

# 「GPSを利用しない誘導型搜索システムの活用について」

加藤電機株式会社  
代表取締役社長 加藤 学

## 1. はじめに

平成12年(2000年)5月、GPSの幅広い活用を促すためアメリカがGPS利用の一部制限を解除したことで位置測位精度が向上したことから、特にカーナビゲーションや携帯電話に幅広く利用されるようになった。さらには人やモノの搜索に用いられる小型のGPS位置情報端末が開発され、通報機能などの付加機能も加えられて各通信キャリアや警備保障会社らが位置情報サービスを活発に展開している。

一方、近年Bluetooth LE<sup>1)</sup>通信を利用し、主に屋内に設置されたBeaconなどにより設置場所近傍を通過した場合にプッシュ型の情報発信やマーケティングに応用しようとする実験や実用化の取り組みが散見されるようになってきた。

## 2. 運用上の課題

GPSではその技術的要件として主に屋外で利用することを想定していることから、根本的に解決が困難な技術的課題を有している。つまり、屋外の一定条件下ではその効力を十分に発揮し得るものの、搜索対象が人やモノとなると途端に弱点が露呈してしまう。一例として、地下街や屋内ではGPSの電波が受信できないため位置精度が得られず、その結果誤差が拡大してしまうか、あるいは測位不能となる。また、都心の高層ビル群の谷間においては電波のマルチパスも影響し、やはり誤差が拡大してしまう傾向にある。さらには、一般的にGPSを利用した位置情報端末では、キャリアの通信網に接続するためのモジュールを搭載する必要があるため、消費電力が大きくなり、待機時間や実作動時間は電池容量と小型化とのトレードオフとなっている。これは、緊急事態時に利用できる時間に限界があることを示し

ている。

次にBluetoothであるが、2.4GHzの高周波無線設備であり、その受信距離は十数mが限界であり、広範囲の搜索には向かない。また、対象となる受信端末としてはスマートホンに専用のアプリケーションを導入した上で、BluetoothのスイッチをONにしておく必要があるなど、緊急時の利用としては不適當である。

近年、発生確率が急上昇したと言われる地震や火山噴火あるいは大型の台風や土砂災害など自然災害時の救出、山岳遭難、誘拐、連れ去りなどの事件事故発生時や超高齢社会を迎え認知症の増加による徘徊問題発生時などには、より早く、正確に搜索対象者を発見できるシステムの期待が高まっていた。

今般、GPSを利用せずに搜索、発見に至るシステムの開発を行ったので、その効果と技術概要について記述する。

## 3. サブギガ(Hz)帯域の活用

総務省では平成24年(2012年)7月の電波法改正に合わせて免許不要局である920MHz帯域の特定小電力の利用を認め、出力も20mWが可能となった。920MHz帯域は比較的電波の回折性に優れた電波帯域であり、利便性が高く、比較的長距離の送受信が可能となった。

920MHz帯の特定小電力無線機器は、いわゆるプラチナバンド帯あるいはゴールドバンドとも呼ばれ電波の浸透性の良さから携帯電話などもこの近傍の帯域が利用されている。

さて、人やモノなど比較的小型の対象の搜索を行う場合、必ず発信機を装備する必要があるが、長距離での電波の検出を目的とする比較的高出力の無線設備

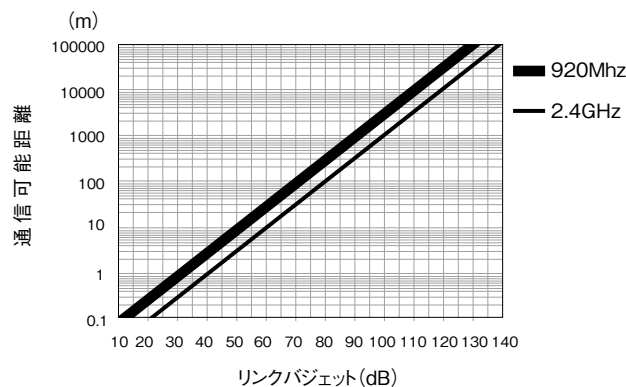


図1 リンクバジェットに対する自由空間での通信距離

ではその電界強度とアンテナ条件、設置条件によって電波の通信飛距離が変化する。

図1に理想的な自由空間における920MHz帯と2.4GHz帯のリンクバジェット<sup>2)</sup>に対する通信可能距離を示す。同じリンクバジェットでは、通信可能距離はいずれも920MHzが2.4GHzを上回り長距離探索には有利であることが分かる。

