実施しており、本章ではその取組みについて紹介する。

6-1 Wi-SUN FAN 1.1対応製品の開発

日新システムズは京都大学と共同し、2019年1月に世界ではじめてWi-SUN FAN 1.0の認証を取得した無線機を開発した。その後、Wi-SUN FANの標準化団体であるWi-SUN AllianceでWi-SUN FAN 1.1の仕様策定が開始され、こちらについても共同でWi-SUN FAN1.1仕様への追従を行っている。また、Wi-SUN Alliance主催で年3回程度開催される他社間での相互接続イベントに毎回参加し、相互接続性の向上を行ってきた。現在、Wi-SUN FAN 1.1認証に向けて品質と性能の向上や、対応ハードウェアの拡充を進めている。

6-2 1,000台マルチホップ接続実証

京都大学と日新システムズは、2021年11月にWi-SUN FANのマルチホップ接続を駆使し、多数の無線機からの情報を1つの基幹無線機に集約・収集する試験機を用いて、500台の機器を接続するための各種要素技術の研究開発を行った。この結果、スマートメーターの実運用を想定した通信量でデータを各無線機から送信し、500台環境においても高品質な通信を実現できることを確認した。さらに2023年度以降、導入が検討されている次世代スマートメーターの運用を想定すると最大1,000台の無線を1つの自律ネットワークで収容することが求められる。

今回、無線機1,000台の環境で高品質な通信を実現するため下記の2点について研究開発を実施した。

- ① Wi-SUN FANの通信制御に関する各種パラメータの最適値調査
- ② 1,000台の無線機を収容するシングルボードコンピュータ対応無線機へのWi-SUN FANプロトコルスタックの移植

この度、この研究開発の成果を搭載したWi-SUN FAN無線機1,000台を用いたマルチホップメッシュネットワークの構築および維持、さらに実運用で想定される通信量によるデータ通信を実現した(写真1)。また、次世代スマートメーター要件を満たす、累積で99.9%以上のデータ通信成功率を得ることに成功した。



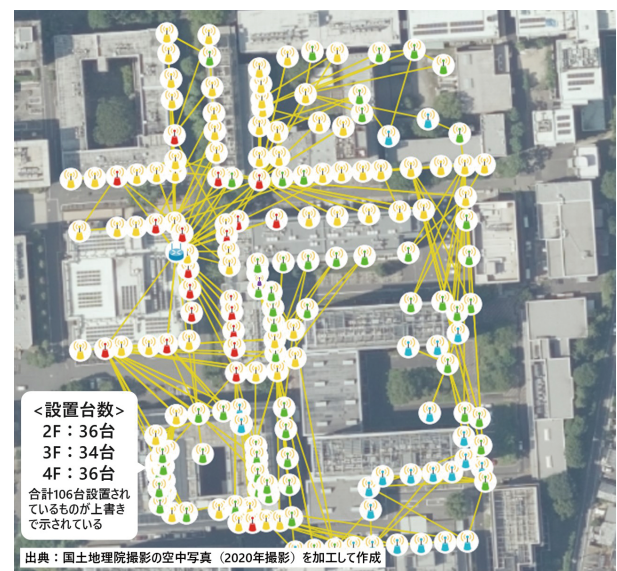
写真1 1,000台試験の様子 (京都大学提供)

6-3 大規模フィールドでの実証

京都大学と日新システムズは、Wi-SUN FAN無線機がスマートシティでのセンサネットワークとして利用されるケースを想定し、Wi-SUN FAN無線機400台を京都大学構内68,000m² (170m×400m)の範囲内の任意の位置に高密度に設置する大規模フィールドでの実証を行った。

本実証において、各Wi-SUN FAN無線機によって、自律的にマルチホップネットワークが構築され、2日間を超える実証期間中各無線機からの情報がデータ収集用基幹無線機(ポードルーター)に通信成功率97.1%以上で伝送することができた。これにより400台の無線機での自律的なマルチホップネットワーク構築の確認と通信試験に成功した。なお、設置場所については特に事前の設計等は行わず、無線機間が十分な電波で送受信できるよう高密度に設置したほか、実証期間である2日間は連続運用を行った。

