

# ビル空調用無線コントローラ

Wireless Controller for HVAC

岡本 浩孝

■ OKAMOTO Hirotaka

栗本 武司

■ KURIMOTO Takeshi

無線技術を使用した様々な製品が市場に出回っている。ビル施設内における電気設備や空調設備の監視・制御システムにおいては、これまで有線ネットワークが主流であったが、近年では徐々に無線化ニーズが高まっている。

今回、東芝が製品化したビル空調用無線コントローラは、従来は有線であるコントローラと設定器間の通信に無線を使用することで配線を不要とし、設定器の自由な配置を可能とした。コントローラの上位通信はLonWorks<sup>®</sup> (注1)に対応し、中央監視システムとの接続を容易にしている。

Radio technology appears on the market in various products. Demand is increasing for the replacement of conventional wired monitoring and control systems for air conditioners and other building facilities by radio networking systems.

Toshiba has developed a wireless controller for heating, ventilation, and air-conditioning (HVAC) systems that makes wiring work unnecessary and allows free installation of the facilities. Their data can be easily sent to a central monitoring system as the communication protocols for upper-level systems conform with that of LonWorks<sup>®</sup>.

## 1 まえがき

近年、無線を応用した製品が様々な用途向けに製品化され、われわれの生活の中に浸透してきている。家電製品における無線技術では、赤外線を使ったリモコン、無線を使ったコードレス電話機、おもちゃではラジコンカーなどが従来から製品化されている。

そして、1990年代中盤から爆発的な普及が始まった携帯電話や、ここ1～2年の無線LANの普及に見られるオフィスから家庭内、更には街中のホットスポットの展開、非接触方式を用いた入退室管理システムや同様の非接触方式の定期券・乗車券、プリペイド式電子マネー、無線タグによる在庫管理や商品管理の普及の兆し、などが挙げられる。

更に、Bluetooth<sup>TM</sup> (注2)など無線技術の汎用・標準化や、家電製品における家電ネットワークの標準化とともに、無線によるネットワーク化技術も登場してきている。

東芝は家電製品分野において、世界初の無線コントロールを実現したネットワーク家電を発売している。ビル向けの監視装置においても、オープン化プロトコルであるBACnet (注3)を使用した製品や、フィールドネットワークの標準化プロトコルの一つであるLonWorks<sup>®</sup>を用いた製品を、業界に先駆けて商品化した実績を持っている。

このたび、ビル向け監視・制御システム市場における無線

応用製品ニーズの高まりを受け、ビル空調における個別空調機のFCU (ファンコイルユニット) とVAV (可変風量装置) 用無線コントローラを製品化した。

## 2 個別空調機の概要

ビルの空調方式は、全体制御方式、ゾーン制御方式、個別制御方式に分類される。

個別制御方式では、FCUが天井裏に設置され、そのFCU本体にコントローラを取り付け、室内に設定器が設置される。コントローラと設定器は有線で接続される。

コントローラと設定器、中央監視システム、及びそれらを接続する配線工事が空調自動制御設備の工事範囲となる (図1)。

事務所ビルやテナントビルにおいては、FCUやVAVなどの個別空調機とほぼ同数のコントローラや設定器が設置され、大規模ビルにおいては1,000～2,000台にもなることもある。新築時にはそれらの台数分の配線工事が発生し、また、室内のレイアウト変更に伴う間仕切り変更時には設定器の移設が必要になり、配線工事が発生する。設定器とコントローラ間を無線化することで、移設工事費の削減及び工期短縮が可能となる。

## 3 無線規格の選定

無線通信における電波利用は、電波法の規定にのっとり

(注1) LonWorksは、Echelon Corporationの商標。

(注2) Bluetooth<sup>TM</sup>は、Bluetooth SIG, Inc.の商標。

(注3) BACnetは、米国冷暖房空調工業会の商標。

使用することが義務付けられており、免許や資格の要否及び周波数によって、その用途と使用範囲が規定されている(図2)。

無線を使用したシステムや機器を製品化するには、ほかの無線機器との混信による動作不良、建物や部屋内の構造及び無線到達距離不足による通信不良、医療機器へ与える影響などを総合的に考慮する必要がある。

