

センサーネットワーク市場の起爆剤 ZigBeeの登場

今、近距離無線システム規格の1つであるZigBeeが注目されている。2004年12月に正式な仕様が策定されたとたん、各社から準拠製品の出荷発表が相次いだことから、この技術に向けられた期待の大きさがわかる。本稿では、このZigBee規格について、仕様策定の経緯から技術的特徴や応用分野、そしてビジネス的展望までを解説する。

池田 武弘

株式会社トリプレットゲート 代表取締役 工学博士

これまでにない特徴を持った 新たな規格の誕生

「ZigBee(ジグビー)」とは、超低消費電力を特徴とする近距離無線システム規格の名称である。主なアプリケーションとして、医療機器管理、家電やコンピュータの周辺機器制御、照明のオン/オフなどを想定している。また、超低消費電力の特徴を活かし、頻りに電池を交換できない温度モニターや照明管理といったオートメーションシステム、センサーネットワークでの活用も期待されている。

マルチメディアをサポートする高速伝送無線システムは、無線LANやBluetoothなど多数の標準が存在する。しかし、センサーやオートメーションといった特有のアプリケーションに特化した「超低消費電力」「低遅延」「低データ伝送通信」「多数の端末管理」の特徴を持つ無線システムの標準はこれまでなかった。そのため、既存のセンサーネットワークには専用端末が使われており、コストや互換性の面で問題があった。

このような経緯から、IEEE802.15標準化委員会内において初めて、上記の要求

条件を満たす無線システムの標準化が検討がされた。そして、物理・MAC層の技術仕様をIEEE802.15.4内で標準化し、それをZigBee Allianceがマーケティングと互換性でサポートするというZigBeeの枠組みができあがり、2004年12月に正式版の仕様が発表された。なお、ZigBee Allianceは現在100社を超える企業で構成され、日本からも三菱電機、沖電気、オムロンなどが参加している。

日本での普及促進を行うための特定非営利活動法人「ZigBee SIG ジャパン」も2005年2月に設立され、日本でもいよいよZigBee普及の土壌が整ってきた。

他の無線通信システムにはない 優位性

ZigBeeと同様の近距離無線システムに、無線LANやBluetoothがある。図1に、システムが対象とする伝送速度および通信距離を示す。ZigBeeの伝送速度は最大250kbpsと、IEEE802.11a/b/gなどの無線LAN、現在標準化作業が進んでいる高速無線LAN規格のIEEE802.11nやBluetoothに比較して低速である。しかし、表1に示すように、ZigBeeは無線LANやBluetoothと比較して、オートメーションシステムやセンサーネットワークで要求される信頼性、超低消費電力、低コストといった優位性を持っている。

