

SUPERVISION 主 管	Sigfox RF モジュール (WF931) ファームウェア製品仕様書	CLASS 分類番号	0710	PAGE 頁	1/20
Research & Development Center 開発センター		DRAWING No. VRS1114B010103			

## 1 総則

### 1.1 適用

本仕様書は、SubGHz 帯周波数を使用した 外付けアンテナ対応の Sigfox 無線規格に対応した RF モジュール (WF931 シリーズ) のファームウェアに適用する。

### 1.2 対応ファームウェアバージョン

本仕様書に対応するファームウェアバージョンは下記である。

Ver. 1.02 以降

### 1.3 上位文書

本仕様書のインプット情報は以下の通りである。

文書名	文書番号	入手先
Sigfox backend マニュアル	—	京セラコミュニケーションシステム(株)
WF931 Sigfox RF モジュール ハードウェア製品仕様書	VRS1114B010101	弊社開発センター

高  
ひ

○

CONFIDENTIAL

						2018/11/27 R&D Miyazawa	2018/11/27 R&D Nagano	2018/11/27 R&D Furuta
MARK 記号	REVISION 来 歴	DATE 年月日	NAME 氏名	APP. 承認	ISSUED 発行	APPROVED 承認	CHECKED 照査	PREPARED 作成
APPROVAL DATE 承認日	EFFECTION DATE 実施日							

SUPERVISION 主 管	Sigfox RF モジュール (WF931) ファームウェア製品仕様書	CLASS 分類番号	0710	PAGE 頁	2/20
Research & Development Center 開発センター		DRAWING No. VRS1114B010103			

#### 1.4 定義 (用語、略語)

用 語	説 明
アップリンク	エンドデバイス (WF931) から Sigfox クラウドへの上りデータ送信
ダウンリンク	Sigfox クラウドからエンドデバイス (WF931) への下りデータ送信
バックエンドサイト	通信の管理 (デバイスの登録、アップリンクデータの確認、ダウンリンクデータの設定、他) を行うための、Sigfox クラウドのサイト

・サイトページ画面例

Time	Delay (s)	Header	Data / Decoding	Local
2018-09-20 12:09:02	1.8	0010	09ee0cd00c42010f Temp: 32.2 °C VDD idle: 3.310 V VDD bc: 3.280 V RSSI: -85.0	
2018-09-20 12:08:29	1.5	0000 ack required	123456789abcdef012345678	

(アップリンクデータの確認画面抜粋)

## 2 ハードウェア仕様

本モジュールのハードウェア仕様については、ハードウェア製品仕様書を参照。

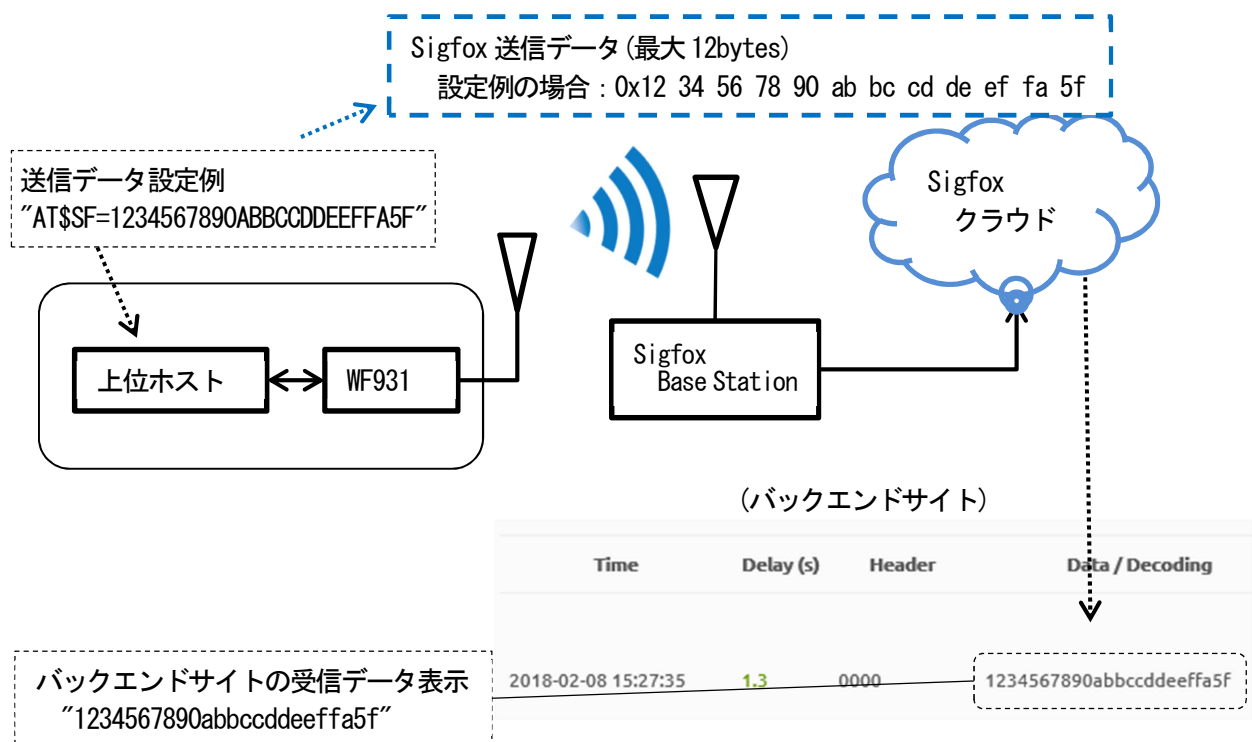
SUPERVISION 主 管	Sigfox RF モジュール (WF931) ファームウェア製品仕様書	CLASS 分類番号	0710	PAGE 頁	3/20
Research & Development Center 開発センター		DRAWING No. VRS1114B010103			

### 3 機能概要

本 RF モジュール(以降 WF931 と表記)は、Sigfox 規格に基づく Ultra Narrow Band Transmitter で、日本仕様(RC3)のアップリンク機能及びダウンリンク機能を有し、基地局との間で Small Messages の送信及び受信を行う機能を有する。

