

# LPWA時代のネットワーク

## 事前資料



江草 陽太

2017/07/28@JANOG40

# Low Power Wide Area

(意識) 省電力で遠くまで

当日は技術的な仕様をあまり話さないため  
仕様については事前資料として配布します

- LPWAとは
- LTEのカテゴリについて
- 920MHz帯(サブギガ)と電波法
- LoRaWANのMAC層の仕様

3G

LTE

Low Powerじゃないよね

WiFi

Bluetooth

Wide Areaじゃないよね

ZigBee

NFC

ネットワークついでる

LTE (NB-IoT)

LoRaWAN

SIGFOX

LoRa

Wi-SUN

ローカル通信

免許が必要

LTE (NB-IoT)

LoRaWAN

プロプライエタリ

SIGFOX

LoRa

Wi-SUN

免許不要  
920MHz帯\*

\* 日本の場合

	Rate U/D	Duplex	DRX	備考
Cat.1	5/10Mbps	全二重	2.5sec	現行
Cat.0	1Mbps	全二重/半二重	2.5sec	MIMOなし
Cat.M0	1/0.8Mbps	全二重/半二重	44min	
NB-IoT	62/26kbps	半二重	2.91hour	ハンドオーバーなし



# ARIB STD-T108

920MHz-BAND TELEMETER, TELECONTROL AND DATA TRANSMISSION RADIO EQUIPMENT

[http://www.arib.or.jp/english/html/overview/doc/5-STD-T108v1\\_0-E1.pdf](http://www.arib.or.jp/english/html/overview/doc/5-STD-T108v1_0-E1.pdf)

ARIB STD-T108は以下の全てに適用される

LoRaWAN / SIGFOX / LoRa / Wi-SUN

Table 3-18 Possible combinations of sending control parameters specified by 3.4.1 Sending control, 3.4.2 Carrier sense and 3.4.3 Skipping carrier sense in a response

Antenna power	Applied CH number	Unit CH bandwidth	CH used in a bundle	Carrier sense time	Sending duration	Pause duration	The sum of emission time per arbitrary one hour	Conditions of response to skip carrier sense <sup>(Note 4)</sup>			
								Completion time	Start time		
1mW or less	1-5	200kHz	1～5ch	None	100ms or less <sup>(Note2)</sup>	100ms	3.6sec or less	—	—		
	62-77	100kHz	1～5ch		50ms or less <sup>(Note3)</sup>	50ms	None	—	—		
20mW or less	24-38	200kHz	1～5ch	5ms or more	4s <sup>(Note1)</sup>	50ms	None	—	—		
	33-61	200kHz	1ch	128μs or more	More than 200ms, and 400ms or less	Ten times or more of the former sending time	360sec or less	50ms or less	2ms or less		
					More than 6ms, and 200ms or less	2ms					
					6ms or less	None					
			2ch		More than 3ms, and 200ms or less	2ms		5ms or less			
					3ms or less	None					
			3～5ch		More than 2ms, and 100ms or less	2ms					
					2ms or less	None					

24-38ch

5ms以上のキャリアセンス  
1回の送信は4sまで  
50msの無送信時間

## 33-61ch

128 $\mu$ s以上のキャリアセンス  
1回の送信は400msまで  
最大4sの無送信時間  
1hあたり360sまで

## 24-38ch

しっかりチェックする代わりに送っていいよ

## 33-61ch

適当に送っていいけどちょっとだけね

## 無線特性

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
与干渉抑制技術	キャリアセンス時間 : 5ms (単位チャネル200kHzをキャリアセンス) Duty Cycle : 最大1%
被干渉耐性技術	・同一データ繰り返し送信(3回) ・サイトダイバーシチ ・チャネル干渉に対し高いSNIR特性

1回あたり25バイト \*

\* ヘッダ等含む  
ペイロードは12バイト

[http://www.soumu.go.jp/main\\_content/000450876.pdf](http://www.soumu.go.jp/main_content/000450876.pdf)

LoRaは変調方式

LoRaWANはMAC+ $\mu$ を含むプロトコル





## LoRaWAN™ Specification

<https://www.lora-alliance.org/portals/0/specs/LoRaWAN%20Specification%201R0.pdf>

