

目 次

はじめに.....	1
1. LoRaWAN について	2
2. 構築ガイド.....	3
3. 通信可能距離	6
4. 通信安定度の評価	8
5. 用語解説.....	9

はじめに

本書は、LoRaWAN を使用した Sushi Sensor システムを安定して運用するための機器の設置ガイドを示すものです。センサやゲートウェイの固定方法など機器の取付け方法についてはそれぞれのマニュアルを参照してください。

Sushi Sensor が設置される現場の環境は様々ですが、本ガイドに沿った機器設置を行うことで、多くの現場において事前調査なしにセンサを利用することが可能となります。

■ 商標

- Sushi Sensor は横河電機の登録商標です。
- LoRa の名称および関連するロゴは、Semtech Corporation またはその子会社の登録商標または商標です。
- その他、本文中に使用されている会社名、商標名は各社の登録商標または商標です。
- 本文中の各社の登録商標または商標には、™、® マークは表示しておりません。

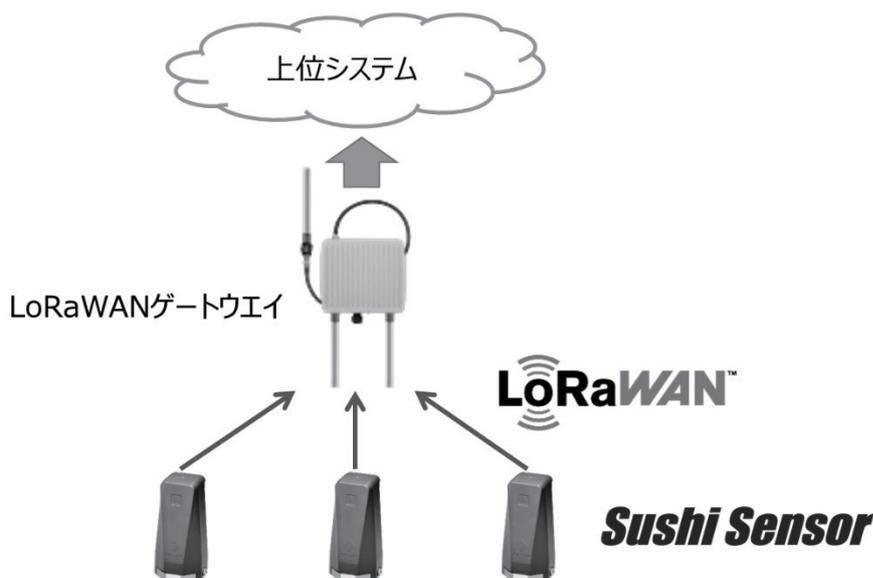
1. LoRaWANについて

Sushi Sensor は、通信方式として受信感度と電波干渉耐性に優れ、理想的な通信環境で 10 km 以上の通信距離を実現する LoRaWAN（日本仕様）を採用しています。

LoRaWAN は LoRa Alliance で標準化が行われている省電力、長距離通信を特徴とする IoT（Internet of Things）向けに特化した通信方式です。低消費電力性能により数年レベルのバッテリー寿命を実現し、長距離通信特性により 1 つのゲートウェイがカバーできる範囲が広く、Sushi Sensor をどこに置いても通信ができるため、簡単設置・メンテナンスの可能性を持っています。

Sushi Sensor はそのゲートウェイに直接接続する、シンプルなスター型のネットワークを構成します。Sushi Sensor はセンシングしたデータをゲートウェイに送信し、データを受信したゲートウェイは予め設定された上位システムにそのデータを転送します。

LoRaWAN はデータを中継する機能をサポートしていないため、ゲートウェイに直接接続できない Sushi Sensor があった場合にはその近傍にゲートウェイを追加する必要があります。



LoRaWAN は 920 MHz 帯の無線周波数帯を利用します。通信のデータレートは可変であり通信状態に合わせて自動的に最適化が行われます。LoRaWAN 通信はネットワークレベルとアプリケーションレベルのそれぞれで AES128 を利用した暗号化により保護されません。

LoRaWAN には 3 つの通信クラスが定義されており、Sushi Sensor はクラス A と呼ばれる最もシンプルかつ省電力な通信クラスを用いて通信を行います。

