

# 映像伝送手段として **Wi-Fi HaLow**を使用した モニタリングシステムの提案

明星大学 情報学部 情報学科 4年

末田研究室 氏名 川端下直央

# 目次

1. 研究背景
  2. 研究目的
  3. 提案システム
  4. 実験
  5. 考察
  6. 今後の予定
  7. まとめ
- 参考文献

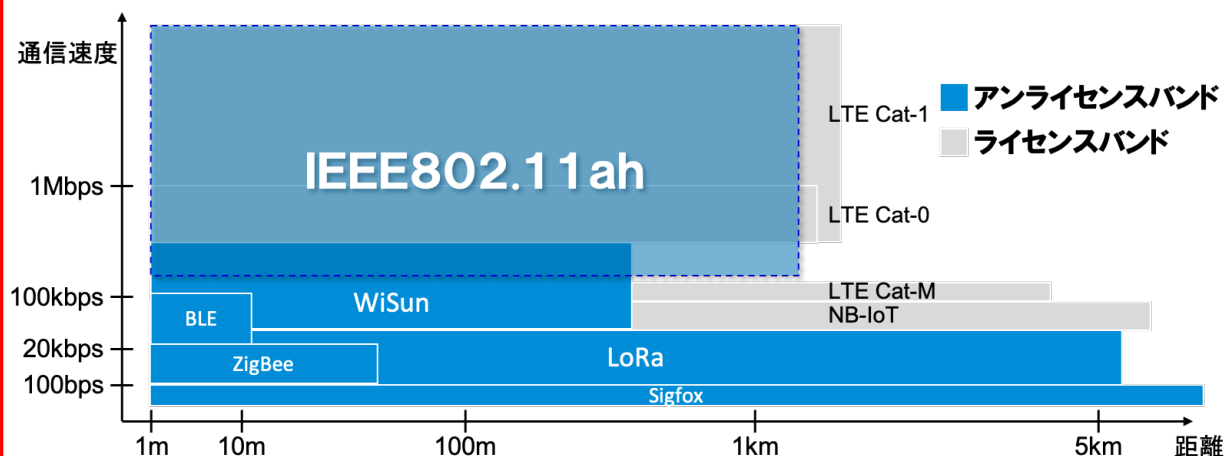
# 1.研究背景

- 2022年Wi-Fi HaLow™ が日本国内で解禁された

IEEE標準規格802.11ah (Wi-Fi HaLow™) は、920MHz帯の周波数を利用する通信手段のひとつで、特にIoTの通信システムとして様々な分野で活用が期待される新しい種類のWi-Fi規格。

## 特徴

- 4GHz/5GHz帯を用いる従来のWi-Fiと比べて伝送エリアが広い
- 免許不要で自営設置が可能
- フルオープンかつ標準規格であるIP通信のLPWA
- 画像や映像に適した、数Mbpsのスループット



