

四国情報通信懇談会「令和元年度調査研究活動」

**自立分散型P2P通信を利用した  
高齢者・子供みまもりサービスの事業性検証  
実施報告**

令和2年3月31日

株式会社ハートネットワーク



# 提案者

---

株式会社ハートネットワーク  
代表取締役社長 大橋 弘明

〒792-0812

愛媛県新居浜市坂井町2丁目3番17号 新居浜テレコムプラザ2階

TEL:0897-32-7777 FAX:0897-32-6789

E-Mail [info@heartnetwork.jp](mailto:info@heartnetwork.jp)



# 目次

1.事業概要

2.事業内容報告

3.実施結果

4.事業評価と今後の展開

# 1. 事業概要





# 調査研究概要

昨今では子どもが犯罪に巻き込まれる事件があとを絶ちません。一方、超高齢化の進行と高齢者のみ世帯が増加し、さらに地域コミュニティの希薄化により社会的に孤立した高齢者が増加し、なかには孤立死に至る場合も多くなっており、地域全体が連携して連続的な見守り活動を行わなければならない状況であり、子供・高齢者見守りシステムの構築に対する要求が高くなっています。

タグを利用した子供・高齢者みまもりなどの取り組みも各地で行われていますが、通信費用の負担や運用主体の問題により、その継続性が難しい状況です。今回の調査研究では通信コストの削減を実現するシステムの開発とそのシステムを利用した普段使いのできるサービスの確立を目指し、事業性について検討を行います。

本調査研究では、限定したエリアにタグを検出するセンサー基地局を10か所設置し、タグを100個ほどモニター配布してサービスとしての使い勝手を調査します。

センサー基地局設置場所の条件検証について、基地局間隔、見守り対象者の動線を想定した主要拠点への設置など最適な場所の検証を行います。また自治体関係の施設などに設置できるような機器仕様にして、コスト低減に繋がります。



# 調査研究体制



新居浜



## ハートネットワーク

- ・ 全体管理
- ・ 保護者向け説明会の開催、実際の機器設置、利用方法説明会の実施

## skeed

- ・ システム、アプリケーションの開発
- ・ 基地局設営計画検討
- ・ タグ検出システムの検証



## 新居浜市 教育委員会

- ・ 市の総合戦略との整合調整
- ・ モデル対象校区調整
- ・ 市民への呼びかけ



## 角野小学校（調査研究モデル校区）

- ・ 保護者への呼びかけ
- ・ 説明会フォロー



## モニターユーザー（保護者、児童）

- ・ システム評価
- ・ アンケート協力



# 調査研究の目的・成果目標

---

## 【目的】

- ・自立分散型P2P通信を利用したみまもりサービスシステムの開発
- ・通信料金のコスト削減効果の検証。

## 【成果目標】

- ・事業性の検証、普段使いのサービス確立のための課題を抽出。

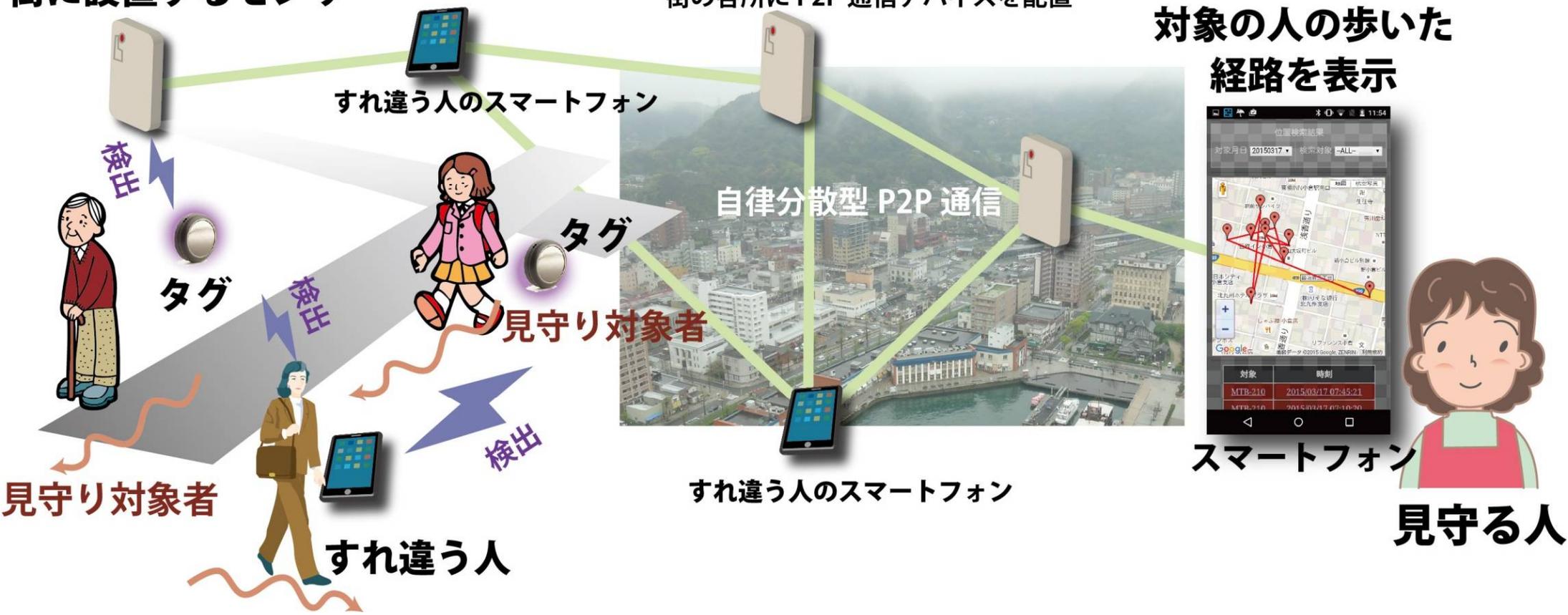


# 調査研究概要

街に設置するセンサー

街の各所に P2P 通信デバイスを配置

対象の人の歩いた  
経路を表示





# 調査研究項目

- 自立分散型P2P通信を利用した高齢者・子供みまもりサービスの事業性検証
  - メッシュ型ネットワークによる通信コスト削減の有効性確認
  - アンケートの実施
  - ランニングコスト検証、サービス提供料金の検討
  - 位置情報検出機能を利用したサービス創出検討
    - 見守りだけでなくIoTデバイスを利用した位置情報検出機能を利用した普段から使えるサービスを検討する。
    - 継続利用していくための課題を抽出し、サービスの導入を目指す。
    - (健康マイレージポイントサービスなど)



