

ZigBee RF4CE 入門

スカイリー・ネットワークス

2009年9月3日

ZigBee RF4CE ～無線リモコン用途～

- ◆ソニー、パナソニック、フィリップス、サムスン電子の4社は6月13日、AV機器向けリモコンの標準仕様開発を開始すると発表
- ◆半導体各社も含めて RF4CE (Radio Frequency for Consumer Electronics)コンソーシアムを組織
- ◆2009/3/5 RF4CコンソーシアムとZigBee Allianceが連携を発表 今後はZigBee Allianceが規格の策定と仕様の公開をサポート
- ◆見通し外操作やリモコン／機器の双方向通信、低消費電力性、高速起動を目指す

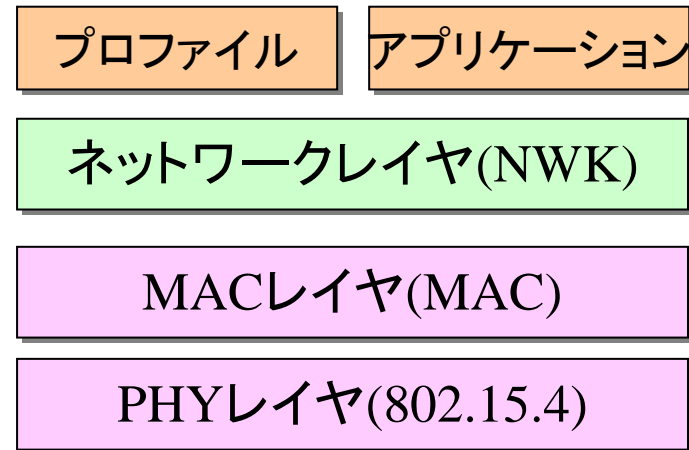
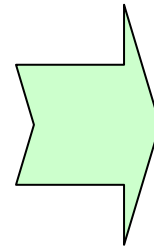
プロトコル階層

ZigBee

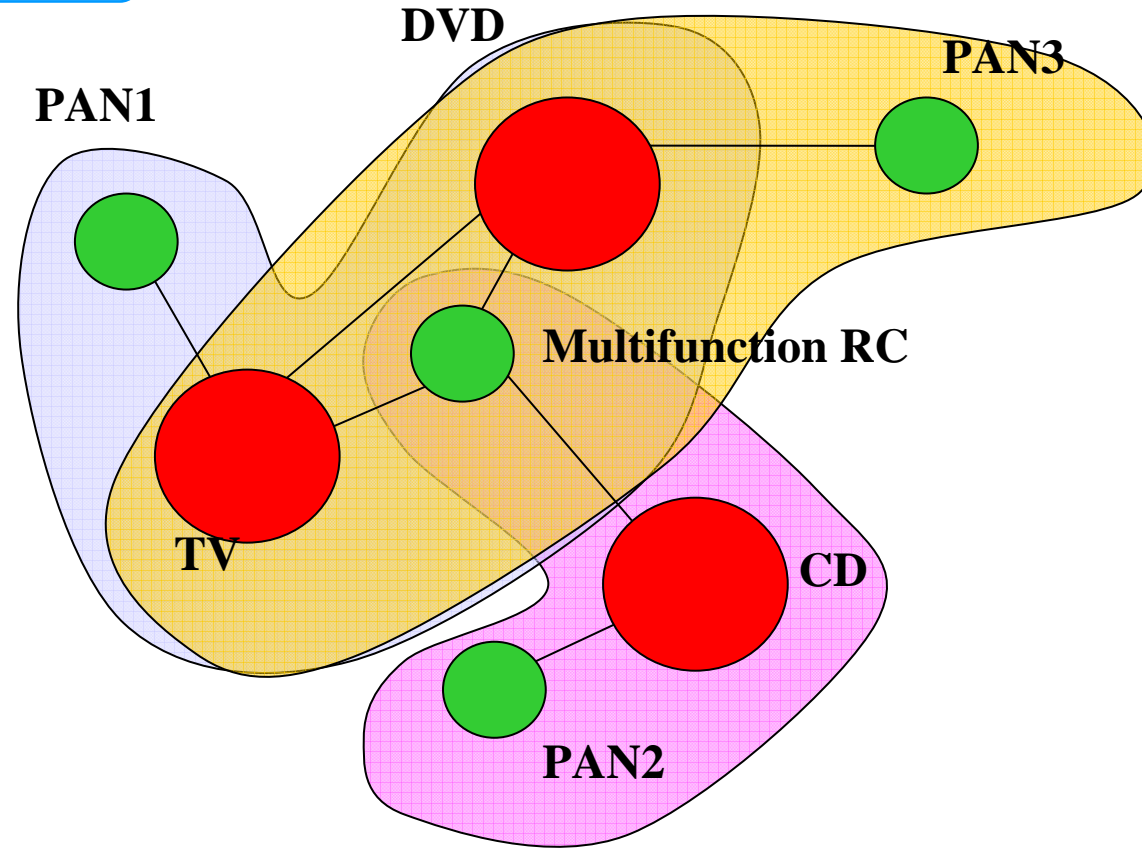


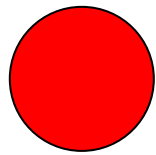
NWK層レベルでZigBeeと互換性
がありません


RF4CE



ネットワーク形態




Target


Controller

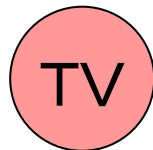
Controller = リモコン

Target = リモコンで操作される機器

リモコン通信までの流れ

PANの生成

- TargetデバイスがPANを生成し、使用するPAN IDと周波数を決めます。
- RF4CEでは、15, 20, 25chの3チャンネルのみ使われます。
- テレビ、CDプレイヤーなどのデバイス種別を決定します。