#### 3.1 アップリンク

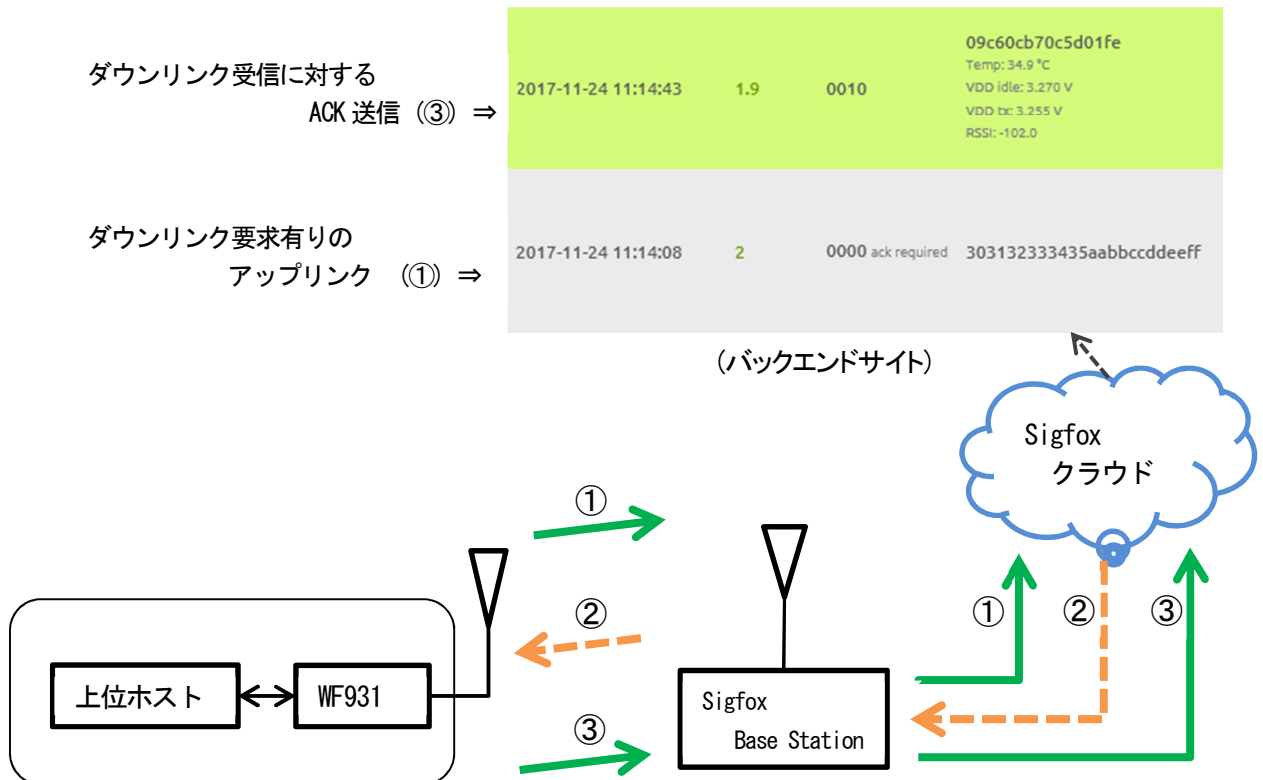
後述のコマンド(7.5 Sigfox AT コマンド一覧を参照)にて、最大 12bytes までのメッセージデータをアップリンク送信する事ができる。



SUPERVISION 主管	Sigfox RF モジュール (WF931) ファームウェア製品仕様書	CLASS 分類番号	0710	PAGE 頁	4/20
Research & Development Center 開発センター		DRAWING No. VRS1114B010103			

### 3.2 ダウンリンク要求

ダウンリンク要求有でアップリンクを行う(7.5 Sigfox AT コマンド一覧を参照)と、クラウドからコールバックの下り通信(ダウンリンク)を受信することができる。その場合の通信シーケンス概要は下図のようになる。



- ① ダウンリンク要求有でアップリンクを実行する。この場合のアップリンクパッケージも、ダウンリンク要求無しの場合と同じく、バックエンドサイトに表示される。
- ② クラウドはダウンリンク送信を実行する。(送信されるデータは 3.3 ダウンリンクを参照)
- ③ WF931 は、ダウンリンクを受信するとクラウドに対して ACK を返信する。

SUPERVISION 主 管	Sigfox RF モジュール (WF931) ファームウェア製品仕様書	CLASS 分類番号	0710	PAGE 頁	5/20
Research & Development Center 開発センター		DRAWING No. VRS1114B010103			

### 3.3 ダウンリンク

ダウンリンクに格納できるデータは、下表の様になっている。

データ長	固定長 8bytes
内容	<p>8bytes まで以下のデータ項目を任意に組み合わせる事が出来る。          空き bytes は任意の値に設定 可能。("00" ~ "FF")          要素データは使わず 8bytes 全てを任意の値とすることも可能。          (データ項目)</p> <p>{tapid} : 4bytes ダウンリンク応答を送信した基地局の ID          {time} : 4bytes ダウンリンク応答が送信された日時の Unix epoch 値          {rssi} : 2bytes アップリンク受信時の RSSI 値          {roming} : 1byte(bool) ローミングの場合 0x01 が格納される</p>

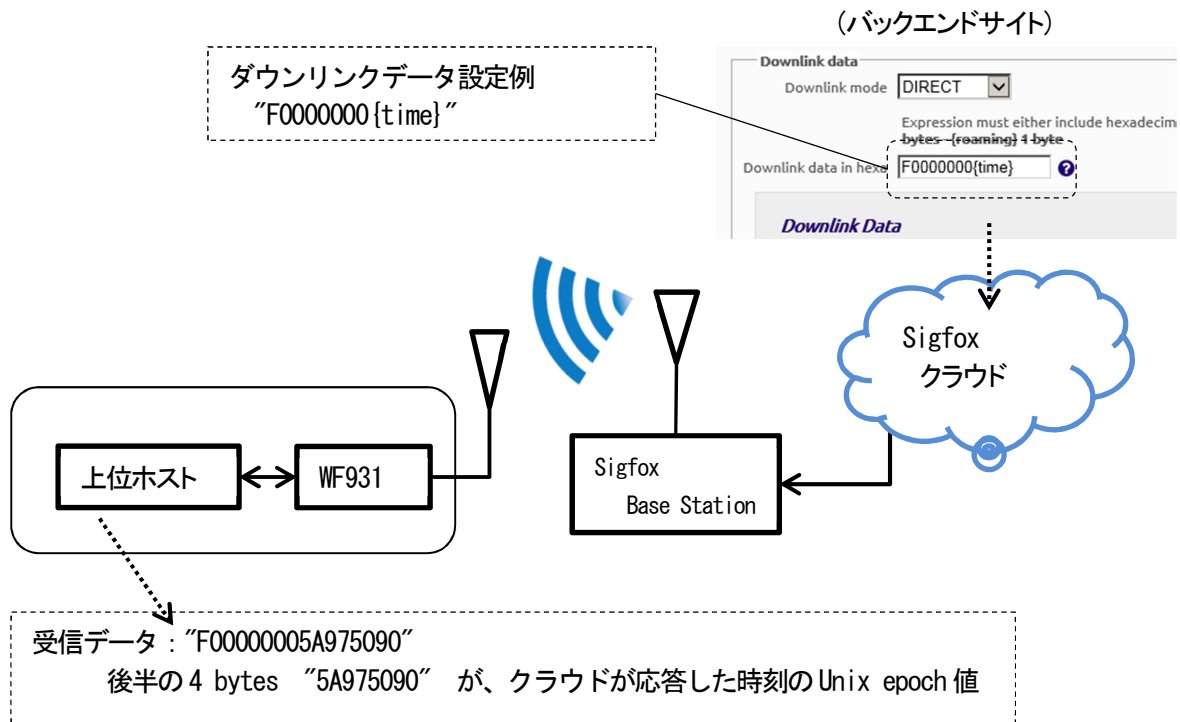
(設定方法詳細は、Sigfox バックエンドサイトのマニュアルを参照)

#### <ダウンリンク受信例>

ダウンリンクデータ 8bytes の設定を、

『前半 4 bytes : " F0 00 00 00 "(任意の値)、後半 4 bytes : {time} 』

とし、2018 年 3 月 1 日 10:00 にクラウドがダウンリンクを実行した場合、受信シーケンスならびに受信データは下図の様になる。



SUPERVISION 主 管	Sigfox RF モジュール (WF931) ファームウェア製品仕様書	CLASS 分類番号	0710	PAGE 頁	6/20
Research & Development Center 開発センター		DRAWING No. VRS1114B010103			

