

# 災害時に被災者を発見する方式の検討

鄭 議

## 目次

1. はじめに .....	4
2. 関連技術 .....	5
2.1 無線メッシュネットワーク .....	5
2.2 電波強度による位置を特定する方式 .....	5
2.3 電波の方向を見つける方式 .....	7
3. 提案方式 .....	11
3.1 提案方式の原理 .....	11
3.2 提案方式のシーケンス .....	11
4. 提案方式の実験 .....	11
5. 終わりに .....	13
謝辞 .....	14
参考文献 .....	15

## 概要

地震などの災害が発生した場合、建物が倒れたりして通信ができなくなる。安否現在携帯電話は誰もがっており、携帯電話を探すことにより、被災者を探すことが可能と考えられる。本稿では、無線メッシュネットワークを用いネットワークを復旧して、さらに携帯電話が発する電波に被災者の正確な位置を推定する方法を提案する。

## 1. はじめに

地震などの災害が発生した場合、建物が倒壊するなどして通信ができなくなることがある。また、被災者は瓦礫に埋まることがある。そのため救済活動において、素早く被災者のいる位置を知ることは重要である。一般的手法として、超音波探知機や救助犬を用いる方法がある。しかし、これらの方法は、特殊な免許や人材が必要である。そこで本稿では、人を捜すのではなく携帯電話を探す方法を検討する。携帯電話は誰もが持っており、携帯電話を探すことにより、被災者を見つけることが可能と考えられるためである。

携帯電話を探す方法として、周りに無線メッシュネットワークの AP (アクセスポイント) を設置する方法が検討されている。文献(1)では AP が携帯電話からの信号の強度を測定し、携帯電話の位置を推定する方法が提案されている。しかしこの方法では瓦礫などの影響で、具体的な位置推定が困難になる。

文献(2)では、AP が携帯電話の電波を指向性アンテナで受信することにより、AP に対する携帯電話の方向を知る方法が提案されている。しかし、この方法においても、障害物による電波のマルチパスの影響、電波の反射波、透過波などにより、電波方向が正しく把握できないという課題がある。

そこで本稿では、文献(1)と文献(2)の両者を併用することにより位置推定の精度を向上させる方式を提案する。

## 2. 関連技術

### 2.1 無線メッシュネットワーク

無線メッシュネットワークとはAP（Access Point）間はアドホックネットワーク，AP-端末間をインフラストラクチャモードで通信する無線通信システムである。

アドホックネットワークとは，AP を介さずに端末同士が直接通信を行うことができるネットワークである．インフラストラクチャモードとは，AP を介して端末が通信を行うモードで，一般のユーザはこのモードで無線LAN に接続する．