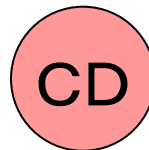


Target

Addr = 0x0001

PAN ID = 0x3790

Ch = 20



Target

Addr = 0x0002

PAN ID = 0x6E9A

Ch = 15



Target

Addr = 0x0003

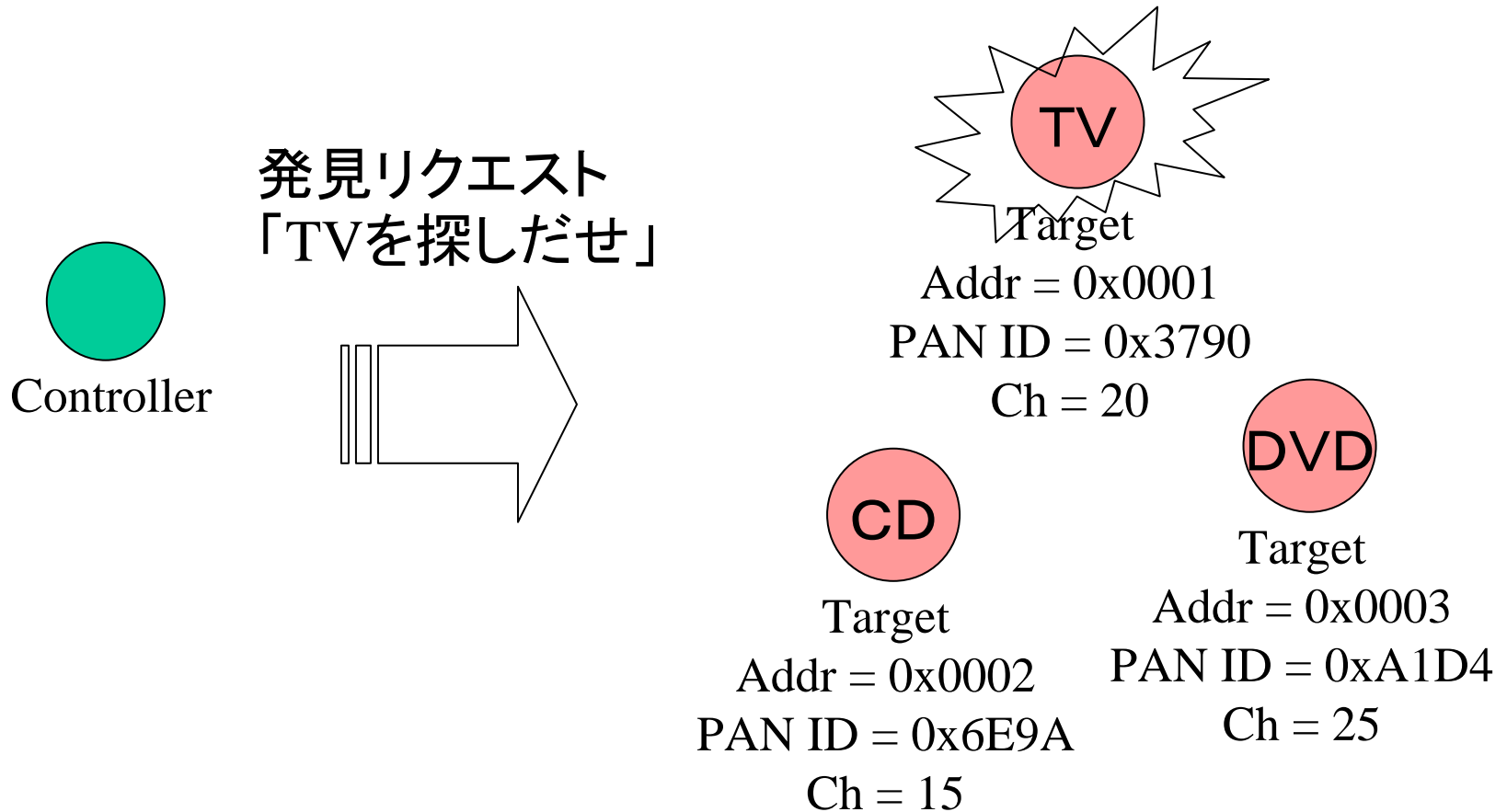
PAN ID = 0xA1D4

Ch = 25

リモコン通信までの流れ

デバイスの発見

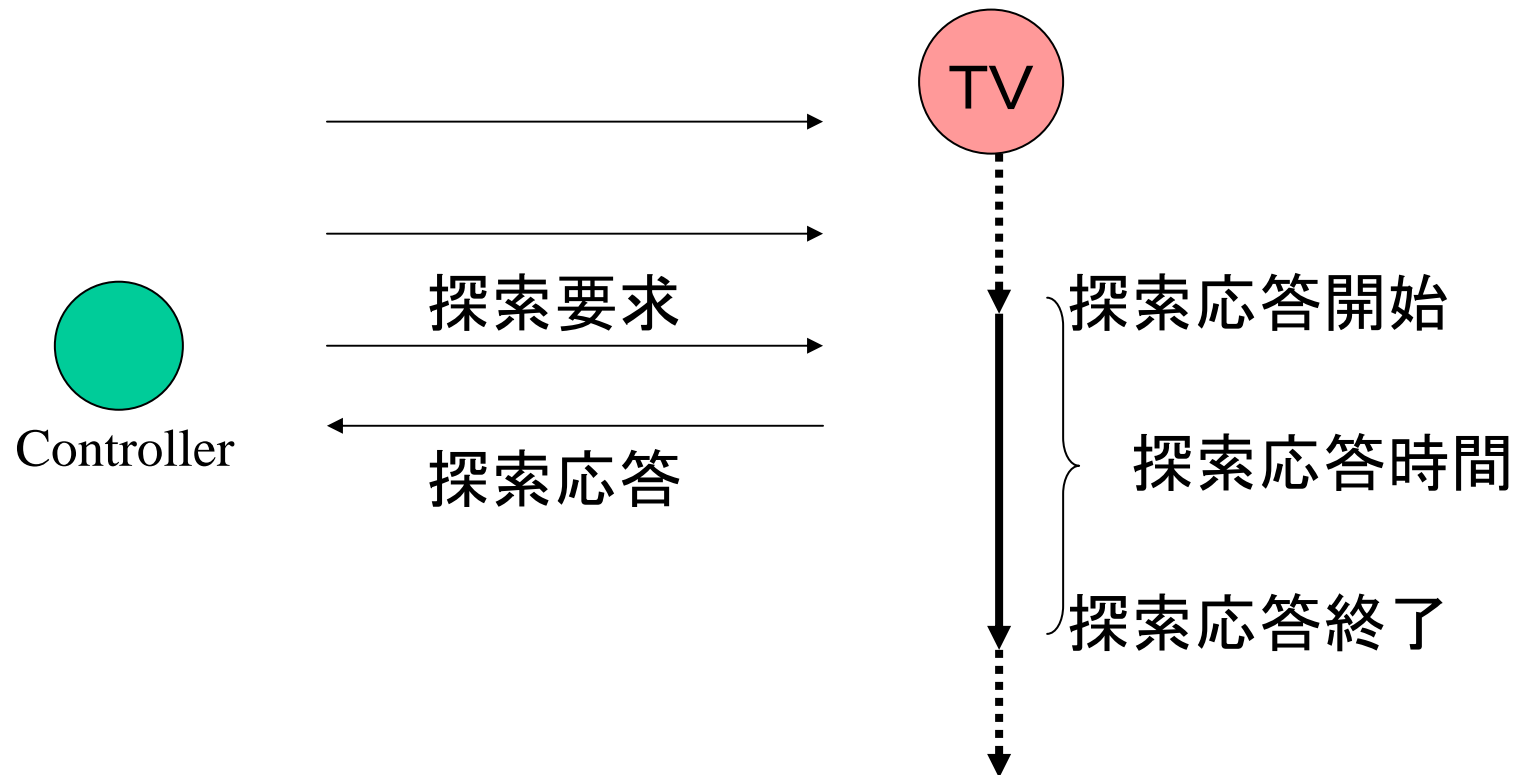
□ Controllerは操作したい相手を探索で発見します。



