

宇宙利用を含むIoT事業

IoT Network, using Satellite and Terrestrial Links

秋山 演亮¹, 富田 晃彦², 吉廣 卓哉³, 山口 耕司⁴, 広谷 純弘⁴

¹クロスカル教育機構, ²教育学部, ³システム工学部, ⁴災害科学・レジリエンス共創センター

1. プロジェクトの背景

人口減少／少子高齢化が進む中、毎年の台風や近々予測されている東南海地震などの甚大な災害が予測される和歌山県においては防災／減災のみならず農業・漁業・林業・海洋／山林環境保全等でも省力化が必要不可欠である。地域のシンクタンクとしての本学・本センターの責務として、研究開発で終わらない、資金面・人的資源面も考慮に入れた実証的で実際的なIoTのシステムを、防災／減災、および食農分野での構築・利用が必要不可欠である。

そこで2015年頃より旧センターの活動の一環として、宇宙利用も含むIoTにより、防災／減災および地域産業（農業・漁業等）の育成を実施してきた。和歌山県は山間部など地上の通信ネットワークに接続できない広大な領域を有することから、国土交通省近畿地方整備局とは2016年より協力協定を締結し、衛星を利用した安価で省電力可能な環境観測システムの開発・実証試験を実施してきた（国土交通省河川管理研究経費500万円）。また地域住民が装置を簡単に設置し運用出来るシステムの検討を行い（総務省IoT研究開発委託費630万円）、民間企業や地元自主防災組織とも連携し、実証実験と普及を行ってきた（寄付金400万円）。

2. プロジェクトの目的

本プロジェクトは、地域のシンクタンクとしての和歌山大学が担うべき責任として、大きくは以下の3点への協力を目的とする。

1. 和歌山県が進める第三次産業技術基本計画の⑥IT・ソフトウェア・通信技術分野, ⑦農業・林業・水産業分野, ⑧航空・宇宙分野に寄与すること。
2. 和歌山市が進める「科学自然都市協創連合」

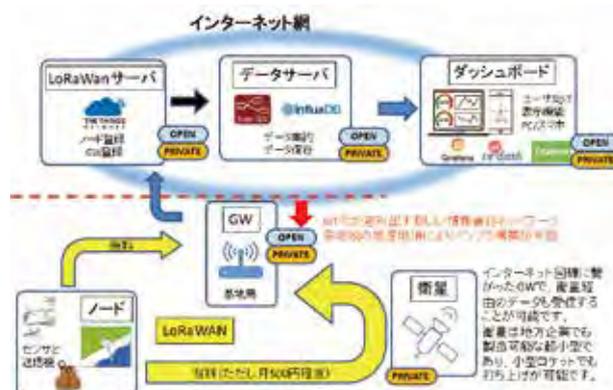


図1 SDGsを目指す本事業のIoTシステム

の活動に協力し、地域でのIoT化の促進と啓蒙に寄与すること。

3. 国土交通省近畿地方整備局との協力協定に基づき、大規模土砂災害対策研究開発機構の活動の一環として、地上通信が困難な山間部における防災／減災活動に協力すること。

これら実現のために宇宙利用も含むIoTを利用した、防災／減災および地域産業（農業・漁業等）の育成の実施を目指す。同時にSDGsの観点から、地産地消にて産業・経済循環を廻すシステム作りを目的とした（図1）。

3. 活動内容

3.1 国土交通省／エイト日本技術開発社／オービタルエンジニアリング社と連携した調査研究

ネットワーク環境を有する平野部、およびこれまでネットワーク環境が脆弱であった山岳部におけるIoTシステムのインシヤルコスト／ランニングコストの比較を行った。また各種センサノードの開発を行った。LoRaWANシステムの通信状況、および中継局を用いた通信範囲拡大効果に関する調査を行った。

3.2 御坊市丸山地区／和歌山市西山東地区／和歌山信愛女子短期大学／紀南電設社と連携した自助／共助による防災／減災活動

内水氾濫が予測される御坊市丸山地区／和歌山市西山東地区に、地域住民と協力し、一部は地元企業（紀南電設）への発注事業として住民設置型水位計の設置を行った。また和歌山信愛女子短期大学と協力し、地域住民にわかりやすい水位情報／避難情報に関する聞き取り調査を行った。

3.3 和歌山市加太地区（加太まちづくり会社、休暇村紀州加太、加太漁協）／和歌山市と連携した農業／漁業支援活動

和歌山市加太地区周辺にLoRaWAN受信局(GW)を設置し、山間部および海上での通信環境の試験を行った。また加太港および加太沖合への海水温計の設置を行い、漁業支援の手法調査を行った。

3.4 醍醐寺／京都府と連携した文化財保護活動

国内に多数存在する、通信環境に劣った山岳寺院において、文化財を保護するための対策の検討を始めた。醍醐寺（自助）・京都府（公助）等とも協力しながら、共助による千年単位の持続可能な防災体制の構築を開始した。