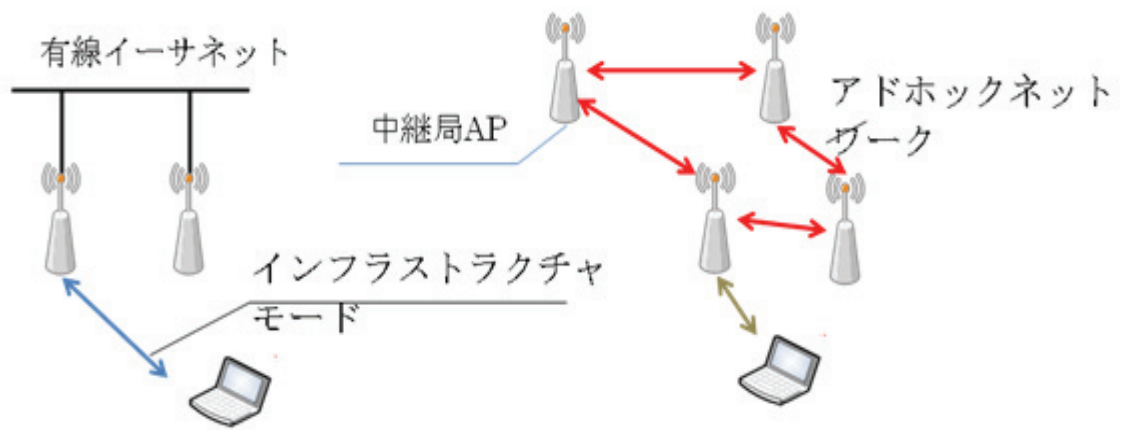


図1 一般の無線LAN

図2 無線メッシュネットワーク

### 2.2 電波強度により位置を推測する方式

#### (1) 原理

無線メッシュネットワークのAPを多数配置する．各APは同じ時刻に同じ携帯電話が定期的に発する位置登録の電波の強度を検出する．

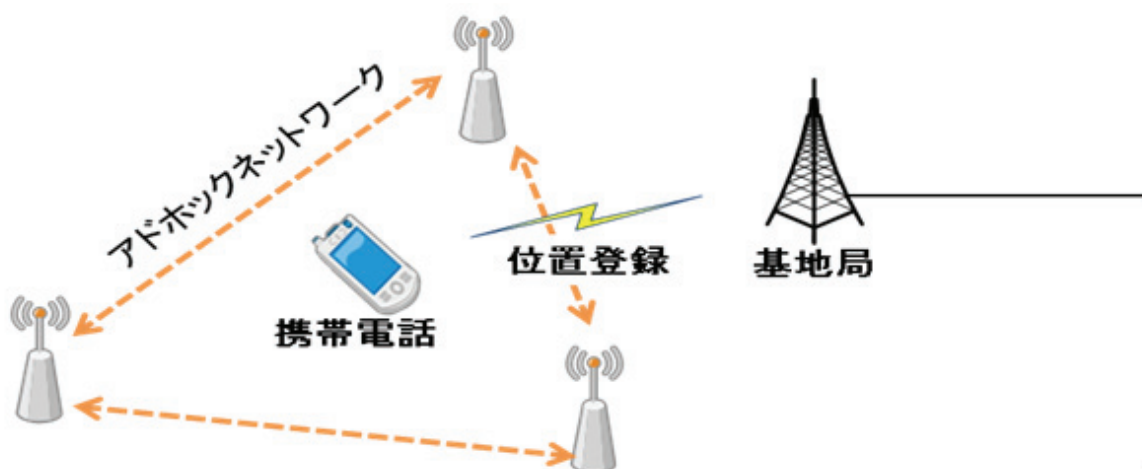


図3 携帯電話が定期的に発する位置登録の電波を検出する

電波強度を取得したら、以下の自由空間伝搬損失方程式により伝送距離  $d$  が計算できる。

$$L[\text{dB}] = 32.4 + 20\log f + 20\log d.$$

$L$ : 電波損 [ dB ],  $d$ : 伝播距離 [ Km ],  $f$ : 周波数 [ MHz ]

計算した伝送距離  $d$  より図 4 に示すような円を描く。円の交点から携帯電話の位置範囲を推定する

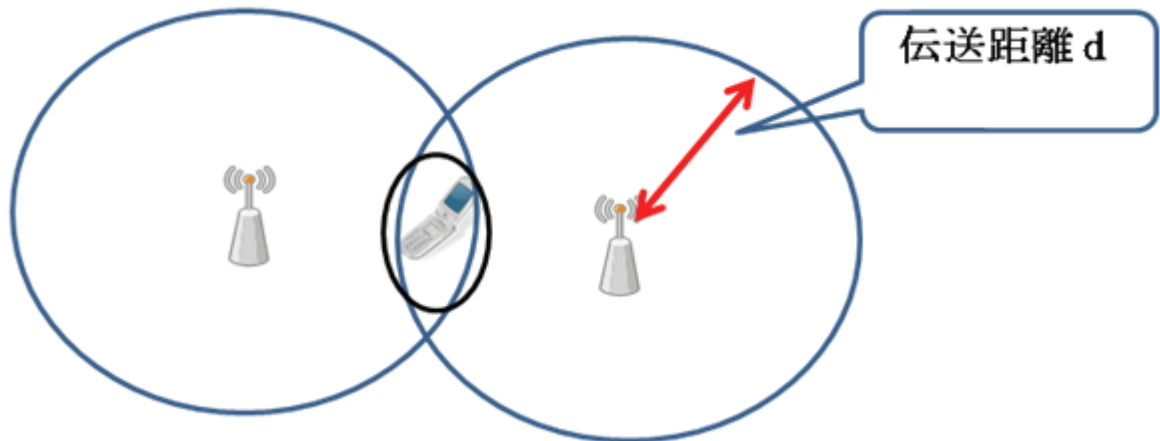


図 4 電波強度により位置を推測する方式

## (2) 実験

APを携帯電話と見立てて本方式の実験を行った。携帯電話には800MHz帯と2.0GHz帯があり、一般的には2.0GHz帯が広く使われている。そこで2.0GHz帯に近い無線LANの通信の一つであるIEEE802.11gを使用した。

電波強度測定には強度を可視化できるVistumblerを使用した。このソフトは約1秒に1回プローブクエストを送信し、APの電波強度を取得する。

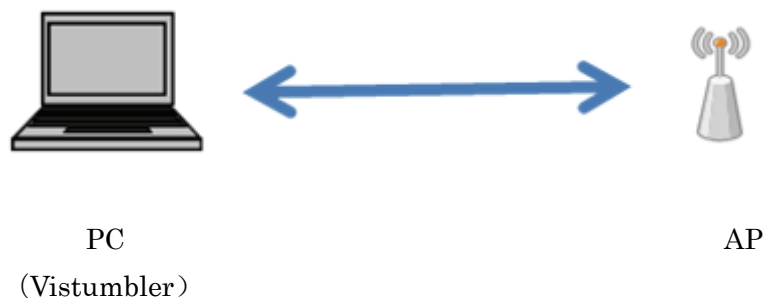


図 5 実験の器具

大学内の見通しの良い場所を選ぶ、距離を 10m とし、20 秒間測定し平均を求めた。また、被災者が瓦礫に埋まることを想定し、電波を出す AP は人の後ろに人が立った場合も測定した。人と AP の距離は 3m である。