2. 構築ガイド

2.1 ゲートウェイ設置ガイド

本節ではゲートウェイの設置方法を示します。

LoRaWAN はスター型ネットワークのみをサポートし、一般的に Sushi Sensor の設置位置は測定対象の位置で決定され設置の自由度は少ないことから、LoRaWAN で安定した無線通信を実現するには適切なゲートウェイの設置が重要なポイントとなります。

1. できるだけ高い場所に設置する
2. アンテナは地面に対して垂直に設置する
3. アンテナはゲートウェイ本体設置のポールより上に設置する
4. 周囲半径数メートル以内に障害物がない場所に設置する
5. 同周波数帯を使用する他無線システム機器が近傍にない場所に設置する

1. できるだけ高所に設置する

ゲートウェイは Sushi Sensor の設置エリアが見渡せる建屋屋上など高所へ設置してください。ゲートウェイ設置が高所であるほど、無線通信は周囲の建造物の影響を受けづらくなり、到達性が良くなります。プラント環境で通信距離 1km を実現する場合、地上高 20m 以上に設置することをお勧めします。ただし、高所に設置すると落雷のリスクがありますので、ゲートウェイは避雷針の保護範囲内への設置が必要です。あわせてゲートウェイの取扱説明書にしたがって接地を行ってください。

2. アンテナは地面に対して垂直に設置する

Sushi Sensor システムにて使用する一般的な LoRaWAN ゲートウェイのアンテナは、地面に対して垂直方向に設置した時に最も良好な無線通信ができるように設計されています。

3. アンテナはゲートウェイ本体設置のポールより上に設置する

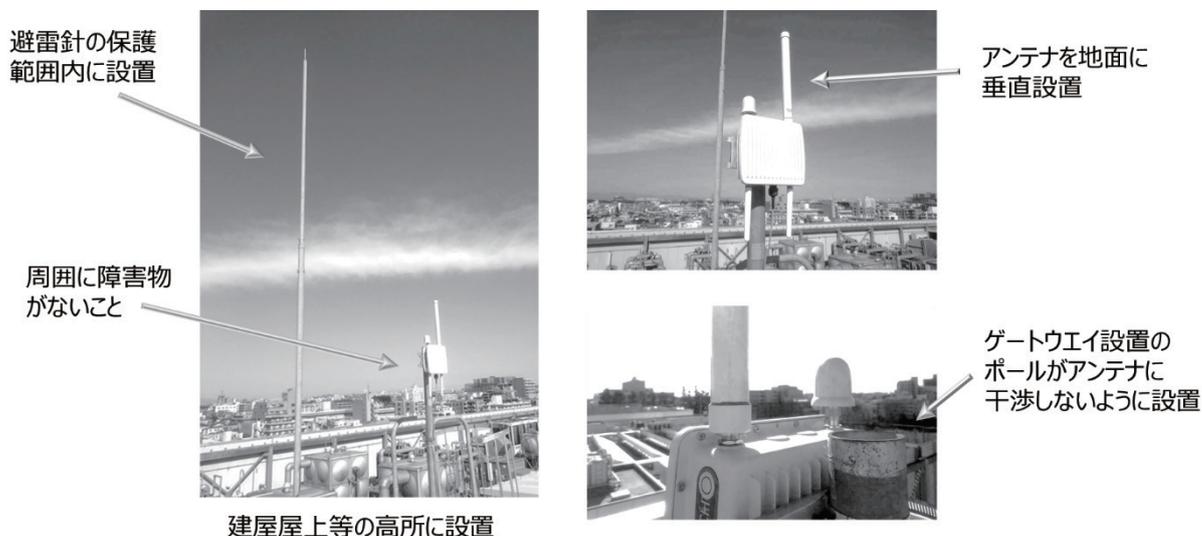
アンテナ近傍に金属建造物があると通信特性に大きな影響を与えます。ゲートウェイを金属製のポールに設置する場合は、このポールがゲートウェイの LoRaWAN アンテナよりも低い位置となるよう設置してください。

4. 可能な限り周囲に障害物がない場所へ設置する

ゲートウェイ近傍に建造物がある場合、ゲートウェイから送信した無線信号が建造物により反射し、送信波と反射波が干渉を起こすことがあります。このため水平方向の周囲に建造物がない場所に設置して下さい。センサ設置場所と逆方向に障害物がある場合でも干渉の影響が発生します。