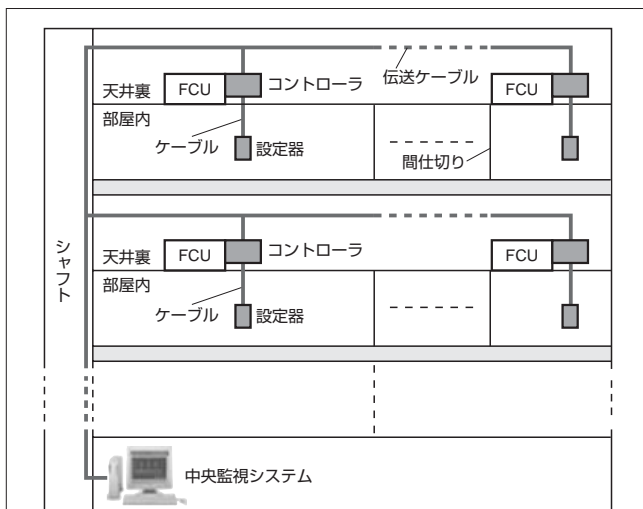


図1. 個別空調制御方式の概念(FCUの場合) — コントローラは中央監視システムと配線で接続される。配線は天井内やシャフトを通り、部屋内の配線も壁内に通線される。

Concept of individual air-conditioning control system (for fan coil unit: FCU)

無線の最大のメリットは、遮蔽(しゃへい)物があっても回り込みにより通信できるということである。ビル施設に適用する場合は、間仕切りを追加したり、受信部を天井裏や機械室に設置する必要があるため、赤外線は対象外とした。また、規格化されたBluetooth™やZigBee(注4)は、規格どおりの通信プロトコルを使用する必要があり、通信のオーバーヘッドが大きくなる。更に、両者とも無線LANの規格であるIEEE802.11b, g(米国電気電子技術者協会規格802.11b, g)と同じ周波数帯であり、オフィスやホテルでの使用を前提としているコントローラには不向きと考えた。

最終的には微弱無線と特定小電力無線の選択になったが、表1のように、微弱無線は到達距離が特定小電力無線と比較してかなり短くなるので、特定小電力無線を採用した。

特定小電力無線は、免許や資格が不要な代わりに、無線

表1. 近距離無線の規格例  
Examples of short-distance radio standards

項目	規格			
	特定小電力	Bluetooth™ IEEE802.15.1	ZigBee IEEE802.15.4	微弱無線
送信出力	10 mW 以下	1 mW, 100 mW	1 mW, 100 mW	500 μV/m 以下 (3 m 法)
周波数帯	400 MHz 帯など	2.4 GHz 帯 (* 1)	2.4 GHz 帯など (* 1)	(* 2)
到達距離	最大 1 km	最大 10 m	最大 75 m	最大 50 m
主な用途	汎用	パソコンなど	家電機器など	汎用

\* 1 : 無線LAN規格 IEEE802.11b, gの周波数帯も 2.4 GHz。  
\* 2 : 無線設備から 3 m の距離の電界強度が規定数値以下であれば、周波数に制限はない。