実験の結果：

	電波損	伝送距離の 計算値	実際の距離
人なし	59.63 d b	11.5m	10m
人がいる	60.69 d b	13m	10m

表 1

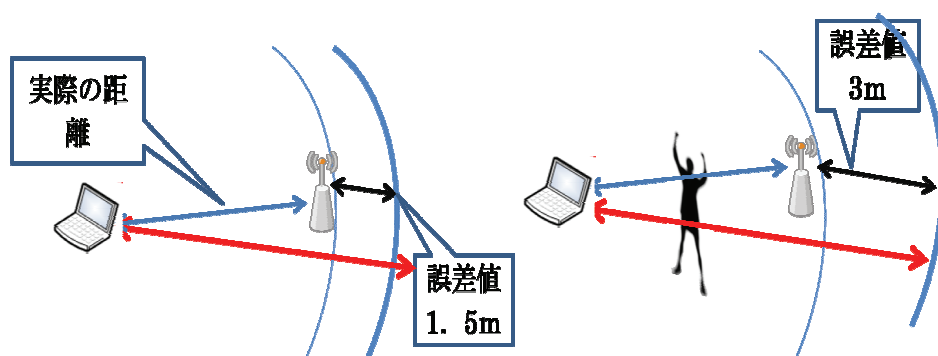


図 6 人なし

人がいる場合

表 1 からわかるように伝搬特性は状況により変わることがわかる。災害の時に、障害物が不規則に転倒し、マルチパスを形成する。そのため実際の電波損は自由空間の電波損より高い。その結果障壁のある場合は電波強度により計算した伝送距離（d）は実際の値より大きくなるという結果が得られる。

## 2. 3 電波の方向により位置を推測する方法

### (1)原理

指向性アンテナを利用し、携帯電話からの電波強度の強い方向を検出する。各 AP に指向性アンテナを複数設置する。各方向からの電波強度を測定して、そこで一番強い電波強度の方向に携帯があると判断する。

