

IoTセンサーによる昭和基地 遠隔監視

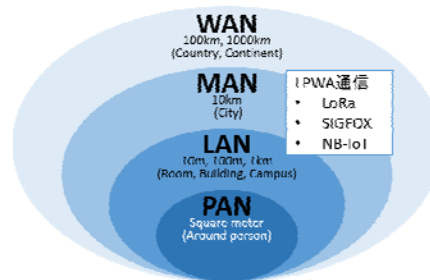
村田健史(1)、岡田雅樹(2)、水原隆道(3)、
山本和憲(1)、Praphan Pavarangkoon(1)、村永和哉(1)

- (1)情報通信研究機構
- (2)極地研究所
- (3)クリアリンクテクノロジー

LPWA(Low Power, Wide Area)と呼ばれるIoT向けの新たな通信技術が注目を集めており、ZigBee、Lora、SIGFOX、Wi-SUNなど様々な低電力通信技術及び通信デバイスが公開されている。本研究ではLPWA技術を用いて遠隔地から西オングル宙空観測施設基盤システム監視を行う技術を提案する。

背景(1) IoTとLPWA

- IoT(Internet of Things)
 - 2022年までに50億台のデバイスがLPWAによってネットワーク接続されると予想
- LPWA(Low Power Wide Area)通信の普及
 - なるべく消費電力を抑えて遠距離通信を実現する通信方式
- LPWAの利用が期待される分野
 - インフラ(電気、水道、ガス等)
 - 一次産業(農業、酪農、狩猟等)
 - 産業機器(工場、重機等)
 - 防災(水害、地滑り、落盤、橋梁監視等)
 - GPSトラッキング(子供、高齢者、ペット等)
- LPWAの分類
 - PAN⇒LAN⇒MAN⇒WANの順に広域
 - セルラー系IoT(免許必要)と非セルラー系IoT(アンライセンス)
 - 昭和基地IoT監視ではMANが有効と予想
 - 本研究開発ではLoRaを採用
 - 市販のLoRaモジュールを利用して独自の通信デバイスを開発



LPWAの分類

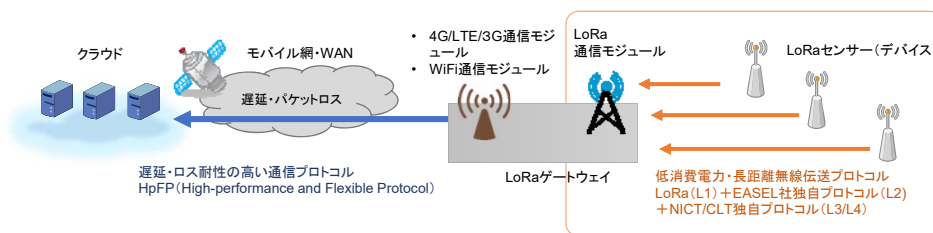
- PAN⇒LAN⇒MAN⇒WANの順に広域
- 昭和基地IoT監視ではMANが有効と予想

背景(2) LoRa

LoRa

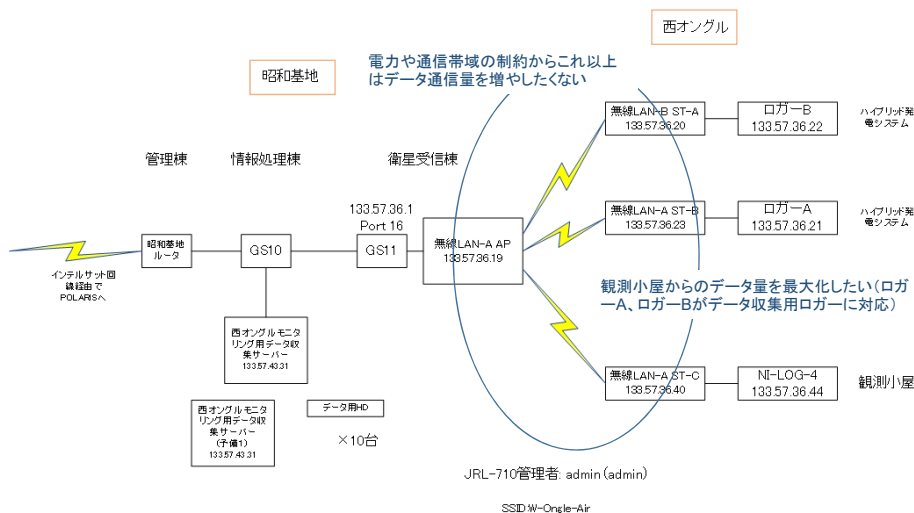
- LoRa Alliance (米のSMETECH社が中心となり2015年に設立、IBM、シスコ、オレンジなどの大手IT企業や通信事業者がメンバー)により策定されているオープンな技術仕様
- 「LoRa」はローレベルの物理層の規格の名称
 - 上位層まで含めた規格の一つがLoRaWAN (SORACOM)
 - NICT/CLTは独自のLoRa通信規格を開発中