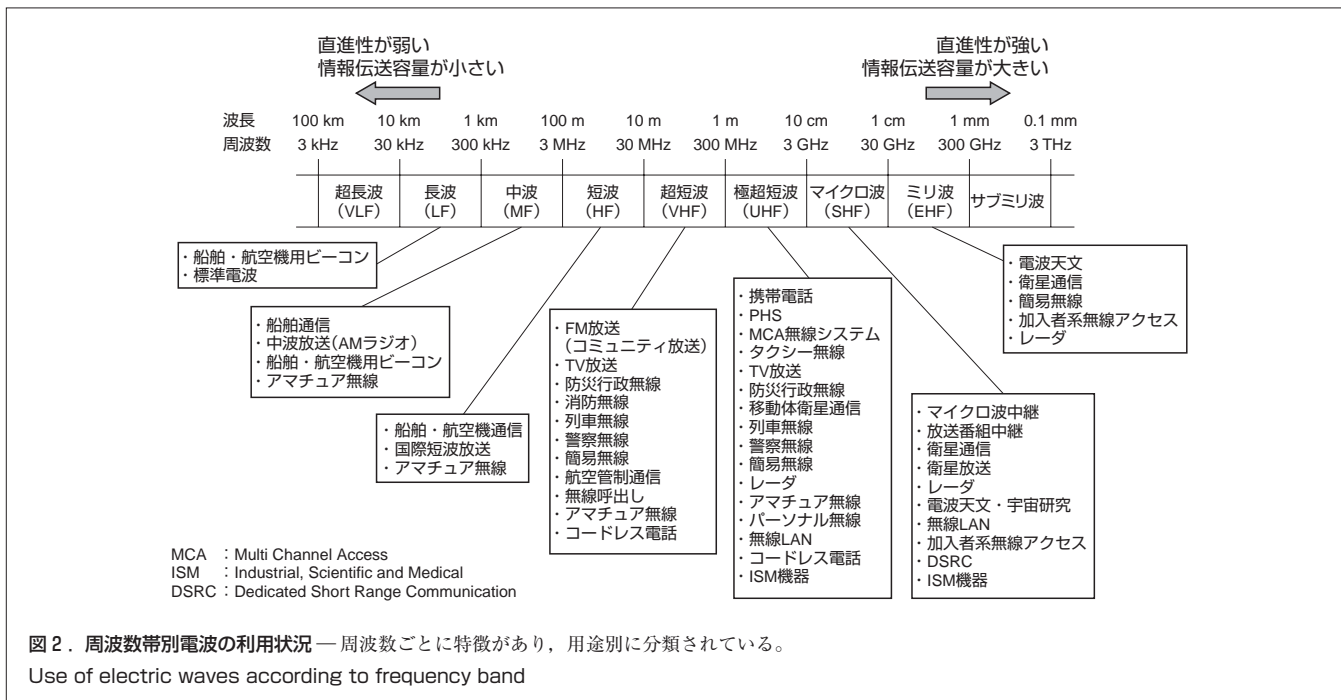


図2. 周波数帯別電波の利用状況 — 周波数ごとに特徴があり、用途別に分類されている。

Use of electric waves according to frequency band

(注4) ZigBeeは、Koninklijke Philips Electronics N.V.の商標。

設備や無線機器が電波法に定められた技術基準に適合していることの証明を受ける必要がある。証明を受けた設備・機器にはラベルがはられるが、証明業務とラベルの発行は総務大臣が指定した機関が代行する。

微弱無線局は、特定小電力無線局に必要とされる技術基準に適合しているか否かの証明業務が不要であるが、送信出力を規定以下に抑える必要がある。

## 4 無線コントローラの詳細

今回製品化した無線コントローラの製品構成、特長、及び機能について述べる。

### 4.1 製品構成

下記の2種類を製品化した。

#### (1) FCU用

- (a) コントローラ 制御用温度検出器の接続が可能  
(設定器側かコントローラ側かを選択)
- (b) 設定器 制御用温度検出器を内蔵。オン・オフタイマ機能付きあり(オプション対応)

#### (2) VAV用

- (a) コントローラ 制御用温度検出器の接続が可能  
(設定器側かコントローラ側かを選択)
- (b) 設定器 制御用温度検出器を内蔵

### 4.2 製品外観

今回製品化したFCU用無線コントローラのコントローラ本体と設定器を図3に示す。

コントローラ本体にはアンテナが見えるが、設定器は無線通信であることを意識させないよう、アンテナが内蔵アンテナになっている。

### 4.3 特長

- (1) 無線方式に特定小電力無線を採用 コントローラ～設定器間の配管・配線工事を不要とし、間仕切りや室内のレイアウト変更時、及び機器増設時に容易に対応できる。
- (2) 駆動電源に乾電池を採用 設定器の電源は、入手のしやすさやメンテナンス性の高さを考慮し、単3乾電池(2本)を採用した。
- (3) 設定器の省電力について 家庭用エアコンのリモコンとは違い、設定器には温度検出器を内蔵しており、検出した温度情報を常時コントローラに送信するため、電力を絶えず消費している。そこで、設定器からの無線出力を5～10mW間で自動可変させ無線出力を小さくした。また、コントローラへ送る温度情報の通信を最適化することで省電力化を実現し、1日当たり約12時間の使用を前提として、約2年程度使用することができる。
- (4) 快適性と省エネルギーを実現する制御を実装 FCU



図3. FCU用無線コントローラの外観—コントローラ本体には、無線機器の特徴である、360°回転する可動アンテナがあり、設定器はアンテナを内蔵している。

Wireless controller for FCU

用コントローラはスタンバイ運転機能を実装し、室内の予冷・予熱運転を行うことで、居住者への快適性を提供できる。また、設定温度の自動シフトにより冷温水の使用を抑えることで、省エネルギー制御も実現した。

- (5) 上位との接続にLONWORKS®を適用 フィールドネットワークにおいて実績の多いLONWORKS®に対応し、当社のWeb-Buildac™をはじめとするオープン型ビル管理システムと接続することができる。
- (6) 1:8, 2:1通信を実現 設定器1台で最大8台までのコントローラを個々に操作、設定できるようにした。設定器を複数台壁面に並べるような場合に設定器の集約が図れ、意匠的問題点を解決できる。

また、設定器2台からコントローラ1台に対して操作と設定ができるようにした。これは出入り口が2か所あるような大部屋などにおいて有効な機能である。

### 4.4 設定器

- (1) 検出機能 制御対象エリアの温度を計測する温度検出器を内蔵する。
- (2) 操作機能 FCUとVAVの発停制御や温度設定変

更機能、及びタイマ設定機能を備える。

- (3) 表示機能 室温表示、FCUとVAVの運転状態表示を行う。また、LonWorks®からの伝送情報により、外気温度表示や降雨状態表示が可能である。電池切れが近い場合には表示を行い、ユーザーに電池交換を促す。