### 3.4 制約事項

#### <アップリンク>

Sigfox 通信エリアは、電波環境、設置環境等条件に影響されます。

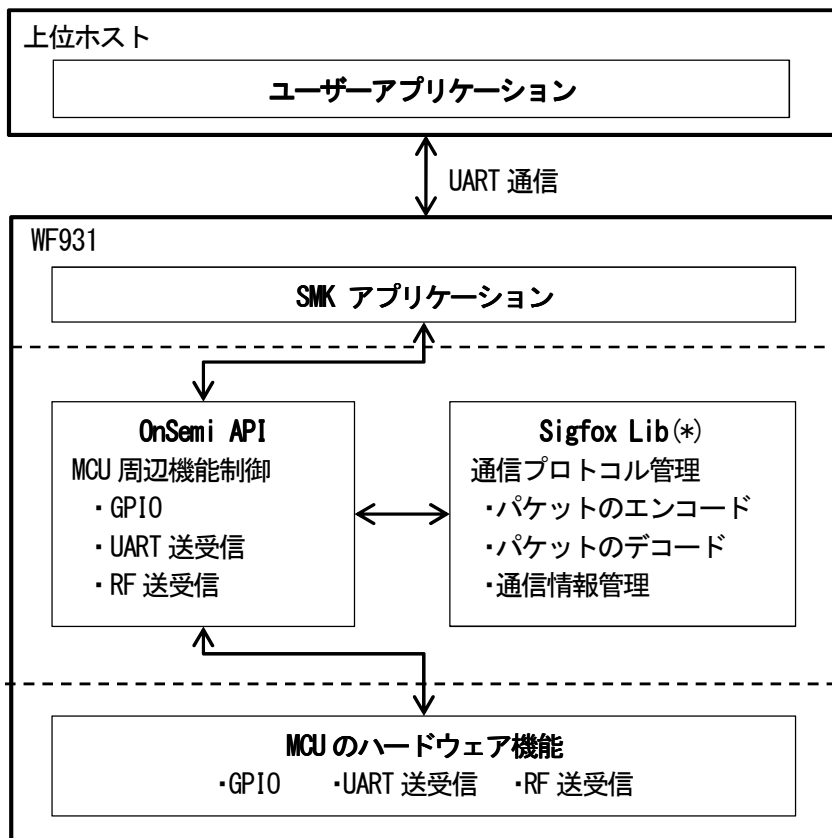
#### <ダウンリンク>

ダウンリンク受信は、アップリンク送信と比較して、より大きく電波環境等の影響を受ける。そのため、ダウンリンク受信成功確率は、アップリンク成功確率と比較して低くなる。

(無線送受信についてはハードウェア製品仕様書を参照)

## 4 ソフトウェア構成

WF931 のソフトウェア構成を下図に示す。



(\*) 使用 Sigfox Lib バージョン : UDL1-1.8.9

※オープンソースソフトウェア (OSS) は使用していない

SUPERVISION 主 管	Sigfox RF モジュール (WF931) ファームウェア製品仕様書	CLASS 分類番号	0710	PAGE 頁	7/20
Research & Development Center 開発センター		DRAWING No. VRS1114B010103			

## 5 モジュールピン設定

WF931 の Pin 設定は以下である。

モジュール PIN No.	記号	起動時初期状態	機能	備考
1	GND	—/—	GND 端子	
2	SYSCLK	—/—	—	
3	PC4	入力/内部 Pull up	GPIO	リザーブ
4	PC3	入力/内部 Pull up	GPIO	リザーブ
5	PC2	入力/内部 Pull up	GPIO	リザーブ
6	PC1	入力/内部 Pull up (*)	GPIO	モード選択で使用
7	PC0	入力/内部 Pull up (*)	GPIO	モード選択で使用
8	PB0	入力/内部 Pull up	GPIO	リザーブ
9	PB1	出力/Low (**)	Radio activity indicator 端子	
10	PB3	入力/内部 Pull up	Deep Sleep からの起動端子	
11	TX0	出力/High	UART TX 端子	
12	RX0	入力/内部 Pull up	UART RX 端子	
13	—	—/—	—	リザーブ
14	—	—/—	—	リザーブ
15	—	—/—	—	リザーブ
16	RESET	入力/内部 Pull up	RESET 入力端子	
17	VDD	—/—	電源入力端子	
18	GND	—/—	GND 端子	
19	GND	—/—	GND 端子	
20	GND	—/—	GND 端子	
21	GND	—/—	GND 端子	
22	GND	—/—	GND 端子	
23	ANT	RF 入出力/—	RF 端子	
24	GND	—/—	GND 端子	
25	NC	—/—	—	
26	NC	—/—	—	
27	NC	—/—	—	
28	GND	—/—	GND 端子	
29	GND	—/—	GND 端子	
30	NC	—/—	—	
31	NC	—/—	—	
32	NC	—/—	—	

(\*) PIN6, PIN7

モード選択終了後、稼働中は 内部オープン となる。

(\*\*) PIN9

無線処理実行中に High レベルになる。

SUPERVISION 主 管	Sigfox RF モジュール (WF931) ファームウェア製品仕様書	CLASS 分類番号	0710	PAGE 頁	8/20
Research & Development Center 開発センター		DRAWING No. VRS1114B010103			