# 実施要領

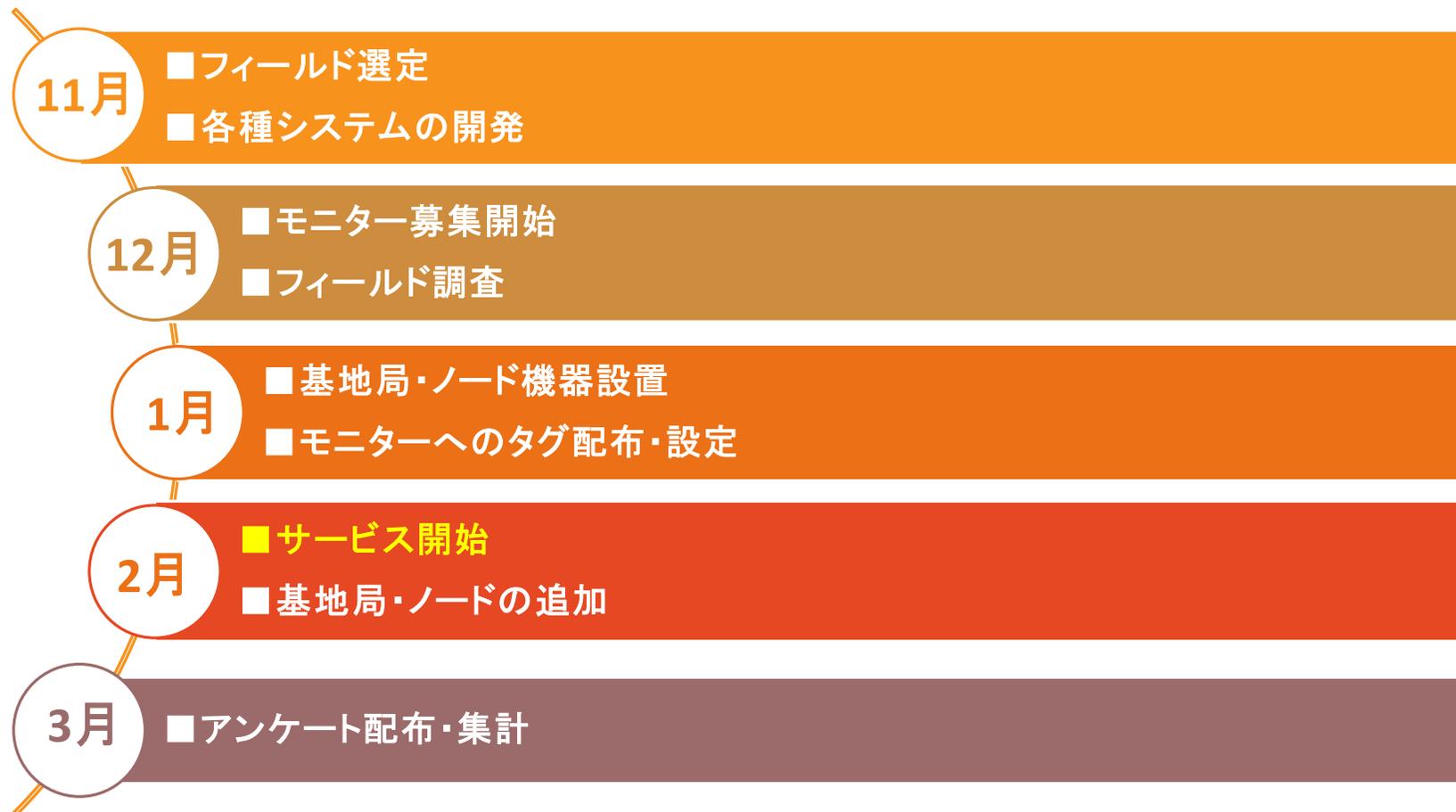
---

- 見守り対象者（小学生）にセンサータグを装着してもらい、街を歩く人のスマートフォンや、中継装置で検出する。検出した位置情報等を自律分散型P2Pネットワークを活用し、そのセンサータグを見守る人のスマートフォン等に通知する。
- アンケートの実施
- ランニングコスト検証、サービス提供料金の検討
- 位置情報検出機能を利用したサービス創出検討

実証のポイント 

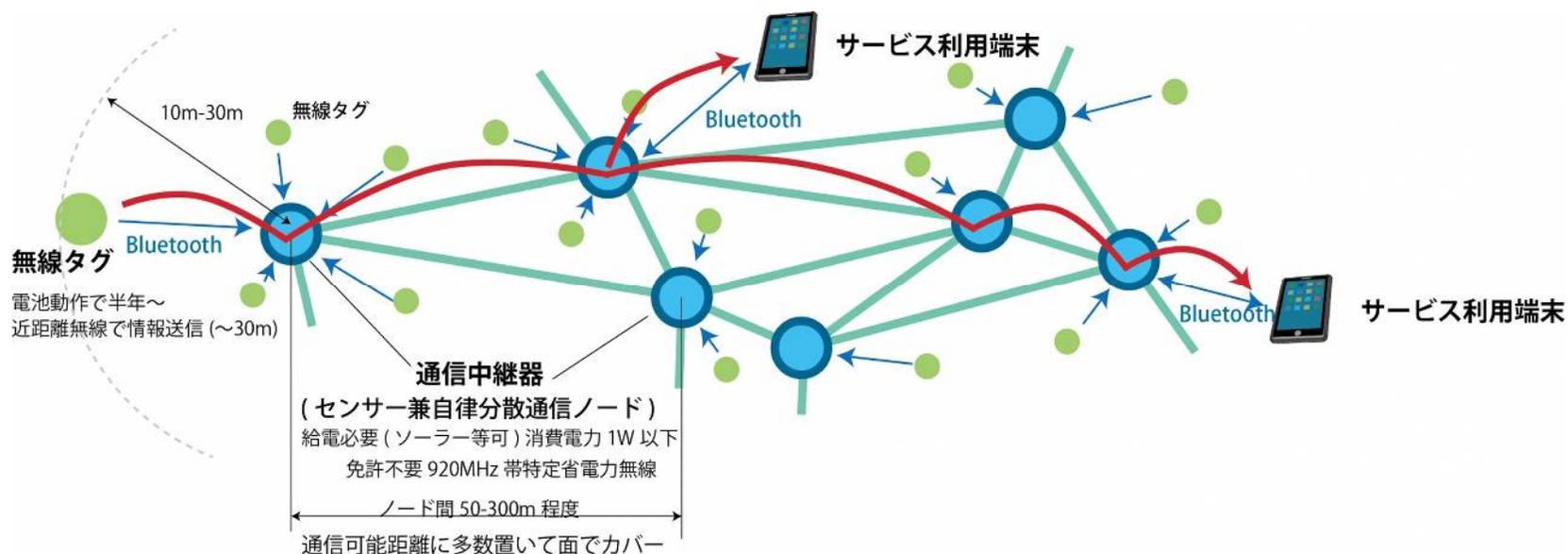
**地域の重要な情報インフラ**となりうるか？

# 調査研究活動スケジュール



# システム概要

- 通信中継器や、無線タグ、スマートフォンは、携帯電話網が不通でもそれぞれ独立して動作する。
- 無線タグと通信中継器間、スマートフォンと通信中継器間はBluetooth LEで通信、通信中継器同士は920MHz帯LPWAで通信する。(最大2km程度、免許不要)
- 通信中継器はバッテリーでも動作し、無線タグはボタン電池で動作する。
- 通信中継器はGPSをそれぞれ搭載し、受け取ったセンサー情報に位置情報を付加する。また停電に備え1-2日分の電力供給のためのバッテリーを搭載する。