よく練り込まれた バランスのとれた仕様

ZigBee Allianceで仕様が策定されたZigBeeプロトコルスタックを図2に示す。この仕様では、物理・MAC層に

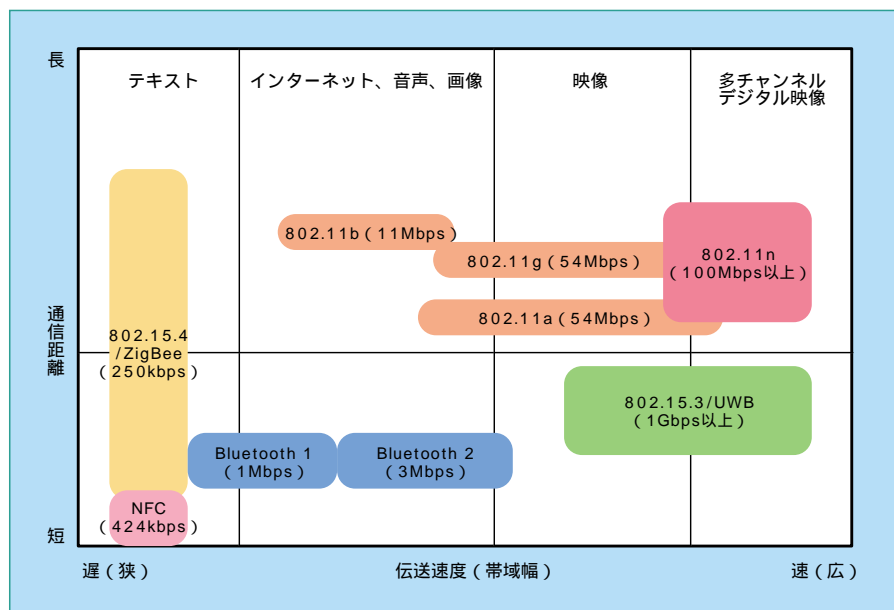


図1 近距離無線通信技術の伝送速度・通信距離の比較

IEEE802.15.4 標準を採用し、ZigBee Alliance がその上位層であるネットワーク層、セキュリティー、アプリケーションインターフェイスを規定している。

ZigBee では、Bluetooth よりさらに低消費電力を実現するため低周期駆動モードを採用している。さらに、端末のコストを低価格に抑えるため、ZigBee で規定しているすべての機能を実装するフル機能端末 (FFD : Full Function Device) に加え、実装する機能を限定した限定機能端末 (RFD : Reduced Function Device) 先定義している。通信距離は 10 ~ 100m、使用する周波数帯は世界共通の 2.4GHz (ISM バンド) 周波数に加え、915MHz 帯 (米国)、868MHz (欧州) にも対応する。新しい標準であるため、セキュリティーには米国政府次世代標準暗号方式である AES (Advanced Encryption Standard) を採用し、さらにマルチホップ用にネットワークレイヤーでの AES 暗号化を採用するなど、最新の技術が盛り込まれている。

構成できるネットワークの種類と特徴

ZigBee のネットワーク構成には、図 3 に示すようなスター型、メッシュ型、クラスター・ツリー型がある。フル機能端末はどのネットワーク構成にも対応できる。一方、限定機能端末はスター型の構成にしか対応せず、またネットワークの確立には、少なくとも1つのフル機能端末がネットワークコーディネーターとして機能しなければならない。例えば、限定機能端末であるセンサーが情報を収集し、その情報をネットワークコーディネーター (スターの頂点) に送信し、コーディネーターはその情報を制御管理システムへ転送するといった構成が一般的だ。広い敷地内でコーディネーターが外部システムとつながっていない場合は、クラスター・ツリー型ネットワークを使用して外部との接続

標準名	WiFi (IEEE802.11a/b/g)	Bluetooth (IEEE802.15.1)	ZigBee (IEEE802.15.4)
対象アプリケーション	ウェブ、メール、ビデオ	ケーブルの置き換え	センサー、コントロール
バッテリー接続時間(日)	0.5 ~ 5	1 ~ 7	100 ~ 1,000以上
収容端末数	64 ~ 256	8 (active) 256 (park)	65,535
キーワード	スピード、柔軟性	コスト、便利性	信頼性、消費電力、コスト

