

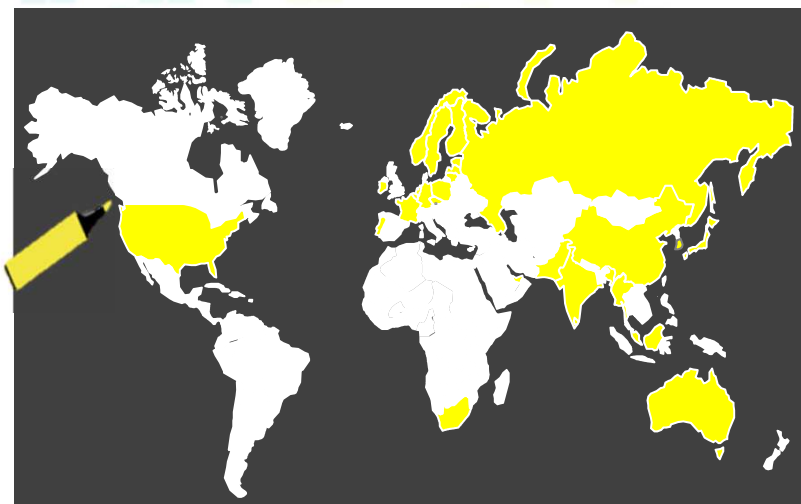


LPWAを牽引する「LoRa」の概要と利用動向

セムテック・ジャパン合同会社



LPWAを実現するオープンアライアンス



LoRa Alliance™



LoRa Alliance™



- LoRa無線技術PHYをベースに、MACレイヤ・プロトコルの規格化している、オープンな団体
- 16地域でネットワーク運用、56通信事業者が実証実験進行中
- 500+ ロッテルダムでのアライアンス会議参加者
- 300+ アライアンス参加者

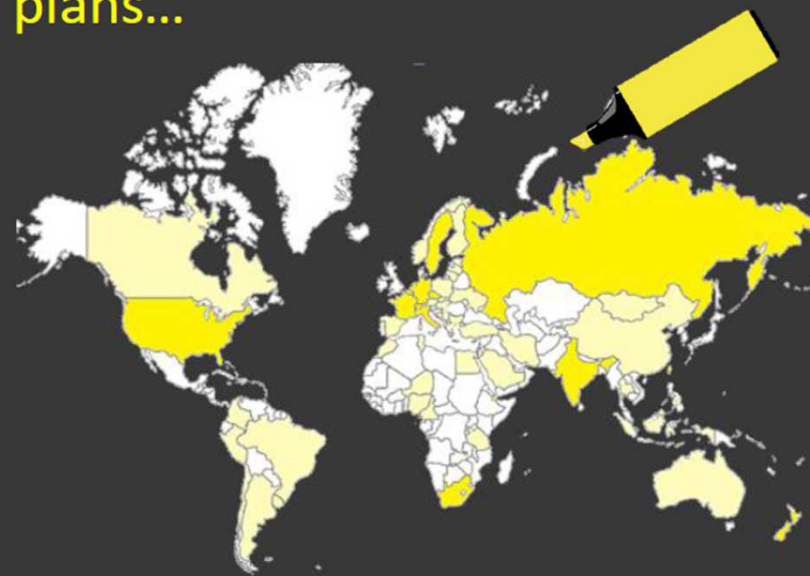
2016年6月現在



LoRaWAN 海外での主要採用状況



LoRaWAN – National deployment plans...



