



京セラコミュニケーションシステム株式会社

Sigfox通信技術解説資料

京セラコミュニケーションシステム株式会社
ワイヤレスソリューション事業部

Ver.2023-T02



•Chapter①

-LPWAとは -

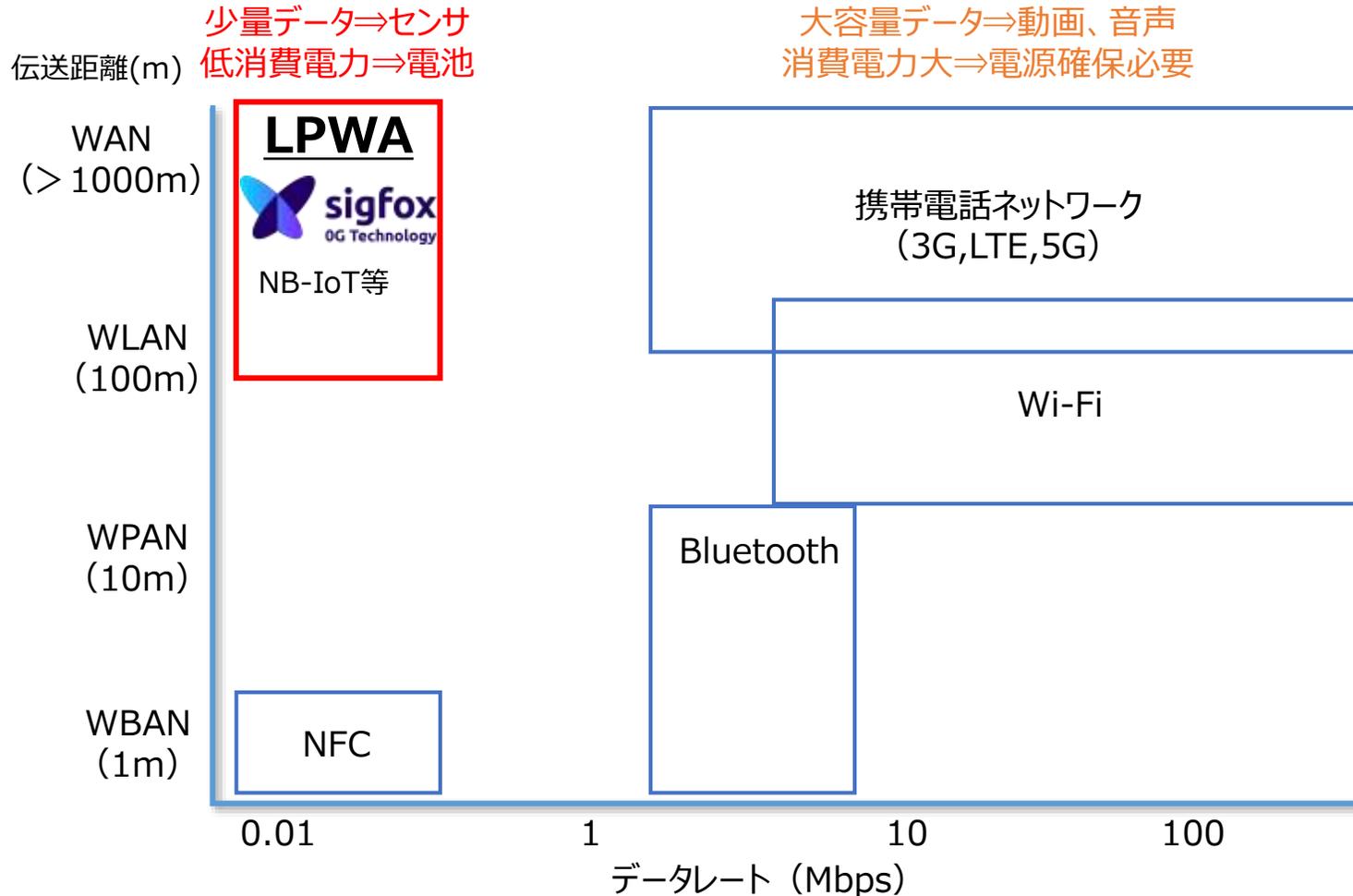
•Sigfoxとは（通信規格）

- ①LPWAとは
- ②Sigfoxの特徴
- ③Sigfoxのセキュリティ

•Atlas、Monarchの紹介

- ④Atlas Native、Atlas Wifi
- ⑤Monarch

LPWAとは、少ない消費電力で長距離伝送できる無線通信技術の総称です。
京セラコミュニケーションシステムはSigfoxネットワークを国内で独占展開しています。



- 社名：UnaBiz SAS
本社：フランス
- LPWAに特化したグローバル通信事業者
- 1国1事業者と契約
- 現在72カ国に展開済み (2022年11月現在)
最新の情報は下記をご覧ください。
<https://www.sigfox.com/en>

•Chapter②

-Sigfoxの特徴-

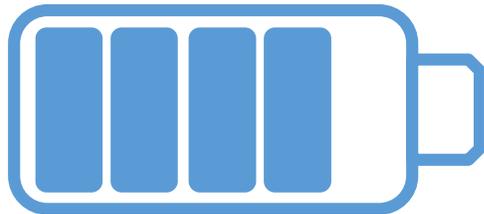
•Sigfoxとは（通信規格）

- ①LPWAとは
- ②Sigfoxの特徴
- ③Sigfoxのセキュリティ

•Atlas、Monarchの紹介

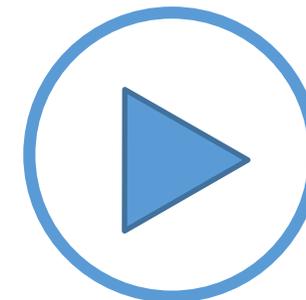
- ④Atlas Native、Atlas Wifi
- ⑤Monarch

低消費電力



乾電池で数年間稼動

簡便化 (クイックスタート)



- Sigfoxバックエンドの提供
- SIM/ペアリング設定 必要なし

低コスト

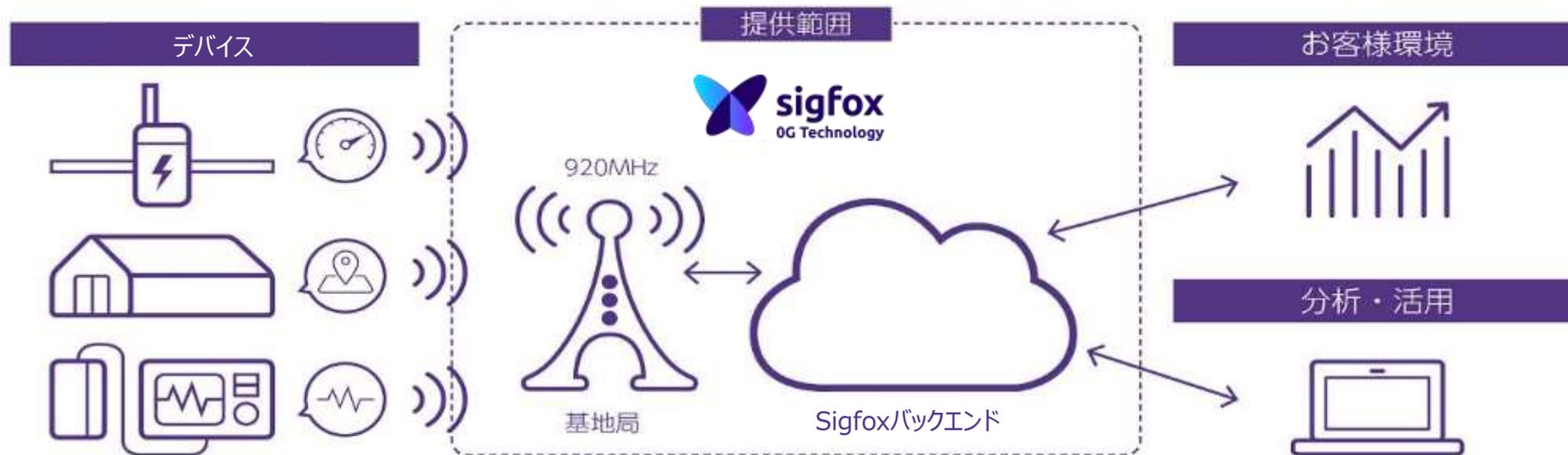


1回線 年額100円～

グローバル展開



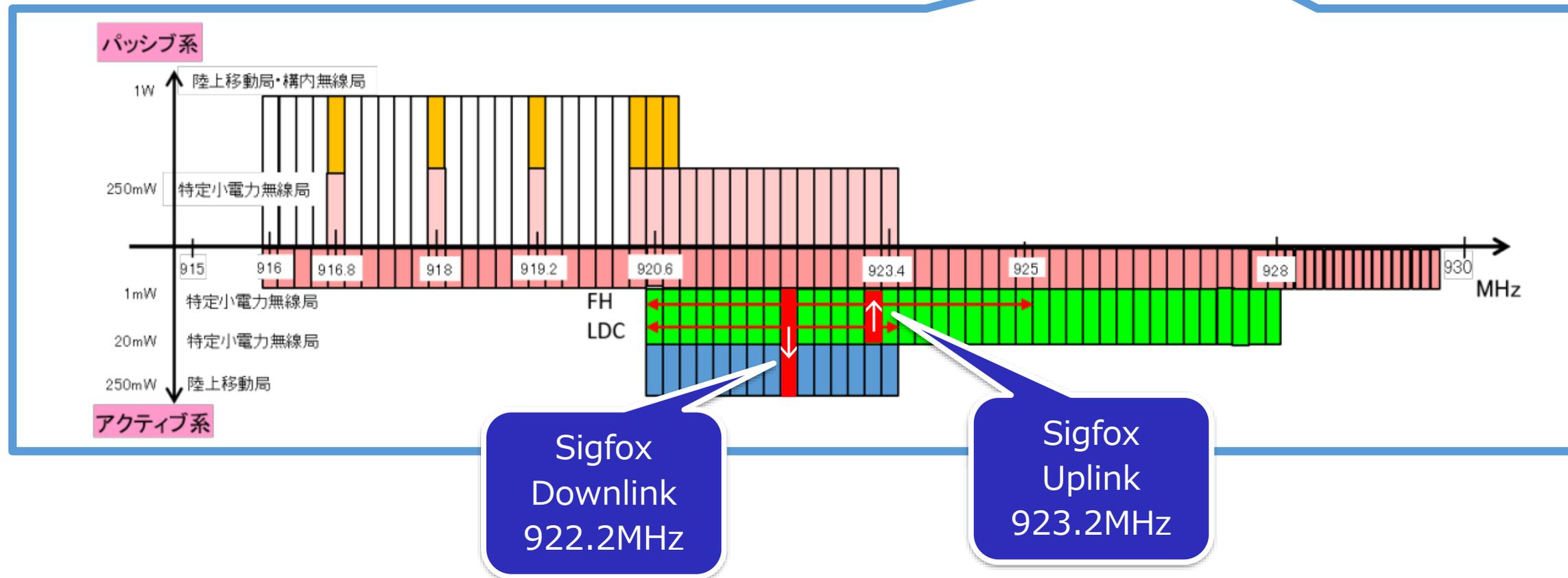
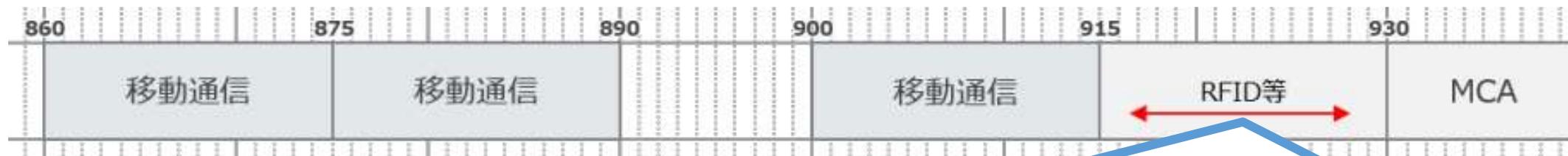
各国でインフラ構築中。海外展開可能



伝送容量
通信方向
通信速度
通信回数

上り 12 byte 下り 8byte
上り/下り
上り 100 bps/下り 600bps
MAX 上り 140回/日 下り 4回/日

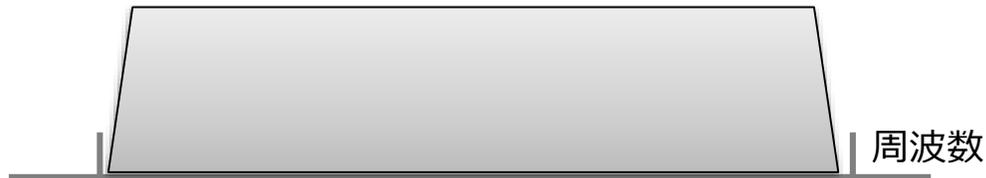
920MHz帯小電力無線システム



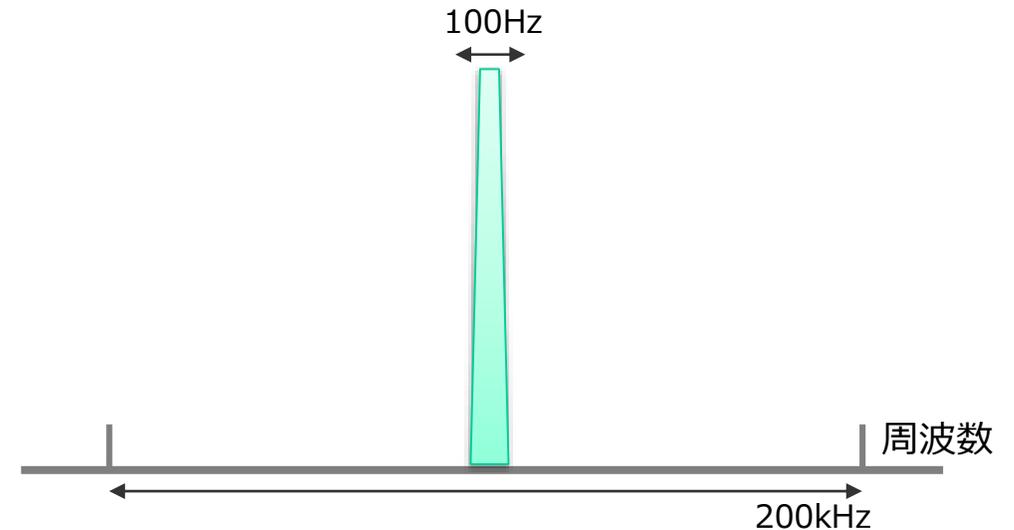
総務省情報通信審議会 陸上無線通信委員会 920MHz帯電子タグシステム等作業班 会議資料（総務省）を加工して作成
http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/policyreports/joho_tsusin/idou/920mhz.html