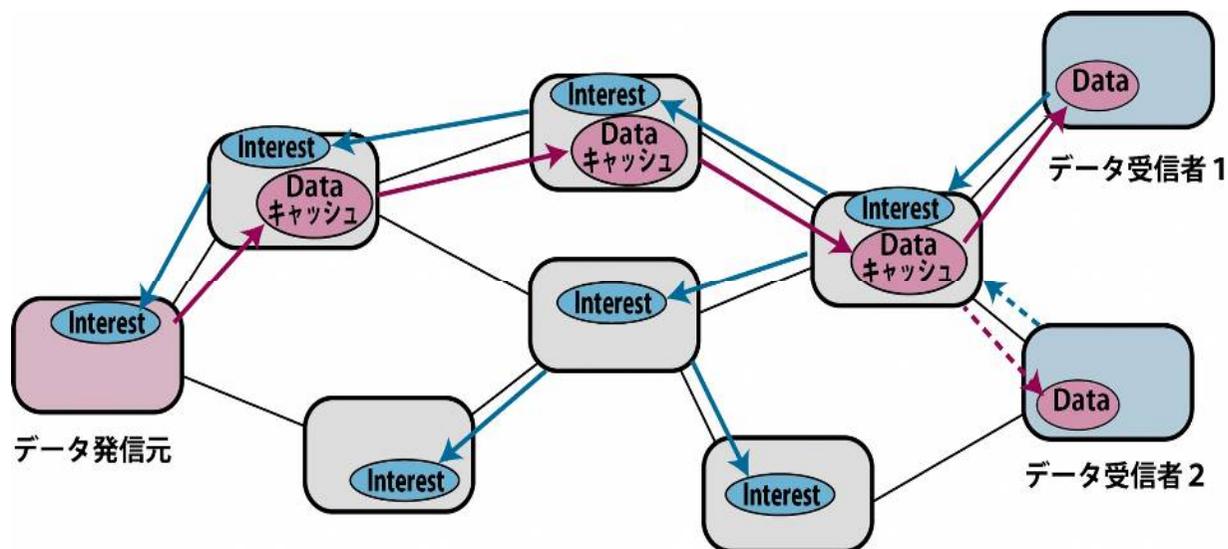


通信中継器

# システム概要

## 自律分散型P2P通信とは？

- 情報を取り寄せる際、「情報の所在＋情報の名前」をもとに取り寄せるのではなく、欲しいデータの中身の説明 (Interest) を用いてネットワーク上の「どこか」にある情報を収集する。
- データの蓄積するサーバやデータの所在の表 (Index) を管理するサーバを必要としない。
- データの発信側も、データを持つことをサーバに通知する必要はない。
- 通信経路は、データのキャッシュ機構などを利用して、情報の使用頻度などをもとに稼働中に最適化されてゆく。

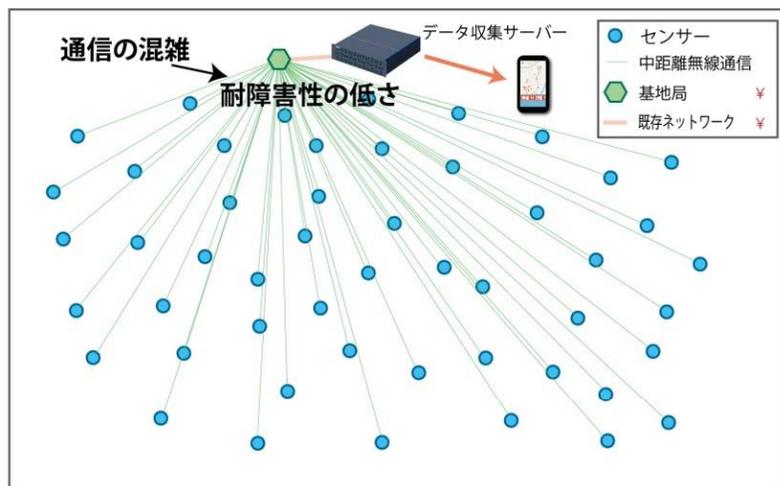


今回開発協力をお願いしたのは、**Winny(P2P技術)**を開発した天才プログラマー金子勇氏が創業したskeedという会社

# システム概要

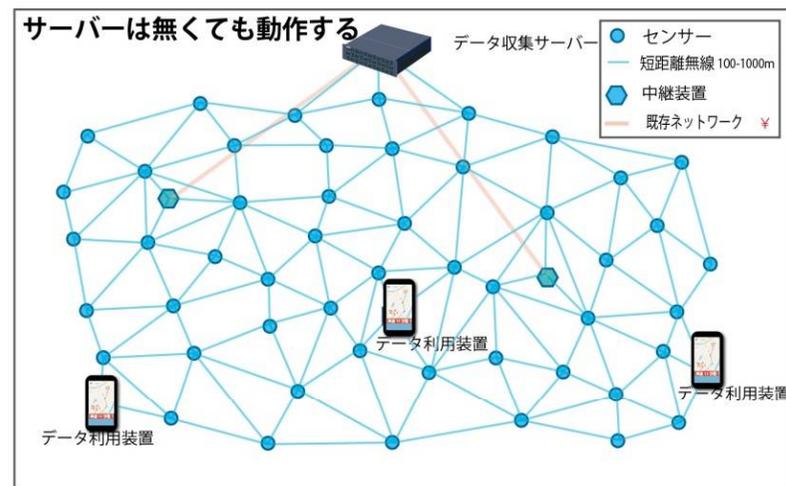
## 自律分散型情報通信技術の概要

### 一般的なIoTネットワーク



- 中心で通信の混雑→通信容量の不足
- サーバや通信障害時には全停止の可能性  
一般的にはインターネット障害時には使用不能
- 最初に大きな設備投資 (サーバー、基地局)
- 基地局の運営者に通信サービス料の支払い

### 自律分散通信技術を活用したIoTネットワーク

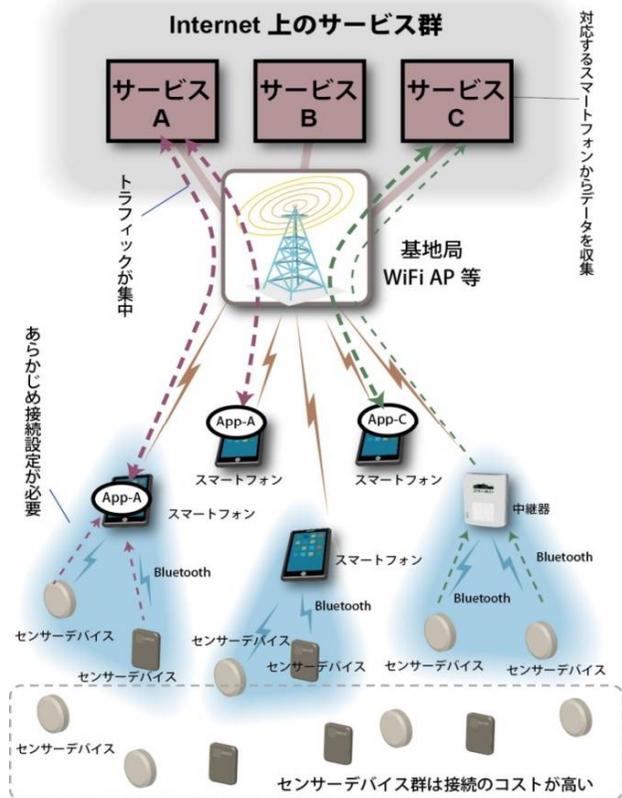


- 通信が分散
- 各装置は独立なので**最後の一台まで動作**
- **必要**なところから**一台**から**設置可能**
- **通信料金がほぼゼロ、サーバ費用不要**  
→運用コストが極めて低い
- **各機器の費用が低い**
- **設置が容易** 置いて電源を接続するのみ

