

# 低コストで広域カバレッジを実現 できるIoT向きデータ通信規格 ZETAの特長と応用事例

---

2019年1月18日

株式会社 テクサー 取締役CTO

今井 正治  
imai@techsor.co.jp

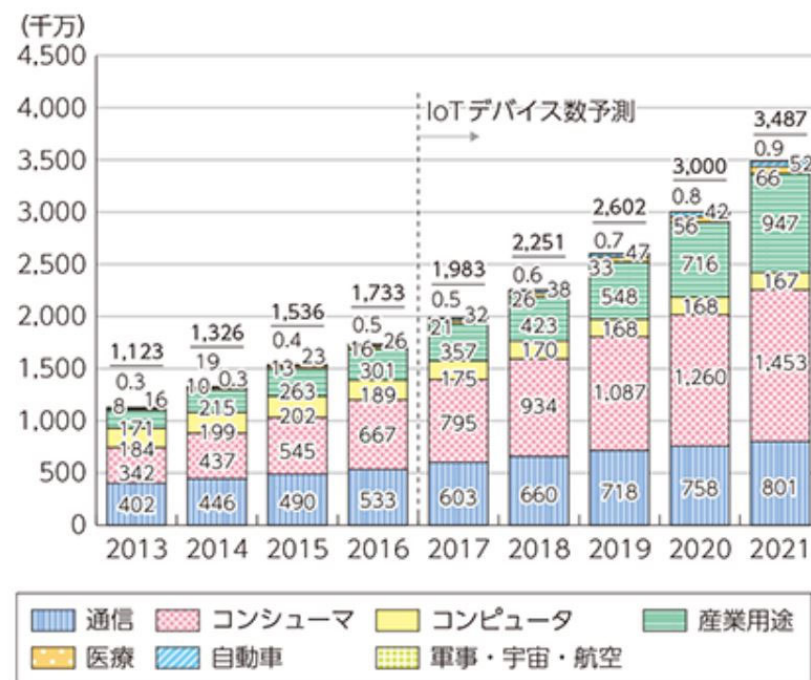
# Agenda

---



- IoTとLPWAN
- 主要なLPWAN
- ZETAの応用事例
- 今後の展望

# IoTデバイス数のトレンド



(出典) IHS Technology

- 2020年には全世界で300億個に増加（全世界の人口の約4倍）
- 通信インフラの課題
  - IoT向けの通信インフラ
  - スマートエッジ（賢い端末側デバイス）

# IoT用の通信インフラへの要請

- IoTに接続されるモノ（Thing）の範囲は非常に広い

- High EndのThingの例：乗り物  
（自動車，列車，飛行機，船，宇宙船）

- Low EndのThingの例：環境 センサ  
（温度，湿度，扉の開閉，  
人や動物の存在，位置情報など）



- LPWAN(Low Power Wide Area Network):