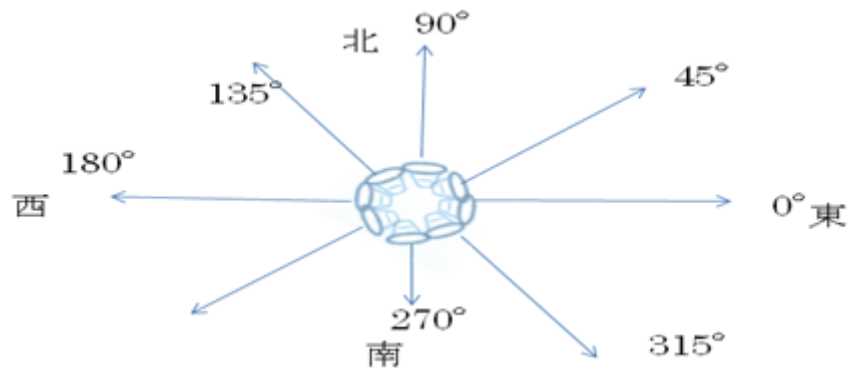


図7 電波の方向により位置を推測する方法

2台以上のAPが推測した方向の交点上に携帯電話があるものと推測する。

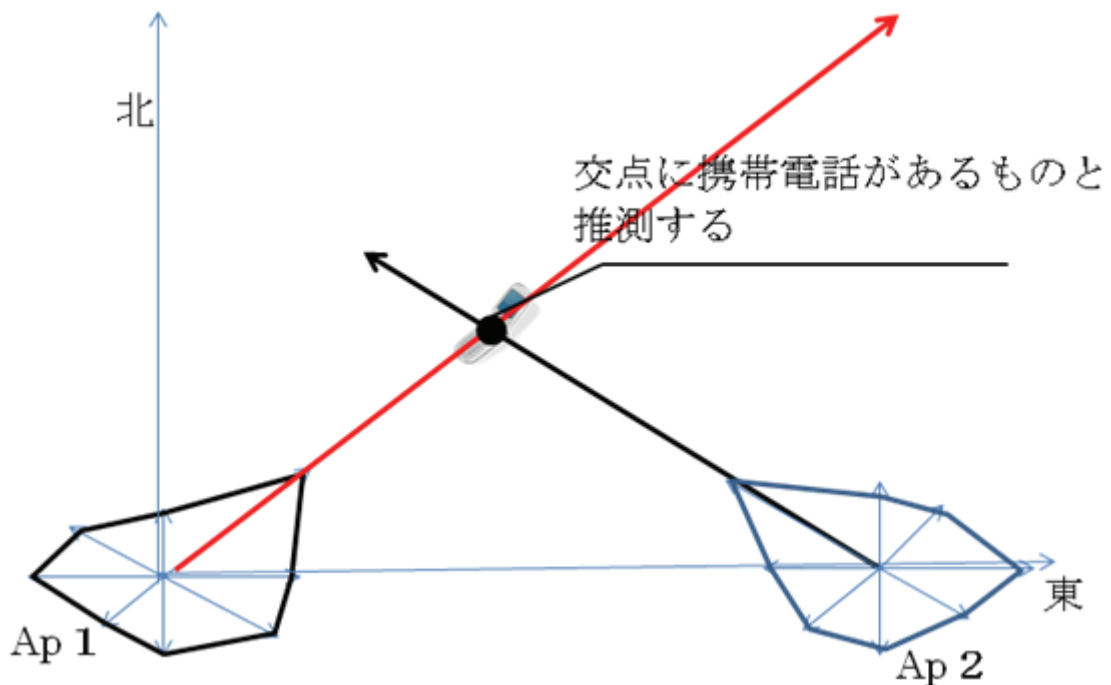


図8 携帯の位置の計算方法

## (2) 実験

本方式による実験を以下の条件で行った。測定環境は名城大学2号館前の花畑とした。花畑には図9に示すように電柱、木、石などがある。APの指向性アンテナを $0^\circ$  から $30^\circ$  ずつ変えていき、それぞれ20秒間測定し平均を求めた。実験器具としてPC端末には指向性アンテナであるBUFFALOのWLE-MYGを接続した。2.0GHz帯に近い無線LANの通信の一つであるIEEE802.11gを使用した。