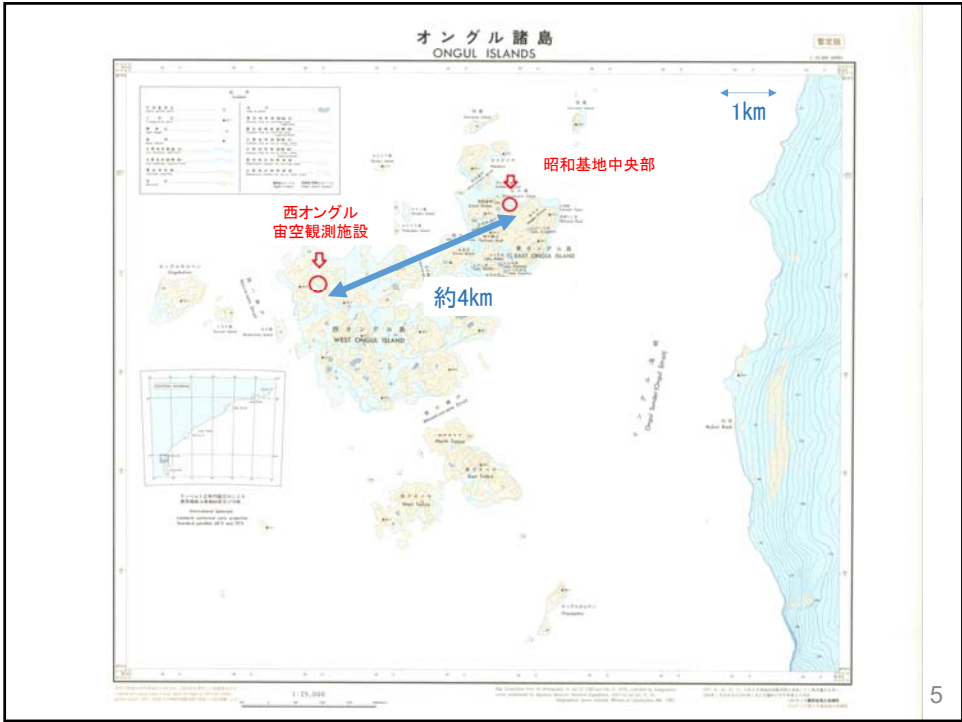
名称	SIGFOX	LoRa	NB-IoT
推進団体・企業	SIGFOX	LoRa Alliance	3GPP
電波免許	不要	不要	要
利用周波数帯域	Sub-GHz帯	Sub-GHz帯	LTE帯域
通信速度	約100bps	約250bps	約100kbps
最大通信距離	50km程度	15km程度	20km程度



西オングルまでのネットワーク構成図

西オングル行き無線LANシステム概念図(JAR56)





