

# リモコン まめちしき

その 2

リモコンは、“電子機器を遠隔操作できる物”と前章で紹介しました。今では「スマートフォン」、「タブレット」や最近よく耳にします「AI」、「IoT」が送信器となって「リモコン操作」が出来るようになってきました。

このようにいろんなハードウェアがリモコンに生り得る存在となったのには、多様な通信方式の策定と無線制御 IC の MEMS 技術による集積化によります。今では、「赤外線、可視光、微弱無線、特定小電力無線、Wi-SUN、Bluetooth、ZigBee、LPWA、enOcean、4G・WiMAX（LTE）」等々国内だけでもたくさんの種類があります。

それぞれに適材適所があるのですが、一つずつ理解するには時間もかかりますし大変です。

そこで、“まめちしきその 2”では、リモコン目線による通信方式のご紹介をしていきたいと思います。

その前に！今どきのリモコンをご紹介します。スマートフォンや PC 等で人気の Apple 社のリモコンです。Apple 社製品は常にクオリティが高く独創的な製品を世に生み出しています。ご紹介するリモコンも思わず唸るとりわけ特徴的な 2 種類になります。秀逸な一品といえます。



無線通信技術とセンサを活用  
マルチ機能を備えた最新型リモコン



継ぎ目なしのアルミボディ  
素材を生かした美しいシンプルリモコン

弊社もリモコンメーカーとして最新技術を取り入れた**便利**で**安価**な製品を提供してゆきたいと思っております！！！！

## [周波数帯域による特徴]

### 周波数帯域 2.4GHz

2.4GHz 帯とは、2.4GHz 付近の電波周波数帯のことで、今では無線 LAN (Wi-Fi) や Bluetooth、ZigBee などに利用されています。日本では免許不要の帯域であり、「ISM バンド」(Industry Science Medical バンド) と呼ばれています。欧米でも同帯域が開放されているため、世界共通の周波数帯域となっており、国内の無線機を海外へまた、海外の無線機を国内でそのまま利用することが可能です。このような利便性がある一方で多くの機器が利用する帯域のため、電波が重複し干渉を引き起こしやすいデメリットもあります。

また、2.4GHz 帯は回析性に劣る為、障害物に弱い性質があります。人体等の電波を吸収する性質のものが送受信間に存在すると通信の途切れが発生しやすくなります。障害物があることが分かっている場合は中継器で補う事が可能です。また、Bluetooth、ZigBee には通信を中継して行く MESH 機能がありますので、それらの機能を使用して通信距離を延ばすことも可能です。詳細は各項目でご紹介いたします。

### 周波数帯域 920MHz

920MHz 帯とは、920MHz 付近の電波周波数帯のことで、特定小電力無線の 1 つでテレメータ用、テレコントロール用及びデータ伝送用の場合、免許不要 (使用するにあたり免許不要であっても、製品は技術基準適合認定を受ける必要があり、製品には技適マークが付加されています) でその他に使用できる周波数帯域としては 315MHz 帯、400MHz 帯、1200MHz 帯があります。

920MHz 帯は、他の帯域と比べて広い帯域を確保しているため占有帯域幅を広くすることができ通信速度を上げることが可能です。特定小電力無線、Wi-SUN、920IP(ZigBee の 920MHz)で利用されています。伝送距離は、送信出力と受信感度が同じであれば、2.4GHz 帯に比べ約 3 倍の伝送距離と電波が回り込む回析性を持っています。また、マルチホップ無線システムが利用でき、複数の無線端末がそれぞれの隣接する無線端末を経由して、データを伝送してゆくことが出来ます。

### 特定小電力無線

315MHz 帯、400MHz 帯、920MHz 帯、1200MHz 帯があり 315MHz 帯は微弱無線とも呼ばれます。特定小電力無線の要件は、総務省で規定されており、総務省で定める一定の条件を満たした無線設備であれば、無線従事者資格も無線局免許も不要で、広く一般の人々が無線を利用できるとしています。条件は以下の通りです。

- (1) 空中線電力が 1W 以下であること。
- (2) 総務省令で定める電波の型式、周波数を使用すること。
- (3) 呼出符号または呼出信号を自動的に送信または受信する機能や混信防止機能を持ち、他の無線局の運用に妨害を与えないものであること。
- (4) 技術基準適合証明を受けた無線設備だけを使用するものであること。