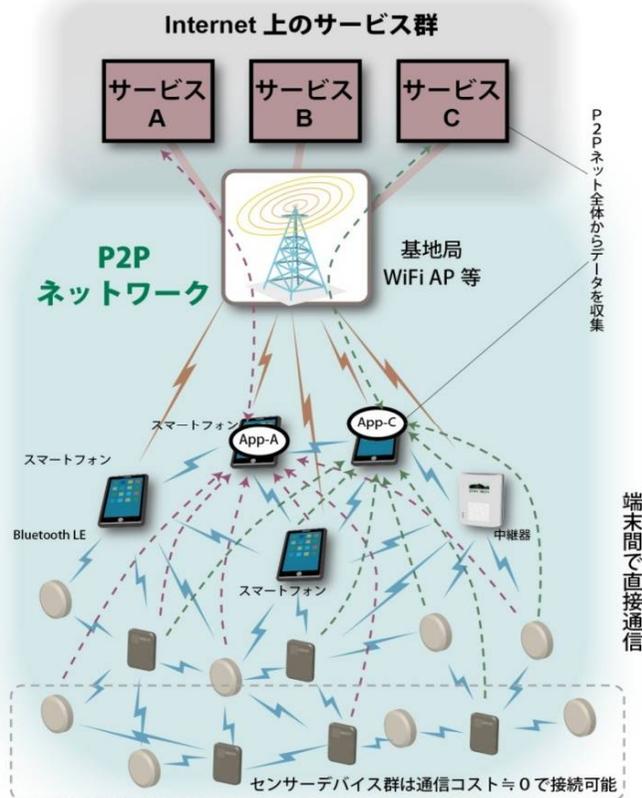
# システム概要

- Winnyの技術をモバイルデバイスやIoT端末に適用。
- 無数に増加すると見込まれるIoTデバイス群に、自律分散オーバーレイP2Pを活用した圧倒的低コストの通信手段を利用。

一般的に考えられているネットワーク



P2Pを利用したネットワークの概念



# システム概要

- 920MHz帯の通信モジュールを実装したノードをメッシュ状に接続してLPWA(920MHzのモジュールに独自の通信プロトコルを実装)のメッシュ網を構築。  
各ノードはBluetoothも実装しており、センサーやビーコンタグとの通信に利用。
- Bluetoothで取得したデータは920MHz帯の無線ノードをマルチホップしながら目的のノードにバケツリレーで情報を伝達し、そのノードのBluetoothでBLEビーコンやスマートフォンへ情報を伝達する。  
効率的に目的のノードヘルレーティングをするためにP2Pのネットワークを全ノードに実装している。
- P2Pメッシュネットワークはサーバを使わず通信を制御する。故障などで障害のあるノードを自律的に迂回しながら最も効率的な経路で通信を実現できる。  
またサーバ運用費や通信費が発生しないので自営通信網をリーズナブルに運営できる。このような自律分散ネットワークを実現するのにP2Pを利用している。
- 自律分散情報通信/処理では、すべてのデータを中央のクラウドに集約して処理するのではなく、様々な機能を分散配置された独立動作するノードで分散して処理する。
- 自律分散型のメリットとしては、無駄な(長距離)通信が少ない,トラフィックの集中がない,一部の機器の障害で、全体が機能不全になることがないなどが挙げられる。



# システム機器について

## センサータグ

- センサーとBluetoothまたは920MHz帯の無線通信デバイスを搭載する。
- センサーで取得した情報の送信、中継器からの情報の受信が可能である。
- 利用者が所持することにより、その活動状況と位置を通知する。
- ボタン型電池で半年程度稼働が可能である。
- タグには個人情報無く、見守る側(ご家族など)のスマートフォンとQRコードで関連付をおこなわないと位置を得られない仕組みになっている。

個人を特定する場合は、個人の許諾を得て別の管理でタグIDと個人名の台帳を管理する。

- センサータグは縦4.5cm、横3.3cm、厚さ7mmの大きさのものを使用した。
- 防水機能を備えていないためナイロン製の袋に入れて利用者に配布した。





# システム機器について

## センサータグ

### <通信規格>

通信ノード間の通信距離および免許不要であることから、920MHz帯のARIB STD-T108適応特定省電力無線方式を使用する。

人が持つセンサータグ、スマートフォンと中継器の間の通信は、消費電力および免許不要であること、一般への普及度や価格から、Bluetooth LEを使用する。





# システム機器について

## 中継器

- 中継器は通信手段として数キロの到達距離を持つ無線モジュールを持つ。今回は920MHz帯(Sub GHz帯)を使用する。最大2kmの到達距離を持ち、免許が必要無く、技適認証済みのものである。
- Bluetooth仕様の無線モジュールを搭載し、センサー装置との通信、スマートフォン等との通信に使用する。センサータグは中継ノードから30mほどの距離で接続する。
- GPSを搭載し、受け取ったセンサー情報に位置情報を付加する。
- 停電に備え1-2日分の電力供給のためのバッテリーを搭載する。