#### 4. SANフラワー見守りサービス技術概要

920MHz帯ではリンクバジェット効率がよく、アンテナも小型化が可能となることから、人やモノの搜索には適当と言える。SANフラワー見守りサービスのリンクバジェットは約120dBなので、伝搬損 $PL=120\text{dB}$ となる距離 $R$ を求めると自由空間では、 $R=25,000\text{m}$  ( $20\log(4\pi\lambda/R)$ )、地表伝搬の場合  $R=1,000\text{m}$  ( $20\log(h_1h_2/R^2)$ ) ( $h_1=h_2=1\text{m}$ 時、大地反射のみを考慮し障害物による減衰、反射無しで計算)となり、この1,000mは実測値と良好に一致している。

従って、自由空間での通信距離は25Kmを実現でき、実利用環境下では見通し距離最大数km、市街地

では数百m程度で利用可能と推定できる。

##### 4-1. システムの構成3要素

今回開発したSANフラワー見守りサービスの搜索方法を示す。

SANフラワー見守りサービスでは、GPS利用でよく見られるような大まかな位置情報を地図上に表示するのではなく、発信機から発せられる電波を直接検出し、「距離」「方向」「電界強度」3つの指標を頼りに、発信機のある場所まで誘導されることにより、最終的に発信機の場所まで辿り着くことができるシステムである。

本システムは「SANタグ(発信機)」、「SANアンテナ(中継機)」、「SANレーダー(搜索端末)」で構成されており、所有者はSANタグを所持する。SANタグからは約15秒ごとにあらかじめ割り当てられたID情報などが送信されており、この情報はSANアンテナを経由してクラウドサーバーに履歴情報として保持される。搜索者らはパソコンやスマートホンからこの履歴情報にアクセスしSANタグ所有者がいつどのエリアに位置したかを確認できる。



図2 SAN フラワー見守りサービスのイメージ

SANタグ所有者の存在するSANアンテナエリアが特定できれば、捜索者らはSANレーダーを用いて、SANタグのID番号を入力して直接波を検出し捜索、発見する。

SANレーダーの画面には、計算値による“距離”、“方向”、“電界強度”の3つの情報が表示されるので、これを頼りにSANタグの位置に誘導される形で発見が可能となるのである。

#### 4-2. SANレーダーの技術概要

捜索に利用するSANレーダー(写真1)に表示される情報は次の3つである。



写真1 SAN タグと SAN レーダー

##### ① 概算距離の表示

無線通信の分野における距離の推定方法として、受信信号強度に基づく距離推定方法と、伝播遅延時間に基づく距離推定方法とが知られている。図3は、距離と受信信号強度との関係を示す図である。

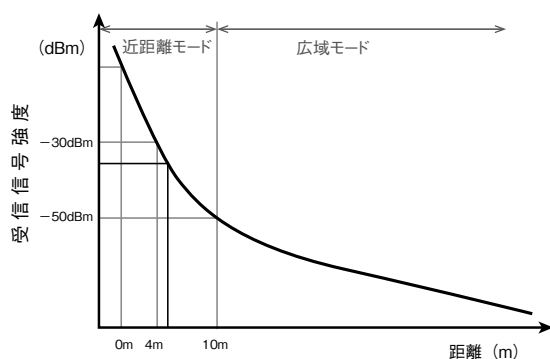


図3 距離と受信信号強度の相関図

横軸は距離(m)、縦軸は受信信号強度(dBm)である。図3に示すように距離と受信信号強度との間には強い相関があり、距離が長くなるほど受信信号強度は低くなる。受信信号強度による距離推定方法は、この相関を用いて推定する方法である。