# 1.研究背景

## ・屋外モニタリングシステムの需要

### 想定するシーン

災害時やイベント時の移動

### メリット

複数の移動経路が存在する場合、移動者がモニタリングシステムを利用し、空いている経路を選択することで混雑緩和につながる。

### 懸念点

- 広範囲で通信可能なネットワークが必要
- 既存ネットワークが使えない可能性



**Wi-Fi HaLowを映像伝送手段として使用した  
モニタリングシステムを提案**

## 2.研究目的

- Wi-Fi HaLowを映像伝送手段とし、物体検知技術を活用した混雑状況モニタリングシステムを作成

**目的1** 利用者の効率的な移動を支援するモニタリングシステムの作成

**目的2** 実際にシステム上で扱った際のWi-Fi HaLowの性能を評価する

### 3. 撮影デバイス

ロジクール

- BRIO ULTRA HD PROビジネスウェブカメラ

Raspberry Pi 4 Model B

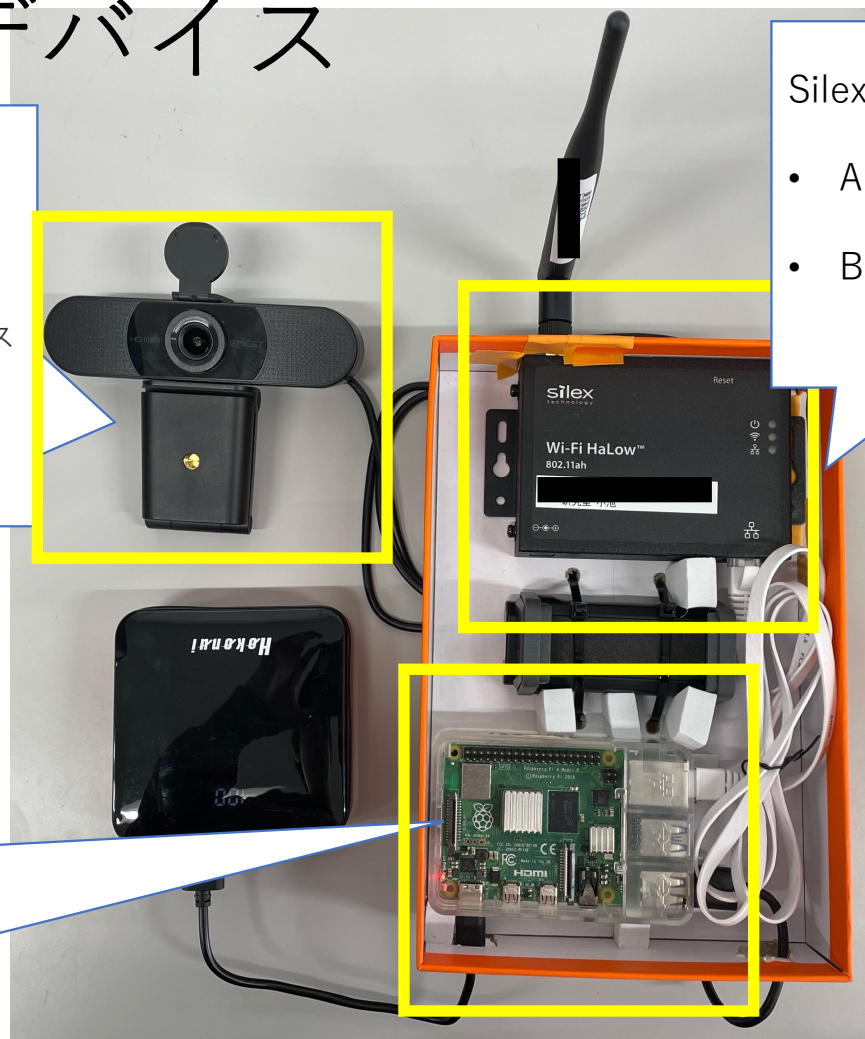
CPU : ARM Cortex-A72

OS : Raspberry Pi OS

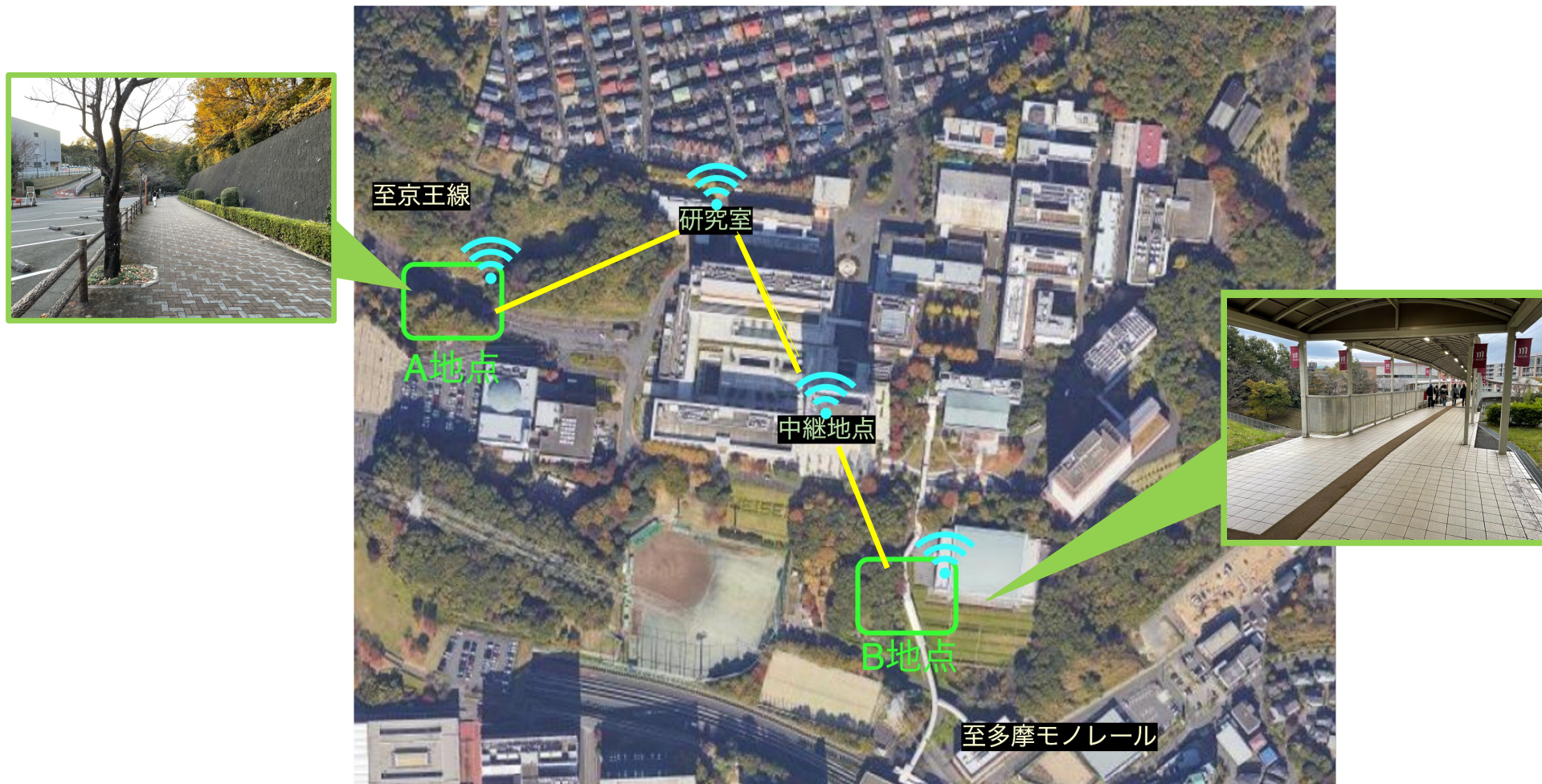
メモリ : 8 GB

Silex

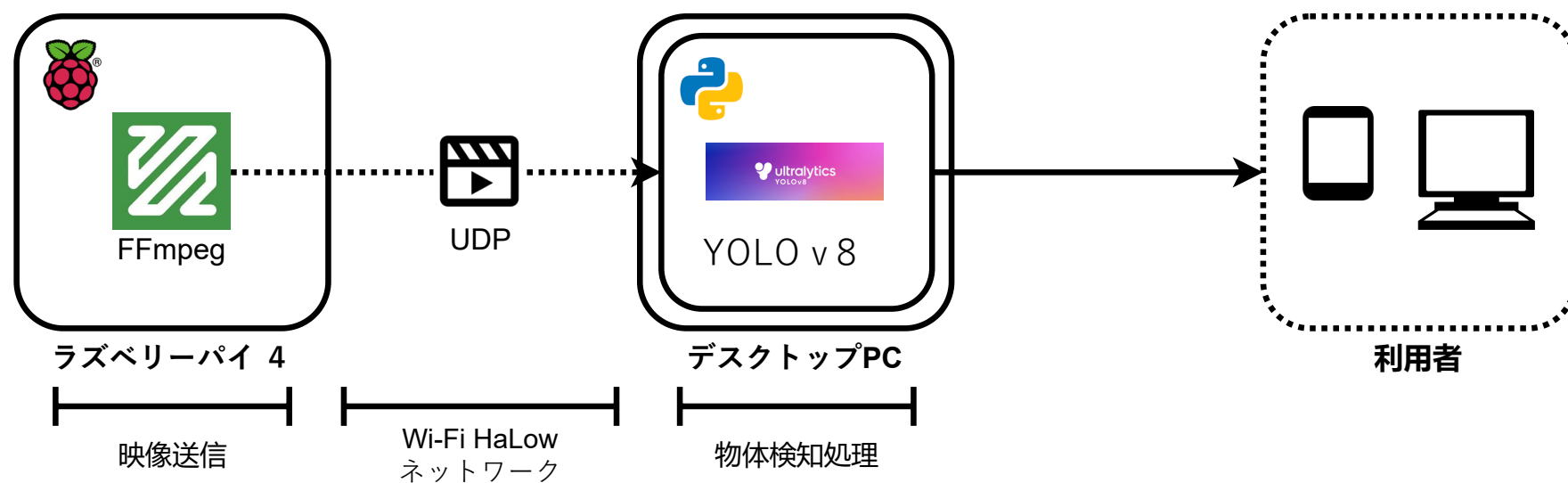
- AP-100AH(JP)
- BR-100AH(JP)