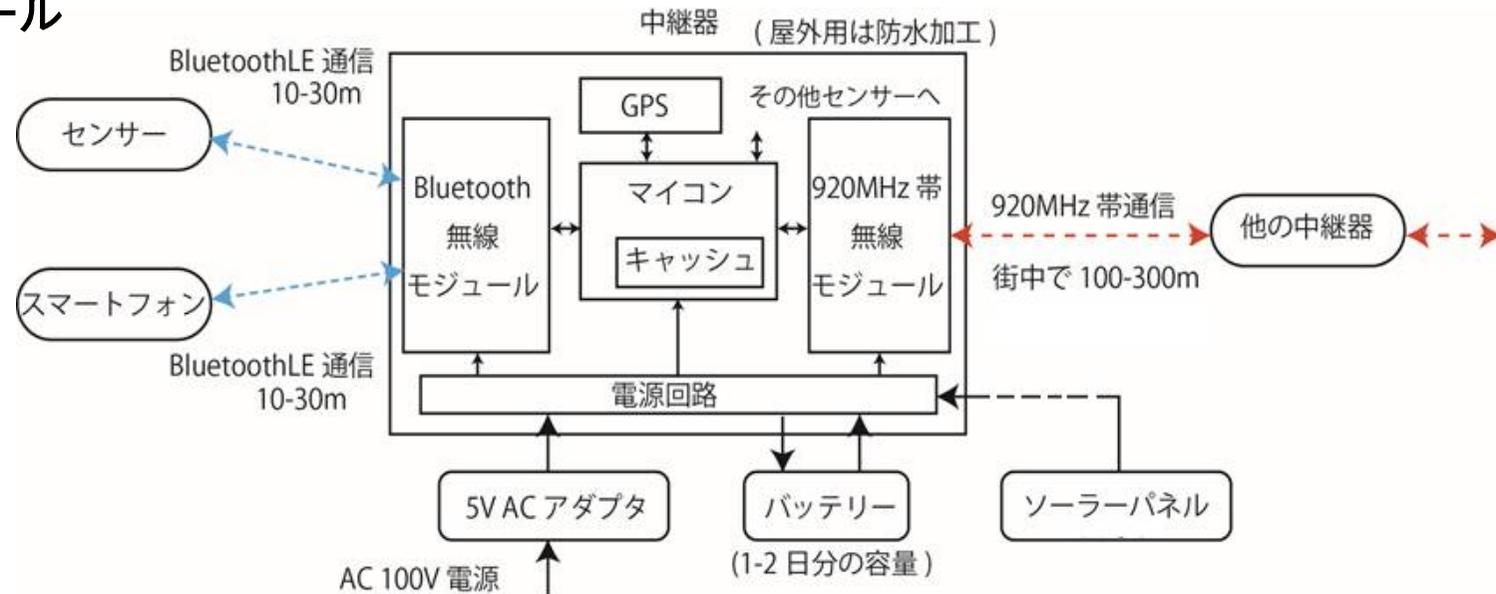


# システム機器について

## 中継器

### 中継ノードの構成

- 920MHz帯無線通信モジュール
- Bluetooth通信モジュール
- GPS受信モジュール
- リチウムイオン二次電池
- 充電回路・電源回路



中継ノードの機能ブロック

# システム機器について

## 中継器

### 中継器無線部仕様

#### 920MHz帯無線部仕様

項目	仕様
対応規格	920MHz 特定小電力無線 (ARIB STD-T108 準拠)
周波数	920.6-923.4MHz (ARIB 単位チャンネル番号24-38)のうち36chを使用
通信方式	単信
送信出力	最大10mW
変調方式	FSK
伝送速度 (最大)	50kbps

#### Bluetooth LE無線側の通信仕様

項目	仕様
対応規格	Bluetooth Low Energy ARIB STD-T66: 第二世代小電力データ通信システム/ワイヤレスLANシステム
周波数	2.4000 - 2.4835GHz
物理層伝送速度	1Mbps
送信出力	10 $\mu$ W - 10mW

自律分散通信の機能は、町に多数設置する「中継ノード」(中継器)が担う。中継ノードはそれぞれ独立に動作し、全体を管理する機構は持たない。

また、低コスト化のため、微弱な電力の無線通信を採用し、免許不要の電波帯域、規格を使用する。



# システム機器について

## スマートフォンアプリケーション

位置情報確認のためのスマートフォン向けアプリケーションを開発(iPhone用、Android用)

### <アプリケーションソフトウェアの機能>

- 中継ノードとの間でBluetoothLEで通信する。
- センサータグのビーコン信号を受信する。
- 中継ノードから、センサータグの位置情報をBluetoothで受信して地図上に表示する
- スマートフォン付近のセンサータグのBluetoothによるセンサータグのID信号を受信し位置情報と時間を付加し、ネットワーク経由で送信する。
- 見守り対象のセンサータグのID(暗号化したもの)の二次元バーコードを読み取ってスマートフォン内部に記録する機能





# システム機器について

## 位置情報収集用サーバー

### <位置情報収集用サーバーの機能>

- センサータグを携帯するユーザーの行動記録を収集するため、通信されるデータを受信して記録する。  
(記録される情報には個人情報是不含まない。)
- センサータグの検出位置情報と時刻情報を受信する。  
ゲートウェイからインターネットで送信されてくるセンサータグの位置情報を内部のDBに格納する。
- 一般のクラウドサービス上に実装し、利用権限のある者のみがアクセスできるWEBページ経由で管理する。  
日時と範囲を指定して位置情報の記録(リスト)をダウンロードできる。



## 2. 事業内容報告





# 実証フィールドと実証期間

## 新居浜市角野校区

■ 市内16校区あるうちの一つの校区で調査研究を実施する。

■ 校区内で登下校をする角野小学校を対象とする。

**最終対象者 43名**

■ 校区が山や川などが多い山側と旧道や商業施設などがある海側に跨るため子供たちの移動範囲が広い校区である。

■ 実証期間は2月1日から3月31日

**(コロナウイルスの影響で実質は最終登校日となった3月4日まで)**



学区マップ ( [school.mapexpert.net](http://school.mapexpert.net) )より





# モニター募集

- 8月中旬に新居浜市教育委員会へ実証フィールド選定を依頼した。
- 11月上旬、角野小学校区をモデル区域として選定すると新居浜市教育長から連絡があった。
- 12月初旬、角野小学校校長とPTA会長に実証事業の説明を行い、協力の承諾を得た。
- 12月下旬、保護者懇談会の場にて実証事業の説明会と参加希望のアンケートを実施した。





# 中継ノード設置場所

- 現地調査をもとに基地局の設置場所を地図にマッピングした。校区内に基地局を6基設置。
- 基地局間の通信距離と登下校ルートを考慮して、登下校ルートとして利用されていない道の設置箇所は今回は取り付けないこととした。





# 基地局設置

- 街灯取り付けについては申請期間がかかるため無しとした。
- 電源が取れない設置個所では太陽光パネルを使用した。
- 設置自体は簡単だが用地交渉、電源交渉が難航した。



基地局  
中継ノード

太陽光パネル





# 中継ノード設置工事

- 公民館の2階に設置を行った。
- 小学校の正門に設置したノードが見える位置に設置する必要があることと、上位回線のWi-Fiが届く範囲であることの2つの条件をクリアする必要があった。
- 上位回線には弊社で整備を行っているフリーWi-Fiを利用した。
- この方法であれば他校区へサービスを拡大した際にも公民館は中継ノードの設置場所として有効である。





# センサータグ検出履歴

- 基地局とスマートフォンから検知された位置情報をアプリでは右のように表示した。
- 最後にタグを検出した位置にピンが立ち、ピンをタップすると検出日時が表示される。
- はじめはスマートフォンの位置情報を利用する場合に位置情報の精度が低いものを表示しないようにしていたがスマートフォンの端末によっては一度も情報が上がって来なかったため、精度の低い位置情報も表示するように改良を行った。



# 3. 事業結果





# 実施結果（ユーザーアンケートまとめ）

---

- 利用者情報（学年、性別）
- 保護者と家族の情報（保護者の年代、同居家族の人数について）
- アプリについて（利用頻度、追加機能について）
- タグについて（大きさ、追加機能について）
- 今後の利用について（料金、サービスのおすすめ度など）