Sigfox UNB (ウルトラナローバンド) 通信

無線アクセス制御	ランダム・アクセス
変調方式	シングルキャリア: SSB-SC + D-BPSK
データレート	100bps
使用チャネル幅	200kHz
シングルキャリア周波数帯幅	100Hz
送信電力	20mW以下
最大送信継続時間	2s

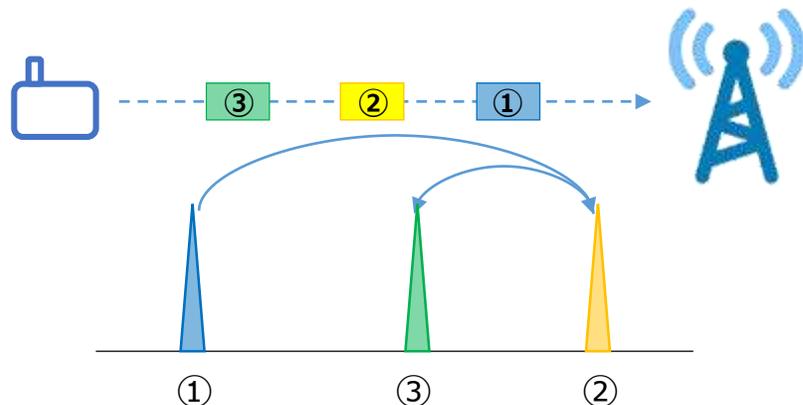


一般的な無線通信の
周波数利用イメージ



Sigfox通信(UNB)の
周波数利用イメージ

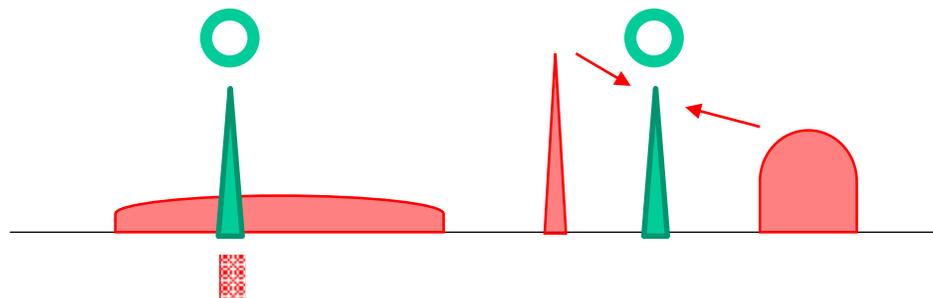
- 複数回フレーム伝送 (Time Diversity)
- 周波数ダイバーシチ (Frequency Diversity)



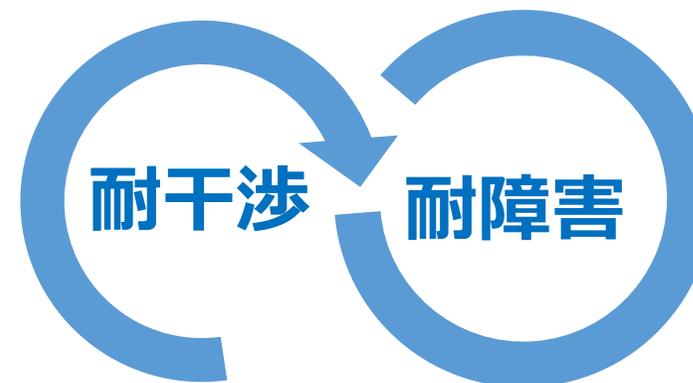
- スペースダイバーシチ (Space Diversity)



- 狭帯域信号特性
(Ultra Narrowband Efficiency)



干渉源の一部のみ影響





Sigfox回線エリアは
人口カバー率**95%** !

※2023年2月時点

Sigfoxデバイス購入後、エリア内ですぐSigfox通信を利用可能 !

屋外、屋内での通信状況比較

同緯度経度地点での屋内外で通信状況と比較



①屋外：15局以上受信

Station	RSSI (dBm)	SNR (dB)	Freq (MHz)	Frames
581F	-120.00	7.00	923.2309	2/3
5190	-94.00	18.00	923.1400	3/3
898A	-127.00	14.00	923.1601	2/3
4F83	-133.00	9.00	923.1328	1/3
9415	-131.00	13.00	923.1324	2/3
5845	-134.00	8.00	923.1325	1/3
5104	-128.00	14.00	923.1324	2/3
8C96	-128.00	14.00	923.1323	2/3
4F8E	-125.00	18.00	923.1328	2/3
6AD9	-131.00	10.00	923.1328	1/3
5877	-137.00	7.00	923.1323	1/3
516D	-132.00	10.00	923.1324	1/3
8D3E	-122.00	17.00	923.1327	1/3
5168	-127.00	8.00	923.1327	1/3
5131	-123.00	18.00	923.1325	2/3

2020-12-07 12:35:44 5.5 3115 0130



②屋内窓際：7局受信

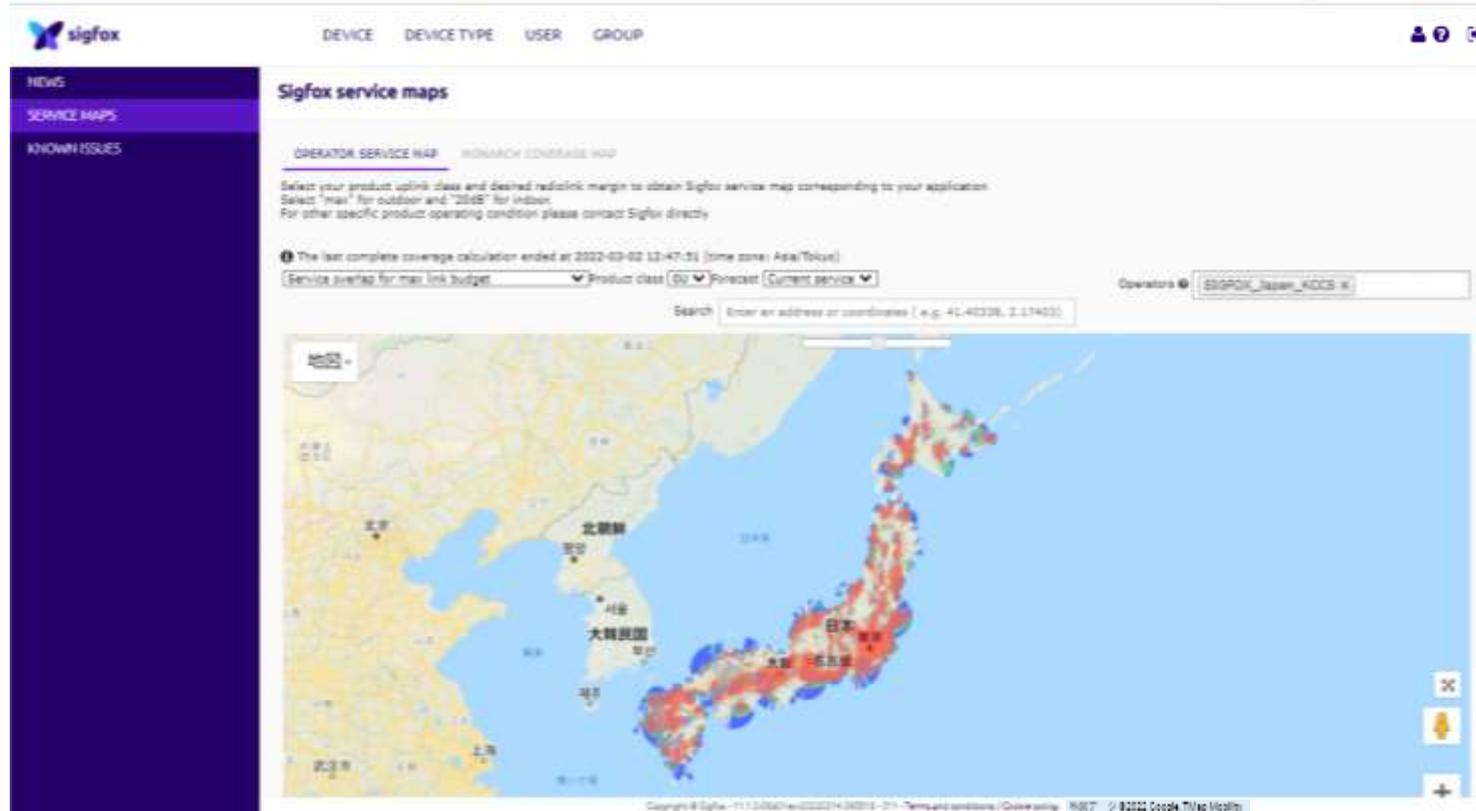
Time	Delay (s)	Seq Num	Data / Decoding	Base station reception attributes				
				Station	RSSI (dBm)	SNR (dB)	Freq (MHz)	Frames
2020-12-07 12:46:10	5.1	3117	0130	8C96	-137.00	6.00	923.2307	1/3
				5190	-99.00	18.00	923.1318	3/3
				584D	-136.00	8.00	923.1322	1/3
				7E73	-140.00	7.00	923.1324	1/3
				86F3	-138.00	6.00	923.1321	1/3
				4F8E	-132.00	17.00	923.1323	1/3
				898A	-132.00	9.00	923.1320	1/3



屋内では遮蔽物（壁や窓）により電波が減衰するため、受信局数が減少します。
屋内利用される際、電波の減衰によりメッセージを受信できないこともご考慮いただき、デバイスを設置ください。

Sigfoxバックエンドのアカウントをお持ちの方は、下記リンクからSigfox利用可能エリアをご確認いただけます。

<https://backend.sigfox.com/welcome/coverage>



Sigfoxバックエンドのアカウントをお持ちでない場合、下記ホームページをご覧ください。

<https://www.kccs.co.jp/sigfox/area/>

•Chapter③

-Sigfoxのセキュリティ-

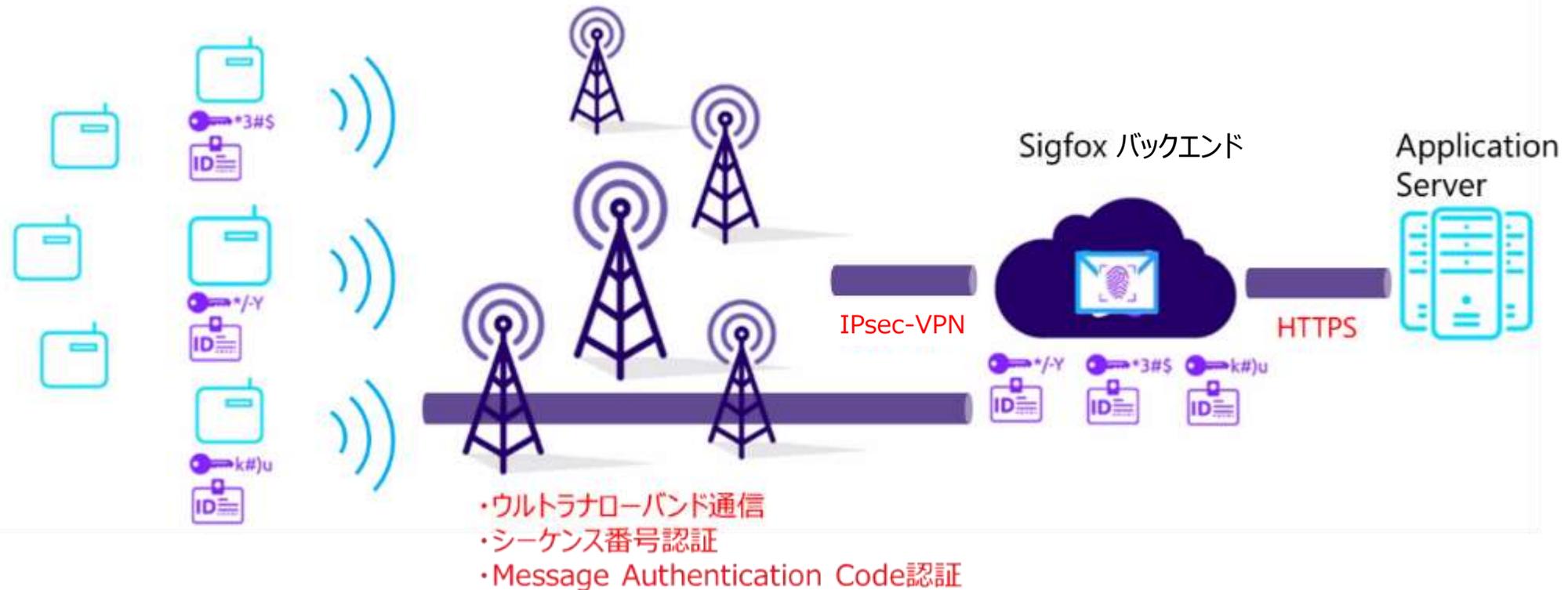
•Sigfoxとは（通信規格）

- ①LPWAとは
- ②Sigfoxの特徴
- ③Sigfoxのセキュリティ

•Atlas、Monarchの紹介

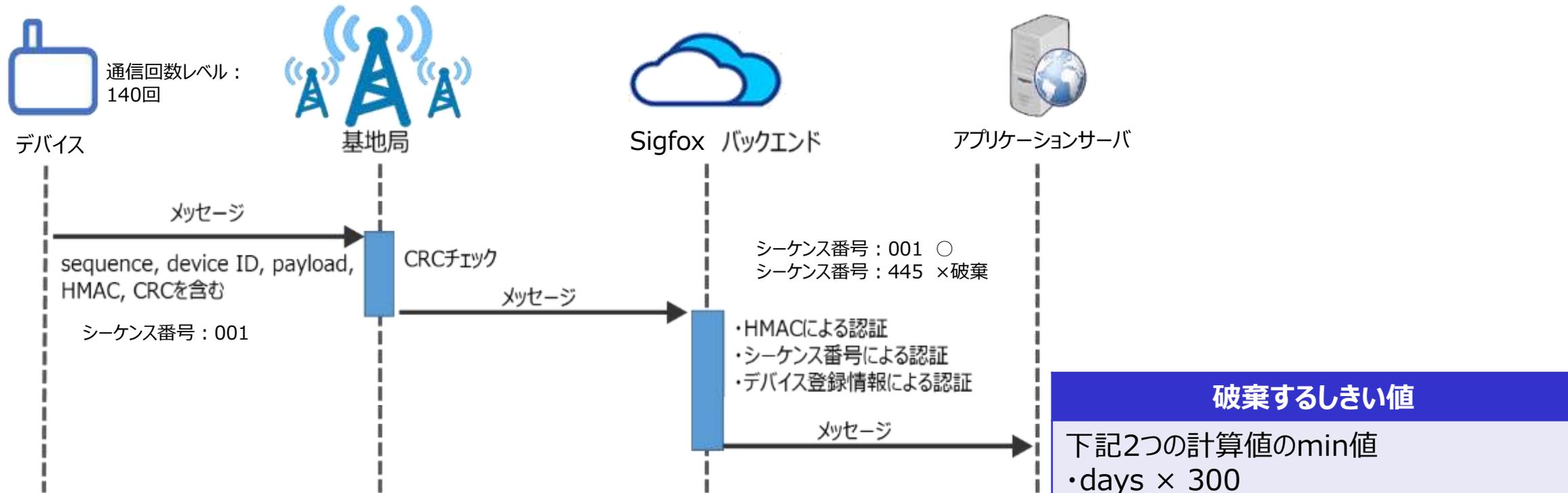
- ④Atlas Native、Atlas Wifi
- ⑤Monarch

- それぞれのメッセージに対してシーケンス番号が割り振られるため、なりすまし不可
- 各デバイスは固有のKeyを設定。デバイスからバックエンド間のメッセージの認証
- インターネット上はIPsecによる暗号化設定