リモコン通信までの流れ

探索への応答

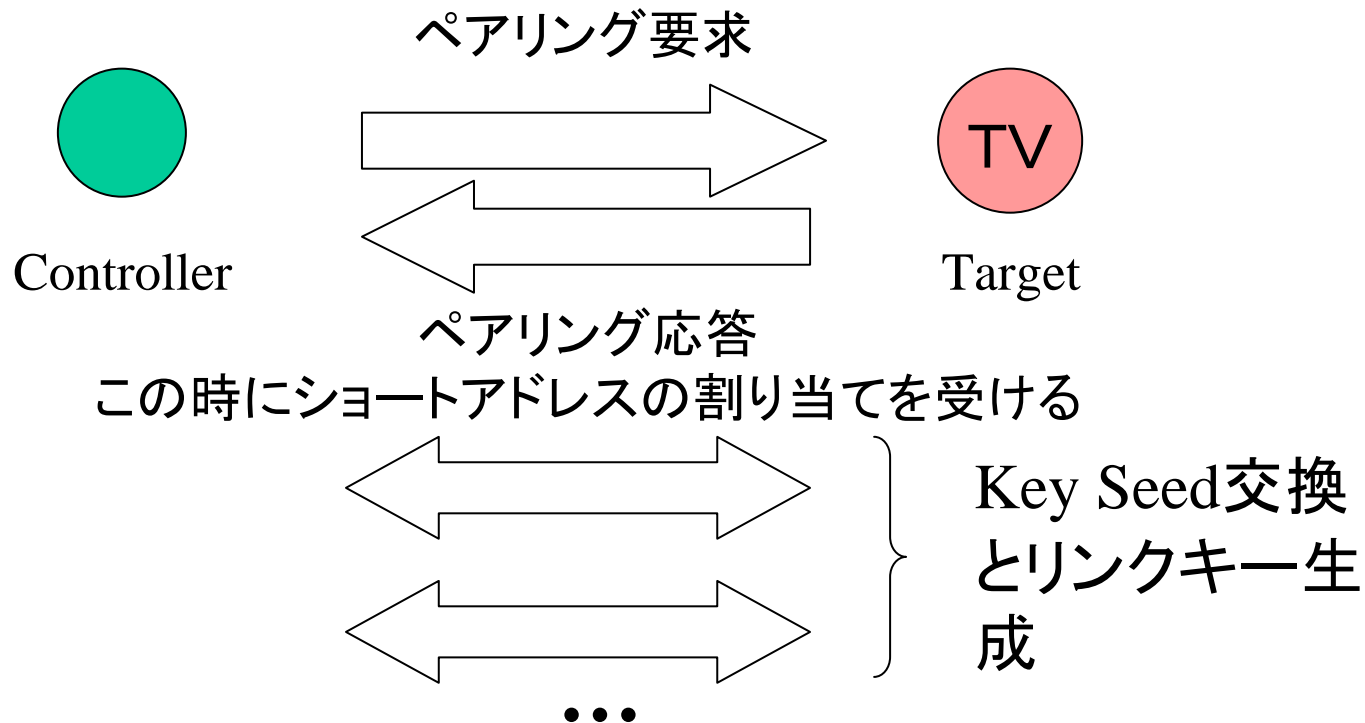
- Targetは探索応答時間を設定します
- 普段は非応答、時間内だけ返答する



リモコン通信までの流れ

ペアリングの実行

- ペアリングはController - Target、もしくはTarget - Target間で可能です。



送信オプション

様々なコマンド送信の仕方を提供しています。

- ブロードキャスト
- IEEEアドレス指定
- ACK要求
 - 802.15.4 MAC層のAck
- 暗号化
- シングルチャンネル
- ノーマライズ
- ベンダ依存コマンド

デフォルトは...