5. 同周波数帯を使用する他無線システム機器が近傍にない場所に設置する

他無線システムのアンテナがゲートウェイ近傍にある場合、通信特性の悪化を引き起こす可能性があります。LoRaWANは920 MHz帯を使用しています。同じ周波数帯域を使用する無線システムや携帯電話の基地局などからは可能な限り離して設置することで影響を最小限にすることができます。



2.2 Sushi Sensor設置ガイド

本節では Sushi Sensor の設置方法を示します。

Sushi Sensor においてもゲートウェイと同様に、周囲に構造物がない見通しの良い場所に設置することで良好な無線通信が可能です。しかしながらゲートウェイとは異なり、Sushi Sensor の設置場所に自由度がないことが多くあります。Sushi Sensor の取付位置は測定対象の位置に依存するため、Sushi Sensor の設置の工夫による通信品質向上が困難な場合があります。

Sushi Sensor の設置場所に自由度がある場合は、以下の点に配慮することで、通信距離や通信品質の向上が期待できます。

1. 周囲に障害物がない場所に設置する
2. 地面に近い場所を避けて設置する
3. Sushi Sensor が地面に対して垂直になるように設置する

1. 周囲に障害物がない場所へ設置
一般的に Sushi Sensor の周囲に空間があるほど、通信は安定して行われます。
2. 地面に近い場所を避けて設置
無線通信において地面は大きな障害物となります。地上からセンサを離すことでより安定した通信を実現することができます。
3. Sushi Sensor が地面に対して垂直になるように設置
Sushi Sensor は可能な限り地面に対して垂直になるように設置してください。Sushi Sensor は地面に対して垂直方向に設置した時に最も良好な無線通信ができるように設計されています。

2.3 既存機器への影響

本節では Sushi Sensor およびゲートウェイ（LoRaWAN 機器）が既存機器へ与える影響を示します。

影響を評価するにあたり，一般的な産業機器は以下に示す IEC 規格あるいはそれ相当のイミュニティ要求レベルを満たしているとします。

既存機器の近傍に LoRaWAN 機器を設置した時，どの程度の離隔距離を設ければ，LoRaWAN 機器が発する電界強度が要求レベル以下になるのか算出したものを以下に示します。

対象機器	対応規格	イミュニティ要求レベル	離隔距離
重工業環境用機器 工業環境用の計測器類	<ul style="list-style-type: none">IEC 61000-6-2IEC 61326-1: Industrial Electromagnetic Environment	10V/m	8cm
住商業環境用機器 情報技術機器 一般的な環境用計測器類	<ul style="list-style-type: none">IEC 61000-6-1CISPR 24IEC 61326-1: Basic Electromagnetic Environment	3V/m	26cm

重工業環境用機器に分類されるプラント内にて使われているモータやコンプレッサ等の機器に対しては，その制御を行う電子回路と LoRaWAN 機器のアンテナ部が 8cm 以上，住商業環境用の機器，一般情報機器に対しては 26cm 以上の離隔距離を確保することで，LoRaWAN 機器が発する電界強度がイミュニティ要求レベル以下となります。

3. 通信可能距離

ゲートウェイが本ガイドに従って設置されている場合、Sushi Sensor とゲートウェイ間の通信可能距離の目安は下表の通りとなります。実際の通信可能距離は、見通し状況だけでなく設置場所の環境も影響します。

ケース	見通し状況	設置環境例	通信可能距離の目安[*1]
I	ゲートウェイと Sushi Sensor 間に十分な見通しが確保されている場合	大きな河川沿い・海岸沿い 石油採掘井戸, パイプライン	~ 7km
II	ゲートウェイと Sushi Sensor 間に見通しが確保できない屋外場合	各種プラント環境 (タンクヤード, パイプジャングル)	1km
III	センサが構造物に完全に囲まれている環境への設置(屋内設置を含む)	エンクロージャ内など完全遮蔽物内 設置, 屋内生産設備, ビル内部	設置条件により異なる

[*1]:本表の通信可能距離は、Sushi Sensor として横河電機製の一体形無線振動センサ (XS770A) を使用した場合の値です。

Sushi Sensor とゲートウェイ間の距離が長い場合や Sushi Sensor が屋内設置されるケースなど、無線通信ができない、または、安定しない場合はゲートウェイの追加導入をご検討ください。