低消費電力広域ネットワーク

- 通信速度 遅

- 1回の通信で送信されるデータ量 少

- サポート可能なエンドノードの個数 多

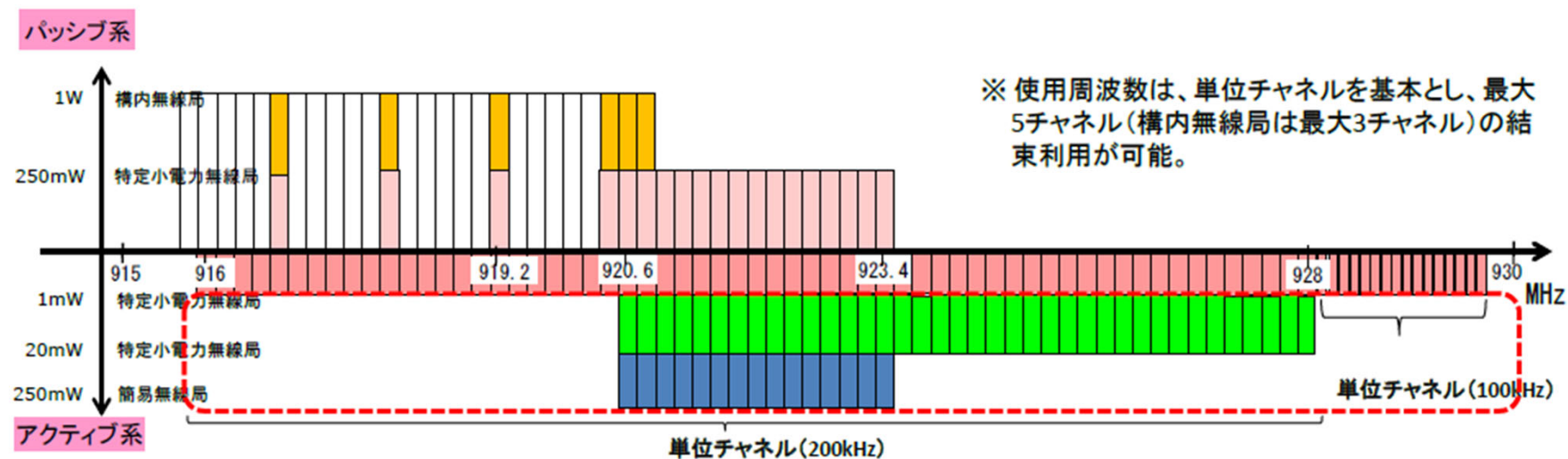
- 利用環境（都市部，郊外，山間部） 多

- 経済性 重要



# 使用可能周波数帯 (920 MHz帯)

- 中心周波数 920.6 MHz～928.0 MHz
- 単位チャンネル：200 kHz



# Agenda

---

- IoTとLPWAN



- 主要なLPWAN

- ZETAの応用事例

- 今後の展望

# 主要なLPWAN

---

- 通信事業者系
  - Sigfox
  - LoRaWAN
- 自営系
  - LoRaWAN
  - ZETA

# Sigfox

---

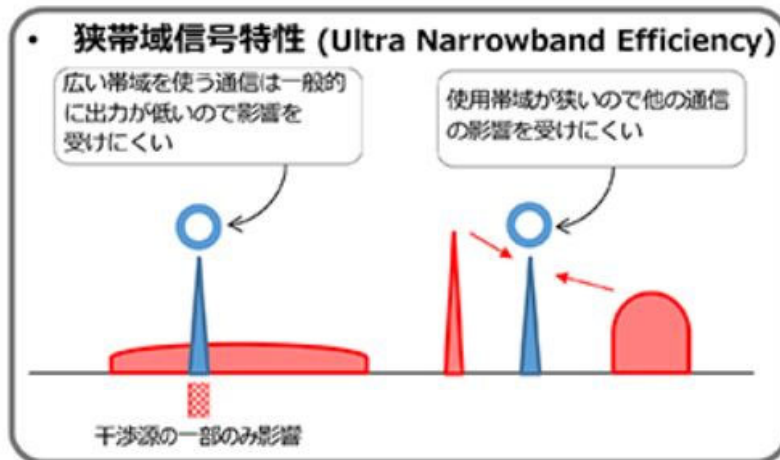
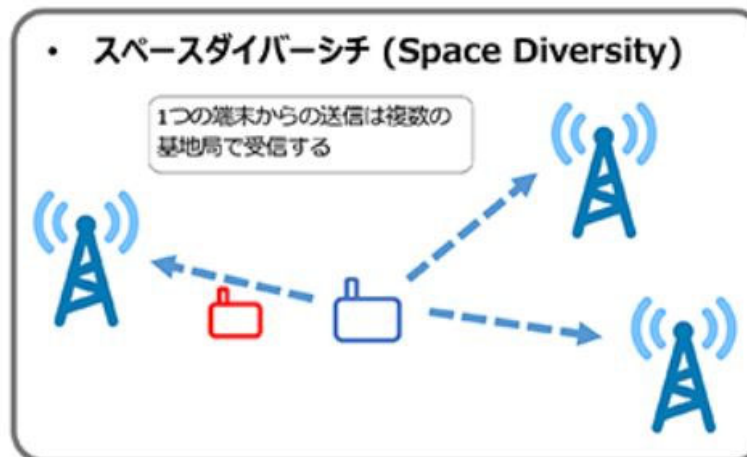
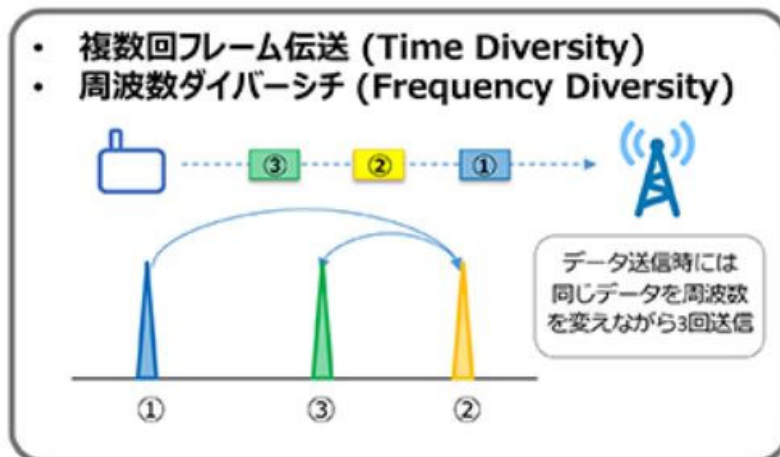


# Sigfox

---

- 開発者： Sigfox社
  - 2009年にフランスで創業されたベンチャー企業
  - 2012年にLPWA通信サービスを開始
- 1国に1社のみでのSIGFOX通信サービス事業者 SNO (SIGFOX Network Operator)しか認めない
- 日本での運用
  - 京セラコミュニケーションシステム社 (KCCS)

# Sigfoxの特徴 <https://www.kccs-iot.jp/service/>



© KYOCERA Communication Systems Co., Ltd.

# 非対象通信

	SIGFOXデバイス	基地局
バンド	特定小電力無線局 (免許不要)	簡易無線局
送信電力	20 mW	250 mW
送信変調方式	DBPSK	GFSK
送信速度	100 bps	600 bps
最大送信回数	140 回/日	4 回/日
受信感度	-135 dBm	-145 dBm
送信チャンネル幅	100 Hz	800 Hz
送信継続時間	2 秒	0.35 秒

# 送信回数制限

- 最大送信回数は、契約ランクによって異なる

契約ランク	上り通信	下り通信
プラチナム	140回	4回
ゴールド	100回	2回
シルバー	50回	1回
ワン	2回	0回

# LoRaWAN

---

# LoRaアライアンス

- LoRa変調：Semtech社が開発した低消費電力・長距離通信用変調技術
- LoRa = Long Range
- LoRaWAN：LoRa変調に基づくWAN
- 2015年にLoRa Alliance設立（公開・非営利団体）
  - <https://www.lora-alliance.org/>
  - スポンサー（Sponsor）
    - 理事会、年会費5万USD
  - コントリビュータ（Contributor）
    - 正会員、年会費2万USD
  - アドプタ（Adopter）
    - 情報会員、年会費 3千USD
  - 研究機関メンバ（Institutional Member）
    - 非営利研究機関メンバー、年会費 無料



# LoRaWAN <https://lora-alliance.org/>

## Coverage & Operator Map



Click on the coverage map to find details of Network Operators by individual country. The extent of LoRaWAN network coverage globally is significant and expanding on a monthly basis. The dark yellow represents LoRa Alliance Member Operators, many of which have extensive network deployments. Light yellow defines smaller scale LoRaWAN activity or networks by Operators who are not yet members. Please contact the LoRa Alliance Operator members for specific information about their networks.

**100**

Network Operators

**68**

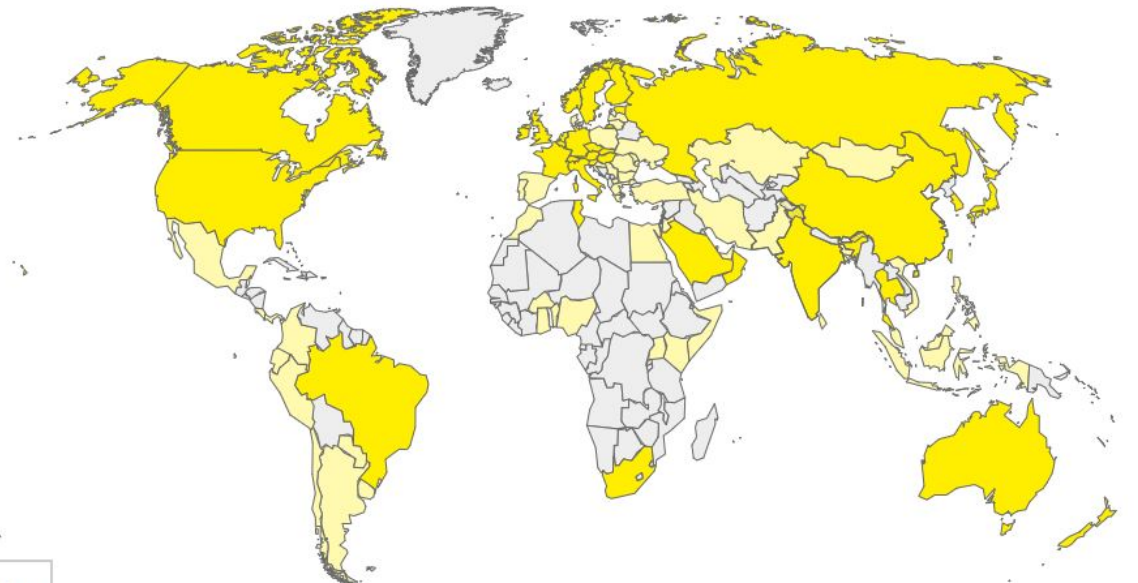
Alliance Member  
Operators

**51**

Countries operating in

**100**

Countries with  
LoRaWAN Deployments



# LoRaWAN技術の特徴(1)

---

- 柔軟な運用が可能
  - 自営の通信LoRaWAN無線局での運用も可能
  - 国単位だけでなく、地域単位でのサービスの提供も可能
- 双方向通信をサポート
  - 上りおよび下りの通信をサポート
  - 通信回数の制約はない
- 初期設置費用と利用料金
  - 通信事業者の通信インフラを利用する場合：利用料金が必要
  - 自営の無線局を利用する場合：設置費用が必要