各無線機は複数の建物の影になる場所にも配置していたが、Wi-SUN FANの自律的なマルチホップネットワーク構築機能により、障害となる建物を迂回するようなネットワークが自動的に構築され、範囲内に設置された全ての無線機がネットワークに収容されることを確認した。また、この構築されるネットワークは設置環境に合わせ、通信成功率を向上させるよう各無線機が自律的にネットワーク構成を変化させていることも確認できた。この機能により、都市部での運用時、建物の建築や街路区画の変更などの、無線



- | | |
|--------------|--------------|
| ポードルーター：1台 | 4段目の無線機：158台 |
| 2段目の無線機：44台 | 5段目の無線機：51台 |
| 3段目の無線機：146台 | 6段目の無線機：1台 |

— 実際の接続

※無線機は2台1組で設置しているため、上記のアイコン1か所でも2台の無線機を含む
 ※6段目のアイコンのみ、5段目と6段目の無線機が1台ずつ含まれている

図3 京都大学構内に設置した無線機の接続状況 (国土地理院撮影の空中写真 (2020年撮影) を加工して作成)

経路に大きな影響があるような変化が起きても、その変化に応じた無線マルチホップネットワークを自動的に構築することができ、安定的な運用が可能となる。

また、全ての無線機から5分、15分、30分間隔でのデータ送信を行わせ、既の実施済みの屋内環境での1,000台大規模実証とほぼ同様の通信成功率97.1%以上を実現した(図3)。

7. 結 言

京都大学と日新システムズではWi-SUN FANの継続的な開発を続けるとともに、実証実験を通じてWi-SUN FANの性能や品質が、実用上問題がないかの確認を行ってきた。今回紹介した実証結果のように、スマートシティのような広範囲で大量の機器からの情報収集が必要な場面においても、Wi-SUN FANはスマートシティの無線通信技術として、活用できることが期待できる。

今後は新たに開始されるWi-SUN FAN 1.1認証に向けて開発を継続するとともに、実運用に向けた製品やソリューションの準備を進めていく所存である。

8. 謝 辞

本研究開発の一部は、総務省 戦略的情報通信研究開発推進事業 (SCOPE) 電波 COE 研究開発プログラムの公募で採択された「電波利活用強靱化に向けた周波数創造技術に関する研究開発および人材育成プログラム (JP196000002)」における共同型研究開発「Society5.0の実現に向けた大規模高密度マルチホップ国際標準無線通信システム (Wi-SUN FAN) の研究開発」の一環として実施したものである。

本研究を実施するにあたり、ご支援ご協力いただいた京都大学 大学院情報学研究科 原田博司教授にこの場を借りて深く感謝する。

- ・ Bluetoothは、ブルートゥース エスアイジー、インコーポレイテッドの登録商標です。
- ・ LTEは欧州電気通信標準協会 (ETSI) の登録商標です。
- ・ LoRaWANは、Semtech Corporationの商標または登録商標です。
- ・ SigfoxはUNABIZ社の登録商標です。
- ・ ELTRESは、ソニーグループ(株)の登録商標です。
- ・ ZETAは、(株)テクスー及びZiFiSense社の登録商標です。
- ・ SmartHopは、沖電気工業(株)の登録商標です。
- ・ UNISONetは、ソナス(株)の登録商標です。

参 考 文 献

- (1) 京都大学、(株)日新システムズ プレスリリース、「次世代スマートメーター/IoT向け国際無線通信規格 Wi-SUN FAN を用いた無線機1,000台の自律通信試験に成功」(2023)
<https://www.co-nss.co.jp/press/20230216.php>
(参照: 2023/8/18)
- (2) 京都大学、(株)日新システムズ プレスリリース、「スマートメーター・シティ向け国際無線通信規格 Wi-SUN FAN 大規模フィールド実証に成功」(2023)
<https://www.co-nss.co.jp/press/20230330.php>
(参照: 2023/8/18)

執 筆 者

濱田 雄一 : (株)日新システムズ 部長



出典元

濱田 雄一、「スマートシティを目指したWi-SUN FANの開発と活用」、日新電機技報 Vol.68、No.2、pp.71-75 (2023年12月)