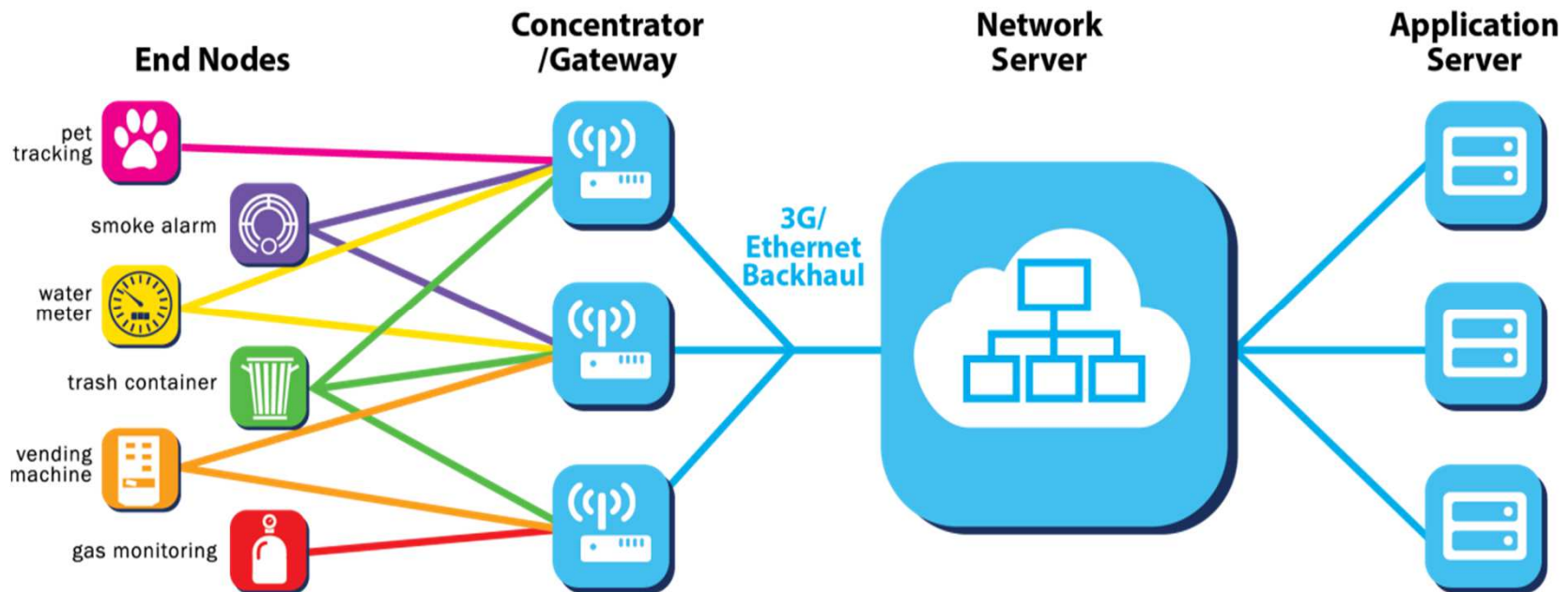
27 Announced national deployments
 > 150 regional or city deployments