# LoRaWAN技術の特徴(2)

---

## ■ スペクトラム拡散

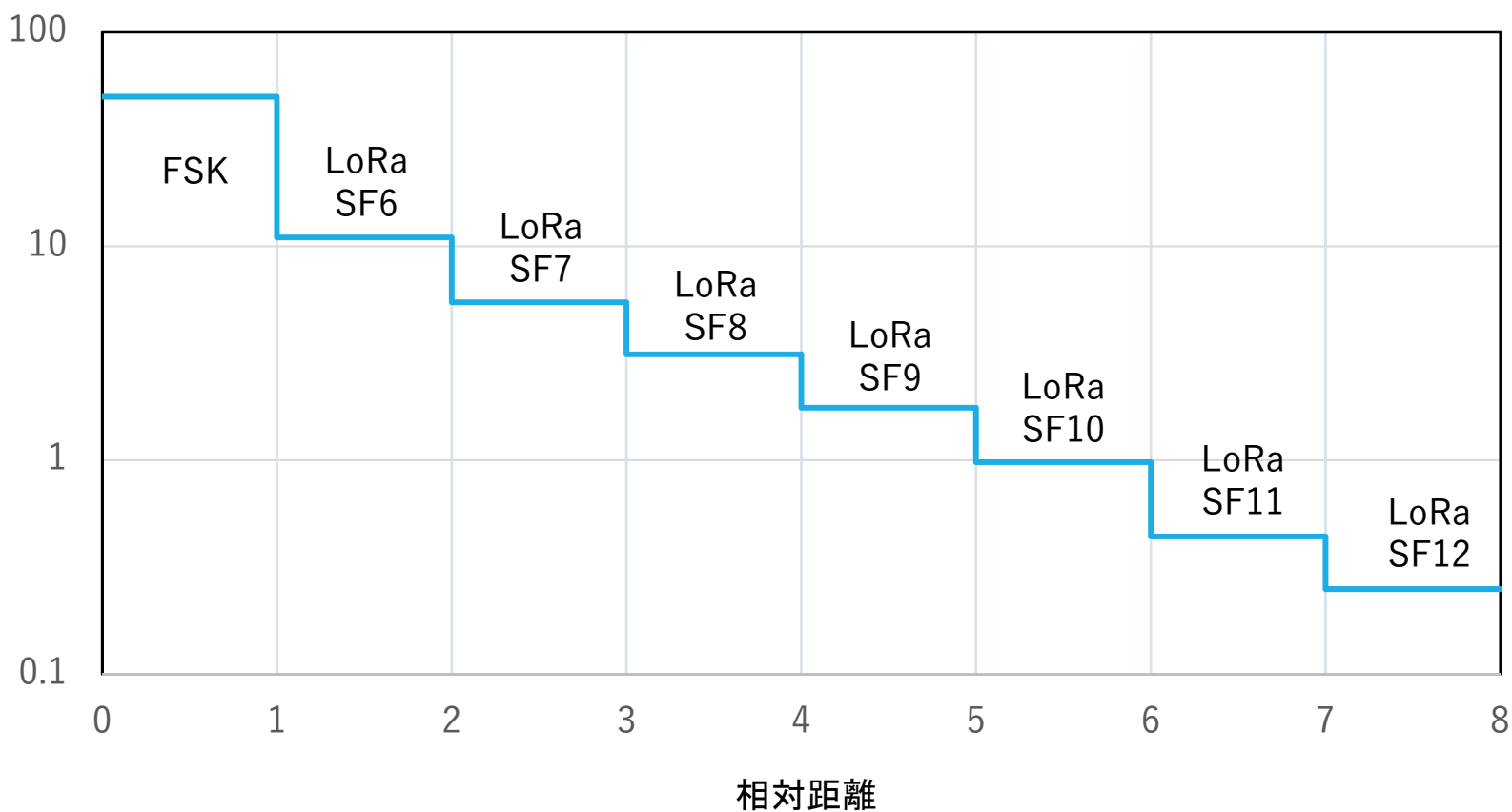
- 独自方式のスペクトラム拡散
- 占有周波数帯域幅：150 kHz

## ■ 通信の対称性

- 基本的に対称通信だが一部非対称
- 基地局は送信電力、受信感度、マルチチャネル同時受信、アンテナ性能、設置条件などの点でデバイスよりも有利
- デバイスは、上りメッセージを送信した後、基地局から下りメッセージを2回受信する
  - 1回目は上り通信と同じチャネルおよびデータレート（対称通信）
  - 2回目は上り通信と異なるチャネルおよびデータレート（非対称通信）

# 適応データレート (ADR)

データレート(kbps)



# 適応データレート (ADR)

変調方式	拡散指数	データレート	4秒送信可能	最大ペイロード
LoRa	SF 12	250 bps	125 byte	59 byte
LoRa	SF 11	440 bps	220 byte	59 byte
LoRa	SF 10	980 bps	490 byte	59 byte
LoRa	SF 9	1.76 kbps	880 byte	123 byte
LoRa	SF 8	3.125 kbps	1,562 byte	230 byte
LoRa	SF 7	5.47 kbps	2,735 byte	230 byte
LoRa	SF 6	11 kbps	5,500 byte	230 byte
FSK		50 kbps	25,000 byte	230 byte

# ZETA

---

# ZiFiSense社



- 2013年に英国ケンブリッジで創業
- LPWA ZETA規格を開発
- 厦門、上海、重慶などで事業展開
- Cambridge Wireless委員の創立メンバー
- 中国LPWAN産業連盟の理事メンバー
- 独自開発LPWANのUNB技術ZETAを  
スマートシティ、スマートライティング、  
スマートコミュニティで広く展開中
- LPWANの先駆企業として、IoTの基盤を構築

## ZETAアライアンス設立

### 2018年6月1日 ZETAアライアンス設立準備総会

Friday, 29th June 2018 REGISTER LOGIN

**BUSINESSWEEKLY**  
A WORLDWIDE WINDOW TO CAMBRIDGE BUSINESS, INNOVATION & TECHNOLOGY

NEWS TECH TRAIL TRADE FLOOR EXPORT THE KILLER 50 BLOGS BUSINESS AWARDS PUBLICATIONS EVENTS CONTACT

HOME / NEWS / HI-TECH / CAMBRIDGE STARTUP SPARKS JAPAN IOT INDUSTRY ALLIANCE

27 June, 2018 - 13:55 By Tony Quisted

#### Cambridge startup sparks Japan IoT industry alliance



Cambridge technology startup ZIFISense has accelerated its worldwide traction by helping to build a global consortium and platform to deliver fast and scalable IoT.

The ZETA Alliance (Japan) was formally established in Tokyo where ZIFISense CEO Dr Zhuoqun Li evangelised the impact of the power play. Based on the ZETA IoT technology developed by ZIFISense, the ZETA Alliance also features Japan's TECHSOR Inc., IT Access Inc., QTnet Inc., and Toppan Printing Co., Ltd.

The aim is to create an innovative ecosystem for low power and wide area IoT targeted at multiple vertical markets and to apply the ZETA LPWAN technology through collaboration with enterprises and individuals across a range of industries.

The standard for unlicensed bands developed by ZIFISense uses Ultra Narrow Band communication in harness with intelligent mesh topology to improve IoT coverage in a cost effective manner.