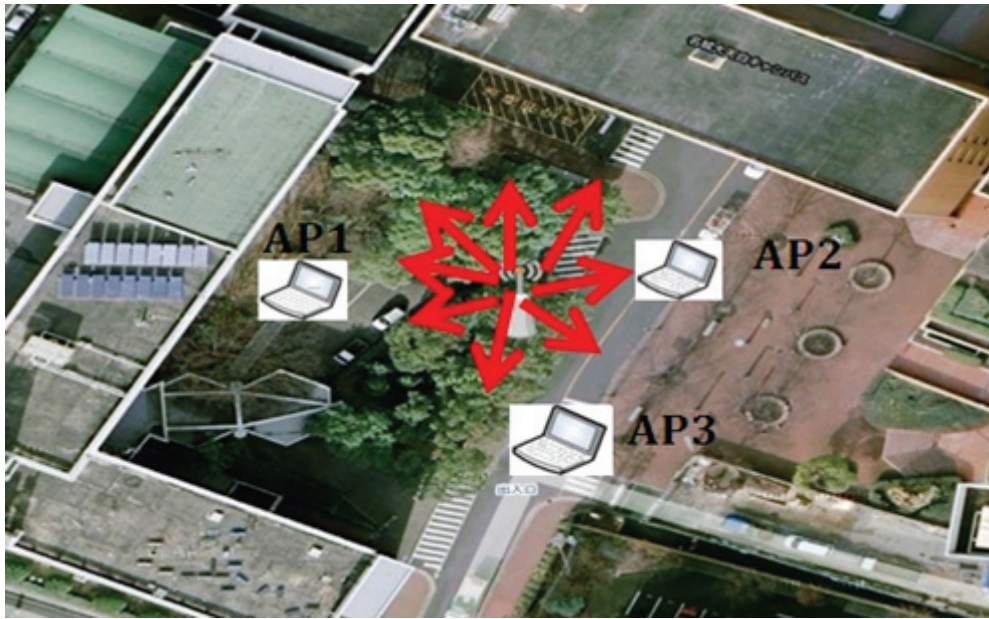


図9 実験の場所

そして実験の結果：

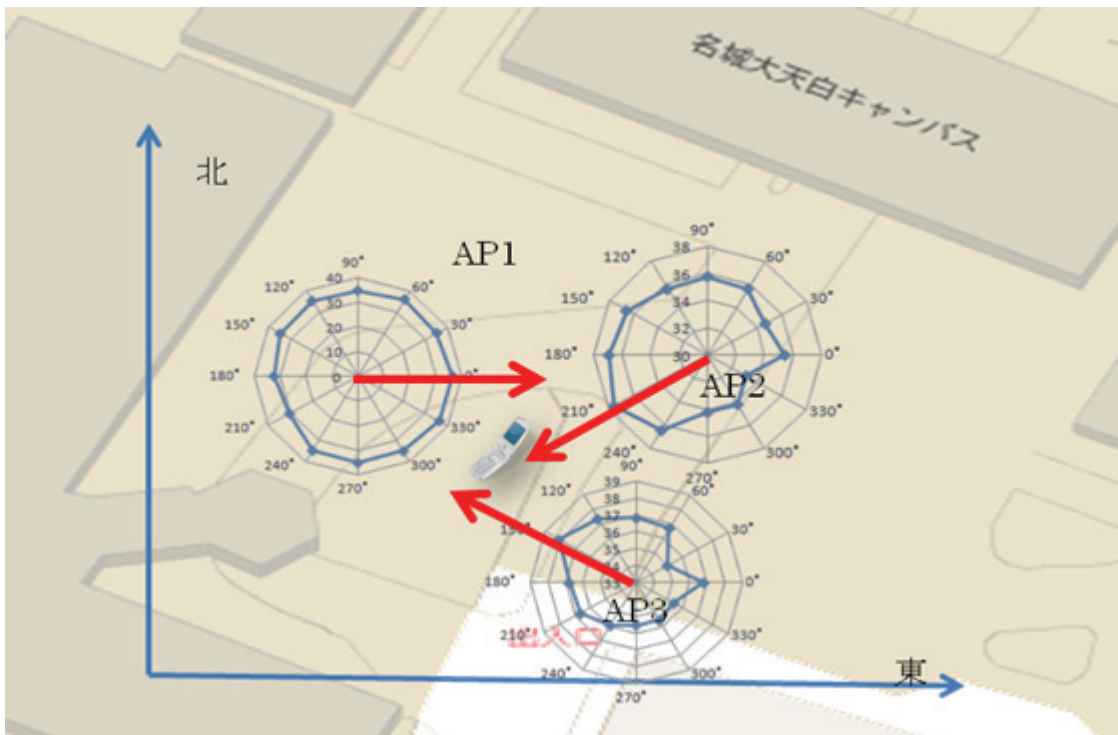


図10 結果

実験の結果, AP1 は正しい位置推定ができなかった. AP1 の近くに木 が一本あるため, 電波の伝送に影響を与えたものと思われる. AP2 と AP3 の周りに障害物がないため, 正しい推測ができたものと考えられる.

ここで, 現場と同様の環境について, シミュレーションした結果と比較した.

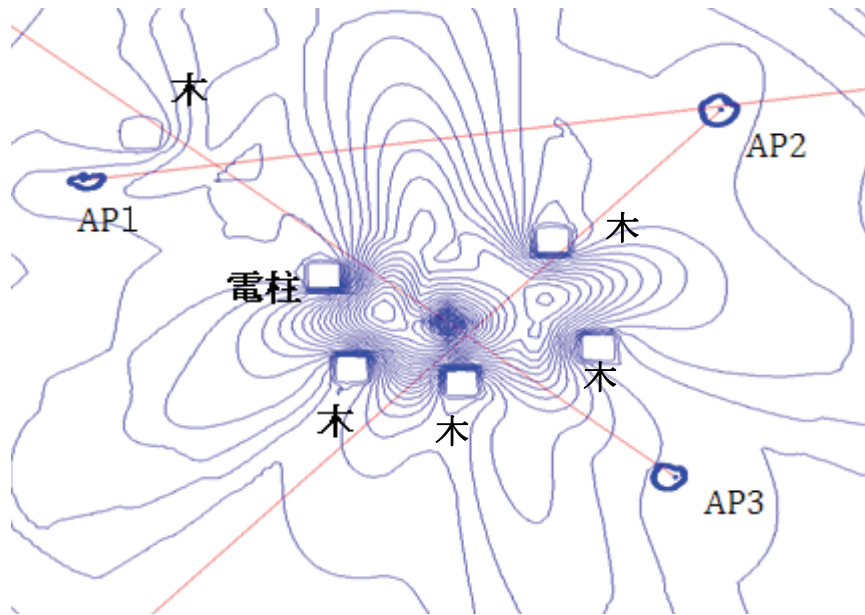


図 1 1 2.3.1の実験のシミュレーションの結果

次に車 2 台を以下のように配置し、実験とシミュレーションを行った。送信機のまわりに車があるため、電波の方向を正確に検出することができなかった、シミュレーションにおいても同様のケースでは正しい方向を正確に検出できないことがわかった。