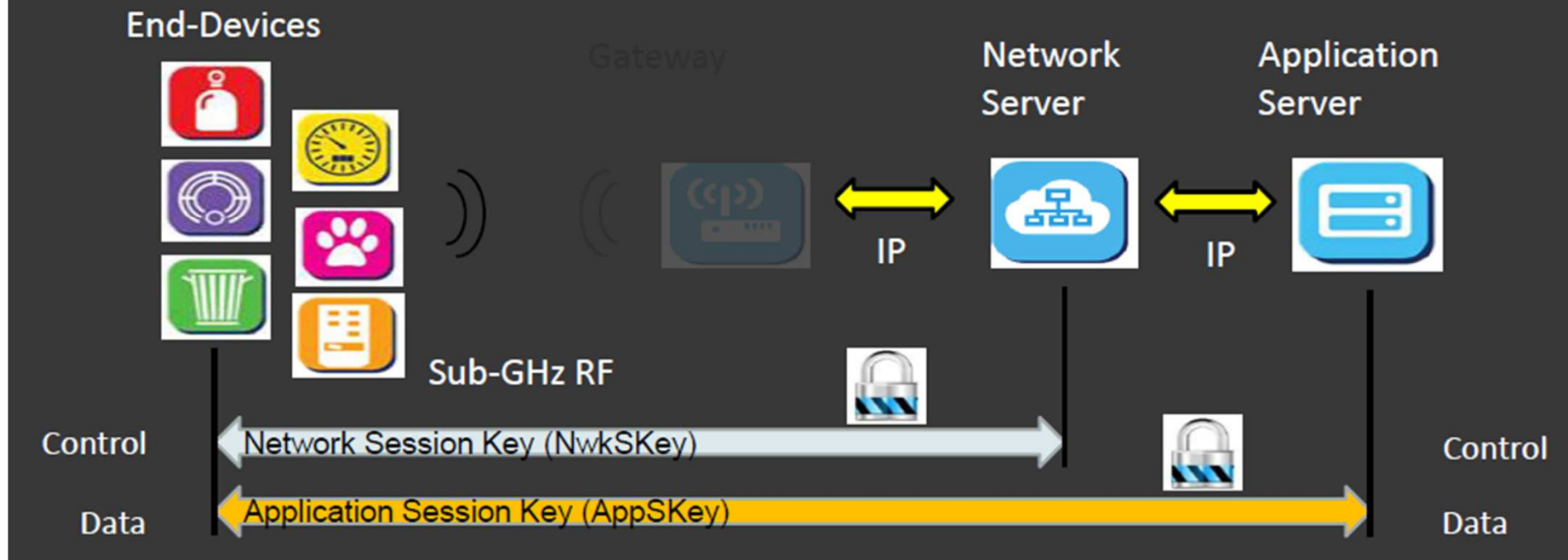
LoRa-Alliance.org



水平分業によるLoRaWAN™ ネットワーク



Logical Data Flow (Programmer's Model)



LoRa End-Deviceは、データを、アプリケーションとネットワークレイヤの2重に暗号 (AES-128)化し、LoRa無線でGateway装置に送信します。Gatewayは、LoRaパケットをIPパケットに返還してサーバに中継するだけです。論理的には、エンドデバイスとネットワークサーバの通信となります。アプリケーションデータは、ネットワークサーバでは復号されず、アプリケーションサーバで復号され、利用されます。



オープンなビジネスモデル



LoRaWAN™ IoT ECOSYSTEM – Multi-source value chain

CHIPSET



SEMTECH
MICROCHIP
ST
life.augmented

MODULES



LoRa™ Long Range Low-Power Radio (Semtech)
muRata
Inventor in Electronics
MICROCHIP
FOXCONN
MULTITECH

DEVICES



BOSCH
Mueller SYSTEMS
Schneider Electric
HOMERIDER SYSTEMS

2

BASE STATION



everynet
SAGEMCOM
kerlink
MULTITECH

NETWORK SERVER



IBM
hp
OrbiWise
activity
everynet
SAGEMCOM

APPLICATION SERVER



senet
libelium
digi
mohdo
WIPRO
Adaptive Strength
iSECUR



LoRa-Alliance.org

LoRaWAN認定製品

<https://www.lora-alliance.org/Products/Certified-Products>



LoRaWAN概要

□ LoRaWANは、LoRa Alliance™が技術仕様を作成し公開しているMACレイヤのオープンな規格です。

- 仕様はLoRa Allianceホームページから、非会員でもダウンロードできます。
- <https://www.lora-alliance.org/For-Developers/LoRaWANDevelopers>
- 2016年11月1日現在の最新は、V1.0.2です。

□ LoRaWAN特長

- 双方向、アクノリッジ・ベースの通信
- 単純なスター型トポロジ、長距離飛ぶのでリピータ、メッシュ・ルーチングは不要です。
- 残念ながら低速です
- 低コストです(エンドデバイスの部品コストは、従来のFSKからあまりコストアップしません)
- 長距離です
- 低消費電力が、電池駆動型ノードに最適です
- 物理層は、LoRaもしくはFSKを利用し、各国の電波法に準拠します。
- 各国対応で仕様が分かれています。今回、日本を含むアジアクラスタが策定されました。

□ 3つの通信クラスがあります

- Class A LoRaの基本通信です。センサーからデータを送信します。
- Class B ビーコンモードです。日本が率先して動作検証を来年行います。
- Class C レイテンシなし。

