

球磨盆地を対象とした LoRaWAN 基地局の最適配置の検討

九州産業大学建築都市工学部 学生会員 江崎公信 九州産業大学建築都市工学部 非会員 吉田昂洋
九州産業大学建築都市工学部 正会員 佐藤辰郎

1. はじめに

災害時、行政の広域的な情報のみでは地域住民の避難行動に繋がりにくいことが課題とされている。広域的な情報だけでは迫りくる危機を自分事として捉えられず避難行動に繋がりにくいといわれる¹⁾そのため地域住民が周囲の状況を主体的かつ安全に把握することが重要と考えられ、IoT センサやカメラ等のさらなる活用が求められる。IoT センサの通信には従来の Wi-Fi や 4G/5G 回線ではなく、より低電力で長距離通信が可能な無線通信技術 (LPWA) の 1 つである LoRaWAN に注目が集まっている。LoRaWAN ではセンサと通信する基地局を自ら設置することで自由に通信可能範囲を拡大できる。しかし基地局の設置や配置に関しては知見が少ないのが現状である。

そこで本研究では、球磨川流域の球磨盆地 (図-1) を研究対象に LoRaWAN を活用した基地局の最適配置について検討した。本研究では基地局の通信可能エリアの算出に地形解析の一種である可視解析を活用した。可視解析の適用性を検討した後、基地局の最適配置を検討した。

2. 可視解析の適用性の検討

電磁界理論に基づく一般的に電波の伝搬は、レイトレーシング法や FDTD 法で解析されるが、計算コストに比べて、地物のモデル化精度によっては解析精度が悪い。可視解析はある点から直線的に見通せる範囲を求めるもので電波の反射、回折は考慮できないものの、直進する電波の到達範囲は表現できるものと考えられる。本章では、熊本県人吉市の村山公園に基地局を設置し、可視解析で求めた電波到達予想エリアと現地での通信状況を比較し、可視解析の適用性を検証する。

2.1 研究方法

村山公園に基地局を設置した場合の可視解析を行った。条件は、基地局の高さを 2m、可視解析の範囲を 5km とした。現地にて IoT センサをランダムに 27 地点配置し、0m 地点での通信の可不可を調査した。

2.2 結果と考察



図-1 球磨盆地

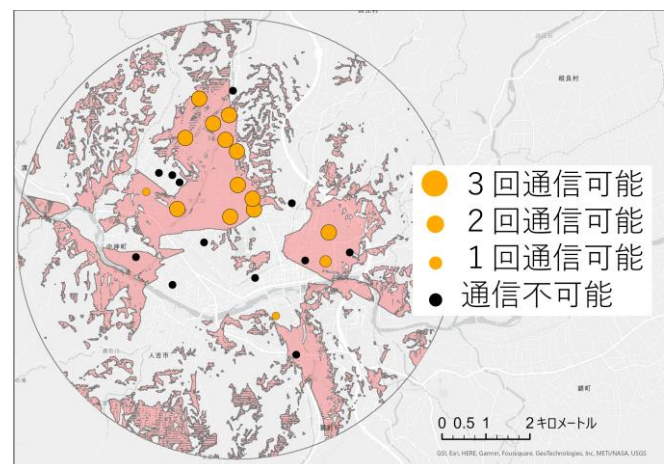


図-2 作成した通信可能エリアと現地調査結果

現地調査結果と可視解析で求めた通信可能エリアを比較した結果、通信可能エリア内にある 16 地点のうち現地調査で通信が可能であった地点は 12 地点、通信可能エリア外の 11 地点のうち現地調査で通信が不可能であった地点は 8 地点であった。再現率は 75% (12/16) であった。電波の直進性のみを考慮した可視解析で求めた通信可能エリアは実際の通信の可不可を概ね反映していると考えられる。通信可能エリアの境界線上から内側 100m 以内の点を除くと通信可能エリア内の 11 地点のうち現地調査で通信が可能であった地点は 9 地点になり、再現率は 82% (9/11) と向上した。

3. 最適配置の検討

球磨盆地 (図-1) を対象に基地局の最適配置を検討し、課題等を整理した。基地局は球磨盆地の範囲

+2km の範囲内に存在する小・中学校，高校と役所の合計 58 地点に設置するものと仮定した。図-3 に示すフローチャートに基づいて基地局の最適配置の検討を行った。