セキュリティ概要 (シーケンス番号認証)

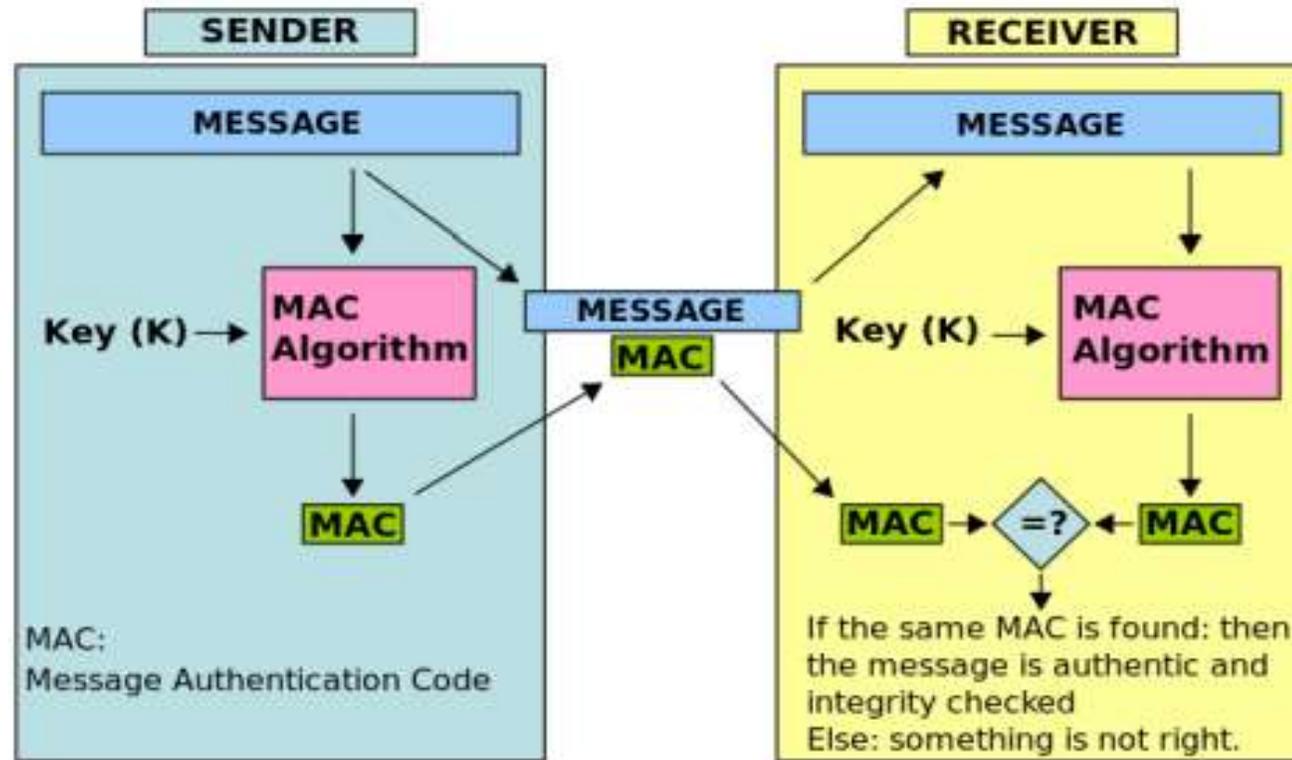
✦ メッセージに付与されるシーケンス番号でなりすまし防止



デバイスからの通信には、シーケンス番号が含まれています。Sigfoxバックエンド側でこのシーケンス番号を確認します。シーケンス番号で不整合が生じるとメッセージを破棄します。 ※ただし、1分以内の不整合は許容されます。

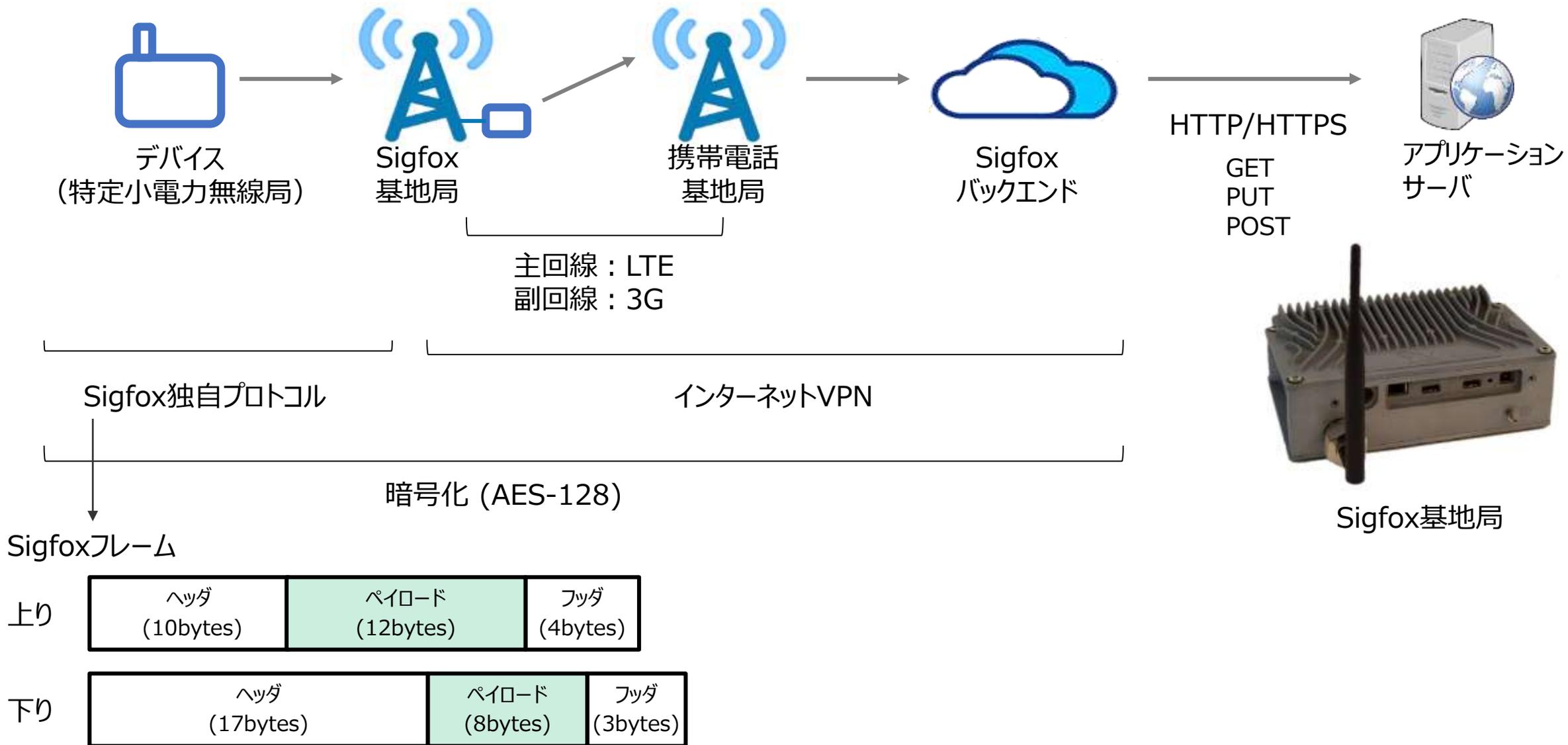
(シーケンス番号: 0~4095をサイクリックに使用)

✦ MAC (Message Authentication Code) によるメッセージ認証で改ざん、なりすまし防止



通信モジュールには、出荷時に固有のIDとPACとNAKが埋め込まれ、このKEYをベースに生成されるメッセージ認証コード (MAC) により、メッセージの確からしさ (インテグリティ) を確認します。

Sigfoxネットワーク構成



•Chapter④

-Atlas Native、Atlas Wifi-

•Sigfoxとは（通信規格）

- ①LPWAとは
- ②Sigfoxの特徴
- ③Sigfoxのセキュリティ

•Atlas、Monarchの紹介

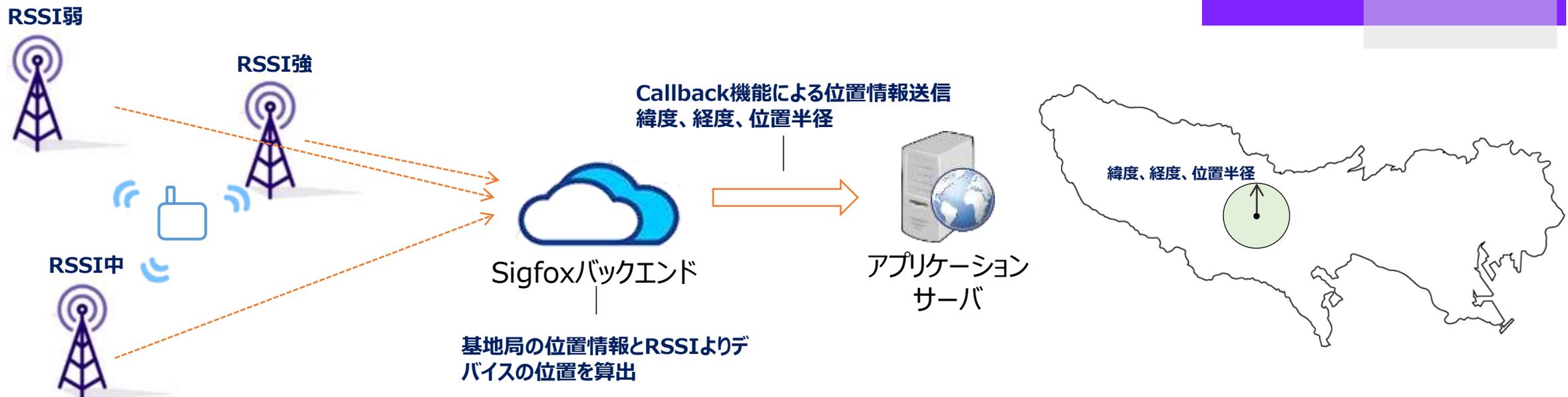
- ④Atlas Native、Atlas Wifi
- ⑤Monarch

atlas Native

Sigfoxネットワークベースで位置情報を取得できるロケーションサービス

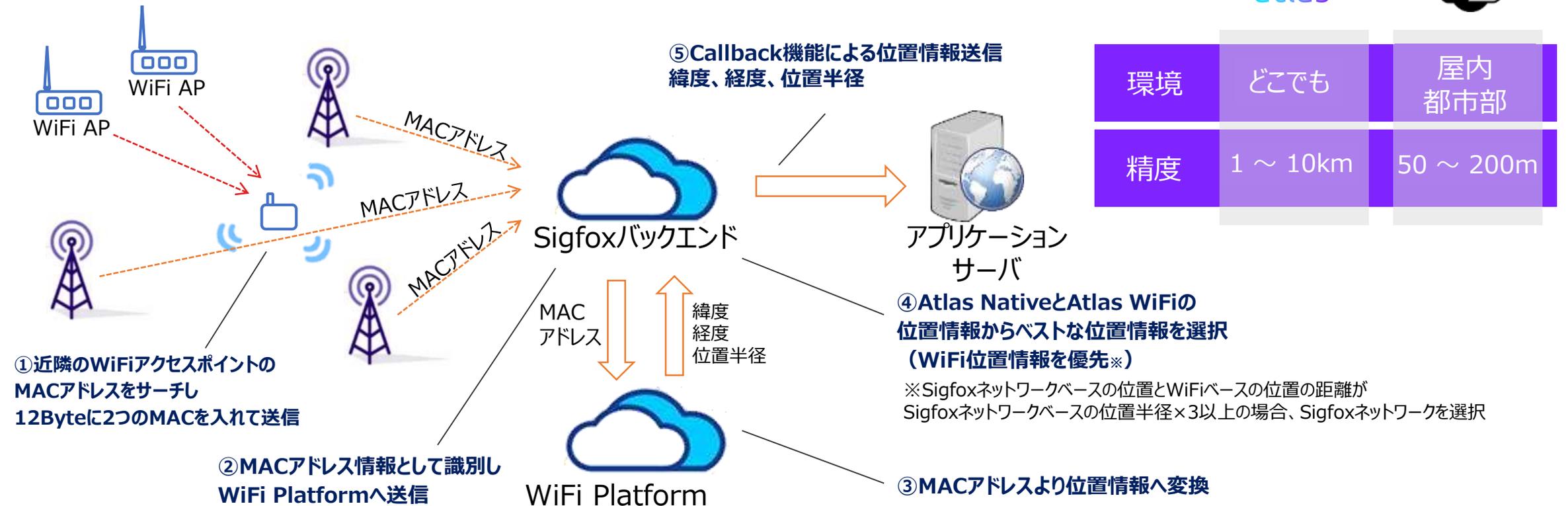
- 基地局の位置情報と複数局で受信したメッセージのRSSIよりデバイスの位置を算出
- GPS不要
- メッセージのパayloadに情報を付加可能

環境	どこでも
精度	1 ~ 10km



atlas WiFi

Atlas Native(Sigfoxネットワーク)とWi-Fiネットワークによる位置情報を組み合わせたロケーションサービス
・WiFiアクセスポイントのMACアドレスと位置情報よりデバイスの位置を算出