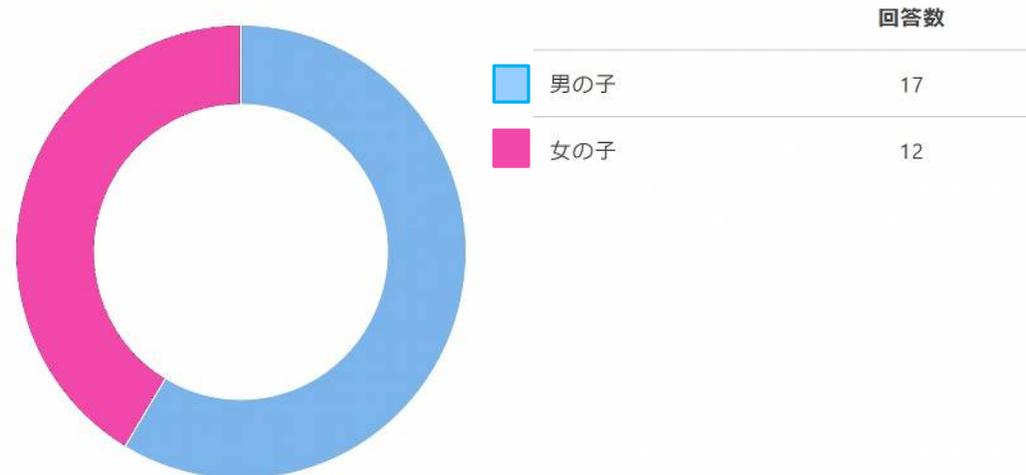


# 利用者情報

## 学年



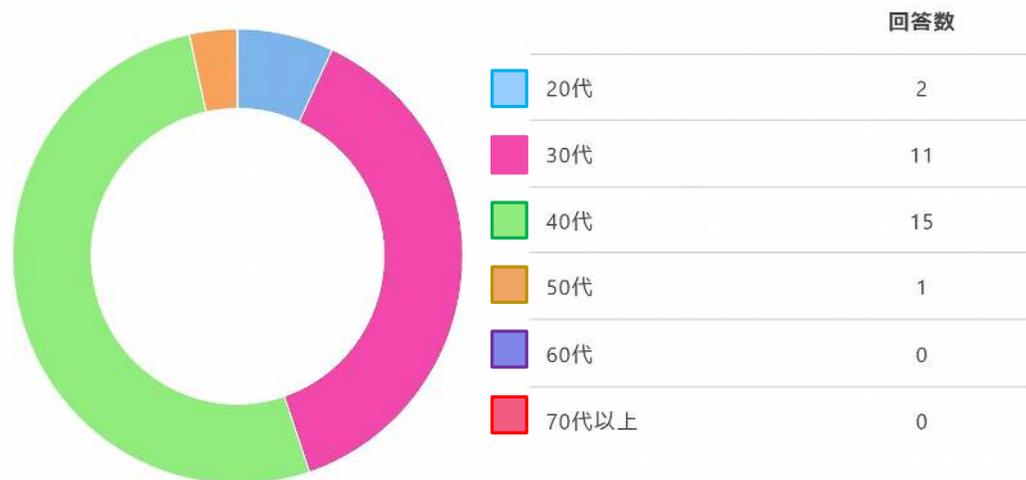
## 性別



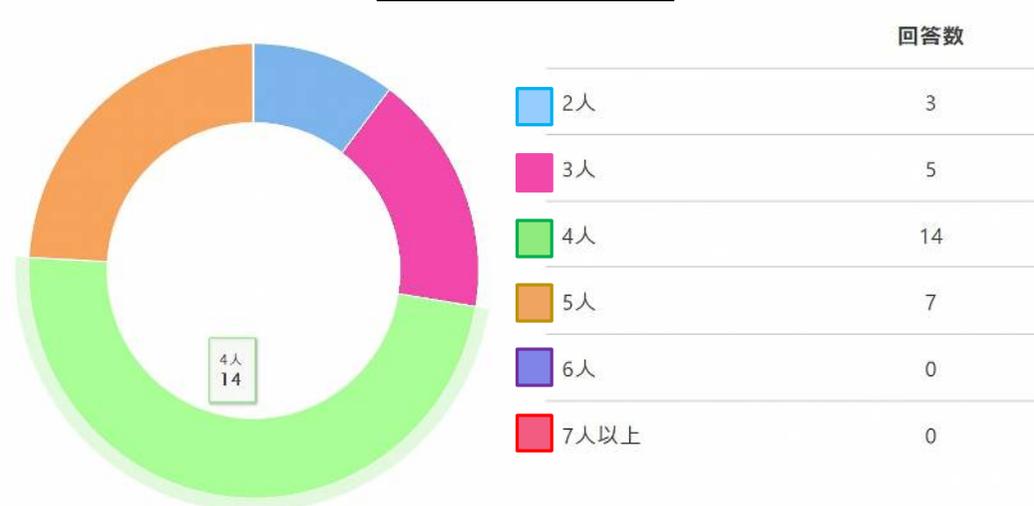
- 低学年での利用が全体の過半数以上と多くなっている。
- 高学年の利用も見られるので中学生へのサービス拡張の可能性有り。
- 男女比率はほぼ差がない。

## 保護者と家族の情報

### 保護者の年代



### 同居家族の人数

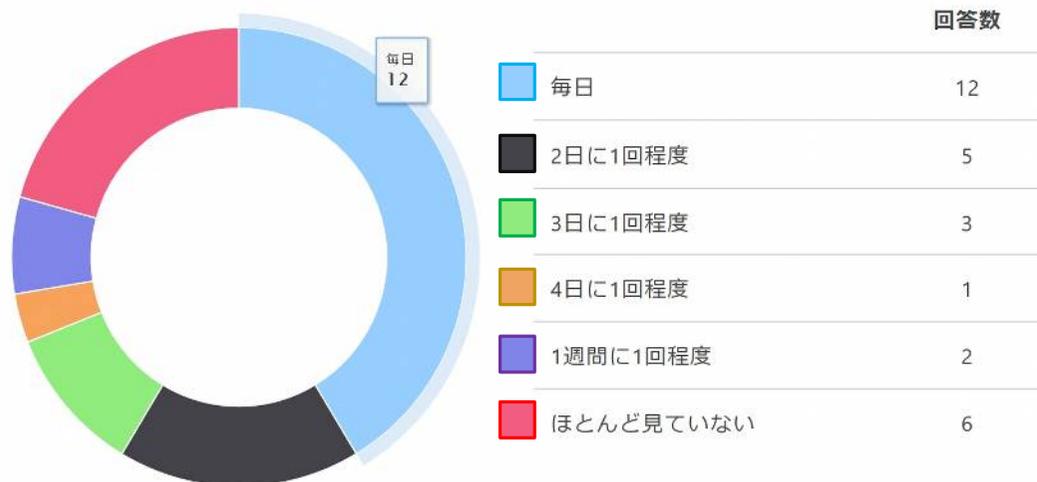


■ 保護者の年代が比較的若くアプリのインストールもスムーズに行えた。

■ 核家族化の影響で1家庭あたりの同居人数が少ない。

# アプリについて

## 利用頻度



## 希望する追加機能



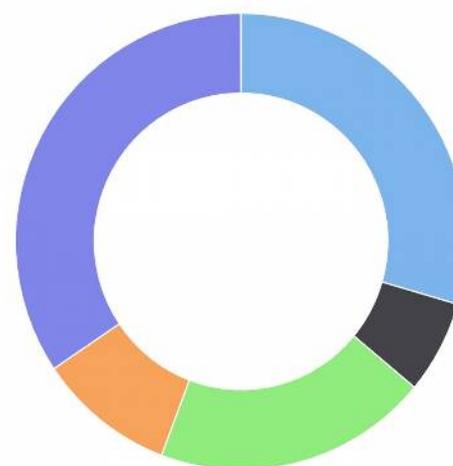
- 多くの方が登下校のチェックを毎日行っている。
- アプリを使ったプッシュ機能での登下校通知の希望者が多い。
- 習い事先などとの連携でさらなる拡張機能に期待出来る。