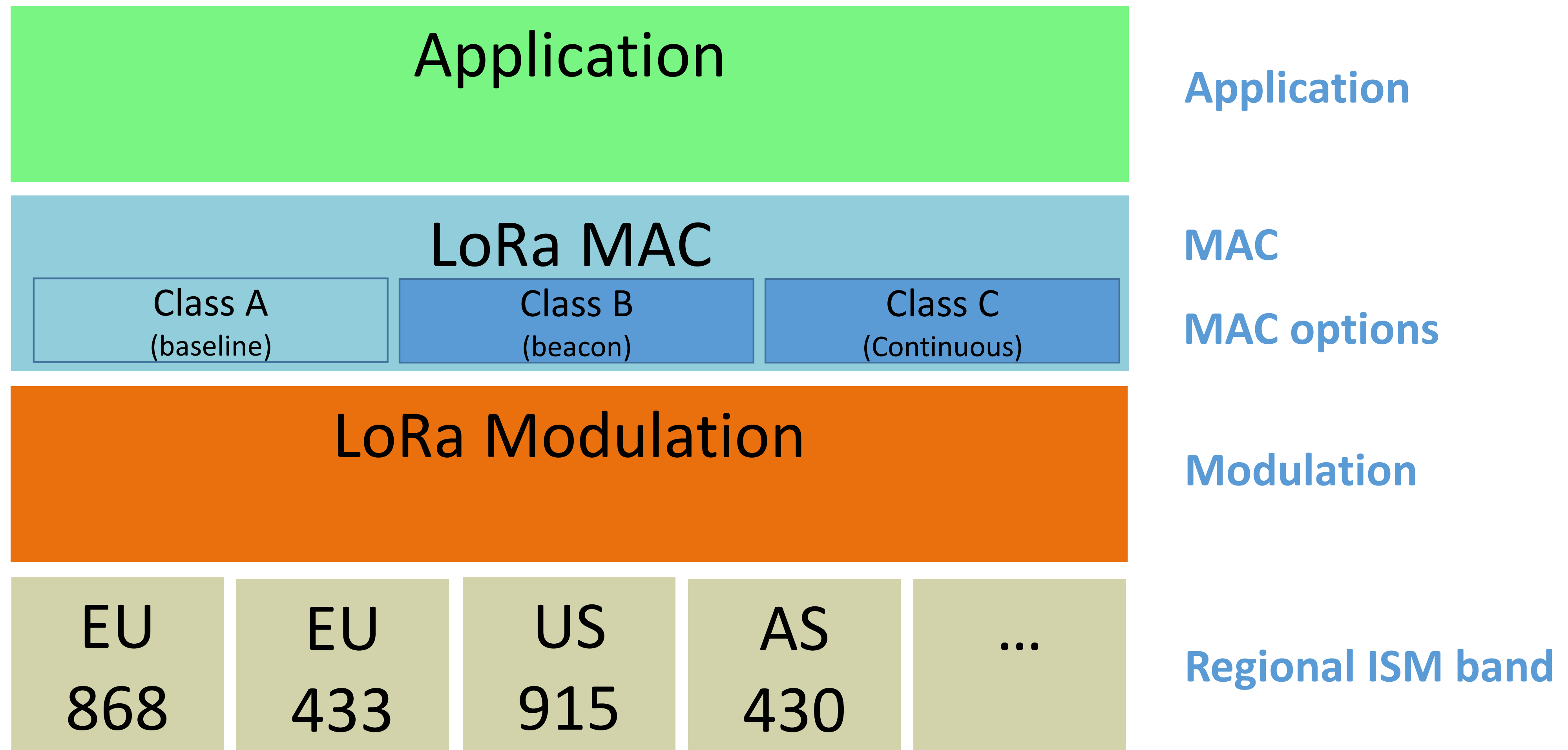


Figure 1: LoRaWAN Classes

### 7.1.3 EU863-870 Data Rate and End-point Output Power encoding

The following encoding is used for Data Rate (DR) and End-point Output Power (TXPower) in the EU863-870 band:

DataRate	Configuration	Indicative physical bit rate [bit/s]	TXPower	Configuration
0	LoRa: SF12 / 125 kHz	250	0	20 dBm (if supported)
1	LoRa: SF11 / 125 kHz	440	1	14 dBm
2	LoRa: SF10 / 125 kHz	980	2	11 dBm
3	LoRa: SF9 / 125 kHz	1760	3	8 dBm
4	LoRa: SF8 / 125 kHz	3125	4	5 dBm
5	LoRa: SF7 / 125 kHz	5470	5	2 dBm
6	LoRa: SF7 / 250 kHz	11000	6..15	RFU
7	FSK: 50 kbps	50000		
8..15	RFU			