•Chapter⑤

•-Monarch-

•Sigfoxとは（通信規格）

- ①LPWAとは
- ②Sigfoxの特徴
- ③Sigfoxのセキュリティ

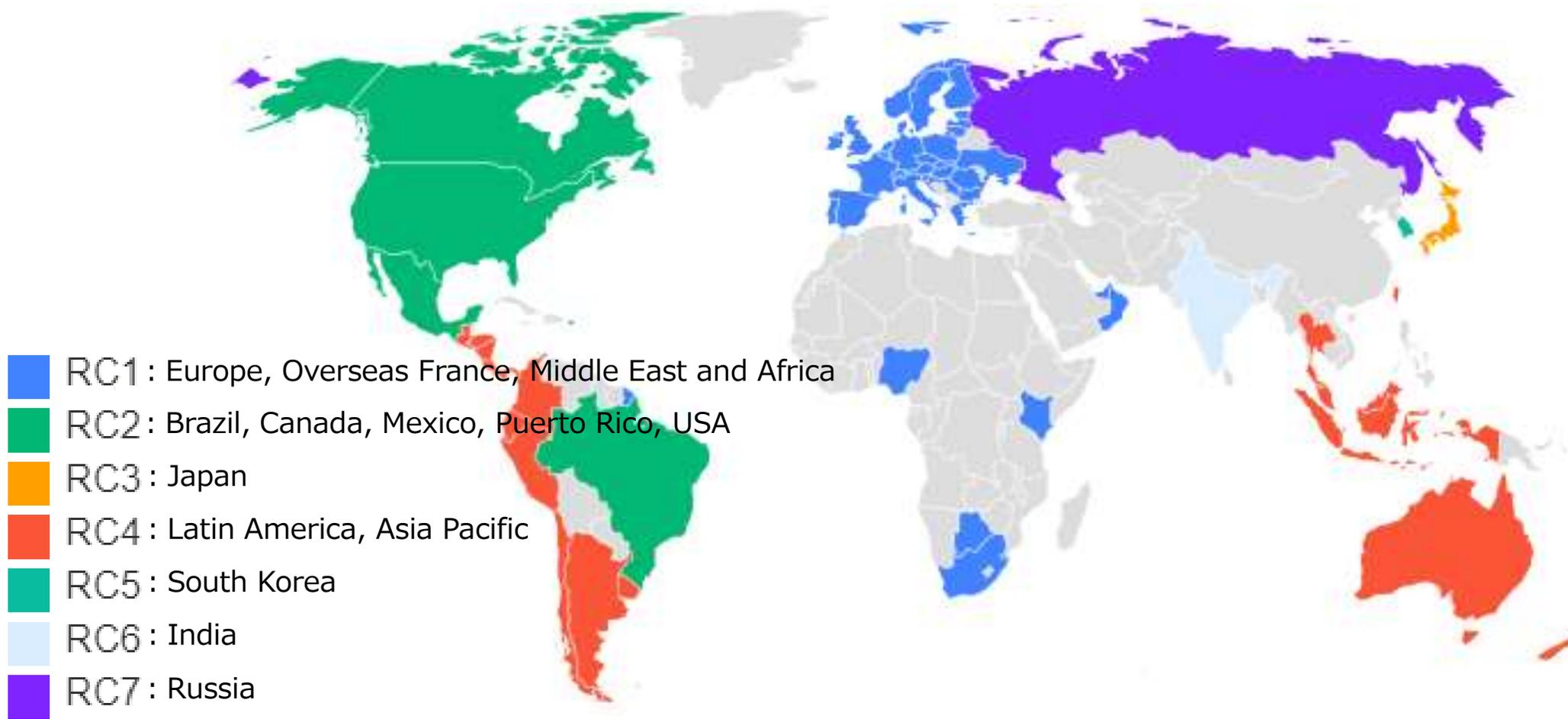
•Atlas、Monarchの紹介

- ④Atlas Native、Atlas Wifi
- ⑤Monarch

世界各国のRadio Config Zone

下記URLからSigfox利用可能エリアをご確認いただけます。

<https://build.sigfox.com/sigfox-radio-configurations-rc>



日本国内(920MHz帯)及び諸外国の技術基準

(ヨーロッパ) ETSI (欧州電気通信標準化機構)

	Up Link	Down Link
Centre Frequency (MHz)	868.130	869.525
Max ERP	25mW	500mW
Duty cycle	< 1%	< 10%

(日本) 総務省、電波産業会

	Uplink	Downlink
Centre Frequency (MHz)	923.2	922.2
Max ERP	20mW	250mW
LBT Carrier Sense	LBT 5 msec	LBT 5 msec
Low Duty Cycle	≤1%/h	-

(アメリカ) FCC (連邦通信委員会)

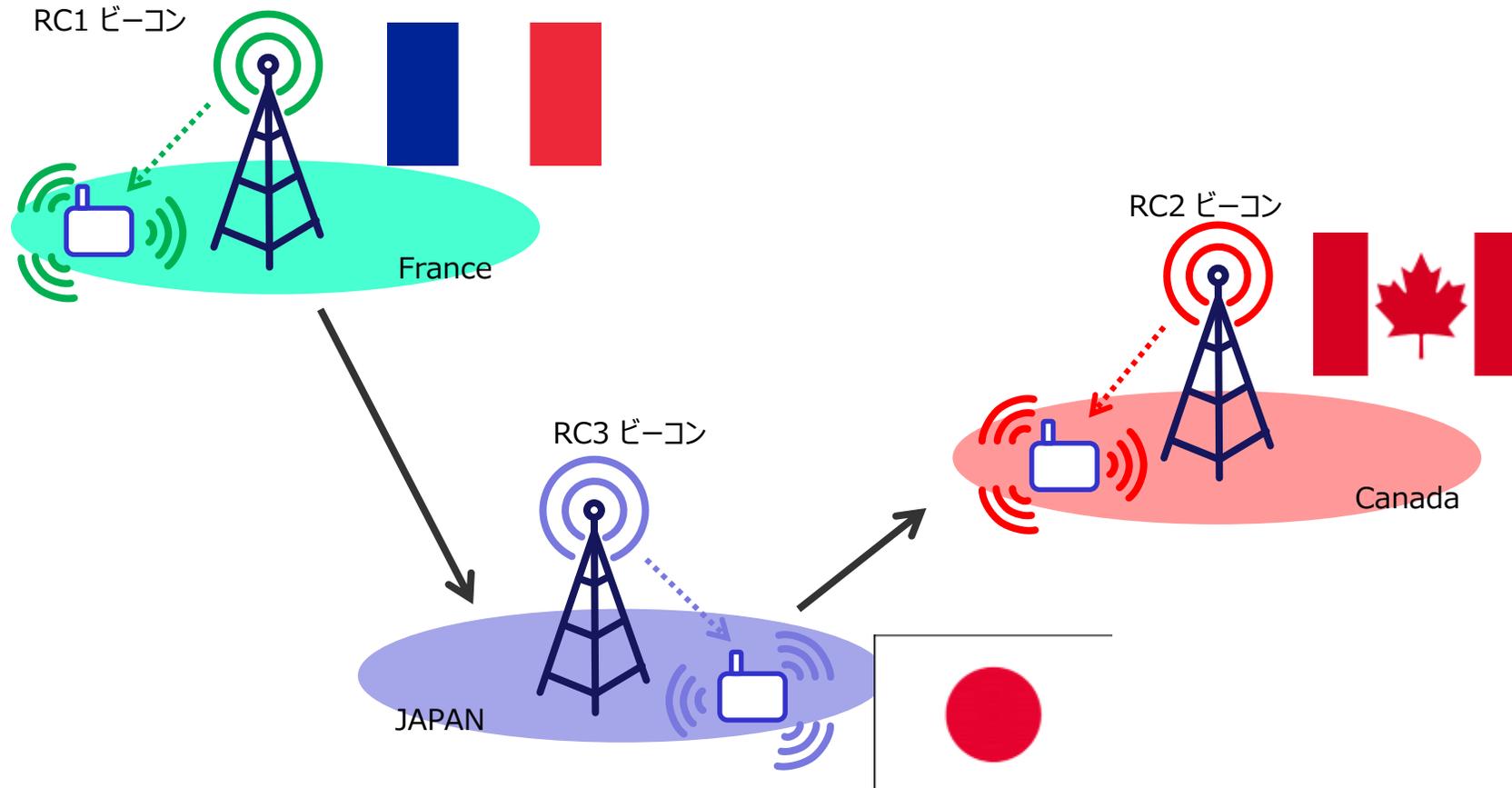
	Uplink	Downlink
Centre Frequency (MHz)	902.2	905.2
Frequency Hopping	FCC Part 15-247	FCC Part 15-247

(南アメリカ、アジア) FCC (連邦通信委員会)

	Uplink	Downlink
Centre Frequency (MHz)	920.8	922.3
Frequency Hopping	FCC Part 15-247	FCC Part 15-247

シームレス・グローバル・ローミング

- 自動的に各国の無線周波数を認識・適用
- 世界中でシームレスにデバイスを機能させることが可能



Monarchの動作



着陸後



Monarch機能付き
マルチゾーンデバイス

2

基地局は自分のRCに
対応するビーコンを発信



基地局

1

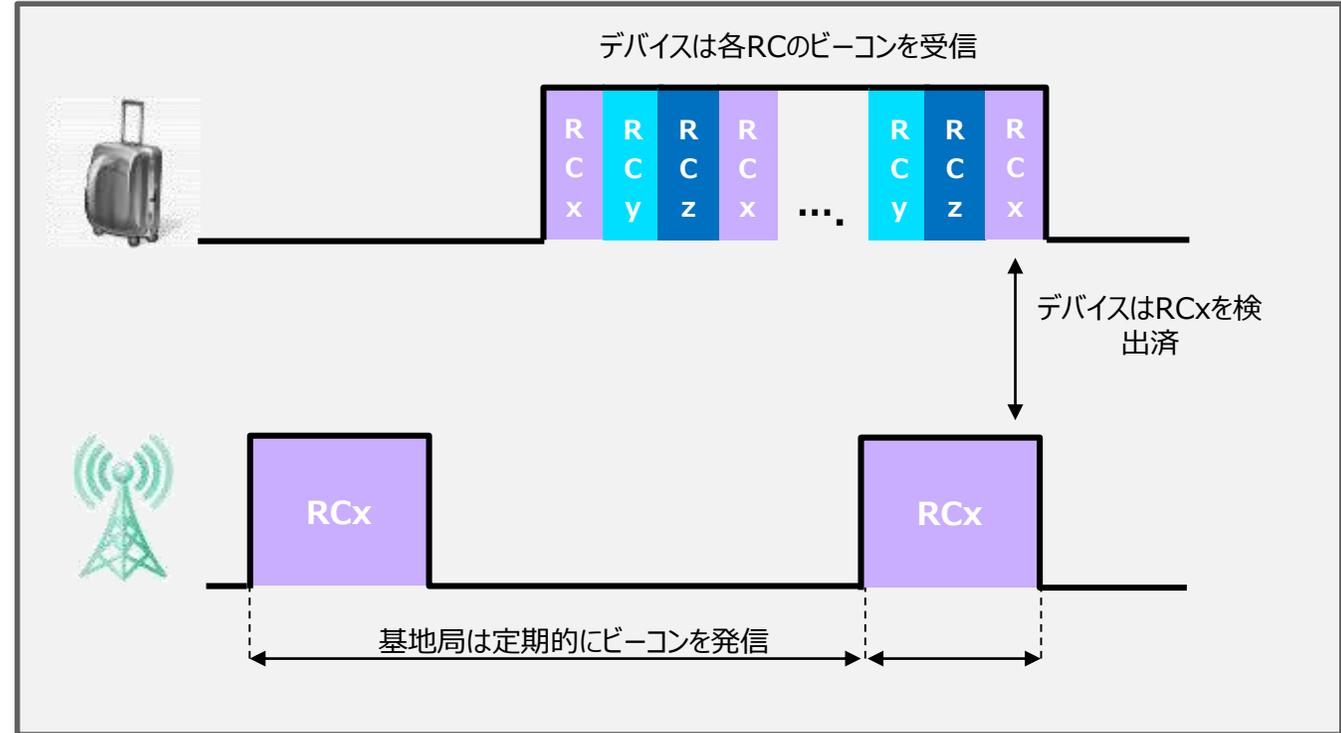
デバイスは各周波数で
ビーコンを受信

3

デバイスは
ビーコンと関連するRCを検出

4

デバイスは発信を開始



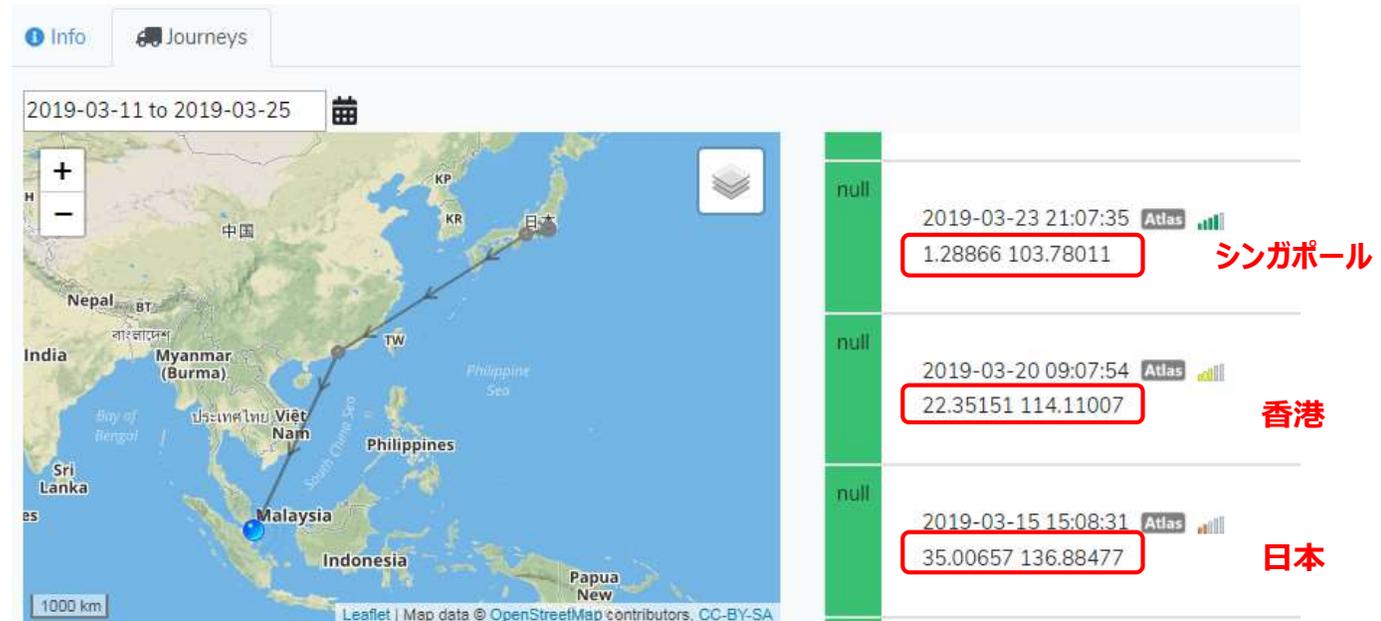
- デバイスアプリケーションは、どのタイミングでビーコンを受信するかを決める
- Monarch対応基地局からビーコンが定期的に発信