LoRaWAN 1.0.2 最新版



□ アジア地域の規格として、ASIA ClusterとSouth Koreaを策定

- 2つのMACコマンドを追加
- UL/DL分離可能
- 各国EIRP要求に準拠
- 送信時間設定
- 仕様書は、LoRaWAN 1.0.2 (プロトコル仕様)と、Regional Parameters 1.0に分離

□ ASIA Cluster

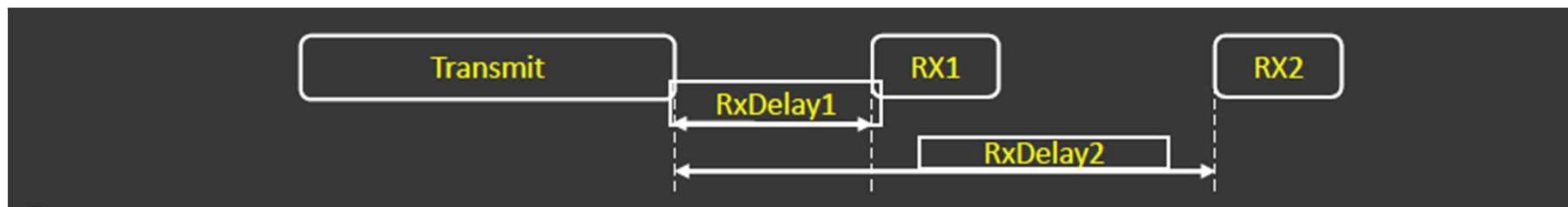
- デバイスはネットワーク参加時にJoin-requestをブロードキャスト@923.2MHzと923.4MHz /SF10 /<400ms
- ネットワークサーバが、join-acceptを送信し、次にTXParamSetupReq MACコマンドを送って、デバイスを各国(地域)設定にする
- ネットワークサーバが、jNewChannelReq MACコマンドを送って、周波数チャンネルを設定する

□ 今後の仕様化

- V 1.1 ローミング仕様、Class B(日本での実験を踏まえて)、Class A/C一時的切り替え
- Backend Interface 1.0

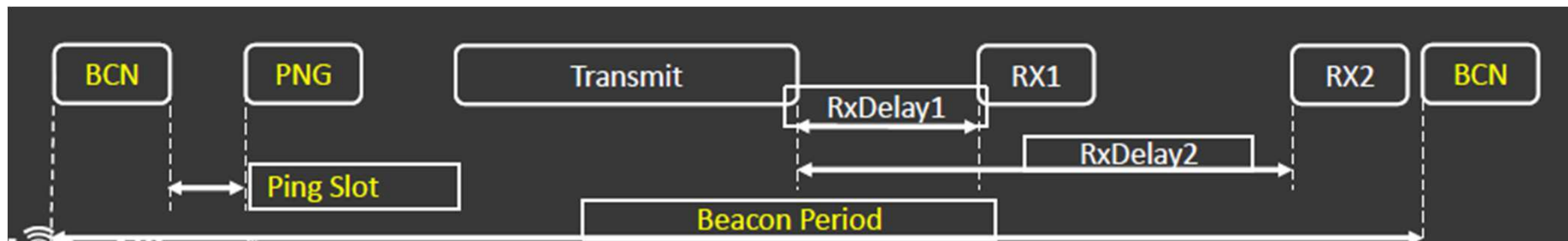
📶 バッテリー駆動 Class A

- ❑ 双方向通信
- ❑ ユニキャスト・メッセージ
- ❑ センサーデータなどの、小さなサイズのペイロードに向きます
- ❑ 長い休止時間
- ❑ エンド・デバイスから通信を始めます(アップリンク)
- ❑ エンドデバイスは送信した後、一定時間後に、サーバーからの受信を行う(ダウンリンク)スロット(受信モード)を設けて、ACK信号を受け取ることができます。受信スロットは2回設定されています。