### 3. デバイスの配置



### 3.処理の流れ



### 3. 稼働時の様子



解像度 : 640 × 480  
最大ビットレート : 1M  
fps : 20  
推定 : YOLOv8

### 3. 混雑判定プログラム



YOLOの推定結果は1フレームごとに表示される

```
0: 480x640 11 persons, 120.0ms
Speed: 0.0ms preprocess, 120.0ms inference, 0.0ms postprocess per image at shape (1, 3, 480, 640)

0: 480x640 9 persons, 124.9ms
Speed: 0.0ms preprocess, 124.9ms inference, 5.0ms postprocess per image at shape (1, 3, 480, 640)

0: 480x640 9 persons, 119.9ms
Speed: 0.0ms preprocess, 119.9ms inference, 0.0ms postprocess per image at shape (1, 3, 480, 640)
```

personsの値を1フレームごとに配列に格納し、任意時間あたりの平均値を算出するプログラムを作成した。

算出した平均値が基準値以上であれば混雑判定を表示する。

## 4.実験-1

提案システムが安定して稼働するために必要な入力映像のfpsを調査

コマンラインツール**FFMPEG**で各種パラメータを指定し映像伝送を行なった。

|          | 5fps    | 10fps   | 15fps   | 20fps～  |
|----------|---------|---------|---------|---------|
| 映像の滑らかさ  | △       | ○       | ○       | ○       |
| 平均ビットレート | 約200bps | 約390bps | 約550bps | 約750bps |

映像が途切れ途切れになってしまう。

解像度はVGA(640×480)