Monarchデバイスを日本からシンガポールに向けて国際海上輸送（船便）で発送。Atlas Nativeの位置情報を取得して動作確認を実施



実験結果：

日本（東京-名古屋-大阪）- 香港 - シンガポール間の経路でトラッキングを確認。



•Chapter⑥

-メッセージ送信、Device Messagesの見方-

•メッセージ送信、API、Callback、下り通信

⑥メッセージ送信、Device Messagesの見方

⑦Callback

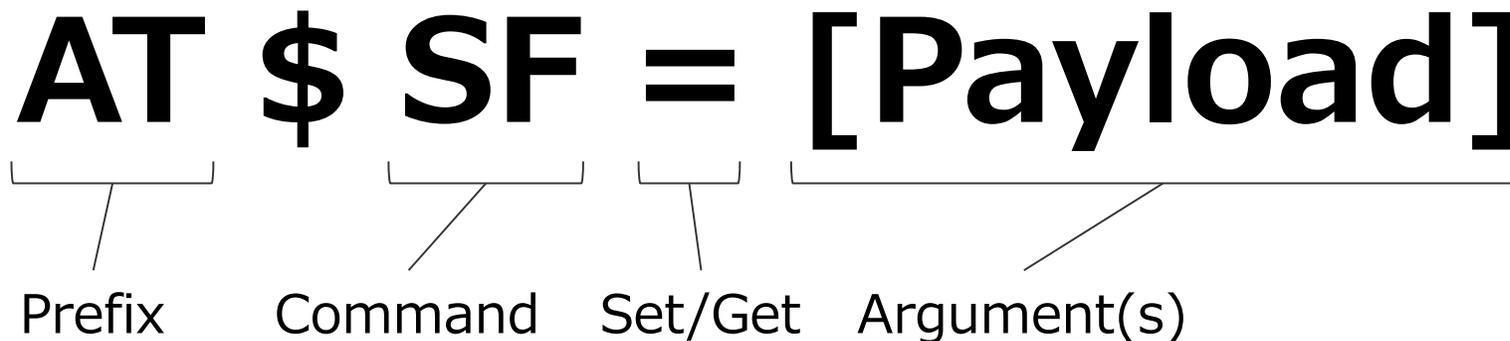
⑧API

⑨下り通信

•Sigfoxバックエンドの管理

⑩デバイス、ユーザー管理概要

⑪デバイス管理機能



Description	Command	Set/Get	Arg0	Arg1
Device ID	ID	?	n/a	n/a
Send Frame	SF	=	Payload[bytes]	Empty: no DL, 1: request DL
...				

メッセージ送信例)

○ **AT\$SF=1234567890abcdef12345678** (24桁)

○ **AT\$SF=012345ab** (8桁)

× **AT\$SF=12345ab** (7桁)

※上りメッセージは、偶数桁で送信する必要があります。

Sigfoxバックエンド上でのメッセージ確認



DEVICE DEVICE TYPE USER GROUP



- INFORMATION
- LOCATION
- MESSAGES
- EVENTS
- STATISTICS
- EVENT CONFIGURATION

Device B42E40 - Messages

From date

To date

RESET FILTER

page 1

Time	Seq Num	Data / Decoding	LQI	Callbacks	Location
2020-12-11 17:41:50	713	ee043041			
2020-12-11 17:41:43	712	ee043041			
2020-12-11 17:41:10	711	ee043041			
2020-12-11 17:40:54	710	ee043041			
2020-12-11 17:39:41	709	ee043041			

※Link Quality

複数局の受信レベルで判断する
Sigfox独自の無線品質指標

受信レベル (dBm)	受信局数	Link Quality	Ant.
-122 < RSSI	3局以上	EXCELLENT	
-135 < RSSI ≤ -122	3局以上	GOOD	
-122 < RSSI	1 or 2	GOOD	
-135 < RSSI ≤ -122	1 or 2	AVERAGE	
RSSI ≤ -135	any	LIMIT	

•Chapter⑦

-Callback-

•メッセージ送信、API、Callback、下り通信

⑥メッセージ送信、Device Messagesの見方

⑦Callback

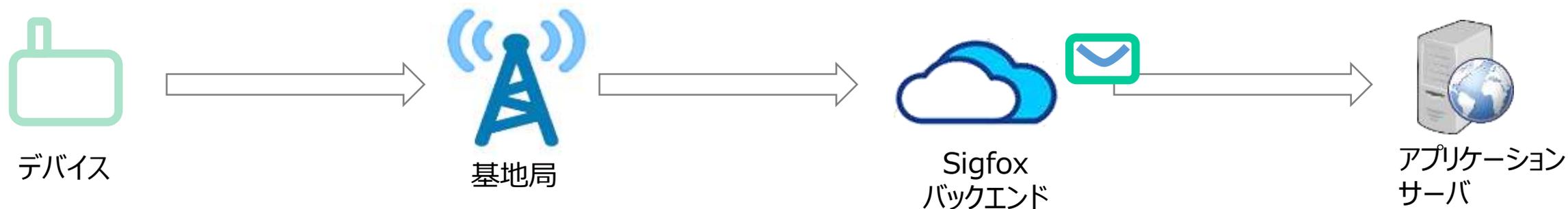
⑧API

⑨下り通信

•Sigfoxバックエンドの管理

⑩デバイス、ユーザー管理概要

⑪デバイス管理機能



Sigfox Web API

アプリケーションサーバからSigfoxバックエンドに対してWeb問い合わせ

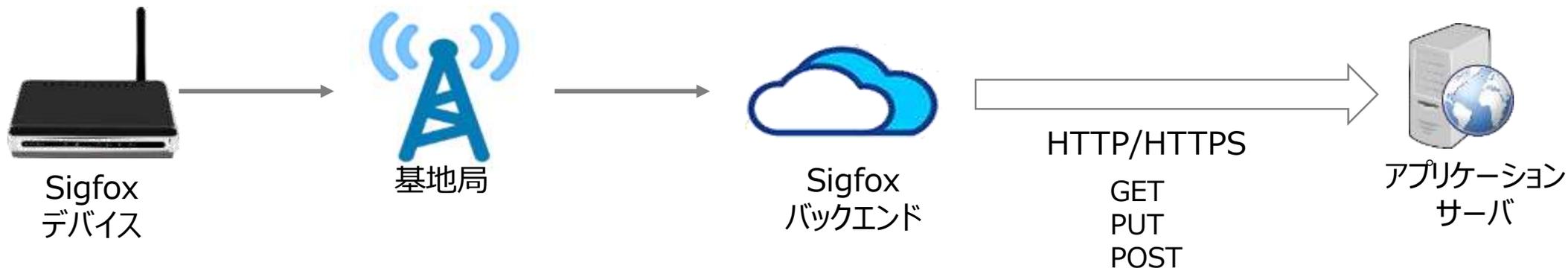
- グループ管理、ユーザ管理
- デバイスタイプ、デバイス管理
- メッセージ（データ）取得
- カバレッジ（エリア）情報取得

Sigfox Callback

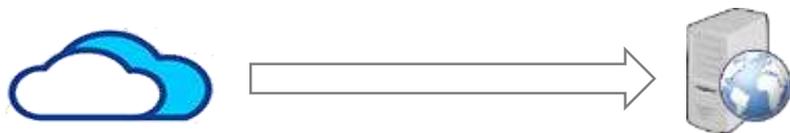
データ送信ごとに、Sigfoxバックエンドからアプリケーションサーバにデータを自動転送

- 指定ホスト宛にメッセージをHTTP POST
- 指定メールアドレス宛にメッセージを送信

デバイスから送信されたデータは、SigfoxバックエンドからHTTP/HTTPSによりアプリケーションサーバに転送



◆ HTTP POST / JSONでメッセージを転送する例



URL : `http://www.foo.com/receiveapi`
HTTP Method : POST
Content Type : `application/json`

JSONメッセージボディ例)

```
{  
  "device" : "{device}",  
  "time" : {time},  
  "data" : "{data}"  
}
```

→ "1BA10", デバイスID
→ 1471475944, 時刻(Unix Time)
→ "1234567890abcdef" データ(最大12byte)

Callbackの種類

■ DATA_UPLINK



- ペイロード

■ DATA_BIDIR



- ペイロード
- ダウンリンク

■ SERVICE_DATAADVACED

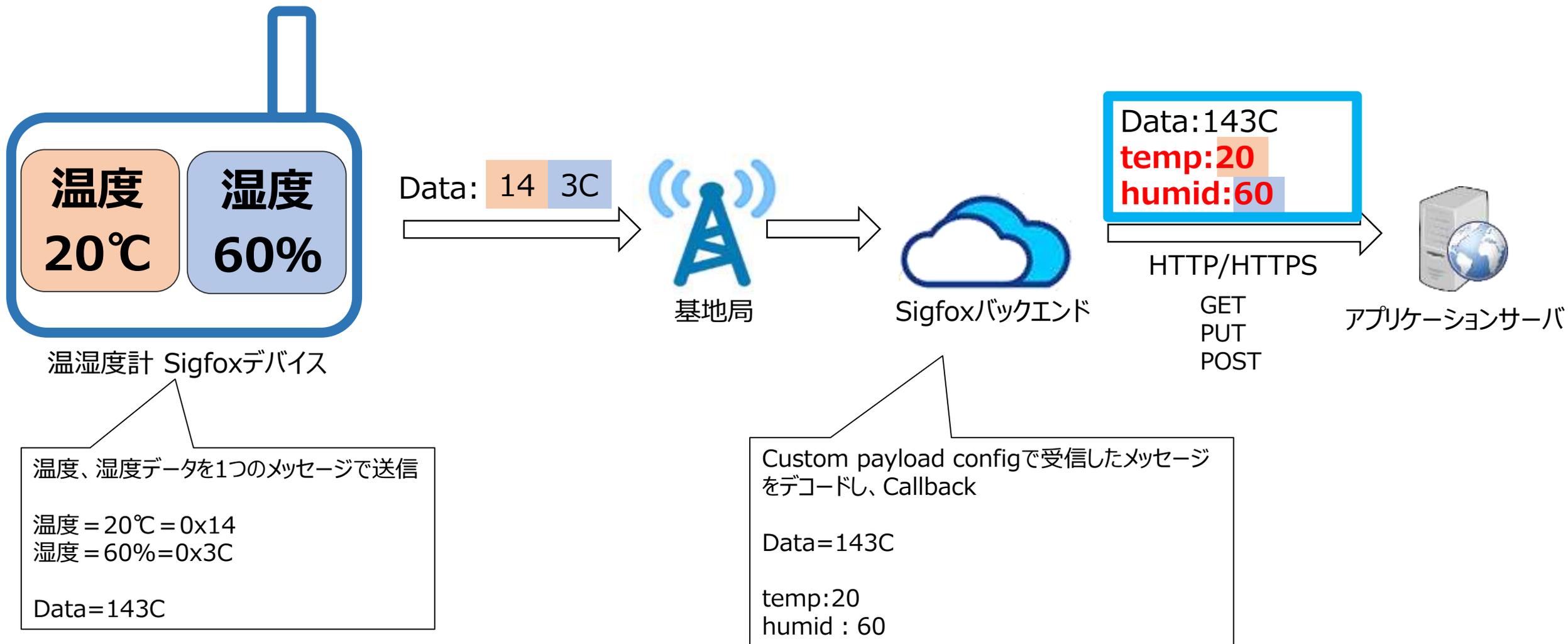


- ペイロード
- LQI
- 位置情報(Atlas Nativeオプション選択時)

- 位置情報(Atlas Native)はコントラクトオプション(有償)となります。回線購入の際に、オプションとして選択いただけます。

Sigfox Callback & Custom Payload Config

Custom payload config : デバイスから送信したメッセージをSigfox Backendでデコードし、Callbackする設定



•Chapter⑧

- API -

•メッセージ送信、API、Callback、下り通信

⑥メッセージ送信、Device Messagesの見方

⑦Callback

⑧API

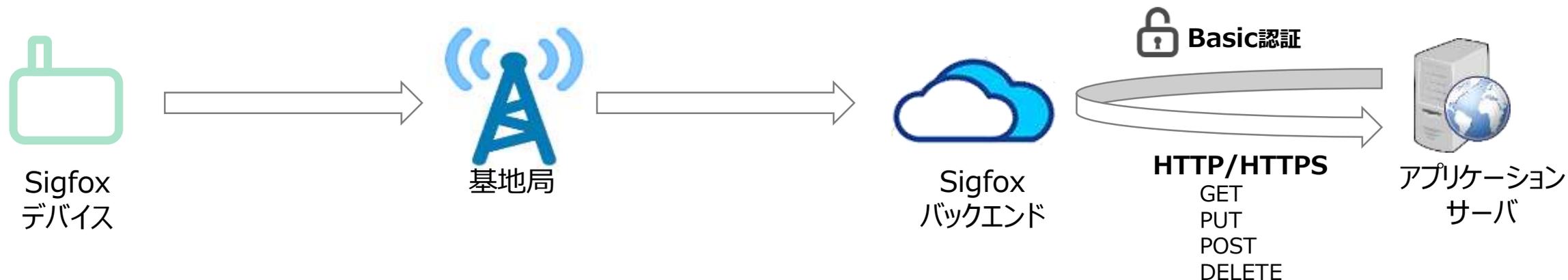
⑨下り通信

•Sigfoxバックエンドの管理

⑩デバイス、ユーザー管理概要

⑪デバイス管理機能

Sigfoxバックエンドに対し、アプリケーションサーバから、グループ・ユーザー・デバイスタイプ・デバイスの登録、編集、削除等を行うことが可能



◆デバイス情報を取得するAPI

GET <https://api.sigfox.com/v2/devices/{id}>

```
"id": "B42  ",  
"name": "SIGFOX_DevKit_26-device",  
"satelliteCapable": false,  
"sequenceNumber": 2390,  
"lastCom": 1590379172000,  
"state": 0,  
"comState": 5,  
"pac": "818CC  ",
```

※下記APIを利用することで過去30日分のメッセージ取得することができます。

GET <https://api.sigfox.com/v2/devices/{device-id}/messages>

API Documentation (<https://support.sigfox.com/apidocs>)

エンドポイント	詳細	制限(最大)
/api/v2/devices/{id}/messages	デバイスメッセージの取得	1秒あたり1リクエスト (1デバイスIDあたり)
/api/v2/devices/{id}	デバイス情報の取得	1時間あたり1リクエスト (1デバイスIDあたり)
api.sigfox.com/v2/coverages/global/predictions/bulk	大規模なカバレッジ情報の取得に必要なjobidを取得	5分あたり5リクエスト
api.sigfox.com/v2/coverages/global/predictions/bulk/{jobId}	jobidに応じた大規模なカバレッジ情報の取得	1分あたり10リクエスト