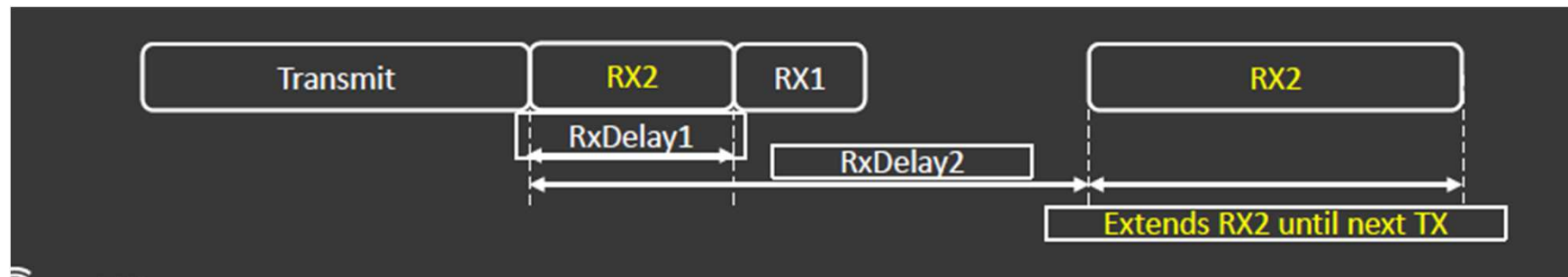
低遅延 Class B

- ❑ エンドノードが、定期的に受信スロットを設ける双方向通信です。
- ❑ ユニキャストとマルチキャスト・メッセージ
- ❑ センサーデータなどの、小さなサイズのペイロードに向きます
- ❑ 長い休止時間
- ❑ ゲートウェイから定期的にビーコンが送信されます。
- ❑ 特別な受信ウィンドウ(Ping Slot)で、ビーコンを受信したら送信します。
- ❑ サーバーから、通信を開始します。休止時間が設定されています。



遅延なし Class C

- 双方向通信
- ユニキャスト・メッセージ
- センサーデータなどの、小さなサイズのペイロードに向きます
- サーバーは、いつでも通信を開始します。
- エンドデバイスは継続して受信モードです。
- エンドデバイスに電源が担保されている場合に向きます。





ASIA Cluster



Regions

- EU [863-870MHz]
- EU [433MHz]
- Russia [863-870MHz]
- New-Zealand [915-928MHz]
- Australia [915-928MHz]
- U.S.A [902-928MHz]
- Canada [902-928MHz]
- South Korea [920.9-923.3MHz]
- China [779-787MHz]
- Brunei [923-925 MHz]
- Cambodia [923-925 MHz]
- Indonesia [923-925 MHz]
- Japan [920-928 MHz]
- Laos [923-925 MHz]
- New Zealand [915-928 MHz]
- Singapore [920-925 MHz]
- Taiwan [922-928 MHz]
- Thailand [920-925 MHz]
- Vietnam [920-925 MHz]