## 6 動作モード

WF931 は、電源投入時、リセット再起動時のモジュール PIN 状態によって動作モードを指定する。モジュール動作中に動作モードを切り替えることはできない。

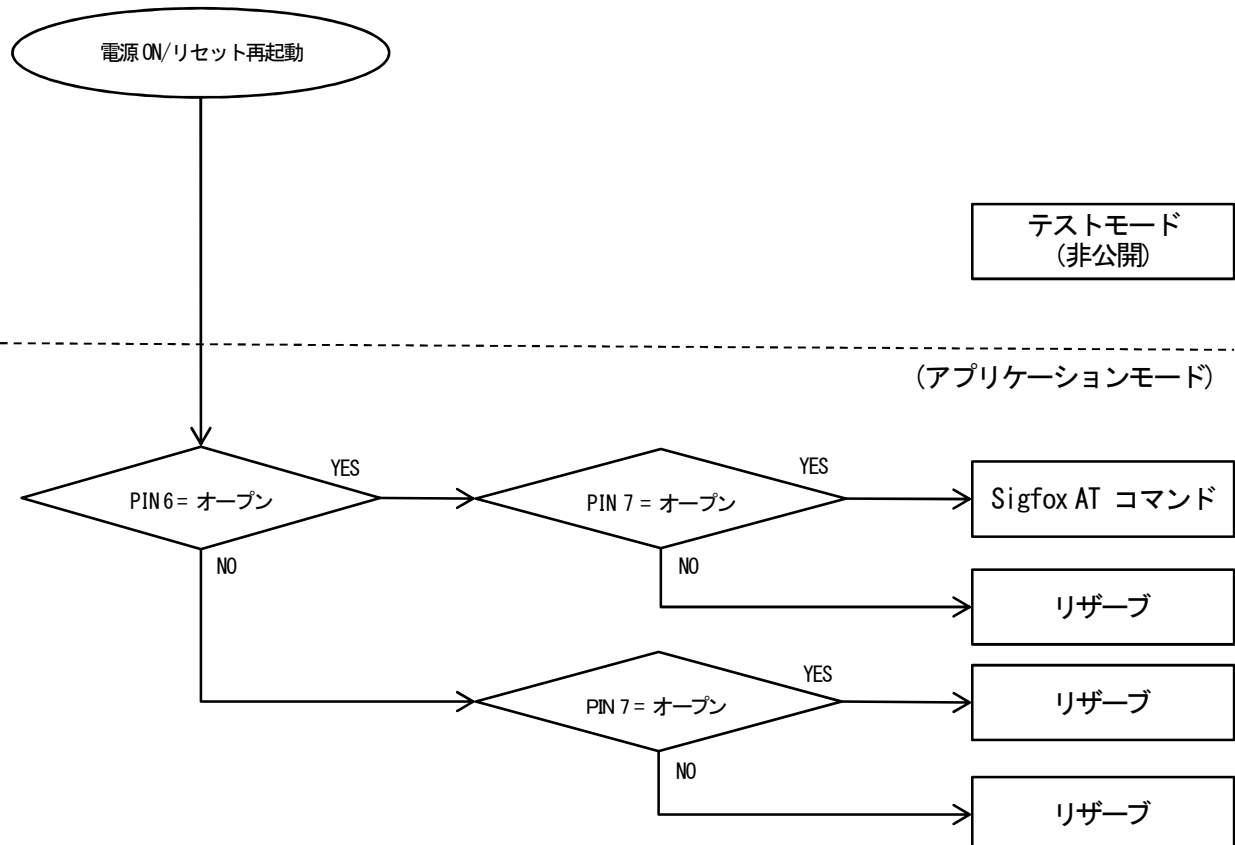
### <動作モード選択>

テストモードは非公開機能とする。

	機能
	アプリケーションモード (デフォルト)
	テストモード (非公開)

### <アプリケーションモード機能選択>

PIN6	PIN7	機能 (アプリケーション)
オープン	オープン	Sigfox AT コマンド (UART 接続で最大12bytesのデータ通信が出来るモード)
オープン	GND ショート	リザーブ(*)
GND ショート	オープン	リザーブ(*)
GND ショート	GND ショート	リザーブ(*)



SUPERVISION 主 管	Sigfox RF モジュール (WF931) ファームウェア製品仕様書	CLASS 分類番号	0710	PAGE 頁	9/20
Research & Development Center 開発センター		DRAWING No. VRS1114B010103			

## 7 Sigfox AT コマンド

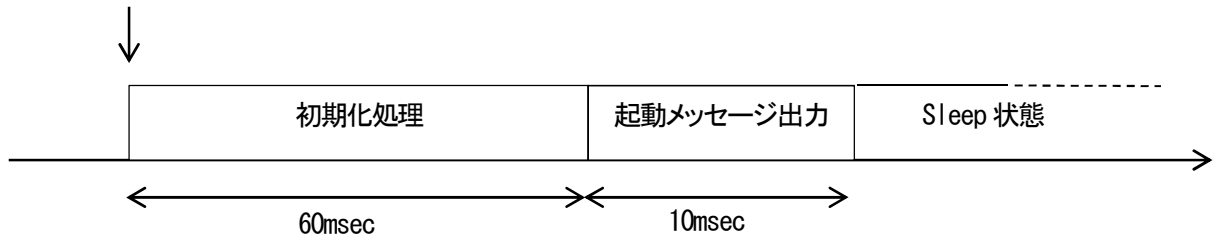
### 7.1 UART 仕様

本モードの Baud rate 初期設定は 9,600bps とする。その他、詳細はハードウェア製品仕様書を参照。

### 7.2 Sleep 状態とコマンド受信

<電源 ON/リセット再起動から Sleep 状態>

電源 ON/リセット再起動



WF931 は、初期化処理終了後、起動メッセージを UART 出力する。出力終了後、Sleep 状態となる。

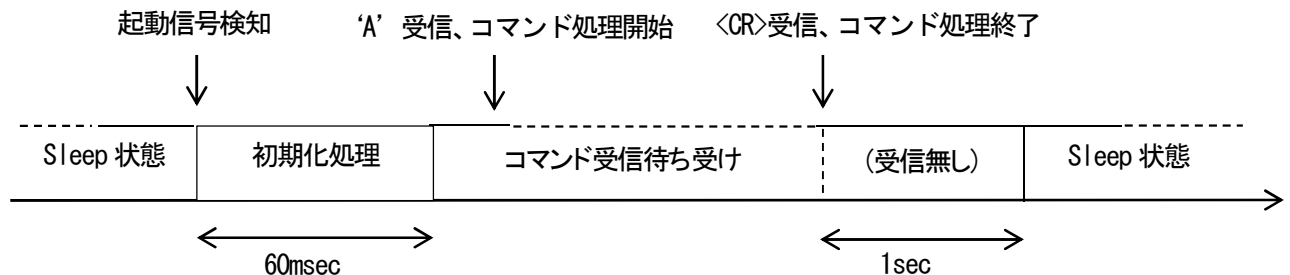
※ 起動メッセージの文字列 (ASCII コード)

電源 ON/リセット再起動

"+AT MODE!"<CR><LF>

<Sleep 状態で起動信号検知からコマンド受信>

Sleep 状態で起動信号 (上位ホストからの 0x00 送信による PIN12 の立下り検知) を受けることによって Sleep 状態が解除され、初期化処理実行後コマンド受信待ち状態となる。

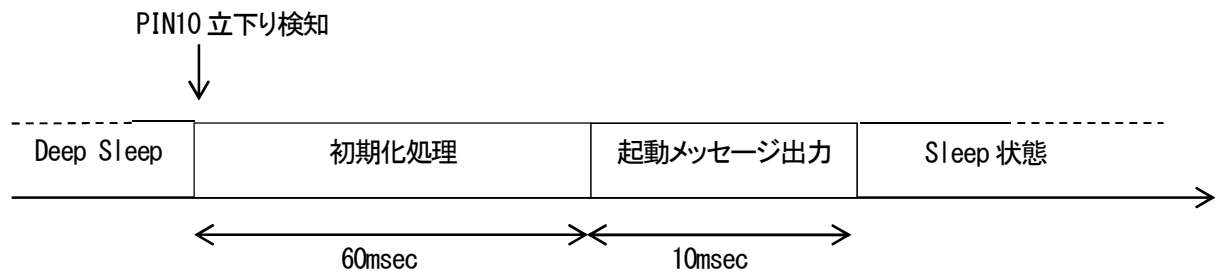


起動信号によってコマンド受信発生待ち状態となった後は、AT コマンドの受信を待ち受け、各 AT コマンドの処理を実行する。コマンド処理終了後、1 秒間 UART の受信が無ければ、Sleep 状態に戻る。

注記：初期化処理は 60msec 未満の時間を要する。そのため、起動信号からコマンド送信までは必ず 60msec 以上の間隔を空けること。起動信号から 60msec 以内に送信された AT コマンドの動作は保証しない。

SUPERVISION 主 管	Sigfox RF モジュール (WF931) ファームウェア製品仕様書	CLASS 分類番号	0710	PAGE 頁	10/20
Research & Development Center 開発センター		DRAWING No. VRS1114B010103			