IoTセンサー疎通実験(1) 屋外実験結果 京都府精華町けいはんなプラザ近郊



IoTセンサー疎通実験(1) 屋外実験 まとめ

- “やや見通し”がある場合
 - 親機(受信側)と子機(送信側)の方角に直接の見通しがなくても大きく空間が広がっている場合
 - アンテナの開けた空間方向に子機が位置する場合(一定の程度の住宅街・丘陵部程度)⇒**約4~5kmの伝搬**
 - ビルの逆方向に子機が位置する場合⇒**伝搬性は良くない**
 - 【予想】それぞれアンテナを屋外に出せば、もう少しよい結果になると思われます。
- “本当に見通し”がある場合
 - 河川敷や田畑など本当に見通せる場所であれば公称値で34km(計測では未確認)



IoTセンサー疎通実験(2) 室内実験結果

京都府精華町けいはんなプラザ建物内



- 場所: けいはんなプラザ (<http://www.keihanna-plaza.co.jp>)
- 親機(受信側): 13階建てビルの7F北側中央部窓付近に設置
- 子機(送信側): 館内をくまなく移動
- 結果: 全館、エレベータ等を含めほぼすべて信号は到達

<http://www.keihanna-plaza.co.jp>

Powered by
NICT ScienceCloud

9

Raspberry Pi

- 内蔵ハードディスクなどを搭載しない代わりに電源やSDカードストレージを装着することによって使用できるワンボードマイコン
- 2012年2月にラズベリーパイ財団より安価な教育用のシングルボードコンピューターとして開発
- Debian準拠のOS(Raspbian)によるプログラミング環境
- H.264エンコーダ・デコーダをオンボードに標準搭載

Raspberry Pi 3



Raspberry Pi camera
(8Mピクセル)



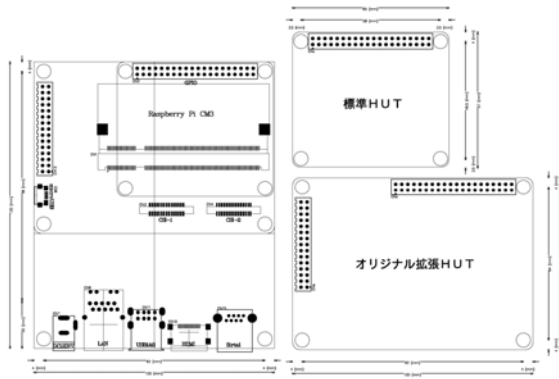
Raspberry Pi zero



Raspberry Pi zero WはWiFiモジュール搭載
(国内では未販売)

NICT ScienceCloud

Raspberry Piキャリアボード開発



	標準RaspberryPi 3	開発キャリアボード
LAN	対応(PoEなし)	対応(PoE対応)
WiFi	対応(省略不可)	規格品はめ込み可能(選択・省略可能)
セルラー 3G/LTE	HAT or USBモジュールの追加が必要	規格品はめ込み可能(選択・省略可能)
他通信規格	HATにて対応	規格品はめ込み可能(選択・省略可能)
通信の各国対応	各国電波法による制限あり	各国規格品でほぼ対応可能
金属ケース対応	ほぼ不可能(内蔵アンテナのため)	対応可能(外部アンテナ可能)
リアルタイムクロック	なし(単体で時刻は使えない)	あり
消費電力	1.4A程度(最大2.5A USB給電含む)	0.7A(SoC最大負荷) + 利用する機能分
電源管理	外付けが必要	対応(間欠動作・時間指定起動など)
ストレージ	microSD x 1	eMMC/4GB + SSDorSD(データ用・任意)
カメラ	CSI2接続 x 1	CSI2接続 x 2(動画・静止画同時対応)
USB/バス	TypeA x 4端子	TypeA x 2端子、miniPCIe, ロック付き端子
耐振動特性	コネクタやHAT利用が脆弱	通常の使用環境で耐性あり
その他	機能追加時にUSB Type-Aソケット、または、HATによる拡張が必要となり、容積肥大化と安定性に懸がある。	面積がやや大きくなるが、標準RP一枚分の高さで容積が小さくなる。障害原因になりやすいコネクタの多くを堅牢な規格品で対応できる。 -40℃～+85℃で動作保証