315MHz、400MHz 帯は障害物を回り込む回析性を持ち、通信できる範囲が広い周波数帯です。しかし、1 チャンネルあたりの帯域幅が狭く、一度に通信できる情報量が少ないため、計器の読み取りなどの少量のデータ通信に用途が限られています。

400MHz と 920MHz の特徴を以下に示します。

		400MHz	920MHz
波長		70cm	30cm
送信電力		10mW	20mW
伝送速度		2.4kbps	100kbps
受信感度		-116dBm	-106dBm
理論通信距離		約 200 km	約 25 km
最大実用距離	市街	500~1 km	100~200m
	郊外	1~2 km	500~1 km

2.4GHz 帯

## Bluetooth (IEEE802.15.1)

Ericson 社が最初に開発し、IBM、Intel、Nokia、東芝の 5 社が集まり、短距離無線通信の標準規格として策定したデータ通信規格です。

この 5 社で「Bluetooth SIG(スペシャル・インタレスト・グループ)」が発足されました。その後、MOTOROLA、Microsoft、Apple、NORDIC が加わりプロモーター企業は 9 社となりました。

現在、Bluetooth 製品を開発し、商品化する為には BluetoothSIG へのメンバーシップ登録（無償）が必要となります。製品の認証、登録は有償となります。登録するメンバーの選択により受けられる特典と登録料金が異なります。詳細は下記リンクをご参照ください。

<https://www.bluetooth.com/ja-jp/membership-working-groups/membership-benefits>

### Bluetooth の進化の過程

Bluetooth は、「近距離にある機器同士を手軽に接続できる無線通信規格を策定する」という趣旨の元、立ち上げたのですが、同周波数帯には既に Wi-Fi があり、伝送レートも通信距離も Bluetooth の上位に位置しており、且つ当時は Wi-Fi の全盛期でもあり、その実力を発揮するまでに至りませんでした。Ver.1 から策定内容の見直しが行われ、いくつものバージョンを経て現在の 5.0 にたどり着きました。その変遷の結果、規格の乱立は避けられているものの現在では 4 つの「シリーズ」が併存する状態となっています。以下に「Version」、「転送レート」及び「消費電力」で 4 つのバージョンの違いを説明します。

Bluetooth バージョンと転送レート違いによるシリーズの併存状態

Ver.	転送レート			
	1Mbps	3Mbps	24Mbps	1Mbps
1	Bluetooth			
2	BR (ベーシック・レート)	EDR (エンハンスド・データ・レート)		
3			HS (ハイ・スピード)	
4				LE (ロー・エナジー)
5				

LE は転送レートが初期に戻りましたが、消費電力が 1/2 になりました。

### Bluetooth の互換性

仕様の見直しのしわ寄せが互換性に出てしまいました。BluetoothSIG は 2015 年に 3 種類の名称を策定して、互換性のトラブルを回避することに致しました。

- Bluetooth : これまでの「Bluetooth」にのみ対応する機器
- Bluetooth SMART READY : 「Bluetooth」と「Bluetooth LE」いずれも使える機器
- Bluetooth SMART : 「Bluetooth」との互換性はなし、「Bluetooth LE」のみに対応

なお、今後の Bluetooth の説明は Bluetooth LE を中心に説明いたします。

## Bluetooth の通信範囲

Bluetooth は 2.4GHz 帯を利用して、主に 10m 以内の近距離の通信に利用されています。国外では、最長 100m まで通信出来る Class1 の Bluetooth 機器が利用可能ですが、日本では電波法で 50mW 以下と規制されていますので Class1 とは言え、通信距離は 50m 程度となります。但し、アンテナの種類やパワーアンプの性能によって受信感度も通信距離も伸びる可能性がありますのであくまでも目安になります。

Class 別の電波強度とおおよその通信範囲 (LE)

Class	最大出力	最小出力	通信可能距離
Class1	100mW (+20 dBm)	10mW (+10 dBm)	およそ 100m
Class1.5	10mW (+10 dBm)	0.01mW (-20 dBm)	およそ 数 10m
Class2	2.5mW (+4 dBm)	0.01mW (-20 dBm)	およそ 10m
Class3	1.0mW (0 dBm)	0.01mW (-20 dBm)	およそ 1m