設立メンバー企業：4社



### 2018年8月31日 ZETAアライアンス設立会員総会



会員企業数：25社  
総会参加企業 Promoter/Adopter会員：18社  
(Promoter：8社 / Adopter：10社)

# 会員企業情報 35社 (12月21日現在)

## ■Promoter (10社)

株式会社エネルギー・コミュニケーションズ  
 アイテックアクセス株式会社  
 アイテック阪急阪神株式会社  
 マクセル株式会社  
 株式会社QTnet  
 株式会社ティーアンドエス  
 TDK株式会社  
 株式会社テクサー  
 凸版印刷株式会社  
 ZIFiSense

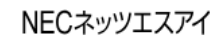
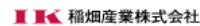
## Promoter



## ■Adopter (15社)

株式会社ID  
 株式会社ACCESS  
 大日本印刷株式会社  
 株式会社阪南コーポレーション  
 稲畑電気産業株式会社  
 株式会社ケイ・オプティコム  
 株式会社クラインズ  
 マイクロサミット株式会社  
 日本電気通信システム株式会社  
 NECネットエスアイ株式会社  
 日本特殊陶業株式会社  
 シリコンテクノロジー株式会社  
 東急テクノシステム株式会社  
 十和田エレクトロニクス株式会社  
 株式会社ウイズオノウェア

## Adopter



## ■Public (8社)

株式会社DSPC  
 常陸興業株式会社  
 亀岡電子株式会社  
 株式会社ミニソリューション  
 日星電気株式会社  
 株式会社スカイテクノロジー  
 スタッフ株式会社  
 帝國製薬株式会社

## Public



## ■Academic (2団体)

東京大学生産技術研究所野村研究室  
 佐賀大学工学系研究科松前研究室

## Academic

東京大学生産技術研究所  
野村研究室

佐賀大学 デザイン工学研究科 工学系研究科  
松前研究室

\*一部、ロゴ掲載準備中の企業様もございます。

# 最新のLPWAN規格ZETAの特長

- **UNB：超狭帯域（2kHz）**
  - 多数のチャネルを利用可能
  - 周波数ホッピングが容易
- **中継器（Mote）**
  - 中継器は基地局の1/10以下のコスト
  - 電池で数年間運用可能
  - 設置場所の自由度高
- **広いカバレッジを確保可能**
  - アドホック・メッシュ・ネットワーク
  - マルチホップ通信が可能（ $\leq 4$ ）
- **経済性**
  - 初期コスト低減
  - 運用コスト低減