詳細は下記をご確認ください。
<https://support.sigfox.com/docs/api-rate-limiting>

1IPあたり、1分あたり6,000リクエストの制限がかかります

※ 本レート制限を超過した場合は、“HTTP 429: too much requests” 応答を返します

•Chapter⑨

- 下り通信 -

•メッセージ送信、API、Callback、下り通信

⑥メッセージ送信、Device Messagesの見方

⑦Callback

⑧API

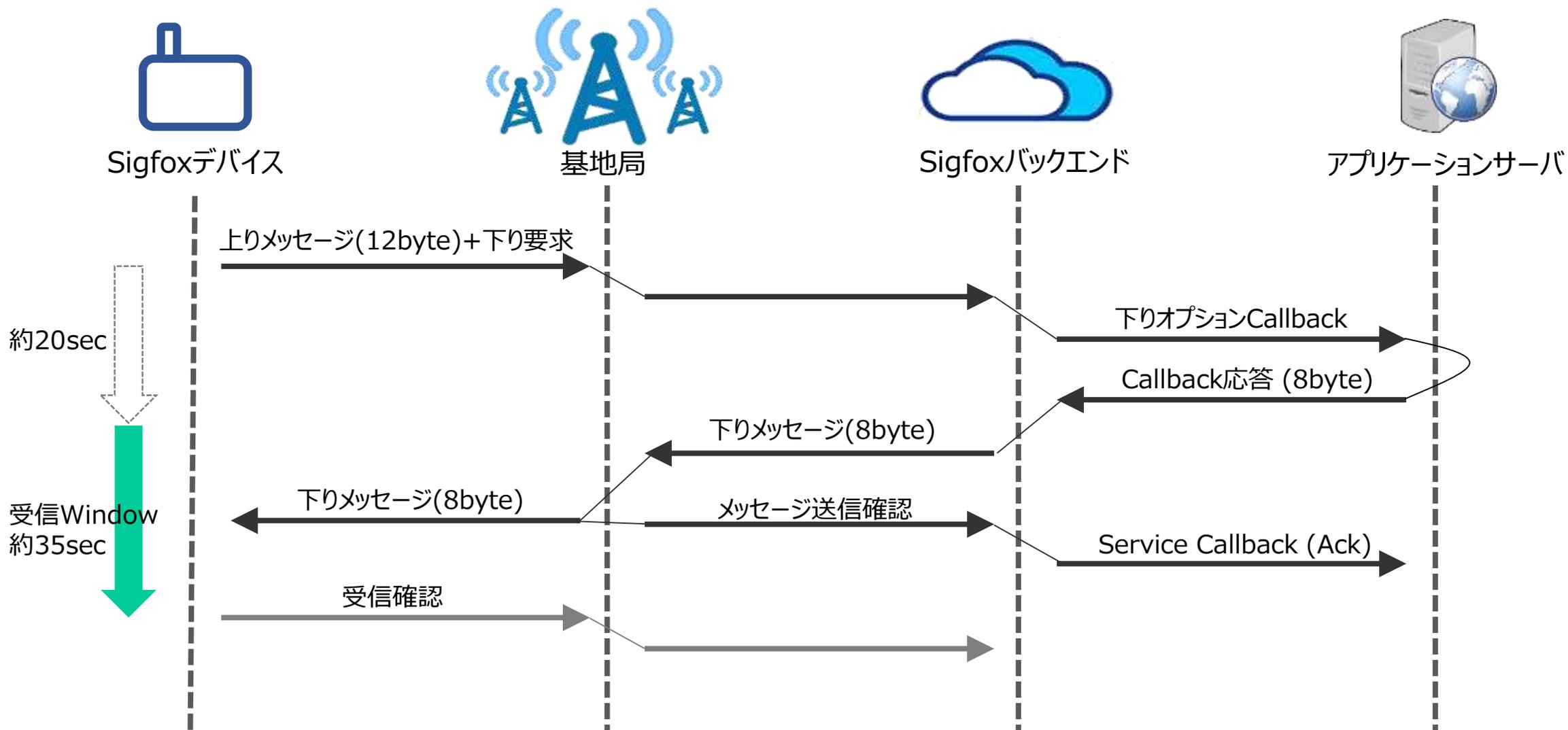
⑨下り通信

•Sigfoxバックエンドの管理

⑩デバイス、ユーザー管理概要

⑪デバイス管理機能

下りサービス概要



AT\$SF = [Payload],[ack]

```
>AT$SF=12345678901234567890abcd,1
R0-T1: 140ms T1-T2: 56ms T3-T2: 56ms
OK
RX BEGIN

+RX=00 00 58 6a 00 00 ff ae

RSSI = -82
R0-T1: 140ms T1-T2: 91710ms T3-T2:
0ms
+RX END
```

上りメッセージ + 下り要求コマンド *
AT\$SF=[up-message],[ack]
message : 上りメッセージ
ack : 下り要求 (要求時=1)

デバイス受信処理

RX BEGIN : 受信開始
+RX = [...] : 受信メッセージ
RSSI : 基地局の受信レベル

受信確認メッセージ送信

*コマンドはモジュールにより異なります

上り／下りメッセージの確認

上り／下りのメッセージは、Sigfox バックエンドの [DEVICE]_[MESSAGES]で確認できます

The screenshot displays the Sigfox web interface for device B42E20. The left sidebar contains navigation options: INFORMATION, LOCATION, MESSAGES (highlighted), EVENTS, STATISTICS, and EVENT CONFIGURATION. The main content area shows a table of messages with columns: Time, Seq Num, Data / Decoding, LQI, Callbacks, and Location. A modal window is open for the message with Seq Num 2473, showing 'Downlink status - Acked' and 'Data (Hexa) : 86003f0f8004223c'. Green arrows point to the 'Up Message' and 'Down Message' columns in the table.

Time	Seq Num	Data / Decoding	LQI	Callbacks	Location
2020-06-17 15:07:03	2474	e609a27e06003f0f8004223c			
2020-06-17 15:06:32	2473	fe0da280			

Downlink status - Acked

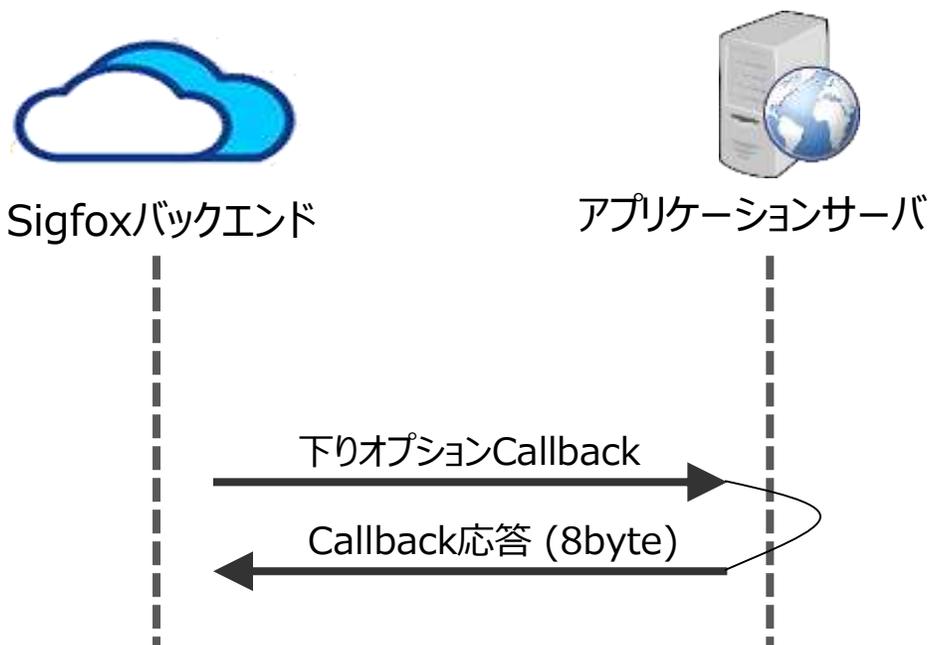
Status : [ACKED]
Data (Hexa) : 86003f0f8004223c

上り Message

下り Message

下りサービスメッセージ応答の実装

下りメッセージは、Callbackへの応答として、JSONフォーマットでデバイスIDと下りデータ(8バイト)を記述



```
{
  "デバイスID":
  {
    "downlinkData": "下りデータ"
  }
}
```

PHPサンプルコード

```
<?php
  $_id = $_GET["id"];
  $_time = $_GET["time"];
  $_ack = $_GET["ack"];
  $_data = $_GET["data"];

  if ( $_ack == "true" ) {
    echo "{";
    echo "¥". $_id
    ."¥":{¥"downlinkData¥":¥"0102030405060708" . "¥"}";
    echo "}";
  }
  header("HTTP/1.0 200 OK");
  header("Content-Type : application/json");
?>
```

例) {"77BDE":{"downlinkData":"0102030405060708"}}

•Chapter⑩

- デバイス、ユーザ管理概要 -

•メッセージ送信、API、Callback、下り通信

⑥メッセージ送信、Device Messagesの見方

⑦Callback

⑧API

⑨下り通信

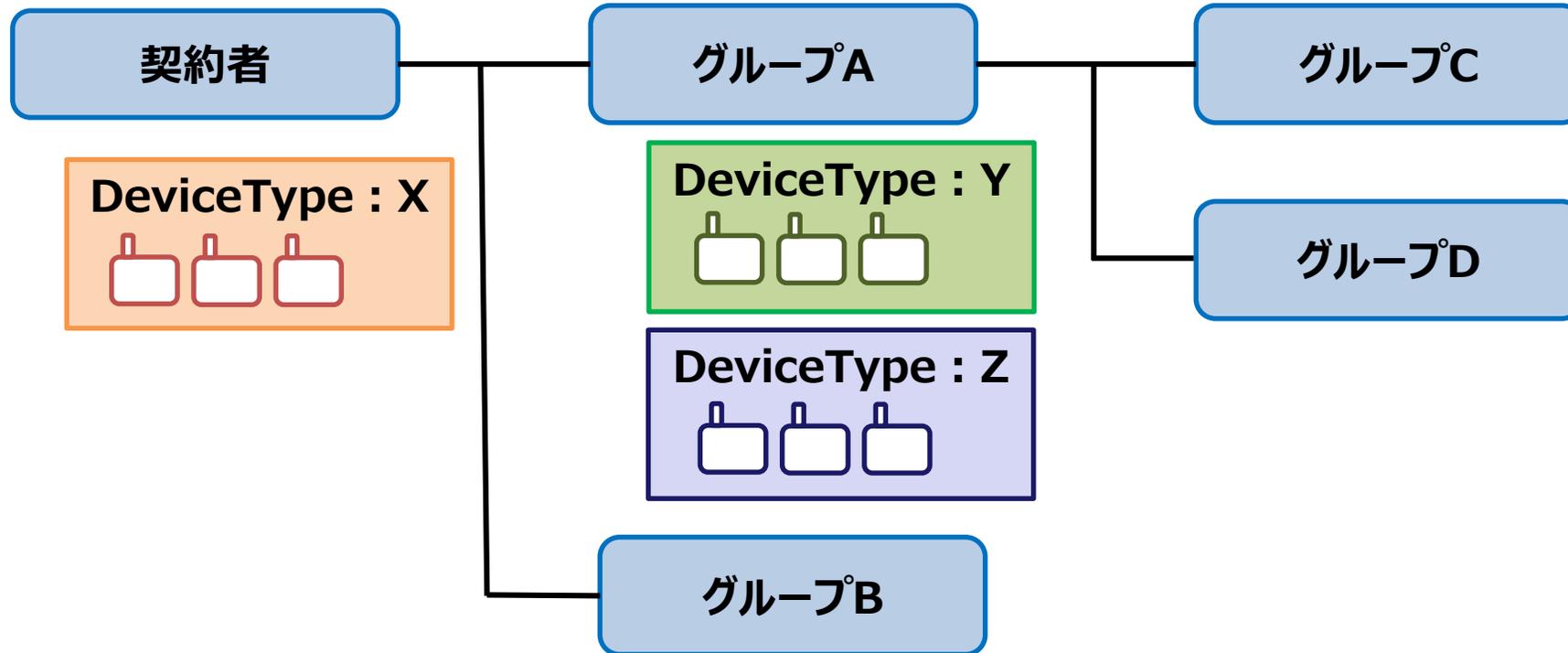
•Sigfoxバックエンドの管理

⑩デバイス、ユーザー管理概要

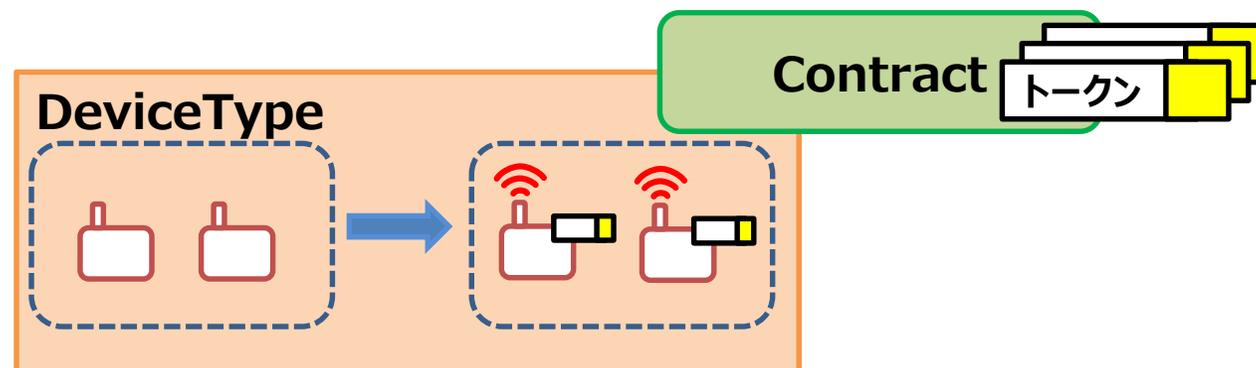
⑪デバイス管理機能

Group・DeviceType・Device

- Groupとは、Userの所属するものであり、ツリー状にGroupを作成できます
- DeviceTypeは、複数のDeviceをグルーピング化したもので、Groupに紐づき管理されます
※1つのGroupに複数のDeviceTypeを登録することができます



- Contractは、Sigfox Buyで回線を購入した時作成され、トークンの回線数や、Atlasオプションの設定がされます。
- ContractをDeviceTypeに設定することで、Deviceは通信できるようになります
- Deviceが通信すると、Contractの保有するトークンがデバイスに紐づきます