周波数帯域 : 2.400 - 2.4835 [GHz]  
チャンネル数 (LE) : 40 チャンネル (うち 3 チャンネルはアドバタイジング用に使用)  
チャンネル間隔 (LE) : 2MHz

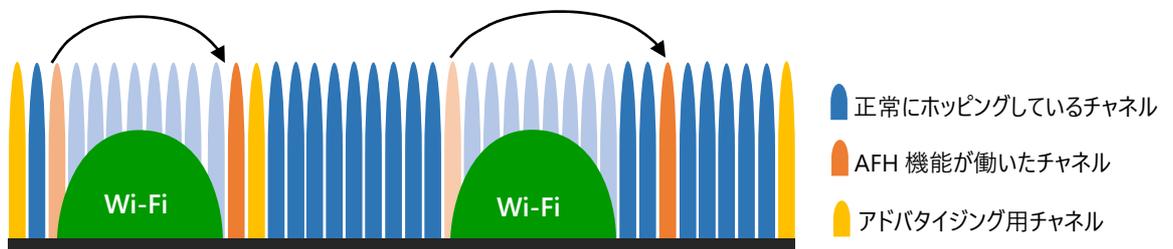
## 通信速度

Bluetooth v4.0 以降から通信速度は 1Mbps となりました。V3.0 では 24Mbps でしたので圧倒的に遅くなったのですが、リモコン用途においては、1Mbps で十分の速度となります。

## 通信方式：周波数ホッピングスペクトラム拡散 (FHSS : frequency hopping spectrum spread)

1 秒間に 1600 回周波数 (チャンネル) を切り替えながら通信をし、同周波数を使用するデバイスとの干渉やその影響を極力少なくすることができます。更に AFH (Adaptive Frequency Hopping) 機能によって同周波数帯を共有するデバイスが一定の周波数を占有してもその周波数を自動的に避け、空いている周波数を使用することで安定した通信を確保します。

よって他の無線よりも比較的干渉に強いと言われ、周囲のデバイスへ与える影響も少ないことから、干渉の影響を避けたい環境での導入が期待されています。(例：医療現場等)



- 制限された帯域の中で 40 チャンネルの間隔で区切り、ホッピングしながら、通信を行っているイメージです。
- Wi-Fi が使用されると Bluetooth は占有されていないチャンネルに移動して通信を行います。
- 周辺機器 (アドバタイザ) とスキャナ (スマホ等) のアドバタイジング用に割り当てられたチャンネル

## ネットワーク構成

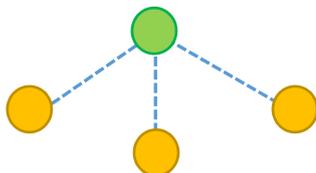
### ①1対1

基本的にはマスター対スレーブの1対1通信です。ピコネットの基本形です。



### ②1対多

マスターに対して複数のスレーブが紐づく事が出来ます。ピコネットの第二の形です。スレーブとして7台まで接続が可能です。但し、スレーブ同士の通信は出来ません。

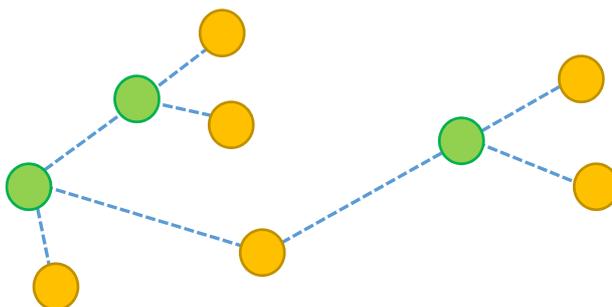


### ③スカタ・ネット

ピコネットが相互に接続して複層的なネットワークを構成することも可能です。

このようなネットワークをスカタ・ネットと呼びます。

この場合、他の「スレーブ」とつながっている1台の「マスター」の役割を担っている機器が別の「マスター」の役割を担っている機器に対して「スレーブ」としてつながることもあり得ます。



### ④インターネット接続

Ver.4.2において「インターネット・プロトコル」をサポートするプロファイル「IPSP」が策定され、インターネットに直接接続できるようにはなりました。ですが、低消費電力をうたい1Mbpsの転送速度では、現実的には厳しいようです。