- ユニキャスト
- ショートアドレス指定
- Ackなし
- 非暗号化
- マルチチャンネル
- 非ノーマライズ
- CERCコマンド

これらは組み合わせ指定が可能です。

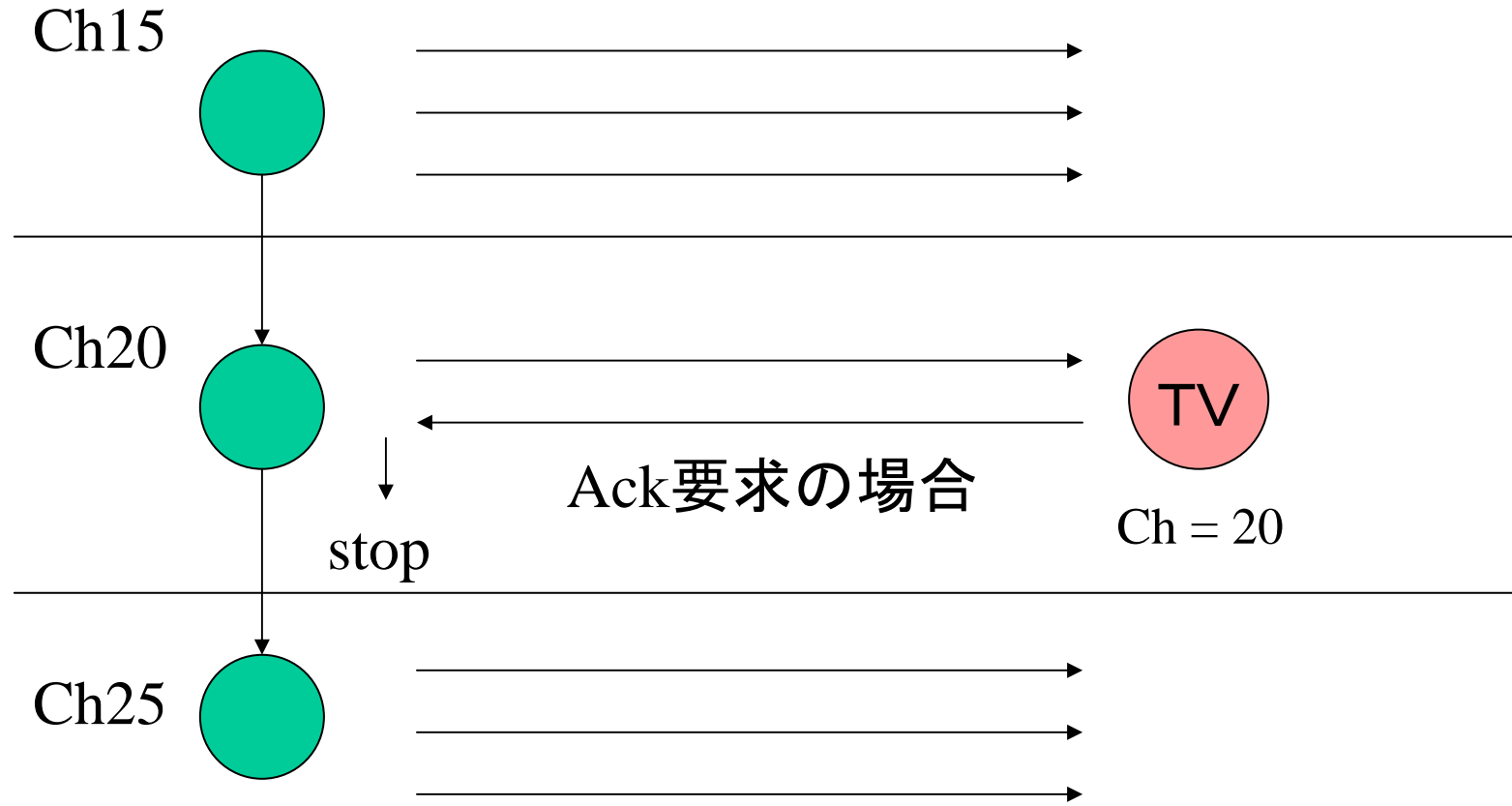
例：暗号化＋シングルチャンネル＋Ack要求で送信 etc.

送信オプション

- ブロードキャスト
 - チャンネル、PAN IDに関係なく送信
 - Ack要求は不可

- 暗号化
 - ペアリングの過程でリンクキーの生成を行ったデバイス同士
 - 暗号化と復号化は自動で行う
 - Update Key機能でリンクキーの更新が可能
 - 通信して交換するわけではなく、あくまで互いのデバイス上でローカルに更新