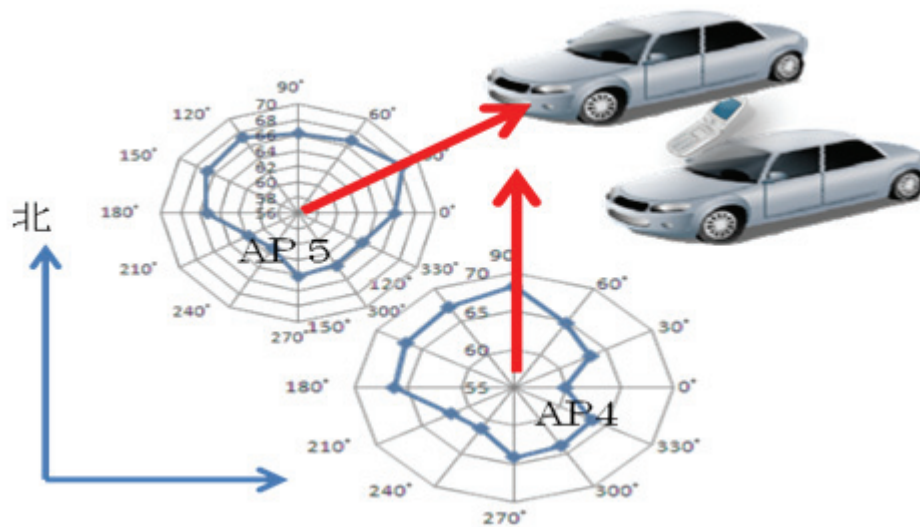


図 1 2 実験 2.3.2 の結果

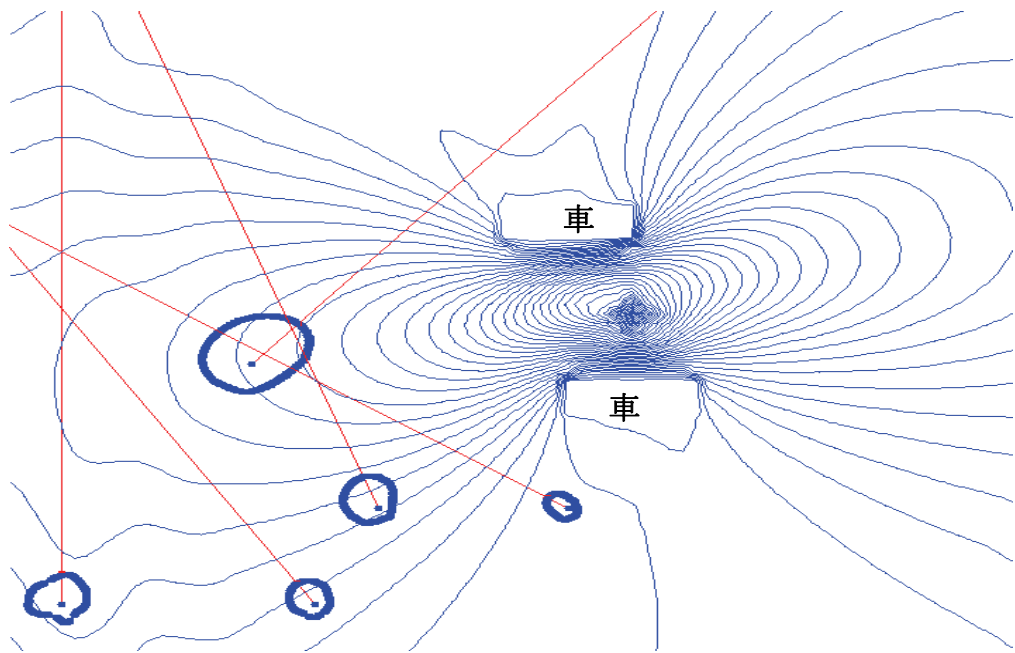


図13 実験 2.3.2 のシミュレーションの結果

### 3. 提案方式

#### 3.1 提案方式の原理

上記いずれの方式も障害物などがあると正確な位置を推定することができない。そこで推定精度を上げるために上記二つ方法を組み合わせて利用する。

まず、電波強度により携帯電話の範囲を推定し、次に電波の方向に係る情報を用いて精度を向上する。さらに複数の AP の情報から携帯電話の場所を推定した点の平均値を求めて最終的な携帯電話の位置とする