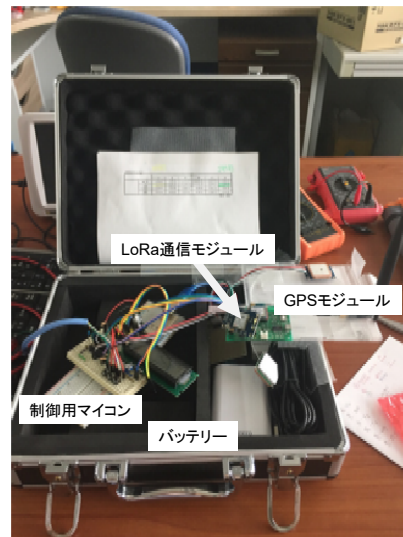
Powered by NICT ScienceCloud

LoRa通信モジュール(親機・子機)

親機



子機(ブレッドボード&ブレイクボード状態)



Powered by NICT ScienceCloud

まとめと今後の計画

- Raspberry Piを用いた独自のLoRa通信デバイス開発(試作中)
 - 「西オングル宙空観測施設」と「昭和基地中央部」での通信は(見通しなどの条件がクリアできれば)期待できそう
- 課題
 - LoRaのためのRPI用HAT基板開発(設計済み)
 - 親機については低温対応のRaspberry Pi独自キャリアボード開発中(7月中に完成)
 - 子機(センサー)開発計画(検討中)
 - 低温対策(できれば極地研・低温実験室で事前試験をしたい)
 - センシング対象の決定とセンサー開発
- 計画
 - 2018年春ごろまでに親機・子機(センサー)試作完成
 - 第59次隊で試験的利用開始(要相談)

LoRaベースのIoTセンサー開発計画

The diagram shows a rectangular enclosure with dimensions 84mm width and 82mm height. The top section is 57mm high and 55mm wide, containing a rain sensor, antenna, and waterproof filter. The bottom section contains two CR2477 batteries, a temperature sensor, a LoRa communication module (ES920LR), and a humidity/pressure sensor.

雨滴センサー

アンテナ

防水フィルター

LoRa トランシーバー (技通通信モジュール) EASEL 社ES920LR

LoRa通信モジュール ES920LR

温度湿度(水分)センサーモジュール 価格 298円(税込)

CR2477

コイン型電池 CR2477(1000mAh 3V)

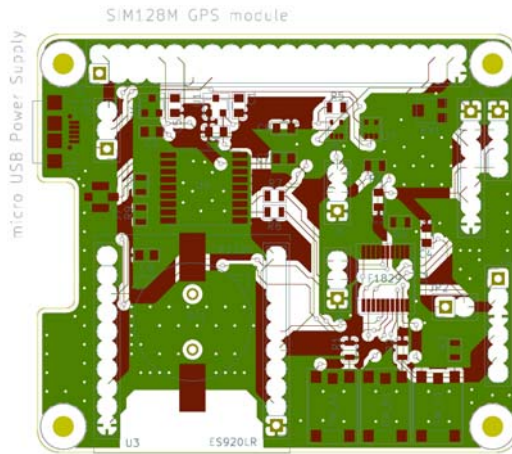
雨滴センサー (HiLetgo LM393)

気象IoTセンサー防水ケース: Speilberg ポリカーボネート製

※図には土壌センサーが含まれていない

Powered by NICT ScienceCloud 14

LoRaのためのRPI用HAT基板の設計



- 1種類の基盤で以下を切り替えて利用
- RPi LoRa HAT (RPIのGPIOから給電)
 - LoRa電波環境測定器 (micro USBから給電)

開発中のLoRaセンサーの緒言

- 一つの親機に対する同時接続センサー端末数は100~150程度
- データ伝送レートは30分に1回程度で10~20Byte/回程度
- コイン電池CR2477 (定格1000mAh) 1個で2~3年間程度運用できる予定 (GPS含まず/制御用マイコンは定電圧・低消費電力型のスリープモードを利用/センサー消費電力は温度センサー程度で常温域)