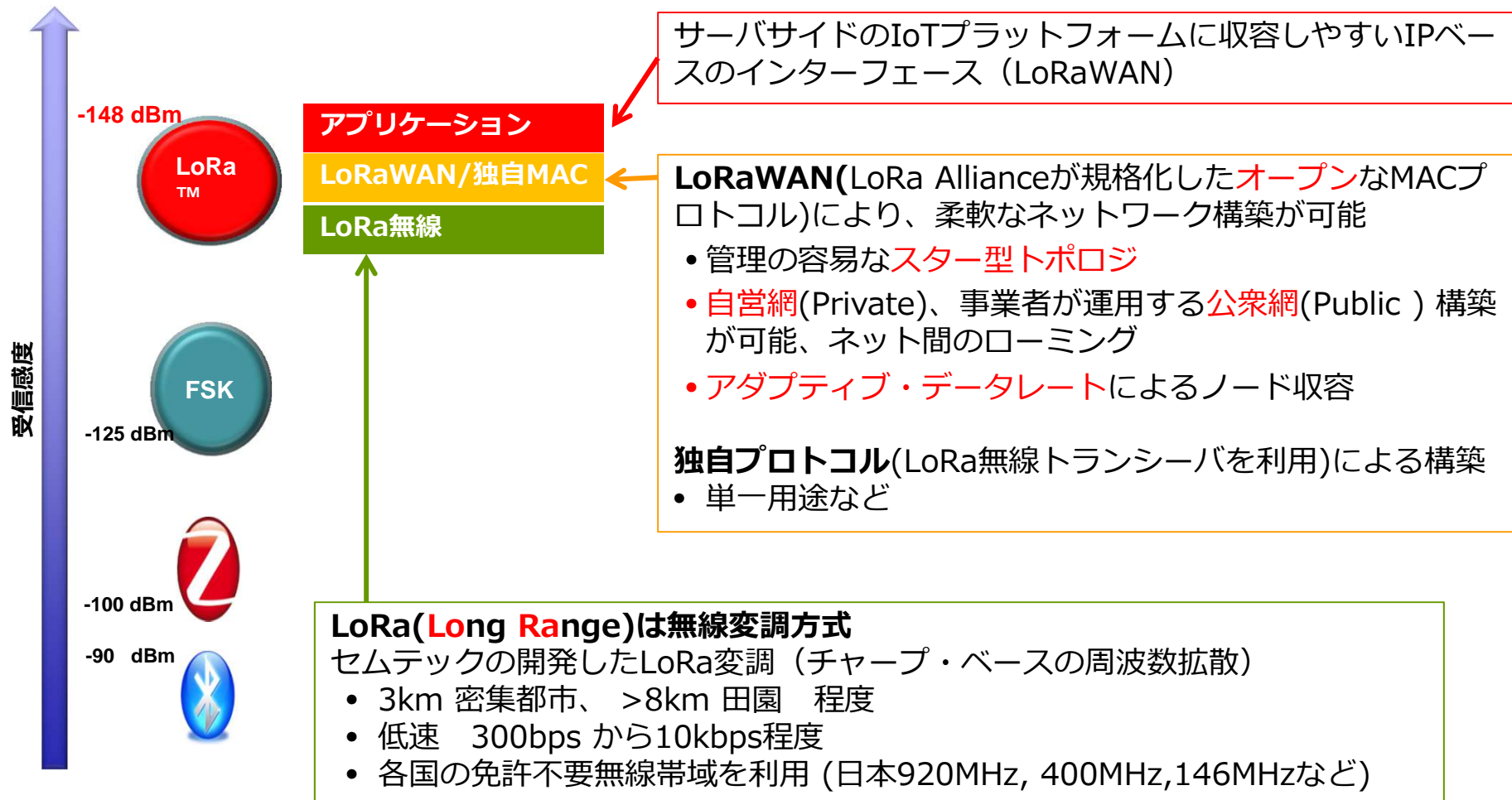
LoRa-Alliance.org



LoRa[®] と LoRaWAN[™]概要

□ LoRa / LoRaWANのチャレンジ

- センサーを、低消費(年単位の電池駆動)、低コスト(\$10以下の部品コスト)で、広域ネットワーク(10kmオーダー)をISM帯で実現する



LoRa とFSK受信感度の比較

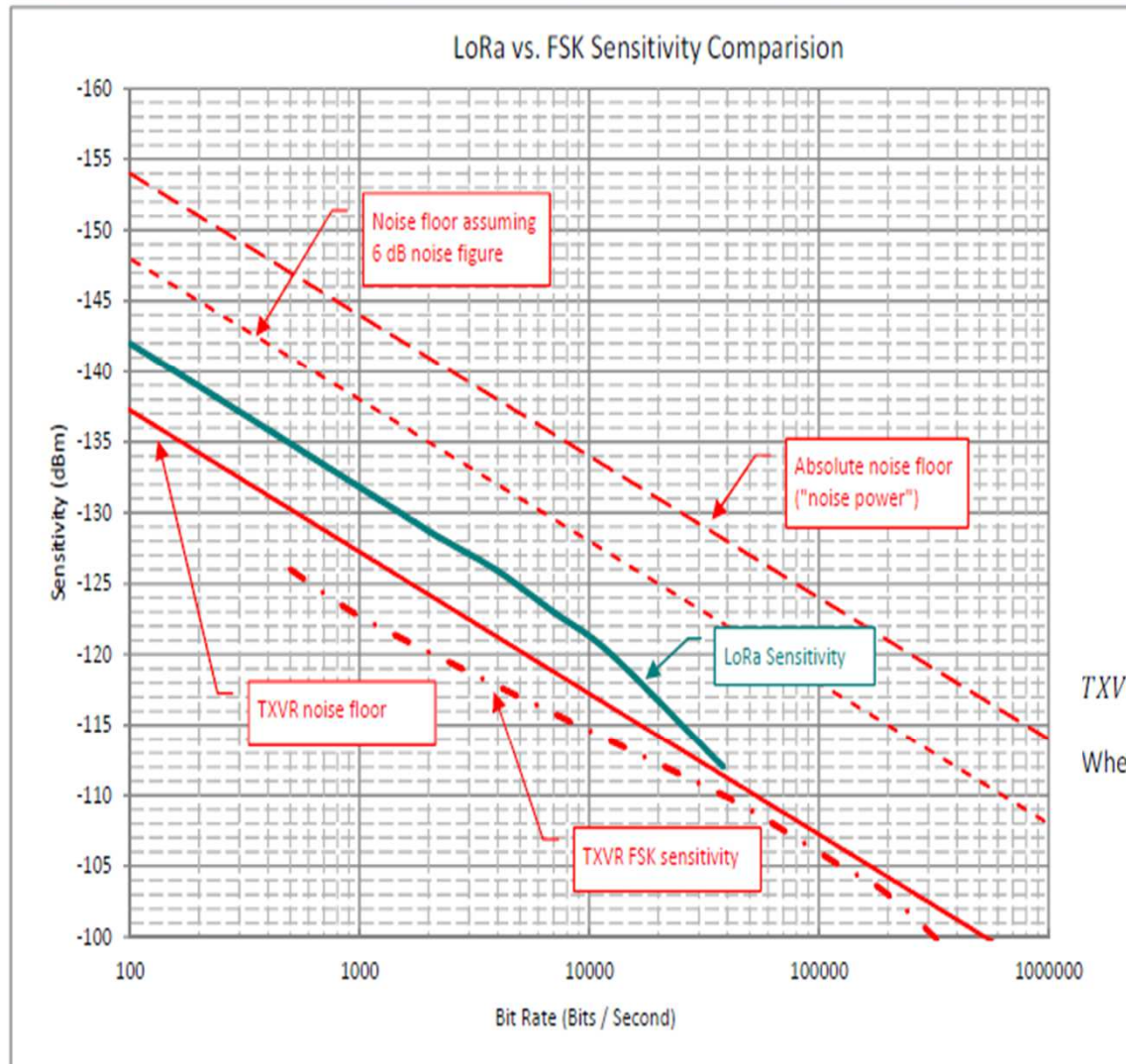


Figure 3: Comparison of LoRa and FSK Sensitivity

$$TXVR \text{ Noise Floor} = -174 + (B * 1.5) + D_{SNR} + NF \text{ (dBm)}$$

Where:

- B*1.5 = Idealised channel bandwidth for GFSK modulation (Hz)
- D_{SNR} = Required demodulator E_b/N₀ for coherent FSK (~ 10 dB)
- NF = Receiver architecture noise figure (6 dB)

リンク・バジェット

Mode	Equivalent bit rate (kb/s)	Sensitivity (dBm)	Δ (dB)
FSK	1.2	-122	-
LoRa SF = 12	0.293	-137	+15
LoRa SF = 11	0.537	-134.5	+12.5
LoRa SF = 10	0.976	-132	+10
LoRa SF = 9	1757	-129	+7
LoRa SF = 8	3125	-126	+4
LoRa SF = 7	5468	-123	+1
LoRa SF = 6	9375	-118	-3

Table 1: Link Budget Comparison for Narrowband FSK

$$P_{RX}(dBm) = P_{TX}(dBm) + G_{SYSTEM}(dB) - L_{SYSTEM}(dB) - l_{CHANNEL}(dB) - M(dB)$$