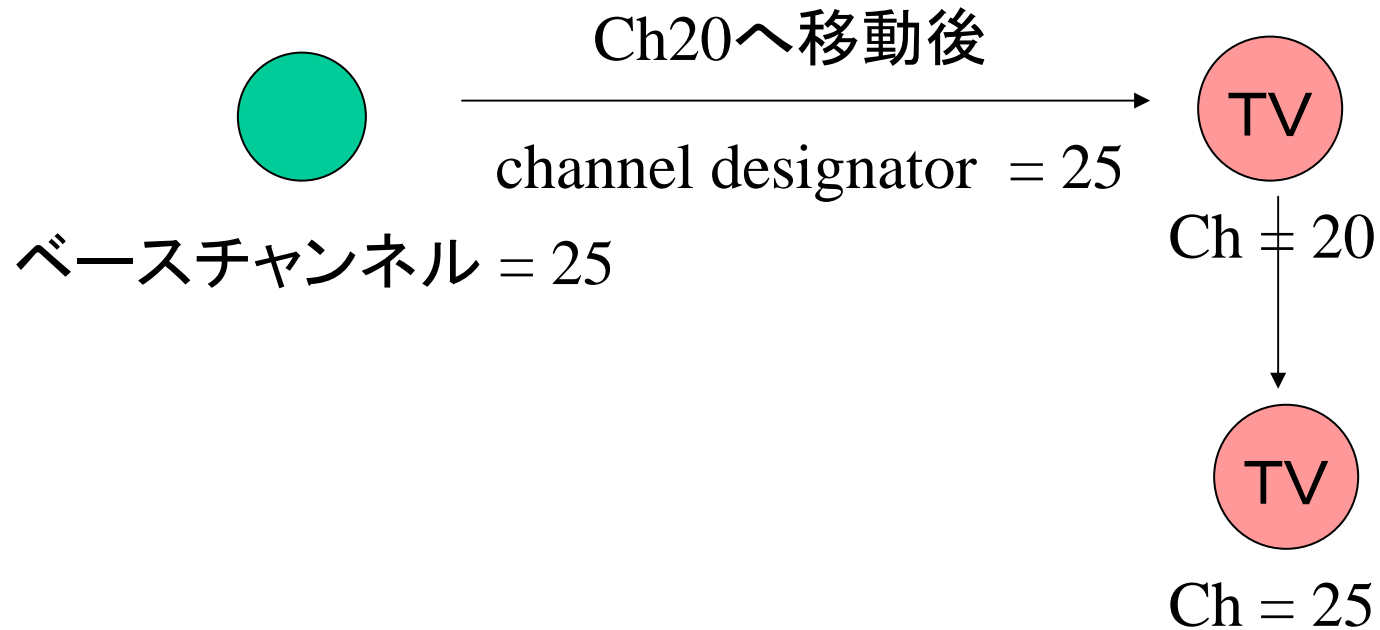
マルチチャネル送信



各チャンネルの滞在時間=TargetのDuty Cycle

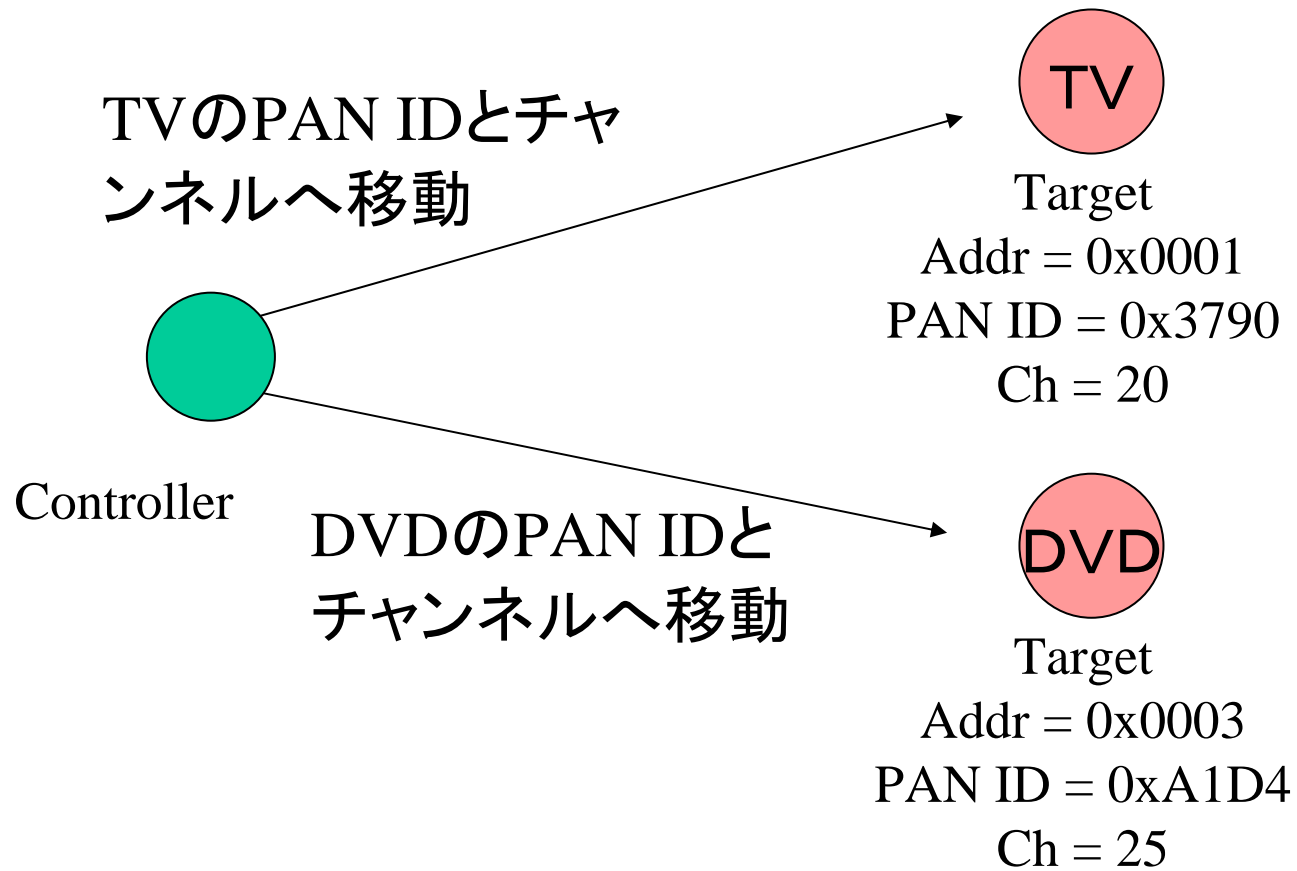
チャンネル指名送信

- 自分のベースチャンネルに相手方を移動させる



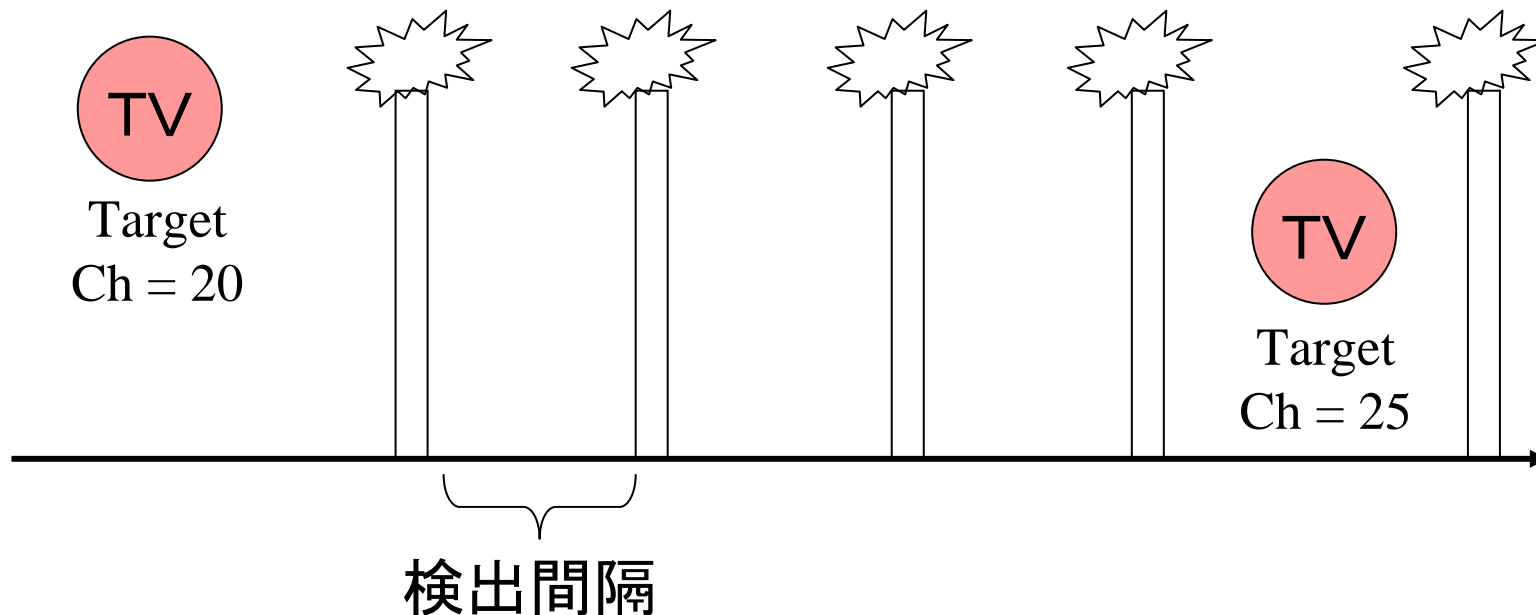
マルチPAN

□ 複数のTargetとペアリングを形成している場合