ここで、図3に示すように、距離が長くなるほど、単位距離に対する受信信号強度の変動量が小さくなる。したがって、SANレーダーは、SANタグまでの距離が短い場合には、受信信号強度による距離推定方法を用いることにより、精度良く距離を推定することができるが、SANタグまでの距離が長い場合には、電波変動が緩やかになるため、受信信号強度による距離推定方法を用いると、精度のよい推定ができない。そこで、距離が長い場合には、計算された伝播遅延時間に電波の速さを乗ずることにより距離を推定する方法を用いる。この場合の推定精度は、距離によらずほぼ一定である。また、SANタグまでの距離が長い場合は、その距離が短い場合に比べて推定精度の高さをそれほど要求されない。従って、SANレーダーの距離推定方法として、測定された受信信号強度が、所定の閾値(例えば-50dBm)よりも大きい場合(近距離モード)には受信信号強度に基づく距離推定方法を用いてSANタグまでの距離を推定し、所定の閾値以下の場合(広域モード)には伝播遅延時間に基づく距離推定方法を用いてSANタグまでの距離を推定している。なお、推定方法の切り替え時にヒステリシス制御を用いることで、推定方法の切り替えが頻繁になって推定距離が短時間で大きく上下してしまうことを防ぐことができる。

##### ② 推定方向の表示

次に、SANレーダーのアンテナ部の制御およびSANタグの方向の推定方法について概説する。無線制御部は、電波(応答信号)を受信する際、3つのアンテナを適宜スイッチングさせて、切り替えることにより、左方、中位、右方に対してそれぞれ個別の受信特性を得ることができる。この制御により、図4のような受信指向性が形成される。例えば、右方アンテナに切り替えた時に、捜索者らが、SANレーダーを、平面側(上端側)を前方にして水平に持つと、右斜め前方からの電波を強く受信することができる。従って、SANタグ所有者がSANレー

ダー右側に存在する場合、受信信号強度が左アンテナに切り替えた場合よりも高くなる。逆に、SANTAG所有者がSANレーダー左側に存在する場合には、低くなる。この方法を用いることで、アンテナ切り替え時ごとにおける受信信号強度の差の大きさおよび大小関係によってSANTAGのおおよその方向を推定することができる。

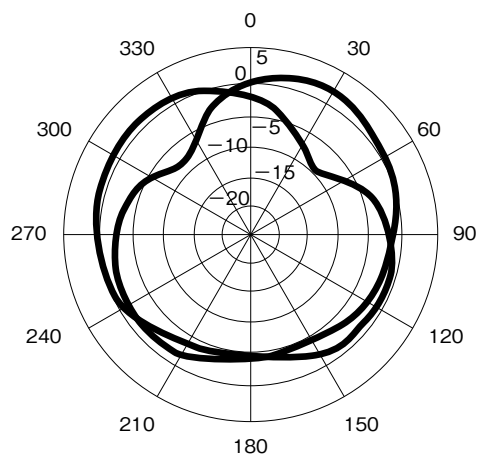


図4 アンテナ切り替えによる受信指向性

### ③ 電界強度表示

電界強度はRSSI値により、近距離推定時と長距離推定時の切り替えにより、それぞれの電界強度を0%から100%で表示するようにした。

SANフラワー見守りサービスとは、SANTAGから発信される電波を受信することができれば、最終的に上記の3つの指標により必ず辿り着くことができることを特徴とする、新たな検索システムである。

## 5. おわりに

セキュリティ設備とは一般的に防犯関連機器を指して用いることが多く、警報機、防犯カメラ、セキュリティゲート、CP錠やCPサッシなど主に“犯罪の抑止対策”に用いられることを想定し、多くのメーカーが市場参入している。

しかし、近年頻発する自然災害や社会問題と立ち向かう時、実際の現場では万が一の事件や災害、行方不明者の捜索時にはより早く、正確に捜索対象を発見できる“見守りサービス”の提供を行うこともセキュリティの一環ではないかと考えるに至った。

公職とはいえ昼夜を問わず自身の危険をも顧みずに出動する、警察・消防・自衛隊や行政の方々に感謝と敬服の念を抱くとともに、セキュリティメーカーとして捜査担当者らの負担を少しでも軽減できるという意味においてもその必要性は増していくものと確信している。

### 【参考文献】

- 1) FDK NEWS RELEASE, 2014
- 2) 石川義裕 (NTTドコモ) 電子情報通信学会, “4群3編 移動通信”, 2011