ES920LR LoRa module
LoRaトランシーバー (技適通信モジュール)
EASEL社ES920LRは外付け

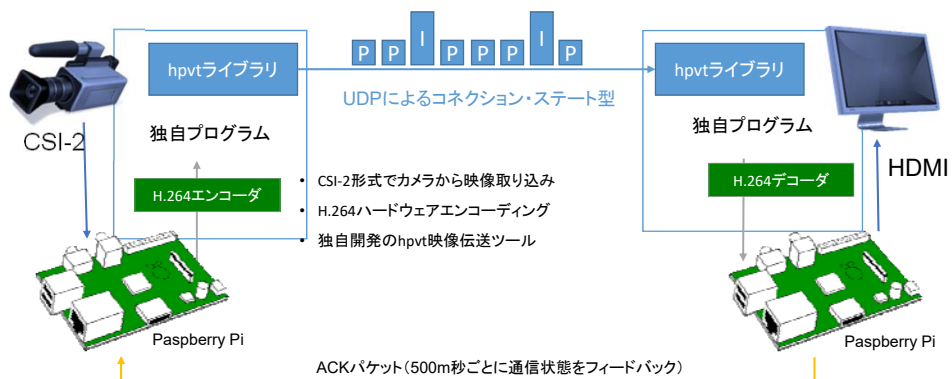
IoT監視対象候補 (西オングル宙空観測施設)

- 太陽電池パネル発電量
- 風力発電機発電量
- 気象情報などのHKデータ
 - 風向、風速



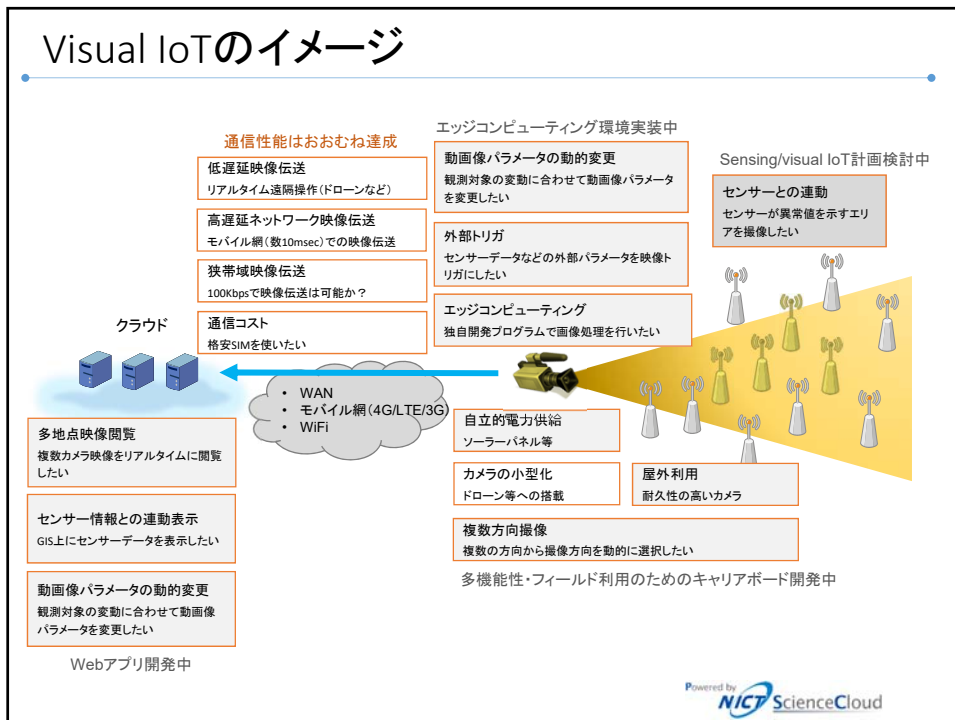
補足資料

高度なH.264映像伝送性能



hpvt (high-performance video transfer) ツール

- ・ Iフレーム優先・可変ドロップフレームによりリアルタイム性を確保
- ・ マルチパケット単位の前方誤り訂正(FEC)によりパケット損失への耐性を確保(最大50%程度)
- ・ RTTに依存した、パケットジッターやリオーダーへの耐性を持つ自己サイズ調整バッファ
- ・ キャプチャ・再生時刻の厳密な管理と誤差補正(再生側で補正)
- ・ 【現時点では】フレームレートや解像度などの自動調整なし