ZETA AP



ZETA Mote





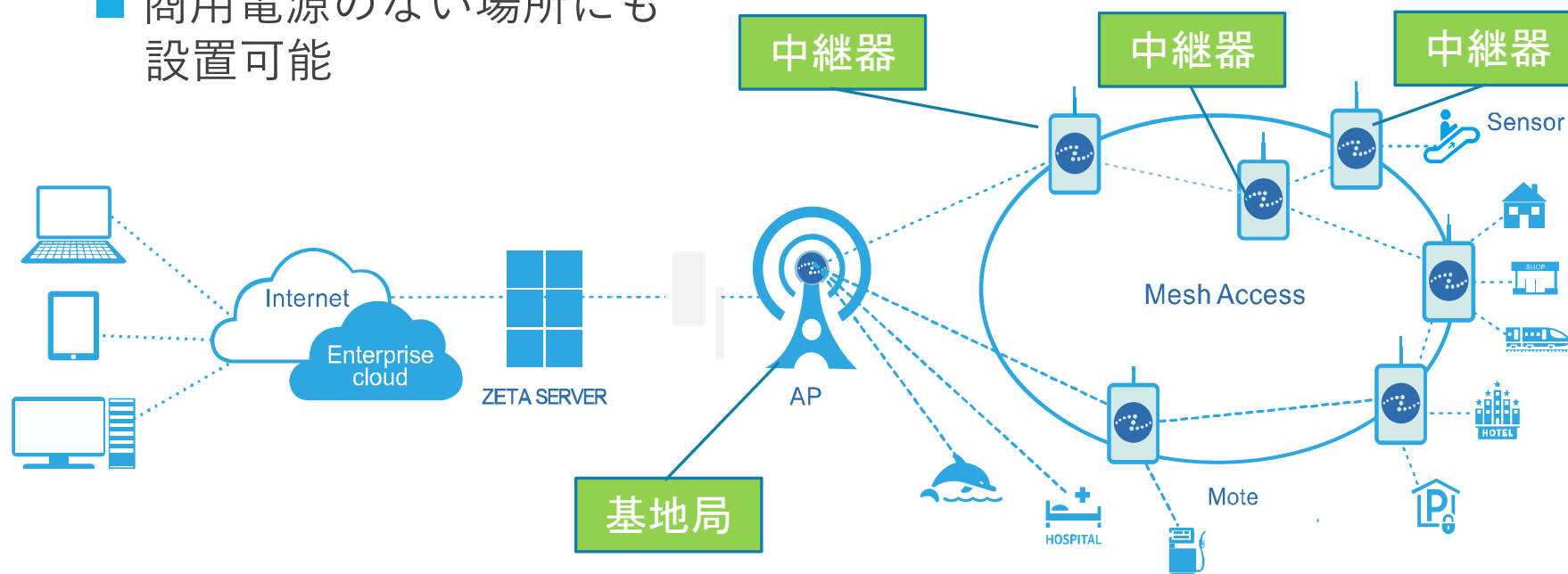
# ZETAのメッシュ・アクセス

## ■ ZETA

- 複合スター+メッシュ
- 中継器の利用により  
低コストでカバレッジを拡大
- 商用電源のない場所にも  
設置可能

## ■ LoRaWAN, Sigfox

- 複合スターのみ
- カバレッジを広げるためには  
基地局を増やすしかない





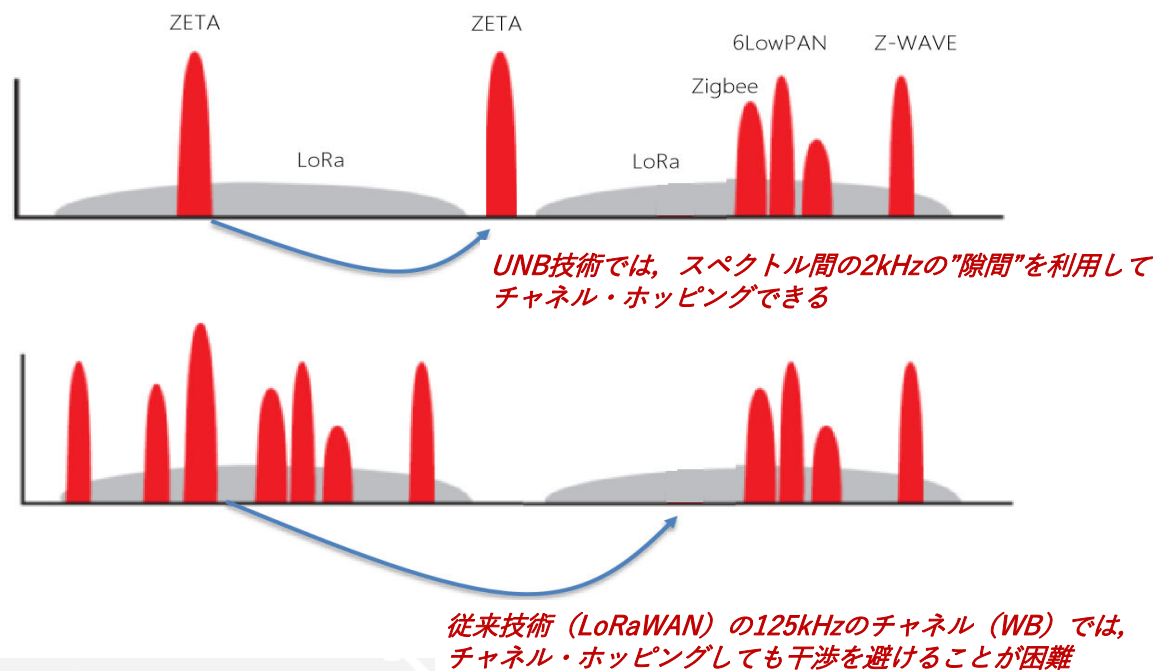
# 超狭帯域 (UNB) 技術



スペクトル・リソースがIoTの普及につれて不足する

ZETAのUNB技術ではスペクトルの隙間に利用可能なチャネルの発見が容易

ZETAの通信チャネルは、わずか2kHzを使うだけなので、スペクトル・リソースの利用効率が大幅にアップし、少ないスペクトル・リソースでも都市部のIoTネットワークを構築可能



# LPWANの比較

---

# LPWANの比較

		ZETA	Sigfox	LoRaWAN	Wi-SUN
開発者		ZiFiSense社	Sigfox社	Semtech社	NICT
標準化団体		ZiFiSense社	Sigfox社	LoRaWAN Alliance	Wi-SUN Alliance
仕様		非公開	非公開	公開	公開
ネットワーク事業者		自営可	独占 (1社/国)	自営可	自営可
ネットワーク・トポロジー		複合スター & メッシュ	複合スター	複合スター	メッシュ
1ホップの到達距離		~ 15 km	~ 15 km	~ 15 km	500 m
最大ホップ数		4	1	1	15
チャンネル帯域幅	上り	2 kHz	100 Hz	125 kHz	200, 400, 600 kHz
	下り		800 Hz		
通信速度	上り	300/600/2400 bps	100 bps	293 bps ~ 50 kbps (ADR)	50/100/200 kbps
	下り		600 bps		
通信回数の制限/日	上り	なし	2回~140回	なし	なし
	下り		0回~4回		

# ZETAの優位性：利用環境依存性

	LPWANの種類				比較条件		
	ZETA	Sigfox	LoRa WAN	Wi-SUN	基地局 (要電源)	障害物	ノイズ源
高層ビル内部	★★★★	★(*1)	★★(*2)	★★(*4)	少	有	無
市街地	★★★★	★★(*2)	★★(*2)	★★(*5)	有	有	有
農耕地・牧場	★★★★	★(*1)	★★(*2)	★★(*4)	少	無	無
山間部	★★★★	★(*1)	★(*3)	★(*4)	無	有	無
総合評価	★★★★	★	★★	★★			

(\*1)： 自営基地局の設置が不可能（特定の通信事業者の独占事業）

(\*2)： 多数の基地局を設置する必要あり


(\*3)： 自営基地局の設置が困難（商用電源が必要）

(\*4)： 多数の中継器を設置する必要あり（通信可能距離が短いため）

(\*5)： 利用可能チャンネル数の制約あり（広帯域のため）

# Agenda

---

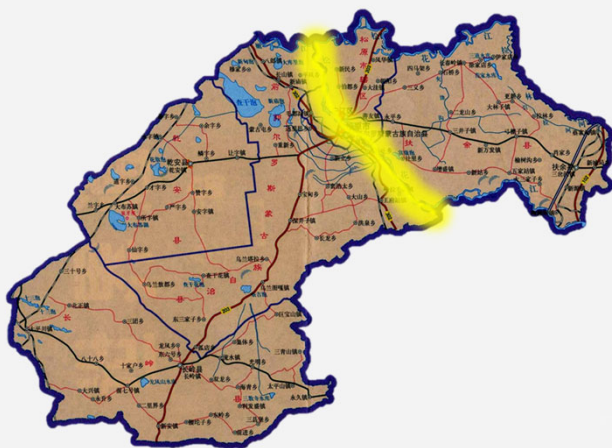
- IoTとLPWAN
- 主要なLPWAN
-  ■ ZETAの応用事例
- 今後の展望



# ZETA®環境モニタリングの事例



- 水位計と水質モニタリング設備を5km間隔で設置し、查干湖（吉林省松原市）の水資源を監視
- 查干湖の面積は307 km<sup>2</sup>，中国で7番目に大きい淡水湖
- 中国松原市の長さは120km，查干湖の周囲は104.5km  
45セットの設備で松原市の水資源を監視可能

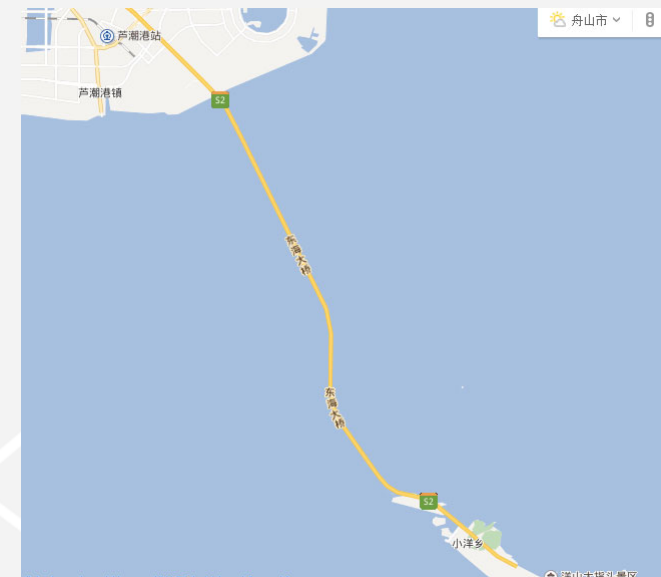


水質水位検査



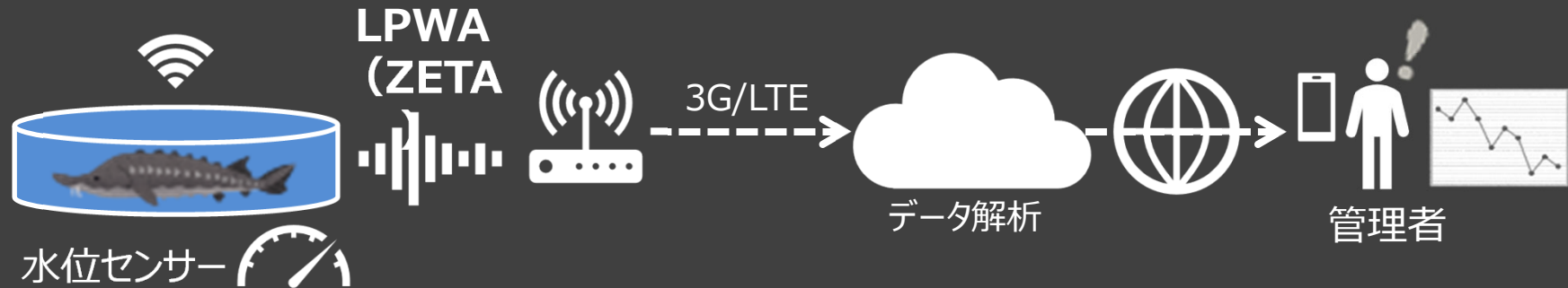
- 東海大橋（上海）の長さ：32.5km（世界3番目）
- かつては、橋の点検のために毎日多数のスタッフが巡検を実施
- 現在では、スマートブリッジ・システムを使って、人件費を節約