# タグについて

## 大きさ

項目名	回答数(回答比率)	
0	0 (0%)	小さすぎる
1	0 (0%)	
2	0 (0%)	
3	1 (3%)	
4	0 (0%)	
5	<u>23 (79%)</u>	ちょうど良い
6	2 (7%)	
7	1 (3%)	
8	1 (3%)	
9	0 (0%)	
10	1 (3%)	大きすぎる

## 希望する追加機能



	回答数
防犯アラーム機能	18
画面でのお知らせ	4
電池の高寿命化	12
デザインの多様化	6
防水・防塵	21

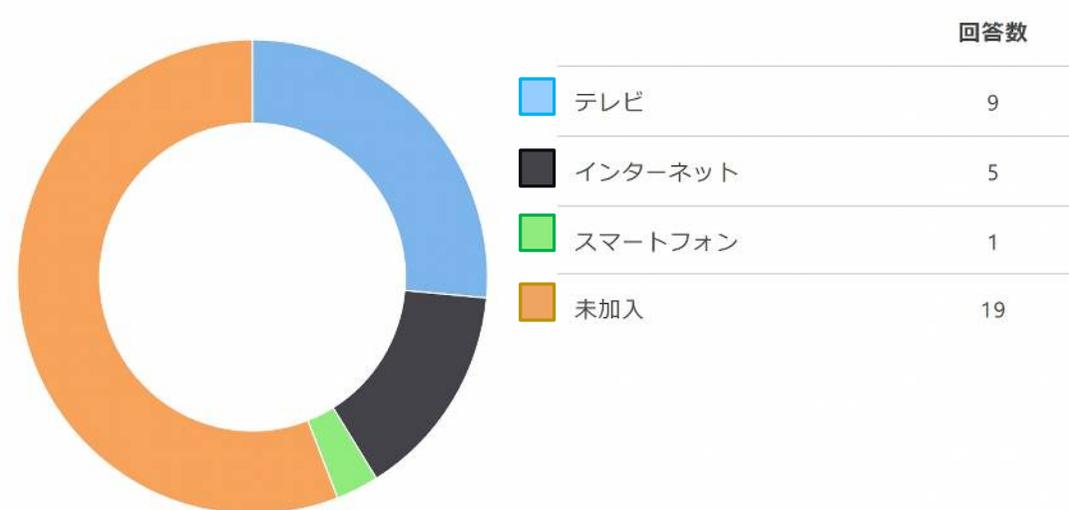
- 大きさについてはちょうど良いが79%と高評価である。
- 子どもがタグを壊してしまうことへの懸念から防水・防塵が多数。
- 防犯アラーム機能の追加で入学式で配るなどさらなる普及へ期待！

## 今後の利用について

### 月々いくらなら利用したいか



### ハートネットワークで利用中のサービス



- タダで利用したい人が大多数である。
- 若い年代のケーブルテレビ加入につながり、サービスとしての事業性確立の可能性が大きい。



## 利用者からのご意見

---

- 学校に到着する時間がわかるのが良いです。もう少し地図など詳細になればありがたいです。
- コロナ感染防止による休校で、せっかくのサービスも使用できなくなりました。
- 紛失したときの金額が気になる。
- 格安スマホでも同じようなことができるので最終的には金額だと思う。
- 学校についての時間がわかるのはよかったが、帰りかえりよるのかなどがわからなかったのも、学校を出たメールなどあればありがたいです。そこを改善していただけたらいいかな。今のこれだとキッズ携帯持たせた方が早いかも。
- 校区内、校区外での基地局の数が増えて精度があがれば料金を支払ってもいいかと思う。
- 子供さんの登下校の道中、不安な箇所は多々あります。車で連れ去られたりしたら本当に一瞬なので、市内の小、中学生皆さんに配布していただきたいほどです。幸い今回は初の取り組みで、試用させていただきました。ありがとうございました。





# アンケートの取り方

## 見守りサービス利用アンケート

WEB設定できるアンケートフォームサービス「たより」を利用

<https://tayori.com/feedback/40f79bb821ad8be319c122babc106001fd249a22>

- QRコードを作成し、パソコンとスマートフォンどちらからでも回答できる方法を採用した。
- 案内を送付してから3日以内に回答率が60%を超えていたので、効率的にアンケートを回収することが出来たと思う。
- 今回対象の小学校1年生の保護者とのことから、比較的若い方がご利用されており、スマホの扱いになれていたようだ。

見守りサービス利用アンケート

お子様の学年 \*

小学生1年生

お子様の性別 \*

男の子

おうちの方の年代 \*

20代

同店家族の人数 \*

2人

アプリの使いやすさについて \*

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

使にくい 使いやすい

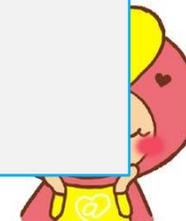
スマートフォンアプリ「Health Mileage App」の使いやすさを教えてください。

アプリの利用頻度について \*

毎日

アプリを起動して位置情報を確認した頻度を教えてください

アプリの追加機能について【複数選択可能】 \*





# 考察まとめ

- 通信料に関しては親機を公共施設等に設置することで既存Wi-Fi設備の利用が可能となり通信コストは0円で運用することが出来た。
- 基地局の設置については場所と電源確保に課題有り。公共性が高く行政との連携が不可欠である。
- 利用者への提供価格は低く抑えなければならないが初期の導入費用は大きい。このサービスだけで事業モデルを確立するのは難しい。
- 利用者にとって毎日の習慣になることが重要である。サービスが地域住民の安心安全につながるように今後も市の進めるスマートシティの一環としてサービスの拡充を図っていきたい。





# 考察まとめ

---

## 基地局設置数について

- 1校区の登下校をくまなく見守るためには少なくとも20基地局、リッチに構成すれば30基地局程度が必要になる。今後の基地局の設置は更に検討していく必要がある。
- 親機は1校区に2台～3台程度導入すれば、有事の際にも安心である。
- 行政や企業との連携により、子どもの登校する時間帯と同じ時間帯に動いているごみ収集車や、タクシー、バスなどに基地局を設置することが出来れば精度が上がる。



## 4. 事業評価と 今後の展開





# 事業評価と今後の展開

- 既に普及している地域情報発信アプリ「新居浜いんふお」との機能連携。  
(2020年3月末現在アプリ利用15,000ユーザー)
- 校門通過時のメール発報サービスの検討
- カメラとの連動、顔認証機能
- 防犯アラーム機能の追加
- 不審者情報配信、災害時プッシュ通知対応
- 児童が携帯するタグデザインの検討、防水対応
- エリア拡張、市内全体でのサービス展開