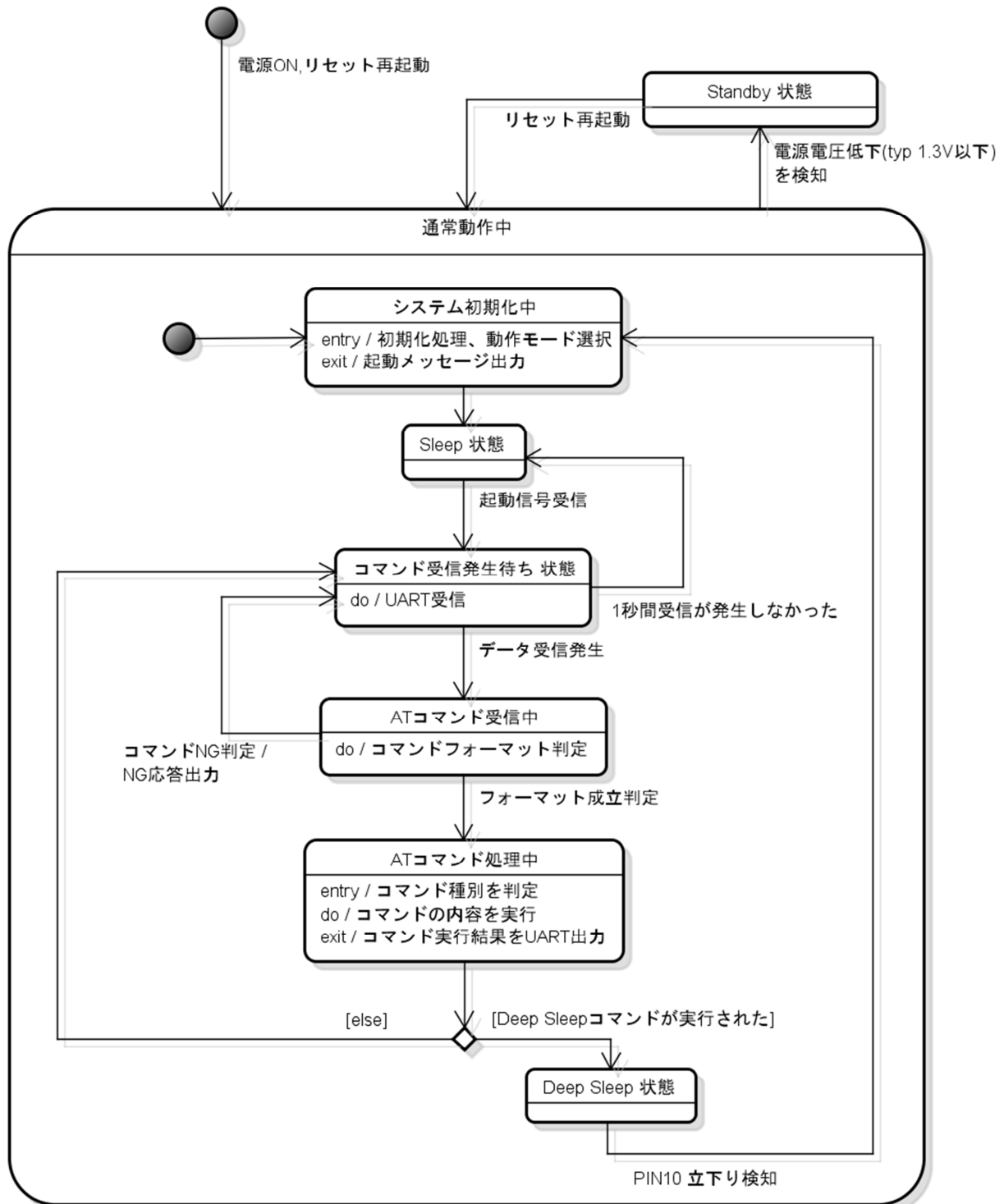
<Deep Sleep 状態から復帰>



PIN10 の立下り検知により Deep Sleep 状態から復帰し、初期化処理、起動メッセージ出力後、Sleep 状態となる。Sleep 状態となつてからの動作は、<Sleep 状態で起動信号検知からコマンド受信> に同じである。

### 7.3 状態図

Sigfox AT コマンドモードの状態図は以下の様になる。



SUPERVISION 主 管	Sigfox RF モジュール (WF931) ファームウェア製品仕様書	CLASS 分類番号	0710	PAGE 頁	12/20
Research & Development Center 開発センター		DRAWING No. VRS1114B010103			

#### 7.4 UART 電文フォーマット

<上位ホスト → WF931>

SET: AT\$<command>=XX<CR> / ATS<command>=XX<CR>

GET: AT\$<command>?<CR> / ATS<command>?<CR>

<WF931 → 上位ホスト>

- ・コマンド正常終了時の応答

SET: "OK"<CR><LF>

GET: "<取得結果>"<CR><LF>

- ・コマンド NG 判定時の応答

SET コマンド / GET コマンド : "NG,<ng\_code>"<CR><LF>

コマンド受信処理が NG 判定となった場合、"NG,<ng\_code>" を出力する。

<ng_code>	内容
01	コマンドのフォーマット不成立
02	定義されていないコマンドを受信(例 : AT\$IC?) ----- コマンドが小文字(例 : "AT\$ID?" を "AT\$id?" と小文字で出力)
03	SET フォーマットにて、設定パラメータに有効範囲外の値を指定 ----- SET フォーマットにて、設定文字数が制限外(例 : 上限 12 文字以下に 13 文字設定)
F1	キャリアセンスにより、アップリンク送信がキャンセルになった (*)
F2	ダウンリンク受信がタイムアウトになった (*, **)
F3	キャリアセンスにより、クラウドへの ACK 返送がキャンセルになった (*, ***)
FF	上記以外のエラーが発生 (*)

(\*) 上位ホストからのコマンド受信は正常終了

(\*\*) クラウドへの ACK 返送は行わずに処理を終了する(3.2 ダウンリンク要求 を参照)

(\*\*\*) ダウンリンク受信は正常終了しており、受信結果は出力される

Sleep 状態から起動し、データ受信待ち状態で 1 秒間データ受信が発生しなかった場合 "NG,<ng\_code>" 出力はせずに Sleep 状態に戻る。

- ・ WF931 から通知

"<Notify>"<CR><LF>

<Notify>	内容
+AT MODE!	起動メッセージ
+RX=[down data]	ダウンリンク受信結果の表示 [down data] : 受信したデータ (3.3 ダウンリンク を参照)
+RX END	ダウンリンク受信結果表示は以上である

SUPERVISION 主 管	Sigfox RF モジュール (WF931)	CLASS 分類番号	0710	PAGE 頁	13/20
Research & Development Center 開発センター	ファームウェア製品仕様書	DRAWING No. VRS1114B010103			

<フォーマット成立の判定>

・成立判定

開始文字' A 'を受信してから最大コマンド長(37bytes)以内に終端文字<CR>を受信する。

・不成立判定

- ① 開始文字' A 'が受信されなかった。
- ② 開始文字' A 'を受信してから最大コマンド長以内に終端文字<CR>を受信されなかった。
- ③ フォーマット成立とならずに、受信の間隔が1秒以上空いた。  
(例: ' A ' ' T ' '\$ ' I ' ' D ' '?' の後1秒以内に<CR>が受信されなかった)