- オープニング・センサ：  
衝突の自動開閉の検知，ランプシェードの開閉検知，配電ボックスのカバー開閉検知など
- 姿勢センサー：  
サイネージが乱雑に置かれていたり倒れていないかどうかを検知
- 違法侵入：  
橋の下での釣りなどの違法行動を監視
- 停止違反車両の監視：  
レーダーで車のスピードを観測し，橋の上での停止車両を検出
- 環境モニタリング：  
PM2.5, PM10, SO2, NO2, O3, CO, 騒音などを観測





# チョウザメ養殖場の育成環境モニタリング



場所	チョウザメ養殖場 (宮崎県東臼杵郡椎葉村内)
目的	リアルタイムに生簀の状態を把握し キャビアの生産性向上を図る
内容	水位などのセンサー情報をLPWAで取得し、 遠隔地の管理者に生簀の状態を通知する
協力 企業 団体	有限会社鈴木組 株式会社ソフモ アイティアアクセス株式会社 株式会社テクサー

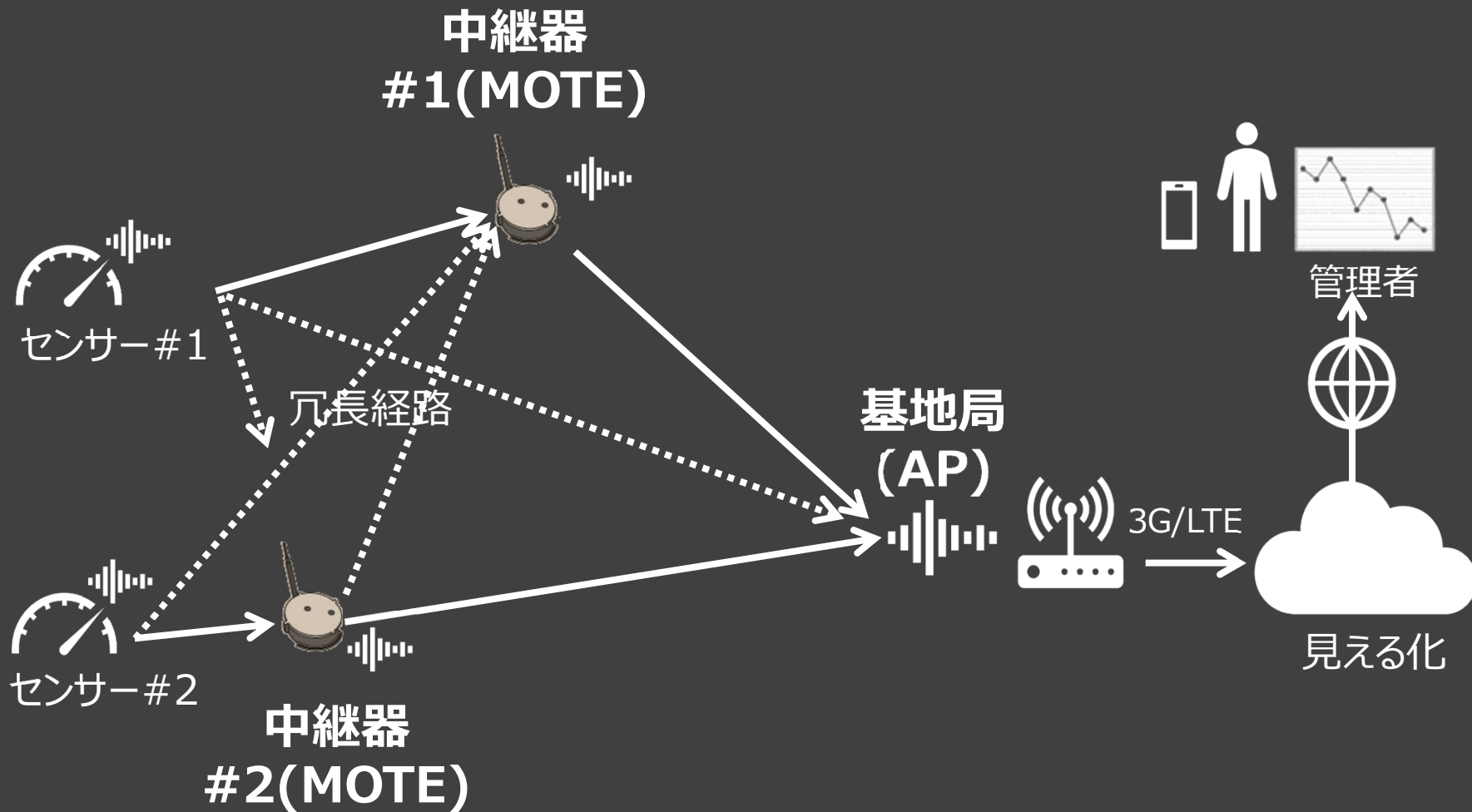


キャビア  
「HINATA」

※ LPWA (Low Power Wide Area) : 省電力で広域をカバーできる無線ネットワークの総称



## 実証実験構成②



# 交通インフラの遠隔検査

- 日本の交通インフラ（高速道路網等）は高度経済成長期に建設
  - 名神高速道路（栗東-尼崎間）開通：1963年
  - 東海道新幹線：1964年
- 半世紀が経過し、老朽化が進行
- 現在の点検方法
  - 目視と打検（人手）
  - 膨大な人件費が必要
- ITを用いた点検方法の例
  - ドローンによる写真撮影と解析
  - 発見された亀裂の進行度合いを亀裂変位計で計測