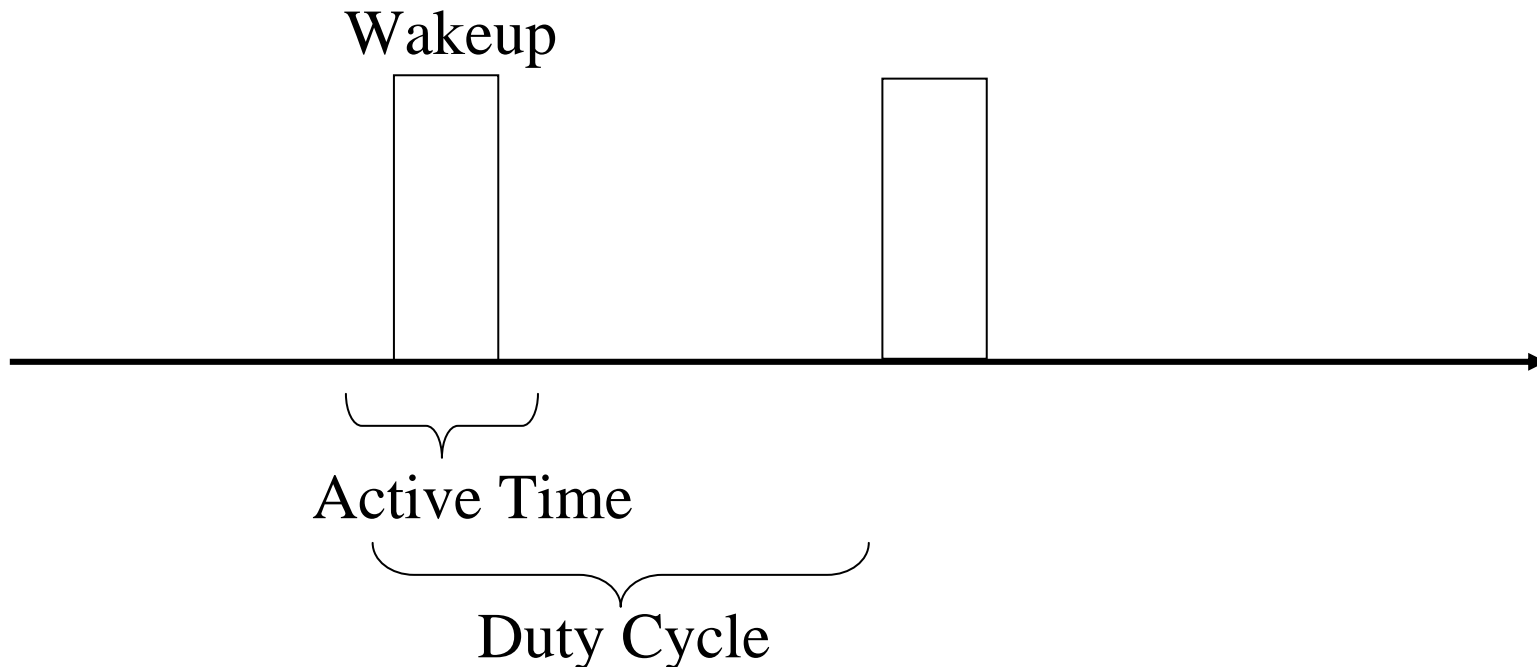
周波数アジリティ

- 滞留しているチャンネルの混雑を検出すると、別のチャンネルへ移動する
 - マルチチャンネル送信を使うことで移動先のTargetの補足が可能



省電力制御

- Target側はDuty Cycleで動作
- Controller側は、普段はスリープ、リモコン操作と同時にウェイクアップしてコマンド送信
 - マルチチャンネル+Ack要求で送信



