

4-3

IEEE 802.15.4e の MAC 層

従来の IEEE 802.15.4 のメディアアクセス (MAC) 層は、工業用ワイヤレスセンサネットワークへ適用するには性能が十分ではないため、IEEE 802.15.4 は、新しいタスクグループ IEEE 802.15.4e を立ち上げて、工業用ワイヤレスセンサネットワークへ適用するメディアアクセス (MAC) 層を検討しました。2012年2月に、IEEE 802.15.4e-2012²⁹⁾が IEEE 802.15.4 の修正案4としてリリースされました。

工業用ワイヤレスセンサネットワークの適用範囲は、石油・化学プラントを中心とする**プロセスオートメーション** (PA: Process Automation) と、自動車・電子工場を中心とする**ファクトリオートメーション** (FA: Factory Automation) に大別されます。表4.2に示すように、それぞれの通信ネットワークの設置環境と利用形態はかなり異なるので、ネットワーク規模、リアルタイム性、消費電力など、性能要求には大きな差があります。PAとFAの両方とも、単一のワイヤレスセンサネットワーク規格だけで対応するのは、ほとんど不可能といえます。

●表4.2 プロセスとファクトリ工業のワイヤレスセンサネットワークの仕様要求

	プロセス工業 (PA)	ファクトリ工業 (FA)
業種	石油・化学・鉄鋼プラント	自動車・電子・機械工場
設置環境	屋外	屋内
工業保護要求	防爆・防水	防水・防塵
電源供給	電池・数年間寿命	ACメイン電源
ネットワーク規模	100ノード以上	100ノード以下
トポロジー	メッシュ型	スター型
中継機能	必要	不要
データサイズ	数10バイト	数バイト
最小更新周期	数10秒	数10ミリ秒
最大遅延時間 (Latency)	1秒	10ミリ秒
セキュリティ要求	強い	普通

そこで IEEE 802.15.4e タスクグループは、複数のネットワーク構成を提案して、ユーザーが各自のアプリケーションに合わせて最適な規格を採用できるようにしました。2012年2月の最終案は IEEE 802.15.4 の修正案4であり、IEEE 802.15.4e-2012として承認されました。IEEE

スマートメーター用のスマートメーターユーティリティネットワークは、屋外に設置する大規模ネットワークです。長距離に到達できる中継機能や数年間の電池寿命など、設置環境と性能要求がプロセス産業用ワイヤレスネットワークに近いです。このため、スマートメーターネットワークがIEEE 802.15.4eのMAC層を採用する期待が非常に高くなっています。すなわち、IEEE 802.15.4gの物理層とIEEE 802.15.4eのTSCHメディアアクセス層とを組み合わせ、将来のスマートメーター用のワイヤレスセンサネットワークが構築されることになるでしょう。

1 TSCH チャネルホッピング型ネットワーク

いままでIEEE 802.15.4・ZigBee非同期型ネットワークは広く採用されていますが、プロセス工業用大規模ワイヤレスセンサネットワークへの適用には、次のような2つの技術的な課題があります。

- 大規模ワイヤレスセンサネットワークの場合、どうしても中継機能を持つメッシュネットワークが必要となる。しかし、非同期型ネットワークでは、ノード間の時刻同期を行わないため、下位ノードとの通信タイミングが制御できず、中継ノードは常に動作している必要がある。スリープしない条件下では中継ノードの電池寿命を数年以上もたせるのはおおそ不可能。結局、大規模ワイヤレスセンサネットワークの適用は非常に困難となっている。
- 免許不要の周波数帯域では、どのチャンネルでも一時的な電波干渉はどうしても避けられないが、すべてのチャンネルが同時に遮断される確率はかなり低い。チャンネルを適切に切り替えれば、特定チャンネルの電波干渉を避けることができる。しかしチャンネルの切り替えは送信側と受信側が同じタイミングで行わなければならないため、非同期型ネットワークでの実装は困難である。固定チャンネルを利用するワイヤレスセンサネットワークでは、特定チャンネルの電波干渉を受けやすく、高信頼性を達成するのは難しい。

以上のような問題を解消するため、米国カリフォルニア大学発のベンチャー企業であるダストネットワークス社（Dust Networks, Inc）^{注1}は、独自にワイヤレスセンサネットワーク用の

注1 ダスト社ネットワークス社は、2011年12月に米国半導体大手のリニアテクノロジー社に買収された。ダストネットワークス社のワイヤレスセンサネットワーク事業は、リニアテクノロジー社により継続される。