Where:

P_{RX} = the expected power incident at the receiver

P_{TX} = the transmitted power

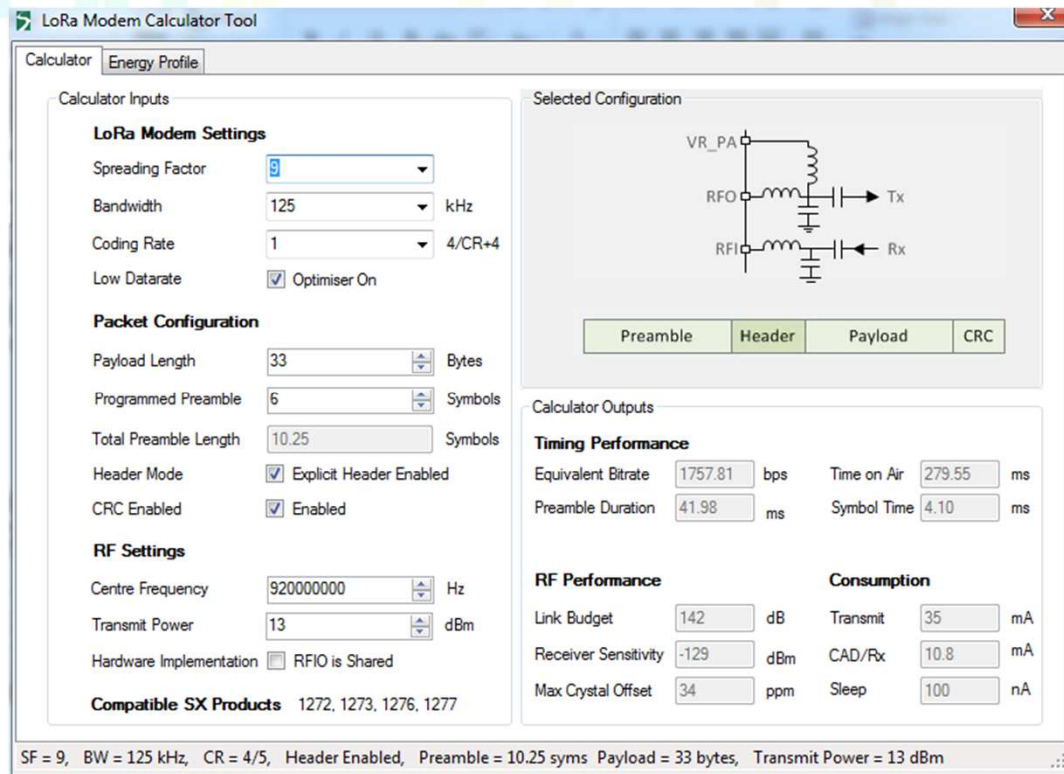
G_{SYSTEM} = system gains such as those associated with directional antennas, etc.

L_{SYSTEM} = losses associated with the system such as feed-lines, antennas (in the case of electrical short antennas associated with many remote devices), etc.

$L_{CHANNEL}$ = losses due to the propagation channel, either calculated via a wide range of channel models or from empirical data

M = fading margin, again either calculated or from empirical data

通信時間と消費電力計算ツール



20Byte data Tx = 279.55msec in SF9

LoRaWAN protocol

125kHz BW, 4/5 CRC coding, 6 preamble (ユーザ設定分), SF 7 から12

LoRaWAN protocolでは、data uplink = 13Byteオーバヘッド

LoRa Calculator ダウンロード

<http://www.semtech.com/apps/filedown/down.php?file=SX1272LoRaCalculatorSetup1%271.zip>



LoRa™対応RF IC



□ 製品ファミリー

- SX1272/73 : エンドノードIC 860-1000MHz 周波数範囲
- SX1276/77/78 : エンドノードIC 138-960MHz周波数範囲
- SX1301 : ゲートウェイLSI
- SX1255/57 : ゲートウェイ、アナログフロントエンド

□ 全製品が802.15.4 d/g と LoRa™変調の両方式に対応