表 1 近距離無線通信技術の性能比較

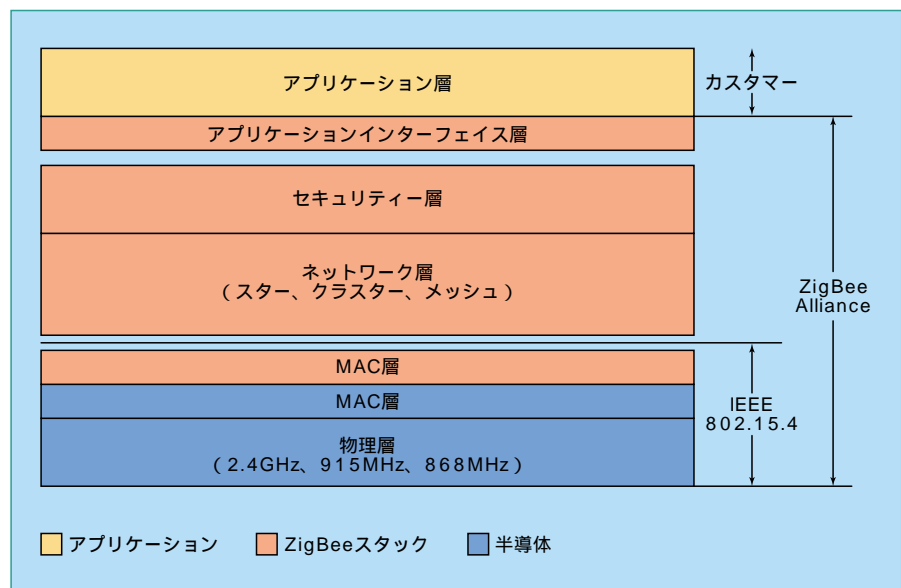


図 2 ZigBeeのプロトコルスタック(ZigBee Alliance 資料より抜粋)

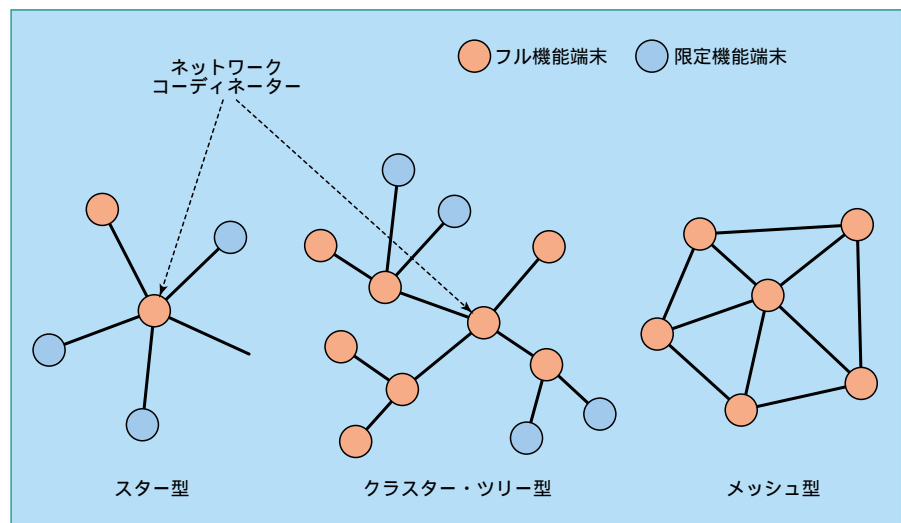


図 3 ZigBee で構成できるネットワーク

点である端末へマルチホップ転送することも可能である。

物理・MAC層には無線LANで使用されているCSMA/CA(干渉回避キャリアセンス型マルチプルアクセス)をスロット型にした手法を使用し、他のシステムからの干渉や他のシステムへの干渉を最小限に抑える仕組みが提供されている。これはノンビーコンモードと呼ばれ、チャンネルが空いているときにすぐに通信を開始し、周辺の端末と直接通信できるという利点を持っているが、常に自分宛てのデータを受信できるように待機する必要があるため省電力化に向かない。

一方ビーコンモードは、間欠受信を可能とし、帯域保証型と呼ばれる期間を設けている。コーディネーター端末がビーコン信号を周期的に送信し、他の端末との同期確立や配下の端末に対して帯域の割り当てを行うことで、低遅延アプリケーションに対応している。対応するデータタイプは3つあり、センサーで使われるような周期的送信を必要とするデータ、照明のオン/オフといった断続的に送信されるデータ、コンピュータのマウスやジョイスティックといった周期的かつ低遅延を必要とするデータである。

ZigBeeでは、これらのリアルタイム性を必要とするアプリケーションに対応す

るため、Bluetoothに比較して、ネットワーク接続時間を短縮している。具体的には、新しい端末がネットワークに接続する時間を通常30ms、スリープモードにある端末がアクティブモードに変わる時間を通常15msに抑えている。