# 亀裂変位センサ設置場所

## ■ 東大阪市春宮跨道橋



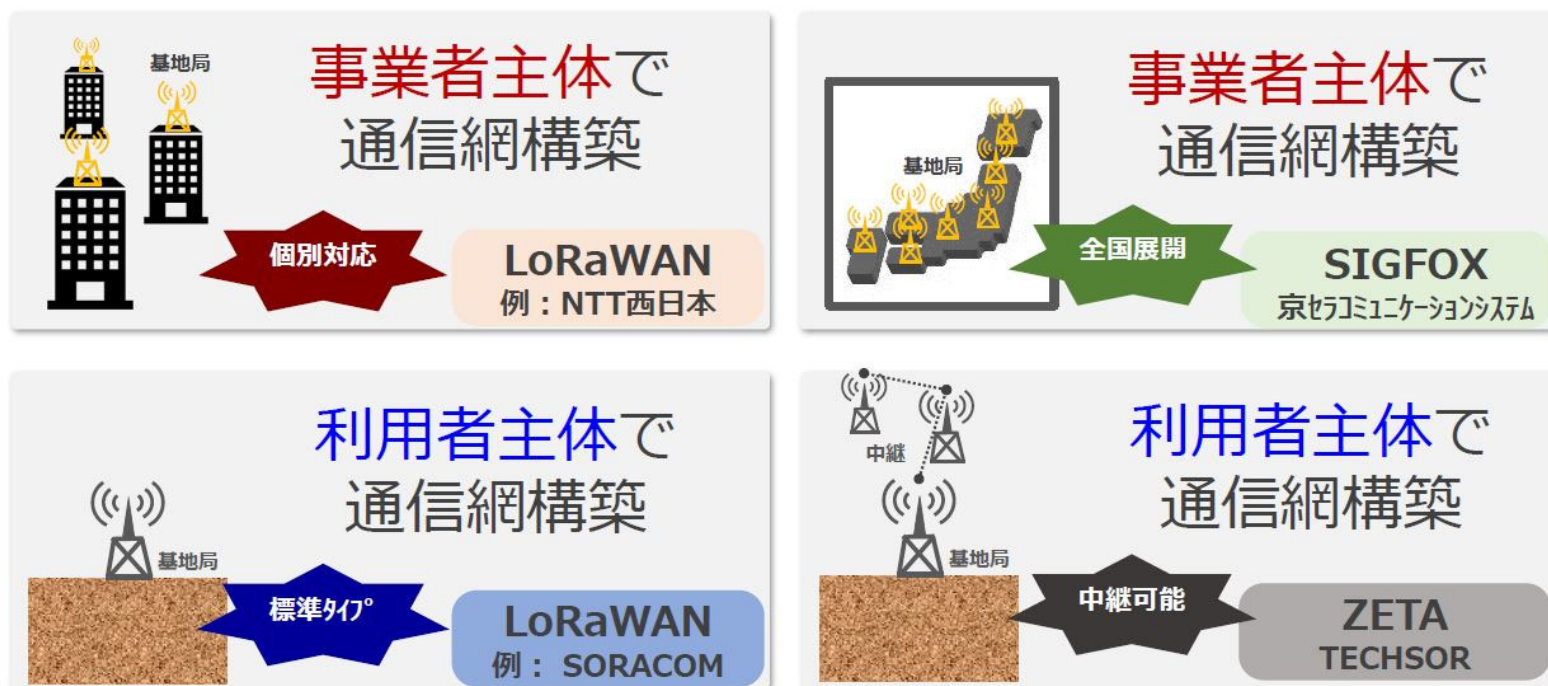
# 東大阪市での実証実験 (KIIS)

大阪大学 小泉圭吾 先生提供



# 評価対象となったLPWAN

## LPWAの種類と選定



## カバレッジ，通信可能距離，受信率の比較

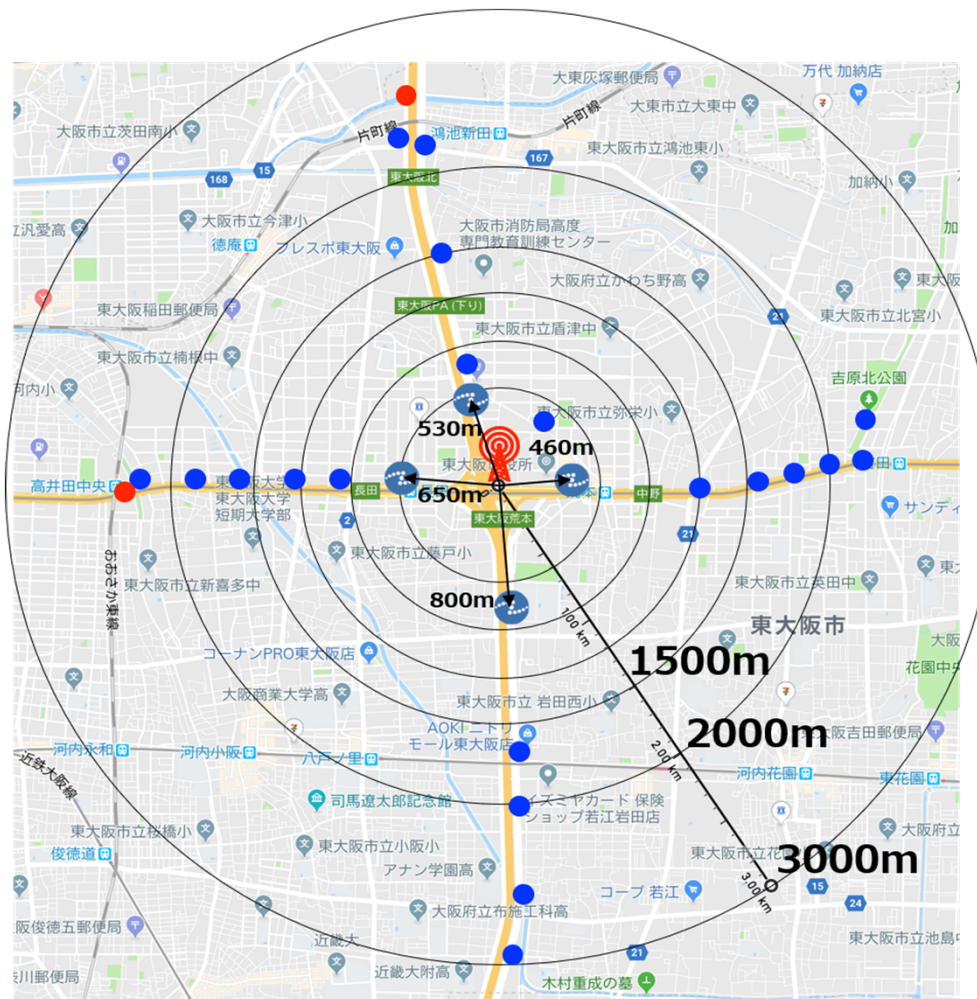
システム	通信事業者 / 自営	カバレッジ	通信可能距離	受信率
Sigfox	通信事業者	83%		99 %
LoRaWAN (NTT西日本)	通信事業者	100%		100 %
LoRaWAN (SORACOM)	自営		1.5 km	70 %
ZETA	自営		3.0 km (中継器)	100%

# ZETA基地局との直接通信





# ZETA 中継器 + 基地局



# 最新の農業用環境センサノード

- LPWAN (ZETA) 対応
- 基本環境情報のセンシング
  - 気温, 湿度, 照度
- 土壌情報のセンシング
  - 温度, 水分量, pH, 電気伝導度 (EC) など
- NB-Innovations社製  
Watcher Pro
  - 20種のセンサを提供