#### 3.2 提案方式のシーケンス

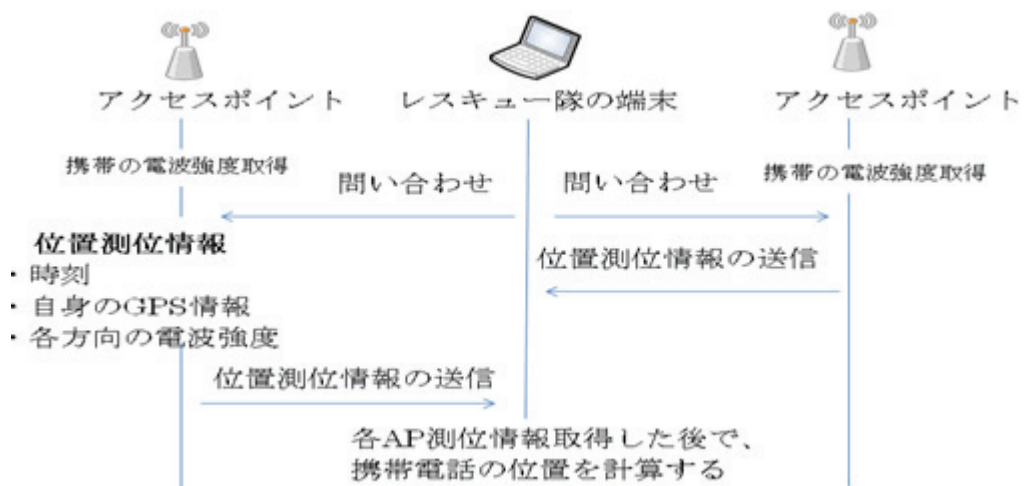


図14 シーケンス

#### 4. 提案方式の実験

2章の実験の結果を利用した。送信機と受信機の座標を測定し、実験のデータから携帯電話の最終の位置を確定する。

赤い線が一番強い電波強度の方向であり、その方向に携帯があるものと推測する。

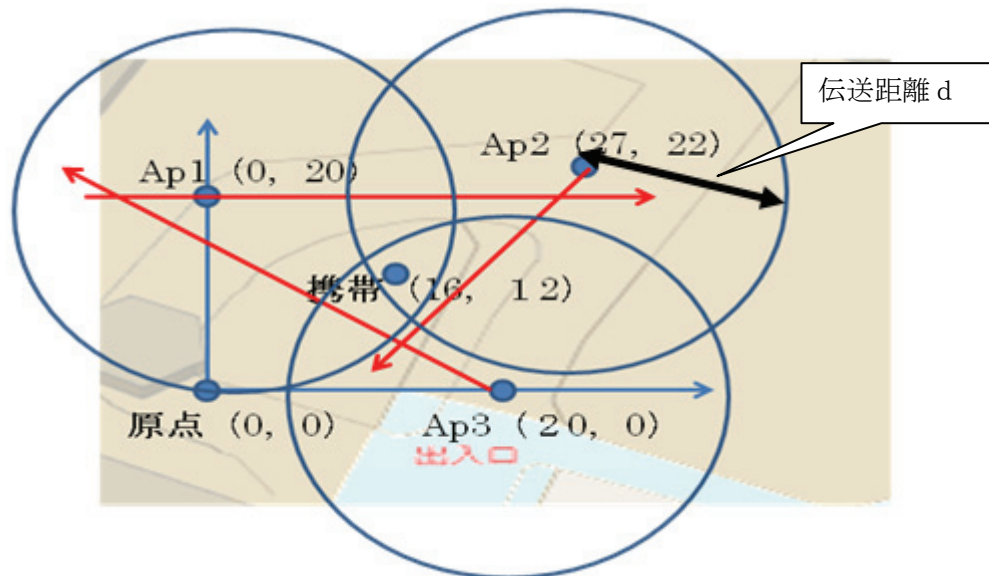


図 15 提案方式の実験

測定結果は以下の表とおりである

表 2 2章の実験の結果

	電波損	伝送距離の計算値	座標値	勾配	円の方程式	線の方程式
AP1	63.52db	18m	(0, 20)	$\text{tg}0^\circ$	$x^2 + (y-20)^2 = 18^2$	$Y=20$
AP2	62.5db	16m	(27, 22)	$\text{tg}30^\circ$	$(x-27)^2 + (y-22)^2 = 16^2$	$Y=0.866x-1.382$
AP3	61.94db	15m	(20, 0)	$\text{tg}150^\circ$	$(x-20)^2 + y^2 = 17^2$	$Y=-0.866x+17.32$

伝送距離 d (半径) と点の座標値 (円心) が取れば、円の方程式が得られる。勾配と点の座標値を取れば、線の方程式を得られる。実験のデータから、以下の結果を求めた：

表 3 交点の座標値

	Ap1とAp2	Ap1とAp3	Ap2とAp3
円と円の交点	(14, 32) (15, 10)	(3, 2) (18, 17)	(39, 7) (12, 15)
線と線の交点	(25, 20)	(-3, 20)	(11, 8)