設定の保存とリセット

- ペ어링テーブル
- 自デバイスのタイプと種別（ターゲットかコントローラか）
- セキュリティ利用可不可などの各種設定など

現在状態はすべて不揮発性メモリに自動保存され、予期しないリセットからの復帰を保証します。

- コールドリセットによる明示的な状態クリア

RF4CEのサービス

NLDE-DATA.request : コマンドの送信

NLME-AUTO-DISCOVERY.request : 探索応答期間の設定

NLME-COMM-STATUS.indication : 各種イベントの上位層への通知

NLME-DISCOVERY.request : 探索要求

NLME-PAIR.request : ペアリング要求

NLME-RESET.request : リセット

NLME-RX-ENABLE.request : 省電力制御

NLME-START.confirm : デバイス開始要求

NLME-UNPAIR.request : ペアリング解消

NLME-UPDATE-KEY.request : リンクキーの更新

CERC プロファイル

リモコンコマンドの定義と処理

□ 1バイトのヘッダと可変長のペイロード

Command Code	機能
0x01	User control pressed
0x02	User control repeated
0x03	User control released
0x04	Command discovery request
0x05	Command discovery response

CERC プロファイル

User control pressed

SELECT	0x01
UP	0x02
DOWN	0x03
...	...
CONTENTS_MENU	0x0b
...	...
VOLUME_UP	0x41
...	...

RF4CE SDK

ATコマンド

- ✓ **ATSCAN**: 周囲のデバイスを探索します。
- ✓ **ATEDSCAN**: チャネルの電波状態を調べます。
- ✓ **ATAUTOANS**: デバイス探索への自動応答許可時間を設定します。
- ✓ **ATSTART**: デバイスの動作を開始します。役割の指定もします。
- ✓ **ATPAIR**: 指定したデバイスとペアリングします。
- ✓ **ATUNPAIR**: 指定したデバイスとのペアリングを解消します。
- ✓ **ATSETPS**: デバイスの省電力モードを設定します。
- ✓ **ATWAKEUP**: デバイスを起こします。
- ✓ **ATSLEEP**: デバイスを指定時間だけ寝させます。
- ✓ **ATTXDATA**: 指定した宛先にデータを送信します。

ATコマンド(例)

```
ATSREG S1 0000000000000001
ESTATCHG 21 FF
ESTATCHG 22 FF
OK
ATSTART 0 0
OK
ATINFO
EINFO 0F FFFF FFFF 0000000000000001
OK
ATSCAN FFFF FFFF FF 200
EREPOSCAN 01 14 0380
AAAAAAAAAAAAAAAAAAAA 1
ATPAIR 14 0380 AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA 1
ESTATCHG 10 00
OK 00
ATTXDATA 4 0 5 Hello
OK
```

MACアドレスの設定

コントローラのス
タート

デバイス探索の
実施

ペアリングの実行

ライブラリAPI (抜粋)

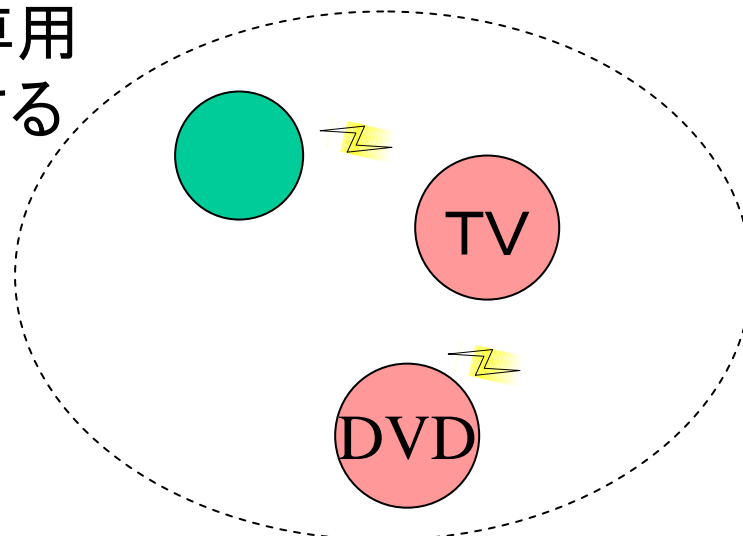
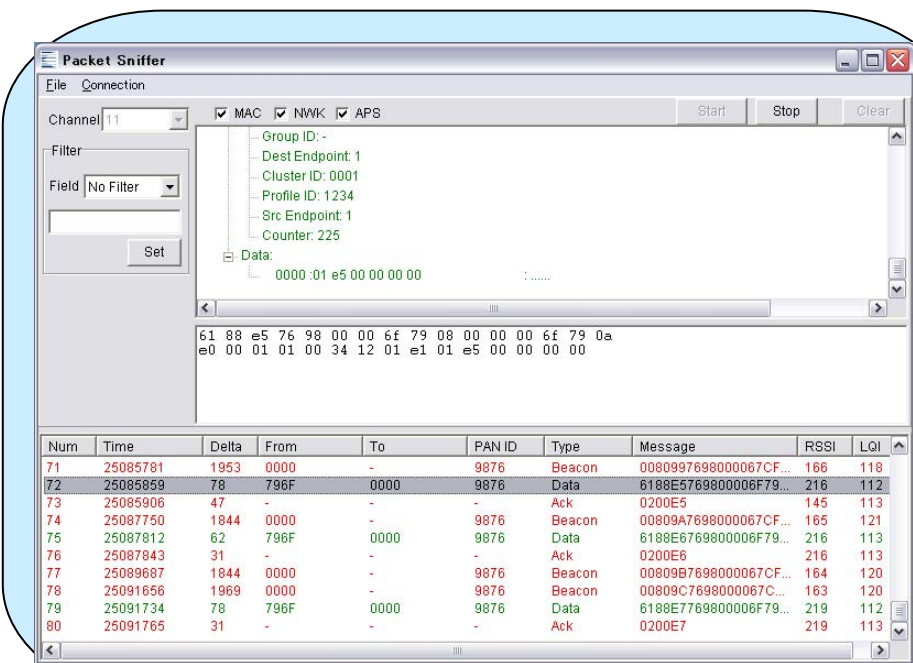
SK_StartReq	デバイスの開始
SK_Discovery	デバイスの探索
SK_AutoAns	探索への応答時間の設定
SK_PairReq	ペアリングの実行
SK_UnpairReq	ペアリングの解除
SK_UpdateKey	リンクキーの設定
SK_RxEnable	省電力制御の設定
SK_Reset	リセット
SK_DataReq	リモコンコマンドの送信
...	