### ⑤Bluetooth MESH

Ver.5.0よりBluetooth MESHが策定されました。

Bluetooth meshは、Bluetoothの省電力仕様であるBluetooth Low Energy (BLE)のブロードキャスト通信機能を利用してメッシュネットワークを実現しました。Zigbee、Z-waveとは異なるフラッド型メッシュを採用。

例えば、あるデバイスがブロードキャストでデータパケットを送出すると、受信したデバイスが周囲のデバイスにブロードキャストで中継して全デバイスにパケットを行き渡らせます。それでも受け取るのは自分のアドレス宛でのパケットだけになるよう制御しています。一度送信したパケットの再送信の禁止や中継回数 (TTL) に制限を設ける制御を同時に行うことで実現しています。

また、送信先はアドレスで指定するが、複数のデバイスをまとめて制御するグルーピングといった使い方も可能としています。

920MHz

## ZigBee (IEEE802.15.4)



ZigBee は近距離無線ネットワークを実現する低コスト・低消費電力型の近距離無線通信規格です。下位レイヤ（物理・MAC 層）に IEEE802.15.4 仕様を採用し、その上位に ZigBee のネットワーク層等を付加するプロトコル構成となっており、ZigBee Alliance により、仕様が策定されています。

IEEE802.15.4 を利用していることから周波数帯は 3 つあります。

868MHz [欧州：1チャンネル]、915MHz [北米・南米：10チャンネル]、2.4GHz [全世界共通：16チャンネル] 更に近年では ZigBee アライアンスは、独自プロトコルからオープンな IP 対応の ZigBee IP プロトコルを策定し、日本における 920MHz 帯の開放から、ZigBee IP を 920MHz 帯に対応させた 920IP を完成しました。920IP は日本の ECHONET Lite、さらに米国標準のエネルギー管理プロトコル「SEP 2」（Smart Energy Profile 2.0）にも対応できるようになりました。

### ZigBee の種類

ZigBee Alliance では北米を中心に規格の変更・追加が行われています。日本ではまだ一般化されていませんが、ローエナジーの特徴を生かして、北米では各家庭に浸透しており HEMS での実績を上げております。また、規格のオープン化により各機関との連携も進んでおり、BtoB のスマートグリッドの一翼を担ってきています。日本の 920MHz がサブギガ帯として移行されてからは、HEMS、BEMS への利用拡大を図り ZigBee の 920MHz 版として 920IP が策定されました。また、日本での 920IP は本格的に進んでいませんが、920MHz という周波数帯域の利便性から利用される範囲は広がってゆくものと思われます。

他にも ZigBee Alliance が策定した規格を以下にご紹介します。

	ZigBee Pro	Zigbee IP	ZigBee Green Power	920IP
機能	現在 ZigBee ということこの ZigBee Pro のことを指します。初版からの高機能版とされています。	スマートグリッド関連のアプリケーション用にオープン化した IP 対応の ZigBee。 日本の ECHONET Lite 米国の SEP 2 の標準化を完了。	ZigBee のエネルギーハーベスト規格。enOcean にライセンス料支払う形で実現。	日本の 920MHz 帯に対応したオープンな ZigBee。

### 低消費電力

ZigBee の最大の特徴は超低消費電力。乾電池で数年オーダーの電池寿命が実現できます。但し、データ送信間隔を十分あけておかないと省電力となりません。

### 通信速度

超低消費電力の反面として、通信速度は 250kbps と低く抑えられています。なので、動画・音声等の容量の大きいデータの転送には不向き。単純な ON/OFF 信号の送信やセンサーが得たデータの転送等に最適。

### 通信距離

数十 m（10m~75m 程度）

アンテナ、パワーアンプ次第で受信感度も通信距離も伸びる可能性がありますのであくまでも目安です。

### ネットワーク構成

スター型・メッシュ型の複数のネットワークポロジをサポートします。

2.4GHz と 920MHz の特徴を生かした今後の展開を注視し、情報展開をしていきたいと思えます。

ZigBee の 920MHz 及び 2.4GHz の特徴を生かしたそれぞれの展開に今後も注視してゆきたいと思えます。

920MHz

Wi-SUN (IEEE802.15.4g)