さらに、この結果より図を作成した。

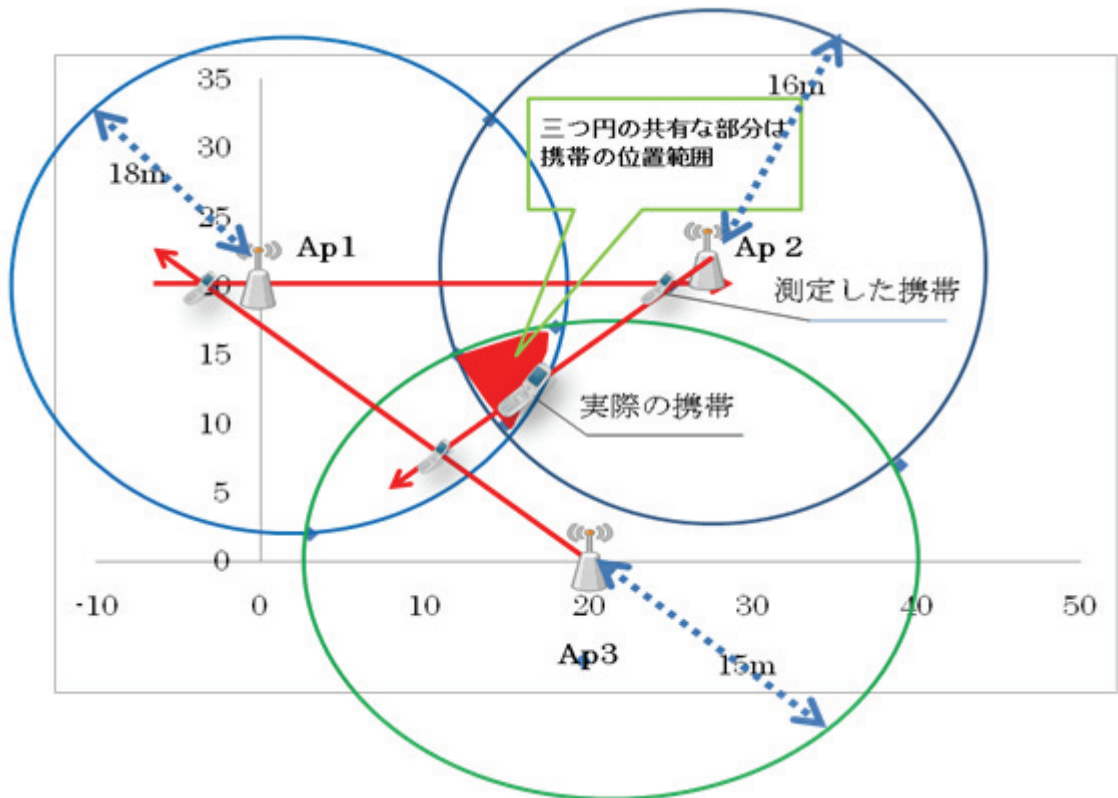


図 16 提案方式の実験の結果

図において円の交点は電波強度による方法で得られた推定位置、直線の交点は電波方向による方法で得られた推定位置である。今回の実験では、電波方向による推定は誤差が大きく、精度向上にはつながらなかった。今後は AP の数を増やすなどして、精度を上げることを検討する必要がある。

## 5. 終わりに

災害時に無線メッシュネットワークでネットワークを構築し、被災者探しとネットワーク構築を同時に実現できる方式を提案した。

被災者を迅速に発見する方法の新規提案を行った端末には特別なアプリケーションなどがなくても位置を測定することができる。救助チームは特殊な免許や救助犬が不要である。

## 謝辞

本研究に関して, 研究の方向や進め方など終始御熱心なご指導と御教示を賜りました, 名城大学工学部情報工学科 渡邊晃教授に心より厚く御礼申し上げます.

本研究を進めるにあたり, 研究内容に関して終始御熱心なご指導と御教示を賜りました, 名城大学工学部情報工学科 柳田康幸先生, 旭健作先生に心より厚く御礼申し上げます.

最後に, 本研究を行うにあたり, 有益なご助言, 適切なお検討をいただいた, 名城大学工学部情報工学科渡邊研究室の皆様に心より感謝いたします.

## 参考文献

- [1] 大西鈴花：災害時において救助者と被災者の迅速な通信を可能とする方法の提案，2008年度東海支部大会論文集，pp. - (2008).
- [2] 河合辰夫：災害発生時に被災者を迅速に発見する方法の提案
- [3] 伊藤将志：無線メッシュネットワーク“WAPL”の提案とシミュレーション評価，情報処理学会論文誌，pp.1234-1246，(2008)
- [4] 佐藤弘和：無線LANの受信電波強度分布間類似度による方向推定手法，情報処理学会論文誌，pp.51-62，(2006)
- [5] 清水達也：携帯型電波到来方向探知機と無線公衆インフラを用いた簡易な無線位置追跡 (Fox Hunting) システムの一提案，電子情報通信学会技術研究報告，pp. 91-96，(2004)
- [6] 大平孝：携帯型電波到来方向探知機，電子情報通信学会技術研究報告，pp.87-90，(2000)
- [7] vistumbler  
<http://www.vistumbler.net/>
- [8] 自由空間伝搬損失の方程式  
<http://www.geocities.jp/jhq9520/rosA.htm>