ケースⅠの例	
	
河原や海岸沿い	石油採掘井戸
	
パイプライン	広大な平地
ケースⅡの例	
	
屋外プラント環境・パイプジャングル	タンクヤード
	
採掘場・原料貯蔵ヤード	ベルトコンベア
ケースⅢの例	
	
屋内生産現場	ビル

4. 通信安定度の評価

上位システムやスマートフォン、ゲートウェイ管理画面にて確認可能な RSSI や SNR, PER といった値は通信の安定度を評価する指標として重要な値です。

通信安定度の評価については、Sushi Sensor 問い合わせ窓口にお問い合わせください。

5. 用語解説

• RSSI (Received Signal Strength Indicator)

無線通信機器が受信する無線信号強度を表し、単位は dBm で表現されます。RSSI は通信品質を確認するための重要な値であり、一般的に信号強度が強いほど安定した通信を実現できます。一方で、同じ通信帯域に大きなノイズがある環境下では RSSI は高い値であっても通信が困難になる場合があります。このような場合、後述の SNR の値と合わせて通信環境を確認する必要があります。

Sushi Sensor システムにおいては、2 つの RSSI を確認することができます。

	RSSI計測デバイス	確認方法
ゲートウェイ→ Sushi Sensor 通信時の RSSI	Sushi Sensor	<ul style="list-style-type: none"> • Sushi Sensor App(スマートフォンツール) • センサが定期的に上位システムに通知する健全性情報
Sushi Sensor → ゲートウェイ通信時の RSSI	ゲートウェイ	<ul style="list-style-type: none"> • ゲートウェイ管理画面

確認方法の詳細は、各センサおよびゲートウェイの取扱説明書を参照して下さい。

• SNR (Signal Noise Ratio)

LoRaWAN 通信で使用する無線信号強度とそれ以外の周囲の雑音信号強度の比を表します。SNR が高いほど LoRaWAN 通信が安定して行われることとなります。一方 SNR が低いときは RSSI が高くても通信エラー発生の要因となります。また、LoRaWAN 通信で使用する LoRa 変調方式は、通信で使用する信号強度が周囲のノイズレベルよりも低い場合でも通信できる特長があります。このような環境下では SNR はマイナスの値を示すことがあります。

Sushi Sensor システムにおいては、2 つの SNR 値を確認することができます。

	SNR計測デバイス	確認方法
ゲートウェイ→ Sushi Sensor 通信時の SNR	Sushi Sensor	<ul style="list-style-type: none"> • Sushi Sensor が定期的に上位システムに通知する健全性情報
Sushi Sensor → ゲートウェイ通信時の SNR	ゲートウェイ	<ul style="list-style-type: none"> • ゲートウェイ管理画面

確認方法の詳細は、Sushi Sensor およびゲートウェイの取扱説明書を参照して下さい。

- PER (Packet Error Rate)

PER は実際に無線通信を実施した際の通信失敗率を示します。PER は以下の式で計算します。

$$\text{PER}(\%) = \text{送信失敗パケット数} \div \text{送信総パケット数} \times 100(\%)$$

Sushi Sensor が送信したパケットがゲートウェイに届かなかった、あるいはパケットは届いたがゲートウェイから到達確認パケット (ACK) の受信に失敗した場合、送信に失敗したと判断します。

Sushi Sensor は送信に失敗した時に再送を行います。PER が低い場合は少ない通信回数で通信が成功していると判断できます。PER が高い状態が続くと、再送にともなうデータ送信回数が増えるためバッテリー寿命に影響を及ぼします。

Sushi Sensor システムにおいては、PER は下記の方法にて確認します。

	PER計測デバイス	確認方法
Sushi Sensor → ゲートウェイ通信時の PER	センサ	・センサが定期的に上位システムに通知する健全性情報

確認方法の詳細は、各センサの取扱説明書を参照して下さい。

改訂情報

タイトル：Sushi Sensor システム LoRaWAN 構築ガイド

ドキュメント番号：TI01W06A51-10JA

版No.	改定日付	訂正・変更箇所
1	2018年6月	新規発行
2	2022年5月	誤記修正