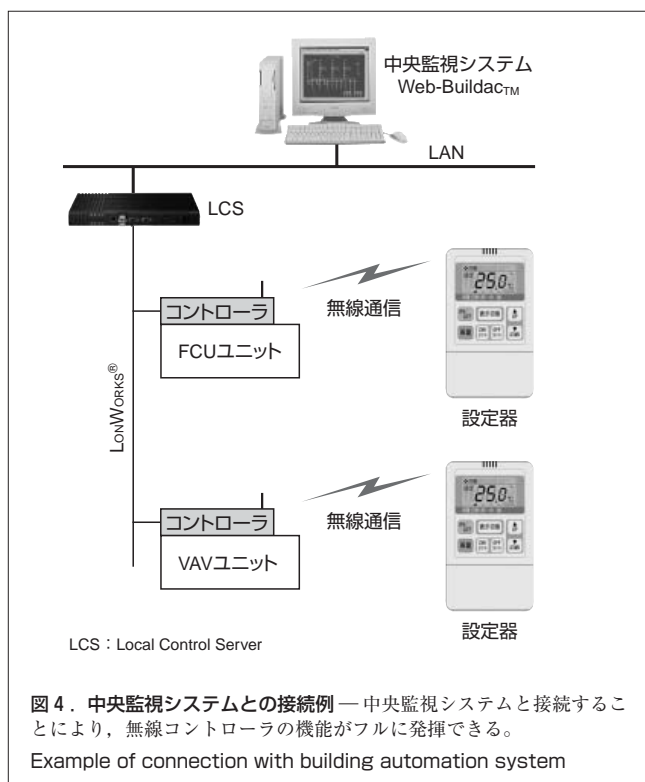
#### 4.5 コントローラ

- (1) 制御機能 設定器からの温度情報をもとに、設定された温度になるようコントローラ内部で演算し、FCU用は風量制御や冷温水制御弁の開閉を行い、VAV用はVAVダンパの開閉を行う。

温度情報はコントローラ本体に直接入力接続することも可能で、FCUとVAVの制御方式により、設定器部の温度検出器あるいは本体接続の温度検出器のいずれかを選択できる。

- (2) 上位通信機能 LonWorks®により、FCUとVAVの動作状況や室内温度など、フィールド側の情報を上位システムへ送る。また、遠方からの操作や室内温度設定の変更情報を受信する。

中央監視システムとの接続例を図4に示す。



## 5 今後の製品開発

今後の無線コントローラの進むべき方向や製品展開について述べる。

- (1) 設定器の消費電力の削減 設定器は電池駆動であるため、電池の交換が必ず発生する。その電池交換の周期を長くできるような通信方式を更に検討する。
- (2) 製品ラインアップの充実 現在は温度センサを内蔵した設定器とコントローラの組合せ製品であるが、温度センサ単体や湿度センサ、汎用入出力ユニットなども製品ラインアップに加える。
- (3) 無線方式の検討 今後新たなる無線通信方式が発明されたり、無線通信規格が誕生するであろう。それらの動向を見据え、最適な通信方式を検討する。
- (4) 上位ネットワークの無線化 上位通信は、今回の製品はLonWorks®による有線接続である。上位通信も無線化し、極限まで配線工事を削減するオール無線化に向けての研究を進める。

## 6 あとがき

IT（情報技術）の発達とともに、ユビキタス革命は確実にビル向け監視・制御システム分野にも浸透してくる。監視・制御分野における“ユビキタス監視・制御システム”を実現する一助になるよう、今後も製品開発を行っていく。

### 文献

- (1) 総務省 . 周波数帯ごとの主な用途と電波の特徴 . < <http://www.tele.soumu.go.jp/search/myuse/summary.htm> > (参照 2004-03-12).
- (2) 安く小さく無線付きユビキタス・センサを目指す . 日経エレクトロニクス . 2002-7-15日号 , p.120 - 129 .



岡本 浩孝 OKAMOTO Hirotaka

電力・社会システム社 社会システム事業部 ビルシステム技術部。空調自動制御システム、ビル管理システムの企画及びエンジニアリング業務に従事。電気学会会員。Infrastructure Systems Div.



栗本 武司 KURIMOTO Takeshi

電力・社会システム社 府中電力・社会システム工場 計測制御機器部。計装制御及びビル空調制御のコンポーネント開発業務に従事。Fuchu Operations-Industrial and Power Systems & Services