見えてきた応用・適用分野と製品事例

従来のセンサーネットワークは、消費電力の問題、コストの問題、専用端末であるためネットワーク構築には向かないといった問題があった。しかしZigBeeの登場で、低コストでバッテリーの持ちの良さ、さらにはアドホックネットワークでの情報共有が可能となった。ZigBee端末をさまざまな場所に置くことで、端末間通信により多くの情報を得ることができるのである。

主な応用例として、ビルオートメーション、照明・空調制御、セキュリティ管理が挙げられる。また医療関連では、人体の体調モニター、フィットネス機器との連携、さらに物流においては、サプライチェーン環境モニターと、位置管理がある。つまりZigBeeを使うことで、省エネルギー、高効率、さらにはコスト削減を実現できる。

現在発表されているZigBeeの具体的な応用例を紹介する。米イトン社は、2005年夏に発売予定の家庭向けセンサー製品「Home Heartbeat」を発表している。家庭内の電気製品やドア・窓の状態などをユーザーの手元にある鍵タイプの端末に知らせることにより、自宅を出る前にヒーターがオフになっている、またすべての窓が閉まっているなどの安全確認を可能とした。さらに将来は、窓枠に取り付けられたZigBeeセンサーが、住人の不在時にドアや窓が動いたらその情報を即座にホームサーバーに通知するなど、ホームセキュリティーやビル監視用途への期待も大きい。

リースケール・セミコンダクタ社も、家庭内の機器制御に応用した製品を発表している。照明制御用のボード、空調の温度制御用のボード、煙探知器用のボードなどで(図4)、バージョン1仕様に基づいた同社のチップ(図5)が使われている。

一方、沖電気工業はZigBeeを健康管理ソリューションに応用している。病院や各種養護施設などの敷地内で、患者や高齢者がZigBee生体センサーを装着して自由に行動している際に、不整脈などの異常が発生すると、本人だけではなく、施設内の離れた場所にいる医師や看護



図4 フリースケール・セミコンダクタ社が1月のCESで展示した照明制御用(左上)、空調の温度制御用(右上)、煙検知器用(下)の各種ボード

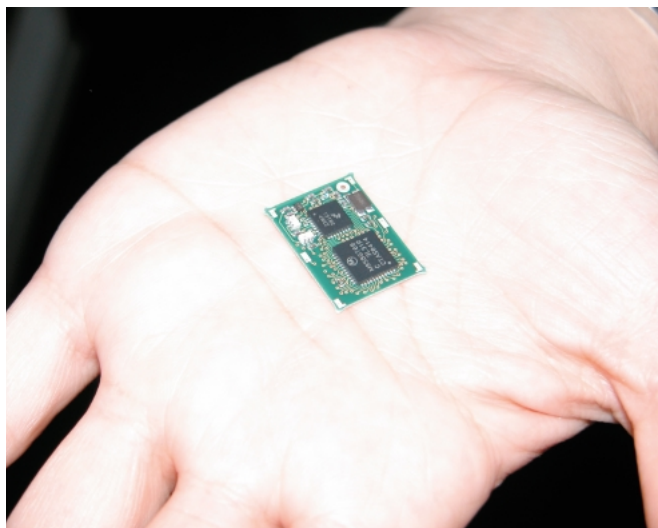


図5 ZigBee半導体チップ

師に即座に通知することが可能な、健康管理ユビキタスネットワーク(図6)の構築を目指している。さらに今後は、ZigBeeにより構成されるセンサーネットワークと携帯電話の位置情報サービスを融合させることで、屋内や屋外での本人安否通知や緊急情報などを自動的に通知することができるようになって考えられている。