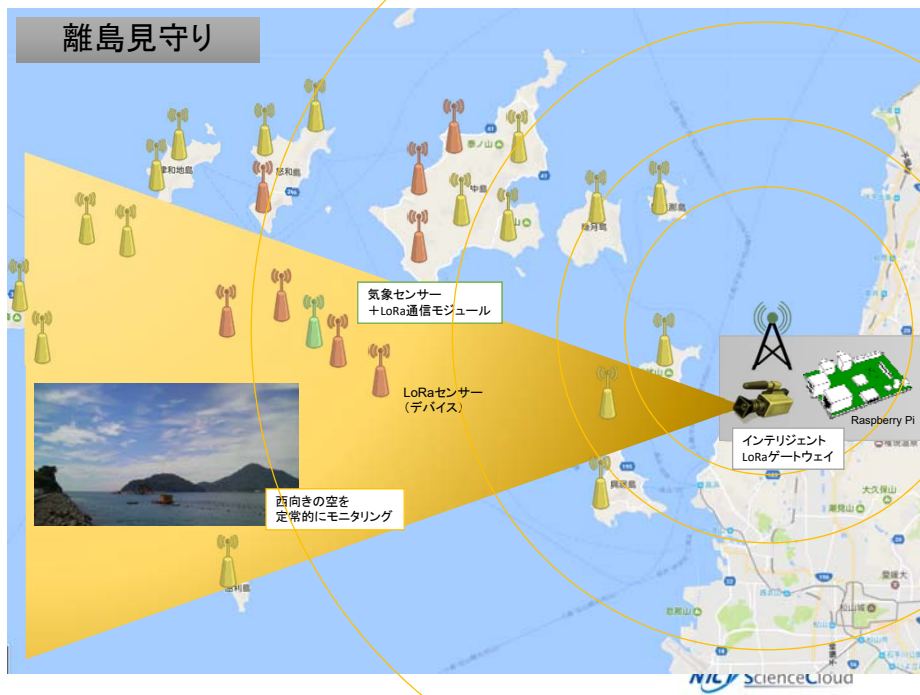




土砂災害対応

Powered by **NICT ScienceCloud**

離島見守り



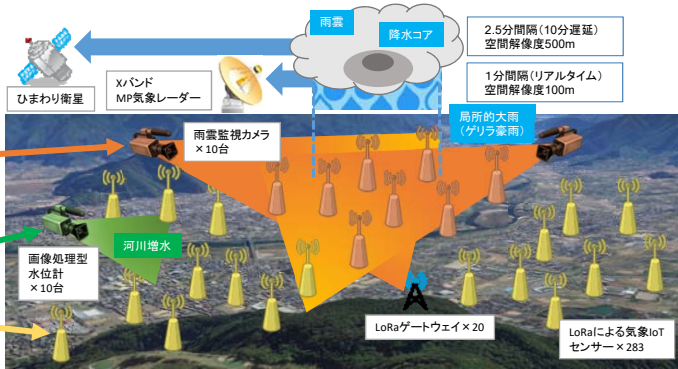
NICT ScienceCloud

283のIoTセンサー、10の
雨雲監視カメラ、10の画
像処理型水位計による
千曲市全域見守り

MNVO高速映像伝送による雨雲監視
10台のカメラ付きセンサーによる雲画像(HD/15fps)(リアルタイム)←IoTセンサーの気象変動検出時のみ

安価な画像処理水位計による河川監視
10台のカメラ付きセンサーによる水位(10分間隔・リアルタイム)・流速(1時間間隔・リアルタイム)・河川画像(HD/15fps)(リアルタイム)←増水時・豪雨時のみ

高空間密度での市内気象監視
283のIoTセンサーによる気温・湿度・気圧・雨滴(10分間隔・リアルタイム)・空間解像度500m



千曲市見守り計画(提案中)