Wireless Smart Utility Network の略語で、最大 1km 弱程度の距離で相互通信を行う省電力無線通信規格です。920MHz 帯を利用しています。IEEE802.15.4g 規格を最下層（レイヤ 1）のプロトコルのベースとすることが決まりごとで、その上のプロトコルをどんな規格にするかは、アプリケーションに応じて決めていきます。このようにして決められたプロトコルのセット（プロトコルスタック）を「Wi-SUN プロファイル」と言います。Wi-SUN プロファイルは、Wi-SUN Alliance でアプリケーションに応じたものを作成します。また、Wi-SUN Alliance では、認証・相互接続性試験も行います。

IEEE802.15.4g は「ZigBee」がベースにしている IEEE802.15.4 の物理層を変更した拡張規格で、変調方式の追加（高速化を狙った OFDM(～800Kbps)、周波数帯の拡張)を追加。これにより IPv6 パケットをそのまま通せるようになりました）、データサイズの拡張などを施してよりスマートメーターに利用しやすくしたものです。

### 伝送速度

1Mbps 以下

### 低電力化

以下の 2 通りの方式を利用することで乾電池で 10 年間の駆動も可能とされています。

#### ビーコンモード

定期的なビーコン信号によって相手先と同期するが、ビーコン信号を適度に休止させたり、待ち受け期間を極端に短くしたりして定期的なスリープ期間を十分に確保し消費電力を抑えます。

#### ノンビーコンモード

送受信タイミングを別途制御信号で通知してスリープ期間を確保します。

### Wi-SUN の利用

家庭内の電力消費の適正化を図るエネルギー管理システム「HEMS」に利用する動きがありましたが、それに先立ち、東京電力が「ECHONET Lite 用 Wi-SUN プロファイル」を実装した Wi-SUN プロファイルをスマートメーター用の無線方式として採用しました。他電力会社 9 社も合意しており、これから普及化していくものと思われます。

ECHONET Lite を利用したものには、ZigBee や PLC などもあります

### Wi-SUN の応用

Wi-SUN には HEMS などのように屋内の情報収集に優れた特長が生かせるばかりでなく、Wi-SUN には低消費電力でありながら、1km 弱の比較的長距離通信が可能であり、マルチホップ方式を使えば、遠距離へと情報を運ぶ動作にも対応できます。そのホップ数は数十ホップ程度までの比較的広域で面的に広がるネットワークを形づくることができるとしています。

### 具体的な利用方法

屋内 : スマートメーター等のスマートグリットに関する製品への情報収集

屋外 : 農業（温湿度センサや降雨量センサ等）、保守（橋梁・建造物の状態センサ）、ダムの水位センサ、放射線量センサなどの情報収集

Wi-SUN については、これから発展する可能性を秘めています。今後も注視してゆきたいと思います。

## 各無線帯域と無線の比較

920MHz 帯と 2.4GHz 帯を利用したそれぞれの無線規格で比較しました。  
それぞれの

	920MHz			2.4GHz	
	特小無線	920IP (ZigBee)	Wi-SUN	Bluetooth	ZigBee
通信距離	◎	◎	◎	○	○
通信速度	○	○	○	◎	◎
回析性	◎	◎	◎	△	△
電波干渉	◎	◎	◎	△	△
消費電力	△	△	△	○	◎
国際規格	×	◎	◎	◎	◎
コスト（単価）	○	△	△	◎	△
コスト（初期費用）	○	○	○	×	○
中継	◎	◎	◎	○	○
IP との接続	×	○	◎	○	○
アプリの必要性	-	あると便利	あると便利	必要	-

### 今後の予定

この度の章で紹介できませんでした、LPWA（Low Power Wide Area）につきましては、  
現在本格導入へ向けて各社が進んでおり注目される無線規格の一つです。  
次回は LPWA の紹介と LPWA も含めた無線リモコンの活用方法をご紹介します！

株式会社ヘルツ 作成

お気軽にお問い合わせ下さい！

お問い合わせ先

URL : <http://hertz-e.co.jp>

E-Mail : [info@hertz-e.co.jp](mailto:info@hertz-e.co.jp)

TEL : 0258-31-2375