fpsの設定値を5以下にしてみるとYOLOの推論がうまく行われなかった。  
fps20以上の値を設定した映像伝送はすべて20fpsとなってしまった。

## 4.実験-2

### RSSIと伝送される映像、平均スループットの関係を調査

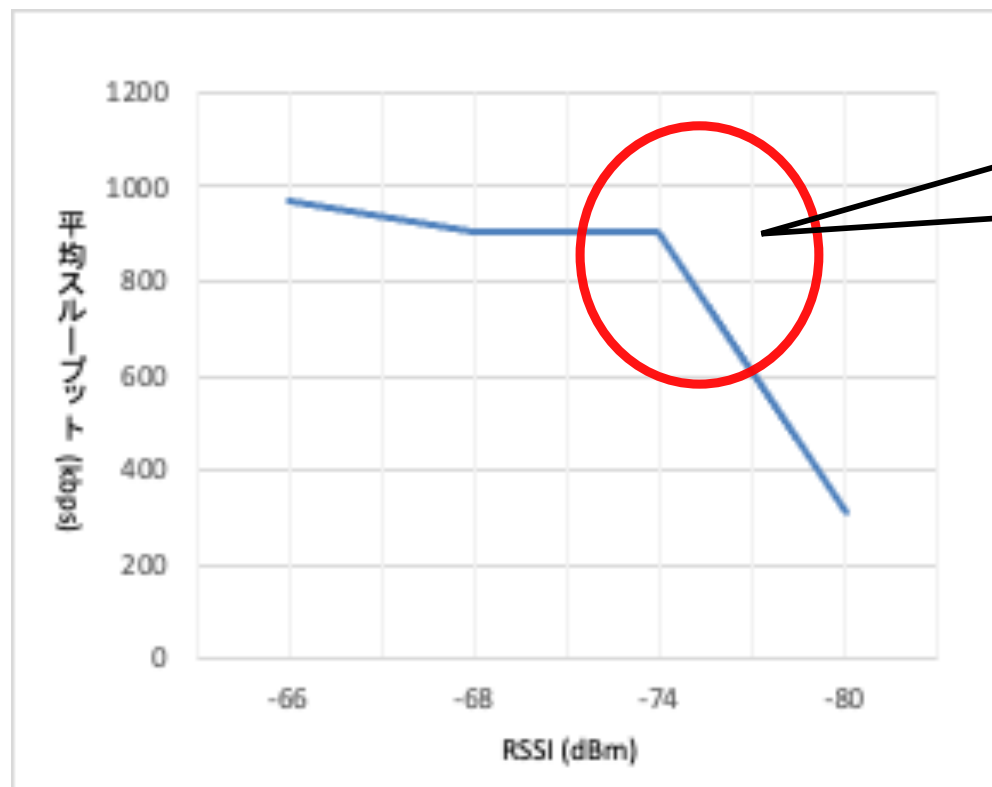
RSSI(電界強度)の違いをもとに複数の調査地点を決め、FFMPEGにて各種パラメータを設定した映像を伝送しその閲覧状況及びスループットを調査する。

| 設定パラメータ          |                    | 観測地点のRSSI(bBm) |     |     |     |
|------------------|--------------------|----------------|-----|-----|-----|
| フレームレート<br>(fps) | 平均ビットレート<br>(Kbps) | -66            | -68 | -74 | -80 |
| 10               | 512                | ◎              | ◎   | ◎   | ◎   |
|                  | 768                | ◎              | ◎   | ◎   | ◎   |
|                  | 1024               | ◎              | ◎   | ◎   | ◎   |
| 20               | 512                | ◎              | ◎   | ◎   | ◎   |
|                  | 768                | ◎              | ◎   | ◎   | ○   |
|                  | 1024               | ◎              | ◎   | ◎   | △   |
| 30               | 512                | ◎              | ○   | ◎   | ○   |
|                  | 768                | ◎              | ○   | ◎   | △   |
|                  | 1024               | ○              | △   | ○   | △   |

◎：安定した閲覧が可能  
○：途切れることがある  
△：不安定である

## 4.実験-2

RSSIと平均スループットの関係



RSSIが-74dBmから-80dBmにかけて急激に低下している。

パケットロス率この地点を境に上昇した。

## 5. 考察

- 物体検知を扱ったモニタリングシステムでは10fps以上の映像入力が理想であり,そのような映像伝送が可能なネットワークを構築する必要がある.
- Wi-Fi HaLowを用いて映像伝送を伴うシステムを作成する場合は,RSSIが-80dBm以上になるような場所に配置し,配信時は10~20fps目安にすることで安定した映像伝送が見込めるといえる.

## 6. 今後の予定

- それぞれの地点の混雑の指標となるような人数の値を調査する。
- YOLOの他バージョンも試し、より適してるモデルを調査する。

## 7. まとめ

- Wi-Fi HaLowを映像伝送手段とし,物体検知技術を活用したモニタリングシステムを提案した.
- 実験1,実験2より,提案システムに類似したシステムを作成する際のおおまかな環境条件を明らかにした.

## 参考文献

[1]802.11ah推進協議会 <https://www.11ahpc.org/11ah/index.html>

[2]西 正博, 小林 真, 新 浩一 "地域住民に向けた土砂災害モニタリングシステムの研究開発" 電子情報通信学会 基礎・境界ソサイエティ Fundamentals Review 2024 年 18 巻 1 号 p. 79-87

[3]矢崎 俊志, 小川 大豪, 高山 大輝, 丸山 雅則, 大西 邦弘, 石井 和広, 山口 昭男, 服部 修二, 土屋 英亮, 高田 昌之 "電気通信大学におけるIEEE802.11ah Wi-Fi HaLowの屋外通信性能評価" インターネットと運用技術シンポジウム 2023 ポスター発表