判定が終了すると、受信 bytes の判定カウントは0クリアされる。

SUPERVISION 主 管	Sigfox RF モジュール (WF931)	CLASS 分類番号	0710	PAGE 頁	14/20
Research & Development Center 開発センター	ファームウェア製品仕様書	DRAWING No. VRS1114B010103			

7.5 Sigfox AT コマンド一覧  
本モードで実行できる Sigfox AT コマンドを以下に示す。

AT Command	Response	概要	実行例
AT\$ID?<CR>	<dev_id><CR><LF>	デバイス ID を取得する <dev_id> 4bytes (8 文字) HEX 値	CMD: AT\$ID?<CR> RES: AABCCDD<CR><LF>
AT\$PAC?<CR>	<pac><CR><LF>	PAC コードを取得する <pac> 8bytes (16 文字) HEX 値	CMD: AT\$PAC?<CR> RES: 1234567890ABCDEF<CR><LF>
AT\$SF=<up_data><CR>	OK<CR><LF>	ダウンリンク要求無しで 1~12 byte frame の送信を実行する  <up_data> HEX に該当する文字列(2~24 文字の偶数文字数) '0' ~ '9', 'A' ~ 'F', 'a' ~ 'f' ・HEX に該当しない文字を送信した場合、0 として判定する ・25 文字以上の場合コマンド NG 判定となり、送信処理はキャンセルされる  ※実行結果応答までにかかる時間 送信正常終了時: 10 秒程度 キャリアセンスにより送信断念時: 15 秒程度	CMD: AT\$SF=31323334353637 3839404142<CR>  (送信正常終了) RES: OK<CR><LF>  (送信断念時) RES: NG, F1<CR><LF>
AT\$SB=<status_val><CR>	OK<CR><LF>	ダウンリンク要求無しで 1bit status を送信する  <status_val> '0' or '1'  ※実行結果応答までにかかる時間 送信正常終了時: 10 秒程度 キャリアセンスにより送信断念時: 15 秒程度	CMD: AT\$SB=1<CR>  (送信正常終了) RES: OK<CR><LF>  (送信断念時) RES: NG, F1<CR><LF>
AT\$SF=<up_data>, 1<CR>	<OK><CR><LF> <受信通知 1> <CR><LF> <受信通知 2> <CR><LF>	ダウンリンク要求有りで 1~12 byte frame の送信を実行する  <up_data> HEX に該当する文字列(2~24 文字の偶数文字数) '0' ~ '9', 'A' ~ 'F', 'a' ~ 'f' ・HEX に該当しない文字を送信した場合、0 として判定する ・25 文字以上の場合コマンド NG 判定となり、送信処理はキャンセルされる  <受信通知 1> "+RX=[down data]" [down data] backend サイトで設定された、8bytes の downlink データ (3.3 ダウンリンク 参照)  <受信通知 2> "+RX END"  ※実行結果応答までにかかる時間 一連の処理正常終了時 : 無線仕様から 26 秒~60 秒の範囲 キャリアセンスにより送信断念時: 15 秒程度 ダウンリンク受信タイムアウト時: 56 秒程度 ACK 返送断念時 : 無線仕様から 27 秒~73 秒の範囲	CMD: AT\$SF=303132333435 AABCCDDEEFF, 1<CR>  (一連の処理正常終了) RES: OK<CR><LF> +RX=59DDCC053141FFE1<CR><LF> +RX END<CR><LF>  (送信断念時) RES: NG, F1<CR><LF>  (受信失敗時) RES: NG, F2<CR><LF>  (ACK 返送断念時) RES: NG, F3<CR><LF> +RX=59DDCC053141FFE1<CR><LF> +RX END<CR><LF>

SUPERVISION 主 管	Sigfox RF モジュール (WF931) ファームウェア製品仕様書	CLASS 分類番号	0710	PAGE 頁	15/20
Research & Development Center 開発センター		DRAWING No. VRS1114B010103			

<続き>

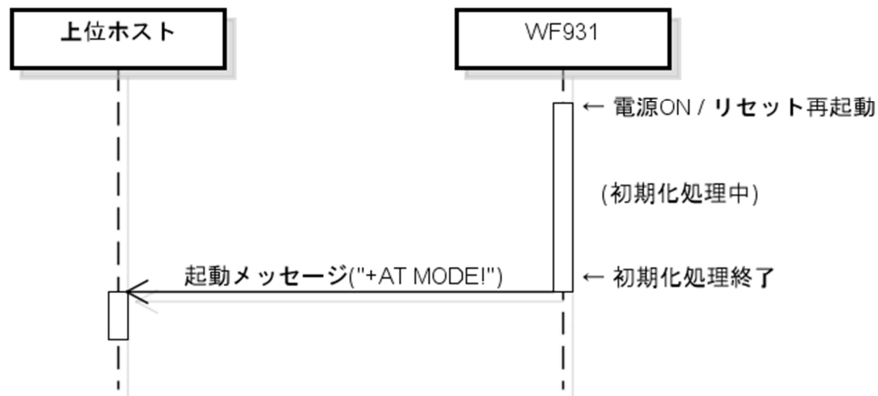
AT Command	Response	概要	実行例
AT\$SB=<status_val>,1 <CR>	<OK><CR><LF> <受信通知 1> <CR><LF> <受信通知 2> <CR><LF>	ダウンリンク要求有りで 1bit status を送信する  <status_val> '0' or '1'  <受信通知 1> "+RX=[down data]" [down data] backend サイトで設定された、8bytes の downlink データ  (3.3 ダウンリンク 参照)  <受信通知 2> "+RX END"  ※実行結果応答までにかかる時間 一連の処理正常終了時 ：無線仕様から 26 秒～60 秒の範囲 キャリアセンスにより送信断念時：15 秒程度 ダウンリンク受信タイムアウト時：56 秒程度 ACK 返送断念時 ：無線仕様から 27 秒～73 秒の範囲	CMD: AT\$SB=1,1<CR>  (一連の処理正常終了) RES: OK<CR><LF> +RX=59DDCC053141FFE1<CR><LF> +RX END<CR><LF>  (送信断念時) RES: NG, F1<CR><LF>  (受信失敗時) RES: NG, F2<CR><LF>  (ACK 返送断念時) RES: NG, F3<CR><LF> +RX=59DDCC053141FFE1<CR><LF> +RX END<CR><LF>
AT\$CW=923200000 ,<bit><CR>	OK<CR><LF>	無変調電波の連続放射を行う <bit> '0' or '1' '0' : 連続放射を停止する '1' : 連続放射を開始する ※ 放射開始後、他のコマンドは、必ず放射停止 させてから実行のこと	CMD: AT\$CW=923200000,1<CR> RES: OK<CR><LF>
AT\$CM=923200000 ,<bit><CR>	OK<CR><LF>	変調電波の連続放射を行う <bit> '0' or '1' '0' : 連続放射を停止する '1' : 連続放射を開始する ※ 放射開始後、他のコマンドは、必ず放射停止 させてから実行のこと	CMD: AT\$CM=923200000,1<CR> RES: OK<CR><LF>
ATS410=<bit><CR>	OK<CR><LF>	アップリンク送信時の AES_KEY 種別を設定する <bit> '0' or '1' '0' : PRIVATE KEY を使用 '1' : PUBLIC KEY を使用	CMD: ATS410=1<CR> RES: OK<CR><LF>
AT\$DSLEEP<CR>	OK<CR><LF>	Response 後にシステムを Deep Sleep 状態にする  ※ Deep Sleep 状態中はコマンドを受け付けな い。Pin 10 の状態変化検知(High→Low)で Sleep 状態に遷移する	CMD: AT\$DSLEEP<CR> RES: OK<CR><LF>
AT\$SMKV?<CR>	SMK FW version <FW_ver><CR><LF>	ファームウェアのバージョンを取得する <FW_ver>:1.01 (*)	CMD: AT\$SMKV?<CR> RES: 1.01<CR><LF> (*)
AT\$APIV?<CR>	<Sigfox_ver> <CR><LF>	使用している Sigfox Lib のバージョンを取得 する	CMD: AT\$APIV?<CR> RES: UDL1-1.8.9<CR><LF>
AT\$V?<CR>	<vdd_val> <CR><LF>	電源電圧値を取得する <vdd_val>: 4桁mV表記 "0000" ~ "5500"	CMD: AT\$V?<CR> RES: 3290<CR><LF>