FAの独自実装

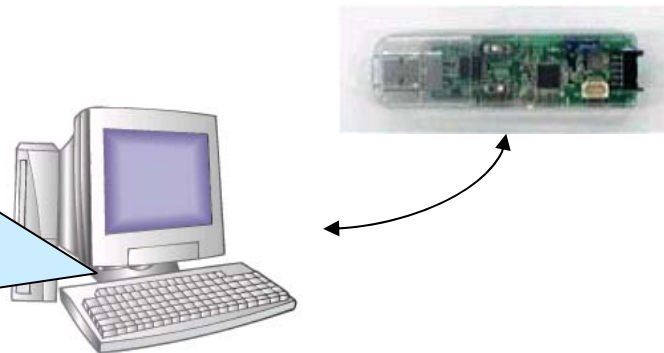
- gnSK_NWK_FA_Enableを0にするとビルドインの周波数アジリティが停止します。
- アプリケーション上で独自に周波数アジリティアルゴリズムを実装することも可能です。

SK Sniffer NEO

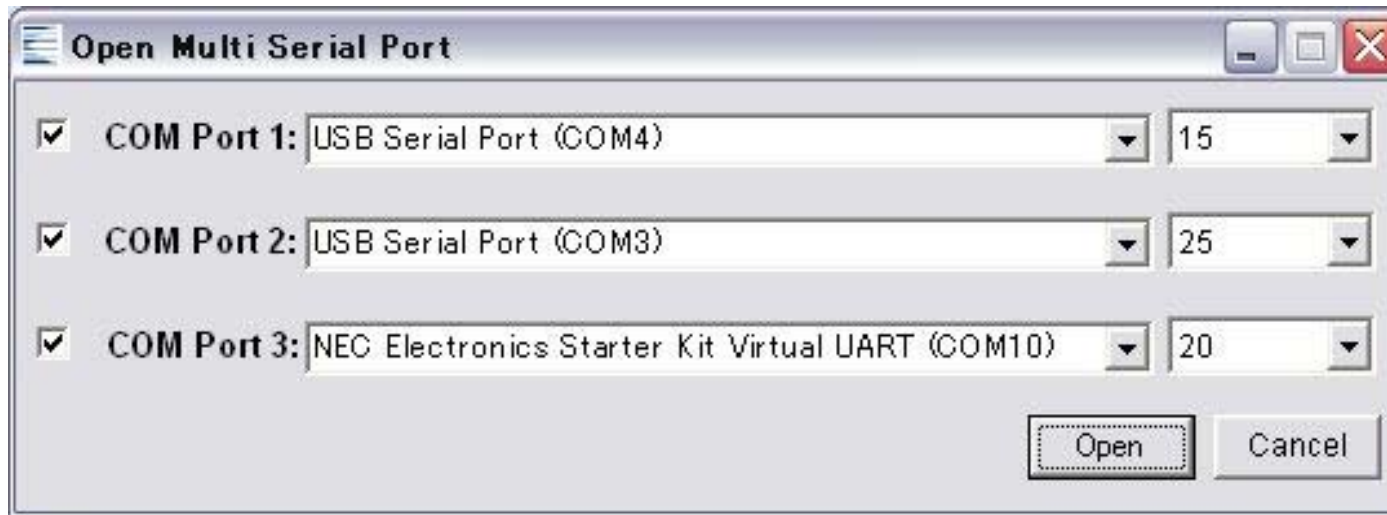
RF4CEデバイス同士の無線通信を専用デバイスでキャプチャし、解析表示するソフトウェアです。

Num	Time	Delta	From	To	PAN ID	Type	Message	RSSI	LQI
71	25085781	1953	0000	-	9876	Beacon	0080997698000067CF...	166	118
72	25085859	78	796F	0000	9876	Data	6188E6769800006F79...	216	112
73	25085906	47	-	-	-	Ack	0200E5	145	113
74	25087750	1844	0000	-	9876	Beacon	00809A7698000067CF...	165	121
75	25087812	62	796F	0000	9876	Data	6188E6769800006F79...	216	113
76	25087843	31	-	-	-	Ack	0200E6	216	113
77	25089687	1844	0000	-	9876	Beacon	00809B7698000067CF...	164	120
78	25091656	1969	0000	-	9876	Beacon	00809C7698000067C...	163	120
79	25091734	78	796F	0000	9876	Data	6188E7769800006F79...	219	112
80	25091765	31	-	-	-	Ack	0200E7	219	113



SK Sniffer NEO



Ch15, 20, 25の同時キャプチャが可能です

- 周波数アジリティでチャンネル移動が起きても補足可能
- マルチチャンネル送信時のキャプチャリング

株式会社スカイリー・ネットワークス

<http://www.skyley.com/>

info@skyley.com

お問い合わせはこちらまで

sales@skyley.com