3.5 RE-SOCIAL社と連携した獣害対策活動、アドベンチャーワールドにおける環境計測

IoTシステムの社会実装を進める為に、プラスソーシャルインベストメント社と協力し、京都府山間部にて鹿の捕獲とジビエ産業振興に取り組むRE-SOCIAL社、園内での環境計測の社内運営を進めるアドベンチャーワールド（アワーズ社）にシステムを提供、実証実験を開始した。

4. プロジェクトの成果

4.1 LoRaWANシステムに関する研究成果

主要LPWA方式を比較し、価格面および通信範囲の拡張性から、LoRaWANが有意である事を明らかにした。また市街地へおよび山間部へのIoT器機を設置する場合のインシヤルコスト・ランニングコストを比較し、LoRaWAN方式の優位性を明らかにした（図2・図3）

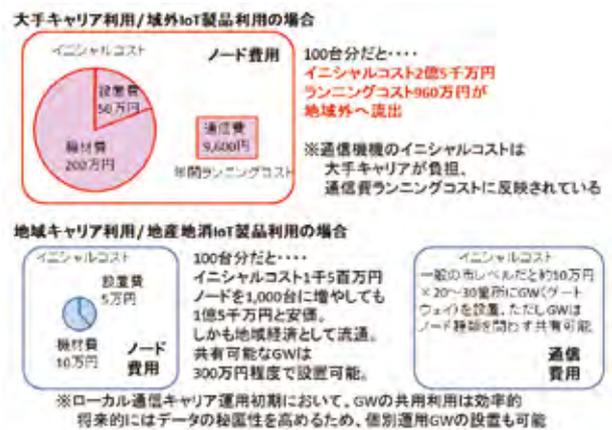


図2 運用コスト比較

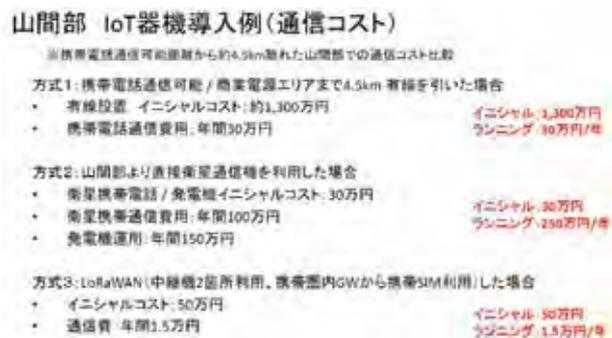


図3 山間部への導入コスト比較

各地に設置したGWを利用して、通信距離に関する実験を行った。和歌山信愛女子短期大学屋上に置いたアンテナからは、和歌山市内を横切り紀ノ川対岸や和歌山大学敷地でも、受信が確認されている（図4）。コスモパーク加太に設置したGWは、友ヶ島沖合紀淡水道近傍でも受信が確認されている（図5）。これらのことから、平野部および海上では見通して



図4 和歌山信愛女子短大GW受信範囲



図5 コスモパーク加太GW受信範囲

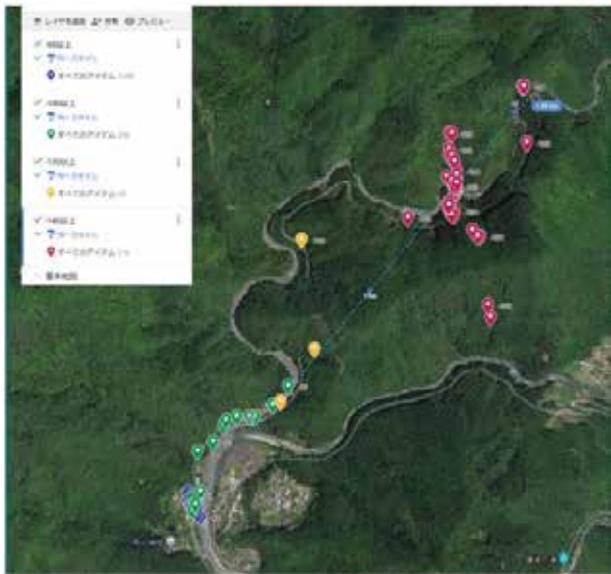


図6 十津川村GW受信範囲

約10kmの通信距離を確保することが出来る事がわかった。また緩やかな山岳等は回折により、山岳直下付近では通信が困難であるが、遠地では通信可能となることがわかった。一方、谷筋に設置されたGWでは山岳に遮られ、通信距離が短くなる。十津川村