3.1 研究方法

(1) 可視解析

仮定したそれぞれの小・中学校，高校と役所に基地局を設置した場合の可視解析を行った。条件は，各建物と基地局の高さを以下の式に基づいて仮定した。

式：高さ=(3m+0.45m)×階数+0.45m+2m

(2) 検証ポイントの設定

ArcGIS Pro 上で球磨盆地内の球磨川本川を除いた支川上に 1000m 間隔でポイントを発生させ，基地局の通信可能エリアのカバー率を調べるための検証ポイント（145 点）を設定した。

3.2 結果と考察

基地局を最適配置させた際の通信可能エリアを表したものを図-4 に示す。カバーされる検証ポイントの増加がなくなるまで基地局を増やしたが，全ての検証ポイント 145 点のうちカバーされるポイントは 87 点であった。重ならないポイント分布の特徴として谷戸と呼ばれる丘陵地が浸食されて周囲より標高が低い地点が細長く溝状に伸びた谷状の地形に多く分布していることがあげられる。また，最適配置された基地局の中で多くのポイントのカバーする通信可能エリアを持つ基地局の共通点は，周囲が谷に囲まれず，開けた土地であることであった。前節の現地調査の際に基地局とセンサの間に地形的な障壁が存在すると通信が不可能になることは実際に確認されており，谷戸地形の通信は大きな課題といえる。コストの問題が大きいですが，センサの設置が必要な谷戸毎に基地局を設置するしかないか，衛星に基地局を搭載し地形的な制約を受けない通信方式も開発が進められており，そういった方式を部分的に適用することも解決に向けて考えられる。

4 結論

本研究では，球磨盆地を対象に LoRaWAN を活用した基地局の最適配置について検討した。現地での通信状況と可視解析を比較した結果，可視解析で概ね LoRaWAN 通信が可能なエリアを求めることが可能で

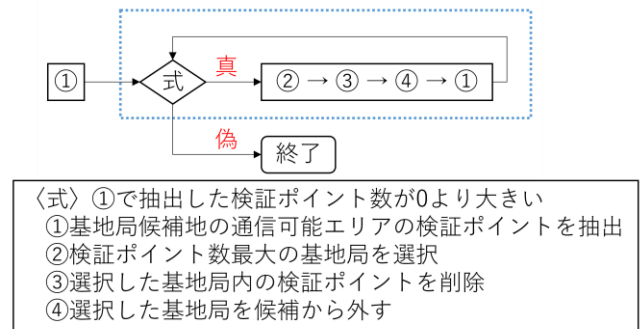


図-3 最適配置フローチャート

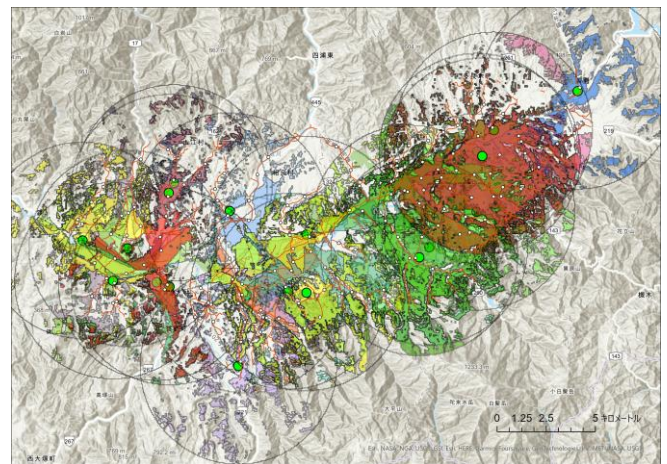


図-4 最適配置通信可能エリア図

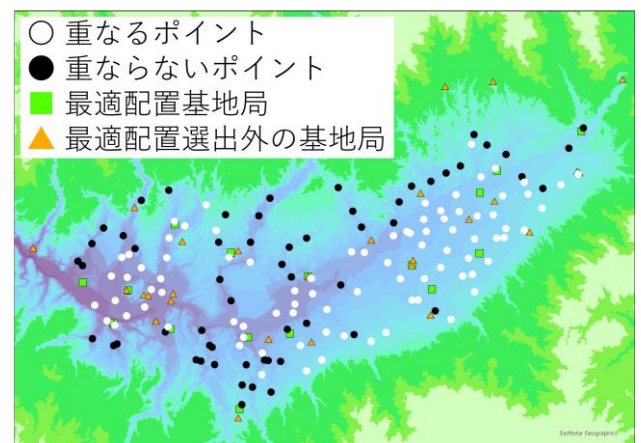


図-5 ポイント&基地局分布図

あることが分かった。また，球磨盆地での基地局の最適配置を検討した結果，21 個の基地局で 60% の検証ポイントがカバーされた。谷戸地形の通信が課題であった。