(\*) ファームウェアバージョンが 1.01 の場合

SUPERVISION 主 管	Sigfox RF モジュール (WF931) ファームウェア製品仕様書	CLASS 分類番号	0710	PAGE 頁	16/20
Research & Development Center 開発センター		DRAWING No. VRS1114B010103			

## 7.6 シーケンス

### 7.6.1 起動時

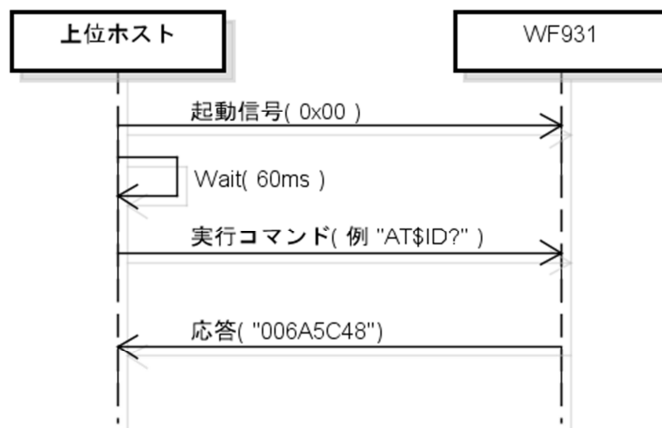


### 7.6.2 コマンド実行

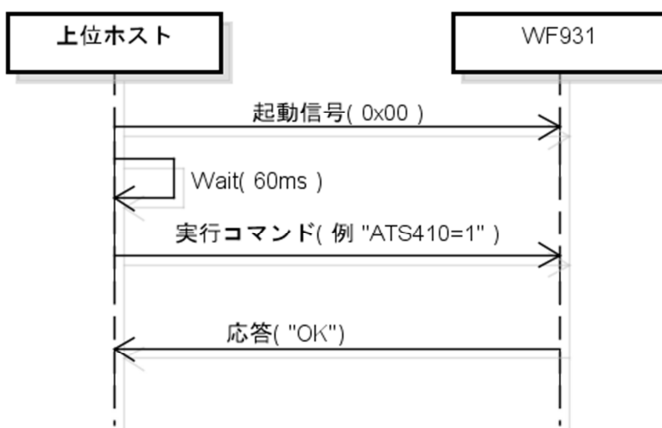
コマンド実行時のシーケンスは以下のようになります。

アップリンク及びダウンリンク実行時については、次項 (7.6.3 アップリンク/ダウンリンク実行) を参照。

#### <GET フォーマット>

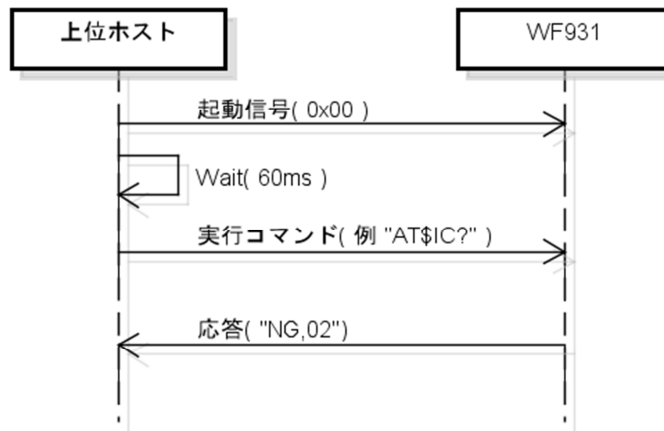


#### <SET フォーマット>



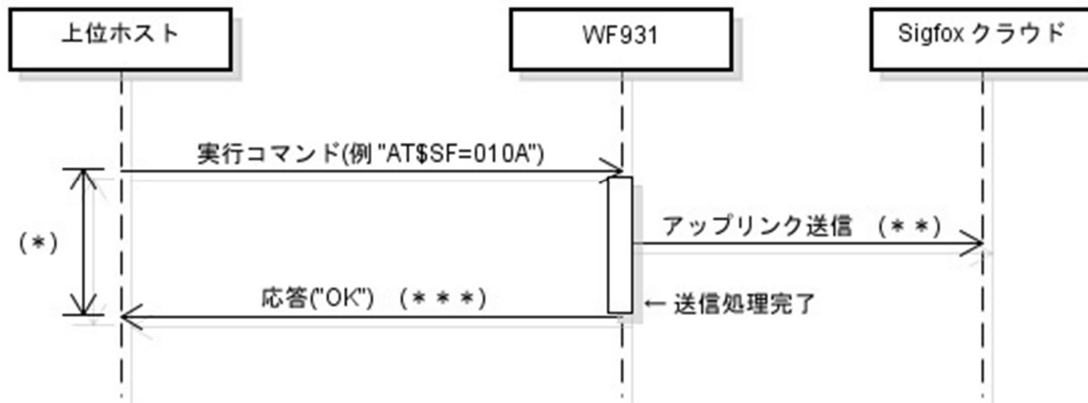
SUPERVISION 主管 Research & Development Center 開発センター	Sigfox RF モジュール (WF931) ファームウェア製品仕様書	CLASS 分類番号	0710	PAGE 頁	17/20
		DRAWING No. VRS1114B010103			

<コマンドNG判定>



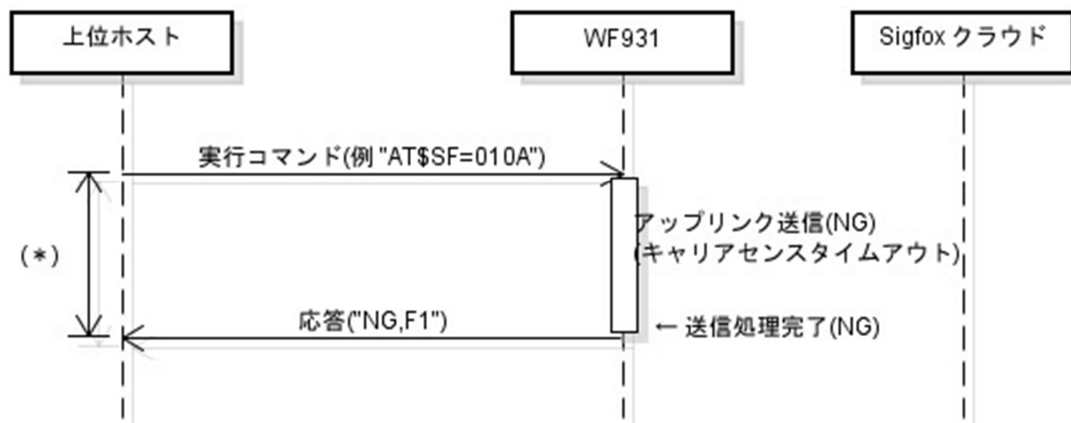
7.6.3 アップリンク/ダウンリンク実行  
アップリンク及びダウンリンク実行時のシーケンスは以下の様になる。