ZigBeeの標準仕様が2004年12月に決定されたこともあり、現在は、互換性保証のための認証プログラムを策定中である。そのため現在発表されているZigBee製品は、あくまでもZigBee対応(ZigBee-ready)無線チップかプロトコルスタックである。三菱電機から発表されたZigBee対応無線センサー端末(図7)は、無線部が10円玉程度という小型で家屋や事務所などに設置しやすい大きさを実現している。

また、2月中旬に実施した研究成果発表会ではZigBeeを利用した産業プラント設備監視システムの試作品が発表された(図8)。三菱では、ZigBeeの産業プラント監視における利用のための仕様の標準化をZigBee Allianceに働きかけているという。ZigBee準拠認定(compliant certification)製品も2005年中には発表される予定であり、2006年にはZigBee製品が我々の手元に届く見込みである。

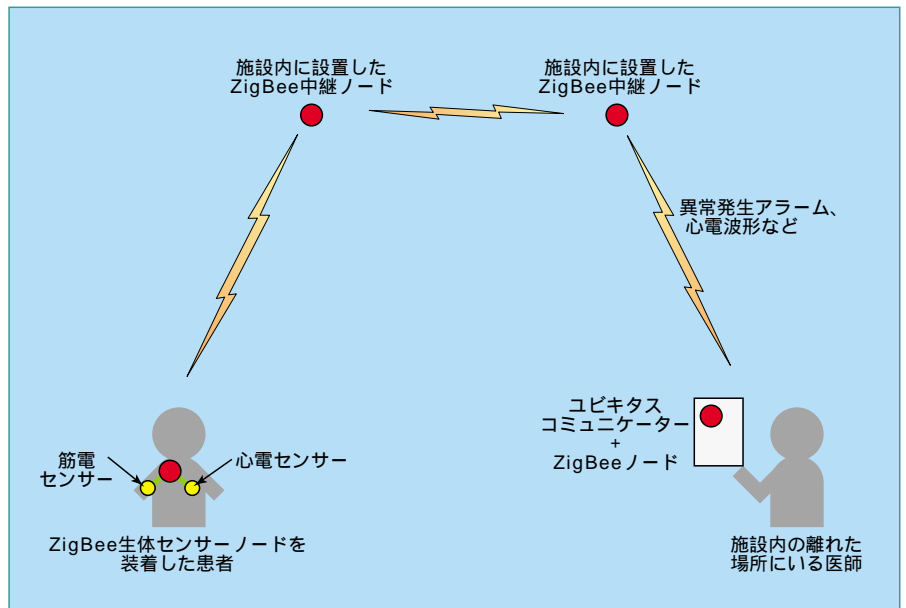


図6 沖電気工業が描く健康管理ユビキタスネットワークの利用イメージ

すでに始まっている 次期規格への動き

次期ZigBeeに向けた標準化活動もすでに始まっている。IEEE802.15.4aでは、伝送速度の高速化、距離・位置測定(1m以内の精度)などを物理層に盛り込むことが検討されており、今年の1月にはIEEE802.15.4a内で28社から提案発表が行われた。

伝送手法は、インパルス応答(Impulse Response)、直接拡散(DSSS)、チャープ

拡散(Chirp Spread Spectrum)、シングルキャリア(Single Carrier)の4つに分類でき、これらはすべてUWB(超広帯域)技術である。本年度中には提案の一本化が期待されており、次期ZigBeeの物理層の置き換えに向けて着々と前進している。一方IEEE802.15.4bでは、現在ZigBeeで使用されている物理・MAC層の拡張に加え、新周波数仕様、高速化、セキュリティ改善がなされており、今後はさらにマーケットからの要求を重視した標準化が進められる予定だ。