# 事業評価と今後の展開

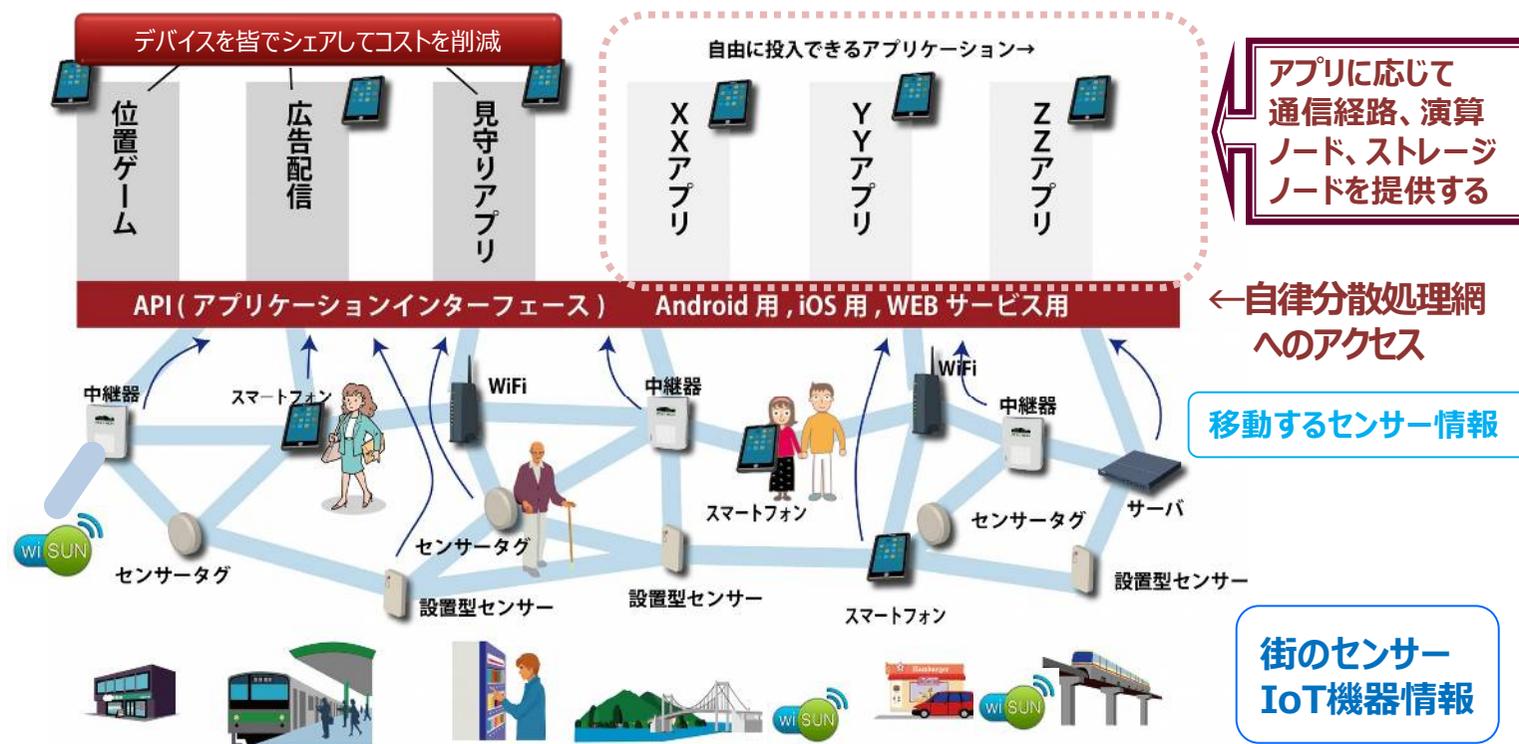
- 近隣自治体やケーブルテレビ業界内での横展開
- 基地局配置設計の標準化
- 更なるコスト低減化に向けた取り組み
  - ・量産化によるコストメリットを図るため、多くのユーザー獲得のための普及促進をすすめる。
  - ・構成システムのローコスト版機器導入の検討・検証、調査体制を組む。
  - ・運用業務の効率化
- 自律分散型ネットワークを利用したアプリケーションの開発  
(健康マイレージポイントサービスなど)





# 事業評価と今後の展開

## 自律分散処理網をプラットフォームとしたアプリケーション開発



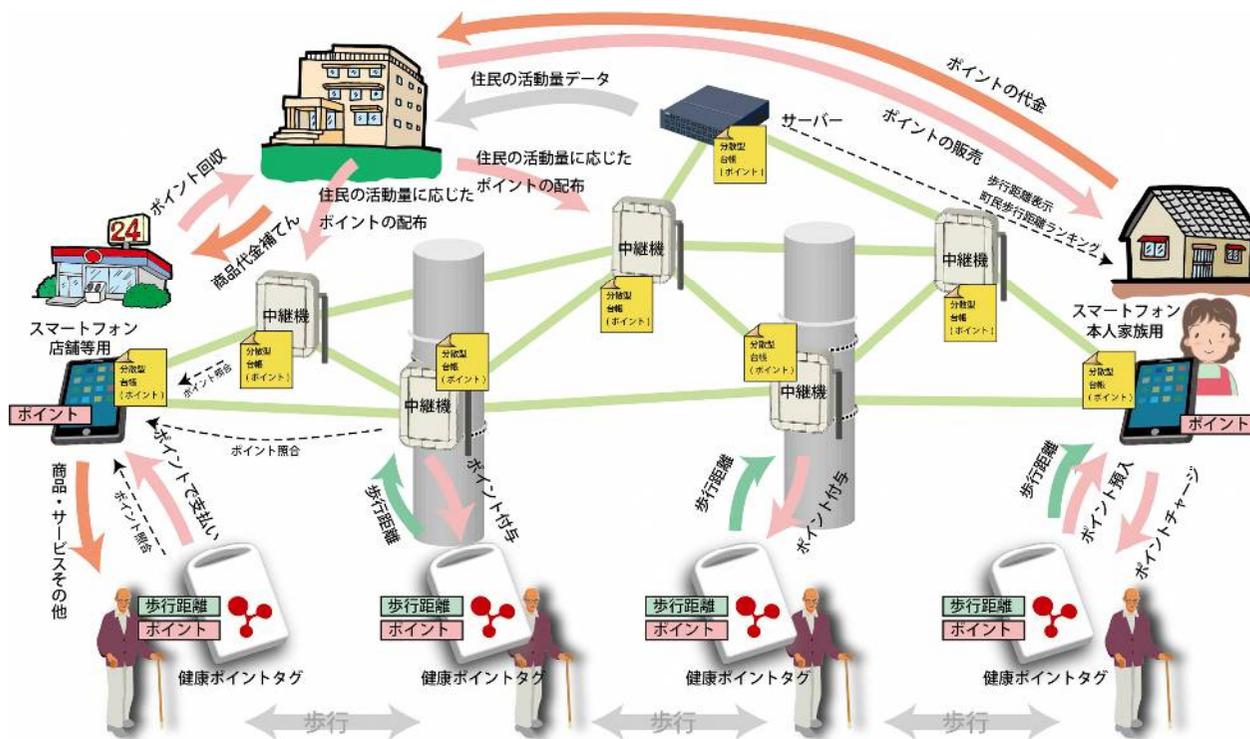
街全体でIoTのエッジコンピューティングを実現





# 事業評価と今後の展開

## 自律分散処理網をプラットフォームとしたアプリケーション開発



IoT デバイスを活用した健康マイレージポイントサービス