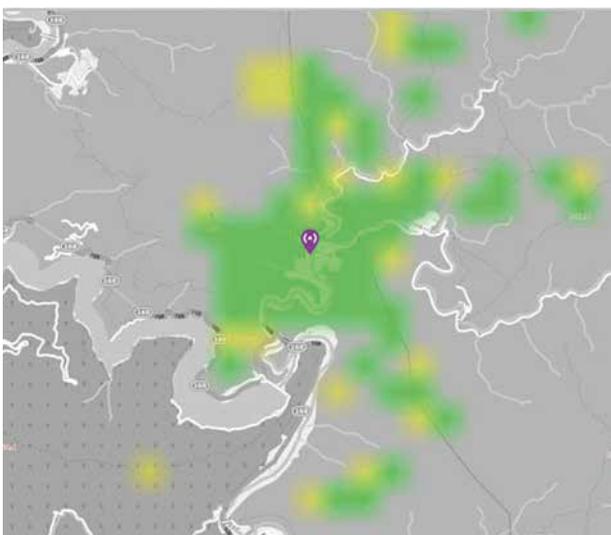


図7 十津川村電波伝搬シミュレーション

栗平地区に設置した場合、山岳面での反射などの効果もあるようだが、1～2kmの受信確認に留まった(図6)。また中継機により通信可能距離が伸びることも確認された。これら電波伝搬状況はシミュレーションソフトによっても見積もることが可能である。

フリーのRadio Mobileを使い検証した結果(図7)は、実際の実証結果(図6)と整合性が見られる。

今後、更なる実証実験により、シミュレーションで利用する各種パラメータに関する精査を行う予定である。

4.2 各種センサーノード／中継機の開発

水位計(超音波センサータイプ(長距離／短距離)(図8)、水圧センサータイプ)、防水温度湿度計(図9)、畷検知機／ワイヤーセンサー(図10)、GPS付き防水温度湿度気圧計(図11)雨量計(柵転倒式、光学式)、傾斜計などの開発と実証実験を行った。

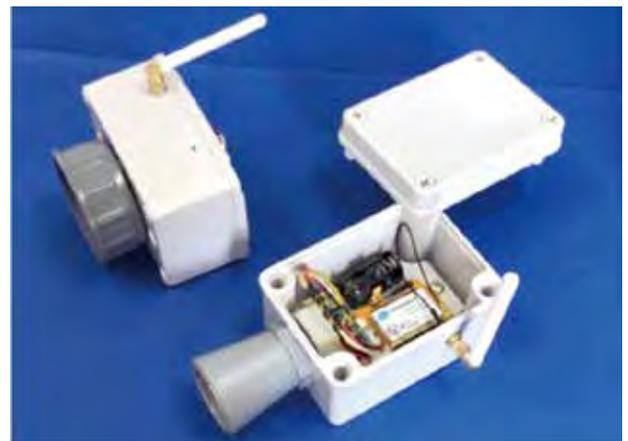


図8 水位計(左:短距離 右:長距離)



図9 防水温度湿度計



図10 震検知機



図11 GPS付き防水温度計

4.3 自助／共助による運用体制の構築

和歌山県内では2019年度の御坊市丸山地区に加え、今年度和歌山市西山東地区にても地元の自主防災組織（丸山自主防災組織）や自治会（西山東連合自治会）からの申請により、河川に正式に水位計を取り付けることが出来た。これは全国的にも初の快挙であり、2020年6月には、山梨県議会からも視察があった。感染症拡大時期でなければ、更なる多くの視察が見込まれており、自助・共助による防災対策のモデルケースとして活用することが出来た。併せて本学N-2棟201号室にはシステムの運用およびセンサーノード等の見学設備を設けた（図12）。前述の山梨



図12 展示室

県議会に加え、和歌山市尾花市長や和歌山市議会・和歌山県議会メンバーによる視察もあり、また和歌山市議会・和歌山県議会では議員質問にも活用に関して取り上げられるなど、今後の自助／共助による運用体制の構築に向けた地域展開となった。県内外での他地域でも、今後運用体制の構築が期待できる。

4.4 資金獲得

国土交通省近畿地方整備局紀伊山系砂防事務所での計測業務として、エイト日本技術開発より220万円の委託費を受け取ることが出来た。また紀南電設社からはIoTを使った防災／減災研究および教育のために100万円の寄付金を受領することが出来た。またプラスソーシャルインベストメント社およびオービタルエンジニアリング社からは、IoTをつかった防災／減災研究および教育に加え、宇宙関連産業の育成研究や教育のためにそれぞれ100万円、220万円の寄付金を受領することが出来た。

5. 今後の予定

2020年度の成果に基づき、2021年度は衛星を利用したIoT回線の研究・開発・実装を進める予定である。衛星については、Lacuna Space社が所有する4機のIoT衛星により受信可能なノードを本学屋上に設け、受信試験を実施している。また国産IoT衛星に関しては今後、テラスペース社と調整を行い、2023年度頃には打ち上げを目指したい。