Table 14: Data rate and TX power table

# Class A (baseline)

全てのエンドデバイスに適用、MACを含む

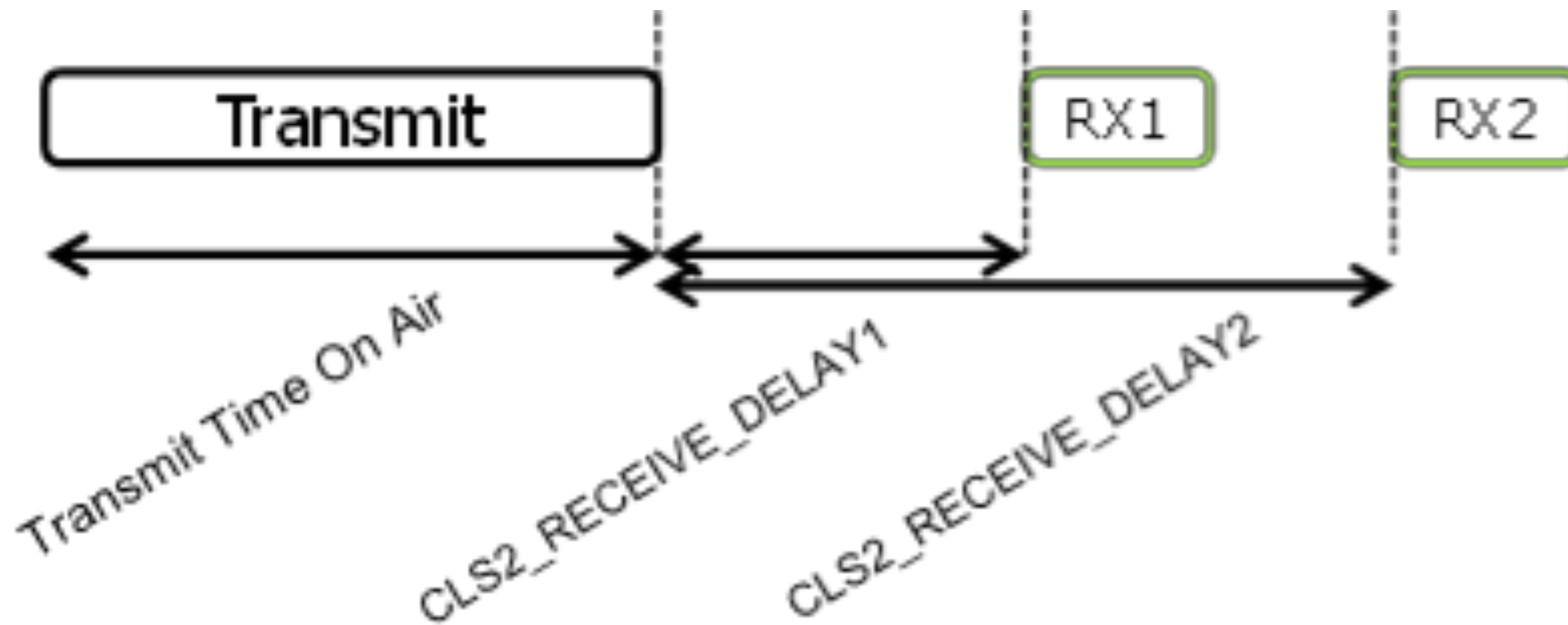
# Class B (beacon)