<アップリンク送信：正常終了時>



- (\*) 電波環境によって変動、概ね 10 秒程度
- (\*\*) 電波環境等条件によってはSigfox クラウドへ届かない場合がある
- (\*\*\*) 応答"OK" は、Sigfox クラウドへのアップリンク送信到達を意味するものではない

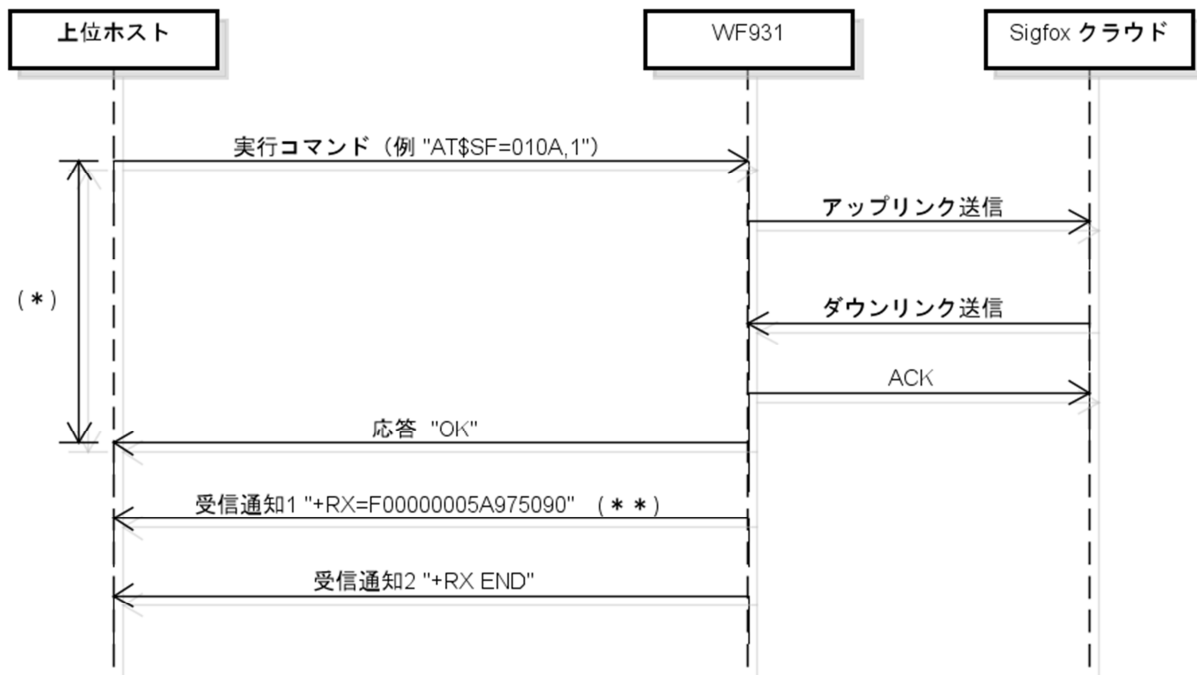
<アップリンク送信：キャリアセンスにより送信断念時>



- (\*) 概ね 15 秒程度

SUPERVISION 主 管	Sigfox RF モジュール (WF931) ファームウェア製品仕様書	CLASS 分類番号	0710	PAGE 頁	18/20
Research & Development Center 開発センター		DRAWING No. VRS1114B010103			

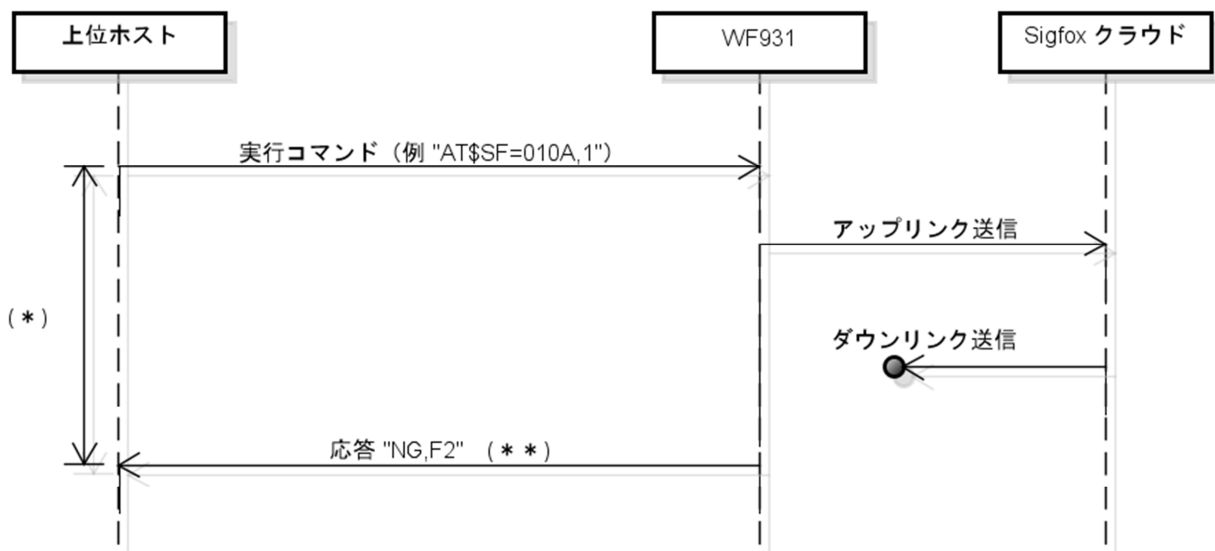
<ダウンリンク受信：正常終了時>



(\*) 電波環境によって変動、無線仕様から 26 秒~60 秒の範囲

(\*\*) ダウンリンクデータ 8bytes を、前半 4bytes:0xF0000000, 後半 4bytes: {time} とした場合の例

<ダウンリンク受信：受信失敗時>



(\*) 受信タイムアウト時、概ね 56 秒程度

(\*\*) 図は、アップリンクはSigfox クラウドに届くも、ダウンリンクを受信出来なかった場合の例

注記：

アップリンク送信/ダウンリンク受信の処理実行中は、上位ホストから送信されたコマンドは受信されな  
ない。上位ホストからのコマンド実行は、処理実行結果(応答, 受信通知)の出力以降に可能となる。

SUPERVISION 主 管	Sigfox RF モジュール (WF931) ファームウェア製品仕様書	CLASS 分類番号	0710	PAGE 頁	19/20
Research & Development Center 開発センター		DRAWING No. VRS1114B010103			

## 8 その他動作モード

その他の動作モードについては未設定である(Sigfox AT コマンドモードのみで動作する)。

## 9 テストモード

テストモードの詳細は非公開とする。

