

# 農業や街中のセンシングに使える 数百mメッシュ・ネットワーク作り

**前編** 自作プロトコルの仕様検討

梅田 英和

## ● 多数の端末を使うIoT向け

IoTという言葉が世の中に浸透して数年になります。IoTを構成する多くの要素技術の中でも、ワイヤレス通信が重要なコンポーネントの1つであることに異論はないでしょう。

この無線通信技術の中でも、30年以上も前から研究開発が行われてきた分野にマルチホップ通信があります。

これは、互いに電波の届く範囲内にある無線機器が、データを次々とリレー伝送することで、伝達範囲を飛躍的に拡張させる通信技術のことです。

スマートフォンや携帯電話の通信網に頼ることなく、広範囲な無線ネットワークを簡単に構築できます。通信料金や加入手続きも必要ありません。望みの場所に必要な数の機器を用意するだけでよいのです。

### データをリレーして遠くまで届ける

マルチホップ通信とは、互いに電波の届く範囲内にある無線機器が、データを次々とリレー伝送することで伝達範囲を拡張させる通信技術のことを言います。多段通信と言われることもあります。

データをリレー伝送することがその本質ですが、技術的な側面でマルチホップ通信を分解すると、

- 自動的なネットワーク構築 (Self-forming)
- 自動的な経路切り替え (Self-healing)

という2つの特性を兼ね備えている必要があります。

自動的なネットワーク構築とは、人手による設定作業を必要とせず、機器をぼんぼんと置いていくだけで自動的に無線通信が可能になる仕組みを言います。このためには、各無線機に周囲の機器を発見し、接続状況を互いに伝達し、自身が属するネットワークと、そうでないネットワークとを区別する能力が必要です。

無線機器では、移動や撤去、バッテリー切れ、無線環境の変化などによって、通信状況が突然悪化することがよくあります。その場合、可能な限り素早く別の中継路に転送を切り替える必要があります。これを自動的な経路切り替えと言います。この仕組みがないと、

停止した無線機器にいつまでも中継を依頼し続けることになり、途中からデータが全く到達しなくなるというトラブルが起こります。

これら自動的なネットワーク構築と自動的な経路切り替えの2要素を含めて経路制御技術と呼びます。

経路制御はマルチホップ通信を支える最重要技術といっても過言ではありません。

### マルチホップ通信4つの型

マルチホップ通信の経路制御技術は多種多様ですが、次の4パターンに分類して考えることをお勧めしています。

## ● 1. テーブル交換型

各無線機器が他の機器と経路情報を定期的に交換し、あらかじめ経路表を作成する方式です。規格としてはOLSR (RFC 3626)、RPL (RFC 6550)などが有名です。中でもRPL経路制御は、6LowPANと組み合わせ、昨今のIoT機器で盛んに利用されています。

大規模なマルチホップ通信を実現できるのが特徴ですが、その一方で通信状態に関係なく常に経路情報を交換しあっている(無線通信を行っている)ため、消費電力が多く、一般的にバッテリー駆動機器には向いていません。

### ▶ テーブル交換型の動作例

図1(a)のような機器構成を考えます。図中の丸は無線通信機器を表します。直線は直接通信可能な機器同士の結びつきを表します。

ここで通信機器A、C、Dは、自身の情報および、自身と直接的に通信可能な機器の情報を周囲に送信します。図1(b)で言えば、A、C、Dがそれぞれ自身の情報を周囲に送信し、さらにDは、B以外にもEとながっていることを知らせます。

結果としてBは、A、C、Dからの情報を受け取ります。一般にこのように自身とその隣接端末の情報を格納して送るメッセージをHelloパケットとか隣接発見メッセージなどと呼びます。HelloパケットはA、C、D