ClassAに加え、定期的な受信

# Class C (continuous)

ClassAに加えて、常に受信するエンドデバイス

必ずエンドデバイスから送信する  
応答は1sまたは2s後に行う



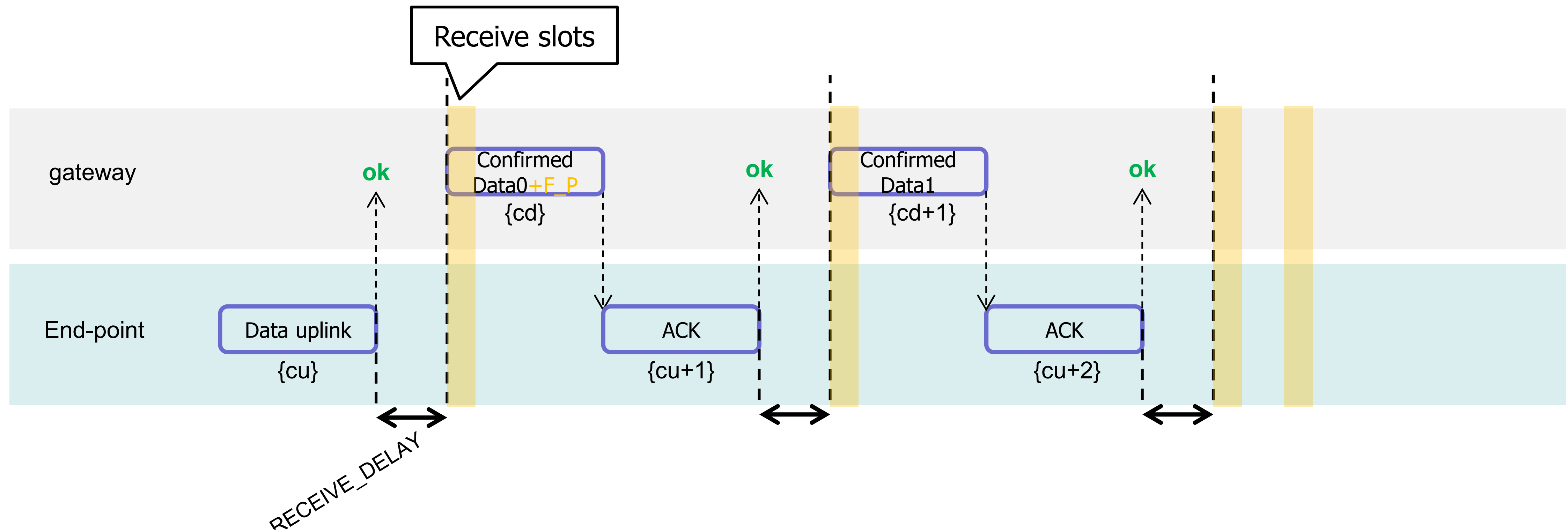


Figure 17: Downlink timing diagram for frame-pending messages, example 1

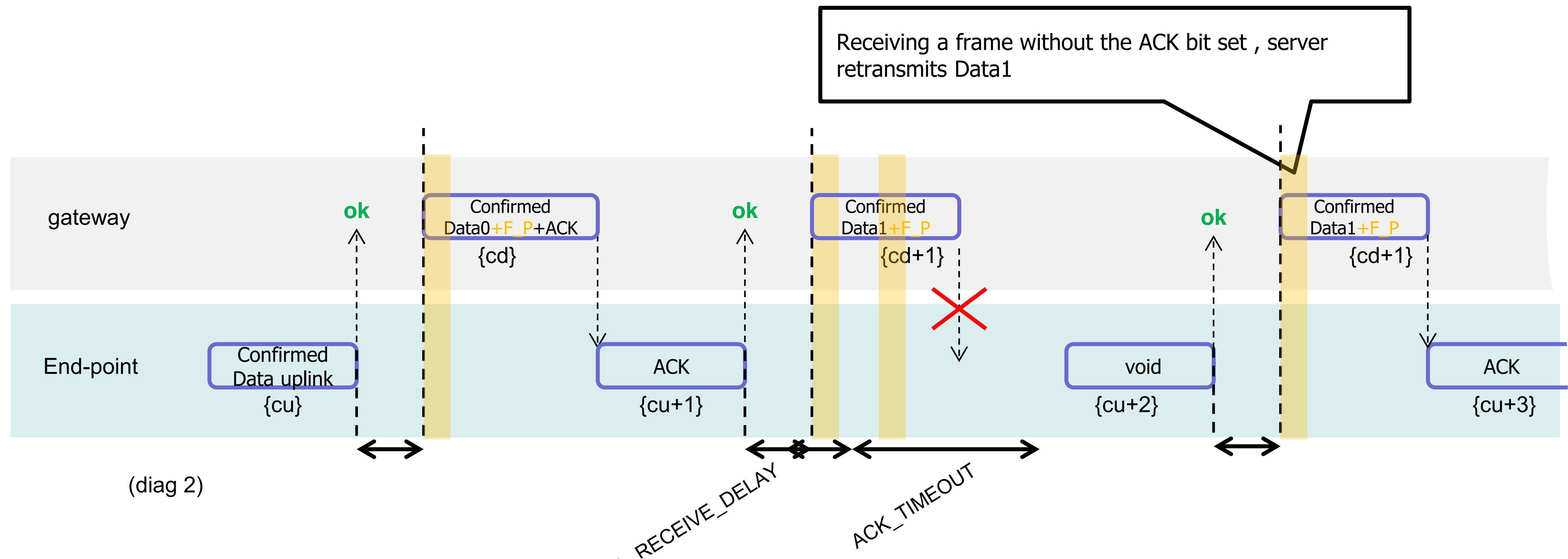
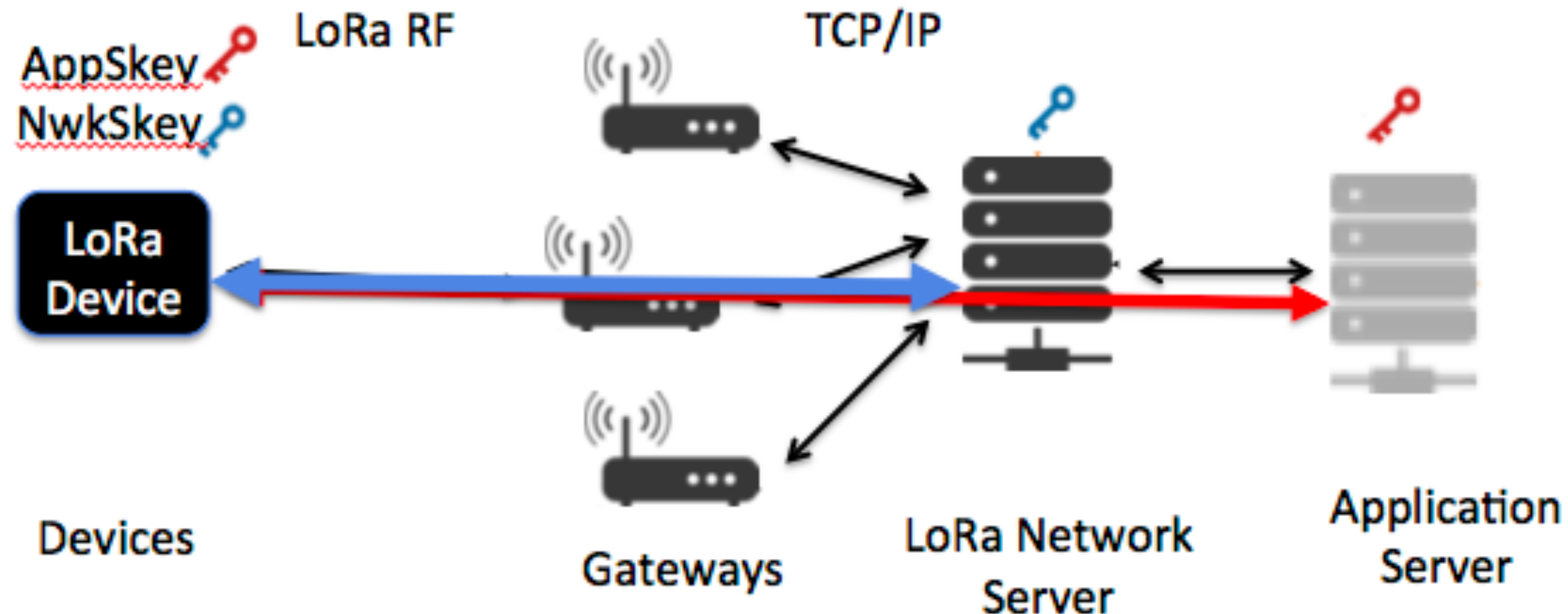


Figure 19: Downlink timing diagram for frame-pending messages, example 3



ゲートワークの無線送受信は全てネットワークサーバで処理する



<http://www.trustpointinnovation.com/blog/2017/01/17/lorawan-security-overview/>





@chibiegg

## 【所属】

さくらインターネット株式会社  
執行役員 技術本部副本部長

## 【開発案件】

- さくらの専用サーバ
- さくらのVPS

API/DB/制御システム担当

- sakura.io  
設計・開発

ソフトウェア/インフラ/組み込みエンジニア