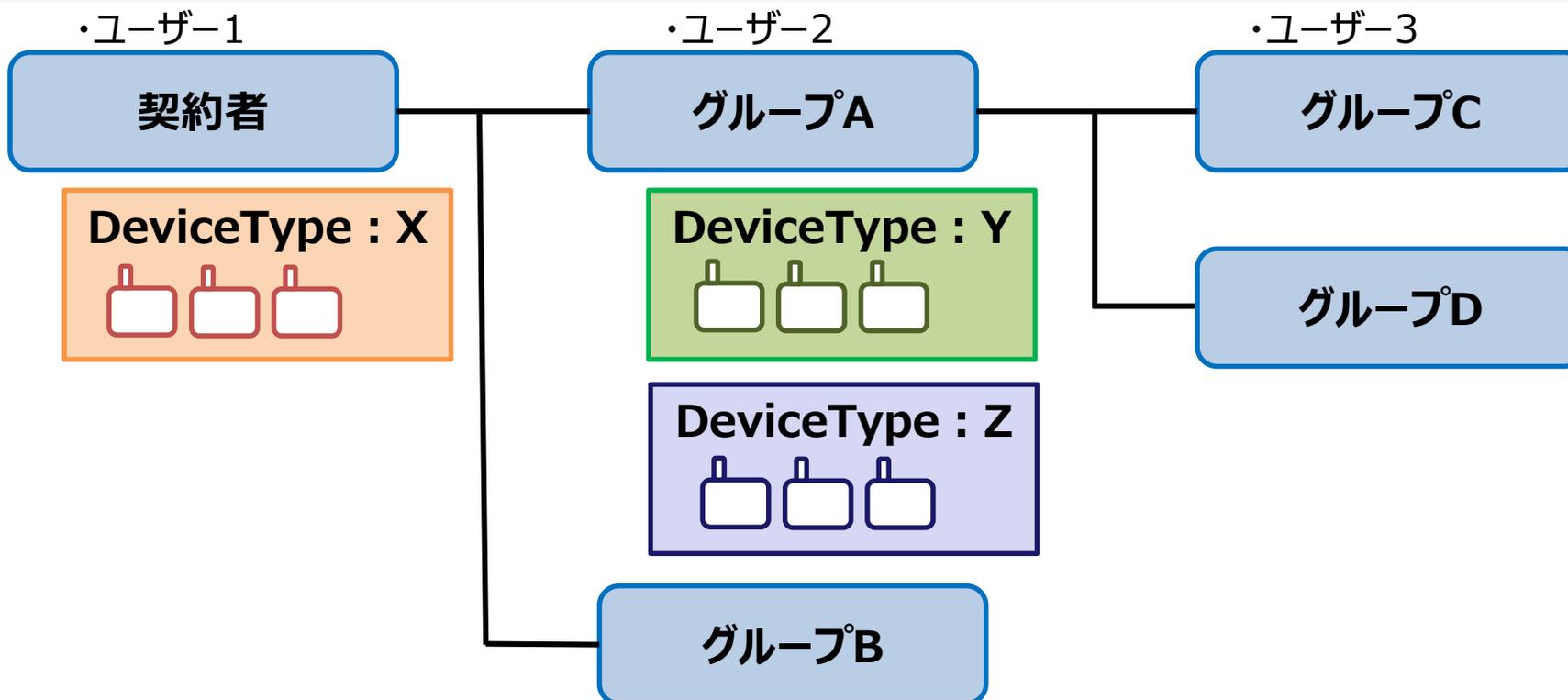
- USERは各グループに対して権限を保有しており、この権限は該当グループ配下のグループに対しても有効です

例：各ユーザーは下記グループに対する権限を保有しております

ユーザー1：契約者、グループA、B、C、D

ユーザー2：グループA、C、D

ユーザー3：グループC

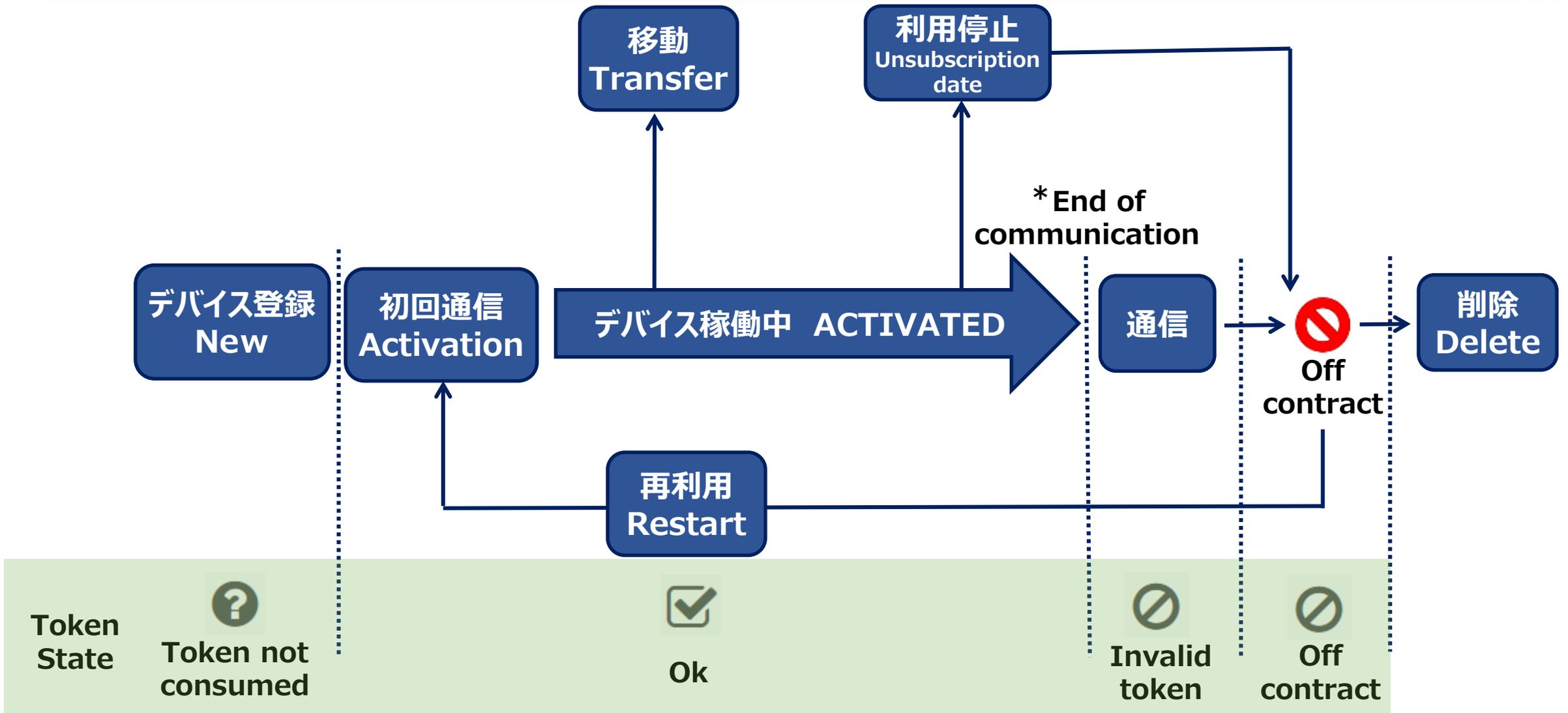


Chapter①①

- デバイス管理機能 -

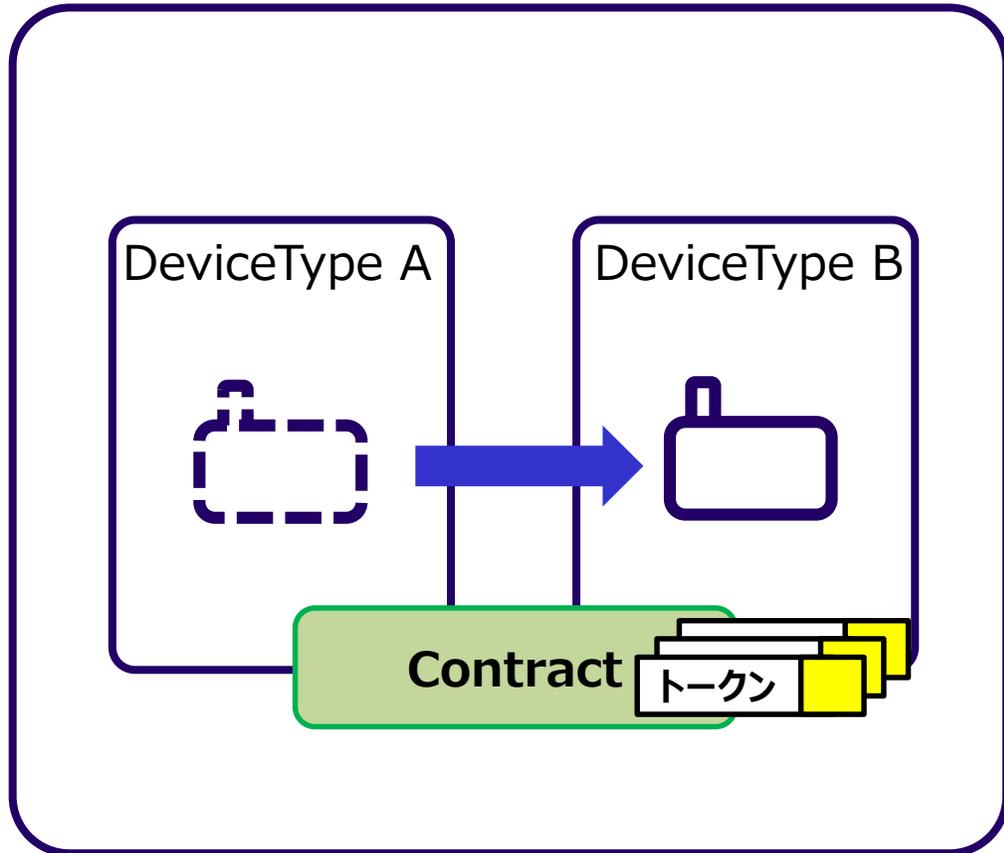
- ・メッセージ送信、API、Callback、下り通信
- ⑥メッセージ送信、Device Messagesの見方
- ⑦Callback
- ⑧API
- ⑨下り通信

- ・Sigfoxバックエンドの管理
- ⑩デバイス、ユーザー管理概要
- ⑪デバイス管理機能

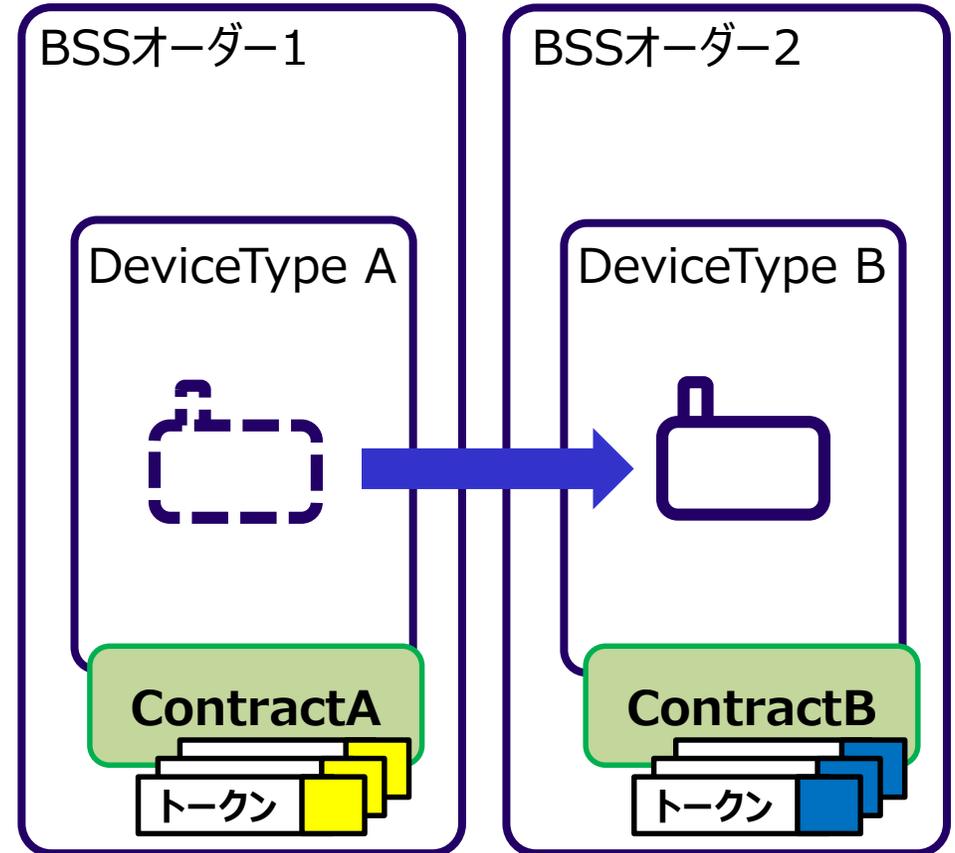


* Sigfox Buyで入手した回線は、Activation日の1年後がEnd of communicationとなります。

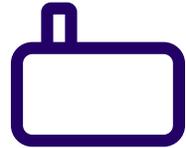
TRANSFER: 異なるDeviceTypeにデバイスを移動する



移動前後のDeviceTypeに同じContractが紐づいている場合デバイスを移動する場合トークンを消費せず移動可能



移動前後のDeviceTypeに同じContractが紐づいていない場合トークンが消費される



RESTART: 何らかの理由でOff contractとなったデバイスをActivateする



Restartを利用し、再度Activateする場合、同じデバイスタイプ内に利用可能なTokenを含むContractが紐づいている必要があります。Restartについては下記ブログもご参照ください。

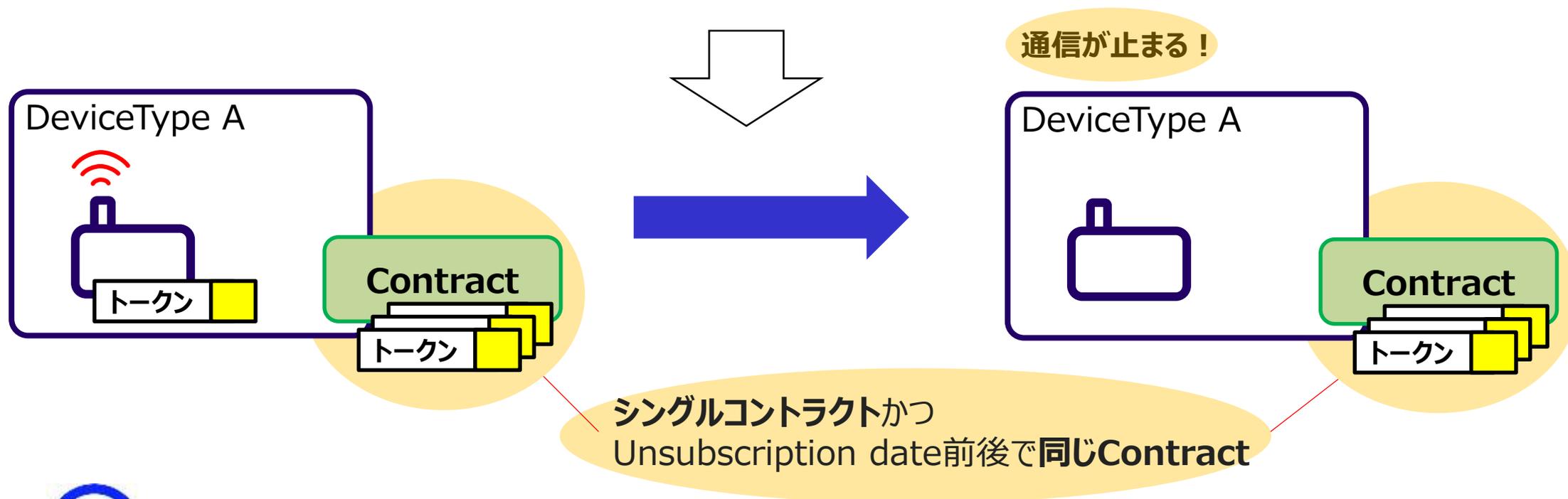
[デバイスはいつまで使える？ Sigfox利用開始から終了までのデバイスのライフサイクル](#)