# 農業用センサを用いた事例

---

- 広島県大崎下島でのレモン栽培
  - 島しょの傾斜地でのレモンの圃場の環境監視
- 東京都立川市でのレモン栽培
  - 寒冷地でのレモン栽培の実施

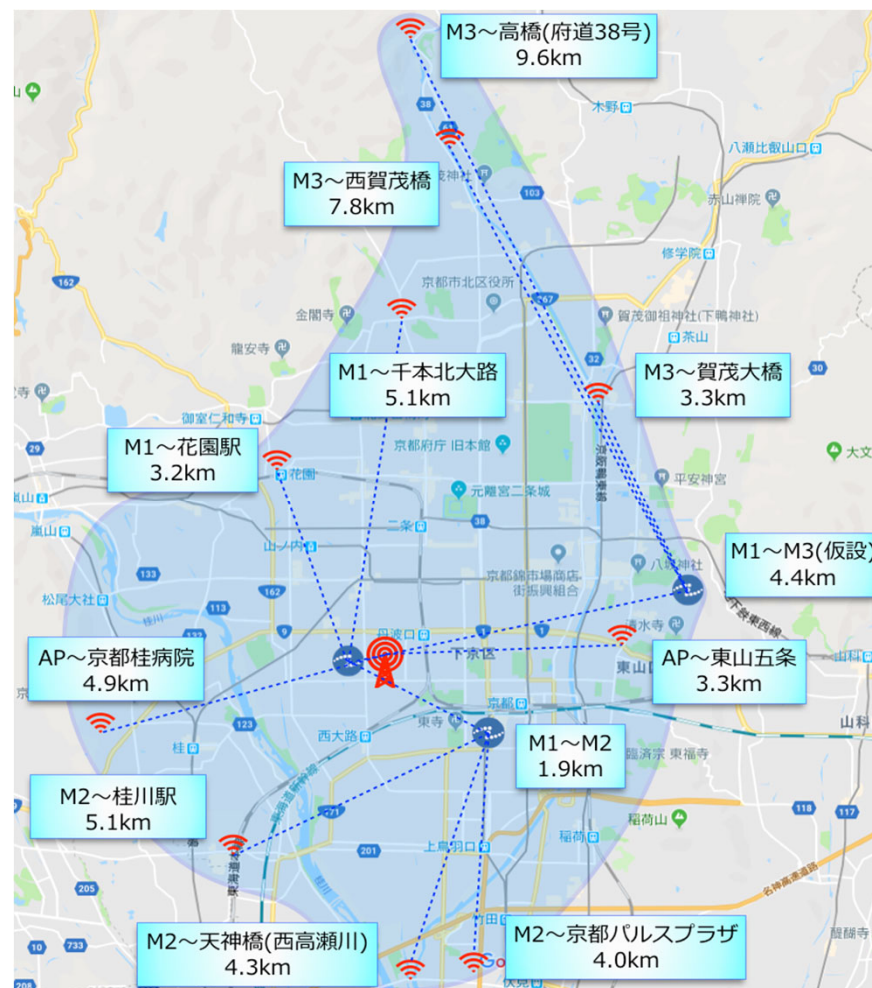
# 京都市での実証実験

---

- カバレジの調査
- 京都市山科区の山林での土砂災害予知
- 建仁寺塔頭 両足院での池の水質の監視
- 京都市中央卸売市場のスマート化
  - 冷蔵庫の温度・湿度の管理
  - 扉の閉め忘れの監視
  - ゴミの不法投棄の監視
  - など

# 京都市内のカバレジの調査

- 基地局1基と中継器数台で中心部をカバー可能
- 設置コストも運用コストも安価
- 中継器の利点
  - 安価（18,000円）
  - 商用電源不要  
電池で数年間駆動
  - 設置場所の選択容易



# 土砂災害



避難意識アンケート  
避難した人約3%

地域

「避難指示」の広島市で…避難した人は3% 意識調査で判明

テレビ新広島

2018年8月1日 水曜 午後7:31

# 土砂災害の予知

---

## ■ 現状

- 降雨量，土中の水分量の観測を行い土砂災害の発生を予知，避難勧告を通知

## ■ 課題

- 観測点の間隔が広すぎる（数km間隔）ために，測定結果に基づいて避難勧告を出しても，住民が自分の事として捉えにくい

## ■ 対策：予測精度の向上

- 測定点の間隔を数10m程度に狭める
  - 多数のポイントでデータを収集
  - 降雨の状態によって測定時間間隔を調整
- 京都市山科区の山林での評価実験準備中

## 環境保全：水質監視用センサー 京都市東山 建仁寺塔頭 両足院

このプロジェクトは、2018年11月11日放映のNHKニュース「京いちにち」で紹介されました。弊社のセンサノードが使われています。




水質浄化の技術活用

寺院の池の水 きれいに



# Agenda

---

- IoTとLPWAN
- 主要なLPWAN
- ZETAの応用事例
-  ■ 今後の展望

# SDGsへの取り組み

**SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS**  
世界を変えるための17の目標

<p><b>1</b> 貧困をなくそう</p> 	<p><b>2</b> 飢餓をゼロに</p> 	<p><b>3</b> すべての人に健康と福祉を</p> 	<p><b>4</b> 質の高い教育をみんなに</p> 	<p><b>5</b> ジェンダー平等を実現しよう</p> 	<p><b>6</b> 安全な水とトイレを世界中に</p> 
<p><b>7</b> エネルギーをみんなにそしてクリーンに</p> 	<p><b>8</b> 働きがいも経済成長も</p> 	<p><b>9</b> 産業と技術革新の基盤をつくろう</p> 	<p><b>10</b> 人や国の不平等をなくそう</p> 	<p><b>11</b> 住み続けられるまちづくりを</p> 	<p><b>12</b> つくる責任 つかう責任</p> 
<p><b>13</b> 気候変動に具体的な対策を</p> 	<p><b>14</b> 海の豊かさを守ろう</p> 	<p><b>15</b> 陸の豊かさも守ろう</p> 	<p><b>16</b> 平和と公正をすべての人に</p> 	<p><b>17</b> パートナーシップで目標を達成しよう</p> 	<p><b>SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS</b></p> <p>2030年に向けて 世界が合意した 「持続可能な開発目標」です</p>

資料：国連広報センター

# IoTを用いて解決できそうな課題

---

- ゴール3： 健康な生活
- ゴール6： 水
- ゴール7： エネルギー
- ゴール9： インフラ
- ゴール11： 安全な都市
- ゴール12： 持続可能な生産・消費
- ゴール13： 気象変動
- ゴール14： 海洋
- ゴール15： 生態系・森林

# 里山が抱える諸課題への施策

---

- 人口減少と高齢化対策
- 農耕地および山間部の環境保全
  - 害獣による圃場および山林への被害の削減
  - 圃場と植林地への防護柵の設置と保守
  - シカ、イノシシなどの害獣の個体数のコントロール
- 産業の振興
  - 農林業の第六次産業化
  - スポーツ環境の整備
  - 登山者・入山者の見守り
- 住みやすい環境の整備
  - 高齢者の見守り
  - 児童生徒の見守り

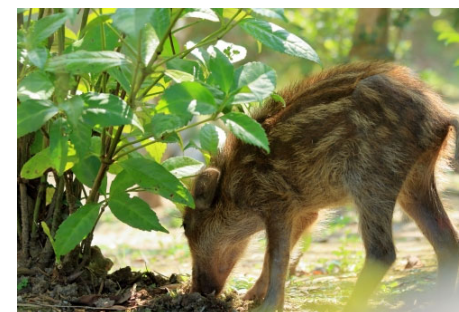
# IoTを用いた解決策の提案

---

- 獣害の削減とジビエの商品化
- 農業生産性向上と高付加価値化
- 住民の福利環境の整備と見守り
- 外部からの来訪者の見守り
- 防災と交通インフラの保全

# 害獣による農作物被害（H28年度）

- 被害金額：約172億円
  - 前年度比 △約5億円，△3%
- 被害面積：約6万5千ha
  - 前年度比 △約1万6千ha，△19%
- 被害量：約49万t
  - 前年度比 △約1万t，△2%



- 主要な獣種別の被害金額
  - シカ：約56億円（前年度比 △約3億円，△5%）
  - イノシシ：約51億円（前年度比 △約6千万円，△1%）
  - サル：約10億円（前年度比 △約6千万円，△5%）