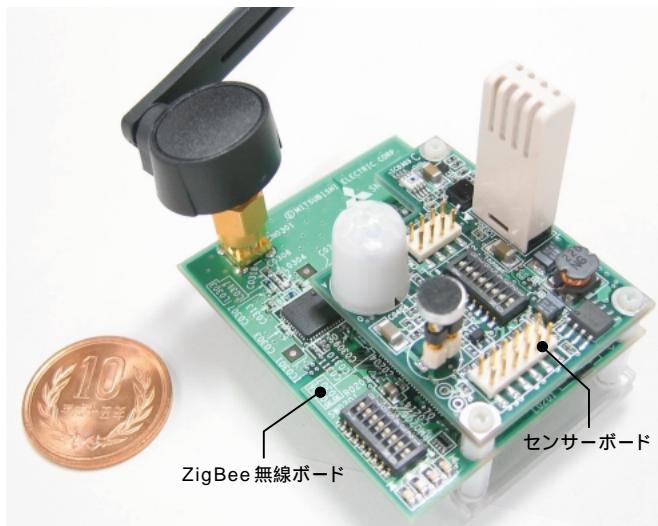


図7 三菱電機のZigBee対応無線センサー端末

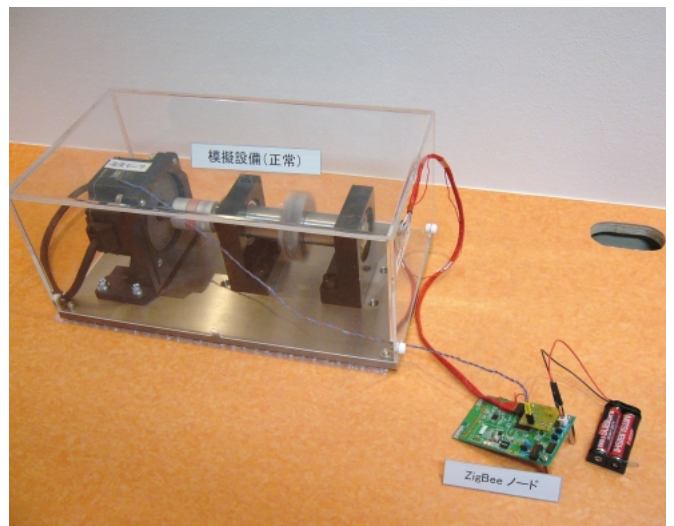


図8 設備監視システムの試作品。ZigBee通信ボードに、温度センサーからの入力端子を付けている。



[インターネットマガジン バックナンバーアーカイブ] ご利用上の注意

このPDFファイルは、株式会社インプレスR&D(株式会社インプレスから分割)が1994年～2006年まで発行した月刊誌『インターネットマガジン』の誌面をPDF化し、「インターネットマガジン バックナンバーアーカイブ」として以下のウェブサイト「All-in-One INTERNET magazine 2.0」で公開しているものです。

<http://i.impressRD.jp/bn>

このファイルをご利用いただくにあたり、下記の注意事項を必ずお読みください。

- 記載されている内容(技術解説、URL、団体・企業名、商品名、価格、プレゼント募集、アンケートなど)は発行当時のものです。
- 収録されている内容は著作権法上の保護を受けています。著作権はそれぞれの記事の著作者(執筆者、写真の撮影者、イラストの作成者、編集部など)が保持しています。
- 著作者から許諾が得られなかった著作物は収録されていない場合があります。
- このファイルやその内容を改変したり、商用を目的として再利用することはできません。あくまで個人や企業の非商用利用での閲覧、複製、送信に限られます。
- 収録されている内容を何らかの媒体に引用としてご利用する際は、出典として媒体名および月号、該当ページ番号、発行元(株式会社インプレス R&D)、コピーライトなどの情報をご明記ください。
- オリジナルの雑誌の発行時点では、株式会社インプレス R&D(当時は株式会社インプレス)と著作権者は内容が正確なものであるように最大限に努めましたが、すべての情報が完全に正確であることは保証できません。このファイルの内容に起因する直接のおよび間接的な損害に対して、一切の責任を負いません。お客様個人の責任においてご利用ください。

このファイルに関するお問い合わせ先

株式会社インプレスR&D

All-in-One INTERNET magazine 編集部

im-info@impress.co.jp