デバイスの利用停止（シングルコントラクトの場合①）



Unsubscription date: トークンの有効期限を設定し、設定日に通信を止める

Unsubscription date



シングルコントラクト：DeviceTypeに一つのContractが紐づいている状態

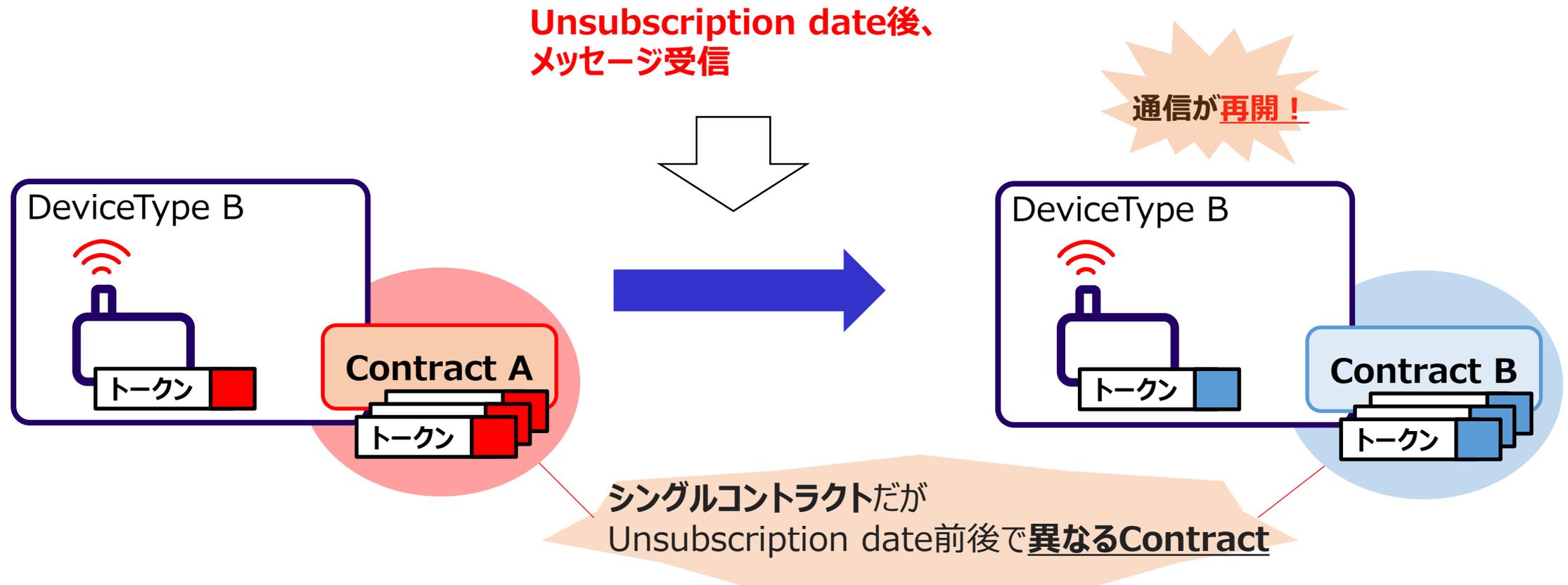


Invalid Tokenの場合とOff Contractの違いについては下記ブログもご参照ください。
[デバイスはいつまで使える？ Sigfox利用開始から終了までのデバイスのライフサイクル](#)

デバイスが利用停止しないケース（シングルコントラクトの場合②）



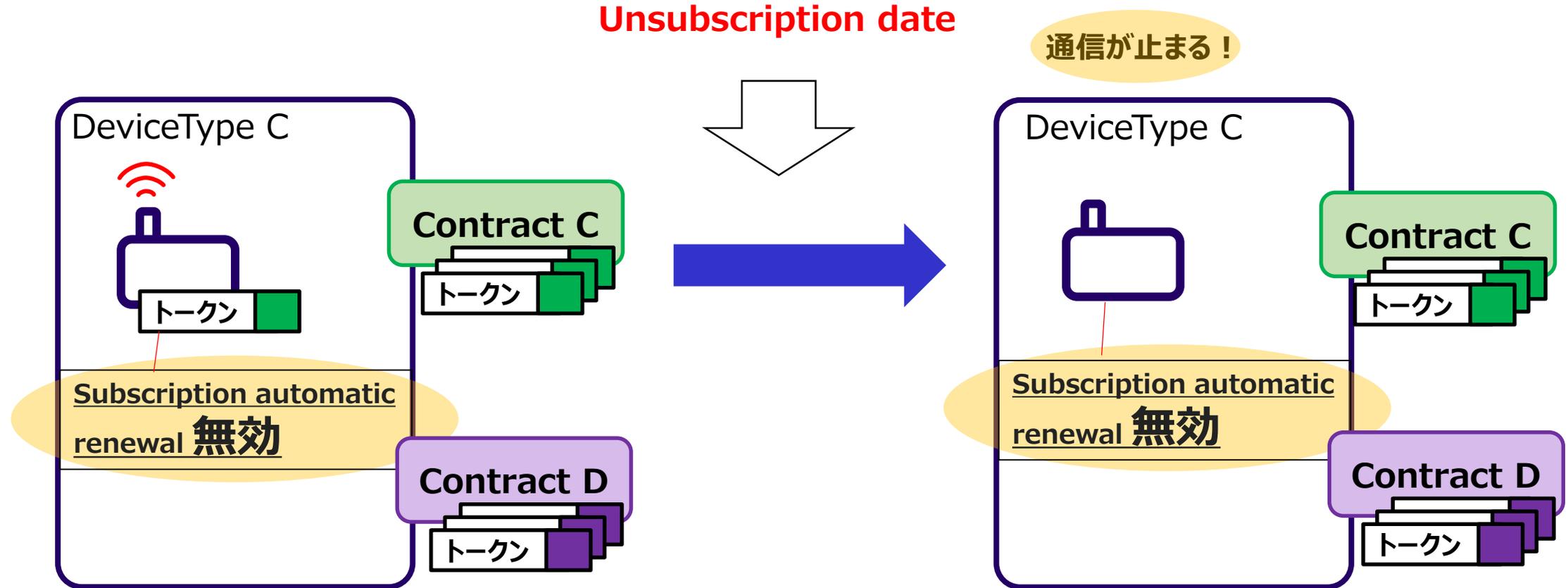
Unsubscription date前後でデバイスタイプに異なるContractが紐づいていた場合、メッセージ受信後に通信が再開されます。



デバイスの利用停止（マルチコントラクトの場合①）

マルチコントラクトの場合、**Subscription automatic renewalが無効**であれば
Unsubscription date後、**通信が止まります**。

Unsubscription date



マルチコントラクト：DeviceTypeに複数のContractが紐づいている状態

Subscription automatic renewal：マルチコントラクト時、自動更新を行うかどうか規定する設定

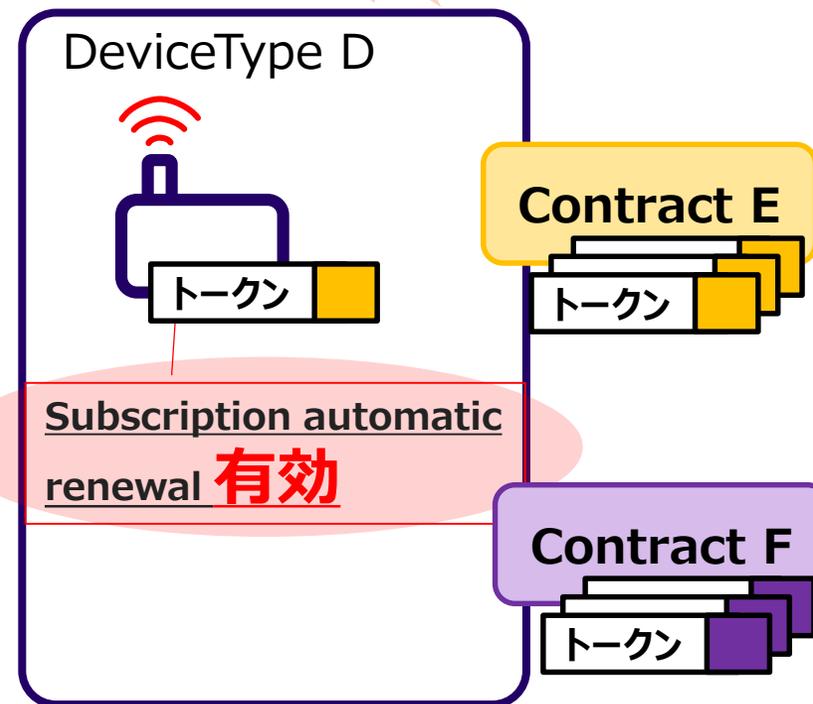
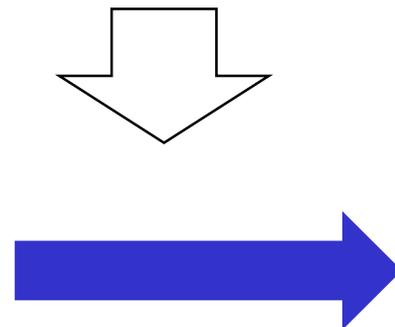
デバイスが利用停止しないケース（マルチコントラクトの場合②）

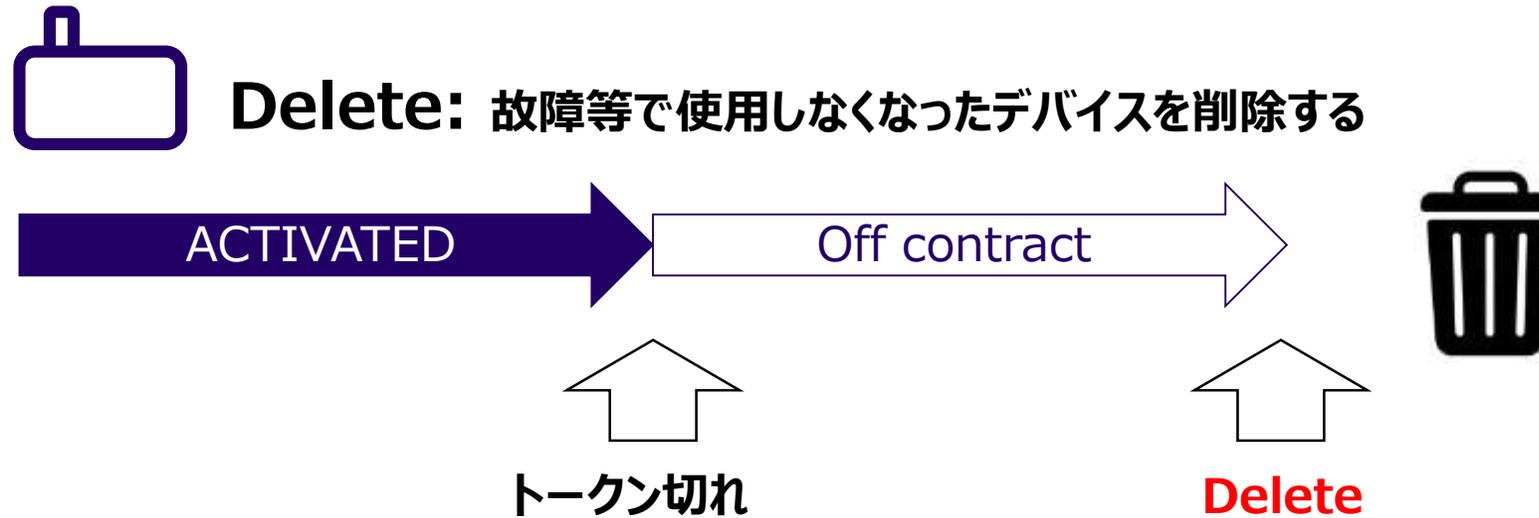


マルチコントラクトの場合、**Subscription automatic renewalが有効**であれば
Unsubscription date後、メッセージ受信後に通信が再開されます。
通信を止めたい場合、Subscription automatic renewalを無効にします。

Unsubscription date後、
メッセージ受信

通信が再開！





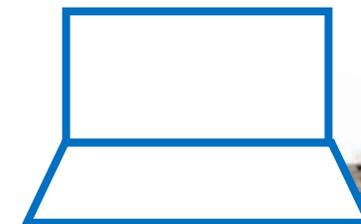
※削除したデバイスを再度ご利用されたい場合、DELETED DEVICESより最新のPACを取得することでデバイスを再登録することができます。詳細は下記ブログもご覧ください。
[デバイスをSigfoxクラウド上で確認できないとき](#)

•Chapter⑫

- SDR Dongleの紹介 -

- SDR Dongle紹介
- ⑫SDR Dongleの紹介

🦋 Sigfoxネットワークエミュレータを提供するUSBデバイス



Sigfoxネットワークエミュレータ&シグナルアナライザ

- Sigfox無線モジュール、デバイス開発パートナー様向け
- USBタイプで、PC（Win or Ubuntu）と接続し基地局を模擬
- 最大5デバイスを登録し、接続検証が可能
- 複数の無線ゾーン（RC）設定が可能
- 無線シグナルアナライザとしてRFの測定が可能

<https://support.sigfox.com/products/#sdr>
<https://resources.sigfox.com/document/sigfox-sdr-dongle>



詳細、購入は下記URLよりご確認いただけます。

<https://www.kccs-iot.jp/solution/product/others/>

Sigfox

[IoTネットワーク]

すべてのモノが「つながる」
新たな未来へ

<Twitter>

<Facebook>



【お問い合わせ】

京セラコミュニケーションシステム株式会社 連絡窓口

E-mail : sigfox-partner@kccs.co.jp

問い合わせフォーム : <https://kccs-lpwa-support.atlassian.net/servicedesk/customer/portals>

※製品の仕様などは予告なく変更させていただく場合があります。 ※KCCSは京セラコミュニケーションシステム株式会社の略称です。

※記載の製品ならびにサービス名および会社名などは、それぞれ各社の商標または登録商標です。



京セラ コミュニケーションシステム株式会社